

〔日〕 电气通信协会编

蔡道法 译



数据传输技术基础



人民邮电出版社

73.46.63
709

数据传输技术基础

【日】电气通信协会编

蔡道法译



人民邮电出版社

8510386

D032/12

改訂2版

データ伝送の基礎知識

〔日〕電気通信協会編

(1979)

内 容 提 要

本书是讲述数据传输技术基础知识的通俗读物。它从应用的角度出发,比较全面系统地介绍了数据传输和数据通信的关系;数据传输的基本技术(包括各种调制解调方法的基本原理);实用数据传输线路的构成及其接口;传输控制规程、差错控制的方法;各种数据终端和通信控制器等设备的工作原理及功能等。为了加深理解,各章附有习题和答案。

本书可供从事数据传输和计算机通信的初中级技术人员、技术管理人员阅读,也可供有关专业的师生参考。

数 据 传 输 技 术 基 础

〔日〕電気通信協会編

蔡道法 译

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: 850×1168 1/32 1984年11月第 一 版
印张: 9 16/32 页数: 152 1984年11月河北第一次印刷
字数: 448千字 印数: 1—11,000册

统一书号: 15045·总2894—有5368

定价: 1.50元

前 言

电子计算机及其相关技术发展显著。它广泛地应用到各个领域，诸如银行支付现金，家庭水表遥测处理，乃至我们的日常生活。可以毫不夸张地说，今后的社会活动离不开电子计算机。电子计算机的用途正在逐渐扩大，前途无限。

电子计算机的应用发展如此迅速，固然与其硬件性能的提高和软件技术的进步有着密切的关系，但是，不要忘记另一重要因素，那就是电子计算机和通信技术的结合。

最近，提出了计算机网络体系结构的概念，数据交换网和计算机网络也引起了人们的注意。所谓网络体系结构，是出于一种以分散电子计算机功能为目的的概念，而计算机网络则是共享电子计算机资源为目的的一种见解。

这些新的概念都同属于电子计算机技术和通信技术领域的问题，也是这两种技术相结合的产物。

从非洲某地存取设在纽约或东京的电子计算机的信息，这种梦幻已逐渐变成现实。

设置在大楼内的电子计算机，伸长它的“手足”，实时地处理远地的信息，这就是**数据通信**。数据通信是联机信息处理系统，这种技术克服了信息处理中的距离远和时间长的困难。

其中，信息的输入输出和传输及其控制技术，则属于**数据传输**的范畴。

本书的研究对象是终端设备、数据传输线路和通信控制器。它作为进一步钻研数据传输技术的入门书，在选材方面，尽量注意了普遍性，可供中等文化程度的人员阅读。

文中的习题与各章节的内容应看作是一个整体，请做了习题以后再往下阅读。

在本书全面修订之际，曾得到日本电电公社技术局数据传输部
高月敏晴等先生的大力协助，在此深表谢意。

电气通信协会

目 录

1. 数据通信和数据传输	(1)
1.1 信息处理和电子计算机	(1)
1.1.1 信息的时代	(1)
1.1.2 信息	(1)
1.1.3 信息处理	(2)
1.1.4 电子计算机	(2)
1.2 数据通信系统	(3)
1.2.1 数据通信系统的组成	(3)
1.2.2 联机实时系统	(6)
1.3 数据通信的应用	(8)
1.3.1 数据通信的用途和效果	(8)
1.3.2 日本数据通信的发展动态	(9)
1.4 数据传输	(12)
1.4.1 数据通信和数据传输	(12)
1.4.2 数据传输系统的组成	(13)
2. 编码和记录媒体	(16)
2.1 二进制编码	(16)
2.1.1 二元状态	(16)
2.1.2 二进制数	(17)
2.1.3 信息的表示方法	(24)
2.1.4 单位数和编码数	(25)
2.2 标准编码	(26)
2.2.1 编码的标准化	(26)
2.2.2 ISO/CCITT 编码	(26)
2.3 键盘排列	(35)
2.3.1 概述	(35)

2.3.2	控制字符键	(35)
2.3.3	字符键和图形字符键	(36)
2.3.4	换档键	(37)
2.3.5	无键字符	(39)
2.4	记录媒体	(41)
2.4.1	纸带	(41)
2.4.2	卡片	(42)
2.4.3	边缘卡片	(43)
2.4.4	打印纸	(45)
2.4.5	标记纸	(45)
2.4.6	磁带	(48)
2.4.7	磁卡片	(48)
2.4.8	磁盘和软盘	(48)
3,	编码的传输	(51)
3.1	用直流信号表示二进制编码	(51)
3.2	调制和解调	(52)
3.2.1	概述	(52)
3.2.2	调频	(54)
3.2.3	调相	(57)
3.2.4	脉冲编码调制	(64)
3.3	同步方式	(66)
3.4	串行传输和并行传输	(68)
3.5	传输速度和带宽	(69)
3.6	传输质量	(73)
3.6.1	传输信道的质量	(74)
3.6.2	数据传输线路的质量	(78)
3.7	测试器	(83)
4.	数据传输线路	(86)
4.1	数据传输线路的分类	(86)

4.2	二线制和四线制	(86)
4.3	全双工和半双工	(87)
4.4	线路网的结构	(88)
4.4.1	直达线路	(88)
4.4.2	分支线路	(88)
4.4.3	多路复用	(89)
4.4.4	集中	(90)
4.4.5	交换线路	(91)
4.5	模拟线路和数字线路	(92)
4.5.1	模拟线路	(92)
4.5.2	数字线路	(92)
4.6	线路的种类	(92)
4.6.1	特定通信线路和专用线路	(93)
4.6.2	公用通信线路(电话)和用户电话线路	(100)
4.6.3	公用通信线路(电报)和用户电报线路	(102)
4.7	调制解调器	(104)
4.7.1	调制解调器的种类	(104)
4.7.2	DT-213 型调制解调器	(104)
4.7.3	DT-1204 型调制解调器	(108)
4.7.4	DT-4801 型调制解调器	(110)
4.7.5	特殊的调制解调器	(114)
4.8	宅内电路终接设备	(115)
4.8.1	宅内电路终接设备的种类	(115)
4.8.2	起止式宅内电路终接设备	(115)
4.8.3	同步式宅内电路终接设备	(116)
4.9	接口	(117)
4.9.1	接口的种类	(117)
4.9.2	接口规定的项目	(118)
4.9.3	V 系列接口	(118)

4.9.4	X 系列接口	(125)
4.10	传输信道	(127)
4.10.1	多路电话传输方式	(127)
4.10.2	载报机	(128)
4.10.3	通路变换设备	(129)
4.10.4	48千比特/秒数据传输方式	(131)
5.	传输控制	(134)
5.1	传输控制概述	(134)
5.1.1	传输控制的概念	(134)
5.1.2	传输控制规程的种类	(135)
5.1.3	传输控制的阶段	(137)
5.1.4	信息的种类和数据的类型	(139)
5.1.5	码组传输	(140)
5.1.6	传输控制字符	(142)
5.1.7	信息电文的数据格式	(143)
5.1.8	控制信息用的传输控制字符	(145)
5.2	传输控制规程的实例	(147)
5.2.1	线路的接续	(147)
5.2.2	数据链路的建立	(147)
5.2.3	数据的传送	(150)
5.2.4	结束	(152)
5.2.5	拆线	(153)
5.2.6	放弃和中断	(153)
5.2.7	扩充型	(156)
5.3	差错控制	(158)
5.3.1	差错控制的必要性	(158)
5.3.2	差错控制方式的分类	(159)
5.3.3	检错	(160)
5.3.4	按输出数据形式分类的差错控制	(163)

5.3.5 其他的差错控制方式	(165)
6. 终端设备	(171)
6.1 概述	(171)
6.1.1 终端设备的种类	(172)
6.1.2 终端设备的功能和组成	(174)
6.2 传输控制器	(176)
6.2.1 传输控制器的种类	(176)
6.2.2 传输控制器的功能和组成	(176)
6.2.3 传输控制器的动作	(179)
6.2.4 传输控制器的电路动作	(182)
6.3 输入输出设备	(189)
6.3.1 打印机	(190)
6.3.2 读出机、穿孔机	(204)
6.3.3 磁带机	(211)
6.3.4 字符显示器	(215)
6.3.5 XY绘图机	(221)
6.3.6 纸带式打印机	(223)
6.3.7 软磁盘机	(225)
6.3.8 光学字符阅读机	(226)
6.3.9 穿孔打字机	(226)
6.3.10 其他输入输出设备	(228)
7. 通信控制器	(231)
7.1 通信控制器的作用	(231)
7.2 通信控制器的功能	(232)
7.2.1 通信控制器和中央处理机之间的功能分配 ..	(232)
7.2.2 通信控制器功能概述	(234)
7.3 通信控制器的工作原理	(236)
7.3.1 数据的接收	(236)
7.3.2 字符的汇集和传送	(238)

7.3.3	数据的发送	(240)
7.3.4	通信控制器和数据处理	(241)
7.4	通信控制器的组成	(243)
7.4.1	通信控制器的发展过程	(243)
7.4.2	通信控制器的组成	(244)
7.4.3	通信控制处理机的组成	(245)
7.4.4	通信控制处理机的应用	(245)
7.4.5	通信控制器的性能	(248)
附录		(249)
附录 1	6 单位电传打字电报编码	(249)
附录 2	控制字符的定义	(249)
附录-3	图形字符的名称	(254)
附录-4	调制解调器特性一览表	(256)
附录-5	基本型传输控制规程	(257)
附录-6	差错控制方式的应用例子	(264)
附录-7	高级数据链路控制规程	(265)
附录-8	按钮式拨号电话机	(269)
附录-9	终端设备特性一览表	(270)
附录-10	JS型信息处理机的组成	(272)
附录-11	数据通信网的概念	(273)
附录-12	遥测方式简介	(273)
习题答案		(279)
索引	本书常用英文缩写词	(290)

1

数据通信和数据传输

在具体介绍数据传输之前，先简要地谈谈数据通信，以便明确数据传输在数据通信中的地位及其有关知识。

1.1 信息处理和电子计算机

1.1.1 信息的时代

可以说，今后将是“信息的时代”。

回顾一下以往的科学技术发展史，就会发觉，原材料和能源是其主要研究对象，但是，随着科学技术的发展，人类高度社会化，科学地研究信息及其有效的处理技术，已显得日益重要了。

考察一下最近信息技术的动向，可以说非常类似于能源方面的产业革命。也就是说，电子计算机的发明相当于蒸汽机的发明。

人类，除了大脑之外，还能制造处理信息的工具，这样，以材料和能源为主的时代也随之发生了变化，以信息为支柱的社会开始到来。今后的时代，可以说是信息化时代。

1.1.2 信息

信息这个词语，严格地定义是相当困难的。鉴于目前正处在发

(注)信息和数据

JIS(日本工业标准)对这两个用语的意义有如下的解释。

信息：人们按照一定的规则所提供的的数据。

数据：表示诸如现象、概念、命令等，并且加以格式化，以便适合于人或机器的处理。

展之中，随着时间的推移，这个抽象的词语就会逐渐具体化。因此，不必过早地定义。

如果硬要解释什么叫信息，可以下一个比较易于理解的定义：信息是“有意义符号的集合体”。

1.1.3 信息处理

人类的社会活动，其结果必然会产生信息。这些信息的计算、分类、收集、统计、存储等等，作为一种事务由一般的办事处进行处理。但是，采用电子计算机以后，这些处理就更加普遍了。此外，利用电子计算机进行经营管理，可以进行各种复杂的处理。我们把“从所获得的信息中提取所需要的信息”叫做**信息处理**。

1.1.4 电子计算机

电子计算机不仅用于计算，而且用于“信息处理”。电子计算机不是单一机器，而是由各部分组成的一个“系统”。所谓系统，是指为了完成某一总体功能，各部分的有机结合体。

EDPS (*Electronic Data Processing System*) 是指由电子进行数据处理的“系统”。

电子计算机的一般组成，如图1.1所示。由输入设备读出输入数

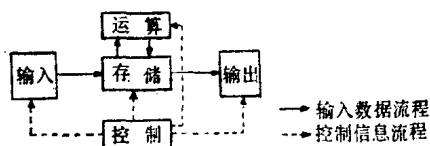


图 1.1 电子计算机的组成 (之一)

据，经存储器和运算器的处理，再由输出设备输出必要的输出数据。这些设备的动作受控制器发出的控制信息控制。

处理信息的顺序叫做程序。要使电子计算机高效率地进行信息处理，必须编制出良好的程序。因此，电子计算机技术，除了与其

设备有关的电子和机械技术之外，程序编制技术也是十分重要的。程序，即电子计算机的“应用方法”，一般叫做**软件 (Software)**，那么，前述的设备就叫做**硬件 (Hardware)**。

(注) 其特性介于硬件和软件之间的一部分硬件，叫做**固件 (Firmware)**，有时把它单独列为一类。

存储器、运算器和控制器结合在一起，叫做**中央处理机**。如果用图来表示，如图1.2所示。



图 1.2 电子计算机的组成 (之二)

(注) 外围设备

电子计算机系统除了上述的中央处理机之外，还应包括外围设备。外围设备是外存储器（磁带等）及其控制器、操作台和输入输出设备之总称。

1.2 数据通信系统

1.2.1 数据通信系统的组成

数据通信是遍及广阔区域的信息处理系统，其输入和输出设备大多设置在远地，好象伸长了电子计算机的“手、足”。

图1.3是数据通信系统的一般组成形式，即通过数据传输线路

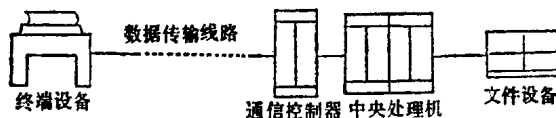


图 1.3 数据通信系统的组成

将终端设备连接到中央处理机。这里的终端设备基本上就是图1.2中的输入和输出设备。

下面，对系统的各类设备分别予以简介。

(1) 终端设备

在数据通信系统中，设置在远离计算机中心的数据输入输出部分，叫做**终端设备**。由于它一般设置在用户所在地，所以又称**宅内设备**。

电子计算机的输入设备，由于输入信息量比较大，而且集中，一般都采用卡片之类进行高速输入。数据通信的输入设备设置在信息发源地，所处理的信息量比较少，也有由人工直接输入的，所以输入速度一般较低。

电子计算机的输出设备，一般采用高速打印设备。数据通信的输出与输入相类似，信息量比较少。在现阶段，数据通信的输入输出速度都比外围设备低。鉴于终端设备起着实现人和数据通信系统之间的联系作用，因此终端设备的重要性是不容置疑的。

数据通信的业务对象几乎都是人做的工作，所以，无论是银行用的或是一般事务处理用的数据通信系统，都应该与其业务相适应。输入方面，除了用纸带等进行间接输入外，也可以直接输入，譬如通过键盘操作输入。输出方面，可以采用纸带、打印，也可以采用显示器显示。

数据通信系统输入、输出的对象，除了人之外，也有象水库的水位或水闸的开闭之类，不是以人为对象的。

此外，数据通信不仅具有输入输出数据的功能，而且必须具有比过去的电报设备更为复杂的差错控制、传输控制等功能，以便与远程计算机之间实现正确而且迅速的数据传输。

人们认为，要使计算机在数据通信中运用自如，终端设备是很重要的。今后大力发展终端设备，包括研制、生产和维护技术，将是一项迫切的任务。

(2) 数据传输线路

数据通信的一方必定是电子计算机，这就要求**数据传输线路**较之传输电传编码具有更高的传输速度和正确性。但是，大多数的数

据传输信道采用的是电话线路，其质量较差，因此需要在中心和终端这两侧采取补偿措施。

数据终端设备通常要将输入数据变换成直流编码后再传输，由于直流信号不能在长途电话线路上传输，因此，在传输之前，必须把它变换成交流信号。

最近，出现了**数字线路**（参阅4.5.2节），只要将终端的直流编码信号变换成特定波形的直流信号，就可以在该线路上进行传输，因此，不必进行直流和交流信号的相互变换。

此外，由于数据通信系统的计算机中心与很多终端相连接，需要组建电路交换、电路分支等高效率的通信网。

（3）通信控制器

通信控制器设置在计算机中心，是连接数据传输线路和中央处理机的设备。

通信控制器的功能如下：完成和终端设备之间的差错控制、线路接续、确认和拆线等控制；传递数据传输线路和中央处理机之间的信息，将数据传输线路送来的串行信号变换成并行信号送给计算机，或作相反的变换，字符的汇集和拆卸等。

根据和中央处理机之间的功能分配和连接方式，可将通信控制器分成若干类型。

（注）近来，为了减轻中央处理机的软件负担，研制了通信控制处理机，它具有小型计算机的功能，内有通信程序，能进行独立处理。

（4）中央处理机

简言之，电子计算机的中央处理机也可叫做电子计算机（EDPS）。

数据通信系统可以将各地区的信息进行集中处理，或者说，多台终端共同利用电子计算机。

电子计算机处理信息的速度是很高的，但价格很贵。大型（指处理能力大）计算机的价格比小型计算机更贵，然而，它的处理能力特别大，一件处理所需的费用反而要比小型计算机便宜得多。因

此，由中心（设置有大型计算机）收集信息，进行集中处理，这是很自然的。

中央处理机担负信息处理的功能，对它的要求是，根据系统的规模，要具有充分的处理能力；对于随机发生的数据具有立即处理的能力。为此，中央处理机应该与通信控制器有机地结合起来，具有进行实时处理的功能（参阅1.2.2节）。

软件方面，除了原有的业务处理程序，还要具备实时处理程序。

为了保证系统的可靠性，可设置备用机，或采取双机运转方式。

（5）文件设备

人类频繁的社会活动所带来的“信息爆炸”，以及考虑到信息之间有机联系的重要性，要求系统具有存储大量信息的能力和从存储的信息中快速地取出所需信息的能力。实现这些功能的设备叫做**文件设备**，在以前的电子计算机系统中，叫做**外存储器**。文件设备和**信息处理机***都是系统的重要组成部分，文件设备的性能直接左右着数据通信系统的能力，因此，与信息处理机分开，作为独立部分来考虑是比较合适的。

文件设备常用磁鼓或磁盘，并逐渐朝着大容量化和高速化方向发展，要求有很高的可靠性。

1.2.2 联机实时系统

（1）联机和脱机

终端设备通过通信线路和中央处理机直接连接的系统叫**联机系统**（图1.4）。可见，联机系统就是数据通信系统。

相应地，将终端输出信息先暂时记录在纸带等介质上，然后再输入到信息处理机的系统叫做**脱机系统**（图1.5）。

（2）实时处理

* 即信息处理中心的中央处理机。——译者注