

高等学校信息管理与信息系统专业系列教材

# 计算机 网络技术

张基温 编著



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校信息管理与信息系统专业系列教材

# 计算机网络技术

张基温 编著

高等教育出版社

## 内容提要

本书是一本面向应用的高等学校计算机网络教材。书中内容按照科学的学习方法进行构建,非常适合学习者的知识和能力建构。

全书共分为7章。第1章分两个层次帮助学习者建立计算机网络的概念:第一个层次是从计算机网络的拓扑结构出发,从节点和链路两个角度介绍计算机网络的工作原理;第二个层次基于计算机网络的层次结构,介绍计算机网络的体系结构,并引出 OSI、IEEE 802 和 TCP/IP 等几种常用的网络模型,从而为全书的学习奠定基础。第2章作为第1章的一个实例,以应用最为广泛的以太网为核心,介绍局域网的工作原理和组网方法。第3章作为第1章的另一个实例,以 TCP/IP 为核心,介绍网络互联技术。第4章介绍作为现代网络应用基础的客户机/服务器模式。第5章介绍现代接入技术。第6章介绍有关网络安全的基本技术。第7章介绍几个计算机网络的新兴技术。

本书取材新颖、结构严谨、文字流畅、概念清晰,每章末尾除附有一定数量的习题外,还给出了一定的实验项目。本书可以作为信息管理与信息系统、电子商务等相关专业的教材,也可供从事网络技术的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/张基温编著.—北京:高等教育出版社,2004.2

ISBN 7-04-014182-5

I.计… II.张… III.计算机网络—高等学校—教材 IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 005895 号

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京市联华印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004年2月第1版
印 张	22.25	印 次	2004年8月第2次印刷
字 数	410 000	定 价	25.60元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

策划编辑 耿 芳  
责任编辑 耿 芳  
封面设计 于文燕  
责任印制 杨 明

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

**反盗版举报电话：**(010) 58581897/58581896/58581879

**传 真：**(010) 82086060

**E - mail：**dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

**邮 编：**100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

# 前 言

随着信息时代的到来,网络应用已经深入到社会的各个角落,计算机网络成为一门独立的颇受青睐的课程及一个发展异常迅速的领域。

计算机网络诞生于20世纪60年代。然而1983年著名的开放系统互联参考模型OSI/RM的出现,才使它的科学体系开始建立并逐渐形成有关专业的一门独立课程。早期这门课程的核心是ISO制定的OSI/RM的七层协议。20多年过去了,计算机技术和通信技术在各自的迅速发展中进行进一步融合,出现了通信技术计算机化、计算机技术网络化的新局面,一些新的、有前途的技术(如TCP/IP、ATM、宽带技术等)正在兴起,原来的课程体系也在不断演进。

信息技术学科最重要的特点就是发展迅速、知识膨胀、涉及面广、更新周期短暂,它的每一个子领域都要涉及大量概念和技术。因此,本书的编写首先考虑了如何在知识和技术领域合理地取舍,并在教材中既反映已经沉淀为基础知识的内容,又吸收新的、具有前途的技术。

在计算机技术的发展过程中,有一个非常有趣的现象,就是存在两种标准——法定标准和事实标准。法定标准是理想,事实标准是现实。对于计算机网络来说,ISO的OSI/RM是法定标准,TCP/IP、IEEE 802是事实标准。如何根据专业需求在法定标准和事实标准之间进行合理的折中,对确定计算机有关课程内容是非常重要的。

本书作为一本高等学校的教材,必须考虑它要符合教学规律,便于学习者的知识建构。

鉴于上述考虑,本书采用了如下编写方法:

一、本书的第1章首先从计算机网络的平面拓扑结构出发,从节点和链路两个角度介绍计算机网络的工作原理;接着从立面上介绍计算机网络的层次结构,并引出OSI/RM、IEEE 802和TCP/IP三种常用的网络模型,从而帮助学习者建立起一个清晰的计算机网络概念。第2、3、4章可以看作是第1章的深化,第5、6、7章可以看作是第1章的拓宽。

二、本书在介绍了计算机网络的基本轮廓和有关模型之后,在第2、3、4章又重点介绍了以以太网为主的局域网和Internet。使得学习者既了解了法定标准,又重点学习了事实标准技术,突出了本书面向应用的特色。

三、许多计算机网络教材按OSI的七层模型,分层介绍功能和实现技术。这

种方法突出了作为法定标准的 OSI,造成要么对作为事实标准的 TCP/IP 和其他新技术介绍不足,要么使教材过于冗长,不便教学。由于 OSI 各层的功能有许多雷同,如在数据链路层、网络层和传输层中都要进行流量控制、拥塞控制和差错处理。有些教材是将这些内容放在数据链路层中介绍的,但这会造成一个错觉,使读者误认为流量控制、拥塞控制和差错处理是数据链路层才具有的功能。本书把链路和节点上的通信,归结为传输和交换两大核心技术,并分别介绍它们的有关技术,然后在介绍网络的层次模型时,分别指出在哪些层中具有哪些功能。这样不仅避免了直接介绍网络模型时遇到的“引用未介绍过的内容”的教材编写大忌,也有利于学习者对网络模型的全面理解和掌握要领的学习。

四、学好计算机网络课程,不仅要了解计算机网络的基本原理,同时还应当掌握计算机网络工程方法。为此,我们开发了 14 个实验项目,附在有关章节的后面,供读者进行工程训练练习。李淑琴、常新功、姚晓玲、阎斌、江森林、杨叶勇、夏柏成、陶利民等人参与了这些实验项目开发或调试。

本书的写作、出版,谨作为本人在计算机网络课程教学改革方面的一项成果献给读者,并力图在采众家之长的基础上,使之更加符合计算机网络学科的特色和教学的需要,以对计算机网络的教与学做出一些贡献。如果能够如愿,首先应当感谢我参考过的著作、教材和有关文献的作者,这些资料是我写作的基础。还要感谢我的合作者和高等教育出版社的编辑们,他(她)们也付出了辛勤的劳动。特别要感谢清华大学李学农教授,他认真审阅了本书,提出了十分中肯的意见。

著名的摩尔法则描述了信息技术和信息经济飞速发展的趋势。基于信息技术的计算机网络也同样遵循着这样的规则,让人们大有“士别三日,当刮目相待”的感觉。同时,人们对于学习理论的研究和探讨也在不断深入。这样两个客观现实,让我不得不肩负起不断修订本书的使命。由于本人水平所限,书中难免存在不少不足,为此深切地期待有关专家、同行、读者不吝批评、指教、建议。

张基温

2003 年 11 月

# 目 录

<b>第 1 章 计算机网络技术基础</b> .....	( 1 )	<b>第 2 章 局域网技术</b> .....	( 80 )
1.1 计算机网络的基本概念 .....	( 1 )	2.1 信道的多路访问控制 .....	( 80 )
1.1.1 计算机网络的概念 .....	( 1 )	2.1.1 令牌环网 .....	( 80 )
1.1.2 局域网、城域网和 广域网 .....	( 1 )	2.1.2 CSMA/CD 协议 .....	( 83 )
1.1.3 网络拓扑 .....	( 2 )	2.2 以太网技术 .....	( 88 )
1.2 计算机网络的组成元素 .....	( 4 )	2.2.1 以太网工作原理 .....	( 88 )
1.2.1 网络节点 .....	( 4 )	2.2.2 十兆以太网 .....	( 89 )
1.2.2 传输链路 .....	( 7 )	2.2.3 百兆以太网 .....	( 93 )
1.2.3 协议和标准 .....	( 10 )	2.2.4 千兆以太网 .....	( 96 )
1.3 传输技术 .....	( 12 )	2.3 交换式局域网 .....	( 97 )
1.3.1 通信的基本模式 .....	( 12 )	2.3.1 局域网的分段与交换式 局域网 .....	( 97 )
1.3.2 数据信号与信道的匹配 .....	( 16 )	2.3.2 交换式局域网工作 原理 .....	( 100 )
1.3.3 差错检测与控制 .....	( 28 )	2.3.3 虚拟局域网 .....	( 104 )
1.3.4 流量控制与滑动窗口 协议 .....	( 33 )	实验 3 交换机的基本配置 .....	( 107 )
1.3.5 信道的多路复用技术 .....	( 35 )	实验 4 利用 VLAN 进行局域网的 连接 .....	( 110 )
1.4 交换技术 .....	( 39 )	习题 .....	( 112 )
1.4.1 电路交换与分组交换 .....	( 39 )	<b>第 3 章 Internet 与网络互联</b> .....	( 113 )
1.4.2 交换机 .....	( 44 )	3.1 IP 地址 .....	( 113 )
1.4.3 信元交换与 ATM .....	( 47 )	3.1.1 IPv4 分组格式 .....	( 113 )
1.5 计算机网络的层次结构 .....	( 49 )	3.1.2 IP 编址方案 .....	( 115 )
1.5.1 两级模型:通信子网与 资源子网 .....	( 50 )	3.1.3 子网掩码 .....	( 116 )
1.5.2 OSI/RM 参考模型结构 .....	( 52 )	3.1.4 IP 地址解析 .....	( 117 )
1.5.3 IEEE 802 模型 .....	( 58 )	3.2 IP 路由 .....	( 118 )
1.5.4 TCP/IP 模型 .....	( 60 )	3.2.1 路由器及其工作原理 .....	( 118 )
1.5.5 网卡和网络操作系统 .....	( 63 )	3.2.2 路由算法举例 .....	( 124 )
实验 1 双绞线网线的制作 .....	( 64 )	3.2.3 Internet 路由协议 .....	( 127 )
实验 2 安装网卡 .....	( 68 )	3.3 网际控制消息协议 .....	( 132 )
习题 .....	( 69 )	3.3.1 ICMP 提供的服务 .....	( 132 )



3.3.2 ICMP 分组 .....	(132)	4.6.3 HTTP 的工作机制 .....	(180)
3.3.3 ICMP 应用举例 .....	(134)	4.7 简单网络管理协议 .....	(183)
3.4 TCP 层 .....	(135)	4.7.1 网络管理功能 .....	(183)
3.4.1 端口号与套接字 .....	(135)	4.7.2 网络管理机构 .....	(185)
3.4.2 TCP 协议 .....	(137)	4.7.3 SNMP 管理模型 .....	(186)
3.4.3 UDP 协议 .....	(142)	实验 6 Linux 网络配置 .....	(190)
实验 5 Cisco 路由器的配置与 检测 .....	(143)	习题 .....	(207)
习题 .....	(151)	<b>第 5 章 接入技术</b> .....	(208)
<b>第 4 章 Internet 应用模式</b> .....	(154)	5.1 接入服务与接入网 .....	(208)
4.1 客户机/服务器工作模式 .....	(154)	5.1.1 Internet 服务提供商 .....	(208)
4.1.1 客户机/服务器模式 概述 .....	(154)	5.1.2 接入需求与接入类型 .....	(210)
4.1.2 客户机/服务器计算 模式的优点 .....	(155)	5.1.3 接入网 .....	(212)
4.2 域名服务系统 .....	(156)	5.2 铜线接入 .....	(215)
4.2.1 域名空间 .....	(156)	5.2.1 公共电话交换网 .....	(215)
4.2.2 域名的管理和注册 .....	(158)	5.2.2 综合业务数字网 .....	(217)
4.2.3 域名解析 .....	(159)	5.2.3 数字用户线路 .....	(221)
4.3 电子邮件 .....	(160)	5.3 光纤接入 .....	(223)
4.3.1 电子邮件系统的 基本原理 .....	(160)	5.3.1 光纤接入网概述 .....	(223)
4.3.2 简单邮件传输协议 .....	(162)	5.3.2 光纤到路边 (FTTC) .....	(224)
4.3.3 其他几个重要的 电子邮件协议 .....	(163)	5.3.3 光纤到户 (FTTH) .....	(224)
4.4 远程登录 .....	(165)	5.4 光纤/铜线混合接入网 .....	(224)
4.4.1 本地注册与远程登录 .....	(165)	5.4.1 HFC 系统结构 .....	(224)
4.4.2 NVT 字符集 .....	(167)	5.4.2 HFC 复用技术 .....	(225)
4.4.3 Telnet 工作方式和 用户命令 .....	(169)	5.4.3 Cable Modem .....	(227)
4.5 文件传输协议 .....	(170)	5.5 无线接入 .....	(229)
4.5.1 FTP 模型 .....	(171)	5.5.1 无线接入概述 .....	(229)
4.5.2 FTP 文件传输过程 .....	(172)	5.5.2 卫星通信 .....	(230)
4.6 超文本传输 .....	(176)	5.5.3 常用宽带无线接入 制式 .....	(234)
4.6.1 超文本与 Web .....	(176)	实验 7 Modem 接入 .....	(234)
4.6.2 B/S 计算模式与 浏览器结构 .....	(178)	实验 8 ISDN 接入 .....	(245)
		实验 9 ADSL 接入 .....	(253)
		实验 10 外接式 Cable Modem 接入 .....	(258)
		习题 .....	(263)
		<b>第 6 章 计算机网络安全</b> .....	(264)
		6.1 数据加密与数据隐藏技术 .....	(264)

6.1.1 加密/解密算法和 密钥 .....	(264)	习题 .....	(311)
6.1.2 对称密钥体系 .....	(266)	<b>第7章 计算机网络新技术</b> .....	(312)
6.1.3 非对称密钥体系 .....	(267)	7.1 无线局域网 .....	(312)
6.1.4 密钥分配 .....	(269)	7.1.1 WLAN的传输介质 .....	(312)
6.1.5 数据隐藏 .....	(269)	7.1.2 无线调制方式 .....	(313)
6.2 认证与鉴别技术 .....	(270)	7.1.3 无线局域网的结构 .....	(316)
6.2.1 数字签名 .....	(270)	7.1.4 IEEE 802.11 协议 .....	(317)
6.2.2 CA 认证 .....	(272)	7.1.5 个人局域网和蓝牙 技术 .....	(320)
6.2.3 数字水印与数字防伪 ..	(274)	7.2 第三层交换 .....	(323)
6.2.4 其他身份识别技术 .....	(277)	7.2.1 第三层交换的提出 .....	(323)
6.3 防火墙技术 .....	(278)	7.2.2 第三层交换的基本 原理和实现 .....	(324)
6.3.1 防火墙及其功能 .....	(278)	7.3 虚拟专用网技术 .....	(328)
6.3.2 防火墙的基本技术 .....	(279)	7.3.1 VPN 及其基本原理 .....	(328)
6.3.3 防火墙的配置 .....	(282)	7.3.2 隧道技术 .....	(330)
6.4 计算机网络入侵检测与 安全预警 .....	(284)	7.3.3 IPSec .....	(332)
6.4.1 黑客的常用入侵手段 ..	(284)	7.4 下一代网际协议 IPv6 .....	(333)
6.4.2 入侵检测系统(IDS) .....	(287)	7.4.1 问题的提出 .....	(333)
6.4.3 网络安全预警系统 .....	(292)	7.4.2 IPv6 分组结构 .....	(335)
6.5 恶意程序及其防治 .....	(293)	7.4.3 IPv6 地址分类与结构 ..	(337)
6.5.1 恶意程序与病毒 .....	(293)	7.4.4 从 IPv4 向 IPv6 的过渡 ..	(340)
6.5.2 网络病毒防范 .....	(295)	7.5 网络存储 .....	(341)
实验 11 RSA 公开密钥系统的 实现 .....	(295)	7.5.1 SAS 存储结构 .....	(341)
实验 12 数字签名和 CA 认证 .....	(299)	7.5.2 NAS 存储结构 .....	(342)
实验 13 代理服务器设置 .....	(300)	7.5.3 SAN 存储结构 .....	(343)
实验 14 基于 Cisco 路由器的 防火墙的设置 .....	(305)	习题 .....	(345)
		<b>参考文献及参考网站</b> .....	(346)

# 第1章 计算机网络技术基础

## 1.1 计算机网络的基本概念

### 1.1.1 计算机网络的概念

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物,或者说用通信介质将多台计算机连接起来所形成的计算机系统。这里,连接有两重含义:一是指通过传输介质和传输设备建立的物理上的连接;一是由一些网络软件实现的逻辑上的连接。之所以要进行连接,是为了实现下列功能:

#### (1) 通信

在计算机之间传送数据。例如,文件传送(File Transfer Protocol, FTP)、电子邮件(E-mail)、网络传呼(ICQ、OICQ)、IP电话、万维网(World Wide Web, WWW)、电子布告栏(Bulletin Board Service, BBS)等。

#### (2) 资源共享

即实现计算机硬件资源、软件资源和信息资源的异地互用。“共享”是指可以互通有无和异地使用。例如,使用异地的大型计算机进行本地计算机无法进行的计算,使用浏览器从其他计算机中获取信息等。这样,除互通有无外,还能均衡负载,使网络上各资源的“忙”、“闲”得到合理调整。

#### (3) 提高计算机系统的可靠性

在计算机网络中,各台计算机间可以互为后备,从而提高了计算机系统的可靠性。

### 1.1.2 局域网、城域网和广域网

计算机网络有许多分类方法,最常用的是按照其覆盖地域的大小分为三大类:局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)和广域网(Wide Area Network, WAN)。

## 1. 局域网

局域网(又称局部地域网)指通信距离通常在中等规模的地理区域内(一般在10 km范围内)的网络,如一幢办公楼、一座仓库、一所学校中的计算机网络。它能借助于具有中高速数据传输率的物理通信信道实现可靠通信。

随着计算机网络的普及,近年来人们又提出了微微网(Piconet)和个人局域网(Personal Area Network, PAN)的新概念。个人局域网是近年来随着各种短距离无线通信技术的发展而提出的一个新概念,一般覆盖距离为100 m以内。微微网是由采用蓝牙等技术设备以特定方式组成的网络,这种网络的建立是从两台设备(如笔记本计算机和移动电话)的连接开始,同一时刻最多可以激活8台设备。

## 2. 城域网

城域网指地理覆盖范围大约为一个城市的网络,其通信距离一般在5 km ~ 50 km以内。

## 3. 广域网

广域网又称远程网,一般指跨地区甚至延伸到整个国家和全世界的网络。

### 1.1.3 网络拓扑

拓扑结构是计算机网络的重要特性。从拓扑学的观点看,网络是由一组节点(Node)和连接节点的链路(Link)组成。在计算机网络中,计算机作为节点,连接计算机的通信线路作为链路,形成计算机的地理分布和互联关系上的几何排序(几何构形)。这种计算机与链路之间的拓扑关系,称为计算机网络的拓扑结构。计算机网络的拓扑结构有许多种,但是,按照网络中一条链路所能连接的计算机的台数,可以把计算机网络归结为两大类:链路型网络(点到点的结构)和广播型网络(多点共享链路结构)。

#### 1. 链路型网络(点到点的结构)

在点到点的结构中,一条链路只能连接两个节点。这样,两点之间要么直接通信,要么必须通过中间节点转发。图1.1所示为几种点到点的计算机网络结构。

星形结构是一种以中央节点为中心,把若干外围节点连接起来的辐射式互联结构,中央节点实施对全网的控制,并分别通过单独的链路与各个外围节点相连接。其拓扑特点是中央节点与多条链路连接,外围节点只与一条链路连接,如图1.1(a)所示。由于各外围节点分别用线缆与中央节点直接连接,因而在星形

结构中数据的传输不会在线路上发生碰撞,并且系统比较容易扩充,但中央节点会成为系统的“瓶颈”和可靠工作的最薄弱环节。

树形结构由星形结构衍变而来。如图 1.1(b)所示,它实际上是多个星形结构的级联组合。树形结构的特点是网络中有多个中心节点,但主要的数据流通是在网络的各分支之间进行,形成一种分级管理的集中式网络,适宜于各种管理部门进行分级数据传送的场合。其拓扑特点是多个中心节点与多条链路连接,其余节点(末端节点)只与一条链路连接。树形结构的优点是连接容易、管理简单、维护方便;缺点是共享能力差、可靠性低。

环形结构(如图 1.1(c)所示)是把所有节点首尾相连的通信链路连接成环形。其拓扑特点是每一个节点都与两条链路连接,当某一链路有故障时,还可以通过另一条路径进行通信。

格状结构(如图 1.1(d)所示)是所有节点具有两个或两个以上直接通路的拓扑结构。全互联结构(如图 1.1(e)所示)是所有节点之间都有直接通路的拓扑结构。这两种结构也称网状结构,具有较高的可靠性,但网络结构复杂,链路多,投资大。

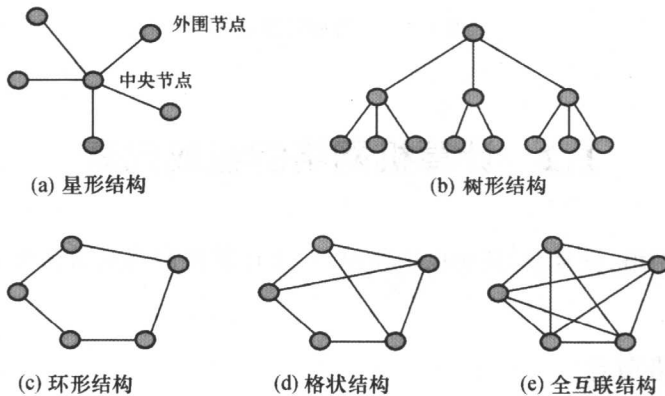


图 1.1 点到点的网络拓扑结构

## 2. 广播型网络(多点共享链路结构)

广播型网络的特点是,通信线路为多个节点共享。这样,一个节点发送的信息可以传输到其他所有的节点;而当有两个以上节点同时发送信息时,便会引起冲突。总线型结构是一种应用最普遍的广播型网络拓扑结构。图 1.2 给出了 3 种典型的广播型网络结构。

在总线型结构中各个计算机网络节点的设备用一根总线挂接起来,如图

1.2(a)所示。总线型结构目前在局域网中应用很广,有如下一些特点:

- ① 节点的插入或拆卸方便,易于扩充;
- ② 不需要中央控制器,有利于分布式控制,某个节点发生故障时对整个系统影响很小,网络的可靠性高;
- ③ 总线自身的故障对系统是毁灭性的,因而要求较高的安装质量。

当网络的总线首尾相连成闭合的环路时,这种总线型结构称为环形总线结构,如图 1.2(b)所示。

卫星通信和微波通信采用电磁波传输信息,这种结构属无约束型或称任意型的广播式传输结构,如图 1.2(c)所示。

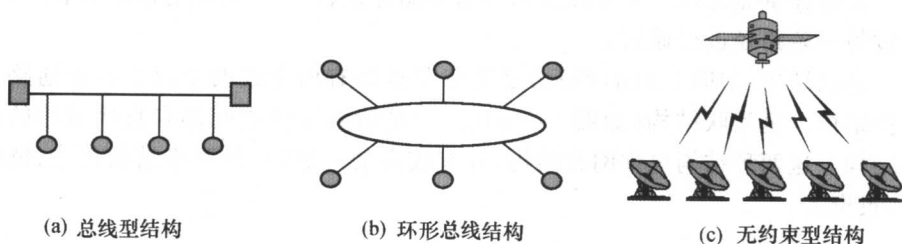


图 1.2 广播型网络结构

## 1.2 计算机网络的组成元素

计算机网络,说复杂,其实也很简单,一个计算机网络只有三种元素:链路、节点和协议。

### 1.2.1 网络节点

在复杂的网络中进行数据传输,数据从源节点往往要经过多个中间节点才能传送到目的节点。中间节点大致有四种:端节点、中继节点、交换节点和路由节点。

#### 1. 端节点

端节点是进行数据处理的节点。在计算机网络中,这些节点具有两种功能:数据处理和通信。图 1.3 是两个端节点通过网络通信的示意图,其中:

- ① 数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE)为具有一定数据处理能力的发送、接收设备,如计算机或各种终端设备;

② 数据通信设备(Data Communication Equipment, DCE)为通信接口设备,在 DTE 与通信网之间提供信号变换及编码功能,并负责建立、维护和释放物理连接,如波形变换器、基带传输器、调制解调器等。



图 1.3 端节点结构

## 2. 中继节点

信号在介质中传输时,随着传输距离的增加,幅度将会逐渐衰减,波形将会产生失真。中继器(Repeater)用于同类网络介质之间的互联,起到信号再生、放大作用。再生就是通过对失真的但仍可以辨认的波形分析,重新生成原来的波形;放大就是将信号衰减了的幅度加以恢复。通过再生和放大能够使网络传输的距离范围得以扩大。图 1.4 简单地说明了中继器的基本工作原理。

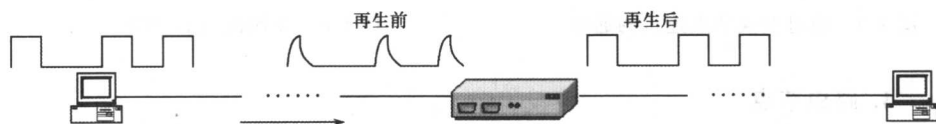


图 1.4 中继器的工作原理

中继有一通一的中继和一通多的中继。图 1.4 所示是一通一的中继,而集线器(Hub)是一通多的中继器,或称多端口的中继器。Hub 所连接的各项链路之间的信号具有共享性,一个端口的输入信号,经整形、放大后可以转发到其他所有连接的链路或网段上,形成星形结构。目前 Hub 主要用于在星形结构的中央节点上连接多条无屏蔽双绞线,当某条线路或节点有故障时,可以简单地卸掉,不扩大故障范围,不影响其他节点的正常工作,便于维护。Hub 按配置形式可分为独立型集线器、模块化集线器和堆叠式集线器三种;按其端口分,Hub 有 8 端口、16 端口、24 端口等几类;按其传输速率分,有 10 Mb/s、100 Mb/s 和 10/100 Mb/s 集线器等几种。

应当强调的是,经过集线器的信号都是重新整理后再传出去。不同的通信介质有不同的中继器,例如微波中继器、卫星中继器、用于同轴电缆的双口中继器(连接两段同轴电缆)和多口中继器(用于扩展 3 个或 3 个以上网段)以及用于多条双绞线连接的集线器等。

### 3. 交换节点

一个通信过程往往要经过多条链路之间的转接才能实现。转接由交换 (Switching) 节点实现。如图 1.5 所示, 节点 A 到节点 B 之间的通信, 要经过中间节点 C、D 的转接。简单地说, 交换节点的功能是将一条链路上送来的数据有选择地转送到另外的一条链路上。复杂拓扑结构网络中的通信信道就是经过多个中间节点的转发一连接而实现的。

在多节点的网络中, 把一条线路上的数据转接到另一条线路上, 称为数据交换。交换的基本功能就是转发数据流。如图 1.6 所示, 交换是通过交换节点中的交换机构实现的。交换机构的功能是将一条输入信道上的数据转送到另外的输出信道上, 将输入端口与输出端口对应起来。

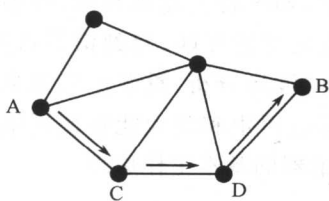


图 1.5 通过交换节点连接的通信

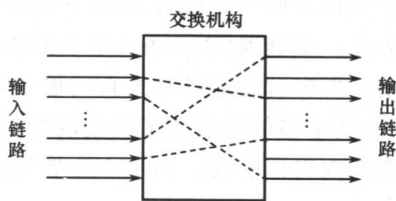


图 1.6 交换机构的功能

### 4. 路由节点

路由节点是一种特殊的节点。它位于网络之间, 起连接网络的作用, 属于所连接的网络共有。如图 1.7 所示, 节点 R1 连接了网络 A、B、C、D, 节点 R2 连接了网络 C、E, 节点 R3 连接了网络 D、E。正是由于路由节点, 才使互联网得以形成。如果把每个网络看成一个通路——链路, 那么路由节点的分布就形成了互联网网络的拓扑结构或框架。

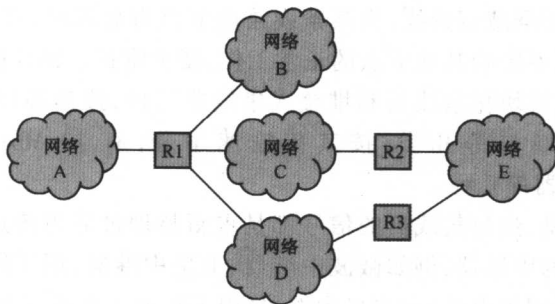


图 1.7 用路由节点连接网络



路由器的网络连接功能主要体现在它能为到达的数据选择到达目的节点的路由,这就是路由节点称为路由器(Router)的原因。

### 1.2.2 传输链路

传输链路是网络中连接两个节点的直接信息通路,简称链路(Link)。数据在计算机网络中传输,往往要经过多条链路一段一段地传输。中间可能经过中继节点,也可能经过交换节点。

传输链路的物理支持是各种传输介质。目前使用的传输介质主要有双绞线网络、同轴电缆网络、光纤网络、微波通信网络、卫星通信网络、红外通信网络等。表 1.1 列出了几种传输介质的性能比较。

表 1.1 几种传输介质的性能比较

性能	双绞线	同轴电缆 (基带)	同轴电缆 (宽带)	光 纤	地面微波	卫 星
带宽	< 1 GHz	< 100 MHz	< 300 MHz	< 300 GHz	0.3 GHz ~ 300 GHz	500 MHz
距离/km	< 0.3	< 2.5	< 100	100	40 ~ 50	不受限制
抗强电干扰性	较差	高	高	极高	差	差
安装难易程度	易	中	中	较难	易	易
布局多样性	好	较好	较好	中	好	好
保密性	一般	好	好	极好	差	差
经济性	低	较低	较低	较高	中	较高
时延	小	小	小	小	小	大

#### 1. 双绞线

双绞线(Twisted Pair wire, TP)是综合布线工程中最常用的一种传输介质。一对双绞线一般由两根 22 ~ 26 号绝缘铜导线相互缠绕而成。把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起,可降低信号干扰的程度,每一根导线在传输中辐射的电波会被另一根线上发出的电波抵消。把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中便成了双绞线电缆。在双绞线电缆(也称双扭线电缆)内,不同线对具有不同的扭绞长度,一般地说,扭绞长度在 14 cm 至 38.1 cm 内,按逆时针方向扭绞,相邻线对的扭绞长度在 12.7 cm 以上。与其他传输介质相比,双绞线在传输距离、信道宽度和数据传输速度等方面均受到一定限制,但价格较为低廉。目前,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),它们的结构分别如图 1.8(a)和(b)所示。