

高等学校培养应用型人才教材——计算机系列



计算机网络基础

张家超 邓凯 编著
徐森林 主审



中国电力出版社
www.infopower.com.cn

高等学校培养应用型人才教材——计算机系列

计算机网络基础

张家超 邓凯 编著
徐森林 主审

中国电力出版社

内 容 提 要

本书从技术的先进性、实用性出发,介绍了计算机网络的有关知识和技术,共分为10章。其中前两章介绍了计算机网络的基本概念和体系结构,第3、4、6、7、8章分别介绍了开放系统互连参考模型ISO/OSI/RM和TCP/IP体系结构的各分层主要功能,第5章介绍了目前普遍使用的局域网技术,第9章介绍ATM、ISDN等典型网络技术,第10章介绍了大家普遍关注的网络安全的有关知识。

本书不仅可以作为高等院校计算机网络基础课程的参考教材,亦可作为应考计算机软件人员水平(资格)考试“网络设计师”和“网络分析师”理论部分的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础/张家超,邓凯编著. —北京:中国电力出版社, 2003

高等学校培养应用型人才教材——计算机系列
ISBN 7-5083-1515-4

I. 计... II. ①张...②邓... 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(2003)第037799号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003年9月第一版 2003年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15印张 365千字

印数1—5000册 定价21.00元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

高等学校培养应用型人才教材——计算机系列

编 委 会

主任委员:

宗 健 常明华

副主任委员:

顾元刚 陈 雁 杨翠南 林全新 华容茂 曹泰斌
魏国英 邵晓根 庄燕滨 邓 凯 吴国经 常晋义
许秀林 谢志荣 张家超 陶 洪 龚兰芳 刘广峰
丁 雁 方 岩 王一曙

委 员: (以姓氏笔画为序)

丁志云 及秀琴 石振国 李 翊 吕 勇 朱宇光
任中林 刘红玲 刘 江 刘胤杰 许卫林 杨劲松
杨家树 杨伟国 郑成增 张春龙 闵 敏 易顺明
周维武 周 巍 胡顺增 袁太生 高佳琴 唐学忠
徐煜明 曹中心 曾 海 颜友钧

序 言

进入 21 世纪,世界高等教育已从精英教育走向了大众教育。我国也适应这一潮流,将高等教育逐步推向大众化。培养应用型人才已成为国家培养国际人才的重要组成部分,且得到了社会各界的广泛支持。于是一大批有规模、有实力、规范化、以培养应用型人才为己任的高等学校得到了长足发展。这类高校办学的一个显著的特点是按照新时代需求和当地的需要来培养学生,他们重视产学研相结合,并紧密地结合当地经济状况,把为当地培养应用型人才作为学校办学的主攻方向。

这类学校的教学特点是:在教授“理论与技术”时,更注重技术方法的教学。在教授“理论与实践”时,更注重理论指导下的可操作性,更注意实际问题的解决。因此,这些学生善于解决生产中的实际问题,受到地方企事业单位的普遍欢迎。

为满足这类高校的教学要求,达到培养应用型人才的目的,根据教育部有关重点建设项目的要求和相关教学大纲,我们组织了多年在这类高校中从教,并具有丰富工程经验的资深教授、高级工程师、教师来编写这套教材。

在这套教材的编写中,我们提倡“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精练、可操作”的编写风格,以解决多年来在教材中存在的过深、过高且偏离实际的问题。

实用——本套教材重点讲述本行业中最广泛应用的知识、方法和技能。使学生学习后能胜任岗位工作,切实符合当地经济建设的需要和社会需要。

适用——本套教材是以工程技术为主的教材,所以它适用于培养应用型人才的所有高校(包括本科、专科、技术学院、高职等),既符合此类学生的培养目标,又便于教师因材施教。

先进——本套教材所选的内容是当今的新技术、新方法。使学生在掌握经典的技术和方法之后,可用教材中的新技术、新方法去解决工程中的技术难题,为学生毕业后直接进入生产第一线打下坚实的基础。

通俗——本套教材语言流畅、深入浅出、容易读懂。尽量避开艰深的理论和长篇的数学推导,尽量以实例来说明问题,在应用实例中掌握理论,使学生轻松掌握所学知识技能,达到事半功倍的效果。

精练——本套教材选材精练。详细而不冗长,简略得当,对泛泛而谈的内容将一带而过,对学生必须掌握的新技术、新方法详细讲,讲透、讲到位,为教师创造良好的教学空间和结合当地情况调整教学内容的余地。

可操作——本套教材所有的实例均是容易操作的,且是有实际意义的案例。把这些案例连接起来,就是一个应用工程的实例。通过举一反三的应用,使学生能够在更高层次上创造性地应用教材中的新思想、新技术、新方法去解决问题。

本套教材面向培养应用型人才的高等学校,同时亦可作为社会培训高级技术人才的教材和需要加深某些方面知识技能的人员的自学教材。

编委会

前 言

计算机网络技术的飞速发展，带给高等院校师生的不仅仅是技术上的，也是观念上的快速变革。教学第一线的教师们，经过多年的探索，结合市场的需求，以及计算机软件人员水平（资格）考试网络部分的内容，将计算机网络课程的教学分为三个层面：首先是基础知识部分，详细介绍计算机网络的体系结构等知识；其次是工程技术部分，详细介绍计算机组网及工程应用方面的知识；第三是应用技术部分，详细介绍目前比较流行的 Internet 上常用的网络知识。本书就是在这样的背景下产生的。

本书共分 10 章。第 1、2 章介绍了计算机网络的基本概念和体系结构，第 3、4、6、7、8 章分别介绍了开放系统互连参考模型 ISO/OSI/RM 和 TCP/IP 体系结构各分层的主要功能，第 5 章介绍了目前普遍使用的局域网技术，第 9 章介绍了 ATM、ISDN 等典型网络技术，第 10 章介绍了大家普遍关注的网络安全的有关知识。

本书由张家超、邓凯主编，第 1、10 章由孙前编写，第 2、3 章由邓凯、张家超编写，第 4、7、9 章由何洪磊、张家超编写，第 5 章由居立峰编写，第 6、8 章由孙博、张家超编写，全书由张家超负责统稿、定稿，徐森林主审。

本书在编写过程中，还得到了许多高校同行们的大力支持和帮助，参考了许多已经和未经出版的教材、讲义等，在此不一一列举；出版时也得到了中国电力出版社领导们的大力帮助，没有他们热心的支持和辛勤的劳动，本书的出版是不可能的，在此，一并表示衷心的感谢。

由于编者水平及时间有限，书中错漏和不妥之处在所难免，恳请专家和读者批评、指正。

编 者

目 录

序 言

前 言

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的发展	1
1.2 计算机网络的技术构成	5
1.3 小结	7
习题	8
第 2 章 计算机网络体系结构	9
2.1 网络体系结构概述	9
2.2 开放系统互连参考模型 (ISO/OSI/RM)	10
2.3 TCP/IP 体系结构	17
2.4 OSI 与 TCP/IP 的比较	19
2.5 小结	19
习题	20
第 3 章 数据传输机制	21
3.1 物理层概述	21
3.2 数据传输的基本概念	22
3.3 数据调制与编码	25
3.4 多路复用技术	28
3.5 检错与纠错方法	29
3.6 传输媒体	30
3.7 物理层接口与协议	32
3.8 物理层通信硬件	35
3.9 物理层通信软件	37
3.10 小结	39
习题	40
第 4 章 数据链路层	41
4.1 数据链路层概述	41
4.2 链路层协议	48
4.3 面向字符的“基本型”通信控制规程	50

4.4 面向位型通信控制规程——HDLC	56
4.5 链路层互连技术	60
4.6 小结	65
习题	65
第5章 局域网技术	68
5.1 局域网概述	68
5.2 局域网参考模型	69
5.3 逻辑链路控制协议	70
5.4 CSMA/CD 介质访问控制协议	71
5.5 令牌环介质访问控制协议	77
5.6 局域网发展	79
5.7 城域网	88
5.8 局域网网络操作系统	93
5.9 小结	101
习题	101
第6章 网络互连机制	103
6.1 互连网层概述	103
6.2 路由选择	114
6.3 IP 数据报的路由选择	121
6.4 差错与控制报文协议 ICMP	123
6.5 流量和阻塞控制	127
6.6 路由协议	130
6.7 小结	136
习题	136
第7章 端-端控制机制	138
7.1 传输层	138
7.2 会话层	145
7.3 表示层	147
7.4 小结	151
习题	151
第8章 网络应用服务机制	154
8.1 应用层体系结构	155
8.2 应用服务元素	157
8.3 目录服务	159
8.4 网络管理	165

8.5 TCP/IP 体系结构中的应用层	175
8.6 小结	192
习题	192
第 9 章 其他典型网络技术	194
9.1 综合业务数字网 ISDN	194
9.2 异步传输模式 ATM	199
9.3 交换多兆位数据服务	201
9.4 帧中继	202
9.5 数字用户线路	204
9.6 小结	205
习题	206
第 10 章 计算机网络安全体系结构	207
10.1 网络安全概述	207
10.2 数据加密	216
10.3 鉴别技术	219
10.4 访问控制	222
10.5 网络安全应用——电子邮件的安全	225
10.6 小结	226
习题	227
参考文献	228

第 1 章 计算机网络概述

1.1 计算机网络的发展

1.1.1 计算机网络的定义与分类

1. 计算机网络的定义

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。对“计算机网络”这个概念的理解和定义，随着计算机网络本身的发展，人们提出了各种不同的观点。

早期的计算机系统是高度集中的，所有的设备安装在单独的大房间中，后来出现了批处理和分时系统，分时系统所连接的多个终端必须紧接着主计算机。20 世纪 50 年代中后期，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上，这样就出现了第一代计算机网络。

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。缺点是：主机负荷较重；通信线路的利用率低；网络结构属集中控制方式，可靠性低。典型应用是由一台计算机和全美国范围内 2000 多个终端组成的飞机订票系统。

终端：一台计算机的外部设备，包括阴极射线管（Crystal Ray Tub, CRT）显示器和键盘，无中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、内存。

随着远程终端的增多，在主机前增加了前端机（Front End Processor, 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”，但这样的通信系统已具备了通信的雏形。

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。兴起于 20 世纪 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。

主机之间不是直接用线路相连，而是通过接口报文处理机（Interface Message Processor, IMP）转接后互连的。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。

两个主机间通信时对传送信息内容的理解、信息表示形式以及各种情况下的应答信号都必须遵守一个共同的约定，称为协议。

在 ARPAnet 中，将协议按功能分成了若干层次。如何分层以及各层中具体采用的协议，统称为网络体系结构。体系结构是个抽象的概念，其具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。

20 世纪 70 年代至 80 年代中期第二代网络得到迅猛的发展。

第二代网络以通信子网为中心。这个时期的网络定义为“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。

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。

国际标准化组织 (International Organization for Standardization, ISO) 在 1984 年颁布了 OSI/RM, 该模型分为七个层次, 也称为 OSI 七层模型, 公认为新一代计算机网络体系结构的基础, 为普及局域网奠定了基础。

20 世纪 70 年代后, 大规模集成电路的出现使局域网具有投资少、方便灵活的特点, 因而得到了广泛的应用和迅猛的发展。与广域网相比, 它们有共性, 如分层的体系结构, 又有不同的特性, 如局域网为节省费用而不采用存储转发的方式, 而是由单个的广播信道来连接网上计算机。

第四代计算机网络从 20 世纪 80 年代末开始, 此时局域网技术已发展成熟, 出现了光纤及高速网络技术、多媒体、智能网络, 整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统, 发展为以 Internet 为代表的互联网。

所谓计算机网络, 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、功能强的网络系统, 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。

从定义中看出涉及到三个方面的问题:

- 至少两台计算机互连。
- 通信设备与线路介质。
- 网络软件、通信协议和网络操作系统。

2. 计算机网络的分类

计算机网络的种类很多, 根据各种不同的分类原则, 可以得到各种不同类型的计算机网络。

(1) 按照网络的规模和延伸范围来分类, 可以分为:

1) 局域网 (Local Area Network, LAN): 一般限定在较小的区域内, 小于 10km 的范围, 通常采用有线的方式连接起来。

2) 城域网 (Metropolis Area Network, MAN): 规模局限在一座城市的范围内, 10~100km 的区域。

3) 广域网 (Wide Area Network, WAN): 网络跨越国界、洲界, 甚至全球范围。

目前局域网和广域网是网络的热点。局域网是组成其他两种类型网络的基础, 城域网一般都加入了广域网。广域网的典型代表是 Internet。

(2) 按网络的拓扑结构分类。

网络的拓扑结构是指网络中通信线路和站点 (计算机或设备) 的几何排列形式。

1) 星型网络: 各站点通过点到点的链路与中心站相连。特点是很容易在网络中增加新的站点, 数据的安全性和优先级容易控制, 易实现网络监控, 但中心节点的故障会引起整个网络瘫痪。

2) 环型网络: 各站点通过通信介质连成一个封闭的环形。环形网容易安装和监控, 但容量有限, 网络建成后, 难以增加新的站点。

3) 总线型网络: 网络中所有的站点共享一条数据通道。总线型网络安装简单方便, 需

要铺设的电缆最短，成本低，某个站点的故障一般不会影响整个网络，但介质的故障会导致网络瘫痪。总线型网安全性低，监控比较困难，增加新站点也不如星型网容易。

树型网、簇星型网、网状网等其他类型拓扑结构的网络都是以上述三种拓扑结构为基础的。

(3) 按传输介质分类。

1) 有线网：采用同轴电缆和双绞线来连接的计算机网络。

同轴电缆网是常见的一种连网方式。它比较经济，安装较为便利，传输率和抗干扰能力一般，传输距离较短。

双绞线网是目前最常见的连网方式。它价格便宜，安装方便，但易受干扰，传输率较低，传输距离比同轴电缆要短。

2) 光纤网：光纤网也是有线网的一种，但由于其特殊性而单独列出。光纤网采用光导纤维作为传输介质。光纤传输距离长，传输率高，可达数千兆 bps，抗干扰性强，不会受到电子监听设备的监听，是高安全性网络的理想选择。

3) 无线网：采用空气作为传输介质，用电磁波作为载体来传输数据。目前无线网连网费用较高，还不太普及，但由于连网方式灵活方便，是一种很有前途的连网方式。

1.1.2 计算机网络的功能与模式

1. 计算机网络的功能

计算机网络可以提供以下一些主要功能：

(1) 资源共享：计算机资源主要指计算机硬件、软件与数据。网络用户不但可以使用本地计算机资源，而且可以通过网络访问连网的远程计算机资源，还可以调用网中几台不同的计算机共同完成某项任务。

(2) 信息传输与集中处理：当一位工作人员需要在线修改文件的内容，远地网络用户可以立即得到修改后的新文件；多个技术人员可以分散在不同的地方，并能够在网络上共同设计一种产品；两个网络用户无论相距多远，都可以通过网络发送与接收信息。计算机网络的应用正在改变着企业、公司、机关、学校的工作方式与人际交往方式，利用网络进行商务谈判、订立商务合同以及与银行结算的方式已经在国际贸易与商业活动中越来越普及。

(3) 均衡负荷与分布处理：当网络中某台计算机负担过重时，网络可将新的任务转交给网中较空闲的计算机。这样就能均衡各台计算机的负载，提高了每台计算机的可用性。

计算机网络中，各用户可根据情况合理地选择网内资源，就近快速处理。对于较大型作业，可通过一定的算法将作业分解并交给不同的计算机，达到均衡使用网络资源、实现分布式处理的目的。当今计算方式的一种新趋势——协同式计算，就是利用网络环境的多台计算机来共同完成一个处理任务的。

(4) 综合信息服务：通过计算机网络可以向全社会提供各种经济信息、科研情报和咨询服务。其中，Internet 上的万维网 (World Wide Web, WWW) 服务就是一个最典型也是最成功的例子。又例如，综合业务数据网络 (Integrated Services Digital Network, ISDN) 就是将电话、传真机、电视机和复印机等办公设备纳入计算机网络中，提供了数字、语音、

图形图像等多种信息的传输。

(5) 提高信息系统的可靠性：如果我们将重要的文件复制并存储到两三台机器里，一旦其中一台机器发生故障，其他机器中的文件拷贝还可以使用。网络中的多台计算机可以互为后备。如果其中有一台机器发生故障，其他机器仍能使用，不致于造成系统工作中断。

计算机网络目前正处于迅速发展的阶段，网络技术的不断更新进一步扩大了计算机网络的应用范围。除了前面提到的资源共享和信息传输等基本功能外，计算机网络还具有以下几个主要方面的应用：

(1) 远程登录。远程登录是指允许一个地点的用户与另一个地点的计算机上运行的应用程序进行交互对话。

(2) 传送电子邮件。计算机网络作为通信媒介，用户可以在自己的计算机上把电子邮件(E-mail)发送到世界各地，这些邮件中可以包括文字、声音、图形、图像等信息。

(3) 电子数据交换。电子数据交换(Electronic Data Interchange, EDI)是计算机网络在商业中的一种重要的应用形式。它以共同认可的数据格式，在贸易伙伴的计算机之间传输数据，代替了传统的贸易单据，从而节省了大量的人力和财力，提高了效率。

(4) 联机会议。利用计算机网络，人们可以通过个人计算机参加会议讨论。联机会议除了可以使用文字外，还可以传送声音和图像。

总之，计算机网络的应用范围非常广泛，它已经渗透到国民经济以及人们日常生活的各个方面。

2. 网络管理和共享的模式

(1) 对等层(peer-peer)模式：目前一些廉价的点对点等层(peer-peer)式的微机局域网颇为流行，特别是在教学单位。点对点等层式网络的代表有 D-LINK 网络和 LANTASTIC 网络，这两个网络的共同特点是：都采用对等层(peer-peer)模式。网络上各节点都是对等独立的，不存在主从关系。网络上任何一个工作站，都可以直接调用或共享其他工作站的资源。如果一个工作站的资源要被其他工作站调用共享，可把该工作站设置为具有服务器功能的工作站。可以用两台微机构成一个最小的网络。如果把这两台微机都设为具有服务器功能的工作站，则这两台微机中的任何一台，除了能调用本地微机资源外，还可透明地调用和共享另一台微机工作站的硬盘及打印机等资源，亦即网上任一台微机都可为其他站提供资源，也可共享其他站的资源。

(2) 客户-服务器模式：客户-服务器模式在网络上把计算机分为客户机(Client)和服务器(Server)两类。客户机和服务器分别处理各自的任务。其中客户机供用户交互使用；而服务器则集中了所有服务器软件（而不是分散在各工作站中）进行集中管理，并提供相应的服务，或从其他服务器上获得服务来响应客户要求。服务器是全网管理的中心。

1.1.3 计算机网络与分布式系统的区别

分布式系统(Distributed System)与计算机网络是两个常被混淆的概念。

用户透明性观点定义计算机网络中“存在着一个能为用户自动管理资源的网络操作系

统，由它调用完成用户任务所需要的资源，而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的。”严格地说，用户透明性观点的定义描述的是一种分布式计算机系统，即分布式系统。

分布式系统有以下五个特征：

- 系统拥有多种通用的物理和逻辑资源，可以动态地给它们分配任务；
- 系统中分散的物理和逻辑资源通过计算机网络实现信息交换；
- 系统存在一个以全局方式管理系统资源的分布式操作系统；
- 系统中连网的各计算机既合作又自治；
- 系统内部结构对用户是完全透明的。

从以上讨论中可以看出，二者的共同点主要表现在：一般的分布式系统是建立在计算机网络之上的，因此分布式系统与计算机网络在物理结构上基本是相同的。

二者的区别主要表现在：分布式操作系统与网络操作系统的设计思想不同，因此它们的结构、工作方式与功能也是不同的。

网络操作系统要求网络用户在使用网络资源时，首先必须了解网络资源的分布情况。网络用户必须了解网络中各种计算机的功能与配置、应用程序的分布、网络文件目录结构等情况。在网络中，如果用户要读某一个共享的文件时，用户必须知道这个文件存放在哪一台服务器中，以及它存放在服务器的哪一个目录之下。

分布式操作系统以全局方式管理系统资源，它能自动为用户任务调度网络资源。对于分布式系统来说，多个互连的计算机系统对于用户来说是“透明”的。当用户键入一个命令去运行一个程序时，分布式操作系统能够根据用户任务的要求，在系统中选择最合适的处理器，将用户所需要的文件自动传送到该处理器。在处理器完成计算后，再将结果传送给用户。这也就是说，在分布式系统中，用户并不会意识到有多个处理器的存在，整个系统就像是一个虚拟的单一处理器一样。任务在处理器之间的分配，以及文件的调用、传送、存储都是自动进行的。

因此，分布式系统与计算机网络的主要区别不在它们的物理结构上，而是在高层软件上。分布式系统是一个建立在网络之上的软件系统，这种软件保证了系统高度的一致性与透明性。分布式系统的用户不必关心网络环境中资源的分布情况，以及连网计算机的差异，用户的作业管理与文件管理过程对用户是透明的。计算机网络则以共享资源为主要目的，方便用户访问其他计算机所具有的资源，要人为地进行全部网络管理。

计算机网络为分布式系统的研究提供了技术基础，而分布式系统是计算机网络技术发展的高级阶段。

1.2 计算机网络的技术构成

1.2.1 计算机网络的基本模型

前面我们已经提到协议可以使不兼容的系统互相通信。如果是给定的两个系统，定义协议将非常方便。但随着各种不同类型系统的不断涌现，其难度也越来越大。允许任意两

个具有不同基本体系结构的系统进行通信的一套协议集，称为一个开放系统。ISO 一直致力于允许多种设备相互通信的研究，并制定了开放系统互连模型。如果发展完善的话，OSI 将允许任意两台连接的计算机实现通信。

OSI 模型是一个七层模型，具体模型见第 2 章。每一层实现特定的功能，并且只与上下两层直接通信。高层协议偏重于处理用户服务和各种应用请求。低层协议偏重于处理实际的信息传输。

分层协议的目的在于把各种特定的功能分离开来，并使其实现对其他层次来说是透明的。这种分层结构使各个层次的设计和测试相对独立。比如说，数据链路层和物理层分别实现不同的功能，物理层为前者提供服务，数据链路层不必理会服务是如何实现的。因此，物理层实现方式的改变将不会影响数据链路层。这一原理同样适用于其他连续的层次。在你开始学习编程时，你也许学过结构化程序设计（即从上到下的程序设计），它们都是基于同样的概念。

1.2.2 计算机网络的全局技术

计算机网络涉及技术、工程、应用等多方面的内容，并对社会经济、文化以及人们的工作方式、生活方式都有深远的影响，下面主要就网络技术给予概述。

1. 数据通信

自 20 世纪 80 年代以来，计算机科学和数据通信的融合大大改变了技术和产品以及计算机通信产业的面貌。计算机通信产业已经产生了以下几个明显的趋势：

- 计算机的数据处理和数据通信没有本质的差别；
- 数据、声音和视频通信没有本质的区别；
- 单处理器计算机、多处理器计算机、局域网、城域网和远距离网之间的界限已变得难以区别了。

这些趋势使得正在融合的计算机通信产业从元件装配发展到系统集成，而集成系统又发展成能传输和处理多种形式的数据和信息的系统。最终一个能够集成所有通信的单一公共系统，将使得全球所有的数据和信息源能方便地、用相同的方式访问和获取。

2. 网络体系结构与协议

网络体系是计算机之间相互通信的层次、各层中的协议以及层次之间接口的集合。网络协议是计算机网络和分布式系统中相互通信的对等实体间交换信息所必须遵守的规则的组合。采用 TCP/IP 协议集成的网络体系结构是计算机网络体系结构的主流，并仍在改进和发展中。协议工程是一门研究如何设计和构造协议规范，以及如何把所设计和构造的协议规范快速、准确、低成本地转化为可执行代码的科学。

3. 局域网

局域网是将小区域内的各种通信设备互连在一起的通信网络。决定局域网特性的主要技术有三个：用以传输数据的传输介质；用以连接各种设备的拓扑结构；用以共享资源的介质访问控制方法。流行的传统局域网是以太网和令牌环网。近年来，对高速局域网的需

求日益增加, 100Mbps 速率的局域网有光纤分布数据接口 FDDI 和快速以太网。千兆位以太网是在传统以太网和快速以太网基础上发展起来的一种高速局域网, 它仍然使用 CSMA/CD 介质访问控制方法, 而将数据速率提高到 1000Mbps。交换式局域网采用不同于共享介质的访问控制方法, 以提高局域网速率。此外无线局域网也是很有应用前景的一种局域网。

4. 广域网

广域网是地理范围从数十公里到数千公里, 可以连接若干个城市、地区, 甚至跨越国界, 遍及全球的一种计算机网络。基于 X.25 协议的公用分组交换网是早期最流行的广域网, 它是基于分组交换方式的存储转发式网络, 可提供中、低速数据通信业务。近年来, 对高速、宽带广域网的需求日益增加, 推动了快速分组交换技术的发展, 其特点是简化通信协议和高速交换设备的发展。目前广泛采用的技术有帧中继技术和异步转移模式 (ATM)。帧中继技术是在数据链路层实现网络资源统计复用的一种快速分组交换技术。异步转移模式是以分组交换为基础, 融合电路交换高速化, 并以信元为单位进行标记复用的一种高速传送与交换技术。此外, 移动通信网、卫星通信网也是很有应用前景的广域网。

5. 网络互连

网络互连是将多个网络互相连接以实现在更大范围内的信息交换、资源共享和协同工作。Internet 就是由成千上万个不同的网络互连而构成的网际网, 或称因特网。网络互连协议是计算机网络间互相连接通信时有关数据格式机交互过程必须遵循的约定。IP 是一种最著名的网间互连协议, 被 Internet 广泛采用。路由选择是在网络环境中寻找一条到达目标计算机的通路的过程。如何进行路由选择的方法称为路由选择算法, 并有相应的路由选择协议。常用的网络互连设备有中继器、网桥、路由器、网关。

6. 网络管理

网络管理功能包括配置、故障、性能、安全、计费等。OSI 管理体系结构是基于开放系统互连环境对资源进行管理的一种体系结构, 它提供了在开放系统互连环境中控制、协调和监视各种资源的手段。简单网络管理协议 (SNMP) 是基于 TCP/IP 协议的一种功能比较简单的网络管理协议, 被广泛用于 Internet。公共管理信息协议 (CMIP) 是由 ISO 为 OSI 制定的网络管理协议标准。

7. 信息安全

信息安全是指在分布式计算环境中, 对信息的传输、存储、访问提供安全保护, 以防止信息被窃取、篡改和非法操作。信息安全的三个基本要素是保密性、完整性和可用性服务, 在分布网络环境下还应提供鉴别、访问控制和抗否认等服务。完整的信息安全保障体系应包括保护、监测、响应、恢复等四个方面。常用的安全防范技术包括身份鉴别、访问控制、完整性控制、密码技术、防火墙系统、计算机病毒保护、审计和恢复、操作系统安全、数据库系统安全等。

1.3 小 结

本章对计算机网络做了概括性描述。

计算机网络是信息时代的产物。起初与通信毫不相干的计算机经历了具有通信功能的单机系统、多机系统之后，终于发展为与通信紧密结合的计算机网络。

所谓计算机网络，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、功能强的网络系统，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。

计算机网络的种类很多，根据各种不同的分类原则，可以得到各种不同类型的计算机网络。按照规模和延伸范围来分类，可以分为：局域网、城域网、广域网。按网络的拓扑结构分为：星型网络、环型网络、总线型网络、树型网、簇星型网、网状网等。按传输介质可分为：有线网、无线网。

计算机网络可以提供以下一些主要功能：资源共享、信息传输与集中处理、均衡负荷与分布处理、综合信息服务。

网络管理和共享的模式有两种：对等层（peer-peer）模式、客户-服务器模式。

分布式系统（Distributed System）与计算机网络是两个常被混淆的概念。二者的共同点主要表现在：一般的分布式系统是建立在计算机网络之上的，因此分布式系统与计算机网络在物理结构上基本是相同的。二者的区别主要表现在：分布式操作系统与网络操作系统的设计思想不同，因此它们的结构、工作方式与功能也是不同的。

允许任意两个具有不同基本体系结构的系统进行通信的一套协议集，称为一个开放系统。OSI模型是一个七层模型。每一层实现特定的功能，并且只与上下两层直接通信。高层协议偏重于处理用户服务和各种应用请求。低层协议偏重于处理实际的信息传输。OSI将允许任意两台连接的计算机实现通信。

计算机网络涉及的技术有：数据通信、网络体系结构与协议、局域网、广域网、网络互连、网络管理、信息安全。

习 题

1. 计算机网络的发展可划分为几个阶段？每个阶段各有何特点？
2. 计算机网络的含义是什么？
3. 计算机网络有哪些分类？
4. 计算机网络有哪些功能？网络管理和共享的模式有哪两种？
5. 计算机网络与分布式系统有何区别？
6. 计算机网络体系结构遵循什么样的基本模型？
7. 计算机网络包括哪些技术？