

面向21世纪大学计算机基础教育系列规划教材

计算机网络技术 应用基础

黄 健 颜德强 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中国计算机教育研究会 中国计算机教育学会 中国计算机教育协会 中国计算机教育联盟

计算机网络技术 应用基础

第2版



中国石化出版社

CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

面向 21 世纪大学计算机基础教育系列规划教材

计算机网络技术应用基础

黄 健 颜德强 主 编
谢金达 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书较为全面、系统地介绍了计算机网络与 Internet 的基本知识、基本技术和基本应用。主要内容包括计算机网络、计算机网络体系结构、局域网、广域网、网络互连、Internet 技术及应用、网络操作系统、网络安全、网络建设与网络管理和下一代网络技术展望。

本书在适当讲授网络基本理论与基本知识的基础上,注重网络基本技术和基本应用的讲解,力求通过网络技术与网络应用反映网络基本知识。读者可以在学习理论的同时进行网络应用实践。本书适合作为高等学校非计算机专业计算机网络的公共课教材,也可作为各类网络应用技术培训教材,同时也可供广大从事网络应用工作的技术人员和管理人员参考。

每章后附有相应的习题供读者练习。为了方便教学,本书制作了相应的电子教案,读者可以从中国铁道出版社网站下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术应用基础/黄健,颜德强主编. —北京:
中国铁道出版社, 2007. 8
(面向 21 世纪大学计算机基础教育系列规划教材)
ISBN 978-7-113-08137-9
I. 计… II. ①黄…②颜… 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(2007)第 127778 号

书 名: 计算机网络技术应用基础

作 者: 黄 健 颜德强 谢金达

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 秦绪好

责任编辑: 杨 勇 徐盼欣

封面设计: 付 巍

封面制作: 白 雪

特邀编辑: 朱新栋

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.25 字数: 437 千

版 本: 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~5 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-08137-9/TP·2490

定 价: 27.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

面向 21 世纪大学计算机基础教育系列规划教材

主 任： 宁正元

副主任： 薛永生 俞建家 陈 琼

委 员： (按姓氏音序排列)

陈常晖 陈振武 陈志明 方春春

何保锋 黄朝辉 黄华国 李文芳

林逢春 林宏康 刘张榕 卢昌荆

卢 英 钱维民 王 敏 翁黎朗

吴忠斌 谢储晖 谢建国 谢金达

徐 敏 阎 格 杨 升 姚志强

曾光清 张思民 张秀玉 张银明

赵忠孝 郑义健

进入 21 世纪以来, 社会信息化进程不断加速, 信息化范围和各行各业信息化的程度都是空前的, 且不断地快速推进。高等学校非计算机专业的计算机基础教育也由计算机应用基础教育向着信息技术基础教育迈进, 逐步步入更加科学合理、更加符合 21 世纪人才素质需求的新阶段。

为了推动计算机基础教育的深入发展, 上一届“教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会”曾在系统调研的基础上提出了三个文件, 即《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见》、《计算机基础教学内容的知识结构与课程设置》和《高等学校非计算机专业计算机基础课程教学基本要求》, 提出了一门“大学计算机基础”加上几门核心课程的“1+x”的课程设置方案, 直接影响并推动着新一轮计算机基础课程的教学改革向着纵深的方向发展。本届“教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会”秉承了上一届“教育部高等学校计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会”的思路, 将陆续推出针对不同专业类别、不同层次院校的计算机基础课程教学的指导性文件; 许多地区、部门和高校也都积极地推行更深入的计算机基础课程教学改革尝试。

教材是体现教学改革、实现教学要求的重要保证。为了更好地促进计算机基础教育的改革, 中国铁道出版社在全国范围内邀请具有丰富经验的计算机基础教学一线教师, 在深入探讨和研究“教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会”一系列文件的基础上, 组织编写“1+X”方案的系列教材, 争取在近几年内陆续出版。该套教材将力争具备以下特色:

(1) 体系完整、内容先进, 注重非计算机专业学生的特点, 适应新世纪对人才素质培养的要求。

(2) 体现课程内容的基础性和系统性, 基本内容准确明晰。

(3) 注重应用, 技术性、应用性内容的讲解采用任务驱动和案例教学模式, 适应教师指导下的学生自主学习的教学模式, 保证教学效果。

(4) 强调实践, 重视实验教材和辅导教材建设。

(5) 适应现代教学手段的采用, 除纸质教材外, 还配有多媒体电子教案, 重视教学网站和教学资源库的建设。

(6) 追踪课程改革进展, 适时更新版本, 及时反映计算机信息技术的新发展。

我们希望本套教材的陆续出版对深化计算机基础教学改革能有所助益; 并希望得到来自一线师生在使用过程中提出的宝贵意见和建议, 以便于教材不断改进和完善。

宁正元

2007 年 1 月

计算机网络技术是计算机技术和通信技术相结合的产物。计算机网络最早出现于 20 世纪 50 年代,随着计算机技术和通信技术的不断发展,计算机网络技术也经历了从简单到复杂,从单机到多机的发展过程。计算机网络技术的发展令人瞩目,从 20 世纪 70 年代开始建立的远程网、20 世纪 80 年代迅速兴起的局域网,到 20 世纪 90 年代先进的、能够提供足够带宽的交换式网络技术的产生、普及与应用,以及 ATM、吉位/万兆位以太网、全光网等高速网络技术的诞生与发展;从仅有四个节点的远程网发展成覆盖全球的大型互联网。

目前,计算机网络技术已广泛用于办公自动化、企业管理与生产过程控制、金融与商业电子化、军事、科研、教育信息服务、医疗卫生等众多领域。在我国,计算机网络也正迅猛发展。据 CNNIC 于 2007 年 1 月发布的调查报告,我国上网计算机总数达 5 940 万台,与 2006 年相比增加了近 1 000 万台;上网人数 13 700 万人,同比增加了 2 000 多万人;连接世界各国的带宽为 256 696 Mb/s,同比增加了一倍。计算机网络技术正在改变着人们的工作方式与生活方式,计算机网络技术已成为现代信息社会不可缺少的、重要的基础设施和评价一个国家综合国力的重要标志。专家们预言 21 世纪将是信息化、网络化的新世纪。

计算机网络技术不仅复杂,而且发展十分迅速,新知识、新技术、新标准、新产品不断涌现。为了适应当前信息社会的发展,大力推进信息产业的发展,需要全民普及计算机网络技术的基本知识。为此,教育部高等教育司要求将计算机网络课程列为各高校的公共必修或选修课程,而许多企、事业单位则将其定为公共培训课程,本书就是为这种需要而设计的。本书的前五个章节介绍了学习计算机网络所必须掌握的基本概念,使读者理解计算机网络工作的基本原理与设计的基本思路。然后紧扣“计算机网络技术应用基础”这个主题,从第 6 章开始,从 Internet 的应用基础、常见的网络操作系统的使用、网络安全的主要技术、网络建设与网络管理、下一代网络技术展望等五个方面展开。使读者一方面能将前面学习到的基础知识与身边的具体网络应用相对照,另一方面也能在具体的工作中找到相应的解决问题的办法。

本书的定位是面向非计算机专业学生的,所以在编写的过程中力求抓住重点,不去讲述太复杂的技术实现细节,而以具体的应用为主进行介绍。一方面主要以提高学生的网络应用能力为目标,另一方面也为他们日后进一步学习网络相关的知识打下一定的基础。

本书融入先进的教学理念和独特的教学方法,力求内容取舍得当,章节结构合理。在内容上做了大胆的取舍,如为了使非计算机专业学生学习起来容易,没有单独列出数据通信基

础这一章，而是将其中一些知识点分散到相关章节中去。本书在内容选取上较好地体现了突出应用的原则，实例力求做到典型和恰当，既做到逻辑清晰、层次分明；又分散了难点，使学生易于理解。每章都附有练习题，利于学生巩固相应章节的知识点。为了方便教师组织教学，还配合教材内容制作了相应的电子教案。

在本书的编写过程中，教育部农林类计算机基础课程教学指导分委员会委员、华东地区计算机基础教育研究会副理事长、福建省计算机基础教育研究会理事长宁正元教授自始至终都给予我们热情的鼓励和具体的指导；福建省计算机基础教育研究会秘书长陈琼副教授参加了编写大纲的讨论，并提供了许多建设性意见；林大辉、梁忠等老师在编写过程中曾给予许多无私的帮助；铁道出版社对本书的出版给予了大力支持才使其能够早日与读者见面；在此，我们一并表示诚挚的感谢！

本书由黄健、颜德强共同编写。其中，黄健执笔第 1~6 章，颜德强执笔第 7~10 章，最后由黄健统稿。

由于计算机网络技术发展十分迅速，加之编者水平所限，书中疏漏和不妥在所难免，敬请同行专家和广大读者不吝赐教，我们将不胜感激。

编 者
2007 年 6 月

第 1 章 计算机网络	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的产生	1
1.1.3 计算机网络的发展历程	3
1.1.4 计算机网络的作用与发展趋势	5
1.2 计算机网络的分类	9
1.2.1 按网络覆盖的地理范围分类	9
1.2.2 按网络的使用范围分类	9
1.2.3 按网络连接所使用的传输介质分类	10
1.2.4 按网络拓扑结构分类	10
1.2.5 按网络协议分类	14
1.2.6 按网络的组织方式分类	14
1.3 计算机网络常用传输介质	15
1.3.1 双绞线	16
1.3.2 同轴电缆	17
1.3.3 光导纤维电缆	18
1.3.4 无线介质	22
思考与练习	25
第 2 章 计算机网络体系结构	26
2.1 计算机网络体系结构概述	26
2.1.1 计算机网络体系结构的形成	26
2.1.2 协议与划分层次	27
2.1.3 实体、协议、服务和访问点	29
2.1.4 服务形式	31
2.2 OSI 参考模型	32
2.2.1 OSI 参考模型描述	32
2.2.2 OSI 参考模型中的数据传输	40
2.3 TCP/IP 参考模型	42
2.3.1 TCP/IP 网络模型	42
2.3.2 TCP/IP 协议、服务、套接字和端口	45
2.4 OSI 与 TCP/IP 体系结构的比较	47
2.5 其他局域网协议举例	49
2.5.1 IPX/SPX 协议	49

2.5.2	NetBEUI 协议.....	50
2.5.3	AppleTalk 协议.....	51
	思考与练习	51
第 3 章	局域网.....	53
3.1	局域网概述.....	53
3.1.1	局域网的定义和特性.....	53
3.1.2	决定局域网性能的因素.....	54
3.2	局域网体系结构与标准.....	55
3.2.1	局域网体系结构.....	56
3.2.2	IEEE 802 局域网标准	57
3.3	传统以太网.....	58
3.3.1	以太网的工作原理.....	58
3.3.2	以太网的连接方法.....	62
3.4	高速以太网.....	64
3.4.1	100Base-T 以太网	64
3.4.2	千兆位以太网.....	65
3.4.3	万兆位以太网.....	68
3.4.4	以太网的发展趋势.....	69
3.5	其他种类的高速局域网	69
3.5.1	100VG-AnyLAN 局域网.....	69
3.5.2	光纤分布式数据接口 FDDI.....	70
3.6	虚拟局域网.....	71
3.6.1	什么是 VLAN.....	71
3.6.2	实现 VLAN 的途径.....	74
3.6.3	VLAN 间的信息传递.....	75
3.6.4	虚拟局域网的标准.....	76
3.6.5	虚拟局域网的优势.....	76
3.7	无线局域网.....	78
3.7.1	WLAN 的技术标准.....	78
3.7.2	WLAN 的组网.....	82
3.7.3	制约 WLAN 技术发展的几个问题	83
	思考与练习	84
第 4 章	广域网.....	86
4.1	广域网概述.....	86
4.1.1	广域网体系结构.....	86
4.1.2	数据报和虚电路.....	87
4.2	广域网中的分组转发机制.....	91
4.2.1	在节点交换机中查找转发表	91

4.2.2	路由表的简化.....	93
4.3	公用电话交换网 PSTN	94
4.4	ISDN	95
4.4.1	ISDN 的定义	95
4.4.2	ISDN 系统结构	96
4.4.3	宽带 ISDN (B-ISDN) 及其信息传送方式	99
4.5	ATM	101
4.5.1	ATM 的基本概念	101
4.5.2	ATM 的协议参考模型	102
4.5.3	ATM 的信元结构	105
4.5.4	ATM 的逻辑连接机制	106
4.6	xDSL 技术	108
4.6.1	xDSL 概述	108
4.6.2	xDSL 调制技术	109
4.6.3	xDSL 分类	110
4.6.4	xDSL 技术的应用范围	111
	思考与练习	112
第 5 章	网络互连	113
5.1	网络互连概述	113
5.1.1	交换、路由和第三层交换	113
5.1.2	网络互连的目的	115
5.1.3	网络互连的要求	116
5.1.4	网络互连的类型	117
5.1.5	网络互连的层次	118
5.1.6	网络互连设备	119
5.2	网际协议 IP	123
5.2.1	IP 地址	123
5.2.2	子网掩码	125
5.2.3	子网划分	125
5.2.4	IP 数据报的格式	127
5.3	路由选择协议	130
5.3.1	可路由协议与路由选择协议	130
5.3.2	路由选择协议	130
	思考与练习	137
第 6 章	Internet 技术及应用	139
6.1	接入 Internet	139
6.1.1	IP 地址和域名地址	139
6.1.2	接入 Internet	142

6.2	Internet 的基本服务功能.....	145
6.2.1	万维网 WWW	145
6.2.2	电子邮件 E-mail.....	148
6.2.3	文件传输 FTP.....	150
6.2.4	远程登录 Telnet.....	152
6.2.5	搜索引擎.....	152
6.3	Internet 的其他应用	155
6.3.1	即时通信.....	155
6.3.2	电子公告牌系统 BBS	156
6.3.3	博客、播客、维客与 RSS 技术	157
6.3.4	网络电话.....	160
6.3.5	电子商务应用.....	163
6.3.6	电子政务应用.....	165
6.4	企业内联网 Intranet	166
6.4.1	Intranet 的基本功能	167
6.4.2	Intranet 的特点	167
6.4.3	Intranet 的构成	168
6.4.4	Internet 与 Intranet 的关系	169
6.4.5	Extranet——Intranet 的新发展	169
	思考与练习	170
第 7 章	网络操作系统	172
7.1	网络操作系统概述.....	172
7.1.1	网络操作系统.....	172
7.1.2	常用的网络操作系统.....	173
7.2	Windows 2000/2003 Server 操作系统.....	175
7.2.1	Windows 2000 系列.....	175
7.2.2	Windows 2003 系列.....	175
7.2.3	Windows Server 2003 的安装	176
7.2.4	Windows Server 2003 网络服务的添加与管理	178
7.3	网络服务的搭建与管理.....	180
7.3.1	Web 服务	180
7.3.2	FTP 服务.....	183
7.3.3	E-mail 服务.....	185
7.3.4	DNS 服务器.....	186
7.4	Linux 操作系统.....	192
7.4.1	Linux 功能特性	192
7.4.2	Linux 的发行版	194
7.4.3	Linux 的内核体系结构	195

7.4.4 Linux 的网络服务	196
7.4.5 Linux 基本的网络操作命令	198
思考与练习	201
第 8 章 网络安全	202
8.1 网络安全概述	202
8.1.1 网络安全的定义	203
8.1.2 网络安全的目标	203
8.1.3 网络威胁的类型	204
8.1.4 网络安全防范体系	205
8.2 数据加密技术概述	208
8.2.1 数据加密技术概述	208
8.2.2 经典加密算法	208
8.2.3 现代加密算法	209
8.2.4 局域网通信加密措施	211
8.3 防火墙技术	212
8.3.1 防火墙概述	212
8.3.2 防火墙的类型	212
8.3.3 防火墙中的关键技术	214
8.3.4 防火墙存在的问题	215
8.3.5 防火墙产品的选购	216
8.3.6 防火墙的部署	217
8.4 入侵检测系统	218
8.4.1 入侵检测概述	218
8.4.2 入侵检测系统的协议与模型	219
8.4.3 入侵检测系统技术原理	219
8.4.4 入侵检测系统的分类	220
8.4.5 入侵检测系统的选购	221
8.4.6 入侵检测系统的部署	221
8.5 计算机病毒与木马防治	222
8.5.1 计算机病毒	222
8.5.2 木马防治	227
8.5.3 流氓软件	229
8.6 网络安全协议与 VPN 技术	230
8.6.1 网络安全协议	230
8.6.2 虚拟专用网 VPN	232
思考与练习	235
第 9 章 网络建设与网络管理	237
9.1 网络规划与设计过程	237

9.1.1	网络系统的构成.....	237
9.1.2	网络的生命周期.....	238
9.1.3	网络开发过程.....	240
9.1.4	网络设计的约束因素.....	244
9.2	综合布线系统概述.....	245
9.2.1	什么是网络布线系统.....	245
9.2.2	什么是综合布线系统.....	246
9.2.3	综合布线系统的特点.....	246
9.2.4	综合布线相关标准.....	247
9.2.5	综合布线系统组成.....	248
9.2.6	网络综合布线要领.....	251
9.3	网络管理简介.....	251
9.3.1	网络管理概述.....	252
9.3.2	简单网络管理协议 (SNMP)	253
9.4	网络管理系统.....	255
9.4.1	网络管理系统概述.....	255
9.4.2	网络管理结构.....	258
9.4.3	网络管理的发展趋势.....	260
9.4.4	现有网络管理平台简述.....	261
	思考与练习	263
第 10 章	下一代网络技术展望	264
10.1	下一代网络 (NGN) 概述	264
10.1.1	NGN 的定义.....	264
10.1.2	NGN 体系结构.....	265
10.1.3	NGN 的特点.....	266
10.1.4	NGN 的关键技术.....	266
10.1.5	NGN 的发展动态.....	268
10.2	下一代 IP 协议——IPv6.....	269
10.2.1	IPv6 的提出.....	269
10.2.2	IPv6 与 IPv4 的区别.....	270
10.2.3	IPv6 报头结构.....	270
10.2.4	IPv6 地址的表示.....	272
10.2.5	从 IPv4 到 IPv6 过渡的基本方法.....	272
10.2.6	IPv6 的国内应用现状.....	274
10.2.7	移动 IPv6 技术.....	274
10.3	软交换技术.....	276
10.3.1	软交换技术概述.....	276
10.3.2	软交换的功能结构.....	276

10.3.3 软交换的特点.....	279
10.3.4 软交换涉及的接口与协议.....	280
10.3.5 软交换的主要应用.....	280
10.4 网关技术.....	281
10.4.1 媒体网关.....	281
10.4.2 媒体网关控制器.....	282
10.4.3 信令网关.....	287
思考与练习.....	288
参考答案.....	290
参考文献.....	293

第 1 章 计算机网络

本章学习目标

通过理论介绍,理解计算机网络的定义,了解计算机网络产生的过程及发展历程,理解电路交换、报文交换与分组交换方式,了解计算机网络的作用及计算机网络发展的趋势。理解计算机网络的各种分类方式,尤其是计算机网络的拓扑分类及各种拓扑的优缺点。了解计算机网络中常用的传输介质的物理特性、传输特性、连通性、地理范围、抗干扰性及价格等属性,能对身边的网络所使用的拓扑结构和传输介质进行区别和分析。

1.1 计算机网络概述

计算机作为信息处理的工具,已经渗透到社会生活的各个方面。一方面要利用计算机进行信息的保存、处理;另一方面,相互之间还需要进行信息交流,共享各种资源(包括软件资源和硬件资源)。资源共享与信息交流的需要促进了网络的出现和发展。现在,计算机网络已经成为社会生活中一种不可缺少的信息处理和通信工具,成为社会生活的重要组成部分。

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络是地理上分散的多台独立自主的计算机遵循约定的通信协议,通过软、硬件互连以实现交互通信、资源共享、信息交换、协同工作以及在线处理等功能的系统。“网络”主要包含连接对象、连接介质、连接的控制机制和连接方式与结构四个方面。

计算机网络连接的对象是各种类型的计算机(如大型计算机、工作站、微型计算机等)或其他数据终端设备(如各种计算机外部设备、终端服务器等)。计算机网络的连接介质是通信线路(如光缆、同轴电缆、双绞线以及无线连接手段)和通信设备(网关、网桥、路由器、调制解调器等),其控制机制是各层的网络协议和各类网络软件。所以计算机网络是利用通信设备,把地理上分散的、但具有独立功能的多个计算机系统互相连接起来,按照网络协议进行数据通信,用功能完善的网络软件实现资源共享的计算机系统的集合,即以实现远程通信和资源共享为目的的大量分散但又互联的计算机系统的集合。互联的含义是两台计算机能互相通信。

1.1.2 计算机网络的产生

根据对计算机网络定义的介绍,计算机网络涉及计算机与通信两个领域。一方面,通信技术提供了计算机之间数据传送的底层平台;另一方面,计算机技术的发展也提高了通信方式的技术进步。

最早的通信网络是电话网,让我们先回顾一下电话网中通信是如何进行的。电话网中的电话机是连接在一起的,即所有的电话都是接在不同的电话交换机上,电话交换机之间又通过通信线路连接。当用户使用电话时,必须先拨号。当拨号的信号通过交换机到达对方电话机时,对方的电话振铃,在对方摘机后且摘机信号回送到拨号用户方时,呼叫成功。此时,双方建立了一条物理通路。这时,双方可以进行通话。通话完毕后,挂机信号发送给交换机,交换机释放刚才使用的这条物理通路。这种预先建立通话线路,通话完毕后释放连接的通信方式我们称为电路交换。电路交换的方式用来传送突发性较强的计算机数据时效率较低。原

因在于，我们的操作之间存在着许多时间间隙，这些间隙也许对我们来说是很短的一个过程，但对计算机来说就是一个可以完成许多任务的时间段了。

让我们再看看电报的通信方式。在报文交换中心，一份份电报被接收下来，并穿成纸带。操作员以每份报文为单位，根据报文的目的地，在相应的发报机上转发，从源端到目的端之间可能并没有直接相连的线路。于是这些报文就必须在发送过程中“中转”，经过若干个“中转站”之后，报文才能到达最终的目的地。这种通信方式与电路交换方式最大的不同就是其中的存储转发过程。

现代计算机网络实际上是 20 世纪 60 年代美、苏冷战时期的产物。当时美国国防部为了对付前苏联核进攻威胁，提出必须提高对网络的性能要求。例如，网络应该能够连接类型不同的计算机；网络的抗打击能力要强，避免网络过于依赖部分节点；计算机通信时，必须具备冗余的通信线路等。

出于以上要求的考虑和计算机数据本身的特点，科学家们提出了分组交换的思路。分组的概念如图 1-1 所示。将要发送的数据划分成更小的等长的数据段，在每一个数据段前面加上一些标注信息（用于控制或识别），这样在传送各个分组时就可以充分利用连接线路多的优势，让各个分组分别用不同的连接线路进行发送，到达最终的目的地时再重新根据标注信息进行“重装”，恢复成原始的完整格式提交给最终用户。

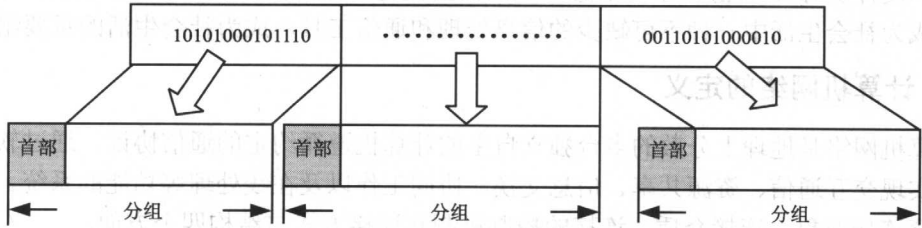


图 1-1 将数据分组示意图

如图 1-2 表示电路交换、报文交换和分组交换的主要区别。图中的 A 和 D 分别是源节点和目的节点，而 B 和 C 是在 A 和 D 之间的中间节点。从图中可以看出，若要连续传送大量的数据，而且传送时间远大于呼叫建立时间则采用在数据通信之前预先分配带宽的电路交换较合适，报文交换和分组交换适合于传送突发的少量数据，并且当源和目的节点间存在多条连接线路时，这两种传送方式的可靠性更高，满足冗余的要求并且分组交换由于传输线路上各个节点之间处理时间上的重叠而具有更小的时延。

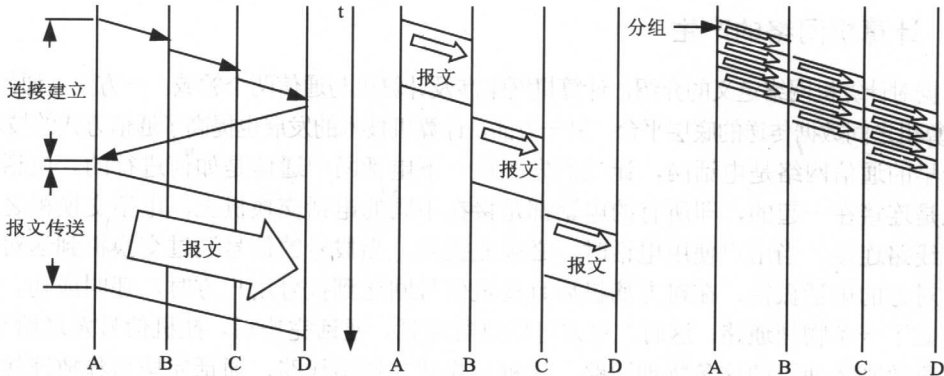


图 1-2 电路交换、报文交换与分组交换