

北京市教育委员会共建项目专项资助
高等学校计算机科学与技术专业核心课程系列规划教材

计算机 网络

COMPUTER NETWORKS

陈 明 编著



教材资源网址:

<http://www.51eds.com>

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

北京市教育委员会共建项目专项资助
高等学校计算机科学与技术专业核心课程系列规划教材

计算机网络

陈 明 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书根据教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编制的《高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案》中关于“计算机网络”课程规范编写而成。

本书基于 ISO/OSI 参考模型的层次结构, 自底向上地描述了计算机网络, 并以 TCP/IP 协议为背景, 详细讨论了各种网络协议和应用。本书主要内容包括网络概论、OSI 参考模型、物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层、局域网络、广域网络和网络安全等。

本书内容系统而全面, 逻辑层次清晰、图文并茂、深入浅出, 可作为大学计算机网络及相关课程的教材, 也可作为计算机网络工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络/陈明编著. —北京: 中国铁道出版社, 2012. 7

高等学校计算机科学与技术专业核心课程系列规划教材, 北京市教育委员会共建项目专项资助

ISBN 978-7-113-14705-1

I. ①计… II. ①陈… 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 (2012) 第 102955 号

书 名: 计算机网络
作 者: 陈 明 编著

策 划: 吴宏伟 秦绪好

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 孟 欣

编辑助理: 赵 迎

封面设计: 付 巍

封面制作: 刘 颖

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

版 次: 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 18 字数: 445 千

印 数: 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14705-1

定 价: 33.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材图书营销部联系调换。电话 (010) 63550836

打击盗版举报电话: (010) 63549504

计算机网络是计算机科学与通信技术密切结合的产物,也是计算机科学与技术应用中非常活跃的研究领域,尤其在最近 10 余年发展迅速。Internet 的出现与发展,改变了人们的学习、生活和工作方式,并对人类社会产生巨大影响。

“计算机网络”课程是计算机科学与技术专业的核心课程,是必修课程之一。本课程的先修课程是“计算机原理”、“程序设计基础”、“操作系统”、“算法设计与分析”和“数据结构”等。

全书分为 10 章:第 1 章主要介绍计算机网络的产生与发展、计算机网络组成、计算机网络分类、计算机网络拓扑结构、计算机网络性能指标和数据交换方式等;第 2 章主要介绍 OSI 参考模型、网络协议的基本概念和 TCP/IP 参考模型等;第 3 章主要介绍物理层,内容包括物理层的接口、特性、传输媒体、设备和数据通信基础等;第 4 章主要介绍数据链路层,内容包括数据链路层的基本概念、功能与提供的服务、数据链路层技术、数据链路层协议、网桥和交换机等;第 5 章主要介绍局域网,内容包括经典局域网简介、高速以太网、FDDI 网、无线局域网、虚拟局域网等;第 6 章主要介绍广域网,内容包括广域网的标准协议、广域网路由、广域网技术,如 X2.5 网、ISDN 网、ATM 技术、帧中继、HDLC 协议、点对点协议、DDN 技术和虚拟专用网等;第 7 章主要介绍网络层协议,内容包括网际协议、Internet 控制协议、IP 路由选择协议、IPv6 协议等;第 8 章主要介绍传输层协议,内容包括传输层的概念和基本功能、TCP/IP 体系结构、传输控制协议、TCP 报文段、TCP 连接管理、TCP 传输策略、TCP 拥塞控制、用户数据报协议、TCP 和 UDP 等;第 9 章主要介绍应用层,内容包括域名系统、文件传送和存取、电子邮件、万维网、简单网络管理协议等;第 10 章主要介绍网络安全,内容包括网络安全的重要性和定义、数据加密技术概述、网络攻击、检测与防范技术、计算机病毒与反病毒、防火墙技术、因特网的层次安全技术等。

本书具有如下特色:

- ① 在体系结构上,层次清楚,凸显了系统性、完整性和逻辑性,并注重了先进性。
- ② 在内容选择上,目标明确,知识点覆盖全面,阐述简明清晰,注重了跨课程的元素。
- ③ 在编写风格上,注重应用性和实践性,应用案例注重理论与实践的结合,提倡“应用计算”思维。

通过本课程的学习,能够系统地理解和掌握计算机网络的基本原理和基础知识,了解计算机网络构建中可能遇到的主要问题,以及解决问题的基本方法,为后续课程的学习及实际应用建立坚实的基础。

有的章提供了实验内容,这些内容仅供参考。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

陈明

2012 年 5 月

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机网络概述	2
1.1.1 计算机网络的产生和发展	2
1.1.2 计算机网络组成	4
1.1.3 网络分类	5
1.1.4 网络拓扑结构	7
1.2 网络性能指标	10
1.2.1 响应时间、延迟时间和等待时间	10
1.2.2 利用率	11
1.2.3 带宽、容量和吞吐量	12
1.2.4 可用性、可靠性和可恢复性	14
1.2.5 冗余度、适应性、可伸缩性	15
1.2.6 效率与费用	16
1.3 数据交换方式	16
1.3.1 电路交换	16
1.3.2 报文交换	17
1.3.3 分组交换	17
小结	20
习题	20
第 2 章 OSI 参考模型	21
2.1 网络体系结构的基本概念	22
2.1.1 协议	22
2.1.2 开放系统、子系统、 N 层与实体	23
2.1.3 路由	24
2.1.4 封装与解包	25
2.1.5 数据单元	27
2.1.6 服务、接口和访问点	27
2.1.7 层次结构	28
2.1.8 连接服务和无连接服务	29
2.1.9 协议与服务的关系	30
2.2 OSI 参考模型	30
2.3 TCP/IP 参考模型	33
2.3.1 TCP/IP	33
2.3.2 用户数据报协议	33

2.3.3	网际协议	34
2.3.4	TCP/IP 应用	34
2.3.5	TCP/IP 和 OSI 的比较	35
2.3.6	TCP/IP 小结	35
小结		37
习题		38
第 3 章	物理层	39
3.1	物理层概述	40
3.1.1	物理层的功能	40
3.1.2	接口的特性	40
3.2	物理层的传输媒体	41
3.2.1	同轴电缆	41
3.2.2	双绞线	42
3.2.3	光纤	44
3.2.4	地面微波传输	46
3.2.5	卫星通信	47
3.3	数据通信基础	47
3.3.1	通信方式	47
3.3.2	信道	49
3.3.3	模拟传输与数字传输	55
3.3.4	数据编码技术	57
3.4	物理层设备	61
3.4.1	中继器	61
3.4.2	集线器	61
3.5	宽带接入技术	66
小结		67
习题		67
课后实验	ADSL 组网	68
第 4 章	数据链路层	69
4.1	数据链路层概述	70
4.1.1	数据链路层基本概念	70
4.1.2	数据链路层的功能	70
4.1.3	数据链路层提供的服务	71
4.1.4	数据帧	72
4.2	数据链路层技术	74
4.2.1	差错控制技术	74
4.2.2	流量控制技术	80
4.3	数据链路层协议	80
4.3.1	停止等待协议	81
4.3.2	滑动窗口协议	86

4.4	网桥.....	90
4.4.1	网桥的功能	90
4.4.2	网桥的局限性	91
4.5	交换机.....	92
4.5.1	交换技术概述	92
4.5.2	交换机的功能	93
4.5.3	交换机的分类	94
	小结	95
	习题	95
第 5 章	局域网.....	96
5.1	局域网概述	97
5.2	经典局域网简介	97
5.2.1	以太网	98
5.2.2	权标环网	101
5.2.3	逻辑链路控制协议.....	105
5.3	高速以太网	107
5.3.1	100 Base-T 以太网.....	108
5.3.2	100 VG-AnyLAN	109
5.3.3	Gigabit 以太网.....	111
5.4	FDDI 网	111
5.4.1	FDDI 标准	112
5.4.2	网络介质与设备.....	113
5.5	无线局域网	113
5.5.1	无线局域网标准.....	114
5.5.2	无线局域网技术.....	115
5.5.3	无线局域网性能.....	115
5.6	虚拟局域网	116
5.6.1	虚拟局域网产生的背景	116
5.6.2	虚拟局域网的基本概念	116
5.6.3	虚拟局域网的组网方法	117
5.6.4	虚拟局域网的优点.....	118
	小结	118
	习题	118
	课后实验 1 网络规划	118
	课后实验 2 虚拟局域网.....	119
第 6 章	广域网.....	120
6.1	广域网概述	121
6.2	广域网的标准协议.....	121
6.3	广域网路由	122
6.3.1	路由选择机制	122

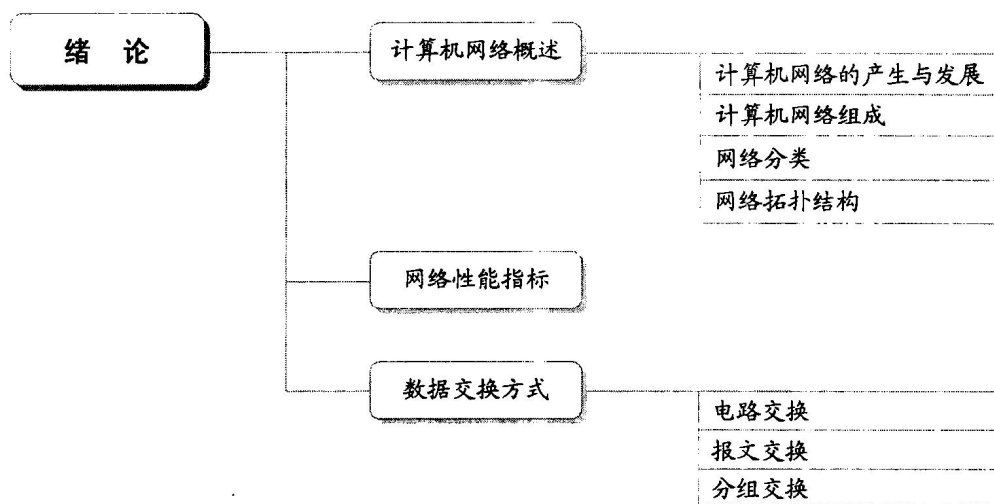
6.3.2	广域网中的路由	123
6.3.3	路由算法	124
6.4	广域网技术	125
6.4.1	X.25 网	125
6.4.2	ISDN 网	127
6.4.3	ATM 技术	129
6.4.4	帧中继	133
6.4.5	HDLC 协议	135
6.4.6	点对点协议	139
6.4.7	DDN 技术	140
6.4.8	虚拟专用网	142
小结		147
习题		147
课后实验	通过路由器连接两个局域网	148
第 7 章	网络层协议	149
7.1	网际协议	150
7.1.1	网际协议概述	150
7.1.2	IP 地址的表示方法	150
7.1.3	子网	152
7.1.4	IP 地址转换	154
7.1.5	IP 数据报的格式	155
7.1.6	IP 数据报的封装、分段与重组	157
7.1.7	IP 报文转发	158
7.1.8	IP 路由表	159
7.2	Internet 控制协议	161
7.2.1	Internet 控制报文协议	161
7.2.2	Internet 组管理协议	162
7.2.3	地址解析协议	165
7.2.4	逆地址解析协议	166
7.3	IP 路由选择协议	167
7.3.1	内部网关路由选择协议	167
7.3.2	外部网关路由选择协议	171
7.4	IPv6 协议	178
7.4.1	IPv6 特点	178
7.4.2	IPv6 分组	178
小结		183
习题		183
第 8 章	传输层协议	184
8.1	概述	185
8.1.1	传输层的概念与术语	185

8.1.2	传输层的基本功能	188
8.1.3	TCP/IP 体系结构中的传输层	190
8.2	传输控制协议	191
8.2.1	TCP/IP 报文段传输	191
8.2.2	端口和套接字	193
8.2.3	TCP 的服务	194
8.3	TCP 报文段	195
8.4	TCP 连接管理	197
8.5	TCP 传输策略	199
8.6	TCP 拥塞控制	201
8.6.1	慢启动算法	202
8.6.2	拥塞避免算法	202
8.6.3	快速重传与快速恢复算法	203
8.7	用户数据报协议	203
8.8	TCP 和 UDP	205
	小结	207
	习题	207
	课后实验 TCP/IP 分析与验证	207
第 9 章	应用层	208
9.1	应用层概述	209
9.1.1	应用层简介	209
9.1.2	客户机/服务器模型	209
9.1.3	TCP/IP 应用层协议	210
9.2	域名系统	210
9.2.1	DNS 域名空间	211
9.2.2	域名服务器	212
9.2.3	域名解析服务	214
9.3	文件的传送与存取	219
9.3.1	文件传送协议	219
9.3.2	简单文件传送协议	222
9.4	电子邮件	223
9.4.1	电子邮件简介	223
9.4.2	简单邮件传送协议	225
9.4.3	邮件读取协议	226
9.4.4	电子邮件格式	227
9.5	万维网	227
9.5.1	Web 浏览器与 Web 服务器	227
9.5.2	超文本传送协议	229
9.5.3	统一资源定位地址	233

9.6 简单网络管理协议.....	234
9.6.1 网络功能与模型.....	234
9.6.2 SNMP.....	236
9.6.3 SNMPv2 协议.....	244
9.6.4 SNMPv3 协议.....	247
小结	247
习题	247
课后实验 SNMP 实验.....	248
第 10 章 网络安全	249
10.1 网络安全概述	250
10.1.1 网络安全的重要性	250
10.1.2 网络面临的主要威胁	250
10.1.3 网络安全的定义	251
10.2 数据加密技术概述.....	252
10.2.1 数据加密的原理.....	253
10.2.2 传统数据加密模型.....	253
10.2.3 加密算法分类.....	255
10.3 网络攻击、检测与防范技术	256
10.3.1 网络攻击简介.....	256
10.3.2 网络攻击检测技术.....	257
10.3.3 网络安全防范技术.....	260
10.4 计算机病毒与反病毒.....	264
10.4.1 计算机病毒的传播途径	264
10.4.2 计算机病毒产生的原因	264
10.4.3 计算机病毒的定义.....	265
10.4.4 计算机病毒的命名.....	265
10.4.5 计算机病毒的特征.....	265
10.5 防火墙技术	267
10.5.1 防火墙的基本概念.....	267
10.5.2 防火墙的功能.....	268
10.5.3 防火墙的优缺点.....	268
10.6 因特网的层次安全技术	270
10.6.1 网际层安全协议.....	270
10.6.2 传输层安全协议.....	272
10.6.3 应用层安全协议.....	273
小结	275
习题	275
课后实验 网络安全实验.....	276
参考文献	278



本章知识结构图



学习目标

- 了解计算机网络发展过程和趋势。
- 理解网络性能指标。
- 掌握计算机网络分类和拓扑结构。
- 掌握数据交换方式。

1.1 计算机网络概述

通信技术是一门经典的技术,产生于 19 世纪 30 年代;而计算机技术则是 20 世纪中期的重要发明。计算机网络是计算机技术和通信技术结合的产物。最初,将一台计算机通过通信线路与多个终端互连组成的多用户分时系统称为计算机网络,经过多年的飞速发展,早期的计算机网络概念与现在计算机网络的概念相差很多。

随着在半导体技术(主要包括大规模集成电路 LSI 和超大规模集成电路 VLSI 技术)取得的成就与进展,计算机网络迅速应用到计算机和通信两个领域。一方面,通信网络为计算机之间数据的传输和交换提供了必要的手段;另一方面,数字信号技术的发展已渗透到通信技术中,推动了通信网络各项性能的提高。

1.1.1 计算机网络的产生和发展

计算机网络的发展可分为 4 个阶段:初始阶段、Internet 推广阶段、Internet 普及阶段和 Internet 发展阶段。

1. 初始阶段

1964 年 8 月,美国兰德公司提出“论分布式通信”研究报告,使得美国军方对通信系统有了新的设想:建立一个类似于蜘蛛网的网络系统,如果现代战争的通信网络中某一个交换结点被破坏,系统能够自动寻找其他路径,从而保证通信畅通并可共享计算机中的信息资源。1968 年,加州大学洛杉矶分校贝拉涅克领导的研究小组开始研究这个项目。1969 年 8 月,该小组成功推出了由 4 个交换结点组成的分组交换式计算机网络系统 ARPANET,出现了计算机网络的雏形。

计算机网络技术的发展与计算机操作系统的发展有着相当密切的联系。1969 年,AT&T 成功开发了多任务分时操作系统 UNIX,最初 ARPANET 的 4 个结点处理机 IMP 都采用了装有 UNIX 操作系统的 PDP-11 小型机。基于 UNIX 操作系统的开放性及 ARPANET 的出现,许多学术机构和科研部门纷纷加入该网络,致使 ARPANET 在短时期内得到了较大发展。

1972 年,美国施乐公司(Xerox)成功开发了以太网(Ethernet)。通过这项技术,500 m 范围内的计算机可以通过电缆与网卡连接起来,以 10 Mbit/s 的数据传输速率传输通信数据。

1972 年,ARPANET 成功传输了世界上第一封电子邮件。1973 年,ARPANET 与卫星通信系统 SAT 网络连接。1974 年,赛尔夫和卡恩共同设计并开发了 TCP/IP 通信协议,把它插入 UNIX 系统内核中,为各种类型的计算机通信子网的互连提供了标准与接口。

ARPANET 最初出现时并没有得到工业界的认可。从 20 世纪 70 年代初期开始,各计算机公司纷纷加大在计算机网络方面的研究与开发力度,提出自己的网络体系结构,其中的典型代表有 IBM 公司的 SNA 网络、DEC 公司的 DNA 网络等,但是不同体系结构中的计算机网络无法互相连接和通信。为了解决这个问题,国际标准化组织 ISO 在 20 世纪 70 年代末期成立了开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)委员会,提出了 OSI 开放系统互连参考模型,以使各计算机厂商能够遵循该模型来开发相应的网络产品,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和通信。

OSI 参考模型对于推动计算机网络理论与技术的研究和发展起了巨大作用。但是,因为 OSI 参考模型所规定的网络体系结构在实现上较为复杂,以及 ARPANET 与 UNIX 系统的迅速发展,

所以 TCP/IP 协议得到了工业界、学术界及政府机构的认可，迅速发展，形成了当今广泛应用的 Internet 网络。

2. Internet 推广阶段

1986 年，ARPANET 被正式分成两大部分：美国国家基金会资助的 NSFNET 和军方独立的国防数据网。在美国国家基金会的支持下，许多地区和院校的网络开始使用 TCP/IP 来和 NSFNET 连接。使用 TCP/IP 连接的各个网络被正式改名为 Internet。1986 年，美国 Cisco 公司成功开发了世界上首台多协议路由器，为 Internet 网络产品的开发和发展提供了产业基础。

1989 年，日内瓦欧洲粒子物理实验室成功开发了万维网（World Wide Web, WWW），为在 Internet 上存储、发布和交换超文本的图文信息提供了强有力的工具。

1986—1989 年，Internet 处于推广阶段，这一时期的 Internet 用户主要集中在大学和有关研究机构，学术界认为 Internet 与 TCP/IP 将向 OSI 参考模型转换。无论是在学术界，还是在工业界和政府部门，OSI 参考模型都具有相当大的影响力。

3. Internet 普及阶段

1990 年开始，FTP、电子邮件、消息组等 Internet 应用越来越广泛，TCP/IP 在 UNIX 操作系统中的实现进一步推动了这一发展。1993 年，美国伊利诺依大学国家超级计算中心开发了网上浏览工具 Mosaic，后来发展成 Netscape。通过使用 Mosaic 或 Netscape，Internet 用户可以自由的浏览和下载 WWW 服务器上发布和存储的各种软件与文件，WWW 与 Netscape 的结合导致了 Internet 的第二次大发展。各种商业机构、企业、机关团体、军事、政府部门和个人开始大量使用 Internet，并在 Internet 上大量发布 Web 主页广告，进行网上商业活动，一个网络上的虚拟空间开始形成。

随着 Internet 规模的日益扩大，不同地域和国家之间开始建立相应的交换中心。Internet 的管理中心开始把相应的 IP 地址分配权向各地区交换中心转移。

4. Internet 发展阶段

从 1993 年开始，OSI 参考模型已经不是计算机网络发展的主流，从学术界、工业界、政府部门到广大用户，都看出 Internet 的重要性和巨大潜力，纷纷开始支持和使用 Internet。以 Internet 为代表的计算机网络进入了迅速发展阶段。

1993 年，美国宣布正式实施国家信息基础设施计划。美国国家科学基金会也宣布，自 1995 年开始，不再向 Internet 注入资金，使其完全进入商业化运作。

光纤通信技术的发展极大地促进了计算机网络技术的兴起。光纤作为一种高速率、高带宽、高可靠的传输介质，为建立高速的网络奠定了基础。网络带宽不断提高，更加刺激了网络应用的多样化和复杂化，网络应用正朝着宽带化、实时化、智能化、集成化和多媒体化方向迅速发展。

目前，计算机科学技术已经进入了以网络为中心的新的历史阶段。1996 年出现了跨平台的网络语言（即 Java 语言）和网络计算机概念。1997 年提出了 Internet NGI（Next Generation Internet）和 Internet 2 等新研究计划。现在，网格计算、对等计算、云计算和普适计算等已成为计算机科学技术研究的热点，物联网（The Internet of Things）的出现更是计算机科学技术的新挑战。物联网通信无所不在，所有的物体都可以通过物联网进行交换。物联网技术融入了射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）技术、传感器技术、纳米技术、智能技术与嵌入技术。物联网技术将是改变人们生活和工作方式的重要技术。

1.1.2 计算机网络组成

计算机网络是由不同通信媒体连接的、物理上互相分开的多台计算机组成的、通过网络软件实现网络资源共享的系统。通信媒体可以是电话线路、有线电视（包括数据传输电缆与有线电视信号传输电缆等）、光纤、无线、微波及卫星等。利用这些通信媒体把相应的交换和互连设备连接，组成相应的通信网络，又称通信系统。因此，计算机网络也可以看做地理上分散的多台计算机利用相应的数据发送和接收设备及通信软件与通信网络连接，通过发送、接收和处理不同长度的数据分组，从而共享信息与计算机软、硬件资源的系统。

1. 计算机

与计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机、工作站、PC、笔记本式计算机，以及其他具有 CPU 处理器的智能设备。这些设备在计算机网络中具有唯一的可供计算机网络识别和处理的通信地址。但是，并不是所有连在一起的计算机组建的系统都是计算机网络。例如，由一台主控机和多台从属机组成的系统就不是计算机网络；同样，一台含有大量终端的大型计算机也不能称为计算机网络。处于计算机网络中的计算机应具有独立性。如果一台计算机可以强制启动、停止和控制另一台计算机，或者说如果一台计算机断开网络连接，它就不能工作了，这台计算机就不具备独立性。

2. 网络设备

计算机网络也可以看做在物理上分布的相互协作的计算机系统，其硬件部分除了计算机、光纤、同轴电缆及双绞线等传输媒体外，还包括插入计算机中用于收发数据分组的各种通信网卡、把多台计算机连接到一起的集线器、扩展带宽和连接多台计算机用的交换机，以及负责路径管理和控制网络交通情况的路由器或 ATM 交换机等。其中，路由器、ATM 交换机是构成广域网的主要设备，而交换机和集线器则是构成局域网的主要设备。

3. 软件

与计算机网络有关的软件部分大致可分为 5 类。

（1）操作系统核心软件

操作系统核心软件是网络软件系统的基础。一般来说，计算机网络连接的主机或交换设备所使用的操作系统必须是多任务的，否则，将无法处理来自不同计算机的数据收发任务。这也是 UNIX 操作系统能够成为 Internet 主流操作系统的原因。

（2）通信控制协议软件

协议是计算机网络中通信双方必须遵守的规则集合，它定义了通信双方交换信息时的语义、语法和定时。协议软件是计算机网络软件中最重要、最核心的部分。计算机网络的体系结构由协议决定。网络管理软件、交换与路由软件、应用软件等都要通过协议才能发生作用。

（3）管理软件

管理软件负责管理计算机网络的用户，网络的接入、认证、安全，以及网络运行状态和计费等工作。

（4）交换与路由器软件

交换与路由器软件负责为各部分之间通信建立和维护传输信息所需的路径。

（5）应用软件

计算机网络通过应用软件为用户提供网络服务，即信息资源的传输和共享。应用软件可分

为两类：一类是由网络软件公司开发的通用应用软件工具，包括电子邮件、Web 服务器及相应的浏览搜索工具等。例如，使用电子邮件软件传输信息，使用网络浏览查询 Web 服务器上的各类信息等。另一类则是依赖于不同用户业务的应用软件。例如，网络上的金融、电信管理，制造厂商的分布式控制与操作。与操作系统为开发用户程序提供系统调用功能一样，计算机网络为一类应用软件的开发提供相应的接口和服务。通常把这类应用软件的开发和网络建设一起称为系统集成。

从逻辑功能上考虑，计算机网络可以分为资源子网和通信子网。资源子网主要包括计算机系统、网络终端、外围设备、各种软件资源与数据资源等，负责全网的数据处理，为全网用户提供网络资源和网络服务。通信子网由通信控制处理机、通信线路和其他通信线路组成，负责数据传輸和转发等通信工作。

综上所述，计算机网络是将具有独立功能的两个以上的计算机系统（自治计算机系统），通过通信设备和线路（或无线）将其连接起来，由功能完善的网络软件（网络协议、网络操作系统）实现网络资源共享和信息交换的系统。自治计算机、通信标准和协议、资源共享是计算机网络的3个基本要素。

1.1.3 网络分类

下面从不同角度对计算机网络进行分类。

1. 基于作用范围分类

按作用范围不同，网络可以分成局域网、广域网、城域网和互联网。

(1) 局域网（Local Area Network, LAN）

局域网一般用微型计算机通过高速通信线路相连（速度通常在 10 Mbit/s 以上），但在地理上则局限于较小的范围（如 1 km 左右）。

(2) 广域网（Wide Area Network, WAN）

广域网的作用范围通常为几十到几千千米，广域网有时又称远程网。

(3) 城域网（Metropolitan Area Network, MAN）

城域网的作用范围在广域网和局域网之间。例如，作用范围是一个城市，其数据传输速率比局域网的更高，作用距离为 5~10 km。

如果中央处理机之间的距离非常近，则一般就称为多处理机系统而不称为计算机网络。

(4) 互联网

互联网是指将多个计算机网络相互连接构成的计算机网络集合,图 1-1 是 4 个网络用 4 台路由器相互连接构成的互联网。

在图 1-1 中，云图代表任何类型的网络，例如广域网或局域网，也可以是一条点到点拨号线路或专线。互联网的常用形式就是将多个局域网通过广域网连接起来。

下面对局域网、广域网和城域网进行比较，如表 1-1 所示。

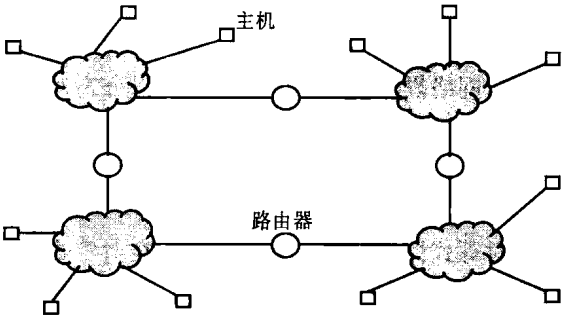


图 1-1 互联网

表 1-1 局域网、广域网和城域网的比较

网 络 类 型	范 围	传 输 速 度	成 本
局域网	2 km 以内, 同一栋建筑物内	快	低
城域网	2~10 km, 同一城市内	中等	高
广域网	10 km 以上, 可以跨越国家或洲界	慢	高

2. 基于应用范围分类

按使用范围不同, 网络可以分为公用网和专用网。

(1) 公用网

公用网一般是国家电信部门建造的网络。所有愿意按电信部门规定缴纳费用的人都可以使用, 因此公用网又称公众网。

(2) 专用网

专用网是某个部门根据本系统的特殊业务工作需要而建造的网络。这种网不向本系统以外的人提供服务, 例如军队、铁路、电力等系统均有本系统的专用网。

公用网和专用网都可以传送多种业务, 如要传送计算机数据等, 只是使用的范围不同。

3. 基于拓扑结构分类

计算机网络拓扑结构是指计算机网络硬件系统的连接形式。主要的网络拓扑结构有点到点连接、总线、星状、环状、网状。

4. 基于传输媒体分类

按传输媒体不同, 网络可以分为有线网络和无线网络。

(1) 有线网络

采用双绞线、同轴电缆、光纤等物理媒体连接的计算机网络称为有线网络。双绞线是局域网络中常用的传输媒体, 其特点是价格便宜、安装方便、抗干扰能力差。光纤的特点是传输距离长、数据传输速率快、抗干扰能力强, 但价格较高。同轴电缆的特点是较经济、安装较方便、抗干扰能力一般。

(2) 无线网络

采用微波、红外线和无线电短波作为传输媒体的计算机网络称为无线网络。无线网络安装、使用方便, 但传输率低、误码率高、站点之间容易存在干扰。

5. 基于操作方式分类

按网络操作方式不同, 网络可以分为对等式和主从式网络。主从式网络中的计算机可以分为客户端和服务端, 客户端可以对服务器请求资源。对等式网络中的每台计算机都可以同时扮演客户端和服务器的角色, 可以为其他计算机提供资源。

(1) 对等式网络

对等式网络是最简单的网络。在对等式网络中, 每个计算机都可以是客户端与服务器, 没有集中式的资源存储系统, 数据和资源分布在网络中, 并且为用户共享。对等式网络的主要优点是不易出现数据传输瓶颈、架设容易、成本低廉, 适用于小型网络。

(2) 主从式网络

在主从式网络中, 可能有数个服务器为客户端提供所需的资源。这些服务器可以根据所提供的服务配备较好的硬件设备。例如, 对于文件服务器, 可以配备容量大、访问速度较快的硬盘。主从式网络的主要优点是适用于较大的网络, 由于资源存于服务器上, 在管理和访问上比对等式网络容易实现。

1.1.4 网络拓扑结构

在前面的网络分类中提到了网络的拓扑结构，这里进一步介绍。

1. 点到点连接方式

最直观、最简单的计算机网络连接方式就是点到点的直接连接方式。直接连接方式通过不同的通信线路把计算机连接起来，每一个信道只连接两台计算机，并且仅被这两台计算机独占。按这种连接方式构成的网络称为点对点网络，其特点如下：

① 因为每个连接都是独立的，所以可以选择性地使用硬件。例如，基础线路的传输能力和调制解调器不必在所有连接中都相同。

② 因为连接的计算机独占线路，所以能具体决定通过怎样的连接来传送数据。它们可以决定帧格式、差错检测机制和最大帧尺寸。

③ 因为只能供 2 台计算机使用，所以加强了安全性和私有性，其他计算机不能处理数据，也不能得到使用权。

当然，点对点连接也有缺点，当多于 2 台的计算机需要互相通信时，在为每一对计算机提供不同通信信道的点对点方案中，连接信道的数量随着计算机数量的增长而迅速增长。

例如，图 1-2 描述了当有 2 台、3 台、4 台计算机时连线数量的变化。可以看出，2 台计算机只需要 1 条连线，3 台计算机需要 3 条连线，4 台计算机则需要 6 条连线。连接的总数量比计算机的总数量增长得快。

$$\text{连接数量} = (N^2 - N) / 2$$

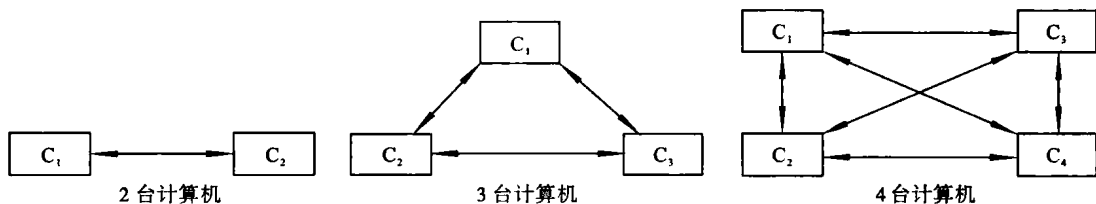


图 1-2 计算机连接数量变化

直观地看，如果在原来的系统中增加一台新的计算机，则新增加的计算机必须与每一台已存在的计算机相连。这样，增加第 N 台计算机就需要 $N-1$ 条新的连线。

实际上，这种代价高昂，因为许多连接都按相同的物理路径连接。例如，假设一个单位有 5 台计算机，其中 2 台在一个地点（假设在一幢大楼的底层），另 3 台在另一地点（假设在同一幢大楼的顶层）。如图 1-3 所示，如果每一台计算机与其他计算机有一条连线，那么在两个地点之间有 6 条连线，许多情况下这样的连线有相同的物理路径。

在图 1-3 所示的点对点网络中，在两个地点之间的连线数量通常超过计算机的总数量。如果有另一台计算机要添加到地点 1 中，致使地点 1 的计算机数量增至 3 台，网络中的计算机的总数量变成了 6 台，而在两个地点之间的连线数量就增加到 9 条。

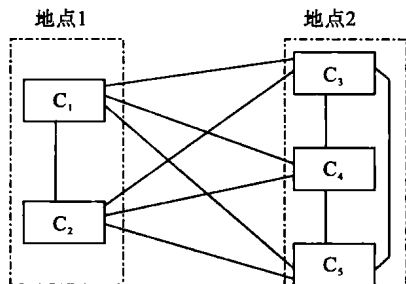


图 1-3 两个地点之间计算机的连接数量