

数据通信技术基础

高等学校教材

数据通信技术基础

邵军力 杨心强 钱水春 编

成都电讯工程学院出版社

·1988·

内 容 提 要

本书着重介绍数据通信技术方面的基础知识。全书共十四章,比较全面系统地介绍了数据通信的基本概念和术语、各类信道、同步技术、调制解调原理、多路复用技术、数据传输的质量指标、接口的特性和标准、数据传输控制规程、差错控制技术、通信控制器和各种数据终端等。还简要地介绍了数据通信网及数据通信系统设计的有关问题。为了加深理解,各章均附有练习题。

本书取材新颖,内容丰富;既着重基本原理,又给出具体实例和技术标准;既有定性分析,又有必要的定量计算。可作为计算机专业或其他专业的数据通信课程的教材,也可供从事数据通信和计算机工作的工程技术人员、管理人员,以及有关院校师生学习参考。

高等学校教材

数据通信技术基础

邵军力 杨心强 钱水春

*

成都电讯工程学院出版社出版

四川师范大学印刷厂印刷

四川省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/16 印张22.75 字数 552千字

版次 1988年10月第一版 印次 1988年10月第一次印刷

印数1—3800册

中国标准书号 ISBN7—81016—066—4/TN·20

(15452·46) 定价: 4.45元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，是从通过教学实践、师生反映较好的讲议中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

数据通信是五十年代初期随着电子计算机的发展而发展起来的一种新的通信方式。它是计算机和通信相结合的产物。现已广泛应用于国民经济、国防建设、科学研究及人们的日常生活等各个领域,成为现代信息社会重要的组成部分。

越来越多的计算机工作者及通信工作者意识到,现今的计算机技术和数据通信技术已很难分割开来。在计算机网络及分布式处理系统中,这两种技术更是极妙地融为一体。因此,许多从事计算机工作的工程技术人员迫切希望掌握数据通信的基础知识。为满足这一需要编写了本书。书中内容在编排上,体现了面向计算机专业的特点;反映数据通信技术的最新水平;从工程实践的需要出发介绍基本原理。注意突出重点、照顾全面;力求深入浅出、适于自学。

全书共分十四章。第一章概述了通信模型、数据通信研究的内容及其应用;第二章介绍基本概念和术语;第三章介绍各种类型的信道;第四章介绍各种同步技术的工作原理;第五章介绍各种调制方式的原理及调制调器实例;第六章介绍多路复用技术;第七章介绍数据传输的质量指标;第八章介绍接口的特性与标准;第九章介绍数据传输控制规程;第十章介绍各种差错控制技术;第十一章介绍通信控制器的工作原理和实例;第十二章介绍各类数据终端的工作原理;第十三章介绍数据通信网;第十四章介绍数据通信系统设计时所必须考虑的几个问题。各类院校可以根据自己的专业课程结构,进行侧重取舍。每章均附有适量练习题和参考文献,本书的最后还附有两个附录:数据通信的技术标准和名词汇编,能充分适应教学要求。

教完全书约需40至50学时。开设本课程的时间应在学完《高等数学》、《概率论》、《电子线路》等课程以后,即在三、四年级开设为好。

本书的第一、二、四、七、十三、十四章由邵军力编写;第八、九、十、十二章和附录由杨心强编写;第三、五、六、十一章由钱水春编写,最后由邵军力负责校核。

全书由南京工学院叶建勋副教授担任主审,对原稿提出了许多宝贵意见。西安交通大学胡正家教授对全书的编写给予了极大的关怀和支持,并审阅了原稿。在此谨向他们表示衷心感谢。

由于水平限制,书中难免有缺点或错误之处,敬希读者批评指正。

编 者

1988年7月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 通信模型	1
§ 1.2 模拟通信、数字通信和数据通信	2
§ 1.3 数据通信研究的内容	4
§ 1.4 数据通信网、计算机通信网和计算机网	4
§ 1.4.1 数据通信网	5
§ 1.4.2 计算机通信网和计算机网	8
§ 1.5 数据通信系统的质量指标	9
§ 1.6 数据通信的应用	10
§ 1.7 标准制定机构	12
练习题	12
参考文献	12
第二章 概念和术语	14
§ 2.1 信息、数据和信号	14
§ 2.2 功率谱密度和带宽	23
§ 2.3 衰耗、增益和失真	25
§ 2.4 编码与码型	27
§ 2.5 噪声	31
§ 2.5.1 噪声的类型	32
§ 2.5.2 信噪比	33
练习题	33
参考文献	35
第三章 信道	36
§ 3.1 信道类型	36
§ 3.1.1 单工、半双工、全双工信道	36
§ 3.1.2 专用信道和公共交换信道	36
§ 3.1.3 模拟信道和数字信道	37
§ 3.1.4 有线信道和无线信道	37
§ 3.2 信道容量	38
§ 3.2.1 模拟信道的信道容量	38
§ 3.2.2 数字信道的信道容量	38
§ 3.3 有线电信道	40
§ 3.3.1 传输媒质及其传输特性	

§ 5.1.2 多进制幅度键控 (MASK)	101
§ 5.1.3 幅度调制传输技术	103
§ 5.1.4 正交幅度键控 (QASK)	111
§ 5.2 数字频率调制	112
§ 5.2.1 二进制频移键控 (2FSK)	113
§ 5.2.2 多进制频移键控	129
§ 5.2.3 连续相位频移键控 (CPFSK)	131
§ 5.3 数字相位调制	133
§ 5.3.1 二相绝对移相 (2PSK)	133
§ 5.3.2 二相相对移相 (2DPSK)	137
§ 5.3.3 多相调制	142
§ 5.4 幅度相位混合调制 AM/PM (Amplitude-phase hybrid modulation)	155
§ 5.5 调制解调器	157
§ 5.5.1 CCITT 关于话路频带 MODEM 的建议	157
§ 5.5.2 一种600/1200波特的通用调制解调器	158
练习题	162
参考文献	163
第六章 多路复用技术	165
§ 6.1 基本理论	165
§ 6.2 频分多路复用	166
§ 6.3 时分多路复用	168
§ 6.4 统计时分多路复用	170
练习题	173
参考文献	174
第七章 传输速率和传输质量	175
§ 7.1 传输速率	175
§ 7.1.1 调制速率	175
§ 7.1.2 数据信号速率	175
§ 7.1.3 数据传输速率	177
§ 7.2 传输质量	178
§ 7.2.1 数据信号的畸变	178
§ 7.2.2 差错率	179
§ 7.2.3 畸变和误码的测试	181
练习题	181
参考文献	181
第八章 接口	182
§ 8.1 接口的特性	184
§ 8.2 V 系列接口	184

§ 10.3 采用纠错码的差错控制	258
§ 10.4 不用编码的差错控制	260
§ 10.5 差错恢复程序	261
练习题	261
参考文献	262
第十一章 通信控制器	263
§ 11.1 通信控制器的功能	263
§ 11.2 通信控制器的类型	264
§ 11.3 通信控制器的工作原理	266
§ 11.4 通信控制器的组成	270
§ 11.5 数据通信系统的数据流程	271
§ 11.6 通信控制处理机	272
§ 11.7 通信控制器举例	278
练习题	282
参考文献	282
第十二章 数据终端	283
§ 12.1 数据终端的组成和功能	283
§ 12.2 数据终端设备的分类	285
§ 12.3 通用终端	286
§ 12.3.1 印刷装置	286
§ 12.3.2 显示装置	289
§ 12.3.3 识别装置	295
§ 12.4 复合终端	296
§ 12.5 智能终端	298
练习题	299
参考文献	300
第十三章 数据通信网络	301
§ 13.1 分组交换 (Packet Switching) 网	301
§ 13.2 分组交换网的功能	302
§ 13.2.1 报文的分割与合并	302
§ 13.2.2 分组的传输	303
§ 13.2.3 路由选择	304
§ 13.2.4 流量控制	309
§ 13.2.5 故障处理	311
§ 13.3 分组交换网的服务类型及其与主机的连接	312
§ 13.4 局域网 LAN (Local Area Networks)	313
§ 13.4.1 传输媒质	313
§ 13.4.2 拓扑	314
§ 13.4.3 控制协议	316

§ 13.5 卫星网	319
§ 13.5.1 卫星通信结构	319
§ 13.5.2 传输特性	321
§ 13.5.3 容量分配	321
§ 13.6 综合数字网 (IDN) 与综合业务数字网 (ISDN)	323
§ 13.6.1 综合数字网 (IDN)	323
§ 13.6.2 综合业务数字网 (ISDN)	324
练习题	326
参考文献	327
第十四章 设计考虑	328
§ 14.1 集中与分散	328
§ 14.2 设计要求	329
§ 14.3 响应时间	329
§ 14.4 吞吐量	331
练习题	332
参考文献	333
附录一 数据通信技术标准	334
附录二 数据通信名词汇编	338

§ 8.2.1 接口界面	184
§ 8.2.2 电气特性	185
§ 8.2.3 功能特性	188
§ 8.2.4 过程特性	194
§ 8.2.5 机械特性	197
§ 8.3 X系列接口	199
§ 8.3.1 电气特性	199
§ 8.3.2 功能特性	199
§ 8.3.3 过程特性	200
§ 8.3.4 机械特性	201
§ 8.4 接口的物理连接	202
练习题	203
参考文献	204
第九章 数据传输控制规程	205
§ 9.1 规程	205
§ 9.2 面向字符的数据链路控制规程	207
§ 9.2.1 传输控制字符及其扩充序列	208
§ 9.2.2 基本型数据链路控制规程	210
§ 9.2.3 扩充基本型数据链路控制规程	217
§ 9.3 面向字节计数的数据链路控制规程	220
§ 9.3.1 问题的提出	220
§ 9.3.2 DDCMP 报文格式	221
§ 9.3.3 DDCMP 链路控制过程	224
§ 9.4 面向比特的数据链路控制规程	225
§ 9.4.1 基本概念	226
§ 9.4.2 HDLC基本特性	227
§ 9.4.3 HDLC基本内容	227
§ 9.5 数据链路控制规程的比较	237
§ 9.6 规程转换	238
练习题	239
参考文献	240
第十章 差错控制	241
§ 10.1 差错控制方式的分类	243
§ 10.2 采用检错码的差错控制	245
§ 10.2.1 奇偶校验码	245
§ 10.2.2 斜奇偶校验	248
§ 10.2.3 定比码	248
§ 10.2.4 群计数校验码	249
§ 10.2.5 循环冗余校验码	250

§ 3.3.2 有线模拟话路信道对数据传输的影响	44
§ 3.3.3 有线 PCM 数字电话信道	47
§ 3.4 无线接力信道	54
§ 3.4.1 模拟微波与数字微波	55
§ 3.4.2 环境对信号传播的影响	56
§ 3.5 卫星中继信道	64
§ 3.5.1 信道设备及工作原理	64
§ 3.5.2 电波传播特点	68
§ 3.5.3 传输体制	69
§ 3.6 短波信道	71
§ 3.6.1 短波信道的组成	71
§ 3.6.2 短波传输	72
§ 3.6.3 短波信道的特点	74
§ 3.7 光纤信道	75
§ 3.7.1 光纤信道的组成	75
§ 3.7.2 光纤的传输特性	76
练习题	79
参考文献	79
第四章 同步	81
§ 4.1 同步	81
§ 4.1.1 同步通信方式与异步通信方式	81
§ 4.1.2 同步调制解调器与异步调制解调器	82
§ 4.1.3 同步数据电路和异步数据电路	82
§ 4.1.4 同步通信系统和异步通信系统的构成形式	82
§ 4.2 位同步	83
§ 4.2.1 位定时的提供形式	83
§ 4.2.2 位定时的形成方法	84
§ 4.3 群同步	90
§ 4.3.1 异步通信系统中的群同步方法	90
§ 4.3.2 同步通信系统中的群同步方法	91
§ 4.4 网同步	92
§ 4.4.1 主从同步法	93
§ 4.4.2 相互同步法	94
§ 4.4.3 码速调整法	94
§ 4.4.4 准同步法	95
练习题	96
参考文献	96
第五章 调制与解调	98
§ 5.1 数字幅度调制	98
§ 5.1.1 二进制幅度键控(通断键控)	98

第一章 绪 论

数据通信从二十世纪五十年代开始发展起来。它的成长是和计算机科学与技术的进步紧密结合在一起的。数据通信的发展反过来又加速了计算机本身的进步，特别是加速了计算机通信网的蓬勃发展。其结果是使计算机工业和通信工业之间从元件制造直到系统组成的各个方面相互交迭地增长。到二十世纪七十年代及八十年代早期，出现了计算机科学和数据通信这两个领域的合并。这一合并使工艺、产品发生了深刻的变革，并出现了计算机——通信工业联合企业。这一合并具有划时代的意义，使人类社会由工业化时代向信息化时代过渡。现已产生了一个值得注意的趋势：各国正在致力于研制综合系统。这种综合系统遵循统一的国际标准，能传输和处理所有类型的信息，兼容所有的通信设施，目的是要方便地访问(共享)遍及世界各地的数据和信息源。

为了使大家对数据通信有一个较全面的了解，本书着重介绍有关数据通信的一些基础知识。

§1.1 通信模型

我们首先介绍一个通用的通信模型，见图 1-1。

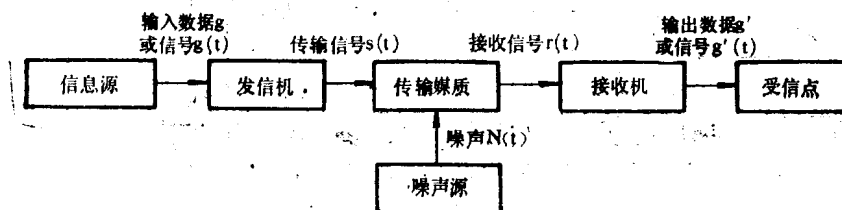


图1-1 通信模型

通信的基本目的是为了在信息源和受信点之间交换信息。在图 1-1 中信息源的信息用符号 g 表示。通常 g 是一个随时间变化的信号 $g(t)$ ，它作为发信机的输入信号。一般情况下，信号 $g(t)$ 的形式不适于在传输媒质中传输。因而，必须由发信机将它转换成适于在传输媒质中传输的信号 $s(t)$ 。在传输媒质中，信号会受到各种噪声 $N(t)$ 的干扰，因而接收机接收到的信号 $r(t)$ 可能不同于发送信号 $s(t)$ 。接收机将根据 $r(t)$ 及媒质的特性估计 $s(t)$ 的性质，从而把 $r(t)$ 转换为输出数据 g' 或信号 $g'(t)$ 。转换后的数据 g' 或信号 $g'(t)$ 是 g 或 $g(t)$ 的近似或估计值。

以上对通信模型的简单叙述已经回避了大量的技术复杂性，但这个模型适用于任何通信系统。现举例说明实际的通信系统是怎样对应于这个模型的。以电话为例，信息源是打电话的人，信号 $g(t)$ 是人的语音。发信机，就是电话送（受）话器的话筒，它把语音转换成相应的电信号 $s(t)$ ，并进行发送。这时的传输媒质是电话电缆。作为接收机的是送（受）话

器的扬声器，它所进行的变换是发信机的反变换，把近似 $s(t)$ 的信号 $r(t)$ 变换成语音。电话系统中的噪声通常会引起话音失真和背景噪声。

另一个例子是电报。在发电报时，信息源发出由 A 到 Z 的 26 个字母和一个空格符，以及电报字符集中的其他字符组成的字符序列。例如：

COME QUICKLY MOTHER SINKING

这时，发信方的操作员把字母编码成适当的由点和划组成的莫尔斯 (Morse) 码序列，并通过电缆把莫尔斯码序列变换为相应的电信号，再在电报线路 (媒质) 上进行传输。接收方的另一个操作员认识点和划组成的莫尔斯码，对它们进行解码，还原成相应的字符序列，并由此导出信息。在电报系统中的噪声主要是电噪声。一个噪声的突发可能使莫尔斯码中的一个点变成一个划，从而引起误码。这些误码被解码以后形成的不是原来的字符，甚至可能是字符集以外的无效字符。

以上电报通信的例子只是给出数据通信的某些概念，详细内容将在以后各章节中进行介绍。

§1.2 模拟通信、数字通信和数据通信

要给模拟通信、数字通信和数据通信下一个明确的定义是困难的，因为至今尚没有标准的定义，本书根据目前比较流行的说法对它们进行定义。

设 $s(t)$ 为通信系统的传输媒质中传输的信号 (参见图 1-1)，它具有两种基本形式，即模拟的或数字的。所谓模拟信号指的是随时间连续变化的信号，如图 1-2(a) 所示。模拟的含义是指用电参量 (如电压、电流) 来模拟要传送的消息。如电话信号就是语声波形的电模拟，它是利用送话器把语声声波压力的变化，变成电压 (或电流) 的变化。以模拟信号传输的传输方式称为模拟传输。而数字信号的特征是它不随时间作连续变化，只能取有限数目的值 (离散的值)，如图 1-2(b) 所示。图 1-2(b) 表示的二进制数字信号，就是以 “1” 和 “0” 两种状态的不同组合来表示不同的信息。电报通信中的五单位码，计算机之间传送的数据、指令等等都是数字信号。以数字信号传输的传输方式称为数字传输。因此，根据传输媒质中传输信号的类型，传输方式可分为模拟传输和数字传输。

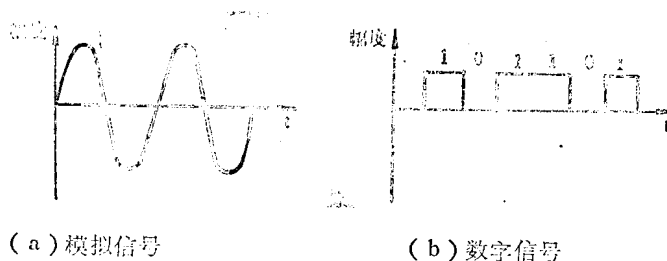


图 1-2 模拟和数字信号

若信息源发出的是模拟信号，经过发信机变换成适合在媒质中传输的电信号，这个变换后的电信号仍然是随时间连续变化的，则称这种通信方式为模拟通信。现今的大多数电话和电视通信系统都是使用这种通信方式的。模拟通信系统的模型如图 1-3 所示。图中的调制

器和解调器实质上是一种信号变换器，它对信号进行各种变换，使信号适合传输媒质的特性。经过调制器调制后的信号称为已调信号，它仍然是一种连续信号。解调器则把已调信号进行反变换，使其恢复成调制器输入端的信号形式。调制之前和解调之后的信号是一种原始电信号，它具有较低的频率，相对于频率较高的已调信号而言，通常称这种原始的信号为基带信号。在模拟通信中，通过信道的信号频谱通常比较窄，因此信道的利用率较高。它的缺点是：(1)传输的信号是连续的，混入噪声干扰后不易清除，即抗干扰能力差；(2)不易进行保密通信；(3)设备不易大规模集成；(4)不适应飞速发展的计算机通信的要求。

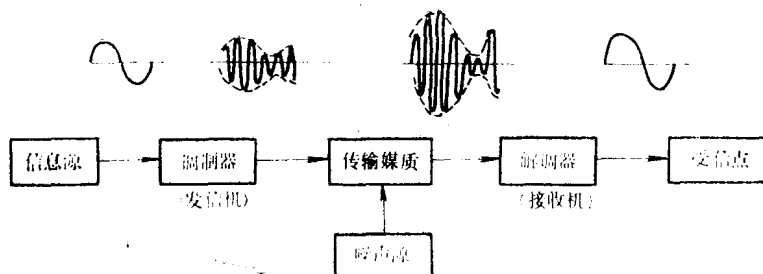


图1-3 模拟通信系统的模型

若信息源发出的是模拟信号，把它经过取样、量化和编码等数字化处理后，以数字信号的形式来传送的通信方式叫做数字通信。在数字通信系统中可以使用数字传输方式，也可以使用模拟传输方式。数字通信系统的模型如图1-4所示。

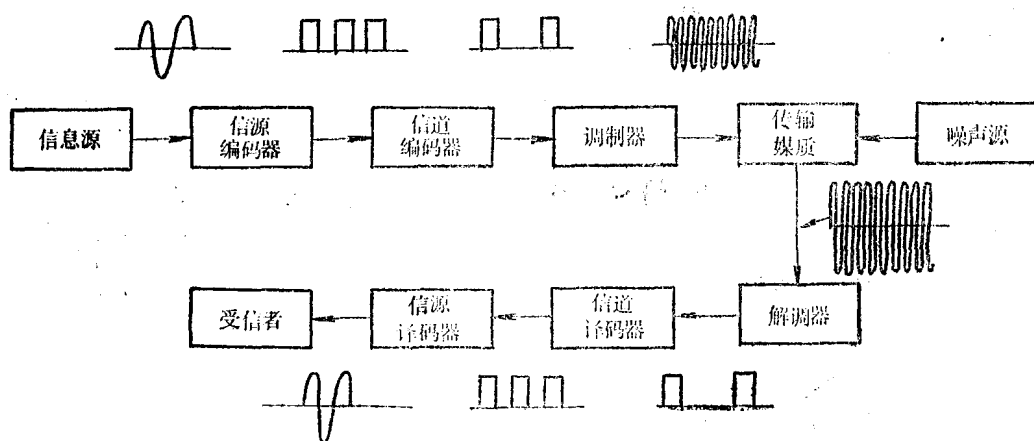


图1-4 数字通信系统的模型

图中信源编码器的作用是把信息源发出的连续信号变换为数字序列。信道编码器的作用是将信源编码器输出的数字序列人为地按一定的规则加入多余码元，因而使得在接收端能发现错码或纠正错码，以提高通信的可靠性。信道译码器的作用便是发现或纠正传输过程中引入的差错，解除信道编码器所加入的多余码元。调制器和解调器只是对用模拟传输方式的数字通信系统才是必须的，其作用和模拟通信系统中所述的类似。信源译码器的作用是把数字信号还原为模拟信号。

数字通信和模拟通信相比较，有如下的优点：第一，抗干扰能力强。因信号是以数码形

式进行传送的，被噪声干扰后，如数码尚未恶化到一定程度时，可用再生的方法恢复数码原形。即使由于噪声干扰，使数码出现一些差错时，也可以用差错控制技术加以消除。第二，设备可集成化、微型化。由于设备多属数字电路，可以大规模地集成，实现微型化。第三，保密性强。由于信号是变成数码形式传送的，因而便于进行加脱密处理。数字通信的缺点，在于它比模拟通信所用的信道频带通常要宽得多，即信道的利用率较低。然而，随着微波和卫星信道以及光缆信道的发展（其频带宽度通常可达几十兆、几百兆赫，甚至更高），数字通信占用频带较宽的矛盾越来越不显著了。

若信息源本身发出的就是数字形式的信号（电报、数据、指令等），那么不管用数字传输还是用模拟传输方式来传输这个信号，这种通信方式均称为数据通信。数据通信系统的模型和图1-4所示的数字通信系统的模型大同小异，只是因信息源本身发出的就是数字信号，因而不需要信源编码器。一般来说，数据通信具有三个特征：（1）它是机器（计算机）对机器（终端设备）的通信，或者是机器（计算机）对人的通信。（2）它传输和处理离散的数字数据，而不是连续的模拟数据。（3）它的通信速度很高，可以传输和处理大量的数据。

§1.3 数据通信研究的内容

数据通信研究的内容比较复杂、范围较广。为了简化起见，从数据通信系统各部分的功能来看，可以把数据通信研究的内容归纳为三个基本方面，如图1-5所示：

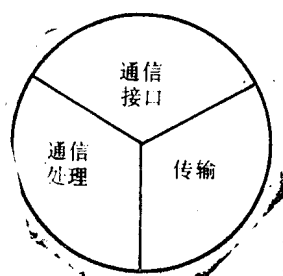


图1-5 数据通信的基本内容

1. 传输 解决如何为信息提供通路，研究适合传输的信号形式及各种传输设备。

2. 通信接口 解决怎样把发送端的信号变换为适合于传输的形式，或者把传输到终点的信号变换为适合接收端终端设备接受的形式。

3. 通信处理 这可能是数据通信最复杂的方面。它包括检错和纠错、格式化、速度变换、编码变换、网控、查询等。

本书各章的内容都可以分别归纳到上述三个基本方面中去，都是分别介绍上述三个基本方面的原理与实现。

§1.4 数据通信网、计算机通信网和计算机网

数据通信最简单的形式是在两个通信点的通信设备之间直接用传输媒质连接起来进行通信。然而，这种工作方式常常是不实际的。因为当设备间相距非常远，例如相距几千公里远的时候，要在两个设备之间架设一条专用线路将是非常昂贵的。另外，当有多个设备的时候，要在每一对设备之间提供一条专线也是不实际的。解决这个问题的是把需要远程通信的设备连接成网。这是一个正在迅速发展的技术领域，正在进行各种研究和试验。因而对这一领域的概念和术语还没有标准的定义，我们也只能选择一种既能反映现状又符合发展趋势的观点来讨论这个问题。

§ 1.4.1 数据通信网

数据通信网是一个由分布在各处的数据传输设备、数据交换设备和通信线路所构成的系统。它可使任一在网中的设备和另一设备进行数据通信。一个数据通信网的示意图如图 1-6 所示。

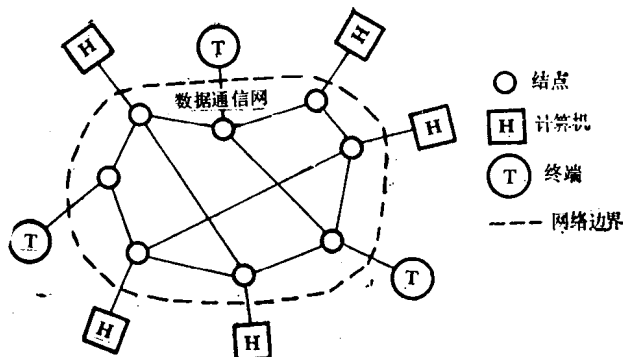


图1-6 数据通信网

数据通信网通常由硬件和软件两部分组成。硬件部分包括数据传输设备、数据交换设备和线路，软件部分是为支持上述硬件而配置的网络协议等。图1-6把网络中完成数据传输、交换功能的一个点称为结点。通过这些结点能使与其相连的计算机或终端成对地进行通信。

数据通信网可以按其拓扑结构和用来传输数据的技术进行分类。

一、按网络拓扑分类

这里的所谓拓扑是指计算机及其外部设备在网中的物理配置。数据通信网按网络的拓扑进行分类，有四种基本形式：星形网、树形网、网格形网和环形网。如图 1-7 所示。

二、按传输技术分类

这是一种常用的分类方法。可把数据通信网分为交换网络和广播网络两大类。

I. 交换网络

在交换网络中，数据从信源点经过一系列中间结点传送到终点。交换网络又可分为线路交换和存贮—转发交换两种类型。

1. 线路交换

线路交换型网络适用于一次连接后传输大量信息和要求实时通信的场合。根据交换机原理的不同，又可分为以下两种：

(1) 空间分交换，简称空分交换，如图1-8 所示。如果用户2 与用户3'通信，则空间分

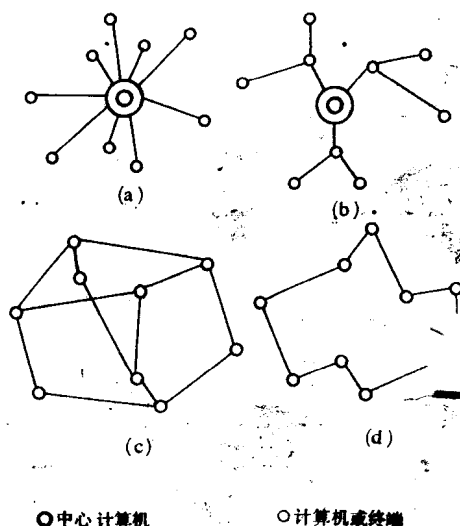


图1-7 数据通信网的拓扑结构
(a) 星形 (b) 树形 (c) 网格形
(d) 环形

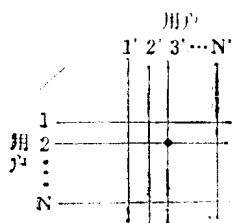


图1-8 空分交换示意图

(图中的小黑点，在人工交换机中是塞绳的插头)将2-3'这条路径接通。空分制的交换机，一般是对模拟信号进行交换，如邮电系统大量采用的步进交换机、纵横制交换机、程控交换均属空分交换。

(2) 时间分交换，简称时分交换。时分交换采用时分多路复用技术。图1-9表示时分交换的工作原理。图1-9(a)中，1, 2, ..., N 是输入线，它通过公用线与输出线1', 2', ..., N' 相连。把时间分成小的时间片，每个时间片相应地产生一个定时脉冲。根据输入线和输出线的连接要求，用相同的定时脉冲去控制输入门和输出门。只要改变门电路的控制脉冲，就可以任意地把某一输入线接到指定的输出线上去。在公用线上传输着时分多路信

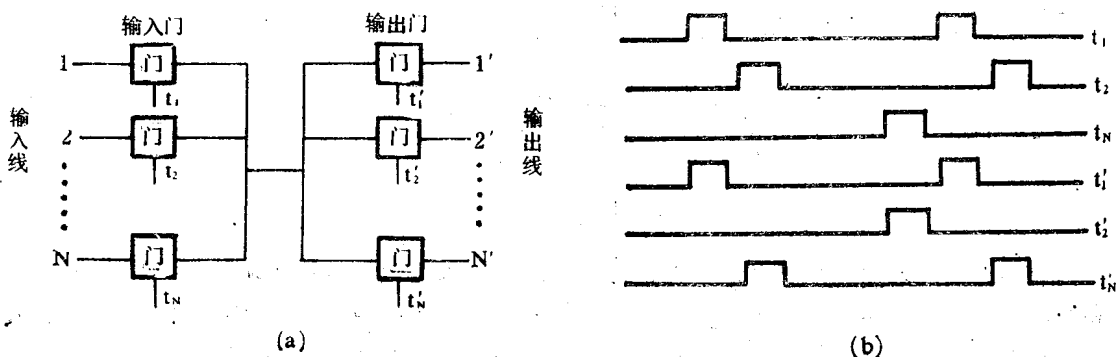


图1-9 时分交换示意图

号。图1-9(b)说明了各输入线和输出线的门电路控制脉冲的时间关系。输入门的控制脉冲 t_1 与输出门的控制脉冲 t_1' 为同一序号的定时脉冲，所以输入线1与输出线1'相连接。同理输入线2与输出线 N' 相连接。

2. 存贮—转发交换

这类网的信息交换过程是先将要传送的信息存入交换装置的缓冲区中，等到相应输出端的线路空闲时，再将信息输出到某一用户去。只要缓冲区足够大，就不会发生阻塞。在存贮—转发交换中，按交换信息单位的不同可分为报文交换和报文分组交换。报文的长度一般为几千比特，而报文分组的长度一般为一千比特左右。

报文交换时，发信端将发往受信端的报文，首先发给本地的交换局，然后由交换机将报文完整地存贮起来。由于报文一般较长，往往将其存入大容量存贮器（如磁盘）中，等到去目的地的线路有空时，再将报文通过中间交换机传送给受信端。这种方式和线路交换相比，它减少了因通信量不均匀引起的阻塞，充分利用了信道。然而它不适用于象电话那样要求实时性的信息传输，而对于数据通信是适合的。

报文分组交换的原理如图1-10所示。源计算机发出的报文，由节点1的信息处理机自动划分为定长的分组，通常称为包（Packet），每个分组都加上报文分组头。这些分组可选择不同的途径，到达终点结点5。然后由终点结点5将分组重新装配成最初的报文，并把它送交给目的计算机。这种交换方式因其线路利用率和传输可靠性高而在大型大容量的数据通信系