



普通高等教育 电气信息类 应用型规划教材

计算机网络

李军怀 吕林涛 张 翔 编著



科学出版社



免费提供电子教案

普通高等教育电气信息类应用型规划教材

计算机网络

李军怀 吕林涛 张翔 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

计算机网络是计算机科学与技术及相关专业的主干课程之一,本书根据计算机网络课程的教学重点,结合计算机网络最新发展及应用状况而编写。全书以较成熟的计算机网络技术为核心,结合当前网络与通信的新技术、新成果,阐述计算机网络的基本概念、原理、应用技术和最新发展状况。

全书共分 10 章,全面系统地介绍了计算机网络的基本原理和体系结构,数据通信的基本知识。以 TCP/IP 模型为主线,介绍了物理层、数据链路层、局域网、广域网、网络层、运输层、应用层、网络安全与管理以及网络系统设计与配置技术等内容。为便于教师教学及学生自学,各章末均附有习题。

本书可供计算机及相关专业本科生作为教材使用,也可供从事计算机网络工作的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/李军怀,吕林涛,张翔编著. —北京:科学出版社,2016
(普通高等教育电气信息类应用型规划教材)

ISBN 978-7-03-046758-4

I. ①计… II. ①李…②吕…③张… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 322424 号

责任编辑:陈晓萍 孙露露/责任校对:陶丽荣
责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 2 月第一次印刷 印张:17 1/4

字数:410 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新科〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62138978-2009

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前言

计算机网络是计算机科学的重要分支,本书根据计算机网络课程的教学重点,结合计算机网络最新发展及应用状况而编写。

本书共分 10 章,参考学时数为 40~60。第 1 章主要介绍了计算机网络的形成与发展过程、计算机网络的定义与分类、计算机网络的组成、网络协议与体系结构、网络标准与标准化组织、计算机网络的功能与应用以及计算机网络性能指标;第 2 章首先讨论物理层的基本概念,然后介绍有关数据通信的基本知识、数据编码、多路复用技术,以及各种传输介质的主要特点,最后介绍了几种常用的物理层标准;第 3 章介绍了数据链路层控制的目的及功能、帧的装配和识别、差错控制、数据链路层协议、HDLC 协议、SLIP/PPP 协议等技术;第 4 章首先介绍局域网的基本特点和技术,接着讨论了局域网的参考模型,随后介绍了几种局域网络标准,分别是以太网、令牌环网,最后介绍了局域网技术、无线局域网和局域网互连技术;第 5 章介绍了广域网的基本概念、数据通信技术以及 X.25、帧中继、ATM 和 MPLS 等广域网络技术;第 6 章首先介绍了网络层及网络互连的基本概念和一些互连设备,然后重点讨论了网络互连的核心内容 IP 协议、路由原理及协议、IP 多播技术、Internet 组管理协议 IGMP 和网际协议 IPv6 的主要内容;第 7 章主要介绍运输层的功能以及在 TCP/IP 协议簇中运输层所采用的协议 UDP 和 TCP;第 8 章首先介绍了网络应用模型 Web,然后重点介绍了 DNS、Web、FTP、Telnet、E-mail、DHCP 等应用;第 9 章主要介绍了网络安全的概念、加密与认证技术、防火墙以及网络管理技术;第 10 章介绍了计算机网络系统的规划与设计原则,局域网和广域网的构建技术,网络布线系统及机房建设等内容,最后给出了一个网络系统设计与实施的例子。

本书编写过程中,注重系统性、实用性、先进性,注意追踪计算机网络发展的最新技术;坚持理论与实际相结合,基本原理阐述与实验技能介绍相结合;强调基本原理,概念准确、论述严谨、内容新颖,既考虑教材所介绍技术的成熟性,又考虑其具有一定的先进性,力求反映网络的最新发展成果。

本书由西安理工大学李军怀策划与编写。其中,第 1、2、4、6、7、8 章及第 9 章的 9.1、9.2 小节由李军怀编写;第 3 章及第 9 章的 9.3、9.4 小节由吕林涛编写;第 5、10 章由张翔编写。

由于时间和水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

本书编写过程中参考和引用了大量的参考文献(在书后列出),在此向被引用文献的所有作者表示衷心的感谢!

编者

于西安理工大学计算机科学与工程学院

2016 年 1 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.1.1 计算机网络的发展过程	1
1.1.2 Internet 的发展	3
1.1.3 计算机网络在中国的发展	4
1.2 计算机网络的概念与分类	5
1.2.1 计算机网络的概念	5
1.2.2 计算机网络的类型	5
1.3 计算机网络的组成	8
1.4 计算机网络体系结构与参考模型	9
1.4.1 计算机网络的分层结构	9
1.4.2 网络协议	10
1.4.3 层与服务、接口及协议之间的关系	10
1.4.4 计算机网络的服务分类	11
1.4.5 OSI 参考模型	12
1.4.6 TCP/IP 参考模型	16
1.5 网络标准与标准化组织	19
1.6 计算机网络性能指标	21
习题 1	23
第 2 章 物理层	24
2.1 基本概念	24
2.2 数据通信的基本知识	25
2.2.1 数据通信系统的模型	25
2.2.2 通信方式	26
2.2.3 数据传输速率与信道容量	28
2.3 数据编码技术	31
2.3.1 基本调制技术	31
2.3.2 脉冲编码调制技术	34
2.3.3 数字信号的编码技术	35
2.4 信道复用技术	36
2.4.1 概述	36
2.4.2 频分多路复用	37
2.4.3 时分多路复用	37

2.4.4 波分多路复用	39
2.4.5 码分多路复用	39
2.5 传输介质	39
2.5.1 有线传输介质	40
2.5.2 无线传输介质	45
2.6 物理层协议与接口标准	50
2.6.1 物理层特性	50
2.6.2 典型的物理层接口标准	51
习题 2	54
第 3 章 数据链路层	56
3.1 数据链路层的基本概念	56
3.1.1 设计数据链路层的原因	56
3.1.2 数据链路层的模型及其功能	56
3.2 差错检测方法	58
3.2.1 差错的起因和检测	58
3.2.2 常用的简单差错检测编码	59
3.3 停止等待协议	63
3.3.1 差错控制与流量控制	63
3.3.2 理想化的数据传输	63
3.3.3 具有简单流量控制的数据链路层协议	63
3.3.4 实用的停等协议	64
3.4 滑动窗口协议	65
3.5 连续 ARQ 协议	67
3.6 选择重传 ARQ 协议	68
3.7 协议的效率分析	69
3.7.1 停等协议的效率	69
3.7.2 连续 ARQ 协议的效率	70
3.7.3 基于滑动窗口的协议的效率	71
3.8 面向比特的数据链路层控制规程 HDLC	72
3.8.1 HDLC 协议概述	72
3.8.2 HDLC 的帧结构	73
3.8.3 工作过程	74
3.9 Internet 的数据链路层协议	77
3.9.1 PPP 协议的帧格式	78
3.9.2 PPP 协议的链路控制	79
3.9.3 PPP 协议的应用	80
习题 3	80
第 4 章 局域网	82
4.1 局域网概述	82
4.1.1 概述	82

4.1.2 基本技术	82
4.2 局域网体系结构	84
4.2.1 局域网模型	84
4.2.2 逻辑链路控制子层	86
4.2.3 介质访问控制子层	86
4.2.4 IEEE 802 标准	88
4.3 以太网与 CSMA/CD	89
4.3.1 CSMA/CD	89
4.3.2 以太网与 IEEE 802.3	94
4.3.3 以太网地址	95
4.4 令牌环网	96
4.4.1 令牌环的工作原理	96
4.4.2 MAC 帧	97
4.4.3 令牌环的管理	98
4.5 以太网技术	100
4.5.1 10Base2、10Base5 和 10Base-T	100
4.5.2 100Base-T	101
4.5.3 千兆位以太网	102
4.5.4 10 吉比特以太网	104
4.6 无线局域网	104
4.6.1 无线局域网的应用	105
4.6.2 IEEE 802.11 局域网体系结构	105
4.6.3 IEEE 802.11 介质访问控制协议	106
4.6.4 IEEE 802.11 协议栈	108
4.7 局域网互连	108
4.7.1 中继器	108
4.7.2 集线器	108
4.7.3 网桥	109
4.7.4 交换机	113
习题 4	115
第 5 章 广域网	116
5.1 广域网的基本概念	116
5.2 数据通信技术	116
5.2.1 电路方式	117
5.2.2 分组方式	117
5.2.3 帧方式	118
5.2.4 信元方式	118
5.3 X.25 分组交换网	119
5.3.1 概述	119
5.3.2 X.25 层次结构	120

5.3.3	X.25 的发展	120
5.4	帧中继	120
5.4.1	概述	120
5.4.2	帧中继的层次结构	121
5.4.3	帧中继网络构成	121
5.4.4	帧中继的发展	122
5.5	ATM	123
5.5.1	ATM 基本概念	123
5.5.2	ATM 参考模型	124
5.5.3	IP over ATM	126
5.6	MPLS	127
5.6.1	MPLS 标签结构	127
5.6.2	MPLS 分组转发	128
5.6.3	典型组网应用	129
	习题 5	131
第 6 章	网络层	132
6.1	网络层服务与网络互连	132
6.1.1	网络层服务模型	132
6.1.2	网络互连的基本概念	133
6.1.3	路由器的组成与功能	135
6.2	IP 协议	136
6.2.1	IP 协议的原理	136
6.2.2	IP 地址	137
6.2.3	IP 分组	140
6.2.4	IP 地址的动态分配	143
6.3	ARP 和 RARP 协议	148
6.3.1	ARP 协议	148
6.3.2	RARP 协议	149
6.3.3	IP 层处理分组的流程	150
6.4	ICMP 协议	151
6.5	路由选择算法	153
6.5.1	理想路由选择算法的特性	153
6.5.2	路由选择策略	153
6.5.3	路由算法	155
6.5.4	分层路由	162
6.6	Internet 路由选择协议	162
6.6.1	基本概念	162
6.6.2	路由信息协议	164
6.6.3	开放最短路径优先协议 (OSPF)	167
6.6.4	外部网关协议 (EGP)	170

6.6.5 边界网关协议 (BGP)	171
6.7 IP 多播与 IGMP	172
6.7.1 IP 多播的基本概念	172
6.7.2 IP 多播地址和多播组	172
6.7.3 Internet 组管理协议 (IGMP)	173
6.7.4 多播路由协议	175
6.7.5 多播骨干网	175
6.8 IPv6	176
6.8.1 IPv6 的基本格式	177
6.8.2 IPv6 地址	178
6.8.3 IPv4 向 IPv6 的转换	178
6.9 虚拟专用网 VPN	179
6.10 网络地址转换 NAT	180
习题 6	182
第 7 章 运输层	185
7.1 运输层概述	185
7.2 TCP/IP 模型中的运输层	186
7.2.1 TCP 和 UDP	186
7.2.2 运输层端口	186
7.3 用户数据报协议 (UDP)	188
7.3.1 UDP 概述	188
7.3.2 UDP 报文的格式	189
7.4 传输控制协议 (TCP)	190
7.4.1 TCP 提供的服务	190
7.4.2 TCP 报文段的格式	191
7.4.3 TCP 连接管理	192
7.5 TCP 流量控制与拥塞控制	194
7.5.1 TCP 的流量控制	194
7.5.2 TCP 的拥塞控制	196
7.5.3 重发机制	198
习题 7	199
第 8 章 应用层	201
8.1 概述	201
8.2 网络应用模型	202
8.2.1 客户/服务器模型	202
8.2.2 P2P 模型	203
8.3 DNS	203
8.3.1 DNS 服务	204
8.3.2 域名系统的结构	204
8.3.3 域名解析	205

8.3.4	DNS 记录与报文	207
8.4	Web 及应用	208
8.4.1	万维网 (Web)	208
8.4.2	超文本传送协议 (HTTP)	209
8.4.3	HTML	213
8.4.4	URL 与信息定位	213
8.4.5	Web 浏览器	214
8.5	文件传输协议 (FTP)	214
8.5.1	FTP 的工作原理	214
8.5.2	FTP 命令和回答	214
8.5.3	FTP 的应用	215
8.6	远程登录 (Telnet / SSH)	216
8.6.1	概述	216
8.6.2	Telnet 协议	216
8.6.3	SSH 协议	217
8.7	电子邮件 (E-mail)	218
8.7.1	概述	218
8.7.2	电子邮箱和地址	218
8.7.3	电子邮件的格式	219
8.7.4	电子邮件传输协议	219
8.8	动态主机配置协议 (DHCP)	220
8.8.1	DHCP 的基本概念	220
8.8.2	DHCP 的运作方式	221
8.8.3	DHCP 的使用场合	221
	习题 8	222
第 9 章	网络安全与网络管理	223
9.1	网络安全概述	223
9.1.1	网络安全的需求	224
9.1.2	网络安全的目标	224
9.2	加密与认证技术	225
9.2.1	数据加密的模型	225
9.2.2	对称密钥加密体制	225
9.2.3	公开密钥加密体制	227
9.2.4	密钥分配技术	229
9.2.5	数字签名技术	230
9.2.6	电子邮件加密	231
9.2.7	Internet 中的安全协议	232
9.3	防火墙技术	236
9.3.1	防火墙的体系结构	236
9.3.2	防火墙的应用	237

9.4 网络管理	239
9.4.1 概述	239
9.4.2 ISO 功能域	241
9.4.3 简单网络管理协议 (SNMP)	241
习题 9	244
第 10 章 网络系统设计与配置	245
10.1 网络系统设计概述	245
10.1.1 网络系统层次	245
10.1.2 设计内容	246
10.2 局域网设计	246
10.2.1 局域网互联技术	246
10.2.2 网络性能优化	248
10.2.3 网络工作组划分	250
10.2.4 大型路由交换网络	251
10.2.5 局域网集成典型方案	251
10.3 网络安全措施设计	252
10.4 综合布线系统	254
10.4.1 概述	254
10.4.2 机房建设	255
10.4.3 接线标准	256
10.4.4 布线标识管理	257
10.4.5 布线测试	258
10.5 企业网工程设计实例	258
10.5.1 总体设计方案	258
10.5.2 网络系统详细设计	260
习题 10	262
参考文献	263

第1章 概述

随着科学技术的发展和人类社会的进步,计算机技术与通信技术的紧密结合产生了计算机网络这一新的事物。计算机网络涉及通信与计算机两个领域的重要技术,它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化。计算机网络在当今社会经济中起着非常重要的作用,已经渗透到了社会生活的各个领域,成为人们工作、学习、生活中不可缺少的重要组成部分。

本章主要介绍计算机网络的形成与发展过程、计算机网络的概念与分类、计算机网络的组成、计算机网络体系结构、网络标准与标准化组织,以及计算机网络的主要性能指标。

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络的广泛应用正在改变着人们的工作方式和生活方式,不断引起世界范围内产业结构的变化,在经济、政治、文化、军事、教育和社会生活各个领域内发挥着越来越重要的作用。网络的出现,使世界变得越来越小,生活节奏越来越快,并且扩大了计算机的应用范围,为信息化社会的发展奠定了技术基础。

计算机网络涉及通信与计算机两个领域,它的发展过程是计算机与通信(Computer and Communication, C&C)融合的过程。两者的融合主要表现在以下两个方面:

- ① 通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要手段。
- ② 数字计算机技术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网络的各种性能。

1.1.1 计算机网络的发展过程

计算机网络技术始于20世纪50年代,从单机与终端之间的远程通信,发展到今天世界上数亿台计算机、移动终端等设备的互连;从4.8Kb/s争用型无线电频道传输系统,发展到无屏蔽双绞线、光纤上10Gb/s的网络系统。计算机网络发展过程的规律是由简单到复杂,由低速到高速,从单机到多机,由终端与计算机之间的通信到计算机与计算机之间的直接通信。计算机网络的发展经历了以下4个阶段。

第一阶段:以单个计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端的计算机网络;计算机技术与通信技术相结合,形成计算机网络的雏形。

第二阶段:多台计算机通过通信线路互连的计算机网络;在计算机通信网络的基础上,完成了网络体系结构与协议的研究,形成了计算机网络。

第三阶段:具有统一的网络体系结构、遵循国际通信标准化协议的计算机网络;在解决计算机连网与网络互连标准化问题的背景下,提出了开放系统互连参考模型与协议,促

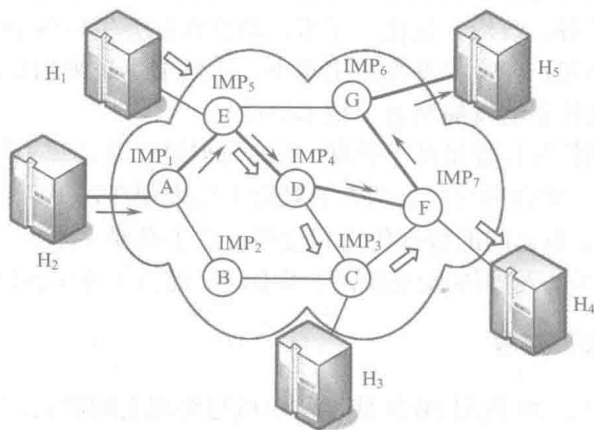
进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

第四阶段：Internet 发展和普及阶段。计算机网络向互连、高速、智能化方向发展，并获得广泛的应用。

在计算机网络发展的过程中，最具代表性的是 20 世纪 70 年代美国国防部高级研究计划局（Defense Advanced Research Project Agency, DARPA）的 ARPANET（或称为 ARPA 网）。它采用了“存储转发—分组交换”原理，标志着计算机网络的兴起，也标志着人类进入了计算机网络技术的新时代。1969 年，ARPANET 只有 4 个结点，1973 年发展到 40 个结点，1983 年已经达到 100 多个结点。ARPANET 通过有线、无线与卫星通信线路，覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域。ARPANET 是计算机网络技术发展的重要里程碑，它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下 4 个方面：

- ① 完成了对计算机网络的定义、分类与子课题研究内容的描述。
- ② 提出了资源子网、通信子网两级网络结构的概念。
- ③ 研究了报文分组交换的数据交换方法。
- ④ 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPANET 的试验成功使得计算机网络的概念发生了根本的变化，它所采用的一系列技术为计算机网络的发展奠定了基础，它所提出的一些概念和术语至今仍被采用。因此，ARPANET 有“分组交换网之父”的殊荣。此后，许多大学、研究中心、企业集团和主要工业国家纷纷研制和建立专用的计算机网和公用交换数据网。图 1-1 所示为 ARPANET 的示意图。



IMP——接口报文处理机；H₁~H₅——主机

图 1-1 美国的 ARPANET 示意图

ARPANET 是一种由通信子网（communication subnet）和资源子网（resource subnet）组成的两级结构的计算机网络。

① 通信子网：由接口报文处理机（Interface Message Processor, IMP）和它们之间互连的通信线路一起负责主机（host）之间的通信任务，构成了通信子网，实现信息传输与交换。

② 资源子网：由通信子网互连的主机组成资源子网，它负责信息处理、运行用户应用程序、向网络用户提供可共享的软硬件资源。

例如,在图 1-1 中,当某主机(如 H_2)要与远地另一主机(如 H_5)进行通信、信息交换时, H_2 首先将信息送至本地直接与其相连的 IMP_1 暂存,通过通信线路沿着适当的路径转发至 IMP_5 暂存,路径按一定的原则(静态或动态)来进行选择;然后,依次经过中间的 IMP_4 和 IMP_7 中转,最终传输至远地的 IMP_6 ,并送到与之直接相连的目的主机 H_5 。

因此,由 IMP 组成的通信子网,在通信双方各 IMP 之间完成信息的“存储—转发”(store and forward)任务。这种方式使通信线路不为某对通信双方独占,大大提高了昂贵的通信线路的利用效率。ARPANET 中“存储—转发”的信息基本单元是分组(packet),系统将整个要交换的信息报文(message)分成若干个信息分组,对每个分组按“存储—转发”的方式在通信子网上传输,因此这种以“存储—转发”方式传输分组的通信子网又称为分组交换数据网(Packet Switched Data Network, PSDN)。

ARPANET 的深远影响在于,由它开始发展成今天在世界范围内广泛应用的国际互连网络 Internet,而它采用的 TCP/IP 协议族已成为事实上的国际标准。以 ARPANET 的分组交换网为先驱,20 世纪 70 年代到 80 年代中期,计算机网络发展十分迅速,出现了大量的计算机网络。

1.1.2 Internet 的发展

20 世纪 70 年代末期,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)成立了开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)分委员会,研究和制定网络通信标准,以实现网络体系结构的国际化。1984 年,ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互连基本参考模型”的国际标准 ISO 7498,简称为 OSI/RM(Open Systems Interconnection-Reference Model)。该模型分为 7 个层次,有时也称为 OSI 7 层模型。OSI 模型目前已被国际社会普遍接受,并被公认为计算机网络体系结构的基础。

OSI 体系结构使得各个计算机厂商能够遵循共同的模型开发相应的网络软件产品,从而便于不同厂商的计算机网络软硬件产品能够互相连接、互相通信与操作,促进了网际互连(即不同类型网络相连问题),最终形成开放式标准化的网络。

20 世纪 80 年代,微型计算机有了很大发展。这种更适合办公室环境和家庭使用的新型计算机对社会生活的各个方面都产生了深刻的影响。同时,局域网技术也得到了相应的发展。1980 年 2 月,IEEE 802 局域网标准出台。

进入 20 世纪 90 年代后,局域网成为计算机网络结构的基本单元。网络间互连的要求越来越强烈,以真正达到资源共享、数据通信和分布处理作为目标。伴随着局域网技术日渐成熟,出现了光纤及高速网络、智能网络等技术。整个网络就像一个对用户透明的、大的计算机系统,最终发展为以 Internet 为代表的互联网。

1977~1979 年,ARPANET 推出了 TCP/IP 体系结构和协议。1980 年前后,ARPANET 上的所有计算机开始了 TCP/IP 协议的转换工作,并以 ARPANET 为主干网建立了初期的 Internet。1983 年,ARPANET 的全部计算机完成了向 TCP/IP 的转换,并在 UNIX(BSD 4.1)上实现了 TCP/IP。ARPANET 在技术上最大的贡献就是 TCP/IP 协议的开发和应用。在 1981~1984 年,先后建立了美国科学教育网 CSNET(Computer Science Network)和因时网 BITNET(Because It's Time Network)。1984 年,美国国家科学基金会 NSF(National Science Foundation)规划建立了 13 个国家超级计算中心及国家教育科技网,随后替代了 ARPANET 的骨干地位。1988 年 Internet 开始对外开放,1991 年 6 月,在连通 Internet 的计算机中,

商业用户首次超过了学术界用户，从此 Internet 的成长速度一发不可收拾。

1993 年是 Internet 发展过程中非常重要的一年，在这一年中 Internet 完成了到目前为止所有最重要的技术创新，WWW（万维网）和浏览器的应用使 Internet 上有了一个令人耳目一新的平台：人们在 Internet 上所看到的内容不仅只是文字，而且有了图片、声音和动画，甚至还有了电影。Internet 演变成了一个文字、图像、声音、动画、影片等多种媒体交相辉映的新世界，更以前所未有的速度席卷了全世界。

Internet 是人类历史发展中的一个伟大的里程碑，通过它人类正进入一个前所未有的信息化社会。人们用各种名称来称呼 Internet，如国际因特网络、因特网、互联网等，它已经成为世界上覆盖面最广、规模最大、信息资源最丰富的计算机信息网络。对于用户来说，它像是一个庞大的远程计算机网络。用户可以利用 Internet 实现全球范围的电子邮件、电子传输、信息查询、语音与图像通信服务功能。

1.1.3 计算机网络在中国的发展

Internet 的迅速崛起，引起了全世界的瞩目，我国也非常重视信息基础设施的建设，注重与 Internet 的连接。

1987~1993 年是 Internet 在中国的起步阶段，国内的科技工作者开始接触 Internet 资源。在此期间，以中国科学院高能物理所为首的一批科研院所与国外机构合作开展一些与 Internet 联网的科研课题，通过拨号方式使用 Internet 的 E-mail 电子邮件系统，并为国内一些重点院校和科研机构提供国际 Internet 电子邮件服务。

1986 年，由北京计算机应用技术研究所（即当时的国家机械委计算机应用技术研究所）和德国卡尔斯鲁厄大学合作，启动了名为 CANET（Chinese Academic Network）的国际因特网项目。

1987 年 9 月，在北京计算机应用技术研究所内正式建成我国第一个 Internet 电子邮件结点，连通了 Internet 的电子邮件系统。随后，在国家科学技术委员会的支持下，CANET 开始向我国的科研、学术、教育界提供 Internet 电子邮件服务。

1989 年，中国科学院高能物理所通过其国际合作伙伴——美国斯坦福加速器中心主机的转换，实现了国际电子邮件的转发。由于有了专线，通信能力大大提高，费用降低，促进了 Internet 在国内的应用和传播。

1990 年，由前电子工业部十五所、中国科学院、上海复旦大学、上海交通大学等单位 and 德国国家信息处理研究所（GMD）合作，通过拨号 X.25 线路，连通了 Internet 电子邮件系统。清华大学校园网 TUNET 也和加拿大 UBC（University of British Columbia）合作，实现了基于 X.400 的国际报文处理系统（Message Handling System, MHS）。从此，国内科技教育工作者可以通过公用电话网或公用分组交换网，使用 Internet 的电子邮件服务。

1990 年 10 月，中国正式向国际互联网信息中心（InterNIC）登记注册了最高域名“CN”，从而开通了使用自己域名的 Internet 电子邮件服务。

1994 年 1 月，美国国家科学基金会接受我国正式接入 Internet 的要求。1994 年 3 月，我国开通并测试了 64Kb/s 专线，中国获准加入 Internet。

从 1994 年开始至今，中国实现了和国际互联网的 TCP/IP 连接，逐步开通了互联网的全功能服务。在中国发展较早，现在比较成熟的部分互联网络主要包括：中国教育和科研计算机网（China Education and Research Network, CERNET）、中国科学技术网（CSTNET）、

中国金桥信息网 (GBNET)、中国公用计算机互联网 (CHINANET)、中国联通公用计算机互联网 (UNINET)、中国移动互联网 (CMNET) 等。

上述网络体系在国民经济中扮演的角色不同,其各自建立和使用 Internet 的目的和用途也有所差别。CSTNET 和 CERNET 是为科研、教育服务的非营利性网络;CHINANET 是为社会提供 Internet 服务的经营性网络。

1.2 计算机网络的概念与分类

1.2.1 计算机网络的概念

按照计算机网络所具有的特性,可以定义为:计算机网络是通过通信设施(通信网络),将地理上分散的具有自治功能的多个计算机系统互连起来,进行信息交换,实现资源共享、互操作和协同工作的系统。

由这个定义可以看出,计算机网络具有如下特征:

① 计算机是一个互连的计算机系统群体。这些计算机系统在地理上是分散的,它们可能在一个房间内,在一个单位内的楼群里,在一个或几个城市里,甚至在全国乃至全球范围内。

② 这些计算机系统是自治的,即每台计算机是独立工作的,它们是在网络协议控制下协同工作的。

③ 系统互连要通过通信设施(通信网络)来实现。通信设施一般都由通信线路、相关的传输和交换设备等组成。

④ 系统通过通信设施实现信息交换、资源共享、互操作和协作处理等功能,满足各种应用要求。

1.2.2 计算机网络的类型

从不同的角度,可以将计算机网络分为不同的类型。

1. 按地理位置分类

按分布范围,可以将计算机网络分为广域网、城域网、局域网和个人区域网。

(1) 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)是将分布在各地的局域网络连接起来的网络,是“网间网”(网络之间的网络)。广域网的范围非常大,可以跨越国界、洲界,甚至包括全球范围,其覆盖范围通常为几十到几千公里的区域。广域网是网络的公共部分,中国的广域网一般为电信部门所有,如公用电话网(Public Switched Telephone Network, PSTN)、综合业务数字网(Integrated Service Digital Network, ISDN)、数字数据网络(Digital Data Network, DDN)、X.25 分组交换网、帧中继(Frame Relay, FR)网络、ATM 网络等。

(2) 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是规模局限在一座城市范围内的区域性网络。与局域网相比,城域网具有分布地理范围广的特点,一般来说,城域网的覆盖范围为

10~100km。

(3) 局域网

局域网 (Local Area Network, LAN) 一般在几十米到几千米范围内, 一个局域网可以容纳几台至几千台计算机。由于采用了不同传输能力的传输介质, 因此局域网的传输距离也不同。局域网往往用于某一群体, 比如一个公司、一个单位、某一幢楼、某一学校等。

按照网络的拓扑结构和传输介质, 局域网通常可划分为以太网 (Ethernet)、令牌环网 (Token Ring)、光纤分布式数据接口 (Fiber Distributed Data Interface, FDDI)、异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 等, 其中最常用的是以太网。

(4) 个人区域网

近年来, 随着各种短距离无线通信技术的发展, 人们提出了一个新的概念, 即个人区域网 (Personal Area Network, PAN)。PAN 的核心思想是, 用无线电或红外线代替传统的有线电缆, 实现个人信息终端的智能化互联, 组建个人化的信息网络, 因此也常称为无线个人区域网 WPAN (Wireless PAN), 其范围在 10m 左右。

PAN 适用于家庭与小型办公室的应用场合, 其主要应用范围包括蓝牙传输文件、无线家庭网络互连、家庭和办公设备短距离互连等。PAN 的实现技术主要有 Bluetooth、IrDA、Home RF、ZigBee 与 UWB (Ultra-Wideband Radio) 等。

2. 按网络拓扑结构分类

网络的拓扑 (topology) 结构是指网络中通信线路和站点 (计算机或设备) 相互连接的几何形式。按照拓扑结构, 可以将网络分为星型网络、环型网络、总线型网络 3 种基本类型, 如图 1-2 (a)~1-2 (c) 所示。在这 3 种类型的基础上, 可以组合出树型、网状等其他拓扑结构类型的网络, 如图 1-2 (d) 所示。

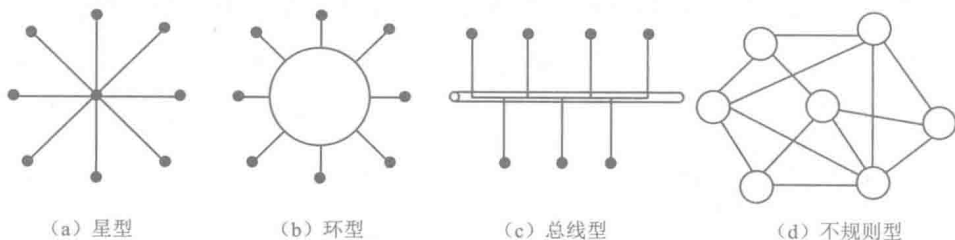


图 1-2 计算机网络的基本拓扑结构

(1) 星型网络结构

在星型网络结构中, 各个计算机使用各自的线缆连接到网络中。因此, 如果一个站点出了问题, 不会影响整个网络的运行。星型网络结构是现在最常用的网络拓扑结构。

(2) 环型网络结构

环型网络结构的各站点通过通信介质连成一个封闭的环型。环型网络容易安装和监控, 但容量有限, 而且网络建成后, 难以增加新的站点。因此, 现在组建局域网已经基本上不使用环型网络结构了。

(3) 总线型网络结构

在总线型网络结构中, 所有的站点共享一条数据通道。总线型网络安装简单方便, 需要铺设的电缆最短, 成本低, 某个站点的故障一般不会影响整个网络, 但介质的故障会导