

电信技术普及丛书



数据通信

赵辰 彭美云 编著

人民邮电出版社

电信技术普及丛书

数 据 通 信

赵 辰 彭美云 编 著

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍数据通信的基本知识,并较详细地讲述了一段通用数据终端和智能终端设备的工作原理、数据通信系统的构成及应用、专用数据通信系统的规程、数据传输原理和几种差错控制方式,讲述了数据通信的交换方式和几种交换机的工作原理,以及公用数据网的结构、功能和网络规程。

本书内容通俗易懂,突出概念,适于从事通信或计算机专业的初级技术人员、业务管理人员及开始学习数据通信的一般电子技术人员阅读或参考。

电信技术普及丛书

数 据 通 信

赵 辰 彭美云 编著

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/32 1985年4月第 一 版
印张: 1212/32 页数: 198 1985年4月河北第一次印刷
字数: 198千字 插页: 1 印数: 1—10,000册

统一书号: 15045·总2984—无6316

定价: 2.40 元

出版者的话

为了普及电信技术知识，特别是电信新技术知识，为我国的通信现代化服务，我们组织编写了一套“电信技术普及丛书”，陆续出版。这套丛书的主要读者对象是具有中学文化水平、有一些电信基本知识的工人、管理干部和初级技术人员。在编写中，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂，使读者读过一本书后，能对某项技术的基本原理和主要情况有一个概括的了解，作为进一步学习的入门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

序 言

数据通信是从五十年代初期开始，随着电子计算机的发展而发展起来的一种新的通信方式。它的初级形式是通过通信线路将计算机与远距离的数据终端设备或其它设备（如遥测、遥控装置）相连接，进行数据信息传输，这就使计算机的用户可以远距离使用计算机，计算机也可以通过终端装置或其他装置远距离地进行实时数据收集或对某系统进行实时控制，从而扩大了计算机的应用范围，也发挥了通信的巨大作用。

六十年代末到七十年代初，开始出现了美国的ARPA及其他各种计算机通信网。它们把位于不同地点的计算机互相连接起来进行信息传输，从而实现了计算机之间的资源共享或负荷分担（资源共享是指属于一台计算机的资源，包括硬件、软件和数据，可以被网内另一台计算机所利用；负荷分担是指把一种指定的业务分散到网内几台计算机来承担），因而进一步发挥了计算机和通信的能力和功用。这是数据通信的高级形式。

当前，在一些经济发达的国家里，计算机（包括微型计算机和有处理能力的微处理机）的应用已经相当普及。今后大规模、超大规模集成电路技术继续向前发展，计算机的应用范围将更为广泛，数据通信将更深入到经济、军事、文教、卫生、行政和业务管理以及人们的日常生活等各个领域，成为现代信息社会不可缺少的重要组成部分。

数据通信是计算机和通信相结合而形成的一个新的应用技术，要理解数据通信，首先要了解计算机和通信两方面的有关

知识，本书在讲法上注意一方面给计算机工作者讲点通信技术，一方面给通信工作者讲点计算机技术，并在一些较方便的地方，插入讲述如何使二者相结合构成数据通信系统的技术措施、设备和有关规程，其目的就在于尽可能减少各种读者阅读上的困难，使他们都容易从中理解数据通信的一些重要内容，从而普及这种新通信方式的实用知识。但是，由于数据通信的内容十分广泛，其技术发展与应用日新月异，而作者工作中所涉及到的方面极其有限，书中难免有重大遗漏或取材不当之处，请读者不吝指正。

本书第一、五、六章是由赵辰编写的；第二、三、四章是由彭美云编写的。

作者

一九八三年十二月于北京

目 录

第一章 概说	(1)
1. 数据通信的产生.....	(1)
2. 什么是数据通信.....	(2)
3. 电子计算机是如何发挥巨大处理能力的.....	(7)
4. 数据通信系统的主要结构.....	(14)
5. 在现有模拟通信网上传输数据.....	(17)
6. 数据通信的一般发展规律.....	(27)
(1)从低速到高速.....	(27)
(2)从专用网到公用网.....	(28)
(3)从面向终端的数据通信网到计算机网.....	(28)
(4)采用分组交换方式.....	(29)
(5)建立通信控制规程.....	(30)
(6)从单一的数据通信网到综合业务数字通信网	(31)
7. 数据通信的应用.....	(32)
(1)自动防空指挥系统.....	(32)
(2)城市交通管制系统.....	(33)
(3)气象预报系统.....	(34)
(4)企业管理系统.....	(35)
(5)其他系统.....	(37)
8. 数据通信的发展前景.....	(38)
第二章 数据终端	(41)

1. 概述.....	(41)
(1)数据终端在数据通信系统中的地位.....	(41)
(2)数据终端的任务.....	(42)
(3)数据终端的分类.....	(44)
2. 会话式数据终端设备.....	(47)
(1)键盘输入器.....	(47)
(2)冲击型串式印字机.....	(51)
(3)字符显示器.....	(54)
3. 成批式数据终端设备.....	(57)
(1)纸带阅读器.....	(58)
(2)卡片阅读器.....	(60)
(3)冲击型行式印字机.....	(60)
(4)非冲击型印字机.....	(64)
(5)软磁盘机.....	(69)
4. 智能终端.....	(73)
(1)硬件构成.....	(75)
(2)终端程序.....	(76)
(3)几种典型的系统程序.....	(80)
(4)应用程序.....	(82)
第三章 数据通信系统.....	(88)
1. 概述.....	(88)
(1)数据通信系统概况.....	(88)
(2)数据通信系统的优越性.....	(90)
(3)数据通信系统的一些基本概念.....	(93)
2. 数据通信系统的硬件构成.....	(98)
(1)数据终端设备.....	(99)
(2)通信线路.....	(99)

(3) 计算机及其外围设备·····	(101)
(4) 通信控制设备·····	(106)
3. 数据通信系统的软件构成·····	(111)
(1) 概述·····	(111)
(2) 系统管理程序·····	(114)
(3) 通信控制程序·····	(118)
(4) 文件管理和数据库管理程序·····	(121)
(5) 语言处理程序·····	(126)
(6) 支援程序·····	(127)
(7) 应用程序·····	(128)
4. 数据通信系统的处理方式·····	(129)
(1) 实时系统·····	(130)
(2) 远程批量系统·····	(131)
(3) 分时系统·····	(132)
(4) 事务处理系统·····	(133)
5. 专用数据通信系统的通信规程·····	(137)
(1) 数据终端设备与调制解调器的标准接口·····	(138)
(2) 基本型传输控制规程概述·····	(150)
(3) 高级数据链路控制 (HDLC) 规程概述·····	(157)
第四章 数据传输 ·····	(167)
1. 数据传输的基本知识·····	(167)
(1) 怎样来衡量数据传输的有效性·····	(167)
(2) 怎样来衡量数据传输的可靠性·····	(170)
(3) 数据信号的理想传输·····	(176)
(4) 信道的传输特性和传输媒介·····	(185)
a. 各种信道的传输特性·····	(185)
b. 信道的传输媒介·····	(192)

2. 实线电路的基带传输.....	(194)
(1) 什么叫基带传输?	(194)
(2) 基带传输的线路信号码型.....	(195)
(3) 基带传输设备.....	(200)
3. 载波电路的数据传输.....	(203)
(1) 幅度调制.....	(205)
(2) 频率调制.....	(215)
(3) 相位调制.....	(220)
(4) 幅度—相位复合调制.....	(225)
4. 同步与均衡技术.....	(228)
(1) 比特同步及符号同步.....	(228)
(2) 码间干扰及时域均衡的概念.....	(231)
5. 时分电路的数据传输.....	(239)
(1) 概说.....	(239)
(2) 同步多路信号复用方式.....	(240)
(3) 非同步多路信号复用方式.....	(244)
(4) 动态时分复用的概念.....	(249)
6. 差错控制.....	(250)
(1) 输入数据的差错及检测方法.....	(251)
(2) 传输过程中的差错及测量方法.....	(254)
(3) 差错控制的基本原理.....	(257)
(4) 几种常用的差错控制编码方式.....	(259)
第五章 数据交换	(271)
1. 为什么需要交换?	(271)
2. 电路交换.....	(273)
(1) 机电式自动交换机.....	(275)
a. 步进制交换机	(275)

b. 纵横制交换机	(277)
(2) 电子交换机	(280)
a. 异步交换	(286)
(a) 非等时信号交换方式	(286)
(b) 字节交换	(291)
b. 同步交换	(295)
c. 不同传输速率的数据混合交换	(298)
3. 脉码调制(PCM)电路交换机举例	(300)
4. 人工交换	(305)
5. 信息交换	(309)
(1) 电报格式	(310)
(2) 信息的处理和交换	(311)
6. 分组交换	(315)
(1) 为什么要发展分组交换	(315)
(2) 分组格式和分组长度	(319)
(3) 分组交换原理	(320)
7. 三种交换方式的比较	(330)
第六章 公用数据通信网	(333)
1. 数据通信网的建立	(333)
2. 数据通信网的网络结构	(338)
3. 本地网的控制方式	(341)
(1) 建立同步交换方式	(341)
(2) 探询	(343)
a. 点名探询	(343)
b. 邻站探询	(345)
c. 选择方式	(346)

4. 分组交换网的路由选择算法.....	(346)
(1) 泛滥算法.....	(347)
(2) 固定路由算法.....	(348)
(3) 最小权数标记算法.....	(348)
(4) 分支流量算法.....	(351)
(5) 适应型路由选择算法.....	(352)
(6) 集中的路由选择算法.....	(354)
(7) 各种路由选择算法的比较.....	(355)
5. 分组交换网内的流量控制和拥塞控制.....	(355)
(1) 预订缓冲单元方案.....	(356)
(2) “窗口”方案.....	(357)
6. 数据通信规程.....	(358)
(1) 数据通信规程的特点.....	(358)
(2) 什么是多级规程?	(358)
(3) 数据通信规程的主要内容.....	(363)
7. X系列建议简介.....	(364)
(1) X.21建议	(364)
(2) X.25建议	(366)
(3) X.75建议	(371)
结束语.....	(377)

第一章 概 说

1. 数据通信的产生

早在上一世纪就相继实现了以电信号来传送文字和语言的电报和电话通信。这两类通信方式互为补充，不断改进，为人类的生产和社会活动带来了极大方便。这样持续了数十年，一直到三十余年前出现了电子计算机，才有可能发展一种新的通信方式——数据通信。这种通信方式对人类的生产和生活的影响将远远超过电报和电话通信。

在开始有计算机时，人们用它来代替计算尺或电动计算器进行解题或做一些科学计算，把它看成是一个单独的 计算工具。要使用计算机，必需将待处理的数据资料送到计算机站。为此，有的人通过邮局把数据资料寄给计算机站，等待计算机站把计算结果通过邮局寄回来；有的甚至派出专人乘坐火车、轮船或飞机将数据资料送到远地的计算机站，然后再把计算机处理结果带回去。这样就浪费了大量时间，对于紧急的数据资料，例如气象资料等，显然不能及时处理，而使其失去时效。另一方面，计算机经常需要等待人来输入数据资料，也不能充分发挥快速计算的能力。于是，人们提出了这样的问题：能否做到使用户可以把待处理的数据通过通信线路传送给计算机，经计算机进行计算处理后，再将计算结果通过通信线路送回给用户，从而达到远距离使用计算机的目的呢？这一愿望到五十年代中期，由于开始有了数据通信而终于实现。

自从有了数据通信，不仅提高了计算机的利用率，也显著扩大了计算机的应用范围。同时，由于有计算机介入通信系统，也大大发挥了通信的作用。在进一步谈这些问题之前，让我们先介绍一些有关数据通信的基本知识。

2. 什么是数据通信

数据通信是以传送数据为业务的通信。换句话说，它所传送的东西不是别的，而是“数据”。

数据通信又是一种通信与计算机相结合的、人——机或机——机通信。通信的双方至少有一方是计算机。它传送数据的目的不仅是为了交换数据，而主要是为了利用计算机来处理数据。它所使用的信号形式必需与电子计算机中所使用的相同，否则，把其它种形式的信号传送给电子计算机，电子计算机不能“理解”，不能接受，不能动作，将不起任何作用。这种信号就是形式最简单、抗干扰能力最强的二进制数字信号。

那么，什么是“数据”？做些什么事情属于“处理数据”？什么是二进制和二进制数字信号？为什么二进制数字信号有最强的抗干扰能力呢？下面我们就来依次说明。

(1) “数据”，一般是指在传输时可用离散的（即不连续的）数字信号逐一准确代表的离散的文字、符号、数码等等。如果追溯到它的来源，内容相当广泛，几乎涉及到了一切最终能以离散的数字信号表示、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、一些设计图纸、甚至人的思维、语音及活动图象等等都可包括在内。因为人的连续思维经过提炼整理，可以写成文字，即可用文字来表示；人的语音和活动图象的模拟信号，经过“数字化”处理，也可以数码序列

来表示（这种从模拟到数字的变换，叫做“编码”，这样“数字化”的结果并不等于准确无误地用数字信号代替了原来的模拟信号）；再拿一张机器图来说，若定出该图纸的坐标，就可以对图中各点的亮度进行编码（即以不同的数码组合表示各点的不同亮度），这样，一张机器图就能以离散的数码序列代表（这样的“数字化”方法，也不等于准确无误地以数字代替了该图纸），因此也可以说它是数据的一种原始信息。我们在数据通信中所说的“数据”并不涉及到它的原始信息，只看它现在是不是离散形式的信息，例如文字、符号、数码等，如果是，就称为“数据”，而不管它是怎样得来的。这明确了数据通信的业务内容，而同时并没有限制它实际适用的领域或范围。

（2）所有对数据进行的收集、分类、计算、整理、存储、变换等工作，都属于数据处理的基本内容。能对数据进行高速处理是电子计算机的特殊优点，也是电子计算机被称为“有智能的机器”的主要原因。数据通信之所以产生，就是因为人们要求方便地使用具有巨大处理能力的电子计算机。在可以利用数据通信的地方，过去需要几个月甚至几年才能处理完的工作，利用电子计算机的处理能力，只需几分钟以至几秒钟就可以处理完毕，并立即得到处理结果。这使以往不少难以解决的问题迎刃而解，许多从前几乎无法实现的事情得以实现。因此，计算机的应用范围日益广泛，对与它的应用密切相关的通信系统的要求也日益提高。数据通信自从诞生以来日益显示其重要性，并且具有广阔的发展远景，其根本原因也在于此。

（3）二进制是一种计数的制式，它的数字符号只有两种，就是“1”和“0”。它的特点是逢二进一。只用“0”和“1”这两个符号写出来的数叫二进制数。它是在数据通信工

作中经常用到的一种数制。我们为什么要采用这种数制呢？

人有十个手指，在日常生活中感到用它们来计数很方便，所以人们习惯采用十进制数制。同理，由于计算机内部器件都只工作于两种状态，如电路中电流的有、无；电压的高、低；门电路的启、闭；晶体管的通、断等。人们可以把其中一个状态作为“0”，另一个状态作为“1”。因此，计算机工作中就自然采用了二进制数制。

电传打字机是数据通信中常用的一种终端设备。为了方便地利用电路的通、断这两种状态的组合来传送信息，其中也采用了二进制数制。它对所传送的数据中的文字、符号等用不同的二进制数码组合来表示，即以“1”或“0”为码元，以用“1”与“0”组成的二进制数的码组来表示（这叫做二进制编码），并以电路中有一定幅度的脉冲电流代表“1”，以无电流代表“0”，于是对应于每一个码组发出一串由脉冲与间隙组合起来的数据信号；当连续发送许多文字、符号时，在电路中就产生一长串二进制脉冲序列，这叫做二进制数字序列；而这种数据信号就叫做二进制数字信号。输入电子计算机和由电子计算机输出的数据信号都是这种二进制数字信号。下面对这种信号作进一步分析。

我们知道，信息总是通过一定形式的信号进行传递的。信号根据其随时间变化的状况，可分为连续信号和离散信号两种形式。连续信号是随时间而连续变化的，它是时间的连续函数；离散信号不随时间连续变化，而是每隔一段时间取某一个值。通常把可以在一个范围内连续取值的连续信号称为模拟信号，而把只能取有限个值的离散信号称为数字信号。图 1-1 所示的话音信号是典型的模拟信号；而如图 1-2 所示的脉冲序列，是典型的数字信号。

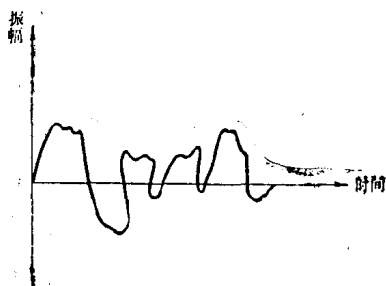


图 1-1 模拟信号

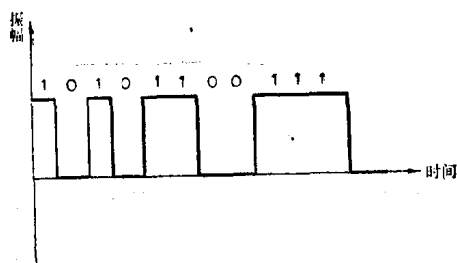


图 1-2 数字信号

一般，数字信号能取的值有 n 个，就称为 n 进制数字信号，它的一个单元叫“ n 元码”。图 1-2 所示的数字信号的幅度只取两个值中的一个，例如发“0”时为零毫安，发“1”时为十毫安，而不取任何其它值，故被称为二进制数字信号。二进制数字信号的一个单元叫“二元码”。“二元码”又称“比特”。因此可以称电路中每秒传送二元码的数目为“数据率”，并以“比特/秒”为计量单位。为什么称二元码为“比特”呢？

我们知道，在通信领域中，几十年来一直就把“比特”作