

高职高专计算机系列规划教材



计算机 网络基础教程 (第3版)

严争 主编 高立同 王丽娜 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高职高专计算机系列规划教材

东莞职业技术学院图书馆



A00361122

计算机网络基础教程

(第3版)

严争 主编

高立同 王丽娜 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是面向高职高专的计算机及相关专业学生学习计算机网络基础而编写的含有项目实训的教材。全书内容包括计算机网络的基本概念、网络体系结构、数据交换技术与传输媒体、物理层协议、以太网标准、网络互联技术、IP 数据报及 IP 层路由技术、地址转换 NAT 与 IPv6、运输层基本概念及 TCP 协议、广域网技术、网络操作系统、计算机网络安全基础等内容。本书注重计算机网络基础知识与实际应用相结合,附录为基于项目的实验,使学生能掌握构建网络的实际技能。每章后还附有大量练习,便于学生复习。

本书从高职高专人才培养目标出发,力求内容新颖、难度适中、通俗易懂、理论联系实际,注重系统性、完整性、实践性,反映计算机网络技术的最新发展。本书既可以作为高职高专相关专业的教材,也适合非计算机专业以及广大计算机网络初学者学习使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础教程 / 严争主编; 高立同, 王丽娜编著. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2011.12
高职高专计算机系列规划教材
ISBN 978-7-121-15012-8

I. ①计… II. ①严… ②高… ③王… III. ①计算机网络—高等职业教育—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 229140 号

策划编辑: 吕 迈

责任编辑: 周宏敏

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.5 字数: 423 千字

印 次: 2011 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

进入 21 世纪,社会的各个领域已经越来越和网络发生密切关系,计算机网络尤其是 Internet 正在改变着人们的生活、学习、工作、娱乐及思维方式,人们在科学技术、政治经济、社会发展以及国家安全等方面都越来越依赖于网络。计算机网络从诞生至今短短的几十年里取得了长足的发展,尤其在近十几年中更是得到了高速发展。计算机网络技术也已成为当今最热门的学科之一,因而对计算机网络的学习与应用显得尤为重要。

本书是面向高职高专计算机专业的教材,根据高职高专“以适应社会需要为目标、以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案”的培养目标特点,全书在编写时力求内容新颖、概念清晰、通俗易懂,并具有系统性、完整性。在编写中力求层次清楚、语言简洁、理论联系实际。每章都精心编写实训项目,以方便读者既能学习到理论知识,又能通过实训项目获得一些实用技能。

全书共 9 章。第 1 章介绍计算机网络的基本概念,着重介绍什么是计算机网络、网络的拓扑结构以及计算机网络体系结构,OSI 体系结构和 TCP/IP 体系结构。第 2 章先简单介绍了数据通信的一些基本概念,然后介绍计算机网络常用的数据交换技术,目前比较通用的各种传输媒体的特性,接着对网络结构化布线系统进行了简单讨论,最后详细介绍了物理层的基本概念以及物理层的标准。第 3 章主要介绍局域网技术,先讨论了有关数据链路层的基本概念及链路层协议,接下来讨论局域网的体系结构,局域网的介质访问控制方法,重点对以太网标准和快速以太网、千兆位以太网、以太网中使用的设备与相关技术进行了介绍,并对万兆位以太网做了介绍。第 4 章主要涉及网络层与网际层协议,介绍网络层基本概念、网络互联技术及网络互联设备,介绍了 IP 协议的组成、IP 地址、地址转换协议、IP 数据报及 ICMP 协议以及 NAT 和 IPv6,还讨论了 IP 层进行网络互联的原理,Internet 路由协议以及路由器的原理与使用界面。第 5 章介绍运输层的基本概念,主要讨论 TCP/IP 体系结构中的 TCP 协议和 UDP 协议,涉及 TCP 流量控制、TCP 报文以及 TCP 的连接管理。第 6 章对当今 Internet 上的主要应用进行了介绍,主要介绍了域名系统 DNS、电子邮件系统、FTP 文件传输及 FTP 的使用、远程登录、万维网(WWW)、网络管理的基本概念和网络常见故障诊断和排除。第 7 章主要介绍电话交换网(PSTN)、非对称的数字用户环线(ADSL)、帧中继网络(FR)及应用、ATM 网络基本概念及应用,以及新一代网络技术。第 8 章主要介绍网络操作系统,主要对 Windows Server 2003 网络操作系统和 Linux 网络操作系统做了介绍。第 9 章涉及计算机网络安全,主要讨论了计算机网络安全的内容及研究对象,计算机网络安全采取的措施、数据加密技术、虚拟专用网 VPN 技术及防火墙技术。附录以一个中型企业网络构建为背景,介绍了如何进行网线制作、基本网络构建、交换机基本配置、VLAN 划分、VLAN 间路由、路由器基本配置、静态路由配置、动态路由配置以及 NAT 地址转换等实验内容。

本书由钟山职业技术学院严争主编,第 1 章至第 4 章由严争编写,第 5 章至第 7 章由高立同编写,第 8 章和第 9 章由王丽娜编写。其他参编人员有:冯元、陈曦、冯爽、韦伟、袁启昌、周海健、吴祯、蒋寒卉、毕桂仁。本书第 3 版由严争修订并定稿。由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误等不尽人意之处,恳请各位专家、读者不吝赐教。

编 者

2011 年 8 月

目 录

第1章 计算机网络概论	(1)
1.1 计算机网络基本概念	(1)
1.1.1 计算机网络的定义	(1)
1.1.2 计算机网络的产生与发展	(2)
1.1.3 计算机网络的组成与分类	(3)
1.1.4 计算机网络的拓扑结构	(4)
1.2 计算机网络体系结构	(6)
1.2.1 网络体系结构基础	(6)
1.2.2 OSI 的体系结构	(8)
1.3 Internet 与 TCP/IP 体系结构	(10)
1.3.1 Internet 的产生、发展与标准化工作	(10)
1.3.2 TCP/IP 体系结构	(11)
1.3.3 TCP/IP 协议族及特点	(12)
练习题	(13)
第2章 数据通信基础与物理层	(16)
2.1 数据通信的基本概念	(16)
2.1.1 信号与信道	(16)
2.1.2 带宽与时延	(17)
2.1.3 数据通信方式	(17)
2.1.4 同步方式	(19)
2.1.5 基带传输与数字信号编码	(20)
2.1.6 频带传输与模拟信号编码	(22)
2.1.7 多路复用技术	(23)
2.2 数据交换技术	(25)
2.2.1 电路交换	(25)
2.2.2 分组交换与报文交换	(26)
2.2.3 交换技术的比较	(27)
2.3 传输媒体	(28)
2.3.1 双绞线	(28)
2.3.2 同轴电缆	(29)
2.3.3 光纤	(29)
2.3.4 无线传输	(30)
2.4 网络结构化布线简介	(31)
2.4.1 结构化布线系统的组成	(31)
2.4.2 结构化布线系统中的传输媒体	(34)
2.4.3 结构化布线中的连接部件	(34)

2.4.4	结构化布线系统标准	(35)
2.5	物理层协议	(35)
2.5.1	物理层的基本概念	(36)
2.5.2	物理层标准举例	(37)
(1)	练习题	(40)
第3章	局域网技术	(42)
(1)	3.1 数据链路层基础	(42)
(2)	3.1.1 数据链路层的基本概念	(42)
(3)	3.1.2 链路控制规程 HDLC	(46)
(4)	3.1.3 Internet 的点对点协议 PPP	(50)
(5)	3.2 局域网的体系结构	(53)
(6)	3.2.1 什么是局域网	(53)
(7)	3.2.2 局域网的层次模型	(53)
(8)	3.2.3 IEEE 802 标准系列	(54)
(9)	3.2.4 媒体访问控制方法	(55)
(10)	3.3 以太网标准	(55)
(11)	3.3.1 CSMA/CD 与传统以太网	(55)
(12)	3.3.2 以太网帧格式	(59)
(13)	3.3.3 快速以太网	(60)
(14)	3.3.4 千兆位以太网	(61)
(15)	3.3.5 万兆位以太网	(62)
(16)	3.4 以太网设备与相关技术	(63)
(17)	3.4.1 中继器和集线器	(63)
(18)	3.4.2 网桥与生成树算法	(64)
(19)	3.4.3 交换式以太网和交换机	(67)
(20)	3.4.4 虚拟局域网	(69)
(21)	3.5 无线局域网	(71)
(22)	3.5.1 无线局域网概述	(71)
(23)	3.5.2 无线局域网产品介绍	(72)
(24)	3.6 其他局域网技术	(73)
(25)	3.6.1 令牌环网——IEEE 802.5 标准	(73)
(26)	3.6.2 令牌总线局域网——IEEE 802.4 标准	(73)
(27)	3.6.3 光纤分布数据接口	(74)
(28)	练习题	(75)
第4章	网络层与 IP 协议	(78)
(29)	4.1 网络层	(78)
(30)	4.1.1 网络层基本概念	(78)
(31)	4.1.2 数据报服务与虚电路服务	(78)
(32)	4.1.3 网络互联	(81)
(33)	4.1.4 网络互联设备	(82)

4.2	IP 协议	(84)
4.2.1	IP 地址及子网掩码	(84)
4.2.2	地址转换协议	(91)
4.2.3	IP 数据报	(92)
4.2.4	ICMP 协议	(93)
4.3	使用 IP 协议进行网络互联	(95)
4.3.1	IP 协议互联原理	(95)
4.3.2	路由协议	(97)
4.3.3	路由器原理与使用	(99)
4.4	网络地址转换与下一代网际协议 IPv6	(101)
4.4.1	网络地址转换	(101)
4.4.2	IPv6 的基本概念	(102)
	练习题	(104)
第 5 章	运输层与 TCP 协议	(108)
5.1	运输层概述	(108)
5.2	TCP/IP 中的运输层	(109)
5.2.1	运输层协议	(109)
5.2.2	端口的概念	(110)
5.3	TCP 协议	(111)
5.3.1	TCP 报文	(113)
5.3.2	TCP 的编号与确认	(114)
5.3.3	TCP 的传输连接管理	(117)
5.3.4	TCP 流量控制与拥塞控制	(118)
5.3.5	TCP 的重传机制	(119)
5.4	UDP 协议	(120)
	练习题	(123)
第 6 章	Internet 应用	(124)
6.1	应用层概述	(124)
6.2	域名系统	(125)
6.2.1	域名系统概述	(125)
6.2.2	Internet 的域名结构	(126)
6.2.3	域名解析	(128)
6.3	电子邮件	(129)
6.3.1	电子邮件的特点	(129)
6.3.2	电子邮件系统原理	(130)
6.3.3	电子邮件的格式	(131)
6.3.4	电子邮件的相关协议	(133)
6.4	文件传输	(135)
6.4.1	文件传输协议原理	(135)
6.4.2	FTP 的使用	(136)

6.4.3	简单文件传输协议	(137)
6.5	远程登录	(138)
6.5.1	Telnet 的工作原理	(138)
6.5.2	网络虚拟终端	(139)
6.5.3	Telnet 选项协商	(140)
6.6	万维网 WWW	(141)
6.6.1	WWW 概述	(141)
6.6.2	统一资源定位器	(142)
6.6.3	超文本传输协议	(143)
6.6.4	WWW 浏览器	(143)
6.6.5	WWW 的语言 HTML	(144)
6.7	网络管理	(144)
6.7.1	网络管理的产生和发展	(145)
6.7.2	网络管理的基本概念	(145)
6.7.3	管理信息库	(147)
6.7.4	管理信息结构	(148)
6.7.5	简单网络管理协议	(149)
6.7.6	网络常见故障诊断和排除	(150)
	练习题	(153)
第 7 章	广域网技术	(155)
7.1	电话交换网	(155)
7.2	非对称的数字用户环线	(155)
7.2.1	xDSL 概述	(155)
7.2.2	ADSL 的功能特点	(156)
7.2.3	ADSL 的应用	(158)
7.3	Cable MODEM	(158)
7.3.1	Cable MODEM 概述	(158)
7.3.2	Cable MODEM 技术原理	(159)
7.4	ATM 网络	(159)
7.4.1	ATM 概述	(159)
7.4.2	ATM 协议参考模型	(161)
7.4.3	ATM 网络结构和技术特点	(163)
7.4.4	ATM 应用示例	(164)
7.5	帧中继网络	(165)
7.5.1	帧中继的产生和发展	(165)
7.5.2	帧中继技术的基本工作原理	(166)
7.5.3	帧中继的拥塞管理	(167)
7.5.4	帧中继的应用	(168)
7.6	SONET/SDH 接口	(169)
7.6.1	SONET/SDH 的传输速率	(169)

7.6.2	SONET 的第一级 STS-1/OC-1 的帧格式	(169)
7.6.3	SDH 中的信元传输	(170)
7.7	新一代网络	(173)
7.7.1	IP Over ATM	(173)
7.7.2	IP Over SDH	(175)
7.7.3	IP Over WDM	(177)
	练习题	(179)
第 8 章	网络操作系统	(180)
8.1	网络操作系统概述	(180)
8.2	Windows Server 2003 网络操作系统	(181)
8.2.1	Windows Server 2003 简介	(181)
8.2.2	域控制器与活动目录	(182)
8.2.3	用户账户管理	(189)
8.2.4	Windows Server 2003 服务器管理功能	(194)
8.2.5	Windows Server 2003 的安全管理	(198)
8.3	Linux 网络操作系统	(199)
8.3.1	Linux 简介	(199)
8.3.2	创建和管理文件系统	(201)
8.3.3	用户管理	(205)
8.3.4	配置网络	(206)
	练习题	(207)
第 9 章	计算机网络安全	(209)
9.1	计算机网络安全概述	(209)
9.2	计算机网络安全的内容及研究对象	(210)
9.2.1	计算机网络安全的内容	(210)
9.2.2	计算机网络安全研究的对象	(212)
9.3	计算机网络安全措施	(213)
9.3.1	数据加密技术	(214)
9.3.2	虚拟专用网技术	(220)
9.3.3	防火墙技术	(224)
	练习题	(231)
附录	基于项目的实验	(232)
项目	构建一个中型企业网	(232)
任务 1	前期准备——制作网络连接线	(234)
任务 2	构建基本网络——主机互联	(236)
任务 3	设备配置——交换机基本操作	(237)
任务 4	控制网络广播流量——划分 VLAN	(239)
任务 4.1	同一交换机上划分 VLAN	(240)
任务 4.2	跨交换机划分 VLAN	(240)
任务 5	资源共享——VLAN 间路由	(242)

任务 6 设备配置——路由器基本操作	(243)
任务 7 实现子网互联——静态路由	(245)
任务 8 实现子网互联——动态路由	(247)
任务 9 局域网接入 Internet——配置 NAT	(250)
参考文献	(252)

第 1 章 计算机网络概论

1.1 计算机网络基本概念

进入 21 世纪，人们对“网络”这个名词已不再陌生，使用网络已成为十分普通的事情。大家通过网络查找信息、结交朋友、进行购物……网络为我们增添了很多乐趣并正在成为我们生活中不可缺少的组成部分。除了为我们的生活、学习和工作提供方便外，网络还支撑着现代社会的正常运转，可以毫不夸张地说，没有网络会像没有电一样令我们的生活黯淡无光。这里所说的“网络”就是“计算机网络”。计算机网络具有快速、准确的特点，一旦建好将自动运行，几乎不需要人工干预。计算机网络的这些特点与现代社会的快节奏十分吻合，实践证明，合理、巧妙地利用计算机网络可以极大地提高效率、缩短时空距离。

会使用网络并不等于懂得网络，而懂得网络将会帮助你更加有效地使用网络。同时，懂得网络的你可以建造和管理网络，甚至可以拥有属于自己的网络。

1.1.1 计算机网络的定义

什么是计算机网络？很多人只要略加思考就会给出自己对计算机网络的定义。从字面上看，“计算机网络”由“计算机”和“网络”两部分构成，“计算机”用来修饰“网络”，说明这里所说的网络是专为计算机服务的，而不是电话网络、有线电视网络。下面我们给出计算机网络的一般定义：

所谓计算机网络就是利用通信设备和线路将地理位置不同、功能独立的多个计算机系统互联起来，并通过功能完善的网络软件实现网络中资源共享和信息传递的系统。

理解这个定义要抓住几个要点：

(1) 连接对象。即“地理位置不同、功能独立的计算机系统”，功能独立是指该计算机即使不连网也具有信息处理能力，连网后不但可以从网络上获取信息还能向网络提供可用资源（如信息资源、软/硬件资源等），这样，接入网络的计算机越多，网络的资源就越丰富。地理位置不同强调了计算机网络应能适应任意的距离范围，从几米到数万千米甚至更远。

(2) 如何连接。即“利用通信设备和线路”进行连接，这里所说的通信设备和线路可以是公用的（如电话网）也可以是自建的，可以有线的也可以是无线的，只要能够传输计算机数据都可以用来连网。

(3) 连网目的。即“实现网络中资源的共享和信息传递”，其中信息传递是主要目的，资源共享次之。网络中资源主要指计算机资源（如存储的信息和信息处理能力等）和网络线路资源（传输数据的能力）。随着技术的发展，连网的目的也在发生变化，但信息传递和资源共享仍然是最基本的。

(4) 为了实现连网目的还必须有“功能完善的网络软件”。这实际上是计算机网络的精髓，也是计算机网络区别于其他网络的标志，简单地使用通信设备和线路将计算机连接在一起还不能实现计算机之间的信息传递和资源共享。本书的大部分篇幅都是讨论构造这些软件的技术和标准，主要包括网络通信协议、信息交换方式及网络操作系统等。

从上面的定义可以看出，计算机网络是现代计算机技术与通信技术密切结合的产物，是随社会对信息共享和信息传递的要求而发展起来的。现代计算机技术和通信技术为计算机网络的产生提供了物质基础，社会对信息共享和信息传递的需求加速了计算机网络的产生和发展过程。

1.1.2 计算机网络的产生与发展

1. 计算机网络的产生

真正符合定义的计算机网络出现于 20 世纪 60 年代，由美国军方投资研制，其目的是构造一种崭新的、能够适应现代战争需要且残存性很强的网络。在战争中，即使这种网络的部分遭到破坏，残存部分仍能正常工作。该项目由美国军方的高级研究项目局（ARPA）负责，1969 年底试验系统建成，命名为 ARPANET，它就是 Internet 的前身。ARPANET 是广域网，首次采用分组交换技术，是计算机网络发展史上的里程碑。

计算机网络的另一个雏形是远程联机系统，在 20 世纪 50 年代开始使用。由于当时的计算机系统非常昂贵，为了充分利用宝贵的计算机资源，允许多人同时使用一台计算机，特别是远程使用，发明了称为“终端”的设备。该设备比较简单，价格远远低于主计算机，由显示器、键盘和简单的通信硬件组成，终端通过通信线路与主计算机相连，其作用是将远地用户通过键盘输入的命令和数据传送给主计算机，将主计算机的执行结果回送终端并在屏幕上显示。由于终端不具有独立的处理能力，因此远程联机系统并不是真正意义上的计算机网络。

进入 20 世纪 70 年代，随着半导体技术的出现，计算机的价格开始大幅下降，更多的人可以使用功能独立的计算机。随之出现的需求是如何将一个房间和一栋建筑中的多台计算机连接起来实现信息和资源共享，1973 年美国施乐公司（Xerox）发明了第一种实用的局域网技术，命名为以太网（Ethernet）。局域网在技术上与广域网不同，是当时传输速度较快的计算机网络技术之一。

2. 计算机网络的发展阶段

计算机网络的发展史可以概括为三个主要阶段，即计算机网络的产生阶段、多标准共存的蓬勃发展阶段和具有统一标准的互联网阶段。每个阶段都有很多关于网络的新技术和新标准产生，但随着时间的推移，其中有些标准和技术得到发展且今天仍在使用，有些则被淘汰。回顾计算机网络的发展史，可以使我们了解社会需要什么样的新技术及计算机网络未来的发展趋势。

前面已经讨论了计算机网络的产生阶段，该阶段经历的时间较长，其间产生的远程联机、分组交换和局域网等技术经过发展和完善今天仍在广泛使用，并已经成为计算机网络最基本的构成技术。20 世纪 70 年代末到整个 80 年代，计算机网络进入蓬勃发展阶段，随着个人计算机的出现和迅速普及，社会对计算机连网的需求快速增长，很多公司都投入大量资金研制

新的网络技术和标准,希望占领更多的市场,其中最具代表性的是美国的 IBM 公司和 DEC 公司。这个时期出现的网络技术和标准种类很多,局域网主要有:更快更完善的以太网技术、令牌环技术、FDDI 等。广域网主要有 X.25。由于商业利益的驱动,各公司都想使自己的技术成为工业生产标准,争夺的结果导致网络产品彼此互不兼容,用不同公司产品构建的网络很难或根本无法互通,用户一旦投资使用某家公司的产品便被套牢,否则以前的投资就会付诸东流。鉴于这种局面,国际标准化组织 ISO 于 1984 年正式颁布了称为“开放系统互联参考模型”的国际标准 OSI 7498。该模型分为七个层次,有时也称为 OSI 七层模型。

国际标准化组织制定该标准的目的是想实现计算机网络世界的天下大同,同时网络产品生产厂商们也认识到统一网络技术标准的好处,即可以打破封闭网络的束缚,为网络产品带来更大的市场空间。进入 20 世纪 90 年代,国际标准化组织的这种努力效果并不明显,而这时的 ARPANET 网络经过 20 多年的发展,已经具有较大的规模,并更名为 Internet。1990 年美国军方宣布关闭 ARPANET 网络,同时政府允许私营公司经营 Internet 主干网,另一个促使 Internet 高速发展的原因是 WWW 技术的发明,它使 Internet 上的信息可以连成一体,并使网络的使用变得简单化,精明的商人们看到了巨大的网络商机,大量的投入使 Internet 在 20 世纪 90 年代每年以指数级增长并最终实现了计算机网络世界的天下大同。具有讽刺意味的是国际标准化组织的目标由 Internet 实现了,其中的原因主要是 OSI 标准过于复杂,另外就是低估了市场的作用。Internet 成为事实上的标准后,计算机网络进入了具有统一标准的持续快速发展阶段,其背后更为深远的意义是人们不必再为网络的互联费尽心思,可以放心地去研究各种网络应用,使网络为人们的生活带来更多的惊喜和欢乐。

1.1.3 计算机网络的组成与分类

1. 计算机网络的组成

由计算机网络的定义可知,计算机网络主要由三个部分构成:

- (1) 若干计算机。用来向使用者提供服务。
- (2) 一个通信子网。由通信设备和线路组成,它们可以是专用的(只能用来构造计算机网络),也可以是通用的。
- (3) 一系列的协议。这些协议在计算机中以软件的形式存在,其主要功能是协调主机之间或主机和子网之间的通信。

还可以从更高的层面来看待计算机网络的组成,这时可以将计算机网络分为资源子网和通信子网两部分。其中通信子网负责全网的信息传递,资源子网则负责信息处理,向网络提供可用的资源,如图 1.1 所示。需要强调的是通信子网与资源子网的界面,在图 1.1 中,虽然计算机被划分在通信子网之外,但计算机中负责通信的部分应属于通信子网的范畴。

2. 计算机网络的分类

计算机网络的应用范围很广,为了适应不同的应用场合,计算机网络采用的标准和技术会有所不同。为了更准确地指出所采用的网络技术,需要了解计算机网络的分类方法及具体分类。

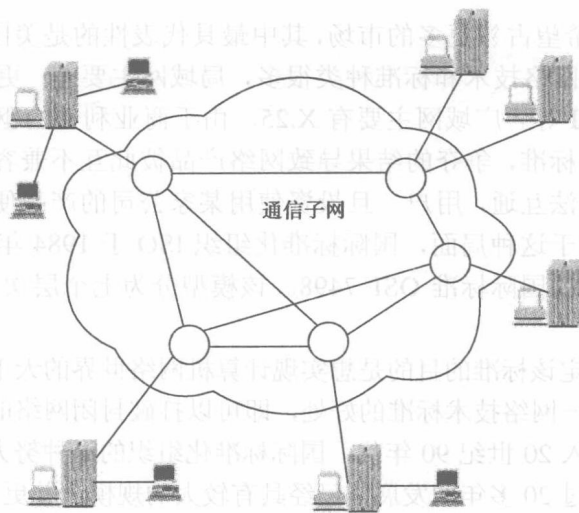


图 1.1 计算机网络

(1) 按网络的覆盖范围进行分类:

- ① 广域网 WAN (Wide Area Network)。覆盖范围从几十千米到几千千米甚至更远。
- ② 局域网 LAN (Local Area Network)。覆盖范围一般为几千米, 由于光纤技术的出现, 局域网实际的覆盖范围已经大大增加。
- ③ 城域网 MAN (Metropolitan Area Network)。覆盖范围一般为几十千米。

(2) 按网络的使用范围进行分类:

- ① 公用网 (Public Network)。由国家指定的专业电信公司进行建设和经营的网络。“公用”的含义是指所有愿意按电信公司规定交纳费用的人都可以使用, 所以“公用网”也可称为“公众网”。
- ② 专用网 (Private Network)。由某个单位根据自身业务特点和工作需要而建设的网络。由于安全和费用的问题, 这些网络通常不向本单位以外的人提供服务。如银行、电力网络。

(3) 按网络采用的交换方式进行分类 (计算机网络的交换方式是十分重要的概念, 将在第 2 章讨论):

- ① 电路交换。
- ② 报文交换。
- ③ 分组交换。
- ④ 混合交换。网络中同时采用电路交换和分组交换。

1.1.4 计算机网络的拓扑结构

拓扑这个名词来自几何学。网络拓扑结构是指网络的形状, 或者是它在物理上的连通性。计算机网络的拓扑结构有时很复杂, 但基本的拓扑结构可归纳为五种, 即星形、总线形、环形、树形和网形。

1. 星形拓扑

星形拓扑结构如图 1.2 (a) 所示, 所有计算机都通过通信线路直接连接到中心交换设备

上，其优点是结构简单；缺点是如果中心交换设备故障，则整个网络将瘫痪。

2. 总线形拓扑

总线形拓扑结构如图 1.2 (b) 所示，所有计算机共用一条通信线路，任意时刻只能有一台计算机发送数据，否则将会产生冲突。优点是结构简单，使用的电缆少；缺点是这条通信总线的任何一点出现故障，整个网络将瘫痪。

3. 环形拓扑

环形拓扑如图 1.2 (c) 所示，与总线形拓扑类似，所有计算机共用一条通信线路，不同的是这条通信线路首尾相连构成一个闭合环。环可以是单向的，也可以是双向的。单向环形网络的数据只能沿一个方向传输。

4. 树形拓扑

树形拓扑如图 1.2 (d) 所示，由星形拓扑演变而来，形状像一棵倒置的树，顶端是树根，树根以下带分支，每个分支还可再带子分支，其中树根和分支点为网络交换设备。其优点是易于扩展。

5. 网形拓扑

网形拓扑如图 1.2 (e) 所示，主要用于广域网，由于结点之间有多条线路相连，所以网络的可靠性较高。由于结构比较复杂，建设成本较高。

6. 混合形拓扑

上述拓扑结构可以在同一网络中混用，如图 1.2 (f) 所示，这样可以取长补短，构造出最适合的网络拓扑结构。

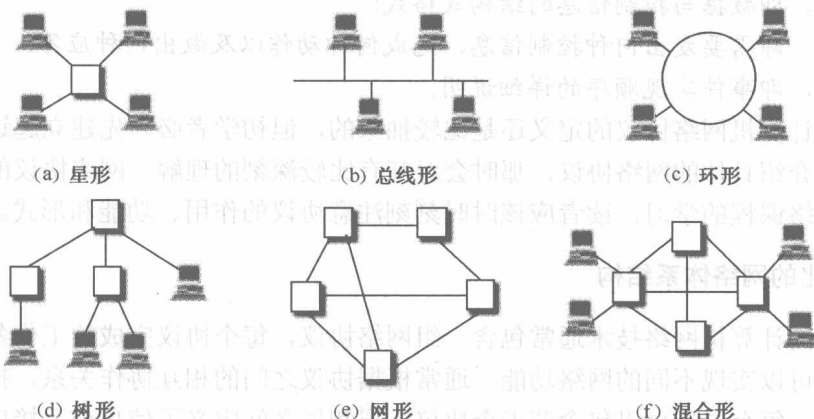


图 1.2 各种网络拓扑结构

了解网络采用的拓扑结构对管理和维护网络十分有用，特别是当网络出现故障时，如网络局部或全部不能通信、网络的传输速度明显下降等，通过分析拓扑结构可以很快找出问题所在并加以解决。

1.2 计算机网络体系结构

1.2.1 网络体系结构基础

学好计算机网络课程并不是一件简单的事情，但也不是高不可攀，关键是要找到学习和理解的钥匙，这把钥匙就是计算机网络体系结构，理解了网络体系结构的概念，可以指导并帮助你学习和理解具体的网络技术。本小节将讨论两个网络体系结构方面的基本概念：网络协议和层次化的网络体系结构。

1. 网络协议

网络协议是计算机网络的精髓，不理解协议的概念就无法理解计算机网络。网络协议的作用是约束计算机之间的通信过程，使之按照事先约定好的步骤进行。两台通过通信设备和线路连接在一起的计算机要想进行正常的通信，首先遇到的问题就是相互之间能否正确地理解对方传递的信息，就像两个面对面来自不同国家的人，虽然彼此都可以听到对方说话的声音，但如果语言不通，交流过程就不能正常进行。如果双方不存在语言障碍，又会出现交流什么、怎样交流的问题。对于人来说这些问题很好解决，但计算机并不具有人的智能，必须事先安排好交流的步骤和流程，只要通信双方都按照约定好的流程行事，就能顺利完成交流过程。可见网络协议的概念并不是凭空产生的，而是源于我们的日常生活。下面就给出计算机网络协议的一般性定义：

通过通信设备和线路连接起来的计算机要想做到有条不紊地交换数据，必须具有同样的语言，交流什么、怎样交流及何时交流都必须遵循事先约定的、都能接受的一组规则。这些为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定的集合称为网络协议。一个网络协议主要由以下三个要素组成：

- (1) 语法，即数据与控制信息的结构或格式；
- (2) 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应答；
- (3) 同步，即事件实现顺序的详细说明。

上述关于计算机网络协议的定义还是比较抽象的，但初学者必须先建立起这个概念，以后的章节中将介绍具体的网络协议，那时会对其有比较深刻的理解。网络协议的概念将贯穿整个计算机网络课程的学习，读者应该时时刻刻注意协议的作用、功能和形式。

2. 层次化的网络体系结构

一项实用的计算机网络技术通常包含一组网络协议，每个协议完成的工作各不相同，不同协议的组合可以实现不同的网络功能。通常根据协议之间的相互协作关系，把它们按层次结构进行组织，每个层次可以包含若干个协议，层和层之间定义了信息交互接口，使每个层次具有相对的独立性。位于某个层次中的协议既可以为上层协议提供服务，也可以使用下层协议提供的服务。具体应该划分多少层次，每个层次应该包含哪些协议，是研制网络技术时确定的，对于具体的网络技术这些问题都已确定。

为什么要将这些网络协议划分成层次结构呢？这是因为计算机之间的通信是一个十分复杂的问题，将一个复杂的问题分解成若干个容易处理的子问题，而后“分而治之”，逐个加以

解决，会使思路清晰，不出或少出问题，这是工程设计中常用的一种手段。下面列出了采用分层结构组织网络协议的好处：

(1) 每一层可以实现一种相对独立的功能，且不必知道相邻层是如何实现的，只要明确下层通过层间接口提供的服务是什么及本层向上层提供什么样的服务，就能独立地进行本层的设计。由于每一层只实现一种相对独立的功能，因而可将一个复杂问题分解为若干个比较容易处理的小问题。

(2) 系统的灵活性好。当某个层次的协议需要改动或替代时，只要保持它和上下层的接口不变，则其他层次都不受其影响。

(3) 每个层都可以采用最合适的技术来实现。

(4) 有利于标准化工作。每层的功能及其所提供的服务都已有了精确的说明，就像一个被标准化了的部件，只要符合要求就可以拿来使用。

明确了网络协议分层的原因后，给出网络体系结构的定义如下：

计算机网络的各层及其各层协议的集合称为网络的体系结构。

换句话说，计算机网络的体系结构是对如何划分层次、层次之间的关系及各层包含哪些协议的精确定义。从体系结构的定义中可以看出，分层的概念在计算机网络中也是十分重要的。

3. 协议和服务的关系

协议和服务的概念在上面已经介绍过了，为了进一步理解网络体系结构的概念，有必要明确协议和服务之间的关系。为了准确起见，在讨论之前先介绍几个相关的名词：实体、服务访问点、服务原语。

(1) 实体：在研究计算机网络时，可以用实体抽象地表示任何可发送或接收信息的硬件或软件。实体究竟是一个进程还是一个计算机，对研究问题没有实质上的影响。但在多数情况下，实体通常是一个特定的软件模块。

(2) 服务访问点：在同一系统中相邻两层的实体进行交互（即交换信息）的地方，通常称为服务访问点 SAP（Service Access Point）。

(3) 服务原语：上层使用下层所提供的服务必须通过与下层交换一些命令来实现，这些命令称为服务原语。

理解了实体这个名词后，可以重新给出协议的定义：

协议是控制两个对等实体进行通信的规则集合。

需要注意的是由于实体含义的多样性，我们可以将体系结构中的一个层次看成是一个实体，对等实体则可以理解为两台计算机中相同的体系结构层次。

协议和服务的概念是不同的，但又相互关联。

在协议的控制下，两个对等实体间的通信使得本层能够向上一层提供服务。要实现本层协议，还需要使用下面一层所提供的服务，体系结构中层与层之间的关系如图 1.3 所示。在对等层实体间传送的数据的单位都称为该层的协议数据单元 PDU（Protocol Data Unit）。

协议和服务在概念上是不一样的。首先，协议的实现保证了本层能够向上一层提供服务。本层的服务用户只能看见下层提供的服务而无法看见下层的具体协议，即下层的协议对上层的服务用户是透明的。其次，协议是“水平的”，即协议是控制对等实体之间通信的规则。而服务是“垂直的”，是由下层向上层通过层间接口提供的。另外，并非在一个层次内完成的全