

交换式以太网

原理、技术及实现

沈鑫剡 编著

人民邮电出版社

7570.1
S42

交换式以太网 原理、技术及实现

沈鑫剡 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

交换式以太网原理、技术及实现/沈鑫刻编著. —北京: 人民邮电出版社, 1999.9

ISBN 7-115-07964-1

I.交… II.沈… III.以太网网络 IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 45952 号

内 容 提 要

JS226/18

本书对交换式以太网工作原理、最新技术及各种规模网络的实现方法作了全面的叙述, 主要内容包括: 以太网协议、交换机结构及工作原理、最新交换式以太网技术、3Com 交换式以太网产品及各种规模交换式以太网的实现方案。

该书以 3Com 交换式以太网产品为例, 全面叙述了交换式以太网的最新技术及这些新技术对网络应用的影响, 提供了运用这些新技术来设计不同应用的网络的方法。

全书取材新颖、内容丰富、实用性强, 反映了交换式以太网技术和产品的现状, 适合于从事网络设计、安装、调试、管理及开发的工程技术人员阅读, 也可作为大学高年级学生学习计算机网络的参考书和相关培训班的教材。

交换式以太网原理、技术及实现

◆ 编 著 沈鑫刻

责任编辑 王晓丹

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787 × 1092 1/16

印张: 14

字数: 339 千字

1999 年 10 月第 1 版

印数: 1 - 5 000 册

1999 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-07964-1/TN·1518

定价: 23.00 元

前 言

目前, 网络技术的发展日新月异。以太网技术从共享 10Mbit/s 带宽发展到独占 Gbit/s 带宽, 从支持单纯的字符数据通信发展到支持多媒体数据通信, 从支持简单的帧交换发展到支持网络层报文路由, 从没有网络管理支持发展到支持网络管理应用软件对整个网络进行监控, 为人们构建面向不同应用的网络提供了技术保证。

随着网络技术的发展, 网络产品如二层交换机、三层交换机和网卡的功能越来越多, 但人们在设计 and 应用网络时往往不能充分理解、开发这些网络产品的功能。即使是网络集成商, 许多也没有掌握诸如虚拟网、远程监测、基于策略管理、多媒体应用、三层交换等新功能, 因而无法在网络应用中很好地开发这些功能。为更好地了解交换式以太网原理、技术及实现, 使工程技术人员在进行交换式以太网设计时能充分地开发、利用最新网络技术, 作者编写了此书。

本书是作者在对校园网深入研究的基础上, 又反复查阅了大量 3Com 技术文献编写而成, 该书详细介绍了交换机结构及工作原理、交换式以太网最新技术、3Com 主要交换式网络产品、各种规模交换式以太网的设计方法及交换式网络技术对各种不同应用的支持。应该说本书是一本用于更深地了解、掌握交换式以太网技术, 更好地用 3Com 公司产品进行网络设计的好的参考书。

全书共分 7 章: 第一章介绍了交换式以太网的发展现状, 并与其它网络技术进行了比较; 第二章详细介绍了以太网各层协议, 快速以太网和吉比特以太网的物理层标准及编码方法; 第三章详细介绍了交换机工作原理、生成树协议, 并用两个实例全面叙述了交换机结构; 第四章全面叙述了交换式以太网的最新技术, 使读者能够全面了解最新网络技术并能够在网络设计、开发中灵活运用这些技术; 第五章和第六章详细介绍了 3Com 公司交换式以太网产品, 对这些产品的性能特点作了详细分析, 读者可通过这两章内容熟悉 3Com 公司交换式以太网产品, 并能够在以后的网络设计中熟练地运用这些产品; 第七章给出了各种规模网络的设计实例和功能说明, 其中大多数实例是作者设计并完成的实际网络, 对读者有很大的参考意义。

在本书的编写过程中, 得到了 3Com 公司上海办事处提供的技术支持和帮助, 在此谨向他们表示谢意。此外, 还得到南京工程兵工程学院网管中心同仁们的鼓励和帮助, 在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限, 书中难免有不当、错误之处, 敬请广大读者指正。

作 者
1999 年 5 月

目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 以太网发展概述.....	1
1.2 网络参考模型.....	3
1.2.1 OSI 参考模型.....	3
1.2.2 TCP/IP 参考模型.....	4
1.3 集线器、交换式集线器与交换机.....	5
1.3.1 集线器.....	5
1.3.2 交换式集线器.....	6
1.3.3 交换机.....	6
1.4 从共享到交换.....	6
1.5 交换机和路由器.....	9
1.6 交换式以太网和 ATM 网.....	10
1.7 统一网络.....	11
第二章 以太网协议.....	13
2.1 物理层协议.....	13
2.1.1 传输介质.....	13
2.1.2 以太网分类及信号编码.....	17
2.2 链路层.....	26
2.2.1 MAC 子层.....	26
2.2.2 LLC 子层.....	29
2.3 Internet 网络层协议.....	31
2.3.1 Internet 协议 (IP).....	32
2.3.2 IP 地址.....	35
2.3.3 子网.....	36
2.3.4 Internet 控制协议.....	37
2.3.5 路由协议.....	40
2.3.6 无类域间路由 (CIDR).....	46
2.4 运输层.....	48

2.4.1	TCP 报文段格式	48
2.4.2	TCP 著名端口地址	49
2.4.3	UDP 报文格式	49
第三章	交换机结构及工作原理	51
3.1	网桥工作原理	51
3.1.1	网桥功能	51
3.1.2	网桥协议结构	52
3.2	网桥路由	54
3.2.1	固定路由	55
3.2.2	生成树路由	56
3.3	交换机结构	61
3.3.1	基于总线结构	61
3.3.2	共享存储器结构	61
3.3.3	点一点连接交换机结构	61
3.3.4	星型点一点连接交换机结构	62
3.4	一个交换式集线器设计实例	63
3.4.1	交换式集线器的体系结构	63
3.4.2	系统数据流	65
3.4.3	对连接请求信号的处理	66
3.5	3Com 交换机结构	66
3.5.1	BRASICA 芯片系列介绍	67
3.5.2	BRASICA 芯片系列结构	67
3.5.3	BRASICA 芯片系列功能描述	68
第四章	交换式以太网技术	71
4.1	虚拟网技术	71
4.1.1	VLAN 的实现	72
4.1.2	CoreBuilder 3500 虚拟网技术	75
4.1.3	VLAN 功能	78
4.1.4	VLAN 在校园网中的应用	79
4.2	多媒体技术	79
4.2.1	PACE 技术	79
4.2.2	信息流优先级	85
4.2.3	组播技术	88
4.2.4	资源预留协议 (RSVP)	93
4.3	三层交换与三层交换机	97
4.3.1	Fast IP 技术	101
4.3.2	第三代第三层交换机	103
4.4	远程监测	111

4.4.1	RMON	111
4.4.2	RMON MIB.....	112
4.4.3	RMON2 MIB.....	112
4.4.4	交换式网络中 RMON 的实现	113
4.4.5	3Com RMON 实现技术.....	113
4.5	网络安全.....	115
4.5.1	网络设备访问控制.....	115
4.5.2	数据访问控制.....	116
4.6	策略驱动网络.....	116
4.6.1	简易目录访问协议 (LDAP)	117
4.6.2	策略驱动网络.....	120
4.6.3	3Com 策略驱动网络技术.....	123
4.7	网络容错.....	131
4.7.1	网络接口卡	131
4.7.2	边缘交换机	131
4.7.3	核心交换机	135
4.8	吉比特以太网.....	135
4.8.1	吉比特以太网性能优势	135
4.8.2	吉比特以太网技术.....	137
第五章	3Com 网络接口卡	139
5.1	3Com 网络接口卡技术.....	139
5.1.1	网络接口卡对构建现代交换式网络的作用	139
5.1.2	Parallel Tasking: 3Com 提高 NIC 性能的专利技术	144
5.2	3Com 网络接口卡 (NIC) 产品.....	146
5.2.1	Fast Ether Link—10/100BASE-T NIC.....	146
5.2.2	Fast Ether Link XL 和 Ether Link XL	147
5.2.3	Fast Ether Link XL Server NIC.....	149
5.2.4	Gigabit Ether Link Server NIC.....	151
第六章	3Com 以太网交换设备.....	153
6.1	Super Stack II Switch 1100, 3300.....	153
6.1.1	产品概述.....	153
6.1.2	产品功能.....	155
6.1.3	网络控制.....	158
6.1.4	RMON.....	160
6.1.5	支持多媒体应用	160
6.1.6	网络容错.....	161
6.1.7	冗余电源连接.....	162
6.1.8	安全.....	162

6.1.9 设备升级及相应模块	163
6.2 SuperStack II Switch 3900	163
6.2.1 产品概述.....	163
6.2.2 性能特性.....	164
6.2.3 交换能力.....	165
6.2.4 带宽管理.....	166
6.2.5 管理.....	166
6.2.6 Switch 3900 吉比特以太网扩展模块.....	167
6.2.7 冗余电源.....	168
6.3 SuperStack II Switch 9000	168
6.3.1 产品概述.....	168
6.3.2 性能特点.....	168
6.4 SuperStack II Switch 9300	169
6.4.1 产品概述.....	169
6.4.2 性能特性.....	170
6.4.3 交换能力.....	170
6.4.4 带宽管理.....	171
6.4.5 网络管理.....	171
6.4.6 三层交换.....	172
6.5 三层高性能交换机——Core Builder3500.....	172
6.5.1 主要优势.....	172
6.5.2 容易扩充性能并支持对不断增长着的网络的管理.....	173
6.5.3 CoreBuilder3500 交换机结构	174
6.5.4 CoreBuilder3500 特性.....	176
6.5.5 网络互连.....	176
6.5.6 CoreBuilder3500 接口模块.....	177
6.5.7 网络管理.....	177
6.5.8 Transcend Ware	178
6.6 企业级交换机 Core Builder 9000.....	178
6.6.1 企业级交换机 Core Builder9000 简介	179
6.6.2 Core Builder9000 结构概述	180
6.6.3 新一代管理功能	182
6.7 CoreBuilder 9400.....	184
6.7.1 性能特性.....	184
6.7.2 多点链路合并 (MPLA) 技术	185
6.7.3 传输距离.....	185
6.7.4 GBIC 扩展模块.....	185
6.8 ATM 网连接设备	185
6.8.1 局部网仿真 (LANE)	185
6.8.2 ATM 网连接设备	190

第七章 交换式以太网设计实例	191
7.1 交换式以太网设计原则.....	191
7.2 校园网设计中的两种结构.....	192
7.2.1 单个路由器结构	192
7.2.2 多路由器结构	193
7.3 工作组级交换式以太网方案.....	194
7.4 校园网设计方案.....	195
7.5 吉比特以太网设计方案.....	198
7.5.1 工作组级吉比特以太网设计方案	198
7.5.2 吉比特以太网校园网方案.....	199
7.6 企业网设计方案.....	200
7.7 一个实际校园网设计方案.....	202
7.7.1 功能说明.....	202
7.7.2 方案设计.....	203
7.7.3 方案性能综述.....	205
7.8 一个容错网络实例.....	207
7.8.1 功能要求.....	207
7.8.2 网络拓扑结构.....	207
7.8.3 性能说明.....	207
7.9 交换式以太网和 ATM 网互连方案	209
参考文献	211

第一章 绪 论

1.1 以太网发展概述

以太网是在 1972 年发明的。1972 年底, Bob Metcalfe 和 David Boggs 设计了一套网络, 将不同的 ALTO 计算机连接起来。在研制过程中, Metcalfe 把它命名为 ALTO ALOHA 网络, 因为该网络是以 ALOHA 系统为基础的, 而又连接了众多的 ALTO 计算机。这个世界上第一个个人计算机网络——ALTO ALOHA 网络在 1973 年 5 月 22 日首次开始运行。这一天 Metcalfe 将该网络改名为以太网, 其用意是设计灵感来自于“电磁辐射可以通过发光的以太来传播这一想法”。

70 年代末, 数十种局域网技术已经涌现出来, 以太网能够脱颖而出, 登上局域网宝座的根本原因是 Metcalfe 版的以太网成为产业标准。

由于种种原因, Xerox、Dec 和 Intel 等公司联合起来开发以太网产品。三家联合的优势是显而易见的: Xerox 提供技术, Dec 有雄厚的技术力量, 而且是以太网硬件的强有力的供应商, Intel 提供以太网硅片构件。1979 年 9 月 30 日, Dec、Intel 和 Xerox 公布了第三稿的“以太网, 一种局域网: 数据链路层和物理层规范 1.0 版”。这就是著名的以太网蓝皮书, 也称为 DIX 版以太网 1.0 规范。DIX 开始规定是在 20Mbit/s 下运行, 最后降为 10Mbit/s。

在 DIX 开展以太网标准化工作的同时, 世界性专业组织 IEEE 组成一个定义与促进工业 LAN 标准的委员会, 并以办公室环境为主要目标。该委员会名叫 802 工程。1981 年 6 月, IEEE 802 工程决定组成 802.3 分委员会, 以产生基于 DIX 工作成果的国际公认标准。1982 年 12 月 19 日, 19 个公司宣布了新的 IEEE 802.3 草稿标准。1983 年该草稿最终以 IEEE 10BASE5 而面世。

1979 年 6 月, Bob Metcalfe 等人组建了一个计算机、通信和兼容性公司, 即著名的 3Com 公司。

1980 年 8 月, 3Com 公司宣布了它的第一个产品, 用于 Unix 的商业版 TCP/IP, 并在 1980 年 12 月产品正式上市。1981 年 3 月, 3Com 已将它的第一批符合 802 标准的产品 3C100 收发器投放市场。1981 年底, 3Com 公司开始销售 DEC PDP/11 系列和 VAX 系列的收发器和插卡, 同时也销售 Intel Multibus 和 sun 微系统公司机器用的收发器和插卡。

1982 年 9 月 29 日, 第一块为个人计算机开发的 EtherLink 投放市场, 并随机配置相应的 DOS 驱动器软件。

第一块 EtherLink 在许多方面有所突破:

EtherLink 成为 IBM PC 第一个以太网 ISA 总线适配器, 这是以太网发展史上的一个

里程碑。

EtherLink 网络接口卡可通过硅半导体集成工艺来实现。1982 年中期, EtherLink 变成一块包含以太网 VLSI 控制器硅片的第一个网络接口卡 (NIC), 由于硅片价格低, 3Com EtherLink 比其它的网络接口卡和以前销售的收发器都要便宜得多。

在 EtherLink 适配器推出之前, 所有以太网设备的特点是采用一个外接的 MAU 收发器, 将它连接在以太网的细同轴电缆上, 由于采用超大规模集成电路芯片节省了大量空间, 因而该收发器可以集成在插件卡上。

随着个人计算机迅速占领市场, 把个人计算机联网的要求也日益迫切, EtherLink 生意火爆。1983 年, 3Com、ICL、HP 将细缆以太网的概念提交给 IEEE, 不久 IEEE 就以 10BASE2 承认它为官方标准。

1986 年, SynOptics 开始进行在 UTP 电话线上运行 10Mbit/s 以太网的研究工作, 名叫 LATTIS NET 的第一个 SynOptics 产品于 1987 年 8 月 17 日正式投放市场, 也就是在同一天, IEEE 802.3 工作组聚在一起讨论在 UTP 上实现 10Mbit/s 以太网的最好方法, 后来被命名为 10BASE-T。10BASE-T 的出现, 导致了结构化布线系统的兴起和发展。

传统共享介质以太网的缺陷是明显的, 当网上用户数增多, 总线负载加重, 就会导致冲突频繁发生, 使总线利用率急剧下降。当时人们就用一个叫网桥的产品把网络分段, 不同段上的用户可同时传送数据, 提高了网络的整体带宽。到 80 年代末, 一种新型网桥——智能型多端口网桥开始出现。1990 年, 一个完全不同的网桥——Kalpana Ether Switch EPS-700 面世。

Ether Switch 具有下述功能特点:

- Ether Switch 是一种同时提供多条数据传输路径的体系结构, 和电话交换机很相似, 使整体吞吐量显著提高。
- Ether Switch 使用一种名为“切入法”或“直通”(cut-through)的新桥接技术, 比传统网桥使用的存储转发技术延迟时间降低一个数量级。
- Ether Switch 的推销员指出 Ether Switch 是网络交换机, 而不是普通网桥, 由此开辟了一个新的市场领域——网络交换机。

共享介质以太网只能以半双工模式工作, 网络在同一时间要么发送数据, 要么接收数据, 而不能同时发送和接收数据, 这是所有网络用户共享单条共享介质造成的。网络交换机的出现使每一端口只和一个用户传输数据, 因此在交换端口和用户之间同时发送数据、接收数据成为可能, 由此产生了以太网全双工通信标准, 它使传输速度提高了一倍。

网络交换设备虽然是降低网络通信拥挤的最佳设备, 但每个以太网交换机端口只能提供 10Mbit/s 的通信流量, 对于要求 10Mbit/s 以上通信流量的应用, 当时只能采用光缆分布式数据接口 (FDDI), 它是一个昂贵的基于 100Mbit/s 光缆的 LAN。

1992 年下半年, 新成立的 Grand Junction 公司开始研制 100Mbit/s 以太网。对 100Mbit/s 以太网出现了两种技术方案: 一种是继续保留现行以太网协议, 一种是采用全新的 MAC 协议。前一方案得到了绝大多数产品厂家的支持, 这些厂家在 IEEE 802.3 工程组尚未作出决定之前, 成立了快速以太网联盟 (FEA), 公布了它的 100BASE-TX 标准, 并推出了第一台符合标准的集线器和 NIC。

1995 年 3 月, IEEE 802.3u 规范被通过, 宣布快速以太网的时代来临。

1996 年 3 月, IEEE 组建了新的 802.3Z 工作组, 负责研究吉比特以太网, 并制订相应标准。

很快，一些原来快速以太网的支持者和某些新的发起者组成了吉比特以太网联盟（GEA）。

到 1997 年底，3Com 公司已开始推出符合 802.3Z 标准草案的全套吉比特以太网设备，从吉比特交换机、快速以太网交换机的吉比特升级模块到吉比特以太网卡。1998 年 3 月，IEEE 802.3Z 标准获得通过。由于受冲突窗口的限制，吉比特以太网最好以全双工方式进行通信，否则通信距离将受到限制。

1.2 网络参考模型

目前有两种重要的网络参考模型：OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型。前者由国际标准化组织（ISO）制订，全称为开放系统互连（OSI）参考模型，后者最早被网络先驱 ARPANET 采用，后来又被国际互连网（Internet）采用，成为目前网络参考模型的工业标准。

1.2.1 OSI 参考模型

OSI 参考模型分为七层，如图 1.1 所示：

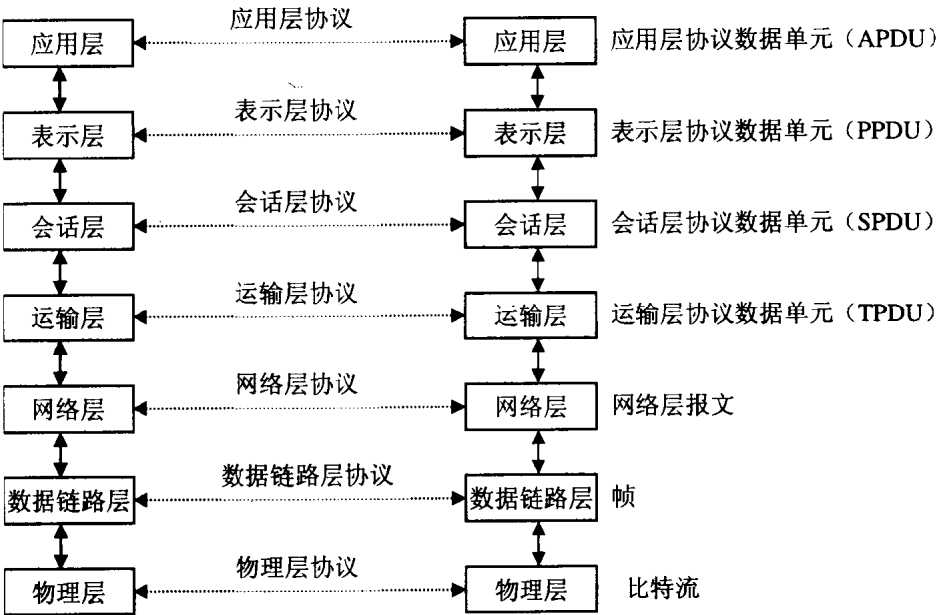


图 1.1 OSI 参考模型

物理层解决如何在通信信道上传输原始位流，它必须保证：当发送端发送比特 1 时，接收端必须能够判别出是比特 1 而不是比特 0。它涉及定义比特 1 和比特 0 的电压，每一位时间宽度，信号交互过程，物理连接建立和断开，及连接器引脚的用途等有关机械和电气方面的特性。

数据链路层：负责在两个相邻终端间的线路上无差错地传输以帧为单位的数据，每一帧由控制信息和数据组成。控制信息中包括同步信息，地址信息，差错控制，以及流量控制信息等。数据链路层就是在一条可能出差错的物理链路上，为网络层提供一条不出差错的逻辑

辑链路。

网络层：负责为报文选择从源终端到目的终端的传输路由，解决不同网络间报文转换，介质转换，速率转换等问题。在发生拥挤时，通过控制算法解决拥挤造成的阻塞，保证报文从源端顺利到达目的端。

运输层：从会话层接收数据，然后将它分割成报文进行传送，它的任务就是为会话层提供端一端之间的可靠传输。从运输层以上各层就不再涉及信息传输问题。

会话层：对数据传输进行管理，在两个互相通信的应用进程之间建立、组织和协调其交互过程。当发生意外时，从中断处重新恢复会话。

表示层：主要解决用户信息的语法表示问题，它将进行交换的数据从适合于特定用户的抽象语法转换为适合于 OSI 系统内部使用的传输语法。

应用层：确定进程之间通信的性质，以满足用户的需要，负责用户信息的语义表示，并在两个通信者之间进行语义匹配。

1.2.2 TCP/IP 参考模型

TCP/IP 参考模型如图 1.2，该参考模型分为四层，每一层功能如下：

应用层
运输层 (TCP)
网络互连层 (IP)
主机和网络连接层

图 1.2 TCP/IP 参考模型

主机和网络连接层：该层在 TCP/IP 参考模型中不作定义，只要让主机发送的 IP 报文能够经该连接层进行传送。

网络互连层：该层定义了互连网络协议 (IP) 的报文格式和传送过程。该层的工作是负责把 IP 报文从源端送到目的端，协议采用非连接传输方式，不保证 IP 报文顺序到达。负责解决路由选择，跨网络传送等问题。

运输层：该层定义了传输控制协议 (TCP)，它是面向连接的，在两个对等实体间进行可靠传输的协议。它保证源终端发送的字节流毫无差错地，顺序到达目的终端。该层还定义了另一个传输协议：用户数据报协议 (UDP)，它是一个不加差错控制、非连接的传输协议。

应用层：该层包含了大多数目前流行的，面向应用的协议，如虚拟终端 (Telnet)、文件传输协议 (FTP)、电子邮件 (E-mail)，等。

针对交换式以太网的 TCP/IP 的网络参考模型和网络协议如图 1.3 所示。数据传输过程如图 1.4 所示。

Telnet	FTP	E-mail	DNS
TCP		UDP	
IP			
逻辑链路层 (LLC)			
媒体访问控制层 (MAC)			
物理层			

图 1.3 交换式以太网的 TCP/IP 参考模型

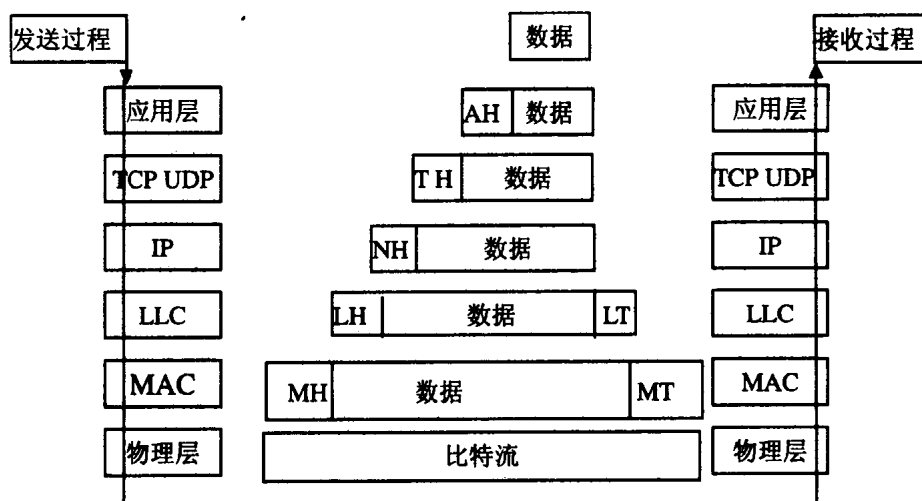


图 1.4 数据传输过程

1.3 集线器、交换式集线器与交换机

原始的以太网是用细缆和粗缆串接而成的总线网，这种类型的总线网缺点很多：一是不易布线，细缆和粗缆都不能做到随意走线；二是某个点连接不好，就有可能导致整个网络瘫痪。随着双绞线的使用，人们开始用集线器来连接终端。

1.3.1 集线器

如图 1.5 所示，集线器就像一个多端口转发器，每个端口都具有发送和接收数据的能力。当某个端口收到终端发来的数据时，就转送到所有其它端口。在数据转发之前，每个端口都对它进行再生、整形，并重新定时。集线器采用专门芯片进行自适应串音回波抵消，这样就可使端口转发出的较强信号不致对端口收到的较弱信号产生干扰（这种干扰叫近端串扰）。

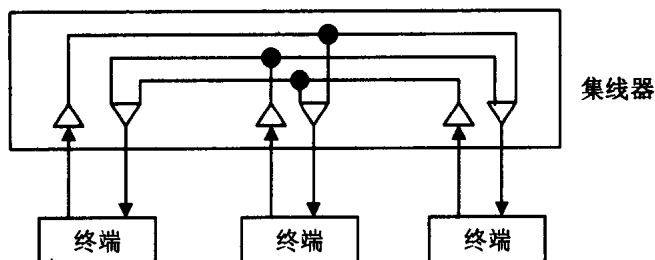


图 1.5 集线器工作原理

虽然采用集线器的网络从物理上看是一个星形拓扑结构，但从逻辑上看仍然是一个总线网，各工作站仍然竞争使用总线。集线器可以串接，连成多级星形结构，但相隔最远的两个终端受最大传输延迟时间的限制，因此这种串级只能进行几级。当连接的终端数很多时，总线负载很重，冲突将频频发生，导致网络利用率下降，网络处于崩溃状态。

1.3.2 交换式集线器

交换式集线器的特点是：所有端口平时都不连通，当工作站需要通信时，交换式集线器能同时连通许多对端口，使每一对端口都能像独占通信媒体那样无冲突地传输数据，通信完成后，断开连接。

对于普通共享式以太网，如果总线带宽为 M ，共有 N 个用户，则每个用户平均带宽为 M/N 。在使用交换式集线器时，如果交换式集线器和用户连接的带宽为 M ，用户数为 N ，则网络总的可用带宽为 $N \times M$ ，这一点正是交换式集线器的最大优点。

交换式集线器根据 MAC 帧的目的地址来查找输出端口，并在输入端口和输出端口间建立交换通路，通信完成后该交换通路自动断开。通过目的 MAC 地址查找输出端口的工作由站表完成，站表中记录了每一个目的 MAC 地址对应的交换式集线器端口，站表的建立和维护由交换式集线器自动完成，不需用户干预，因此加电后，交换式集线器就能自动工作。

用交换式集线器替代普通集线器的工作十分简单，只须把原来连在普通集线器上的 RJ-45 插头拔下来，连到交换式集线器上，对交换式集线器加电即可，其余一切都不需更改。用户除了感到通信速度提高以外，和使用普通集线器一样。

交换式集线器构成的网络无论是从物理上，还是逻辑上都是星形拓扑结构，多台交换式集线器可以串接，连成多级星形结构。交换式集线器的冲突域在交换式集线器和终端之间或两台交换式集线器之间，因此串连级数不受限制。

交换式集线器在提高通信带宽方面已经作出了很大努力，但随着网络技术的发展，和网络应用范围的不断拓宽，人们对网络的要求不仅仅局限于速度，他们要求网络提供良好的服务。为达到这样的目标，必须提供给用户一个不仅高速，而且灵活、智能的现代网络。

1.3.3 交换机

人们总把交换机和交换式集线器等同起来，区分交换机和交换式集线器不是其工作机制，而是拥有的功能。交换式集线器和交换机都能给终端提供独占带宽，都能自动建立、维护站表，并根据站表内容在输入和输出端口间建立交换通路。但交换机提供更多现代网络所要求的功能：信息流优先级、服务分类、虚拟网、远程监测（RMON）、自动流控制、内嵌网络管理代理等。核心交换机更是能提供动态资源预留、三层交换、基于策略管理等高级功能，恰恰这些功能构成了高速、灵活、智能、可靠、扩充性好的现代网络，不仅能提供高速的数据传输能力，而且提供良好的服务质量，把纯粹的数据传输网延伸到适合多媒体应用、实时数据传输等新的应用领域。在网络应用开发过程中最大程度地挖掘、利用交换机提供的新功能，把网络应用提高到一个新的层次，是设备商的初衷、是集成商的责任、也是应用系统开发者努力的目标，也是本书的目的所在。

1.4 从共享到交换

对于早期的网络应用，共享 10Mbit/s 带宽已经是绰绰有余，但随着终端计算机的不断发展，网络应用从单纯传输字符发展到传输图像、动画和视频，而且随着网络用户数的增加，传输

冲突概率急剧上升，有效可用带宽下降。网络传输带宽已成为网络应用的瓶颈。用户急切希望从共享 10Mbit/s 带宽升级到独占 10Mbit/s 带宽。强烈的市场需求，推动了交换机的发展。交换机的性能结构和传统的网桥相比已经发生了很大的变化。交换机一般都采用 ASIC 作为实现快速帧交换的手段，交换性能与传统网桥相比已经有了质的飞跃，增加了许多传统网桥所不具备的功能：端口智能流控制、快速交换模式、冗余链路、远程监测（RMON）、虚拟网（VLAN）等。交换机所具有的这些功能为用户构筑一个性能卓越的交换式网络奠定了基础。

以太网的创始者——3Com 公司在开发交换设备时，一直恪守“容易扩大联网范围，容易对增长的网络实施管理”这样宗旨。推出了边缘交换机和核心交换机两大系列。边缘交换机一般都是台式交换机，提供固定的交换端口，支持 10Mbit/s、100Mbit/s 交换，目前已有支持 Gbit/s 交换的台式交换机。这些交换机性能卓越，价格便宜，非常适合用于工作组交换环境，因此也称它们为工作组交换机。这些交换机都带有主干端口，容易连接到网络主干上，而且都带有背板插槽，配置相应的模块即可增强交换机性能。由于这些交换机端口数固定，不易扩充，因此不适宜作为中心交换机设备。3Com 推出的边缘交换机种类齐全，适合不同应用环境。表 1.1 给出了 3Com 主要边缘交换机设备种类及功能。

表 1.1 3Com 主要以太网交换设备及功能

	可堆叠	网管 软件 支持	基 于 Web 管理	非 授 权 设 备 断 开	RAP	RMON 支持	IEEE 802.1p	PACE 技术	双 队 列	流 控 制
SuperStack II Switch 1000		•		•		•		•	•	•
SuperStack II Switch 3000		•		•		•		•	•	•
SuperStack II Switch 1100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SuperStack II Switch 3300	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SuperStack II Switch 320										
SuperStack II Switch 3900		•	•		•	•	•		•	•
SuperStack II Switch 9000		•				•		•	•	

	智 能 交 换 模 式	端 口 全 双 工 通 信	广 播 流 量 控 制	冗 余 链 路	生 成 树	主 干	VLAN	组 播 过 滤 器	FAST IP	IP 路 由 器
SuperStack II Switch 1000	•	•	•	•	•		•			
SuperStack II Switch 3000	•	•	•	•	•		•			
SuperStack II Switch 1100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
SuperStack II Switch 3300		•	•	•	•	•	•	•	•	
SuperStack II Switch 320		•								
SuperStack II Switch 3900		•	•		•	•	•	•	•	
SuperStack II Switch 9000		•			•		•			•

边缘交换机的性能特点体现在以下几个方面：

1. 可堆叠：四个 SuperStack II Switch 1100 /Switch 3300 可堆叠在一起，无论从管理还

是交换性能都可看作是一个单一设备。

2. 管理：管理边缘交换机有二种手段：一种是 3Com 网络管理应用软件 Transcend Manager，一种是基于 Web 管理方式。基于 Web 管理方式不需要专用管理软件，网络管理员通过浏览器软件就可实施管理。设备本身具有的远程监测(RMON)和巡回分析端口(RAP)功能都对网络管理、分析、故障诊断带来方便。

3. 安全：非授权用户自动断开功能，允许对每一个交换端口指定特别用户，非指定用户不能通过该端口访问网络。

4. 服务分类：交换机支持 IEEE 802.1p 优先级标准，该标准把信息流分成 8 级优先级。优先级高的信息流可以优先交换。双队列容许信息流有两个输出队列，一个是高优先级输出队列，一个是低优先级输出队列，高优先级队列的信息流优先转发。PACE 技术能降低传输延迟，防止链路捕获效应，均衡负载，同时为用户信息流分配二级优先级。

5. 流控制：为防止因拥挤导致报文丢弃，交换机能自动进行流控制。对半双工通信模式用智能流控制(IFM)方法，对全双工通信模式用 802.3x 协议实施流控制，广播流控制避免了广播风暴的发生。

6. 网络可用性：生成树和冗余链路都为网络提供了容错功能。但生成树和冗余链路能不能同时作用。端口主干(trunking)不仅为网络提供了容错功能，还增强了网络的通信带宽。虚拟网(VLAN)是交换式以太网中最卓越的性能之一，子网划分和子网内终端的物理分布完全无关，使得管理员可轻松地用光标调整网络结构。

7. 网络层支持：交换机本来属于链路层设备，不能转发子网间报文。Fast IP 就是在终端之间为不同子网间报文传输建立交换通路，而 IP 线速路由功能就是在交换机中增加网络层路由功能，使交换机的 IP 路由速率和交换速率没有区别。组播技术能够把组播报文一次传送到那些确实希望接收该组播报文的终端，为网络节省带宽，减少延迟。

3Com 推出的核心交换机一般都采用机箱式，内插槽块。通过不同模块的组合，为网络提供不同的交换功能。这种交换机功能强大，组合灵活，容易扩充，因此作为网络的核心交换机。3Com 推出的核心交换机种类很多，早期推出的以太网核心交换设备有 CoreBuilder 5000、CoreBuilder 6000 等。目前主推的以太网核心交换机为 CoreBuilder 3500、和 CoreBuilder 9000。作为核心交换机，它们都具有集成不同种类网络的能力，能够连接以太网，FDDI 和 ATM。在以后的讨论中，一般只涉及以太网交换功能。核心交换机和边缘交换机的主要性能差异体现在以下方面：

1. 可扩充性：核心交换机机箱都配有交换容量很大的背板，能支持不同性能模块组合，随着网络规模扩大，非常容易进行功能扩充；

2. 容错好：核心交换机的特殊地位，要求它不能有单点故障。全冗余结构设计和热拨插功能，使核心交换机在单个模块失效的情况下依然能正常工作；

3. 线速路由能力：随着网络规模的扩大和基于 Web 的应用，使得子网间通信流量剧增。传统的经过路由器进行子网间报文转发的做法已经不能适应目前网络应用的需要，交换机提供线速路由能力已势在必行。CoreBuilder 3500 和 CoreBuilder 9000 的灵活智能路由引擎(FIRE)提供了任意端口间的线速路由能力。

4. 基于策略管理：网络应用的发展，尤其是网络多媒体应用的普及，对网络设备的管理、控制变得日益复杂。各网络设备控制策略的一致性、信息流优先级分配、信息流分类标准、资源预留都直接影响着网络的使用效率和应用软件的正常执行，而且不同应用软件对网