

新编高等院校信息管理与信息系统专业核心教材

信息网络技术原理

Principles of Information Network Technology

张基温 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

www.phei.com.cn

新编高等院校信息管理与信息系统专业核心教材

信息网络技术原理

张基温 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

信息技术原理/张基温编著. —北京:电子工业出版社,2002.8
新编高等院校信息管理与信息系统专业核心教材
ISBN 7-5053-7838-4

I. 信… II. 张… III. 信息网络—信息技术—高等学校—教材 IV. G202
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 053395 号

责任编辑:朱怀永 策划编辑:刘宪兰

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:23 字数:478.4 千字

版 次:2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077

总序

20 世纪 70 年代,当强大的信息化巨潮还蕴藏在大洋深处,我们的陆地只有一阵微风吹来之时,有识之士们就开始推动信息化专业人才的培养计划,为迎接即将到来的信息化巨潮扩军备战。他们一方面推动着信息技术的普及;一方面根据不同领域的需求,从不同的角度创办了不同类型的信息化专业,这就是管理信息系统专业、经济信息管理专业、科技信息管理专业、医学信息管理专业、林业信息管理专业、农业信息管理专业……实际上,这些专业培养目标可以概括为:为各行业、各部门培养以 CIO 为目标的信息化专门人才。从这一点上看,这些专业的课程设置应当具有相当大的共同性。1996 年,出于多种考虑,教育部将这些专业合并为一个——信息管理与信息系统专业。

以 CIO 为目标的信息化专门人才是一类管理人才。但是他们所管理的主要对象是信息。这样的知识需求,将信息管理与信息系统专业定位于管理学科,与信息学、经济学、法学等学科交叉。这样的学科特点,给课程建设和教材建设带来不少困难。近 30 年来,尽管我们与许多的同行已经进行了不懈的努力,把信息管理与信息系统专业的课程建设和教材建设向前推进了一大步,但是仍然不尽人意,许多课程和教材还没有体现信息管理专业的特色和需要。在多次有关的研讨会上,大家一致呼吁编写一套真正体现信息管理与信息系统专业特色的教材。

新编和出版一套专业教材是要冒风险的。而编写和出版一套以瞬息万变的信息和信息技术为管理对象的专业教材就要冒更大的风险。国内信息业界著名的出版商——电子工业出版社,以超人的胆略愿意同我们一道承担这一风险,组织编写出版一套新的信息管理与信息系统专业核心教材。这套教材冠以“新编”二字,是试图在其体系上能比已有教材更体现信息专业的特色,同时在内容上要能反映最新信息技术的进步以及最新信息管理思想和方法。

目前,国内开设信息管理与信息系统专业的高等院校已经超过二百多所。这样一个数字一方面表明信息化已经深入人心,信息化队伍的规模正在急速扩大,信息化队伍的素质正在不断提高;另一方面,也给我们添加了巨大的压力,

使我们深感责任重大。好在国内本领域的三位知名学者——黄梯云、陈禹、马费成以及其他一批有名专家和后起之秀愿意与我们共担风险，鼓舞了我们挑起这副重担的勇气。同时，我们也把这套教材的不断精化寄希望于广大的同仁，愿我们把这套教材越改越好，永改永新。

新编高等院校信息管理与信息系统
专业核心教材编委会
2002 年 5 月

前言

20 世纪 60 年代, 通信与计算这两个原来似乎互不相干的领域几乎同时向对方伸出了合作之手。一方面, 为了提高计算机系统的可靠性并使用户能够享用异地的计算机资源, 开始用通信线路将计算机连接起来; 另一方面, 由于长期机械式自动交换机容量、成本和扩展的限制困扰了通信系统的发展, 开始使得通信系统使用了本来属于计算机专利的数字技术。从此, 计算机技术和通信技术开始联姻。可是, 当时谁也没有想到, 这样一个结合的效应, 竟会在短短的 20 年左右的时间内将人类社会推向了一个新的时代——信息时代, 也称为信息网络时代。在相关高校的课程设置时, 作为一个以推进信息化为使命的信息管理与信息系统专业, 自然应当把信息网络技术原理作为其核心课程。

信息管理与信息系统专业虽然被当做亚计算机专业, 但却属于管理科学门类。由于不是计算机专业, 因此在培养目标、学生应掌握的知识结构等方面自然与计算机专业应当不同。本书就是根据信息管理与信息系统专业的要求, 编写的一本有关信息网络的教材。书中淡化了开放系统互联参考模型 (OSI/RM), 突出了实际广泛应用的 TCP/IP, 引入了最近几年中出现的、有发展前景并已经实用化的新技术, 如:

- 宽带、高速、高可靠性的光传输系统;
- 方便和简单的无线连接技术;
- 以三网合一为目标的宽带网络技术及其所引发的接入技术;
- 已经广泛应用的 ATM 交换技术和 IP 交换技术;
- 基于客户机/服务器模式的应用架构, 以及其他新的应用技术;
- 安全技术。

但是, 作为建立新的信息网络教材体系的尝试, 肯定还会有许多不足之处。本人殷切地期望更多同行和专家提出宝贵的意见, 以便能把本书修订得越来越好。欢迎使用本书, 对采用本书的教师免费赠送教学课件。需要者, 请与电子工业出版社联系。电话: 68216264, E-mail: wy@phei.com.cn。

最后要说明的是, 张展也参加了本书的部分编写工作, 特别是电子工业出版社刘宪兰编辑在本书的出版过程中付出了极为艰巨的辛勤劳动。在此谨向她们表示诚挚的谢意。

张基温
2002 年 5 月

目 录

第 1 章 信息网络概述	(1)
1.1 信息网络及其分类	(2)
1.1.1 信息网络及其功能	(2)
1.1.2 信息网络的分类	(2)
1.2 信息网络组成	(5)
1.2.1 传输介质	(5)
1.2.2 计算机: 服务器与工作站	(6)
1.2.3 协议: 网卡与网络操作系统	(6)
1.2.4 网络连接设备	(8)
1.2.5 网络用户	(9)
1.3 信息网络模型和体系结构	(10)
1.3.1 两级模型——通信子网与资源子网	(11)
1.3.2 四层模型——传送层—业务层—接入层—用户层	(12)
1.3.3 ISO/OSI 参考模型	(13)
1.3.4 TCP/IP 体系结构	(19)
1.3.5 IEEE 802 模型	(23)
习题	(24)
第 2 章 数据传输技术	(27)
2.1 数据信号	(28)
2.1.1 数据信号的频率特性	(28)
2.1.2 数字信号的模拟调制	(31)
2.1.3 模拟信号的数字编码——脉冲编码调制技术	(32)
2.1.4 数字编码	(34)
2.2 信道及其传输特性	(35)
2.2.1 信道的主要性能参数	(35)
2.2.2 信道的传输模式	(39)
2.2.3 串行通信中的同步控制	(39)
2.3 信道的多路复用技术	(42)

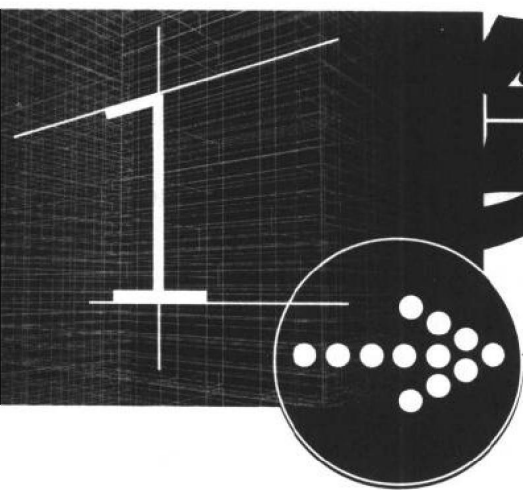
2.3.1	频分多路复用 (FDM) 技术	(43)
2.3.2	时分多路复用 (TDM) 技术	(43)
2.3.3	光波分多路复用 (WDM) 技术	(55)
2.3.4	多址技术	(58)
2.4	多点共享信道的访问控制	(61)
2.4.1	CSMA/CD 协议	(61)
2.4.2	令牌访问法	(66)
2.5	差错控制	(69)
2.5.1	差错产生的原因与基本对策	(69)
2.5.2	循环冗余码校验	(70)
2.5.3	差错控制协议 (ARQ)	(72)
2.6	流量控制	(74)
2.6.1	流量控制概述	(74)
2.6.2	滑动窗口协议	(76)
2.7	高级数据链路控制协议 (HDLC)	(78)
2.7.1	数据链路连接管理方式	(78)
2.7.2	HDLC 配置和数据传输工作方式	(79)
2.7.3	HDLC 帧格式	(80)
	习题	(82)
第 3 章	数据交换技术	(85)
3.1	数据交换的概念	(86)
3.1.1	线路交换与存储转发交换	(86)
3.1.2	虚电路和数据报——报文分组交换的两种服务方式	(88)
3.2	分组交换与分组交换网	(92)
3.2.1	分组交换公共数据网络概述	(92)
3.2.2	X.25 建议	(95)
3.2.3	帧中继	(99)
3.3	信元交换与 ATM 技术	(104)
3.3.1	ATM 技术特点	(104)
3.3.2	ATM 网络接口	(106)
3.3.3	ATM 协议参考模型	(108)
3.3.4	ATM 交换机	(112)
3.3.5	服务质量 (QoS)	(115)

习题	(116)
第4章 寻址技术	(117)
4.1 Internet 地址体系	(118)
4.1.1 IP 地址结构	(118)
4.1.2 地址解析	(119)
4.1.3 子网掩码	(120)
4.2 IP 协议	(121)
4.2.1 IP 在 TCP/IP 模型中的位置	(121)
4.2.2 IP 数据报格式	(123)
4.2.3 网际控制报文协议 (ICMP)	(125)
4.2.4 网络接口协议 (SLIP) 和 PPP	(125)
4.3 IPv 6	(127)
4.3.1 IPv 6 及其目标	(127)
4.3.2 IPv 6 的数据报结构	(128)
4.3.3 IPv 6 地址	(131)
4.4 路由技术	(133)
4.4.1 路由器及其功能	(133)
4.4.2 路由器的工作过程	(137)
4.4.3 路由器的基本结构	(139)
4.4.4 路由器性能评价与分类	(143)
4.5 宽带 Internet 技术	(146)
4.5.1 第三层交换	(146)
4.5.2 IP over ATM	(151)
4.5.3 IP over SDH 与 IP over WDM	(154)
习题	(156)
第5章 信息网络应用架构	(159)
5.1 应用的传输服务	(160)
5.1.1 传输层模型及其设计思想	(160)
5.1.2 传输服务原语	(162)
5.1.3 传输服务过程	(164)
5.1.4 UDP 协议	(170)
5.1.5 TCP 协议	(171)
5.1.6 TCP/UDP 端口号的分配方法	(175)

5.2	客户机/服务器计算模式	(177)
5.2.1	客户机/服务器计算模式的概念	(177)
5.2.2	客户机/服务器应用方式	(179)
5.2.3	中间件	(180)
5.3	套接字编程	(182)
5.3.1	套接字 API	(182)
5.3.2	基本 socket 调用	(183)
5.3.3	客户机/服务器编程初步	(190)
5.4	Internet 应用	(195)
5.4.1	远程登录 (Telnet)	(195)
5.4.2	文件传输协议 (FTP)	(196)
5.4.3	电子邮件	(198)
5.4.4	超文本传输协议 (HTTP)	(202)
5.4.5	目录服务	(207)
5.4.6	代理服务器技术	(211)
	习题	(212)
第 6 章	信息网络安全与管理	(215)
6.1	信息网络的安全问题	(216)
6.1.1	信息网络遭受的威胁	(216)
6.1.2	网络安全的基本对策	(221)
6.1.3	信息技术安全标准	(222)
6.2	数据加密与隐藏技术	(225)
6.2.1	加密/解密算法和密钥	(225)
6.2.2	密码体制	(226)
6.2.3	数字签名	(229)
6.2.4	密钥分配	(232)
6.2.5	数字证书与认证中心	(232)
6.2.6	数据隐藏及其数字水印技术	(234)
6.3	防火墙技术	(237)
6.3.1	防火墙及其功能	(237)
6.3.2	防火墙的基本技术	(238)
6.3.3	防火墙的配置与体系结构	(241)
6.3.4	防火墙的选择原则	(244)

6.4	入侵防范	(246)
6.4.1	黑客的常用入侵手段	(246)
6.4.2	入侵检测与安全预警	(249)
6.4.3	网络病毒及其防治	(250)
6.5	虚拟专用网 (VPN) 技术	(251)
6.5.1	VPN 及其基本原理	(251)
6.5.2	隧道技术	(252)
6.6	网络管理	(255)
6.6.1	网络管理的基本概念	(255)
6.6.2	网络管理的功能与基本构成	(256)
6.6.3	简单网络管理协议 (SNMP)	(258)
6.7	信息网络安全法律与道德规范	(258)
	习题	(260)
第7章	组网技术	(263)
7.1	信息网络操作系统	(264)
7.1.1	网络操作系统概述	(264)
7.1.2	UNIX/Linux	(268)
7.1.3	Windows 2000/XP	(271)
7.2	局域网组网技术	(278)
7.2.1	以太网技术	(278)
7.2.2	光纤分布式数据接口 FDDI	(280)
7.2.3	交换式局域网	(281)
7.2.4	ATM 局域网仿真	(287)
7.2.5	虚拟局域网 (VLAN)	(292)
7.2.6	无线局域网 (WLAN)	(293)
7.2.7	个人局域网和蓝牙技术	(295)
7.3	接入技术	(301)
7.3.1	公共电话交换网 (PSTN)	(302)
7.3.2	综合业务数字网 (ISDN)	(303)
7.3.3	数字用户线路 (xDSL)	(307)
7.3.4	光纤接入	(311)
7.3.5	光纤/铜线混合接入网 (HFC)	(316)
7.3.6	无线接入网络	(320)

7.4 Intranet 与 Extranet	(326)
7.4.1 Intranet	(326)
7.4.2 Extranet	(329)
7.5 网络存储	(331)
7.5.1 SAS 和 NAS	(331)
7.5.2 SAN 存储结构	(332)
习题	(334)
附录	(337)
参考文献	(355)



第1章

信息网络概述

- 信息网络——计算机网络是现代社会中几乎每一个人都使用过的名词，但是要较全面地了解关于信息网络的内涵、知晓它的技术原理，却不像简单地使用这个名词那样轻松。本章的目的是向读者介绍有关信息网络的基本概念，为学习后面的有关内容奠定基础。

1.1 信息网络及其分类

1.1.1 信息网络及其功能

信息网络是一个复杂的系统，它来得急促，发展得迅猛，人们还来不及也很难给它一个公认的定义。但是，大家都承认信息网络就是用通信介质将多台计算机连接起来所形成的计算机系统，它是计算机技术与通信技术结合的产物。这里，连接有两重含义：一是指通过传输介质和传输设备建立的物理上的连接；二是由一些网络软件实现的逻辑上的连接。所以要进行连接，是为了实现下列功能：

- 通信，即利用信息网络传送数据。例如，文件传送(FTP)、E-mail、网络传呼(ICQ和OICQ)、IP电话、WWW、电子布告栏等。
- 资源共享，即实现硬件资源、软件资源和信息资源的异地互用。“共享”是指可以互通有无和异地使用。例如，使用异地的大型计算机进行本地计算机无法进行的计算，使用浏览器从其他计算机中获取信息等。这样，除互通有无外，还能均衡负载，使网络上的各资源的“忙”、“闲”得到合理调整。
- 提高计算机系统的可靠性。在信息网络中各台计算机间可以互为后备，从而提高了计算机系统的可靠性。

1.1.2 信息网络的分类

信息网络是一种复杂的系统。人们对于复杂系统的认识，一开始只能像盲人摸象，但若能从不同的角度多摸几次，就会使认识逐渐从片面走向全面。下面介绍信息网络的分类方法，目的还在于为初学者拓宽视野。

1. 按拓扑结构分类

信息网络结点的地理分布和互联关系上的几何排序（几何构形）被称为信息网络的拓扑结构。信息网络的拓扑结构按系统的传输方式可分为两大类：点到点的传输结构和广播式的传输结构。点到点传输结构是指一对一的传输结构，非直接相连的结点间的通信，必须通过其他中间结点进行转发。广播式传输结构则是用一个公共的通道把各个结点机连接起来的传输结构，任何一个结点机向网络系统发送信息时，所有结点均可以接收到，是一种一对多的传输结构。下面介绍几种具体的拓扑结构。

(1) 星型(Star)结构

星型结构是一种以中央结点为中心,把若干外围结点连接起来的辐射式互联结构,中央结点实施对全网的控制,并分别通过单独的线路与各个外围结点相连接。如图 1.1 (a) 所示,由于各外围结点分别用线缆与中央结点直接连接,因而在星型结构中数据的传输不会在线路上发生碰撞,并且系统比较容易扩充,但中央结点会成为系统的“瓶颈”和可靠工作的最薄弱环节。

(2) 树型结构

树型结构是由星型结构衍变而来的,如图 1.1 (b) 所示,它实际上是多个星型结构的级连组合。树型结构的特点是网络中有多个中心结点,但主要的数据流通是在网络的各分支之间进行,形成一种分级管理的集中式网络,适宜于各种管理部门进行分级数据传送的场合。树型结构的优点是连接容易、管理简单、维护方便,缺点是共享能力差、可靠性低。

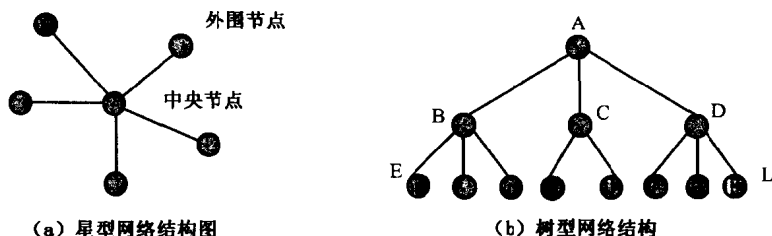


图 1.1 基于星型的网络拓扑结构

在网络拓扑结构中,两个相邻结点间的连接称为一个跳段。如在图 1.1 (b) 中,从结点 E 到结点 L 的通路上有 4 个跳段。

(3) 总线型结构

总线型结构是将各个信息网络结点,用一根总线挂接起来,如图 1.2 (a) 所示。

总线型结构目前在局域网中应用很广,它有如下一些特点:

- 结点的插入或拆卸方便,易于扩充;
- 不需要中央控制器,有利于分布式控制,某个结点发生故障时,对整个系统影响很小,网络的可靠性高;
- 总线自身的故障对系统是毁灭性的,因而要求较高的安装质量。

网络的总线首尾相连成闭合的环路,这种总线型结构称为环型总线结构,如图 1.2 (b) 所示。

(4) 无约束型结构

卫星通信和微波通信采用电磁波传输信息,这种结构属无约束型或称任意型的广播式传输结构。



图 1.2 总线型网络结构

2. 按规模分类

信息网络按规模分类有两种方法：一是按网络系统覆盖的地理范围的大小分类，二是按网络中主机的台数分类。

(1) 按覆盖地域分类

网络按照其覆盖地域的大小可以分为微微网 (Piconet)、个人局域网 (PAN, Personal Area Network)、局域网 (LAN, Local Area Network)、城域网 (MAN, Metropolitan Area Network) 和广域网 (WAN, Wide Area Network)。

(a) 微微网是由采用蓝牙技术的设备以特定方式组成的网络，这种网络的建立是从两台设备（如笔记本电脑和移动电话）的连接开始，最多 8 台设备。

(b) 个人局域网 PAN 是近年来随着各种短距离无线电技术的发展而提出的一个新概念，一般覆盖距离为 100 m 以内。

(c) 局域网 LAN 指通信距离通常在中等规模的地理区域内（一般在 10 km 范围内）的网络，例如一幢办公楼、一座仓库、一所学校中的计算机网络。LAN 能借助于具有中高速数据传输率的物理通信信道实现可靠通信。

(d) 城域网 MAN 指地理覆盖范围大约为一个城市的网络，其通信距离一般在 5~50 km 之内。

(e) 广域网 WAN 又称远程网，一般指跨地区甚至延伸到整个国家和全世界的网络。

(2) 按照网络中主机的台数分类

这是 Internet 中的分类方法，它按主机台数将网络分为 A, B, C 三类：

- A 类是大型网络，网内主机最多可达 1600 万台；
- B 类是中等网络，网内主机最多可达 65 534 台；
- C 类是小型网络，网内主机最多可达 254 台。

3. 其他分类方法

除上述分类方法外，信息网络还可以按下列的方法进行分类：

(1) 按使用权限分类

按照网络系统的使用权限，信息网络可以分为公用网和专用网（或称私用网）。公用网由电信部门组建，一般也由电信部门管理和控制，可以作为社会公用设施。专用网是不允许其他部门或单位使用的内部专用网络。专用网可以由使用部门或单位组建，也可以租用电信部门的传输线路建成。

(2) 按公司的命名分类

如 IBM 网、ARPANet、Internet、ChinaNet、微软网等。

(3) 按操作系统及其版本分类

如 UNIX 网、Linux 网、Windows NT、Novell NetWare 4.01 等。

(4) 按所用技术分类

如 x.25、ALOHA、DDN、帧中继网、ISDN、ATM 等。

(5) 按使用的介质分类

如无线网、光纤网等。

(6) 按业务范围分类

如校园网、企业网、金桥网、教育科研网、经济网、科技网、医卫网等。

1.2 信息网络组成

1.2.1 传输介质

传输介质就是搭载通信信号的物理媒介。信号的基本传播途径有两种：

● 有线传输。在有限空间内传输，通信介质为硬介质，如双绞线电缆、同轴电缆、光缆等。

● 无线传输。在自由空间中传输（主要传输微波信号，也有红外信号），通信介质为软介质（空间介质）；通信形式有卫星通信和地面微波通信等。表 1.1 为几种通信介质的性能比较。

表 1.1 几种通信介质的性能比较

性能	双绞线	同轴电缆 (基带)	同轴电缆 (宽带)	光纤	地面微波	卫星
带宽 (Hz)	< 1 G	< 100 M	< 300 M	< 300 G	0.3~300 G	500 M
距离 (km)	< 0.3	< 2.5	< 100	100	40~50	不受限制
抗强电干扰性	较差	高	高	极高	差	差
安装难易程度	易	中	中	较难	易	易