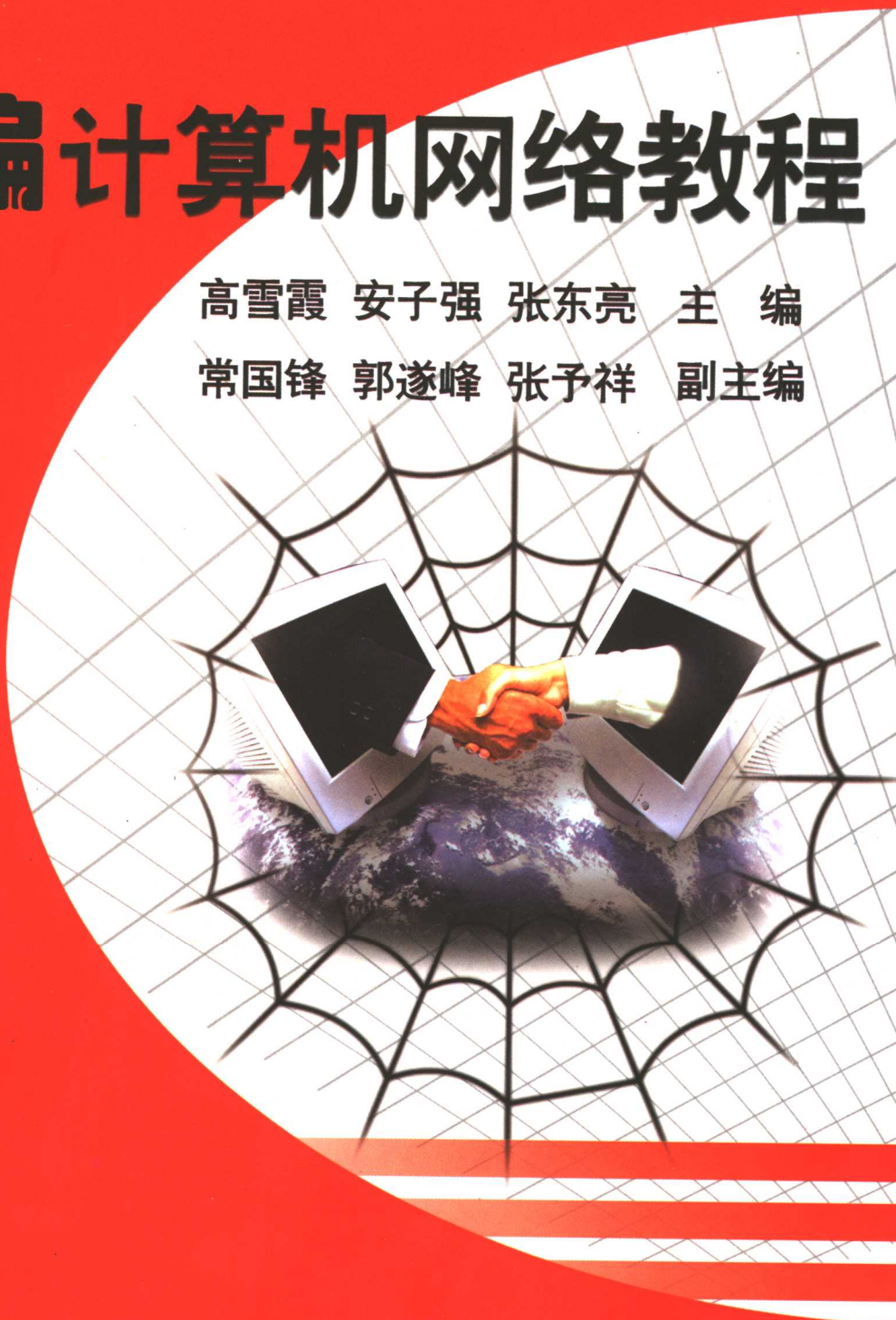




新编计算机网络教程

高雪霞 安子强 张东亮 主 编

常国锋 郭遂峰 张予祥 副主编



二十一世纪高职、高专规划教材

新编计算机网络教程

主 编 高雪霞 安子强 张东亮

副主编 常国锋 郭遂峰 张予祥

航空工业出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了计算机网络的基本概念、数据通信的基础知识、计算机网络体系结构、计算机局域网、Internet 相关内容以及计算机网络管理和安全。

本书层次清楚、概念准确，它既包括了基本知识、基本原理，又密切联系实际。每章后面均附有习题。

本书既可以作为高职高专教材，也适合于计算机专业、非计算机专业以及其他一些从事计算机网络的相关人员学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

新编计算机网络教程 / 高雪霞主编. —北京: 航空工业出版社, 2005. 2

ISBN 7-80183-562-X

I. 新... II. 高... III. 计算机网络—教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 009231 号

新编计算机网络教程

xinbian jisuanji wangluo jiaocheng

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行电话: 010-64978486 010-82822965

010-84926529 0373-3590289

北京昌平长城印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2005 年 2 月第 1 版

2005 年 2 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 16.625

字数: 415 千字

印数: 1—8000

定价: 24.80 元

编者的话

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的迅速发展和相互渗透, 计算机网络已成为当今最热门的学科之一, 在过去的几十年里取得了长足的发展, 尤其是在近十几年来得到了高速发展。在 21 世纪, 计算机网络尤其是 Internet 技术必将改变人们的生活、学习、工作乃至思维方式, 并对科学、技术、政治、经济乃至整个社会产生巨大的影响, 每个国家的经济建设、社会发展、国家安全乃至政府的高效运转都将越来越依赖于计算机网络。

本书重点论述目前计算机网络采用的比较成熟的思想、结构和方法, 并且力求做到深入浅出、通俗易懂。在内容选择上, 我们一方面以 ISO/OSI 参考模型为背景介绍了计算机网络的基本概念、原理和设计方法; 另一方面以 TCP/IP 协议族为线索详细讨论了各种常用的网络互连协议和网络应用协议, 并简单讨论了网络管理和网络安全。考虑到许多计算机专业的学生对数据通信知识的缺乏, 我们在本书中增加了有关数据通信基础知识的内容, 力求使本书在内容上保持相对完整。

全书共 9 章, 各章内容如下:

- 第 1 章 计算机网络技术基础。本章简单介绍了计算机网络的产生和发展、主要功能、分类以及网络体系结构和 ISO/OSI 参考模型。
- 第 2 章 数据通信技术。本章内容包括数据通信基本概念和基础理论、传输介质、多路复用技术、数据交换技术及差错控制技术。
- 第 3 章 局域网技术。本章内容包括局域网的组成及分类、局域网拓扑结构及传输介质访问控制方式、以太网、高速网络技术、无线局域网、虚拟局域网、常用局域网的硬件选择。
- 第 4 章 网络操作系统。本章内容包括网络操作系统的发展和特点、网络操作系统的功能、服务器技术、网络操作系统的选择及几种典型的网络操作系统。
- 第 5 章 网络互联技术。本章内容包括网络互联的原理、分类、路由选择算法、互联网路由选择、网络互联设备及广域网相关技术。
- 第 6 章 TCP/IP 协议。本章内容包括 TCP/IP 概述、网络接口层、网际层、传输层和应用层。
- 第 7 章 Internet 及相关内容。本章内容包括 Internet 的资源及应用、Internet 在中国的发展、WWW 服务、Telnet 服务及相关协议、网络新闻及相关协议、用户接入技术、Intranet 的相关概念及技术。
- 第 8 章 网络管理。本章内容包括网络管理概述、网络管理协议及网络管理系统的组成、网络故障诊断和维护方法与命令、网络故障管理工具及常见网络故障的排除。
- 第 9 章 网络安全。本章内容包括网络安全概述、网络安全的要求、访问控制和设备安全、防火墙技术、网络安全的攻击与防卫。

本书层次清楚、概念准确, 它既包括了基本知识、基本原理, 又密切联系实际。每章后面均附有习题。本书既可以作为高职高专教材, 也适合于计算机专业、非计算机专业以

及其他一些从事计算机网络的相关人员学习使用。

参加本书编写的作者有高雪霞、安子强、常国锋、郭遂峰，所有同志均参加了书稿的讨论和编选习题等工作。全书由高雪霞和安子强统稿。

由于计算机网络技术发展非常迅速，涉及的知识面广，加之作者水平有限，虽经编者艰苦努力，但书中难免错漏之处，恳请广大读者批评指正。此外，在本书编写过程中参考了许多同行的著作，在此一并表示感谢！

编 著 者 .

2005 年 1 月

目 录

第1章 计算机网络技术基础	1	2.5 异步传输和同步传输	33
1.1 计算机网络概述	1	2.6 差错控制	34
1.1.1 计算机网络的定义和分类	1	2.7 传输介质	36
1.1.2 计算机网络的形成与发展	3	2.7.1 双绞线	36
1.1.3 计算机的功能和应用	4	2.7.2 同轴电缆	37
1.2 网络硬件	5	2.7.3 光纤	39
1.2.1 计算机网络的两级子网结构	5	2.7.4 无线传输介质	40
1.2.2 计算机网络传输技术	7	思考题	41
1.3 网络软件	7	第3章 局域网技术	42
1.3.1 网络协议与网络体系结构的基本概念——协议分层	7	3.1 局域网概述	42
1.3.2 网络体系结构的分层及其分析——协议、接口和服务	8	3.1.1 局域网的定义和特性	42
1.3.3 ISO/OSI 参考模型	10	3.1.2 局域网的组成	43
1.3.4 网络的拓扑结构	14	3.1.3 局域网的分类	44
1.3.5 TCP/IP 协议	17	3.2 局域网的传输介质访问控制方式	44
1.3.6 TCP/IP 的层次结构	18	3.2.1 局域网的拓扑结构	44
1.3.7 TCP/IP 协议集	18	3.2.2 局域网体系结构及 IEEE802 标准	45
1.3.8 ISO/OSI 与 TCP/IP 模型的比较	20	3.2.3 局域网中的半双工和全双工	48
思考题	21	3.2.4 局域网的介质访问控制方式	48
第2章 数据通信技术	23	3.3 以太网	54
2.1 数据通信的基本概念	23	3.3.1 以太网的产生和发展	55
2.2 数据编码技术	26	3.3.2 粗电缆 Ethernet 10BASE-5	55
2.2.1 数字数据的模拟信号编码	26	3.3.3 细同轴电缆 Ethernet 10BASE-2	58
2.2.2 数字信号的编码	27	3.3.4 双绞线 Ethernet 10BASE-T	60
2.2.3 模拟数据的数字信号编码	28	3.4 高速网络技术	62
2.3 多路复用技术	28	3.4.1 交换式以太网	62
2.3.1 频分多路复用	28	3.4.2 100BASE-T	64
2.3.2 时分多路复用	29	3.4.3 100VG-AnyLA	65
2.3.3 波分多路复用	29	3.4.4 FDDI (光纤分布式数据接口)	66
2.3.4 码分多路复用	30	3.4.5 ATM (异步传输模式)	68
2.4 数据交换方式与技术	30	3.4.6 千兆位以太网	69
2.4.1 电路交换	30	3.5 无线局域网	69
2.4.2 存储转发交换	32	3.5.1 无线局域网实现技术	70
2.4.3 高速交换	33	3.5.2 无线局域网的组建	70
		3.6 虚拟局域网	71
		3.6.1 VLAN 技术的基础	71



3.6.2 VLAN 的类型	72	(Distance Vector Routing)	107
3.6.3 VLAN 的实现原理	74	5.3.2 链路状态路由选择	
3.6.4 VLAN 的优势	75	(LinkStateRouting)	109
3.6.5 VLAN 发展趋势	75	5.4 互联网路由选择	111
3.7 常用局域网硬件及其选择	75	5.4.1 自治系统	112
3.7.1 网卡	76	5.4.2 内部网关协议	112
3.7.2 收发器	77	5.4.3 外部网关协议	115
3.7.3 中继器	77	5.5 网络互连设备	116
3.7.4 集线器 (HUB)	78	5.5.1 网桥	116
3.8 对等网	79	5.5.2 路由器	121
3.8.1 组建对等网络的软硬件需求	80	5.5.3 网关	125
3.8.2 软件的安装与配置	80	5.6 广域网相关技术	126
思考题	83	5.6.1 分组交换数据网 (X.25 网络)	126
第 4 章 网络操作系统	84	5.6.2 帧中继	127
4.1 操作系统概述	84	5.6.3 综合业务数字网	129
4.2 网络操作系统的功能	85	5.6.4 SONET	131
4.2.1 什么是网络操作系统	85	思考题	134
4.2.2 网络操作系统的组成	85	第 6 章 TCP/IP 协议	135
4.2.3 网络操作系统的分类	87	6.1 引言	135
4.3 几种典型的网络操作系统	88	6.2 网络接口	136
4.3.1 Windows NT 操作系统	88	6.3 网际层	138
4.3.2 Windows 2000 操作系统	88	6.3.1 IP 寻址	139
4.3.3 UNIX 操作系统	90	6.3.2 子网	142
4.3.4 NetWare 操作系统	90	6.3.3 ARP 协议和 RARP 协议	148
4.3.5 Linux 操作系统	91	6.3.4 ICMP (Internet Control	
4.4 网络操作系统的选择	94	Message Protocol) 协议	149
4.5 服务器技术	95	6.3.5 IPv6	150
4.5.1 服务器的功能	95	6.4 传输层	151
4.5.2 服务器的技术	95	6.4.1 TCP 协议	151
4.5.3 服务器的类型	100	6.4.2 TCP 连接管理	154
4.5.4 服务器的选购	101	6.4.3 UDP 协议	154
思考题	101	6.5 应用层	155
第 5 章 网络互联技术	103	6.5.1 DNS 服务	155
5.1 网络互联的原因	104	6.5.2 DNS 在 Windows 2000 Server	
5.2 网络互联分类	104	中的实现	160
5.2.1 连锁虚电路	104	6.5.3 主机配置协议	162
5.2.2 无连接的网络互连	105	6.5.4 DHCP 在 WIN2000 Server 中	
5.3 路由选择算法	106	的实现	164
5.3.1 距离矢量协议		思考题	167

第 7 章 Internet 及其相关内容168	7.8 企业内联网 Intranet203
7.1 Internet 概述.....168	7.8.1 企业网技术的发展.....203
7.1.1 Internet 的管理机构.....168	7.8.2 Intranet 的概念.....205
7.1.2 Internet 的资源与应用.....169	7.8.3 Intranet 的主要技术特点.....206
7.1.3 Internet 在中国的发展.....171	7.8.4 Intranet 网络的组成.....206
7.2 WWW 服务.....173	思考题.....211
7.2.1 WWW 的发展.....173	第 8 章 网络管理212
7.2.2 WWW 的相关概念.....174	8.1 网络管理概述.....212
7.2.3 WWW 的工作方式.....176	8.2 网络管理的功能.....213
7.2.4 WWW 浏览器.....176	8.2.1 网络管理的功能.....213
7.2.5 WWW 的语言.....177	8.2.2 网络管理资源的表示.....215
7.2.6 Web 服务器的创建.....181	8.3 网络管理协议及网络管理系统的组成.....215
7.3 电子邮件服务.....186	8.3.1 网络管理协议概述.....215
7.3.1 什么是电子邮件.....186	8.3.2 简单网络管理协议 (SNMP).....216
7.3.2 电子邮件的基本概念.....187	8.4 网络故障诊断和维护方法.....221
7.3.3 电子邮件的系统结构.....188	8.4.1 两种逐层排查方式.....221
7.3.4 电子邮件的工作过程.....188	8.4.2 根据具体情况选择排查方式.....221
7.3.5 电子邮件客户端软件.....189	8.4.3 分层排查网络的措施.....222
7.3.6 IMail 的安装和设置.....189	8.5 网络故障维护命令.....222
7.4 文件传输服务.....191	8.5.1 Winipcfg (ipconfig) (检查 IP 配置).....223
7.4.1 文件传输的概念.....191	8.5.2 Ping (检查是否连通).....223
7.4.2 FTP 的工作过程.....191	8.5.3 Tracert (检查通信路径).....224
7.4.3 匿名 FTP 服务.....192	8.5.4 Netstat (显示网络信息及连接状况).....225
7.4.4 FTP 客户端程序.....192	8.5.5 Arp.....225
7.4.5 HTTP 下载工具.....193	8.6 故障管理工具.....226
7.4.6 FTP 实例.....193	8.6.1 Windows 2000 网络监视器.....226
7.5 远程登录服务.....196	8.6.2 安装网络监视器.....227
7.5.1 什么是远程登录.....196	8.6.3 使用网络监视器.....227
7.5.2 远程登录协议.....196	8.7 常见局域网故障.....228
7.5.3 远程登录的工作过程.....196	8.7.1 硬件故障.....228
7.5.4 如何使用远程登录.....197	8.7.2 软件设置故障.....228
7.6 新闻与公告类服务.....197	8.7.3 排除网络故障实例.....229
7.6.1 网络新闻组.....197	8.7.4 网络安装常见故障分析.....230
7.6.2 电子公告牌.....198	思考题.....232
7.7 Internet 的接入方式.....199	第 9 章 计算机网络安全234
7.7.1 Internet 的基本接入方式.....199	9.1 计算机网络安全概述.....234
7.7.2 如何选择 ISP.....201	9.2 计算机网络安全的要求.....235
7.7.3 如何向 ISP 申请账号.....202	9.2.1 计算机网络安全的要求.....235
7.7.4 Internet 的访问速率与费用.....202	9.2.2 计算机网络的保护策略.....236



9.2.3 网络安全的脆弱点	237	9.4.2 防火墙的设计	247
9.2.4 安全计划与管理	238	9.4.3 防火墙的组成	248
9.2.5 常用的安全工具	239	9.5 网络攻击与防卫	251
9.3 访问控制与设备安全	241	9.5.1 常见的网络攻击及解决方法	251
9.3.1 访问控制技术	241	9.5.2 网络安全的防卫模式	255
9.3.2 设备安全	244	9.5.3 常用的安全措施原则	256
9.4 防火墙技术	245	思考题	257
9.4.1 防火墙的优缺点	246		

第 1 章 计算机网络技术基础

本章内容提要

- 计算机网络概述
- 计算机网络硬件
- 网络协议与网络体系结构

课前导读

计算机网络是计算机技术、通信技术和微电子技术相结合的产物。从 1969 年 12 月美国分组交换网 ARPANET 投入运行至今, 已经历了局域网、大型计算机网、微机网、数字网和综合业务数字网 ISDN (Integrated Services Digital Network) 等几个时代。随着现代信息社会进程的推进和计算机技术的迅猛发展, 计算机网络的应用将会深入到社会的各个领域并深刻地改变着人类的生存环境和生活方式。

1.1 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物。计算机网络的诞生使计算机的应用发生了巨大变化, 已经遍布军事、经济、科研、文化、教育和社会生活等各个领域。

1.1.1 计算机网络的定义和分类

所谓计算机网络, 就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互连成一个规模大、功能强的网络系统, 从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息, 共享硬件、软件、数据信息等资源。对于计算机网络, 各计算机是独立自主的, 其运行不依赖于其他计算机; 计算机之间的连接是物理实现的; 计算机之间能够利用各种通信手段进行相互通信, 并共享软件、硬件和数据等资源。

由于技术网络自身的特点, 计算机网络的分类标准很多, 比如按拓扑结构、介质访问方式、交换方式以及数据传输率等, 但这些分类标准只给出了网络某一方面的特征, 并不能反映网络技术的本质。事实上, 确实存在一种能反映网络技术本质的网络划分标准, 就是计算机网络的覆盖范围。

按网络覆盖范围的大小, 可以将计算机网络分为局域网 (LAN)、城域网 (MAN)、广域网 (WAN) 和互联网。

1. 局域网

局域网 (Local Area Network, LAN) 是指范围在几百米到十几公里内办公楼群或校园内的计算机相互连接所构成的计算机网络。计算机局域网被广泛应用于连接校园、工厂以及机

关的个人计算机或工作站，以利于个人计算机或工作站之间共享资源（如打印机）和数据通信。局域网最主要的特点是：网络为一个单位所拥有，地理范围和站点数目有限。

局域网具有以下特征：

- (1) 局域网仅工作在有限的地理范围内，采用单一的传输介质。
- (2) 数据传输率快，传统的 LAN 速度为 $10\text{Mb/s} \sim 100\text{Mb/s}$ 。新的 LAN 传输速率更高，可达到 1000Mb/s 。
- (3) 由于数据传输距离短，传输时延低且误码率低。
- (4) 局域网组网方便、实用灵活，是目前计算机网络中最活跃的分支。

2. 城域网

城域网（Metropolitan Area Network, MAN）所采用的技术基本上与局域网相类似，只是规模上要大一些。城域网既可以覆盖相距不远的几栋办公楼，也可以覆盖一个城市；既可以是私人网，也可以是公用网。城域网既可以支持数据和话音传输，也可以与有线电视相连。城域网一般只包含一到两根电缆，没有交换设备，因而其设计就比较简单。城域网中可包含若干个彼此互连的局域网，每个局域网都有自己独立的功能，可以采用不同的系统硬件、软件和通信介质构成，从而使不同类型的局域网能有效地实现资源共享。城域网目前多采用光纤或微波作为通信介质。

将城域网作为一种网络类型的主要原因是其有标准而且已经实现，该标准的名称为分布式队列双总线（Distributed Queue Dual Bus, DQDB），它现在已经成为国际标准，编号为 IEEE802.6。DQDB 的工作范围一般是 160km ，数据传输率为 44.736Mbps 。

3. 广域网

广域网（Wide Area Network, WAN）通常跨越很大的物理范围，是一种跨越城市、国家的网络，可以把众多的城域网、局域网连接起来。广域网的作用范围通常为几十公里到几千公里，甚至上万公里。除了计算机设备以外，还要涉及一些电信通信方式。广域网也称远程网。

广域网包含很多用来运行用户应用程序的机器集合，我们通常把这些机器叫做主机（host）；把这些主机连接在一起的是通信子网（communication subnet）。通信子网的任务是在主机之间传送报文。将计算机网络中的纯通信部分的子网与应用部分的主机分离开来，可以大大简化网络的设计。广域网的物理结构如图 1-1 所示。

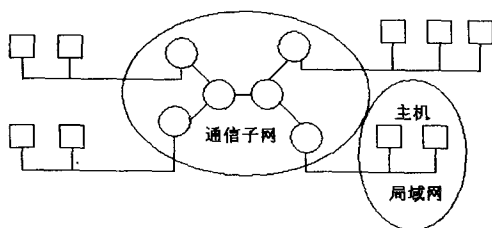


图 1-1 广域网物理结构



广域网的典型代表就是 Internet, 中文称因特网, 又叫互联网。用户可以利用 Internet 来实现全球范围的 WWW 信息查询与浏览、文件传输、语音与图像通信服务、电子邮件等功能。

4. 一些其他的分类方法

(1) 根据传输介质的不同, 网络可分为两种: 有线网和无线网。

有线网, 采用如同轴电缆、双绞线、光纤等物理介质进行传输数据的网络。双绞线网是目前最常见的连网方式, 它比较经济, 且安全方便, 容易组网, 传输和抗干扰能力一般, 广泛应用于局域网中, 还可以通过电话线上网。光纤网用光导纤维作为传输介质, 光纤传输距离长, 传输率高。

无线网, 采用卫星、微波等无线形式来传输数据的网络。

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。

无线网络是当前国内外的研究热点, 无线网络的研究是由巨大的市场需求驱动的。无线网络的特点是使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。目前无线通信系统主要有: 低功率的无绳电话系统、模拟蜂窝系统、数字蜂窝系统、移动卫星系统、无线 LAN 和无线 WAN 等。

(2) 根据计算机网络的拓扑结构可分为星型网络、总线型网络、树型网络、环型网络和网状型网络。网络的拓扑结构详见 1.3.4 节。

(3) 根据网络的使用者可以分为公用网 (Public Network) 和专用网 (Private Network)。

公用网是指国家的电信公司 (国有或私有) 建造的大型网络。“公用”就是指所有愿意按电信公司的规定交纳费用的人都可以使用。因此公用网也称公众网。

专用网是某个部门为本单位的特殊业务工作的需要而建造的网络。此种网络不向本单位以外的人提供服务。例如军队、电力等均有本系统的专用网。

还有其他的分类方式, 如按传播方式分类, 按网络的交换功能分类等等。

1.1.2 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。它的发展过程经历了从简单到复杂, 从单机到多机的演变过程。计算机技术和通信技术的不断发展, 导致计算机网络也经历了从简单到复杂, 从单机到多机的复杂过程, 其发展过程主要经历了以下 4 个阶段。

1. 面向终端的计算机网络

早期的计算机网络是面向终端的单机联机系统, 建于 20 世纪 60 年代初。它是由一台主机、多个联机终端和多用户操作系统组成, 较典型的是 1963 年美国空军建立的半自动地面防空系统。在这种简单的单机联机系统中连接大量的终端时, 有两个明显的缺点: 主机系统负载过重和通信线路利用率低。

为了解决这个问题便出现了多级联机系统,多级联机系统的主要特点是在主机和通信线路之间设置一个前端处理机,专门负责通信控制以减轻主机负担。该系统的典型代表是美国民航的全国订票系统。

2. 现代计算机网络阶段

现代计算机网络是计算机与计算机的互联,是计算机与计算机之间的通信。通信网络和资源网络这两个子网的结合构成了以通信网为核心,以资源为目的的现代计算机网络。现代计算机网络的整体性,用户不仅可以共享主机的资源,而且还可以共享其他用户的软、硬件资源。现代计算机网络的最初代表是美国国防部高级研究计划局开发的 ARPANET,它是 Internet 的雏形。

3. 计算机网络标准化阶段

经过 20 世纪 60~70 年代的前期发展,人们对计算机网络技术的研究日趋成熟,各大公司为了自己的利益制定了自己的网络体系标准,较著名的有 IBM 公司的 SNA, Digital 公司的 DNA 和 TCP/IP 等。

网络体系标准的出现,使得一个公司所生产的各种网络设备都能够轻易地互连成网,但是却不利于网络与网络之间的互连。然而不同网络体系标准下的用户迫切要求能够互相交换信息。

1977 年,国际标准化组织 ISO 专门成立机构来研究这个问题,并于 1980 年 12 月提出了一个使不同计算机能够在世界范围内互连成网的标准框架,这就是著名的“开放系统互联参考模型 OSI/RM”(简称 OSI),并于 1983 年被 ISO 正式批准为国际标准。ISO 模型的提出,为计算机网络技术的发展开创了一个新纪元,现在的计算机网络都是以 ISO 为标准工作的。同时,以 IEEE(电气和电子工程协会)802.3 和 IEEE802.5 局域网为代表的网络系统逐渐成熟,为在局部范围内普及网络系统奠定了基础。

4. 网络互联与高速网络阶段

20 世纪 90 年代后,计算机网络的发展更加迅速,随着数字通信的出现,计算机网络向着宽带综合业务数字网(B-ISDN)发展。

新一代计算机网络在技术上最主要的特点是综合化和高速化。所谓综合化就是指将语音、数据和图像等多种业务都以二进制代码的数字形式综合到一个网络中,计算机网络向综合化发展是与多媒体技术的迅速发展分不开的。而网络的高速化也称为宽带化,就是指网络的传输速率可达到几十或几百兆比特/秒(Mb/s),甚至更高的量级。现在可以在网上看电影、打电话和进行可视电话会议等,在低速网络时代,这些是不敢想像的事情。

1.1.3 计算机的功能和应用

计算机网络的主要功能包括如下几个方面。



1. 数据通信

现代社会信息量激增,信息交换也日益增多,每年有几万吨信件要传递。利用计算机网络传递信件是一种全新的电子传递方式。电子邮件比现有的通信工具有更多的优点,它不像电话需要通话者同时在场,也不像广播系统只是单方向传递信息,在速度上比传统邮件快得多。另外,电子邮件还可以携带声音、图像和视频,实现多媒体通信。如果计算机网络覆盖的地域足够大,则可使各种信息通过电子邮件在全国乃至全球范围内快速传递和处理(如因特网上的电子邮件系统)。

2. 资源共享

在计算机网络中,有许多昂贵的资源,例如大型数据库、巨型计算机等,并非为每一用户所拥有,所以必须实行资源共享。资源共享包括硬件资源的共享,如打印机、大容量磁盘等;也包括软件资源的共享,如程序、数据等。资源共享的结果是避免重复投资和劳动,从而提高了资源的利用率,使系统的整体性能价格比得到改善。

3. 提高系统的可靠性

在一个系统内,单个部件或计算机的暂时失效必须通过替换资源的办法来维持系统的继续运行。但在计算机网络中,每种资源(尤其程序和数据)可以存放在多个地点,而用户可以通过多种途径来访问网内的某个资源,从而避免了单点失效对用户产生的影响。

4. 提高系统处理能力和负载均衡

单机的处理能力是有限的,且由于种种原因(例如时差),计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲,在同一网内的多台计算机可通过协同操作和并行处理来提高整个系统的处理能力,并使网内各计算机负载均衡。由于计算机网络具备上述功能,因此可以得到广泛的应用。在银行利用计算机网络进行业务处理时,可使用户在异地实现通存通兑,还可以利用地理位置的差异增加资金的流通速度。

目前,IP电话、网上寻呼、网络实时交谈和E-mail已成为人们重要的通信手段。视频点播(VOD)、网络游戏、网上教学、网上书店、网上购物、网上订票、网上电视直播、网上医院、网上证券交易、虚拟现实以及电子商务正逐渐走进普通百姓的生活。随着网络技术的不断发展,各种网络应用将层出不穷,并将逐渐深入到社会的各个领域及人们的日常生活当中,改变着人们的工作、学习和生活乃至思维方式。

1.2 网络硬件

1.2.1 计算机网络的两级子网结构

计算机网络就是计算机之间通过连接介质互联起来,按照网络协议进行数据通信,实现

资源共享的一种组织形式。

连接介质和通信网中的传输线路一样，起到信息的输送和设备的连接作用，计算机网络的连接介质种类很多，可以是电缆、光缆、双绞线等“有线”的介质，也可以是卫星微波等“无线”介质，这和通信网中所采用的传输介质基本上是一样的。

在连接介质基础上，计算机网络必须实现计算机间的通信和计算机资源的共享，因此它的结构按照其功能可以划分成通信子网和资源子网两部分，如图 1-2 所示。当然，根据硬件的不同，将它分成主机和通信子网两部分也是正确的。

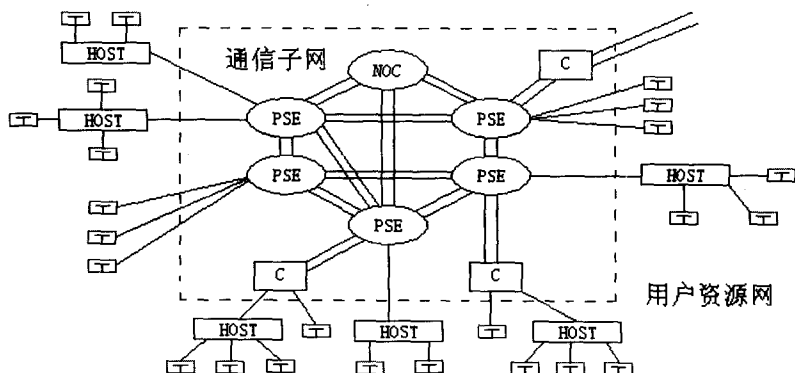


图 1-2 通信子网和资源子网

1. 用户子网

(1) 主机：主机是拥有各类可共享资源（如数据库、应用程序等）并担负数据处理任务的计算机系统，可以是单机，也可以是多机系统，它是用户子网的主要组成单元。

(2) 终端：终端是用户访问网络的界面。终端的种类很多，大部分只具备简单输入、输出功能。终端可以通过主机连入网中，也可以通过通信控制设备连入网中。

(3) 通信控制设备：通信控制设备是为用户提供入网手段，也可以成为数据传输设备，包括集中器、信号变换器等。

集中器使用在终端机较集中的地区，用低速线路把附近群集的终端连起来，通过 Modem 及高速线路与远程中心计算机的前端机相连，提高了线路的利用率，节约了远程线路的投资。信号变换器提供不同信号的转换，例如我们使用拨号上网的 Modem。

2. 资源子网

通信线路：通信线路用来连接网络，可以是电缆、架空明线、光纤等有线线路，也可以是微波、通信卫星的无线线路。

节点处理机：也可以叫网络连接设备，用来连接网络的产品。随着计算机网络在规模上的扩大和复杂程度上的增加，用来连接它们的网络连接设备也在随之变化。

但是不管网络连接设备使用的是何种类型，它们都拥有一个或更多的共同目标：

(1) 它们允许更多的节点连接到网络上，实现用户子网与通信子网的接口协议。节点



是网络连接的端点或一个网络中两条或两条以上线路公共的连接点。节点可以是处理机、控制器或工作站。它经常与设备这个词替换使用。

(2) 存储/转发功能：它们对入网的信息提供转接功能，同时可以尽可能地扩大网络距离，隔离网段，是网络问题诊断更加容易。

(3) 网络控制功能：节点可以进行路由选择、网络流量控制或执行其他各不相同的功能。

常用的网络连接设备有网桥、交换机（多端口网桥）和路由器。

就局域网而言，通信子网一般由网卡、线缆、集线器、中继器、网桥、路由器、交换机等设备和相关软件组成。资源子网一般由连网的服务器、工作站、共享的打印机和其他设备及相关软件所组成。

在广域网中，通信子网由一些专用的通信处理机（即节点交换机）及其运行的软件、集中器等设备和连接这些节点的通信链路组成。资源子网由上网的所有主机及其外部设备组成。

1.2.2 计算机网络传输技术

对于通信子网而言，根据信道类型的不同，分为两种不同的传输技术。

1. 广播式网络

广播式网络只有一条通信，有网络上所有的机器所共享。分组或包可以由网络上的任何一台机器发送和接收，由包里的地址段来指明接受的机器。原理：一个很简单的比喻，医院里的大喇叭在呼叫：“请张医生赶快到急症室来”。这时医院所有的医生都听到了这个呼叫，但只有张医生会到急症室去，“张医生”就是包里面的指明的地址段，他接受这一段广播，而这段广播则被其他的医生丢弃了！

2. 点到点网络

与广播式网络不同的是，p2p（点对点）网络则是由一对机器之间的多条连线组成，从源到目的地的过程可能要经过多个中间机器。通常源、目的站点间存在有多条可能路径，并且距离、时间延迟也不一样，因此在点到点网络中路由选择算法尤为重要。

总之，一般大的网络一般采点到点模式，而小的则是广播模式。

1.3 网络软件

1.3.1 网络协议与网络体系结构的基本概念——协议分层

体系结构是研究系统各部分组成及相互关系的技术科学。计算机网络体系结构采用分层配对结构，定义和描述了一组用于计算机及其通信设施之间互连的标准和规范，遵循这组规范可以方便地实现计算机设备之间的通信。所谓网络体系就是为了完成计算机间的通信合作，把每台计算机互连的功能划分成明确定义的层次，并规定了同层次进程通信的协议及相邻层



之间的接口及服务, 将这些同层进程通信的协议以及相邻层的接口统称为网络体系结构。

在网络中包含多种计算机系统, 它们的硬件和软件系统各异, 要使得它们之间能够相互通信, 就必须有一套通信管理机制使通信双方能正确地接收信息, 并能理解对方所传输信息的含义。也就是说, 当用户应用程序、文件传输信息包、数据库管理系统和电子邮件等互相通信时, 它们必须事先约定一种规则(如收信息的代码、格式以及如何交换等), 这种规则就称为协议。准确地说, 协议就是为实现网络中的数据交换而建立的规则标准或约定。网络协议也可简称为协议。网络协议主要由以下三个要素组成:

- 语法: 即数据与控制信息的结构或格式。
- 语义: 即需要发出何种控制信息, 完成何种动作以及做出何种响应。
- 同步: 即事件实现顺序的详细说明。

网络协议是计算机网络的不可缺少的组成部分。

为了减少网络设计的复杂性, 绝大多数网络采用分层设计方法。所谓分层设计方法, 就是按照信息的流动过程将网络的整体功能分解为一个个的功能层, 不同机器上的同等功能层之间采用相同的协议, 同一机器上的相邻功能层之间通过接口进行信息传递。网络设计者并不是设计一个单一、巨大的协议来为所有形式的通信规定完整的细节, 而是采用把通信问题划分为许多个小问题, 然后为每个小问题设计一个单独的协议的方法。这样做使得每个协议的设计、分析、编码和测试都比较容易。

分层有两个优点。首先, 它将建造一个网络的问题分解为多个可处理的部分。不必把希望实现的所有功能都集中在一个软件中, 而是可以分几层, 每一层解决一部分问题。第二, 它提供一种更为模块化的设计。如果想要加一些新的服务上去, 只需修改一层的功能性, 继续使用其他层提供的功能。通常, 在系统的任意一层上都提供多种抽象, 每种抽象都向高层提供一种不同的服务, 而所有抽象都建立在同样的低层抽象上。

分层模型(Layering Model)是一种用于开发网络协议的设计方法。本质上, 分层模型描述了把通信问题分为几个小问题(称为层次)的方法, 每个小问题对应于一层。按照结构化设计方法, 计算机网络将其功能划分为若干个层次, 较高层次建立在较低层次的基础上, 并为更高层次提供必要的服务功能。网络中的每一层都起到隔离作用, 使得低层功能具体实现方法的变更不会影响到高一层所执行的功能。

1.3.2 网络体系结构的分层及其分析——协议、接口和服务

为了减少计算机网络设计的复杂性, 设计者往往按功能将计算机网络划分为多个不同的功能层。网络中同等层之间的通信规则就是该层使用的协议, 如有关第 N 层的通信规则的集合, 就是第 N 层的协议。而同一计算机的不同功能层之间的通信规则称为接口(Interface), 在第 N 层和第 $(N+1)$ 层之间的接口称为 $N/(N+1)$ 层接口。总的来说, 协议是不同机器同等层之间的通信约定, 而接口是同一机器相邻层之间的通信约定。不同的网络, 分层数量、各层的名称和功能以及协议都各不相同。在所有的网络中, 每一层的目的都是向它的上一层提供一定的服务。

分层设计方法将整个网络通信功能划分为垂直的层次集合后, 在通信过程中下层将向上层隐蔽下层的实现细节。但层次的划分应首先确定层次的集合及每层应完成的任务。划分时