

JISUANJI WANGLUO XINXI XITONG GONGCHENG YINGYONG JISHU

计算机 网络信息系统工程 应用技术

张靖 周伟 张翔 编著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

计算机网络信息系统工程 应用 技 术

张 靖 周 伟 张 翔 编著

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 简 介

本书重理论和工程实践的结合,其主要内容包括计算机网络基础及应用知识、网络管理实用工具、交换机和路由器的应用及配置、典型网络工程应用配置、网络操作系统安装及应用、防火墙和入侵监测等安全设备的应用配置、网络管理软件应用、地址转换等专门技术应用。重点介绍了具体的信息网络技术及应用,以及相关设备或软件的配置与使用方法。

本书可作为从事计算机网络、网络管理、信息安全及相关工作的工程技术人员的学习参考用书,也可作为理工科专业高年级本科生或研究生学习计算机信息网络的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络信息系统工程应用技术 / 张靖, 周伟,
张翔编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2011.9
ISBN 978-7-5643-1415-6

I. ①计… II. ①张… ②周… ③张… III. ①计算机
网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 192800 号

计算机网络信息系统工程应用技术

张 靖 周 伟 张 翔 编 著

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 黄庆斌

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.625

字数: 337 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1415-6

定价: 26.50 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

序

随着计算机网络及信息系统的应用越来越普及，其发展水平已成为衡量国家经济和科技实力的重要标志之一。

在 21 世纪，培养高水平计算机网络及信息系统专业人才已经成为世界各国人才培养的重要战略目标之一。一些发达国家或者地区已经开始加强计算机网络及信息系统专业人才的教育培训，通过注重工程案例和实践的训练来保证从业人员的实际动手能力。

计算机网络及信息系统技术是一门针对性、实践性很强的专门技术，如果按照传统的方法来教学，仅仅安排一些实验进行验证，学生将不能真正理解和掌握其在工程实践的应用，对工程设计、实施、结果测试等过程体会也不够、不深。在教学过程中，老师必须将专业理论知识与工程实践有效结合，突出工程思想和工程能力的培养，在系统设计和设备配置时强调系统性、整体性和实用性，让学生理解和掌握系统与设备的工程设计、实施、测试等步骤及技术。

本书作者长期从事计算机网络以及信息系统的建设、维护、管理等工作，具有扎实的理论基础和工程技术应用经历，积累了丰富的工程实践经验。本书充分体现了计算机网络以及信息系统的专业理论和工程实践应用内容，我相信，本书将对广大读者起到很好的指导作用，我更加希望，通过本书的学习，读者会得到更多的启发，获得科学的工程思想以及工程实施的具体方法。本书对推动我国计算机网络的工程实践应用提供了有益的借鉴，同时，寄希此书的出版能为从事该领域的教学、科研和工程技术等人员提供有价值的技术参考。

攀枝花学院党委副书记、院长：黄双华 教授

2011 年 5 月

前 言

计算机网络和信息系统是目前信息技术应用的基础,在各行各业应用都十分广泛和普遍。计算机网络是信息传输的必备基础,信息系统是信息处理和应用的核心平台和应用门户支撑,直接会影响到信息技术应用的程度和取得的效果、产生的效益。随着计算机网络技术的不断发展和应用普及,计算机网络及信息系统的扩建、完善、管理和维护等方面的工作越来越受到重视。更需要具备计算机网络及信息系统的专门人才。计算机信息网络技术是当前和今后社会发展必需的技术,因此学习和掌握计算机网络、信息系统知识和具体应用技术,同时具备相应的操作能力,在工程实践和相关项目中具体实施或者实现具有实际意义。

进行计算机组网、联网、系统平台搭建是信息技术应用的基本技术和工作内容,学习和掌握它们需要涉及很多课程内容,但有关计算机网络、信息系统等方面的资料、书籍很多,涉及的专业知识也很广,因此学习需要一定的时间,如果要想具备一定的设备或者系统操作等工作能力,特别是具备工程设计、实施方面的能力,将需要花费更多的精力和时间。

实际上如果把计算机信息网络知识和具体的技术应用到具体的网络应用中,按照实际工程项目的要求和内容进行阐述和介绍,把相对繁杂的部分进行精简,保留最常用、最基本的部分,同时,将其与工程项目衔接,把基础知识和原理、应用范围和场所、设备组网、内容配置、测试分析等内容合理安排,这样做更有利于读者学习、理解、掌握和进一步的深入实践应用。

自 2003 年开始,作者为计算机科学与技术专业的本科生开设了“计算机网络”、“网络管理”等专业课,2005 年开始承担公安部、人事部信息网络安全专业技术人员继续教育培训,并担任主讲教师,2004 年开始负责组建攀枝花学院华为网络技术学院、思科网络技术学院,并承担相关课程培训主讲。多年来作者一直负责校园计算机网的建设 and 管理工作,本书内容编排以多年来授课为基础,并吸收了工作经历和科研成果,本着“理论联系实际、提高工程能力”的原则,与各位从事计算机信息网络工作和研究的同仁一起分享自己的经验和感受。

全书共分 7 章:第 1 章主要介绍了传输介质、网卡以及常用工具等网络应用基础。第 2 章介绍了交换机、路由器、专线等联网技术及应用。第 3 章介绍了防火墙、入侵检测、病毒防护、漏洞检测、认证等网络安全技术及应用。第 4 章介绍了网络操作系统安装、DNS、WWW、FTP、MAIL 等典型网络应用服务及配置。第 5 章介绍了 VPN、NAT、MPLS、代理、远程桌面连接、虚拟机等实用的网络专门技术及应用。第 6 章介绍了 SNMP 和 MIB 网

络管理以及网络管理系统部署技术。第 7 章介绍了常见网络工程应用设备配置和综合的工程应用案例。

本书的编写工作还得到了攀枝花学院张杰、冯霞等同事的大力帮助，他们对本书提出了很多宝贵的意见，在此特别致谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正，作者表示衷心感谢。

作 者

2011 年 4 月

目 录

第 1 章 计算机网络应用基础准备	1
1.1 计算机网络概念	1
1.2 网络模型及网络协议	3
1.2.1 网络互联模型	3
1.2.2 网络协议	4
1.3 传输介质与网线制作	5
1.3.1 传输介质	5
1.3.2 双绞线制作	7
1.3.3 双绞线的测试	9
1.4 网卡安装	10
1.4.1 Windows 系统网卡安装	11
1.4.2 Linux 系统网卡安装	13
1.5 网络的安装和配置	21
1.5.1 IP 地址配置	22
1.5.2 连通测试	23
1.6 网络分析	23
1.6.1 Sniffer 软件	24
1.6.2 Sniffer 抓包	24
1.6.3 数据报文解码	29
1.7 常用网络小工具	36
1.7.1 ipconfig	36
1.7.2 ping	37
1.7.3 tracert	39
1.7.4 nslookup	40
1.7.5 arp	44
1.7.6 netstat	46
1.8 网络带宽和速率	47
1.8.1 速率和带宽定义	47
1.8.2 速率和带宽关系	47
1.8.3 交换机的背板带宽计算	48

第 2 章 联网技术	51
2.1 网络拓扑结构	51
2.1.1 总线型拓扑结构	51
2.1.2 星型拓扑结构	52
2.1.3 树型拓扑结构	53
2.1.4 环型拓扑结构	53
2.1.5 混合型拓扑结构	54
2.2 IP 地址规划	55
2.2.1 IP 地址分配原则	55
2.2.2 IP 地址类型	56
2.2.3 IP 地址子网	57
2.3 二层交换机	58
2.3.1 二层交换机工作原理	59
2.3.2 二层交换机性能参数	59
2.3.3 二层交换机配置	59
2.4 虚拟局域网	61
2.5 交换机端口隔离	63
2.6 交换机堆叠	63
2.7 链路聚合技术	64
2.8 生成树协议	64
2.8.1 生成树协议原理	64
2.8.2 生成树协议应用	65
2.9 三层交换机	66
2.10 路由器	67
2.10.1 静态路由	68
2.10.2 RIP	69
2.10.3 OSPF	69
2.10.4 专线连接	70
2.11 访问控制列表	72
2.11.1 ACL 作用	72
2.11.2 ACL 的工作原理	72
2.11.3 ACL 的类型	74
第 3 章 网络安全	76
3.1 防火墙	76
3.1.1 防火墙的概念	76
3.1.2 防火墙的分类	77
3.2 入侵检测系统	79
3.2.1 入侵检测概述	79

3.2.2	入侵检测系统	80
3.3	漏洞检测和扫描	81
3.3.1	X-scan 扫描	81
3.3.2	IPC 扫描器	83
3.3.3	L-ScanPort 扫描	84
3.4	网络安全认证	85
第 4 章	网络服务	88
4.1	网络操作系统安装	88
4.1.1	Windows 2003 系统安装	88
4.1.2	Linux 系统安装	97
4.2	DNS	111
4.2.1	DNS 简介	111
4.2.2	DNS 域名空间	112
4.2.3	DNS 的解析过程	114
4.2.4	Windows Server 2003 DNS 配置	115
4.2.5	DNS 客户端设置	120
4.3	WWW	121
4.3.1	WWW 服务简介	121
4.3.2	WWW 服务安装配置	121
4.4	E-mail 应用	124
4.4.1	邮件发送和接收的过程	125
4.4.2	邮件服务器软件	126
4.4.3	邮件客户端设置	129
4.5	FTP 应用	130
4.5.1	文件传输简介	130
4.5.2	FTP 服务器安装及配置	130
4.5.3	客户端访问	135
第 5 章	专门技术	136
5.1	VPN	136
5.1.1	虚拟专用网络	136
5.1.2	虚拟专用网络功能	137
5.1.3	VPN 常用的部署方案	137
5.2	MPLS	137
5.2.1	MPLS 技术概述	137
5.2.2	MPLS 技术的应用	138
5.2.3	基于 MPLS 组建 VPN	139
5.3	代理服务	140

5.3.1	代理服务器概念	140
5.3.2	代理服务器功能	141
5.3.3	代理服务器有关说明	141
5.4	地址转换	142
5.4.1	地址转换技术概述	142
5.4.2	NAT 技术基本原理	142
5.4.3	NAT 应用类型	143
5.4.4	NAT 应用	144
5.5	简单文件传输	145
5.5.1	TFTP 管理路由器配置	145
5.5.2	TFTP 管理交换机配置	146
5.6	远程桌面连接	147
5.6.1	远程桌面连接功能	147
5.6.2	远程桌面连接的启动	148
5.6.3	远程桌面连接安全	149
5.7	虚拟机	150
5.7.1	虚拟机技术	150
5.7.2	VMware 虚拟机	151
5.7.3	虚拟机的优势	152
5.8	防病毒技术	153
5.8.1	计算机病毒概述	153
5.8.2	反计算机病毒技术	155
5.8.3	计算机病毒防范	155
5.9	数据恢复技术	156
第 6 章	网络管理	159
6.1	网络管理	159
6.1.1	网络管理系统模型	159
6.1.2	网络管理协议	160
6.2	SNMP 协议	161
6.2.1	SNMP 实例标识与操作	161
6.2.2	SNMP 的报文格式	162
6.2.3	SNMP 数据收集	163
6.2.4	SNMP 配置命令	164
6.2.5	RMON	165
6.3	MIB	167
6.3.1	MIB 库	167
6.3.2	MIB 的访问	168
6.3.3	MIB Browser	168

6.4	SNMP 的安装和应用	170
6.4.1	Windows 下 SNMP 的安装	170
6.4.2	Linux 下 SNMP 的安装	171
6.5	Solarwinds 网络管理系统	172
第 7 章	网络工程应用案例	176
7.1	网络工程规划设计原则	176
7.2	设计方案和投资概算报告编制	177
7.2.1	格式和提纲	177
7.2.2	编制内容要求	180
7.3	典型网络设备配置	183
7.3.1	交换机基本配置	183
7.3.2	路由器基本配置	184
7.3.3	交换机高级配置	186
7.3.4	路由器高级配置	188
7.4	综合应用案例	196
7.4.1	IP 地址及设备端口规划	197
7.4.2	设备端口配置	197
7.4.3	路由器口配置	201
7.4.4	接入交换机配置	201
7.4.5	防火墙配置	202
7.4.6	动态路由配置	202
参考文献		205

第 1 章 计算机网络应用基础准备

人类社会已进入信息时代，以计算机网络为代表的信息技术，其应用越来越广泛，已经深入到了各行各业，特别是 **Internet**，最终改变人们的生活方式，使人类进入了网络文化时代。计算机网络是信息高速公路的基础，世界各国积极建设和应用信息网络系统，促进了人们的生产、工作、学习和生活方式的改变，推动了生产力的发展，对人类进步的进程产生着深远的影响。

1.1 计算机网络概念

计算机网络能够把分布在不同地点且具有独立功能的多个计算机，通过通信设备和线路连接起来，并在功能完善的网络软件运行下，来实现网络中资源共享。

1. 定 义

计算机网络是指将地理位置不同的具有独立自主功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，在网络操作系统，网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下，实现资源共享和信息传递的计算机系统。

简单地说，计算机网络就是一些相互连接的、以共享资源为目的的、自治的计算机的集合。

2. 功 能

计算机网络功能主要表现在硬件资源共享、软件资源共享和用户间信息交换三个方面。

(1) 硬件资源共享。可以在全网范围内提供对处理资源、存储资源、输入/输出资源等昂贵设备的共享，使用户节省投资，也便于集中管理和均衡分担负荷。

(2) 软件资源共享。允许互联网上的用户远程访问各类大型数据库，可以得到网络文件传送服务、远程进程管理服务和远程文件访问服务，从而避免软件研制上的重复劳动以及数据资源的重复存储，也便于集中管理。

(3) 用户间信息交换。计算机网络为分布在各地的用户提供了强有力的通信手段。用户可以通过计算机网络传送电子邮件、发布新闻消息和进行电子商务活动。

3. 特 点

计算机网络的特点如下：

(1) 开放式的网络体系结构，使不同软硬件环境、不同网络协议的网可以互连实现数据通信和分布处理的目标，从而达到相互通信和资源共享的目的。

(2) 向高性能发展。追求高速、高可靠和高安全性，采用多媒体技术，提供文本、声音图像等综合性服务。

(3) 计算机网络的智能化，多方面提高网络的性能和综合的多功能服务，并更加合理地进行网络各种业务的管理，真正以分布和开放的形式向用户提供服务。

4. 发展过程

计算机网络的发展过程分为如下四个阶段：

第一代计算机网络——远程终端联机阶段。

第二代计算机网络——计算机网络阶段。

第三代计算机网络——计算机网络互联阶段。

第四代计算机网络——国际互联网与信息高速公路阶段。

5. 组成和分类

网络类型的划分标准各种各样，但是从地理范围划分是一种大家都认可的通用网络划分标准。按这种标准可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网和互联网四种。下面分别介绍这几种主要的计算机网络。

(1) 局域网。

局域网 (Local Area Network, LAN) 就是指在局部地区范围内的网络，它所覆盖的地区范围较小。局域网在计算机数量配置上没有太多的限制，少的可以只有两台，多的可达几百台。一般来说，在企业局域网中，工作站的数量在几十到两百台次左右。在网络所涉及的地理距离上，一般来说可以是几米至 10 千米以内。局域网一般位于一个建筑物或一个单位内，不存在寻径问题，不包括网络层的应用。

LAN 网络的特点如下：连接范围窄、用户数少、配置容易、连接速率高。目前局域网最快的速率要算现今的 10 G 以太网了。IEEE 的 802 标准委员会定义了多种主要的 LAN 网：以太网 (Ethernet)、令牌环网 (Token Ring)、光纤分布式接口网络 (FDDI)、异步传输模式网 (ATM) 以及最新的无线局域网 (WLAN)。

(2) 城域网。

城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)，一般来说是在一个城市，但不在同一地理小区范围内的计算机互联。这种网络的连接距离可以在 10~100 千米，它采用的是 IEEE 802.6 标准。MAN 与 LAN 相比扩展的距离更长，连接的计算机数量更多，在地理范围上可以说是 LAN 网络的延伸。在一个大型城市或都市地区，一个 MAN 网络通常连接着多个 LAN 网。

城域网多采用 ATM 技术做骨干网。ATM 是一个用于数据、语音、视频以及多媒体应用程序的高速网络传输方法。ATM 包括一个接口和一个协议，该协议能够在一个常规的传输信道上，在比特率不变及变化的通信量之间进行切换。ATM 也包括硬件、软件以及与 ATM 协议标准一致

的介质。ATM 提供了一个可伸缩的主干基础设施，以便能够适应不同规模、速度以及寻址技术的网络。ATM 的最大缺点就是成本太高，因此一般在政府城域网中应用，如邮政、银行、医院等。

(3) 广域网。

广域网 (Wide Area Network, WAN) 也称为远程网，它所覆盖的范围比城域网 (MAN) 更广，它一般是在不同城市之间的 LAN 或者 MAN 网络互联，地理范围可从几百公里到几千公里。因为距离较远，信息衰减比较严重，所以这种网络一般是要租用专线，通过 IMP (接口信息处理) 协议和线路连接起来，构成网状结构，解决寻径问题。

(4) 互联网。

互联网又因其英文单词 “Internet” 的谐音，又称为 “因特网”。在互联网应用如此发展的今天，它已是人们每天都要打交道的一种网络，无论从地理范围，还是从网络规模来讲它都是最大的一种网络。从地理范围来说，它可以是全球计算机的互联，这种网络的最大的特点就是不定性，整个网络的计算机每时每刻随着人们网络的接入在不变的变化。当连在互联网上的时候，计算机可以算是互联网的一部分，但一旦断开互联网的连接时，计算机就不属于互联网了。

Internet 的优点是信息量大，传播广，无论你身处何地，只要联上互联网，你就可以对任何可以联网的用户发出你的信函和广告。因为这种网络的复杂性，所以这种网络实现的技术也是非常复杂的。

6. 无线网

随着笔记本计算机 (Notebook Computer)、个人数字助理 (Personal Digital Assistant, PDA) 等便携式计算机的日益普及和发展，人们经常要在路途中接听电话、发送传真和电子邮件阅读网上信息以及登录到远程机器等。然而在汽车或飞机上是不可能通过有线介质与单位的网络相连接的，这时候可能使用无线网。

无线网特别是无线局域网有很多优点，如易于安装和使用。但无线局域网也有许多不足之处：如它的数据传输率一般比较低，远低于有线局域网；另外，无线局域网的误码率也比较高，而且站点之间相互干扰比较厉害。

无线网的特点是用户可以在任何时间、任何地点接入计算机网络，而这一特性使其具有强大的应用前景。当前已经出现了许多基于无线网络的产品，如个人通信系统 (Personal Communication system, PCS) 电话、无线数据终端、便携式可视电话、个人数字助理 (PDA) 等。无线网络的发展依赖于无线通信技术的支持。

1.2 网络模型及网络协议

1.2.1 网络互联模型

计算机联网是随着用户的不同需要而发展起来的，是一个非常复杂的系统。不同的开发者可能会使用完全不同的方式满足使用者的需求，由此产生了不同的网络系统和网络协议。

在同一网络系统中，网络协议是一致的，节点间通信是方便的，在不同的网络系统中网络协议很可能不一致，这种不一致给网络连接和网际网之间节点的通信造成了很大的不方便。为了解决这个问题，国际标准化组织 ISO（International Standardization organization）于 1981 年推出“开放系统互联结构模型”即 OSI（Open System Interconnection）标准。该标准的目标是希望所有的网络系统都向此标准靠拢，消除不同系统之间因协议不同而造成的通信障碍，使得在互联网范围内，不同的网络系统可以不需要专门的转换装置就能够进行通信。

OSI 不是一个实际的物理模型，而是一个将网络协议规范化了的逻辑参考模型。OSI 根据网络系统的逻辑功能将其分为七层，并对每一层规定了功能、要求、技术特性等，但没有规定具体的实现方法。OSI 仅仅是一个标准，而不是特定的系统或协议。网络开发者可以根据这个标准开发网络系统，制定网络协议；网络用户可以用这个标准来考察网络系统、分析网络协议。

通常把计算机网络分成通信子网和资源子网两大部分。OSI 参考模型的低三层：物理层、数据链路层和网络层归于通信子网的范畴；高三层：会话层、表示层和应用层归于资源子网的范畴。传输层起着承上启下的作用。

1.2.2 网络协议

在计算机网络中一系列的通信规则称为网络协议，如数据的格式是怎样的，以什么样的控制信号联络，具体传送方式是什么，发送方怎样保证数据的完整性、正确性，接收方如何应答等。这一系列工作就是网络协议需要完成的功能。常见的网络协议有 IPX/SPX，TCP/IP 等。

计算机网络协议是有关计算机网络通信的一整套规则，或者说是为完成计算机网络通信而制定的规则、约定和标准。网络协议由语法、语义和时序三大要素组成。

- 语法：通信数据和控制信息的结构与格式。
 - 语义：对具体事件应发出何种控制信息，完成何种动作以及做出何种应答。
 - 时序：对事件实现顺序的详细说明。
- 常见计算机网络协议见表 1.1。

表 1.1 计算机网络协议

层 次	主 要 协 议
5 应用层	DHCP、DNS、FTP、Gopher、HTTP、IMAP4、IRC、NNTP、XMPP、POP3、SIP、SMTP、SNMP、SSH、TELNET、RPC、RTCP、RTSP、TLS、SDP、SOAP、GTP、STUN、NTP
4 传输层	TCP、UDP、DCCP、SCTP、RTP、RSVP、PPTP
3 网络层	IP（IPv4、IPv6）、ARP、RARP、ICMP、ICMPv6、IGMP、RIP、OSPF、BGP、IS-IS、IPsec
2 数据链路层	802.11、802.16、Wi-Fi、WiMAX、ATM、DTM、令牌环、以太网、FDDI、帧中继、GPRS、EVDO、HSPA、HDLC、PPP、L2TP、ISDN
1 物理层	以太网物理层、调制解调器、PLC、SONET/SDH、G.709、光导纤维、同轴电缆、双绞线

1.3 传输介质与网线制作

1.3.1 传输介质

网络传输介质是网络中发送方与接收方之间的物理通路，它对网络的数据通信具有一定的影响。常用的传输介质有：双绞线、同轴电缆、光纤、无线传输媒介。传输介质是网络联接设备间的中间介质，也是信号传输的媒体，常用的介质如下。

1. 双绞线

双绞线简称 TP (Twisted-Pair)，由两根绝缘导线相互缠绕而成，将一对或多对双绞线放置在一个保护套便成了双绞线电缆。双绞线既可用于传输模拟信号，又可用于传输数字信号。双绞线可分为非屏蔽双绞线 UTP (Unshielded Twisted Pair) 和屏蔽双绞线 STP (Shielded Twisted Pair)，它们适合于短距离通信。非屏蔽双绞线价格便宜，传输速度偏低，抗干扰能力较差。屏蔽双绞线抗干扰能力较好，具有更高的传输速度，但价格相对较贵。

双绞线是现在最普通的传输介质，它由两条相互绝缘的铜线组成，典型直径为 1 毫米。两根线绞接在一起是为了防止其电磁感应在邻近线对中产生干扰信号，如图 1.1 所示。现行双绞线电缆中一般包含 4 个双绞线对，具体为橙白 1/橙 2、绿白 3/绿 6、蓝白 4/蓝 5、棕白 7/棕 8。计算机网络使用 1-2、3-6 两组线对分别来发送和接收数据。双绞线接头为具有国际标准的 RJ-45 插头和插座，如图 1.2 所示。非屏蔽双绞线由线缆外皮作为屏蔽层，适用于网络流量不大的场合中。屏蔽式双绞线具有一个金属甲套 (sheath)，对电磁干扰 EMI (Electromagnetic Interference) 具有较强的抵抗能力，适用于网络流量较大的高速网络协议应用。双绞线根据性能又可分为 5 类、6 类和 7 类，现在常用的为 5 类非屏蔽双绞线，其频率带宽为 100 MHz，能够可靠地运行 4 MB、ICME 和 16 MB 的网络系统。当运行 100 MB 以太网时，可使用屏蔽双绞线以提高网络在高速传输时的抗干扰特性。6 类、7 类双绞线分别可工作于 200 MHz 和 600 MHz 的频率带宽之上，且采用特殊设计的 RJ45 插头 (座)。

值得注意的是，频率带宽 (MHz) 与线缆所传输的数据的传输速率 (Mbps) 是有区别的。Mbps 衡量的是单位时间内线路传输的二进制位的数量，MHz 衡量的则是单位时间内线路中电信号的振荡次数。

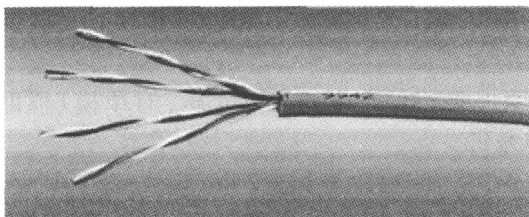


图 1.1 4 对 8 芯双绞线

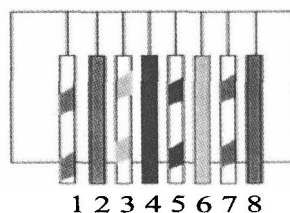


图 1.2 双绞线插入水晶头后的线序图

双绞线最多应用于基于 CMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection，载波侦听多路访问/冲突检测) 的技术，即应用于 10BASE-T (10 Mbps) 和 100BASE-T (100 Mbps) 的以太网 (Ethernet) 中。

2. 同轴电缆

广泛使用的同轴电缆 (Coaxial) 有两种: 一种为 $50\ \Omega$ (沿电缆导体各点的电磁电压对电流之比) 同轴电缆, 用于数字信号的传输, 即基带同轴电缆; 另一种为 $75\ \Omega$ 同轴电缆, 用于宽带模拟信号的传输, 即宽带同轴电缆。同轴电缆以单根铜导线为内芯, 外面裹一层绝缘材料, 外覆密集网状导体, 最外面是一层保护性塑料, 如图 1.3 所示。金属屏蔽层能将磁场反射回中心导体, 同时也使中心导体免受外界干扰, 故同轴电缆比双绞线具有更高的带宽和更好的噪声抑制特性。

现行以太网同轴电缆的接法有两种: 直径为 0.4 cm 的 RG-11 粗缆采用凿孔接头接法和直径为 0.2 cm 的 RG-58 细缆采用 T 型头接法, 如图 1.4 所示。粗缆要符合 10BASE5 介质标准, 使用时需要一个外接收发器和收发器电缆, 单根最大标准长度为 500 m , 可靠性强, 最多可接 100 台计算机, 两台计算机的最小间距为 2.5 m 。细缆按 10BASE2 介质标准直接连到网卡的 T 型头连接器 (即 BNC 连接器) 上, 单段最大长度为 185 m , 最多可接 30 个工作站, 最小站间距为 0.5 m 。

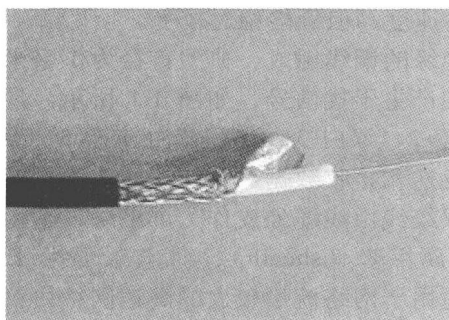


图 1.3 同轴电缆

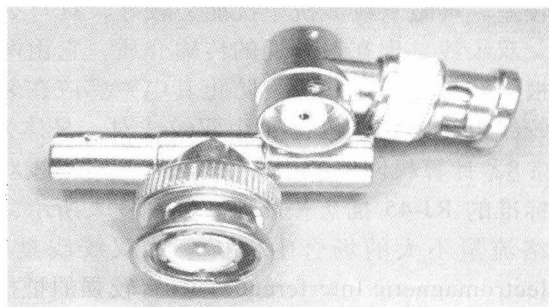


图 1.4 同轴电缆接头

3. 光导纤维

光导纤维 (Fiber Optic) 是由一组光导纤维组成的用来传播光束的、细小而柔韧的传输介质。应用光学原理, 由光发送机产生光束, 将电信号变为光信号, 再把光信号导入光纤, 在另一端由光接收机接收光纤上传来的光信号, 并把它变为电信号, 经解码后再处理。与其他传输介质比较, 光纤的电磁绝缘性能好、信号衰小、频带宽、传输速度快、传输距离大。主要用于要求传输距离较长、布线条件特殊的主干网连接。

光导纤维是软而细的、利用内部全反射原理来传导光束的传输介质, 有单模 (模即 Mode, 入射角) 和多模之分。分为单模光纤和多模光纤。

单模光纤: 由激光作光源, 仅有一条光通路, 传输距离长, 2 km 以上。

多模光纤: 由二极管发光, 低速短距离, 2 km 以内。

单模光纤多用于通信业。多模光纤多用于网络布线系统。光纤为圆柱状, 由 3 个同心部分组成——纤芯、包层和护套, 每一路光纤包括两根, 一根接收, 一根发送, 如图 1.5 所示。用光纤作为网络介质的 LAN 技术主要是光纤分布式数据接口 (Fiber-optic Data Distributed Interface, FDDI)。与同轴电缆比较, 光纤可提供极宽的频带且功率损耗小、传输距离长 (2 km