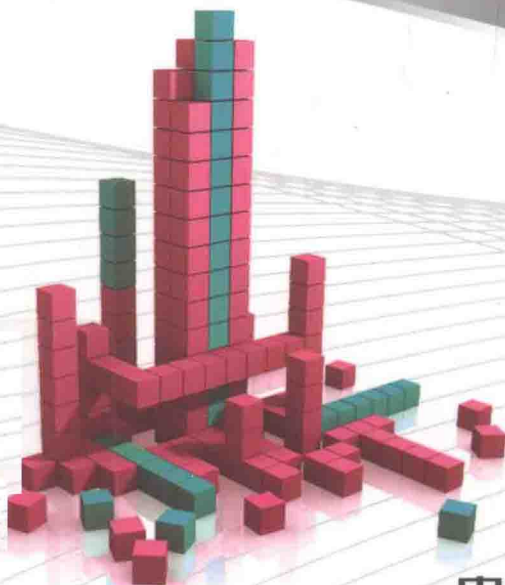


高职高专计算机规划教材·任务教程系列

中小型网络组建

褚建立 主编
邵慧莹 陈晔桦 钱孟杰 副主编

项目导向
任务驱动



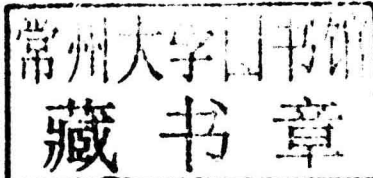
中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高职高专计算机规划教材·任务教程系列

中小型网络组建

褚建立 主编

邵慧莹 陈晔桦 钱孟杰 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书按照“项目教学法”模式进行编写,搜集了目前较新的网络技术,并融合了新的教学理念和教学模式。本书划分为7个单元,23个任务,真正体现了基于能力培养的教学目标,具体内容包括组建小型网络、多办公区之间的网络连接、局域网安全隔离与互联互通、组建Windows Server 2003下的网络服务器、组建无线网络、多区域网络之间的互连、接入Internet等内容。

本课程组织实施都以工程项目的形式开展,所讲的理论知识都是在工程项目实施过程中所需要的。课程组织实现环境在网络实验室进行,以工作过程的形式开展,分项目小组组织实施。

本书适合作为高职高专院校计算机相关专业的教材,也可作为各类网络培训班的培训资料或者广大网络爱好者自学网络管理技术的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中小型网络组建 / 褚建立主编. —北京: 中国铁道出版社, 2010.2 (2012.2 重印)

高职高专计算机规划教材. 任务教程系列
ISBN 978-7-113-11061-1

I. ①中… II. ①褚… III. ①计算机网络—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第025952号

书 名: 中小型网络组建
作 者: 褚建立 主编

策划编辑: 严晓舟 秦绪好

责任编辑: 翟玉峰

编辑助理: 包 宁

封面设计: 大象设计

版式设计: 于 洋

编辑部电话: (010) 63583215

封面制作: 李 路

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2010年3月第1版

2012年2月第3次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.75 字数: 488千

书 号: ISBN 978-7-113-11061-1

定 价: 30.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

当今社会是一个数字化、网络化、信息化的社会, Internet/Intranet (因特网/企业内部网) 在世界范围迅速普及, 电子商务的热潮急剧膨胀。政府上网、企业上网以及家庭上网工程的启动等一系列信息高速公路建设的实施, 都急需大量掌握计算机网络基础知识和应用技术的专门人才。本书在适当介绍理论知识, 突出实践能力培养的基础上, 结合作者多年从事计算机网络教学与研究经验, 编写了这本适合高等职业院校、高等专科学校电子信息类专业学生使用的专业基础课教材《中小型网络组建》。

本书层次清楚, 概念准确, 深入浅出, 通俗易懂。全书坚持实用技术和工程实践相结合的原则, 侧重理论联系实际, 结合高等职业院校学生的特点, 注重基本能力和基本技能的培养。

本书中所有任务的编排均来自于企业多年积累的工程项目案例, 经过课程规划提炼, 按照再现企业工程项目的组织方式进行串接, 并把这些工程项目在网络实验室中搭建出来, 真正做到了从实际出发, 强化实际应用, 帮助学习者积累项目经验, 尽快适应企业岗位能力的教学指导思想, 有很强的针对性和实用性, 使学生“学得快、用得上、记得牢”。本书按照“项目教学法”模式进行编写, 搜集了目前较新的网络技术, 并融合了新的教学理念和教学模式。全书划分为 7 个单元 (工程项目), 23 个任务, 真正体现了基于能力培养的教学目标。具体安排如下:

单元 1: 组建小型网络, 包括家庭有线网络的组建、小型交换网络的组建。

单元 2: 多办公区之间的网络连接, 包括多交换机小型网的组建、跨区域小型网络的组建。

单元 3: 局域网安全隔离与互联互通, 包括初始可网管交换机, IP 子网划分, 在单交换机上构建安全隔离的部门间网络, 在多交换机上构建安全隔离的部门间网络, 组建互联互通的单位局域网。

单元 4: 组建 Windows Server 2003 下的网络服务器, 包括服务器操作系统的安装, 工作组模式下的用户、组和文件管理, 组建 DHCP 服务器, 组建 DNS 服务器, 利用 IIS 组建 Web 服务器, 利用 IIS 组建 FTP 服务器。

单元 5: 组建无线网络, 包括无线自组网络组建, 无线基础网络组建。

单元 6: 多区域网络之间的互连, 包括初始路由器, 多园区网络的互联。

单元 7: 接入 Internet, 包括单机通过 ADSL 接入 Internet 技术, 局域网通过代理服务器接入 Internet, 家庭无线路由器共享接入 Internet, 校园网通过专线接入 Internet。

本课程组织实施都以工程项目的形式开展, 理论知识融合在工程项目实施所需的知识中。课程组织实现环境在网络实验室进行, 以工作过程的形式开展, 分项目小组组织实施。以 4~6 人为一小组, 每组可选择一名同学作为组长, 承担项目经理工作, 负责本组工程组织、管理和实施工作。组长组织本组成员进行技术交流和沟通, 查询相关技术资料, 撰写项目实施方案, 最后组织项目测试、报告、总结等。授课老师是整个项目的总规划师和设计师, 根据实际需要随时调整项目内容, 负责项目的技术咨询和指导工作, 控制课程的组织和进度。

本书适合作为各高职高专院校计算机相关专业的教材, 也可作为各类网络培训班的培训资料, 或者作为广大网络爱好者自学网络管理技术的参考书。

本书由褚建立任主编, 邵慧莹、陈晔桦、钱孟杰任副主编。其中单元 2、单元 3 由褚建立编

写，单元6由邵慧莹编写，单元5由陈晔桦编写，单元7由钱孟杰编写，单元1任务1由高欢编写，单元1任务2由辛景波编写，单元4任务10、11、12由刘彦舫编写，单元4任务13、14、15由路俊维编写，习题由李军整理和编写。本书在编写过程中得到邢台职业技术学院信息工程系王月青、王党丽、王沛、张静、董会国等老师，邢台光正计算机公司曹新鸿，河北三佳电子公司张瑞生等诸多工程师的支持。他们对本书提出了许多宝贵的建议，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间紧张，书中难免会有疏漏与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010年1月

单元1 组建小型网络..... 1

任务1 家庭有线网络的组建..... 1

 任务描述..... 1 相关知识..... 1

1. 计算机网络的基本概念..... 2
2. 计算机网络的硬件组成..... 2
3. 双绞线传输介质..... 4
4. 用双绞线连接网络..... 6
5. IP 地址基础知识..... 8
6. TCP/IP 协议..... 12

 方案设计..... 12 技能训练 双绞线线缆及其制作..... 12 任务实施 组建双机互连网络..... 16

习题..... 19

任务2 小型交换网络的组建..... 21

 任务描述..... 21 相关知识..... 21

1. 局域网 IEEE 802 标准..... 21
2. 局域网拓扑结构..... 22
3. 网络互连设备..... 25
4. 以太网组网技术..... 34
5. 10Mbit/s 以太网..... 37
6. 100Mbit/s 以太网..... 37

 方案设计..... 39 任务实施 组建小型交换网络..... 39

习题..... 46

单元2 多办公区之间的网络连接..... 49

任务3 多交换机小型网络的组建..... 49

 任务描述..... 49 相关知识.....

1. 交换机的 RJ-45 接口..... 49
2. 双绞线组网技术..... 50
3. 交换机级联技术..... 50
4. 交换机堆叠技术..... 52

 方案设计..... 54 任务实施 多交换机小型网络的组建..... 54

习题..... 56

任务4 跨区域小型网络的组建..... 57

 任务描述..... 57 相关知识.....

1. 光纤传输介质..... 58
2. 千兆位以太网技术..... 62
3. 万兆位以太网技术..... 65

 方案设计..... 66 任务实施 跨区域小型网络的组建..... 67

习题..... 69

单元3 局域网安全隔离与互联互通..... 71

任务5 初始可网管交换机..... 71

 任务描述..... 71 相关知识.....

1. 交换机的组成..... 72
2. 交换机的配置线..... 73
3. 交换机的配置管理..... 74
4. 交换机工作模式及其转换..... 75
5. 如何使用帮助..... 76

 方案设计..... 77 任务实施 初始化网管交换机..... 77

习题..... 86

任务6 IP 子网划分..... 88

	任务描述	88
---	------------	----

	相关知识	
---	------------	--

1. 子网划分的概念	88
2. 子网 IP 地址的格式	88
3. 子网掩码	89
4. 子网划分的方法	89
5. 决定子网号以及每个子网内 可分配的 IP 地址	93
6. 判断主机位于哪个子网内	96

	方案设计	97
---	------------	----

任务实施 IP 子网划分	98
--------------------	----

习题	101
----------	-----

任务7 在单交换机上组建安全隔离的 部门间网络	102
----------------------------------	-----

	任务描述	102
---	------------	-----

	相关知识	
---	------------	--

1. VLAN 技术	103
2. 静态 VLAN 配置	105

	方案设计	107
---	------------	-----

	任务实施 单交换机上划分 VLAN 技术 ..	107
---	-------------------------	-----

习题	111
----------	-----

任务8 在多交换机上组建安全隔离的 部门间网络	112
----------------------------------	-----

	任务描述	112
---	------------	-----

	相关知识	
---	------------	--

1. 汇聚链路的概念	112
2. VLAN 干线技术	113
3. VLAN 数据帧的传输	115
4. 配置 VLAN 干线	116
5. VLAN 中继协议	117

	方案设计	120
---	------------	-----

	任务实施 在多交换机上划分 VLAN 技术	121
---	--------------------------------	-----

习题	124
----------	-----

任务9 组建互联互通的单位局域网	125
------------------------	-----

	任务描述	125
---	------------	-----

	相关知识	
---	------------	--

1. 通过 Catalyst 交换机连接 VLAN	126
2. 交换机接口类型	126
3. 三层交换机的路由功能	127

	方案设计	128
---	------------	-----

	任务实施 三层交换机 VLAN 间路由	129
---	---------------------------	-----

习题	133
----------	-----

单元4 组建 Windows Server 2003 下的网络服务器	135
---	-----

任务10 服务器操作系统的安装	135
-----------------------	-----

	任务描述	135
---	------------	-----

	相关知识	
---	------------	--

1. 网络操作系统概述	135
2. 常见的网络操作系统	136
3. Windows Server 2003 版本	137

	方案设计	138
---	------------	-----

	任务实施 Windows Server 2003 系统安装	138
---	--	-----

习题	143
----------	-----

任务11 工作组模式下的用户、组和 文件管理	144
---------------------------------	-----

	任务描述	144
---	------------	-----

	相关知识	
---	------------	--

1. Windows Server 2003 的工作模式	144
2. 用户账户	145
3. 组账户	147
4. NTFS 文件系统及 NTFS 权限	147
5. Windows Server 2003 资源共享	149

	方案设计	150
---	------------	-----

	任务实施 Windows Server 2003 用户、组及文件管理	152
---	---	-----

习题	163
----------	-----

任务12 组建 DHCP 服务器.....165

 任务描述 165 相关知识

1. DHCP 的概念.....165
2. DHCP 基本术语.....165
3. DHCP 的工作原理.....166
4. DHCP 服务器分配 IP 地址的方式.....167

 方案设计 167 任务实施 组建 DHCP 服务器 168

习题 173

任务13 组建 DNS 服务器.....174

 任务描述 174 相关知识

1. hosts 文件.....174
2. 域名系统.....175
3. 域名服务器.....176
4. 域名的解析过程.....177

 方案设计 178 任务实施 组建 DNS 服务器..... 178

习题 185

任务14 利用 IIS 组建 Web 服务器.....186

 任务描述 186 相关知识

1. Web 服务概念及服务原理.....186
2. 超文本传送协议.....186
3. Web 动态网站和 Web 应用程序187

 方案设计 188 任务实施 利用 IIS 组建 Web 服务器..... 188

习题 198

任务15 利用 IIS 组建 FTP 服务器.....199

 任务描述 199 相关知识

1. 什么是 FTP.....200

 相关知识

2. FTP 的工作原理.....200
3. 匿名 FTP 和用户 FTP201

 方案设计 201 任务实施 利用 IIS 组建 FTP 服务器.....201

习题 207

单元5 组建无线网络.....210

任务16 无线自组网络的组建.....210

 任务描述 210 相关知识

1. 无线网络基础知识.....211
2. 无线局域网标准.....211
3. 无线局域网介质访问控制规范.....213
4. 无线网络硬件设备.....213
5. 无线局域网的组网模式214

 方案设计 216 任务实施 无线自组网络 (Ad-Hoc) 的
组建 216

习题 222

任务17 无线基础网络的组建.....223

 任务描述 223 相关知识

1. infrastructure 模式适合场所223
2. 服务区域认证 ID (SSID)225

 方案设计 225 任务实施 组建 infrastructure 无线网络.... 225

习题 228

单元6 多区域网络之间的互连.....230

任务18 初始路由器.....230

 任务描述 230 相关知识

1. 路由器硬件组成.....230
2. 路由器软件组成.....233

相关知识

- 3. 路由器的基本配置模式.....235
- 4. 路由器的初始化.....236
- 5. 利用 setup 模式建立初始配置.....237
- 6. Cisco IOS CLI 操作.....238

方案设计.....240

任务实施 路由器的基本配置.....240

扩展任务 通过 Telnet 访问路由器.....245

习题.....251

任务19 多园区网络的互连.....253

任务描述.....253

相关知识

- 1. 路由基础.....253
- 2. 静态路由.....258
- 3. 默认路由.....260

方案设计.....261

任务实施 路由器静态路由.....261

习题.....266

单元7 接入 Internet.....267

任务20 单机通过 ADSL 接入 Internet.....267

任务描述.....267

相关知识

- 1. 接入网技术.....268
- 2. ADSL 接入技术.....268
- 3. cable modem 接入技术.....268
- 4. 电力线上网接入技术.....268

方案设计.....269

任务实施 PC 通过 ADSL 接入 Internet... 270

习题.....272

任务21 局域网通过代理服务器

接入 Internet.....273

任务描述.....273

相关知识

- 1. 代理服务器.....273
- 2. 代理服务器软件种类.....274
- 3. 代理服务器的适用场合.....274

方案设计.....274

任务实施 局域网通过代理服务器

接入 Internet.....274

扩展任务 局域网通过代理服务器

软件接入 Internet.....276

习题.....281

任务22 家庭无线路由器共享接入

Internet.....282

任务描述.....282

相关知识.....282

方案设计.....282

任务实施 家庭无线路由器共享

接入 Internet.....282

任务23 校园网专线接入 Internet.....286

任务描述.....286

相关知识

- 1. 光纤专线接入技术.....286
- 2. 访问控制列表.....287
- 3. 标准访问控制列表.....292
- 4. NAT 技术.....295
- 5. NAT 配置过程及查看和诊断.....298

方案设计.....301

任务实施 校园网专线接入 Internet.....301

习题.....303

参考文献.....306

单元 1

组建小型网络

当今,在信息高速发展的时代,人们的生活、工作已离不开计算机,并且很少在单机环境下使用计算机,人们总是把多台计算机连接起来,组建一个计算机网络,从而共享资源。其中小型办公网络或小型家居办公网络是最常见的网络形式,它出现在一个家庭、一个办公区域、一个网吧、一个企事业单位(一栋楼或相连的几栋楼)等生活和工作环境中。组建一个功能完善的小型网络环境,可以实现网络内部之间的通信,网络资源的共享,从而提高工作效率,为生活和工作带来方便。

通过本单元所有任务的实践,可以学会如何组建一个小型有线办公网络,解决组建小型网络时遇到的技术问题和学习组建小型网络需要的相关网络知识,实现网络内所有计算机之间互联互通、共享信息资源,并学会排除网络中可能发生的故障,为将来工作积累实践经验。

工作任务:

任务 1: 家庭有线网络的组建;

任务 2: 小型交换网络的组建。

任务 1 家庭有线网络的组建

全球信息化和网络化的潮流给人们的工作模式带来新的变革,衍生出来一种信息化的工作模式:SOHO(small office home office,小型家居办公室)。这种模式泛称“家庭有线网络”正成为今后的生活时尚,在 SOHO 环境中,许多行业的工作人员在家里通过网络进行工作,减少了上下班的时间浪费,减轻了交通压力和拥挤的办公环境。



任务描述

王老师家里原有一台计算机,现在王老师的妻子因工作需要也配备了一台计算机,可是家里只有一台打印机,并且文件分别存放在两台计算机中,需要通过使用闪存盘进行复制来实现共享。王老师就想能否把这两台计算机互连起来,组建简单的家庭网络环境,通过网络来传输文件,共享打印机等硬件资源。

通过组建家庭网络,一家人可以在任意一台计算机上工作,而不需要更换计算机。通过网络可以互相传递文件,共享打印机,而且还可以一起上网玩游戏。



相关知识

为了完成王老师家庭 SOHO 网络项目的组建需要,满足客户提出的要求,首先需要了解一些

基本的网络知识，主要包括以下几方面的内容。

1. 计算机网络的基本概念

计算机网络，就是通过线路互连起来的、独立运行的计算机集合，确切地讲，就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来，并配置网络软件，以实现计算机资源共享的系统。

站在不同的角度可以将计算机网络划分为不同的类型，从地理范围划分网络是最基本的划分方法，按这种标准可以将计算机网络划分为局域网、城域网和广域网三种类型。

2. 计算机网络的硬件组成

任何一个简单的局域网，必须有基本的网络硬件设备，一般包括服务器、计算机、中继器、集线器、交换机、路由器、网卡、网线、RJ-45 插头（俗称水晶头）等网络硬件设备，如图 1-1 所示。

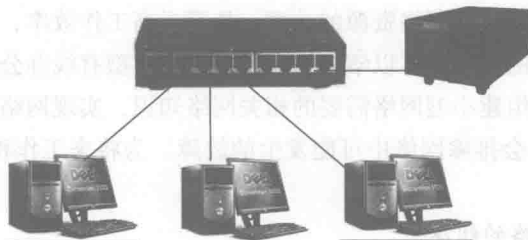


图 1-1 计算机网络的硬件

1) 网络中的计算机

计算机是网络中必不可少的基本设备。目前，网络中的计算机一般可分为两类：网络服务器和网络工作站。

(1) 网络服务器

网络服务器实际上就是一台高性能计算机。在简单的对等网络中也可以没有服务器。

作为网络的核心结点，网络服务器承担了网络 80% 的数据处理。根据在网络中所承担的功能和服务的不同，网络服务器又分为文件服务器、邮件服务器、域名服务器、打印服务器和数据库服务器等不同类型。

网络服务器的基本硬件设备与普通计算机相似，也由处理器、硬盘、内存、总线等组成。一些简单的网络可以使用普通的 PC 来承担服务器工作，但更多复杂的网络中需要使用专用的服务器，一般是针对具体的网络应用定制的，因而它与普通计算机相比较在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性、可管理性等方面存在很大差异。

专用的网络服务器与普通计算机的主要区别在于：专用服务器具有更好的安全性和可靠性，更加注重系统的数据吞吐能力，采用了双电源、热插拔、SCSI 硬盘、RAID 技术以及双机热备用等技术，价格也较贵。

(2) 网络工作站

网络中的计算机也称为网络工作站，一般使用普通的计算机。在没有 PC 的时代，由于大型

计算机的价格昂贵,人们就使用一种没有处理器和存储器的简单计算机来承担对服务器的输入和输出工作,这种计算机又称为终端。随着 PC 的普及和发展,网络工作站已经全面由普通计算机来承担,既可以从网络服务器上共享信息,也可以把信息直接存储在本地计算机上并进行处理。

2) 网络组成设备——网卡

(1) 网卡功能

网卡又称为网络适配器或网络接口卡(NIC)。网卡通常有两种,一种可插在计算机主板插槽中,另一种集成在主板上。其主要功能是将计算机处理的数据转换为能够通过介质传输的信号。

广义上,网卡由两部分组成:网卡驱动程序和网卡硬件。驱动程序使网卡和网络操作系统兼容,实现计算机与网络的通信;支持网卡硬件通过数据总线实现计算机和网卡之间的通信。在网络中,如果一台计算机没有网卡,或者没有安装网卡驱动程序,那么这台计算机也将不能和其他计算机通信。

每块网卡都由唯一的 MAC 地址(也称硬件地址或物理地址)进行标识,以用于区别不同的计算机。它通常由网络设备的生产厂家直接烧入设备的网络接口卡的 EPROM 中,存储的是传输数据时真正用来标识发出数据的源端设备和接收数据的目的端设备的地址。也就是说,在网络底层的物理传输过程中,是通过物理地址来标识网络设备的,这个物理地址一般是全球唯一的。

(2) 网卡分类

根据标准不同,网卡的分类方法也有所不同,按支持带宽的不同可将网卡分为 10Mbit/s 网卡、100Mbit/s 网卡、10/100Mbit/s 自适应网卡、1000Mbit/s 网卡等几种。网卡支持的带宽表示这款网卡接收和发送数据的快慢。

另外,还有能接收无线信号的无线网卡,其主要用来接收无线网络中的信号。

在选用网卡时,还要注意网卡支持的接口类型,否则可能不适用于网络。现在 90% 的局域网使用 RJ-45 端口(配接 RJ-45 插座、插头),如图 1-2 所示。RJ-45 接口网卡(见图 1-2)通过双绞线连接集线器(hub)或交换机(switch),再通过网络互连设备连接其他计算机和服务器。在购买网卡时,要考虑以下因素:

- ① LAN 协议:以太网、令牌环网和 FDDI。
- ② 所支持的介质:双绞线、同轴电缆、光缆。
- ③ 计算机上所支持的总线:PCI 或 ISA。

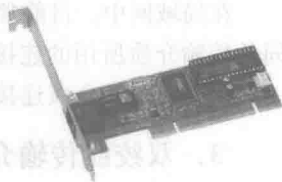


图 1-2 网卡

3) 中继器和集线器

中继器(repeater)和集线器(hub,如图 1-3 所示)作为物理层的网络连接设备,可以对信号进行放大和再生,从而使得物理信号的传送距离得到延长,所以它们具有在物理上扩展网络的功能。但是,由于中继器和集线器只能进行原始比特流的传送,因此不可能依据某种地址信息对数据流量进行任何隔离或过滤。



图 1-3 集线器

在选用集线器时一般要考虑三个因素,即端口的类型、端口速率,以及是否可堆叠。集线器上一般有多个 RJ-45 端口可连接双绞线,有些 hub 除此之外还可能有一个用于上连(uplink)的 AUI 粗缆端口、一个 BNC 细缆端口或一个 RJ-45 端口。通过

上连接口可将 hub 连到上一级网络上。在选用 hub 时,要注意信号输入口的接口类型,与双绞线连接时需要具有 RJ-45 端口;如果是与细缆相连,需要具有 BNC 接口;而与粗缆相连需要有 AUI 接口;当局域网长距离连接时,还需要具有与光纤连接的光纤接口。早期的 10Mbit/s hub 一般具有 RJ-45、BNC 和 AUI 三种端口。100Mbit/s hub 和 10/100Mbit/s hub 一般只有 RJ-45 端口,有些也可能具有光纤端口。目前,集线器已逐渐被性能更优的交换机取代。

4) 网桥和交换机

网桥又称桥接器,是一种数据链路层存储转发设备。交换机则是一个具有流量控制能力的多端口网桥,如图 1-4 所示。

当交换机出现以后,网桥产品也开始淡出市场。交换机也有很多类型,在选择交换机时要考虑背板带宽、端口速率和端口数、是否带网管功能等因素。

除此之外,在选购交换机时,还要考虑到是否支持模块化、是否支持 VLAN、是否带第三层路由功能等。



图 1-4 交换机

5) 路由器

路由器 (router) 是互联网中常用的连接设备,它可以将两个网络连接在一起,组成更大的网络,如图 1-5 所示。被连接的网络可以是局域网也可以是互联网,连接后的网络都可以称为互联网。用路由器隔开的网络属于不同的局域网,具有不同的网络地址。

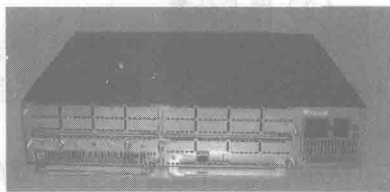


图 1-5 路由器

6) 传输介质及连接器件

在局域网中,目前常用的传输介质是双绞线和光缆。不同的传输介质所用的连接器件是不同的,传输介质和连接器件必须匹配。

常用的传输介质连接器件有 RJ-45 连接器, SC、FC 光纤连接器。

3. 双绞线传输介质

在网络中,传输介质用于连接互相分离的计算机 (见图 1-1)。网络传输介质一般分为无线和有线两种。常用的有线传输介质一般有双绞线、同轴电缆和光缆,目前最常用的是双绞线。

1) 双绞线电缆概述

双绞线 (twisted pair, TP) 是目前局域网中使用最广泛,价格最低廉的一种有线传输介质。

twisted 源于双绞线电缆的内部结构。在内部由若干对两两绞在一起的相互绝缘的铜导线组成,导线的典型直径为 1mm (导线的普通直径在 0.4~1.4mm 之间)。采用两两相交的绞线技术可以抵消相邻线对之间的电磁干扰和减少近端串扰。双绞线电缆一般由多对双绞线外包缠护套组成,其护套称为电缆护套。电缆的对数可分为 4 对双绞线电缆、大对数双绞线电缆 (包括 25 对、50 对、100 对等)。铜电缆的直径通常用 AWG (American wire gauge) 单位来衡量。AWG 数越小,电线直径却越大。直径越大的电线性能越好,它们具有更大的物理强度和更小的电阻。

双绞线电缆中的每一根绝缘线路都用不同颜色加以区分,这些颜色构成标准的编码,因此很容易识别和正确端接每一根线路。每个线对都有两根导线,其中一根导线的颜色为线对的颜色加一个

白色条纹，另一根导线的颜色是白色底色加线对颜色的条纹，即电缆中的每一对双绞线对称电缆都是互补颜色。4 对 UTP 电缆的 4 对线具有不同的颜色标记，这四种颜色是蓝色、橙色、绿色、棕色。

对于一条双绞线，在外观上需要注意的是：每隔两英寸有一段文字。以 AMP 公司的线缆为例，该文字为

AMP NETCONNECT ENHANCED CATEGORY 5e CABLE E1380340 1714 24AWG(UL) CMR/MPR cul CMG/MPG ETL VERIFIED TO CATEGORY 5e 990185FT 0603

其中：

- AMP NETCONNECT：代表公司名称；
- ENHANCED CATEGORY 5e CABLE：也表示该双绞线属于超 5 类；
- E1380340 1714：代表其产品号；
- 24AWG (UL)：铜线缆的直径通常用 AWG (American wire gauge) 单位来衡量，通常 AWG 越小，电线直径越大，通常使用的双绞线均是 24 AWG，(UL) 说明满足 UL (Under writers laboratories Inc.) 的标准要求；
- CMR/MPR、CMG/MPG：表示该双绞线的类型；
- CUL：表示双绞线同时还符合加拿大的标准；
- ETL VERIFIED TO CATEGORY 5e：表示双绞线经测试符合超 5 类标准；
- 990185FT：双绞线的长度点，FT 为英尺缩写；
- 0603：指的是制造厂的生产日期，这里是 2006 年第 3 周。

2) 双绞线电缆的分类

双绞线按照是否有屏蔽层又可以分为非屏蔽双绞线(UTP, 如图 1-6 所示)和屏蔽双绞线(STP, 如图 1-7 所示)。

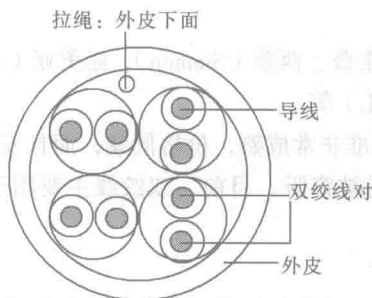


图 1-6 4 对非屏蔽双绞线电缆结构图

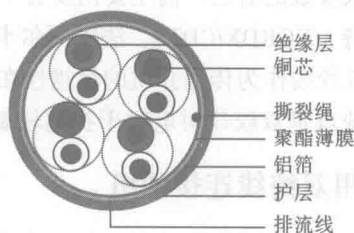


图 1-7 4 对屏蔽双绞线电缆截面图

到目前为止，EIA / TIA 已颁布了 Cat1、Cat2、Cat3、Cat5、Cat5e、Cat6、Cat7 共七类 (Category, Cat) 线缆的标准。其中，Cat5e 是目前应用最广泛的双绞线电缆。

6 类双绞线电缆为了减少线对间的串扰，通常在线对间采用了圆形、片形、十字星形、十字骨架等种类填充物，如图 1-8 所示。十字星形填充的双绞线对称电缆构造是在电缆中建一个十字交叉中心，把四个线对分成不同的信号区，这样就可以提高电缆的抗近端串扰性能，减少在安装过程中由于电缆连接和弯曲引起的电缆物理上的失真，十字骨架构造在保证前后位置精准方面起了很大的作用。

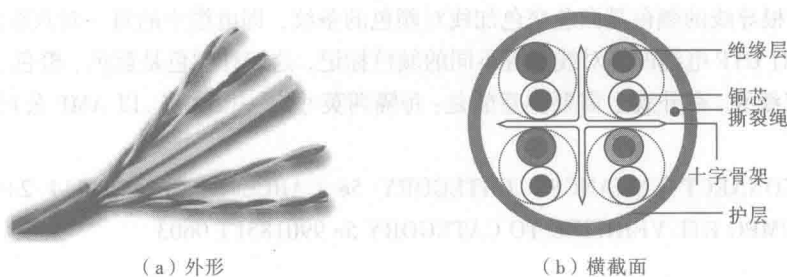


图 1-8 6 类双绞线结构图

3) 连接器件

双绞线电缆连接器件包括电缆配线架、信息插座和接插软线等。它们用于端接或直接连接电缆，使电缆和连接件组成一个完整的信息传输通道。常用的有 RJ-45 插头（见图 1-9）和信息插座（信息模块，如图 1-10 所示）。

双绞线的两端必须都安装 RJ-45 插头，以便插在以太网卡、集线器或交换机的 RJ-45 端口上。

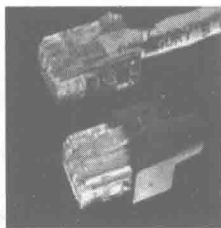
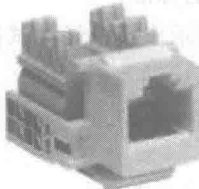
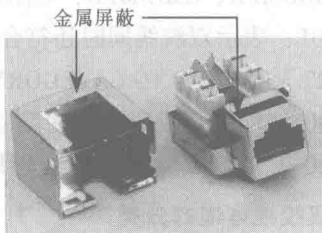


图 1-9 水晶头



(a) RJ-45 信息模块



(b) 屏蔽 RJ-45 信息模块

图 1-10 信息插座

4) 双绞线的主要品牌

目前双绞线的著名厂商主要由安普（AMP）、3M、康普、西蒙（Siemon）、亚美亚（AVAYA）、加拿大丽特（NORDX/CDT）、法国阿尔卡特（ALCATEL）等。

使用双绞线作为传输介质的优越性在于其技术和标准非常成熟，价格低廉，而且安装也相对容易；其缺点是双绞线对电磁干扰比较敏感，并且容易被窃听。目前，双绞线主要用于室内。

4. 用双绞线连接网络

双绞线跳线两端安装 RJ-45 插头将计算机与计算机、计算机与集线器（交换机）、集线器（交换机）与集线器（交换机）连接起来，形成网络环境。

1) 制作双绞线线序标准

目前双绞线跳线的制作主要遵循 EIA/TIA 标准，有 EIA/TIA T568-A 和 EIA/TIA T568-B 两种线序的标准。在一个网络中，可采用任何一种标准，但所有的设备必须采用同一标准。通常情况下，在网络中采用 EIA/TIA T568-B 标准。

① 按照 T568-B 标准布线 RJ-45 插头的 8 针（又称插针）与线对的分配如图 1-11 所示。线序从左到右依次为 1—白橙、2—橙、3—白绿、4—蓝、5—白蓝、6—绿、7—白棕、8—棕。4 对双绞线电缆的线对 2 插入 RJ-45 插头的 1、2 针，线对 3 插入 RJ-45 插头的 3、6 针。

② 按照 T568-A 标准布线 RJ-45 插头的 8 针与线对的分配如图 1-12 示。线序从左到右依次为 1—白绿、2—绿、3—白橙、4—蓝、5—白蓝、6—橙、7—白棕、8—棕。4 对双绞线电缆的线对 2 插入 RJ-45 插头的 3、6 针，线对 3 插入 RJ-45 插头的 1、2 针。

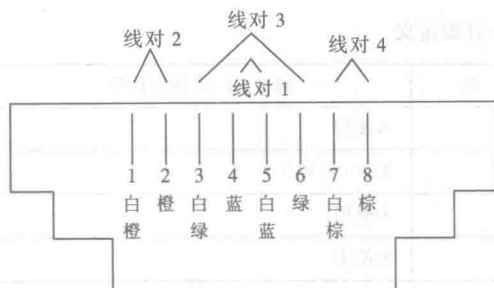


图 1-11 T568-B 标准



图 1-12 T568-A 标准

2) 双绞线跳线的类型

按照双绞线两端线序的不同，通常划分两类双绞线跳线。

(1) 直通线

根据 EIA/TIA T568-B 标准，两端线序排列一致，一一对应，即不改变线的排列，称为直通线。直通线线序如表 1-1 所示。当然也可以按照 EIA/TIA T568-A 标准制作直通线，此时跳线的两端的线序依次为：1—白绿、2—绿、3—白橙、4—蓝、5—白蓝、6—橙、7—白棕、8—棕。

表 1-1 直通线线序

端 1	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕
端 2	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕

直通线一般用来连接异型设备，如计算机和交换机之间的连接。

(2) 交叉线

根据 EIA/TIA T568-B 标准，改变线的排列顺序，采用“1-3，2-6”的交叉原则排列，称为交叉线。交叉线线序如表 1-2 所示。

表 1-2 交叉线线序

端 1	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕
端 2	白绿	绿	白橙	蓝	白蓝	橙	白棕	棕

交叉线一般用来连接同型设备，如两台计算机之间直连，两台交换机之间的级联。

(3) 全反线

双绞线的两端按表 1-3 所示的线序制作，线的两端引脚顺序为对方引脚的倒序。DB-9 是计算机的 COM 端口，全反线需要使用 DB-9/RJ-45 插头进行接口的转换。其主要用于路由器或交换机的 Console 端口与计算机的 COM 端口连接。

表 1-3 全反线线序

端 1	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕
端 2	棕	白棕	绿	白蓝	蓝	白绿	橙	白橙

3) 网卡接口

网卡接口和双绞线相连有 8 个引脚, 其中只有 1、2 脚和 3、6 脚用于通信, 如表 1-4 所示。1、2 脚负责发送数据 (TX+、TX-), 而 3、6 脚负责接收数据 (RX+、RX-)。

表 1-4 网卡接口各引脚定义

引 脚	网卡 RJ-45 接口信号	引 脚	网卡 RJ-45 接口信号
1	TX+ (发送)	5	未使用
2	TX- (发送)	6	RX- (接收)
3	RX+ (接收)	7	未使用
4	未使用	8	未使用

4) 计算机与计算机直连

由于通信的两台计算机的网卡都是 1、2 脚负责发送数据, 而 3、6 脚负责接收数据, 因此必须采用交叉线才能完成直连的两台计算机间的通信。

5. IP 地址基础知识

Internet 是当今世界上规模最大、拥有用户最多、资源最广泛的通信网络, 在 Internet 上除了有数不清的网络设备之外, 各种设备还需要可以相互通信的规则——网络通信协议, 即 TCP/IP 协议。

TCP/IP 协议已成为当今网络的主流标准, TCP/IP 协议簇中有两个最重要的协议: TCP 协议和 IP 协议, 其中 TCP 协议主要用来管理网络通信的质量, 保证网络传输中不发生错误信息; 而 IP 协议主要用来为网络传输提供通信地址, 保证准确地找到接收数据的计算机。

1) IP 地址知识

IP 地址也称为 Internet 地址, 用来标识 Internet 上每台计算机唯一的逻辑地址。人们给 Internet 中每台主机分配了一个专门的地址, 称为 IP 地址。每台联网的计算机都依靠 IP 地址来标识自己, 它类似于电话号码, 没有重复的。

基于 IP 协议传输的数据包, 必须使用 IP 地址来进行标识。在计算机网络中, 每个被传输的数据包包括一个源 IP 地址和一个目的 IP 地址, 当该数据包在网络中传输时, 这两个地址保持不变, 以确保网络设备总是能根据确定的这两个 IP 地址, 将数据包从源通信主机送往指定的目的主机。

2) IP 地址管理机构

IP 地址由统一的组织负责分配, 任何个人都不能随便使用。目前全球 IP 地址由 INIC (Internet Network Information Center, 互联网络信息中心) 统一负责规划、管理, 同时由 Inter NIC、APNIC、RIPE 三大网络信息中心具体负责美国及其他地区的 IP 地址分配。我国申请的 IP 地址要通过 APNIC (亚太网络信息中心)。在中国由 CNNIC 负责全国的 IP 地址分配, 具体由中国公用计算机互联网 (CHINANET)、宽带中国 CHINA169 网、中国科技网 (CSTNET)、中国教育和科研计算机网 (CERNET)、中国移动互联网 (CMNET)、中国联通互联网 (UNINET)、中国铁通互联网 (CRNET)、中国国际经济贸易互联网 (CIETNET) 等负责各自联网的用户的 IP 地址分配。

IP 地址是唯一的, 因为 IP 地址是全局的和标准的, 所以没有任何两台连到公共网络的主机