



普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

许 勇 方厚加 主编

计算机网络

COMPUTER NETWORKS



科学出版社

普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

计算机网络

许 勇 方厚加 主 编

江家宝 李 焕 副主编

李元振 李俊青
参 编

程 军 赵传申

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书由浅入深、系统全面地介绍了计算机网络的内容。全书共分 9 章, 内容包括计算机网络概述、数据通信基础、数据链路层、局域网和城域网、广域网、网络互连、运输层、应用层和网络安全等。

本书以“基础理论-案例实验-学习加油站”为主线进行编写, 并提供了考研真题解析及大量的习题, 以便于读者掌握重点, 提高分析问题和解决问题的能力。本书结构清晰、易教易学、实例丰富、可操作性强, 对在学习计算机网络过程中常见的重点和难点进行立体、详细的讲解, 以帮助读者更好地掌握计算机网络的基本知识。

本书既可作为高等院校的教材, 也可作为各类培训班的培训教程, 还非常适合考研学生、广大计算机专业人员以及自学人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络/许勇, 方厚加主编. —北京: 科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-030564-0

I. ①计… II. ①许… ②方… 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 (2011) 第 043660 号

责任编辑: 赵丽欣 郭丽娜 / 责任校对: 马英菊

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 子时文化

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>

铭浩彩色印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 5 月第一次印刷 印张: 21 1/4

印数: 1—3 000 字数: 500 250

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62134021

版权所有, 侵权必究

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

普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
学术编审委员会

主 任：杨静宇 许 勇

副 主 任：严云洋 朱贵喜 韩忠愿 谢圣献
戴仕明 方厚加 杨国为 舒 坚

编委成员：(排名不分先后，按姓氏笔画为序)

卜红宝	丁为民	丁永红	尹 静	毛红梅	王维民
韦相和	占德胜	史国川	史春联	乔正洪	刘旭东
刘志高	刘家琪	朱胜强	江家宝	严 峥	吴 婷
吴克力	宋正虹	张 宏	张华明	张希伟	张居晓
李 焕	李 胜	李 海	李 寒	李千目	李元振
李俊青	杨 勃	邵 杰	陈 伟	陈汉兵	陈海燕
周 勇	周卫民	姚昌顺	姜 华	胡虚怀	赵 明
赵传申	凌海云	徐卫军	郭龙源	钱 进	陶保壮
梁 明	程 勇	童爱红	葛武滇		

前 言

“计算机网络”既是高等学校计算机科学与技术专业及其他相关专业的一门核心专业基础课程,也是非计算机专业的学生学习和掌握计算机应用技术的一门专业基础课程,同时也是计算机类专业研究生入学考试全国统考课程。为了适应人才培养和研究生入学考试发展的需求,作者特编写了此书。

本书由浅入深、系统全面地介绍了计算机网络的内容。全书共分9章。

第1章主要介绍了计算机网络的基本知识,包括计算机网络的发展和演变、计算机网络的功能和应用等。

第2章主要介绍数据通信的一些基本概念、通信过程、常见的几种数据传输介质和一般的数据通信模型。

第3章重点介绍两种常用的差错控制编码,即海明码与CRC码,还介绍了数据链路层的界定与同步功能,并进一步介绍了数据链路层用于实现差错控制和流量控制的协议。

第4章介绍了局域网的相关知识,包括局域网知识、传统局域网、高速局域网、无线局域网等。

第5章简要介绍了各种广域网技术,包括早期广域网技术(X.25和帧中继)、点到点数据链路层协议、ATM基础知识,使读者对广域网的基本概念和相关技术有所了解。

第6章介绍了网络互连问题,也就是讨论多个网络通过路由器互连成为一个互联网。介绍了因特网的路由选择协议,互联网的核心内容网际协议IP,以及与IP协议相关的其他层协议。

第7章介绍了运输层的两个主要协议TCP协议与UDP协议,以及无连接服务与面向连接服务这两种服务的区别。

第8章介绍了应用层几种常见的服务,包括DNS服务、WWW服务、FTP服务、Telnet服务、电子邮件服务等。

第9章主要介绍了计算机网络安全的基本概念、基本原理和相关技术,包括:数据加密、防火墙、入侵检测、认证等。

本书根据相关课程的教学要求和特点,从实际出发,力求做到:

- (1) 内容全面,层次分明,结构合理。
- (2) 突出重点难点并全面解读,力求解决实践性问题。
- (3) 以“基础理论-案例实验-学习加油站”为主线编写,每一章都设置了“案例实验”和考研真题解析,以便于读者掌握其重点,提高分析问题和解决问题的能力。
- (4) 示例丰富,实用性强,并配备大量习题以加强读者的掌握力度。

本书由许勇、方厚加主编,江家宝、李焕副主编。参加编写的人员还有李元振、李俊青、程军、赵传申,全书框架由何光明拟定。另外,感谢江梅、王珊珊、云邈、王程凌、戴仕明、姚昌顺、史春联等同志的关心和帮助。

限于作者水平,书中难免存在不当之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的演变与发展	1
1.1.1 面向终端的计算机网络	1
1.1.2 计算机-计算机网络	2
1.1.3 开放式标准化网络	3
1.1.4 网络的新发展	3
1.2 计算机网络的功能和应用	4
1.2.1 计算机网络的定义	4
1.2.2 网络的功能	4
1.2.3 网络的应用	5
1.3 计算机网络的层次体系结构	6
1.3.1 分层模型	6
1.3.2 开放系统互连基本参考模型	8
1.3.3 Internet 参考模型	10
1.4 网络通信标准化组织	12
1.4.1 国际标准化组织和国际电信联盟	12
1.4.2 因特网有关的标准化组织	13
1.4.3 其他组织	13
1.5 计算机网络分类	13
1.5.1 按地理范围分类	13
1.5.2 其他分类	15
1.6 小结	16
1.7 学习加油站	16
1.7.1 典型例题	16
1.7.2 考研真题解析	17
1.7.3 重点提示	19
1.8 习题	19
第 2 章 数据通信基础	21
2.1 数据通信的基础理论	21
2.1.1 通信系统模型	21
2.1.2 带宽与傅里叶分析	23
2.1.3 信道容量	24
2.2 物理传输媒体	25

2.2.1	双绞线	25
2.2.2	同轴电缆	26
2.2.3	光纤	27
2.2.4	无线传输媒体	29
2.2.5	卫星通信	30
2.3	传输技术	31
2.3.1	模拟传输与数字传输	31
2.3.2	数字调制技术	32
2.3.3	模拟信号的脉冲编码调制	33
2.3.4	多路复用	34
2.3.5	数字信号的编码技术	37
2.4	物理层设备	38
2.4.1	中继器	38
2.4.2	集线器	39
2.5	物理层接口标准举例	40
2.5.1	EIA-RS-232C	41
2.5.2	RS-422、RS-423 和 RS-449	42
2.6	案例实验	43
2.7	小结	45
2.8	学习加油站	45
2.8.1	典型例题	45
2.8.2	考研真题解析	46
2.8.3	重点提示	49
2.9	习题	50
第 3 章	数据链路层	52
3.1	差错检测与校正	52
3.1.1	传输差错的特性	52
3.1.2	常用的简单差错控制编码	53
3.2	数据链路层的功能	57
3.2.1	帧同步	57
3.2.2	差错控制	57
3.2.3	流量控制	58
3.2.4	数据链路管理	58
3.3	数据链路协议及性能分析	58
3.3.1	停等协议	59
3.3.2	连续 ARQ 协议	60
3.3.3	选择重传 ARQ 协议	63
3.4	数据链路控制规程	63

3.4.1 HDLC 协议原理及特点	63
3.4.2 HDLC 协议的操作过程	64
3.4.3 HDLC 的帧结构	64
3.4.4 HDLC 的帧类型	65
3.5 数据链路层协议——PPP	66
3.5.1 PPP 的特点	66
3.5.2 PPP 的帧格式	67
3.5.3 PPP 的工作状态	68
3.6 数据链路层设备	69
3.7 小结	72
3.8 学习加油站	72
3.8.1 典型例题	72
3.8.2 考研真题解析	73
3.8.3 重点提示	76
3.9 习题	76
第 4 章 局域网和城域网	78
4.1 局域网概述	78
4.2 局域网参考模型	79
4.2.1 局域网体系结构	79
4.2.2 拓扑结构	81
4.2.3 IEEE 802 标准	82
4.2.4 逻辑链路控制 LLC 子层	83
4.2.5 媒体访问控制 MAC 子层	84
4.3 CSMA/CD 和 IEEE 802.3 标准	84
4.3.1 载波监听多路访问	85
4.3.2 载波监听多路访问/冲突检测	86
4.3.3 二进制指数退避算法	87
4.3.4 IEEE 802.3 标准	87
4.4 令牌总线访问控制和 IEEE 802.4 标准	89
4.4.1 令牌总线局域网的组成	89
4.4.2 令牌总线访问控制	89
4.4.3 IEEE 802.4 标准	91
4.5 令牌环访问控制和 IEEE 802.5 标准	91
4.5.1 令牌环局域网的组成	91
4.5.2 令牌环访问控制	92
4.5.3 IEEE 802.5 标准	92
4.6 三种局域网性能的比较	94
4.7 无线局域网	95

4.7.1	无线局域网的组成	95
4.7.2	802.11 局域网的物理层	96
4.7.3	802.11 局域网的 MAC 层协议	97
4.7.4	802.11 局域网的 MAC 帧	100
4.8	无线个人区域网	101
4.9	无线城域网	102
4.10	快速、千兆位及万兆位以太网	103
4.11	光纤分布式数据接口	106
4.12	交换局域网	107
4.12.1	共享与交换网络	107
4.12.2	直通和存储转发	108
4.12.3	虚拟局域网	109
4.12.4	选择交换机的标准	110
4.13	局域网网络操作系统	112
4.13.1	Novell 网络操作系统 NetWare	113
4.13.2	Microsoft 网络操作系统简介	115
4.14	案例实验	118
4.15	小结	119
4.16	学习加油站	119
4.16.1	典型例题	119
4.16.2	考研真题解析	120
4.16.3	重点提示	123
4.17	习题	123
第 5 章	广域网	125
5.1	广域网概述	125
5.2	电路交换和分组交换	127
5.2.1	电路交换	127
5.2.2	分组交换	128
5.3	虚电路和数据报	129
5.3.1	通信子网的内部操作	129
5.3.2	网络层提供的服务	131
5.4	路由选择	132
5.4.1	理想路由算法的基本特性	132
5.4.2	静态路由选择策略	133
5.4.3	动态路由选择策略	134
5.5	拥塞控制	135
5.5.1	流量控制和拥塞控制	136
5.5.2	影响拥塞控制的策略	137

5.6	X.25 网	139
5.7	帧中继	142
5.8	异步传输模式	146
5.9	案例实验	149
5.10	小结	151
5.11	学习加油站	151
5.11.1	典型例题	151
5.11.2	考研真题解析	152
5.11.3	重点提示	154
5.12	习题	154
第 6 章	网络互连	156
6.1	网络层提供的两种服务	157
6.2	网际协议	158
6.2.1	虚拟互联网络	158
6.2.2	分类的 IP 地址	159
6.2.3	IP 地址与硬件地址	162
6.2.4	地址解析协议和逆地址解析协议	163
6.2.5	IP 数据报的格式	164
6.2.6	IP 层转发分组的流程	165
6.3	划分子网和构造超网	166
6.3.1	划分子网	166
6.3.2	使用子网时分组的转发	168
6.3.3	无分类编址 (构造超网)	169
6.4	下一代网际协议	170
6.5	网际控制报文协议	173
6.5.1	ICMP 报文的种类	173
6.5.2	ICMP 的应用举例	175
6.6	因特网的路由选择协议	176
6.6.1	有关路由选择协议的几个基本概念	176
6.6.2	内部网关协议	178
6.6.3	内部网关协议	183
6.6.4	外部网关协议	185
6.6.5	路由器的构成	187
6.7	IP 组播	188
6.7.1	IP 组播的基本概念	188
6.7.2	在局域网上进行硬件组播	189
6.7.3	网际组管理协议和组播路由选择协议	190
6.8	移动 IP	192

6.8.1 移动 IP 的概念	192
6.8.2 移动 IP 的通信过程	193
6.9 虚拟专用网和网络地址转换	196
6.9.1 虚拟专用网	196
6.9.2 网络地址转换	198
6.10 案例实验	199
6.11 小结	200
6.12 学习加油站	200
6.12.1 典型例题	200
6.12.2 考研真题解析	202
6.12.3 重点提示	208
6.13 习题	208
第 7 章 运输层	210
7.1 运输层协议概述	210
7.1.1 进程之间的通信	210
7.1.2 运输层的两个主要协议	211
7.1.3 运输层的端口	212
7.2 用户数据报协议	214
7.2.1 UDP 概述	214
7.2.2 UDP 的首部格式	215
7.3 传输控制协议概述	216
7.3.1 TCP 最主要的特点	216
7.3.2 TCP 的连接	217
7.4 TCP 报文段的首部格式	217
7.5 TCP 可靠传输的实现	220
7.5.1 以字节为单位的滑动窗口	220
7.5.2 超时重传时间的选择	221
7.5.3 选择确认 SACK	222
7.6 TCP 的流量控制	223
7.6.1 利用滑动窗口实现流量控制	223
7.6.2 传输效率	224
7.7 TCP 的拥塞控制	225
7.7.1 拥塞控制的一般原理	225
7.7.2 几种拥塞控制方法	225
7.7.3 随机早期检测	227
7.8 TCP 的运输连接管理	228
7.8.1 TCP 的连接建立	228
7.8.2 TCP 的连接释放	229

7.8.3 TCP 的有限状态机	230
7.9 案例实验	232
7.10 小结	233
7.11 学习加油站	233
7.11.1 典型例题	233
7.11.2 考研真题解析	234
7.11.3 答疑解惑	236
7.11.4 重点提示	237
7.12 习题	237
第 8 章 应用层	239
8.1 域名系统	239
8.1.1 域名系统概述	239
8.1.2 因特网的域名结构	240
8.1.3 域名服务器	242
8.2 文件传送协议	244
8.2.1 FTP 概述	244
8.2.2 FTP 的基本工作原理	245
8.2.3 简单文件传送协议	248
8.3 远程终端协议	249
8.4 万维网	250
8.4.1 万维网概述	251
8.4.2 统一资源定位符	252
8.4.3 超文本传送协议	254
8.4.4 万维网的文档	256
8.4.5 万维网的信息检索系统	257
8.5 电子邮件	258
8.5.1 电子邮件概述	258
8.5.2 简单邮件传送协议	258
8.5.3 电子邮件的信息格式	259
8.5.4 邮件读取协议和交互式邮件存取协议	260
8.5.5 基于万维网的电子邮件	261
8.5.6 通用因特网邮件扩充	261
8.6 动态主机配置协议	263
8.7 简单网络管理协议	264
8.7.1 网络管理的基本概念	264
8.7.2 管理信息结构	268
8.7.3 管理信息库	269
8.7.4 SNMP 的协议数据单元和报文	269

8.8 应用进程跨越网络的通信	272
8.8.1 系统调用和应用编程接口	272
8.8.2 几种常用的系统调用	273
8.9 案例实验	274
8.10 小结	276
8.11 学习加油站	276
8.11.1 典型例题	276
8.11.2 考研真题解析	278
8.11.3 答疑解惑	280
8.11.4 重点提示	280
8.12 习题	281
第9章 网络安全	283
9.1 网络安全基础	283
9.1.1 网络安全性	283
9.1.2 网络安全被攻击的方法和安全性对策	284
9.1.3 Web 的安全性技术	287
9.2 数据加密	287
9.2.1 数据加密一般原理	287
9.2.2 数据加密标准	288
9.2.3 公开密钥体制	289
9.3 身份鉴别	292
9.4 数字签名	292
9.5 防火墙技术	294
9.6 数字证书	298
9.7 无线网络安全	299
9.8 案例实验	303
9.9 小结	306
9.10 习题	306
部分习题参考答案	308
参考文献	325

第 1 章 计算机网络概述

计算机网络源于计算机与通信技术的结合，始于 20 世纪 50 年代，是 20 世纪最伟大的科学成就之一，特别是近 50 年来得到迅猛发展。本章将介绍与计算机网络相关的一些基本概念，包括计算机网络的演变与发展、计算机网络的功能和应用、计算机网络的层次体系结构和网络通信标准化组织等。

考研大纲要求

（一）计算机网络概述

1. 计算机网络的概念、组成与功能
2. 计算机网络的分类
3. 计算机网络和互联网的发展过程
4. 计算机网络的标准化工作和标准化组织

（二）计算机网络体系结构与参考模型

1. 计算机网络分层模型
 2. 计算机网络协议、接口、服务等概念
 3. ISO/OSI 参考模型和 TCP/IP 模型
-

1.1 计算机网络的演变与发展

20 世纪人类最伟大的发明是计算机，计算机与通信技术相结合产生的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。计算机网络的发展经历了从简单到复杂、从单机到多机、从终端与计算机间的通信再到计算机与计算机之间直接通信的演变过程。

1.1.1 面向终端的计算机网络

以单个中央计算机为中心连接大量在地理上分散的终端，由中央计算机专门进行数据处理，用一个通信处理机或前端处理机通过调制解调器与远端终端相连（如图 1-1 所示），这种联机系统称为面向终端的计算机通信网，有人将这种最简单的通信网称为第一代计算机网络。这种网络本质上是以单个主机为网络的控制中心的星状网，各终端通过通信线路围绕主机中心，共享主机的软件和硬件资源。20 世纪 60 年代，面向终端的计算机通信网得到了很大的发展，最具代表性的是美国半自动地面防空系统（SAGE）。

随着计算机用户数量的迅速增加，面向终端的计算机网络系统的缺点也越来越明

显：如果中央计算机的负荷较重，会导致系统响应时间过长，这将使终端用户等待时间延长，且单机系统可靠性低，一旦控制中心发生故障，将导致整个系统瘫痪。

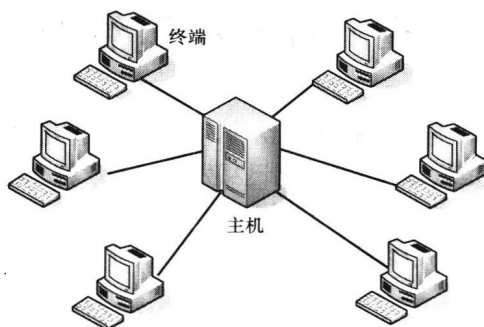


图 1-1 以单个主机为中心的网络

1.1.2 计算机-计算机网络

由于面向终端的网络缺陷，人们开始研究多台计算机之间相互连接和通信的方法。分组交换技术的出现使计算机网络技术的发展发生了根本的变化。1964 年 8 月，巴兰（Baran）在美国兰德（Rand）公司“论分布式通信”的研究报告中首次提出“存储转发”的概念。英国戴维斯（Davies）于 1966 年首次提出了“分组”的概念。在这些研究基础上，1969 年 12 月，美国国防部高级研究计划署（Defense Advanced Research Agency, DARPA）将建成的分组交换网 ARPANET 投入运行，这是计算机网络发展历史上的里程碑，由此计算机网络进入了一个崭新的阶段。

分组交换网由通信子网组成，如图 1-2 所示，其中黑色节点上的计算机称为节点交换机，在 ARPANET 中被称为接口报文处理机（Interface Message Processor, IMP），负责网上各主机间的通信控制和通信处理。由 IMP 和通信线路组成的网络称为通信子网，图 1-2 中标写的主机均是一些独立并且可以进行相互通信的计算机。当某个主机 A 要向另外一个主机 B 发送数据时，首先将数据划分为一系列等长的分组，同时附上目的地址等消息，然后将这些分组发往与 A 相连的 IMP 节点 C，节点 C 收到分组后，先将分组存入缓冲区，再根据分组的地址信息按一定的算法，确定将该分组再发往哪个节点。由上述内容可知，存储转发技术和分组交换技术实质上采用的策略是断续分配传输通道。

分组交换网使得原来单一主机的负载可以分散到全网的各个主机上，加快网络系统的响应速度，单个主机的故障不会导致整个网络系统的全面瘫痪，但也存在一些问题。例如，通过网络交换时，必须向每个数据包增加控制信息，这就造成了额外开销，并且每通过一个 IMP 节点时，都会带来延迟。另外分组交换网的管理和控制也比较复杂。

继 ARPANET 之后，一些发达国家陆续建成了许多全国性的计算机网络，都采用报文分组交换的方式。这种以通信子网为中心的计算机网络常称为第二代计算机网络，它的功能比面向终端的第一代计算机网络强大很多，对后来计算机网络的发展产生了深远的影响。今天的全球性网络——因特网（Internet）就是在此基础上建设而成的。

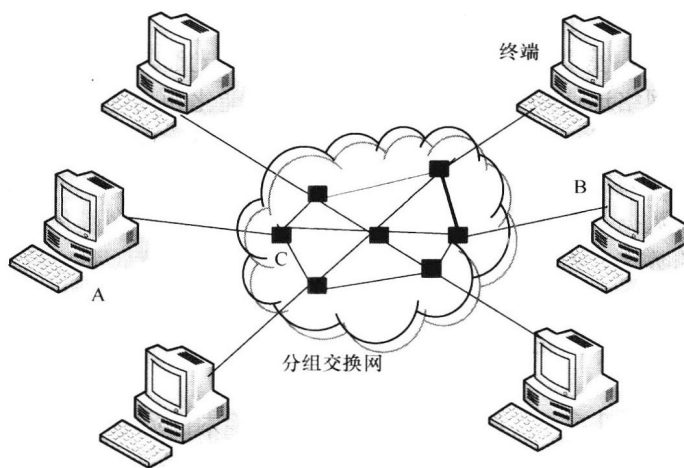


图 1-2 分组交换网示意图

1.1.3 开放式标准化网络

为了降低网络设计的复杂性，科学家早在设计 ARPANET 时就提出了“分层”的概念，就是将庞大复杂的问题转化为若干较小易于处理的子问题。20 世纪 70 年代中期，计算机网络开始向体系结构标准化的方向发展，即正式进入标准化网络时代。

20 世纪 70 年代中期 ARPANET 兴起之后，随着计算机网络的快速发展，各大计算机生产商纷纷发展各自的计算机网络，随之而来的问题是由于各自的网络体系结构各不相同，不同公司网络之间不能实现互连互通。为了解决这个问题，国际化标准化组织（International Standard Organization, ISO）于 1978 年提出了开发系统互连参考模型（Open Systems Interconnection Reference Model, OSI/RM），简称 OSI。OSI 模型是一个开放的体系结构，它将网络分成 7 层，并规定每层的功能，最终的 ISO 标准（ISO 7498）到 1984 年才正式颁布。OSI 参考模型推出后，得到了国际上的认可，成为其他各种计算机网络体系结构靠拢的标准，以后的发展一直走标准化的道路，从这以后，开始了所谓的第三代计算机网络。但是 OSI 模型并没有商品化，它面临着后来因特网使用的 TCP/IP 体系的严峻挑战。具体原因如下。

（1）OSI 标准的制定周期太长，使得厂家不能及时按标准生产设备并占领市场。

（2）OSI 的协议过于复杂，实现起来比较困难，而且 OSI 的划分不太合理，有些功能在多个层次中重复出现，运行效率低，影响了 OSI 产品的发展。

1.1.4 网络的新发展

20 世纪 90 年代以后，全球进入因特网时代。因特网发展的过程如下：1969 年 12 月，DARPA 建成的分组交换网 ARPANET 投入运行；20 世纪 70 年代中期，DARPA 为了实现异种网之间的互联互通，于 1977 年到 1979 年间推出了 TCP/IP 体系结构和协议规范。1980 年前后，ARPANET 开始采用 TCP/IP 协议，1986 年美国国家科学基金会建立基于 TCP/IP 的国家科学网（NSFNET）与 ARPANET 相连，1990 年合并后改名为 Internet。后来随着使用范围不断扩大，速率提高，因特网成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络。20 世纪 90 年代，欧洲原子核研究组织开发的万维网（World Wide Web, WWW）被广泛使用在因特网上，方便了非网络专业人员对网络的使用，使用户按指数

增长，直至今今天成为覆盖全球的信息基础设施之一。

微电子技术、大规模集成电路技术、计算机技术和光通信技术的发展为网络发展提供了有力的支持，网络迅速朝着高速化、综合化、智能化和高性能方向发展。高速化是指网络具有宽频带和低时延，采用光缆作为传输介质，可实现高传输速率，低时延则要求用快速交换技术作为保证。目前，高速网络的传输速率可超过 1000Mb/s。综合化将语音、视频、图像、数据等多种业务综合到一个网络中去，其中多媒体化技术是指能够综合处理两种以上的数字、声音、图形和图像等信息媒体的技术，是实现综合化信息处理技术的基础。智能化是指多方面提高网络的性能和综合的多功能服务，并更加合理地进行网络各种业务的管理，真正以分布和开放的形式向用户提供服务。

1.2 计算机网络的功能和应用

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络是指地理位置不同，并具有独立功能的多台计算机系统由通信设备和线路连接起来，通过网络软件进行数据通信，实现资源共享的信息系统。“独立功能”是指每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作，任意两台计算机之间都没有主从关系。通信设备是指完成网络连续所需要的交换设备，如交换机、路由器等，线路连接包括双绞线、同轴电缆、光纤、通信卫星、红外线等不同传输介质。其中网络软件是指网络通信协议和实现协议的网络操作系统等，网络协议是区别计算机网络与一般计算机互联系统的标志。

1.2.2 网络的功能

1. 数据交换和通信

这是计算机网络最基础的功能，快速的计算机之间或计算机与终端之间相互传递信息如数据、程序或文件等。利用这一特点，可将分散在各个地区的单位或部门用计算机网络联系起来，进行统一的调配、控制和管理。

2. 资源共享

共享计算机网络中提供的资源（包括硬件、软件和数据）是计算机网络组网的目标之一。计算机的许多资源是十分昂贵的，不可能为每个用户所拥有。例如，进行复杂运算的巨型计算机、海量存储器、高速激光打印机、大型绘图仪和一些特殊的外部设备，另外还有大型数据库和大型软件等。然而这些昂贵的资源都可以为计算机网络上的用户所共享，既可以使用户减少投资，又可以提高这些昂贵资源的使用效率。

3. 提高系统的可靠性和可用性

可靠性的提高体现在网络中计算机彼此互为备用，在单机使用的情况下，如没有备用机，则计算机一有故障便会导致停机。如果增加备用机，则费用也会极大增加。当计