

“面向 21 世纪教育振兴行动计划” 项目支持



普通高等学校管理科学与工程类学科专业主干课程教材

计算机网络基础

教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会 组编
石 鉴 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

“面向 21 世纪教育振兴行动计划”项目支持

普通高等学校管理科学与工程类学科

专业主干课程教材

计算机网络基础

教育部高等学校管理科学与工程类

学科教学指导委员会 组编

石 鉴 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是经教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会信息管理与信息系统专业组指定的信息管理与信息系统专业本科核心课程“计算机网络基础”的专用教材。全书共分8章,涵盖了计算机网络概述、计算机网络基本原理、典型网络通信技术、计算机网络组成、计算机网络操作系统、互联网、计算机网络安全、网络工程与管理以及实验等内容。本书具有概念准确、论述严谨、内容新颖、图文并茂等特点,既重视基本原理和基本概念的诠释,又注意从实用出发,较全面地介绍了计算机网络应用的最新内容。

本教材主要以信息管理与信息系统本科学生为教学对象,同时也可满足各类网络技术、网络管理、网络工程人员学习计算机网络知识及网络系统集成技术的需要。书中每章最后均附有思考题,便于读者巩固所学知识。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础/石鉴主编;教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会组编. —北京:高等教育出版社,2006.4

ISBN 7-04-017821-4

I. 计… II. ①石… ②教… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 016722 号

策划编辑 刘 艳 责任编辑 彭立辉 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 胡志萍 责任校对 王效珍 责任印制 孔 源

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 23
字 数 430 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 4 月第 1 版
印 次 2006 年 4 月第 1 次印刷
定 价 26.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17821-00

总 前 言

为适应我国经济社会发展需要,保证高等学校管理科学与工程类本科专业人才的基本培养质量,我司委托高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会对管理科学与工程类 4 个本科专业:工程管理、工业工程、信息管理与信息系统、管理科学专业的教学内容和课程体系等问题进行系统研究,确定了上述 4 个专业的核心课程和专业主干课程,提出了这些课程的教学基本要求(经济学课程建议采用工商管理类的宏观经济学和微观经济学的教学基本要求),并编写相应教材。各门课程的教学基本要求及相应教材由高等教育出版社 2004 年秋季陆续出版,供各高等学校选用。

教育部高等教育司

2004 年 9 月

前 言

计算机网络是当今计算机科学与工程中迅速发展的信息技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉学科。目前,Internet 技术发展迅速,全球性信息高速公路建设热潮正在兴起。网络技术已广泛应用于电子政府、电子商务、远程教学、远程医疗、通信、军事、科学研究、信息服务等领域。人们已经意识到:计算机网络正在改变着人们的工作方式与生活方式,网络与通信技术已经成为影响一个国家与地区政治、经济、科学、文化发展的重要因素之一。计算机网络作为支持未来全球信息技术与信息产业的主要技术之一,已经引起全社会的广泛关注。

计算机网络作为一门交叉学科,经过 40 多年的发展,已经形成了自身比较完善的体系。目前,该技术发展迅速,应用广泛,知识更新快,以 Internet 为代表的网络应用技术和以异步传输模式(ATM)为代表的高速网络技术,使得网络技术发展到了一个更高的阶段。

计算机网络课程是管理科学与工程类学科专业的主干课程之一。如何在计算机网络飞速发展的背景下,结合专业特点编写真正富有专业特色、合乎专业需求的教材已成为迫切需要解决的重要课题。

2003 年 12 月,受教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会委托,由南开大学严建援教授、石鉴副教授共同起草,由石鉴副教授执笔,编写了《计算机网络基础教学大纲》(本书以下简称大纲)初稿。2003 年 12 月和 2004 年 3 月,经教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会信息管理与信息系统专业组核心课程教学大纲研讨会讨论修改确定该大纲,并委托石鉴副教授主编依托大纲的统编教材。这就是本书的产生由来。

本书共分为 8 章,力求从理论与基本原理出发,以培养学生实际应用技能为主要目标,为学生掌握计算机网络基础的相关知识和能力提供一个完整的框架。

在使用本书从事计算机网络课程的教学过程中,应该遵循基本原理和实际应用并重的基本原则,建议两部分内容所占课时各半,具体可视各学校具备的教学和实验条件做出相应的调整。

第 1 章概述,主要介绍计算机网络的历史、现状和发展以及计算机网络

概念与知识体系、计算机网络类型等内容(石鉴执笔)。第2章计算机网络基本原理,包括数据通信基础、计算机网络体系结构、物理层协议、数据链路层协议、网络层协议、运输层协议、应用层协议以及计算机网络协议新进展(石鉴、安立平执笔)。第3章典型网络通信技术、介绍以太网技术、帧中继技术、ATM技术和其他新兴计算机网络通信技术(程莉莉执笔)。第4章计算机网络组成,由计算机网络设备和计算机网络组成实例两部分内容组成(石鉴、程茜执笔)。第5章计算机网络操作系统,介绍实时/分时操作系统、典型网络操作系统等内容(程茜执笔)。第6章互联网,主要介绍Internet/Extranet/Intranet发展及联网应用要点(王金立执笔)。第7章计算机网络安全,包括网络安全概述、网络安全模型、网络安全技术等主要内容(石鉴执笔)。第8章网络工程与管理,主要讲解网络的规划与设计、网络系统集成、综合布线系统工程设计和网络管理(石鉴、王金立执笔)。全书最后由石鉴统编完成。

每个章节后面,都列有相应的思考题,并且在书的最后,给出实验内容。在教学实践中,老师可以根据实际进度、本单位教学要求及学生情况安排教学进度和内容取舍。

本书编写过程中注意保持教学内容的系统性,以计算机网络基础知识与实际应用技能的培养为主线,对高速网络技术、网络系统集成、网络安全与网络管理等进行介绍,力求反映网络的最新发展成果。在本书编写过程中,作者参考近年来最新的文献资料。在写作中,力求做到层次清楚、语言简洁流畅、内容丰富,既便于大家循序渐进地系统学习,同时又能了解到网络技术新的进展。

在本书编写过程中得到了严建援教授的热心指导和帮助,在此谨表衷心感谢。另外,对参与本书收集资料及校对工作的南开大学研究生孙琢、张文卿、刘恽等同学也一并表示感谢。

由于作者学术水平所限,错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2005年6月1日于南开大学

目 录

第1章 概述.....1

1.1 计算机网络的历史、 现状和发展.....1

1.1.1 计算机网络发展的 阶段划分.....1

1.1.2 计算机网络的发展方向.....4

1.2 计算机网络概念与知识体系.....4

1.2.1 网络成员：设备、结点 和主机.....5

1.2.2 网络媒体和通信协议.....5

1.3 计算机网络类型.....7

1.3.1 网络分类——按所包含 的区域.....7

1.3.2 网络分类——按拓扑类型.....8

1.3.3 交换网络.....13

思考题.....15

第2章 计算机网络基本原理.....16

2.1 数据通信基础.....16

2.1.1 数据通信技术.....16

2.1.2 数据交换技术.....17

2.2 计算机网络体系结构.....19

2.2.1 体系结构的定义.....19

2.2.2 OSI 参考模型.....19

2.2.3 TCP/IP 模型.....23

2.2.4 TCP/IP 与 OSI 模型的 主要区别.....27

2.3 物理层协议.....29

2.3.1 信道指标的概念.....30

2.3.2 模拟传输和数字传输.....30

2.4 数据链路层协议.....32

2.4.1 滑动窗口协议.....33

2.4.2 高级数据链路控制.....35

2.4.3 串行线路网际协议.....39

2.4.4 点对点协议.....41

2.5 网络层协议.....42

2.5.1 距离向量路由算法.....42

2.5.2 链路状态路由选择.....44

2.5.3 网际协议.....49

2.6 运输层协议.....51

2.6.1 用户数据报协议.....51

2.6.2 传输控制协议.....54

2.7 应用层协议.....63

2.8 计算机网络协议的新进展.....64

思考题.....70

第3章 典型的网络通信技术.....71

3.1 以太网.....71

3.1.1 以太网概念.....71

3.1.2 快速以太网.....78

3.1.3 千兆位以太网.....80

3.1.4 主要技术指标比较.....88

3.2 ATM 技术.....89

3.2.1 ATM 的重要概念.....89

3.2.2 广域网 ATM 的信元 结构及协议模型.....94

3.2.3 广域网 ATM 工作原理.....99

3.2.4 局域网 ATM 协议 模型及工作原理.....104

3.3 计算机网络通信新技术.....115

3.3.1 无线局域网.....115

3.3.2 蓝牙.....118

思考题	121	6.2.5 局域网连接 Internet	194
第 4 章 计算机网络组成	122	思考题	194
4.1 计算机网络设备	122	第 7 章 计算机网络安全	195
4.1.1 主机系统	122	7.1 网络安全概述	195
4.1.2 传输介质	122	7.1.1 网络安全的含义	195
4.1.3 网络接口卡	140	7.1.2 安全问题产生的原因	196
4.1.4 调制解调器概念	141	7.1.3 网络安全目标	196
4.1.5 集线器	143	7.2 网络安全模型	197
4.1.6 交换机	148	7.2.1 网络安全服务	197
4.1.7 路由器	150	7.2.2 网络安全结构	198
4.2 计算机网络组成实例	155	7.2.3 网络安全策略	198
思考题	162	7.2.4 网络安全规定	205
第 5 章 计算机网络操作系统	163	7.3 网络安全技术	207
5.1 网络操作系统	163	7.3.1 加密	207
5.1.1 实时操作系统	163	7.3.2 防火墙	211
5.1.2 分时操作系统	165	7.3.3 Internet 安全	
5.2 典型网络操作系统介绍	166	协议 (IPSec)	213
5.2.1 Microsoft Windows	166	7.3.4 病毒防范	215
5.2.2 Novell NetWare	169	7.3.5 网络备份与恢复	217
5.2.3 UNIX	170	思考题	218
5.2.4 Linux	171	第 8 章 网络工程与管理	219
5.2.5 Mac OS	171	8.1 网络的规划与设计	219
思考题	172	8.1.1 网络的规划与设计概述	219
第 6 章 Internet	173	8.1.2 网络系统设计需求分析	219
6.1 Internet 概述	173	8.1.3 网络系统设计	222
6.1.1 Internet 的发展历程	173	8.1.4 网络设备的选型	222
6.1.2 Internet 的管理机构	176	8.2 网络系统集成	231
6.1.3 Internet 的服务	180	8.2.1 系统集成的产生与发展	231
6.1.4 万维网	182	8.2.2 系统集成的含义	231
6.1.5 WWW 搜索引擎	182	8.2.3 系统集成的具体工作	232
6.2 Internet/Intranet 连网	183	8.2.4 系统集成的优点	234
6.2.1 Intranet/Extranet	183	8.2.5 系统集成商的类型	234
6.2.2 ISP	185	8.3 综合布线系统工程设计	235
6.2.3 Internet 的接入方式	185	8.3.1 综合布线系统工程	
6.2.4 PC 拨号上网	192	设计概述	235

8.3.2 综合布线系统工程	8.4.3 网络管理的主要功能	330
设计等级	8.4.4 网络管理的信息模型	332
239	思考题	341
8.3.3 工作区子系统	实验	342
243	实验一 文件传输协议的	
8.3.4 水平子系统	设计与实现	342
247	实验二 网络配置及网络	
8.3.5 干线(垂直)子系统	资源共享	344
263	实验三 交换机的基本配置	345
8.3.6 设备间子系统	实验四 局域网的连接	349
280	实验五 代理服务器设置	350
8.3.7 管理子系统	参考文献	356
287		
8.3.8 建筑群子系统		
309		
8.3.9 楼宇自控系统布线设计		
316		
8.4 网络管理		
321		
8.4.1 网络管理概述		
321		
8.4.2 网络管理系统的逻辑		
结构		
324		

第 1 章 概 述

教学要求:

- 了解计算机网络技术的发展历程。
- 掌握计算机网络的基本概念。
- 能够识别分析计算机网络类型并熟知其特性。

1.1 计算机网络的历史、现状和发展

20 年前,在我国很少有人接触过网络。但是,经过近年来网络的飞速发展,现在,计算机通信网络以及 Internet 已成为当前社会结构的一个基本组成部分。网络被应用于工商业的各个方面,例如电子银行、电子商务、现代化的企业管理、信息服务业等。此外,从学校远程教育到政府日常办公乃至现在的电子社区,很多方面也都离不开网络技术。因此,计算机网络技术的发展越来越成为当今世界高新技术发展的核心之一。

数据网络使个人化的远程通信成为可能,并改变了商业通信的模式。一个完整的用于发展网络技术、网络产品和网络服务的新兴工业已经形成,计算机网络的普及性和重要性已经导致在不同岗位上对具有更多网络知识的人才的大量需求。例如,企业需要雇员规划、获取、安装、操作、管理那些构成计算机网络和 Internet 的软/硬件系统。另外,计算机编程已不再局限于个人计算机,而要求程序员设计并实现能与其他计算机上的程序进行通信的应用软件。

1.1.1 计算机网络发展的阶段划分

在 20 世纪 50 年代中期,美国的半自动地面防空系统(semiautomatic ground environment, SAGE)开始了计算机技术与通信技术相结合的尝试,在 SAGE 系统中把远程雷达和其他测控设备的信息通过线路汇集至一台 IBM 计算机上进行集中处理与控制。世界上公认的、最成功的第一个远程计算机网络是在 1969 年由美国国防部高级研究计划局(advanced research projects agency, ARPA)组织研制成功的。该网络称为 ARPANET,即现在 Internet 的前身。

随着计算机网络技术的蓬勃发展, 计算机网络的发展大致可划分为 4 个阶段。

1. 第一阶段：诞生阶段

20 世纪 60 年代中期之前的第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统。典型应用是由一台计算机和全美国范围内 2 000 多个终端组成的飞机订票系统。终端是一台计算机的外部设备, 包括显示器和键盘, 无 CPU 和内存。第一代网络的示意图如图 1-1 所示。

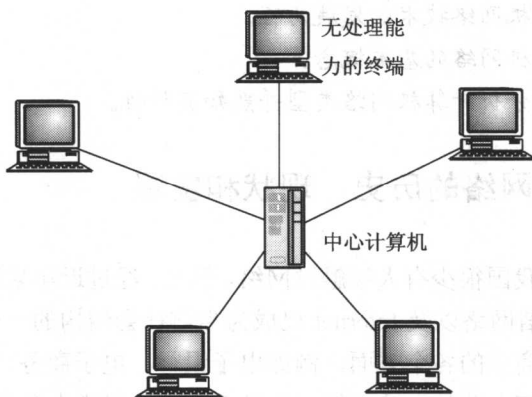


图 1-1 第一代网络

随着远程终端的增多, 在主机前增加了前端机 (FEP)。当时, 人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来, 实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”, 这样的通信系统已具备了网络的雏形。

2. 第二阶段：形成阶段

20 世纪 60 年代中期至 70 年代的第二代计算机网络是以多个主机通过通信线路互连起来, 为用户提供服务, 如图 1-2 所示。它兴起于 60 年代后期, 典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPANET。第二代网络的主机之间不是直接用线路相连, 而是通过接口报文处理机 (IMP) 转接后互连。IMP 和它们之间互连的通信线路一起负责主机间的通信任务, 构成了通信子网。通信子网互连的主机负责运行程序, 提供资源共享, 组成了资源子网。这个时期, 网络概念为“以能够相互共享资源为目的互连起来的具有独立功能的计算机之集合体”, 形成了计算机网络的基本概念。

3. 第三阶段：互连互通阶段

20 世纪 70 年代末至 90 年代的第三代计算机网络是具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络, 如图 1-3 所示。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。由于没有统一的标准, 不同厂商的产品之间互连很困难, 人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境, 这样应运而生了两种国际通用的最重要的体系结构, 即 TCP/IP 体系结构和国际标准化组织的 OSI 体系结构。

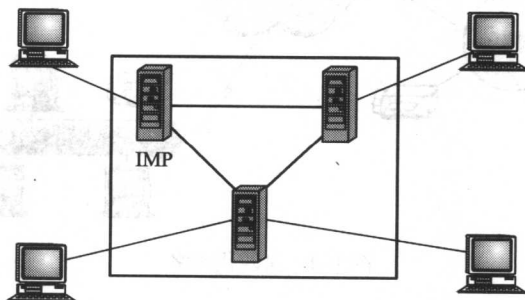


图 1-2 第二代网络

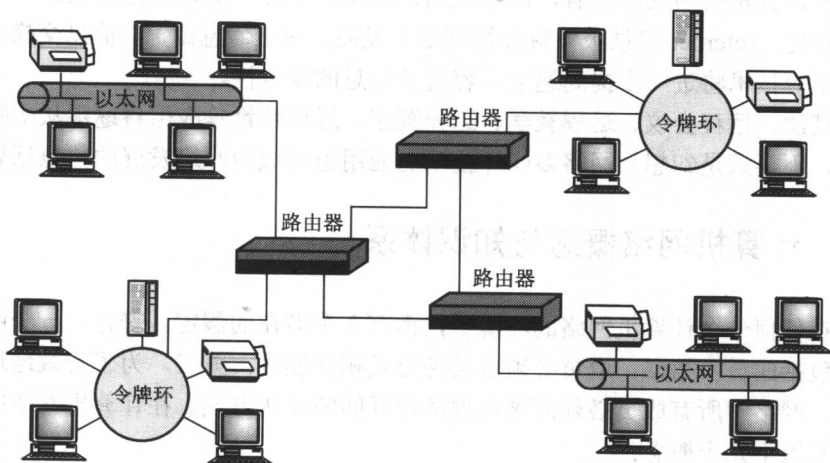


图 1-3 第三代网络

4. 第四阶段：高速网络技术阶段

20 世纪 90 年代末至今的第四代计算机网络（见图 1-4），局域网技术进一步发展成熟，光纤、ATM 等高速网络技术相继出现，传统的局域网通过这些高速网络技术空前便捷地连接成一个整体，进一步完善了 Internet。Internet 对于最终用户的多媒体、信息查询等服务完全透明，网络进入了一个全新阶段。

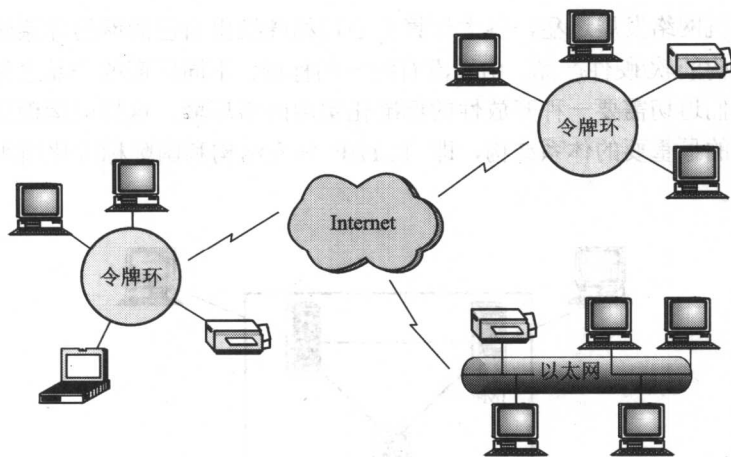


图 1-4 第四代网络

1.1.2 计算机网络的发展方向

从计算机网络应用来看, 网络应用系统将向更深和更宽的方向发展。

首先, Internet 信息服务将会得到更大发展。网上信息浏览、信息交换、资源共享等技术将进一步提高速度、容量及信息的安全性。

其次, 远程会议、远程教学、远程医疗、远程购物等应用将逐步从实验室走出, 不再只是幻想。网络多媒体技术的应用也将成为网络发展的热点话题。

1.2 计算机网络概念与知识体系

在任何一个计算机网络的环境下, 都有 3 个潜在的假定。首先, 一个网络必须包括成员; 第二, 成员必须以某种方式相互连接; 第三, 为了有效地进行通信, 网络中所有成员必须清楚地理解相互间的表达方式。在计算机网络中通常涉及以下几个概念:

- 网络中互连的实体被称为计算机或其他设备[虽然它们多次被笼统的称为结点 (node)]。
- 能够实现通信的链路被称为网络媒体 (network medium)。
- 控制数据在设备间相互交换方式的规则由通用网络协议 (common network protocol) 实现。

综合而言, 这 3 个概念产生了下面的关于计算机网络的正式定义:

计算机网络是计算机和其他设备 (结点) 的集合, 能够通过网络媒体使用通用的网络协议相互共享资源。

1.2.1 网络成员：设备、结点和主机

从最通用的意义上讲，设备（device）用来表示网络中互连的实体。这些实体可能是终端、打印机、计算机或与特定的网络相关的硬件单元，例如通信服务器、中继器、网桥、交换机、路由器等。设备可以是本地的或远端的，通过网络发起通信的设备称为本地设备或发送设备（local device or sending device）。在网络中，由本地设备访问的任何设备都称为远端设备或接收设备（remote device or receiving device）。例如，在电话网络中，人们使用的电话机都是设备。正是在电话公司中互连的硬件保证了电话机之间的通话。为了正常地运作，网络需要各种不同类型的设备。通常能够接入网络的设备还包括结点（node）、站（station）和用具（appliance）等。

通常，几乎所有的网络设备都采用了某种方式，使它们能够被唯一地识别。一般而言，这是通过网络协议来完成的。但是许多设备都有内部标识符，在制造设备时，它们对于设备而言是唯一的。例如，一台有以太网卡或连接的设备被分配一个由生产商提供的不能被其他设备使用的地址。当系统连接到网络时，这是可以唯一识别的设备，并可为使用网络协议配置设备提供很大的灵活性。

在某些情形下，特别是在网络安全技术中，加入到网络中的设备可能没有地址也不支持任何协议，但是它们能监控网络的行为并通过设备本身的控制台报告安全问题。这种类型的设备称为透明或秘密（stealth）设备。这些设备在一些使用防火墙和入侵检测系统的高级系统中可以见到。

当描述网络成员时，多数情况下倾向于区分设备和计算机。作为网络设备，计算机被称为主机（或服务器）或工作站（也称为桌面或客户机），这些设备通常是指有自己的操作系统（如 Windows）的计算机。因此，一个工作站可能是一台个人计算机，如 Apple 的 Macintosh 或许多基于 Intel 机器中的一种（通常称为 IBM PC 或兼容机）；一台由 Sun Microsystems、Silicon Graphics、IBM、惠普或康柏计算机公司生产的图形工作站；一台超级小型机，如康柏的 VAX 或 IBM 的 AS/400 系统；一台超级微型机，如康柏的 Alpha；一台大型机，如 IBM ES-9000。

1.2.2 网络媒体和通信协议

为了共享信息或从网络中接收服务，组的成员之间必须能够相互通信。这涉及两个具体的网络条件：连接性和语言。连接性（connectivity）指成员之间的物理链路或连接；语言（language）表示特定的术语以及成员之间在通信时必须遵循的、共同达成的规则。

1. 媒体

用来连接网络成员的物理环境称为媒体 (medium)。网络媒体通过提供进行通信所需要的环境使通信成为可能。网络媒体可分为两大类：有线和无线。有线的例子包括双绞线、同轴电缆和光纤；无线的例子包括无线电波（包括微波和卫星通信）及红外辐射。

2. 协议

网络成员使用的语言称为网络通信协议 (network communication protocol)。协议通过在成员之间提供通用的语言使其能够相互进行通信。从一般的角度而言，网络通信协议是控制特定行为或语言以及已经被接受或建立起来的过程、准则或正式规范的集合。网络协议是一个正式的规范，定义了结点如何“表现”或相互通信。此外，它还定义了数据格式、数据完整性和数据传输。简而言之，网络协议详细地说明了数据通信的术语和准则。

总结媒体和协议的概念可知，如果没有链路，就无法在成员间共享信息；如果没有特定的语言，通信就不能被理解。例如，当两个使用不同语言的人进行通话时，如果这个通话的电话线路（即网络链路）不可用，他们就不能相互交谈（即不能交换数据）。有了线路，两个人就可以说话并听到对方的声音，但是还不能进行交流，因为他们都不能理解对方的消息——他们使用了不同的语言。当公用的线路基础设施连接共享公共信息基础设施的结点时，就产生了网络。

一个很好的网络协议的例子是 TCP/IP 协议族中的某些协议。TCP/IP 表示传输控制协议/网际协议，它们是构成互联网的基石。虽然 TCP/IP 表示两个特殊的协议（TCP 和 IP），但它也可用来命名许多其他协议，这一系列的协议统称为 TCP/IP 族 (suite)。下面介绍几种常见的属于 TCP/IP 协议族的协议。FTP（文件传输协议）用来说明如何传输文件；HTTP（超文本传输协议）用于万维网（WWW），定义了服务器如何将文档（网页）传输到客户机（浏览器）；用于电子邮件(E-mail)的3种协议是邮局协议(POP)、简单邮件传输协议(SMTP)和因特网邮件接入协议(IMAP)。

其他协议族如 AppleTalk，是用于 Apple 计算机的网络协议，起初包含在 Macintosh 系列的计算机中，如今在许多其他的操作系统中也可使用。数字设备公司(DEC, 现在的康柏)的 DECnet，使用称为数字网络体系结构(digital network architecture, DNA)的网络协议，它是为运行 Open-VMS 的 VAX 小型机或 Alpha 计算机、一些运行传统 DEC 操作系统如 RSX-11M、RT-11 和 RSTS/E 的较老的 DEC 系统以及一些更加流行的操作系统如 MS-DOS、Windows 和 UNIX 而设计的。计算机网络有时也以它们的协议命名，如包含支持 AppleTalk 设备的网络被称为 AppleTalk 网络。

1.3 计算机网络类型

多种不同类型的计算机网络通常是基于不同视角而产生的。例如，计算机网络经常按照所包含的地理区域（如局域网和广域网）、拓扑类型（如点到点或广播）所使用的通信路径的类型以及数据在路径上传输的方式进行划分（如电路交换和分组交换）。

1.3.1 网络分类——按所包含的区域

计算机网络经常按照它们所覆盖的区域来分类，一类是局域网，另一类是广域网。此外，还有城域网、全球区域网络、个人区域网络以及存储区域网络。

局域网（local area network, LAN）通常在中等范围内的地理区域内互连计算资源。这可以包括建筑物中的全部或部分房间，或一所校园中的几栋建筑。由于“中等范围内的”这个词不好定义，有些人定量化了 LAN 的范围，将其限制在几米到几千米之内。电气和电子工程师协会（IEEE）规定 LAN 的半径在 10 km 以内。LAN 的例子包括以太网/802.3、令牌环、光纤分布式数据接口（FDDI）网络。

与 LAN 相对，广域网（wide area network, WAN）互连在地理上分布广泛的网络资源（通常超过 100 km）。WAN 可以想像为 LAN 的集合，具体的例子包括综合业务数字网络（ISDN）、帧中继、交换式多兆位数据服务（SMDS）和异步传送模式（ATM）网络。

人们在 LAN 和 WAN 之间做了进一步的区分。一种区分是城域网（metropolitan area network, MAN），它互连跨越城市范围的网络资源。例如，一个大型的企业组织，其建筑分布在一个县城或都市的各处。如果每个建筑物都有自己独立的 LAN，而且这些 LAN 相互连接，形成的网络就可以看做一个 MAN。MAN 通常指跨越的地理区域比 LAN 大而又比 WAN 小的网络。

近年来还出现了个人区域网络（personal area network, PAN），它指在个人家庭中的小型计算机网络。计算机相对低廉的价格导致家庭计算机数目的增加，推动了对 PAN 的发展，因为家庭计算机的用户开始意识到互连他们的计算机设备所带来的便利。例如，PAN 可以互连多台家庭计算机到同一台打印机，由此消除了为每台计算机购买单独打印机的必要。PAN 使接入到家庭网络的计算机用户可以使用驻留在文件服务器上的应用程序和用户数据，还为家庭的所有成员提供了从各自房间访问共享信息资源的便利条件。

在 1996 年，IBM 的一个研究组介绍了一种无线寻呼机大小的设备，它可以夹在用户的皮带上，并带有一个很小的 PC。这个系统的独特之处在于信息传

输到设备上的方式。此设备上有两个电极，可贴到使用者的皮肤上，利用皮肤的盐度传导率通过触觉反馈（接触）为用户提供低速的网络服务。如果用户接触佩戴相同设备的另一个用户，两个设备能够通过用户皮肤的传导率交换信息。进一步发展后，当佩戴者被其他用户接触时或被与接收设备联系的中间者接触时，可使用外部的设备接收来自佩戴者的信息，如医疗数据等。这种技术真正地强调了在个人区域网络中“个人化”的概念。IBM 打算将这种技术嵌入到个人医疗设备用具或其他可能的信息技术范围，例如学生辅助数据库等。

还有一种类别是全球区域网络（global area network, GAN），是指跨度在全球范围 WAN 的集合。例如，在全世界许多国家都设有麦当劳餐厅，互连这些分布的场所就构成了一个 GAN。

最后，还有存储区域网络（storage area network, SAN），它是专门用于存储数据的网络。由于 Web 主页、电子邮件和网络用户数目的持续增长，人们更加关注存储能力的要求。解决企业存储需求的一种方式是通过 SAN，利用专用的存储服务器通过安全的网络基础设备提供无限制的访问。

1.3.2 网络分类——按拓扑类型

分类网络的另外一种方式是通过网络的拓扑（topology）进行分类，它描述网络的基本设计。网络拓扑非常类似于路线图，它详细描述了关键的网络构件，如结点和链路是如何互连的。通常，有 3 种常用的互连方案：点到点、广播和多点网络。

1. 点到点网络

点到点网络（point-to-point network）由仅能与相邻设备通信的结点组成。相邻结点（adjacent node）是指相互邻接的结点，如图 1-5 所示。典型的表达邻接概念的方式是说明数据从源结点到目的结点所经过的跳数。一跳（hop）是指在源结点到目的结点的路径上从中间结点发出或到达中间结点的一条连接。相邻结点通常只有一跳，因此一跳意味着两个直接相连的结点。在更复杂的形式中，点到点网络可能包括数千个在相邻结点间互连的结点，这些相邻结点连接到其他相邻结点，依此类推。如果一个结点需要与不相邻的结点进行通信，需要通过其他相邻的结点间接地完成。源结点首先将消息传输到其相邻的结点，接着按顺序在各中间结点传递，直到最终达到目的结点。依赖于传递信息所使用的技术，传递数据从相邻结点到另一结点的过程称为桥接（bridging）或路由（routing）。有几种网络拓扑是基于点到点设计的，3 种最常用的点到点拓扑是星型、环型和树型。

（1）星型拓扑

星型拓扑的一个关键特征是存在一个中心的集线器（hub），它作为连接结