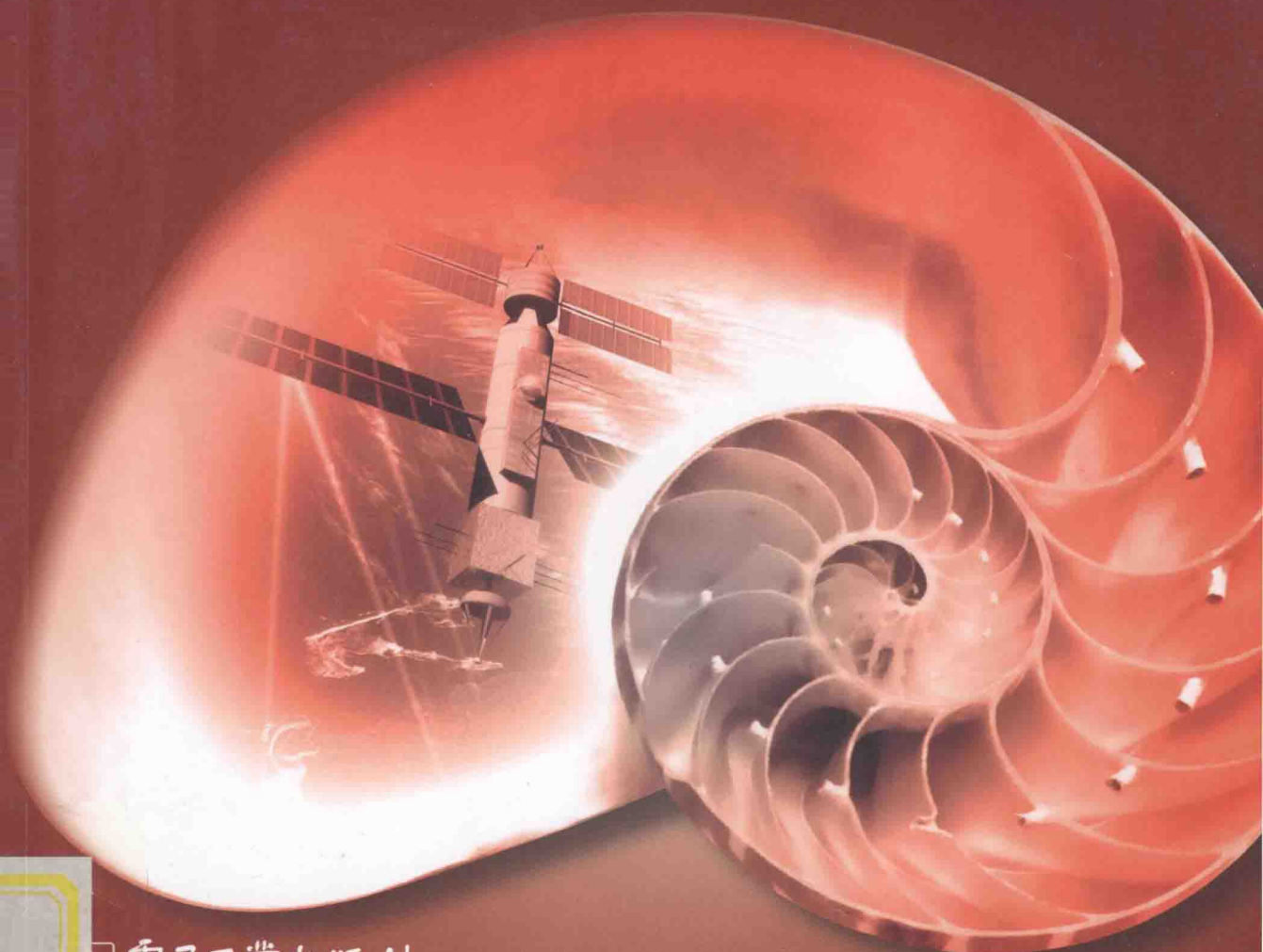


职业院校教学用书（通信类专业）

通信网络设备

张秀群 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业院校教学用书(通信类专业)

通信网络设备

张秀群 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

通信网络设备是通信网络技术专业的一门重要的专业技术课,也是一门知识与实操紧密结合的课程。本教材在内容上针对中等职业学校学生文化基础薄弱的特点,整体降低知识点的难度,在加强实践性与实用性的同时,着重突出知识在实际中的应用,培养学生的技术应用能力。本课程采用项目教学法,通过对本课程的学习,学生可以掌握网络设备的应用和连网的基本技术,学到多种网络协议并获得组网方案的实际经验,是一门学生学习通信网络设备及组建网络的专业课程。

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

通信网络设备/张秀群主编. —北京:电子工业出版社,2011.5

职业院校教学用书·通信类专业

ISBN 978-7-121-13575-0

I. ①通… II. ①张… III. ①通信网-网络设备-中等专业学校-教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第089462号

策划编辑:杨宏利 yhl@phei.com.cn

责任编辑:杨宏利

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

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:20 字数:512千字

印 次:2011年5月第1次印刷

印 数:3000册 定价:31.00元

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

质量投诉请发邮件至 zltz@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

《通信网络设备》课程是通信网络专门化方向的一门重要的专业技术课,其最大的特点是理论与实践结合紧密,而理论知识枯燥难懂。中等职业学校人才培养目标定位于培养技能型、实用型人才,所以为了适应中职学生职业岗位的需求,应在人才的培养过程中注重学生可持续发展能力的培养,让学生在今后的职业工作中能够独立获取新知识、新技术的方法与能力。这就要求在课程教学实施过程中,既要注重学生职业技能的训练,也要培养学生职业必备知识和技术应用能力。本书的编写正是以此为依据的。

本书以中职学生在通信网络工程建设中常涉及到的通信网络设备的配置、使用以及维护等职业综合能力培养为重点,考虑在计算机网络系统的应用功能上,越来越多地扩展了甚至替代了许多原属于通信系统的功能(如 IP 电话),呈现两大系统从技术、结构和功能上逐步融合的态势。本书着重从通信系统与计算机网络系统进一步融合的趋势进行选材,以体现通信网络和计算机网络融合的特点。

本书内容贴近实际,衔接岗位,所选内容具有较强的可操作性和实用性,便于以任务引领进行教学。全书共分 8 章,前 4 章作为宽带 IP 网络的基础部分,介绍了相关的基本概念和案例。第 1 章介绍了以太网交换机的使用和配置;第 2 章和第 3 章给出了路由器的基本原理和配置,包括路由协议和广域网协议的配置;第 4 章着重介绍了三层交换机配置与应用;第 5 章针对 3G 的成功商用,3G 基站的建设与维护问题,给出了 3G 基站系统建设与维护方面的实例;第 6 章介绍了 VoIP 和软交换的基本概念以及基于 IP 语音服务器的语音通信的案例;第 7 章从宽带接入的基本概念入手,给出了基于 MA5600 的 ADSL 接入配置方案;第 8 章主要介绍了数字程控交换机的基本概念以及配置。

本书由张秀群担任主编,张天富、郑群参加编写,其中,第 1、5、6、7 由张天富编写,第 2、3、4 章由张秀群编写,第 8 章由郑群编写,最后由张秀群统稿。

由于作者水平有限及实验环境的局限,书中难免存在错漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 交换机配置基础	1
1.1 交换机基础	2
1.1.1 交换机的类型	3
1.1.2 以太网交换机的工作原理	3
1.1.3 交换机的硬件组成	6
1.1.4 交换机的配置基础	11
1.1.5 小型局域网的互连构建实验	15
1.2 虚拟局域网(VLAN)	17
1.2.1 虚拟局域网的原理	17
1.2.2 VLAN 的类型	19
1.2.3 基于端口的 VLAN 的基本原理	20
1.2.4 VLAN 配置基础	22
1.2.5 VLAN 配置实验	23
1.3 网络冗余链路的管理	26
1.3.1 链路聚合	26
1.3.2 生成树协议	28
1.3.3 某信息公司网络冗余链路的管理	32
第 2 章 路由器路由协议配置	36
2.1 路由器的基本原理及配置	37
2.1.1 路由器的硬件构成原理	37
2.1.2 路由器的配置	41
2.1.3 命令行模式	43
实训 1 搭建路由器本地管理环境和远程 Telnet 管理环境	44
2.2 路由器的路由协议	44
2.2.1 静态路由配置协议	44
实训 2 静态路由配置	46
2.2.2 RIP 动态路由配置协议	49
实训 3 动态路由 RIP 配置	56
2.2.3 OSPF 链路状态路由协议	59
实训 4 配置 OSPF 动态路由	62

第3章 路由器广域网协议设置	65
3.1 路由器的广域网协议配置	66
3.1.1 HDLC 及 PPP 协议原理及配置	66
实训 5 配置 PPP 和 HDLC	72
3.1.2 路由器广域网 X.25 协议原理及配置	74
实训 6 配置 X.25 广域网协议	79
3.1.3 帧中继协议原理及配置	82
实训 7 配置 Frame Relay	91
3.2 访问控制列表配置	93
3.2.1 防火墙原理	93
3.2.2 访问控制列表概述	96
3.2.3 路由器标准访问控制列表	100
实训 8 防火墙(标准访问控制列表)	102
3.2.4 路由器扩展访问控制列表配置	103
实训 9 防火墙(扩展访问控制列表)	105
3.2.5 路由器地址转换	107
3.2.6 访问列表和地址转换的综合应用举例	112
实训 10 NAT 地址转换配置	115
第4章 三层交换机配置	119
4.1 认识三层交换机	120
4.1.1 二、三层交换机的演变	120
4.1.2 三层交换机与路由的区别	122
4.1.3 四层交换机及网关	126
4.2 三层交换机的基本配置与管理	131
4.2.1 三层交换机功能模型	131
4.2.2 三层交换机 VLAN 配置与管理	132
实训 11 三层交换机的 VLAN 间路由的实现	134
第5章 3G 基站系统	136
5.1 3G 技术概述	136
5.1.1 移动通信的发展概述	136
5.1.2 2G 向 3G 的演进策略	137
5.1.3 三大主流技术的特点	139
5.1.4 UMTS 系统网络结构	142
5.2 3G 基站系统结构和原理	147
5.2.1 无线网络控制器 RNC	147
5.2.2 基站设备 Node B	154

5.2.3	基站天馈系统	155
5.2.4	天馈系统的安装实验	164
5.3	WCDMA RNC 调测	172
5.3.1	数据配置概述	172
5.3.2	RNC 的调测实验	176
5.3.3	Node B 调测配置实验	204
5.3.4	系统的调测	212
第 6 章	VoIP 设备	217
6.1	VoIP 与软交换技术原理	217
6.1.1	VoIP 技术基本原理	217
6.1.2	软交换技术	220
6.1.3	H.323 协议	221
6.1.4	SIP 协议	225
6.2	VoIP 设备配置基础	228
6.2.1	语音服务器	228
6.2.2	语音网关	237
6.2.3	IP 电话	243
6.3	IP 语音通信实验	246
6.3.1	实验目的	246
6.3.2	实验环境	246
6.3.3	实验步骤	247
第 7 章	宽带接入设备	252
7.1	宽带接入技术	252
7.2	xDSL 宽带接入技术	253
7.2.1	ADSL 技术	254
7.2.2	ADSL 宽带接入设备	259
7.2.3	Smart VLAN 实验	263
7.2.4	PPPoE 接入业务配置实验	267
7.3	其他宽带接入方式简介	272
7.3.1	FTTX + LAN	272
7.3.2	HFC	275
7.3.3	宽带无线接入	277
第 8 章	数字程控交换机配置	285
8.1	交换技术的发展与分类	285
8.1.1	从人工交换到程控交换	286
8.1.2	从模拟交换到数字交换	286

8.1.3	电路交换与分组交换	287
8.2	程控交换机的组成	288
8.2.1	数字程控交换机的硬件结构	288
8.2.2	数字程控交换机的软件结构	290
8.2.3	数字程控交换机的外围设备	291
实训 12	程控交换机 TL-9000(Z) 的安装与连接	292
实训 13	TL-9000(Z) 交换机维护管理软件的安装和设置	295
实训 14	使用话机对 TL-9000(Z) 交换机进行系统编程设置	303
实训 15	分机功能设置	308
8.3	数字程控交换机的呼叫处理过程	309
实训 16	呼叫处理过程的观察和测试	311

第 1 章 交换机配置基础

学习目标

- 具备利用交换机组建小型办公网络的能力
- 对以太网交换机及其原理和实用技术有基础性的认识
- 精通 VLAN 技术及配置
- 熟悉生成树协议和以太网链路聚合的配置
- 有能力对网络的常见故障进行定位和排除

任务描述

某公司网络建设初期使用集线器来互连网络，如图 1-1 所示。在设备很少、应用不多的情况下，公司网络基本上能满足日常需求。但随着公司经营的发展，网络规模的不断扩大，公司现有的网络已经不能满足公司日常的办公需求。公司决定改造网络，扩展网络规模，提高网络速度，基本要求如下：

内部员工可以通过网络互相交流；保证财务部门网络和其他网络的隔离性，接入网络时不因线路问题出现无法访问的情况。

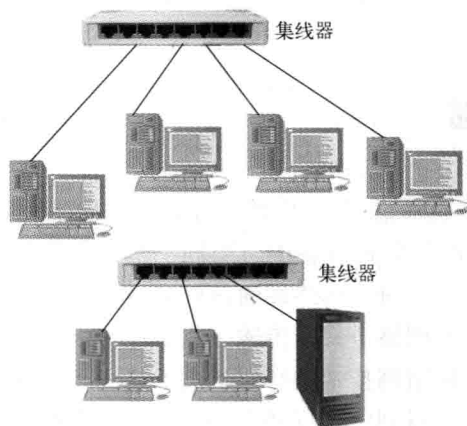


图 1-1 集线器互连网络拓扑

任务分析

为了满足某公司网络构建的需求，我们需要了解某公司网络目前存在的问题：连网设备太多、网络速度太慢、网络应用太少……面对网络目前存在的这些问题，改造网络的核心任务在于更换网络的互连设备，使用交换机来重构网络，如图 1-2 所示。要实现财务部门网络和其他网络的隔离性，可以进行 VLAN 的划分。另外，还可能涉及网络冗余链路的管理问题。

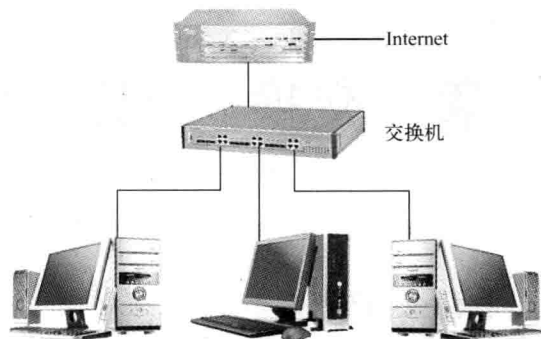


图 1-2 交换机互连网络拓扑

要完成上述任务，需要如下四方面的知识：

- 熟悉交换机的基本原理
- 使用交换机来构建网络
- 进行 VLAN 的划分
- 冗余链路的管理

下面，将从这几方面来进行学习。

小型办公和家居网络（SOHO）是我们日常生活中最常见的网络组织形式，出现在家庭、办公室、网吧等工作环境中。通过构建完好的小型网络环境，可以实现网络内部设备之间的相互通信，共享网络内部资源，从而提高工作效率，为我们的生活和工作带来方便。小型办公和家居网络的核心设备是二层交换机。本章将通过完成构建某公司办公网络的任务来学习交换机的有关知识。

1.1 交换机基础

在信息网络系统中，交换概念是对共享工作模式的改进而言的。众所周知，集线器（HUB）是一种共享设备，在共享式设备中，当同一局域网内的 A 主机向 B 主机传输数据时，数据包以广播方式传输，由每一台终端通过验证数据包头的地址信息来确定是否接收。在共享工作模式下，同一时刻网络上只能传输一组数据帧，当有第二组数据帧试图发送时，就会发生冲突。交换式以太网组网技术很好地解决了这一问题，交换式以太网的核心设备是以太网交换机。交换机在同一时刻可进行多个端口之间的数据传输，每一端口都可视为独立的网段，连接在其上的网络设备独自享有全部的带宽，无需与其他设备竞争使用。

最早的以太网交换机出现在 1995 年，其前身是网桥，交换机使用的算法与网桥基本相同，交换机可简单理解为是一个多端口的网桥，连接在端口上的主机或网段独享带宽。交换机的算法相对较简单，硬件厂商将算法进行固化，生产出了交换机的核心 ASIC 芯片，从而实现了基于硬件的线速度交换机。

目前的以太网交换机已具备强大的交换处理能力和丰富的功能，如 VLAN 划分、生成树协议、组播支持、服务质量等。交换机和路由器已成为局域网组网的核心关键设备，交换式以太网成为目前最流行的组网方式。

交换机工作于 OSI 的第 2 层，即数据链路层的设备，能识别 MAC 地址，通过解析数据帧中目的主机的 MAC 地址，将数据帧快速地从源端口转发至目的端口，从而避免与其他端口发生碰撞，提高网络的交换和传输速度。

1.1.1 交换机的类型

(1) 从广义上分，交换机分为广域网交换机和局域网交换机。广域网交换机主要应用于电信领域，提供通信的基础平台；而局域网交换机则应用于局域网，用于连接终端设备。

(2) 从传输介质和传输速度上分，交换机可分为以太网交换机、快速以太网交换机、千兆以太网交换机、万兆以太网交换机、FDDI 交换机、ATM 交换机和令牌环交换机等。

(3) 从所应用的网络规模来划分，可分为企业级交换机（又称中心交换机）、部门级交换机（又称骨干交换机）和工作组级交换机（又称桌面交换机）三种。

(4) 根据结构的不同，交换机可分为固定端口交换机和模块化交换机。固定端口交换机只能提供有限的端口和固定类型的接口，从连接的用户数量和所使用的传输介质上看，存在一定的局限性。这类交换机也有桌面式和机架式之分，机架式便于安装和管理。

(5) 根据工作协议的层来划分，交换机可分类第 2 层交换机、第 3 层交换机和第 4 层交换机。第 2 层交换机根据数据链路层的信息（MAC 地址）完成不同端口间的数据交换。接入层交换机一般就采用第 2 层交换机。第 3 层交换机具有路由功能，能识别网络层的 IP 信息，并将 IP 地址用于网络路径的选择，并能够在不同网段间实现数据的线速交换。

(6) 根据交换机在源端口和目的端口间传送数据包时所采用的交换方式来划分，可将交换机分为直通式交换机、存储转发式交换机和无碎片直通式交换机三种。

随着通信业的发展以及国民经济信息化的推进，以太网交换机市场呈稳步上升态势。由于以太网具有高性价比、高度灵活、相对简单、易于实现等特点，已成为当今最重要的一种局域网组网技术，以太网交换机也成为最普及的交换机。本章主要讨论以太网交换机，如图 1-3 所示为一台以太网交换机。

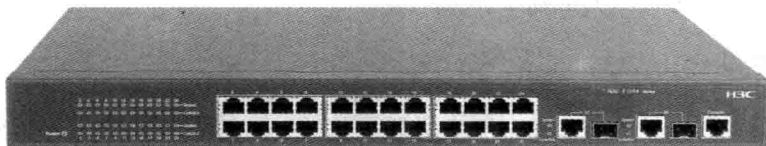


图 1-3 以太网交换机

1.1.2 以太网交换机的工作原理

以太网交换机的主要功能包括地址学习、过滤与转发。

1. 冲突域和广播域

在传统的基于共享式集线器的局域网上，所有设备都与同一条物理介质相连接，传输信

号时每个设备都会收到信号。如果两台或两台以上的设备同时发送信号，将发生冲突，称其为同一冲突域。与同一个 Hub（集线器）连接的所有站点都处于同一“冲突域”中，如图 1-4 所示。因此需要一种既可以避免冲突又可检测和校正由冲突造成的错误的机制。交换机可以有效地隔离冲突，因为交换机的每一个端口都是一个独立的冲突域，而与同一台交换机相连接的设备构成一个广播域，可以相互接收广播消息，如图 1-5 所示。

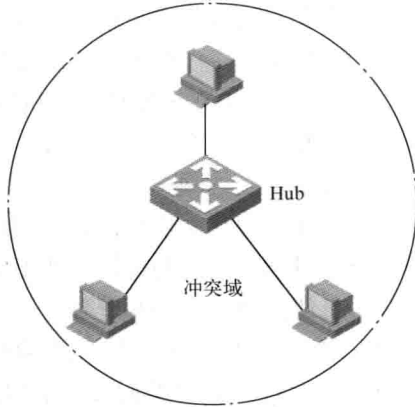


图 1-4 共享式以太网

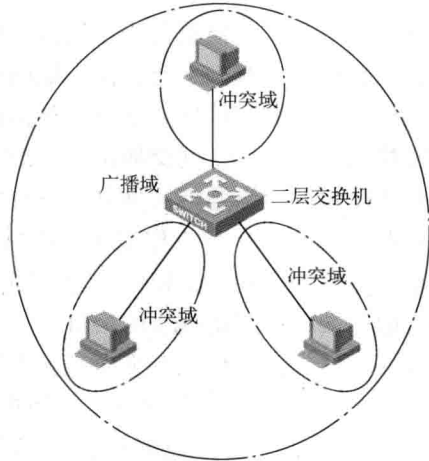


图 1-5 交换式以太网

交换机与集线器最主要的区别是集线器共享传输机制，即共享一个冲突域和广播域，而交换机每个端口都是一个独立的冲突域，交换机的所有端口构成同一个广播域。

以太网使用载波侦听多路访问/冲突检测（CSMA/CD）技术避免冲突，即网络上的多个工作站都可以访问介质，但在访问之前必须先侦听，确认没有其他工作站在使用该介质，如果介质被占用，则需等待一个随机时隙后再发送。

在以太网中，消除争用问题的最佳方式是减少每个网段上连网计算机的数量。通过增加网段数，交换机减少了每个网段上的用户数。如果一个交换机端口只连接一位用户，则整个网段上就只有一位用户，从而消除了冲突。

2. 地址学习

交换机通过维护内存中的地址对照表实现高速端口的交换。地址表中存放着每个与它连接的网络设备的 MAC 地址和其连接交换机的端口号。一个新的交换机启动时，内存地址表是空的，通过地址学习机制创建内存地址表，如图 1-6 所示。

交换机检测从以太网端口出来的数据包的源和目的 MAC 地址，然后与内存 MAC 地址表进行比较。若数据包的 MAC 层地址不在地址表中，则将该地址和其所连接的交换机端口号加入地址表中，并将数据包发送给相应的目的端口。

如图 1-7 所示的例子说明了地址学习的过程。四台计算机 PC1、PC2、PC3 和 PC4 分别连接到交换机的 E1/0/1、E1/0/2、E1/0/3 和 E1/0/4 端口。现在 PC1 使用 ping 命令查看与 PC3 的网络连通性，交换机收到此数据帧后，将 PC1 的 MAC 地址和收到此数据帧的端口作为第一条数据写入交换机的 MAC 地址表中。此时，交换机查询自己的 MAC 地址表，发现没

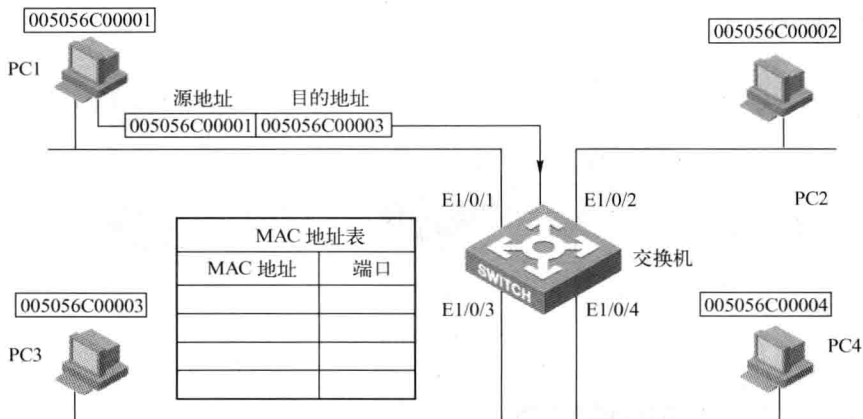


图 1-6 一台新交换机的 MAC 地址表

有目标地址对应的记录，交换机将此数据帧向交换机所有端口（除了接收到帧的端口）进行转发，PC2 和 PC4 收到数据帧后发现目标地址不是自己，则将数据帧丢弃，PC3 发现目标是自己，则发送应答信息。当 PC3 对 PC1 的信息做出应答后，交换机收到 PC3 返回的数据帧，并将其 MAC 地址和对应的端口号写入交换机的内存地址表中。同理，PC2 和 PC4 经历了同样的过程后，交换机的地址表中就包含所有与之连接设备的 MAC 地址和其连接交换机的端口信息，即交换机完成地址学习的过程。

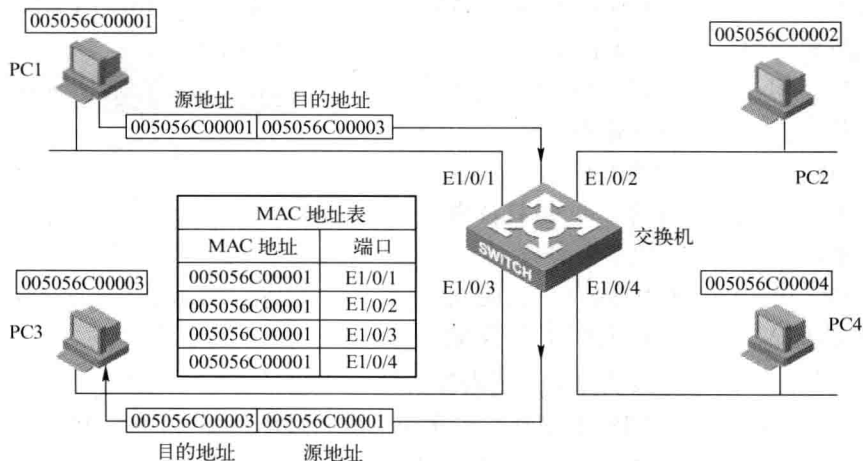


图 1-7 交换机地址学习过程示意图

3. 过滤与转发

当交换机完成地址学习后，交换机收到一个数据帧，查询自己的 MAC 地址表后，做出转发或过滤的决定。例如，PC1 向 PC4 发送数据，交换机收到数据帧后，查询自己的 MAC 地址表，发现此目标 MAC 地址连接在交换机 E0/4 端口，则交换机将此数据帧从 E0/4 端口发送出去。此时，交换机不会向端口 E0/2、E0/3 转发信息（也不向除了接收到帧的端口 E0/1 发送），即交换机在 E0/4 端口转发，在端口 E0/1、E0/2、E0/3 过滤，这就是交换机



的转发过滤，如图 1-8 所示。

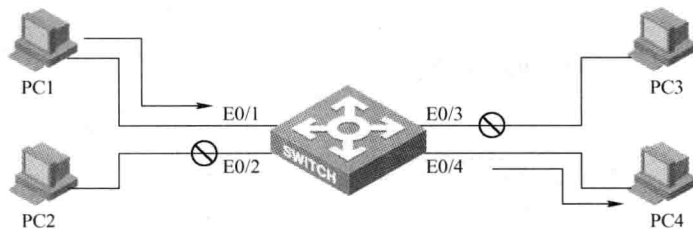


图 1-8 转发过滤示意图

1.1.3 交换机的硬件组成

1. 交换机的硬件结构

交换机实际上就是一台特殊用途的计算机，它的内部也有 CPU、内存和主板，只不过这些部件是专门为数据交换而设计的。交换机的背板带宽类似于计算机主板上的总线，是交换机接口处理器或接口卡和数据总线间所能吞吐的最大数据量。一台交换机的背板带宽越高，处理数据的能力就越强，同时价格也越高。交换机的体系结构类似于计算机，同理，交换机也有操作系统。

总体来说，交换机是由 CPU、ROM、RAM、FLASH ROM 和一些相应的接口（Interface）通过内部总线相连而构成的，如图 1-9 所示。

(1) CPU：相当于 PC 的 CPU，是交换机的大脑，负责整个系统的计算和控制。

(2) ROM：相当于 PC 的 BIOS，存放引导程序和 IOS 的一个最小子集。它是只读存储器，即使系统掉电，程序也不会丢失。

(3) RAM：相当于 PC 的内存。它是交换机主要的存储部件。RAM 也叫工作存储器，包含动态的配置信息。系统掉电，则内容丢失。

(4) Flash ROM：相当于 PC 的硬盘。包含交换机的操作系统（IOS）和其他微代码。它是一种可擦写、可编程的存储器，即使系统掉电，程序也不会丢失。

(5) Interface：相当于 PC 的网卡。接口指的是数据包进出交换机的网络接口。

另外，有的交换机还配置有 NVRAM，它相当于 PC 的第二块硬盘，专门存放交换机的配置文件，即使系统掉电，程序也不会丢失。

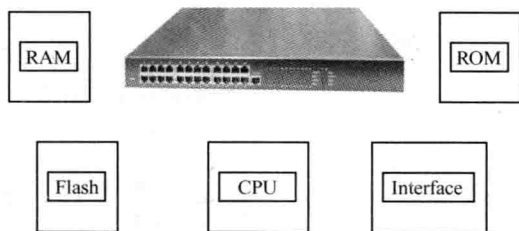


图 1-9 交换机的硬件结构

2. 交换机的典型接口

(1) RJ-45 接口

RJ-45 接口就是现在最常见的网络设备接口，专业术语为 RJ-45 连接器，如图 1-10 所示，属于双绞线以太网接口类型。RJ-45 插头（俗称“水晶头”，如图 1-11 所示）只



能沿固定方向插入，设有一个塑料弹片与 RJ-45 插槽卡住以防止脱落。

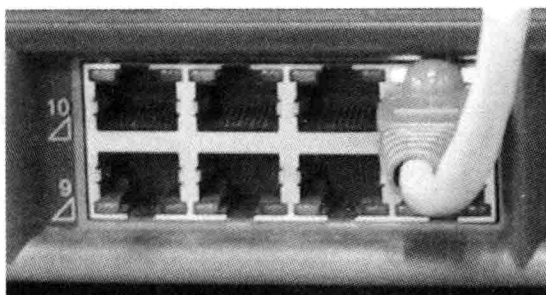


图 1-10 RJ-45 接口

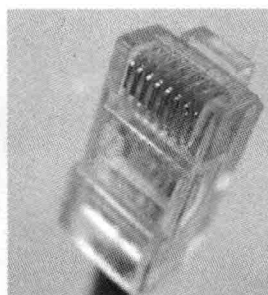


图 1-11 水晶头

RJ-45 接口在 10Base-T 以太网、100Base-TX 以太网、1000Base-TX 以太网中都可以使用，传输介质都是双绞线，不过根据带宽的不同对介质的要求也不同，特别是与 1000Base-TX 千兆以太网连接时，至少要使用超五类线，要想保证稳定高速还要使用六类线。

(2) 光纤接口

光纤接口是用来连接光纤线缆的物理接口。光纤接口类型很多，与光纤接口对应的光纤连接器通常有 FC、SC、ST、LC 等几种类型。

FC 是 Ferrule Connector 的缩写，其外部加强方式是采用金属套，紧固方式为螺丝扣，如图 1-12 所示。

SC 型光纤连接器外壳呈矩形，它与 RJ-45 相当，所采用的插针和耦合套筒的结构尺寸与 FC 型完全相同，如图 1-13 所示。

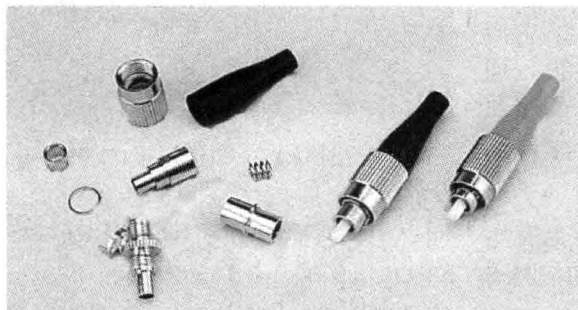


图 1-12 FC 连接器

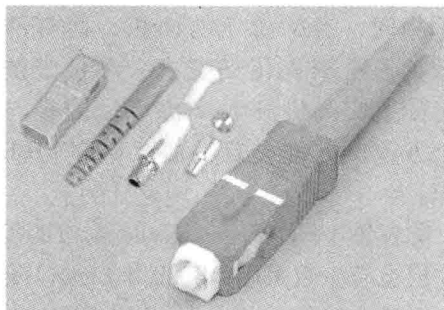


图 1-13 SC 连接器

ST 型光纤连接器在网络工程中最为常用，其中心是一个陶瓷套管，外壳呈圆形，所采用的插针和耦合套筒的结构尺寸与 FC 型完全相同，如图 1-14 所示。其中，插针的端面采用 PC 型或 APC 型研磨方式，紧固方式为螺钉扣。安装时必须人工或用机器将光纤抛光，去掉所有的杂痕，外壳旋转 90° 就可以将插头连接到护套上。ST 型光纤连接器适用于各种光纤网络，操作简便而且具有良好的互换性。

LC 型光纤连接器是著名的贝尔研究所研究开发的，采用操作方便的模块化插孔闩锁机理制成。该连接器所采用的插针和套筒的尺寸是普通 SC 型、FC 型等尺寸的一半，提高了光配线架中光纤连接器的密度，如图 1-15 所示。目前，在单模方面，LC 类型的连



接器已经占据了主导地位，在多模光纤方面的应用也日益普遍。

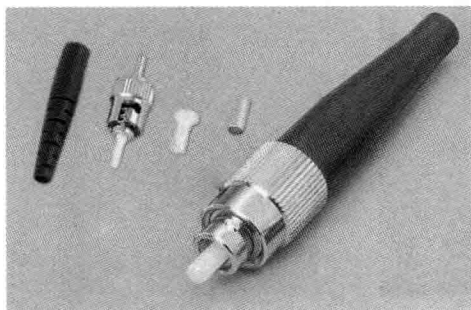


图 1-14 ST 连接器

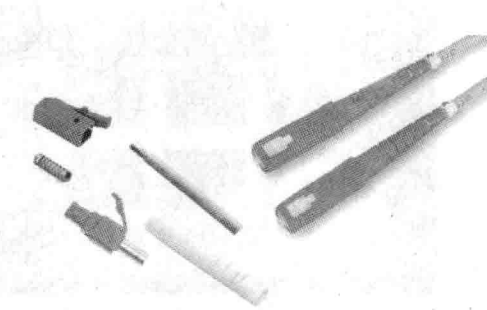


图 1-15 LC 连接器

光纤接口类型很多，SC 光纤接口主要用于局域网交换环境，在一些高性能千兆交换机和路由器上提供了这种接口，它与 RJ-45 接口看上去很相似，不过 SC 接口显得更扁些，其明显区别还是里面的触片，如果是 8 条细的铜触片，则是 RJ-45 接口，如果是一根铜柱则是 SC 光纤接口。

(3) Console 接口

可进行网络管理的交换机上一般都有一个 Console 接口，如图 1-16 所示，它是专门用于对交换机进行配置和管理的。通过 Console 端口连接并配置交换机，是配置和管理交换机必需的步骤。因为其他方式的配置往往需要借助于 IP 地址、域名或设备名称才可以实现，而新购买的交换机显然不可能内置有这些参数，所以 Console 端口是最常用、最基本的交换机管理和配置端口。

不同类型的交换机 Console 端口所处的位置并不相同，有的位于前面板，而有的则位于后面板。通常模块化交换机大多位于前面板，而固定配置交换机则大多位于后面板。在该端口的上方或侧方都会有类似“CONSOLE”字样的标识。



图 1-16 Console 接口

除位置不同之外，Console 端口的类型也有所不同，绝大多数交换机都采用 RJ-45 端口，但也有少数采用 DB-9 串口端口或 DB-25 串口端口。

无论交换机采用 DB-9 或 DB-25 串行接口，还是采用 RJ-45 接口，都需要通过专门的 Console 线连接至配置计算机的串行口（COM 口）。与交换机不同的 Console 端口相对应，Console 线也分为两种：一种是串行线，即两端均为串行接口（两端均为母头），两端可以分别插入至计算机的串口和交换机的 Console 端口；另一种是两端均为 RJ-45 接头（RJ-45 to RJ-45）的扁平线。由于扁平线两端均为 RJ-45 接口，无法直接与计算机串口进行连接，因此还必须同时使用一个 RJ-45 to DB-9（或 RJ-45 to DB-25）的适配器。通常情况下，在交换机的包装箱中都会随机赠送一条 Console 线和相应的 DB-9 或 DB-25 适配器，如图 1-17 所示。

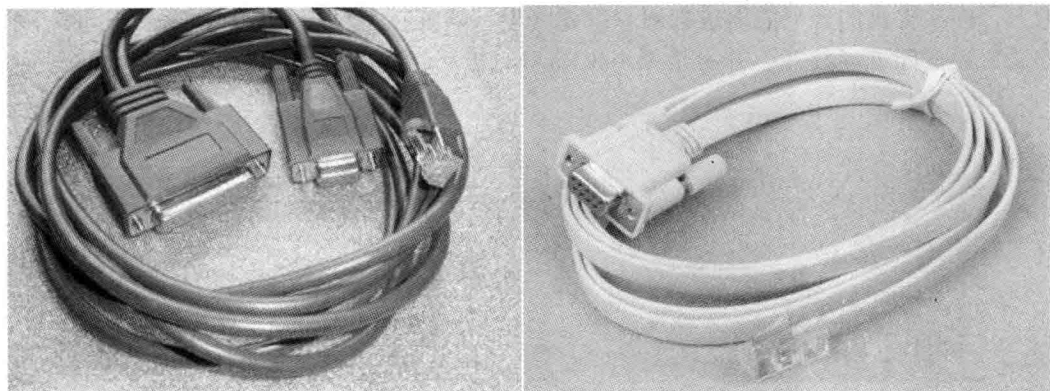


图 1-17 Console 线示意图

3. 交换机的互连方式

交换机的互连方式主要有级联方式和堆叠方式，交换机的级联方式实现简单，只需一根普通的双绞线即可，节约成本而且基本不受距离的限制；而堆叠方式投资相对较大，且只能在很短的距离内连接，实现起来比较困难。

但也要认识到，堆叠方式比级联方式具有更好的性能，信号不易衰减，且通过堆叠方式，可以集中管理多台交换机，大大减化了管理工作量；如果实在需要采用级联，也最好选用 Uplink 端口的连接方式，因为可以在最大程度上保证信号强度。如果是普通端口之间的连接则必定会使网络信号严重受损。

(1) 交换机级联

这是最常用的一种多台交换机连接方式，通过交换机上的级联口（Uplink）进行连接。

需要注意的是交换机不能无限制级联，超过一定数量的交换机进行级联，最终会引起广播风暴，导致网络性能严重下降。级联又分为以下两种。

• 使用普通端口级联

所谓普通端口级联就是通过交换机的某一个常用端口（如 RJ-45 端口）进行连接。需要注意的是，这时所用的连接双绞线一般要用交叉线，即双绞线的两端要跳线（第 1 与第 3 和第 2 与第 6 线脚对调），如果交换机的端口具有自适应功能则使用直通线和交叉线均可。其连接示意如图 1-18 所示。

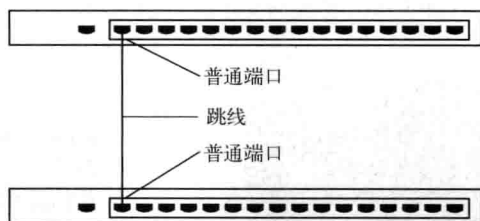


图 1-18 交换机普通端口级联示意图

• 使用 Uplink 端口级联

在所有交换机端口中，都会在旁边包含一个 Uplink 端口，如图 1-19 所示。此端口是专