

全国高等职业教育“十二五”计算机类专业规划教材

局域网组网技术与实训

赵思宇 主 编
冯雪莲 张世宇 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

全国高等职业教育“十二五”计算机类专业规划教材

局域网组网技术与实训

主 编	赵思宇				
副主编	冯雪莲	张世宇			
编 写	贾 晨	冀 萍	龙九清	丁 浩	
	刘 昱	李 兵	王 征	孙 奇	
	周 涛	曾 珊			
主 审	耿 威				



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为全国高等职业教育“十二五”计算机类专业规划教材。本书是编者多年从事计算机网络技术教学、研究及应用的结晶。全书的内容安排以局域网组建技术为主体,突出实训,内容全、技术新,精心设计的实训项目贴近实际,易于实施。全书共分5章,包括组建局域网基础知识、组建网络的软、硬件及工具、局域网技术、综合布线系统及局域网应用,附录内容对于提高网络管理、应用等方面的技能有很大帮助,包括网络安全常识、常用网络端口及常用网络英语。每个实训包括工作环境、工作情境、拓扑图、工作目标、项目组织、任务分解及任务执行要点(主要执行过程、关键技术及指导说明),这些内容涵盖了实际工程项目的全部要素,体现了以学生为主体、以工作过程为导向的课程理念,易于实现“教、学、做”的一体化。

本书不仅可作为高等职业院校相关专业的教材,同样也适用于那些需要局域网组建知识与技能的网络管理人员、技术人员及网络爱好者等。书中涉及的技术、项目的解决方案,对实际的真实网络工程项目同样具有指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

局域网组网技术与实训 / 赵思宇主编. —北京: 中国电力出版社, 2014.1

全国高等职业教育“十二五”计算机类专业规划教材

ISBN 978-7-5123-5144-8

I. ①局… II. ①赵… III. ①局域网—高等职业教育—教材 IV. ①TP393.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第261331号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年1月第一版 2014年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15.5印张 380千字

定价 29.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

为贯彻教育部〔2006〕16号文及“十二五”规划纲要有关精神,探索“工学交替、任务驱动、项目导向、顶岗实习”等有利于增强学生能力的教学模式,本书紧密结合课程建设要求,突出实践能力培养,力图弥补市面上缺乏实用性、满足不了职业教育的“工学结合、岗位需求、高技能”培养要求的教材上的不足;力图满足教学改革和课程改革的需要,将职业教育中的“以工作过程为导向”的课程改革成果加入到教材中,使一线教师可以不必走出校门,便可以用企业的方法、要求、技术培养企业所需人才;力图将新的知识、新的技术融入教材,以使培养出来的学生跟上时代的发展。

【本书特色】

目前,现代企业和社会已经进入到以过程为导向的综合化运作时代,除专业能力之外,劳动者在关键能力(核心能力)和个性特征方面的综合素质越来越重要。传统职业教育的弊端在于只注重课堂教学、向学生传授书本知识,而对于学生的能力,特别是实践能力的培养不够。本书具有如下特色。

1. 采用“工学结合”的教学模式

适合工学结合的教材内容既要有理论和实践内容,又要有企业生产实践的指导性内容,应取之于工,用之于学。本书引进发达国家职业教育中“基于工作过程”、“基于项目教学”的全新课程理念,打破传统的基于知识点结构的课程框架,变单一的基础素质教育为专业技能教育,将单一技能训练向综合技能训练发展,为培养学生的工程意识、动手操作能力和创造能力提供了有利条件。全书以工作“岗位”或研究“项目”为结合点,通过课堂学习与实际工作相结合的途径,在相应的岗位上劳动,承担和参加合适的科研、工程项目,有利于学生职业能力的培养。这与过去走马观花式的参观实习完全不同,学生不仅增长了知识和才干,锻炼了实际操作能力,更为今后更好地适应岗位工作打好了基础。

2. 采用项目教学法组织教材内容

通过一个又一个的项目过程,培养学生分析问题及解决问题的能力、团队协作精神、沟通交流技巧等。项目设计贴近实际,又不过于复杂,容易被学生接受并掌握;项目过程完整,加上指导说明,便于学生自学,有利于提高学生的学习能力。

3. 模拟真实的工作场景

为保证项目的顺利实施,不但整合了理论知识,还模拟了真实的工作场景,使用“学”与“干”相间、“教”与“学”互动的项目实施过程,便于学生充分体验工程项目中的人员角色、任务和责任,从而积累丰富的工作经验,有效地提高就业能力。

4. 编写人员经验丰富

在本书的编写过程中,邀请了企业人士、计算机网络工程师、职业院校教师等共同参与,

还特别选择了双师型的教师，以保证参编人员具有丰富的教学经验和实践经验。

【编者与致谢】

本书第1章由冯雪莲、赵思宇编写，第2章由贾晨、周涛编写，第3章由王征、龙九清编写，第4章由赵思宇、丁浩、孙奇编写，第5章由赵思宇、冯雪莲编写，附录A由赵思宇、李兵编写，附录B由赵思宇、龙九清编写，附录C由刘昱、周涛、张世宇编写，冀萍、曾珊对全书进行了认真地校对并提供了有价值的修改意见。衷心感谢北京蓝波今朝科技有限公司的张祖国总经理提供的技术与指导。特别感谢北京蓝波今朝科技有限公司耿威工程师的细心审核和修改，为本书把好技术关的同时，大幅度提升了实训过程与工作过程的吻合度。衷心感谢北京市经济管理学校、吉林大学珠海学院、吉林大学附属中学、深圳宝安职业技术学校及中国建设银行吉林省分行等单位对本书编者编写工作的全力支持。由于编者水平有限，错误在所难免，欢迎并感谢各位读者批评指正。

编 者
2013 年 7 月

目 录

前言

第1章 组建局域网基础知识	1
1.1 局域网概述	1
1.2 网络体系结构和通信协议	13
习题	32
第2章 组建网络的软、硬件及工具	33
2.1 组建网络的软件	33
2.2 组建网络的硬件	48
2.3 组建网络的工具简介	69
习题	76
第3章 局域网技术	77
3.1 以太网技术	77
3.2 虚拟局域网技术	88
3.3 第三层交换技术	93
3.4 无线局域网技术	96
3.5 局域网典型应用	102
习题	105
第4章 综合布线系统	107
4.1 结构化综合布线系统概述	107
4.2 综合布线实例	114
4.3 智能楼宇中的综合布线系统	117
4.4 综合布线系统模拟实例	119
习题	139
第5章 局域网应用	142
5.1 实训一：WWW服务器的搭建	142

5.2 实训二：FTP 服务器的搭建	155
5.3 实训三：DNS 服务器的搭建	168
5.4 实训四：DHCP 服务器的搭建	181
5.5 实训五：E-mail 服务器的搭建	190
5.6 实训六：家庭无线网络组建	201
习题	211
附录 A 网络安全常识	213
附录 B 常用网络端口	221
附录 C 常用网络英语	228

第1章 组建局域网基础知识

1.1 局域网概述

1.1.1 局域网的基本特征

1. 局域网的概念

局域网是指局限在一定地理范围内的若干数据通信设备通过通信介质互联的数据通信网络。

具体而言包括以下几个方面。

- (1) 地理范围在 10km 以内。
- (2) 通信设备这里指计算机、终端设备及各种互联设备。
- (3) 局域网内部的数据传输速率通常是 10~100Mb/s；误码率较低；延时较短。
- (4) 传输介质通常使用双绞线、同轴电缆、光纤等有线传输介质或者无线电波、红外线等无线传输介质。
- (5) 局域网是一种数据通信网络。
- (6) 局域网的连接方式可以是点对点连接、多点连接或广播式连接。
- (7) 局域网侧重于共享信息的处理问题，而不是传输问题。

2. 局域网的组成与结构

(1) 局域网组成。一个局域网 (LAN) 通常由四个部分组成，它们分别是服务器、工作站、通信设备和通信协议。在局域网中所有的通信处理功能是由网卡来实现的，但在物理上却不明显。有时为了扩展局域网络的范围还要引入路由器、网桥、网关和通信服务器等网络部件。也可以说局域网是由硬件系统和软件系统组成的。

硬件系统包括，网络服务器、网络工作站、网卡和传输介质及其他互连设备。

服务器是整个网络系统的核心，它为网络用户提供服务并管理整个网络，在其上运行的操作系统是网络操作系统。随着局域网络功能的不断增强，根据服务器在网络中所承担的任务和所提供的功能不同将服务器分为文件服务器、打印服务器和通信服务器。其中文件服务器能将大量的磁盘存储区划分给网络上合法的用户使用，接收客户机提出数据处理和文件存取请求；打印服务器接收客户机提出的打印要求，及时完成相应的打印服务；通信服务器负责局域网与局域网之间的通信连接功能。一般在局域网中最常用的是文件服务器。在整个网络中，服务器的工作量通常是普通工作站的几倍甚至几十倍。

客户机又称工作站。客户机是指当一台计算机连接到局域网上时，这台计算机就成为局域网的一个客户机。客户机与服务器不同，服务器是为网络上许多网络用户提供服务以共享

其资源，而客户机仅对操作该客户机的用户提供服务。客户机是用户和网络的接口设备，用户通过它可以与网络交换信息，共享网络资源。客户机通过网卡、通信介质及通信设备连接到网络服务器。例如，有些被称为无盘工作站的计算机没有自己的磁盘驱动器，这样的客户机必须完全依赖于局域网来获得文件。客户机只是一个接入网络的设备，它的接入和离开对网络不会产生多大的影响，它不像服务器那样一旦失效，可能会造成网络的部分功能无法使用，那么正在使用这一功能的网络都会受到影响。现在的客户机都用具有一定处理能力的 PC（个人计算机）来承担。

网络通信设备是指连接服务器与工作站之间的物理链路（又称传输媒体、或传输介质）和连接设备（包括有网络适配器、集线器和交换机等）。

软件系统包括，系统软件和应用软件。

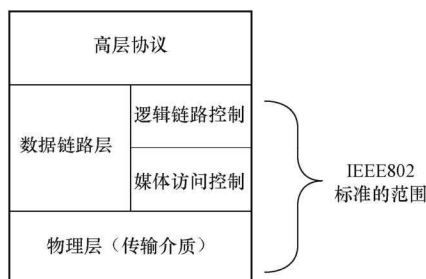


图 1-1 IEEE 802 参考模型

系统软件，就是网络操作系统。其实现网络的文件管理、设备管理、通信管理、网络管理功能。

目前流行的网络操作系统有：

1) Windows Server;

2) UNIX 操作系统。

(2) 局域网的结构。按照 IEEE 802 委员会定义模型，局域网结构只包括两层，即物理层和数据链路层。技术与协议只就这两层做出定义和规定。如图 1-1 所示为 IEEE 802 参考模型。

1.1.2 局域网的种类



按照网络的通信方式（各计算机在网络中的作用），局域网可以分为三种，即专用服务器局域网（Server-Based）、客户机/服务器局域网（Client/Server）和对等局域网又称为点对点网络（Point-to-Point）。

1. 专用服务器局域网

专用服务器局域网是一种主/从式结构，即“工作站/文件服务器”结构的局域网。它由若干个工作站及一台或多台文件服务器组成。该结构中，工作站可以存取文件服务器内的文件和数据及共享服务器存储设备，服务器可以为每一个工作站用户设置访问权限。但是，工作站相互之间不可以直接通信，相互之间不能进行软硬件资源的共享。

NetWare 网络操作系统是专用服务器局域网的典型操作系统代表。

2. 客户机/服务器局域网

客户机/服务器局域网由一台或多台专用服务器来管理控制网络的运行。该结构中的所有工作站不仅均可共享服务器的软硬件资源，而且客户机之间也可以相互自由访问。

工作站一般安装微软 Windows 系列操作系统，Windows Workstation 和 Windows Server 是客户机/服务器局域网的代表网络操作系统。

这种组网方式适用于计算机数量较多，位置相对分散，信息传输量较大的单位。

3. 对等局域网

对等局域网又称为点对点（Point-to-Point）网络。该结构中，通信双方使用相同的协议。每个通信节点既是网络服务的提供者——服务器，又是网络服务的使用者——工作站；并且

各节点和其他节点均可进行通信，可以共享网络中各计算机的存储容量和具有的处理能力。

4. 高速局域网

局域网数据传输速率达到或超过 100Mb/s 的局域网称为高速局域网。

传统以太网（Ethernet）的数据传输速率是 10Mb/s。

快速以太网（Fast Ethernet）的数据传输速率可以达到 100Mb/s。

常见的高速局域网包括以下几种。

（1）100BASE-T 快速以太网。100 BASE-T 快速以太网的网络拓扑结构和工作模式是类同于 10Mb/s 的星形拓扑结构；介质访问控制仍采用 CSMA/CD 方式；还采用了自动速度侦听功能，使一个适配器或交换机能以 10Mb/s 和 100Mb/s 两种速度发送，并以另一端设备所能达到的最快速度进行工作。

（2）光纤分布式数据接口（Fiber Distributed Data Interface, FDDI）。FDDI 是以光纤作为传输介质的高速（传输速率为 100Mb/s）主干网。采用令牌环介质访问控制协议，结构是双环拓扑结构，能支持同步和异步数据传输，可以使用单模和多模光纤。

（3）ATM 网络（Asynchronous Transfer Mode, ATM）称为异步传输方式，是一种高速交换和多路复用技术。ATM 网络被公认为是传输速率达 Gb/s 数量级的局域网的代表。

ATM 以大容量光纤传输介质为基础，以信元（Cell）为基本传输单位，信元长 53 B，其中 5 B 为信元头，48 B 为用户信息。

1.1.3 局域网拓扑结构

1. 网络拓扑结构简介

拓扑（Topology）是从图论演变而来的，是一种研究与大小形状无关的点、线、面特点的方法。在计算机网络中抛开网络中的具体设备，把工作站、服务器等网络单元抽象为“点”，把网络中的电缆等通信介质抽象为“线”，这样计算机网络结构就抽象为点和线组成的几何图形，人们称之为网络的拓扑结构。

网络拓扑结构对整个网络的设计、功能、可靠性、费用等方面有着重要的影响。

局域网在网络拓扑结构上形成了自己的特点。

常见的拓扑结构有总线型（BUS）拓扑结构、环形（RING）拓扑结构、星形（STAR）拓扑结构。

2. 常见的网络拓扑结构

（1）总线型。总线型拓扑结构如图 1-2 所示，它采用单根传输线作为传输介质，所有的站点（包括工作站和文件服务器）均通过相应的硬件接口直接连接到传输介质（总线）上，各工作站地位平等，无中心节点控制。

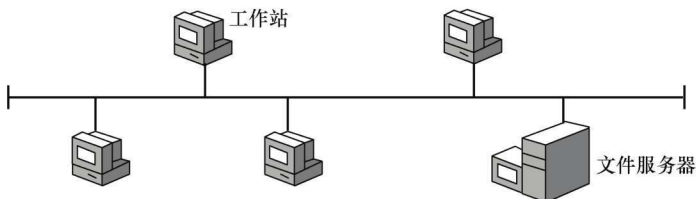


图 1-2 总线型拓扑结构图

总线型拓扑结构的总线大都采用同轴电缆。总线上的信息多以基带信号形式串行传输。某个站点发送报文（把要发送的信息叫报文），其传输的方向总是从发送站点开始向两端扩散，如同广播电台发射的信息一样，又称为广播式计算机网络，在总线网络上的所有站点都能接收到这个报文，但并不是所有的站点都接收，而是每个站点都会把自己的地址与这个报文的地址相比较，只有与这个报文的地址相同的工作站才会接收此报文。

在总线型拓扑结构中，由于各站点通过总线来传输信息，并且各站点对于总线的使用权是平等，因此就产生了如何合理分配信道问题，这种合理解决信道分配问题的控制方法叫介质访问的控制方式。总线型拓扑结构的介质访问控制方式是叫 CSMA/CD（载波侦听多路访问/冲突检测）。

总线型拓扑结构主要有以下优点。

1) 从硬件观点来看，总线型拓扑结构可靠性高，因为总线型拓扑结构简单，而且又是无源元件。

2) 易于扩充，增加新的站点容易。如要增加新站点，仅需在总线的相应接入点将工作站接入即可。

3) 使用电缆较少，且安装容易。

4) 使用的设备相对简单，可靠性高。

当然，总线型拓扑结构也存在一些缺点。

1) 故障诊断困难。由于总线拓扑的网络不是集中控制，故障检测需在网络上各个站点进行。

2) 故障隔离困难。在星形拓扑结构中，一旦检查出哪个站点出故障，只需简单地把连接拆除即可。而在总线型拓扑结构中，如果某个站点发生故障，则需将该站点从总线上拆除，如传输介质故障，则整个这段总线要切断和更换。

(2) 星形。星形拓扑结构如图 1-3 所示，它是由中心节点和通过点对点链路连接到中心节点的各站点组成。星形拓扑结构的中心节点是主节点，它接收各分散站点的信息再转发给相应的站点。目前，这种星形拓扑结构几乎是 Ethernet 双绞线网络专用的。其中心节点是由集线器或者是交换机来承担。

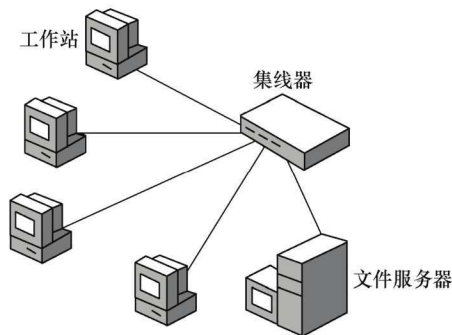


图 1-3 星形拓扑结构图

星形拓扑结构有以下优点。

1) 由于每个设备都用一根线路和中心节点相连，如果这根线路损坏，或与之相连的工作站出现故障时，在星形拓扑结构中，不会对整个网络造成大的影响，而仅会影响该工作站；

2) 网络的扩展容易；

3) 控制和诊断方便；

4) 访问协议简单。

星形拓扑结构也存在一些缺点。

1) 过分依赖中心节点；

2) 成本高。

(3) 环形。环形拓扑结构如图 1-4 所示，它是由网络中若干工作站通过点到点的链路首尾相连形成一个闭合的环。

这种环形拓扑结构中每个工作站与两条链路相连, 由于环形拓扑的数据在环路上沿着一个方向在各节点间传输, 这样工作站能够接收一条链路上来的数据, 并以同样的速度串行地把数据送到另一条链路上, 而不在工作站中缓冲。每个站点对环的使用权是平等的, 所以它也存在着一个对于环形线路的“争用”和“冲突”的问题。在环路上发送和接收数据的过程大致如下。发送报文的工作站(简称发送站)将报文分成报文分组, 每个报文分组包括一段数据再加上某些控制信息, 在控制信息中含有目的地址。发送站依次把每个报文分组送到环路上, 然后通过其他工作站进行循环, 每个工作站都对报文分组的目的地址进行判断, 看其是否与本地工作站的地址相同, 仅有地址相同工作站才接收该报文分组, 并将分组复制下来, 当该报文分组在环路上绕行一周重新回到发送站时, 由发送站把这些分组从环路上摘除。由此可看出环路上某一节点发生故障, 它将不能正常地传送信息。

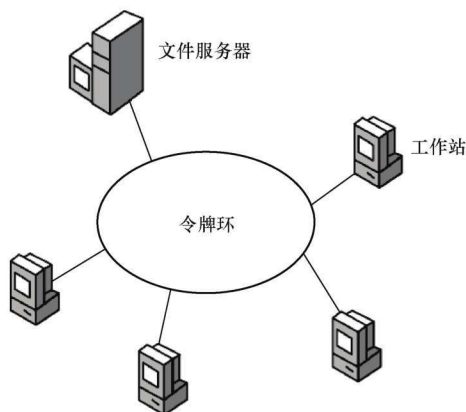


图 1-4 环形拓扑结构图

环形拓扑结构有以下优点。

- 1) 路由选择控制简单。因为信息流是沿着固定的一个方向流动的, 两个站点仅有一条通路。
- 2) 电缆长度短。环形拓扑所需电缆长度和总线拓扑结构相似, 但比星形拓扑要短。
- 3) 适用于光纤。光纤传输速度高, 而环形拓扑是单方向传输, 十分适用于光纤这种传输介质。

环型拓扑结构的缺点。

- 1) 节点故障引起整个网络瘫痪。在环路上数据传输是通过环上的每一个站点进行转发的, 如果环路上的一个站点出现故障, 则该站点不能进行转发, 相当于环在故障节点处断掉, 造成整个网络都不能进行工作。
- 2) 诊断故障困难。因为某一节点故障会使整个网络都不能工作, 但具体确定是哪一个节点出现故障非常困难, 需要对每个节点进行检测。

1.1.4 局域网传输介质



图 1-5 双绞线

计算机网络传输介质可以分为有线传输介质和无线传输介质两种。

有线介质包括双绞线、同轴电缆、光纤等。

无线介质包括地面微波、卫星通信、激光通信等。

1. 计算机有线传输介质

(1) 双绞线。双绞线是由一对或多对绝缘铜导线组成, 为了减小信号传输中串扰及电磁干扰(EMI)影响的程度, 通常将这些线按一定的密度互相缠绕在一起。组建局域网所用的双绞线是一种由 4 对线(即 8 根线)组成的(见图 1-5), 其中每根线的材质有铜线和被铜包的钢线两类。双绞线的这 8 根线的引脚定义如表 1-1 所示。

表 1-1

双 绞 线 引 脚

线路线号	1	2	3	4	5	6	7	8
线路色标	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕
引脚定义	Tx+	Tx	Rx+			Rx		

在局域网中,双绞线主要是用来连接计算机网卡到集线器(或交换机)或通过集线器(或交换机)之间级联口的级联的,有时也可直接用于两个网卡之间的连接或不通过集线器(或交换机)级联口之间的级联,但它们的接线方式各有不同。如图 1-6 和图 1-7 所示,在 1.1.6 节中再详细介绍。

双绞线是模拟和数字信号通信最普通的传输媒体,它的主要应用范围是电话系统中的模拟话音传输,最适合于较短距离的信息传输,当超过一定距离时信号因衰减可能会产生畸变,这时就要使用中继器(Repeater)来放大信号和再生波形。

双绞线的价格在传输媒体中是最便宜的,并且安装简单,所以得到广泛地使用。在局域网中一般也采用双绞线作为传输媒体。双绞线可分为非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair, UTP)和屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair, STP)。

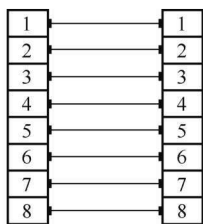


图 1-6 常规双绞线接法

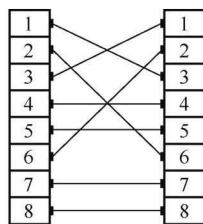


图 1-7 错线双绞线接法

双绞线既可以用于音频传输,也可以用于数据传输。按双绞线的性能,目前广泛应用的有五个不同的等级,级别越高性能越好。由于 UTP 的成本低于 STP,所以使用的更广泛。UTP 可以分为 6 类。

1) 1 类 UTP。主要用于电话连接,通常不用于数据传输。

2) 2 类 UTP。通常用在程控交换机和告警系统。ISDN 和 T1/E1 数据传输也可以采用 2 类电缆,2 类线的最高带宽为 1MHz。

3) 3 类 UTP。又称为声音级电缆,是一类广泛安装的双绞线。3 类 UTP 的阻抗为 100Ω,最高带宽为 16MHz,适合于 10Mb/s 双绞线以太网和 4Mb/s 令牌环网的安装,也能运行 16Mb/s 的令牌环网。

4) 4 类 UTP。最大带宽为 20MHz,其他特性与 3 类 UTP 完全一样,能更稳定地运行 16Mb/s 令牌环网。

5) 5 类 UTP。又称为数据级电缆,质量最好。它的带宽为 100MHz,能够运行 100Mb/s 以太网和 FDDI,5 类 UTP 的阻抗为 100Ω。5 类 UTP 目前已被广泛应用。

6) 6 类 UTP。是一种新型的电纜,最大带宽可以达到 1000MHz,适用于低成本的高速以太网的骨干线路。

(2) 同轴电缆。同轴电缆如图 1-8 所示,它是由绕同一轴线的两个导体所组成,即内导

体（铜芯导线）和外导体（屏蔽层），外导体的作用是屏蔽电磁干扰和辐射，两导体之间用绝缘材料隔离。同轴电缆具有较高的带宽和极好的抗干扰特性，实物如图 1-9 所示。

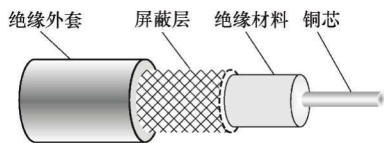


图 1-8 同轴电缆结构



图 1-9 同轴电缆

同轴电缆的规格是指电缆粗细程度的度量，按射频级测量单位（RG）来度量，RG 越高，铜芯导线越细，RG 越低，铜芯导线越粗。

常用同轴电缆的型号和应用如下。

- 1) 阻抗为 50Ω 的粗缆 RG-8 或 RG-11，用于粗缆以太网；
- 2) 阻抗为 50Ω 的细缆 RG-58A/U 或 C/U，用于细缆以太网；
- 3) 阻抗为 75Ω 的电缆 RG-59，用于有线电视 CATV。

（3）光导纤维（Fiber Optics）。

1) 光纤结构。光纤是一种由石英玻璃纤维或塑料制成的，直径很细，能传导光信号的媒体。光纤由一束玻璃芯组成，它的外面包了一层折射率较低的反光材料，称为覆层。由于覆层的作用，在玻璃芯中传输的光信号几乎不会从覆层中折射出去。这样当光束进入光纤中的芯线后，可以减少光通过光缆时的损耗，并且在芯线边缘产生全反射，使光束曲折前进，图 1-10 是光纤结构示意图。

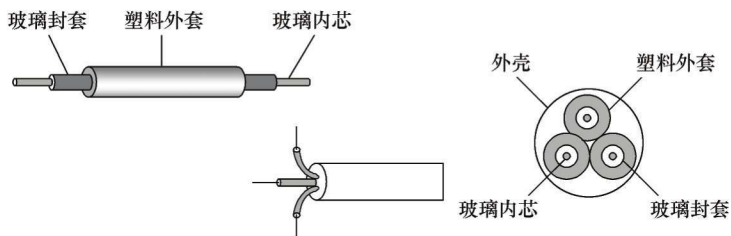


图 1-10 光纤结构

光纤是一种细小、柔韧并能传输光信号的介质，一根光缆中包含有多条光纤。

光纤是利用有光脉冲信号表示 1，没有光脉冲信号表示 0。光纤通信系统是由光端机、光纤（光缆）和光纤中继器组成。光端机又分成光发送机和光接收机。而光中继器用来延伸光纤或光缆的长度，防止光信号衰减。光发送机将电信号调制成光信号，利用光发送机内的光源将调制好的光波导入光纤，经光纤传送到光接收机。光接收机将光信号变换为电信号，经放大、均衡判决等处理后发送给接收方。

光纤和同轴电缆结构相似，只是没有网状屏蔽层，中心是光传播的玻璃芯。

2) 光纤的特点。光纤不仅具有通信容量非常大的特点，而且还具有其他的一些优点：抗

电磁干扰性能好；保密性好，无串音干扰；信号衰减小，传输距离长；抗化学腐蚀能力强等。

正是由于光纤的数据传输率高（目前已达到 1Gb/s），传输距离远（无中继传输距离达几十至上百千米）的特点，所以在计算机网络布线中得到了广泛的应用。目前光缆主要是用于交换机之间、集线器之间的连接，但随着千兆位局域网络应用的不断普及和光纤产品及其设备价格的不断下降，光纤连接到桌面也将成为网络发展的一个趋势。

但是光纤也存在一些缺点，切断光纤和将两根光纤精确地连接所需要的技术要求较高。

3) 光纤分类。根据使用的光源和传输模式，光纤可分为多模光纤（见图 1-11）和单模光纤（见图 1-12）。所谓“模”是指以一定的角度进入光纤的一束光。

多模光纤采用发光二极管产生可见光作为光源，定向性较差。当光纤芯线的直径比光波波长大多很多时，由于光束进入芯线中的角度不同，传播路径也不同，这时光束是以多种模式在芯线内不断反射而向前传播。多模光纤的传输距离一般在 2km 以内。

单模光纤采用注入式激光二极管作为光源，激光的定向性强。单模光纤的芯线直径一般为几个光波的波长，当激光束进入玻璃芯中的角度差别很小时，能以单一的模式无反射地沿轴向传播。



图 1-11 多模光纤

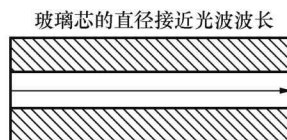


图 1-12 单模光纤

4) 光纤的规格。光纤的规格通常用玻璃芯与覆层的直径比值来表示，如表 1-2 所列出的各种光纤规格，其中 8.3/125 的光纤只用于单模光纤。单模光纤的传输率较高，但比多模光纤更难制造，价格更高。

表 1-2

光 纤 类 型 比 较

光 纤 类 型	玻璃芯 (μm)	覆层 (μm)
62.5/125	62.5	125
50/125	50.0	125
100/140	100.0	140
8.3/125	8.3	125

2. 无线传输介质

根据距离的远近和对通信速率的要求，可以选用不同的有线介质，但是，若通信线路要通过一些高山、岛屿或河流时，铺设线路相对困难，而且成本非常高，这时候就可以考虑使用无线电波在自由空间的传播实现多种通信。

无线电微波通信在数据通信中占有重要地位。微波的频率范围为 300MHz~300GHz，但主要是使用 2~40GHz 的频率范围。微波在空间主要是直线传播。由于微波会穿透电离层而进入宇宙空间，因此它不像短波通信可以经电离层反射传播到地面上很远的地方。微波通信主要有两种方式，即地面微波接力通信和卫星通信。

(1) 地面微波。地面微波如图 1-13 所示，在物理线路昂贵或地理条件不允许的情况下适

用；通过地球表面的大气传播，易受到建筑物或天气的影响；两个地面站之间传送，距离为50~100km。

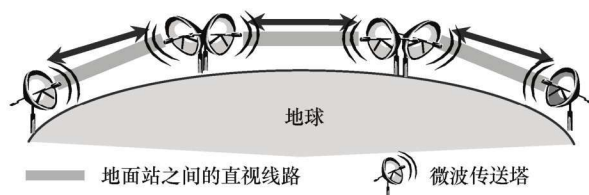


图 1-13 地面微波

地面微波的优缺点。

1) 地面微波的优点。微波波段频率很高，其频段范围也很宽，因此其通信信道的容量很大；微波通信受外界干扰比较小，传输质量较高；与相同容量和长度的电缆载波通信比较，微波通信建设投资少，见效快。

2) 地面微波的缺点。相邻站之间必须直视，不能有障碍物（“视距通信”），有时一个天线发射出的信号也会分成几条略有差别的路径到达接收天线，因而造成失真；微波传播有时也会受到恶劣气候的影响；与电缆通信系统比较，微波通信的隐蔽性和保密性较差；对大量中继站的使用和维护要耗费一定的人力和物力。

(2) 卫星通信。卫星通信如图 1-14 所示，卫星通信可以看成是一种特殊的微波通信，它使用地球同步卫星作为中继站来转发微波信号，并且通信成本与距离无关。卫星通信容量大、传输距离远、可靠性高，但通信延迟时间长，误码率不稳定，易受气候环境的影响。

卫星通信优缺点。

1) 优点：通信距离远，在电波覆盖范围内，任何一处都可以通信，且通信费用与通信距离无关；受陆地灾害影响小，可靠性高；易于实现广播通信和多址通信。

2) 缺点：通信费用高，延时较大；10GHz 以上雨衰较大；易受太阳噪声的干扰。

(3) 地球同步卫星。地球同步卫星，如图 1-15 所示。从技术角度上讲，只要在地球赤道上空的同步轨道上，等距离地放置三颗相隔 120° 的卫星，就能基本上实现全球的通信。

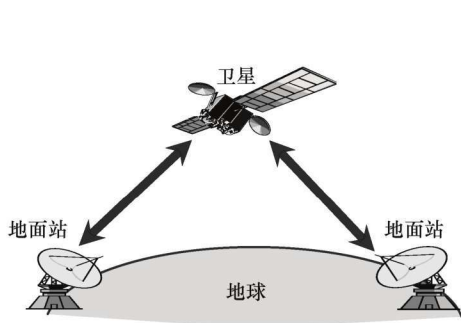


图 1-14 卫星通信

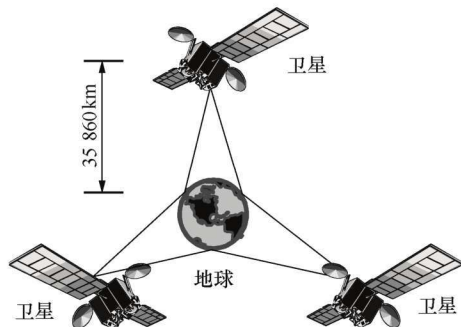


图 1-15 地球同步卫星

为了避免产生干扰，卫星之间的相隔不能小于 2°，因此，整个赤道上空只能放置 180 个同步卫星。一个典型的卫星通常拥有 12~20 个转发器。每个转发器的频带宽度为 36MHz 或 72MHz。

(4) 激光通信。激光通信是利用在空间传播的激光束将传输数据调制成光脉冲的通信方式。激光通信不受电磁干扰，不怕窃听，方向也比微波好。激光束的频率比微波高，因此可以获得更高的带宽，但激光在空气中传播衰减很快，特别是雨、雾天，能见度差时更为严重，甚至会导致通信中断。

3. 常用传输媒体的比较

常用传输媒体的比较如表 1-3 所示。

表 1-3 常用传输媒体的比较

传输媒体	速率	传输距离	抗干扰性	价格	应用	示例
双绞线	模拟 300~3400Hz 数字 10~100Mb/s	几十千米	可以	低	模拟传输 数字传输	用户环线 LAN
50Ω同轴电缆	10Mb/s	1km 内	较好	略高于 双绞线	基带数字信号	LAN
75Ω同轴电缆	300~450MHz	100km	较好	较高		CATV
光纤	100~几千兆比特每秒	30km	很好	较高	远距离传输	长话线路、 主干网
短波	几十~几百兆比特每秒	全球	一般，通信 质量差	较低	远程低速通信	广播
地面微波	4~6GHz	几百千米	很好	低于同容量 和长度的 电缆	远程通信	电视
卫星	4~14GHz	超过 36 000 km	很好	费用与 距离无关	远程通信	电视、电话、 数据

1.1.5 局域网的媒体访问控制方式

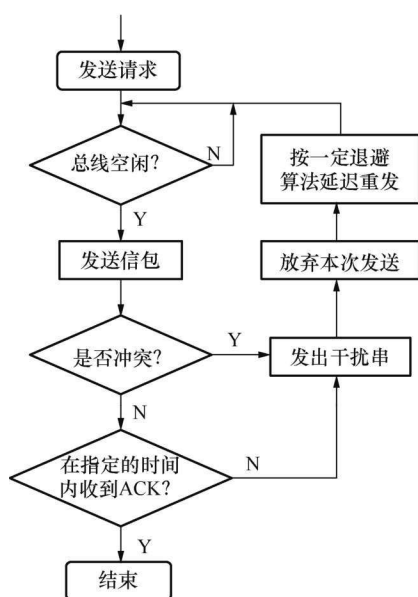


图 1-16 CSMA/CD 原理图

对于局域网，无论何种拓扑结构，任意两个节点间只有一条连接通道（一般都是共享的）。所以，不存在路由选择的问题，只存在如何“和平”共享介质的问题。而这一问题主要是在数据链路层内来解决。方法有三种：

1. 带有冲突检测的载波侦听访问控制

CSMA/CD 工作原理如图 1-16 所示。CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 技术适用于总线结构基带传输系统。它包括两方面的内容，即载波侦听 (CSMA) 和冲突检测 (CD)。

载波侦听，是指查看信号的有无称为载波侦听。CSMA 网络中的各个站点都有一个“侦听器”，用来测试总线上有无其他工作站正在发送信息，如果总线已被占用，则此工作站等待一段时间然后再争取发送权；如果侦听总线是空闲的，没有其他工作站发送信息就立即抢占总线进行信息发送。

总线已被占用，工作站等待时间确定的方法。