IP多路广播技术与应用

IP Multicasting Concepts and Applications

〔美〕Marcus Goncalves & Kitty Niles 著
九一工作组 译 王秋阳 审校

- 提供一个全方位的IP多路广播实现方案
- 提供一个标准可靠的信息资源目录
- IP多路广播在下一代第三层交换网络中的应用

175
2

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL:http://www.phei.com.cn

TP. 393
142

IP 多路广播技术与应用

IP Multicasting Concepts and Applications

[美] Marcus Goncalves & Kitty Niles 著
马科斯
九一工作组 译
王秋阳 审校

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 • BEIJING

2001026

内 容 简 介

本书主要介绍了有关 IP 多路广播的概念和特点。适用于具有不同程度的 IP 多路广播技术经验的用户、管理工作站的系统管理员、操作员以及编程人员等阅读。另外，本书也适用于通信专家、实时系统维护工程师，以及那些想要了解或者需要了解 IP 多路广播的一般读者。本书介绍深入浅出，从基础的技术知识到实际的网络应用，都作了简明扼要的阐述。本书在叙述中结合了大量的图表，形象而生动地阐明了晦涩难懂的技术性概念。熟悉了本书的内容，有助于读者全面地掌握有关 IP 多路广播的知识，并在实际工作中起到指导性作用。

Original edition Copyright©1999 by The McGraw-Hill Companies,Inc.
All rights reserved.
Chinese translation edition Copyright©2000 by Publishing House of Electronics Industry.
All rights reserved.
本书中文简体专有翻译出版权由美国 McGraw-Hill,Inc.授予电子工业出版社。该专有出版权受法律保护。

图书在版编目（CIP）数据

IP 多路广播技术与应用 /（美）冈卡瓦斯（Goncalves.M.），奈尔斯（Niles.K.）著；九一工作组译. -北京：电子工业出版社，2000.1
书名原文：IP Multicasting Concepts and Applications
ISBN 7-5053-5667-4

I. I… II.①冈… ②奈… ③九… III.多信道-广播 IV.TN93

中国版本图书馆 CIP 数字核字（1999）第 40708 号

原 书 名：IP Multicasting Concepts and Applications
原 著 者：Marcus Goncalves & Kitty Niles
书　　名：IP 多路广播技术与应用
译　　者：九一工作组
审 校 者：王秋阳
责任编辑：张　毅　　zhangyi@phei.com.cn
特约编辑：阿　劲
印 刷 者：北京天竺颖华印刷厂
出版发行：电子工业出版社　URL:http://www.phei.com.cn
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编 100036
经　　销：各地新华书店
开　　本：787×1092　1/16　印张：29.25　字数：748.8 千字
版　　次：2000 年 1 月第 1 版　2000 年 1 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 7-5053-5667-4
　　TN· 1324
印　　数：3000 册　定价：56.00 元

版权贸易合同登记号　图字：01-1999-0938

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请向购买书店调换；若书店售缺，请与本社发行部联系调换。电话：010-68279077

谨以此书献给：

Carla——我永远年轻美丽的妻子。在此书出版过程中，她给予我无私的帮助，做出了巨大的贡献。

Samir、Andrea 和 Joshua——我可爱的孩子们。他们让我体味到身为人父的所有快乐。

Maria Duenas——我尊敬的岳母。她用她的爱和关怀温暖着我们这个家，还把我可爱的妻子带到这个世界。

致　谢

首先我们对在此书准备过程中参考和引用的许多 RFC 文献的作者表示最真挚的谢意。

我们要感谢 Junko Higasa 和东京的 Internet Initiative Japan Inc.公司同我们的协作，以及 Rob Lee 在网络工作和互联网技术方面给予我们许多具体的技术指导，出于技术的考虑，他允许我们引用他写的文献资料。我们也要感谢 Eliot Abraham 和 Gilat Satellite Networks 公司、Phillip Emer——北卡罗莱纳州立大学高技术发展公司副总裁——同我们共享并允许我们使用有关资料，在此一并表示感谢。

我们要感谢 Stardust Technologies 公司授权我们使用他们的两册白皮书。对 Ken Miller 和 StarBurst Communications 公司、Laura Spear 和 Xyplex Networks 公司、Katie Greeue 和 Concentric 公司、Julie Martin 和 Backweb Technologies 公司，以及 Rich Borden 和 FORE Systems 公司也要表示感谢。

感谢 Simon Oosthoek、Jorma Paananen、Matti Tella、Juha Luoma 同我们的合作，并允许我们自由使用有关资料。还要特别感谢 Anup Rao、Henning Schulzrinne、Rob Lanphier 和 Kevin Epstein 给我们的帮助。

向 Sue Michener、Jill 和 Don Eastlake 致以特别的谢意，感谢他们在此书编撰过程中给予的理解和支持。

我们衷心感谢 McGraw-Hill 的 Simon Yates 对我们的信任和支持；衷心感谢 McGraw-Hill 工作组的所有成员，特别是 Patricia Wallenburg，感谢她高效的工作、认真的态度、精湛的专业知识和自始至终表现出的高度热情。

译 者 序

本书是一本介绍有关 IP 多路广播概念和特点的书。适用于具有不同程度的 IP 多路广播技术经验的用户，工作站的系统管理员、操作员以及编程人员等阅读。另外，本书也适用于通信专家、实时系统维护工程师，以及那些想要了解或者需要了解 IP 多路广播的一般读者。

本书介绍深入浅出，从基础的技术知识到实际的网络应用，都作了简明扼要的阐述。本书在叙述中结合了大量的图表，形象而生动地阐明了晦涩难懂的技术性概念。熟悉本书的内容，将有助于读者全面把握有关 IP 多路广播的知识，并在实际工作中起到指导性作用。

在本书的翻译过程中，我们结合汉语的表述习惯，对原书的一些表达叙述做了部分的调整，但整体上依旧遵循原书的风格特点。由于时间仓促，水平有限，参加翻译的人员众多，难免会出现部分术语前后出入或不当之处，欢迎广大读者朋友指正和谅解。另外，我们在本书的附录部分中收录了书中涉及到的一些术语和缩略语，以便读者朋友参考。

参加本书翻译的人员有：周山青、罗奇伟、李彭军、徐保强、王进亮、胡凯、李辰等；张连军、邓瑛瑛、陆洪雨等也为本书的翻译做了大量的工作；感谢张宁、彭浪林为翻译文稿的录入所做的工作；李彭军、徐保强、王进亮等也为本书版式的设计以及最后的总体协调做了大量工作。最后感谢在本书翻译过程中给予我们帮助的所有朋友，没有大家的支持，我们要在短时间内完成本书的翻译是不可想象的。

九一工作组

前　言

绪论

当前，国际互联网（Internet）和公司内部网常被用来传播大量相同的信息。IP 多路广播是一种比传统的点对点交相互作用更有效的、从一组主机发送和接收信息的技术。它创建了一种单独的数据流供给用户订阅，可以用很少的服务流给大量的用户提供服务。由于仅仅运送数据中的一个样品到多个目的地，IP 多路广播减少了对带宽的需求。

IP 多路广播以 D 类 IP 地址为基础，在那里，一个独立的地址指向多个用户或多组成员。对于一个文件来说，IP 多路广播只给每个路由器传递一次，通过它们送给订阅信息的计算机，而传统的单路广播模式是把同一个数据的单个拷贝发送给每一个用户。

IP 多路广播依靠一个基本的多路广播传递系统的方式，从一个发送者向所有预定的接收者传递数据。在 Internet 的所有路由器都具备多路广播能力以前，通过 Internet 传播的多路广播将只限于隧道、有多路广播能力的岛屿提供的服务以及一些 Internet 服务供应商。不过，在此期间，可以用一个专用虚拟网络（Private Virtual Network），以一种有多路广播能力的网络结构或网络服务为基础来部署 IP 多路广播。

在 IP 多路广播技术中，下一步大的发展也许是在数据的可靠传递方面。因为 IP 多路广播协议不包括任何确认结构来判断发送给接收者的数据是否已经准确地到达。许多研究人员正致力于解决这个问题。最近 IETF 已经组建了一个工作组来解决这个关于协议和工具的难题，并且将提供这方面的建议。

对于以推动有带宽消耗问题为目的的应用系统，要从中调度信息，IP 多路广播有非常大的用处。例如，为了更新几百个要求相同数据的桌面，IP 多路广播只须使用更新一个桌面所需要的带宽。

多路广播技术现在主要用于通过 IP 的音频/视频会议的试验。一些商用的应用系统正进入它们中间。某些大的机构，例如 Toys 'R Us、Ford Motor Company、General Motors、The Ohio Company，以及 American Stock Exchange 已经使用多路广播技术来解决软件和信息分配问题。一些卫星传递公司现在也在它们的传递系统中使用多路广播。

要使一套完全成熟的 IP 多路广播的实施能够工作，数据路径中的硬件和软件都需要支持 IP 多路广播。令人高兴的是一些网络厂商，例如 Cisco 公司的最新设备中准备支持 IP 多路广播。另外，少数 Internet 服务供应商（ISP），例如 MCI 和 Uunet 也开始开展 IP 多路广播服务。

本书面向的读者对象

本书是一本介绍有关 IP 多路广播的概念和特点的书。面向的对象是具有不同程度 IP 多路广播技术经验的用户、解决公司通信问题的决策者、工作站的系统管理员和操作员以及编程人员。另外，本书也适用于通信专家、实时系统维护工程师以及那些想要了解或者需要了解 IP 多路广播的一般读者。

本书也适用于那些设计和开发运行于网络上的或是用于技术支持的应用系统的人员，在本书中可以得到 IP 多路广播的基本知识。本书还可以作为有关 IP 多路广播的信息的来源，这里有关于 Internet 服务供应商（ISP）、供应商和经销商、当前和未来的 IP 多路广播的应用、实施和软件支持的信息。

对于致力于评估或实施一个机构、产品或服务程序的 IP 多路广播的工程师，本书将有利于他们掌握怎样在他们的网络基本建设中部署 IP 多路广播。

内容结构

本书由 24 章和附录组成，粗略地分为 4 个部分。

第一部分　TCP/IP 协议和 IP 多路广播的基本原理

这部分包括从第 1 章到第 10 章的内容，讲述了围绕 IP 多路广播的相关技术。我们提供了 Internet 的一段简要历史，介绍了能够支持 IP 多路广播运行的不同类型的网络基础结构。另外，这部分还包括了 IP 多路广播的基本原理，描述了它怎样进行工作，介绍了多路广播路由选择的概念、算法和协议，提出了互操作性、隧道和实现等问题，并且简略地谈了 IP 多路广播面临的挑战。

第二部分　Mbone 及其他多路广播网络

这部分包括从第 11 章到第 15 章的内容，讲述了在不同网络基础上的多路广播以及为它们所做的准备。我们将讨论异步传输模式（Asynchronous Transfer Mode）的技术和多路广播基干（Mbone），简要地探讨用于 IP 多路广播的更高级的协议，研究怎样编写 IP 多路广播应用系统，以及介绍一些标准的 IP 多路广播应用程序接口。

第三部分　IP 多路广播的实际应用

这部分包括从第 16 章到第 21 章的内容，讲述了关于 IP 多路广播的应用系统、设备和供应商。我们着眼于一些主要的参与者，用于服务器和客户机的 IP 多路广播应用软件，IP 多路广播的内容供应商、管理部门和中间软件产品，以及 IP 多路广播网络服务供应商。最后，我们介绍可利用的 IP 多路广播网络设备和软件开发套件。

第四部分　IP 多路广播资源中心

这部分包括从第 22 章到第 24 章的内容，讲述了用于开发 IP 多路广播应用系统的技术，以及在一个多样化的网络平台上怎样部署 IP 多路广播，同时也包含了主要的 IP 多路广播交换设备，包括公司和它们的产品。

附录提供了参考文献，以及一份 IP 多路广播的首字母缩写词表和扩充的词汇表。

目　录

第一部分　TCP/IP 协议和 IP 多路广播的基本原理

第 1 章　网络协议和网络的内部结构 …… 3
1.1　基础常识 …… 4
局域网 …… 4
广域网 …… 4
城域网 …… 5
国际互联网 …… 5
1.2　虚拟专用网或外围网 …… 8
内部网 …… 9
1.3　一个基本的网络 …… 9
网络的布局 …… 10
网络的协议组 …… 11
1.4　IP 编址总结 …… 17
一般 Ipv4 编址结构 …… 17
IP 建立子网 …… 19
1.5　ARP 协议 …… 19
反转地址转换协议 …… 20
1.6　国际控制报文协议 …… 20
1.7　国际分组管理协议 …… 21
1.8　网络部件 …… 22
第 2 章　介绍网络基础结构 …… 25
2.1　基干局域网和广域网概述 …… 26
2.2　传输技术 …… 27
2.3　交换技术 …… 28
2.4　校园网和局域网基础结构 …… 29
以太网技术 …… 29
令牌环 …… 32
光纤分布式数据接口（FDDI） …… 33
以太网、令牌环和 FDDI 的比较 …… 34
2.5　基干广域网基础结构 …… 35
卫星 …… 35
几兆数据交换服务 …… 36
帧中继 …… 37
异步传输模式 …… 39

包交换技术的比较 …… 40
2.6 综合业务数字网 …… 41
运作 …… 41
用户 ISDN 和国家 ISDN …… 42
连接 …… 42
第 3 章 多路广播中 ATM 的作用 …… 43
3.1 ATM 服务和支持 …… 44
面向连接支持 …… 44
综合服务支持 …… 45
服务质量支持 …… 47
3.2 总结 …… 50
3.3 ATM 网络 …… 50
端对端 ATM 模型 …… 50
ATM 桌面模型 …… 52
校园网基干模型 …… 52
广域网模型 …… 53
ATM 通信公司模型 …… 54
3.4 ATM 中的 IP 要求 …… 55
ATM 网络服务 …… 57
ATM 客户机/服务器可访问性 …… 58
ATM CIP 服务 …… 60
3.5 下段跃距解析协议（NHRP） …… 61
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA） …… 65
IP 转换和多协议标志转换 …… 66
3.6 总结 …… 68
3.7 下一步内容 …… 68
第 4 章 多路广播概述 …… 69
4.1 多路广播介绍 …… 70
传输类型 …… 71
多路广播运作总结 …… 72
4.2 IP 多路广播的应用和益处 …… 75
减少网络传递 …… 75
应用 …… 76
工作组中的 IP 多路广播 …… 77
检查列表的好处 …… 78
4.3 介绍多路广播基干 …… 78
4.4 了解多路广播的能力 …… 80
主机上的多路广播能力 …… 80

路由器上的多路广播能力 …… 81
在 Internet 协议中的多路广播路由选择 …… 82
对 IP 层增加多路广播支持时的考虑 …… 83
4.5 具有 IP 多路广播能力的应用系统开发 …… 84
多媒体应用程序 …… 84
信息分发应用程序 …… 84
4.6 估价和实施 …… 84
来自 IP Multicast Initiative 的建议 …… 85
决定实施 IP 多路广播之后 …… 85
一份用于开发 IP 多路广播的清单 …… 85
4.7 IP Multicast Initiative …… 86
4.8 安全和 IP 多路广播 …… 86
4.9 IPv4 和 IPv6 多路广播编址之间的区别 …… 87
第 5 章 多路广播运作 …… 89
5.1 概述 …… 90
5.2 多路广播的需要 …… 91
工业需要 …… 91
支持多路广播的网络需要 …… 92
5.3 IPv4 多路广播编址 …… 93
IPv4 编址结构 …… 94
多路广播编址的影响 …… 96
D 类地址格式 …… 96
第三层到第二层的转换 …… 99
多路广播数据报的传播和传递 …… 101
5.4 IPv6 多路广播编址 …… 101
非永久性和永久性分配的多路广播地址 …… 102
预定义的有名的多路广播地址 …… 102
5.5 建立一个多路广播组 …… 103
5.6 多路广播传送方法综述 …… 105
源-根树协议（SRT） …… 107
共享树 …… 107
5.7 传播时间设置 …… 108
5.8 服务质量和资源保留协议的应用 …… 109
服务质量 …… 109
综合服务 …… 112
第 6 章 IP 多路广播协议范围 …… 115
6.1 IP 多路广播的主机扩充 …… 116
简介 …… 116

适应性 …… 117
主机组编址问题 …… 117
样品主机 IP 多路广播实施 …… 117
发送多路广播 IP 数据报 …… 118
接收多路广播 IP 数据报 …… 120
6.2 Internet 组管理协议基本操作 …… 122
IGMP 报文 …… 123
IGMP 运作 …… 126
与 IGMPv1 的兼容性 …… 128
与 IGMPv1 主机的兼容性 …… 128
发展中的 IGMP 版本 3 …… 128
6.3 主机状态图 …… 129
促使一个主机状态转换的事件 …… 130
对促使一个主机状态转换的事件的响应 …… 131
6.4 路由器状态图 …… 131
任何单独连接的网络的路由器状态 …… 132
在任何单独连接的网络上的一个多路广播组的路由器状态 …… 133
6.5 定时器和默认值列表 …… 135
第 7 章 多络广播路由选择概念和算法 …… 137
一个 IP 环境中的路由选择 …… 139
IP 路由选择 …… 139
路由选择协议 …… 141
路由选择协议尺度 …… 144
7.1 多路广播路由选择 …… 144
7.2 多络广播路由选择的挑选 …… 145
路由选择标准 …… 146
IP 多路广播路由选择的基本方法 …… 146
7.3 多路广播算法 …… 147
溢流 …… 147
分布树 …… 148
反转路径广播 …… 150
截断反转路径广播 …… 152
反转路径多路广播 …… 153
最短路径树 …… 155
核心基准树 …… 155
第 8 章 多路广播路由协议 …… 157
8.1 组成员协议 …… 158
8.2 分布式多路广播路由 …… 158

8.3 密集式多路广播路由 …… 159
DVMRP …… 159
MOSPF 协议 …… 165
8.4 PIM 协议 …… 174
PIM 操作 …… 174
PIM-DM …… 176
PIM-SM …… 176
基于核心的树 …… 178
第 9 章 实现 IP 多路广播 …… 181
9.1 可靠性问题 …… 182
9.2 加入和离开一个组 …… 182
加入和离开组的操作 …… 182
加入和离开组的动作 …… 183
9.3 IP 隧道和多路广播 …… 184
被舍位和被剪除的隧道 …… 184
在隧道上发送数播 …… 185
关于隧道的注意事项 …… 185
9.4 多路广播方法 …… 186
用于发送者直接传递到多个目标端的 IPv4 选项 …… 186
多路广播传输协议（MTP） …… 186
基于 MARS 的 ATM 多路广播 …… 186
CLNP 多路广播 …… 187
9.5 可供选择的网络结构类型 …… 187
帧中继 …… 187
交换多兆数据服务 …… 189
卫星网络 …… 190
多路广播和 Internet、校园网和局域网设施 …… 191
ISDN 网路 …… 192
第 10 章 IP 多路广播遇到的挑战 …… 193
10.1 多路广播遇到的问题 …… 194
缺乏支持 …… 195
与防火墙策略的相互影响 …… 196
10.2 服务质量 …… 196
10.3 使多路广播投入工作中 …… 197
10.4 关于 Mbone 的一些描述 …… 198
10.5 可靠多路广播传输协议 …… 199
10.6 IP 多路广播的前景 …… 200

第二部分　Mbone 和其他多路广播网络

第 11 章　异步传输模式技术概览 …… 203
11.1　ATM 的技术约定 …… 206
11.2　ATM 的任务：多媒体服务的传送 …… 207
11.3　ATM 网络设计和解决方案 …… 208
ATM 网络客户模式 …… 208
11.4　源于连接的 ATM …… 213
11.5　对 ATM 网络的基本理解 …… 214
第 12 章　理解 Mbone …… 221
12.1　Mbone 的背景 …… 222
12.2　Mbone 基础 …… 222
12.3　在 Mbone 上多路广播一个会议 …… 223
配置校验表 …… 227
12.4　安全性：Mbone 和防火墙 …… 228
第 13 章　IP 多路广播高级协议 …… 229
13.1　实时传输协议 …… 230
13.2　实时控制协议 …… 231
13.3　实时流协议 …… 232
RTSP 的属性 …… 233
13.4　资源保留协议 …… 233
理解 RSVP …… 234
RSVP 面临的挑战 …… 236
13.5　可靠多路广播 …… 236
影响可靠多路广播的应用程序和网络特性 …… 237
可靠多路广播错误侦测遇到的问题 …… 237
可靠多路广播协议 …… 237
多路广播执行计划 …… 238
13.6　可靠多路广播协议 …… 238
RMP 的重要特性 …… 239
RMP 的状态 …… 239
13.7　可靠多路广播帧中继协议 …… 239
13.8　可靠适配多路广播协议 …… 240
RAMP 特征 …… 241
RAMP 操作模式 …… 241
13.9　可靠多路广播传输协议 …… 242
13.10　e-cast 可靠多路广播文件传输协议如何工作 …… 242
e-cast RMFTP 与多个单一广播相比的优势 …… 243
13.11　CU-SeeMe …… 243

第 14 章　编写 IP 多路广播应用程序 …… 245
14.1　受益于多路广播的应用程序 …… 246
设计时需要考虑的事项 …… 246
多路广播能力应用程序的实现 …… 247
定义网络层参数 …… 247
14.2　从多路广播组发送和接收数据 …… 247
多路广播组和地址 …… 248
多路广播包裹的 TTL 值 …… 248
发送多路广播数据 …… 249
接收多路广播数据 …… 249
14.3　一个多路广播程序的例子 …… 249
14.4　应用程序的要求 …… 251
多路广播和传输协议 …… 252
改编单一广播数据应用程序使之实现多路广播 …… 252
14.5　要切记的一些事情 …… 253
第 15 章　标准多路广播应用程序播口 …… 255
15.1　典型的应用程序接口 …… 256
Berkeley Sockets 多路广播应用程序接口 …… 256
15.2　可靠多路广播协议应用程序接口 …… 258
可靠多路广播协议错误侦测 …… 258
类型和对象 …… 259
15.3　应用程序接口的限制 …… 260

第三部分　IP 多路广播的实际应用

第 16 章　主要的 IP 多路广播参与者 …… 263
16.1　Internet 服务提供商 …… 264
MCI 通信公司 …… 264
GTE BBN 卫星公司 …… 265
UUNet 技术公司 …… 266
@HOME 网络公司 …… 267
16.2　供应商 …… 267
星团（Stardust）论坛：IP 多路广播发起者的管理者 …… 267
NOVELL 公司 …… 268
3Com：信息总线发布/预定模式 …… 268
朗讯科技公司的 e-cast 可靠多路广播软件 …… 270
微软的 NetShow …… 271
Cisco/Precept 软件公司的 IP/TV …… 272
Starlight 网络 …… 275
VDOnet …… 276

RealNetwork 公司和它的 VIVO 软件 …… 276
第三层交换机厂商 …… 278
卫星供应商 …… 281
无线的厂商 …… 283
第 17 章 IP 多点传输应用软件/客户端软件 …… 287
17.1 EMULive 图像公司产品 Active Theater …… 288
EMULive Server …… 288
17.2 ICAST 公司的 ICAST Viewer …… 289
17.3 IVS（INRIA Videoconferencing System） …… 289
17.4 Fantastic 公司产品 MediaSurfer …… 290
17.5 Microsoft 公司产品 NetShow Theater Server …… 291
17.6 Live Networks 公司产品 Multikit …… 292
17.7 Precept 公司产品 IP/TV …… 293
17.8 Intel 公司产品 Proshare …… 294
17.9 RealNetworks 公司产品 RealSystem G2 …… 295
17.10 Cabletron 公司产品 SecureFast SmartSwitch 9000 …… 297
SmartSwitch 9000 …… 298
17.11 Starburst 通讯公司产品 Starburst Multicast …… 299
17.12 UCL 的网络音频会议工具 …… 300
RAT 的新特征 …… 301
17.13 Lawrence Berkeley 国家实验室的 Vic …… 301
17.14 NCSA MMosaic …… 302
第 18 章 IP 多路广播应用软件/服务端软件 …… 303
18.1 EMULive 图像公司产品 EMULive Server …… 304
18.2 Fantastic 公司产品 Channel Editing Center（CEC） …… 305
18.3 ICAST Broadcaster …… 306
18.4 Microsoft 公司产品 NetShow Services …… 306
18.5 Probita 公司产品 Proclaim Digital Distribution System …… 308
18.6 Starburst 通讯公司产品 Streamworks Server …… 309
第 19 章 IP 多路广播信息供应商 …… 311
19.1 PointCast Network …… 312
广播传输的优点 …… 313
PointCast：不是“推送”技术产品 …… 314
Intranet Broadcast Solution …… 314
Kiosk Client …… 315
第 20 章 IP 多点传输中间件软件产品 …… 317
20.1 StarBurst Multicasting 简介 …… 318
20.2 StarBurst Multicast Sender for Microsoft's SMS …… 318

StarBurst MFTP 协议 …… 320
20.3 StarBurst OmniCast …… 320
优点 …… 321
特点 …… 321
分布式结构 …… 321
20.4 PeerLogic 公司的 PIPES …… 323
进一步了解 PIPES …… 324
PIPES Platform 与消息通讯 …… 325
技术简介 …… 325
PIPES Platform 应用程序接口 …… 330
PIPES Platform 应用示例 …… 331
第 21 章 IP 多路广播网路管理工具 …… 333
21.1 IP 网络故障诊断工具 DWTNDA …… 334
使用 Dr. Watson …… 334
Network Detective 与 Network Detective's Toolbox …… 335
特点 …… 337
21.2 网络互联软件 ForeThought …… 338
增强的网络安全性 …… 339

第四部分 IP 多路广播资源中心

第 22 章 在不同的网络结构中实现 IP 多路广播 …… 343
22.1 简介 …… 344
22.2 卫星网络 …… 344
22.3 实现 IP 多路广播的结构方式 …… 345
特别考虑 …… 346
22.4 帧中继网络 …… 346
22.5 实现 IP 多路传送的机制 …… 346
特别考虑 …… 348
22.6 交换式多兆位数据服务 …… 348
实现 IP 多路广播的机制 …… 349
特别考虑 …… 349
22.7 异步传输模式网络 …… 349
实现 IP 多路广播的机制 …… 350
特别考虑 …… 350
22.8 互联网 …… 351
实现 IP 多路广播的机制 …… 351
22.9 校园和事务所 LAN 基础结构 …… 351
实现 IP 多路广播的机制 …… 352
特别考虑 …… 352

22.10 拨号连接 …… 352
特别考虑 …… 353
22.11 综合业务数字网 ISDN …… 353
特别考虑 …… 353
第 23 章 编写 IP 多路广播应用程序 …… 355
23.1 能帮你从多路广播获益的应用程序 …… 356
23.2 为实现多路广播应用程序的要求 …… 356
23.3 使单向数据图表应用程序用于多路广播 …… 357
23.4 标准多路广播 API …… 358
Berkeley Socket 多路广播应用编程接口 …… 358
Windows Sockets 多路广播 API …… 359
Open Transport/TCP 多路广播 API …… 360
23.5 正确使用多路广播 …… 360
端口和地址问题 …… 361
多路广播 API 的限制因素 …… 361
未来应用程序的——服务质量 …… 362
代码示例 …… 363
应用程序使用要求 …… 364
第 24 章 IP 多路广播交换设备 …… 373
24.1 Ascend 公司的技术 …… 374
Ascend GRF IP 交换机 …… 377
动态交换线路路由选择 …… 379
ISDN 和视频会议 …… 381
24.2 3Com CoreBuilder 3500 Layer3 高功能交换器 …… 382
24.3 Cabletron SmartSwitch 9000 …… 388
24.4 HP ProCurve Switch 8000M …… 392
附录 A 参考文献 …… 395
附录 B 简略词 …… 399
附录 C 术语表 …… 415

第一部分

TCP/IP 协议和 IP 多路广播的基本原理

第 1 章

网络协议和网络的内部结构

网络构成了现代商业和大众通信环境的基干。网络在商业机构中变得非常重要，他们越来越依靠网络为其提供每天的商业通信，例如电子邮件、财务管理、生产进程以及与它们的供应商直接联系。

2001026

本章简要地回顾了 Internet 的历史并且介绍了：

- 网络基础
- TCP/IP 协议组
- IP 地址
- 地址解析协议
- ICMP 和 IGMP
- 网络组件

1.1 基础常识

网络能够连接世界上的几乎任何一种类型的计算机，即使只是为了发送和接收邮件的目的。网络允许在企业、政府和科学团体、教育和研究机构，以及成千上万台连接在一起的家庭电脑中，实现它们之间信息的共享。

网络有许多不同的类型，包括局域网（LAN）、广域网（WAN）、城域网（MAN）、国际互联网（Internet）、虚拟专用网（VPN）以及外部网和内部网等等。

局域网

局域网（LAN）通常覆盖有限的地理区域，例如一幢单独的建筑或一个大学校园。一个局域网就是由一组通过一种共享网络的方法相互通信的、独立的计算机的集合组成的一个数据通信网络。局域网允许在许多设备之间通信，例如个人电脑、工作站、终端及其他设备，通常由用户，例如一个公司所拥有。桥和路由器把相似和不相似的网络连接在一起组成一个扩展的局域网。局域网在很多方面可以相互区别，包括：

- 网络的布局，就是连接在网络上的计算机和计算设备的几何分布。不过，局域网在布局设计方面也未必简单，一个局域网可能要把成千上万的用户使用的计算机几百台几百台地连接在一起。
- 网络协议，它用于控制在层之间的以及通过指向其他设备的连接的数据传输，同时它还决定网络是使用对等结构还是客户机/服务器结构。显然，协议是用于发送数据规则和编码说明的。协议也确定了处理被丢失或破坏的传输或数据包的过程。随着国际范围内商业和教育用途的局域网的激增，用于网络协议和媒体的不同标准的开发和改进也得到了增强。
- 与网络设备连接的网络所使用的媒体，例如光纤分布式数据接口（FDDI）是用光导纤维电缆连接设备的网络，以太网（Ethernet）是用双绞线或同轴电缆来连接设备，其他网络还可以通过红外线（即无线）、卫星或无线电波进行通信。

广域网

广域网（WAN）是一种覆盖较大区域的数据通信网。它是通过连接多个局域网建立起来的，利用例如专用的租借的电话线路、拨号电话线路（同步的和异步的）、卫星链

接等服务以及数据包运送者服务。实际的广域网包含许多路由器。

广域网允许在区域、国内或国际基线上的设备间进行通信。建立一个广域网可能比较复杂，因为它通常要牵涉到连接使用不同协议的网络。局域网也可以被连接到广域网形成一个企业网。

城域网

城域网（MAN）是一种比局域网大但比广域网小的数据通信网络。城域网是通过用一种限制性的方法连接多个局域网建立的。城域网通常服务于一个指定的城市目标，例如财政（银行和财政机构互连）、保健（医院、诊所和药物中心互连）、政府（在大都市范围内的政府代表机构互连）等等。

城域网允许在一小片区域基础（一个地区）上的设备之间通信，它们通常通过一个光纤分布式数据接口（FDDI）、千兆比特以太网（Gigabit Ethernet）或者异步传输模式（ATM）被连接在一起。

国际互联网

国际互联网 Internet 是一个由全世界范围内互连的计算机所组成的全球性的特殊事物。它提供一个通信传播媒介，用于交换数据、新闻和意见，以及用于使用万维网（World Wide Web）的研究工作。Internet 已经经历了非凡的发展，它经常被称为信息高速公路。

在http://www.internetvalley.com/intval.html网址上的《The View from Internet Valley》中可得到的信息显示，到 1998 年 1 月份为止，Internet 上共有 29,670,000 台主机，不计其数的用户，2,500,000 个域以及 2,450,000 个网址。到一年前为止，全世界大概 240 个国家中总共有 194 个国家连接了 Internet。

虽然 Internet 的大多数在线服务都被集中控制，但它通过规划而分散经营。每一台 Internet 上的主机都是独立的。什么服务提供给局部，什么服务提供给全球，这些都取决于主机的操作人员。尽管这样看上去没有秩序，但它工作得十分出色。商业的 Internet 服务供应商（ISP）和在线服务，例如 CompuServe 和 America Online，都提供了通向 Internet 服务的入口。

Internet 是一个通过高速电话线路连接的使用相同协议的局域网和广域网的组合体。它包含多种类型的网络，如表 1.1 所示。

Internet 使用 TCP/IP 协议组的协议。

TCP/IP 协议组是一个完整的协议组。它的名字是从传输控制协议（Transmission Control Protocol，简称 TCP）和 Internet 协议（Internet Protocol，简称 IP）中得来的。大多数 TCP/IP 协议是以 TCP 为基础，而 TCP 是以 IP 为基础的。

TCP/IP 协议组使得用诸如以太网、有线电话、无线电、卫星以及异步传输模式等网络技术相连接的机器能够相互通信。

表 1.1　Internet 中的网络类型

类　型	说　明
基干网	基干网连接其他网络。当前的基干网包括大的商业基干，美国的国家科学基金网（NSFnet）和欧洲的欧洲主干网（EBONE）。
区域网	区域网连接像大学、学院以及图书馆系统这样的地方。
商业网	目前存在的几种类型的商业网包括向用户提供到基干网的通道的网络以及与 Internet 有连接的公司网络。
本地网	本地网的例子包括校园范围的大学网络以及一个有限地理区域的公司网络。

TCP/IP 协议组是用于 Internet 的流传久远的协议。在《Troubleshooting TCP/IP》（第二版）一书中，Mark A. Miller 提到“TCP/IP 协议组已经成为把 Internet 召集在一起的粘合剂”。

当前 Internet 的第二个特点就是图形浏览器的出现。它允许用户通过一组易用格式的链接来搜索信息。在国际万维网（WWW）上，这种易用格式促进了 Internet 用户成指数倍的增加。

Internet 运作

Internet 是自治的，覆盖全世界、没有国界的。它通常是由志愿人员组成的委员会来管理。过去，美国政府、独立的州和大学中的许多机构为 Internet 提供资助和研究；后来，官方的机构，例如国际标准化组织（ISO）开始介入互联网的领域；现在，全球范围内的大学提供大多数的 Internet 协议的研究，并且 Internet 可以供给单独的用户使用。

早期的 Internet

20 世纪 60 年代后期到 70 年代的网络由多项研究成果组成，实施了例如冲突检测、包交换、协议分层这样的技术，最后允许应用系统相互通信。

计算机生产商和研究人员建议和实施了一种完整的结构区域模型，试图定义一组彼此分层的协议可以与其他应用系统对话，即使那些应用系统正运行在不同的操作系统上或者使用不同的网络技术。

60 年代后期美国国防部（DoD）建立了最初的 Internet，称之为美国高级研究计划署网（Advanced Research Projects Agency Network），简称 ARPANET。ARPANET 的一个目的就是测试包交换技术。最初的 ARPANET 协议组引入了分层的思想。TCP/IP 协议组就是从这些早期的协议组发展来的。表 1.2 列出了 Internet 的发展和成长过程中的主要事件。

RIPE 维持一个欧洲 IP 网的公共 DNS 数据库，其中包含 DNS 域和它们所接触的人。要进入数据库就得使用在 Whois.ripe.net 主机上的一个 WHIOS 服务器或者在 htp.ripe.net 上的匿名文件传输协议（FTP）。RIPE 网络协调中心（Network Coordination Center）的联系地址：RIPE NCC, Kruislaan 409, NL-1098 SJ Amsterdam, The Netherlands，电话：+31 20 592 5065，传真：+31 20 592 5155，E-mail: ncc@ripe.net

表 1.2　Internet 的发展和成长过程中的主要事件

年代	事　　件
1957	在 DoD 内成立了高级研究计划署（ARPA）来响应前苏联的人造地球卫星计划，目的是在军事科学技术方面保证美国的领先地位。
1962	Rand 公司向美国空军建议了一个包交换网络，用来控制它的带核弹头的导弹和炸弹。
1968	ARPA 授权 BBN 开发 ARPANET。
1969	ARPA 给政府提出 ARPANET 来测试包交换技术。网络包括四个节点：California 大学 Santa Barbara 分校、California 大学 Los Angeles 分校、SRI（在 Stanford 中）以及 Uath 大学。ARPANET 团体包括大约 100 个单独的专业人员和链接。
1972	第一个 E-mail 程序诞生于 BBN；ARPA 被改名为国防部高级研究计划局（DARPA）。
1973	TCP/IP 被提出。ARPANET 连接了大约 250 个站点以及 750 台计算机。TCP/IP 允许不同的计算机网互连并且相互通信。
1974	名词 Internet 出现在有关传输控制方面的论文中。
1978	基础的 TCP/IP 协议组设定它的通用形式。
1979	提出了 USENET 概念，它是一个分散的新闻组网络。
1980	DARPA 开始转换它的 ARPANET 的机器来使用 TCP/IP 协议。
1981	国家科学基金（NFS），在大学和工业的研究组的要求下，批准资助计算机科学网络（CSNET）。这是一个计算机科学研究人员的合作网络。
1983	California 大学 Berkeley 分校的计算机系统研究组发表了 4.2 版 BSD UNIX 系统，第一次包括了 TCP/IP 协议。 DARPA 完成了到 TCP/IP 的转换并要求计算机使用 TCP/IP 连接到 ARPANET。
1984	DARPA 把 ARPANET 分成 MILNET 和 ARPANET。MILNET 传送不保密的军事通信；ARPANET 传送非军事的通信以及用于研究。 NFS 创立了高级科学计算局（OASC）来帮助完成超级计算机的开发和访问。
1986	新的 Internet 工程任务组（IETF）作为一个论坛提供在为政府工作的承建者和 Internet 核心网关系统之间的技术协调。 一个欧洲网络机构的协会——RERA 支持开放式系统计算的开发和规则。
1987	OASC 创建了 NFSNET，它是位于美国的连接超级计算中心的一个第三级别的网络。
1989-90	欧洲原子核研究中心（CERN）在瑞士提出了一个超文本系统并且开发了第一个万维网（WWW）服务器和客户，从而永远改变了 Internet 的使用。 RARE 支持 RIPE，协调欧洲的研究团体的 TCP/IP 网络。
1990	美国国防部（DoD）取消过时的 ARPANET。
1991	商业团体成立了商业 Internet 交换协会（CIX），给公众数据网络服务供应商提供一个公共的路由器和一个用于技术开发和交换的论坛。

1992	CERN 发布万维网（WWW）。 政府机构和非营利性的研究和教育机构成立了非营利性的国际 Internet 协会（ISOC）来支持 Internet 的技术环境和 Internet 教育。
1994	商业事务在网上出现：Pizza Hut 提供比萨饼预订，以及第一间开放的计算机银行（First Virtual）。
1995	一种新的结构替换了 NFSNET 基干，包括下列部分： 一种高速基干网络服务； 网络服务供应商（NSP）； 网络服务访问点（NSAP）； 一种路由选择决断器（RA）。
1996 至今	TCP/IP 协议组在不断发展以适应新的技术和 Internet 用户数量的爆炸性增长。在 1998 年 1 月进行的估计表明 Internet 以每月 30%的幅度增加。

表 1.3 列出了 Internet 上的主要成员。

表 1.3　Internet 上的主要成员

主要网络	说　明
ARPANET	高级研究计划署网。第一个包交换网络。
EBONE	泛欧多协议基干。
CREN	研究和教育团体网络，计算机科学网络（CSNET）与 BITNET（Because It's Time Network）的合并体。
Cypress	一种连接小站点到 Internet 的租用线路的包交换网络。
DRI	国防研究用 Internet，用来传送与 DARPA 投资项目相联系的跨国的 Internet 数据报。
EARN	欧洲学院网。用于非营利性的、非商业性的通信量，它服务学院和研究机构。
RARE	欧洲研究网络协会。成立于 1986 年的一个欧洲网络机构和用户的协会，支持开放式系统计算的概念。
日本 Internet	由一些网络构成，其中包括 N-1net、日本 BITNET、当今国际科学网（TISN）以及广泛综合分布环境（WIDE）。

1.2　虚拟专用网或外围网

外围网（Extranets）是一个以 Internet 和企业内部网为基础的新事物。它是一个可以通过选定个体和机构进行访问的内部网的衍生物，位于向多用户开放的 Internet 和一个机构中的向个体开放的内部网之间的某个地方。

外围网不是内部网。它延伸至供应商和顾客，他们是一个机构的商务循环不可或缺的部分。外围网使得在一个内部局域网和 Internet 之间的联系有些模糊。不管是作为一

个公司的用来访问其他公司的内部网的一部分，还是作为一个连接其他公司的协作的 Internet，外围网都可以被浏览。

外围网正成为任何机构的信息计划的极其重要的一部分。协作计算正作为一条主要的规则用于内部网和外围网应用系统的开发，并有助于快速的传播。外围网实质上正在增强有效的协作和网络互连技术的实施。

外围网应用系统的例子有：

- 公司开发和共享的训练程序。
- 用于公司或一个共同工作项目的多个分组的项目管理。

外围网有时被称为虚拟专用网络（VPN），它通常是利用公共的 Internet 构成，同时使用访问安全控制程序，仅仅被指定给一个公司内部以及外部的授权的用户。因此，只要在适当的位置使用一个外围网，一个独立的公司的网址，一个数据库，或者一个应用系统就能够驻留在 Internet、内部网和外围网所有这三种网络上，尽管每一处访问资源要求的安全标准都不同。使用的网络取决于谁正在访问网络、从哪儿访问以及使用什么样的安全特权。

内部网

图形浏览器的发明意味着用户可以通过一个点击路径搜索和访问信息，而不必再使用命令行。这种易用性导致了万维网用户的激增，促进了大公司把这种技术与它们自己的区域网络上的有用的文件和服务程序连接起来。结合这种网络技术的公司网络就被称为一个内部网。

显然，一个内部网是一个或一组属于一个机构并且位于这个机构网络上的网址。这个内部网只能被机构中的成员、雇主或其他有特权的人访问。围绕它有一个防火墙用来禁止无权访问这个特定的内部网上的信息和资源。除了防火墙的存在以外，内部网上的网址看起来和其他网址一样。

1.3　一个基本的网络

我们可以从多个不同的角度来看一个网络。其中一种方法就是考虑这个网络的布局，即计算机和各种各样的网络怎样相互连接。另一种审视网络的方法称为“协议组观察方法”，就是考虑协议的分层以及相互之间怎样分层。

网络结构是由分层的组合体构成，每一个组合体执行特定的功能和服务。分层是把网络的通信功能分类给实行对等关系或实行客户机 / 服务器关系的逻辑组。

协议分层是一种使网络设计简易化的常见的技巧，它把网络分成功能层，并且设计执行每一个层的任务的协议。每一个层包含一组协议来控制网络计算机怎样通信。

协议的存在能够像一个文档一样，以便人们可以理解它。协议也能够作为程序码存在让计算机理解。网络协议是规定计算机怎样一起工作的标准或规则。例如，计算机怎样进行下列工作：

· 在一个网络上相互识别。
· 在层之间以及穿过通到其他设备的链接发送和接收数据并控制数据的传送。
· 在网络结构模型的一个具体层中控制活动。
· 当信息到达最终目的地时处理信息。
· 处理丢失的或被破坏的传送或数据包。

在网络中使用的协议还决定网络是使用对等结构还是使用客户机 / 服务器结构。

网络的布局

在一个网络视图中，网络组成部分的地理分布特征比一个网络中的协议的功能结构更重要。一种网络视图是把网络考虑成提供联合通信服务网的互连体。每一个网有它自己的布局，即它的网络部件的物理的和地理的安排。

每一个网络有它自己的相关技术通信接口。在网络之间运行的软件提供通信服务。不同的网络由路由器相互连接。多个网络能够作为一个大网络提供给用户。Internet 就是一个多个网络作为一个网络出现的很好的例子。对用户来说，网络真正的结构是隐藏的。网络能够形成许多常见的结构和布局，例如：

· 网络设备的直线形的安排，被一根长电缆连接，称为总线布局。
· 网络设备的环形的安排，称为环形布局。
· 网络设备的放射形的安排，称为星形布局。

每一种布局规定了节点相互间怎样连接。图 1.1 显示了一个总线和环形布局的例子。

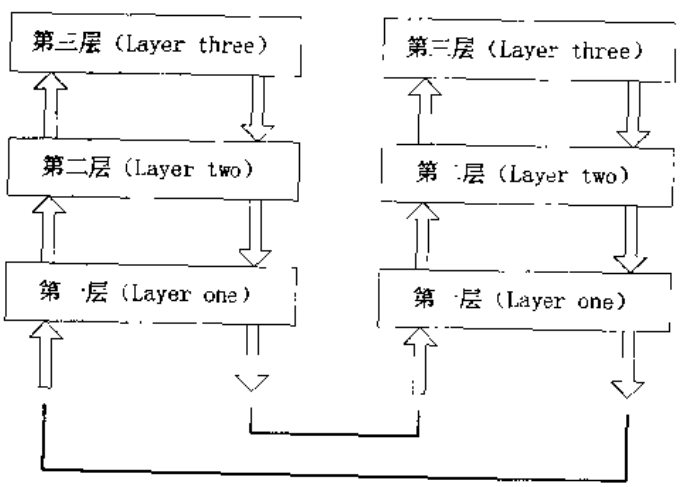


图 1.1　网络布局总线及环路

总线布局在一段上能够有许多节点，如果电缆中产生了一处中断，在问题得到解决之前，所有连接的设备就变得无法工作。如果在环形布局中产生一处中断，通信路径就会隔离这个中断。如果有两个中断产生，环就会分段，每一段独立工作。

在一个星形布局中（如图 1.2 所示）点对点的分段从中心放射出来。这种网络类型是十分可靠的。如果在星形网络中产生了一个中断，只有受影响的段不能工作，而其他都可以工作，就像中断的段根本不存在一样。

图 1.2　星形布局

总线和星形布局的安排和内部网络结构不重要的地方的安排也可以被混合在一起。在下面的图例中，一块阴影就是代表一个像图 1.3 中所示网络一样的网络，有时也代表 Internet，当协议视图和网络视图被结合的时候，阴影通常代表物理层。

网络的协议组

在一个网络的协议组视图中，层相互之间独立地工作。一个层中的变化不会影响到邻近层的操作和协议。较高的协议可以使用下面较低的协议的服务来执行特定的任务，而不用知道较低层怎样使用这些服务。这个过程反过来也工作。

一种理想的模型

图 1.4 显示了包含三个层的一个理想协议组。在这个例子中高位的第三层使用第二层的服务来执行一些任务。第三层也可以把信息送到第二层，在经过转换后，第二层就把信息再送到第一层。在我们这个例子中，A 网络的第一层把信息转换成用于物理媒体的合适的信号，并通过网络把它送到它在 B 网络中的接受站。在接受站中，这个过程发生逆转，信息将跨过协议组栈到恰当的层。

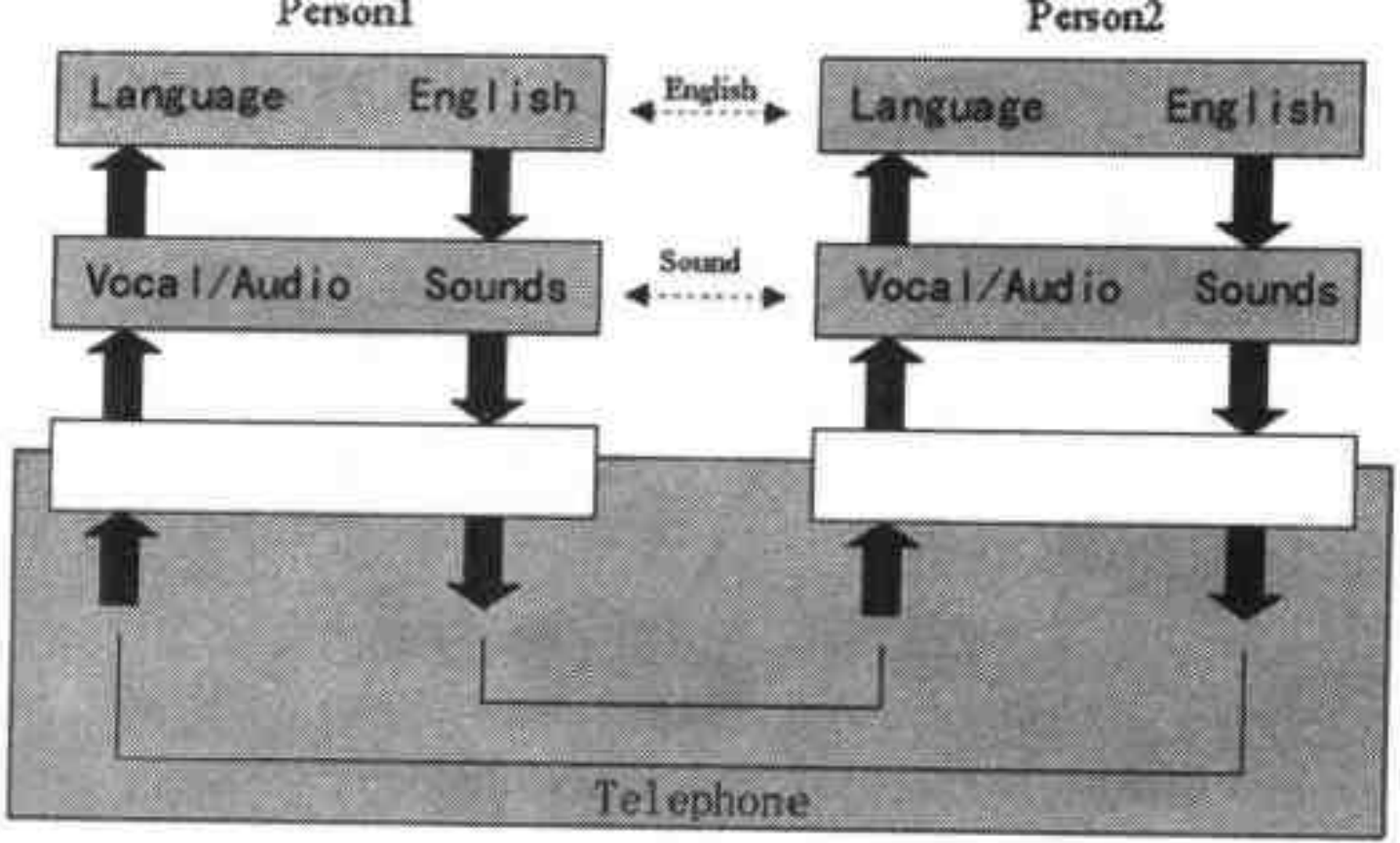

Person1
Person2
Language
English
English
Language
English
Vocal/Audio
Sounds
Sound
Vocal/Audio
Sounds
Telephone

图 1.3　混合网络布局

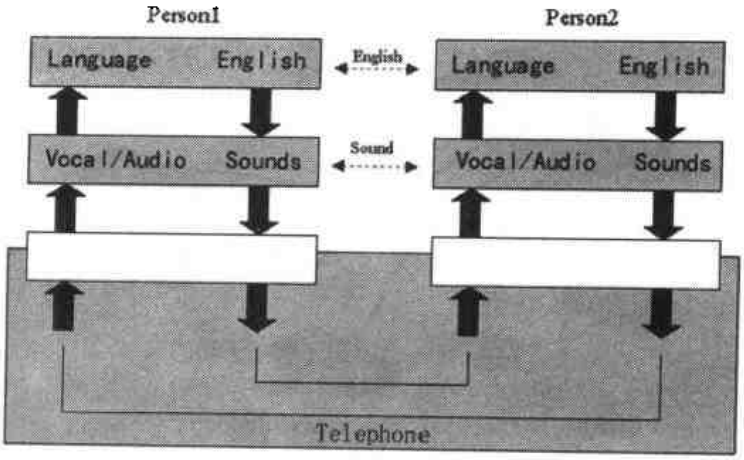


图 1.2　星形布局

总线和星形布局的安排和内部网络结构不重要的地方的安排也可以被混合在一起。在下面的图例中，一块阴影就是代表一个像图 1.3 中所示网络一样的网络，有时也代表 Internet，当协议视图和网络视图被结合的时候，阴影通常代表物理层。

图 1.3　混合网络布局

网络的协议组

在一个网络的协议组视图中，层相互之间独立地工作。一个层中的变化不会影响到邻近层的操作和协议。较高的协议可以使用下面较低的协议的服务来执行特定的任务，而不用知道较低层怎样使用这些服务。这个过程反过来也工作。

一种理想的模型

图 1.4 显示了包含三个层的一个理想协议组。在这个例子中高位的第三层使用第二层的服务来执行一些任务。第三层也可以把信息送到第二层，在经过转换后，第二层就把信息再送到第一层。在我们这个例子中，A 网络的第一层把信息转换成用于物理媒体的合适的信号，并通过网络把它送到它在 B 网络中的接受站。在接受站中，这个过程发生逆转，信息将跨过协议组栈到恰当的层。

图 1.4　协议服务的堆栈模型

网络 A 和网络 B 在两者的第一层的端接口都使用同一种语言。具体地说，就是在一个协议组中，与第一层结合的协议提供经过通信媒体的编码信息的传送。

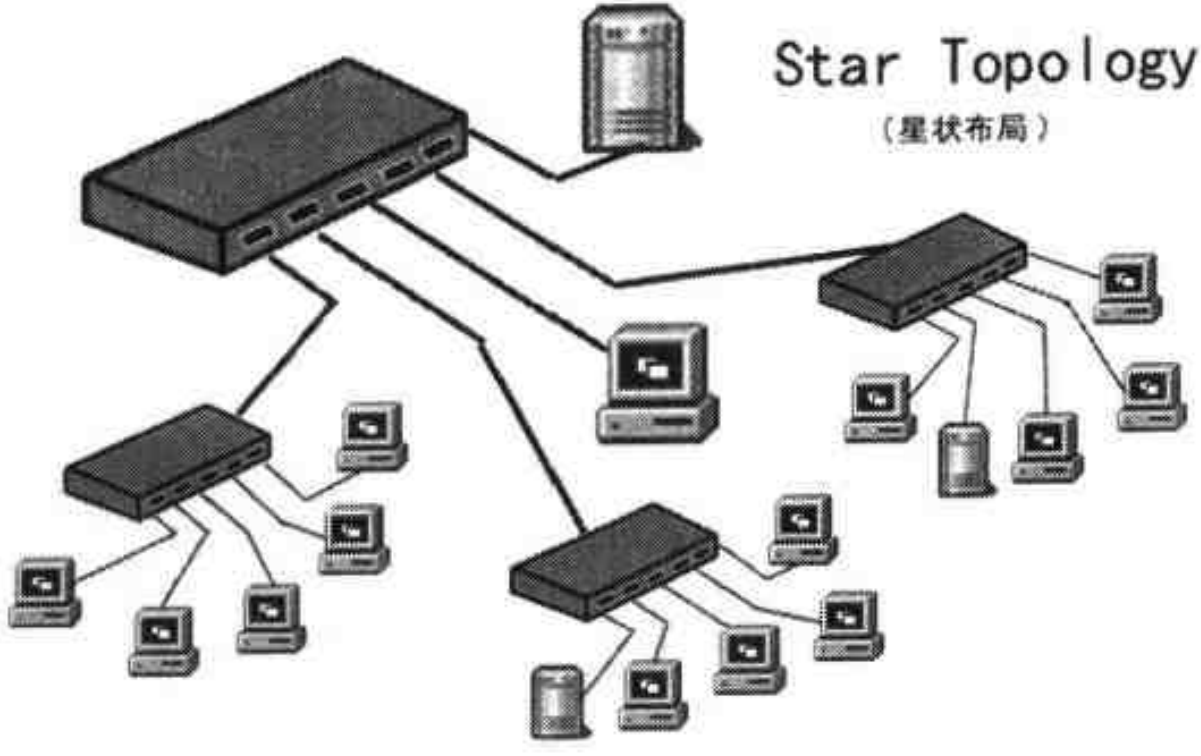
Simon Oosthoek 利用与两个人用言语的通信的相似之处，来说明在分开的机器之间的通信过程，并且建立了一个很好的 Internet 服务供应商（ISP）系统合并的模型。在图 1.5 中每一个人代表一个节点，因而许多协议彼此都要排队。

图 1.5　在两种交谈节点间的通讯示例

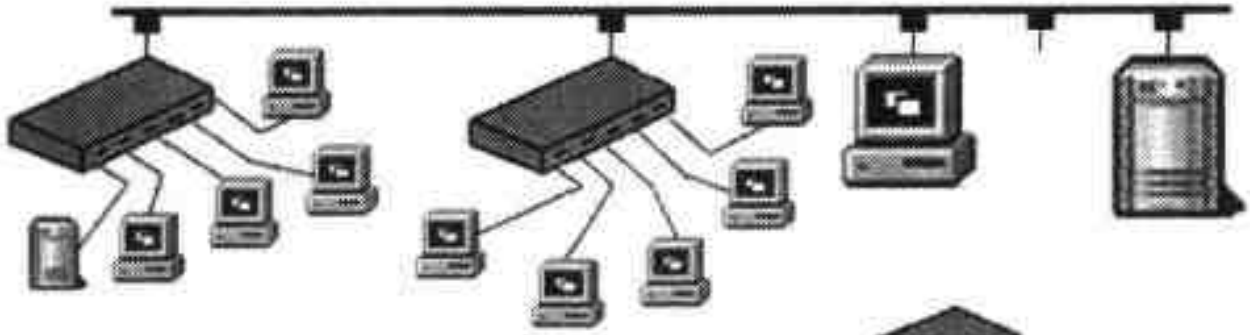
在这个例子中，第一个人和第二个人使用电话系统来通信，使用彼理解为英语的语言。这个语言可以被称为一个协议。如图所示，层在对等的基础上通过虚线的线路进行通信，即使层使用较低的层的服务来输送语言穿过网络。

协议分层参考模型

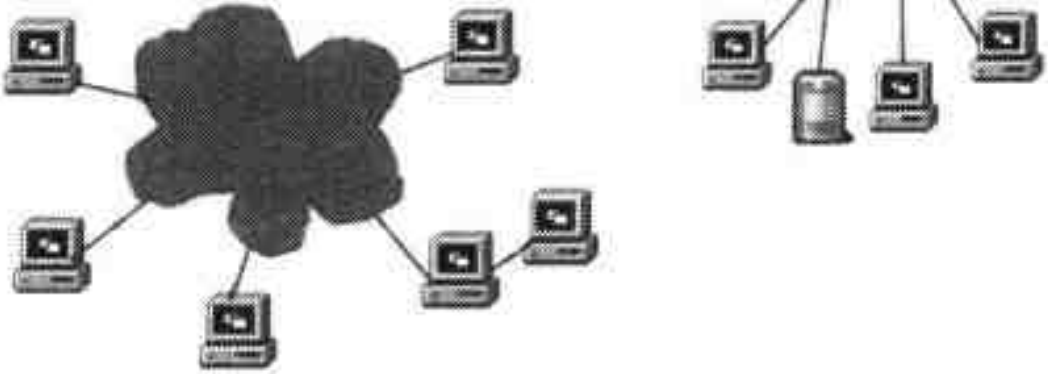
美国国防部（DoD）在 70 年代为 ARPA 项目开发了一个分四个层的模型。国防部指定 TCP/IP 协议组作为它的网络通信协议。TCP/IP 协议组被要求由核心 Internet 协议组成，并且坚持这种分层模型。在今天的使用中，TCP/IP 是最广泛实施的协议组，它从 1978 年起开始采用它的基本形式。这个分层的代表带来了协议组的概念，现在几乎每一


Star Topology
（星状布局）

Mixed Topology（混合布局）



不重要的内部网络结构
Network with Unimportant Internal Structure



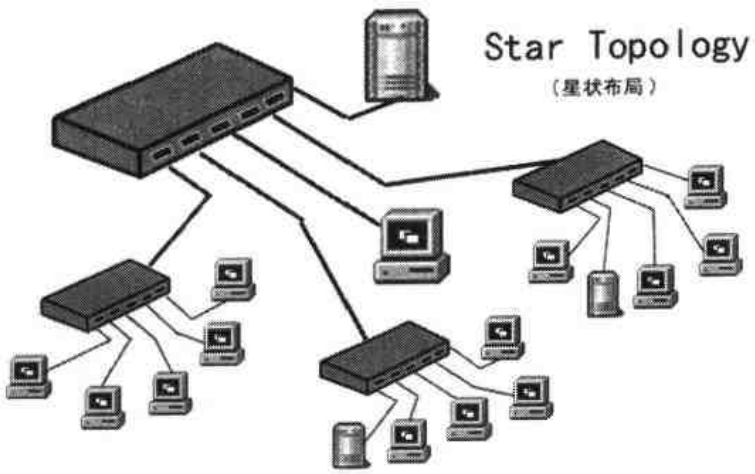


图 1.4　协议服务的堆栈模型

网络 A 和网络 B 在两者的第一层的端接口都使用同一种语言。具体地说，就是在一个协议组中，与第一层结合的协议提供经过通信媒体的编码信息的传送。

Simon Oosthoek 利用与两个人用言语的通信的相似之处，来说明在分开的机器之间的通信过程，并且建立了一个很好的 Internet 服务供应商（ISP）系统合并的模型。在图 1.5 中每一个人代表一个节点，因而许多协议彼此都要排队。

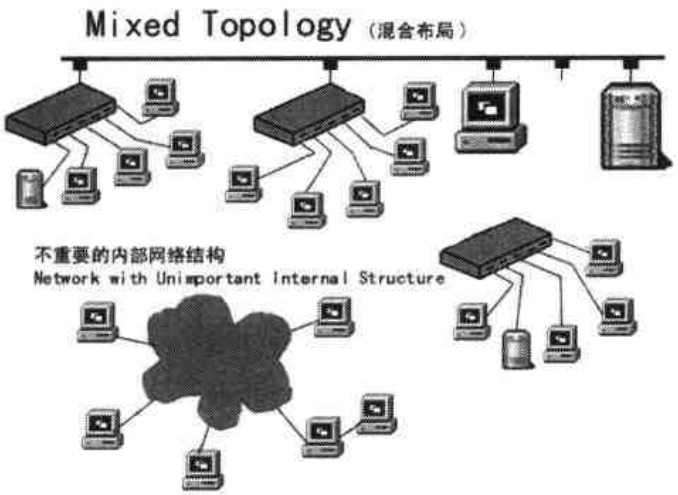


图 1.5　在两种交谈节点间的通讯示例

在这个例子中，第一个人和第二个人使用电话系统来通信，使用彼理解为英语的语言。这个语言可以被称为一个协议。如图所示，层在对等的基础上通过虚线的线路进行通信，即使层使用较低的层的服务来输送语言穿过网络。

协议分层参考模型

美国国防部（DoD）在 70 年代为 ARPA 项目开发了一个分四个层的模型。国防部指定 TCP/IP 协议组作为它的网络通信协议。TCP/IP 协议组被要求由核心 Internet 协议组成，并且坚持这种分层模型。在今天的使用中，TCP/IP 是最广泛实施的协议组，它从 1978 年起开始采用它的基本形式。这个分层的代表带来了协议组的概念，现在几乎每一

个计算机厂商都会提供对起码的部分的 Internet 协议组的支持。

在 80 年代 TCP/IP 经过初步的发展后，国际标准化组织（ISO）开发了一种网络协议的分层参考模型，允许在不同的厂商的计算机系统之间通信。这种模型结构被称为开放式系统互连（Open System Interconnection），简称 OSI，它分七个层。对于向上面和下面的层提供服务的层，每一个层都有一个以上的特定的协议指向它。

对于分配计算机网络协议层，分四个层的 TCP/IP 模型和分七个层的 OSI 参考模型是两种最重要的参考模型。在两种模型中，每个层的功能都有一个以上的实体来执行。在一个层中的实体和紧接着它的下面的层直接相互作用，并提供服务给上面的层使用。

ISO 是联合国的一个特别机构，它的成员包括遍及全世界的国际标准化机构的代表。ISO 的其中一项任务就是开发用于计算机通信的标准。

这两种参考模型之间有许多不同之处，表 1.4 列举了一些两者的不同之处。

表 1.4　TCP/IP 和 ISO/OSI 模型的区别

不同方面	TCP/IP	ISO/OSI
层	表示一种主要功能	表示一种有限的模块化的功能组；新的功能需要新的层
协议	其他协议可以使用一个层中的一个给定的协议*	每一个协议都有它自己的层
标准	在一个 RFC 中被描述之前就被编码和测试 集中可以在不同类型的环境中工作的协议标准的实施及然后同意	在编码和测试之前已写好标准 集中标准本身而不是标准的实施
操作系统	允许使用每一种导致更少的 CPU 周期和性能增强的依赖于操作系统特征的实施	不允许依赖于操作系统特征的使用

*在应用系统层中，文件传输协议（FTP）使用与 TELNET 相同的表示以及在 Internet 层中的 ICMP 使用 IP 发送它的数据报。

图 1.6 指出了 OSI 和 TCP 层的相对的功能位置。现代的 Internet 代表了两种模型的一种融合。协议分层产生了简单的协议，每一个都有一些严格定义的工作。然后这些协议可以聚集成一个有用的整体。个别的协议也可以被移动，按照特定的应用系统的需要放置。最初的意向是采用 OSI 协议和 DoD 协议作为一个完整的协同标准；许多注释说明（RFC）已经涉及到了关于这些协议的可能的转变和共处。通过实施一个基于协议的方法或一个基于服务的方法，可以实现 TCP/IP 和 OSI 共存。

基于协议转换的方法包括实施：

- 在网络上的每一台机器上同时存在的两种协议栈。
- 应用系统层方法在协议栈之间转换协议数据单元（PDU）。
- 运输层方法，在一边使用 TCP 运输协议，一边使用 OSI TP4 协议的环境中同步地把 TCP 数据包翻译成 TP4 数据包。

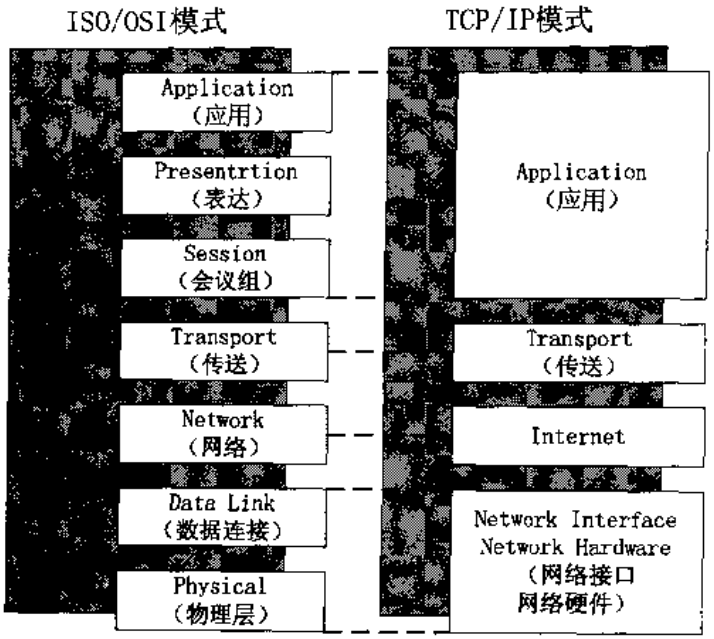


图 1.6　OSI 和 TCP 模型的对比

基于服务的方法包括实施：

- 在 TCP 和 TP4 环境之间的运输服务桥，用来复制 PDU，而不是转换它们
- 在 OSI 网络层中运作的模仿包级服务的网络隧道

*RFC1739《A Primer On Internet and TCP/IP Tools》*可以作为一篇入门来指导一些 TCP/IP 和 Internet 的工具和实用程序。这些工具和实用程序允许用户访问网络上广泛的各种各样的信息。该 RFC 也提供详细的 TCP/IP 实用程序和应用系统的例子。

TCP/IP 层的功能

在 ISO/OSI 和 TCP/IP 模型中，每一个层提供一个或一组功能。虽然每个提供中的层的功能也许相似，但协议通常是不相容的。因为 IP 多路广播是 TCP/IP 协议组的一个功能，所以后面的部分描述了 TCP/IP 分层模型的多种功能。此外，当前的计算环境包括大范围的局域网和广域网技术，例如以太网、权标环、光纤分布式数据接口（FDDI）、综合服务数字网络（ISDN）以及异步传输模式（ATM）。TCP/IP 协议组证明是连接这些根本不同的技术的最好的方法。现代的 Internet 代表了两种模型的一种融合。

网络接口和网络硬件层

这个层大致上相当于 OSI 模型的物理层数据链路层，虽然有时候资料错误地把这个层分成两个独立的层。这个层是通向实际网络硬件的接口。

在这里 TCP/IP 不分配一个特定的协议，因此可以使用几乎任何可利用的网络接口，而它设定一种设备驱动程序来得到最大的适应性。这个设备驱动程序控制网络中的主机和节点之间实际的互连以及用来激活和释放这个实际连接的过程特性。

网络接口层有时被称为网络访问层，负责使用特定的硬件媒体发送数据。根据物理网络的类型从这个层选择不同的协议。

网络接口层接收 IP 数据报并建立网络专用帧用来传输到网络的其他部分。根据这一级实施的协议，决定这个接口是否提供可靠的传递，是提供面向包的传递还是面向流的传递。这个层提供一个局域网上的地址及一些寻址方式，例如点对点（单路广播）、点对多点（多路广播）以及广播。

图 1.7 表示 TCP/IP 层和一些与模型中的层联系的 TCP/IP 协议之间的关系。

图 1.7　TCP/IP 层和协议之间的关系

地址转换协议（ARP）和它的副本反转地址转换协议（RARP）在这一级起作用。本章后面的“ARP 协议”部分简要叙述了这些协议的作用。

D. E. Comer 在他的三篇针对用 TCP/IP 互连的文章的第一篇中，指出 ARP 是实际网络的一部分，它属于网络接口层而不是 Internet 层。

Internet 层

这个层被阶段性地叫做 Internet 层、IP 层和网间层。不管它是什么名字，这个层在 TCP/IP 协议组中是极其重要的。IP 是 Internet 最基本的协议。Internet 层保护在它下面的实际网络结构的较高的级别，并且提供方法来建立、维护和终止端系统之间的连接。

Internet 层传递数据穿过多种连接一个资源和目标机器之间的实际网络。路径协议与这个层紧密地联系在一起。

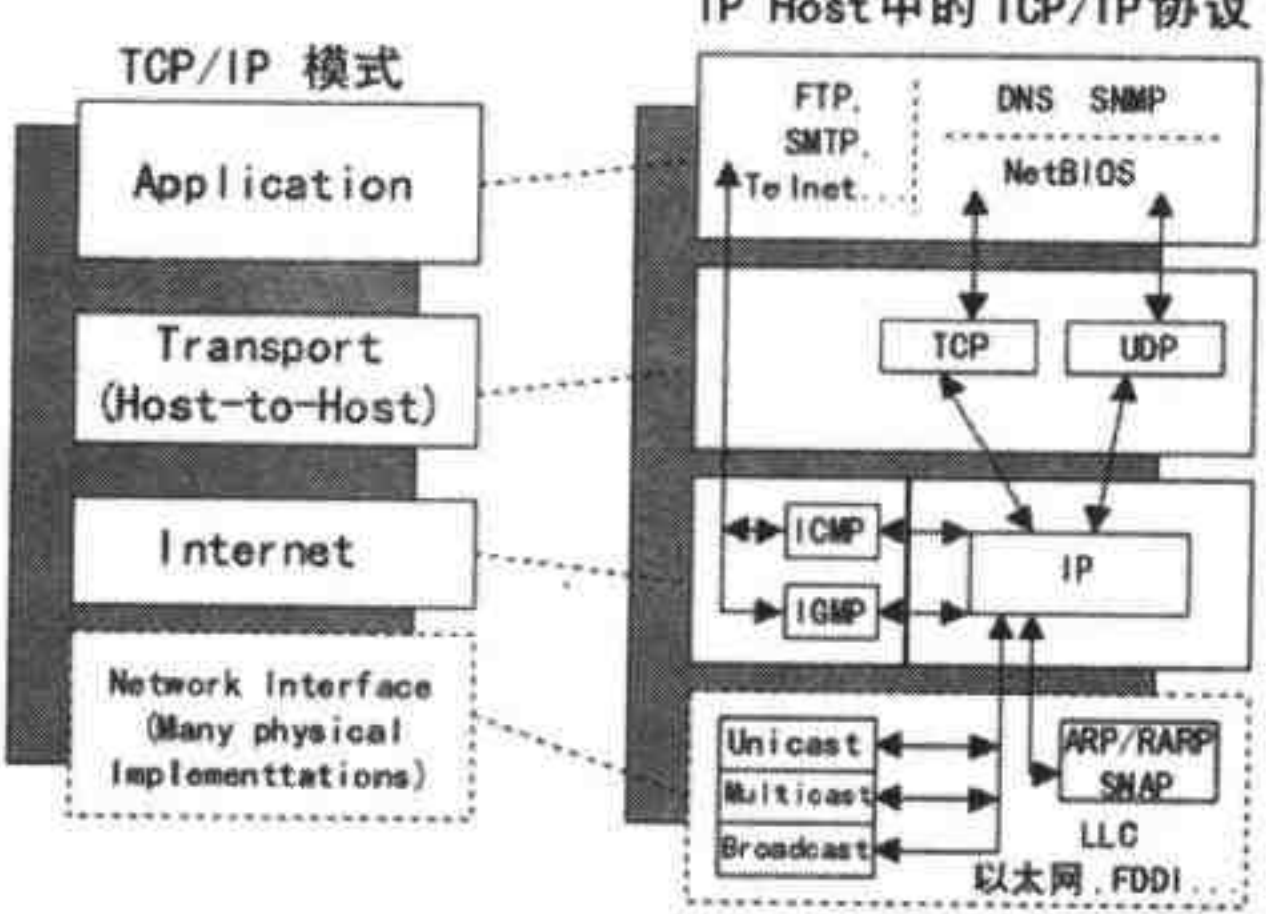
Internet 层中的信息单位被称为一个 IP 数据报。在这里产生信息包和数据报的封装是把数据报的标题和路径算法加在一起。IP 路由器提供不同连接的局域网之间的转换。

与 Internet 层联系在一起的主要协议有：

- Internet 协议（IP）
- 国际控制报文协议（ICMP）
- 国际分组管理协议（IGMP）

IP 协议是在 Internet 层中最重要的协议。因此 IP 是一个无连接协议，既不设定较低层的可靠性，也不提供流程控制或错误较正。

IP 提供一个独立的 32 位地址空间。在这个空间中的地址被称为与脱离网络接口的实际地址相对的 IP 地址或 Internet 地址。IP 地址在全球范围内是惟一的，并允许世界上


TCP/IP 模式
Application
Transport
(Host-to-Host)
Internet
Network Interface
(Many physical
Implementtations)
IP Host中的TCP/IP协议
FTP.
SMTP.
Telnet...
DNS SNMP
NetBIOS
TCP
UDP
ICMP
IGMP
IP
Unicast
Multicast
Broadcast
ARP/RARP
SNAP
LLC
以太网.FDDI...

网络接口层接收 IP 数据报并建立网络专用帧用来传输到网络的其他部分。根据这一级实施的协议，决定这个接口是否提供可靠的传递，是提供面向包的传递还是面向流的传递。这个层提供一个局域网上的地址及一些寻址方式，例如点对点（单路广播）、点对多点（多路广播）以及广播。

图 1.7 表示 TCP/IP 层和一些与模型中的层联系的 TCP/IP 协议之间的关系。

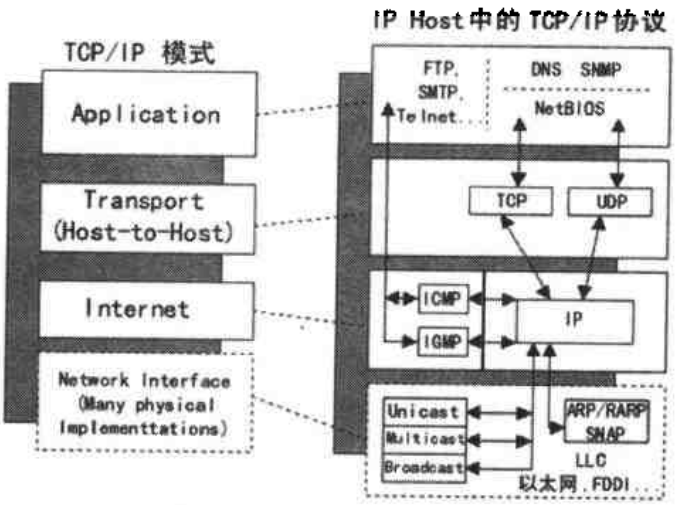


图 1.7　TCP/IP 层和协议之间的关系

地址转换协议（ARP）和它的副本反转地址转换协议（RARP）在这一级起作用。本章后面的“ARP 协议”部分简要叙述了这些协议的作用。

D. E. Comer 在他的三篇针对用 TCP/IP 互连的文章的第一篇中，指出 ARP 是实际网络的一部分，它属于网络接口层而不是 Internet 层。

Internet 层

这个层被阶段性地叫做 Internet 层、IP 层和网间层。不管它是什么名字，这个层在 TCP/IP 协议组中是极其重要的。IP 是 Internet 最基本的协议。Internet 层保护在它下面的实际网络结构的较高的级别，并且提供方法来建立、维护和终止端系统之间的连接。

Internet 层传递数据穿过多种连接一个资源和目标机器之间的实际网络。路径协议与这个层紧密地联系在一起。

Internet 层中的信息单位被称为一个 IP 数据报。在这里产生信息包和数据报的封装是把数据报的标题和路径算法加在一起。IP 路由器提供不同连接的局域网之间的转换。

与 Internet 层联系在一起的主要协议有：

- Internet 协议（IP）
- 国际控制报文协议（ICMP）
- 国际分组管理协议（IGMP）

IP 协议是在 Internet 层中最重要的协议。因此 IP 是一个无连接协议，既不设定较低层的可靠性，也不提供流程控制或错误较正。

IP 提供一个独立的 32 位地址空间。在这个空间中的地址被称为与脱离网络接口的实际地址相对的 IP 地址或 Internet 地址。IP 地址在全球范围内是惟一的，并允许世界上

任何地方的 IP 网络相互通信。

本章后面的“IP 地址总结”部分简要地叙述了 IP 编址，“国际控制报文协议（ICMP）”和“国际分组管理协议（IGMP）”部分简要地叙述了这些协议的作用。

传输层

传输层通过使用 Internet 层顶端的两种附加的服务提供端对端数据传输。这个层控制连接集结、流程控制、丢失数据的重发以及其他类属数据流管理。传输控制协议（TCP）和用户数据报协议（UDP）是这个层最重要的成员，它们相互排斥。在用来在同一个网络的两台机器之间传输信息时，每一种技术都有自己的方式。

IP 协议只处理信息包。TCP 能够使两个主机建立一个连接并交换数据流。UDP 把数据从源发送到目的地，但不进行错误检测和传递验证。

CP 和 UDP 端口编号

这个层提供通过 TCP 和 UDP 的端口编号。TCP 提供协议端口，它充当附加的地址空间，辨别一个独立设备上执行的多个程序。TCP 可以通过包含每一条信息的目标和源的端口编号来实现这个目的。这样就允许一个主机中的许多可利用的处理过程同时使用 TCP 通信工具。端口编号是一个 16 位的数，范围是从 0 到大约 65,000。

UDP 通过使用端口编号支持多路广播。UDP 的 16 位端口编号允许多个处理过程使用同一个主机上的设备。

TCP 协议

在 RFC793 中证明 TCP 是一个面向连接的协议。它要求在传输任何数据之前在发送者和接收者之间建立一个通道。

TCP 提供可靠的先进先出（FIFO）数据流传输服务以及可靠而有序的数据报到应用程序层的传递。TCP 还提供数据流定义、数据确认、数据重发以及通过一个单独的网络连接的多个连接的多路传输。例如，TCP 把传输断开成小段，然后传输任意的丢失的段以及记录任意的发送失常的数据。它还操作不同速度的计算机之间的流程控制。

TCP 管理数据缓冲区，并且计算通信量，因此它的缓冲区永远不会溢出。快速的发送者将会被定期地停止来跟上缓慢的接收者。另外，TCP 同步地记住网络的延迟特征，并在网络负载之内最大限度地调整它们。

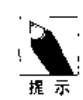
RFC1323 和本书结尾的参考文献能够提供 TCP/IP 网络的详细资料。

UDP 协议

在 RFC768 中证明 UDP 给用户提供类似 IP 的服务的访问和无保证的数据报传递。在 UDP 中的数据报传递是不可靠的、无连接的。UDP 信息包在到达它们的目标之前可以被取消。这个协议设定 IP 可以当作基本的协议使用，面向事务（transaction-oriented）的网络使用这个协议。

UDP 在 IP 上只提供两种服务：通过端口编码的多路传输和可选的数据的校验和。这意味着通过 UDP 运行的应用程序控制端对端通信问题，例如重发以及信息包的集结和重新集结。一个 UDP 地址是一个 32 位的 IP 地址和 16 位端口编号的组合体。UDP 放弃信息包失败校验和，并不再做其他事。校验和以每个主机为基础被设置成开或关。

UDP 的简易性使得应用系统必须使用 UDP 服务来执行它们自己的检查与恢复解法，以便应付万一出现的错误，例如丢失信息包或信息包的失常的传输。



使用话路的应用系统通常是基于 TCP 的。这些应用系统要求用户在移动任何数据之前要进入或连接系统。基于 TCP 的协议包括：简单邮件传送协议（SMTP）、文件传输协议（FTP）、以及虚拟终端协议（Telnet）。无限制的应用系统，例如网络文件系统（NFS）和面向事务的实用程序，例如简单网络管理协议（SNMP）和普通文件传输协议（TFTP）。

应用程序层

这个层包含的协议实现用户级功能，例如邮件传递、文件传输和远程登录等等。在这个层中，用户处理与其他处理在同一个主机或不同的主机上都合并在一起。每一个应用程序层协议有一个指定的目标，就是把结构加到从传输层来的数据上。应用程序层协议在 TCP/IP 协议组中是用户可见的协议。

所有的应用程序层协议有一些共同的特征：

- 它们用 TCP 或 UDP 作为它们的传输结构方式。可靠的面向连接的 TCP 协议被最频繁地用做应用程序层的传输结构方式。用 UDP 作为传输结构方式能够减少协议过载，这样就能提供较好的性能。
- 应用程序层协议可以是与 TCP/IP 协议组捆绑在一起的标准化的应用程序，或者可以是为指定的目的开发的用户创作的应用程序。
- 大多数应用程序层协议跟随在交互的客户/服务器模型后面，应用程序的服务器和客户部分在同一个系统或不同的系统上都可以运行。
- 建造的应用程序协议有众所周知的端口编号，因此一个客户应用程序可以直接给它的服务器副本编址。

在 IBM 的网址：http://www.rs6000.ibm.com/resource/aix_resource/Pubs/redbooks/htmlbooks/gg243376.04/3376fm.html 上有一篇全面的文章《TCP/IP Tutorial and Technical Overview》。

1.4　IP 编址总结

在 Ipv4 的 32 位地址区域中，Ipv4 把网络世界表示成一种两级的结构：网络编号和网络编号中的主机编号。当前，网络赋值编号授权中心（IANA）主要授权给 Internet 服务供应商，给向他们申请的机构指定惟一的网络编号，然后，机构的网络管理人员给他们的连接设备指定惟一的主机编号。

一般 Ipv4 编址结构

一个 32 位 IP 地址通常用带小数点的十进制记号法来表示，包含被小数点分开的四组八位字节，例如 172.16.10.0。在一个 Ipv4 实例中，每一个实际网络和主机都有它自己惟一的网络地址。路由器或网关可以有一个以上的地址，根据接口编号存在的情况而定。

如表 1.5 所示，Ipv4 地址空间被分成几类。包括三种单路广播地址分类：A 类、B 类和 C 类以及两种特殊地址分类：D 类和 E 类。一个单路广播地址标识一个指定的网络

接口地址，A 类地址计划被世界上最大的机构使用，而 C 类地址计划用于非常小的网络团体。在 Internet 中有一个存在的 C 类地址库支持当前的增长。

表 1.5　Ipv4 的地址类

地址类型	组　　成	地址范围
A 类	126 个网络，每一个最多可以有 16M-2 个节点	1.0.0.0～126.0.0.0
B 类	16K-2 个地址，每一个最多可以有 64K-2 个节点	127.0.0.0～191.255.0.0
C 类	2M-2 个网络，每一个最多可以有 254 个节点	192.0.0.0～223.255.255.0
D 类	多路广播地址	224.0.0.0～240.0.0.0
E 类	保留给未来的 IANA 使用	241.0.0.0～248.0.0.0

D 类地址是多路广播地址。它不是被指定到一个指定的接口，而是等同于一个逻辑组的接口的编号。例如，一个 D 类地址可以标识所有被连接到 IP 网络路由器的接口。所有特定的 D 类地址的逻辑盒接收送到那些地址的信息包。

每一个 Ipv4 地址的类包括两部分：网络标识符部分和主机或节点标识符部分，如图 1.8 中所示。

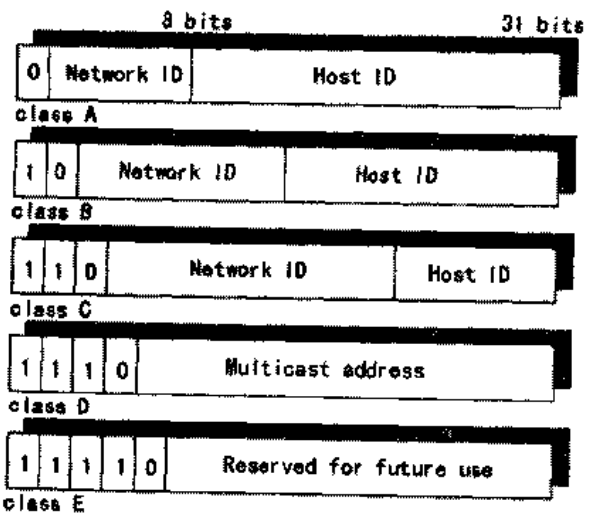


图 1.8　Ipv4 地址的五种形成

在这个例子中，二进制地址 10000000 00000111 00001111 00000001 用带小数点的十进制记号法表示为 128.7.15.1，这是一个 128.7 ID 网络的 B 类地址。Internet 地址的指定形式包括：

- 0.0.0.0 代表这个主机；
- 0.主机编号代表这个网络上的这个主机；
- 255.255.255.255 代表到局部网络的有限制的广播；
- 网络编号.255 代表指向指定网络的广播；
- 127.任意数代表主机的内部回送。这个地址永远不应该出现在网络上。

在 3Com 网址 http://www.3com.com/nsc/501302.html 上有一篇 Chuck Semeria 于 1997 年 11 月 9 日写的全面的文章，标题是《Understanding IP Addressing: Everything You Ever Wanted To Know》。

IP 建立子网

建立子网是一种分配地址的技术，它允许一个单独的 IP 网络地址覆盖多个物理网络。

建立子网使用一些 IP 地址的主机 ID 部分的位。子网掩码决定网络 ID 的位。在建立子网中，网络 ID 和主机 ID 分开变换到网络 ID、子网 ID、和主机 ID。子网掩码是一个 32 位的编号，在网络 ID 和子网 ID 字段中都是 1，而在主机 ID 字段中都是 0。子网字段通过增加主机 ID 字段获得它需要的空间。单个的机构分配子网 ID 和主机 ID 给每个子网上的主机。

举个例子，B 类网络 128.10.0.0 使用主机 ID 的前 8 位来建立子网，覆盖 254 个不同的物理网络。在这个情况中，子网掩码是 255.255.255.0，子网络是 128.10.1.0、128.10.2.0 直到 128.10.254.0。每一个子网络都可以有多达 254 台不同的主机，例如：128.10.xxx.1、128.10.xxx.2 直到 128.10.xxx.254。

在建立一个子网时，使用越少的主机 ID 位就可以在子网中拥有越多的主机。例如，使用子网掩码 255.255.254.0 字段，在 126 个不同的子网中每一个都可以拥有多达 510 台主机。图 1.9 表示把一个 B 类网络分成两个子网络。在这个例子中，所有的网关把网关 A 路径除去就好像那里有一个单独的物理网络一样。网关 A 在网络之间被物理地连接。

1.5　ARP 协 议

RFC826《一个以太网地址转换协议（ARP）》的目的就是指出一种方法用来把一个 IP 地址转换成主机的以太网地址，也就是它的局部网络地址。RFC826 也已经被修改用于其他媒体，例如 FDDI。

发送者广播一个包含另一台主机的 Internet 地址的 ARP 信息包，给连接在一个以太网上的所有主机，并且等待其他主机送回它们的以太网地址。目标机器，通过识别信息

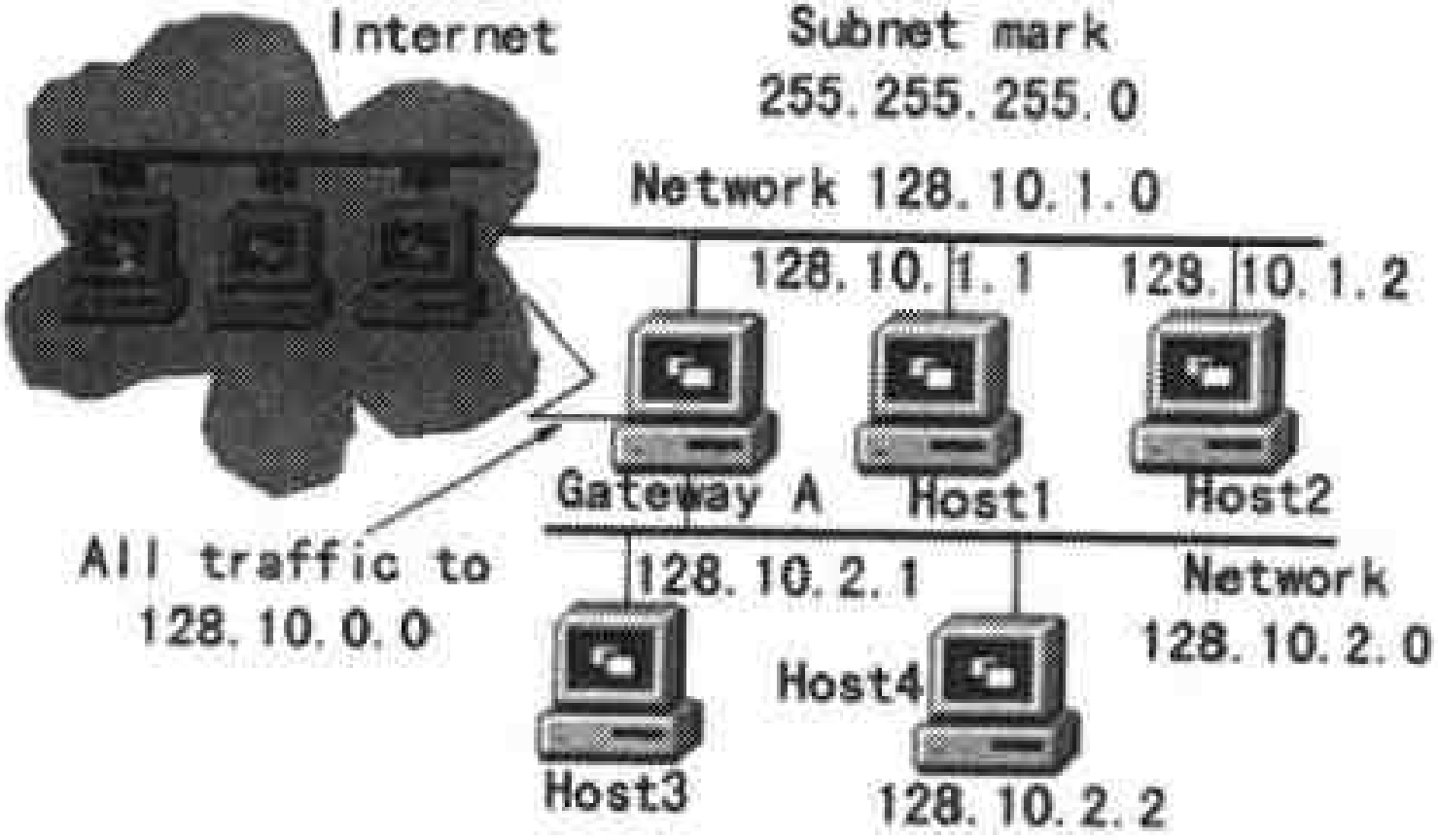


图 1.9　把一个 B 类网络分成两个子网络

在 3Com 网址 http://www.3com.com/nsc/501302.html 上有一篇 Chuck Semeria 于 1997 年 11 月 9 日写的全面的文章，标题是《Understanding IP Addressing: Everything You Ever Wanted To Know》。

IP 建立子网

建立子网是一种分配地址的技术，它允许一个单独的 IP 网络地址覆盖多个物理网络。

建立子网使用一些 IP 地址的主机 ID 部分的位。子网掩码决定网络 ID 的位。在建立子网中，网络 ID 和主机 ID 分开变换到网络 ID、子网 ID、和主机 ID。子网掩码是一个 32 位的编号，在网络 ID 和子网 ID 字段中都是 1，而在主机 ID 字段中都是 0。子网字段通过增加主机 ID 字段获得它需要的空间。单个的机构分配子网 ID 和主机 ID 给每个子网上的主机。

举个例子，B 类网络 128.10.0.0 使用主机 ID 的前 8 位来建立子网，覆盖 254 个不同的物理网络。在这个情况中，子网掩码是 255.255.255.0，子网络是 128.10.1.0、128.10.2.0 直到 128.10.254.0。每一个子网络都可以有多达 254 台不同的主机，例如：128.10.xxx.1、128.10.xxx.2 直到 128.10.xxx.254。

在建立一个子网时，使用越少的主机 ID 位就可以在子网中拥有越多的主机。例如，使用子网掩码 255.255.254.0 字段，在 126 个不同的子网中每一个都可以拥有多达 510 台主机。图 1.9 表示把一个 B 类网络分成两个子网络。在这个例子中，所有的网关把网关 A 路径除去就好像那里有一个单独的物理网络一样。网关 A 在网络之间被物理地连接。

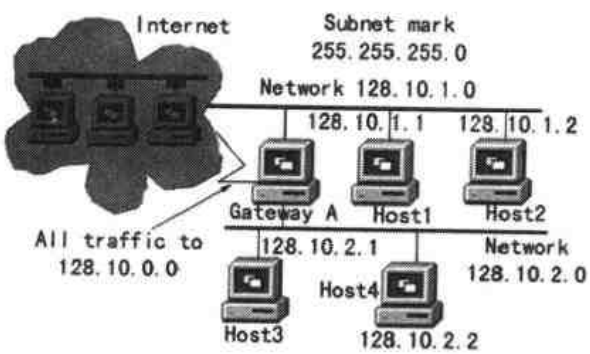


图 1.9　把一个 B 类网络分成两个子网络

1.5　ARP 协 议

RFC826《一个以太网地址转换协议（ARP）》的目的就是指出一种方法用来把一个 IP 地址转换成主机的以太网地址，也就是它的局部网络地址。RFC826 也已经被修改用于其他媒体，例如 FDDI。

发送者广播一个包含另一台主机的 Internet 地址的 ARP 信息包，给连接在一个以太网上的所有主机，并且等待其他主机送回它们的以太网地址。目标机器，通过识别信息

包中的 IP 地址与自己的比较，返回一个答复。每一台主机维护一个地址变换的高速缓存，减少延迟和调用。ARP 允许 Internet 地址是独立的以太网地址，但它只能在所有的主机都支持它的情况下才能工作。

就像在 RFC826 中定义的一样，一个路由器和主机必须被连接到同一个网络段来实现 ARP，另一个路由器不能传送 ARP 广播到一个不同的网络段。一个 Internet 主机必须使用它的路由选择协议选择一个适当的路由器。

路由器可以使用代理 ARP 控制在不用一个路由器的主机之间流动的通信量。不过，代理 ARP 也只能被作为一种临时转换结构使用。例如，在一个大的网络中建立子网的过程中，使用代理 ARP 是恰当的。在这种情况中，仍在大网络上的主机将利用在路由器上的代理 ARP 的能力对路由器后面的子网上的主机广播。

RFC 和 D. E. Comer 的《用 TCP/IP 进行网络互连》中有更多的有关 ARP 的细节。

反转地址转换协议

RFC903《反转地址转换协议》（RARP）提供了反转的 ARP 功能。RARP 变换一个硬件地址，也被称为媒体访问控制（MAC）地址，到 IP 地址。无盘节点在它们初始化的时候主要使用 RARP，寻找它们的 Internet 地址。RARP 的功能和引导协议（BOOTP）的功能很相似。

1.6　国际控制报文协议

RFC792，《国际控制报文协议》（ICMP）被认为是 IP 的一部分。ICMP 控制错误和系统级的报文。偶尔一个网关或目标主机需要与一台源主机通信，报告数据报处理过程中的一个错误，使用 ICMP 就能够做到这一点。

当一个数据报不能到达它的目标或当一个网关通常因为缓冲能力不足传送数据报失败时，一个 ICMP 报文就可能被发送出去。

图 1.10 显示了一个 ICMP 报文的报文格式。

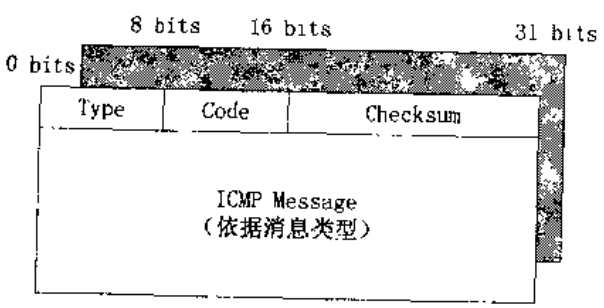


图 1.10　ICMP 报文的格式

在这个例子中：

- 版本指定四位 IP 版本，始终为 1；
- 类型指定如表 1.6 中所示的报文类型；
- 检查和是一个 16 位的关于 IP 的计算出的检查和；
- 数据包含用于这个 ICMP 报文的信息以及实际地包括导致 ICMP 报文产生的原始的 IP 报文部分。

表 1.6　报文类型

值	报文类型
0	回送回答
3	目标未到达
4	源熄灭
5	改记
8	回送
9	路由器广告
10	路由器请求
11	超时
12	参数问题
13	时间表请求
14	时间表回答
15	信息请求（废弃的）
16	信息回答（废弃的）
17	地址掩码请求
18	地址掩码回答

IP 数据报包含 ICMP 报文。IP 标题将始终有一个协议号 1，表示一个 ICMP 报文和一种 0 服务类型。IP 数据段包含实际的 ICMP 报文。

1.7　国际分组管理协议

RFC1112《IP 系统多路广播的主机扩充》定义了 IGMP，它是 ICMP 的扩充，在 TCP/IP 协议组中占相同的位置。加入 IGMP 的系统分成两种类型：主机和路由器。

IGMP 要求 IP 主机报告它们的主机组成员到任意的直接相邻的多路广播路由器。多路广播路由器发送主机成员查询报文测定在它们连接的网络上哪些主机组有成员，主机用列出主机所属的所有的组的主机成员报告来作出回答。

多路广播接收了这些报文后，可以与其他多路广播路由器交换组成员信息，同时要求形成分布树传递多路广播数据报。

正如从 IGMP 版本 2 中所知，扩充在 IP 多路广播分布的较后的版本中发展和显示出来，包括清楚的离开报文，用于更快的删除和多路广播追踪路径报文。

图 1.11 显示了一个 IGMP 报文的报文格式。

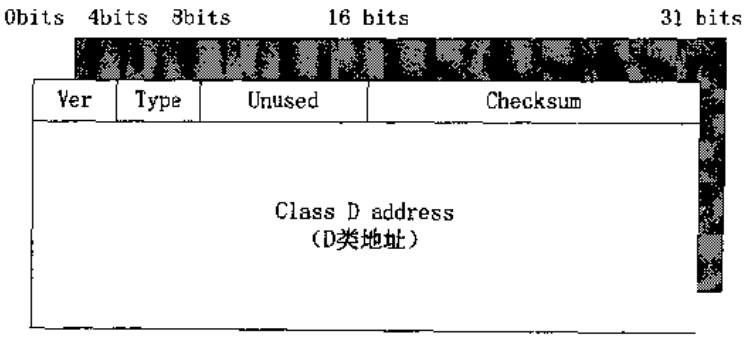


图 1.11　IGMP 报文的格式

在这个例子中：

- 版本指定四位 IP 版本，始终为 1；
- 类型指定一个查询或一个报告。1 代表被一个多路广播路由器送出的查询，2 代表被一个主机送出的报告；
- 校验和是一个 16 位的关于 ICMP 的计算出的校验和；
- 对于用于一个报告的请求和有效的多路广播分组地址，D 类地址为 0。

IP 数据报包含 IGMP 报文。IP 标题将始终有一个协议编号 2，表示一个 IGMP 和一种服务类型 0。IP 数据段包含 8 位 IGMP 报文。

1.8　网 络 部 件

一个网络可以包含一些不同的物理部件，涉及的范围从电缆和连接器到超级计算机等等。网络最重要的部件是节点、主机、路由器和局域网。主机和路由器连接到局域网上，主机由路由器连接。

- 节点通常是指在一个处理的位置上连接到网络的一种设备。一台打印机和一台计算机都可以是一个节点。协议功能例如 TCP/IP 通常与一个节点联系在一起。
- 路由器是执行传送功能的节点：当两个不同的局域网互连时，路由选择实体使用 Internet 协议在它们之间转换。
- 主机是在一个通信端点处的节点。一台主机可以是一台连接到 TCP/IP 网络的，有惟一的 IP 地址的计算机。一台主机也可以是一个用户可以进行远程访问计算机系统。主机不执行路由选择功能。

Internet 可以被看成是用 IP 路由器相互连接的一组局域网。由局域网组成的网络可以基于一个以上的网络协议，以及使用一种以上的网络技术（例如以太网和 FDDI）。当一个网络上的一台计算机与一个不同网络上的一台计算机通信时，IP 路由器穿过中间网络把信息包从源主机移到目标主机。

在主机之间通常有多种可能的路径。路由选择协议中的选项和结构可以帮助挑选最好的路径。使用的路由器或许有能力也或许没有能力使用这些协议。如果一个路由器失败了，一个中间路由器就可以选择一条不同的路径到达相同的目标。

图 1.12 显示了在一台主机和一个 IP 路由器中的协议功能的一张结构图。

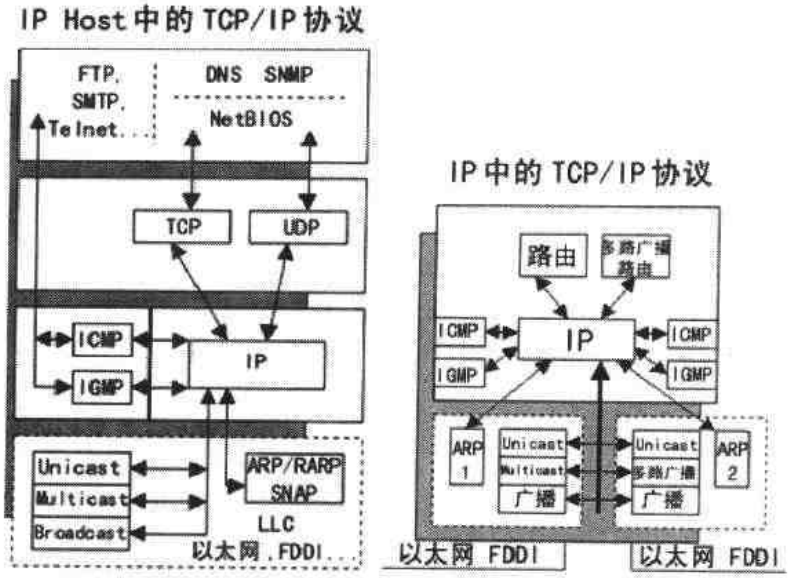


图 1.12　在一台主机和一个 IP 路由器中的协议功能的一张结构图

第 2 章

介绍网络基础结构

TCP/IP 网络可以在多种基础结构中工作，包括建筑和校园基干局域网和广域网基干基础结构，以及由广域网连接转换来的综合服务数字网（ISDN）。

局域网通信具有高通过量、低延迟和低错误率的特征。它使用互连设备，例如路由器来链接局域网分段。建筑和校园局域网基础结构可以包括共享的和转换的局域网。

广域网通信相对的特征是低通过量、高延迟和高错误率。它发生在地理位置分开的区域之间。广域网基础结构包括卫星、帧中继、交换几兆数据设备（SMDS）、ATM 和 Internet。

本章简要的内容包括：

- 提出关于局域网和广域网的一般的信息。
- 介绍接口和交换技术和技巧。
- 一般地分析与基干局域网基础结构包括以太网、令牌环、和 FDDI 网络相联系的技术。
- 一般地分析与基干广域网基础结构包括卫星、SMDS、帧中继和 ATM 网络相联系的技术。

2.1　基干局域网和广域网概述

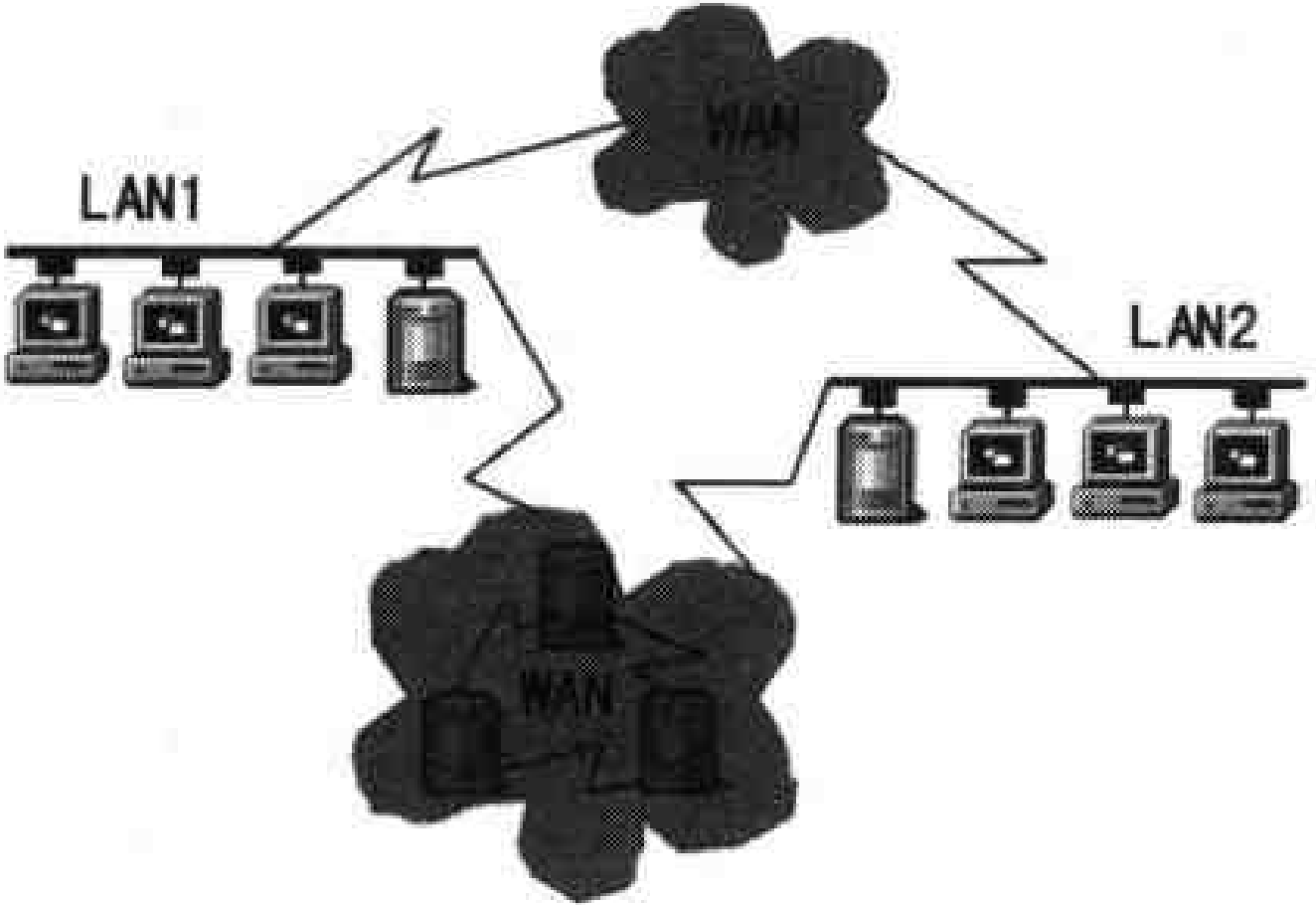
一个网络的布局可以被描述为逻辑的或物理的。在《逻辑布局》这本书中，以部件访问方法或操作规则的观点来看网络，《物理布局》则指出了设备的排列和布线技术。

图 2.1 表示一个实际的使用局域网和广域网技术的企业网络。一些物理媒体，例如双扭线电缆或光导纤维在设备、局域网和广域网之间产生连接。各种网络协议标准以及媒体的发展使得用于商务和教育应用的局域网在世界范围内激增。

图 2.1　表示一个实际的使用局域网和广域网技术的企业网络

电子工业协会和远程通信工业协会（EIA/TIA）在局域网（广域网）工作的地方明确了用于商业的建筑布线的 EIA/TIA 标准，把一个企业的布线布局分成一些子系统。这些布局包括校园基干子系统和建筑基干。标准把建筑基干子系统另外分成一个以上的水平（平面）子系统。

- 一个校园基干子系统把成群的建筑链接在一起，建筑在地理位置上可以是靠近的或分开的。连接一个校园基干一般不需要使用电话公司或其他网络供应商。
- 建筑基干子系统提供在校园基干和水平或工作组区域子系统之间的链接。星形布局是在工作组和建筑基干子系统中最普遍的配置。
- 广域网基干子系统连接了多个局域网段，它要求使用外部资源，例如电话公司或卫星通信设备。一个实际的传输媒介可以使用以 1.5Mbps 运行的帧中继，并与高速的广域网，例如 SMDS 或 ATM 连接。


WAN
LAN1
LAN2
WAN

本章简要的内容包括：

- 提出关于局域网和广域网的一般的信息。
- 介绍接口和交换技术和技巧。
- 一般地分析与基干局域网基础结构包括以太网、令牌环、和 FDDI 网络相联系的技术。
- 一般地分析与基干广域网基础结构包括卫星、SMDS、帧中继和 ATM 网络相联系的技术。

2.1　基干局域网和广域网概述

一个网络的布局可以被描述为逻辑的或物理的。在《逻辑布局》这本书中，以部件访问方法或操作规则的观点来看网络，《物理布局》则指出了设备的排列和布线技术。

图 2.1 表示一个实际的使用局域网和广域网技术的企业网络。一些物理媒体，例如双扭线电缆或光导纤维在设备、局域网和广域网之间产生连接。各种网络协议标准以及媒体的发展使得用于商务和教育应用的局域网在世界范围内激增。

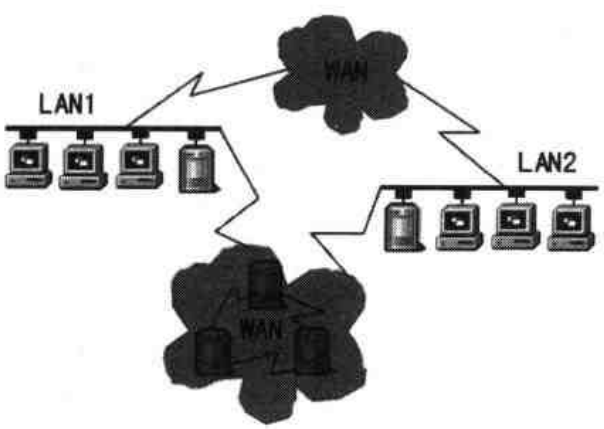


图 2.1　表示一个实际的使用局域网和广域网技术的企业网络

电子工业协会和远程通信工业协会（EIA/TIA）在局域网（广域网）工作的地方明确了用于商业的建筑布线的 EIA/TIA 标准，把一个企业的布线布局分成一些子系统。这些布局包括校园基干子系统和建筑基干。标准把建筑基干子系统另外分成一个以上的水平（平面）子系统。

- 一个校园基干子系统把成群的建筑链接在一起，建筑在地理位置上可以是靠近的或分开的。连接一个校园基干一般不需要使用电话公司或其他网络供应商。
- 建筑基干子系统提供在校园基干和水平或工作组区域子系统之间的链接。星形布局是在工作组和建筑基干子系统中最普遍的配置。
- 广域网基干子系统连接了多个局域网段，它要求使用外部资源，例如电话公司或卫星通信设备。一个实际的传输媒介可以使用以 1.5Mbps 运行的帧中继，并与高速的广域网，例如 SMDS 或 ATM 连接。

局域网通常显示出较高的速度和带宽以及低等待时间，而广域网正好相反。网络设备，例如路由器和接线器增加了处理过程的延迟。带宽描述了每一秒钟可以通过通道传输的字节的数量。等待时间是让那些字节横穿网络所花费的最少量的时间。

在网址 http://www.data.com/Tutorials/WAN_Design.html 中的广域网设计指导，指出了决定一个给定的网络等待时间的好方法，就是使用像发出呼呼声的 IP 实用程序这样的一个工具来测量往返信息包的传输时间值。

由于通信价格的降低以及新的通信需要，广域网的使用正在增长。顾客和供应商在地理位置上分散的办公室，远程交换数量的增长以及用户的激增，增加了与远程地址连接的广域网的需求。

广域网服务正在变得更加复杂。远程通信公司和电缆供应商给用户提供了多种传输技术，并争着提供局部服务。另一方面，局部服务供应商也提供多种传输技术，并争着提供远程服务。

这些不同的传输技术被称为网络基础结构，它们提供不同难易程度的 IP 多路广播支持。IP 多路广播依靠一个基本的多路广播系统把数据从一个发送者传送到所有计划的接收者。

下面将讨论基于局域网、基于广域网的基础结构以及交换广域网的结构。

2.2 传 输 技 术

以太网、令牌环和 FDDI 标准描述了目前的局域网的基本网络类型。ATM 有时也被用在局域网中，但它更多地被用在广域网中。以太网传输技术包括以太网、高速以太网和较新的千兆字节以太网。

所有这些标准定义了不同的逻辑布局，但都可以用物理布局规则交换，例如被 EIA/TIA 定义的那些布局。所有这些网络类型都可以支持许多媒体类型，但是每一种媒体指定的传输特性不同。

一个站怎样获得对媒体的访问取决于标准中指定的访问方法。访问方法在为媒体的使用而竞争的站之间调整。IEEE802.3 标准规定的以太网使用带有检测冲突的载波侦听多路访问（CSMD/CD）方法，IEEE802.5 的令牌环和 FDDI 标准使用令牌传递方法。

让一种网络协议穿过每一种技术。在使用一个内部网或 Internet 的机构中以及在使用 UNIX 系统的机构中，这就是一条实际的 TCP/IP。基于 Windows 的网络使用 NetBEUI，Novell 和基于 Apple 的网络分别使用 IPX/SPX 和 Apple Talk 协议，Novell 网络也可以使用 NLSP。

目前，网络访问协议（NAP）提供给 NSP 和 ISP 的高速服务，包括基于 ATM、帧中继和 FDDI 服务。

执行 NAP 的公司包括：Sprint Corporation——New York/New Jersey；Ameritech——Chicago；PacBell——San Francisco/Bay area；MFSdatanet——Washington. DC；要得到更多的 NAP 的信息，请到下面的网页：http://rrdb.merit.edu/napsp3.html 和http://rrdb.merit.edu/pacbell.html。

2.3 交 换 技 术

正如我们已经提到的，路由器链接局域网分段，接线器连接广域网链接。接线器和路由器用不同的方式中继信息。路由器能够理解在主机之间使用的网络层协议，接线器从主机到主机传送信息时不知道关于主机之间的路径的协议。路由器能够理解在主机之间使用的 Internet 层协议，接线器正好相反，对主机之间的 Internet 层协议一无所知。

广域网服务通过三种主要的交换技术提供：电路交换、包交换或单元交换。

- 电路交换网络。在一段特定的时期内给预定数量的用户奉献每一个链接。用 TDM 方法控制网络的访问。一个用户接收预定数量的带宽，另一个用户就不能使用这个带宽。电话系统就是电路交换网络的一个例子。
- 包交换网络。允许终端动态地共享网络媒体和可利用的带宽。它们使用统计多路传播技术控制网络访问。这些网络使用网络带宽比电路交换网络更有效。以太网和令牌环是包交换网络的实例。
- 单元交换网络。它移动被称为单元的固定大小的信息段。这种网络同时使用以统计时分多路传播（STDM）和基于时分多路传播（TDM）的访问。单元交换技术和包交换技术的合并体产生了低等待时间和高通过量的网络。ATM 就是单元交换网络的例子。

图 2.2 是一个用图形表示的不同类型交换网络和广域网中等候时间的示意图。表 2.1 添加了每一种类型的交换的说明。

如果觉得信息包好像丢失了，就使用网络上的一个分析器查看一下在广域网上是否正在重发。如果信息包正受到破坏，把带宽加到访问路线中可以帮助纠正这个情况。如果信息包的调用队列太小，路由器和帧中继访问设备（FRAD）可以取消信息包。信息包的取消可以由于物理错误产生，或在一个通信公司的一个帧中继网络上产生。尽管通信公司按照需求增加了帧中继的能力，局部的短暂的拥挤是不可避免的。

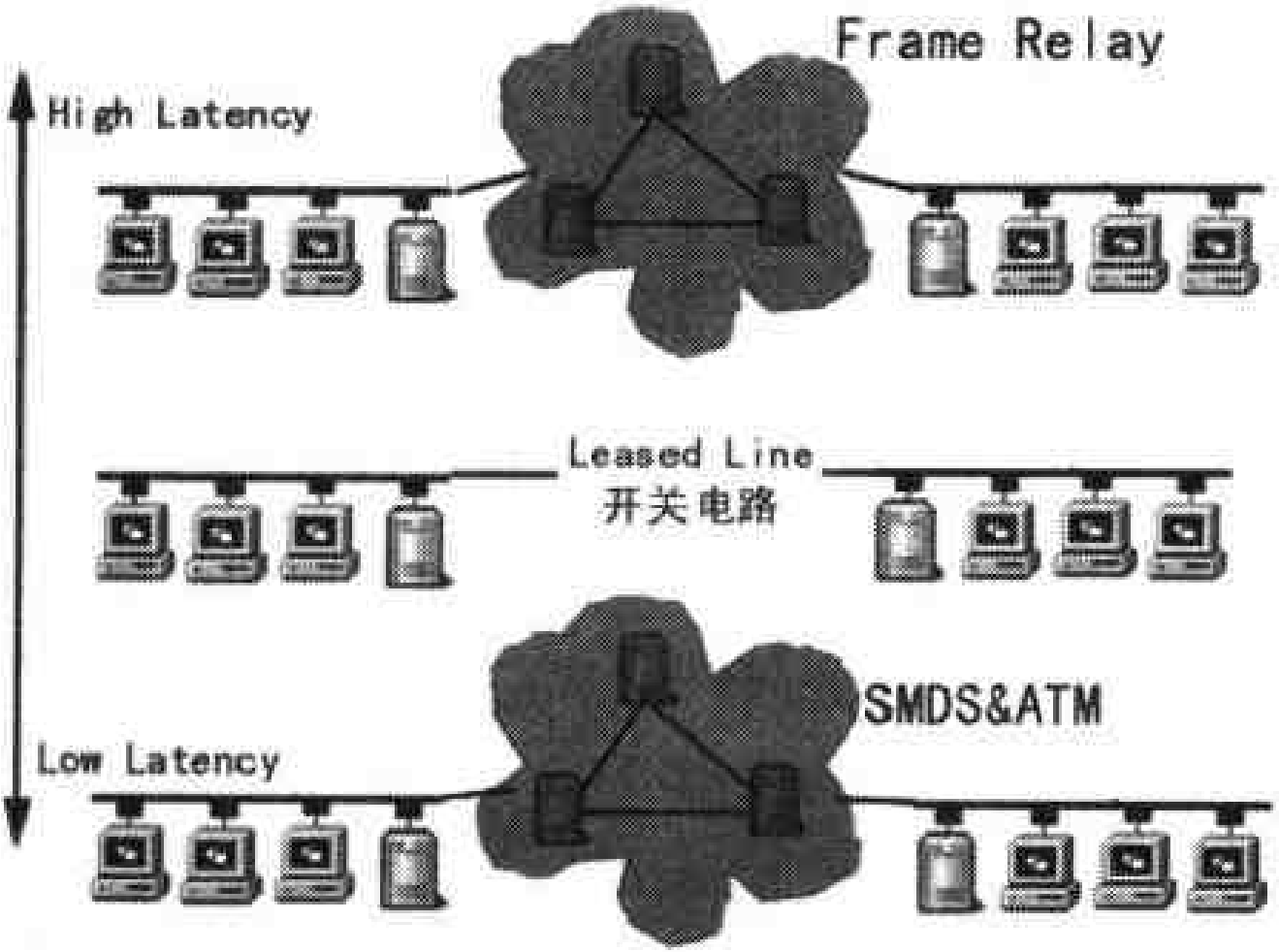


图 2.2　广域网中等候时间

2.3 交 换 技 术

正如我们已经提到的，路由器链接局域网分段，接线器连接广域网链接。接线器和路由器用不同的方式中继信息。路由器能够理解在主机之间使用的网络层协议，接线器从主机到主机传送信息时不知道关于主机之间的路径的协议。路由器能够理解在主机之间使用的 Internet 层协议，接线器正好相反，对主机之间的 Internet 层协议一无所知。

广域网服务通过三种主要的交换技术提供：电路交换、包交换或单元交换。

- 电路交换网络。在一段特定的时期内给预定数量的用户奉献每一个链接。用 TDM 方法控制网络的访问。一个用户接收预定数量的带宽，另一个用户就不能使用这个带宽。电话系统就是电路交换网络的一个例子。
- 包交换网络。允许终端动态地共享网络媒体和可利用的带宽。它们使用统计多路传播技术控制网络访问。这些网络使用网络带宽比电路交换网络更有效。以太网和令牌环是包交换网络的实例。
- 单元交换网络。它移动被称为单元的固定大小的信息段。这种网络同时使用以统计时分多路传播（STDM）和基于时分多路传播（TDM）的访问。单元交换技术和包交换技术的合并体产生了低等待时间和高通过量的网络。ATM 就是单元交换网络的例子。

图 2.2 是一个用图形表示的不同类型交换网络和广域网中等候时间的示意图。表 2.1 添加了每一种类型的交换的说明。

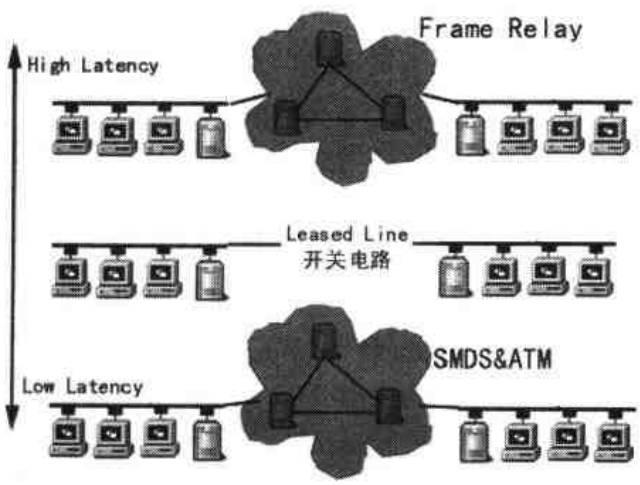


图 2.2　广域网中等候时间

如果觉得信息包好像丢失了，就使用网络上的一个分析器查看一下在广域网上是否正在重发。如果信息包正受到破坏，把带宽加到访问路线中可以帮助纠正这个情况。如果信息包的调用队列太小，路由器和帧中继访问设备（FRAD）可以取消信息包。信息包的取消可以由于物理错误产生，或在一个通信公司的一个帧中继网络上产生。尽管通信公司按照需求增加了帧中继的能力，局部的短暂的拥挤是不可避免的。

表 2.1　不同类型交换网络和广域网中等候时间

网络类型	传输	延迟	注释和条件
包交换	Internet，帧中继	高	可以解决网络中很多信息包的处理和排对，有合理的成本，移动可变大小的信息单元
单元交换	ATM，SMDS	低、高速	响应时间绝对临界时使用，高成本，移动固定大小的信息单元，由于可能的传播延迟和堵塞而使速度减慢
交换	ISDN	低、可预知的延迟	这里可能没有带宽给一个单独的应用程序，延迟与租用线上的相似

2.4　校园网和局域网基础结构

除了较传统的以太网，包括令牌环和 FDDI 以外，校园局域网可以使用多种不同的技术。在一个建筑网或校园网中，局域网分段一般通过例如路由器这一类的网络互连设备链接。由于大多数局域网技术本质上就是广播，它们可以很容易地支持 IP 多路广播。

以太网技术

以太网、高速以太网以及千兆字节以太网组成了基本的以太网技术。

以太网

以太网是由 Xerox 开发的，被最广泛地安装了局域网技术，在 IEEE802.3 标准中有明确定义（见表 2.2）。以太网是受欢迎的，因为它在速度、成本及安装的难易之间达到良好的平衡。最常用的以太网系统被称为 16BASE-T，它通过重型同轴电缆、双扭线或光缆以每秒钟一兆字节的速度传送数据。以太网有能力实际支持所有普通的网络协议。

表 2.2　IEEE802.3 标准

IEEE 标准	定　义
802.2	在任何局域网上的数据报文格式
802.3	以太网卡和电缆的硬件标准
802.5	令版环卡和电缆的硬件标准

运作

带有检测冲突的载波侦听多路访问（CSMA/CD）协议是一种被以太网使用的通道访问方法。连接到电缆的设备争抢使用这个协议进行访问。在 CSMA/CD 中，每一个站都等待一个空闲通道用于传输，并探测通过其他站的重叠传输。最多可达 1024 个站可以共享这条逻辑总线。

以太网需要一个中继器连接分段。中继器可以从一种类型的线到另一种之间转变以太网信号。例如，一个中继器把信号从平台上的电话线连接转变或复制到主以太网同轴电缆上。中继器还从主电缆复制数据并把它向下发送到电话线。以太网信息包在网络线上移动并且通过所有的线段传播，最后不是被目标设备接收就是被取消。

帧格式

以太网传输被称为帧的成块的数据。每一个帧的开头的 12 个字节包含 6 个字节的接受者地址和 6 个字节的发送者地址。每一个以太网卡都有一个在工厂设置的惟一的地址，这样就保证有惟一的标识符。系统管理员可以通过软件配置一个替换地址。

每一个帧都有一个源地址字段包含发送者的惟一地址。目标地址字段可以包含一个单独的接收者地址或者表示一组工作站的一个多路广播地址。

大多数以太网适配器可以被设置成可以接收出现在局域网上的所有帧，这被称为混杂模式（promiscuous model）。使用这种模式操作，有形成不可靠因素的可能性。为了避免这个问题，需要使用更新的智能网络集线器，它可以用虚拟的属于另一个站的目标地址来过滤所有的帧。

10 兆以太网要求一个最小 64 个字节的信息包以便进行冲突探测。不管多短的信息都必须用 0 填满。这个用来充填信息的必需品对于以太网是惟一的。

大量的关于以太网的信息在网上可以得到。下面是一些比较好的有这些信息的网址：http://wwwhost.ots.utexas.edu/ethernet/——由 Texas 大学的 C. Spurgeon 维护的站点。http://pclt.cis.yale.edu/pclt/comm/ether.htm——N. Gilbert 做的网页，提供详细的解释和背景资料。http://www.cs.bsu.edu/homepages/peb/cs637/ethernet/concepts.htm——Ball State 大学的站点，提供了有关以太网、CSMA/CD、带宽、基带和宽带的基本信息。

高速以太网

高速以太网，也被称为 100BASE-T10，大概比传统的以太网快十倍，可以产生 60~70Mbps 的流量。高速以太网在 IEEE802.3u 标准中被明确定义。这个标准：

- 对于现成的电缆结构只作极小的改变。
- 把以太网速度的限度从 10Mbps 提高到 100Mbps。
- 指定使用 100BASE-T 的几种电缆线路方案。

一个高速以太网的实际应用系统就是一个支持使用 100BASE-T 适配卡的工作站的局域网基干系统。

高速以太网可以被共享或交换。使用共享高速以太网可以消除在集中的服务器和桌面上的瓶颈。交换高速以太网在一些应用系统中是非常有用的。包括直接的服务器连接的产生，以太网接线器和高速以太网适配器的互连，以及高速带宽到桌面的传递。

目前，只有占很小百分比的工作站可以利用高速以太网提供的完全 100Mbps 的带宽。

目前有使用不同的电缆线路方案的三种类型的高速以太网：100BASE-TX、100BASE-T4、100BASE-FX。一些高速以太网的安装把两对电缆用于局域网，两对电缆用于语音或调制解调器应用系统。

100BASE-TX 支持两对高质量的双扭线，使用 5 级无屏蔽双扭电缆。这个标准用得最多，因为它与 100BASE-T 以太网标准密切相符。

100BASE-T4 支持四对标准质量双扭线，使用 3 级无屏蔽双扭电缆和 4 级无屏蔽双扭电缆。

100BASE-FX 支持使用光缆。

千兆以太网

千兆以太网是一种能与 10/100 以太网标准共处的新兴的技术。千兆以太网的开发扩大了以太网的可伸缩性。它提供高级别的基干支持，在 IEEE 802.3z 标准中被明确定义。千兆以太网联盟，一个工业范围内的协会，正在尽可能尽快地把千兆以太网带入市场。

千兆以太网提供每秒钟一亿字节的数据速率。它选择光缆作为媒介。这个技术也保持和 802.3 管理项目指定一样的 802.3 和以太网帧格式。千兆以太网用同样基本的 CSMA/CD 访问方法建立共享媒体的连接。

因为被设计提供更高的性能和伸缩性，千兆以太网将会在所有大小的多方面的局域网中实施。为了在企业基干中用得最好，千兆以太网执行现成的像 ATM 一样的解法，并且可以改变用于交换高速以太网或 FDDI 基干。

现成的使用 10Mbps 和 100Mbps 卡的以太网可以用在千兆以太网基干。千兆以太网应该符合表 2.3 列出的，以及图 2.3 显示的任意的电缆。

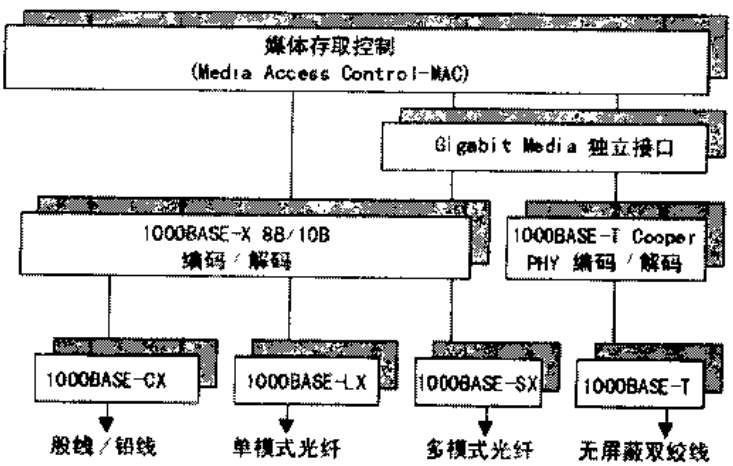


图 2.3　千兆以太网结构

表 2.3　千兆以太网

以太网类型	电缆特性	距离
1000BASE-SX	850nm 多模式光纤	300m 到 500m
1000BASE-LX	1300nm 单一模式光纤	3km
1000BASE-CX	短程铜屏蔽双扭线	25m
1000BASE-T	远程铜无屏蔽双扭线	100m

下面的站点包含千兆以太网的深入信息或额外的信息的指针。
http://www.gigabit-ethernet.org/ ——包含许多信息的千兆以太网联盟的办公主页，包括：系统怎样工作、互操作性问题以及厂商列表；http://www.iol.unh.edu/training/ge.html——New Hampshire 大学互操作实验室的一张主页，包括千兆以太网指导信息的指针；http://www.3Com.com/Offles/strategy/600220.html——一个告示主页，3Com 公司的《Gigabit Ethernet on the Horizon》；http://wwwhost.ots.utexas.edu/ethernet/descript-gigabit-ieee.html——由 IEEE802.3z 千兆以太网标准发展来的工作文档。

令牌环

在令牌环网络中，每一个站连接到一个信号重复生成的线路环，一个逻辑环把站连接在一起。数据始终向相同的方向围着这个环移动。图 2.4 说明了一个令牌环网络。

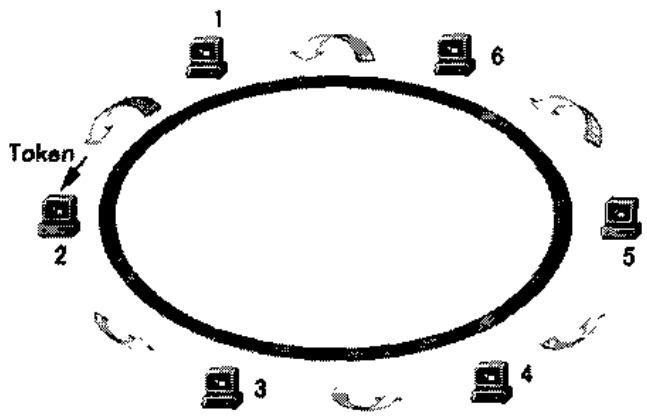


图 2.4　一个令牌环网络

令牌是一个特殊的 24 个字节长度模式，它给一个站传输一个帧的权利，站用下面的方法发送信息：

(1) 令牌围绕着环不停地循环，直到它到达一个想要传输的站。

(2) 站把令牌转变到一个数据帧中。通常是通过把一个令牌位的 0 改成 1，然后加上编址信息，附加数据，围着环传送这个帧。

(3) 每一个相继的工作站检查帧并传送到环上的下一个工作站。如果目标地址信息与站的地址相配，站就把帧复制到它的缓冲内存，设定一个标记表明信息已经被复制，把令牌位改回 0，然后把帧再放到循环中去。

(4) 当帧返回到产生的地方，站就把它从环中移出，把信息从帧中移出，然后再配上一个新的令牌到环上。

(5) 环上令牌循环准备好被一个工作站带走。这时，它就有一个信息要发送，并开始重复循环。

令牌环网络有 4Mbps 和 16Mbps 的基准速度。令牌网络的布线与以太网的要求不同。

工作站连接到被称为多路存取装置（MAU）的中央网络集线器。多个网络集线器被连接用来建立一个大的多站网络。网络集线器自身包含一个“破裂环”。由于使用了一个破裂的基干，令牌环交换供应商提供一个在多个环段之间的高速度、低等待时间的连接。使用令牌交换提高了整个网络的性能，也就意味着网络的服务可以是集中式的。

令牌网包括一组复杂的低级别管理性能。它被用于控制和监听企业范围内的网络系统。每一个 802.5 令牌适配器都有 MAC 帧建立在它们的地址中。它们有四个基本功能：

- 维护环
- 寻找并隔离电缆和硬件故障
- 标识硬件和软件错误

·提供节点状况信息给管理应用系统

在 RFC1469 中叙述了用于在令牌环中传输 IP 多路广播数据报方法的 IETF 标准。

在许多网址中都包含关于令牌环技术的信息，下面有几个好的网址：
http://www.rdlab.carnet.hr/NetLab/fag/tring.html——可答关于令牌环的问题；
http://www-europe.cisco.com/warp/public/482/index.shtml——一系列令牌环技术秘诀的指针；
http://www.madge.com/warp/public/482/index.html——令牌环网络中开放式交换的操作的详细的技术信息，也可见于 http://www.madge.com；
http://www.astral.org/——ASTRAL 的网址，它是一个领导令牌环技术的供应商的联盟，提供与厂商无关的教育以及关于令牌环和新技术发展的信息；
http://www.iol.unh.edu/testsuites/tokenring/tests/station/s10.html——叙述了令牌环站 MAC 一致测试的网址，来自 New Hampshire 大学。

光纤分布式数据接口（FDDI）

FDDI 是一组 ANSI/ISO 标准，它定义了一种高带宽（100Mbps）的普通用途的局域网。FDDI 主要在光导纤维中工作，但它也可以在铜线中工作。它是一种双重环技术，可以达到 200 公里（124 英里）的范围。一个单独的环可以延伸最大距离，一个双重环可以延伸 100 公里。

除了有大的地理范围之外，FDDI 局域网也能够支持成千上万的用户。FDDI 能够使用其他协议连接局域网。FDDI-II，是 FDDI 的一种版本，增加了电路交换服务到 FDDI 网络中，使得语音信号也可以被控制，下一步计划是把 FDDI 网络连接到作为 ISDN 主干网的一部分的 SONET。

FDDI 标准化设置包含 IEEE802.2 逻辑链接控制标准和 FDDI 指定媒体访问控制（MAC）、物理层协议（PHY）、物理层媒介从属性（PMD）及站点管理（SMT）标准。

FDDI 标准把：

·OSI 模型的物理层分成两个子层，PHY 和 PMD。

·OSI 模型的数据链接层分成两个子层，LLC 和 MAC。

SMT 既包括数据链接层也包括物理层，如图 2.5 所示。

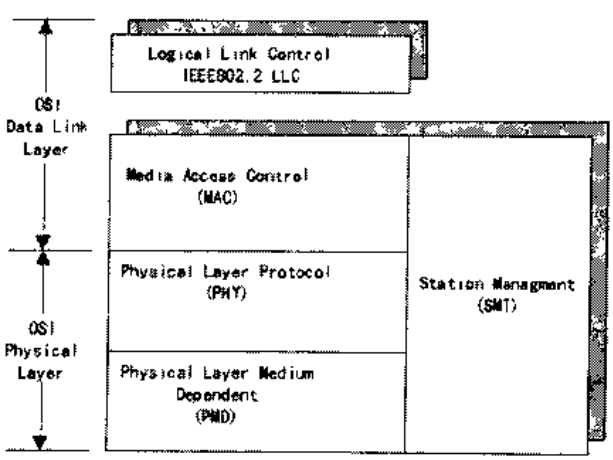


图 2.5　SMT 既包括数据链接层也包括物理层

FDDI 在计算机和外围设备之间提供同步的和异步的服务。FDDI 使用一个时钟令牌通过双重环配置，主环有最多可达 100Mbps 的容量，第二个环可以被用作后备，或者也可以携带数据，把容量扩大到 200Mbps。

双重环用相对直接的方式操作，给网络提供了一个自行修复的性质。如果在一个单独的分段产生了一个失败，双重环设置允许数据通过第二个环传递。这样就可以在修复的同时保持网络的正常操作。

以太网、令牌环和 FDDI 的比较

表 2.4 对以太网、令牌环和 FDDI 技术的主要特征作了比较。表 2.5 是对以太网、高速以太网和千兆以太网的特性作比较。

表 2.4　以太网、令牌环和 FDDI 技术的主要特征

	以太网 （IEEE 802.3）	令牌环 （IEEE802.5）	FDDI
逻辑结构	总线	单独的环	多环，多环树
物理结构	星形、总线、分层星形	环形、星形、分层星形	环形、星形、 分层星形
介质	光纤、双扭线、同轴电缆	双扭线、光纤	光纤
介质访问方法	CSMA/CD	令牌传送	计时令牌传送
带宽	10Mbps	4 到 16Mbps	100Mbps
最大工作站数	1024	250	500
工作站间的最大距离	2.8km(1.7mi.)	300m(984ft) 建议为 100m(328)	2km(1.2mi.)
网络的长度最大值	2.8km(1.7mi.)	多种配置	100km(62mi.)

表 2.5　以太网、高速以太网和千兆以太网的特性比较

	以太网　10BASE-T	高速以太网　100BASE-T	千兆位以太网　目标
数据率	10Mbps	100Mbps	1Gbps
5 UTP 类别	100m（最小）	100m	25-100m
屏蔽双扭线/ 同轴电缆	500m	100m	25m
多状态光纤	2km	412m（半双工）2km（全双工）	500m
单一状态光纤	25km	20km	2km

2.5　基于广域网基础结构

广域网服务可以被设计成非连接的，或者是面向连接的，可以通过交换技术实际地提供。基于广域网基础结构包括卫星网络、帧中继、SMDS、ATM 和 Internet。

卫星

目前工作的成百上千颗卫星被用于传输用途，例如天气预报、电视广播、业余无线电通信、Internet 通信以及全球定位系统。

根据它们前进的轨迹类型把通信卫星分为三种类型。

- 地球同步卫星的轨迹正好位于地球赤道上空大约 22,000 英里的高度，围绕地球旋转一周正好是 24 小时。气象卫星就属于这种类型。
- 近地点轨道卫星系统使用一些小卫星，每一个卫星的循环轨迹都穿过或近似地穿过地球极点。它们飞行的高度为几百英里。无线访问 Internet 就是依靠这种类型的卫星。近地轨道系统使得访问 Internet 可以使用像早期电视机的兔子耳朵一样的天线系统。
- 一些卫星以一个椭圆形轨迹围绕地球旋转。在远地点旋转快，在近地点旋转慢。它们要求有方向的天线，天线的位置必须刚好调整到跟随空中卫星的路径。业余无线电操作员和一些商业的和政府的服务使用这种类型的卫星。

卫星用于 Internet 的技术是一种基本的广域网技术，卫星网络供应商可以很容易地为机构开发虚拟专用网络。卫星网络既可以是双向的也可以是单向的。

甚小口径终端（VSAT）网络就是一种双向卫星网络，见图 2.6。这种类型的网络基础结构天生就是用来实施 IP 多路广播服务。用来发送电视信号的广播卫星就是一种单向卫星网络。

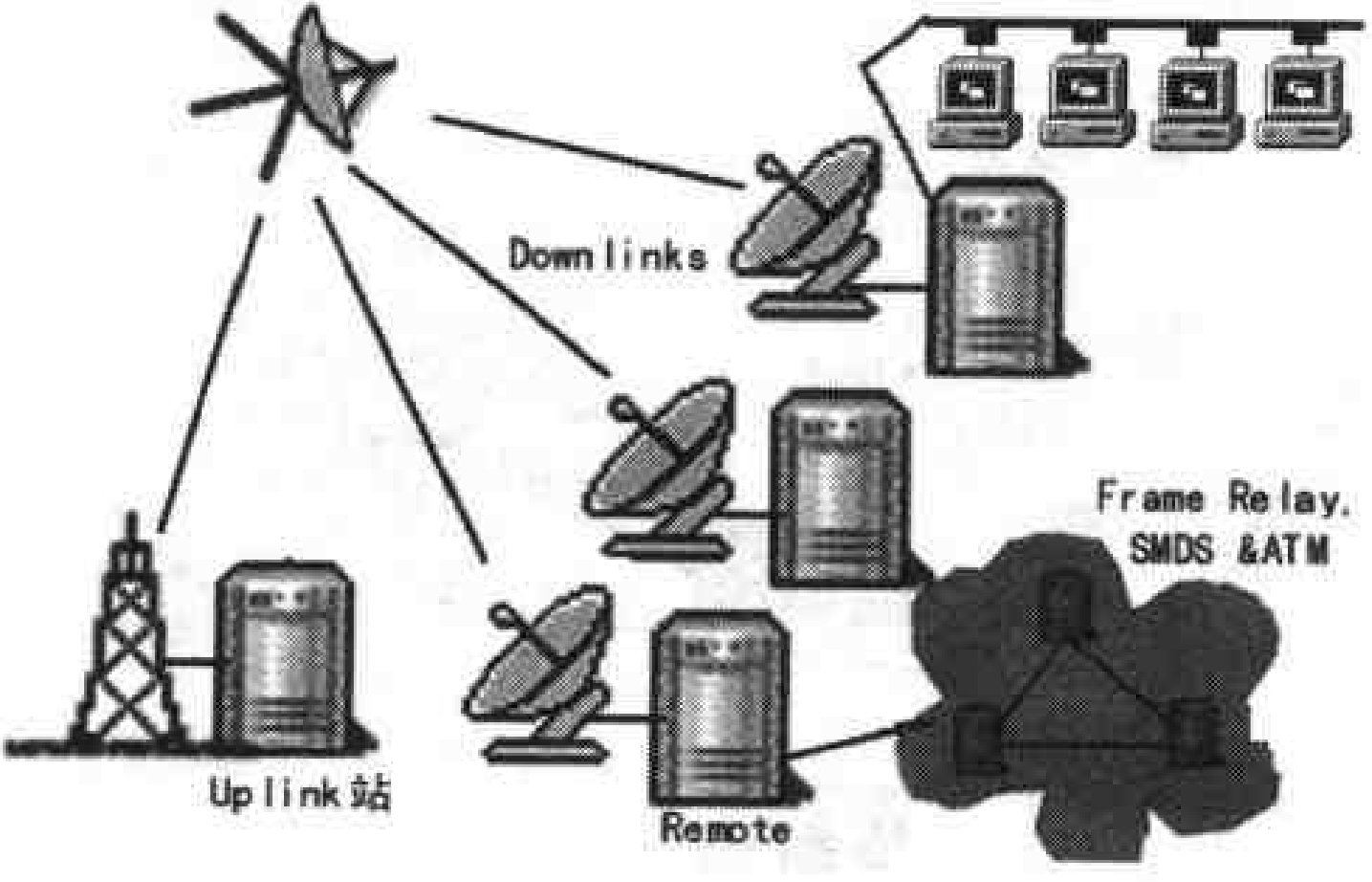


图 2.6　VSAT 网络

2.5　基于广域网基础结构

广域网服务可以被设计成非连接的，或者是面向连接的，可以通过交换技术实际地提供。基于广域网基础结构包括卫星网络、帧中继、SMDS、ATM 和 Internet。

卫星

目前工作的成百上千颗卫星被用于传输用途，例如天气预报、电视广播、业余无线电通信、Internet 通信以及全球定位系统。

根据它们前进的轨迹类型把通信卫星分为三种类型。

- 地球同步卫星的轨迹正好位于地球赤道上空大约 22,000 英里的高度，围绕地球旋转一周正好是 24 小时。气象卫星就属于这种类型。
- 近地点轨道卫星系统使用一些小卫星，每一个卫星的循环轨迹都穿过或近似地穿过地球极点。它们飞行的高度为几百英里。无线访问 Internet 就是依靠这种类型的卫星。近地轨道系统使得访问 Internet 可以使用像早期电视机的兔子耳朵一样的天线系统。
- 一些卫星以一个椭圆形轨迹围绕地球旋转。在远地点旋转快，在近地点旋转慢。它们要求有方向的天线，天线的位置必须刚好调整到跟随空中卫星的路径。业余无线电操作员和一些商业的和政府的服务使用这种类型的卫星。

卫星用于 Internet 的技术是一种基本的广域网技术，卫星网络供应商可以很容易地为机构开发虚拟专用网络。卫星网络既可以是双向的也可以是单向的。

甚小口径终端（VSAT）网络就是一种双向卫星网络，见图 2.6。这种类型的网络基础结构天生就是用来实施 IP 多路广播服务。用来发送电视信号的广播卫星就是一种单向卫星网络。

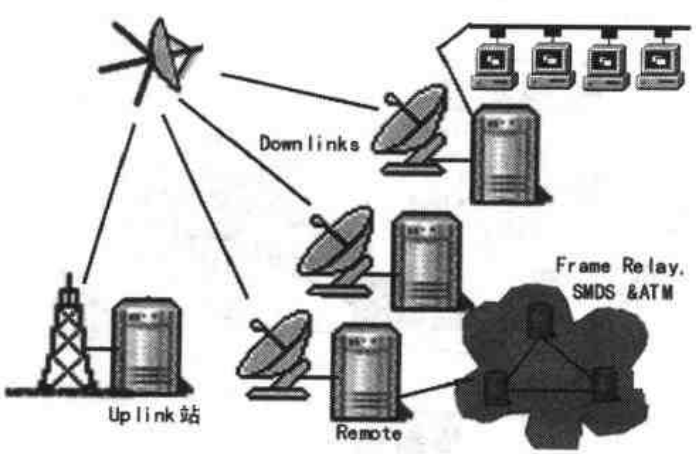


图 2.6　VSAT 网络

几兆数据交换服务

几兆数据交换服务（SMDS）有时被称为无连接宽带数据服务（CBDS），它是一种普通带宽包交换报文服务，用于较高速的广域网数据通信。Bellcore 在一系列说明中指出，SMDS 最初被用于长距离的局域网连接，提供灵活、高带宽的多个位置之间的连接。

SMDS 是非连接的，在发送数据之前建立连接通过网络是不需要带宽的，因此它根据要求提供带宽。SMDS 增强了覆盖广泛区域的基于交换的按需的企业局域网的性能和效率。需要与其他机构随机交换大量数据的机构应该使用 SMDS。

一个 SMDS 网络就像一个高速局域网基干一样，允许信息包从一个局域网流向其他任何的局域网。访问 SMDS 通常允许通过 T1/E1 或 T3/E3 传输设施。

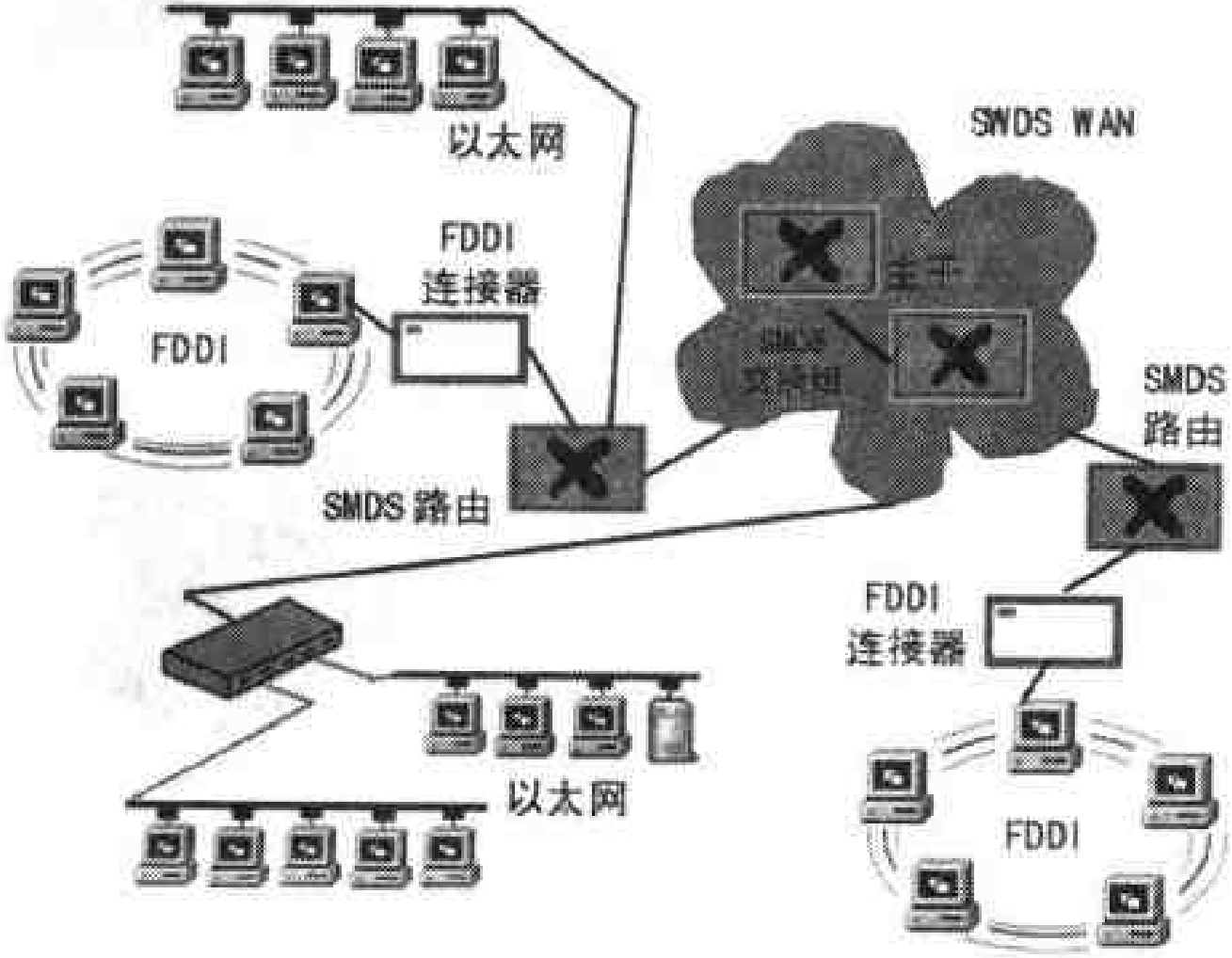
SMDS 提供：

- 数据单元，包含多达 9188 组八位字节的用户信息以及源和目标地址。每一个信息包都与其他信息包分开发送，所有在网上发送的信息包都可以被所有的节点接收，这就意味着 SMDS 类似于一个大范围的可共享的局域网。
- 全部 TEEE802.3～IEEE802.4、IEEE802.5 和 FDDI 信息包的压缩。因为它们的尺寸太大。
- 对于本地多路广播的支持，这样用重叠的方法可以很容易的实现 IP 多路广播。
- 速率介于 1.5Mbps 和 44.736Mbps 之间的穿过 T1 和 T3 循环的数据转换。
- 1 到 16 个惟一的 SMDS 地址，且根据需要提供。一个地址是一个 10 位数字号码，看上去象一个普通的电话号码。它包含一个四位代码，后面跟随着一个电话号码的标准形状：国家代码、地区代码和订户代码。
- 用于广播信息包到多个 SMDS 地址的结构，分组编址与局域网多路广播一样。

SMDS 接口协议（SIP）定义了 SMDS 数据终端设备（DTE）接口和数据电路终端设备（DCE）接口。SIP 和 ATM 之间相似的单元格式使 SMDS 成为通向 ATM 的一个优秀的步进通道。

图 2.7 表示了一个使用 SMDS 的网络。

图 2.7　一个使用 SMDS 的网络


以太网
SNDS WAN
FDDI
连接器
FDDI
SMDS
路由
SMDS 路由
FDDI
连接器
以太网
FDDI

几兆数据交换服务

几兆数据交换服务（SMDS）有时被称为无连接宽带数据服务（CBDS），它是一种普通带宽包交换报文服务，用于较高速的广域网数据通信。Bellcore 在一系列说明中指出，SMDS 最初被用于长距离的局域网连接，提供灵活、高带宽的多个位置之间的连接。

SMDS 是非连接的，在发送数据之前建立连接通过网络是不需要带宽的，因此它根据要求提供带宽。SMDS 增强了覆盖广泛区域的基于交换的按需的企业局域网的性能和效率。需要与其他机构随机交换大量数据的机构应该使用 SMDS。

一个 SMDS 网络就像一个高速局域网基干一样，允许信息包从一个局域网流向其他任何的局域网。访问 SMDS 通常允许通过 T1/E1 或 T3/E3 传输设施。

SMDS 提供：

- 数据单元，包含多达 9188 组八位字节的用户信息以及源和目标地址。每一个信息包都与其他信息包分开发送，所有在网上发送的信息包都可以被所有的节点接收，这就意味着 SMDS 类似于一个大范围的可共享的局域网。
- 全部 TEEE802.3～IEEE802.4、IEEE802.5 和 FDDI 信息包的压缩。因为它们的尺寸太大。
- 对于本地多路广播的支持，这样用重叠的方法可以很容易的实现 IP 多路广播。
- 速率介于 1.5Mbps 和 44.736Mbps 之间的穿过 T1 和 T3 循环的数据转换。
- 1 到 16 个惟一的 SMDS 地址，且根据需要提供。一个地址是一个 10 位数字号码，看上去象一个普通的电话号码。它包含一个四位代码，后面跟随着一个电话号码的标准形状：国家代码、地区代码和订户代码。
- 用于广播信息包到多个 SMDS 地址的结构，分组编址与局域网多路广播一样。

SMDS 接口协议（SIP）定义了 SMDS 数据终端设备（DTE）接口和数据电路终端设备（DCE）接口。SIP 和 ATM 之间相似的单元格式使 SMDS 成为通向 ATM 的一个优秀的步进通道。

图 2.7 表示了一个使用 SMDS 的网络。

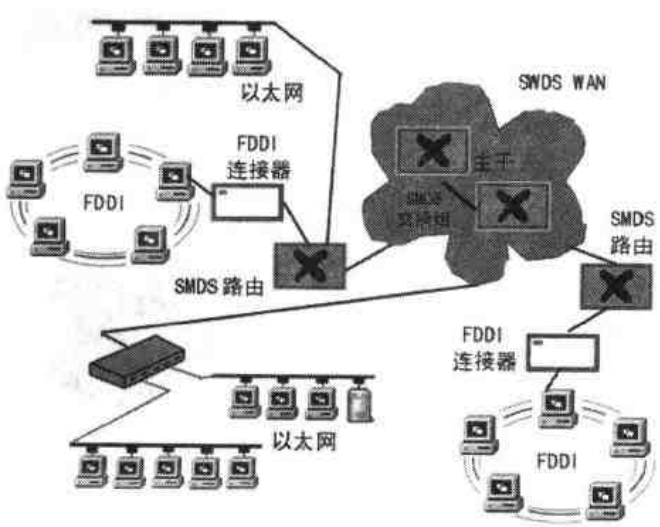


图 2.7　一个使用 SMDS 的网络

在这个例子中，在通信公司的 SMDS 网和用户设备之间的分界点就是指订户网络接口（SNI）。

访问 SMDS 网络一般通过 SIP 实现，它基于分布式队列双总线（DQDB）协议。

要在美国使用 SMDS，就要连接恰当地区的 Bell 运作公司或 MCI，它是在美国国内惟一的提供全国范围的 SMDS 服务的通信公司。

分布式队列双总线（DQDB）和 SMDS

DQDB 协议控制固定的速率，语音通信量（等时通信量）和通过极高速的光学链接的数据通信量。它使用：

- 35Mbps 和 155Mbps 的光学链接。
- 以 51,840Mbps 开始的同步光学网络（SONET）连接。

这个协议是用于城域网的协议（IEEE802.6），是许多城域网的基础。SMDS 就是一种城域网服务。

SMDS 和 ATM 的区别

SMDS 提供一种数据报服务。它们的信息包在面向连接的 ATM 服务顶端的网络中不一定能够被传输。SMDS 使用 ISDN 地址，是非连接的包交换服务，不是像 ATM 一样的单元中继服务。

SMDS 订户接口使用 IEEE802.6DQDB，通过 SMDS 用户网络接口访问。DQDB 本身就是单元中继的一种形式。SMDS 的较低层把信息包分段到单元中分成 5 组 8 位字节的标题和 48 组 8 位字节的有效载荷。

SMDS 还可以被看作是 ATM 的应用系统。把一个 SMDS 服务放到一个 ATM 网络中，就建立了一条穿过 ATM 的非连接数据报文服务。它提供所有 SMDS 服务的服务的特征，同时利用了 ATM 的优势。

帧中继

帧中继是一个连接到信息包网络的网络接口协议标准。这些信息包网络遵照许可的国际电话电报咨询委员会（CCITT）I.233、Q.922、Q.933 和 I.370 标准以及许可的 ANSIT1.606、T1.618、T1.617 和 T1.606 标准。

帧中继最好不要用来传递等时通信量，例如语音和视频。语音传输时要有不超过 100ms 延迟的接收质量。

帧中继支持多种大小的帧。在远程通信中，帧就是在网络点之间传输的数据，是一个有地址和需要的协议控制信息的单元。通常有一个位于数据前面的标题字段，和一个跟在数据后面的尾部字段。

一般通信公司的帧中继服务都可以在全世界范围内使用。它提供虚拟的租借线路通向顾客。利用 T-1 线路上的租借线路帧中继可以用于广域网中的应用系统以及专用网络环境中的应用系统。

帧中继网络最初是被设想用于 ISDN 接口中，是一个第二层协议，在传输过程中要

求有一个专用连接。它是一种快速信息包技术：在传输中，协议执行无错校验，端点对任何错误校验负责。快速信息包交换可以使用 ATM。

一个帧中继网络本质上是一个帧中继接线器的网络，提供不加渲染的链接层服务用于大量的信息包传输。帧中继网络把用户通信量转移到帧中而不管它有什么内容。一个顾客可以在两点之间租借一条永久虚拟电路（PVC），或者可以在一个发送者和多个接收位置之间租借多条 PVC，这样就能够实现多路广播。

帧中继协议不提供明确的流程控制过程；网络互连环境中的较高层协议提供流程控制。目前，针对 PVC 的帧中继标准在帧中继网络中被配置和管理，交换型虚拟电路（SVC）与帧中继一起使用的标准还不够完善。

帧中继网络提供一些虚拟电路，构成放在同一个帧中继网络的站之间的连接的基础。因而发生的成组的互相连接的设备组成一个专用帧中继组，既可以完全连接虚拟电路，也可以只是部分地连接。在两种情况中，数据链接标识符（DLCI）惟一地标识每一个帧中继接口上的每一个虚拟电路。在大多数情况中， DLCI 都严格地有每一个帧中继接口的本地意义。

帧中继技术使用高速脉冲传输压缩在帧中的信息包穿过一个网络。帧中继信息包的地址字段包括十位的 DLCI，它是帧中继标题的中心。注意，在一个连接的两个不同端的端设备针对同一个连接可以使用不同的 DLCI。静态映射表被配置用来提醒路由器哪些连接标识符用来搜索远程路由器以及它们关联的较高层接口的地址。图 2.8 是一个帧的示意图，它表示一个在帧中继访问标准中使用的帧。

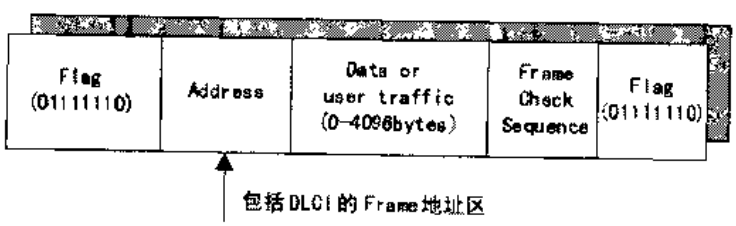


图 2.8　帧的示意图

在这个图中，标题由标志和地址字段组成，尾部由帧检查序列和第二个标志字段组成，帧中间的数据可以包含另一个在一个较高层协议或者不同协议中的被压缩的帧。例如：

- 被较早的协议程序定义为帧的数据
- 一个电影或视频帧，包含被记录下来的一系列图像中的一幅单独的图像
- 一个 TDM 帧，包含在分开时间段的一个完整的循环事件

下列网址包含关于帧中继的信息：
http://www.frforum.com/4000/fratm/fratm.toc.html——这个来自 Frame Relay Forum 的链接包含帧中继与 ATM 作比较的信息、用户信息库、技术摘要、指导信息和市场调查；
http://cio.cisco.com/warp/public/537/4.html——关于信息包服务的技术摘要，来自 Cisco System Inc.，包含一个关于帧中继的告示部分。

异步传输模式

ATM 支持作为一种高速基干的局域网或者作为一种广域网数据服务的广域网。到目前为止，ATM 主要被用作一种局域网服务。ATM 位于物理层的上面，可以在任何物理传输上适应和工作，接线器把路由器安置到 ATM 网络中。ATM 适用于传送语音、视频和数据。IP 多路广播可以在 ATM 上实施，帧中继常常在 ATM 上工作。

ATM 可能是被网络行业开发的最复杂的网络。A. Alles 指出 ATM 网络的开发要求软件集中协议基础结构的重叠，他的白皮书叙述了 ATM 网络的重要方面。

这种单元交换和多路传输技术合并了电路交换和包交换的优势。电话公司和计算机通信公司都对它的发展负责。ATM 是 ISDN 主干的关键部分。

ATM 不保证数据的传递，而是依靠端节点提供这个功能。它具有 155mbps 和 622Mbps 的高速度的能力。T3 和更快的通信公司有时可以用它作为极高速的基干。通常，帧中继被计划在 T1 和 T1 以下速度使用，而 ATM 是被计划用于 T3 及 T3 以上速度。

ATM 以 53 字节定长的单元调用为基础。这个 53 字节单元由 48 字节的数据和 5 字节的路径信息组成。这个小的单元长度在对固定比特率信息和可变比特率信息两者的 ATM 支持中是一个重要成分。另外，一个单元相对于其他相关的单元被异步地处理，并且在通过线路多路传输之前被排队。

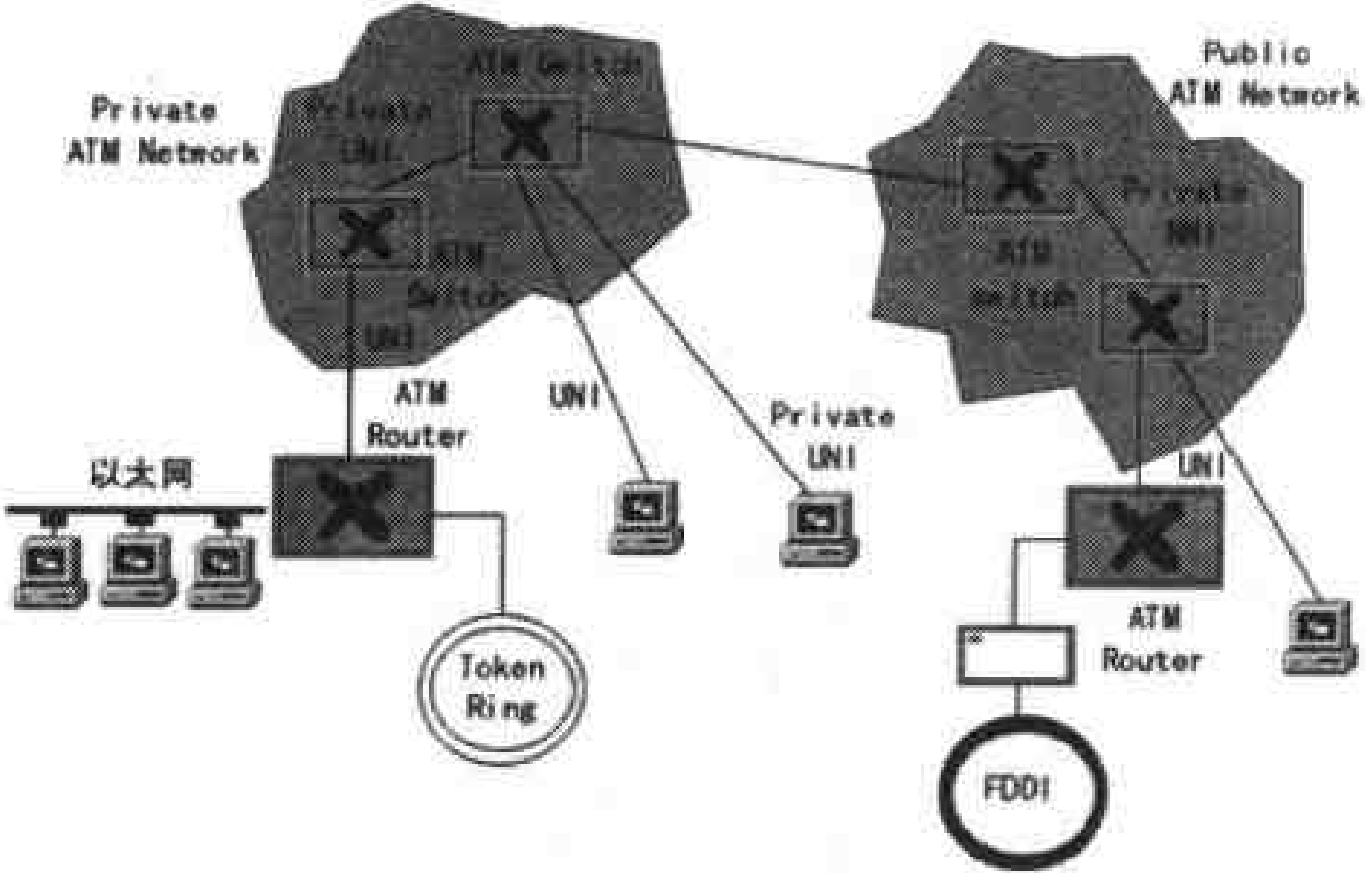
图 2.9 显示了一个简单的 ATM 网络。

图 2.9　ATM 网络

一个 ATM 网络包含一组以上的 ATM 接线器，它们被两种类型的点对点接口连接：

- 用户网络接口（UNI），把 ATM 端系统，例如主机和路由器，连接到一个接线器。
- 网络节点接口（NNI），连接两个接线器，它是穿过用于交换协议信息的 ATM 接线器的物理的或逻辑的链接。

ATM 是面向连接的，在任何数据传输之前，需要使用 PVC 或 SVC 建立一个连接穿过 ATM 网络。一旦建立了一条电路，协议就选择一条从源到目标的物理路径，并把信息输入到被线器中的一条路径电缆中，见图 2.10。所有的用于这个连接的信息跟随相同的路径到达目标。


Private
ATM Network
Private
UNI
ATM
Switch
UNI
ATM Switch
Public
ATM Network
Private
NNI
ATM
Switch
ATM
Router
UNI
Private
UNI
以太网
UNI
Token
Ring
ATM
Router
FDDI

异步传输模式

ATM 支持作为一种高速基干的局域网或者作为一种广域网数据服务的广域网。到目前为止，ATM 主要被用作一种局域网服务。ATM 位于物理层的上面，可以在任何物理传输上适应和工作，接线器把路由器安置到 ATM 网络中。ATM 适用于传送语音、视频和数据。IP 多路广播可以在 ATM 上实施，帧中继常常在 ATM 上工作。

ATM 可能是被网络行业开发的最复杂的网络。A. Alles 指出 ATM 网络的开发要求软件集中协议基础结构的重叠，他的白皮书叙述了 ATM 网络的重要方面。

这种单元交换和多路传输技术合并了电路交换和包交换的优势。电话公司和计算机通信公司都对它的发展负责。ATM 是 ISDN 主干的关键部分。

ATM 不保证数据的传递，而是依靠端节点提供这个功能。它具有 155mbps 和 622Mbps 的高速度的能力。T3 和更快的通信公司有时可以用它作为极高速的基干。通常，帧中继被计划在 T1 和 T1 以下速度使用，而 ATM 是被计划用于 T3 及 T3 以上速度。

ATM 以 53 字节定长的单元调用为基础。这个 53 字节单元由 48 字节的数据和 5 字节的路径信息组成。这个小的单元长度在对固定比特率信息和可变比特率信息两者的 ATM 支持中是一个重要成分。另外，一个单元相对于其他相关的单元被异步地处理，并且在通过线路多路传输之前被排队。

图 2.9 显示了一个简单的 ATM 网络。

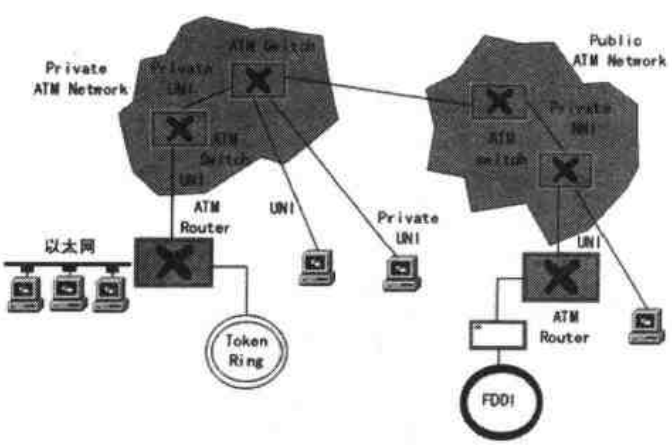


图 2.9　ATM 网络

一个 ATM 网络包含一组以上的 ATM 接线器，它们被两种类型的点对点接口连接：

- 用户网络接口（UNI），把 ATM 端系统，例如主机和路由器，连接到一个接线器。
- 网络节点接口（NNI），连接两个接线器，它是穿过用于交换协议信息的 ATM 接线器的物理的或逻辑的链接。

ATM 是面向连接的，在任何数据传输之前，需要使用 PVC 或 SVC 建立一个连接穿过 ATM 网络。一旦建立了一条电路，协议就选择一条从源到目标的物理路径，并把信息输入到被线器中的一条路径电缆中，见图 2.10。所有的用于这个连接的信息跟随相同的路径到达目标。

ATM 支持这个链接层上的多路广播。Vicki Johnson、Marjory Johnson 和 Ken Miller 说："正在制定的标准的研究计划就是使多路广播组的发送者有能力在它本身和一组已知的接收者之间建立一条点对多点的交换型虚拟电路（SVC），途经 UNI 3.0/3.1 信号传输机制。"使用点对多点的虚拟电路作为多路广播传递树，这个服务将使 IP 多路广播能够在 ATM 上实施。

包交换技术的比较

表 2.6 比较了帧中继、SMDS 和 ATM FDDI 技术的特征。

表 2.6　包交换技术的比较

特征	帧中继	SMDS	ATM
标准源	CCITT 和 ANSI，IEEE802.2	Bellcore	CCITT
速度	56Kbps-25Mbps	155Mbps	155Mbps 也有可能 622Mbps
数据单元大小	可达 4096 字节	可达 9188 字节	刚好 53 字节
服务类型	包交换数据报服务	包交换数据报服务	单元交换服务
传输设施	T1	T3（有时 T3）	T3 以上
多路广播支持	是	是	有计划的
无连接	否	是	否
PVC	是	无效	是
SVC	有计划的	无效	是

来自 Cisco Systems 的技术摘要《Packet Service》提供了一个全面的包交换技术的描述和分析，网址是：http://cio.cisco.com/warp/public/537/4.html。

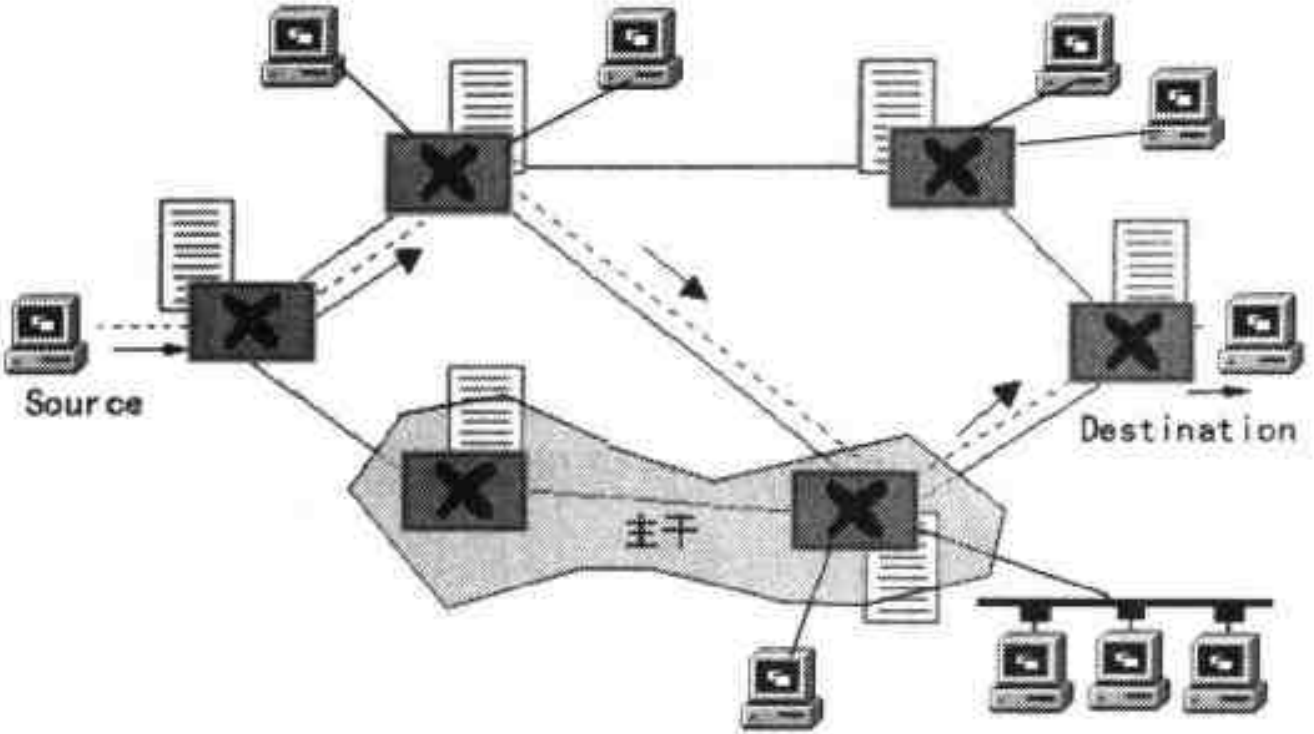


图 2.10　协议选择一条从源到目标的物理路径

ATM 支持这个链接层上的多路广播。Vicki Johnson、Marjory Johnson 和 Ken Miller 说："正在制定的标准的研究计划就是使多路广播组的发送者有能力在它本身和一组已知的接收者之间建立一条点对多点的交换型虚拟电路（SVC），途经 UNI 3.0/3.1 信号传输机制。"使用点对多点的虚拟电路作为多路广播传递树，这个服务将使 IP 多路广播能够在 ATM 上实施。

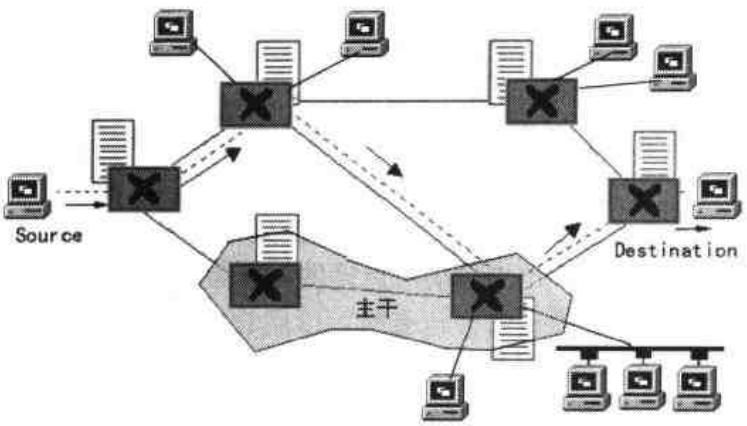


图 2.10　协议选择一条从源到目标的物理路径

包交换技术的比较

表 2.6 比较了帧中继、SMDS 和 ATM FDDI 技术的特征。

表 2.6　包交换技术的比较

特征	帧中继	SMDS	ATM
标准源	CCITT 和 ANSI，IEEE802.2	Bellcore	CCITT
速度	56Kbps-25Mbps	155Mbps	155Mbps 也有可能 622Mbps
数据单元大小	可达 4096 字节	可达 9188 字节	刚好 53 字节
服务类型	包交换数据报服务	包交换数据报服务	单元交换服务
传输设施	T1	T3（有时 T3）	T3 以上
多路广播支持	是	是	有计划的
无连接	否	是	否
PVC	是	无效	是
SVC	有计划的	无效	是

来自 Cisco Systems 的技术摘要《Packet Service》提供了一个全面的包交换技术的描述和分析，网址是：http://cio.cisco.com/warp/public/537/4.html。

2.6　综合业务数字网

ISDN 早在 80 年代中期被提出，是一组 CCITT/ITU 标准，目的在普通铜电话线和其他媒体上得到高速的数字传输。ISDN 是模拟数据和语音数据与数字数据在同一个网络上的综合。

ISDN 对今天的通信的影响将令人瞩目。它可以增强许多新的通信应用系统的优势，包括远程交换、视频会议和高质量无线电传输、远程无线电和远程医疗，以及交互式的出版。而这些只是刚刚开始。

在美国和欧洲的许多地方，来自电话公司的 ISDN 服务可用于家庭和商业用户。这种服务可以是用户 ISDN 或者国家 ISDN。用户 ISDN 把部件和使用过程私有化的服务交给指定的供应商，国家 ISDN 包含的部件和服务符合 Bellcore ISDN 标准，它们不是私有的。在任何一种情况中，用户安装一个 ISDN 适配器代替调制解调器，传输的两个端都必须有适配器。

运作

ISDN 有两种类型的通道：载体通道（B 通道）传送数据、语音和其他服务；而增量通道（D 通道）传送控制和信号传输信息。另外，有两种类型的 ISDN 服务：基础速率接口（BRI）和主要速率接口（PRI）。

BRI 服务包含两个 64Kbps 的 B 通道和一个 16Kbps 的 D 通道。它被计划用来满足单个的用户和小办公室的需要。PRI 服务包括 23 个 64Kbps 的 B 通道和一个 64Kbps 的 D 通道，用于信号传输。在欧洲，PRI 包含 30 个 B 通道加上一个 64Kbps 的 D 通道。

ISDN 调用控制过程，使用信息包中压缩的信息进行启动、监视和释放连接。BRI 服务通过 D 通道调用传递这些信息，PRI 服务调用传递这条信息是通过第 24 通道，在美国这是在 D 通道中。

ISDN 还有两种服务形式：窄带和宽带。

窄带 ISDN

窄带 ISDN 有 1.5Mbps 或小于 1.5Mbps 的传输速度，它提供对服务的支持如表 2.7 所示。

表 2.7　窄带 ISDN 服务

服务	支　持
音频	作为一个商务中心的功能，穿过一条 4 线 ISDN 数字用户线路（DSL）
数据	端对端数字服务在公共的网络上传送数据或视频信息
低速包	通过一条 DSL 上的 D 通道监视 ISDN 连接的管理
高速包	通过 64Kbps 的 B 通道电路交换语音，电路交换数据或者高速信息包服务

宽带 ISDN

宽带 ISDN 有最小 1.54Mbps 的传输速度，通常可达到从 25Mbps 到每秒千兆字节的速度范围。宽带中的速度的产生是由于在网络适当位置上的高质量的数字设备的存在。

宽带 ISDN 服务可以有下面几种形式：

- 帧中继，支持大尺寸的信息包。
- SMDS，为 PVC 提供一个高速数字路径。
- ATM，提供一个高速单元中继用于数据、语音和视频的传递。

用户 ISDN 和国家 ISDN

用户 ISDN 和国家 ISDN 两者的标准都使用 OSI 参考模型。OSI 模型的物理层，第一层，定义了 ISDN 电路的物理属性以及被使用的连接器类型。

Q.921 的建议定义了用于 ISDN 线路的第二层。这个层允许建立程序来维护两个网络部件之间的通信。在这种 ISDN 情况中，两种部件是指 ISDN 终端和接线器。一个 ISDN 终端是在固定的有 ISDN 接线器的通信中。

Q.931 的建议涉及用于 ISDN 的第三层规范。它定义了网络层并且提供了在网络上进行端对端连接的程序。ISDN 建立了电路交换语音和数据连接。包化的信息启动、监视和释放电路交换连接。Q.921 帧中继信息部分的信息调用 ISDN 终端和 ISDN 接线器之间的程序信息。

连接

在这里，有两种类型的信息包连接：PVC 和 SVC。

永久虚拟电路（PVC）是被永久地设计的连接。用于数据发送及操作的地址信息都始终是相同的。连接要做到好像在两个终端之间有一条直接的硬件连接，尽管并不如此。

在一个交换型虚拟电路（SVC）中信息的发送是以话路接话路提供的地址信息为基础的。

如果你想得到更多的 ISDN 方面的信息，请咨询下列网址：
http://www.pacbell.com/products/business/fastrak/networking/isdn/info/isdn-guide/index.html —— Pacific Bell 网址，提供了 ISDN 的入门；
http://www.shiva.com/remote/isdn/net/ ——一篇论文，《ISDN 远程通信网络》，由 Shiva Corporation 的 Walt Mansell 所作，有关于 ISDN 技术的全面说明；
http://alumni.caltech.edu:80/~dank/isdn/——ISDN 最好的 Internet 资源之一。

第 3 章

多路广播中 ATM 的作用

这一章提供了对于 ATM 技术和支持 ATM 的 IP 协议的更深入的讨论，以及对于掌握在 ATM 中使用 IP，尤其是 IP 中的语音（VoIP）的特点（以及限制），这样一个非常重要的话题。北卡罗莱纳州立大学（North Carolina State University）的高级技术发展所副主任 Phillp Emer 对此作出了贡献。我们感谢他在 ATM 主题及其应用方面所作的贡献和渊博的知识。

如果想了解关于这个主题方面的更多的信息请与 Phil 联络，他的 E-mail 地址是phil@ncstate.net。

3.1　ATM 服务和支持

如图 3.1 中所示，是 ATM 的分层方法，强调许多层和子层之间的交互作用，以及服务数据单元进出分层堆栈的经过。这个方法说明了 ATM 软件和硬件怎样一起组成一个 ATM 的节点。

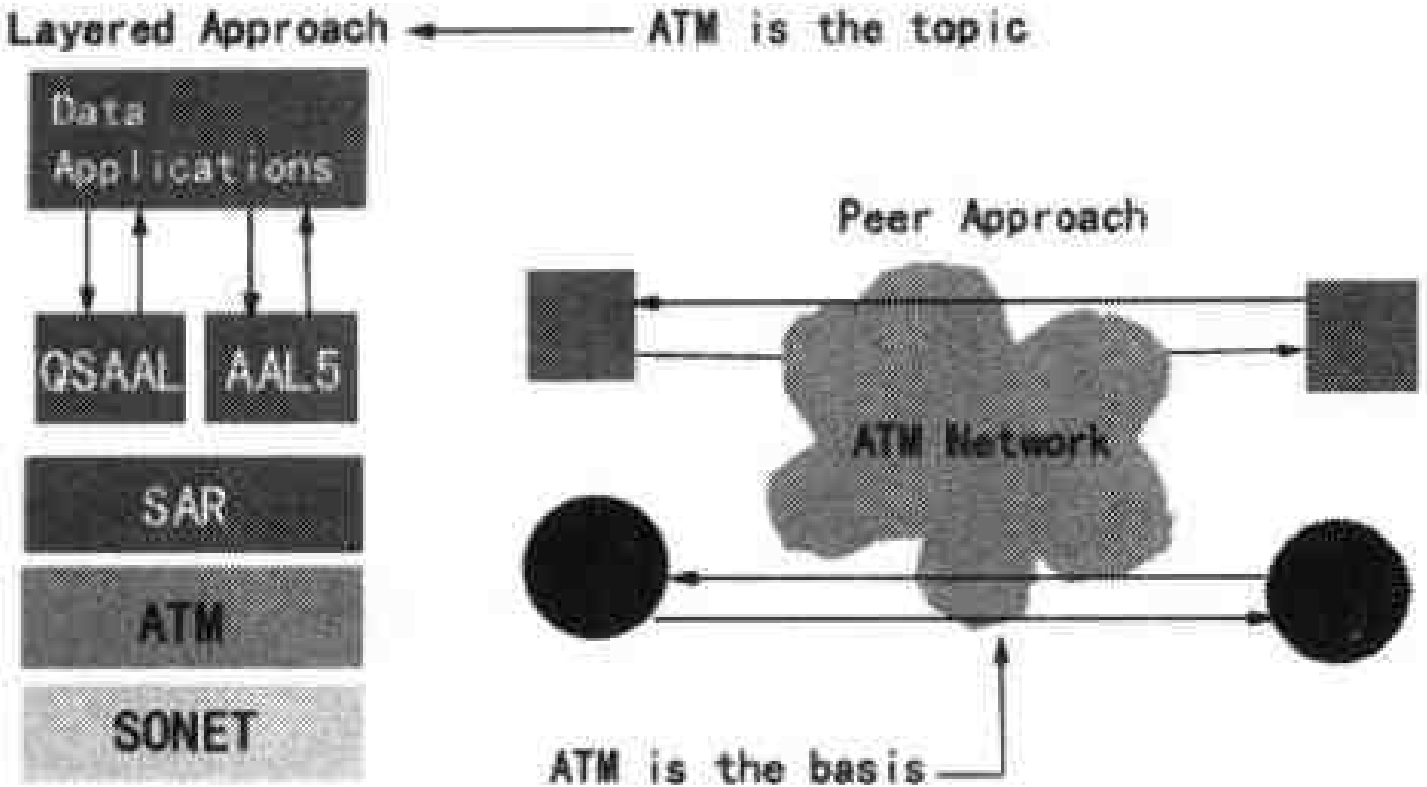
图 3.1　ATM 的描述

描写 ATM 的同级的方法提出了 ATM 设备之间的对等工作，强调 ATM 的硬件和软件提供的功能，以及这些功能怎样相互作用支持一个 ATM 网络。如图 3.2 所示，ATM 的主要特征与 ATM 网络设计者和 ATM 的同级方法有直接关系，大体上有：

- ATM 是面向连接的，是点对点的。
- 它们提供综合服务——语音、视频、数据。
- 它们支持服务质量（QoS）。
- 它们提高到千兆比特速度。
- 它们使用 20 位字节编址。

面向连接支持

图 3.3 表示面向连接的系统（POTS、ISDN、X.25、TCP、ATM）怎样在一组通信


Layered Approach
ATM is the topic
Data
Applications
QSAAL
AAL5
SAR
ATM
SONET
Peer Approach
ATM Network
ATM is the basis

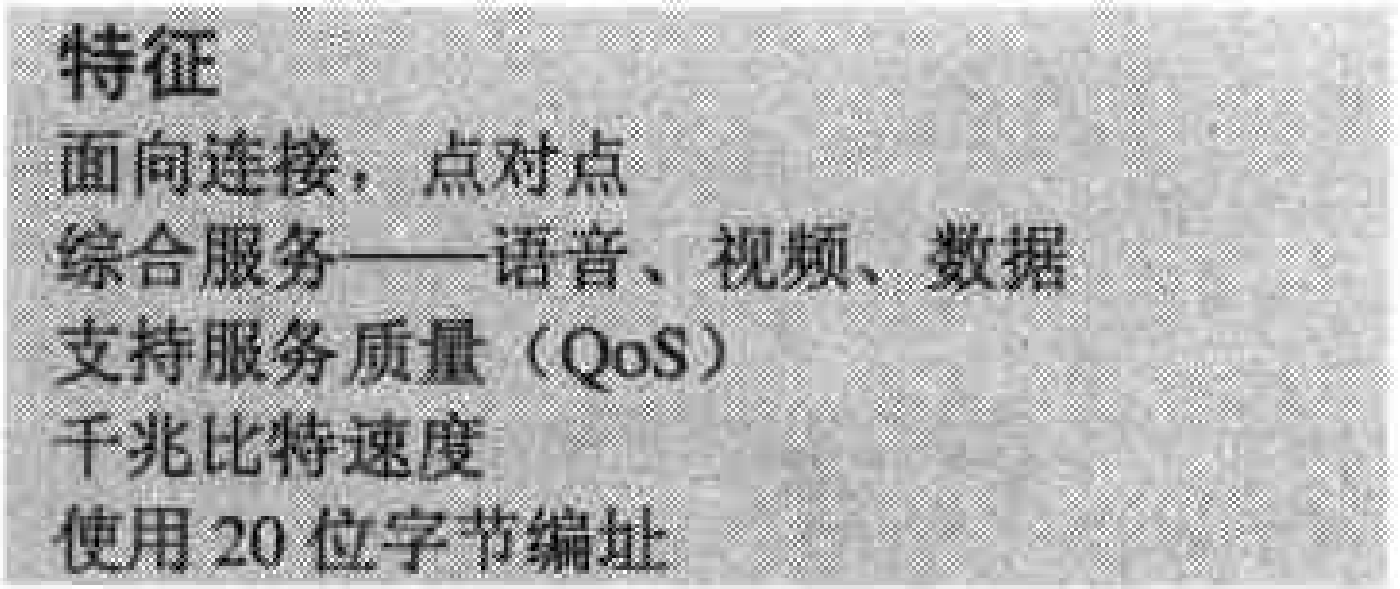


图 3.2　相应的 ATM 的特征

如果想了解关于这个主题方面的更多的信息请与 Phil 联络，他的 E-mail 地址是phil@ncstate.net。

3.1　ATM 服务和支持

如图 3.1 中所示，是 ATM 的分层方法，强调许多层和子层之间的交互作用，以及服务数据单元进出分层堆栈的经过。这个方法说明了 ATM 软件和硬件怎样一起组成一个 ATM 的节点。

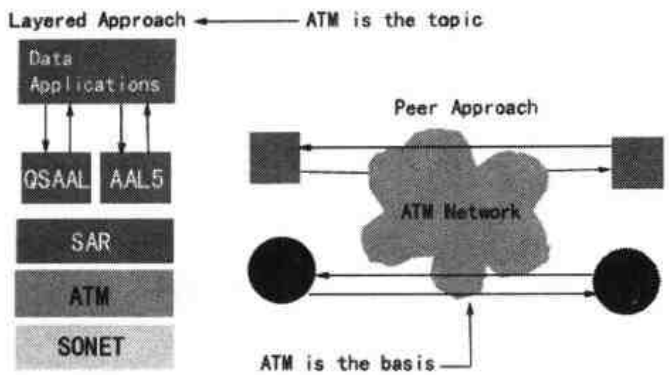


图 3.1　ATM 的描述

描写 ATM 的同级的方法提出了 ATM 设备之间的对等工作，强调 ATM 的硬件和软件提供的功能，以及这些功能怎样相互作用支持一个 ATM 网络。如图 3.2 所示，ATM 的主要特征与 ATM 网络设计者和 ATM 的同级方法有直接关系，大体上有：

- ATM 是面向连接的，是点对点的。
- 它们提供综合服务——语音、视频、数据。
- 它们支持服务质量（QoS）。
- 它们提高到千兆比特速度。
- 它们使用 20 位字节编址。

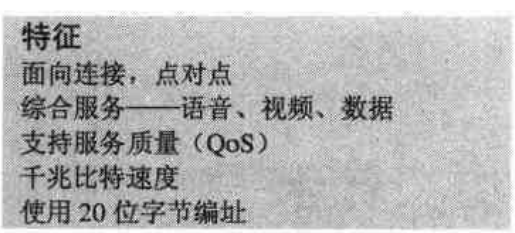


图 3.2　相应的 ATM 的特征

面向连接支持

图 3.3 表示面向连接的系统（POTS、ISDN、X.25、TCP、ATM）怎样在一组通信

系统之间建立连接。在电话系统中连接是用一个物理专用链接；而在 ATM 中，连接是一个虚拟链接（电路），特征是一系列必须传递到电路用户的服务（例如，一个用于解压缩 ATM 上的语音的恒定比特率服务）。

图 3.3　面向连接的 ATM 系统的一种设计

面向连接的系统支持一组用于数据传输的协议和另一组用于建立连接的协议（例如 SS7、Q2931）。端系统用通过一个预定义的控制通道（电路）发送信息给网络的方法来要求网络建立连接。一旦网络按照要求建立了一个数据通道（电路），数据就通过通道向前发送。连接可以由一个网络管理员建立作为 PVC，或者可以由系统软件动态的建立作为 SVC。

综合服务支持

由于 ATM 在宽带 ISDN 上的快速发展，综合服务支持也开始计划实施。不过，因为需要支持三种不同的网络通信类型，许多技术都必须进行折衷。如图 3.4 中所列，这种折衷的结果就是 ATM 最理想地支持语音、视频和数据的组合，而不仅是个别的服务。

图 3.4　ATM 支持组合服务

语音支持

在 ATM 网络中，语音通过电路仿真、电路交换或作为数据得到支持。电路仿真是支持 T1 形式的广域网电路的一条移植的路径，如图 3.5 所示。一般说来，许多语音电路被映射为一条单独的 ATM PVC。在增强带宽效率的同时，也应该增加语音压缩、网络回声取消和噪声抑制结构。语音最佳支持应该是把传统的 64Kbps 语音电路动态地映射为 ATM 电路（SVC）。

面向连接

系统在一个控制通道上发送连接启动报文

连接报文可以是静态的（PVC）或者是动态的（SVC）

然后数据在数据通道上传播

图 2.4 ATM 支持组合服务

系统之间建立连接。在电话系统中连接是用一个物理专用链接；而在 ATM 中，连接是一个虚拟链接（电路），特征是一系列必须传递到电路用户的服务（例如，一个用于解压缩 ATM 上的语音的恒定比特率服务）。

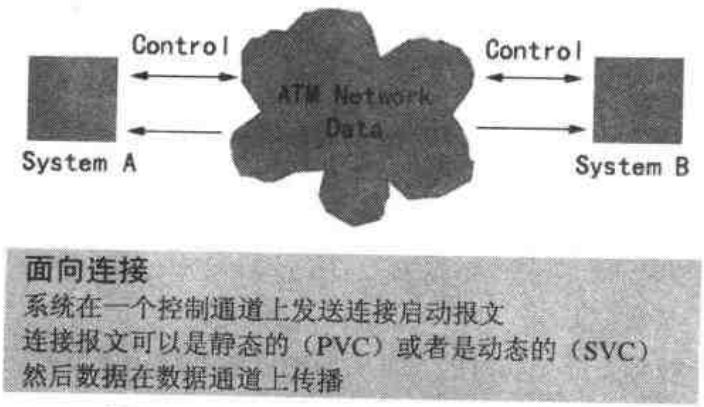


图 3.3　面向连接的 ATM 系统的一种设计

面向连接的系统支持一组用于数据传输的协议和另一组用于建立连接的协议（例如 SS7、Q2931）。端系统用通过一个预定义的控制通道（电路）发送信息给网络的方法来要求网络建立连接。一旦网络按照要求建立了一个数据通道（电路），数据就通过通道向前发送。连接可以由一个网络管理员建立作为 PVC，或者可以由系统软件动态的建立作为 SVC。

综合服务支持

由于 ATM 在宽带 ISDN 上的快速发展，综合服务支持也开始计划实施。不过，因为需要支持三种不同的网络通信类型，许多技术都必须进行折衷。如图 3.4 中所列，这种折衷的结果就是 ATM 最理想地支持语音、视频和数据的组合，而不仅是个别的服务。

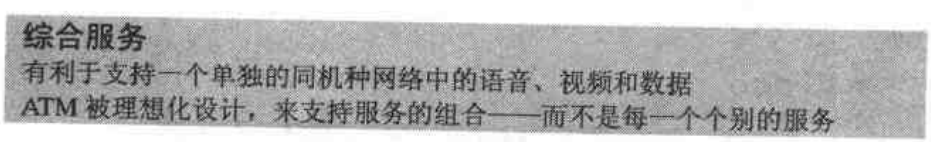


图 3.4　ATM 支持组合服务

语音支持

在 ATM 网络中，语音通过电路仿真、电路交换或作为数据得到支持。电路仿真是支持 T1 形式的广域网电路的一条移植的路径，如图 3.5 所示。一般说来，许多语音电路被映射为一条单独的 ATM PVC。在增强带宽效率的同时，也应该增加语音压缩、网络回声取消和噪声抑制结构。语音最佳支持应该是把传统的 64Kbps 语音电路动态地映射为 ATM 电路（SVC）。

图 3.5　语音的最佳支持

在 IP 平台上，语音也可以作为数据得到支持。在这里提供的一些编码、压缩和回声取消技术与电路仿真中的一样。

视频支持

图 3.6 显示了视频怎样受实时的、非实时的或者数据上的支持。实时视频应用系统包括视频会议和实况视频广播。实时视频的支持征集 ATM 网络上的精确的延迟的需求（实际上是精确的延迟变化或不稳定的信号的需求）。

图 3.6　ATM 支持视频作为实时的和非实时的

非实时视频应用系统，例如视频请求，使用应用层技术（缓冲）来说明 ATM 网络中运送过程中遇到的不稳定的延迟。因此，ATM 网络不需要负责保证低延迟变化需求（至少是不用像在实时情况中那样严格地负责）。

不过，通过 ATM 的视频比视频更复杂一些，因为视频终端实际上是音频/可视的终端。也就是说，语音和视频是相关的，必须保持同步。图 3.7 举例说明一个简单的宽带（ATM）视频终端（在 ITU 专业术语中的 H.310）。

图 3.7　举例说明一个简单的宽带（ATM）视频终端

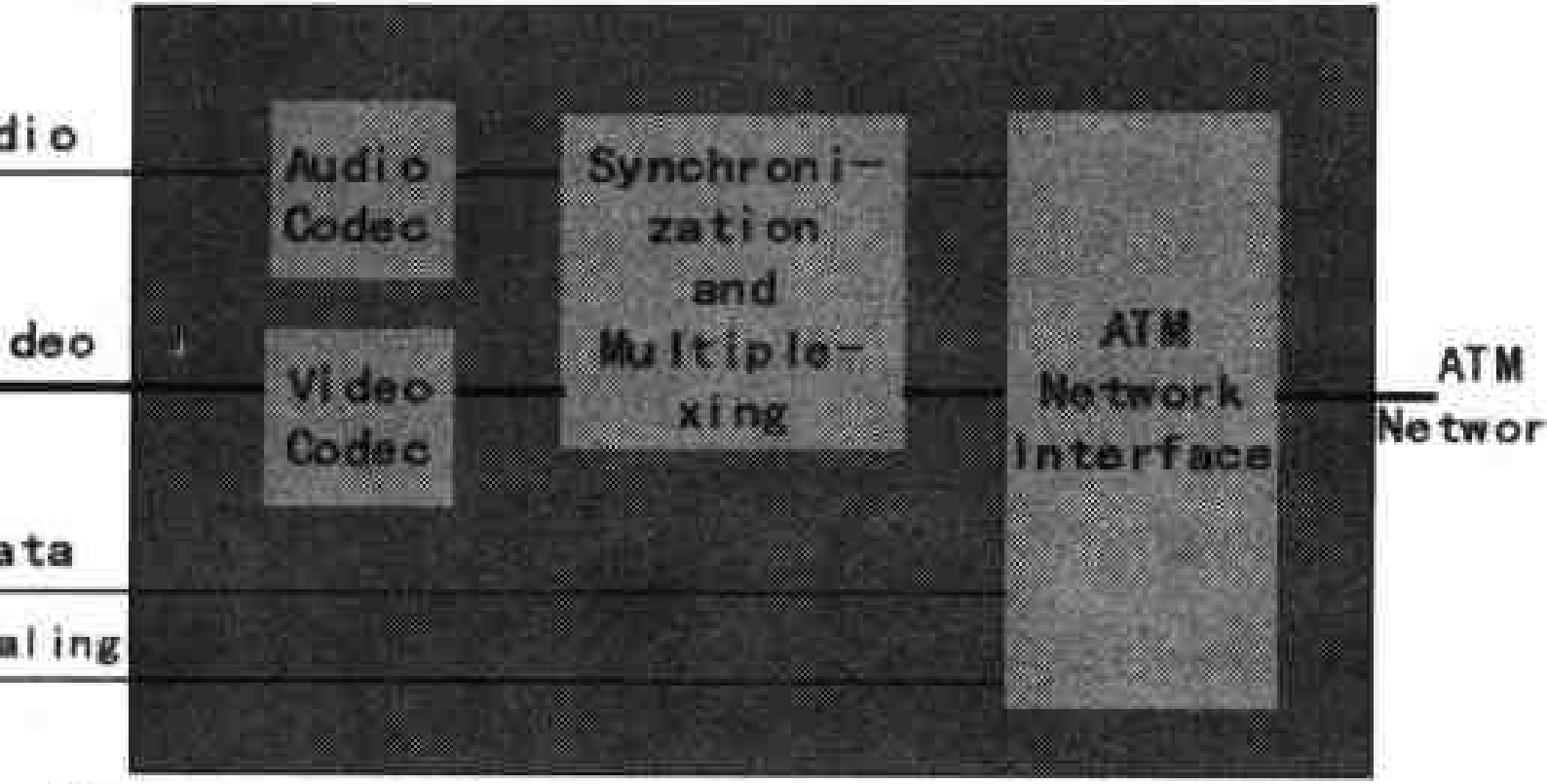
语音
电路仿真：许多语音电路被映射为一条单独的 ATM 电路（PVC）
未压缩的：64Kbps
压 缩 的：8-32Kbps
-ADPCM，CELP，LD-CELP
-ITU—G.721，G.728，G.729
电路交换：语音电路直接映射为 ATM 电路
作为数据：IP 上的语音

图 3.5 语音的最佳支持

视频
实时的：像在视频会议或实况电视中一样与时间相关
非实时的：像在录像或请求式视频中一样的与时间不相关
作为数据：ITU H.323，基于 IP 的视频会议

图 2.6 ATM 支持视频作为实时的和非实时的

Broadband Video Terminal



* ITU Audio Codec Standards: G.711, GJ.722, G.728

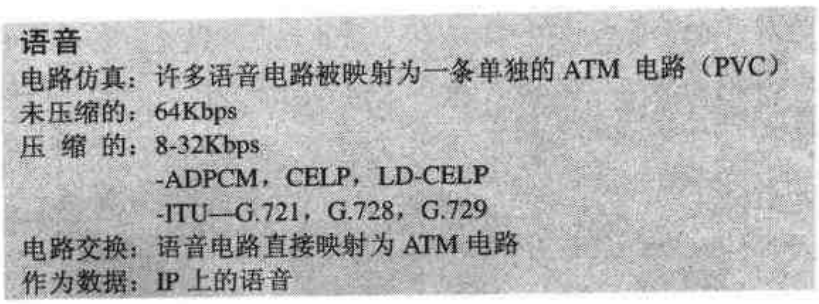


图 3.5　语音的最佳支持

在 IP 平台上，语音也可以作为数据得到支持。在这里提供的一些编码、压缩和回声取消技术与电路仿真中的一样。

视频支持

图 3.6 显示了视频怎样受实时的、非实时的或者数据上的支持。实时视频应用系统包括视频会议和实况视频广播。实时视频的支持征集 ATM 网络上的精确的延迟的需求（实际上是精确的延迟变化或不稳定的信号的需求）。

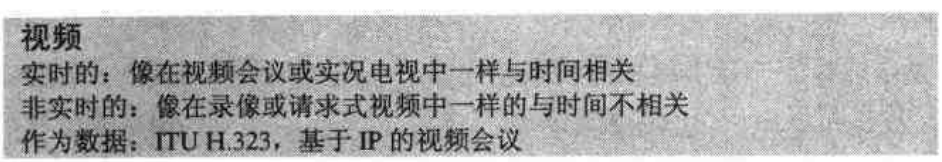


图 3.6　ATM 支持视频作为实时的和非实时的

非实时视频应用系统，例如视频请求，使用应用层技术（缓冲）来说明 ATM 网络中运送过程中遇到的不稳定的延迟。因此，ATM 网络不需要负责保证低延迟变化需求（至少是不用像在实时情况中那样严格地负责）。

不过，通过 ATM 的视频比视频更复杂一些，因为视频终端实际上是音频/可视的终端。也就是说，语音和视频是相关的，必须保持同步。图 3.7 举例说明一个简单的宽带（ATM）视频终端（在 ITU 专业术语中的 H.310）。

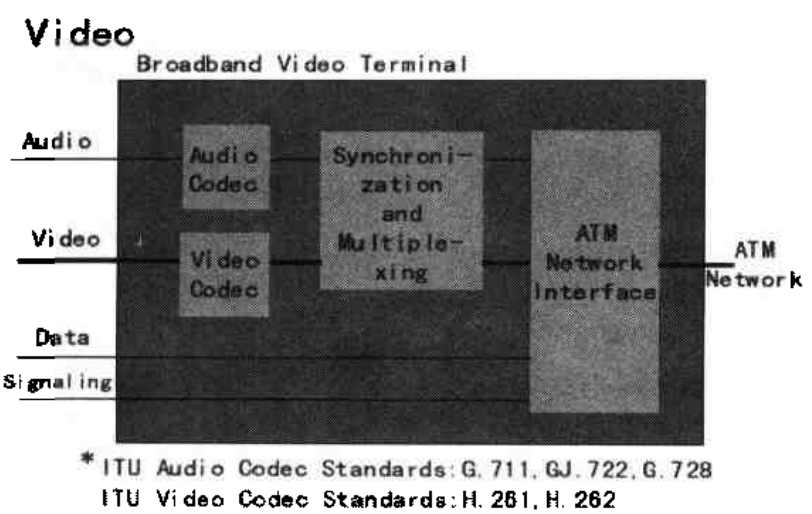


图 3.7　举例说明一个简单的宽带（ATM）视频终端

数据支持

图 3.8 显示了数据如何得到支持，有多个级别：局域网、IP、多协议以及本机。

图 3.8　ATM 的数据支持

支持 ATM 中的数据的思想就是当数据应用系统被连接到平台、操作系统（OS）、应用系统接口（API）以及协议组（例如 IP、IPX、Appletalk）之后需要一条移植的路径。如图 3.9 所示：

- 首先，围绕低层的 API 被增加到设备驱动器——从现成的应用系统和协议（用户）中隐藏 ATM 的结果；
- 然后，低层和较高层 API 被增强用来合并软件垫片功能并对现在堆栈体现出 ATM 功能；
- 最后，一个新的栈和新的数据应用系统出现，所有 ATM 均可识别。

Data

服务质量支持

正如图 3.10 概要所示，AYM 支持服务质量。使它具有端对端综合服务支持的能力和保证连接的性能以及服务分类（队列），包括：

- 恒定比特率（CBR）
- 可变比特率（VBR）——实时的和不实时的
- 未定比特率（UBR）

数据
局域网：支持 NOS 应用程序
IP：支持 IP 应用程序
多协议：支持所有的应用程序
本机：改写应用程序去利用 QoS 并说明信号

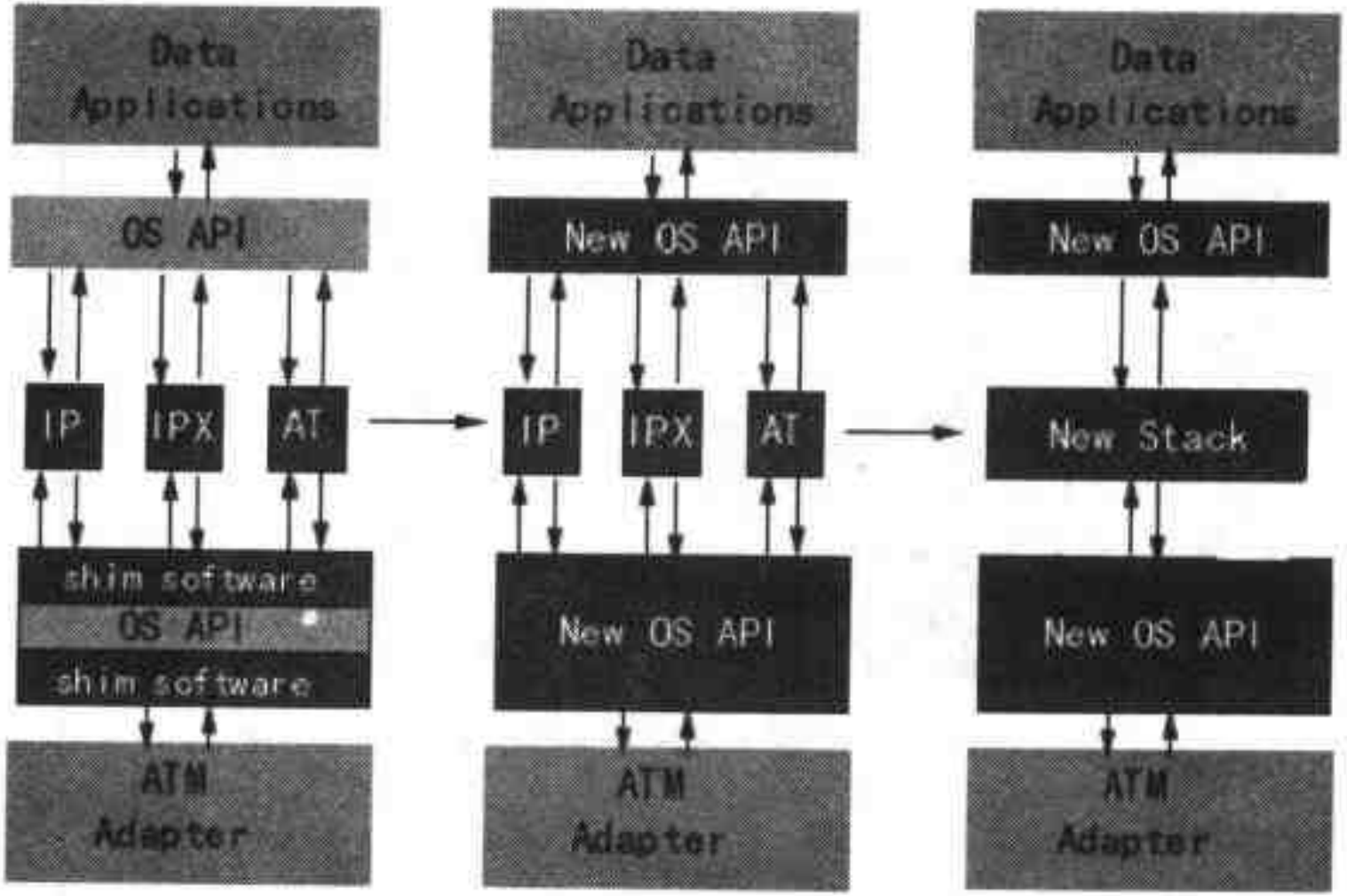


图 3.9　ATM 中的数据支持需要一条移植的路径

数据支持

图 3.8 显示了数据如何得到支持，有多个级别：局域网、IP、多协议以及本机。

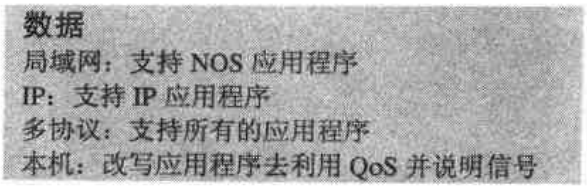


图 3.8　ATM 的数据支持

支持 ATM 中的数据的思想就是当数据应用系统被连接到平台、操作系统（OS）、应用系统接口（API）以及协议组（例如 IP、IPX、Appletalk）之后需要一条移植的路径。如图 3.9 所示：

- 首先，围绕低层的 API 被增加到设备驱动器——从现成的应用系统和协议（用户）中隐藏 ATM 的结果；
- 然后，低层和较高层 API 被增强用来合并软件垫片功能并对现在堆栈体现出 ATM 功能；
- 最后，一个新的栈和新的数据应用系统出现，所有 ATM 均可识别。

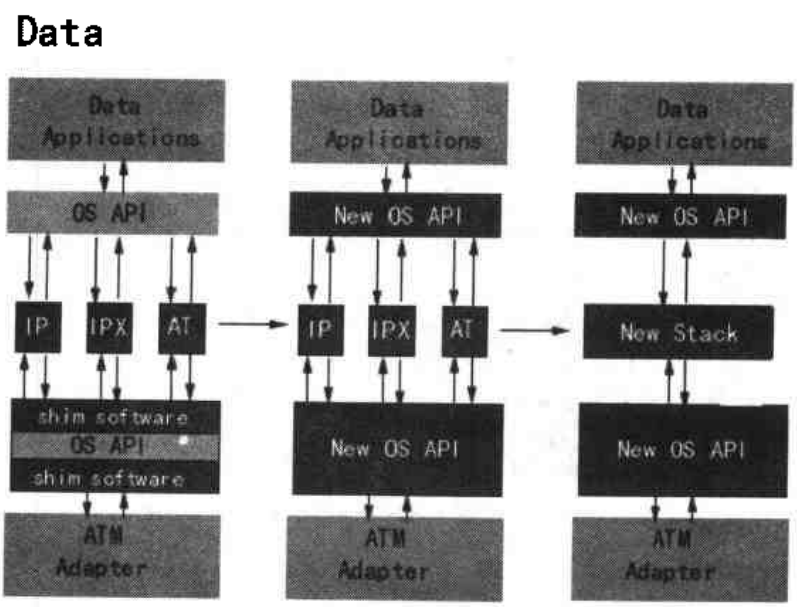


图 3.9　ATM 中的数据支持需要一条移植的路径

服务质量支持

正如图 3.10 概要所示，AYM 支持服务质量。使它具有端对端综合服务支持的能力和保证连接的性能以及服务分类（队列），包括：

- 恒定比特率（CBR）
- 可变比特率（VBR）——实时的和不实时的
- 未定比特率（UBR）

· 可用比特率（ABR）

ATM 技术还可以提高到千兆比特速度（如图 3.11 和图 3.12 所示的概要）。ATM 使用 20 位编址。如图 3.13 所示：

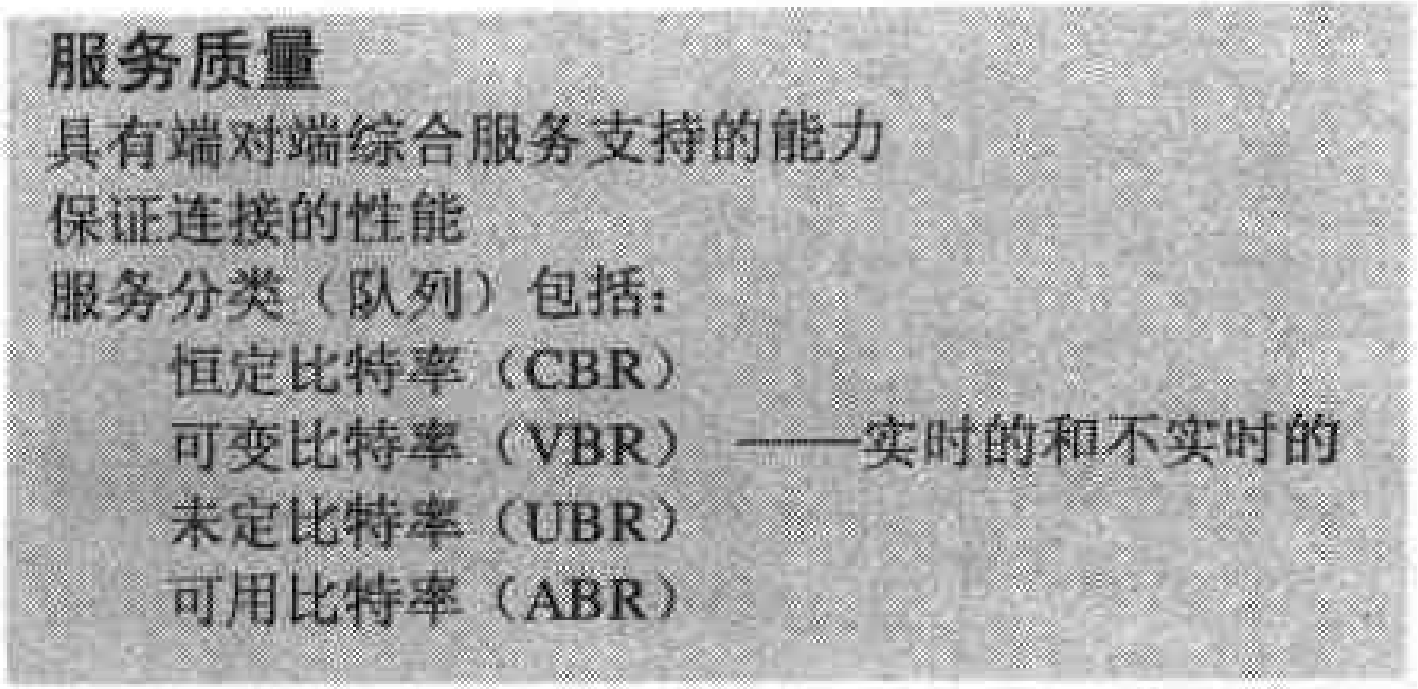


图 3.10　ATM 服务质量（QoS）支持

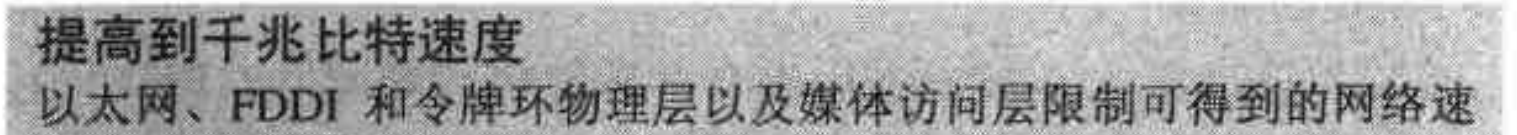


图 3.11 ATM 技术支持千兆比特速度

接口速度

SONET 物理层

155Mbps（OC3）——基干、服务器

622Mbps（OC12）——基干

铜（UTP）物理层

10Mbps——桌面*

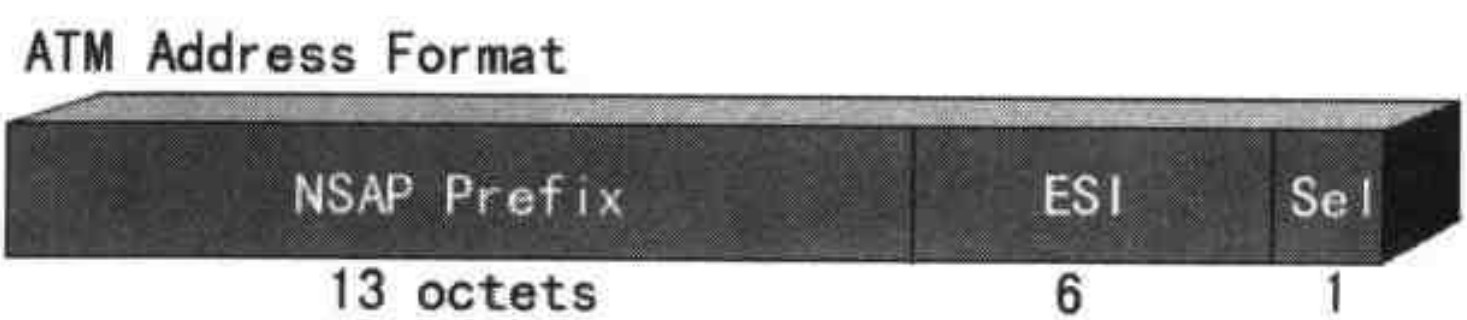
25Mbps——桌面

51Mbps（OC1）——住宅

155Mbps（OC3）——工作站、服务器

*以太网 ATM——aka、帧单元（CIF）

图 3.12　ATM QoS 支持



ATM 地址格式

网络服务访问点（NASP）前缀标识一个 ATM 网络

端系统标识符（ESI）标识在一个 ATM 网络上的一个设备

选择器(*Sel*)允许有一个单独的 ATM 接口的一个设备有多个 ATM 地址

图 3.13　ATM 地址格式

· 可用比特率（ABR）

服务质量
具有端对端综合服务支持的能力
保证连接的性能
服务分类（队列）包括：
　恒定比特率（CBR）
　可变比特率（VBR）——实时的和不实时的
　未定比特率（UBR）
　可用比特率（ABR）

图 3.10　ATM 服务质量（QoS）支持

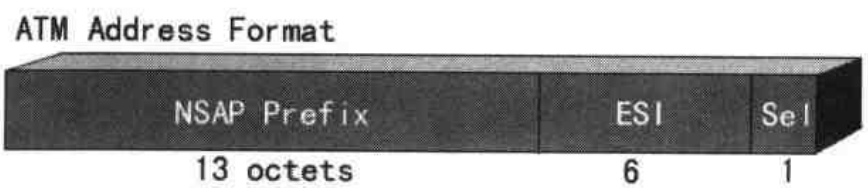
ATM 技术还可以提高到千兆比特速度（如图 3.11 和图 3.12 所示的概要）。ATM 使用 20 位编址。如图 3.13 所示：

提高到千兆比特速度
以太网、FDDI 和令牌环物理层以及媒体访问层限制可得到的网络速度、大小和距离
没有 TR 和 FDDI 的新的发展
千兆比特以太网使用一种不同的物理层并且被 CSMA/CD 约束距离

图 3.11　ATM 技术支持千兆比特速度

接口速度
SONET 物理层
　155Mbps（OC3）——基干、服务器
　622Mbps（OC12）——基干
铜（UTP）物理层
　10Mbps——桌面*
　25Mbps——桌面
　51Mbps（OC1）——住宅
　155Mbps（OC3）——工作站、服务器
*以太网 ATM——aka、帧单元（CIF）

图 3.12　ATM QoS 支持



ATM 地址格式
网络服务访问点（NASP）前缀标识一个 ATM 网络
端系统标识符（ESI）标识在一个 ATM 网络上的一个设备
选择器(*Sel*)允许有一个单独的 ATM 接口的一个设备有多个 ATM 地址

图 3.13　ATM 地址格式

·网络服务访问点（NSAP）标识一个 ATM 网络。

·端系统标识符（ESI）标识一个 ATM 网络上的设备。

·选择器允许有一个单独的 ATM 接口的一个设备有多个 ATM 地址。

ATM 网络编址与 Novell Netware 网络编址相似。在其中，端系统的一个地址分为两部分，网络的和本地的，如图 3.14 所示。这是一个非常好的特性，特别是在分析和检修网络的时候。因为 ATM 地址由网络部分和本地部分构成，一个有不良行为的用户根据他的 ATM 地址可以非常容易被追捕到。

ATM Address Format

IP 编址方案完全不同于本地（局域网）地址方案。因此，仅仅知道 IP 地址不足以孤立一个有不良行为的客户（客户的本地地址必须要知道）。

图 3.15 显示一个 ATM 地址可以被表示成一种特别像一个 IP 地址的命名格式。注意 ATM 设备名称将使用与 IP 主机使用的网络域名服务程序（DNS），将 20 字节本地地址映射为一个名称。

Hierarchical ATM Addressing

| ACC-atm | .ncstate | .rnid | .scoreboard |

IDP	initial domain part	RD	routing domain
DFI	domain format indicator	LOG	local identifier(s)
ORG	organization identifier	ESI	endsystem identifier
R	reserved		

图 3.15　ATM 地址的体系

就像用于 IP 地址的情况一样，在适当的地方有一个程序让网络管理员申请惟一的网络名称和地址空间。在 ATM 的情况中，在美国有多个注册机构，从它们那里可以申请 ATM 代码点，例如美国国家标准及技术研究所（NIST）和美国国家标准协会（ANSI）。基本上，ANSI 或 NIST 都设计了一个 3 组 8 位字节机构标识符（ORG）代码点。这个

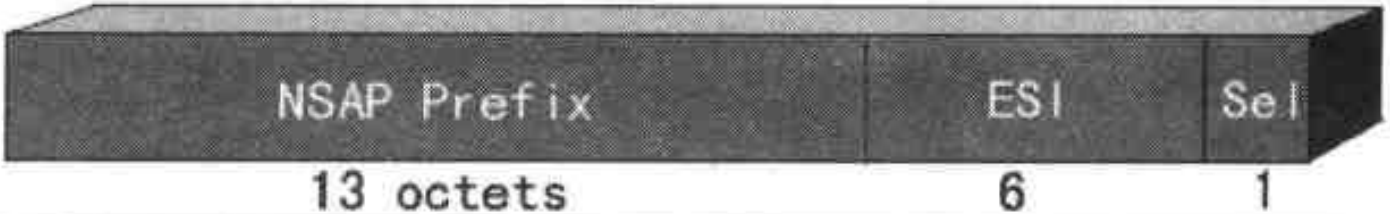
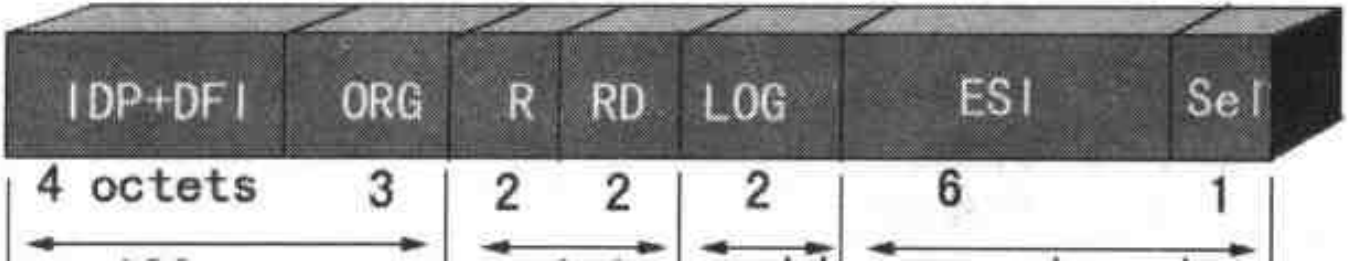


图 3.14　与 Novell Netware 网络编址相似的 ATM 网络编址


IDP+DFI
ORG
R
RD
LOG
ESI
Sel
4 octets
3
2
2
2
6
1

· 网络服务访问点（NSAP）标识一个 ATM 网络。
· 端系统标识符（ESI）标识一个 ATM 网络上的设备。
· 选择器允许有一个单独的 ATM 接口的一个设备有多个 ATM 地址。

ATM 网络编址与 Novell Netware 网络编址相似。在其中，端系统的一个地址分为两部分，网络的和本地的，如图 3.14 所示。这是一个非常好的特性，特别是在分析和检修网络的时候。因为 ATM 地址由网络部分和本地部分构成，一个有不良行为的用户根据他的 ATM 地址可以非常容易被追捕到。

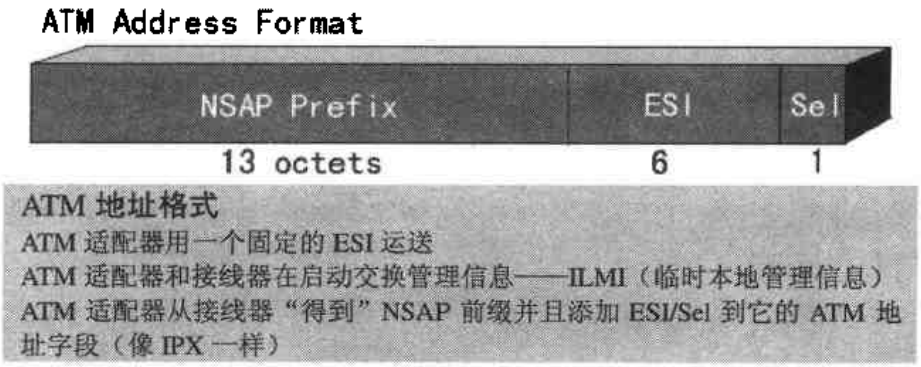


图 3.14　与 Novell Netware 网络编址相似的 ATM 网络编址

IP 编址方案完全不同于本地（局域网）地址方案。因此，仅仅知道 IP 地址不足以孤立一个有不良行为的客户（客户的本地地址必须要知道）。

图 3.15 显示一个 ATM 地址可以被表示成一种特别像一个 IP 地址的命名格式。注意 ATM 设备名称将使用与 IP 主机使用的网络域名服务程序（DNS），将 20 字节本地地址映射为一个名称。

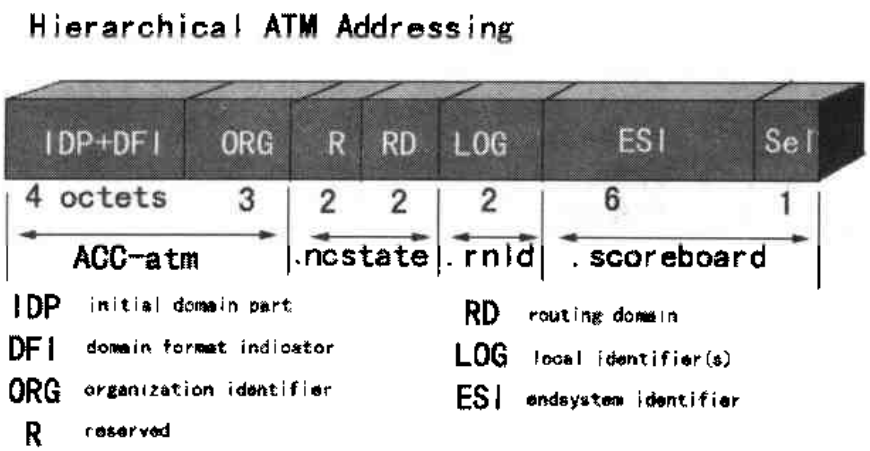


图 3.15　ATM 地址的体系

就像用于 IP 地址的情况一样，在适当的地方有一个程序让网络管理员申请惟一的网络名称和地址空间。在 ATM 的情况中，在美国有多个注册机构，从它们那里可以申请 ATM 代码点，例如美国国家标准及技术研究所（NIST）和美国国家标准协会（ANSI）。基本上，ANSI 或 NIST 都设计了一个 3 组 8 位字节机构标识符（ORG）代码点。这个

ORG 字段跟在 4 组 8 位字节识别位后面。这个识别位用来标识国家和注册机构（例如 ANSI）。一旦一个机构获得一个 ORG 值，ATM 地址的 7 组最有意义的 8 位字节将惟一地标识机构的 ATM 网络。然后机构就负责保持在 ATM 地址中的 ATM 网络部分中的 6 组 8 位字节的编码。记住，ATM 地址中意义最小的 7 组 8 位字节只有本地的（客户）意义，它与 ATM 客户设备相联系。

3.2 总　　结

正如我们在图 3.16 中所看到的，ATM 是灵活的，提供综合的服务；ATM 是可伸缩的，具有 SONET 传输的能力和 20 位字节编址的能力。另外，ATM 是可以实现的。

图 3.16　ATM 技术优势总结

3.3 ATM 网络

在 ATM 网络的发展过程中，采用了几种模型。图 3.17 概括了主要的模型：端对端、桌面、校园网、广域网和通信公司。

图 3.17　ATM 网络的主要模型

端对端 ATM 模型

在这一章前面我们提到了 ATM 的一个有关的特征就是它支持综合服务，ATM 能够支持语音、视频和数据，包括在校园网中，在广域网中，在通信公司中，以及在驻留访问网络中。如图 3.18 和图 3.19 所示。

总结

ATM 是灵活的——综合的服务

ATM 是可伸缩的——SONET 传输，20 位字节编址

ATM 是可以实现的

图 2.16 ATM 技术优势总结

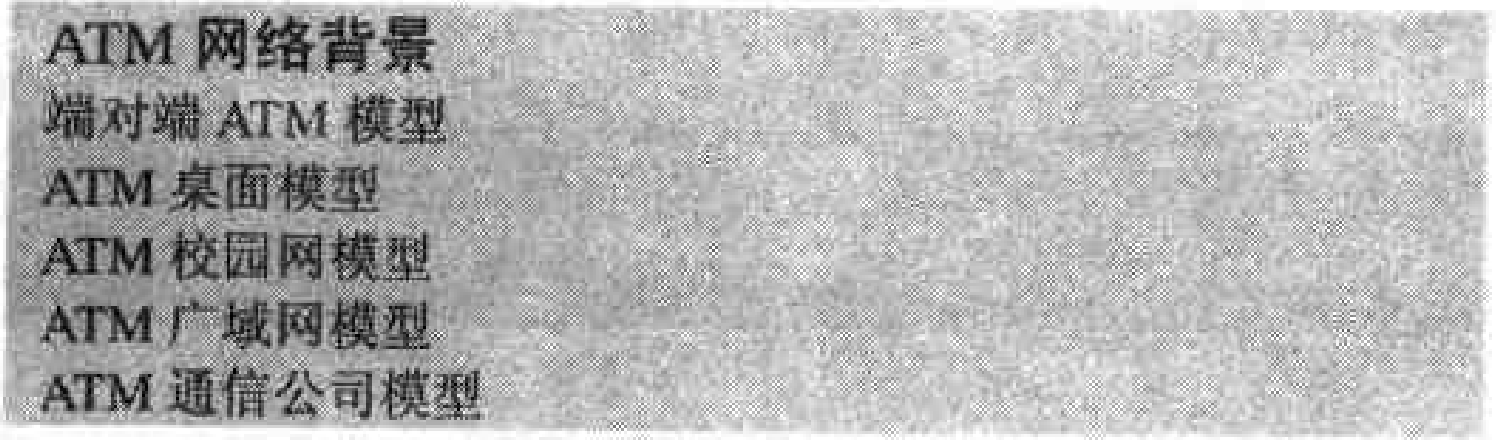


图 3.13 ATM 网络的主要模型

ORG 字段跟在 4 组 8 位字节识别位后面。这个识别位用来标识国家和注册机构（例如 ANSI）。一旦一个机构获得一个 ORG 值，ATM 地址的 7 组最有意义的 8 位字节将惟一地标识机构的 ATM 网络。然后机构就负责保持在 ATM 地址中的 ATM 网络部分中的 6 组 8 位字节的编码。记住，ATM 地址中意义最小的 7 组 8 位字节只有本地的（客户）意义，它与 ATM 客户设备相联系。

3.2 总　　结

正如我们在图 3.16 中所看到的，ATM 是灵活的，提供综合的服务；ATM 是可伸缩的，具有 SONET 传输的能力和 20 位字节编址的能力。另外，ATM 是可以实现的。

图 3.16　ATM 技术优势总结

3.3 ATM 网络

在 ATM 网络的发展过程中，采用了几种模型。图 3.17 概括了主要的模型：端对端、桌面、校园网、广域网和通信公司。

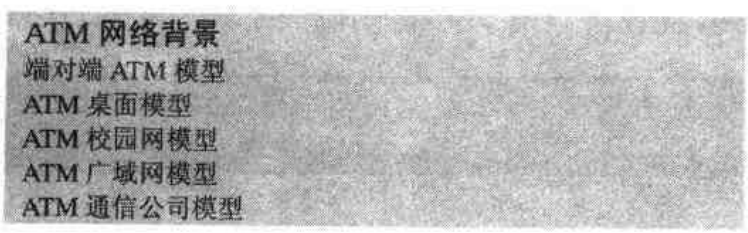


图 3.17　ATM 网络的主要模型

端对端 ATM 模型

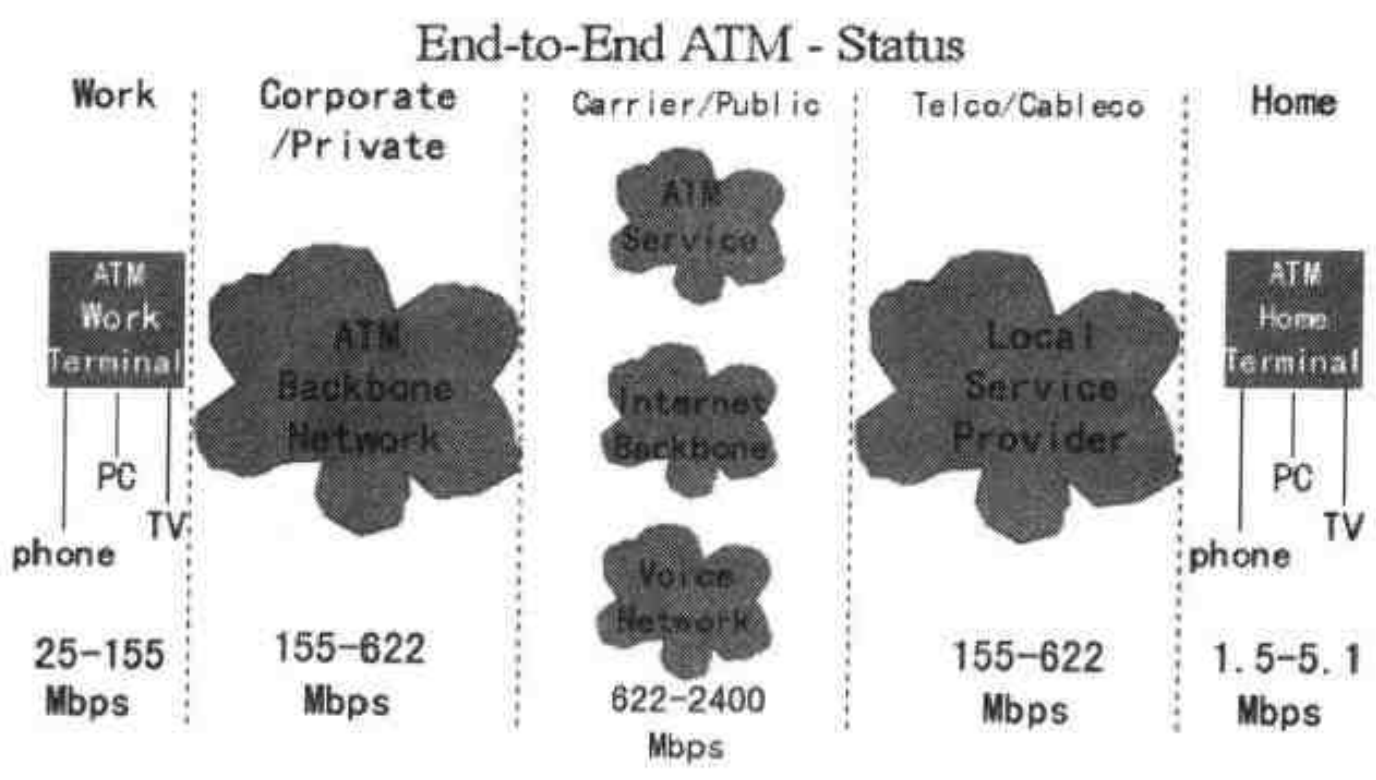
在这一章前面我们提到了 ATM 的一个有关的特征就是它支持综合服务，ATM 能够支持语音、视频和数据，包括在校园网中，在广域网中，在通信公司中，以及在驻留访问网络中。如图 3.18 和图 3.19 所示。

图 3.18　端对端 ATM 模型

图 3.19　端对端 ATM 模型的应用系统的轮廓

图 3.20　ATM 在校园网、广域网和 Internet 基干中得到实施

当前 ATM 在校园网、广域网和 Internet 基干中得到实施。正如图 3.20、图 3.21 表示的一样，它立即提供端对端 ATM 的状况。在驻留访问环境（电缆调制解调器和 ADSL）中已经有一些基于 ATM 的试验——商业服务可能即将铺开，主要用于 Internet 的访问。


End-to-End ATM - Status
Work
Corporate /Private
Carrier/Public
Telco/Cableco
Home
ATM Work Terminal
PC
TV
phone
25-155 Mbps
ATM Backbone Network
155-622 Mbps
ATM Service
Internet Backbone
Voice Network
622-2400 Mbps
Local Service Provider
155-622 Mbps
ATM Home Terminal
PC
TV
phone
1.5-5.1 Mbps

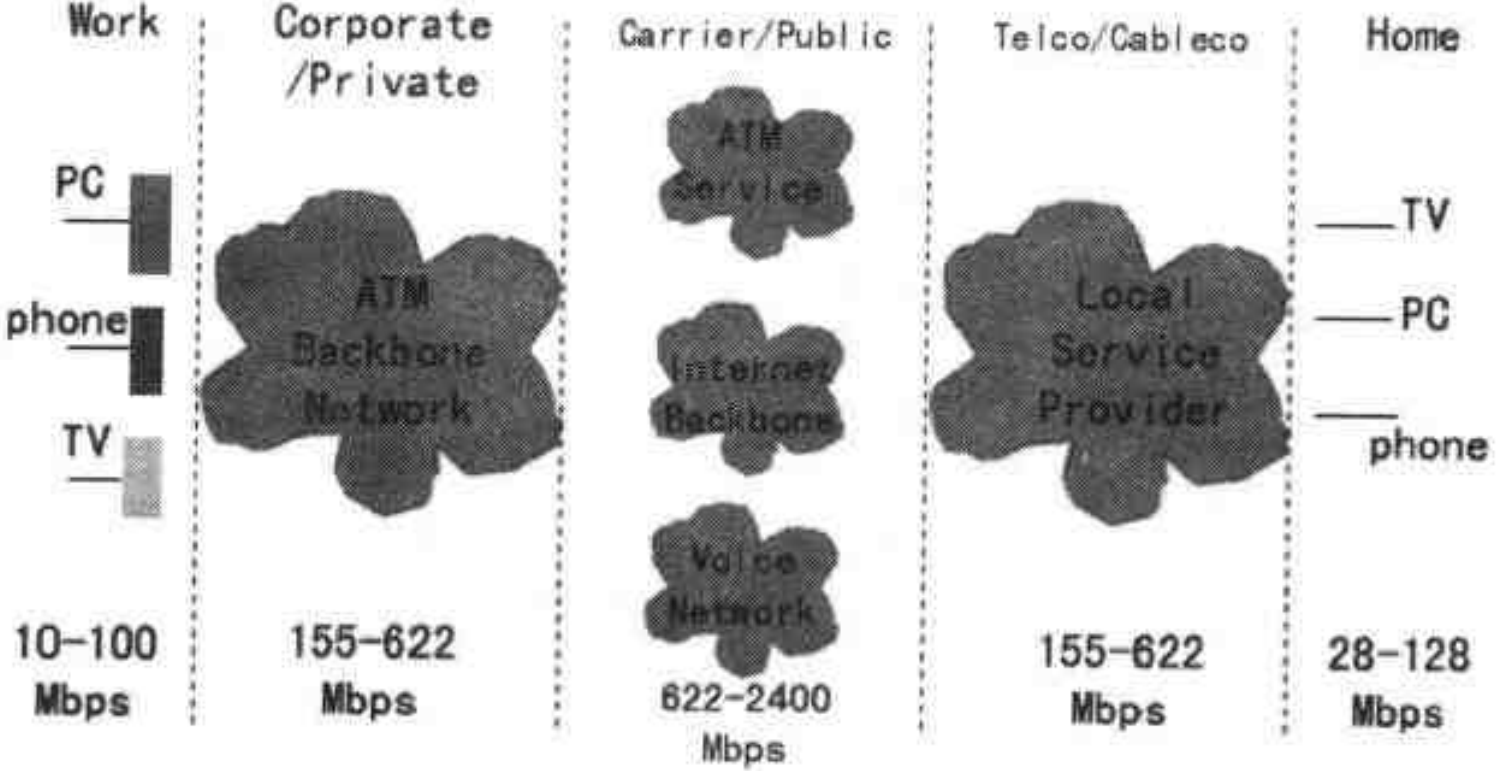
端对端 ATM 模型

ATM 位于公共网络和专用网络的中心

ATM 上的语音、视频和数据报流程在到用户的一路上都是综合的

ATM 电路终止在 PC、置顶盒、“家庭终端”设备等端点中

End-to-End ATM - Status



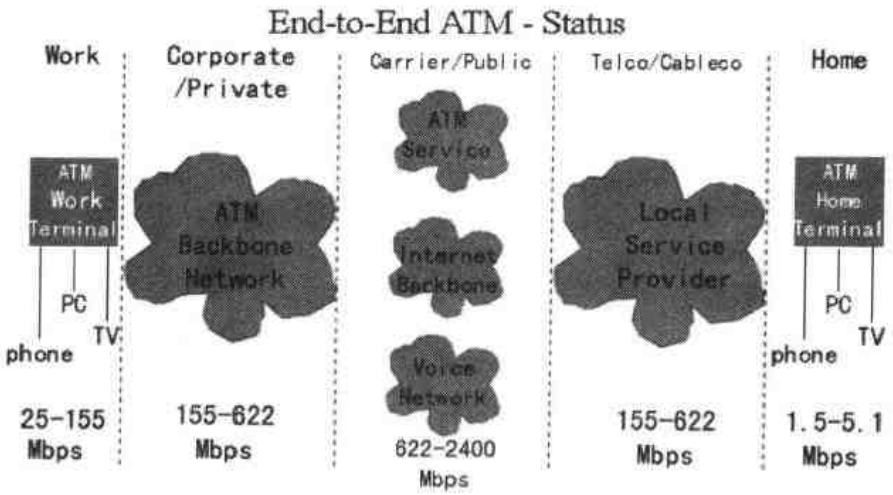


图 3.18　端对端 ATM 模型

端对端 ATM 模型
ATM 位于公共网络和专用网络的中心
ATM 上的语音、视频和数据报流程在到用户的一路上都是综合的
ATM 电路终止在 PC、置顶盒、“家庭终端”设备等端点中

图 3.19　端对端 ATM 模型的应用系统的轮廓

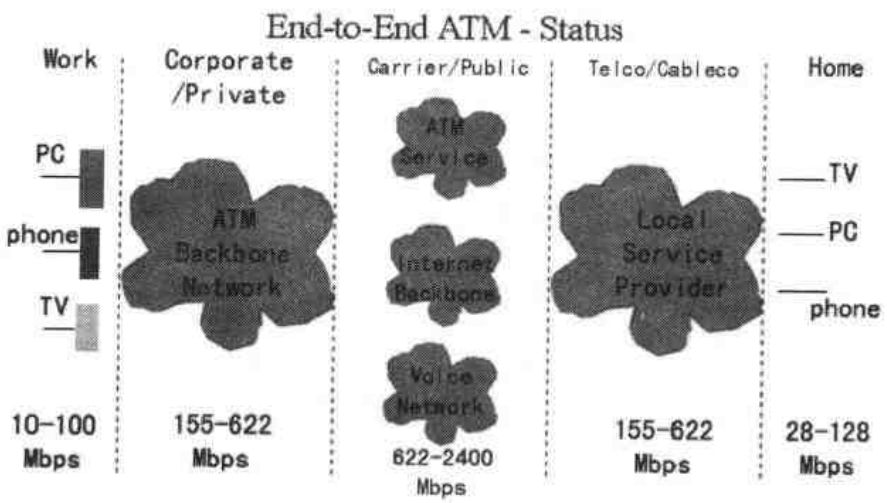


图 3.20　ATM 在校园网、广域网和 Internet 基干中得到实施

当前 ATM 在校园网、广域网和 Internet 基干中得到实施。正如图 3.20、图 3.21 表示的一样，它立即提供端对端 ATM 的状况。在驻留访问环境（电缆调制解调器和 ADSL）中已经有一些基于 ATM 的试验——商业服务可能即将铺开，主要用于 Internet 的访问。

图 3.21　端对端 ATM 的状况

ATM 桌面模型

在 ATM 桌面模型中，如图 3.22 中所表示的一样，工作组接线器取代以太网网络集线器，类型 3 或 5 的电缆线路被用来给局域网仿真提供移植路径，老的应用系统正在被改写以便利用服务质量。这样就使高质量的视频和语音能够加入数据中。图 3.23 显示了 ATM 桌面模型实施的状况。

校园网基干模型

校园网基干模型是在基干中使用 ATM 交换代替 FDDI，视频和语音网络移植到 ATM，就好像数据网络被压平一样。因为由交换型虚拟电路支配，VLAN 避免了布线的需要。图 3.24 提供了关于这些应用的轮廓，图 3.25 显示了它们实施的状况。

端对端 ATM 的状况
ATM 位于公共网络和专用网络的中心
ATM 上的语音、视频和数据流程在网络的中心是综合的
ATM 电路终止在 ATM 匹配设备，例如路由器以及编解码器中

桌面模型

工作组接线器取代以太网网络集线器
类型 3 或 5 的电缆线路
局域网仿真提供一条移植路径
老的应用程序被改写来利用 QoS
高质量的视频和语音加入数据

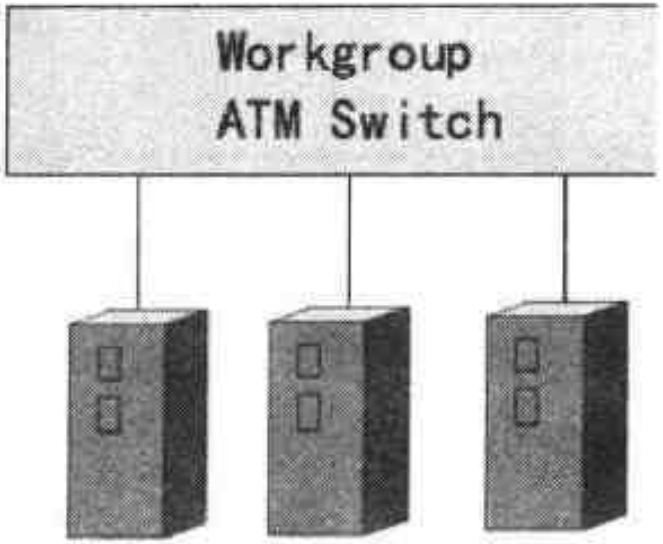


图 3.22　ATM 桌面模型

桌面模型状况

以太网接线器代替以太网网络集线器
类型 3 或 5 的电缆线路
局域网仿真是一种 VLAN 解法
没有应用程序被改写来利用 QoS
视频和语音就是数据

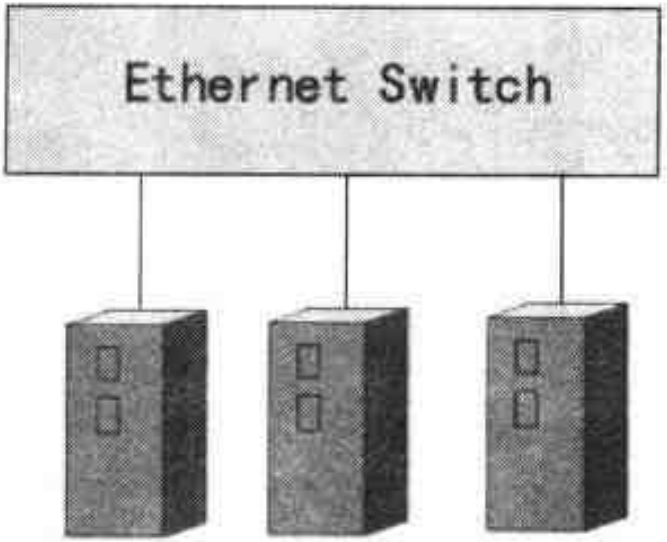


图 3.23　ATM 桌面模型实施的状况

端对端 ATM 的状况
ATM 位于公共网络和专用网络的中心
ATM 上的语音、视频和数据流程在网络的中心是综合的
ATM 电路终止在 ATM 匹配设备，例如路由器以及编解码器中

图 3.21　端对端 ATM 的状况

ATM 桌面模型

在 ATM 桌面模型中，如图 3.22 中所表示的一样，工作组接线器取代以太网网络集线器，类型 3 或 5 的电缆线路被用来给局域网仿真提供移植路径，老的应用系统正在被改写以便利用服务质量。这样就使高质量的视频和语音能够加入数据中。图 3.23 显示了 ATM 桌面模型实施的状况。

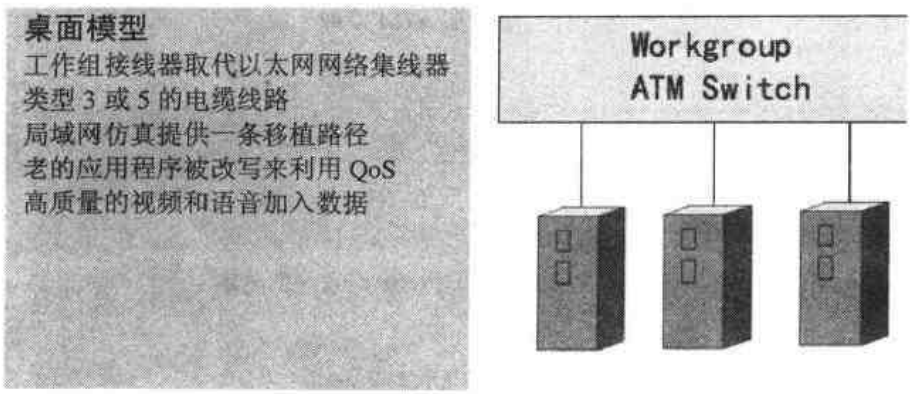


图 3.22　ATM 桌面模型

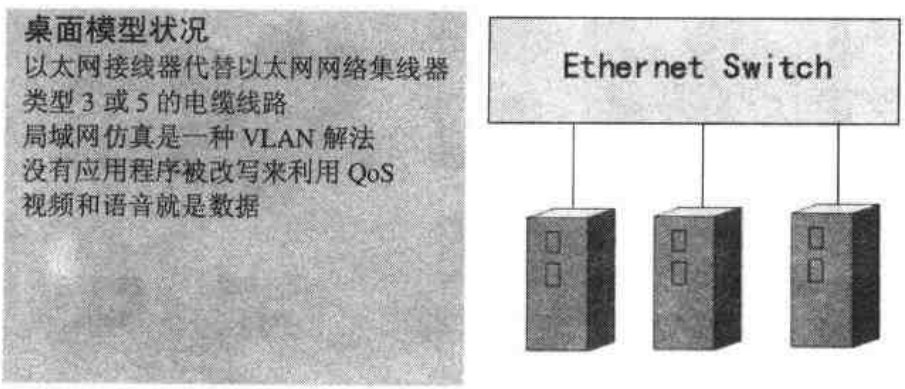


图 3.23　ATM 桌面模型实施的状况

校园网基干模型

校园网基干模型是在基干中使用 ATM 交换代替 FDDI，视频和语音网络移植到 ATM，就好像数据网络被压平一样。因为由交换型虚拟电路支配，VLAN 避免了布线的需要。图 3.24 提供了关于这些应用的轮廓，图 3.25 显示了它们实施的状况。

广域网模型

在广域网模型中，如图 3.26 所示，基本思路就是用 ATM 边缘接线器代替 TDM 类型多路传输器。这些边缘接线器支持到 ATM 的局域网数据通信量和 PBX 语音通信量的转变。

图 3.26　ATM 广域网模型

在这里的计划就是使用同样的广域网链接来传送语音和数据——由于 QoS 和在 ATM 中基于广域网（BW）内在的管理能力，ATM 将允许以高得多的利用来运行这些链接。

校园网基干模型

ATM 交换代替基干中的 FDDI
视频和语音网络移植到 ATM
数据网络被压平
VLAN 避免布线的需要
交换型虚拟电路支配

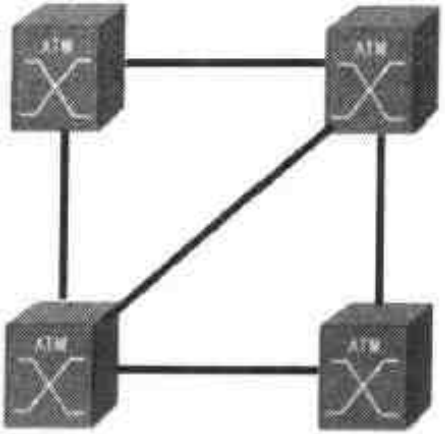


图 3.24　ATM 校园网基干模型

校园网基干模型的状况

ATM 交换是 FDDI 的惟一选择
视频和语音像数据一样在 IP 上移动
数据网络是相同的
VLAN 提供在平直网络中的广播控制
交换型虚拟电路支配（性能）

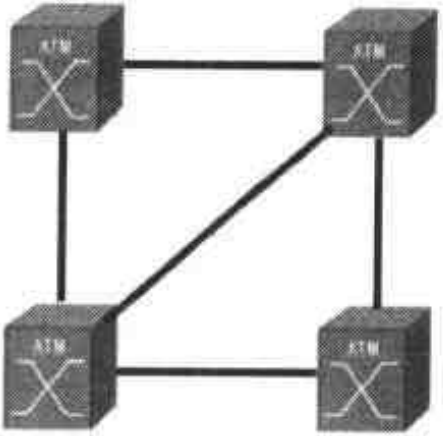


图 3.25　ATM 校园网基干模型的状况

广域网模型

ATM 边缘接线器代替 TDM 多路传输器

ATM BW 管理允许语音和数据共享链接

结果是每月的广域网链接成本的显著减少

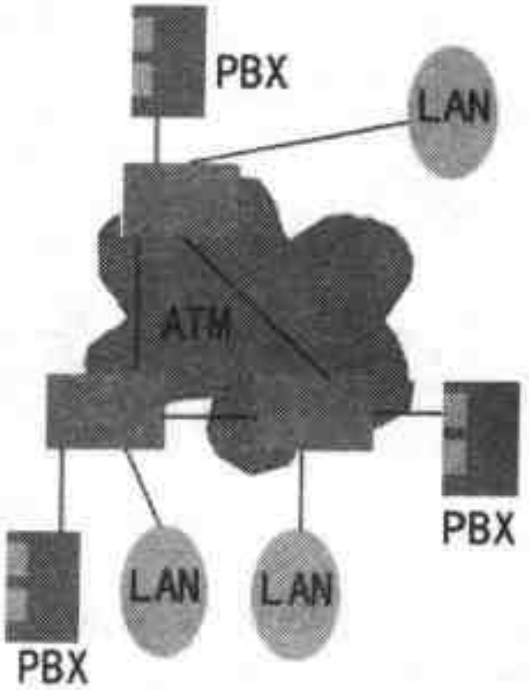


图 2.26 ATM 广域网模型

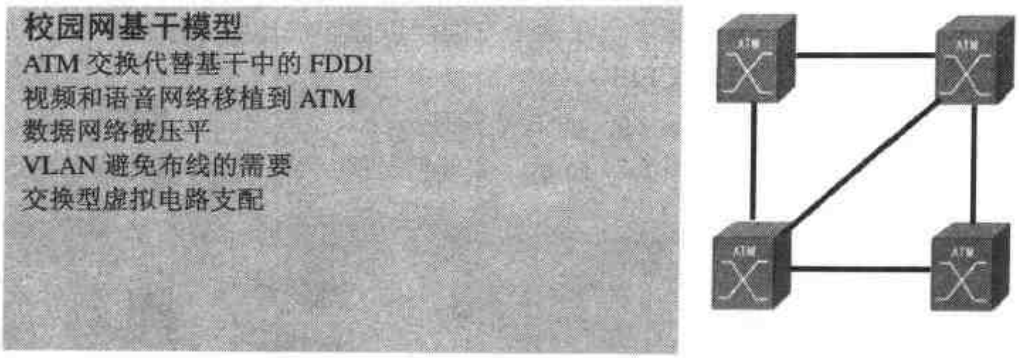


图 3.24　ATM 校园网基干模型

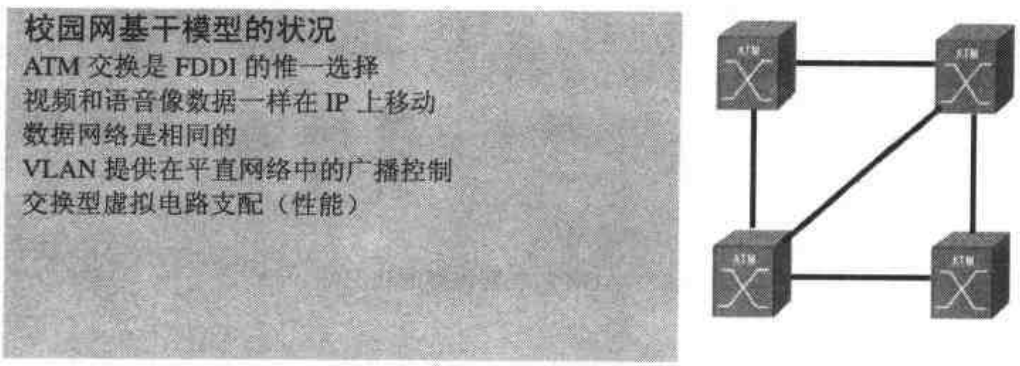


图 3.25　ATM 校园网基干模型的状况

广域网模型

在广域网模型中，如图 3.26 所示，基本思路就是用 ATM 边缘接线器代替 TDM 类型多路传输器。这些边缘接线器支持到 ATM 的局域网数据通信量和 PBX 语音通信量的转变。

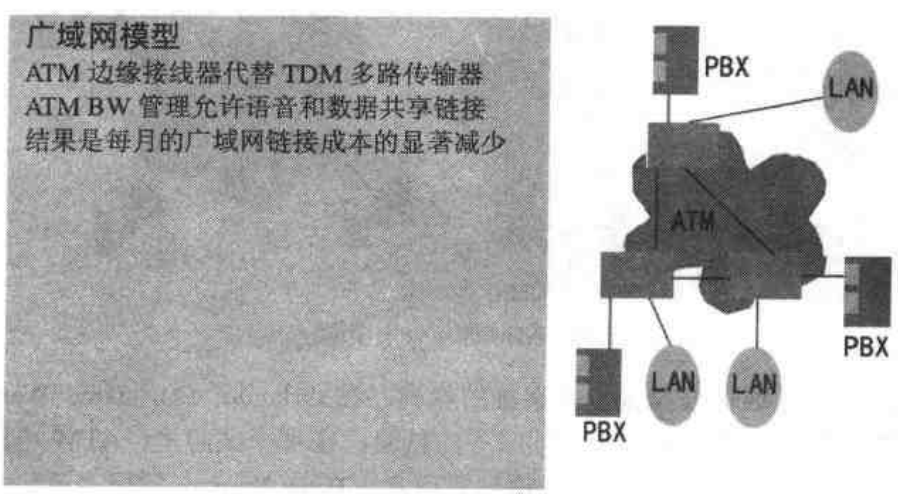


图 3.26　ATM 广域网模型

在这里的计划就是使用同样的广域网链接来传送语音和数据——由于 QoS 和在 ATM 中基干广域网（BW）内在的管理能力，ATM 将允许以高得多的利用来运行这些链接。

在这种情况中，语音的 ATM 转变表现在两个方面：以恒定的比特率解压，以及以可变的比特率压缩（例如，ADPCM，CELP）。

广域网管理员习惯于“越过下标”的 BW 管理方法。在这个地方转变到 ATM 需要离开低效率的 BW 管理方法，如图 3.27 所示，像任何范例一样，移动它将会占用时间。

图 3.27　ATM 广域网模型的状况

ATM 通信公司模型

图 3.28 显示了通信公司模型中的语音怎样意味着转换语音电路作为 ATM 电路，不像广域网 ATM 语音方案，它可以在一个单独的 ATM 电路上转换许多语音电路。

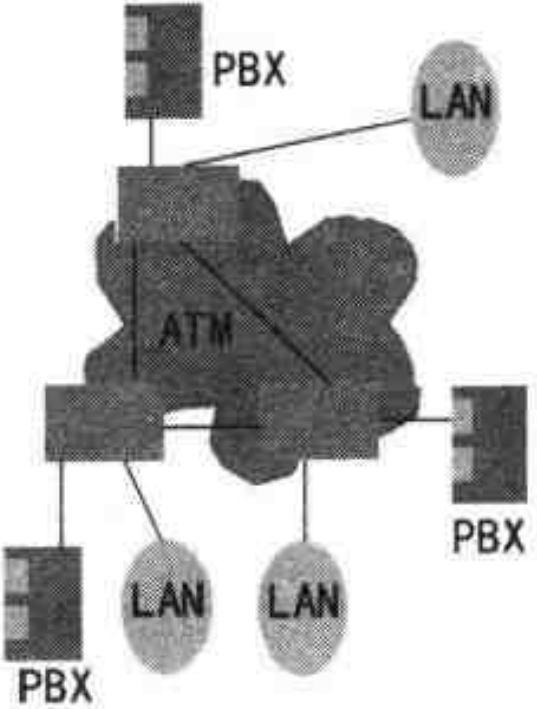
图 3.29 表示 ATM 通信公司模型中实施的状况。在 Orlando, FL，Time Warner 实施了一个基于 ATM 的交互式的请求式视频服务的试验。在那个试验里，ATM 电路终止于一个置顶盒——ATM 把 MPEG2 视频传输到置顶盒。Time Warner 发现在通信公司网络中使用 ATM 交换以及在视频传输时使用 MPEG2 效果更好。另外一点也可能比较重要，他发现用户不愿意花足够的钱用于交互式电视来证明这种系统的大规模实施的合理性。因此，通信公司、电话公司以及电缆公司集中在一起给家庭提供基于 Internet 的交互式

广域网模型的状况

ATM 边缘接线器代替 TDM 多路传输器

ATM BW 管理是网络管理的一种新的范例

结果是谨慎的采用



ATM 通信公司模型

转换语音电路

作为一种新的 POTS 基础结构服务

ATM 通信公司网络服务运输压缩的视频

- 请求式视频
- 视频会议
- 远程教育

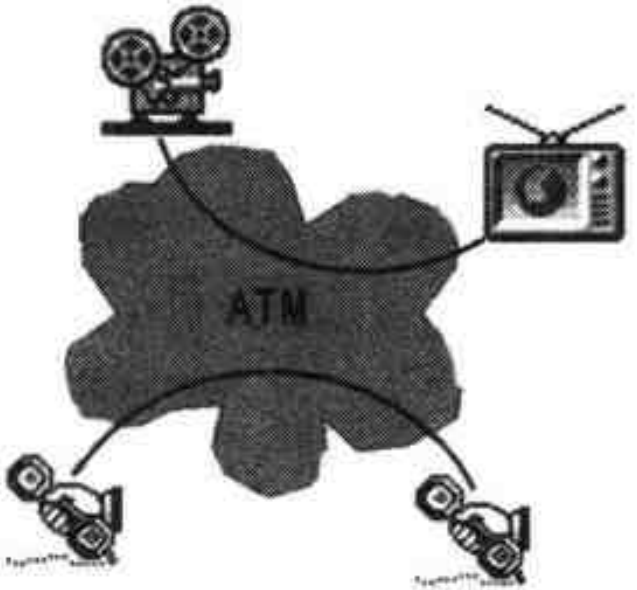


图 3.28　ATM 通信公司模型

在这种情况中，语音的 ATM 转变表现在两个方面：以恒定的比特率解压，以及以可变的比特率压缩（例如，ADPCM，CELP）。

广域网管理员习惯于“越过下标”的 BW 管理方法。在这个地方转变到 ATM 需要离开低效率的 BW 管理方法，如图 3.27 所示，像任何范例一样，移动它将会占用时间。

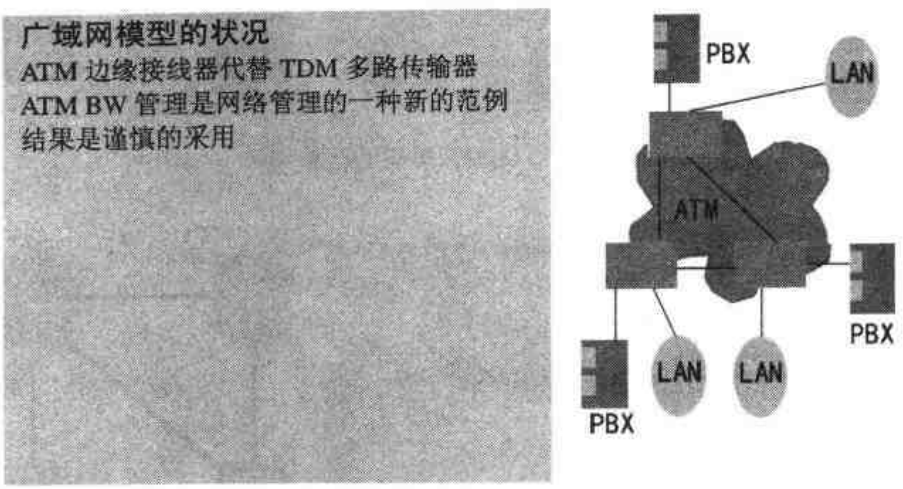


图 3.27　ATM 广域网模型的状况

ATM 通信公司模型

图 3.28 显示了通信公司模型中的语音怎样意味着转换语音电路作为 ATM 电路，不像广域网 ATM 语音方案，它可以在一个单独的 ATM 电路上转换许多语音电路。

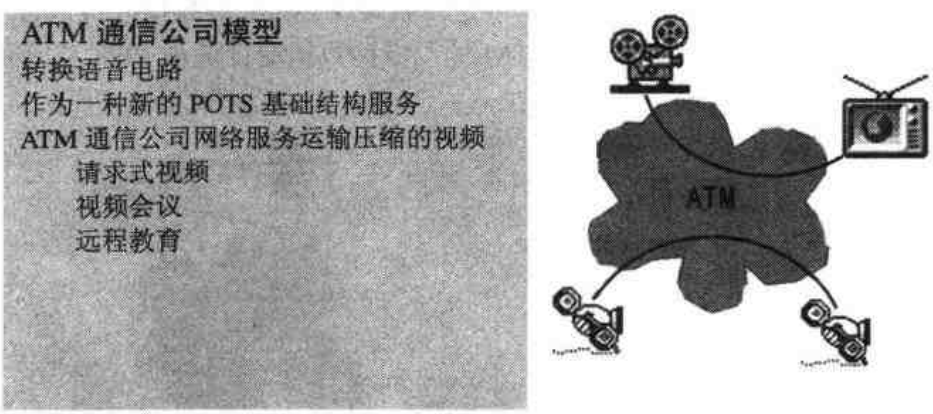


图 3.28　ATM 通信公司模型

图 3.29 表示 ATM 通信公司模型中实施的状况。在 Orlando, FL，Time Warner 实施了一个基于 ATM 的交互式的请求式视频服务的试验。在那个试验里，ATM 电路终止于一个置顶盒——ATM 把 MPEG2 视频传输到置顶盒。Time Warner 发现在通信公司网络中使用 ATM 交换以及在视频传输时使用 MPEG2 效果更好。另外一点也可能比较重要，他发现用户不愿意花足够的钱用于交互式电视来证明这种系统的大规模实施的合理性。因此，通信公司、电话公司以及电缆公司集中在一起给家庭提供基于 Internet 的交互式

服务。在这个领域的许多工作使用 ATM 交换以及在某些情况中的 ATM 连接通到家庭。ATM 论坛中的远程宽带工作组为基于 ATM 的驻留网络（例如，基于 ATM 的电缆调制解调器和 ADSL）写了规范说明。

图 3.29　ATM 通信公司模型的状况

如图 3.30 所示，以太网支配桌面访问，IP 支配数据传输，IP 把语音和视频作为数据传输，ATM 转换 IP 以及在 ATM 网络边缘的改编设备个别地“改编”语音、视频和数据使它们最佳地流过 ATM 网络。

图 3.30　ATM 通信公司模型配置的总结

3.4　ATM 中的 IP 要求

由于 IP 是最重要的网络层数据协议，ATM 网络设计者毫无疑问都对使用 ATM 作为 IP 数据的传输的要求感兴趣。更具体地说，我们都对 IP 怎样使用 ATM 的设备感兴趣（或者可能更准确地说是怎样在 IP 中隐藏 ATM 的特性）。

一般说来，如图 3.31 所示，新兴的“ATM 中的 IP”协议必须从事：

- 封装（以及多路传输）
- 模仿点对点链接（没有太多的被共享的媒体）
- 建立连接（因为 IP 是无连接的）
- 综合遗留的网络
- 网络互连（路由选择问题）

ATM 通信公司模型状况

仍无语音转换

只有少数售主提供中心办公室转换

ATM 通信地址公司转换压缩视频

请求式视频（IP）

视频会议（IP）

远程教育（IP）

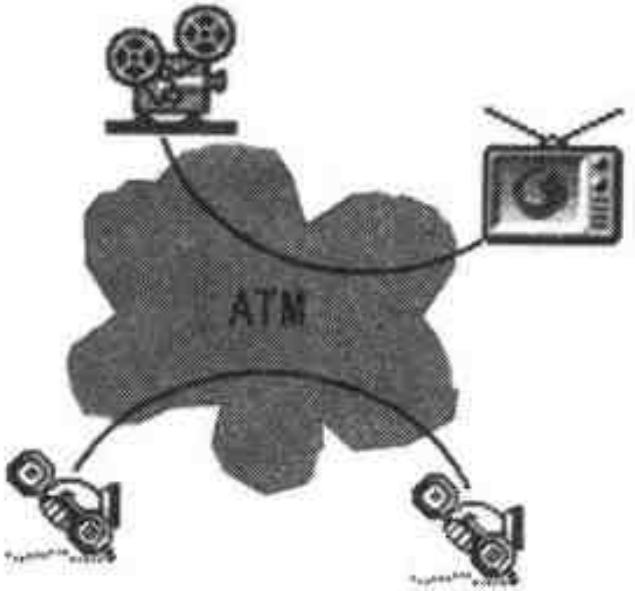


图 3-20　ATM 通信公司模型的状况

总结

以太网支配桌面访问

IP 支配数据传输

IP 把语音和视频作为数据传输

ATM 转换 IP

在 ATM 网络边缘的改编设备个别地“改编”语音、视频和数据，使它们最佳地流过 ATM 网络

图 3-20 ATM 通信分层模型配置的总结

服务。在这个领域的许多工作使用 ATM 交换以及在某些情况中的 ATM 连接通到家庭。ATM 论坛中的远程宽带工作组为基于 ATM 的驻留网络（例如，基于 ATM 的电缆调制解调器和 ADSL）写了规范说明。

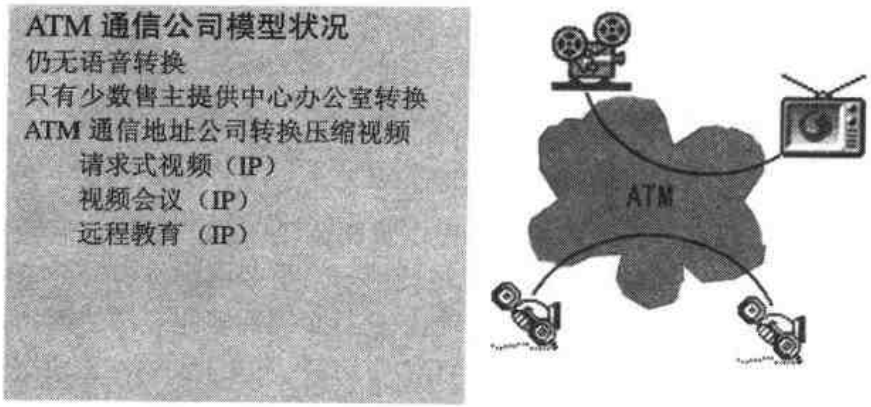


图 3.29　ATM 通信公司模型的状况

如图 3.30 所示，以太网支配桌面访问，IP 支配数据传输，IP 把语音和视频作为数据传输，ATM 转换 IP 以及在 ATM 网络边缘的改编设备个别地“改编”语音、视频和数据使它们最佳地流过 ATM 网络。

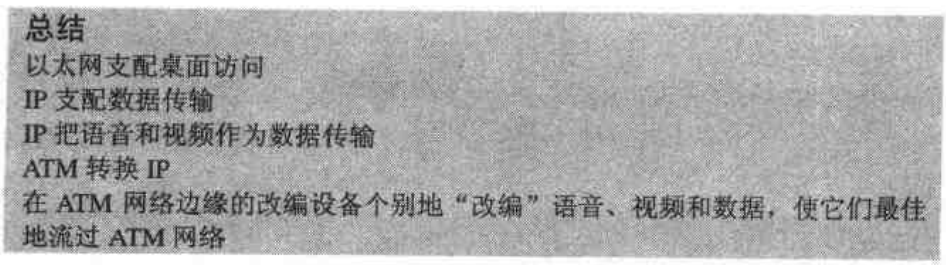


图 3.30　ATM 通信公司模型配置的总结

3.4　ATM 中的 IP 要求

由于 IP 是最重要的网络层数据协议，ATM 网络设计者毫无疑问都对使用 ATM 作为 IP 数据的传输的要求感兴趣。更具体地说，我们都对 IP 怎样使用 ATM 的设备感兴趣（或者可能更准确地说是怎样在 IP 中隐藏 ATM 的特性）。

一般说来，如图 3.31 所示，新兴的“ATM 中的 IP”协议必须从事：

- 封装（以及多路传输）
- 模仿点对点链接（没有太多的被共享的媒体）
- 建立连接（因为 IP 是无连接的）
- 综合遗留的网络
- 网络互连（路由选择问题）

图 3.31　ATM 上的 IP 要求

封装问题包括信息包怎样被映射到单元中以及在 ATM 上的 IP 协议怎样识别川流不息的封装信息包。模仿点对点链接的意思就是使用一个虚拟电路作为一个专用链接。建立连接涉及到解决 ATM 连接中的 IP 特性问题以支持单路和多路广播的操作。保留网络的集成涉及到桥接和网关的策略。最后，在 ATM 中的 IP 环境中的网络互连包括明确“一个网络”和提供用于这些网络之间的通信的结构（例如路由选择）。

IETF 和 ATM 论坛，分别用于推广在 IP 和 ATM 市场中的开放性和互用性。在图 3.32 和图 3.33 中，我们很容易看出 IETF 和 ATM 论坛两者都建立了互用性的详细说明，尽管两者都没有作出标准。

图 3.34 提供了一个分层模型用来说明在平常的 ATM 中等 IP 协议之间的相似之处以及不同点。

要求
帧/信息包的封装
模仿点对点链接
连接维持
    信号发送
    ARP 服务
    多路广播服务
综合进留的网络
互连网络的通信（路由选择）

详细说明
IETF
RFC1577——经典的 IP（CIP）
RFC1483——多协议封装
下段跃距（Next-Hop）解析协议（NHRP）
多协议表交换（MPLS）
ATM 论坛
局域网仿真（LANE）
ATM 上的多协议（MPOA）

图 3.32　ATM 上 IP 的详细说明

数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距（Next-Hop）解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.33　数据协议

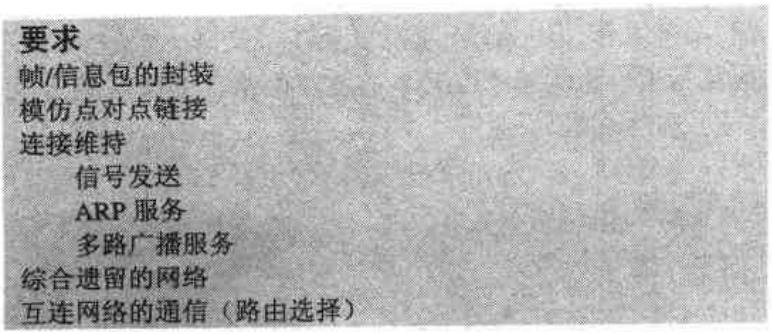


图 3.31　ATM 上的 IP 要求

封装问题包括信息包怎样被映射到单元中以及在 ATM 上的 IP 协议怎样识别川流不息的封装信息包。模仿点对点链接的意思就是使用一个虚拟电路作为一个专用链接。建立连接涉及到解决 ATM 连接中的 IP 特性问题以支持单路和多路广播的操作。保留网络的集成涉及到桥接和网关的策略。最后，在 ATM 中的 IP 环境中的网络互连包括明确“一个网络”和提供用于这些网络之间的通信的结构（例如路由选择）。

IETF 和 ATM 论坛，分别用于推广在 IP 和 ATM 市场中的开放性和互用性。在图 3.32 和图 3.33 中，我们很容易看出 IETF 和 ATM 论坛两者都建立了互用性的详细说明，尽管两者都没有作出标准。

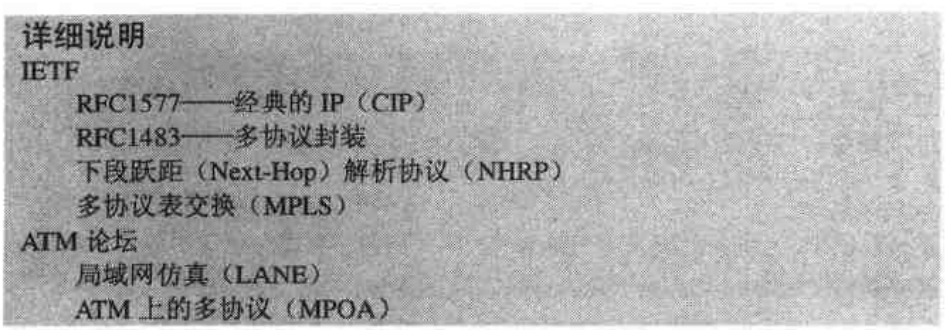


图 3.32　ATM 上 IP 的详细说明

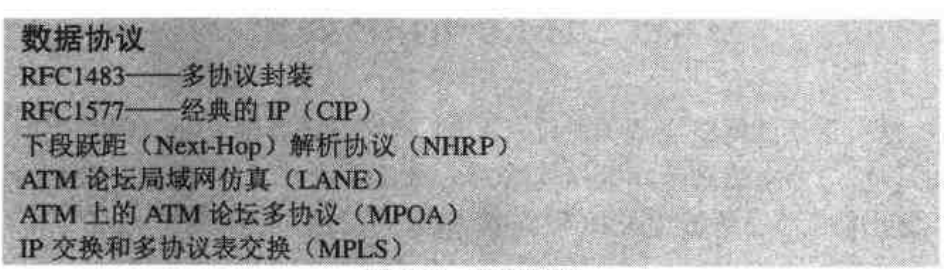


图 3.33　数据协议

图 3.34 提供了一个分层模型用来说明在平常的 ATM 中等 IP 协议之间的相似之处以及不同点。

ATM 网络服务

一个 ATM 基干网络必须最少支持一种信号传输服务，如图 3.35 所示，这一种信号传输服务允许客户建立连接穿过面向连接的 ATM“阴影”（cloud）。目前有两种信号传输服务用于校园网 ATM 基干——ATM 论坛定义的 UNI 信号传输和 IETF 定义的普通转换管理协议。所有的支持 UNI 信号传输的转换和许多（不是所有）支持普通转换管理协议信号传输的转换是一样的。

ATM 网络还可以支持地址解析服务、多路广播服务、路由选择服务等等——通常，服务必须支持老的局域网应用系统（例如，像 FTP 和 Telnet 这样的 IP 应用系统）。

图 3.35　ATM 网络服务

图 3.36 显示了在一个 ATM 环境中虚拟电路怎样模仿链接。虚拟电路充当虚拟链接，它必然要包含虚拟端口和逻辑网络。在 IP 层中，逻辑的网络视图与物理布局根本不同。

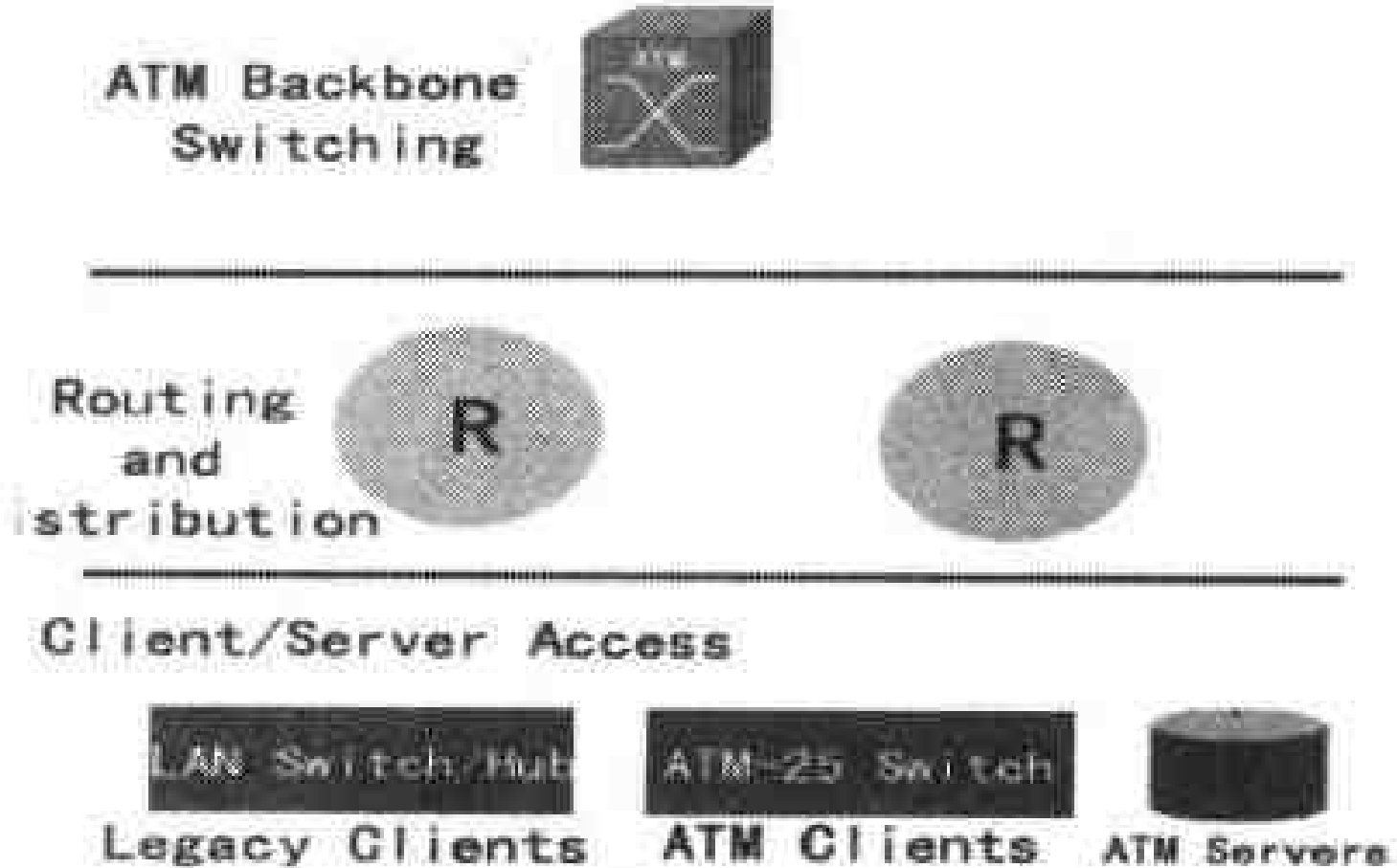


图 3.34　ATM 数据模型

网络服务

信号发送

- ATM 论坛 UNI 3.x/4.0
- 普通交换管理协议（IETF RFC1987）

支持保留协议的其他需要

- 地址注册
- 多路广播

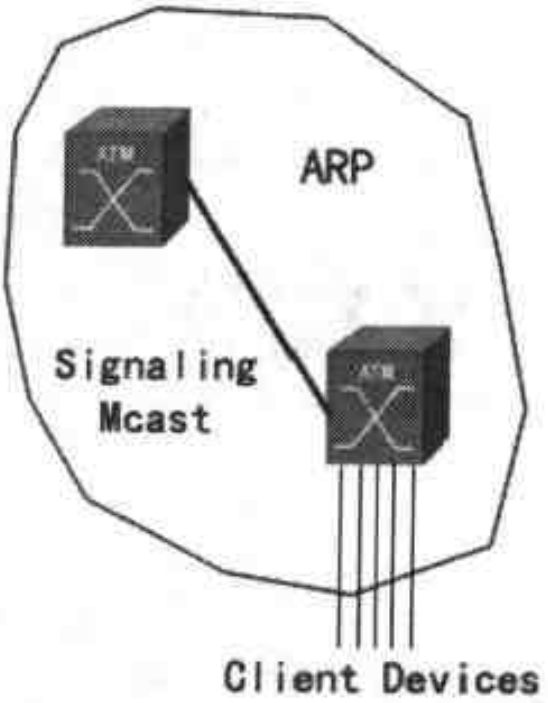


图 3.25 ATM 网络服务

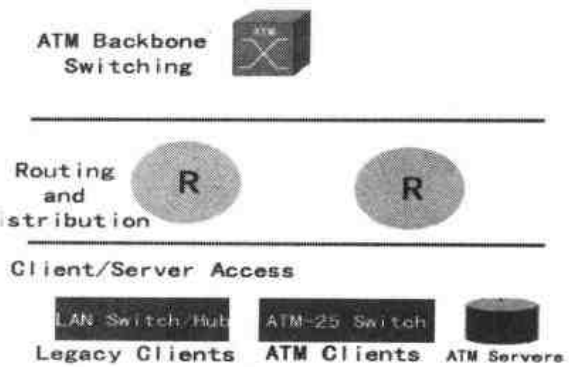


图 3.34　ATM 数据模型

ATM 网络服务

一个 ATM 基干网络必须最少支持一种信号传输服务，如图 3.35 所示，这一种信号传输服务允许客户建立连接穿过面向连接的 ATM“阴影”(cloud)。目前有两种信号传输服务用于校园网 ATM 基干——ATM 论坛定义的 UNI 信号传输和 IETF 定义的普通转换管理协议。所有的支持 UNI 信号传输的转换和许多（不是所有）支持普通转换管理协议信号传输的转换是一样的。

ATM 网络还可以支持地址解析服务、多路广播服务、路由选择服务等等——通常，服务必须支持老的局域网应用系统（例如，像 FTP 和 Telnet 这样的 IP 应用系统）。

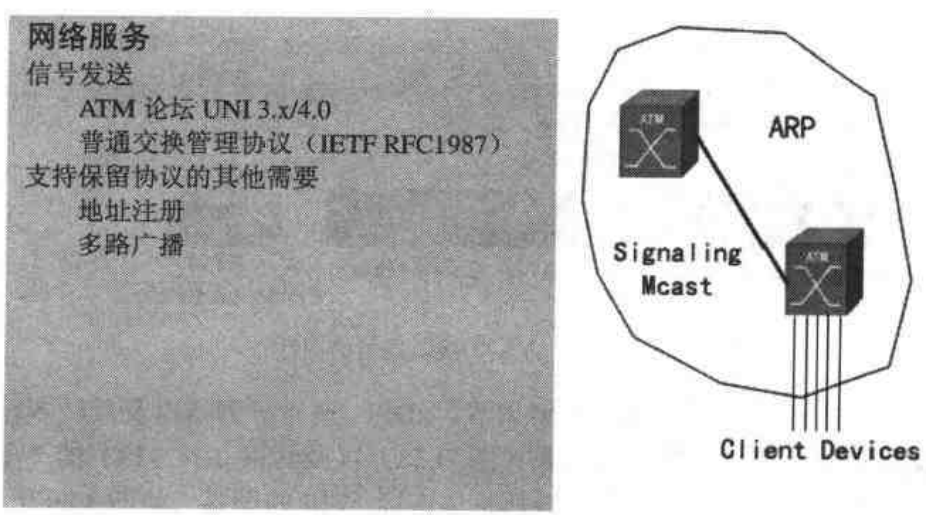


图 3.35　ATM 网络服务

图 3.36 显示了在一个 ATM 环境中虚拟电路怎样模仿链接。虚拟电路充当虚拟链接，它必然要包含虚拟端口和逻辑网络。在 IP 层中，逻辑的网络视图与物理布局根本不同。

图 3.36　ATM 路由功能

由于我们在网络的访问点配置了高速局域网转换，在网络核心配置了高速 ATM 转换，路由器执行的软件强化的 IP 功能显然是瓶颈。认识到了 IP 路由选择功能是必要的之后，我们尝试避免通过路由器传送信息包，同时从路由选择服务中得到好处。

ATM 客户机 / 服务器的可访问性

图 3.37 描述了 ATM 的客户机 / 服务器可访问性。这不是一个客户机设备的详尽列表。还有其他实施改造的连接 ATM 的设备，包括帧单元连接设备（CIFAD），它与以太网客户一起工作提供一个以太网 ATM 功能。ATM 集中器就是一个没有实施改造的连接 ATM 的设备。

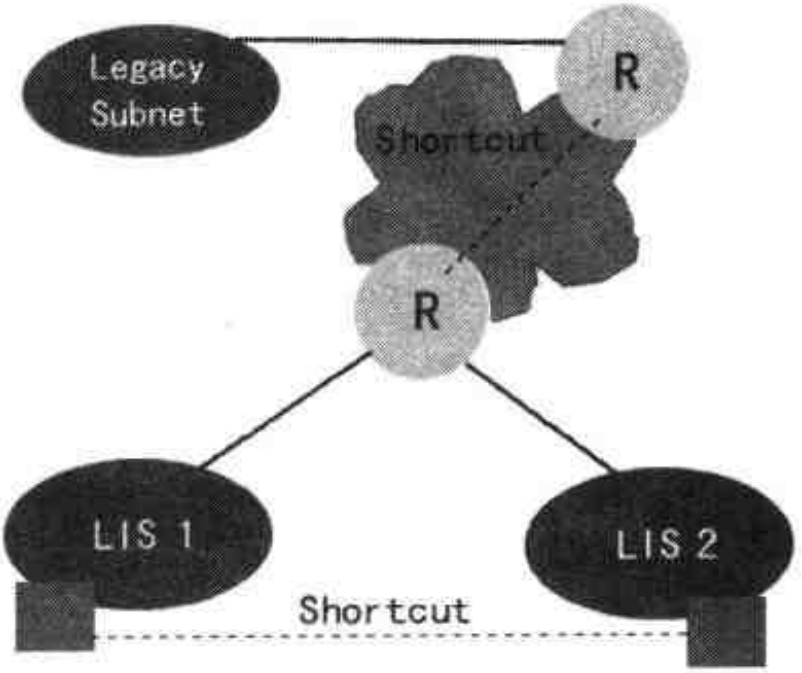
图 3.37　ATM 的客户/服务器可访问性

其他有关访问的设备包括电缆调制解调器、xDSL 调制解调器以及反转多路传输访问设备。当我们查看互用性数据协议列表（图 3.38）以及约束 RFC1483 的“多协议封装”时，我们注意到在这个模型中路由器都是只连接 ATM 的设备，如图 3.39 所示。

路由选择功能

提供 ATM 网络的路由选择服务

提供保留设备和网络的可连接性



客户/服务器访问

ATM 附属的局域网设备和封装使保留应用程序性能适应 ATM 网络

ATM 工作组接线器是 ATM 惟一的

保留连接设备依靠较高层设备来适应

图 3.38　RFC1483：多协议封装

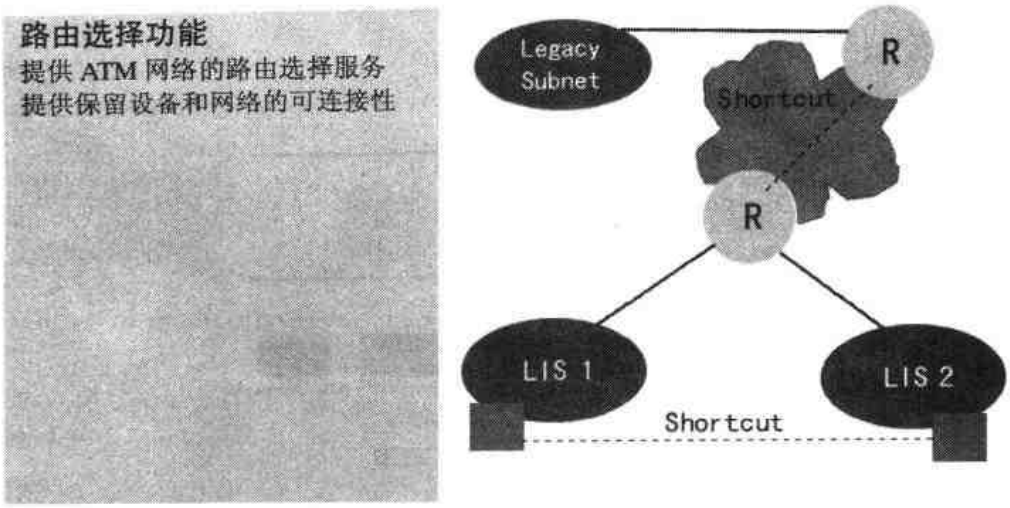


图 3.36　ATM 路由功能

由于我们在网络的访问点配置了高速局域网转换，在网络核心配置了高速 ATM 转换，路由器执行的软件强化的 IP 功能显然是瓶颈。认识到了 IP 路由选择功能是必要的之后，我们尝试避免通过路由器传送信息包，同时从路由选择服务中得到好处。

ATM 客户机 / 服务器的可访问性

图 3.37 描述了 ATM 的客户机 / 服务器可访问性。这不是一个客户机设备的详尽列表。还有其他实施改造的连接 ATM 的设备，包括帧单元连接设备（CIFAD），它与以太网客户一起工作提供一个以太网 ATM 功能。ATM 集中器就是一个没有实施改造的连接 ATM 的设备。

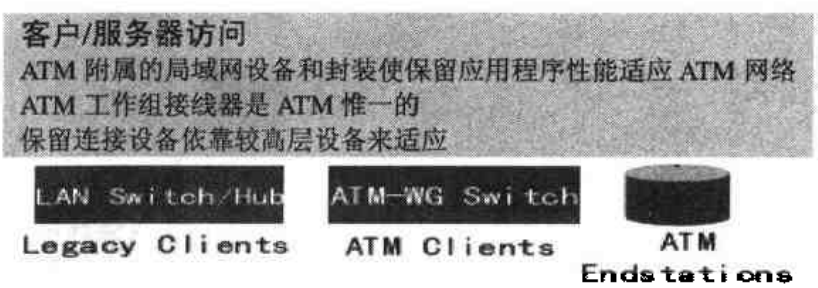


图 3.37　ATM 的客户/服务器可访问性

其他有关访问的设备包括电缆调制解调器、xDSL 调制解调器以及反转多路传输访问设备。当我们查看互用性数据协议列表（图 3.38）以及约束 RFC1483 的“多协议封装”时，我们注意到在这个模型中路由器都是只连接 ATM 的设备，如图 3.39 所示。

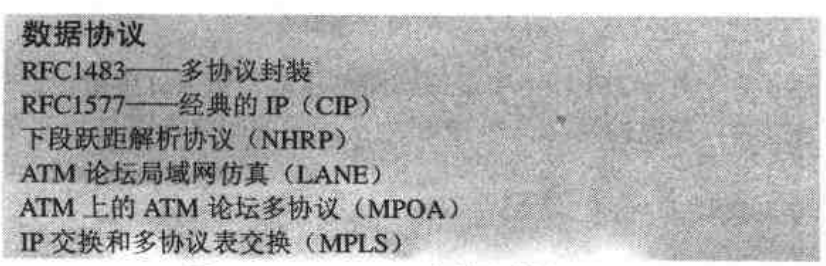
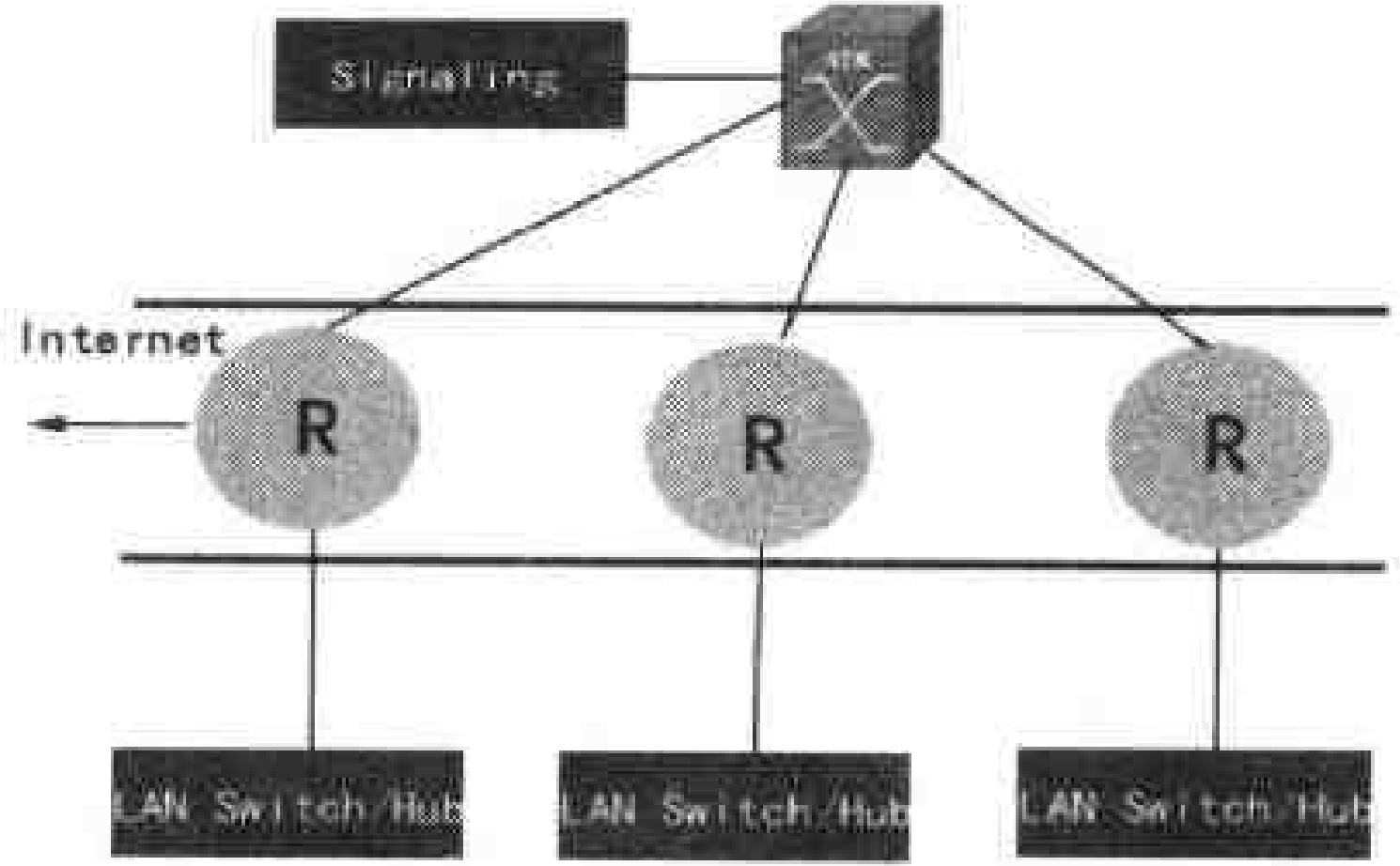


图 3.38　RFC1483：多协议封装

图 3.39　RFC1483 的结构

同时还要注意图 3.40 中，RFC1483 定义了一个封装方法来支持 ATM AAL3 中的多协议封装。RFC 提供了两种方法支持这个封装。LLC/SNAP 封装把 IEEE802.2 SAP 标题用于多路传输，协议用于一个单独的 ATM 电路。在第二种方法中，不同的虚拟电路被推荐给每一个协议。

在 RFC1577（见图 3.41），CIP 中，我们注意到 ATM 基干支持除了信号传输以外的多种服务，如图 3.42 中所描述。CIP 依靠一个单臂路由器用于路由选择服务。CIP 还要求一个路由器用来与老的局域网设备通信，这是因为 CIP 支持 IP。因此，局域网客户，例如服务器和工作站，通过路由器与 CIP 客户通信。还要记住 CIP 是一种支持 ATM 中的 IP 单路广播的结构，这就需要单臂路由器功能用于 CIP 子网之间的通信。


Internet
R
R
R
LAN Switch/Hub
LAN Switch/Hub
LAN Switch/Hub

RFC 1483
ATM 服务——UNI 3.0/3.1（PVC）
路由器是 ATM 附属的
定义一个 ATM 链接上的混乱协议的封装方法
使一个 ATM 电路看上去象一个点对点链接（到路由器）
RFC 1483 是一种封装方法，不是一个协议

图 3.40　RFC1483 详细说明

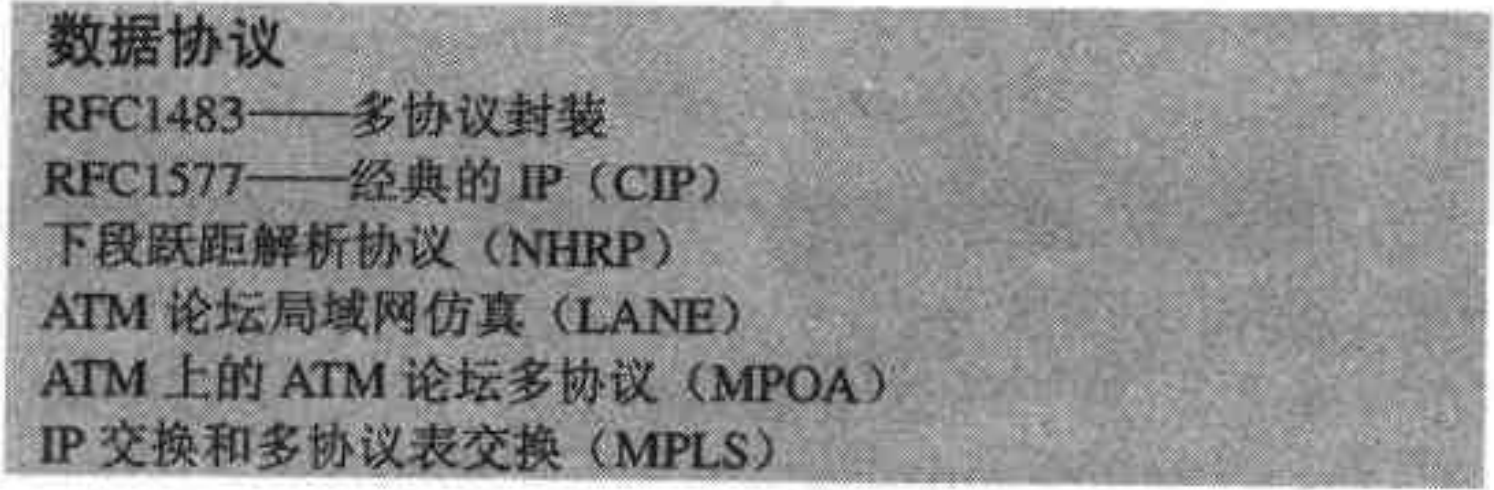


图 3.41　RFC1577 典型 IP

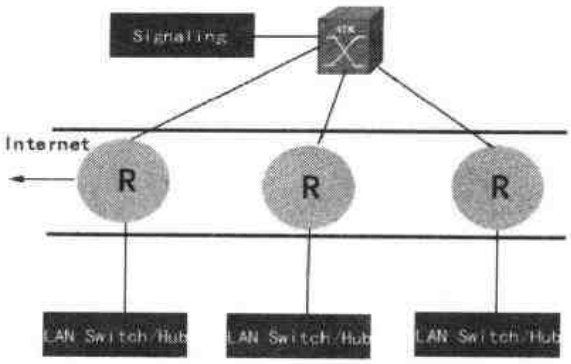


图 3.39　RFC1483 的结构

同时还要注意图 3.40 中，RFC1483 定义了一个封装方法来支持 ATM AAL3 中的多协议封装。RFC 提供了两种方法支持这个封装。LLC/SNAP 封装把 IEEE802.2 SAP 标题用于多路传输，协议用于一个单独的 ATM 电路。在第二种方法中，不同的虚拟电路被推荐给每一个协议。

RFC 1483
ATM 服务——UNI 3.0/3.1（PVC）
路由器是 ATM 附属的
定义一个 ATM 链接上的混乱协议的封装方法
使一个 ATM 电路看上去象一个点对点链接（到路由器）
RFC 1483 是一种封装方法，不是一个协议

图 3.40　RFC1483 详细说明

在 RFC1577（见图 3.41），CIP 中，我们注意到 ATM 基干支持除了信号传输以外的多种服务，如图 3.42 中所描述。CIP 依靠一个单臂路由器用于路由选择服务。CIP 还要求一个路由器用来与老的局域网设备通信，这是因为 CIP 支持 IP。因此，局域网客户，例如服务器和工作站，通过路由器与 CIP 客户通信。还要记住 CIP 是一种支持 ATM 中的 IP 单路广播的结构，这就需要单臂路由器功能用于 CIP 子网之间的通信。

数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.41　RFC1577 典型 IP

图 3.42　经典 IP(CIP)结构

ATM CIP 服务

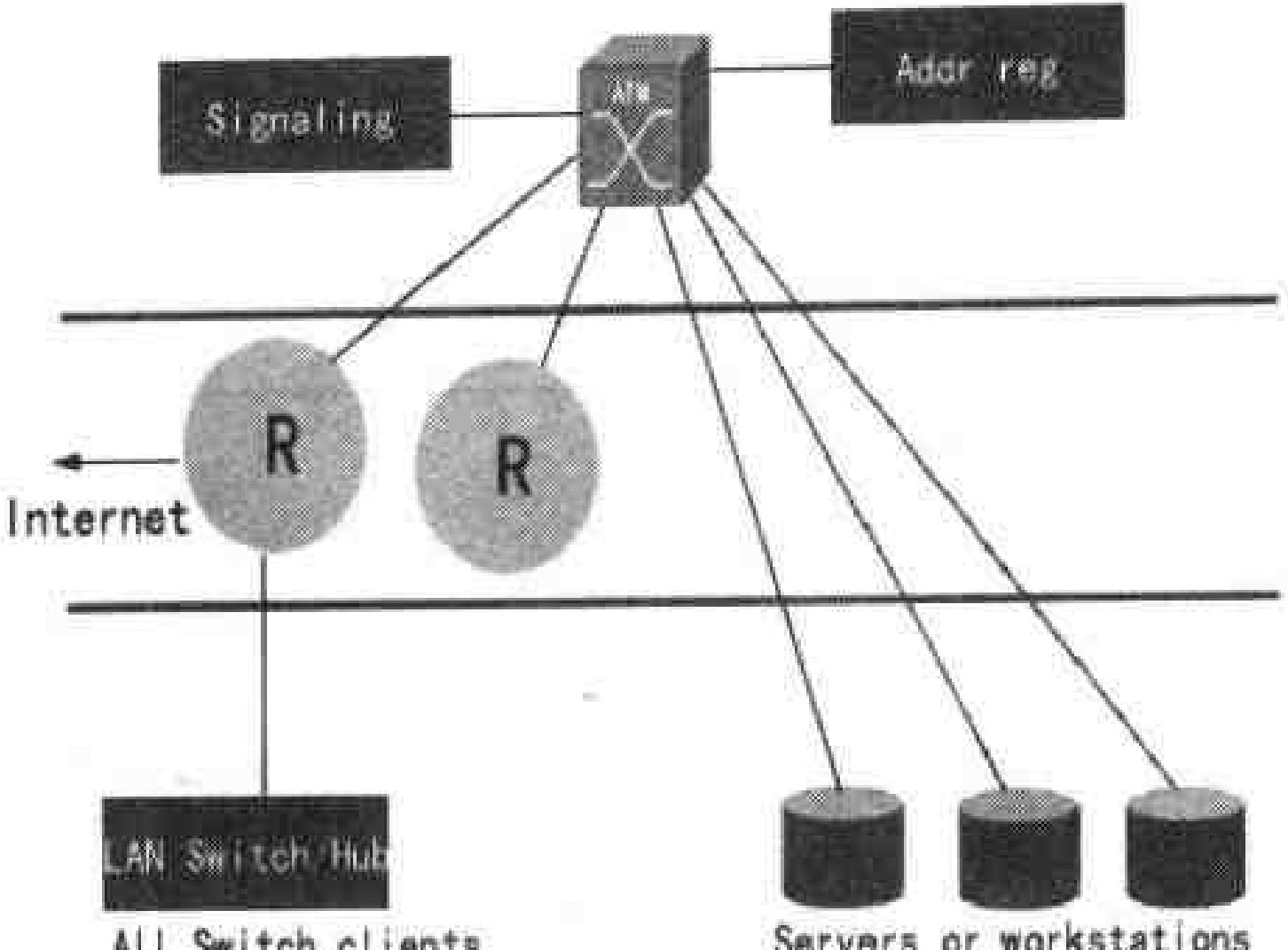
经典的 IP（CIP）服务把无连接交换的协议，也就是 IP 协议提供到一个面向连接的基本环境。CIP 的端提供一种 ATM 服务来分解 IP 地址成为 ATM 地址，允许一个 CIP 客户机通过使用 ATM 网络的信号传输服务建立一个连接到目标 IP 主机。

图 3.43　ATM CIP 服务的概览

为了 ATM 上的 IP 多路广播支持，RFC2022 提供一种结构用于变换 IP 多路广播地址到 ATM 多点电路。如图 3.43 所示。

一个单臂路由器提供 ATM 基干的路由选择服务，如图 3.44 所示。它也可以提供在 CIP 逻辑 IP 子网（LIS）之间的路由选择服务，方法是让单臂路由器成为每一个 LIS 的成员。注意，一个 LIS 由一组用相同 ARP 服务器注册的主机定义。

一个单臂路由器被如此命名是因为它通过一个单独的 ATM 物理链接连接到 ATM 基干。然后路由器通过加入 LIS 联系单独的 ATM 逻辑端口，这样每一个逻辑端口就有一个虚拟链接相联系。


Signaling
ATM
Addr reg
R
R
Internet
LAN Switch/Hub
All Switch clients
Servers or workstations

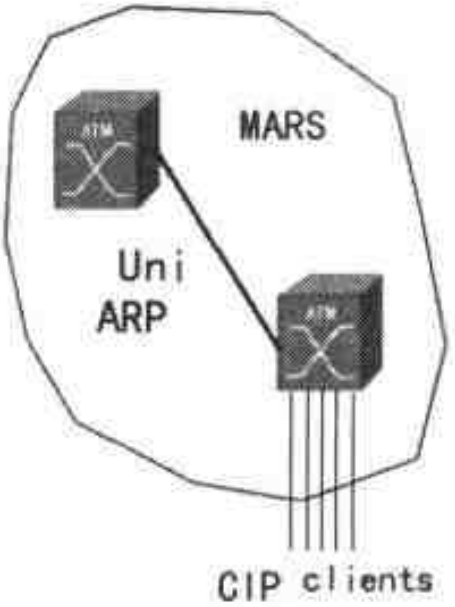
ATM CIP 服务

ATM 论坛 UNI 3.0/3.1 信号发送

RFC 1577 ARP 服务

变换 IP 地址到 ATM 地址

RFC 2022——增添了多路广播地址解析（MARS）



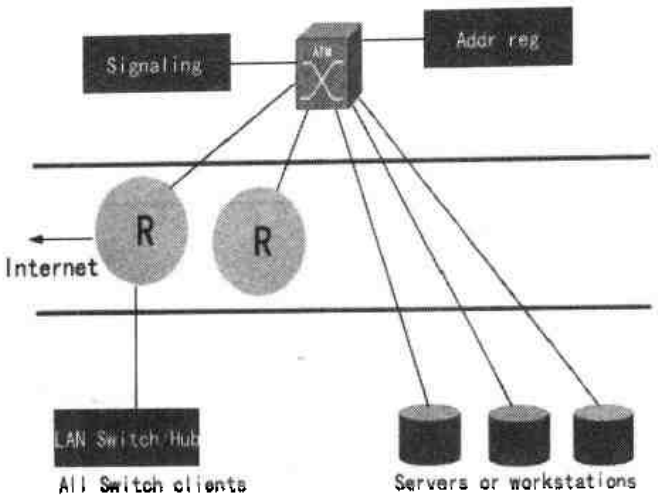


图 3.42　经典 IP(CIP)结构

ATM CIP 服务

经典的 IP（CIP）服务把无连接交换的协议，也就是 IP 协议提供到一个面向连接的基本环境。CIP 的端提供一种 ATM 服务来分解 IP 地址成为 ATM 地址，允许一个 CIP 客户机通过使用 ATM 网络的信号传输服务建立一个连接到目标 IP 主机。

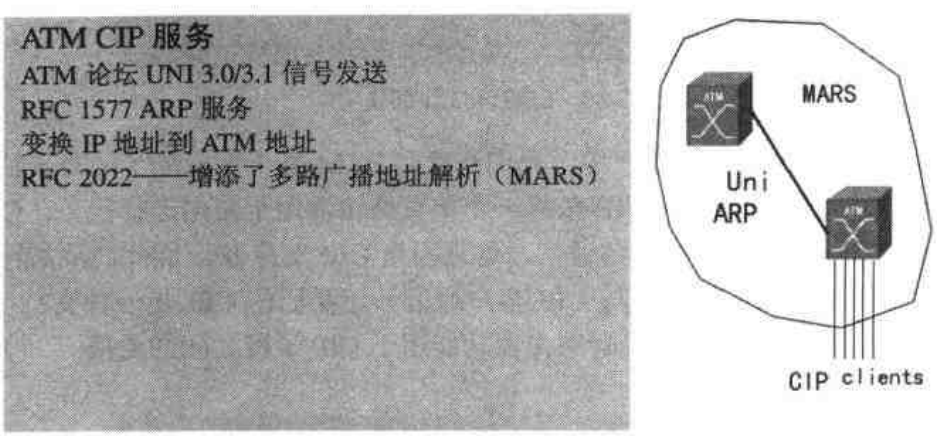


图 3.43　ATM CIP 服务的概览

为了 ATM 上的 IP 多路广播支持，RFC2022 提供一种结构用于变换 IP 多路广播地址到 ATM 多点电路。如图 3.43 所示。

一个单臂路由器提供 ATM 基干的路由选择服务，如图 3.44 所示。它也可以提供在 CIP 逻辑 IP 子网（LIS）之间的路由选择服务，方法是让单臂路由器成为每一个 LIS 的成员。注意，一个 LIS 由一组用相同 ARP 服务器注册的主机定义。

一个单臂路由器被如此命名是因为它通过一个单独的 ATM 物理链接连接到 ATM 基干。然后路由器通过加入 LIS 联系单独的 ATM 逻辑端口，这样每一个逻辑端口就有一个虚拟链接相联系。

图 3.44　路由选择服务

图 3.45 显示老的 IP 子网和主机怎样通过连接 ATM 的路由器，使用 RFC1483 封装，模仿一个点对点链接，与 CIP 子网连接。

需要记住一点，这里给出的 RFC1577 的分类，只适用于 RFC1577。通过把新的 RFC 和 Internet 草稿中指定的功能加入 RFC1577 网络，可以建立一个更完整的系统——即使其他协议，特别是 MPOA，集成所有这些功能为一种单独的规则。

图 3.45　经典 IP 客户

3.5　下段跃距解析协议（NHRP）

ATM 基干支持除信号传输之外的多种服务，NHRP（图 3.46）就是其中之一。NHRP 增加了开通式路由选择作为 ATM 服务，局域网客户机通过路由器与 NHRP 客户通信，如图 3.47 所示

cnasystems

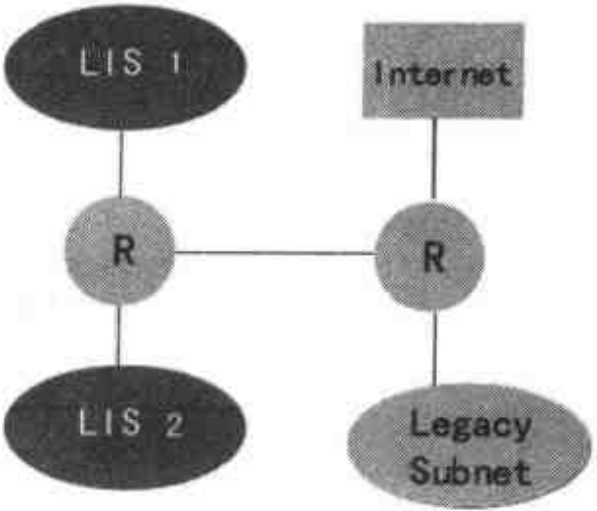
图 3.46　ATM 基干支持 NHRP

NHRP 通过增加“快捷方式”增强了 CIP 功能，如图 3.48 所概括。NHRP 路由选择

CIP 路由选择服务

所有保留设备都在路由器后面

CIP 逻辑 IP 子网（LIS）之间需要单臂路由器对话



数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

所示。

CIP 客户机
高端 ATM 附属系统
路由器——在 CIP 网络之间通信以及与保留的主机通信
CIP 是一个协议，它允许 ATM 附属主机之间的高级 BW 和 IP 通信

CIP 路由选择服务
所有保留设备都在路由器后面
CIP 逻辑 IP 子网（LIS）之间需要单臂路由器对话

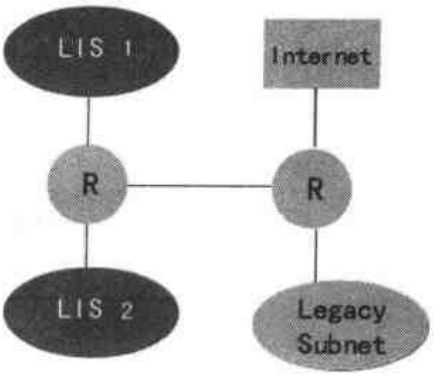


图 3.44　路由选择服务

图 3.45 显示老的 IP 子网和主机怎样通过连接 ATM 的路由器，使用 RFC1483 封装，模仿一个点对点链接，与 CIP 子网连接。

需要记住一点，这里给出的 RFC1577 的分类，只适用于 RFC1577。通过把新的 RFC 和 Internet 草稿中指定的功能加入 RFC1577 网络，可以建立一个更完整的系统——即使其他协议，特别是 MPOA，集成所有这些功能为一种单独的规则。

数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.45　经典 IP 客户

3.5　下段跃距解析协议（NHRP）

ATM 基于支持除信号传输之外的多种服务，NHRP（图 3.46）就是其中之一。NHRP 增加了开通式路由选择作为 ATM 服务，局域网客户机通过路由器与 NHRP 客户通信，如图 3.47 所示。

CIP 客户机
高端 ATM 附属系统
路由器——在 CIP 网络之间通信以及与保留的主机通信
CIP 是一个协议，它允许 ATM 附属主机之间的高级 BW 和 IP 通信

图 3.46　ATM 基于支持 NHRP

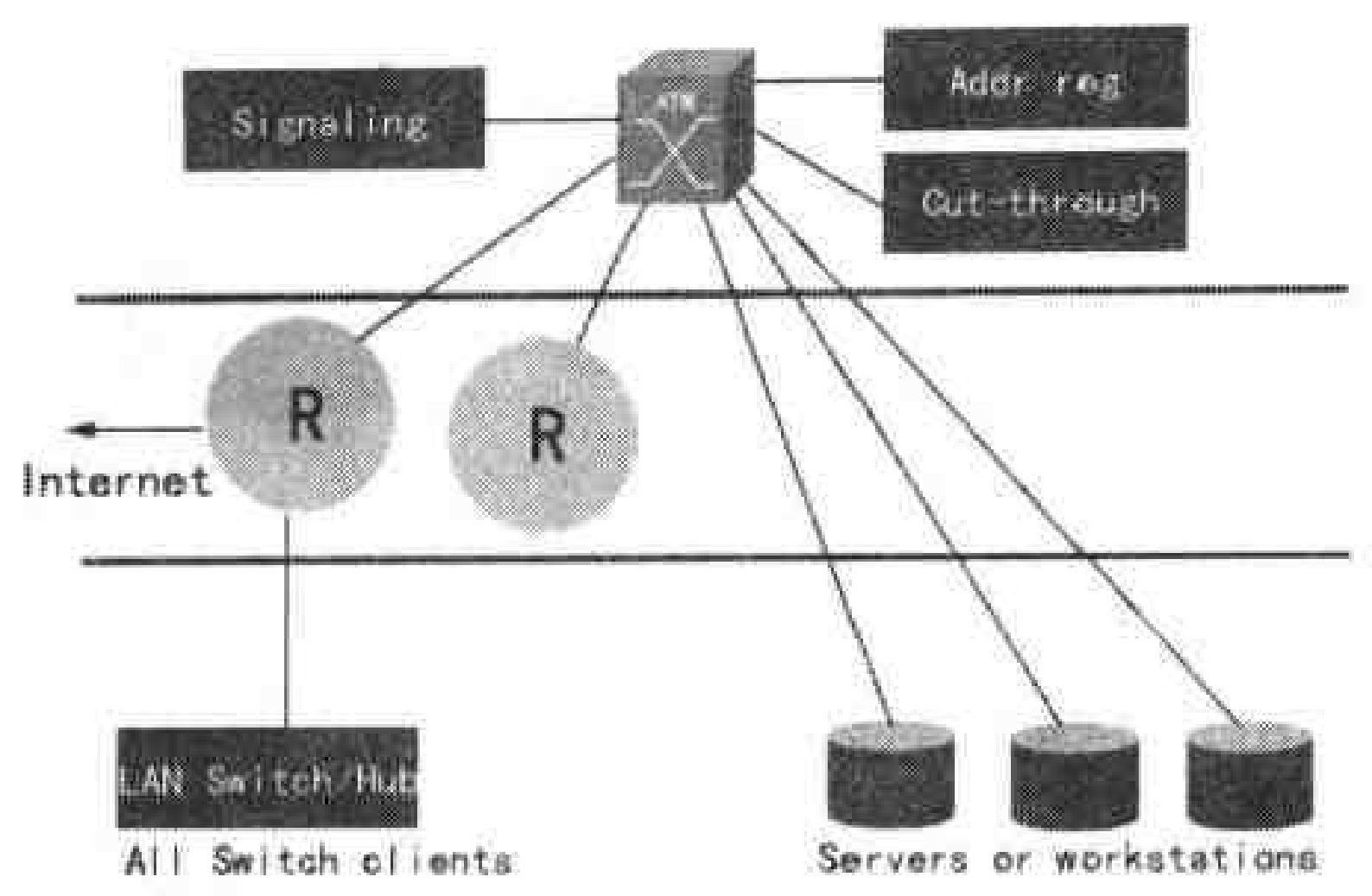
NHRP 通过增加“快捷方式”增强了 CIP 功能，如图 3.48 所概括。NHRP 路由选择

功能被作为 ATM 基干的一种功能提供，这种路由选择功能允许作为不同 LIS 成员的 NHRP 客户通过 ATM 建立一条“快捷方式”路径。记住，使用 CIP，一个单臂路由器必须在 LIS 之间传送信息包。

图 3.47　NHRP 增加开通式路由选择作为 ATM 服务

图 3.48　ATM 的 NHRP 服务

NHRP 也可以用于一个基于 ATM 的 IP 基干，如图 3.49 所示。在这种情况中，NHRP 提供一条快捷方式路径从一个 IP 阴影的边缘到另一个之间，避免了内部路由选择跃距。NHRP 需要和 CIP 相同的地址注册功能，如图 3.50 所示，并增加了地址解析的分配穿过 LIS 边界。


Signaling
ATM
Ader ·rog
Cut-through
R
R
Internet
LAN Switch/Hub
All Switch clients
Servers or workstations

ATM NHRP 服务

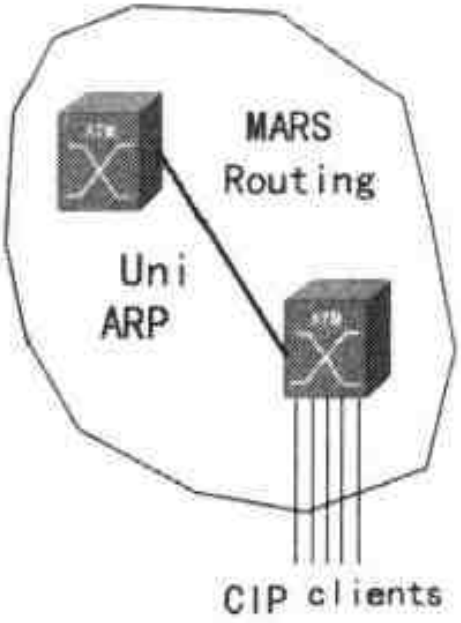
ATM 论坛 UNI 3.0/3.1 信号发送

NHRP ARP 服务

变换 IP 地址到 ATM 地址

提供“快捷方式”路由选择

RFC 2022——增添了多路广播地址解析（MARS）



路由选择服务

所有保留的设备都在路由器之后

NHRP 提供 NHRP 客户机之间或入口和出口路由器之间的“快捷方式”路由选择

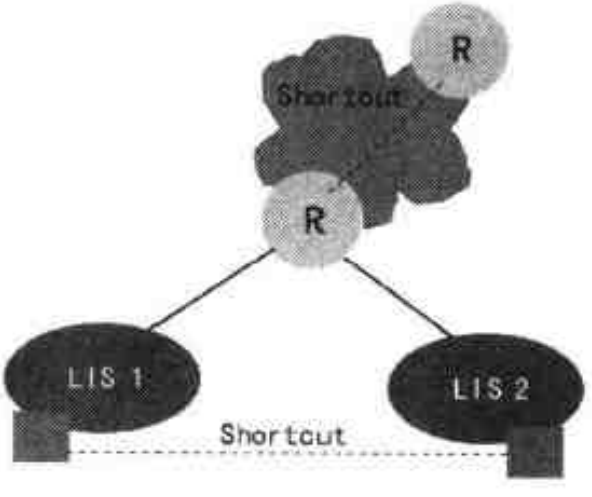


图 3.49　NHRP 路由选择服务

功能被作为 ATM 基干的一种功能提供，这种路由选择功能允许作为不同 LIS 成员的 NHRP 客户通过 ATM 建立一条“快捷方式”路径。记住，使用 CIP，一个单臂路由器必须在 LIS 之间传送信息包。

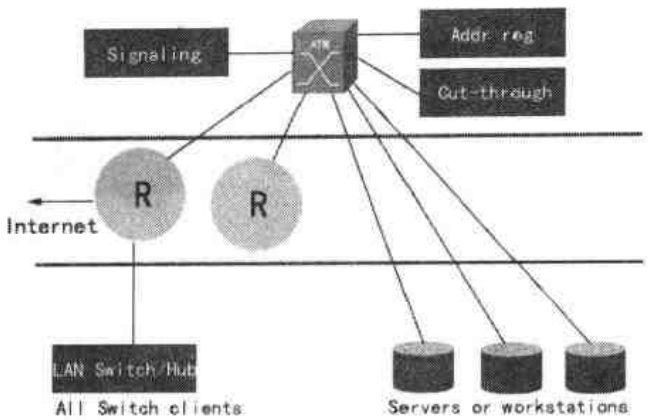


图 3.47　NHRP 增加开通式路由选择作为 ATM 服务

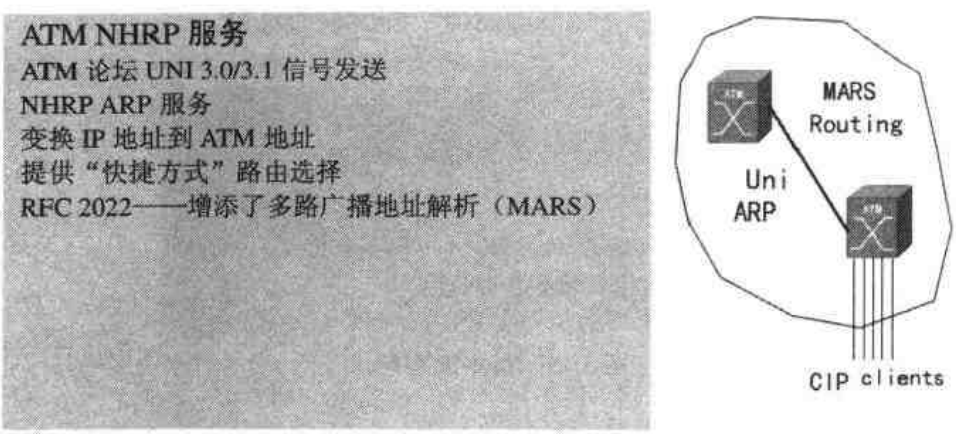


图 3.48　ATM 的 NHRP 服务

NHRP 也可以用于一个基于 ATM 的 IP 基干，如图 3.49 所示。在这种情况中，NHRP 提供一条快捷方式路径从一个 IP 阴影的边缘到另一个之间，避免了内部路由选择跃距。NHRP 需要和 CIP 相同的地址注册功能，如图 3.50 所示，并增加了地址解析的分配穿过 LIS 边界。

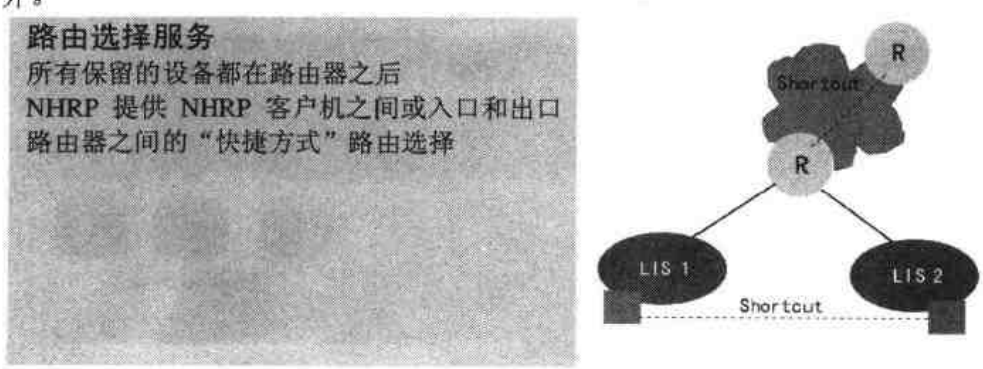


图 3.49　NHRP 路由选择服务

图 3.50　NHRP 客户机

ATM 论坛局域网仿真

ATM 基干支持除信号传输以外的多种服务。ATM 论坛局域网仿真（图 3.51），也被称为 LANE，就是其中之一。LANE 依靠一个单臂路由器用于路由选择服务。它使用一个路由器与 Internet 通信，如图 3.52 中所描述。LANE 客户可以是局域网接线器和连接 ATM 的站。

图 3.52　典型的 LANE

ATM LANE 服务（图 3.53）把转换一个无连接的具有多路广播能力的局域网的方法提供给一个面向连接的基干系统。像这样，LANE 提供一个 ATM 服务用来解析局域网 MAC 地址为 ATM 地址——允许 LANE 客户机使用 ATM 网络的信号传输服务建立一个通向目标局域网站的连接。LANE 还提供一种结构用来把局域网多路广播（基于地址）转换成 ATM 多路广播（基于树）——广播和不知名的服务器（BUS）。

NHRP 客户机
高端 ATM 附属系统
用来和保留的主机通信的路由器
NHRP 是支持快捷方式的增强的 CIP

数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.51　局域网仿真（LANE）

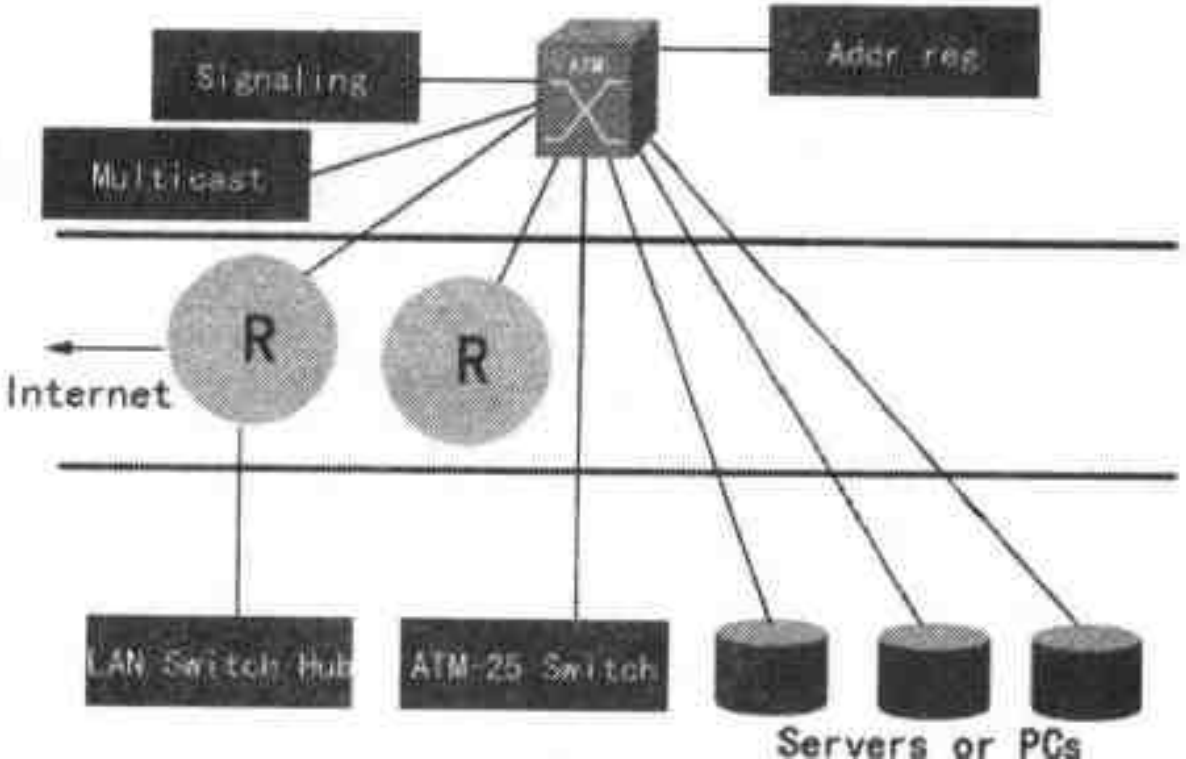


图 3.50　NHRP 客户机

ATM 论坛局域网仿真

ATM 基干支持除信号传输以外的多种服务。ATM 论坛局域网仿真（图 3.51），也被称为 LANE，就是其中之一。LANE 依靠一个单臂路由器用于路由选择服务。它使用一个路由器与 Internet 通信，如图 3.52 中所描述。LANE 客户可以是局域网接线器和连接 ATM 的站。

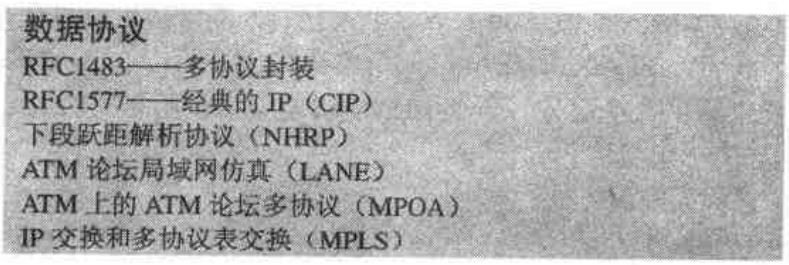


图 3.51　局域网仿真（LANE）

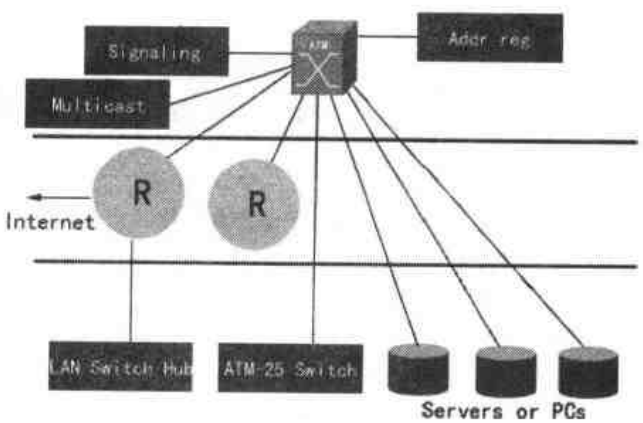


图 3.52　典型的 LANE

ATM LANE 服务（图 3.53）把转换一个无连接的具有多路广播能力的局域网的方法提供给一个面向连接的基干系统。像这样，LANE 提供一个 ATM 服务用来解析局域网 MAC 地址为 ATM 地址——允许 LANE 客户机使用 ATM 网络的信号传输服务建立一个通向目标局域网站的连接。LANE 还提供一种结构用来把局域网多路广播（基于地址）转换成 ATM 多路广播（基于树）——广播和不知名的服务器（BUS）。

图 3.53　LANE 服务

LANE 路由选择服务（见图 3.54）是一个为 ATM 基干提供路由选择服务的单臂路由器。通过成为每一个 ELAN 的成员，一个单臂路由器可以在 LANE 仿真的局域网（ELAN）之间提供路由选择服务。一个 ELAN 被定义为使用相同的 LANE 服务器注册 MAC 和 ATM 地址的一组主机

图 3.54　LANE 路由选择服务

LANE 被设计作为移植协议给客户机，允许连接 ATM 的站使用为无连接环境而编写的应用系统相互通信（图 3.55）。LANE 还被设计用来支持在一个 ATM 基干上的保留站之间的桥式通信。目的就是把它作为一种移植技术，只用它来允许给拥有为本地的 ATM API 写的局域网应用系统的一种 ATM 桌面解决方案一个完全得体的转换。不过，这里仍然没有本地的 ATM 应用系统（除了 LANE 自己）。现在，LANE 正在被重新出售（重新设计）成为一种基干 ATM 的桥式 VLAN 解决方案。

图 3.55　LANE 客户机

LANE 服务

ATM 论坛 UNI3.x/4.0

LANE 服务器（LES）——变换 MAC 地址为 ATM

广播和未知服务器（BUS）——MAC 多路广播和默认的数据路径

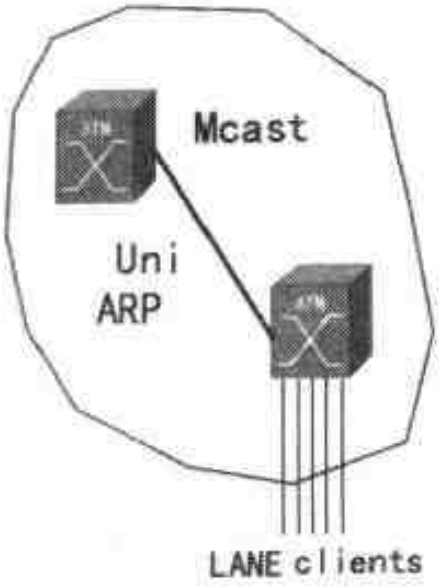
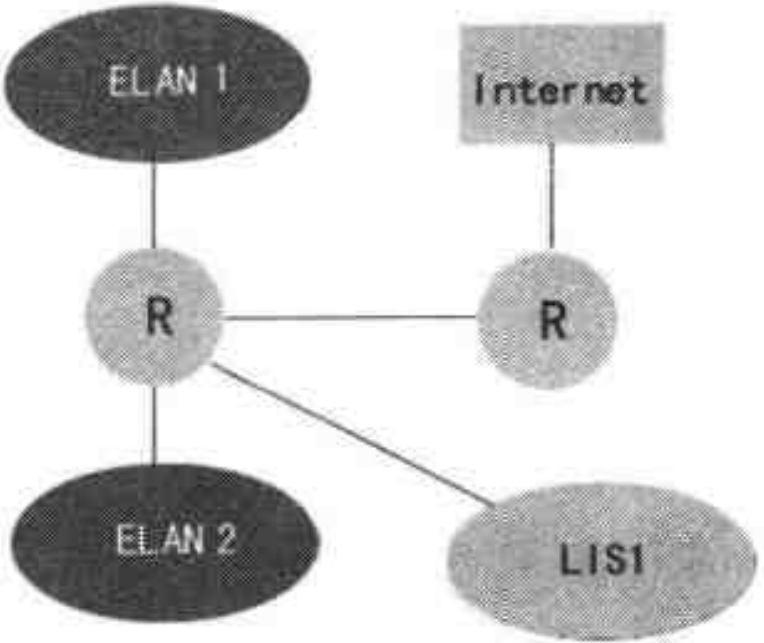


图 2.52 LANE 服务

ATM 地址的一组主机。

路由选择服务器
路由器通到 Internet
LANE 网络（局域网）之间需要
单臂路由器对话



LANE 客户机

局域网接线器是代理的 ATM 附属的客户

端系统是非代理的 ATM 附属的客户

LANE 是一种基于 ATM 的桥接的 VLAN 解法

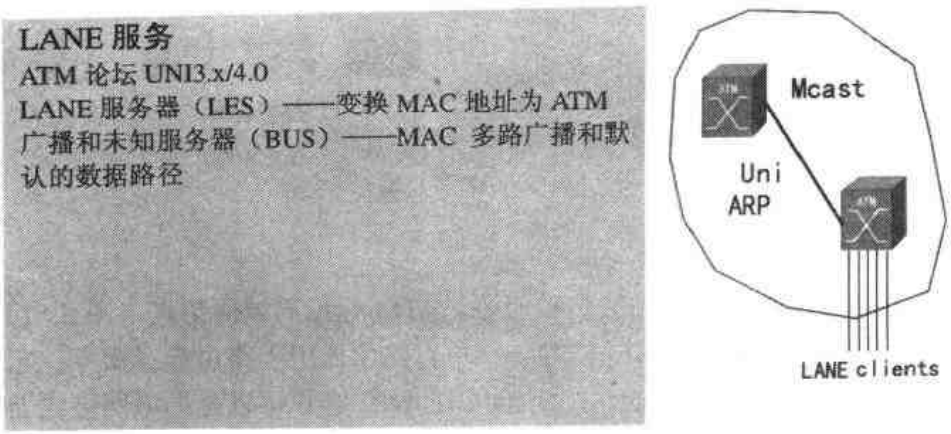


图 3.53　LANE 服务

LANE 路由选择服务（见图 3.54）是一个为 ATM 基干提供路由选择服务的单臂路由器。通过成为每一个 ELAN 的成员，一个单臂路由器可以在 LANE 仿真的局域网（ELAN）之间提供路由选择服务。一个 ELAN 被定义为使用相同的 LANE 服务器注册 MAC 和 ATM 地址的一组主机。

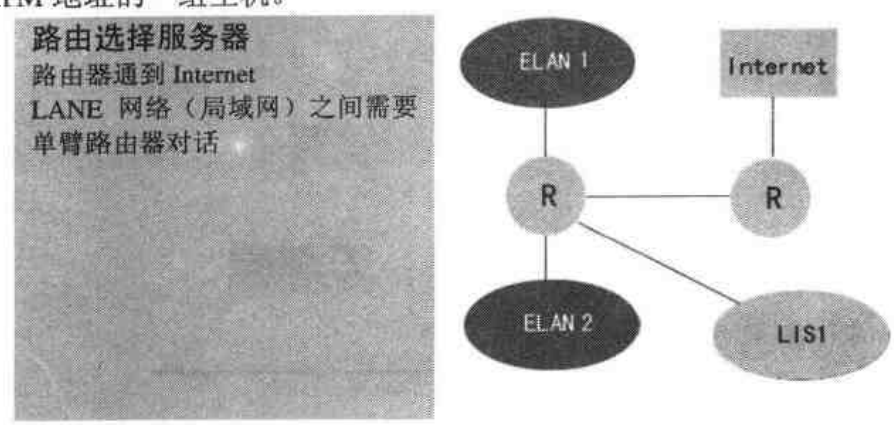


图 3.54　LANE 路由选择服务

LANE 被设计作为移植协议给客户机，允许连接 ATM 的站使用为无连接环境而编写的应用系统相互通信（图 3.55）。LANE 还被设计用来支持在一个 ATM 基干上的保留站之间的桥式通信。目的就是把它作为一种移植技术，只用它来允许给拥有为本地的 ATM API 写的局域网应用系统的一种 ATM 桌面解决方案一个完全得体的转换。不过，这里仍然没有本地的 ATM 应用系统（除了 LANE 自己）。现在，LANE 正在被重新出售（重新设计）成为一种基于 ATM 的桥式 VLAN 解决方案。

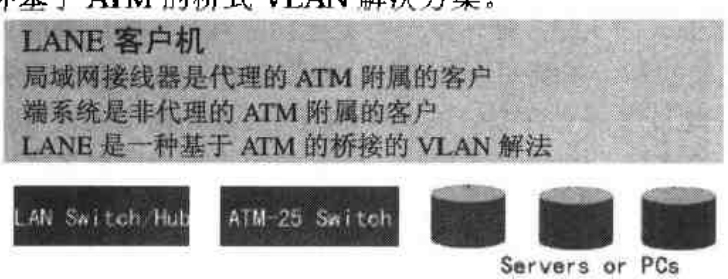


图 3.55　LANE 客户机

ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）

MPOA（图 3.56）与 LANE 是一模一样的，但它另外增加了一种开通式路由选择服务，作为一项 ATM 网络的功能。如图 3.57 所示。

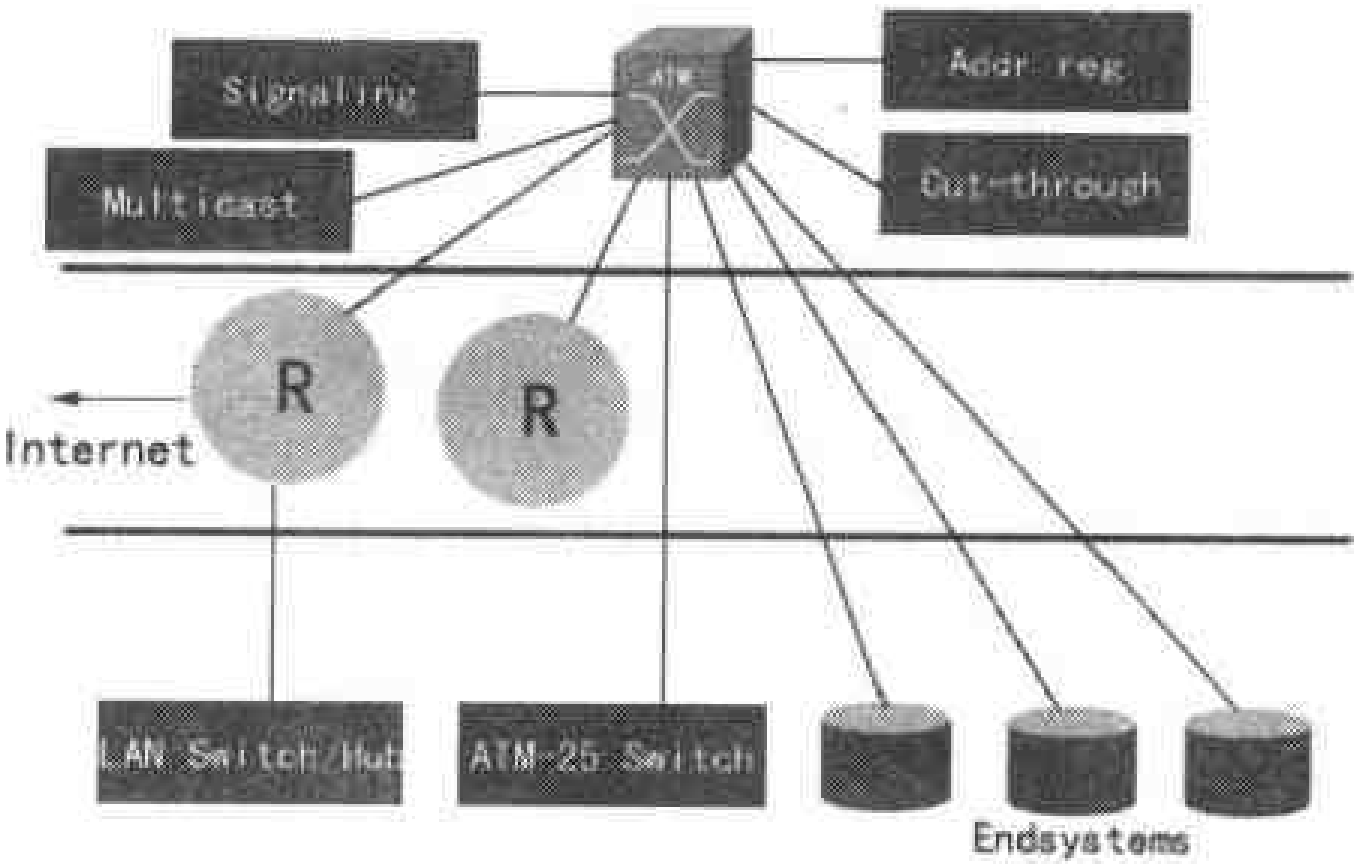
图 3.57　MPOA 数据结构

MPOA 服务（图 3.58）把一种无连接转换的，具有多路广播能力的局域网环境的方法，以及内部网提供给面向连接的基干环境。MPOA 提供 ATM 服务用来解析局域网 MAC 地址和网络地址为 ATM 地址，允许 MPOA 客户机通过使用 ATM 网络的信号传输服务建立到目标站或主机的连接。MPOA 还提供把局域网多路广播转换到 ATM 多路广播（基于树）的结构。

图 3.58　MPOA 服务

数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.56　ATM 论坛多协议



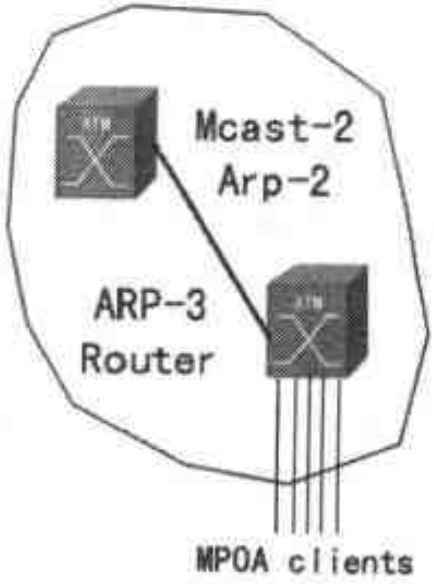
MPOA 服务

ATM 论坛 UNI 3.x/4.0

ARP——第二和第三层

多路广播——第二层

路径——用于 VLAN 和子网之间的开通方式



ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）

MPOA（图 3.56）与 LANE 是一模一样的，但它另外增加了一种开通式路由选择服务，作为一项 ATM 网络的功能。如图 3.57 所示。

数据协议
RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.56　ATM 论坛多协议

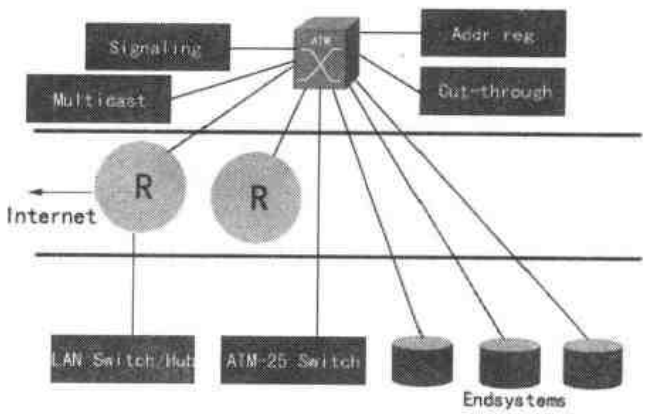


图 3.57　MPOA 数据结构

MPOA 服务（图 3.58）把一种无连接转换的，具有多路广播能力的局域网环境的方法，以及内部网提供给面向连接的基干环境。MPOA 提供 ATM 服务用来解析局域网 MAC 地址和网络地址为 ATM 地址，允许 MPOA 客户机通过使用 ATM 网络的信号传输服务建立到目标站或主机的连接。MPOA 还提供把局域网多路广播转换到 ATM 多路广播（基于树）的结构。

MPOA 服务
ATM 论坛 UNI 3.x/4.0
ARP——第二和第三层
多路广播——第二层
路径——用于 VLAN 和子网之间的开通方式

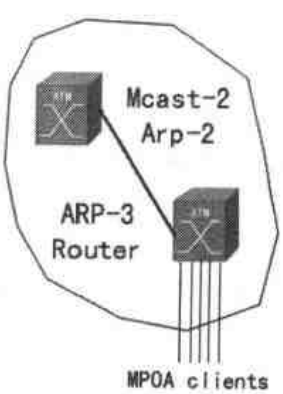


图 3.58　MPOA 服务

MPOA 在 LANE 单臂路由器上增加了 NHRP。另外，还有一种结构用来分配和高速缓存快捷方式（开通式）编址信息到 MPOA 客户机，MPOA 客户机就可以执行第三层信息包传送功能及开通式 ATM 网络，避免沿路的路由器跃距。

在 LANE 中（图 3.59），单臂路由器充当一种传统的路由器，执行信息包的传送功能和路由器处理，但是它用逻辑端口代替了物理端口。MPOA 增加 NHRP 到这些单臂路由器。通过增加 NHRP，单臂路由器抛弃了稳态信息包传送的职责。这个职责现在被客户机直接控制，这是因为 NHRP 允许在 MPOA 客户机之间建立快捷方式。因此，MPOA 定义了一种分布式路由选择解法把路由选择功能从信息包传送功能中分离出来。

图 3.59　MPOA 路由选择服务

只有当 NHRP 用快捷方式路由选择方法增强或实际替换了 CIP，MPOA 才是一种被快捷方式增强的 LANE（见图 3.60）。

图 3.60　MPOA 客户机

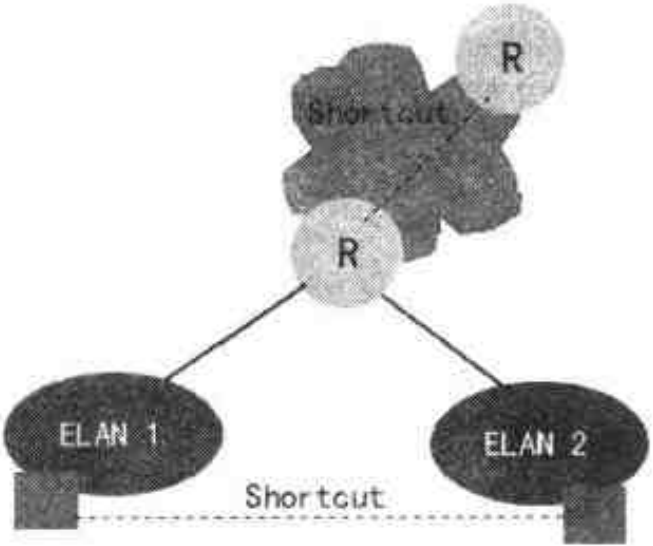
IP 转换和多协议标志转换

IP 转换和 MPLS（图 3.61）需要一个 ATM 基干中的独立的信号传输服务，如图 3.62 所示。在这个模型中的路由器、局域网接线器、服务器和工作站可能都同样是 ATM 附属的。

路由选择服务

GW 通到 Internet

单臂路由器现在执行默认的信息包传送以及路由器处理——沿路径分发到 MPOA 客户机的信息



MPOA 客户机
局域网接线器是代理的 ATM 附属的客户机
端系统是非代理的 ATM 附属的客户机
MPOA 增加了网络快捷方式（通过 NHRP）到 LANE

MPOA 在 LANE 单臂路由器上增加了 NHRP。另外，还有一种结构用来分配和高速缓存快捷方式（开通式）编址信息到 MPOA 客户机，MPOA 客户机就可以执行第三层信息包传送功能及开通式 ATM 网络，避免沿路的路由器跃距。

在 LANE 中（图 3.59），单臂路由器充当一种传统的路由器，执行信息包的传送功能和路由器处理，但是它用逻辑端口代替了物理端口。MPOA 增加 NHRP 到这些单臂路由器。通过增加 NHRP，单臂路由器抛弃了稳态信息包传送的职责。这个职责现在被客户机直接控制，这是因为 NHRP 允许在 MPOA 客户机之间建立快捷方式。因此，MPOA 定义了一种分布式路由选择解法把路由选择功能从信息包传送功能中分离出来。

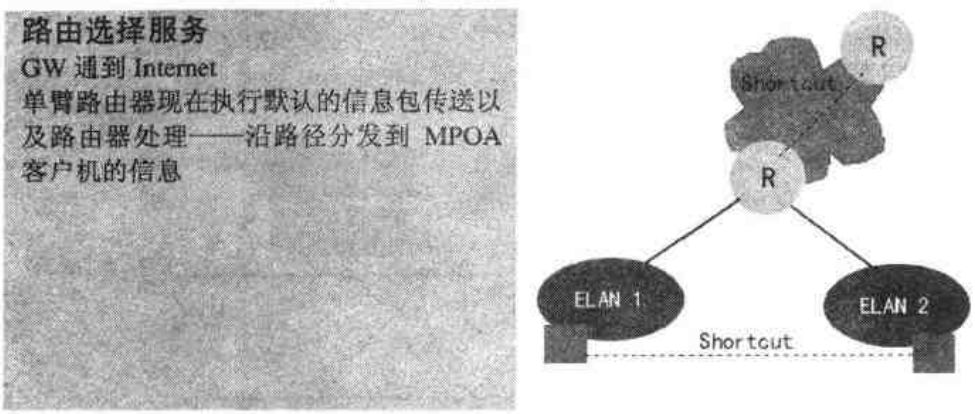


图 3.59　MPOA 路由选择服务

只有当 NHRP 用快捷方式路由选择方法增强或实际替换了 CIP，MPOA 才是一种被快捷方式增强的 LANE（见图 3.60）。

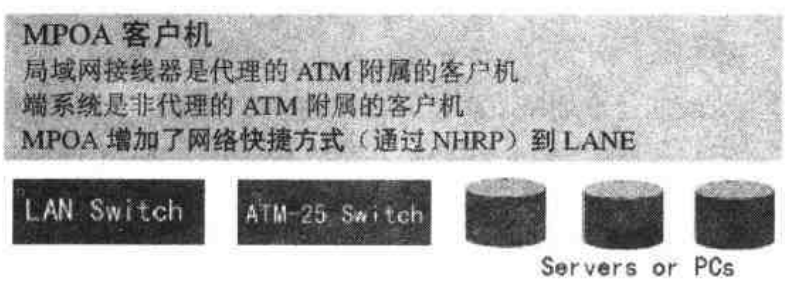


图 3.60　MPOA 客户机

IP 转换和多协议标志转换

IP 转换和 MPLS（图 3.61）需要一个 ATM 基干中的独立的信号传输服务，如图 3.62 所示。在这个模型中的路由器、局域网接线器、服务器和工作站可能都同样是 ATM 附属的。

在 ATM 上的 CIP、LANE 和多协议中，MAC 和 IP 地址被转换为 ATM 地址，因此，ATM 信号传输可以被使用。ARP 服务因此需要解析老的地址成为 ATM 地址（图 3.63）。在 IP 转换协议中，IP 流程或布局直接被转换为 ATM 虚拟电路，这样就避免了从老的地址向 ATM 地址的转换。

IP 转换的目的就是为了避免复制（图 3.64）。ATM 提供新的复杂的结构支持多路广播、路由选择和编址。目前已经有协议（和应用）支持这些 IP 的功能。IP 转换和 IP 功能因为 ATM 转换的硬件优势而紧密结合在一起。这样的结果是 IP 路由功能被应用到 ATM 网络的边缘以及 ATM 交换成为高速信息包传送的核心。

数据协议

RFC1483——多协议封装
RFC1577——经典的 IP（CIP）
下段跃距解析协议（NHRP）
ATM 论坛局域网仿真（LANE）
ATM 上的 ATM 论坛多协议（MPOA）
IP 交换和多协议表交换（MPLS）

图 3.61　IP 转换和 MPLS

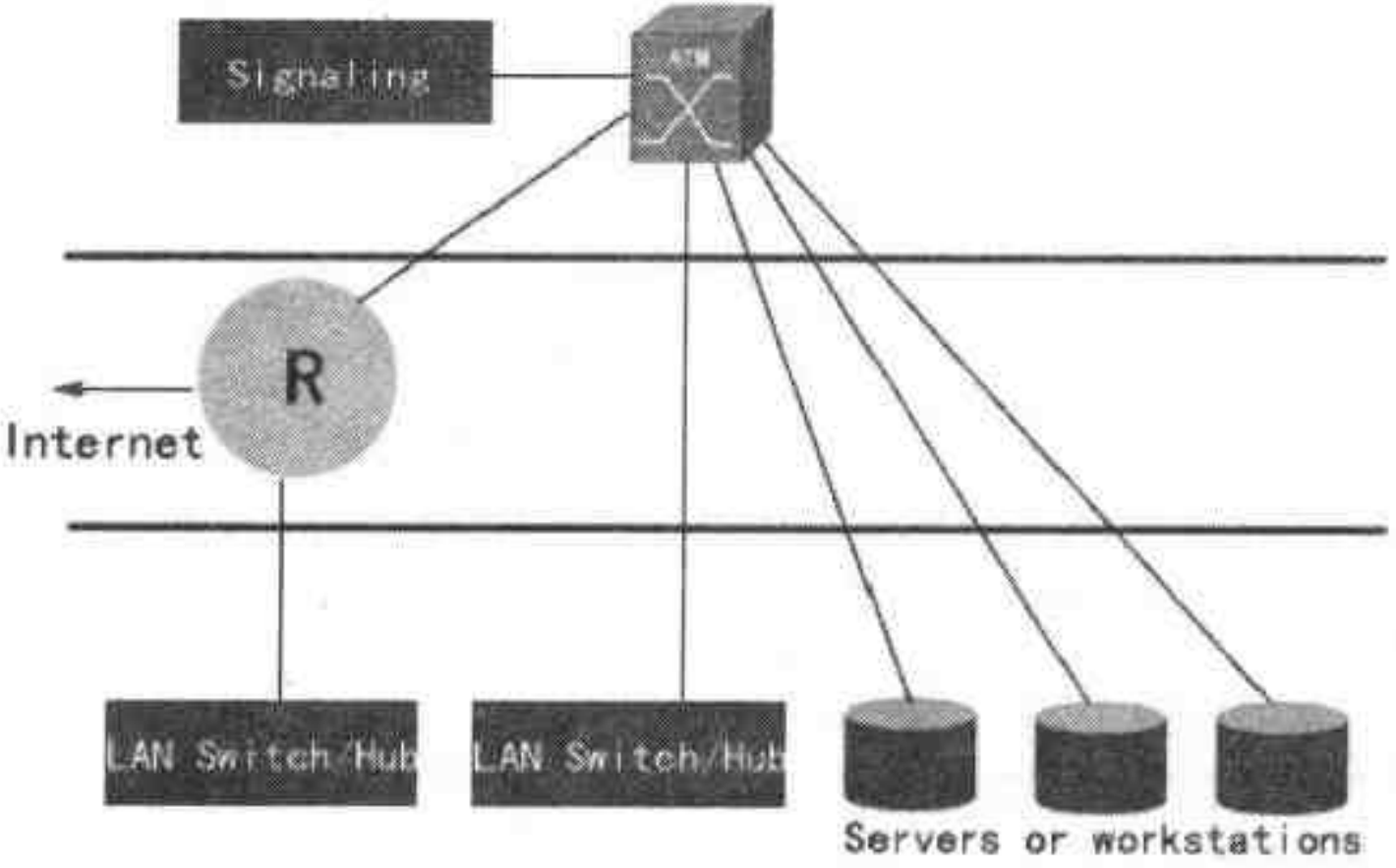


图 3.62　IP 转换和 MPLS 结构

IP 转换服务

IETF GSMP 信号发送和转换控制

无 ATM 论坛信号发送

IP 流程和（或）布局被变换为 ATM 连接

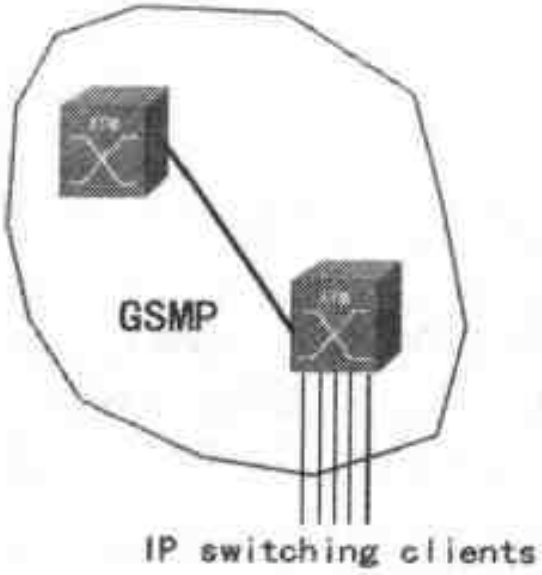


图 3.63　ATM IP 转换服务

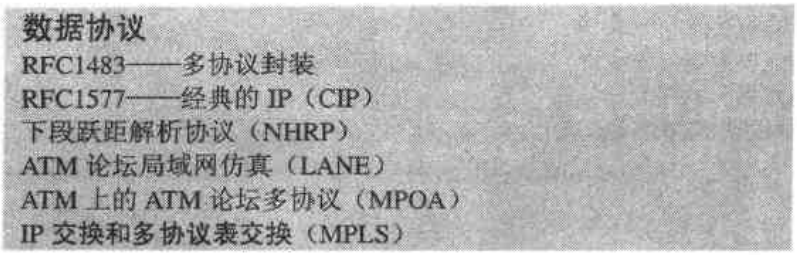


图 3.61　IP 转换和 MPLS

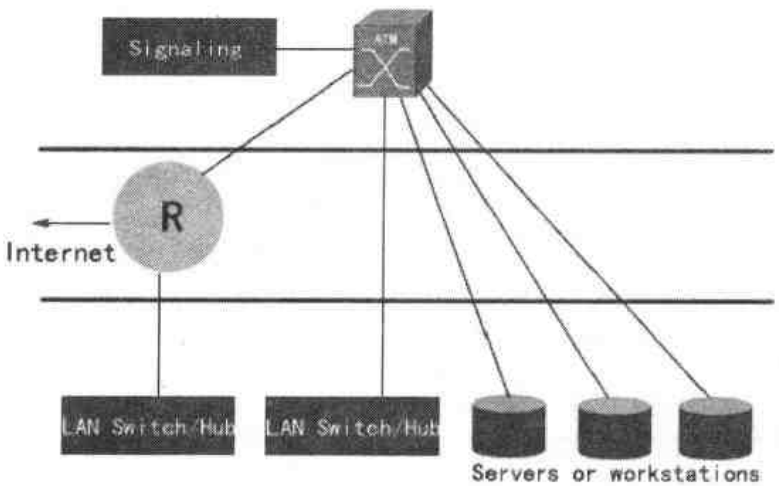


图 3.62　IP 转换和 MPLS 结构

在 ATM 上的 CIP、LANE 和多协议中，MAC 和 IP 地址被转换为 ATM 地址，因此，ATM 信号传输可以被使用。ARP 服务因此需要解析老的地址成为 ATM 地址（图 3.63）。在 IP 转换协议中，IP 流程或布局直接被转换为 ATM 虚拟电路，这样就避免了从老的地址向 ATM 地址的转换。

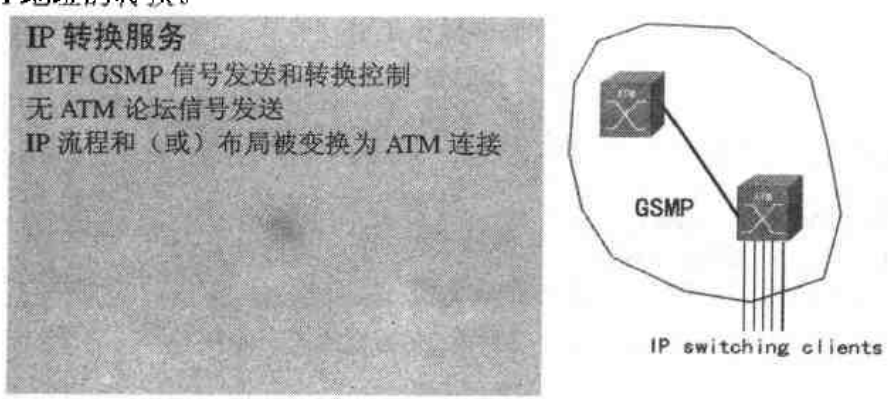


图 3.63　ATM IP 转换服务

IP 转换的目的就是为了避免复制（图 3.64）。ATM 提供新的复杂的结构支持多路广播、路由选择和编址。目前已经有协议（和应用）支持这些 IP 的功能。IP 转换和 IP 功能因为 ATM 转换的硬件优势而紧密结合在一起。这样的结果是 IP 路由功能被应用到 ATM 网络的边缘以及 ATM 交换成为高速信息包传送的核心。

与在 NHRP 和 MPOA 中很相似，IP 转换的构思就是为了避免在位于 ATM 网络中间的路由器中处理信息包。在这里路由器跃距也有可能被取消（图 3.65）。

图 3.65　IP 转换客户端

3.6　总　　结

总的来说，LANE、MPOA 和 IP 转换都提供了解决方案，允许建立一个基于 ATM 转换核心的强健的基干网络。图 3.66 提供了以下的特性的概要

3.7　下一步内容

本章讨论了 ATM 数据模型，它的网络服务、数据协议和局域网仿真，还有 ATM MPOA 服务。第 4 章将研究数字化方法和基于信息包的语音应用系统。

路由选择服务

保留的客户机可以在 ATM 附属的路由器后面

路由选择服务被路由器执行

信息包只经过边缘路由器

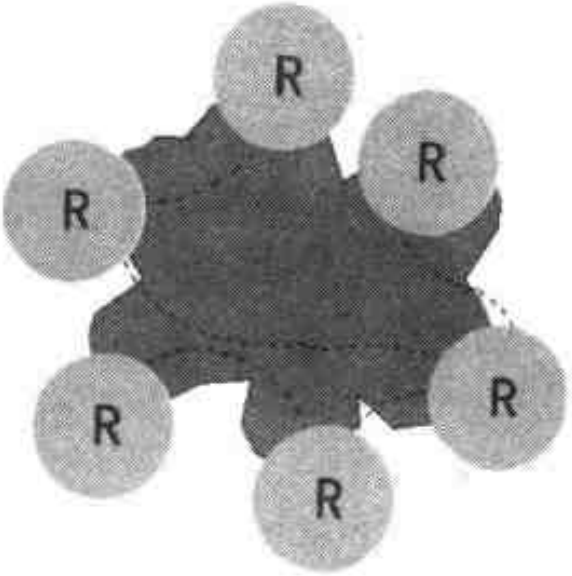


图 3.64　IP 转换路由选择服务

客户机

路由器（信息包传送器）是 IP 转换客户

局域网接线器和端站都可以是路由器

IP 转换是一种建立基于路由器的 ATM 转换基干的解决方案

强健的基干网络。图 3.66 提供了必要的特性的概要。

结论

RFC 1483 是一种封装方法——它通过使虚拟电路（VC）看上去像点对点链接能够用 ATM 连接路由器

CIP 是一种高速工作组解决方案

NHRP 代替 CIP 并增添了快捷方式路由选择

LANE、MPOA 以及 IP 转换/MPLS 都是数据网络解决方案

图 3.66　基于 ATM 转换核心的强健的基干网络

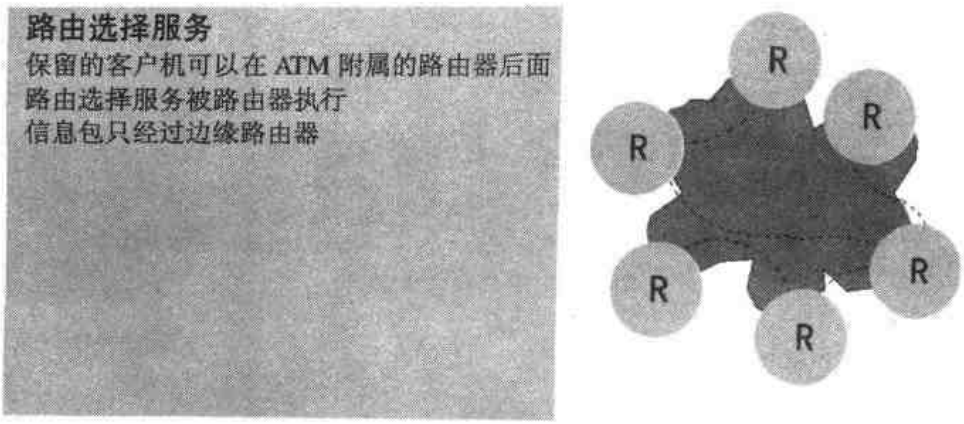


图 3.64　IP 转换路由选择服务

与在 NHRP 和 MPOA 中很相似，IP 转换的构思就是为了避免在位于 ATM 网络中间的路由器中处理信息包。在这里路由器跃距也有可能被取消（图 3.65）。

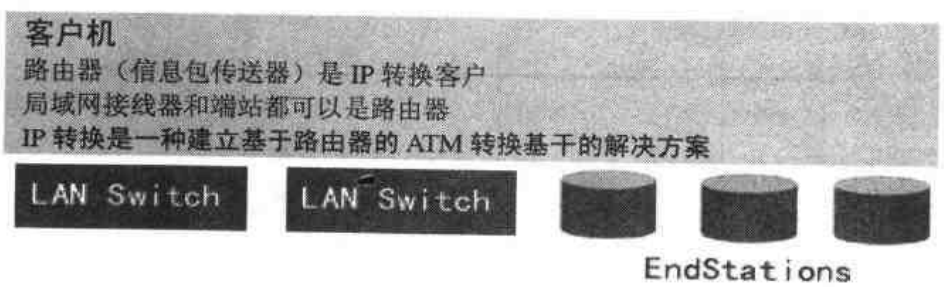


图 3.65　IP 转换客户端

3.6　总　　结

总的来说，LANE、MPOA 和 IP 转换都提供了解决方案，允许建立一个基于 ATM 转换核心的强健的基干网络。图 3.66 提供了必要的特性的概要。

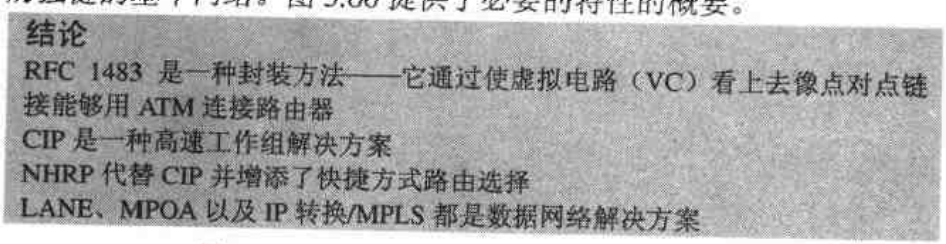


图 3.66　基于 ATM 转换核心的强健的基干网络

3.7　下一步内容

本章讨论了 ATM 数据模型，它的网络服务、数据协议和局域网仿真，还有 ATM MPOA 服务。第 4 章将研究数字化方法和基于信息包的语音应用系统。

第 4 章

多路广播概述

在单路广播环境中一个节点在同一时间只有发送到另外一个节点的能力。在多路广播中一个节点在一次运作中能够有效地发送一个单独的信息包给多个目标节点。为了使节点参与到多路广播中，节点的操作系统和 TCP/IP 组必须支持 IP 多路广播。

一个多路广播节点在一个传输服务上产生一个单独的请求，要求按次序传递那些报文的拷贝给多路广播传输的每一个目标节点。目标节点的数目可以是 0、全部或者是它们之间的任意数目。发送单路广播（一个节点）和广播（所有可达到的节点）报文是多路广播方法的特殊情况。如果基本的传输媒体，例如以太网或 SMDS，支持多路广播和广播，那么使用一个包括给许多接收者发送的单独的节点的应用系统是一个明确的选择。多路广播在性能上可以提供相当大的改进，通常它使用的带宽并不比在每个网络上单个的传输所用的多，并且它给予真实地分布的应用系统的结构。

在一个多路广播 IP 信息包和一个单路广播信息包之间惟一的区别就是 IP 标题地址字段中代表的“组地址”的出现。多路广播使用一个 D 类目标地址格式（224.0.0.0～239.225.225.225），而不是 A 类、B 类或 C 类 IP 地址。

这一章叙述了多路广播和它的一些优势，并且简单地：

- 介绍了工作组中的多路广播。
- 叙述了在主机和路由器上的多路广播能力。
- 介绍了在 IP 中的多路广播和 IP 层的多路广播支持的增加。
- 叙述了多路广播基干和模仿 IP 多路广播应用和实现。
- 提出 IP 多路广播中的安全问题。

RFC966，《主机组：一种 Internet 协议的多路广播扩展》，出版于 1985 年，作者是 S. Deering 和 D. Cherition。它是有关增加 Internet 的多路广播支持方面的最早的正式规范。

RFC1112，《用于 IP 多路广播的主机扩展》，出版于 1989 年 8 月，作者是 S. Deering，它是一个正式的标准（STD-5），代替了 RFC966。

4.1　多路广播介绍

IP 多路广播是 IP 的一个扩展。IETF 建议的标准，RFC1112 定义了 IP 的扩展。一个比较新的 IP 的特点是，IP 多路广播是一个用来在局域网或广域网内从一个源到许多目标传播 IP 数据报的协议。成组的接收者加入多路广播话路。利用 IP 多路广播，应用系统发送信息的一个拷贝到一个组地址。信息到达所有的想要接收的接收者。多路广播技术传递信息包到一组接收者，而不是单个的接收者，这是依靠网络把信息包仅仅传输到需要接收它们的网络。工作在 TCP/IP 协议组中的具有多路广播能力的节点可以接收多路广播报文。

多路广播是一种下推（push）技术。在这种技术中，一个服务器把数据发送给客户，不需要客户发出请求（见图 4.1）。下推和上拉（pull）交替作用，决定信息在 Internet 上被如何传递。在上拉技术中，一个客户机从一台服务器或从另一台计算机请求数据。E-mail 和定点广播（PointCast）都是下推技术的例子，而 Web 基于上拉技术。在这种情况中客户机浏览器请求一个页面的传递。

图 4.1　多路广播通过互联网发送信息给多个用户

基于标准的 IP 多路广播同时支持成千上万的用户而不会对带宽要求有太多的影响。另外，IP 多路广播路由选择协议通过一个大的多机种的网络，例如 Internet 提供从一个源到任意数目的目标的有效的数据报的发送。

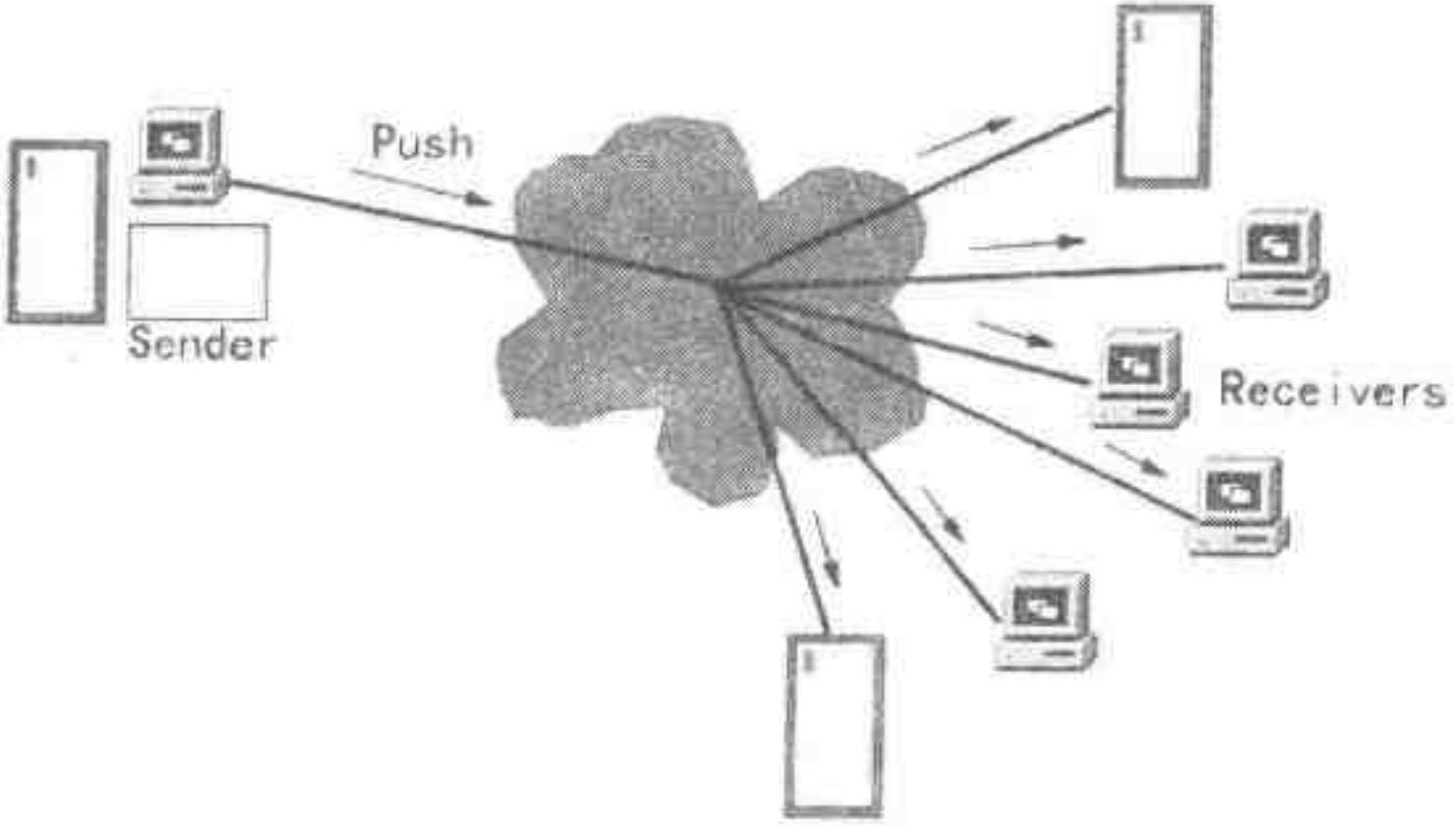
IPv4 地址有三种基本类型：单路广播、广播和多路广播。单路广播地址被设计用于传输一个信息包到一个单独的目标。广播地址用来发送一个数据报到一个整个子网。多路广播地址用来发送一个数据报到一组被设置为在不同的分散的子网中多路广播组的成员的主机。

传输类型

IPv4 支持三种地址类型：单路广播、广播和多路广播。使用的地址类型决定一个源怎样传输完全相同的数据到多个接收者。传统的单路广播和广播的传输方法明显不同于 IP 多路广播。映射 IP 多路广播到局域网多路广播的方法包括三个分开的操作：多路广播地址解析为局域网多路广播地址，复制并传送报文，以及组成员注册。

单路广播传输

一个单路广播地址被设计用来传输一个信息包到一个单个的目标。一个单路广播传输本质上是点对点传输（见图 4.2）。


Push
Sender
Receivers

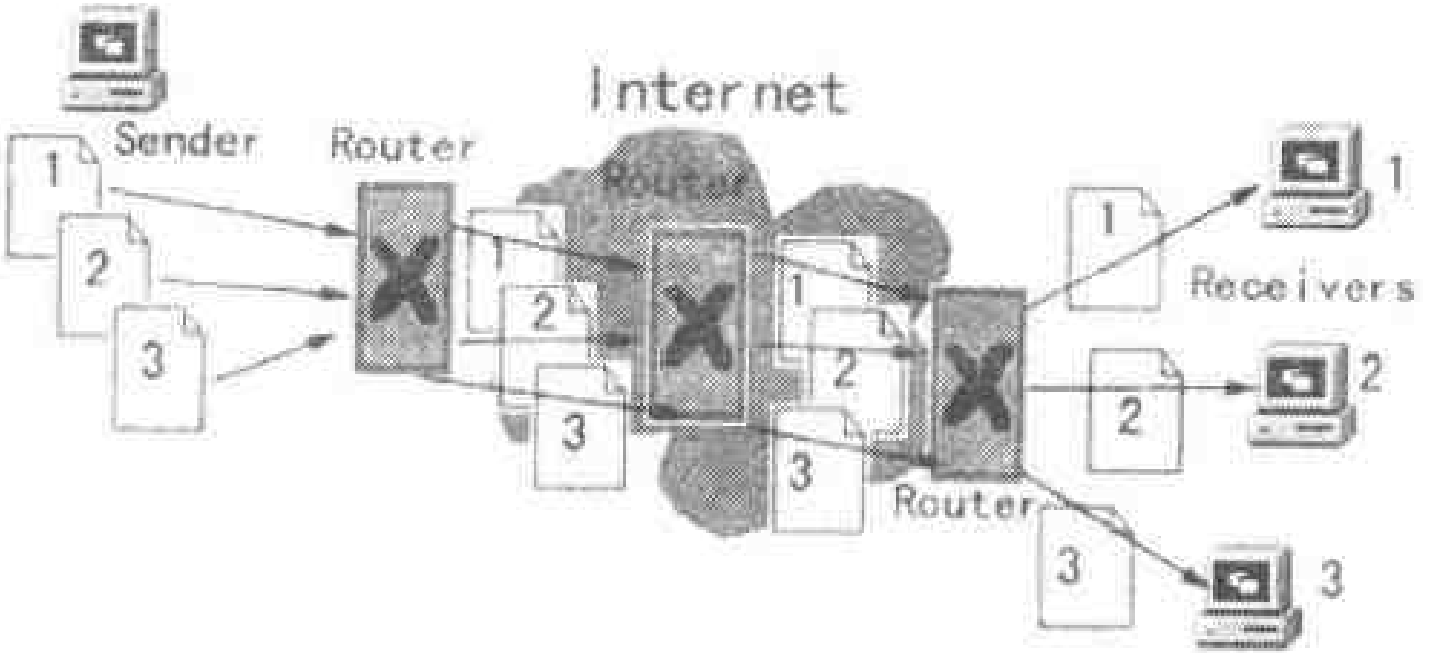


图 4.2　单路广播传输本质上是点对点传输

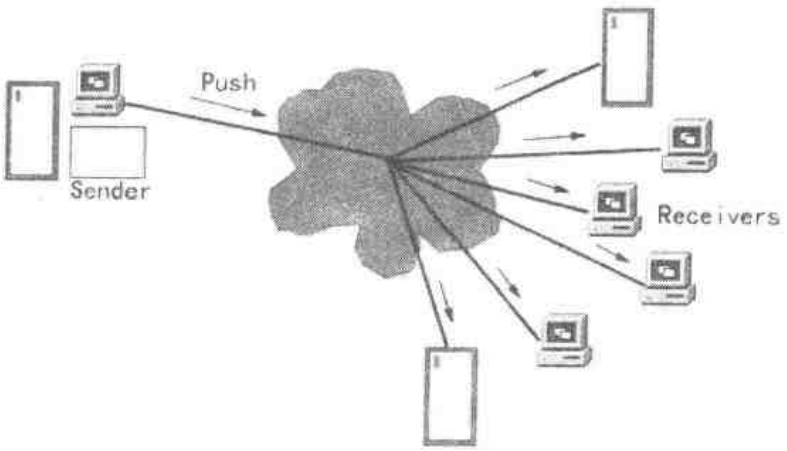


图 4.1　多路广播通过互联网发送信息给多个用户

基于标准的 IP 多路广播同时支持成千上万的用户而不会对带宽要求有太多的影响。另外，IP 多路广播路由选择协议通过一个大的多机种的网络，例如 Internet 提供从一个源到任意数目的目标的有效的数据报的发送。

IPv4 地址有三种基本类型：单路广播、广播和多路广播。单路广播地址被设计用于传输一个信息包到一个单独的目标。广播地址用来发送一个数据报到一个整个子网。多路广播地址用来发送一个数据报到一组被设置为在不同的分散的子网中多路广播组的成员的主机。

传输类型

IPv4 支持三种地址类型：单路广播、广播和多路广播。使用的地址类型决定一个源怎样传输完全相同的数据到多个接收者。传统的单路广播和广播的传输方法明显不同于 IP 多路广播。映射 IP 多路广播到局域网多路广播的方法包括三个分开的操作：多路广播地址解析为局域网多路广播地址，复制并传送报文，以及组成员注册。

单路广播传输

一个单路广播地址被设计用来传输一个信息包到一个单个的目标。一个单路广播传输本质上是点对点传输（见图 4.2）。

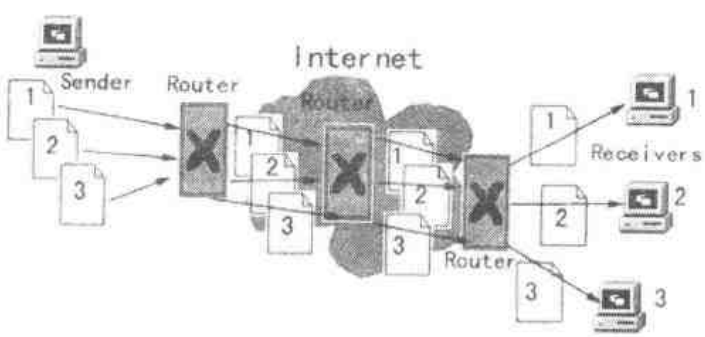


图 4.2　单路广播传输本质上是点对点传输

如果一个节点想发送相同的信息给许多目标，必须依次发送一个相同的拷贝给每一个接收者。相同的信息必须通过网络多次发送。单路广播避免了发送数据给不需要它的站的网络。但是它会使用很高的带宽和资源。另外，节点需要生成给每一个接收者的分开的完全一样的数据流。这是一种极端的低效率，并且使用很高的处理功率和内存。

广播传输

一个广播地址能够传送一个单独的数据流到一个整个子网上的每一个站。换句话说，广播允许网络上的一个站同时与包含在同一个广播范围或子网内的所有设备对话。路由器和接线器传送广播，但是在这个过程中它们都要使用带宽，并且无法知道在其他网络上的任意节点是否想要广播数据。广播消耗的发送者的资源并不比单路广播消耗得多，但是它无效地消耗网络资源。

一些协议使用广播来发现网络中的资源。为了阻止广播信息淹没网络，系统管理员应该设置路由器来通过或阻止在任何特别的路径上的广播。许多数据通信网络限制广播到一个物理的或逻辑的分段的网络上。

多路广播传输

一个多路广播地址能够把一个单独的数据流传递到被设置为在不同的分散的子网中多路广播的成员的一组主机。它是一种在一个传播中到达多个接收者的方法（见图 4.3）。其他节点过滤掉硬件层的多路广播广播信息包。多路广播是发送到一组自选择的接收者的处理过程，通常都比全部接收者的数目少得多。每一个接收者必须被明确分开，并且必须可以控制哪些接收者接收数据。多路广播接收者的动态组可以迅速地建立和解散。

多路广播运作总结

多路广播技术覆盖网络的许多领域，包括视频和远程会议、多媒体简报、新闻发布以及远程直播等等。IP 多路广播几乎可以通过任何的网络基础结构，包括以太网、ATM、帧中继、SMDS 以及卫星。为了多路广播能够工作，支持多路广播的 TCP/IP 要安装在所有参与的机器上。

多路广播是无连接的，这意味着一个多路广播数据报既不被保证到达所有的成员，

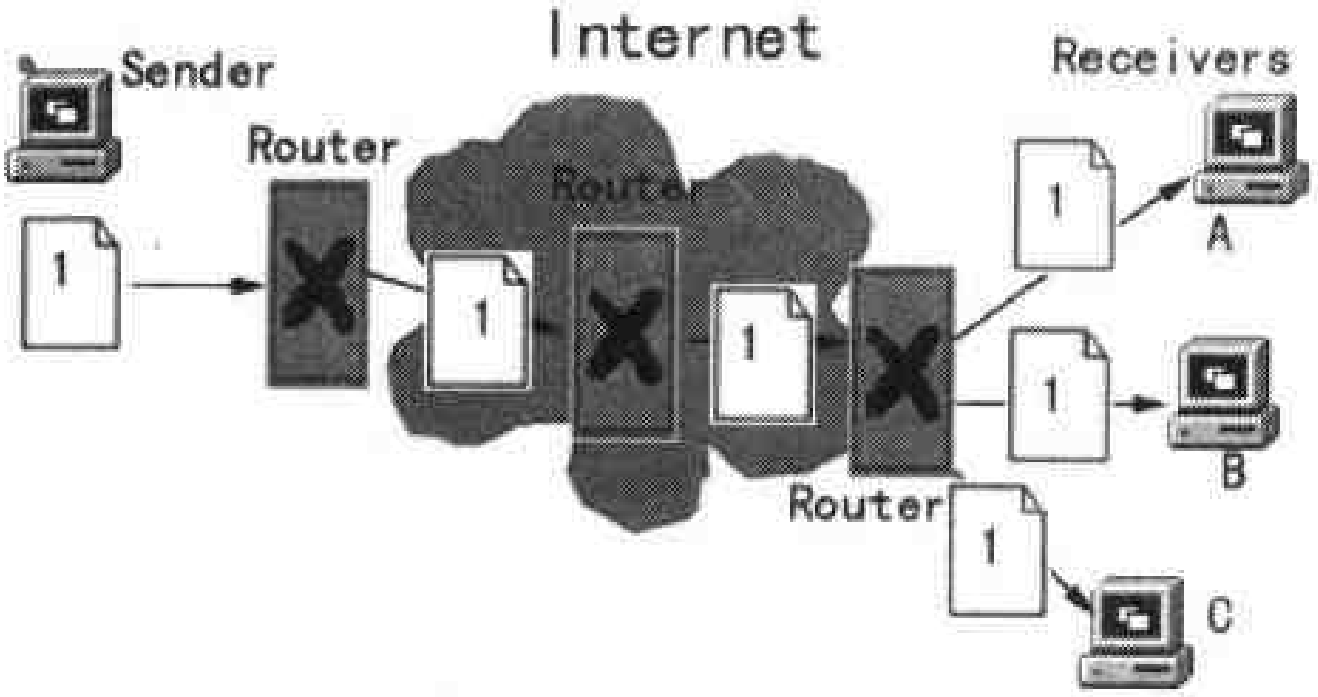


图 4.3　多路广播的传输示例

如果一个节点想发送相同的信息给许多目标，必须依次发送一个相同的拷贝给每一个接收者。相同的信息必须通过网络多次发送。单路广播避免了发送数据给不需要它的站的网络。但是它会使用很高的带宽和资源。另外，节点需要生成给每一个接收者的分开的完全一样的数据流。这是一种极端的低效率，并且使用很高的处理功率和内存。

广播传输

一个广播地址能够传送一个单独的数据流到一个整个子网上的每一个站。换句话说，广播允许网络上的一个站同时与包含在同一个广播范围或子网内的所有设备对话。路由器和接线器传送广播，但是在这个过程中它们都要使用带宽，并且无法知道在其他网络上的任意节点是否想要广播数据。广播消耗的发送者的资源并不比单路广播消耗得多，但是它无效地消耗网络资源。

一些协议使用广播来发现网络中的资源。为了阻止广播信息淹没网络，系统管理员应该设置路由器来通过或阻止在任何特别的路径上的广播。许多数据通信网络限制广播到一个物理的或逻辑的分段的网络上。

多路广播传输

一个多路广播地址能够把一个单独的数据流传递到被设置为在不同的分散的子网中多路广播的成员的一组主机。它是一种在一个传播中到达多个接收者的方法（见图 4.3）。其他节点过滤掉硬件层的多路广播广播信息包。多路广播是发送到一组自选择的接收者的处理过程，通常都比全部接收者的数目少得多。每一个接收者必须被明确分开，并且必须可以控制哪些接收者接收数据。多路广播接收者的动态组可以迅速地建立和解散。

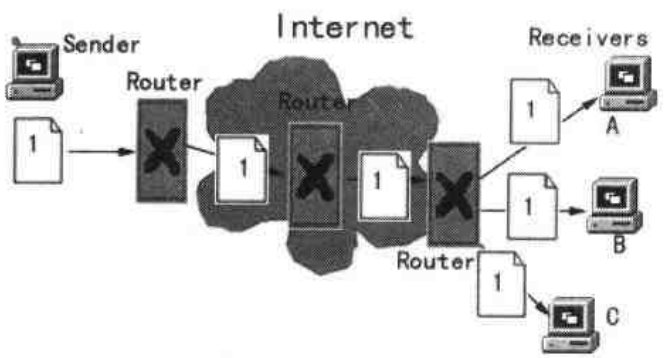


图 4.3　多路广播的传输示例

多路广播运作总结

多路广播技术覆盖网络的许多领域，包括视频和远程会议、多媒体简报、新闻发布以及远程直播等等。IP 多路广播几乎可以通过任何的网络基础结构，包括以太网、ATM、帧中继、SMDS 以及卫星。为了多路广播能够工作，支持多路广播的 TCP/IP 要安装在所有参与的机器上。

多路广播是无连接的，这意味着一个多路广播数据报既不被保证到达所有的成员，

也不被保证按它被发送时的相同顺序到达。协议基于最容易的原理传递一个多路广播数据报到目标组成员。

这个原理可以在端对端路径中引入延迟时间及延时的可变性。不过，多路广播应用系统需要控制通过它们接收的服务质量（QoS）。安全级别、带宽、延迟、抖动、错误率、成本以及压缩都是一些由 QoS 提供的区分网络服务的参数。资源解析协议（RSVP）是使 QoS 成为可能的关键协议。

被多路广播应用系统使用的资源和算法是各种各样的，是复杂的。多路广播可以在 OSI 模型的多个层中，与不同的协议一起实施。

在线的 Packet Magazine 的文章《Building Consistent Quality of Service into the Network》位于：http://www.cisco.com/warp/public/67416.html，来自 Cisco Systems。它讨论用于综合服务和服务质量的面向管理员的保证网络资源的新方法。

不同层中的多路广播

多路广播在数据链路层和网络层两者中都可以被实施。在数据链路层级别的以太网、FDDI 和令牌环支持同一种方式的多路广播地址。如果多路广播应用系统被限制在一个局域网内，在数据链路层（第二层）中实施多路广播就足够了。

但是，如果多路广播应用系统扩大到超过一个单个的局域网或扩大到一个包含不同的媒体类型和网络技术的 Internet 中，实施多路广播应该发生在网络层（第三层）中。在这个层有多路广播是因为：

- ISO/OSI 第三层到第二层地址转换。
- 路由器中的动态的注册，通过一台计算机表示它是一个特定的组的一个成员。RFC1112 定义了 IGMP，IGMP 指定主机应该怎样通知网络它是某一个多路广播组的一员。
- 包括路由器对路由器的有多路广播意识的路由选择通信。多个标准可用来沿路径传送 IP 多路广播通信量。

——RFC1075 定义了距离向量多路广播路由选择协议（DVMRP）。

——RFC1584 定义了多路广播开放式最短路径优先（MOSPF）协议，它是一个允许支持 IP 多路广播的扩充的 OSPF。

——RFC2117 定义了协议独立多路广播稀疏模式（PIM-SM），它是两种描述的协议独立多路广播（PIM）之一。

——协议独立多路广播-密集模式（PIM-DM）目前是一种 Internet 标准化组草案。

第 7 章和第 8 章非常详细地叙述了多路广播路径和路由选择协议。

地址转换

一个多路广播地址能够把数据报传递给被配置成在不同的分开的子网中的多路广播组的成员的一组主机。一个 D 类地址是一个多路广播地址，并且标识表示一个多路广播组的这组机器或接口。例如，一个 D 类地址可以标识连接到 IP 网络的所有接口。一个 D 类地址的所有逻辑支架接收被发送到那个地址的信息包。

在一个多路广播 IP 信息包中 IP 标题的目标地址字段包含一组 D 类，而不是 A 类、B 类或 C 类 IP 地址。一个 D 类地址是一个格式为 224.0.0.0～239.255.255.255 的 IP 地址。

在 D 类编址中，较低位置的 256 个地址被保留给管理的功能和系统级的路由选择工作。中间范围被组、内部网和 Internet 中的多路广播端用户应用系统使用。较高位置的 D 类地址组被保留用于在本地被管理的或指定位置的多路广播应用系统（见图 4.4）。

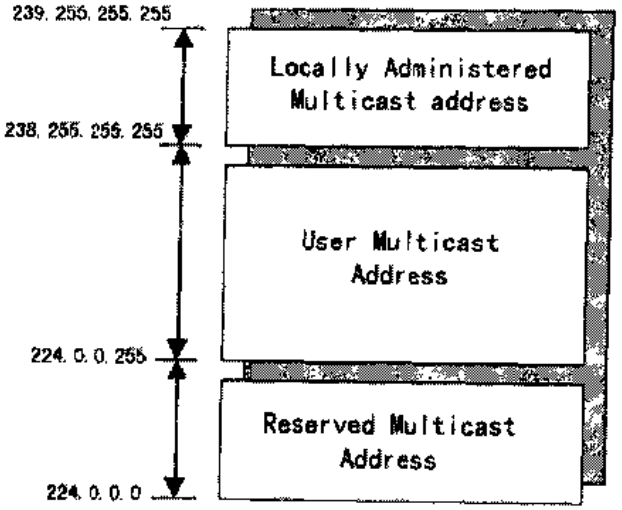


图 4.4　D 类地址组

当一个子网上的本地路由器接收一个第三层多路广播信息包时，它可以把 IP 多路广播地址变换成一个第二层多路广播地址，例如一个以太网地址。接收主机的局域网接口硬件可以有效地读取这个第二层地址。第二层局域网协议实际地保留它们的部分地址空间给广播和多路广播帧。例如，以太网广播地址 FF-FF-FF-FF-FF-FF。

从 IP（第三层）地址到第二层地址的地址变换的产生是通过直接把 IP 地址变换到一个以太网的地址中。完成这项工作是通过把 IP 多路广播地址的低位 23 字节放到以太网多路广播地址的低位 23 字节的位置中。

多路广播和路由选择

只发送一次信息给多个用户可以产生很大的带宽节约。信息的复制只是在路径在路由器上分散时，以及当信息应该被送到另一个路由器时，除了送到正被连接到当前的路由器的工作站之外。

只要一个网络上有多路广播接收者，具有多路广播能力的路由器就传送多路广播到那个网络。主机使用 IGMP 通知任意多路广播话路的支持多路广播的路由器，表示它们希望加入。如果在一个特定的网络分段上的多路广播的所有成员都离开了组，路由器就停止向那一段传送多路广播数据。

惟一一次路由器实施 IP 多路广播复制信息包是在路径中的“分叉处”。路由器在每个物理网络上只发送每个信息包的一个拷贝。

有很多路由选择协议竞争多路广播，其中的三个是：DVMRP、MOSPP 和 PIM。

多路广播组

建立一个多路广播组开始于一个实施多路广播应用系统，例如语音、视频或金融的

服务器。一旦一个服务器被提出后，一个 D 类地址就被指定给应用系统和它的所有成员。包含在这个应用系统中的任何服务器都把信息包编址到组地址。

当一个接收者希望加入时，它就发送一个 IGMP 信息给它的本地的具有多路广播能力的路由器，其中包含期望的组的 D 类地址。从这一点开始，组报文被直接发送到接收者的子网（见图 4.5）。

单个的主机可以在任何时候自由加入或离开一个多路广播组。在一个多路广播组中可以有任意数目的成员，这些成员可以位于 Internet 中的任何地方。一个路由器使用一组成员协议来得知直接连接子网的组成员的出现。

4.2　IP 多路广播的应用和益处

在当今的商业环境中大量的信息产品需要被实时地传递到多个位置。同时商务和研究需要收回大量的每天的被动的或静态的数据。新的数据通信网络已经创建了很大的容量，增加的容量促进了用来开发新服务的可能性。这些新的服务需要新的传输方法，包括基础通信结构。

目前，大多数 Internet 应用系统依靠传统地被限制在局域网应用系统的点对点传输。现在的商务是一种非常频繁的全球业务。

IP 多路广播强制网络进行信息包复制，这节约了带宽。IP 多路广播是单路广播传输的一项很好的改进。一个公司可以把应用系统同时传给多个主机。注意，重要的是用于 IP 多路广播的应用系统并不仅仅局限于 Internet，多路广播 IP 也可以在分布广泛的商业网络中得到重要的应用。

减少网络传递

使用 IP 多路广播可以减少网络上的传递。例如，假设一个应用系统需要定期地传输信息包给几百台公司内部的主机。这些信息包的定期的单路广播传输将需要许多信息包穿过相同的链接。这些相同的信息包的多路广播传输将只需要一个从源开始的单个信息包传递。这种传输接着就在多路广播传递树中的分叉处被复制。

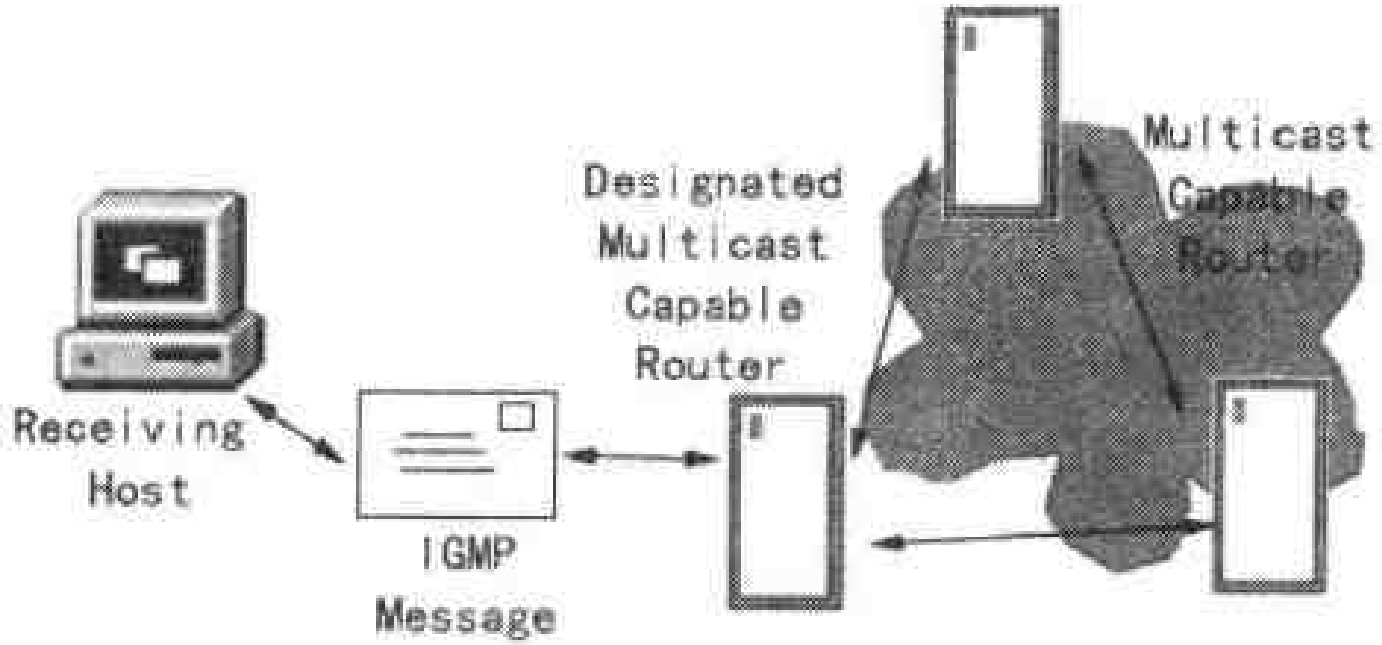


图 4.5　IGMP 消息报文

服务器。一旦一个服务器被提出后，一个 D 类地址就被指定给应用系统和它的所有成员。包含在这个应用系统中的任何服务器都把信息包编址到组地址。

当一个接收者希望加入时，它就发送一个 IGMP 信息给它的本地的具有多路广播能力的路由器，其中包含期望的组的 D 类地址。从这一点开始，组报文被直接发送到接收者的子网（见图 4.5）。

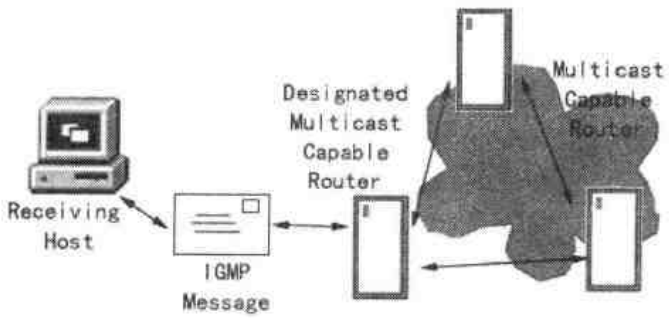


图 4.5　IGMP 消息报文

单个的主机可以在任何时候自由加入或离开一个多路广播组。在一个多路广播组中可以有任意数目的成员，这些成员可以位于 Internet 中的任何地方。一个路由器使用一组成员协议来得知直接连接子网的组成员的出现。

4.2　IP 多路广播的应用和益处

在当今的商业环境中大量的信息产品需要被实时地传递到多个位置。同时商务和研究需要收回大量的每天的被动的或静态的数据。新的数据通信网络已经创建了很大的容量，增加的容量促进了用来开发新服务的可能性。这些新的服务需要新的传输方法，包括基础通信结构。

目前，大多数 Internet 应用系统依靠传统地被限制在局域网应用系统的点对点传输。现在的商务是一种非常频繁的全球业务。

IP 多路广播强制网络进行信息包复制，这节约了带宽。IP 多路广播是单路广播传输的一项很好的改进。一个公司可以把应用系统同时传给多个主机。注意，重要的是用于 IP 多路广播的应用系统并不仅仅局限于 Internet，多路广播 IP 也可以在分布广泛的商业网络中得到重要的应用。

减少网络传递

使用 IP 多路广播可以减少网络上的传递。例如，假设一个应用系统需要定期地传输信息包给几百台公司内部的主机。这些信息包的定期的单路广播传输将需要许多信息包穿过相同的链接。这些相同的信息包的多路广播传输将只需要一个从源开始的单个信息包传递。这种传输接着就在多路广播传递树中的分叉处被复制。

对于这种类型的应用系统广播传输不是一种有效的解决方法。因为它影响到每一台察看信息包的端站的 CPU 性能，而且它浪费带宽。

应用

Internet 多路广播是惟一的基于标准的解决方法。它可以同样地支持成千上万的用户而不会对需要的带宽有影响。应用到商业中需要一些目前的 ISP 支持 IP 多路广播。下面叙述了一些 IP 多路广播的应用。

在一个多路广播环境中，是由本地的路由器，而不是端服务器，来处理个别的客户连接。

信息分配

IP 多路广播使得内部的公司的数据可以分配给大量的用户。例如，一个有一连串商店的公司可以使用多路广播来传递定价的信息到公司范围内的收银机。它局部地保护带宽并穿过网络。多路广播多媒体数据穿过 Internet 和内部网通向多个用户，是一个保护带宽的很好的方法。例如提供现场实时信息供给可以使用 Internet 多路广播传递它们的内容。在美国，这种供应商有：CNN、ESPN 和家庭购物网。

IT 管理者使用 IP 多路广播完成一个企业范围内的软件升级。

数据广播

1992 年，IETF 做了一个实验，从 IETF 会议位置到全世界的目标多路广播实时音频和视频供给，这被称为数据广播。这种技术把压缩的音频和视频信号从源站带走并且把它们当作连续的 UDP 信息包传输到一组地址。由于提供了这种技术，商业机构和其他机构也许可以取消用于视频、语音和数据的并列网络的维护。

通过使用多路广播技术，电视和无线电站可以多点广播节目给 Internet 上的用户。传统的这种服务使用广播传输，需要使用过于大量的 Internet 的带宽。

视频会议

目前，公司倾向于使用昂贵的基于 ISDN 的视频会议设备或者来自远程通信服务供应商的服务。交互式视频会议使用多路广播通过 Internet、内部网或外部网，从经济上来说是不贵的。通过使用 IP 多路广播：

- 生产率可以得到提高，因为传播的时间少了。
- 公司可以实行巨大的价格优势，因为节约了传播的花费。
- 大百分比的雇员，不是一点点，可以通过出席视频会议而“留在原位”。

与其使用昂贵的基于 ISDN 的设备或服务，公司不如使用具有多路广播能力的计算机，通过 Internet、内部网或外部网连接到它们的视频会议需要的地方。

雇员和远程学习

IP 多路广播同样可以传递内部的教育给成百上千的工人，而不管他们是在一个独立位置还是遍及公司的多个位置上。科目材料、最新资料和数据可以立即被直接传递到桌

面。学生可以加入到实时论坛或者练习中，尽管他们也许分散在全世界范围的不同地方。

资源发现

多路广播可以被用来代替广播用于网络服务的资源发现。没有发现的服务通常被限制在一个 TCP/IP 网络中的一个逻辑子网，尽管这样并没有什么原因。通过使用多路广播和多路广播地址联系服务管理员，发现服务器逻辑的区域可以很轻易的被展开。另外，可以在 IP 标题中使用实时时间（TTL）字段来限制多路广播传输的应用范围。

在有关资源发现的讨论中，J. Luoma 和 M. Tella 说："如果逻辑子网不限制服务器的提供服务的能力就更好了，这种解决方法将使连接网络每一个地方成为可能，只要使用多路广播传输来接收恰当的参数用于网络和服务器连接。这将在很大程度上增强目前的 Bootp 和 DHCP 协议。"

公共的信息共享

当前商业计算环境的一个重要部分就是通过数据库而不只是传统的 E-mail 的信息共享。这是通过组合件应用系统，例如 Lotus Notes、Microsoft Exchange 和 Corel GroupWise 来实现的。信息可以是遍及公司或世界的被分开的数据库。保持数据库在所有的位置中同步，以及用最近的信息更新是极其重要的。所有的组合件用户必须在相同的时间有相同的信息。

在这个远程 IP 多路广播中可以使用一个传输发送相同的改变给所有的数据库。巴西一个公司的本地用户，及其在芬兰、美国的用户，可以在同一时间都阅读相同的信息，如图 4.6 所示。此外，每一个人都可以改变信息，而且所有的读者都将意识到这个改变。

工作组中的 IP 多路广播

一些工作组的端用户使用多路广播应用系统来节约局域网带宽，并且提供及时的信息更新到多个系统。我们看到多媒体应用系统也可以使用 IP 多路广播服务促进 CD-ROM 或实时电视视频供给传递给穿过网络的多个系统。

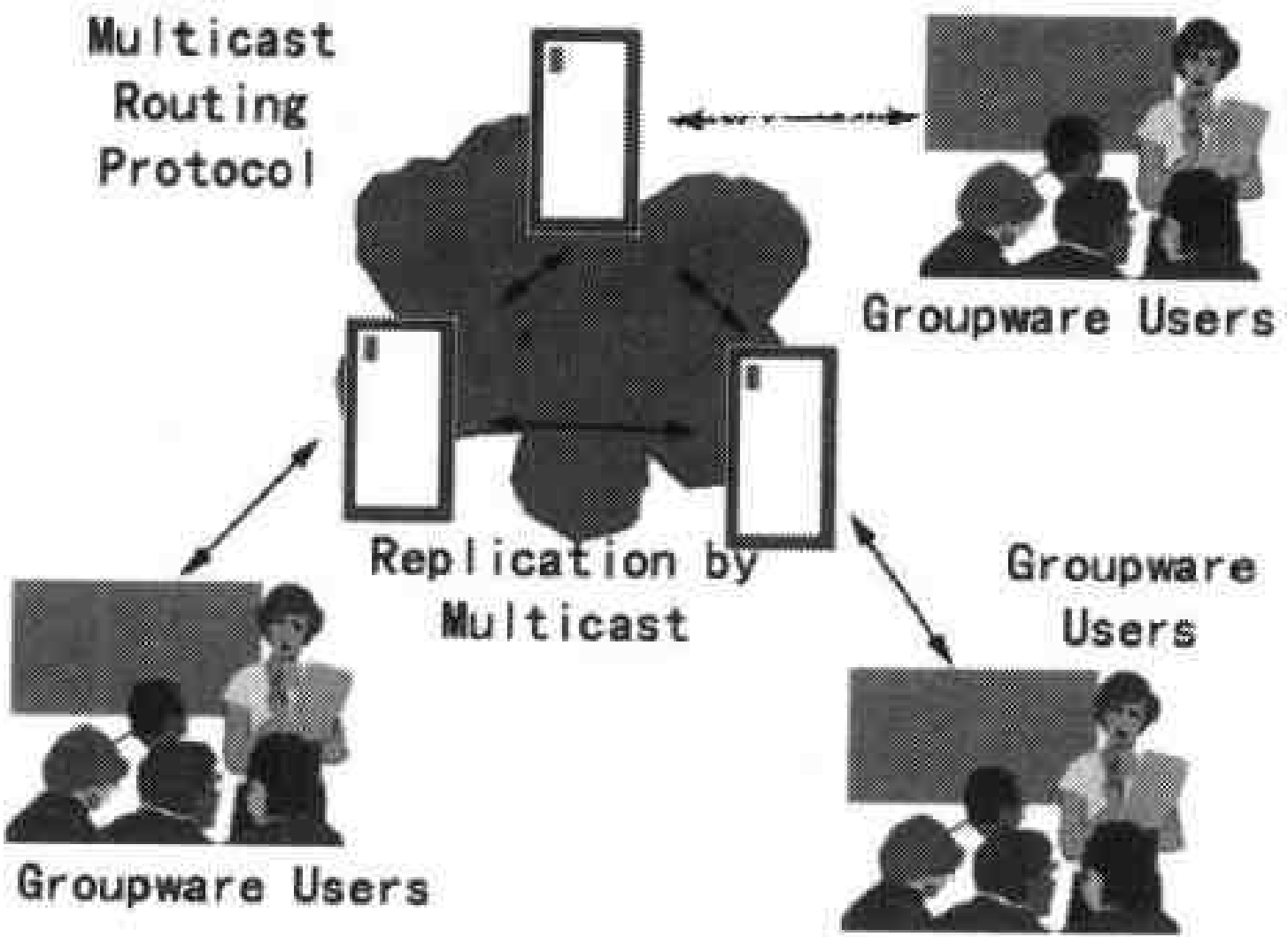


图 4.6　统一时间都阅读相同的信息

面。学生可以加入到实时论坛或者练习中，尽管他们也许分散在全世界范围的不同地方。

资源发现

多路广播可以被用来代替广播用于网络服务的资源发现。没有发现的服务通常被限制在一个 TCP/IP 网络中的一个逻辑子网，尽管这样并没有什么原因。通过使用多路广播和多路广播地址联系服务管理员，发现服务器逻辑的区域可以很轻易的被展开。另外，可以在 IP 标题中使用实时时间（TTL）字段来限制多路广播传输的应用范围。

在有关资源发现的讨论中，J. Luoma 和 M. Tella 说："如果逻辑子网不限制服务器的提供服务的能力就更好了，这种解决方法将使连接网络每一个地方成为可能，只要使用多路广播传输来接收恰当的参数用于网络和服务器连接。这将在很大程度上增强目前的 Bootp 和 DHCP 协议。"

公共的信息共享

当前商业计算环境的一个重要部分就是通过数据库而不只是传统的 E-mail 的信息共享。这是通过组合件应用系统，例如 Lotus Notes、Microsoft Exchange 和 Corel GroupWise 来实现的。信息可以是遍及公司或世界的被分开的数据库。保持数据库在所有的位置中同步，以及用最近的信息更新是极其重要的。所有的组合件用户必须在相同的时间有相同的信息。

在这个远程 IP 多路广播中可以使用一个传输发送相同的改变给所有的数据库。巴西一个公司的本地用户，及其在芬兰、美国的用户，可以在同一时间都阅读相同的信息，如图 4.6 所示。此外，每一个人都可以改变信息，而且所有的读者都将意识到这个改变。

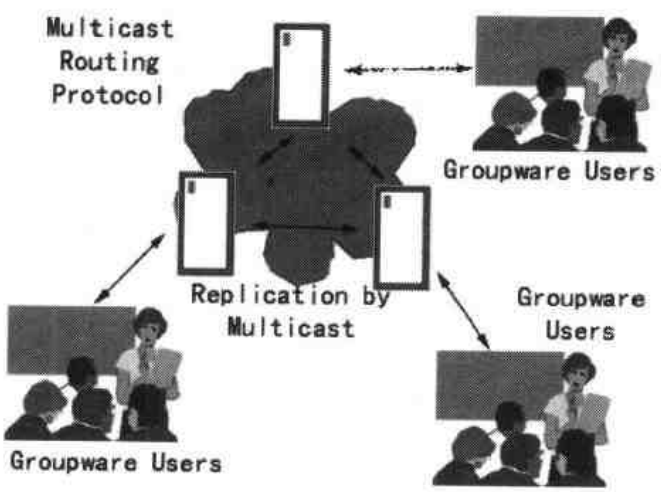


图 4.6　统一时间都阅读相同的信息

工作组中的 IP 多路广播

一些工作组的端用户使用多路广播应用系统来节约局域网带宽，并且提供及时的信息更新到多个系统。我们看到多媒体应用系统也可以使用 IP 多路广播服务促进 CD-ROM 或实时电视视频供给传递给穿过网络的多个系统。

转换和路由选择系统都必须支持 IP 多路广播能力，让多路广播应用系统在局域网中工作。局域网接线器必须有足够的网络互连的智力，使它传送多路广播报文只给那些作为组的部分的工作组段。

多路广播应用系统用在一个工作组中是商业通信的一种可行的形式。这时被用来传送应用程序的技术减少了带宽，增加了网络的可管理性。当应用系统有高带宽要求能够带来显著的系统开销时，端对端资源保留的技术和 IP 多路广播应用系统的管理能力的使用是尤其重要的。

多路广播应用系统和工作组的设备应该支持：

- RFC1112——一个 IGMP，允许一个主机为多路广播话路动态地注册，在其中它动态地选择参与以及加入和退出多路广播组。
- PIM，一个有关路由选择的 IETF 标准的初稿。PIM 使路由器有能力动态地寻找最好的路径用于多路广播传输，以及决定哪些组多路广播数据需要被传送通过每一个接口。
- 资源管理技术，例如定制队列允许网络管理人员管理被多路广播组使用的带宽。
- 安全结构控制接口发送或接收多路广播组的多路广播数据。

检查列表的好处

IP 多路广播的好处来自于一条划算的基于软件的升级路径。IP 多路广播不需要使用任何特定的硬件。来自 Internet 多路广播的其他好处包括：

- 通过流技术实时传递信息，因此排除下载的需要。
- 在目前的 Internet 基础结构设备中的支持，包括路由器、接线器及操作系统。
- 支持全双工及双向交互性。
- 排除了用于每一个增加的用户或位置的剩余带宽的需要。
- 遵守开放式 Internet 标准。
- 容易实施，改造到多个并排的应用系统和脚本，以及按比例增加多种数据类型，例如音频、视频、文本和图片。

4.3　介绍多路广播基干

尽管 IP 多路广播的详细说明在 1989 年就出版了，它的使用还是被有所限制，一些支持多路广播的路由器已经用在 Internet 上，不过，这个变化很缓慢。只有当一个新的路由器被要求替代一个旧的路由器时，Internet 上的路由器才容易被有多路广播能力的替代。

在此期间，研究者想用一个资源和实验台来测试多路广播协议和应用系统。他们还想用一种方法能够开发多路广播应用系统，而不用等到有多路广播能力的设备被安装到 Internet 中。因此，他们开发了 Internet 多路广播基干（Mbone），Mbone 支持按规定路线发送的多路广播信息包，而不会干扰或改变其他 Internet 传输。Mbone 到现在为止已

经存在了大约 6 年时间。

Mbone 是一个实验性的，合作的志愿的尝试，它跨越了几个洲。它是一组互连的支持 IP 多路广播的传递的子网和路由器。这个在 Internet 上分层的虚拟网络的目标是使用隧道绕过 Internet 上不支持多路广播的路由器。最终，使用在 RFC1075 中描述的 DVMRP，通过在具有 DVMRP 能力的机器之间建立隧道，来建立 Mbone。隧道的端点被人工输入到路由表中，在 Mbone 中控制。图 4.7 表示了出隧道。

简单地说，Mbone 由隧道构成，隧道穿过不支持多路广播路由选择的网络，允许多路广播通信量通过 Internet 的无多路广播能力的部分。Mbone 通常使用具有多路广播能力的 Internet 岛之间的压缩的隧道移动多路广播数据。一个穿过压缩隧道的 IP 多路广播信息包被它的 IP 源和目标地址描绘成隧道端点多路广播路由器的 IP 地址。图 4.8 简单地表示了 Mbone，显示了有多路广播能力的岛的构思。

因为 Mbone 和 Internet 有不同的布局，多路广播路由器执行一种分开的路由选择协

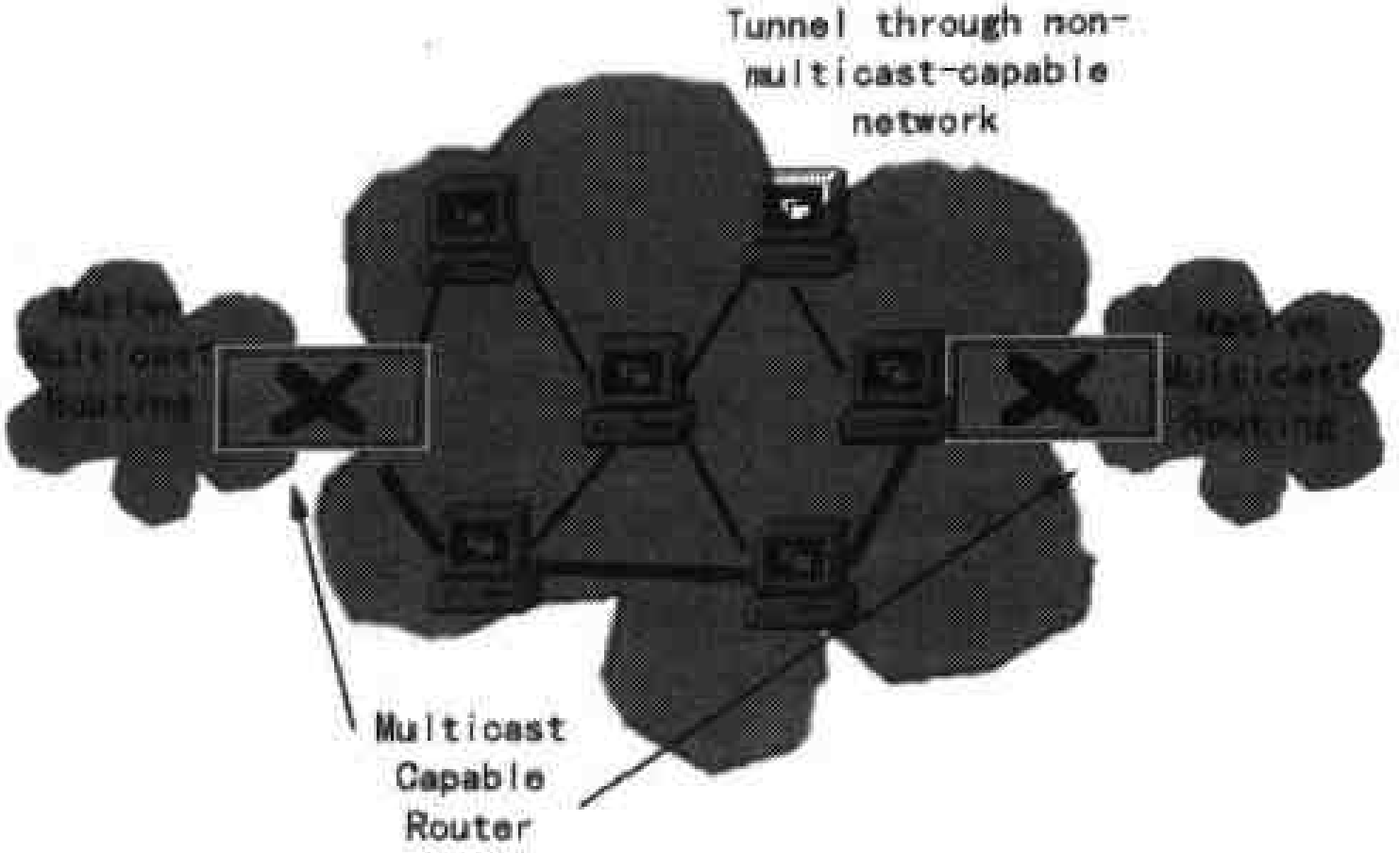

Tunnel through non-
multicast-capable
network
Multicast
Capable
Router

图 4.7　Mbone 隧道

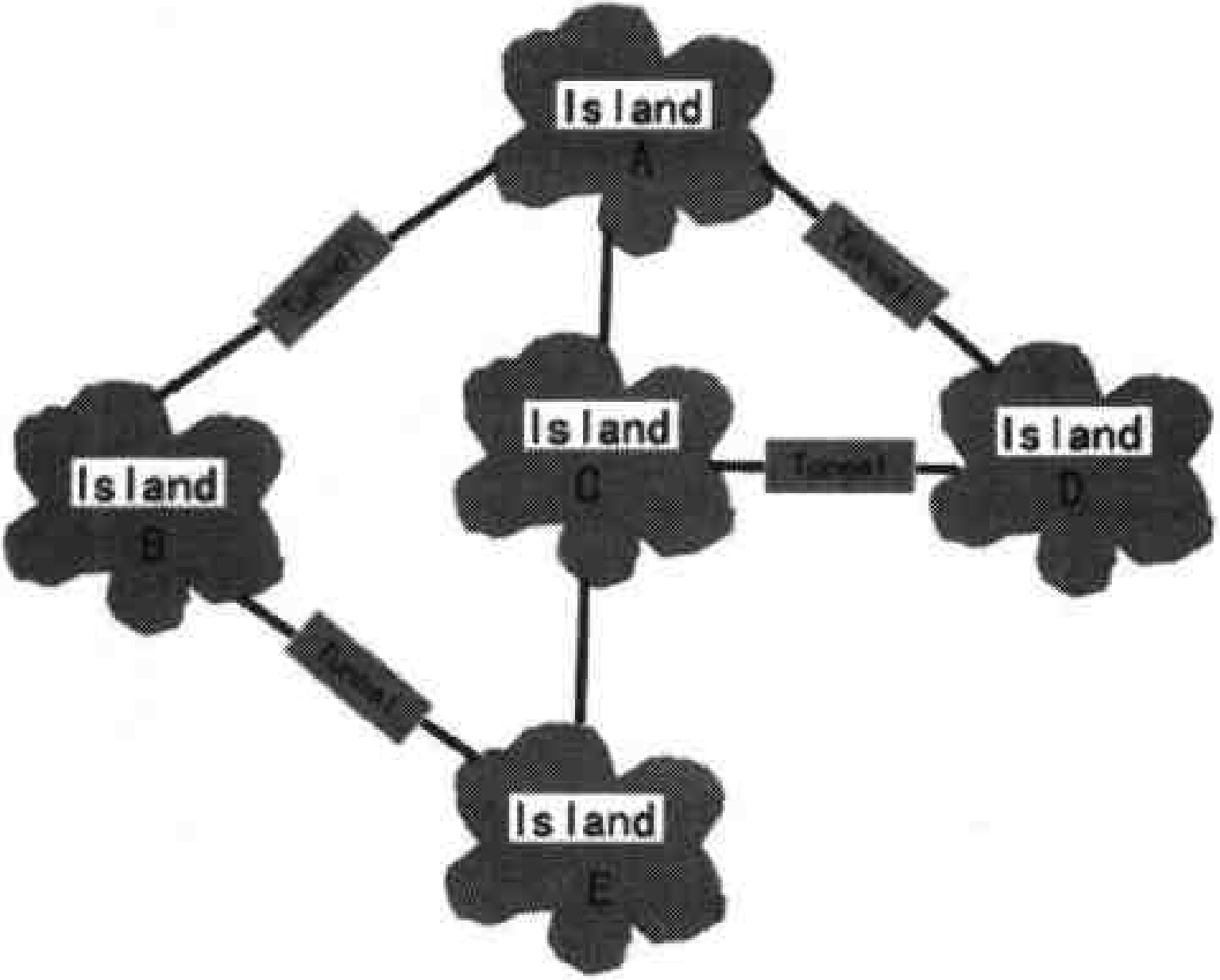


图 4.8　Mbone 岛的构思

经存在了大约 6 年时间。

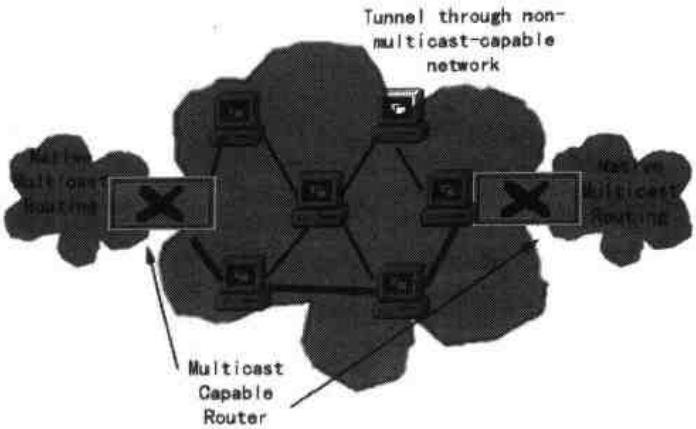


图 4.7　Mbone 隧道

Mbone 是一个实验性的，合作的志愿的尝试，它跨越了几个洲。它是一组互连的支持 IP 多路广播的传递的子网和路由器。这个在 Internet 上分层的虚拟网络的目标是使用隧道绕过 Internet 上不支持多路广播的路由器。最终，使用在 RFC1075 中描述的 DVMRP，通过在具有 DVMRP 能力的机器之间建立隧道，来建立 Mbone。隧道的端点被人工输入到路由表中，在 Mbone 中控制。图 4.7 表示了出隧道。

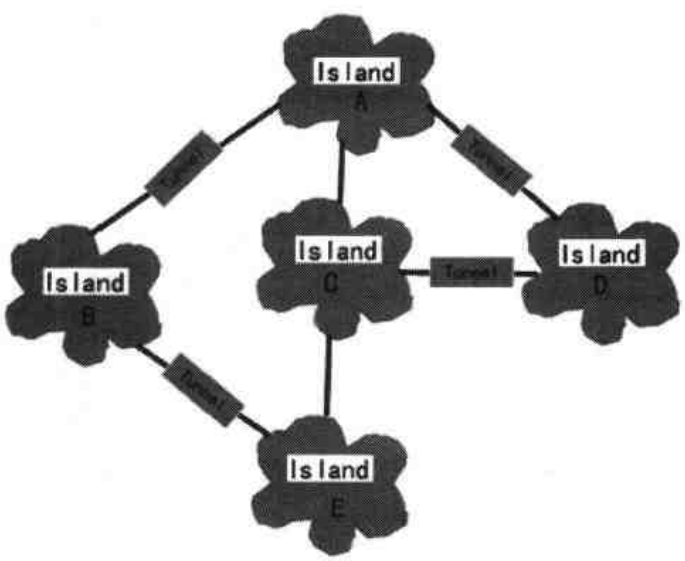


图 4.8　Mbone 岛的构思

简单地说，Mbone 由隧道构成，隧道穿过不支持多路广播路由选择的网络，允许多路广播通信量通过 Internet 的无多路广播能力的部分。Mbone 通常使用具有多路广播能力的 Internet 岛之间的压缩的隧道移动多路广播数据。一个穿过压缩隧道的 IP 多路广播信息包被它的 IP 源和目标地址描绘成隧道端点多路广播路由器的 IP 地址。图 4.8 简单地表示了 Mbone，显示了有多路广播能力的岛的构思。

因为 Mbone 和 Internet 有不同的布局，多路广播路由器执行一种分开的路由选择协

议，决定怎样传送多路广播信息包。目前，大多数 Mbone 路由器使用 DVMRP。Mbone 的一些部分执行 MOSPF 和 PIM 路由选择协议。

DVMRP 是一个用于通过 Internet 的按规定路线发送多路广播数据报的协议，它执行它自己的单路广播路由选择协议。为了决定哪一个接口带领返回数据流源，这种单路广播协议完全基于跃距式计数。因此多路广播通信量跟随的路径应该与单路广播通信量跟随的路径不同。

目前，IEETF、NASA 和世界范围的研究组都用 Mbone 来研究和测试多路广播协议和服务，还把 Mbone 用于通过 Internet 的多路广播多媒体会议和实时空间事件的记录，以及把它用于桌面会议，甚至连实时音乐会也已经通过 Mbone 被多路广播。加入 Mbone 的站点数一直在迅速增长。作为一个试验性的志愿的尝试，Mbone 限制了在商业环境中的使用。

第 11 章将详细讨论 Mbone；由 ICAST 公司主办的网站http://www.mbone.com包含一个 Mbone 文献和文档库，以及指向另外的信息和资源的链接。

4.4　了解多路广播的能力

一个有 IP 多路广播能力的网络根据数据包的组地址传送多路广播信息包。支持多路广播的网络路由器保持线索以便知道网络的哪些部分有已经加入特定的组的多路广播主机。路由器只把信息包传送给那些有已经加入特定组的具有多路广播能力的主机的子网。具有多路广播能力的主机和路由器有一些要求。

主机上的多路广播能力

RFC1112 叙述了标准 IP 协议的 IP 多路广播扩充。对于这条标准，存在三个级别的适应性。一个级别 0 的主机没有对 IP 多路广播的支持，不受多路广播活动的影响。

要提供级别 1 的多路广播，一个主机 IP 实施必须支特多路广播 IP 数据报的传输。级别 1 的主机只能发送 IP 多路广播数据报。级别 1 允许一个主机吸收一些基于多路广播的服务，例如资源定位和状态报告。一个级别 1 的主机不能接收多路广播数据报。

要提供级别 2 的多路广播，一个主机必须支特多路广播 IP 数据报的接收。一个级别 2 的主机必须对 IP 多路广播有完全的支持。主机可以加入或离开多路广播组，并且可以接收发送到组地址的多路广播数据报。级别 2 要求在主机中的 IGMP 和扩充的 IP 的实施，以及本地的网络服务接口。

一个只能发送多路广播数据报的级别 1 的主机可以被用在有限制的基于多路广播的服务之中，例如资源定位。

主机 IP 多路广播支持实施的最重要的部分就是 IGMP。IGMP 和 ICMP 都位于 IP 层。IGMP 的目的是保持主机组成员的被通知的邻近的多路广播路由器出现在一个特定的本地的网络，以及提供使主机和路由器能够加入和离开 IP 多路广播组的结构。转换 IP 地址成为本地网络地址被认为是本地网络模块的责任。

IGMP 使用被保留的多路广播组地址 224.0.0.1 与本地路由器通信。这被称为“全部主机组”，这个多路广播组编址本地局域网中的全部主机。通过这个通道，IP 多路广播路由器知道任意的主机是否被加入到一个特定的局域网中的一个多路广播组。路由器发送 IGMP 询问本地局域网上的这个地址，主机通过告诉它们想加入哪些组来响应。

通过把 D 类地址的低位 23 个字节置换到 LANA 的被保留的 MAC 层多路广播地址组的低位 23 个字节中，就可以得到一个 D 类 IP 地址和一个以太网 MAC 层多路广播地址之间的转换。从一个 D 类组地址到 MAC 地址的转换不是一对一的，因为 D 类组地址的高位 5 个字节要被丢弃。

路由器上的多路广播能力

IP 多路广播是 IP Internet 的一个链接层多路广播的扩充。使用 IP 多路广播，一个单独的数据报可以被编址到多个主机，而不用把它发送给所有这些主机。一个发送给组的 IP 数据报，以与提供给单路广播 IP 通信相同的最佳效果的方式传递给每一个组成员。

IP 多路广播数据报的传送可以通过静态的路由选择信号或者可以通过一个多路广播路由选择协议来实现。传送 IP 多路广播数据报的设备被称为多路广播路由器。它们也有可能传送 IP 单路广播。路由器传送多路广播数据报是依靠它们的资源和目标地址。一个穿过一条 Mbone 中的压缩的隧道的 IP 多路广播信息包被它的 IP 源和目标地址描绘成隧道端点多路广播路由器的 IP 地址。

由于增长的多路广播应用系统和实时数据分配的需要，网络层多路广播服务正在被建立到当前的高端路由器、路由选择网络集线器和网络接线器中去。一些新的路由器有本地的沿路径传送的多路广播信息包。具有多路广播能力的路由器与邻近的多路广播路由器通信，更改关于组成员和网络布局的信息。不过，许多路由器都不能正确地沿路径传递多路广播信息包。

注意，最重要的是在多路广播路由选择中，目标地址不是指定一条路径到一个位置，而仅仅是一种传输话路。多路广播路由器将在这条话路中传送数据报给所有的加入者。

一台主机发出一条多路广播信息到一个网络，在那里具有多路广播能力的路由器拾起这条信息并向前传送这条信息到适当的组。路由器动态地保持多路广播组的线索并建立分配“树”，给出从每一个发送者到所有接收者的路径。多路广播路由器必须能够执行一个多路广播路由选择协议，来定义能够传送多路广播数据报穿过一个互连网的传递路径。

当路由器接收来自发送者的给一个多路广播组的通信量时，路由器查阅指定的为发送者建立的树。IP 标准体设计了几个路由选择协议，能够建立分配树用于多路广播通信量。路由器必须支持一个或几个这些协议。

当前的用于多路广播的路由选择协议包括：

- DVMRP，一个内部网关连接协议。
- MOSPF，一个 OSPF 链路状态单路广播路由选择协议的扩充。
- PIM，使网络能够实施任何单路广播路由选择协议，支持 IP 多路广播。PIM 有密

集和稀疏两种格式。

多路广播协议通常可以在现成的多协议基干上被分层并用一个软件升级到现成的路由选择设备。最理想的是，网络路由选择设备应该提供所有的这些标准：IGMP、DVMRP 和 PIM，从而允许最广泛的多路广播运作和互操作性。

最常见的多路广播路由选择协议是 DVMRP，它工作的第一步就是广播到所有可达的多路广播路由器。当没有成员被连接到一个分支时，这条分支就从树上被修剪掉，如图 4.9 所示。从源来的广播可以从几个方向到达一个路由器。多路广播路由器选择最短的路径通到组成员。

在 RFC1812 中可以找到多路广播路由选择方面的更多的细节，另外还可以查阅 http://www.3com.com/nsc/501303.html的《Introduction to IP Multicast Routing》，作者是 Chuck Semeria 和 Tom Maufer。

在 Internet 协议中的多路广播路由选择

Internet 包括网际互连的局域网和在局域网顶端的 IP 层。它们不一定有本地的多路广播支持。有多路广播能力的网络，如图 4.10 所示，包含有本地的多路广播支持的被有 IP 多路广播能力的路由器连接的局域网。

在这个例子中，主机 A 可以通过编址主机组的 D 类地址来编址主机组。当主机 A 发送信息到它的网络上时，多路广播路由器拾起这条信息并把多路广播传播传送到适当的子网。

一个物理的网络都可以有一些有多路广播能力的路由器。网络协议选择它们中的一个作为这个网络的指定路由器。然后，这个路由器就与邻近的网络中的其他指定路由器通信，给每一个多路广播源构成一个生成树。这个过程被称为反向路径多路广播（RPM）。从源主机到其他组成员的数据报在这个生成树上传播。一个生成树没有回路，并且要保证尽可能最短的路径到接收者。

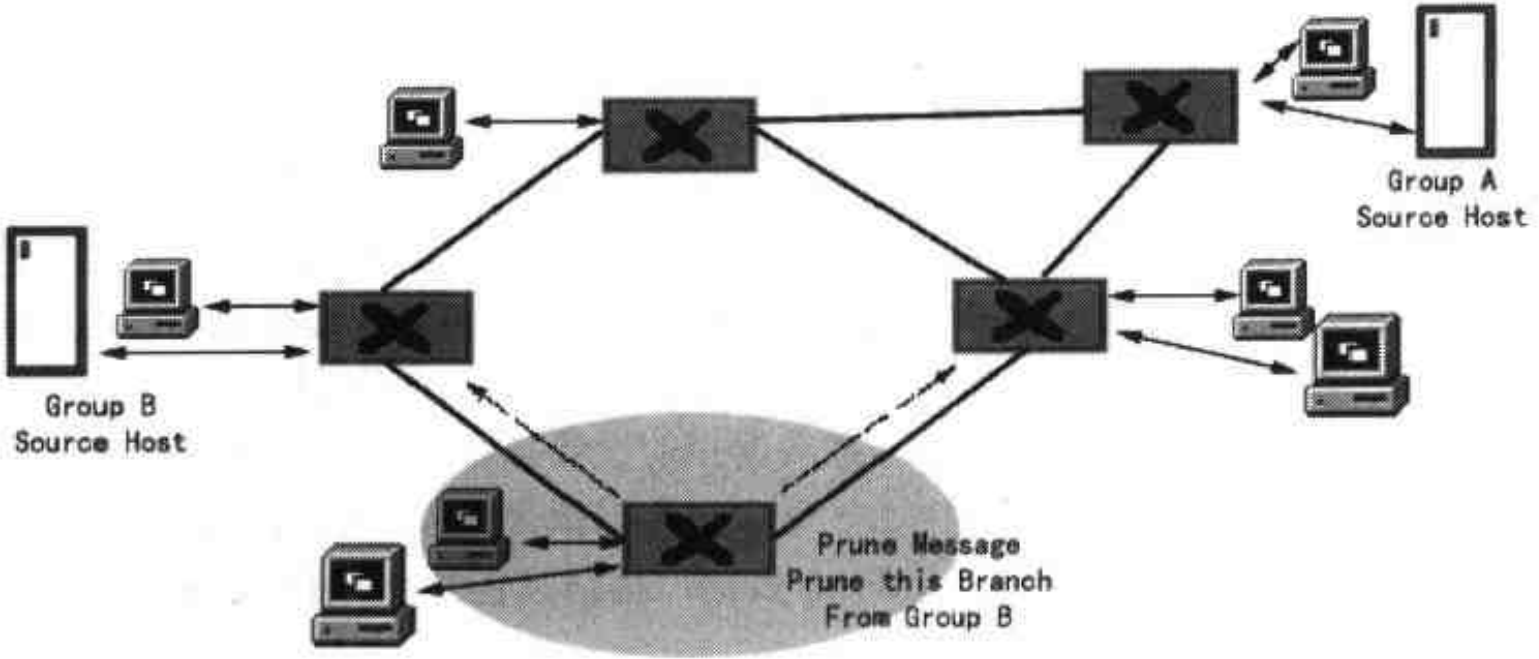


图 4.9　分支从多路广播树上被修剪掉

集和稀疏两种格式。

多路广播协议通常可以在现成的多协议基干上被分层并用一个软件升级到现成的路由选择设备。最理想的是，网络路由选择设备应该提供所有的这些标准：IGMP、DVMRP 和 PIM，从而允许最广泛的多路广播运作和互操作性。

最常见的多路广播路由选择协议是 DVMRP，它工作的第一步就是广播到所有可达的多路广播路由器。当没有成员被连接到一个分支时，这条分支就从树上被修剪掉，如图 4.9 所示。从源来的广播可以从几个方向到达一个路由器。多路广播路由器选择最短的路径通到组成员。

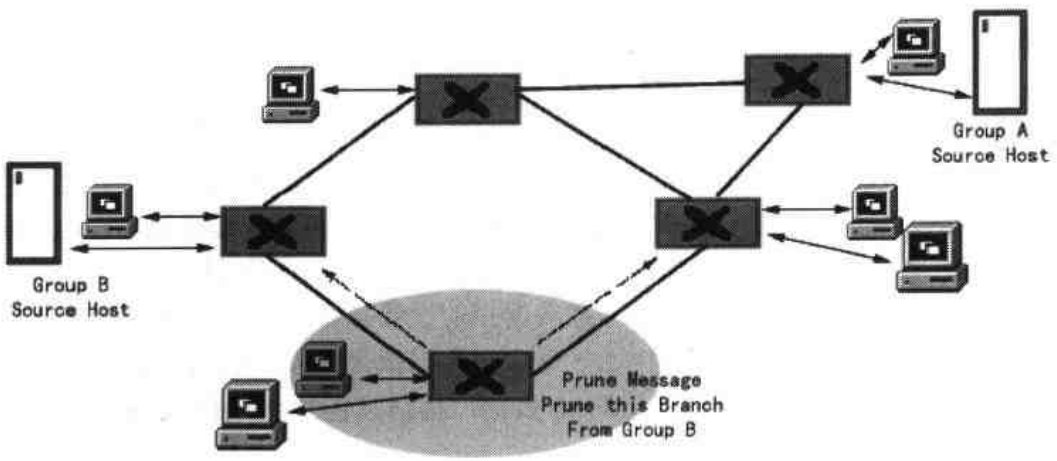


图 4.9　分支从多路广播树上被修剪掉

在 RFC1812 中可以找到多路广播路由选择方面的更多的细节，另外还可以查阅 http://www.3com.com/nsc/501303.html的《Introduction to IP Multicast Routing》，作者是 Chuck Semeria 和 Tom Maufer。

在 Internet 协议中的多路广播路由选择

Internet 包括网际互连的局域网和在局域网顶端的 IP 层。它们不一定有本地的多路广播支持。有多路广播能力的网络，如图 4.10 所示，包含有本地的多路广播支持的被有 IP 多路广播能力的路由器连接的局域网。

在这个例子中，主机 A 可以通过编址主机组的 D 类地址来编址主机组。当主机 A 发送信息到它的网络上时，多路广播路由器拾起这条信息并把多路广播传播传送到适当的子网。

一个物理的网络都可以有一些有多路广播能力的路由器。网络协议选择它们中的一个作为这个网络的指定路由器。然后，这个路由器就与邻近的网络中的其他指定路由器通信，给每一个多路广播源构成一个生成树。这个过程被称为反向路径多路广播（RPM）。从源主机到其他组成员的数据报在这个生成树上传播。一个生成树没有回路，并且要保证尽可能最短的路径到接收者。

信息的复制是被局域网包括的多路广播方法实施。在所有局域网都支持本地的多路广播的情况中，不管有多少客户是 Internet 另一区域上的主机组成员，多路广播传输在主机 A 的网络上消耗的带宽与一个单独的复制所消耗的是相同的。即使不是所有的局域网都有本地的多路广播支持，传播拷贝所增加的成本也将被限制一个单独的局域网。

对 IP 层增加多路广播支持时的考虑

当对 IP 层增加 IP 多路广播支持时，有几个潜在的问题需要解决。主要的问题包括解析 IP 多路广播地址为局域网（多路广播）地址，复制和传送信息及注册主机组成员。

老的 TCP/IP 实施一般都不支持发送和接收多路广播传播。这样的一种实施抛弃被编址到多路广播地址的信息包，把它当作被破坏的或是无效的一样。

因为一个主机要能够发送一个多路广播地址，IP 协议实施必须支持从主机组地址到对应的多路广播局域网地址的转换。这种转换类似于 ARP 转换，在这里主机和组地址被分解到局域网地址。

IGMP 需要被实施，因此想获得 IGMP 的主机可以加入主机组，并且接收多路广播报文。IGMP 通知本地的多路广播路由器说明一个主机是特定的多路广播组的成员。

注意下面几点：

- 有能力发送多路广播地址的 Internet 主机可以把被编址的信息包发送到一个主机组地址。
- 在有能力接收多路广播信息包的主机上运行的处理过程可以加入主机组，之后，这些处理过程就接收所有被发送到这个主机组地址的信息。
- IP 多路广播信息包的路由选择需要特殊的功能出现在单路广播 IP 路由器中。

多路广播路由器功能可以在一个 IP 主机上被调用。多路广播路由器使用单路广播隧道方法，传送给外部局域网主机的多路广播传播到下一个有 IP 多路广播能力的路由器。隧道是两个多路广播路由器之间的用一个单路广播 IP 作标题的多路广播信息包的封装。

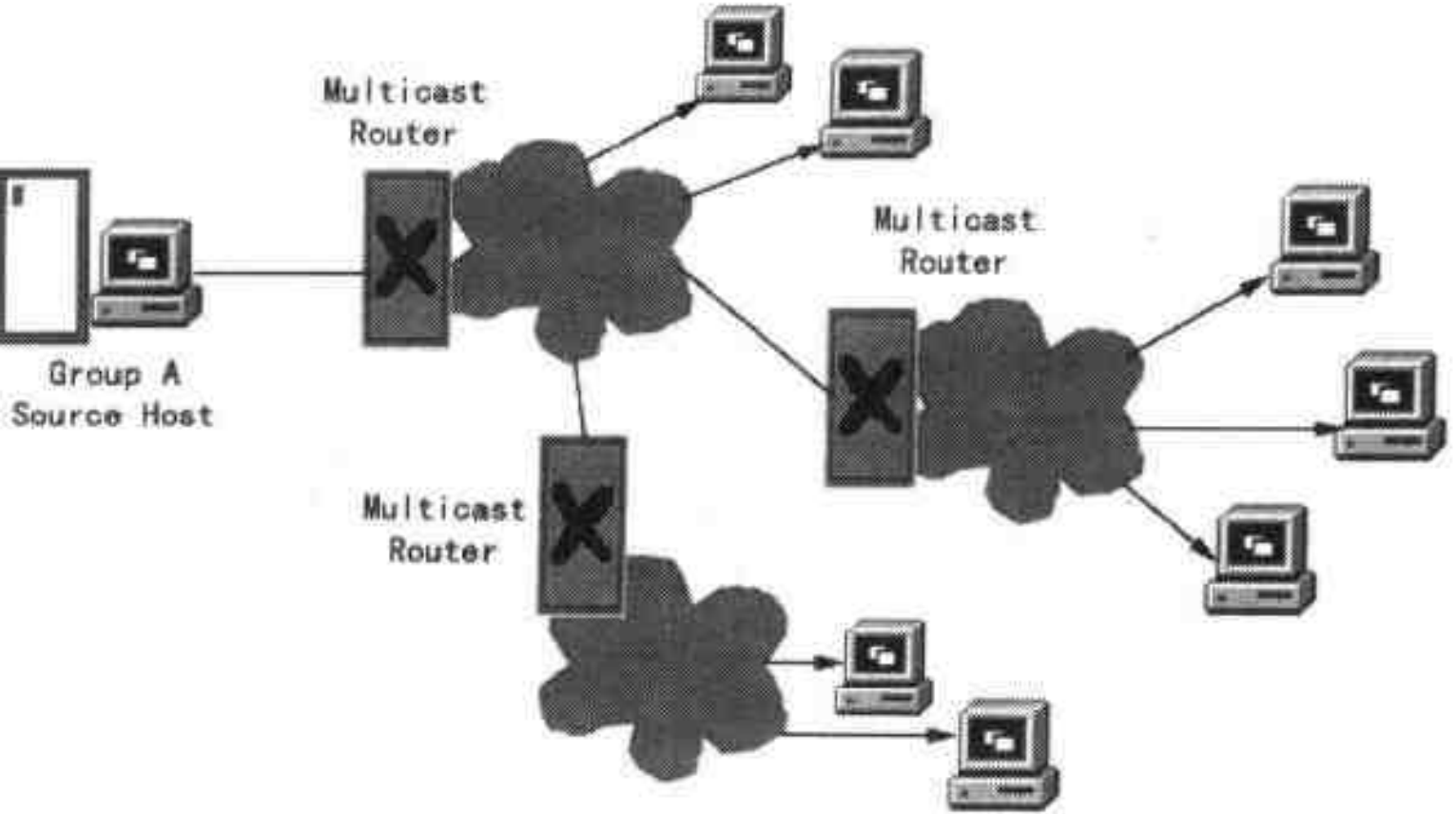


图 4.10　IP 多路广播路由器

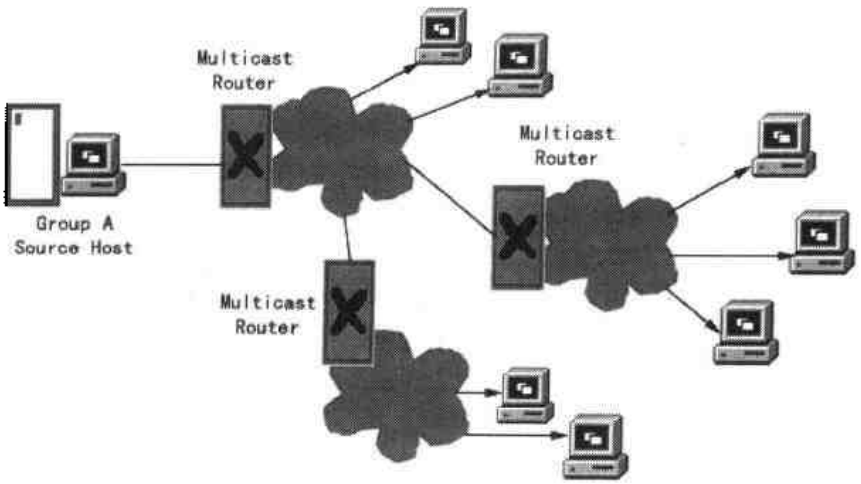


图 4.10　IP 多路广播路由器

信息的复制是被局域网包括的多路广播方法实施。在所有局域网都支持本地的多路广播的情况中，不管有多少客户是 Internet 另一区域上的主机组成员，多路广播传输在主机 A 的网络上消耗的带宽与一个单独的复制所消耗的是相同的。即使不是所有的局域网都有本地的多路广播支持，传播拷贝所增加的成本也将被限制一个单独的局域网。

对 IP 层增加多路广播支持时的考虑

当对 IP 层增加 IP 多路广播支持时，有几个潜在的问题需要解决。主要的问题包括解析 IP 多路广播地址为局域网（多路广播）地址，复制和传送信息及注册主机组成员。

老的 TCP/IP 实施一般都不支持发送和接收多路广播传播。这样的一种实施抛弃被编址到多路广播地址的信息包，把它当作被破坏的或是无效的一样。

因为一个主机要能够发送一个多路广播地址，IP 协议实施必须支持从主机组地址到对应的多路广播局域网地址的转换。这种转换类似于 ARP 转换，在这里主机和组地址被分解到局域网地址。

IGMP 需要被实施，因此想获得 IGMP 的主机可以加入主机组，并且接收多路广播报文。IGMP 通知本地的多路广播路由器说明一个主机是特定的多路广播组的成员。

注意下面几点：

- 有能力发送多路广播地址的 Internet 主机可以把被编址的信息包发送到一个主机组地址。
- 在有能力接收多路广播信息包的主机上运行的处理过程可以加入主机组，之后，这些处理过程就接收所有被发送到这个主机组地址的信息。
- IP 多路广播信息包的路由选择需要特殊的功能出现在单路广播 IP 路由器中。

多路广播路由器功能可以在一个 IP 主机上被调用。多路广播路由器使用单路广播隧道方法，传送给外部局域网主机的多路广播传播到下一个有 IP 多路广播能力的路由器。隧道是两个多路广播路由器之间的用一个单路广播 IP 作标题的多路广播信息包的封装。

4.5　具有 IP 多路广播能力的应用系统开发

依赖于网络层多路广播服务的两种主要类型的应用系统是：多媒体和信息分配应用系统，例如提供实时新闻给桌面上的应用系统。

在主要平台上的大多数 TCP/IP 的实施支持 IP 多路广播。为了开发有多路广播能力的应用系统，要联系平台和堆栈的售主，获得关于它们的编程接口的信息。一些售主还特许高级开发套件，可以帮助实施 IP 多路广播。

多媒体应用程序

一些多媒体应用程序可以用成流的全动视频、音频和动画图片满足桌面。另一些是实时的交互式应用程序，例如桌面视频、协作工程以及共享的用户信息库等等。多媒体应用程序和实时的交互式应用程序，例如一个视频会议，使用大量的带宽。清晰的画面和高质量的语音的重要性不应该被看轻，即使在标准的每天视频会议中。

有时需要传输贮存的数据流给很大数目的接收者。这里的实例包括网络高速缓存的更新或者公司对雇员的通告。在这种情况中，使用有 IP 多路广播能力的应用程序将会是有好处的和划算的。

IP 多路广播能够联合协作工作组，并帮助工作空间获得这些新程序的全部潜力。

信息分发应用程序

信息分发应用程序从 IP 多路广播的使用中得到好处。这类应用程序可以提供实时的新闻和金融服务给预订的桌面用户。

解决大信息数据库的传输的非多媒体应用程序可以从 IP 多路广播中获益。

4.6　估价和实施

许多网络产品的售主现在都支持 IP 多路广播。目前，有多路广播能力的基础结构元件可以包括路由器、接线器、TCP/IP 组、网络接口卡和桌面操作系统以及应用程序软件等等。事实上，大多数当前的来自前导的售主的网络硬件和软件都是具有多路广播能力的或者是允许升级到 IP 多路广播。售主一般都非常愿意说明性能并且帮助决定所需的东西。

IP Multicast Initiative 还可以提供关于 IP 多路广播技术、产品更新换代和服务的信息。他们的网页是：http://www.ipmulticast.com，联系地址是：Stardust Technologies, Inc., 1901 S. Bascom Ave, #333, Campbell, CA 95008 USA.，电话：408-879-8080，传真：408-879-8081

来自 IP Multicast Initiative 的建议

- 估价和开发 IP 多路广播的阶段性的方法包括在一个广域网上开发 IP 多路广播之前先在内部网上进行开发。
- 网络分析和用户简档（profile）决定一个公司实施 IP 多路广播的好处和成本。
- 用于一个广域网上基于多路广播的应用程序开发的多个可供选择的计划的检验和像隧道一样的过渡方法的使用。
- 对在室内或一个售主的站点上局域网和广域网实施的实验床的评估。
- 在 IP 多路广播网络管理和对话中的全体职员训练。
- 被设计用于本地的 IP 多路广播的基于 IETF 标准的产品的挑选。

IP Multicast Initiative 网址有一个技术资源中心，能提供更多的背景和深入的信息。

决定实施 IP 多路广播之后

对于一个机构，如果它有规律地分配软件到一些节点以及如果在全体网络上的负载需要被减少，它也许正适合实施多路广播。一旦决定产生，开始最好就是设计组，使组都在一个本地的内部网上或在一个专用网络上。在一个单独的局域网上设置一个试验性的方案用来测试软件和决定期望节省的带宽。试着保持这个试验性的方案在生产网络中独立。得到令人满意的测试之后，在生产网络上使用 IP 多路广播，确定所有的路由器都有多路广播能力。一个机构也许需要分段使用 IP 多路广播，特别是如果网络在地理位置上分散。隧道的使用可以链接支持多路广播的全体局域网。

一份用于开发 IP 多路广播的清单

开发 IP 多路广播的关键之处包括确定如下内容：

- 发送和接收节点的操作系统和 TCP/IP 组支持多路广播和 IGMP。最后版本的 UNIX、Windows NT 和 Windows 95 都提供 TCP/IP 组、IP 多路广播和 IGMP。
- 每个节点的网络适配器驱动器实施多路广播，较新的适配器和网络驱动器内部已经支持 IP 多路广播。
- 网络中的路由器、桥和接线器支持位于 IP 层的多路广播。许多新路由器已经支持 IP 多路广播，其他的需要升级。广泛的网络设备售主有 IP 多路广播就绪产品。
- 认真地选择协议。依靠基础路由选择协议，可以提供不同的协议。
- 准备使用的应用程序必须有多路广播能力。标准正在开发并且并入应用程序中以增强服务。这如同可靠的、实时的 IP 多路广播通信量的传递一样。

使用 IP 多路广播升级和增强市场上的应用程序接口（API）来为应用程序增加 IP 多路广播功能。IP 多路广播 API 包括用于 Windows 应用程序的 Berkeley socket 多路广播 API 和 Winsock API。

图 4.11 总结了为在网络之间产生成功的多路广播，必须支持多路广播的不同组成部分。

图 4.11　在网络之间产生成功的多路广播必须支持多路广播的不同组成部分

在许多连接到服务器的多路广播客户机增加的同时，用户不用升级到更高带宽或更快的 CPU。

4.7　IP Multicast Initiative

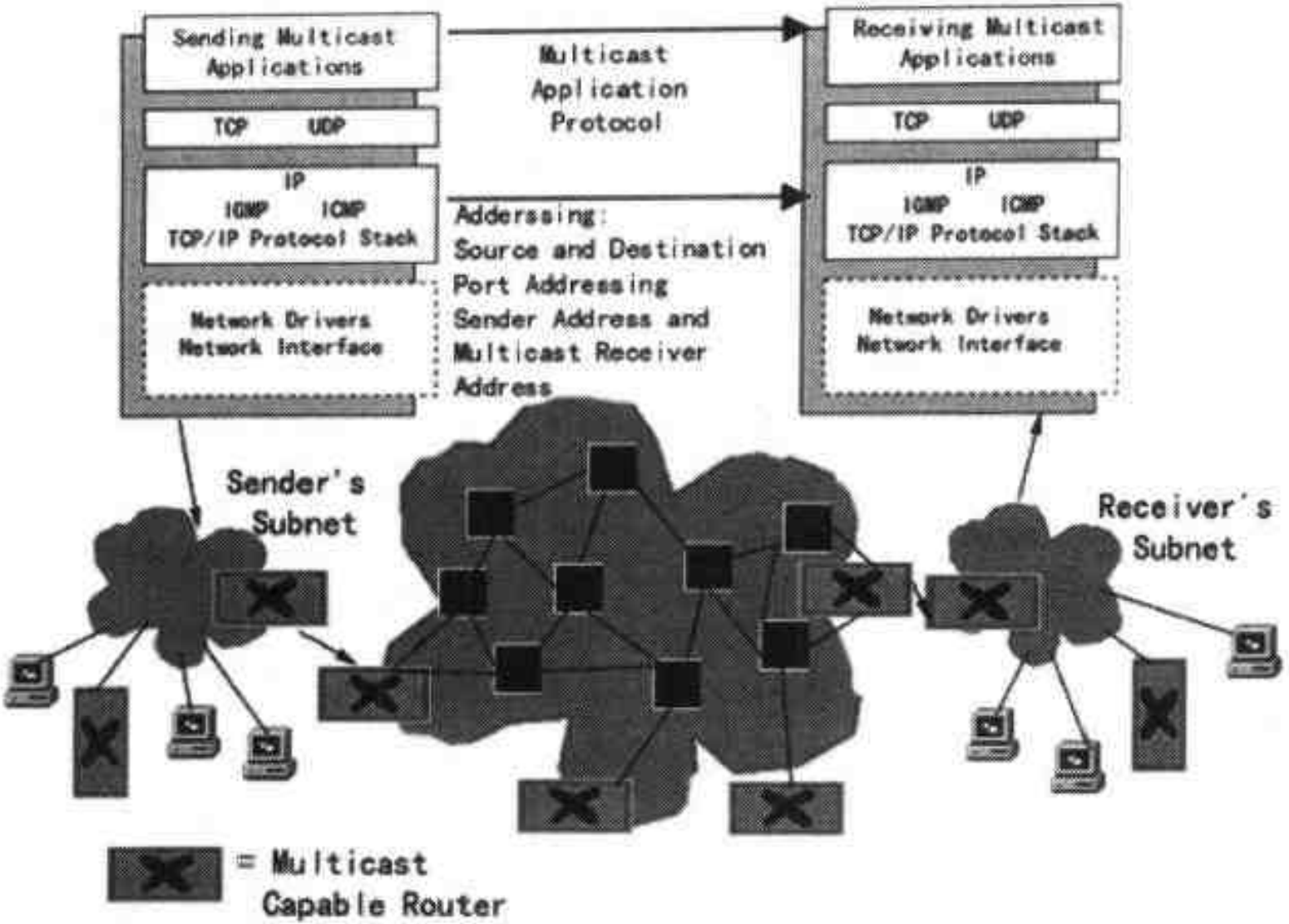
IPMI 是一个国际的、多售主论坛。它的目的是与在 IP 多路广播标准方面的 IETF 一起紧密地工作，并且加速这些标准的采用。论坛中的成员提供技术以及给加入的公司的市场和商业信息。

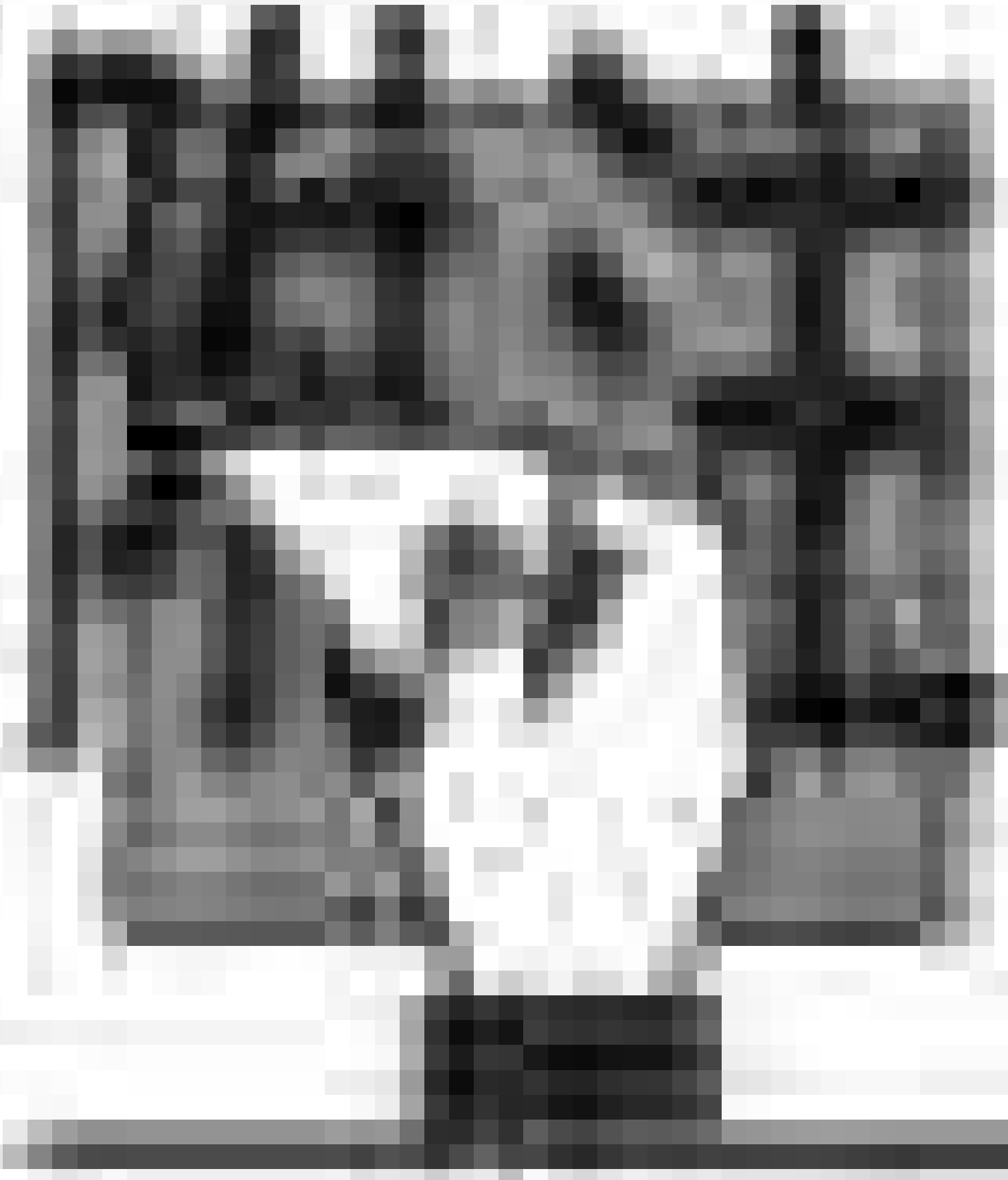
IPMI 的网址是一个 IP 多路广播信息和服务的资源。它包括一个 IP 多路广播技术资源中心，一系列的用户信息库，和一个全面的产品和服务目录。站点还有关于 IPMI 特殊的 Internet 多路广播频道（IMC）方案的信息。这是一个 Internet "广播" 网络的原型。IPMI 还组织研讨会和 IP 多路广播互操作性邀请赛。网址还提供一个 IP Multicast Initiative 的员列表，与它们联系可以得到信息和帮助。

IPMI 的网址：http://www.ipmi.com。IPMI 和它的服务通过 Stardust Technologies, Inc.管理和提供。它们的网址是：http://www.stardust.com，那里有详细的 Stardust 的信息。IPMI 通信地址：Stardust Technologies, Inc., 1901 S. Bascom Ave, #333, Campbell, CA 95008 USA.，电话：408-879-8080，传真：408-879-8081。

4.8　安全和 IP 多路广播

IP 多路广播中的安全问题一般是以使用中的应用程序为中心。例如，一个应用程序


Sending Multicast Applications
TCP UDP
IP
IGMP ICMP
TCP/IP Protocol Stack
Network Drivers
Network Interface
Multicast Application Protocol
Addersing:
Source and Destination Port Addressing
Sender Address and Multicast Receiver Address
Receiving Multicast Applications
TCP UDP
IP
IGMP ICMP
TCP/IP Protocol Stack
Network Drivers
Network Interface
Sender's Subnet
Receiver's Subnet
= Multicast Capable Router



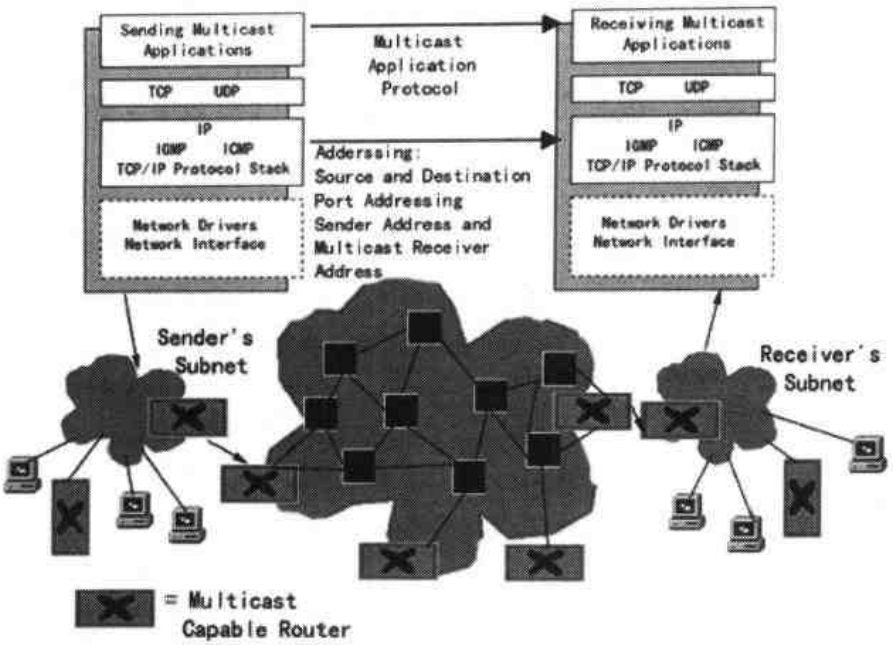


图 4.11　在网络之间产生成功的多路广播必须支持多路广播的不同组成部分

在许多连接到服务器的多路广播客户机增加的同时，用户不用升级到更高带宽或更快的 CPU。

4.7　IP Multicast Initiative

IPMI 是一个国际的、多售主论坛。它的目的是与在 IP 多路广播标准方面的 IETF 一起紧密地工作，并且加速这些标准的采用。论坛中的成员提供技术以及给加入的公司的市场和商业信息。

IPMI 的网址是一个 IP 多路广播信息和服务的资源。它包括一个 IP 多路广播技术资源中心，一系列的用户信息库，和一个全面的产品和服务目录。站点还有关于 IPMI 特殊的 Internet 多路广播频道（IMC）方案的信息。这是一个 Internet“广播”网络的原型。IPMI 还组织研讨会和 IP 多路广播互操作性邀请赛。网址还提供一个 IP Multicast Initiative 的员列表，与它们联系可以得到信息和帮助。

IPMI 的网址：http://www.ipmi.com。IPMI 和它的服务通过 Stardust Technologies, Inc.管理和提供。它们的网址是：http://www.stardust.com，那里有详细的 Stardust 的信息。IPMI 通信地址：Stardust Technologies, Inc., 1901 S. Bascom Ave, #333, Campbell, CA 95008 USA.，电话：408-879-8080，传真：408-879-8081。

4.8　安全和 IP 多路广播

IP 多路广播中的安全问题一般是以使用中的应用程序为中心。例如，一个应用程序

有可能运行来自一个攻击者的，从一个多路广播流中接收的没有加以检查就放入缓冲器的代码。

保密可能是一个视频会议应用程序的问题。在这里使用加密话路数据的密钥也许是一种办法。不过，为多路广播提供安全服务，例如通信完整性的身份验证和机密性，特别会有问题，因为它需要安全地分配一组（话路）密钥给每一个组的接收者。传统的密钥分配技术不能很好地用于广域网的多路广播，在那里组成员可能通过 Internet 被广泛地分布，一个广域的组可能被秘密地安置。

RFC1949 定义了一个试验性的协议，用来给多路广播密钥分配提供一个可伸缩的解法。这个计划需要一些简单的支持结构集成到 IGMP 中。

如果部分的网络穿过 Internet，防火墙或许不得不被重新配置来允许 IP 多路广播通信量通过。隧道可以被选择使用。目前，研究人员和防火墙售主正致力于处理 IP 多路广播的方法。

4.9　IPv4 和 IPv6 多路广播编址之间的区别

IPng，下一代 IP 协议，将完全支持 IP 多路广播。随着 IPng，也被称为 IPv6，在连接到 Internet 的节点中逐渐被实施，多路广播将成为综合的，它的使用将不再被限制到局域网和试验性的 Internet 实施。IPv6 是了解新协议的首选途径。

IPv6 保留一个用于多路广播的地址范围，这个地址范围比目前 IPv4 的 D 类多路广播服务的地址空间要大得多。IPv6 中的地址空间是 128 个字节。IPv6 协议从这个地址空间中分配 1/256 给多路广播地址。

IPv6 多路广播地址的格式如图 4.12 所示。一个多路广播地址可以被分配到一个单独的系统，限定在指定的站点，与特定的网络链接相联系或者在世界范围分布。多路广播地址一定不能作为 IPv6 数据报中的资源地址或者出现在任何路径标题中。值 FF（11111111）标识一个作为多路广播地址的地址。IPv6 多路广播地址有另外三个字段：标志字段、范围字段和组标识符字段。

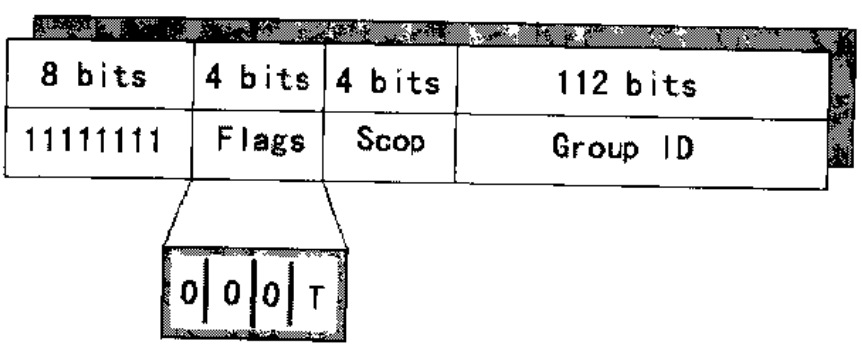


图 4.12　IPv6 多路广播地址的格式

标志字段的低位字节表示被永久地还是非永久地分配的多路广播地址。其他的字节都为 0。范围字段限定多路广播组的范围。可能的范围值包括节点区域、链接区域、位

置区域、机构区域和全球。非永久地分配的多路广播地址只是在一个给定的范围内才有意义。

把 IPv6 多路广播地址映射到以太网 MAC 地址与 IPv4 的映射相类似，但是是把低位的 32 位组地址字节映射为 MAC 地址，而不是像在 IPv4 中指定的低位 23 位的字节。

关于 IPv6 和以太网的更多的信息参见 RFC1972，M. Crawford，《A Method for the Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks》，1996 年 8 月。

第 5 章

多路广播运作

迅速发展的网络的多媒体应用程序开发将极大地影响用户，且具有彻底更新和重建整个计算机网络和行业的潜力。许多新兴的 Internet 应用程序都是一对多或多对多的基于多路广播的应用程序，就像是许多通过 Internet 连接给订户的桌面提供实时新闻、金融和安全数据的信息分配技术服务一样。

如今，一个广泛的多样化的公司，例如 Toys 'R Us 和 General Motors 都使用多路广播应用程序提供软件更新、文件传输、请求式销售和服务信息给它们的商店和经销商。

这一章讨论 IP 多路广播传递的要求以及提供：

- 属于 IP 多路广播和多媒体应用程序的网络要求的总结。
- 第三层和第二层交换和 IP 多路广播之间的关系的简要介绍。
- 关于多路广播层编址技术的讨论，包括众所周知的多路广播地址，第三层到第二层的地址交换以及 IPv6 多路广播编址技术。
- 多路广播传送方法总结。
- 属于多路广播的实时时间（TTL）和服务质量（QoS）问题的简要描述。

5.1 概　　述

在多路广播中，接收者加入一个多路广播话路组。源发送一个单独的报文到一个组地址，网络基础结构传递这个通信量到所有的组成员。如果路径在一个路由器上分叉，这时也只有在这时产生一个报文的拷贝。源不需要发送多个报文的拷贝。

客户作出决定是否收听多路广播地址。这类似于一个人为打开收音机选择一个特定的台。在一个多路广播环境中，服务器只要发送一个视频流到多路广播地址；可以有任意数目的客户收听这个多路广播地址，并接收数据流。通过排除通信量累赘，多路广播在控制网络通信量及减少网络主机过程中很有帮助。图 5.1 显示了一个多路广播传输的例子，为了对比，还包括了一个单路广播传输和多路广播传输两者都有的例子。

多路广播传输在数据链接层（第二层）和网络层（第三层 Z）两者之上都可以实施，它还可以通过不同媒体类型上包括以太网、FDDI 和 ATM。

一台单独的计算机可以收听一个单路广播地址、多路广播地址以及广播地址。在一个校园网环境中的网络层上实施的多路广播允许通信量仅仅被发送到那些有要求的段。

一台实施 IGMP 的主机机器给一个回路路由器报告成员活动，例如加入或离开组。这个路由器使用这个信息有选择地传送数据到有关的主机机器所在的网络。这样就减少

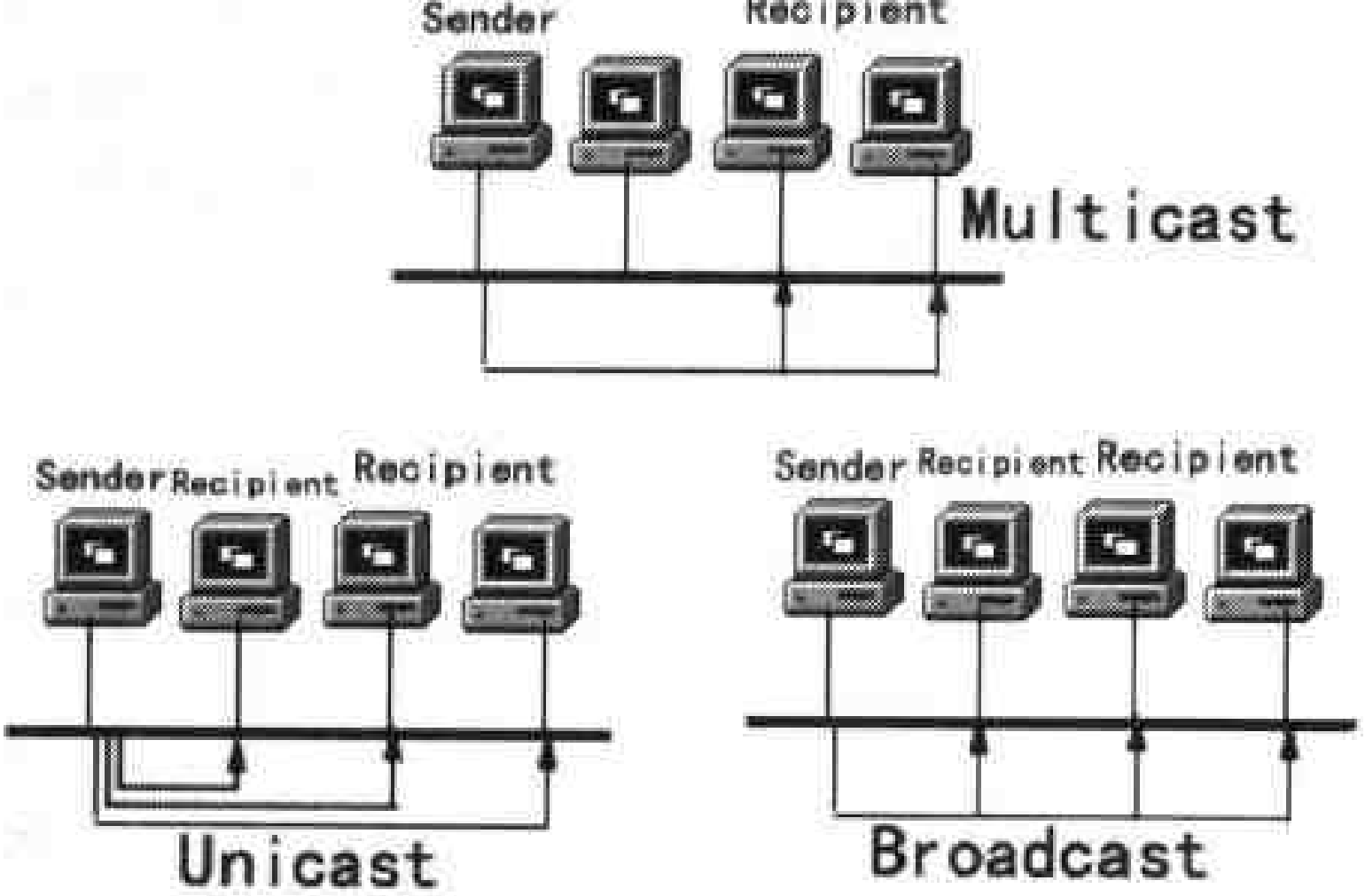


图 5.1　一个多路广播传输的例子

如今，一个广泛的多样化的公司，例如 Toys 'R Us 和 General Motors 都使用多路广播应用程序提供软件更新、文件传输、请求式销售和服务信息给它们的商店和经销商。

这一章讨论 IP 多路广播传递的要求以及提供：

- 属于 IP 多路广播和多媒体应用程序的网络要求的总结。
- 第三层和第二层交换和 IP 多路广播之间的关系的简要介绍。
- 关于多路广播层编址技术的讨论，包括众所周知的多路广播地址，第三层到第二层的地址交换以及 IPv6 多路广播编址技术。
- 多路广播传送方法总结。
- 属于多路广播的实时时间（TTL）和服务质量（QoS）问题的简要描述。

5.1 概　　述

在多路广播中，接收者加入一个多路广播话路组。源发送一个单独的报文到一个组地址，网络基础结构传递这个通信量到所有的组成员。如果路径在一个路由器上分叉，这时也只有在这时产生一个报文的拷贝。源不需要发送多个报文的拷贝。

客户作出决定是否收听多路广播地址。这类似于一个人为打开收音机选择一个特定的台。在一个多路广播环境中，服务器只要发送一个视频流到多路广播地址；可以有任意数目的客户收听这个多路广播地址，并接收数据流。通过排除通信量累赘，多路广播在控制网络通信量及减少网络主机过程中很有帮助。图 5.1 显示了一个多路广播传输的例子，为了对比，还包括了一个单路广播传输和多路广播传输两者都有的例子。

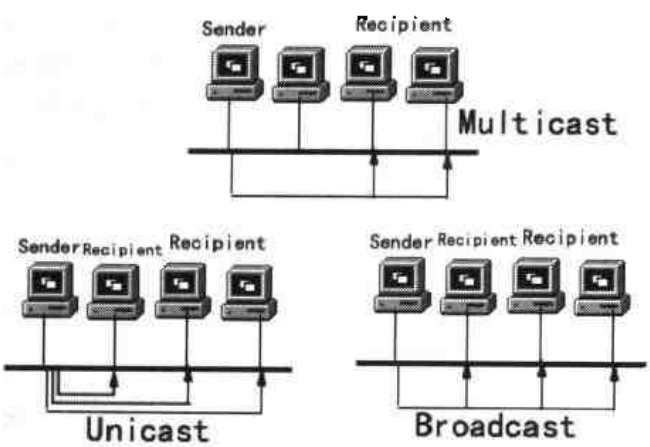


图 5.1　一个多路广播传输的例子

多路广播传输在数据链接层（第二层）和网络层（第三层 Z）两者之上都可以实施，它还可以通过不同媒体类型上包括以太网、FDDI 和 ATM。

一台单独的计算机可以收听一个单路广播地址、多路广播地址以及广播地址。在一个校园网环境中的网络层上实施的多路广播允许通信量仅仅被发送到那些有要求的段。

一台实施 IGMP 的主机机器给一个回路路由器报告成员活动，例如加入或离开组。这个路由器使用这个信息有选择地传送数据到有关的主机机器所在的网络。这样就减少

了用于多目标数据传递所要求的带宽。

大多数主要的路由器售主支持 IP 多路广播路由器。不支持 IP 多路广播的网络通过一条多路广播隧道传输多路广播信息包。这条隧道把 IP 多路广播帧封装在普通 IP 帧中。

5.2　多路广播的需要

所有级别的多媒体行业和信息分发服务都把传递需要的东西放在一个网络或网络的基础结构上。任何要求点对点传输的多媒体或数据分配应用程序都可以从网络层多路广播服务中获得好处。

工业需要

多媒体和信息分发服务行业的不同分段都提供内容、应用程序、平台和网络基础结构。这些分段组成一个等级制度，如图 5.2 所示，同时表 5.1 表示了它们执行的功能。

表 5.1　分段组成一个等级制度及它们的功能

工业分段	使用网络和多路广播的功能
节目提供商	传递内容给用户及客户机。新闻、电视以及娱乐行业都是目录供应商的例子。
应用软件开发商	创建实时数据分配应用系统、多路广播应用系统以及基于多路广播的网络应用系统用于有效的传递。
平台及网络开发商	为维护和支持多路广播创建硬件、固件和协议要求。网络层多路广播服务被建立到今天的高速端路由器、路由网络集线器和网络接线器中，响应多媒体应用系统和实时数据分配的增长需要。
网络结构运行商	传递网络服务例如 ATM 和 ISDN 并且提供支持多路广播使用的优先的专用公共网络基础结构。

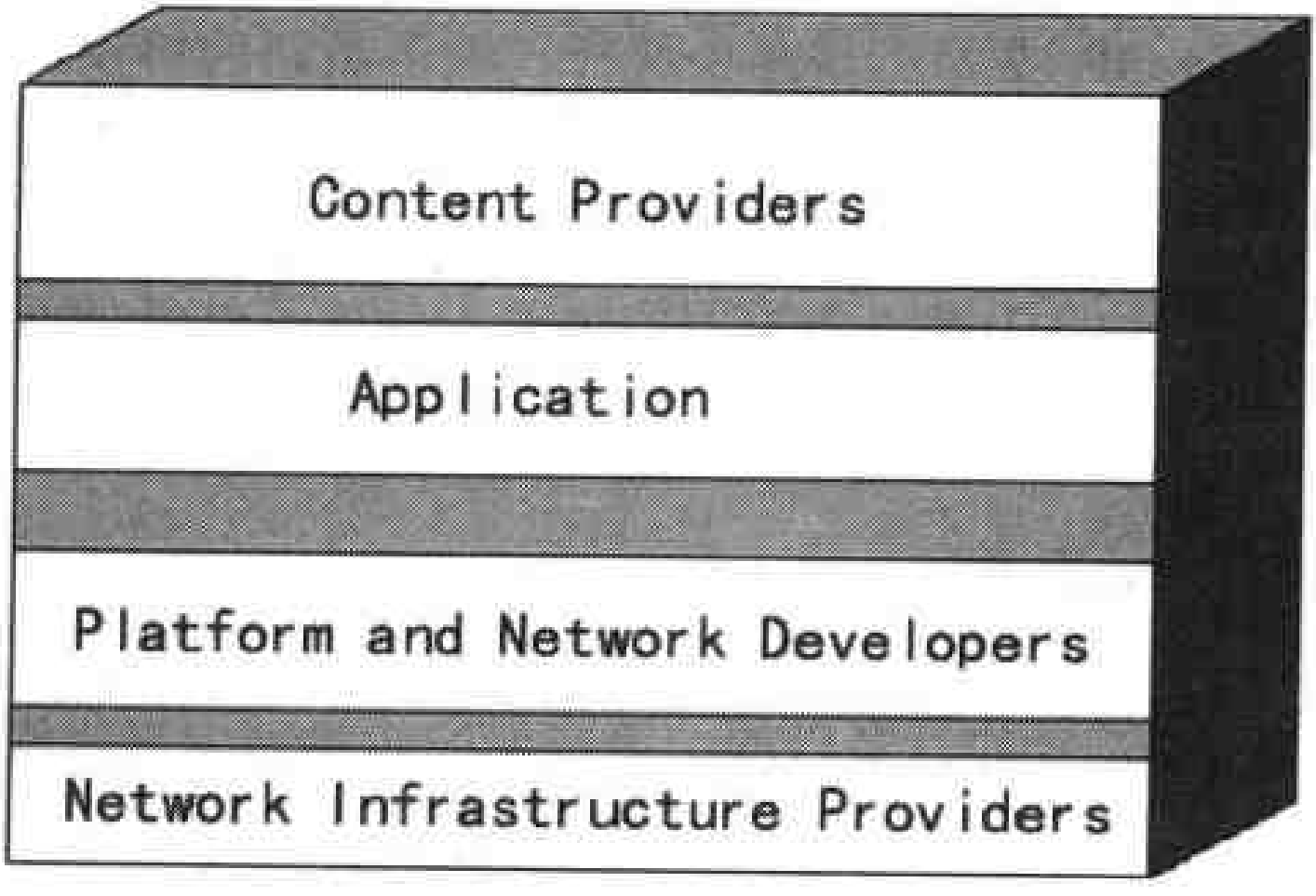


图 5.2　多媒体和信息分配服务工业的不同分段都提供内容、应用程序、平台和网络基础结构

了用于多目标数据传递所要求的带宽。

大多数主要的路由器售主支持 IP 多路广播路由器。不支持 IP 多路广播的网络通过一条多路广播隧道传输多路广播信息包。这条隧道把 IP 多路广播帧封装在普通 IP 帧中。

5.2　多路广播的需要

所有级别的多媒体行业和信息分发服务都把传递需要的东西放在一个网络或网络的基础结构上。任何要求点对点传输的多媒体或数据分配应用程序都可以从网络层多路广播服务中获得好处。

工业需要

多媒体和信息分发服务行业的不同分段都提供内容、应用程序、平台和网络基础结构。这些分段组成一个等级制度，如图 5.2 所示，同时表 5.1 表示了它们执行的功能。

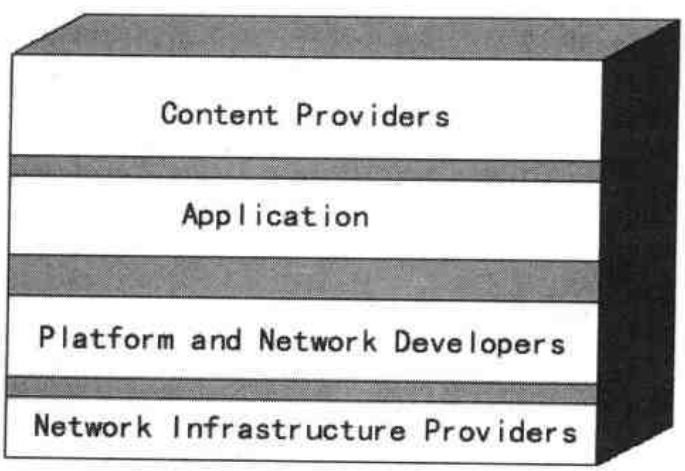


图 5.2　多媒体和信息分配服务工业的不同分段都提供内容、应用程序、平台和网络基础结构

表 5.1　分段组成一个等级制度及它们的功能

工业分段	使用网络和多路广播的功能
节目提供商	传递内容给用户及客户机。新闻、电视以及娱乐行业都是目录供应商的例子。
应用软件开发商	创建实时数据分配应用系统、多路广播应用系统以及基于多路广播的网络应用系统用于有效的传递。
平台及网络开发商	为维护和支持多路广播创建硬件、固件和协议要求。网络层多路广播服务被建立到今天的高速端路由器、路由网络集线器和网络接线器中，响应多媒体应用系统和实时数据分配的增长需要。
网络结构运行商	传递网络服务例如 ATM 和 ISDN 并且提供支持多路广播使用的优先的专用公共网络基础结构。

过去，数据、语音、视频和其他实时服务每一个都运行在与互连网基干类似的它们自己的网络上。

目前，多路广播应用程序可以包括远程学习、桌面会议和某些组合件应用程序。多路广播桌面视频会议允许任意组的用户解决商业问题；桌面视频培训是远程学习的一种形式，它可以提高公司、学校和家庭学校教育程序的能力。

今天，机构都在使用视频会议、语音通信、有线电视以及其他特殊的服务，但是没有用多路广播来要求他们自己的网络（见图 5.3）。

商业的和教育的研究人员正在大量地估价和开发多点协议。目前，IP 通信正在集中技术上的重大的成果用于 IP 多路广播路由选择。大多数新的协议可以在现成的多协议基干的顶端分层，通常是用路由选择路由器的软件升级方法。IP 多路广播能够有更精确的多路广播通信量的路径，能够减少网络堵塞和提高安全。

多路广播在一个服务网络中是一个重要的因素。就像高性能的网络硬件和服务质量一样。

支持多路广播的网络需要

IP 多路广播提供一种有效的、多点的、第三层的传输结构来传递音频、视频和数据到网络的设备。在一个多服务中高性能网络硬件是一个重要的方面，就像足够的带宽、一贯的 QoS 传输以及多路广播报文传递一样。

带宽

应用程序需要大量的带宽。帧大小、帧速率、编码方案以及应用程序使用的压缩方案都影响带宽要求。帧大小对带宽的影响最厉害。使用的视频编码方案能够影响帧大小、速率及图像质量。较老的视频编码方案可能基于硬件，而较新的倾向于使用基于软件的编码。有许多环境还可能需要附加的带宽。在所有的情况中，使用 IP 多路广播将帮助保护带宽。

包括运行多服务应用程序的大量单个桌面的局域网分段可能需要附加的带宽。要实现这一点，可以通过更多地分段局域网使每一段上的用户更少。在这个环境中，具有多路广播能力的局域网接线器比较有用处。此外还需要增加高速的服务器。

实际地运行多服务应用程序的校园网或工作组基干需要更多的带宽。FDDI 提供 100Mbps 的带宽，一些基干正使用 ATM 来达到需要的带宽。

局域网通常要求额外的带宽。广域网服务是运行在能够使带宽扩充的一个公众网络基础结构上。

图 5.3　完整的多层次服务网络

过去，数据、语音、视频和其他实时服务每一个都运行在与互连网基干类似的它们自己的网络上。

目前，多路广播应用程序可以包括远程学习、桌面会议和某些组合件应用程序。多路广播桌面视频会议允许任意组的用户解决商业问题；桌面视频培训是远程学习的一种形式，它可以提高公司、学校和家庭学校教育程序的能力。

今天，机构都在使用视频会议、语音通信、有线电视以及其他特殊的服务，但是没有用多路广播来要求他们自己的网络（见图 5.3）。

图 5.3　完整的多层次服务网络

商业的和教育的研究人员正在大量地估价和开发多点协议。目前，IP 通信正在集中技术上的重大的成果用于 IP 多路广播路由选择。大多数新的协议可以在现成的多协议基干的顶端分层，通常是用路由选择路由器的软件升级方法。IP 多路广播能够有更精确的多路广播通信量的路径，能够减少网络堵塞和提高安全。

多路广播在一个服务网络中是一个重要的因素。就像高性能的网络硬件和服务质量一样。

支持多路广播的网络需要

IP 多路广播提供一种有效的、多点的、第三层的传输结构来传递音频、视频和数据到网络的设备。在一个多服务中高性能网络硬件是一个重要的方面，就像足够的带宽、一贯的 QoS 传输以及多路广播报文传递一样。

带宽

应用程序需要大量的带宽。帧大小、帧速率、编码方案以及应用程序使用的压缩方案都影响带宽要求。帧大小对带宽的影响最厉害。使用的视频编码方案能够影响帧大小、速率及图像质量。较老的视频编码方案可能基于硬件，而较新的倾向于使用基于软件的编码。有许多环境还可能需要附加的带宽。在所有的情况中，使用 IP 多路广播将帮助保护带宽。

包括运行多服务应用程序的大量单个桌面的局域网分段可能需要附加的带宽。要实现这一点，可以通过更多地分段局域网使每一段上的用户更少。在这个环境中，具有多路广播能力的局域网接线器比较有用处。此外还需要增加高速的服务器。

实际地运行多服务应用程序的校园网或工作组基干需要更多的带宽。FDDI 提供 100Mbps 的带宽，一些基干正使用 ATM 来达到需要的带宽。

局域网通常要求额外的带宽。广域网服务是运行在能够使带宽扩充的一个公众网络基础结构上。

服务质量

商务有一种经济上的要求就是合并多个独立的网络。运行分离的数据、电话以及远程会议的网络是昂贵的。在一个多服务环境中的应用程序，例如数据、语音和视频都有不同的服务质量要求。

举个例子，实时多服务应用程序例如视频会议的传递必须准时，否则就毫无用处。由于在一个多服务环境中没有适当的计划和设置，其他通信量可以耗尽所有有用的带宽，这样就没有足够的带宽允许稳定的服务质量给多服务应用程序。

根据网络的安全级别、带宽、延迟、抖动、错误速率、成本、压缩以及其他参数，服务质量提供不同的网络服务。目前，正在进行大量的工作使得互连网服务质量成为可能。这一章最后的部分将讨论其中的一些服务质量参数。

多路广播报文传递

当一个应用程序涉及两个以上的参与者，就像在视频会议话路中一样时，多路广播报文传递是非常有用的。要得到完全发挥作用的多路广播，网络上的计算机和其他设备就需要知道哪些计算机和设备准备接收多路广播通信量，以及怎样建立通向多路广播的路径。

些协议有多路广播路由选择能力：

- RFC1112《IP 多路广播的主机扩充》包括了 IGMP 协议，允许一台计算机通知网络它是多路广播的一个成员。
- RFC2117《协议独立多路广播——稀疏模式（PIM-SM）协议详细说明》是一个路由器地路由器协议，支持多路广播通信量穿过现成的单路广播路由选择协议。PIM-SM 被设计成提供可伸缩的域间多路广播路由选择穿过 Internet。
- 协议独立多路广播——密集模式（PIM-DM）在目前还是一个 Internet 多路广播路由选择算法的草案。它用于被密集地分布在 Internet 中的多路广播网组。

5.3　IPv4 多路广播编址

多路广播是一种用来连网的有用的工具。它包括第二层交换、点对点传输和路由器对路由器通信。第三层到第二层转换、动态成员控制以及支持多路广播路由选择都是 IP 多路广播的重要部分。第二层交换提供可伸缩的带宽给端用户和服务器，IP 多路广播提供一个有效的、多点的、第三层的传输结构用来传递音频、视频和数据到内部设备。

所有网络协议需要一种方法把 IP 网络地址 ISO/OSI 第三层转换到硬件/媒体地址（第二层），例如一个以太网 MAC 地址。

定义一个多路广播组的接收组节点接收一个多路广播地址。发送者使用多路广播地址作为一个准备被传输到所有组成员的信息包的目标 IP 地址。

大多数 TCP/IP 组和路由器售主已经采用 IP 多路广播 IETF 标准。IP 多路广播使用 D 类地址，它允许组通信。

一个 IP 多路广播组地址表示所有主机的一个被挑选的子集。一个报文发送者只发送一个报文信息包到组。在互连网中的路由器提供这些信息包智能地发送给这个组中的

接收者，但不给组外的其他主机。

IPv4 编址结构

在一个 IPv4 实施中，每一个物理网络和主机都有它自己惟一的网络地址。路由器或网关可以有一个以上的地址，这取决于存在的接口数目。IP 地址包含一个 32 位的值，通常用带小数点的十进制记号法表示，包括被小树点分开的 4 组八位字节，例如 172.16.10.0。

IPv4 地址有三种基本的类型：单路广播、广播和多路广播。一个单路广播地址传输一个信息包到一个单独的目标；一个广播地址发送一个数据报到整个子网；一个多路广播地址能够传递数据报到一组被设置作为不同的分开的子网中的一个多路广播组成员的主机。

IPv4 地址

IPv4 识别三种单路广播地址类：A 类、B 类和 C 类，标识一个特定的网络接口地址。IPv4 还有两种特殊的地址类型：D 类和 E 类。

D 类地址不是被分配到一个特定的接口，而是标识接口的逻辑组的成员。一个独特的 D 类地址的所有逻辑支架接收被发送到这个地址的信息包。

基本上，在一个多路广播信息包和一个单路广播 IP 信息包之间惟一不同之处就是组地址的出现。这个组地址是一个 D 类目标格式（224.0.0.0～239.225.225.225），在它的目标地址字段中是 IP 标题。

IANA 保留 E 类地址给今后的和试验的使用，表 5.2 列举了 IPv4 地址的五种形式。

表 5.2　IPv4 地址的五种形式

地址类型	组　　成	地址范围
A 类	126 个网络，每一个最多可以有 16M-2 个节点	1.0.0.0～126.0.0.0
B 类	16K-2 个地址，每一个最多可以有 64K-2 个节点	127.0.0.0～191.255.0.0
C 类	2M-2 个网络，每一个最多可以有 254 个节点	192.0.0.0～223.255.255.0
D 类	多路广播地址	224.0.0.0～240.0.0.0
E 类	保留以后使用	241.0.0.0～248.0.0.0

每一种 IPv4 地址类包括两部分：一个网络标识符和一个主机或节点标识符部分。如图 5.4 所示。在这个例子中二进制地址 10000000 00000111 00001111 00000001 用带小数点的十进制记号法表示为 128.7.15.1，这是一个 B 类地址，网络标识符为 28.7。

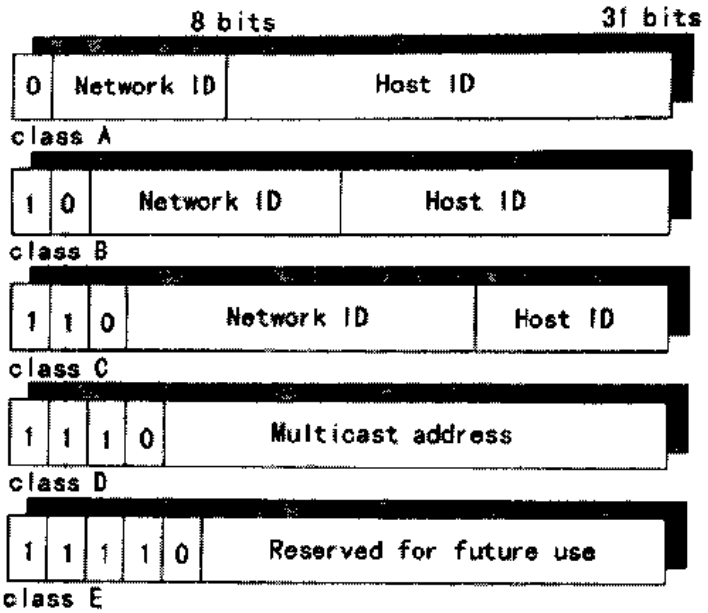


图 5.4　IPv4 地址的五种形式

Internet 地址的特殊形式包括以下的几种：

- 0.0.0.0 代表这个主机。
- 0.主机编号代表这个网络上的这个主机。
- 255.255.255.255 代表到局部网络的有限制的广播。
- 网络编号.255 代表指向指定网络的广播。
- 127.任意数代表主机的内部回送。这个地址永远不应该出现在网络上。

IPv4 建立子网

建立子网是一种分配地址的技术，它允许一个单独的 IP 网络地址覆盖多个物理网络。建立子网使用一些 IP 地址的主机 ID 部分的位。子网掩码决定网络 ID 的位。使用建立子网，网络 ID 和主机 ID 分开变换到网络 ID、子网 ID 和主机 ID。子网字段通过增加主机 ID 字段获得它需要的空间。单个的机构分配子网 ID 和主机 ID 给每个子网上的主机。

一个子网掩码在不同的子网之间是不同的。它是一个 32 位的编号，在网络标识符和子网标识符字段中都是 1，在主机标识符中是 0。一台主机在一个子网掩码上使用一个逻辑与的功能给一个特定的地址决定它是否可以传递数据报到当前子网上的一台主机或它是否必须发送数据报到一个路由器用来传递。

图 5.5 表示了把一个 B 类网络分成两个子网络。在这个例子中，所有的网关把网关 A 路径除去就好像那里有一个单独的物理网络一样。网关 A 在网络之间被物理地连接。

多路广播编址的影响

RFC1112 中的多路广播编址的概述把 IP 地址的意思扩大到了包括源和目标地址。一个多路广播目标地址是一组被分散在广泛区域上的主机的定位器。一个多路广播目标地址的寿命可以很短。另外，一个多路广播目标地址可以穿过一个网络地址转发器（NAT），不需要被限制为一个内部网或 Internet。

IPv4 中的广播和多路广播

广播是多路广播的一种特殊情况。在这里网络上每一台主机都属于同一个多路广播组。广播协议有下面重要的限制条件：

- 不加区分的发送——意思是网络上的每一台主机都接收所有的信息包。这是低效率的，而且还把信息包传递给不需要它们的主机。
- 不可靠——意思是没有标准，没有可靠的与广播信息包一起工作的传递协议。
- 限制在局部网络——意思是广播协议只工作在局部网络上，以及被一个接一个桥接在网络上。大的网络，例如 Internet，不能控制广播的传输。

第三层多路广播

第三层可以发送单路广播、多路广播和广播数据。一个子网上的所有主机都阅读第三层的广播。路由器限制这些广播给子网，并且停止它们通过 Internet 传播。第三层多路广播有一个特殊状态，有多路广播能力的路由器可以传播第三层多路广播到一组接收者。这一组接收者可以被定位在任意数目的子网上或者在全球 Internet 的任何地方。

D 类地址格式

图 5.6 表示了 D 类多路广播地址的格式。每一个地址都可以被考虑为一条通道，通过它致力于接收相同内容的主机组可以被标识。D 类地址高位 4 位被设置为 1110，后面跟随 28 位多类标识符。注意，D 类地址后面的 28 位包含多路广播组标识符，并且没有太多的结构。这有别于 A 类、B 类和 C 类地址的属性。

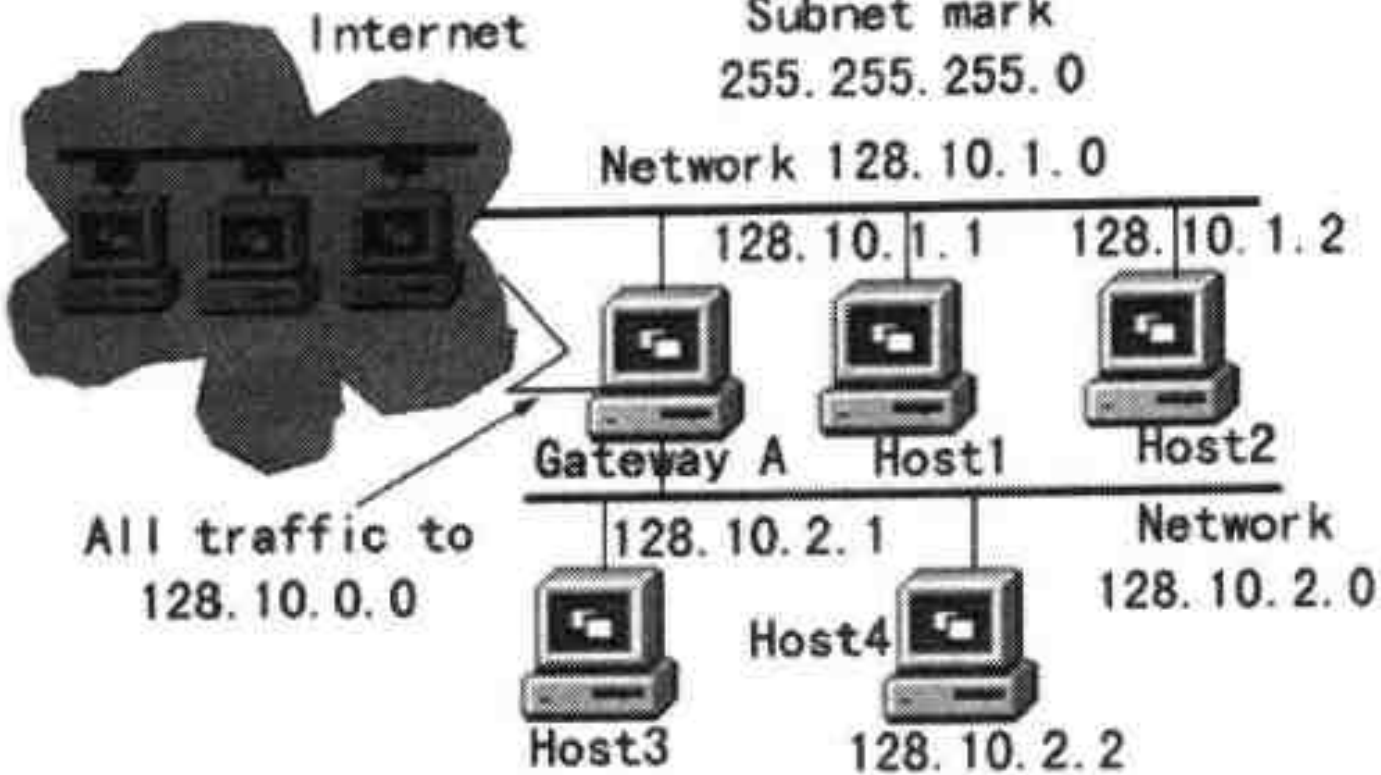


图 5.5　把一个 B 类网络分成两个子网络

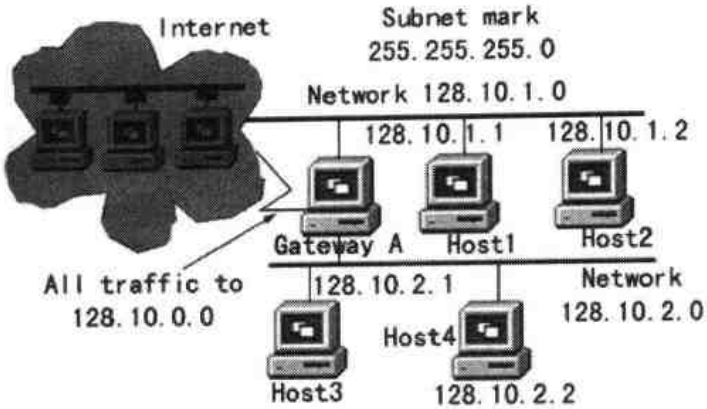


图 5.5　把一个 B 类网络分成两个子网络

多路广播编址的影响

RFC1112 中的多路广播编址的概述把 IP 地址的意思扩大到了包括源和目标地址。一个多路广播目标地址是一组被分散在广泛区域上的主机的定位器。一个多路广播目标地址的寿命可以很短。另外，一个多路广播目标地址可以穿过一个网络地址转发器（NAT），不需要被限制为一个内部网或 Internet。

IPv4 中的广播和多路广播

广播是多路广播的一种特殊情况。在这里网络上每一台主机都属于同一个多路广播组。广播协议有下面重要的限制条件：

- 不加区分的发送——意思是网络上的每一台主机都接收所有的信息包。这是低效率的，而且还把信息包传递给不需要它们的主机。
- 不可靠——意思是没有标准，没有可靠的与广播信息包一起工作的传递协议。
- 限制在局部网络——意思是广播协议只工作在局部网络上，以及被一个接一个桥接在网络上。大的网络，例如 Internet，不能控制广播的传输。

第三层多路广播

第三层可以发送单路广播、多路广播和广播数据。一个子网上的所有主机都阅读第三层的广播。路由器限制这些广播给子网，并且停止它们通过 Internet 传播。第三层多路广播有一个特殊状态，有多路广播能力的路由器可以传播第三层多路广播到一组接收者。这一组接收者可以被定位在任意数目的子网上或者在全球 Internet 的任何地方。

D 类地址格式

图 5.6 表示了 D 类多路广播地址的格式。每一个地址都可以被考虑为一条通道，通过它致力于接收相同内容的主机组可以被标识。D 类地址高位 4 位被设置为 1110，后面跟随 28 位多类标识符。注意，D 类地址后面的 28 位包含多路广播组标识符，并且没有太多的结构。这有别于 A 类、B 类和 C 类地址的属性。

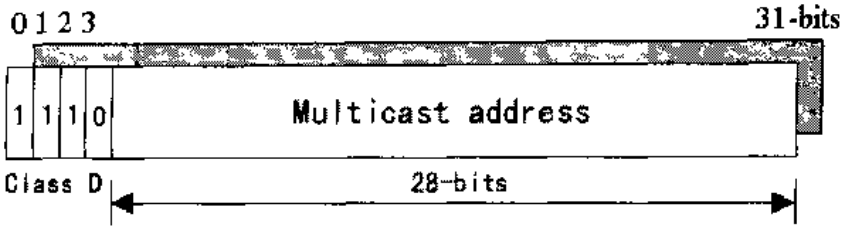


图 5.6　D 类多路广播地址的格式

D 类主机组地址用标准带小数点的十进制记号法来具体书写。组地址的范围是从 224.0.0.0 到 239.225.225.225。高位的 1110 字节产生 224 基础地址。

地址 224.0.0.0 被保留，不被分配到任何组；224.0.0.1 被分配到所有 IP 主机（包括网关）的永久的组。

一个主机组包括一组收听多路广播地址的主机。一个主机组的成员可以是在多个网络上。一个组中的成员是动态的，主机可以加入和离开主机组。一个 IP 主机组地址被动态地约束到一个组 IP 网络上的一组局部网络接口。

D 类地址范围

组地址有两种类型，永久的和暂时的。IANA 分配永久的地址并维护一列注册的 IP 多路广播组。其中有名的两个地址是 224.0.0.1 和 224.0.0.2。第一个是所有主机的组，用来编址在直接连接的网络上的所有的 IP 多路广播主机。第二个是给一个子网上的所有路由器的地址。

D 类多路广播地址被分成几个范围，如图 5.7 所示。

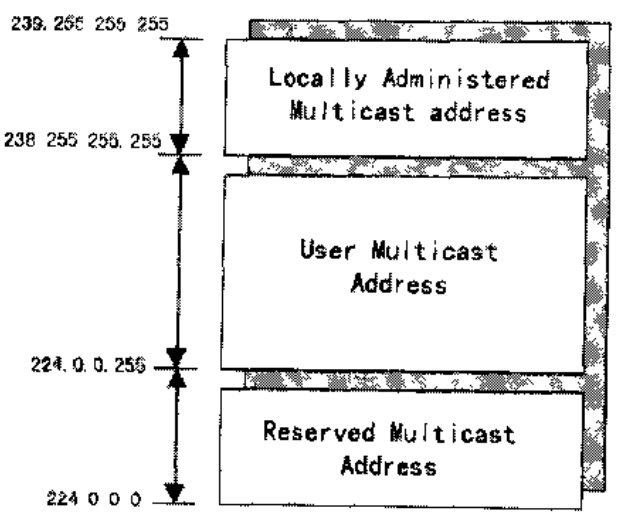


图 5.7　D 类多路广播地址被分成几个范围

地址 224.0.0.0 被保留，不分配给任何组。IANA 保留从 224.0.0.1 到 224.0.0.255 的范围的多路广播地址给路由选择协议和其他低级别布局发现及维护协议。中间范围：从 224.0.1.0 到 238.225.225.225 是用来被多路广播在组、内部网和 Internet 中的端用户应用

程序使用；D 类地址设置的上面的范围，从 239.0.0.0 到 239.225.225.225 被指派给在本地被管理的或特定位置的多路广播应用程序。

有名的多路广播地址

RFC1112，《IP 多路广播的主机扩充》指定了一个 Internet 协议（IP）的主机设备要支持多路广播所需要的扩充。表 5.3 列出了目前 Internet 多路广播有名的地址：

表 5.3　一些有名的 D 类地址

有名的 D 类地址	用　途
224.0.0.0	基准地址（保留）（RFC1112）
224.0.0.1	这个子网的所有系统（RFC1112）
224.0.0.2	这个子网的所有路由器
224.0.0.3	未分配
224.0.0.4	DVMRP 路由器（RFC1075）
224.0.0.5	OSPEIGP 所有路由器（RFC1583）
224.0.0.6	OSPEIGP 指定的路由器（RFC1583）
224.0.0.7	ST 路由器（RFC1190）
224.0.0.8	ST 主机（RFC1190）
224.0.0.9	RIP2 路由器
224.0.0.10	IGRP 路由器
224.0.0.11	流动的代理商
224.0.0.12～224.0.0.255	未分配
224.0.1.0	VMTP 管理员组（RFC1045）
224.0.1.1	NTP——网络时间协议（RFC1119）
224.0.1.2	SGI-Dogfight
224.0.1.3	Rwhod
224.0.1.4	VNP
224.0.1.5	人工范围——飞行员
224.0.1.6	NSS——命名服务服务器
224.0.1.7	AUDIONEWS——音频新闻多路广播
224.0.1.8	SUN NIS+信息服务
224.0.1.9	MTP 多路广播传输协议
224.0.1.10	IETF-1-LOW-AUDIO
224.0.1.11	IETF-1-AUDIO
224.0.1.12	IETF-1-VIDEO
224.0.1.13	IETF-2-LOW-AUDIO
224.0.1.14	IETF-2-AUDIO

224.0.1.15	IETF-2-VIDEO
224.0.1.16	MUSIC-SERVICE
224.0.1.17	SEANET-TELEMETRY
224.0.1.18	SEANET-IMAGE
224.0.1.19	MLOADD
224.0.1.20	任何专门实验
224.0.1.21	MOSPF 上的 DVMRP
224.0.1.22	SVRLOC
224.0.1.23	Hgxing@aol.com
224.0.1.24	Microsoft-DS
224.0.1.25	NBC-PRO
224.0.1.26	NBC-PFN
224.0.1.27～224.0.1.255	未分配
224.0.2.1	Rwhod 组（BSD）（非官方的）
224.0.2.2	SUN RPC PMAPPROC_CALLIT
224.0.3.0～224.0.3.225	RFE 一般的服务
224.0.4.0～224.0.4.255	RFE 单独的会议
224.0.5.0～224.0.5.127	CDPD 组
224.0.5.128～224.0.5.255	未分配
224.0.6.0～224.0.6.127	Cornell ISIS 计划
224.0.6.128～224.0.6.255	未分配
224.0.7.0～224.1.255.255	ST 多路广播组（RFC1190）
224.2.0.0～224.2.255.255	多媒体电话会议
224.3.0.0～224.255.255.255	DIS 短暂的组
225.0.0.0～232.255.255.255	VMTP 短暂的组（RFC1045）

当在一个以太网或 IEEE802 网络上被使用时，IP 多路广播地址的低位 23 个字节被置换到以太网或 IEEE802 网多路广播地址 1.0.94.0.0.0 的低位 23 个字节中。

第三层到第二层的转换

多路广播协议需要一个方法把 D 类地址变换到一个硬件/媒体地址，例如一个以太网 MAC 地址中。

IANA 获得 IEEE-802 MAC 层多路广播地址空间的保留的一部分，加上被保留的 D 类地址。所有这些在被保留的块中的以太网地址以十六进制 01-00-5E 开始。这个块包括地址 00:00:5e:00:00:00 直到 00:00:5e:ff:ff:ff。这个块的一半是用于多路广播地址。对应 IP 多路广播地址的以太网地址是在从 01:00:5e:00:00:00 到 01:00:5e:ff:ff:ff 的范围内。

第三层到第二层的变换技巧

变换 D 类地址到 IANA 保留的地址块相当简单，如图 5.8 所示，变换多路广播地址 224.10.8.5（E0-0A-08-05）到一个以太网（IEEE-802）多路广播地址，是通过把 D 类地址的低位 23 个字节置换到 IANA 的保留地址块的低位 23 个字节中。这允许 IP 多路广播使用许多网络接口卡提供的硬件级多路广播支持。

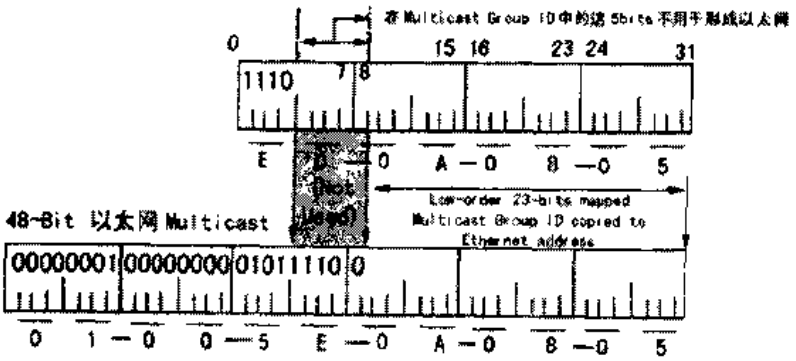


图 5.8　变换 D 类地址到 IANA 保留的地址块相当简单

注意这种变换不是惟一的，因为它忽略的 IP 多路广播地址的上面的 5 个字节。设备驱动器或 IP 模块必须执行筛选，因为接口卡可以接收主机不想要的多路广播帧。有 32 种不同的多路广播组标识符变换到每一种以太网地址标识符。例如，多路广播地址 224.138.8.5（E0-8A-08-05）和 225.10.8.5（E1-0A-08-05）在这个图中都将被变换到以太网地址（01-00-5E-0A-08-05）。

机器上的 TCP/IP 组必须是有 IP 多路广播意识来理解 IP 地址的特殊范围的意义，并安排一个网络适配器完全接收需要的多路广播地址。端节点主机需要网络接口卡为局域网数据链接层有效地筛选从网络层 IP 多路广播地址变换来的地址。

多路广播筛选变换

一个有 IP 多路广播意识的层筛选变换提供的好处与一个在局部范围内的多路广播路由器相同。这一种变换可自动地设置多路广播广播筛选，因此多路广播通信量只被指向参与的端节点。如果一个都没有，多路广播通信就被送到局部的子网上的所有分段。

变换是从一个接口带走一个进来的帧，并且把它发送到外部另一个接口的过程。上面的帧被送去的接口取决于帧的目标 MAC 地址（见图 5.9）。

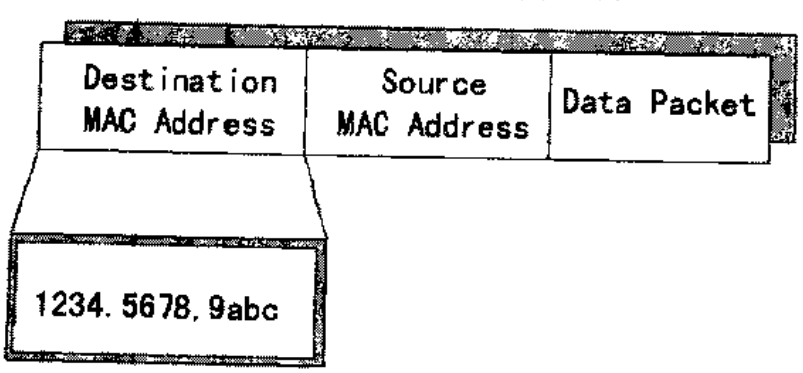


图 5.9　第 2 层的地址分配

多路广播数据报的传播和传递

为了发送一个 IP 多路广播数据报，发送者指定的一个适当的目标地址。它表示一个主机组。源主机使用与被用于单路广播数据报的相同的 IP 操作来发送 IP 多路广播数据报。如果发送者和接收者两者都在同一个子网上：

- 源把 IP 数据报编址到多路广播组。
- 网络接口卡设备驱动器变换 D 类地址到相应的 IEEE-802 多路广播地址并传送帧到组成员。
- 想接收帧的每个节点通知它的 IP 层它想接收编址到组的数据报。

当发送者被连接到一个子网并且接收者位于不同的子网时，报文穿过路由器被要求有附加的步骤。路由器被要求：

- 执行一个多路广播路由选择协议，允许多路广播传递树的建造。
- 支持多路广播信息包传送。
- 实施一个组成员协议，例如 IGMP 允许路由器知道在它连接的子网上的组成员的存在。

5.4　IPv6 多路广播编址

在 IPv6 中地址空间是 128 位。IPv6 协议从这个地址空间分配 1/256 给多路广播地址。

IPv6 多路广播地址有如图 5.10 中所示的结构。一个多路广播地址可以被分配到一个单独的系统，限制到一个特殊的位置。联系一个特定的网络链接或者分布到世界范围。多路广播地址不能被当作在 IPv6 数据报中或出现在任何路由选择标题中的源地址使用。

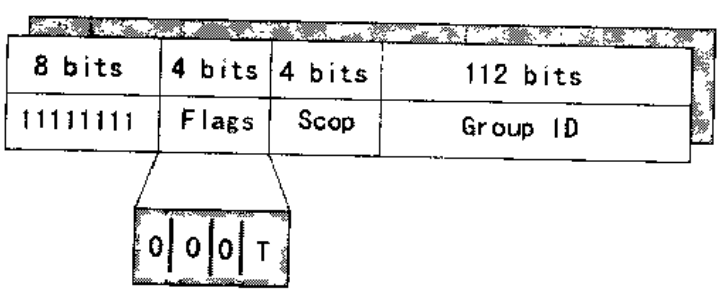


图 5.10　IPv6 多路广播地址格式

一个 FF（11111111）的值标识一个地址作为一个多路广播地址。IPv6 多路广播地址有另外三个字段、标志字段、范围字段和组标识符字段。

标志字段包含四个标志。高位的三个应该始终设置为 0 并被保留。

- T 标志设置为 0 时表示一个永久地分配的多路广播地址。这种地址称为有名的多路广播地址。全球 Internet 编号权威分配这些有名的多路广播地址。
- T 标志设置为 1 时表示一个非永久地分配的多路广播地址。这种地址被作为一个暂时的多路广播地址。

Scope 值限制了多路广播组的范围。表 5.4 列出了这个四位多路广播范围值。

Group ID 标识出范围内的多路广播组。这个组既可以是永久的，也可以是临时的。

表 5.4　IPv6 多路广播范围值

Value	目　标	Value	目　标
0	保留	8	本地机构范围
1	本地节点范围	9	未分配
2	本地链接范围	A	未分配
3	未分配	B	未分配
4	未分配	C	未分配
5	本地站点范围	D	未分配
6	未分配	E	全球范围
7	未分配	F	保留

非永久性和永久性分配的多路广播地址

非永久性分配的多路广播地址（暂时的多路广播地址）只有在一个被给定的范围内才有意义。在一个位置上使用非永久的局部地址的多路广播地址的一个组与下列组毫无关系：

- 在不同位置的正使用相同地址的组。
- 有相同组标识符但使用不同范围的非永久的组。
- 有相同组标识符的永久的组。

一个永久地分配的多路广播地址不依赖于范围值。表 5.5 显示了用组标识符 43（十六进制）给一个 NTP 服务器组分配一个永久的多路广播地址的结果。

表 5.5　用组标识符 43（十六进制）给一个 NTP 服务器组分配一个永久的多路广播地址的结果

地　址	所有 NTP 服务器的意思
FF01:0:0:0:0:0:0:43	在同一个节点上的发送者
FF02:0:0:0:0:0:0:43	在同一个链接上的发送者
FF05:0:0:0:0:0:0:43	在同一个站点上的发送者
FF0E:0:0:0:0:0:0:43	在 Internet 中

预定义的有名的多路广播地址

表 5.6 列出了预定义的有名的多路广播地址的类型和地址。

征求型节点多路广播地址包含地址的低 32 位加上 96 位前置 FF02:0:0:0:0:1。这样产生一个在范围从 FF02:0:0:0:0:1:0000:0000 到 FF02:0:0:0:0:1:FFFF:FFFF 的多路广播地址。例如，对应 IPv6 地址 4037::01:800:200E:8C6C 的征求型节点多路广播地址是

FF02::1:200E:8C6C。

只是在高位字节不同的 IPv6 地址才映射为相同的征求型地址。这减少了一个节点必须加入的多路广播地址的数目。

一个 IPv6 节点被要求为每一个被分配的单路广播地址及任意路广播地址计算和支持一个征求型节点多路广播地址。

表 5.6　预定义的有名的多路广播地址的类型和地址

有名多路广播地址类型	地址
保留的多路广播地址 这些地址从不被分配给任何多路广播组	FF00:0:0:0:0:0:0:0 FF01:0:0:0:0:0:0:0 FF02:0:0:0:0:0:0:0 FF03:0:0:0:0:0:0:0 FF04:0:0:0:0:0:0:0 FF05:0:0:0:0:0:0:0 FF06:0:0:0:0:0:0:0 FF07:0:0:0:0:0:0:0 FF08:0:0:0:0:0:0:0 FF09:0:0:0:0:0:0:0 FF0A:0:0:0:0:0:0:0 FF0B:0:0:0:0:0:0:0 FF0C:0:0:0:0:0:0:0 FF0D:0:0:0:0:0:0:0 FF0E:0:0:0:0:0:0:0 FF0F:0:0:0:0:0:0:0
所有节点地址 这些地址标识在范围 1 或 2 内的所有 IPv6 节点的组。	FF01:0:0:0:0:0:0:1（范围 1 的本地节点） FF02:0:0:0:0:0:0:1（范围 2 的本地链接）
所有路由器地址 这些地址标识在范围 1 或 2 内所有的 IPv6 路由器的组。	FF01:0:0:0:0:0:0:2（范围 1 的本地节点） FF02:0:0:0:0:0:0:2（范围 2 的本地链接）
DHCP 服务器/中继代理 这些地址标识范围 2 内的所有 IPv6 DHCP 服务器和中继主体的组	FF02:0:0:0:0:0:0:C（本地链接）
固定节点地址	FF02:0:0:0:0:1:xxx:xxx

5.5　建立一个多路广播组

一个多路广播组的源主机一般都是音频、视频、金融、新闻或各种各样的其他类型流数据进入网络的多媒体服务器。网络管理员或一个自动化的应用程序分配一个 D 类多路广播地址给服务器应用程序和它的所有成员。从这时起，所有服务器与应用程序相互作用把它们的信息包编址为组地址。

当一个接收者想加入一个多路广播组时，可以通过发送一条 TGMP 报文给它的本地的子网来开始，这条报文包含接收者想加入的组的 D 类地址。本地的有多路广播能力的路由器接收这条 IGMP 报文。

RFC1112 定义了 IGMP，用于多路广播注册的 IETF 标准。IGMP 指定了主机怎样通知网络它是一个特定的多路广播组的成员。

一个有多路广播能力的路由器在每一个包含多路广播接收者的子网上必须存在。这个路由器的其中一项功能就是给它所连接的子网上的接收者访问多路广播传递系统的通道。路由器接收来自接收者的 IGMP 报文后，就把所有的给目标主机组的多路广播通信量传送到接收者的子网（见图 5.11）。

独立的主机在任何时候都是自由地加入或离开多路广播组。在一个多路广播组中可以有任意数目的成员，这些成员可以被定位在 Internet 上的任何地方。一台主机在任何被给定的时间内可以是一个以上多路广播组的一个成员。一台成为多路广播的主机可以从不是那个组的或不是任何组的成员的主机接收信息。

IGMP 是一个双向协议，路由器使用 IGMP 来获知在它们的直接连接的子网上的成员的出现。加入一个多路广播组，一台主机：

- 传输有关它想从哪里接收的组的一个组成员协议报文。
- 设置它的 IP 处理过程和网络接口卡来接收被编址到多路广播组的帧。

随着多路广播组成员大量增加，一个新的组成员可能位于多路广播分布树的分支附近的可能性也在增加。

如果在一个子网上的组成员主机没有对来自路由器的 IGMP 报文作出反应，路由器就从传递树中删除这个子网。这个处理过程被称为修剪，它保证多路广播通信只去有组成员的子网。

一台主机可以属于一个以上的多路广播组。这种主机可以用这几个组的 D 类地址对一个路由器的 IGMP 作出询问。

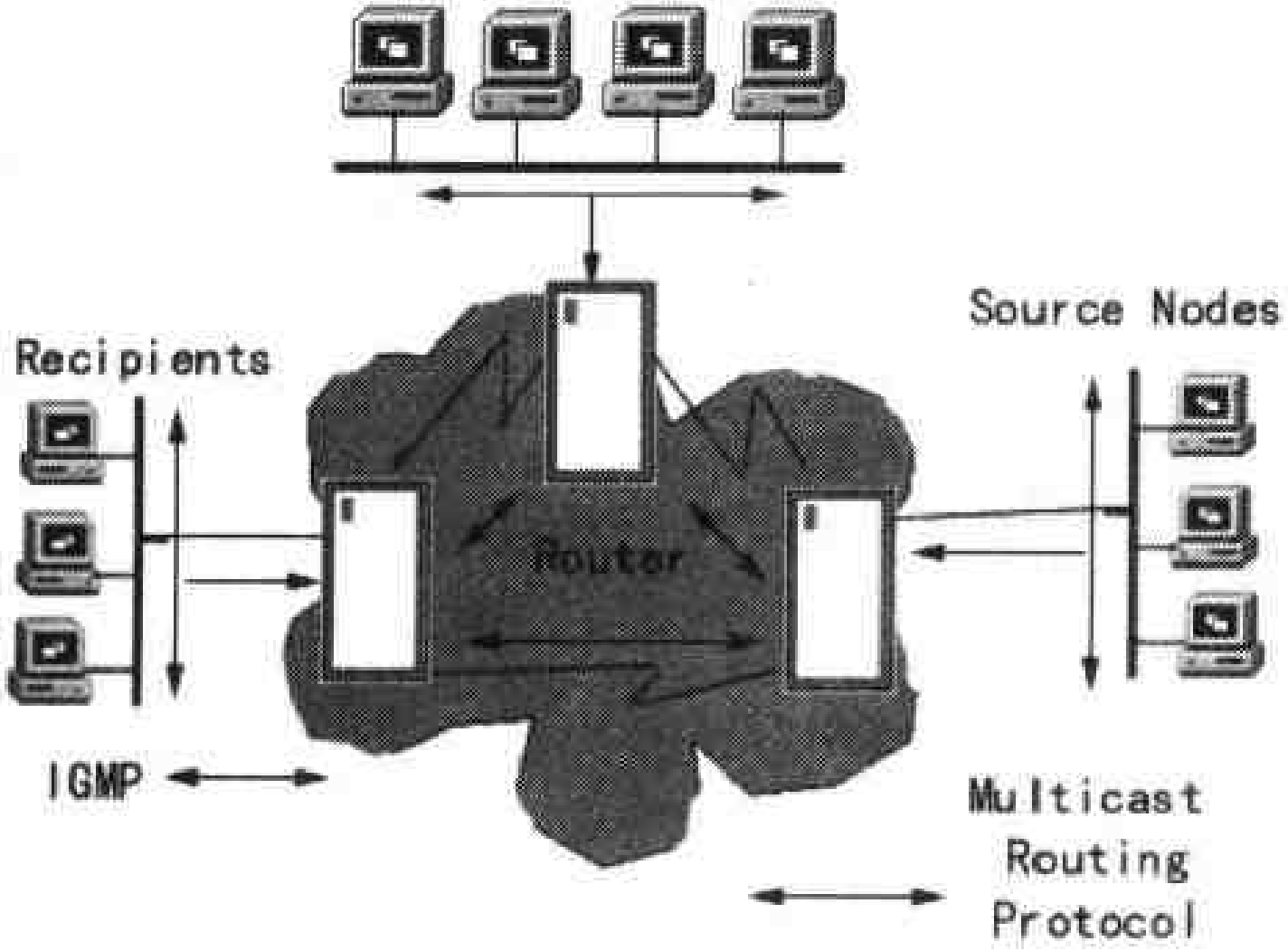
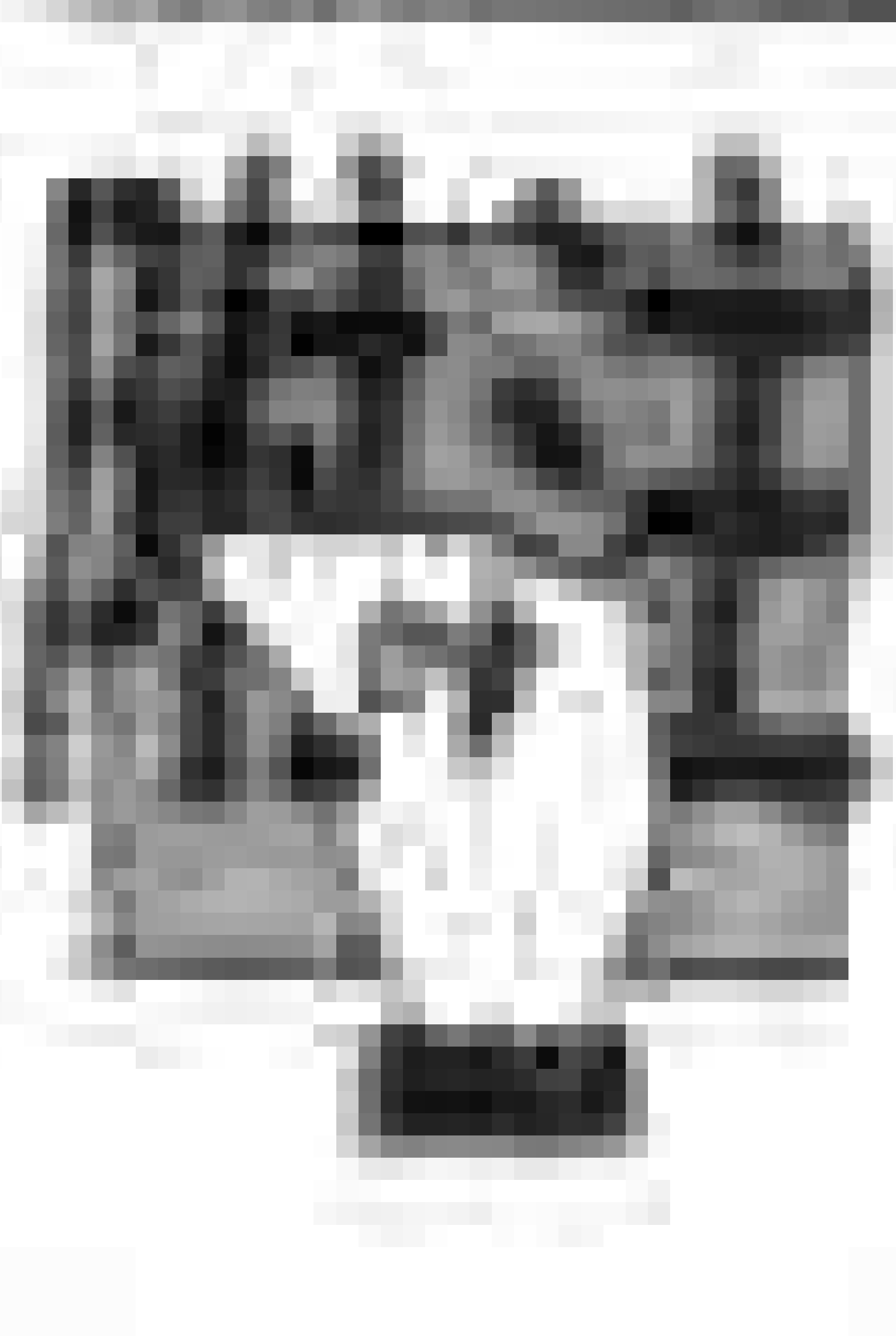


图 5.11　多路广播组及路由协议的关系



当一个接收者想加入一个多路广播组时，可以通过发送一条 TGMP 报文给它的本地的子网来开始，这条报文包含接收者想加入的组的 D 类地址。本地的有多路广播能力的路由器接收这条 IGMP 报文。

RFC1112 定义了 IGMP，用于多路广播注册的 IETF 标准。IGMP 指定了主机怎样通知网络它是一个特定的多路广播组的成员。

一个有多路广播能力的路由器在每一个包含多路广播接收者的子网上必须存在。这个路由器的其中一项功能就是给它所连接的子网上的接收者访问多路广播传递系统的通道。路由器接收来自接收者的 IGMP 报文后，就把所有的给目标主机组的多路广播通信量传送到接收者的子网（见图 5.11）。

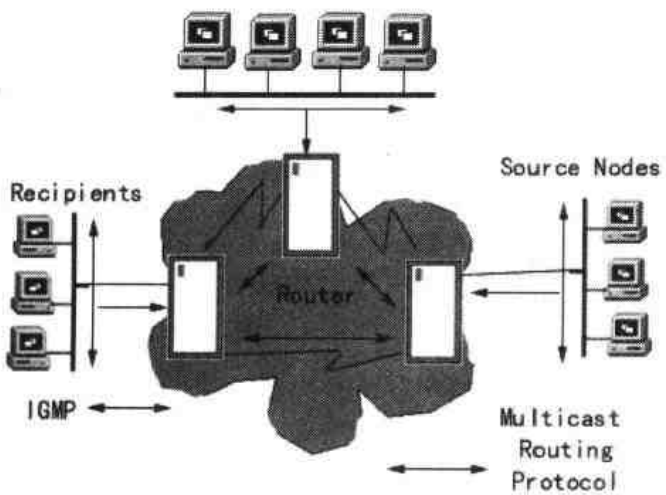


图 5.11　多路广播组及路由协议的关系

独立的主机在任何时候都是自由地加入或离开多路广播组。在一个多路广播组中可以有任意数目的成员，这些成员可以被定位在 Internet 上的任何地方。一台主机在任何被给定的时间内可以是一个以上多路广播组的一个成员。一台成为多路广播的主机可以从不是那个组的或不是任何组的成员的主机接收信息。

IGMP 是一个双向协议，路由器使用 IGMP 来获知在它们的直接连接的子网上的成员的出现。加入一个多路广播组，一台主机：

- 传输有关它想从哪里接收的组的一个组成员协议报文。
- 设置它的 IP 处理过程和网络接口卡来接收被编址到多路广播组的帧。

随着多路广播组成员大量增加，一个新的组成员可能位于多路广播分布树的分支附近的可能性也在增加。

如果在一个子网上的组成员主机没有对来自路由器的 IGMP 报文作出反应，路由器就从传递树中删除这个子网。这个处理过程被称为修剪，它保证多路广播通信只去有组成员的子网。

一台主机可以属于一个以上的多路广播组。这种主机可以用这几个组的 D 类地址对一个路由器的 IGMP 作出询问。

图 5.12 显示了作为组 1（G1）和组 2（G2）的成员的一台主机。当一台主机是多个组的成员时，它可以从所有组同时或不同时间接收多路广播数据报。不过，一台主机同时从多个组接收组通信量时，需要足够的资源和网络带宽。

图 5.12　作为组成员的一台主机

IGMP 版本 2 或更高版本允许：

- 路由器发送组特殊报文要求组成员作出反应
- 接收者发送一个离开组报文给路由器要求立即从组成语资格中脱离

将来一个接收主机或许可以要求来自一个组中的指定源的多路广播通信量。

5.6　多路广播传送方法综述

现在有多种方法可以从源主机传送 IP 多路广播通信量到接收者。首先第一步就是把一组源和接收主机变换到一个公共的 D 类地址，要使多路广播通信量能够得到有效的传递。下一步就要包括定义一组多路广播传递路径给路由器使用。要实现这一点，路由器需要使用允许它们建立多路广播传递树的网络层多路广播路由选择协议相互对话。这一步包括计划一组路径使多路广播信息包只运送到那些有组成员的子网，参看图 5.13。

路由器必须中继来自远程源的多路广播信息包。协议软件被建立到路由器中，帮助建立用于传送信息包的多路广播传递树。主要的多路广播传送协议使用一到两个表 5.7 中所示的技巧：

表 5.7　多路广播传送技巧和相应的路由选择协议

传送技巧	路由选择协议
源-根树	距离向量多路广播路由选择协议（DVMRP） 和多路广播开放式最短路径优先（MOSPF）
共享树	核心基准树（CBT）和协议独立多路广播（PIM）

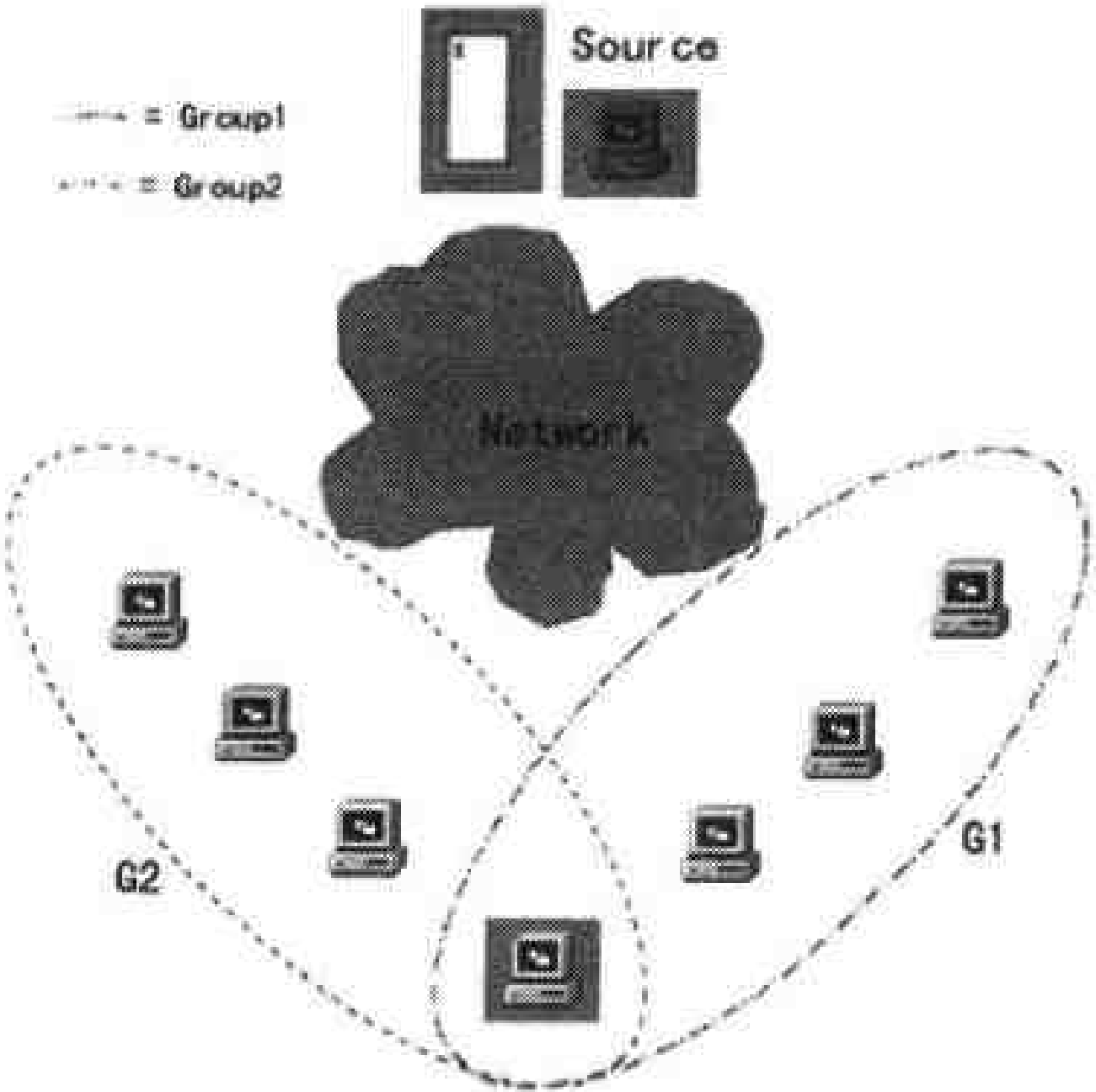

Source
= Group1
= Group2
Network
G2
G1

图 5.12 显示了作为组 1（G1）和组 2（G2）的成员的一台主机。当一台主机是多个组的成员时，它可以从所有组同时或不同时间接收多路广播数据报。不过，一台主机同时从多个组接收组通信量时，需要足够的资源和网络带宽。

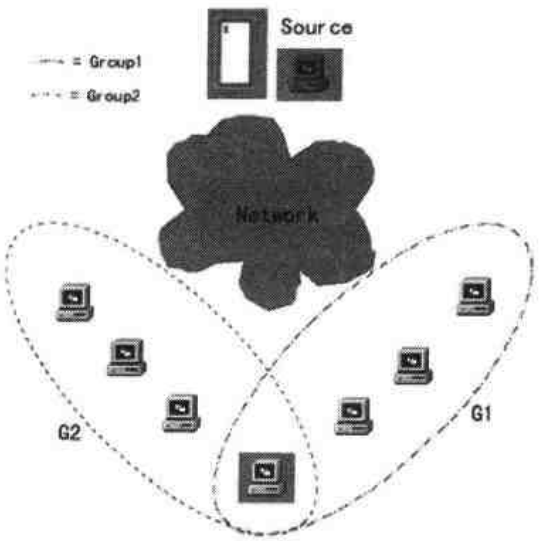


图 5.12　作为组成员的一台主机

IGMP 版本 2 或更高版本允许：

- 路由器发送组特殊报文要求组成员作出反应
- 接收者发送一个离开组报文给路由器要求立即从组成语资格中脱离

将来一个接收主机或许可以要求来自一个组中的指定源的多路广播通信量。

5.6　多路广播传送方法综述

现在有多种方法可以从源主机传送 IP 多路广播通信量到接收者。首先第一步就是把一组源和接收主机变换到一个公共的 D 类地址，要使多路广播通信量能够得到有效的传递。下一步就要包括定义一组多路广播传递路径给路由器使用。要实现这一点，路由器需要使用允许它们建立多路广播传递树的网络层多路广播路由选择协议相互对话。这一步包括计划一组路径使多路广播信息包只运送到那些有组成员的子网，参看图 5.13。

路由器必须中继来自远程源的多路广播信息包。协议软件被建立到路由器中，帮助建立用于传送信息包的多路广播传递树。主要的多路广播传送协议使用一到两个表 5.7 中所示的技巧：

表 5.7　多路广播传送技巧和相应的路由选择协议

传送技巧	路由选择协议
源-根树	距离向量多路广播路由选择协议（DVMRP） 和多路广播开放式最短路径优先（MOSPF）
共享树	核心基准树（CBT）和协议独立多路广播（PIM）

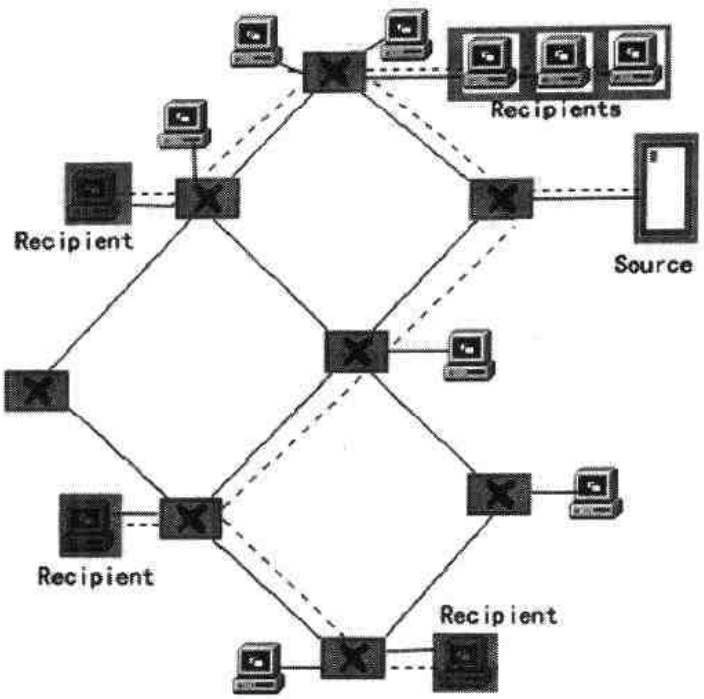


图 5.13　多路广播发送树结构

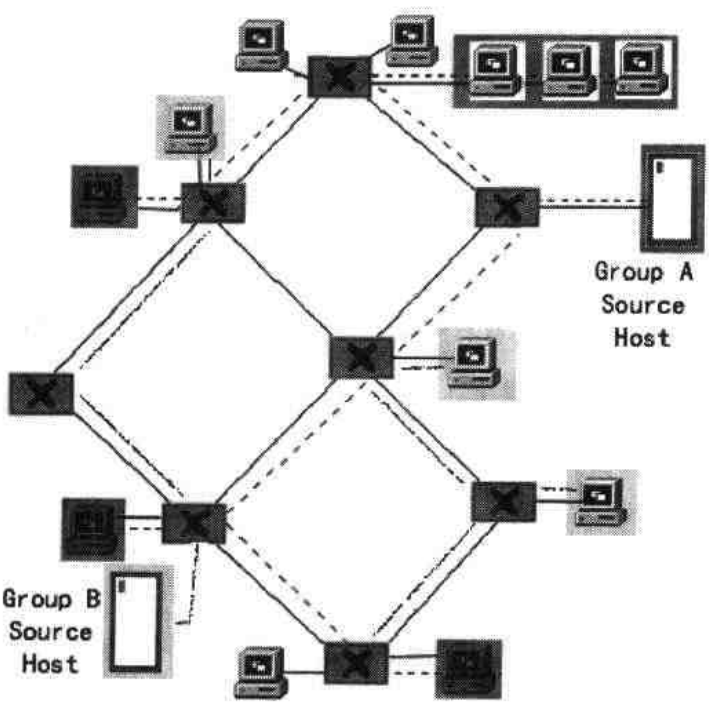


图 5.14　源-根最短路径树

源-根树协议（SRT）

SRT 协议位于有多路广播能力的路由器中。它们在建立关于一个组中每一个多路广播源的树，把源连接到组中所有的接收成员。如果一个组有 7 台源主机，那么 SRT 协议建立 7 个不同的树。

一条 SRT 路径产生一个从特定的多路广播源到顺流成员的直接连接，通常被称为“源-根最短路径树”。这些路径不穿过一台中心服务器（见图 5.14）。协议建立这些 SRT 以后，多路广播源沿着这条路径到它的接收者，传送所有的沿路的多路广播通信量。

共享树

有根共享树传送的方法是多路广播传递的最重要的形式。但是，当一个多路广播环境包括零散地分布的或许有低级别网络连接的多路广播组时，共享树传送的方法是比有根共享树方法更好的一种选择。

共享树方法使用一个中心多路广播路由器，有时被称为一个核心路由器。多路广播源主机发送它们的多路广播信息包到它们的核心路由器，由它依次传送这些信息包通过一个公共的共享树给组成员。一个共享树方法在所有源和组成员之间使用一个单独的树，参看图 5.15。

在建立树的时候，一个共享树传送方法对路由器和带宽的要求比一个 SRT 方法少。CBT 和 PIM 稀疏模式协议两者都使用共享树传递方法。

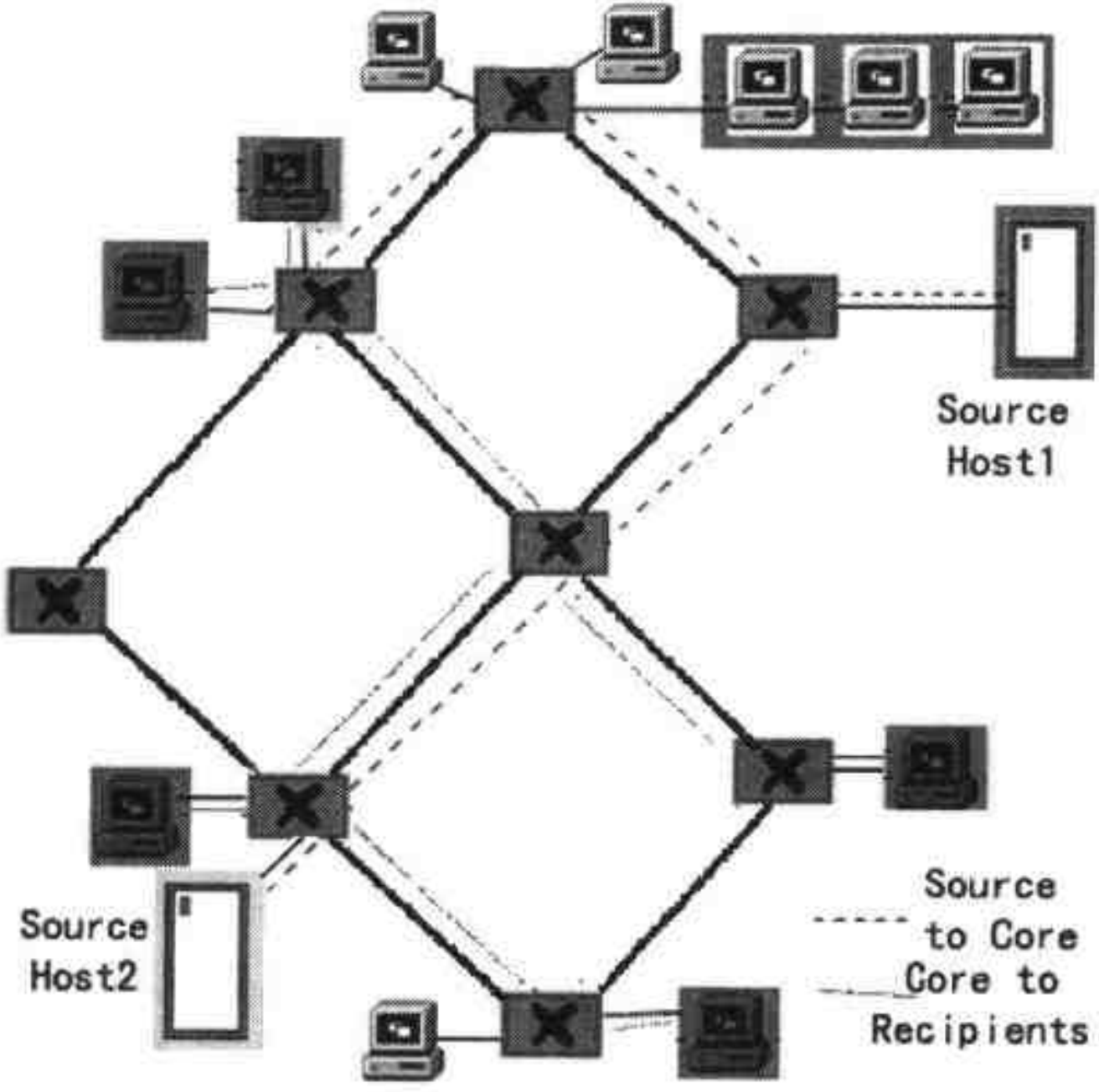


图 5.15　共享树路径结构

源-根树协议（SRT）

SRT 协议位于有多路广播能力的路由器中。它们在建立关于一个组中每一个多路广播源的树，把源连接到组中所有的接收成员。如果一个组有 7 台源主机，那么 SRT 协议建立 7 个不同的树。

一条 SRT 路径产生一个从特定的多路广播源到顺流成员的直接连接，通常被称为“源-根最短路径树”。这些路径不穿过一台中心服务器（见图 5.14）。协议建立这些 SRT 以后，多路广播源沿着这条路径到它的接收者，传送所有的沿路的多路广播通信量。

共享树

有根共享树传送的方法是多路广播传递的最重要的形式。但是，当一个多路广播环境包括零散地分布的或许有低级别网络连接的多路广播组时，共享树传送的方法是比有根共享树方法更好的一种选择。

共享树方法使用一个中心多路广播路由器，有时被称为一个核心路由器。多路广播源主机发送它们的多路广播信息包到它们的核心路由器，由它依次传送这些信息包通过一个公共的共享树给组成员。一个共享树方法在所有源和组成员之间使用一个单独的树，参看图 5.15。

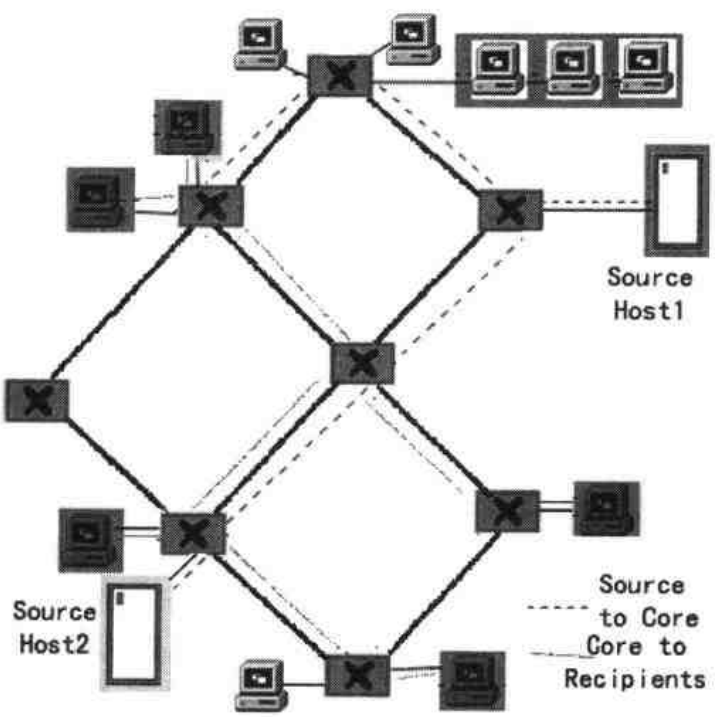


图 5.15　共享树路径结构

在建立树的时候，一个共享树传送方法对路由器和带宽的要求比一个 SRT 方法少。CBT 和 PIM 稀疏模式协议两者都使用共享树传递方法。

第 7 章较详细地描述了 CBT 和 PIM 协议。

5.7　传播时间设置

每一个 IP 多路广播数据报都包含一个 IP 标题，它按照顺序有一个 TTL 字段。IP 标题的 TTL 字段中的值控制一个 IP 多路广播传播的范围，TTL 值控制一个 IP 多路广播信息包被允许传播的尺度及控制信息包是否被传送到一个接口之外（见图 5.16）。接口在通过互连网路由器的信息包的传播上安置了一个区域范围。

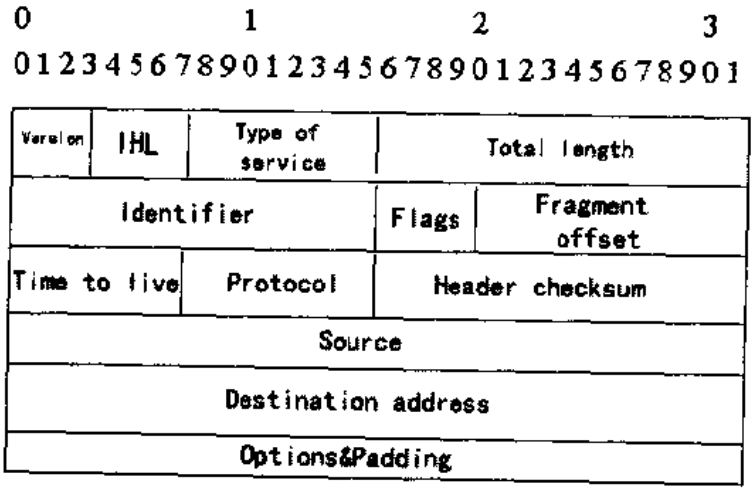


图 5.16　Ipv4 的头格式（包含传播时间字段）

一般说来，一个系统管理员或程序员指定在跃距中的 TTL 值。只有使用一个比接口 TTL 大的 TTL，多路广播信息包才被传送到接口上。

传播时间字段包含一个表示数据报被允许保持在 Internet 系统中的最大时间值。TTL 可以用路由器跃距来测量，或者用秒为单位来测量。当这个段包含的值为 0 时，数据报就被破坏了。TTL 字段在 Internet 标题处理过程中被修改，每一个处理 Internet 标题的模块减少至少为 1。这个字段使用 8 位字节。

协议用一个为 0 的初始 TTL 来限制一个多路广播数据报给相同的主机。通过系统设定把 TTL 设置成 1，多路广播数据报才被发送。这样就限制信息包到相同的子网。

当 TTL 大于 1 时，有多路广播能力的路由器可以传送数据报。在这种情况中被连接到局部网络的多路广播路由器负责传诵数据报到 Internet 或内部网的分支。有多路广播能力的路由器每传送一个多路广播数据报一次，它就把 TTL 值（跃距数目）减少 1。如果 TTL 达到 0，路由器就放弃这个数据报。这样就禁止数据报被传送到那些不包含多路广播组成员的 Internet 区域。

当 TTL 大于 1 时，路由器传送这个数据报到组成员所属的其他网络。网络上的一个多路广播路由器完成这个数据报的传递，就好像它是一个被局部地传输的多路广播数据报。

Mbone 有多个标准设置给 TTL：1 是给本地网络，15 是给网站，63 是给较大的区域，127 是给全世界。

一些应用程序可以增加 TTL 执行一个扩大的搜索来寻找连接了多路广播组成员的最接近的网络的位置。应用程序发送含有 TTL 为 1 的第一个多路广播数据报，然后如果它没有接收到它的第一个数据报的答复，就尝试设置 TTL 为 2，应用程序通过设置 TTL 为 3，再重复这个过程，依此类推直到应用程序用被连接的多路广播组成员找到这个不公开的网络的位置。

我们可以把多路广播通信量限制在一个企业网络内，禁止多路广播数据报传播到某些子网。一些多路广播路由器允许系统管理员设置 TTL 起点少于被指定的 TTL。

指定的从 224.0.0.0 到 224.0.0.225 的地址范围用于给从来不需要多一个跃距的多路广播的应用程序。如果目标地址是这些地址中的一个，不管 TTL 是多少，一个多路广播的路由器应该永不传输一个数据报。

5.8　服务质量和资源保留协议的应用

IETF，商业方面的研究，和教育方面的研究组在使互连网可以达到 QoS 的协议方面正做大量的工作。一个关键标准就是 IETF 资源保留协议（RSLP）。这是一个使用在 IPv4 或者 IPv6 顶端的 Internet 控制协议，它在协议组占用一个传输协议的空间。

RSVP 允许一台主机要求来自用于特定的应用程序数据流或流程的网络的指定的服务质量。例如，基于平均的和最大的带宽、最大的接收延迟、优先队列以及其他参数，主机可以指定一个特定的网络服务级别。路由器也使用 RSVP 沿跃距的路径传递 QoS 要求给所有的节点，并建立和维护提供这些要求的服务的位置。

服务质量

网络基干需要支持 QoS 协议，以便路由器和接线器可以控制集中的、时间精确的通信量传递。根据网络的安全级别、带宽、延迟（等待时间）、抖动、错误率、成本、压缩及其他参数 QoS 提供有区别的网络服务。另外 QoS 技术确定一些方法，使这些不同的传播类型谐调地在一个互连网中共享路径。这些传播类型包括：恒定比特率（CBR）、可变比特率（VBR）和可用比特率（ABR）。

流程

一个流程是一个可辨别的相关数据报的流。它是由一个单独的用户行为产生，并且要求相同的 QoS。一个流程中的全部数据报都有相同的源和目标地址。例如，一个流程可以包括一对指定主机之间的一个传输连接或一个视频流。

流程是复杂的，它们有一个单独的源，但是有 N 个目的地。流程把 QoS 保留要求通过一个作为流程中的一部分的流程说明传输给网络。RSVP 为多路广播或单路广播数据流程提供初始接收者的资源保留设置。

再强调一遍，一个流程是一个可辨别的相关数据报的流。它是由一个单独的用户行为产生，并且要求相同的 QoS。例如，一个流程可以包括一对指定主机之间的一个传输连接或者一个视频流。

正如 RFC1363 中所定义的一样，流程是一个数据结构，互连网主机用它来要求特别的互连网服务。这种特别的服务是要得到这种互连网如何控制一些主机的通信量的保证。具体地说，例如多媒体应用程序，频繁地要求 Internet 路径中的主机能够提供有关应用程序之间通信质量的保证。用来保证图像及时传递的最小带宽要求就是一个例子。

恒定比特率

在网络上产生恒定的比特率通信量的应用程序的例子包括老的音频通信量和视频编码器。作为 CBR 应用程序，它们有一个要求的最小带宽，带宽小了不能运作，带宽过大了也没有更多的好处（见图 5.17）。一个电路交换广域网环境中可以找到这类应用程序。在这种环境中，它们接受专用的带宽。

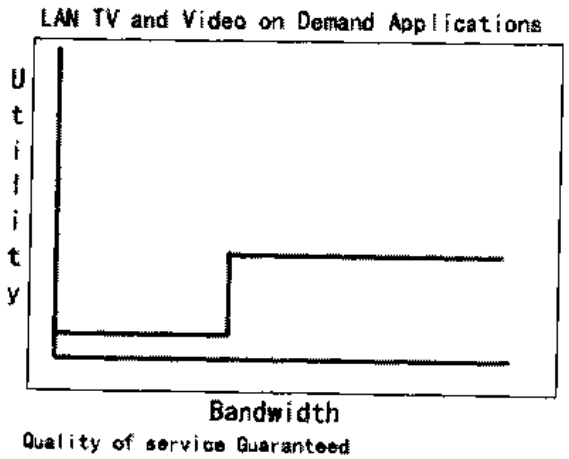


图 5.17　恒定的比特率服务

可变比特率（VBR）

在网络上产生一个可变比特率流的应用程序的例子包括现代的局域网电视、现代的视频编码器以及传统的交互式数据应用程序，例如远程通信话路。作为 VBR 应用程序，它们的特点是有一个在低和高的带宽要求之间变动的突发的数据流（见图 5.18）。

VBR 通信量可以运行在电路交换或包交换网络中，每一个电路交换网络的电路提供足够的带宽控制一个 VBR 应用程序要求的最高速率。如果 VBR 通信量降到最高速率以下，也不使用附加的带宽。

运行在一个包交换网络上的成组的 VBR 应用程序接收足够的带宽控制平均的被要求的速率。一种被称为预测服务质量的技巧可以通过统计的附加带宽的共享控制峰值。

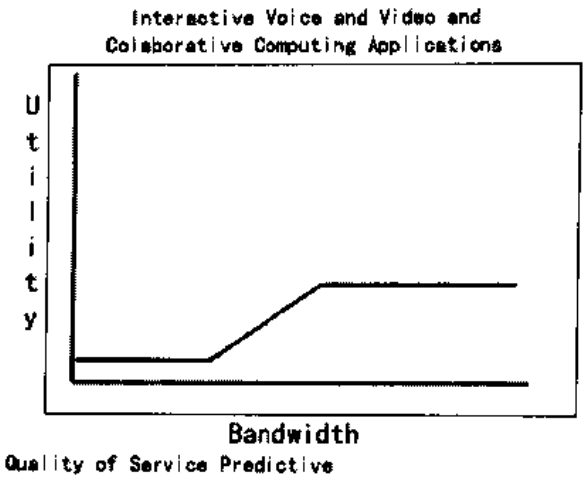


图 5.18　可变的比特率服务

可用比特率（ABR）

能够作用一个大范围的可用带宽的应用程序实例包括传统的文件传输数据应用程序和新的多媒体邮件和笔记应用程序。作为 ABR 应用程序，它们在小带宽时运行得慢，而当它们使用了附加带宽时就运行得快（见图 5.19）。

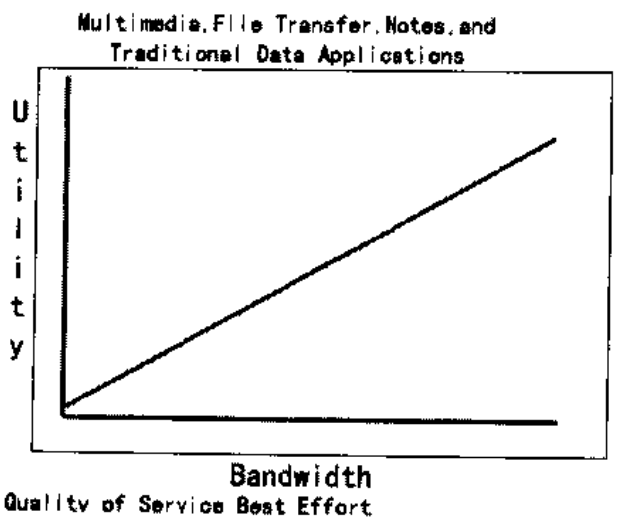


图 5.19　可用比特率（ABR）服务

ABR 应用程序运行在传统包交换数据网络中提供最佳效果的服务质量保证。

等待时间

许多实时交互式应用程序对累计延迟很灵敏。往返等待时间预算（往返延迟）一般都要少于 400ms。发送计算机、网络和接收计算机都对往返等待时间预算有影响。

大多数互连网设备在向外发送一个信息包到另一个接口上之前都要接收它，这被称为处理延迟。作为处理延迟设备引入的延迟数量依赖于：

- 信息包的大小。
- 媒体的速度。

· 设备可能不得不执行的处理步骤，它可以包括：
——搜寻一个路由器及更换一个标题。
——更换数据链接层封装。
——增加跃距计数。

网络引入等待时间所用的延迟类型，如表 5.8 中所示。

表 5.8　网络的延迟

延迟类型	描　述
传播	信息传播线路距离的时间量。光速控制传播延迟。传播延迟与所使用的网络技术无关。
传输	在媒体上移动信息包的时间量。媒体的速度和信息包大小决定了传输延迟。
保存并转发	一个互连网设备在可以发送一个信息包之前用来接收信息包的时间量。这种设备包括：接线器、桥和路由器。

抖动

抖动是在数字的信息被转换成模拟信号的速率的一些不一致性。它能够发生在为不同的信息包产生不同等待时间的网络中。技术性抖动是突变的和多余的一个以上的信号特征的变化。例如逐次的脉冲之间的区间、逐次的循环的幅度或逐次循环的频率或相位。

综合服务

建立一个可以从经济上支持 QoS 每一级别的通信量的网络可能是一个难题。现在有多种用来建造支持综合服务的网络的方法。其中包括执行 ATM 和 RAVP。

参考第 2 章和第 3 章有关 ATM 基础结构的讨论及第 1、2 章有关 IP 多路广播和 ATM 网络的更多细节。

综合服务结构

通过 Internet 多路广播 IETF 会议的大规模的实验，依靠可以使用的：

· 配置内置的包括音频编译码器和视频帧抓取器在内的多媒体硬件的工作站。
· 作为一个用于多路广播的临时多路广播基干服务的 Mbone。
· 高度精密的数字的音频和视频应用程序。

早期的实验表明实时应用程序始终不能通过 Internet 很好地工作，这是由于存在不稳定的队列延迟和堵塞损耗。

就像最初设想的一样，Internet 只提供一个非常简单的 QoS，点对点最佳效果的数据传递。因此，Braden、Clark 和 Shenker 在 RFC1633 中的一个 Internet 结构的扩充提供对实时和非实时 QoS 的综合支持，它们提供对端对端信息包延迟的控制。

除了实时 QoS 之外，RFC1633 还讨论受控链接共享的建立，包括在特定链接上共享带宽的能力和把通信量分成管理的类别的能力。类别应该是表示不同拥护组或不同协议族。RFC1633 使用综合服务给一个 Internet 服务模型，包括最佳效果服务、实时服务

和受控链接共享。

通信量控制是一项路由器功能，它被用来创建不同的服务质量。三种组件（见表 5.9）实施通信量控制：信息包调度、分类器和接纳控制器。

表 5.9　通信量控制的组件

组　　件	功　　能
包调度	使用一组队列以及可能还有其他像定时器这样的结构来管理不同信息包流的传送。
分类器	为了通信量控制和计算的目的，它以现成的信息包标题以及可能加到每个信息包的附加的分类号为基础，变换输入的信息包到一类。
接纳控制器	实施一个路由器或主机用来决定一个新的流程是否能够被允许要求的 QoS 而不影响初期的保证的决定算法。

路由器需要能够保留资源为指定的用户信息包流或流程提供特殊的 QoS。这意味着路由器需要一个流指定状态。这表示 Internet 模型基于所有流相关状态应该在端系统中这一条概念所发生的重大的改变。

RSVP 已经被设计满足了这些要求，它指定了流状态怎样被加到路由器中，为了资源保留可以被做得“柔和”一些来保护不强健的 Internet 协议组。

介绍资源保留协议

适应各种各样服务的 RSPV 需要在一个多路广播环境中。它沿着多路广播传递树的分支通过保留的共享提供灵活的控制。RSVP 本身不是一个路由选择协议，但是被设计成与当前的和将来的单路广播和多路广播协议一起运作。

- 主机使用 RSVP 协议要求来自网络的指定的服务质量用于特定的应用程序数据流或流程。一个要求通常导致沿着数据路径上的每一个节点中的资源的保留。
- 路由器使用 RSVP 协议传递 QoS 要求给流程路径上的全部节点，并建立和维护提供被要求的服务的位置。

RSVP 在 IPv6 或 IPv4 顶端工作，并在协议组中占用传输协议的空间。一个 RSVP 实施实际在后台完成，而不是在数据传送的路径中。

RSVP 是一个 Internet 控制协议，就像 ICMP、IGMP 或路由选择协议一样，它不传输应用程序数据。

RSVP 处理过程从局部的路由选择数据库获得路径。在这种多路广播情况中，一台主机发送 IGMP 信息加入一个多路广播组，然后沿传递路径成组的路径发送 RSVP 信息保留资源。路由选择协议决定信息包的目标。RSVP 惟一所关心的是按照路径被传送的那些信息包的 QoS。

图 5.20 举例说明在一个单独的 RSVP 话路中的信息包的流程，以及假设多路广播数据分布。箭头表示数据从发送者 S1 和 S2 到接收者 R1、R2 和 R3 的流向。方程表示由多路广播路由选择产生的分布网格。这个多路广播分布被说成是一条话路，它被接收的公共 IP（多路广提）目标地址所定义。

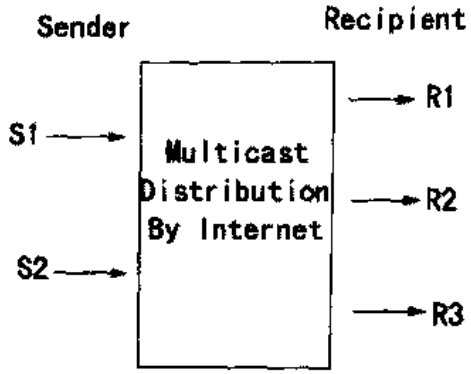


图 5.20　举例说明在一个单独的 RSVP 话路中的信息包的流程

多路广播分布传递每一个信息包的拷贝从一个发送者（S）到每一个接收者（R）。一个单路广播分布话路只有一个单独的接收者（R）。每一个发送者可以在一台惟一的 Internet 主机中工作，或者一个单个的主机可能包含多个发送者，它们通过普通的源接口来辨别。

参考第 13 章有关 RSVP 的详细信息。

第 6 章

IP 多路广播协议范围

RFC1112《IP 多路广播的主机扩充》是 Internet 中受推荐的 IP 多路广播标准。IP 多路广播数据报目标主机组的成员都接收数据报，其最佳效果的可靠性与接收单路广播数据报是一样的。

RFC1112 指定 IP 模块也必须被扩充来执行作为附录所包括的 IGMP 协议。像 ICMP 一样，IGMP 是 IP 的不可缺少的部分。IP 主机使用在 RFC2236 中描述的 IGMv1 或 IGMv2，把它们的多路广播组成员报告给路由器。RFC2236 更新了 RFC1112。

本章简要地：

- 介绍来自 RFC1112 的的概念。
- 描述 IP 模块支持 IP 多路广播所必需的扩充。
- 描述 IGMP 和它的信息格式。
- 回顾用于 IPv6 和 IPv4 的 IGMP 信息类型，讨论 IGMPv1 和 IGMPv2 的相容性。
- 总结 IGMPv1 和 IGMPv2 之间的不同之处。
- 描述导致主机和路由器状态转变的事件。
- 列出主要的 IGMP 定时器及它们的默认值。

6.1 IP 多路广播的主机扩充

正如 RFC1112 所定义的一样，IP 多路广播就是通向一个主机组的 IP 数据报的传输。主机组包含 0 个以上的被一个单独的 IP 目标地址标识的主机。这个 RFC 提供一个主机 IP 设备用来支持 IP 多路广播，并且定义了一个主机为任意的 Internet 主机或网关，而不是那些多路广播路由器来充当。其他 RFC 定义了用于多路广播路由器中的以及它们之间的算法和协议。

简介

主机组成员是动态的，主机可以在任何时候加入或离开组。另外：

- 一个组可以是任意大小，它的成员可以位于网络的任何地方。
- 一台主机在同一时间可以是一个以上组的成员。
- 一台主机可以发送数据报到一个组，即使主机不是这个组的成员。

永久的和暂时的组

一个主机组可能是永久的，也可能是暂时的。永久的主机组接收一个永久地分配的有名的地址，永久组中的成员可以有变化，这跟其他组一样。

暂时的组动态地从没有被保留给永久的组的集中的地址中接收一个 IP 地址。一个暂时的组和它的地址分配只有在组中有成员时才存在。

有多路广播能力的路由器

有多路广播能力的路由器在 Internet 上传送 IP 多路广播数据报。如果在一个多路广播数据报的 IP 标题中的传播时间值为 1，主机仅仅把数据报发送到本地网络上的目标主机组成员。

如果 TTL 值大于 1，被连接到本地网络的多路广播路由器把数据报传送到所有其他的有目标组成员的网络。连接到成员网络的有多路广播能力的路由器传递数据报作为一个本地的多路广播，但是仅仅在 IP 传播时间内可到达的成员网络上。

适应性

目前，在 Internet 中没有一种环境能够使所有的 IP 设备都支持 IP 多路广播。现在有三种级别的适应性：

- 级别 0——这些主机都不实施 IP 多路广播，一般都不受多路广播活动的影响。在一些类型的网络上由于级别 1 或级别 2 的存在，就有可能发生多路广播数据报被误送到这些主机。
- 级别 1——这些主机可以发送 IP 多路广播数据报，但不能接收它们。这种类型的主机不被允许加入任何主机组。一个级别 1 主机可以加入一些基于多路广播的服务，例如，资源定位或状态报告。
- 级别 2——这些主机既可以发送 IP 多路广播数据报到主机组，也可以从主机组接收。它们完全支持 IP 多路广播，它们实施扩充的 IP 和在主机与 IGMP 内的本地网络服务接口。

主机组编址问题

D 类 IP 地址标识主机组，地址中高位的 4 个字节被设置为 1110，后面跟着 28 个字节的多类标识符。D 类地址组用标准的带小数点的十进制记号法实际书写。它的范围是从 224.0.0.0 到 239.225.225.225。图 6.1 显示了 D 类地址格式。地址 224.0.0.保留不被分配给任何组。224.0.0.1 分配给永久的所有的 IP 主机的组（包括网关）。

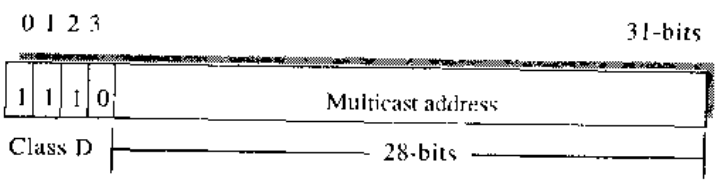


图 6.1　D 类 IP 地址

D 类地址的后 28 个字节是多路广播组标识符，它没有更多的结构。参考第 5 章的 D 类地址格式部分，那里有 D 类编址和地址变换的描述。

除了永久的分配，一个 IP 主机组地址被一组 IP 网络上的一组本地网络接口动态地限制，而不是被一组 IP 多路广播地址限制。有多路广播能力的路由器只需要把一个单个的多路广播地址和每个有本地成员的主机组相联系。这些路由器不需要维护一列成员的个别的 IP 或以太网地址。

样品主机 IP 多路广播实施

在 IP 多路广播中，ICMP 和 IGMP 都被认为是如图 6.2 所示的 IP 的一部分。本地网络模块负责把 IP 地址变换到本地网络地址。RFC1112 允许两个新服务给有多路广播能力的的主机：多路广播 IP 数据报的传输和接收。

图 6.2　在 IP 多路广播中，ICMP 和 IGMP 都是 IP 的一部分

对于每一个服务 RFC1112 指定 IP 服务接口的扩充、IP 模块、本地网络服务接口以及一个以太网本地网络模块。

发送多路广播 IP 数据报

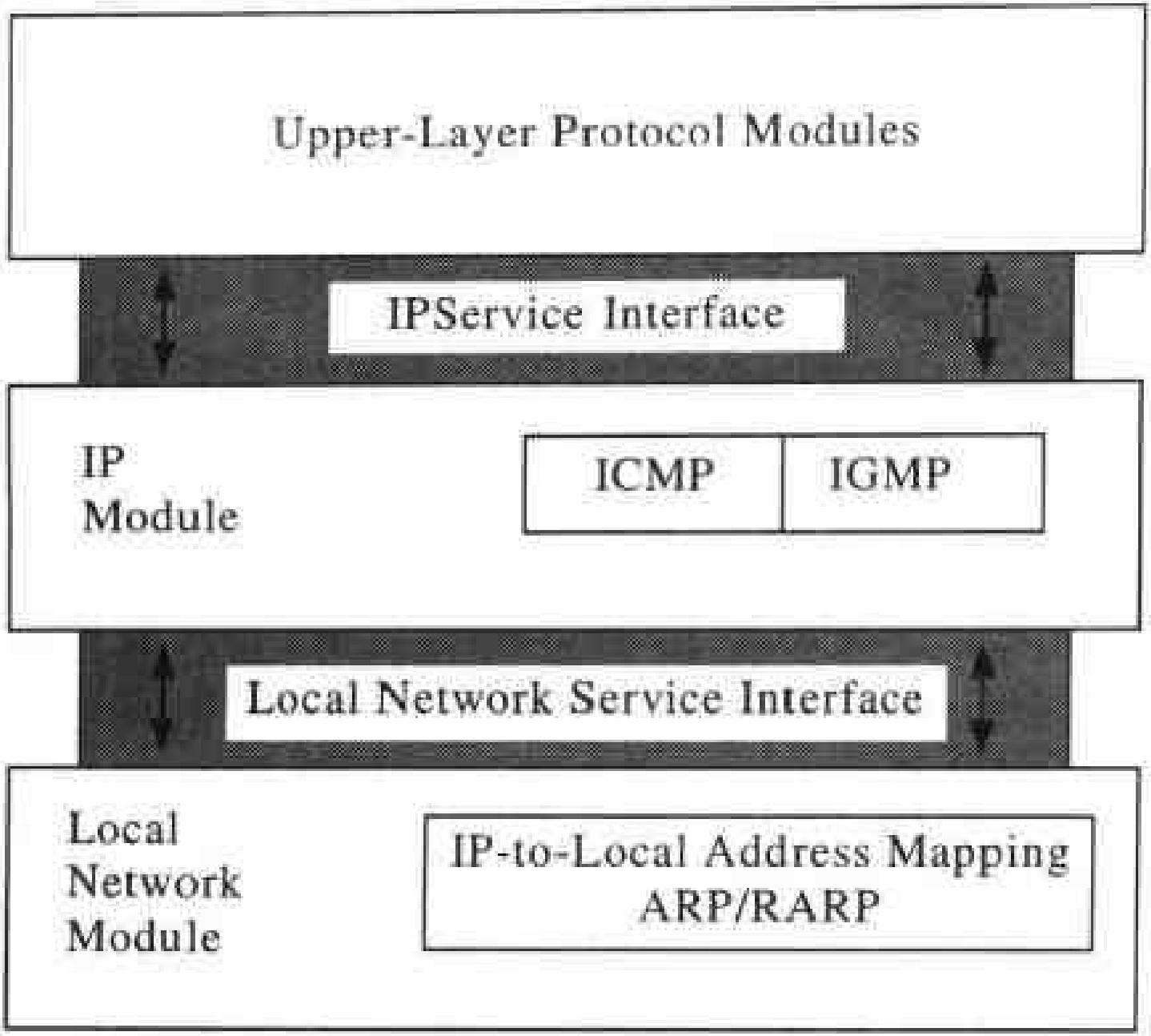
在一个单独的实际网络上，发送处理过程指定一个目标 IP 多路广播地址。设备驱动器改变这个地址到第二层地址，例如一个以太网地址，并且发送数据报。接收处理过程通知它们的 IP 层，它们想要从特定的多路广播地址接收数据报。接收主机上的设备驱动器必须有多路广播帧的接收能力。

级别 1 和级别 2 的主机必须支持多路广播 IP 数据报的传输。一个系统管理员用一点新的代码可以很容易地升级一个级别 0 IP 设备到级别 1。主机可以被连接到一个以上的网络。

输出多路广播数据报的服务器接口的扩充

一个上层协议模块需要指定一个多路广播组地址作为 IP 数据报的目的地，而不是一个个别的 IP 地址。协议使用相同的发送 IP 操作传播单路广播数据报和多路广播 IP 数据报。

- IP 服务接口应该提供一种方法给上层协议指定一个输出多路广播数据报的 IP TTL，否则上层协议就默认为 1。这意味着多路广播超过一个单个的网络需要明确的选择。
- IP 服务接口应该提供一种方法给上层协议，标识哪个网络接口用于 IP 多路广播传播，否则系统管理就选择一个默认的接口。
- 服务接口应该给上层协议提供一种方法，当一个数据报正在被发送到主机本身作为成员的一个组时，禁止数据报的本地传递。系统设置是回送一个数据报的拷贝。提供一种方法给上层协议禁止数据报的本地传递是上层协议的性能优化。它限定组


Upper-Layer Protocol Modules
IPService Interface
IP
Module
ICMP
IGMP
Local Network Service Interface
Local
Network
Module
IP-to-Local Address Mapping
ARP/RARP

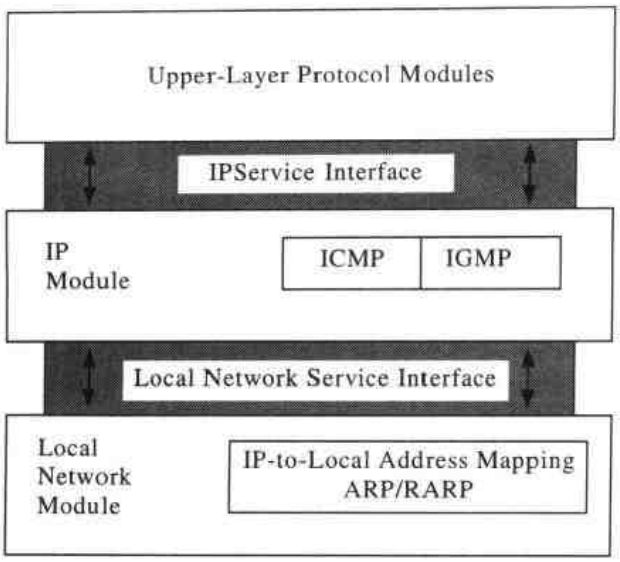


图 6.2　在 IP 多路广播中，ICMP 和 IGMP 都是 IP 的一部分

对于每一个服务 RFC1112 指定 IP 服务接口的扩充、IP 模块、本地网络服务接口以及一个以太网本地网络模块。

发送多路广播 IP 数据报

在一个单独的实际网络上，发送处理过程指定一个目标 IP 多路广播地址。设备驱动器改变这个地址到第二层地址，例如一个以太网地址，并且发送数据报。接收处理过程通知它们的 IP 层，它们想要从特定的多路广播地址接收数据报。接收主机上的设备驱动器必须有多路广播帧的接收能力。

级别 1 和级别 2 的主机必须支持多路广播 IP 数据报的传输。一个系统管理员用一点新的代码可以很容易地升级一个级别 0 IP 设备到级别 1。主机可以被连接到一个以上的网络。

输出多路广播数据报的服务器接口的扩充

一个上层协议模块需要指定一个多路广播组地址作为 IP 数据报的目的地，而不是一个个别的 IP 地址。协议使用相同的发送 IP 操作传播单路广播数据报和多路广播 IP 数据报。

- IP 服务接口应该提供一种方法给上层协议指定一个输出多路广播数据报的 IP TTL，否则上层协议就默认为 1。这意味着多路广播超过一个单个的网络需要明确的选择。
- IP 服务接口应该提供一种方法给上层协议，标识哪个网络接口用于 IP 多路广播传播，否则系统管理就选择一个默认的接口。
- 服务接口应该给上层协议提供一种方法，当一个数据报正在被发送到主机本身作为成员的一个组时，禁止数据报的本地传递。系统设置是回送一个数据报的拷贝。

提供一种方法给上层协议禁止数据报的本地传递是上层协议的性能优化。它限定组

的成员每一台主机只有一个处理。例如，组的成员也许可以使用一个路由选择协议，或一个在更高层上控制组通信的回送的协议，例如多路广播运输协议。

输出多路广播数据报的IP模块的扩充

当沿路径输出数据报时，IP 模块必须识别 IP 主机组地址。要允许多路广播传播，路由选择逻辑必须是：

如果 IP 目标是在同一个本地网络或 IP 目标是一个主机组，就局部地发送数据报到 IP 目标，否则局部地发送数据报到网关（IP-目的地）。

- 输出数据报的 IP 源地址必须是输出接口个别地址中的一个。
- 一个主机组地址必须从不在源地址字段中或一个输出 IP 数据报的源地址中。

输出多路广播数据报的本地网络服务的扩充

改变本地网络服务接口来支持发送多路广播 IP 数据报是不必要的。当它调用本地发送操作时，IP 模块指定一个多路广播组目标。

输出多路广播数据报的本地网络模块的扩充

以太网要求多路广播地址在以太网信息包的目标字段中。要发送多路广播数据报，就要变换 IP 主机组地址到以太网多路广播地址。

变换一个 IP 主机组地址到一个以太网多路广播地址是把 IP 地址的低位 23 个字节置换到以太网多路广播地址 01-00-5E-00-00-00（十六进制）的低位 23 个字节中。由于在一个 IP 主机组地址中有 28 个有效字节，因此，可能有超过一个的主机组地址变换到同一个以太网多路广播地址。32 个不同的多路广播组标识符变换每一个以太网地址。表 6.1 表示了可能的不是以太网的本地网络模块的扩充。

请参考第 5 章 D 类地址格式部分，有关于变换一个 IP 主机组地址到一个以太网多路广播地址的更多的信息。

因为变换不是惟一的，接口卡可能接收主机不喜欢的多路广播帧，设备驱动器或 IP 模块需要实施筛选。

表 6.1 本地网络模块的可能的扩充

本地网络模块	变换的类型和发送数据报的方法
仅支持广播的网络	变换主机组地址到一个单独的本地广播地址
连接两台主机的点对点链接	传输多路广播数据报就像单路广播数据报一样
保存并转发网络	变换 IP 主机组地址到一个 IP 多路广播路由器的有名的本地地址。在这样一个网络上的一个路由器将在网络内和网络之间完成多路广播传递

为什么需要进行筛选还存在两个其他原因：

- 一些局域网适配器支持有限数量的同时发生的多路广播地址，如果同时发生的多路广播地址数超过这个值，那么适配器就必须接收所有的多路广播
- 一些局域网适配器根据一个散列表值筛选，而不是完整的地址。这意味着有可能两个有相同散列表的多路广播地址在同一时间被使用。

尽管有这些用于多路广播信息包的软件筛选的要求，对于不感兴趣的主机多路广播仍产生很少的开销。特别是那些不在任何主机组的主机不收听任何多路广播地址，以及所有多路广播报文被网络接口硬件筛选了。

接收多路广播 IP 数据报

一个多路广播主机上的接收过程需要通知它们的 IP 层它们想接收一个特定多路广播地址的多路广播数据报。主机上与接口卡联系的设备驱动器必须有多路广播数据报接收的能力。

在 UDP 中，一个单独的处理接收一个进入的单路广播 UDP 数据报。在多路广播中，当一台主机接收一个多路广播数据报时，它传递一个拷贝到所有的属于组的处理。在一台指定的主机上的多个处理可以属于同一个多路广播组。

第二层的处理传递所有的目标多路广播从 MAC 地址到所有的接口，因为它处理这些目标多路广播 MAC 地址就像第二层多路广播地址一样。任何接收多路广播数据报的接线器都把它传送到所有接口，许多主机将会接收到它们不想要的报文（见图 6.3）。

图 6.3　第二层的处理传递所有的目标多路广播

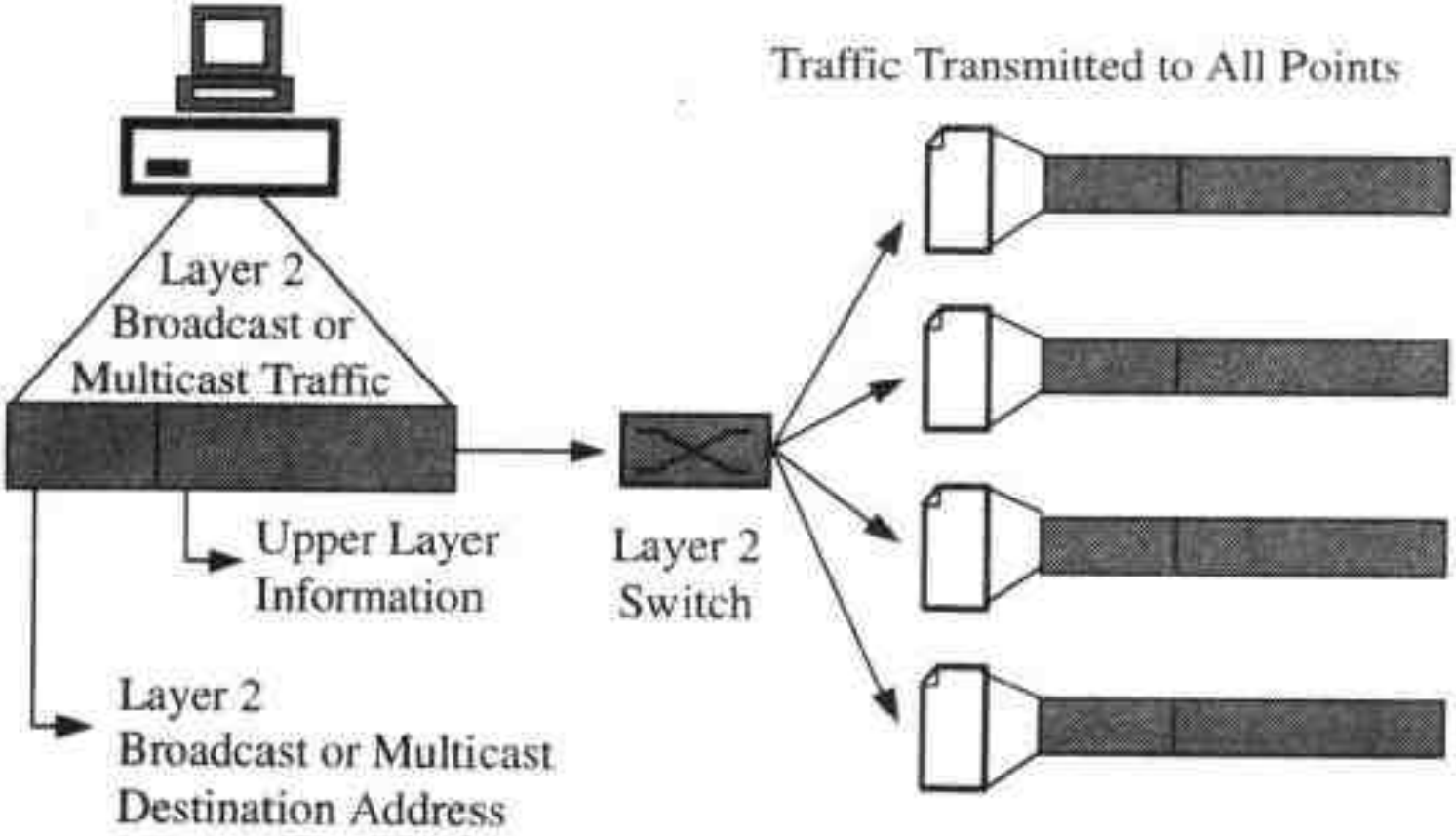
第三层的路由器本身不会传送多路广播通信量，它必须执行一个协议，例如 IGMP 命令路由器什么时候传递或什么时候不传递多路广播通信量。IGMP 告诉路由器任何在指定的实际路由器上的主机是否属于一个指定的多路广播组。

级别 2 的主机必须支持多路广播 IP 数据报的接收，级别 1 的主机不需要如此。

输入多路广播数据报的服务接口的扩充

一个上层协议使用相同的接收 IP 操作来接收 IP 多路广播数据报和单路广播数据报。在上层协议可以接收数据报给一个特定的组之前，它必须要求 IP 模块加入那个组。为了支持 IP 多路广播，IP 服务接口必须被扩充到支持：

- 加入主机组（组地址、接口）——这个操作要求这个主机成为给定的网络接口上的组地址标识的主机组的成员。因为一个无效的组地址或接口或者由于本地资源的缺乏，加入主机组就会失败。
- 离开主机组（组地址、接口）——这个操作要求这个主机放弃在给定的网络接口


Traffic Transmitted to All Points
Layer 2
Broadcast or
Multicast Traffic
Upper Layer
Information
Layer 2
Broadcast or Multicast
Destination Address
Layer 2
Switch

尽管有这些用于多路广播信息包的软件筛选的要求，对于不感兴趣的主机多路广播仍产生很少的开销。特别是那些不在任何主机组的主机不收听任何多路广播地址，以及所有多路广播报文被网络接口硬件筛选了。

接收多路广播 IP 数据报

一个多路广播主机上的接收过程需要通知它们的 IP 层它们想接收一个特定多路广播地址的多路广播数据报。主机上与接口卡联系的设备驱动器必须有多路广播数据报接收的能力。

在 UDP 中，一个单独的处理接收一个进入的单路广播 UDP 数据报。在多路广播中，当一台主机接收一个多路广播数据报时，它传递一个拷贝到所有的属于组的处理。在一台指定的主机上的多个处理可以属于同一个多路广播组。

第二层的处理传递所有的目标多路广播从 MAC 地址到所有的接口，因为它处理这些目标多路广播 MAC 地址就像第二层多路广播地址一样。任何接收多路广播数据报的接线器都把它传送到所有接口，许多主机将会接收到它们不想要的报文（见图 6.3）。

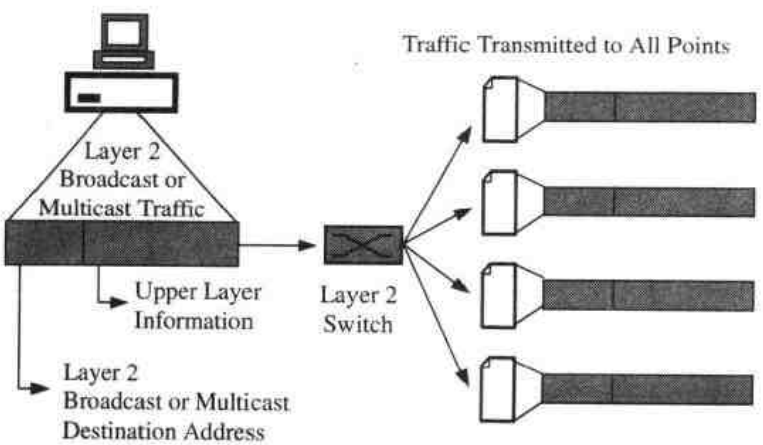


图 6.3　第二层的处理传递所有的目标多路广播

第三层的路由器本身不会传送多路广播通信量，它必须执行一个协议，例如 IGMP 命令路由器什么时候传递或什么时候不传递多路广播通信量。IGMP 告诉路由器任何在指定的实际路由器上的主机是否属于一个指定的多路广播组。

级别 2 的主机必须支持多路广播 IP 数据报的接收，级别 1 的主机不需要如此。

输入多路广播数据报的服务接口的扩充

一个上层协议使用相同的接收 IP 操作来接收 IP 多路广播数据报和单路广播数据报。在上层协议可以接收数据报给一个特定的组之前，它必须要求 IP 模块加入那个组。为了支持 IP 多路广播，IP 服务接口必须被扩充到支持：

- 加入主机组（组地址、接口）——这个操作要求这个主机成为给定的网络接口上的组地址标识的主机组的成员。因为一个无效的组地址或接口或者由于本地资源的缺乏，加入主机组就会失败。
- 离开主机组（组地址、接口）——这个操作要求这个主机放弃在给定的网络接口

上的组地址标识的主机组中它们的成员资格。如果是一个无效的组地址或主机或者因为主机不属于给定的接口上的给定的组，离开主机组就会失败。

如果一个主机仅仅支持一个接口，就忽略这个接口变量。当一个主机可以支持多个接口时，上层协议就可以选择离开没有被指定的接口，用默认接口发送多路广播数据报。

同一个组可以在多个接口上。在这种情况中，模块可以接收多个数据报，可以有多个上层协议要求在这个组中的成员。

输入多路广播数据报的 IP 模块的扩充

为了支持接收 IP 多路广播，IP 模块必须被扩充执行 IGMP 协议。为了支持 IGMP，每一台级别的 2 主机必须加入到每个网络接口上的全部主机组。级别 2 的主机以初始状态加入全部主机组，必须保持作为一个成员直到主机没有活动。全部主机组的地址是 244.0.0.1。IGMP 保持邻近的已经被通知的主机组成员的有多路广播能力的路由器出现在一个特定的本地网络上。

全部主机组的地址不能被用作一个 Internet 范围的广播地址。为了 IGMP 这个目的，在一个全部主机组中的成语资格只有在主机同时属于至少一个其他组时才是必要的。

RFC1112 指定主机应该在所有时间都保持全部主机组的一个成员。这部分是因为全部主机的地址可以服务其他面向路径的目的。例如宣传网关的存在或分解本地的地址。

另外，IP 模块必须维持与每个网络接口相联系的一列主机组成语资格。模块处理进入的数据报给其中的一个组就是把他预定给一个主机的个别地址。模块抛弃进入的预定给主机不属于的组的数据报。为了支持 IP 多路广播，IP 模块能做到：

- 在有多个网络接口的主机上，如果数据报到达一个接口上，但是它是被预定给一个不同接口上的主机所属的一个组，应该抛弃这个进入的数据报。
- 应该接受一个 IP TTL 值为 1 的进入的数据报，这是一个到达的数据报而不是被传送的数据报。
- 应该废弃一个 IP 主机组地址在它的资源地址字段中的数据报。
- 在响应一个预定的到一个 IP 主机组的数据报的过程中，应该从不产生一个 ICMP 错误报文。这包括 ECMP 目标不可到达、时间超出、参数问题、资源消失以及重定向错误报文。
- 在响应来自上层协议的加入主机组和离开主机组请求的过程中，应该更新这列主机组成员资格。

与每一个成员相联系的参考计数或相似结构控制加入和离开相同的组的多种请求。例如，这个处理通知本地网络模块的一个给定的接口，首先要求加入这个接口上的组并且最后请求离开。这样使这个本地网络模块能够能够更新它的多路广播接收筛选。

输入多路广播数据报的本地网络服务接口的扩充

通过使用与本地网络单路广播信息包使用相同的本地接收操作，协议传递进入的本地网络多路广播信息包到 IP 模块。要允许 IP 模块告诉本地网络模块接受哪些多路广播信息包，就要扩充本地服务网络接口提供两个基本点新的操作：

- 加入本地组（组-地址）——这个操作要求本地网络模块接受和后续地传递到达的

预定给指定的 IP 主机组地址的信息包。

- 离开本地组（组-地址）——这个操作要求本地网络模块停止传递预定指定的 IP 主机组地址的信息包。

本地网络模块必须不传递任何从那个模块传播来的多路广播信息包。多路广播的回送由 IP 层或更高的层控制。

输入多路广播数据报的本地网路模块的扩充

RFC1112 明确一个以太网模块必须能够接收被编址到对应主机的 IP 主机组地址的以太网多路广播地址的信息包。一些以太网接口限制地址的数目使硬件可以被配置识别。这意味着也许需要设置地址筛选器在地址的数目超出筛选器的限度时控制所有多路广播信息包。表 6.2 显示了不是以太网的本地网络模块的可能的扩充。

表 6.2　输入多路广播数据报的本地网络模块的其他扩充

本地网络模块	变换的类型和发送数据报的方法
IEEE802.2	看作在以太网中接收多路广播 IP 数据报
仅支持广播的网络	接受所有的多路广播信息包并传松给 IP 模块进行 IP 级别的筛选
连接两台主机的点对点链接	多路广播数据报就像本地网络单路广播一样到达，这个本地两络模块不需要改变。
保存并发送网络	多路广播数据报就像本地网络单路广播一样到达，这个本地网络模块不需要改变。

6.2　Internet 组管理协议基本操作

像 ICMP 一样，IGMP 是 IP 的不可缺少的部分，它使用 IP 数据报传输数据。在 IGMP 的实施中，IP 主机使用在 RFC1112 中描述的 IGMPv1 或在 RFC2236 中描述的 IGMPv2，报告它们的多路广播成员到路由器。RFC2236 更新了 RFC1112。ICMPv6 合并了一些来自 IGMP 的功能。IGMP 版本 3 还是一个初步的说明书草稿。

实施 IGMP 的主机是级别 2 的主机，它能够接收 IP 多路广播。IGMP 报文被封装到 IP 数据报，IP 协议号为 2。与其他协议不同，IGMP 在 IP 数据报内有一个大小合适的报文。如图 6.4 所示。

- IP 主机使用 IGMP 报告它们的多路广播组成员给任意最接近的多路广播路由器。
- 有多路广播能力的路由器使用 IGMP 来知道它们所连接的实际网络上的组成员。

在理论上可以伪造 IGMP。如果这样的话就将对网络性能有一些影响。RFC2236《Internet 组管理协议版本 2》描述了在网络安全和性能方面的可能的影响。RFC2236 是 Internet Engineering Task Force 中的 Inte-Domain Multicast Routing 工作组的产品。该工作组的 E-mail 地址是：idmr@cs.ucl.ac.uk。

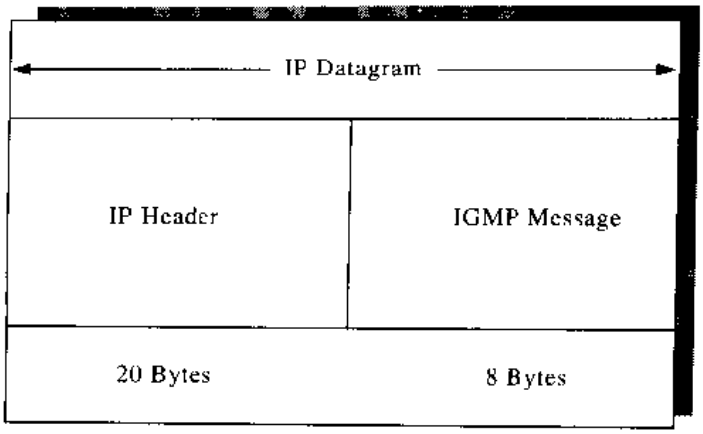


图 6.4　IGMP 报文被封装到 IP 数据报

任何作为多路广播组成员的路由器都应该作为一台主机而不是路由器来运作。这种路由器可以回答它们自己的询问。如果路由器在一个单独的网络上有多个接口，路由器需要在一个接口上运行 IGMP。主机需要执行它们在有联系的成员的所有接口上的行动。

对于每一个连接的网络，一个多路广播路由器维持一列多路广播组成员资格和用于每一个成员的定时器。多路广播组成语资格意味着在连接的网络上至少存在一个多路广播组成员。它们不是一列连接的网络的全部成员。

IGMP 报文

IP 数据报封装 IGMP 信息，协议号为 2。IGMP 报文被发送时，IP TTL 为 1，并且在它们的 IP 标题中包含新的 IP 路由器警报可选类型。RFC1113 描述了这种新的 IP 可选类型。它警告转接路由器更彻底地检查信息包的内容。这种可选类型对于那些被编址到目标但需要在路由器有中相当复杂的处理的协议，例如 IGMP 是有用的。

IGMP 报文类型包括组成员查询报文、组成员报告报文以及离开组成员报文。IGMPv1 和 IGMPv2 报文格式如图 6.5 所示。

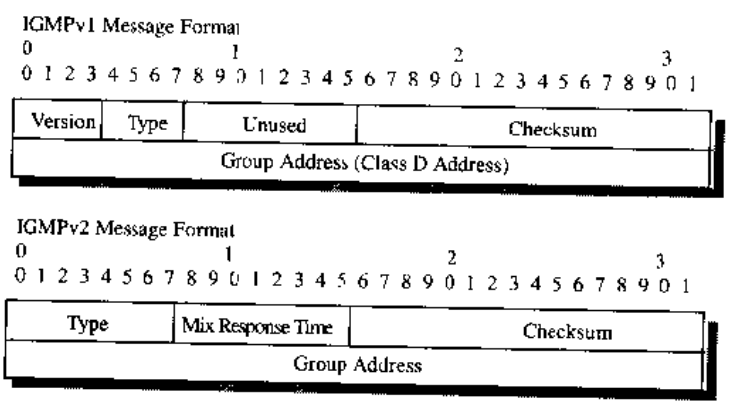


图 6.5　IGMP 报文格式

版本字段

如图 6.5 中所示，IGMPv2 合并 IGMPv1 版本和类型字段到一个单独的类型字段中。这个字段的值保持为 1。

类型字段

IGMPv1 指定两种报文类型：主机成员查询报文和主机成员报告报文。IGMPv2 指定三种报文类型：组成员查询报文、组成员报告报文以及离开组成员报文。

- 成员查询报文——简称查询报文。根据组地址不同分为两种类型的成员查询报文：
  ——普通查询报文给路由器用来了解一个连接网络上的哪些组有成员。
  ——特定组查询报文给路由器用来了解一个连接网络上的一个特定组是否有成员要使查询报文有效，必须至少有 8 组八位字节的长度，并且有一个正确的 IGMP 校验和。组地址必须是 0 或者一个有效的多路广播组地址。
- 组成员报告报文——为一种新的 IGMP 类型。被指定到版本 2 成员报告报文，使得一个路由器可以显示 IGMPv1 和 IGMPv2 主机之间的区别。在 IGMPv2 中有一个有关与 IGMPv1 反向兼容性的附加报文类型，它引发一个版本 1 的组成员报文。
- 离开组成员报文——这是一种为 IGMPv2 创建的新的 IGMP 类型。

报文类型和目标

表 6.3 总结了 IGMP 报文类型和报文目标组：

表 6.3　报文类型和目标组

报文类型	目　标　组
普通查询	所有系统（224.0.0.1）
特定组查询	被查询的组
成员报告	被报告的组
离开报文	所有路由器（224.0.0.2）

IGMP 把它的报文标题的类型字段的值分开，类型 0 到 127 给错误报文，类型 128 到 255 给通知报文。在这里特别有趣的是 ICMP 信息报文指向 IGMP 信息报文，如表 6.4 所示。最新的《分配号码》（RFC1700）指定 ICMP 类型字段的最近更新的值。

表 6.4　指定 ICMP 类型字段的最近更新的值

ICMP 报文标题类型字段值	IGMP 报文类型
130	组成员查询
131	组成员报告
132	离开组成员

IGMP 多路广播成员报告报文

当一台主机接收一个普通的或特定组的多路广播成员查询时，它要做一些事情。

首先，主机识别发送查询的接口上的组并给每个是成员的组设置延迟定时器。如果一个组的定时器已经在运行，接把它重新设置成最大响应时间字段的值。

当组的定时器终止时，主机多路广播一个成员报告到组。在一些条件下也许会接收另一台主机的报告，而它同时有一个定时器在运行，在这种情况中，主机停止那个定时器，并且不发送关于那个组的报告。

当一个路由器接收一个报告时，它：

- 把被报告的组增加到报告所在的网络上的多路广播组成员资格中去。
- 设置成员定时器为组成员间隔，在一个多路广播路由器判断网络上的一个组没有更多的成员之前时间的数量必须被给予。

如果路由器在定时器终止前接收不到一个特定组的报告，路由器就设定组没有本地的成员。在这种情况中，路由器就不传送它从远程数据源接收的多路广播给连接的网络上的组。

IGMP 多路广播离开组成员

当一台主机离开一个多路广播组时，它依靠主机上的特殊的 IGMP 实施发送一个离开组报文。一些主机发送一个离开组报文的条件是它是回答那个组的成员报告的询问的最后一台主机。其他实施可以使任何离开组的主机发送一个离开组报文，而无论主机何时回答一个成员报告的询问。路由器应该始终接受给被离开组的一个离开组报文地址。离开组报文被实际地编址到全部路由器组。IGMP 设置在成员离开组报文标题中的组地址字段给被离开的组的 IP 多路广播组地址。一个 IGMPv2 主机能够禁止在一台主机正在使用 IGMPv1 的网络上的离开组报文。

最大响应时间

在 IGMPv1 中这个字段是未使用的，发送者把它设置为 0，而接收者忽略这个字段。

在 IGMPv2 的实施中，成员查询报文使用最大响应时间字段。协议明确了响应时间是用 1/10 秒的单元来计量并且在主机必须发送一个响应查询报文的报告之前定义响应时间为最大时间。

对于所有其他 IGMPv2 报文类型，发送者把这个字段设置为 0，接收者忽略这个字段。

通过改变成员查询报文中的这个字段设置：

- IGMPv2 路由器能够调节离开等待时间设置。这意味着 IGMPv2 路由器能够控制最后的主机离开组的时候和路由器发现没有更多的连接的组成员之间的时间。
- 一台主机能够调节子网上 IGMP 通信量的突发性。

校验和

对于两种版本，IGMP 都把校验和字段设置为 0 来计算校验和。RFC1112 指定校验和为 8 组八位字节的 IGMP 报文的补码和的 16 位补码。

IGMP 协议（RFC2236）指定校验和为全部 IGMP 报文的补码和的 16 位补码。这是全部的 IP 有效负载。注意 IGMP 报文可以比 8 组八位字节长。计算 IGMP 校验和要始终覆盖全部 IP 有效负载，而不只是覆盖起初的 8 组八位字节。

协议指出当传输信息包时校验和必须被计算和插入检查字段中去，并且在处理信息包之前校验和必须得到证实。

组地址字段

在这个字段中的 IP 地址识别被查询、报告或离开的组地址。在一个 IGMPv1 主机成员查询报文中，当发送一个查询时，主机把组地址字段设置为 0，当接收一个查询时忽略这个字段。

在 IGMPv2 实施中，组地址（见图 6.5）在两种类型的查询报文中是不同的。在一个成员查询报文中：

- 当主机发送一个普通查询时把组地址字段设置为 0
- 当主机发送一个特定组查询时把地址字段设置成被查询的组地址

对于 IGMP 协议的两种版本，在一个主机成员报告报文中的组地址字段都保持被报告的组的 IP 主机组地址（见图 6.6）。

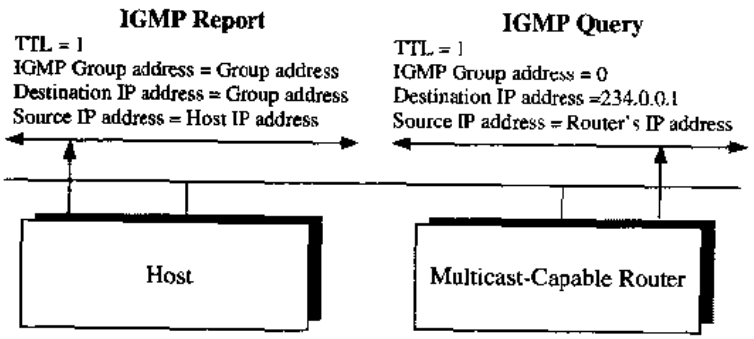


图 6.6　IGMP 协议的两种版本

IGMP 把成员离开组报文标题中的组地址字段设置为被离开的组的 IP 多组地址，一台 IGMPv2 主机可以禁止在一个主机正在使用 IGMPv1 的网络上的离开组报文。

IGMP 把成员报告报文中的组地址字段设置为被报告的组的 IP 多路广播组地址。

IGMP 运作

一个多路广播路由器可以充当查询器或者非查询器。一般情况每一个实际网络只有一个查询器。当一个多路广播路由器从另外一个有较低 IP 地址的路由器接收一个查询报文时，协议要求它成为网络上的非查询器。

路由器报文

多路广播路由器发送组成员查询报文来发现在它们连接的本地网络上哪些主机有成员。路由器把这些查询编址到全部主机组地址 224.0.0.1，同时组地址字段为 0，且 IP TTL 值为 1。

在一个单独的网络上有多个实际接口的一个路由器只需要在其中一个上面运行 IGMP。主机需要在与它们相联系的成员的全部接口上进行它们的活动。

主机响应

当一台主机加入一个新的组时，它应该立即传递一个报告给那个组，而不是等待一个查询，以防万一它是网络上的那个组的第一个成员。

主机通产生组成员报告响应一个查询。这个报告标识主机接收查询的网络接口上的每一个主机所属的主机组。一个多路广播路由器维持一列它连接的网络的多路广播组成语资格。路由器还供给每一个成员一个定时器。

主机启动一个报告延迟定时器给网络接口上的每一个组的成员。因此，报告通过一个短的间歇时间被传播出去而不是一次产生所有的。如果一台主机接收了另一台主机的报告（版本 1 或 2）同时它有一个定时器在运行，为了防止复制，主机禁止一个报告。通常延迟定时器终止的成员主机首先产生报告给每一个出现在网络上的组。

主机发送一个报告使一个 IP 目标地址等于被报告的主机组地址。一个接收一个报告的路由器把这个组加到它的那个网络的多路广播组成员资格，并且把给成员的定时器设置为组成员间隔。重复的报告更新这个定时器。

一台主机从不为全部主机组（224.0.0.1）中的一台主机的成员设置报告延迟定时器。这些成员也从不被报告。

离开一个主机组

IGMPv1 和 IGMPv2 多路广播路由器都阶段性地发送查询更新它们的有关出现在特定网络上的成员的消息。IGMPv1 和 IGMPv2 实施有不同的方法控制组成员离开一个组。

IGMPv1 实施

如果一个 IGMPv1 多路广播路由器在许多查询后接收不到有关的特定组的报告，路由器就设定组没有本地的成员，也就不需要远程传送发生的多路广播到本地网络上的那个组。

在一个没有多路广播路由器的网络上，惟一的 IGMP 通信量就是每当一台主机加入一个新的组时被发送的报告。

IGMPv2 实施

对于最后一台向组报告的主机，当它离开一个多路广播组时，它应该发送一个离开组报文到全部路由器多路广播组地址 224.0.0.2。离开组报文被编址到全部路由器组，这是因为其他组成员不需要知道一台主机已经离开组。如果离开的主机不是最后一台答复查询的主机，它就不用一定发送一个离开组报文，因为在子网上可能有其他组成员。如果离开的主机想发送一个离开组报文，它应该在它离开组的时候这样做。

为了适应早期的 IGMP 实施，IGMPv2 路由器应该接受一个编址到被正在离开的组的离开组报文。

当一个充当查询器的路由器接收一个关于在接受接口上有组成员的一个组的离开组报文时，这个路由器：

- 发送特定组查询到被离开的组。
- 设置最大响应时间为最后一个成员查询间隔。
- 如果它在响应时间终止后接收不到报告，就设定组没有本地的成员。

如果在接受接口上没有组成员，协议要求非查询器忽略离开组报文。

在一个特定组查询报文的接受上，如果非查询器有一个现成的组成员定时器大于最后一个成员查询数乘以报文中指定的最大响应时间，一个非查询器就设置它的组成员定时器在报文中指定的最大响应时间。

与 IGMPv1 的兼容性

一个 IGMPv2 可以在一个子网上，在那里路由器是一个 IGMPv1 路由器。在这些情况下，IGMPv1 路由器：

- 发送普通查询，同时最大响应时间设置 0。
- 期望版本 1 成员报告，忽略 IGMP 版本 2 成员报告。

IGMPv2 协议要求给每一个接口一个状态变量，当运行 IGMPv1 或 IGMPv2 时，这个变量标识接口上的多路广播查询器。查询的接收者使用这个状态变量决定什么类型的成员报告作为请求的或主动提供的成员报告发送。

一个 IGMPv2 路由器可能被放在一个子网上，而那里至少有一个路由器没有升级到 IGMPv2。在这种情况下，查询器必须从管理上被配置使用 IGMPv1。IGMPv2 协议阐明了一些实施可以允许系统管理员能够使用它们的路由器上的 IGMPv1。在缺少明确的配置时，配置必须默认 IGMPv2。在 IGMPv1 模式中，路由器：

- 必须发送最大响应时间为 0 的阶段性的查询。
- 必须忽略离开组报文。
- 应该记录一个警告，如果一个路由器没有明确地被配置到使用 IGMPv1 和接收一个 IGMPv1 查询。

与 IGMPv1 主机的兼容性

IGMPv1 和 IGMPv2 主机可以在同一个子网上共存。如果真是这样，一台主机就被要求允许相对版本的成员报告的抑制。

IGMPv1 和 IGMPv2 路由器也可以在同一个子网上共存。如果真是这样，一个接收版本 1 成员报告的路由器被要求设置一个用于路由器接收报告的定时器，它表示作为组的成员的版本 1 主机的存在。这个定时器的设置和组成员间隔相同。

如果任何版本 1 的主机都存在于一个特定的组，一个路由器就被要求忽略任何它接收的有关那个组的离开组报文。

发展中的 IGMP 版本 3

IGMP 版本 3 作为一个初步的草稿被发布在《draft-ietf-idmr-igmp-v3-00.txt》中。IGMP 版本 3 增加了对源筛选的支持。这意味着 IGMP 版本 3 可以给系统一种能力来报告有兴趣接收的信息包，是从特定的源地址接收还是从所有除了指定的源地址以外的地址接收被发送到一个特定的多路广播地址的信息包。

换句话说，一个多路广播路由器可以知道，对于被发送到任何特定的多路广播地址的信息包，哪些源被邻近的系统感兴趣。一个多路广播路由器只需要知道在一个连接的

网络上至少有一个系统对从一个指定的源的发送到一个指定的多路广播地址的多路广播信息包感兴趣。多路广播路由选择协议使用这条信息可以避免从指定的源传递多路广播信息包到没有感兴趣的接收者的网络。

在版本 1 和版本 2 中，如果一个主机想从一个组接收任意的源，来自这个组的所有源的通信量将被传送到子网上去。

IGMP 版本 3 通过允许一个主机选择它想接收通信量的指定的源从而帮助节约了带宽。当建造它们的多路广播传递树的分支时，多路广播路由选择协议使用这条信息来节约带宽。

与旧版本的 IGMP 一起配合运作

IGMP 版本 3 主机和路由器与还没有被升级到 IGMP IGMPv1 和 IGMPv3 的主机和路由器配合运作。表 6.5 显示了怎样去标识主机成员查询报文的版本。路由器抛弃在这张表中不用匹配任何条件的查询报文。

表 6.5　主机成员查询报文的 IGMP 版本的标识符

IGMP 版本	报文标识符
IGMPv1 查询	长度=8 组 8 位字节并且最大响应时间为 0
IGMPv2 查询	长度=8 组 8 位字节并且最大响应时间为非 0
IGMPv3 查询	长度=12 组 8 位字节并且保留字段为 0

IGMPv3 主机在版本 1 和版本 2 兼容模式中可以运作。接口上的查询器路由器的版本决定主机运作的模式。主机成员查询可以显示查询器的版本。一个 IGMPv3 主机可以被放在一个网络上的某个地方，在那里：

- 查询器路由器没有被升级到 IGMPv3。
- 存在还没有被升级到 IGMPv3 的主机。
- 网络上至少有一个路由器没有被升级到 IGMPv3。

要求 IP 多路广播接受的 API

一个 IP 系统在构思上至少有一个应用程序接口（API）。上层协议或应用程序使用 API 要求 IP 层能够和不能够接受被发送到指定的 IP 多路广播地址的信息包。为了完全利用 IGMPv3 的能力，一个系统的 IP API 必须支持下面的操作或一个合乎逻辑的等效的操作：

IPMulticastListen　(socket, interface, multicast-address, filter-mode, source-list)

举个例子，每逢一个 IP 多路广播收听的本地的调用，一个系统就发送一个“源列表更换记录”促使一个特定的多路广播地址的源列表的一次更换。它与筛选模式，与接口级别状态项目不是同时发生的。有关细节参考 IGMP RFC 和 Internet 的草稿。

6.3　主机状态图

图 6.7 中所示的状态转换图指定了主机行为。它显示了每一个状态转换，列出了促

使转换的事件，以及在转换过程中的一些动作。一台主机可以是有关任何单个网络接口上的一个单个 IP 多路广播组的三种状态的一种：

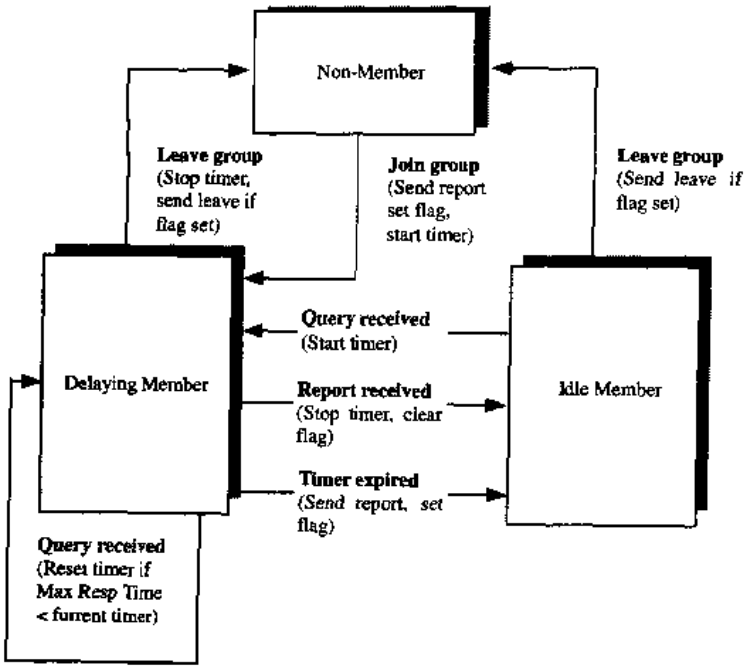


图 6.7　状态转换图

- 非成员状态——条件是主机不属于接口上的组。这是所有网络接口上的所有成员的初始状态
- 延迟成员状态——条件是主机属于接口上的组，并且有一个报告延迟定时器为那个成员运转
- 空闲成员状态——条件是主机属于接口上的组，并且没有一个报告延迟定时器为那个成员运转。

对于全部主机组地址 224.0.0.1，主机启动空闲成员状态给每个接口上的组。它从不转换到另一种状态，也从不发送一个关于组的报告。

促使一个主机状态转换的事件

在表 6.6 中描述的五种不同类型的事件可以促使一个状态转换。

为了有效地查询报文和报告报文，两者都必须至少是 8 组八位字节的长度，并且有一个正确的 IGMP 校验和。

表 6.6　促使主机状态转换的事件

事　　件	促使状态转换的时间
加入组	主机决定加入接口上的组
离开组	主机决定离开接口上的组
接收查询	主机接收一个有效的普通成员资格查询报文，或者一个有效的特定组成员资格查询报文。成员资格在无成员状态时，查询被忽略。
接收报告	主机接收一个有效的 IGMP 版本 1 或版本 2 成员资格报告报文。当成员资格在无成员状态或空闲成员状态时，报告被忽略。
定时器终止	接口上的组的报告延迟定时器终止。这是在延迟状态中产生。

对促使一个主机状态转换的事件的响应

在对促使一个主机状态转换的事件的响应中，IGMPv1 指定三种，IGMPv2 指定七种不同的可能的动作。表 6.7 描述了这些动作。

表 6.7　对促使一个主机状态转换的事件的响应的动作

动　　作	描　　述	协议版本
发送报告状态	给接口上的组	IGMPv1 和 IGMPv2 实施
发送离开	给接口上的组 离开报文被送到所有路由器组地址 224.0.0.2	IGMPv2 实施
设置标记	指出这是发送报告给这个组的最后一台主机	IGMPv2 实施
清除标记	指出这不是发送报告给这个组的最后一台主机	IGMPv2 实施
启动定时器	给接口上的组 用一个随机延迟值给 IGMPv1 实施，使用一个从 0，最大响应时间间隔中统一选择的延迟值	IGMPv1 和 IGMPv2 实施
停止定时器	给接口上的组	IGMPv1 和 IGMPv2 实施
重新设置定时器	给接口上的组一个新的值，使用一个从 0，最大响应时间间隔中统一挑选的延迟值	IGMPv2 实施

参看 RFC1112 和 RFC2236 了解其他状态数据报及主机状态转换的细节。

6.4　路由器状态图

IGMPv2 指定了一些状态转换时的路由器行为，这里介绍以下两种：

任何单独连接的网络的路由器状态

图 6.8 中显示的这种状态转换图指定了关于任何单独的连接的网络的路由器状态。它显示了每一个状态转换，列出了促使转换的事件和转换过程中的一些动作。一个路由器可以是两种关于任何单独的连接的网络的状态的其中一种：

- 查询器状态——条件是路由器用来传输网络上的 IGMP 成员查询
- 非查询器状态——条件是另一个路由器用来传输网络上的 IGMP 成员查询

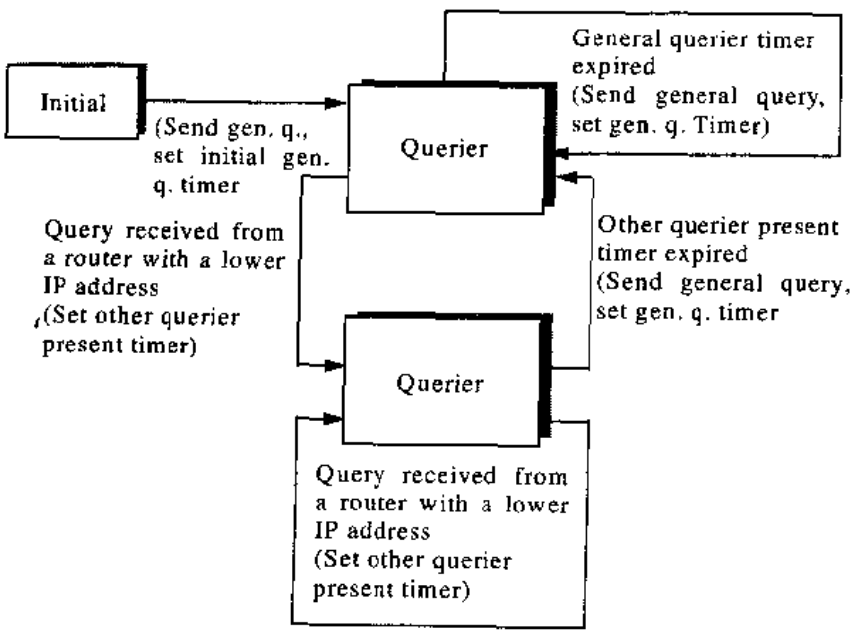


图 6.8　状态转换图

促使一个路由器改变状态的事件

表 6.8 中描述的三种不同类型的事件可以促使路由器改变状态。

表 6.8　促使一个路由器改变状态的事件

事　　件	促使状态转换的时间
查询定时器终止	为查询传输设置的定时器终止
从一个较低 IP 地址的路由器接收查询	一个路由器从另一个在同一个网络上的有较低 IP 地址的路由器接收一个 IGMP 成员资格查询
其他查询器出现定时器终止	设置记录网络上另一个有较低 IP 地址的查询器的出现的路由器终止

对促使一个路由器改变状态的事件的响应

在对促使一个路由器改变状态的事件的响应中，IGMPv2 指定了三种可能的动作。表 6.9 描述了这些动作。

表 6.9　对促使一个路由器改变状态的事件的响应的动作

动　作	描　述	版　本
启动普通查询定时器	给连接的网络	IGMPv2
启动其他查询器出现定时器	给连接的网络并设置其他查询器出现间隔	IGMPv2
发送普通查询	在连接的网络上，发送普通查询到全部系统组成 224.0.0.1，给查询间隔一个最大响应时间	IGMPv2

在任何单独连接的网络上的一个多路广播组的路由器状态

在所有连接网络上的一个路由器应该用初始状态启动，并立即转换到查询器状态。

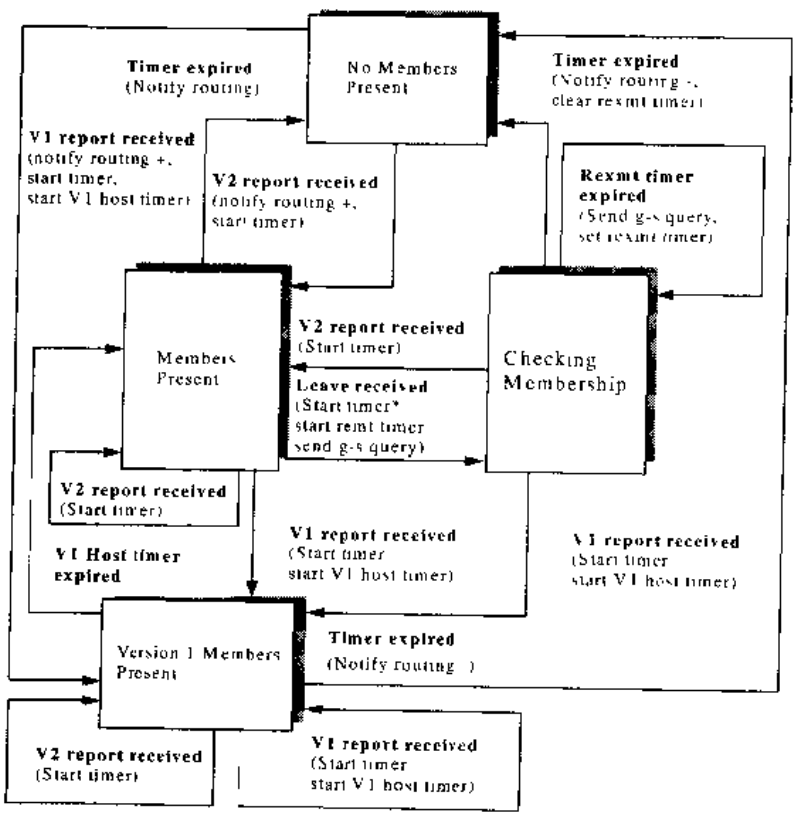


图 6.9　在查询器状态中的一个路由器的状态图

图 6.9 显示了在查询器状态中的一个路由器的状态图。注意，为了保持哪些组有成员的线索，一个路由器还可以是关于在任何单独的连接的网络上的任何单独的 IP 多路广播组的可能的四种状态的一种：

- 无成员存在状态——条件是网络上没有主机为这个多路广播组发送报告。这是在路由器上给所有组的初始状态。
- 成员存在状态——条件是网络上的一台主机为这个多路广播组发送了一个成员报告。
- 版本 1 成员存在状态——条件是网络上的一台 IGMPv1 主机为这个多路广播组发

送了一个 IGMPv1 成员报告。

- 检查成员状态——条件是路由器有一个离开组报文但没有接收到一个有关这个多路广播组的成员报告。

促使一个路由器状态转换的事件

表 6.10 中描述的六种不同类型的事件都可以促使路由器状态转换。

表 6.10　促使路由器状态转换的事件

事　　件	促使状态转换的时间
接收 V2 报告	路由器接收一个这个接口上的组的版本 2 成员报告
接收 V1 报告	路由器接收一个这个接口上的组的版本 1 成员报告
接收离开	路由器接收一个这个接口上的组的 IGMP 组离开报文
定时器终止	为组成员设置的定时器终止
重发定时器终止	设置重发一个特定组成员查询的定时器终止
V1 主机定时器终止	设置记录版本 1 主机作为组成员出现的定时器终止

为了有效，有关组的成员报告和离开报文都必须至少是 8 组八位字节的长度，并有一个正确的 IGMP 校验和。

对促使一个路由器状态转换的事件的响应

在对促使一个路由器状态转换的事件的响应中，IGMPv2 指定了六种不同的可能的动作（如表 6.11）。

表 6.11　对促使一个路由器状态转换的事件的响应的动作

动　　作	描　　述
启动定时器	给接口上的组成员并且如果当前定时器正在运行就重新设置它的初始的组成员间隔值。
启动定时器	给接口上的组成员。如果这个路由器是一个查询器，这个动作设置定时器到最后一次成员查询间隔值。如果这个路由器是非查询器，这个动作设置信息包中的最大响应时间给最后一次成员查询数。
启动重发定时器	给接口上的组成员的最后一次成员查询间隔。
启动 V1 主机定时器	给接口上的组成员。如果当前定时器正在运行就重新设置它的初始的组成员间隔。
发送特定组查询	给连接网络上的组。发送特定组查询到被查询的组，使最后一次查询间隔为最大响应时间。
通报路由选择+	通报路由选择协议，在这个连接的网络上有这个组的成员
通报路由选择-	通报路由选择协议，在这个连接的网络上不再有这个组的任何成员

在非查询器状态中的一个路由器的状态图是相似的，不过，非查询器不发送任何报文。它们不关心成员报告报文是版本 1 还是版本 2。

参考 RFC1112 和 RFC2236 可以得到另外的状态图和路由器状态转换的详细资料。

6.5　定时器和默认值列表

一个系统管理员可以配置大多数 IGMP 定时器。表 6.12 列出了主要的 IGMP 定时器和它们的默认的设置。

非默认设置必须始终在一个单独的链接上的所有路由器中。

表 6.12　IGMP 定时器和默认设置

定 时 器	描述/功能	默　认
坚固性变量	允许为子网上期望的信息包丢失调整,必须不为 0	2
查询间隔	普通查询之间的间隔。用来调整子网上 IGMP 报文的数量。	125 秒
查询响应间隔	给一个普通查询的最大响应时间。用来调整子网上 IGMP 报文的坚固性	100(10 秒)
组成员间隔	多路广播路由器决定网络上没有一个组的成员之前的时间量。	坚固性变量 X 查询间隔+1 个查询响应间隔
其他查询器出现间隔	多路广播路由器决定没有其他查询器出现之前的时间量	坚固性变量 X 查询间隔+1/2 个查询响应间隔
启动查询间隔	普通查询启动之间的间隔	1/4 查询间隔
启动查询计数	启动发送出去的查询的数量	坚固性变量
最后一个成员查询间隔	被发送的响应离开组报文的特定组查询中的最大响应时间。也就是特定组查询报文之间的时间。	10（1 秒）
最后一次成员查询计数	路由器决定没有本地成员之前的特定组查询的数量	坚固性变量
主动提供的报告间隔	在一个组中的一个成员报告的重复之间的时间	10 秒
版本 1 路由器出现休息	在接收一个版本 1 的查询和发送一个版本 2 的报文之间主机必须等待的时间	400 秒

第 7 章

多路广播路由选择概念和算法

过去几年可以看到 World Wide Web 和支持组通信的多路广播协议的广泛展开。这些协议使用一种一对多的范例发送数据报，并且实际使用 D 类 IP 地址指定多路广播组。路由器在 IP 多路广播中起一个重要的作用。

多路广播路由选择的结构是复杂的。主机可以在任何时间加入或离开一个多路广播组。这意味着有多路广播能力的路由器发送数据报的路径和用于有多路广播能力的路由器的路由表可以频繁地改变。寻找一条通到目标的良好路径是困难和复杂的。带宽饥饿的多媒体应用程序的快速增长使得好的多路广播路由选择非常重要，其中同时包括好的多路广播路由选择算法和协议，要避免浪费带宽。

这一章简要地：

- 介绍了在一个 IP 环境中的路由选择。
- 描述了路由选择协议类型包括距离向量协议、链接状态协议以及内部和外部路由选择协议。
- 介绍了多路广播路由选择。
- 描述了多路广播的密集型和稀疏型的模型。
- 研究了可以有潜力地被多路广播路由选择协议使用的多种不同的算法，包括覆盖树和保留路径广播。

路由器使用数据报的地址格式来决定数据报是被单路广播、任意路广播、多路广播，还是广播（见表 7.1）。多路广播通信量使用 D 类地址，它可以被动态地定位（见图 7.1）。

表 7.1　传递方法

传 递 方 法	定　义
单路广播	传递一个信息包给一个单独的接收者
任意路广播	传递一个信息包给一组接收者的一个接口
多路广播	传递一个信息包给一组接收者
广播	传递一个信息包给所有接收者

Autonomous System

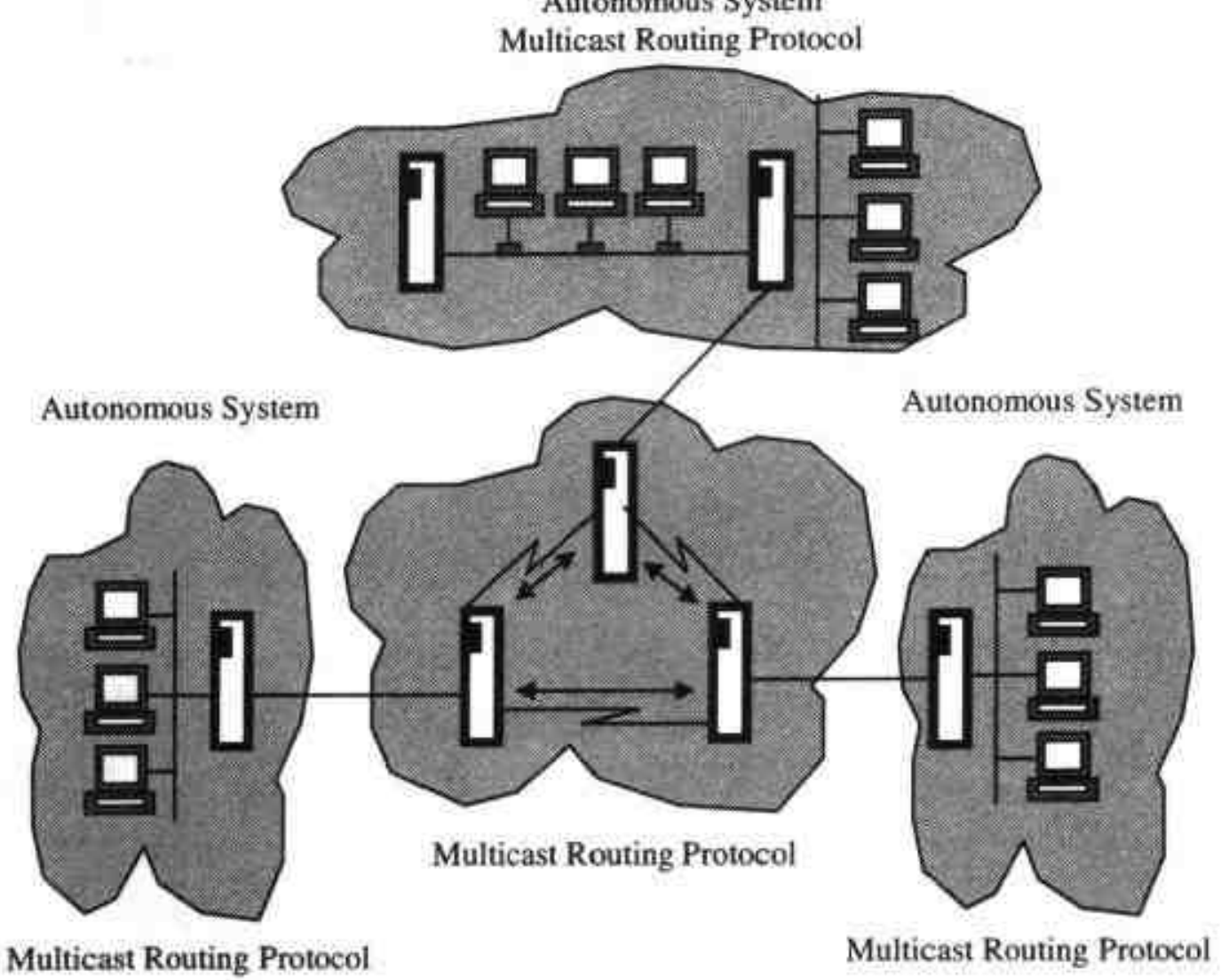


图 7.1　多路广播 IP 发送服务

多路广播路由选择的结构是复杂的。主机可以在任何时间加入或离开一个多路广播组。这意味着有多路广播能力的路由器发送数据报的路径和用于有多路广播能力的路由器的路由表可以频繁地改变。寻找一条通到目标的良好路径是困难和复杂的。带宽饥饿的多媒体应用程序的快速增长使得好的多路广播路由选择非常重要，其中同时包括好的多路广播路由选择算法和协议，要避免浪费带宽。

这一章简要地：

- 介绍了在一个 IP 环境中的路由选择。
- 描述了路由选择协议类型包括距离向量协议、链接状态协议以及内部和外部路由选择协议。
- 介绍了多路广播路由选择。
- 描述了多路广播的密集型和稀疏型的模型。
- 研究了可以有潜力地被多路广播路由选择协议使用的多种不同的算法，包括覆盖树和保留路径广播。

路由器使用数据报的地址格式来决定数据报是被单路广播、任意路广播、多路广播，还是广播（见表 7.1）。多路广播通信量使用 D 类地址，它可以被动态地定位（见图 7.1）。

表 7.1　传递方法

传 递 方 法	定　　义
单路广播	传递一个信息包给一个单独的接收者
任意路广播	传递一个信息包给一组接收者的一个接口
多路广播	传递一个信息包给一组接收者
广播	传递一个信息包给所有接收者

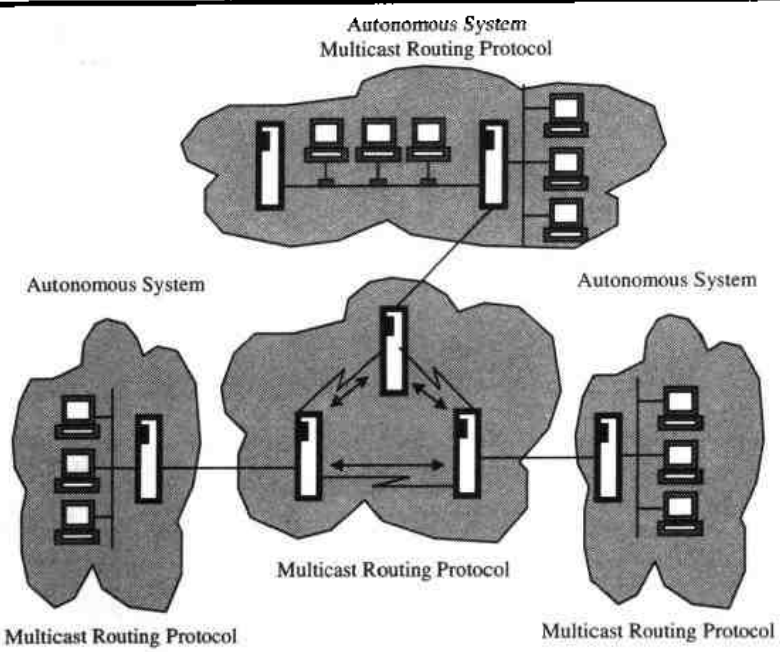


图 7.1　多路广播 IP 发送服务

Internet 中的路由器被分层次地组成。其中一些被用来移动信息通过在相同管理权限和协议下的网络的一个特定的组。

参考 RFC1768《CLNP 多路广播的主机组扩充》，在这里描述了 CLNP 协议的多路广播扩充，与 RFC1112 提供给 IP 的很相似。CLNP 是一个 OSI 无连接网络协议。这些扩充被提供给主机用来在基于 CLNP 的 Internet 中多路广播所需要的结构。

一个 IP 环境中的路由选择

Internet 界通常把那些执行 IP 组的传送功能的设备称为路由器或 IP 路由器。Internet 中的路由器被分层次地组成。OSI 界通常把那些设备称为中间系统。这种设备有时也被称为网关，但用在这里应该被避免与应用程序网关混淆。

路由选择是从一个网络的一点到另一个网络上的一点交换数据的一种方法。这是 Internet 主机传递信息包给目标结构所使用的主要方法。每一个中间路由器把报文传送到下一个路由器。寻找一条通到一个目标的好的路径（在路由器中创建一个路由表）并不是件容易的事。

路由选择要求给每个目标一个惟一的标识，通常是指定的网络编号或主机编号。它设定地址至少有关于一台主机的位置的部分信息。这意味着路由器向前传送数据时不用进行广播，不用有完整的一列全部可能的数据的目标。在这个过程中包括分析一张路由表决定最佳路径。

IP 路由选择

IP 路由选择包括 IP 协议标题的校验和用来标识预定了数据报的网络位置的某些 IP 地址的字节的检查。地址中剩余的字节惟一地标识目标网络上的最终接收数据报的主机。如果发送者与数据报的目标是在同一个网络上，发送者决定接收者的数据链接地址，并直接发送数据报给接收者。

如果发送者和接收者是在不同的网络上，发送者传送数据报到一个路由器并让路由器传送这个数据报到目标网络。

目标网络上最后一个路由器决定接收者的数据链接地址并直接传送数据报给主机。

传送数据报的能力是 Internet 主机和路由器之间的主要的区别。路由器使用一种形式或另一种形式的传送算法，而 Internet 主机不需要传送能力。有一些不同的算法可以被多路广播路由选择协议使用，这些算法包括：

- 溢流
- 生成树
- 反转路径广播（RPB）
- 截断反转路径广播（TRPB）
- 反转路径多路广播（RPM）
- 核心基准树

简单地看，Internet 路由选择系统包括两部分：内部路由选择和外部路由选择。一

种自主系统的思想在隔离内部路由选择和外部路由选择方面起关键的作用（见图 7.2）。路由选择协议构成 Internet 的核心。

图 7.2　内部路由选择和外部路由选择

IP 路由选择协议是动态的，并且它要求路由选择设备中的软件计算路径。动态的路由选择算法能够为信息包选择最佳路径，并且能够适应网络中的变化。网络管理员建立静态的路径，这些路径不会发生改变，除非网络管理员改变它们。

一个路由器建立一个包含目标地址——下一个跃距对的 IP 路由表。IP 数据报在一个时间移动一个路由器跃距通过网络。在这条路径上的每一个路由器通过把目标地址和它的路由表中的一项作匹配来决定下一个路由器跃距。

错误报告

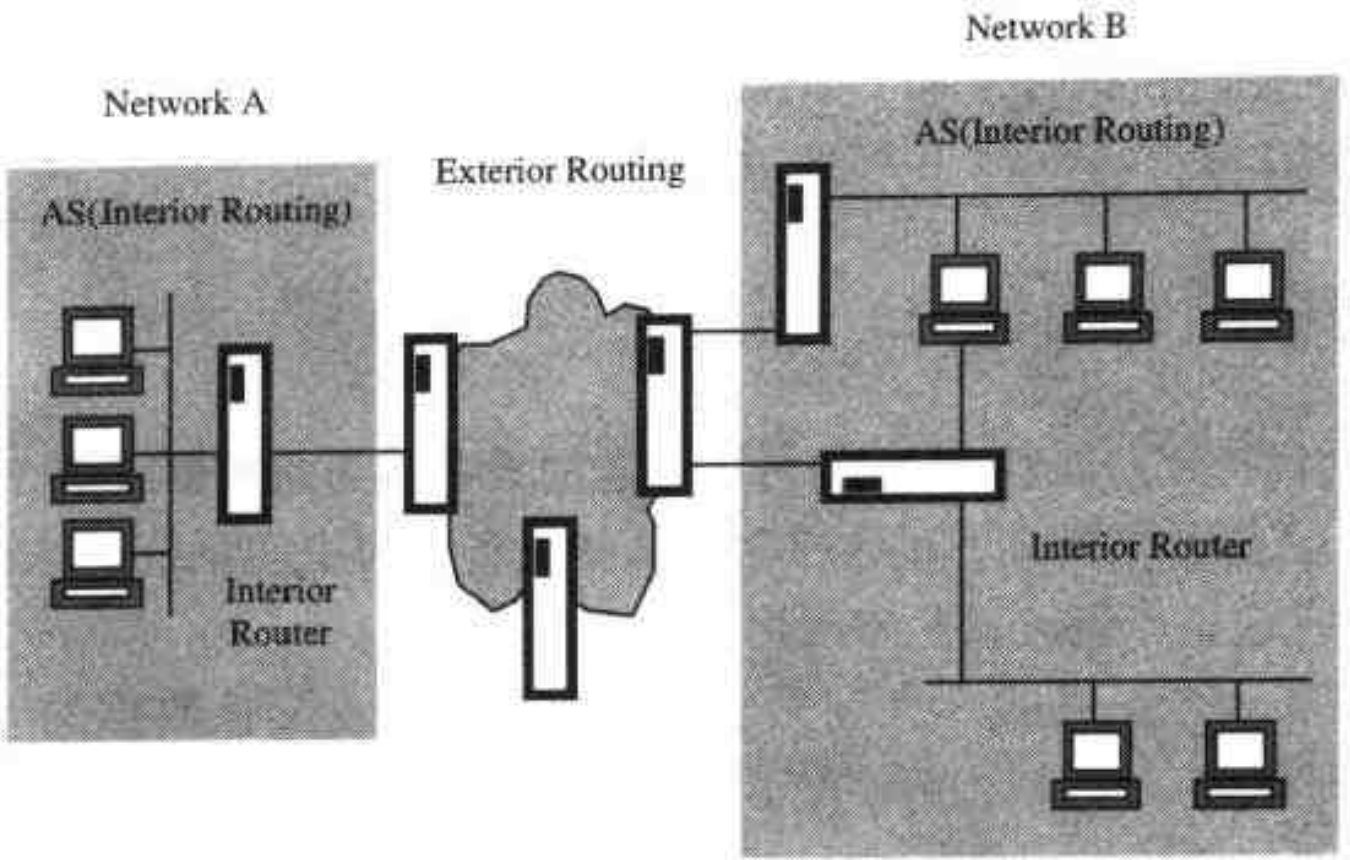
每一个节点都传送以内部信息为基础的信息包。IP 不允许错误报告。RFC792 定义了 Internet 控制报文协议（ICMP），ICMP 控制错误和系统级别报文并把它们发送到过错网关或主机。它像一个更高级别的协议一样使用 IP 的基础支持。但实际上 ICMP 是 IP 的一个必要的部分，必须被每一个 IP 模块执行，特别是那些运行在路由器中的实施。为了报告路由选择故障，ICMP 提供：

- ICMP 回声和回答报文用来测试节点的可能性
- ICMP 重定向报文用来增加路由选择的效率
- ICMP 时间超出报文用来通知源一个数据报已经超出它的 TTL

自主系统（AS）

AS 是一个子网的集合。子网的主机被一组在一个定义域内用公共技术管理的路由器连接和互连。从另一个角度来说，AS 是一个用公共技术管理的 IP 地址前缀的有类域间路由选择协议（CIDR）。AS 应当对其他 AS 体现一致的形象。

AS 使用内部路由选择协议例如路由选择信息协议（RIP）、开放式最短路径优先协议（OSPF）以及多路广播开放式最短路径优先（MSOPF）给 AS 内的路由选择。外部路由选择例如边缘网关协议（BGP）提供 AS 之间的路由选择以便一个 AS 能够到达 Internet


Network B
Network A
AS(Interior Routing)
Exterior Routing
AS(Interior Routing)
Interior
Router
Interior Router

种自主系统的思想在隔离内部路由选择和外部路由选择方面起关键的作用（见图 7.2）。路由选择协议构成 Internet 的核心。

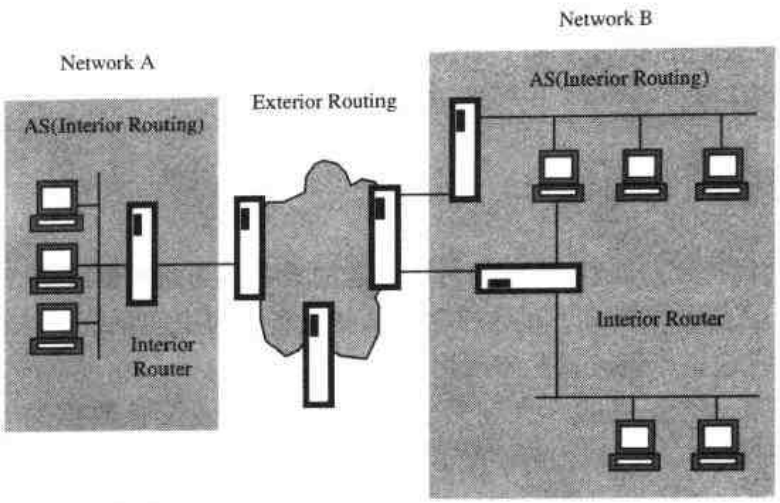


图 7.2　内部路由选择和外部路由选择

IP 路由选择协议是动态的，并且它要求路由选择设备中的软件计算路径。动态的路由选择算法能够为信息包选择最佳路径，并且能够适应网络中的变化。网络管理员建立静态的路径，这些路径不会发生改变，除非网络管理员改变它们。

一个路由器建立一个包含目标地址——下一个跃距对的 IP 路由表。IP 数据报在一个时间移动一个路由器跃距通过网络。在这条路径上的每一个路由器通过把目标地址和它的路由表中的一项作匹配来决定下一个路由器跃距。

错误报告

每一个节点都传送以内部信息为基础的信息包。IP 不允许错误报告。RFC792 定义了 Internet 控制报文协议（ICMP），ICMP 控制错误和系统级别报文并把它们发送到过错网关或主机。它像一个更高级别的协议一样使用 IP 的基础支持。但实际上 ICMP 是 IP 的一个必要的部分，必须被每一个 IP 模块执行，特别是那些运行在路由器中的实施。为了报告路由选择故障，ICMP 提供：

- ICMP 回声和回答报文用来测试节点的可能性
- ICMP 重定向报文用来增加路由选择的效率
- ICMP 时间超出报文用来通知源一个数据报已经超出它的 TTL

自主系统（AS）

AS 是一个子网的集合。子网的主机被一组在一个定义域内用公共技术管理的路由器连接和互连。从另一个角度来说，AS 是一个用公共技术管理的 IP 地址前缀的有类域间路由选择协议（CIDR）。AS 应当对其他 AS 体现一致的形象。

AS 使用内部路由选择协议例如路由选择信息协议（RIP）、开放式最短路径优先协议（OSPF）以及多路广播开放式最短路径优先（MSOPF）给 AS 内的路由选择。外部路由选择例如边缘网关协议（BGP）提供 AS 之间的路由选择以便一个 AS 能够到达 Internet

中的其他系统。

一个自主系统编号标识一个 AS。IANA 指定 AS 编号从 1 到 65534 范围内。BGP 使用 AS 编号来执行策略路由选择并避免顶层路由选择循环。每一个一条路径通过的自主系统把它的 AS 编号放在 AS 路径的起始位置。AS 路径列出了路由选择信息传递到达特定路由器的自主系统。

自主系统分为三种不同的类型，如表 7.2 所示。图 7.3 显示了两种类型的自主系统。

表 7.2　自主系统类型

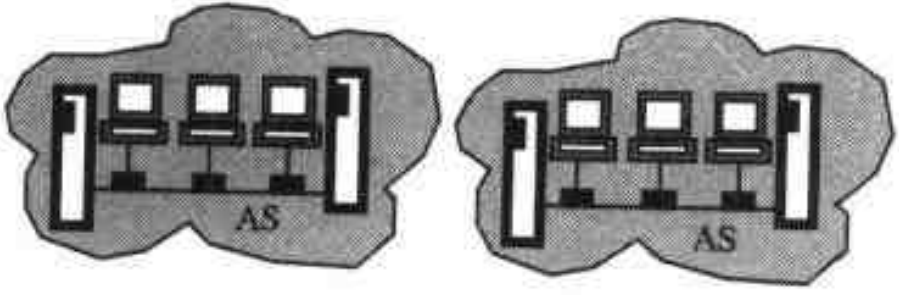
AS 类型	说　明
剩余部分 AS	只连接到其他一个 AS。为了路由选择的目的，它是其他 AS 的一个简单的扩充。一个剩余部分 AS 通常有一条默认路径到它的父系统。
转接 AS	连接一个以上的 AS，可以被作为一条管道在其他自治系统之间转接通信量。一个转接 AS 必须使用非默认的路由器。
多重初始地址 AS	连接一个以上的 AS，但不允许转接通信量。不过，它内部的主机可以沿路径传送通信量通过多个 AS。一个多重初始地址 AS 可以使用一个墨认的路径到它的其中一个邻居。

图 7.3　两种类型的自主系统

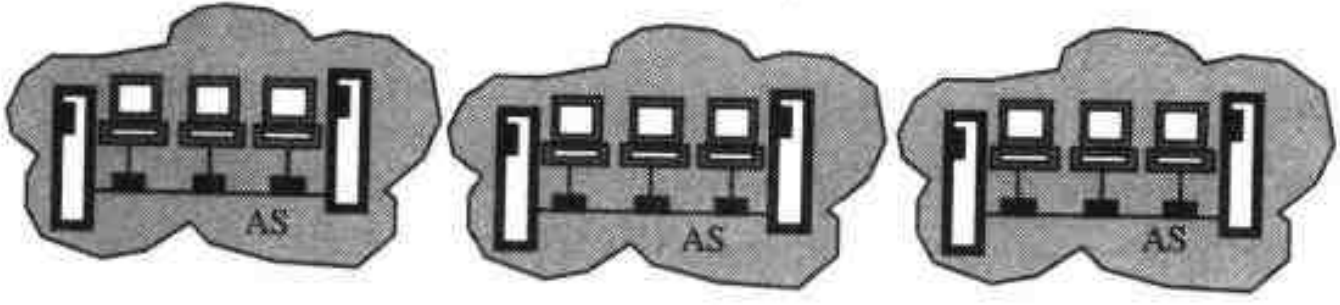
路由选择协议

路由选择协议构成 Internet 的核心。它们定义用来建立路由表，惟一地标识沿路径传送的信息包的结构和用来从一个网络上的一个点到另一点交换数据的规则。网络工程师分配网络路径的成本。路由选择协议选择最少成本的到目标的路径。路由选择协议分为四类：

Sub Autonomous System



Transit Autonomous System



中的其他系统。

一个自主系统编号标识一个 AS。IANA 指定 AS 编号从 1 到 65534 范围内。BGP 使用 AS 编号来执行策略路由选择并避免顶层路由选择循环。每一个一条路径通过的自主系统把它的 AS 编号放在 AS 路径的起始位置。AS 路径列出了路由选择信息传递到达特定路由器的自主系统。

自主系统分为三种不同的类型，如表 7.2 所示。图 7.3 显示了两种类型的自主系统。

表 7.2　自主系统类型

AS 类型	说　明
剩余部分 AS	只连接到其他一个 AS。为了路由选择的目的，它是其他 AS 的一个简单的扩充。一个剩余部分 AS 通常有一条默认路径到它的父系统。
转接 AS	连接一个以上的 AS，可以被作为一条管道在其他自治系统之间转接通信量。一个转接 AS 必须使用非默认的路由器。
多重初始地址 AS	连接一个以上的 AS，但不允许转接通信量。不过，它内部的主机可以沿路径传送通信量通过多个 AS。一个多重初始地址 AS 可以使用一个墨认的路径到它的其中一个邻居。

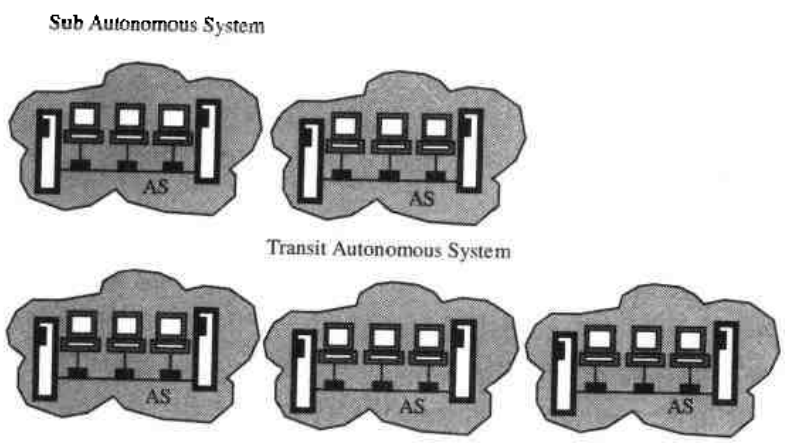


图 7.3　两种类型的自主系统

路由选择协议

路由选择协议构成 Internet 的核心。它们定义用来建立路由表，惟一地标识沿路径传送的信息包的结构和用来从一个网络上的一个点到另一点交换数据的规则。网络工程师分配网络路径的成本。路由选择协议选择最少成本的到目标的路径。路由选择协议分为四类：

- 距离向量路由选择协议
- 链接状态路由选择协议
- 内部路由选择协议，通常被称为内部网关协议（LGP）
- 外部路由选择协议

距离向量路由选择协议

在距离向量路由选择中每一个路由器都把它的路由表告诉邻近的路由器。为了建立网络路径，接收路由器选择设定最低成本的邻居。然后，接收路由器把通到它的邻居路径增加到它的路由表中去重新设定。Hello 和 RIP 是距离向量路由选择的例子。域间路由选择协议（IDRP）是一个基于 OSI 的距离向量路由选择协议，它为通过网络发送的信息包定义路径。

链接状态路由选择协议

在链接状态路由选择中，每一个路由器维护一部分网络。如果一个网络链接走近或离开，链接状态协议通过网络扩散一个有关这个状态的通知。所有路由器都注意到这个改变并在它们的路由表中重新计算路径。链接状态路由选择比距离向量路由选择更可靠，更容易调试。不过，它也很复杂，需要更多的内存。OSPF 协议就是一个链接状态路由选择协议。

内部路由选择协议

内部路由选择或 IGP 在一个 AS 内交换可达性信息。大多数普通路由选择协议，例如 Hello、RIP 和 OSPF 都是内部路由选择协议。基本的路径元素是给新协议的 IP 网络、子网或者 CIDR 前缀。

外部路由选择协议

外部路由选择发生在自主系统之间。服务供应商和大的复杂的网络绝大多数使用外部路由选择。基本路径元素是 AS、被一个 AS 编号标识的 CIDR 前缀的集合。

我们可以使用许多不同的内部路由选择协议和一个单独的外部路由选择协议管理全球的 Internet。外部路由选择通常被称为外部网关协议。边缘网关协议（BGP-4）是一个外部路由选择协议。目前，域间路由选择协议可以支持那些支持 IPv6 信息包传送的路由选择中间的域间系统路由选择信心的交换。

IDRP 和 BGP 路由器连通性

目前的外部路由选择协议例如 BGP-4 和 IDRP 要求所有 BGP 和 IDRP 路由器都有相互之间的连通性来交换从其他路由选择域获得的路由选择信息。BGP/IDRP 是属于同一个路由选择域，并都加入了域间路由选择。如果路由选择域很大，每一个边缘路由器需要维护相当数量的连接。

如果其他域中的边缘路由器通过共享通信媒体是可达到的，这对于一个边缘路由器建立维护与其他边缘路由器的路由选择话路很有用处。通过一个共享的媒体直接可达的路由器被称为相邻路由器。直接同级连接这些路由器允许一个路由器获得通过相邻边缘路由器直接可达的目标的信息。

这种安排在许多场合中可以很好地工作，可是在可以互连大数目路由器的交换媒体

中可能会有问题。例如在 ATM、SMDS 或帧中继网络中。被要求用来在路由器之间维护这种直接同级类型的连接数目可能是非常大的，因此是不切实际的。

IDRP/BGP 路径服务器

为了解决维护一个大数目直接同级连接的问题，D. Haskin 在 RFC1863 中提出了 IDRP/BGP 路径服务器的使用。这种类型的服务器可以被用来中继客户服务器之间的外部路由器。服务器中继这些外部路由器和它们所有的属性。

一台客户服务器只有与被指定的路径服务器一起才维护 IDRP/BGP 话路。路由器服务器将传送所有从一个客户路由器到其他客户路由器被接收的路径。客户路由器将接收相同的信息就好像它们正在加入到所有相邻的路由器中。这种类型的安排被称为虚拟同级。它允许客户服务器根据它们自己的本地的策略在那些外部路径上独立地使用它们自己的准则。

路由表

路由器定期地发送路由选择更新报文到相邻路由器。当被那个特定的路由器察觉时就传送网络状态。路由器记录路由表中的这些数据，然后用来决定通过网络传送报文的最佳传输路径。

路由表由管理员直接设置建立，或者是通过定期的路由器更新报文的广播动态地建立。象 RIP、OSPE 以及 Cisco 的 IGRP 这些协议从所有的路由器以定期的间隔发送。这意味着所有的路由器都明白怎样到达其他所有的网络。

在一些路由选择协议中的路由器共享它们的路由表，并利用跃距作为一种尺度来决定最大路径界限。在 IPv6 实施中，每一个网络都需要有一个目标地址前缀和相应的前缀长度。通常网络管理员设定跃距长度以及目标地址前缀和长度。路由器相互通知它们的出现。

例如，一个 RIP 网络中的每一个路由器以设定的 30 秒的间隔广播它的路由表给其他所有的路由器。这样产生相当多的通信量。当一个路由器收到一个邻居的 RIP 表时，它使用这条被提供的信息更新它自己的路由表，然后把这张更新了的表发送给它的邻居。这个过程被重复直到所有的路由器都有一张一致的网络布局图。每一个路由器都以一个网络模型结束。一旦这个模型产生，网络就完成了传送。如图 7.4 所示。

路由器使用这种模型算出最短路径用来发送一个特定的信息包到它的目标。每一个路由器被设定有一张路由表。其中每一项都至少要包含下列信息：

- 目标——IPv4 目标地址或 IPv6 目标的前缀。
- 尺度——表示从一个路由器到指定的目标传送一个数据报的全部成本的尺度。这个尺度是与被穿过到达目标的网络相联系的成本的和。

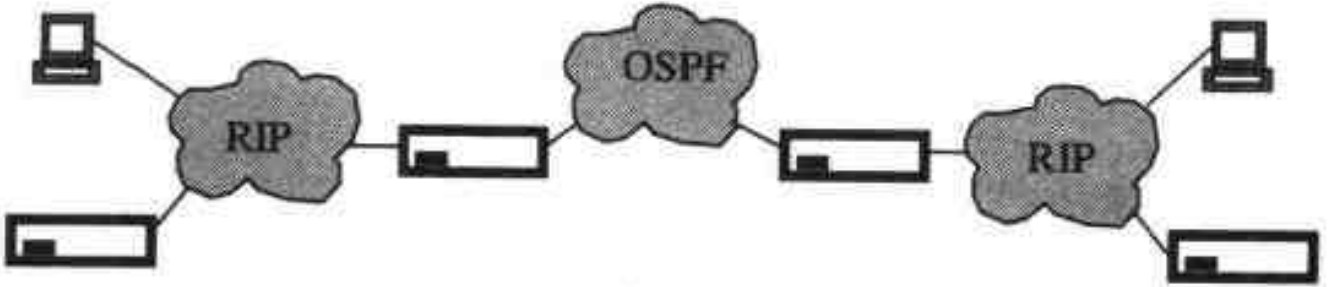


图 7.4　RIP 网络

中可能会有问题。例如在 ATM、SMDS 或帧中继网络中。被要求用来在路由器之间维护这种直接同级类型的连接数目可能是非常大的，因此是不切实际的。

IDRP/BGP 路径服务器

为了解决维护一个大数目直接同级连接的问题，D. Haskin 在 RFC1863 中提出了 IDRP/BGP 路径服务器的使用。这种类型的服务器可以被用来中继客户服务器之间的外部路由器。服务器中继这些外部路由器和它们所有的属性。

一台客户服务器只有与被指定的路径服务器一起才维护 IDRP/BGP 话路。路由器服务器将传送所有从一个客户路由器到其他客户路由器被接收的路径。客户路由器将接收相同的信息就好像它们正在加入到所有相邻的路由器中。这种类型的安排被称为虚拟同级。它允许客户服务器根据它们自己的本地的策略在那些外部路径上独立地使用它们自己的准则。

路由表

路由器定期地发送路由选择更新报文到相邻路由器。当被那个特定的路由器察觉时就传送网络状态。路由器记录路由表中的这些数据，然后用来决定通过网络传送报文的最佳传输路径。

路由表由管理员直接设置建立，或者是通过定期的路由器更新报文的广播动态地建立。象 RIP、OSPE 以及 Cisco 的 IGRP 这些协议从所有的路由器以定期的间隔发送。这意味着所有的路由器都明白怎样到达其他所有的网络。

在一些路由选择协议中的路由器共享它们的路由表，并利用跃距作为一种尺度来决定最大路径界限。在 IPv6 实施中，每一个网络都需要有一个目标地址前缀和相应的前缀长度。通常网络管理员设定跃距长度以及目标地址前缀和长度。路由器相互通知它们的出现。

例如，一个 RIP 网络中的每一个路由器以设定的 30 秒的间隔广播它的路由表给其他所有的路由器。这样产生相当多的通信量。当一个路由器收到一个邻居的 RIP 表时，它使用这条被提供的信息更新它自己的路由表，然后把这张更新了的表发送给它的邻居。这个过程被重复直到所有的路由器都有一张一致的网络布局图。每一个路由器都以一个网络模型结束。一旦这个模型产生，网络就完成了传送。如图 7.4 所示。

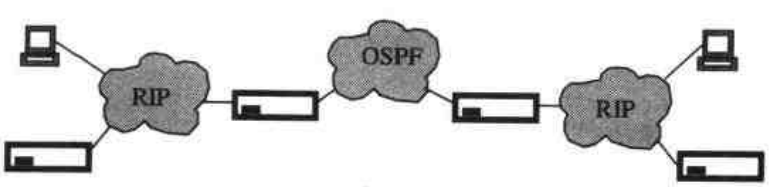


图 7.4　RIP 网络

路由器使用这种模型算出最短路径用来发送一个特定的信息包到它的目标。每一个路由器被设定有一张路由表。其中每一项都至少要包含下列信息：

- 目标——IPv4 目标地址或 IPv6 目标的前缀。
- 尺度——表示从一个路由器到指定的目标传送一个数据报的全部成本的尺度。这个尺度是与被穿过到达目标的网络相联系的成本的和。

- 下一个路由器地址——通向目标的路径上的下一个路由器或跃距的地址。
- 定时器——与路由器相联系的各种定时器，例如被用来表示完整路由表发送到一个相邻路由器的定时器。

一个直接连接的网络的尺度（通常为 1）被设定为网络的成本。某些情况下，依靠路由选择协议的实施，网络管理员可以给超出路由选择系统范围的网络输入静态路径。

一般说来，一个路由选择协议只维护最好的通向目标地址的路径。当新的信息提供一条更好的路径时，它就替换老的路径信息。当执行一个路由选择协议时，为了接收完整的路由选择信息，AS 中的每一个路由器在协议中需要一致。一些 AS 使用多个内部路由选择协议，在这种情况中，必须至少有一个路由器可以提供协议之间的路由选择信息。

路由选择协议尺度

尺度是一种路由选择协议用来帮助一个系统决定最佳路径的单位。尺度可以基于跃距次数，路由选择延迟或者系统管理员根据使用的路由选择协议的类型设定的一个任意的值。路由选择尺度可以影响分配给内部优先权的值。

表 7.3 显示了一些路由选择协议尺度的可能的值的范围和被每个协议用来到达目标的值。如果一个尺度等于表 7.3 中的不可到达栏中显示的值，这个路由器就不能使用指定的路由选择协议沿路径传送信息包到目标节点。

表 7.3　协议尺度

协　　议	尺度表现	尺度范围	不能达到的
RIP	距离（跃距数）	0-15	16
Hello	延迟（毫秒）	29992	30000
OSPF	路径成本	无大小	删除
ISIS	路径成本	0-254	删除
EGP	距离（未使用的）	0-65535	255
BGP	不特定的	0-65534	65535

7.1　多路广播路由选择

沿路径传输多路广播通信量比沿路径传送单路广播通信量更复杂。单个的主机使用 IGMP 让它们的子网路由器知道它们正加入一个多路广播话路。路由器发送数据的一个单独拷贝到每个接收者子网是一种带宽的无效使用，因为许多数据流将沿着相同路径遍及差不多整个网络。

一个多路广播地址沿一个特定的话路，而不是一个指定的实际的目标。源不需要知道所有的有关的地址。

一个多路广播话路上的接收者的数量可以相当大。网络路由器必须能够转换多路广

播地址到主机地址中。在多路广播路由选择中，路由器相互作用交换相邻路由器的信息。分组管理协议选择一个单独的路由器作为每一个实际网络上的指定路由器（DR）。DR 通常是离根最近的路由器（见图 7.5），选择一个 DR 可以避免工作的重复。

通过使用多路广播路由选择协议，一个有多路广播能力的路由器使用像在 IGMP 通信中一样的组成员信息动态地建立多点路径树。这些多点路径树描绘了从发送者到所有接收者的路径。为了支持多路广播，一个路由器至少要支持一种多路广播路由选择协议。

在 Vicki Johnson 和 Marjory Johnson 为 IP 多路广播主动性（IPMI）写的《介绍 IP 多路广播路由选择：IP 多路广播路由选择协议的技术概述以及它们的特点》中，有许多可以利用的有关工程师感兴趣的对一个机构、产品或服务的评估或实施 IP 多路广播以及需要知道的用来区别路由选择协议的特点的信息。这些信息库位于：
http://www.ipmulticast.com/community/whitepapers/introrouting.html

7.2　多路广播路由选择的挑选

网络层为了支持多路广播通信，需要提供：

- IPv4 的 D 类地址和 IPv6 的惟一的多路广播地址。另外，网络层提供结构变换多路广播地址到数据链接层的多路广播地址结构上去。值 FF（11111111）标识作为多路广播地址的 IPv6 地址。图 7.6 显示 IPv6 和 IPv4 多路广播地址格式。
- 一个动态的结构用于一台计算机在网络中注册作为一个特定的组的成员。这样就让网络路由器知道哪些网络需要接收给每一个组的通信量。RFC1112 和 RFC2236 分别定义了 IGMP 的版本 1 和版本 2，指定主机应该怎样通知网络它是一个特定多路广播组的一个成员。
- 一个多路广播路由选择结构让网络为一个源建立信息包分布树发送信息包到组成员。这些树的一个主要目的是确保每个信息包在一个指定的网络上只出现一次。

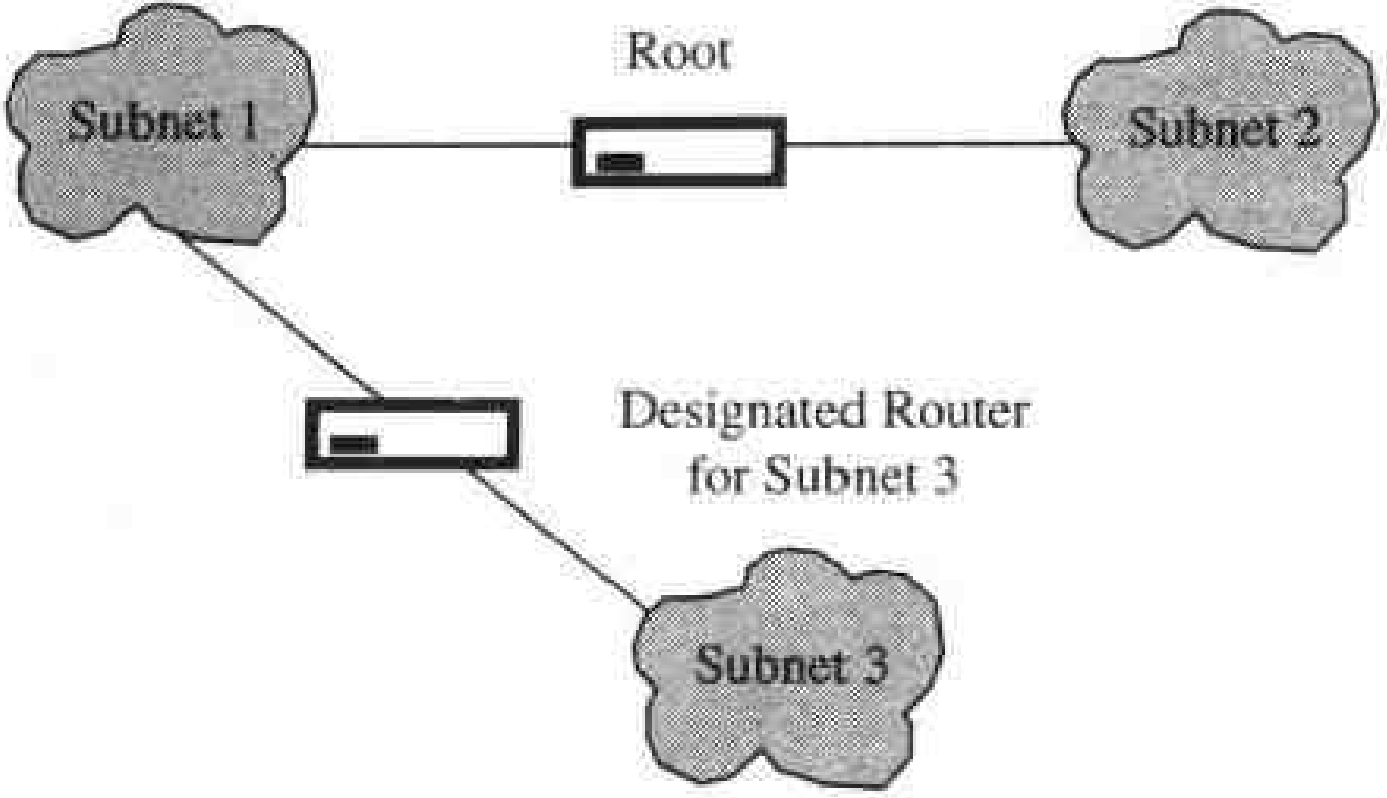

Root
Subnet 1
Subnet 2
Designated Router
for Subnet 3
Subnet 3

图 7.5　选择一个 DR

播地址到主机地址中。在多路广播路由选择中，路由器相互作用交换相邻路由器的信息。分组管理协议选择一个单独的路由器作为每一个实际网络上的指定路由器（DR）。DR 通常是离根最近的路由器（见图 7.5），选择一个 DR 可以避免工作的重复。

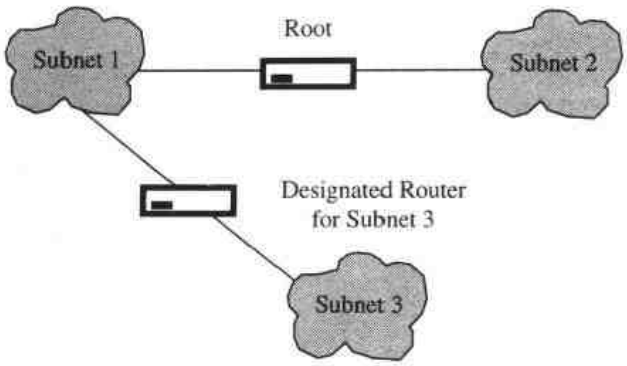


图 7.5　选择一个 DR

通过使用多路广播路由选择协议，一个有多路广播能力的路由器使用像在 IGMP 通信中一样的组成员信息动态地建立多点路径树。这些多点路径树描绘了从发送者到所有接收者的路径。为了支持多路广播，一个路由器至少要支持一种多路广播路由选择协议。

在 Vicki Johnson 和 Marjory Johnson 为 IP 多路广播主动性（IPMI）写的《介绍 IP 多路广播路由选择：IP 多路广播路由选择协议的技术概述以及它们的特点》中，有许多可以利用的有关工程师感兴趣的对一个机构、产品或服务的评估或实施 IP 多路广播以及需要知道的用来区别路由选择协议的特点的信息。这些信息库位于：
http://www.ipmulticast.com/community/whitepapers/introrouting.html

7.2　多路广播路由选择的挑选

网络层为了支持多路广播通信，需要提供：

- IPv4 的 D 类地址和 IPv6 的惟一的多路广播地址。另外，网络层提供结构变换多路广播地址到数据链接层的多路广播地址结构上去。值 FF（11111111）标识作为多路广播地址的 IPv6 地址。图 7.6 显示 IPv6 和 IPv4 多路广播地址格式。
- 一个动态的结构用于一台计算机在网络中注册作为一个特定的组的成员。这样就让网络路由器知道哪些网络需要接收给每一个组的通信量。RFC1112 和 RFC2236 分别定义了 IGMP 的版本 1 和版本 2，指定主机应该怎样通知网络它是一个特定多路广播组的一个成员。
- 一个多路广播路由选择结构让网络为一个源建立信息包分布树发送信息包到组成员。这些树的一个主要目的是确保每个信息包在一个指定的网络上只出现一次。

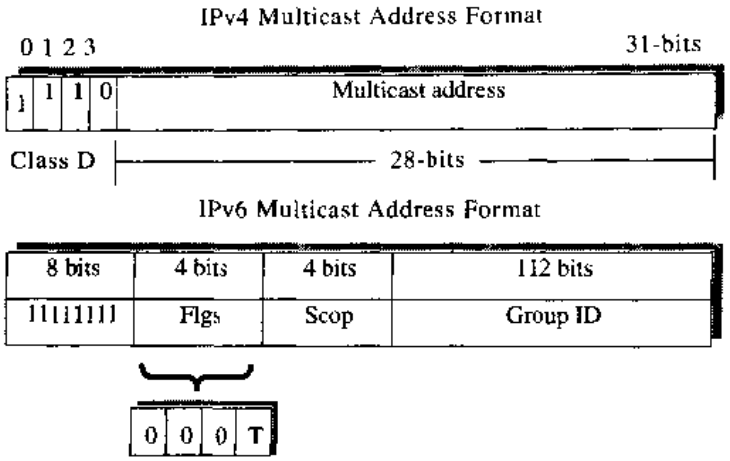


图 7.6　IPv6 和 IPv4 多路广播地址格式

路由选择标准

IETF 已经开发了几个关于沿路径传送 IP 多路广播通信量的标准：

- RFC1075 定义了距离向量多路广播路由选择协议（DVMRP）。
- RFC1584 定义了多路广播开放式最短路径优先（MOSPF）协议，一个允许支持 IP 多路广播的 OSPF 的扩充。
- RFC2117 定义了协议独立多路广播——稀疏模式(PIM-SM)协议，由 Cisco Systems 最初设想的描述 PIM 的两种协议的一种。
- 协议独立多路广播——密集模式(PIM-DM)协议目前还是一个 Internet 标准的初稿。

IP 多路广播路由选择的基本方法

IP 多路广播协议通过一个连接组内所有主机的生成树传输 IP 多路广播通信量给一个源-目标组。多路广播生成树的建造方法在 IP 多路广播路由选择协议中间变化。一旦有多路广播能力的路由器建造了一个树，协议会把全部多路广播通信量分配到它上面。

IP 多路广播路由选择协议一般都跟随两种基本方法中的一种：密集模式和稀疏模式。

多路广播路由选择的密集模式方法

密集模式设定多路广播组成员在网络中密集地分布。同时有许多至少包含一个组成员的子网。密集模式还有一个特征，就是有充足的带宽。密集模式路由选择协议包括 DVMRP、MOSPF 和 PIM-DM。

密集模式多路广播路由选择协议依靠一种“溢流”技术传送信息到所有网络路由器。

多路广播路由选择的稀疏模式方法

稀疏模式设定多路广播组成员在网络中稀疏地分布，并且未必可得到宽的带宽。在稀疏模式中用户可以被分散通过 Internet 的几个区域或者用户可以通过 ISDN 线连接。

因为用户被广泛地分散，溢流将多余地浪费带宽，可能导致一系列性能问题。稀疏模式路由选择协议包括：核心基准树（CBT）和 PIM-SM。

注意，稀疏模式并不是意味着组只有少数几个成员，而只是它们被广泛地分散。

7.3　多路广播算法

多路广播路由选择协议建造多路广播数据报传递树并向前传送多路广播数据报通过那些树。不同的协议可能使用不同的算法来建造它们的传递树，所有的 IP 多路广播路由选择算法和协议都迅速地发展。下面的部分简要地描述了一些算法和协议，正如在这一章前面所叙述：

- 密集模式多路广播路由选择协议依靠一种溢流来传送信息到所有的网络路由器
- 稀疏模式多路广播路由选择协议依靠选择技术来建立和维护多路广播树

溢流

这是最简单的向前传送算法，实施一个溢流（flooding）算法传递多路广播数据报到一个 Internet 中的所有路由器的一种最容易的方法。这里是说明怎样发生一个溢流算法（见图 7.7）：

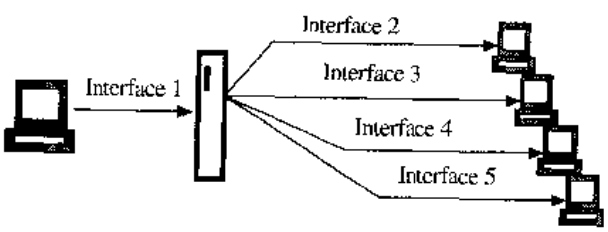


图 7.7　一个溢流算法

(1) 一个路由器接收一个被编址到一个多路广播组的数据报。

(2) 路由器使用一种协议结构并决定着是否是第一次见到这个特定的数据报：

- 如果这是第一次见到这个数据报，路由器传送这个数据报到所有的接口上，除非它已经到达了接口上。这样就保证多路广播数据报到达所有的路由器。
- 如果路由器在此之前已经见过这个数据报，它就抛弃这个数据报。

当一个协议使用一种溢流算法时，路由器只需要保持最近看见的数据报的线索。使用一种溢流算法，路由器不用维护路由表。不过，使用一种溢流算法有一些缺点：

- 溢流不能很好地按比例用于 Internet。
- 算法不能用于广域网，因为它产生大量的复制的信息包。
- 溢流使用所有可以利用的路径通过互连网而不只有一个有限的数目。所有网络中的所有路径上的通信量很容易导致拥挤。
- 溢流无效地使用路由器内存，因为每一个路由器都要保持一张有关每一个最近看到的信息包的表目。

分布树

树结构是一种普遍的和有效的多路广播路由选择解法。的确，分布树路由选择已经成为在 IETF802 局域网上数据链接层中的标准的路由选择协议。一个分布树定义了一种树结构，在其中一条单独的路径连接在 Internet 或内部网上的任意两个路由器。使用一个分布树算法可以在网络布局中消除环。

网络布局中的环

当数据报可以跟随一条以上的路径从一点到同一个网络上的另一点时，环（loop）就产生了。如果在一个扩大的网络中有一个环，桥和路由器就可能不确定地传输通信量，这可以导致通信量增加和网络性能的退化。

图 7.8 显示了包含一个环的网络的例子。这里有两个传送设备，不是一个，来连接局域网 A 和 B。在这个例子中，站 B 可以通过传送设备 1 或传送设备 2 到达站 A。

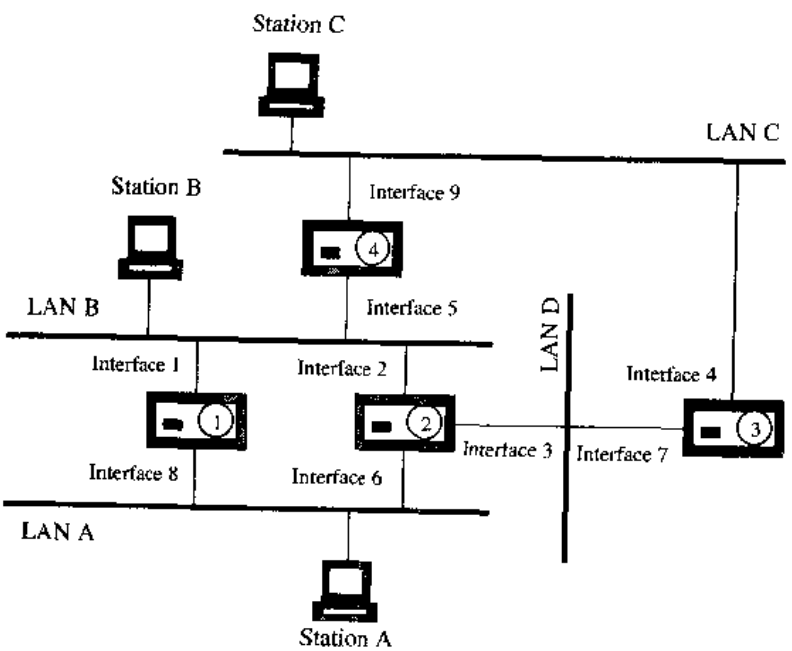


图 7.8　包含一个环的网络的例子

实施一种分布树算法

实施一种分布树算法使它能产生超出任何传送设备范围的逻辑树布局，可以解决形成环的问题。分布树的结果是在一个扩大的网络上任意两个端站之间的一条单独路径。

形成一个分布树的步骤包括：

1. 选择一个根传送设备——每一个传送设备都从设定为根开始，并且告诉其他每一个与它相连接的设备它是根。一般说来，有最低优先权限的设备成为根。如果值相等，有最低 MAC 地址的设备成为根。
2. 决定路径成本——如果一个传送设备接到另一个更好的桥的消息，它就停止告

诉其他每一个设备它是根，而开始告诉其他每个设备这个更好的设备是根。

3. 选择一个根端口并在每个局域网上推举一个指定传送设备——最后，每一个设备都同意这个是最好的传送设备，那么这个设备就成为根。一个设备的根端口提供最低成本路径到根传送设备。万一路径成本相等，有最低接口优先权的端口接口成为根端口。如果接口到根的路径也相等，那么有最低优先权值的设备上的端口就成为根端口。
4. 给每个子网选择一个指定端口（路由器）——通常分布树算法选择连接指定传送设备到局域网的端口为指定端口。实际上就是最靠近根的子网上的设备。对于从网络上任何给定的点到根只有一条路径的端口，每一个传送设备都使它不活动，这样所有的环现在就被消除了。

分布树算法消除所有多余的端口。图 7.9 显示了一个分布树算法的结果。它提供一个无环布局，在任意两个主机之间只有一条单独的路径。

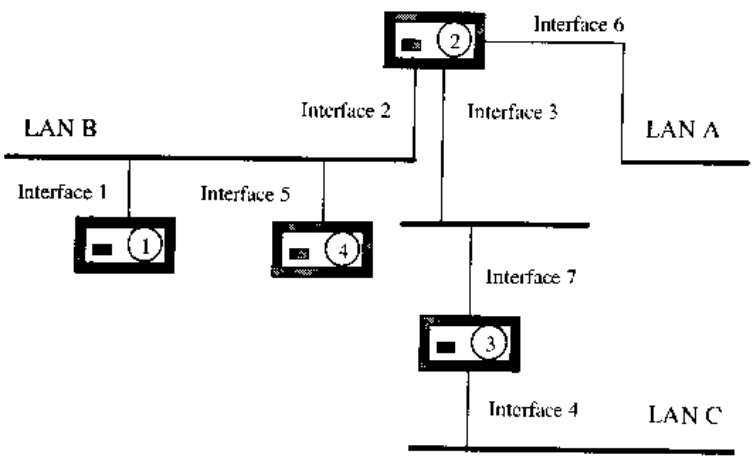


图 7.9　一个分布树算法的结果

一旦分布树存在，一个多路广播路由器就可以传送多路广播数据报到所有在分布树上的接口，除了数据已经到达的接口。

Chuck Semeria 和 Tom Maufer 在《介绍 IP 多路广播路由选择》中说，“自从在 Internet 界有大量关于分布树协议的试验以来，分布树解法就是强有力的，而且相当容易实施。不过，分布树解法能把通信量集中在少数链接上，也许不能提供源子网和组成员之间有效的路径。”

Optimized Engineering Corporation 已经把对于网络专业人员在技术问题上的随笔和论文收集在一起，称为《The Optimized Engineering Technical Compendium》。位于：http://www.optimized.com/tech_cmp/index. html。这一系列文章可以被用作参考工具，以及作为一个思路给专业人员增强他们的普通网络技术知识。

约束斯坦纳树

多路广播数据报沿着树的分支并行地被传输到路由器。数据的复制只在树中的分叉处产生。最少平均路径延迟和多路广播树的成本使这个树达到最佳。

平均路径延迟是从源到多路广播组中的每个目标的平均最小路径延迟。

一个约束斯坦纳树（CST）是一个限制延迟的最小成本树。有一些事情发生在 CST 结构中，首先假设源有需要建造这个树的所有信息。然后，协议：

- 决定从源到每一个目标组成员的约束的最便宜的路径。
  ——每一条路径最小化平均延迟路径
  ——每一条路径有一个少于延迟限定约束的延迟
- CST 算法建造约束的分布树，在任意两个 Internet 子网上的路由器之间只有一条活动路径。

当一个多路广播数据报进入一个多路广播路由器时，路由器传递这个数据报到所有作为分布树部分的接口，除了信息包已经到达的接口。这个方法确保没有数据报回来，并且数据报到达树上的所有路由器。

反转路径广播

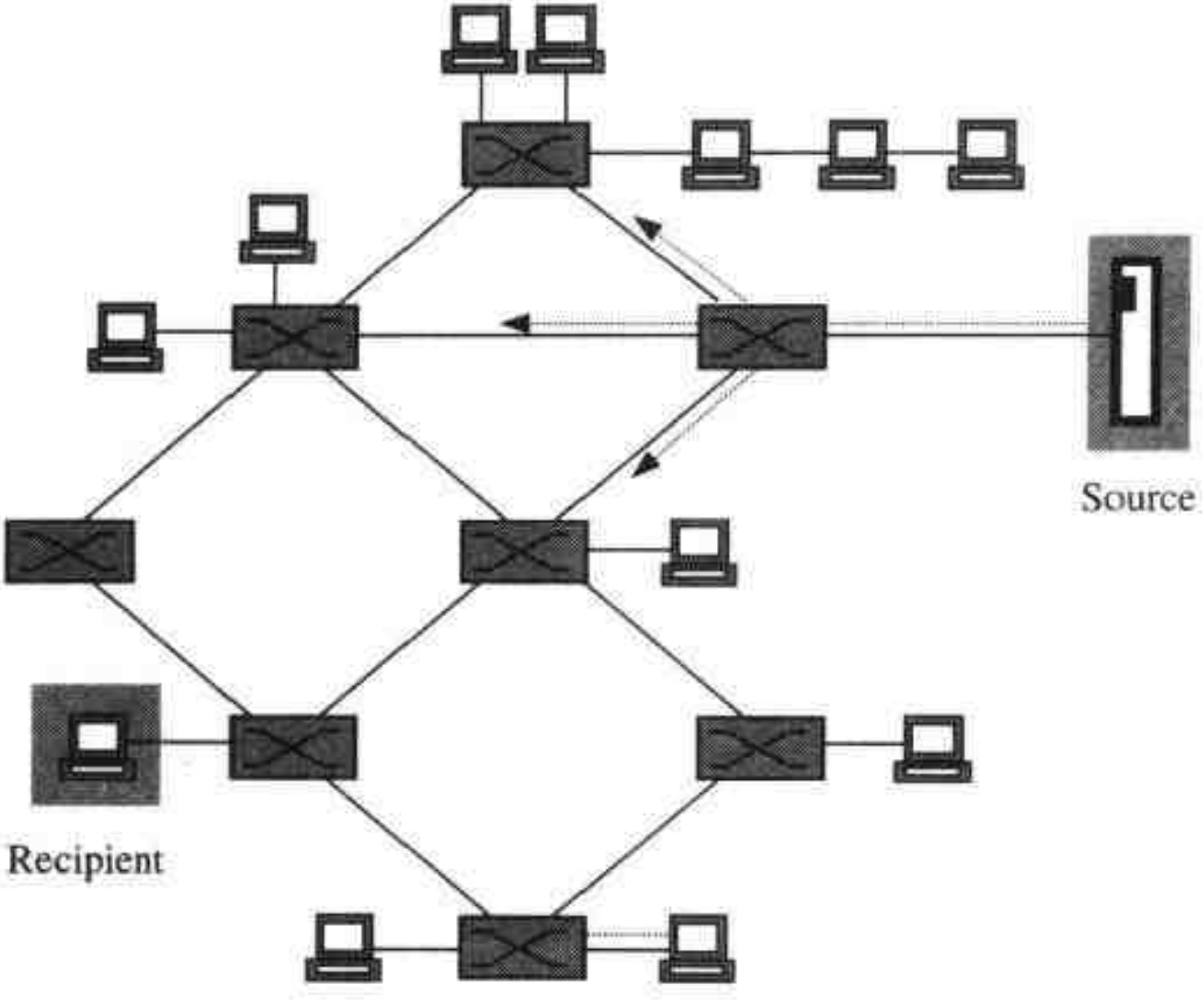
这个算法为子网上的每一个可能的源都建立一个指定组分布树。建立一个指定组分布树可以提供一条源子网和组成员之间的有效的路径。这种分布树是固定的从直接连接的子网到源。这意味着对于每一个活动的源组对都有一个分布树。路由器使用反转路径广播（RPB）算法建造这些源-根树（见图 7.10）。

图 7.10　路由器使用反转路径广播（RPB）算法建造源-根树

RGB 给每个活动的源组对建造了一个不同的分布树。它相当有效并且很容易实施。

RPB 的运作

当一个源发送它的第一个多路广播信息包到组时，路由器创建一个源-根树。对于


Source
Recipient

平均路径延迟是从源到多路广播组中的每个目标的平均最小路径延迟。

一个约束斯坦纳树（CST）是一个限制延迟的最小成本树。有一些事情发生在 CST 结构中，首先假设源有需要建造这个树的所有信息。然后，协议：

- 决定从源到每一个目标组成员的约束的最便宜的路径。
  ——每一条路径最小化平均延迟路径
  ——每一条路径有一个少于延迟限定约束的延迟
- CST 算法建造约束的分布树，在任意两个 Internet 子网上的路由器之间只有一条活动路径。

当一个多路广播数据报进入一个多路广播路由器时，路由器传递这个数据报到所有作为分布树部分的接口，除了信息包已经到达的接口。这个方法确保没有数据报回来，并且数据报到达树上的所有路由器。

反转路径广播

这个算法为子网上的每一个可能的源都建立一个指定组分布树。建立一个指定组分布树可以提供一条源子网和组成员之间的有效的路径。这种分布树是固定的从直接连接的子网到源。这意味着对于每一个活动的源组对都有一个分布树。路由器使用反转路径广播（RPB）算法建造这些源-根树（见图 7.10）。

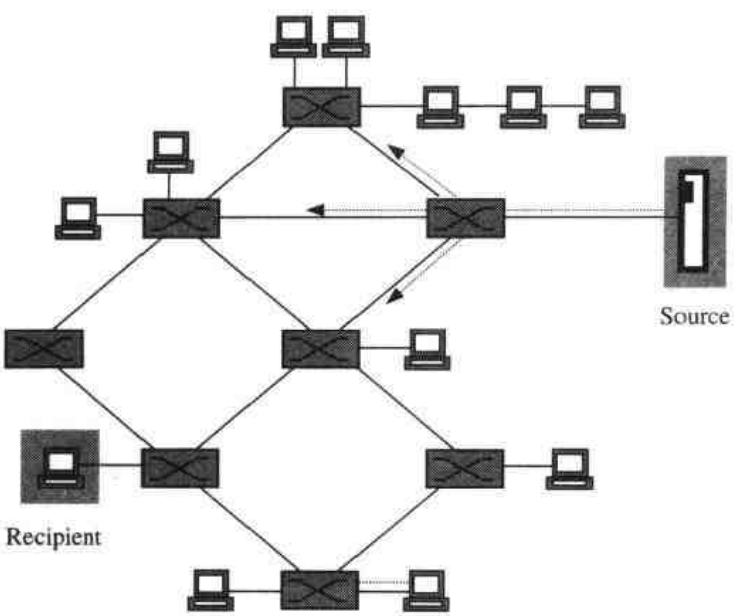


图 7.10　路由器使用反转路径广播（RPB）算法建造源-根树

RGB 给每个活动的源组对建造了一个不同的分布树。它相当有效并且很容易实施。

RPB 的运作

当一个源发送它的第一个多路广播信息包到组时，路由器创建一个源-根树。对于

每一个源组对，如果数据报通过源（父链接）的最短路径到达，路由器就传送多路广播数据报到所有输出的接口上。否则，路由器就抛弃这个数据报。路由器通过被称为子链接的输出链接（见图 7.11）传送多路广播数据报。

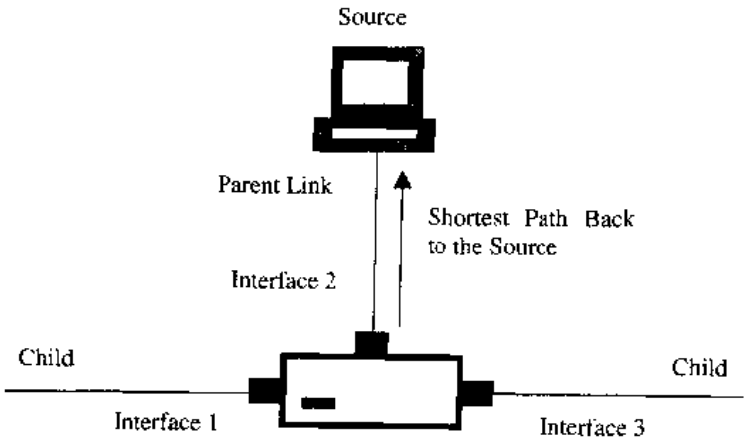


图 7.11　路由器通过被称为子链接的输出链接传送多路广播数据报

一个链接状态路由选择协议使用它的布局数据库决定在一个可能的子链接上的一个相邻的路由器是否认为这个本地路由器是在它的返回源的最短路径上。

一个距离向量路由选择协议可以使用一个邻居的先前被设定的给源组对的跃距或者破坏反转这条路径来决定一个下推的相邻的路由器是否认为这个本地路由器是在它的返回源的最短路径上。

RPB 例子

为了减少复制信息包，我们用一个这种算法的增强版本。在我们的样本 RPB 实施中，源连接路由器 A，如图 7.12 所示。在这种情况中，路由器 B：

- 从路由器 A 接收一个信息包并认为链接 1 是源组对的父链接。
- 传送数据报到链接 4、链接 5 上以及其他任何本地的有组成员的端节点子网。
- 从路由选择报文交换知道路由器 C 把链接 2 认作是源组对的父链接，并且不传送数据报到链接 3 上。
- 路由器 C 将放弃来自链接 3 的数据报，因为它将到达一个源组对的非父链接上。

当 RPB 算法建立了分布书给源组对时，它不考虑多路广播组成员。这意味着一个没有组成员的子网可能多余地接收数据报。

这个增强算法与一个链接状态协议一起很好地工作。因为每个路由器保持全部路由选择域上的信息。

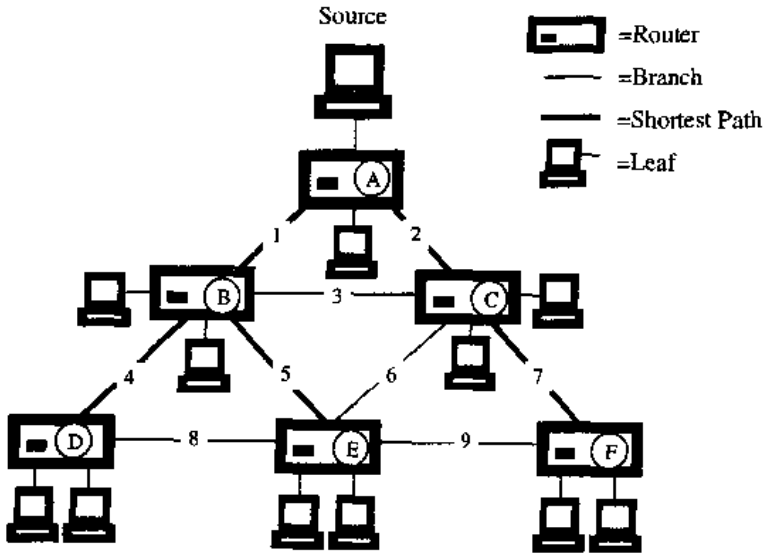


图 7.12　在样本 RPB 实施中，源连接路由器 A

截断反转路径广播

这种算法提高了 RPB 的限制：当建立 RPB 的源组分布树时，RPB 不包括组成员。这意味着多路广播数据报可以被传送到没有特定组的成员的子网。

截断反转路径广播（TRPB）算法使用 IGMP 测定每一个端节点子网上的组成员。一旦组成员被知道，TRPB 就避免传送数据报到一个没有目标组的成员的端节点子网上。如果一个端节点子网没有组成员，路由器就截断分布传递树。这个包括接口的不在最短路径树中的过程被称为“修剪”。

如果通过接口传送数据报到网络上去是合理的，使用 TRPB 的路由器就被称为网络之父。只有父路由器从源到目标传送多路广播信息包。

标识一个端节点网络

在 TRPB 中没有更远的下推路由器的网络边缘路由器被称为端节点路由器。RFC1075 详细地叙述了一个多路广播路由选择协议怎样可以测定一个网络是否是一个端节点网络/路由器可以测定任意组成员是否位于同一个网络上，这是因为组成员阶段性地通过发送 IGMP 组成员报文到其他本地路由器来通告那个实情。

一旦协议测定了一个端节点网络有或者没有组成员，它们就向最短路径树的上方传送这条信息：

- 路由器增加发送到它的邻组的对，说明端节点网有兴趣接收多路广播数据报的组。
- 协议传送这条信息从路由器到路由器，以致对于它的每一个链接，有一个给定的路由器知道它应该传递多路广播数据报给哪些组。

TRPB 的例子

在我们的样本 TRPB 实施中，源通过父链接连接到路由器，如图 7.13 所示。多路广

播组 1（G1）、2（G2）和 3（G3）的成员与从路由器下推的传送设备相联系。

Source

图 7.13　TRPB 的例子

当路由器从源 G1 对接收一个多层广播数推报时，路由器：

- 传送数据报到接口 2 上，因为这个接口至少有一个组 1 的成员
- 传送数推推到接口 3 上，这时而且也只有在这个时候，一个下推路由器以为接口 3 是源，G1 对的父链接的部分
- 不传递数据报到接口 4 上，这个接口没有目标组中的成员。

当建立分布树的分支时，TRPB 将除去在端节点网络上的不必要的通信量，但不考虑组成员。

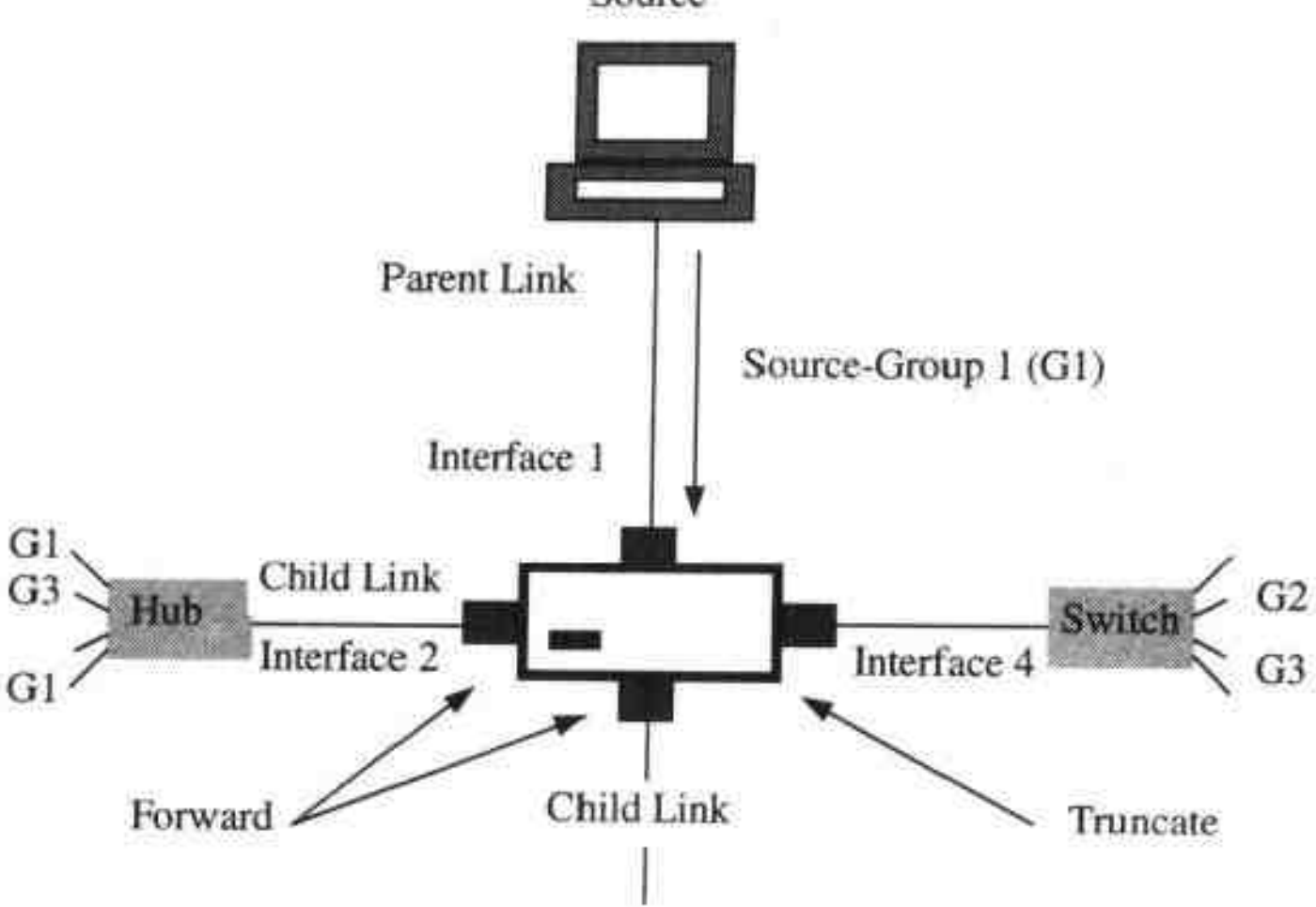
反转路径多路广播

反转路径多路广播（RPM）是一种增强的 RPB 和 TRPB 的算法，它也特别是一种多路广播技术。在这种技术中，如果接收接口是被用来传送单路广播数据报到多路广播数据推的源，路由器就传送一个多路广播数据报到接收接口中。

换句话说，RPM 创建了一个只覆盖有组成员的子网的传递树。路由器和子网沿着最短路径到有组成员的子网。RPM 修剪源-根分布树以便路由选择协议只沿着通向目标组成员的分支传送数据报。

RPM 的运作

一个多路广播路由器使用 TRPB 算法传送第一个它接收到的源组对的数据报到互连网中的所有路由器。TRPB 算法确保每一个端节点路由器接收第一个多路广播数据报（见图 7.14）。


Source
Parent Link
Source-Group 1 (G1)
Interface 1
G1
G3
G1
Hub
Child Link
Interface 2
Switch
G2
G3
Interface 4
Forward
Child Link
Truncate

播组 1（G1）、2（G2）和 3（G3）的成员与从路由器下推的传送设备相联系。

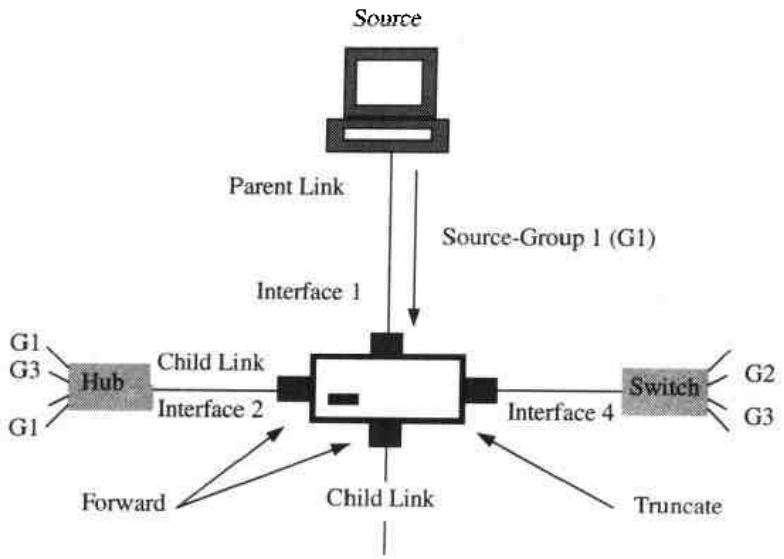


图 7.13　TRPB 的例子

当路由器从源 G1 对接收一个多层广播数推报时，路由器：

- 传送数据报到接口 2 上，因为这个接口至少有一个组 1 的成员
- 传送数推推到接口 3 上，这时而且也只有在这个时候，一个下推路由器以为接口 3 是源，G1 对的父链接的部分
- 不传递数据报到接口 4 上，这个接口没有目标组中的成员。

当建立分布树的分支时，TRPB 将除去在端节点网络上的不必要的通信量，但不考虑组成员。

反转路径多路广播

反转路径多路广播（RPM）是一种增强的 RPB 和 TRPB 的算法，它也特别是一种多路广播技术。在这种技术中，如果接收接口是被用来传送单路广播数据报到多路广播数据推的源，路由器就传送一个多路广播数据报到接收接口中。

换句话说，RPM 创建了一个只覆盖有组成员的子网的传递树。路由器和子网沿着最短路径到有组成员的子网。RPM 修剪源-根分布树以便路由选择协议只沿着通向目标组成员的分支传送数据报。

RPM 的运作

一个多路广播路由器使用 TRPB 算法传送第一个它接收到的源组对的数据报到互连网中的所有路由器。TRPB 算法确保每一个端节点路由器接收第一个多路广播数据报（见图 7.14）。

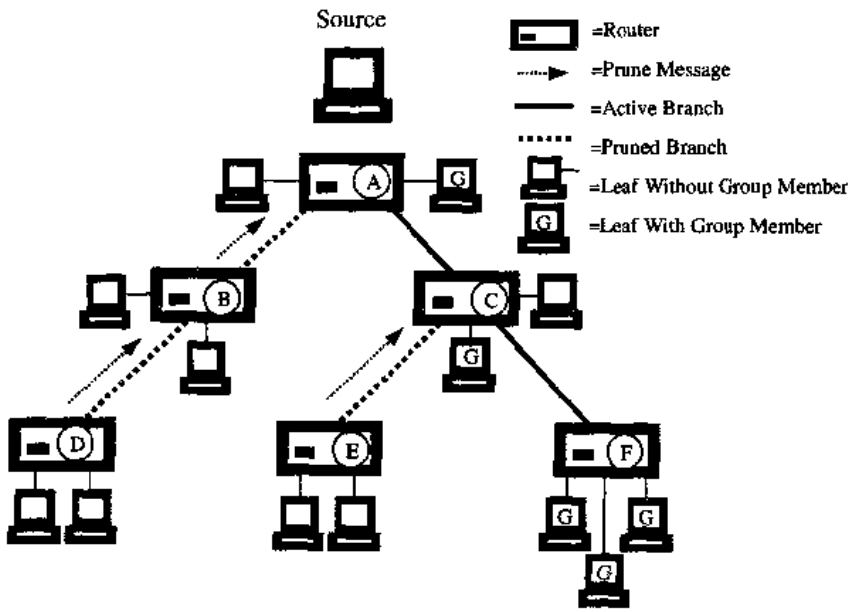


图 7.14　RPM 的运作

一个接收了一个修剪报文的上流路由器存储这条报文。如果上流路由器接收它的所有子链接上的修剪报文，那么处理过程就在树上一直重复。这个处理过程产生一个只到活动的组成员的分支的多路广播树（见表 7.4）。

表 7.4　处理过程

如果　端节点路由器	那么　端节点路由器
在它的任意子网上都有一个组成员	使用有关于组成员信息的 IGMP 信息，基于这条信息来传送数据报
在它的任何子网上都没有组成员	使用一条修剪报文通知上流的路由器不再传送数据报给上流路由器接收修剪报文的这个接口上的源组对

协议不时更新多路广播树。当它更新时，每一个路由器从内存中清除所有的修剪报文，路由器传送下一个它接收的多路广播数据报到它的所有子链接。这就重新开始定义多路广播树的过程。

RPM 限制

正如前面提到的一样，动态的组成员的性质意思是树需要定期地更新。这也意味着多路广播数据报必须被定期地传送到互连网中的每一个路由器。这就提出了关于 Internet 范围的传递服务的换算问题。另外，每一个路由器还必须保持关于组和源的状态信息。对于小数量的组和源，这可能还不是一个问题，但是如果在多路广播互连网中源和组的数量扩充了，就可能出现重大的影响。

最短路径树

作为一个非强制的多路广播路由选择算法的例子，最短路径树（SPT）算法建造一个分布树从源到所有的目标组成员。它最小化指定的成本而不用考虑 QoS 要求。例如，它可以最小化端对端延迟或者跃距的数量。SPT 使用一个算法例如 Dijkstra 的最短路径算法或 Bellman-Ford 算法最小化成本属性。

核心基准树

核心基准树（CBT）算法建立一个被所有组的发送者和接收者共享的传递树，而不是建立一个单独的给每一个源组对的树。在一个 CBT 实施中，路由器发送多路广播通信量通过同一个传递树，而不考虑源。

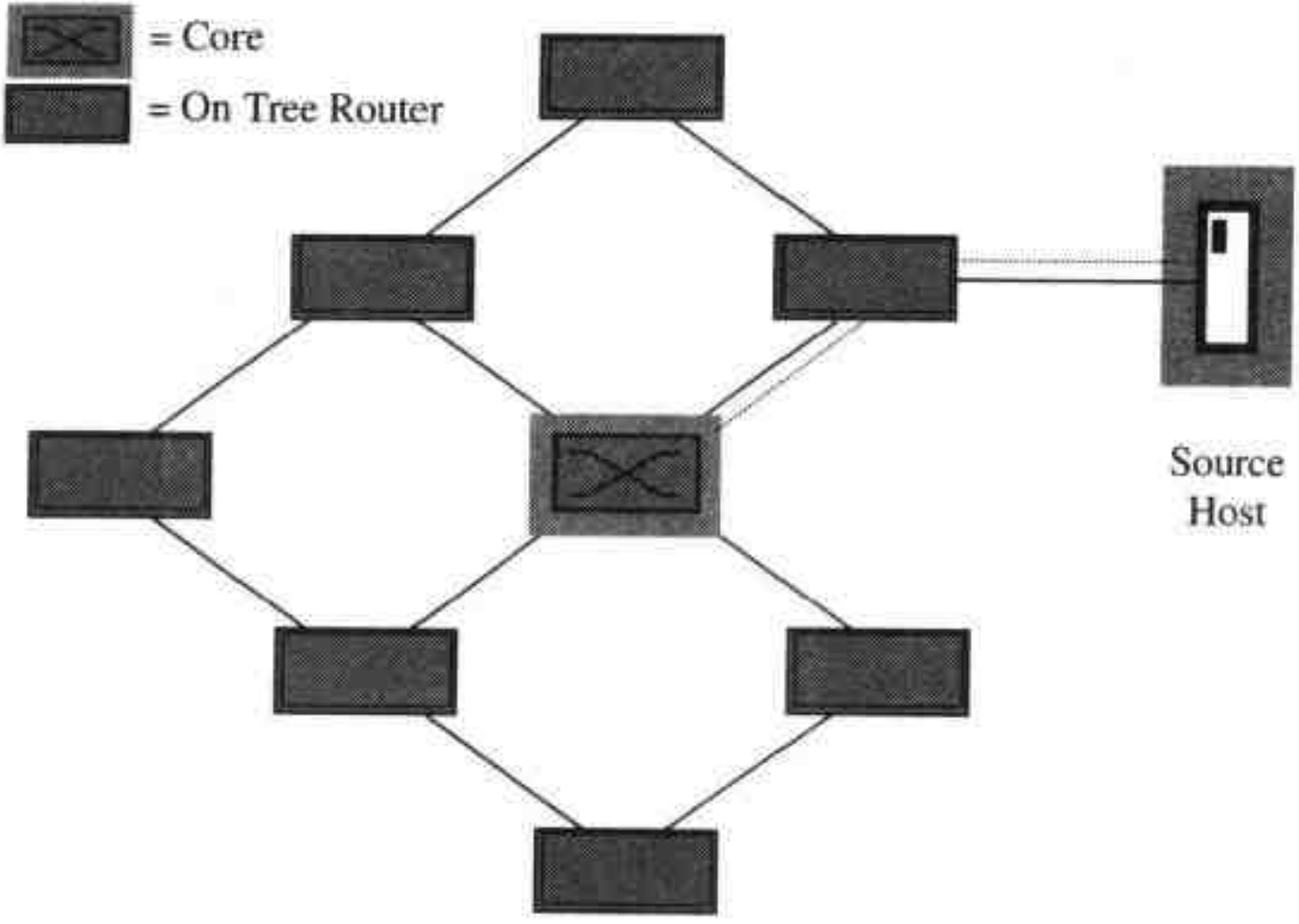
> CBT 是一个相当新的基础结构，A. Ballardie 在 1997 年 9 月的 RFC2201《核心基准树（CBT）多路广播路由选择基础结构》中有介绍。它正通过 IETF 的 IDMR 工作组进行改进。

共享树方法主要的好处是它实际地提供了比其他多路广播算法更有用处的换算特性。图 7.15 表示了一个核心基准树。另一方面，由于通信量来自所有的源，以及在它靠近核心时都通过同一链接，因此 CBT 将导致通信量的集中及核心路由器附近的瓶颈。

图 7.15　一个核心基准树

RFC2189，也是 Ballardie 所作，描述了 CBT 协议是一种网络层多路广播路由选择协议。协议被指定来建立和维护一个共享的多路广播分布树，它仅仅覆盖那些通向感兴趣的接收者的网络和链接。通过子网上的主机的多路广播的发送和接收符合传统的 IP 多路广播服务模型。

根据组的大小，一个 CBT 树可以是一个单独的核心，也可以是一个多核心树。在


= Core
= On Tree Router
Source
Host

最短路径树

作为一个非强制的多路广播路由选择算法的例子，最短路径树（SPT）算法建造一个分布树从源到所有的目标组成员。它最小化指定的成本而不用考虑 QoS 要求。例如，它可以最小化端对端延迟或者跃距的数量。SPT 使用一个算法例如 Dijkstra 的最短路径算法或 Bellman-Ford 算法最小化成本属性。

核心基准树

核心基准树（CBT）算法建立一个被所有组的发送者和接收者共享的传递树，而不是建立一个单独的给每一个源组对的树。在一个 CBT 实施中，路由器发送多路广播通信量通过同一个传递树，而不考虑源。

CBT 是一个相当新的基础结构，A. Ballardie 在 1997 年 9 月的 RFC2201《核心基准树（CBT）多路广播路由选择基础结构》中有介绍。它正通过 IETF 的 IDMR 工作组进行改进。

共享树方法主要的好处是它实际地提供了比其他多路广播算法更有用处的换算特性。图 7.15 表示了一个核心基准树。另一方面，由于通信量来自所有的源，以及在它靠近核心时都通过同一链接，因此 CBT 将导致通信量的集中及核心路由器附近的瓶颈。

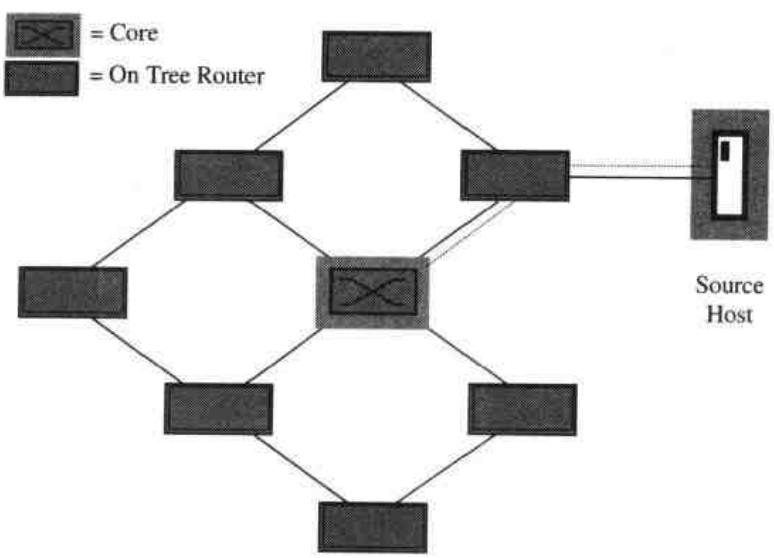


图 7.15　一个核心基准树

RFC2189，也是 Ballardie 所作，描述了 CBT 协议是一种网络层多路广播路由选择协议。协议被指定来建立和维护一个共享的多路广播分布树，它仅仅覆盖那些通向感兴趣的接收者的网络和链接。通过子网上的主机的多路广播的发送和接收符合传统的 IP 多路广播服务模型。

根据组的大小，一个 CBT 树可以是一个单独的核心，也可以是一个多核心树。在

CBT 中，由一个核心路由器充当一个发送者和组接收者之间的会合点。在 RFC2189 中描述的 CBT 协议使用会合点（RP）表示同一个意思。

作为 CBT 分布树的部分的路由器被称为“树上路由器”，它维持组的活动状态。

CBT 设计目标

CBT 多路广播路由选择协议基础结构略述了四个主要的设计目标：

1. CBT 是可缩放的。它使用低内存，并有低带宽处理要求。因为 CBT 不招惹指定源状态，因此它特别适合许多发送者应用系统。
2. CBT 是强健的多路广播路由选择算法，核心部位最适于提供一个强健的多路广播树。
3. CBT 协议与其他大多数多路广播路由选择协议相比是相当简单的，这种简单性可以导致比其他协议增强的性能。
4. CBT 是路由选择算法及协议独立的。它可以被安装在任何地方，允许域间多路广播路由选择。CBT 有严格定义的互操作性的 DVMRP 的结构，它是目前互连了各种各样多路广播区域的协议。

运作

当一台主机希望成为一个组的成员时，要经过一些步骤：

- 主机多路广播一个 IGMP 主机成员报告穿过它连接的链接。
- 一个本地的有 CBT 意识的路由器请求加入树处理，通过：
  ——产生一个加入请求报文
  ——发送这条报文到下一个在指向组的核心路由器的路径上的跃距
- 核心路由器或另一个在发送路由器和核心之间的路由器明确表示收到这条报文。
- 在它通过的包括组、输入核口和输出接口的路由器中，加入报文设置一种短暂的加入状态。所有的中间路由器处理这些加入请求，它们：
  ——标识加入报文是从哪个接口被接收
  ——定义通到那个主机的 CBT 传递树
- 最后，短暂的状态超时。除非它被一个来自上流的加入应答“确定”。这个加入应答穿过相应的加入报文的反转路径，并由于暂时加入状态的存在可以这样做。
- 一旦应答到达初始化加入报文的路由器，新接收者就可以接受核送到组的通信量。

如果第一台主机希望是给一个组的源，而不是那个组的成员，它就向核心路由器单路广播数据报，当数据报到达一个作为一个 CBT 树的成员的路由器时，那个路由器向其余的地方多路广播数据报。

CBT 限制

实施 CBT 有局限性，使用 CBT 可能产生网络拥挤，这是因为主机使用同一组链接发送报文和数据报到核心路由器。另外，CBT 可能不适用于实时的应用系统，这是由于随着组数目的增加，一个共享的传递树可以导致端对端延迟的增加。

CBT 假设存在多路广播核心分配服务，它管理核心路由器并决定主次核心的布置。这个服务要求全球的布局信息来产生最佳的布置决策。

第 8 章

多路广播路由协议

IP 多路广播网络是基于第三层（网络层）的网络。路由器应用路由算法来决定数据从网络的源端到目的端的最佳途径。

从基础的概况来看，大多数多路广播传输协议应用下列两种方法之一：

- 以源为根的树状结构——当一个网络应用了源于根的树(source-rooted tree，STR)协议时，一个树将联结每一个源，而每一个源都包含在一个拥有许多用户的一个组里。STR 链接使多路广播源的数据能够直接到达下一级接收端。而一个 STR 一旦形成，组的所有成员（包括多路广播源）的流量都将沿着这个树传送。DVMRP 和 MOSPF 协议都是使用 STR 算法。Internet Mbone 使用 DVMRP 作为 Mbone 的路由选择协议。
- 共享式树状结构——共享式树状结构多路广播是用于具有低级网络连接而且分布比较分散的多路广播组的传输。共享式树状结构多路广播数据的传送，是依靠一个位于多路广播源端和目的端之间的中央核心路由器来实现的。这个中央核心路由器通过共享的树将多路广播的数据传送给组里的每一个成员。在一个确定的多路广播组里，所有的源和接收端之间只有一棵树。基于共享式树的例子有 CBT（Core-Based Trees）和 PIM-SM（PIM 发散模式）协议。

具有多路广播能力的路由器正是应用这些协议，从国际互连网组管理协议（Internet Group Manage Protocol，IGMP）通信和动态建立的多点路由树获取多路广播组成员信息。

这一章主要内容包括：

- 回顾密集式多路广播和分布式多路广播的特性以及支持每一种方式的协议的例子
- 介绍一种密集式多路广播协议——DVMRP
- 介绍一种密集式多路广播协议——MOSPF 协议
- 介绍 PIM-DM 协议
- 介绍两种分布式多路广播协议——PIM-SM 协议和 CBT 协议

8.1　组成员协议

路由器使用组成员协议（Group Membership Protocol），通常是为了让 IGMP 能够了解直接连接到子网上的组的成员的信息。

当一个主机加入一个多路广播组时，它发送一个信息给本地的路由器，告诉路由器它需要接收指定的组的信息。然后，主机就可以通过 IP 进程和网络接口卡接收从多路广播组发送来的帧信息。

这种处理对于加入的组的规模是非常有益的。随着多路广播组规模的扩大，新的组成员将更可能定位在就近的多路广播树的分支上。请参阅第 6 章关于 IGMP 的描述。

8.2　分布式多路广播路由

分布式多路广播路由协议需要依靠一些必要的技术来配置和维持多路广播树。分布式多路广播路由协议应用一个接收方初始化进程来建立一个多路广播树。这就意味着，只有当在子网上的主机向一个特定的多路广播组的所有成员发出请求时，路由器才会建立一个多路广播树。

8.3　密集式多路广播路由

密集式多路广播协议假定多路广播组的成员是密集的分布在整个网络。在密集式多路广播协议方式下，许多子网都至少包括一个组成员，而且有足够的带宽。大多数密集式多路广播协议使用基于 STR 协议的算法。密集式的路由协议包括 DVMRP、MOSPF 协议及 PIM-DM 协议。

DVMRP

DVMRP（Distance Vector Multicast Routing Protocol）是一个适用于单个独立系统的内部网关协议，它不适用于不同的独立系统之间。许多厂商在他们的设备里都实现了支持 DVMRP 的公共域路由程序。在多路广播有关的协议中，DVMRP 的约定最长，并且应用最广。DVMRP（主要用于通过 Internet 网络来发送数据）。

开发者最初是从路由信息协议（Routing Information Protocol，RIP）中获取对 DVMRP 的约定。最初的约定使用 TRPB 算法，这在第 7 章已经进行了简单的介绍。

为了计算到达目的地的最佳路径，DVMRP 使用最初回到源端的跃距（两个节点间的逻辑距离，即一个跃距等于一个节点到相邻节点之间的距离）作为标准尺度，而路由信息协议（RIP）则使用下一个到达目的端的跃距作为标准尺度。

厂家的设备使用 RPB 算法中的变量扩展了 DVMRP。一些设备使用反向路径多路广播（Reverse Path Multicasting，RPM）算法来建立一个以源为根的多路广播传递树。最终支持 DVMRP 的设备与原始的 RFC 约定就有较大的差异。当建立了一个以源为根的多路广播传递树后，一个支持 DVMRP 的路由器除了返回数据源的接口外，将把数据发送到所有其他的接口处。

当选择一个支持 DVMRP 的设备用于多路广播路由时，确定设备支持 DVMRP 剪除信息，否则实施 DVMRP 可能不行。

DVMRP 数据

一个 DVMRP 数据由两部分组成：一个小的固定长度的 IGMP 格式的头和一个被标记的数据流（如图 8.1 所示）。DVMRP 使用 IGMP 来交换路由数据。

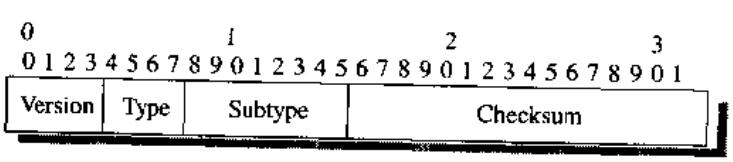


图 8.1　DVMRP 数据格式

图 8.1 中数据的版本是 1，而 DVMRP 的类型是 3。次类型（Subtype）的值则是在表 8.1 中列出的值之一。

表 8.1　DVMRP 次类型值

值	说　明
1	应答：这个信息提供到一些目的端的路由
2	请求：这个信息请求到一些目的端的路由
3	没有成员的报告：这个信息提供没有成员的报告
4	撤消没有成员的报告：这个信息撤消以前没有成员的报告

除掉 IP 头，校验和是一个全部信息补码和的 16 位补码。为了计算校验和，将校验和字段置零。

DVMRP 信息的余项是一个标记的数据流，它提供了可扩充能力并且减少了信息中多余的数据量。数据流中的码元被称作命令，是 16 位的乘法。表 8.2 中列出并说明了这些命令。除掉 IP 头，DVMRP 信息被限制在 512 个字节内。

表 8.2　数据命令

值	命令	说明	在同一信息中可用的其他命令
0	NULL	提供附加的队列或者填充到 32 位	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA、RDA、NMR、NMR-cancel
2	Address Family Indicator	为数据流随后的地址提供地址系列	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA、RDA、NMR、NMR-cancel
3	Subnetmask	为随后的路径提供子网屏蔽。位 0 到 7 必须为 1，其他位必须不为 1。	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA、RDA
4	Metric	为随后的目的端设定尺度。这个尺度与发送的 DVMRP 路由选择修正相关。	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA
5	Flags0	提供一个设定一系列标记方法。这个实验性命令以后可能会被更改。	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA
6	Infinity	为数据流中以后的尺度定义无穷大	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA
7	Destination Address	提供一个目的端地址列表	NULL、AFI、Subnetmask、Metric、Flags0、Infinity、DA
8	Requested Destination Address	提供一个被请求的目的端地址列表	NULL、AFI、Subnetmask、Flags0、RDA
9	Non Membership Report	这个实验性命令告诉接收方路由器，在给定的组中，发送方路由器没有组成员	NULL、AFI、Flags0、NMR
10	Non Membership Report Cancel	这个实验性命令通知每一个列出的多路广播地址，取消所有原先没有组成员的报告	NULL、AFI、Flags0、NMR-cancel

物理接口和隧道接口

一个支持 DVMRP 的路由器可以通过一个物理接口直接连接到子网，或者通过一个隧道接口连接到另外一个多路广播小岛。DVMRP 路由器接口配置是由一个能够提供接口消耗的标准尺度和一个限制传输范围的 TTL 阈值组成的。

剪除一定范围的树包括了这个标尺和 TTL 阈值。每个隧道接口的配置由两个附加的参数组成：本地路由器接口的 IP 地址和远程路由器接口的 IP 地址。

隧道，是用于在被一些不支持多路广播路由的路由器分隔开的两个具有多路广播能力的路由器之间实现数据的发送的一种方法。具有多路广播能力的路由器将一个正常的多路广播数据稍微压缩后，通过 Internet 网络发送出去。

每一条隧道都有一个本地的端点、远端的端点、标尺和阈值。在隧道两端的路由器必须支持本地的端点和远端的端点。

DVMRP 协议将 IP 源端数据的地址用本地的隧道端点地址替换，而将 IP 目的端数据的地址用远端的隧道端点地址替换。中间不支持多路广播的网关将数据压缩送到远端的隧道端点。

当多路广播数据离开隧道时，多路广播路由器进行解压缩并对数据进行处理。如图 8.2 所示，一条隧道允许多路广播交通在被若干个单一广播路由器连接的两个多路广播路由器之间无缝通过。

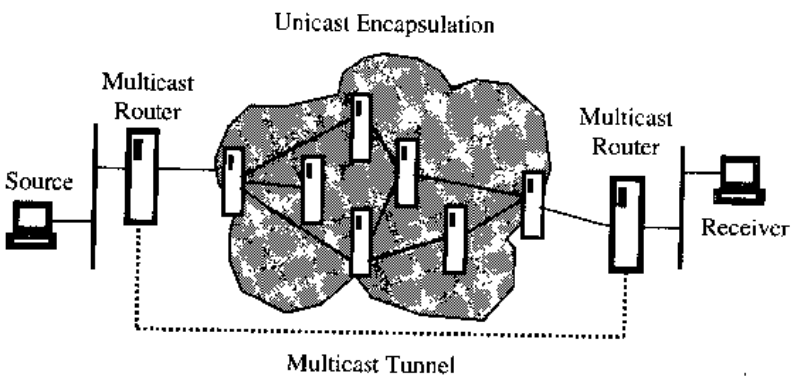


图 8.2　IP 隧道

一些 ICMP 错误信息将到达原始的多路广播路由器。主机并不知道一条隧道是否被一个多路广播使用。如果在压缩数据时，DVMRP 协议没有将数据的 IP 源地址转换的话，一些 ICMP 错误信息将到达原始的多路广播路由器。

隧道的结构有两种：舍位方式和剪除方式。

隧道舍位方式（Truncated Tunneling）

这是第一种类型的隧道，应用于早期的 Mbone。采用隧道舍位方式，路由器是根据数据的 TTL 值和具有多路广播能力的路由器的阈值来发送数据的。当一个多路广播数据流经一个多路广播路由器时，路由器将数据的 TTL 值减 1。

每个多路广播路由器都有对应的一个阈值。如果这个阈值小于 TTL 值，路由器将 TTL 值减 1 并将数据继续向前发送。直到这个阈值超过了 TTL 值，路由器就不再将数据向前

发送。数据的 TTL 值和路由器的阈值的应用，限制了一个多路广播包发送的范围。

要重申的是，只有在 IP 头的 TTL 字段大于为接口设定的 TTL 阈值时，多路广播路由器才发送数据经过这个接口。表 8.3 列出了限制一个 IP 多路广播范围的 TTL 值。

表 8.3　限制一个 IP 多路广播范围的 TTL 值

初始 TTL 值	范　围
0	限制到同一主机
1	限制到同一子网
32	限制到同一站点
64	限制到同一区域
128	限制到同一洲
255	无任何限制范围

隧道剪除方式（Pruned Tunneling）

使用隧道剪除方式，路由器根据多路广播数据的 TTL 值发送数据。但是，多路广播路由器使用 IGMP 信息来决定哪一个路由器将接收这个特定的数据。换句话说，多路广播的交通只流向希望接收这些数据的路由器。

剪除过程

DVMRP 设备通常使用 RPM 算法来发送多路广播数据。如果路由器的 TTL 阈值允许，DVMRP 将给他们发送初始的数据作为一个源-组对。然后，剪除就开始了。

多路广播的数据流最终将到达多路广播组的所有成员。在数据流的发送过程中，一个下级的多路广播路由器可能会收到一个发送到一个特定的组而路由器自身接口不需要的多路广播数据。当发生上述情况时，路由器发送一个剪除信息到最近的上一级路由器。发送这个剪除信息的目的是告诉上一级路由器在这个接口没有任何组成员需要这个数据，不要将数据发送到这个分支（如图 8.3 所示）。这就使数据流从源端到特定组的成员的路径最短。

图 8.3　剪除过程

若有多个组在这个接口上，剪除信息能够控制数据流向某一个组而不流向其他组。

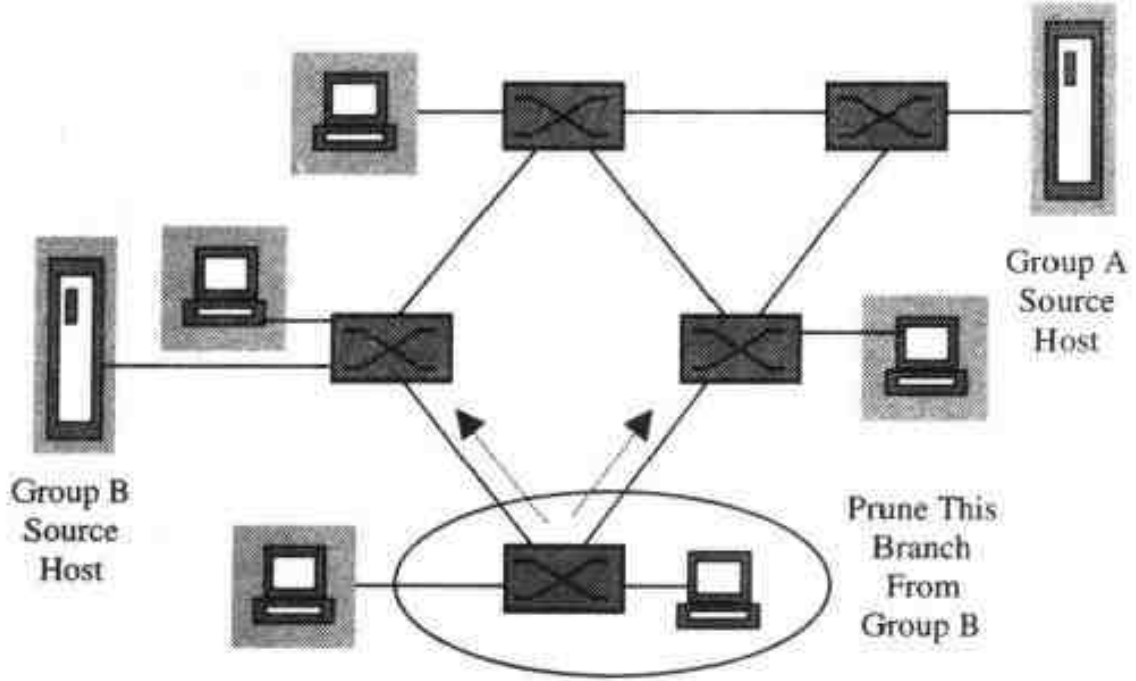

Group A
Source
Host
Group B
Source
Host
Prune This
Branch
From
Group B

图 8.3　前除过程

发送。数据的 TTL 值和路由器的阈值的应用，限制了一个多路广播包发送的范围。

要重申的是，只有在 IP 头的 TTL 字段大于为接口设定的 TTL 阈值时，多路广播路由器才发送数据经过这个接口。表 8.3 列出了限制一个 IP 多路广播范围的 TTL 值。

表 8.3　限制一个 IP 多路广播范围的 TTL 值

初始 TTL 值	范　围
0	限制到同一主机
1	限制到同一子网
32	限制到同一站点
64	限制到同一区域
128	限制到同一洲
255	无任何限制范围

隧道剪除方式（Pruned Tunneling）

使用隧道剪除方式，路由器根据多路广播数据的 TTL 值发送数据。但是，多路广播路由器使用 IGMP 信息来决定哪一个路由器将接收这个特定的数据。换句话说，多路广播的交通只流向希望接收这些数据的路由器。

剪除过程

DVMRP 设备通常使用 RPM 算法来发送多路广播数据。如果路由器的 TTL 阈值允许，DVMRP 将给他们发送初始的数据作为一个源-组对。然后，剪除就开始了。

多路广播的数据流最终将到达多路广播组的所有成员。在数据流的发送过程中，一个下级的多路广播路由器可能会收到一个发送到一个特定的组而路由器自身接口不需要的多路广播数据。当发生上述情况时，路由器发送一个剪除信息到最近的上一级路由器。发送这个剪除信息的目的是告诉上一级路由器在这个接口没有任何组成员需要这个数据，不要将数据发送到这个分支（如图 8.3 所示）。这就使数据流从源端到特定组的成员的路径最短。

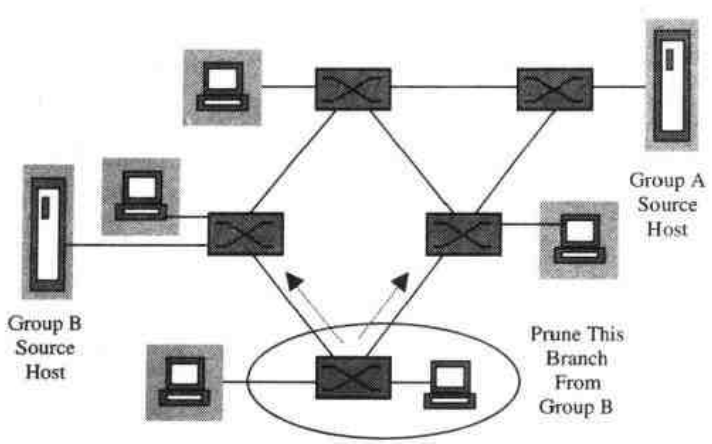


图 8.3　剪除过程

若有多个组在这个接口上，剪除信息能够控制数据流向某一个组而不流向其他组。

为了让数据能够到达新的需要接收数据的组的主机，一段时间以后，DVMRP 将再次发送数据。另外，在一个树中被剪除的分支上的主机可以发送一个组成员的 IGMP 信息到路由器。这时，路由器将取消原先的任何剪除信息，同时允许多路广播交通到达目的组发送到新组成员。

DVMRP 路由器功能

当一个 DVMRP 路由器启动时，直到从一个更低 IP 地址的相邻路由器收到一个主机成员的请求信息它才认为自己是本地子网的主路由器。当有多个 DVMRP 路由器在一个子网中时，为了避免复制多个多路广播数据，将在这个子网中选出一个路由器作为指定的路由器。

如果在一个子网中有多个 DVMRP 路由器，将在这些路由器中间选择 IP 地址最低的路由器作为指定的路由器（如图 8.4 所示）。这个指定的路由器负责 IGMP 主机成员请求信息周期性的发送。

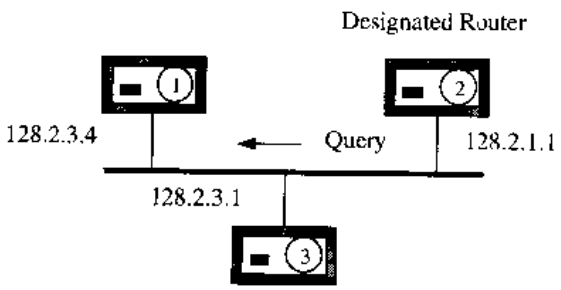


图 8.4　DVMRP 路由器

在图 8.5 中，有 3 个多路广播路由器 1、2、3。在这个例子中，路由器 3 是下一级的路由器，它能够接收从路由器 1 或路由器 2 所在的源子网发送过来的多路广播数据。在源子网（Source Subnet）中，如果路由器 1 的标准值低于路由器 2 的标准值，路由器 1 是路由器 2 的主路由器。在这个例子中，路由器 1 发送从源子网来的数据流，路由器 2 则丢弃从源子网来的数据流。

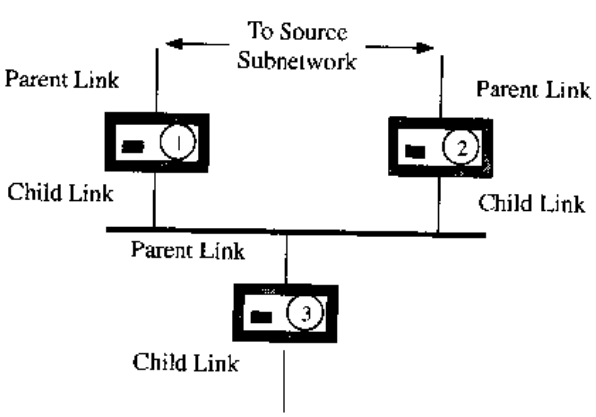


图 8.5　DVMRP 中优势路由

当路由器 1 和路由器 2 的标准值相等时，在他们的子链接上 IP 地址最低的路由器——下游的接口路由器 3 就变成了主路由器。

DVMRP 路由表

一个支持 DVMRP、具有多路广播能力的路由器可能需要既能处理多路广播路由又支持单一广播。DVMRP 进程将与具有多路广播能力的相邻路由器周期性的交换路由表的更新信息。为了侦测树的各个端点的路由器，DVMRP 靠“反向破坏（poison reverse）”来更新。在下游的接口处接收一个象这样的源子网的更新，就意味着路由器将在它的发送端口列表中保留下一级端口。

如表 8.4 所示，一个 DVMRP 路由表包括源子网，并且用源网关（From-Gateway）代替了目的端和下一路段的网关（Next-Hop Gateway）。这个路由表描述了在 Internet 上，以源为根的树到每一个加入的子网的最短路径。

表 8.4　DVMRP 路由表

源子网	子网屏蔽	源网关	标准值	TTL 值	入口	出口
128.1.0.0	255.255.0.0	128.7.5.2	3	200	1	2.3
128.2.0.0	255.255.0.0	128.7.5.2	5	150	2	1
128.3.0.0	255.255.0.0	128.6.3.1	2	150	2	1.3
128.4.0.0	255.255.0.0	128.6.3.1	4	200	1	2

一个 DVMRP 路由表具体包括了：

- 源子网（Source Subnet）——一个子网包括一个含有多路广播数据的主机源。
- 子网屏蔽（Subnet Mask）——子网屏蔽分配到每一个源子网。
- 源网关（From-Gateway）——前一路段的路由器引导返回到源子网。
- TTL（time-to-live）值——一个条目被从路由表清除前活动的秒数。TTL 值用于路由表的管理。

DVMRP 发送表

DVMRP 路由表不考虑组的成员和收到的剪除信息。因此，DVMRP 将路由表信息、已知组信息和剪除信息结合到一起，创建了一个 DVMRP 发送表。这个发送表描述了以源为根的树到每一个源-组对（source-group pair）的最短路径。如表 8.5 所示，一个典型的 DVMRP 发送表包括：

- 源子网（Source Subnet）——一个子网包括一个有到指定组地址的多路广播数据的主机源。
- 多路广播组——为多路广播数据所编的 D 类 IP 地址。
- TTL（time-to-live）值——一个条目被从路由表清除前活动的秒数。
- 入口（In Port）——源-组对的父端口。
- 出口（Out Ports）——路由器发送多路广播数据到源-组对的子端口。

表 8.5　DVMRP 发送表

源子网	多路广播组	TTL 值	入口	出口
128.1.0.0	224.1.1.1	200	1	2.3
	224.2.2.2	100	2	2.3
	224.3.3.3	250	2	2
128.2.0.0	224.1.1.1	150	1	2.3

分级 DVMRP

分级 DVMRP 将 Mbone（Multicast backbone，多路广播干线）划分成许多单独的路由域。每一个路由域都执行各自的多路广播路由协议，而在各个单独的域之间则使用另外一种协议，或者是同一种协议的不同形式。分级 DVMRP 能够实现：

- 减少对源端路由器的请求。
- 允许在 Mbone 的各个区域配置不同的多路广播路由协议。
- 在一个单一的域内，将一个单独的链接或路由器失败对其他路由器操作的影响减至最小。
- 减少由于区域的拓扑结构的改变对域间路由器造成的影响。
- 将对 Mbone 拓扑结构最大直径的限制控制在一个单一的域内，而不是对整个 Mbone 拓扑结构的限制。

在分级 DVMRP 中，每一个没有分段的区域都有一个惟一的 ID 号。在一个区域内的路由器将 DVMRP 作为 L1（Level 1，第一级）协议来执行。每个区域最少有一个边界路由器提供区域间的连接。边界路由器将 DVMRP 作为 L2（Level 2，第二级）协议来执行，提供域间多路广播交通流的发送（见图 8.6）。

L2 级路由器是使用区域 ID 而不是用区域内单独的子网地址来交换路由信息。应用分级 DVMRP，协议创建一个基于区域 ID-组对而不是源-组对的域间多路广播发送树。

MOSPF 协议

Internet 工程任务组（Internet Engineering Task Force，IETF）的 MOSPF 工作组负责开发 MOSPF（Multicast Open Shortest-Path First）协议。部分工作已经得到了以一个美

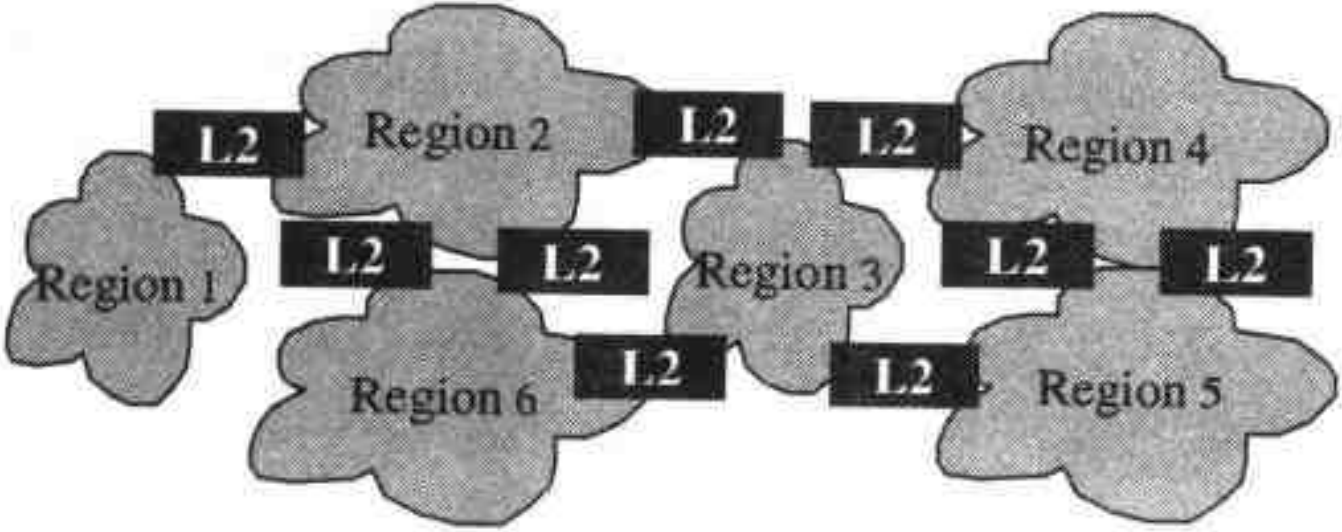

L2
Region 2
L2
L2
Region 4
Region 1
L2
L2
Region 3
L2
L2
L2
Region 6
L2
L2
Region 5

图 8.6　分级 DVMRP

表 8.5　DVMRP 发送表

源子网	多路广播组	TTL 值	入口	出口
128.1.0.0	224.1.1.1	200	1	2.3
	224.2.2.2	100	2	2.3
	224.3.3.3	250	2	2
128.2.0.0	224.1.1.1	150	1	2.3

分级 DVMRP

分级 DVMRP 将 Mbone（Multicast backbone，多路广播干线）划分成许多单独的路由域。每一个路由域都执行各自的多路广播路由协议，而在各个单独的域之间则使用另外一种协议，或者是同一种协议的不同形式。分级 DVMRP 能够实现：

- 减少对源端路由器的请求。
- 允许在 Mbone 的各个区域配置不同的多路广播路由协议。
- 在一个单一的域内，将一个单独的链接或路由器失败对其他路由器操作的影响减至最小。
- 减少由于区域的拓扑结构的改变对域间路由器造成的影响。
- 将对 Mbone 拓扑结构最大直径的限制控制在一个单一的域内，而不是对整个 Mbone 拓扑结构的限制。

在分级 DVMRP 中，每一个没有分段的区域都有一个惟一的 ID 号。在一个区域内的路由器将 DVMRP 作为 L1（Level 1，第一级）协议来执行。每个区域最少有一个边界路由器提供区域间的连接。边界路由器将 DVMRP 作为 L2（Level 2，第二级）协议来执行，提供域间多路广播交通流的发送（见图 8.6）。

L2 级路由器是使用区域 ID 而不是用区域内单独的子网地址来交换路由信息。应用分级 DVMRP，协议创建一个基于区域 ID-组对而不是源-组对的域间多路广播发送树。

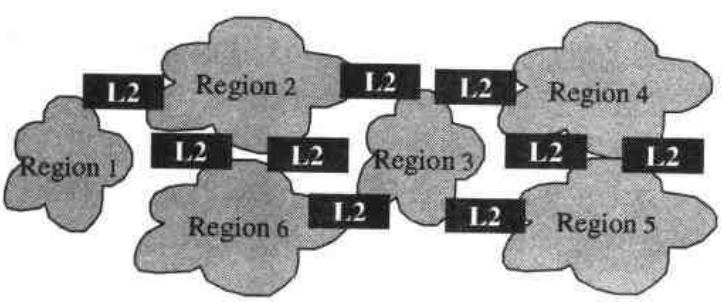


图 8.6　分级 DVMRP

MOSPF 协议

Internet 工程任务组（Internet Engineering Task Force，IETF）的 MOSPF 工作组负责开发 MOSPF（Multicast Open Shortest-Path First）协议。部分工作已经得到了以一个美

国国家航空和宇航局（National Aeronautics and Space Administration，NASA）合同为基础的 DARPA 网的支持。

MOSPF 协议是 OSPF 单一广播协议的扩展协议。OSPF 协议是一个域内的分级路由协议。它提供了快速变更路径，并且在一个独立的系统内，支持可变长度的子网屏蔽以及分级路由。

多个独立的系统可以划分为多个路由区域。一个典型的路由区域是一个或多个密切相关的子网的集合体。所有区域都将连接到主干区域。

通过 Internet 路由器，MOSPF 协议提供了从一个 IP 网络发送多路广播数据到另一个 IP 网络的能力。MOSPF 协议发送一个多路广播数据是使数据的源端和目的端都在到达各个多路广播目的端的最短路径上。这个协议能够实现：

- 创建数据源的最短路径并且剪除多路广播树中不包括多路广播成员的分支。
- 缓存最短路径计算的结果，用于有相同源和目的端的多路广播数据发送。
- 仅当路径是到达单独的主机分叉时，复制一份多路广播数据。

MOSPF 协议的改进是向后兼容的。这就意味着具有 MOSPF 能力的路由器可以与不具有多路广播能力的 OSPF 路由器合作发送单一广播 IP 数据。但是，MOSPF 协议不能用非多路广播路由器通过隧道来发送多路广播数据。在发送数据的过程中，MOSPF 协议和 OSPF 协议都不对数据进行压缩或者解压缩。

区域内用 MOSPF 协议传递数据

RFC 1584 描述的被 MOSPF 应用的基本路由算法是运行在一个单一的 OSPF 区域内的。当数据源和目的端的组成员在相同的区域里，而且这个独立的系统是一个单一的区域时，这种算法支持多路广播数据的发送。

本地组数据库

MOSPF 支持一个本地组数据库（Local-Group Database）。在数据库中，每一个条目都是一个连接组的网络对。本地组数据库跟踪与路由器直接相连网络的组成员。MOSPF 路由器使用 IGMP 来创建本地组数据库，并且监视与路由器直接相连的子网的组成员。路由器使用本地组数据库的信息来决定哪一个直接相连的网络发送一个多路广播数据。

例如，创建一个本地组数据库包括以下几个步骤：

- 在相连网络上的指定路由器周期性地在网上发送 IGMP 主机成员请求。
- 主机发送一个 IGMP 主机成员报告给每一个隶属的多路广播组。
- 指定路由器（the designated router，DR）根据组成员报告中包括的信息更新本地组数据库。
- 指定路由器为每一个在指定路由器本地组数据库上有一个或多个条目的多路广播组产生一个单独的组成员链接状态广告（Link-State Advertisement，LSA）。

在一个特定的网络中，指定路由器是惟一负责发送 IGMP 主机成员请求和接收 IGMP 主机成员报告的路由器。这就确保一个网络在本地组数据库中只与一个路由器相关，从而避免了发送到本地组成员的多路广播数据的多次复制。

指定路由器在 OSPF 区域发送组成员链接状态广告来通知其他所有路由器网络中组

成员信息。这保证了所有远端的多路广播数据被发送到指定的子网，分配给本地组成员。

在一个独立系统里，每一个路由器都有不同的本地组数据库。这个本地组数据库使得多路广播数据在本地的传递变得非常容易（参见表 8.6）。

表 8.6　本地组数据库

路 由 器	本地组数据库
RT1	[组 B，网络 1]
RT2	[组 A，N2]，[组 B，网络 2]
RT3	[组 B，网络 3]
RT4	无

用于数据发送的最短路径树

用于数据发送的最短路径树描述了多路广播数据在 Internet 上从源子网到每一个组成员的路径。最短路径树能使多路广播数据发送到没有与网络直接相连的远端组成员。

路由器使用最短路径树路由算法来创建基于源端的最短路径树。路由器根据需要为每一个源-组对创建一个单独的树。这就意味着，只有当一个特定的源与网络目的端的组合的第一个多路广播数据被接收到时，这棵树才会产生。

MOSPF 依靠 IGMP 来获取主机加入多路广播组的信息。一个本地的 MOSPF 指定路由器保存着一个在每个组中与它直接相连的成员的数据库。

当一个 MOSPF 指定路由器获取了在与它相连的子网上的一个新组成员的信息时，它将进行下列动作：

- 路由器发送一个组成员链接状态广告（Link-State Advertisement，LSA）信息。
- 这个协议将把这个信息传播给同一 OSPF 区域内其他所有的路由器。
- 为了创建一个详细的多路广播拓扑结构地图，MOSPF 路由器将包含在 LSA 信息中的组成员信息添加到链接状态数据库（如图 8.7 所示）。

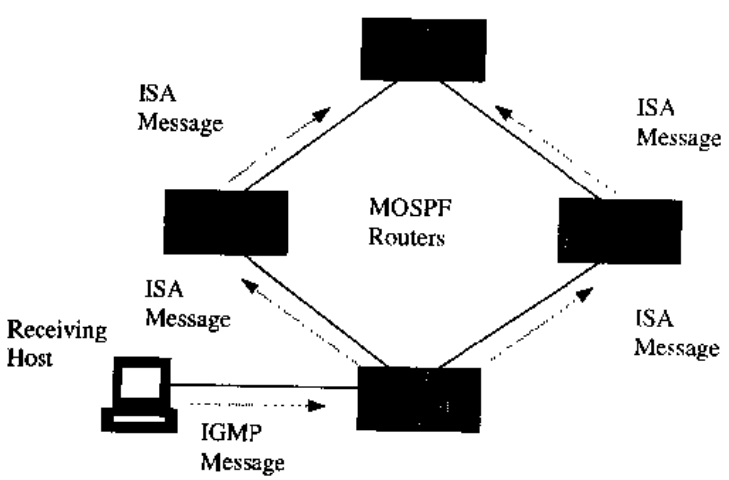


图 8.7　MOSPF 路由器将包含在 LSA 信息中的组成员信息添加到链接状态数据库

当多路广播数据开始从一个主机源流出时，MOSPF 路由器使用保存在路由器改进的链接状态数据库的多路广播拓扑结构来计算向前发送的路径。路由器仅仅把多路广播数据包发送到包含目的组成员的子网。

当原始的数据到来时：

- 路由器将在 MOSPF 链接状态数据库里为源子网定位。MOSPF 链接状态数据库将组成员链接状态广告添加到标准的 OSPF 链接状态广告数据库。
- 路由器使用路由器链接状态广告和网络链接状态广告，并且以源网络作为根来创建最短路径树。
- 路由器使用组成员链接状态广告来剪除那些包含独立的组成员而且没有连接到子网的分支。

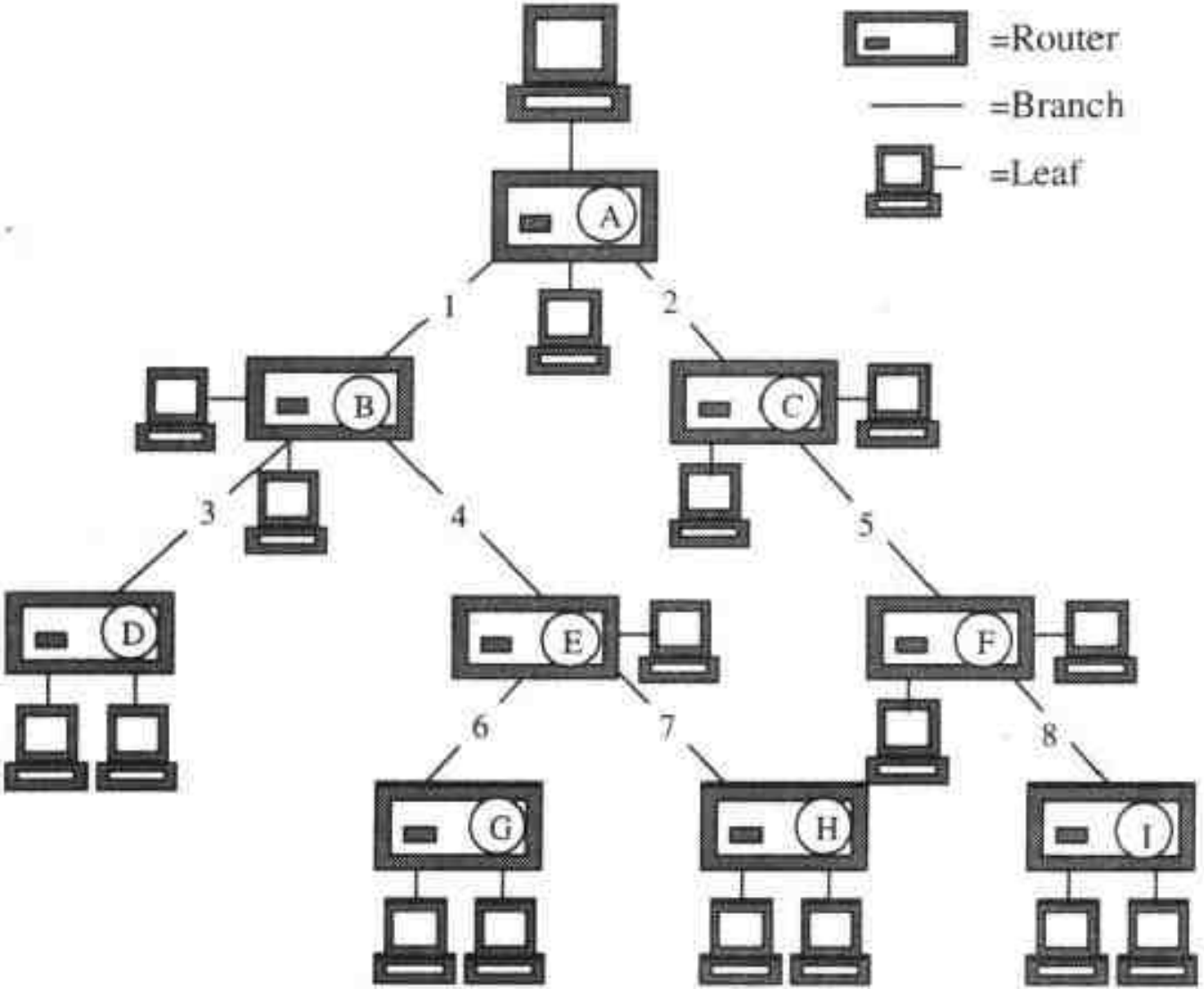
为了方便以后的应用，这个协议将树的创建进程结果进行存储。图 8.8 显示了用于一个源-组对的最短路径树。在这个例子中，路由器 E 的上一级邻居是路由器 B。两个下级接口分别连接到子网 6 和子网 7。

图 8.8　最短路径树

发送缓存

MOSPF 路由器是根据一个被称为发送缓存（Forwarding Cache）的数据缓存的内容来决定它的发送任务。这个协议由两个组成部分——本地组数据库和数据的最短路径树创建了一个发送缓存条目。这个按照所需建立的树是以数据的多路广播源为基础的。发送缓存对每一个源-组对都有一个独立的条目。一个缓存条目显示了相邻的上一级路由器和数据可能从哪个网络来以及数据将被发送到下一级的哪一个接口。

为了知道一个数据传输到下一个路由器或传输到有多路广播需求的目的端的网络的跃距数，每一个在缓存里的下一级接口都有一个 TTL 值。而为了避免造成网络资源的浪


=Router
=Branch
=Leaf
A
B
C
D
E
F
G
H
I
1
2
3
4
5
6
7
8

当多路广播数据开始从一个主机源流出时，MOSPF 路由器使用保存在路由器改进的链接状态数据库的多路广播拓扑结构来计算向前发送的路径。路由器仅仅把多路广播数据包发送到包含目的组成员的子网。

当原始的数据到来时：

- 路由器将在 MOSPF 链接状态数据库里为源子网定位。MOSPF 链接状态数据库将组成员链接状态广告添加到标准的 OSPF 链接状态广告数据库。
- 路由器使用路由器链接状态广告和网络链接状态广告，并且以源网络作为根来创建最短路径树。
- 路由器使用组成员链接状态广告来剪除那些包含独立的组成员而且没有连接到子网的分支。

为了方便以后的应用，这个协议将树的创建进程结果进行存储。图 8.8 显示了用于一个源-组对的最短路径树。在这个例子中，路由器 E 的上一级邻居是路由器 B。两个下级接口分别连接到子网 6 和子网 7。

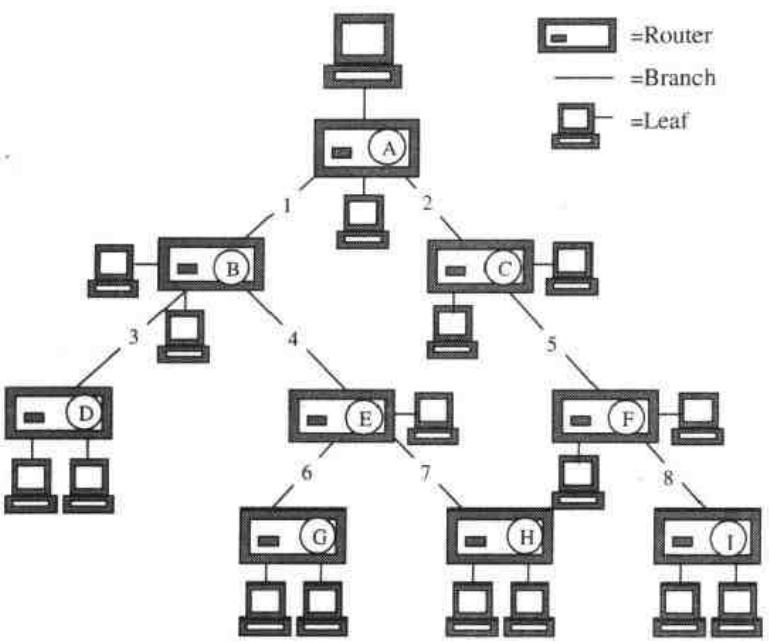


图 8.8　最短路径树

发送缓存

MOSPF 路由器是根据一个被称为发送缓存（Forwarding Cache）的数据缓存的内容来决定它的发送任务。这个协议由两个组成部分——本地组数据库和数据的最短路径树创建了一个发送缓存条目。这个按照所需建立的树是以数据的多路广播源为基础的。发送缓存对每一个源-组对都有一个独立的条目。一个缓存条目显示了相邻的上一级路由器和数据可能从哪个网络来以及数据将被发送到下一级的哪一个接口。

为了知道一个数据传输到下一个路由器或传输到有多路广播需求的目的端的网络的跃距数，每一个在缓存里的下一级接口都有一个 TTL 值。而为了避免造成网络资源的浪

费，除非在 TTL 值终结前能够到达一个多路广播的目的端，否则具有 MOSPF 能力的路由器将不会发送一个多路广播数据。

数据最短路径树和本地组数据库两者都可能为发送缓存条目贡献下一级的接口。像这样的一个下级接口的 TTL 值为 1。

一个 MOSPF 路由器在独立系统的拓扑结构发生变化的时候将清除所有的发送缓存。除此之外，当一个多路广播组的成员位置发生变化时，所有与这个特定的多路广播目标组有关的缓存条目信息将被清除。

表 8.7 是一个由一个包含源 N4 和目标端 A 的独立系统中的路由器来创建发送缓存条目的例子。

表 8.7　MOSPF 发送缓存条目

路由器	上行节点	下游接口（接口：跃距）
RT10	路由器 RT6	（N6:1），（N8:2）
RT11	NET N8	（N9:1）
RT3	NET N4	（N3:1），（RT6:3）
RT6	路由器 RT3	（RT10:2）
RT2	NET N3	（N2:1）

区域间用 MOSPF 协议发送数据

当数据源与它的一些目标端的组成员属于不同的 OSPF 区域时，就需要应用 MOSPF 协议来进行域间的多路广播数据发送。虽然 MOSPF 域间多路广播对数据的最短路径树的计算不同，MOSPF 域间多路广播的基础的机制与 MOSPF 域内多路广播还是一致的。例如：

- 发送缓存的内容决定多路广播的发送。
- MOSPF 路由器根据本地组数据库和数据的最短路径树来创建发送缓存。
- 数据发送算法对于 MOSPF 域间多路广播和 MOSPF 域内多路广播是相同的。

域间多路广播发送者

在 OSPF，边界路由器应用区域间路由信息和数据的发送。MOSPF 定义了一个区域边界路由器使得这个在两个区域边界上的路由器能够双向发送多路广播交通流。边界路由器发送一个受控制的在相邻区域之间组成员信息和多路广播交通的数量和。边界路由器对多路广播相关的 LSA 信息在 Internet 上传播进行了控制。

在 MOSFF 协议里，边界路由器被当作域内多路广播发送者在域间发送多路广播组成员信息和多路广播数据。一个域内多路广播发送者是与区域相连的区域边界的一个子网的一个路由器。一个给定的 OSPF 区域边界路由器是否又是一个 MOSPF 域内多路广播发送者是与这个路由器的配置和能力相关的。

为了传递域间的组成员信息，域内多路广播发送者将与他们相连区域的组成员信息收集到主干。首先，域内多路广播发送者要决定在相连的区域里哪个组中有成员不在它的主干区域。然后，发送者将在主干区域为每个这样的组创建一个组成员链接状态广告（如图 8.9 所示）。

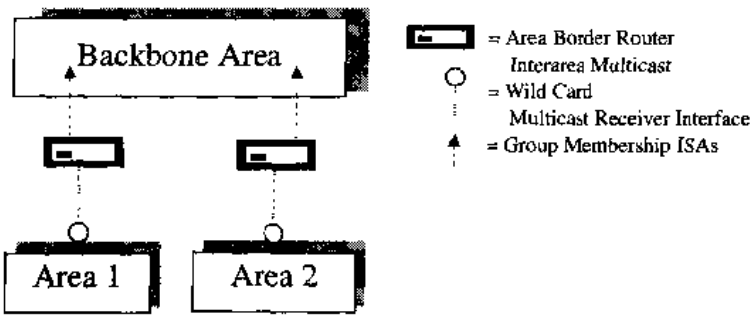


图 8.9　域内多路广播发送

MOSPF 收集非主干区域组成员信息到主干，但是并不将这些信息广告到其他的非主干区域。

MOSPF 协议使用通配符多路广播接收器（wild-card multicast receiver）来确认所有多路广播交通流都被发送到在其他区域的组的成员。通配符多路广播接收器是一个路由器。所有的 MOSPF 交通将被发送到一个通配符多路广播接收器。在一个非主干区域的域内多路广播发送者将被当作一个通配符多路广播接收器。这就确保所有源于一个非主干区域的多路广播交通流能够被发送到主干区域。

主干区域不需要通配符多路广播接收器，因为在主干区域的路由器拥有整个 OSPF 系统组成员的全部信息。

域内数据发送最短路径树

创建最短路径树时，经常可以发现多路广播数据源与至少一些组成员位于各自独立的区域。对于域内多路广播路由来说，这就可能导致创建的数据最短路径树不完整；关于一个 OSPF 区域的详细拓扑结构信息就不能分发到其他的 OSPF 区域。

为了弥补这个缺点，MOSPF 协议使用通配符多路广播接收器和 OSPF 的链接累计（summary-link）链接状态通知来生成真正的拓扑结构。当路由器开始创建域内最短路径传递树时，源子网将定位在路由器正在做的计算的同一区域或不同的区域。

当源子网位于路由器所正在计算的同一区域时，树剪除将非常小心地进行，这样就可以保留连接到其他区域的分支（如图 8.10 所示）。本地路由器并不知道在其他区域是否有组成员。剪除处理将只对既没有组成员又没有通配符多路广播接收器的分支进行。

当源子网位于路由器正在做的计算的不同区域时，与数据源相邻的邻域并不知道。但是，在区域链接状态数据库里的链接累计链接状态广告指出了每一个域内多路广播发送者与数据源之间路径的值。路由器使用累计的链接来逼近数据源的邻域，并且建立链接树直接将数据源链接到每一个域内多路广播发送者（如图 8.11 所示）。由于任何源于本地区域之外的多路广播数据要通过一个域内多路广播发送者才能够进入本区域，所以域内多路广播的发送者必须包括在树中。

图 8.11　不同区域的情形

MOSPF 协议要求连接到多个区域的路由器计算多个树并将他们融入到一个源-组对的单一的发送缓存条目，这样，路由器才能够丢弃那些独立的树。

残余区域行为（Stub Area Behavior）

在残余区域的最短路径树里，独立系统的外部链接不能够逼近数据源的邻域。残余区域不输入独立系统的外部链接。换句话说就是路由器发送一个数据到一个残余区域而数据的源在独立系统之外。残余区域的域内多路广播发送者产生默认的累计链接，默认的累计链接则用来逼近数据源的邻域。

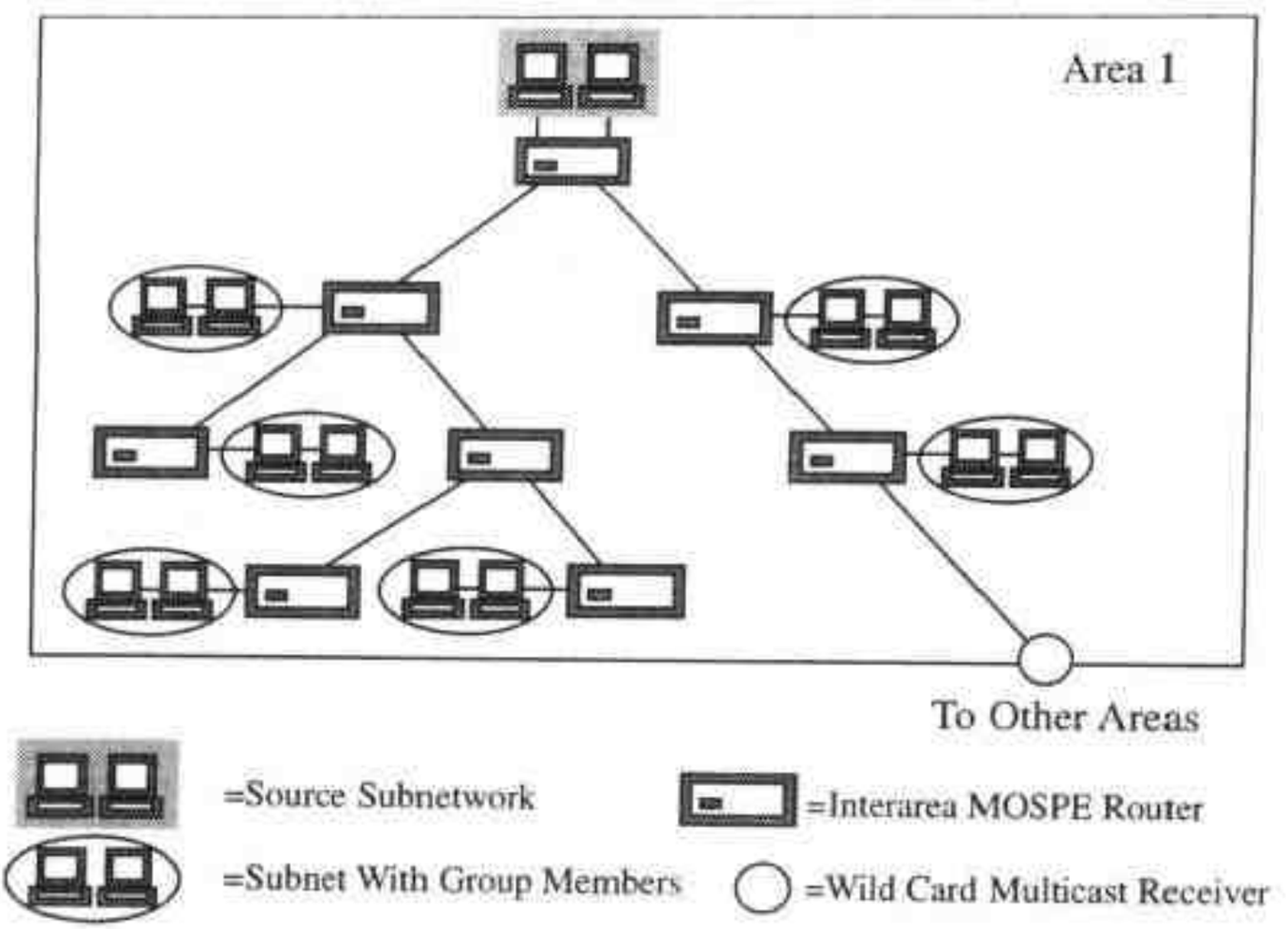
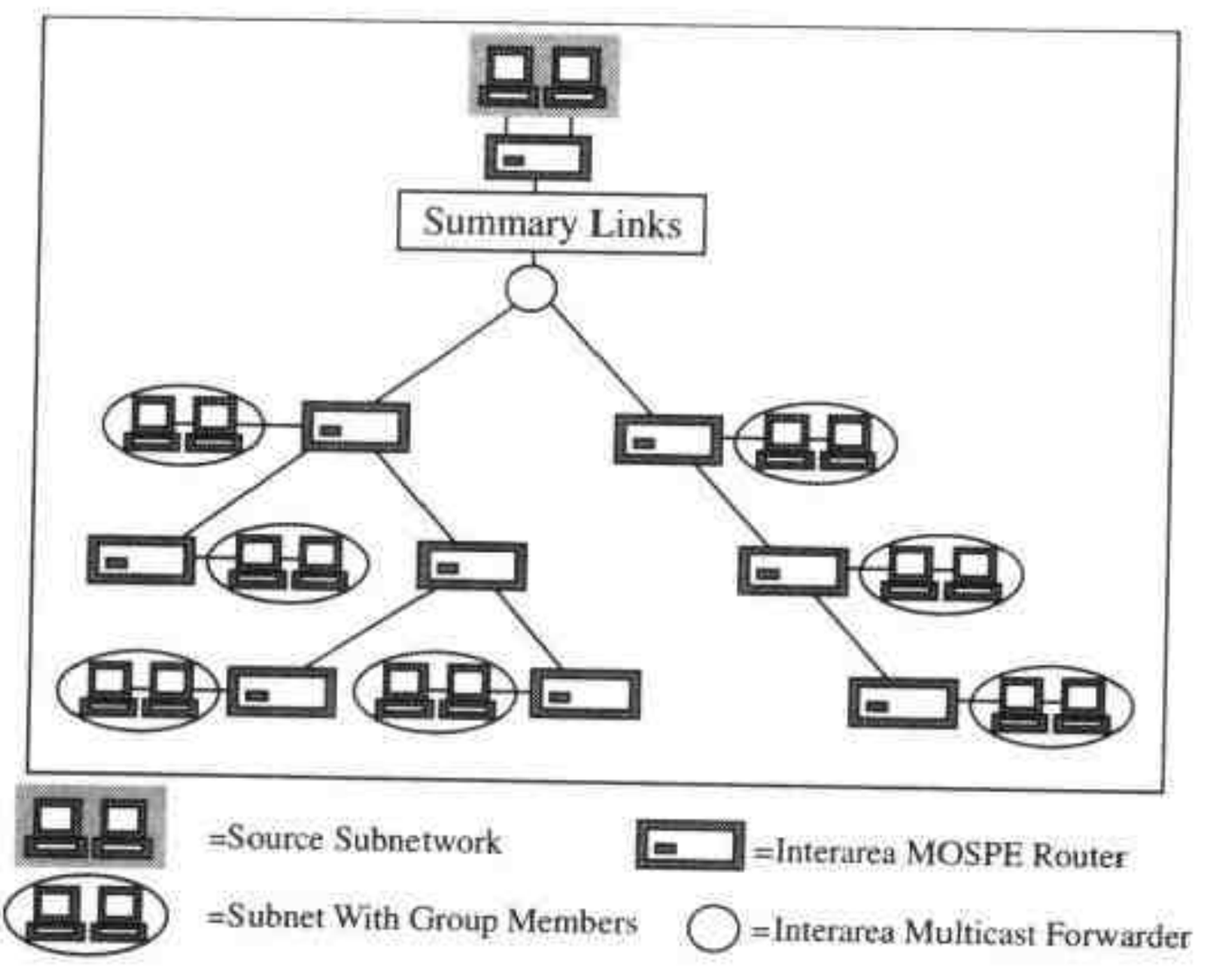


图 8.10　同一区域中的数据报最短路径树源



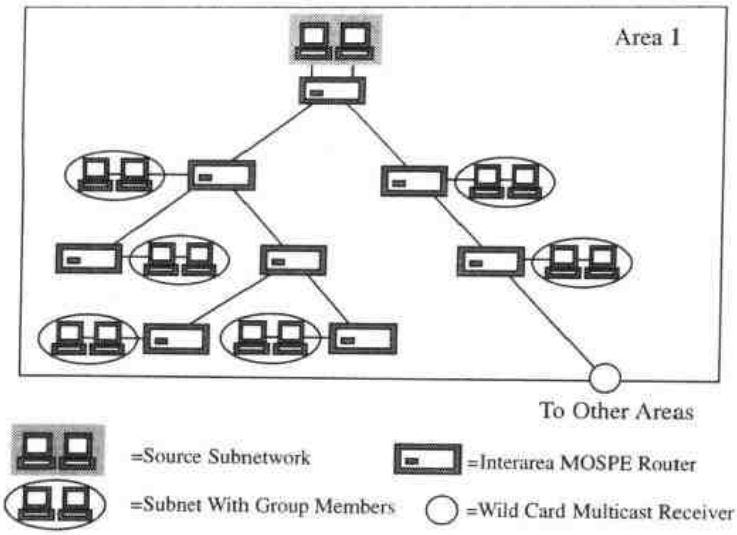


图 8.10　同一区域中的数据报最短路径树源

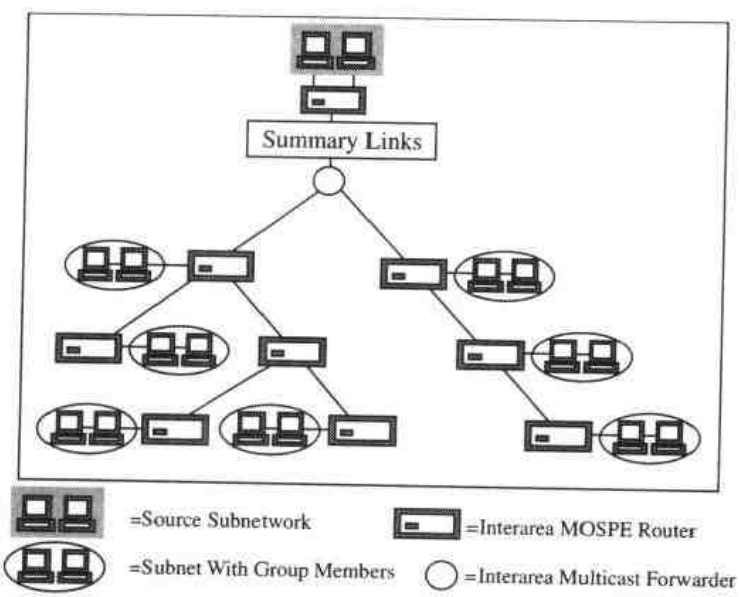


图 8.11　不同区域的情形

MOSPF 协议要求连接到多个区域的路由器计算多个树并将他们融入到一个源-组对的单一的发送缓存条目，这样，路由器才能够丢弃那些独立的树。

残余区域行为（Stub Area Behavior）

在残余区域的最短路径树里，独立系统的外部链接不能够逼近数据源的邻域。残余区域不输入独立系统的外部链接。换句话说就是路由器发送一个数据到一个残余区域而数据的源在独立系统之外。残余区域的域内多路广播发送者产生默认的累计链接，默认的累计链接则用来逼近数据源的邻域。

在其他区域，为残余区域和无残余区域创建的残余区域数据的最短路径树功能相同。

独立系统之间用 MOSPF 发送多路广播

在独立系统之间的多路广播，数据源与至少一部分目标组成员分别在不同的独立系统中。这就有可能将一个 MOSPF 路由域当作一个核心独立系统或是一个主干。这个独立系统将连接许多不同的独立系统。在这种情况下，大多数的 MOSPF 路由器也将担当独立系统之间的多路广播发送者。

独立系统之间的多路广播发送者不需要声明自己是通配符多路广播接收器。换句话说，独立系统之间的多路广播路由器能够使用组成员链接状态广告并且广告所有的组他们对发送数据到其他独立系统很感兴趣。

核心独立系统的客户能够在核心内广告他们的组成员。像这样的广告是不对称的，核心将不会广告它的或其他独立系统的组成员到客户。这与 MOSPF 用于域间多路广播路由的路由结构是相同的（如图 8.12 所示）。

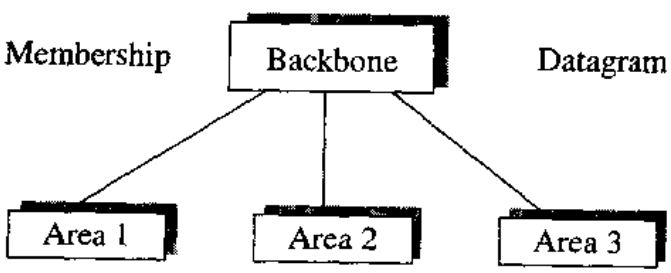


图 8.12　域间多路广播路由的路由结构

MOSPF 标准定义独立系统边界路由器为：在各个域和独立系统之间发送多路广播和控制信息。

独立系统之间的通信还可以参照一个 OSPF 域和另外一个在同一个独立系统的域之间的连接。

就应用域间最短路径树而言，当路由器开始创建独立系统间最短路径树时，可能存在不同的情况：

- 源子网位于路由器正在做的计算的相同区域。
- 源子网位于路由器正在做的计算的不同区域。
- 源子网位于路由器正在做的计算的不同独立系统或者在同一个独立系统的另外一个域内。

除了独立系统间多路广播发送者现在被包括到被剪除的最短路径树之外，前两种情况可以映射以上描述的域间多路广播的例子。

被当作独立系统间多路广播发送者的独立系统边界路由器将决定，一个数据到达多路广播发送者处后是否该被发送到本地独立系统之外的其他独立系统。图 8.13 显示了一个在源子网位于路由器正在做计算的相同区域时，独立系统间最短路径树状况的例子。

图 8.14　独立系统间多路广播发送者位于路由器正在做计算的不同区域

参照图 8.14，我们可以看到一个独立系统间多路广播发送者位于路由器正在做的计算的同一区域里的一个独立系统间最短路径传递树的状况。如果独立系统间多路广播发送者位于路由器正在做的计算的不同区域，路由器将收集累计的独立系统边界路由器链接信息和具有多路广播能力的独立系统外部链接信息来逼近围绕在源周围的拓扑结构。

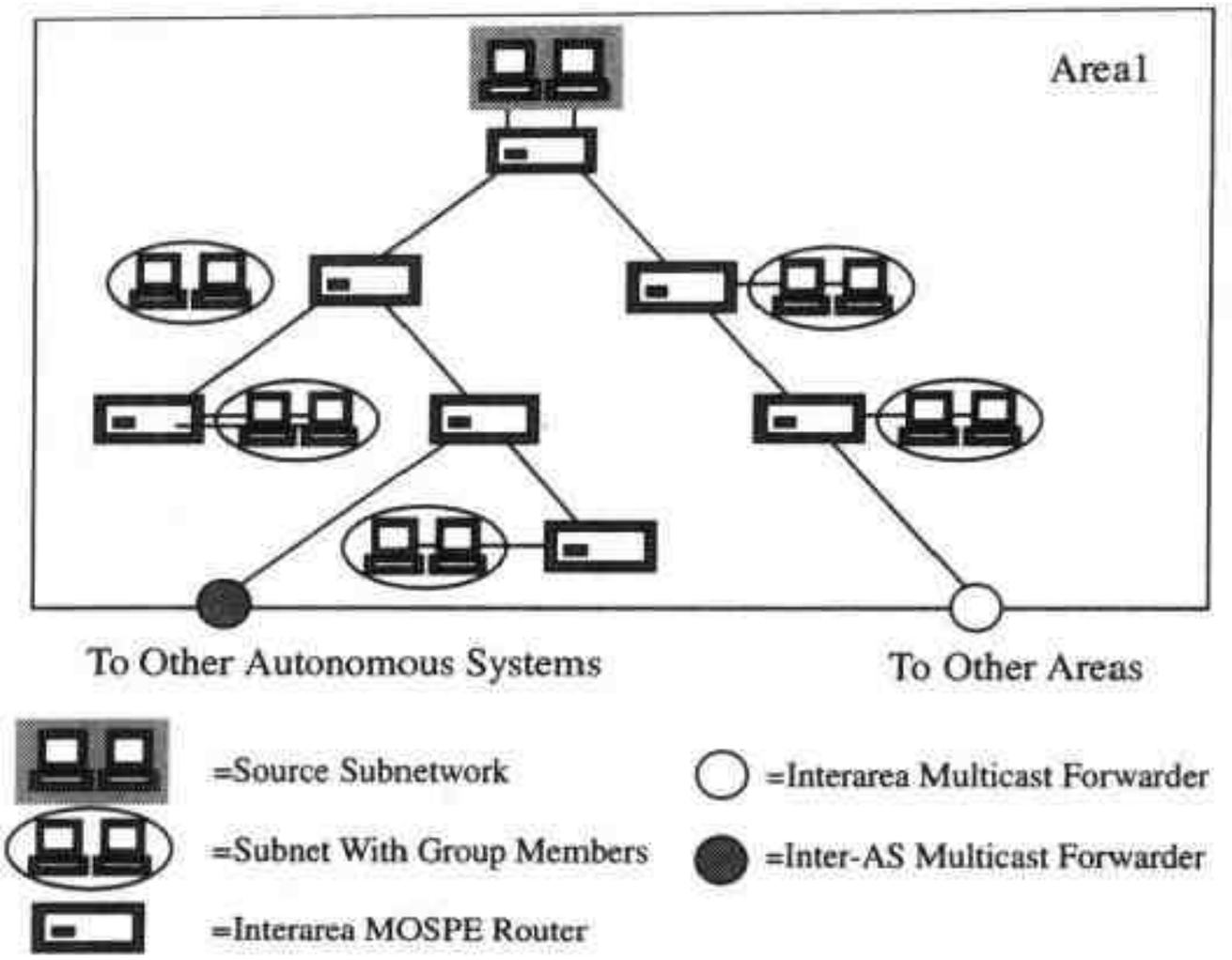
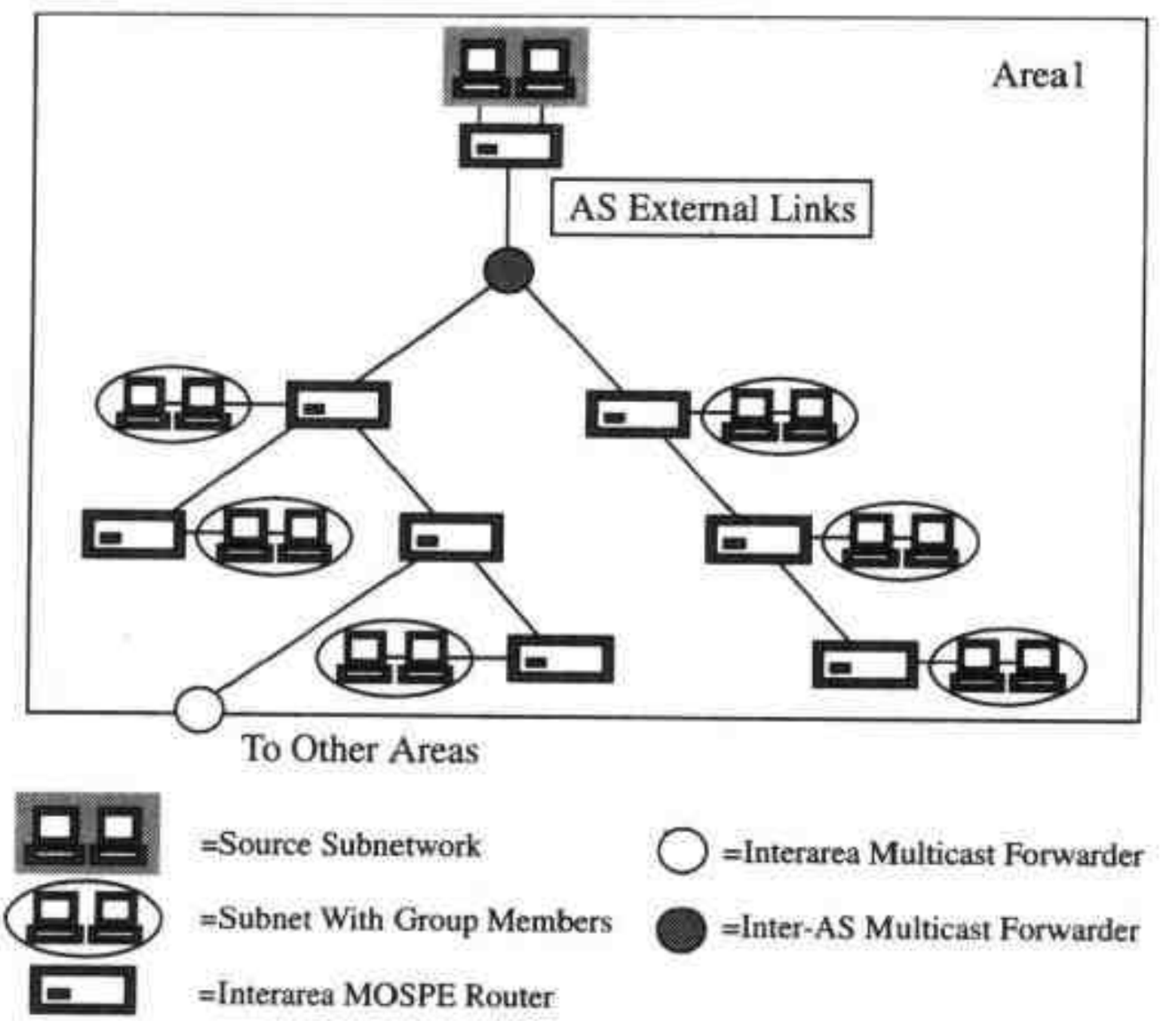


图 8.13　一个在源子网位于路由器正在做计算的相同区域时，独立系统间最短路径树的状况的例子



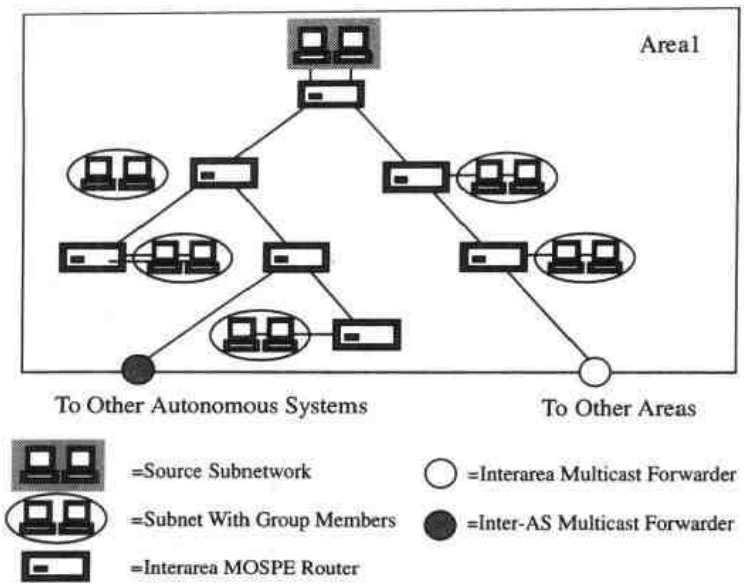


图 8.13　一个在源子网位于路由器正在做计算的
相同区域时，独立系统间最短路径树的状况的例子

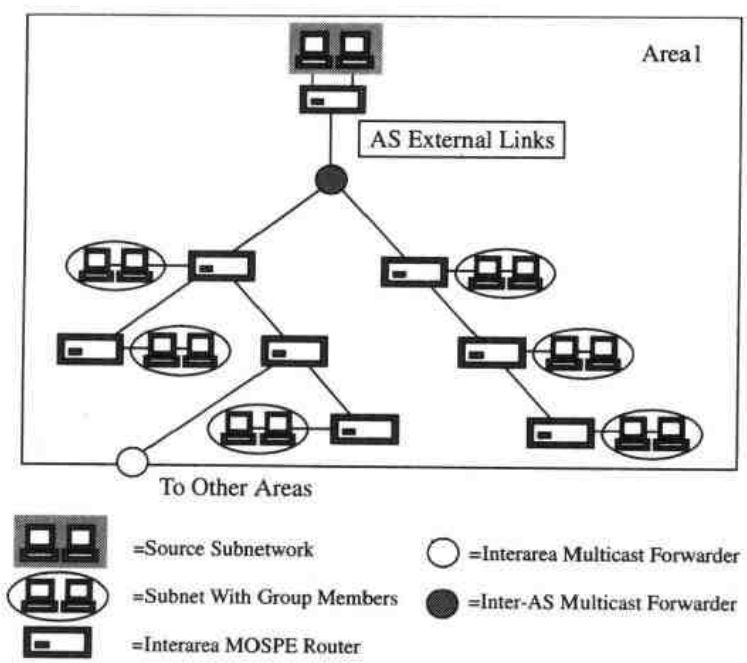


图 8.14　独立系统间多路广播发送者位于路由器正在做计算的不同区域

参照图 8.14，我们可以看到一个独立系统间多路广播发送者位于路由器正在做的计算的同一区域里的一个独立系统间最短路径传递树的状况。如果独立系统间多路广播发送者位于路由器正在做的计算的不同区域，路由器将收集累计的独立系统边界路由器链接信息和具有多路广播能力的独立系统外部链接信息来逼近围绕在源周围的拓扑结构。

8.4　PIM 协议

多路广播路由器使用 PIM（Protocol-Independent Multicast）协议来决定其他的哪一个多路广播路由器将接收多路广播包。PIM 拥有两种同时兼容的操作模式：密集模式和发散模式。由 Internet 工程任务组的域间多路广播路由（Inter-Domain Multicast Routing，IDMR）工作组开发的 RFC 2117 对 PIM-SM（PIM 的发散模式）作了定义。而协议对 PIM-DM 的说明还只是一个 Internet 工程任务组的草案。

PIM 操作

目前，在一些路由器产品中支持 PIM 协议。致力于 PIM 发展的意图是在 Internet 上提供足够规模的域间多路广播路由。基于 PIM 协议的路由相对于任何单一广播路由协议提供的机制来说是完全独立的。

任何支持 PIM 协议的设备都需要存在一个多路广播路由协议来提供路由表信息以及适应拓扑结构的改变。

D 类 IP 地址将被保存用于多路广播。一个 IP 地址将对于一个多路广播组。

确定多路广播组的 IP 地址为目标地址，可以保证路由器传递多路广播的信息到组的所有成员。

PIM 路由

支持 PIM 协议的路由器就被认为是 PIM 路由器。如果在两个 PIM 路由器之间有一个直接连接，就认为两者是邻居。路由器上具有 PIM 能力的接口不是连接到网络中相邻的路由器就是连接到一个局域网的主机系统。

运行 PIM 协议的路由器选出与主机系统相邻的路由器作为指定路由器。一般来说，这个路由器拥有最高的 IP 地址。PIM 路由器采用最短路径间距树算法。一个 PIM 路由器在每一个最短路径树的模部，其他直接连接到主机系统的 PIM 路由器则被当作树结构端节点路由器。

PIM 协议没有定义他们自身的路由更改信息；他们还要使用运行在 IP 网络上的本地的单一广播路由协议。这帮助保持附加的状态信息来补偿不被多路广播意识到的单一广播路由表。

PIM 发送

PIM-DM 和 PIM-SM 都是使用“反路径”（reverse-path）发送。路由器接收一个多路广播数据，访问它的单一广播路由表来确定数据源和最佳的返回源的路径。为了找到最佳的返回源的路径，当路由器在接口处收到多路广播数据时，路由器向所有其他的接口发送数提的一份拷贝。

参看第 7 章关于各种发送算法的讨论。

数据到达入口被认为是路由器上游的数据流；到达出口则被认为是下游的数据流。

基于 PIM 的多路广播路由表

如图 8.15 所示，PIM 路由器使用从路由表条目获取的分配类型信息来创建一个最短路径间距树以及多路广播路由表的维护。当最短路径树的根部是与数据源相连的指定路由器（DR）时，这个树就是以源为根的树。表 8.8 描述了在路由表条目中的各个字段。

Source	Group	Register	Rendezvous Point	Input Interface	Output Interface

图 8.15　基于 PIM 的多路广播路由表

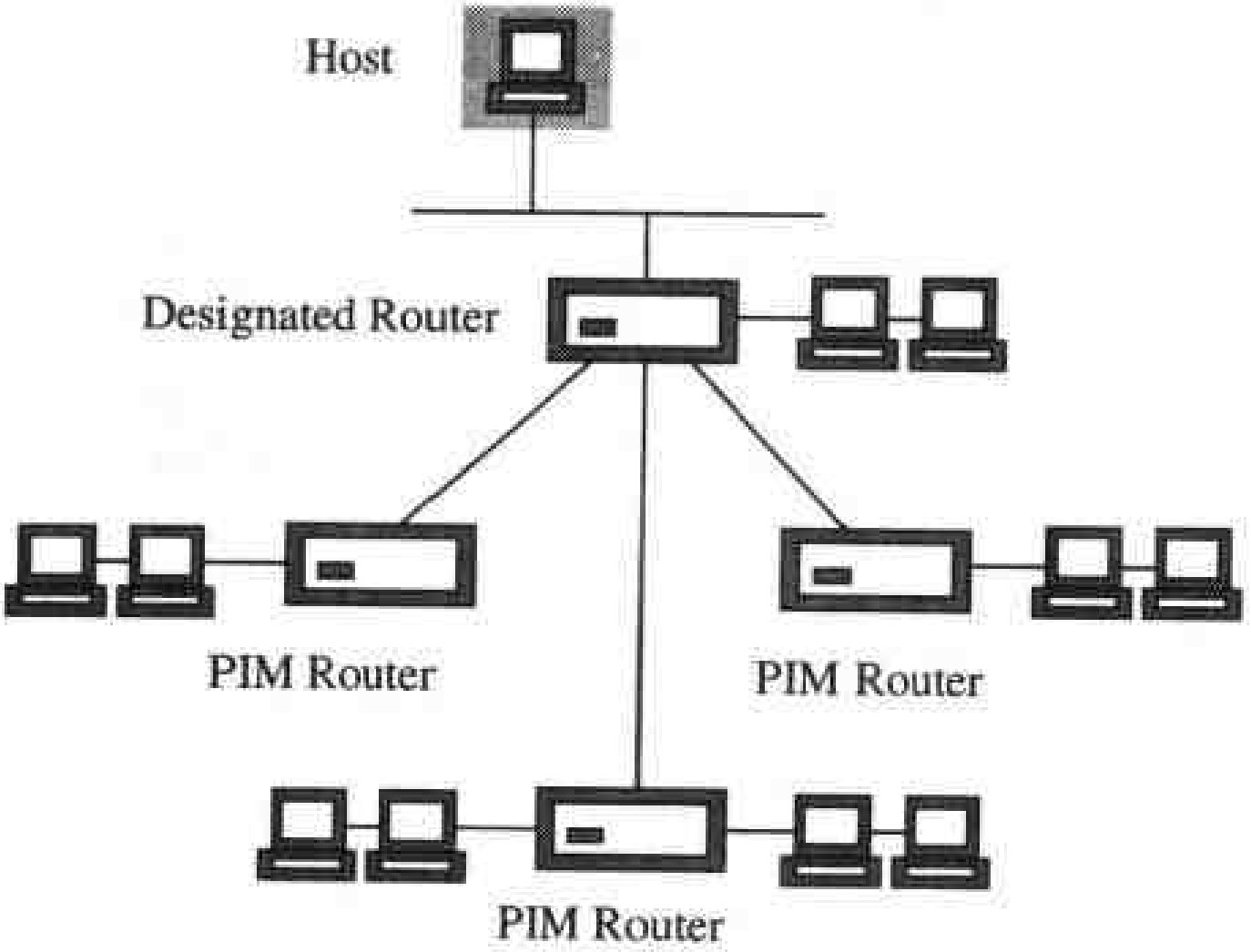
表 8.8　路由表条目

字　段	说　明
源	这个字段指明数据的来源。
组	多路广播组 D 类 IP 地址，范围从 224.0.0.0 到 239.255.255.255。
注册	这个字段告诉我们指定路由器要向有相同源和组地址的集合点路由器注册。PIM-SM 使用这个字段。
集合点	当寄存器标志设定好时，这个字段包括了集合点（rendezvous point）路由的 IP 地址。
输入接口	这个字段指示从这个源-组将到达上游的网络接口的数据。路由器不将数据发送到另一个接口。
输出接口	这个字段包括了对下游接口的身份认证，确定这个源-组将被发送到下游接口的数据。

Source-Group =

Source	Group	Register 4	RP 1, 2, 3	Input Interface	Output Interface

图 8.16　一个在指定路由器上路由表中的条目的一个图例


Host
Designated Router
PIM Router
PIM Router
PIM Router

数据到达入口被认为是路由器上游的数据流；到达出口则被认为是下游的数据流。

基于 PIM 的多路广播路由表

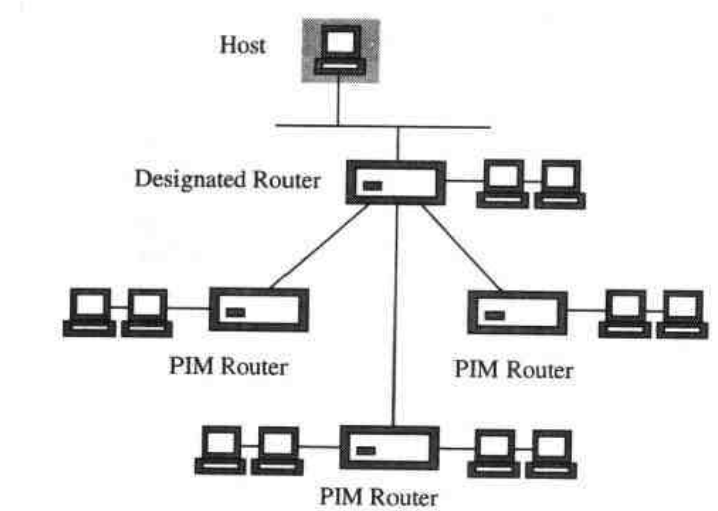
如图 8.15 所示，PIM 路由器使用从路由表条目获取的分配类型信息来创建一个最短路径间距树以及多路广播路由表的维护。当最短路径树的根部是与数据源相连的指定路由器（DR）时，这个树就是以源为根的树。表 8.8 描述了在路由表条目中的各个字段。

Source	Group	Register	Rendezvous Point	Input Interface	Output Interface

图 8.15　基于 PIM 的多路广播路由表

表 8.8　路由表条目

字　段	说　明
源	这个字段指明数据的来源。
组	多路广播组 D 类 IP 地址，范围从 224.0.0.0 到 239.255.255.255。
注册	这个字段告诉我们指定路由器要向有相同源和组地址的集合点路由器注册。PIM-SM 使用这个字段。
集合点	当寄存器标志设定好时，这个字段包括了集合点（rendezvous point）路由的 IP 地址。
输入接口	这个字段指示从这个源-组将到达上游的网络接口的数据。路由器不将数据发送到另一个接口。
输出接口	这个字段包括了对下游接口的身份认证，确定这个源-组将被发送到下游接口的数据。



Source-Group =

Source	Group	Register 4	RP 1, 2, 3	Input Interface	Output Interface

图 8.16　一个在指定路由器上路由表中的条目的一个图例

在以源为根的树中建立一个源-组条目

图 8.16 是一个在指定路由器上路由表中的条目的一个图例。在这个例子中，接口 4 是输入接口，而接口 1、2、3 均为输出接口。S 是设定给源主机的 IP 地址，G 则是设定给多路广播组的 IP 地址。

PIM-DM

PIM-DM（Protocol-Independent Multicast-Dense Mode, PIM 密集模式）协议多路广播路由算法假定在网络中接收者的人口很密集而且是使用“反路径”多路广播算法。当处在下列几种情况时，适合使用 PIM-DM：

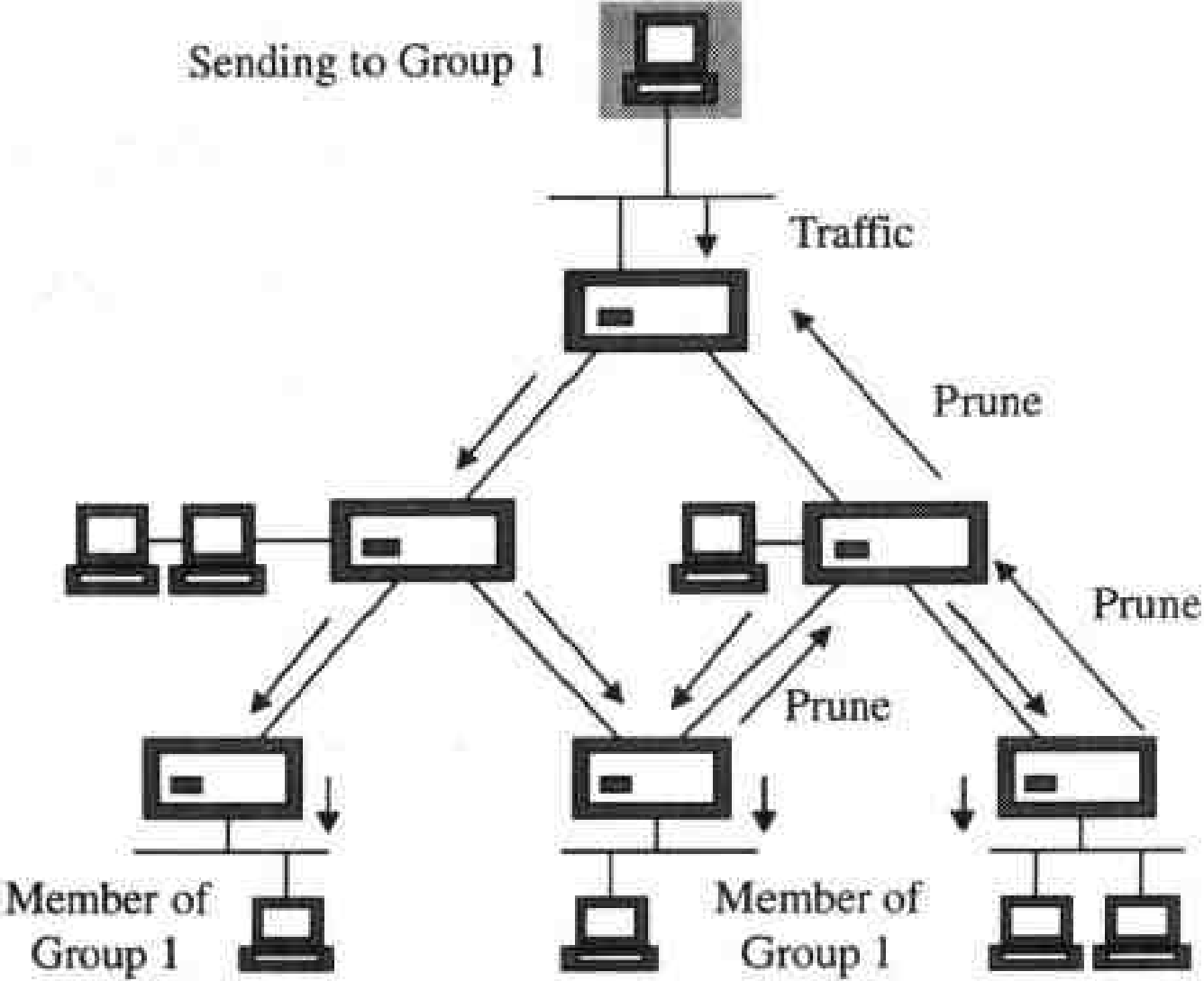
- 发送者和接收者彼此非常接近而且只有一小部分发送者和许多接收者
- 多路广播流量的数量很大
- 多路广播流量是持续的

PIM-DM 从源端 PIM 路由器开始创建路由树以及在网络上到所有树结构端节点路由器交叉的分支。如果网络的一些区域没有组成员，PIM 将剪除这个分支（如图 8.17 所示）。如果多路广播包到达了提供返回源端的最短路径接口，除非有一个剪除信息明确地告诉这个接口，PIM-DM 将把这些包发送到所有的下一级接口。

图 8.17　如果网络的一些区域没有组成员，PIM 将剪除这个分支

PIM-SM

PIM-SM（Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode,PIM 发散模式）协议多路广播路由算法假定在网络中接收者的人口很稀疏或者多路广播组被广域网分隔开。PIM-SM 定义了一个中心集合点（RP）来连接发送者和接收者。每一个使用 PIM-SM 协议的多路广播组里只有一个 PIM 路由器被当作集合点。集合点路由器为每一个由它负责的组维护


Sending to Group 1
Traffic
Prune
Prune
Prune
Member of Group 1
Member of Group 1

在以源为根的树中建立一个源-组条目

图 8.16 是一个在指定路由器上路由表中的条目的一个图例。在这个例子中，接口 4 是输入接口，而接口 1、2、3 均为输出接口。S 是设定给源主机的 IP 地址，G 则是设定给多路广播组的 IP 地址。

PIM-DM

PIM-DM（Protocol-Independent Multicast-Dense Mode, PIM 密集模式）协议多路广播路由算法假定在网络中接收者的人口很密集而且是使用“反路径”多路广播算法。当处在下列几种情况时，适合使用 PIM-DM：

- 发送者和接收者彼此非常接近而且只有一小部分发送者和许多接收者
- 多路广播流量的数量很大
- 多路广播流量是持续的

PIM-DM 从源端 PIM 路由器开始创建路由树以及在网络上到所有树结构端节点路由器交叉的分支。如果网络的一些区域没有组成员，PIM 将剪除这个分支（如图 8.17 所示）。如果多路广播包到达了提供返回源端的最短路径接口，除非有一个剪除信息明确地告诉这个接口，PIM-DM 将把这些包发送到所有的下一级接口。

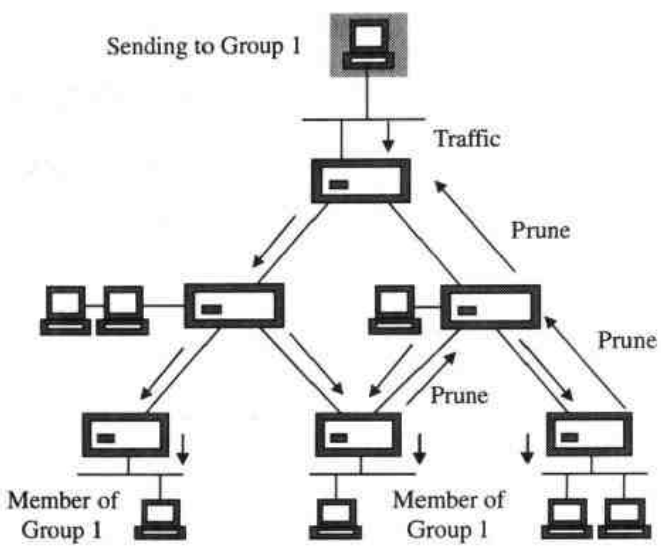


图 8.17　如果网络的一些区域没有组成员，PIM 将剪除这个分支

PIM-SM

PIM-SM（Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode,PIM 发散模式）协议多路广播路由算法假定在网络中接收者的人口很稀疏或者多路广播组被广域网分隔开。PIM-SM 定义了一个中心集合点（RP）来连接发送者和接收者。每一个使用 PIM-SM 协议的多路广播组里只有一个 PIM 路由器被当作集合点。集合点路由器为每一个由它负责的组维护

着一个最短路径树。当一个发送者想要发送数据，它首先将数据发送给集合点路由器；而当一个接收者想要接收数据时，它就要向集合点路由器注册。

处在下列几种情况时，适合使用 PIM-SM：

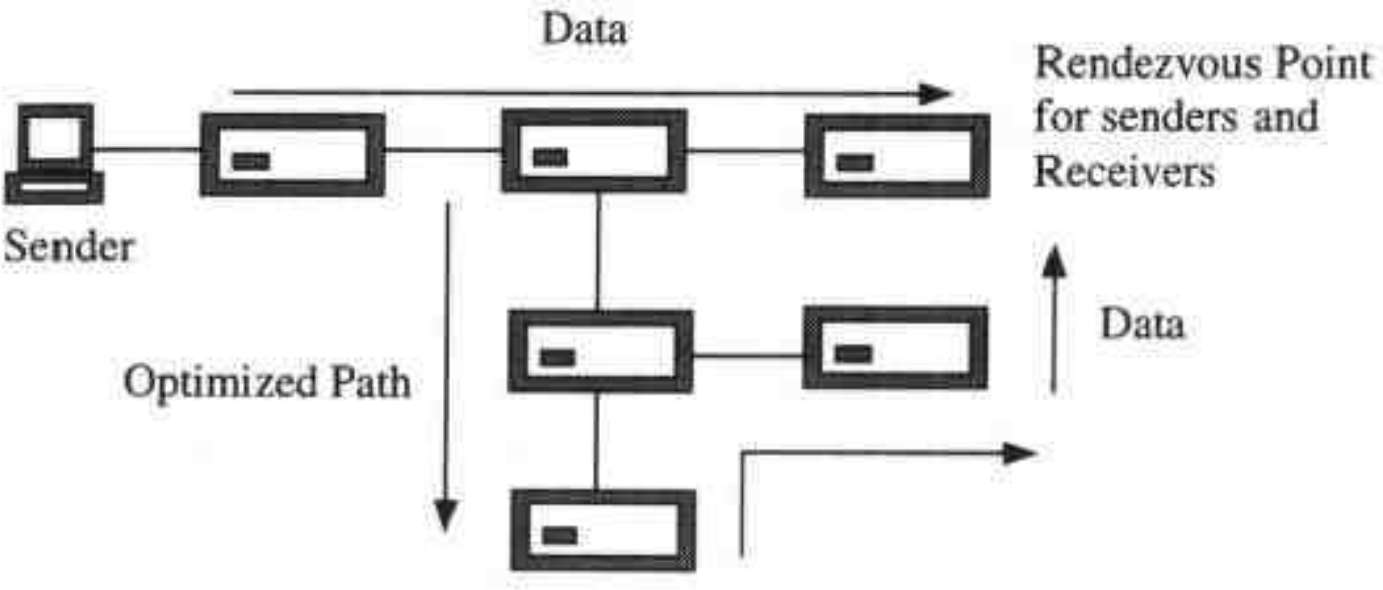
- 在一个组里接收者很少
- 发送者和接收者被广域网分隔开
- 多路广播流量断断续续

当一个源系统发送一个多路广播数据到一个 PIM-SM 组时，它的指定路由器将数据压缩并通过网络单一广播到那个组的集合点。然后，集合点就让数据沿着共享树多路广播到那个组（如图 8.18 所示）。

图 8.18　PIM SM 运做

在 PIM-SM 模式下，多路广播数据只沿着路径传输到被认证的组成员系统。

在源开始发送多路广播后，PIM 的规定允许接收者或路由器切换成一个以源为根的最短路径树（如图 8.19 所示）。


Data
Rendezvous Point
for senders and
Receivers
Sender
Data
Optimized Path

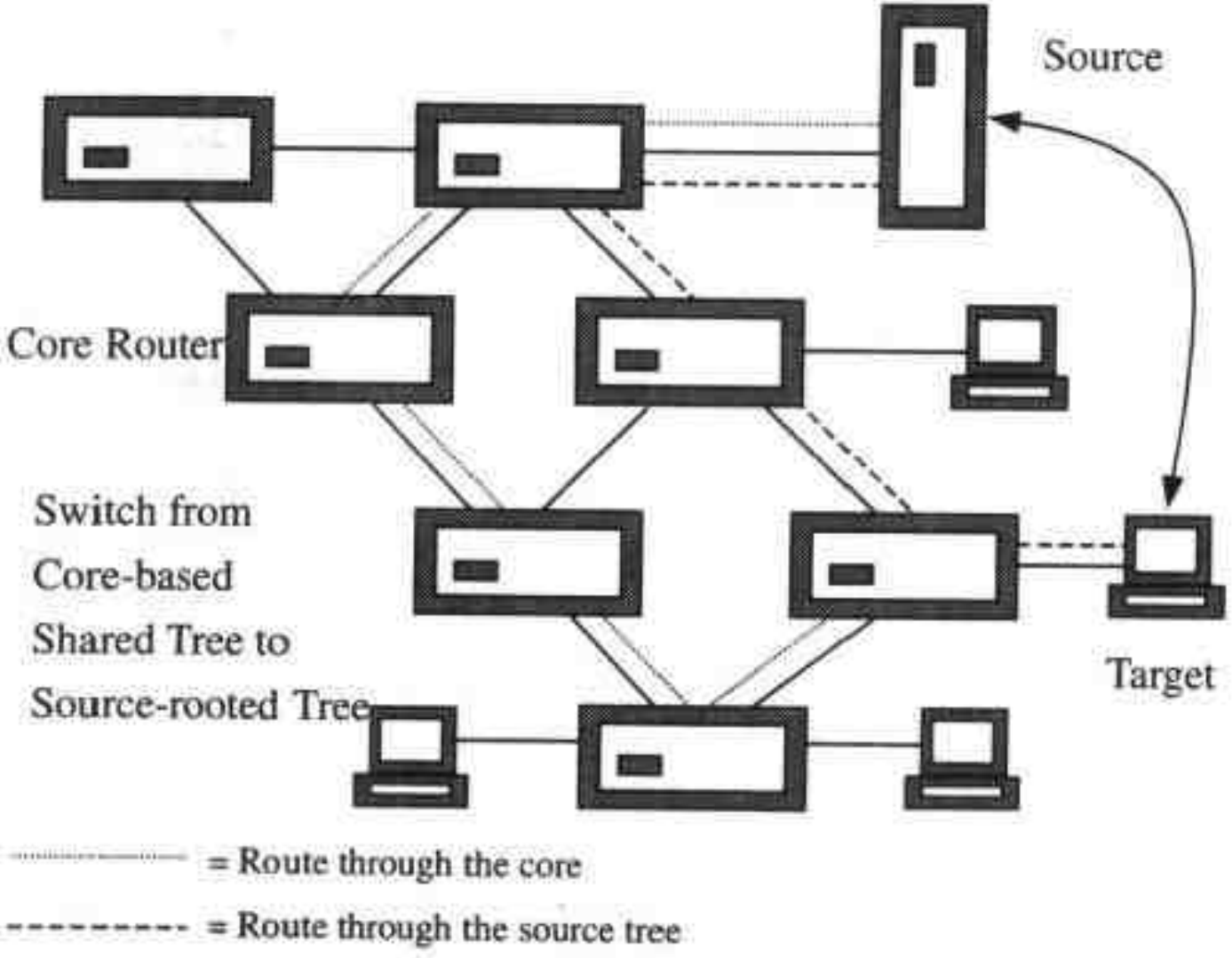

Source
Core Router
Switch from
Core-based
Shared Tree to
Source-rooted Tree
Target
= Route through the core
= Route through the source tree

图 8.19　优化路由器

着一个最短路径树。当一个发送者想要发送数据，它首先将数据发送给集合点路由器；而当一个接收者想要接收数据时，它就要向集合点路由器注册。

处在下列几种情况时，适合使用 PIM-SM：

- 在一个组里接收者很少
- 发送者和接收者被广域网分隔开
- 多路广播流量断断续续

当一个源系统发送一个多路广播数据到一个 PIM-SM 组时，它的指定路由器将数据压缩并通过网络单一广播到那个组的集合点。然后，集合点就让数据沿着共享树多路广播到那个组（如图 8.18 所示）。

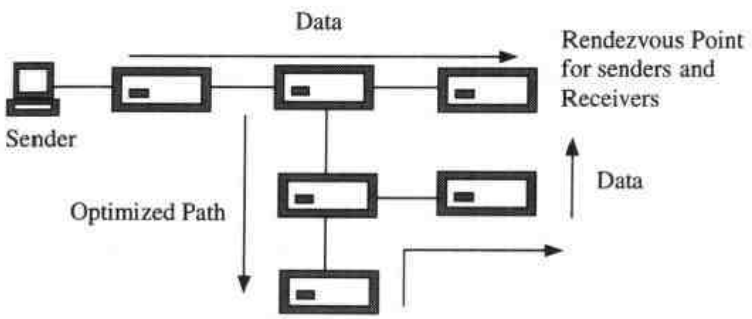


图 8.18　PIM SM 运做

在 PIM-SM 模式下，多路广播数据只沿着路径传输到被认证的组成员系统。

在源开始发送多路广播后，PIM 的规定允许接收者或路由器切换成一个以源为根的最短路径树（如图 8.19 所示）。

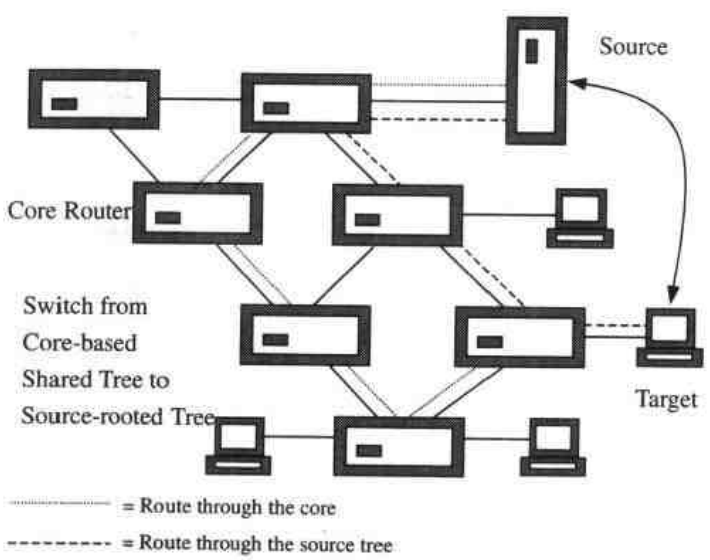


图 8.19　优化路由器

为了避免失败，这个协议还最多允许 3 个备用集合点路由器作为原始集合点路由器的备份。它按照优先权高低顺序列出集合点路由器。确保优先权高的路由器充当集合点路由器。

在为每个 PIM-SM 组配置网络中带有集合点路由器 IP 地址的每一个 PIM 路由器时，整个网络的集合点路由器地址信息必须相同。

当一个源系统想要发送多路广播数据到一个组时：

- 它发送数据包到它所在的局域网上。
- 指定路由器在路由表里产生一个包含源、组和输入接口的源-组条目信息。在这个源-组条目里不包含输出接口信息。
- 在一个 PIM 注册信息里对数据进行压缩。
- 单一广播这个信息到集合点路由器。

集合点路由器则：

- 单一广播返回一个应答，解压缩注册信息，并且检查是否存在一个共享树组。
- 发送数据给在输出接口列表里的接口到指定的那个组。
- 周期性单一广播注册应答到源指定路由器。这些信息表明集合点路由器是可以到达的。

基于核心的树

CBT（Core-Based Trees）是最常见的发送算法之一。一个 CBT 共享树拥有一个用于创建树的核心路由器。CBT 为所有的源和组成员创建一个单一的树，而不是为每一个源-组对分别创建一个单一的树（如图 8.20 所示）。不管源路由器是什么，协议将沿着这个树发送多路广播交通流到整个组。发送者不必是组的成员，且组的成员是动态变化的。

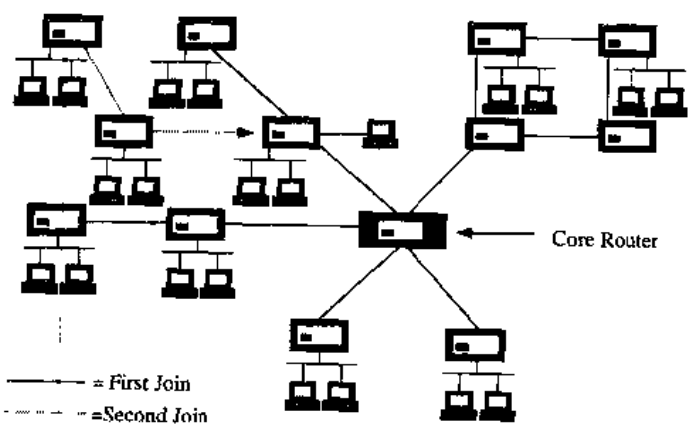


图 8.20　CBT 共享树

如果一个主机希望成为组的一员，它可以发送一个加入请求到组的核心树。所有的中间路由器都处理这个请求。他们先认证加入请求是来自哪个接口，然后将 CBT 树延伸到那个主机。

当一个多路广播数据到达一个 CBT 树成员的路由器时，路由器多路广播数据到树的核心。这就保证数据能够发送到组的所有成员。根据存储在单个路由器里的多路广播状态信息数量，共享树的应用能够提供重要的存储信息。

CBT 将交通流集中到一个更小的基于源的树的子网链接上。这种在核心周围的交通流的集中将导致性能下降。一些版本的 CBT 支持使用多个核心；使用多个核心可以实现负载平衡。

第 9 章

实现 IP 多路广播

一个多路广播组里的每一个主机，必须实现一个支持 IP 多路广播的 TCP/IP 栈。另外，具有多路广播能力的路由器允许在 Internet 网络上发送多路广播信息。IP 多路广播 TTL 值控制一个多路广播数据在 Internet 网络上的传输距离。

TCP/IP 和 IP 多路广播是运行在大量网络基础设备之上的。这些设备包括卫星、帧中继、SDMS、ATM 和 ISDN 网络。

这一章主要内容包括：

- 讨论 IP 多路广播可靠性的问题。
- 描述主机传送成员信息到路由器的机制。
- 介绍 IP 隧道以及它在实现 IP 多路广播中充当的角色。
- 在卫星、帧中继、SDMS、ATM 和 ISDN 网络上实现 IP 多路广播的一般性问题。

9.1　可靠性问题

IP 多路广播是不可靠的，并且在网络服务失败时没有恢复机制来恢复广播，通常存在两种类型的错误：

- 瞬时错误：通常是因为传输错误或者线路过度拥挤产生，这些错误能够导致相应的一个“没有接收到服务”的进程。一个瞬时错误将阻止数据传送到一些或者所有的目标端。
- 系统错误：网络的一个话路或者一个进程失败通常会导致一个系统错误。当这样的系统错误发生时，很难甚至是不可能确定是一个站点崩溃还是发生了一个信息传送延迟。当一个系统错误发生时，系统管理员通常假定站点已经完全不起作用并且将这个站点与其他站点分开。系统管理员可以使用：
  ——容错应用程序（Fault-tolerant applications）：在一个容错应用程序中，由一个超时机制来判断一个站点是否已经崩溃并且将它从所在的组中清除。
  ——可靠多路广播协议（Reliable Multicast Protocol，RMP）设备：这是一个高层的协议，它在 IP 多路广播上提供了一个自动的、完全有序的、可靠的多路广播服务。它们允许一个组从网络错误中恢复过来。RMP 还用来测试包括非常复杂的分布式的应用程序在内的校验工作。

9.2　加入和离开一个组

一个多路广播主机的 IP 服务接口提供了加入主机组、离开主机组、加入本地组和离开本地组的操作。

加入和离开组的操作

表 9.1 描述了加入主机组、离开主机组、加入本地组和离开本地组的操作。这些操作映射到一个基于多路广播的用户进程或程序的加入一个组和离开一个组的操作。

在主机只支持一个接口的情况下，程序员可以省略接口参数。高层的协议可以作出选择，不给可能连接到多个网络的主机指定接口。在这种情况下，主机提出的请求将向默认的接口申请发送多路广播数据。

表 9.1　加入主机组、离开主机组、加入本地组和离开本地组的操作

操　作	说　明
加入主机组（组地址，接口）	指定的主机请求成为在指定的网络接口上被确定的组地址认证的主机组的成员
离开主机组（组地址，接口）	指定的主机请求从在指定的网络接口上被确定的组地址认证的主机组中释放出来
加入本地组（组地址）	请求本地网络设备接收并且传送包裹到指定的 IP 主机地址
离开本地组（组地址）	请求本地网络设备停止传送包裹到指定的 IP 主机地址

加入和离开组的动作

加入本地组（组地址）和离开本地组（组地址）操作允许 IP 设备告诉本地的网络设备将接收什么多路广播包。这里的组地址对应一个 IP 主机组地址。它期望通过本地网络设备将 IP 主机组地址映射到本地网络地址。

一些 IP 多路广播设备使用一个表来存储主机-组信息。一个主机-组条目包括接口数、IP 地址、访问数和一个 TTL 字段。

访问数是使用这个主机组的进程数。

当有一个加入主机组的操作请求发生时，主机（通常是一个多路广播路由器）对上述的这个主机表进行查找。如果有一个已经存在的条目，主机将增加访问数。如果是一个新请求，多路广播路由器在表中制作一个新条目并且增加一条永久性路径到这个 IP 路由表。

离开主机组的操作包括：

- 减少访问数。
- 从主机-组表删除这个条目。
- 从 IP 路由表中清除这条多路广播路径。
- 配置网络硬件，忽略路由到这个多路广播地址的包裹。

多路广播路由器只有在条目的值为 0（表示所有使用这个条目的进程都已经结束）时才清除这个条目。

为了在一个链接中共享组成员信息，在 IP 主机和多路广播路由器之间应用了 IGMP。

当一个主机加入一个组时，它发送一个在路由器中已经被记载的主机成员报告信息。当一个主机离开一个组时，它不需要发送任何信息。一个路由器负责处理离开一个组。路由器周期性地发送一个主机成员查询信息到这个链接。

在组中的其他主机用主机成员报告信息应答组成员信息。使用这种周期性查询的方法解决了组成员信息被挂起的问题（例如用户多路广播程序或者整个主机崩溃后）。

9.3　IP 隧道和多路广播

一些 ISP 商开始尝试提供 IP 多路广播服务。一个从一个站点到卫星上行链路的 Internet 隧道能够使远端的多路广播发送者依靠卫星上行链路高效地发送数据。Internet 隧道还能够被用于连接校园网。因为校园网可能允许多路广播或者说比专用的广域网设施具有更容易实现多路广播的能力。而且不需要冒较大的风险对专用网络进行大的改造就能够实现多路广播，这种方法应该算是一种相对经济、高效的方法。

一些新的路由器本身就能够进行多路广播路由。但是有许多路由器不能正确地传递多路广播包裹。因此，许多多路广播包裹经常需要借助隧道传送很长的路程。

一个隧道是一个单一广播（点到点）的虚拟链接，它能够跨越数个网桥和路由器。隧道端点可以是支持多路广播的路由器，也可以是运行支持多路广播路由的精灵（daemon，Internet 中用于邮件收发的后台程序）的工作站。每一个多路广播路由器在单一广播路由器的海洋中被认为是一个小岛。两个小岛既可以通过物理的连接直接相连，也可以由代表他们之间点到点的虚拟链接——隧道连接起来。

现在，Internet 上的大多数多路广播隧道是 TCP 内 IP 多路广播包裹的被压缩的隧道。这个被压缩的隧道以点到点方式发送到多路广播包裹没有被压缩的隧道终端。IP 多路广播包裹横渡一个被压缩的隧道将被他们的 IP 源和目标端地址描绘成隧道终端多路广播路由器的 IP 地址。图 9.1 显示了一个 Internet 配置，要求多路广播隧道连接网络 1 和网络 2 来参加多路广播通信。

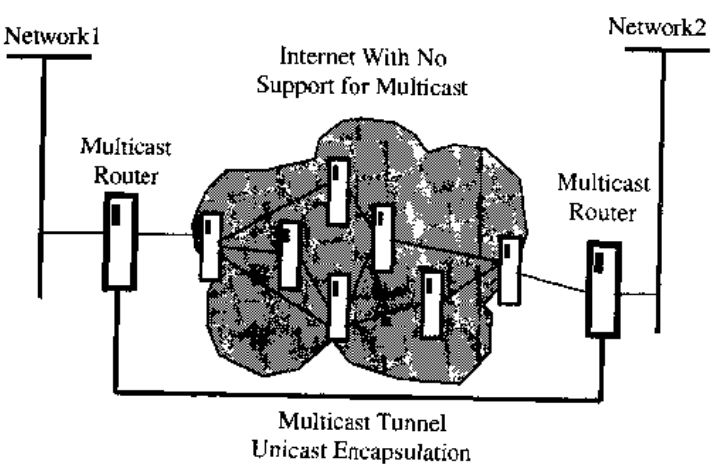


图 9.1　一个 Internet 配置要求多路广播隧道

被舍位和被剪除的隧道

隧道的结构有两种：舍位方式和剪除方式。

隧道舍位方式是根据数据的 TTL 值和具有多路广播能力的路由器的阈值来发送数据的。每一次一个多路广播数据流经一个多路广播路由器时，路由器将数据的 TTL 值减 1。当这个阈值大于 TTL 值时，数据将停留在这个路由器，路由器就不再将数据向前发送。采用这种方式，所有的多路广播路由器都要接收、处理、发送所有的多路广播包裹。隧道舍位方式比它本身应该处理的流量要多得多。

隧道剪除方式是根据多路广播数据的 TTL 值发送数据。但是，多路广播路由器使用 IGMP 信息来决定哪一个路由器将接收这个特定的数据。换句话说，多路广播的交通只流向希望接收这些数据的路由器。隧道剪除方式的效率相对来说更高。

对这两种方式在第 8 章进行了更详细地讨论。

在隧道上发送数据

每一个路由器都侦听本地网，获取哪一个隧道已经准备好用于数据发送到多路广播组的信息。当一个数据到来时，拥有多路广播路由能力的精灵程序使用一个常规的单一广播地址并且发送数据到其他路由器上的精灵程序。被压缩的 IP 多路广播数据横渡一个隧道，看上去就像一个普通的单一广播数据介入路由器和子网。

多路广播路由器想要通过隧道发送一个多路广播数据：

- 将 IP 多路广播数据进行压缩后发送出去。
- 在隧道的另一端将新的 IP 头目标端地址设定为多路广播路由器的单一广播地址。
- 为了指明下一个协议是 IP，设定新的 IP 头里面的 IP 协议字段值为 4。

在隧道的另一端的多路广播路由器接收到数据后，就像到达一个本地接口那样将数据解开、处理。它剥离被压缩的 IP 头，并且将数据正确发送或者恢复多路广播数据后把他们放在本地局域网上。

关于隧道的注意事项

对于实现完全本能的 IP 多路广播部署，隧道是一个行之有效的策略。

- 一个 DVMRP 路由器的所有接口都是通过一个用接口值和 TTL 阈值来限制传输范围的标尺来配置的。每一个作为隧道的接口也必须由本地路由器接口的 IP 地址和远端路由器的 IP 地址来配置。标尺和 TTL 值对于剪除树非常重要。
- 只有当 PIM 连接到一个非本地的基于 DVMRP 的路由算法时，它才需要使用隧道。因为在本地多路广播模式下，它在两个 PIM 路由器之间传输数据包。
- MOSPF 没有为隧道提供像 DVMRP 提供的那些东西，而且 MOSPF 是为域内路由定义隧道的。域间路由需要特殊的多路广播发送者。

9.4　多路广播方法

除了普通的使用多路广播地址的 UDP/IP 多路广播方法外，还有其他一些方法也是可行的。

多路广播传输既可以在数据链路层（第二层）实现，也可以在网络层（第三层）实现。以太网和 FDDI 支持单一广播（unicast）、多路广播（multicast）和广播（broadcast）地址。个人计算机能够侦听一个单一广播地址、几个多路广播地址和广播地址。

注意以下几点：

- 当一个多点应用程序扩展到具有混合媒体类型的校园网络环境时，应该在网络层实现多路广播。
- 使用为定位多路广播接收者的组而专门设定的令牌环网地址，令牌环网能够支持多路广播发送。

有关在数据链路层（第二层）实现多路广播传输所需环境的介绍，请浏览 Cisco Web 站点的网页，地址是 http://www.cisco.com/warp/public/732/IP/cgmp_wp.htm。

用于发送者直接传递到多个目标端的 IPv4 选项

用于发送者直接传递到多个目标端的 IPv4 选项给一个 IPv4 数据的选项字段里列出的一组接收者提供一个不可靠的 UDP/IP 传送。它最初用于美国军队，为他们提供一个可靠的发送者直接传递到多个目标端的传送。可靠性是附加在应用层。在这个 IP 选项字段里，匹配的接收者地址的最大数目为 9。

多路广播传输协议（MTP）

普通的 IP 多路广播使用无连接的 UDP。MTP 源于连接的可靠多路广播协议。它不使用 TCP，而是直接在 IP 上的一个协议。在这个协议中，一个多路广播组被称作一个 web。每一个 web 都有一个主路由器示例和控制这个 web 的行为。根据用户是否允许传输用户数据来判断其他用户是数据的提供者还是数据的接收者。MTP 使用一个负的应答协议。当然，还有其他一些可以用于可靠多路广播的协议。

基于 MARS 的 ATM 多路广播

许多多路广播应用需要大量的带宽，ATM 就成为一个有吸引力的选择。但是，ATM 是面向连接的并且不适合直接地进入普通的 IP 多路广播。在 ATM 上实现 IP 多路广播的一个机制就是使用一个多路广播地址解析服务器（Multicast Address Resolution Server，MARS）。MARS 在一个多路广播簇中作为一个组信息保管员。一个节点希望发送到一个组，它需要向 MARS 服务器询问组成员列表并且创建一个点到多点的非直接虚拟链

路。MARS 服务器能够正确地返回到 ATM 级多路广播服务器（multicast server，MCS）而不是真正的组成员。多路广播服务器（MCS）再创建一个虚拟的链路到接收者。基于 MARS 的 ATM 多路广播正在规范化。

子网内（intrasubnet）或者说簇内（intracluster）的 IP 包裹多路广播有两种基本的解决方法。一种是利用点到多点 VC 网格（Virtual Circiut Mesh），另一种则采用以一个多路广播服务器（MCS）为根的共享式点到多点树。

CLNP 多路广播

国际标准组织（ISO）IP 世界正在对一个类似普通 UDP/IP 多路广播的多路广播方法进行实验性的约定。它是一个 CLNP 数据传输到被一个单一的组网络地址认证的终端系统。在 IP 术语学中，终端系统就是接口或主机，组网络地址则是多路广播地址。

通过 ES-IS 协议的扩展协议在主机和多路广播路由器之间的通信。

9.5　可供选择的网络结构类型

IP 多路广播依靠一个多路广播优先传送系统从发送者传送数据到组成员。目前，Internet 多路广播还被限制在通过隧道或者是一部分 ISP 提供的服务。当在 Internet 上的所有路由器都支持多路广播路由时，这种状况就能够得到改变。用于专用网络的可供选择的网络结构类型也可以实施多路广播。它们包括：

- 帧中继网络通过一个路由器重叠设置轴心和轴条式配置。
- 交换多兆数据服务（Switched Multimegabit Data Service，SMDS）可以象本地服务一样提供多路广播服务。
- 双向卫星，数据发送路径实际上就是广播（broadcast）。
- 校园局域网。
- ISDN。

第 2 章对专用网络的网络结构作了更详细的描述。第 3 章则对 ATM 网络进行了较深入地探讨。

帧中继

因为帧中继提供虚拟专用线，所以越来越多的组织使用帧中继服务。帧中继提供的永久虚拟链路（permanent virtual circuits，PVCs）在概念上类似与物理的专用线。通常在一个物理端口上的帧中继系统有多个 PVCs。这个物理端口的总容量大大高于任何单个的 PVC。

一个由帧中继交换机组成的帧中继网络是连接导向的，它通过 PVC 在发送者和接收者之间提供一个端对端的数据路径。当一个组织在发送者和接收者站点之间有多个 PVC 时，多路广播的实现就成为可能。

在帧中继网络上实现 IP 多路广播

多路广播数据通过一个帧中继网络传输有两种方法：

· 在一个发送者和它的接收者之间设置合适的 PVC 数。

· 使用一项被帧中继论坛定义为多路广播帧中继的服务。

帧中继的优势在于它的性能价格比非常平稳。如果帧中继覆盖整个国家的话，不管 PVC 是在本地还是在其他地方，不会存在价格的差异。一种配置多路广播 PVC 的方法是设定一个如图 9.2 所示的卫星状配置图。从图中可以看到，发送者与所有的接收者之间的距离均为一个跃距。按照这种配置，多路广播的复制发生在源端。也正是因为这样这种配置不能够节约带宽。

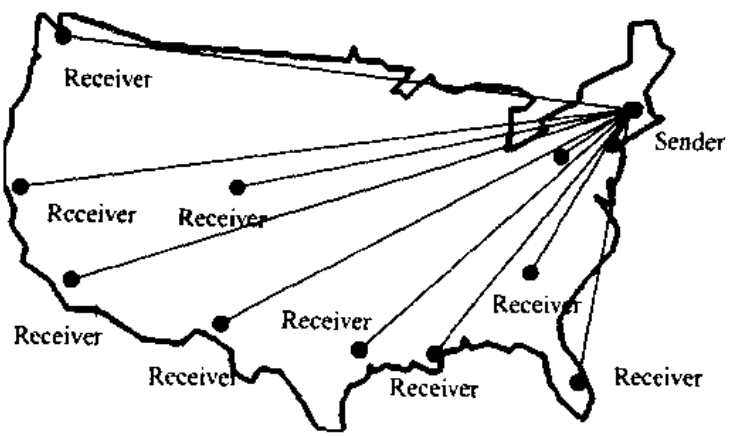


图 9.2　卫星状配置图

在帧中继网络中，一种更好地支持高效 IP 多路广播的方法是在中心路由器上使用一个“轴心和轴条”的排列（如图 9.3 所示）。在邻近的区域，每一个中心都分支到其他的多路广播组成员。虽然这种排列导致到达一个特定的目标端需要更多的跃距，但是它能够节约带宽并且将复制分配到各个中心路由器。

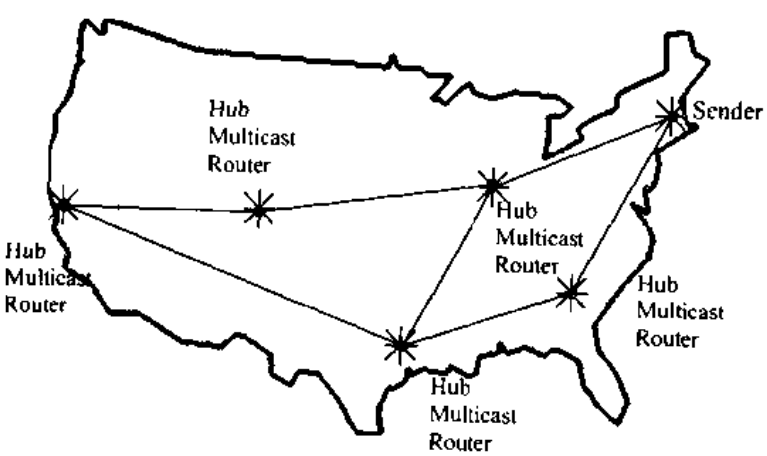


图 9.3　在帧中继网络中，一种更好地支持高效 IP 多路广播的方法是在中心路由器上使用一个“轴心和轴条”的排列

在帧中继网络中，发送多路广播数据的第二种方法是由帧中继论坛定义的“多路广播帧中继”服务。它是在帧中继层而不是在 IP 层提供多路广播。它在网络中放置一个帧中继服务器。服务器通过一系列点到点的 PVC 将它从一个多路广播 PVC 处接收到的数据复制到目标端（如图 9.4 所示）。帧中继多路广播是由载体而不是动态配置的。

图 9.4　帧中继多路广播是由载体而不是动态配置的

关于帧中继的问题和考虑

许多帧中继服务提供商不把多路广播作为一个服务选项，他们也不提供由帧中继论坛定义的正式服务——“在帧中继上的多路广播服务”。这就意味着一个组织和它的卖主需要自己来创建所需的多路广播拓扑结构。

交换多兆数据服务

区域的和长距离的通信公司提供交换多兆数据服务（Switched Multimegabit Data Service，SMDS）。SMDS 是一种无连接的高速公共数据链路的服务。SMDS 以交换为基础，在一个更广的区域里提高一个公司的局域网的性能和效率。局域网位于客户的办公室，而 SMDS 云则位于电话公司的办公室。网络地址就是电话号码。

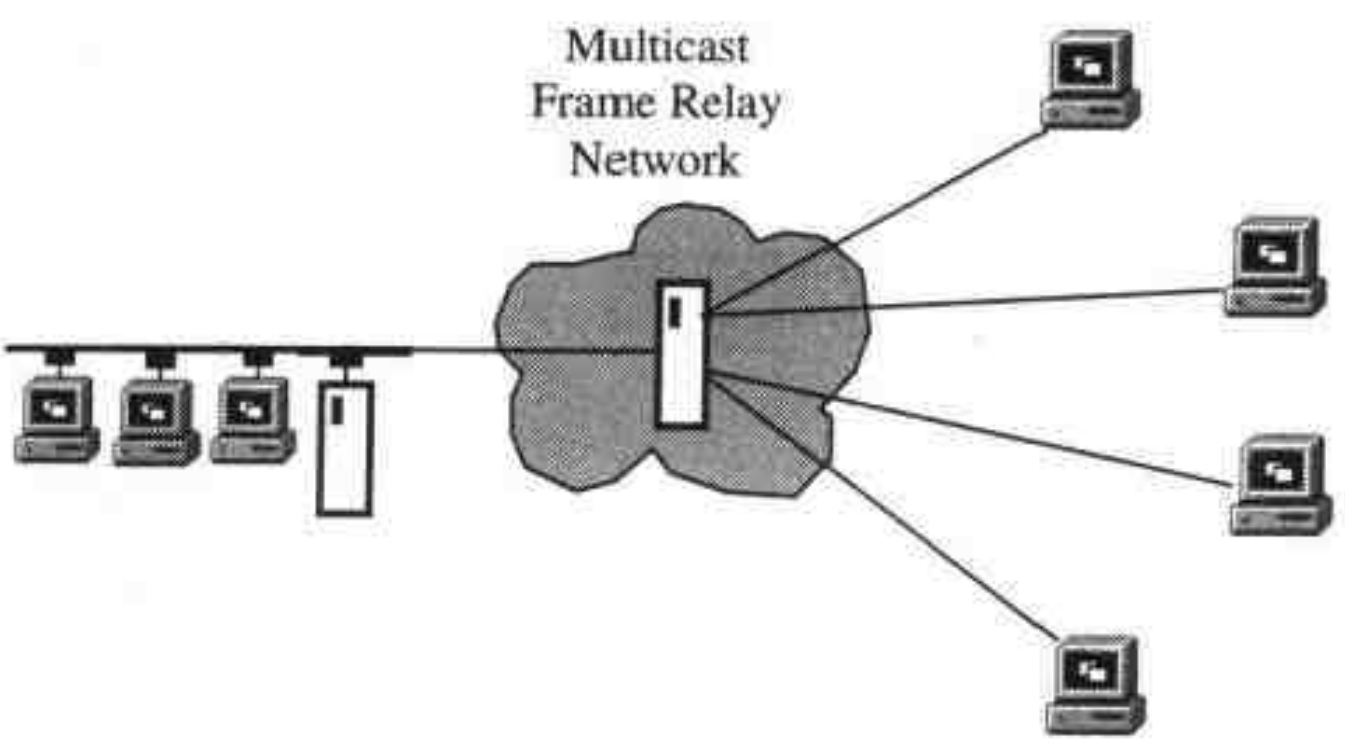
关于 SMDS 的详细描述请参看第二章。

在 SMDS 网络上实现 IP 多路广播

因为是一种无连接的服务，所以在发送数据前不需要象一个物理连接或逻辑连接方式那样对 SMDS 进行配置。在网络上的所有节点都可以接收到网络上的所有包裹。SMDS 支持本地的多路广播，看上去就像一个覆盖地区非常大的共享局域网。相对来说，用这种方法实现 IP 多路广播就相对容易一些（如图 9.5 所示）。

关于 SMDS 网络的问题和考虑

像一个局域网，SMDS 网络 IP 多路广播交通流将广播到整个内部网络。SDMS 通


Multicast
Frame Relay
Network

在帧中继网络中，发送多路广播数据的第二种方法是由帧中继论坛定义的“多路广播帧中继”服务。它是在帧中继层而不是在 IP 层提供多路广播。它在网络中放置一个帧中继服务器。服务器通过一系列点到点的 PVC 将它从一个多路广播 PVC 处接收到的数据复制到目标端（如图 9.4 所示）。帧中继多路广播是由载体而不是动态配置的。

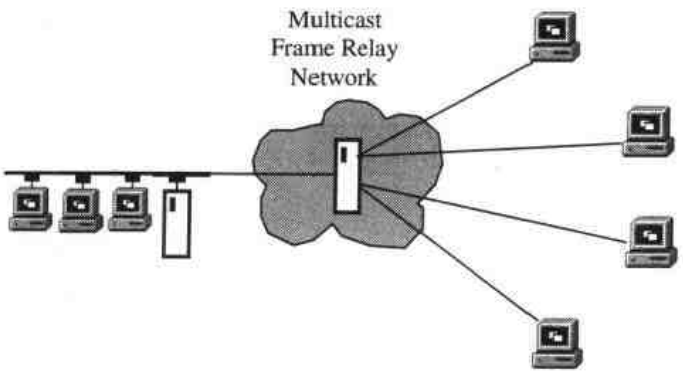


图 9.4　帧中继多路广播是由载体而不是动态配置的

关于帧中继的问题和考虑

许多帧中继服务提供商不把多路广播作为一个服务选项，他们也不提供由帧中继论坛定义的正式服务——“在帧中继上的多路广播服务”。这就意味着一个组织和它的卖主需要自己来创建所需的多路广播拓扑结构。

交换多兆数据服务

区域的和长距离的通信公司提供交换多兆数据服务（Switched Multimegabit Data Service，SMDS）。SMDS 是一种无连接的高速公共数据链路的服务。SMDS 以交换为基础，在一个更广的区域里提高一个公司的局域网的性能和效率。局域网位于客户的办公室，而 SMDS 云则位于电话公司的办公室。网络地址就是电话号码。

关于 SMDS 的详细描述请参看第二章。

在 SMDS 网络上实现 IP 多路广播

因为是一种无连接的服务，所以在发送数据前不需要象一个物理连接或逻辑连接方式那样对 SMDS 进行配置。在网络上的所有节点都可以接收到网络上的所有包裹。SMDS 支持本地的多路广播，看上去就像一个覆盖地区非常大的共享局域网。相对来说，用这种方法实现 IP 多路广播就相对容易一些（如图 9.5 所示）。

关于 SMDS 网络的问题和考虑

像一个局域网，SMDS 网络 IP 多路广播交通流将广播到整个内部网络。SDMS 通

信公司通常负责的服务是基于网络内部的一个 SMDS 交换机传送的 SMDS 交通流。IP 多路广播组的配置也发生在 IP 层。这就意味着不是所有的节点都可以接收到所有的 IP 多路广播交通流。但是，正是因为这种管理机制，组织甚至对在 SMDS 网络云中没有接收到的交通流也要负责。很明显，对于一个组织来说，这不是一种好的选择。

卫星网络

卫星技术是一种广域网技术。系统管理员可以像一个专有的虚拟网络一样使用一个卫星网络。从一些厂商处购买卫星网络是可行的。卫星网络可以双向也可以单向。

在卫星网络上实现 IP 多路广播

通常，一个局域网站点通过一个 IP 多路广播路由器连接到卫星。设备使用 IGMP 来形成组。因为卫星网络是天生的广播，发送者广播数据，当没有人阻止时，多路广播组成员接收帧信息。

一个工作在 TCP/IP 协议上的单向卫星系统需要一个 ISDN、拨号网络、帧中继或者是 Internet 作为返回的频道。一个微终端（Very Small Aperture Terminal，VSAT）网络则是一个双向卫星网络的例子（如图 9.6 所示）。

在这个例子中，一到多的多路广播是很容易实现的。上行的站点发送信号到卫星，卫星再顺序将发送的信号传送会地面。在卫星电子束范围内的任何 VSAT 终端都可以接收信号。

关于卫星网络的问题和考虑

卫星网络的一个非常有用的 IP 多路广播应用就是发送广播对远端用户的软件升级。只有在源端过载时，卫星网络才会出现阻塞的现象。多对多的应用程序如视频会议，因为有多个源发送大量的数据，所以在卫星网络上工作得不太理想。

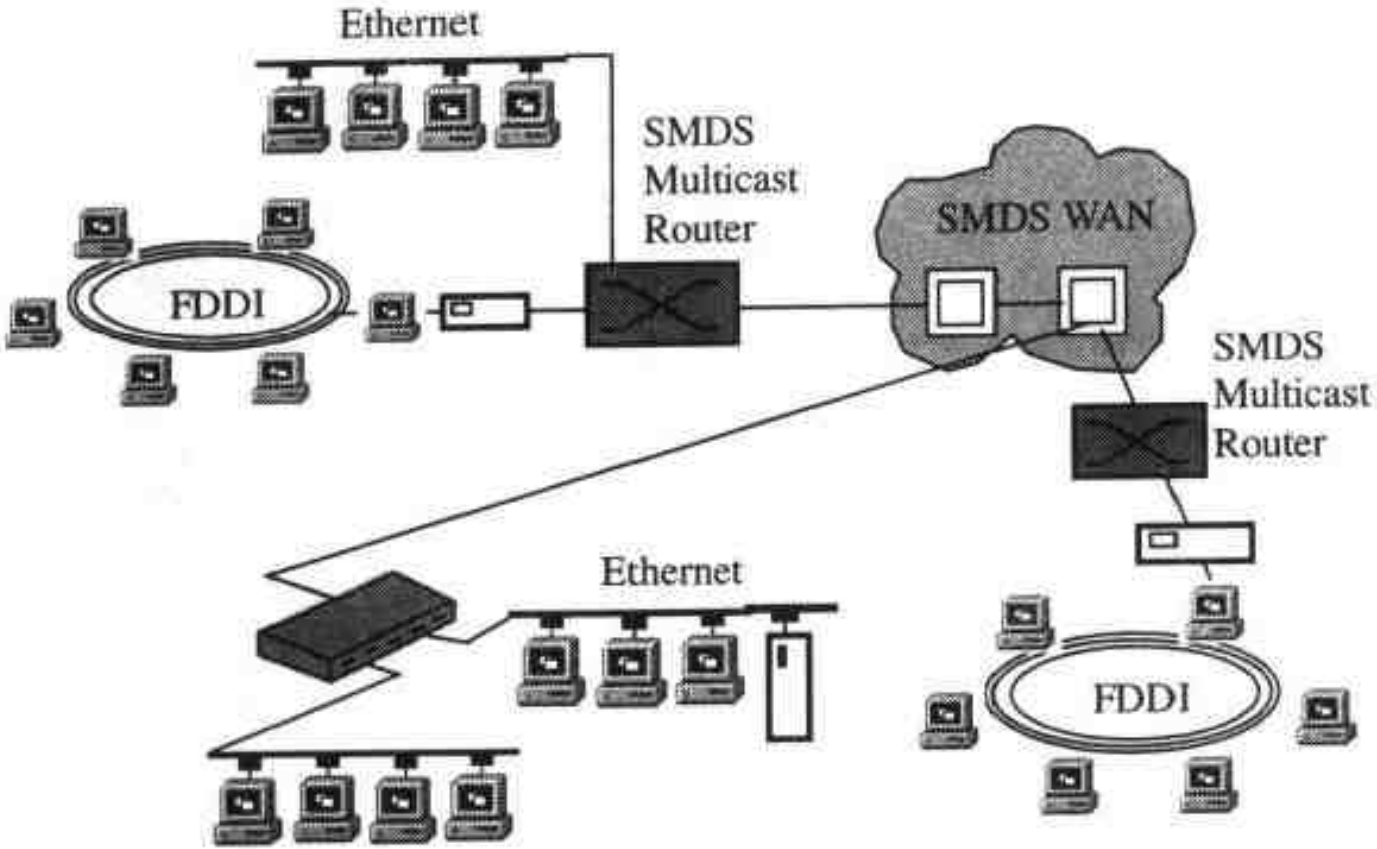


图 9.5　多点传输服务器工作的典型示例

信公司通常负责的服务是基于网络内部的一个 SMDS 交换机传送的 SMDS 交通流。IP 多路广播组的配置也发生在 IP 层。这就意味着不是所有的节点都可以接收到所有的 IP 多路广播交通流。但是，正是因为这种管理机制，组织甚至对在 SMDS 网络云中没有接收到的交通流也要负责。很明显，对于一个组织来说，这不是一种好的选择。

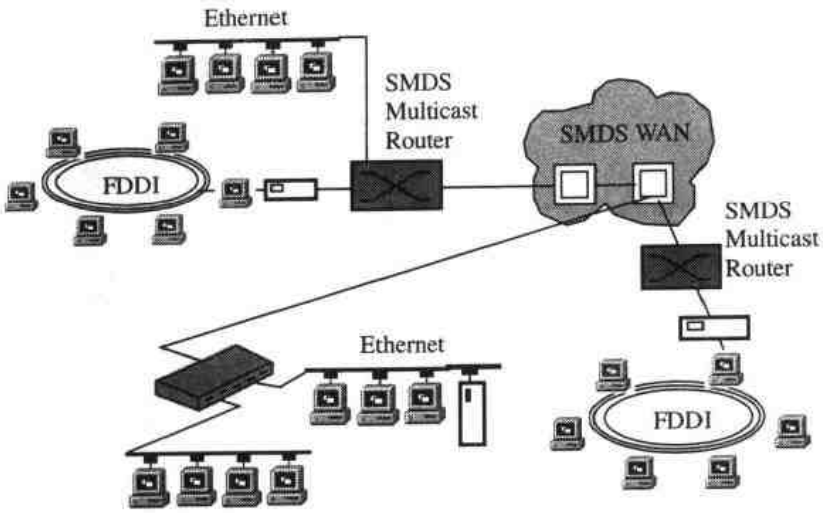


图 9.5　多点传输服务器工作的典型示例

卫星网络

卫星技术是一种广域网技术。系统管理员可以像一个专有的虚拟网络一样使用一个卫星网络。从一些厂商处购买卫星网络是可行的。卫星网络可以双向也可以单向。

在卫星网络上实现 IP 多路广播

通常，一个局域网站点通过一个 IP 多路广播路由器连接到卫星。设备使用 IGMP 来形成组。因为卫星网络是天生的广播，发送者广播数据，当没有人阻止时，多路广播组成员接收帧信息。

一个工作在 TCP/IP 协议上的单向卫星系统需要一个 ISDN、拨号网络、帧中继或者是 Internet 作为返回的频道。一个微终端（Very Small Aperture Terminal，VSAT）网络则是一个双向卫星网络的例子（如图 9.6 所示）。

在这个例子中，一到多的多路广播是很容易实现的。上行的站点发送信号到卫星，卫星再顺序将发送的信号传送会地面。在卫星电子束范围内的任何 VSAT 终端都可以接收信号。

关于卫星网络的问题和考虑

卫星网络的一个非常有用的 IP 多路广播应用就是发送广播对远端用户的软件升级。只有在源端过载时，卫星网络才会出现阻塞的现象。多对多的应用程序如视频会议，因为有多个源发送大量的数据，所以在卫星网络上工作得不太理想。

图 9.6　一个双向卫星网络的例子

多路广播和 Internet、校园网和局域网设施

Internet 网络

在 Internet 上。具有多路广播能力的子网小岛通过隧道连接起来并形成了 Mbone（具体说明参见第 12 章）。Internet 的探索者们使用 Mbone 来测试 IP 多路广播协议和工具并且将 Mbone 当作对事件现场直播的环境。应用隧道发送多路广播包已经成为可能：

- 扩展一个专用的多路广播网络。
- 将可能具备多路广播能力或者比专用的广域网更易具备多路广播能力的校园网连接到一起。

局域网

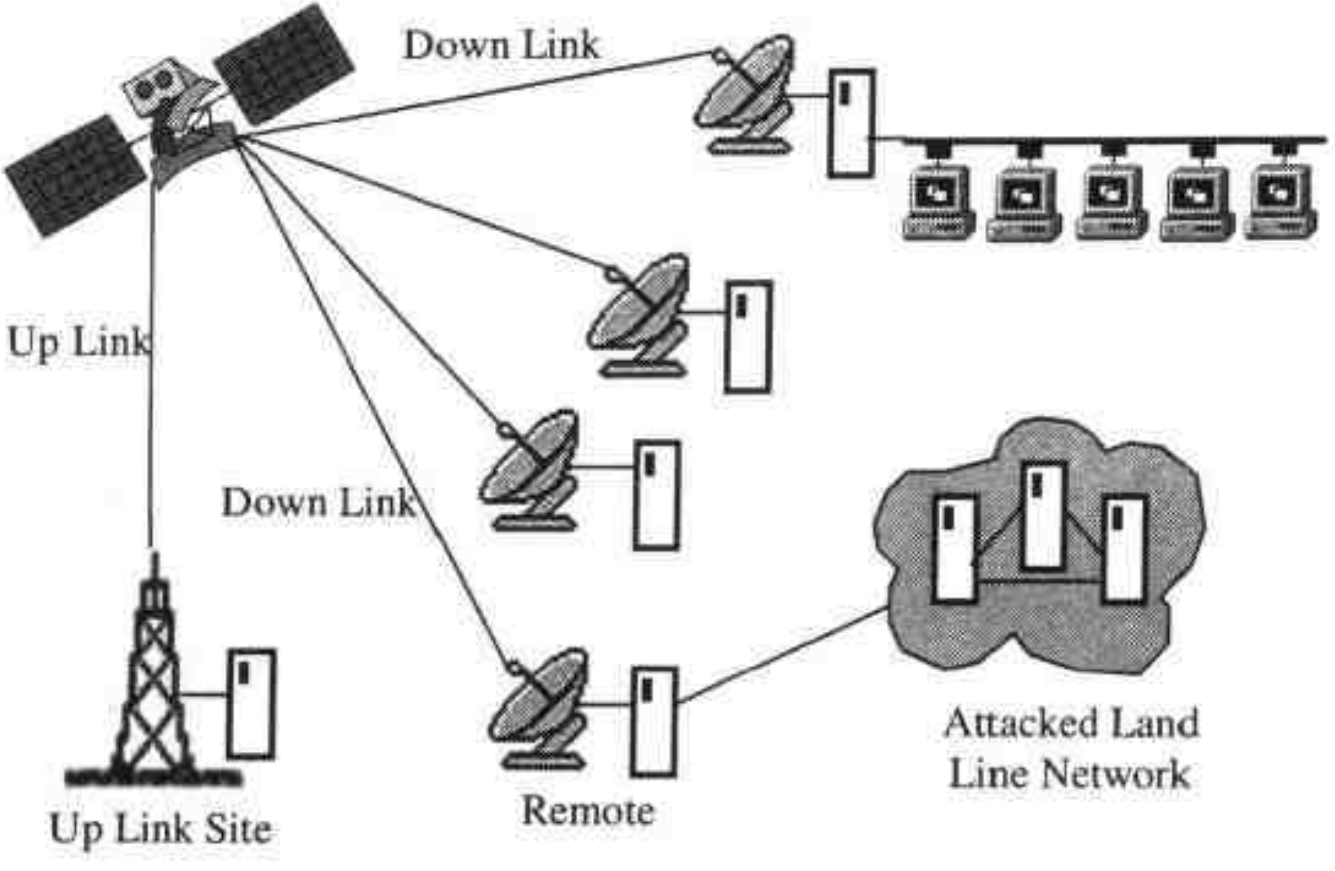
大多数局域网技术具有广播能力并且支持 IP 多路广播。在令牌环网上实现多路广播又有点不同。RFC 1469 是一个由 IETF 推荐使用的标准，这个标准规范了在令牌环网上传送多路广播数据的方法。传统的局域网使用一个共享的媒介并且所有的节点在局域网共享的多路广播交通链路上。校园网是用于 IP 多路广播的理想环境，因为组成校园网的共享局域网几乎都是用路由器进行分段的。

交换式局域网

交换式局域网的数目正在成倍的增长，主要原因是他们增加了网络的有效带宽。在一个交换式局域网中，网络集线器就像一个交换机一样运作。每一个局域网段是一个节点。最近版本的局域网交换机装置能够监控 IGMP 包信息并且只将多路广播数据发送到组成员。一些厂商甚至还提供了支持第 3 层的交换机设备，这样交换就将在 IP 层而不是数据链路层完成。

拨号连接

一个系统管理员可以给远端的主机分配一个永久的 IP 地址，也可以配置拨号连接


Down Link
Up Link
Down Link
Attacked Land
Line Network
Up Link Site
Remote

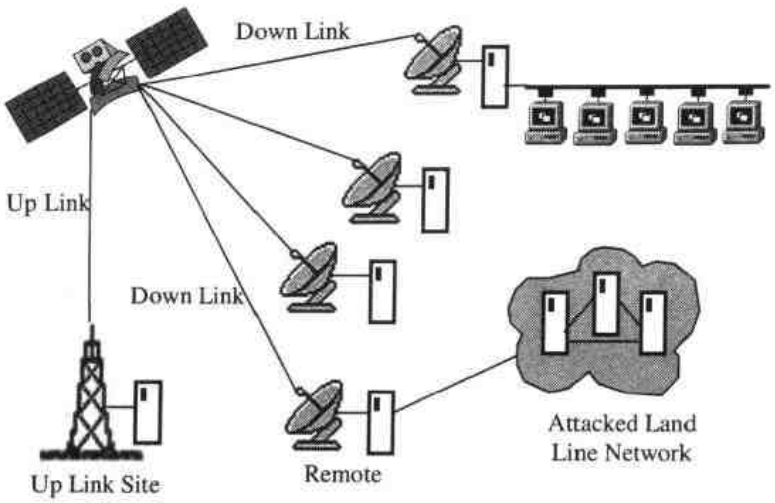


图 9.6　一个双向卫星网络的例子

多路广播和 Internet、校园网和局域网设施

Internet 网络

在 Internet 上。具有多路广播能力的子网小岛通过隧道连接起来并形成了 Mbone（具体说明参见第 12 章）。Internet 的探索者们使用 Mbone 来测试 IP 多路广播协议和工具并且将 Mbone 当作对事件现场直播的环境。应用隧道发送多路广播包已经成为可能：

- 扩展一个专用的多路广播网络。
- 将可能具备多路广播能力或者比专用的广域网更易具备多路广播能力的校园网连接到一起。

局域网

大多数局域网技术具有广播能力并且支持 IP 多路广播。在令牌环网上实现多路广播又有点不同。RFC 1469 是一个由 IETF 推荐使用的标准，这个标准规范了在令牌环网上传送多路广播数据的方法。传统的局域网使用一个共享的媒介并且所有的节点在局域网共享的多路广播交通链路上。校园网是用于 IP 多路广播的理想环境，因为组成校园网的共享局域网几乎都是用路由器进行分段的。

交换式局域网

交换式局域网的数目正在成倍的增长，主要原因是他们增加了网络的有效带宽。在一个交换式局域网中，网络集线器就像一个交换机一样运作。每一个局域网段是一个节点。最近版本的局域网交换机装置能够监控 IGMP 包信息并且只将多路广播数据发送到组成员。一些厂商甚至还提供了支持第 3 层的交换机设备，这样交换就将在 IP 层而不是数据链路层完成。

拨号连接

一个系统管理员可以给远端的主机分配一个永久的 IP 地址，也可以配置拨号连接

服务。采用后者的好处是可以动态地分配 IP 地址。一台个人计算机拥有一个有效的 IP 地址并且连接上之后，它就可以像其他 TCP/IP 主机一样的运作。

IP 多路广播以每秒 22.8K 或者 33.6K 字节的拨号连接速率非常慢，所以很少有人采用。随着 56Kbps 的 modem 的普及，在网络上使用 IP 多路广播拨号服务将逐渐增加。

ISDN 网络

ISDN 正在凭借其高速、可靠、灵活和数字式连接的优势取代传统的模拟电话连接。许多国家都提供了这项服务，并且被引进用于集中式的语音和数据服务。

ISDN 提供了两种类型的通道：用于语音和数据的载体通道（bearer channels，也称为 B 通道）和一个用于信号传送的低速率的数据通道（data channels，也称为 D 通道）。ISDN 也提供了两种服务：

- 基本速率接口（Basic Rate Interface，BRI）——BRI 设计用于个人用户或小公司，它由两个 64K 字节的 B 通道和一个 16K 字节的 D 通道组成。
- 主要速率接口（Primary Rate Interface，PRI）——PRI 由 23 个 B 通道和一个 64K 字节的 D 通道组成。在欧洲，PRI30 个 B 通道和一个 64K 字节的 D 通道组成。BRI 的目的是满足大多数个人用户或小公司的需要。

为了在 ISDN 网络上运行 IP 多路广播，申请一根 ISDN 电话线以及用来与电话公司和其他 ISDN 设备通信的特殊装置是非常必要的。

第 10 章

IP 多路广播遇到的挑战

从软件的分发到视频会议，IP 多路广播对各种各样的难题所提供的解决方案，影响到许多公司的信息系统和技术（information systems and technologies，IS&T）部门。例如微软的 SMS 产品对在一个小的局域网上分发应用程序非常便利，但是对于更大的局域网和广域网，它就无法胜任了。

几年前，一位网络管理员在负责对一个软件公司的 Microsoft Exchange 升级时发现，尽管升级进行非常顺利，还是整整用了 3 天的时间。问题就出在 Exchange 的所有组成部分和模块（包括第三方的工具）需要给在局域网上 220 个工作站的每一个用户传送大约 18M 的数据。

在当时，几乎没有任何办法来加速升级的进程。因为执行升级进程的服务器与工作站之间建立的是许多单对单的连接，在网络上没有足够的带宽来处理这么多的连接，导致下载平台挂起。如果用 IP 多路广播代替的话，情况就会不同。服务器将采用单对多的连接——一个多路广播来取代单对单的连接，这样带宽的利用的效率就会更高效。

这一章主要内容包括：

- 介绍与 IP 多路广播有关的问题。
- 讨论多路广播与防火墙策略的相互影响。
- 简单介绍 QoS 问题。
- 讨论 Mbone 面临的一些挑战和对一个可靠多路广播传输协议的需要。
- 展望 IP 多路广播的未来。

10.1 多路广播遇到的问题

在上面的例子里，如果已经采用 IP 多路广播来代替，仍然存在一些问题有待解决。首先是我们正在实验使用 IPv6，而且都不愿去考虑增加一个新的增量到网络环境中。除此之外，IP 多路广播面临，而且在某种程度上会一直存在着，是来自各个方面的阻力，包括在路由器和其他网络设备上缺乏支持 IP 多路广播的应用程序。

但是，IPMI（IP Multicast Initiative）组织正在改变这种状况。前几年，IP 多路广播技术不断发展，而且在 1998 年获得了许多大的进展。其中的一个原因就是现在许多大公司，包括 AT&T、Bay Networks、BBN Planet、Boeing、Cisco Systems、Hewlett-Packard、IBM、Intel、Lawrence Berkeley Laboratories、MCI、Microsoft、NASA、Netscape、Sun 和 3Com 都支持 IP 多路广播技术并且成为了 IPMI 的成员。

现在，绝大多数局域网拓扑结构、TCP/IP 栈、路由器和交换机都支持 IP 多路广播。但是这种支持还非常有限，IP 多路广播还没有完全在各种环境中进行测试。

图 10.1 显示了 IP 多路广播交通流如何巧妙便利地在交换机网络中传送。对于日益增长的多路广播应用需求，如电视培训、视频会议、股票自动收报机和新闻馈送以及医疗紧急救护等等，如果可以有多个可供选择的解决方法的，虚拟局域网（VLANs）或许是最好的解决方案。

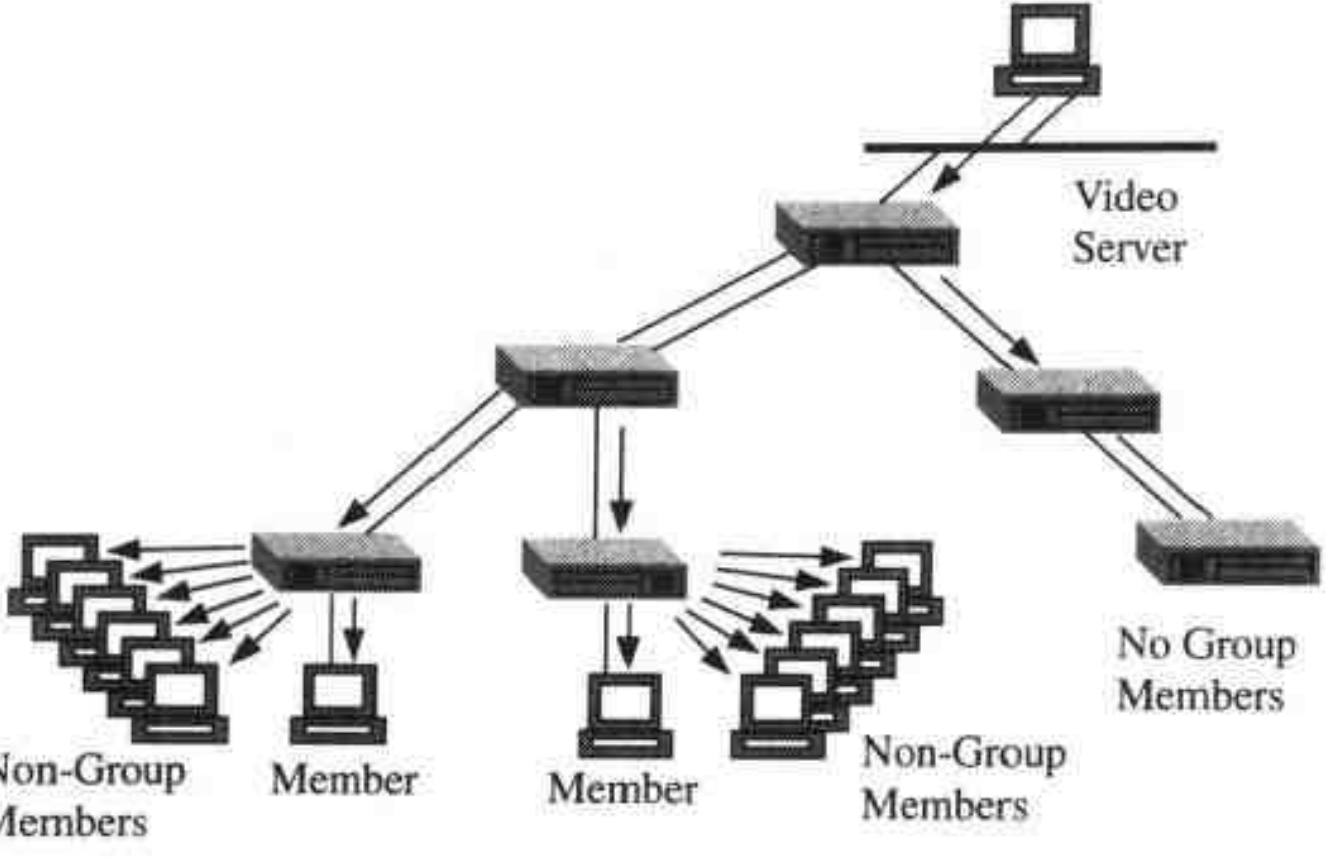
图 10.1　IP 多路广播交通流巧妙便利地在交换机网络中传送

如图 10.2 所示，虚拟局域网可以解决不受控制增长的 IP 多路广播交通流，它需要包括：

- 使用交换机应用 IGMP 信息来侦听和决定哪一个系统需要多路广播数据。
- 自动创建一个基于 IGMP 信息侦听的自动传送虚拟局域网。
- 只允许多路广播数据到达加入了多路广播组或者虚拟局域网的端口。

缺乏支持

IP 多路广播面临的一个主要问题是没有很多对开发高效、实用的多路广播应用程序感兴趣的 ISVs 和 OEMs。这就意味着应用程序需要进行修改以使通过使用 IGMP 信息顺序加入或离开多路广播组的 TCP/IP 栈具有多路广播能力。开发商还在期待工业巨头的投资以便跟进。许多供应商和厂家都加入了 IPMI 组织，但是大多数的 IP 应用程序，


Video
Server
No Group
Members
Non-Group
Members
Member
Member
Non-Group
Members

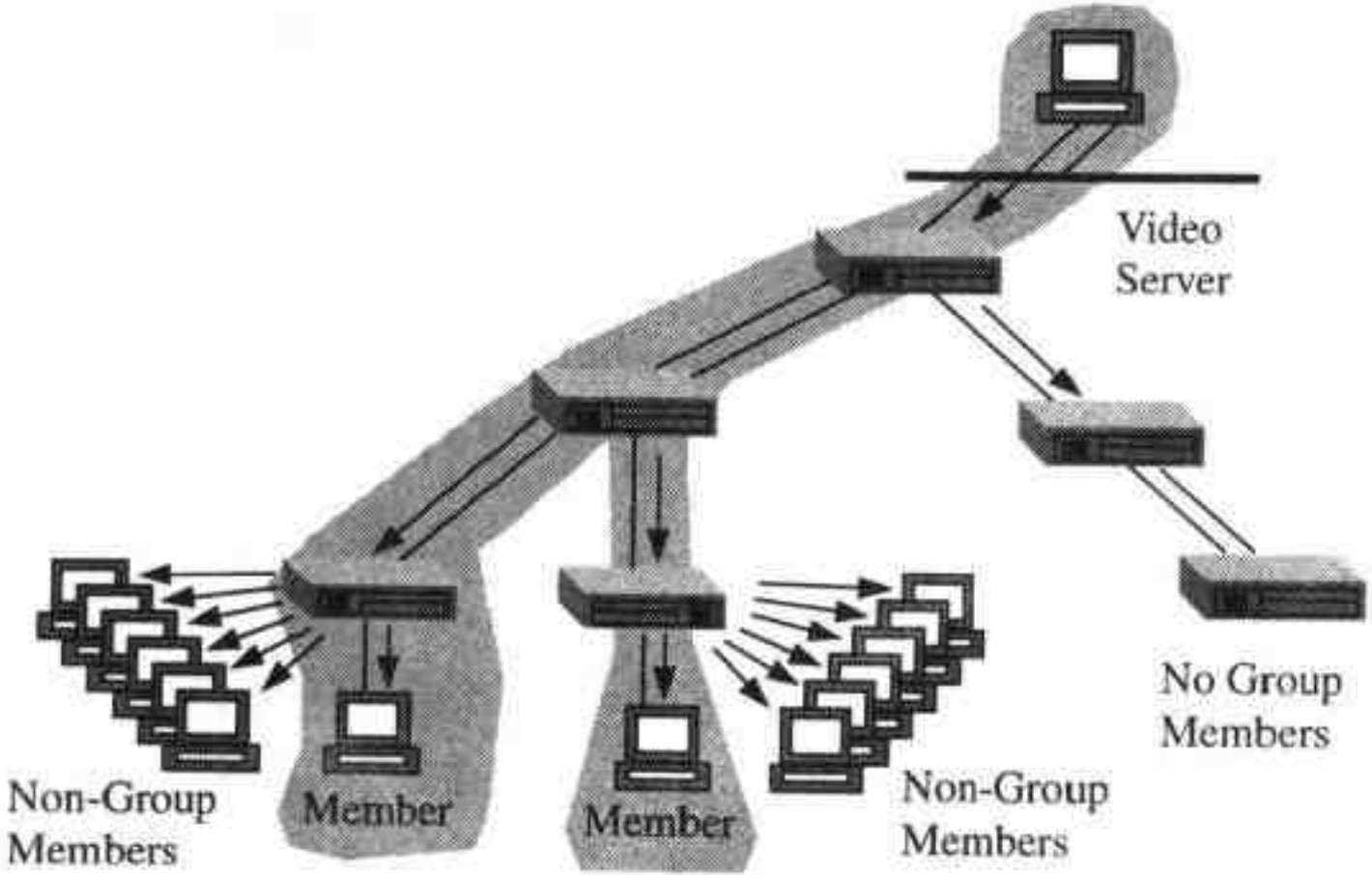


图 10.2　虚拟局域网还可以解决不受控制增长的 IP 多路广播交通流

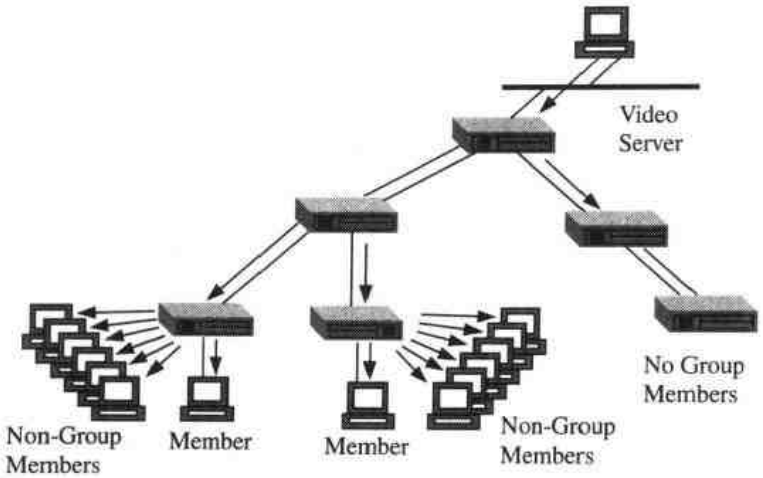


图 10.1　IP 多路广播交通流巧妙便利地在交换机网络中传送

如图 10.2 所示，虚拟局域网可以解决不受控制增长的 IP 多路广播交通流，它需要包括：

- 使用交换机应用 IGMP 信息来侦听和决定哪一个系统需要多路广播数据。
- 自动创建一个基于 IGMP 信息侦听的自动传送虚拟局域网。
- 只允许多路广播数据到达加入了多路广播组或者虚拟局域网的端口。

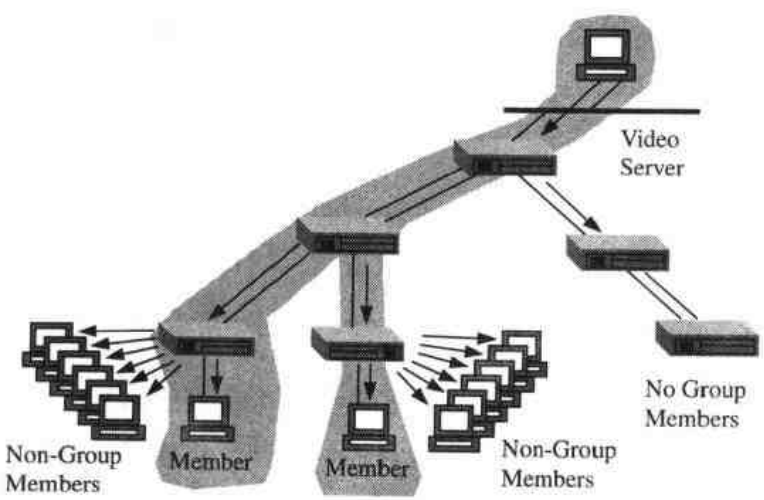


图 10.2　虚拟局域网还可以解决不受控制增长的 IP 多路广播交通流

缺乏支持

IP 多路广播面临的一个主要问题是没有很多对开发高效、实用的多路广播应用程序感兴趣的 ISVs 和 OEMs。这就意味着应用程序需要进行修改以使通过使用 IGMP 信息顺序加入或离开多路广播组的 TCP/IP 栈具有多路广播能力。开发商还在期待工业巨头的投资以便跟进。许多供应商和厂家都加入了 IPMI 组织，但是大多数的 IP 应用程序，

包括个人 Web、e-mail 和文件传送等等，都不能从多路广播中获益。因为他们一开始就是基于单对单的应用程序。

为了在 Internet 上支持 IP 多路广播包裹，客户和服务器需要新的协议堆，路由器也必须升级。随着大多数 IP 栈都已经支持 IP 多路广播（包括在 Windows 95 和 Windows NT 下），客户端程序比较容易实现。路由器端却难一些，因为路由器必须升级或者更换。这项工作正在进行，但是不会太快。

与防火墙策略的相互影响

因为 IP 多路广播使用的是 UDP，所以它不能很好地被防火墙检测到。UDP 是一个无连接协议，它仅仅提供一个传送。它不使用命令正确应答（acknowledgments，ACK）、没有应答（negative acknowledgments，NAK）或者再发送（retransmission）来确保可靠传送。为了避免“命令正确应答闭塞”即发送者被来自多个接收者的命令正确应答信号淹没，无连接协议是 IP 多路广播必须具备的条件。最普通的防火墙类型——应用程序网关不能对无连接协议进行安全认证。

10.2 服 务 质 量

IP 多路广播传送的服务质量（Quality of Service，QoS）是另外一个挑战。除非有一个可靠协议运行在 IP 多路广播的顶层，否则有可能发生数据丢失的事故。这种事情在多媒体环境中还可以接受，但是对于商业处理或者文件传输就不可接受。视频和声音多路广播的应用程序虽然能够接受小小的丢失，但是，随着接收数据的工作站数目的增加，保护数据流的质量也变得越来越重要。

随着这种趋势的的发展，多媒体应用程序对服务质量的需要增长迅速。它需要可靠和迅速的传送，这样接收者就不会获得被截取或延迟的包裹。延迟的包裹是由更低级的协议引起的，如以太网、ATM 和令牌环网通过发送他们到目标端来处理包裹，这样在包裹的传送中，就容易导致延迟。

由于在数据链路上的每一个路由器都会检查每一个包裹的信息，所以这种延迟可以发生在所有的路由 IP 网络。通常在源端与目的端之间存在几个媒介服务器来连接不同的网络。当包裹从一个路由器跳跃到另一个路由器，每一个路由器上的协议都将决定包裹到达下一个路由器的最短路径。这就很容易导致包裹在到达目的端时发生延迟。

可靠的 IP 多路广播协议和实施可靠的 IP 多路广播协议的产品的开发还没有完全完成。如果根据需要进行再配置、替换或者升级路由器和应用程序并且发布可靠性和带宽公告，大多数的网络管理员会发现，简略应用程序的应用，如声音和视频在 IP 上的应用比试图实现 IP 多路广播更容易。

在多路广播中，应用程序需要控制他们接收到的数据的 QoS。安全性、带宽、延迟、抖动、错误率、消耗和压缩等是 QoS 提供的区别网络服务的一些参数。资源保留协议（Re，RSVP）是 QoS 可能实现的主要协议。

RSVP 能够帮助确保 IP 多路广播数据流的质量。它是一个终端到终端的协议，它与现行的基于 TCP/IP 协议的网络十分相容，能够提供方法支持对 QoS 有特殊需要的多媒体应用程序或者其他需要有 QoS 保证的东西。而且能够维持现有的 Internet 工作方法，保存现存的网络基本结构。

RSVP 还是 Internet 上的选择保留协议。象高速视频传送这样的多路广播应用程序，为了保证高等级的服务质量，必然要依靠像 RSVP 这样的协议。声音在 IP 上的传送和许多其他的多媒体应用程序也是依靠 RSVP 来保证服务质量的。

多路广播应用程序使用的协议和算法非常复杂而且多种多样。多路广播能够在 OSI 模型的几个层上、在不同的媒体上、使用不同的协议来实现。

许多新的应用程序需要采用与一般数据应用程序不同的方法来分配路由和资源。RSVP 与其他许多多路广播协议的不同之处在于它是一个由接收方驱使的协议。它是由接收者来决定接收哪一个源的数据和保留或支付的带宽的数目（假设接收者在一个商业网络中）。

对于 Internet 服务供应商（ISP）来说，主要的技术障碍是缺乏支持域间多路广播路由（interdomain multicast routing，IDMR）的协议。PIM、MOSPF 和 DVMRP 这些用于普通多路广播路由的协议，都不是为不需要共享他们所有的路由信息的多个独立系统设计的。三个协议都缺乏对路由传播的限制，比如通过像独立系统定义这样的安全考虑机制。他们都将所有的路由信息信息发送到所有的已知路由器。

边界网关协议（Border Gateway Protocol，BGP）为 IP 提供了域间路由能力。但是没有用于 IP 多路广播的 BGP 协议的等价物。缺乏 IDMR 协议限制了 IP 多路广播的规模并且只有非常少的带宽。这也正是 Mbone 上大约只有 30,000 用户的主要原因。

Mbone 上目前使用的 DVMRP 协议很难进行配置。与单一广播路由表不同，DVMRP 使用的是它自己的路由表，这也是为什么将 Mbone 描述成 IP 网络的重叠的原因。在 DVMRP 路由表与单一广播路由表之间存在着差异，这就导致多路广播交通流不是沿着组织希望的路径到达特定的网络位置。

PIM 通过将单一广播路由表用于多路广播解决了路由差异的问题。但是它也存在着缺陷。当单一广播路由拓扑结构随着设备的变化发生调整或者链接失败时，就很难确保多路广播交通流继续沿着它应该或者必须跟随的这个路径。在今天的网络中，只有一部分路由器支持多路广播，所以多路广播的路由通常只能沿着指定的路径。

大的客户和 ISP 非常感兴趣的一个问题是使用本地 ATM 多路广播还是在 ATM 上实现多路广播。前者在两种多路广播技术之间需要一个网关。后者则需要附加的花费（尽管采用像 Ipsilon 网络的 IP 交换或者 Cisco 的标志符交换能够使费用减至最少）。

10.3 使多路广播投入工作中

许多行业适合使用 IP 多路广播。在路由器和其他设备上对 IP 多路广播的支持正在进行广泛的测试。MCI 已经在实验室里运行 RSVP 多路广播和本地 IP 多路广播，并且希望在年底将本地 IP 多路广播应用到整个网络。

StarBurst 多路广播是基于公司的多路广播文件传输协议（Multicast File Transfer Protocol，MFTP）。顾名思义，这个协议是严格设计用于文件传输的，这与视频会议那样的实时的应用程序是截然相反的。StarBurst 多路广播被用于分发软件、传输商业紧急信息如存货清单、零件、价格和帐目信息并且阻止多媒体文件的退化。

在网络上传输同样的数据到多个接收者有三种方法：

- 广播（Broadcast）——广播将一个单一的数据流发送到网络上所有的工作站，并且路由器和交换机都无法智能地判断究竟是网络上的哪一个用户确实需要这个数据。对路由器的配置仅仅是决定在某一个特定的路由上通过还是阻塞广播。当所有的路由器都阻塞的话，广播就局限在一个局域网段。
- 多个单一广播（Unicast）——当用户希望通过路由器同时避免数据流向不需要的这个数据的工作站时，就需要应用多个单一广播。每一个单一广播（Unicast）都连接到特定的终端，数据不会发送到没有接收者的网络上。发送单独的相同数据到每一个接收者效率较低，因为它吞噬着大量的带宽，需要额外的处理能力和更多的内存。
- 多路广播（Multicast）——一个单独的数据流只发送到加入了适当的“多路广播组”的工作站。

10.4　关于 Mbone 的一些描述

正如在第 12 章“理解 Mbone”所讨论的，IP 多路广播的早期工作就是在 Mbone 上进行的。

Mbone 产生于 1992 年，开始是用来传输 IETF 的多媒体会议内容，目的是在 Internet 上提供多路广播服务。

虽然关于 IP 多路广播的协定在 1989 年就已经出版了，但是它的应用仍然受到了一些限制。在 Internet 上只有一部分路由器支持多路广播的状态虽然正在慢慢地改变，但是正是这个事实限制了 IP 多路广播的发展。在 Internet 上，一个路由器只有被淘汰时才会用一个新的路由器来替代。

同时，研究者希望提供给他们一个测试 IP 多路广播协议和应用程序的地方。他们希望能够找到一个方法，使得不需要将整个 Internet 网络上的设备替换成支持多路广播的设备就能够应用多路广播应用程序。正是这个导致了 Mbone 的发展。从 1992 年开始，Mbone 就能够做到不需要分配或改变其他的 Internet 交通流而实现对多路广播路由包裹的支持。

Mbone 是经过跨越几个洲的志愿者共同进行实验、合作的成果。它是各个子网之间的连接设备并且路由器支持 IP 多路广播交通流的传送。一个虚拟的网络架在 Internet 网络上，Mbone 使用隧道来越过那些不支持多路广播的路由器。RFC 1075 定义的 DVMRP 就是通过在具有 DVMRP 能力的机器之间建立隧道来创建 Mbone 的。隧道的终端将被登录到路由表里并且在 Mbone 中进行管理。

简单地说，Mbone 是由隧道来创建的，它跨越了不支持多路广播路由的网络。隧道

允许多路广播流量通过 Internet 中不支持多路广播的部分。Mbone 通常使用在 Internet 上两个多路广播小岛之间封装的隧道来传送多路广播数据。一个 IP 多路广播包穿过一个封装的隧道，它的 IP 源地址和目标端地址将转换成隧道终端多路广播路由器的 IP 地址。

下面是一个使用卫星和 IP 多路广播来实现软件升级的例子。网络管理员使用这种方法来升级遍布全国 865 个站点的软件比早先的升级方式（如多个单一广播）快了大约 6 个小时。网络管理员是通过 Hughes 网络系统的一个 VSAT 卫星网络，使用 StarBurst 多路广播文件传送软件来实现的。

因为 Mbone 与 Internet 具有不同的拓扑结构，多路广播路由器将执行一个独立的路由协议来决定怎样发送多路广播包裹。大多数 Mbone 路由器目前使用的都是 DVMRP，也有一些部分的 Mbone 路由器使用 MOSPF 协议或者 PIM 协议。

DVMRP 是一个通过 Internet 路由多路广播包裹的协议。同时，为了确定哪一个接口将返回数据流的源端，它还使用了自身的单一广播路由协议。这个单一广播路由协议是完全基于跃距数的。正是因为这样，多路广播交通流传送的路径与单一广播交通流传送的路径可能不同。目前，IETF、NASA 和其他一些组织都使用 Mbone 来研究、测试多路广播协议和服务；在 Internet 上传送会议的多路广播多媒体记录以及现场发生的事件；还可以用于桌面会议。加入 Mbone 的站点数正在迅速增加。作为一个实验性和志愿者的行为，Mbone 限制它在商业领域的应用。

10.5　可靠多路广播传输协议

美国朗讯技术公司在它的广播产品中使用 RMTP（The Reliable Multicast Transport Protocol）来处理文件传送、实时应用程序和近似实时应用程序。与 StarBurst 多路广播包括一个发送者和多个接收者相反，朗讯技术公司的广播产品是基于一个单独的发送者、一个“指定接收者”的可供选择层和多个普通的接收者。BMTP 正被 AT&T 网络采用，用来传输从长途电话交换机来的顺序记录。

然而，RMTP 对防火墙不太安全。也正是因为这个问题，大多数组织都在 Intranet 上实施了 IP 多路广播却不愿意在 Internet 上交换 IP 多路广播交通流。如果组织将 IP 多路广播交通流限制在防火墙后面，就没有必要发送 UDP 穿过防火墙。

IDMR 大量的 IP 多路广播将被限制在卫星网络和桥接的局域网环境。在 Intranet 上对 IP 多路广播的应用将越来越多。

为了在一个网络上实现 IP 多路广播，网络基本设备、主机和工作站都必须支持多路广播。TCP/IP 协议堆必须支持 IP 多路广播，包括在服务器和工作站上的 IGMP 信息。

如果要 IP 在一个局域网上运行多路广播，应用程序要使用一个指定用于多路广播的传输协议，比如实时传输协议（Real-time Transport Protocol，RTP）。一个由路由器连接多个局域网段的网络中，路由器也必须支持多路广播，它可以采用几种路由协议——DVMRP、MOSPF 和 PIM 协议中的任何一种。

大多数新的路由器支持 IP 多路广播。而一个老的路由器在它进行升级支持多路广播之前可能需要增加内存。在所有的路由器上使用相同的协议。因为不同多路广播路由

协议之间交互式操作问题并没有完全解决。

即便不是整个网络都支持多路广播，还可以通过支持多路广播的小岛来连接被不支持多路广播的设备分开的设备。隧道允许压缩到单一广播数据流内的多路广播数据流在不支持多路广播的链接中传送。这正是 Mbone 目前使用的方式。隧道在 TCP 内压缩 IP 多路广播包，然后点对点地发送到隧道的终端，在那里，多路广播数据包被解压缩。

一些 Internet 服务供应商正开始尝试提供 IP 多路广播服务。一个从一个站点到卫星上行链路的 Internet 隧道能够使在上行链路的一个多路广播发送者实现远程发送。Internet 隧道还可以用于连接可能具备多路广播能力的校园网或者比专用广域网基本结构更容易实现多路广播的校园网。这种方法比较经济、实惠，不需要冒很大的风险来对专用网络实施复杂、繁琐的改造就可以从多路广播中获益。

卫星公司，包括 Gilat、Hughes 网络系统和 Intelsat 公司，都是提供多路广播服务的先驱。因为卫星特别适合单对多点的分配模式。1998 年初，Intelsat 公司宣称它的多路广播 Internet 缓存和复制系统能够从经常访问的 Web 站点中收集信息并且通过卫星高效地将传送到基于 ISP 的“缓存站点”。缓存技术是多路广播技术中一个最热门的应用。

虽然只有一些大的 ISP 对多路广播作出承诺，多路广播的前景还是十分喜人。去年秋天，Uunet 技术公司就推出了 UUCast 应用软件。UUCast 使内容提供商能够发送实时的声音、视频和信息到大量的用户处。

10.6　IP 多路广播的前景

IP 多路广播希望获得业界的广泛支持。1999 年，遍布美国的各个公司正计划提高并改进、利用多路广播技术。IP 多路广播将用于一些多用户的应用程序中，比如视频会议、软件升级等等。

IP 多路广播正在广泛应用于企业的 Intranet 网络中。许许多多的终端用户正在他们的内部网中应用这项技术，并且越来越多的用户希望在不久的将来使用这项技术。IP 多路广播正在涌向企业网。

到今天为止，IP 多路广播遇到的障碍可以总结如下：

- 应用软件有限的可用性
- 安全机制的考虑
- IP 多路广播网络管理工具有限的可用性
- 缺乏网络设计者的理解

网络管理员和网络设计者对 IP 多路广播产生了强烈的兴趣。他们希望解决在 Internet 和他们的专用 Intranet 网络上传送丰富的多媒体内容的难题。IP 多路广播的一个最重要的应用将是传送多媒体信息的应用。

第二部分

Mbone 和其他多路广播网络

第 11 章

异步传输模式技术概览

异步传输模式（Asynchronous Transfer Mode，ATM）技术在工作组应用程序的开发过程中扮演重要的角色。它为大学和企业的网络提供足够的带宽和更高的性能，给局域网和广域网提供服务质量保证，允许多媒体应用程序如声音、视频在 IP 上传输，在 ATM 上运行（如图 11.1 所示）。

图 11.1　ATM 基础

ATM 是为宽带综合服务数字网络（broadband integrated services digital network，B-ISDN）所选的一个传输协议。它综合了回路交换网络（如电话网络）和包交换网络的特征，具有支持用于同步传输和异步传输的数字数据、声音、视频的网络性能。国际标准化团体、技术组和论坛定义了 B-ISDN 和 ATM。对 B-ISDN 和 ATM 的定义包括设备制造商、服务供应商、政府代理机构、大专院校和用户实体等等。

ATM 论坛通常被认为是关于 ATM 标准和技术定义的核心团体（如图 11.2 所示）。更正确地说，ATM 论坛可以定义为协调在现存的标准团体和论坛之间关于 ATM 的可交互操作性和采用的实体。实际上，ATM 论坛不产生 ATM 标准。推荐的 ATM 国际标准是由 ITU-T 产生的（如图 11.3 所示）。ATM 论坛与帧中继论坛以及数字声音视频协会关系密切，他们共同为提供可接受的现有数字通信技术的交换操作能力而努力。

图 11.3　ATM 标准

首先要了解

- ATM 是为宽带综合服务数字网络（B-ISDN）使用的传输协议
- 一个 ATM 网络是回路交换及包交换网络的混合体
- B-ISDN 及 ATM 均是由国际数字通信组织定义的

标准团体和论坛组织：

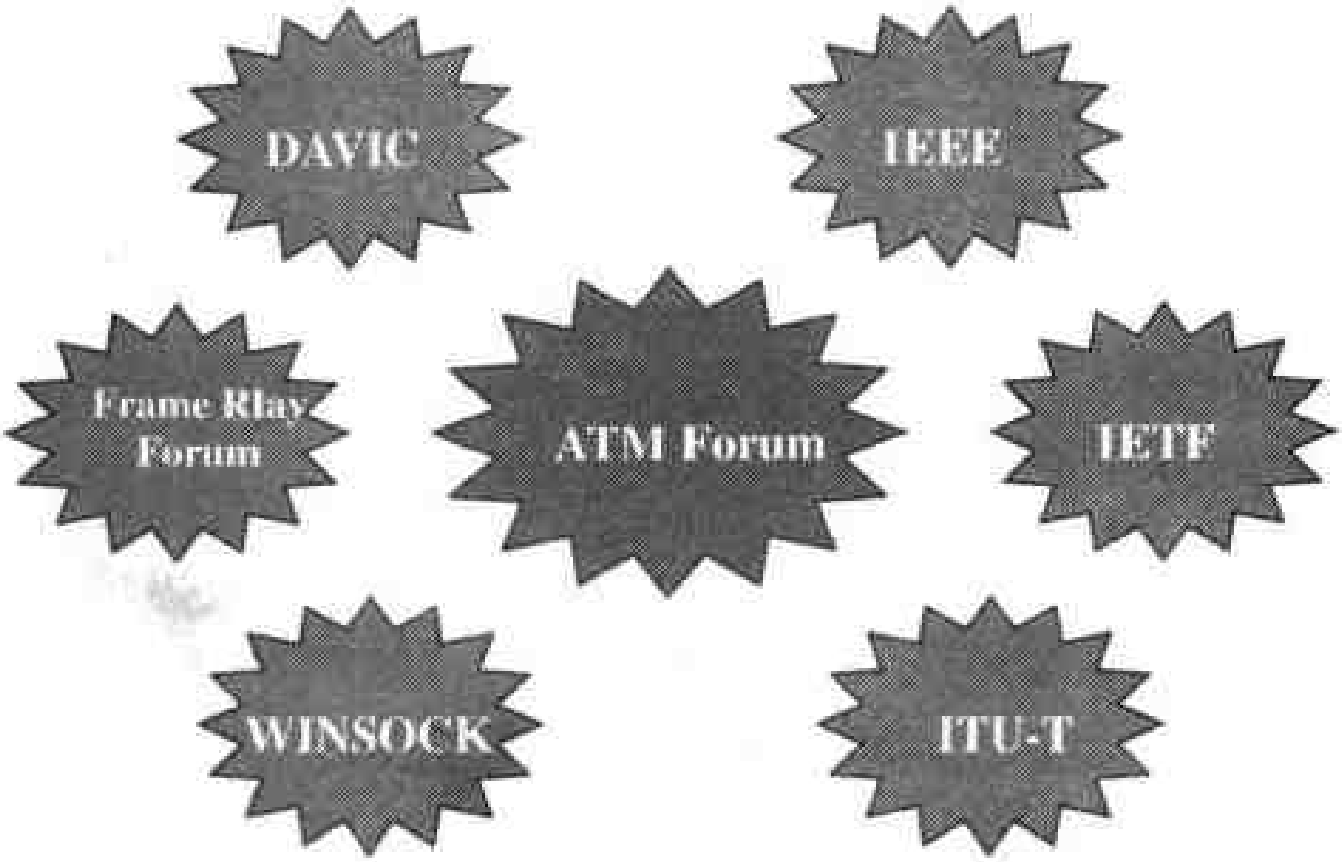


图 11.2　ATM 论坛

ITU-T 标准：

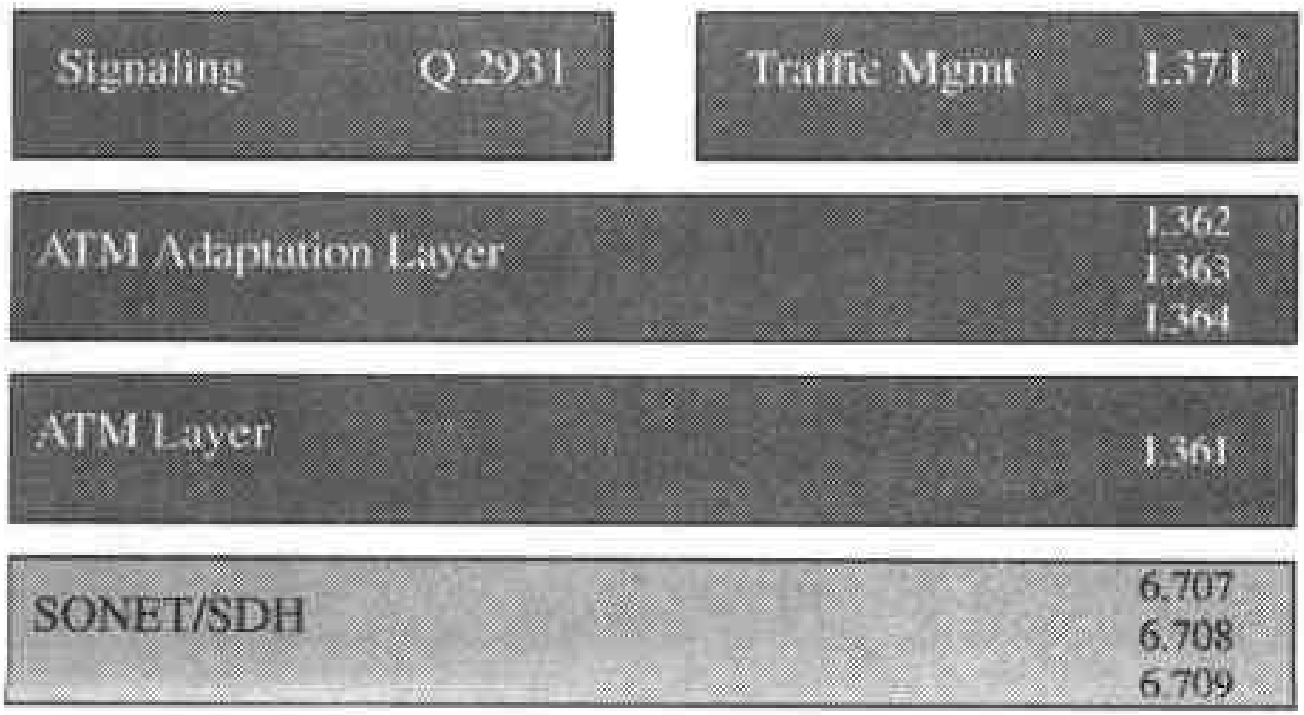


图 11.3　ITU-T 标准

首先要了解

- ATM 是为宽带综合服务数字网络（B-ISDN）使用的传输协议
- 一个 ATM 网络是回路交换及包交换网络的混合体
- B-ISDN 及 ATM 均是由国际数字通信组织定义的

图 11.1　ATM 基础

ATM 是为宽带综合服务数字网络（broadband integrated services digital network，B-ISDN）所选的一个传输协议。它综合了回路交换网络（如电话网络）和包交换网络的特征，具有支持用于同步传输和异步传输的数字数据、声音、视频的网络性能。国际标准化团体、技术组和论坛定义了 B-ISDN 和 ATM。对 B-ISDN 和 ATM 的定义包括设备制造商、服务供应商、政府代理机构、大专院校和用户实体等等。

ATM 论坛通常被认为是关于 ATM 标准和技术定义的核心团体（如图 11.2 所示）。更正确地说，ATM 论坛可以定义为协调在现存的标准团体和论坛之间关于 ATM 的可交互操作性和采用的实体。实际上，ATM 论坛不产生 ATM 标准。推荐的 ATM 国际标准是由 ITU-T 产生的（如图 11.3 所示）。ATM 论坛与帧中继论坛以及数字声音视频协会关系密切，他们共同为提供可接受的现有数字通信技术的交换操作能力而努力。

图 11.2　ATM 论坛

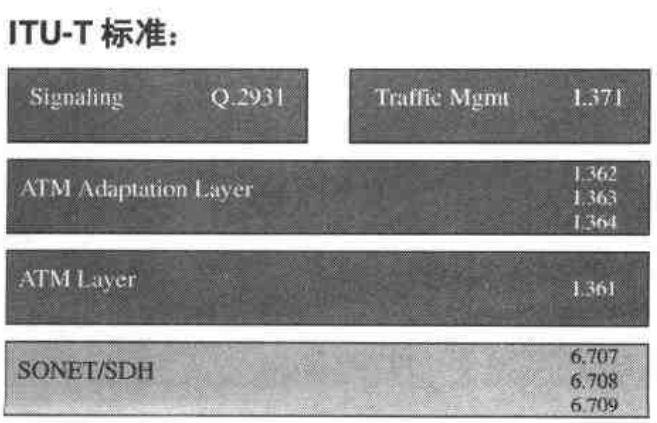


图 11.3　ITU-T 标准

虽然 ATM 论坛正在为加速 ATM 的实施和可接受性而努力，但它并不产生 ATM 的国际标准。关于 B-ISDN 和 ATM 的国际标准是由国际电信同盟（International Telecommunications Union，ITU）制订的。国际电信同盟的前身是国际电话与电报顾问委员会（International Telegraph and Telephone Consultative Committee，CCITT）。数字传输的标准包括在 G 系列的建议里。同步数字系列（Synchronous Digital Hierarchy，DSH）的约定也包含在其中。在美国，ANSI 定义了 SONET。ISDN 和 B-ISDN 标准包括在 I 系列的建议里。这些也包括了 ATM 和 AAL 的约定。ISDN 和 B-ISDN 信号标准则是由 Q 系列的建议组成。

图 11.4 显示的是最近正在检修的 ATM 论坛的 Web 站点，所有感兴趣的组织或个人都可以从中获得 ATM 标准和其他的进展情况。另外，所有完成的技术约定都可以从 ATM 论坛的 Web 站点免费下载。ATM 论坛的 Web 站点的地址是 http://www.atmforum.com。

图 11.5 列出了目前在 ATM 论坛里包括的技术工作组。在 ATM 论坛的 Web 站点下的技术约定中包括了在这些组里的约定的发展状况。

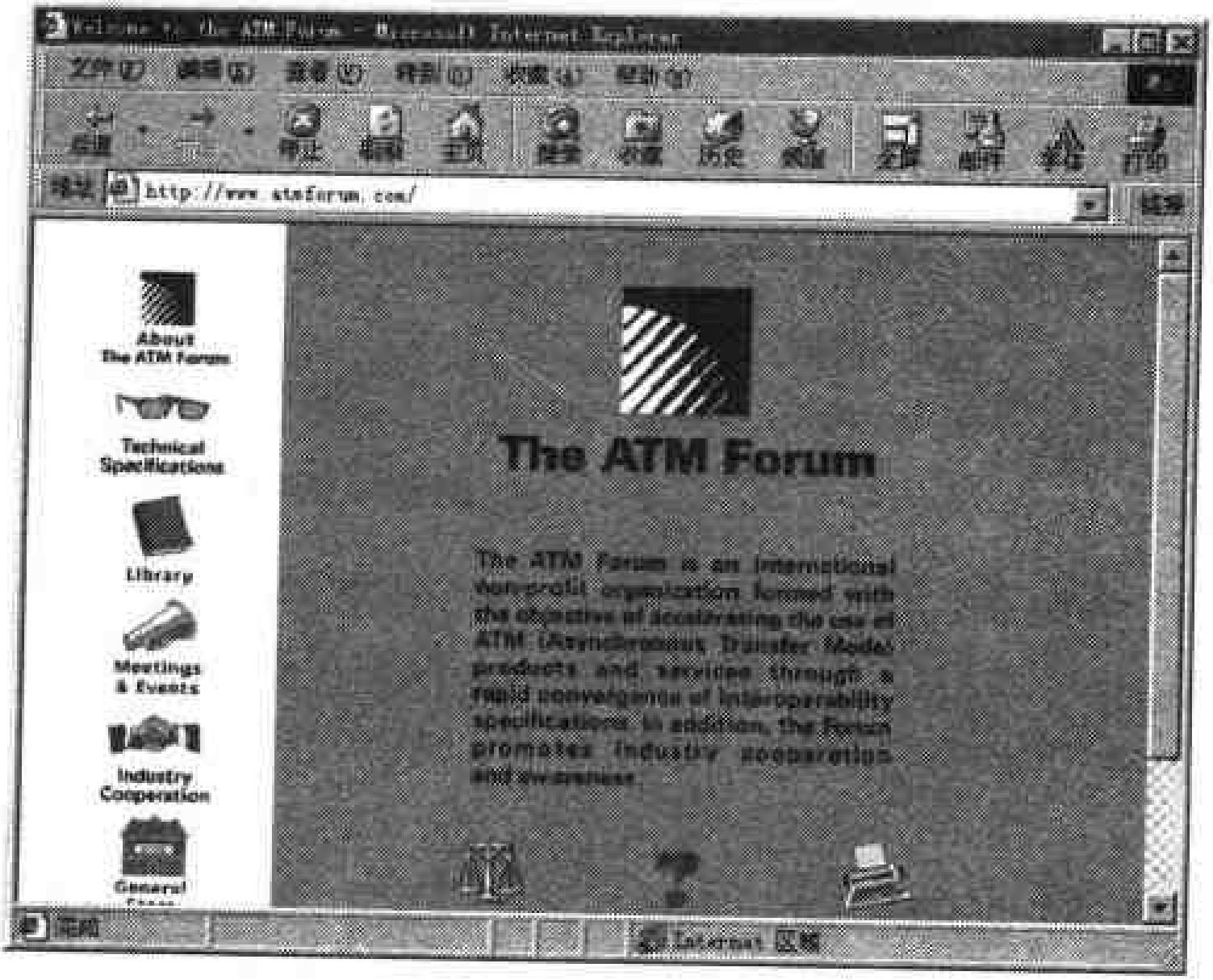


图 11.4　ATM 论坛 Web 站点

图 11.5　目前在 ATM 论坛里包括的技术工作组

虽然 ATM 论坛正在为加速 ATM 的实施和可接受性而努力，但它并不产生 ATM 的国际标准。关于 B-ISDN 和 ATM 的国际标准是由国际电信同盟（International Telecommunications Union，ITU）制订的。国际电信同盟的前身是国际电话与电报顾问委员会（International Telegraph and Telephone Consultative Committee，CCITT）。数字传输的标准包括在 G 系列的建议里。同步数字系列（Synchronous Digital Hierarchy，DSH）的约定也包含在其中。在美国，ANSI 定义了 SONET。ISDN 和 B-ISDN 标准包括在 I 系列的建议里。这些也包括了 ATM 和 AAL 的约定。ISDN 和 B-ISDN 信号标准则是由 Q 系列的建议组成。

图 11.4 显示的是最近正在检修的 ATM 论坛的 Web 站点，所有感兴趣的组织或个人都可以从中获得 ATM 标准和其他的进展情况。另外，所有完成的技术约定都可以从 ATM 论坛的 Web 站点免费下载。ATM 论坛的 Web 站点的地址是 http://www.atmforum.com。

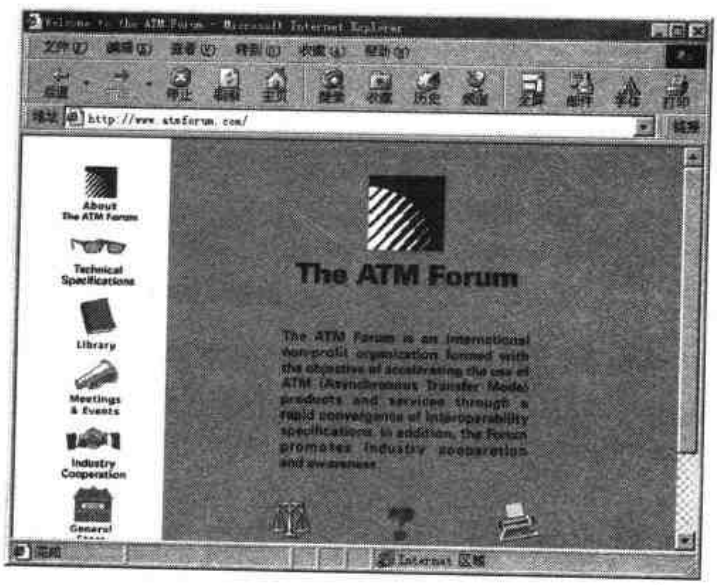


图 11.4　ATM 论坛 Web 站点

图 11.5 列出了目前在 ATM 论坛里包括的技术工作组。在 ATM 论坛的 Web 站点下的技术约定中包括了在这些组里的约定的发展状况。

技 术 工 作 组

- 宽带交互媒体接口 [B-ICI]
- 网络仿真及 ATM 上的多协议 [LANE/MPOA]
- 专用网对网接口 [P-NNI]
- 发送信号
- 报量管理
- ATM 上的语音及电报 [VTOA]
- 无线 ATM [W-ATM]
- 网络管理
- 物理层
- 安全性
- 测试
- 服务特征及应用 [SAA]
- 居住宽带 [RBB]
- 连接 PHY 及 RBB

图 11.5　目前在 ATM 论坛里包括的技术工作组

11.1　ATM 的技术约定

图 11.6 列出了 ATM 论坛的技术工作组在一般领域创建的技术约定。物理层的约定包括在非屏蔽双绞线（Unshielded Twisted Paired，UTP）上传输速率为 25.6Mbps、在多模式光纤上传输速率为 155Mbps、塑料光学纤维上传输速率为 51Mbps 以及其他。测试的约定通常以电影形式为设备供应商测试设备提供一个指南。管理的约定公布了对于专用网络、公共网络和公共-专用网络接口的网络管理问题。公共-专用网络接口的约定包括用户到网络的接口（User-to-Network Interface，UNI）。专用的网络到网络的接口是宽带的交互媒体接口（broadband intercarrier interface，B-ICI）。ATM 的服务约定包括局域网仿真、ATM 上的多协议、ATM 上的语音电话、ATM 应用程序设计接口以及其他。

ATM 与现存的网络如双绞线、同轴电缆和光纤的兼容性都很好，因为 ATM 并没有特定类型的物理传输限制。正因为这样，ATM 就不像普通局域网那样受到天生的速度限制。相反，当一个以太网的速度从 10M/秒增长到 100M/秒时，以太网结构中网段的长度也要从最长 2500 米下降到 250 米。与之类似的是，令牌环网在速度方面也有通道（gating）因素。ATM 网络就没有这些限制，一个物理层速度有多快它就能够达到多快的传输速度。

再之，即使 100M 以太网和其他高速网络能够提供相应的带宽，也只有 ATM 能够对使用实时电话、视频流、平滑的视频会议和其他无延迟的声音、视频应用程序提供服务质量（QoS）保证。QoS 对于应用 IP 多媒体应用程序非常重要，一些组织正在着手为基于 TCP/IP 的网络提供对 QoS 的支持，其中就包括了 RSVP 协议约定。

专用和公共接口约定包括专用和公共的 UNI、P-NNI 和 B-ICI（如图 11.7 所示）。UNI 文件约定一个用户怎样维持到一个专用或公共的 ATM 网络连接。P-NNI 文件约定一个专用 ATM 网络节点信号怎样通过网络连接并且在 ATM 各个网络节点之间维持一个路由层次。宽带交互媒体接口（broadband intercarrier interface，B-ICI）文件约定公共网络怎样移动节点信号和共享信息到其他公共网络。

图 11.6　ATM 论坛的技术工作组在一般领域创建的技术约定

11.1　ATM 的技术约定

图 11.6 列出了 ATM 论坛的技术工作组在一般领域创建的技术约定。物理层的约定包括在非屏蔽双绞线（Unshielded Twisted Paired，UTP）上传输速率为 25.6Mbps、在多模式光纤上传输速率为 155Mbps、塑料光学纤维上传输速率为 51Mbps 以及其他。测试的约定通常以电影形式为设备供应商测试设备提供一个指南。管理的约定公布了对于专用网络、公共网络和公共-专用网络接口的网络管理问题。公共-专用网络接口的约定包括用户到网络的接口（User-to-Network Interface，UNI）。专用的网络到网络的接口是宽带的交互媒体接口（broadband intercarrier interface，B-ICI）。ATM 的服务约定包括局域网仿真、ATM 上的多协议、ATM 上的语音电话、ATM 应用程序设计接口以及其他。

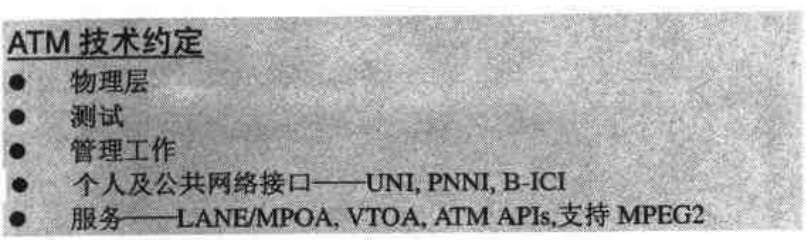


图 11.6　ATM 论坛的技术工作组在一般领域创建的技术约定

ATM 与现存的网络如双绞线、同轴电缆和光纤的兼容性都很好，因为 ATM 并没有特定类型的物理传输限制。正因为这样，ATM 就不像普通局域网那样受到天生的速度限制。相反，当一个以太网的速度从 10M/秒增长到 100M/秒时，以太网结构中网段的长度也要从最长 2500 米下降到 250 米。与之类似的是，令牌环网在速度方面也有通道（gating）因素。ATM 网络就没有这些限制，一个物理层速度有多快它就能够达到多快的传输速度。

再之，即使 100M 以太网和其他高速网络能够提供相应的带宽，也只有 ATM 能够对使用实时电话、视频流、平滑的视频会议和其他无延迟的声音、视频应用程序提供服务质量（QoS）保证。QoS 对于应用 IP 多媒体应用程序非常重要，一些组织正在着手为基于 TCP/IP 的网络提供对 QoS 的支持，其中就包括了 RSVP 协议约定。

专用和公共接口约定包括专用和公共的 UNI、P-NNI 和 B-ICI（如图 11.7 所示）。UNI 文件约定一个用户怎样维持到一个专用或公共的 ATM 网络连接。P-NNI 文件约定一个专用 ATM 网络节点信号怎样通过网络连接并且在 ATM 各个网络节点之间维持一个路由层次。宽带交互媒体接口（broadband intercarrier interface，B-ICI）文件约定公共网络怎样移动节点信号和共享信息到其他公共网络。

11.2　ATM 的任务：多媒体服务的传送

ATM 是为宽带综合服务数字网络（broadband integrated services digital network，B-ISDN）所选的一个传输协议，目的是提供数据、声音和视频服务。这意味着端到端的应用程序连接，它将传送主要包括 IP 数据、声音和视频在内的数字信息（如图 11.8 所示）。

例如，局域网仿真和 ATM 上的多协议服务能够在一个 ATM 基础结构上传送数据流。ATM 声音和话音服务能够在一个 ATM 基础结构上传送实时的语音。ATM 的 MPEG 服务允许在 ATM 网络上传送编码的数字电影。

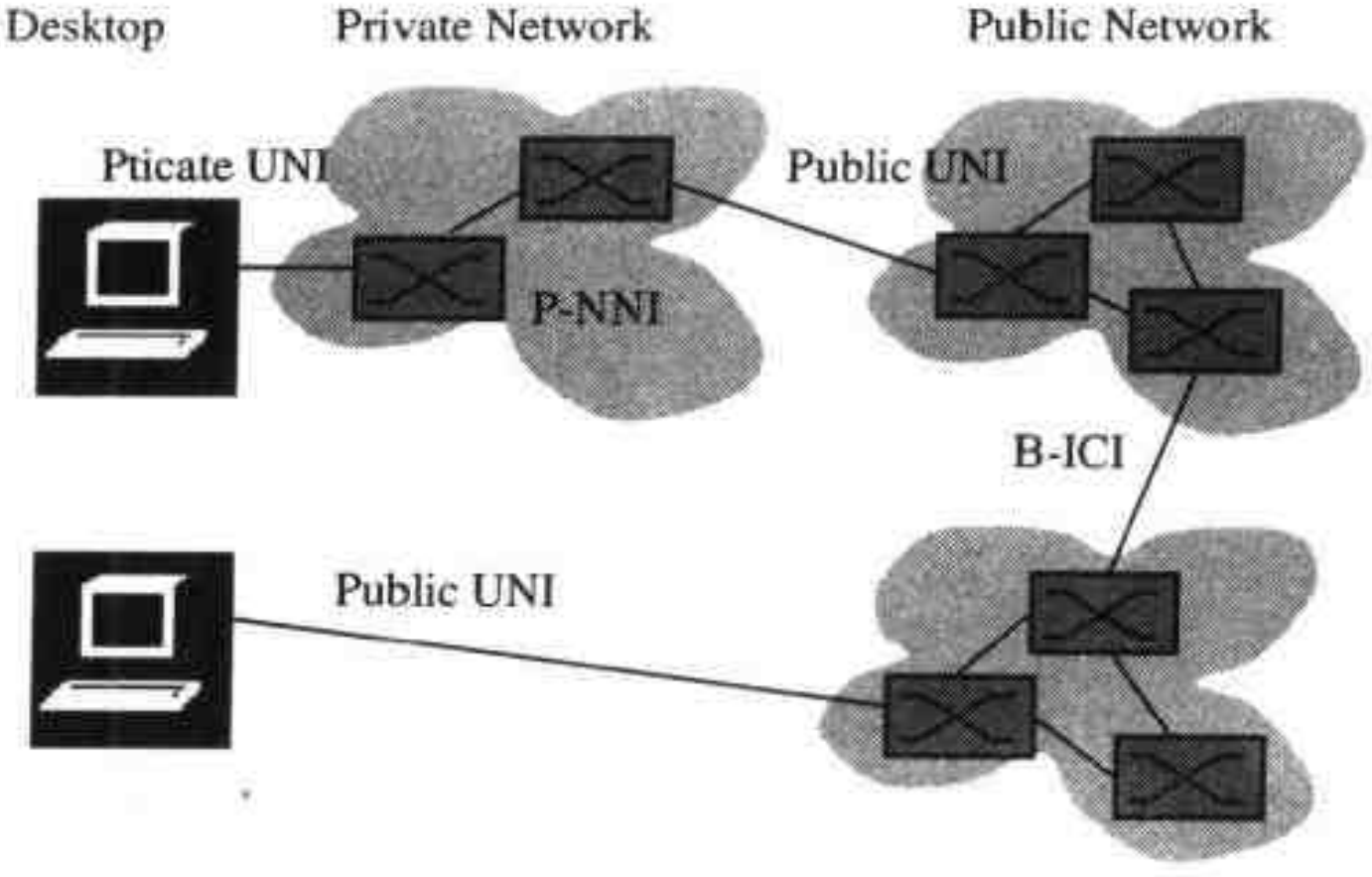


图 11.7　专用和公共接口约定

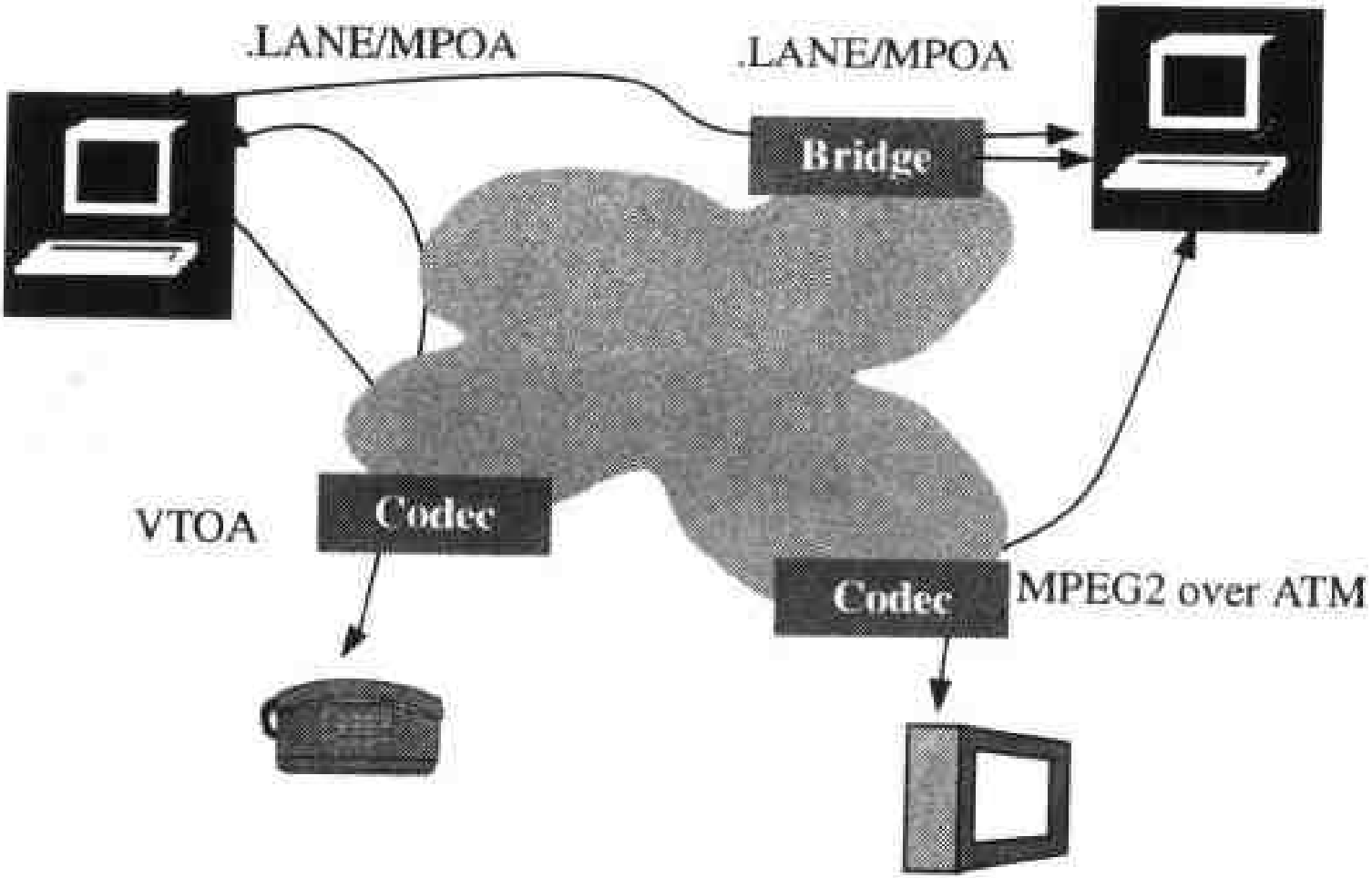


图 11.8　ATM 目的是提供数据、声音和视频服务

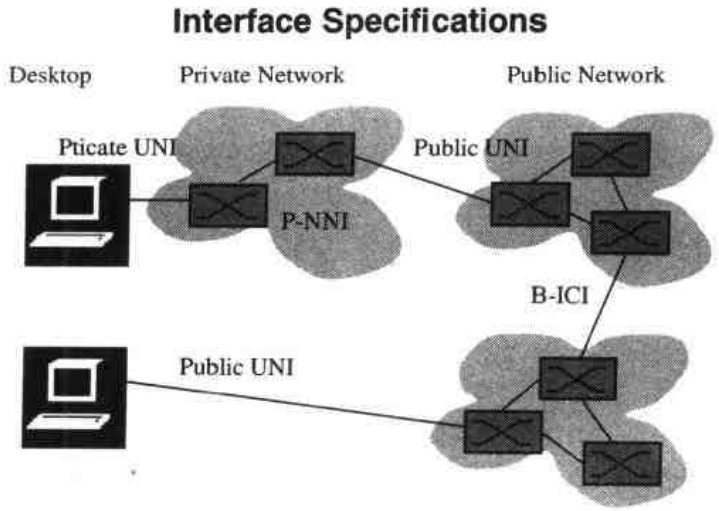


图 11.7　专用和公共接口约定

11.2　ATM 的任务：多媒体服务的传送

ATM 是为宽带综合服务数字网络（broadband integrated services digital network，B-ISDN）所选的一个传输协议，目的是提供数据、声音和视频服务。这意味着端到端的应用程序连接，它将传送主要包括 IP 数据、声音和视频在内的数字信息（如图 11.8 所示）。

例如，局域网仿真和 ATM 上的多协议服务能够在一个 ATM 基础结构上传送数据流。ATM 声音和话音服务能够在一个 ATM 基础结构上传送实时的语音。ATM 的 MPEG 服务允许在 ATM 网络上传送编码的数字电影。

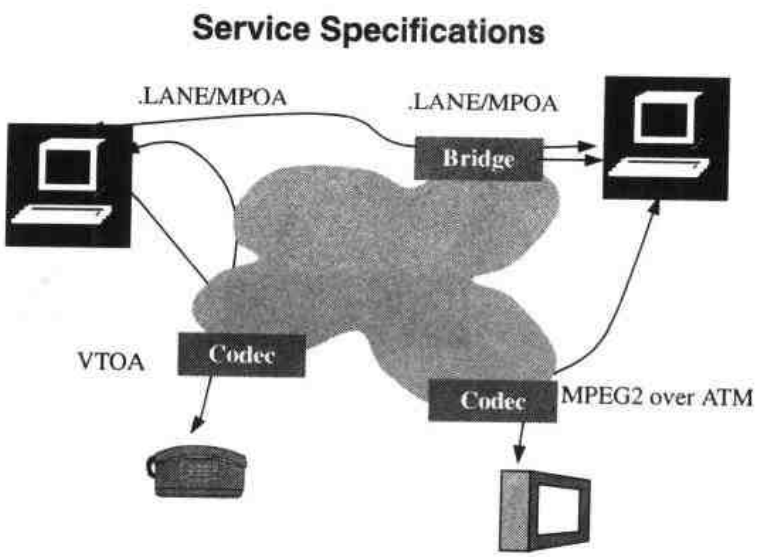


图 11.8　ATM 目的是提供数据、声音和视频服务

如图 11.9 所示，由于 ATM 的约定和附录将阻止厂商合理地创建可交互操作和向后兼容的 ATM 解决方案，为了消除这种顾虑，使用了目标记录。其结果，ATM 论坛产生了一个协议，它包括了一套完整的规范以构成建立 ATM 系统的基本指导方针。

11.3　ATM 网络设计和解决方案

ATM 网络设计和解决方案需要公布以下几个要素：

- ATM 数据模式回顾
- 对硬件和软件的变换解决方案
- 介绍遗留的网络设计
- 对 ATM 的解决方案要有迁移和更新的措施

ATM 网络客户模式

图 11.10 是 ATM 网络客户端设备的列表。它不是全部客户端设备的列表，还有其他匹配的 ATM 附着设备比如帧附件设备单元（cells in frames attachment device，CIFAD）。CIFAD 与以太网客户一起提供一个在以太网上的 ATM 功能。在本章的后面部分将具体地讨论它的作用。而一个 ATM 集中器则是不匹配的 ATM 附着设备的一个例子。目前，这些设备正被 ATM WG 交换机替代。

ATM 网络客户机

- ATM 附属网络设备及终端站适配器传统应用程序
- ATM 的工作组交换仅供 ATM 使用
- 传统附属设备依靠一个高层设备以进行适配

图 11.10　ATM 网络客户端设备的列表

图 11.11 列出了与 ATM 数据协议有关的支持客户和服务器功能的设备类型。图 11.12 则是 ATM 技术支持的多个协议的一个纲要。要注意的是 CIP、LANE 和 MPOA 都遵循客户机/服务器模式，在这三种模式下 ATM 网络提供 ARP、多路广播和路由服务。RFC

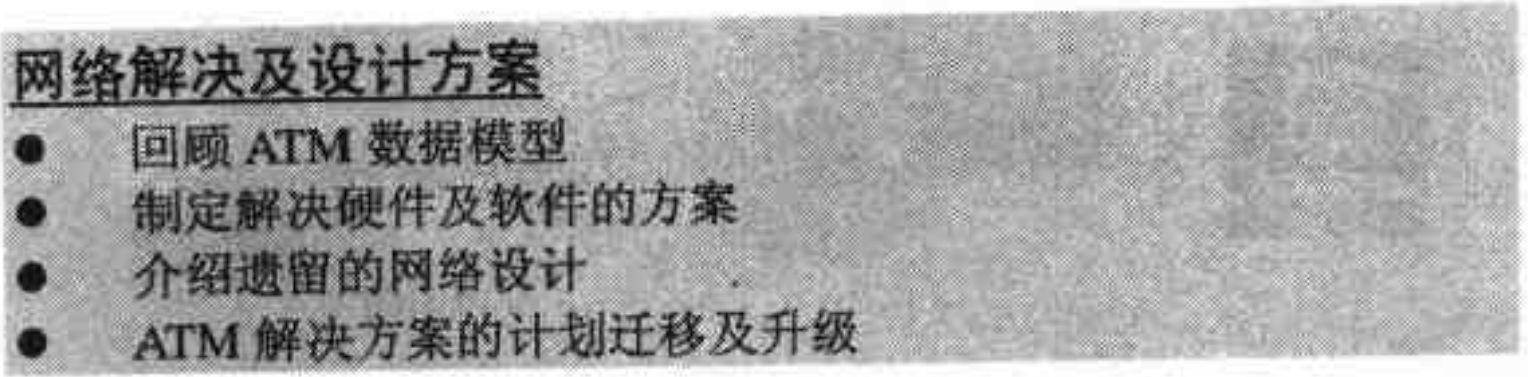
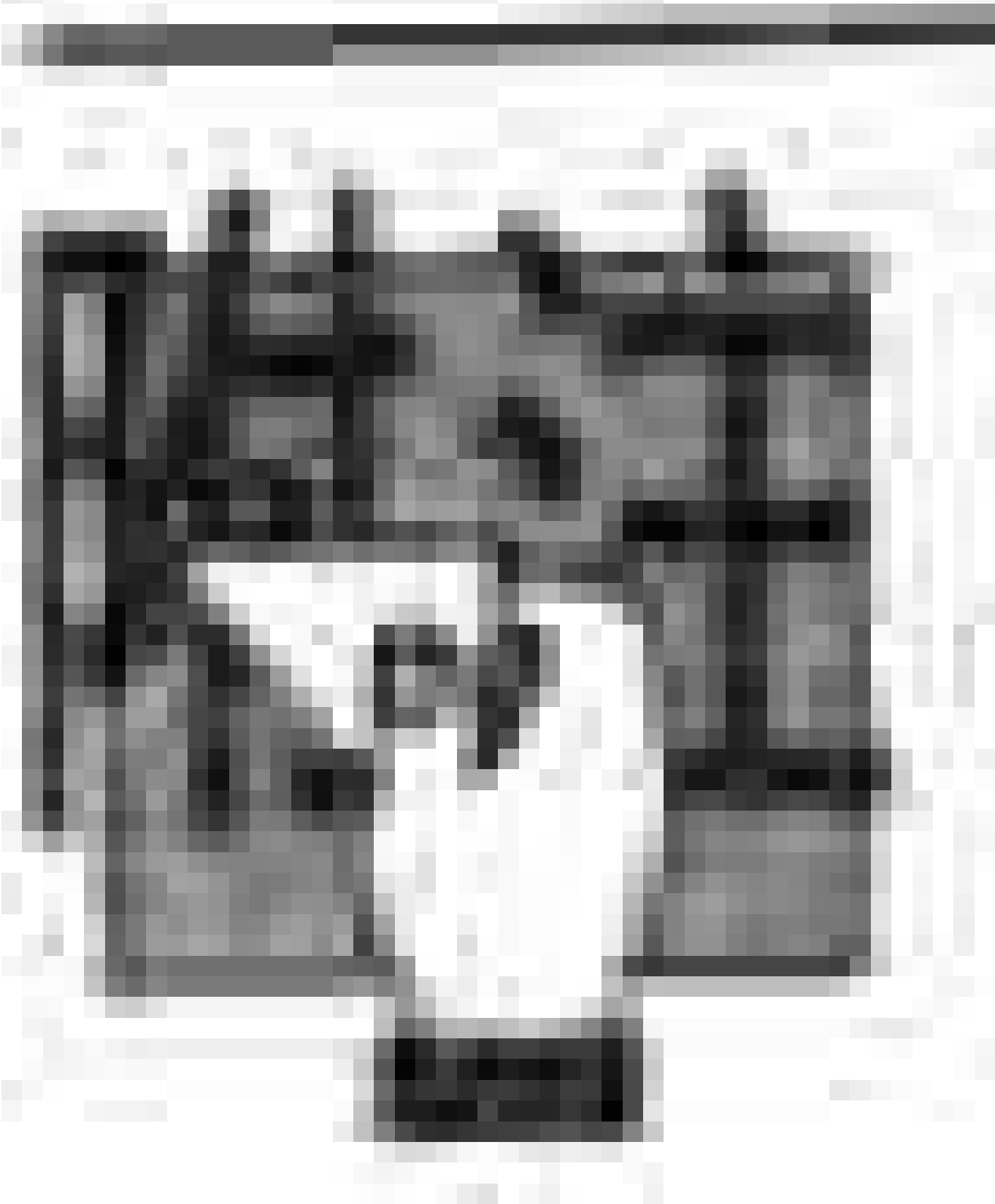


图 11.9　ATM 网络设计与解决方案



LAN Switch/hub
ATM WG Switch
传统客户
ATM 客户
ATM 终端

如图 11.9 所示，由于 ATM 的约定和附录将阻止厂商合理地创建可交互操作和向后兼容的 ATM 解决方案，为了消除这种顾虑，使用了目标记录。其结果，ATM 论坛产生了一个协议，它包括了一套完整的规范以构成建立 ATM 系统的基本指导方针。

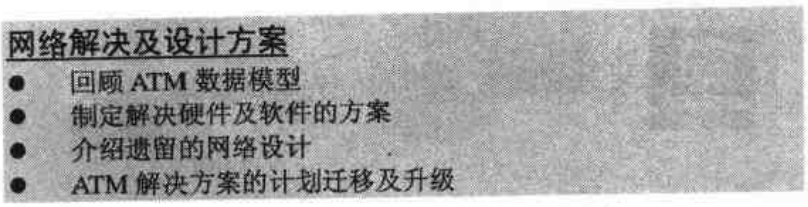


图 11.9　ATM 网络设计与解决方案

11.3　ATM 网络设计和解决方案

ATM 网络设计和解决方案需要公布以下几个要素：

- ATM 数据模式回顾
- 对硬件和软件的变换解决方案
- 介绍遗留的网络设计
- 对 ATM 的解决方案要有迁移和更新的措施

ATM 网络客户模式

图 11.10 是 ATM 网络客户端设备的列表。它不是全部客户端设备的列表，还有其他匹配的 ATM 附着设备比如帧附件设备单元（cells in frames attachment device，CIFAD）。CIFAD 与以太网客户一起提供一个在以太网上的 ATM 功能。在本章的后面部分将具体地讨论它的作用。而一个 ATM 集中器则是不匹配的 ATM 附着设备的一个例子。目前，这些设备正被 ATM WG 交换机替代。

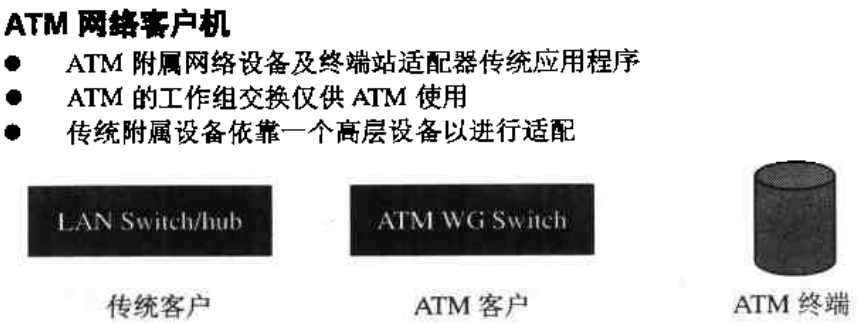


图 11.10　ATM 网络客户端设备的列表

图 11.11 列出了与 ATM 数据协议有关的支持客户和服务器功能的设备类型。图 11.12 则是 ATM 技术支持的多个协议的一个纲要。要注意的是 CIP、LANE 和 MPOA 都遵循客户机/服务器模式，在这三种模式下 ATM 网络提供 ARP、多路广播和路由服务。RFC

1483 不是一个协议，而是一个压缩方法。ATM 只为 IP 交换客户提供信号（通过 GSMP）。

Mapping Solutions to Products

	CIP		LANE		MPOA		Rfc 1483		IP switch	
	client	srvc.	client	srvc.	client	srvc.	client	srvc.	client	srvc.
ATM BB switch	√	√	√	√	√	√	×	√ *	×	√ *
Router	√	√	√	√	√	√	√	×	√	√
ATM WG switch	√	√	√	√	√	√	×	×	×	×
LAN switch	√	√	√	√	√	×	×	×	√	×
Adapter	√	√	√	√	√	×	×	×	√	×

√* 仅提供发信号

图 11.11　与 ATM 数据协议有关的支持客户和服务器功能的设备类型

And the Protocols...

	CIP	LANE	MPOA	Rfc 1483	IP switch
Client Software	CIP client	LEC proxy LEC	LEC proxy LEC MPOA-c Proxy MPOA-c	Encap. ONLY	IFMP-c TDP-c ARIS-c
ATM Network Service	ATM ARP MARS NHRP UNI	LES BUS LECS UNI	LES BUS MARS NHRP Default forwarder UNI	UNI	GSMP

图 11.12　ATM 协议支持

ATM 的虚拟局域网模式

从图 11.13 和图 11.14 可以看出，在虚拟局域网（Virtual LAN，VLAN）模式下，ATM 的客户是虚拟局域网的成员。虚拟局域网模式的拓扑结构比其路由结构简单，因为在局域网的路由和主干之间没有中间设备。虚拟局域网允许创建与地理无关的局域网。

ATM 的 LANE 协议模式是一种基于 ATM 的虚拟局域网解决方案。对于目前的桥接网络来说，这是一个很好的解决方案。当所有的虚拟局域网之间的流量必须通过一个路由器时，LANE 的处理效率很高。以后版本的 LANE 将重点针对虚拟局域网之间通信的处理。

Network Model 1 - VLAN

图 11.14　VLAN 模式的特点

ATM 的 MPOA 协议模式是另一种基于 ATM 的虚拟局域网解决方案。实际上，LANE 协议模式是 MPOA 协议模式的一个子集——LANE 是没有路由服务的 MPOA。MPOA 在 LANE 虚拟局域网之间加入了对“捷径”（cut-through）路由的支持。在这里，“捷径”意味着 MPOA 客户能够通过从 MPOA 路由服务获取的路由与在不同仿真局域网上的其他客户间建立连接。

在虚拟局域网模式下，同一个虚拟局域网的成员通过 LANE 协议就可以在他们之间建立直接的连接。同一个 ELAN 下的成员与相同的 LANE 服务器相连（如图 11.15 所示）。虚拟局域网之间的通信需要路由服务。MPOA 路由服务通过发送路由信息到客户端为 LANE 虚拟局域网之间的流量提供“捷径”。通过这个路由信息，客户就能够与在不同虚拟局域网上的其他客户建立直接连接。

LANE 需要一个单臂路由器来实现 ELAN 间的通信。如果数据流是有限的，这样一个单臂路由器就足够了。隐含的意思就是，如果一个 ELAN 间的通信只需要保证一个路由器跃距，为什么还要使用“捷径”来避免仅仅一个跃距的路由呢？

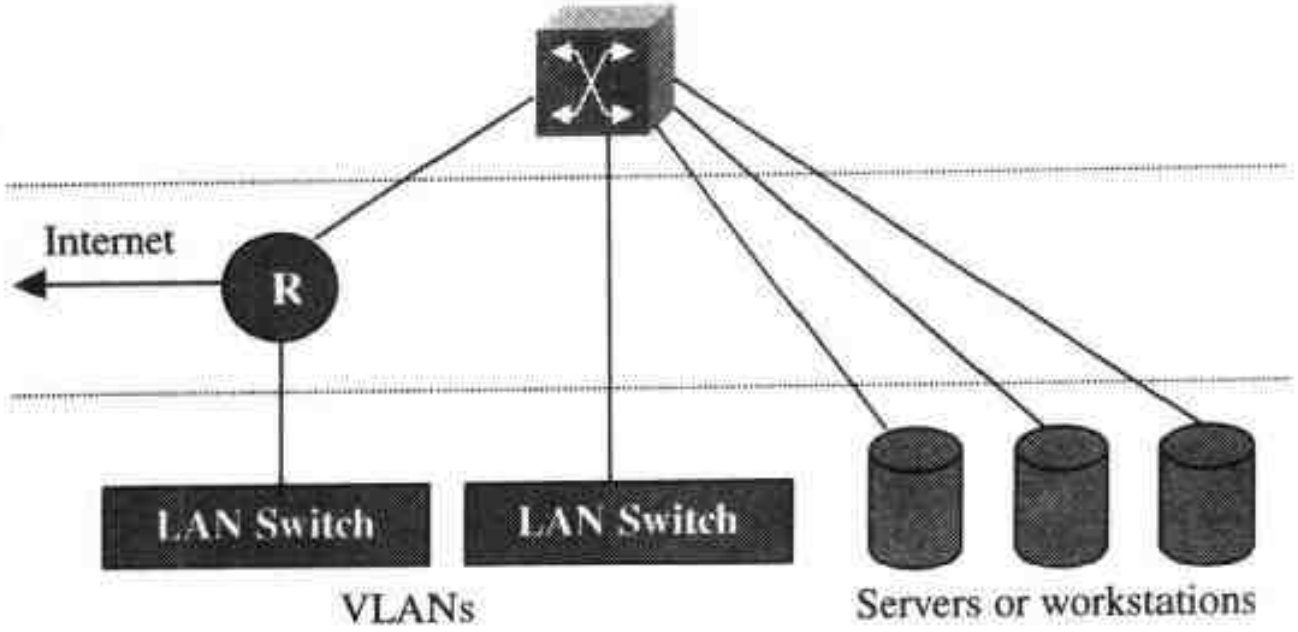


图 11.13　ATM 的虚拟局域网

VLAN 模式

- 桥接网络范例
- VLAN 用于多点传送域
- ATM LANE 及 MPOA 本质上支持动态 VLANs
- LANE 需要为内 VLAN 提供路由
- MPOA 含有一个路由服务

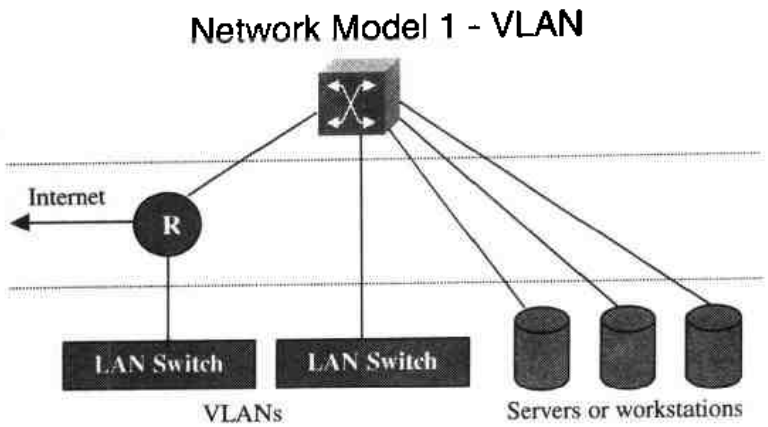


图 11.13　ATM 的虚拟局域网

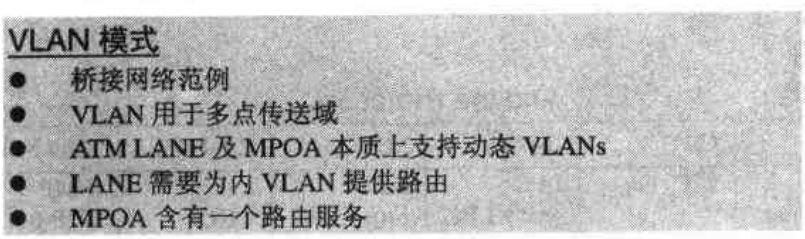


图 11.14　VLAN 模式的特点

ATM 的 MPOA 协议模式是另一种基于 ATM 的虚拟局域网解决方案。实际上，LANE 协议模式是 MPOA 协议模式的一个子集——LANE 是没有路由服务的 MPOA。MPOA 在 LANE 虚拟局域网之间加入了对“捷径”（cut-through）路由的支持。在这里，“捷径”意味着 MPOA 客户能够通过从 MPOA 路由服务获取的路由与在不同仿真局域网上的其他客户间建立连接。

在虚拟局域网模式下，同一个虚拟局域网的成员通过 LANE 协议就可以在他们之间建立直接的连接。同一个 ELAN 下的成员与相同的 LANE 服务器相连（如图 11.15 所示）。虚拟局域网之间的通信需要路由服务。MPOA 路由服务通过发送路由信息到客户端为 LANE 虚拟局域网之间的流量提供“捷径”。通过这个路由信息，客户就能够与在不同虚拟局域网上的其他客户建立直接连接。

LANE 需要一个单臂路由器来实现 ELAN 间的通信。如果数据流是有限的，这样一个单臂路由器就足够了。隐含的意思就是，如果一个 ELAN 间的通信只需要保证一个路由器跃距，为什么还要使用“捷径”来避免仅仅一个跃距的路由呢？

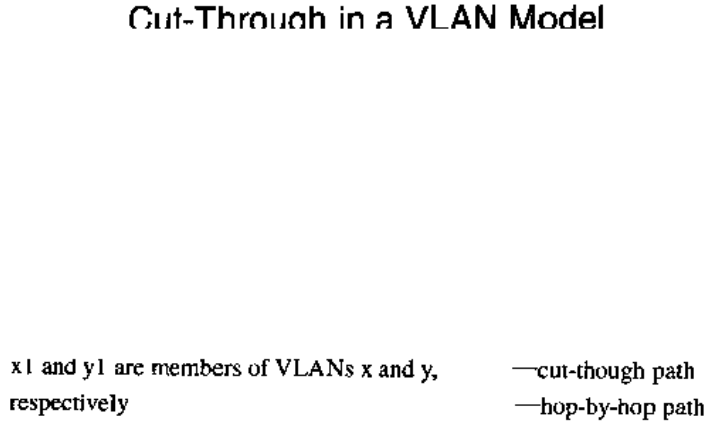


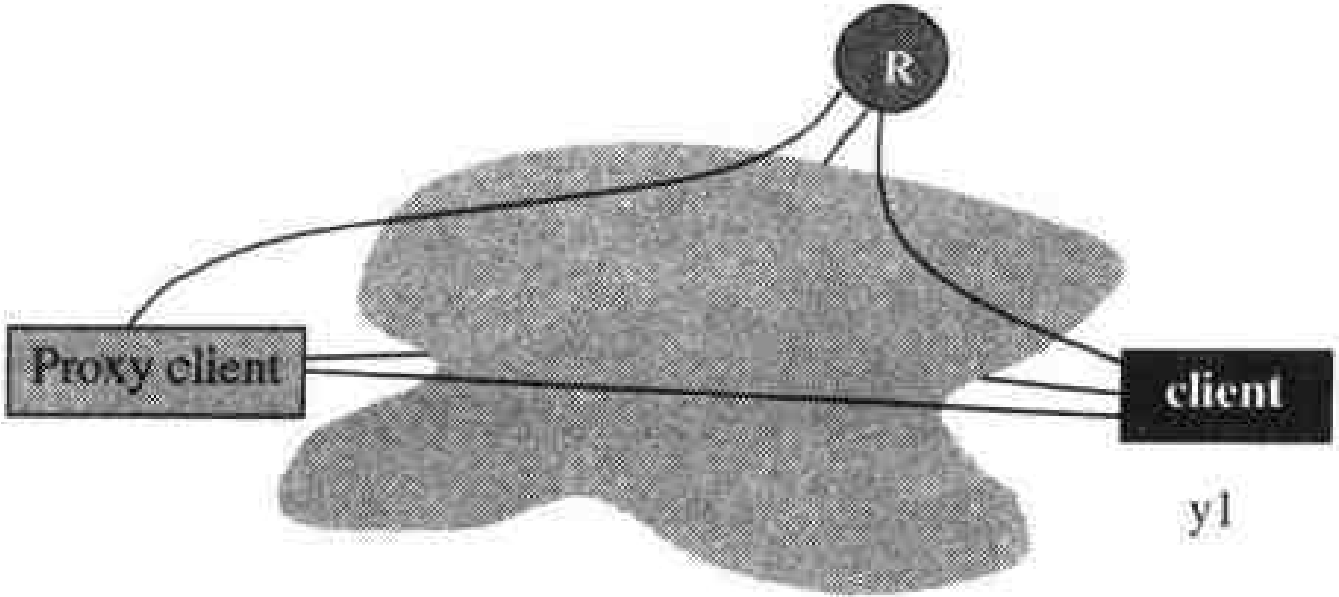
图 11.15　VLAN 模式的特点

ATM 的路由模式

在图 11.16 和图 11.17 所示的路由模式中，客户是子网的成员。路由模式使用第三层网络概念来创建多路广播域——在这里就是子网。通过在路由器和在 ATM 链接上建立 PVCs 之间添加 ATM 链接，RFC 1483 压缩方式允许对一个现存的路由网络扩容。

IP 交换模式将 ATM 交换添加到一个路由主干网络并且形成了动态的“捷径”（cut-*through*）。在一个路由主干中，这就意味着 IP 交换协议通过 ATM 交换云和在入口路由器和出口路由器之间自动创建一个路径，避免了通过中间路由器进行跳跃。

图 11.18 显示了通过一个路由配置（一个 OSPF 路径）来建立一个“一步一跃”


R
Proxy client
client
y1

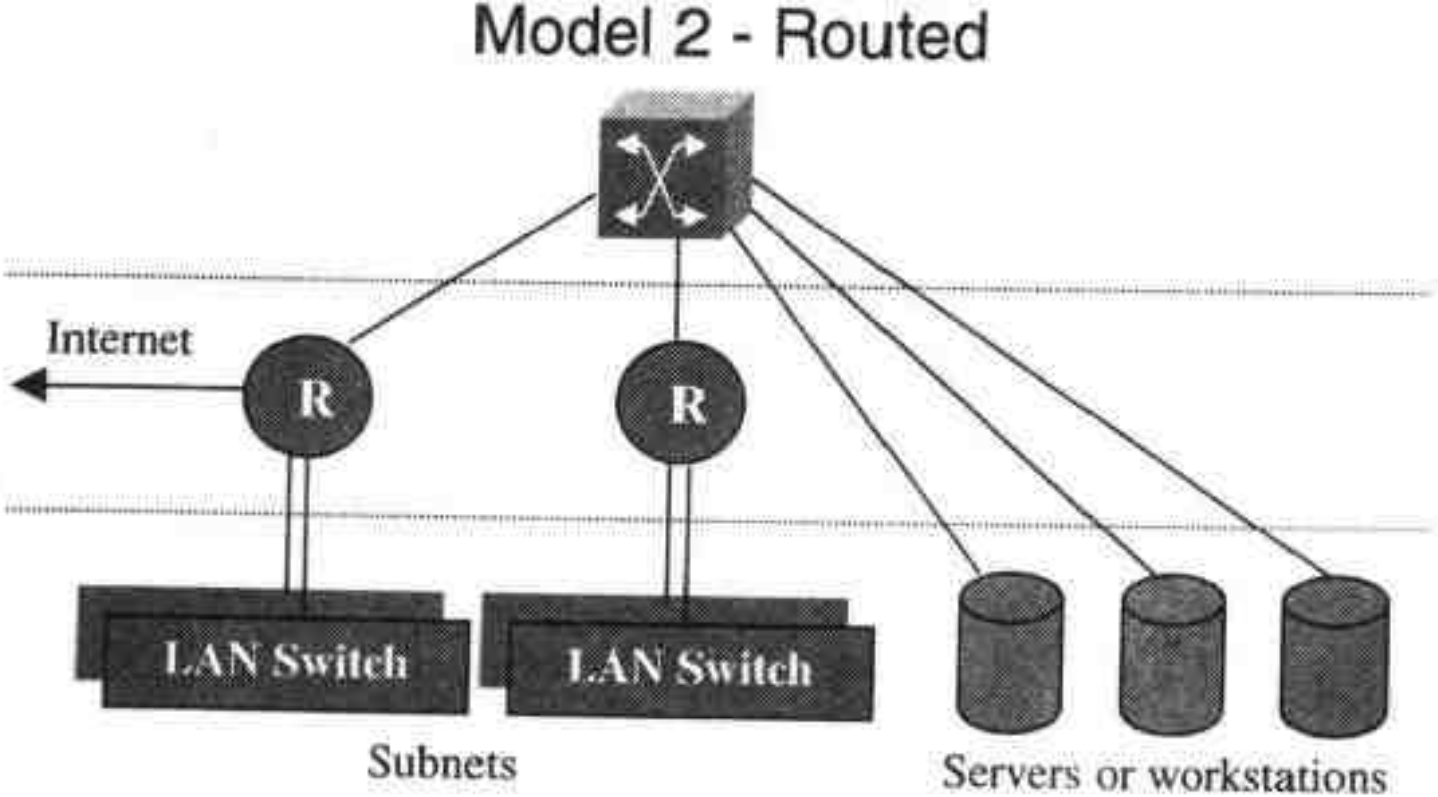


图 11.16　ATM 的路由模式

路由模式

- 路由网络范例
- 客户机子网的成员
- 接近折叠骨干
- RFC 1483 将 ATM 连接加入一个已有的路由器骨干
- IP 交换/MPLS 将动态、“捷径”交换加入路由骨干

图 11.17　ATM 路由模式的特点

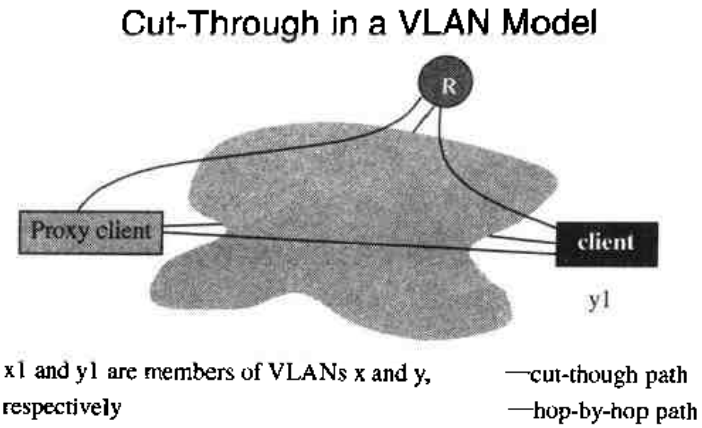


图 11.15　VLAN 模式的特点

ATM 的路由模式

在图 11.16 和图 11.17 所示的路由模式中，客户是子网的成员。路由模式使用第三层网络概念来创建多路广播域——在这里就是子网。通过在路由器和在 ATM 链接上建立 PVCs 之间添加 ATM 链接，RFC 1483 压缩方式允许对一个现存的路由网络扩容。

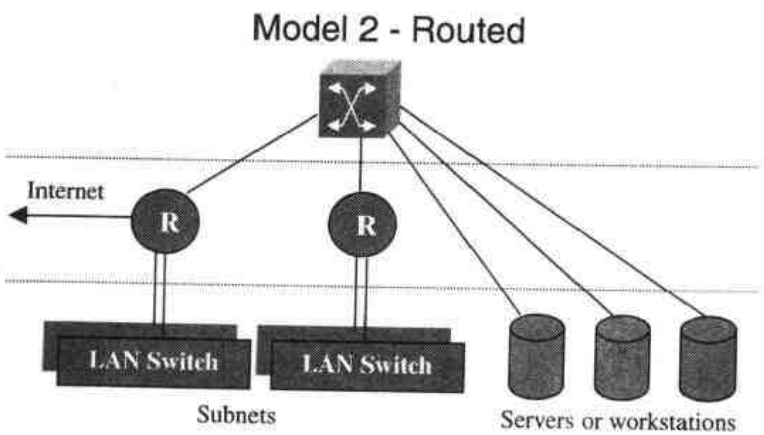


图 11.16　ATM 的路由模式

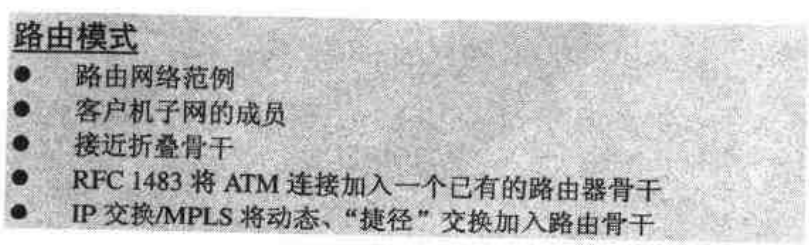


图 11.17　ATM 路由模式的特点

IP 交换模式将 ATM 交换添加到一个路由主干网络并且形成了动态的“捷径”（cut-through）。在一个路由主干中，这就意味着 IP 交换协议通过 ATM 交换云和在入口路由器和出口路由器之间自动创建一个路径，避免了通过中间路由器进行跳跃。

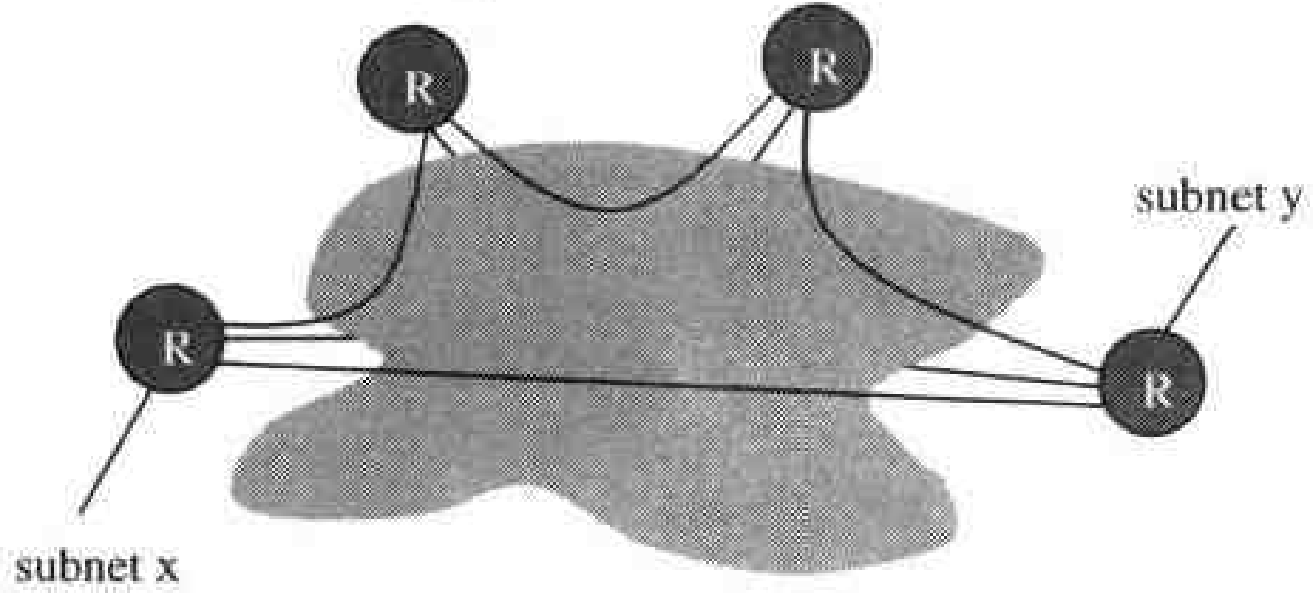
图 11.18 显示了通过一个路由配置（一个 OSPF 路径）来建立一个“一步一跃”

（hop-by-hop）的传输路径的情形。这个路径用于联系子网 X 和子网 Y 的通信。IP 交换或多协议标记交换则略过中间路由器创建了一种更直接的连接路径——一条“捷径”。各种 IP 交换协议的差异主要是怎样以及什么时候作决定来创建一条“捷径”。Ipsilon 公司和许多合作伙伴都是采用这样的解决方案。其他的解决方案则包括 Cisco 的标记符交换和 IBM 的 ARIS。

图 11.18　路由模式中的捷径

总而言之，LANE、MPOA 和 IP 交换都包括了通过 ATM 网络创建边缘对边缘（edge-to-edge）的连接方法。正因为这样，一旦一条“捷径”已经创建，那么不管采用什么协议，在 ATM 网络上传输的性能是相同的。不管目标网络是基于路由器还是基于 VLAN，都可以采用最适合目标网络模式的边缘策略，并且都可以从“捷径”中获得同样的好处。图 11.19 对 ATM 网络服务的特性作了一个总结。图 11.20 则是一个关于 ATM 交换测试进程的纲要。

Cut-Through in a Routed Model



总结

- LANE、MPOA、RFC 1483 及 IP 交换均允许基于 ATM 的数据网络
- RFC 1483 保持了跃距式路由
- MPOA 及 IP 交换当避免路由跳跃（“捷径”）时，供给机构以使用路由
- LANE、MPOA 及 IP 交换均可建立“捷径”路径

图 11.19　ATM 网络服务总结

（hop-by-hop）的传输路径的情形。这个路径用于联系子网 X 和子网 Y 的通信。IP 交换或多协议标记交换则略过中间路由器创建了一种更直接的连接路径——一条“捷径”。各种 IP 交换协议的差异主要是怎样以及什么时候作决定来创建一条“捷径”。Ipsilon 公司和许多合作伙伴都是采用这样的解决方案。其他的解决方案则包括 Cisco 的标记符交换和 IBM 的 ARIS。

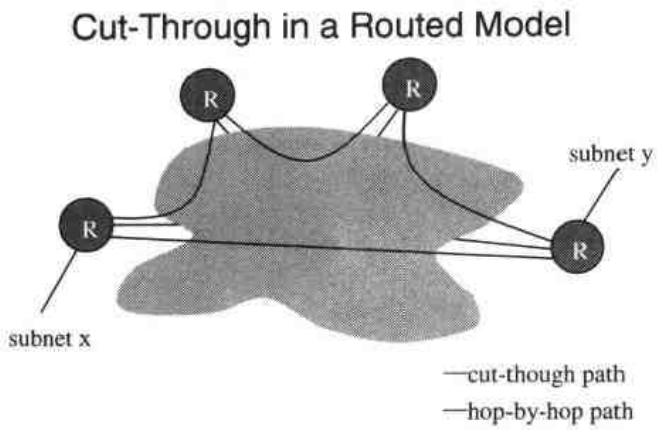


图 11.18　路由模式中的捷径

总而言之，LANE、MPOA 和 IP 交换都包括了通过 ATM 网络创建边缘对边缘（edge-to-edge）的连接方法。正因为这样，一旦一条“捷径”已经创建，那么不管采用什么协议，在 ATM 网络上传输的性能是相同的。不管目标网络是基于路由器还是基于 VLAN，都可以采用最适合目标网络模式的边缘策略，并且都可以从“捷径”中获得同样的好处。图 11.19 对 ATM 网络服务的特性作了一个总结。图 11.20 则是一个关于 ATM 交换测试进程的纲要。

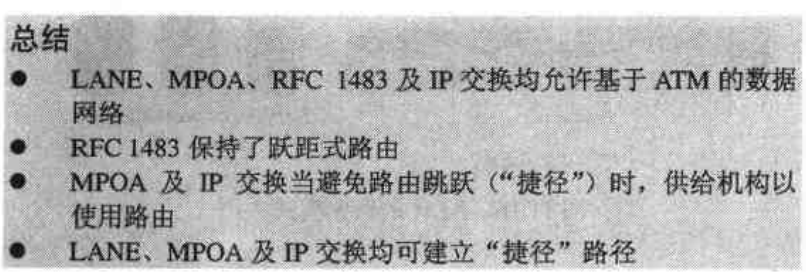


图 11.19　ATM 网络服务总结

Testing the ATM Switch

11.4　源于连接的 ATM

为了更好地评价源于连接的 ATM，回顾以下无连接的系统是非常必要的。局域网的结构，不管是以太网、令牌环网还是 FDDI，都具有以下特征：连接到网络的每一个工作站都必须通过一个网络适配卡，必须有一个驱动程序，而在驱动程序上要有一个协议驱动程序（比如 TCP/IP）。在传统的局域网里，比如以太网，驱动程序的协议是无连接的。也就是说，这个协议驱动程序只提供一个带有源地址和目的地址的包并将它发送出去。工作站是由一种常规的媒介连接的。不管包裹是否是顺序传输，比如在环形拓扑结构或者广播、以太网结构里，每一个工作站都可以看到被其他工作站传送到链接线路上的包裹数据。从工作站到链接线路的信息或者从协议到适配卡的信息，仅仅是简单地“发送包裹”。

一旦一个包裹根据局域网采用的约定被发送出去，适配卡就知道这个包裹对于网络上所有的工作站来说都是可见的。每一个工作站都有一个适配卡。适配卡处理包裹并检查包裹的目的地址。如果包裹的目的地址与工作站的地址相符，适配卡将产生一个硬件中断并且接受包裹；如果地址不符，适配卡将对包裹进行解析。还有就是，之所以称作无连接是因为没有向接收者地址创建非逻辑连接；包裹只是被简单地赋予地址后就发送到网络中去了。

一个像以太网那样的局域网网络只能提供很少的服务，因为所有的以太网网卡能做的就是接收或者发送一个包裹。在无连接模式下，它能够提供的就是无保证或者类似于无保证的性能。例如，它不能确定目的工作站的状态。这就是为什么开发者很少编写直接针对以太网的应用程序的原因。当然，协议驱动程序被用来登录顺序号、校验到达的包裹（如果需要的话进行再次传送）、将大的信息分解成小信息等等。所有这些服务增加了传输的时间并且没有一个服务能够提供端对端的服务质量保证。

尽管 ATM 单元和单元交换使得硬件集中，高性能的 ATM 交换机的开发更容易，ATM 还需要软件和协议基础设备既复杂又集中的综合。这一点在将一个单独的 ATM 交换机接入一个网络中并且使交换机与局域网和广域网相互作用时显得尤为重要。

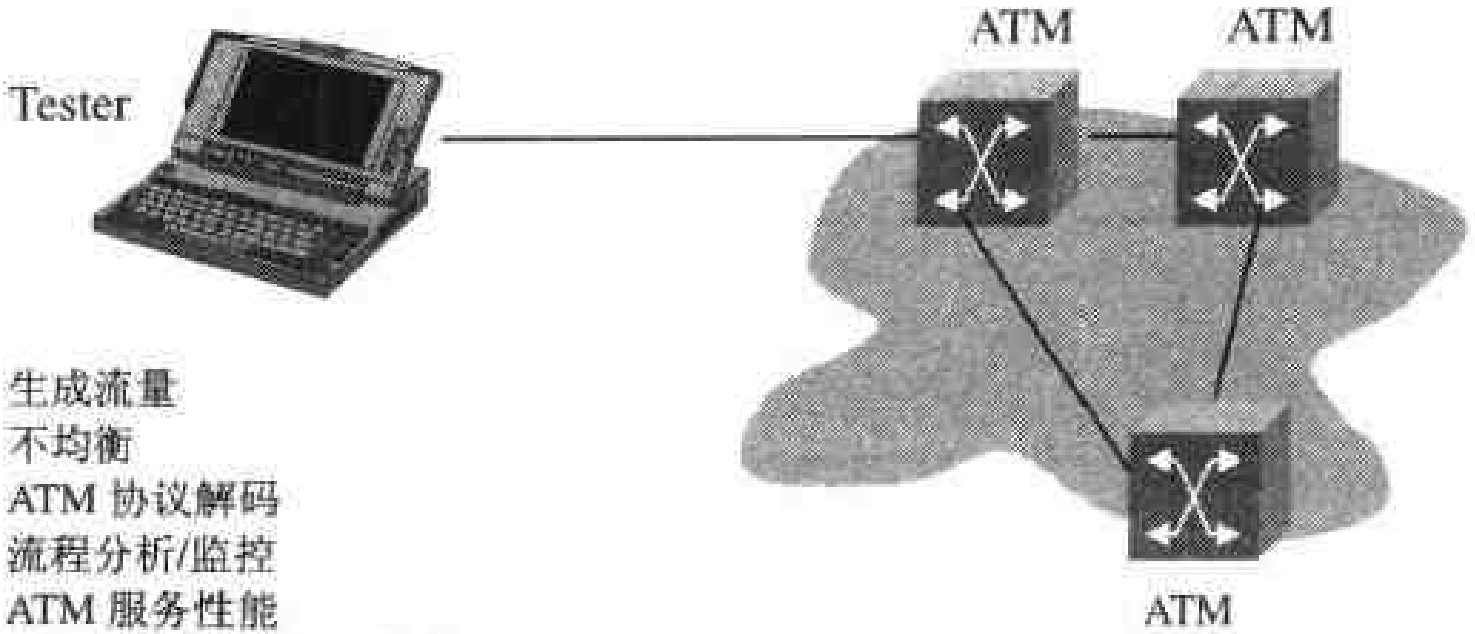


图 11.20　ATM 测试过程

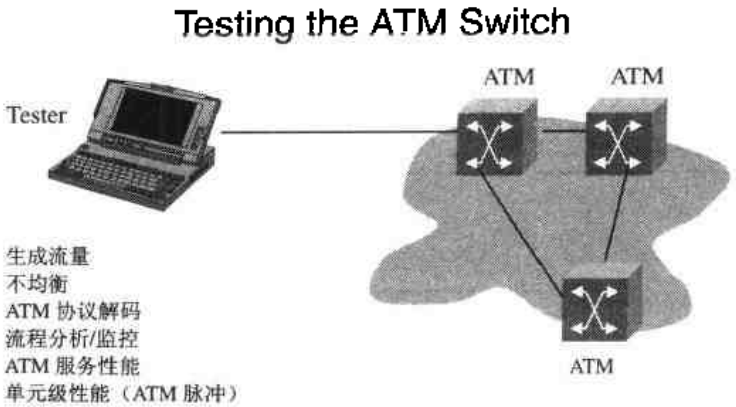


图 11.20　ATM 测试过程

11.4　源于连接的 ATM

为了更好地评价源于连接的 ATM，回顾以下无连接的系统是非常必要的。局域网的结构，不管是以太网、令牌环网还是 FDDI，都具有以下特征：连接到网络的每一个工作站都必须通过一个网络适配卡，必须有一个驱动程序，而在驱动程序上要有一个协议驱动程序（比如 TCP/IP）。在传统的局域网里，比如以太网，驱动程序的协议是无连接的。也就是说，这个协议驱动程序只提供一个带有源地址和目的地址的包并将它发送出去。工作站是由一种常规的媒介连接的。不管包裹是否是顺序传输，比如在环形拓扑结构或者广播、以太网结构里，每一个工作站都可以看到被其他工作站传送到链接线路上的包裹数据。从工作站到链接线路的信息或者从协议到适配卡的信息，仅仅是简单地“发送包裹”。

一旦一个包裹根据局域网采用的约定被发送出去，适配卡就知道这个包裹对于网络上所有的工作站来说都是可见的。每一个工作站都有一个适配卡。适配卡处理包裹并检查包裹的目的地址。如果包裹的目的地址与工作站的地址相符，适配卡将产生一个硬件中断并且接受包裹；如果地址不符，适配卡将对包裹进行解析。还有就是，之所以称作无连接是因为没有向接收者地址创建非逻辑连接；包裹只是被简单地赋予地址后就发送到网络中去了。

一个像以太网那样的局域网网络只能提供很少的服务，因为所有的以太网网卡能做的就是接收或者发送一个包裹。在无连接模式下，它能够提供的就是无保证或者类似于无保证的性能。例如，它不能确定目的工作站的状态。这就是为什么开发者很少编写直接针对以太网的应用程序的原因。当然，协议驱动程序被用来登录顺序号、校验到达的包裹（如果需要的话进行再次传送）、将大的信息分解成小信息等等。所有这些服务增加了传输的时间并且没有一个服务能够提供端对端的服务质量保证。

尽管 ATM 单元和单元交换使得硬件集中，高性能的 ATM 交换机的开发更容易，ATM 还需要软件和协议基础设备既复杂又集中的综合。这一点在将一个单独的 ATM 交换机接入一个网络中并且使交换机与局域网和广域网相互作用时显得尤为重要。

ATM 单元有着固定的长度——53 个字节。通过这个固定长度的 ATM 单元，信息可以按照预期的方式传输。这种预期性适合同一网络上不同类型的流量，比如声音、数据和视频。如图 11.21 所示，ATM 单元可以分成两个主要部分：头和有效载荷。头（5 个字节）是寻址机制，它对于定义单元将如何传输等网络目的具有重要意义。有效载荷（48 个字节）是携带确切的信息如声音、数据或视频的部分（有效载荷可以比作用户信息字段）。

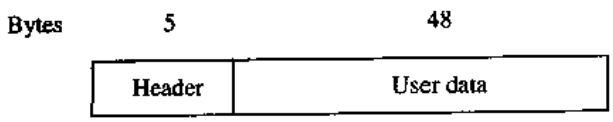


图 11.21　ATM 单元可以分成两个主要部分：头和有效载荷

这一部分并没有覆盖 ATM 技术的所有方面，因为那些内容在许多书中都有介绍。在本书的最后列出了有关的参考书目。我们假设读者具有关于 ATM 层协议和单元格式的基本知识。

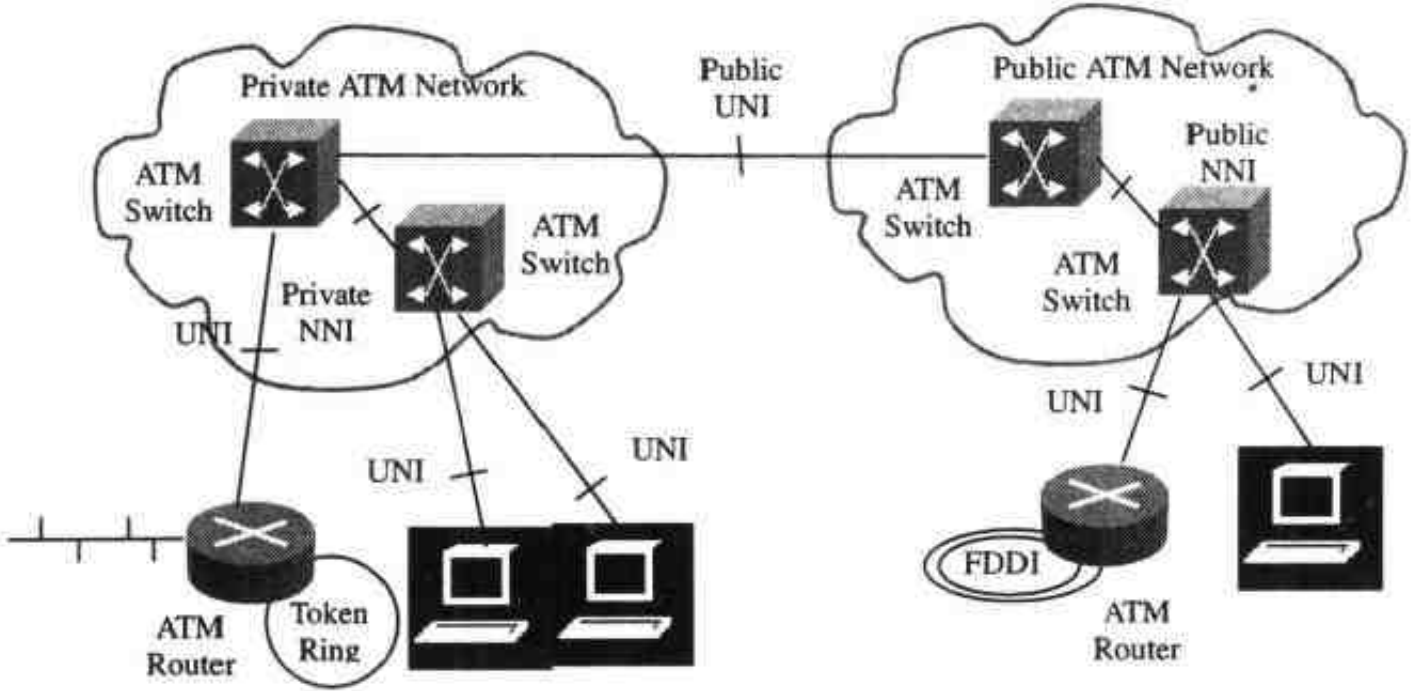
11.5　对 ATM 网络的基本理解

一个 ATM 网络是由一系列的 ATM 交换机通过点到点的 ATM 链接或接口连接到一起。这些 ATM 交换机支持两种类型的接口（如图 11.22 所示）：UNI 接口，它连接 ATM 的终端系统比如主机、路由器等等到一个 ATM 交换机；NNI 接口，它是任何一个跨越两个 ATM 交换机交换 NNI 协议的物理或逻辑的链接。

图 11.22　ATM 网络接口

基本上，ATM 网络是基于连接的，任何数据需要传送都必须在 ATM 网络上设置一个虚拟的回路。ATM 回路有两种类型：

- 虚拟路径——是由虚拟路径标记符（virtual path identifiers，VPIs）来标记的。虚拟路径有许多的虚拟通道，以 VPI 为基础，在 ATM 网络上进行数据交换。
- 虚拟通道——是由虚拟路径标记符和虚拟通道标记符共同来认证的。虚拟通道只对于本地一个特定的链换有意义。


Private ATM Network
Public UNI
Public ATM Network
ATM Switch
ATM Switch
Public NNI
ATM Switch
ATM Switch
Private NNI
UNI
UNI
UNI
UNI
UNI
FDDI
ATM Router
Token Ring
ATM Router

ATM 单元有着固定的长度——53 个字节。通过这个固定长度的 ATM 单元，信息可以按照预期的方式传输。这种预期性适合同一网络上不同类型的流量，比如声音、数据和视频。如图 11.21 所示，ATM 单元可以分成两个主要部分：头和有效载荷。头（5 个字节）是寻址机制，它对于定义单元将如何传输等网络目的具有重要意义。有效载荷（48 个字节）是携带确切的信息如声音、数据或视频的部分（有效载荷可以比作用户信息字段）。

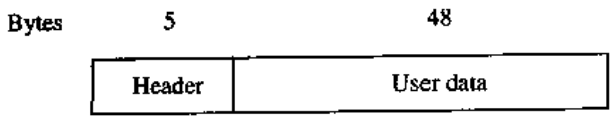


图 11.21　ATM 单元可以分成两个主要部分：头和有效载荷

这一部分并没有覆盖 ATM 技术的所有方面，因为那些内容在许多书中都有介绍。在本书的最后列出了有关的参考书目。我们假设读者具有关于 ATM 层协议和单元格式的基本知识。

11.5　对 ATM 网络的基本理解

一个 ATM 网络是由一系列的 ATM 交换机通过点到点的 ATM 链接或接口连接到一起。这些 ATM 交换机支持两种类型的接口（如图 11.22 所示）：UNI 接口，它连接 ATM 的终端系统比如主机、路由器等等到一个 ATM 交换机；NNI 接口，它是任何一个跨越两个 ATM 交换机交换 NNI 协议的物理或逻辑的链接。

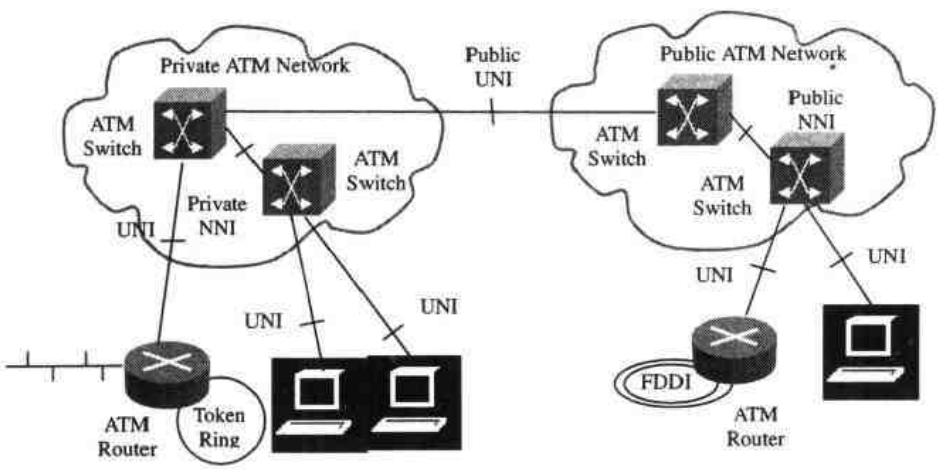


图 11.22　ATM 网络接口

基本上，ATM 网络是基于连接的，任何数据需要传送都必须在 ATM 网络上设置一个虚拟的回路。ATM 回路有两种类型：

- 虚拟路径——是由虚拟路径标记符（virtual path identifiers，VPIs）来标记的。虚拟路径有许多的虚拟通道，以 VPI 为基础，在 ATM 网络上进行数据交换。
- 虚拟通道——是由虚拟路径标记符和虚拟通道标记符共同来认证的。虚拟通道只对于本地一个特定的链接有意义。

如图 11.23 所示，尽管 ATM 交换机设备非常复杂，基本的操作还是比较简单的：

- ATM 交换机通过一个已知的 VCI 或 VPI 值从一个链接处接收一个单元信号
- ATM 交换机在一个本地翻译表里查找这个连接值来确定连接的输出端口和在那个链接上新的 VCI/VPI 连接值
- 然后，ATM 交换机通过合适的连接标记符再次发送这个单元到那个输出链接上。

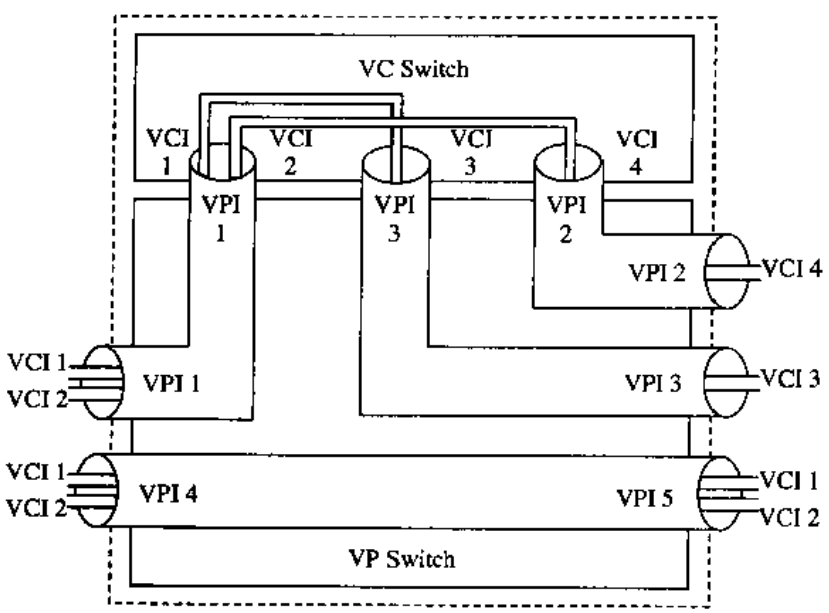


图 11.24　取决于两种基本的 ATM 连接类型

交换机的操作同样简单（如图 11.24 所示）。在任何数据传输之前，外部机制要对本地翻译表进行配置。这些表究竟是按照什么方式配置的要取决于两种基本的 ATM 连接类型：

- 永久虚拟连接（Permanent Virtual Connection，PVC）——永久虚拟连接（PVC）是一个由一些外部机制以及典型的网络管理来配置的连接，在那里，在一个 ATM 源与 ATM 目的系统之间的一组交换机被赋予适当的 VPI/VCI 值。
- 交换式虚拟连接（Switched Virtual Connection，SVC）——交换式虚拟连接（SVC）

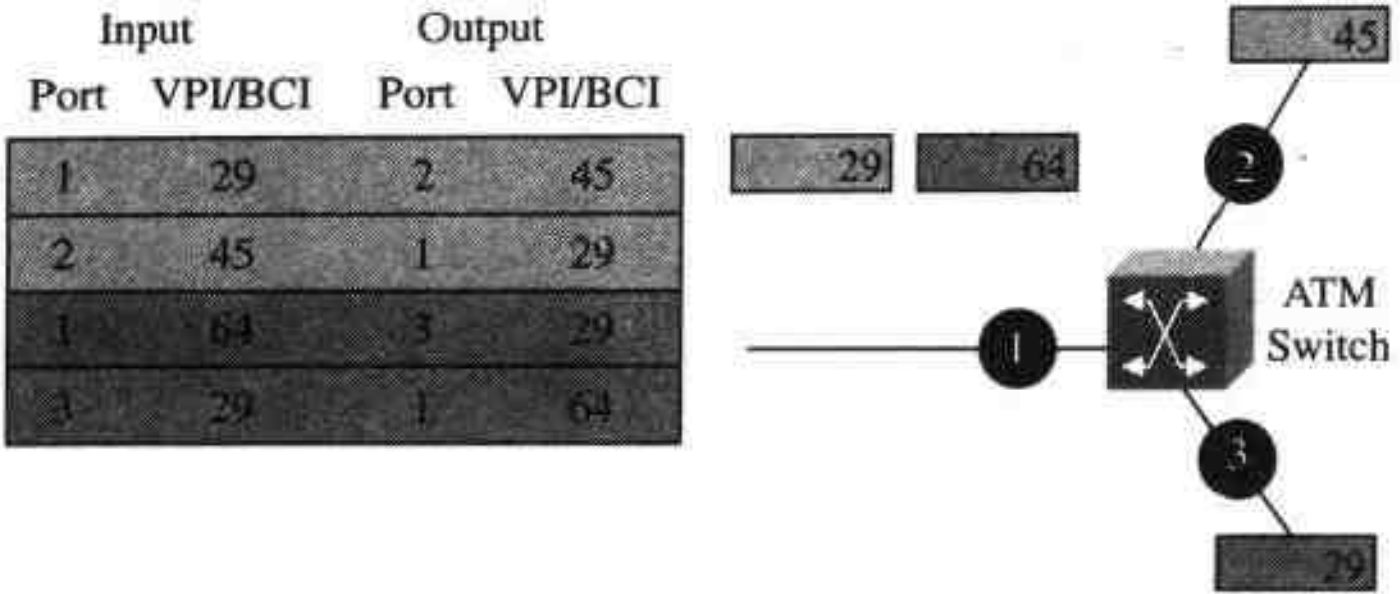


图 11.23　ATM 交换运作

如图 11.23 所示，尽管 ATM 交换机设备非常复杂，基本的操作还是比较简单的：

- ATM 交换机通过一个已知的 VCI 或 VPI 值从一个链接处接收一个单元信号
- ATM 交换机在一个本地翻译表里查找这个连接值来确定连接的输出端口和在那个链接上新的 VCI/VPI 连接值
- 然后，ATM 交换机通过合适的连接标记符再次发送这个单元到那个输出链接上。

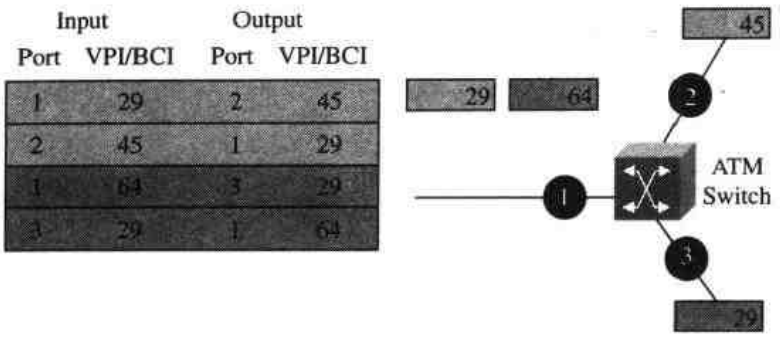


图 11.23　ATM 交换运作

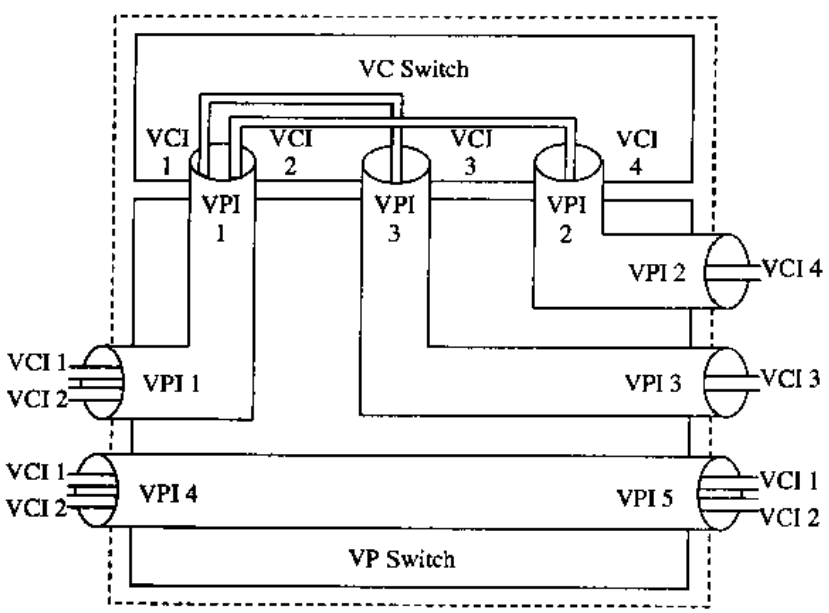


图 11.24　取决于两种基本的 ATM 连接类型

交换机的操作同样简单（如图 11.24 所示）。在任何数据传输之前，外部机制要对本地翻译表进行配置。这些表究竟是按照什么方式配置的要取决于两种基本的 ATM 连接类型：

- 永久虚拟连接（Permanent Virtual Connection，PVC）——永久虚拟连接（PVC）是一个由一些外部机制以及典型的网络管理来配置的连接，在那里，在一个 ATM 源与 ATM 目的系统之间的一组交换机被赋予适当的 VPI/VCI 值。
- 交换式虚拟连接（Switched Virtual Connection，SVC）——交换式虚拟连接（SVC）

是一个通过信号协议进行自动配置的连接。SVC 不象 PVC 那样需要人工交互作用，因此可能能够得到更广泛的应用。所有运行在 ATM 上的高层协议都使用 SVC，它也是其焦点问题。

如图 11.25 所示，ATM 信号是由一个希望通过一个 ATM 网络设置一个连接的 ATM 终端系统产生的。信号包被发送到一个虚拟通道上（VPI=0 或 VCI=5）。于是，信号就沿着网络前进，从交换机到交换机，而且在信号前进的过程中对连接标记符进行配置直到信号到达目的终端系统。终端系统可以接收也可以确认连接请求或者拒绝信号，清除这个虚拟连接。

图 11.26　ATM 连接的类型

图 11.26 列出了两种基本的 ATM 连接类型：

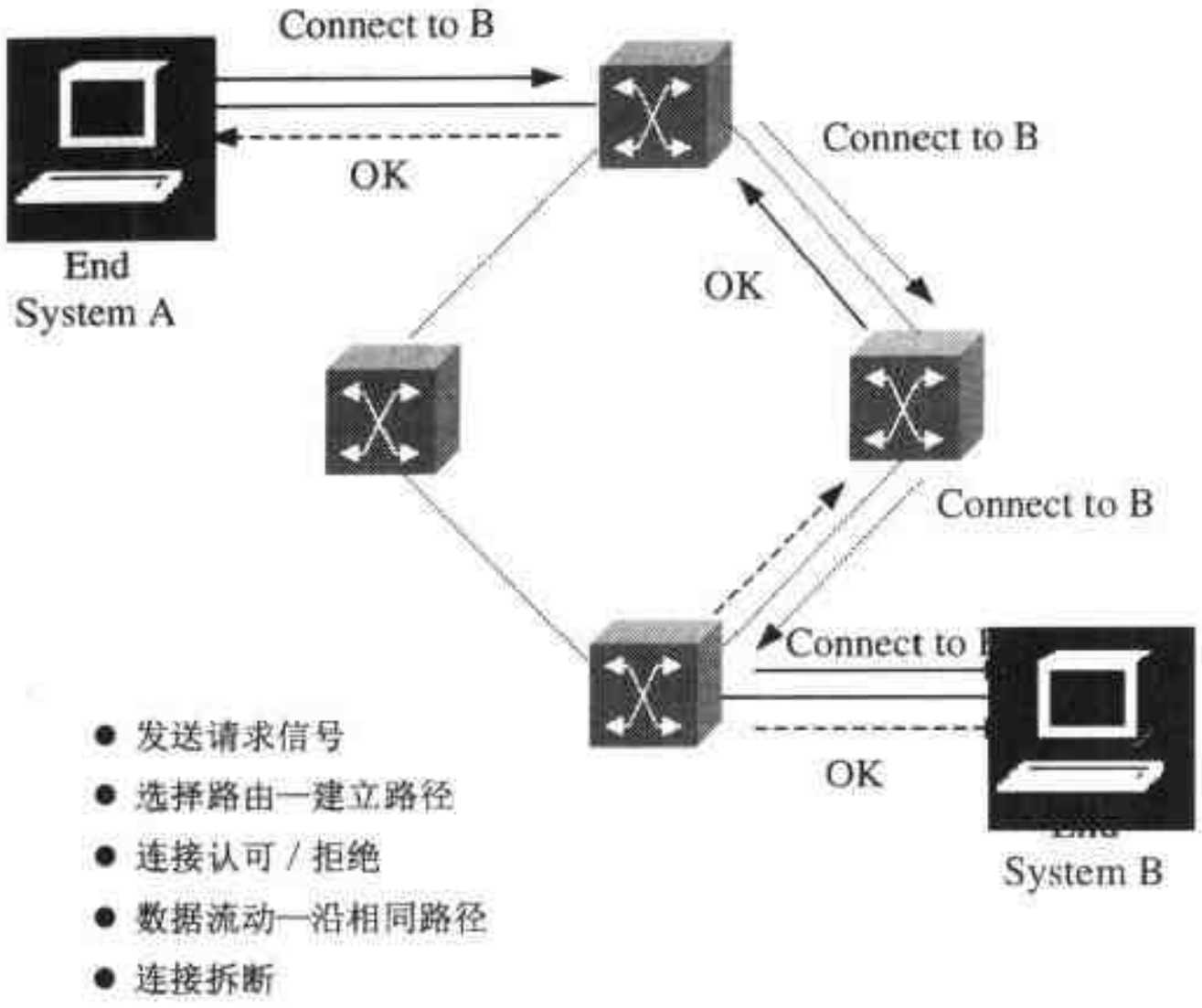
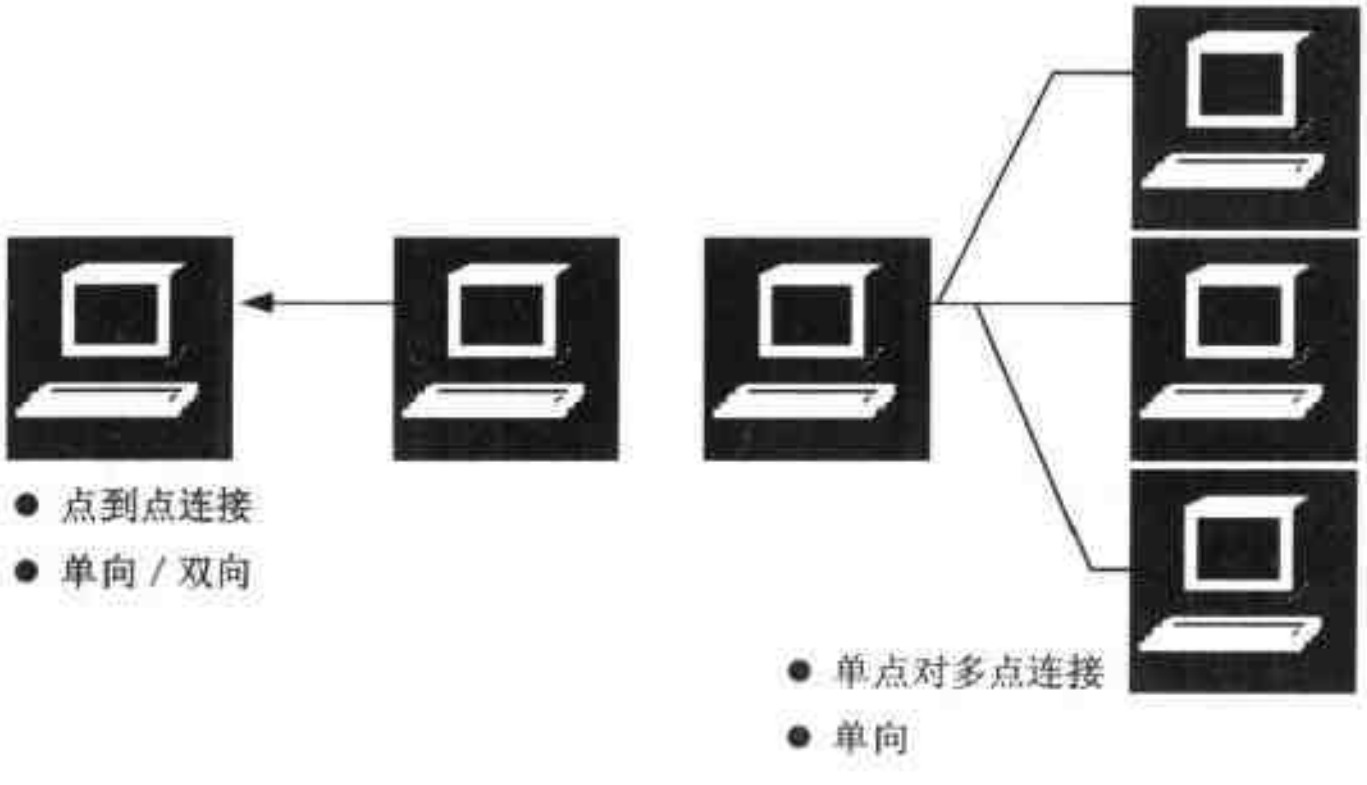


图 11.25　信号包被发送到一个虚拟通道上



是一个通过信号协议进行自动配置的连接。SVC 不象 PVC 那样需要人工交互作用，因此可能能够得到更广泛的应用。所有运行在 ATM 上的高层协议都使用 SVC，它也是其焦点问题。

如图 11.25 所示，ATM 信号是由一个希望通过一个 ATM 网络设置一个连接的 ATM 终端系统产生的。信号包被发送到一个虚拟通道上（VPI=0 或 VCI=5）。于是，信号就沿着网络前进，从交换机到交换机，而且在信号前进的过程中对连接标记符进行配置直到信号到达目的终端系统。终端系统可以接收也可以确认连接请求或者拒绝信号，清除这个虚拟连接。

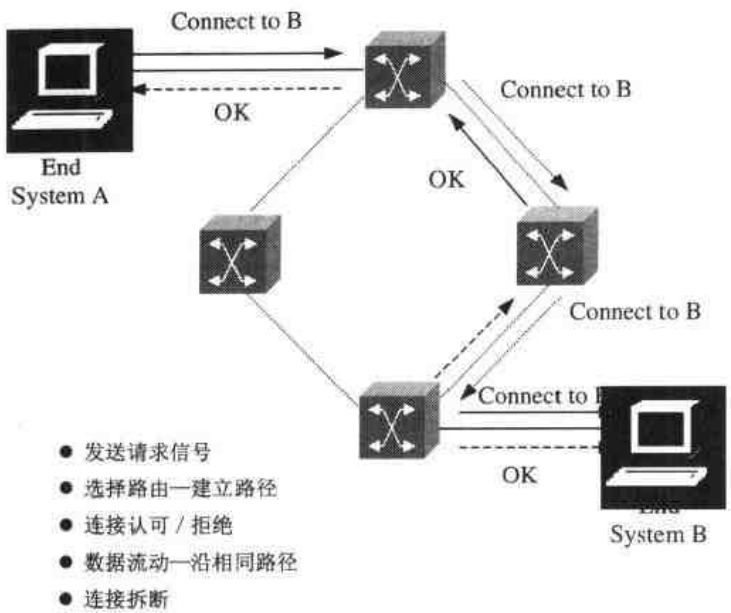


图 11.25　信号包被发送到一个虚拟通道上

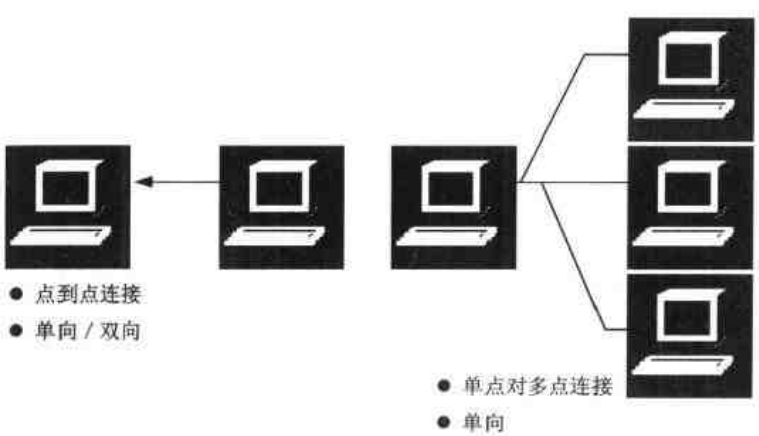


图 11.26　ATM 连接的类型

图 11.26 列出了两种基本的 ATM 连接类型：

- 点到点连接——点到点连接用于连接两个 ATM 终端系统。它既可以采用单向连接也可以采用双向连接
- 单点对多点连接——单点对多点连接用于连接一个独立的源终端和多个目的终端。在网络交换机内部 ATM 响应单元信号并将连接分成两个或更多的分支。

这些类型的 ATM 连接与普通的共享媒体局域网技术如以太网或令牌环网在多路广播和广播能力方面没有一点相似之处。使用共享媒体局域网技术，多路广播允许多个终端系统从其他多个系统接收数据以及传送数据到这些系统。在共享媒体技术如局域网上实现上述的多路广播或广播能力是非常容易的。在一个单独的局域网段上的所有节点都必须处理所有的发送到这个网络段上的包裹。在一个从 ATM 到多路广播的局域网组里，惟一的类似之处就是他们都是双向的多点对多点的连接。

在一个连接上的单元格式里的信息标记符（Message Identifier，MID）字段，AAL5 与 AAL3 和 AAL4 都不同，它不对不同的 AAL5 包裹的单元提供交叉存取技术。所有通过一个特定的连接发送到一个指定的目的端的 AAL5 包裹都必须顺序接收，而在同一连接上不同包裹的单元之间没有交叉存取。否则，目的端的重编处理将不能重新创建包裹。

这就是 ATM 的 AAL5 单点对多点连接只能够为单向的原因。如果一个分支端点想传送一个 AAL5 包裹到一个连接上，在根部的端点和所有其他的分支端点都将接收到这个包裹。但是，在这些端点中，分支端点发送的包裹能够与根端点发送的包裹很好地交叉，甚至是与其他分支端点也可能做到这一点。这样的结果将排除了任何交叉包裹的重编。而这是不能够接受的。

不过，ATM 仍然需要一些支持多路广播的规范。因为大多数现存的为局域网技术开发的协议需要依靠一个低级的多路广播或广播设备的存在。目前推荐有三种方法来解决这个问题：

- VP 多路广播——一个多点对多点的 VP 将连接这个多路广播组中的所有节点，而在 VP 里面，每一个节点都被赋予了一个独一无二的 VCI 值，它允许交叉的包裹能够被源端的这个惟一的 VCI 值标记。这种方法需要一个专门给节点分配 VCI 值的协议，遗憾的是，目前还没有产生这样的协议。
- 多路广播服务器——如图 11.27 所示，所有希望传送数据到一个多路广播组上的节点通过一个外部设备（多路广播服务器）来配置一个点到点的连接。然后，这个多路广播服务器再通过一个单点对多点的连接连接到所有想要接收多路广播包裹的节点。服务器负责接收包裹、确认各个节点已经进行了编号，然后通过这个单点对多点的连接再次发送多路广播包裹。
- 覆盖式单点对多点连接——如图 11.28 所示，多路广播组里的所有节点与组内其他的所有节点都建立一个单点对多点连接。这样安排就使得所有的分支节点对其他节点来说都是等价的连接。而所有的节点既能够发送数据到其他节点，也可以从其他任何节点处接收包裹。

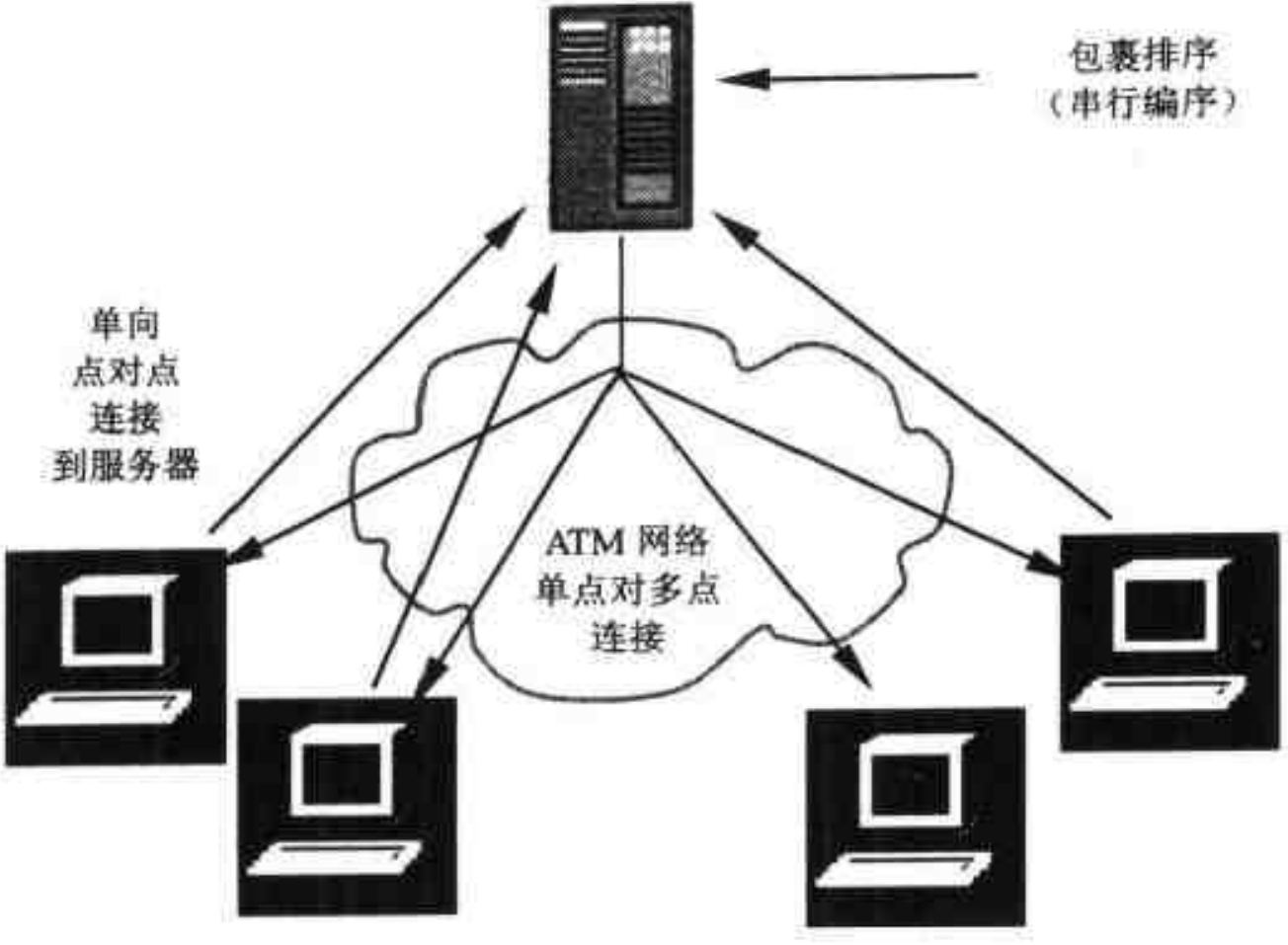
多点广播服务器

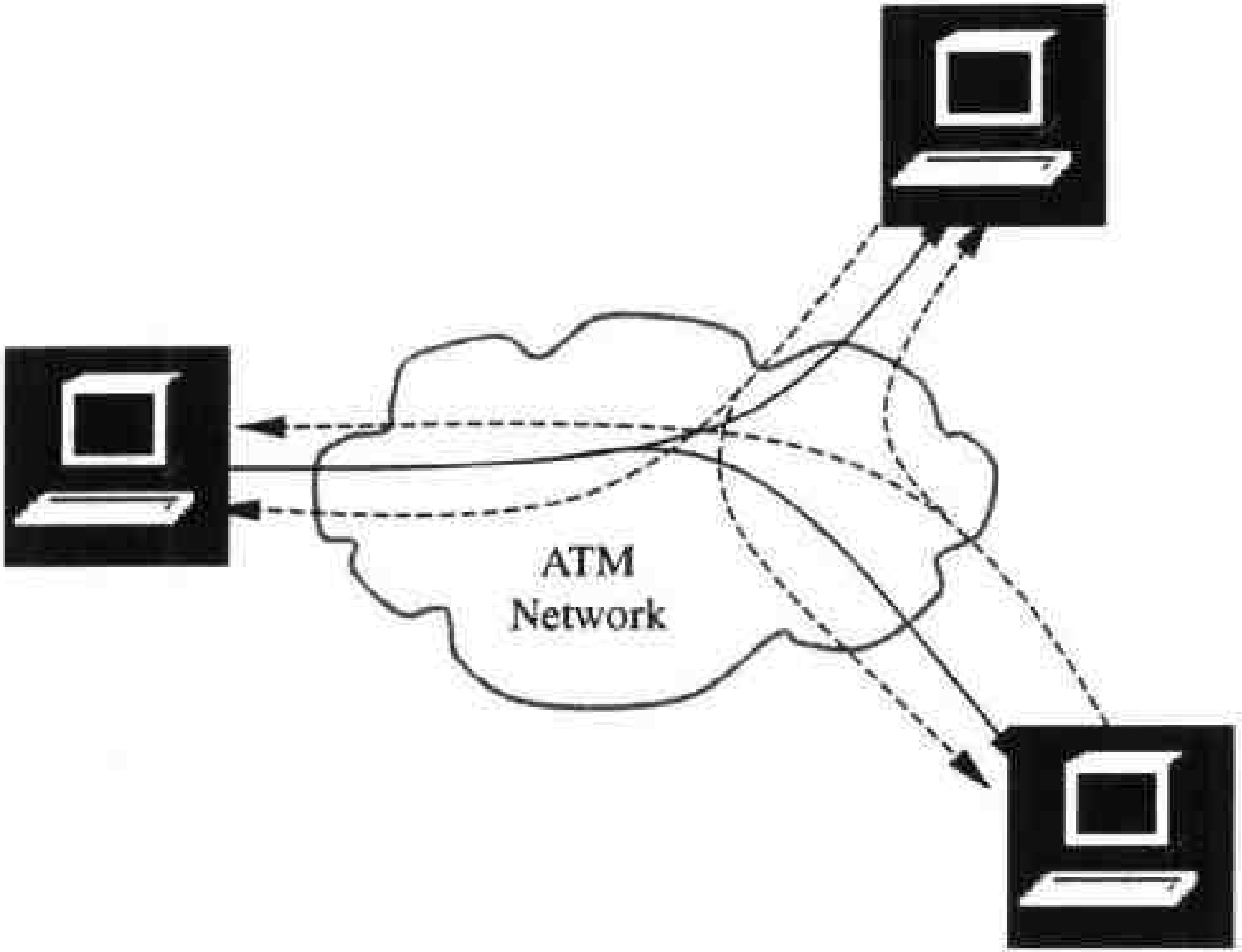
图 11.27　传送数据到一个多路广播组上的节点
通过一个外部设备（多路广播服务器）来配置一个点到点的连接

图 11.28　覆盖式单点对多点连接

覆盖式单点对多点连接机制要求每一个节点对每一个组保持 N 个连接。这个 N 就是各个组里面传送节点的总数。而多路广播服务器机制只需要两个连接。但是为了告诉加入组的节点组内还有什么其他的节点，它还需要进行注册处理，这样就能够形成自己的单点对多点的连接了。

对于多路广播数据来说，ATM 没有切实可行的解决方案。ATM 通过在 IP 上成功地携带声音来显示它的效力。ATM 网络中的高层使用多路广播服务器和覆盖式单点对多点连接这两种方法来实现多路广播。这正是一个为什么使用现有协议的 Internet 网络和 ATM 非常复杂的例子。大多数现行的协议，尤其是为局域网开发的协议，隐含了假定


包裹排序
（串行编序）
单向
点对点
连接
到服务器
ATM 网络
单点对多点
连接


ATM
Network

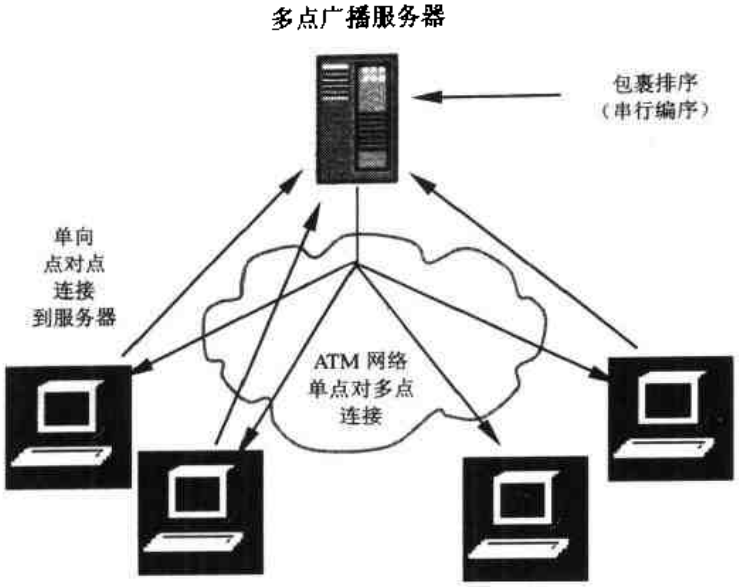


图 11.27　传送数据到一个多路广播组上的节点
通过一个外部设备（多路广播服务器）来配置一个点到点的连接

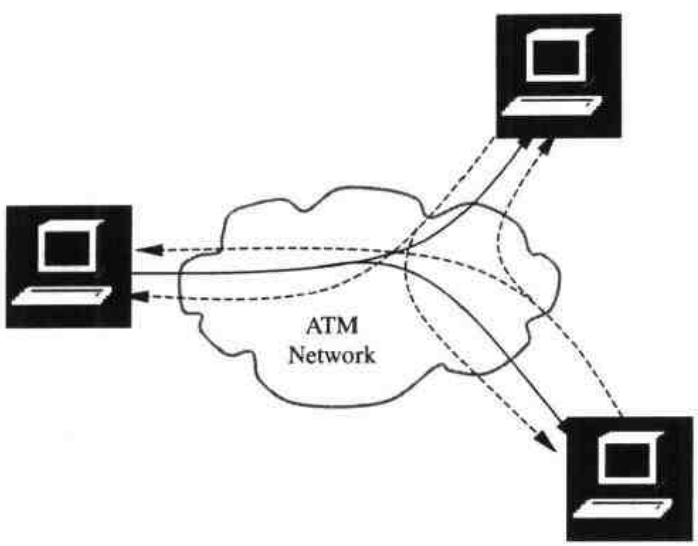


图 11.28　覆盖式单点对多点连接

覆盖式单点对多点连接机制要求每一个节点对每一个组保持 N 个连接。这个 N 就是各个组里面传送节点的总数。而多路广播服务器机制只需要两个连接。但是为了告诉加入组的节点组内还有什么其他的节点，它还需要进行注册处理，这样就能够形成自己的单点对多点的连接了。

对于多路广播数据来说，ATM 没有切实可行的解决方案。ATM 通过在 IP 上成功地携带声音来显示它的效力。ATM 网络中的高层使用多路广播服务器和覆盖式单点对多点连接这两种方法来实现多路广播。这正是一个为什么使用现有协议的 Internet 网络和 ATM 非常复杂的例子。大多数现行的协议，尤其是为局域网开发的协议，隐含了假定

一个网络基本设备的广播机制是采用共享媒体和无连接技术。而 ATM 违背了所有的这些假设。

因为本书讨论 IP 多路广播，所以对 ATM 的介绍主要集中在理解为什么 IP 多路广播和 ATM 网络能够工作在一起这个方面。要获取更多关于 ATM 的信息，请访问 Cisco 的 Web 站点，其网址为：http://cio.cisco.com/。

第 12 章

理解 Mbone

多路广播主干（Multicast Backbone，Mbone）是一个运行在 Internet 上的虚拟重叠网络。它是由 IETF（Internet Engineering Task Force，Internet 工程任务组）负责开发的。Mbone 的设计是为了创建一个半永久的 IP 多路广播测试样板而不需要等到整个 Internet 网络都采用支持多路广播的路由器。

这一章主要内容包括：

- 提供关于 Mbone 的背景信息。
- 介绍 Mbone 基础。
- 讨论在 Mbone 上配置和加入一个会议。
- 为配置 Mbone 提供一个配置校验表。
- 提供关于 Mbone 的注意事项以及通过防火墙的安全性问题。

12.1 Mbone 的背景

随着新的 IP 技术的开发和测试，Mbone 一直在变化，并且永远处于建设之中。技术上，Mbone 是采用支持多路广播技术的设备，因此一些应用程序能够使用这个具有多路广播能力的网络。

由于 Mbone 并非一个发展完善的服务体系，我们很难获得有关它的足够和确信的信息，建议经常浏览以下站点。

Dan Mosedale 的连接到 Mbone 指南：ftp://genome-ftp.stanford.edu/pub/mbone/mbone-connect、

Don Brutzman 的关于 Mbone 的论著：ftp://taurus.cs.nps.navy.mil/pub/mbmg、

关于 Mbone 的 FAQ（AT&T Research）：http://www.research.att.com 。

Mbone 是一个由跨越几个洲的实验性志愿合作者组成的团体。它的用户数大约在 10000~30000 之间。在 IETF 会议期间，大约有 1000 个不同的接收主机接入。尽管 Mbone 在商业上的应用还非常有限，它还是很好地体现了 IP 多路广播的好处。

Mbone 是在 Internet 上传送声音和视频信息的一个重要组成部分。它起源于最初的两次 IETF“声音发送”实验。实验通过 Mbone 从 IETF 的会场将现场的声音和视频信息多路广播到世界的各个目的端。整个思想是创建一个半永久的 IP 多路广播测试床来传送 IETF 会议信息以及在会议之间进行持续性的实验。

12.2 Mbone 基 础

作为一个 Internet 上的重叠网络，Mbone 也可以认为是一个由多路广播路由器或者 *mrouter* 和 *mrouter* 之间的隧道组成的虚拟网络。*Mrouter* 能够处理和发送包裹并且维持连接隧道。连接到一个以太网上的 *mrouter* 能够在这个以太网上广播多路广播包裹。因为一个 *Mrouter* 必须连接有两条隧道或者一条隧道和一个以太网接口（如图 12.1 所示）。每一次在两个 *mrouter* 之间都有一个连接，这就是隧道。隧道能够在一个疏松的源路由上（这已经过时了）实现，也可以通过目前广泛采用的 IP 到 IP 方式来实现。采用 IP 到 IP 方式，一个隧道通常有一个带有一个 IPv4 地址的源端和目的端，以及两个参数：标尺和阈值。这些参数决定了隧道的特征。

目前只有一小部分 Mbone 应用程序不需要可靠传送或者流控制，并且不使用 TCP 来传送数据。大多数的 Mbone 应用程序使用可靠传输协议（Reliable Transport Protocol，

RTP)。可靠传输协议提供了顺序数据传送，但不提供任何保证以及不提供流控制。应用程序应该产生客户需要的数据量，而客户应该根据网络滞后的多少产生适应性的变化。

图 12.1　在普通 IP 报文中多路广播文件包的封装

一个特定的隧道的标尺被用于计算路径。标尺的最低值为 1。每一个 *mrouter* 都有一个路由表。路由表有 Mbone 里每一个目的端的跃距。每一个目的端标尺的值都为最低。目前大多数 *mrouter* 都是运行带有 mroute 端口监控程序的 SunOS4.1.X 程序的 SUN 工作站。但是，Cisco 也已经通过它的 IOS10.2 来提供对多路广播路由的支持。

12.3　在 Mbone 上多路广播一个会议

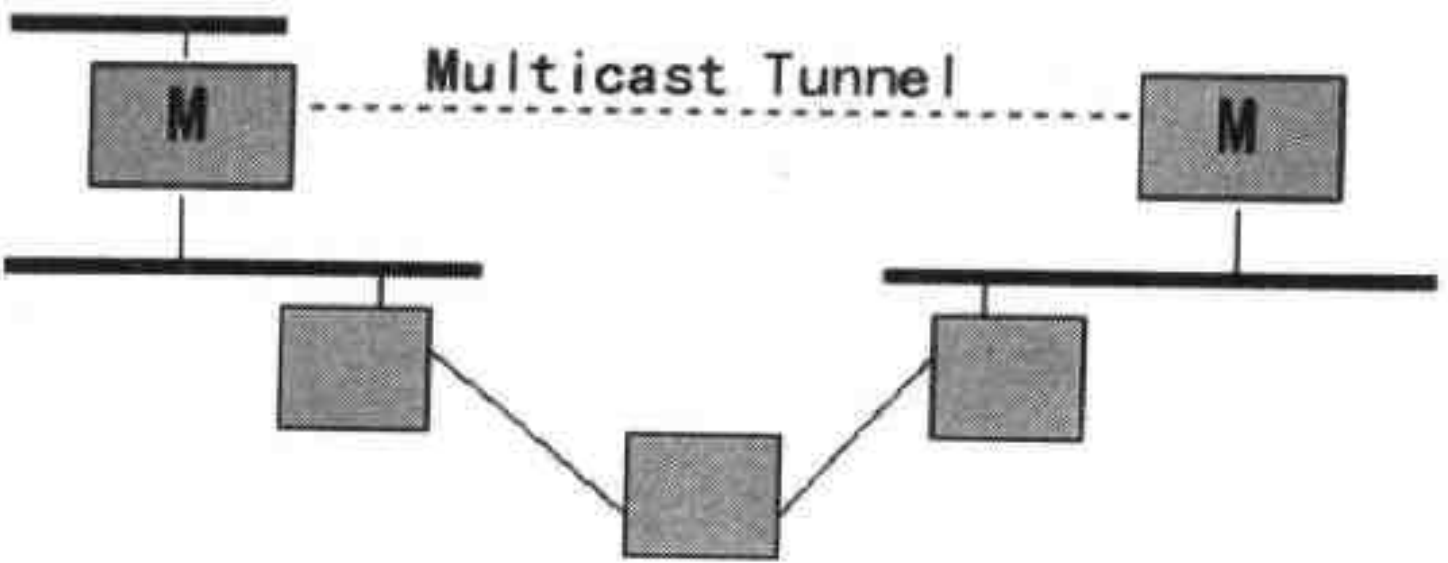
在 Internet 上，一个会议能够完整地进行多路广播。IP 多路广播能够存在于广域网，但是 ISP 必须支持它。许多 ISP 正在尝试提供 IP 多路广播服务。许多都设定了连接到 Mbone 的 IP 隧道。

IP 多路广播在广域网上要得到广泛的应用还需要一段时间。到那时候，Mbone 将保持最佳的状态来传送会议和其他多媒体的包裹。

我们建议询问一个 ISP 关于它的本地 IP 多路广播服务的计划。这是一个很重要的问题，因为如果一个 ISP 决定在不支持多路广播的设备上提供多路广播服务，这些包裹将被丢弃。这也正是 Mbone 非常重的依赖隧道的原因。隧道能够将多路广播包裹压缩到一个单一广播的包裹里面，这样他们就能够在网络中只支持单一广播的那部分上传送。

当连接到 Mbone 时，必须有一个连接连接到一个 ISP，并且这个连接至少应该具有 128Kbps 的带宽线路，否则它的性能将令人难以接受。如果传送的目的是声音的多路广播，那么至少需要 16Kbps 的富余带宽。如果需要加入视频多路广播，那么至少需要 150 Kbps 的富余带宽。在开始前，请确认下面几点注意事项：

- 阅读所有有用的信息。
- 加入一个 Mbone 邮件列表，仔细阅读存档文件。
- 在本地测试将要使用的软件的拷贝（这可能需要对内核进行修改）。
- 确认你的 ISP 能够提供一个 Mbone 反馈。



IP Encapsulation

Tunnel Source	Tunnel Dest.

Normal Multicast Packet

Original Source	Original Dest.	

RTP)。可靠传输协议提供了顺序数据传送，但不提供任何保证以及不提供流控制。应用程序应该产生客户需要的数据量，而客户应该根据网络滞后的多少产生适应性的变化。

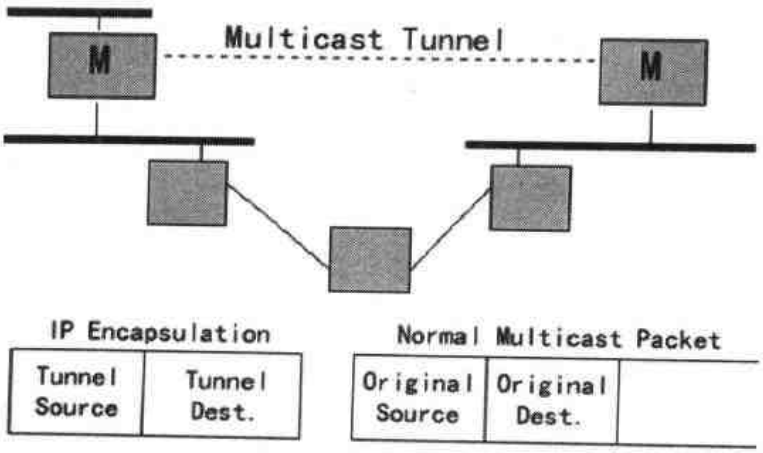


图 12.1　在普通 IP 报文中多路广播文件包的封装

一个特定的隧道的标尺被用于计算路径。标尺的最低值为 1。每一个 *mrouter* 都有一个路由表。路由表有 Mbone 里每一个目的端的跃距。每一个目的端标尺的值都为最低。目前大多数 *mrouter* 都是运行带有 mroute 端口监控程序的 SunOS4.1.X 程序的 SUN 工作站。但是，Cisco 也已经通过它的 IOS10.2 来提供对多路广播路由的支持。

12.3　在 Mbone 上多路广播一个会议

在 Internet 上，一个会议能够完整地进行多路广播。IP 多路广播能够存在于广域网，但是 ISP 必须支持它。许多 ISP 正在尝试提供 IP 多路广播服务。许多都设定了连接到 Mbone 的 IP 隧道。

IP 多路广播在广域网上要得到广泛的应用还需要一段时间。到那时候，Mbone 将保持最佳的状态来传送会议和其他多媒体的包裹。

我们建议询问一个 ISP 关于它的本地 IP 多路广播服务的计划。这是一个很重要的问题，因为如果一个 ISP 决定在不支持多路广播的设备上提供多路广播服务，这些包裹将被丢弃。这也正是 Mbone 非常重的依赖隧道的原因。隧道能够将多路广播包裹压缩到一个单一广播的包裹里面，这样他们就能够在网络中只支持单一广播的那部分上传送。

当连接到 Mbone 时，必须有一个连接连接到一个 ISP，并且这个连接至少应该具有 128Kbps 的带宽线路，否则它的性能将令人难以接受。如果传送的目的是声音的多路广播，那么至少需要 16Kbps 的富余带宽。如果需要加入视频多路广播，那么至少需要 150 Kbps 的富余带宽。在开始前，请确认下面几点注意事项：

- 阅读所有有用的信息。
- 加入一个 Mbone 邮件列表，仔细阅读存档文件。
- 在本地测试将要使用的软件的拷贝（这可能需要对内核进行修改）。
- 确认你的 ISP 能够提供一个 Mbone 反馈。

- 确认你的 ISP 将愿意携带 Mbone 流量。
- 在最近的一个 Mbone 链接配置一个 *mrouter* 和一个隧道（可以由你的 ISP 提供，也可以由其他组织提供）。必须为本地网络指定一个工作站作为 *mrouter*。

本地网络在一个星期内连接上 Mbone 是可以实现的。当然这不包括对内核的配置以及必要时调整路由器的设置。我们建议不要连接到负荷很重的链接上。

切记 Internet 不是为交互操作设计的，Mbone 仍然在建设中，并且它所使用的协议和应用程序是工作在 Mbone 模型上的。

如果安装了合适的硬件设备，就能够在 Mbone 上多路广播会议信息。为了能够发送声音和视频，必须安装合适的视频捕获器并且将声音连接到工作站上。切记不是每一个人都对这种数据感兴趣。通过设定阈值可以避免消耗比所需的更多的带宽。

可能你的 Web 站点希望加入 Mbone 组织，这样，Web 用户就能够加入 IETF 的声音广播和其他声音/视频实验并且以相对低的花费从 IP 多路广播中获益。

要了解如何注册 Mbone 及怎样同 ISP 联系，请参阅由 Prentice Hall/PTR 出版的《Protecting Your Web Site With Firewalls》（Marcus Goncalves 著）。

要加入 Mbone 并不复杂。必须有一个或更多的多路广播路由器通过隧道来连接用户和其他的参与者。这个多路广播路由器通常被主要的产品路由器分隔开。这些路由器通常不支持多路广播。工作站上必须运行 *mroute* 程序。

专用的工作站将执行多路广播路由功能。这将阻止其他的活动干扰多路广播数据的传送，并且不用担心在安装内核的补丁程序或新代码时会出现警告以及影响其他应用程序的功能。图 12.2 显示了一个 Mbone 的配置图。这个配置允许 *mroute* 的机器通过隧道连接到在外部 DMZ 和物理主干网络上的其他区域的网络，并且能够通过隧道连接到在内部 DMZ 上更低一级的 *mroute* 机器。这样，它就分担了复制包裹的负荷。

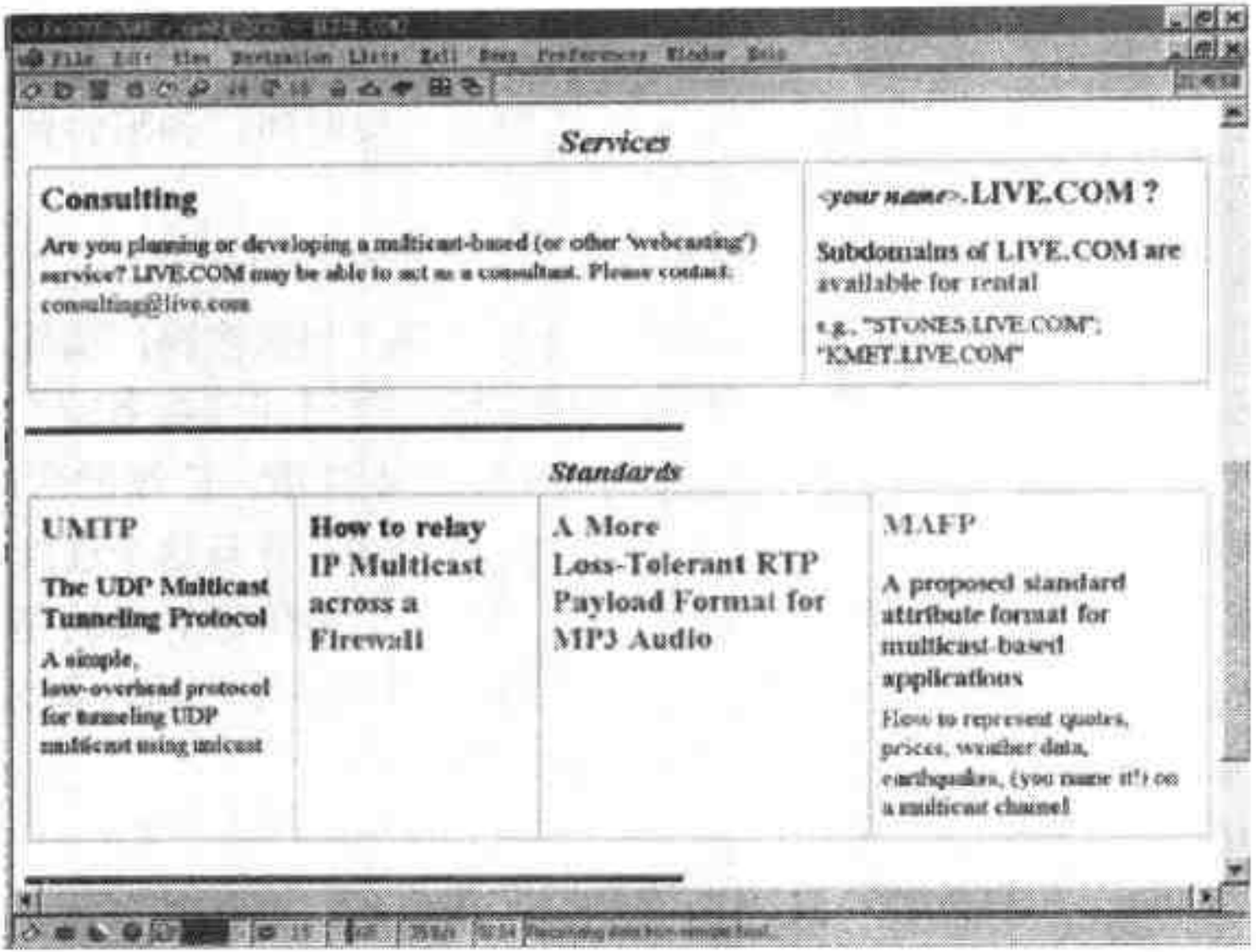


图 12.2　Mbone 的配置

- 确认你的 ISP 将愿意携带 Mbone 流量。
- 在最近的一个 Mbone 链接配置一个 *mrouter* 和一个隧道（可以由你的 ISP 提供，也可以由其他组织提供）。必须为本地网络指定一个工作站作为 *mrouter*。

本地网络在一个星期内连接上 Mbone 是可以实现的。当然这不包括对内核的配置以及必要时调整路由器的设置。我们建议不要连接到负荷很重的链接上。

切记 Internet 不是为交互操作设计的，Mbone 仍然在建设中，并且它所使用的协议和应用程序是工作在 Mbone 模型上的。

如果安装了合适的硬件设备，就能够在 Mbone 上多路广播会议信息。为了能够发送声音和视频，必须安装合适的视频捕获器并且将声音连接到工作站上。切记不是每一个人都对这种数据感兴趣。通过设定阈值可以避免消耗比所需的更多的带宽。

可能你的 Web 站点希望加入 Mbone 组织，这样，Web 用户就能够加入 IETF 的声音广播和其他声音/视频实验并且以相对低的花费从 IP 多路广播中获益。

要了解如何注册 Mbone 及怎样同 ISP 联系，请参阅由 Prentice Hall/PTR 出版的《Protecting Your Web Site With Firewalls》（Marcus Goncalves 著）。

要加入 Mbone 并不复杂。必须有一个或更多的多路广播路由器通过隧道来连接用户和其他的参与者。这个多路广播路由器通常被主要的产品路由器分隔开。这些路由器通常不支持多路广播。工作站上必须运行 *mroute* 程序。

专用的工作站将执行多路广播路由功能。这将阻止其他的活动干扰多路广播数据的传送，并且不用担心在安装内核的补丁程序或新代码时会出现警告以及影响其他应用程序的功能。图 12.2 显示了一个 Mbone 的配置图。这个配置允许 *mroute* 的机器通过隧道连接到在外部 DMZ 和物理主干网络上的其他区域的网络，并且能够通过隧道连接到在内部 DMZ 上更低一级的 *mroute* 机器。这样，它就分担了复制包裹的负荷。

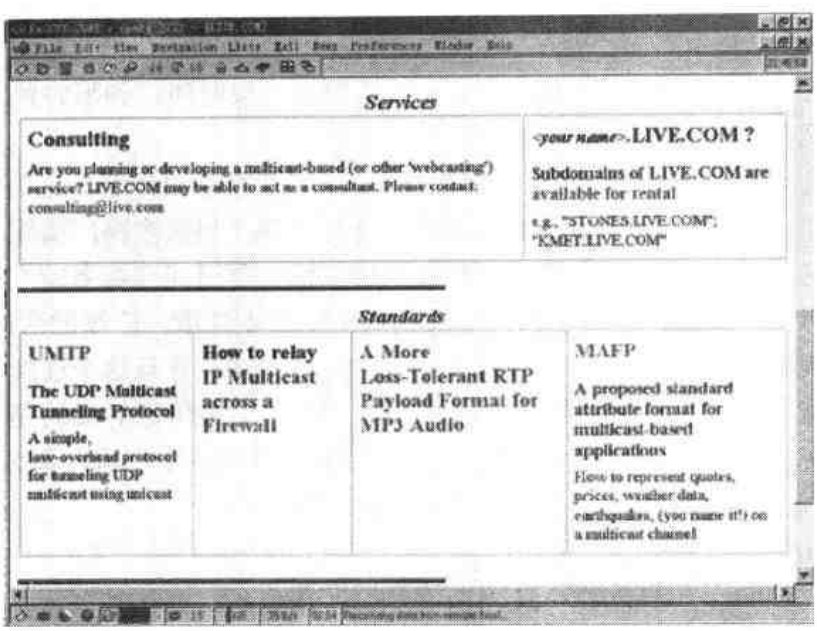


图 12.2　Mbone 的配置

正如前面提到的，要提高 Mbone 惟一的问题就是最适合它的平台是 Sun 的 SPARC 工作站。AVAX 或者 MicroVAX 甚至是在一个 DEC 的 3100 或 5000 工作站运行 Ultrix3.1、4.1 或 4.2a 也可以使用。但是，典型的 Web 服务器操作系统不能完成这种工作。这就要依赖 ISP 的选择。

下面列出了一部分加入了 Mbone 的 ISP：

AlterNet：ops@uunet.uu.net
CERFnet：mbone@cerf.net
CICNet：mbone@cic.net
CONCERT：mbone@concert.net
Cornell：swb@nr-tech.cit.cornell.edu
JANET：mbone-admin@noc.ulcc.ac.uk
JvNCnet：multicast@jvnc.net
Los Nettos：prue@isi.edu
NCAR：mbone@ncar.ucar.edu
NCSAnet：mbone@cic.net
NEARnet：nearnet-eng@nic.near.net
QARnet：oarnet-mbone@oar.net
PSCnet：pscnet-admin@psc.edu
PSInet：mbone@nisc.psi.net
SESQUINET：sesqui-tech@sesqui.net
SDSCnet：mbone@sdsc.edu
SURAnet：multicast@sura.net
UNINETT：mbone-no@uninett.no

在挪威的一个项目——分布式电子教室系统（Distributed Electronic Classroom System，DEC）是证明 Mbone 能力的一个例子。DEC 应用声音、视频和一个电子白板通过 Web 在 Internet 上链接各个教室。这个项目应用 DEC 系统进行远程教学、通过网络线路传送会议、研讨会信息。从 1993 年开始，这个项目就被用于常规的大学级课程。

类似的服务可以提供给一个 Web 站点或一家大公司希望得到深造、参加一个研讨会或者一个会议甚至是主持公司的一个会议的用户。MUNIN 项目集中在大学水平的电子教室。DEC 允许教师与学员不在同一个地方（教师可能与一个组的学员在同一个教室，而与另一个组的学员在不同的教室——可能在这个国家的另一个城市）。

在 Internet 上连接应用到教室的声音、视频和 Web 技术在这个到处需要合作的世界是必须的。它将提供一种很有吸引力的公共服务。图 12.3 是从 MUNIN 项目主页提取的教室布局，它显示是电子教室的一个基本系统。

就像真的在一个教室一样，这个系统允许用户之间以及用户与教师之间相互交流。类似的服务能够通过对系统的改进用于公司的会议、协商会等等。同样，电话会议现在也可以通过 Web 代替电视和电话来完成。这个系统非常适合用于公司的会议、协商会和研讨会。因为发言者通常使用一块白板，而在这里这块白板是电子白板。这个系统不需要用实物来演示。它是完全对称式的，不管用户在系统的哪个教室都可以加入。

用户通过一个安装在教室的控制台来操作系统。这个控制台是基于带有一个可视接口的一块触摸屏。通过这个可视接口，可以对教室进行配置和操作。为了支持声音，在教室的天花板上安装了麦克风，所以教室的每一个人任何时候都可以加入（参看图 12.3）。

在 Internet 上发生在教室之间的整个 DEC 通信使用的是标准化的协议。使用基于 H.261 编码压缩的高质量视频信号在两个 DEC 系统之间传送要求整个带宽达到 1.5Mbit/s。

这些教室连接在 Supernett 上。Supernett 则连接了挪威的各个大学，它的带宽达到了 34Mbit/s。

对各种此类服务感兴趣的读者请联系 MUNIN 项目负责人 Geir.Pedersen@usit.uio.no

实现类似的服务的一个潜在性的问题就是不是所有的浏览器都内建了对声音的支持。这样的浏览器大多数都能够运行外部的“观察器”来处理声音。对于大多数操作系统来说，这些播放软件都是共享软件或免费的软件。

声音处理能力通常很麻烦，特别是基于 Windows NT 系统，它需要下载整个声音文件才能听到声音。现在已经有系统可以避免这个问题。它能够边下载边播放。其中一些已经在 windows 95/98 和 windows NT3.51 或 4.0 下通过了测试：

- RealAudio ——由 Progressive NetWork 开发，可从http://www.realaudio.com/下载其升级版本。为了回放下载的声音，这个播放器与一个指定的 RealAudio 服务器进行通信。这样就能够消除下载导致的延迟（尤其是使用低速 modem 时）。当一个 HTML 页显示时链接了声音信息时，RealAudio 能够支持支持各种质量的声音以及提供无声音显示这个 HTML 页的特性。RealAudio 播放器能够在 Windows、Macintosh 和一些 UNIX 平台上运行。
- Winplay ——Winplay 提供了使用 MPEG 第三级压缩的高质量音频。据我所知，这种特性还不为其他类似产品支持。不幸的是，它仅适用于 Windows 3.x。可从 ftp://uoknor.edu 或是德国的“集成电路协会”（Institute for Integrated Circuits）的主页 http://www.iis.fhg.de/departs/amm/layer3/winplay3 下载本软件。
- VocalTec ——这是一个非常有名的播放器。它为 Web 提供流声音技术，但是它只支持微软的 Windows 系统。要获取详细的信息，可以访问下面的网址：http://www.cocaltec.com。
- NetMeeting ——这是微软版本的 RealAudio。用户可链接到微软公司的站点

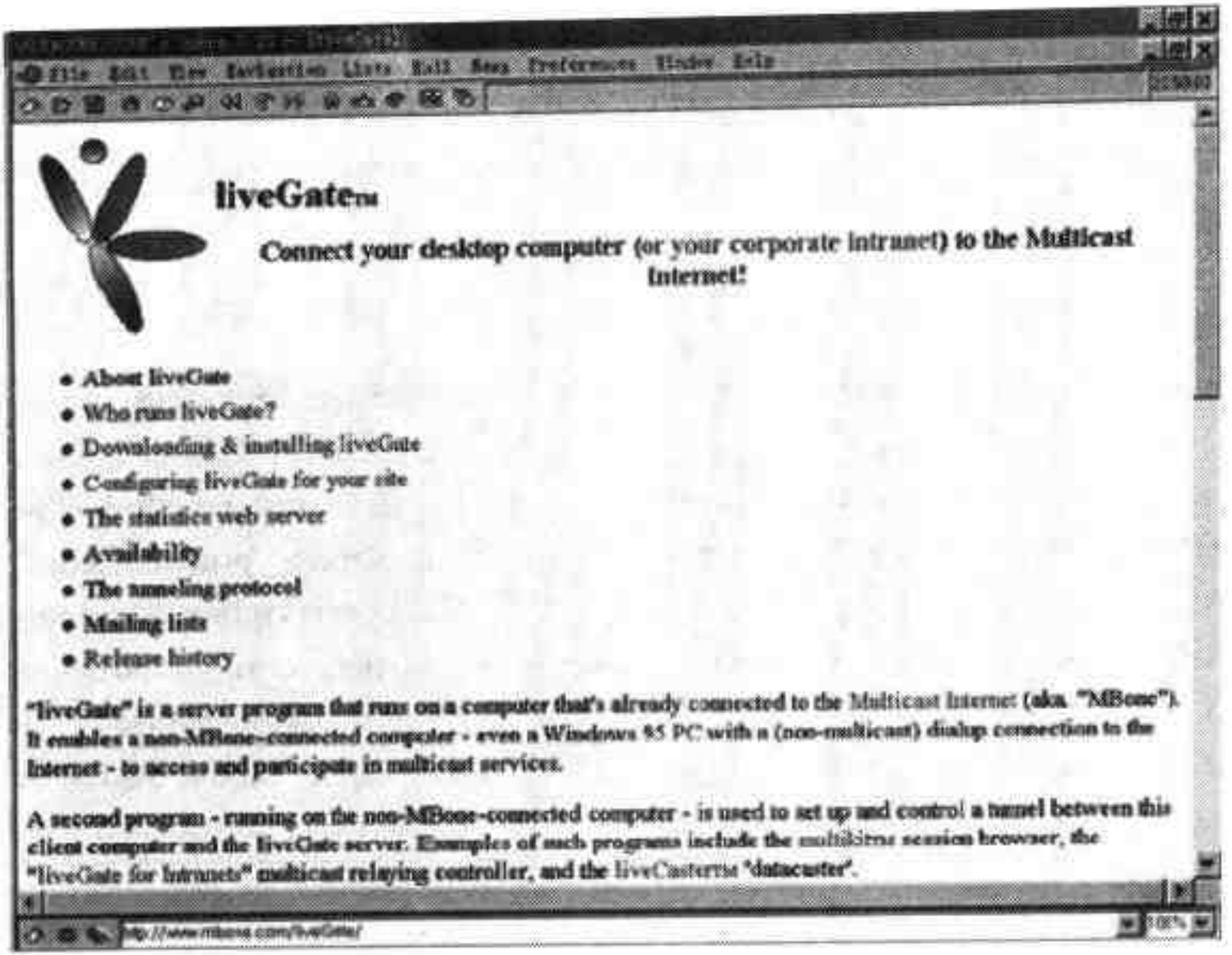


图 12.3　从 MUNIN 项目主页提取的布局

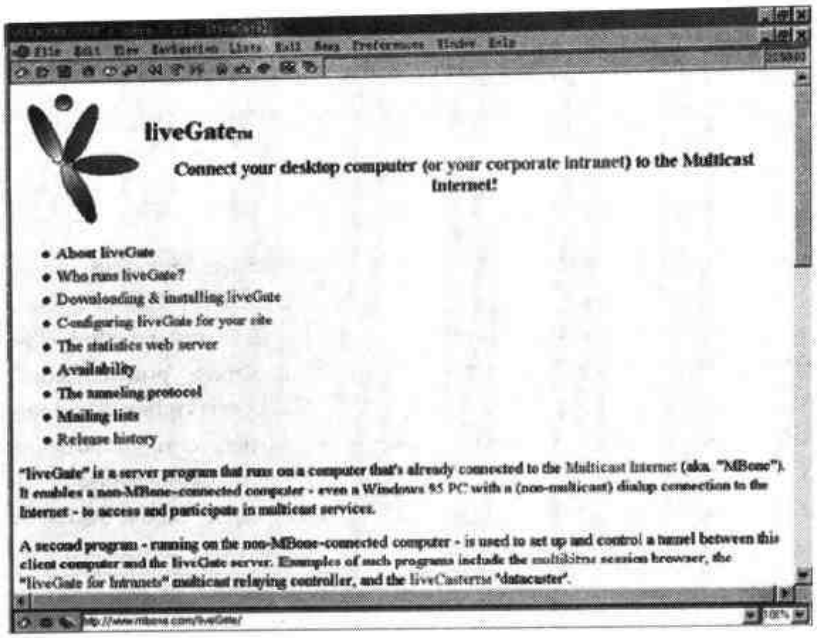


图 12.3　从 MUNIN 项目主页提取的布局

对各种此类服务感兴趣的读者请联系 MUNIN 项目负责人 Geir.Pedersen@usit.uio.no

实现类似的服务的一个潜在性的问题就是不是所有的浏览器都内建了对声音的支持。这样的浏览器大多数都能够运行外部的“观察器”来处理声音。对于大多数操作系统来说，这些播放软件都是共享软件或免费的软件。

声音处理能力通常很麻烦，特别是基于 Windows NT 系统，它需要下载整个声音文件才能听到声音。现在已经有系统可以避免这个问题。它能够边下载边播放。其中一些已经在 windows 95/98 和 windows NT3.51 或 4.0 下通过了测试：

- RealAudio ——由 Progressive NetWork 开发，可从http://www.realaudio.com/下载其升级版本。为了回放下载的声音，这个播放器与一个指定的 RealAudio 服务器进行通信。这样就能够消除下载导致的延迟（尤其是使用低速 modem 时）。当一个 HTML 页显示时链接了声音信息时，RealAudio 能够支持支持各种质量的声音以及提供无声音显示这个 HTML 页的特性。RealAudio 播放器能够在 Windows、Macintosh 和一些 UNIX 平台上运行。
- Winplay ——Winplay 提供了使用 MPEG 第三级压缩的高质量音频。据我所知，这种特性还不为其他类似产品支持。不幸的是，它仅适用于 Windows 3.x。可从 ftp://uoknor.edu 或是德国的“集成电路协会”（Institute for Integrated Circuits）的主页 http://www.iis.fhg.de/departs/amm/layer3/winplay3 下载本软件。
- VocalTec ——这是一个非常有名的播放器。它为 Web 提供流声音技术，但是它只支持微软的 Windows 系统。要获取详细的信息，可以访问下面的网址：http://www.cocaltec.com。
- NetMeeting ——这是微软版本的 RealAudio。用户可链接到微软公司的站点

http://www.microsoft.com/免费下载本软件。

配置校验表

在考虑一个站点提供多媒体服务之前，要先确认这个站点有合适的通信硬件或者值得这个站点的投资。典型能够处理多媒体的通信硬件包括：

- 14.4modem（14.4Kbps）——能够传输 AM 质量的声音和体积小且画质不稳定的视频信号。
- 22.8/33.6modem（22.8/33.6Kbps）——能够传输单声道的 FM 声音和比 14.4modem 更好一点的视频信号。在这一类型中，我们建议你采用 33.6Kmodem。
- 56Kmodem——能够传输 FM 质量的声音和低端的视频会议，但是不及 ISDN 可靠，而且不是所有的 ISP 都支持它。
- ISDN BRI（144Kbps）——能够传输 FM 质量的声音和低端的视频会议。
- ISDN PRI（1544Kbps）——能够传输 CD 质量的声音和 MPEG 质量的视频信号。
- T1（1544Kbps）——能够传输 CD 质量的声音和 MPEG 质量的视频信号。
- ATM（可高达 622Mbps）——能够传输 CD 质量的声音和广播质量的视频信号和虚拟现实应用。

Cornell 大学一直在研究一种非常低比特率的视频压缩技术用于带宽在 14.4 和 28.8Kbps 之间的网络。这种非常低比特率的视频压缩技术对于视频电话技术来说非常重要，它提供了一种低成本而且传输质量不低的解决方案。要获得更多的信息，请访问 Cornell 大学的主页：http://www.graphics.cornell.edu/DISCOVER/。

当配置一个站点提供这种服务时要考虑的另外一个问题就是审查机制和控制。为了合并和开始 Web 服务，必须在站点上配置一个可接受的服务校验表。要完成这一点并不是很容易的一件事情。

要为 Web 用户提供声音、视频甚至是声音和图像时，可能要讨论审查机制和控制的问题：

- 多少信息将允许 Web 用户获取？谁对此负责？
- 多少信息以及哪些信息能够安全地传输到你的内部用户和外部用户？
- 什么类型的 URL 将被计划链接到这个站点？

如果一个组织对它期望从 Web 服务中获得什么有比较明确的观点的话，一个格式化的会议/多媒体保证书将对它较有帮助：

- 是否能够方便地提供高质量的交互式信息？
- 是否能够让用户从多媒体信息中获益？
- 是否能够为研究者的研究提供完整的会议工具？
- 是否能够为公司的雇员提供包括声音和视频信息的培训服务并且提供重复的培训服务？

确认有一个 Web 服务保证书在手。它将帮助实现服务，特别是会议和多媒体服务。从长远来看，它将保护每一个人的权益。

随着对商业 IP 多路广播的支持增多，Mbone 的规模将有增大的趋势。这些新的商

业应用程序开始使用 Mbone，并且随着多路广播网络的增长产生了规模大小的问题。加入的路由器不仅仅要处理网络通常的拓扑结构的动态变化，还要处理作为成员动态加入和离开的主机组。

新的路由协议正在开发并且开始了有限的使用。但是更多的还需要帮助 ISP 设定政策用于传输多路广播交通流。像 PIM、多路广播边界网关协议（Multicast Border Gateway Protocol，MBGP）和分级 DVMRP 这样的协议的应用正在增长，他们正在取代或者至少是补充了原先的多路广播路由协议——DVMRP 和 MOSPF。

还有几种其他的 Mbone 应用，许多是源于组通信和产品。这些应用大多数使用 UDP。但是随着 RTP 的应用，开发了更多的多路广播应用的设备。

12.4　安全性：Mbone 和防火墙

当防火墙能够接收 Mbone 包裹时掌声四起，但是 Mbone 交通流只能通过一个单一广播防火墙。确认允许通过防火墙位于 IP 顶端的两个协议分别在防火墙的端口 2 和端口 4 上面。

下面是一个 Cisco 路由器的例子。192.1.1.1 是远端的 Mbone 路由器而 192.2.2.2 是本地路由器，他们都位于以太网 0 上的单一广播防火墙之后：

```
! Define the ethernet with the local Mbone router:
interface Ethernet 0
ip address   192.2.2.2   255.255.255.0
ip access-group 100
!Define the access-list:
access-list 100 permit 2 192.1.1.1   0.0.0.0   192.2.2.2   0.0.0.0
access-list 100 permit 4 192.1.1.1   0.0.0.0   192.2.2.2   0.0.0.0
```

另外一个可用的 Mbone 信息网站是ftp://venera.isi.edu/MBONE/faq.txt
或者 http://www.research.att.com/ MBONE-faq.html

第 13 章

IP 多路广播高级协议

在高性能的计算机系统中，需要多种多样的多路广播通信服务。IP 多路广播非常适合新的推送（push）技术和 Web 广播产品。提供高效的多路广播支持是本质所在。多媒体流量与通常的 TCP/IP 流量相比有着自己独特之处。多媒体流量需要不同的多路广播协议来提供必要的服务。

一系列协议开发出来用于使用多路广播改进 Internet 结构以及支持实时的多媒体传送和 QoS。这些源于实时的协议，比如 RTP、RTCP、RSVP 和 RTSP 既可用于多路广播服务也用于单一广播服务。其他为可靠 IP 多路广播传送开发的协议使用了与 TCP 的跟踪方式不同的方法。

这一章提供了对用于支持多媒体和可靠数据传送的 IP 多路广播的主要高级协议的回顾。他们包括：

- 实时传输协议（Real-time Transport Protocol，RTP）
- 实时控制协议（Real-time Control Protocol，RTCP）
- 实时流协议（Real-time Streaming Protocol，RTSP）
- 资源保留协议（Resource Reservation Protocol，RSVP）
- 可靠多路广播协议（Reliable Multicast Protocol，RMP）
- 可靠多路广播帧中继协议（Reliable Multicast Framework Protocol，RMFP）
- 可靠适应多路广播帧中继协议（Reliable Adaptive Multicast Framework Protocol，RAMP）
- 可靠多路广播传输协议（Reliable Multicast Transport Protocol，RMTP）
- e-cast 可靠多路广播 FTP（e-cast Reliable Multicast FTP，e-cast RMFTP）。

为进一步明白 Internet 上交互式多媒体的知识，请查看在下面网页上的文章内容：http://ee.mokwon.ac.kr/~music/tutorials/mmbook/book.html，这是一本网络多媒体的在线书籍，由 Jon Crowcroft、Ian Wakeman、Mark Handley 等著，UCL1996 年版。

13.1　实时传输协议

RFC1889 定义了实时传输协议（Real-time Transport Protocol，RTP）。RTP 提供了终端到终端的网络传输功能，适应于应用程序在多路广播或者单一广播网络上传输实时数据比如声音、视频或者模拟数据。RTP 使用由下面网络提供的多路广播分配表来支持数据传输到多个目的端。

RTP 不具有通常传输协议所提供的所有功能。典型的在 UDP 上运行 RTP 的应用程序是利用它的多路复用和校验和服务。RTP 和 RTCP 协议都只有一部分传输协议的功能。

RTP 既不为资源保留指定地址也不保证实时服务的 QoS。为数据传输的一个附加控制协议（RTCP）将对一个大型多路广播网络的数据传送进行监控并且提供一些控制和认证功能。

RTP 有扩展到为一个特定的应用程序提供所需的信息的趋势，并且通常是集成到应用程序的处理中而不是在一个单独的层上实现。

RTP 包裹的头（如图 13.1）的字段包括 RTP 的版本、填充信息、扩展信息、CSRC 数、事件制造者、有效载荷信息、顺序数和具体媒体的时间信息数据。RTP 媒体时间信息单元是用流来确定的，在单元里要适合媒体流。包含在 RTP 里的顺序数允许接收方重建发送方包裹的顺序。顺序数还可以用来确定一个包裹的正确位置而不需要顺序地将包裹进行解码。

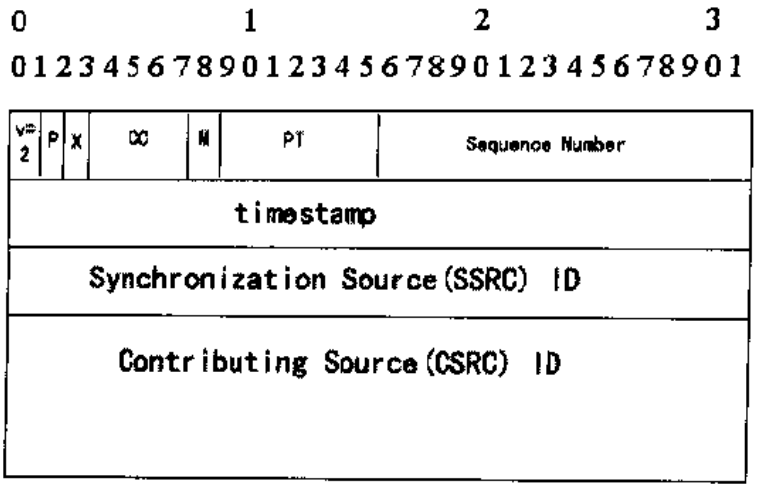


图 13.1　RTP 头的格式

每一个包裹带有一个源标记符用来标记原始的 RTP 源。RTP 允许从几个源来的流在网关里混合在一起，这就像提供一个单一的流一样。当将流混合后，每一个混合的包裹都包含所有提供流的源的源标记符。

13.2　实时控制协议

实时传输控制协议（Real-time Transport Control Protocol，RTCP）是由 RFC 1889 定义的。它提供了对关于一个话路里参加者的信息进行压缩的功能，并且能够监控由 RTP 传送的数据的 QoS。在 Mbone 上，RTP 和 RTCP 目前被广泛应用到实时的声音和视频会议的应用程序中。

RTCP 包裹补充每一个 RTP 流。他们使用和数据包裹一样的分配机制到达话路里的所有参加者。下面的协议必须提供数提的多路复用和控制包裹，例如使用带有 UDP 的分离端口数。

RTCP 执行下面几项功能：

1. 提供信息给一个应用程序——RTCP 根据数据分配的质量提供反馈到一个应用程序。这是 RTP 作为一个传输协议角色的一部分并且与其他传输协议的流和拥塞控制功能相关联。这个反馈信息包含了对应用程序有用的统计信息。这个反馈的功能是由 RTCP 发送方和接收方的报告来完成的。
2. 认证 RTP 源——RTCP 为一个 RTP 源携带一个称作规范名（canonical name，CNAME）的传输级标记符。接收方使用 CNAME 来跟踪每一个参加者并且在一组相关的 RTP 话路里连接从一个参加者来的多个数提流。象这样的应用的一个例子可以用来同步声音和视频。
3. 控制 RTCP 传输级别——为了使 RTP 能够有大量的参加者，就必须对参加者发送 RTCP 包裹的速率加以控制。当每一个参加者发送包裹到其他所有人时，在这个话路里的参加者就能够独立地观察参加者的数目。这个协议使用这个数字来计算被发送的包裹的速率。

4. 传递最小话路控制信息——可以使用 RTCP 作为一种便捷的方法来传送最小数量的信息到所有话路的参加者。例如参加者的身份能够在用户接口显示出来。这在参加者加入和离开时没有成员控制或参数设定的话路（所谓的“松散控制”话路）里尤其有效。

13.3 实时流协议

实时流协议（Real-time Streaming Protocol，RTSP）是由 RFC 2326 定义的。它是一个应用程序级的协议，目的是控制具有实时特性能够被控制的数据的传送，以及点播的实时数据如声音和视频的传送。

RTSP 建立和控制单个或几个时间同步的连续的媒体流如声音和视频。虽然带有控制流的连续媒体流的交叉是可行的，但是 RTSP 自身并不传送这个连续的流。因此，RTSP 对于多媒体服务器来说就像执行“网络远程控制”。

对于一个 RTSP 连接没有什么特定的东西。相反，服务器维持着由一个标记符标记的话路。一个 RTSP 话路决不会连接到一个传输级连接比如一个 TCP 连接。在 RTSP 话路期间，一个 RTSP 客户可以打开或关闭许多连接到服务器的可靠传输连接来发布 RTSP 的请求。做为一种选择，它可以使用像 UDP 这样的无连接的传输协议。

被 RTSP 控制的流可以使用 RTP。但是 RTSP 的操作不依靠用来携带连续媒体的传输机制。这个协议在语法和操作上与 HTTP/1.1 比较相似。这将使在大多数事件中对 HTTP 的扩展机制能够添加到 RSTP 里面。RTSP 与 HTTP 在以下几个方面存在差异：

- 一个 RSTP 服务器几乎在所有的事件里需要保持确定的状态，而 HTTP 则不需要。
- RTSP 的服务器和用户都可以发布请求。
- 两者的数据一般是由不同的协议携带的，虽然在本章后面的讨论中也存在例外。
- RTSP 引入了一些新方法并且有一个不同的协议标记符。
- RTSP 被定义使用 ISO 10646（UTF-8）而不是 ISO 8859-1。这是与目前的 HTML 国际化工作是一致的。
- 请求的 URI 通常包含绝对的 URI。

RTSP 支持下面几项操作：

- 从媒体服务器查找媒体——用户能够通过 HTTP 或者其他方法请求一个演示文稿说明。如果这个演示文稿将被多路广播，那么这个演示文稿说明就将包括多路广播的地址和为连续媒体使用的端口。如果这个演示文稿只通过单一广播发送到用户处，为了安全起见，用户要提供目的地址。
- 邀请一个媒体服务器加入一个会议——一个媒体服务器能够被邀请加入一个正在召开的会议。它可以在演示文稿里播放媒体，也可以记录所有的媒体或者是记录演示文稿里的媒体的一个子集。这种模式对分布式教学应用程序非常有用。参加会议的各个组织可以依次进行远程控制。
- 添加媒体到一个现存的演示文稿——特别是在现场的演示文稿里，如果服务器能够告诉用户添加的媒体可以使用了，这将对用户非常有益。

·就像在 HTTP/1.1 里一样，代理服务器、隧道和缓存将处理 RTSP 的请求。

RTSP 的属性

RTSP 是一个可扩展协议：新的方法和参数能够非常容易地加入到 RTSP 中。通过标准的 HTTP 或者 MIME 语法分析器，它可以轻松地完成语法分析。因为 RTSP 重用了 Web 的安全机制，所以它相对来说是安全的。所有的 HTTP 鉴别机制，比如基本鉴别和摘要鉴别都能够直接应用。

RTSP 的另一个特性就是它的传输独立性。它可以使用一个像 UDP 这样的不可靠数据协议，也可以使用像 RDP 这样的可靠数据协议或者是使用像 TCP 那样的可靠流协议来实现应用程序级的可靠性。

RTSP 允许多个服务器并存。在一个演示文稿中的每一个媒体流可以驻留在不同的服务器。用户自动在不同的服务器上建立几个同时发生的控制话路。

RTSP 可以用来控制录音设备，它能够对录音和播放进行控制，就像录像机那样在两种状态之间切换。

RTSP 适应于专门的应用程序，因为它通过 SMPTE 时间表可以进行远程数字编辑，从而能够达到帧一级的准确。而且，它是演示文稿说明中枢，虽然演示文稿说明必须包括至少一个 RTSP 的 URI，它不影响一个特定的演示文稿说明或元文件格式并且能够传输这种类型的格式。

这个协议的主要特征之一就是它与代理服务器和防火墙非常友好。因此，在应用层和传输层上的防火墙比如 SOCKS 应该准备处理这个协议。为了给 UDP 媒体流开一个洞，一个防火墙可能需要理解配置的方法。

RTSP 的另外一个主要特征是它与 HTTP 非常友好。RTSP 是重新利用 HTTP 的概念，因此现存的设备可以重新利用。这些设备包括 Internet 内容选择平台（Platform for Internet Content Selection，PICS）。但是，在大多数场合下，因为控制连续媒体需要服务器状态，所以 RTSP 不能只添加处理 HTTP 的方法。

13.4　资源保留协议

资源保留协议（Resource Reservation Protocol，RSVP）是由 RFC 2205 定义的。它通过支持网络特定数据流的特殊的 QoS 请求来提升目前的 Internet 结构。

RSVP 是 Internet 上的一个选择保留协议。多路广播应用程序比如高速的视频传输肯定需要依靠一个像 RSVP 这样的协议来保证高等级的 QoS。许多其他的多媒体应用程序也是依靠 RSVP。

这些新的应用程序需要与一般的数据应用程序不同的方法来路由和进行资源分配。RSVP 与其他许多 IP 协议不同之处在于它是由接收方驱使的。这就轮到接收方来选择接收哪一个源的数据，这样接收方就可以决定保留带宽或者使用带宽。这里假设接收方是在一个商业网络中。

随着多媒体应用程序的广泛应用，现在的趋势对 QoS 的要求越来越高。因为多媒体应用程序需要可靠、快速的的传输，参加者才不会获得一组“剪截”的或延迟的包裹。以太网、ATM 和令牌环网使用低层的协议在 IP 上处理包裹、发送包裹到目的端。在传送的过程中就很容易导致包裹的延迟或“分段”。

这可能发生在所有路由的 IP 网络，因为在数据链路上的每一个路由器都将检查每一个包裹信息。通常在源与目的端之间存在着数个不同网络上的中间路由器。当包裹从一个路由器跳跃（hop）到另一个路由器时，每一个路由器上的 IP 协议都将判断包裹到达下一个路由器的最短路径。这样就很容易导致包裹到达目的端发生延迟，并且通常包裹不能弥补这种损失。

对于大多数数据应用程序来说，这种延迟是可以容忍的并且能够实现高性能和高可用性。但是对于包含声音、视频多媒体应用程序来说，信息必须是以流的形式或者说是连续方式，而不能使用“分段”方式。对于目前的网络系统来说，面临的挑战就是在保持高性能和高可用性的同时如何适应各种不同的需求。

这正是 IETF 在开发 RSVP 时遇到的问题。一个终端对终端的协议能够与目前基于 TCP/IP 的网络兼容并且能够提供支持多媒体应用程序和其他需要 QoS 保证的应用程序所需的服务质量保证的手段；同时又要维持目前的 Internet 网络方法，保存现有的网络基本设备。

理解 RSVP

RSVP 运行在传输层，在 IP 的顶端。与 ICMP 和 IGMP 相比它是一个控制协议。它是设计用于操作当前和将来的多路广播和单一广播路由协议。有些应用程序只能发送到一个接收者，它希望挂上其他的应用程序使之能具有发送到多个接收者而不必广播到整个网络的潜力。

RSVP 的组成元素包括：

- 发送方——发送方负责让接收方知道有数据将要发送以及需要什么样的 QoS。
- 接收方——接收方负责发送一个布告到主机或路由器，这样他们就可以准备接收即将来临的数据。
- 主机或路由器——主机或路由器负责留出所有合适的资源。

一旦这几个元素都投入使用，发送方就可以成功地发送数据。

完全使用 RSVP 的目的就是为任何一种媒体提供 QoS，即便媒体本身并不提供任何保证。RSVP 允许更少的粒度、更一般的服务质量保证。RSVP 目前的定义包括一定数量的工作站，所有工作站都连接到一个负责处理本地交通流的交换机，然后通过一个路由器连接到广域网。对 RSVP 的定义主要与路由器有关，这就意味着当一个路由器希望与其他地方交谈的话，RSVP 能够为它申请一定数量的带宽。然而，Internet 允许通过各种各样的路由器连接趋来，而大多数路由器不支持 RSVP。

再之，RSVP 不给工作站和交换机提供任何东西，这就意味着一个以太网网卡对服务质量一无所知，或者限制包裹发布没有仔细检查分配的保证。这些事情都必须通过软件里的包裹调度程序来完成。目前没有计划和基本设备将 RSVP 加入到交换机里面。如

果是 ATM 网络，因为链路上的每一个成员都是基于 ATM 的，所以它能够提供绝对的质量保证。RSVP 还没有提供一个机制来跟踪和为 QoS 列表，而这正是携带者非常关心的事情。使用 ATM 网络，跟踪和为 QoS 列表就很容易实现。

使用 RSVP，应用程序能够预先提供关于所需的网络资源的布告。通过保证保留，相关的主机和路由器能够负责提供这些资源。如果路由器不能提供这些资源或者这些资源不可用，主机或路由器可以拒绝这次保留。应用程序立即将这通知网络，这样花费的时间和消耗就很小，从而避免了在网络中出现错误信息。

RSVP 的两个主要的概念是：

- 流（Flow）——流是从一个发送方到一个或多个接收方的交通流的特征。他们通过在 IPv6 头里面的“流标记”来认证。在发送一个流之前，发送方传输一个“路径信息”到目的接收方。这个信息包括源 IP 地址、目的 IP 地址和一个流规格。这个流规格是由流的速率和延迟组成的。这是流的 QoS 需要的。这个路径信息是由主机或路由器沿着流的路径传输到接收方的。
- 保留（Reservation）——被提供路径信息的接收方要负责实现确切的保留。接收方实现保留后，在处理多路广播流方面就有更大的伸缩性。这种基于接收方的模式能够实现一种分布式的解决方案，也就是允许不同种类的接收方通过保留进行裁减来满足各自的需要。

对于不同种类的网络环境来说，基于接收方的协议效率更高。还有，为了确认保留仍然在位并且网络上的任何“移动或改变”都能够知道保留，RSVP 合并了一种叫做“软状态”（soft state）的方法。使用这个词是因为 RSVP 路径和保留还是实验性的。当一个路由器接受一个保留时，资源被搁置在一边，但是如果一个流没有被接收，路由器在超时后会将资源释放完。为了刷新发生的任何超时或变化，可以使用这种软状态的方法，即发送方周期性地发送它的路径信息并且接收方持续发送它的保留请求。

要知道 RTP 能够通过允许应用程序反映基本的网络性能来补充 RSVP。图 13.2 显示了在一个多媒体 IP 多路广播应用程序里面使用 RTP 和 RSVP 的例子。在这个例子中，声音和视频是在一个单独的 RTP 话路里面。RTCP 包裹控制话路的质量。路由器之间的通信是通过 RSVP 来设置和管理保留带宽的话路。

总而言之，RSVP 的特性包括：

- 为单一广播和多路广播接收方保留的资源是使用软状态方法来保持其更新的。
- RSVP 是单向的。
- 接收方为流启动和维持资源保留。
- RSVP 是一个传送流的路由协议。
- RSVP 支持 IPv4 和 IPv6。

RSVP 领域（包括在标准方面的研究工作）的发展是非常迅速的。Cisco 是目前 RSVP 的最主要的开发者，它与 IETF 一起共同解决这些已知的 RSVP 的限制。在 1998 年，RSVP 成为多媒体应用程序和路由器制造商必须具备的东西。

图 13.2　多媒体 IP 多路广播应用程序里使用 RTP 和 RSVP

RSVP 面临的挑战

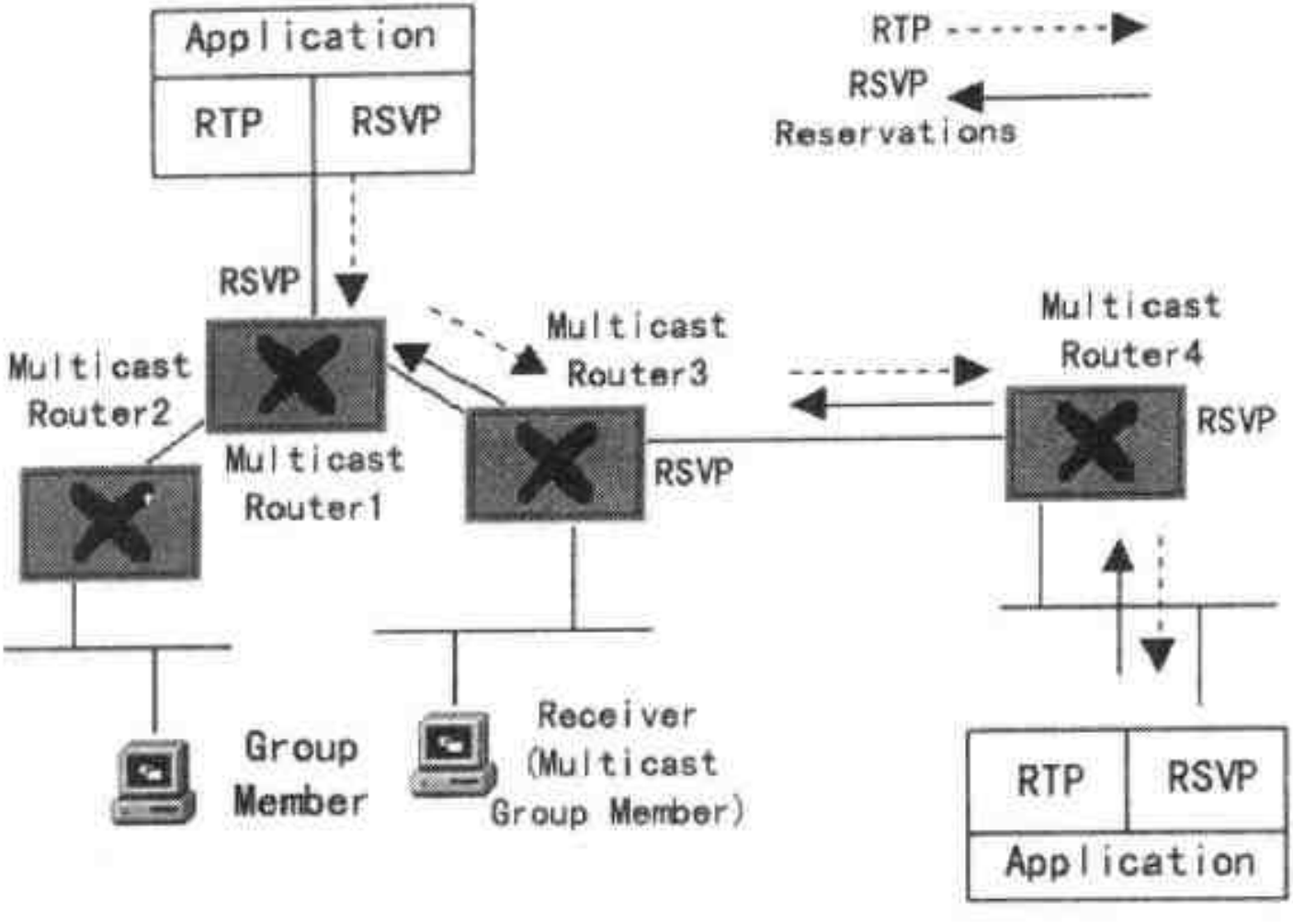
目前，RSVP 并没有在任何一种网络上都得到证实，而且 RSVP 的利用还只是局限在测试床和小的 Intranet 网络。虽然在 1998 年和 1999 年得到了更广泛的应用，但是因为 RSVP 的保留（Reservation）必须建立在完全流方式的基础上，所以 RSVP 的可扩展性问题倍受大家的关注。要管理和保持网络内核里面成千上万的流信息并不是一件容易的事情，或者说是很难。另一个值得关注的问题就是由于网络失败，网络维持的一个现存的保留将流路由到一个新的路径。

RSVP 并不能重建附加的带宽——它只是将带宽按照不同的方式分配。由于保留建立在高层，所以它既不能提升传统的“最佳工作”数据应用程序的性能，又不能有益于短时存在的 Web 交通流。正如前面所讨论的，RSVP 仍然存在关于当一个服务请求被申请控制否决时网络应该怎样通知用户以及用户怎样才能够应答这样的通知。

13.5　可靠多路广播

IP 多路广播能够让应用程序减少网络资源的负载。多路广播协议可以是可靠的也可以是不可靠的。可靠协议提供了一种机制确保每一个站点都可以接收到数据。不可靠多路广播协议仅仅完成最佳工作传送，它没有提供任何错误再传输/恢复的机制。

可靠多路广播应用程序为可靠传送和减少网络负载提供全体的网络服务。许多实时和非实时的应用程序需要可靠传送。使用类似 TCP 这样的基于连接的、数据流协议的应用程序需要提供可靠多路广播支持。


Application
RTP
RSVP
RTP
RSVP
Reservations
RSVP
Multicast
Router2
Multicast
Router1
Multicast
Router3
RSVP
Multicast
Router4
RSVP
Group
Member
Receiver
(Multicast
Group Member)
RTP
RSVP
Application

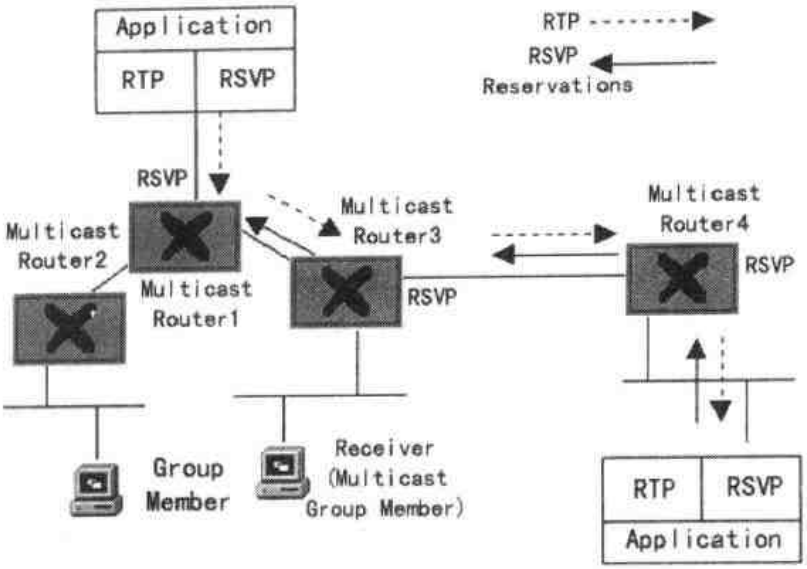


图 13.2　多媒体 IP 多路广播应用程序里使用 RTP 和 RSVP

RSVP 面临的挑战

目前，RSVP 并没有在任何一种网络上都得到证实，而且 RSVP 的利用还只是局限在测试床和小的 Intranet 网络。虽然在 1998 年和 1999 年得到了更广泛的应用，但是因为 RSVP 的保留（Reservation）必须建立在完全流方式的基础上，所以 RSVP 的可扩展性问题倍受大家的关注。要管理和保持网络内核里面成千上万的流信息并不是一件容易的事情，或者说是很难。另一个值得关注的问题就是由于网络失败，网络维持的一个现存的保留将流路由到一个新的路径。

RSVP 并不能重建附加的带宽——它只是将带宽按照不同的方式分配。由于保留建立在高层，所以它既不能提升传统的“最佳工作”数据应用程序的性能，又不能有益于短时存在的 Web 交通流。正如前面所讨论的，RSVP 仍然存在关于当一个服务请求被申请控制否决时网络应该怎样通知用户以及用户怎样才能够应答这样的通知。

13.5　可靠多路广播

IP 多路广播能够让应用程序减少网络资源的负载。多路广播协议可以是可靠的也可以是不可靠的。可靠协议提供了一种机制确保每一个站点都可以接收到数据。不可靠多路广播协议仅仅完成最佳工作传送，它没有提供任何错误再传输/恢复的机制。

可靠多路广播应用程序为可靠传送和减少网络负载提供全体的网络服务。许多实时和非实时的应用程序需要可靠传送。使用类似 TCP 这样的基于连接的、数据流协议的应用程序需要提供可靠多路广播支持。

影响可靠多路广播的应用程序和网络特性

下面列出在可靠多路广播协议的设计和操作上存在着冲突的应用程序和网络特性：

- 实时传输的需要；
- 单个或多个发送方；
- 多路广播组的数目以及每一个组里面的参加者的数目；
- 在发送方数目规模允许的范围内，组和参加者的增长；
- 预约的或没有预约的包传送；
- 对延迟的容忍能力；
- 需要的平均带宽；
- 连续或分段的带宽方式；
- 在局域网或广域网上操作；
- 网络基本设备如卫星和多跃距的地面链接，一些协议能够处理异步数据信道，另一些则无法做到这一点。

可靠多路广播错误侦测遇到的问题

可靠多路广播协议必须提供一个错误侦测机制来保证错误发生时能够请求再次发送。这有两种选择，即基于发送方的和基于接收方的错误侦测。第一种选择包括让发送方确认每一个接收方已经收到了数据。第二种方法则让每一个接收方独立负责侦测像顺序数间隙那样的错误。

当一个错误发生时，发送方通常负责再次发送数据并且需要给予信号。通常，接收方使用的方法是发送一个命令正确应答（acknowledgement，ACK）或没有应答（negative acknowledgement，NAK）来控制包裹。在一个多路广播的环境里，这将导致控制包的爆炸。一些研究者正在观察这项技术，也许通过控制包裹的集中来减少控制包裹的数量。

在一个可靠多路广播环境里发生错误后的再次发送机制包括：

- 多路广播包裹到所有的接收方，接收方再滤掉重复的包裹；
- 单一广播包裹到接收方来报告这个错误；
- 传送任务到路由器，路由器再次传输包裹或者从邻近的接收方处请求丢失的数据。

可靠多路广播协议

商业可靠多路广播设备已经具备，一些可靠多路广播协议也已经被开发出来，并且有一些已经被提议可能成为 IETF 标准。关于可靠多路广播协议的问题非常复杂。关于它的研究正沿着解决它在 Internet 上的可扩展性和避免拥塞等问题这个方向前进，这些问题在将它应用到多路广播中显得尤为重要。

可靠多路广播协议包括：

- 适配文件分配协议（Adaptive File Distribution Protocol，AFDP）
- 本地基于组的多路广播协议（Local Group-based Multicast Protocol，LGMP）

- 基于记录的多路广播协议（Log-based Multicast Protocol）
- 多路广播文件传送协议（Multicast File Transfer Protocol，MFTP）
- 多路广播传输协议（Multicast Transport Protocol，MTP 和 MTP-2）
- 可靠适配多路广播协议（Reliable Adaptive Multicast Protocol，RAMP）
- 可靠多路广播数据分配协议（Reliable Multicast Data Distribution Protocol，RMDP）
- 可靠多路广播帧中继（Reliable Multicast Framework，RMF）
- AT&T 公司的可靠多路广播传输协议（Reliable Multicast Transport Protocol，RMTP）
- 朗讯科技公司的可靠多路广播传输协议（Reliable Multicast Transport Protocol，RMTP）
- NTT 和 IBM 公司的可靠多路广播传输协议（Reliable Multicast Transport Protocol，RMTP）
- 可扩展可靠多路广播（Scalable Reliable Multicast，SRM）
- 基于树的多路广播传输协议（Tree-based Multicast Transport Protocol，TMTP）
- Xpress 传输协议（Xpress Transport Protocol，XTP）。

IETF 已经成立了一个工作组来专门研究可靠多路广播，挑选出各种各样的协议，并且正在提议形成一个标准。

多路广播执行计划

多路广播执行计划（Multicast Implementation Study，MIST）是由 DAPRA/TTO 赞助的一个项目。MIST 的参加者 TASC 公司和麻萨诸塞州州立大学已经开始研究计划：

- 适合多种多样应用程序的多路广播协议在一个存在多种结构的网络上的资源需求。
- 对于应用程序来说非常关键的可扩展性、可靠性和带宽等 QoS 问题。
- 目前在 Mbone 上使用的多路广播的丢失和延迟特性。

MIST 的 Web 站点http://www.tascnet.com/mist/上有目前可用的 MIST 资源，包括软件、工具、数据组和各种可用的可靠多路广播协议如 RMP 和 RAMP 之间的比较，以及被大家所接受的可靠多路广播帧中继（RMF）指针。RMF 已经超出了这个组织研究的结果。

在这一章的后面部分，我们将提供关于 RMP、RAMP 和 RMTP 更多的信息。

13.6　可靠多路广播协议

可靠多路广播协议（Reliable Multicast Protocol，RMP）是一个多服务协议。它提供了一个叫做组的通信通道。RMP 完全是分布式的，它支持多种类型的参加者加入虚拟的拓扑结构来获取相当等级的可靠性。RMP 被用作包括非常复杂的分布式应用程序的效验工作的测试床。RMP 明显是瞄准着对服务需要非常急切的实时、合作环境。

RMP 的重要特性

RMP 能够提供流量控制、可靠性和数据稳定性以及 QoS。RMP 的方案提供了即使在成员发生动态变化的情况下的错误恢复。

流量控制

RMP 的流量控制存在着两种类型：流控制和拥塞控制。流控制确保数据的数量不会超出接收方的限度。RMP 的流控制使用改进的 TCP 机制如滑行窗口（sliding window）和慢启动（slow start）。拥塞控制则能够确保网络上的数据量不过载。

可靠性和数据稳定性

在一个可靠通信协议中，当发送方知道接收方有所有的包裹时数据是稳定的。当他们的信息变得稳定时，RMP 迅速通知发送方。有些可靠协议信息在变得稳定时不通知发送方，这样发送方就必须保持一大堆的缓冲空间或者忽视稳定性。RMP 大多数是基于没有应答并且使用令牌环网拓扑结构来确保可靠性和信息的稳定性。RMP 多路广播遗漏的包裹到所有的接收方。

服务质量（Quality of Service，QoS）

在一个完全包裹的基础上，RMP 提供了包括传送模式的排列在内的一个 QoS 水平层次。全球广播（GlobalCast）通信 Web 站点对 QoS 进行了详细的讨论。

要获取这些信息，请访问它的网址：http://www.gcast.com/reliablemulticast-rmp.html。

RMP 的状态

MIST 的 Web 站点提供了 RMP 相关信息的链接，这些内容包括：

- 参加者——包括 Brain Whetten、加里佛尼亚州州立大学、Berkeley、西部维吉尼亚州州立大学、Todd Montgomery、Simon Kaplan、Champaign-Urbana 和伊利诺斯州州立大学。
- 约定——关于 RMP 的约定包括“RMP 包裹格式”、“RMP 状态约定”及“RMP 流控制和没有应答策略约定”。
- 可用性——全球广播（GlobalCast）通信的 RMP 分配（见http://www.gcast.com/）。
- 支持的平台——SunOS、IRIX（5.2、5.3 版本）、Ultrix、OSF、Linux、Win32。
- 可扩展性——理论上可扩展。

13.7　可靠多路广播帧中继协议

可靠多路广播帧中继协议（Reliable Multicast Framework Protocol，RMF）超出了 MIST 组研究结果的范围。它是可靠多路广播的一个工具，它提供了一个实现各种类型的多路

广播的结构。

RMF 软件 1998 年 5 月更新的 1.0 版是多线程的。RMF 的源代码可以用于 Java 和 C++。RMF 与 RAMP 一前一后进行工作（在这一章的后面将讲到这一点）。

RMF 能够提供：

- RMF 普通接收方——普通接收方是 RMF 的一个基本元素。RAMP 元素提供了一个 RAMP 发送方。TASC 公司负责开发 RAMP。
- 拥塞控制——RMF 提供一些拥塞控制，但是 RAMP 发送方也提供了基本的拥塞控制机制。
- 自我认证包裹——包裹头包含由发送方设置的字段，这个字段用来认证发送方需要的可靠多路广播的特性。当 RMF 的普通接收方元素接收到包裹头时，它使用数据包裹格式里的信息连同接收方状态信息来决定采取什么行动。例如，一个接收到的 RMF 包裹将指示一个命令正确应答是否是这个接收到的 RMF 包裹所需要的以及命令正确应答/没有应答包裹应该是点到点传送还是多路广播。
- 话路状态信息——话路级控制协议维持着定义一个协议的默认行为的可选状态信息。例如，状态信息能够包括在哪里传送命令正确应答/没有应答信息以及一个顺序的包裹遗漏是否应该认为是没有应答。RMF 定义了设置状态需要的特定部分的信息，但是没有约定协议来保持状态信息。

RMF 不提供诸如适时传输之类的服务质量保证，它是依靠其他的诸如 RSVP 之类的机制来建立服务特征的。

RMF 在运行计算机仿真、分布式计算和协作式应用程序时非常有用。除此之外，RMF 还支持多机种的多路广播环境。RMF 支持的其他项目包括：

- 不可靠多路广播——在 RMF 里面的不可靠多路广播包裹能够独立地被指定为不可靠或者可靠。目前，包含状态信息的 RMF 允许在一个单一的包裹流里面包括多个级别的可靠性。
- 分段保留和再集中——分段保留和再集中的消息报文的边界可以选择性地保留到 RMF 里面。这就意味着 RMF 支持基于流以及基于消息报文的应用程序。

13.8　可靠适配多路广播协议

TASC 公司开发了可靠适配多路广播协议（Reliable Adaptive Multicast Protocol，RAMP）。它最初的目的是对协作式应用程序非常大的成象进行分配。例如，预防和医药方面的应用程序就要求高性能/低等待时间。

RAMP 是一个传输层的多路广播协议，它运行在诸如 IP/多路广播之类的网络层多路广播协议之上（如图 13.3 所示）。RAMP 为可靠的单点到多点传输提供了一种可行的方法。它保证了到达所有多路广播接收方的可靠传送并且使用没有应答（NAK）的方法使返回的交通最少。RAMP 既支持数据报文接口又支持流类型接口。

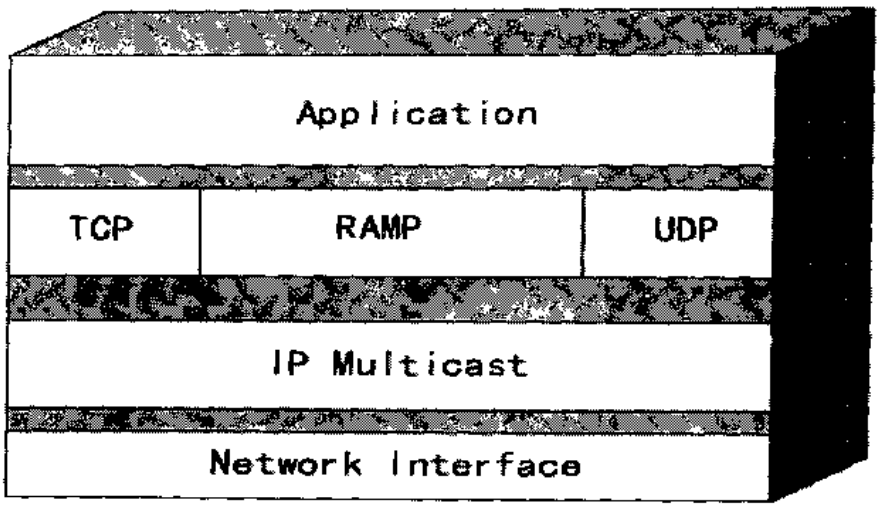


图 13.3　RAMP 和网络层

RAMP 特征

RAMP 有许多特征，包括：

- 对接收方和发送方失败适时的通知。
- 在一个话路的任何节点快速地加入和离开一个组。
- 组成员信息的动态通知。
- 维持发送方确切的组成员信息，在最后一个接收方离开组并且保存了有价值的网络资源后允许立即中断。
- 支持混合可靠和不可靠包裹的传输。
- 对大的数据报文进行分段保留和再集中。

RAMP 的其他技术特征包括：

- 可靠性——RAMP 既支持源于发送方的可靠性又支持源于接收方的可靠性。它主要支持基于 NAK 的流量和很少的基于 ACK 的流量。再发送能够动态地多路广播或单一广播到接收方。
- 多种类——RAMP 支持可靠和不可靠混合的发送方和接收方。发送方不保留任何接收方的状态信息，接收方独自控制他们的服务质量。
- 扩展能力——RAMP 的扩展能力已经在小规模上得到证实。
- 流控制——RAMP 支持基于速率的流控制，比如加入或离开、分段保留和再集中及排序。

RAMP 操作模式

TCP 在两个终端之间设置一个全双工的连接。RAMP 则在发送方和组成员之间设置一个半双工的连接。半双工只提供单向的流。TCP 和 RAMP 的连接都是可靠连接（如图 13.4 所示）。RAMP 为一个接收方返回到一个发送方提供了有限的数据传送。这个反向路径主要是为了提供控制信息。需要一个全双工数据流的应用程序必须创建两个

RAMP 流：一个向前而另一个向后。

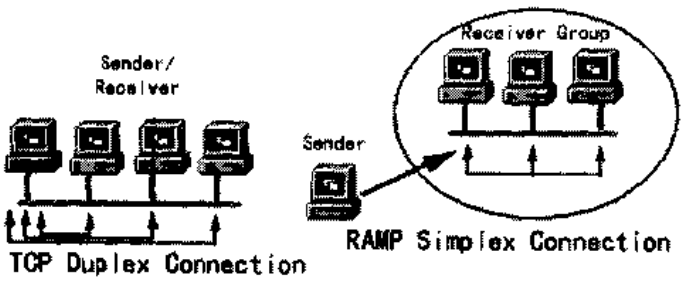


图 13.4　TCP 和 RAMP 的通讯模型

就像 UDP 一样，RAMP 还能够提供不可靠数据传送。发送方和接收方能够自由地在可靠操作模式与不可靠操作模式之间进行切换。

13.9　可靠多路广播传输协议

可靠多路广播传输协议（Reliable Multicast Transport Protocol，RMTP）是 Internet 上的一个可靠多路广播传输协议。它为从一个发送方到一组接收方的一个数据流提供了顺序的、无损的传送。

RTMP 是建立在一个多层次的方法之上的，接收方被编入局部区域的一个组里面，而在每一个局部区域里面都有一个指定的接收方（Designated Receiver，DR）。每一个局部区域里面的接收方周期性地发送命令正确应答（ACK）信息到相应的 DR，DR 再发送 ACK 信息到达更高一级的 DR，这样一直发送到最高一级的 DR，然后最高一级的 DR 才发送 ACK 到发送方。这样处理就避免了 ACK 爆炸的问题。DR 能够：

- 缓存接收到的数据；
- 处理从局部多路广播区域过来的 ACK；
- 在接收方相应的周部区域应答接收方再次发送的请求；
- 再次发送任何在区域中丢失的包裹。这将减少终端到终端的延迟。RMTP 使用一个基于包裹的选择性重复再发送模式来获取更高的吞吐量。

RMTP 已经在 Mbone 上开始实施，并且对它在 Internet 上的性能测试令人鼓舞。RMTP/UDP 在 IP 上的实现在 AT&T 的交换式网络里面是可行的，它只使用 IP 多路广播路由器。这与在 Mbone 上使用的隧道方式是不同的。RMTP/IP 能够在 Solairs2.4 和 UNIX SVR4 的内核上实现。

13.10　e-cast 可靠多路广播文件传输协议如何工作

朗讯技术公司为协作网络设计的可靠 IP 多路广播文件传输协议（Reliable IP Multicast FTP，RMFTP）软件被称为 e-cast RMFTP。通过管理一个多路广播话路的组成员以及确保组里面的每一个接收方能够接收到由发送方多路广播的文件的一份拷贝，RMFTP 大

大扩展了 IP 多路广播的能力。

e-cast RMFTP 是一个应用程序层的程序，它是在传输层使用 RMTP。因为 RMFTP 是基于 IP 多路广播的，系统管理员就能够使用支持 IP 多路广播的标准路由器和堆栈软件。在企业内部网或者多路广播主干网络上使用目前版本的 e-cast RMFTP 来提高文件传输的效率已经成为可能。

e-cast RMFTP 使用智能拥塞控制特性来确保传输速率在有效传输范围内。它也能够将接收方数量扩展到很大，因为只有接收方才负责跟踪包裹的接收状态。

新版本的 e-cast 将把高可靠性添加到诸如实时的声音和视频之类的流式应用程序。因为它采用的这种独一无二的结构使得在接收方和发送方之间的路由器跃距数没有限制，所以它可以支持非常大型的网络。

e-cast RMFTP 与多个单一广播相比的优势

e-cast RMFTP 与多个单一广播相比的优势在于：

- 通过对接收方数目 N 的排序来提供一个更高效率的传输；
- 更高效率地利用服务器的资源；
- e-cast RMFTP 是可扩展的。

e-cast RMFTP 与目前的多路广播 FTP 解决方案相比的优势在于：

- e-cast RMFTP 可以扩展到成千上万个接收方；
- e-cast RMFTP 能够在多跃距的网络上使用；
- 它能够提供更快速、可靠的传输；
- 它能够用于容易出错和多机种的网络；
- 与一些多路广播解决方案盲目地将数据发送到网络上相比，e-cast RMFTP 具有更先进的拥塞控制技术，并且能够消除大多数拥塞问题。

e-cast RMFTP 能够用于卫星网络和企业网络。它能够提供文件、软件和视频文件的分发以及并行数据库和 Web 站点应答等服务。

13.11　CU-SeeMe

CU-SeeMe 是一个免费的视频会议程序。它的版权属于美国 Cornell 大学。任何能够连接到 Internet 并采用 Windows 或者 Macintosh 操作系统的计算机都可以使用这个程序。CU-SeeMe 允许与世界上任何一个地方的站点进行视频会议。通过使用一个反射器，多个地方的不同团体就能够从个人的桌面电脑加入一个 CU-SeeMe 视频会议。在参加者的电脑屏幕上，CU-SeeMe 支持同时打开到其他多个组织的多个窗口。

CU-SeeMe 包含了一个叫做反射器的多路广播软件。CU-SeeMe 反射器不是必需品，因为在 Macintosh 的 TCP/IP 设备中没有提供对多路广播的支持。CU-SeeMe 反射器提供了发送多路广播的能力，但是不能接收多路广播。如果不使用反射器，目前只有通过点到点的连接两个 CU-SeeMe 用户之间能够使用视频会议功能。

第 14 章

编写 IP 多路广播应用程序

在支持多路广播协议的系统上，还必须提供对发送和接收多路广播数据的支持。4.4 BSD UNIX 和其他支持网络接口（socket）的操作系统上为在网络接口上使用 IP 多路广播设备提供了一个标准结构。

这一章的主要内容包括：

- 提供了一个对受益于多路广播能力的应用程序类型的回顾，并且介绍了设计多路广播应用程序需要考虑的事项。
- 讨论从多路广播组应用程序发送和接收数据，使它能够从其多路广播能力中获益。
- 提供一个多路广播程序设计的例子。
- 介绍改编一个单一广播数据应用程序成为多路广播应用程序的要求和主要问题。
- 列出了在开发一个多路广播应用程序时应该注意的问题。

14.1　受益于多路广播的应用程序

一些应用程序能够通过添加多路广播能力获益。用于数据分配的两个主要的模式就是：单点到多点和多点到多点。许多应用程序实施这两种模式。

单点到多点的应用程序同时给许多接收方发送标记信息。数据只从一个单一的发送方流向多个接收方。这种类型应用程序的一个例子就是股票报价应用程序。像这样的要求无延迟、实时传输的应用程序就能够从多路广播中获益。其他如新闻和天气的应用程序也是一个好例子。

多点到多点的应用程序同时与许多机器共享信息。采用这种类型的应用程序，数据的流向是双向的并且每一个接收方同时又是发送方。

其他能够从多路广播获益的应用程序是那些要在多个网络主机之间实现信息同步以及企图发现其他多路广播候补的应用程序或服务的应用程序。

设计时需要考虑的事项

计算机软件程序设计员可以使用以下的三种方法之一来设计多点网络应用程序：单一广播（unicast）、广播（broadcast）以及多路广播（multicast）。图 14.1 显示了一个多路广播话路的例子。

- 采用单一广播（unicast）方式设计的应用程序能够发送每一个包裹的一份拷贝到多路广播组的每个成员。因为同样的信息被多次重复发送，所以这项技术需要额外的带宽。如果这个多路广播组较大，这项技术在规模的扩展性方面就不是很好。
- 采用广播（broadcast）方式设计的应用程序能够发送每一个包裹的一份拷贝并且将它发布到一个广播地址。这样，网络需要在局域网的边界上终止广播或者需要将广播发送到整个网络。将广播发送到整个网络将使用大量的网络资源（尤其是在多路广播的组比较小时）。
- 采用多路广播（multicast）方式设计的应用程序能够发送每一个包裹的一份拷贝并且将它发布到一个希望接收它的计算机组而不是单个接收方。这项技术依靠网络只将包裹发送到希望接收这个包裹的网络上。

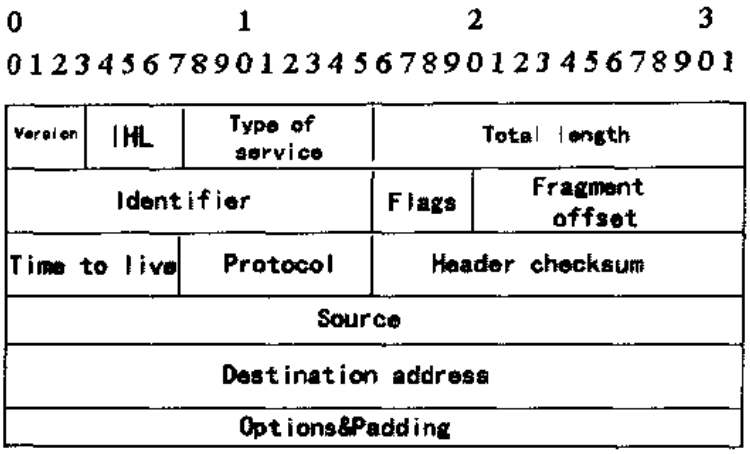


图 14.1　一个多路广播话路的例子

多路广播能力应用程序的实现

计算机程序设计员能够在数据链路层或者网络层实现多路广播应用程序。如果应用程序的使用范围限制在一个单一的局域网里面，应该使用数据链路层多路广播技术。当应用程序的使用范围扩展到具有诸如 FDDI、ATM、帧中继和 SMDS 等混合类型的 Internet 网络上的时候，应该使用网络层多路广播技术。

定义网络层参数

为了支持多路广播通信，必须为网络层定义一些参数如下：

地址

必须有一个用于接收组而不是单个通信的网络层地址。此外，还需要一个将这个地址映射到存在于数据链路层的多路广播地址的装置。

动态注册

必须有一个连接到计算机的装置用来告诉网络它是这个特殊的组的一个成员。没有这个功能，网络就不知道哪个子网的组需要接收多路广播的信息。

多路广播路由

网络必须能够建立包分支树，允许发送方将包发送给所有的接收者。这些包分支树最主要的目的就是保证每一个包在一个网段上只能存在一次（也就是说，如果在一个网段有多个接收者的话，在这个分支上也只能有包的一个拷贝）。

14.2　从多路广播组发送和接收数据

下面将举例说明如何使用网络接口（socket）来加入一个 IP 多路广播组并且从多路广播组发送数据。

多路广播组和地址

每一个 IP 多路广播都有一个组地址。IP 多路广播能够使一个主机不必是一个组的成员也可以向这个组发送数据。

多路广播地址使用的是一部分特别为多路广播保留的 IP 地址空间。这些地址是从 224.0.0.0 到 239.255.255.255。从 224.0.0.0 到 224.0.0.255 的多路广播地址是用于存储多路广播路由信息的。这个范围以外的多路广播地址则是为应用程序设定的。

多路广播包裹的 TTL 值

多路广播数据默认的 TTL（Time-To-Live）值是 1。IP 多路广播路由协议使用 IP 数据的 TTL 字段来决定将要发送出去的多路广播包裹离发送方的主机有多“远”。默认的 TTL 值将多路广播包裹的传输限制在本地网络上的其他主机上。

程序员可以使用一个 setsockopt（）调用来改变 TTL 值：

改变 TTL 值的一个例子

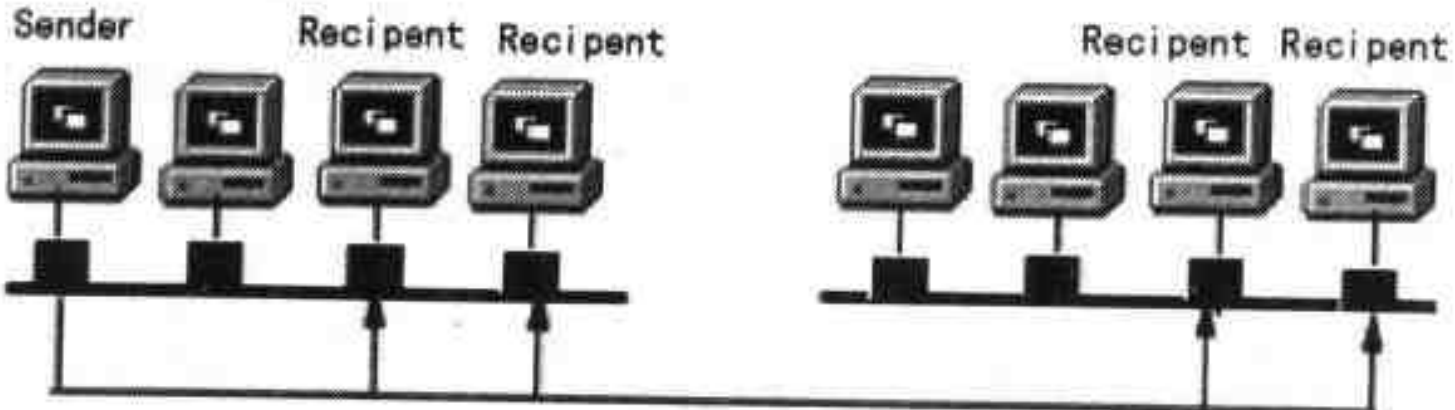
```
unsigned char ttl;
setsockopt(sock,IPPROTO_IP,IP_MULTICAST_TTL,&ttl,sizeof(ttl));
```

随着 TTL 字段的值增加，路由器也增加他们发送一个多路广播包裹的跃距数。为了提供有意义的范围控制，在基于 TTL 值的发送过程中，多路广播路由器执行表 14.1 列出的阈值。图 14.2 列出了在一个 IPv4 头里面的 TTL 字段。

表 14.1　多路广播包裹的跃距数

多路广播数据的初始 TTL 值	范　围
0	限制到同一主机
1	限制到同一子网
32	限制到同一站点
64	限制到同一区域
128	限制到同一个洲

图 14.2　在一个 IPv4 头里面的 TTL 字段


Sender
Recipent
Recipent
Recipent
Recipent
Multicast

多路广播组和地址

每一个 IP 多路广播都有一个组地址。IP 多路广播能够使一个主机不必是一个组的成员也可以向这个组发送数据。

多路广播地址使用的是一部分特别为多路广播保留的 IP 地址空间。这些地址是从 224.0.0.0 到 239.255.255.255。从 224.0.0.0 到 224.0.0.255 的多路广播地址是用于存储多路广播路由信息的。这个范围以外的多路广播地址则是为应用程序设定的。

多路广播包裹的 TTL 值

多路广播数据默认的 TTL（Time-To-Live）值是 1。IP 多路广播路由协议使用 IP 数据的 TTL 字段来决定将要发送出去的多路广播包裹离发送方的主机有多“远”。默认的 TTL 值将多路广播包裹的传输限制在本地网络上的其他主机上。

程序员可以使用一个 setsockopt（）调用来改变 TTL 值：

改变 TTL 值的一个例子

```
unsigned char ttl;
setsockopt(sock,IPPROTO_IP,IP_MULTICAST_TTL,&ttl,sizeof(ttl));
```

随着 TTL 字段的值增加，路由器也增加他们发送一个多路广播包裹的跃距数。为了提供有意义的范围控制，在基于 TTL 值的发送过程中，多路广播路由器执行表 14.1 列出的阈值。图 14.2 列出了在一个 IPv4 头里面的 TTL 字段。

表 14.1　多路广播包裹的跃距数

多路广播数据的初始 TTL 值	范　围
0	限制到同一主机
1	限制到同一子网
32	限制到同一站点
64	限制到同一区域
128	限制到同一个洲

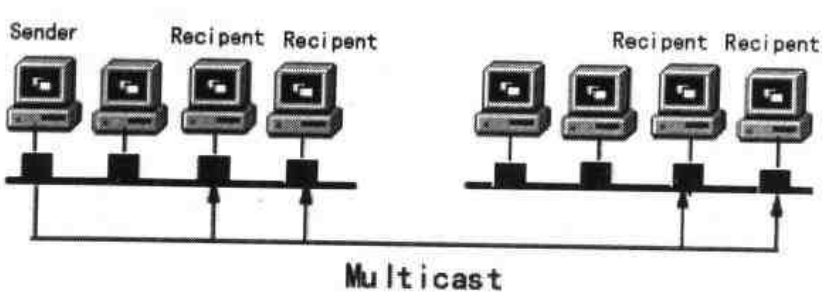


图 14.2　在一个 IPv4 头里面的 TTL 字段

发送多路广播数据

当发送一个多路广播数据时，发送方指定一个多路广播地址作为一个常规 sendto（2）系统调用的目的端。

接收多路广播数据

当一个应用程序要接收多路广播包裹时，应用程序必须先请求主机加入一个特定的多路广播组。如下所示，这是通过使用一个 setsockopt（）调用来完成的。

添加成员到一个多路广播组

```
struct ip_mreq mreq;
setsockopt(sock,IPPROTO_IP,IP_ADD_MEMBERSHIP,&mreq,sizeof(mreq));
```

对 struct ip_mreq 的定义如下所示。

对 struct ip_mreq 的定义

```
struct ip_mreq
        {struct in_addr imr_multiaddr; /* multicast group to join */
         struct in_addr imr_interface; /* interface to join on */
        }
```

IP 多路广播地址还包括一个端口数的部分。内核使用这个端口数信息来决定本地计算机的哪一个端口将接收路由的包裹。它使用 bind（2）将网络接口（socket）绑定到一个本地端口。这与绑定到一个 UDP 地址所采用的方式相同。在 bind（2）完成后，使用 setsockopt（2）来加入一个多路广播组，然后，使用一个 recvfrom（2）调用从接收网络接口读取数据。

14.3　一个多路广播程序的例子

下面的多路广播程序例子“Hello, World!”包括两部分：发送方程序和接收方程序。

发送方程序

```
/*
*   sender.c -- multicasts "hello, world!" to a multicast group once a second
*
 */
#include
#include
#include
#include
#include
#include
#include

#define   HELLO_PORT   12345
#define   HELLO_GROUP   "225.0.0.37"
```

```
main(int argc, char *argv[ ])
{
     struct sockaddr_in   addr;
     int fd, cnt;
     struct ip_mreq mreq;
    char   *message="Hello, World!";

    /* create what looks like an ordinary UDP socket */
    if ((fd=socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0))<0)
    {
     perror("socket");
          exit(1);

     }
     /* set up destination address */
     memset(&addr,0,sizeof(addr));
     addr.sin_family=AF_INIT;
     addr.sin_addr.s_addr=inet_addr(HELLO_GROUP);
     addr.sin_port=htons(HELLO_PORT);

/* now just sendto() our destination! */
while (1)
  {
    if (sendto(fd.message.sizeof(message),0,(struct   sockaddr   *)
      &addr,sizeof(addr))<0)
     {
      perror("sendto");
      exit(1);
      }
      sleep(1);
  }
}
```

接收方程序

```
/*
*  listener.c -- jion a multicast group and echoes all data it received from the group to its
stdout...
*
 */
#include
#include
#include
#include
#include
#include
#include

#define   HELLO_PORT   12345
#define   HELLO_GROUP   "225.0.0.37"
#define   MSGBUFSIZE   256

main(int   argc,   char   *argv[ ])
{
    struct   sockaddr_in   addr
    int   fd,   NBYTES, ADDRLEN;
```

```
    struct   ip_mreq   mreq;
    char   *msgbuf[MSGBUFSIZE];

    /* create what looks like an ordinary UDP socket */
    if   ((fd=socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0))<0)
    {
          perror("socket");
          exit(1);
     }
     /* set up destination address */
     memset(&addr,0,sizeof(addr));
     addr.sin_family=AF_INIT;
     addr.sin_addr.s_addr=htonl(INADOR_ANY); /* N.B.:differ from sender */
     addr.sin_port=htons(HELLO_PORT);

     /* bind to receive address /
     if (bind(fd,(struct sockaddr *) &addr,sizeof(addr))<0)
          {
           perror("bind");
           exit(1);
           }
     /*use setsockopt() to request that the kernel join a multicast group */
     mreq.imr_multiaddr.s_addr=inet_addr(HELLO_GROUP);
     mreq.imr_interface.s_addr=htonl(INADDR_ANY);
     IF (setsockopt(fd.IPPROTO_IP,IP_ADD_MEMBERSHIP,&mreq,sizeof(mreq))<0)
          {
          perror("setsockopt");
          exit(1);
          }
     /* now just enter a read-print loop */
     while   (1)
     {
     addrlen=sizeof(addr);
     if   ((nbytes=recvfrom(fd,msgbuf,MSGBBUFSIZE,0,(struct sockaddr *)
          &addr,&addrlen))<0)
          {
          perror("recvfrom");
          exit(1);
          }
      puts(message);
      }
}
```

14.4　应用程序的要求

许多应用程序不使用多路广播而是使用单一广播或者源于连接的流传输将数据分发到各个主机。但是，使用非多路广播数据分发的应用程序，对每一个接收方的数据复制造成了网络带宽的浪费。这些应用程序服务的接收方的数目规模增长很困难，有时甚至是不可能。再加上传送到每一个主机是采用串行方式，所以数据的分发不可能做到及时。

多路广播和传输协议

一些数据分配应用程序能够很容易就改编成具有多路广播能力，而另一些则需要作重大的改动。目前使用诸如 UDP 之类的无连接数据传输协议的应用程序是改编成多路广播应用程序较佳的候选。

使用诸如 TCP 之类源于连接的数据传输协议的应用程序需要进行较大的改动才能实现多路广播。像这样的应用程序通常依靠可靠数据传送能力并且经常需要重新设计，使得在应用程序层能够实现诸如命令正确应答的传送和排序的数据之类的可靠数据传送能力。

可靠多路广播的算法与可靠单一广播的算法存在着许多不同的地方。程序设计员不应该简单地执行 TCP 使用的数据版本。在接收方同时发送多个命令正确应答信息到发送方时，这样做将导致闭塞问题。实施一个可靠多路广播传输是一种挑战。

一些商业用可靠多路广播设备可以用于诸如多路广播文件传输之类的应用程序。一些算法已经存在并且还有一些正被推荐可能成为 IETF 的标准。

改编单一广播数据应用程序使之实现多路广播

改编单一广播数据应用程序使之实现多路广播需要考虑应用程序使用的数据分配类型、应用程序在主机到主机的通信中扮演的角色以及它的操作特性。

表 14.2 总结了改编的最小要求并且对一个应用程序需要什么作了说明。

表 14.2　改编的最小要求

应用程序作用的范围	需要作的修改
仅仅在本地子网上实现多路广播	发送到一个多路广播（D 类）地址并指定端口数
超越本地子网实现多路广播	将 IP 的 TTL 值设定成期望的范围并且发送话路地址和端口数
从一个多路广播地址接收数据	加入这个多路广播组并且绑定到一个指定的端口数

RFC 1112 描述了多路广播应用程序默认的行为，以及支持多路广播的主机 IP 设备需要的要求。

默认的行为

多路广播应用程序默认的行为包括：

- 在只有一个组的情况下，应用程序能够发送数据到这个多路广播组；
- 为了接收数据，应用程序必须是这个多路广播组的成员；
- 在只有一个本地接口的时候，应用程序加入一个组；
- 应用程序从一个本地接口发送待发的数据到一个多路广播地址；
- 应用程序发送待发的数据到一个 IP 的 TTL 值为 1 的多路广播地址；
- 应用程序发送和接收数据都是在同一个接口的一个多路广播地址上。

为了能够加入或离开多路广播组、改变 TTL 值、为多路广播传输和接收设置本地接口以及禁止输出的多路广播数据回送，一些应用程序接口允许应用程序改变其行为。

IP 多路广播扩展

RFC 1112 的作者 Steve Deering 还写了一篇描述 Berkeley Sockets 多路广播应用程序接口的文章。现在，Berkeley Sockets 多路广播应用程序接口已经成为事实上的标准多路广播应用程序接口。为其他网络平台设计的应用程序接口已经存在并且能够提供与 RFC 1112 描述的几乎相同的功能。

14.5　要切记的一些事情

多路广播允许许多功能强大、灵活的应用程序发送一个单独的数据流同时到达多个接收方。为了使网络上的应用程序的冲突最小，记住下面几个方面：

- 始终将范围限制到最小——设定 IP 的 TTL 值使之与到达组成员所需要的路由器的最大数目相匹配。这也可以通过在多路广播路由器上配置“阈值”来完成。
- 始终将带宽的使用减至最小——检查应用程序和接收方以及发送方需要的带宽。
- 始终调度使用情况——注意带宽的使用情况、当前的交通负载以及端口和地址的使用情况的管理。这种想法是为了避免与其他多路广播话路争用网络带宽。

在开发或改编多路广播应用程序时，请记住要将下列端口和地址考虑在内：

- 如果多路广播应用程序涉及到多路广播话路，多路广播目的地址和目的端口就变成了话路的标记符。
- 不要使用一个多路广播地址作为源地址。
- 任何多路广播应用程序能够发送数据到一个话路中不同的单一广播地址和端口数，或者从话路的这些地址和端口数接收数据。接收方通过源地址和端口数来标记任何数据的接收方。协议、本地地址、本地端口数、远端地址、远端端口数这五部分组成了标记在一个话路中从任何特定的发送方发送的信息流惟一的值。
- 选择多路广播地址和端口数时，以及在决定什么时候什么地方在网络上使用应用程序时要非常小心。任何两个或多个应用程序使用相同的话路参数将影响各自的信息流。
- 在 Mbone 上，尽管不是必须的，我们还是鼓励使用话路目录应用程序。话路目录应用程序信息和“广告”话路定位在 224.2.2.2、端口 4000 上。

很少情况下，具有一个或多个参数的 IP 多路广播地址的分配是合适的。这样的例子包括诸如话路目录应用程序和使用持续的媒体流的提供者之类的标准化应用程序。

第 15 章

标准多路广播应用程序接口

为了能够加入或离开多路广播组、改变 TTL 值、为多路广播传输和接收设置本地接口以及不允许输出的多路广播数据回送，一些应用程序接口允许应用程序改变它的行为。

这一章主要介绍：

- Berkeley Sockets 多路广播应用程序接口（Application Programming Interface，API）
- Windows Sockets 多路广播应用程序接口（Application Programming Interface，API）
- 为苹果公司的 Macintosh 设计的开放传输/TCP 多路广播应用程序接口（API）
- 应用程序接口（API）的限制

15.1　典型的应用程序接口

RFC 1112 描述了为了支持多路广播，主机设备需要具备什么条件。为了允许一个应用程序修改默认的行为，它推荐了一些支持多路广播的应用程序接口：

- 加入一个多路广播组；
- 离开一个多路广播组；
- 为了调整范围对一个多路广播数据的 IP TTL 值进行设定；
- 为多路广播传输和接收设定本地的接口；
- 禁止输出的多路广播数据回送。

Berkeley Sockets 多路广播应用程序接口

Berkeley Sockets 多路广播应用程序接口（API）是对现存的 Berkeley Sockets 应用程序接口的一个补充。这些应用程序接口允许程序员使用任何的网络协议组来创建网络应用程序。所有这些的多路广播应用程序接口都使用了 setsockopt（）网络接口参数的功能来初始化他们的行为。另外一些应用程序接口则使用 getsockopt（）网络接口参数来获取当前的设置（如表 15.1 所示）。

表 15.1　一些应用程序接口则使用 getsockopt（）网络接口参数来获取当前的设置

Set/getsockopt（）多路广播命令	多路广播命令说明
IP_MULTICAST_TTL	设定输出的多路广播数据的 IP TTL 值
IP_ADD_MEMBERSHIP	在一个指定的接口上加入一个多路广播组
IP_DROP_MEMBERSHIP	离开一个多路广播组（没有协议使用 IGMP v1 来初始化，这里使用的是 IOMP v2）
IP_MULTICAST_IF	为了用于多路广播发送而设置或获取一个默认的接口
IP_MULTICAST_LOOP	禁止输出的多路广播数据的回送

为了发送一个多路广播数据，需要在一个 sendto（）调用里面，从 224.0.0.0 到 224.0.0.255 的地址范围指定一个 IP 多路广播地址作为目的地址。所有的 IP 地址都是按照网络字节顺序通过的。

IP_MULTICAST_TTL

为了控制多路广播的范围，IP_MULTICAST_TTL 网络接口参数允许将随后的多路

广播数据的 TTL 设定成从 0 到 255 之间的任何一个值。例如：

```
u_char ttl;
setsockopt(sock, IPPROTO_IP, IP_MULTICAST_TTL, &ttl, sizeof(ttl))
```

为 IP 多路广播默认的 TTL 设置是 1。这将阻止数据被发送出一个单一的子网。一个 TTL 值为 0 的多路广播数据将不被发送到任何子网上，但是如果发送的主机属于目的端所在的组的时候，这个多路广播数据就可以在本地传送并且在发送的网络接口上对数据回送的限制也将不复存在。

如果有一个或多个多路广播路由器连接到第一个跃步(first-hop)的子网上，通过 TTL 值，主机就能够将多路广播的数据传送到远大于一个和多于一个的子网上。表 15.2 列出了限制一个 IP 多路广播数据传送到某个子网的范围的 TTL 值。

表 15.2　限制一个 IP 多路广播数据传送到某个子网的范围的 TTL 值

带有一个初始 TTL 值的多路广播数据	被限制的范围
0	限制到同一主机
1	限制到同一子网
32	限制到同一站点
64	限制到同一区域
128	限制到同一洲
255	无任何限制范围

每一个多路广播数据都是从一个单独的网络接口发送过来的，即便这个主机有多于一个的多路广播接口。当主机同时又是一个路由器并且 TTL 值大于 1 时，主机就能够发送一个多路广播到达除了原来的接口之外的接口。

IP_MULTICAST_IF

系统管理员通常在安装的时候为多路广播创建默认的接口。为了从一个给定的网络接口并发传送，一个网络接口参数能够忽略这个默认值。例如：

```
struct in_addr addr;
sesockopt(sock, IPPROTO, IP_MULTICAST_IP, &addr, sizeof(addr))
```

在这里，addr 是希望输出接口的本地 IP 地址。可以使用一个 INADDR_ANY 地址来回复到默认的接口。

IP_MULTICAST_LOOP

当组的一个主机发送一个多路广播数据到输出接口时，默认的 IP 层将为本地传送回送一份数据的拷贝。IP_MULTICAST_LOOP 网络接口参数为发送方提供了一个是否让 IP 层回送并发的数据非常便利的控制。例如：

```
u_char loop;
sesockopt(sock, IPPROTO, IP_MULTICAST_LOOP, &loop, sizeof(loop))
```

将 loop 设置为 0 就是禁止回送，设置为 1 就是允许回送。

IP_ADD_MEMBERSHIP

为了能够接收 IP 多路广播数据，一个主机必须成为一个或多个 IP 多路广播组成员。一个程序能够通过使用 IP_ADD_MEMBERSHIP 网络接口参数向主机提出申请加入一个多路广播组。例如：

```
struct ip_mreq mreq;
setsockopt(sock, IPPROTO_IP, IP_ADD_MEMBERSHIP, &mreq, sizeof(mreq));
```

在这个例子中 mreq 代表如下结构：

```
struct ip_mreq
    {
     struct in_addr imr_multiaddr; /* multicast group to join */
     struct in_addr imr_interface; /* interface to join on */
    }
```

一个组的成员是与一个单一的接口相联系的。一个主机能够在不止一个接口上加入相同的组。为了选择默认的多路广播接口，要将 imr_interface 设置为 INADDR_ANY。为了选择主机其中的一个本地地址，要将 imr_interface 设置为特定的多路广播接口。

主机需要使用 IP_ADD_MEMBERSHIP 来接收任何指定到一个特定的多路广播组目的地址的数据。正如 RFC 1112 所定义的，这个网络接口参数导致下面的 IP 协议堆叠起来发布一个 IGMP 主机成员报告来通知组成员的本地路由器。

IP_DROP_MEMBERSHIP

为了撤消一个成员资格，使用：

```
struct ip_mreq mreq;
setsockopt(sock, IPPROTO_IP, IP_DROP_MEMBERSHIP, &mreq, sizeof(mreq));
```

在这个命令里面，mreq 包含了与在 IP_ADD_MEMBERSHIP 命令里面相同的值。

其他的应用程序接口

在 Internet 的草案 RFC 里面描述了一些为 SunOS/BSD:v4.0 操作系统设计的 RSVP 应用程序接口里面包含了一组应用程序接口。

15.2　可靠多路广播协议应用程序接口

可靠多路广播协议（Reliable Multicast Protocol，RMP）是为具有重要的服务需要的实时、协作环境而开发的。可靠多路广播协议是一个基于事件的系统，它提供到应用程序的虚拟同步。

可靠多路广播协议应用程序接口是一个非常灵活的外壳，它允许应用程序以各种各样的方式应用可靠多路广播协议。可靠多路广播协议几乎为所有类型的情况定义了各种控制功能。可靠多路广播协议不是必须为网络提供一个一般的开放接口。

可靠多路广播协议错误侦测

可靠多路广播协议通过从一个站点进行应答检查来侦测错误。如果他们可能无限期

地阻塞的话，将不会使用阻塞调用。当一个应用程序发生阻塞的时候，使用 RMP 有两种选择：

- 将 RMP 放在自身的线程里面（Solaris，Win32 等系统）；
- 将 RMP 放在自身的程序里面并且使用 IPC 用于与应用程序的通信。

RMP 返回和接受的所有的值都是按照主机字节顺序排列的。

类型和对象

可靠多路广播应用程序接口指定了一些如下例子所示的类型和对象。可靠多路广播应用程序接口还提供了一套控制方法用于将 RMP 操作集成到一个应用程序的控制机制里面。要获取更详细的信息，请参考可靠多路广播应用程序接口。

可靠多路广播应用程序接口类型和对象

类

RMP	RMP 控制对象。它包含了其他对象。
RMPGroup	这个对象包括：IP 多路广播地址/端口、RMP 组名、RMP 协议操作。
RMPEvent	对异步事件应用程序的标志信息。

变量类型和结构

n_long	32 位无符号整数型
n_short	16 位无符号整数型
n_char	8 位无符号字符型
RMP_BOOL	整数型(计算类型：RMP_TURE(1)，RMP_FALSE(0)，RMP_ERROR(-1))
RMP_SOCKET	整数型(UNIX)或 SOCKET(WIN32) UNIX：文件描述符 WIN32：SOCKET 句柄
RMPSource	长整数型，IP 地址
RMPPort	短整数型，UDP 端口
RMPEventType	整数型
RMPCallbackproc	(void (*) (RMPEvent *))
RMPCCallbackproc	(void (*) (RMPEvent *))
RMPTimerProc	(void (*) (void *))
RMPTimerID	整数型

```
Struct  RMPProcID                    RMP 进程 ID 类型
    Definition:
      struct RMPGroupID
          {
             RMPSource ip_addr;
             RMPPort udp_port;
          }

Struct  RMPGroupID                              RMP 组 ID 类型
    Definition:
      struct  RMPGroupID
          {
             RMPSource imp_addr;
```

```
            RMPPort imp_port;
            Char groupnam[256];
        }

struct    RMPopts                    RMP 包裹类型
    Definition;
      struct RMPopts
        {
            n_long auth_SPI;
            n_long sec_SPI;
            n_long auth_datasz;
            n_long sec_datasz;
            RMPSACallbackProc proc;
        }

struct    Timeval
        {
            long tv_sec;     /* seconds since Jan. 1, 1970 */
            long sec_SPI;  /* and microseconds */
        }
```

15.3　应用程序接口的限制

对 IP 多路广播应用程序接口的定义非常完善。事实上，在 RFC 1112 里面定义的应用程序接口都支持 IGMP。除此之外，目前的 TCP/IP 堆栈支持多路广播。

Internet 上的多路广播依靠的是目前正在使用的多路广播路由协议。但是，这些协议没有影响多路广播应用程序接口或主机设备。例如，目前没有应用程序接口可以用于多路广播应用程序：

- 检查其他多路广播路由器和主机的能力。
- 发现到达多路广播主机的路径以及关于这些路径的信息。
- 揭示有多少和哪些主机目前正在接收多路广播交通。

为了跟踪组成员之间的统计表，需要补充一个诸如实时控制协议（RTCP）之类的应用程序协议。

第三部分

IP 多路广播
的实际应用

第 16 章

主要的 IP 多路广播参与者

这一章列出了到 1998 年夏天为止的主要 IP 多路广播参与者。这些参与者被分成不同的组，他们包括：Internet 服务提供商（ISP）、供应商、卫星提供商和厂商。

随着应用程序开始支持这种单对多的广播技术，并且看起来它被广泛采用也只是时间的问题。作为一种通信媒体，他们将如何改变整个 Internet？这一章将简单讨论这些 Internet 服务提供商（ISP）、供应商、卫星提供商和厂商如何利用 IP 多路广播来改进他们的商业服务。

16.1 Internet 服务提供商

在 1997 年的时候，有几家 Internet 服务提供商（ISP）发起了基于 IP 多路广播，但又设计适用于更多的传送选项和更高性能的主机和传输服务。

UUNet 技术公司引入了声音和视频的集成服务，为公司提供了分发实时的或存储的多媒体文件到广大听众的能力。UUCast 多路广播和单一广播集成多媒体的能力已经在美国本土实现了。它是基于微软公司的 NetShow2.1 版软件。要获取 UUNET 更多的信息，请参看本章的后面部分。

基本上是同一时期，MCI 通信公司为 Internet 服务发起了质量计数活动，它能够让客户在 Internet 上看到实时交通数据流。

许多但并不是所有的 Internet 服务提供商提供 IP 多路广播服务。为了能够应用 IP 多路广播于商业或者想要进一步了解这项技术，确认你的 ISP 能够提供多路广播服务。下面的 Internet 服务提供商在最初进行研究并提供多路广播服务的成员。我们预计，随着这项技术走向成熟并迅速得到认可，将会有越来越多的 ISP 能够提供多路广播服务。这一章不是一个主要 IP 多路广播参与者的更新列表，而是对不同组织提供 IP 多路广播以及他们提供的多路广播服务的水平的一个参考。

MCI 通信公司

MCI 通信公司既提供专门的 Internet 服务路径又提供拨号上网服务路径。专门的路径是通过占有 LEC/CAP（本地交换通信公司或竞争性的访问提供者——如 MFS、Teleport、MCI 和 Metro 等等）的一个本地设备并且使用它连接到 MCI 的 POP。然后 POP 连接这个设备的带宽到 MCI 的基本 IP 平台（Basic IP Platform，BIPP）Internet 网络。这个带宽只能被这个本地设备使用，不能被其他的客户重复使用。

拨号上网服务路径是通过使用 28.8Kbps 的终端服务器来完成的。目前已经在 300 个城市实现了本地的拨号上网。

查看拨号连接速度，请浏览 MCI 的主页：http://www.mci.com。

MCI 提供了一种 T1（1.544Mbps）设备连接到 MCI 的 Internet 服务。T1 是由在连接到 MCI 里面特定带宽的一个帧中继 PVC 来分配的。通过使用这个带宽，MCI 能够从应用程序携带 IP 包裹并且连接到 Internet 主干。

除了以上这些方式之外，MCI 还提供了包括 ISDN 和 56K modem 拨号上网在内的 IP 多路广播服务。1997 年 8 月，MCI 引入的增强多路广播业务——Real Broadcast 网络使

得在 Web 上能够广泛地使用声音和视频。

在 1998 年 4 月的 COMDEX 大会上，MCI 通信公司总裁 Bert Roberts 说："如果你发现需要对你的客户进行如何使用你的产品和业务的教育的话，制作并发送一个 30 分钟的影象要比发送一个使用信息手册强得多"。他还强调，MCI 的多路广播业务允许你发送这样的一个视频信息或者其他任何信息到一个"满是观众的虚拟讲台"。

MCI 的 Real Broadcast 网络

Real Broadcast 网络是一个多路广播与单一广播合一的网络。它用于来自 MCI 和 Real Broadcast 网络的大量数据传送，它使得 Internet 象"一个真实的集中广播媒体"成为可能。Real Broadcast 网络的支持者包括大多数旧的媒体参与者：ABC NEWS、Atlantic Records、ESPN 和其他渴望通过网络广播声音和视频的公司。MCI 公司声称：Real Broadcast 网络能够同时为 50000 个用户提供服务并且通过实况和点播的广播使每天的听众数量达到 1000 万至 1500 万左右。

MCI 的 HyperStream ATM

基于 IP 多路广播的 MCI 的超流体 ATM 网络能够在一个单一的网络上同时传送语音、数据和视频信息。这些应用程序包括了协作式计算、高带宽主干网络、实时仿真和分析、高质量的语音、研究可视化、本地局域网速率网络互联或者任何需要 DSI(1.5Mbps)或更高传输速率的带宽密集式应用程序。MCI 还提供了其他的超流体业务，包括超流体 SMDS 和超流体帧中继。

了解关于 MCI 的 IP 多路广播服务信息，请浏览其主页：
http://www.mci.com/aboutus/products/glossary /business/。

GTE BBN 卫星公司

BBN 公司是美国最大的 Internet 服务提供商之一。从 1996 年开始 BBN 公司就开始测试基于 RSVP 技术的网络。BBN 与全球广播网络(Worldwide Broadcast Network，WBN)一起创建了一个样本网络——一家媒体公司，它使用 BBN 的 RSVP 样本网络 ProVision 来传送多媒体程序到主要的公司和商业机构。

BBN 的样本网络提供了所需的带宽，通过使用 Cisco IOS 软件包含的诸如 RSVP、IP 多路广播和快速排序之类的多媒体特性来分配和保留带宽，用于在 Internet 上广播 WBN 的特定内容到桌面。正如第十三章所讨论的，RSVP 允许网络将带宽优先分配给对延迟非常敏感的声音和视频信息流。IP 多路广播通过允许许多目的端的客户共享一个单一的源数据流使数据从一个发送方传输到许多接收方的效率大大得到提高。今天，BBN 作为 GTE Internet 网络的一部分，正负责在它的基础设施里利用 RSVP 并作为一种服务提供给客户。

要获取更多关于 GTE/BBN 提供的 IP 多路广播/RSVP 业务的信息，请给以下的地址发送 E-MAIL 信息：*rblatt@bbnplanet.com*。

Mbone 仍然在实验中，并且不是所有的 ISP 或者是 GTE 的所有 Internet 站点都支持它。要获取更多的信息，请给以下的地址发送 E-MAIL 信息：net-info@bbnplanet.com。

图 16.1 显示了 GTE 的美国光纤分布图，代表了 GTE 公司的 Internet 网络的 IP 主干发展方向和增长计划。最终将形成长达 15000 公里的光纤分布。GTE 计划使用它在全美范围内提供 Internet 服务。网络和客户的迁移是无缝的，并且一旦完成，将提供给 GTE 公司一个从未有过的大小和容量的光纤（OC192）网络，甚至可以升级到更高的速度。

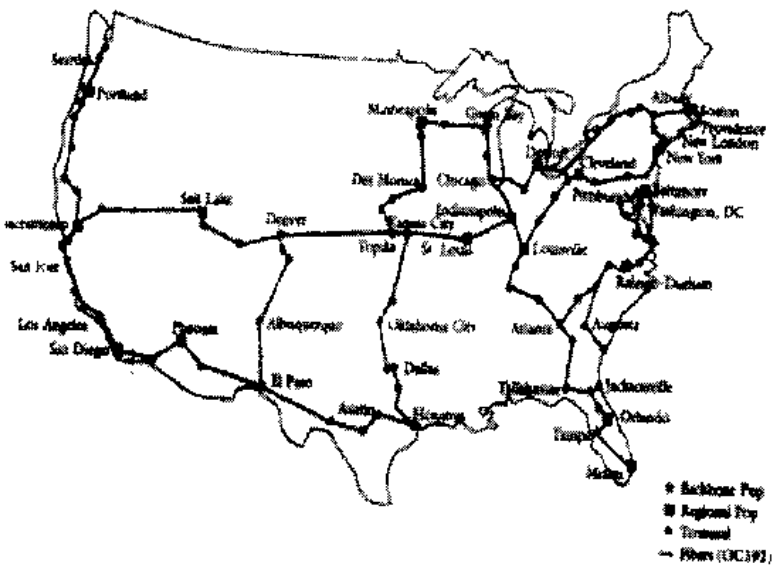


图 16.1　GTE 的美国光纤分布图

UUNet 技术公司

UUNet 技术公司通过微软的 NetShow 提供了对媒体流服务的支持。它包括了三种不同的 NetShow 服务。

UUNet 技术公司的共享式单一广播 NetShow 服务

采用共享式单一广播 NetShow 服务，UUNET 将多个客户放置在同一个 NetShow 服务器上。服务器只提供单一广播服务并且是通过他们目前在弗吉尼亚州的 Tyson`s Corner 的公共 Web 网络来传送 ASF 流的。这个服务器不是一个 Web 服务器，它不能发布 Web 内容、数据库、CGI 或 ISAPI 应用程序。

NetShow 发布的端点、别名、用户目录和 FTP 帐号信息是由 UUNet 的 NT Web 工程师来管理的。服务器的配置非常象目前的 NT Web 服务器，包括了硬件、操作系统、FTP 服务器、用户帐号、用户目录、磁盘分区等等。使用 UUNet 技术公司的共享式单一广播 NetShow 服务需要支付一个基本的启动费用。

UUNet 技术公司的指定单一广播 NetShow 服务

采用指定单一广播 NetShow 服务，NetShow 软件是放置在指定的服务器上的。NetShow 服务器软件只提供单一广播服务并且是通过他们目前在弗吉尼亚州的 Tyson`s

Corner 的公共 Web 网络来传送 ASF 流的。

在 NetShow 的客户发布端，UUNet 的 NT Web 工程师配置登录配置和安全措施。UUNet 的工程师还对客户的用户帐号进行配置，使他们成为定位到这台机器的 NetShow 管理组成员。这个组不是机器上局部管理组的一部分并且不具有超出 NetShow 单一广播服务的管理权限。

一旦对 NetShow 服务器软件进行了配置之后，指定的客户使用 NetShow 系统管理员的一份专用的拷贝来管理服务器的单一广播流。而 NetShow 系统管理员的软件则放置在客户的远端并且是通过 TCP/IP 来连接到 NetShow 服务器软件上的。

同样，使用 UUNet 技术公司的指定单一广播 NetShow 服务需要支付一个基本的启动费用。NetShow 的运行记录将被用于对客户单一广播流所使用的带宽进行计费。指定单一广播 NetShow 服务还会对客户的用户目录里的高级流格式（Advanced Streaming Format，ASF）的内容所占用的任何磁盘空间进行相应的计费。

UUNet 技术公司的 Flex 多路广播 NetShow 服务

UUNet 技术公司的多路广播 NetShow 服务允许一个“Flex”客户使用 UUNet 当前的 UUCast 服务协议来购买多路广播流（还要指定一个多路广播 IP 地址）。一个多路广播网络接口将被添加到 Flex 服务器并使用 UUCast 指定的 IP 地址。具有多路广播能力的 Flex 服务器是通过 UUNet 的多路广播路由器连接出去的。

@HOME 网络公司

@HOME 网络公司使用电缆电视设备和 IP 多路广播为传送高速信息业务提供了一个集中式的系统。它以更高的速率和比以前更高级的服务将 Internet 带入了家庭和商业机构，并且为他们提供了一种独一无二的在线多媒体的体验。@HOME 网络公司不是使用简单的线缆调制解调器连接到不堪负载的 Internet 网络。它使用了先进的网络技术使得连接的速率比传统的电话调制解调器要快上百倍。

除此之外，@HOME 网络公司提供了一个更高级的网络管理和用户支持，这是由多媒体内容裁减到网络的高带宽能力来补充的。因为它是通过电视电缆连接到 PC 的，它连接到 Internet 的速度比一个标准的 28.8Kbps 的拨号调制解调器快将近 100 倍，比一根 ISDN 专线快 15 倍。这项技术可可以与宽带技术相媲美的。

16.2　供　应　商

下面列出的提供 IP 多路广播服务的供应商并不完整，它只是在研究初期的一些 IP 多路广播的供应者。

星团（Stardust）论坛：IP 多路广播发起者的管理者

星团（Stardust）论坛是新的 Internet 技术的率先提供者，也是 IPMI 的领导者。它

是加速 IP 多路广播（一个 IETF 标准）被采用的一个国际的、多厂商的论坛。通过教育和市场的作用，IPMI 正在刺激对 IP 多路广播产品和相关服务的需要。IPMI 是星团（Stardust）论坛的一个分支。

这个公司创建和管理着这个多厂商的论坛，为高级网络工程师提供教育和丰富的信息资源。它创建于 1995 年、总部设在加利福尼亚州的 Campbell。

上百家公司和成千上万的软件和硬件工程师利用星团（Stardust）论坛的资源来进行进一步的研究。

要获取关于星团（Stardust）论坛更多的信息，请访问 IPMI 的 Web 站点。网址如下：
http://ipmulticast.com

NOVELL 公司

作为开放 Internet 标准的许诺的一部分，NOVELL 公司从 1997 年开始宣布支持 IP 多路广播标准。NOVELL 公司的 NetWare3.1x 和 4.x 以及 InternetWare 网络操作平台都开始包括了对 IP 多路广播的支持。

NOVELL 公司早就知道，通过为 Internet 应用程序、声音和视频会议以及“推”技术提供一个高效的单对多的解决方案，IP 多路广播技术有助于保存带宽。通过更改它的 TCP/IP 堆栈来支持 IP 多路广播（也可以通过从 Internet 网络下载），软件开发者对为 NOVELL 网络编写的多路广播应用程序能够与其他 IP 多路广播应用程序相互合作充满信心。

从 1997 年早期开始，NOVELL 公司就成为了 IPMI 的一个执行成员。为了确保 IP 多路广播的交互操作性和兼容性，它与其他 50 多家支持 IPMI 的公司一同努力工作。这样，NOVELL 公司对 IP 多路广播的支持帮助了许多行业，尤其是代销商。它为已经使用 NOVELL 操作系统的网络提供了基于标准的解决方案。

到本书这一部分完成时为止，NOVELL 公司对 IP 多路广播的解决方案可以从它的 Web 站点http://www.support.novell.com上免费下载 TCPN03.EXE 得到。TCPN03.EXE 文件是一个运行在 NetWare3.1x 和 4.x 以及 InternetWare 网络操作平台上的 NLM 文件。我们建议你在下载前浏览这个 Web 站点的更新信息。

3Com：信息总线发布/预定模式

3Com 公司知道将所有的公司通信集中在尽量少的网络甚至是一个网络上的潜在的巨额经济利润。公司还知道实施这个方法的一个挑战就是传统的数据网络的设计是只提供一个“最佳工作”（best effort）的传送服务给每一个应用程序。但是，如果数据网络想要保护他们的关键性商业应用程序并为终端用户提供所需的等级服务，现存的“最佳工作”传送服务必须马上增加不同等级的网络服务。

因此，3Com 公司已经为通过企业数据网络传送基于一些技术性的终端到终端的不同等级服务设置了一些策略。这些技术包括动态和静态的资源保留。

静态资源保留

这是 3Com 公司为传送不同等级服务而使用的一项技术。它在静态（永久性的直到手工修改后才发生变化）的基础上保存网络的容量。采用静态资源保留技术，为某一特定的交通流类型保留的容量必须大到能够满足所有这个类型的交通流的要求，否则，一些交通流就会周期性地遭受拥塞并且会随后产生延迟或/和包裹丢失。静态资源保留技术可以应用于广域网和局域网环境来提供对服务等级的支持。

在广域网环境下的静态资源保留

在广域网环境下，某些关键性商业应用程序和对延迟敏感的应用程序要求广域网带宽的一部分来确保他们的操作。通过配置一个“协议保留”，网络管理员能够确保在广域网接口上的一部分带宽被保留用于一个特定的协议、应用程序或用户。如果象这样的交通流的数量低于保留的数量，其他的应用程序就可以使用剩下的带宽。3Com 的 NETBuilder II路由器家族已经支持这种能力了。

在局域网环境下的静态资源保留

在局域网环境下，3Com 的 CoreBuilder 3500 第三层交换机通过为一个特定的交通流分类（协议、应用程序、用户等等）提供资源保留来支持静态资源保留。如果象这样的交通流的数量低于保留的数量，其他的应用程序就可以使用剩下的带宽。

除了它的静态资源保留特性之外，CoreBuilder 3500 第三层交换机通过提供速率限制控制来支持服务等级协议。速率限制允许为一个给定的交通流类型保留最大数量的带宽。交换机可以延迟或抛弃不遵从预先设定的限制的交通流。

动态资源保留

动态资源保留在理论上很吸引人，但是很难实现。它通过动态（无须手工介入）地分配带宽并且控制一大堆精确描述应用程序性能要求的网络参数（最大传输速率、平均传输速率、最大抖动、最大终端到终端延迟等等），以保证一个网络话路的应答时间和服务等级。与相对简单地先将所有的流进行分类，再从分类的交通流中挑选一些需要优先的类别不同的是，动态资源保留为每一个交通流设定一个惟一的优先级参数来确保带宽的动态分配。

这种方法需要使用一个诸如 RSVP 之类的信号协议。这个协议允许一个应用程序为确保一个特定流量的性能而精确地保留一定数量的带宽。3Com 希望在它的 CoreBuilder 3500 交换机和 NETBuilder II路由器产品中加入 RSVP 协议来支持动态资源保留。

一个被 IETF 认可的、适合在企业网络广泛应用的 RSVP 协议的出台需要大约几年的时间。除了 RSVP 信号协议之外，在将动态资源保留应用于网络产品之前，厂商还需要实现一些支持第三层交换机和路由器的软件特性。

尽管如此，RSVP 还是可以分阶段地进入一个企业网络，允许每一个组织以自己的速度迁移和引入对它的支持。三个阶段中的每一个阶段从桌面到路由器最终到第二层交换机都是对动态资源保留能力一个实质性的提高。

朗讯科技公司的 e-cast 可靠多路广播软件

朗讯科技公司设计、创建和传送了一个范围很广的公共和专用网络、通信系统和软件、客户和商业电话系统以及微电子技术单元。Bell 实验室是朗讯科技公司开发和研究的重要力量。

要了解朗讯科技公司的更多信息，请访问总部设在 Murray Hill，N.J.的主页：
http://www.lucent.com

从 1997 年春天开始，朗讯科技公司引入了能够帮助提高可靠性和效率的软件。这些软件通过 Web 对新闻、软件、视频文件、企业广播和并发数据库进行分发。

目前，朗讯科技公司的基于一个创新的 Internet 协议设计，由 Bell 实验室的研究员 Sanjoy Paul 和 Krishan Sabnani 开发的 e-cast 可靠多路广播软件已经开始实施。这个软件被称为可靠多路广播传输协议（Reliable Multicast Transport Protocol，RMTP），通过管理一个多路广播话路的组成员并确认组里面的每一个接收方能够接收到从发送方多路广播过来的文件的一份拷贝，这个软件大大扩展了 IP 多路广播的能力。使用 e-cast 可靠多路广播软件，文件能够被同时发送到全球任何地方的成千上万的接收方。

这个软件可以用于包括卫星网络在内的任何类型的网络，并且可以与已经存在的应用程序一起使用或者作为已有软件解决方案的一部分。e-cast RMFTP 也集成了可靠地“推”动数据内容到多个接收方以及从网络服务器“拖”数据出来的能力。一般来说，数据的分发不是完全的推或拖，而是一种混合的方式。

e-cast RMFTP 通过管理一个多路广播话路的组成员并确认组里面的每一个接收方能够接收到从发送方多路广播过来的文件的一份拷贝来扩展 IP 多路广播的能力。

朗讯科技公司知道 Internet 的用户人口特别是在企业网络里面，需要一种同时多路广播到许多用户的方法。e-cast 正是对这种需要周期性地快速、高效发送大文件的地理分发商业的一个应答。使用朗讯的 e-cast 产品，商业机构能够发送非常大的文件到一个不受人数限制的分支机构、零售网点、推销商和客户。随着 IP 多路广播在 Internet 上得到越来越多的应用，e-cast RMFTP 将被应用到许多不同类型的高效、智能的“推”技术应用程序。使用象 e-cast 这样的多路广播技术是帮助减少 Internet 上的拥塞现象的一种切实可行的方法。

数据搜寻分析家 Allen Weiner 就曾经说过，IP 多路广播通过诸如 e-cast 之类的软件为用户提供服务，其业务将像电缆工业一样地逐渐增长。Internet 服务供应商需要为大规模的多路广播组提供路由器的多路广播能力，并且可靠多路广播将成为在 Internet 上传输的优先选择的方法。

e-cast RMFTP 能够驻留在桌面用户或网络服务器上，它能够运行在 Windows 95、Windows NT 或者是 Solaris 操作系统上。

e-cast RMFTP 的升级版本的拷贝以及关于这个协议和产品的附加技术信息能够从 http://www.bell-labs.com/e-cast 下载。

微软的 NetShow

虽然传统的 HTTP 发布对大多数内容的传输需要来说已经足够，但是在某些情况下仍然需要一种不同的传输机制。微软公司提供了一个开放的、可扩展的信息传输结构。它使得微软 Internet Explorer4.0(IE4)的用户能够将它与市场现存的“推”技术产品集成到一起。

多路广播的环球网广播（Webcasting）

IE4 的客户端软件内建的微软环球网广播（Webcasting）结构为第三方的客户端应用程序提供结构的接口。第三方的客户端应用程序可以采用新的 URL 传输协议或者为通信通道提供了可供选择的传输机制。为了支持多路广播或者“真正的推”技术，微软在 IE4 中利用了这个可扩展的结构。通过利用特殊的网络硬件，多路广播协议能够为整个企业网络提供高效率的广播。也正是因为微软采用这个可扩展的结构，在 IE4 中的 NetShow 网络多媒体软件单元能够接收通过象这样的一个协议广播的内容。再就是，在最近的一次合作中，NetShow 将集成 StarBurst 通信公司的可靠单对多 MFTP 技术。随着这些技术在 IE4 中的集成，各个组织就能够利用 IP 多路广播对带宽利用的高效来为他们的 Intranet 或 Internet 用户提供可靠的内容传输。

微软之所以决定在 Internet 上引入这种新的内容传输模式，是因为它意识到传统的 Web 浏览方式对用户来说存在一些问题：

- 因为 Web 站点数量的无限性，用户很难找到他们感兴趣的信息。
- 一旦用户已经发现了相关信息或站点，它很难自动跟踪和监控这些站点的变化。相反，用户需要花费较多的时间浏览一小部分的站点来检查更新的信息。
- Internet 上丰富的内容迅速增长，使得以低速连接浏览 Web 站点成为一种非常慢的、痛苦的体验。

为了解决这些难题，环球网广播为每个用户提供自动传送和断开的能力。这也是被大多数 Web 站点所采用的。这种内容传输的“推”模式已经掀起了一个新技术的浪潮，它是一场关于在 Internet 上用户怎样接收信息的革命。

作为这个新技术浪潮的领头羊，微软的 IE4 为制作“推”的内容，为家庭和企业传输解决方案以及引入一个已经完善的开放的标准到当前被分割的市场提供了所需的技术。

环球网广播被设计用于两种不同类型的客户：经常离线的拨号上网或膝上型电脑用户（比如家庭或移动的用户）和经常在线的基于局域网的企业用户。环球网广播（Webcasting）通过将内容传输用于更快的离线浏览来提高拨号上网的网上体验。这样，不需要计算机连接到 Internet 并且不受调制解调器带宽的限制，用户就能够浏览到信息。对基于局域网的企业用户，环球网广播不需要真正下载这些内容，而是通过在信息可用时通知每一个用户来对所需信息进行个性化的更新。

微软 IE4 的环球网广播被分成三种基本的方式：基本环球网广播、被管理的环球网广播和“真正”的环球网广播。

微软 IE4 的环球网广播是一种完全开放的、可扩展的解决方案。它能够与任何 HTTP 服务器或代理服务器、任何 HTML 的 Web 站点和任何 Web 的制作工具一起工作，并且它的规模能够扩展到一个多路广播的“推”解决方案。环球网广播允许“推”动任何现存的 Web 站点而不需要对这个站点进行任何再制作或修改。这种“推”，或者干脆说“快速地拉”的行为是在一个计划表的基础上通过浏览这个站点来完成的。内容的制作者能够通过制作一个“频道”（通过创建一个文件对这个站点的内容进行索引来实现）来对这个 Web 站点进行优化和个性化的处理。这个文件使用的是一个开放的、推荐的文件格式——频道定义格式（Channel Definition Format，CDF）。它将完成 Internet 上的结构化内容的索引和“推”。

希望在局域网环境获得高带宽性能的企业用户能够通过高效带宽多路广播协议实现真正的“推”传送。这种可扩展的方法允许企业用户选择适合他们需要的投资水平。因为微软的环球网广播解决方案不需要新的服务器的投资，所以企业可以节约不少资金。

在开放的 CDF 文件格式的基础上，微软的可扩展环球网广播结构提供了一种统一各种各样“推”服务的方法，并且保证了来自不同的第三方厂商的客户端软件、服务器端软件、工具和网络协议。

Cisco/Precept 软件公司的 IP/TV

在 1998 年春天，Cisco 兼并了 IP/TV 的父公司——Precept 软件公司。后者成立于 1995 年，是一家为各个企业开发和销售基于标准的网络视频应用程序的公司。Precept 软件公司的方案包括了带宽高效网络技术，它使用 IP 多路广播和一些新的标准通信协议，同时伴随 PC 机日益增长的威力来创建新一代的网络多媒体应用程序。

IP/TV 是一个威力强大的客户端-服务器应用软件。它能够通过计算机网络将电视质量的电影节目传送到桌面。它将视频流技术与应用程序和整个企业所需的管理特性结合在一起。

如图 16.2 所示，IP/TV 为包括员工培训、企业通信、远程教学和商业电视等商业通信内容传送到桌面提供了一种快捷、高效的方法。IP/TV 通过现有的局域网、广域网和 Internet 环境将实时的数字视频多路广播到 PC 桌面。这使得基于流的网络多媒体能够负担而且易于控制。利用价格低廉的 Windows 操作系统（Win311、Win95 和 Windows NT），IP/TV 通过现存的 IP 数据网络而不需要特定的视频电缆、监视器或影象观看室就能够传送极富动感的电影信息到 PC 机的桌面。因为实时的节目能够直接在桌面上看到，IP/TV 就能够减少诸如录象带复制和分发、卫星传输、大量的旅行时间和重复的训练教程之类的企业通信的负担。作为一个集中式的、纯软件方式的客户端/服务器解决方案，IP/TV 不需要附加或升级昂贵的硬件设施，这样就大大减少了利用这个软件所需的花费。因为 IP/TV 完全符合 IETF 标准，而且与其他系统的互操作性很强。用户能够通过专用的 Intranet 网络或者公共的 Internet Mbone 广播进行快速方便的连接。

为了传送高性能的多媒体流，IP/TV 在建立时就集成了 Precept 采用的标准 RTP 工具。网络的带宽是通过使用 IP 多路广播来保留的。IP 多路广播是一种高效、可扩展的传输方法，它不必通过占用过多的网络带宽或牺牲传送的质量就能够让任何数目的客户接收到数据流。如图 16.3 所示，IP/TV 还允许选择各种各样的压缩-解压缩（codec）方式通过特殊的应用程序和可用的网络带宽来确保图像的质量。

图 16.3　IP/TV 还允许选择各种各样的压缩或解压缩（codec）方式通过特殊的应用程序和可用的网络带宽来确保图像的质量

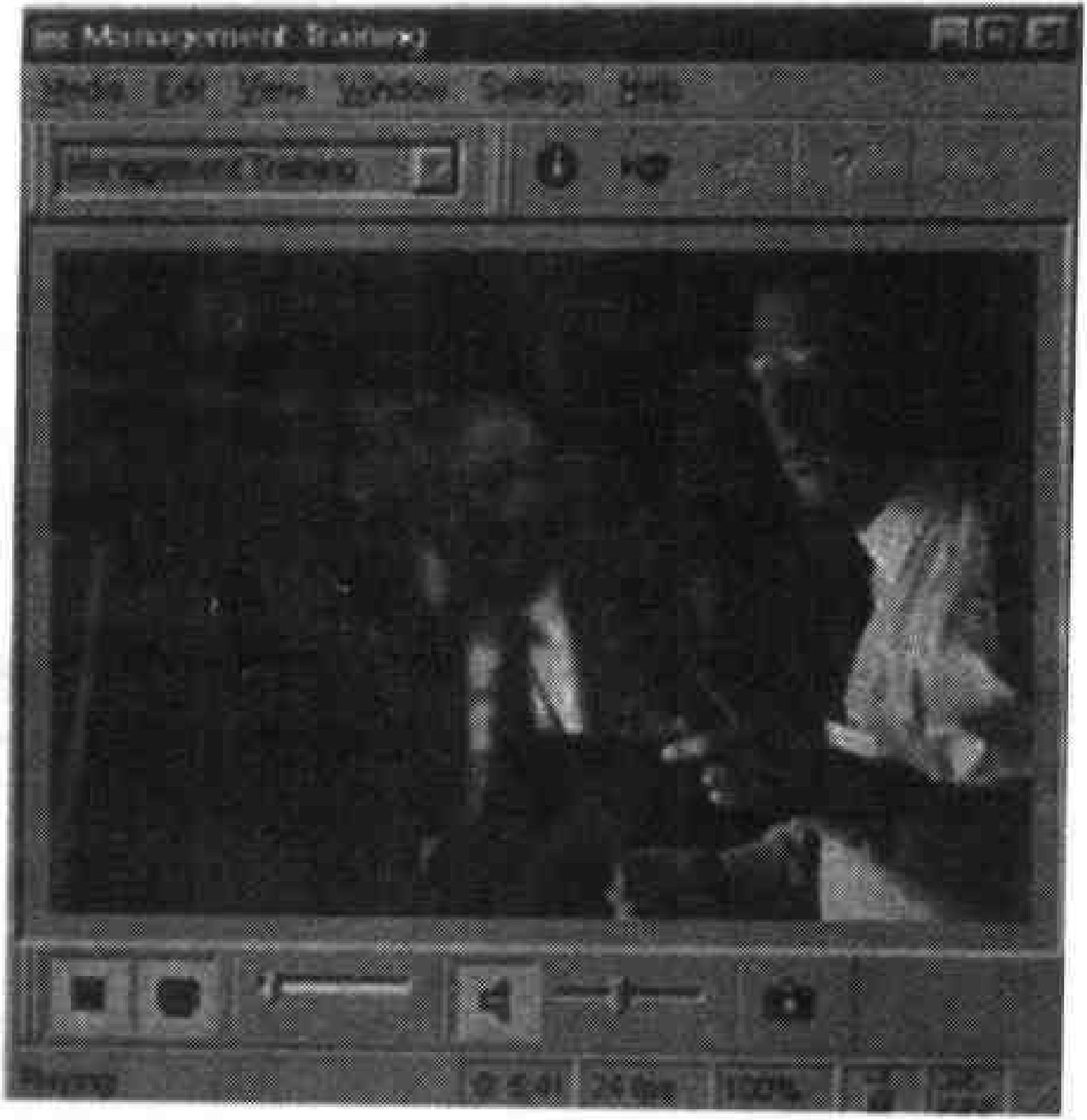


图 16.2　IP/TV

图 16.2　IP/TV

为了传送高性能的多媒体流，IP/TV 在建立时就集成了 Precept 采用的标准 RTP 工具。网络的带宽是通过使用 IP 多路广播来保留的。IP 多路广播是一种高效、可扩展的传输方法，它不必通过占用过多的网络带宽或牺牲传送的质量就能够让任何数目的客户接收到数据流。如图 16.3 所示，IP/TV 还允许选择各种各样的压缩-解压缩（codec）方式通过特殊的应用程序和可用的网络带宽来确保图像的质量。

图 16.3　IP/TV 还允许选择各种各样的压缩或解压缩（codec）方式通过特殊的应用程序和可用的网络带宽来确保图像的质量

IP/TV 的节目指南

如图 16.4 所示，节目指南是用于整体的管理和 IP/TV 应用程序的开始，它能够运行在任何基于 NT 或 UNIX 操作系统的 Web 服务器上。它能够方便、快捷地对视频片段进行编排并且能够自动将视频片段的信息传输到 IP/TV 的观察器和服务器所在之处。它还提供了一些参数用于管理在网络上允许的声音/视频流的数量。在 IP/TV 节目指南里面储存的信息包括：节目名称、开始时间、重复显示时间、编码结构和一些可选项，如密码和对单个节目内容的简单介绍等等。节目指南精细的重复能力使得这种近似视频点播（Near Video on Demand，NVOD）的编排变得更容易。

IP/TV 的观察器

IP/TV 的观察器与 IP/TV 节目指南进行通信，获取 Intranet 或者 Mbone 广播里面可用的节目编排列表，这样更象一个打印的电视节目表。使用观察器，用户能够从列表中选出一个特定的节目。然后，观察器就播放所选节目的具体内容（如图 16.5 所示）。

无须增加带宽就能够通过观察器在本地将视频窗口扩大到整个屏幕。IP/TV 自动为每一个节目选择适当的声音和视频多媒体数字信号编解码器。IP/TV 的观察器还能够提供观看任何给定的节目或频道的说明、设置同步选项并且包括对音量、低音、明暗度、将帧捕捉到剪贴板上以及帧大小的控制等等。位于桌面的接收质量指示器能够帮助发现潜在的性能危机。状态窗口则为网络的管理和控制提供了便利。

IP/TV 利用多路广播，既可以保护有限的网络资源，又允许希望观看指定节目的用户数不受限制。使用多路广播，网络只为每一个节目传送一个实时的数据流到已经选择“收听”的节目的用户那里。没有观众的网络段将自动被网络路由器剪除。这种方法与广播和单一广播方式截然不同。使用广播方式，一个数据流将被发送到每一个节点（不管这个节点“收听”与否）。单一广播则为每一个观众复制一份数据流的拷贝。广播浪

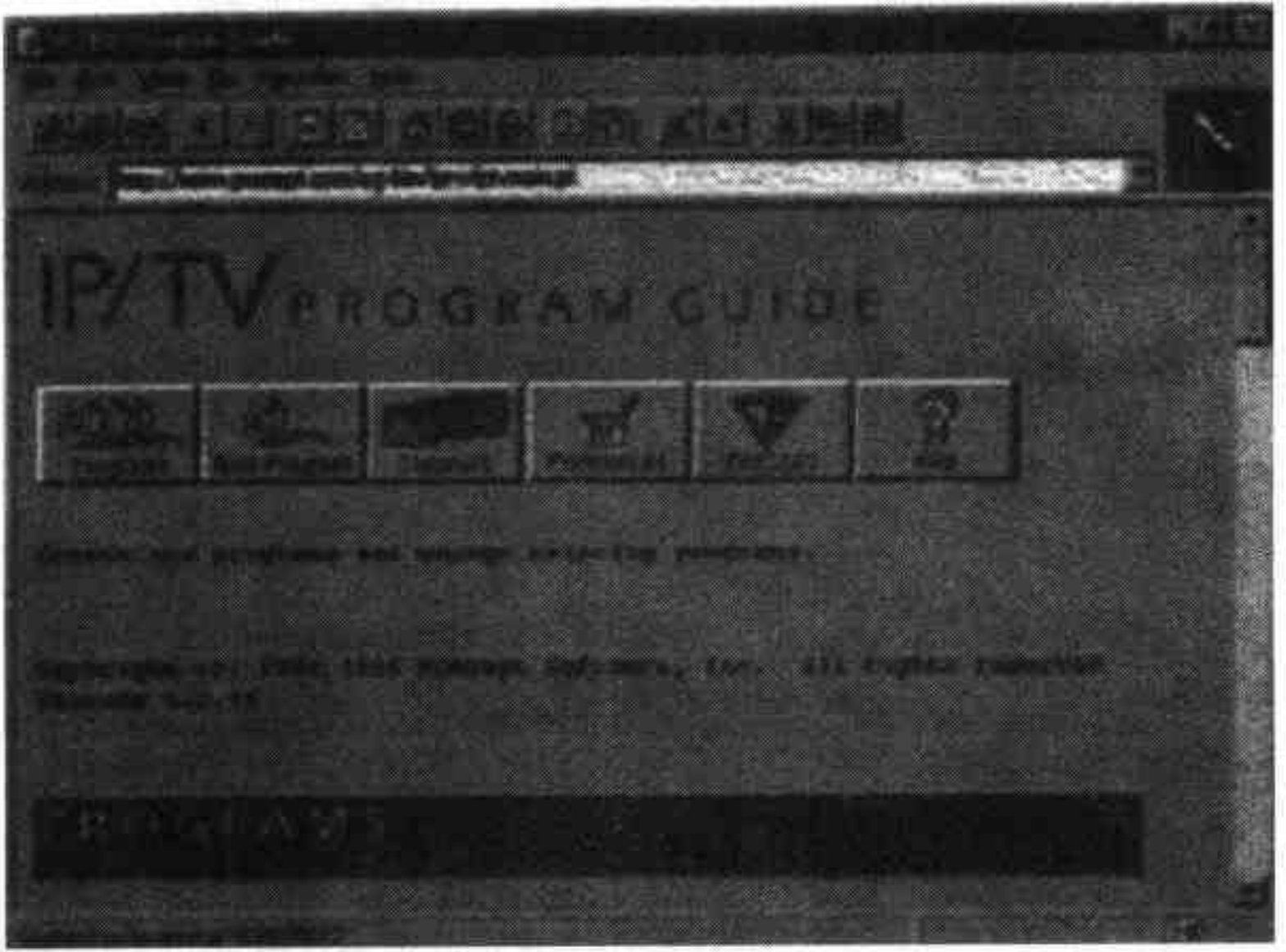


图 16.4　节目指南是用于整体的管理和 IP/TV 应用程序的开始

IP/TV 的节目指南

如图 16.4 所示，节目指南是用于整体的管理和 IP/TV 应用程序的开始，它能够运行在任何基于 NT 或 UNIX 操作系统的 Web 服务器上。它能够方便、快捷地对视频片段进行编排并且能够自动将视频片段的信息传输到 IP/TV 的观察器和服务器所在之处。它还提供了一些参数用于管理在网络上允许的声音/视频流的数量。在 IP/TV 节目指南里面储存的信息包括：节目名称、开始时间、重复显示时间、编码结构和一些可选项，如密码和对单个节目内容的简单介绍等等。节目指南精细的重复能力使得这种近似视频点播（Near Video on Demand，NVOD）的编排变得更容易。

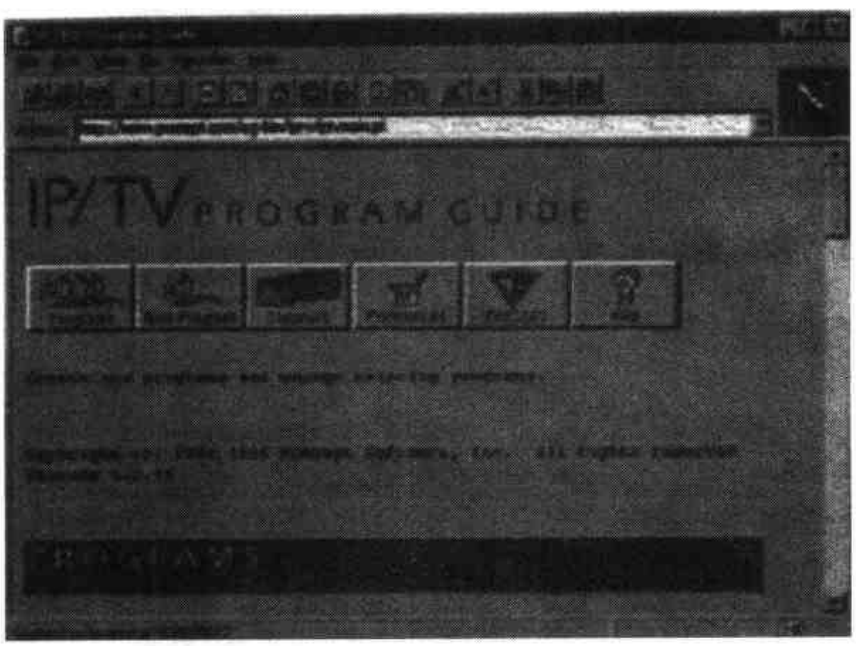


图 16.4　节目指南是用于整体的管理和 IP/TV 应用程序的开始

IP/TV 的观察器

IP/TV 的观察器与 IP/TV 节目指南进行通信，获取 Intranet 或者 Mbone 广播里面可用的节目编排列表，这样更象一个打印的电视节目表。使用观察器，用户能够从列表中选出一个特定的节目。然后，观察器就播放所选节目的具体内容（如图 16.5 所示）。

无须增加带宽就能够通过观察器在本地将视频窗口扩大到整个屏幕。IP/TV 自动为每一个节目选择适当的声音和视频多媒体数字信号编解码器。IP/TV 的观察器还能够提供观看任何给定的节目或频道的说明、设置同步选项并且包括对音量、低音、明暗度、将帧捕捉到剪贴板上以及帧大小的控制等等。位于桌面的接收质量指示器能够帮助发现潜在的性能危机。状态窗口则为网络的管理和控制提供了便利。

IP/TV 利用多路广播，既可以保护有限的网络资源，又允许希望观看指定节目的用户数不受限制。使用多路广播，网络只为每一个节目传送一个实时的数据流到已经选择“收听”的节目的用户那里。没有观众的网络段将自动被网络路由器剪除。这种方法与广播和单一广播方式截然不同。使用广播方式，一个数据流将被发送到每一个节点（不管这个节点“收听”与否）。单一广播则为每一个观众复制一份数据流的拷贝。广播浪

费了宝贵的网络带宽，单一广播则限制了观看一个特定的节目的观众数量（因为网络带宽或者服务器的容量将很快就被占用）。

所有主要的网络设备供应商都支持 IP 多路广播，并且 IP 多路广播已经在企业内部网上得到实现。而在 Internet 上，Mbone 正在为不久的将来实现一个完全的多路广播的 Internet 网络铺平道路。通过使用数据流形式的多路广播，IP/TV 能够满足各种企业多媒体的需要，并且为操作系统保留了一些网络资源用于其他的任务。要获取关于 Precept 的 IP/TV 更详细的信息，请访问以下的 Web 站点：http://www.precept.com/products/。

Starlight 网络

Starlight 网络面临的挑战是：使用现存的硬件能够为桌面电脑提供全动感的视频和多媒体应用，同时还不会减慢网络的速度，也不影响其他任务紧急的应用程序。

为了实现这一点，公司开发了一个数据流软件。它能够做到不用牺牲网络的速度或容量就可以提供有质量保证的现场的或存储的全动感的视频、声音和动画到桌面。这样，不必下载就可以从服务器快速、可靠地运行多媒体应用程序及保护视频信息的 Web 页。

Starlight 网络知道这项技术需要保证全动感的视频到达 PC 桌面，并且已经开发了一些解决此项工作中遗留问题的方法。用户需要使用不可预见的规模的多种媒体应用程序。这些应用程序需要保证足够的声音/视频交通来压倒一个无保护的本地区域网络。

Starlight 网络提供了功能强大的软件包。它允许各个组织通过现存的网络使用流方式发送点播的视频、现场的广播和多媒体应用程序到上百个用户。这个软件包包括：

· StarLive ——一种完全的 Intranet/Internet 的媒体流解决方案。Starlight 网络的快

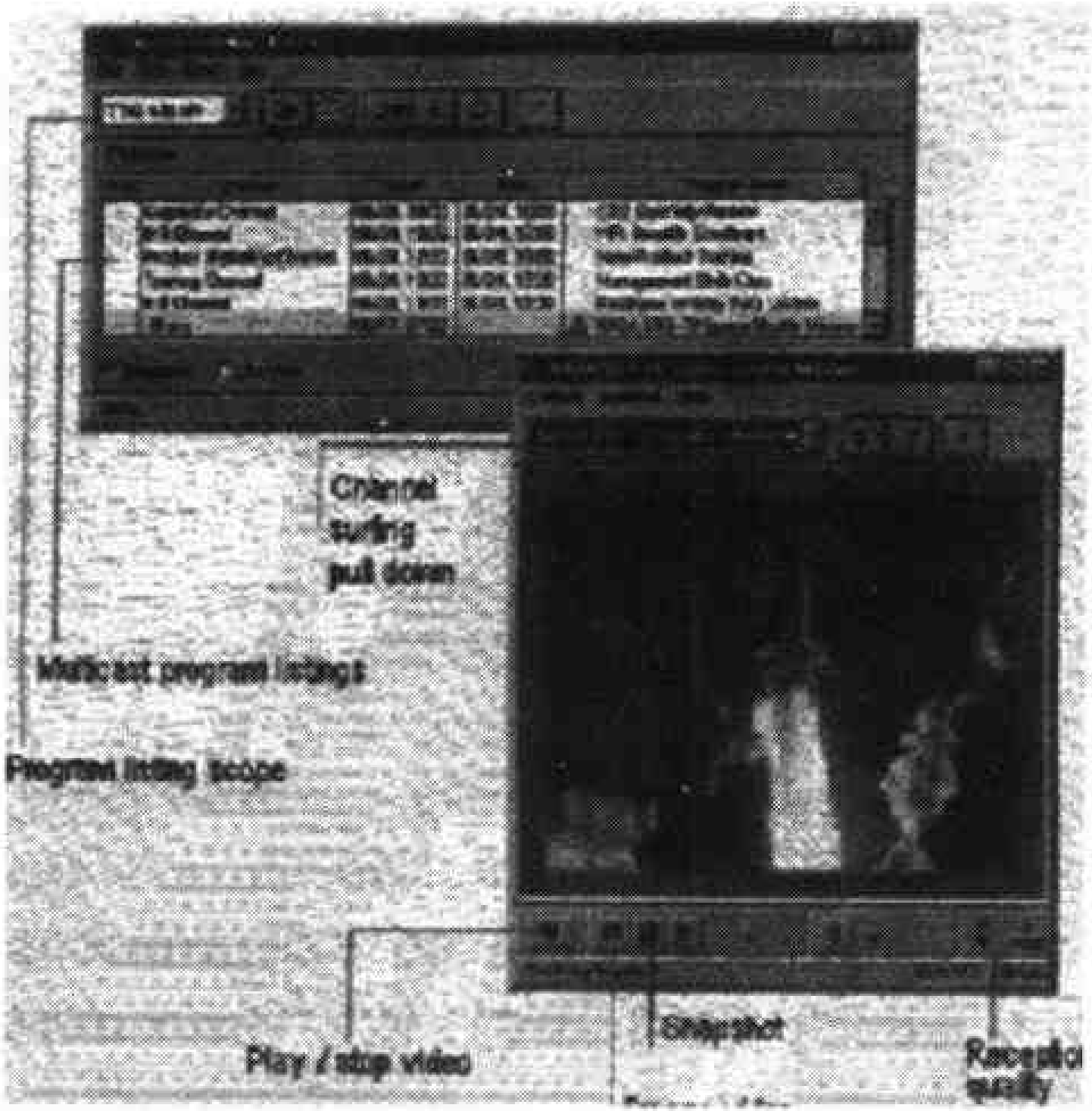


图 16.5　观察器播放所选节目的具体内容

费了宝贵的网络带宽，单一广播则限制了观看一个特定的节目的观众数量（因为网络带宽或者服务器的容量将很快就被占用）。

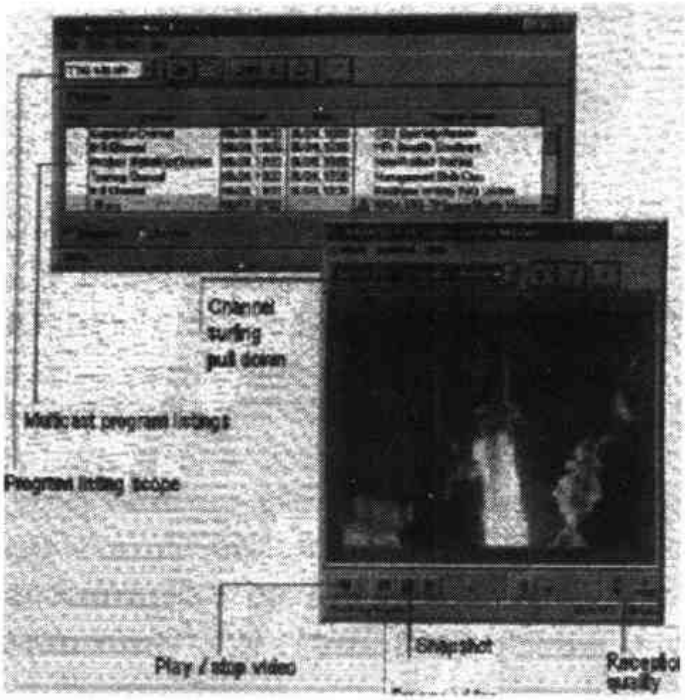


图 16.5　观察器播放所选节目的具体内容

所有主要的网络设备供应商都支持 IP 多路广播，并且 IP 多路广播已经在企业内部网上得到实现。而在 Internet 上，Mbone 正在为不久的将来实现一个完全的多路广播的 Internet 网络铺平道路。通过使用数据流形式的多路广播，IP/TV 能够满足各种企业多媒体的需要，并且为操作系统保留了一些网络资源用于其他的任务。要获取关于 Precept 的 IP/TV 更详细的信息，请访问以下的 Web 站点：http://www.precept.com/products/。

Starlight 网络

Starlight 网络面临的挑战是：使用现存的硬件能够为桌面电脑提供全动感的视频和多媒体应用，同时还不会减慢网络的速度，也不影响其他任务紧急的应用程序。

为了实现这一点，公司开发了一个数据流软件。它能够做到不用牺牲网络的速度或容量就可以提供有质量保证的现场的或存储的全动感的视频、声音和动画到桌面。这样，不必下载就可以从服务器快速、可靠地运行多媒体应用程序及保护视频信息的 Web 页。

Starlight 网络知道这项技术需要保证全动感的视频到达 PC 桌面，并且已经开发了一些解决此项工作中遗留问题的方法。用户需要使用不可预见的规模的多种媒体应用程序。这些应用程序需要保证足够的声音/视频交通来压倒一个无保护的本地区域网络。

Starlight 网络提供了功能强大的软件包。它允许各个组织通过现存的网络使用流方式发送点播的视频、现场的广播和多媒体应用程序到上百个用户。这个软件包包括：

· StarLive ——一种完全的 Intranet/Internet 的媒体流解决方案。Starlight 网络的快

速媒体（RapidMedia）组将提供一个完全的媒体流解决方案的公司。这个完全的媒体流解决方案能够在整个企业网络上传送伴随着同步的空白条和 chat-back 窗口的现场的、交互的企业演示文稿。

- StarCenter ——第一个媒体流应用程序的管理系统。它赋予网络管理员将他们的有用的媒体值最大化的能力，并且能够加速媒体流应用程序的利用。
- StarCast ——IP 多路广播软件。用于以流方式通过局域网发送实时的 MPEG 视频信息。
- StarWorks ——视频点播网络软件。以流方式发送视频和多媒体应用程序到上百个用户。

要获取关于 Starlight 网络产品更多的信息，请访问他们公司的 Web 站点。地址如下：http://www.starlight.com/starlight/start.html。

VDOnet

VDOnet 是在 Internet 上提供多媒体通信服务的先驱。这个公司提供了一个能够在 Internet 上共享视频会议和视频文件夹的中心。你能够通过使用 VDOPhone 的视频电话进行交谈，在一个 VDOLive 播放器上观看高质量的视频文件夹或者使用 VDOMail 来创建和发送视频文件夹信息。

要获取关于 VDOnet 网络产品更多的信息，请访问他们公司的 Web 站点。地址如下：http://vdonet.com/clubvdo/default.asp。

RealNetwork 公司和它的 VIVO 软件

1998 年春天，RealNetwork 公司兼并了 VIVO 软件公司，但是继续支持 VIVO 软件公司的所有产品和业务。作为 Web 视频业界的领导者，VIVO 软件公司提供了革命性的解决方案——允许用户在 Internet 上使用视频通信。VIVO 为在企业内部网和公共 Internet 网络上实现视频通信开发了一系列的应用程序。其中最著名的应用程序就是它的 VivoActive 软件——用于在 Web 上以流方式发送视频和声音的最普及的解决方案。VIVO 软件公司还是 IPMI 的主要成员之一。

VivoActive

VivoActive 在以流方式发送媒体的领域居于市场领导者的地位。这要归功于它采用的革命性技术，这为使用任何标准的 HTTP 服务器或基于标准的媒体服务器传送高质量的声音和视频流提供了一种简单易行的解决方案。为了让迅速增长的用户能够实时观看声音和视频信息，成千上万的公司使用 VivoActive 产品作为给他们的 Web 站点添加声音和视频的工具。已经有超过 9,000,000 的人下载了 VivoActive 播放器插件。

从为 28.8Kbps 的 modem 拨号上网开发的简单的内容到为 ISDN、T1 甚至是局域网速度的连接所开发的动感十足的内容，VivoActive 的 VideoNow 3.0 允许任何人，不管是新手还是专家，创建和以流方式发送压缩的声音和视频的内容。

要获取关于 VideoNow 更多的信息，请访问 VIVO 的 Web 站点。地址如下：
http://www.vivo.com/products/products.html。

VivoActive 的核心技术

VivoActive 是一个技术的 Web 站点管理员。它能够为任何地方的 Web 浏览者提供声音、视频节目。VivoActive 集成了应用到 Internet 上的数字电视技术。这种组合使 Web 站点管理员能够创建他们的电影节目，并将这些节目放置在他们的 Web 站点，然后就可以通过 Internet 将这些节目发送到世界各地的 Web 用户听众。

VivoActive 播放器能够在 Power Mac 和普通的个人计算机上使用，你可以从下面的站点：
http://www.vivo.com/免费下载。

在网络上传送声音和视频的标准是由位于日内瓦的国际电信同盟的技术部门（International Telecommunications Union's Technology Sector，ITU-T）制定的。VIVO 软件公司是开发 ITU-U 标准的声音和视频的压缩和解压缩（codec）技术，是被大家认可的领导者。VivoActive 里面的视频 codec 技术是一个 ITU-T 标准 H.263 的完全软件版本，它被设计用于在基于 modem 的连接上携带视频信号。同时它又是一个 ITU-T 标准 G.723 的完全软件版本，它被设计用于在低速网络上携带声音信号。

这项技术允许将声音和视频信号压缩到每秒 2000 字节的大小。每秒 2000 字节的大小这个阈值对于基于 Web 的电视来说非常重要，因为这与 modem 的连接速度关系重大。VivoActive 的关键是在 1 秒或更少的时间内通过 modem 传输一个与 1 秒等值的视频节目的能力。这一点非常重要，因为它是按照比例增加的。它意味着一个 10 分钟的电影节目能够通过同一个 modem 在 10 分钟或者更少的时间之内传送完毕。对于家庭的网上冲浪者来说，这就意味着用户能够观看任意长度的 Web 电视节目而不必为了下载而长时间的等待。

VIVO 软件公司的超级声音和视频压缩技术内建在 VivoActive 的产品里面。它允许 Web 站点管理员和视频 Web 创作者准备他们的电视节目发布到 Web 上。

适合 Interent 是 VivoActive 非常重要的一部分。它使用 HTTP 和 TCP/IP 协议将电视节目从标准的 Web 服务器发送到网上冲浪者那里。这些协议正是几年来一直被用来传输文字和图像的 Web 页协议。这就意味着 VivoActive 可以到达任何一个 Web 页能够到达的地方——通过企业防火墙以及通过 modem 链接。

VIVO 是支持实时流协议（Real-time Streaming Protocol，RTSP）的公司成员之一。实时流协议（Real-time Streaming Protocol，RTSP）是一种被 IETF 推荐使用的协议，它主要用于以流方式传送包括声音和视频在内的媒体流。RTSP 能够提高交互操作性并且允许用户在使网络资源的开销最小的同时获得丰富的多媒体体验。

VIVO 还支持工作在 IP 多路广播之上。大多数的高级网络协议，比如 TCP 和 UDP，都只能提供单一广播服务。因为 IP 多路广播能够在一个局域网，或主机运行 TCP 协议的广域网上将 IP 数据从一个源发送到多个目的端，所以 IP 多路广播能够支持非常广范围的以流方式发送声音和视频的新应用程序。VIVO 是 IPMI 支持开发这个协议的主要成员之一。

业界日益增长的对 RTSP、IP 多路广播和其他 Internet 标准的支持表明整个网络正在向一个新的阶段发展，而且日益走向成熟。这些新标准的获益者将是观众、制作者以及致力于提高 Internet 网络性能的厂商。

第三层交换机厂商

第三层（L3）交换机提供了更快、更可靠的 IP 多路广播的传输能力。下面是部分主要的第三层交换机厂商以及他们各自支持 IP 多路广播的产品的列表。

NewBridge 网络的 VIVID Line

NewBridge 网络的 VIVID 交换式路由将复杂的网络简单化。通过使用 ATM 的基础结构，VIVID 的交换式路由能够提供可扩展的、经济高效的、高性能的第三层服务。通过利用单步路由消除在每一个节点都必须作出路由决定，VIVID 的交换式路由提高了诸如 Internet 之类的大型网络的效率。

以 ATM 论坛的 MPOA 约定为基础，VIVID 路由服务器提供了优化的路由计算、桥接和路由的虚拟局域网（VLAN）配置以及可靠的网络范围的主机许可控制。它使用了健全的机制将策略信息分发到所有适合的网络设备并且传输控制信息到下一个系统以防传输失败。

VIVID 路由服务器还能够对在 NewBridge 交换式路由域和使用诸如 RIP 或 OSPF 之类的协议的合法路由器之间的通信进行优化。这将为 NewBridge 的交换式路由融入到现存的网络里面提供了一种简单的集中方法。使用路由服务器的冗余参数能够提供最高级别的可靠性。

产品的技术特点

- 802.1d 对所有协议的透明桥接；
- 使用 RIP 或 OSPF 的 IP 路由；
- 通过 VIVID 的 NetDirector、SNMP、TelNET 或串行接口的管理；
- 区域内外的访问；
- 远程软件下载；
- 完全自动的冗余模式和可选的备份服务器。

应用程序

- 多协议的桥接和路由支持；
- 一个 NewBridge 交换式路由域的集中式控制；
- 可靠的 VNET 策略管理；
- 对网络的移动、添加和改变的许可控制和自动跟踪；
- 对广播和多路广播交通的发送和过滤；
- 与其他的 NewBridge 交换式路由域和传统的同级路由器之间的通信。

Cabletron 的 *SecureFast* 交换机

Cabletron 已经沿着网络服务开发的道路度过了四个春秋。Cabletron 的 SecureFast 交

换技术已经成长为一个功能强大的、可扩展的和具有许多特性的一组业务。SecureFast 允许网络管理员第一次利用所有的有效带宽，然后动态地减少用于网络失败恢复的次数。这和其他一些先进的特性使 SecureFast 获得了多种多样的称赞。除了 SecureFast 的成功，Cabletron 还投资到 R&D 来开发诸如 802.1Q/p、LANE、MPOA 和 OSPF 之类的标准。Cabletron 将开发这些标准与 SecureFast 摆在了相同的位置。随着新出台的标准得到批准，Cabletron 的 SmartSwitch 和 SmartSwitch 路由器产品系列能够提供 VLAN 解决方案、优化、拓扑路由和其他完全基于标准的服务。Smart 网络服务将 SmartSwitch 能力引入了一个新时期：提供一个基于标准的带有 SecureFast 更高级特性的服务。现在，Smart 网络已经能够提供更具威力、更大的交互操作能力和无与伦比的可靠性，更加适合高级的网络服务。

Cabletron 的 SecureFast 的十大主要优点

Cabletron 的 SecureFast 的主要特点在于：

1．即插即用——所有 Cabletron 的 SmartSwitch 产品都支持 Cabletron 的 SecureFast 网络服务。Cabletron 的 SecureFast 网络服务能够自动发现网络上的其他交换机、用户、服务器和路由器，保存建立的时间并且避免代价高昂的配置错误。

2．广播交通控制——Cabletron 的 SecureFast 的 SmartSwitch 产品允许用户既能够阻止在网络里面发生的广播风暴，又可以将更多的有效带宽留给时间急迫的数据。在一个交换式的环境中，Cabletron 通过三件事来控制广播的交通：

- 在每一个端口后面广播阈值来阻止广播风暴。
- 广播解释来回答“问题”广播并将这个包裹转换成一个目的用户和服务器之间的直接对话。
- 广播范围使用第三层或第四层的标准值来指向“广告”广播需要到达的确切地点。

3．在虚拟局域网之间交换或路由的选择——Cabletron 的 SecureFast 网络服务允许客户均衡他们目前的投资使得改进后的网络与传统的主干路由器 100%兼容。Cabletron 还可以通过嵌入 IP 或其他协议的虚拟协议提供高性能的第三层交换能力。许多厂商只允许虚拟局域网之间的路由。为了带宽性能使用交换和/或为了安全性的需要或网络迁移的简单化使用外部路由器连接虚拟局域网，Cabletron 为连接到虚拟局域网提供了非常灵活的解决方案。Cabletron 能够混合和匹配在同一网络里面使用的方法。

4．快速路径交换性能——Cabletron 的 SecureFast 允许在 VLAN 里面或者在 VLAN 间的网络设备之间创建直接的虚拟数据回路。与传统的 VLAN 到 VLAN 的交通要依靠传统的路由器不同的是，SecureFast 的 SmartSwitch 能够以十倍于传统路由器的速度将不同虚拟局域网的用户连接到一起。快速路径交换将 ASIC 的性能与在每个交换机上完全被分配的虚拟路由的第三层信息结合在一起。

5．容错交通负载平衡——为了防止传输失败，路由器通常会提供交通负载平衡和网络恢复。Cabletron 的 SecureFast 能够通过一个完全动态的蜂窝状拓扑结构发送容错交通负载平衡信息。采用这种蜂窝状拓扑结构，能够比传统的网桥或路由器的响应速度快许多。Cabletron 的虚拟局域网链接状态协议（VLAN Link-State Protocol，VLSP）是基于业界标准的 OSPF 路由协议，能够允许用户利用他们购买的所有交换机端口。

6. 自动成员注册（Automated Membership Registration，AMR）——Cabletron 的 SecureFast 网络服务可使网络管理员避免非常耗时的拖放式 VLAN 配置来处理其他厂商的要求。它还避免了重新考虑网络按照另外一种方式组织。

7. 每个用户或端口对应多个 VLAN 成员——Cabletron 的 SecureFast 网络服务允许一个用户或交换机端口同时属于多个 VLAN。许多厂商则将每个网络设备限制到一个 VLAN 里面，这样就减少了配置的灵活性。如果一个服务器需要与多个 VLAN 交谈的话，就需要使用象 Cabletron 的 SecureFast 这样的网络服务。

8. 用户的机动性——Cabletron 的 SecureFast 网络服务考虑到了不用改变就可以移动。许多厂商则需要由“桌面帮助”支持人员或者熟练的管理员的手工操作才能实现用户的添加或移动。SecureFast 网络服务将移动、添加和改变简单化，它通过维持 VLAN 成员策略不需要管理员介入就能够自动移动或修改用户。

9. 端口镜像和请求选择——Cabletron 的 SecureFast SmartSwitch 特性将 RMON 嵌入每一个端口来监视和分析交换机网段。许多客户希望使用外部的协议分析器或者外部的 RMON 探针来平衡他们的投资。Cabletron 允许通过 SecureFast 端口镜像使用交换机上的任何端口来控制本地的交通流。SecureFast 的请求选择通过在网络上跨越多个交换机的任何地方远程监视单个用户和谈话来提高 VLAN 的故障查找能力。SecureFast 的请求选择在整个交换域内都只需要一个分析器或探针，这样就大大减少了管理的负担。而其他的厂商则需要为网络上的每一个交换机购买一个分析器或探针。

10. 多种技术集成——Cabletron 的 SecureFast 网络服务和 SmartSwitch 技术提供了各种各样的产品来满足各种带宽和用户数的需要。MMAC-Plus SmartSwitch、SmartSwitch 6000、SmartSwitch 2000 和未来的 SmartSwitch 产品都具有这些能力。而许多厂商因为采用的技术不同，在他们的交换机上有不同的 VLAN 特性。Cabletron 还将企业管理特性紧密地集成到 SmartSwitch 硬件和 SecureFast 固件。所有的 Cabletron 交换机和 SecureFast 的特性都可以通过 SPECTRUM 家族的管理产品来管理。而许多厂商必须使用不同的管理应用程序来管理他们的每一个不同的 VLAN 交换机（因为需要不同的技术），这就增加了网络管理的复杂、并且花费的时间和金钱也更多。

HP 公司的高级堆交换机 2000 和 800T

HP 是首先在交换机（HP 交换机 2000 和 HP 交换机 800T）产品中支持 IP 多路广播的网络厂商之一。它的获奖交换机产品通过提供包括综合多媒体优化和 IGMP 在内的高级特性使得网络多媒体传输更加高效。而这需要为诸如视频会议之类对时间敏感的多媒体应用程序提供多媒体优先级和 QoS。

HP 公司是在 1997 年秋天引入它的第三层交换机的，它使许多厂商能够通过一个成果级的企业网络——Networld+Interop 即 InteropNet 以流方式发送高带宽的声音和视频的应用。

HP 的高级堆交换机 2000 和 800T 是他们这一类中支持 IP 多路广播的第三层交换机。它传送多媒体的优先级和 QoS 使得网络多媒体工作得更具效力。不支持 IP 多路广播的交换机则将多路广播包裹发送到整个网络上。HP 的第三层交换机具有 IGMP 意识并且能够直接多路广播数据流到确实需要它们的主机那里。

Precept 公司就是使用 HP 的第三层交换机来传送 IP/TV 的。如果 IP 多路广播能够普遍应用于高带宽的声音/视频应用程序、具有 IGMP 意识的集线器和交换机，其对网络的优化将比使用路由器的解决方案更简单和花费更少的钱。

关于 HP 的第三层交换机

HP 的交换机 800T 是一个具有业界领先的第三层能力的 8 端口自适应 10/100Base-T 交换机，它用于主干网络的连接。HP 的交换机 2000 则是一个模块化的交换机，带有 6 个为 10Base-T、100Base-T、FDDI 和 100VG 网段互联的插槽。HP 的第三层交换机提供了线路速度的性能并且能够被局域网路由器替代。虽然路由器在传统上就支持 IP 多路广播的功能，但是它需要更高的费用并且更复杂。

卫星供应商

Internet 上的卫星链接正在工作并且运行良好。即使是今天，许多主要的国际组织仍是通过直接的卫星链接连接到 Internet 的主干网络的。同样的交通如果通过陆地链接的话将导致一系列的拥塞问题，而且从路由器到路由器需要传输多个跃距的距离。卫星则允许直接的单步链接到达 Internet 的主干网络。这样就为包括 WWW 浏览在内的 Internet 应用程序避免了拥塞问题，提供了更快的连接时间以及更高的网络吞吐量。

这一部分将讨论卫星服务供应商和他们提供的服务。要记住还有许多其他的选择。这里列出的供应商都非常著名并且能够提供高质量的服务，但他们不是供应商的全部。

Hughes 网络系统：通过卫星的 Mbone 网络

在 1998 年早期的 HRL 会议上，Hughes 通信公司/SPACEWAY 和 Hughes 网络系统（Hughes Network System，HNS）与 IETF 的成员一起观看和参与了关于使用各种 Internet 协议的卫星技术的性能的演示。

讨论围绕着确保卫星能够和 Internet 一起工作良好的重要性。随着这些年来卫星在数据通信领域扮演的重要角色，可以预计它也将在 Internet 上扮演一个重要角色。Hughes 公司正在积极开发和证明在 Internet 上处理交通流的新方法——通过使用卫星系统提高信息流的传输速率并扩展多路广播的服务。

许多 IETF 小组正在讨论包括通过卫星在 Internet 上传输多路广播交通的问题以及使用膝上型电脑连接到 DirecPC™ 来浏览 Internet 和国际互联网。监视器已经为用户设计好用于观看在基于卫星的 Internet 广播上的声音和视频演示文稿的内容。

Mbone 链接

最有力的证明之一就是通过一个卫星网络传输多路广播数据。Internet 的多路广播主干或者说 Mbone 允许来自世界各地的人们在一个公共电子窗口里的一个共享的电子白板上联系、交谈和工作。与电视和广播站通过电磁波“广播”（一个发送者和多个接收者）节目基本相同的是，Mbone 被用于在 Internet 上多路广播节目。这个在 Internet 顶端的虚拟网络提供了一个到 Internet 的功能部件。

通过卫星进行多路广播的演示将一个卫星网络变成了一个 Mbone 的传输列车。在 HRL 会议期间，一个现场的 IETF 会议从它的源地址——位于洛杉矶的 Bonaventure 酒

店直接连接到一个卫星链接，然后通过 DirecPC™ 多路广播到位于美国任何地方的接收者。与传统的陆地链接相比较，这种方法越过了 Internet 的障碍，获得了比传统的 Mbone 传输方法更高的数据传输速率和更好的声音、视频质量。

在这个会议期间，可以明显地看到卫星网络的巨大足迹和它的美国本土多路广播能力使它成为携带 Mbone 交通流的最好的载体。目前存在的技术问题则是如何将不对称广播类型的卫星网络与 Internet 的对称式和点到点的蜂窝式互联结构集成到一起。在过去的两年里，HRL 已经在研究关于多路广播和非对称式路由来确保这样的集成。与 HNS 一起，HRL 的全体成员是世界上最先证明能够在 Mbone 上使用卫星来传输的见证人。

Hughes 公司演示了混合的卫星/陆地网络。它通过将一个无线网络和 DirecPC 连接来提供到达膝上型电脑的机动的 Internet 链路。与此同时，一个从 DirecTV 来的信号将在 HRL 被接收并且在一个无线局域网上自动译码。这个演示表明四种不同的网络一起完成高质量的多媒体内容的传输的可行性。

GILAT

GILAT 的 Skystar Advantage 和 SkySurfer 允许将个人计算机和局域网连接到一个中心集线器。这个集线器能够直接连接到企业内部网服务器或 Internet 主干。SkySurfer 是一个基于个人计算机的卫星接收器，它能够传输高质量的视频、语音和数据到遍布全球的远端站点，提供互动式的商业电视和 IP 数据多路广播服务。Skystar Advantage 是一个互动式（双向）的 VSAT，它在一个集线器和地理上分散的远端站点之间提供宽带的 IP 链接。这个链接独立于任何陆地的设备。Skystar Advantage 的理想是提供远程的宽带 Internet 和 Intranet 连接。

数据广播

内容提供商和组织需要一个安全、快捷的数据传输系统。SkySurfer 允许使用任何基于 IP 多路广播的应用程序来实现内容的传输、软件的升级、信息站的升级和商业的数据广播。GILAT 提供了一个独一无二的可靠 IP 多路广播应用程序来确保数据的传输。SkySurfer 的集线器可以放置在总部许可的地方，诸如视频和数据之类的文件将被限制在公司内部而不发送到第三方。

Intranet

使用 VSAT，Intranet 能够很容易被利用。SkySurfer 能够通过一个 T1/E1 快速覆盖任何现存的或新的企业内部网。SkySurfer 适合用户桌面或局域网服务器的 PCI 插槽。使用这种覆盖技术，每一个远端的连接都能够获得一个 T1 速度的链接，这将允许广泛使用视频和声音应用程序而不会影响 Intranet 的“任务紧急”数据的传输。

不必过多的占用网络资源，现场的视频信息就能够以 MPEG 的质量传输到每一个用户。企业的 Intranet Web 能够以将近 2Mbps 的速度被访问。使用 Skystar Advantage，企业网络能够填补于 IP 之间的缝隙。它的星型拓扑结构优化了基于 Intranet Web 的应用程序。不需要使用陆地设备，企业用户就能够以将近 1Mbps 的速度访问数据库和 Web 的内容。这种应用方法将整个网络的吞吐量提高了近 30%。GILAT 专门的卫星访问结构，使用的是在企业分支机构和总部之间基于频率跳跃的通信，提供了一个完整的安全性极

高的 Intranet 网络。这种单连接结构为 VSAT 用户提供了一种无瓶颈的解决方案。

POP 链接

使用卫星技术，远端的 POP 能够被定位在任何地方，能够为不同大小的用户团体提供服务，用户数目可以从几百到几千。GILAT 的 FarAway VAST 和 ISAT 能够提供不同的卫星 POP 链接，链接速度从 64Kbps 到 2Mbps 不等。ISP 能够轻松地建立低费用的链接，将没有用户的区域按照 ISP 的意愿扩展成多个 POP 的网络。GILAT 的产品是完全可扩展的，所以不需要购买昂贵的集线器和整套卫星接收器。ISP 能够为区域内的用户提供价钱低廉、可靠和高速的访问路径，这些用户使用的链接事实上是不存在的（虚拟链接）。

商业电视和训练

使用 SkySurfer 的 VAST，GILAT 提供了一个交互式的商业电视应用程序。实时的 MPEG 质量的视频被发送到桌面或者一个电视屏幕。高分辨率的 MPEG 文件能够在本地被重放。使用连接交互式数据通道的视频，GILAT 为远程教学和公司应用交付了一个完全承包的解决方案。使用 Intranet 的工具，用户能够利用所有的诸如公司 Web 访问、音乐广播和视频会议之类的 Intranet 应用程序。

宽带的 Internet 访问

定位于卫星的任何覆盖区域的 VSAT 将远端的 PC 和局域网用户连接到全球的 Internet。Skystar Advantage 的 VAST 能够链接在局域网上的多个 PC。因为它天生具有路由能力，所以不需要使用一个外部的路由器。Skystar Advantage 可以用相对较少的努力就能够将成千上万教室内的学生链接到 Internet。使用 SkySurfer，任何 ISP 都能够为它的用户提供一个高速访问 Internet 的选择——SkySurfer 的 VAST。

资源的数量和相关的投资能够被裁减以适应本地的需要。含有丰富的多媒体信息的 Web 页能够通过用户 Windows 95 下的 PCI 接收卡来下载。数据传输的速率能够达到 400Kbps。这是广泛使用的 Internet 访问技术中最快的一种链接方式。安装在局域网服务器上的一个 PCI 接收卡使得局域网的使用就像一个快速的 Internet 的默认网关。

多路广播

自从新的 Internet 应用程序转向 IP 多路广播的时候，GILAT 的 Internet 产品就是一种较好的数据流传送的解决方案。卫星在本质上是基于广播的并且容易作到覆盖全国的各个角落。中心集线器能够直接链接到 Internet 的主干网络。单链接的拓扑结构能够消除潜在的瓶颈问题。卫星多路广播频道以固定的执行时间来提供得到保证的带宽，这样就能够提供可靠的、安全的数据流。

要获取关于 GILAT 更多的信息，请访问以下站点：http://www.gilat.com/。

无线的厂商

下面我们要讨论活跃在 IP 多路广播领域的众多无线厂商中的一家。

ViaSat 的 StarWire

ViaSat 将超级的通信技术带入市场。在设计 StarWire 的时候，ViaSat 带来了一些对终端用户和为客户提供服务的系统实施者都非常有利的特性。StarWire 的这些具有创新意义的特性和优点包括：

- 智能网络——StarWire 不仅仅是一个电话产品，它还能够提供局域网、TCP/IP、Internet、视频、交换式数据和 ISDN 服务选项，可以说是有线的服务使用无线的技术。
- 高级资源管理——根据使用的软件是基于卫星还是频段，将减少 10%到 75%的空间段消耗。
- 交换式的 modem/用户端口结构——这将减少 10%到 30%的设备需要。
- 不需要指定的控制 modem——这将减少 10%到 50%的设备花费。
- 网络控制和管理——它使用 Windows NT 图形接口、远程访问、SNMP 和软件工具来帮助优化网络的性能。

这里只对一些概念进行了简单地介绍，要获取更多的信息，请访问 ViaSat 的 Web 站点：http://www.viasat.com/。

对于一个立即的请求，智能的 StarWire 网络只分配足够的带宽来提供服务，而不是将所有的用户纳入预先定义的服务类型。网络小心地平衡未使用的卫星容量和服务开始时间，并且将可用的通信频道作不同的用途。最重要的是，这些服务的实现是无缝的，终端用户感觉不到在链接背后的技术。

StarWire 被设计用于提供比其他卫星系统更优越的服务，并且在某些方面比一些陆地的网络更优越。StarWire 能够与 Internet 连接，或者应用视频会议，或者在安装有 SCPC 的 modem 上提供带宽点播（bandwidth-on-demand）控制。

在确定所需要服务的时候，紧接着要考虑的问题是所需费用。比如系统的再次操作费用是多少？最初的主要费用又是多少？这个系统与其他系统相比如何？ViaSat 的 StarWire 对上述问题的解决被证明是最佳的。

对于再次操作费用，StarWire 独一无二的资源管理技术的一些重要的因素减少了消耗。这些因素包括电源测量和控制、整个系统的频率控制和管理以及高级的错误矫正发送技术。也正是这些因素决定了性能。

StarWire 使用两种方法来减少主要的费用。第一种方法是应用放置更少的设备来完成相同工作的可靠技术。使用 StarWire，不必为每一个用户接口放置一个 modem。其他的 DAMA 系统使用传统的 SCPC 系统方法（使用这种方法，每一个用户端口都连接有一个 modem），这样的连接方法固然简单但是效率不高、灵活性不足。Aurora 终端通过一个内部的（VME）总线逐个交换所有的用户端口（声音或视频）并且将他们按照电话拨号的顺序连接到一个可用的卫星 modem。这就意味着没有讨厌的到 I/O 端口的 modem 对，也就意味着一个公司和它的客户不必购买不必要的硬件。

在设备的可用性和冗余方面 StarWire 更具有优势。因为是在同一个卡上安装端口和 modem，所以一些端口和 modem 在不同的卡上（比如一个声音端口在一个卡上，一个

modem 则在另外一个卡上）容易出现的问题就能够避免了。

大多数的其他系统需要使用两个单独的 modem：一个突发的 modem 用于控制通道、另一个 SCPC modem 则用于服务通道。Aurora 终端只需使用一个 modem 就能够实现上述的两项功能。这个特性能够节约 50%的设备花费（一半数量的 modem）并且提高了网络的可靠性和可用性。而且，因为同一个 modem 能够用于系统的任何地方（包括网络控制站点），所以在后勤保障方面的节约更盛。

第二种减少费用的技术也非常可靠：使用更少的设备完成更多的工作。基于 PC 的 Pentium 技术、功能强大的 StarWire 网络控制系统运行在 Windows NT 操作系统之上。将它与运行在小型机之上或者使用两个或三个计算机平台的、费用高昂的 DAMA 控制系统相比，StarWire 网络控制系统的性能价格比更高。而且，StarWire 网络控制系统的性能可扩展性很好，包括冗余、远程用户访问和最大拨号请求容量（每分钟超过 500 个拨号请求）都能够添加到这个基本系统。

ViaSat 还用数据控制器来提供无差错信息和通过充满噪声的无线通信通道进行数据传送。

第 17 章

IP 多点传输应用软件/客户端软件

本章介绍几种在 1998 年中期比较流行的 IP 多点传输客户端软件产品。由于测试所需资源和条件已经超出了本书的范围，因此，书中涉及的内容信息均来自 Internet 上的一些相关网站，以及部分技术及市场文献资料，由于时间和篇幅的限制，还有许多优秀的软件无法一一列出，望大家见谅。

17.1　EMULive 图像公司产品 Active Theater

EMULive 图像公司为不同层次的市场提供了视频通讯网络的广播传输解决方案。为占有市场，公司与一些主要合作者结成了战略同盟，它们的优势在于其对通讯环境的全面了解，以及开发满足 TCP/IP 广播传输要求的高质量、可升级的 Internet/Intranet 系统的能力。图 17.1 显示 EMULive 图像公司 Web 网页的部分内容。

Active Theater 是 EMULive 图像公司提供的共享软件，任何人均可自由下载这个软件并通过它访问全世界的网络广播。它可接收由 EMULive 服务器播出的音频、视频或同步音视频节目，并提供了 JFx（一种私有文件格式）文件用于录制及回放多媒体节目。它提供了全屏幕影视、CD 级质量的回放音效以及 MMX 多媒体增强效果。

使用 Active Theater 时，必须提供服务器的 IP 地址，连接成功后即可接收到实时的音频或视频数据流。此软件与 TCP 及 IP 多点传输协议兼容，可在 Windows 95/98 和 Windows NT 操作系统中运行。

EMULive Server

EMULive Server 是一个多功能的音/视频广播服务器，它能将 5 组音频和 5 组视频节目排列成数据流并分别进行发送。标准的 Web 浏览器或 EMULive 免费提供的客户端软件均可接收它发出的信息。同一时刻连接到 EMULive Server 的客户数量有一定的限制。公司提供的最新软件可允许 1000 个客户同时连接。EMULive Server 兼容于 TCP、HTTP 和 IP 多点传输协议。

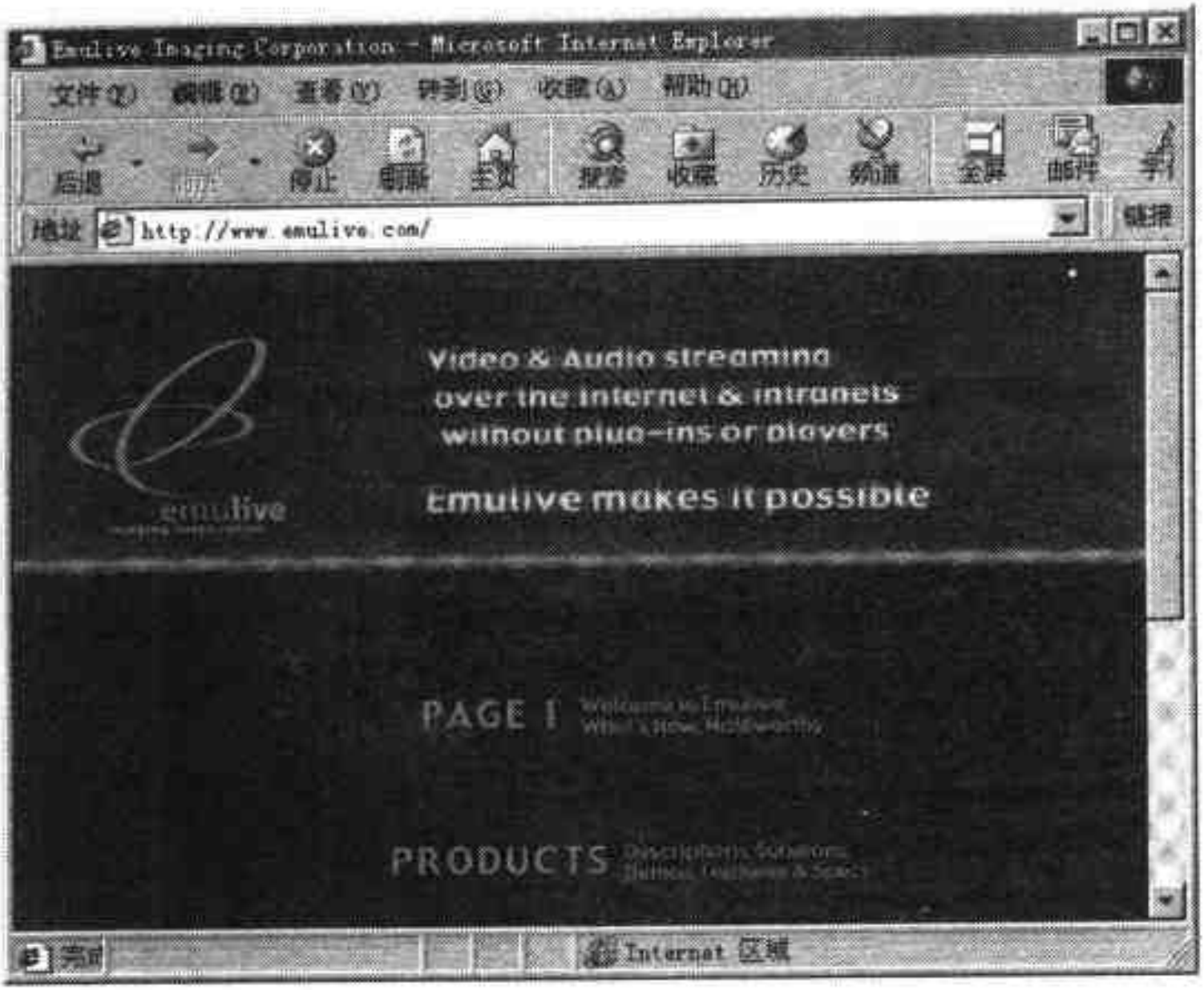


图 17.1　EMULive 图像公司提供视频通讯网络广播解决方案

17.1　EMULive 图像公司产品 Active Theater

EMULive 图像公司为不同层次的市场提供了视频通讯网络的广播传输解决方案。为占有市场，公司与一些主要合作者结成了战略同盟，它们的优势在于其对通讯环境的全面了解，以及开发满足 TCP/IP 广播传输要求的高质量、可升级的 Internet/Intranet 系统的能力。图 17.1 显示 EMULive 图像公司 Web 网页的部分内容。

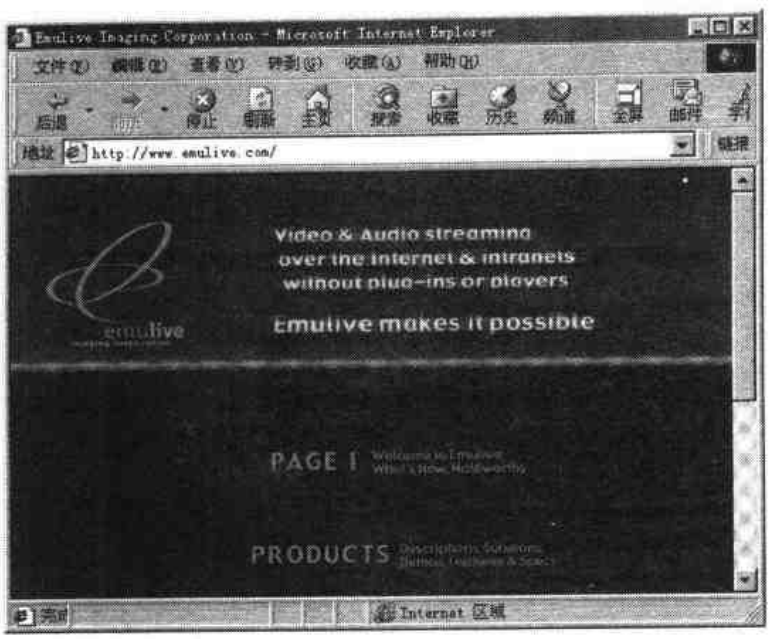


图 17.1　EMULive 图像公司提供视频通讯网络广播解决方案

Active Theater 是 EMULive 图像公司提供的共享软件，任何人均可自由下载这个软件并通过它访问全世界的网络广播。它可接收由 EMULive 服务器播出的音频、视频或同步音视频节目，并提供了 JFx（一种私有文件格式）文件用于录制及回放多媒体节目。它提供了全屏幕影视、CD 级质量的回放音效以及 MMX 多媒体增强效果。

使用 Active Theater 时，必须提供服务器的 IP 地址，连接成功后即可接收到实时的音频或视频数据流。此软件与 TCP 及 IP 多点传输协议兼容，可在 Windows 95/98 和 Windows NT 操作系统中运行。

EMULive Server

EMULive Server 是一个多功能的音/视频广播服务器，它能将 5 组音频和 5 组视频节目排列成数据流并分别进行发送。标准的 Web 浏览器或 EMULive 免费提供的客户端软件均可接收它发出的信息。同一时刻连接到 EMULive Server 的客户数量有一定的限制。公司提供的最新软件可允许 1000 个客户同时连接。EMULive Server 兼容于 TCP、HTTP 和 IP 多点传输协议。

了解详细内容，请访问 http://www.emulive.com。公司通讯地址：EMULive Imaging Corporation, 481 Viger 4th floor, Montreal, Quebec, Canada H2Z 1G6；　电话：514-954-1919；　传真：514-484-6945；　E-mail 地址：randee@emulive.com。

17.2　ICAST 公司的 ICAST Viewer

ICAST broadcaster 是一种多功能、基于标准的纯软件广播产品。它可以智能化地将从模拟源或数字文件中获取的视频、音频或文本数据流向外广播发送。它提供了对广播传输的全面控制，包括输入设备及数据格式、编码标准、帧频率、带宽分布、起始时间和重复次数、广播范围、节目描述、用于交流和反馈信息的 Web/E-mail 地址等。软件支持 H.261、H.263、AVI、WAC、IGMP、RTP、RTCP、SDP、PIM、DVMRP 和 MOSPF 等标准和协议。可运行于 Windows 95/98 和 Windows NT 4.0 操作系统。图 17.2 显示 ICAST 公司 Web 页面的部分内容。

了解详细内容，请访问 http://www.icast.com/products。公司通讯地址：ICAST Corporation, 15951 Los Gatos Blvd, Suite #1, Los Gatos, CA, 95032；　电话：408-358-0700；传真：408-358-0710；E-mail 地址：sales@icast.com 或者 brian@icast.com。

17.3　IVS（INRIA Videoconferencing System）

IVS 是一种利用标准工作站在 Internet 上传输影音数据的软件系统，是 Internet 上最早的视频会议系统之一（最先使用于 1992 年）。它是一种面向研究（research-oriented）的工具。INRIA 公司的同一个工作组设计了两种新的音频和视频处理工具：FreePhone

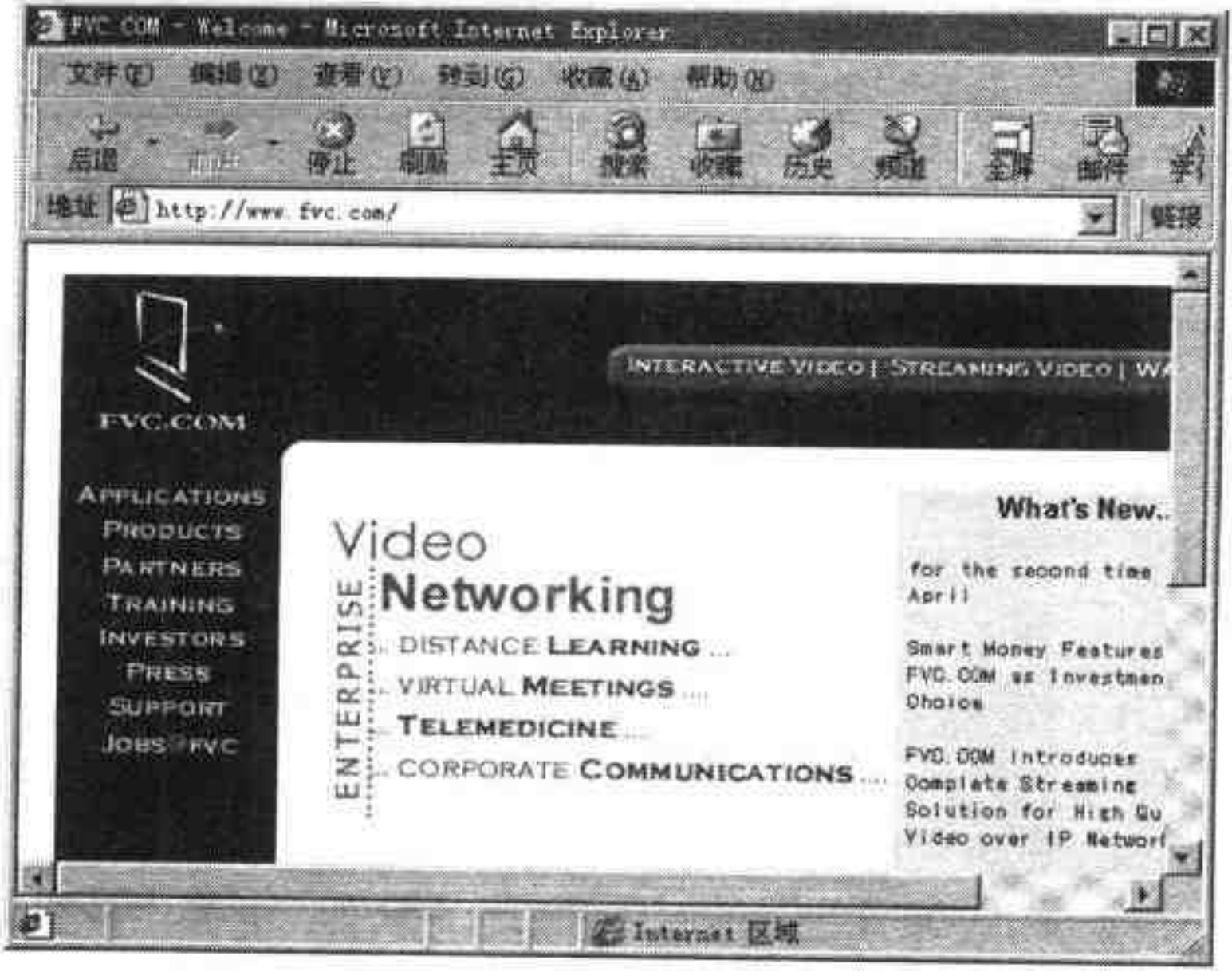


图 17.2 ICAST 公司提供广播多媒体节目的 ICAST Broadcaster

了解详细内容，请访问 http://www.emulive.com。公司通讯地址：EMULive Imaging Corporation, 481 Viger 4th floor, Montreal, Quebec, Canada H2Z 1G6；　电话：514-954-1919；　传真：514-484-6945；　E-mail 地址：randee@emulive.com。

17.2　ICAST 公司的 ICAST Viewer

ICAST broadcaster 是一种多功能、基于标准的纯软件广播产品。它可以智能化地将从模拟源或数字文件中获取的视频、音频或文本数据流向外广播发送。它提供了对广播传输的全面控制，包括输入设备及数据格式、编码标准、帧频率、带宽分布、起始时间和重复次数、广播范围、节目描述、用于交流和反馈信息的 Web/E-mail 地址等。软件支持 H.261、H.263、AVI、WAC、IGMP、RTP、RTCP、SDP、PIM、DVMRP 和 MOSPF 等标准和协议。可运行于 Windows 95/98 和 Windows NT 4.0 操作系统。图 17.2 显示 ICAST 公司 Web 页面的部分内容。

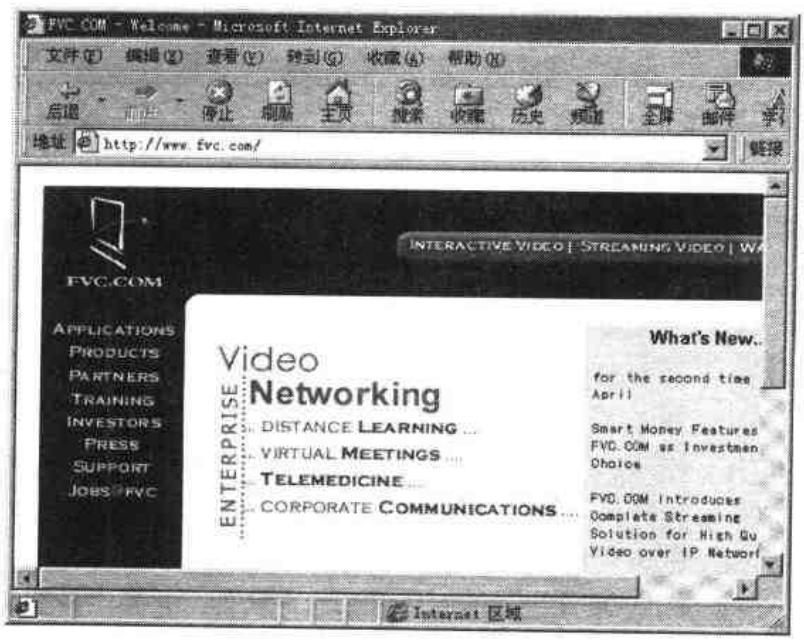


图 17.2　ICAST 公司提供广播多媒体节目的 ICAST Broadcaster

了解详细内容，请访问 http://www.icast.com/products。公司通讯地址：ICAST Corporation, 15951 Los Gatos Blvd, Suite #1, Los Gatos, CA, 95032；　电话：408-358-0700；传真：408-358-0710；E-mail 地址：sales@icast.com 或者 brian@icast.com。

17.3　IVS（INRIA Videoconferencing System）

IVS 是一种利用标准工作站在 Internet 上传输影音数据的软件系统，是 Internet 上最早的视频会议系统之一（最先使用于 1992 年）。它是一种面向研究（research-oriented）的工具。INRIA 公司的同一个工作组设计了两种新的音频和视频处理工具：FreePhone

（http://www.inria.fr/rodeo/ fphone）和 RendezVous（http://www.inria.fr/rodeo/rv）。图 17.3 显示 INRIA 公司 Web 页面的部分内容。

了解详细信息，请访问公司网址或发 E-mail：turletti@sophia.inria.fr。

17.4　Fantastic 公司产品 MediaSurfer

Fantastic 公司（如图 17.4）开发了一种端对端的宽带多媒体软件系统，它通过高速网络系统（卫星网、专线网、ADSL、digital terrestrial 等），将多媒体信息（音乐、影视、数据流、软件等）传送到用户的 PC 或机顶盒中。

MediaSurfer 是兼容于标准 Internet 浏览器的客户软件，它是广播服务软件 CMC 或者 CEC 的客户。Fantastic 公司的宽带多媒体软件是开放、模块化和可伸缩的。公司的核心技术包括下列产品：

- Channel Editorial Center Pro（CEC Pro）——网络信息供应者和公司可使用此服务软件来设计、管理和广播多媒体频道。
- Channel Management Center（CMC）——网络操作人可以使用此服务软件来过滤、打包和管理信息，并为客户提供广播服务。
- MediaSurfer——该客户软件可使标准 Internet 浏览器通过宽带网络（卫星网、专线网、ADSL、数字地面网等）接收大容量的多媒体频道广播（见图 17.5）。

了解详细内容，请访问 http://www.fantastic.ch。通讯地址：The Fantastic Corporation, 55 Broad Street #20D, New York, NY 10004；电话：212-363-4226；　传真：212-344-4408；E-mail 地址：wcliao@fantastic-usa.com。

图 17.3　通过 Internet 传输音频与视频的 INRIA 视频会议系统

（http://www.inria.fr/rodeo/ fphone）和 RendezVous（http://www.inria.fr/rodeo/rv）。图 17.3 显示 INRIA 公司 Web 页面的部分内容。

图 17.3　通过 Internet 传输音频与视频的 INRIA 视频会议系统

了解详细信息，请访问公司网址或发 E-mail：turletti@sophia.inria.fr。

17.4　Fantastic 公司产品 MediaSurfer

Fantastic 公司（如图 17.4）开发了一种端对端的宽带多媒体软件系统，它通过高速网络系统（卫星网、专线网、ADSL、digital terrestrial 等），将多媒体信息（音乐、影视、数据流、软件等）传送到用户的 PC 或机顶盒中。

MediaSurfer 是兼容于标准 Internet 浏览器的客户软件，它是广播服务软件 CMC 或者 CEC 的客户。Fantastic 公司的宽带多媒体软件是开放、模块化和可伸缩的。公司的核心技术包括下列产品：

- Channel Editorial Center Pro（CEC Pro）——网络信息供应者和公司可使用此服务软件来设计、管理和广播多媒体频道。
- Channel Management Center（CMC）——网络操作人可以使用此服务软件来过滤、打包和管理信息，并为客户提供广播服务。
- MediaSurfer——该客户软件可使标准 Internet 浏览器通过宽带网络（卫星网、专线网、ADSL、数字地面网等）接收大容量的多媒体频道广播（见图 17.5）。

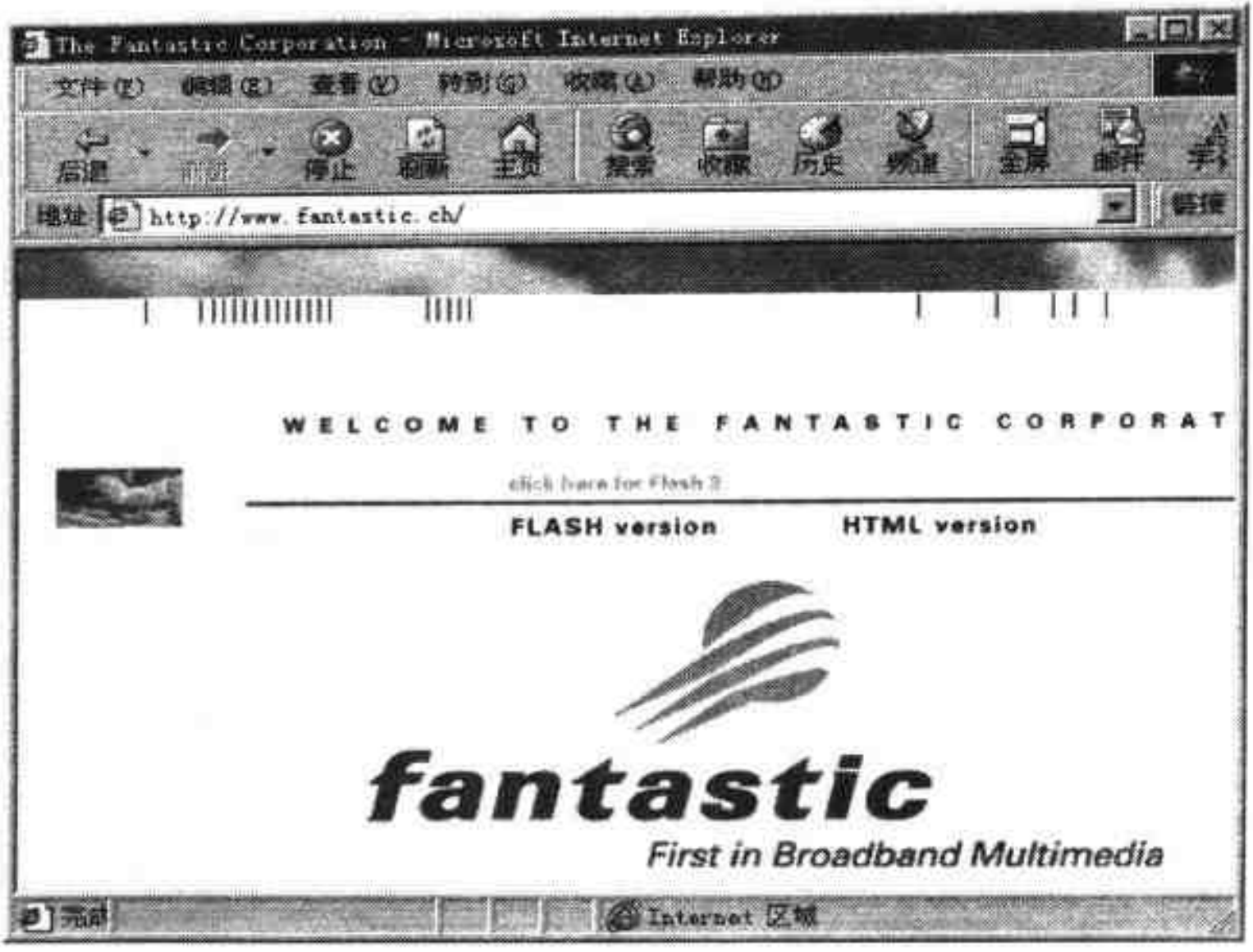
了解详细内容，请访问 http://www.fantastic.ch。通讯地址：The Fantastic Corporation, 55 Broad Street #20D, New York, NY 10004；电话：212-363-4226；　传真：212-344-4408；E-mail 地址：wcliao@fantastic-usa.com。

图 17.4　Fantastic 公司的产品 MediaSurfer，是一种端对端的宽带多媒体软件系统

图 17.5　MediaSurfer 客户软件可使标准 Internet 浏览器通过宽带网络
（卫星网、专线网、ADSL、数字地面网等）接收大容量的多媒体频道广播

17.5　Microsoft 公司产品 NetShow Theater Server

Microsoft 公司的 NetShow 可以将实时音频和用户点播节目（包括音频、视频、同步音视频等）进行多点传输。NetShow 可运行于 Windows 95 操作系统。图 17.6 显示 Microsoft NetShow 网页的部分内容。


The Fantastic Corporation - Microsoft Internet Explorer
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退 前进 停止 刷新 主页 搜索 收藏 历史 频道 全屏 邮件
地址 http://www.fantastic.ch/
链接
WELCOME TO THE FANTASTIC CORPORAT
click here for Flash 2
FLASH version
HTML version
fantastic
First in Broadband Multimedia
完成
Internet 区域

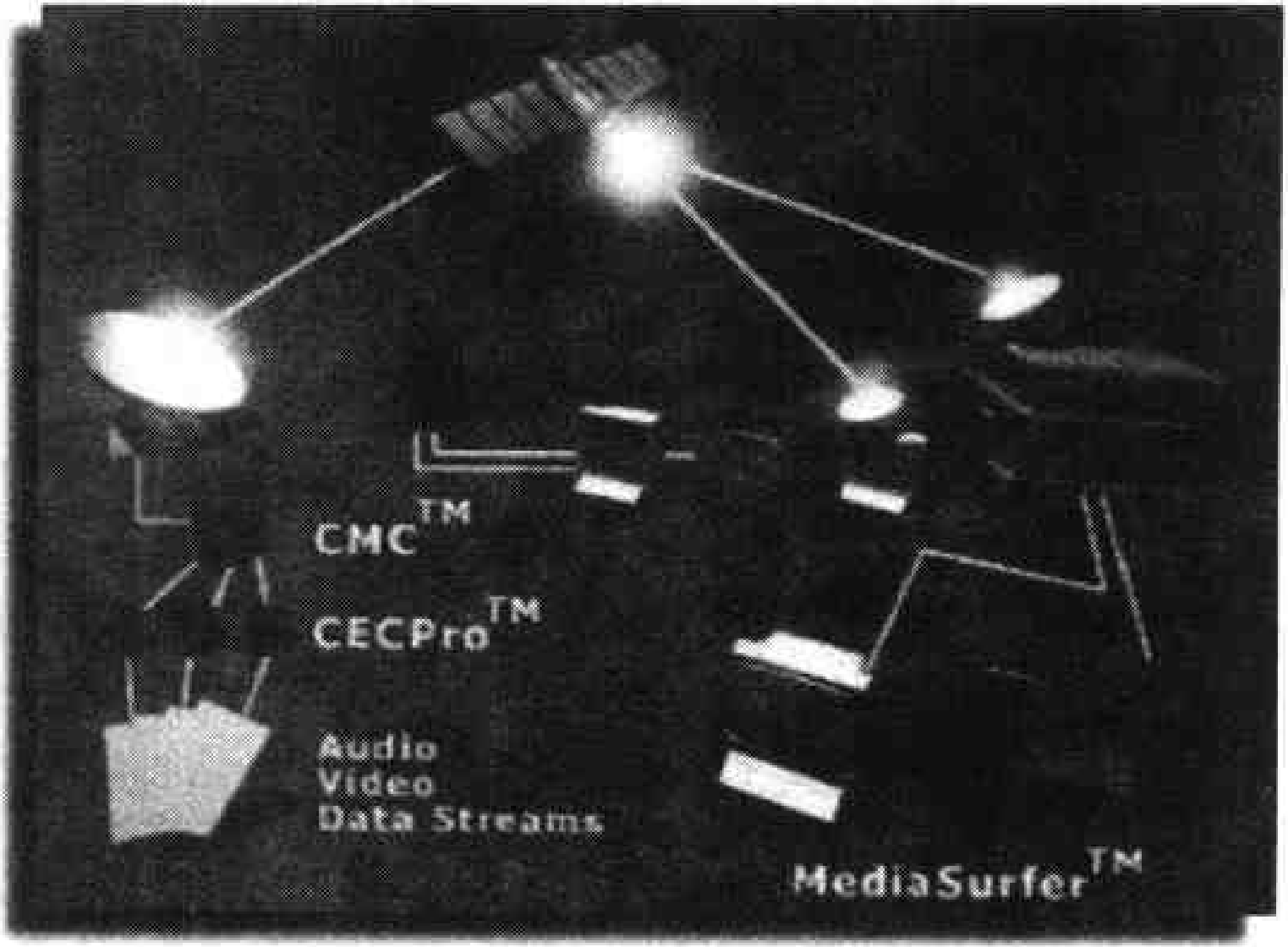

CMC™
CECPro™
Audio
Video
Data Streams
MediaSurfer™

图 17.4　Fantastic 公司的产品 MediaSurfer，是一种端对端的宽带多媒体软件系统

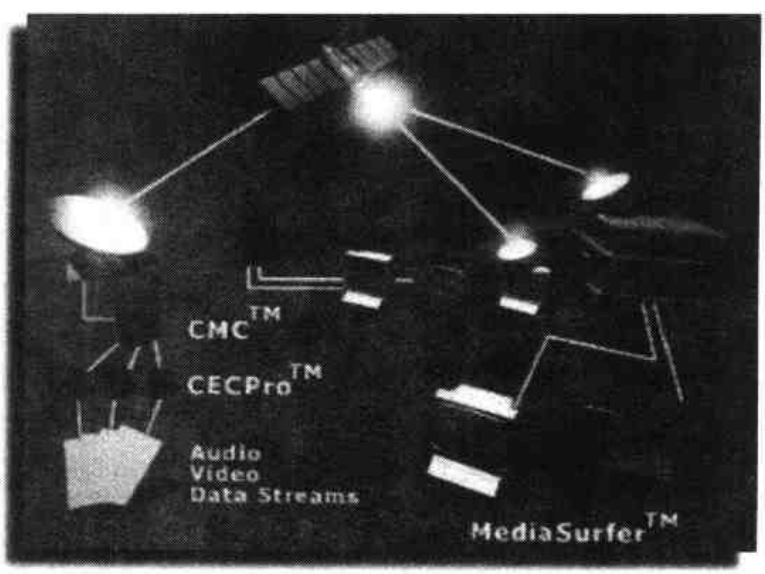


图 17.5　MediaSurfer 客户软件可使标准 Internet 浏览器通过宽带网络（卫星网、专线网、ADSL、数字地面网等）接收大容量的多媒体频道广播

17.5　Microsoft 公司产品 NetShow Theater Server

Microsoft 公司的 NetShow 可以将实时音频和用户点播节目（包括音频、视频、同步音视频等）进行多点传输。NetShow 可运行于 Windows 95 操作系统。图 17.6 显示 Microsoft NetShow 网页的部分内容。

图 17.6　Microsoft 公司的产品 NetShow 可对现场的音频、视频及数据进行多点传输

了解详细内容，请访问 http://www.microsoft.com/。通讯地址：Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, CA 98052；电话：206-882-8080；　传真：206-936-7329；E-mail 地址：nsinfo@microsoft.com 或者 shannonp@microsoft.com。

Microsoft NetShow 是一个强大而灵活的处理媒体数据流的解决方案，可传输广播级质量的 MPEG 视频数据。NetShow Theater Server 扩展了 Windows NT server 的 NetShow 服务功能，通过高速网络传输全动态、全屏幕的视频节目时能保证较好的播放效果。

NetShow Theater Server 可发送从 500bps 到 8Mbps 的高质量 MPEG1 和 MPEG2 视频节目，在系统允许的范围内，不论在同一时刻有多少用户收看同一个视频节目，它都能保证几乎相同的传输质量。随着需求的增加，它还可重新配置，包含更多的内容服务器和驱动器以增加系统的容纳能力和带宽。系统还有较强的容错能力，不需要昂贵的 RAID 硬件设备也能防止因内容服务器或硬盘驱动器故障而造成服务的中断。

17.6　Live Networks 公司产品 Multikit

Multikit 是一个通用的、可扩充的基于多点传输技术的目录浏览器（向后兼容基于 SDP/SAP 的会话浏览器，例如“sdr”）。就像文件系统中的目录、文件浏览器一样，Multikit 类似一个或多个“多点传输目录”，其中的每一项都表示通过 Mbone 进行了多点传输。这些项目描述即将到来和正在进行的多媒体事件，例如演讲、会议、音乐会等。图 17.7 显示 Live Networks 公司 Web 页面的部分内容。

Microsoft NetShow Theater Server - Home Page - Microsoft Internet Explorer
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退 停止 刷新 主页 搜索 收藏 历史 邮件 全屏 打印
地址 http://www.microsoft.com/Theater/default.htm
MICROSOFT PRODUCTS SEARCH SUPPORT SHOP WHERE US Microsoft
Microsoft NetShow Theater Server
Home
SITE MAP
NetShow Theater Home Page
ABOUT
Resources
DOWNLOAD
PARTNERS
Microsoft NetShow Theater Server
Microsoft® NetShow™ Theater Server is the most powerful, flexible streaming media solution for delivering high-quality MPEG video. NetShow Theater Server extends the streaming media services of Windows NT Server NetShow Services to much higher bandwidths, allowing you to deliver stunning, full-motion, full-screen video with guaranteed performance across high-bandwidth networks.
Getting Started
To learn about Microsoft NetShow Theater Server, we encourage you to look through the materials in the About section.
If you are looking for an Internet solution, you will want to check out the Windows NT Server NetShow Services information.
完成
Internet 区域

图 17.6　Microsoft 公司的产品 NetShow 可对现场的音频、视频及数据进行多点传输

了解详细内容，请访问 http://www.microsoft.com/。通讯地址：Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, CA 98052；电话：206-882-8080；　传真：206-936-7329；E-mail 地址：nsinfo@microsoft.com 或者 shannonp@microsoft.com。

Microsoft NetShow 是一个强大而灵活的处理媒体数据流的解决方案，可传输广播级质量的 MPEG 视频数据。NetShow Theater Server 扩展了 Windows NT server 的 NetShow 服务功能，通过高速网络传输全动态、全屏幕的视频节目时能保证较好的播放效果。

NetShow Theater Server 可发送从 500bps 到 8Mbps 的高质量 MPEG1 和 MPEG2 视频节目，在系统允许的范围内，不论在同一时刻有多少用户收看同一个视频节目，它都能保证几乎相同的传输质量。随着需求的增加，它还可重新配置，包含更多的内容服务器和驱动器以增加系统的容纳能力和带宽。系统还有较强的容错能力，不需要昂贵的 RAID 硬件设备也能防止因内容服务器或硬盘驱动器故障而造成服务的中断。

17.6　Live Networks 公司产品 Multikit

Multikit 是一个通用的、可扩充的基于多点传输技术的目录浏览器（向后兼容基于 SDP/SAP 的会话浏览器，例如“sdr”）。就像文件系统中的目录、文件浏览器一样，Multikit 类似一个或多个“多点传输目录”，其中的每一项都表示通过 Mbone 进行了多点传输。这些项目描述即将到来和正在进行的多媒体事件，例如演讲、会议、音乐会等。图 17.7 显示 Live Networks 公司 Web 页面的部分内容。

图 17.7　Multikit 是一个通用的、可扩充的基于多点传输技术的目录浏览器

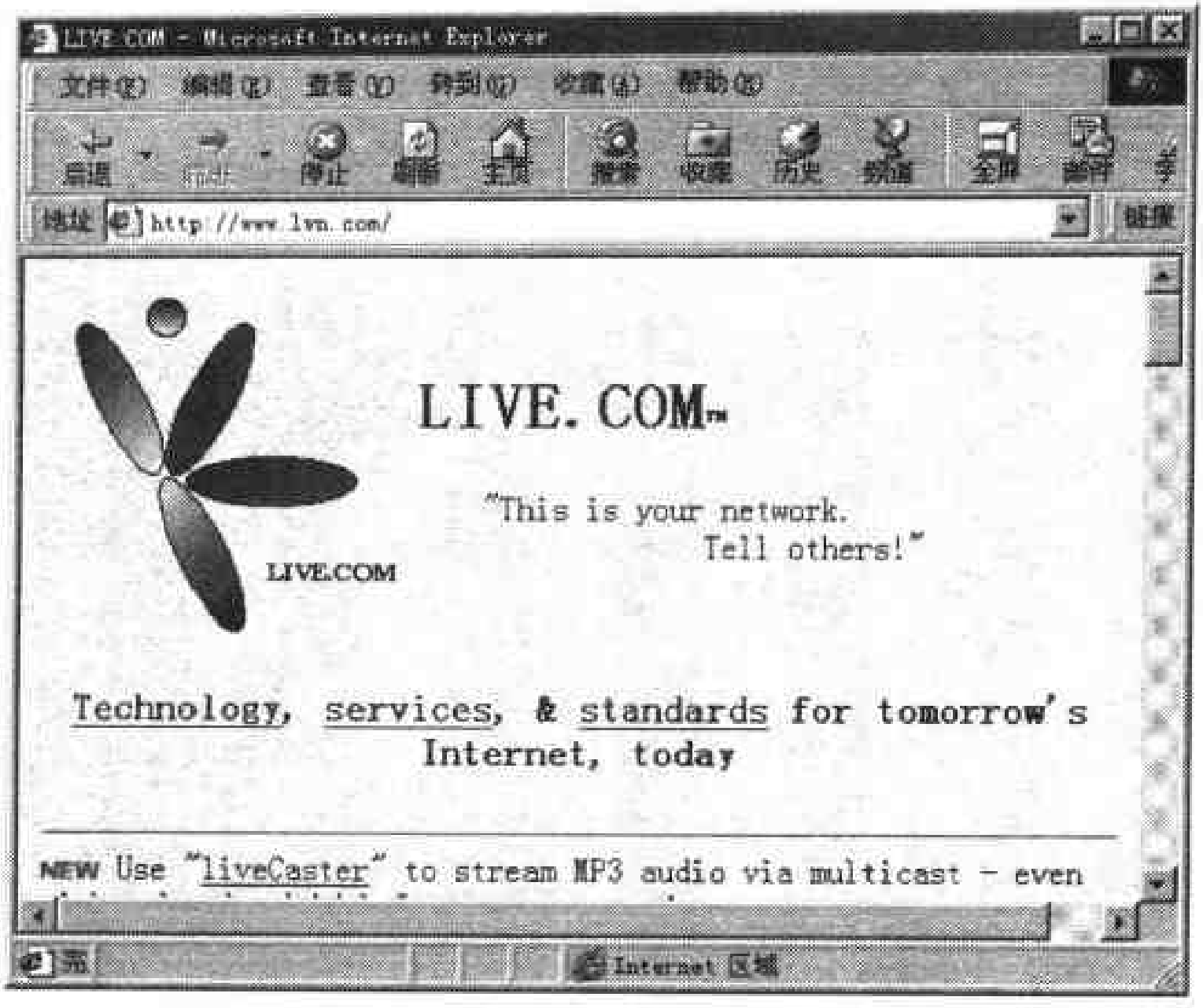
Multikit 可以帮助用户寻找网络中正在进行或即将进行的事件信息。用户只需用鼠标双击目录中出现的项目，即可加入这项活动中。从某种意义上说，Multikit 可以称为 Internet 上多点传输服务的交互式向导。当然，Multikit 还允许用户创建个人或者公司的多点传输项目。

可选的隧道机制允许没有连接到 Mbone 的用户访问 Mbone 的服务。该软件支持 SDP/SAP 和 MAFP 协议，可运行于 Windows95、Solaris、SunOS、OSF(Alpha)、及 FreeBSD 操作系统。

了解该产品的详细内容，请访问 http://www.lvn.com/multikit/。通讯地址：Live Networks Inc., 650 Castro Street, Suite 120-196, Mountain View, CA 94041；　E-mail 地址：multikit@lvn.com 或者 finlayson@lvn.com。

17.7　Precept 公司产品 IP/TV

Precept Software 软件公司（如图 17.8）开发和销售基于标准的网络软件产品，用于在 Windows 平台的电脑网络中进行局域或广域实时多媒体信息的通讯。使用现有的价值 3 千万美元的包交换网络基础，Precept 公司的软件可在全球范围内的 Internet 上或基于成熟的以太网、快速以太网或 FDDI 技术的局域和广域网上使用。Precept 还可使用一些新的高带宽网络技术例如 ATM 等。Precept 公司已聚集了一支优秀的技术队伍，包括 TCP/IP 及实时协议、Windows 软件编程和多媒体音视频数据传输等方面的专家。


LIVE.COM - Microsoft Internet Explorer
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退 前进 停止 刷新 主页 搜索 收藏 历史 频道 全屏 邮件
地址 http://www.lvm.com/
LIVE.COM™
"This is your network.
Tell others!"
LIVE.COM
Technology, services, & standards for tomorrow's
Internet, today
NEW Use "liveCaster" to stream MP3 audio via multicast - even
完
Internet 区域

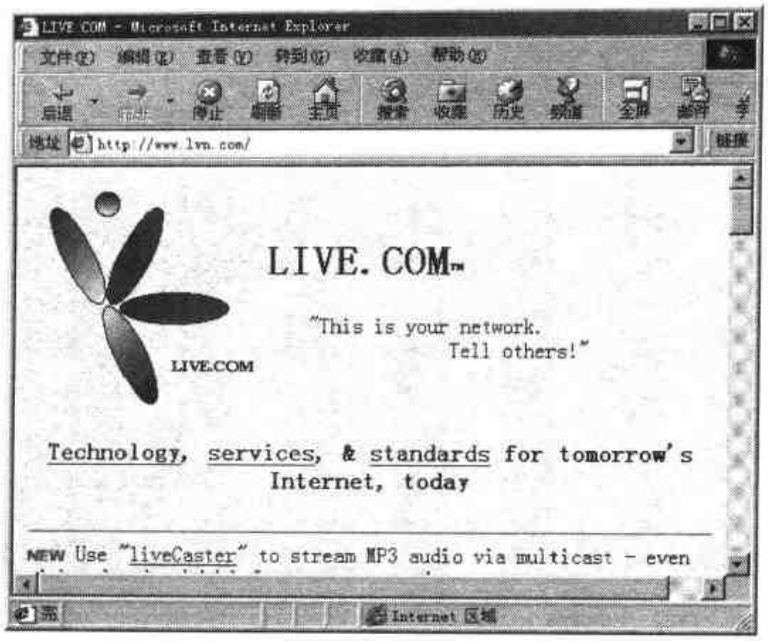


图 17.7　Multikit 是一个通用的、可扩充的基于多点传输技术的目录浏览器

Multikit 可以帮助用户寻找网络中正在进行或即将进行的事件信息。用户只需用鼠标双击目录中出现的项目，即可加入这项活动中。从某种意义上说，Multikit 可以称为 Internet 上多点传输服务的交互式向导。当然，Multikit 还允许用户创建个人或者公司的多点传输项目。

可选的隧道机制允许没有连接到 Mbone 的用户访问 Mbone 的服务。该软件支持 SDP/SAP 和 MAFP 协议，可运行于 Windows95、Solaris、SunOS、OSF(Alpha)、及 FreeBSD 操作系统。

了解该产品的详细内容，请访问 http://www.lvn.com/multikit/。通讯地址：Live Networks Inc., 650 Castro Street, Suite 120-196, Mountain View, CA 94041；E-mail 地址：multikit@lvn.com 或者 finlayson@lvn.com。

17.7　Precept 公司产品 IP/TV

Precept Software 软件公司（如图 17.8）开发和销售基于标准的网络软件产品，用于在 Windows 平台的电脑网络中进行局域或广域实时多媒体信息的通讯。使用现有的价值 3 千万美元的包交换网络基础，Precept 公司的软件可在全球范围内的 Internet 上或基于成熟的以太网、快速以太网或 FDDI 技术的局域和广域网上使用。Precept 还可使用一些新的高带宽网络技术例如 ATM 等。Precept 公司已聚集了一支优秀的技术队伍，包括 TCP/IP 及实时协议、Windows 软件编程和多媒体音视频数据传输等方面的专家。

IP/TV 可通过现有的网络基础设备将 TV 质量、全动态图像视频数据传送给每一台电脑，满足诸如公司通讯、员工培训、远程学习及视频新闻传送等应用需求。IP/TV 包含 3 个部分：用于安排和控制视频播放程序的 IP/TV Program Guide；用于播送现场或预先录制的视频节目的 IP/TV Server；用于收看和控制视频节目的 IP/TV View。软件支持 IP 多点传输和 RTP 协议，可运行于 Windows 3.11、Windows 95 和 Windows NT 操作系统。

了解公司及产品的详细信息，请访问 http://www.precept.com/。通讯地址：Precept Software Inc., 1072 Arastradero Rd, Palo Alto, CA 94304；电话：415-845-5200；传真：415-845-5235；E-mail 地址：info@precept.com 或者 doug@precept.com。

17.8 Intel 公司产品 Proshare

Intel ProShare Conferencing Video System 200（Intel ProShare 会议视频系统 200，如图 17.9 所示）是一个可伸缩的桌面视频会议系统，使用户可以在全世界范围内进行通讯和共享信息。此软件可在 Intel DX2 或者基于 Pentium 处理器的 PC 上运行。它为用户的系统平台增加视频会议功能，并且可以访问 Microsoft NetMeeting 工具。

ProShare 拥有基于 ISDN、局域网/广域网的多种视频会议功能，包括应用共享、电子白板、图像交换及文件传输能力，该软件支持 Windows 95 和 Windows NT 操作系统。

ProShare 按照 H.320 和 T.120 ITU 标准设计，具有与其他桌面系统进行音频、视频和数据交互的能力。它提供了数据共享工具的选择，包括 Intel ProShare 和 Microsoft NetMeeting。

至于多点传输能力，包括 ISDN 和 MCU（Multipoint Control Unit，多点控制单元）都支持多用户，包括从公司大楼内到全球范围用户的连接，完成高质量的视频会议功能。

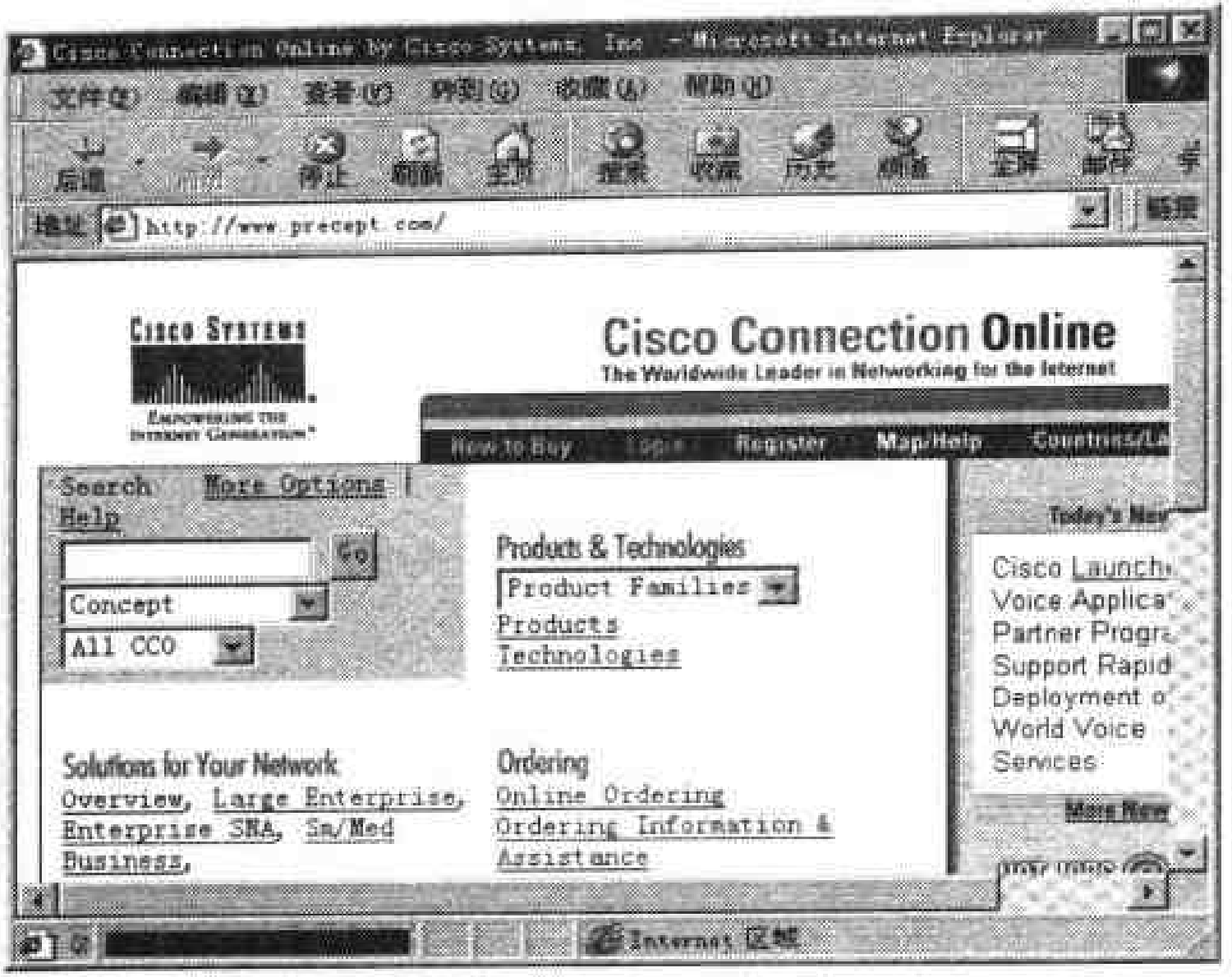


图 17.8　Precept 公司的产品 IP/TV 可运行于局域网和广域网

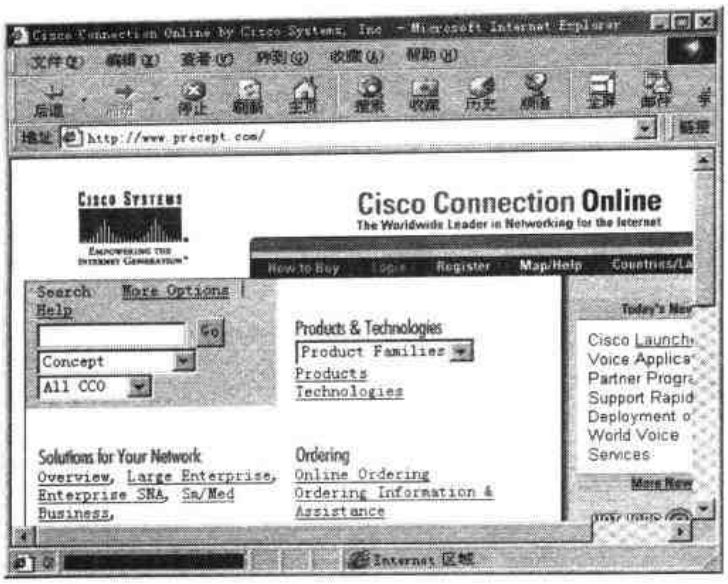


图 17.8　Precept 公司的产品 IP/TV 可运行于局域网和广域网

IP/TV 可通过现有的网络基础设备将 TV 质量、全动态图像视频数据传送给每一台电脑，满足诸如公司通讯、员工培训、远程学习及视频新闻传送等应用需求。IP/TV 包含 3 个部分：用于安排和控制视频播放程序的 IP/TV Program Guide；用于播送现场或预先录制的视频节目的 IP/TV Server；用于收看和控制视频节目的 IP/TV View。软件支持 IP 多点传输和 RTP 协议，可运行于 Windows 3.11、Windows 95 和 Windows NT 操作系统。

了解公司及产品的详细信息，请访问 http://www.precept.com/。通讯地址：Precept Software Inc., 1072 Arastradero Rd, Palo Alto, CA 94304；　电话：415-845-5200；　传真：415-845-5235；E-mail 地址：info@precept.com 或者 doug@precept.com。

17.8　Intel 公司产品 Proshare

Intel ProShare Conferencing Video System 200（Intel ProShare 会议视频系统 200，如图 17.9 所示）是一个可伸缩的桌面视频会议系统，使用户可以在全世界范围内进行通讯和共享信息。此软件可在 Intel DX2 或者基于 Pentium 处理器的 PC 上运行。它为用户的系统平台增加视频会议功能，并且可以访问 Microsoft NetMeeting 工具。

ProShare 拥有基于 ISDN、局域网/广域网的多种视频会议功能，包括应用共享、电子白板、图像交换及文件传输能力，该软件支持 Windows 95 和 Windows NT 操作系统。

ProShare 按照 H.320 和 T.120 ITU 标准设计，具有与其他桌面系统进行音频、视频和数据交互的能力。它提供了数据共享工具的选择，包括 Intel ProShare 和 Microsoft NetMeeting。

至于多点传输能力，包括 ISDN 和 MCU（Multipoint Control Unit，多点控制单元）都支持多用户，包括从公司大楼内到全球范围用户的连接，完成高质量的视频会议功能。

ProShare 的另一个用途在于用户可以选择他们所需要的功能。使用 Intel ProShare Conferencing Video System 200 与其他 ProShare 系统召开视频会议时，可以使用强大的 ProShare 软件工具及其他功能（例如视频回答功能及录制和回放等）。还可通过 ISDN 与其他的视频会议系统通讯，使用集成的 NetMeeting 共享工具。ProShare Conferencing Video System 200 可与其他兼容 H.320 标准的会议系统进行通讯。

Intel ProShare 提供了一个功能广泛的工具箱：

- 应用共享——轮流编辑由一个应用程序创建的文档。
- 多点记事本——重要文档、电子表格或文件共享和标记。
- 专业级质量的头戴式耳机和摄象机——高质量音频和无闪烁的复合视频。
- 高速文件传输器——与一个或多个成员交换文件。
- 全屏幕显示——获得大画面、高亮度的视频显示。

只能在 ProShare Conferencing tools 模式下才拥有的功能包括：

- 录制和回放——录制重要的会议内容供重复播放。
- 图像交换——立即观看步进图像。
- 视频回答功能——包含个人欢迎信息的自动应答。

了解公司及产品的详细信息，请访问 http://www.intel.com/comm-net/ proshare/。通讯地址：Intel,2111 NE 25th Avenue, Hillsboro, OR 97124；　电话：503-696-8080。

17.9　RealNetworks 公司产品 RealSystem G2

RealNetworks 公司是公认的数据流技术的领袖，其最新产品 RealSystem G2 堪称新一代 Internet 及企业 Intranet 多媒体传输系统。RealSystem G2 是第一个开放的、可扩充

图 17.9　Intel ProShare 是一个可伸缩的桌面视频会议系统

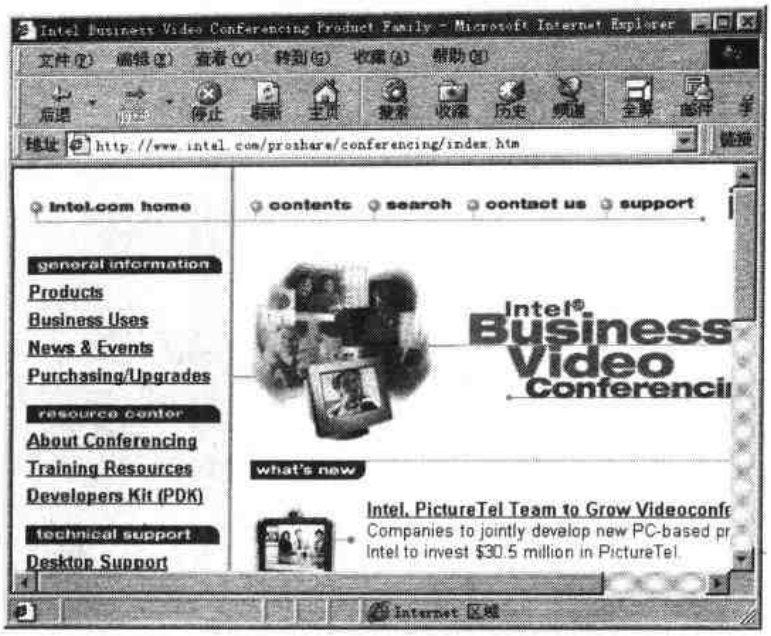


图 17.9　Intel ProShare 是一个可伸缩的桌面视频会议系统

ProShare 的另一个用途在于用户可以选择他们所需要的功能。使用 Intel ProShare Conferencing Video System 200 与其他 ProShare 系统召开视频会议时，可以使用强大的 ProShare 软件工具及其他功能（例如视频回答功能及录制和回放等）。还可通过 ISDN 与其他的视频会议系统通讯，使用集成的 NetMeeting 共享工具。ProShare Conferencing Video System 200 可与其他兼容 H.320 标准的会议系统进行通讯。

Intel ProShare 提供了一个功能广泛的工具箱：

- 应用共享——轮流编辑由一个应用程序创建的文档。
- 多点记事本——重要文档、电子表格或文件共享和标记。
- 专业级质量的头戴式耳机和摄象机——高质量音频和无闪烁的复合视频。
- 高速文件传输器——与一个或多个成员交换文件。
- 全屏幕显示——获得大画面、高亮度的视频显示。

只能在 ProShare Conferencing tools 模式下才拥有的功能包括：

- 录制和回放——录制重要的会议内容供重复播放。
- 图像交换——立即观看步进图像。
- 视频回答功能——包含个人欢迎信息的自动应答。

了解公司及产品的详细信息，请访问 http://www.intel.com/comm-net/ proshare/。通讯地址：Intel,2111 NE 25th Avenue, Hillsboro, OR 97124；　电话：503-696-8080。

17.9　RealNetworks 公司产品 RealSystem G2

RealNetworks 公司是公认的数据流技术的领袖，其最新产品 RealSystem G2 堪称新一代 Internet 及企业 Intranet 多媒体传输系统。RealSystem G2 是第一个开放的、可扩充

的基于标准的数据流传输系统，可将大量各种类型的多媒体数据以同步播放或事后回放的方式传送到用户手中。20 多个主要的媒体公司为 RealSystem G2 用户提供了独特的基于 SMIL（Synchronized Multimedia Integration Language，同步多媒体集成语言）的程序。

图 17.10　RealNetworks 公司的 RealSystem G2 是世界上公认的数据流技术的代表产品

我们可以从 http://www.real.com 下载免费的 RealSystem G2 测试版。

使用微机和其他数字设备的用户可利用 RealNetworks 公司开发销售的产品及服务，通过现有的网络系统发送和接收实时的多媒体数据。RealNetworks 公司是目前通过 Internet 传输实时媒体数据产品市场的领头人及开拓者。此软件产品为通过 IP 网络可靠地传输音频和视频数据流提供了一个客户/服务平台，具备多点传输现场或点播节目的能力，支持 TCP、UDP、RSTP 和 RTP 协议。客户及服务软件均可在 Windows 95、Windows NT、Mac OS 7.x、Windows 3.x、OS/2、Linux、Solaris、SunOS、IRIX 5.3 和 FreeBSD 操作系统中运行。

RealSystem G2 在改善传输可靠性的同时也显著提高了音频和视频节目的回放质量。使多种类型的数据可以同步协调地播放，利用较低的带宽创造高品质的效果。RealSystem G2 采用了新的音频编解码方法，使通过 28.8Kbps 和 56Kbps 的 modem 连接的音频频率响应提高 80%。软件还采用了一个新的视频后滤波（post-filtering）功能，使用户的视频节目回放效果更加平滑。New Stream Smart 传输技术使用户可以获得可靠及连续的视频播放效果。另外，软件还增加了两种文件类型：RealText 和 RealPix，结合 SMIL（Synchronized Multimedia Integration Language，同步多媒体集成语言）的支持，可以通过目前常用的 modem 连接来传输大容量、实时的多媒体节目。

RealSystem G2 是第一个符合工业标准 RTSP（Real Time Streaming Protocol，实时数据流协议）和 SMIL 语言的产品。RTSP 协议是一个处理媒体数据流的标准客户/服务协

RealNetworks - The Home of Streaming Media - Microsoft Internet Explorer
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退 前进 停止 刷新 主页 搜索 收藏 历史 邮件
地址 http://www.real.com/
Sure, you can get them to your Web site once.
real
PRODUCTS
SHOWCASE
SOLUTIONS
DEVZONE
HOME OF STREAMING MEDIA
Download RealPlayer Plus G2 Now
Superb audio with easy-to-use graphic EQ
Internet 区域

的基于标准的数据流传输系统，可将大量各种类型的多媒体数据以同步播放或事后回放的方式传送到用户手中。20 多个主要的媒体公司为 RealSystem G2 用户提供了独特的基于 SMIL（Synchronized Multimedia Integration Language，同步多媒体集成语言）的程序。

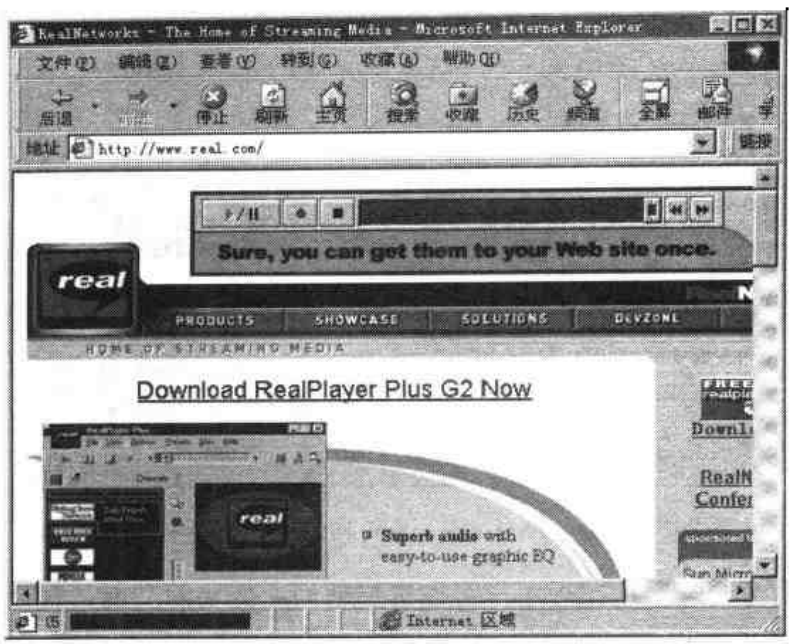


图 17.10　RealNetworks 公司的 RealSystem G2 是世界上公认的数据流技术的代表产品

我们可以从 http://www.real.com 下载免费的 RealSystem G2 测试版。

使用微机和其他数字设备的用户可利用 RealNetworks 公司开发销售的产品及服务，通过现有的网络系统发送和接收实时的多媒体数据。RealNetworks 公司是目前通过 Internet 传输实时媒体数据产品市场的领头人及开拓者。此软件产品为通过 IP 网络可靠地传输音频和视频数据流提供了一个客户/服务平台，具备多点传输现场或点播节目的能力，支持 TCP、UDP、RSTP 和 RTP 协议。客户及服务软件均可在 Windows 95、Windows NT、Mac OS 7.x、Windows 3.x、OS/2、Linux、Solaris、SunOS、IRIX 5.3 和 FreeBSD 操作系统中运行。

RealSystem G2 在改善传输可靠性的同时也显著提高了音频和视频节目的回放质量。使多种类型的数据可以同步协调地播放，利用较低的带宽创造高品质的效果。RealSystem G2 采用了新的音频编解码方法，使通过 28.8Kbps 和 56Kbps 的 modem 连接的音频频率响应提高 80%。软件还采用了一个新的视频后滤波（post-filtering）功能，使用户的视频节目回放效果更加平滑。New Stream Smart 传输技术使用户可以获得可靠及连续的视频播放效果。另外，软件还增加了两种文件类型：RealText 和 RealPix，结合 SMIL（Synchronized Multimedia Integration Language，同步多媒体集成语言）的支持，可以通过目前常用的 modem 连接来传输大容量、实时的多媒体节目。

RealSystem G2 是第一个符合工业标准 RTSP（Real Time Streaming Protocol，实时数据流协议）和 SMIL 语言的产品。RTSP 协议是一个处理媒体数据流的标准客户/服务协

议，SMIL 语言目前已被 W3C（WWW 同盟）确认为 Internet 标准，它使 Web 页面制作者可以将各种类型的数据（包括声音、乐曲、视频、文本、图像等）合成为同步播放的多媒体节目。RealSystem G2 还支持目前在 Web 上常用的大多数媒体文件格式，包括 ASF、AVI、JPEG、MPEG、VIV 及 WAV 等。

全新的使用界面使用户通过“一次按钮”（one-button）便可访问超过 50 个主要的多媒体节目供应商，还可提示用户何处有新的多媒体节目供应。RealSystem G2 还包含一个直观的基于 Web 的界面，允许用户选择自己需要的 Internet 广播站点，例如 CMPnet、CNN、ABC、FOX、ESPN、CBS SprortsLine、Wall Street Journal、CNET、Sony 和 Warner 等。RealSystem G2 和 RealSystem Plus G2 中的新设频道和预置功能可将用户直接连接到最广阔的 Internet 高质量实时或点播的节目中。Preset 按钮可使用户快速访问喜爱的 7X24 音乐节目，并保存和编辑自己喜爱的片段。

RealSystem G2 还有一个自动更新的功能，能够自动进行程序更新，减少下载时间，简化安装过程。用户可以使用这个功能获取最新的软件版本，而不需要重新安装整个系统，新的数据类型和组件都可根据需要安全地下载到用户手中。

17.10　Cabletron 公司产品 SecureFast SmartSwitch 9000

Cabletron 公司已在网络服务应用的开发领域经营多年，其 SecureFast 交换技术已发展成为一组强大、可伸缩及功能齐全的服务。SecureFast SmartSwitch IP 多点传输服务使用户可从一开始便利用所有可用的带宽进行通讯，并可显著减少网络故障的恢复时间。图 17.11 显示 Cabletron 公司网页的部分内容。

图 17.11　Cabletron's SecureFast 交换技术：强大、可伸缩及功能齐全的服务

在开发 SecureFast 的同时 Cabletron 公司还投资了诸如 802.1Q/p、LANE、MPOA、

CableTron Systems - YOUR BUSINESS COMMUNICATIONS SPECIALIST - Microsoft Inte
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退 前进 停止 刷新 主页 搜索 收藏 历史 频道 全屏 邮件
地址 http://www.cabletron.com/
链接
CABLETRON SYSTEMS
YOUR BUSINESS COMMUNICATIONS SPECIALIST
April 27,
TOP STO
SOLUTIONS
Smart Products
SPECTRUM
How To Buy
Education
Government
Manufacturing
Health Care
SERVICES
Partner Programs
Services & Support
Training
Careers
Press Room
4/23/1999 Cabletr
Benson to speak at
School
4/19/1999 Cabletr
Router 8600 Name
Year By Network M
4/14/1999 Cabletr
Token Ring Smart
4/5/1999 Alcatel I
SmartSwitch ATM
Family of Spee
Internet

议，SMIL 语言目前已被 W3C（WWW 同盟）确认为 Internet 标准，它使 Web 页面制作者可以将各种类型的数据（包括声音、乐曲、视频、文本、图像等）合成为同步播放的多媒体节目。RealSystem G2 还支持目前在 Web 上常用的大多数媒体文件格式，包括 ASF、AVI、JPEG、MPEG、VIV 及 WAV 等。

全新的使用界面使用户通过“一次按钮”（one-button）便可访问超过 50 个主要的多媒体节目供应商，还可提示用户何处有新的多媒体节目供应。RealSystem G2 还包含一个直观的基于 Web 的界面，允许用户选择自己需要的 Internet 广播站点，例如 CMPnet、CNN、ABC、FOX、ESPN、CBS SprortsLine、Wall Street Journal、CNET、Sony 和 Warner 等。RealSystem G2 和 RealSystem Plus G2 中的新设频道和预置功能可将用户直接连接到最广阔的 Internet 高质量实时或点播的节目中。Preset 按钮可使用户快速访问喜爱的 7X24 音乐节目，并保存和编辑自己喜爱的片段。

RealSystem G2 还有一个自动更新的功能，能够自动进行程序更新，减少下载时间，简化安装过程。用户可以使用这个功能获取最新的软件版本，而不需要重新安装整个系统，新的数据类型和组件都可根据需要安全地下载到用户手中。

17.10　Cabletron 公司产品 SecureFast SmartSwitch 9000

Cabletron 公司已在网络服务应用的开发领域经营多年，其 SecureFast 交换技术已发展成为一组强大、可伸缩及功能齐全的服务。SecureFast SmartSwitch IP 多点传输服务使用户可从一开始便利用所有可用的带宽进行通讯，并可显著减少网络故障的恢复时间。图 17.11 显示 Cabletron 公司网页的部分内容。

图 17.11　Cabletron's SecureFast 交换技术：强大、可伸缩及功能齐全的服务

在开发 SecureFast 的同时 Cabletron 公司还投资了诸如 802.1Q/p、LANE、MPOA、

OSPF 等标准的研究与发展工作。随着一些新标准的批准，Cabletron 公司的 SmartSwitch 与 SmartSwitch 路由器系列产品已具备了提供 VLAN 解决方案的能力。目前的 SecureFast 已能提供更强大、更协调、更可靠的高层网络服务。

该软件支持 IGMP 侦测技术，可运行于 Windows NT、Solaris、AIX、IRIX 和 HP-UX 操作系统。

SmartSwitch 9000

SmartSwitch 9000 系列产品拥有一个完善的结构。典型的 14 槽底版或者 6 槽 SmartSwitch 9000 布线槽。可帮助信息系统提升到更高层的应用。

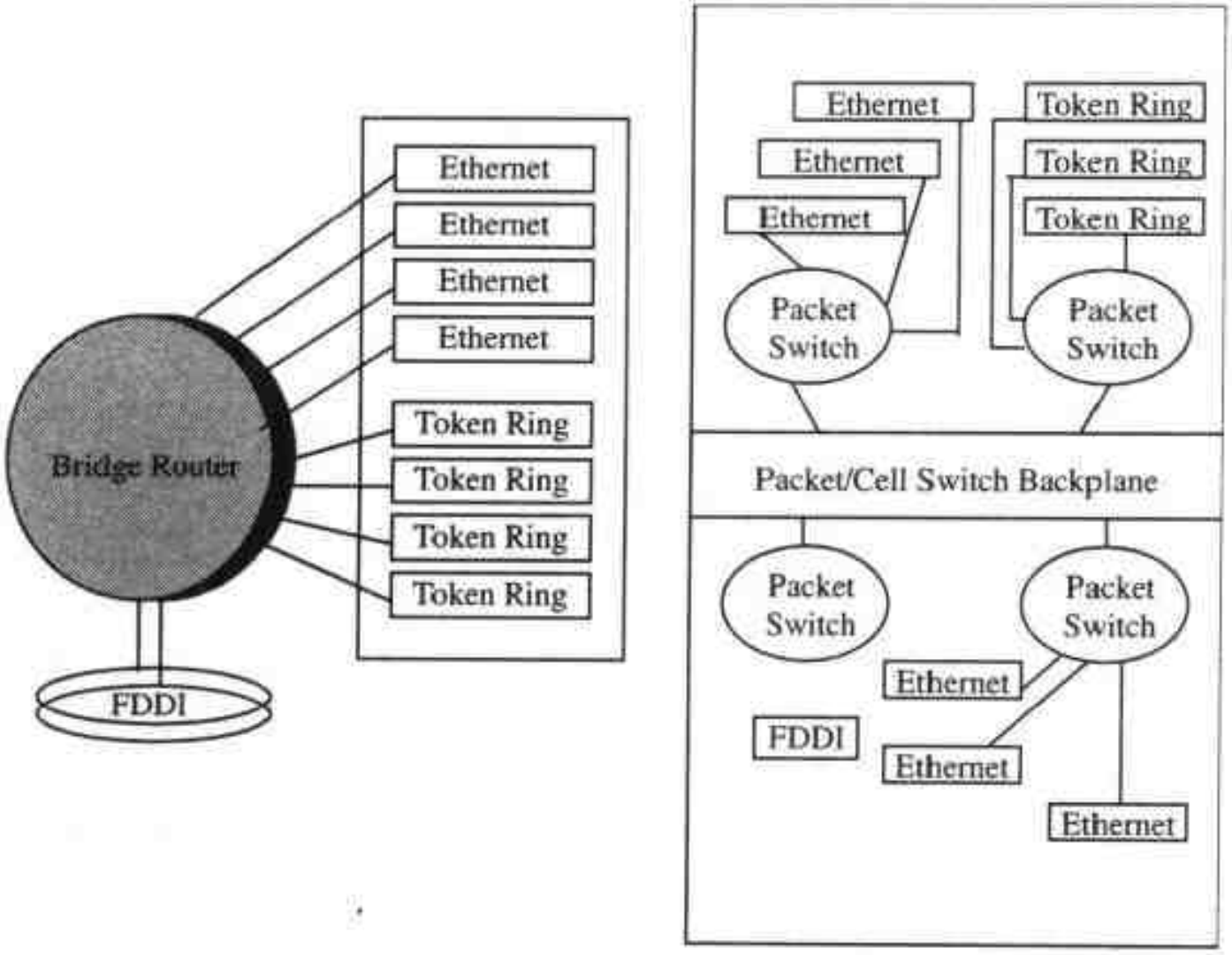
通过一个集成的数据包（Packet）和信元（Cell）交换底板，SmartSwitch 9000 成为大型企业网络应用的焦点，它可集合现有 LAN 环境并提供在将来平稳地升级到更高速的宽带交换网络的能力——包括集成 SecureFast VNS 的虚拟网络功能。

Cabletron 在设计 SmartSwitch 9000 时包括许多目标，包括较长的产品生命周期、完全的容错功能、集成包交换与信元交换、内置分析工具、支持以太网、令牌环、FDDI、ATM 和 WAN 等混合网络连接、以及高合成带宽等，如图 17.12 所示。

图 17.12　SmartSwitch 9000 支持以太网、令牌环、
FDDI、ATM 和 WAN 等混合网络连接、以及高合成带宽等

SmartSwitch 9000 已向智能 HUB 技术迈进了一大步。它支持基于包交换技术的网络和基于信元交换的 ATM 网络。与传统的多路 Hub 不同，这种结构将交换功能集成到硬件系统中，实现 LAN 网段的互联。因此，SmartSwitch 9000 可以减少昂贵而复杂的网桥或路由器的需求。

另外，安装多路 *HUB* 的费用也明显高于安装交换 HUB。随着网络中电脑数量的增加，网段不断增多，这笔费用将积累到相当可观的数量。


Ethernet
Ethernet
Ethernet
Ethernet
Token Ring
Token Ring
Token Ring
Token Ring
Bridge Router
FDDI
Ethernet
Ethernet
Ethernet
Token Ring
Token Ring
Token Ring
Packet Switch
Packet Switch
Packet/Cell Switch Backplane
Packet Switch
Packet Switch
Ethernet
FDDI
Ethernet
Ethernet

OSPF 等标准的研究与发展工作。随着一些新标准的批准，Cabletron 公司的 SmartSwitch 与 SmartSwitch 路由器系列产品已具备了提供 VLAN 解决方案的能力。目前的 SecureFast 已能提供更强大、更协调、更可靠的高层网络服务。

该软件支持 IGMP 侦测技术，可运行于 Windows NT、Solaris、AIX、IRIX 和 HP-UX 操作系统。

SmartSwitch 9000

SmartSwitch 9000 系列产品拥有一个完善的结构。典型的 14 槽底版或者 6 槽 SmartSwitch 9000 布线槽。可帮助信息系统提升到更高层的应用。

通过一个集成的数据包（Packet）和信元（Cell）交换底板，SmartSwitch 9000 成为大型企业网络应用的焦点，它可集合现有 LAN 环境并提供在将来平稳地升级到更高速的宽带交换网络的能力——包括集成 SecureFast VNS 的虚拟网络功能。

Cabletron 在设计 SmartSwitch 9000 时包括许多目标，包括较长的产品生命周期、完全的容错功能、集成包交换与信元交换、内置分析工具、支持以太网、令牌环、FDDI、ATM 和 WAN 等混合网络连接、以及高合成带宽等，如图 17.12 所示。

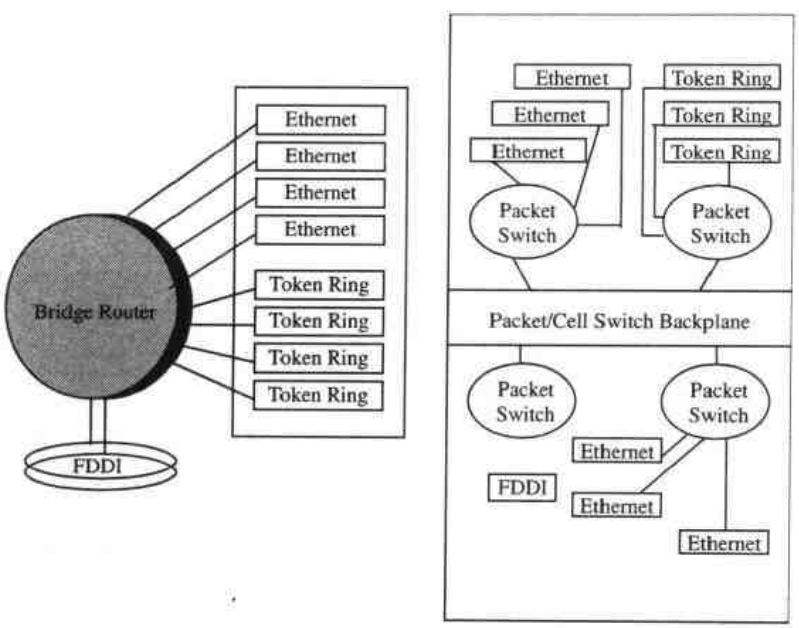


图 17.12　SmartSwitch 9000 支持以太网、令牌环、FDDI、ATM 和 WAN 等混合网络连接、以及高合成带宽等

SmartSwitch 9000 已向智能 HUB 技术迈进了一大步。它支持基于包交换技术的网络和基于信元交换的 ATM 网络。与传统的多路 Hub 不同，这种结构将交换功能集成到硬件系统中，实现 LAN 网段的互联。因此，SmartSwitch 9000 可以减少昂贵而复杂的网桥或路由器的需求。

另外，安装多路 *HUB* 的费用也明显高于安装交换 HUB。随着网络中电脑数量的增加，网段不断增多，这笔费用将积累到相当可观的数量。

了解详细内容，请访问 http://www.cabletron.com/securefast/。通讯地址：Cabletron Systems, 35 Industrial Way, Rochester, NH 03866；电话：603-332-9400；　传真：603-337-2211；E-mail 地址：sales@ctron.com 或 trent@ctron.com。

17.11　Starburst 通讯公司产品 Starburst Multicast

Starburst 通讯公司（如图 17.13 所示）提供了一个全新的软件系统，能将大型文件高效、可靠地传送到数以千计接收者手中。Starburst 可高效地进行软件传输、企业内部商业数据传递、多媒体文件分发、网点内容复制、数据库应用以及其他文件传输应用，如图 17.14 所示。Starburst Multicast 能通过所有类型的网络系统（包括无线网、地面网、卫星网等）快速可靠地将文件从单个节点同时传送到所有的网络接收者。

图 17.13　Starburst 可高效地进行软件传输、企业内部商业数据传递、多媒体文件分发、网点内容复制、数据库应用以及其他文件传输应用

Starburst Multicast 是第一个可靠的文件多点传输应用系统，可通过支持多点传输的局域或广域网络高效地向数千接收者分发信息。软件支持 MFTP 协议，可运行于 SunOS、Solaris、HP-UX、AIX、IRIX、Ultrx、VAX VMS、Windows NT、Windows 95、Windows 3.x、DOS 和 OS/2 系统平台。

Starburst 通讯公司还提供一系列用于传输大容量数据文件的产品，包括：

- Starburst OmniCast——将强大的文件管理功能与 MFTP 文件传输应用相结合，是一个完全的文件管理和传输系统。
- Starburst Multicast——提供了一个全新的软件系统，能将大容量文件高效、可靠地传送到数以千计的接收者手中。
- Starburst Multicast Software Developer's Kit（Starburst Multicast 软件开发工具）——为用户开发基于 MFTP 协议的应用程序提供了功能丰富的软件开发环境。系

StarBurst Software - The Content Distribution Innovators - Microsoft Internet
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退
停止
刷新
主页
搜索
收藏
历史
频道
全屏
邮件
地址 http://www.starburstcom.com/
StarBurst Software
StarBurst Software
The Content Distribution Innovators
Products
Customers
Partners
Company
News & Events
Update 1,000's of serv
StarBurst Software offers a revolutionary solution that pr
many, simultaneous, guaranteed content distribution to a
servers or desktops in the time it takes to distribute to or
distribution solution requires no change to your network it
lets you control bandwidth utilization.
完毕
Internet 区域

了解详细内容，请访问 http://www.cabletron.com/securefast/。通讯地址：Cabletron Systems, 35 Industrial Way, Rochester, NH 03866；电话：603-332-9400；　传真：603-337-2211；E-mail 地址：sales@ctron.com 或 trent@ctron.com。

17.11　Starburst 通讯公司产品 Starburst Multicast

Starburst 通讯公司（如图 17.13 所示）提供了一个全新的软件系统，能将大型文件高效、可靠地传送到数以千计接收者手中。Starburst 可高效地进行软件传输、企业内部商业数据传递、多媒体文件分发、网点内容复制、数据库应用以及其他文件传输应用，如图 17.14 所示。Starburst Multicast 能通过所有类型的网络系统（包括无线网、地面网、卫星网等）快速可靠地将文件从单个节点同时传送到所有的网络接收者。

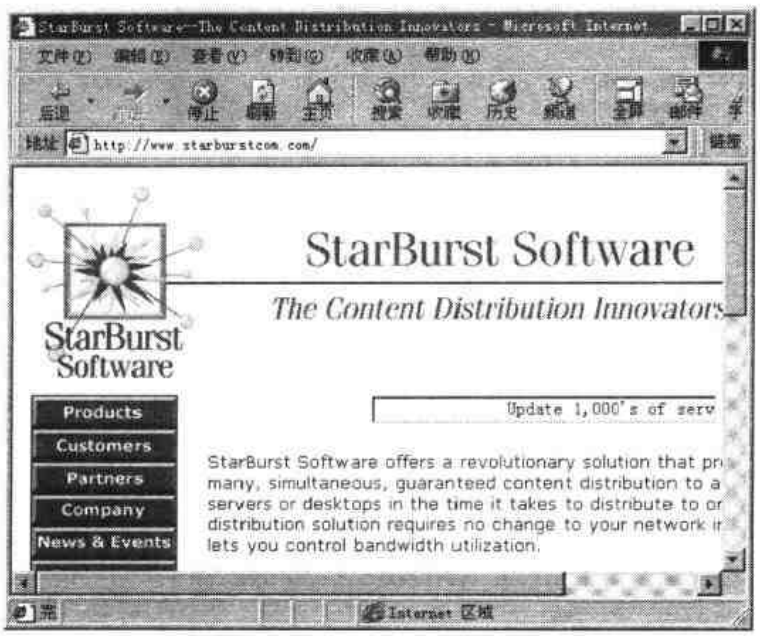


图 17.13　Starburst 可高效地进行软件传输、企业内部商业数据传递、多媒体文件分发、网点内容复制、数据库应用以及其他文件传输应用

Starburst Multicast 是第一个可靠的文件多点传输应用系统，可通过支持多点传输的局域或广域网络高效地向数千接收者分发信息。软件支持 MFTP 协议，可运行于 SunOS、Solaris、HP-UX、AIX、IRIX、Ultrx、VAX VMS、Windows NT、Windows 95、Windows 3.x、DOS 和 OS/2 系统平台。

Starburst 通讯公司还提供一系列用于传输大容量数据文件的产品，包括：

- Starburst OmniCast——将强大的文件管理功能与 MFTP 文件传输应用相结合，是一个完全的文件管理和传输系统。
- Starburst Multicast——提供了一个全新的软件系统，能将大容量文件高效、可靠地传送到数以千计的接收者手中。
- Starburst Multicast Software Developer's Kit（Starburst Multicast 软件开发工具）——为用户开发基于 MFTP 协议的应用程序提供了功能丰富的软件开发环境。系

统集成商、ISV、OEM 厂商和最终用户都可使用它来改善文件传输程序的效能。

- Starburst Multicast Sender for SMS——Microsoft Systems Management（SMS）的附加系统。扩展 SMS 的功能，支持一对多数据包分发，将信息从一个 site server 发往多个远程 site server。

图 17.14　Starburst 产品可高效地完成音频和视频文件分发、Web 网站内容或数据库信息的同步更新及其他文件传输应用

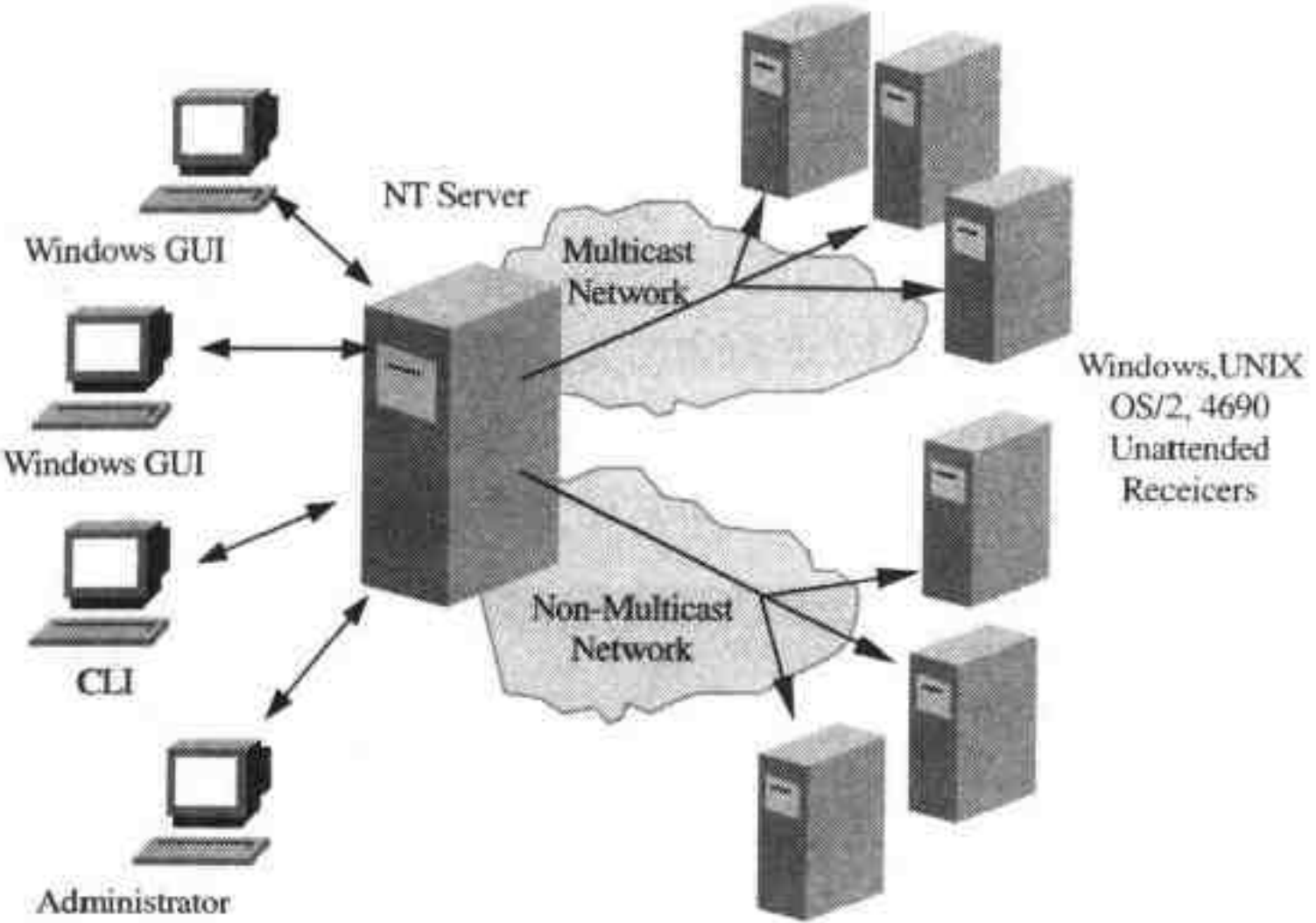
了解详细内容，请访问 http://www.starburst.com。通讯地址：StarBurst Communications Corporation, 150 Baker Ave., Concord, MA 01742；电话：978-287-5560；　传真：978-287-5561；E-mail 地址：info@starburst.com 或 bourget@starburstcom.com。

17.12　UCL 的网络音频会议工具

UCL 的网络音频会议工具（University College London's Robust-Audio Tool，RAT）是一个实时多人通讯的网络音频会议工具。它通过数据冗余和波形替换等技术来减少数据包的丢失。该软件支持 IP 多点传输、RTP 和冗余音频协议，可在 Windows 95、Windows NT、Solaris、IRIX、HP-UX、和 Linux 操作系统中运行。图 17.15 显示 UCL 网页的部分内容。

RAT 允许用户通过 Internet 加入网络音频会议，会议可直接在两个人之间进行，也可在一组参加人员或者多点传输组成员之间进行。在使用 RAT 的点对点模式时不需要其他特别的要求，但使用 RAT 的多点传输会议时，我们必须连接到 Mbone，或者类似的支持多点传输的网络系统。RAT 基于 IETF 标准，使用 UDP/IP 中的 RTP 协议作为基础传输协议，通过最少的控制即可实现 RTP 的音频会议功能。

RAT 通过发送端的数据丢失削减技术以及接收端的音频修补技术来抵消传输过程中的数据包丢失，并可根据主机运行时的响应自动作出修改。它所支持的操作系统非常广泛，其源代码也是公开的，其他用户可以对其进行修改以适用更多的平台。


NT Server
Windows GUI
Windows GUI
CLI
Administrator
Multicast
Network
Non-Multicast
Network
Windows,UNIX
OS/2, 4690
Unattended
Receicers

统集成商、ISV、OEM 厂商和最终用户都可使用它来改善文件传输程序的效能。

- Starburst Multicast Sender for SMS——Microsoft Systems Management（SMS）的附加系统。扩展 SMS 的功能，支持一对多数据包分发，将信息从一个 site server 发往多个远程 site server。

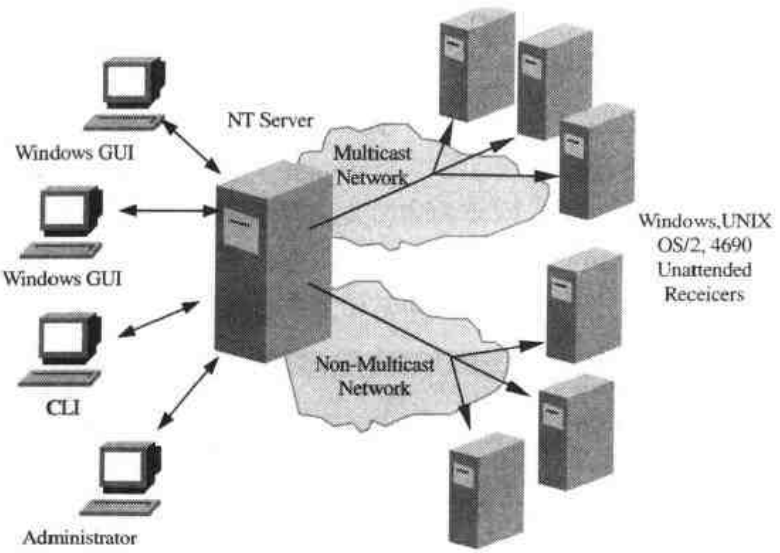


图 17.14　Starburst 产品可高效地完成音频和视频文件分发、Web 网站内容或数据库信息的同步更新及其他文件传输应用

了解详细内容，请访问 http://www.starburst.com。通讯地址：StarBurst Communications Corporation, 150 Baker Ave., Concord, MA 01742；电话：978-287-5560；　传真：978-287-5561；E-mail 地址：info@starburst.com 或 bourget@starburstcom.com。

17.12　UCL 的网络音频会议工具

UCL 的网络音频会议工具（University College London's Robust-Audio Tool，RAT）是一个实时多人通讯的网络音频会议工具。它通过数据冗余和波形替换等技术来减少数据包的丢失。该软件支持 IP 多点传输、RTP 和冗余音频协议，可在 Windows 95、Windows NT、Solaris、IRIX、HP-UX、和 Linux 操作系统中运行。图 17.15 显示 UCL 网页的部分内容。

RAT 允许用户通过 Internet 加入网络音频会议，会议可直接在两个人之间进行，也可在一组参加人员或者多点传输组成员之间进行。在使用 RAT 的点对点模式时不需要其他特别的要求，但使用 RAT 的多点传输会议时，我们必须连接到 Mbone，或者类似的支持多点传输的网络系统。RAT 基于 IETF 标准，使用 UDP/IP 中的 RTP 协议作为基础传输协议，通过最少的控制即可实现 RTP 的音频会议功能。

RAT 通过发送端的数据丢失削减技术以及接收端的音频修补技术来抵消传输过程中的数据包丢失，并可根据主机运行时的响应自动作出修改。它所支持的操作系统非常广泛，其源代码也是公开的，其他用户可以对其进行修改以适用更多的平台。

图 17.15　UCL 的 RAT 是一个实时多人通讯的网络音频会议工具

RAT 的新特征

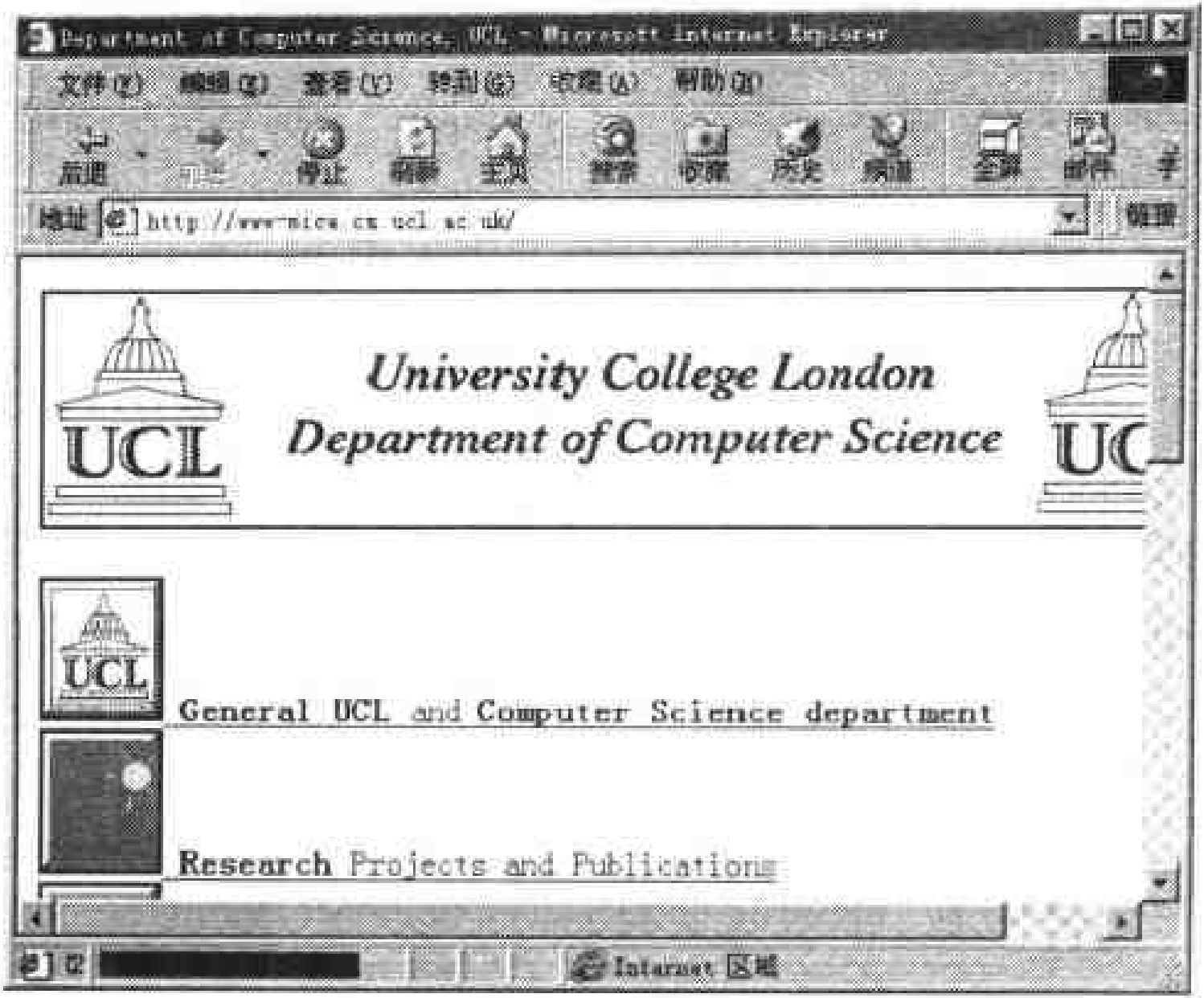
RAT 包含下列新的特点：

- 改善的音频质量；
- 支持多种采样格式（包括 8、16、32、48KHz 采样率以及单声道、立体声采样）；
- 采样格式可互相转换；
- 宽波段 ASPCM Speech 编码（16kHz，64kbps）；
- 声音定位（声源的 3D 定位）；
- 改善的自动增益控制；
- 美观的用户界面；
- 声音引擎与用户接口部分分离；
- 用于组件与应用程序通讯的 Conference bus；
- 通过 Conference bus 达到声音同步；
- 支持交错存取技术，减少数据包的丢失；
- 详细介绍各种功能的帮助系统；
- 接收质量列表。

了解产品的详细内容，请访问 http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/mice/rat。通讯地址：University College London, Gower Street, London WC1E 6BT；　E-mail 地址：rat-trap@cs.ucl.ac.uk。

17.13　Lawrence Berkeley 国家实验室的 Vic

Vic 是基于 RTP2 的 Internet 视频会议工具，提供基本的实时媒体通讯支持。RTP 是


Department of Computer Science, UCL - Microsoft Internet Explorer
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退
停止
搜索
收藏
历史
邮件
地址 http://www.cs.ucl.ac.uk/
链接
University College London
Department of Computer Science
UCL
General UCL and Computer Science department
Research Projects and Publications
Internet 区域

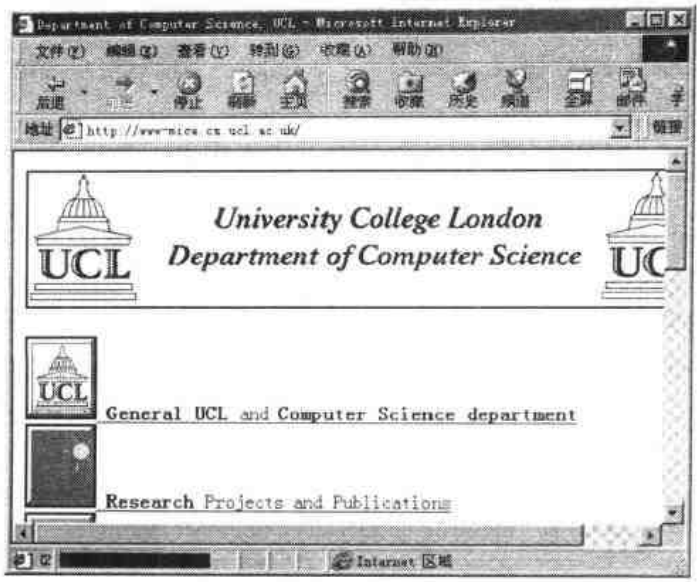


图 17.15　UCL 的 RAT 是一个实时多人通讯的网络音频会议工具

RAT 的新特征

RAT 包含下列新的特点：

- 改善的音频质量；
- 支持多种采样格式（包括 8、16、32、48KHz 采样率以及单声道、立体声采样）；
- 采样格式可互相转换；
- 宽波段 ASPCM Speech 编码（16kHz，64kbps）；
- 声音定位（声源的 3D 定位）；
- 改善的自动增益控制；
- 美观的用户界面；
- 声音引擎与用户接口部分分离；
- 用于组件与应用程序通讯的 Conference bus；
- 通过 Conference bus 达到声音同步；
- 支持交错存取技术，减少数据包的丢失；
- 详细介绍各种功能的帮助系统；
- 接收质量列表。

了解产品的详细内容，请访问 http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/mice/rat。通讯地址：University College London, Gower Street, London WC1E 6BT；　E-mail 地址：rat-trap@cs.ucl.ac.uk。

17.13　Lawrence Berkeley 国家实验室的 Vic

Vic 是基于 RTP2 的 Internet 视频会议工具，提供基本的实时媒体通讯支持。RTP 是

一个应用层的协议，不需要特别的系统增强功能来运行 RTP。Vic 是一个免费软件，支持 RTP2、IP 多点传输及 RTP 协议，可运行于 Windows 95、BSDI、HP-UX、OSF、Solaris、SunOS、和 Ultrix 操作系统。

17.14　NCSA MMosaic

与 Vic 相同，MMosaic 也是一个免费的多点传输浏览器。它是 NCSA Mosaic 2.7b4 的派生产品，它可将 HTML 页面及其内嵌的对象进行多点传输，在会议、教学、辅导等方面有较好的应用。该软件支持 LRMP 协议，可运行于 Solaris、SunOS、OSF（Alpha）操作系统。

了解详细信息，请访问 http://sig.enst.fr/~dauphin/mMosaic/index.html。E-mail：mMosaic-dec@sig.enst.fr。

MMosaic 可用作普通的浏览器，支持<TABLE>和其他补充的标签（例如<CENTER>）。从 3.2.0 版以来，MMosaic 可以运行在 IPv6/IPv4 连接的电脑中。MMosaic 3.0.10 及以后的版本均为免费软件，用户可以自由使用。

目前的版本支持“多线程”浏览：同时在多个窗口中浏览或下载。某些功能，例如新闻及多点传输被禁用。

Solaris 2.x 用户可将最新版本的 MMosaic 解压到/usr/local/bin/mMosaic 文件中。

安装需要下列库文件：jpeg-v6a、pnglib-0.99d 和 zlib-1.0.9。如果你的系统没有 Motif-1.2 则需要 Lesstif-82。编辑资源树根目录下的 Makefile 或者运行 Configure，输入 Make，将 src/mMosaic 拷贝到/user/local/bin。

第 18 章

IP 多路广播应用软件/服务端软件

本章介绍几种在 1998 年中期比较流行的 IP 多路广播服务器端软件产品。由于测试所需资源和条件已经超出了我们的范围，因此，书中涉及的内容信息均来自 Internet 上的一些相关网站，和部分技术及市场文献资料，内容有详有略，不能一一尽述。

18.1　EMULive 图像公司产品 EMULive Server

EMULive 图像公司为市场提供了一个功能齐全的音频/视频广播服务器，它能将 5 个音频和 5 个视频节目分别排列成独立的数据流。或者类似多路的“冲浪”频道。数据的接收端可以使用标准 Web 浏览器，也可使用 EMULive 图像公司免费提供的客户端共享软件（有关内容见第 17 章）。同一时间访问服务器的客户数量有一定的限制，最新的软件版本允许 1000 个客户同时连接。图 18.1 显示了 EMULive 图像公司网页的部分内容。

该服务软件为访问者带来了精彩的多媒体现场体验，同时也为系统管理员提供了许多重要的功能，例如节省带宽的多点传输支持、智能化登录审核记录、加密功能和商业模块等。

服务器允许通过 EMULive 图像公司的创作工具为用户提供 20 个类似电视频道的现场音视频节目，这些客户可以通过单点传输或多点传输网络与之相连。服务器也可以采用视频点播的方式为用户提供事先录制的多媒体节目。这些节目都采用 EMULive 公司的 JFx 文件格式进行存储。这是一个集文本消息传递、文件传输、图像传输、成组 Web 浏览和自动标题广告功能于一体的服务器。

用户可选的加密功能组件包括 DES（数据加密标准，Data Encryption Standard）、Triple-DES、Blowfish、Enigma 及 Enigma 1000。EMULive Server 与现有的主要 Web 服务器兼容。普通接收模式兼容于传统的 Web 浏览器，如 Microsoft Internet Explorer 或者 Netscape Communicator/Navigator 等。增强型接收模式则只能由 EMULive 公司的共享客户软件来提供。EMULive Server 与 TCP、HTTP 以及 IP 多点传输协议兼容，可运行于 Windows 95、Windows 98 和 Windows NT 系统平台。

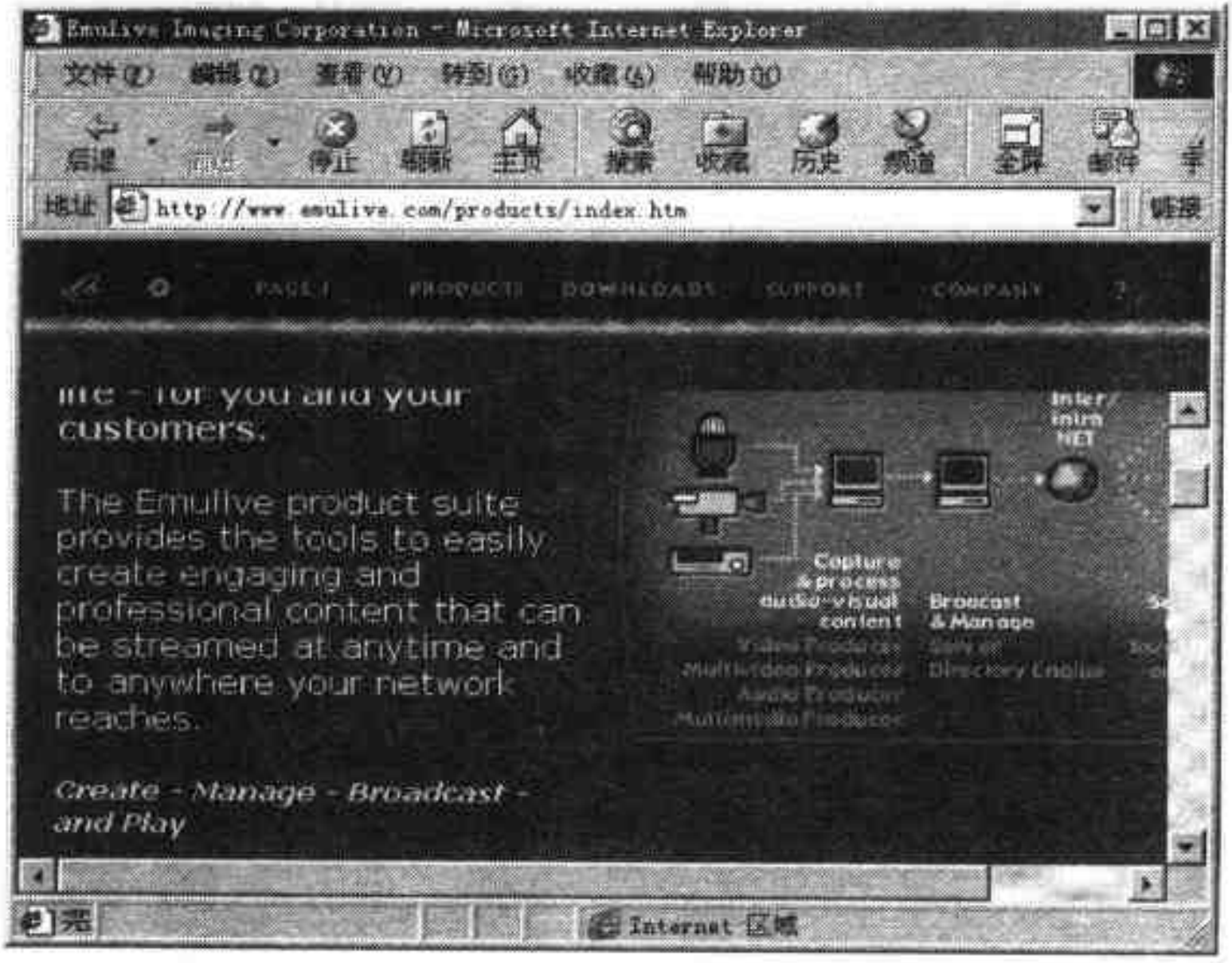


图 18.1 EMULive 图像公司的 EMULive Server

18.1　EMULive 图像公司产品 EMULive Server

EMULive 图像公司为市场提供了一个功能齐全的音频/视频广播服务器，它能将 5 个音频和 5 个视频节目分别排列成独立的数据流。或者类似多路的“冲浪”频道。数据的接收端可以使用标准 Web 浏览器，也可使用 EMULive 图像公司免费提供的客户端共享软件（有关内容见第 17 章）。同一时间访问服务器的客户数量有一定的限制，最新的软件版本允许 1000 个客户同时连接。图 18.1 显示了 EMULive 图像公司网页的部分内容。

图 18.1　EMULive 图像公司的 EMULive Server

该服务软件为访问者带来了精彩的多媒体现场体验，同时也为系统管理员提供了许多重要的功能，例如节省带宽的多点传输支持、智能化登录审核记录、加密功能和商业模块等。

服务器允许通过 EMULive 图像公司的创作工具为用户提供 20 个类似电视频道的现场音视频节目，这些客户可以通过单点传输或多点传输网络与之相连。服务器也可以采用视频点播的方式为用户提供事先录制的多媒体节目。这些节目都采用 EMULive 公司的 JFx 文件格式进行存储。这是一个集文本消息传递、文件传输、图像传输、成组 Web 浏览和自动标题广告功能于一体的服务器。

用户可选的加密功能组件包括 DES（数据加密标准，Data Encryption Standard）、Triple-DES、Blowfish、Enigma 及 Enigma 1000。EMULive Server 与现有的主要 Web 服务器兼容。普通接收模式兼容于传统的 Web 浏览器，如 Microsoft Internet Explorer 或者 Netscape Communicator/Navigator 等。增强型接收模式则只能由 EMULive 公司的共享客户软件来提供。EMULive Server 与 TCP、HTTP 以及 IP 多点传输协议兼容，可运行于 Windows 95、Windows 98 和 Windows NT 系统平台。

了解 EMULive Server 的详细内容，请访问 http://www.emulive.com。公司通讯地址：EMULive Imaging Corporation, 481 Viger 4th floor. Montreal, Quebec, Canada H2Z；1G6；电话：514-954-1919；传真：514-484-6945；E-mail 地址：randee@emulive.com。

18.2　Fantastic 公司产品 Channel Editing Center（CEC）

CEC 软件为网络信息供应商提供了一个集成、打包和注册多媒体信息的工具，这些信息可通过 CMC 操作员向外进行广播。CEC 软件是专为多媒体信息供应商或系统合成人员提供数据广播服务而设计的。它允许信息供应商将不同类型的数据合成为单一的信息——减少带宽限制。图 18.2 显示 Fantastic 公司 CEC 网页的部分内容。

Fantastic 公司的 CEC Pro 软件技术使公司或者网络信息供应商可以规划、设计和管理多媒体广播频道。通过宽带网络（例如 Astra-Net 和 ZakSat 卫星网络），可以通过频道的方式广播任何形式的多媒体信息。CEC Pro 软件还可用于管理广播节目顺序和预定信息等。

将大量多媒体信息压缩打包到频道中的应用很多，这对公司和网络信息供应商都有益处，包括：

- 公司可以将有关信息（例如远程培训、公司影视、多媒体分类目录等）集成到一个频道中，向公司职员、销售商、顾客或商业伙伴进行广播。使用高速网络，如卫星网、专线网或 ADSL（Asymmetric digital Subscriber Line，不对称用户数字线路）网络可以大大提高现有通讯频道的速度、可靠性和传输能力，任意类型的大型文件均可快速、同步地传送到事先预订的用户电脑中。数据传输完成后，用户可以使用电子节目向导（Electronic Program Guide，EPG）方便地访问有关信息。
- 信息供应商只需将数据进行一次打包便可通过各种类型的网络（卫星网、专线网、

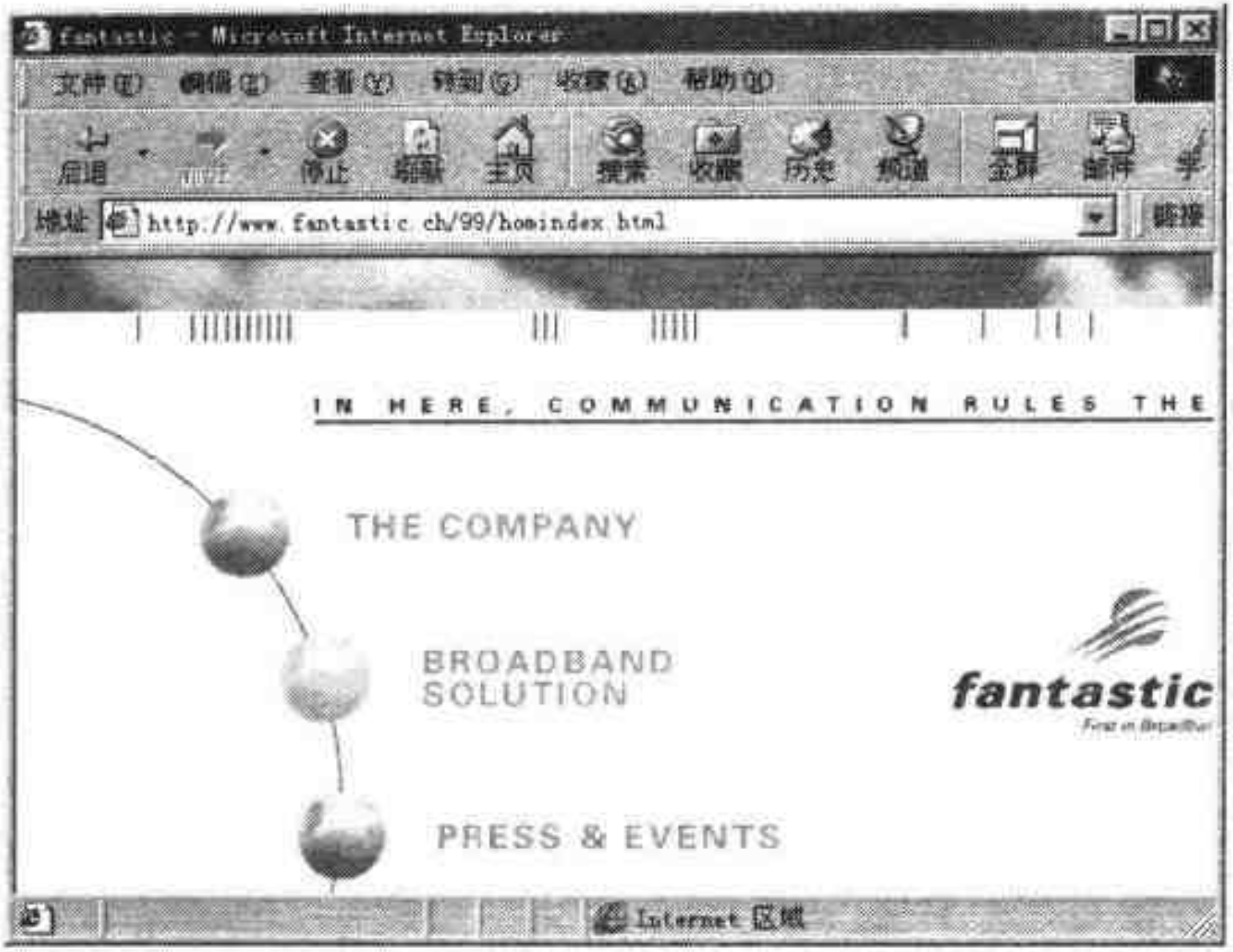


图 18.2　Fantastic 公司 CEC 网站

了解 EMULive Server 的详细内容，请访问 http://www.emulive.com。公司通讯地址：EMULive Imaging Corporation, 481 Viger 4th floor. Montreal, Quebec, Canada H2Z：1G6；电话：514-954-1919；传真：514-484-6945；E-mail 地址：randee@emulive.com。

18.2　Fantastic 公司产品 Channel Editing Center（CEC）

CEC 软件为网络信息供应商提供了一个集成、打包和注册多媒体信息的工具，这些信息可通过 CMC 操作员向外进行广播。CEC 软件是专为多媒体信息供应商或系统合成人员提供数据广播服务而设计的。它允许信息供应商将不同类型的数据合成为单一的信息——减少带宽限制。图 18.2 显示 Fantastic 公司 CEC 网页的部分内容。

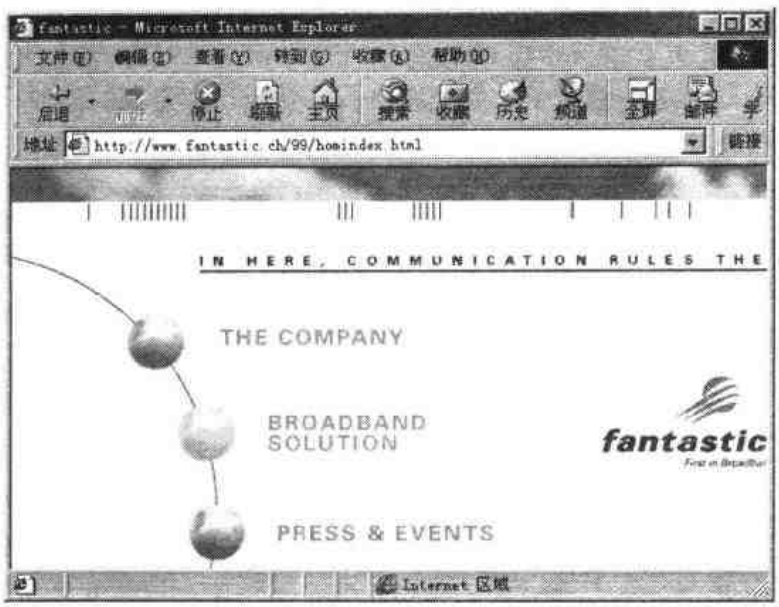


图 18.2　Fantastic 公司 CEC 网站

Fantastic 公司的 CEC Pro 软件技术使公司或者网络信息供应商可以规划、设计和管理多媒体广播频道。通过宽带网络（例如 Astra-Net 和 ZakSat 卫星网络），可以通过频道的方式广播任何形式的多媒体信息。CEC Pro 软件还可用于管理广播节目顺序和预定信息等。

将大量多媒体信息压缩打包到频道中的应用很多，这对公司和网络信息供应商都有益处，包括：

- 公司可以将有关信息（例如远程培训、公司影视、多媒体分类目录等）集成到一个频道中，向公司职员、销售商、顾客或商业伙伴进行广播。使用高速网络，如卫星网、专线网或 ADSL（Asymmetric digital Subscriber Line，不对称用户数字线路）网络可以大大提高现有通讯频道的速度、可靠性和传输能力，任意类型的大型文件均可快速、同步地传送到事先预订的用户电脑中。数据传输完成后，用户可以使用电子节目向导（Electronic Program Guide，EPG）方便地访问有关信息。
- 信息供应商只需将数据进行一次打包便可通过各种类型的网络（卫星网、专线网、

ADSL 或 Digital terrestrial 等）将数据发送到商业机构或终端用户手中。在通过已有宽带网络提供信息的同时，供应商还可以在新增的分布式系统中与已有的用户进行通讯。信息频道可通过自由接收、预定或计费浏览的方式提供给公司（包括金融、特种工业、气象、旅游等）和终端用户（包括音乐、旅游、体育、游戏等）。

- 主要优点在于它可以将音频、视频、文本、图像或其他类型的数据集成到单独的频道中，并通过网络向许多分散的节点发送。使用直观、易用的软件可以方便地创建多媒体信息频道，并可全天将多媒体节目传送到网络中的任何位置。创建了电子节目向导（EPG）后，用户便可方便地了解信息提供的时间和位置。
- 主要特点及附加信息预订管理系统（Subscription Management System，SMS）允许公司和信息供应商控制信息的分发。文件广播调度器（File Broadcast Scheduler）允许用户根据带宽和费用的最优组合来控制传输的速度及时间。此系统与 Microsoft Internet Explorer 和 Netscape Communicator/Navigator 浏览器兼容。广播数据可以同时传送到网络中的每个客户，不受地点和资源的限制。SMS 非常经济实用，与传统的网络相比在价格上具有很强的竞争力。

了解详细内容，请访问 http://www.fantastic.ch。通讯地址：The Fantastic Corporation. 55 Broad Street #20D, New York, NY 10004；电话：212-363-4226；　传真：212-344-4408；E-mail 地址：wcliao@fantastic-usa.com。

18.3　ICAST Broadcaster

ICAST Broadcaster 是一个功能齐全、符合标准的智能化纯软件广播产品。它可将从模拟源或数字文件中的音频、视频、文本等数据流进行智能化广播，并提供完备的控制功能：输入数据源的设备或文件格式、编码标准、帧频率、带宽分布、时间及重复次数安排、广播范围、程序描述以及供信息反馈和交互的 Web/E-mail 地址等。此软件与 H.261、H.263、AVI、WAV、IGMP、RTP、RTCP、SDP、PIM、DVMRP 和 MOSPE 协议兼容，可运行于 Windows 95、Windows 98 和 Windows NT 4.0 系统平台。

了解详细内容，请访问 http://www.icast.com/products。通讯地址：ICAST Corporation, 5951 Los Gatos Blvd, Suite #1, Los Gatos, CA, 95032；电话：408-358-0700；　传真：408-358-0710；E-mail 地址：sales@icast.com。

18.4　Microsoft 公司产品 NetShow Services

Microsoft 公司的 NetShow 可以将实时音频和用户点播节目（包括音频、视频、同步音视频等）进行多点传输。我们在第 17 章中已经简要介绍过此软件。它还包含用于 IP 多点传输音频服务的程序 NetShow Live。NetShow 运行于 Windows NT 4.0 系统平台。图 18.3 显示 Microsoft NetShow server 网页的部分内容。

NetShow Services 可使 Internet 上的组织或信息供应商通过任意带宽的 Internet 或企

业内部网传输最高品质的音频和视频信息。它包含音频、视频、同步音视频、动画以及其他类型多媒体信息的服务及工具组件。用户可以使用新版的 Windows 媒体播放机来播放这些多媒体数据，它支持大部分目前已有的多媒体数据文件格式。

图 18.3　Microsoft NetShow 可以将实时音频和用户点播的多媒体节目进行多点传输

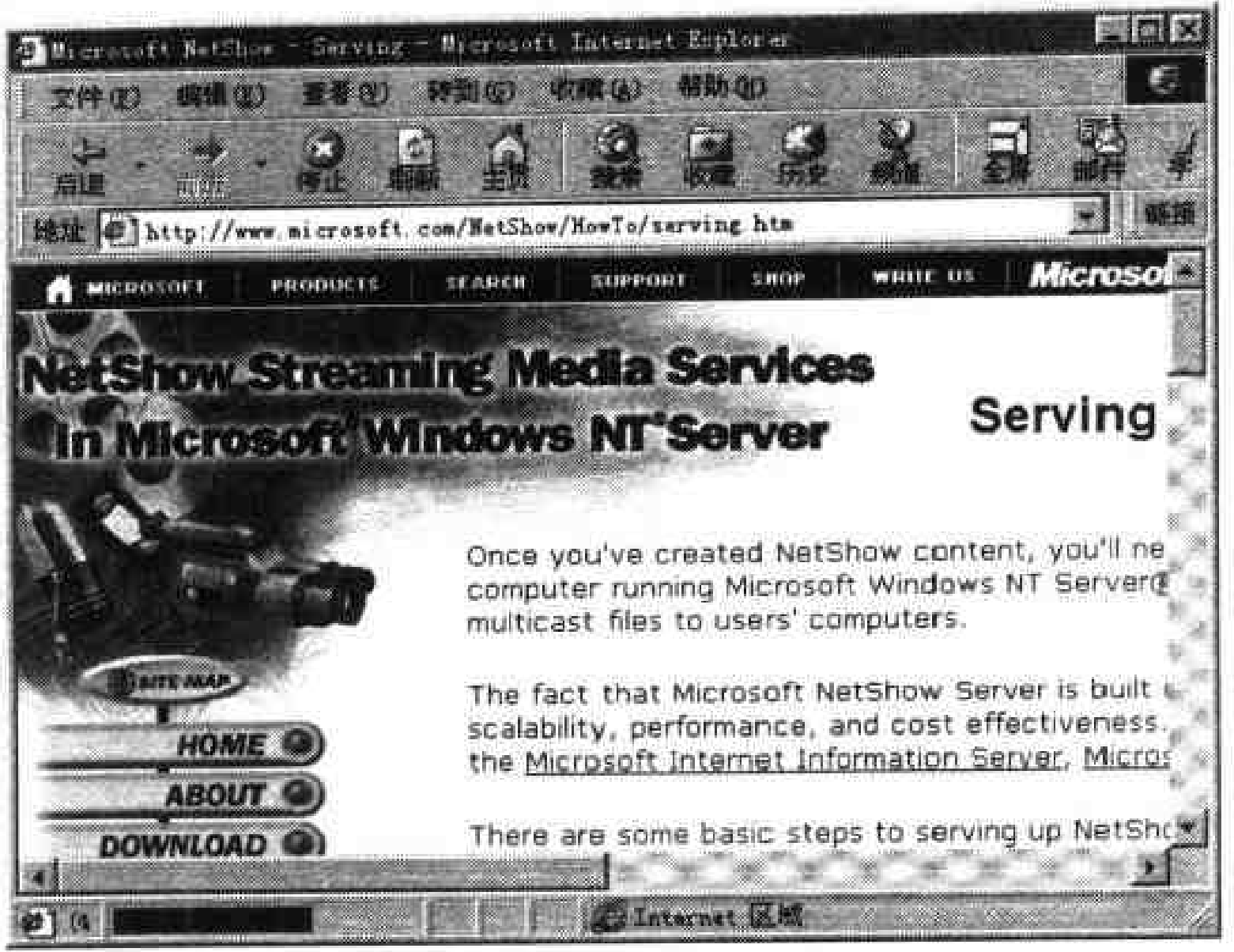
NetShow Services 最新版本 3.0 大大提高了传输视频和音频的质量，给用户带来最优质的享受。它的安装、配置和管理都非常简便，为大型多媒体数据的存储管理提供了可靠的、低消耗的平台。并能与 Microsoft 公司的其他产品紧密集成，使用户可方便地处理这些多媒体数据。

NetShow Services 是使用 Windows 多媒体技术处理数据流的产品，Windows 多媒体技术是创建内容丰富、可交互的应用程序的基础，可用于产品销售与服务、新闻和娱乐、技术培训以及公司成员通讯等。

此产品支持工业上最大的带宽范围。包括从 14.4Kbps 的音频连接到通过专线网络或 ATM 传送广播级质量的全屏幕视频。NetShow Services 还具有高度智能化的传输逻辑能力，即使在不利的网络环境中也能传送高质量的音频和视频信息。

NetShow Services 能与 Microsoft BackOffice 和 Microsoft Office 软件紧密集成。它使用 Windows NT Server 内置的安全机制来处理媒体传输过程中的安全问题。NetShow Services 还可与 Microsoft Site Server 集成，实现按页收费和按时间收费的计费功能，使用分析报告表及个性化内插设计等。

NetShow Services 还提供了完备易用的工具组件，用于多媒体数据的编辑、处理、压缩和编码等。它还提供了许多向导功能及模板，使用户可以方便快速地安装和配置服务器。用户可以使用新版的 Windows 媒体播放机播放 ASF（Advanced Streaming Format）格式文件以及大多数流行的多媒体格式文件，包括 WAV、AVI、QuickTime 以及 RealAudio/RealVideo。目前有许多第三方的工具可用于扩展 NetShow Services 工具组件的功能，系统开发人员还可使用软件开发工具（SDK）编写可配合 NetShow Services 或 ASF 的新的工具和应用程序。


Microsoft NetShow - Serving - Microsoft Internet Explorer
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 转到(G) 收藏(A) 帮助(H)
后退 前进 停止 刷新 主页 搜索 收藏 历史 邮件
地址 http://www.microsoft.com/NetShow/HowTo/serving.htm
MICROSOFT PRODUCTS SEARCH SUPPORT SHOP WRITE US
NetShow Streaming Media Services
In Microsoft Windows NT Server
Serving
Once you've created NetShow content, you'll ne
computer running Microsoft Windows NT Server
multicast files to users' computers.
The fact that Microsoft NetShow Server is built
scalability, performance, and cost effectiveness.
the Microsoft Internet Information Server, Micros
There are some basic steps to serving up NetSho
SITE MAP
HOME
ABOUT
DOWNLOAD
Internet 区域

业内部网传输最高品质的音频和视频信息。它包含音频、视频、同步音视频、动画以及其他类型多媒体信息的服务及工具组件。用户可以使用新版的 Windows 媒体播放机来播放这些多媒体数据，它支持大部分目前已有的多媒体数据文件格式。

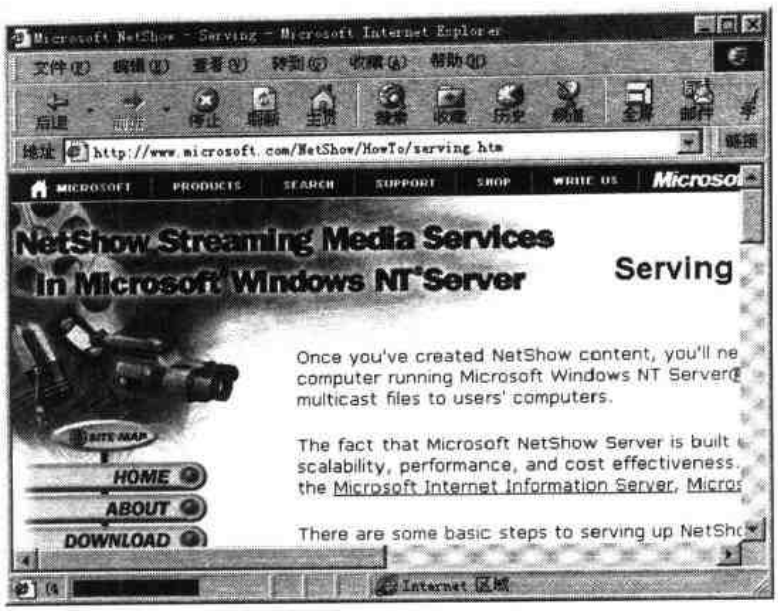


图 18.3　Microsoft NetShow 可以将实时音频和用户点播的多媒体节目进行多点传输

NetShow Services 最新版本 3.0 大大提高了传输视频和音频的质量，给用户带来最优质的享受。它的安装、配置和管理都非常简便，为大型多媒体数据的存储管理提供了可靠的、低消耗的平台。并能与 Microsoft 公司的其他产品紧密集成，使用户可方便地处理这些多媒体数据。

NetShow Services 是使用 Windows 多媒体技术处理数据流的产品，Windows 多媒体技术是创建内容丰富、可交互的应用程序的基础，可用于产品销售与服务、新闻和娱乐、技术培训以及公司成员通讯等。

此产品支持工业上最大的带宽范围。包括从 14.4Kbps 的音频连接到通过专线网络或 ATM 传送广播级质量的全屏幕视频。NetShow Services 还具有高度智能化的传输逻辑能力，即使在不利的网络环境中也能传送高质量的音频和视频信息。

NetShow Services 能与 Microsoft BackOffice 和 Microsoft Office 软件紧密集成。它使用 Windows NT Server 内置的安全机制来处理媒体传输过程中的安全问题。NetShow Services 还可与 Microsoft Site Server 集成，实现按页收费和按时间收费的计费功能，使用分析报告表及个性化内插设计等。

NetShow Services 还提供了完备易用的工具组件，用于多媒体数据的编辑、处理、压缩和编码等。它还提供了许多向导功能及模板，使用户可以方便快速地安装和配置服务器。用户可以使用新版的 Windows 媒体播放机播放 ASF（Advanced Streaming Format）格式文件以及大多数流行的多媒体格式文件，包括 WAV、AVI、QuickTime 以及 RealAudio/RealVideo。目前有许多第三方的工具可用于扩展 NetShow Services 工具组件的功能，系统开发人员还可使用软件开发工具（SDK）编写可配合 NetShow Services 或 ASF 的新的工具和应用程序。

了解详细内容，请访问 http://www.microsoft.com/netshow。通讯地址：Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, CA 98052；电话：206-882-8080；　传真：206-936-7329；E-mail 地址：nsinfo@microsoft.com。

18.5　Probita 公司产品 Proclaim Digital Distribution System

Probita 公司的 Proclaim Digital Distribution System（PDDS）可采用多点传输（multicast）、广播传输（broadcast）或单点传输（unicast）的方式将数据信息传送到用户的接收设备中。能可靠、高效地将数据从单个或多个节点发送到任意数量的远程节点。它包含操作支持特性，为用户提供更多的传输状态信息和系统控制能力。PDDS 是一个免费的共享软件，支持 SNMP 协议。图 18.4 显示 Probita 公司网页的部分内容。

图 18.4　Probita 公司的 PDDS 采用多点传输、广播传输或单点传输的方式将数据信息传送到用户的接收设备

PDDS 是专为运行于专用网络设备上的要求较严格的应用任务而设计的。与 Probita 公司其他产品一样，由于其具备强大的性能和可靠性，因此可直接用于涉及金融或者税务等方面的应用。

系统的状态监视功能可以显示目前传输任务的数目，并根据当前的网络速度及传输情况推算出传输结束的时间。软件还可记录在某段时间内完成的传输情况。它还能在传输队列中插入新的传输文件，并根据需要中止某些文件的传输。

在网络中运行时，PDDS 包含 SNMP 支持，可记录和控制任意节点的主要内部进程。它还能与其他厂商生产的网络管理工具集成，提供任务结束通告、事件和出错信息报告等功能。

了解详细内容，请访问 http://www.probita.com/proclaim.html。通讯地址：Probita, 4949 Peal East Circle, Suite 300, Boulder, CO 80301；电话：303-449-7665；　传真：303-449-4640；E-mail 地址：sales@probita.com。

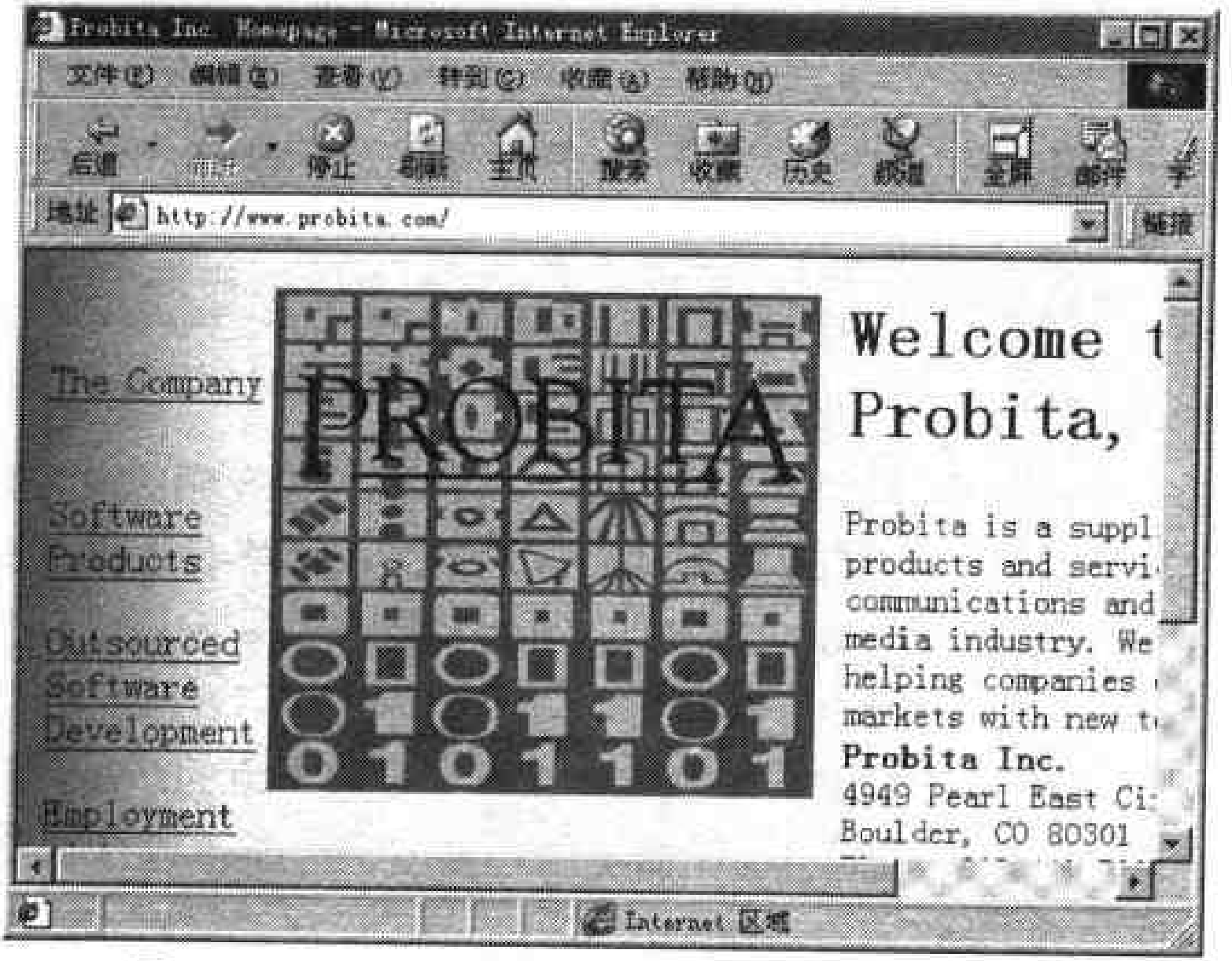


图 18.1 Probita 公司的 PROBITA 系统在主机浏览器上的显示

了解详细内容，请访问 http://www.microsoft.com/netshow。通讯地址：Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, CA 98052；电话：206-882-8080；　传真：206-936-7329；E-mail 地址：nsinfo@microsoft.com。

18.5　Probita 公司产品 Proclaim Digital Distribution System

Probita 公司的 Proclaim Digital Distribution System（PDDS）可采用多点传输（multicast）、广播传输（broadcast）或单点传输（unicast）的方式将数据信息传送到用户的接收设备中。能可靠、高效地将数据从单个或多个节点发送到任意数量的远程节点。它包含操作支持特性，为用户提供更多的传输状态信息和系统控制能力。PDDS 是一个免费的共享软件，支持 SNMP 协议。图 18.4 显示 Probita 公司网页的部分内容。

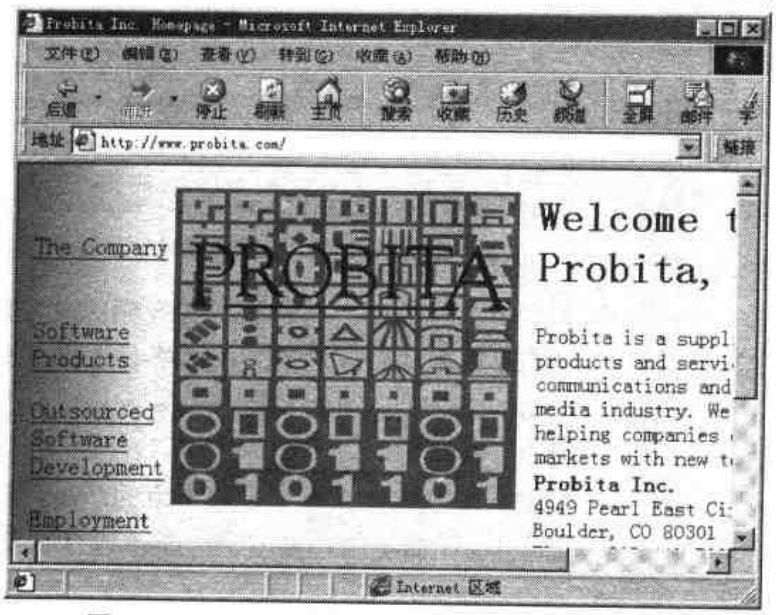


图 18.4　Probita 公司的 PDDS 采用多点传输、广播传输或单点传输的方式将数据信息传送到用户的接收设备

PDDS 是专为运行于专用网络设备上的要求较严格的应用任务而设计的。与 Probita 公司其他产品一样，由于其具备强大的性能和可靠性，因此可直接用于涉及金融或者税务等方面的应用。

系统的状态监视功能可以显示目前传输任务的数目，并根据当前的网络速度及传输情况推算出传输结束的时间。软件还可记录在某段时间内完成的传输情况。它还能在传输队列中插入新的传输文件，并根据需要中止某些文件的传输。

在网络中运行时，PDDS 包含 SNMP 支持，可记录和控制任意节点的主要内部进程。它还能与其他厂商生产的网络管理工具集成，提供任务结束通告、事件和出错信息报告等功能。

了解详细内容，请访问 http://www.probita.com/proclaim.html。通讯地址：Probita, 4949 Peal East Circle, Suite 300, Boulder, CO 80301；电话：303-449-7665；　传真：303-449-4640；E-mail 地址：sales@probita.com。

18.6　Starburst 通讯公司产品 Streamworks Server

Starburst 通讯公司（如图 18.5 所示）为通过多点传输技术解决电子信息传输提供了创新的解决方案。基于 MFTP 协议的 Starburst Multicast 是世界上第一个通过局域或广域多点传输网络将信息高效、可靠地传送到数以千计接收者手中的多点传输应用产品。

Starburst 能可靠、高效地将数据文件从单个节点传送到多个甚至是数以千计的目标节点，它为软件传输、企业内部商业数据传递、Internet/Intranet 信息“推送”、多媒体文件分发、网点内容复制、数据库应用以及其他一对多文件传输应用提供了理想的解决途径。与其他传统的点对点文件传输功能（例如基于 TCP 的 FTP）相比，Starburst 多点传输提供了高效快速的文件传输能力，能有效地减少网络流量，节省服务器的资源消耗。

此产品包括一个发送软件（服务器端软件）和一个接收软件（客户端软件，在第 17 章中我们已作过简要介绍），以及基础的文件传输协议。用户可以通过简单易用的图形化界面执行服务和客户功能，也可使用命令行方式执行快速操作，软件还提供了一个程序化接口，可根据用户的安排自动完成一系列功能。

软件支持 MFTP 协议，可运行于 SunOS、Solaris、HP-UX、AIX、IRIX、Ultrx、VAX VMS、Windows NT、Windows 95、Windows 3.x、DOS 和 OS/2 系统平台。

了解 StarBurst 公司详细内容，请访问 http://www.starburst.com。通讯地址：StarBurst Communications Corporation, 150 Baker Ave., Concord. MA 01742；电话：978-287-5560；传真：978-287-5561；E-mail 地址：info@starburst.com。

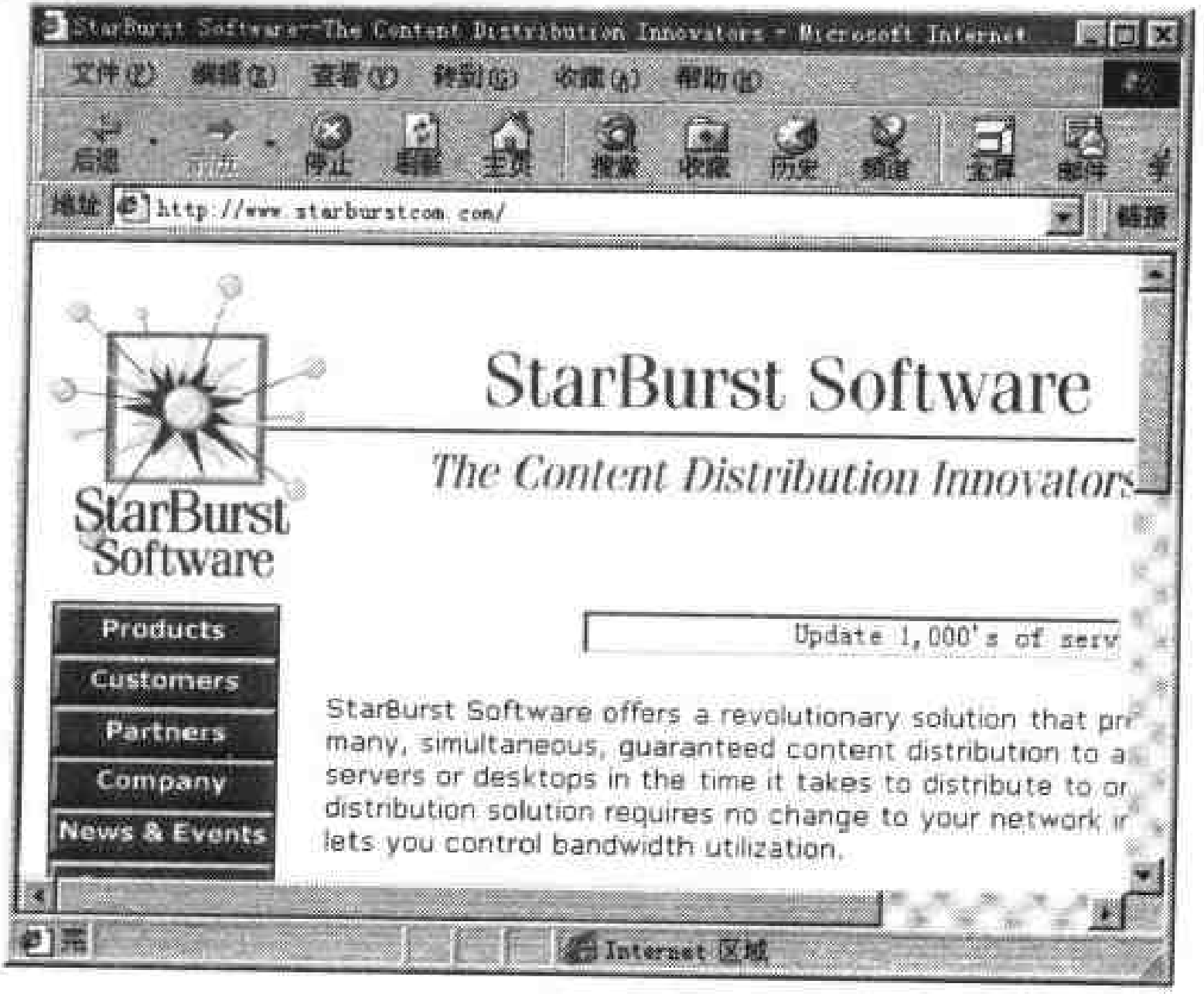


图 18.5 Starburst 通讯公司为通过多点传输技术解决电子信息传输提供了创新的解决方案

18.6　Starburst 通讯公司产品 Streamworks Server

Starburst 通讯公司（如图 18.5 所示）为通过多点传输技术解决电子信息传输提供了创新的解决方案。基于 MFTP 协议的 Starburst Multicast 是世界上第一个通过局域或广域多点传输网络将信息高效、可靠地传送到数以千计接收者手中的多点传输应用产品。

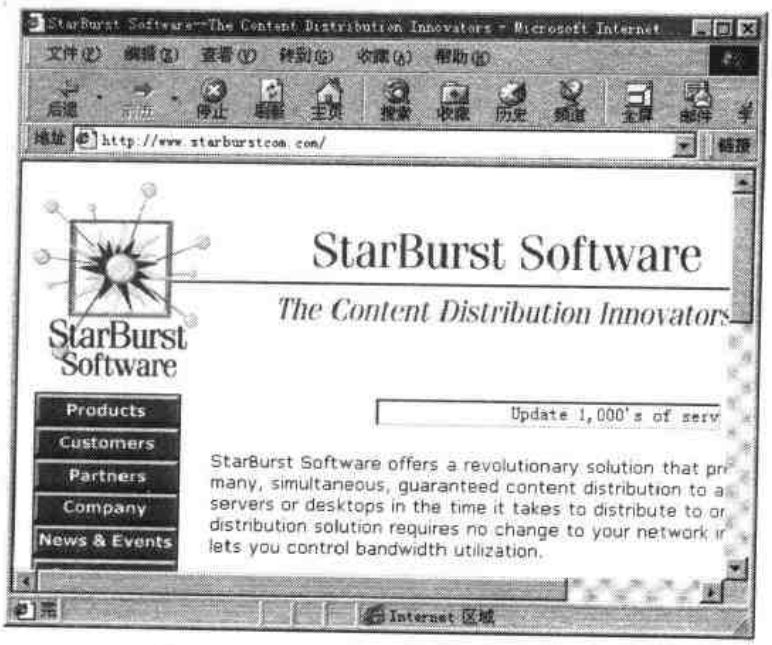


图 18.5　Starburst 通讯公司为通过多点传输技术解决电子信息传输提供了创新的解决方案

Starburst 能可靠、高效地将数据文件从单个节点传送到多个甚至是数以千计的目标节点，它为软件传输、企业内部商业数据传递、Internet/Intranet 信息“推送”、多媒体文件分发、网点内容复制、数据库应用以及其他一对多文件传输应用提供了理想的解决途径。与其他传统的点对点文件传输功能（例如基于 TCP 的 FTP）相比，Starburst 多点传输提供了高效快速的文件传输能力，能有效地减少网络流量，节省服务器的资源消耗。

此产品包括一个发送软件（服务器端软件）和一个接收软件（客户端软件，在第 17 章中我们已作过简要介绍），以及基础的文件传输协议。用户可以通过简单易用的图形化界面执行服务和客户功能，也可使用命令行方式执行快速操作，软件还提供了一个程序化接口，可根据用户的安排自动完成一系列功能。

软件支持 MFTP 协议，可运行于 SunOS、Solaris、HP-UX、AIX、IRIX、Ultrx、VAX VMS、Windows NT、Windows 95、Windows 3.x、DOS 和 OS/2 系统平台。

了解 StarBurst 公司详细内容，请访问 http://www.starburst.com。通讯地址：StarBurst Communications Corporation, 150 Baker Ave., Concord. MA 01742；电话：978-287-5560；传真：978-287-5561；E-mail 地址：info@starburst.com。

第 19 章

IP 多路广播信息供应商

本章将介绍 Internet 上部分 IP 多路广播信息传输和供应商。

19.1　PointCast Network

目前在 Internet 上经常使用的信息广播服务（例如 PointCast Network）就是使用 IP 多点传输技术的最常见的应用方式。PointCast 以广播的方式将个人所需的新闻和信息直接传输到用户的电脑中，用户可以预订所需的新闻信息（例如 CNN、The Wall Street Journal、The New York Times 等）。由于有广告客户的支持，PointCast 与电视和广播一样，不需用户支付费用。图 19.1 显示 PointCast Network 网页的部分内容。

PointCast 可以一天 24 小时不间断地向用户的电脑中发送信息，并根据用户指定的时间进行发送。PointCast 能有效提高网络的效率，与传统的使用 Web 浏览器下载新闻的方法相比，最多可减少 95%的带宽消耗和 99.9%的网络操作。

PointCast 中心广播器通过卫星通讯 24 小时不间断地接收来自世界各地的新闻信息，如图 19.2 所示。这些信息经过压缩和编码后，使用 PointCast 的专用 Smart Broadcast 技术进行广播。

用户只需下载并安装免费的 PointCast 客户软件，即可接收 PointCast Netwok 的广播信息。用户还可使用软件的智能化默认频道功能来决定所需的预订频道，在注册过程中，PointCast 详细询问用户所在地址、从事的工作、特别兴趣爱好等信息，并根据这些信息为用户设置默认频道，用户可以在使用的过程中修改自己的预订频道。

访问 PointCast 网站：http://www.pontcast.com/download/index.cgi? pcnhworktopbody。

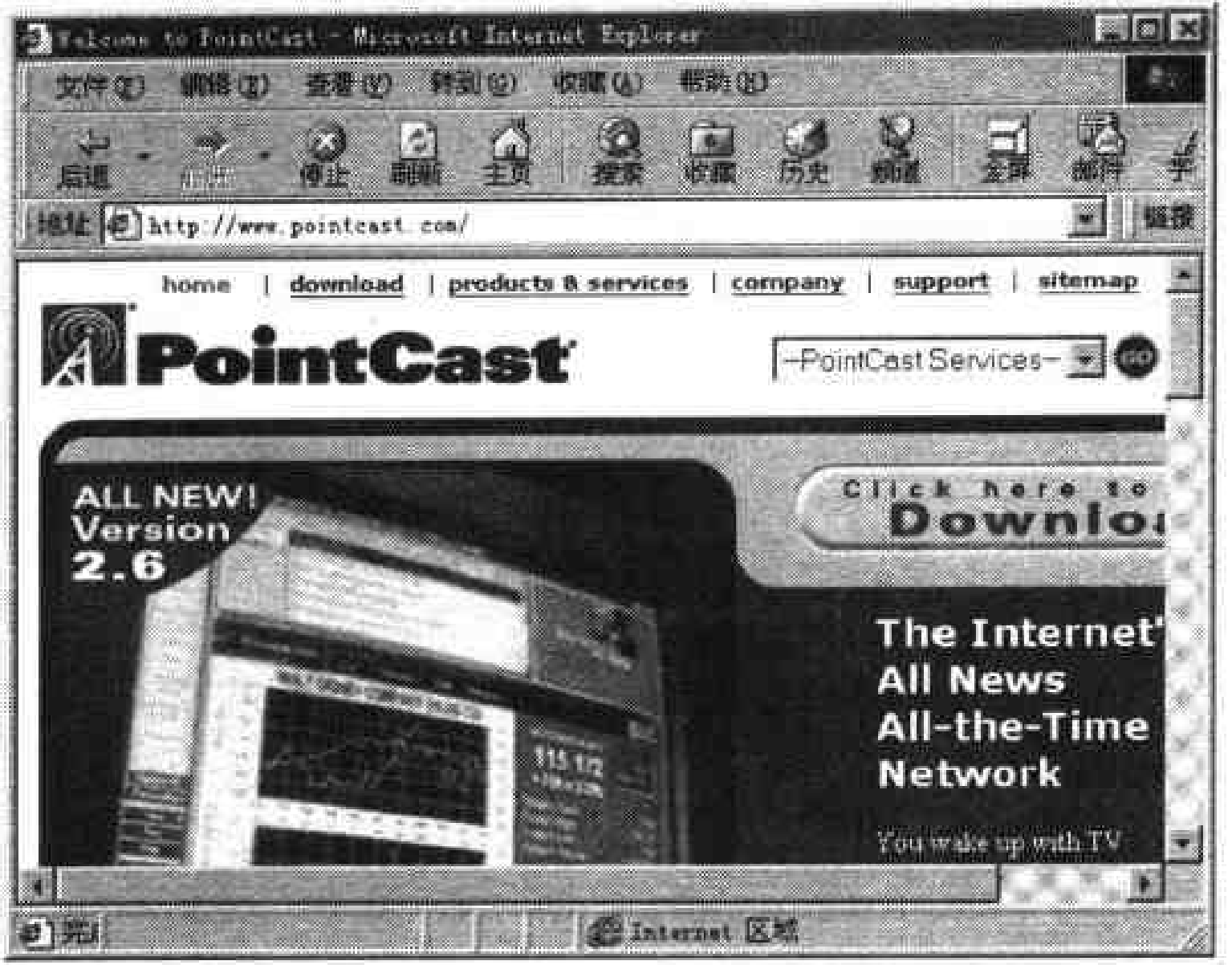


图 19.1　PointCast 网站可免费下载所有的 PointCast 产品

19.1　PointCast Network

目前在 Internet 上经常使用的信息广播服务（例如 PointCast Network）就是使用 IP 多点传输技术的最常见的应用方式。PointCast 以广播的方式将个人所需的新闻和信息直接传输到用户的电脑中，用户可以预订所需的新闻信息（例如 CNN、The Wall Street Journal、The New York Times 等）。由于有广告客户的支持，PointCast 与电视和广播一样，不需用户支付费用。图 19.1 显示 PointCast Network 网页的部分内容。

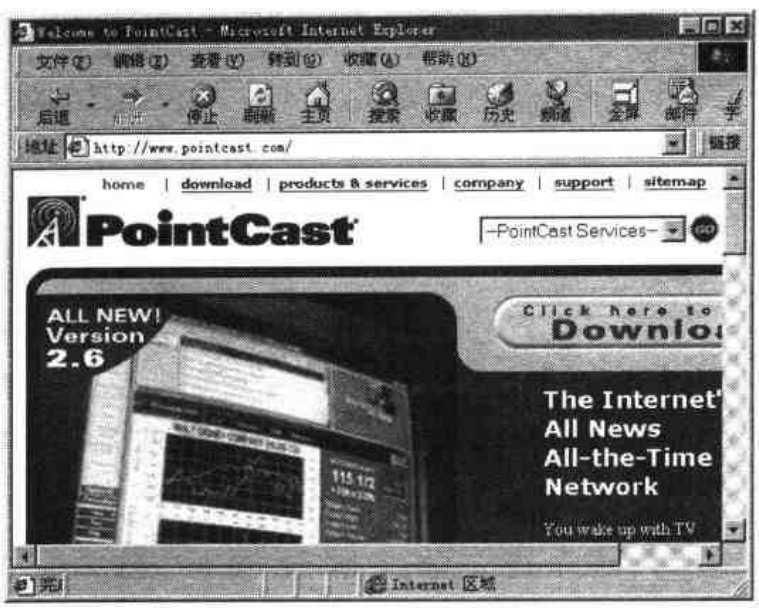


图 19.1　PointCast 网站可免费下载所有的 PointCast 产品

PointCast 可以一天 24 小时不间断地向用户的电脑中发送信息，并根据用户指定的时间进行发送。PointCast 能有效提高网络的效率，与传统的使用 Web 浏览器下载新闻的方法相比，最多可减少 95%的带宽消耗和 99.9%的网络操作。

PointCast 中心广播器通过卫星通讯 24 小时不间断地接收来自世界各地的新闻信息，如图 19.2 所示。这些信息经过压缩和编码后，使用 PointCast 的专用 Smart Broadcast 技术进行广播。

用户只需下载并安装免费的 PointCast 客户软件，即可接收 PointCast Netwok 的广播信息。用户还可使用软件的智能化默认频道功能来决定所需的预订频道，在注册过程中，PointCast 详细询问用户所在地址、从事的工作、特别兴趣爱好等信息，并根据这些信息为用户设置默认频道，用户可以在使用的过程中修改自己的预订频道。

访问 PointCast 网站：http://www.pontcast.com/download/index.cgi? pcnhworktopbody。

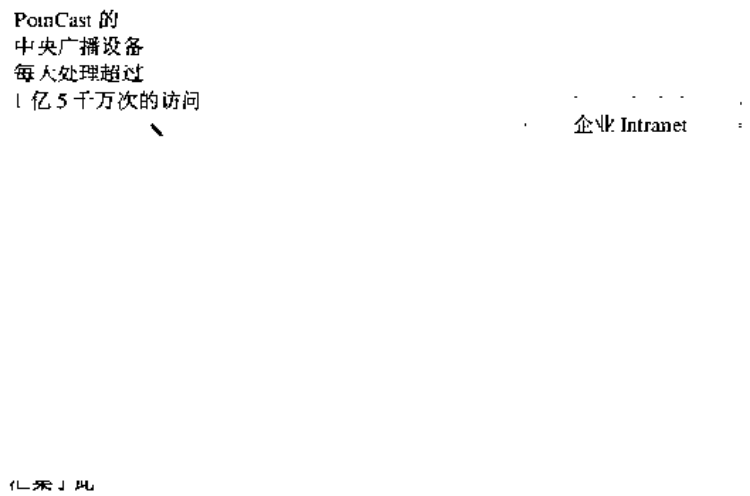


图 19.2　PointCast 提供 Internet 新闻广播服务，将所需的新闻信息直接传送到用户手中

除了选择频道外，用户还可设定这些频道的更新时间及频率。当客户端软件的安装、配置工作完成后，PointCast 通过 Internet 将从广播设备发送的信息自动传送到用户的电脑中。

与电视系统类似，PointCast 包含一个显示设备（用户的电脑显示器）、用于收集和编辑节目的网络系统（PointCast）、用于将节目传送到用户手中的“线缆”（Internet）。与电视不同的是，使用 PointCast，用户可以自己决定所需的节目以及节目播放的时间。

广播传输的优点

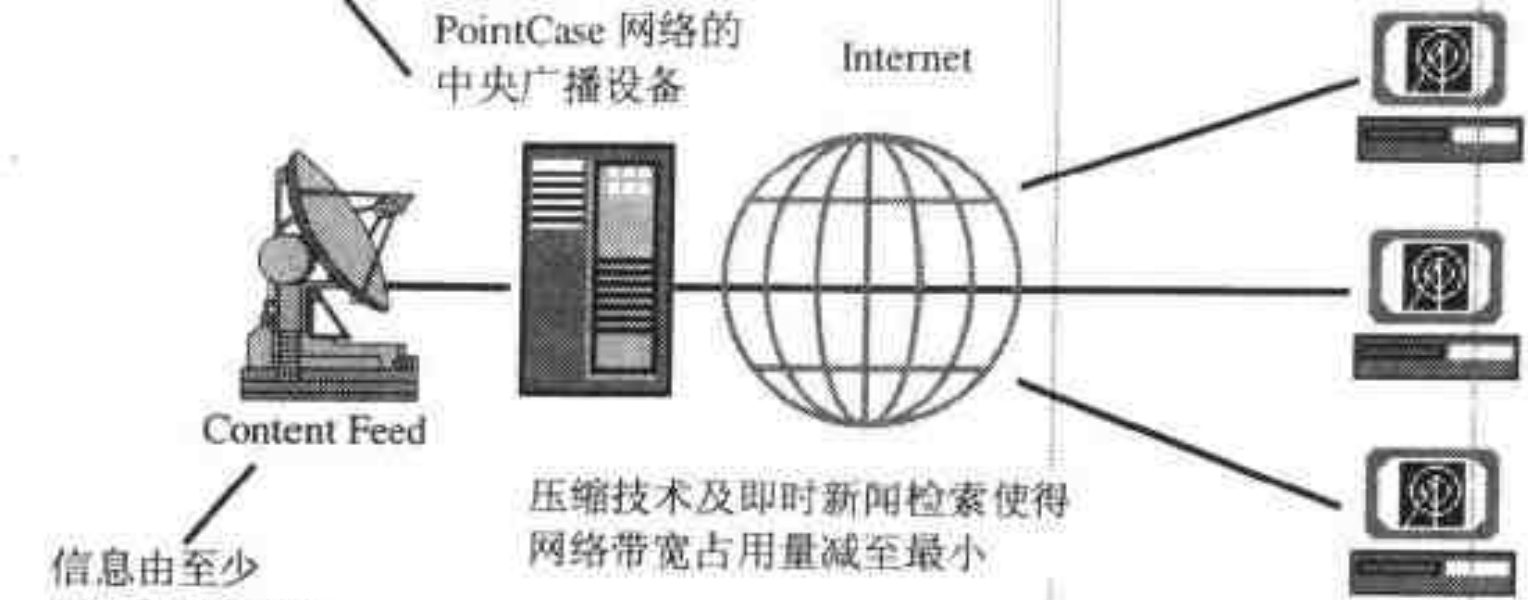
使用 PointCast 广播传输结构的优点包括：

- 新闻信息可在指定的时间通过 Internet 向用户电脑传送，可以大大减少用于寻找服务器及等待服务器响应的时间。
- 客户软件提供了统一的用户界面，使用者可以方便地阅读、分类和摘录有关的新闻信息。
- PointCast 使用高效的广播设备，并采取了后备设备，可以保证零停机时间。
- 数据压缩功能、支持 IP 多点传输、智能新闻检索功能以及缓存技术使 PointCast 成为一个获取新闻信息的高效网络途径。
- 与 Web 新闻网站不同，PointCast 可以控制客户软件以及从服务器发送给客户的信息。这种独特的用途，使 PointCast 可以在以下 4 个关键领域提高网络服务的效能：

——在客户机和服务器中使用改进的数据压缩方法，可减少近 50%的带宽消耗。

——在公司的内部网上，支持 IP 多点传输技术，可大大提高网络效率。不论需要的客户有多少，只须发送一次，即可将信息发送至所有的用户手中。

——时间标记及智能新闻接收技术。通过减少不必要的数据更新以及防止相同数据多次传送，可减少网络数据流量。


PointCase 网络的
中央广播设备
Internet
Content Feed
压缩技术及即时新闻检索使得
网络带宽占用量减至最小
信息由至少
700 个不同方位

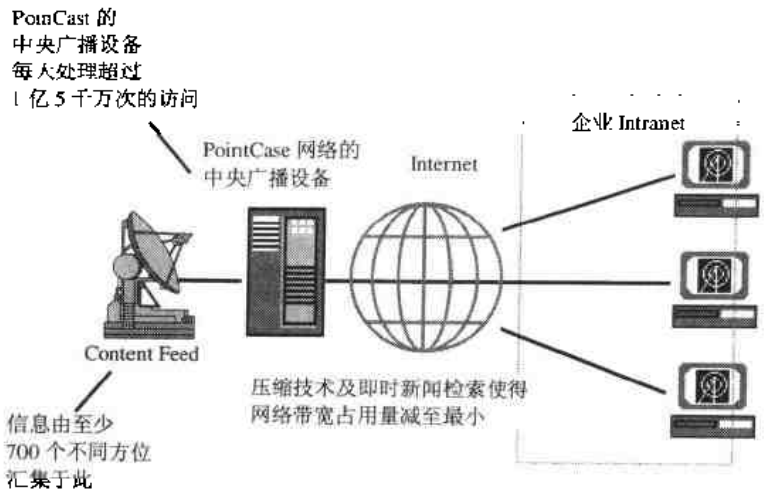


图 19.2　PointCast 提供 Internet 新闻广播服务，将所需的新闻信息直接传送到用户手中

除了选择频道外，用户还可设定这些频道的更新时间及频率。当客户端软件的安装、配置工作完成后，PointCast 通过 Internet 将从广播设备发送的信息自动传送到用户的电脑中。

与电视系统类似，PointCast 包含一个显示设备（用户的电脑显示器）、用于收集和编辑节目的网络系统（PointCast）、用于将节目传送到用户手中的“线缆”（Internet）。与电视不同的是，使用 PointCast，用户可以自己决定所需的节目以及节目播放的时间。

广播传输的优点

使用 PointCast 广播传输结构的优点包括：

- 新闻信息可在指定的时间通过 Internet 向用户电脑传送，可以大大减少用于寻找服务器及等待服务器响应的时间。
- 客户软件提供了统一的用户界面，使用者可以方便地阅读、分类和摘录有关的新闻信息。
- PointCast 使用高效的广播设备，并采取了后备设备，可以保证零停机时间。
- 数据压缩功能、支持 IP 多点传输、智能新闻检索功能以及缓存技术使 PointCast 成为一个获取新闻信息的高效网络途径。
- 与 Web 新闻网站不同，PointCast 可以控制客户软件以及从服务器发送给客户的信息。这种独特的用途，使 PointCast 可以在以下 4 个关键领域提高网络服务的效能：

——在客户机和服务器中使用改进的数据压缩方法，可减少近 50%的带宽消耗。

——在公司的内部网上，支持 IP 多点传输技术，可大大提高网络效率。不论需要的客户有多少，只须发送一次，即可将信息发送至所有的用户手中。

——时间标记及智能新闻接收技术。通过减少不必要的数据更新以及防止相同数据多次传送，可减少网络数据流量。

——PointCast Caching Manager 利用其强大的缓存能力，可优化网络带宽的使用，减少网络信息的流量。

与常用的 Web 浏览器相比，PointCast 在传输新闻信息时能明显节省带宽的消耗，减少网络操作。

PointCast：不是“推送”技术产品

“推送”技术产品实际上是将服务器上的 Web 页面内容拷贝到用户的电脑中，它们完全依赖于“推送”数据的服务器，因此不能完全满足用户的需求。另外，当服务器停机时，用户则无法访问有关信息，新闻的接收将被推迟，如果这些新闻涉及关金融方面的信息，将可能带来很大的问题。

另外，PointCast 不会重复发送相同的 Web 页面，而基于推送技术的产品则与之相反。

Intranet Broadcast Solution

PointCast 还有一个产品 Intranet Broadcast Solution（内部网广播解决方案），它包含一组免费使用的工具，可为特定的商业需要而定制 PointCast 广播网络。这些工具可使企业内部用户选择和发送所需的信息而不须牺牲生产力和网络带宽，如图 19.3 所示。

这组工具包括：PointCast Intranet Broadcast Manager（PointCast 内部网广播管理器）、PointCast Studio（PointCast 工作室）、PointCast Administrator（PointCast 管理器）和 PointCast Caching Manager（PointCast 缓存管理器）。

PointCast Intranet Broadcast Manager（PointCast 内部网广播管理器）可以建立内部网频道，向客户播送公司新闻。公司信息（如产品新闻、竞争信息等）与 PointCast 公共频道发送的新闻可同时并行播送。频道开放、标准的结构，使其可以平衡来自不同数据源的信息，包括来自 Web 服务器上的新闻信息和企业内部网络程序的信息内容。

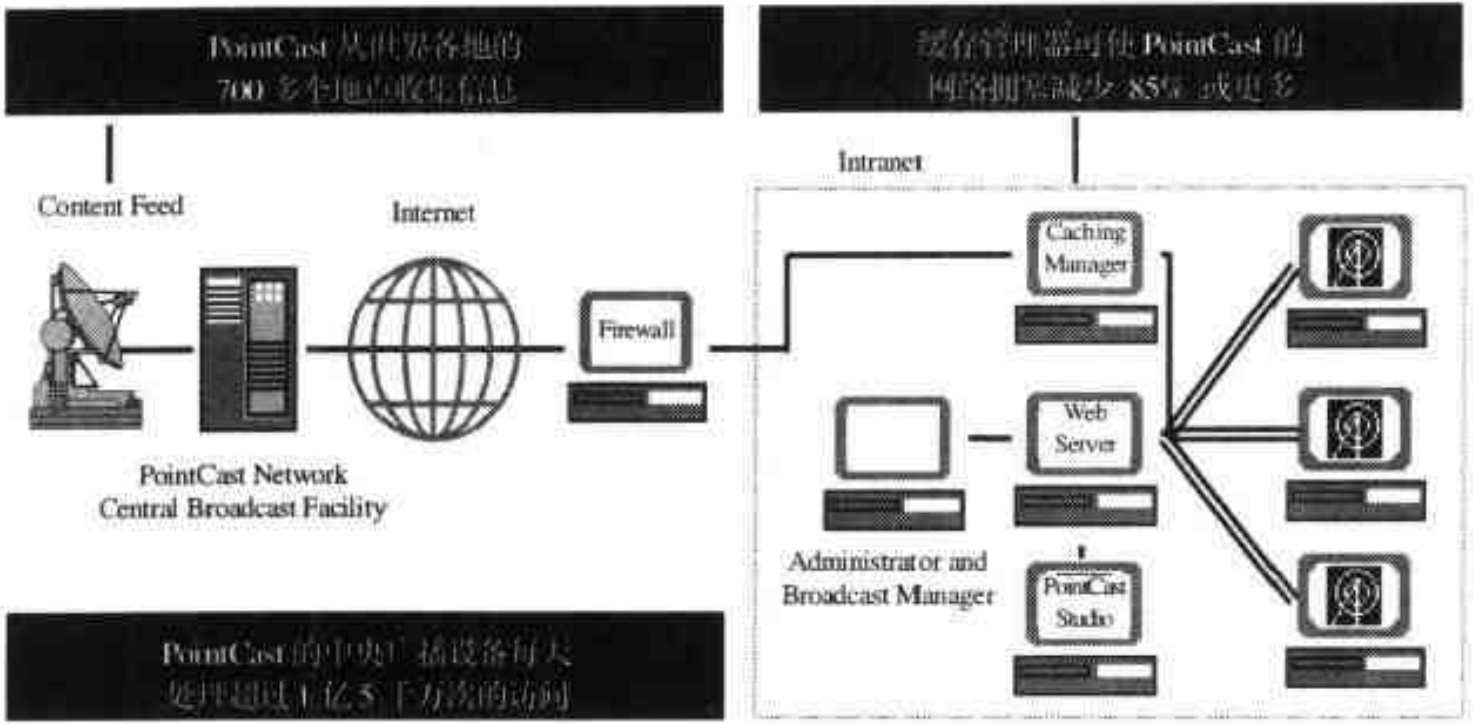


图 19.3　PointCast 内部网广播系统

——PointCast Caching Manager 利用其强大的缓存能力，可优化网络带宽的使用，减少网络信息的流量。

与常用的 Web 浏览器相比，PointCast 在传输新闻信息时能明显节省带宽的消耗，减少网络操作。

PointCast：不是“推送”技术产品

“推送”技术产品实际上是将服务器上的 Web 页面内容拷贝到用户的电脑中，它们完全依赖于“推送”数据的服务器，因此不能完全满足用户的需求。另外，当服务器停机时，用户则无法访问有关信息，新闻的接收将被推迟，如果这些新闻涉及关金融方面的信息，将可能带来很大的问题。

另外，PointCast 不会重复发送相同的 Web 页面，而基于推送技术的产品则与之相反。

Intranet Broadcast Solution

PointCast 还有一个产品 Intranet Broadcast Solution（内部网广播解决方案），它包含一组免费使用的工具，可为特定的商业需要而定制 PointCast 广播网络。这些工具可使企业内部用户选择和发送所需的信息而不须牺牲生产力和网络带宽，如图 19.3 所示。

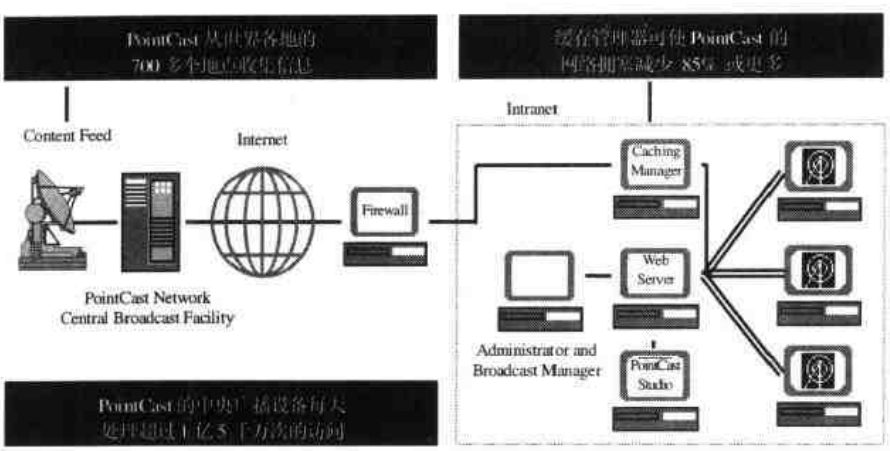


图 19.3　PointCast 内部网广播系统

这组工具包括：PointCast Intranet Broadcast Manager（PointCast 内部网广播管理器）、PointCast Studio（PointCast 工作室）、PointCast Administrator（PointCast 管理器）和 PointCast Caching Manager（PointCast 缓存管理器）。

PointCast Intranet Broadcast Manager（PointCast 内部网广播管理器）可以建立内部网频道，向客户播送公司新闻。公司信息（如产品新闻、竞争信息等）与 PointCast 公共频道发送的新闻可同时并行播送。频道开放、标准的结构，使其可以平衡来自不同数据源的信息，包括来自 Web 服务器上的新闻信息和企业内部网络程序的信息内容。

PointCast Studio（PointCast 工作室）

PointCast Studio 是一个简单易用的动画制作工具。它可以帮助设计人员制作美观的新闻标题和动画，并可将诸如公司徽标以及各种字体和色彩用于作品之中，增强显示的效果。

Kiosk Client

PointCast Network Kiosk Client 是为公共场所用于播放新闻的独立的电脑而设计的。这些电脑向路人播放有关的新闻简报。它采用较大号的字体，便于远处的读者阅读。与其他 PointCast 的产品相同，Kiosk Client 也是完全免费的。

Kiosk Client 2.5 运行于 Windows 95 和 Windows NT 4.0 系统平台，不能在 Windows 3.x 和 Windows for Workgroups 平台中使用，所需硬件配置如下：

- 486/33 以上 IBM 兼容微机
- 8M 以上内存
- 10M 以上剩余硬盘空间
- 256 色以上显示模式

由于 SmartScreen 动画大小的限制，显示器的分辨率不必超过 640×480。当直接连接到 Internet 上时，Kiosk Client 能达到最佳的运行效果。

了解 Kiosk Client 详细内容，请访问 http://pioneer.pointcast.com/supportSystem_Requirements，或 http://pioneer.pointcast.com/support/pcn/help/2.0/readme.txt。

第 20 章

IP 多路广播中间件软件产品

本章将讨论运用 IP 多路广播技术的数据分发解决方案，并介绍两种 1998 年中期市场上比较流行的软件产品。

20.1　StarBurst Multicasting 简介

StarBurst Communication 公司是一个专门提供多点传输解决方案的公司，它向市场提供了一系列优质的产品和专业化的服务，包括使用多点传输技术的文件传输软件 StarBurst Multicast，以及软件开发环境 StarBurst Multicast SDK，用户可以使用它建立基于 StarBurst 公司专用多点传输文件传输协议的应用程序。

了解 StarBurst 公司及其产品的详细情况，请访问 http://www.starburst.com。

StarBurst Multicast 是基于该公司 MFTP 协议的软件产品。它是世界上第一个能可靠高效地通过局域或广域多点传输网络将文件同时传送到数以千计用户手中的软件产品。MFTP 协议是 StarBurst 公司专有的多点传输文件传输协议，它是 StarBurst 公司所有应用产品的基础，能保证将文件可靠地传送到多个用户手中。

StarBurst 公司与 Cisco System 合作，将其多点传输文件传输协议向 IETF（Internet 工程任务组）提交，作为 Internet 标准草案。1996 年 9 月，MFTP 协议技术获得了专利。

StarBurst Multicast 系统属于客户/服务交叉平台应用软件，它可运行于多种 UNIX 系统和 Windows 平台。作为一个完整的解决方案，StarBurst Multicast 包含发送组件、接收组件和基础的文件传输协议。用户可以使用简单易用的图形化界面执行发送和接收的功能，也可使用命令行界面通过程序化的接口执行快速操作。

MTFP 为接收方提供一个高效的否定应答（negative-acknowledgment，NAK）方式来请求重发数据，与那些需要重新发送所有数据的方法不同，MFTP 只是重发丢失或者损坏的数据，这样可以大大减少重发的数据量，提高了网络传输的效率。

MFTP 可以在同一时刻快速、高效、可靠地将文件从单一的节点发送到多个甚至是数以千计的接收节点中。与传统的点对点文件传输方法相比，MFTP 可以明显地加快文件传输速度，减少网络流量，降低服务器资源的消耗。

20.2　StarBurst Multicast Sender for Microsoft's SMS

StarBurst Multicast Sender for Microsoft's System Management Server（SMS）是 Microsoft SMS 的附加软件，它与网络系统管理软件配合使用，可以有效地降低网络和系统的消耗，显著地改善 Microsoft SMS 的文件传输能力，减少网络流量，减轻服务器的负荷，缩短文件传输时间。

公司通讯地址：StarBurst Communications Corporation, 150 Baker Ave., Concord, MA 01742；电话：508-287-5560；　传真：508-287-5561；E-mail 地址：info@starburst.com。

Microsoft SMS 是 Windows NT 系统的一项服务功能，它可在两台 SMS site Server 之间发送数据包，按照并行或顺序发送的方式将数据包分别独立地传送给每个目标。这种接近点对点的文件传输方式将会造成大量数据传输，增加发送端服务器的负荷。接收节点越多，网络流量越大，服务器的负荷越重，传输消耗的时间也越长。

StarBurst Multicast Sender 由 3 个部分组成：MFTP Sender、MFTP Receiver 和 MFTP Daemon。

所有的 Windows NT 中内置的服务都由“控制面板”中的“服务”工具来控制其启动和关闭。MFTP Sender 控制文件多点传输和单点传输的开始时间，并通过图形化的界面来管理其属性、目标节点的网址及网络参数、等待发送的数据列表等。MFTP Receiver 在后台运行，接收来自其他节点的数据包。MFTP Daemon 是一个运行于所有节点的后台进程，执行 MFTP 功能。

安装 StarBurst Multicast Sender 后，Microsoft SMS site server 可同时向其他多个 SMS site server 发送文件，超越了 SMS 的点对点传输功能，如图 20.1 所示。

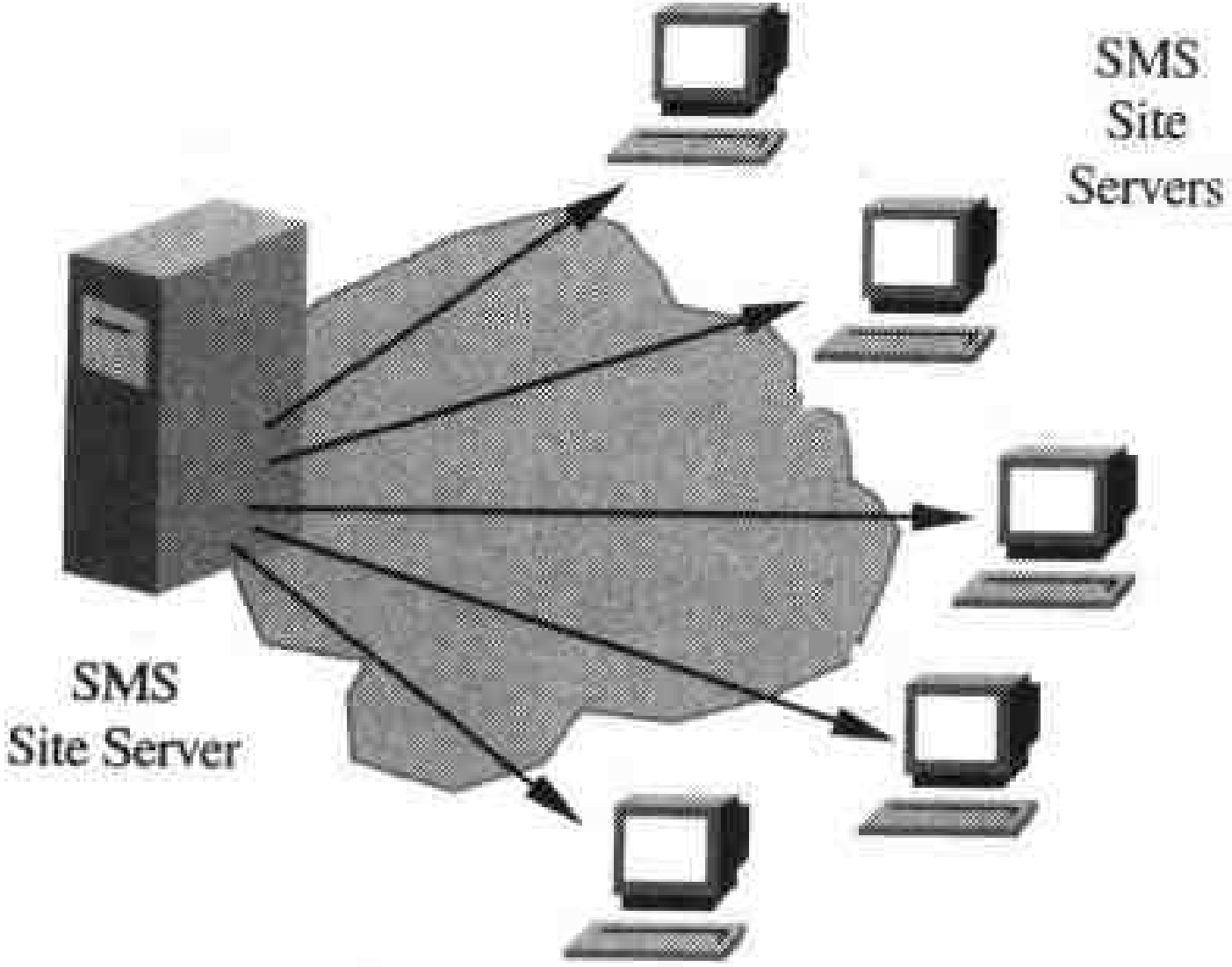
图 20.1　SMS Site Server 将文件同时传送给
其他的 SMS Site Server，执行 SMS 的点对点传输机制

SMS site server 的特点包括：

- 所有 MFTP 协议的优点；
- 与 SMS 一致的直观的图形化界面，可大大减少用户熟悉软件使用方法的时间；
- 自动安装，简化操作过程；
- 可作为 Windows NT 内置的服务功能；
- 详尽的发送记录；
- 在 Windows NT Event Log 中有详尽的接收记录。

SMS site server 的优点包括：

- 保护和扩展了 Microsoft SMS Server 的原有投资；
- 扩展了 SMS 的功能；
- 减少了 SMS 的网络及系统消耗；


SMS
Site
Servers
SMS
Site Server

Microsoft SMS 是 Windows NT 系统的一项服务功能，它可在两台 SMS site Server 之间发送数据包，按照并行或顺序发送的方式将数据包分别独立地传送给每个目标。这种接近点对点的文件传输方式将会造成大量数据传输，增加发送端服务器的负荷。接收节点越多，网络流量越大，服务器的负荷越重，传输消耗的时间也越长。

StarBurst Multicast Sender 由 3 个部分组成：MFTP Sender、MFTP Receiver 和 MFTP Daemon。

所有的 Windows NT 中内置的服务都由“控制面板”中的“服务”工具来控制其启动和关闭。MFTP Sender 控制文件多点传输和单点传输的开始时间，并通过图形化的界面来管理其属性、目标节点的网址及网络参数、等待发送的数据列表等。MFTP Receiver 在后台运行，接收来自其他节点的数据包。MFTP Daemon 是一个运行于所有节点的后台进程，执行 MFTP 功能。

安装 StarBurst Multicast Sender 后，Microsoft SMS site server 可同时向其他多个 SMS site server 发送文件，超越了 SMS 的点对点传输功能，如图 20.1 所示。

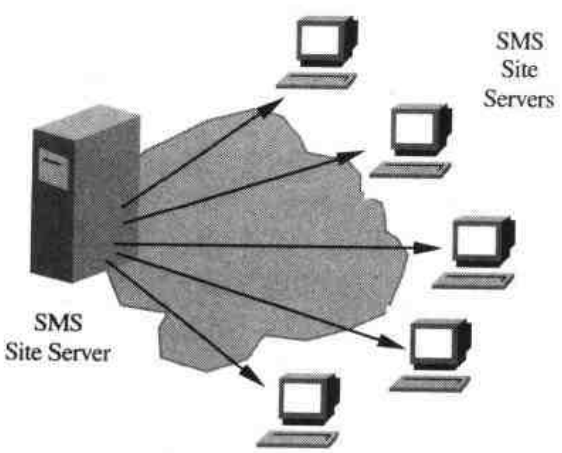


图 20.1　SMS Site Server 将文件同时传送给
其他的 SMS Site Server，执行 SMS 的点对点传输机制

SMS site server 的特点包括：

- 所有 MFTP 协议的优点；
- 与 SMS 一致的直观的图形化界面，可大大减少用户熟悉软件使用方法的时间；
- 自动安装，简化操作过程；
- 可作为 Windows NT 内置的服务功能；
- 详尽的发送记录；
- 在 Windows NT Event Log 中有详尽的接收记录。

SMS site server 的优点包括：

- 保护和扩展了 Microsoft SMS Server 的原有投资；
- 扩展了 SMS 的功能；
- 减少了 SMS 的网络及系统消耗；

· 在所有的网络结构中均能完成高效的传输任务；
· 可调节的传输速率，与其他网络应用程序同步工作，如图 20.2 所示。

图 20.2　可调整的传输速率使传输与其他网络应用同步进行

在图 20.2 中，StarBurst Multicast Sender 通过调节传输速率可使文件同时传输到多个接收节点中，因此，不论接收端的数量如何，都可以利用尽可能大的带宽，将网络流量和服务器的负荷减到最低程度。

StarBurst MFTP 协议

StarBurst MFTP 协议是为在支持 IP 多点传输网络系统中可靠地进行多点文件传输而设计的。它包括一个管理协议和一个数据传输协议，管理协议用于设置多点传输会话，数据传输协议用于确保文件能可靠地输送到多点传输组成员手中。其基于 NAK（否定应答）的重发方式能有效地减少网络流量，增强系统的可缩放性能。

系统所需硬件配置：

· 486/50 以上 CPU
· 32M 以上内存
· 100M 以上剩余硬盘空间

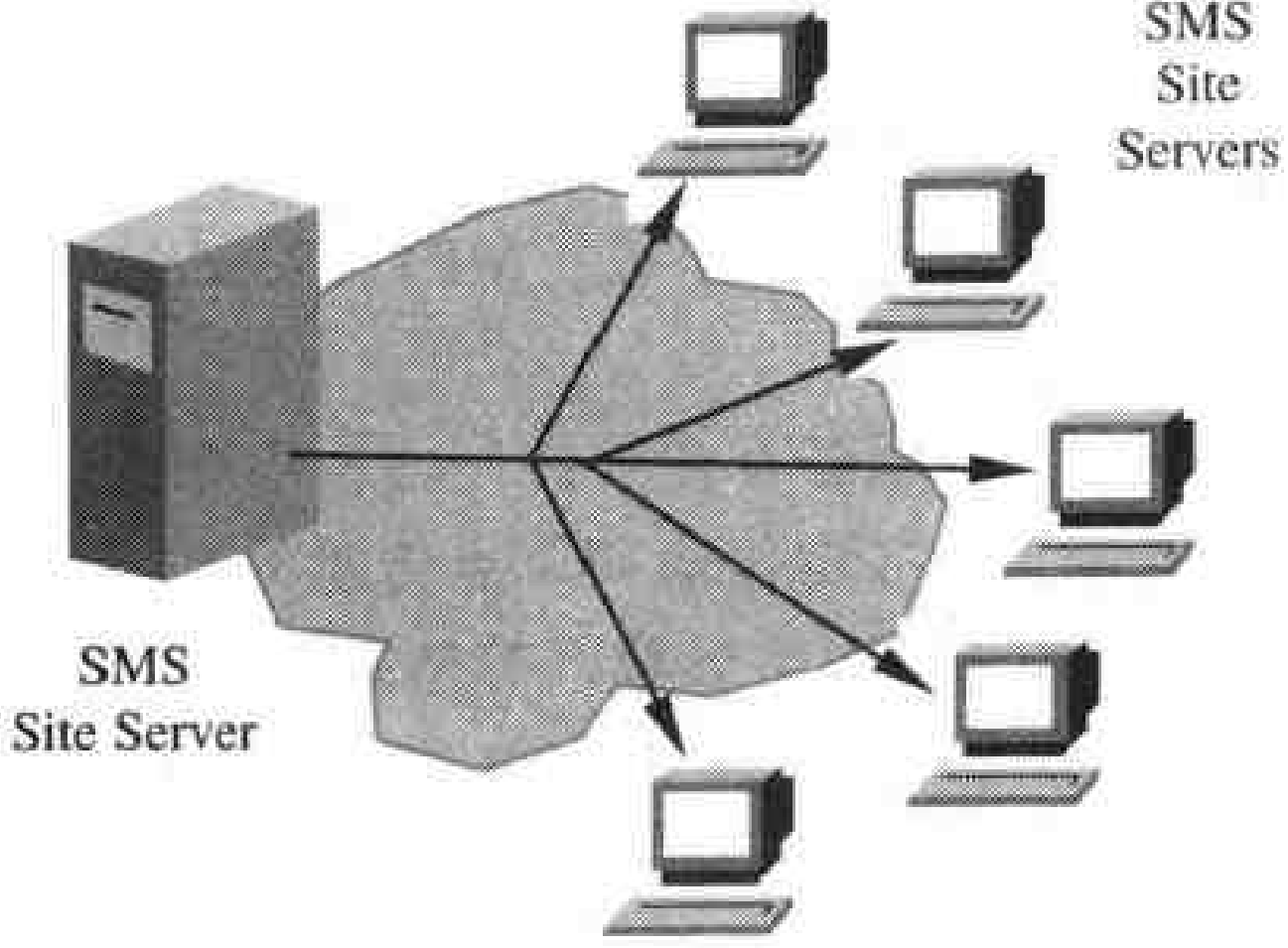
系统所需软件配置：

· Microsoft Windows NT Server 3.5.1 以上操作系统
· Microsoft SMS 1.2 版
· 支持 IP 多点传输或者数据链路层多点传输或广播传输的网络系统

20.3　StarBurst OmniCast

StarBurst OmniCast 为将大型数据文件可靠高效地传送到数以千计远程节点提供了一个崭新的途径。它是软件分发、企业商业数据传输、内部网络数据“推送”、音频/视频文件传输、Web 页面内容复制、数据库复制以及其他文件传输应用的理想工具。

OmniCast 可将文件从一台电脑同时快速地发送给网络中所有的接收者。与传统的点


SMS
Site
Servers
SMS
Site Server

· 在所有的网络结构中均能完成高效的传输任务；
· 可调节的传输速率，与其他网络应用程序同步工作，如图 20.2 所示。

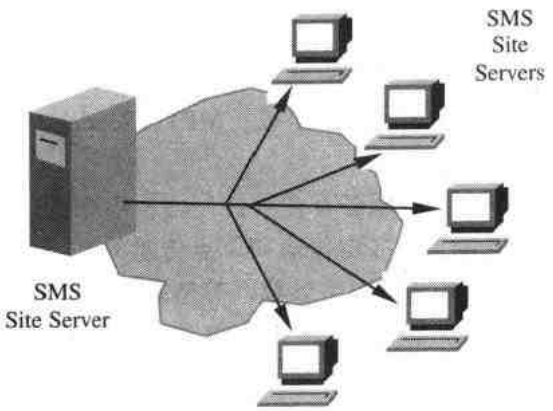


图 20.2　可调整的传输速率使传输与其他网络应用同步进行

在图 20.2 中，StarBurst Multicast Sender 通过调节传输速率可使文件同时传输到多个接收节点中，因此，不论接收端的数量如何，都可以利用尽可能大的带宽，将网络流量和服务器的负荷减到最低程度。

StarBurst MFTP 协议

StarBurst MFTP 协议是为在支持 IP 多点传输网络系统中可靠地进行多点文件传输而设计的。它包括一个管理协议和一个数据传输协议，管理协议用于设置多点传输会话，数据传输协议用于确保文件能可靠地输送到多点传输组成员手中。其基于 NAK（否定应答）的重发方式能有效地减少网络流量，增强系统的可缩放性能。

系统所需硬件配置：

· 486/50 以上 CPU
· 32M 以上内存
· 100M 以上剩余硬盘空间

系统所需软件配置：

· Microsoft Windows NT Server 3.5.1 以上操作系统
· Microsoft SMS 1.2 版
· 支持 IP 多点传输或者数据链路层多点传输或广播传输的网络系统

20.3　StarBurst OmniCast

StarBurst OmniCast 为将大型数据文件可靠高效地传送到数以千计远程节点提供了一个崭新的途径。它是软件分发、企业商业数据传输、内部网络数据“推送”、音频/视频文件传输、Web 页面内容复制、数据库复制以及其他文件传输应用的理想工具。

OmniCast 可将文件从一台电脑同时快速地发送给网络中所有的接收者。与传统的点

对点文件传输方法（如 FTP）相比，它能有效地减少网络流量，降低服务器资源的消耗。它将扩充的文件的管理能力与 StarBurst 的 MFTP 文件传输方法相结合，提供了完备的文件管理及传输系统。

优点

- 可快速将关键性的商业数据同时传送到 10,000 个远程节点。
- 可节省大量的网络资源——不论多少接收者，只需发送一次数据。
- 可节省大量的系统资源——只需一个单独的节点便可服务 10,000 个远程节点。
- 可节省远端操作人员——系统可自动执行远程安装、配置及其他远程程序。
- 快速应用——简单的安装配置过程，不须专门的培训。
- 可节省中央操作人员——简化操作，只须完成简单的任务，例如文件打包、进度安排以及统计报告等，而不须专门的编程开发。

特点

- 直观的图形化界面，可快速定义和管理接收目标组。
- 用于组织和打包文件的打包工具。
- 可选的文件压缩功能，可更有效地利用网络资源。
- 灵活的进度安排，可方便地安排当前及将来的工作程序。
- 包括管理员和用户模式。
- 实时工作状态监视。
- 传输记录和出错信息报告。
- 支持 DNS 和 DHCP。

OmniCast 最适合于地理位置分散，由中心控制的网络系统。它可统一控制并自动执行许多远程操作，减少远端操作人员的数量。它提供了如下功能：

- 自动执行远程程序，例如软件安装。
- 自动检索远程电脑中的文件，例如搜索有关的商业信息等。
- 对远端节点实行中心控制。

分布式结构

OmniCast 的分布式结构将发送和接收功能从用户界面中分离出来。“调度员”程序是一个后台运行的程序，用于执行发送和接收操作。

用户管理接口作为一个分离的进程，可以运行于同一台电脑或者不同的电脑，甚至是远程的节点。如图 20.4 所示，这种方法非常适合于地理位置分散，由中心统一控制的网络系统。

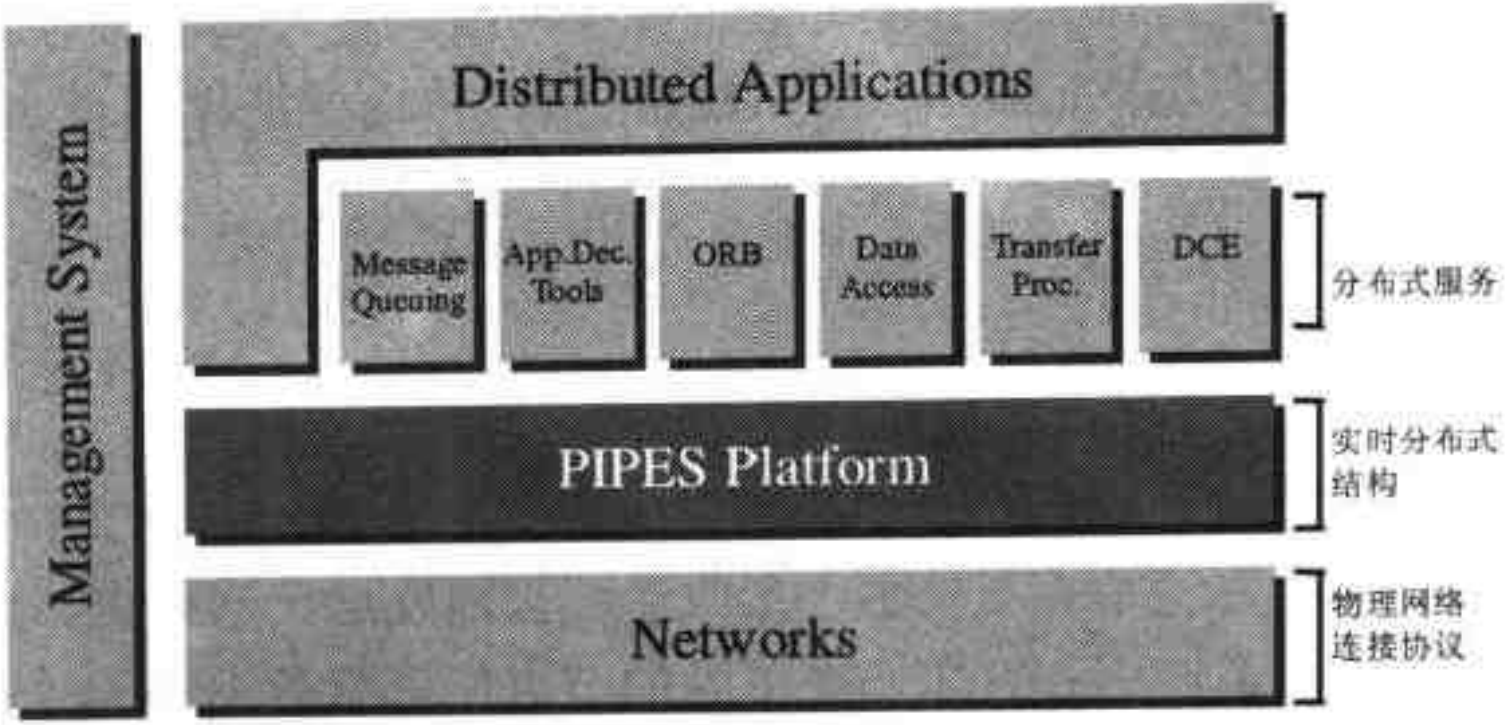
图 20.4　用户管理接口作为一个分离的进程，既可以
运行于同一台电脑或者不同的电脑，甚至是远程的节点

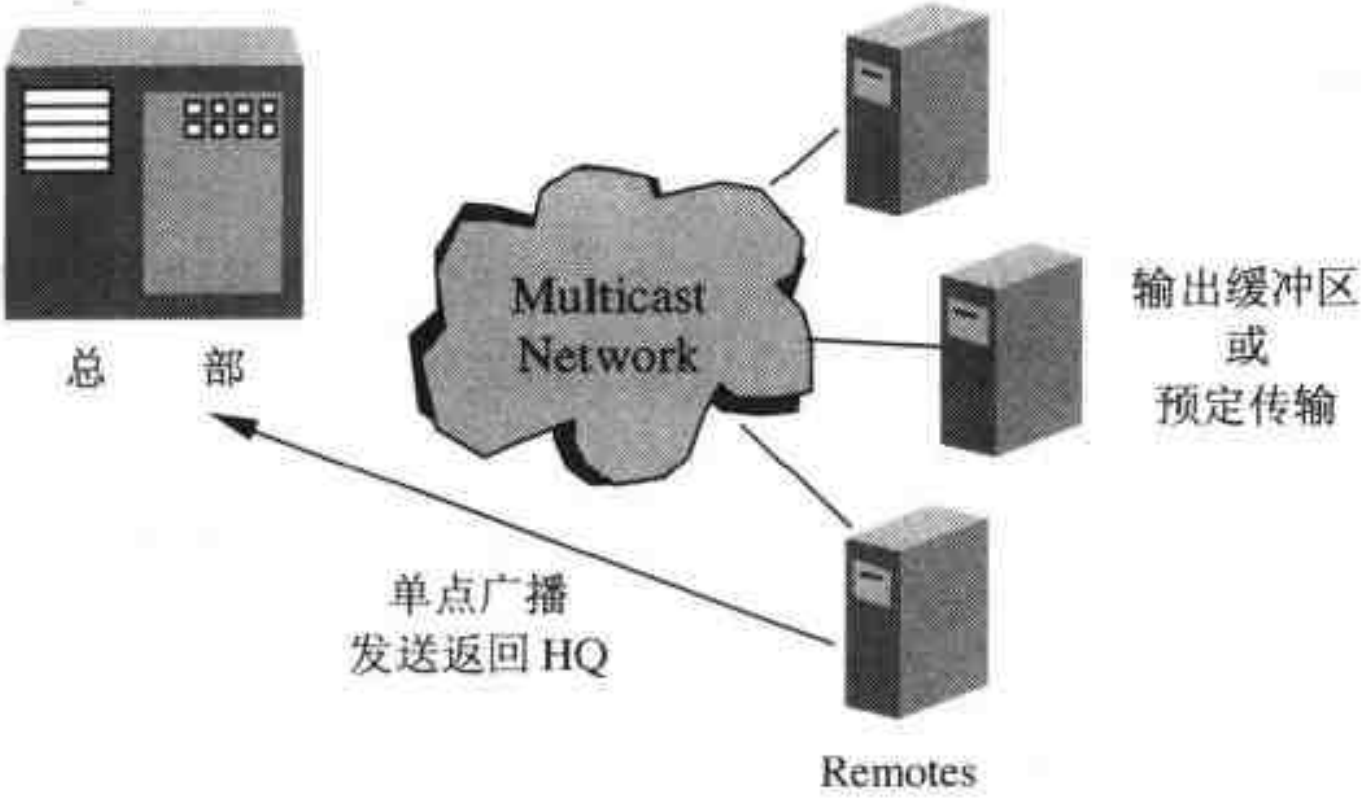
“调度员”程序可运行在资源文件存在的电脑中，例如 NT Server、数据中心或者远程接收节点。网络操作中心（Network Operation Center，NOC）操作人员通过 Windows GUI 应用程序或命令行界面启动传输进程。在同一时刻，支持 25 个用户或 64 个传输进程同时进行。NOC 管理员可配置和管理 OmniCast 用户，NOC 用户可登录到远程节点，观察传输情况、诊断故障或者重新设置程序操作参数等。

OmniCast 包括单点传输（unicast）、多点传输（multicast）和广播传输（broadcast）模式。单点传输网络迁移到多点传输网络后，用户也可享受多点传输的功能。如图 20.5 所示。

图 20.5　单点传输网络迁移到多点传输网络后，用户也可享受多点传输的功能

在远程节点上安装单点传输调度程序后，公司可自动检索这些远程节点中重要的商业信息数据文件。OmniCast 发件箱中的文件将被自动发送到目的节点，如图 20.6 所示。


Management System
Distributed Applications
Message Queuing
App.Dec. Tools
ORB
Data Access
Transfer Proc.
DCE
分布式服务
PIPES Platform
实时分布式结构
Networks
物理网络连接协议


总 部
Multicast
Network
输出缓冲区
或
预定传输
单点广播
发送返回 HQ
Remotes

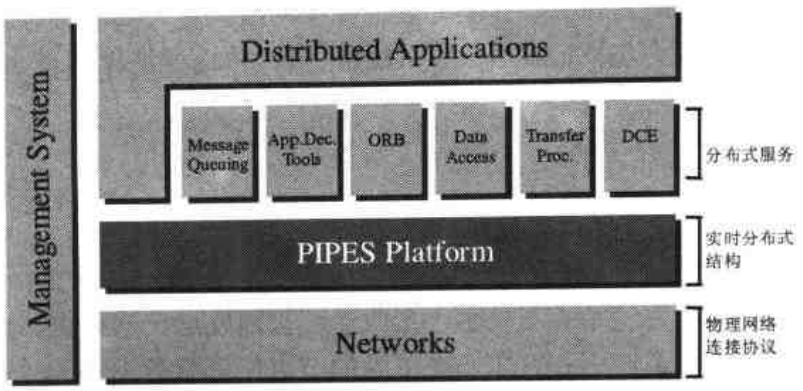


图 20.4　用户管理接口作为一个分离的进程，既可以运行于同一台电脑或者不同的电脑，甚至是远程的节点

“调度员”程序可运行在资源文件存在的电脑中，例如 NT Server、数据中心或者远程接收节点。网络操作中心（Network Operation Center，NOC）操作人员通过 Windows GUI 应用程序或命令行界面启动传输进程。在同一时刻，支持 25 个用户或 64 个传输进程同时进行。NOC 管理员可配置和管理 OmniCast 用户，NOC 用户可登录到远程节点，观察传输情况、诊断故障或者重新设置程序操作参数等。

OmniCast 包括单点传输（unicast）、多点传输（multicast）和广播传输（broadcast）模式。单点传输网络迁移到多点传输网络后，用户也可享受多点传输的功能。如图 20.5 所示。

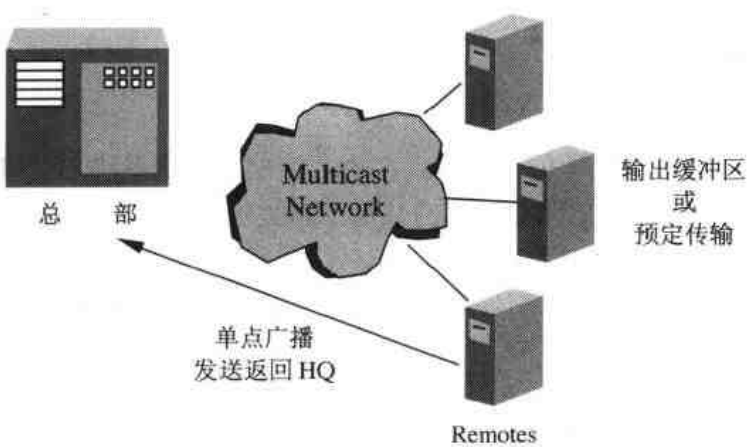


图 20.5　单点传输网络迁移到多点传输网络后，用户也可享受多点传输的功能

在远程节点上安装单点传输调度程序后，公司可自动检索这些远程节点中重要的商业信息数据文件。OmniCast 发件箱中的文件将被自动发送到目的节点，如图 20.6 所示。

图 20.6　OmniCast 发件箱中的文件将被自动发送到目的节点

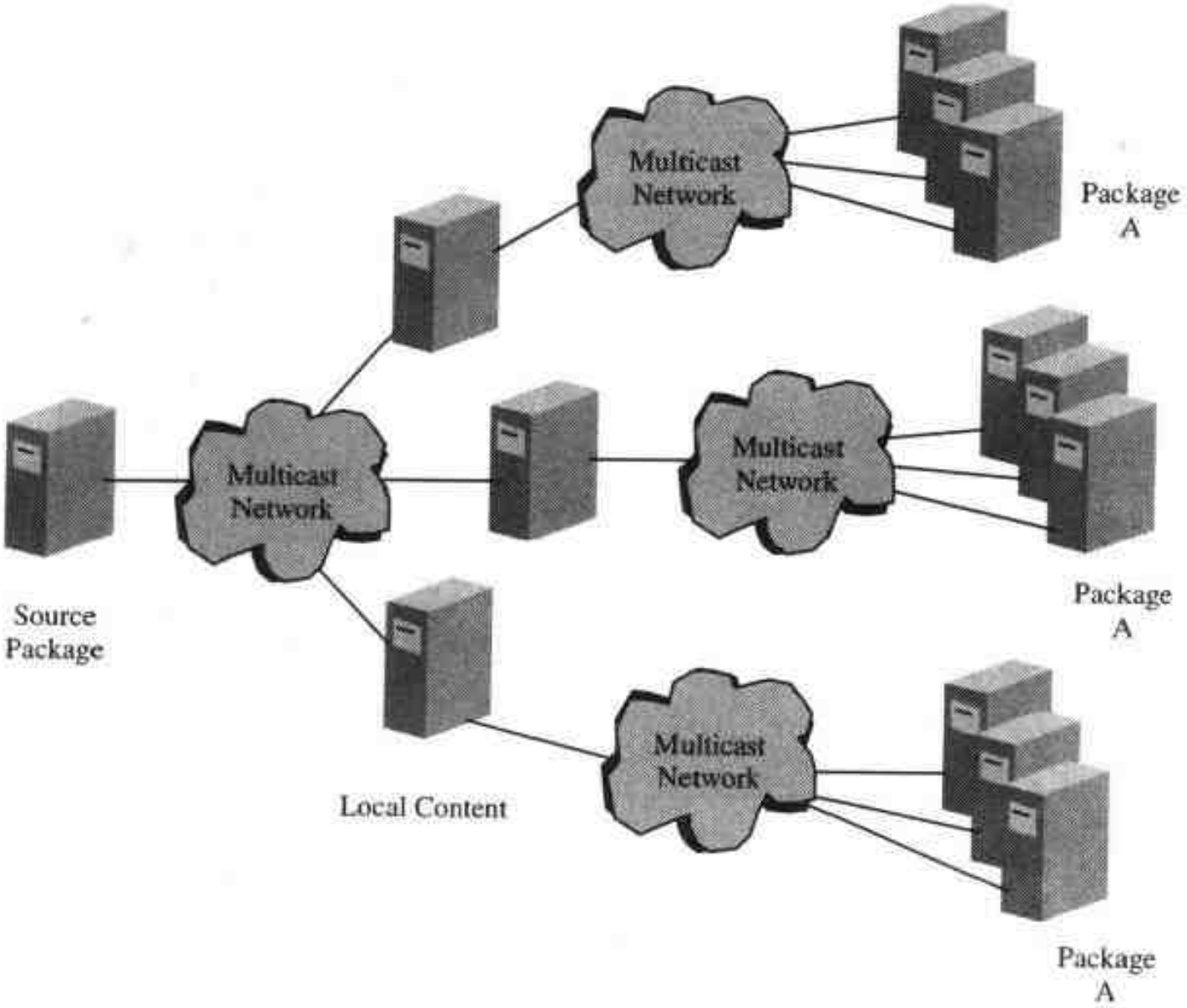
OmniCast Sender 可运行于 Windows NT Server 4.0 以上操作系统。OmniCast Receiver 可运行于 Windows NT、Windows95、IBM OS/2 IBM AIX、IBM 4690、Sun Solaris、Sun Interactive UNIX v/386、DEC Alpha UNIX、SCO UnixWare 和 SGI IRIX 操作系统。

20.4　PeerLogic 公司的 PIPES

PeerLogic 公司提供高性能、面向消息（message-orient）的中间件产品 PIPES。PIPES 在需要高度可靠性的网络应用中具有很强的竞争力。消息可实时地在动态变化的分布式网络中进行传输。

PIPES Platform 是一个高性能、面向消息的中间件解决方案，它可在大范围动态的网络环境中开发和部署分布式应用程序。PIPES Platform 实现了桌面系统和主机系统通过任意形式网络系统的互联。动态及自适应的 PIPES 应用组件可快速寻找到其他组件并与之通讯——不管它们之间的位置分布、操作系统和网络环境的变化。

PIPES 软件支持 APPC、DLC、NetBIOS、IPX、TCP/IP 协议，可运行于 AIX、HP-UX、MVS、NetWare、OS/2、SINIX、Solaris、SunOS、Windows 3.11、Windows NT、Windows 95 平台。由于软件具有动态的自我管理能力，因此系统管理消耗非常低。图 20.7 显示 PeerLogic 公司 Web 页面的部分内容。与 OmniCast 不同，PIPES 在 1998 年中期本书完稿时还不支持 *IP 多点传输*功能。


Multicast Network
Package A
Multicast Network
Multicast Network
Package A
Source Package
Local Content
Multicast Network
Package A

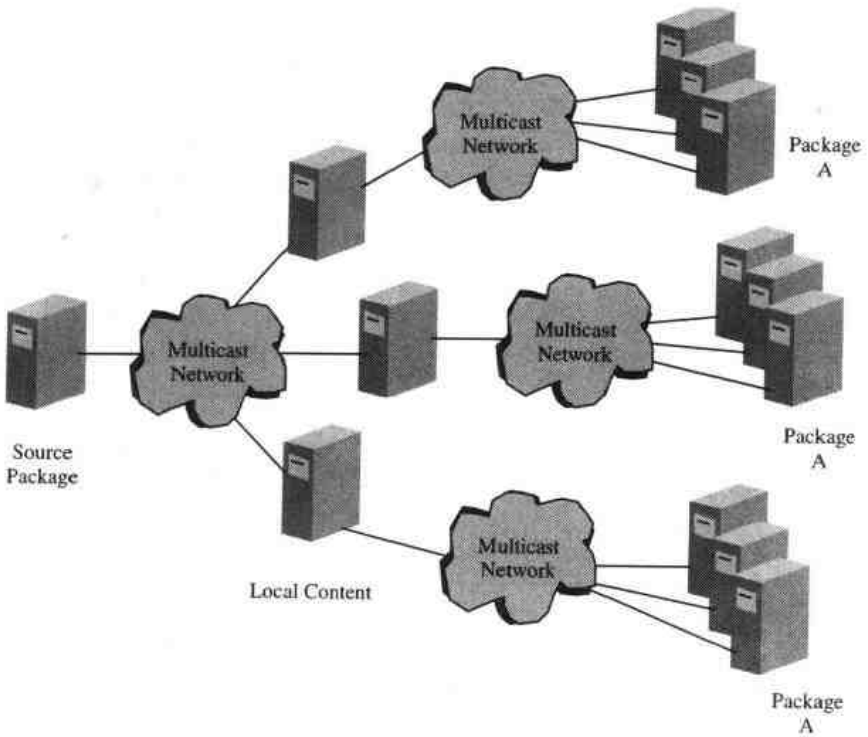


图 20.6　OmniCast 发件箱中的文件将被自动发送到目的节点

OmniCast Sender 可运行于 Windows NT Server 4.0 以上操作系统。OmniCast Receiver 可运行于 Windows NT、Windows95、IBM OS/2 IBM AIX、IBM 4690、Sun Solaris、Sun Interactive UNIX v/386、DEC Alpha UNIX、SCO UnixWare 和 SGI IRIX 操作系统。

20.4　PeerLogic 公司的 PIPES

PeerLogic 公司提供高性能、面向消息（message-orient）的中间件产品 PIPES。PIPES 在需要高度可靠性的网络应用中具有很强的竞争力。消息可实时地在动态变化的分布式网络中进行传输。

PIPES Platform 是一个高性能、面向消息的中间件解决方案，它可在大范围动态的网络环境中开发和部署分布式应用程序。PIPES Platform 实现了桌面系统和主机系统通过任意形式网络系统的互联。动态及自适应的 PIPES 应用组件可快速寻找到其他组件并与之通讯——不管它们之间的位置分布、操作系统和网络环境的变化。

PIPES 软件支持 APPC、DLC、NetBIOS、IPX、TCP/IP 协议，可运行于 AIX、HP-UX、MVS、NetWare、OS/2、SINIX、Solaris、SunOS、Windows 3.11、Windows NT、Windows 95 平台。由于软件具有动态的自我管理能力，因此系统管理消耗非常低。图 20.7 显示 PeerLogic 公司 Web 页面的部分内容。与 OmniCast 不同，PIPES 在 1998 年中期本书完稿时还不支持 *IP* 多点传输功能。

进一步了解 PIPES

当公司采用分布式网络系统处理信息时，应用程序越来越模块化，被分成越来越多的部分，运行在网络中不同的电脑中。对于这些分布式系统，应用程序对不断变化的环境的适应能力将是至关重要的。

目前许多应用程序开发工具和服务都已简化了分布式应用的开发过程，包括图形化的开发环境、CASE（自动化软件开发环境）系统、事务处理系统、消息队列系统、分割工具以及面向对象的开发工具等。

这些工具和服务可以解决软件开发中的特定问题，却不能解决在企业环境中分发及管理应用软件的问题。PeerLogic 公司确信只有动态的分布式系统结构才能满足可靠的、高性能的企业应用，从 1986 年开始，PeerLogic 公司将重点放在提供分布式网络解决方案上，利用其主打产品 PIPES Platform，成为面向消息的中间件市场上的领军人物。

PIPES Platform 是一个实时分布式系统软件，它支持运行于大范围商业网络中的精确的分布式计算。它提供了基本的通讯服务，可开发、部署和维护分布于不同企业中的多层分布式应用。这些服务包括进程与进程通讯、动态名称服务、逻辑网络服务、会话管理服务以及对多平台多协议的支持。系统的核心是一个对称的分布式结构，它可方便地缩放，将应用程序与物理网络隔离，还可防止由于极小的错误而造成严重的数据损坏。

PIPES Platform 是本书完稿时惟一的消息通讯解决途径。它能自动创建、动态维护应用程序资源的逻辑视图。当应用程序注册到动态名称服务（Dynamic Name Service）时，这些组件便可找到其他组件并与之进行通讯，而与这些组件所在的地理位置、运行的操作系统无关。PIPES Platform 中包含一个资源及位置的信息表，能自动地根据网络中组件的增加、修改、删除而作出相应的更新。

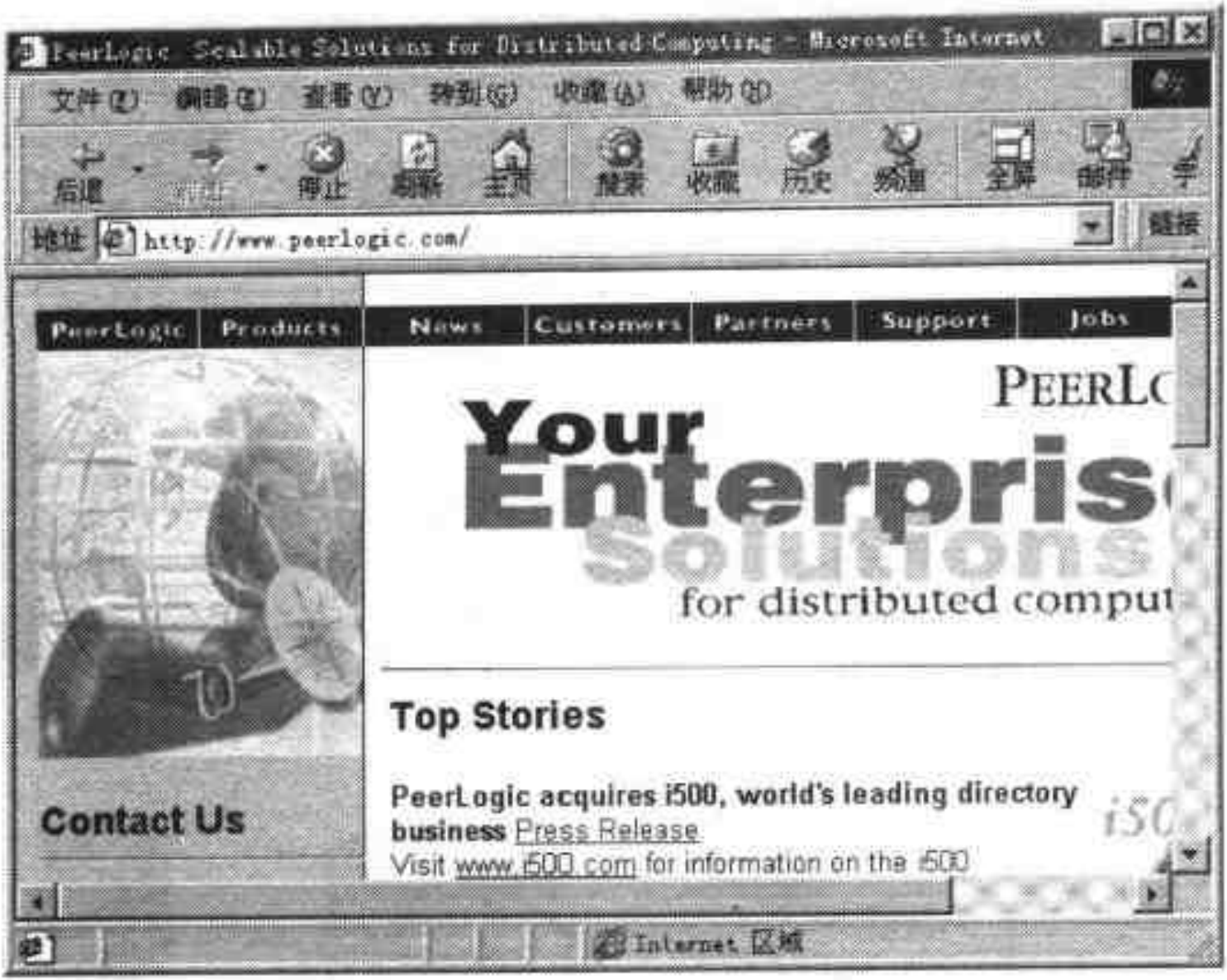


图 20.7　PeerLogic 公司的高性能、面向消息的中间件产品 PIPES

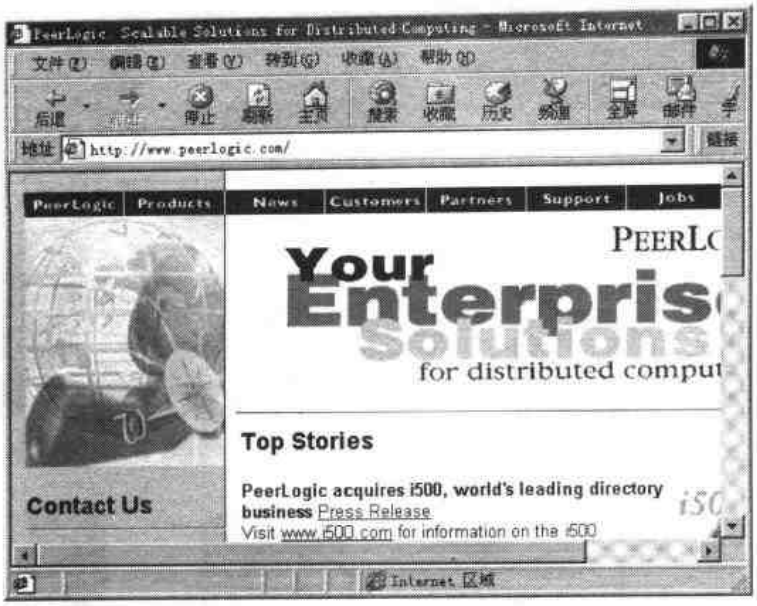


图 20.7　PeerLogic 公司的高性能、面向消息的中间件产品 PIPES

进一步了解 PIPES

当公司采用分布式网络系统处理信息时，应用程序越来越模块化，被分成越来越多的部分，运行在网络中不同的电脑中。对于这些分布式系统，应用程序对不断变化的环境的适应能力将是至关重要的。

目前许多应用程序开发工具和服务都已简化了分布式应用的开发过程，包括图形化的开发环境、CASE（自动化软件开发环境）系统、事务处理系统、消息队列系统、分割工具以及面向对象的开发工具等。

这些工具和服务可以解决软件开发中的特定问题，却不能解决在企业环境中分发及管理应用软件的问题。PeerLogic 公司确信只有动态的分布式系统结构才能满足可靠的、高性能的企业应用，从 1986 年开始，PeerLogic 公司将重点放在提供分布式网络解决方案上，利用其主打产品 PIPES Platform，成为面向消息的中间件市场上的领军人物。

PIPES Platform 是一个实时分布式系统软件，它支持运行于大范围商业网络中的精确的分布式计算。它提供了基本的通讯服务，可开发、部署和维护分布于不同企业中的多层分布式应用。这些服务包括进程与进程通讯、动态名称服务、逻辑网络服务、会话管理服务以及对多平台多协议的支持。系统的核心是一个对称的分布式结构，它可方便地缩放，将应用程序与物理网络隔离，还可防止由于极小的错误而造成严重的数据损坏。

PIPES Platform 是本书完稿时惟一的消息通讯解决途径。它能自动创建、动态维护应用程序资源的逻辑视图。当应用程序注册到动态名称服务（Dynamic Name Service）时，这些组件便可找到其他组件并与之进行通讯，而与这些组件所在的地理位置、运行的操作系统无关。PIPES Platform 中包含一个资源及位置的信息表，能自动地根据网络中组件的增加、修改、删除而作出相应的更新。

PIPES Platform 与消息通讯

PIPES Platform 应用程序通过一个消息接口进行通讯，这个消息接口允许异步、非阻塞的通讯。消息模型完全支持异步的、事件驱动的通讯方式，因此能与复杂的多层应用很好地匹配。Messaging 是其他通讯模型的基础，这些通讯模型包括远程进程调用、inter-ORB 通讯、消息序列、数据库访问等。当消息结构建立好以后，它便可以作为其他模块和服务（例如快速开发工具和可视化开发环境）的基础。事实上，对于任何可能发生的变化，需要运行于大范围网络中的分布式系统，都可以使用这种建立在动态结构上的基于面向消息的通讯模式。如图 20.8 所示。

图 20.8　对于任何可能发生的变化，需要运行于大范围网络中的分布式系统，都可以使用这种建立在动态结构上的基于面向消息的通讯模式

使用 PIPES Platform 动态系统和异步消息模式的的分布式系统，其性能都将得到很大的提高。例如，在变化环境中运行的应用程序需要组件之间的绑定——PIPES Platform 动态资源管理的结果。由于 PIPES Platform 实时维护系统内所有可用资源的有关信息，因此，平台内的应用程序便可找到其他应用程序并与之通讯，而不需要人工的干预。PIPES Platform 为那些需要在多种网络和不同操作系统中进行可靠、高速通讯的应用提供了基本条件。它是目前商业系统中最灵活的动态通讯解决途径。

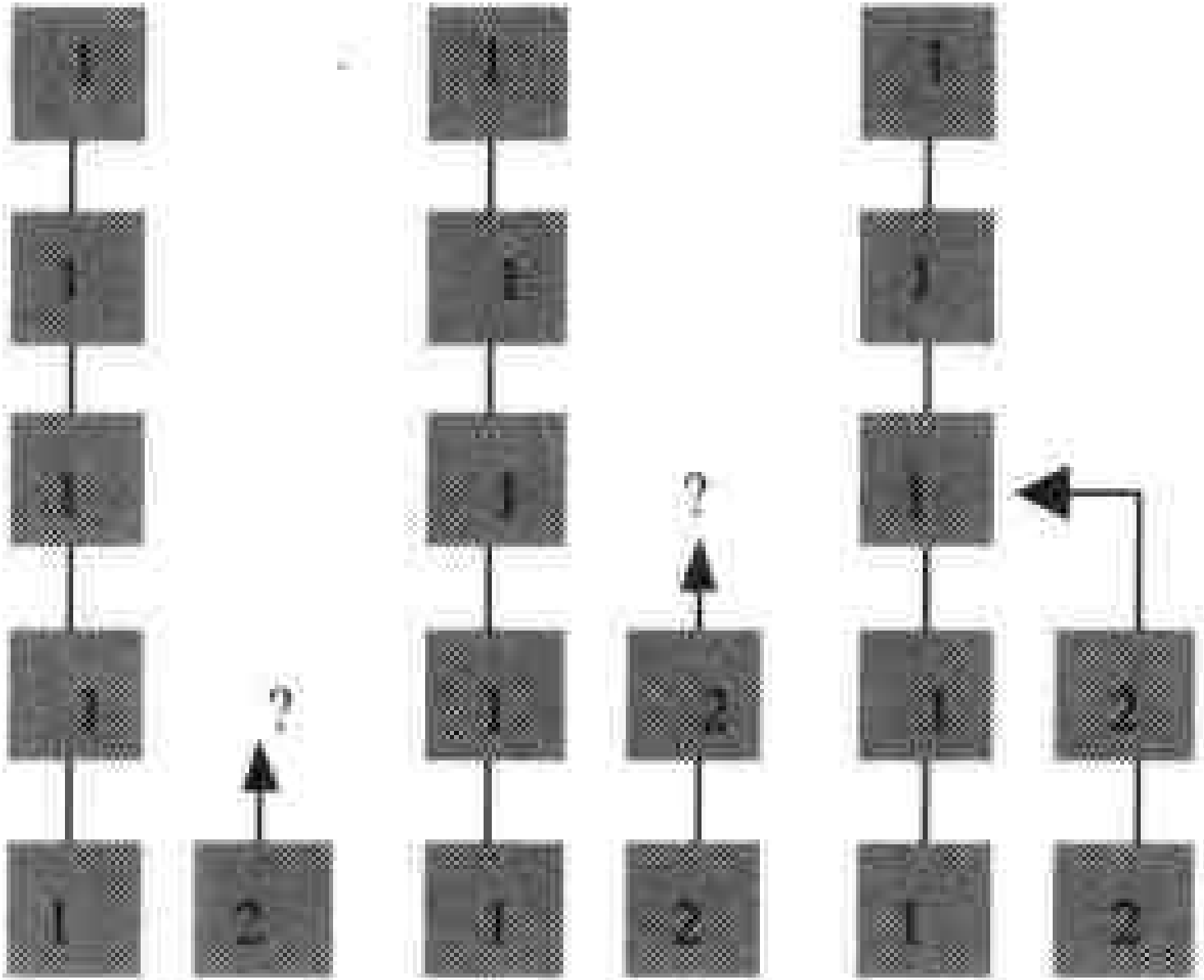
技术简介

PIPES Platform 是分布式系统，由下列部分组成：

- 一个通讯引擎，它是 PIPES 内核，运行在网络中的每台电脑中。
- 传输驱动器（transport driver），与电脑中的其他通讯协议进行通讯。
- PIPES 应用程序接口（PAPI）。

PIPES 内核是在网络中每台电脑中运行的应用程序。它通过传输驱动器与本机的网络通讯协议（例如 TCP/IP 协议）进行通讯。每个 PIPES 内核都处于同一层且具有相同的功能。在每个运行的操作系统中，都将产生一个 PIPES Platform 逻辑网络。

应用程序通过 PAPI 与 PIPES Platform 系统进行交互。PAPI 目前支持 C 语言、COBOL（CICS/MVS）和 Visual Basic 语言。我们可参考 PIPES Platform 支持环境文档，了解 PIPES



PIPES Platform 与消息通讯

PIPES Platform 应用程序通过一个消息接口进行通讯，这个消息接口允许异步、非阻塞的通讯。消息模型完全支持异步的、事件驱动的通讯方式，因此能与复杂的多层应用很好地匹配。Messaging 是其他通讯模型的基础，这些通讯模型包括远程进程调用、inter-ORB 通讯、消息序列、数据库访问等。当消息结构建立好以后，它便可以作为其他模块和服务（例如快速开发工具和可视化开发环境）的基础。事实上，对于任何可能发生的变化，需要运行于大范围网络中的分布式系统，都可以使用这种建立在动态结构上的基于面向消息的通讯模式。如图 20.8 所示。

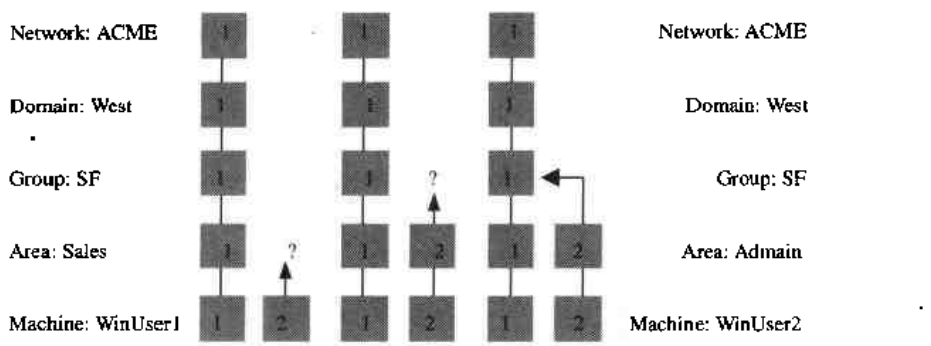


图 20.8　对于任何可能发生的变化，需要运行于大范围网络中的分布式系统，都可以使用这种建立在动态结构上的基于面向消息的通讯模式

使用 PIPES Platform 动态系统和异步消息模式的的分布式系统，其性能都将得到很大的提高。例如，在变化环境中运行的应用程序需要组件之间的绑定——PIPES Platform 动态资源管理的结果。由于 PIPES Platform 实时维护系统内所有可用资源的有关信息，因此，平台内的应用程序便可找到其他应用程序并与之通讯，而不需要人工的干预。PIPES Platform 为那些需要在多种网络和不同操作系统中进行可靠、高速通讯的应用提供了基本条件。它是目前商业系统中最灵活的动态通讯解决途径。

技术简介

PIPES Platform 是分布式系统，由下列部分组成：

- 一个通讯引擎，它是 PIPES 内核，运行在网络中的每台电脑中。
- 传输驱动器（transport driver），与电脑中的其他通讯协议进行通讯。
- PIPES 应用程序接口（PAPI）。

PIPES 内核是在网络中每台电脑中运行的应用程序。它通过传输驱动器与本机的网络通讯协议（例如 TCP/IP 协议）进行通讯。每个 PIPES 内核都处于同一层且具有相同的功能。在每个运行的操作系统中，都将产生一个 PIPES Platform 逻辑网络。

应用程序通过 PAPI 与 PIPES Platform 系统进行交互。PAPI 目前支持 C 语言、COBOL（CICS/MVS）和 Visual Basic 语言。我们可参考 PIPES Platform 支持环境文档，了解 PIPES

Platform 支持的操作系统、硬件平台、网络传输协议和环境等。

逻辑名称和动态资源管理

随着技术的不断进步，现在的许多商业系统都向更高的网络系统迁移，这样就需要下一代的商业应用能不受软硬件环境变化的影响。惟一的方法就是开发与硬件结构、地理位置、软件环境无关的应用程序，这样的程序可以自动适应不断变化的环境。

PIPES Platform 应用是完全与位置无关的应用。PIPES Platform 创建并实时维护运行于 PIPES 网络中的应用程序组件信息。PIPES Platform 的动态名称服务允许应用程序组件向外广播其功能，还可动态地寻找其他组件，并与之通讯。应用程序不必指定，甚至不必知道这些资源的名称，便可找到它们。

例如，程序运行时，PIPES Platform 创建的服务程序向外广播其功能，客户程序通过查询 PIPES Platform 的名称空间（Namespace），便可定位到可用的服务器，如果服务器的地址改变了，客户程序也可立即找到服务器的新地址，而不须对客户机进行重新配置和管理。如果服务器发生故障或从网络中移去后，客户程序可自动选择其他空闲的服务器，而不须重新手工配置。

许多产品都提供了注册功能、资料存储库或静态目录服务功能，但只有 PIPES Platform 才是目前市场上惟一能完成动态名称服务功能的通讯产品。

创建 PIPES 逻辑网络

为理解 PIPES 逻辑网络功能的内容，我们必须首先理解下面这些词汇：名称服务（Name Service）、资源、名称空间（Namespace）、逻辑网络（Logical Network）和逻辑网络路径（Logical Network Path）。

- 名称服务（Name Service）是一个分层的“注册表”。每个应用程序通过它来注册资源的信息。这些资源包括数据库应用、应用程序函数或其他应用组件等。
- 名称空间（Namespace）描述通过名称服务注册的资源情况。
- 逻辑网络（Logical Network）是当前名称空间中所有的应用程序及 PIPES 内核的总和。它具有分层结构，由网络（network）、域（domain）、组（group）、区域（area）和机器（machine）组成。机器（machine）位于层状结构中的最底层。机器名就是电脑中运行的 PIPES 内核的名称，每个区域（area）中不能有重复的机器名。机器名及逻辑路径信息都保存在配置文件中，在电脑启动时由 PIPES 内核读取。
- 逻辑网络路径（Logical Network Path）描述 PIPES 内核、应用程序或资源在层状结构中的位置。例如：ACME | West | SF | Sales | WinUser1。

逻辑网络的层状结构优化了分布的信息。系统即使是由上万节点组成，并同时运行大量程序时，也能有效地工作。在网络结构的每一层中，都有一个惟一的 PIPES 内核执行管理员功能（在同一层中，只能有一个 PIPES 内核担任管理员），管理员并无特别的功能，只是扮演一个复制 PIPES 内核和应用程序资源信息的角色。管理员记录联入网络中的机器，转发 PIPES 信息（例如向其他资源发送请求），确定名称空间的完整性（例如判断每个 area 中的机器名是否惟一）。

每一台机器都知道自己所属层中的管理员，如果自己是管理员，它还知道位于自己下一层（如果有的话）的管理员，例如，组（group）管理员将会知道自己所属域（domain）

的管理员，以及下属的区域（area）中的管理员。如果 PIPES 内核是某层的管理员，那么它也是所有下层分支的管理员。因此，网络（network）管理员也是域（domain）、组（group）、区域（area）的管理员。同时，每台机器均知道自己拥有的资源。

当一台机器准备与 PIPES 逻辑网络联接时，它首先发出请求加入逻辑网络的信息，这条信息包含机器的名称以及希望加入的区域（area）的名称。这些内容可通过机器的配置文件或者命令行发出。如果没有区域（area）管理员，这台机器的 PIPES 内核将自动成为区域（area）管理员，并搜索上层的组（group）的管理员。搜索整个层状结构直至联接到一个已有的逻辑网络中或者自己创建一个。

机器 WinUser1 根据配置文件中指定的路径 ACME | West | SF | Sales | WinUser1 登录到逻辑网络。由于 WinUser1 是这个逻辑网络中惟一的 PIPES 内核，因此，系统启动后，将自动成为网络（network）层的管理员，完成登录。

机器 WinUser2 以 ACME | West | SF | Admin | WinUser2 的路径名登录，首先搜索 Admin 区域的管理员，因为没有管理员存在，所以 WinUser2 自动成为 Admin 区域的管理员。然后搜索 SF 组管理员，WinUser1 是 SF 组的管理员，WinUser2 则加入 SP 组，完成登录。

层状结构只是用于完成名称服务，所有的应用通讯都是通过 PIPES 内核的发送接收功能完成的。这种结构结合了层状名称空间的可伸缩性和点对点通讯的高性能的特点。

对等系统

在 PIPES 逻辑网络中，每个 PIPES 内核都是对等的，具有相同的功能，因此没有中央控制、主控程序，也不会某个节点的故障导致整个系统的瘫痪，即使维护分布信息的管理员机器发生故障也不会对整个系统带来很大的影响。每个 PIPES 管理员都知道其他机器的位置，当管理员发生故障或退出网络系统时，另一个 PIPES 内核将自动取代管理员的位置。

网络支持

PIPES Platform 独有的“上下桥接（context bridge）”功能使其可以在混合网络协议中传递信息。PIPES Platform 可自动管理通讯路由，因为 PIPES 内核可以作为各种通讯协议之间的桥梁，因此应用程序不必了解使用哪些协议进行通讯。

每个消息都由 PIPES Platform 传输驱动器接收并检查目的地，如果接收方在本机中运行，消息将被发送到相应的本地 PIPES 应用程序。如果消息是发往远程机器的，它将由传输驱动器（ transport driver）转发出去，一则消息可能要经过多个“上下桥接（context bridge）”才能到达目的地。在这段过程中，实际的传输协议可能更换了多次。

控制包用于计算通过不同路由所造成的延迟和阻塞，根据这些信息，“上下桥接（context bridge）”自动执行流控制和阻塞控制进程，如果某条链路中断，将转换到其他的路径，如果没有其他路径可用，会话将被中止并通知应用程序。

PIPES Platform 应用程序

PIPES Platform 支持大范围的分布式应用。一个 PIPES 内核支持多个 PIPES Platform 应用程序，每个应用程序又可创建多个资源，并通过多个逻辑会话与其他 PIPES 应用程

序通讯。

PIPES Platform 应用程序按照以下的模式进行通讯：

- 在 PIPES Platform 环境中初始化应用程序；
- 向 PIPES Platform 名称空间添加资源；
- 寻找需要进行通讯的其他资源；
- 连接到目标资源，与其建立会话；
- 向目标资源发送数据。

PIPES 内核是操作环境中不变的部分。应用程序可在 PIPES Platform 中运行，其启动和退出都不会对 PIPES Platform 或网络环境带来影响。

消息服务

PIPES Platform 的异步消息服务非常适合于分布式的基于对象的应用程序或任何高度分散的事件驱动的系统。大部分 PAPI 函数包含同步（阻塞）和异步（非阻塞）方式。异步函数调用使应用程序在发出请求后还可继续执行，当调用的函数完成之后，事件通知例程将产生一个中断，通知应用程序函数调用已完成。

事件驱动的应用程序因其大大减少了程序的控制逻辑，因而非常高效。事件驱动的程序不必为等待输入而安排空循环，只需休息或执行其他工作，直到接收到其他程序发出的输入信息为止。

广播资源

通过 PAPI 编写的应用程序在运行时联接到 PIPES 系统内核，并利用它进行通讯。首先，应用程序调用 InitPiAPI 函数，将程序名称提供给本机的 PIPES 内核，本机的 PIPES 内核返回应用程序在逻辑网络中的位置。例如，一个 DBServer 程序拥有一个完整的逻辑路径：

```
ACME              <— network（网络）
  East            <— domain（域）
    Chicago       <— group（组）
      InfoSvcs    <— area（区域）
        3090#1    <— machine（机器，PIPES 内核名）
          DBServer <— application（应用程序名）
```

PIPES Platform 应用程序将资源注册到 PIPES 名称服务后，其他应用程序即可了解到该资源的有关信息。程序员还可以通过其他程序来限制这个资源的“可见性”。

定位资源

有关 PIPES Platform 资源的信息都是分散在各个逻辑网络中的。PIPES 内核管理这些资源，并随时监测这些资源的添加、修改、删除和重定位情况，不断更新有关信息。由于有名称空间的层状结构，网络中数以百万计的资源信息都能由 PIPES Platform 很好地维护，不会对网络的操作带来负面的影响。

在分布式应用中使用 PIPES Platform 的其中一个优点在于应用程序只在需要的时候才去定位所需资源。当应用程序组件需要定位服务资源时，它将发出 FindPiResource 请求，向名称空间查询服务资源的信息。这个函数非常复杂，它可详细指定查询的具体内

容。例如，应用程序可以搜寻特定的资源名称，或者搜寻某个指定层中所有的资源。还可指定一些附加的参数，如查询范围和最大匹配数量等，这样可大大提高搜索的效率。

例如，要定位正在本地组（group）中运行的 PIPES 内核，可在 FindPiResource 调用中指定搜索所有层（使用通配符*）中类型为 0 的资源（PIPES 内核保留的类型值），为限制搜索范围在本地组中，可以指定搜索的范围为本地组，或者将参数中 group 的名称由通配符*换成本地组名。Maxmatch 参数指定返回资源数量的最大值。

下面的例子中将返回位于应用程序本地组中类型为 0（PIPES 内核）的前 10 个资源：

```
FINDPIRESOURCE[  ]
        Network:  *
        Group:  *
        Domain:  *
        Area:  *
        Machine:  *
        Application Name:  *
        Resource Name:  *
        Type:  0

        Maxmatch= 10
        Scope=local_group
```

在上例中，当应用程序发出 FindPiResource 调用请求时，本机 PIPES 内核检查内存中的本机资源信息，然后将请求发往 area 管理员，它可提供这个区域（area）中所有的资源信息。

如果在本区域中没有找到匹配的信息，请求将被发往本地组（group）管理员，组管理员将请求发往下属每个区域（area）管理员，每个区域管理员检查各自的区域，查看有无匹配的资源，查找完所有区域后，请求将被发往下一个组（group），如此类推，直至找到符合条件的所有资源。除非取消这个调用请求，否则整个逻辑网络都将被搜索一遍。

路径搜索

名称空间将逻辑网络路径名称转换成物理的网络路径。物理网络路径包括一个或多个物理网络地址，从源物理地址（发出请求的应用程序）指向目标物理地址（服务资源）。如果指定的物理网络路径出现错误，PIPES Platform 还将寻找另一条替代的物理网络路径。

如果到指定资源的路线找到后，这个路径信息将暂时储存在本地的 PIPES 内核中，可以减少定位这些常用资源所需的时间。

建立会话

当定位到服务资源后，将为发送请求的应用程序和服务资源分配一个会话，当会话建立好以后，双方即可通过“管道”进行双向通讯，任何一端都可启动通讯过程。这种对等的模式可以大大提高分布式应用的效能，因为每个组件都可以作为客户机、服务器或者两者都是。

发送消息

PIPES Platform 为应用程序提供会话管理功能，包括可靠的消息传递、数据完整性、排序、动态消息路由以及可靠的错误处理。

消息是指结构化或非结构化的格式数据。在 C 语言中，消息包含在结构（structure）中。消息的大小受到处理器的限制（例如在 16 位的系统中为 64K 字节）。当会话进行授权检测时，安全机制（例如口令及公共密钥）可在应用组件之间进行交换。

PIPES Platform 保证数据被发送、按照指定的顺序发送以及数据的完整性。SendPiMessage 函数请求一个 SendComplete 例程，并返回数据发送者数据已传送的确认信息。当消息收到后，PIPES Platform 在接收程序中调用 RecvComplete 例程。这种可靠的传输机制在于其端对端的确认，这意味着网络层的接收确认先于异步 SendPiMessage 调用的完成。

在 SendPiMessage 函数中可以指明两种传输优先级别——标准级和加速级。标准级消息在会话过程中按照排列的顺序进行发送。加速级消息将放在发送会话序列的前面，但不能保证按任何特定的顺序发送。消息也可采用多点传输的方式发给与之通讯的每个资源。多点传输的消息属于加速级。

PIPES Platform 逻辑网络是动态配置的，它可包容任何 PIPES 内核的失败。当某个 PIPES 内核失败后，PIPES Platform 将寻找一条替代的路径，通讯将继续进行，而不会导致应用程序的中止。如果替代路径无法找到，系统也将通知相应的应用程序。

PIPES Platform 应用程序接口

PIPES Platform 应用程序接口（PAPI）包含 14 个 C 语言函数，这些函数在不同的操作系统中都具有相同的句法。一致的通讯接口使应用程序开发人员可以将精力放在分布式应用的设计上，而不必考虑底层的通讯协议。另外，PAPI 还提供一个 MVS/CICS 系统的 COBOL 接口以及 Windows 3.1 下的 Visual Basic 接口。

大部分 PAPI 函数都包含同步和异步方式，以下是这些函数的列表：

InitPiAPI
TermPiAPI
AddPiResource
RemovePiResource
FindPiResource
AllocPiSession
DeAllocPiSession
SendPiMessage
RecvPiMessage
RecvAnyPiMessage
RequestPiService
SchedPiTime
GetPiErrNo
CancelPiRequest

PIPES Platform 应用示例

下面我们将介绍一个简单的客户/服务应用程序，这可能有助于我们理解分布式应用是如何利用 PIPES Platform 通讯服务的。

ACME 公司共有 2 个办公室：一个位于芝加哥的总部，另一个位于旧金山的销售办公室。旧金山的销售人员使用 Windows 操作系统，通过 Novell 局域网与芝加哥总部 LU6.2 主机系统交换数据。

ACME 公司的数据库服务器运行在芝加哥总部的主机系统中，客户程序运行于 Windows 操作系统，它们之间使用 PIPES Platform 作为通讯的基础。销售办公室中每台使用 Windows 操作系统的电脑中都有一个 PIPES 内核，以及一个通过 PIPES Platform 连接主机系统的数据库访问程序。例如，销售办公室中某台电脑的 PIPES 内核名为 WinUser1，其中运行的数据库访问程序名为 DBClient。这个 PIPES Platform 应用程序完整的逻辑路径为：ACME | West | SF | Sales | WinUser1 | DBClient。

在芝加哥总部，运行在主机系统上的数据库服务程序为每个 Windows 客户的请求提供服务。服务程序运行在基于 LU6.2 的 MVS 系统中，名为 DBServer。DBServer 添加了一个名为 AcctData 的资源到主机的 PIPES 内核上。这个资源完整的逻辑路径为：ACME | East | Chicago | InfoSvcs | 3090#1 | DBServer | AcctData。

旧金山的一个销售代理需要某个 ACME 公司客户的信息。WinUser1 上的数据库访问程序则调用 FindPiResource 函数，利用 PIPES Platform 的动态名称空间查找资源 AcctData 的位置。利用这种方法，对于客户程序或服务程序来说，资源 AcctData 的物理位置都与硬件无关了。DBClient 查询名称空间时使用通配符，这样可以遍查整个网络的所有层。例如使用如下的语句将返回当时在 ACME PIPES 逻辑网络中所有名为“AcctData”的活动资源。

FindPiResource [ACME, *, *, *, *, *, AcctData . . .]

PIPES Platform 查询到位于芝加哥主机系统中的资源 AcctData 后，即将此资源的逻辑地址返回给 DBClient。如果当时在 PIPES Platform 网络中还有其他的 AcctData 例程在运行，也将返回所有这些资源的逻辑地址。程序开发人员可以在查询 PIPES Platform 名称空间时控制查询的范围和程度。

当数据库客户程序 DBClient 获得资源 AcctData 的逻辑地址后，即可使用这个逻辑地址调用 AllocPiSession 函数，请求与此资源建立会话。

动态名称空间创建可缩放的应用程序

由于考虑到长期战略的需要，ACME 公司将把总部从芝加哥迁往纽约，将基础网络协议改为 TCP/IP，并逐步将公司所有有关的数据从上机系统迁往纽约的 UNIX 系统中。

如果公司只是直接使用 MVS/LU6.2 环境来完成数据库服务程序，那么，迁移数据必须重新编写适用于 UNIX/TCP/IP 环境的服务程序，还要重新编写客户程序，使之能使用 TCP/IP 协议进行通讯，并了解服务器迁往的具体位置。

如果采用 PIPES Platform 代替，当 ACME 公司总部迁往纽约后，只要服务器启动以后，旧金山的销售人员便可通过动态名称空间重新联接到数据库服务器上，而不需要任

何手工配置或修改应用程序代码。ACME 公司在运行 TCP/IP 和 PIPES Platform 的 UNIX 系统中提供了一个新版的数据库服务程序，继续使用程序名 DBServer 和资源名 AcctData。新资源的完整网络路径为：ACME | East | NewYork | InfoSvcs | SPARC10 | DBServer | AcctData。

当 ACME 公司关闭了芝加哥主机上的 DBServer 服务程序后，客户机将发出另一个请求，寻找资源 AcctData，当定位到运行于 UNIX 服务器上的资源后，即与之联接。应用程序不必因为服务器位置的改变而重新编写——事实上，应用程序也不会因为运行于不同的网络和操作系统而受到影响。

下一代分布式系统的基础

随着分布式应用的复杂程度不断提高，以及网络及操作环境的不断变化，采用一致的通讯平台将是扩展企业网络的关键。应用程序的可靠性依赖于其定位其他资源并与之通讯的能力。拥有上千个组件的企业级应用程序需要灵活、动态的定位服务。即使在不断变化的网络环境中也不会造成通讯的中断。

PIPES Platform 为在多种操作系统、硬件平台及混合协议的网络环境中运行的分布式应用提供了可靠高速的通讯功能。其主要服务包括：

- 逻辑网络服务，提供网络的逻辑视图以及一致的通讯接口。
- 动态名称服务，为 PIPES Platform 网络中的应用资源提供位置无关的访问能力。
- 事件驱动的进程与进程之间的消息传递机制，支持同步和异步通讯模式。
- 通讯管理服务。提供端对端可靠的消息传递、消息完整性、优先权、排序、路由及错误处理功能。
- 交叉平台及多协议的支持。自动支持多种操作系统和混合网络协议，对应用程序来说则是完全透明的。

PIPES Platform 是目前惟一支持复杂的多层分布式应用的商业化系统软件，它为大范围模块化、复杂的分布式应用程序开发提供了实时的计算平台。

了解 PIPES Platform 详细内容，请访问 http://www.peerlogic.com/products/ f_pp.htm。通讯地址：PeerLogic, Inc., 555 De Haro Street, San Francisco CA 94107-2348；电话：415-626-4545；传真：415-626-4710；E-mail 地址：info@peerlogic.com。

第 21 章

IP 多路广播网络管理工具

本章将讨论 IP 多路广播网络管理工具并介绍 1998 年中期市场上 2 种主要产品的情况。

21.1　IP 网络故障诊断工具 DWTNDA

IP 网络故障诊断工具（Dr. Watson, The Network Detective's Assistant，DWTNDA）由主动工具和被动工具组成。包括 IGMP 监视器及发生器、IP 多点传输 PING、UDP ECHO 和 SNMP。它还包含单点传输工具如手动 ARP、寻迹路由（traceroute）等。DWTNDA 还有一个自动的“侦测”模式，可检查本地或远程网络出现的故障，此产品获得了 1994 年 LAN 杂志年度优秀产品奖。

DWTNDA 与 Microsoft 公司的程序“drwatson.exe”无关。

DWTNDA 支持 IP、ICMP、IP multicast、IGMP、ARP、RIP、RDP、UDP、SNMP、IPX 和 DNS 协议，可运行于 PC-DOS 或 Windows 95 操作系统。

要了解详细内容，请访问 http://www.cavebear.com/dwtnda。传真：408-423-8357；E-mail 地址：karl@cavebear.com。

DWTNDA 的一体化设计为用户提供了方便、强大的网络诊断工具。它可以用来安装、配置、故障检测及维护多操作平台的分布式计算机网络系统。

此软件已经过多年的网络互联实践检验，包括 INTEROP 显示网络。它包含了大量用户希望拥有的工具。

Dr. Watson 是为那些对 TCP/IP 协议及 Novell 网络有一定基础的用户而设计的一组完善的工具。它只能在标准的 IBM PC/AT 兼容电脑，包括便携式和笔记本式电脑上运行。运行于 MS-DOS 操作系统，与几乎所有的标准以太网卡兼容，不需任何特殊的操作系统或硬件设备。因为 Dr. Watson 可在便携式的笔记本电脑中运行，所以可方便地携带到任何需要的地点。

Dr. Watson 通过以太网与网络系统联接，但不完全受以太网的限制。它可以检测到用户所在 Internet 上的设备，Dr. Watson 可以应用在任意规模的网络系统中。

使用 Dr. Watson

Dr. Watson 可与使用 TCP/IP 和 Novell NetWare 协议的设备一起运行。它是一个主动型设备，向网络中的其他计算机发送数据包，并等待返回包的响应。尽管 Dr. Watson 包含查看网络交通的工具，但它不仅仅是一个协议分析器，更确切地说，它通过与网络的交互来获取信息，而不是简单地“查看”。与普通的网络诊断工具相比，Dr. Watson 具有更完善的信息搜集形式和故障分析能力。

利用这些交互功能，Dr. Watson 允许用户进行下列形式的检测：

- 对网络中的设备进行普查；
- 执行广泛的 TCP/IP 可达能力测试，包括局域网和广域网；
- 执行 SNMP 查询；

- 检测网络流量；
- 使用 DNS（Domain Name System，域名系统）确定主机的名称和地址；
- 通过路由协议检测路由信息；
- 另外，Dr. Watson 还可担任一台主机的角色，作为协议交互以及作为其他电脑发出的 SNMP 查询的目标。

Network Detective 与 Network Detective's Toolbox

Dr. Watson 包含两个部分：Network Detective 与 Network Detective's Toolbox。

Network Detective 与 Network Detective's Toolbox 都包含在一个单独的程序中。Network Detective 采用被动和主动方法，不需用户干预便可搜索和鉴别网络中的设备，使用者可控制 Detective 的许多操作参数，包括数据包产生频率、使用的查询方法以及查询范围等。收集到的数据可直接显示在屏幕上，也可永久地记录在磁盘文件中。

当 Network Detective 检测到一台设备后，即为该设备创建一条数据库记录，随着检测的不断深入，数据库记录的内容也将逐渐增加。数据库中记录的信息包括：

- MAC、IP 和 IPX 地址
- IP 子网掩码
- DNS 主机名
- SNMP 系统信息
- NetWare 服务器名
- 提供的网络服务功能
- 已使用的网络服务功能
- 不正常或非法的信息

Network Detective's Toolbox 包含一组改进的用户工具，可执行特别的测试。使用者可在同一时刻执行许多不同的测试，而不需等一个测试完成后再继续下一个测试，测试结果保存在一个记录文件中。这些工具包括：

- ARP
- PING
- Traceroute（寻迹路由）
- Domain Name System resolvers（域名解析器）
- Network traffic watch（网络流量监测）
- SNMP MIB 浏览器/管理器（客户端）
- SNMP 代理（服务端）
- Routing protocol client（路由协议客户）
- Packet Generators（包发生器）

Network Detective

Dr. Watson 的 Detective 是用于侦测网络设备的自动工具，它可将网络中每台设备的情况和特征信息存储在数据库中，并实时更新信息窗口，使用者可以随时了解设备的最

新信息。

自动发现网络设备

Detective 从网络设备本身或第三方的设备（例如域名服务器）中查询有关的信息。Dr.Watson 是一个“协议专家”，了解如何与各种设备进行交互的规则，从而获取设备的信息。在侦测模块中还可进行用户控制，用户可设置一些规则来限制 Dr.Watson 的检测方法。

Dr. Watson 可通过多种主动和被动方式对网络中所有的 TCP/IP 设备进行普查。建立网络中 IP 设备的数据库，通过用户的选择，还可扩充或限制其检测其他子网或 Internet 上设备的能力。

在使用者允许的情况下，Dr.Watson 还可完成更广泛的检测。使用者可以利用 Dr.Watson 来寻找和分析位于用户自身网络以外的设备，所有的信息均可以立即在屏幕上显示。

显示数据可以按照 IP 地址、MAC 地址或 IPX 地址进行检索。Dr. Watson 可在不同的窗口中显示每种地址的设备数据。例如在 MAC 地址窗口中显示数据库中所有使用 48 位 MAC 地址的设备，用鼠标单击其中一项，即可显示这一项的详细数据，例如，当某项刚显示时，只能了解其地址信息，随着检测不断深入，其他的信息也将显示出来。这些信息包括主机名、IP 子网掩码、SNMP MIB 数据、所使用的协议以及该设备是否正与其他设备进行通讯等。

Dr. Watson 不是类似 Network General's Sniffer 的包监视器。它是一个主动型设备，主动与网络中的其他设备进行交互，而包监视器主要是被动型设备，只是显示数据包在网络中传输的情况。

数据将保存在永久的 ASCII 磁盘文件中，可根据用户的需要与后面的数据合并到数据库中，或通过标准的文本编辑器及电子表格进行处理。另外，这些数据还可作为安全审核的基础，以确定网络中是否存在其他未知的设备，或网络中的设备正在与外部节点进行非正常的通讯。

可达性测试工具

网络系统最重要的功能就是将数据从一个地点传送到另外一个地点。Dr. Watson 包含一组可达性测试工具，用于测试网络中的设备是否与另外的设备进行通讯的能力。这些工具包括：

- ARP——地址分解协议（Address Resolution Protocol）是最基本的网络可达性测试工具之一。它在大部分底层的协议中操作。在其他系统中，ARP 不能由用户直接控制，Dr. Watson 允许用户在任何时间执行 ARP。
- PING——PING 是一种方便快捷的工具，它向远端设备发送数据包并等待返回的信息。与 ARP 不同，PING 可通过路由器到达远端设备。Dr. Watson 的 PING 工具为用户提供了多种从远端设备返回数据的方法，检测包往返消耗的时间、不同网络路径的包大小灵敏度、包丢失率等重要的网络数据。与大多数其他系统中的 PING 不同，Dr. Watson 的 PING 工具支持 ICMP、UDP 和 SNMP 协议。
- Traceroute（寻迹路由）——现代的网络系统中，两台设备之间通常可经过多条路

径进行通讯。Dr. Watson 的 Traceroute 功能允许用户探察出数据包在网络中传输的实际路径，以及网络中是否存在对数据包大小有限制的节点。

- SNMP 代理（服务端）——Dr. Watson 作为一台 IP 主机，对于其他 SNMP 管理站点来说是可见的。其内嵌的 SNMP 功能支持 MIB I 和 MIB II 标准，支持 GET、GETNEXT 以及 SET 请求。
- SNMP 管理器（客户端）——Dr. Watson 包含 SNMP 管理器。
- 本地主机文件格式——这是 UNIX 和其他系统使用的相同的文件格式，包括大部分 IBM PC/AT 计算机的 TCP/IP 包。Dr. Watson 可在缺少 DNS 服务功能的网络中操作，使用文本文件数据库执行主机名与 IP 地址之间的转换映射。
- 路由协议客户——Dr. Watson 通过一个简单的表格窗口显示 IP 路由表，此表格根据获取的最新路由信息实时更新。用户通过此表格可立即查看到网络中的路由风暴或虚幻路由等。
- 用户控制的可视化、动态的 ARP 及路由表——Dr. Watson 通过一个列表显示重要的网络数据。根据网络操作实时更新数据，并随时将信息显示在用户屏幕上。所有的项目都可根据需要进行增添、修改或删除。
- 可视化的实时用户控制——对 Dr. Watson 配置的改变可立即产生影响，例如，用户可随时更改 IP 地址、子网掩码及主机名等。

特点

Dr. Watson 包含许多 TCP/IP 系列协议，这使其不仅可作为一个网络监视器使用，更可以直接与网络中的其他 TCP/IP 设备进行交互。

Dr. Watson 目前支持 Novell Netware 中使用的下列协议：IPX、SAP、RIP 和 DIAG，用来获取地址及服务信息。

Dr. Watson 可制造多种形式的网络通讯负载。它可直接与网络中的其他主机交互以制造网络负荷，也可在成对的 TCP/IP 设备之间制造高速网络流通率。这些由 Dr. Watson 制造的网络通讯负载是真实的数据流通，而不是同一数据包的大量发送。

Dr. Watson 使用工业标准的“包驱动”规范，它的安装盘中包含大部分通用以太网卡的驱动程序。另外，使用特殊的“垫片”（shim），Dr. Watson 还可在 ODI 和 NDIS 中使用。

Dr. Watson 是一个多功能的产品，它包含大量的实用工具，用户可以利用这些工具解决几乎所有的问题，其内含的功能包括：

- 检测局域网段，判断此网段是否正在传输数据包。
- 执行本地和远程可达性测试，这些测试检查数据包经过的网络硬件和软件环境。Dr. Watson 可隔离延迟、检测及隔离路径的中断、检测包大小及包速率的灵敏度、检测最优化路径。
- 对网络中的设备进行普查，探测网络配置，报告异常情况，并将结果存储在数据库文件中用于更进一步的分析。
- 与网络中的其他设备进行交互。此项功能可用于制造网络负荷，进行更进一步的

网络路径检测。

- 可通过自动的 Network Detective 软件或手动工具如 ARP、PING、DNS 名称解析或 SNMP 查询等工具来鉴别未知的设备。
- 实时显示路由表情况。
- 作为“可信任”主机。当网络中某台电脑被疑为网络故障所在时，Dr. Watson 可替代这台可疑设备，用以确定网络故障是由这台设备还是其他设备造成的。
- 同时执行多项测试。这样不仅可以节省时间，还可以将多次的测试关联起来，对网络中的问题有一个三维的了解。
- 远程操作。远离网络的计算机中安装了 Dr. Watson 后，通过使用拨号 modem 以及合适的软件即可激活远程主机上的 Dr. Watson，快速解决网络中的故障，节省大量的时间和费用。

由 Dr. Watson 的 Network Detective 模块创建的数据库可作为历史记录，将现在的数据库与原有数据库进行对比，网络配置变化情况及未知设备都将高亮显示。同样数据库的安全审核机制使用户可以随时发现与“外部”主机进行通讯的设备。

了解 Dr. Watson 的详细内容，请访问 http://www.cavebear.com/dwtnda/。

21.2　网络互联软件 ForeThought

ForeThought 工作在所有的 FORE 公司的设备中，构成了智能结构（Intelligent Infrastructure）的基础。可缩放的网络技术（网络的自我配置、自我协调、自我诊断、自我保护功能）使网络管理员可以更轻松和有效地管理日益复杂的网络系统。上面所说的智能结构主要包括 FORE 公司的高速交换、网络服务和智能路由。

FORE Systems 公司是使用智能结构处理网络应用的领路人，是使用基于 ATM 技术生产高性能网络产品的先锋。其主要软件产品 ForeThought 是一套完善的网络互联系统，可与 FORE 公司的其他产品建立标准的联接。

基于标准的 ForeThought 智能结构利用高性能的交换网络，解决网络管理的复杂性、运行性能和可伸缩能力的问题，在保留现有网络投资的基础上还能在将来维持较长的时间。创建支持当前和将来网络应用的更简单、更高速的网络系统。

ForeThought 高质量传输服务和智能化的带宽管理功能，可以保证集成的数据、声音及视频信息的可靠传输，它可与现有的设备（ATM 网络）简单而平滑地集成。ForeThought 是建造公司网络通讯系统的基础，使公司能够成功地迎接当今时代的商业挑战。

ForeThought 利用其完善的分布式 LANE（LAN Emulation，局域网模拟）技术和 PNNI（Private Network-Network Interface，专有网间接口）标准为用户提供最灵活、最有弹性的网络解决方案。目前 ForeThought 已在超过 4000 个 FORE 公司产品用户的网络中安装，并被 40 个合作伙伴所采用，包括 Microsoft 公司，作为公司 Windows 和 Windows NT 产品的重要部分。

ForeThought 构成了智能化结构的基础，与 FORE 公司的网络硬件相结合，可以为局域网或广域网环境中运行的应用程序提供高性能的、稳固的网络服务。使用 ForeThought 5.0，用户可以达到每秒传输 22,000,000 个包的速度。ForeThought 还可利用现有的 ATM 网络，通过有带宽保证和可靠的质量服务，保护用户对现有网络的投资。

FORE 公司为网络管理员创建并维护大范围 ATM 企业网络提供了一个完善而标准的软件平台，并形成了新的工业标准。其内含的 MPOA（Multiple Protocol over ATM，多协议支持 ATM）、分布式 LAN 模拟以及多对等组 PNNI 支持使公司可以轻松享有 ATM 网络的优异性能。

增强的网络安全性

ForeThought 通过一系列的新功能来增加网络系统的安全性，其安全审核机制能防止对 ForeRunner 交换机未授权的访问，多对等组 PNNI 使网络管理人员能向外部区域公布其公共资源，并限制对私有资源的访问。基于 ATM 地址的呼叫筛选功能，协助支持虚拟私有网络（Virtual Private Networks，VPNs），允许网络管理人员即使在共享通用资源的时候也能创建可伸缩的 VPNs。

ForeThought 网络互联软件可与 FORE System 公司的其他软硬件产品协调工作，使用户在保留原有网络基础设备和应用程序投资的情况下平稳地迁移到 ATM 网络系统。支持现有的 ATM 标准并支持分布式 LAN 模拟和多对等组 PNNI 扩展。ForeThought 还支持一些先进的网络功能，例如虚拟局域网（VLAN）、自动网络配置、智能优化路由、链接负载平衡、交替路由和 SVC 通道等。

ForeThought 是 FORE 网络产品智能化结构的基础，其软硬件的结合构成了如下解决方案：

- 为在局域网和广域网环境中运行的程序提供高性能、可缩放、可靠的网络服务。
- 把 ATM 技术的优越性，包括有保证的 QoS 提供给现有应用程序。
- 保护用户对现有网络设备和应用程序的投资。

ForeThought 提供的智能结构包括：

- 自动的网络配置能力；
- ATM 论坛 PNNI（专有网络间接口）1.0 标准，支持多对等组网络）；
- QoS 路由；
- 智能带宽管理；
- UNI v3.0/3.1 SVCs 和 PVCs；
- 通用 UNI 接口；
- 智能 PVCs，包括直接 S-PVCs；
- 自动呼叫重路由；
- 资源优化使用（VC 管理）。

ForeThought 应用服务包括：

- 使用安全标识符的身份认证；
- 联接审核（呼叫记录）；

- 配置审核；
- QoS 保证（带宽预留）；
- 呼叫和执行记录；
- 增强呼叫筛选，限制对特定的 ATM 地址的访问。

了解详细内容，请访问 http://www.fore.com/products/ft50.htm。通讯地址：FORE System, Inc., 1000 FORE Drive, Warrendale, PA 15086-7502；电话：888-404-0444；　传真：724-742-7700。

第四部分

IP 多路广播
资源中心

第 22 章

在不同的网络结构中实现 IP 多路广播

TCP/IP 网络可以覆盖于多种不同的底层网络结构，这些不同的网络结构可分为下面 3 类：

- 主干广域网（WAN）结构
- 校园和机构局域网（LAN）结构
- Last-mile 交换广域网（WAN）连接

注：本章是 Starburst 公司同一题目白皮书的翻印，由 Starburst 公司的 Vicki Johnson、Marjory Johnson 和 Ken Miller 授权。如果想获得更多的信息，请您访问他们的 Web 站点：
http://www.ipmulticast.com

主干 WAN 结构包括卫星、帧延迟、交换式多兆位数据服务（SMDS）、异步传输模式和互联网；校园和机构 LAN 包括共享 LAN 和交换 LAN；Last-mile 交换广域网连接包括拨号调制解调器和 ISDN。

这些不同的网络结构给 IP 多路广播提供了不同程度的支持。这部分内容将对每一部分的服务进行描述，其中包括每一种能实现 IP 多路广播的专门机制和网络工程方面的问题。

考虑到工程人员主要关心如何去为一个机构（生产或服务性的）评估和实现 IP 多路广播，所以本章节将致力于介绍怎样通过这些网络系统来展开 IP 多路广播。阅读本章之前，您首先要具备关于 IP 寻址、组管理和路由选择的概念性认识。为了方便那些对这些概念尚不熟悉的读者，我们推荐您阅读一下《How IP Multicast Works》这本白皮书以及在网址 http://www.ipmulticast.com.上的《Introduction to IP Multicast Routing》。

22.1 简　　介

IP 多路广播依赖于一个从发送者到所有想接收者的转发数据的底层多路广播传输系统。IMPI（多路广播开始）白皮书中的《Introduction to IP Multicast Routing》这篇文章讨论了可以在路由网络（即依赖于路由选择器来决定在网上通过哪条路径来转发由发送者到接收者的信息上的网络）中产生多路广播输送树的路由选择技术。在所有的互联网路由器都能进行多路广播之前，IP 多路广播只能局限于由能够实现多路广播的互联网服务供应商提供的通道和服务中。这些互联网服务的发展是很快的。比如在今天我们可以使用建立在一个网络结构上的虚拟个人网或可以支持多路广播的网络服务就可以实现多路广播，但在当时，网络系统还局限于以前的条件下。

在考虑经由一个可支持多路广播的路由器的情况下，我们经常认为一个节点的本地网络是与体系结构或服务相连的。在这种方式下，IP 多路广播就覆盖在底层网络结构上了。然而这并不是绝对必需的。比如说，一个本地服务器可以由一个串行接口直接进入主机而无须与局域网连接，许多卫星配置中都有这种情况。

我们就从回顾主干广域网（WAN）开始吧。

22.2 卫 星 网 络

卫星技术可以说是一个在大自然内部广播的广域网系统，也就是说，其中的每一个主机都能看到每一个发送出的数据包，而不管它来自何处去向何方。卫星网络服务可以向几个主要的供应商购置，然后来为某个企业展开一个虚拟个人网。在地球静止卫星超过 500ms 的往返延时（latencies）条件下，这种网络服务的正向速度范围在 9600bps～24MPS 之间，反向通道的速度还要慢一些。Teledesic 公司计划在其将来的 LEOS（低地球轨道卫星）服务中用千兆位的速度实现更短的等待时间。

22.3　实现 IP 多路广播的结构方式

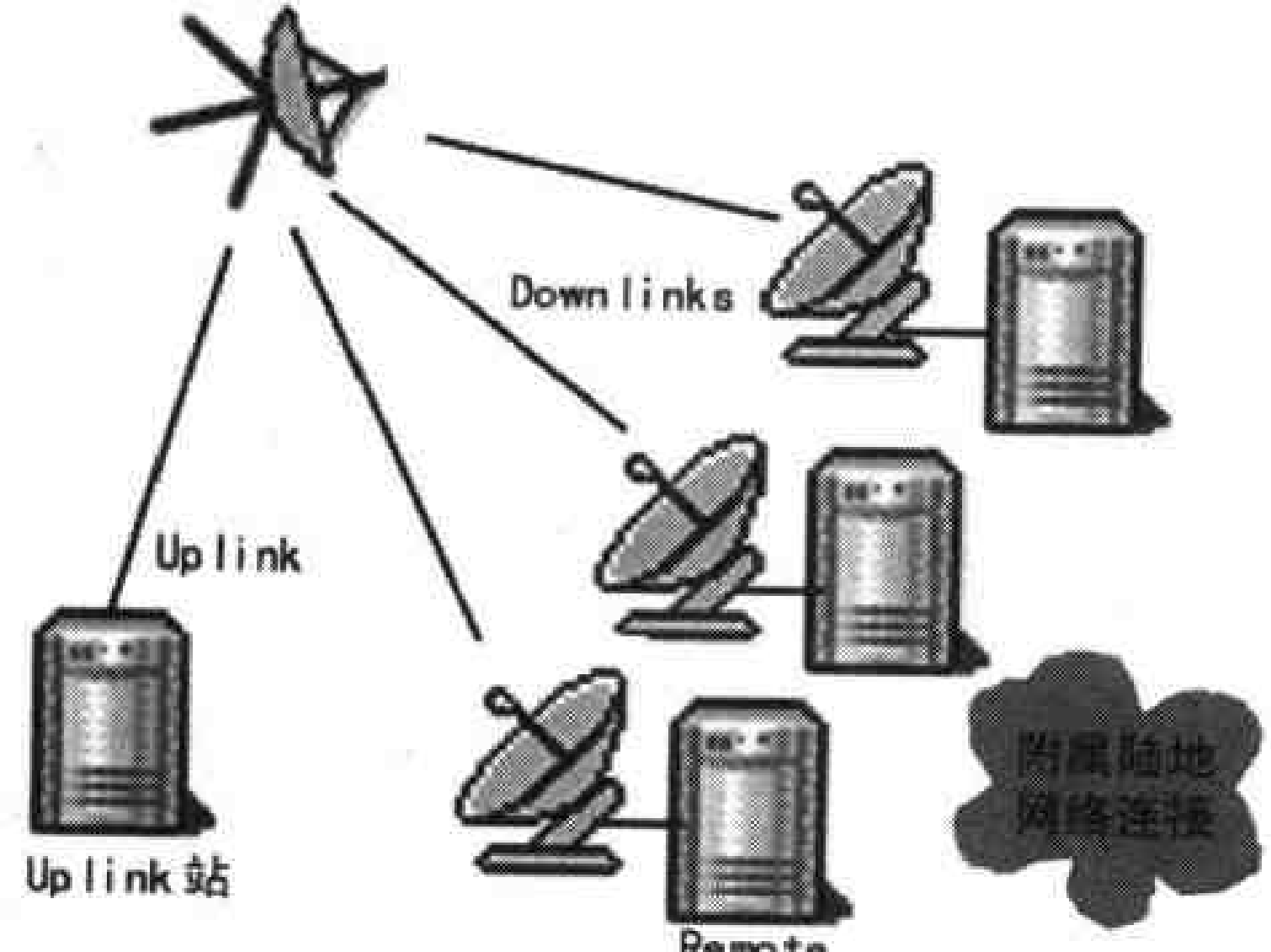
由于卫星网络本身固有的广播能力，所以多路广播可作为广播的一部分得以轻易实现。这里我们假定一个本地 LAN 通过一个可实现 IP 多路广播的路由器来与卫星服务连接，然后 IP 多路广播组可通过 IGMP（Internet 组管理协议）得以组成。就像在一个路由网络中。作为一个开始，多路广播的发送者广播了他的传送内容，而接收者能否收到则取决于他们是否是这个 IP 多路广播组的成员。

卫星网络既可以象 VSAT（甚小口径卫星终端站）那样呈双向性，也可像用广播卫星发送电视信号那样呈单向性。

全世界许多公司都可以提供 VSAT 数字服务。如图 22.1 所示，VSAT 网络基础结构“天生”适用实现 IP 多路广播。中心站点（图中的“UPLINK”）把信号发送给运行中的卫星，卫星把正向信号发送到地球上，地球上每一个处于卫星发射束区域的 VSAT 终端都可以收到这些信号。在相反的方向上，VSAT 终端经常性地把一种相对低速的信号发送给卫星，然后这些信号又可以到达中心站点。这样，只要多路广播“一点到多点”中的“一点”是那个中心站点，而 VSAT 终端的全部或部分是这个多路广播组的成员，那么这个“一点到多点”的多路广播就完成了。但“多点到多点”的多路广播使用（比如网上会议）并不能如此简单地完成协调；VSAT 终端也只能束缚于一个中心站点而不具备每一个站点，从一个 VSAT 终端到另一个 VSAT 终端的传送都必须经过中心站点。

图 22.1　如果“一点”是那个中心站点，而 VSAT 终端的全部或部分是这个多路广播组的成员，那么这种“一点到多点”的多路广播就容易协调。

对于一个运行 TCP/IP 协议的单向卫星来说，一个反向通道是必需的。有些卫星服务供应商提供的单向卫星通过提供一个地面的返回中心站点的通道来代替上面提到的 VSAT 返回通道。这种地面返回通道可以有多种形式，如 Internet、帧中继、像 ISDN（综合业务数字网）那样的交互式连接，或是拨号 modem。由于地面返回通道的采用，使得底层结构与 VSAT 较为相似了。


Down links
Up link
Up link站
附属陆地
网络连接

22.3　实现 IP 多路广播的结构方式

由于卫星网络本身固有的广播能力，所以多路广播可作为广播的一部分得以轻易实现。这里我们假定一个本地 LAN 通过一个可实现 IP 多路广播的路由器来与卫星服务连接，然后 IP 多路广播组可通过 IGMP（Internet 组管理协议）得以组成。就像在一个路由网络中。作为一个开始，多路广播的发送者广播了他的传送内容，而接收者能否收到则取决于他们是否是这个 IP 多路广播组的成员。

卫星网络既可以象 VSAT（甚小口径卫星终端站）那样呈双向性，也可像用广播卫星发送电视信号那样呈单向性。

全世界许多公司都可以提供 VSAT 数字服务。如图 22.1 所示，VSAT 网络基础结构“天生”适用实现 IP 多路广播。中心站点（图中的“UPLINK”）把信号发送给运行中的卫星，卫星把正向信号发送到地球上，地球上每一个处于卫星发射束区域的 VSAT 终端都可以收到这些信号。在相反的方向上，VSAT 终端经常性地把一种相对低速的信号发送给卫星，然后这些信号又可以到达中心站点。这样，只要多路广播“一点到多点”中的“一点”是那个中心站点，而 VSAT 终端的全部或部分是这个多路广播组的成员，那么这个“一点到多点”的多路广播就完成了。但“多点到多点”的多路广播使用（比如网上会议）并不能如此简单地完成协调；VSAT 终端也只能束缚于一个中心站点而不具备每一个站点，从一个 VSAT 终端到另一个 VSAT 终端的传送都必须经过中心站点。

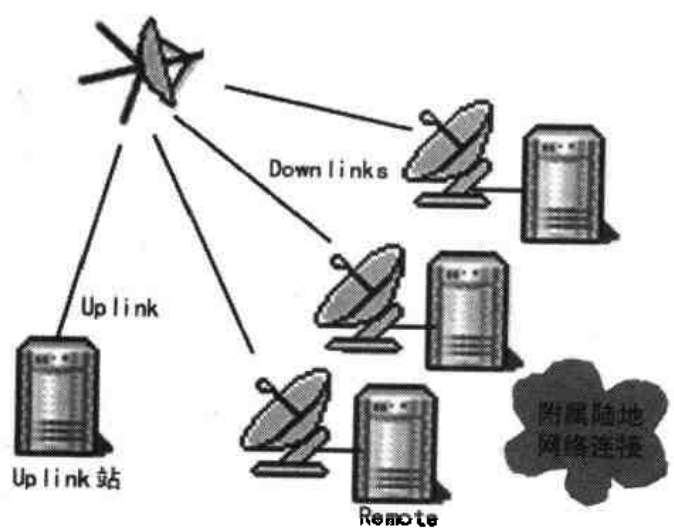


图 22.1　如果“一点”是那个中心站点，而 VSAT 终端的全部或部分是这个多路广播组的成员，那么这种“一点到多点”的多路广播就容易协调。

对于一个运行 TCP/IP 协议的单向卫星来说，一个反向通道是必需的。有些卫星服务供应商提供的单向卫星通过提供一个地面的返回中心站点的通道来代替上面提到的 VSAT 返回通道。这种地面返回通道可以有多种形式，如 Internet、帧中继、像 ISDN（综合业务数字网）那样的交互式连接，或是拨号 modem。由于地面返回通道的采用，使得底层结构与 VSAT 较为相似了。

特别考虑

卫星网络的一个优点就是只有当信息来源地出现超载时它才会出现堵塞。因此堵塞控制算法就大大简化了。

而卫星网络的一个潜在缺点就是，肯定会有来自于多源的大量数据的音频会议不适合它。卫星网络最适合于象软件升级广播这样的多路广播。

22.4　帧中继网络

帧中继服务提供给客户一个虚拟的租借线路。因为逻辑帧中继通道（永久性虚电路 PVC）在概念上与公司真实提供租借物理线路很相似，故帧中继很快成为通过载波提供的最流行的数据网络服务。

帧中继网络基于一个帧中继交换网络，这个网络能为快速而大量的数据包传输提供一种轮廓链接层服务。一个帧中继网络是有方向性地连接，而永久性虚电路（PVC）提供的是一种从发送者到接收者的“端点到端点”路径。一个永久性虚电路 PVC 数据包的地址字段包括了用来标识数据包传输虚电路的数据链路连接标识符（DLCI）。客户可以租借一个介于两个端点之间的 PVC，也可以租借介于发送者和多个接收者之间的多个虚电路，这样就实现了多路广播。

事实上，在一个固定的“承诺信息率（CIR）”的基础上所有的公司都为帧中继提供了共同价格，其中“承诺信息率（CIR）”指为用户所保留的带宽的数据速度。超越脉冲宽度的数据就作废了。基于系统对脉冲串宽度的调节，带宽在 56kbps 至 T1 之间，有时会更高一些。一个物理端口可以拥有以多条 PVC 存在的帧中继系统，因为一个物理端的总容量要比任何一条单独 PVC 大得多。

22.5　实现 IP 多路传送的机制

IP 多路广播可以通过帧中继系统以两种方式进行。第一种方式就是通过在发送者和接收者之间建立一条合适的虚电路。因为帧中继的共同价格与距离无关，不管对一个当地 PVC 还是一个全国性的 PVC 来说，价格都是一样的。所以，一个建立多路广播 PID 的初衷会造成一个“星形”构形：发送者在星形的中央，而所有接收者在与发送者很远的地方（如图 22.2）。请注意，在这种构形中并不能提供储备的带宽，因为多路广播复制现象在消息源便发生了，它把速率减小为多路广播所能通过的最大速率的 N 分之一，而有多少个接收者，N 就会有多大。但毕竟这种方式提供了一种有效的下载处理和发送服务器的 I/O 资源。

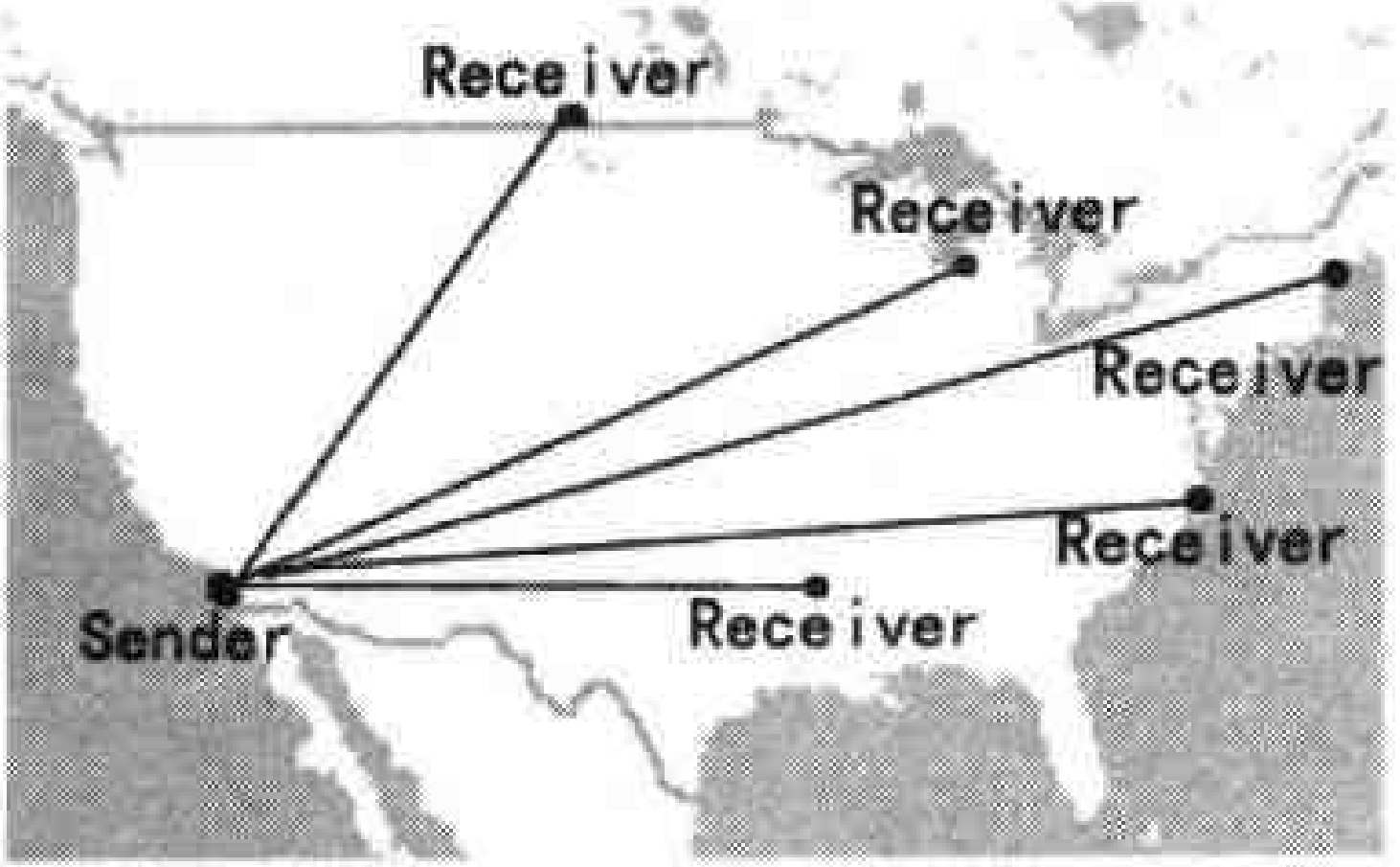
为了在帧中继网络中实现对 IP 多路广播的高效率支持，底层的帧中继 PVC 应该通过服务器叠加（overlying）来呈现出如图 22.3 那样的“枢纽和辐射”构形。在这种构形中，特别是远处的节点象“枢纽”一样“辐射”到其他邻近的地方。这样对某应该节点

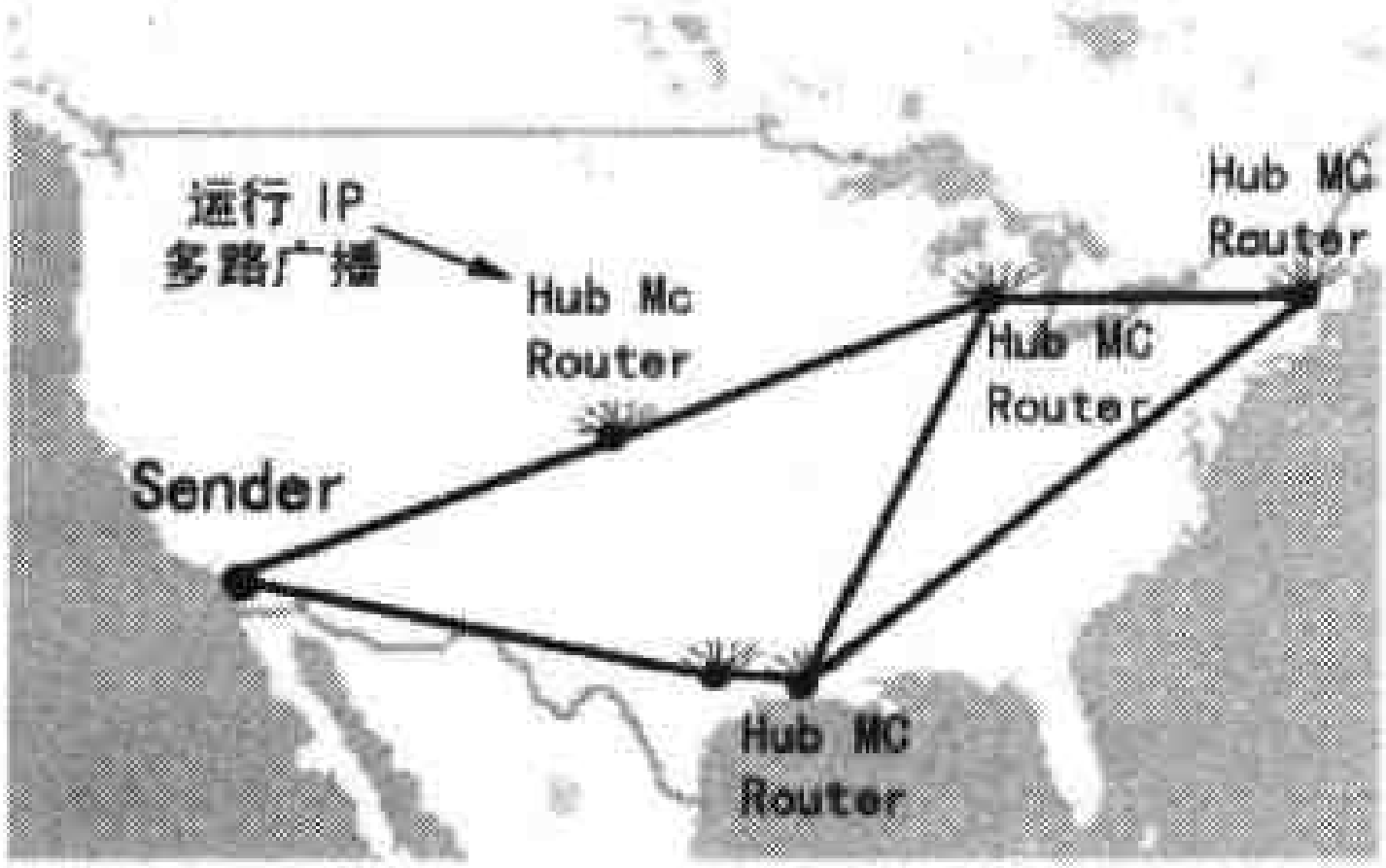
来说路程会更长，级跳也会增加，但它把在网络中的复制分摊到了多个“枢纽”上，这比所有的复制全在中心站点进行要优越得多。这大大地减轻了中心站点带宽方面时压力，使得 IP 多路广播的优点通过帧中继网络充分地发挥。

图 22.2　IP 多路广播可以在帧中继系统中以两种不同的方式进行。

图 22.3　通过为实现 IP 多路广播的路由器叠加来形成的“枢纽和辐射”构形

第二个通过帧中继来进行 IP 多路广播的方式是用一种叫做“多路广播帧中继”的服务，这个名称来自于《1999 多路广播实现协商》中的《帧中继论坛》，如图 22.4 所示。这种服务所提供的多路广播位于帧中继层，而不是 IP 层。这种方式中，网络中有一个多路广播帧中继服务器，并且把从帧中继服务器 PVC 中接收到的数据通过一系列的点到点 PVC 复制给目的地。但不幸的是，绝大部分帧中继服务供应商在他们提供的帧中继中并没有把多路广播做为要解决的问题。另外，帧中继多路广播只是暂时性的（由公司进行静态配置）而不是动态的，而且，因为共同价格的因素，即使在帧中继层中出现了额外通信用户也不会受到惩罚。总的来说，IP 多路广播可以令人满意地覆盖于多路广播帧中继系统。


Receiver
Receiver
Receiver
Receiver
Receiver
Sender
Receiver


运行 IP
多路广播
Hub Mc
Router
Hub MC
Router
Hub MC
Router
Sender
Hub MC
Router

来说路程会更长，级跳也会增加，但它把在网络中的复制分摊到了多个“枢纽”上，这比所有的复制全在中心站点进行要优越得多。这大大地减轻了中心站点带宽方面时压力，使得 IP 多路广播的优点通过帧中继网络充分地发挥。

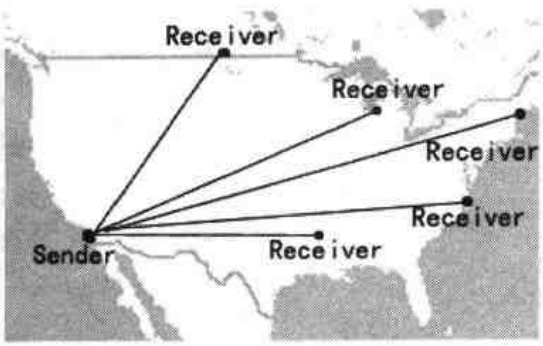


图 22.2　IP 多路广播可以在帧中继系统中以两种不同的方式进行。

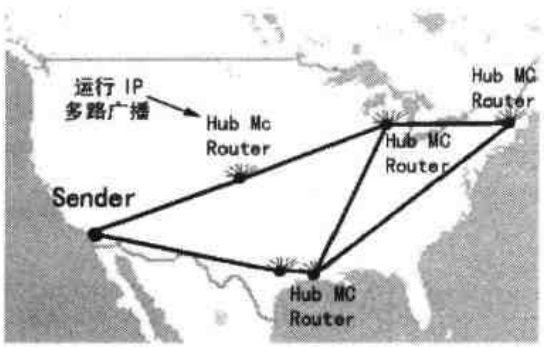


图 22.3　通过为实现 IP 多路广播的路由器叠加来形成的“枢纽和辐射”构形

第二个通过帧中继来进行 IP 多路广播的方式是用一种叫做“多路广播帧中继”的服务，这个名称来自于《1999 多路广播实现协商》中的《帧中继论坛》，如图 22.4 所示。这种服务所提供的多路广播位于帧中继层，而不是 IP 层。这种方式中，网络中有一个多路广播帧中继服务器，并且把从帧中继服务器 PVC 中接收到的数据通过一系列的点到点 PVC 复制给目的地。但不幸的是，绝大部分帧中继服务供应商在他们提供的帧中继中并没有把多路广播做为要解决的问题。另外，帧中继多路广播只是暂时性的（由公司进行静态配置）而不是动态的，而且，因为共同价格的因素，即使在帧中继层中出现了额外通信用户也不会受到惩罚。总的来说，IP 多路广播可以令人满意地覆盖于多路广播帧中继系统。

图 22.4　第二个通过帧中继来进行 IP 多路广播
的方式是使用一个叫做多路广播帧中继的服务

特别考虑

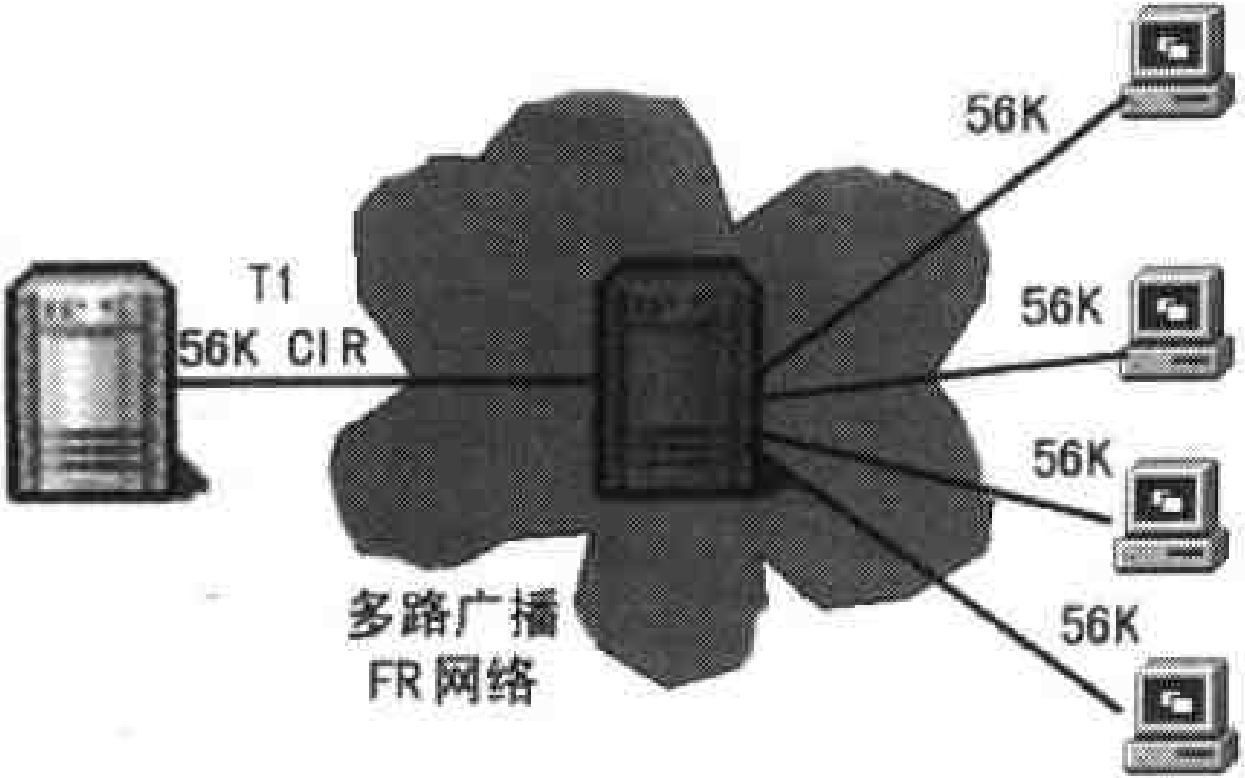
由《帧中继论坛》定义的正式的“帧中继的多路广播”并没有广泛地应用。现在的帧中继赞成者及他们的代理商似乎将更需要建立他们自己的多路广播拓扑结构。多路广播帧中继相对而言是一种静态配置——既然服务供应商必须建立数据链路连接标识符。

22.6　交换式多兆位数据服务

交换式多兆位数据服务是一种由地区性或长距离公司提供的公共数据链路服务。当初为了能为大城市地区的各个 LAN 之间，以及在同一个公司的办公室和工厂的 LAN 之间提供一种高速连接，贝尔通信研究所（Bell core）实现了区域交换载波，后来又源于此发展出了一种无连接的高速地面服务，最终发展成为提供低速服务而且也扩展成为一个国家范围内的服务。SMDS 能够通过 T1 和 T3 线路以 1.544Mbps～44.736Mbps 的速率来传输数据。SMPS 网络就像一个高速 LAN 的主干，允许数据包从一个 LAN 流入任意其他 LAN。LAN 位于客户的办公室里；而 SMDS 则在电话公司的办公室里。

一个网络地址首先是一个电话号码。前面是 4 位代码，后面包含了一个电话号码的标准组成：国家代码，地区代码，以及用户自己的号码。可以分配给用户一个专门的号码来代表一个 SMDS 电话号码的清单，任何发给这个号码的数据包都可以被这个清单上所有的成员收到。

那些在美国的对 SMDS 有兴趣的朋友可以与美国的地区性贝尔业务公司（RBOC）或 MCI 公司联系，MCI 公司是美国惟一的可以提供国家范围 SMDS 服务的公司。SMDS 的设计适合于应付突发性大量传送的出现；同时它的平均数据速率保持在一个低于大家同意的水平之下，SMDS 将为了准确无误的传送而尽最大的努力。


T1
56K CIR
56K
56K
56K
56K
多路广播
FR网络

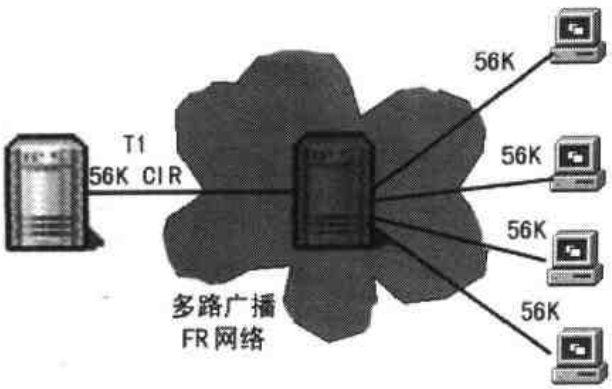


图 22.4　第二个通过帧中继来进行 IP 多路广播的方式是使用一个叫做多路广播帧中继的服务

特别考虑

由《帧中继论坛》定义的正式的“帧中继的多路广播”并没有广泛地应用。现在的帧中继赞成者及他们的代理商似乎将更需要建立他们自己的多路广播拓扑结构。多路广播帧中继相对而言是一种静态配置——既然服务供应商必须建立数据链路连接标识符。

22.6　交换式多兆位数据服务

交换式多兆位数据服务是一种由地区性或长距离公司提供的公共数据链路服务。当初为了能为大城市地区的各个 LAN 之间，以及在同一个公司的办公室和工厂的 LAN 之间提供一种高速连接，贝尔通信研究所（Bell core）实现了区域交换载波，后来又源于此发展出了一种无连接的高速地面服务，最终发展成为提供低速服务而且也扩展成为一个国家范围内的服务。SMDS 能够通过 T1 和 T3 线路以 1.544Mbps～44.736Mbps 的速率来传输数据。SMPS 网络就像一个高速 LAN 的主干，允许数据包从一个 LAN 流入任意其他 LAN。LAN 位于客户的办公室里；而 SMDS 则在电话公司的办公室里。

一个网络地址首先是一个电话号码。前面是 4 位代码，后面包含了一个电话号码的标准组成：国家代码，地区代码，以及用户自己的号码。可以分配给用户一个专门的号码来代表一个 SMDS 电话号码的清单，任何发给这个号码的数据包都可以被这个清单上所有的成员收到。

那些在美国的对 SMDS 有兴趣的朋友可以与美国的地区性贝尔业务公司（RBOC）或 MCI 公司联系，MCI 公司是美国惟一的可以提供国家范围 SMDS 服务的公司。SMDS 的设计适合于应付突发性大量传送的出现；同时它的平均数据速率保持在一个低于大家同意的水平之下，SMDS 将为了准确无误的传送而尽最大的努力。

实现 IP 多路广播的机制

SMDS 是一个无连接服务，这意味着在发送数据之前并不需要建立一个物理或逻辑连接。所有被发送到网上的数据包对于所有的接受节点来说都是可利用的；也就是说，SMDS 以一种广域共享 LAN 的形式出现在我们面前。综上所述，SMDS 很自然地支持多路广播，而且多路广播做为一种覆盖也就轻松地实现了。

图 22.5　SMDS 自然地支持多路广播，做为一种覆盖就轻松地实现了多路广播

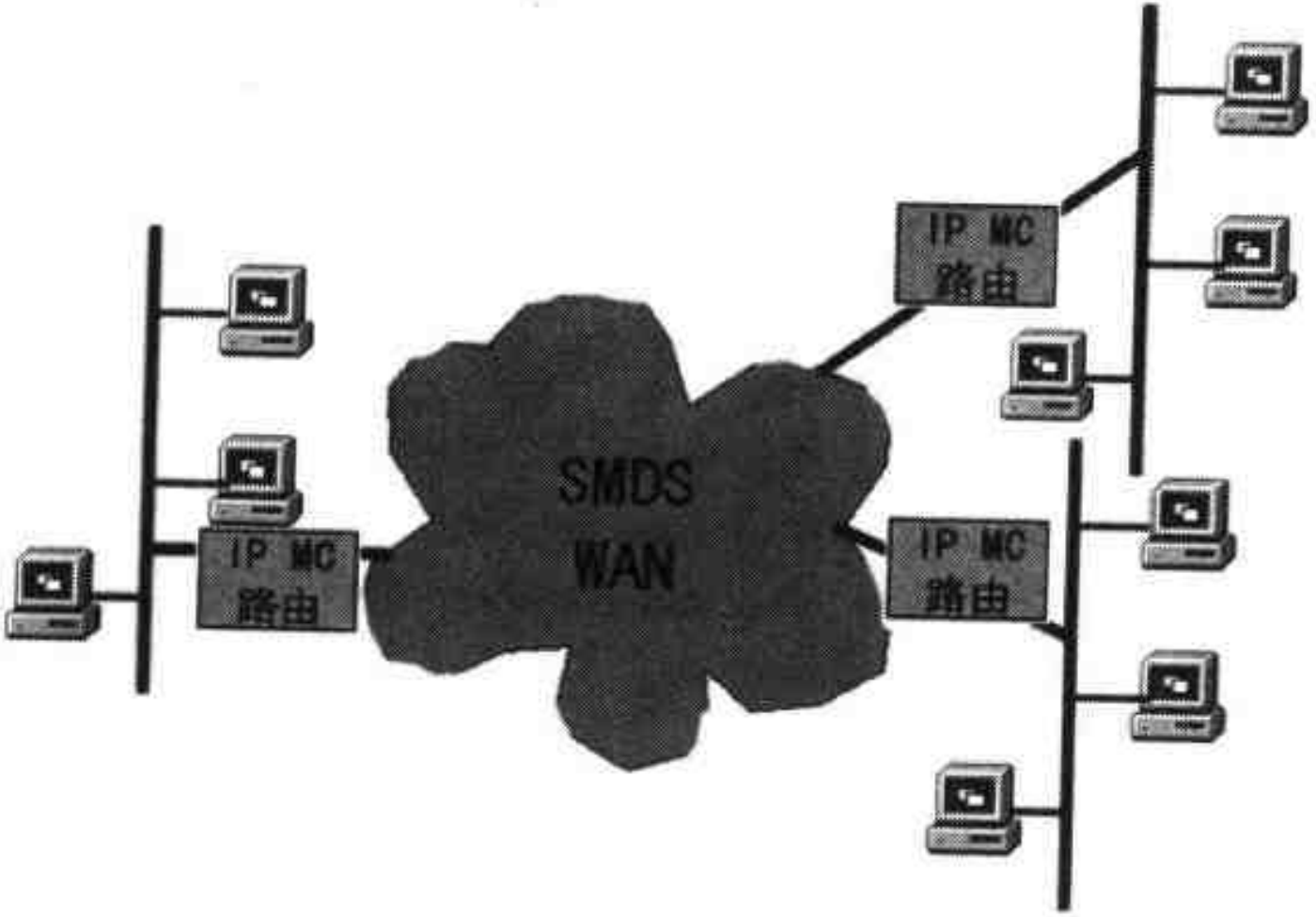
特别考虑

虽然 IP 多路广播在 SMDS 上轻松地开展了，我们还有重要的实际问题要考虑。在一个 LAN 中，IP 多路广播是通过 Internet 网络广播的，对于用户来说，提供一种不把别的传送挤出去的传送是可以接收的。但是，SMDS 的服务公司是根据在网络中的 SMDS 交换机的度量来制订他们服务的价格的。为 IP 多路广播，多路广播组将被建立在 IP 层，这样一来，就不是所有的节点都能收到所有的 IP 多路广播了。这样就会有一些用户并没有收到 SMDS 网络上的传送，却要白白为此掏钱——个谁也无法接受的现象。

一个可能的解决方法是在 SMDS 层中建立一些多路广播组，并且为他们映射出单独的 IP 多路广播。然而，这意味着组象所描述的那样表现出相对的静态——因为 SMDS 组暂时有些象帧中继。

22.7　异步传输模式网络

异步传输模式（ATM）是一种信元交换技术。在 ATM 网络中交换机代替了路由器而且 ATM 经常被公司用做极高速主干（T3 或更高效能）；帧中继经常在它的顶端运行。


IP MC
路由
SMDS
WAN
IP MC
路由
IP MC
路由

实现 IP 多路广播的机制

SMDS 是一个无连接服务，这意味着在发送数据之前并不需要建立一个物理或逻辑连接。所有被发送到网上的数据包对于所有的接受节点来说都是可利用的；也就是说，SMDS 以一种广域共享 LAN 的形式出现在我们面前。综上所述，SMDS 很自然地支持多路广播，而且多路广播做为一种覆盖也就轻松地实现了。

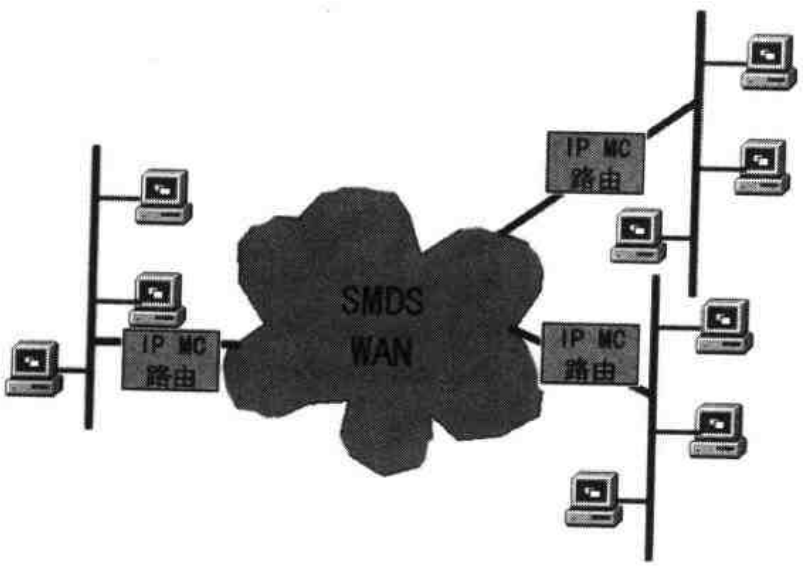


图 22.5　SMDS 自然地支持多路广播，做为一种覆盖就轻松地实现了多路广播

特别考虑

虽然 IP 多路广播在 SMDS 上轻松地开展了，我们还有重要的实际问题要考虑。在一个 LAN 中，IP 多路广播是通过 Internet 网络广播的，对于用户来说，提供一种不把别的传送挤出去的传送是可以接收的。但是，SMDS 的服务公司是根据在网络中的 SMDS 交换机的度量来制订他们服务的价格的。为 IP 多路广播，多路广播组将被建立在 IP 层，这样一来，就不是所有的节点都能收到所有的 IP 多路广播了。这样就会有一些用户并没有收到 SMDS 网络上的传送，却要白白为此掏钱——个谁也无法接受的现象。

一个可能的解决方法是在 SMDS 层中建立一些多路广播组，并且为他们映射出单独的 IP 多路广播。然而，这意味着组象所描述的那样表现出相对的静态——因为 SMDS 组暂时有些象帧中继。

22.7　异步传输模式网络

异步传输模式（ATM）是一种信元交换技术。在 ATM 网络中交换机代替了路由器而且 ATM 经常被公司用做极高速主干（T3 或更高效能）；帧中继经常在它的顶端运行。

ATM 网络最常见的速度为 155bps：有些是 622Mps（4 个 155Mbps 通道），这种技术是可缩放的而且可以通过使用多路广播通道支持千兆（G）位的传送速度。

ATM 网络的连接是有方向性的，在发送消息之前必须先建立连接。连接可以通过使用 PVC（永久虚电路）或交换式虚电路（SVC）来建立。当一个 PVC 或 SVC 建立之后，一个从消息源到目的地的专门物理路由就被选定了，而且沿途的所有交换机都制定了表格项目以便按照这个来为数据包选择路由。如图 22.6 所示。在一个 PVC 或 SVC 连接建立之后，所有这个连接的报文都按同样的路线抵达目的地。PVC 最好能相对地持久一些（保持几个月或几年）；而 SVC 则是根据需要机动建立而且希望它在不需要时撤消。

图 22.6　当一个 PVC 或 SVC 建立之后，一个从消息源到目的地的专门物理路由就被选定了，而且沿途的所有交换机都制定了表格项目以便按照这个来为数据包选择路由

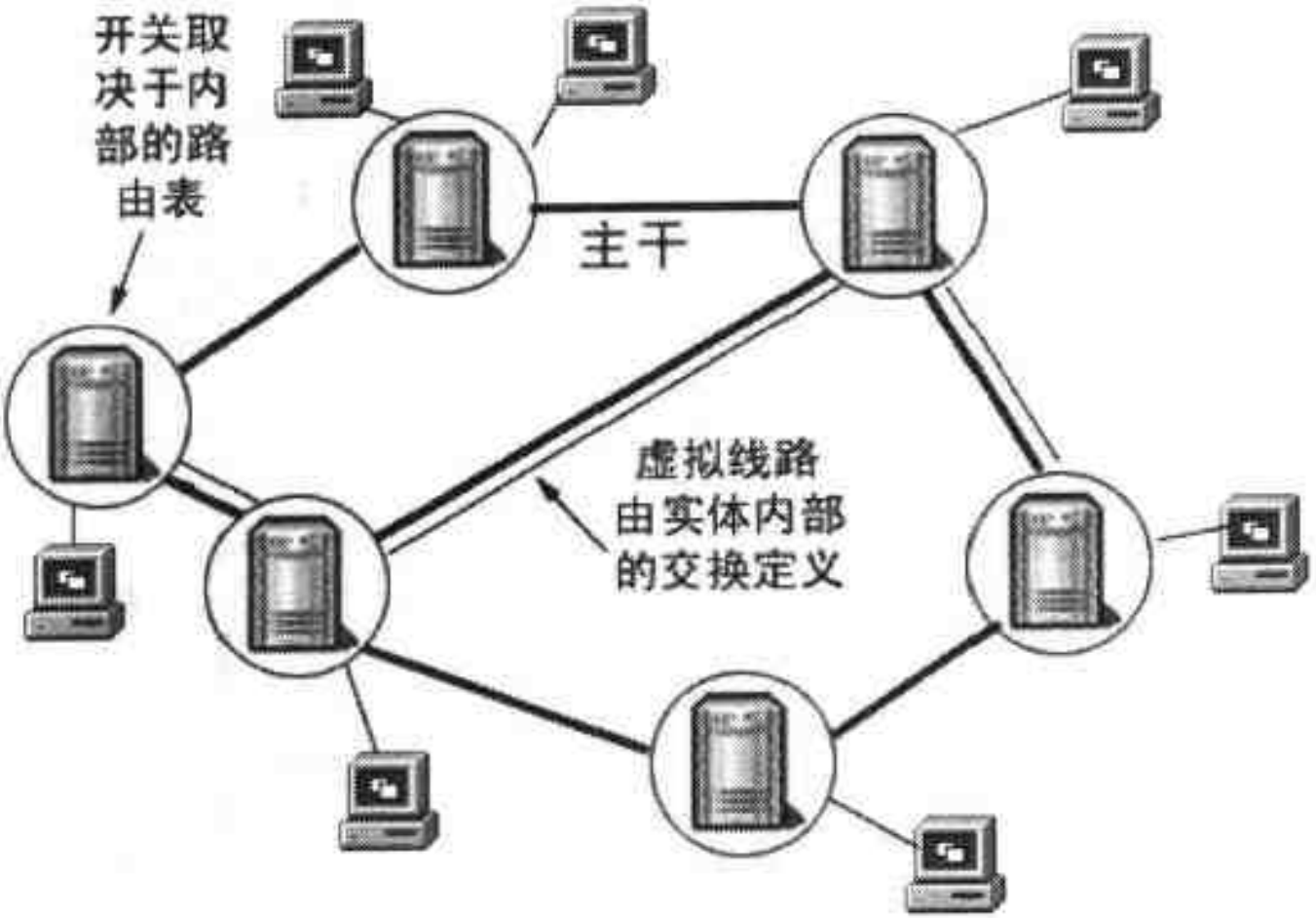
实现 IP 多路广播的机制

ATM 支持位于链路层的多路广播。人们正在采取使其规范化的努力，以实现让多路广播组的发送者通过用户到网络的接口（VNI）3.0/3.1 信号机制来建立一个介于他自己和多个已知接收者之间的一点到多点的 SVC。这种服务将实现 IP 多路广播在 ATM 的顶部运行，象使用多路广播传输一样使用一点到多点虚电路。

特别考虑

上面所说的 ATM 多路广播的概念与 IP 多路广播的传统概念之间已有好几种错误的搭配了。按照上面所说的，发送者已经通过多路广播虚电路（VC）完成了控制。这对于一个接收者来说开始加入一个组显得颇为沉重；一条包含了这样请求的消息将必须发给发送者。而且，在以上内容中的方式自然而然地为“一点到多点”工作，但无法进行“多点到多点”的方式——而在一个多路广播组中可能有多个发送者。

另一方面，由于发送者必须建立一点到多点的 PVC，所以 ATM 多路广播是开始于发送者的。也就是说，IP 多路广播是朝向接收者的，一个接收者可以加入一个多路广播


开关取决于内部的路由表
主干
虚拟线路由实体内部的交换定义

ATM 网络最常见的速度为 155bps：有些是 622Mps（4 个 155Mbps 通道），这种技术是可缩放的而且可以通过使用多路广播通道支持千兆（G）位的传送速度。

ATM 网络的连接是有方向性的，在发送消息之前必须先建立连接。连接可以通过使用 PVC（永久虚电路）或交换式虚电路（SVC）来建立。当一个 PVC 或 SVC 建立之后，一个从消息源到目的地的专门物理路由就被选定了，而且沿途的所有交换机都制定了表格项目以便按照这个来为数据包选择路由。如图 22.6 所示。在一个 PVC 或 SVC 连接建立之后，所有这个连接的报文都按同样的路线抵达目的地。PVC 最好能相对地持久一些（保持几个月或几年）；而 SVC 则是根据需要机动建立而且希望它在不需要时撤消。

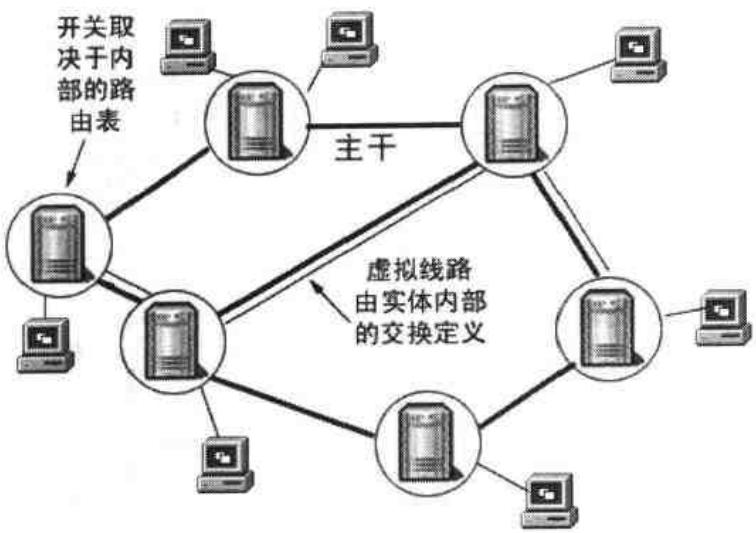


图 22.6　当一个 PVC 或 SVC 建立之后，一个从消息源到目的地的专门物理路由就被选定了，而且沿途的所有交换机都制定了表格项目以便按照这个来为数据包选择路由

实现 IP 多路广播的机制

ATM 支持位于链路层的多路广播。人们正在采取使其规范化的努力，以实现让多路广播组的发送者通过用户到网络的接口（VNI）3.0/3.1 信号机制来建立一个介于他自己和多个已知接收者之间的一点到多点的 SVC。这种服务将实现 IP 多路广播在 ATM 的顶部运行，象使用多路广播传输一样使用一点到多点虚电路。

特别考虑

上面所说的 ATM 多路广播的概念与 IP 多路广播的传统概念之间已有好几种错误的搭配了。按照上面所说的，发送者已经通过多路广播虚电路（VC）完成了控制。这对于一个接收者来说开始加入一个组显得颇为沉重；一条包含了这样请求的消息将必须发给发送者。而且，在以上内容中的方式自然而然地为“一点到多点”工作，但无法进行“多点到多点”的方式——而在一个多路广播组中可能有多个发送者。

另一方面，由于发送者必须建立一点到多点的 PVC，所以 ATM 多路广播是开始于发送者的。也就是说，IP 多路广播是朝向接收者的，一个接收者可以加入一个多路广播

组中去而发送者甚至不知道接收者的加入。

ATM 论坛中的工作组，就像是在 Internet 工程（IETF）任务组中的工作一样，发展和完善一种为实现通过 ATM 进行 IP 多路广播的标准规范。在 ATM 论坛中，多协议标准交换（MPOA）工作组正在从事这个问题的研究；相应的 Internet 工程任务组（IETF）就是 IP-OVER-ATM 工作组。

虽然最初人们猜想 ATM 会取代电话公司网络结构，但 ATM 却越来越趋向于成为一种校园 LAN。不过因为许多互联网服务供应商（ISP）把 ATM 做为他们的高速主干，所以我们仍把它归入这个 WAN 部分。如果一个组织的校园 LAN 是一个 ATM 网，那么他们现在就可能通过 ATM 多路广播方式来进行 IP 多路广播，甚至可以通过使用“一点到多点”虚电路来进行一点到多点的多路广播，也可以通过覆盖于多路“一点到多点”虚电路而实现多点到多点的多路广播。

22.8　互　联　网

由于 Internet 作为一个整体还不能立即实现多路广播，实现了多路广播的子网 Islands 已经通过“通道”组成了多目主干（Mbone）。通道简单地在 TCP 中把 IP 多路广播数据包密封，然后以点对点方式传送到通道的另一头，在那里为多路广播数据包“拆封”。

实现 IP 多路广播的机制

多目主干（Mbone）是 Internet 研究人员用来测试 IP 多路广播协议和工具的实验性服务。它也用来对一些事件进行现场直播式的多路广播，诸如 Internet 工程任务组（IETF）会议和其他的技术性会议，这样可以远程参于技术上的交流。

一些互联网服务供应商（ISP）正在开始尝试 IP 多路广播的服务。通过 Internet 的多路广播数据包通道也可以用来延伸和扩展前面所说的那种个人网络。例如，一个从站点到卫星链路的 Internet 通道可以与一个来自链路站点的多路广播发送者进行有效的连接。Internet 通道也可以用来与校园网捆绑在一起，这样可以实现多路广播，同时也可以比在个人 WAN 基础结构中实践多路广播。这是一种想要通过多路广播收益的有效投资方式，而且还不必冒使个人网络发生许多变化这样的风险。

22.9　校园和事务所 LAN 基础结构

除了传统的以太网（Ethernet）之外还有许多不同的技术者用于校园 LAN。绝大部分的校园 LAN 本身就具有广播的“天性”，所以可以轻易支持 IP 多路广播。在说明注释（RFC）1469 中有一个 IETF 建议的关于通过令牌环进行多路广播理论的标准规范。

实现 IP 多路广播的机制

传统 LAN 使用共享介质，而共享介质本身就支持 IP 多路广播。LAN 上的所有节点均可使用多路广播通信，就像他们可以享用所有其他通信一样。在一个校园或一座大厦这种环境中的局域网，经常是被路由器分成了多个部分。

这是一个非常友好的多路广播环境，IP 多路广播在这种网络上不会有任何问题。

特别考虑

但是，交换 LAN 又是另一种情况。在交换 LAN 中，集线器起到了交换机的作用，这样每一个 LAN 段就是一个节点，大大增加了网络的有效带宽。这种简单的升级已经引发了 LAN 交换机设备爆炸的增加。

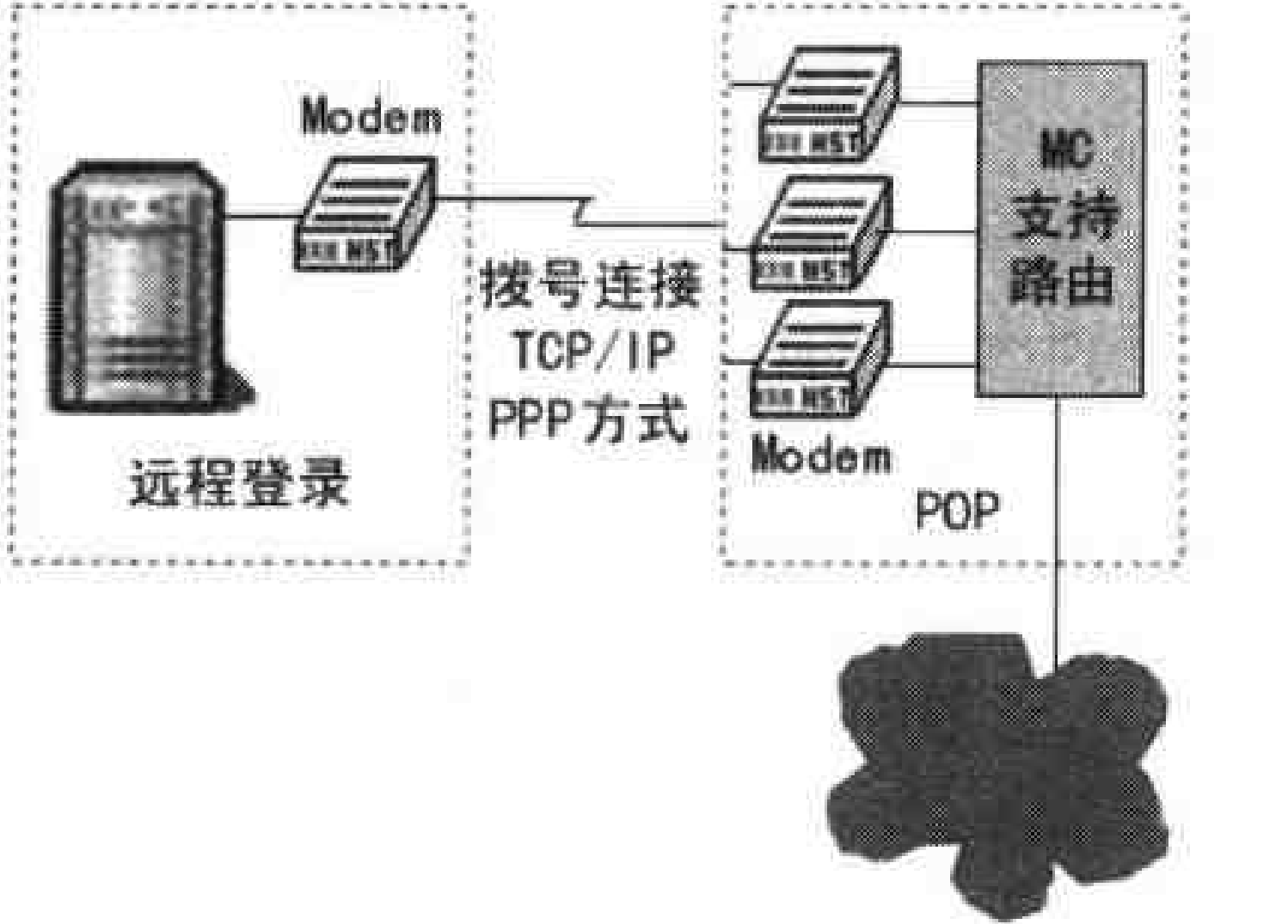
人们对 LAN 交换机早期的看法仍然是象对待广播一样去对待多路广播，把它们发给所有节点，由此打击了交换和多路广播两方的利益。好消息来自于新的关于 LAN 的描述——LAN 交换设备监督 Internet 组管理协议（IGMP）数据包和直接 IP 多路广播数据包只发给组成员，这样就缓解了可能出现的通信堵塞。另外，有一些代理商在进行向第三层交换（Layer 3 switching）的方向移动，这意味着交换在 IP 层而不是链路层进行。这种设备“天生”支持 IP 多路广播。

22.10 拨 号 连 接

在这一部分以及下面关于 ISDN 的部分，我们回顾一下“Last-mile”交换 WAN 连接，和脱离主干的“叶式节点”（Leaf nodes）。

图 22.7　拨号网络

许多单个或远程的定位都通过拨号连入最近的网络存在点（POP）来连入从网络。远程的主机可能被永久地分配一个 IP 地址或地址被动态地分配。一旦 PC 有了一个正确的 IP 地址而且通过拨号线路进行了连接，它就可以行使像其他 TCP / IP 主机一样的功


Modem
拨号连接
TCP/IP
PPP方式
远程登录
MC
支持
路由
Modem
POP

实现 IP 多路广播的机制

传统 LAN 使用共享介质，而共享介质本身就支持 IP 多路广播。LAN 上的所有节点均可使用多路广播通信，就像他们可以享用所有其他通信一样。在一个校园或一座大厦这种环境中的局域网，经常是被路由器分成了多个部分。

这是一个非常友好的多路广播环境，IP 多路广播在这种网络上不会有任何问题。

特别考虑

但是，交换 LAN 又是另一种情况。在交换 LAN 中，集线器起到了交换机的作用，这样每一个 LAN 段就是一个节点，大大增加了网络的有效带宽。这种简单的升级已经引发了 LAN 交换机设备爆炸的增加。

人们对 LAN 交换机早期的看法仍然是象对待广播一样去对待多路广播，把它们发给所有节点，由此打击了交换和多路广播两方的利益。好消息来自于新的关于 LAN 的描述——LAN 交换设备监督 Internet 组管理协议（IGMP）数据包和直接 IP 多路广播数据包只发给组成员，这样就缓解了可能出现的通信堵塞。另外，有一些代理商在进行向第三层交换（Layer 3 switching）的方向移动，这意味着交换在 IP 层而不是链路层进行。这种设备“天生”支持 IP 多路广播。

22.10　拨 号 连 接

在这一部分以及下面关于 ISDN 的部分，我们回顾一下“Last-mile”交换 WAN 连接，和脱离主干的“叶式节点”（Leaf nodes）。

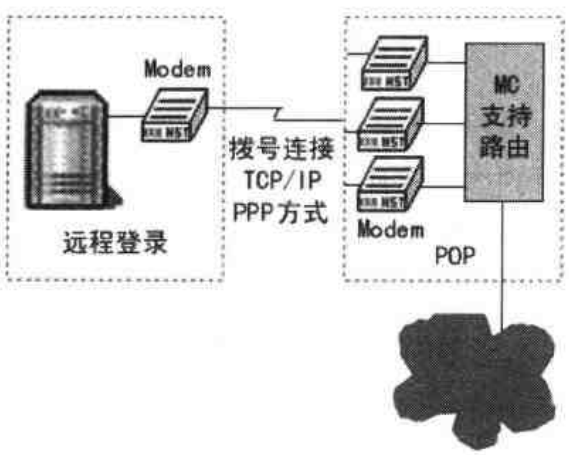


图 22.7　拨号网络

许多单个或远程的定位都通过拨号连入最近的网络存在点（POP）来连入从网络。远程的主机可能被永久地分配一个 IP 地址或地址被动态地分配。一旦 PC 有了一个正确的 IP 地址而且通过拨号线路进行了连接，它就可以行使像其他 TCP / IP 主机一样的功

能，并且可以访问受支持的 IP 多路广播服务，就像图 22.7 所示的那样。

特别考虑

在过去，几乎没有对通过 28.8 或 33.6kbps 的速度拨号连接来实现 IP 多路广播有什么要求和需要，一部分原因是人们感觉这样的速度太慢了，根本无法支持大部分的多媒体应用——而这不是 IP 多路广播给人们的特别的益处所在。拨号连接毕竟只能用于终端或通信服务器通过 IGMP 对点对点协议（PPP）的支持来实现多路广播的个人网络。

随着下一代 56kbps 调制解调器的使用，人们对网络中 IP 多路广播拨号服务的使用也会增加。对于所有到达一个 IP 多路广播网络的交换连接来说，所需要面对的问题就是要把线路的上行时间降至最短，这样做的目的是为了能够在提供多路广播的所有服务的同时把线路的负荷减至最小。

22.11　综合业务数字网 ISDN

综合业务数字网（ISDN），一个数字电话连接系统，在 90 年代中期为了实现一种综合声音和数据的服务，人们提出了这个概念。ISDN 用高速、可靠和灵活的数字化连接代替了模拟信号的电话连接；而同时这是以最新式的价格增涨为前提的。ISDN 服务在世界许多地方都被广泛应用。

要想通过有系统的电话线路，在打电话时把文件传送给别人或是想在一个视频屏幕上看到他们的真实画面，需要每台电话都有独立的电话线路。ISDN 允许多个数字通道同时通过一个单独的标准接口工作。

ISDN 提供两种通道：一种是传送声音和数据的持信者通道（B 通道）；另一种是传送句柄信号的低速数据通道（D 通道）。ISDN 有两种基本的服务类型：一种是基本速率接口（BRI），包括两个 64kbps 的 B 通道和一个 16kbps 的 D 通道；另一种是原始速率接口（PRI），包括 23 个 B 通道和一个 64kbps 的 D 通道。在欧洲，PRI 包括 30 个 B 通道加上一个 64kbps 的 D 通道。人们正在想办法满足绝大部分个人用户和小型办公室对 BRI 的需求。

要在 ISDN 上进行 IP 系统传送，首先预订一条电路线路。要想与电话公司的交换机进行交流还需要专门的设备，以及其他 ISDN 器件。通过 ISDN 线路的交流是通过一条单独的用户接口终端适配器（使用 PC 的串行端口）和 PPP（点对点协议），或者，更好的方式是通过一个路由 LAN 接口，可以减少数据包的丢失。这就要看服务商是否用专门的设备来支持 IGMP（Internet 组管理协议）了。

特别考虑

ISDN 视频图像的清晰度和平滑度适合于许多多媒体应用。但是用户通过 ISDN 进行连接时，仍然需要通过考虑谁的带宽与他的连接相匹配来对多路广播的输送进行选择。多路广播会议的向导应该公布所需带宽，同时 ISDN 用户需要考虑他的连接带宽的

限制和综合因素以致于不会过高期望得到电视品质的视频效果。

因为有了通过 ISDN 的可靠 IP 多路广播输送，对大部分使用来说连接的速度应该是足够高了。但是，就像是任何一种交换连接那样，还存在一个问题，就是如何在不牺牲多路广播服务的前提下把 ISDN 的上行时间减至最短。而且，在许多 ISDN 的 BRI 适配器中，两个 BRI 的 B 通道可以联合起来象一个 128kbps 的连接那样工作——如果您需要更高的速度的话。

这一章里，我们讨论了几种网络基础结构，对他们中的一部分来说，支持 IP 多路广播服务比做任何其他工作都容易。虽然他们都支持 IP 多路广播，但有些网络类型必须要根据你脑海中的 IP 多路广播服务来仔细地去设计，这样才能最大限度地实现 IP 多路广播的所有优势。

网络服务供应商，基础结构服务商和 IP 多路广播服务商的产品和服务可以帮助用户以周围现有的网络基础结构享受到 IP 多路广播的便利。

在这里有许多其他的技术方面和商业利益方面的问题没有讨论。IP 多路广播起步（IP Multicast Initiative）的 Web 站点在 http://www.ipmulticast.com。其中有一个技术资源中心，那里提供了更多的深度背景信息，包括白皮书和相关的说明注释（RFC）。这个 Web 站点还提供了一个产品和服务代理商的通讯录和一个 IP 多路广播起步（IPMI）的成员清单，您可以与他们联系，寻求信息和帮助。IPMI 提供市场和教育性质的服务来促进多路广播方面产品和解决方式的创造、使用和讨论。在不断增多的 IP 多路广播领域最重要的代理商的支持下，Stardust Technologies Inc.管理和提供了 IPMI 和 IPMI 服务。要想了解关于起步和成员关系方面更多的资料和信息，或想查询其他的白皮书，请打电话给 Stardust Technologies 公司，号码为 408-879-8080 或访问其 Web 站点。

第 23 章

编写 IP 多路广播应用程序

这一章中翻印了 Stardust 公司的白皮书中关于怎样编写一段实现 IP 多路广播的应用程序。其中有对能够帮助你从实现多点传送中受益的几种应用程序的概述，还有一个关于合格标准的讨论，以及对一个 PC 及 Macintosh 系列计算机和 UNIX 平台可用的应用编程接口（API）的详细描述。除此之外，本章节还包括一个关于地址和端口用法问题的讨论，一个关于如何避免与其他多路广播应用程序冲突的调度的讨论。最后的内容是未来的应用程序增加了 RSV 的优势发挥，以及服务协议的质量问题。

注：本章为 Stardust（公司）同一题目的白皮书的重印版，由 Stardust 公司的 Mike Johnson、Marjory Johnson 和 Ron Miller 授权。如果你知道其他有关 IP Multicast Initiative（IMPI）计划的网址，请访问有关 IP Multicast Initiative（IMPI）计划的网址 http://www.stardust.com。

因为关于这个主题的更多信息和许多关于其他 IP 多路广播的白皮书在 Stardust 公司，所以请访问 IPMI 的 Web 站点：http://www.ipmnlticast.com，或与 Stardust Techuologies 公司联系。地址：1901 S.Bascom Ave .#333,Cambell,Ca 95008，电话：408-879-8080，传真：408-879-8081。

23.1　能帮你从多路广播获益的应用程序

能帮你从多路广播获益的应用程序的特征是别人在多个网上主机之间发布数据时扩大多路传送的容量，而非仅仅用该主机来交换数据。现在有两种数据发布模式："一点到多点"和"多点到多点"。有许多履行这两种模式的应用程序的例子：

- "一点到多点"的应用程序应该在同一时间给许多个接收者发送同样的信息。数据流是单向的，且来自于惟一的发送者。能够严格按时间发送实时信息的应用程序应该是理想的、"一点到多点"的且能从多路广播获益的应用程序。诸如发布股票行情、天气预报、新闻或其他更具实效性但并不是大范围传播的信息的应用程序，都是很好的例子。类似的还有广播收音机和电视机的技术模式。这些应用程序发送的内容的种类，还有调度协调所需的要求，也都相似。
- "多点到多点"应用程序应该同时与其他许多应用程序共享信息。或者说，在多点到多点应用程序中数据流是无方向的，每一个接收者也是发送者，所以可以说每一个"多点到多点"应用程序实际是一个"一点到多点"应用程序（发送）和一个"多点到一点"应用程序（接收）。

其他更多的不能明显看出是属于哪种数据流分发模式的专门应用程序也同样能使你从多路广播中收益。例如，用于使多个网络主机间信息同步化的应用程序——包括交换内部应用程序的状态，就像数据一样，也是多路广播的候选者。那些想要发现别的应用程序或服务的应用程序，也可使用多路广播。

23.2　为实现多路广播应用程序的要求

我们可以编出这样的应用程序——不使用多路广播它也可以进行数据发布。存在许多这样的应用程序，他们使用单向数据图表或有向连接流式传输来把数据发布到每个单独的主机。但是象其他 IPMI 白皮书所描述的那样，这些应用程序在许多方面并未达到最优化。

无多路广播的数据发布应用程序把他们发送给每个接收者的数据都复制下来，作为这种复制的结果——且这种复制还浪费掉网络的带宽——这些应用程序无法为那些增加进来的用户提供服务。它们也不能以一种具有时数性的方式（股票行情，天气预报等）发布数据，这是因为它们只能以一定的方式向每一个主机串行发布。想明白这个问题，您可以考虑一下报纸发送和收音机广播比赛结果——考虑一下它们的"后勤供应"方式。

许多现有的用来发布数据的应用程序都适合进行多路广播，但其他的程序可能需要进行重新设计。进行多路广播的理想"候选者"是那些现在正使用无连接数据图表传输（比如用户数据协议 UDP）的应用程序。因为这些应用程序已经使用了有向性消息

（message-oriented）——而不是“不可靠”的传输，所以它们最适合进行多路广播。

另一方面，那些使用有向性连接数据流协议（如 TCP）的应用程序需要特殊意义的工作。它们常常要依赖于运输提供的可靠的数据传递能力——如应答传递、顺序数据、无复制，所以需要对应用程序进行重新设计，这样才能在应用层实现这些能力。

有些数据图表应用程序在应用层已经实现了单向可靠性，但可靠多路广播的算法却有不大相同的要求。还不能轻易地实现 TCP 那样地数据图表版本。想象一下来自于许许多多接收者的应答忽然全都发到单独的发送者那里会有什么后果？——“爆炸”。要实现可靠多路广播是一个非常困难的挑战，但却不无可能。

许多可利用的现有技术能够提供可靠多路广播，包括可以非常有效地用于如多路广播、文件传输这样的应用程序。有人向 IETF 建议这些算法中的一部分可以作为可能的标准，但还没有应该被完全接受，可靠多路广播可以说是应该最近才开始研究和发展的领域。在所有这些努力中，可升档性和避免拥塞的问题一直是 Internet 的首要焦点。

IPMI 的《IP 多路广播更高层协议的使用》白皮书更细致地讨论了可靠多路广播，再加上还要涉及一些复杂的算法，所以关于可靠多路广播地问题在这就不再赘述了。

23.3　使单向数据图表应用程序用于多路广播

要想使一个目前正用于单向数据图表的应用程序用于多路广播，条件就在于这个应用程序是以哪一种数据发有类型工作的，还取决于应用程序种关于主机交流的规则，以及您所想采用的操作方式。表 23.1 为您列出了几乎所有重要的问题并提供给您一个关于应用程序所需要求的简单说明。

表 23.1　最小多路广播修改的说明

应用程序功能	所需的修改除了发送给一个多路广播
在本地子网发送多路广播	（D 一类）目的地址，和相关端口数字（多路广播会话参数）没有别的要求。
超出本地子网发送多路广播	按照您所希望的作用域修改 TTL（Time-to-live）值，并且发送给会话地址和端口数字。
从一个多路广播地址接收数据	与一个专门的端口数字进行绑定，而且加入多路广播组

RFC1112 “进行 IP 多路广播的主机范围”描述了一个主机要想支持多路广播，则它的 IP 实现要达到什么要求。在这篇描述中，也指出了多路广播应用程序的错误：

- 一个应用程序不需要是多路广播组的成员，也可以把数据图表发送给它。
- 一个应用程序只有明确地加入一个多路广播组才可以接收到以这个组为发送目的地数据的图表。
- 当一个应用程序加入一个组，它就仅仅只加入了一个本地接口。
- 当一个应用程序向一个多路广播地址发送，那么发出的数据图表是来自一个惟一的本地接口。

- 当一个应用程序向一个多路广播地址发送，那么发出的数据图表的 IP TTL 值是 1。
- 当一个应用程序向一个多路广播地址发送，那么发出的数据图表由同一个接口接收（即数据图表“回送”）。

为了允许一个应用程序修改错误，RFC1112 为您推荐一些适用于以下情况的应用编程接口（API）以支持多路广播：

- 加入一个多路广播组。
- 离开一个多路广播组。
- 在一个多路广播数据图表中设置 IP TTL 值来调整作用域。
- 为多路广播地传输和接收设置本地接口。
- 使发出的多路广播数据图表的回送无效。

Steve Deering 描述了他自己实现的地 Berkeley Socket 多路广播应用编程接口（API），这个 API 现在还在使用，它提供了上述功能，实际上是目前的标准多路广播 API。还出现了为其他网络平台服务的各种 API，它们也都固有地提供了 RFC1112 中所述的功能。

23.4　标准多路广播 API

就像我们所提到地那样，多路广播 API 现在可以被许多平台所使用。它们都具 RFC1112 所提到的要求，所以他们都具有相似的功能。我们下面要说的 API 用于 UNIX（Berkeley Socket），Micro Windows（Windows Sockets）和 Apple Macintosh（Open Transport，开放传输）。

Berkeley Socket 多路广播应用编程接口

Berkeley Socket 多路广播应用编程接口与 Steve Deering（前面所提到的）所描述的 API 是一样的。它们补充了现有的 Berkeley Socket API 设计，允许产生可虚拟使用任何网络协议组群的网络应用程序，这个网络协议组群中包括被称为“Internet 地址之家”的 TCP/IP。

所有的 Berkeley 多路广播 API 都采用 setsockopt（）的“套接字选项”功能来开始（对于某些选项，getsockopt（）功能可用来修改目前的设置）。表 23.2 描述了 Berkeley 软件分布（BSD）的 set/getsockopt（）多路广播命令。

表 23.2　关于 BSD set/get sockopt（）多路广播命令的说明

IP_ADD_MEMBERSHIP	通过一个指定的接口加入多路广播组
IP_DROP_MEMBERSHIP	离开一个多路广播组（没有开始于 IGMP V1 的协议行为，但有开始于 IGMP V2 的协议行为）
IP_MULTICAST_IF	设置或获取错误的用于多路广播发送的接口
IP_MULTICAST_LOOP	使发出的多路广播数据报的回送无效
IP_MULTICAST_TTL	设置发出的多路广播数据报的的 IP TTL

从几个方面来说，setsockopt ( ) IP_ADD_MEMBERSHIP 功能是所有 API 中最重要的。我们要求它接收所有发给专门多路广播组地址的数据图表。不像其他的 socket 选项，它确实启动了一些网络活动；它引发底层堆栈发出一个 IGMP 主机成员关系报告来，向本地路由器通知这种组成员关系，就像 RFC1112 里所描述的。

要想了解如何使用这些实际意义上的标准多路广播 API，请参看下面的“代码示例”部分。

Windows Sockets 多路广播 API

Windows Sockets 版本 2 是一套为了使网络应用程序能虚拟使用任何网络协议的 API，它是为 32 位 Microsoft Windows 平台设计的。WinSock 2 是 WinSock 1.1 的扩展，WinSock 1.1 本身既是 Berkeley Sockets 的扩展（加入了新的 Windows 专用功能），也是 Berkeley Sockets 的一部分（只支持部分 API，尤其是不支持许多 ioctl ( )s ）。

WinSock 2 支持兼容 Berkeley Sockets 的 TCP/IP 协议专用 API，就像上面所说的（在 TCP/IP 那一部分中的“WinSock 2 协议指定附录”中做过描述）。然而 WinSock 2 也定义了一套可以支持 IP 多路广播的协议独立多路广播 API。如表 23.3 所示。

表 23.3　WinSock 2 的协议独立多路广播 API 说明

WSAEnum Protocols ()	决定多路广播支持
WSASocket ()	指定多路广播类型
WSAJoinLeaf ()	加入多路广播组并指定角色，（发送者还是接收者）
WSAIoctl () SIO_MULTICAST_SCOPE	设置 IP TTL
WSAIoctl () SIO_MULTIPOINT_LOOPBACK	使回送无效。

考虑到多种不同的多点模式，WinSock 2 定义了“数据平面”和“控制平面”的概念，每个都可以是“根深蒂固”的或是“非根深蒂固”的。我们将探讨一下这些概念在这里所指的细节。只须说 IP 多路广播经常有非根深蒂固的数字和控制平面就够了。这些角色在使用 WSASocket ( ) 的多点套接字的请求中已经做了规定。

WSAEnum Protocols ( ) 功能返回了对协议信息结构（WSAPROTOCOL_INFO）的一个数组中所安装协议的详尽描述。在用来描述“IP/UDP 协议提供的服务”的标志中 dwService Flags1 字段内，位标志 XPI_SUPPORT_MULTIPOINT 指出了 IP 多路广播支持。

最后，请注意一个 API 离开一个多路广播组是从这个清单中消失的。仅有的协议独立 API 提供一个在加入之后离开多路广播组的方法，就是关闭 socket。

我们有一个能够说明怎样用一个协议独立多点 API 进行多路广播的例子，请看后面的“代码示例”部分。

Open Transport/TCP 多路广播 API

开放传输是 Apple 计算机公司最新定义的一套 API。作为他们一个新的标准，这个 API 使用实际上的每一种交流设备或网络协议，其中包括 TCP/IP 来创建 Macintosh 计算机的网络应用程序。开放传输是由 X/Open Unix 生产厂商协会定义的 XTI 标准网络 API 的超集（XTI 本身又是另一个事实上的标准 API、TLI 的超集）。

象 Berkeley Sockets 和 Winsock 一样，开放传输也是协议独立的，但其中也包括了一些为了支持 IP 多路广播的指定协议的 API。在 OT（开放传输）的术语中，这些增加部分被称为"选项管理系统"。所有这些 IP 多路广播增加部分都使用 OptionManagement ( ) 功能（标准 C 接口版被称为 OTOptionManagement ( )）。如表 23.4 所示，他们与 Berkeley Sockets API 具有相同的名字，而且提供了相同的功能，但并不能支持所有的 Berkeley Sockets 选项。

表 23.4　开放传输系统的选项管理多路广播 API 说明

IP_ADD_MEMBERSHIP	加入一个多路广播组
IP_MULTICAST_LOOP	使多路广播流出数据图表回路失效
IP_MULTICAST_TTL	设置多路广播流出数据图表的 IP TTL

要想了解怎样使用开放传输多路广播 API，请查阅后面的"代码样品"部分。

23.5　正确使用多路广播

多路广播是奇妙的，而且考虑到了许多种与网络有关联的强大而且灵活的应用程序，这是因为在其他情况下，他们可以同时向多个接收者发送出一个单独的数据流。然而，用多路广播应用程序滥用网络的现象还是有可能发生的，为了把网络中应用程序的影响减至最小，负责任的多路广播应用程序开发者（和使用者）们必须经常做到以下几个方面：

- 把作用域减至最小——不要采用会遍历所有路由器才到达你的目的地会话成员的 IP TTL 设置来发送超出必要距离的通信发送。这可以通过多路广播路由器中设置的值来完成。最终，应用程序将很可能通过专门的多路广播地址管理的作用域而不用 TTL 来限制作用域。
- 把使用带宽减至最小——弄清楚一个应用程序需要多大的带宽，以及在发送者和接收者之间所能利用的。
- 会话安排的使用——这与管理使用带宽有关，也与网络能力和当前通信负载有关，同时也与端口和地址使用有关。办法就是避免与其他的多路广播会话争用带宽。象 Mbone's sd（会话目录）这样的应用程序的使用和协议在这种努力下会是无价的（协议允许会话安排和属性报告，但不允许应用程序去请求地址和端口分配）。

端口和地址问题

通过多路广播应用程序，可以使用多路广播会话。多路广播目的地址和目的端口实际上是会话标识符。

在一个单独会话内，任何一个多路广播应用程序可以向不同的单向地址和端口编号发送或从这两处接收（一个多路广播地址从不被用作源地址）。如果是这样的话，一个接收者可以辨认出任何一个他所收到的数据图表发送者的源地址和端口编号。因此，在协议、本地地址、本地端口编号、远程地址、远程端口编号这五项内容中包含了惟一的可辨认出信息流（——在一个会话之内来自于任何一个发送者的所有数据图表）的数值。

在设计和执行多路广播应用程序中，会话标识符是一个重要的问题。在个人网络中，这方面会考虑的相对少一些，但在 Internet（或 Mbone）中这是最重要的。由于两个（或更多个）使用同一个会话参数的应用程序会互相干扰对方的信息流——实际上，已分别都是无用的数据了，所以应用程序开发者必须仔细地选择多路广播的地址、端口编号，以及何时何地将其用于网络中。

在 Mbone 中，sd（会话目录）应用程序管理——也是在“广告”——会话进度（在 224.2.2.2，端口 4000）。该应用程序不仅使多路广播进度表广为利用，而且为每一个多路广播应用程序会话（实际上，是为会话中的每一个消息流）分配了一个惟一的多路广播地址和端口编号。或者说，它管理着地址/端口空间来协助避免冲突。sd 的使用是令人鼓舞的，当不再需要时，sd 就在 Mbone 中（注意：IPMI“多路广播中高层协议的使用”白皮书中有更多关于组安装协议的信息）。

在不使用“集中”管理系统（就像“会话目录”）的情况下，应用程序没有办法绝对安全地（指避开冲突）选择多路广播地址。应用程序没有办法做到必定能够检测出是否有其他的人在使用多路广播地址。试图在地址上监听堵塞，使用 IGMP 询问成员，以及努力去实现或监听路由选择协议都是有局限性的办法，是困难和危险的。

在有些情况下（相对来说比较少见），一个或更多的永久 IP 多路广播地址的分配是处于正常状况中的。比如说，使应用程序（如 sd）标准化和采用不变媒体流的内容提供者，这些都可以保障永久多路广播地址，任何可以说明地址分配正当的人都可以通过 Internet 地址分配机构（IANA）申请一个永久多路广播地址。

在其他情况下，IANA 管理多路广播地址空间，它也维护那些指定给 Internet 著名服务的端口编号（如果您想了解得更多，请访问站点：http://www.isi.edu/iana）。

多路广播 API 的限制因素

互操作性不是一个 API 问题。对于 IP 多路广播来说，API 是准确定义的，而且相对来说比较简单。按照 RFC1112（关于 IPMI 白皮书中的“IP 多路广播如何工作”的概述），完全实现 IP 多路广播的主机支持 IGMP。实际上目前所有履行 TCP/IP 协议堆栈的主机都为多路广播提供支持。

虽然在一个 Internet 网络中对多路广播的支持最终还是依赖于所作用的多路广播路

由器——主要是它们的互操作性和它们广泛的存在，但这些路由选择协议并不能直接影响主机的执行和多路广播 API。相反的，在主机执行中的 API 在路由器协议方面也没起到什么影响。

将主机和路由器的职责分开是很对的。这代表了将多路广播应用程序在主机中发展从根本上简化的劳动一分为二。然而，这也牺牲了多路广播中的一些控制，或说是应用程序的“自知之明”。

例如，没有哪个 API 可以允许多路广播来决定其他主机和路由器的多路广播能力，也没有标准的 API（或协议）可以用来察看有多少以及哪些主机在接收通信，来找到通往这些主机的路由器，或是了解其他关于这些路由器的情况。对一个多路广播应用程序来说要想检查这些信息的惟一办法就是履行一个应用程序协议或在组成员之间交换统计信息（就像 RTCP 那样）。——要想了解更多的信息，请查阅“IP 多路广播中更高层协议的使用”白皮书。

这并不是一个大问题，但我们必须把它弄清楚。如果您需要知道这种类型的信息，就需要自己去计划在您的应用程序中对它的支持。特别的，您需要实现一个协议，使得会话成员可以通过它交换性能，还有其他有用的会话管理信息。

未来应用程序的——服务质量

服务质量与带宽保留的意义是相同的，在每个发送者和每个应用程序消息流的指定接收者之间都需要一个可利用的网络带宽的端口。发送视频或音频信号，或其他的“实时”信息、高带宽、信号、临界使命数据这些都对应用程序提出了特殊的要求，在这种情况下可靠和持续稳定的传输就是关键所在了。

IETF 已准备将 RSVP 版本 1 定为和 Internet 协议（IP 版本 4 和 IP 版本 6）一起使用。虽然他们这一做法有一定的实验性质，但对主机和路由器的次级执行（beta implementations）仍是可以利用的。有些 Internet 服务供应商（ISP）也提供实验性的 RSVP 支持。与多路广播共用往往已经成为 RSVP 设计者的关注所在。

接收者开始着手于预订的请求后，就会引发一个流向发送者的上行流。本地系统和上行流路径上的每一个路由器，都可以接受或拒绝预订请求。路由器中也出现了来自于下行流接收者的预订请示，就好像是它们“增殖”出了向发送者提的请求。

一个接收者应用程序既可以为它自己也可以为别的应用程序去产生一个预订请求。做到这些需要有一套相关的 API，目前有一些标准 RSVP、API 提案是多路广播编程人员应该清楚的——为了他们所编的应用程序在将来的增强。

- Internet 的说明注释（RFC）草案，由 Braden 和 Hoffman 所著“Sun Os/BSD 的 RSVP 应用程序编程接口 4.0 版”，描述了一套对协议服务提供低层访问的 API。
- 在“WinSock 2 应用程序编程接口”的记述中包括了一套使用方便的、类属的（协议独立的）API 可以反映 RSVP 服务。
- “WinSock 2 协议指定附录”的叙述中有一些可用来对协议进行低层访问服务的 RSVP 指定 API。

IP 多路广播产生了许多新型的应用程序而且减少了网络阻塞并减轻了服务器负载。

本章在开始部分曾描述了能使你从多路广播受益的应用程序，以及关于一个合格的用于实现多路广播的应用程序应该满足什么要求的问题。

把单向数据图表应用程序变为利用多路广播只需要使用一些多路广播指定 API 来覆盖一些单向数据图表应用程序中的错误，发送者只需发送到一个多路广播地址并按照作用域调整 IP TTL，并尽量地减少回送。一个接收者则只需加入一个多路广播组。

另一方面，把目前正在使用的可靠的应用程序，有向连接协议（TCP）转变为多路广播（VDP）将是一个重大的挑战。我们只是简要地讨论了一下这个问题，一些能够奏效的产品已经整装待发，但是可靠的多路广播标准协议仍是一个尚待研究的问题。

我们也认为一个多路广播应用程序所做的努力保持了网络的友好性。最后，我们简要地提到了在不久的将来那些与许多多路广播应用程序都有关的 API，这些 API 提供了带宽保留（使用 RSVP）。

代码示例

这部分包含了三个代码示例，它们说明了前面标准多路广播 API 部分所述的三个应用程序各自的用法。

每个例子从根本上说都在做同一件事（而且它们之间可以互相通信），每个应用程序都是既作为发送者又做为接收者（既做为客户应用程序又作为服务器应用程序——每分每秒都是这样），每个示例都做到以下几点：

- 得到一个数据图表（VDP）通信端点（一个“套接字”）；
- 为套接字命名（我们假设定为使用“port 3456”）；
- 加入一个多路广播组（我们假设选定 234.5.6.7）；
- 设置 IP TTL（我们把 TTL 值设置为 2，这样数据可以“走遍”每一个单独的有多路广播能力的路由器“关口”，但为了把对网络的影响减至最低，不能经过过多的路由器；
- 使回送无效；
- 发送一个数据图表，然后等着接收一个数据图表（在等待过程中，应用程序什么也不做）；
- 当应用程序收到一个数据图表，它就打印出报文和发送者的地址，然后发送另一个数据图表做为回应。

这些测试应用程序每个都有一个附属程序，附属程序所发送的数据图表将引发主程序再次发送，并可引发附属程序再次发送，就这样往复循环。换句话说，两个（或多个）应用程序运行中互相之间有一种“乒乓”效应。

使用时请注意！这此程序示例只是为了示范。由于这个应用程序有能力产生有效的网络通信，所以其中所重述的数据进行了专门的限制。因为对于所接收到的数据图表，做为回应，应用程序都会马上发送一个数据图表，如果没有限制，这个应用程序会通过通信而使网络陷入崩溃（flooding）。同样要注意——简而言之——在这些示例中我们从功能调用中删除了错误检测，我们极力鼓励使用者在他们自己的应用程序代码中检查所有功能调用的返回值。

应用程序使用要求

在任何系统中使用这个应用程序，它都必须有多路广播能力。在这里我们采用了各不相同的办法使得三个平台分别都实现了这一点：

- UNIX 系统必须安装了相关的核心程序的补丁（patch）。
- Windows 系统必须安装有 WinSock 2 或者支持 BSD 多路广播 API 的 WinSock 1.1。
- Apple 系统必须安装支持 TCP/IP 的开放传输系统。

使用这些应用程序时不一定非要连入 Mbone，甚至不是非要安装一个有多路广播能力的路由器。这些应用程序用于介于主机之间的单独子网中。实际上，若应用程序使回跳失效的话，某些情况下甚至可以用于一台单独的主机——没有任何有效的网络连接。

Berkeley Sockets 多路广播代码示例

下面的代码摘录说明了除 IP-MOLTICAST-IF 之外，Berkeley Sockets 多路广播 API 的用法。

```
#include <sys/types.h>     /* include files for IP Sockets */
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>

#define BUFSIZE    1024
#define TTL_VALUE      2
#define TEST_ADDR      "234.5.6.7"
#define TEST_PORT      3456
#define LOOPMAX 10
int main(){
    struct socket_in stlocal,stTo,stFrom;
    char achIn[BUFSIZE];
    char achOut[]="Message number:          ";
int s;
struct ip_mreq,strMreq;
int iTmp, i;

/* get a datagram socket */
s=socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0);

/*aviod EADDRINUSE error on bind ( )   */
iTmp=TRUE
setsockopt (s, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR,
  (char    * )&iTmp , sizeof (iTmp) ) ;
/* name the socket * /
stLocal . sin_family =          AF_INET ;
stLocal . sin_addr . s_addr =htonl ( INADDR_ANY ) ;
stLocal . sin_port =     htons (TEST_PORT) ;
bind ( s , (struct sockaddr *) & stLocal ,sizeof (stLocal ) ) ;

/*   join the muticast group . */
stMreq . imr_multiaddr . s_addr =inet_addr (TEST_ADDR) ;
stMreq . imr_interface . s_addr =INADDR_ANY ;
setsocskopt (s ,
```

```
        IPPROTO_IP ,
        IP_ADD_MEMBERSHIP ,
        ( char * )&stMreq ,
        sizeof ( stMreq ) ) ;

    /* set TTL to traverse up to multiple routers */
    iTmp = TTL_VALUE ;
    setsockopt ( s ,
        IPPROTO_IP ,
        IP_MULTICAST_TTL ,
        ( char *)& iTmp ,
        sizeof( iTmp ) ) ;

     /* disable loopback */
    iTmp =FALSE ;
    setsockopt ( s ,
        IPPROTO_IP ,
        IP_MULTICAST_LOOP ,
        ( char   *) &iTmp ,
        sizeof( iTmp ) ) ;

    /* assign our destination address */
    stTo . sin_family =     AF_INET ;
    stTo .sin_addr . s_addr =inet_addr (TEST_ADDR) ;
    stTo .sin_port =        htons (TEST_PORT) ;

    for ( I =0 ; I<LOOPMAX ; I ++ )   {
       int   addr_size = sizeof ( struct sockaddr_in ) ;
       static iCounter =1 ;
       int   I ;

    /* send to the multicast address */
    itoa (iCounter++ , &achOut [16] ,10 ) ;
    I = sendto (s, achOut , sizeof ( achOut ) ,
     0 , (struct sockaddr * ) &stTo , addr_size ) ;
    if (I   < 0 )    {
                    perror ( "sendto ( ) failed \ n" ) ;
     exit ( 1 ) ;
    }

    I = recvfrom ( s, achIn , BUFSIZE , 0 ,
       ( struct sockaddr *) &stFrom , &addr_size ) ;
    if   (I   < 0 )   {
     perror ( " recvfrom ( )   failed \ n " ) ;
    exit ( 1 ) ;
    }
    printf ( " From host : %s port : %d , %s\n " ,
     inet_ntoa(stFrom . sin_addr ) ,
     ntohs ( stFrom . sin_port ) , achIn ) ;

      }
    }  /* end main ( ) */
```

WinSock 版本 2 协议独立多路广播代码示例

下面这个代码示例采用了在“Windows Sockets 2 应用程序编程接口”中描述的功能

调用。这些功能中有许多都象 Berkeley Sockets 功能一样是协议独立的，并且可以用它们来替换。实际上，因为 WinSock 2 通过在开始和结尾加上对 WSAstartup ( ) 和 WSACleanup ( ) 的调用也支持协议指定的 BSD 多路广播 API，所以上面的 BSD 程序示例通过执行 WinSock 2 也可以使用。

在写这本书时，WinSock 2 正被安装为 Windows NT 4.0 的内部网络接口，而且在 Windows 95 β 版中，使回送无效的调用（使用 setsockopt ( ) IF_MULTICAST_LOOP 或 WSAIoctl ( ) SIO_MULTIPOINT_LOOPBACK）经常失败，就像执行 WSIoctl ( ) SIO_MULTICAST_SCOPE（可是，相同的 Setsockopt ( ) IP_MULTICAST_TTL 却能够工作）一样。由于无法使回送无效，所以将会有自己接收自己发送的情况发生。

```
# include < winsock2.h >
#define BUFSIZE        1024
#define MAXADDRSTR 16
#define LOOPMAX   10
int   main ( ) {
  int nRet , I ;
int nIP_TTL = 2 ;
BOOL bFlag ;
DWORD dFlag ;
DWORD cdRet ;
Int iLen = MAXADDRSTR ;
Char strDestMulti  [MAXADDRSTR] = " 234.5.6.7 "
SOCKADDR_IN stSrcAddr , stDestAddr ;
SOCKET hSock , hNewSock ;
U_short nDestPort = 3456 ;
WSABUF stWSABuf ;
Char achInBuf  [BUFSIZE] ;
Char achOutBuf  [] = "Message number :      " ;
WSADATA stWSAData ;

/* init   WinSock * /
WSAStartup ( 0×0202 , &st WSAData ) ;

/* convert address string to value */
stDestAddr . sin_family = AF_INET ;
nRet = WSAStringToAddress   (
 stDestMulti ,                  /* address string */
   AF_INET ,                        /* address family */
   NULL ,                          /* protocol info structure */
   ( LPSOCKADDR )& stDestAddr , /* socket address string */
&iLen ) ;                    /* length of socket structure */

/* get a socket */
hSock = WSASocket (AF_INET , SOCK_DGRAM , 0 ,
                (LPWSAPROTOCOL_INFO )NULL , 0 ,
WSA_FLAG_MULTIPOINT_C_LEAF / WSA_FLAO_MULTIPOINT_D_LEAF

/* allow reuse of the local port number */
bFlag = TRUE ;
nRet = setsockopt (hSock , SOL_SOCKET , SO_REUSEADDR ,
(char *)&bFlag , sizeof (bFlag) ;
```

```
/* name the socket */
stSrcAddr . sin_family = PF_INET ;
stSrcAddr . sin_port = htons (nDestPort) ;
stSrcAddr . sin_addr . s_addr = INADDR_ANY ;
nRet = bind ( hSock ,
            (struct sockaddr FAR *)&stSrcAddr ,
            sizeof (struct sockaddr ) ;

/* byte swap host to network order */
stDestAddr . sin_family = PF_INET ;
nRet = WSAHtons (
          hSock ,                          /* socket */
          nDestPort ,                      /* host order value */
        & ( stDestAddr.sin_port)) ;        /* network order value */

/* set the IP TTL */
nRet = WSAIoct l (hSock ,                  /* socket * /
 SIO_MULTICAST_SCOPE ,                     /* IP Time-To-Live * /
&nIP_TTL ,                                 /* input */
sizeof (nIP_TTL ) ,                        /* size */
NULL ,                                     /* output */
0 ,                                        /* size */
&cdRet ,                                   /* bytes returned */
NULL ,                                     /* overlapped   */
NULL ) ;                                   /* completion routine */

/* disable loopback */
bFlag = FALSE ;
nRet = WSAIoct l   (hSock ,                /*socket */
 SIO_MULTIPOINT_LOOPEACK ,                 /*turn loopBack off */
 &bFlag ,                                  /* input */
sizeof   ( bFlag ) ,                       /* size */
NULL ,                                     /* output */
0 ,                                        /* size */
&cdRet ,                                   /* bytes returned */
NULL ,                                     /* overlapped */
NULL ) ;                                   /* completion routine */

/* join the multicast group */
NewSock = WSAJoinLeaf   ( hSock ,          /*socket */
 (PSOCKADDR)&stDestAddr ,                  /* multicast address */
 sizeof (stDestAddr) ,                     /* lengh of addr struct */
NULL ,                                     /* caller data buffer */
NULL ,                                     /* callee data buffer */
NULL ,                                     /* socket QQS setting */
NULL ,                                     /* socket group QQS */
JL_BOTH ) ;                                /* do both : send and recv */

/* send and receive loop */
for   ( i =0 ; I <LOOPMAX ;i + +)      {
 static iCounter = I ;

 /* send data */
 stWSABuf . buf = achOutBuf ;
```

```
    stWSABuf . len = 1strlen (achOutBuf ) ;
    cdRet = 0 ;
    itoa ( iCounter ++, &achOutBuf [16]  , 10 ) ;
    nRet = WSASendTo   (hSock ,          /*socket */
    stWSABuf ,                           /* output buffer structure */
    1 ,                                  /* buffer count */
    &cdRet .                             /* number of bytes sent */
    0 ,                                                          /* flags */
    (struct sockaddr * ) &stDestAddr , /* destination address */
    sizeof (struct sockaddr ) ,    /* size of addr structure */
    NULL ,                        /* overlapped structure */
    NULL ) ;                      /* overlapped callback */

    If ( nRet == SOCKET_ERROR )   {
     Printf ( " WSASendTo ( )   failed . Err : %d\n " ,
          WSAGetLastError ( ) ) ;
   }
          stWSABuf . buf = achInBuf ;
          stWSABuf . len = BUFSIZE ;
          cdRet = 0 ;
          iLen = sizeof ( stSrcAddr ) ;
          dFlag = 0 ;
   nRet = WSARecvFrom ( hSock . /* socket */
          &stWSABuf ,                 /* input buffer structure */
          1 ,                         /* buffer count */
          &cdRet ,                    /* number of bytes recv 'd   */
          dFlag ,                     /* flags */
  (struct sockaddr * ) &stDestAddr , /* source address */
  &iLen                    ,    /* size of addr structure */
   NULL ,                        /* overlapped structure */
   NULL ) ;                      /* overlapped callback */

  If ( nRet == SOCKET_ERROR )   {
        Printf ( " WSARecvFrom ( )   failed , Err : %d\n " ,
         WSAGetLastError ( ) ) ;
  }  else   {
        /* convert address value to string */
        u_short   nPort = 0 ;
        char achAddr [BUFSIZE] ;
        iLen = BUFSIZE ;
        nRet = WSAStringToString   (
        (struct sockaddr * ) &stDestAddr , /* source address */
        sizeof (stSrcAddr ) ,      /* size of addr struct */
        NULL ,                      /* protocol info */
        AchAddr ,                  /* address string */
        &iLen ) ;                  /* address string buf len */

/* convert from network to host byte order */
              nRet = WSANtohs ( hSock , /* socket */
                    stSrcAddr . sin_port , /*host order valuer */
                    &nPort ) ;              /*network order valuer */
     }
  } /* end for ( ; ; ) */

/* tell WinSock we're leaving */
```

```
WSACleanup ( ) ;

 Return   ( 0 ) ;
} /* end main (   ) */
```

开放传输多路广播代码示例

Apple 电脑公司提供的“开放传输 / TCP 开发者必读”描述了 IP 协议的详细内容，其中包括支持 IP 多路广播的 API。这些 API 与 BSD 套接件不同，但基本是模仿 BSD，它们有很多相似之处：最重要的是，由 OTOptionManagement ( ) 功能使用的多路广播选项与 setsockopt ( ) 多路广播选项是一样的。

```
# include < stdio . h >
# include < OpenTransport . h >
# include < OpenTptInternet . h>

#define BUFSIZE          128
#define TTL_VALUE        2
#define TEST_ADDR 0×EA050607 ; /* 234.5.6.7 */
#define TEST_PORT 3456
#define IADDRLEN         16

void   main (   )   {
  int i ;
OSStatus err ;
EndpointRef udp_ep= nil ;
UInt8 buf [BUFSIZE] ;
UInt8 bufOut   = “Message number :       ” ;
InetAddress IaddrBuf ; /* same as BSD struct sockaddr_in */
InetAddress src_addr , dest_addr ;
Tbind   BindReq , BindRet ;
Toption* OptBuf ;
ToptMgmt OptReq OptRet ;
TIPAddMulticast MCAddr ; /* same as BSD struct mreq */
TunitData udata ;

/* Init Open Transport * /
err = InitOpenTransport ( ) ;

/* get a datagram endpoint */
*ep =   OTOpenEndpoint (
   OTCreateConfiguration ( KUDPName ) , 0 , nil , &err)

/* name the endpoint */
BindReq . addr. len = IADDRLEN ;
BindReq . addr. buf =& IAddrBuf ;
OTInitInetAddress (&IAddrBuf , TEST_PORT , OL ) ;
err = OTBind     (*ep , &BindReq , &BindRet ) ;

/* join the multicast group */
OptBuf = ( *Toption ) buf ;
OptBuf ->level = INET_IP ;
OptBuf ->name = IP_ADD_MEMBERSHIP ;
OptBuf ->len   = BUFSIZE ;
```

```
OptBuf ->status = 0 ;
(TIPAddMulticast *)OptBuf ->value = &MCAddr ;
MCAddr . multicastGroupAddress = TEST_ADDR ;
MCAddr . multicastAddress     = OL ;

OptReq . opt . buf   = &MCAddr ;
OptReq . opt . len   =sizeof (TIPAddMulticast ) ;
OptReq . opt . flags   =T_CHECK ;
OptRet . opt . buf   = buf ;
OptRet . opt . maxlen   = BUFSIZE ;
err = OTOptionManagement   (*ep , &BindReq , &BindRet ) ;

/* set TTL to traverse multiple routers */
OptBuf ->level = INET_IP ;
OptBuf ->name = IP_MULTICAST_TTL ;
OptBuf ->len   = BUFSIZE ;
OptBuf ->status = 0 ;
(Unit8 *)OptBuf ->value = TTL_VALUE ;

OptReq . opt . buf   = buf ;
OptReq . opt . len   =KOTOneByteOptionSize ;
OptReq . opt . flags   =T_CHECK ;

OptRet . opt . buf   = buf ;
OptRet . opt . maxlen   = KOTFourByteOptionSize ;
err = OTOptionManagement   (*ep , &OptdReq , &OptRet ) ;

/* disable loopback */
OptBuf ->level = INET_IP ;
OptBuf ->name = IP_MULTICAST_LOOP ;
OptBuf ->len   = BUFSIZE ;
OptBuf ->status = 0 ;
(Unit8 *)OptBuf ->value = 0 ;

OptReq . opt . buf   = buf ;
OptReq . opt . len   =KOTOneByteOptionSize ;
OptReq . opt . flags   =T_CHECK ;

OptRet . opt . buf   = buf ;
OptRet . opt . maxlen   = KOTFourByteOptionSize ;
err = OTOptionManagement   (*ep , &OptdReq , &OptRet ) ;
/* assign our destination address */
OTInitInetAddress (&dest_addr , TEST_PORT , TEST_ADDR ) ;

for   ( I = 0 ; I<MAXLOOP ; I++)    {
 OTResult look ;
 Static iCounter = 1 ;

udata . addr . len = sizeof ( dest_addr ) ;
udata . addr . buf = ( unsigned char *) & dest_addr ;

udata . addr . len = o ;
udata . addr . buf = nil ;

itoa (   iCounter  ++, &bufOut   [16] , 10 ) ;
```

```
udata . udata . len = sizeof ( bufOut ) ;
udata . udata . buf = bufOut ;

err = OTSndUData ( ep , &udata ) ;
if ( err   ! = noErr )    {
 printf   ( " OTSndUData ( ) failed : %d\n , err )
}
udata . addr . buf = (Unit8 *) &src_addr ;
udata . adar . maxlen = sizeof ( struct InetAddress ) ;

udata . opt . buf = nil ;
udata . opt . maxlen = o ;

udata . udata . buf = buf ;
udata . udata . maxlen = BUFSIZE ;

err = OTRcvUData ( ep , &udata , nil ) ;
if ( err   == noErr )    {
  printf   ( " From host : 0×  % 1x , % s\n , buf ) ;
} else   {
  printf   ( " OTRcvUData ( ) failed : %d\n , err )
  }
}

/* close the endpoint */
OTCloseProvider ( ep ) ;

/* sign-off Open Transport */
CloseOpenTransport ( ) ;

} /* end main ( ) */
```

第 24 章

IP 多路广播交换设备

这一章讨论了代理商和他们用来支持 IP 多路广播的交换机。后面的名单并没有把这些代理商们的产品归为优良或劣质。在我们开始这项研究期间，代理商们给了我们很大的帮助，他们为我们提供了关于他们产品的信息并授权我们出版发行。

要想知道一个完整的关于支持 IP 多路广播的代理商供应商的信息，我们建议您访问 IPMI 的网站：http://ipmulticast .com/。

24.1　Ascend 公司的技术

Ascend Communications 公司是为新型公共网上的供应商和用户解决 WAN 问题的领导者之一，并且提供 B-STDX8000 和 9000 多服务帧中继 WAN 交换机。由于为了提供创收服务和解决费用存储问题，B-STDX 多服务交换机本身的能力也在提高。现在的 B-STDX 多服务交换机增加了一个 12 端口 T1/E1 ATM 模块，一个用于 IP 的 2 端口 10/100 快速以太网模块支持载波类帧中继 SVC、帧中继计帐和多链路帧中继（MLTR）。

Ascend 公司的多功能交换机被安装在世界最大的服务供应商网络的核心部分，通过数以百万计的安装为公共数据服务传送最彩用最为广泛的平台。在 1997 年，Dataquest 公司、IDC 公司、Vertical Systems 集团和 Infonetics 研究所把 Ascend 公司的 B-STDX 命名为领导市场载波类 WAN 帧中继交换机。

在为 B-STDX8000 和 9000 交换机加入新的功能之后，在维持低操作花费并增加了创收能力的平台方面，Ascend 仍然领导着全世界。

12 端口 T1/E1 ATM 模块为多媒体服务提供了极好的支持，提供的内容可以集声音、视频及数据于一体，这都是基于 ATM 连接的。这种模式使这些供应商可以通过大型的 B-STDX 多服务平台提供低成本的 T1/E1 ATM 服务。12 端口 ATM 模块的目标应用程序包括了低速 ATM 访问和低速 ATM 干线。

用来满足 IP 连通性要求的 2 端口 10/100 以太网 Module 使服务供应商们可以方便地提供 Internet 主机服务和增值路由选择，在 IP Navigator 中的 VP 网络（VPN）服务。Ascend 公司采用 IP 浏览器方式的多协议标准切换（MPLS）还提供了更多的优点，那就是它的软件实现了简便的升级方法，以及它独一无二的可以为 IP 服务提供质量保证（QoS）的能力，2 端口以太网模块应用程序包括了到达 LAN 设备的本地连接、MAX TNT 访问 IP（MPLS）主干用户的有效集体、Web 主机服务和进入路由主干网络的 PPP 或帧中继访问集合。

Ascend 也是第一个支持载波类帧中继交换式虚电路（SVC）服务的 WAN 交换服务供应商，向它的供应商及企业客户们提供在支持动态连接的新式帧中继服务方面最先进的技术。帧中继 SVC 允许服务供应商提供优化了应用程序的新型即时帧中继服务，比如通过帧中继的声音传输、音频会议等其他的间歇性的应用程序。

新型的NavisXtend计账服务器可以允许服务供应商根据用户实际占用的SVC或PVC带宽量或 SVC 呼叫的长度来计算帧中继服务费。这为适用于最终用户需要的更精确计账计划方面的竞争开创了可能性。

MLFR 允许服务供应商以划算的方式来按比例支付他们的主干容量，通过将 T1/E1 链路绑定在一起的方式跨越 T1/E1 和 T3/E3 之间的间隔。从 LFR 与两个 B-STDX 交换机之间的多物理链路组合建立一个单独的具有更大功能的逻辑设备。Ascend 公司的 MLFR 是不需要将硬件升级为 B-STDX 的基于软件的方式，从 LFR 允许服务供应商们

更加简单方便地把网络延伸到新的市场，这样就扩大了他们的可寻址客户范围。

如果您想得到更多的关于 Ascend 公司及他们产品的信息，就请您访问 Ascend 公司主页。网址：www.ascend.com，E-mail：info@ascend.com。Ascend 公司的总部设在 One Ascend Plaza，地址：1701 Harbor Bay Parkway, Alameda, Calif. 94502。电话：800-ASCEND-4，传真：510-814-2300。

由于拥有包括 IP 多路广播协议和多路广播开放最短路径优先（MOSPF）在内的几种创制权和产品，Ascend 公司在 IP 多路广播工业方面有着很重要的地位。Ascend 公司的距离向量多目路由传送（DVMRP）和 MOSPF 都加在了核心交换机产品的 IP Navigator 软件中，DVMFP、MOSPF 和 IGMP 都包括在这个版本中，下一个版本将开始支持独立于协议的多路广播（PIM）。

Ascend 公司的重要性主要在于 IP 多路广播协议，这是因为这些协议把 Internet 变成了一个广播媒体——而这个广播媒体将构成一系列令人兴奋的新式服务，如 Web 播送（Web-casting）、软件分销、push-based 服务、远距离学习、视频会议和各种通用的软件应用程序的基础。IP 多路广播方面的潜力将会使 Ascend 公司拿出能实现新网络服务的产品，来推动新型公共网络的出现。在 1998 年的夏天，Ascend 公司展示了对它的 IP 浏览器软件的综合性支持。

Ascend 公司可多路广播的 IP 浏览器允许服务供应商通过用作广播媒体或实现新型创收服务的方式来开发 Internet 的潜力。IP 多路广播协议是用来在数字网络上传递内容和服务的，其中包括 Web 播送（Web-casting）、视频会议和“推送”程序，以及通往更加先进的创新性的 Internet 服务的途径。可进行多路广播的 IP 浏览器是对 IP 浏览器一系列改进中最后进行的一项，Ascend 公司的 IP 路由能力是建立于正在出现的 IETF 内部的多协议标注切换（MPLS）标准上的。运行在 Ascend 公司具有市场领先水平的 WAN 交换机上时，可进行多路广播的 IP 浏览器可以提供工业类第一个 IP 多路广播协议系统，同时可以保证服务质量和对带宽的管理。可进行多路广播的 IP 浏览器扩大了 Ascend 公司核心交换机的多服务体系，这样服务供应商们就可以提供最前沿的 IP、帧中继以及 ATM 服务，通过综合性的网络和服务管理能力为人们创造出一种可靠而且可缩放式的服务。

Ascend 公司的 IP 多路广播方式是可以实现公共网络上下一代数据服务的高效传输的方式。如果使 Ascend 公司被广泛应用的载波类安装基准具备 IP 多路广播能力，那将会对 Internet 作为一个媒体的速度产生直接的影响。Ascend 公司正是在提供技术，使 Internet 能真正成为一个广播媒体。

Ascend 公司可进行多路广播的 IP 浏览器支持所有的 IP 多路广播协议，其中包括 DVMRP、MOSPE 和 PIM。这使得服务供应商们可以提供多路广播服务，并与个人所有的网络中现有的多路广播应用程序之间具有了互操作性。这个网络和服务管理产品的 Navis 系列管理着 IP 浏览器。

Ascend 公司的多路广播协议是 IP 浏览器软件的一部分，而这个软件提供了可以保证的 QoS 和带宽管理，就像在来自 IETF 的即将问世的 MPLS 标准中所概述的那样。Ascend 公司的解决方式是把转寄责任从 IP 第三层（这一层提供了组成员关系和 IP 多路广播寻址）移出，这样第二层帧中继和 ATM 就可以提供高速数据转寄，并为最高效服务和增值服务提供了 QoS。因为数据包复制和转寄发生在进行多路广播传输的 Ascend 交换机

硬件中，这种方式保证了多种 Internet 应用程序的高性能和服务质量。

IP 多路广播技术预示着新时代的到来。一个独立的直达家中的连接将为您带来娱乐、新闻、个人财政信息等等。载波类 IP 多路广播的实现（比如 Ascend 公司的可缩放 WAN）为这种趋势提供了支持。

IP 浏览器是工业类第一个面市的 MPLS 标准的工具，而且是 IP 浏览器载波类多服务网络体系一系列改进中最后进行的。Ascend 公司是为 MPLS 标准化努力的中坚力量，已经贡献出了主框架文档，协议体系结构，以及在帧中继网络中使用 MPLS 的草案。

Ascend 公司的 IP 浏览器产品允许每一个有 Ascend 公司代理的城市的数字广播网络在使用 Ascend 公司的核心交换机的情况下不用其他的路由设备就可以连入其他的国家 Internet 网络。这种新的方式代替了传统的基于路由的网络，同时提高了性能而且减少了 POP 中所需的设备空间。IP 浏览器通过增加管理、服务质量和速度的可靠、充足、简便而超过了其他主要的通信硬件——简直可以说是完美无缺。

Ascend 公司的 IP 多路广播方式可同时为 64000 个组进行传送（——这一数字远远超过了在 IETF 大型可缩放多路广播应用程序工作组中所介绍的能力目标），而且实际上每一组的成员可以是无限的，这使得网络服务供应商可以根据客户需要来调整方式。

如果您想了解更多的关于 Ascend 公司的浏览器的内容，请您听一下其网站 http://www.events.broadcast.com/events/asceud/navigator/上的音频广播。

ISP 是最为渴望开展 IP 多路广播的人。连一些满足现状的供应商们也正忙于建立能在国家范围内可实现 IP 多路广播的网络，这是因为他们无法找到合适的商业服务满足其自身的需要。我们相信 CLEC、OLO、VAN 以及其他提供 IP 多路广播服务的公司将及时地展开 IP 多路广播。

Ascend 用 DVRP 为路由选择 IP 多路广播通信提供全方位的支持，有下面几点特性可采用：

- GRF IP 交换机把接口象组成员一样增加或删除，通过这样来实现数据通信流。
- Mrouted support（版本 3.8）在 GRF 上运作，并将信息传递给核心及媒体卡来对多路广播路由选择进行升级。
- 逻辑接口被定义为多路广播的能力，并作为它们配置的一部分。
- 数据通过交换器直接经路由从一个端口传至另一个端口。
- GRF 不能作为多路广播数据的端点。

Ascend 公司将 DVMRP、MOSPF 和 IGMP 绑定在 BSTDX 6.1 和 CBX 3.1 软件中销售，这两种软件计划在 1998 年 8 月面世。为了多路广播线路能够遍历 GX550，版本 1.1 是必须的。

由于那些关于支持 IP Navigator 的 Ascend 交换机令人容易混淆的地方，在安装了 IP 服务模块的情况下，包括新的 IP 多路广播协议在内的产品可以配置在任何一种 B-STDX 9000 接口，任何一种 CBX500 框架接口及任一种 CBX 500 ATM 接口上。

Ascend GRF IP 交换机

Ascend 高性能 IP 交换机 GRF 系列使服务公司和 ISP 可以以低成本收益的方式来提供网络访问和主干服务。GRF 惟一的体系结构通过智能 IP 转寄媒体卡与第 3 层交换机结合起来进行上限为每秒一千万个数据包的可送放传递。我们可以装备 GRF 产品来处理高带宽对网络环境的要求。GRF 400 可以以最高 4Gb/s 的带宽支持最多四个媒体卡，而 GRF 可以以最高 16Gb/s 的带宽支持最多 16 个媒体卡。

GRF 采用工业标准媒体类型（诸如 HSSI，10/100 Base-T，ATM OC-3c/STM-1，采用帧中继和 PPP 帧的 SONET/SDH OC-3c/STM-1，ATM OC-12c/STM-4 和 FDDI）轻易地融入了现有的网络之中。网络设计者可以把 GRF 放入他们的主干网络的网络访问点（NAP）或兆位 POP 中来整理设备，增加端口密度并减少拥有所有权所需的花费。借助可缩放的 GRF，用户就拥有了将他们的网络发展为下一代高性能网络所需的一切。

性能

常规的路由器是为简单、稳定的网络环境而设计的。所有的数据包在被送至下一个网络“关口”之前必须先等着访问路由器的总线。假如下一个网络关口不在路由表的高速缓存中，那么数据包必须在缓存区内等更长的时间，直到执行软件在整个路由表中找到了下一个关口为止。如果路由表非常大，那么这段延时会非常长。如果在象 Internet 这样的大型动态网络中采用传统路由器，那么总体竞争和路由表高速缓存将导致低性能和数据包丢失。

GRF 可以持续提高性能，不用顾及路由表大小及路由跳动程度的服务。GRF400 的 4Gb/s 非阻塞交叉点交换机的性能是每秒能够处理 2.8M 个数据包，而包括一个 16Gb/s 非阻塞交叉点交换机在内的 GRF1600 每秒最快可处理 10M 个数据包。GRF 也有非常强的可缩放性。如图 24.1 所示。

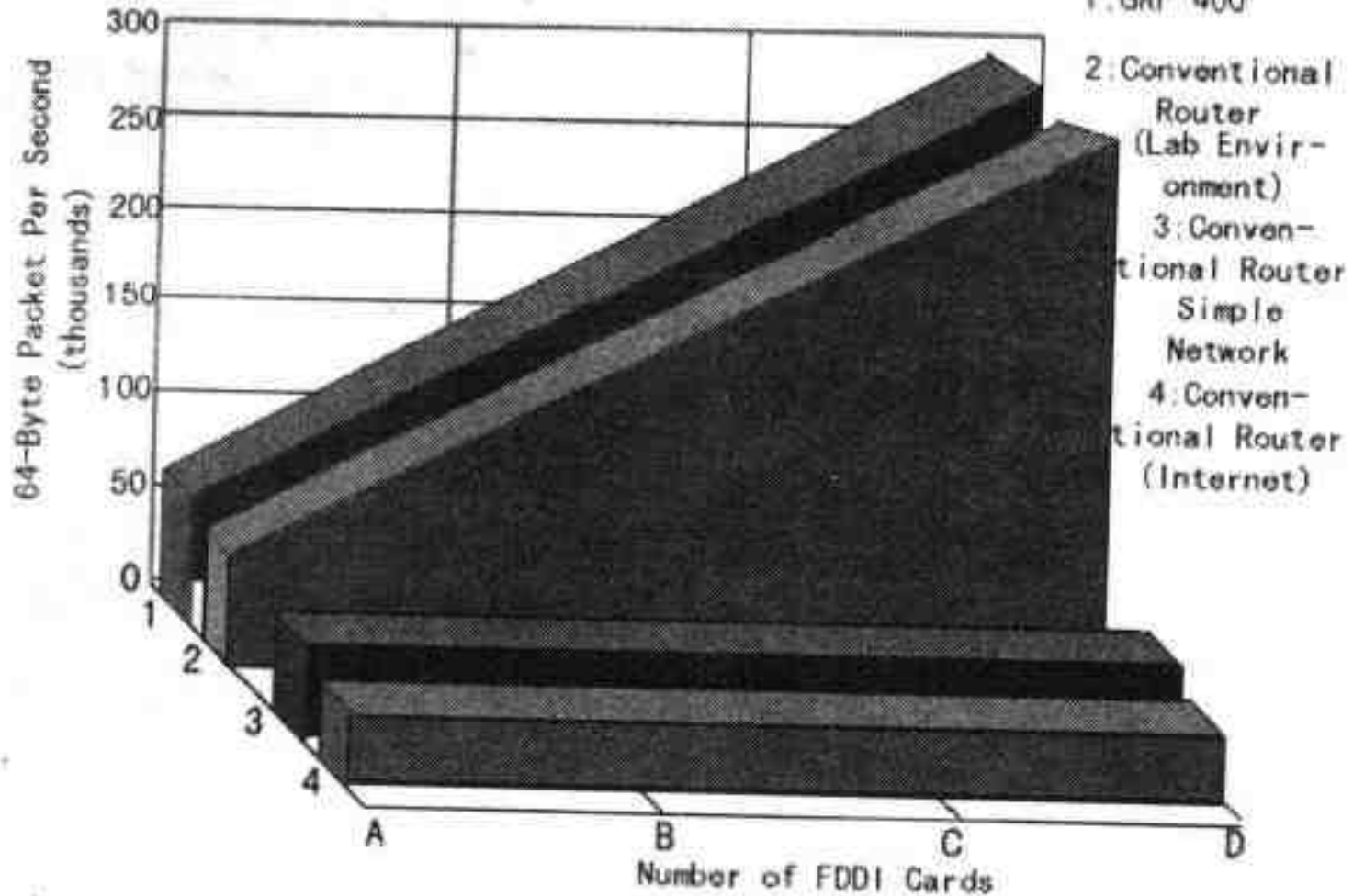


图 24.1　GRF400 的提供可缩放性能

Ascend GRF IP 交换机

Ascend 高性能 IP 交换机 GRF 系列使服务公司和 ISP 可以以低成本收益的方式来提供网络访问和主干服务。GRF 惟一的体系结构通过智能 IP 转寄媒体卡与第 3 层交换机结合起来进行上限为每秒一千万个数据包的可送放传递。我们可以装备 GRF 产品来处理高带宽对网络环境的要求。GRF 400 可以以最高 4Gb/s 的带宽支持最多四个媒体卡，而 GRF 可以以最高 16Gb/s 的带宽支持最多 16 个媒体卡。

GRF 采用工业标准媒体类型（诸如 HSSI，10/100 Base-T，ATM OC-3c/STM-1，采用帧中继和 PPP 帧的 SONET/SDH OC-3c/STM-1，ATM OC-12c/STM-4 和 FDDI）轻易地融入了现有的网络之中。网络设计者可以把 GRF 放入他们的主干网络的网络访问点（NAP）或兆位 POP 中来整理设备，增加端口密度并减少拥有所有权所需的花费。借助可缩放的 GRF，用户就拥有了将他们的网络发展为下一代高性能网络所需的一切。

性能

常规的路由器是为简单、稳定的网络环境而设计的。所有的数据包在被送至下一个网络“关口”之前必须先等着访问路由器的总线。假如下一个网络关口不在路由表的高速缓存中，那么数据包必须在缓存区内等更长的时间，直到执行软件在整个路由表中找到了下一个关口为止。如果路由表非常大，那么这段延时会非常长。如果在象 Internet 这样的大型动态网络中采用传统路由器，那么总体竞争和路由表高速缓存将导致低性能和数据包丢失。

GRF 可以持续提高性能，不用顾及路由表大小及路由跳动程度的服务。GRF400 的 4Gb/s 非阻塞交叉点交换机的性能是每秒能够处理 2.8M 个数据包，而包括一个 16Gb/s 非阻塞交叉点交换机在内的 GRF1600 每秒最快可处理 10M 个数据包。GRF 也有非常强的可缩放性。如图 24.1 所示。

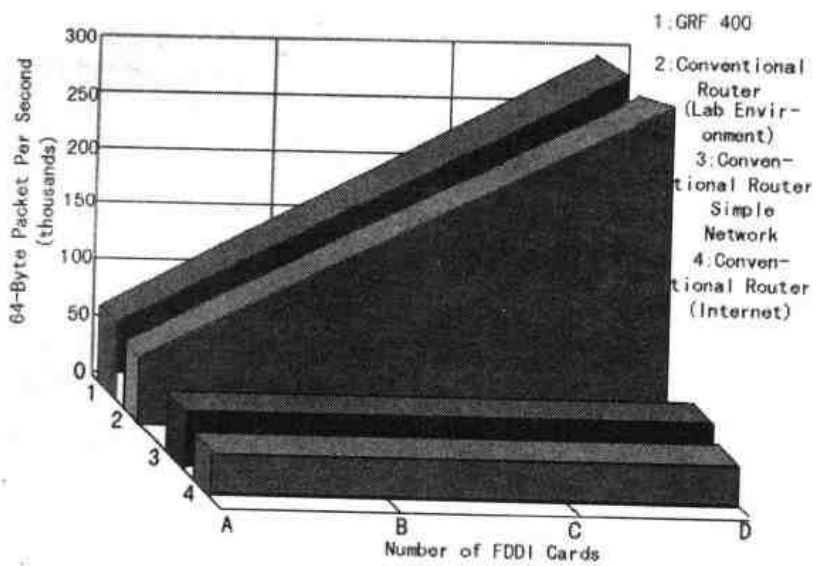


图 24.1　GRF400 的提供可缩放性能

在 GRF 的分配体系结构中，IP 转寄媒体卡执行第三层的数据包转寄。每个卡都与在卡基上所指示的交换机之间有一个 1Gbk 带宽的连接。由于加入了高性能卡，所以具有全部转寄性能和线性缩放性能。

GRF 最多可支持有 15000 个路由选择的路由表，这对于与预计中 Internet 地址空间的增长相协调来说是足够大了。在基于 chaach 的体系结构上进行整个路由表范围内查找的性能也有效地提高了。这些性能方面的特点使得 GRF 对第三层在交换速度方面进行决策，而并未使性能方面有任何降低——甚至是在复杂的动态路由环境下。

如果您想知道更多的关于 GRF400 的信息，请您访问站点：http://www.ascend.com/296.html。

应用程序

为了使服务供应商能与之进行有效地互接而且在交换通信中做到不耽误也不遗漏数据包，一个网络访问点（NAP）应该有一个稳定的方式。在一个 NAP 中，GRF 是与别的网络设备搭配使用的理想选择。它支持很多种路由协议，包括 RIP1、RIP2、BGP4、OSPF 和 IS－IS。而且 GRF 在不需增加数据包转寄速率的情况下最多可以支持 64 个逻辑对等的会话。

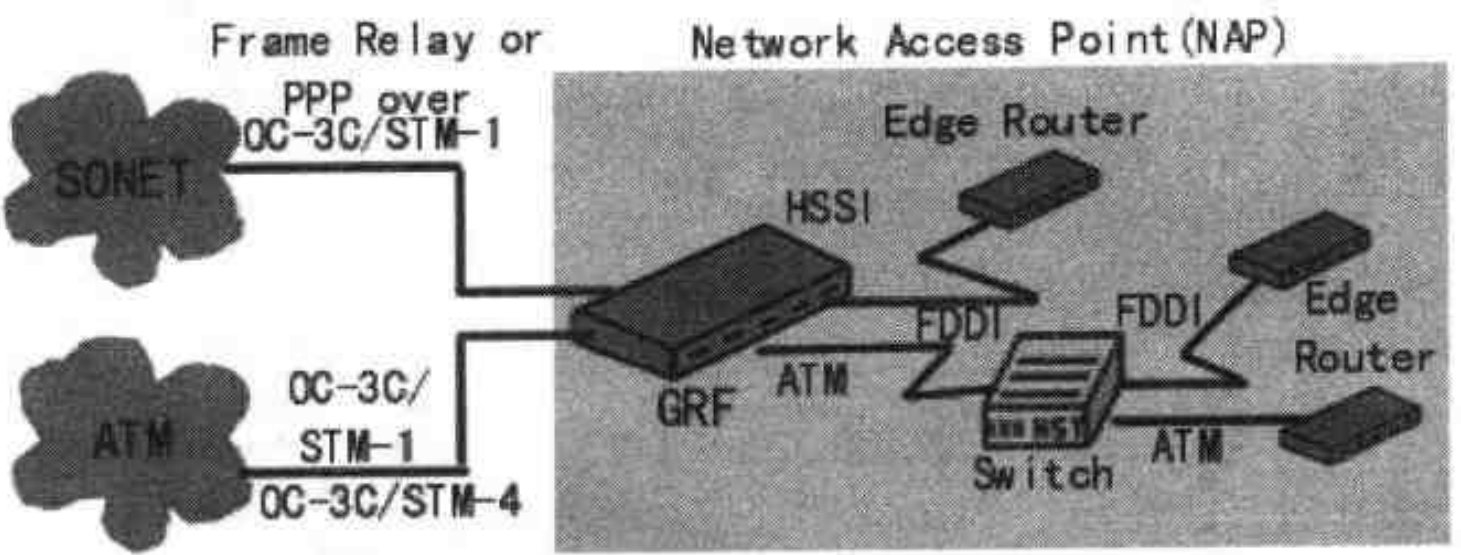
在 HSSI/D33、OC-3c/STM-1（ATM 或 SONET/SDH 上的 PPP）、快速以太网、FDDI 和 HIPPI 媒体上都可以实现对等会话。GRF 不但与目前的网络访问节点（NAP）环境相容，而且很轻易地融入了现存的拓扑结构中。它可以接受多种媒体类型，支持工业标准协议而且不需要额外增加软件或硬件。如图 24.2 所示，GRF 为未来扩展网络的需要提供了更方便更经济实惠的网络设计的选择余地。

图 24.2　GRF 为 NAP 提供的新选择。

GRF 是提高 NAP 环境的理想方式。它轻易地融入了现有的拓扑结构并为扩展网络提供了更加经济实惠的选择。由于支持诸如 OC-12c/STM-4、SONET/SDH OC-3c/STM-1 上的帧中继或 PPP 等多种媒体类型，所以它也为 NAP 设计提供了新的选择。

由于 GRF 的高聚集数据包转寄速率和对多种媒体类型的支持，所以它非常适合于通过高速媒体提供主干服务。设计者们可以采用 GRF 来建立大有前途的新型高速主干。

GRF 的高聚集带宽为诸如 VPN，虚拟访问网络（VAN）和个人主干的指定为 AS 的互操作提供了一个单独的方式。通过把各种功能汇总入一个系统，网络体系可以更好地


Frame Relay or
PPP over
OC-3C/STM-1
SONET
ATM
OC-3C/
STM-1
OC-3C/STM-4
Network Access Point(NAP)
Edge Router
HSSI
FDDI
FDDI
Edge
Router
GRF
ATM
Switch
ATM

在 GRF 的分配体系结构中，IP 转寄媒体卡执行第三层的数据包转寄。每个卡都与在卡基上所指示的交换机之间有一个 1Gbk 带宽的连接。由于加入了高性能卡，所以具有全部转寄性能和线性缩放性能。

GRF 最多可支持有 15000 个路由选择的路由表，这对于与预计中 Internet 地址空间的增长相协调来说是足够大了。在基于 chaach 的体系结构上进行整个路由表范围内查找的性能也有效地提高了。这些性能方面的特点使得 GRF 对第三层在交换速度方面进行决策，而并未使性能方面有任何降低——甚至是在复杂的动态路由环境下。

如果您想知道更多的关于 GRF400 的信息，请您访问站点：http://www.ascend.com/296.html。

应用程序

为了使服务供应商能与之进行有效地互接而且在交换通信中做到不耽误也不遗漏数据包，一个网络访问点（NAP）应该有一个稳定的方式。在一个 NAP 中，GRF 是与别的网络设备搭配使用的理想选择。它支持很多种路由协议，包括 RIP1、RIP2、BGP4、OSPF 和 IS－IS。而且 GRF 在不需增加数据包转寄速率的情况下最多可以支持 64 个逻辑对等的会话。

在 HSSI/D33、OC-3c/STM-1（ATM 或 SONET/SDH 上的 PPP）、快速以太网、FDDI 和 HIPPI 媒体上都可以实现对等会话。GRF 不但与目前的网络访问节点（NAP）环境相容，而且很轻易地融入了现存的拓扑结构中。它可以接受多种媒体类型，支持工业标准协议而且不需要额外增加软件或硬件。如图 24.2 所示，GRF 为未来扩展网络的需要提供了更方便更经济实惠的网络设计的选择余地。

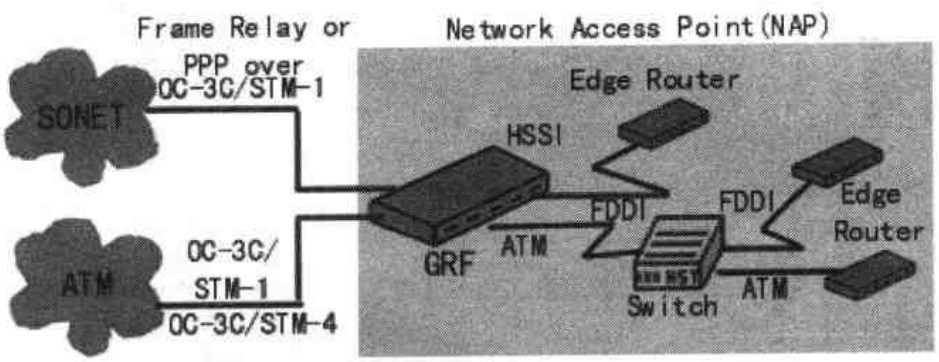


图 24.2　GRF 为 NAP 提供的新选择。

GRF 是提高 NAP 环境的理想方式。它轻易地融入了现有的拓扑结构并为扩展网络提供了更加经济实惠的选择。由于支持诸如 OC-12c/STM-4、SONET/SDH OC-3c/STM-1 上的帧中继或 PPP 等多种媒体类型，所以它也为 NAP 设计提供了新的选择。

由于 GRF 的高聚集数据包转寄速率和对多种媒体类型的支持，所以它非常适合于通过高速媒体提供主干服务。设计者们可以采用 GRF 来建立大有前途的新型高速主干。

GRF 的高聚集带宽为诸如 VPN，虚拟访问网络（VAN）和个人主干的指定为 AS 的互操作提供了一个单独的方式。通过把各种功能汇总入一个系统，网络体系可以更好地

管理传送通信并简化网络设计，如图 24.3 所示。

图 24.3　主干中的 GRF——不可超越的聚集性能

与 MAX TNT 相结合，GRF 为 ISP 和服务公司提供了史无前例的数据包聚集服务。这种强劲的方式在比八英尺更小的框架空间之内为千百个用户提供了支持。

一个单独的 GRF 可以轻易地处理来自于一个完全配置的 MAX TNT 的高容量通信。这种组合比设计一个使用多个交换器和路由器的 POP 环境更加简单和划算。一个包括一个 GRF 和一个 MAX TNT 的兆级 POP 方式戏剧性地缩小了所需的框架空间并降低了每一个利用端口的最低价格。如图 24.4 所示。

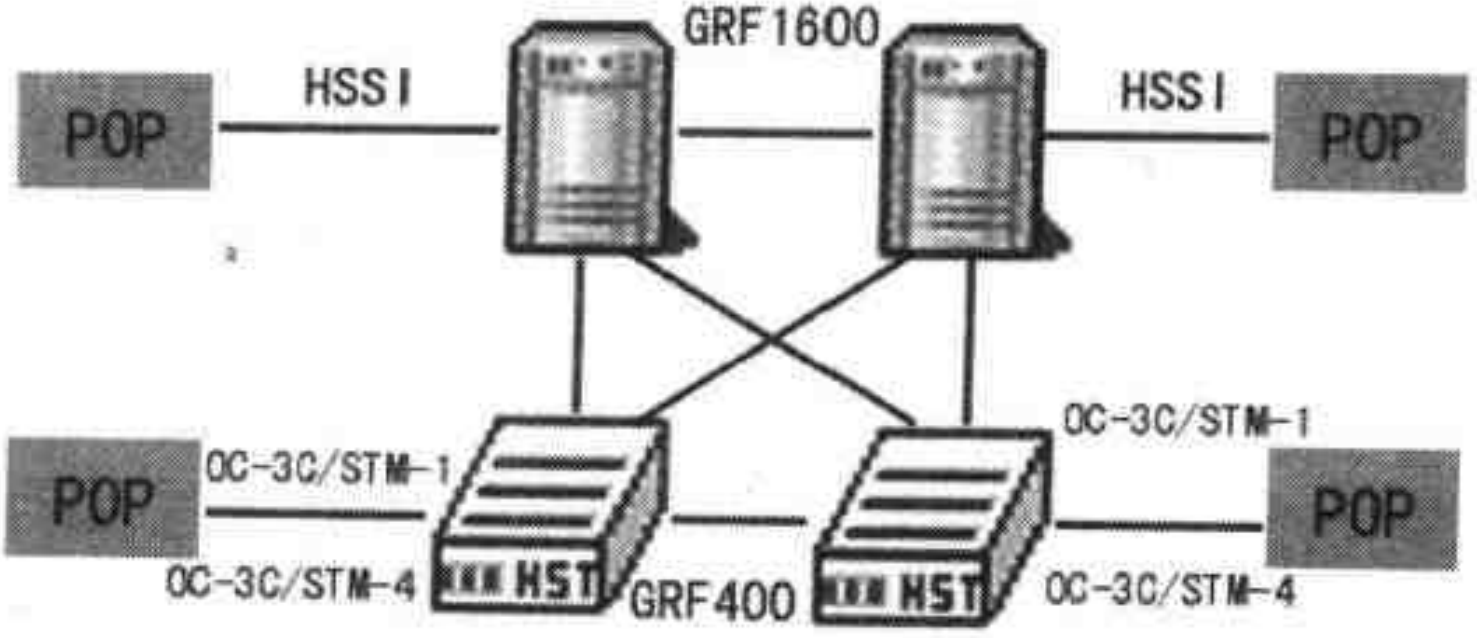
图 24.4　一个兆级 POP 配置的简图

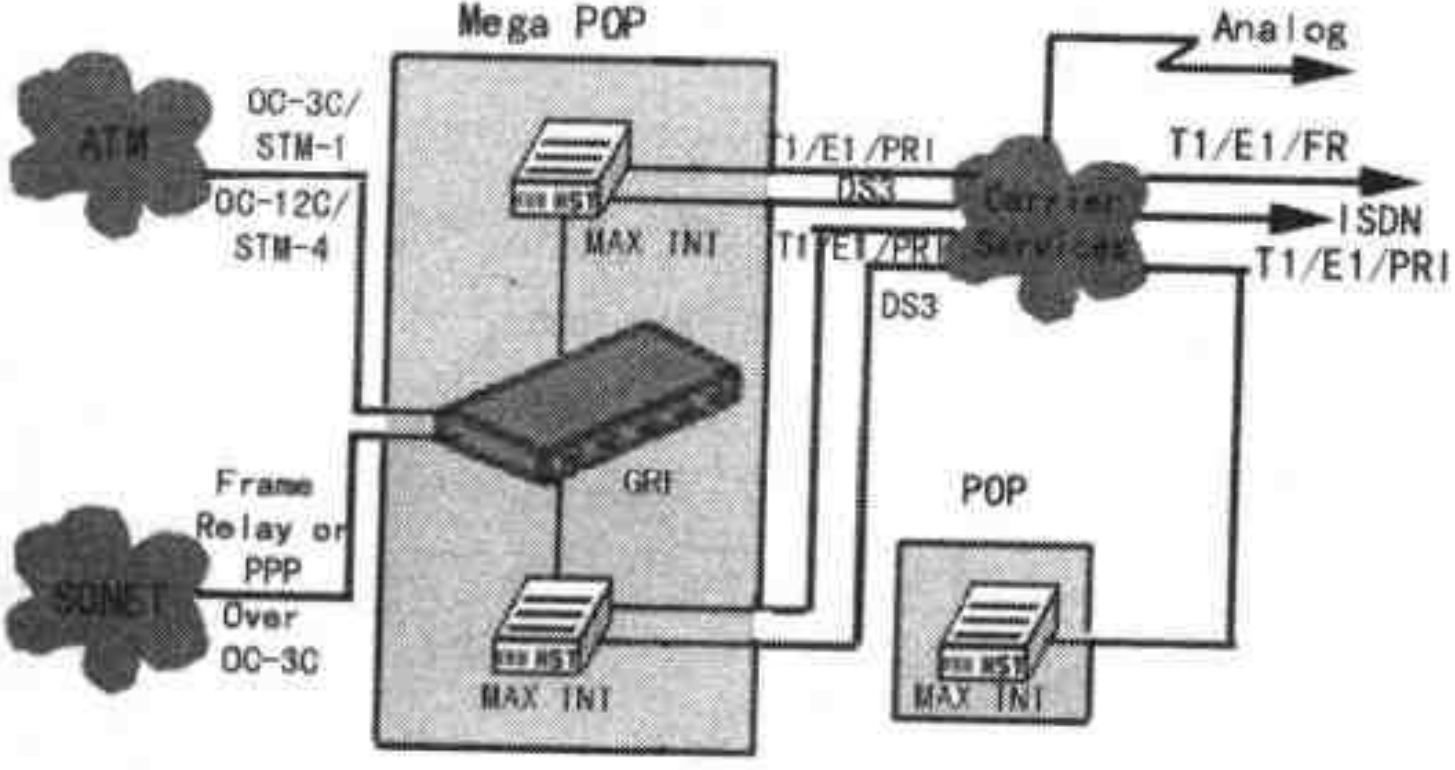
一个 GRF 可以在高速线路上与性能良好的服务器配合使用，保持对主干的访问并提供聚集服务。借助于对高速媒体（如 OC-3c/STM-1，OC-12c/STM-4 甚至 HIP1I）的支持，它可以在使用标准网络协议的情况下轻易地融入一个 ISP 的现有网络拓扑。

动态交换线路路由选择

为了进行远距离和对外交流，大公司、政府机构和其他一些借助于经过扩展的个人网络的组织仍然需要访问公共电话交换网（PSTN）。但不幸的是，公共网络的访问点往往是昂贵并且数量极少，这引起了瓶颈式的信号繁忙以及可能丧失的商业机会。

由于对可靠性的需要是很重要的，所以对 T1 线路和其他内部网络资源的高效利用，


GRF1600
HSSI
HSSI
POP
POP
POP
POP
OC-3C/STM-1
OC-3C/STM-1
OC-3C/STM-4
OC-3C/STM-4
HST
HST
GRF400


Mega POP
Analog
ATM
OC-3C/
STM-1
OC-12C/
STM-4
T1/E1/PRI
DS3
MAX INT
T1/E1/PRI
DS3
Carrier
Services
T1/E1/FR
ISDN
T1/E1/PRI
GRI
Frame
Relay or
PPP
Over
OC-3C
SONET
POP
MAX INT
MAX INT

管理传送通信并简化网络设计，如图 24.3 所示。

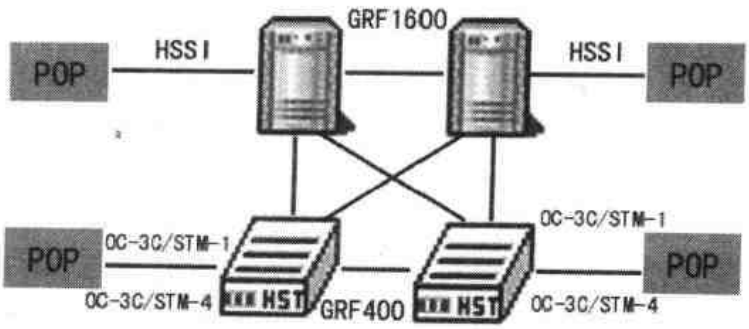


图 24.3　主干中的 GRF——不可超越的聚集性能

与 MAX TNT 相结合，GRF 为 ISP 和服务公司提供了史无前例的数据包聚集服务。这种强劲的方式在比八英尺更小的框架空间之内为千百个用户提供了支持。

一个单独的 GRF 可以轻易地处理来自于一个完全配置的 MAX TNT 的高容量通信。这种组合比设计一个使用多个交换器和路由器的 POP 环境更加简单和划算。一个包括一个 GRF 和一个 MAX TNT 的兆级 POP 方式戏剧性地缩小了所需的框架空间并降低了每一个利用端口的最低价格。如图 24.4 所示。

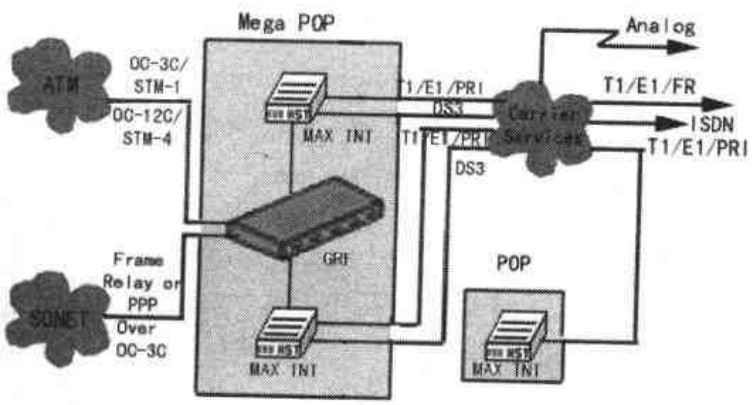


图 24.4　一个兆级 POP 配置的简图

一个 GRF 可以在高速线路上与性能良好的服务器配合使用，保持对主干的访问并提供聚集服务。借助于对高速媒体（如 OC-3c/STM-1，OC-12c/STM-4 甚至 HIP1I）的支持，它可以在使用标准网络协议的情况下轻易地融入一个 ISP 的现有网络拓扑。

动态交换线路路由选择

为了进行远距离和对外交流，大公司、政府机构和其他一些借助于经过扩展的个人网络的组织仍然需要访问公共电话交换网（PSTN）。但不幸的是，公共网络的访问点往往是昂贵并且数量极少，这引起了瓶颈式的信号繁忙以及可能丧失的商业机会。

由于对可靠性的需要是很重要的，所以对 T1 线路和其他内部网络资源的高效利用，

需要透明的公共网络访问。在多个网络公司之间交换以获得本地及长距离最佳速率的能力也是非常必要的——就比如说处理视频会议和其他逆向多路复用数据的能力。在个人分支交换机系统中这种需要可以被满足——但是费用太高了。而其他的方法根本无法满足这些需要。

我们需要一个解决的方法——就是把个人网络上所有的点都交给公共网络，同时提供新的存储费用方式，最大带宽并帮助测试服务质量。

Ascend 公司的 MAX 和带有 MAXDAX 功能的多带 MAX 远程访问集线器为我们创造了在个人企业网络上实现互连接的可能性。在 T1 线之间，或者在 T1 线和 ISDN PRI 之间 MAXDAX 软件可以交叉连接视频会议，声音和数据通信，这使得多重个人网络上的用户可以像在公共网络上一样互相进行访问和被访问。有了 MAXDAX、MAX 和多带 MAX，便可以根据事先设定的参数进行路由选择。

当有访问进来时，MAXDAX 将对照一个开工文件来检测它的目的地编号，然后决定这个访问应该被选择哪一个路由。如果这个访问必须要到这个个人网络之外的地方去，MAXDAX 可以决定这个访问将去哪儿并把它交付给为这个传送收费最低的公司。

MAXDAX 也可以根据访问的服务类型来决定路由的选择。这样一个模拟信号访问就可以由一个 56k 的调制解调器进行路由，一个 64Kbps 的访问可以由以太网端口或下行流直接路由选择至 ISDN 线的另一个通道，如图 24.5 所示。

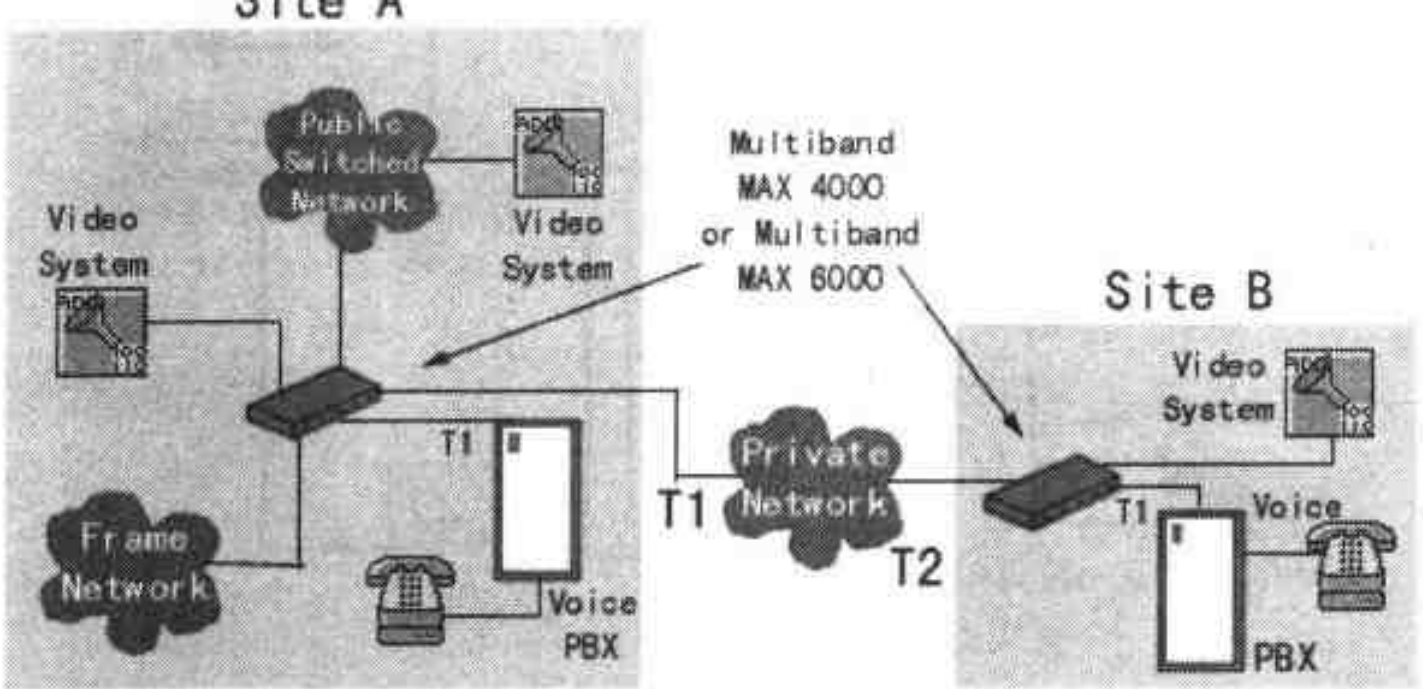
图 24.5　MAXDAX 软件赋予 MAX 先进的交叉连接能力，允许从一个个人网络的所有点对公共网进行访问或被访问。B 站点中不需要对公共网的访问点。

MAXDAX 创造的另一种可能就是直接线路映射。这个特点使得可以为专门类别的数据传输保留一定数量的通道。通过直接线路映射，我们可以建立介于 T1 线之间的固定线路或虚拟硬件线路用于处理优先访问或满足用户对于服务质量方面的要求。

通过增加动态交叉连接性能，MAXDAX 赋予了 MAX 和 MAX TNT 无可比拟的多种功能。

拥有 MAXDAX 的 MAX 和多带 MAX 的优点

- 实现了调制解调器，传真和声音访问到达本地 PBX 和到达位于一个下行流 MAX 或者 MAX 的另一个 PBX，以及到达本地用于 Internet/Intranet 数据的本地调制解调器的自动连接。


Site A
Public Switched Network
Video System
Video System
Multiband MAX 4000 or Multiband MAX 6000
Site B
Video System
T1
Private Network
T1
T2
Frame Network
T1
Voice
PBX
Voice
PBX

需要透明的公共网络访问。在多个网络公司之间交换以获得本地及长距离最佳速率的能力也是非常必要的——就比如说处理视频会议和其他逆向多路复用数据的能力。在个人分支交换机系统中这种需要可以被满足——但是费用太高了。而其他的方法根本无法满足这些需要。

我们需要一个解决的方法——就是把个人网络上所有的点都交给公共网络，同时提供新的存储费用方式，最大带宽并帮助测试服务质量。

Ascend 公司的 MAX 和带有 MAXDAX 功能的多带 MAX 远程访问集线器为我们创造了在个人企业网络上实现互连接的可能性。在 T1 线之间，或者在 T1 线和 ISDN PRI 之间 MAXDAX 软件可以交叉连接视频会议，声音和数据通信，这使得多重个人网络上的用户可以像在公共网络上一样互相进行访问和被访问。有了 MAXDAX、MAX 和多带 MAX，便可以根据事先设定的参数进行路由选择。

当有访问进来时，MAXDAX 将对照一个开工文件来检测它的目的地编号，然后决定这个访问应该被选择哪一个路由。如果这个访问必须要到这个个人网络之外的地方去，MAXDAX 可以决定这个访问将去哪儿并把它交付给为这个传送收费最低的公司。

MAXDAX 也可以根据访问的服务类型来决定路由的选择。这样一个模拟信号访问就可以由一个 56k 的调制解调器进行路由，一个 64Kbps 的访问可以由以太网端口或下行流直接路由选择至 ISDN 线的另一个通道，如图 24.5 所示。

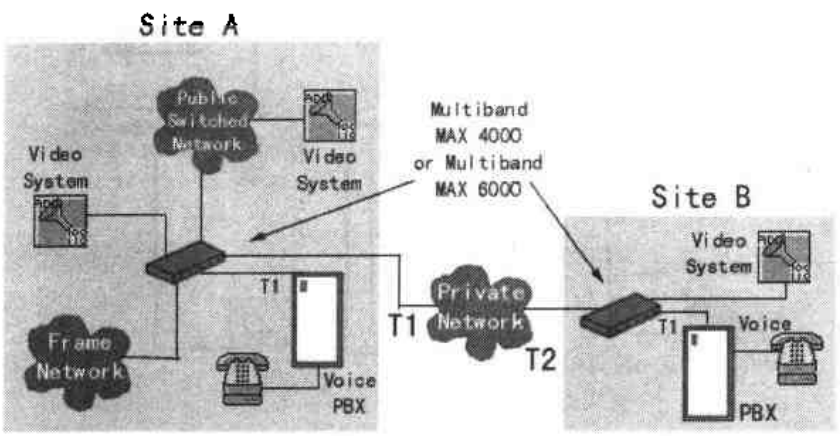


图 24.5　MAXDAX 软件赋予 MAX 先进的交叉连接能力，允许从一个个人网络的所有点对公共网进行访问或被访问。B 站点中不需要对公共网的访问点。

MAXDAX 创造的另一种可能就是直接线路映射。这个特点使得可以为专门类别的数据传输保留一定数量的通道。通过直接线路映射，我们可以建立介于 T1 线之间的固定线路或虚拟硬件线路用于处理优先访问或满足用户对于服务质量方面的要求。

通过增加动态交叉连接性能，MAXDAX 赋予了 MAX 和 MAX TNT 无可比拟的多种功能。

拥有 MAXDAX 的 MAX 和多带 MAX 的优点

- 实现了调制解调器，传真和声音访问到达本地 PBX 和到达位于一个下行流 MAX 或者 MAX 的另一个 PBX，以及到达本地用于 Internet/Intranet 数据的本地调制解调器的自动连接。

- 可以把数字化访问路由至位于 MAX 或多带 MAX 的任何一个应用端口。
- 可以接收来自于公共网络的逆向多路复用视频会议访问并将它们路由至个人网络中的优先地点。
- 允许在 WAN 数据包数据网络故障的情况下使用交换数据网来进行备份和恢复。
- 在执行先进的 PBX 互连接任务时显然需要价格不菲的 PBX 升级。

ISDN 和视频会议

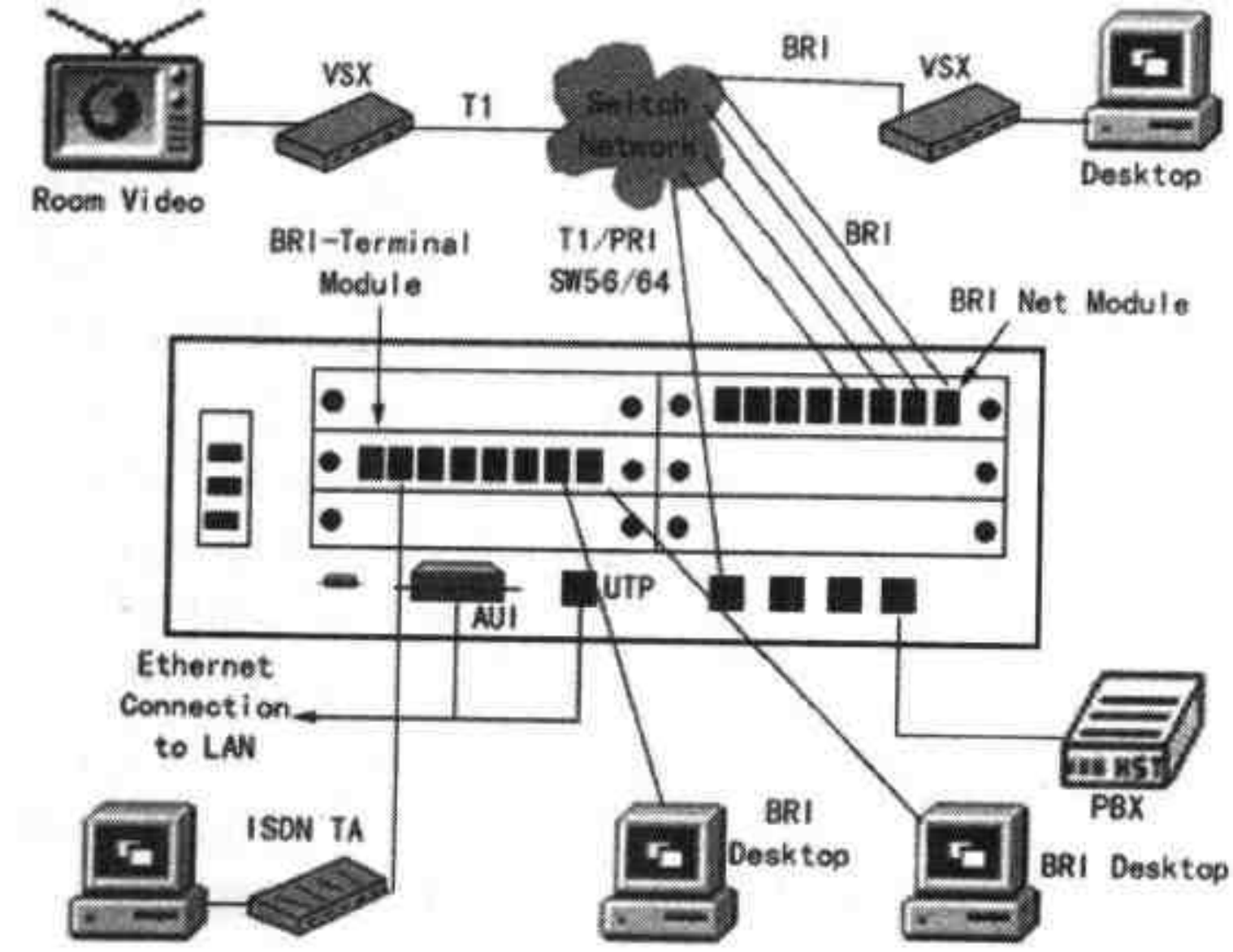
线路交换视频会议系统的安装对网络管理器提出了重大的挑战——而且也将引起很大的花费——它们必须对大量的标准和服务进行归并和整理。在公共网络和个人网络中包含了许多不同的线路类型和发信号的理论。

另外，ISDN 交换服务做为对目前所提供线路的一种低花费、高带宽的变通选择已变得越来越普及。所以，ISDN 对于内部线路交换视频会议应用程序来说特别有吸引力。那么网络管理器如何有效地利用 ISDN 的带宽来发展在公司的交换网络环境中发展并不昂贵的线路交换视频会议呢？

如果您使用过介于内部线路和外部线路之间的交换连接，那就会找到问题的答案。网络管理器也就可以分析出带宽要求变动的动态方式中的带宽了。

在 Ascend 公司的 MAX 产品群体中有两个典型的系列——多带 MAX 和 MAX4000 系列，设计它们就是为了处理对线路基于交换的视频会议应用程序的需要。这两类产品都提供了多种终端侧的接口并可以通过不同的 PSDN 传送数据。在这些 MAX 产品的核心部分是一个叫做 ISDN 基本速率接口（BRI）终端接口模块的扩展槽卡。基本速率接口（BRI）ISDN S/T 接口遵照 I430 标准并可支持最远在大概 3000 英尺（在无中继器的情况下，标准 ISDN 电缆的运行长度为 1000 米）外的终端，如图 24.6 所示。

图 24.6　在这些 MAX 产品的核心部分是一个叫做 ISDN 基本速率接口（BRI）终端接口模块的扩展槽卡。BRI ISDN S/T 接口遵照标准 I430 并可支持最远在 3000 英尺外的终端。


VSX
T1
Switch Network
BRI
VSX
Room Video
Desktop
BRI-Terminal Module
T1/PRI SW56/64
BRI
BRI Net Module
AUI
UTP
Ethernet Connection to LAN
PBX
ISDN TA
BRI Desktop
BRI Desktop

- 可以把数字化访问路由至位于 MAX 或多带 MAX 的任何一个应用端口。
- 可以接收来自于公共网络的逆向多路复用视频会议访问并将它们路由至个人网络中的优先地点。
- 允许在 WAN 数据包数据网络故障的情况下使用交换数据网来进行备份和恢复。
- 在执行先进的 PBX 互连接任务时显然需要价格不菲的 PBX 升级。

ISDN 和视频会议

线路交换视频会议系统的安装对网络管理器提出了重大的挑战——而且也将引起很大的花费——它们必须对大量的标准和服务进行归并和整理。在公共网络和个人网络中包含了许多不同的线路类型和发信号的理论。

另外，ISDN 交换服务做为对目前所提供线路的一种低花费、高带宽的变通选择已变得越来越普及。所以，ISDN 对于内部线路交换视频会议应用程序来说特别有吸引力。那么网络管理器如何有效地利用 ISDN 的带宽来发展在公司的交换网络环境中发展并不昂贵的线路交换视频会议呢？

如果您使用过介于内部线路和外部线路之间的交换连接，那就会找到问题的答案。网络管理器也就可以分析出带宽要求变动的动态方式中的带宽了。

在 Ascend 公司的 MAX 产品群体中有两个典型的系列——多带 MAX 和 MAX4000 系列，设计它们就是为了处理对线路基于交换的视频会议应用程序的需要。这两类产品都提供了多种终端侧的接口并可以通过不同的 PSDN 传送数据。在这些 MAX 产品的核心部分是一个叫做 ISDN 基本速率接口（BRI）终端接口模块的扩展槽卡。基本速率接口（BRI）ISDN S/T 接口遵照 I430 标准并可支持最远在大概 3000 英尺（在无中继器的情况下，标准 ISDN 电缆的运行长度为 1000 米）外的终端，如图 24.6 所示。

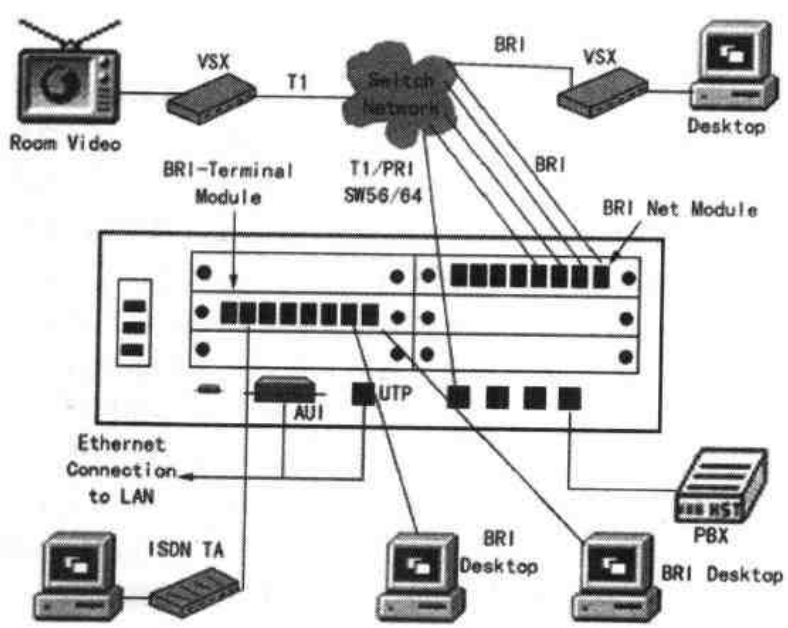


图 24.6　在这些 MAX 产品的核心部分是一个叫做 ISDN 基本速率接口（BRI）终端接口模块的扩展槽卡。BRI ISDN S/T 接口遵照标准 I430 并可支持最远在 3000 英尺外的终端。

ISDN 可以为任何可以想像的电话应用提供带宽。其中有两种性能标准：BRI ISDN 提供两个 64Kb/sec "B"（持信者）通道和一个单独的 16Kb/sec "D"（数据）通道，PRI（原始速率接口）ISDN 有 23 个 "B" 通道和一个 64Kb/sec 的 "D" 通道。

每个 ISDN BRI 终端接口模块卡提供 8 个 BRI 端口，而且 MAX 基本单元也最多可支持 4 个 BRI 卡，所以总共可以有 32 介 BRI 端口。这些模块卡可以在任何的网络或终端端口的配合下工作——建立一个 3-终端卡和一个网络卡是非常可能的。MAX 单元最多可以提供四个 T1（或 ISDN PRI）连接。

MAX 工作起来就像是一个网络交换器——通过网络接口卡，每个模块卡可支持本地端口到端口的呼叫或是公共访问呼叫。当 T1 线路的可利用带宽没有完全用于 MAX 的网桥/路由和 AIM/绑定功能时，MAX 产品就可以将带宽的富余部分用于到达其他网络设备（如 PBX）的通道。通过一个 PRI-T1 转换或一个 T1 "点击并插入"（drop and insert）功能都可以做到这一点。基于这种模式，许多种扩展槽卡都可以用于（或包含于）MAX 产品。这包含了多带逆向多路复用卡，以太网功能卡——比如 32 通道的高速数据链路协议（HDLC）处理器卡，数字调制解调器卡和 V.110 终端访问（TA）卡。

可以通过三种方法来完成对 MAX 产品的管理，一种是通过 R2S232 端口采用 VT100 终端的方法，一种是通过同一端口使用 Ascend 公司的掌上控制器的方法，或是采用简单网络管理协议。

24.2　3Com CoreBuilder 3500 Layer3 高功能交换器

在线教育和训练工具、视听游戏和即时视频（video-on-demand）的爆炸性发展驱使着人们在工作中和家中对多媒体应用程序的需求。人们对这些在功能上有了革命性突破的应用程序的高度渴求对那些要负责保持网络性能和可靠性的网络管理员们提出了许多新的挑战。

由于网络变得越来越复杂而且人们对网络性能的要求也越来越高，所以组织机构就需要更高的能力来管理这些体系结构，以增加对于用户的透明度。网络管理器必须能够建立有弹性的，可缩放的并且容易管理的网络方式。用户们也希望它们的应用程序——当然是很复杂的——能够马上被采用而且反应极其迅速。3Com 公司的 ComBuilder 3500 Layer 3 高功能交换器和 TranscendWare 软件为实现这些目标提供了支持，而且首次建立了一个具有在提供策略性服务时能够缩放性能和管理增长的正确工具的网络。

从单点传送这个角度来说，关于传送多媒体的传统意义已不再合适时，许多管理者已在转向在个人网络中进行多路广播和在 Internet 上进行 IP 多路广播来应付日益增长的多媒体加载程序。他们同时也在转移入交换网络来解决多媒体应用程序对带宽的需求。但是，多路广播和 IP 多路广播在交换环境下也存在问题——因为它们可以使交换器"泛滥"。而且，解决这些困难的方法——比如 IGMP 探听和虚拟局域网（VLAN）——都需要处理器增强而且经常要对交换器加入额外负载，特别是在边缘部分。目前正在酝酿出现的一种理想方式是 GARP 多路广播登记协议（GMRP）。

3Com CoreBuilder 3500 Lay3 高功能交换器重新定义了在高端交换和路由中的功能，特别是在 IP 多路广播的特点方面。这种交换器是围绕复杂而又先进的第三代应用程序专用集成电路（ASIC）技术建造的，它提供了导线速度的第二层和第三层通信转寄并支持使用在目前的网络设备情况下最为先进的基于策略的服务来支持实时、多媒体网络通信。通过与灵活的 VLAN 支持、多路广播服务、多协议路由选择，以及通过远程监控（RMON）和漫游分析端口（RAP）的网络管理这些技术相结合，CoreBuilder 3500 Lay3 高功能交换器可以提供一个稳定而有弹性的网络结构。

这种交换器本来是设计用来做为主干 LAN 路由器的——为实现第三层转寄功能去代替传统 LAN 路由器。后来这种交换器也被用做一种边缘设备，用来执行在与一个兆位以太网或 ATM 连接的情况下第三层的转寄任务。

今天人们对网络的要求再也不是以前那种把 80%的通信量留给本地，而把剩下的部分留给到达集中式服务器或一个企业网其他部分主干的模式了。现在，只有 50%的通信量用于本地，同时还要保持穿越工作组和到达主干的平衡。由于共享媒体桌面连接正在迅速地变为支持增加通信负载的交换连接，所以 IP 多路广播已在变为现实。但也有立即就能对这种发展产生冲击的因素——人们首先想到了在 LAN 段上使用的传统主干路由器，穿过 IP 子网和 IPX 网络边界的通行量忽然增加了那么多，会使这些传统的路由器成为通信流中的瓶颈。原因是人们对传统的路由器进行了优化来让它们处理一系列不同的媒体种类和速度，这种情况下，转换和缓冲能力是最重要的——而不是导线速度吞吐量或低等待时间。路由器空间里一些新的项目在性能上有了很大的改善——有些达到了 1 百万 pps——在一个收费极其昂贵的站点有人已经实现了这个速度。

今天的 LAN 结构需要一个新的方式来解决正向通信穿过网络边界的问题。这个办法不是一种结合了目前第二层交换器和 LAN 路由器，并加入了超过传统 LAN 路由器所能支持的性能的新型网络设备。这些新型设备已经被称为“第三层交换器”，但这个名称并不能完全反映 Core Builder 3500 Lay3 交换器的功能。这种产品能以导线速度将数据包路由通过 10/100Mbps 的以太网端口，最大可扩大至 4Mpps。CoreBuilder 3500 Lay3 交换器与第二层交换器结合使用还具有低等待时间的特点，代表性数据为 15～30 微秒。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器也对复杂的 Cos 和 Qos 性能提供支持，在不影响性能的情况下，可以对不同等级的服务进行不同种类的通信。

网络并不全都依赖于以太网。FDDI 和 ATM 是流行的 LAN 主干技术。如果要使用多媒体应用程序，在没有别的主干技术的情况下可以采用 ATM。象千兆位以太网这样更新颖的技术有潜力成为将来的 LAN 主干结构。一些千兆位以太网交换器逐渐可用来支持 Cos 和 Qos——不仅如此，如果与巨大的带宽相结合，这种交换器有能力在 Ethernet LAN 上为视频、音频和多媒体提供级别充足的服务。

由于并不象 ATM Qos 那样固定，千兆位以太网可以以较低的价格在复杂状态下被采用。基于这个事实，所能考虑到的用于主干网络的网络设备必须提供一个与这种技术相互连接的方法，并为那将被改变主干技术的网络提供迁移的路径。在这方面 CoreBuilder 3500 交换器有很强的能力，如图 24.7 所示。

3Com 扩展了 FIRE 可编程 ASIC 能力，并且可通过在硅片中嵌入一个处理器而增强这种扩展。这赋予了 FIRE 一个 ASIC 性能并使它同样具有可扩展性。未来的增强——

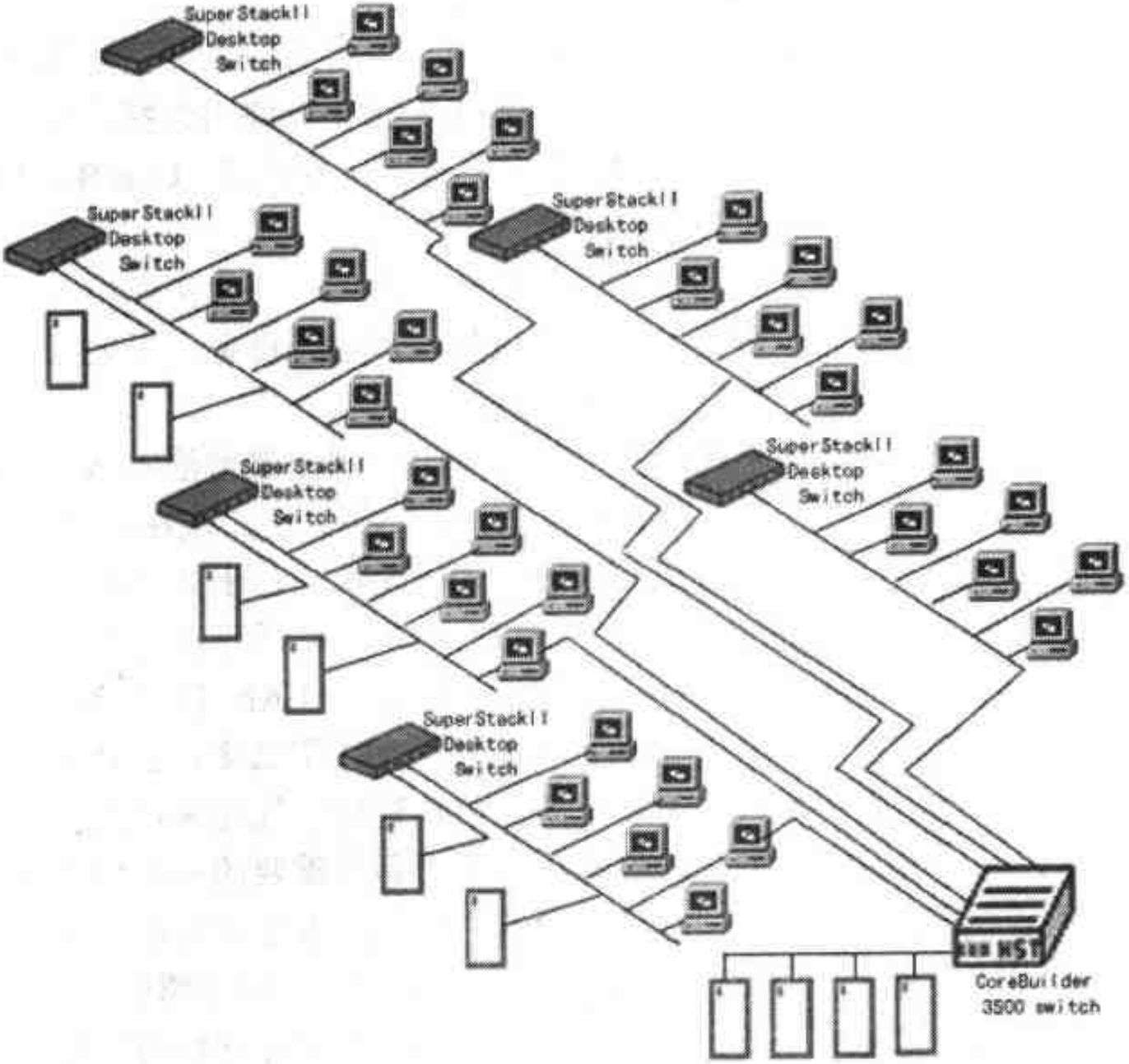
比如 IPv6——可以在不需产品升级和牺牲性能的情况下进行合并。这个对未来的验证结果是为解决发展下一代交换机方式的考虑。

图 24.7　CoreBuilder 3500 交换机用作 LAN 主干路由器。资料来源：3Com 参考库

FIRE 引入了分布式数据包处理（Distributed Packet Processing，DDP）。通过 DDP，多路广播分布式转寄处理机可以将数据包快速而独立地传过系统。在数据包贯穿管道线路传播的过程中，系统将做以下的工作：

1. 核对帧完整性
2. 为相关的管理信息库（MIB），包括远程监控（RMON）获取统计信息
3. 确定 VLAN
4. 区分桥接帧和路由帧
5. 对指定数据流分类
6. 管辖流及保留预订中的数据速率
7. 申请筛选程序
8. 在路由选择或进行标记时修改数据包头标
9. 申请优先权
10. 传输数据包

在单个的管道线路中，有好几个 ASIC 同时对各点传送帧进行处理。这种平行工作的方式及管道线路传送把第二层和第三层的转寄性能带到了一个新的水平，所有端口都以导线速度进行单向传送、多路广播和广播通信。


SuperStack II
Desktop
Switch
SuperStack II
Desktop
Switch
SuperStack II
Desktop
Switch
SuperStack II
Desktop
Switch
SuperStack II
Desktop
Switch
CoreBuilder
3500 switch

比如 IPv6——可以在不需产品升级和牺牲性能的情况下进行合并。这个对未来的验证结果是为解决发展下一代交换机方式的考虑。

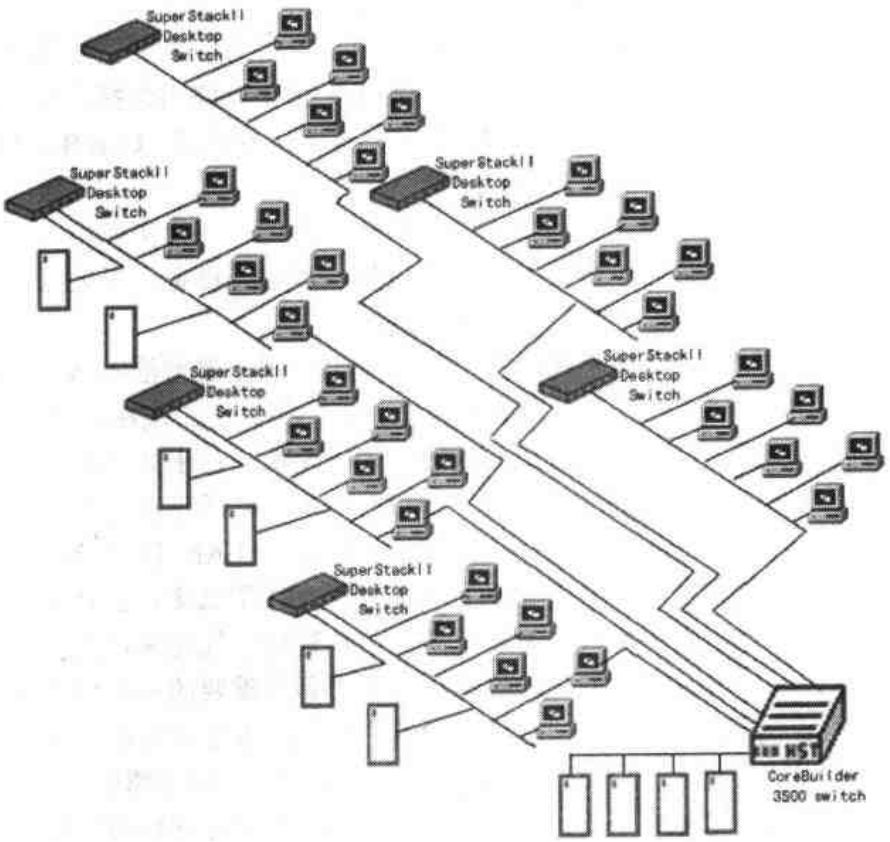


图 24.7　CoreBuilder 3500 交换机用作 LAN 主干路由器。资料来源：3Com 参考库

FIRE 引入了分布式数据包处理（Distributed Packet Processing，DDP）。通过 DDP，多路广播分布式转寄处理机可以将数据包快速而独立地传过系统。在数据包贯穿管道线路传播的过程中，系统将做以下的工作：

1. 核对帧完整性
2. 为相关的管理信息库（MIB），包括远程监控（RMON）获取统计信息
3. 确定 VLAN
4. 区分桥接帧和路由帧
5. 对指定数据流分类
6. 管辖流及保留预订中的数据速率
7. 申请筛选程序
8. 在路由选择或进行标记时修改数据包头标
9. 申请优先权
10. 传输数据包

在单个的管道线路中，有好几个 ASIC 同时对各点传送帧进行处理。这种平行工作的方式及管道线路传送把第二层和第三层的转寄性能带到了一个新的水平，所有端口都以导线速度进行单向传送、多路广播和广播通信。

在输出时必须完成所有的缓冲——因为所有的必需性检查和数据更新都要在一个数据包到达输出阶段之前完成。这是为了避免出现在内存中存取一个数据包这一所有性能中最昂贵的情况的出现。

先进的 LAN 交换器的性能潜力是建立在一个智能化设计的内存子系统之上的。有了 FIRE，一个缓冲内存端口与转寄引擎之间是直接关联的。由于它们每个转寄引擎都加入了接口模块，所以内存也扩大了。内存与转寄引擎之间的关系并不是固定的，但是系统中所有的转寄引擎都可以对内存进行利用。

在这种物理分布方式下，共享内存仍然在性能方面提供了一种动态的增长，特别是对于多路广播转寄。FIRE 按照接收帧的尺寸对缓冲区进行分配（并且是动态分配），所以大的数据包得到了大的缓冲区，而小的数据包只能得到小的缓冲区。

这种方式有效地利用了内存并提高了系统处理大通信量组的能力，并而且不会丢失数据包，如图 24.8 所示。然后把这些动态构造的缓冲区在每一个端口座和公用区域中的双层结构中进行分配。这种排列允许 FIRE 为每一个接口保证一个固定大小的缓冲区，这样就可以在不用尽资源的前提下处理大型数据组。通过这种方式就达到了在有效利用的同时具备卓越的性能。

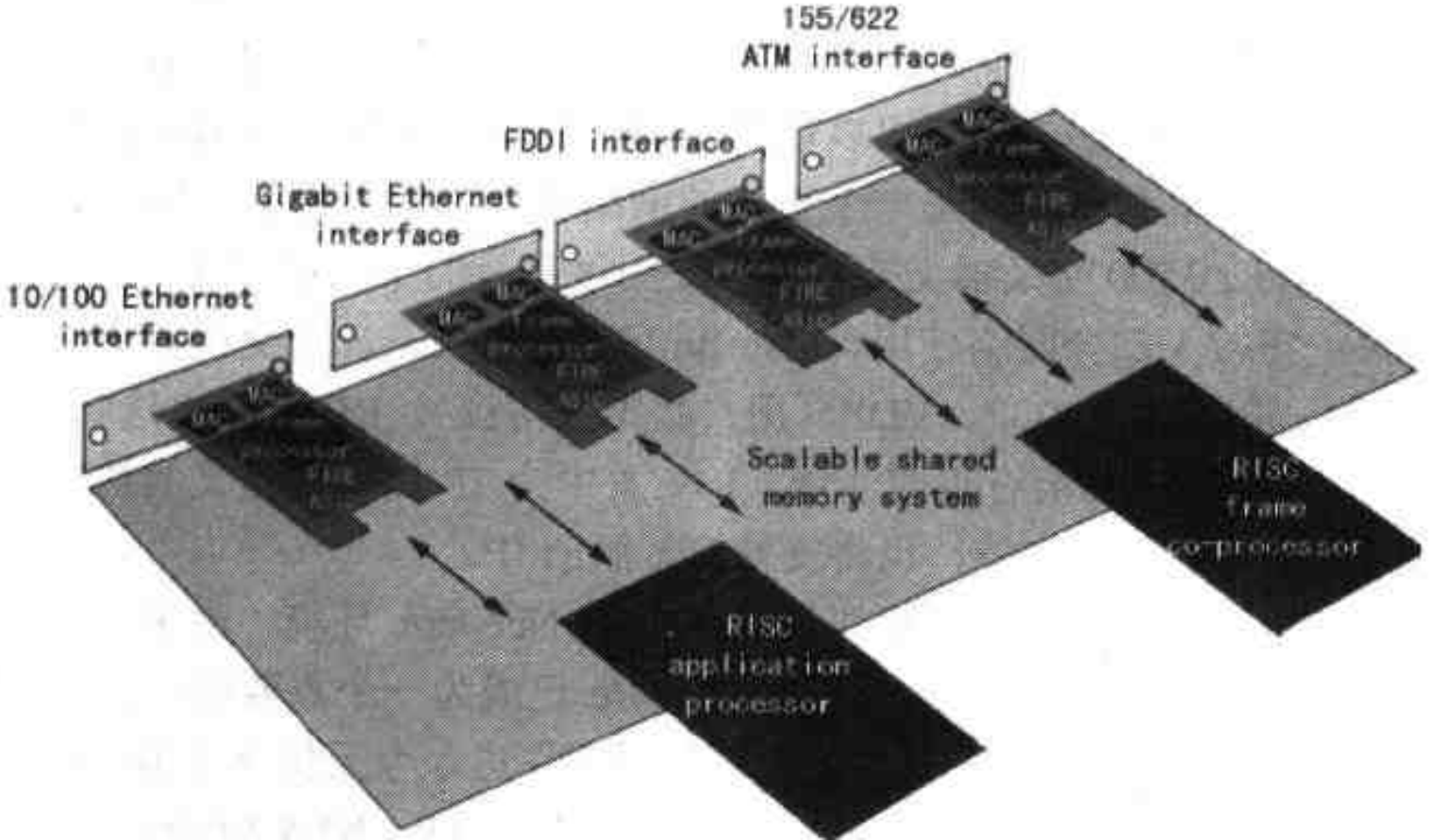
图 24.8　系统扩大时的性能扩展。资料来源：3com 参考库

传统的 LAN 交换器的缓冲区以单列方式输出通信。通信是以一种“先入者先出”的方式进行保存的，而在这个单列已满的情况下，通信量的“过剩”部分就将被废弃，较大的单列则允许加入等待时间。这个缺点使得人们很难运行实时和多媒体应用程序。为了解决这个问题，3COM 引入了 PACE 技术。这种技术允许通过相同的以太 LAN 进行不同级别的服务，同时对等待时间和变异度进行控制。

特征

包括 Core Builder 在内的特征为：

• VLAN：通过孤立的广播域提供更高的网络性能。VLAN 的三种类型均被支持：


155/622
ATM interface
FDDI interface
Gigabit Ethernet
interface
10/100 Ethernet
interface
Scalable shared
memory system
RISC
frame
coprocessor
RISC
application
processor

在输出时必须完成所有的缓冲——因为所有的必需性检查和数据更新都要在一个数据包到达输出阶段之前完成。这是为了避免出现在内存中存取一个数据包这一所有性能中最昂贵的情况的出现。

先进的 LAN 交换器的性能潜力是建立在一个智能化设计的内存子系统之上的。有了 FIRE，一个缓冲内存端口与转寄引擎之间是直接关联的。由于它们每个转寄引擎都加入了接口模块，所以内存也扩大了。内存与转寄引擎之间的关系并不是固定的，但是系统中所有的转寄引擎都可以对内存进行利用。

在这种物理分布方式下，共享内存仍然在性能方面提供了一种动态的增长，特别是对于多路广播转寄。FIRE 按照接收帧的尺寸对缓冲区进行分配（并且是动态分配），所以大的数据包得到了大的缓冲区，而小的数据包只能得到小的缓冲区。

这种方式有效地利用了内存并提高了系统处理大通信量组的能力，并而且不会丢失数据包，如图 24.8 所示。然后把这些动态构造的缓冲区在每一个端口座和公用区域中的双层结构中进行分配。这种排列允许 FIRE 为每一个接口保证一个固定大小的缓冲区，这样就可以在不用尽资源的前提下处理大型数据组。通过这种方式就达到了在有效利用的同时具备卓越的性能。

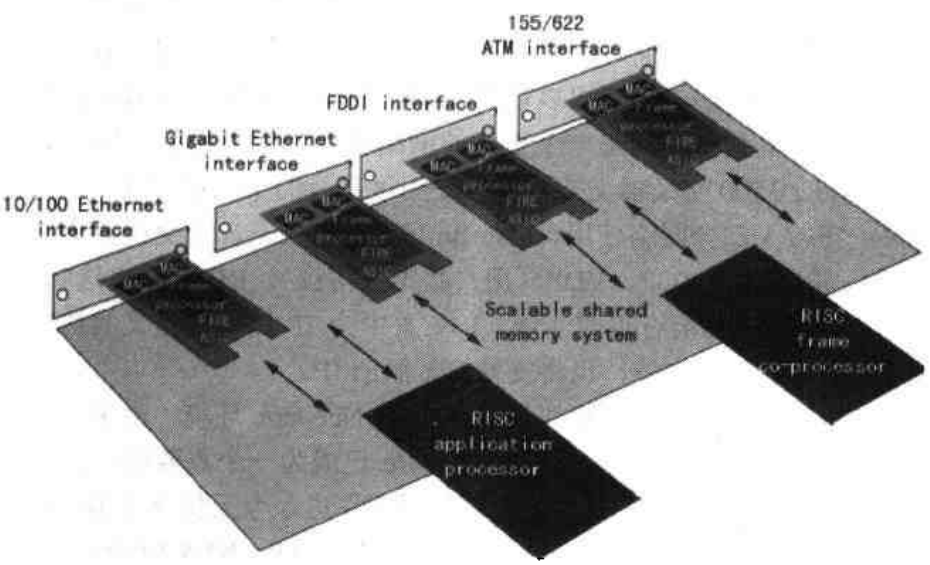


图 24.8　系统扩大时的性能扩展。资料来源：3com 参考库

传统的 LAN 交换器的缓冲区以单列方式输出通信。通信是以一种“先入者先出”的方式进行保存的，而在这个单列已满的情况下，通信量的“过剩”部分就将被废弃，较大的单列则允许加入等待时间。这个缺点使得人们很难运行实时和多媒体应用程序。为了解决这个问题，3COM 引入了 PACE 技术。这种技术允许通过相同的以太 LAN 进行不同级别的服务，同时对等待时间和变异度进行控制。

特征

包括 Core Builder 在内的特征为：

• VLAN：通过孤立的广播域提供更高的网络性能。VLAN 的三种类型均被支持：

基于端口的 VLAN 在一个桥组内是一个“任意”组；基于协议的 VLAN 是一个端口集合，这些端口被设计成一个为指定的第三层协议系列的数据包进行服务的 VLAN 接口；基于网络的 VLAN 也是一个端口集合，这些端口被设计成一个为指定的第三层网络地址的数据包服务的 VLAN 接口。

- 干线：是通过一个端口组进行聚集通信从而形成介于交换器之间的管道或到达其他交换器的容错管道的理论。考虑到树、筛选、VLAN 成员关系等等因素，干线组通常被当作一个单独的第二层管道对待。
- 通信控制机制：被支持避免某种通信的传播，数据包筛选允许用户定义会引起那些到达或来自指明的源或目的地址的通信发生阻塞，还允许用户定义许多其他规划。协议筛选避免了某种协议在特定端口被进行处理。路由筛选避免了在选定的接口对路由做广告。这种筛选类型主要是一种安全性能。
- 多路广播数据包防火墙：对多路广播数据包转寄的速度进行了限制。

由于结构庞大，所以建立平面的第二层网络是出于性能和简化方面的原因，这样使得第三层控制的必要性显得突出了。用户已在完善他们所认识的关于第二层（仅仅关于第二层）的设计问题：广播风暴、跨越树拓扑使数据路径的使用效率变低、有限的不相似网络连接、安全问题等等一些几年前引发路由器使用的问题。那些理智的用户通过努力减少网络中路由的数量来减少等待时间并提高性能。现在，CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器成为解决问题的办法——它可以以第二层交换器的水平提供第三层转寄。网络仍能从第二层交换器那里获益，但是一个正确的网络设计必须平衡第二层和对第三层网络的控制。CoreBuilder 3500 变换器支持目前所使用最普及的第三层协议，它们是：

- IP 协议：正被大部分网络使用。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器中结合了所有的 IP 支持，其中包括 TCP、VDP（用户数据报协议）、RIP（路由选择信息协议）、OSPF、DVMFP，和所有说明注释（RFC）中为 IP 路由所定义的协议，单向传送和多路广播通信均被支持，也将支持第 6 版的 IP。
- IPX 协议：互联网络分组交换协议，使用于 Netware 环境，由于现在大部分网络都有一些对 Netware 的使用，所以 Netware 已成为一个重要的协议。虽然 Novell 公司未来的方向是朝向 IP 的，但 IPX 几乎正在进入今天仅支持 IP 模式的计算机。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器支持 IPX RIP、SAP、NLSP 和所有 IPX 以太网封装类型。
- AppleTalk 2：依然在大型网络中无所不在，并且几乎正受到 Apple 电脑所追求的单一 IP 方向的支持。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器支持 AppleTalk 的 SNAP、AARP、DDP、RTMP、ZIP、AEP 和 NBP。
- Autocast VLAN：基于 IGMP 和所接收到的 IP 多路广播路由数据包对 IP 多路广播进行筛选。在遵循 IGMP 数据包的端口将涌进大量的多路广播通信量。多路广播数据包也将涌进那些到达其他多路广播路由器的 DRMRP 端口。这对于那些到达多个位置的流视频和需要向许多主机发送大量大型数据库拷贝（比如在财政贸易层上）的应用程序来说是一件好事。
- PACE 技术：这个 3COM 访问控制协议也被支持。它与 PACE NIC 结合起来工作可以为某个通信级别提供优先权并在以大网中对等待时间和变异度进行约束。

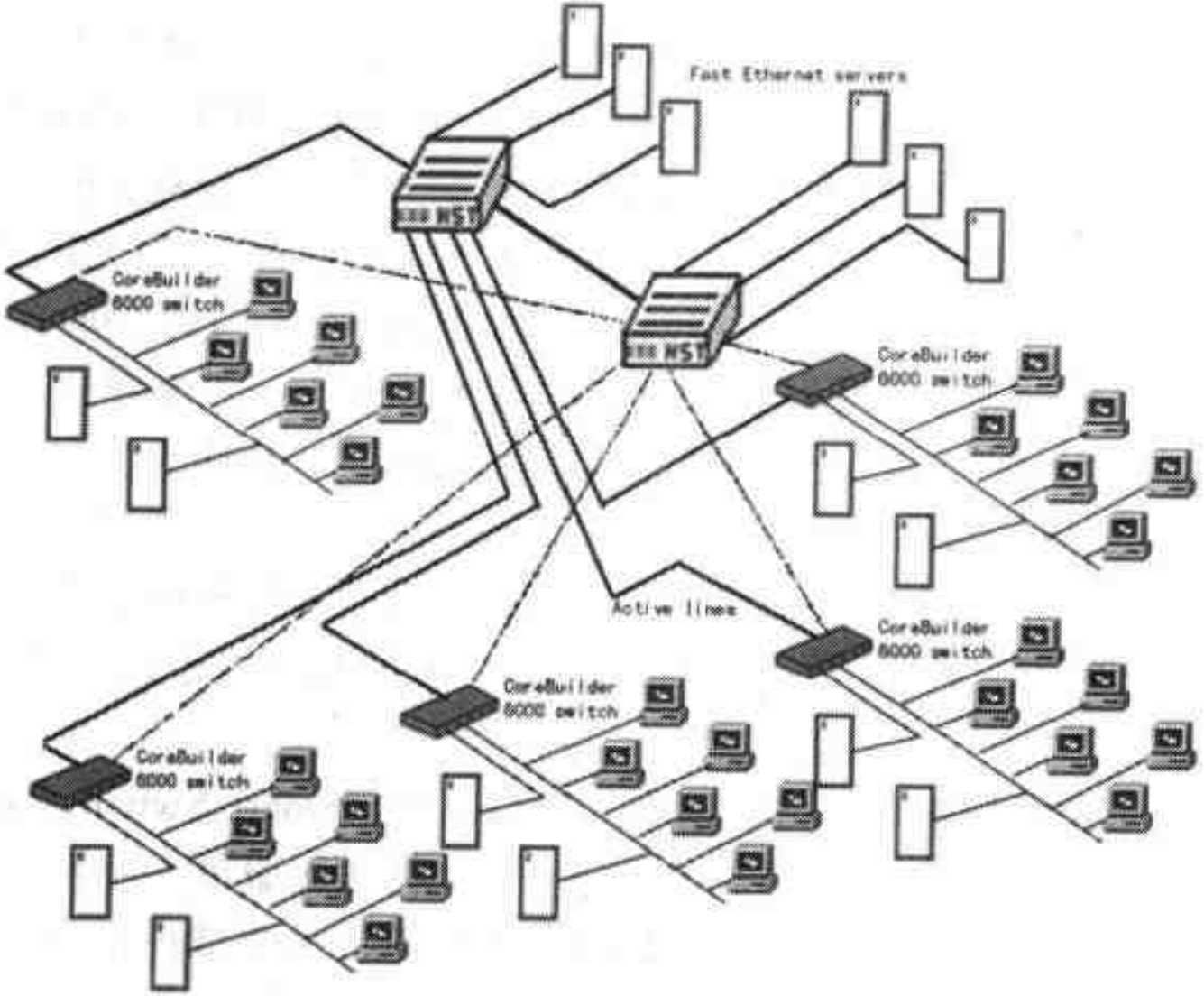
- 基于策略的服务（Policy-based services）：为对某种通信（如文件备份，视频，多媒体）提供不同等级的网络服务定义了特性和界限。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器为了支持 Qos（包括多点输出排列，通信类型的自动分类，优先列通信的 WFQ）而提供了一整套特性。

接口

CoreBuilder 与以下几项之间可进行连接：

- 以太网——CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器可用于以下 3 种以太网模块：6 端口 10/100BASE-TX 模块支持速度和工作方式（半双工/全双工）的自动协调；6 端口 100BASE-FX（MMF）和 6 端口 100BASE-FX（SMF）模块支持半双工和全双工。
- 千兆位以太网——单端口千兆位以太网模块可以对一个千兆位接口转换程序（GBICs）进行支持，并允许对不同类型媒体的支持：1000BASE-SX（62.5 和 50 微米 MMF）、1000BASE-LX（62.5 和 50 微米 MMF）、1000BASE-LX SMF、以及未来的 1000BASE-TX 收发器。
- FDDI——未来的计划包括对 FDDI 接口模块的支持。FDDI 接口为那些拥有 FDDI 主干的网络提供了大量的优势。如果主干技术改为千兆位以太网或 ATM，那么它们也也可作迁移工作，如图 24.9 所示。
- ATM——未来的计划也包括对 ATM 接口的支持。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器可以做为大型迁移工具，供那些准备成为 ATM 主干或需要与一个千兆位以太网主干连接的网络使用，如图 24.10 所示。

图 24.9　CoreBuilder 3500 Switch 是 FDDI 移入以太网的理想工具。资料来源：3com 参考库。


Fast Ethernet servers
NST
NST
CoreBuilder 6000 switch
CoreBuilder 6000 switch
CoreBuilder 6000 switch
CoreBuilder 6000 switch
CoreBuilder 6000 switch
Active lines

- 基于策略的服务（Policy-based services）：为对某种通信（如文件备份，视频，多媒体）提供不同等级的网络服务定义了特性和界限。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器为了支持 Qos（包括多点输出排列，通信类型的自动分类，优先列通信的 WFQ）而提供了一整套特性。

接口

CoreBuilder 与以下几项之间可进行连接：

- 以太网——CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器可用于以下 3 种以太网模块：6 端口 10/100BASE-TX 模块支持速度和工作方式（半双工/全双工）的自动协调；6 端口 100BASE-FX（MMF）和 6 端口 100BASE-FX（SMF）模块支持半双工和全双工。
- 千兆位以太网——单端口千兆位以太网模块可以对一个千兆位接口转换程序（GBICs）进行支持，并允许对不同类型媒体的支持：1000BASE-SX（62.5 和 50 微米 MMF）、1000BASE-LX（62.5 和 50 微米 MMF）、1000BASE-LX SMF、以及未来的 1000BASE-TX 收发器。
- FDDI——未来的计划包括对 FDDI 接口模块的支持。FDDI 接口为那些拥有 FDDI 主干的网络提供了大量的优势。如果主干技术改为千兆位以太网或 ATM，那么它们也也可作迁移工作，如图 24.9 所示。
- ATM——未来的计划也包括对 ATM 接口的支持。CoreBuilder 3500 Layer 3 交换器可以做为大型迁移工具，供那些准备成为 ATM 主干或需要与一个千兆位以太网主干连接的网络使用，如图 24.10 所示。

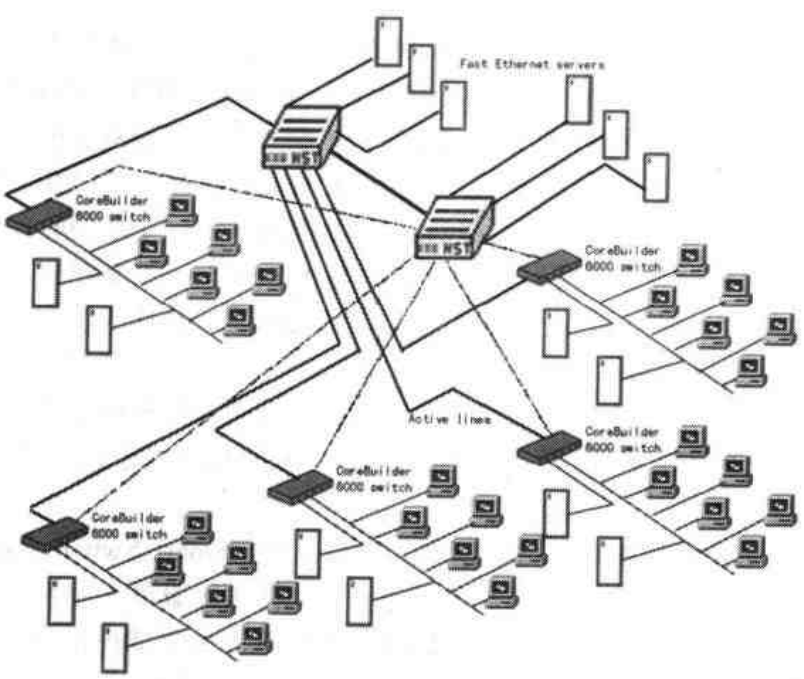


图 24.9　CoreBuilder 3500 Switch 是 FDDI 移入以太网的理想工具。资料来源：3com 参考库。

图 24.10　CoreBuilder 3500 Switch 移入 FDDI 或 ATM 以太网主干。资料来源：3com 参考库。

24.3　Cabletron SmartSwitch 9000

Cabletron 公司的新型 ATM 套件为各种机构和组织提供了用于实现视频会议、大型文件传送、远距离学习、远程医疗以及将语音、视频、数据联合进行收费存储的“切边”技术。

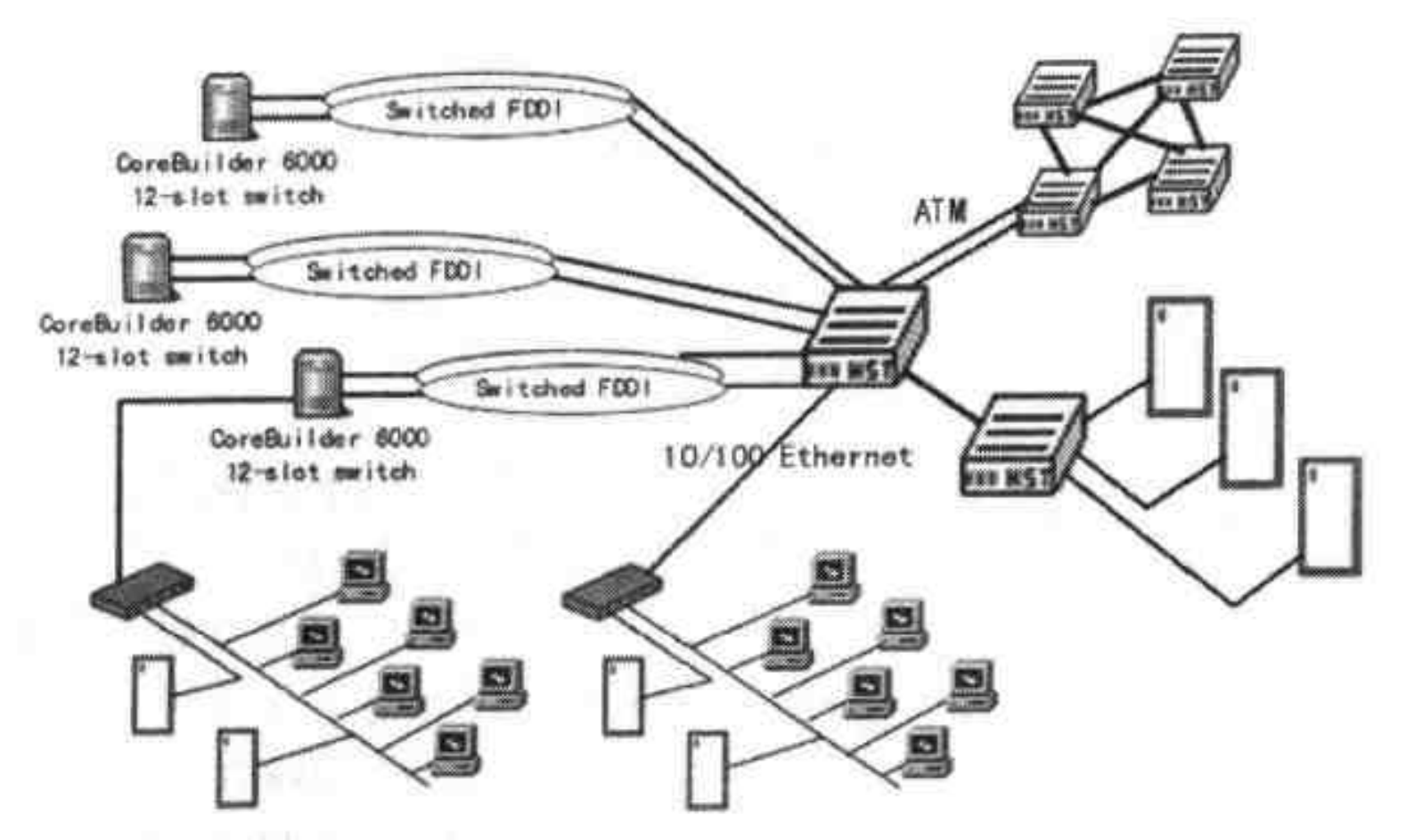
虽然有了 SecureFast 公司的成功，但 Cabletron 公司已经——而且正在与 SecureaFast 公司平行发展——把 R&D 投入了对诸如 802.IQ/P、LANE、MPOA、OSPF 等标准的发展。在即将问世的新标准获得批准之后，Cabletron 公司的 SmartSwitch 和 SamrtSwitch Router 的产品系列可以提供 VLAN 解决方式、优先权、拓扑路由选择和其他完全基于标准的服务。“Smart 网络服务”为 Smart Switch 的功能开辟了一个新的时代：它提供了一个基于标准的服务基础，这个服务基础的先进性与 SecureFast 产品相比可以说是有过之而无不及，现在，这种网络可以提供更加强大的互操作性，并且可以在一个高水平网络服务套件中提供非并行可靠性。

Smart Switch 9000 系列是一个可缩放的，具有互操作性的网络方式，具有一个经校验的结构。这种交换器可以使用一个 14 扩展槽数据中心底板或一个 6 扩展槽 Smart Switch 9000 接线盒发电机。

通过一个集成数据包交换后平面和信元交换后平面，Smart Switch 9000 不但可以借助于将现有的 LAN 环境结在一起的方式像本地点一样进行服务，而且还能够提供一种未来式的高速、宽带交换技术——包括了 Secure Fast VNS 的集成虚拟网络功能。

Cabletron 公司在设计 Smart Switch 9000 时有以下几个目标：

- 较长的产品寿命周期——比起许多其他集线器，Smart Switch 9000 有一个优势，就是它并不是一个旧技术的重新堆砌，而是一个诞生于“设计态”（state-of-the-art）的网络技术。这种设计使 Smart Switch 9000 以一种不会在几年后被市场遗弃的新颖方式进入网络——从此开始了它的产品寿命周期。


Switched FDDI
CoreBuilder 6000
12-slot switch
Switched FDDI
CoreBuilder 6000
12-slot switch
Switched FDDI
CoreBuilder 6000
12-slot switch
ATM
10/100 Ethernet

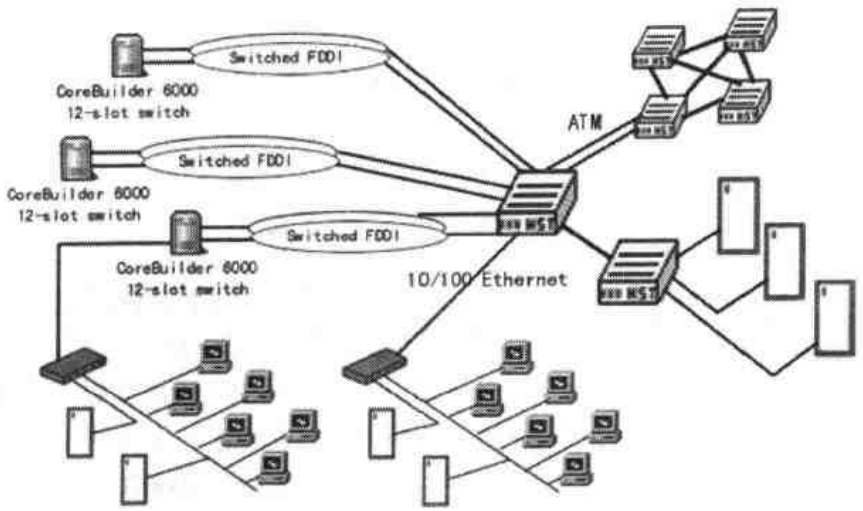


图 24.10　CoreBuilder 3500 Switch 移入 FDDI 或 ATM 以太网主干。资料来源：3com 参考库。

24.3　Cabletron SmartSwitch 9000

Cabletron 公司的新型 ATM 套件为各种机构和组织提供了用于实现视频会议、大型文件传送、远距离学习、远程医疗以及将语音、视频、数据联合进行收费存储的“切边”技术。

虽然有了 SecureFast 公司的成功，但 Cabletron 公司已经——而且正在与 SecureaFast 公司平行发展——把 R&D 投入了对诸如 802.IQ/P、LANE、MPOA、OSPF 等标准的发展。在即将问世的新标准获得批准之后，Cabletron 公司的 SmartSwitch 和 SamrtSwitch Router 的产品系列可以提供 VLAN 解决方式、优先权、拓扑路由选择和其他完全基于标准的服务。“Smart 网络服务”为 Smart Switch 的功能开辟了一个新的时代：它提供了一个基于标准的服务基础，这个服务基础的先进性与 SecureFast 产品相比可以说是有过之而无不及，现在，这种网络可以提供更加强大的互操作性，并且可以在一个高水平网络服务套件中提供非并行可靠性。

Smart Switch 9000 系列是一个可缩放的，具有互操作性的网络方式，具有一个经校验的结构。这种交换器可以使用一个 14 扩展槽数据中心底板或一个 6 扩展槽 Smart Switch 9000 接线盒发电机。

通过一个集成数据包交换后平面和信元交换后平面，Smart Switch 9000 不但可以借助于将现有的 LAN 环境结在一起的方式像本地点一样进行服务，而且还能够提供一种未来式的高速、宽带交换技术——包括了 Secure Fast VNS 的集成虚拟网络功能。

Cabletron 公司在设计 Smart Switch 9000 时有以下几个目标：

- 较长的产品寿命周期——比起许多其他集线器，Smart Switch 9000 有一个优势，就是它并不是一个旧技术的重新堆砌，而是一个诞生于“设计态”（state-of-the-art）的网络技术。这种设计使 Smart Switch 9000 以一种不会在几年后被市场遗弃的新颖方式进入网络——从此开始了它的产品寿命周期。

- 完全容错设计——这种交换器是按无停机时间的想法进行设计的，所以任何一个系统故障都不会引起 Smart Switch 9000 系统故障。
- 聚集带宽速度超过 10Gbps——解决了对容纳最重通信负载的后平面能力的要求。
- 聚集交换性能超过每秒 5 百万个数据包和信元——这是建立在一个允许数据包和信元同时通过的高速交换系统上的。设计这个交换系统的目的是为了处理好几百位用户的通信请求并成为主干交换设备。
- 集成数据包和信元交换——在 Smart Switch 9000 的设计中（特别是当用户准备移入 ATM 网络环境的情况下），互联网络成分是必不可少的。这就是为什么在 Switch 9000 中数据包交换能力和信元交换能力是标准化的原因。交换原理所支特的包括 MAC 层桥接、网络层路由选择、SecureFast 数据包交换和 ATM 信元交换。
- 超过 500 个端口的连接性——不论任何网络类型都有对高密度端口的需求：共享 LAN、交换 LAN 或是 LAN 信元交换连接。Smart Switch 9000 提供了足够的端口来支持一些最复杂的网络环境。
- 内嵌分析工具——由于开展了交换访问网络，独立运行的网络分析器的价值降低。原因就是这些分析器只在广播媒体中有效，而在交换媒体中却不行。一个真正的集线器本身的性质决定了内嵌分析工具是必不可少的——比如类似 RMON 这样的内嵌分析工具，既不需要对它进行外部监控也免去了与它相关的费用。
- 可以支特 100 个以上的 LAN 段——共享访问 LAN 不会被交换访问技术所完全替代，这是因为它们是非常经济实惠的。Smart Switch 9000 的结构实际上能够支持无限个共享访问 LAN 段，同时也考虑到了高速，交换连接性的集成。
- 支持以太网、令牌环、FDDI、ATM 和 WAN 的连接——对目前 LAN 访问技术的投入必将在可能的最大范围内传播。Smart Switch 9000 还将使目前的网络适配器、电缆和软件在整个网络的性能和效率提高的情况下继续使用。用户也可以按他们自己的步骤进行迁移而不需要牺牲任何以前的投资。
- 为每个端口的用户提供 LAN 交换——要移入一个交换访问网络需要一个交换集线器结构。一个像 Smart Switch 9000 这样的交换集线器可以支持几万个端口和对 LAN 连接的千兆位的交换访问。这实际是在为未来更先进的网络连接铺路。

由于这种交换器是围绕一个模块化的交换结构设计的，所以它在智能集线器技术控制下表现出一种主要单步转寄，这使它即可以支持基于数据包的网络也支持 ATM 基于信元的网络。不同于传统的多通道集线器设计，这种结构在硬件中加入了内嵌交换器以便于对所有的 LAN 段进行互连。这样做的好处就是省去了多通道集线器在与接线盒内的内部 LAN 通道进行连接时所依赖的那些昂贵而又笨重的网桥和路由器。

另外,采用一个多通道集线器的费用要比一个真正的交换集线器所需的费用高出许多，在有许多个 LAN 段的情况下这个费用差还会扩大——因为多通道集线器平台还必须加入许多分离设备。如图 24.11 所示。

图 24.11　采用一个多通道集线器的花费可以大大降低。

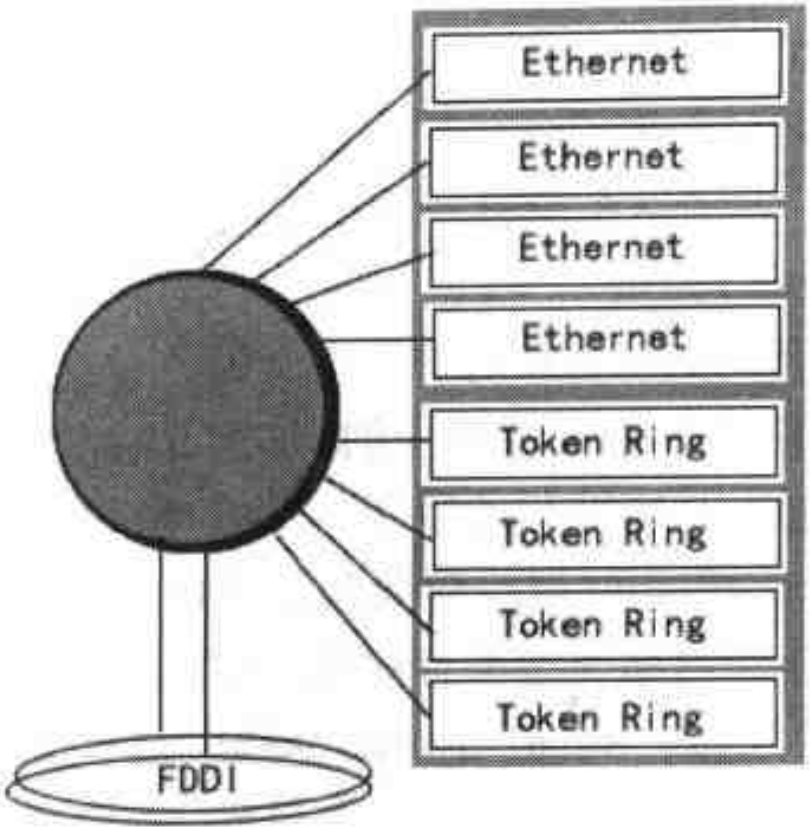
消除单个点的故障是一个实际的挑战，已往所有的智能集线器产品销售商在这个挑战前均告失败。在消除单点故障中所做过的最大努力包括使所有的临界组件均产生冗余的方法。虽然这种办法符合理论，但却通常产生了双倍的故障。这样一来，用户必将会进行重复花费，而且集线器的容量一般也会减小。

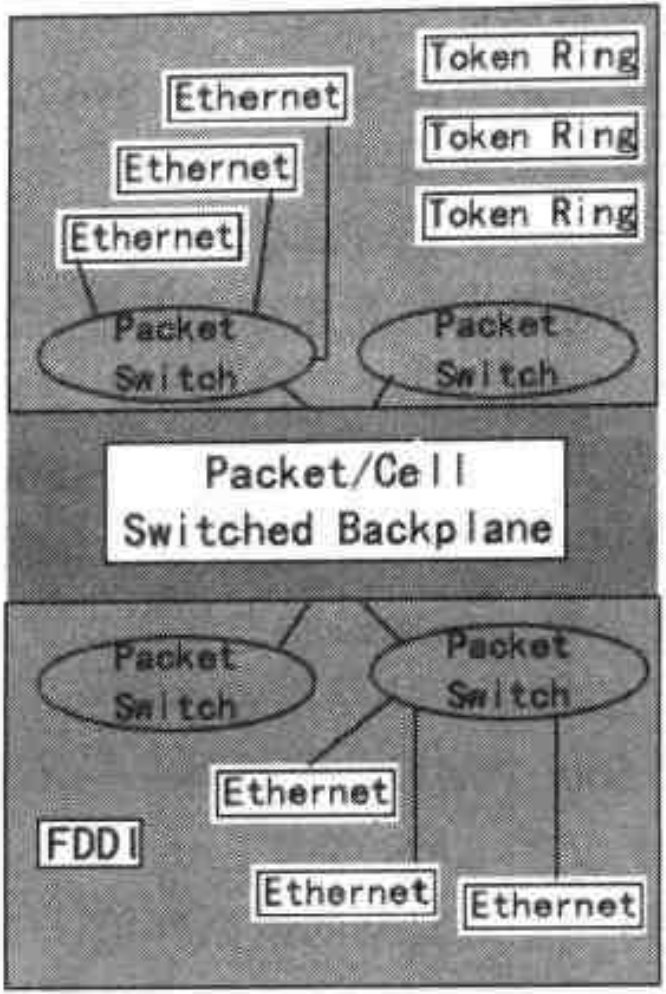
相比之下，Smart Switch 9000 的设计不会使单个部分出现故障并引起集线器失效。由于消除了这些单独点的故障，集线器就不需要购买多余的部件了。用户也以一个较低的价格享受到了较高性能的服务。

比如说，有些销售商的产品需要锁定模块或为正常的集线器指明管理模块。由于这些组件正在为集线器运行的基本功能进行服务，所以在一些严格任务情况下必须有一个同一类型的备用组件来提供容错能力。而 Smart Switch 9000 不依赖于任何一个单独组件进行集线器运行。所有的子系统在保证集线器启动和无限期运行中一起工作。

FNB 模块

与 FNB 连接的模块有 3 个基本类型。第一种类型是一个网桥/路由器/交换器，将前嵌板 LAN（比如以太网、令牌环、FDDI 或 ATM）与 FNB 连接。第二种类型是连接模块，允许 FDDI 代码或服务器直接与 FNB 环中的一个进行连接。第三种类型的模块是一个中继器，能够允许存在的环通过单独附加、双重附加或双宿主的连接。如图 24.12 所示，模块与 FNB 环中的一个进行连接。


Ethernet
Ethernet
Ethernet
Ethernet
Token Ring
Token Ring
Token Ring
Token Ring
FDDI


Token Ring
Ethernet
Token Ring
Ethernet
Token Ring
Ethernet
Packet Switch
Packet Switch
Packet/Cell Switched Backplane
Packet Switch
Packet Switch
Ethernet
FDDI
Ethernet
Ethernet

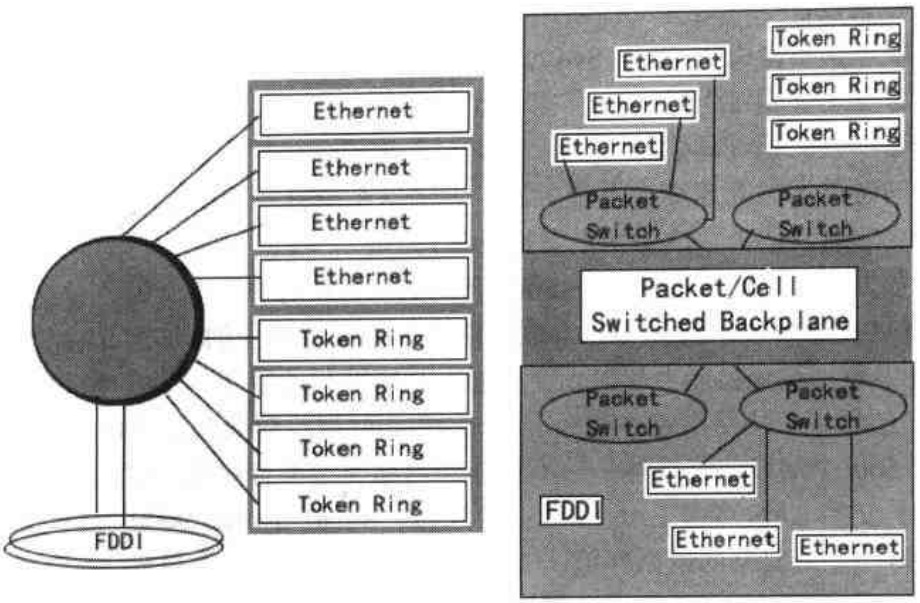


图 24.11　采用一个多通道集线器的花费可以大大降低。

消除单个点的故障是一个实际的挑战，已往所有的智能集线器产品销售商在这个挑战前均告失败。在消除单点故障中所做过的最大努力包括使所有的临界组件均产生冗余的方法。虽然这种办法符合理论，但却通常产生了双倍的故障。这样一来，用户必将会进行重复花费，而且集线器的容量一般也会减小。

相比之下，Smart Switch 9000 的设计不会使单个部分出现故障并引起集线器失效。由于消除了这些单独点的故障，集线器就不需要购买多余的部件了。用户也以一个较低的价格享受到了较高性能的服务。

比如说，有些销售商的产品需要锁定模块或为正常的集线器指明管理模块。由于这些组件正在为集线器运行的基本功能进行服务，所以在一些严格任务情况下必须有一个同一类型的备用组件来提供容错能力。而 Smart Switch 9000 不依赖于任何一个单独组件进行集线器运行。所有的子系统在保证集线器启动和无限期运行中一起工作。

FNB 模块

与 FNB 连接的模块有 3 个基本类型。第一种类型是一个网桥/路由器/交换器，将前嵌板 LAN（比如以太网、令牌环、FDDI 或 ATM）与 FNB 连接。第二种类型是连接模块，允许 FDDI 代码或服务器直接与 FNB 环中的一个进行连接。第三种类型的模块是一个中继器，能够允许存在的环通过单独附加、双重附加或双宿主的连接。如图 24.12 所示，模块与 FNB 环中的一个进行连接。

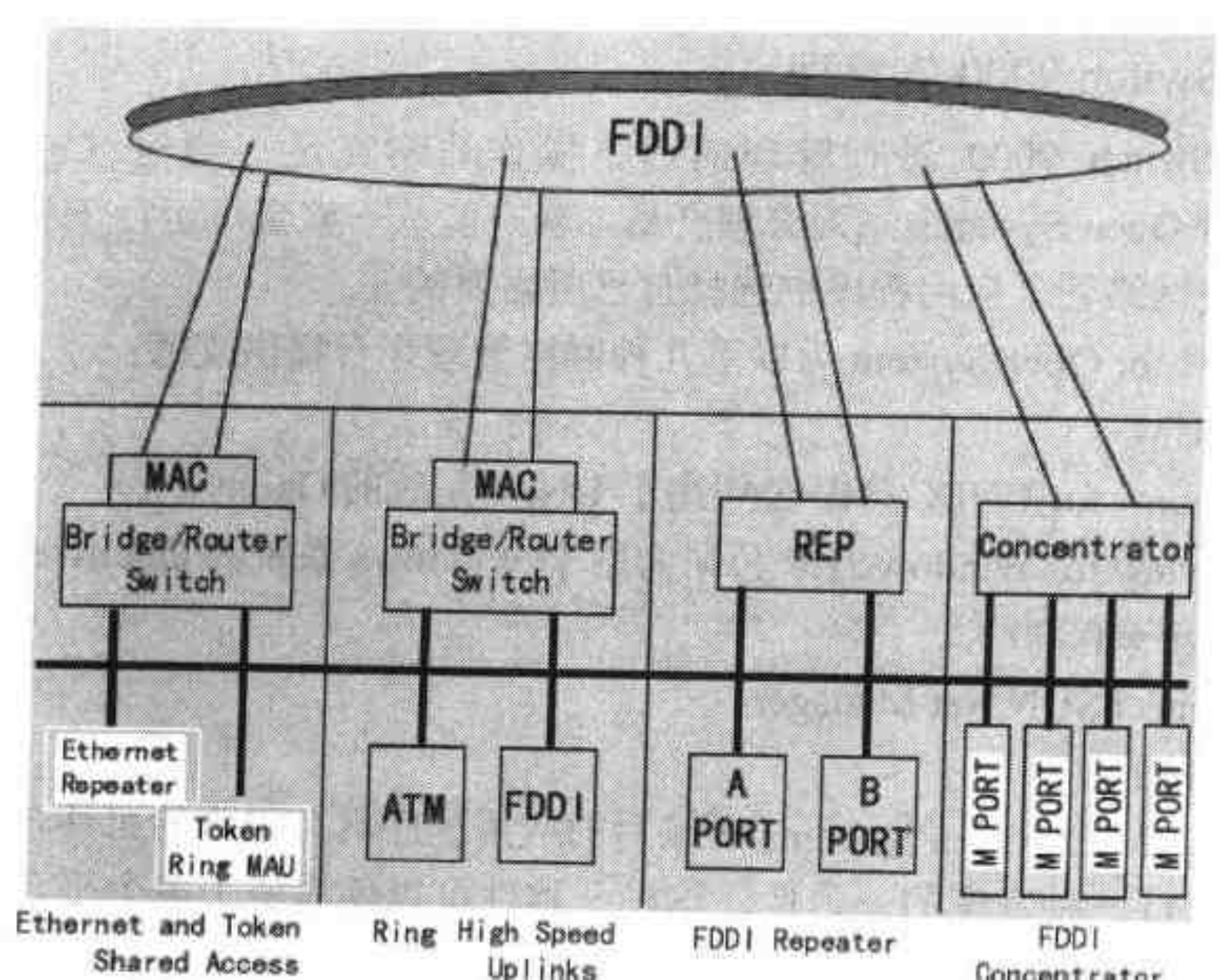
图 24.12　FNB 是共享访问 LAN 段的理想互联总线。尤其是在把 LAN 做为以太网和令牌环连接的主干的情况下，FNB 可以在只有一个集线器的限制下完成这项工作。

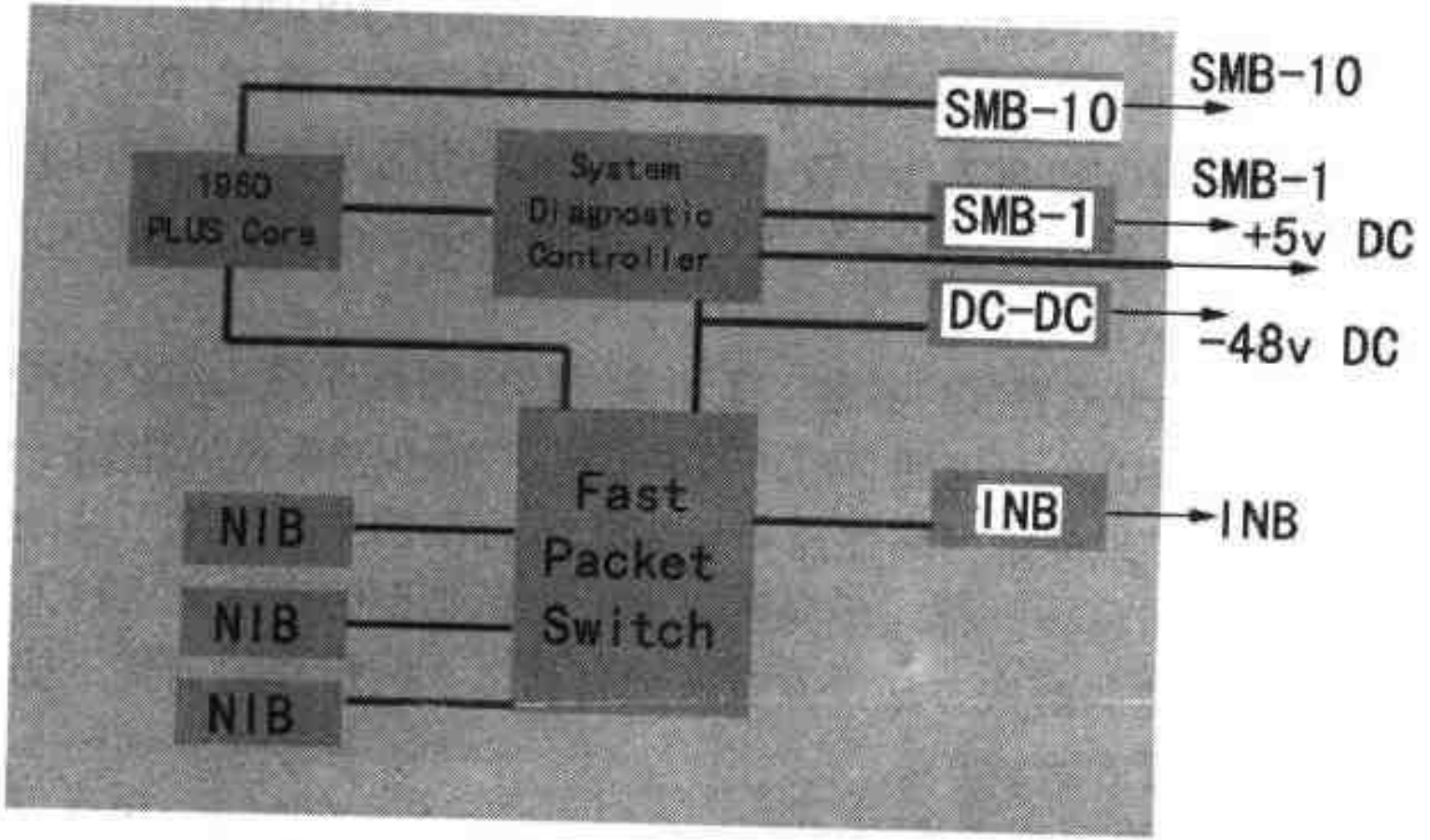
内部网络总线

Smart Switch 9000 系统的 INB 后平面设计可以同时对数据包和 ATM 传输进行支持。INB 基于未来总线的 IEEE 标准，设计为一个高速计算机总线。INB 提供了两种通道：INB-A 和 INB-E，宽度为 64 位，运行速度固定为 40MHz，产生一个 2Gbps 的持续速率和一个每通道 2.5Gbps 的脉冲速率。另外为每个 INB 通道备有一个宽度为 8 位的管理与控制总线。从用户的数据角度出发，这个管理与控制总线允许所有的发信和总线仲裁功能在“带”外进行。

INB 连通性模块有两个基本类型：数据包交换和信元交换。INB 连通性模块的这两种类型都在硬件中使用它们的交换功能并能够同时使用 INB 后平面通道，如图 24.13 示。

图 24.13　INB 连通性模块有两种基本系统：数据包和信元交换。


FDDI
MAC
Bridge/Router
Switch
MAC
Bridge/Router
Switch
REP
Concentrator
Ethernet
Repeater
Token
Ring MAU
ATM
FDDI
A
PORT
B
PORT
M PORT
M PORT
M PORT
M PORT
Ethernet and Token
Shared Access
Ring High Speed
Uplinks
FDDI Repeater
FDDI
Concentrator


1960
PLUS Core
System
Diagnostic
Controller
SMB-10
SMB-1
DC-DC
Fast
Packet
Switch
INB
NIB
NIB
NIB
SMB-10
SMB-1
+5v DC
-48v DC
INB

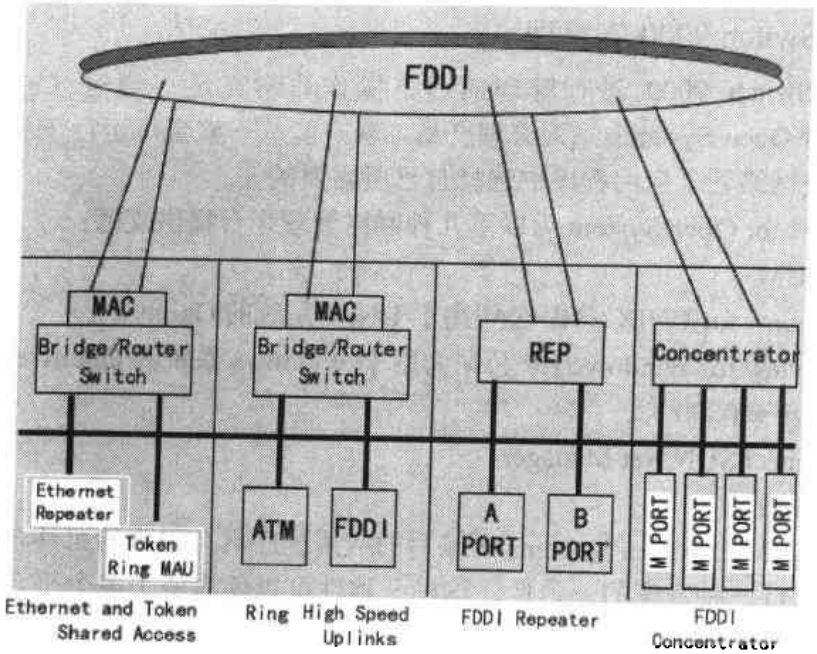


图 24.12　FNB 是共享访问 LAN 段的理想互联总线。尤其是在把 LAN 做为以太网和令牌环连接的主干的情况下，FNB 可以在只有一个集线器的限制下完成这项工作。

内部网络总线

Smart Switch 9000 系统的 INB 后平面设计可以同时对数据包和 ATM 传输进行支持。INB 基于未来总线的 IEEE 标准，设计为一个高速计算机总线。INB 提供了两种通道：INB-A 和 INB-E，宽度为 64 位，运行速度固定为 40MHz，产生一个 2Gbps 的持续速率和一个每通道 2.5Gbps 的脉冲速率。另外为每个 INB 通道备有一个宽度为 8 位的管理与控制总线。从用户的数据角度出发，这个管理与控制总线允许所有的发信和总线仲裁功能在“带”外进行。

INB 连通性模块有两个基本类型：数据包交换和信元交换。INB 连通性模块的这两种类型都在硬件中使用它们的交换功能并能够同时使用 INB 后平面通道，如图 24.13 示。

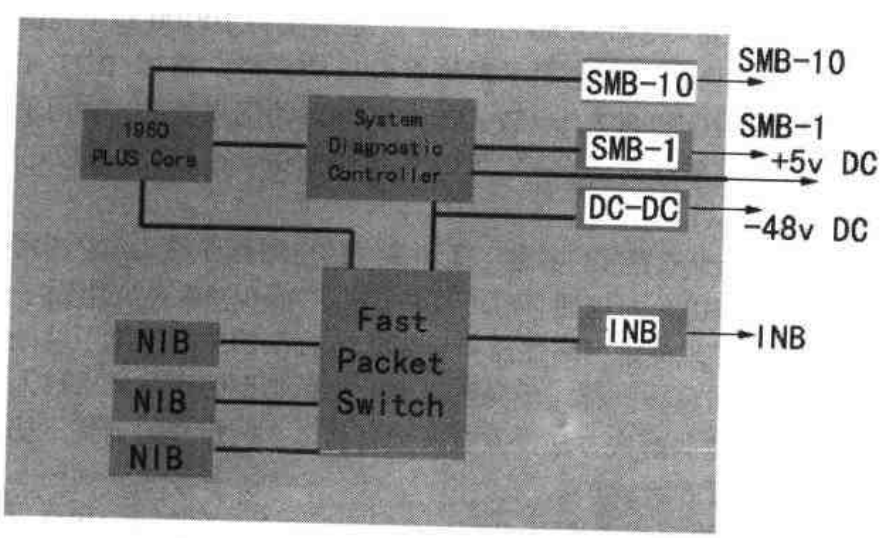


图 24.13　INB 连通性模块有两种基本系统：数据包和信元交换。

对 Smart Switch 9000 的管理

对 Smart Switch 9000 进行管理的网络操作非常充足。通过 Cabletron 公司的 SPECTRUM For Open Systems 系列管理产品，客户能从一整套可运行于任何领先的工业标准平台的先进网络管理应用程序中选择自己所需要的。

SPECTRUM for Open System 为以下几种网络管理平台提供支持：

- SPECTRUM
- HP Openview for UNIX（HP 公司用于 UNIX 系统的 Openview）
- HP Openview for Windows(HP 公司的用于 Windows 系统的 Openview)
- IBM Netview/0000
- SUN Connect SUN Net Manager
- Novell NMS

为 SPECTRUM for Open Systems 所编写的应用程序具有很强的可移植性并可以在平台与平台之间保持一种高度的一致性。这种一致性可以使通资于多个平台的公司减少培训费用并将公司的管理资料生成能力增至最大限度。

24.4　HP ProCurve Switch 8000M

HP 公司的 HP Switch 2000 和 HP Switch 8000T 使 HP 公司成为最早支持 IP 多路广播技术的网络销售商之一。它的获奖交换器产品由于提供了包括集成多路广播优先和 IGMP（需要为象视频会议这样的时间密集型多媒体应用程序提供多媒体优先和服务品质）这样先进的性能，所以可以使网络多媒体变得更加高效。

由于 IP 多路广播经常用于为高带宽的音频/视频应用程序进行服务，所以 HP 公司的 IOMP—aware 集线器和交换器可以采用比路由器简单且成本低的方式对网络进行优化，以此来创出与众不同的效果。

HP 公司最近首次公开了一系列仅为工业最低价格却能提供卓越性能的千兆位以太网交换器，其中 HP ProCurve Switch 8000M 是一个能够支持 10/100 和千兆位以太网接口的高密度模块以太网交换器。它包括了对许多标准的支持，比如 IETF IP 多路广播（RFC1112）、IEEE 802.1Q 和 802.1p。ProCurve 8000M 为用户提供一种用于接线盒或数据中心的具有弹性和可缩放性的方式。它可以支持 10/100Base-T 自动感应、100Base-Fx、Gigabit 和 10Base-FL 接口。

HP 交换器为建造一个支持 IP 多路广播和多媒体应用程序的 LAN 所提供的方法可以说是最好的方法之一。HP 公司也拥有对进行 IP 多路广播和多媒体应用程序使用的 LAN 进行优化的技术，这为实现先进网络性能和与 802.1p 标准的关系提供了益处。

如同在本书的有关讨论中一样，千兆位以太网为所出现的那些要求移入 LAN 的请求提供了一个简单而高速的解决办法，并在保护目前以太网投资的前提下提供了一种低成本的方式来对网络进行升级。

HP 公司的以太网交换系列成员中，HP ProCurve Switch 8000M 和 HP ProCurve Switch 1600M 提供了内置式 HP 活动互联来确保峰值网络性能。HP 活动互联为那些出于本组

织机构需要而要确保网络上行时间和性能的用户提供了控制权。它能发现网络中的问题，如果可能的话就解决这些问题而且保持对管理者进行通告。基于 Web 的管理可以使管理者在任一位置查看整个网络。

HP ProCurve Switch 8000M 和 HP ProCurve Switch 1600M 提供了可缩放的以太网交换方式，这两种产品都实现了 HP 公司的特殊交换网络技术，这种技术为网络管理器提供了负载平衡和高可靠性的主干技术，而且不需额外的费用。这两种产品也都实现了 Cisco Fast 以太通道，这个通道为更大的吞吐量和最大限度冗余而实现了多个介于一个交换器和服务器之间的平行连接。

服务于主干网络的设计使 HP ProCurve Switch 8000M 为网络管理者提供了一个位于一个压缩软件包的高密度端口模块底板。它可以为最多 80 个交换的 10/100 兆和 10 千兆位端口网络连接提供整个带宽达3.8Mbps的速率。除此之外，它也支持 IEEE 802.1Q VLAN 标注和 IGMP。最后，它还具有一个“冗余能力供给”（Redundant Power Supply，RPS）的选项。

HP ProCurve Switch 1600M 是一个 16 端口固定配置的 10/100 自动感应交换器，为可调千兆位连通配有一个扩展槽。这个产品为用作服务器段（farm）集成点而进行了优化，拥有全带宽 3.5Gbps 的速度为有较高要求的应用程序服务。它享有与 HP ProCarve Switch 8000M 相同的特性设置，但没有 RPS 能力。

附录 A

参 考 文 献

附录 A 列出了本书注释说明（RFC）中所引用的参考文献。

参 考 文 献

[RFC 768] Postel, J. "User Datagram Protocol", September 1981.

[RFC 792] Postel, J. "Internet Control Message Protocol", September 1981.

[RFC 793] Postel, J. "Transmission Control Protocol", September 1981.

[RFC 826] Plummer, David C. "An Ethernet Address Resolution Protocol", November 1982.

[RFC 903] Finlayson, R., Mann, T., Mognl, J., and Theimer, M. "A Reverse Address Resolution Protocol", June 1984.

[RFC 966] Deering, S., and Cheriton, D. "Host Groups: A Multicast Extension to the Internet Protocol", December 1985.

[RFC 1039] Latham, D. "A DoD Statement on Open Systems Interconnection Protocols", January 1988.

[RFC 1075] Waitzman, D., Partridge, C., and Deering S. "Distance Vector Multicast Routing Protocol", November 1988.

[RFC 1112] Deering, S. "Host Extensions for IP Multicasting",August 1989.

[RFC 1122] Braden, R. "Requirements for Internet Hosts—Communication Layers", October 1989.

[RFC 1209] Piscitello, D., and Lawrence, J. "The Transmission of IP Datagrams over the SMDS Service", March 1991.

[RFC 1293] Bradley, T., and Brown, C. "Inverse Address Resolution Protocol", January 1992.

[RFC 1294] Bradley, T., Brown, C., And Malis, A. "Mnltiprotocol Interconnect over Frame Relay", January 1992.

[RFC 1301] Armstrong, S., Freier, A., and Marzullo, K. "Multicast Transport Protocol", February 1992.

[RFC 1323] Jacobson, V., Braden, R., and Borman, D. "TCP Extensions for High Performance", May 1992.

[RFC 1363] Partridge, C. "A Proposed Flow Specification", September 1992.

[RFC 1458] Braudes, R. And Zabele, S. "Requirements for Multicast Protocols", May 1993.

[RFC 1469] Pusateri, T. "IP Multicast over Token-Ring Local Area Networks", 1993.

[RFC 1483] Heinanen, J. "Multiprotocol Encapsnlation over ATM Adaption Layer 5", July 1993.

[RFC 1490] Bradley, T., Brown, C., and Malis, A. "Multiprotocol Interconnect over Frame Relay", July 1993.

[RFC 1577] Laubach, M. "Classical IP and ARP over ATM", January 1994.

[RFC 1583] Moy, J. "OSPF Version 2", March 1994.

[RFC 1584] Moy, J. "Multicast Extensions to OSPF", March 1994.

[RFC 1585] Moy, J. "MOSPF: Analysis and Experience", March 1994.

[RFC 1626] Atkinson, R. "Default IP MTU for use over ATM AAL5", May 1994.

[RFC 1633] Braden, R., Clark, d., and Shenker, S. "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", June 1994.

[RFC 1636] Braden, R., Clark, D., Crocker, S., and Huitema, C. "Security in the Internet Architecture", June 1994.

[RFC 1700] Reynolds, J., and Postel, J. "Assigned Numbers", October 1994.

[RFC 1768] Marlow, D. "Host Group Extensions for CLNP Multicasting", March 1995.

[RFC 1770] Graff, C. "IPv4 Option for Sender Directed Multi-Destination Delivery", March 1995.

[RFC 1793] Kessler, G., and Shepard, S. "A Primer On Internet and TCP/IP Tools", December 1994.

[RFC 1812] Baker, F., Ed. "Requirements for IP Version 4 Routers", June 1995.

[RFC 1825] Atkinson, r. "Security Architecure for the Internet Protocol", August 1995.

[RFC 1826] Atkinson, R., "IPAutientication Header", August 1995.

[RFC 1827] Atkinson, R., "IP Encapsulating Security Payload", August 1995.

[RFC 1884] Hinden R. Deering S.: rfc1884: IP Version 6 Addressing Architecture, May 1995.

[RFC 1889] Schulzrinne H., Casner, s., Frederick, R., and Jacobson V., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", January 1996.

[RFC 1949] Ballardie, A., "Scalable Multicast Key Distribution", May 1996

[RFC 1970] Narten, T., Nordmark, E., and Simpson W, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", Aug 1996.

[RFC 1972] Crawford, M., "A Method for the Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks", August 1996.

[RFC 1983] Malkin, G., editor, "Internet User's Glossary", August 1996.

[RFC 2022] Armitage, G., "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks", November 1996.

[RFC 2090] Emberson, A., "TFTP Multicast Option", February 1997.

[RFC 2102] Ramanathan, R., "Multicast Support for Nimrod: Requirements and Solution Approaches", February 1997.

[RFC 2113] Katz, D., "IP router Alert Option", February 1997.

[RFC 2117] Estrin, D., Farinacci, D., Helmy, A., Thaler, D., Deering, S., Handley, M., Jacobson, V., Liu, C., Sharma, P., and Wei L., "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM) Protocol Specification", June 1997.

[RFC 2119] Bradner, S., "Key words for use in RFCs to Indicate Reauirement Levels", March 1997.

[RFC 2121] Armitage, G., "Issues affecting MARS Cluster Size", March 1997.

[RFC 2149] Talpade, R., and Ammar M., "Multicast Server Architectures for MARS-based ATM multicasting", May 1997.

[RFC 2189] Ballardie, A., "Core Based Trees (CBT version 2) Multicast Routing",September

1997.

[RFC 2201] Ballardie, A., "Core Based Trees (CBT) Multicast Routing Architecture", September 1997.

[RFC 2205] Braden, R., Zhang, L., Herzog, S., and Jamin S., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -Version 1 Functional Specification", September 1997.

[RFC 2207] "RSVP Extensions for IPSEC", September 1997.

[RFC 2208] Mankin, A., Ed., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -Version 1 Applicability Statement Some Guidelines on Deployment", September 1997.

[RFC 2209] Braden, R., and Zhang L., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -Version 1 Message Processing Rules", September 1997.

[RFC 2210] Wroclawski, J., "The Use of RSVP with IETF Integrated Services", September 1997.

[RFC 2211] Wroclawski, J., "Specification of the Controlled-Load Network Element Service", September 1997.

[RFC 2212] Shenker, S., Partridge, C., and Guerin R., "Specification of Guaranteed Quality of Service",September 1997.

[RFC 2236] Fenner, W., "Internet Group Management Protocol, Version 2", November 1997.

[RFC 2326] Schulzrinne, H., Rao, A., and Lanphier R., "Real Time Streaming Protocol (RTSP)", April 1998.

附录 B

简 略 词

附录 B 列出本书出现的简略词，并以字母顺序排列供读者参考。

3PC	第三连接协议 (Third Party Connect Protocol)
A1S	共一模式 (All Ones)
AAL	ATM 适配层 (ATM Adaptation Layer)
AAL1	ATM 第一适配层 (ATM Adaptation Layer Type 1)
ABR	可用比特率 (Available Bit Rate)
ACR	任意呼叫与重试 (Abandon Call and Retry)
ADPCM	自动差分脉冲代码调制 (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)
ADSL	非对称数字化客户线路 (Asymmetric Digital Subscriber Line)
AFI	授权和格式标识符 (Authority and Format Identifier *also* Address Family Indicator)
AII	活动输入接口 (Active Input Interface)
AIM	ATM 反向多路复用器或升序反向多路复用协议 (ATM Inverse Multiplexer *also* Ascend Inverse Multiplexing Protocol)
AIS	报警指示信号 (Alarm Indication Signal)
AMI	轮流屏蔽反转 (Alternate Mark Inversion)
ANI	自动数据标识 (Automatic Number Identification)，也称为 CLID
ANS	ATM 名称服务 (ATM Name Service)
ANSI	美国国家标准协会 (American National Standards Institute)
AOI	活动输出接口 (Active Output Interface)
API	应用程序接口 (Applications Programming Interface)
ARIS	基于路由聚集的 IP 切换 (Aggregate Route-based IP Switching)
ARP	地址解析协议 (Address Resolution Protocol)
ARPANET	高级研究计划局网络 (Advanced Research Projects Agency Network)
ASIC	应用程序专用集成电路 (Application-specific Integrated Circuit)
ASN	抽象语法标识 (Abstract Syntax Notation)
ASN.1	抽象语法标识 (Abstract Syntax Notation One)
ATE	ATM 终止器 (ATM Terminating Equipment (SONET))
ATM	异 hi 传输模式 (Asynchronous Transfer Mode)
ATMARP	ATM 地址解析协议 (ATM Address Resolution Protocol)
ATMF	ATM 论坛 (ATM Forum)
AUI	部件单元接口 (Attachment Unit Interface)
AVSSCS	音频-可视服务专用收集子层 (Audio-Visual Service Specific Convergence Sublayer)
B	承载 (Bearer)
B8ZS	二进制 8-0 替换 (Bipolar 8 Zero Substitution)
BECN	反向传输阻塞通知 (Backwards Explicit Congestion Notification)
BER	位差错率或基本编码规则 (Bit Error Rate *or* Basic Encoding Rules)
BERT	位差错率检测 (Bit Error Rate Test)
BGP	边界网关协议 (Border Gateway Protocol)

B-HLI	带宽高层信息 (Broadband High-Layer Information)
B-ICI	带宽载波间接口 (Broadband Inter-Carrier Interface)
BIP	字节交错奇偶校验 (Bit Interleaved Parity)
BIPV	字节交错奇偶校验违规 (Bit Interleaved Parity Violation)
BIS	边界中介系统 (Border Intermediate System)
BISDN	带宽综合业务数字网 (Broadband Integrated Services Digital Network)
BISSI	带宽互交换系统接口 (Broadband Inter-Switching System Interface)
BITNET	"Because It's Time"网络服务 (Because It's Time Network)
BITS	建立综合定时提交 (Building Integrated Timing Supply)
B-LLI	带宽低层信息 (Broadband Low-Layer Information)
BNC	BNC 连接器(一种视频标准件连接口) (Bayonet Neill-Concelman Connector)
BOM	消息头或材料清单 (Beginning of Message *also* Bill of Materials)
BOOTP	始初引导协议 (Bootstrap Protocol)
BPDU	桥接规程数据单元 (Bridge Protocol Data Unit)
bps	位每秒 (bits per second)
BRI	基本速率接口 (Basic Rate Interface)
BSD	伯克利软件分布 (Berkeley Software Distribution)
BSS	带宽交换系统 (Broadband Switching System)
BT	脉冲串宽容度 (Burst Tolerance)
BUS	广播未知服务器 (Broadcast Unknown Server)
CAC	连接许可控制 (Connection Admission Control)
CBDS	无连接带宽数据服务 (Connectionless Broadband Data Service)
CBR	恒比特率 (Constant Bit-Rate)
CBT	基于核心的树 (Core Based Trees)
CCITT	国际电报电话咨询委员会 (Consultative Committee on International Telephone and Telegraph)，现称 ITU
CCS	公用信道信令 (Common Channel Signaling)
CCSS7	第七公用信道信令系统 (Common Channel Signaling System 7)
CD	信元延迟 (Cell Delay)
CDV	信元延迟变化 (Cell Delay Variation)
CDVT	信元延迟宽容度 (Cell Delay Variation Tolerance)
CEC	公用设备卡 (Common Equipment Card)
CEI	连接端点标识符 (Connection Endpoint Identifier)
CELP	结束代码线性预报 (Code Excited Linear Predict)
CERN	欧洲核物理研究中心 (Center Européenne pour la Recherche Nucléaire)
CES	线路仿真服务 (Circuit Emulation Service)
CHAP	Challenge 握手鉴别协议 (Challenge Handshake Authentication Protocol)
CI	堵塞提示 (Congestion Indication)
CIDR	无类域间路由 (Classless Inter-Domain Routing Protocol)

CIF-AD	框架内信元附加设备 (Cells In Frame Attachment Device)
CIP	典型 IP (Classical IP)
CIR	承诺信息率 (Committed Information Rate)
CIX	国际 Internet 商会 (Commercial Internet Exchange Association)
CLIP	典型 IP (Classical IP)
CLNP	无连接网络协议 (Connectionless Network Protocol)
CLP	信元丢失优先级 (Cell Loss Priority)
CLR	信元丢失比例 (Cell-Loss Ratio)
CLS	无连接服务 (Connectionless Service)
CMI	簇成员标识符 (Cluster Member Identifier)
CMIP	公共管理信息协议 (Common Management Information Protocol)
CMIS	公共管理信息服务 (Common Management Information Service)
CMISE	公共管理信息服务单元 (Common Management Information Service Element)
CMYK	青-品红-黄-黑 (Cyan-Magenta-Yellow-Black，4:4:4:4 彩色编码法)
CNR	复杂节点表示法指定 (Complex Node Representation)
CO	中央办公室 (Central Office)
CODEC	编码-译码器 (Coder/Decoder)
CPCS	公共部分汇聚子层 (Common Part Convergence Sublayer)
CPE	客户群楼设备 (Customer Premise Equipment)
CPI	公共部分标识符 (Common Part Indicator)
Crankback IE	曲线返回信息单元 (Crankback Information Element)
CRC	循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check)
CREN	研究与教育网络共同体 (The Corporation for Research and Educational Networking)
CRF(VC)	虚拟信道连接相关功能 (Virtual Channel Connection Related Function)
CRF(VP)	虚拟路径连接相关功能 (Virtual Path Connection Related Function)
CRS	信元延时服务 (Cell Relay Service)
CS	汇聚子层 (Convergence Sublayer)
CSMA	载波监听多路访问 (Carrier Sense Multiple Access)
CSMA/CD	载波监听多路访问/冲突检测 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
CSNET	计算机科学网 (Computer Science Network)
CST	限制性 Steiner 树 (Constrained Steiner Tree)
CSU	信道服务单元 (Channel Service Unit)
CTD	信道传输延迟 (Cell Transfer Delay)
CVSD	连续可变倾斜增量调制 (Continuously Variable Slope Delta modulation)
D	*增量 (Delta)*
DA	目的地址 (Destination Address)
DAC	双连接集线器 (Dual Attached Concentrator)

DARPA	高级国防研究项目署 (Defense Advanced Research Projects Agency)
DAS	双连接站 (Dual Attached Station)
DAT	数字音频磁带 (Digital Audio Tape)
DBA	动态带宽分配 (Dynamic Bandwidth Allocation)
DCC	数据国家码 (Data Country Code)
DCLI	数据链接标识符 (Data Link Connection Identifier)
DD	设备驱动程序 (Device Driver)
DE	丢弃候选元素 (Discard Eligibility)
DHCP	动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol)
DLCI	数据链接标识符 (Data Link Connection Identifier)
DMA	直接内存服务 (Direct Memory Access)
DNS	域名服务 (Domain Name Service)
DoD	国防部 (Department of Defense)
DQDB	分布式队列双总线 (Distributed Queue Dual Bus)
DR	指定路由器或指定接收机 (Designated Router *also* Designated Receiver)
DRI	防卫研究网 (Defense Research Internet)
DS-0	0 级数字信令 (Digital Signal (Level 0))
DS-1	1 级数字信令 (Digital Signal (Level 1))
DS-3	3 级数字信令 (Digital Signal (Level 3))
DSAP	目标服务访问点 (Destination Service Access Point)
DSL	数字化用户线 (Digital Subscriber Line)
DSP	域指定部分 (Domain Specific Part)
DSR	数据准备就绪 (Data Set Ready)
DSU	数据服务单元 (Data Service Unit)
DSX	数字化服务交叉连接 (Digital Service Cross-Connect)
DTE	数据终端设备 (Data Terminal Equipment)
DTL	指定传送列表 (Designated Transit List)
DTL IE	指定传送列表信息以太网 (Designated Transit List Information Ethernet)
DTMF	多频率音频拨号 (Dial Tone Multiple Frequency)
DVD	数字化视频光碟 (Digital Video Disc)
DVMA	直接虚拟内存访问 (Direct Virtual Memory Access)
DVMRP	距离向量多目路由协议 (Distance Vector Multicast Routing Protocol)
DXI	数据交换接口或数字交换接口 (Data Exchange Interface *or* Digital Exchange Interface)
E&M	地球与磁体 (Earth & Magnet)
E-1	一种广域数字传输机制，主要用于欧洲。数据负载速率为 2.048Mbps。(European (Signal Level 1))
E-3	载波数据速率为 34.368Mbps (European (Signal Level 3))
EARN	欧洲学术研究网络 (European Academic Research Network)

EARTH	穿过 ATM 块的简单 IP 多点传送路由选择 (Easy IP multicast Routing Through ATM clouds)
EBONE	全欧洲多协议主干 (Pan-European Multi-Protocol Backbone)
ECM	外部配置模型 (External Configuration Model)
EDFG	外围设备功能组 (Edge Device Functional Group)
EFCI	外部堵塞指示 (Explicit Forward Congestion Indication)
EFCN	外部堵塞通报 (Explicit Forward Congestion Notification)
EGP	外部网关协议 (External (Exterior) Gateway Protocol)
EIA	电子工业协会 (Electronic Industries Association)
EISA	扩展工业标准系统结构 (Extended Industry Standard Architecture)
ELAN	模拟局域网 (Emulated LAN (ATM Forum LANE))
EMI	电磁接口 (Electromagnetic Interface)
EOM	信息尾 (End of Message)
EPRCA	比率控制增强算法 (Enhanced Proportional Rate Control Algorithm)
EPROM	可擦可编程只读存储器 (Erasable Programmable Read-Only Memory)
EQL	平衡 (Equalization)
ES	错误时序 (Erred Seconds)
ESCON	企业系统连接 (Enterprise Systems Connection)
ESF	扩展超帧格式 (Extended Super Frame)
ESI	终端系统标识符 (End-System Identifier)
FCS	帧检测时序 (Frame Check Sequence)
FCVC	流控制虚拟线路 (Flow Controlled Virtual Circuit)
FDDI	光纤分布式数据接口 (Fiber Distributed Data Interface)
FEA	功能实体方式 (Functional Entity Action)
FEBE	远端块错误 (Far End Block Error)
FECN	正向显式阻塞通报 (Forward Explicit Congestion Notification)
FG	功能组 (Functional Group)
FIFO	先入先出 (First In First Out)
FR	帧中继 (Frame Relay)
FRAD	帧中继访问设备 (Frame Relay Access Device)
FR-SSCS	帧中继服务指定汇聚子层 (Frame Relay Service Specific Convergence Sublayer)
FTP	文件传输协议 (File Transfer Protocol)
FUD	不确定疑点 (Fear Uncertainty Doubt)
FUNI	基于帧的用户到网络接口 (Frame-Based User-to-Network Interface)
FYI	为你信息服务 (For Your Information)
GCRA	一般信元速率算法 (Generic Cell Rate Algorithm)
GFC	一般流控制 (Generic Flow Control)
GMII	十亿位媒体独立接口 (Gigabit Media Independent Interface)

GOSIP	政府开放系统互联协议 (Government OSI Protocol)
GPL	常规公共许可证 (General Public License)
GSMP	一般交换管理协议 (Generic Switch Management Protocol)
HBFG	主机行为功能组 (Host Behavior Functional Group)
HDLC	高速数据链路控制 (High-speed Data Link Control)
HDTV	高清晰度电视 (High Definition Television)
HEC	报头错误控制或报头错误校验 (Header Error Control *also* Header Error Check)
HLS	色调-亮度-饱和度 (Hue-Lightness-Saturation)
HO-DSP	高阶段 DSP (High Order DSP)
HPPI	高性能并行接口 (High Performance Parallel Interface)
HSSI	高速串行接口 (High Speed Serial Interface)
HTML	超文本标识语言 (Hypertext Markup Language)
IANA	Internet 地址分配机构 (Internet Assigned Numbers Authority)
IASG	网络地址子群 (Internetwork Address Sub-Group)
IBSG	网络广播子群 (Internetwork Broadcast Sub-Group)
IBUFG	网络广播/未知功能组 (Internetwork Broadcast/Unknown Functional Group)
ICD	网络代码命名符 (Internatioual Code Designator)
ICFG	IASG 协调功能组 (LASG Coordinating Function Group)
ICI	载波间接口 (Inter-Carrier Interface)
ICMP	Internet 控制报文协议 (Internet Control Message Protocol)
ID	标识符 (Identifier)
IDI	初始域标识符 (Initial Domain Identifier)
IDMR	域间多点传送路由选择 (Inter-Domain Multicast Routing)
IDRP	域间路由选择协议 (Inter-Domain Routiug Protocol)
IDT	综合设备科技联合公司 (Integrated Device Technologies, Inc)
IDU	接口数据单元 (Interface Data Unit)
IE	信息单元/信元 (Information Element)
IEC	交换间载波 (Inter-Exchange Carrier)
IEEE	电气与电子工程师学会 (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
IETF	Internet 工程任务组 (Internet Engineering Task Force)
IFG	帧间距 (Interframe gap)
IFMP	Ipsilon 流管理协议 (Ipsilon Flow Management Protocol)
IGMP	Internet 组管理协议 (Internet Group Management Protocol)
IGP	内部网关协议 (Internal (Interior) Gateway Protocol)
IGRP	内部网关路由选择协议 (Internal (Interior) Gateway Routiug Protocol)
IISP	暂时交互信号协议 (Interim Inter-Switch Signaling Protocol)
ILMI	临时本地管理接口 (Interim Local Management Interface)
INET	网络间 (Inter NET)

ION	基于 NMBA 网络的互联网运行 (Internetworking Over NMBA Networks)
IP	互联网协议 (Internet Protocol)
IPC	进程间通信 (Inter Process Communication)
IPI	智能化周边接口 (Intelligent Peripheral Interface)
IPMI	IP 多点传送开始 (IP Multicast Initiative)
IPMR	IP 多点传送路由器 (IP Multicast Router)
IPoATM	基于 ATM 的 IP 协议 (IP Over ATM)
IPX	互联网络分组交换 (Internet Packet Exchange)
IR	红外线控制器 (Infra-Red Controller)
IRTP	互联网可靠传输协议 (Internet Reliable Transport Protocol)
ISDN	综合业务数字网 (Integrated Services Digital Network)
IS-IS	中介系统到中介系统 (Intermediate System-to-Intermediate System)
ISO	国际化标准组织 (International Standards Organization)
ISOC	国际 Internet 学会 (International Internet Society Committee)
ISO-IP	国际化标准组织-互联网协议 (International Standards Organization Internet Protocol)
ISO-TP4	国际化标准组织-传输协议 4 级 (International Standards Organization Transport Protocol Class 4)
ISP	互联网服务供应商 (Internet Service Provider)
ISSI	互交换系统接口 (Inter-Switching System Interface)
ITU	国际电信联盟 (International Telecommunications Union)，曾称 CCITT
IWF	工作间功能 (Inter-Working Function)
IXC	交换间载波 (Inter Exchange Carrier)
JPEG	联合影像专家组 (Joint Photographic Experts Group)
Kbps	千字节每秒 (Kilobits per second)
LAN	局域网 (Local Area Network)
LANE	局域网仿真 (LAN Emulation)
LAP-B	B 信道链路访问过程或平衡式链路访问 (Link Access Protocol B-Channel *also* Link Access Protocol-Balanced)
LAP-D	D 信道链路访问过程 (Link Access Protocol D-Channel)
LAP-F	帧模式载体服务的链路访问程序 (Link Access Procedure for Frame-mode Bearer Services)
LARP	当前地址解析协议 (Locus Address Resolution Protocol)
LATA	本地访问传输区域 (Local Access Transport Area)
LBL	Lawrence Berkeley 实验室 (Lawrence Berkeley Labs)
LBO	行编译输出 (Line Build Out)
ICD	信元描述丢失 (Loss of Cell Delineation)
LCT	最后服从时间 (Last Compliance Time)
LE	链路封闭 (Link Encapsulation)

LEC	LAN 仿真客户或局域交互载波 (LAN Emulation Client *also* Local Exchange Carrier)
LECS	LAN 虚拟配置服务器 (LAN Emulation Configuration Server)
LENNI	LAN 仿真 NNI (LAN Emulation NNI)
LEO	低地球轨道 (Low-Earth-Orbit)
LES	LAN 仿真服务器 (LAN Emulation Server)
LGN	逻辑组代码 (Logical Group Node)
LIS	逻辑 IP 子网 (Logical IP Subnet)
LLC	逻辑链路控制 (Logical Link Control)
LLC/SNAP	逻辑链路控制/子网访问协议 (Logical Link Control/Subnetwork Access Protocol)
LOF	帧丢失 (Loss of Frame)
LOP	指针丢失 (Loss of Pointer)
LOS	信号丢失 (Loss of Signal)
LQM	线路品质监视 (Line Quality Monitoring)
LRF	小橡皮脚 (Little Rubber Feet)
LSB	最低有效位 (Least Significant Bit)
LTE	线路终端设备 (Line Terminating Equipment)
LUNI	LANE 网络用户接口或 LANE 仿真 UNI (LANE User-Network Interface *also* LAN Emulation UNI)
LXR	Linux 交叉参考 (Linux Cross Reference)
MAC	介质访问控制层 (Media Access Control)
MAN	城域网 (Metropolitan Area Network)
MARP	多点传送地址解析协议 (Multicast Address Resolution Protocol)
MARS	多点传送地址解析服务器 (Multicast Address Resolution Server)
MAU	介质连接单元或多站访问单元 (Medium Attachment Unit *also* Multistation Access Unit)
Mbone	多目主干 (Multimedia Backbone)
MBS	最大成组大小 (Maximum Burst Size)
MCR	最小信元率 (Minimum Cell Rate)
MCS	多点传送服务器 (Multicast Server)
MIB	管理信息库 (Management Information Base)
MID	报文标识符 (Message Identifier)
MILNET	军用网络 (Military Network)
MJPEG	关于运动视频图像的 JPEG 扩展标准 (Motion JPEG)
MLIS	多点传送 LIS (Multicast LIS)
MM	多模式 (Multi-Mode)
MOSPF	多点传送开放最短路径优先 (Multicast Open Shortest Path First)
MPEG	运动图片专家组 (Motion Picture Experts Group)

MPLS	多协议标注切换 (Multiprotocol Label Switching)
MPOA	建立在 ATM 上的多协议 (Multiprotocol Over ATM)
MSB	最高有效位 (Most Significant Bit)
MTP	多点传送传输协议 (Multicast Transport Protocol)
MTU	最大传输单位 (Maximum Transmission Unit sometimes Maximum Transfer Unit)
NAP	网络访问点 (Network Access Point)
NAT	网络地址翻译程序 (Network Address Translator)
NAU	网络可寻址单元 (Network Access Unit)
NAUN	最近活动上流邻点 (Nearest Available Upstream Neighbor)
NBMA	非广播式多路访问 (Non-Broadcast, Multi-Access)
NCC	网络协调中心 (Network Coordination Center)
NDIS	网络驱动器接口规范 (Network Driver Interface Specification)
NEBS	网络设备建立技术规范 (Network Equipment Building Spec)
NetBEUI	网络 BIOS 增强用户接口 (NetBIOS Enhanced User Interface)
NetBIOS	网络基本输入/输出系统 (Network Basic Input / Output System)
NEXT	近端串音 (Near End Crosstalk)
NFS	网络文件系统 (Network File System)
NHRP	下一跳解析协议 (Next Hop Resolution Protocol)
NIC	网络接口卡 (Network Interface Card)
NIS	网络信息服务 (Network Information Services)
NIST	国家标准与技术协会 (National Institute of Standards and Technology)
NIU	网络接口单元 (Network Interface Unit)
NLPID	网络层协议 ID (Network Layer Protocol ID)
NLSP	NetWare 链路服务协议 (NetWare Link Services Protocol)
NMR	无成员关系报告 (Non Membership Report)
NMR-cancel	无成员关系报告取消 (Non Membership Report Cancel)
NMVT	网管向量传输 (Network Management Vector Transport)
NNI	网络-网络接口 (Network-to-Network Interface)
NOS	网络操作系统 (Network operating system)
NREN	国家教研网 (National Research and Education Network)
NRZ	不返回 0 (Non-Return to Zero)
NRZI	不返回 0 变换 (Non-Return to Zero Inverted)
NSAP	网络服务访问点或网络层服务访问点 (Network Service Access Points *also* Network Layer Service Access Point)
NSF	国家科学基金 (National Science Foundation)
NSFnet	国家科学基金网络 (National Science Foundation Network)
NSP	网络服务供应商 (Network Service Provider)
NTSC	国家电视标准委员会 (National Television Standards Committee)

OAM	操作，管理和维护 (Operations, Administration, and Maintenance)
OASC	高级科学计算机办公室 (Office of Advanced Scientific Computing)
OCD	信元外描述 (Out-of -Cell Delineation)
OC-n	光学载波-n (Optical Carrier-n)
ODI	开放数字链路接口 (Open Data Link Interface)
OOF	帧外（或框架外）(Out of Frame)
OOS	不在服务范围内 (Out of Service)
ORG	组织标识符 (Organization identifier，an ANSI identifier)
OS	操作系统 (Operating System)
OSI	开放系统互联 (Open System Interconnection)
OSPF	开放最短路径优先 (Open Shortest Path First)
OUI	组织化唯一标识符 (Organizationally Unique Identifier (RFC 1483)
PNNI	专用网络节点接口 (Private Network -Node Interface)
PAD	分组打包/拆包机 (Packet Assembler / Disassembler)
PAL	逐行倒相 (Phase Alternating Line)
PAP	密码鉴别协议 (Password Authentication Protocol)
PAR	项目授权申请 (Project Authorization Request)
PBX	个人分支交换机 (Private Branch Exchange)
PC	个人计算机 (Personal Computer)
PCM	脉冲代码调制 (Pulse Code Modulation)
PCR	峰值信元率 (Peak Cell Rate)
PDH	准同步数字层次图 (Plesiochronous Digital Hierarchy)
PDU	协议数据单元 (Protocol Data Unit)
PGL	对等组领导 (Peer Group Leader)
PHY	物理层协议 (Physical Layer Protocol)
PIC	物理接口卡 (Physical Interface Card see NIC)
PID	协议标识符 (Protocol Identifier)
PIM	独立于协议的多目传送 (Protocol- Independent Multicast)
PIM-DM	PIM 密集模式 (Protocol- Independent Multicast-Dense Mode)
PIM-SM	PIM 疏松模式 (Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode)
PING	分组网络互联试探 (Packet Internet Groper)
PIP	画中画 (Picture-In-Picture)
PLCP	物理层汇聚过程 (Physical Layer Convergence Protocol)
PLL	相位锁定循环 (Phase Locked Loop)
PMD	物理介质依赖 (Physical Medium Dependent)
PMP	点到多点(Point to Multipoint)
PNNI	专用网络间接口或专用网络节点接口 (Private Network-to-Network Interface *also* Private Network Node Interface)
POH	路径开销 (Path Overhead)

POI	路径开销指示器 (Path Overhead Indicator)
POP	存在点或邮局协议 (Point of Presence *also* Post Office Protocol)
POTS	明码老式电话服务 (Plain Old Telephone Service)
PPP	点对点协议 (Point-to-Point Protocol)
PRI	原始速率接口 (Primary Rate Interface)
PSTN	公共电话交换网 (Public Switched Telephone Network)
PT	有偿负载类型 (Payload Type)
PTE	路径终点设备 (Path Terminating Equipment)
PTI	有偿负载类型标识符 (Payload Type Identifier)
PTSE	PNNI 拓扑状态元 (PNNI Topology State Element)
PTSP	PNNI 拓扑状态包 (PNNI Topology State Packet)
PTT	邮政、电话与电报 (Post, Telephone, and Telegraph)
PTZF	平移镜头倾斜缩放焦点 (Pan-Tilt-Zoom-Focus)
PVC	永久性虚电路 (Permanent Virtual Circuit)
PVCC	永久性虚信道连接 (Permanent Virtual Channel Connection)
PVPC	永久性虚路径连接 (Permanent Virtual Path Connection)
Q-Factor	JPEG 品质 (Quality for JPEG)
QoS	服务质量 (Quality of Service)
RA	路由选择判别器 (Routing Arbiter)
RADIUS	远程身份验证拨入用户服务 (Remote Authentication Dial-In User Service)
RAM	随机访问存储器 (Random Access Memory)
RARE	欧洲大学与研究中心协会 (Réseaux Associés pour la Recherche Européenne)
RARP	逆向地址解析协议 (Reverse Address Resolution Protocol)
RBOC	地区性贝尔业务公司 (Regional Bell Operating Company)
RCA	美国无线电公司 (Radio Corporation of America)
RTCP	实时控制协议 (Real-Time Control Protocol)
RDA	请求目的地址 (Requested Destination Address)
RDI	远程故障指示 (Remote Defect Indicator)
REN	环形等价数据 (Ringer Equivalency Number)
RFC	说明注释 (Request For Comment)
RGB	红-绿-蓝 (Red-Green-Blue)
RIP	路由选择信息协议 (Routing Information Protocol)
RIPE	欧洲大学 IP (Réseaux IP Européenne)
RMON	远程监控 (Remote Monitoring)
RMP	可靠多点传送协议 (Reliable Multicast Protocol)
RMTP	可靠多点传送传输协议 (Reliable Multicast Transport Protocol)
RP	汇合点 (Rendezvous Point)
ROLC	无线网络的空间路由 (Routing Over Large Clouds)
ROM	只读存储器 (Read-Only Memory)

RPB	逆向通路广播 (Reverse Path Broadcasting)
RPM	逆向通路多目传送 (Reverse Path Multicasting)
RSFG	路由服务器功能组 (Route Server Functional Group)
RSVP	保留协议或资源保留协议 (Reservation Protocol *also* Resource Reservation Protocol)
RTP	实时传输协议 (Real-time Transport Protocol)
RTSP	实时流协议 (Real-time Streaming Protocol)
RVD	远程虚拟盘协议 (Remote Virtual Disk Protocol)
SAA	系统应用程序结构 (Systems Applications Architecture)
SAAL	发信 ATM 适配层 (Signaling ATM Adaptation Layer)
SAM	安全访问管理员 (Secure Access Manager)
SAP	服务访问点 (Service Access Point)
SAR	拆分与重组 (Segmentation and Reassembly)
SAS	单连接站点 (Single Attached Station)
SC	插入与点击 (Stick and Click)
SCP	系统控制处理器 (System Control Processor)
SCR	主信元率 (Sustainable Cell Rate)
SCSI	小型机系统接口 (Small Computer Systems Interface)
SCT	同时序 (Same Clock Timing)
SDH	同步数字层次列表 (Synchronous Digital Hierarchy)
SDLC	同步数据链接控制 (Synchronous Data Link Control)
SDSAF	数字交换服务应用程序论坛 (Switched Digital Services Applications Forum)
SDU	服务数据单元 (Service Data Unit)
SEAL	简单有效的适配层 (Simple and Efficient Adaptation Layer)
SECAM	可记忆序列 (Sequential with Memory)
SECB	严重错误的信元块 (Severely Errored Cell Block)
SEL	选择元字节 (Selector Byte)
SES	计秒严重错误 (Severely Errored Seconds)
SFD	帧分隔符开始 (Start of Frame Delimiter)
SIMM	单独在线存储器 (Single In-line Memory Module)
SIP	SMDS 接口协议 (SMDS Interface Protocol)
SIR	持续信息率 (Sustained Information Rate)
SLIP	序列化线路 IP (Serial Line IP)
SM	单独模式 (Single Mode)
SMDR	站点管理细节记录 (Station Management Detail Recording)
SMDS	交换式多兆位数据服务 (Switched Multimegabit Data Service)
SMS	选择性多目传送服务 (Selective Multicast Service)
SMT	站点管理 (Station Management)
SMTP	简单邮件传输协议 (Simple Mail Transfer Protocol)

SNA	系统网络结构 (Systems Network Architecture)
SNAP	子网接入点 (Sub-Network (Area Protocol) Attachment Point
SNDCF	子网独立聚集功能 (Sub-Network Dependent Convergence Function)
SNI	客户网络接口 (Subscriber Network Interface)
SNMP	简单网络管理协议 (Simple Network Management Protocol)
SONET	同步光纤网 (Synchronous Optical Network)
SP	服务供应商 (Service Provider)
SPANS	ATM 网络信号的简单协议 (Simple Protocol for ATM Network Signaling)
SPID	服务概要标识符 (Service Profile Identifier)
SPT	最短路径树 (Shortest Path Trees)
SPX	顺序分组交换协议 (Sequenced Packet Exchange Protocol)
SRB	源路由桥接 (Source Routing Bridging)
SRT	源树根部协议 (Source Rooted Tree Protocol)
SRTS	同步剩余时间标记 (Synchronous Residual Time Stamp)
SS	交换系统 (Switching System)
SS7	第 7 号信令系统 (Signaling System #7)
SSCF	服务专用协调功能 (Service Specific Coordinate Function)
SSCOP	服务指定连接方向协议 (Service Specific Connection Oriented Protocol)
SSCS	特定业务汇聚子层 (Service Specific Convergence Sublayer)
ST	插入和翻转 (Stick and Turn)
STDM	统计时分多路复用技术 (Statistical Time Division Multiplexing)
STE	节终止设备 (Section Terminating Equipment)
STM	同步传输模型 (Synchronous Transport Module)
STP	屏蔽双绞线 (Shielded Twisted Pair)
STS-n	同步传输信号-n (Synchronous Transport Signal-n)
SU	服务用户 (Service User)
SVA	AVA/ATV 的签名组件 (Signature Component of AVA/ATV)
SVC	交换式虚电路 (Switched Virtual Circuit)
SVCC	交换式 VCC (Switched VCC)
SVPC	交换式 VPC (Switched VPC)
TA	终端适配器 (Terminal Adapter)
TACACS	终端访问控制器访问控制服务点 (Terminal Access Concentrator Access Control Server)
TAT	理论到达时间 (Theoretical Arrival Time)
TAXI	透明异步传输/接收接口 (Transparent Asynchronous Transmitter /Receiver Interface)
TC	传输聚集 (Transmission Convergence)
TCP	传输控制协议 (Transmission Control Protocol)
TCP/IP	传输控制协议/Internet 协议 (Transmission Control Protocol /Internet Protocol)

TDM	时分多路复用 (Time Division Multiplexing)
TDP	标记分配协议 (Tag Distribution Protocol)
TDS	时分交换 (Time Division Switching)
TELNET	终端仿真协议 (Virtual Terminal Protocol)
TFTP	简单文件传输协议 (Trivial File Transfer Protocol)
TIA	电信工业联合会 (Telecommunications Industries Association)
TIG	拓扑信息组 (Topology Information Group)
TRPB	截断反向广播 (Truncated Reverse Path Broadcasting)
TS	通信标准化扇区 (Telecommunication Standardization Sector)
TSAP	传输访问点 (Transport Service Access Point)
TUC	所有用户信元计数 (Total User Cell Count)
TUCD	所有用户信元区别 (Total User Cell Difference)
TUNIC	TCP/UDP 通过不存在的 IP 连接 (TCP/UDP Over Non-existent IP Connections)
UBR	非指定比特率 (Unspecified Bit Rate)
UCT	一般协调时间 (Universal Coordinated Time)
UDP	用户数据报协议 (User Datagram Protocol)
UME	UNI 控制实体 (UNI Management Entity)
UNI	用户到网络接口 (User-to-Network Interface)
UPC	使用参数控制 (Usage Parameter Control)
URL	通用资源定位器 (Universal Resource Locator)
UTP	非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair)
VAT	可视音频工具 (Visual Audio Tool)
VBR	可变比特率 (Variable Bit-Rate)
VC	虚电路 (Virtual Circuit)
VCC	虚信道连接 (Virtual Channel Connection)
VCFC	虚信道流控制 (Virtual Channel Flow Control)
VCI	虚信道标识符 (Virtual Channel Identifier)
VCL	虚信道链路 (Virtual Channel Link)
VENUS	强扩展非单目传送服务 (Very Extensive Non-Unicast Service)
VIC	视频会议 (Video Conferencing)
VINCE	代理商独立控制实体 (Vendor Independent Network Control Entity)
VLAN	虚拟 LAN (Virtual LAN)
VP	虚拟路径 (Virtual Path)
VPC	VP 连接 (Virtual Path Connection)
VPCI	VP 连接标识符 (Virtual Path Connection Identifier)
VPI	VP 标识符 (Virtual Path Identifier)
VPL	VP 链路 (Virtual Path Link)
VPN	VP 网络 (Virtual Private Network)
VPT	VP 终止符 (Virtual Path Terminator)

VSAT	极小孔终端 (Very Small Aperture Terminal)
WAN	广域网 (Wide Area Network)
XNS IDP	Xerox 网络系统互联网数据报协议 (Xerox Networking System Internetwork Datagram Protocol)
YUV	电视彩色方案 (TV Color Scheme)

附录 C

术语表

附录 C 列出本书出现的术语表，并以字母顺序排列，用简短的描述介绍其含义，供读者参考。

10Base-T

基于双绞线与 10Base-T 集线器的 10 兆以太网的 IEEE（802.3）标准。

1-KHz audio bearer service（1 千赫音频载波服务）

一种由电话公司提供的载波服务，通过语音中继线传送数据电话。对于载有这种数据的电话中继线，交换机应当关闭它的回波撤消器。因为回波撤消器会破坏语音中继线传送的数据。3.1 千赫音频载波服务有时专门针对语音数据。（注：目前，数据承载电路与 3.1 千赫音频载波服务中，升序单元“数字/数据”的参数设置是相同的。其中“语音”设置意即单纯的实际语音，而不包括 3.1 千赫音频载波服务中的语音。）

access router（路由器访问）

一种基于基本路由协议的访问服务，专门设计用来使远程局域网能够访问联合主干网。不能替代主干路由器和用于建立主干网。

Address Resolution Protocol（ARP）　（地址解析协议）

TCP/IP 协议的一部分，由一个 IP 地址（以太网地址）映射到一台微机的物理地址，帮助标识以太网的每一台微机。

adjacency（邻接）

相邻路由器之间的联系，用来交换路由信息。

Alternate Mark Inversion（AMI）　（轮流屏蔽反转）

一种线编码模式，应用于 T1 传输系统的数据位传输。

analog（模拟）

传送音频、视频或者数据的一种方法，它是对原始信号的“模拟”。模拟传输与传统电话线上传送的语音、数据相联系。

analog data（模拟数模）

指在一定范围内可以任意取值和连续变化的数据。例如，由钟表指针表示的一天的时间，由温度计表示的液体温度，都是模拟数据。

analog signal（模拟信号）

一种通过有线或无线传送编码数据的信号种类。一个模拟信号可以在一定范围内任意取值和连续变化。它可以传送模拟或数字信号。例如，广播电台用模拟信号发送模拟的音乐数据，而调制解调器用模拟信号传送数字信号。

ANI（Automatic Number Identification 自动数字标识）

也称为 CLID。自动数字标识是一种通知被呼叫方呼叫方数字标识的机制。虽然与

ISDN（综合业务服务网）有些相似，但它实际上是独立于 ISDN 存在的，它是 Signaling System 7（信号系统-7）的一部分。

anycast，anycast address （任意传送、任意传送地址）

属于不同节点的一套接口的标识符。一种第六版 IP 规定的使用多个接口到一个地址传送数据包或数据报的方法。数据包通常发向一组节点中最近的一个，由路由协议衡量最短路径。（对比 multicast［多路广播］、unicast［单目传送］）

注意任意传送依照语法与单目传送不加区分。节点传送数据包到任意地址时也不知道任意地址被使用。（参见 unicast、broadcast［广播］、multicast、IP multicasting）

AppleTalk（Apple 计算机公司设计的串行通信协议）

Apple 公司拥有专利的连接 Apple 电脑及其外围设备的局域网。

AppleTalk Call Filter（Apple 呼叫过滤器）

Apple 呼叫过滤器可以引导管道放置呼叫、重置基于局域网 AppleTalk 活性的空闲定时器、防止捆绑数据包或 AppleTalk 回波数据包重置空闲定时器或初始化呼叫。

application（应用）

由软件、硬件或两者共同组成的功能系统，执行一定有用的任务。数据库管理系统、扩展表系统、文字处理、视频会议系统、局域网、传真机等都是应用的例子。

Application-Layer Gateway（ALG） （应用层网关）

在现代使用中，应用网关指将本地格式转换成另一种格式的系统，例如一种网关允许 TCP/IP 系统与 OSI 系统之间通信。应用层网关成了域与域之间通信的起点和终点。

application programming interface（API） （应用程序接口）

程序员编写程序时使用的一套工具、例程、协议。使用 API 能够使应用程序与操作环境一致。

APP server（APP 服务器）

APP 服务器可使用户对来自远程网络访问服务器（NAS）的令牌口令询问响应，网络访问服务器提供复杂的安全算法使每个用户拥有一个可生成口令的安全卡。局域网中开始一个需要连接到一个安全网络主机的应用程序时，管道初始化一个呼叫，初始过程导航结束后，远程 NAS 返回一个口令询问，用户要在 60 秒内从安全卡上得到并输入当前的动态口令。

Ascend Inverse Multiplexing Protocol（AIM） （升序反向多路复用协议）

一种捆绑协议，用来管理两个远程反向多路复用器的互联。

Ascend Tunnel Management Protocol（ATMP）　（升序通道管理协议）

一种虚拟私营网络协议，虚拟私营网络通过 Internet 提供低费用的私营网络远程访问服务。通向私营网络的通道可以来自 ISP（Internet 服务供应商），使拨号能够进入私人公司网络，或者使两家公司通过廉价的 Internet 进行连接从而互相访问。

一个 ATMP 进程发生在两个 MAX 单元之间，或者一个 MAX 单元和管线 50、130（可以作为本地供应，下面将作解释）经由 UDP/IP 协议。所有数据包经过该通道被封装入 RFC（说明注释）1701 描述的 GRE（通用路由封装）。ATMP 在两个 MAX 单元之间建立与拆卸一条交叉互联通道。该通道提供简化了的互联看似直接访问本地网络。所有数据包路由使用 IP 或 IPX，桥接在这种通道中不被支持。

ATMP 单元的一方作为外地代理商（例如本地 ISP），另一方作为本地代理商（可以访问本地网络）。作为移动节点的拨号进入外地代理商，通过建立一个交叉 Internet IP 与本地代理商连接。外地代理商将在 IP 连接的顶端申请一条 ATMP 通道。外地代理商必须使用 RADIUS（远程身份验证拨入用户服务）验证拨入用户。

本地代理商是该通道的终端，这里是大多数 ATMP 消息发生的地方。它必须能够与本地网络（提供拨入服务的实际网络）直接连接通信。

asynchronous PPP（异步点对点协议）

点对点协议使用的一种模式。异步指形成的数据包的发送间隔是不规则的。

Asynchronous Transfer Mode（ATM）　（异步传输模式）

一种信元交换多路复用技术，需要速度在 155 兆 b/s（字节每秒）到 622 兆 b/s 高速主干网支持，定义信元 53 个字节，5 字节为报头，48 字节数据。

asynchronous transmission（异步传输）

一种串联主机间发送与接收模式，这样的主机能辨认字符的起始与结束，因为每个字节被加入两个位：一个起始位一个结束位。起始位指示一个新字符的开始，始终为零。结束位指示字符的结束，如果被使用，出现在奇偶校验位之后。

Attachment Unit Interface（AUI）　（部件单元接口）

一种 15 针的屏蔽双绞以太网线，用于连接网络设备与介质连接单元。

authentication（身份验证）

一个设立合法用户并定义他们所建立的会话的参数的规程。这是一个知道了接收数据与发送数据相同及发送者是实际中的发送者的过程。经常通过一个密码对它进行验证，但因为密码可以通过猜测得到而且也可能被发现，所以需要一个加密的密码和一个加密钥匙的系统将变得越来越普及。“身份验证”可以被当作控制和定义网络访问的安全性测试。它常常做为会话的第一部分；身份验证参数的范围可以通过使用专门的身份验证系统进行设定。

Autonomous System（AS） （自律式系统）

在单一技术管理下的一系列路由器，通过通用路由协议交换路由信息。AS 使用一个或多个内部网关协议和通用度量为 AS 内部数据包路由，使用一个外部网关协议为发向其他 AS 的数据包路由。AS 管理员对于其他 AS 只有一个内部相关路由计划，给出一个固定的经此 AS 可达网络的列表描述。

Auto_reconnect（自动重接）

自动重接连接一个断开的链接。该软件用来注释失数的链接并重新建立连接。

available bit rate application（可用比特率应用）

针对可用带宽，具有宽范围功能的应用软件（例如文件传输软件）。这种软件能对低带宽低速运行，对高带宽高速运行。（参考 constant bit rate application［固定比特率应用］，variable bit rate application［可变比特率应用］）

B8ZS（Binary Eight Zero Suppression） （二进制 8-0 替换）

一种通过 T1 传输系统传送数据的编码模式。

B channel（B 信道）

一个 56Kbps 或 64Kbps 的道道，传送用户数据使用的线路用 ISDN D 信道信号。（参考 ISDN D 信道信号）

B-channel bundling （B 信道集束）

B 信道是一种承载信道，一个基本组件就是 ISDN 接口。B 信道是电路交换可承载双向 64Kbps 音频数据。集束是基于 DSI（数字速度内插），一种用于压缩更多的语音对话到一条线上的技术。对话被分割成许多段，这样只有当有人说话时才有数据传送。在 T1 多路复用中，4 位集束看成 11 条 32 千比特率的压缩数据通道，并与一条信号增量通道共同工作。

bandwidth（带宽）

LAN 或 WAN 电路的信号发送速率，或每秒通过信号通道传送的位数，以 Hz 作为单位。带宽是服务的数据容量，用千比特率（Kbps）或兆比特率（Mbps）来衡量。它并不是速度的单位，而是服务负载数据量大小，由每秒比特数来确定。T1 服务传送 1.544Mbps，而 ISDN 服务为 128Kbps。数据在线路上以相同的速率传送，T1 线路容量是 ISDN 线路的 12 倍。速度和容量是两种不同的属性。比如，两个数据包通过通宵服务传输，一个是由盒子装入的许多页文本，而另一个由一个信封装入的一页文本，它们的传输速度相同，但是盒子的容量更大。尽管数据在线路上传输速度相同，因为编码方式、压缩等因素使调制解调器传送数据效率提高，不同的调制解调器的速度不同。信号编码机制及调制解调软件决定了它的传输速度。给定的吞吐率由于执行时间而减小。（参见 latency［执行时间］）

bandwidth-on-demand（要求带宽）

管道 25 的一个特性，它通过自动决定是否在数据传送期间使用第二条 ISDN B 信道来减低费用。例如，管道 25 提升单一 ISDN B 信道的使用率（数据传送期间）。如果使用率超过 90%一定的时间，管道 25 自动引入第二条 B 信道以加速传输速率。当两条信道不再必要，则自动转回一条信道。

Basic Rate Interface（BRI）（基本速率接口）

ISDN 两种订购接口中的一种，有两条 64Kbps 的 B 信道和一条 16Kbps 的 D 信道。B 信道用于语音、视频和数据。D 信道用于电话公司交换机间的信号传送以及传输 ISDN 用户网络消息。

bit error rate test（位错误率校验）

一种确定接受错误位占接收总位数百分比的校验。通常由 10 的幂来表达。

BNC connector（Bayonet Neill-Concelman connector）（BNC 连接器）

一种用于连接同轴电缆与电子设备的连接器，它可以比螺丝连接更快地安装和拆除。细缆以太网（IEEE 802.3 10BASE2）使用 BNC 连接器。

broadband（宽带）

一种大数据量传输方法，包括语音、视频（数据量大于语音级）。通过频分多路复用，这种传输技术允许多路高速信号共享一条电缆。在 ISDN 中，宽带信道支持上述基本速率（1.544 兆 bps 或 2.048 兆 bps）

broadcast（广播）

数据通讯的一种类型，数据源将一个消息的拷贝发送到网络中的每个节点，即使有的节点并没有要求接收该消息。（参考 anycast，unicast，multicast，IP multicasting）

broadcast domain（广播域）

一个网络接受相同广播的部分。

broadcast network（广播网）

一种网络，支持两个以上的路由器，具有对单个物理消息定位到所有接入的路由器的功能。

building backbone subsystem（建立主干子系统）

提供建筑与校园主干网间的链接。

call filters （呼叫过滤器）

呼叫过滤器帮助管理连接到用户计算机或网络的管道的耗用。该管道有一个可在连

接部分和应答部分设置的空闲定时器。呼叫过滤器允许定义数据包对空闲定时器不能重新启动，这样只有有效的交通才能保持连通性。呼叫过滤器中定义的数据包不能重新启动空闲定时器或初始化一个呼叫。例如，在网络中一些数据包每 60 秒多路广播一次以确保所有路由器和桥接器都知道可用的服务。过滤掉这些数据包排出数据流以防止呼叫被初始化或连接不上是可实现的。

campus backbone subsystem（校园主干子系统）

提供建筑物之间，包括电缆，同一位置的多个建筑组成建筑群之间交叉互联的链接。

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection（CSMD/CD）（载波监听多路访问/冲突检测协议）

以太网和 ISO 8802-3 局域网使用的信道访问方法。在发送数据前，每个站等待一个空闲信道，并且监听其他站点的传输交叠。

Challenge Handshake Authentication Protocol（CHAP）（Challenge 握手鉴别协议）

这种安全协议允许在两个通讯系统之间包括数据传送期间的访问优先。CHAP 使用询问来识别访问系统的用户。

channel（通道，信道）

两节点间的数据通道。通常它是传输系统的最小单元，一般提供单一类型服务。信道最基本有一个装载数据流的管道的一个标签。该标签标明了信道名称、与其相连的服务器端参数。信道参数有信道名称、端口地址，例如 ICAST Broadcast News Address：239.128.0.1，Audio Port：4640，Video Port：4920，File Tranfer Port：3280.

channel service unit（CSU）　（信道服务单元）

用于连接来自电话公司的数字电话线与面向用户使用网络设备的装置。

child link（子链接）

一套转发多路广播数据包的接口。

circuit-level inverse multiplexing（电路水平的反向多路复用）

一种反向多路复用方法，即反向多路转换器将数据流分割成相等的部分，再将各部分传送到可用电路上，接收端调节网络引起的延时，重新将数据包按它们正确的顺序组装起来。AIM 与 BONDING 协议（ATM 反向多路复用与绑定协议）定义了电路水平反向多路复用的工作方法。要求数字电路透明的应用软件，例如视频会议、备份溢出大数据量文件传输程序，使用电路水平的反向多路复用。

Class A IP address（A 类 IP 地址）

一种单目传送 IP 地址，把地址空间分为多网络地址，少主机地址。

Class B IP address（B 类 IP 地址）

一种单目传送 IP 地址，把地址空间分为中等数量的网络和主机地址。

Class C IP address（C 类 IP 地址）

一种单目传送 IP 地址，把地址空间分为多主机地址，少网络地址。

Class D IP address（D 类 IP 地址）

分配给基于 IPv4（第四版 IP）网络的多路广播的主机群。在 Internet 标准逗点十进制表示法中分配给这些主机群的地址从 224.0.0.0 到 239.255.255.255。

Classless Inter-Domain Routing Protocol（CIDR）　（无类域路由）

一种取代原有基于 A、B、C 类地址系统的 IP 地址分配机制。使用 CIDR，一个 IP 地址可用于指定多个惟一的 IP 地址。CIDR IP 地址的表示法只是在原有 IP 地址末尾加了一个斜杠和一个称为 IP 前缀的数字，例如：172.200.0.0/16。

Client/server architecture（客户机/服务器结构）

一种网络结构，在这种网络结构中使用的协议把网络中的所有工作站或者作为客户机，或者作为服务器。用户在客户机上使用应用软件，服务器管理网络资源。

connectionless protocol（无连接协议）

一种网络协议，使一台主机可以不通过与接收者建立连接而发送消息。主机将提供了目的地址的消息送到网上，期望消息达到它的目的地。

connection-oriented protocol（面向连接协议）

一种网络协议，在实现数据传送前要求发送端与接受端之间建立一条通道。电话、TCP（传输控制协议）和 HTTP（超文本传输协议）都是面向连接协议的实例。

Constant Bit Rate application（CBR）（恒比特率）

应用程序比如语音程序产生位数恒定的数据流，需要分配到最小的带宽容量。小于此带宽则不能工作，大于此带宽也不能因为额外的带宽而受益。它们典型地运行于电路转换环境，在这种环境它们适配以有效的带宽。（参考 available bit rate application［可用比特率应用］、variable bit rate application［可变比特率应用］）

consumer（使用者，用户）

在多路广播传输协议中定义为只能接收用户数据的传送器。它可以发送控制数据包，比如拒绝应答，但不能发送传送标识请求以及任何形式的数据或空消息。

convergence（集中，会聚）

在整个网络中，改变路由拓扑以传播所耗费的时间。

Core Based Trees（CBT）　（基于核心的树）

基于核心的树的路由协议特点是所有组的成员共享一棵树。CBT 建立所有组成员共享的一棵基于一个核心路由器（取代了源）的多目树。它在每个组建立一棵多目树，而不是每两个成员。多路广播允许在同一组整棵树发送和接收数据，而不用考虑源。路由器通过向核心路由器发送一个加入消息可以加入树。

codec（COder-DECoder）　（编码—译码器）

在视频会议领域，视频编码—解码器将摄象机的模拟视频信号转换成数字电路能够传送的数字信号进行传送，然后，再将数字信号转换成可显示的模拟视频信号。在音频领域，音频编码—解器具有类似功能。

compression（压缩）

一种减小带宽容量或需要编码位数的技术。压缩节省传输时间和容量，可以节省出使用传输线路的存储空间。压缩后的数据可能质量有损失，但带宽的节省往往更受重视。压缩尚未标准化。升序设备通过端接装置依其压缩可以执行高比率的压缩。

core router（核心路由器）

在多路广播路由器中充当一个发送者和一组接收者交汇点的路由器。它是典型的用以实现 CBT（基于核心的树）路由协议和算法的结构。

counter-rotating ring（循环计数环）

一种使用双环并且运行方向相反的产生冗余的方法。网络接口可以改变数据流所在环的路径，这就保证了即使有些电缆未接入、被切断或某装置损坏的情况下环的存在，以及网络操作的可用。

D channel（D 信道）

使用 ISDN D 信道信号承载 WAN 同步信息的信道（参见 ISDN D-channel Signaling）。

datagram（数据报）

IPv4（IP 第四版）的一个术语，是发送到 Internet 上的数据包的一种格式，要求指明目的地址（按标准存在于文件头信息中）。IPv6（IP 第六版）中，数据报即多数据包。

Data Cirouit Terminating Equipment（DCE）　（数据线路端核设备）

调制解调器或类似设备使用的接口，提供时钟，正如 DTE（数据端接设备）之间的转换服务。

data filters（数据过滤器）

应用于实际数据流的一种过滤器。它可以将数据包根据地址装入特定的主机，或者阻止一些数据包在广域网上传输。

Data Link Connection Identifier（DLCI）　（数据链路连接标识符）

一种帧延时数据包地址域包括的十位数值，对帧延时的每个虚电路进行惟一标识。

data over voice（音频载波数据）

使用语音品质的电话通道传送数字数据。音频载波数据有时指使用音频载波服务，或者 3.1 千赫音频服务传送数据。

Data Terminal Equipment（DTE）（数据端接设备）

一种接口，装入计算机、终端或路由器中作为提供网络连接的端接设备。

dense-mode multicast routing protocol（密集模式多路广播路由协议）

建立在多路广播组成员在网络中都是密集分布假设上的一种路由协议，基本假设是网络中所有主机都属于该组。密集模式多路广播路由协议包括 DVMRP、MOSPF（多路广播开放最短路径优先）和 PIM-DM（独立与协议的多目传送密集模式）。（参考 sparse-mode routing protocols［疏松模式路由协议］）

designated router（指定路由器）

当一个多路访问网络有两个或两个以上的路由器时，被选中负责为网络声明状态及协议执行情况。指定路由器有助于减少连入多路访问网络的数目，简化拓扑数据库。

Distance Vector Multicast Routing Protocol（DVMRP）　（距离向量多路协议）

支持多路广播路由的第一个协议，广泛用于 Mbone（见 RFC1075）（多目主干）。DVMRP 假定网络上所有主机属于多路广播组。多路广播消息在所有路由器接口通过的同时生成多路广播组所有成员的跨越树。DVMRP 使用诸如 RIP（路由选择信息协议）的距离向量协议来保持当前网络拓扑结构描述。DVMRP 和 RIP 两者都使用中继段数作为距离单位。

Domain Name Service（DNS）　（域名服务）

TCP/IP 协议簇中的名字服务，提供本地以及远程网络中计算机的信息。DNS 是一个 Internet 范围的分级数据库。

dominant router　（支配路由器）

一个链接中几个路由器中的一个，被选作特定数据源。它负责响应发向子网的数据报，成为子网数据源。

downstream router（下游路由器）

用以转发多路广播数据包的路由器。

DTE/DCE（数据线路端接设备/数据端接设备）

DTE 与 DCE 间的接口，网络最常用接口之一。

dynamic bandwidth overflow（动态带宽溢出）

这是在请求高峰期间起用额外带宽的运行模式，通过反向多路复用机制，在交通达到超出预分配水平时，增加的带宽拨入实现，

fallout（输出端数）

一棵多路广播树的响应程度或一台交换机里一个电话的拷贝数目，参见 IP 多路广播和 ATM（异步传输模式）。

fast Ethernet（快速以太网）

100Mbps 版本的 IEEE 802.3 的别称。

fast packet（快速数据包）

一种数据传输技术，这种数据包在整个传输路线节点上不经任何错误校验，终点负责所有错误校验，

Fiber Distributed Data Interface（FDDI） （光纤分布式数据接口）

一套 ANSI（美国国家标准协会）/ISO（国际标准化组织）标准，主要用于定义高带宽局域网。FDDI 基本上运行于光纤网络，铜缆也可。它通过双环配置上的时间令牌提供计算机与计算机、计算机与外围设备之间的同步和异步服务。

firewall（防火墙）

一种硬件/软件工具，使网络管理员能决定哪些种类的用户可以访问网络资源。防火墙提供了监视授权用户读写的进出于防火墙的数据。

flow（流）

具有相同来源、相同目的地（一个或多个）、要求相同服务品质的消息序列。应用程序产生与其产生网络传送特定流相适应的实时交通服务品质的要求。

flow-based（基于流的）

第三层特有的转换执行操作，只检查数据的第一个包，转换其余第二层的数据包。

flow specification（流分类）

一种互联网络主机使用请求互联网络服务的数据结构，经常用以保证互联网络控制主机交通。

forwarding table（转发表）

一种包含组信息（源及组对）的表，是路由器用以建立和保持最短路径树的依据。这将帮助路由器转发多路广播数据报到每一个组成员。

fragment（分割段）

包/帧（常为损坏以太网帧的一部分）的一部分。在 IP 术语中，分割段指一种由大数据包分割而来的小数据包。

frame （帧）

远程通信中在网络节点之间传输的数据单元，以地址和必要的协议控制信息结束。

frame-relay network（帧中继网络）

由帧中继交换机构成的网络，提供裸主干链路层服务以传输快速块数据包。

full duplex（全双工）

数据传输线独立提供、同时双路传输双向数据的属性。（相对半双工而言，参见 half duplex［半双工］、simplex［单工］）

gateway（网关）

一种让具有不同网络体系的计算机网络联接起来的操作装置。

geostationary satellite（同步卫星）

一种卫星，轨道位于赤道正上方大约 22,000 英里高。绕地球一周 24 小时。例如气象卫星。

Gigabit Ethernet（千兆以太网）

由 IEEE 制定以太网的高速版本（每秒一兆位）。

half duplex（半双工）

一条数据传输线可以具有的属性：即数据可以被双向传输，但一个时刻只能一个方向。如果线路具有足够高的速度，从用户角度来看，如果两个端点迅速交换控制则看起来数据传输是同时双向的。（参见 full duplex［全双工］、simplex［单工］）

heartbeat（心跳）

一种时间间隔的命名，用 1/1000 秒作为单位，是传输状态的主要参数。它可以被匹配达到客户希望的传输服务质量。也是以太网定义的 SQE 信号质量检测性能指标。

hertz （赫兹）

频率单位，相当于一个循环每秒。

host group（宿主机分组）

所有宿主机属于一个多路广播进程。一个宿主机分组的成员是动态的：宿主机可以随时加入或离开分组。一个分组可以有任意多个成员，成员可以在局域网或 Internet 的任意位置。一台宿主机可以同时为多个分组的成员。

Hybrid LAN（Hybrid 局域网）

混合电路局域网是一些链播的发送接收单纯使用模拟信号，而另一些使用数字信号。另一种定义是把网络划分为公用和私有部分。

ICMP（互联网控制报文协议）

Internet Message Control Protocol 是第六版 IP 的一部分。第四和第六版 ICMP 的条款只是在有必要避免多义性的部分使用。

ICMP destination unreachable indication （ICMP 不可达目标指示）

ICMP 中指出不能被传递原因的数据包产生的返回到传递数据包发送端的错误指示。如果错误发生在数据包源节点的一个节点，ICMP 错误消息产生。如果错误发生在数据包源节点，则不需要专门的设备来生成和向数据源发送 ICMP 错误，只要上层发送器通过一个属性机制标识，例如从一个过程呼叫返回值。但值得注意的是，专用设备可以很方便地清除坏数据包，并生成 ICMP 错误消息，通过本地一般错误处理程序传递。

inband signaling（带宽内信令）

一种在每一个 64Kbps 信道中使用 8Kbps 用来保证 WAN 同步的信号发送方法。其余的 56Kbps 处理用户数据的传输。也被称为“抢占位信令”，抢占位指每个信道的用于信令的 8Kbps。T1 访问线包含一个或多个转换信道，转换 56 线使用带宽内信令。

Integrated Services Digital Network（ISDN） （综合业务数字网）

所有电话公司提供的数字服务。通过单电话线提供 144Kbps 数据传输。（分成两条 64Kbps B 信道和一条 16Kbps D 信道。）

interface（接口）

一个系统对一个网络的接入点。通常指路由器与一个与之相连的网络。一个系统与同一个网络可能有多于一个的接口。多个接口可以被 IP 单目传送惟一的地址标识。一个播口可以有多个这样的地址。一个接口可以连接一个路由器和一个与之相连的网络。一个 IP 地址、域名、或者接口名能播定一个物理接口（除非未编号的点对点网络）。

Interior Gateway Protocol（IGP） （内部网关协议）

属于一个自动化系统的路由器所表达的路由协议。每个 AS（自动化系统）都有单一的 *IGP*，分立的不同 AS 可以运行不同的 IGP。

Internet Assigned Numbers Authority（IANA）（Internet 地址分配机构）

为 Internet 协议指定参数惟一值的中心协调机构。Internet 社团和联邦网络委员会指定 IANA 负责指定、协调数以万计的网络参数的使用。IANA 位于南卡来罗那大学，由信息科学研究所执行。

Internet datagram（Internet 数据报）

Internet 模块与具有 Internet 头信息的高层协议之间数据交换的单元。

Internet Engineering Task Force（IETF）　（Internet 工程任务组）

一个由网络设计师、操作员、经销商及研究者组成的国际化组织，与 Internet Architecture Board 联系紧密，负责设计、调试 TCP/IP 和全球 Internet。IETF 被划分为组或区域，每个组或区域有一个负责人，且对每一个感兴趣的人都是开放的。

Internet Group Management Protocol（IGMP）　（Internet 组管理协议）

多路广播路由器使用此协议探测直接相连子网宿主机组成员的存在。IP 主机使用 IGMP 向相邻所有多路广播路由器汇报其所在组的成员关系。IGMP 消息被封装进 IP 数据报（使用二号 IP 协议）RFC1112 描述 IGMP，被认为是 ICMP（Internet 控制报文协议）的扩展，且位于 IP 协议栈的相同位置。

Internet Protocol（IP）（Internet 协议）

位于 Internet 网络层的协议或标准，它定义数据包信息，数据包向远程节点路由机制，及确定远程计算机地址并将数据包路由至远程主机的方法。

Internet Service Provider（ISP）　（Internet 服务供应商）

提供订购诸如在线信息检索软件、电子公告牌、电子邮件等服务并收取费用的商业组织。ISP 是由单一管理部门控制的的域，并与其他 ISP 共享域资源。ISP 提供 Internet 访问服务。通过建立包含远程访问服务器和另加设备以匹配用户软件数据包的 POPs（存在点），ISP 成为商业的 Internet 获利者。供应商大都按月收取租费，提供技术支持，向用户提建议。

Internetwork Packet Exchange Protocol（IPX）　（互联网络分组交换）

在 Novell NetWare 网络中建立的一种数据报协议，与 UDP（用户数据报协议）相似。与 SPX 共同使用，提供不连接服务，与 UDP/IP 类似。

InterNIC（网络接口卡）

由国家科学基金会支持，AT&T 与 Network Solution Inc.（NSI）公司的一个合作项目。该项目目前向 Internet 用户提供四种服务：

- InterNIC Directory and Database Services：由 AT&T 管理的在线白页路径和公众可访问的数据库路径。

- Registrate Services：由 NSI 管理的域名和 IP 地址分配。
- Support Services：由 NSI 管理的向 Internet 社团提供的进修、教育和信息服务。
- Net Scout Services：由 NSI 管理的在线出版物，总结 Internet 用户关心的新闻。

interoperability（互用性）

可互用设备指与各种厂商的设备及服务兼容，可以集成到一个包含许多厂商产品的网络中。因为某些设备必须具有多功能性以扩展网络机构，所以互用性是扩展预测的重要因素。互用性的技术因素可以包括大量的协议，结构灵活以保证可升级。一个远程访问服务器应包含翻译兼容性、封装兼容性、过滤兼容性等。

IP address（IP 地址）

TCP/IP 网络中一个计算机或一台设备的标识符。网络使用 TCP/IP 协议路由基于目标 IP 地址的消息。IP 第四版的格式是一个 32 位由逗点分隔的四个数字。每个数字可以从 0 到 255。例如 1.160.10.240 就是一个 IP 第四版的地址。

IP multicast（IP 多路广播）

一种一对多的传输。在 RFC1112 中描述为“一个 IP 数据报向一个主机组（用一个 IP 目标地址标识的零到多个主机）的传输”。使用与单目传送数据报相同规则，通过“最大努力”，一个多路广播数据报被传递到所有目标主机组成员。一个主机组的成员关系是动态的，即主机可以随时加入或退出组。对主机组的成员数目和位置没有限制。一台主机可同时是多于一个组的成员。

IP multicast datagram（IP 多路广播数据报）

传递到所有多路广播主机组成员的数据报。这种数据报具有与单目传送数据报同样的传输规则，即“最大努力”。

IP multicast router （IP 多路广播路由器）

支持 IGMP 和一个或多个多路广播路由协议（包括 DVMRP［距离向量多目路由协议］、MOSPE［多路广播开放最短路径优先］、PIM-DM［独立于协议的多目传送的密集模式］、CBT［基于核心的树］和 PIM-SM［PIM 的疏松模式］）的路由器。

ISDN BRI line（ISDN 基本速率接口线）

一条 ISDN 基本速率接口线使用两条 B 信道传输用户数据，一条 D 信道用于发送 D 信道信号。两条 B 信道都可以被交换，都可以被锁定，或者一条被交换，一条被锁定。这种线可以连接到标准音频服务系统、交换-56 数据服务系统、交换-64 数据服务系统。

ISDN D-channel signaling （ISDN D 信道信令）

一种信号发送方法，D 信道用它处理 WAN 同步信号，B 信道用它传输用户数据。它的另一种状态是带宽外信号发送。T1 PRI（原始速率接口）、E1 PRI（一种广域数字传

输机制）和 ISDN BRI 线都使用 ISDN D 信道信令。

ISDN multirate（ISDN 多速率）

一种基于网络的 ISDN 服务，允许用户的访问设备拨打申请以 64kbit/s 为间隔，最高达 1536kbit/s 带宽的网络信道。访问 ISDN 多速率服务要求使用 ISDN PRI（扩展速率接口）线。

ISO（International Organization for Standardization）（国际标准化组织）

联合国指定负责制订计算机通信标准的机构。ISO 的成员是来自全世界国际标准化组织的代表。

ISO 9001

ISO 对国际、国家数据通信标准的规定。（美国在 ISO 的代表是 ANSI.3.）9001 目前是一套 ISO 标准。ISO 认证产品具有高度的一致和质量。

Java

一种面向对象编程语言，由 Sun Microsystems 公司发明，用于生成可以发布到 WWW 的小程序。JAVA 程序运行于可用 JAVA 的 Web 浏览器，或 JAVA 虚拟机。

jitter（抖动）

任何不稳定速率的数字信息都被转换成模拟信号。技术抖动是突然的未预料的一个或多个信号特征（包括脉宽、连续周期的振幅、连续周期的频率和相）变化。

Kbps

千位每秒。

LAN（局域网）

一个本地区域的网络；一个跨越有限地理区域的通信网络。局域网可按其拓扑结构、设备布置、协议使用以及传输介质（例如双绞线、同轴电缆、光缆）分类。

LAN packet display（局域网致据包显视）

特定时间数据包情况显视，由图表显示或计数器。

LAN/WAN connectivity（局域网/广域网连通性）

由操作系统层支持服务的工具，用以设计局域网与广域网有效连接以实现远程访问。一台有效的远程访问服务器必须包括主机通讯、转换协议以实现此功能。

LAP-B（B 信道链路访问进程）

一种对使用数据包转换模式 B 信道的链路访问进程进行调用的协议。

LAP-D（D 信道链路访问进程）

D 信道链路访问协议。此协议提供将多通道组合成单逻辑链接的设置机制。单逻辑链接指象 B 信道中数据流监视管理等一般的管理任务。

latency（等待时间）

网络的传输延时或位、字节在网络中传送的最小时间。

leaf link（叶链接）

没有路由器以达到源的子链接。

leased lines（租用的线路）

从电话公司租用的一星期七天、一天二十四小时的专用线路。连接存在于事先决定的两个点之间，不能转换到别的位置。

LEO system（低地球轨道系统）

一种由许多位于或接近地理两极，离地几百英里的小卫星环形轨道组成的低地球卫星轨道系统。对 Internet 的无线访问依赖这种卫星。

Line Quality Monitoring（LQM）（线路品质监视）

一种使升序单元能监视链路品质的功能部件。LQM 为经由链路发送的数据包计数，并定时询问远程端点接收到的数据包数量。数量不合意味着数据包丢失、链路质量问题。如果该问题达到特定的域值升序单元可以破坏并重新建立一个呼叫。

link-state advertisement（链路状态广告）

一种路由器消息，用于描述一台路由器的局部状态或网络包括的该路由器的接口及相邻设备的状态。

logical link（逻辑链接）

源节点与目标节点或同一节点的两个进程之间的暂时连接。

Logical Link Control（LLC）（逻辑链路控制）

OSI（开放系统互联）模型的数据链路层部分，也是 IEEE 802.x 系列标准特定的链路控制部分。它定义了中间无交换站点两站点之间的数据传送服务。有三个版本：LLC1 面向不连接；LLC2 是面向连接的；LLC3 是含确认机制的面向不连接。

logical topologies（逻辑拓扑）

从网络成员访问方法或操作规则的角度来描述网络。

MAC address（介质访问控制层地址）

与网络适配器及特定网络中机器标识相联系的惟一的介质访问控制地址，占六个字节。一个 MAC 地址也可作为以太网地址、硬件地址、站点地址或物理地址。

mask（掩码）

一种子网用于地址变化处理的方法。一个掩码是指定的目标位数极大的四元逗点数。除非使用路由过滤器，否则 Gate D（D 网关）只支持连续的掩码。

Maximum Transmission Units（MTU） （最大传输单位）

通过一个网络可以传输的最大数据量。

Mbone（多目主干）

一个虚拟的置于物理 Internet 顶部的多目主干网络。

Mbps

兆位每秒。

medium attachment unit（MAU） （介质连接单元）

用于将信号在以太网介质之间转换的装置。

multiaccess network（多路访问网络）

支持连接超过两个路由器的物理网络。每两个这种网络中的路由器都可以直接通信。

multiband（多频带）

Ascend Communications 生产的网络访问设备系列产品声明。

Multiband LSU（LAN Service Unit） （多频带 LAN 服务单元）

升序多频带 LSU 是升序多频带系列产品的一种。它允许 LAN 桥接器和路由器交叉互联，使用有效的租用线路和数字拨入电路形成 WAN。通过创建这样的混合网络，用户可以根据实时交通负载匹配带宽，节省费用及发挥最大效率。

Multiband Plus（多频带增强）

升序多频带增强是升序多频带系列产品的一种，它提供数字拨入请求带宽访问应用。它支持达四个应用程序（视频、局域网、备份、图像等）同时运行，支持达 3 兆位每秒的发送数据到网络的速度。

Multiband RPM（Remote Port Module） （多频带远程端口模块）

升序多频带 RPM，升序多频带系列产品之一，用于扩展数据，控制、管理从多频

带到另一处应用设备数据端口。一个远程端口模块可以被认为是一个独立的重发器，将高速数据和控制信号转换成适合非屏蔽双绞线扩展距离传输的数据。

Multband VSU（Video Service Unit） （多频带视频服务单元）

升序多频带 VSU，升序多频带系列产品之一。视频会议用户最初可以购买一个 VSU 作为一个双 56（112）kbit/s CSU/DSU（信道服务单元/数据服务单元），之后很容易就可升级到最高级的 384kbit/s 反向多路复用器。升级过程是远程从 Ascend Communications 下载新软件.

multicast（多路广播）

从一台主机使用单次传输到选定的可接收子集所有主机的消息传送方法，也可以由一台主机到多台网络中设备。多路广播发送消息到一组接收者只通过源的一次传输。

multicast forwarding（多路广播转发）

一个多路广播转发表是基于 IGMP 消息建立起来的。组成员关系在转发表中生成和更新。当 IP 多路广播数据包被主干接口接收，转发表用于根据组成员关系将数据包分配到多路广播客户 。

multicast group（多路广播组）

为了接受来自一个源的消息而建立的组。这些组可以以帧中继或 TCP/IP 协议组中的 IP 为基础，也适用于其他网络。

multicast 链路 （多路广播链路）

一个可进行 IP 多路广播或 IP 广播服务的链路。这包括象 LAN 和卫星通道这样的广播媒体，单个 point-point 链路以及一些存储转发网络（比如 SMDS 网络）。

multicast interface（多路广播接口）

一个到达可进行 IP 多路广播或 IP 广播服务的链路的接口。

multicast Open Shortest Path First（MOSPF） （多目开放最短路径优先）

RFC 1584 将 MOSPF 定义为可以提供路由 IP 多路广播通信的 OSPF 链路状态单向路由协议的附加部分。

Multicast Transport Protocol（MTP） （多路广播传输协议）

这个协议为应用程序编程提供了可靠性方面的保证。当开发某种类型的应用程序时可用 MTP。比如说 MTP 可以用于那些需要确定一个多路广播组中的所有成员都接收到了同一个数据包的分布式数据库。

Multimode fiber（多模式光纤）

一种主要用于短距离（如用于校园局域网）的光纤。它以实际距离条件下所能达到

的实际最大速度提供正确电子进行传送——如果在典型的校园式距离上可以达到 100 千兆位/秒。它比单独模式的光纤更易连接。

Multiplexer（多路复用器）

是一个允许多个用户共享一个单独线路并把多个不同的数据流装入一个单独流的设备。在通信链路的另一端，另一个多路复用器通过把数据流形成的流再分拆回原来的多个流的方式保留了这个过程。

Multiplexing（多路复用）

一个为了与稀线式以太网段（最多可以与 8 个）进行互联的中继器，可以是独立的或与一个标准以太网相连。

MultiRate（多速率）

包括了一个带宽由多个 64Kbps 带宽构成的单独线路的数据服务设备。这个线路中含有一个或多个 B 通道。例如，一个用户可以首先拨号第一个 384Kbps 的呼叫（用 6 个 B 通道），然后再拨号第二个 512Kbps 的呼叫（用 8 个 B 通道）。

Neighboring roaters（相邻路由器）

接入一个公用网络的两个路由器、在多重访问网络中，通过 OSPF 的 Hello 协议机动发现相邻的两个路由器。

NetBEUI（网络 BIOS 增强用户接口）

诸如 Windows 95、Windows NT 等基于视窗操作系统使用的 NetBIOS（网络基本输入输出系统）协议的增强版本。

NetBIOS（Network Basic Input Output System）　（网络基本输入输出系统）

与 DOS BIOS 共同使用的为本地网络指定功能的应用程序接口。

network access point（NAP）　（网络访问点）

国内和国际 ISP 互联的一种 Internet 集线器。

network address　（网络地址）

参见 IP 地址。

Network Service Access Point（NSAP）　（网络服务访问点）

提供服务机器的网络地址或节点地址。

Network Information Center（NIC）　（网络信息中心）

一个网络的中心组织，具有生成网络中名字、地址的机利。NIC.DDN.MIL 可指定 Internet NIC，具有生成根服务器的机利。

Network Information Service（NIS） （网络信息服务）

最早以 Sun 黄页闻名，NIS 用于管理网络范围的数据库。NIS 有两项服务，发现 NIS 服务器和访问 NIS 数据库。NIS 允许动态更新数据库文件。它是无等级可复制的具有 Sun Microsystems 公司特性的数据库。

network mask（网络屏蔽）

一个用来将本地子网从其余的 IP 地址中隔离出来的数字。

Node（节点）

任何连入网络的智能设备，包括终端服务器、主机，以及任何其他与网络连接的设备（比如打印机和终端）。

On-tree router（位于树中的路由器）

保持状态并为一个 CBT 分布树的一部分的路由器。

Open System Interconnection（开放系统互连）

对于一套由 ISO 开发的，允许在不同代理商的计算机系统之间进行通令的分层标准的称谓。

Out-of –band signaling（带外传信法）

隔离于传输信号的通道之外并通过一个独立（带外）通道的传信方式。

Overflow（溢出）

为应付峰值通信负载而拨号附加带宽并在通信负载减小时降低总带宽的过程。

Packet（包）

具有一个即可以完全符合逻辑也可以不完全符合逻辑的报头的数据包。是一系列包含了数据和控制信息（包括源和目的节点地址）的，被格式化后用来进行从一个节点到另一个节点之间传输的位。大部分包是物理的，另外一少部分是数据逻辑组装。

Packet-by-packet

一种第三层交换工具，可以使用工业宽度、路由协议对所有包进行检测并完全在第三层中把它们转发到它们的目的地。

Packet-level inverse multiplexing（包水平的逆向多路复用）

一种使逆向多路系统（mux）使用 MP 或 MPP 协议以数据包水平执行其功能的逆向多路复用方法。一个数据包通过第一个线路，下一个数据包通过第二个线路，如此进行，直到通过所有的可用线路对全部数据进行了分送。接收端对网络感应延迟进行调整并把数据包按它们的正确顺序进行重排列。这种逆向多路复用技术也用于产生平衡。远程交

换应用程序使用的就是包水平的逆向多路复用。

Parent-link（上层链路）

接收来自一个源的数据包的期望接口；也是通向下一个返回源方向的转寄路由器。

Parity（奇偶校验）

在 7 位通信中，每个设备只发送 ASCII 字符组中的前 128 个字符，这是因为 7 位或更少的位能表示这些字符中的每一个。奇偶校验是一个设备用来检验自己在发送设备传输数据时是否真正接收到了这些数据。每个设备都必须检验——不管它使用偶数奇偶校验、奇数奇偶校验还是并非使用奇偶校验（no parity）。

发送设备在它发送的每一个串中加入“1”并算出总数是偶数还是奇数。然后，它把一个称为“奇偶校验位”的附加位加入串中。如果采用的是偶数奇偶校验，那么奇偶校验位将把位的总数定为偶数；如果采用的是奇数奇偶校验，那么奇偶校验位将把位的总数定为奇数。例如，如果一个设备在使用偶数奇偶校验的情况下发送 1010101 这样一个二进制表，它将在这个字节的最后一位加一个“0”——因为“1”的个数已经是偶数了。但如果在奇数奇偶校验情况下，它将在这个字节的最后一位加上一个“1”来使“1”的个数为奇数。

接收设备对字符中“1”的个数的奇偶性进行检验。如果设备使用的是偶数奇偶校验，字符中“1”的个数应为偶数；如果设备使用的是奇数奇偶校验，字符中“1”的个数应为奇数。如果位的总数与奇偶校验设置不等，接收设备就知道在传输数据的过程中发生了错误。

对于特殊 ASCII 字符（128~156）来说，需要 8 位来进行表示。在 8 位通信中，不使用奇偶校验。

Peer-to-peer architecture（同级到同级结构）

是层中通信或能和服务的排列——它能使一个网络结构中的逻辑组和逻辑层之间的数据传送发生在模型的同一层中的实体之间。借助于一个同级到同级构造，在这种类型的网络中的所有工作站都有相等的功能（可参考 client/server architecture）。

Permanent virtual Circuit（PVC）　（永久性虚电路）

一个建立在包数据网络中的永久性逻辑连接，例如帧中继。

Physical topologies（物理拓朴）

是指设备的布置和布线设计。

Physical Layer（物理层）

物理通道工具的第一层，OSI 参考模型的最底层。物理层把第二层（数据链路层）与相关媒体的物理性能（比如基带，宽带或光纤传输）隔离开，第一层定义了控制传输媒体和信号的协议。

PIM-Dense Mode（PIM-DM）Routing Protocol （PIM 密集模式路由协议）

一个在组成员被关联密集区压缩的情况下工作的协议与 DVMRP 相似的是它也使用逆向通路多路广播（RPM）算法。PIM－DM 控制信号处理和数据包转寄都与 PIM－SM 操作集成在一起，这样就可以只用一个路由器根据不同的组而以不同的模式运行。

PIM-Sparse Mode（PIM-SM）Routing Protocol （PIM 疏松模式路由协议）

PIM－SM 是一个为了适应那些组成员分布在 Internet 的许多区域的情况而进行了优化的协议。为了接收到达这个组的多路广播，那些有直接附加和下行流成员的路由器需要以传送一个明确的加入消息的方式去加入一个疏松模式分布树。为了消除隐藏的缩放问题，PIM－SM 限制了多路广播通信，这样就只有对接收某个特定组的通信有兴趣的路由器才会见到多路广播通信。

Pipeline（管线）

Ascend 公司的一个产品系列的名称。这个产品系列是集成了远程 LAN 访问能力的网络访问设备，管线允许对分支办公室、远程交换或移动计算机用户进行远程定位，使它们可以访问共同的主干 LAN 资源。

Point of presence（POP） （存在点）

向 ISP 的申请，使远程用户能够方便地访问互联网络中的应用程序部分和 IP 地址。

Point-to-point network（点到点网络）

加入一个独立的路由器对的网络，例如一个 56kb 串行线网络。

Point-to –point protocol（点对点协议）

SLIP 的继承版，PPP 通过同步和异步电路提供了路由器－路由器和主机－网络的连接。

Port（端口）

一个 TCP / IP 接口，它在计算机中定义了一个应用程序或处理过程运行的逻辑位置。定义了这样一个位置后，数据包可以由一个远程系统被送入一个应用程序，也就是实现了远程交互。有一些著名的端口，比如 FTP 使用的端口 21。过滤器和防火墙可以用端口地址来对输入和输出数据进行限制，以此营造一个安全环境。还开发了用户数据报协议（VDP）向 IP 数据包中加入一个应用程序或处理过程的端口地址，方便了网络中的应用程序通信。

Propagation delay（传播延迟）

信息通过线路所花费的时间比度。

Promiscuous mode（杂乱模式）

为一种桥接模式，这种模式可以确定在 Ascend 单元中的以太网控制器接收所有的数据包,并将它们向上传入协议堆栈进行一个高层判定，决定进行路由、桥接，还是拒收它们。在把 Ascend 单元用做网桥的情况下这种模式是很合适的。

Protocol（协议）

在网络结构模式的指定层中发送和接收数据并控制活动的一套规则。一个协议对到达其他设备的层和交叉链路之间的数据传送并规定了那些丢失或损坏的传输或数据的规程。协议同时还决定网络是使用同级到同级结构还是用户/服务器结构。

Protocol-Independent Multicast（PIM）Routing Protocols
（独立于协议的多路广播路由协议）

由 IETF 开发的 PIM 提供了一个可以支持通过 Internet 的可缩放域间多路广播路由协议。这个域间多路广播路由选择需要依赖于由任一个特殊的单向传送路由协议所提供的机制。PIM 有两种模式，即密集模式和疏松模式。

Proxy ARP（代理地址解析协议）

如果管线是网络中的默认路由器，那么以网络上任何主机为目的地的数据包就会被送至管线。ARP 可以请求一个主机提供它的物理地址进行连接。如果这些主机中的任何一个需要响应 ARP 且这个主机并不在本地网络，那么管线将为了远程主机的利益产生响应并建立连接。这在管线被设置为代理模式功能时是可能出现的。ARP 的请求仅在本地网络范围内进行广播。

Proxy mode （代理模式）

一个远程主机可以通过它在管线上的连接规范概要在本地网络中申请一个 IP 地址。本地主机将象见到本地网主机一样见到这个远程主机，管线为这个远程主机的利益工作并响应请求，转发数据包。代理模式可以通过配置软件的协议部分在管线中实现。

RADIVS Remote Authentication Dial-In User Service（远程身份验证拨入用户服务）

用户用这个协议可以经由集中管理服务器访问保密网络。RADIVS 可以为身份验证提供不同类型的服务，比如逻辑、拨回、SLIP 和 PPP。

在一个 RADIVS 查询中，MAX 为用户提供了服务器的 ID 密码。服务器发回一个完整的规范概要，这种规范概要指定了路由选择、数据包筛选、指定目的地的静态路由，以及对用户指定的使用限制。另外，MAX 可以使用 RADIVS 数据库中的数据来产生和广告静态路由并放置带外调用。

RADIVS 客户和服务器之间的通信通道由 UDP/IP 通过消息应答提供。使用 RADIVS 对进来的访问进行身份验证最大的优点是用户的所有信息可以被脱机保留在一个分离的基于 UNIX 的服务器中。实际上所有的连接规范概要信息都被保存在一个位于 RADIVS 服务器中的展开 ASCII 数据库中。这个服务器可以接受来自于许多机器的身份验证请

求，这使得将一个拨号进入的网络服务与另一个进行交换的工作大大简化了。（如果您想了解更多这方面的内容，请看 RFC2058 和 RFC2059）。

Random delay （随机延迟）

为了防止在同一时间内传输多个代码和避免长周期传输相互之间同步的发生而对传输延迟的随机时间长度。

当用到一个随机成分时，一个节点就可以计算延迟形成一个在最小与最大值之间随机值的均匀分布的方式算出实际的延迟。实现这个过程的人员必须注意确保运算随机成分的时间间隔和使用实时程序的分辨度都要足够高，以确保多个节点延迟相同时间长度的概率很小。

Reach ability （可达到性）

是指到达一个近邻的单向正向通路功能是否正常。对于相邻的路由器来说，可达到性是指由一个节点的 IP 层发送的数据包被传送到该路由器的 IP 层，而且路由器确实正在转发数据包。这说明节点配置为一个路由器，而非一个主机。对于主机来说，可达到性是指由一个节点的 IP 层发送的数据包被传送到相邻主机的 IP 层。

Real-Time Streaming Protocol（RTSP） （实时流协议）

这个应用层协议提供了对具有实时性数据的控制。RTSP 实现了实时数据的受控请求式传送，例如音频和视频。

Real-Time Transmission Protocol （实时传输协议）

RTP 通过多路广播或单向传送网络服务来传送实时数据的应用程序，提供了端对端网络传输功能。这种应用程序可以包括音频、视频和模拟数据应用程序。

Redundancy （冗余）

并不存在完美的数据传输方法——因为每种方法都有固有误差率，并且所有的物理介质都会受损坏。为了保护线路和设备在传输期间不出现故障，一个备用的冗余线路或单元可在幕后活动，准备随时代替。网络管理者经常为多路复用器和其他要求苛刻的设备备有一个冗余（备份）模块。

Relay （中继）

一种将 LAN 进行互连的设备，包括中继器、网桥、路由器和网间连接器（网关）等不同的种类。

reliable multicast protocol（可靠多路广播协议）

可靠多路广播为那些由单源主机到一个多路广播组成员们的数据报提供了可靠的传输。多路广播传输协议就是可靠多路广播协议的一个例子。这个协议为应用程序赋予了可靠性的保证，请参考多路广播传输协议（MTP）。

request for comment （请求说明）

IETF 用来建立 Internet 中使用标准的一个官方文件。

RSVP （保留协议）

由 IETF 开发的为了在 IP 网络中进行通信而辅助提供 QoS 性能的一种方法。这个方法的名称是指它允许端点站保留网络带宽这一事实。这个协议支持那些为特殊数据流和信息流而由网络发出的对于专门 QoS 的请求。

Reservation （保留）

在多路广播保留协议中将其定义为构成传输状态控制着信令质量错误和窗口。保留是信令质量错误的数目，且虽然适用于好几种不同的环境中，但最初是用做一个生产性客户必须保存（因为可能需要重发）的信元质量错误的数目。

Reverse Address Resolution Protocol（RARP） （逆向地址解析协议）

一个 Internet 协议，无磁盘主机可用它来找到它们的 Internet 地址（参考 RFC903）。

Reverse Path Broadcasting（逆向通路广播）

一个 RPF 算法的改进，可以避免复制广播数据包。

Reverse Path Flooding （RPF） （逆向路径溢流）

一种通过计算从源网络到所有可能接收者的最短（反向）路径树来转寄多路广播数据报的算法。路由器只有在它把发送路由器当作源多路广播的下一个路程段的地址时才会继续转发数据包。

Reverse Path Multicasting（RPM） （逆向通路多目传送）

逆向通路多目传送一种多路广播技术，即在接收接口被用作一个向多路广播数据报源转发单向数据报的接口的情况下，路由器发送多路广播数据报时面向除接收端口之外的所有接口。

Ringer Equivalency Number（REN） （信号器等价数据）

与一个管线连接的电话设备的信号器等价数据的总数不能超过 3 个。板管线上的电压是用来建立附加设备环的电流。如果过多的设备被菊花式链接在一起，或都连接入管线的设备的 REN 总数超过了 3，管线将无法提供建立单元环所需的电压。REN 值被印在一个单元的底部，并在单元手册中列出。

router（路由器）

一种将两个网络在 OSI 模式的网络层（第三层）进行连接的设备；它象网桥一样运作，而且还可在网络选择路由器。

Router ID（路由器ID）

赋予每一个运行OSPF和MOSPF的路由器的32位数据。一个独立网络内这个数据惟一性地对路由器进行了标识。

routing（路由选择）

在网络中，路由选择就是把一个数据包由源转移到目的地的过程。一个称为“路由器”的设备往往用来执行路由选择。路由选择是Internet的一个主要特性，它使消息从一个计算机传到另一个，并最终到达目的地。每一个中间计算机都以把消息传到下一个计算机的方式执行着路由选择。在这个过程中的某一部分需要去分析路由表来决定最佳路径。

Routing Information Protocol（RIP） （路由选择消息协议）

为路由选择IP而普及的一种距离向量路由选择协议；是已变为一个工业标准RIP的早期BSD UNIX路由选择协议。它使用路径中中继段的数目做为距离向量。

routing table（路由选择列表）

路由器所知道的目的清单。路由选择列表的建立和使用基于3种协议：

- RIP：连续地广播路由选择，每30秒更新一次。
- ICMP（Internet控制报文协议）：可以把数据包动态地重新定向至一个更胜任的路由器。
- ARP（地址解析协议）：可以管线响应那些用自己物理地址的地址查询。

rubber bandwidth（橡皮筋带宽）

一个用来描述那些不用终止或重新建立通道就可以增加或减小带宽的通信通道的术语。主要用于逆向多路复用。

secure access firewall（安全访问防火墙）

安全访问防火墙是一个为那些向远程网络提供了一个完全集成的防火墙安全性能的Ascend单元准备的软件选项。它使用一个“技术态”（state-of-the-art）动态防火墙技术为那些防止计算机窃贼断开并进入网络的联合LAN、远程办公室LAN和远程计算机LAN提供一个综合性的防火墙安全性能。在本地网络的周边地带，是Internet为那些为了Intranet应用程序而对Internet进行的使用设置的级别，安全访问防火墙为这个周边地带实现了安全。

Secure Access Manager（SAM） （安全访问管理器）

SAM通过整个网络的安全功能直接从中心地点为网络管理者赋予了粒度控制。通过这个基于Windows的应用，网络管理员可以脱机配置安全访问防火墙，可将配置下载到远程地点。菜单驱动程序批准网络管理员有关网络中防火墙的简单配置。

Sequenced Packet Exchange（SPX）（顺序分组交换）

一个建立在 Novell NetWare 网络的有向连接协议。对于 Windows 3.1，串行端口的最大速度为 19200，对于 Windows 95，在设置下拉式菜单中 COM 端口的限制为 921,600。他们正在对一个已实现的更快速串行总线设计进行开发，开发的主要目的就是要改变这些限制。

serial host（串行主机）

与一个串行主机端口连接并通过一个端到端链路通信的设备，例如视频会议译码器。对于一个串行主机，MAX 被当做一个电缆或数据通信设备（DCE）。

Service Profile Identifier（SPID）（服务概要标识符）

一个 ISDN 供应商（电话公司）在中央办公室交换器中用这个数据来标注 ISDN 线路上的服务，这个数据由一个电话号码得来。

Shared Ethernet（共享以太网）

是一个以太网配置，在这个配置内，许多段可以在一个单独的冲突域中被绑定在一起；集线器在每次只能有一个节点传送的情况下产生这种类型的配置。

shortest-path trees algorithm（最短路径树算法）

一种无约束多路广播路由选择算法，能构造一个由源到所有目的组成员的生成树并能将花费降至最低而并不用考虑 QoS 方面的要求。

signaling types（信号类型）

发送设备和接收设备必须发送信号以使得它们的时钟同步，并确定数据块的末尾和下一处开端。在服务中使用信号类型就可以保持同步并高效地传输数据。信号类型可以是模拟的也可以是数字的。明码老式电话服务使用带内发信，这样所有关于一个呼叫开始与末端的信息全部都在一条线路中。ISDN PRI 使用两个 B 通道携带数据和一个 D 通道携带信号数据。

Simple Network Management Protocol（SNMP）　（简单网络管理协议）

这个协议允许 TCP/IP 运行一个 SNMP 应用程序向其他节点查询并联网络的统计信息和误差条件。别的提供 SNMP 代理程序的主机响应这个查询并允许一个单独的主机去从许多其他的网络节点收集网络统计信息。在 SNMP 中存在有两种通信设备，代理程序和管理器。一个代理程序可以向一个在别的计算机上运行的管理器程序提供网络信息。

代理主体和管理器共享一个被称为管理信息库（MIB）的信息数据库。这个代理程序可以用一个称做陷井-PDV（traps-PDV）的报文向管理器发送无约束信息。

MAX 支持 SNMP MIB，T1 MIB 和 Ascend Enterprise MIB。因此它也可以受来自于中心 SNMP 管理器的管理，比如 SunNet 管理器或 HP Open View。由于 WAN 接口是集成化的，所以可以使用 SNMP T1 MIB 和 Ascend Enterprise MIB 来管理 MAX。大部分其

他类的 WANs 口，如通道处理单元、T1 muxes 和 CSV/DSV 不能并入 SNMP。MAX 可以发送报警，询问详细报告，以及其他不被轮询就可到达 SNMP 管理器的管理信息。

SNMP 的安全性通过随每个请求发送的公司名称得以实现。Ascend 支持两个公用名称，一个用作对 MIB 的只读访问，另一个用作对 MIB 的读/写访问。

single-mode fiber（单独模式光纤）

一种为了长距离和更高速度（如长距离电话线路）而使用的光纤。参考多模式光纤。

socket（插座）

一种为系统间双向线路准备的 TCP/IP 接口，以使应用程序在一个无连接网络上运行。插座是应用程序用来进行通信的进程的末端，并且被规定了两个地址：主计算机的 IP 地址和应用程序或主机上运用的过程的端口地址。

software compression（软件压缩）

软件压缩删去了数据文件中的无用部分和冗余位以节省空间并实现更加快速的通过量，压缩的结果取决于每个被压缩文件的内容，有的文件包含了许多无用部分，而有的几乎没有。

SONET（Synchronous Optical Network）同步光纤网

一套由 Bellcore 公司开发的标准光纤串行标准计划与北美地区的 ATM 一起使用。同类型的 SONET 有不同的速度，对于不同的距离可使用不同类型的光纤。有单独模式和多模式光纤方案。

source root tree（SRT） （源根目录树）

一种多路广播转发方式，SRT 协议为每一个组中的源建立一个与它连接并到达组中所有其他成员的树。到达下行流成员的路径是直接的而且那些为了通话而进行的多点传送通信跟随着由指定多路广播源到它的接收者的路径。

spanning tree（生成树）

用来建立一个连接所有网络段并且确保每两个节点之间只存在一条路径的逻辑拓朴的算法。一个生成树是自由循环的而且是网络的一个子设备。该点传送路由器构造了一个由树的模目录处的多路广播源到多路广播组所有成员的生成树。

sparse-mode multicast routing protocols（疏松模式多路广播路由选择协议）

一个假定多路广播组成员在整个网络中疏松分布的路由选择协议。多路广播组成员可以分布在网络中的许多区域。可以像在密集模式下路由选择那样，在多路广播组中许多成员在疏松模式下的情况下进行路由选择。疏松模式路由选择协议包括了 CBT 和 PIM—SM 协议，参考密集模式多路广播路由选择协议。

stack（堆栈）

堆栈是只有一个单独名称的 MAX 单元组，象一个单独的逻辑组那样运作。堆栈允许（而且只允许）输入 MP 或 MPt 访问一个 LAN 上的生成多路广播树。在堆栈中没有主件。一个 MAX 单元可以在任何时候成为一个堆栈成员或离开一个堆栈，且对于加入堆栈中的 MAX 单元使用以太网多路广播数据包进行互相之间的定位。由于多路广播数据包不会去跨越一个路由器，而且高通信量要求是由 MP 和 MPt 调用产生的，所以所有的堆栈成员都位于同一个物理 LAN 中。

Station Management Detail Recording（SMDR）（站点管理细节记录）

是指网络访问设备为了进行制表和分析而输出访问统计信息和永久信息的能力。

stream-oriented protocol（方向流协议）

一种数据被组织成一个字节流的协议；它使用一种传输数据的技术使得数据可以被当作一个稳定和持续的流来进行处理。通过流，一个用户可以在整个文件传送完毕之前就开始对数据进行显示。如果一个用户接收数据的速度比他所需要的快，“过剩”的数据就会存储在缓冲区中。如果数据比较慢，说明数据表示不平稳。

store-and-forward delay（存储转发延迟）

一个互连网设备（如交换器、网桥、或路由器）在能够将数据发送出去之前所花费的用于接收数据包的时间。

stub network（存根网络）

只附加了一个 OSPP 路由器的网络，一个属于一个 OSPF 系统的网络可以是一个传输或存根网络，但不可以既是传输网络又是存根网络。

SWIPE

加密 IP。

Switch（交换器）

一个在 OSI 模式中的数据链路层（第二层）对多个网络段进行连接的设备，交换器比路由器操作简单并具有较高的速度。

Switched Digital Services Applications Forum（SDSAF）
（交接数字服务应用程序论坛）

一个由设备销售商、服务商和用户组成的联合会，目的是提高交换数字服务的状况。

Switched Multimegabit Data Service（SMDS）（交换式多兆位数据服务）

高速、无连接、包交换的 WAN 网络技术。

Switched Virtual Circuit（SVC）（交换式虚电路）

一个以专用线路为外观的包交换网络上的路径；实际上，这种连接只在需要时存在，然后就中止了。

symbolic name（符号名）

一个用来代替 IP 地址的名称。在正式的“用户名称@域名”中包含一个用户名和一个域名。用户对应于 IP 地址中的主机编号，域名对应于 IP 地址中的网络编号。例如，you@yourcompany或 me@online.edu。

Synchronization（同步化）

在串行数据传输中，一个保证传输端能认出字符以便用它来发送它们，并能知道一个字符的开端和末尾的方法。如果没有了同步化，接收端将简单地把数据当成一个互相之间没有联系的二进制数列。同步化通信依赖于一个介于发送和接收设备之间使信号同步的时钟机制。

synchronous transmission（同步传输）

一种传输方式。这种方式中，数据以大块进行移动，这种大块称为消息帧。发送和接收设备都必须保持同步以确实一个数据块的末端和下一个开头。同步化可以采用下面这些组成中的一种，每一方都可以传送一个称为块或独立同步化信号，每个帧或报文都可以包含同步化信息。

在后一种方式中，每一个数据块由一个或更多的控制字符开始——经常是 8 字节长，称为一个 SYNC。接收器把 SYNC 当成一个可以开始接收数据的信号进行翻译。同步传输比非同步传输最多可以快 20%。

T1

一个有 1.544Mbit/s 能力的数据传输链路（在北美地区使用）。它被特征地通入 24 个 DSO，每个都有携载一个语音交谈或数据流的能力。它使用两对双绞线。

T3

一个有 45Mbitps 能力的数字传输链路，或 28 条 T1 线路。

T1 访问线

一种提供了 24 个 56Kbps 数据通道并采用带内发信的 1.544MbpsT1 线。这种线可以全部由交换通道组成，也可以全部由 nailed-up 通道组成，也可以由交换通道和 nailed-up 通道共同组成。它可以与标准声音或交换式 56 数据服务相连接。通过一个被称作“点击并插入”（drop-and-insert）功能，MAX 可以把 T1 访问线的一部分用来为数据服务，并把线路和剩余部分的带宽保留给个人分支交换机用做声音服务。

T1 PRI Line（T1 原始速率接口线）

一种 T1 线路，它采用 23 个 B 通道为用户数据服务，和一个 64Kbps 的 D 通道为 ISDN D 通道信号服务。B 通道可以全都是交换式，或全都是 nailed up，也可以是交换式和 nailed-up 的混合组成。在北美、日本和韩国，这种 PRI 线路是一种标准类型。这种线可以与标准声音，或交换式 56、交换式 64、交换式 384、交换式 1536，以及多速率服务进行连接。通过一个被称为 PRI 到 T1 的连接，MAX 可以与个人分支交换机共享 T1 原始速率接口线的带宽。

Telnet（远程通信网）

为 ARPAnet 而开发的终端至远程主机协议。它是管理和控制方向特征的终端数据的 TCP/IP 协议，这种协议被用作链接两个计算机以实现为远程机提供一个终端连接。

用户可以通过在 Internet 使用 Telnet 与计算机进行连接。为了进行一个 Telnet 会话，就要与 Telnet 主机连接并注册进入。这种连接实现了与远程计算机进行运作——就好像用户与它之间已进行了连接。

如果 MAX 安装有一个以太网卡，可以通过从网络上任何一个 Telnet 工作站建立一个到达远程单元的 Telnet 会话的方法或在一个 Telnet VT-100 窗口查看 MAX 接口的方法对 MAX 进行远程管理。所有的管线单元（除了管线 25 之外）都支持 Telnet。

一个 IP 主机可以用 Telnet 来仿真一个终端。当以 Telnet 方式或通过本地控制/操作端口来用 MAX 开始一个终端服务器对话时，对话有一部分性能可用来在一个非同步 WAN 链路上进行终端服务器对话。

Terminal Access Connector Access Control Server（TACACS）（远端访问控制器访问控制服务器）

一个简单的查询/响应协议。通过这个协议，MAX 可以检查一个用户的密码并实现或阻止访问。一个 TACACS 服务器仅支持密码鉴别协议（PAP）使用的基本密码交换，ACACS 不支持 challenge 握手鉴别协议。

timed-token protocol（计时令牌协议）

定义怎样设置目标令牌旋转时间、一个站点存留令牌的时间长度及环怎样初始化的规则。

token（令牌）

一个由一个惟一的符号顺序组成并跟随帧传输围绕环进行循环的位模式。令牌准许的站点进行传输的权力。

token passing（令牌通行）

每个端点按顺序接收并传递使用通道的权力。在 FDDI 中，站点配置为一个逻辑环。

token ring（令牌环）

由 IBM 公司开发，这个 4Mbps 或 16Mbps 网络使用一个环拓朴和一个令牌通行访问方法。

transit network（转接网络）

一个附加有两个或两个以上 OSPF 路由器的网络。这种网络可以对一个来自远程源并要到另一个远程目的地的数据通信进行转发。网络链路广告说明了每一个转接网络的邻域。

Transmission Control Protocol（TCP）（传输控制协议）

一个位于 Internet 传输层的协议，通过为应用协议（尤其是 IP）提供可靠的全双工的流服务来控制管理数据报和数据包的传输。它提供了可靠的方向性连接服务——但需要发送者和接收者在传输之前交换控制信息或建立一个连接。参见“用户数据报协议”。

transmission delay（传输延迟）

把数据包放入媒体中所需的时间长度；它由媒体的速度和数据包的尺寸决定。

Transport Service Access Point（TSAP） （传输服务访问点）

惟一定义了一个服务的一个专门示例的地址，由节点的 NSAP 和传输标识符的逻辑连接形成，有时候是一个数据包/协议类型。

Truncated Reverse Path Broadcasting（TRPB） （截断反向路径广播）

这个算法使用 IGMP 在每一片子网中确定组成员关系。一旦组成员关系明确之后，如果一片子网中没有目的组身份的成员，TRPB 将避免向这一片转发数据报。

tunneling（通道）

将一个协议中的报文封装入另一个协议并用第二个协议遍历过一定数量的网络路程段的方法。在目的地，封装被打开，原来的报文在它的目的地被重新引入网络。

同时它也是一个连接那些被不支持 IP 多路广播的链路分隔开的多路广播路由器“孤岛”的方法。多目主干广泛地使用通道，DVMRP 为通道提供支持，而 MOSPF 不提供。

unicast（单向传送）

把数据包或数据报只发送到一个单独地址的方法。这种点到点传输的类型需要源向每一个申请者分别发送一个报文的拷贝。参考 anycast、多路广播、广播和 IP 多路广播。

Universal Coordinated Time（VCT） （一般协调时间）

从格林威治时间算起的秒数。

VTP（非屏蔽双绞线）

非屏蔽双绞线，一个或多个被绝缘层包裹的电缆。VTP 通常被用作电话线。

variable bit-rate application（可变位速率应用程序）

产生位脉冲流的应用程序（例如 LAN TV）有时需要低带宽，有时需要高带宽。参考“恒定位速率应用程序”和“可利用位速率应用程序”。

Variable MTV（可变最大传输单位）

一个未严格定义 MTV 的链路，例如一个 IEEE 802.5 令牌环链路。许多链路（比如以太网链路），都有一个由链路层协议描述的如何在链路层上运行 IP 的专门文件定义的标准 MTV。

Video Conference（视频会议）

运用数字化传输系统在使用视频和声音的站点间进行通信交流。数字化传输系统一般都包含有像机、解码器（或“图像压缩扩展装置”）、网络访问设备、网络和音频系统。

watchdog spoofing（监视电子欺骗）

NetWare 服务器向用户发送“会话保持有效”数据包，数据包必须将数据包发回以保持会话的活动性。Ascend 单元考虑到客户的利益而从网桥的另一侧对 NetWare Core 协议监视数据包进行答复，使路由器察觉到链路仍然有效。对一个返回“会话保持有效”数据包的有效模拟被称为监视电子欺骗。

Wide Area Network（WAN）　（广播域网）

一种数据网络，通常通过用 IXC 或 LEC 线路与其他远程 LAN 进行链接的方式将 LAN 延伸出一个建筑物或是超出校园之外。这一般都是通过使用网桥或路由器建立的，实现了对在地理上分开的 LAN 的连接。

window（窗口）

一个传输状态的基本组成，可以通过控制它来影响提供给客户的服务质量。它表示了可能在一个信令质量差错期间内被一个成员通过多路广播送入 Web 的用户携载数据的数据包的数目。

WINS（Windows Internet Name Service　or　Windows Intranet Name Service）（Windows Internet 名称服务或 Windows Intranet 名称服务）

WINS 是管理资源名（由容易记忆的昵称组成）和 IP 地址之间映射的产品。在 Internet 中所使用的 DNS 服务不能在 IP 地址和本地资源名之间进行动态映射。然而，通过动态数据库更新，WINS 可以使用户通过用户友好的名称代替 IP 地址来访问网络资源。

Document generated by Anna’s Archive around 2023-2024 as part of the DuXiu collection (https://annas-blog.org/duxiu-exclusive.html).

Images have been losslessly embedded. Information about the original file can be found in PDF attachments. Some stats (more in the PDF attachments):


```
{
  "before_pdg2pic_conversion": {
    "filename": "MTAyMDM0OTguemlw",
    "filename_decoded": "10203498.zip",
    "filesize": 10848596,
    "md5": "fa689707b71fc96b5a6563b550946078",
    "header_md5": "1b986d287b94d8cab6185ef2dfc39630",
    "sha1": "dcebeb8eaaa75f7e47048cc7dfc830ea6b496be0",
    "sha256": "bda7f4c9721f2ffc0f88143487aed4e8ef041a7b4695a2abf6ea893fc491b296",
    "crc32": 394609062,
    "zip_password": "",
    "uncompressed_size": 11336059,
    "pdg_dir_name": "IP\u591a\u8def\u5e7f\u64ad\u6280\u672f\u4e0e\u5e94\u7528_10203498",
    "pdg_main_pages_found": 448,
    "pdg_main_pages_max": 448,
    "total_pages": 467,
    "total_pixels": 5419008
  },
  "after_pdg2pic_conversion": {
    "filename": "MTAyMDM0OTguemlw",
    "filename_decoded": "10203498.zip",
    "filesize": 59233979,
    "md5": "c8b8f79525aff0e44346091357faf6ff",
    "header_md5": "8ac8c2a80eec24f05a2a0cfa24cc6787",
    "sha1": "89c1135e5049d56a833b974ba65c4621cdec4f22",
    "sha256": "b6ccb387efbb5e371ecb79fa07e4ebfd6d0cc01056900f577aec780e13347aa0",
    "crc32": 1379245025,
    "zip_password": "",
    "uncompressed_size": 62298947,
    "pdg_dir_name": "",
    "pdg_main_pages_found": 448,
    "pdg_main_pages_max": 448,
    "total_pages": 467,
    "total_pixels": 830834092
  },
  "pdf_generation_missing_pages": false
}
```