

高等学校文科类专业“十一五”计算机规划教材
根据《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》组织编写

丛书主编 卢湘鸿

计算机网络应用技术基础 (第2版)

李智慧 郭凤芝 编著

清华大学出版社



高等学校文科类专业“十一五”计算机规划教材

根据《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》组织编写

丛书主编 卢湘鸿

计算机网络应用技术基础 (第2版)

李智慧 郭凤芝 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本教材依据 2008 年教育部高等教育司文科计算机基础教学指导委员会组织制定的《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》中“计算机网络技术及应用”课程的教学要求,结合一线教师多年实际教学经验编写而成。书中内容从计算机网络的发展到网络通信基础,从标准的 OSI-RM 网络体系结构到基于 TCP/IP 的 Internet 互联技术,从局域网技术到构建校园网的实例,从 Internet 应用到网络安全与本地安全管理等逐次展开,由浅入深地介绍了计算机网络应用技术等基础知识。前 9 章以明确的“教学目标”开始,其中每节以“主要了解”内容为提示。第 10 章提供了若干个应用性很强的实验项目,以便强化学生对网络技术的理解与应用。第 11 章以问题汇编的方式对学生在学习中可能遇到的问题或存在的疑虑进行了详细的解答。

本书有配套的教学课件以及实验所需要的应用软件工具,适合作为高等院校计算机网络应用技术基础课程的教材使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络应用技术基础/李智慧,郭凤芝编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2010.10
(高等学校文科类专业“十一五”计算机规划教材)

ISBN 978-7-302-23625-2

I. ①计… II. ①李… ②郭… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 159620 号

责任编辑:焦虹 薛阳

责任校对:梁毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:14

字 数:323 千字

版 次:2010 年 10 月第 2 版

印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:23.00 元

产品编号:038844-01

序

能够满足社会与专业本身需求的计算机应用能力已成为合格的大学毕业生必须具备的素质。

文科类专业与信息技术的相互结合、交叉、渗透,是现代科学技术发展趋势的重要方面,是不可忽视的新学科的一个生长点。加强文科类专业(包括文史哲法教类、经济管理类与艺术类一些专业)的计算机教育,开设具有专业特色的计算机课程是培养能够满足信息化社会对文科人才要求的重要举措,是培养跨学科、综合型文科通才的重要环节。

为了更好地指导文科类专业的计算机教学工作,教育部高等教育司重新组织制订了《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》(下面简称《基本要求》)。

《基本要求》把大文科各门类的本科计算机教学,按专业门类分为文史哲法教类、经济管理类与艺术类三个系列,按教学层次分为计算机大公共课程(也就是计算机公共基础课程)、计算机小公共课程和计算机背景专业课程三个层次。

第一层次的教学内容是文科某系列(如艺术类)各专业的学生都要应知应会的。第二层次是在第一层次之上,为满足同一系列某些专业共同需要(包括与专业相结合而不是某个专业所特有的)而开设的计算机课程。第三层次,也就是使用计算机工具,以计算机软、硬件为依托而开设的为某一专业所特有的课程。

《基本要求》对第一层次课程与第二层次课程的设置与教学内容提出了基本要求。

第一层次的教学内容由计算机基础知识(软、硬件平台)、微机操作系统及其使用、多媒体知识和应用基础、办公软件应用、计算机网络基础、信息检索与利用基础、Internet 基本应用、电子政务基础、电子商务基础、网页设计基础等 15 个模块构筑。这些内容可为文科学生在与专业紧密结合的信息技术应用方向上进一步深入学习打下基础。第一层次的教学内容是对文科大学生信息素质培养的基本保证,起着基础性与先导性的作用。

第二层次的教学内容,或者在深度上超过第一层次的教学内容中的某一相应模块,或者拓展到第一层次中没有涉及的领域。这是满足文科不同专业对计算机应用需要的课程。这部分教学在更大程度上决定了学生在其专业中应用计算机解决问题的能力与水平。这些课程包括微机组装与维护、计算机网络技术及应用、多媒体技术及应用、网页设计基础、信息检索与利用、电子政务应用、电子商务应用、数据库基础及应用、程序设计及应用,以及与文史哲法教类、经济管理类与艺术类相关的许多课程。

清华大学出版社推出的高等学校文科类专业大学计算机规划教材,就是根据《基本要求》编写而成的。它可以满足文科类专业计算机各层次教学的基本要求。

对教材中的不足或错误之处,敬请同行和读者批评指正。

卢湘鸿

于北京中关村科技园

卢湘鸿 北京语言大学信息科学学院计算机科学与技术系教授、教育部普通高等学校本科教学工作水平评估专家组成员、教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会秘书长、全国高等院校计算机基础教育研究会文科专业委员会主任。

前 言

随着社会的进步与科学技术的发展,网络已成为现实生活中一个重要的组成部分。进入 21 世纪最重要的特征就是“信息化”。网络应用技术也随着社会的不断信息化而走进人们的生活。

在 20 世纪 90 年代,当我们开始接触 Internet 时,有很多人认为网络应用离我们还很远,网络应用技术深奥得有点遥不可及。时至今日不过短短十几年,网络应用已深入人心,人们的生活、工作、学习和交往等都已经离不开 Internet 了。

然而,网络就像一把双刃剑,当人们在方方面面越是依赖它时,一种担心、一种危机感就越凸显出来。我们希望网络永远地安全运行,不要有瘫痪,不要有人为的破坏等,但实际上网络并不是安全的,我们天天面临新病毒的侵害、木马的骚扰、黑客的攻击等问题。

在网络应用中,一些人不知网络深浅,认为网络漫无边际、无人管理;一些人认为在网上可以随心所欲、“畅所欲言”;还有一些人利用半路学来的一点点“黑客”技能“独闯网络天下”,最后触犯法律,害人又害己等。种种案例表明,网络应用技术迫切需要向全社会普及。

这些社会问题同样也反映在我们大学四年的基础教育上。在大部分文科院校的基础教育中,网络应用技术知识的普及还没得到足够的认识,很多文科院校还都停留在网络应用的基础阶段,面向文科学生开设能涉及网络应用技术的课程少之又少。本教材的作者多年从事文科教学与科研,总结多年来面向文科生开设网络应用技术的教学经验,编写了这本通俗易懂且实用性强的教材,希望有利于文科院校更好地开展网络应用技术的普及教育。

本教材共有 11 章,具体架构和写作特点如下。

第 1 章介绍网络的起源与发展。

第 2 章介绍有关网络通信的基本知识。

第 3 章通过介绍 OSI 七层网络体系结构,使读者了解网络分层的基本思想和解决问题的切入点,并结合 OSI 网络体系介绍了 7 种网络互联设备。

第 4 章重点介绍 Internet 技术——TCP/IP,从协议到协议的数据单元格式,引入大量图片和例子,深入浅出地讲解了各协议的通信控制原理。

第 5 章介绍局域网有关技术,为如何构建一个简单的网络打下理论基础。

第 6 章介绍构建校园网络的具体过程,网络结构设计及 IP 地址分配,Internet 接入技术及 NAT 网络地址转换技术,以及网络测试等基本命令,使读者对局域网技术有一个整体的认识。

第 7 章重点介绍 Internet 应用的基本知识,使学生了解信息检索、文件传输、电子邮件、域名服务的基本原理。

第 8 章介绍常用网络操作系统的基本功能,以及 Web 服务器和 FTP 服务器的基本

配置。

第9章通过介绍网络安全的基本概念、网络安全机制、网络安全目标以及黑客可实施的攻击技术,使学生能够对计算机网络安全有一个清楚的认识,对网络信息传递以及本地信息安全给予足够的重视。

第10章提供了6个应用性很强的实验项目,其中一些内容需要老师指导,一些内容则完全可由学生自己动手操作;不仅丰富了课堂内容,同时也强化了学生对网络技术的理解与应用。

第11章以问题解答方式给出了读者可能会遇到的问题,通过对这些问题进一步的解答,使学生能更加深入地了解网络,钻研网络应用技术。

本书各章都有明确的教学目标,每节都以若干问题开始,前后章节内容衔接得当,知识结构合理。本教材以深入浅出的方式把网络应用技术介绍给大家,概念浅显易懂,注重应用,实例丰富;同时,引入大量图解由浅入深地详细解析网络应用技术与其工作原理。

本教材参考课时为36课时,其中可安排6课时动手实验。同时,配有教学教案以及供实验下载的软件工具。有关课时的具体安排可根据教学内容和学生专业要求而定。

本书第1~6章、第9~10章由李智慧老师编写,第7~8章由郭凤芝、李智慧老师合作编写,第11章由米简洁协助整理,由李智慧统稿,由米简洁、邓春萍校核。由于编者水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,期盼广大读者批评指正。

作 者

2010年7月

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络定义及功能	1
1.1.1 计算机网络定义	1
1.1.2 计算机网络功能	1
1.2 计算机网络发展历程	3
1.2.1 计算机网络的演变过程	3
1.2.2 Internet 起源与基础	7
1.2.3 我国 Internet 发展过程	8
1.3 计算机网络分类	11
1.3.1 局域网	11
1.3.2 广域网	12
1.3.3 城域网	13
1.3.4 互联网	13
1.4 计算机网络通信介质	14
1.4.1 同轴电缆	14
1.4.2 双绞线	15
1.4.3 光缆	16
1.4.4 无线	17
第 2 章 网络数据通信概述	19
2.1 数据通信基础	19
2.1.1 数据通信	19
2.1.2 数据编码技术	20
2.1.3 信号调制解调技术	22
2.2 数据通信相关技术	24
2.2.1 数据通信方式	24
2.2.2 数据传输技术	25
2.2.3 数据交换技术	27
2.2.4 常见的多路复用技术	29
2.3 数据通信的主要指标	31
2.3.1 带宽或频宽	31
2.3.2 比特率与波特率	32
2.3.3 误码率	32

2.3.4	信道延迟	32
第3章	OSI-RM 及网络互联设备	33
3.1	OSI 参考模型	33
3.1.1	OSI 网络体系结构	33
3.1.2	OSI 数据传输	37
3.2	网络互联设备	39
3.2.1	网络适配器	39
3.2.2	中继器	40
3.2.3	集线器	41
3.2.4	网桥	41
3.2.5	交换机	43
3.2.6	路由器	44
3.2.7	网关	45
第4章	基于 TCP/IP 互联技术	48
4.1	Internet 网络体系结构	48
4.1.1	TCP/IP 代表什么	48
4.1.2	Internet 网络体系结构	48
4.2	TCP/IP 工作原理	50
4.2.1	“报文”数据的产生	52
4.2.2	TCP/UDP 数据报的传递	52
4.2.3	IP 数据报的传递	61
4.2.4	TCP/IP 各层协议通信流程	65
4.3	IP 地址介绍	66
4.3.1	IP 概述	67
4.3.2	IP 地址分类	67
4.3.3	私有 IP 地址	69
4.4	子网分割技术	69
4.4.1	划分子网目的	70
4.4.2	子网掩码	71
4.4.3	划分子网实例	72
4.5	IPv6 概述	73
4.5.1	IPv6 的技术特点	74
4.5.2	IPv6 表示方法	74
4.5.3	IPv6 应用	75
第5章	局域网技术	77
5.1	局域网定义	77

5.2	局域网体系结构	78
5.2.1	IEEE 802	78
5.2.2	IEEE 802 体系结构	79
5.3	以太网	81
5.3.1	以太网的发展	81
5.3.2	以太网与 IEEE 802.3	82
5.3.3	以太网工作原理	82
5.3.4	各种以太网标准	83
5.4	局域网拓扑结构	84
5.4.1	总线型拓扑	85
5.4.2	环型拓扑	86
5.4.3	星型拓扑	87
5.4.4	树型拓扑	88
5.5	无线局域网	90
5.5.1	无线局域网标准	90
5.5.2	无线网的 CSMA/CA 协议	91
5.5.3	无线局域网分类	91
5.6	虚拟局域网技术	93
5.6.1	三层交换技术	93
5.6.2	VLAN 特点	95
5.6.3	VLAN 划分	96
5.6.4	VLAN 帧格式	97
5.6.5	VLAN 数据传输过程	98
第 6 章	构建校园网及相关技术	101
6.1	网络结构设计	101
6.1.1	方案选择	101
6.1.2	网络设计三层规划	101
6.2	IP 地址部署	103
6.3	Internet 接入	104
6.3.1	ISP 概述	104
6.3.2	Internet 接入技术	104
6.4	NAT 网络地址转换技术	109
6.4.1	NAT 工作原理	109
6.4.2	NAT 转换方式	110
6.5	网络测试常用命令	111
6.5.1	ping	112
6.5.2	tracert	113

6.5.3	ipconfig	114
6.5.4	netstat	114
6.5.5	arp	116
第7章	Internet 主要应用	118
7.1	Internet 的工作模式	118
7.2	WWW 应用	118
7.2.1	WWW 万维网	118
7.2.2	Web 浏览器	121
7.2.3	Web 浏览器的安全	124
7.3	FTP 应用	126
7.3.1	FTP 工作方式	126
7.3.2	FTP 客户端软件	128
7.4	E-mail 应用	130
7.4.1	邮件系统的工作原理	130
7.4.2	其他邮件协议	131
7.4.3	邮件收发方式	132
7.4.4	两种邮件收发方式对比	133
7.5	DNS 系统	134
7.5.1	DNS 系统结构	134
7.5.2	DNS 管理机构	137
7.5.3	DNS 解析过程示例	137
7.5.4	有关根域名服务器	138
第8章	网络服务器架设与管理	140
8.1	网络操作系统	140
8.1.1	网络操作系统概述	140
8.1.2	常用的网络操作系统	141
8.2	构建 Web 服务器	142
8.2.1	配置 Web 站点	143
8.2.2	添加更多网站	147
8.3	构建 FTP 服务器	148
8.3.1	配置 FTP 服务器	149
8.3.2	创建并使用虚拟目录	150
第9章	网络安全与本地安全管理	152
9.1	网络安全概述	152
9.1.1	网络安全目标	152

9.1.2	网络安全隐患	153
9.1.3	网络攻击	154
9.2	网络安全技术	155
9.2.1	防火墙技术	155
9.2.2	入侵检测技术	158
9.2.3	安全扫描技术	161
9.2.4	加密技术	162
9.2.5	认证和数字签名技术	164
9.2.6	其他网络安全技术	166
9.3	网络攻击技术	168
9.3.1	扫描技术	168
9.3.2	协议漏洞渗透	168
9.3.3	密码分析还原	170
9.3.4	应用漏洞分析与渗透	171
9.3.5	拒绝服务攻击	171
9.3.6	社会工程学	173
9.3.7	病毒与后门攻击	175
9.4	本地安全管理	175
9.4.1	账户安全管理	176
9.4.2	系统安全加固	181
第 10 章	实验项目	185
实验一	双绞线网线制作	185
实验二	TCP 协议分析	186
实验三	Internet 接入+宽带路由器配置	189
实验四	自建 FTP 服务器	192
实验五	PGP 邮件加密与数字签名应用	193
实验六	远程桌面管理与防火墙端口过滤	197
第 11 章	问题汇编	200
问题 1-1	互联网与 Internet	200
问题 1-2	常见通信介质的接头都有哪些	200
问题 2-1	模拟数据的数字信号编码	201
问题 2-2	何谓宽带网	201
问题 3-1	MAC 地址全球唯一如何确定	201
问题 3-2	路由的种类有哪些	201
问题 4-1	何谓进程	202
问题 4-2	UDP 和 TCP 报文数据大小	202

问题 4-3	何谓滑动窗口	203
问题 4-4	Internet 如何实现数据的可靠传输	204
问题 4-5	生存时间 TTL 的单位	205
问题 4-6	IP 包中“选项”的用途	205
问题 4-7	数据单元传输方式	206
问题 4-8	IP 地址为何称为“虚拟地址”	207
问题 6-1	何谓虚电路	207
问题 6-2	ping 127.0.0.1 这个 IP 包发送给谁	208
问题 7-1	HTTP 下载与 FTP 下载的区别	208
问题 7-2	FTP 账户与 anonymous 账户	208
问题 9-1	Unicode 漏洞	208
问题 9-2	溢出漏洞	209
问题 9-3	影子账户	210
问题 9-4	何谓 SAM 账户	210
参考文献		211

第 1 章 计算机网络概述

教学目标:

通过了解计算机网络及其起源和演变过程,了解局域网、广域网、城域网及互联网之间的不同,了解用于网络通信的基本介质等,使学生对今天的 Internet 由来有一个基本的认识。

1.1 计算机网络定义及功能

主要了解:

- (1) 一个完整的计算机网络由几部分构成?
- (2) 构建计算机网络的目的是什么?
- (3) 计算机网络可共享的资源包含哪些?

1.1.1 计算机网络定义

计算机网络的出现在现代科学技术发展史上具有划时代的意义。

何谓计算机网络?

通俗的计算机网络定义:是指利用通信设备和通信介质把地理位置不同、具有独立功能的多个计算机系统互连起来,按照一定的通信协议进行数据通信,以实现资源共享和信息交换为目的的系统。

分解计算机网络定义,即一个完整的计算机网络应包括 4 部分:计算机系统、网络设备、通信介质和通信协议。

计算机系统:由计算机硬件系统和软件系统构成。如 PC、工作站和服务器等。

网络设备:具有转发数据等基本功能的设备。如中继器、集线器、交换机等。

通信介质:即通信线路。如同轴电缆、双绞线、光纤等。

通信协议:即计算机之间通信所必须遵守的规则。如以太网协议、令牌环协议等。

一个计算机网络小到只有两台计算机和一条连线时,这种网络因没有中间网络设备的数据转发环节,也不存在数据交换等复杂问题,可以认为是最简单的计算机网络。

一个庞大的计算机网络,就像今天的 Internet,它是由数以万计的计算机网络通过数以万计的网络设备互联而成。Internet 堪称“国际互联网”,应该是世界上最大的计算机网络。

1.1.2 计算机网络功能

构建计算机网络的目的是实现资源共享和信息交换。由此衍生出的网络应用有很

多,如信息查询、文件传输、邮件传送、电子商务等,但分析计算机网络主要的,也是最基本的功能可归纳以下 5 点。

1. 资源共享

资源共享是构建计算机网络的基本功能之一。其可共享的资源包括软件资源、硬件资源和数据资源,如计算机的处理能力、大容量磁盘、高速打印机、大型绘图仪以及计算机上特有的专业工具、特殊软件、数据库数据、文档等。这些资源并非所有用户都能独立拥有,因此将这些资源在网络上共享,供网络用户有条件地使用,既提供了便捷的应用服务,又可节约巨额的设备投资,这正是构建计算机网络的初衷。

2. 数据通信

数据通信是计算机网络的另一个基本功能,它以实现网络中任意两台计算机间的数据传输为目的。如在網上接收与发送电子邮件、阅读与发布新闻消息,以及在網上购物、电子贸易、远程教育等网络通信活动。

3. 信息管理

计算机应用从数值计算到数据处理,从单机数据管理到网络信息管理,一步步发展到今天,计算机网络的信息管理应用已经非常广泛。如管理信息系统(Management Information System, MIS)、决策支持系统(Decision Support System, DSS)、办公自动化(Office Automation, OA)等都是在计算机网络的支持下得以发展起来的应用。它不仅可以使网络用户快捷地查询并获取各自所需要的信息资源,还可通过网络收集和汇总各种有价值的信息并得以科学地管理,大大提高信息管理的工作效率,同时给社会带来了巨大的经济效益。

4. 分布式处理

随着依靠计算机处理的问题越来越复杂,处理的数据量越来越大,在单一计算机系统无法胜任的情况下,激发出现了一种新型的计算机应用技术,即利用计算机网络进行分布式处理。分布式处理就是由多个单位或部门位于不同地理位置的多台计算机,通过网络连接起来,协同完成大型的数据计算或数据处理问题的一项复杂工程。分布式处理不仅解决了单机无法胜任的复杂问题,同时增强了计算机系统处理能力和应用系统的可靠性能。

如 Internet 上有很多提供域名解析的域名服务器(Domain Name Service, DNS),所有域名服务器通过网络连接就构成一个大的域名系统(Domain Name System, DNS)。其中每台域名服务器负责各自域的域名解析任务,这种由网络上很多台域名服务器协同完成一项域名解析任务的工作方式就是一个典型的分布式处理。

5. 提高计算机系统可靠性

计算机系统中某个部件发生故障或系统运行中遇到各种未知的中断都是有可能发生的。问题一旦发生,在单台工作机中,应用系统只能被迫中断或关机;而在计算机网络中,一台计算机出现故障,立刻启用备份机替代。这种通过计算机网络提供服务的系统,不仅有效避免因单个部件或某个系统的故障影响用户的使用,同时还使应用系统的可靠性大大提高,最大限度地保障了应用系统的正常运行。

1.2 计算机网络发展历程

主要了解：

- (1) 计算机网络的出现,其技术基础是什么?
- (2) 计算机网络的两层概念何时提出的? 具体是什么?
- (3) ARPANET 是什么? 其对今天 Internet 最大的贡献是什么?
- (4) NSFnet 是什么? 其如何推动了 Internet 的发展?
- (5) 中国最早拥有的四大骨干网都是哪些?

当今计算机网络的飞速发展,离不开人类科学技术进步的积累,离不开许许多多热衷于此并呕心沥血的科学家和学者们的探索与发现。计算机网络由小到大,由企业内部网络应用发展到如今全球性的国际互联网 Internet。如此庞大的国际性网络系统,既不属于某个国际组织,也不属于某个国家,它是如何演变形成的? 从下面介绍的内容中,我们可以感受到科技发展的艰辛以及科学技术的巨大推动力。

1.2.1 计算机网络的演变过程

回顾计算机网络的发展历程,计算机网络经历了从简单到复杂,从单一主机到多台主机,由终端与主机之间的通信到计算机与计算机之间的直接通信等阶段,其发展过程大致可划分为以下 4 个阶段。

1. 第一阶段：面向终端的网络

早在 20 世纪 50 年代初期,面向终端的网络也是最简单的计算机网络,其构成就是将一台主机系统通过通信线路与多个终端设备直接相连,见图 1-1(a)。主机是网络的中心,本地用户通过各自的终端设备共享主机的资源。这就是当时以单台主机为中心的联机终端系统,当时其终端设备不具备自主处理数据的能力,仅能完成输入输出等功能,所有数据处理和通信任务均由中央主机来完成。

在这个阶段,计算机技术和通信技术为计算机网络的诞生奠定了技术基础。如早在 20 世纪 50 年代初,美国建立的半自动地面防空系统就是将地面雷达和其他测量控制设备的信息通过通信线路汇集到一台中心计算机进行处理,开创了把计算机技术和通信技术相结合的尝试。在这一阶段的网络特征、存在问题以及演变过程如下。

网络特征：共享主机资源。

存在问题：

- (1) 主机负荷较重,主机既要承担通信任务又要负责数据处理。
- (2) 通信线路利用率低。
- (3) 网络可靠性差。

演变过程：随着网络用户的增多,网络出现了远端用户的接入需求。远端用户通过已有的电话通信网远程与主机相连,并共享主机的资源。其中,网络提供的接入设备为 Modem(即调制解调器),网络发展由图 1-1(a)演变到图 1-1(b)。此时的主机不仅要服务

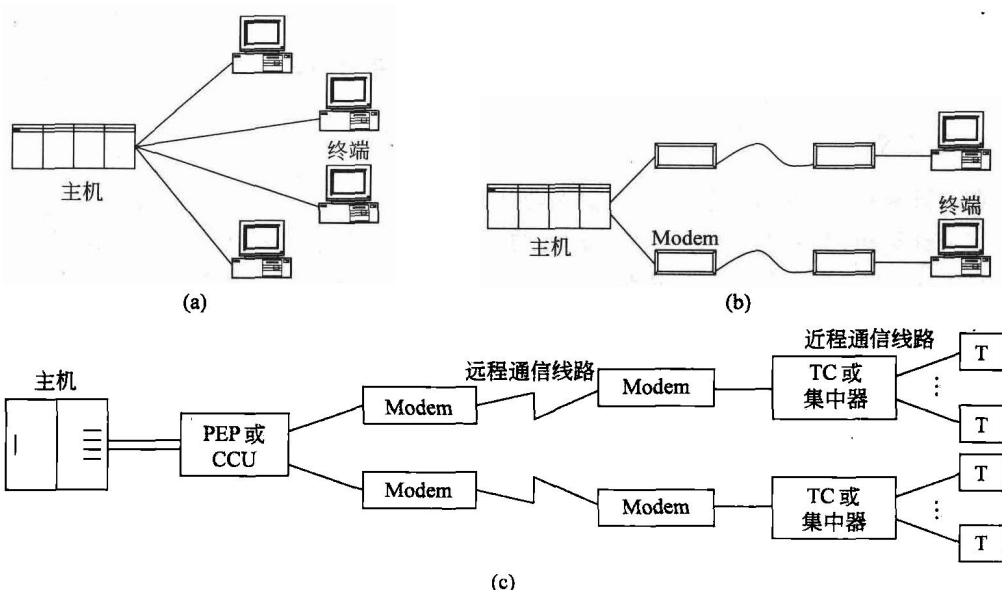


图 1-1 面向终端网络的演变过程

于本地用户,而且还要服务于远端用户。

随着远端用户逐渐增多,为了提高通信线路的利用率,在网络的末端引入了终端控制器(Terminal Control, TC)或集中器(Concentrator Device, CD)等设备,负责从终端到主机的数据集中以及从主机到终端的数据分发。为了减轻网络主机的负担,在网络的前段引入了前置处理机(Front End Processor, FEP)或通信控制器(Communication Control Unit, CCU),专门负责与终端之间的通信控制,网络发展又由图 1-1(b)演变到图 1-1(c)。

网络发展到此时,第一次出现了数据处理和通信控制的分工,主机从繁重的通信控制中解脱出来,从而更好地发挥主机的数据处理能力。

2. 第二阶段: 面向内部通信的网络

第一阶段的网络只能在主机和终端之间进行通信,每台主机以及所服务的终端构成一子网,各子网间彼此独立。网络发展到第二阶段,是 20 世纪 60 年代中期,出现了多个主机的互联系统,实现了“主机与主机”之间的通信,见图 1-2(a)。

这个阶段,每台主机服务的子网之间通信均是通过各自主机之间的直接连线实现数据的转发。其网络特征、存在问题以及演变过程如下。

网络特征: 以多主机为中心。网络结构从“主机-终端”转向为“主机-主机”。

存在问题: 该阶段各企业的网络体系及网络产品相对独立,没有统一标准。此时的网络只能面向企业内部服务。

演变过程: 随着子网间通信量的增加,由主机负责数据转发的通信网络显得力不从心。于是,新的网络设备被研制出来,即通信控制处理机(Communication Control Processor, CCP),该设备负责主机之间的通信控制,使主机工作从通信任务中分离出来,网络发展由图 1-2(a)演变到图 1-2(b)。

网络发展到此时,网络的两层概念被正式提出,即网络由通信子网和资源子网组成。