

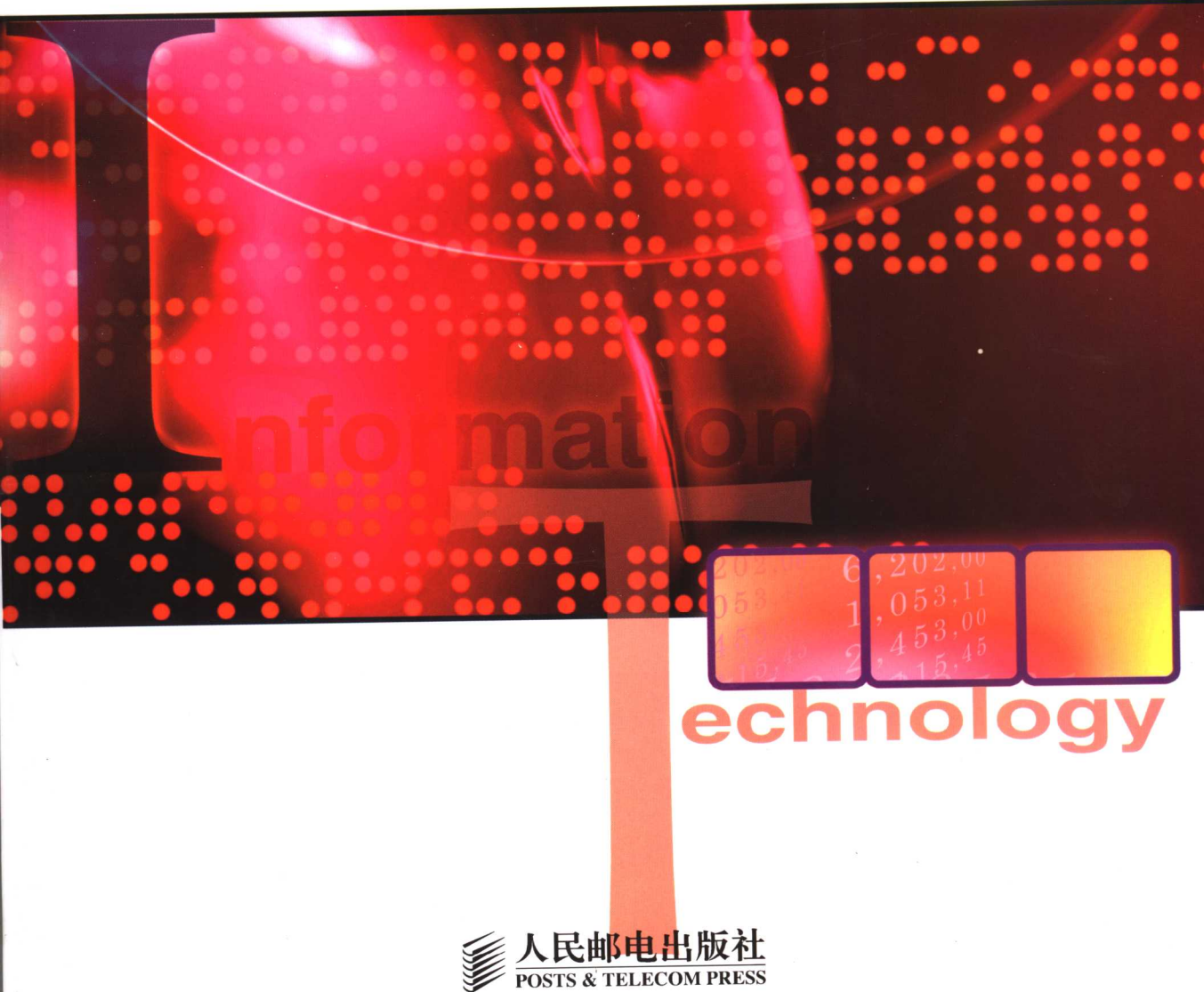
高职高专

现代信息技术系列教材

数据通信技术

(第二版)

李斯伟 雷新生 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专现代信息技术系列教材

数据通信技术

(第二版)

李斯伟 雷新生 编著

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

数据通信技术 / 李斯伟, 雷新生编著. —2 版. —北京: 人民邮电出版社, 2007.1
(高职高专现代信息技术系列教材)

ISBN 978-7-115-15414-9

I. 数... II. ①李... ②雷... III. 数据通信—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN919
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 122910 号

内 容 提 要

本书从先进性和实用性出发, 比较全面地介绍了数据通信的基本概念、基本理论和有关技术。全书共分 9 章, 内容包括: 数据通信概论、数据编码、数据传输、数据通信协议、多路复用技术、数据交换、数据通信终端与接口、数据通信网络与网络互连设备以及宽带数据通信。

本书在讲述“必需、够用”的基础理论知识的同时, 还介绍了大量的最新的通信网络新技术。书中内容深入浅出, 条理清晰, 并配有大量的实例与实物图, 便于自学和理解。

本书可以作为高等职业学院和高等专科学校的通信类专业、电子技术类专业、计算机类专业以及信息类专业的教材; 也可作为数据通信专业的培训教材, 并可供从事相关专业的技术人员参考。

高职高专现代信息技术系列教材

数据通信技术 (第二版)

-
- ◆ 编 著 李斯伟 雷新生
 - 责任编辑 滑 玉
 - 执行编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 18.5
 - 字数: 445 千字
 - 印数: 1—3 000 册
 - 2007 年 1 月第 2 版
 - 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15414-9/TN · 2884

定价: 28.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

丛 书 前 言

我国近年来十分重视高等职业教育，把高等职业教育作为高等教育的重要组成部分，并以法律形式加以约束与保证。高等职业教育由此进入了蓬勃发展时期，驶入了高速发展的快车道。

高等职业教育有其自身的特点。正如教育部“面向 21 世纪教育振兴行动计划”所指出的那样，“高等职业教育必须面向地区经济建设和社会发展，适应就业市场的实际需要，培养生产、管理、服务第一线需要的实用人才，真正办出特色。”因此，不能以本科压缩和变形的形式组织高等职业教育，必须按照高等职业教育的自身规律组织教学体系。为此，我们根据高等职业教育的特点及社会对教材的普遍需求，组织高等职业学校有丰富教学经验的老师，编写了这套《高职高专现代信息技术系列教材》。本套书已纳入教育部高职高专规范化教材。

本套教材充分考虑了高等职业教育的培养目标、教学现状和发展方向，在编写中突出了实用性。本套教材重点讲述目前在信息技术行业实践中不可缺少的、广泛使用的、从业人员必须掌握的实用技术。即便是必要的理论基础，也从实用的角度、结合具体实践加以讲述。大量具体操作步骤、许多实践应用技巧、接近实际的实训材料保证了本套教材的实用性。

在本套教材编写大纲的制定过程中，广泛收集了高等职业学院的教学计划，调研了多个省市高等职业教育的实际，反复讨论和修改，使得编写大纲能最大限度地符合我国高等职业教育的要求，切合高等职业教育实际。

在选择作者时，我们特意挑选了在高等职业教育一线的优秀骨干教师。他们熟悉高等职业教育的教学实际，并有多年的教学经验；其中许多是“双师型”教师，既是教授、副教授，同时又是高级工程师、认证高级设计师；他们既有坚实的理论知识，很强的实践能力，又有较多的写作经验及较好的文字水平。

目前我国许多行业开始实行劳动准入制度和职业资格制度，为此，本套教材也兼顾了一些证书考试（如计算机等级考试），并提供了一些具有较强针对性的训练题目。

对于本套教材我们将提供教学支持（如提供电子教案等），同时注意收集本套教材的使用情况，不断修改和完善。

本套教材是高等职业学院、高等技术学院、高等专科学校教材。适用于信息技术的相关专业，如计算机应用、计算机网络、信息管理、电子商务、计算机科学技术、会计电算化等。也可供优秀职高学校选作教材。对于那些要提高自己的应用技能或参加一些证书考试的读者，本套教材也不失为一套较好的参考书。

最后，恳请广大读者将本套教材的使用情况及各种意见、建议及时反馈给我们，以便我们在今后的工作中，不断改进和完善。

再 版 前 言

《数据通信技术》一书自 2004 年出版以来,受到了许多高职院校师生的肯定。结合多年来本课程的教学改革与实践,作者对原书进行了全面的审阅。

根据读者提出的各种建议,对本书进行了修订,这次修订的主要工作如下:

- 保持第一版的原有特色,紧紧围绕当今网络通信及其发展,覆盖所需的数据通信知识。
- 对本书第一版的部分章节进行了较为细致的加工,同时更新内容,做到经典内容与新增内容的有机结合。
- 增加了适合数据通信的实验建议及要求。
- 为方便教师教学和学生参考,本书还精选了两套数据通信综合试题。

数据通信课程对通信类专业学生而言应作为一门主要专业课来学习,在深度和广度上都有较高要求,要求学生有较好的数学基础和对通信原理的了解。数据通信课程与计算机网络(或计算机通信网)、现代交换技术等课程中涉及的交换原理、数据信号的传输以及有关规程和协议密切相关,学习数据通信课程是学习这些后续课程的基础。对于计算机类专业或其他专业的学生来说,学习数据通信的目的在于更好地学习计算机网络及通信子网的各层协议与接口,通常将其作为计算机网络基础课程来学。相对于通信类专业学习的程度来说,计算机类专业或其他专业的学生由于知识结构所限,只需从宏观上了解数据通信的概念、结论和原理,了解数据通信设备及接口的功能、特性和规程,了解主要的通信处理与控制技术,了解数据通信的发展趋势与应用即可。

本教材覆盖了数据通信课程的主要内容,总课时为 72 学时,其中实验学时数为 14 学时,书中带有“*”的内容可视专业要求选学。

全书共分 9 章,其中第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章和附录内容由李斯伟编写,第 5 章、第 9 章由雷新生编写;全书由李斯伟统稿。本书第一版由李转年教授主审。

编者在此感谢家人的全力支持,在本书修订过程中,还要感谢王秀丽老师做了大量的校对工作,同时感谢负责本书出版的多位人士,他们为本书做了极为出色的工作。

限于编者水平有限,书中难免存在不妥甚至错误之处,恳请广大读者指正。

李斯伟

2006 年 9 月

第一版前言

数据通信技术是当今发展最为迅速的技术之一，数据通信技术正不断地与计算机技术相融合，这种不断融合的发展趋势，引领着世界进入信息与网络时代。数据通信的最大追求目标是：统一在 IP 之下的能够同时提供话音、数据、视频的宽带多媒体通信网络，即“三网合一”。合并已成为不争的事实，任何对数据通信领域的研究都必须在这一新的背景下进行。

编写本书的主要目的是向高职高专类院校提供数据通信类专业教材，由于高职高专教育不同于普通高等教育，它有其自身的特点，高职高专培养的是一种面向生产、管理、服务等第一线的技术应用型人才。目前有关数据通信方面的教材很多是针对大学本科层次的，其中涉及数据通信原理及其分析，高职层次的学生理解起来很困难，实用性不强。因此，编写适合于高职高专层次的数据通信教材是非常必要的。

本书是在十多年积累的数据通信教学经验的基础上吸收外文原版教材和本科教材的优点，通过广泛深入的调查，充分听取专家学者意见编写而成的。

本书具有以下特点：

- 打破原有数据通信学科型教材编写的格局，紧紧围绕当今网络通信及其发展，涵盖所需的数据通信知识，内容较系统全面。

- 数据通信理论部分以“必需、够用”为度，做到深入浅出，避开烦琐的数学推导。
- 突出数据通信技术的先进性和实用性。
- 概念清晰准确，图文并茂，易于理解，便于自学。
- 注重数据通信领域准确而统一的专业词汇的理解。

本教材参考学时范围为 72 学时，书中带有“*”的内容可视专业要求选学。

全书共分 9 章，其中第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章由李斯伟编写，第 5 章、第 9 章由雷新生编写。全书由李斯伟统稿。本书由李转年教授主审。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥甚至错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2003 年 1 月

目 录

第 1 章 数据通信概论	1
1.1 数据通信的发展及数据通信业务	1
1.1.1 数据通信的发展历史	1
1.1.2 数据通信业务	2
1.2 数据通信系统	3
1.2.1 数据的概念	3
1.2.2 数据通信的概念	4
1.2.3 数据通信系统模型和基本类型	5
1.3 数据通信的特点与主要内容	8
1.3.1 数据通信的特点	8
1.3.2 数据通信的主要研究内容	8
1.4 数据通信的信号表示	10
1.4.1 消息、信息与信号	10
1.4.2 模拟信号与数字信号	10
1.4.3 调制速率、比特率和数据传送速率	11
1.4.4 数据通信信号的带宽需求	13
1.5 数据通信的传输代码	15
1.5.1 传输代码概述	15
1.5.2 典型的传输代码	15
1.6 数据通信系统的主要性能指标	17
1.6.1 传输速率	17
1.6.2 差错率	17
1.6.3 延迟	18
1.6.4 频带利用率和功率利用率	18
1.6.5 可靠性	18
1.7 数据通信的传输信道	19
1.7.1 信道概述	19
1.7.2 实线电缆信道	19
1.7.3 话音信道	21
1.7.4 数字信道	22
1.7.5 信道容量	25
1.8 数据通信技术的标准化组织简介	26
习题	27

第 2 章 数据编码	28
2.1 数据编码概述	28
2.1.1 数据的编码与调制	28
2.1.2 数据的差错控制编码	29
2.1.3 数据的加密和解密	29
2.1.4 数据压缩	29
2.2 数字—数字编码	30
2.3 模拟—数字编码	34
2.4 数字—模拟编码	36
2.4.1 振幅键控 (ASK)	36
2.4.2 频移键控 (FSK)	37
2.4.3 相移键控 (PSK)	38
2.4.4 正交调幅 (QAM)	40
2.5 模拟—模拟编码	42
2.6 扩频编码*	43
2.6.1 扩频技术概述	43
2.6.2 跳频 (FH)	43
2.6.3 直接序列扩频	45
2.7 差错控制编码	46
2.7.1 差错控制编码概述	46
2.7.2 差错控制的基本方式	47
2.7.3 纠错检错编码的基本原理	51
2.7.4 奇偶校验	52
2.7.5 汉明码	54
2.7.6 循环冗余校验	57
2.7.7 卷积码	61
2.8 数据压缩*	65
2.8.1 什么是数据压缩	65
2.8.2 数据压缩方法	65
2.9 加密和解密*	66
2.9.1 有关术语	66
2.9.2 基本的加密技术	67
习题	68
第 3 章 数据传输	71
3.1 数据传输模式	71
3.1.1 单工、半双工和全双工传输	71
3.1.2 串行传输和并行传输	72

3.1.3 异步传输和同步传输	72
3.2 数据信号的基带传输	74
3.2.1 基带数据传输的基本术语	74
3.2.2 基带数据传输系统模型	75
3.2.3 基带传输无码间干扰的传输波形	77
3.2.4 数据序列的扰码与解扰	82
3.3 数据信号的频带传输	87
3.3.1 频带传输系统模型	87
3.3.2 典型的数字调制系统	89
3.3.3 调制解调器 (Modem)	101
3.3.4 数据传输系统的时钟同步	109
3.4 数字数据传输 (DDN)	111
3.4.1 数字数据传输概述	111
3.4.2 DDN 网络结构	112
3.4.3 DDN 的关键技术	114
3.5 数字数据传输实例	118
3.5.1 利用 DDN 互连局域网	118
3.5.2 专用 DDN 与公用 DDN 的互连	118
3.5.3 分组交换网与 DDN 的互连	119
3.5.4 用户交换机与 DDN 的互连	119
3.5.5 采用 DDN 接入 Internet 方式的优势和功能	120
习题	121
第 4 章 数据通信协议	122
4.1 通信协议和分层概念	122
4.1.1 通信协议及其作用	122
4.1.2 协议的分层结构	123
4.1.3 开放系统互连参考模型 (OSI)	125
4.2 数据链路控制规程	132
4.2.1 数据链路概述	132
4.2.2 数据链路控制规程种类	134
4.2.3 面向字符的协议	134
4.2.4 面向比特的协议	137
4.3 X.25 协议	148
4.3.1 概述	148
4.3.2 X.25 协议模型与格式	148
4.4 TCP/IP 协议	150
4.4.1 TCP/IP 协议参考模型	150
4.4.2 TCP/IP 协议族	150

4.4.3 IP 基础	151
习题	154
第 5 章 多路复用技术	155
5.1 多路复用概述	155
5.2 频分多路复用(FDM)	155
5.2.1 FDM 的基本原理	156
5.2.2 FDM 处理过程	156
5.2.3 对 FDM 的性能评价	157
5.3 时分多路复用(TDM)	158
5.3.1 TDM 原理及特点	158
5.3.2 TDM 的基本概念	159
5.3.3 TDM 数据复用方式	161
5.4 统计时分复用(STDm)	162
5.4.1 STDm 的概念	162
5.4.2 STDm 原理	162
5.4.3 STDm 的两种复用方法	163
5.5 T1 与 E1 线路	164
5.5.1 T1 线路	164
5.5.2 E1 线路	166
5.6 光波分复用(WDM)	167
习题	168
第 6 章 数据交换	169
6.1 数据交换的概念	169
6.1.1 数据交换的必要性	169
6.1.2 交换的概念	170
6.1.3 交换方式的分类	171
6.1.4 数据业务的特点及其对交换方式的要求	172
6.2 电路交换	172
6.2.1 电路交换的工作原理	172
6.2.2 电路交换的特点及其应用	174
6.3 报文交换	174
6.3.1 报文交换的工作原理	174
6.3.2 报文交换的优缺点	175
6.4 分组交换	176
6.4.1 分组交换概述	176
6.4.2 分组交换原理	176
6.4.3 分组交换的优缺点	177

6.4.4 数据报方式的分组交换	178
6.4.5 虚电路方式的分组交换	179
6.4.6 分组交换的路由选择技术	181
6.4.7 分组交换网的应用	186
6.4.8 几种交换方式的比较	187
6.5 数据交换中的连接和无连接	188
6.5.1 面向连接服务和面向无连接服务	188
6.5.2 面向连接的方式	189
6.6 帧中继 (FR)	190
6.6.1 帧中继概述	190
6.6.2 帧中继协议体系结构	191
6.6.3 帧中继网络的构成	192
6.6.4 帧中继的操作	192
6.6.5 帧中继业务的特点与应用	193
6.7 异步转移模式 (ATM) 交换	194
6.7.1 ATM 概述	194
6.7.2 ATM 的异步交换原理	195
6.7.3 ATM 的信元结构	197
6.7.4 ATM 体系结构	199
6.7.5 ATM 信元的复用与交换	201
6.7.6 ATM 网络	204
6.8 数据交换技术应用实例	205
6.8.1 中国公用分组交换网上的典型应用	205
6.8.2 中国公用帧中继宽带业务网应用实例	207
6.9 数据交换技术的发展	209
6.9.1 电路交换技术和分组交换技术的融合	209
6.9.2 软交换技术	210
习题	212
第 7 章 数据通信终端与接口	213
7.1 数据终端设备 (DTE) 与数据电路设备 (DCE)	213
7.1.1 数据终端设备 (DTE)	213
7.1.2 数据电路设备 (DCE)	215
7.2 集中器	215
7.3 通信控制器	216
7.3.1 通信控制器的功能	216
7.3.2 通信控制器的组成	216
7.3.3 通信控制器的分类与应用	216
7.4 终端接口	218

7.4.1 终端接口概念	218
7.4.2 串行接口	219
7.5 其他接口	225
7.5.1 并行接口	225
7.5.2 通用串行接口 (USB)	225
7.5.3 1394 总线接口	226
7.6 通信适配器	227
7.6.1 概述	227
7.6.2 通信适配器类型	227
习题	228
第 8 章 数据通信网络与网络互连设备	229
8.1 网络基本概念	229
8.2 网络类型	230
8.2.1 网络的拓扑结构	230
8.2.2 数据通信网与计算机网络	232
8.2.3 数据通信网的发展阶段	233
8.2.4 计算机网络的分类	234
8.3 局域网互连设备	237
8.3.1 基本术语	237
8.3.2 典型的局域网互连设备	237
8.4 无线局域网 (WLAN)	240
8.4.1 无线局域网的概念	240
8.4.2 无线局域网的传输方式与网络拓扑	240
8.4.3 无线局域网协议——IEEE 802.11	241
8.4.4 无线局域网设备	242
8.4.5 无线局域网的应用	243
8.5 数据通信骨干网 (城域网)	244
8.5.1 城域网概念	244
8.5.2 宽带城域网	245
8.6 城域网应用实例	246
8.6.1 华为 IP 宽带城域网解决方案	246
8.6.2 华为综合宽带城域网解决方案	247
习题	248
第 9 章 宽带数据通信*	249
9.1 宽带数据通信概述	249
9.2 宽带接入技术	250
9.2.1 xDSL	250

9.2.2 FTTx 接入	253
9.2.3 HFC 接入	256
9.2.4 宽带无线接入	257
9.3 宽带数据通信业务	259
习题	261
附录 A 数据通信技术实验建议及要求	262
附录 B 数据通信试题	272
参考文献	282

第 1 章 数据通信概论

本章主要介绍数据通信的基本概念，与数据通信有关的标准，以及世界主要的标准化组织等，这一章是学习数据通信的基础。

1.1 数据通信的发展及数据通信业务

1.1.1 数据通信的发展历史

数据通信的发展较晚，它是从 20 世纪 50 年代开始，随着计算机网络的发展而发展起来的一种新的通信方式。早期的计算机网都是一些面向终端的网络，以一台或几台主机为中心，通过通信线路与多个远程终端相连，构成一种集中式的网络，这是数据通信的初级形式。20 世纪 60 年代末，以美国著名的 ARPANET 的诞生为起点，出现了计算机与计算机之间的通信方式，以实现资源共享，从此开辟了计算机技术的一个新领域——网络化与分布处理技术。自 20 世纪 70 年代开始，由于计算机网络与分布处理技术的飞速发展，推动了数据通信技术的快速发展。到了 20 世纪 70 年代中后期，基于 X.25 建议的分组交换数据通信得到广泛应用，并进入了商用化时代。此后，数据通信就日益蓬勃地发展了起来，所采用的技术越来越先进，所提供的业务越来越多，传输速率也越来越高。

数据通信具有许多不同于传统的电报、电话通信的特点。数据通信主要是“人（通过终端）与机（计算机）”的通信或“机与机”的通信，因而对数据通信提出了一系列新的要求。数据通信应向用户提供及时、准确的数据，通信控制过程应自动实现，在传输中发生差错时要能自动校正。另外，这种通信方式总是与数据传输、数据加工和存储相结合的，对通信的要求会有很大的差别。例如，对通信中的终端类型、传输代码、响应时间、传输速率、传输方式、系统结构和差错率等多方面的要求都与系统的应用及数据处理方式有关。因此，在实现数据通信时，需要考虑的因素比较复杂。

需要指出的是，数据通信的发展离不开原有的通信网基础，从许多国家发展数据通信的过程来看，数据通信网主要是利用原有的电话交换网和用户电报网来开展数据通信业务；或是向用户提供租用电路，由用户自己组成专用的数据通信网。为适应数据通信业务的大量增长，还出现了面向公众的公用数据网。

今天，数据通信已遍及各行各业。金融、保险、商业、教育、科研乃至军事部门都在使用数据通信。

表 1-1 列出了数据通信按时间线索的发展历史。

表 1-1 数据通信时间历史表

1840 年	Samuel Morse 发明了电报发送机，这是第一台电子通信设备，广泛用于铁路运输，防止火车撞车
1874 年	Emil Baudot 发明了用 5 个符号表示一个字符的定长代码，这个代码是很多数据处理代码的前身
1876 年	Alexander Graham Bell 发明了电话
1890 年	Gugliemo Marconi 发明了无线电报，这是广播通信发展的一个突破
1910 年	邮局电报系统开始使用自动电报设备，电传打字电报交换机和自动电传打字电报是最出名的
1934 年	建立了联邦通信委员会（FCC），将调控美国各州之间电话通信的责任从州际商业委员会移交给联邦通信委员会
1944 年	Mark I 计算机在哈佛大学问世，这是第一台可操作计算机
1947 年	晶体管，这个计算机和通信系统的主要元件由贝尔实验室发明
1958 年	发射了美国第一颗卫星，第一个数据通信网络（半自动地面防空系统）由美国国防部投入使用
1964 年	SABRE 投入使用，这是由 IBM 和美国航空公司开发的飞机订票系统
1969 年	ARPANET，即尖端研究项目管理局网络投入运行，这个网络包括大量的研究和教育网络、电视电话业务
1972 年	Xerox 颁布了以太网的标准
1974 年	IBM 发布系统网络结构（SNA），其中 IBM 公司使用了大型机通信标准
1976 年	开始使用个人计算机
1981 年	IBM 推出个人计算机，BITNET 网络开始运行，它连接美国的各所大学
1983 年	互连网络（Internet）开始运行，它将世界各地的不同网络互相连接
1985 年	Ballistic 晶体管推出，美国电报电话公司使用了这些比原来快 1 000 倍的晶体管
1990 年	ARPANET 退役并被许多网络，主要是美国国家科学基金会网络（NSFNET）取代
1992 年	实行了综合业务数字网络（ISDN）的第一个标准
1994 年	Internet 已经有 2 000 000 多台计算机互相连接

中国早在 1987 年就由中国科学院高能物理研究所首先通过 X.25 租用线实现了国际远程联网，并于 1988 年实现了与欧洲和北美地区的 E-mail 通信。1994 年 6 月中国教育与科研计算机网（CERNet）正式连接到 Internet。1996 年 6 月，中国电信的 CHINANet 也正式投入运营。到目前为止，中国共有 9 大计算机网，它们分别是：

- (1) 中国教育和科研计算机网（CERNet）
- (2) 中国科技网（CSTNet）
- (3) CHINANet
- (4) 中国金桥网（GBNet）
- (5) 中国长城互联网（GWNet）
- (6) 中国联合通信网（UNINet）
- (7) 中国网通通信网（CNCNet）
- (8) 中国移动通信网（CMNet）
- (9) 中国对外经济贸易网（CIENet）

1.1.2 数据通信业务

数据通信技术的发展是离不开它所支持和提供的业务的。从信息载体的角度说，数据业

务就是由计算机进行运算、处理和存储的数据为信息载体的业务。按照业务是否增值，数据业务可分为基础业务和增值业务；按照用户活动状态，它又可分为固定数据业务和移动数据业务；按照传送速率，则可分为低速、中速和高速数据业务。在信息产业部发布的《电信条例》中，数据业务分为基础数据业务和增值数据业务两大类。

1. 基础数据业务

基础数据业务主要指公共数据传送业务和移动数据业务。公共数据传送业务是利用电路交换、分组交换或租用电路组成的固定公共数据通信网上开发的以传送数据为目的的业务。按照所用技术的不同，公共数据传送业务包括分组交换、数字数据网（DDN）、综合业务数字网（ISDN）、帧中继、异步传送方式（ATM）和 IP 业务等，其中分组交换、帧中继和 ATM 业务都采用面向连接的分组交换技术，具有统计复用、用户共享网络带宽等功能，但它们所用的通信协议、能提供的接入速率、控制能力和综合能力有所不同。它们部分有基本业务和用户选用的业务。基本业务是指向所有网上的用户提供的的基本服务功能，包括永久虚电路（PVC）和交换虚电路（SVC）业务。用户选用业务是为了满足用户特殊要求而向用户提供的特殊业务功能。

利用公用陆地移动蜂窝通信网作为承载网提供的数据业务称为移动数据业务。具体可以包括短消息业务、速率可达 64kbit/s 的中速移动数据业务、速率在 128kbit/s 以上的移动多媒体业务。移动数据业务也可以采用电路交换和分组交换方式来实现。

中国电信为提供上述数据传送业务，先后建设了覆盖全国的各种数据通信网络，包括中国公用计算机互联网（CHINANET）、中国公众多媒体通信网（CNINFO）、中国公用分组交换数据网（CHINAPAC）、中国公用数字数据网（CHINADDN）、中国公用帧中继宽带业务网（CHINAFRN）和移动数据网。

2. 增值数据业务

增值数据业务的概念最开始就是从数据业务引入的。它是指在原基础网络设施的基础上增加必要的设备构成增值网后，向用户提供新的业务，大大提高原基础网络设施的使用价值。在公共数据网（不包括互联网）上开发的增值业务很多，主要有电子邮件（E-mail）、可视图文（Videotex）、电子数据交换（EDI）、传真存储转发（S/F Fax）、在线信息库存储和检索以及在线数据处理和交易处理等。由于 Internet 的广泛应用，上面提到的电子函件、可视图文和电子数据交换这些增值业务逐渐被 Internet 上的类似业务所取代了。

1.2 数据通信系统

1.2.1 数据的概念

数据，人们几乎每天都要接触到它，例如各种实验数据、各类统计报表等。尽管人们经常处理数据，但对数据还没有统一的定义。通常意义上的“数据”是指在传输时可用离散的数字信号逐一准确地表示的，并赋予一定的意义，可以代表文字、符号和数码等。数据的来源、内容相当广泛，几乎涉及一切最终以离散的数字信号表示的可被送到计算机中进行处理的各种信息，例如一份资料、一篇论文、一些图纸、甚至人的思维、语音及活动图像等都包

括在内。因此，数据的概念逐渐从狭义过渡到广义的理解和应用。再如，语音和图像等的模拟信号经过数字化处理，然后用数字序列来表示，这种过程称为“信源编码”。这样，不管是什么消息，只要最终能用数字序列表示并作为计算机的处理对象，都可以认为是数据。

在数据通信中所说的“数据”，可以认为是预先约定的、具有某种含义的任何一个数字或一个字母（符号）以及它们的组合，并能被计算机所接收的形式。因此，**数据就是能被计算机处理的一种信息编码（或消息）形式**。这样像二进制编码的字母/数字符号、软件处理中的操作代码、控制代码、用户地址、程序数据或数据库信息都是数据。因此，数据是被处理、加工和存储的信息，也是消息的一种表达形式。

1.2.2 数据通信的概念

1. 什么是数据通信？

简单地说，数据通信通常是以传送数据信息为主的通信。数据通信传递数据的目的不仅是为了交换，而主要是为了利用计算机能够对数据进行处理。

“数据通信”一词是在远程联机系统出现时才开始使用的，就是在计算机上设置一个通信装置使其增加通信功能，将远程用户的输入输出装置通过通信线路（模拟或数字的）直接与计算机的通信控制装置相连，如图 1-1 所示，最后的处理结果也经过通信线路直接送回到远程的用户终端设备，这是较早的计算机与通信结合的例子。从这个意义上讲，数据通信是计算机终端与计算机主机之间进行交换数据的通信。



图 1-1 最简单的远程联机数据通信

数据通信发展到今天，它的概念不论在内涵和外延上，已经扩展到计算机与计算机之间进行交换数据的通信。数据通信可以这样定义：**依照通信协议，利用数据传输技术在两个功能单元之间传递数据信息，它可实现计算机与计算机、计算机与终端以及终端与终端之间的数据信息传递。**

2. 与数据通信相关联的几个概念

(1) 数据传输与数据通信

为了传递数据信息，首先需要将二进制数据用一定的信号形式来代表，可以采用不同极性的电压或电流脉冲表示，如图 1-2 所示。将这样的数据信号加到数据传输信道上传输，到达接收点后再正确地恢复出原始发送的数据信息。

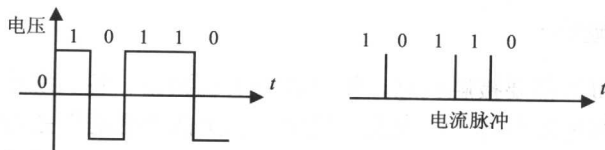


图 1-2 二进制数据的信号表示

需要指出的是，实际上存在的任何数据信道都不可避免地使数据信号产生失真，同时还