

21世纪重点大学规划教材

韩毅刚 等编著

计算机网络技术



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子教案

21 世纪重点大学规划教材

计算机网络技术

韩毅刚 等编著



机械工业出版社

本书通过实例阐述计算机网络的基本原理和实现技术,讨论了通过网络传输数据时遇到的各种问题和 技术,涉及数据信号的编码和传输、协议的封装和解析、网络的建设和编程等网络技术,对难理解的知识点和网络配置参数,结合实际情况,使用大量实例加以说明。

本书配套授课电子课件、程序源代码以及工具软件等资源,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 241151483, 电话: 010-88379753)。

本书面向计算机、通信工程、电子信息专业的本科生和相关专业技术人员,可作为高等院校专业课程的教材、参考书或计算机网络研发人员的入门指南。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/韩毅刚等编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 8

(21 世纪重点大学规划教材)

ISBN 978-7-111-31053-2

I. ①计… II. ①韩… 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(2010)第 115675 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:唐德凯

责任印制:杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2010 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·20.25 印张·499 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-31053-2

定价:34.00 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

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

出版说明

“211 工程”是“重点大学和重点学科建设项目”的简称，是国家“九五”期间唯一的教育重点项目。

进入“211 工程”的 100 所学校拥有全国 32% 的在校本科生、69% 的硕士生、84% 的博士生，以及 87% 的有博士学位的教师；覆盖了全国 96% 的国家重点实验室和 85% 的国家重点学科。相对而言，这批学校中的教授、教师有着深厚的专业知识和丰富的教学经验，其中不少教师对我国高等院校的教材建设做过很多重要的工作。为了有效地利用“211 工程”这一丰富资源，实现以重点建设推动整体发展的战略构想，机械工业出版社推出了“21 世纪重点大学规划教材”。

本套教材以重点大学、重点学科的精品教材建设为主要任务，组织知名教授、教师进行编写。教材适用于高等院校计算机及其相关专业，选题涉及公共基础课、硬件、软件和网络技术等，内容紧密贴合高等院校相关学科的课程设置和培养目标，注重教材的科学性、实用性、通用性，在同类教材中具有一定的先进性和权威性。

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、学习指导、习题解答、课程设计和毕业设计指导等内容。

机械工业出版社

前 言

计算机网络是一种实用性技术，协议是计算机网络的灵魂。每种协议的规范说明都有数十甚至数百页之多，很多计算机网络的书籍仅仅是这些协议文本的罗列，结果造成如果在本书中有疑问，就很难在其他书中找到答案。

本书试图利用实际网络生活的经历描述计算机网络的技术和原理。有些人对某种技术的功能、特点等可以列出一大堆条目，却很难回答“举个例子”这样简单的问题。为了避免空中楼阁式的抽象描述，本书对知识点的描述使用具体例子或实例来说明，让读者感到这些知识并不深奥，就在他们的身边。

计算机网络技术比较繁杂，各种技术层出不穷，“只见树木，不见森林”的现象尤其突出。每章后的思考与进阶不同于一般的习题，它还是对本章内容的补充以及与其他章节内容的联系，是对各种技术之间联系的综合考虑，其中贯穿了一些作者的观点和经验。

学习知识的最好方式是通过已知学习未知。除了大量实例，本书还对图中或实例中出现的任何术语进行了简单解释，不给读者留下无从查起的窘境。另外，随书提供的电子教案附有大量的图，除了实物图外，绝大多数图都是可编辑的，方便读者修改、制作自己的课件。

计算机网络技术发展快，淘汰也快，实际产品未必遵从协议标准。例如，IP 数据报中的生存期（TTL）字段实质上不是以时间为单位来计算，IP 不是封装进 LLC PDU 而是直接封装进 MAC 帧，常见的 MAC 帧是以太网版本 2 帧格式而不是 IEEE 802.3 标准帧格式，所谓的 SOHO 路由器其实是交换机加 NAT，等等。本书没有讲述城域网，这并不意味着城域网技术被以太网取代，它只是转到了电信网领域，成了局域网接入因特网的技术汇聚点，而且还是因特网带宽的瓶颈。本书是作者二十余年从事计算机网络研究和工程的经验总结，试图从历史来源到最新进展、从原理到实际应用、从概念到实例来阐述计算机网络各种技术的精髓。

本书由韩毅刚编写第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 8 章和第 11 章，陈冬霞、李亚娜编写第 4 章，孟繁亮、张一帆编写第 5 章，孟繁亮编写第 6 章，宁建军、王欢编写第 7 章，蔡航俊、冯建业、李亚娜、王欢等编写第 9、10 章，全书由韩毅刚统稿。

计算机网络技术发展很快，内容繁杂，限于作者的水平，难免出现不妥之处，敬请读者指正。

韩毅刚

目 录

出版说明

前言

第 1 章 计算机网络基础知识	1
1.1 计算机网络的发展历程	1
1.1.1 计算机网络的发展阶段	1
1.1.2 计算机网络技术的演进	2
1.2 计算机网络的基本概念	3
1.2.1 计算机网络的定义	4
1.2.2 计算机网络的分类	4
1.2.3 计算机网络的拓扑结构	6
1.3 计算机网络的组成	8
1.3.1 资源子网	9
1.3.2 通信子网	10
1.4 计算机网络的体系结构	10
1.4.1 网络层次参考模型	11
1.4.2 OSI 参考模型的各层功能	12
1.4.3 TCP/IP 协议模型	13
1.4.4 通信协议标准化组织	14
思考与进阶	15
第 2 章 数据信号传输	16
2.1 通信代码	16
2.1.1 ASCII 码	16
2.1.2 Unicode	17
2.1.3 汉字编码	18
2.2 数据传输的基本概念	19
2.2.1 数据传输方式分类	19
2.2.2 传输速率	22
2.3 传输损耗	24
2.3.1 误码率	24
2.3.2 衰减	24
2.3.3 噪声	25
2.3.4 信道容量	26
2.4 传输媒介	27
2.4.1 有线媒介	27
2.4.2 无线媒介	31

2.5 信号编码技术	33
2.5.1 数字信号的波形	34
2.5.2 数字信号的编码方案	35
2.5.3 信号编码方案的评价	36
2.6 信号调制技术	37
2.6.1 ASK	37
2.6.2 FSK	38
2.6.3 PSK	39
2.6.4 QAM	40
思考与进阶	41
第3章 流量控制和差错控制	42
3.1 流量控制	42
3.1.1 停-等流量控制方法	42
3.1.2 滑动窗口流量控制方法	43
3.1.3 其他流量控制方法	44
3.2 差错校验编码原理	46
3.2.1 差错类型	46
3.2.2 校验码的分类	46
3.2.3 编码的纠检错能力	47
3.3 差错校验编码	49
3.3.1 奇偶校验码	49
3.3.2 方阵校验码	50
3.3.3 校验和	50
3.3.4 CRC 码	52
3.3.5 海明码	54
3.4 差错控制	56
3.4.1 差错控制方法概述	56
3.4.2 反馈重发纠错方式	56
3.4.3 前向纠错方式	57
3.4.4 混合纠错方式	57
3.4.5 其他差错控制方式	58
3.5 ARQ 差错控制方法	59
3.5.1 停止等待 ARQ	59
3.5.2 返回 N-ARQ	60
3.5.3 选择拒绝 ARQ	61
思考与进阶	62
第4章 局域网技术	63
4.1 局域网概述	63
4.1.1 局域网的特点	63

4.1.2 局域网的应用	64
4.1.3 局域网的核心技术	64
4.2 局域网协议体系结构	65
4.2.1 IEEE 802 参考模型	65
4.2.2 IEEE 802 标准	67
4.3 媒介访问控制	68
4.3.1 媒介访问控制技术分类	68
4.3.2 ALOHA	69
4.3.3 CSMA	70
4.3.4 CSMA/CD	71
4.3.5 802.11 MAC	72
4.4 以太网	76
4.4.1 共享式以太网	76
4.4.2 交换式以太网	76
4.4.3 以太网 MAC 帧结构	77
4.4.4 10 Mbit/s 以太网	80
4.4.5 100 Mbit/s 以太网	81
4.4.6 千兆位以太网	83
4.4.7 万兆位以太网	85
4.5 无线局域网	86
4.5.1 IEEE 802.11 系列标准	86
4.5.2 802.11 MAC 帧结构	87
4.5.3 无线局域网的工作模型	88
4.6 SAN	88
4.6.1 SAN 的概念	89
4.6.2 SAN 的组成	89
4.6.3 SAN 的拓扑结构	91
4.6.4 SAN 中的数据传输	91
思考与进阶	91
第5章 IP	93
5.1 IP 地址	93
5.1.1 IP 地址的分类	93
5.1.2 IP 路由选择	95
5.2 子网与子网掩码	96
5.2.1 子网的划分	96
5.2.2 子网掩码	96
5.2.3 子网寻址	97
5.3 IP 首部	98
5.3.1 IP 数据报控制信息的功能	99

5.3.2	IP 首部解析	100
5.3.3	TTL 字段的应用	101
5.3.4	IP 数据报的分片	103
5.4	ARP 地址解析协议	106
5.4.1	ARP 地址解析过程	106
5.4.2	ARP 报文格式	108
5.4.3	IP 数据报网络传输全过程	109
5.4.4	ARP 病毒的机制	110
5.4.5	RARP 逆向地址解析协议	111
5.5	ICMP 网际控制报文协议	112
5.5.1	ICMP 的报文格式	112
5.5.2	ICMP 报文的应用——ping 命令	114
5.5.3	ICMP 报文的应用——tracert 命令	116
5.6	IPv6	118
5.6.1	IPv6 的分组格式	118
5.6.2	IPv6 分组的扩展首部	119
5.6.3	IPv6 的地址格式和类型	120
	思考与进阶	121
第 6 章	TCP 和 UDP	123
6.1	TCP 和 UDP 概述	123
6.2	TCP 的连接过程	124
6.2.1	TCP 连接的建立	125
6.2.2	TCP 连接的终止	127
6.3	TCP 的控制机制	128
6.3.1	流量机制	128
6.3.2	差错控制	130
6.3.3	拥塞控制	132
6.4	TCP 首部	135
6.4.1	TCP 首部格式	135
6.4.2	TCP 的编码标志位	136
6.5	UDP 协议	138
	思考与进阶	140
第 7 章	应用层协议	142
7.1	域名系统	142
7.1.1	域名系统概述	142
7.1.2	域名解析原理	144
7.1.3	DNS 报文	146
7.2	电子邮件系统	150
7.2.1	邮件系统结构	151

7.2.2	SMTP	153
7.2.3	MIME	156
7.2.4	POP3	158
7.2.5	IMAP	159
7.3	文件传输协议	159
7.3.1	FTP 模型和传输模式	159
7.3.2	FTP 命令和响应	161
7.3.3	文件传输实例	161
7.4	HTTP	163
7.4.1	HTTP 概述	163
7.4.2	HTTP 请求消息	165
7.4.3	HTTP 响应消息	166
7.4.4	HTTP 实体	166
7.4.5	HTTP 连接实例	167
7.4.6	WWW	169
7.5	SNMP	172
7.5.1	SNMP 体系结构	172
7.5.2	管理信息库 MIB	173
7.5.3	SNMP 报文	175
7.5.4	SNMP 的操作	176
7.5.5	网络管理实例	178
7.6	思考与进阶	179
第8章	广域网技术	180
8.1	广域网概述	180
8.1.1	广域网的概念和特点	180
8.1.2	电路交换网络	181
8.1.3	分组交换网络	182
8.1.4	多路复用	183
8.1.5	广域网的基本设备	187
8.2	广域网实例	187
8.2.1	PSTN	187
8.2.2	DDN	190
8.2.3	X.25	191
8.2.4	ISDN	192
8.2.5	帧中继	194
8.2.6	ATM	195
8.3	接入网技术	199
8.3.1	接入网的概念	199
8.3.2	xDSL	201

8.3.3	FTTx	204
8.3.4	HFC	205
8.3.5	无线接入技术	207
8.4	广域网中的协议	209
8.4.1	HDLC	210
8.4.2	PPP、PPPoE 和 PPPoA	213
8.5	路由选择	215
8.5.1	路由算法	215
8.5.2	路由协议	216
	思考与进阶	218
第9章	网络设备与组网实例	220
9.1	网络设备	220
9.1.1	网络适配器	220
9.1.2	集线器	221
9.1.3	交换机	221
9.1.4	路由器	223
9.1.5	交换机和路由器实例	224
9.2	组建小型局域网	227
9.2.1	NAT	227
9.2.2	DHCP	228
9.2.3	室内局域网组网实例	230
9.3	网吧组网	231
9.3.1	VLAN	231
9.3.2	网吧组网实例	234
9.4	校园网的组建	235
9.4.1	CERNET	235
9.4.2	校园网整体结构的设计	235
9.4.3	IP 地址的分配和 VLAN 的划分	236
9.4.4	校园网结构分析与设备配置	237
	思考与进阶	239
第10章	网络编程	241
10.1	网络编程概述	241
10.1.1	网络编程模式	241
10.1.2	网络编程语言	242
10.1.3	网络程序开发体系结构	244
10.1.4	网络编程技术	246
10.2	网络数据包的捕获和分析	247
10.2.1	Wireshark 的操作	247
10.2.2	Wireshark 的过滤表达式设置	248

10.2.3 网络编程包结构的定义和字节顺序	249
10.3 Socket 编程	252
10.3.1 套接字的类型	253
10.3.2 Socket 数据结构和函数	253
10.3.3 Socket 编程实例	256
10.4 Winpcap 编程	260
10.4.1 Winpcap 原理与结构	260
10.4.2 Winpcap 数据结构与函数	262
10.4.3 Winpcap 编程实例	264
10.5 电子邮件编程实例	266
10.5.1 Jmail 组件的函数	267
10.5.2 邮件的发送	268
10.5.3 邮件发送时的常见错误	268
思考与进阶	269
第 11 章 网络的融合与发展	270
11.1 网络的宽带化	270
11.1.1 宽带传输技术	270
11.1.2 高速交换和路由技术	271
11.1.3 宽带接入技术	271
11.2 网络的 IP 化	272
11.2.1 IP 技术的发展	272
11.2.2 IP 多媒体子系统 IMS	272
11.3 网络的智能化	273
11.3.1 Web 3.0	273
11.3.2 物联网	273
11.3.3 智能光网络	274
11.4 网络的移动化	274
11.4.1 家庭网络	274
11.4.2 移动 IP 技术	274
11.5 网络的虚拟化	275
11.5.1 网格计算	275
11.5.2 云计算	276
11.6 网络的融合	276
11.6.1 三网融合	276
11.6.2 城域网融合技术	277
11.6.3 下一代网络	278
思考与进阶	279
附录 思考与进阶答案	280
参考文献	311

第 1 章 计算机网络基础知识

今天，人们可以在计算机上一边下载文件，一边浏览新闻，同时还能进行语音聊天，享受着计算机网络带来的生活便利。20 世纪 90 年代提出的“网络就是计算机”的观点，说明了计算机网络在信息社会中的重要地位。

计算机网络是计算机技术和通信技术融合的结果，它利用通信设备和线路把地理上分散的各个独立的计算机连接起来，通过网络软件达到实现资源共享和数据通信的目的。通信技术为计算机之间的数据传递和交换提供了手段，计算机技术则提高了通信网络的各种性能。

为了实现计算机之间的相互通信，国际标准化组织制定了一整套协议，使得各厂商的硬件和软件产品能够互连互通。可以说，协议是计算机网络的灵魂。

1.1 计算机网络的发展历程

计算机网络在当今世界上无处不在，不仅影响人们的生活，改变了商业通信的模式，甚至也冲击了经济和政治模式。

对于计算机网络的发展，可以用下面的数字序列做一个生动的比喻：100:1,10:1,1:1,1:10,1:100。计算机刚发明时，100 个人使用 1 台计算机；出现小型机后，10 个人使用 1 台计算机；个人微机的推出，实现了 1 个人使用 1 台计算机；微机局域网能让 1 个人使用 10 台计算机；而现在的互联网时代，1 个人使用 100 台计算机的梦想成为了现实。

1.1.1 计算机网络的发展阶段

计算机网络是一个复杂的系统，采用的技术多种多样，兴起和淘汰的速度很快。对于某种具体的计算机网络技术而言，了解其来龙去脉和应用背景极为重要。例如，如果现在还使用同轴电缆为某座办公大楼构建一个总线型局域网，这种组网方案是会贻笑大方的。

计算机网络的发展大致可划分为 4 个阶段：诞生阶段、形成阶段、互连互通阶段和高速网络技术阶段。

1. 诞生阶段

20 世纪 60 年代中期之前的计算机网络属于第一阶段，它的表现是以单个大型计算机为中心的远程联机系统。这种系统实际上就是典型的一台计算机带有多个终端的分时系统，终端只包括显示器和键盘，没有 CPU 和内存，即所谓的“哑终端”，现在常用的 BBS 仿真终端软件就是对这种终端的模拟。远程终端一般通过电话线连接到大型计算机的前端处理机（FEP）上。典型的应用实例是全美飞机订票系统，该系统由一台计算机和美国范围内 2000 多个终端组成。

按照现在对计算机网络的定义，这种分时系统还称不上真正的计算机网络，只是一种具备了网络雏形的远程通信系统。远程终端与计算机之间的通信系统称为数据通信系统，构成的网络称为计算机通信网。

2. 形成阶段

计算机网络的第二阶段就是把多个主机通过通信线路互连起来。这里的主机是指 Main-frame，就是第一阶段中的大型计算机，不同于现在所说的主机（Host）。主机之间不是直接用线路相连，而是由接口报文处理机（IMP）转接后互连的。IMP 负责主机间的通信任务，IMP 及其彼此互连的通信线路构成了通信子网。主机负责运行程序，提供资源共享，组成了资源子网。这个阶段形成了计算机网络的基本概念。

1969 年 12 月，世界上公认的、最成功的第一个计算机网络 ARPANET 投入运行，它标志着计算机网络的兴起。ARPANET 是由美国高级研究计划署（Advanced Research Projects Agency, ARPA）组织研制的，它就是现在 Internet（因特网，即常说的互联网）的前身。

3. 互连互通阶段

20 世纪 70 年代末至 90 年代为计算机网络发展的第三阶段，其特征是具有统一的网络体系结构。

这个阶段各种计算机网络技术竞争异常激烈，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，例如 IBM 公司的 SNA（系统网络体系结构）、苹果公司的 Appletalk、Novell 公司的 Netware 等。由于没有统一的标准，不同厂商的产品之间互连很困难。为了实现开放式和标准化的计算机网络，国际标准化组织（ISO）制定了 OSI（开放系统互连）体系结构。与此同时，TCP/IP 体系结构也脱颖而出。

4. 高速网络技术阶段

21 世纪带来了计算机网络发展的新阶段，其特征是网络的高速和融合。电信网、广播电视网和计算机网是目前世界上运营的三大通信网络。各种通信网络都在试图提供综合服务，这就是所谓的数字汇聚，它使三大网络迅速地融合在一起。以 Internet 为代表的互联网使整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统。

1.1.2 计算机网络技术的演进

网络时代最有名的定律是摩尔定律，它说明了微处理器的速度每 18 个月就翻一番。实际上，网络技术的发展比摩尔定律还快。例如，光纤定律指出因特网带宽每 9 个月会增加一倍的容量，成本同时降低一半。宽带化、IP 化、多媒体化是计算机网络发展的主要方向。可从以下几个方面描述计算机网络技术的演进情况。

1) 低速→高速。计算机串口的最低通信速率就是 50 bit/s，是按照电传打字机的通信速率设计的。目前已经在使用万兆位以太网，40 Gbit/s 和 100 Gbit/s 的以太网标准即将付诸实施，而光纤容量可超过 50 Tbit/s，只是受限于光电转换速度，现在还无法充分利用。

2) 专用网→公用网→虚拟专用网。开始时，通信网络只是某个部门或公司所建，为其自己单独使用。由于建网费用巨大，一般用户不敢问津，于是建立了公用的通信网络为大家共享，降低了用户的通信费用。然而，大家共用一个通信网络，毕竟使人感到不太安全，人

们又想利用公用网的低费用，又不愿自己的通信内容被人窥视，就在公用网内部建立自己的通信网络，这就是虚拟专用网。这样，既利用了公用网的通信资源，又防止了其他人访问自己的信息资源。

3) 电路交换→报文交换→分组交换。电路交换的典型例子是电话系统。在公用交换电话网中，当两个用户进行通信（打电话）时，电话系统就在两个用户之间建立 1 条实实在在的连线，这条连线就单独归这两个用户使用。大家可以看到，这条连线上并不是每时每刻都在传输信息。

为了充分利用线路资源，在数据通信网中，人们采用了报文交换技术，把要传送的信息组装成报文，发送出去，接收结点收到报文后，存储起来，进行路由选择，再寻机转发出去，因此是一种存储-转发机制。

由于报文交换所传送的信息有长有短，网络中的交换结点存储器容量的配置不好设定，报文太长，出错率也高，因此，人们把每次发送的报文分成较小的数据块，即报文分组，每个报文分组单独传送，到达目的地后再重新组装成报文，这就是分组交换技术。分组交换技术是通信网络的重要技术之一，它带来的好处，连当时的发明者也没有预料到。

4) 数据通信→多媒体通信。以前的计算机网络只用于传输数据，现在计算机网络不仅要传输数据，而且还要同时传输语音、图像、视频等多媒体信息。综合业务数字通信网就是在把所有多媒体信息数字化的基础上，通过综合接入、综合交换、综合传输、综合管理，为用户提供综合业务的服务。

5) 微机到主机→对等通信→客户机/服务器→浏览器/服务器。从计算机网络的体系和结构来看，最初实现的是微机到主机（Micro-to-Mainframe）的互连，其目的是让微型计算机（简称微机）用户能够使用昂贵的主机资源，实现的方法是使微机仿真大型计算机（主机）的终端，微机用户可把作业提交给大型机运算，微机除了仿真终端的功能外，还可在微机和主机之间进行文件传输。

由于微机的发展，微机之间也需要互相联网，实现资源共享，采用的方法是对等通信（Peer-to-Peer, P2P），即微机间没有主次之分，可以彼此互相访问。目前，对等通信过多地被使用，反而对网络主干带宽造成很大压力。一些网络下载和即时通信等软件采用的就是 P2P 技术，如 BT 下载、网络电话、视频聊天等。

为了减少网络的通信量及对网络进行管理，现在普遍采用客户机/服务器（Client/Server, C/S）的结构，把一些简单的计算任务放在用户端的客户机上进行处理，而把复杂的运算任务放在服务器一端，服务器运算完毕再把结果送回客户机一端。例如，SYBASE、ORACLE、SQL Server 等数据库管理系统就是采用这种方式，而不必像 FoxPro 那样在网上传输数据库的备份。

浏览器/服务器（B/S）结构实际上也是一种客户机/服务器方式，只不过它是特指在因特网环境中使用浏览器构造应用软件系统的方式。B/S 与 C/S 结构最大的不同在于 C/S 结构需要安装客户端软件。

1.2 计算机网络的基本概念

计算机网络是由多台计算机互连组成的系统集合，它把分布在不同地理区域的计算机用

通信线路连接起来,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。通俗来说,计算机网络就是通过电缆、电话线、光纤或无线电等互连的计算机的集合。互连是手段,资源共享是目的。

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络就是把地理上分散的独立计算机通过通信设备和线路连接起来,以功能完善的网络软件实现资源共享和数据通信的系统。简而言之,计算机网络是一组自治计算机系统的集合。计算机网络的定义涉及以下4个要点。

1) 自治。自治表示每台计算机都有自主权,这些计算机不依赖于网络也能独立工作。将具有“自治”功能的计算机称为主机(Host),也称为结点(Node)、站点、端点等。计算机网络中的结点不仅仅有计算机,还可以包括其他通信设备,如集线器(Hub)、交换机、路由器等。

2) 互连。互连表示计算机能够通过通信媒介进行连接。网络中各结点之间的连接需要有一条通道,即由传输媒介实现物理互连。这条物理通道可以是双绞线、同轴电缆或光纤等有线传输媒介,也可以是激光、微波或卫星等无线传输媒介。

3) 协议。网络中各结点之间互相通信或交换信息,需要有某些约定和规则,这些约定和规则的集合就是协议,其功能是实现各结点的逻辑互联。例如,Internet上使用的通信协议是TCP/IP协议簇。

4) 共享。计算机网络的目的是为了实现在数据通信和网络资源(包括硬件资源和软件资源)共享。要实现这一目的,网络中需配备功能完善的网络软件,包括网络通信协议(如TCP/IP、PPPoE等)和网络操作系统(目前的操作系统基本上都是网络操作系统,如常用的Windows XP)。

1.2.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法很多,按所采用的传输媒介分为双绞线网、同轴电缆网、光纤网、无线网;按照传输速率分为窄带网和宽带网;按不同用途分为科研网、教育网、商业网、企业网等;按网络拓扑结构可分为星形网络、树形网络、总线型网络、环形网络和网状网络。下面介绍几种常见的分类方法。

1. 局域网、城域网和广域网

按网络的地理分布范围来分类,计算机网络可以分为局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)和广域网(Wide Area Network, WAN)3种。这种分类方法也是比较流行的一种方法。

局域网是指在有限的地理范围内构成的规模相对较小的计算机网络。局域网的覆盖范围通常在1000~2000 m之内,一般不超过几十千米,其分布范围局限在一个办公室、一幢大楼或一个校园内,通常由某个单位或部门自己组建、维护。局域网的特点是分布距离近,传输速率高,连接费用低,数据传输可靠,误码率低。目前常见的局域网是以以太网。

城域网是在一个城市内部组建的计算机网络,提供全市的信息服务。城域网的覆盖范围可达数百千米,通常是将一个地区或一座城市内的局域网连接起来构成城域网。城

域网的数据传输距离比局域网要长，信号容易受到干扰，组网比较复杂，成本较高。目前一般使用以太网技术组建城域网，而电信部门组建的城域网一般采用 SDH（同步数字层次）或 WDM（波分复用）技术。因此，城域网中各种技术的融合成为关键问题。以前组建城域网的 FDDI（光纤分布式数据接口）或 DQDB（分布式队列双总线）技术已经很少用到了。

广域网的联网设备分布范围很广，可以从几十千米到几千千米，一般覆盖一个地区或一个国家。广域网是通过卫星、微波、无线电、电缆、光纤等传输媒介连接的国家网络和国际网络，它是全球计算机网络的主干网络。例如，中国公用分组交换网 CHINAPAC、中国公用计算机互联网 CHINANET、中国教育和科研计算机网 CERNET、美国 ARPANET 等都属于广域网。常见的广域网技术有 X.25、FR（帧中继）、ISDN（综合业务数字网）、ATM（异步传输模式）。广域网一般具有以下几个特点：地理范围没有限制，传输媒介多样，技术复杂，通常是一个公共网络。

2. 广播网络和交换网络

计算机网络按传送数据的结构和技术可分为两类：交换网络和广播网络。交换网络也称为点到点网络，根据具体的交换技术，交换网络又分为电路交换网、报文交换网和分组交换网 3 种类型。广播网络有分组无线网络、卫星网络、某些局域网等。

在交换网络中，从源结点到目的结点的数据传送需要经过一系列的网络中间结点，中间结点的功能就是进行路由选择，把数据转发到相邻的下一个结点，相邻结点之间有专用的物理线路。中间结点一般是交换机或路由器。

广播通信网络无中间交换结点，由于传输媒介共享，所以在同一时刻内只有一个结点可以发送数据，位于网络中的其他结点都可以接收该数据。

共享媒介的局域网都是广播网络，如 IEEE 802.11（WI-FI）、利用集线器（Hub）组建的以太网。现在以太网一般采用交换机组网，这种局域网属于交换网络。采用分组存储转发与路由选择是交换网络与广播网络的重要区别之一。

3. 公用网和专用网

按计算机网络的组建和管理性质可将计算机网络分为公用网和专用网。

公用网由电信部门或其他提供通信服务的运营商组建、管理和控制，网络内的传输和转接装置可供任何部门和个人使用。公用网由于规模大，常使用广域网技术构造成广域网，用来支持用户的远程通信。如中国公用分组交换网 CHINAPAC、中国公用数字数据骨干网 CHINADDN、中国公用帧中继宽带业务网 CHINAFRN 等都属于公用网。

专用网是由用户自己组建经营的网络，不容许其他用户和部门使用。由于投资有限，专用网常为局域网或者是通过租借电信部门的线路而组建的广域网。如由学校组建的校园网、由企业组建的企业内部网等。

许多部门利用公用网组建自己的专用网，即虚拟专用网。这些部门直接租用电信部门的通信网络，并配置一台或者多台主机，向社会各界提供网络服务，所构成的应用网络称为增值网络，即在通信网络的基础上提供了增值业务，如中国教育和科研计算机网 CERNET、全国各大银行的网络等。

4. C/S 网络和 P2P 网络

按计算机网络的工作模式可分为 P2P 和 C/S 网络。