

 高等教育规划教材

计算机网络 技术与应用

蒋翠清 丁勇 等编著



免费提供电子教案

下载网址 <http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育规划教材

计算机网络技术与应用

蒋翠清 丁 勇 等编著

机械工业出版社

本书从计算机网络基础知识、互联网及应用、网络安全与管理、网络新技术、网络规划设计与实施 5 个方面展开,共分 10 章,分别介绍和讲解了计算机网络基本概念、数据通信基础知识、计算机网络体系结构、计算机局域网技术、互联网网际层、互联网传输层、互联网应用层、计算机网络安全与管理、计算机网络新技术、计算机网络规划设计与实施等内容。本书内容反映了计算机网络在移动网络、物联网和云计算等领域的最新发展与应用,采用基础理论、应用技术和管理能力培养相结合的方式,循序渐进地引导读者了解和掌握计算机网络的基础知识、应用技能和管理方法。

本书可作为高等学校信息管理与信息系统、电子商务、物流工程、物流管理和工业工程管理等类专业本科生和研究生教材,也可作为从事计算机网络工作的工程技术人员和管理人员的参考资料。

本书配套授课电子课件,需要的老师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 2966938356, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用/蒋翠清等编著. —北京:机械工业出版社, 2016. 12
高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-55893-4

I. ①计… II. ①蒋… III. ①计算机网络-高等学校-教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 000680 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王 斌 责任校对:张艳霞

责任印制:李 飞

北京铭成印刷有限公司印刷

2017 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.75 印张 · 454 千字

0001-3000 册

标准书号:978-7-111-55893-4

定价:49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

出版说明

当前,我国正处在加快转变经济发展方式、推动产业转型升级的关键时期。为经济转型升级提供高层次人才,是高等院校最重要的历史使命和战略任务之一。高等教育要培养基础性、学术型人才,但更重要的是加大力度培养多规格、多样化的应用型、复合型人才。

为顺应高等教育迅猛发展的趋势,配合高等院校的教学改革,满足高质量高校教材的迫切需求,机械工业出版社邀请了全国多所高等院校的专家、一线教师及教务部门,通过充分的调研和讨论,针对相关课程的特点,总结教学中的实践经验,组织出版了这套“高等教育规划教材”。

本套教材具有以下特点:

- 1) 符合高等院校各专业人才的培养目标及课程体系的设置,注重培养学生的应用能力,加大案例篇幅或实训内容,强调知识、能力与素质的综合训练。
- 2) 针对多数学生的学习特点,采用通俗易懂的方法讲解知识,逻辑性强、层次分明、叙述准确而精炼、图文并茂,使学生可以快速掌握,学以致用。
- 3) 凝结一线骨干教师的课程改革和教学研究成果,融合先进的教学理念,在教学内容和方法上做出创新。
- 4) 为了体现建设“立体化”精品教材的宗旨,本套教材为主干课程配备了电子教案、学习与上机指导、习题解答、源代码或源程序、教学大纲、课程设计和毕业设计指导等资源。
- 5) 注重教材的实用性、通用性,适合各类高等院校、高等职业学校及相关院校的教学,也可作为各类培训班教材和自学用书。

欢迎教育界的专家和老师提出宝贵的意见和建议。衷心感谢广大教育工作者和读者的支持与帮助!

机械工业出版社

前言

计算机网络技术的快速发展和广泛应用已对社会变革和经济发展产生了重大影响，特别是移动互联网、物联网和云计算等新兴网络技术与产业的深度融合，形成了“互联网+”新型业态，正在改变着经济增长模式、管理决策手段和人们生活方式。因此，计算机网络技术已成为各专业学生学习的一门重要课程。

为了适应新形势下管理专业学生计算机网络课程学习的需要，作者根据多年的教学和科研实践经验，结合网络技术的最新发展和应用实践，针对管理专业特点，编写了本书。本书的特色体现在以下3个方面：①以应用创新为目标定位。在内容组织上以培养学生综合运用网络技术的能力为目标，选材都是与应用实践紧密结合的计算机网络最新应用，兼顾创新能力培养，使读者能举一反三。②以核心概念和基础知识为结构主线。为了既保证教材理论体系的完整性，又克服多而全的理论堆砌，本书以核心概念和基础知识为主线，仅对核心概念和关键知识点进行阐释，并在章首给出学习目标和知识要点，便于学生抓住主线，掌握精髓。③以网络应用与管理融合为问题背景。第10章“计算机网络规划设计与实施”是专门针对管理专业学生安排的，并通过规划、设计和实施管理加深对问题、概念和方法的理解。

本书由蒋翠清教授主编，丁勇副教授任副主编。其中，第1章由聂会星编写，第2章和第10章由丁勇编写，第3章由郭亚光编写，第4章由陆文星编写，第5章和第6章由褚伟编写，第7章由马华伟编写，第8章和第9章由蒋翠清编写。全书由蒋翠清、丁勇统稿。王睿雅、樊鹏、刘菁、卫斌和李光智参与了本书的资料整理工作。

在本书的编写过程中，参阅了大量国内外的文献和资料，在此谨向作者们表示感谢！由于编者理论水平、实践经验和学术见解有限，难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正，帮助我们共同提高本书的质量和水平！

编者

目 录

出版说明

前言

第1章 计算机网络概论..... 1

1.1 计算机网络的发展与应用 1

1.1.1 计算机网络的发展 1

1.1.2 计算机网络的应用 5

1.2 计算机网络的定义与功能 7

1.2.1 计算机网络的定义 7

1.2.2 计算机网络的组成 8

1.2.3 计算机网络的功能 9

1.3 计算机网络拓扑结构与分类 9

1.3.1 计算机网络拓扑结构 9

1.3.2 计算机网络分类 12

1.3.3 计算机网络传输介质 14

1.4 计算机网络的性能..... 17

1.4.1 计算机网络的性能指标 17

1.4.2 计算机网络的非性能指标 18

习题 18

第2章 数据通信基础 20

2.1 数据通信的基本概念..... 20

2.1.1 数据通信模型 20

2.1.2 信道及通信系统 22

2.1.3 数据通信方式 24

2.1.4 数字数据通信同步 26

2.1.5 数据通信系统的主要技术

指标 28

2.2 数据编码技术..... 30

2.2.1 数据编码的基本概念 30

2.2.2 数字数据的数字信号编码

方法 30

2.2.3 数字数据的模拟信号编码

方法 32

2.2.4 模拟数据的数字信号编码

方法 33

2.3 多路复用技术..... 34

2.3.1 多路复用技术概述 34

2.3.2 频分多路复用 35

2.3.3 时分多路复用 36

2.3.4 波分多路复用 38

2.3.5 统计时分多路复用 39

2.3.6 码分多路复用 39

2.4 数据交换技术..... 40

2.4.1 电路交换 40

2.4.2 报文交换 41

2.4.3 分组交换 42

2.4.4 3种数据交换技术的比较 44

本章重要概念 45

习题 46

第3章 计算机网络体系结构 47

3.1 计算机网络体系结构概述..... 47

3.1.1 网络体系结构的分层原理 47

3.1.2 开放系统互联参考模型 49

3.1.3 TCP/IP 体系结构 51

3.2 物理层..... 53

3.2.1 物理层概述 53

3.2.2 物理层的特性 54

3.2.3 物理层的网络连接设备 54

3.3 数据链路层..... 55

3.3.1 数据链路层概述 55

3.3.2 帧的格式 57

3.3.3 停止等待协议 58

3.3.4 连续 ARQ 协议和选择重传

ARQ 协议 63

3.3.5 HDLC 协议 65

3.3.6 PPP	68	4.5.3 IEEE 802.11 标准	114
3.4 网络层	69	本章重要概念	118
3.4.1 网络层的基本概念	69	习题	119
3.4.2 虚电路服务与数据报服务	70	第5章 互联网的网络层	121
3.4.3 路由选择与路由算法	73	5.1 互联网网络层概述	121
3.5 传输层	74	5.2 IP 地址	122
3.5.1 传输层概述	74	5.2.1 IP 地址的概念	122
3.5.2 传输层的功能	75	5.2.2 IP 地址的分类	123
3.5.3 传输层服务及协议	75	5.3 划分子网和构建超网	124
3.6 应用层、会话层和表示层	76	5.3.1 子网掩码的概念	124
3.6.1 应用层的基本功能	76	5.3.2 子网化	126
3.6.2 会话层与表示层	77	5.3.3 超网化	127
本章重要概念	79	5.4 IP 数据报	127
习题	80	5.4.1 IP 的格式	128
第4章 计算机局域网技术	81	5.4.2 IP 直接交付	129
4.1 局域网概述	81	5.4.3 ARP	130
4.1.1 局域网的概念及其特点	81	5.4.4 IP 间接交付和路由转发	132
4.1.2 局域网的关键技术	82	5.5 互联网路由选择协议	134
4.1.3 局域网标准 (IEEE 802 系列 标准)	83	5.5.1 路由表和路由选择协议	134
4.1.4 局域网的体系结构	84	5.5.2 互联网的核心结构	135
4.2 以太网	88	5.5.3 自治系统体系结构	136
4.2.1 以太网概述	88	5.5.4 RIP	137
4.2.2 媒体访问控制方法—— CSMA/CD	88	5.5.5 OSPF 协议	139
4.2.3 以太网的 MAC 子层	92	5.6 ICMP	141
4.2.4 以太网的组成	95	5.6.1 ICMP 的特点	141
4.3 令牌网	98	5.6.2 ICMP 报文格式	141
4.3.1 令牌环网	98	5.6.3 ICMP 的应用	142
4.3.2 令牌总线网	101	5.7 IPv6	144
4.4 高性能以太网	102	5.7.1 IPv6 的特点	144
4.4.1 交换式以太网	102	5.7.2 IPv6 报文格式	145
4.4.2 虚拟局域网 (Virtual LAN) ...	104	5.7.3 IPv6 和 IPv4 共存的方式	146
4.4.3 高速以太网技术	106	本章重要概念	147
4.4.4 扩展的以太网	108	习题	149
4.5 无线局域网	111	第6章 互联网的传输层	150
4.5.1 无线局域网概述	111	6.1 互联网传输层协议概述	150
4.5.2 无线局域网的组成	112	6.1.1 互联网传输层的作用	150
		6.1.2 网络环境的进程标识	151

6.1.3 客户端/服务器模式	152	7.5.1 电子邮件概述	189
6.2 TCP	153	7.5.2 简单邮件传送协议 (SMTP)	190
6.2.1 TCP 的特点	153	7.5.3 邮件读取协议 (POP3 和 IMAP)	191
6.2.2 TCP 报文段格式	154	7.5.4 通用互联网邮件扩充 (MIME)	192
6.2.3 TCP 连接的建立与释放	156	7.6 DHCP	194
6.2.4 TCP 的滑动窗口机制	159	7.7 Telnet 协议和 SSH 协议	195
6.2.5 TCP 的发送端输出控制	160	7.7.1 Telnet 协议	195
6.2.6 TCP 的拥塞控制	161	7.7.2 SSH 协议	196
6.2.7 TCP 的差错控制	163	本章重要概念	197
6.3 UDP	165	习题	198
6.3.1 UDP 的特点	165	第 8 章 计算机网络安全与管理	199
6.3.2 UDP 数据报的格式	165	8.1 网络安全概述	199
6.3.3 UDP 的应用	166	8.1.1 网络安全威胁	199
6.4 内部网络的访问——NAT 与 VPN	167	8.1.2 网络安全的目标和内容	200
6.4.1 内部网络的访问需求	167	8.1.3 网络安全的技术体系	201
6.4.2 NAT	168	8.2 数据加密技术	202
6.4.3 VPN	169	8.2.1 数据加密的基本概念	202
本章重要概念	170	8.2.2 常规密钥密码体制	203
习题	172	8.2.3 公开密钥密码体制	205
第 7 章 互联网的应用层	173	8.2.4 链路加密与端到端加密	206
7.1 DNS	173	8.3 数据签名与鉴别技术	207
7.1.1 DNS 的基本概念	173	8.3.1 数字签名	207
7.1.2 DNS 的层次化命名结构和 命名管理	174	8.3.2 报文鉴别	207
7.1.3 域名解析方法和过程	175	8.3.3 CA 认证	208
7.2 WWW	176	8.4 互联网的安全体系结构	210
7.2.1 WWW 概述	176	8.4.1 网络层安全协议	210
7.2.2 URL	178	8.4.2 传输层安全协议	213
7.2.3 HTTP	179	8.4.3 应用层安全协议	214
7.2.4 HTML	182	8.5 防火墙技术和入侵检测	216
7.3 Web 2.0	184	8.5.1 防火墙	216
7.4 FTP	185	8.5.2 入侵检测	219
7.4.1 FTP 概述	185	8.6 网络管理	221
7.4.2 FTP 的主要工作原理	186	8.6.1 网络管理概述	221
7.4.3 简单文件传送协议 (TFTP) 和 网络文件系统 (NFS)	188	8.6.2 网络管理的功能	222
7.5 电子邮件	189	8.6.3 网络管理体系结构	223

8.6.4 简单网络管理协议 (SNMP)	224	10.2.1 网络规划设计的原则	255
本章重要概念	225	10.2.2 网络规划设计的内容	255
习题	226	10.3 网络逻辑设计	256
第9章 计算机网络新技术	228	10.3.1 网络拓扑结构设计	256
9.1 蜂窝移动网络	228	10.3.2 网络层次结构设计	257
9.1.1 蜂窝移动通信技术	228	10.3.3 IP地址的规划设计	262
9.1.2 移动IP	231	10.3.4 虚拟局域网设计	264
9.1.3 移动用户的路由选择	232	10.3.5 网络技术的选择	266
9.1.4 移动用户的切换	233	10.4 网络物理设计	268
9.2 物联网	234	10.4.1 综合布线系统设计	268
9.2.1 物联网的概念	234	10.4.2 网络设备的选择	271
9.2.2 物联网的体系结构	235	10.4.3 网络传输介质的选择	272
9.2.3 物联网的关键技术	236	10.4.4 网络接入方式的选择	272
9.2.4 物联网技术的应用	239	10.5 网络安全与可靠性设计	273
9.3 云计算	241	10.5.1 网络安全分级设计	273
9.3.1 云计算的概念	241	10.5.2 防火墙设计	274
9.3.2 云计算的体系结构	243	10.5.3 入侵检测系统设计	275
9.3.3 云计算的实现技术	245	10.5.4 防病毒设计	275
9.3.4 云计算的应用	246	10.5.5 用户接入认证设计	276
本章重要概念	249	10.5.6 网络可靠性设计	279
习题	249	10.6 综合案例	283
第10章 计算机网络系统规划设计	251	10.6.1 项目概述	283
与实施	251	10.6.2 网络结构设计	284
10.1 计算机网络系统规划设计与实施概述	251	10.6.3 网络安全出口设计	285
10.1.1 计算机网络系统建设步骤	251	10.6.4 IP地址规划设计	286
10.1.2 需求分析	253	10.6.5 系统可靠性设计	287
10.2 网络规划设计的原则与内容	255	10.6.6 安全性设计	288
		本章重要概念	289
		习题	290
		参考文献	291

第1章 计算机网络概论

学习目标

掌握计算机网络定义、分类和拓扑结构等基本概念；理解计算机网络的性能指标和非性能指标；了解计算机网络的发展及常见应用。

本章要点

- 定义
- 分类
- 拓扑结构
- 网络的发展和应用
- “互联网+”及其特点
- 传输媒体
- 网络性能指标

1.1 计算机网络的发展与应用

计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、紧密结合的产物，拥有高可靠性、易扩充性等优点。随着通信技术的发展，计算机网络在社会生活中各个领域的应用越来越广泛，计算机网络已成为信息经济时代不可缺少的一部分。

1.1.1 计算机网络的发展

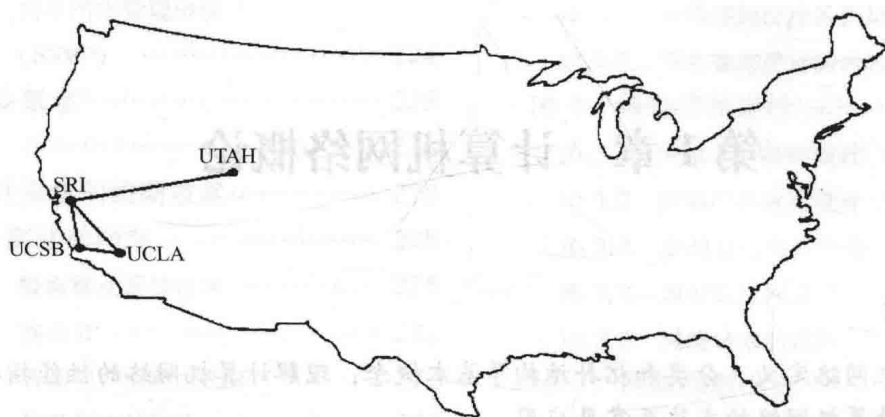
1. 计算机网络的形成

20 世纪 60 年代中期，随着计算机的升级和发展，计算机网络不再局限于单计算机网络，而是通过通信线路将分布在不同地点的单个计算机连接成计算机网络。网络内的用户不仅能够使用本地计算机的相关软件、硬件和数据资源，还能够使用网络系统中其他计算机的软件、硬件和数据资源，进而达到资源共享。这个阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局的 ARPANET（通常称为 ARPA 网），它是计算机网络发展的一个里程碑。

ARPANET 网络于 1969 年建立，如图 1-1 所示，当时只有 4 个结点，分别是 UCLA（加州大学洛杉矶分校）、SRI（斯坦福研究所）、UCSB（加州大学圣巴巴拉分校）、UTAH（犹他州大学），网络传输能力只有 50 kbit/s，速度很低。但它是第一个简单的纯文字系统的 Internet。

从 1970 年开始，加入 ARPANET 的结点数不断地增加。

第一个公共性的 ARPA 展示出现在 1972 年的计算机与通信国际会议（ICCC）中。BBN



单位	机型	OS
UCLA(加州大学洛杉矶分校)	SDS Sigma 7	SEX
SRI(斯坦福研究所)	XDS-940	Genie
UCSB(加州大学圣巴巴拉分校)	IBM 360/75	OS/MVT
UTAH(犹他州大学)	Digital PDP-10	TENEX

图 1-1 1969 年 11 月建立的 ARPANET

编写了第一个电子邮件程序，号召 ARPA 科学家协作，不久电子邮件应用于网络。

当时 ARPANET 使用的是网络控制协议（Network Control Protocol, NCP），它允许计算机相互交流，但目的地之外的网络和计算机却不分配地址，从而限制了未来增长的机会。1972 年 Robert Kahn 来到 ARPA，并提出了开放式网络框架，从而出现了大家熟知的 TCP/IP（传输控制协议/网际协议）。

1983 年 1 月 1 日，所有连入 ARPANET 的主机实现了从 NCP 向 TCP/IP 的转换。同在一时间段，ARPANET 中分成了军事专用的 MILNET 和研究用途的 ARPANET。

2. 计算机网络体系结构的形成阶段

20 世纪 70 年代中期，当时由于 ARPANET 兴起后，计算机网络发展迅猛，各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品，随之而来的是网络体系结构与网络协议的标准化问题。这样便应运而生了 TCP/IP 和国际标准化组织 OSI 两种国际通用的体系结构。

传输控制协议（Transmission Control Protocol, TCP）和网际协议（Internet Protocol, IP）是 Internet 所使用的各种协议中最重要的两个协议。在 Internet 上运行的协议很多，人们将 TCP/IP 及其相关协议称为 TCP/IP 体系结构，简称 TCP/IP。

国际标准化组织（ISO）制定了开放系统互联（Open System Interconnection, OSI）模型，该模型定义了不同计算机互联的标准，是设计和描述计算机网络通信的基本框架。OSI 模型把网络通信的工作分为 7 层，分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

由于 OSI 标准的制定周期太长，协议过分复杂，实现起来比较困难，使得厂家不能及时按标准生产设备并占领市场。而在此期间，TCP/IP 不断完善，推动了 Internet 的快速发展。

3. Internet 时代

20 世纪 90 年代末，由于局域网技术发展成熟，出现了光纤及高速网络技术。以 Internet

为代表的互联网，形成现代网络，其特点是互连、高速、智能，以及更为广泛的应用。它通过将分布在不同地理位置的简单网络运用不同的网络协议相互连接起来，以构成大规模的、复杂的网络，使不同的网络之间能够在更大范围内进行通信，让用户方便、透明地访问各种网络，达到更高层次的信息交换和资源共享。

(1) Internet 发展史

Internet 时代始于 20 世纪 90 年代，图 1-2 给出了 Internet 的发展历程。

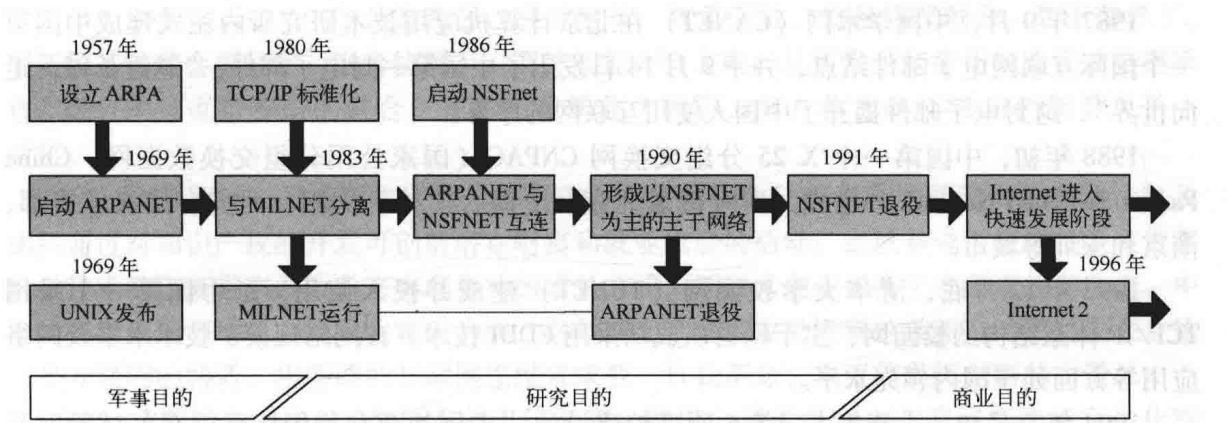


图 1-2 Internet 的发展历程

Internet 的起源可以追溯到 1962 年，当时，美国国防部为了保证美国本土的防卫力量和海外防御武装在受到苏联第一次核打击以后仍然具有一定的生存和反击能力，认为有必要设计出一种分散的指挥系统：它由一个个分散的指挥点组成，当部分指挥点被摧毁后，其他点仍能正常工作，并且这些点之间能够绕过那些已被摧毁的指挥点而继续保持联系。

美国国防部高级研究计划局于 1969 年建立了一个实验型的网络架构 APRANET。1980 年，随着 TCP/IP 标准化，ARPANET 所有的主机转向 TCP/IP，到 1983 年 1 月，ARPANET 向 TCP/IP 的转换结束。同时，美国国防部将 ARPANET 分成两个独立部分，一部分仍称为 ARPANET，用于进一步研究；另一部分就是著名的 MILNET，用于军方的非机密通信。

20 世纪 70 年代后期，美国国家基金会（National Science Foundation，NSF）认识到各国科学家可以不受地理位置的限制，利用 ARPANET 合作完成大学科研工作。于是在 1984 年，NSF 建立了一个更加庞大的网络架构 NSFNET，并与 ARPANET 互连。1990 年，由于 APRANET 中止了与非军事有关的营运活动，NSFNET 便成为 Internet 初期的主干网。

随着 NSFNET 的网络规模不断扩大，美国政府已不再从财政上支持 NSFNET 的运营。MERIT、MCI 与 IBM 公司创建了美国高级网络与服务公司（Advanced Network & Services，ANS）建立了一个新的网络 ANSNET，并在 1990 年接管了 NSFNET，成为 Internet 的另一个主干网，其他国家或地区的主干网通过 ANSNET 接入 Internet。由于 ANSNET 属于 ANS 公司所有，从而使 Internet 开始走向商业化。Internet 上的商业应用不断推动着 Internet 快速发展，规模不断扩大，用户数不断增加，Internet 几乎深入到社会生活的每一个角落。

Internet 的商业化造成网络通信量的剧增，导致其性能急剧下降。一些大学在这种情况下申请了国家科学基金，建立了一个供大学专用的 Internet。在 1996 年 10 月，这种想法以 Internet 2 的形式付诸实践。Internet 2 是指由美国 120 多所大学、协会、公司和政府机构共

同努力建设的网络，它的目的是满足高等教育与科研的需要，开发下一代互联网高级网络应用项目。但在某种程度上，Internet 2 已经成为全球下一代互联网建设的代表名词。目前，Internet 2 的数据传输速率可达 10 Gbit/s。Internet 2 开展的研究包括：网络中间件、安全性、网络性能管理和测量、网络运行数据的收集和分析、新一代网络及部署（GENI、Hybrid-MLN 等），以及全光网络等。

（2）中国的 Internet 发展史

1987 年 9 月，中国学术网（CANET）在北京计算机应用技术研究所内正式建成中国第一个国际互联网电子邮件结点，并于 9 月 14 日发出了中国第一封电子邮件：“越过长城，走向世界”，这封电子邮件揭开了中国人使用互联网的序幕。

1988 年初，中国第一个 X.25 分组交换网 CNPAC（国家公用分组交换数据网，China Packet Switched Network）建成，当时覆盖北京、上海、广州、沈阳、西安、武汉、成都、南京和深圳等城市。

1992 年 12 月底，清华大学校园网（TUNET）建成并投入使用，是中国第一个采用 TCP/IP 体系结构的校园网，主干网首次成功采用 FDDI 技术，在网络规模、技术水平及网络应用等方面处于国内领先水平。

1994 年 7 月初，由清华大学等 6 所高校建设的“中国教育和科研计算机网”试验网开通，该网络采用 IP/X.25 技术，连接北京、上海、广州、南京和西安 5 所城市，并通过 NCFC（The National Computing and Networking Facility of China，中国国家计算机与网络设施）的国际出口与 Internet 互连，成为运行 TCP/IP 协议的计算机互联网络。

1996 年 1 月，中国公用计算机互联网（CHINANET）全国骨干网建成并正式开通，全国范围的公用计算机互联网络开始提供服务。

1996 年 9 月，中国金桥网（ChinaGBN）正式开通。

1997 年 10 月，中国公用计算机互联网（CHINANET）实现了与中国其他 3 个互联网络即中国科技网（CSTNET）、中国教育和科研计算机网（CERNET）和中国金桥信息网（CHINAGBN）的互联互通。

目前，国内通过中国公用计算机互联网（CHINANET）、中国科技网（CSTNET）、中国教育网（CERNET）、中国金桥网（CHINAGBN 吉通）、中国联通互联网（UNINET）、中国网通公用互联网（CNCNET）、中国移动互联网（CMNET）、中国经贸网（CIETNET）、中国长城互联网（CGWNET）和中国卫星集团互联网（CSNET）等十大互联网络同 Internet 连接。

根据中国互联网络信息中心（CNNIC）的数据，到 2016 年 6 月底，我国网民规模达 7.1 亿，互联网普及率达到 51.7%，与 2015 年底相比提高 1.3 个百分点，超过全球平均水平 3.1 个百分点，超过亚洲平均水平 8.1 个百分点。我国手机网民规模达 6.56 亿，网民中使用手机上网的人群占比由 2015 年底的 90.1% 提升至 92.5%，仅通过手机上网的网民占比达到 24.5%，网民上网设备进一步向移动端集中。

4. “互联网+”

所谓“互联网+”，是指以互联网为主的一整套信息技术（包括移动互联网、云计算和大数据技术等）在经济和社会生活各方面的扩散与应用过程。

“互联网+”的本质是传统产业的在线化、数据化。无论网络零售、在线批发，还是跨

境电商网上团购等，都是努力实现交易的在线化。只有商品、人和交易行为迁移到互联网上，才能实现“在线化”；只有“在线”才能形成“活的”数据，随时被调用和挖掘。在线化的数据流动性最强，不会像以往那样仅仅封闭在某个部门或企业内部。在线数据随时可以在产业上下游、协作主体之间以最低的成本流动和交换。数据只有流动起来，其价值才得以最大限度地发挥出来。

“互联网+”有六大特征，分别如下。

(1) 跨界融合。“+”就是跨界，就是变革，就是开放，就是重塑融合。敢于跨界了，创新的基础才会更坚实；融合协同了，群体智能才会实现，从研发到产业化的路径才会更垂直。融合本身也指身份的融合，客户消费转化为投资，客户作为伙伴参与创新等，不一而足。

(2) 创新驱动。是指那些从个人的创造力、技能和天分中获取发展动力的企业，以及那些通过对知识产权的开发可创造潜在财富和就业机会的活动。也就是说经济增长主要依靠科学技术的创新带来的效益来实现集约的增长方式，用技术变革提高生产要素的产出率。中国的资源驱动型增长方式早就难以为继，必须转变到创新驱动发展这条正确的道路上来。这正是互联网的特质，用所谓的互联网思维来求变、自我革命，也更能发挥创新的力量。

(3) 重塑结构。是指改变原有的组织结构。腾讯公司董事会主席兼首席执行官马化腾说，过去很多行业是分很多层次和阶段的，有了移动互联网，就可以转化为以人为本，以人为中心，一切需求都是以个体需求在网上延伸、辐射到制造业、服务产业以及各行各业。他认为，包括通信、金融在内，有了移动互联网技术，就可以把很多原有的产业中不合理的因素，如信息不对称、不够透明等排除掉，通过互联网重塑生产力和生产关系之间的关系。信息革命、全球化和互联网业已打破了原有的社会结构、经济结构、地缘结构和文化结构。权力、议事规则和话语权不断在发生变化。“互联网+”社会治理及虚拟社会治理会是很大的不同。

(4) 尊重人性。人性的光辉是推动科技进步、经济增长、社会进步和文化繁荣的最根本的力量，互联网的力量强大的根本也来源于对人性最大限度的尊重、对体验的敬畏，以及对人的创造性发挥的重视。例如用户原创内容（UGC）、卷入式营销和分享经济等。

(5) 开放生态。关于“互联网+”，生态是非常重要的特征，而生态本身就是开放的。要推进“互联网+”，其中一个重要的方向就是要把过去制约创新的环节化解掉，把孤岛式创新连接起来，让研发由人性决定的市场驱动，让创业并努力者有机会实现价值。

(6) 连接一切。连接是有层次的，可连接性是有差异的，连接的价值是相差很大的，但是连接一切是“互联网+”的目标。

1.1.2 计算机网络的应用

21 世纪的重要特征就是数据化、数字化、网络化和信息化，它是一个以网络为核心的信息时代。信息网络是指“三网”，即电信网络、有线电视网络和计算机网络。其中，发展最快并起到核心作用的是计算机网络。Web 2.0、电子商务、云计算、物联网和大数据技术等都是在计算机网络基础上的。计算机网络为信息交流与资源共享带来了前所未有的巨大变化，计算机网络的应用改变了人们的工作方式和生活方式，促进了全球信息产业的发展。计算机网络的应用包括以下几个方面。

（1）服务于公众的网络——商业运营网络

在商业运营网络中，主要有 E-Commerce（电子商务）、WWW 服务、个人间通信和交互式娱乐等应用。下面简单介绍下 WWW 服务和个人间通信。

1) WWW 服务。用户可以通过 Internet 提供的 WWW 服务获取各类信息，包括政府、教育、科学、文化、体育和艺术等各个方面的信息，甚至各类商业广告，所有能想到的信息都能通过 www 服务得到。

2) 个人间通信。Internet 为用户提供了各种通信服务，如电子邮件（E-mail）、电子公告板（BBS）和聊天系统（QQ）等。目前，越来越多的用户通过电子邮件来收发信件，初期的电子邮件只能用来传送文本信息，现在已经可以传输语音、图像等多媒体信息。BBS 可以向网上用户提供极其丰富的信息资源，每个 BBS 站点的信息随时都处于不断更新中。另外，BBS 具有很强的实时交互操作功能，能够提供强大的站上实时交谈和交互游戏的功能。

（2）用于企业（校园、机构）的网络——专用网络

在专用网络中，主要有办公系统、证券及期货交易、远程交换、校园网、远程教育和视频会议等应用。下面简单介绍一下办公自动化和远程教育。

1) 办公自动化 OA（Office Automation）。办公自动化（Office Automation, OA）是利用先进的科学技术，使部分办公业务活动物化于人以外的各种现代化办公设备中，由人与技术设备构成服务于某种办公业务目的的人—机信息处理系统。

计算机的诞生和发展促进了人类社会的进步和繁荣，作为信息科学的载体和核心，计算机科学在知识经济时代扮了重要的角色。在行政机关、企事业单位工作中，通过采用 Internet/Intranet 技术，基于工作流的概念，以计算机为中心，采用一系列现代化的办公设备和先进的通信技术，广泛、全面、迅速地收集、整理、加工、存储和使用信息。这种方式使企业内部人员方便快捷地共享信息，高效地协同工作，改变了过去复杂、低效的手工办公方式，达到了提高办公效率的目的。一个企业实现办公自动化的程度也是衡量其实现现代化管理的标准。

2) 远程教育（Distance Education）。远程教育是一种利用在线服务系统，开展学历或非学历教育的全新的教学模式。远程教育几乎可以提供大学中所有的课程，学员们通过远程教育同样可得到正规大学从学士到博士的所有学位。这种教育方式对于已从事工作而仍想完成高学位的人士特别有吸引力。远程教育的基础设施是电子大学网络 EUN（Electronic University Network）。EUN 的主要作用是向学员提供课程软件及主机系统的使用，支持学员完成在线课程，并负责行政管理、协同工作等。

随着互联网的不断普及和技术的不断发展，远程教育也出现了许多新模式，例如在线考试系统、微课、慕课等。尤其是慕课，是远程教育的“革命性”变革。

慕课（Massive Open Online Courses, MOOC）是大型开放式网络课程平台，它将精心制作的名师教学视频公开于平台上，供大家学习。慕课自 2000 年出现，自 2012 年开始了井喷式发展。慕课通过信息技术与网络技术将优质教育资源传送到世界各个角落，不仅提供优质资源，还提供完整的学习体验，展示了与现行高等教育体制结合的种种可能。它的出现被喻为教育史上“一场海啸”“一次教育风暴”“500 年来高等教育领域最为深刻的技术变革”。美国高校先后推出 Coursera、edX 和 Udacity 三大慕课平台，吸引世界众多知名大学纷纷加盟，向全球学习者开放优质在线教育资源与服务。我国多所“985”知名高校也已加盟以上

慕课平台，与哈佛、斯坦福、耶鲁、麻省理工等世界一流大学共建全球在线课程网络。

慕课具有以下特点：

- 规模大——慕课规模大的特征体现在大规模参与、大规模交互和海量学习数据三个方面。首先，大规模参与是指课程参与学习的人数多，同时参与课程学习的学习者数量可以达到数万人甚至数十万人。其次，大规模交互是指课程研讨同时有数千、数万人参与，当学习者提出问题，数百人从问题的不同角度与其交流讨论。最后，学习者大规模地参与和交互使得课程产生海量的学习数据，慕课平台利用数据挖掘、人工智能和自然语言处理等技术，多维度 and 深层次分析海量学习行为数据，发现课程学习的特征和规律，动态调整学习引导策略和学习支持服务。
- 开放性——开放性是互联网与生俱来的特性，慕课的开放性扩展了互联网的开放性，具有四个层次的开放特征。一是课程学习的时空自由，慕课学习不受时间和空间限制，学习者利用移动学习终端在任何时间和任何地点均可参与课程学习，摆脱了传统物理教室的时空限制。二是面向全球的学习者免费开放，除学习者申请课程证书需缴纳一定费用外，其数据、资源、内容和服务向全球的学习者免费开放，学习者能够无障碍地访问课程资源，自由获取信息和知识。三是课程系统开放的信息流，学习者和教学者利用网络学习工具与慕课学习环境的外界保持信息交互，将专业领域中最新的知识自由地整合为课程内容，同时把课程知识应用于实践问题解决。四是课程学习中权威的消失，学习者利用社交媒体与同伴和教学者自由地展开互动与交流，学习者负责媒体语境下的自身知识建构，达到真正的学术和言论自由。
- 网络化——慕课的网络化特征体现在学习环境网络、个体学习网络和课程知识网络三个维度。在学习环境网络维度，慕课的学习资源通过互联网空间生成和传播，慕课的教学与学习活动利用各种网络学习支持工具在互联网空间中实施。在个体学习网络维度，参与慕课学习是学习者个体构建个体内部知识网络和外部生态网络的过程，学习者利用同化和顺应两种认知机制更新大脑中的知识网络，同时利用社交媒体工具构建个体的社交网络和知识生态网络。在课程知识网络维度，慕课是一个分布式知识库系统，其内部存在一个以学习者、教学者、社交媒体、学习资源和人工制品等为结点的相互交织的知识网络，知识以片段形式散布于该网络的各个结点中。
- 个性化——与传统课程学习相比，慕课更能充分实现学习者的个性化学习。首先，学习者自选学习内容和自定学习步调。学习者根据学习兴趣和学习需要选修课程和确定课程学习的路径，根据自己的知识基础自定课程学习的步骤。

1.2 计算机网络的定义与功能

1.2.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段，人们对计算机网络提出了不同的定义。这些定义可以分为3类：广义的观点、资源共享的观点和用户透明性的观点。广义的观点定义的是计算机通信网络，而用户透明性的观点定义的是分布式计算机系统，从目前计算机网络的特点来看，资源共享观点更能比较准确地描述计算机网络的基本特征：计算机网络是用通信线路将

分散在不同地点并具有独立功能（自治）的多台计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，实现资源共享和数据通信的系统。

1.2.2 计算机网络的组成

计算机网络的组成如图 1-3 所示。从功能上，计算机网络分为资源子网和通信子网两部分。

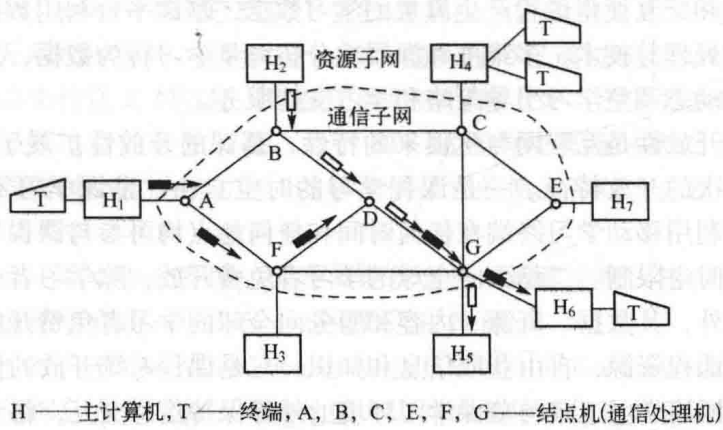


图 1-3 计算机网络组成

资源子网：包括拥有资源的用户主机和请求资源的用户终端、通信子网接口设备和软件等，提供访问网络和处理数据能力。

通信子网：提供网络通信功能，完成主机间数据传输、交换、控制和变换等通信任务。分交换和传输两部分。

从硬件上讲，分为网络硬件和网络软件两个部分：

(1) 网络硬件

网络硬件主要包括服务器、数据/模拟信号转换器、终端、路由器、通信链路、通信子网和资源子网等。

服务器是提供计算服务的设备。服务器的构成包括处理器、硬盘、内存和系统总线等，由于需要提供高可靠的服务，因此在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性及可管理性等方面要求较高。在网络环境下，根据服务器提供的服务类型不同，分为文件服务器、数据库服务器、应用程序服务器和 Web 服务器等。

终端是用户访问网络的设备。终端可以是简单的输入/输出终端，也可以是带有微处理机的智能终端。智能终端除了具有输入与输出功能外，还具有存储与处理信息的能力。终端可以通过主机接入网络中，也可以通过终端控制器、报文分组拆分与组装设备或通信控制处理机接入网络中。

路由器（Router）是连接网络中各局域网和广域网的设备。路由器具有判断网络地址和选择 IP 路径的功能，它能在多网络互连环境中，建立灵活的连接，可用完全不同的数据分组和介质访问方法连接各种子网，路由器只接收源站或其他路由器的信息，属于网络层的一种互连设备。

(2) 网络软件

网络软件是负责实现数据在网络硬件之间通过传输介质进行传输的软件系统。主要包括