

高等院校精品课程系列教材

计算机网络

孔祥杰 万良田 夏锋 编著

大连理工大学



Introduction to
Computer Networks



机械工业出版社
China Machine Press

高等院校精品课程系列教材

计算机网络

孔祥杰 万良田 夏锋 编著
大连理工大学

精
课
程
品

*I*ntroduction to
Computer Networks



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络 / 孔祥杰, 万良田, 夏锋编著. —北京: 机械工业出版社, 2018.2
(高等院校精品课程系列教材)

ISBN 978-7-111-59209-9

I. 计… II. ①孔… ②万… ③夏… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 034162 号

本书按照以 TCP/IP 协议栈为基础的五层网络体系结构, 自下而上地系统介绍计算机网络的基础理论和技术, 并通过新型网络架构和网络前沿专题部分向读者介绍近年来计算机网络领域的前沿技术和研究成果, 并尽可能地提供了详尽的参考文献。

本书内容兼顾计算机网络理论的系统性和前沿性, 图文并茂、层次清晰, 可作为高校计算机科学与技术、软件工程、通信工程等相关专业的本科生教材, 还可供从事计算机网络相关领域的科学研究及工程技术等人员参考。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 余 洁

责任校对: 李秋荣

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2018 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm×260mm 1/16

印 张: 17.25

书 号: ISBN 978-7-111-59209-9

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

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东

前 言

在当今社会向信息化和进一步开放方向发展的过程中，计算机网络也以空前的速度、广度和深度进一步发展。计算机网络应用已遍及政治、经济、军事、科技、生活等几乎人类活动的一切领域，并对社会发展、生产结构乃至人们的日常生活方式产生深刻的影响和强烈的冲击。可见，充分了解和研究下一代互联网中，满足国家和社会对下一代互联网的需求，已经成为我们当前的紧迫任务。

国务院于2015年7月印发的《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》中指出，将互联网的创新成果与经济社会各领域深度融合的“互联网+”具有广阔前景和无限潜力，对推动我国经济社会发展产生战略性和全局性的影响。“互联网+”涉及很多课程，其中计算机网络就是一门重要的基础课程。它既是高等学校软件工程及计算机相关专业的一门核心专业基础课程，也是非计算机专业学生学习和掌握计算机应用技术的一门专业基础课程，同时还是软件工程及计算机相关专业研究生入学考试全国统考课程。

笔者在大连理工大学软件学院教授本科生“计算机网络”课程多年，有丰富的教学实践经验和计算机网络相关的科研积累。近年来，无论是在学术界还是工业界，计算机网络均有着飞速的发展，以SDN、NFV、DTN等为代表的技术层出不穷，并在实际中有了广泛的应用。为了让学生能够紧跟计算机网络发展前沿，笔者基于教学、科研经验，并在查阅了大量英文文献和走访思科、华为、华三等公司的基础上编写了本书。

本书根据计算机网络中公认的五层体系结构由浅入深、循序渐进地介绍了计算机网络的内容。全书共分为九章，章节内容具体安排如下。

第1章对计算机网络的基本概念进行简单的介绍，包括计算机网络的定义和分类、发展历程、组成、性能指标以及国际标准化组织。

第2章对计算机网络体系结构进行深入介绍，包括计算机网络体系结构的发展历程、OSI/RM体系结构、TCP/IP体系结构、五层体系结构以及其他重要的网络体系结构。

第3章介绍物理层相关概念以及技术，包括物理层提供的服务、数据传输方式、传输媒体，以及通信中的调制解调技术、编码解码技术、信道复用技术。最后解释宽带接入网相关技术。

第4章讲述数据链路层的基本技术，首先简要介绍数据链路层提供的服务，然后详细介绍差错检测与纠错方法、高级数据链路控制协议以及点对点协议，最后介绍以太网、虚拟局域网以及无线局域网的关键技术。

第5章介绍网络层，首先介绍网络层提供的服务，然后介绍网际协议、地址解析协议和逆地址解析协议、路由算法和路由协议、因特网组管理协议，最后介绍下一代网际协议IPv6、网络地址转换以及多协议标签交换。

第6章讲述传输层的基本概念，主要包括传输层提供的服务、用户数据报协议，然后介绍TCP的基本原理、可靠传输的实现、流量控制以及拥塞控制。

第7章讲述应用层的基本概念，首先介绍应用层提供的服务，然后详细介绍域名系统、

文件传输协议和简单文件传输协议、远程登录协议、电子邮件、简单网络管理协议、动态主机配置协议、万维网、多媒体传输的基本原理。

第8章对目前计算机网络的新型网络架构进行简要介绍，重点介绍内容分发网络、延时容忍网络和软件定义网络。

第9章介绍了计算机网络的前沿专题，包括网络安全、软交换技术、网络虚拟化和移动自组织网络。

本书在编写过程中得到了多位高校教师和企业工程师的指导以及宝贵的意见，大连理工大学软件学院的很多同学为本书提供了素材或参加了校对，在此深表感谢。笔者所在的大连理工大学阿尔法实验室的同学为本书的编写做出了巨大的贡献，他们是蔡丽伟、杜宏壮、冯玉凡、侯杰、侯轲、康文杰、李梦琳、李世璞、刘嘉莹、刘雷、刘明亮、刘鑫童、马凯、毛梦依、石雅洁、谢佳楠、袁宇渊、张凯源、郑文青，在此表示衷心的感谢！

本书内容参考了很多现有书籍、文献资料和网络资源，再次对这些资料的原著者表示感谢。本书的编写工作得到了国家自然科学基金（61572106）、辽宁省自然科学基金（201602154）等项目的资助，在此向相关部门表示感谢！

由于编写水平有限，书中难免存在一些不足和错误，恳请广大读者批评指正。

编者

2018年2月

教学建议

教学章节	教学要求	课时
第 1 章 计算机网络的基本概念	掌握计算机网络的定义、分类 了解计算机网络的发展历程 掌握计算机网络的组成 掌握计算机网络的性能指标 了解计算机网络的国际标准化组织	2 ~ 4
第 2 章 计算机网络体系结构	了解计算机网络体系结构发展历程 掌握 OSI/RM 体系结构、TCP/IP 体系结构、五层体系结构 * 了解其他网络体系结构	2 ~ 4
第 3 章 物理层	掌握物理层提供的服务、数据传输方式、传输媒体 * 了解调制解调技术、编码解码技术 掌握信道复用技术、宽带接入网	4 ~ 6
第 4 章 数据链路层	掌握数据链路层提供的服务 掌握差错检测与纠错 * 了解高级数据链路控制协议 * 了解点对点协议 掌握以太网 * 掌握虚拟局域网 掌握无线局域网	6 ~ 10
第 5 章 网络层	掌握网络层提供的服务和网际协议 IP 掌握地址解析协议和逆地址解析协议 掌握路由算法和路由协议 * 了解因特网组管理协议和下一代网际协议 IPv6 掌握网络地址转换 * 了解多协议标签交换	8 ~ 14
第 6 章 传输层	掌握传输层提供的服务 掌握用户数据报协议和传输控制协议 掌握 TCP 可靠传输的实现, 掌握 TCP 流量控制、拥塞控制	6 ~ 10
第 7 章 应用层	掌握应用层提供的服务 掌握域名系统 (DNS)、文件传输协议 (FTP)、电子邮件 E-mail、动态主机配置协议 (DHCP)、万维网 * 了解简单文件传输协议 (TFTP)、远程登录协议 (TELNET)、简单网络管理协议 (SNMP)、多媒体传输	4 ~ 8
第 8 章 新型网络架构	* 了解内容分发网络 * 了解延时容忍网络 * 了解软件定义网络	4
第 9 章 网络前沿专题	* 了解网络安全 * 了解软交换技术 * 了解网络虚拟化 * 了解移动自组织网络	4

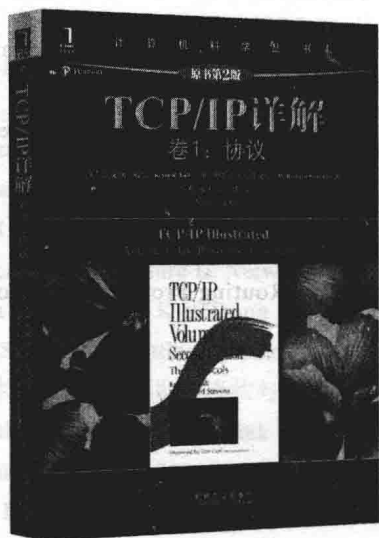
(续)

教学章节	教学要求	课时
总课时	第1~7章计算机网络基础部分建议课时	32~56
	第8~9章计算机网络前沿部分建议课时	8

说明:

- 1) 建议课堂教学全部在多媒体教室内完成, 实现“讲解-演示-讨论”结合。
- 2) 建议教学分为计算机网络基础部分(1~7章的内容)和计算机网络前沿部分(第8、9章的内容), 选讲内容前面用“*”标注, 不同学校可以根据各自的教学要求和计划学时数对教学内容进行取舍。

推荐阅读



TCP/IP详解 卷1：协议（原书第2版）

作者：Kevin R. Fall, W. Richard Stevens 译者：吴英 吴功宜

ISBN: 978-7-111-45383-3 定价：129.00元

TCP/IP详解 卷1：协议（英文版·第2版）

ISBN: 978-7-111-38228-7 定价：129.00元

我认为本书之所以领先群伦、独一无二，是源于其对细节的注重和对历史的关注。书中介绍了计算机网络的背景知识，并提供了解决不断演变的网络问题的各种方法。本书一直在不懈努力，以获得精确的答案和探索剩余的问题域。对于致力于完善和保护互联网运营或探究长期存在的问题的可选解决方案的工程师，本书提供的见解将是无价的。作者对当今互联网技术的全面阐述和透彻分析是值得称赞的。

——Vint Cerf，互联网发明人之一，图灵奖获得者

《TCP/IP详解》是已故网络专家、著名技术作家W.Richard Stevens的传世之作，内容详尽且极具权威性，被誉为TCP/IP领域的不朽名著。本书是《TCP/IP详解》第1卷的第2版，主要讲述TCP/IP协议，结合大量实例介绍了TCP/IP协议族的定义原因，以及在各种不同的操作系统中的应用及工作方式。第2版在保留Stevens卓越的知识体系和写作风格的基础上，新加入的作者Kevin R.Fall结合其作为TCP/IP协议研究领域领导者的尖端经验来更新本书，反映了最新的协议和最佳的实践方法。

推荐阅读



C程序设计课程设计 第3版

作者: 刘振安等 ISBN: 978-7-111-52987-3 定价: 35.00元

软件工程课程设计 第2版

作者: 李龙澍等 ISBN: 978-7-111-54876-8 定价: 39.00元

计算机网络课程设计 第2版

作者: 吴功宜等 ISBN: 978-7-111-36713-0 定价: 29.00元

数据库课程设计

作者: 周爱武等 ISBN: 978-7-111-37494-7 定价: 35.00元

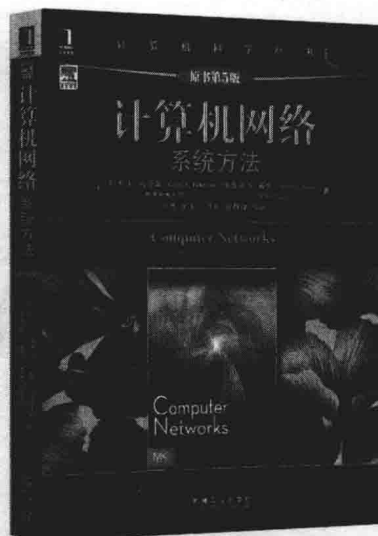
操作系统课程设计

作者: 朱敏 ISBN: 978-7-111-48416-5 定价: 35.00元

嵌入式系统课程设计

作者: 贾世祥等 ISBN: 978-7-111-49637-3 定价: 39.00元

推荐阅读



计算机网络：自顶向下方法（原书第6版）

作者：James F. Kurose, Keith W. Ross 译者：陈鸣等

ISBN: 978-7-111-45378-9 定价：79.00元

本书是当前世界上最为流行的计算机网络教材之一，采用作者独创的自顶向下方法讲授计算机网络的原理及其协议，即从应用层协议开始沿协议栈向下讲解，让读者从实现、应用的角度明白各层的意义，强调应用层范例和应用编程接口，使读者尽快进入每天使用的应用程序之中进行学习和“创造”。

本书第1~6章适合作为高等院校计算机、电子工程等相关专业本科生“计算机网络”课程的教材，第7~9章可用于硕士研究生“高级计算机网络”教学。对计算机网络从业者、有一定网络基础的人员甚至专业网络研究人员，本书也是一本优秀的参考书。

计算机网络：系统方法（原书第5版）

作者：Larry L. Peterson, Bruce S. Davie 译者：王勇等

ISBN: 978-7-111-49907-7 定价：99.00元

本书是计算机网络领域的经典教科书，凝聚了两位顶尖网络专家几十年的理论研究、实践经验和大量第一手资料，自出版以来已经成为网络课程的主要教材之一，被美国哈佛大学、斯坦福大学、卡内基-梅隆大学、康奈尔大学、普林斯顿大学等众多名校采用。

本书采用“系统方法”来探讨计算机网络，把网络看作一个由相互关联的构造模块组成的系统，通过实际应用中的网络和协议设计实例，特别是因特网实例，讲解计算机网络的基本概念、协议和关键技术，为学生和专业人士理解现行的网络技术以及即将出现的新技术奠定了良好的理论基础。无论站在什么视角，无论是应用开发者、网络管理员还是网络设备或协议设计者，你都会对如何构建现代网络及其应用有“全景式”的理解。

目 录

前言	
教学建议	
第 1 章 计算机网络的基本概念	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络的分类	2
1.2.1 按地理分布范围分类	2
1.2.2 按交换方式分类	3
1.2.3 按传输媒体分类	7
1.2.4 按拓扑结构分类	8
1.3 计算机网络的发展历程	9
1.4 计算机网络的组成	12
1.4.1 网络边缘	13
1.4.2 网络核心	15
1.4.3 Internet 的通信方式	17
1.5 计算机网络的性能指标	19
1.5.1 速率	19
1.5.2 带宽	19
1.5.3 吞吐量	19
1.5.4 时延	19
1.5.5 其他性能指标	20
1.6 计算机网络的国际标准化组织	20
本章小结	22
思考题	23
第 2 章 计算机网络体系结构	24
2.1 计算机网络体系结构发展历程	24
2.2 OSI/RM 体系结构	26
2.2.1 OSI/RM 的基本概念	26
2.2.2 OSI/RM 各层基本功能	27
2.3 TCP/IP 体系结构	30
2.3.1 TCP/IP 的发展	30
2.3.2 TCP/IP 四层模型	31
2.4 五层体系结构	33
2.4.1 五层参考模型	33
2.4.2 三种体系结构的对比	34
2.5 其他网络体系结构	35
2.5.1 IEEE 802 局域网体系结构	35
2.5.2 开放可编程网络体系结构	37
2.5.3 面向服务的新型网络体系结构	39
2.5.4 内容中心网络体系结构	41
2.5.5 面向移动性的新型网络体系结构	42
本章小结	43
思考题	43
第 3 章 物理层	44
3.1 物理层提供的服务	44
3.2 数据传输方式	44
3.2.1 单工、双工和半双工数据传输	44
3.2.2 异步传输和同步传输	45
3.2.3 频带传输和基带传输	45
3.3 传输媒体	46
3.3.1 双绞线	46
3.3.2 同轴电缆	46
3.3.3 光纤	47
3.3.4 无线传输	48
3.4 调制解调技术	49
3.4.1 ASK	50
3.4.2 FSK	51
3.4.3 PSK	52
3.4.4 多级调制	53
3.5 编码解码技术	54
3.5.1 不归零制编码	54

3.5.2 曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码	55	4.6 虚拟局域网	92
3.5.3 mB/nB 编码	55	4.6.1 VLAN 概述	92
3.6 信道复用技术	56	4.6.2 VLAN 的帧格式	94
3.6.1 频分复用	57	4.6.3 VLAN 的运行	96
3.6.2 时分复用	58	4.7 无线局域网	97
3.6.3 码分复用	59	4.7.1 WLAN 网络结构	97
3.6.4 波分复用	60	4.7.2 WLAN 协议	98
3.6.5 准同步数字系列 (PDH) 和同步数字系列 (SDH)	61	4.7.3 其他种类的无线局域网	101
3.7 宽带接入网	63	本章小结	103
3.7.1 xDSL 技术	63	思考题	103
3.7.2 FTTx 技术	65	第 5 章 网络层	105
3.7.3 EPON+LAN 技术	67	5.1 网络层提供的服务	105
3.7.4 光纤接入	68	5.2 网际协议	106
本章小结	70	5.2.1 IPv4 地址分类	107
思考题	70	5.2.2 CIDR 和 VLSM	108
第 4 章 数据链路层	71	5.2.3 IP 数据报的格式	109
4.1 数据链路层提供的服务	71	5.2.4 IP 数据报转发流程	113
4.2 差错检测与纠错	72	5.2.5 因特网控制报文协议	113
4.2.1 奇偶校验	73	5.2.6 IP 地址与硬件地址	116
4.2.2 校验和方法	74	5.3 地址解析协议和逆地址解析协议	117
4.2.3 循环冗余检测	75	5.3.1 ARP	117
4.3 高级数据链路控制协议	76	5.3.2 数据报格式	118
4.3.1 HDLC 工作原理	76	5.3.3 RARP	118
4.3.2 HDLC 帧格式和传输控制	77	5.4 路由算法和路由协议	118
4.4 点对点协议	79	5.4.1 概述	119
4.4.1 PPP 的特点	79	5.4.2 最短路径优先算法	120
4.4.2 PPP 的帧格式	81	5.4.3 内部网关协议 RIP	121
4.4.3 PPP 的工作状态	82	5.4.4 内部网关协议 OSPF	122
4.5 以太网	83	5.4.5 外部网关协议 BGP	123
4.5.1 以太网的发展	83	5.5 因特网组管理协议	124
4.5.2 以太网 MAC 子层协议 CSMA/CD	86	5.6 下一代网际协议 IPv6	126
4.5.3 以太网 MAC 帧的格式和数据封装	87	5.6.1 IPv6 地址格式	126
4.5.4 传统以太网和高速以太网	90	5.6.2 IPv6 地址类型	126
		5.6.3 IPv6 的数据报格式	126
		5.6.4 IPv6 路由选择机制	128
		5.6.5 IPv4 向 IPv6 过渡	129

5.7 网络地址转换	130	第 7 章 应用层	174
5.7.1 NAT 的由来	130	7.1 应用层提供的服务	174
5.7.2 NAT 的工作模型和特点	131	7.2 域名系统	175
5.7.3 NAT 的限制与解决方案	132	7.2.1 域名系统概念	175
5.7.4 NAT 的应用和实现	136	7.2.2 因特网的域名结构	176
5.8 多协议标签交换	138	7.2.3 DNS 工作机理概述	176
5.8.1 MPLS 的基本概念	138	7.3 文件传输协议和简单文件传输 协议	180
5.8.2 MPLS 的工作原理	139	7.3.1 FTP 概念	180
5.8.3 MPLS 的实际应用	141	7.3.2 FTP 的基本工作原理	180
本章小结	141	7.3.3 简单文件传输协议	181
思考题	142	7.4 远程登录协议	182
第 6 章 传输层	143	7.5 电子邮件	183
6.1 传输层提供的服务	143	7.5.1 体系结构和服务	183
6.1.1 进程到进程的通信	143	7.5.2 电子邮件的信息格式	184
6.1.2 寻址	144	7.5.3 简单邮件传输协议	185
6.1.3 封装与解封装	144	7.5.4 邮局协议 POP3 和 IMAP	186
6.1.4 多路复用与多路分解	145	7.5.5 多用途因特网邮件扩充 (MIME)	188
6.1.5 流量控制与差错控制	146	7.6 简单网络管理协议	190
6.2 用户数据报协议	148	7.7 动态主机配置协议	191
6.2.1 UDP 的用途	149	7.8 万维网	194
6.2.2 UDP 的数据报格式	149	7.8.1 万维网的工作原理	194
6.2.3 UDP 的特点	150	7.8.2 统一资源定位符	196
6.3 TCP 概述	151	7.8.3 超文本传输协议和安全 超文本传输协议	197
6.3.1 TCP 报文段的首部格式	151	7.8.4 超文本标记语言	203
6.3.2 TCP 的编号与确认	153	7.9 多媒体传输	205
6.3.3 TCP 的连接管理	154	7.9.1 实时传输协议	205
6.4 TCP 可靠传输的实现	159	7.9.2 实时传输控制协议	207
6.4.1 TCP 重传相关概念	159	7.9.3 会话发起协议	207
6.4.2 TCP 重传机制	161	7.9.4 综合服务 IntServ 与区分服务 DiffServ	209
6.4.3 TCP 可靠传输示例	162	本章小结	212
6.5 TCP 流量控制	164	思考题	213
6.6 TCP 拥塞控制	166	第 8 章 新型网络架构	214
6.6.1 TCP 拥塞控制相关概念	167	8.1 内容分发网络	214
6.6.2 TCP 拥塞控制算法	168		
6.6.3 TCP 拥塞控制策略转换	170		
本章小结	172		
思考题	172		

8.1.1 内容分发网络概述	214	9.1.4 网络安全模型	239
8.1.2 内容分发网络关键技术	215	9.2 软交换技术	239
8.2 延时容忍网络	218	9.2.1 软交换技术概述	240
8.2.1 DTN 架构	219	9.2.2 软交换体系结构	240
8.2.2 DTN 的路由算法与路由 性能评估	223	9.2.3 软交换技术相关协议	243
8.3 软件定义网络	227	9.2.4 软交换的应用	245
8.3.1 软件定义网络的背景和 概念	227	9.3 网络虚拟化	246
8.3.2 软件定义网络的架构	228	9.3.1 网络虚拟化概述	246
8.3.3 软件定义网络的应用	230	9.3.2 常见网络虚拟化形式	246
8.3.4 未来的工作及挑战	232	9.3.3 虚拟专用网络	247
本章小结	234	9.3.4 无线网络虚拟化	249
思考题	234	9.4 移动自组织网络	251
第9章 网络前沿专题	235	9.4.1 路由协议的分类	251
9.1 网络安全	235	9.4.2 主动路由协议	252
9.1.1 网络安全描述	235	9.4.3 被动路由协议	254
9.1.2 影响网络安全的主要因素	236	9.4.4 混合路由协议	255
9.1.3 网络安全主要技术	237	本章小结	257
		思考题	257
		参考文献	258

第1章 计算机网络的基本概念

21世纪是一个以网络为核心的信息时代，它的一个重要特征是数字化、网络化和信息化。网络可以非常迅速地传递信息，因此要实现信息化就必须依靠完善的网络。作为信息社会的命脉和经济发展的基础，网络对社会生活的很多方面以及社会经济的发展已经产生了不可估量的影响。

1.1 计算机网络的定义

所谓计算机网络（Computer Networks）是指互连起来的能够独立自主工作的计算机集合。这里的“互连”是指互相连接的两台或两台以上的计算机能够互相交换信息，达到资源共享的目的。而“独立自主”是指两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，如启动、停止等，任意两台计算机之间没有主从关系。

下面从三个方面介绍计算机网络的定义。

（1）广义定义

计算机网络也称计算机通信网。关于计算机网络最简单的定义是：一些相互连接的、以共享资源为目的的、自治的计算机的集合。若按此定义来衡量，则早期的面向终端的网络都不能算是计算机网络，而只能称为联机系统（因为那时的许多终端不能算是自治的计算机）。随着硬件价格的下降，许多终端都具有了一定的智能，因而“终端”和“自治的计算机”逐渐失去了严格的界限。若用微型计算机作为终端，根据上述定义，则早期的那种面向终端的网络也可称为计算机网络。

另外，从逻辑功能上看，计算机网络是以传输信息为基础目的、用通信线路将多个计算机连接起来的计算机系统的集合。

从用户的角度来看，计算机网络是这样定义的：存在着一个能为用户自动管理的网络操作系统，由它管理用户所调用的资源。而整个网络就像一个大的计算机系统一样，它对用户是透明的。

一个比较通用的定义是：利用通信线路将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同的形式连接起来，以功能完善的网络软件及协议实现资源共享和信息传递的系统。

从整体上来说，计算机网络就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互连成一个规模大、功能强的系统，从而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。简单来说，计算机网络就是由通信线路互相连接的多台能够自主工作的计算机构成的集合体。最简单的计算机网络只有两台计算机和连接它们的一条链路，即两个节点和一条链路。

（2）按连接定义

计算机网络就是通过线路互连起来的、自治的计算机集合，确切地说就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起

来,但并不一定以资源共享为目的。

(3) 按需求定义

计算机网络就是由大量独立的、相互连接起来的计算机来共同完成计算机任务的系统。

1.2 计算机网络的分类

通俗地讲,计算机网络是由多台计算机(或其他计算机网络设备)通过传输介质和软件物理(或逻辑)连接在一起组成的。总的来说计算机网络的组成包括:计算机、网络操作系统、传输介质(可以有形的,也可以是无形的,如无线网络的传输介质就是空气)以及相应的应用软件四部分。

如图 1-1 所示,计算机网络可以按照很多标准来进行分类。例如,地理覆盖范围、拓扑结构类型、数据包交换方式和传输技术等。虽然网络类型的划分标准各种各样,但是根据地理范围进行划分是一种大家都认可的通用网络划分标准。按照这种标准可以把网络划分为局域网、城域网和广域网三种。

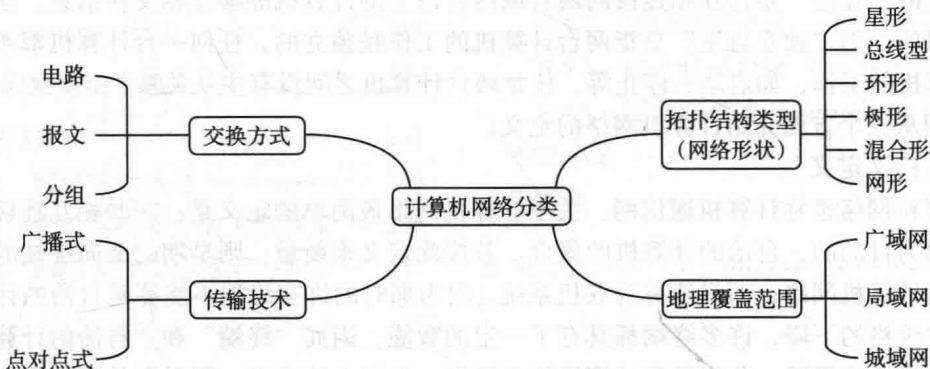


图 1-1 计算机网络分类

1.2.1 按地理分布范围分类

如图 1-2 所示,按地理分布范围来分类,计算机网络可以分为广域网、局域网和城域网三类。广域网(Wide Area Network, WAN)也称远程网,其分布范围可达数百至数千公里(1公里=1 000米),可覆盖一个国家或一个洲。这种网络的覆盖范围比城域网(Metropolitan Area Network, MAN)更广,一般是对不同城市之间的局域网(Local Area Network, LAN)或者城域网互联。因为广域网距离较远,信息衰减比较严重,所以这种网络一般要租用专线,通过接口信息处理器(Interface Message Processor, IMP)与线路连接起来,构成网状结构,解决寻径问题。广域网因为连接的用户多,总出口带宽有限,所以用户的终端连接速率一般较低,通常为 9.6kbit/s ~ 45Mbit/s,如邮电部门的 CHINANET、CHINAPAC 和 CHINADDN。

局域网(Local Area Network, LAN)是将小区域内的各种通信设备互连在一起的网络,其分布范围局限在一个办公室、一幢大楼或一个校园内,用于连接个人计算机、工作站和各类外围设备以实现资源共享和信息交换,这是我们最常见、应用最广的一种网络。现在,随着计算机网络技术的发展和提高,局域网得到了充分的应用和普及,几乎每个单位都有自己的局域网,甚至有的家庭都有自己的小型局域网。局域网在计算机数量配置上没有太多的限

制，少的可以只有两台，多的可达几百台。一般来说，在企业局域网中，工作站的数量在几十台到两百台左右。在网络所涉及的地理距离上一般来说可以从几米至 10 公里以内。由于局域网一般位于一个建筑物或一个单位内，因此不存在寻径问题，不包括网络层的应用。

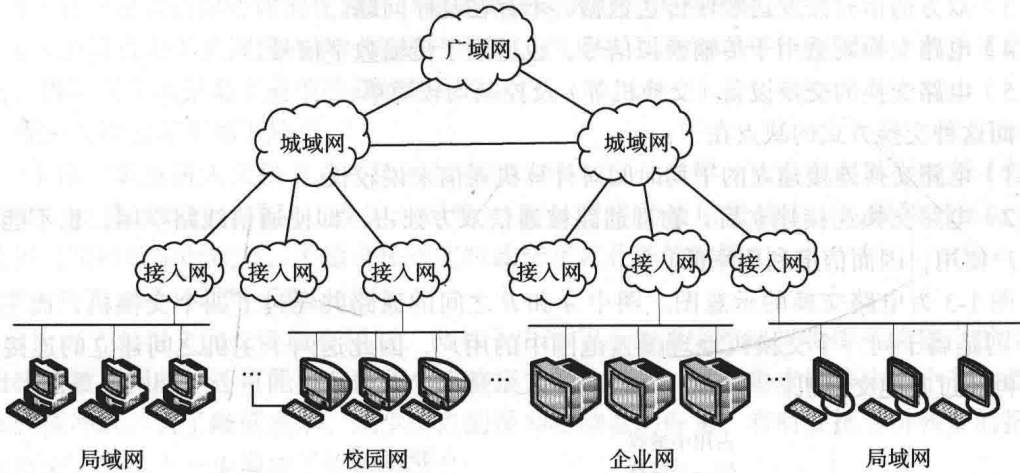


图 1-2 地理分布范围分类

局域网的特点是：连接范围窄、用户数量少、配置容易、连接速率高。目前，局域网速率最快的要算 10G 以太网了。IEEE 802 标准委员会定义了多种主要的局域网：以太网（Ethernet）、令牌环（Token Ring）网、光纤分布式数据接口（Fiber Distributed Data Interface, FDDI）网络、异步传输模式（Asynchronous Transmission Mode, ATM）网以及无线局域网（Wireless Local Area Network, WLAN）。

城域网（Metropolitan Area Network, MAN）的分布范围介于局域网和广域网之间，其目的是在一个较大的地理区域内提供数据、声音和图像的传输，其中包括校园网、企业网等。一般来说，城域网支持在一个城市，但不在同一地理小区范围内的计算机互联。这种网络的连接距离可以达到 10 ~ 100 公里，它采用的是 IEEE 802.6 标准。MAN 比 LAN 扩展的距离更长，连接的计算机数量更多，在地理范围上可以说是 LAN 的延伸。在一个大型城市或都市地区，一个 MAN 通常连接着多个 LAN，如连接政府机构的 LAN、医院的 LAN、电信的 LAN、公司企业的 LAN，等等。光纤连接的引入使得 MAN 中高速的 LAN 互连成为可能。

城域网多采用 ATM 技术作为骨干网。ATM 是一个用于数据、语音、视频以及多媒体应用程序的高速网络传输方法，包括一个接口和一个协议。该协议能够在常规传输信道上，支持比特率不变和变化的通信量。ATM 同样包含硬件、软件以及与其协议标准一致的介质。ATM 提供了一个可伸缩的主干基础设施，以便能够适应不同规模、速度以及寻址技术的网络。ATM 的最大缺点就是成本太高，所以其一般应用于政府城域网中，如邮政、银行、医院等。

1.2.2 按交换方式分类

按交换方式来分类，计算机网络可以分为电路交换网、报文交换网和分组交换网三种。

1. 电路交换

电路交换（Circuit Switching）方式类似于传统的电话交换方式，用户在开始通信之前，必须申请建立一条从发送端到接收端的物理信道，并且在双方通信期间始终占用该信道。电