

高职高专计算机系列规划教材



交换机/路由器 及其配置(第2版)

石硕 主编 林莉 卓志宏 副主编 李洛 主审



交换机/路由器 及其配置 (第2版)

.....

.....

清华大学出版社

www.tup.tsinghua.edu.cn

高职高专计算机系列规划教材

交换机/路由器及其配置

(第2版)

石 硕 主 编
林 莉 卓志宏 副主编
李 洛 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书对计算机网络中的关键设备——交换机和路由器进行了详细的讨论,介绍了交换机、路由器的常用功能和实现这些功能的配置方法。书中的举例全部来自对 Cisco Catalyst 1900 和 2900 系列交换机和 Cisco 2500 和 2600 系列路由器的实际配置。注重实验是本书的特点之一。本书包含 13 章和附录。第 1 章至第 3 章为交换机部分,讲述了交换机的作用、基本配置、广播风暴及其抑制、生成树协议和 VLAN 配置等。第 4 章至第 12 章为路由器部分,讲述了路由器配置的主要内容,包括静态路由配置和动态路由配置、NAT 配置、广域网协议配置、远程访问配置、虚拟专用网络配置、IP 语音技术、路由热备份技术以及 IP 访问控制列表、用户认证和防火墙配置等。第 13 章介绍了网络模拟软件 Boson NetSim 和 Boson Network Designer 的使用。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校和中等专业学校计算机网络专业的“Intranet 构架”和“计算机网络设备”课程的教材或教学参考书,也适用于学习交换机、路由器技术的读者,还可作为 CCNA 和 CCNP 考试的参考读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

交换机/路由器及其配置/石硕主编. —2 版. —北京:电子工业出版社,2007.3

(高职高专计算机系列规划教材)

ISBN 978-7-121-03914-0

I. 交… II. 石… III. ①计算机网络—信息交换机—高等学校:技术学校—教材②计算机网络—路由选择—高等学校:技术学校—教材 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024697 号

责任编辑:张荣琴

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403 千字

印 次:2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:23.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010) 68279077;邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书第 1 版出版后,许多热心的读者朋友在使用中反馈了一些宝贵的意见和建议。现根据作者所了解的一些院校的教学条件、读者的实验条件以及读者的建议等,结合目前网络技术的发展,在第 1 版的基础上进行了较大的修订,其修订内容主要是以下几个方面。

一是增加了两个附录,其内容为常用交换机和路由器的性能参数和使用选型。增加这部分内容的意图是帮助读者对国内市场主流的网络设备有一个大致的了解并在从事组网方案设计时能够根据网络规模的大小合理选取设备,使设备的性能既满足当前需要,又留有发展余地。同时由于目前 ADSL、Cable Modem 和 FTTX+LAN 等接入网技术的应用越来越普及,故在附录中对宽带路由器的使用和选型也进行了介绍。

二是增加了网络模拟软件 Boson 的使用一章,这是为了给没有网络设备实验条件的读者提供一个模拟的实验平台。同时,作者和许多院校的教师的教学实践表明,使用网络模拟软件也是补充实验设备不足,改善实验条件,增强教学效果的很好的方法。

三是增加了 Cisco Catalyst 1900 交换机的配置举例,并与 Cisco Catalyst 2900 的配置进行了对比,增加这部分内容主要是考虑到 Cisco Catalyst 1900 系列的交换机与其后的 Cisco 更高系列的交换机的配置命令有许多的不同,而该系列的交换机在实际中仍有应用,且 CCNA 考试的交换机部分也多以该系列为例子,读者应该掌握这部分内容。

四是制作了基于 Web 技术的教学课件,提供了本书全部实例的配置文件。这些配置文件可直接导入 Boson 模拟软件并执行、验证配置的正确性。这将有助于降低读者的学习难度,方便教师的教学工作。

最后是对第 1 版的文字错漏做了更正。

书中带*号的内容为选学。

本书修订版由石硕任主编并修改编写前 9 章,修订其余各章和附录。广东阳江职业技术学院计算机工程系卓志宏任副主编并编写第 13 章和附录,重庆广播电视大学南川分校林莉任副主编并修改编写第 11 章,广东轻工职业技术学院计算机软件学院院长李洛教授任主审。以下同志参加了本书其余各章的修改编写工作:

杨鉴,福州创易软件技术有限公司;

杨玲,广东阳江职业技术学院计算机工程系;

张淑荣,广东白云学院计算机系;

潘仕宏,广东轻工职业技术学院计算机工程系。

本书配套的课件光盘由石硕策划、修改审定并制作部分内容。参与设计制作的人员还有广东轻工职业技术学院学生吴华贵、劳其杰和副主编林莉。

由于编者的水平有限,书中难免存在错误和不足,欢迎读者朋友提出宝贵的意见和建议,以便修改完善。主编的个人主页是<http://hi.baidu.com/bluernet>,期待您光临赐教。

石 硕
2006 年 10 月

目 录

第 1 章 交换机的结构与基本功能	1
1.1 交换机的作用与组成	1
1.1.1 交换机的外观	1
1.1.2 交换机的内部组成	1
1.2 交换机的分类	2
1.2.1 OSI 参考模型与数据通信设备	2
1.2.2 交换机的简单分类	3
1.3 交换机在网络中的连接及作用	3
1.3.1 交换机的端口	3
1.3.2 共享式与交换式网络	4
1.4 交换技术基础	5
1.4.1 MAC 地址表的建立	6
1.4.2 局域网的 3 种帧交换方式	6
1.4.3 冗余备份与环路	7
1.5 生成树协议	9
1.5.1 STP 协议原理	9
1.5.2 STP 的端口状态	11
习题 1	12
第 2 章 Cisco IOS 与交换机配置初步	13
2.1 CLI 命令行解释器	13
2.1.1 CLI 命令模式	13
2.1.2 命令模式的使用	14
2.1.3 本书有关约定	15
2.2 配置交换机的方法	16
2.2.1 通过配置 (Console) 接口	16
2.2.2 通过 Telnet	17
2.2.3 通过浏览器或网管软件	17
2.2.4 使用 TFTP 服务器	18
2.3 交换机的基本配置	18
2.3.1 配置主机名与口令	18
2.3.2 配置接口 IP 地址和 Telnet 终端线路管理	19
2.3.3 其他常用配置	20
2.3.4 交换机 Trunk 简介	24
习题 2	25

第 3 章 VLAN 技术及其配置	26
3.1 第 2 层交换式网络的缺点与划分 VLAN 的好处	26
3.1.1 第 2 层交换式网络的缺点与 VLAN 技术	26
3.1.2 划分 VLAN 的好处	27
3.2 2 种 VLAN 技术	27
3.2.1 静态 VLAN	28
3.2.2 动态 VLAN	28
3.3 VLAN 之内和 VLAN 之间的通信	29
3.3.1 VLAN 内主机通信	29
3.3.2 VLAN 间的主机通信	30
3.4 VLAN Trunk 协议	31
3.4.1 VLAN Trunk 协议的作用	31
3.4.2 VTP 的工作模式	32
3.4.3 VTP 修剪	33
3.5 VLAN 的配置	33
3.5.1 VLAN 的配置步骤	33
3.5.2 VLAN 配置命令	34
3.5.3 配置实例【实验】	38
习题 3	46
第 4 章 路由器概述	47
4.1 路由器的基本用途	47
4.1.1 网络连接设备	48
4.1.2 路由器的组成和功能	49
4.1.3 路由器的分类	51
4.2 Cisco 路由器的接口信息及其配置环境的搭建	51
4.2.1 路由器的物理接口与接口标识	52
4.2.2 路由器的逻辑接口	55
4.2.3 路由器的配置环境的搭建	56
4.3 路由器的初始配置*	57
4.3.1 建立配置环境, 计划配置参数	58
4.3.2 配置过程	58
习题 4	65
第 5 章 使用 CLI 配置路由器	66
5.1 路由器的基本配置	66
5.1.1 命令模式详解	66
5.1.2 路由器的命令分类	69
5.1.3 配置路由器主机名和口令	69
5.2 路由器接口配置注意事项	70
5.3 配置的保存与查看	71
5.3.1 保存配置	71

5.3.2 查看配置	71
习题 5	73
第 6 章 TCP/IP 协议与 IP 路由	74
6.1 TCP/IP 协议	74
6.1.1 TCP/IP 的结构	74
6.1.2 TCP/IP 各层协议简介	74
6.2 路由协议与 IP 路由配置	76
6.2.1 路由协议及其作用	76
6.2.2 选择路由协议的注意点	77
6.3 IP 数据报的寻址与 IP 地址的规定	78
6.3.1 MAC 地址、IPX 地址与 IP 地址的表示	78
6.3.2 IP 地址与子网掩码	79
6.3.3 超网编址与变长子网掩码	81
6.4 路由器的 IP 地址配置	83
6.4.1 IP 地址配置规则	83
6.4.2 3 种 IP 地址配置	83
6.5 IP 路由配置	84
6.5.1 静态路由、动态路由与默认路由	85
6.5.2 静态路由配置	85
6.5.3 默认路由配置	87
6.5.4 动态路由配置	87
习题 6	87
第 7 章 路由协议配置	89
7.1 常用的路由协议	89
7.1.1 路由协议的分类	89
7.1.2 不同路由协议的特点	90
7.2 路由协议的配置	93
7.2.1 RIP 的配置	93
7.2.2 IGRP 的配置	95
7.2.3 EIGRP 的配置	97
7.2.4 OSPF 协议的配置	97
习题 7	99
第 8 章 广域网协议及其配置	100
8.1 广域网与广域网协议	100
8.1.1 广域网协议与 OSI 参考模型的对应关系	100
8.1.2 广域网的种类	101
8.2 广域网协议的配置	102
8.2.1 广域网模拟实验环境的建立	103
8.2.2 X.25 配置*	103
8.2.3 帧中继 (Frame Relay) 配置	107

8.2.4	DDN 配置	113
8.2.5	PPP 协议配置	115
8.2.6	ISDN 配置*	117
8.2.7	ADSL 配置*	120
8.3	NAT 配置	123
8.3.1	NAT 的作用	123
8.3.2	NAT 的种类与配置	123
	习题 8	130
第 9 章	远程访问服务与虚拟专用网络配置	131
9.1	远程访问概述	131
9.2	配置远程访问服务	131
9.2.1	配置 Modem	131
9.2.2	配置第 2 层协议	133
9.2.3	配置第 3 层协议	134
9.3	拨入配置与拨出配置	135
9.3.1	拨入配置与拨出配置的内容	135
9.3.2	拨出配置	136
9.4	虚拟专用网络 VPN 概述	137
9.4.1	VPN 及其优点	137
9.4.2	VPN 的特点	138
9.5	VPN 的建立方式与安全保证	139
9.5.1	VPN 的建立方式	139
9.5.2	VPN 的安全保证	140
9.6	3 种 VPN 解决方案	141
9.6.1	Access VPN	141
9.6.2	Intranet VPN	142
9.6.3	Extranet VPN	142
9.7	VPN 与隧道协议	143
9.7.1	隧道技术与隧道协议	144
9.7.2	L2TP 隧道的呼叫建立过程	145
9.8	用 Cisco 2600 配置 VPDN	146
9.8.1	认证步骤配置	146
9.8.2	VPDN 配置步骤	146
9.8.3	L2TP 的基本配置举例【实验】	147
	习题 9	148
第 10 章	IP 电话	149
10.1	IP 电话的基本原理与技术	149
10.1.1	基本原理	149
10.1.2	IP 电话的工作过程和关键技术	150
10.2	IP 电话的组成	151

10.3	Internet 电话网关及其通信流程	152
10.4	使用 Cisco 路由器配置 IP 电话系统	155
10.4.1	配置 IP 电话系统的步骤	155
10.4.2	基本配置举例	156
	习题 10	159
第 11 章	路由热备份及其配置	160
11.1	路由热备份概述	160
11.1.1	对路由器的热备份与热备份路由协议	160
11.1.2	HSRP 的基本配置	161
11.2	对广域网线路的热备份	163
11.3	浮动的静态路由备份与按需拨号路由 DDR 备份	164
11.3.1	浮动的静态路由	164
11.3.2	按需拨号 DDR 备份	164
11.3.3	拨号备份配置举例	165
	习题 11	169
第 12 章	访问控制列表配置	170
12.1	路由器对网络的安全保护	170
12.1.1	防火墙	170
12.1.2	路由器的防火墙功能	172
12.2	访问列表配置	172
12.2.1	2 种访问列表	172
12.2.2	IP 访问控制列表的绑定与配置举例	175
12.2.3	扩展访问控制列表配置	177
12.3	Cisco PIX 防火墙简介	177
12.3.1	Cisco PIX 防火墙配置	177
12.3.2	Cisco PIX 防火墙的典型应用	178
	习题 12	181
第 13 章	Boson 模拟软件的使用	182
13.1	Boson 模拟软件简介	182
13.1.1	对交换机的模拟	182
13.1.2	对路由器的模拟	183
13.1.3	对网络连接的模拟	184
13.1.4	对计算机的模拟	184
13.2	网络拓扑设计与配置操作	185
13.2.1	网络拓扑设计	185
13.2.2	使用 Boson NetSim 配置网络	192
附录 A	交换机的性能参数和设备选型	195
A.1	交换机性能参数	195
A.1.1	基本参数	195
A.1.2	网络	199

A.1.3	接口	199
A.1.4	其他	202
A.1.5	电气规格	204
A.1.6	外观参数	204
A.1.7	环境参数	204
A.2	著名交换机产品举例	204
A.3	设备选型	208
A.3.1	核心层交换机的选型	209
A.3.2	汇聚层交换机的选型	210
A.3.3	接入层交换机的选型	211
附录 B	路由器的性能参数与设备选型	212
B.1	路由器的分类与性能参数	212
B.1.1	路由器的组成	212
B.1.2	性能与参数	218
B.2	著名路由器产品简介	220
B.3	宽带路由器使用简介	225
B.4	路由器使用选型	229
B.4.1	骨干级高端路由器选型	229
B.4.2	企业级和接入级路由器选型	232
B.4.3	宽带路由器选型	235
参考文献	239

第 1 章 交换机的结构与基本功能

本章提要

交换机用做网络集中设备，其端口连接网络中的主机。在转发数据帧时，端口带宽能够独享。

交换机按其工作在 OSI 参考模型的对应层次，有第 2 层、第 3 层和第 4 层交换机。可管理的交换机内置了操作系统软件。

第 2 层交换机采用帧交换转发数据。帧交换方式有 3 种，分别为存储转发、伺机通过和自由分段。

使用备份连接是提高网络可靠性的常用方法，但所形成的环路可能会导致广播风暴和引起多帧副本问题。

STP 协议的应用则可消除环路，使冗余备份得以实现。

1.1 交换机的作用与组成

在以太网中，交换机起的是信息中转站的作用。它把从某个端口接收到的数据从其他端口转发出去。以下介绍交换机的外观与内部组成。不同厂家、不同型号的交换机，其外观和内部组成有一定的个性差异。

1.1.1 交换机的外观

交换机前面板上的多个 RJ45 接口是以太网接口，用来连接计算机或其他交换机。

后面板或前面板上的串行接口是交换机的配置接口，用串行接口线缆（称为 Console 线）将其与计算机的串行接口连接起来，可实现对交换机的配置操作。

前面板上有若干指示灯，其亮、灭或闪烁可以反映交换机的工作状态是否正常。

此外还有电源插口、电源开关等。

可上机架（柜）式交换机的标准长度为 48.26 cm(19in)。

如图 1.1 所示的是 Cisco Catalyst 3550、Cisco Catalyst 3700 和 Cisco Catalyst 2900 交换机的外观图。

1.1.2 交换机的内部组成

交换机的内部组成如下。

(1) CPU（中央处理器）：交换机使用特殊用途集成电路芯片 ASIC，以实现高速的数据传输。

(2) RAM/DRAM：主存储器，存储运行配置。

(3) NVRAM（非易失性 RAM）：存储备份配置文件等。

(4) FlashROM（快闪存储器）：存储系统软件映像文件等，是可擦、可编程的 ROM。

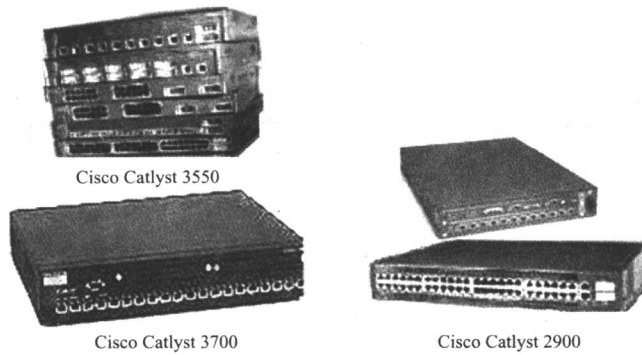


图 1.1 交换机的外观

- (5) ROM: 存储开机诊断程序、引导程序和操作系统软件。
- (6) 接口电路: 交换机各端口的内部电路。

1.2 交换机的分类

可按多种方式对交换机进行分类，若参照开放系统互连参考模型 OSI，交换机则属于第 2~4 层的设备。

1.2.1 OSI 参考模型与数据通信设备

开放系统互连参考模型 OSI 分为 7 层，每层的名称、对应的协议数据单元的名称以及每层所用的设备如表 1.1 所示。

表 1.1 OSI 参考模型的层次及其相应设备

层 数	名 称	协议数据单元名称	相 应 设 备
第 7 层	应用层	Data	
第 6 层	表示层	Data	
第 5 层	会话层	Data	
第 4 层	传输层	Segment	4 层交换机
第 3 层	网络层	Paket	路由器、3 层交换机
第 2 层	数据链路层	Frame	交换机、网桥、网卡
第 1 层	物理层	Bit	网卡、网线、集线器等

根据 OSI 参考模型，每一层都使用相应的协议实现特定的功能，完成数据交换。高层数据逻辑地在源主机与目标主机对应层之间进行传输，屏蔽下层的细节。而数据实际的传输过程则是：发送端，高层数据经过下面各层，依次被各层进行封装，最后通过物理层完成到达接收端的比特流的传输。

交换机可以工作在第 2 层、第 3 层、第 4 层，对应的技术称为第 2 层、第 3 层和第 4 层交换技术。第 2 层交换机是目前使用最多的交换机。

本书主要介绍第 2 层交换技术和第 2 层交换机。如无特别说明，以下提到的交换机均指第 2 层交换机。

1.2.2 交换机的简单分类

本节只对以太网交换机按配置是否可以改变或者按在 OSI 参考模型中的对应层次来进行简单的分类。

1. 模块式与固定配置式

按交换机的配置可否改变，交换机可分为模块式和固定配置式。

模块式交换机的模块可以拔插，通常是 100Mbps 或 1 000Mbps 光纤接口模块，或者是 1000Mbps RJ45 接口模块，或者是堆叠模块。交换机上则有相应的插槽。使用时，模块插入插槽之中。模块式交换机配置灵活，其模块可按需要购买。一般说来，模块式交换机的档次较高，模块插槽结构可最大程度地保护用户的投资。

固定配置式交换机的接口固定，硬件不可升级。

2. 第 2 层、第 3 层与第 4 层交换机

前面已提过，按交换机工作在 OSI 参考模型的相应层次，交换机可分为 3 个层次的交换机，其中大量商品化的是第 2 层和第 3 层交换机。

第 2 层交换机工作在 OSI 参考模型的第 2 层，它的每个端口拥有自己的冲突域。如果该 2 层交换机具有虚拟局域网（VLAN）功能，则每一个 VLAN 成为一个广播域。第 2 层交换机采用 3 种方式转发数据帧：直通（Cut Through）、存储—转发（Store and Forward）和自由分段（Fragment Free）。

第 3 层交换机根据目的 IP 地址转发数据包，与后面要讨论的路由器一样，它也必须创建和动态维护路由表。但是，第 3 层交换机能做到“一次路由，多次交换”。即第 3 层交换机能够把报文转发到不同的子网，并在后续的通信中实现比路由更快的交换。

第 4 层交换机可以解释第 4 层的传输控制协议（TCP）和用户数据报协议（UDP）信息，允许设备为不同的应用（使用端口号区分）分配各自的优先级。这样，第 4 层交换机可以“智能化”地处理网络中的数据，最大限度地避免拥塞，提高带宽利用率。

1.3 交换机在网络中的连接及作用

1.3.1 交换机的端口

以太网交换机的端口或称为接口，是 8 个引脚的 RJ45 接口，其种类通常有 10Base-T、10Base-F、100Base-TX、100Base-T4、100Base-FX、1 000Base-T、1 000Base-FX 及 1 000Base-CX 等。

其中：Base 指的是采用基带传输技术；10、100 和 1 000 分别代表数据传输速率 10Mbps、100Mbps 和 1 000Mbps；对应的技术通常分别称为以太网、快速以太网和千兆以太网。

交换机各种端口的参数的含义如表 1.2 所示。

表 1.2 交换机各种端口的参数

标准类型		传输速率 (Mbps)	接口标准	传输介质	传输距离 (m)	备注
10Base-T		10	RJ45	UTP (非屏蔽双绞线)	100	
10Base-F		10	光纤接口	62.5/125MMF (多模光纤)	2 000	
100Base-TX		100	RJ45	UTP	100	
100Base-T4		100	RJ45	UTP (4 对芯线)		
100Base-FX		100	光纤接口	62.5/125MMF	412	半双工
				62.5/125MMF	2 000	全双工
				9/125SMF (单模光纤)	10 000	
1 000Base-CX		1 000	RJ45	STP (屏蔽双绞线)	25	
1 000Base-T		1 000	RJ45	UTP (4 对芯线)	100	
1000Base-FX	-SX (780nm 短波)	1 000	光纤接口	62.5/125MMF	260	使用 1 550nm 波长的单模最 大传输距离为 120km
				50/125MMF	525	
	-LX (1 300nm 长波)			62.5/125MMF	550	
				50/125MMF	550	
				9/125SMF	3 000~10 000	

1.3.2 共享式与交换式网络

采用双绞线或光纤作为传输介质的网络，使用集线器或交换机作为网络的中心。计算机之间的通信，通过集线器或交换机进行数据的转发。

1. 集线器与共享式局域网

集线器通常称为 Hub，按其使用的技术可分为被动式与主动式集线器。前者只提供简单的集中网线转发数据的工作，后者可对数据进行一定的处理。

集线器按端口的数据传输速率或俗称带宽来分，有 10Mbps 和 100Mbps 两种。通常所说的集线器是指共享式集线器，其带宽是所有端口共享的。例如一台 16 端口的 100Mbps 的集线器，当全部端口都使用时，每一端口的带宽就只有 100Mbps 的 1/16。用集线器做中心设备的局域网（以及总线状拓扑的局域网）称为共享式局域网。

集线器的全部端口属于同一个冲突域，集线器在端口之间转发数据帧时采用向所用端口广播的方式进行，其全部端口又属于同一个广播域。单一的冲突域和广播域使网络在通信繁忙时容易产生阻塞和广播风暴。

可以使用多台集线器级联或堆叠起来以增加总的端口数，但不能用此方法来延伸网络的距离。

随着交换机价位的降低，共享式集线器正逐渐淡出局域网领域。

2. 交换机与交换式局域网

交换机可以视做高档的集线器，它有时也被称为交换式集线器。它采用了许多新的技术，如其端口之间的通信可全双工进行，能实现数据的线速转发等。它的最显著的特点是

在于其端口带宽的独享。

例如一台 100Mbps 的交换机，在使用时每一对端口之间的数据传输速率都是 100Mbps，不会随着使用的端口数的增加而减少。即是说，其端口带宽是独享的。

应当注意的是，只有网卡和交换机两者的带宽都为同一值时，才能实现以该数据传输速率进行传输。否则，只能按二者中较小的一个数据传输速率进行传输。例如，只有网卡和交换机都是 1 000Mbps 的，才能实现 1 000Mbps 的数据传输速率。而且，使用的传输介质还必须支持该数据传输速率，这一特性称为带宽的自动协商或者带宽的自适应。

光纤能支持 1 000Mbps 以上的数据传输速率，但使用光纤的网络未必都是千兆位以太网，最初的光纤以太网的数据传输速率就是 10Mbps。

通常把由交换机作为中心设备的局域网称为交换式局域网。

交换机的端口按其带宽可分为 10Mbps、100Mbps、10/100Mbps 和 1 000Mbps 的自适应端口。有的交换机上只有上列端口之一，更多的则是兼有 2 种或多种端口。目前特高档次的交换机还具有 10Gbps 的端口。

交换机的每一个端口都是一个冲突域，故不会因端口的使用数增加而降低端口的传输带宽。不过，交换机的所有端口仍属于同一个广播域，当网络中的广播信息增多时，也会导致网络的数据传输效率的降低。

如果采用虚拟局域网（Virtual Local Network, VLAN）技术，则每一个 VLAN 具有各自的广播域，这样交换机就有了多个广播域。广播数据帧被局限在各自的域内，可有效防止广播风暴的发生。

与集线器一样，也可使用多台交换机级联或堆叠起来增加总的端口数。然而，交换机的级联却可以用来延伸网络的距离，如图 1.2 所示的级联交换机可使网络范围扩展到 400m。

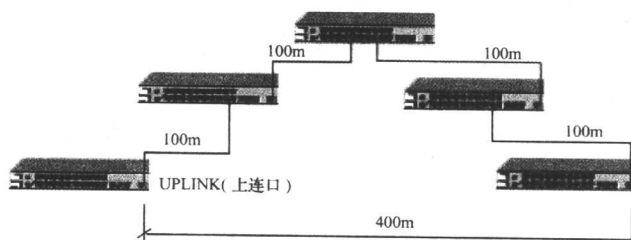


图 1.2 级联交换机可使网络范围扩展 400m

最廉价的交换机可能不支持网络管理功能，只是用于简单的网络环境。支持网络管理功能的交换机称为可管理或可配置的交换机。

若用在小型、简单的网络中，可管理的交换机也不需配置（实际是使用了默认配置）即可工作；而网络规模较大或者较为复杂时，就需要对其进行配置和管理了。

1.4 交换技术基础

连接在交换机端口上的主机通过地址解析协议 ARP 相互查询对方网卡的物理地址（又称为 MAC 地址，即 Media Access Control 地址），以便进行相互间的数据帧的传输。

MAC 地址是固化在网卡内部用于唯一确定网卡身份的标识，是网卡在生产时被永久写入芯片的固定值。由于全球的网卡生产厂商按照买得的 MAC 地址范围制造网卡，因此

不会有 2 块相同 MAC 地址的网卡。这样，MAC 地址就可用做唯一标识设备的地址。第 2 层交换过程通过使用 MAC 地址在低层实现通信，即网络中的数据包最终是通过 MAC 地址找到目标的。

由于交换机在数据传递过程中不用检查第 3 层（网络层）的包头信息，而是直接由第 2 层帧结构中的 MAC 地址来决定数据的转发目标。因此，数据的交换过程几乎没有软件的参与，从而大大提高了交换进程的速率。

1.4.1 MAC 地址表的建立

在交换式网络中，各主机的 MAC 地址是存储在交换机的 MAC 地址表（也称为 MAC 地址数据库）中的。MAC 地址表记录的是各主机 MAC 和对应的交换机的端口编号，故有时也称为 MAC 地址-端口表。交换机在工作过程中，会向 MAC 地址表不断写入新学到的 MAC 地址。一旦交换机掉电或重新上电后，其内部的 MAC 地址表会被自动清空或清空后又重新建立。如图 1.3 所示，MAC 地址表的建立过程如下。

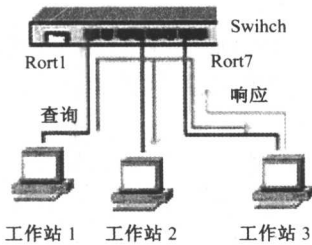


图 1.3 MAC 地址表的建立

(1) 工作站 1 向目标主机（工作站 3）发送查询（目标 MAC）地址信息，此时，该信息会首先发送到本地交换机 Switch。

(2) 本地交换机在收到查询信息后，会先将信息帧内的源 MAC 地址记录在自己的 MAC 地址表中。然后，交换机再向其他所有端口发送（广播）查询信息。

(3) 目标主机接收到该信息后，会通过交换机直接对源地址主机进行响应。此时，交换机将工作站 3 的 MAC 地址也记录在其 MAC 地址表中。

(4) 两台主机（工作站 1 和工作站 3）进行点对点的连接通信。

(5) 如果两台主机在一定时间（称为老化时间）内未进行通信，交换机将会清除相应端口对应的 MAC 地址记录。再次通信时得重新通过（1）~（4）的步骤生成 MAC 地址记录，这称为 MAC 地址表的更新。

实现以上查询的协议是地址解析协议 ARP，是针对目标主机的 IP 地址查询出相应的 MAC 地址。注意第 2 层交换机是不认识 IP 地址的，它之所以能实现数据的转发，是因为数据帧中已经有了目标 MAC 地址，交换机通过查看地址表中的记录，就把该帧从相应的端口转发出去。

当交换机接收到一个数据帧时，它会首先检查数据帧里的 MAC 地址，如果该地址未缓存在 MAC 地址表里，交换机就向所有的其他端口发送查询信息；如果该地址已缓存在 MAC 地址表中，它就会按照表中的地址进行转发，而不会把该帧广播到其他端口。

如果是主机之间第一次通信，或者超过 MAC 地址表更新时间后继续通信，交换机都会广播 ARP 查询。一台网中有的广播是不可避免的，也是必须的。

交换机 MAC 地址表的查看方法参见 2.3.5 节。

1.4.2 局域网的 3 种帧交换方式

局域网交换机在传送数据时，采用帧交换（Frame Switching），该技术包括 3 种主要的