

〔日〕电气通信协会编

蔡道法 史国宁 译

杨谷良 审校



数据交换技术基础



人民邮电出版社

数据交换技术基础

【日】电气通信协会 编

蔡道法 史国宁 译

杨 谷 良 审校

人民邮电出版社

データ交換の基礎知識

電気通信協会編

1981年2月

内 容 提 要

本书着重介绍了数据交换系统和计算机网中常用的两种交换技术—电路交换方式和分组交换方式的基础知识。内容主要包括交换原理、网络结构、交换网的硬件和软件、计费方式及维护运转等，同时也简要介绍了国际数据交换网的动向、传输控制规程和标准化建议等。

本书主要供从事数据通信、计算机网的技术人员以及有关专业的师生参考阅读。

数据交换技术基础

〔日〕电气通信协会 编

蔡道法 史国宁 译

杨 谷 良 审校

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5月 第 一 版
印张：11 20/32 页数：186 1984年5月河北第一次印刷
字数：303 千字 印数：1—8,000 册

统一书号：15045·总2816—有5342

定价：1.80 元

前 言

自从我们听到“信息处理”、“数据通信”、“计算机网络”这些名词以来已有许多年了。

日本最初出现正规的联机数据通信系统是在1966年，到现在已经过去十多年了。

在这一期间，日本的电子计算机已接近4万台，联机数据通信系统也达到了1500个。

数据通信系统通常是由终端设备、电子计算机和通信线路组成的，最近随着超大规模集成电路半导体器件技术的发展，进一步加强了终端的功能。所谓智能终端就是这种功能很强的终端的代表。也就是说，终端本身就可以进行一定的处理。

在电子计算机方面也在逐渐向小型化、高性能化发展，扩大了处理能力。

在通信线路方面，过去所使用的特定通信线路（联结计算机和终端的专用线路）是所谓的“模拟”线路，因此，终端和计算机所使用的数字脉冲必须变换成模拟波形以后才能进行传输。

但是，日本电报电话公社从1978年4月开始改变了特定通信线路的内容，在原来的特定通信线路上追加了传输9600bit/s的D-13规格以及能够使用自营的调制解调器并能作9600bit/s数据传输的D-1S规格（通常称为调节线路）。以上规格类型叫“频带类型”。

此外，还开始了数字型特定通信线路的业务。它具有7种速度：200bit/s、300bit/s、1200bit/s、2400bit/s、4800bit/s、9600bit/s、48Kbit/s。这些规格类型称为“代码类型”。在“频带类型”中，除了进行数据传输之外，还能进行“语音”传输（例如用

于商谈等)，而在“代码类型”中，则仅能作数据传输，而不能传送话音。

这些特定通信线路今后将逐渐用于大信息量的数据通信系统。

在通信线路中除了特定通信线路之外，还有公用通信线路。目前是把“电话交换网”和“用户电报网”作为公用通信线路使用。

但是，这两种线路原来是作为“电话用”和“用户电报用”的，用来进行“数据传输”却未必很合适。例如，在传输质量、接续时间和数据传输业务功能方面均未必很理想。

在上述背景之下，世界各国在几年前已开始着手研制真正供“数据传输”用的新数据网。日本研制了名为DDX数据交换机（电电公社数据交换机：*Denden-kosha Data Exchange*），并已达到实用阶段。

此项业务由“电路交换”业务和“分组交换”业务两类组成，前者自1979年3月开始，后者自1979年6月开始分别投入业务使用。

从技术方面来看，数据交换业务固然也使用了与电子计算机技术相类似的技术，也可以说是日本电报电话公社在多年的电报电话业务中积累的高可靠性技术、集线技术、多路复用技术等各种“交换”技术的集结。但是，它们与电话交换、电报交换技术的最大不同点在于数据交换机连接着许多不同速度和不同功能的终端和电子计算机。此外，数据通信系统中的信息处理和通信处理等功能，不仅是由电子计算机和终端来完成，而且通信线路本身也具有部分处理功能。

因此，“数据交换”技术就是交换技术与传输技术的结合，也是通信技术与信息处理技术的结合。

本书是以数据交换方式即时分电路交换方式和分组交换方式对象进行编写的。

第1章介绍数据交换在数据通信系统中所处的地位。阐述了提供作为通信子网的电路交换和分组交换两类数据网业务的必要性。

第2章详细地说明了用于电路交换业务的电路交换方式的工作原理、接口条件、中继方式、设备组成等。第3章中对分组交换方式也作了类似的说明。

第4章介绍了世界各国正在研制中的数据交换方式，第5章对数据交换方式的国际标准化问题进行解说。第6章是关于数据交换的未来展望。

因为这是供深入学习数据交换的人们使用的一本入门书，也是一本数据交换概论读物，因此在有关如何高效率构成数据通信系统的探讨方面，尽可能注意深入浅出。

文中所附练习题与正文的叙述结合成为一个整体，因此请将这些习题解答后再往下看。

编写本书时，承日本电报电话公社数据传输部的高月敏晴先生及有关各位的大力协助，在此深表谢意。

1978年5月

财团法人

电气通信协会

再 版 序 言

1979年11月12日，电报电话公社向邮政省提出了对于新数据网业务（电路交换）的批准请求。邮政省于同年12月21日批准了该项申请，新数据网业务（电路交换）遂于1979年12月25日正式开放使用。

20世纪80年代，对于电信领域来说，可称为数字通信的时代。新数据网业务正是这种数字通信时代的先驱。所以新数据网业务在批准之日即被定名为“数字交换网业务”。它不仅可以作为数据通信系统的通信线路使用，而且还可以连接数字传真终端；在经济许可的条件下，通过在室内安装模拟—数字转换设备，也可连接话音终端。正因为如此，它应当称为数字综合业务网（ISDN）的先驱。

继电路交换业务之后，今年年内还将开放分组交换业务。

电路交换业务自去年12月25日开放以来，到现在（1980年3月）为止，已为16个用户、62条线路提供服务。在这期间从未出现过故障，业务工作一直很顺利。利用方式有电文通信、磁带传输等多种。

本书名为《数据交换技术基础》，介绍了用于数字交换网业务的数据交换方式。鉴于已经开放了电路交换业务，所以决定将本书再版并增加利用方式和计费表等内容。

关于在业务开始时所公布的计费表，在本书新增的第7章“电路交换业务的利用方式和计费”中有详细的说明。

在计费制度方面的基本想法是，由于这个新数字交换网使用的是数字技术，所以不打算采取原来电话业务（使用模拟技术）的平衡（balance）计费方式，而是改用成本（cost）计费方式。此外，

在过去的电话网中，即使它进行的是电话传真业务，也只有一种电话计费标准，而在数字交换网的计费制度中，其基本费用和通信费用均随通信速度而改变。因此，从用户来说，则可以根据计费表来决定最适宜的利用方式。

第7章还对有关业务制度进行了归纳说明，它们与过去的公用通信线路的情形相同。

在利用方式方面，介绍了分散处理系统、磁带传输系统、远程作业输入系统等。但是，我们认为利用方式今后是会不断改变的。就现有的终端系统来说，多是半双工工作方式，而数字交换网则可以采用4线制全双工方式。因此，今后也可以考虑充分发挥全双工功能的利用方式。

由计费表可见，在一天24小时中使用时间不超过100~200分钟时，数字交换网业务优于特定通信线路，当超过上述时间时，则特定通信线路优于交换网业务。因此，无需特意将特定通信线路的用户向数字交换网引导。此外，还探讨了当前能够进行连接的终端的受限制情况，以及在分组交换中有关同步终端基本型规程的连接方式。

电报电话公社已在1976年公布了数字交换网业务的接口条件，以征求制造厂家、用户和专家的意见，每年加以修改。今后仍将采取能够反映出用户意见的体制。

数字交换网业务是在实现终端自营原则的这样一个新设想下开始业务工作的。随着用户的增多，利用方式也将会多样化，对于交换网的要求条件也将会发生变化。数字交换网也将根据用户的意见而不断改进。

最后，在本书再版之际，我们向给予大力协助的日本电报电话公社技术局数据传输部的高月敏晴先生深表谢意。

1980年3月

电气通信协会

目 录

1. 数据通信和数据交换	(1)
1.1 数据通信系统	(1)
1.1.1 数据通信系统的出现	(1)
1.1.2 构成和优点	(2)
1.2 数据通信技术的动向	(5)
1.2.1 计算机中心	(6)
1.2.2 数据终端设备	(9)
1.2.3 通信线路	(11)
1.3 数据通信系统的动向	(15)
1.3.1 网络的发展	(15)
1.3.2 网络体系的建立	(16)
1.3.3 网络公用事业的形成	(17)
1.4 数据交换网概要	(18)
1.4.1 数据交换网出现的背景	(18)
1.4.2 数据交换网的种类	(19)
2. 电路交换网	(21)
2.1 概述	(21)
2.1.1 电路交换业务的原理	(21)
2.1.2 网的构成	(26)
2.1.3 编号制度	(26)
2.1.4 计费方式	(27)
2.1.5 信号方式	(29)
2.1.6 终端接口	(30)
2.1.7 数字数据传输方式	(32)
2.2 电路交换网的构成	(39)
2.2.1 中继方式	(39)

2.2.2	用户系统设备	(41)
2.2.3	高速通路系统设备	(49)
2.2.4	线路集中器	(54)
2.2.5	时分话路设备	(58)
2.2.6	中央处理系统 (CP系统) 装置	(65)
2.2.7	输入输出系统 (IO系统) 设备	(68)
2.2.8	监视测试架	(69)
2.3	交换局程序	(71)
2.3.1	程序的作用	(71)
2.3.2	程序的基本技术	(72)
2.3.3	保证业务的连续性和稳定性	(76)
2.3.4	软件的特点	(77)
2.3.5	软件和硬件之间的功能分配	(79)
2.3.6	交换局程序的构成	(80)
2.4	交换处理	(84)
2.4.1	概述	(84)
2.4.2	呼叫检出	(86)
2.4.3	起呼接续处理	(91)
2.4.4	选择信号的接收	(98)
2.4.5	局内呼出	(99)
2.4.6	发送“确认被叫信号”和“允许通信信号”的动作	(105)
2.4.7	转入“通信中状态”的处理	(113)
2.4.8	切断	(114)
2.5	故障处理	(118)
2.5.1	故障处理	(118)
2.5.2	故障检出	(119)
2.5.3	故障分析	(120)
2.5.4	系统组成的管理	(123)
2.5.5	紧急处理	(124)
2.5.6	重开处理	(124)
2.5.7	特别处理	(126)

2.6	维护和运转	(127)
2.6.1	概述	(127)
2.6.2	维护和运转用的设备	(127)
2.6.3	运转功能	(129)
2.6.4	维护	(131)
3.	分组交换网	(133)
3.1	概述	(133)
3.1.1	分组交换业务的原理	(133)
3.1.2	网的构成	(137)
3.1.3	编号制度	(141)
3.1.4	计费方式	(144)
3.1.5	分组的类型和功能	(146)
3.1.6	终端接口	(150)
3.1.7	网内控制	(156)
3.1.8	业务量控制	(162)
3.1.9	HDL C 规程	(165)
3.2	硬件的构成	(174)
3.2.1	中继方式	(174)
3.2.2	传输信道的构成	(178)
3.2.3	高速信号控制设备	(182)
3.2.4	分组多路复用设备	(189)
3.2.5	中央处理系统装置	(194)
3.2.6	监视测试架	(196)
3.2.7	电路终接设备架	(198)
3.3	软件的构成和交换处理	(204)
3.3.1	交换局程序概要	(204)
3.3.2	交换处理程序的作用	(208)
3.3.3	交换处理动作概要	(213)
3.3.4	呼叫检出	(216)
3.3.5	拨号接收	(221)
3.3.6	呼出和应答	(223)

3.3.7	通信中	(229)
3.3.8	切断和复原	(233)
3.4	故障处理	(240)
3.4.1	故障处理概要	(240)
3.4.2	故障处理程序	(240)
3.4.3	故障时的计费	(243)
3.5	维护和运转	(245)
3.5.1	维护运转概要	(245)
3.5.2	命令的接受处理	(247)
3.5.3	运转管理程序	(247)
4.	国外数据交换网的动向	(272)
4.1	数据交换业务	(272)
4.1.1	电路交换业务	(273)
4.1.2	分组交换业务	(276)
4.2	增值通信业务	(282)
4.2.1	什么叫增值通信业务	(282)
4.2.2	增值通信公司的现状	(285)
4.3	通信处理业务	(291)
4.3.1	什么叫通信处理业务	(291)
4.3.2	通信处理业务的动向	(293)
5.	国际化的动向	(295)
5.1	传输控制规程和协议的标准 化 动 向	(295)
5.1.1	标准化的背景	(296)
5.1.2	ISO的传输控制规程和协议的标准 化	(297)
5.1.3	CCITT关于协议标准化的建议	(305)
5.2	数据交换网的标准 化 动 向	(307)
5.2.1	关于业务方面的全面建议	(309)
5.2.2	关于接口条件的建议	(311)
5.2.3	关于多路复用构成的建议	(315)
5.2.4	关于信号方式的建议	(315)

5.2.5 其他的建议	(316)
6. 数据交换的未来展望	(318)
7. 利用方式和计费	(322)
7.1 业务概要	(322)
7.1.1 业务特点	(322)
7.1.2 业务种类	(322)
7.1.3 附加业务	(322)
7.2 计费	(325)
7.2.1 主要费用	(325)
7.2.2 附加费用	(325)
7.3 制度	(327)
7.3.1 参加方法及其他	(327)
7.3.2 业务提供区域	(329)
7.4 应用技术	(329)
7.4.1 适用范围	(329)
7.4.2 具体例子	(332)
附录	(335)
附一 1 指令一览表	(335)
附一 2 信息交换用 7 单位代码	(341)
附一 3 基本型传输控制规程	(342)
附一 4 全双工方式传输控制规程	(344)
附一 5 数据通信网络体系	(344)
各章习题答案	(348)

1. 数据通信和数据交换

1.1 数据通信系统

1.1.1 数据通信系统的出现

人们要进行社会活动，其结果就必然会产生信息。这些信息的计算、分类和编集等事务处理工作可以直接由人用纸、笔、算盘、表册等进行。但是，直接由人进行事务处理经常要花很多的时间和精力。因此，为了提高事务处理的速度，人们逐渐采用了各种事务处理机器，目前已经出现了能够在短时间内处理大量信息的电子计算机。它是一种最有效的事务处理机器。

计算机作为事务处理机器使用是从50年代前半期开始的。最近有些企业和团体已经能够在工作场所设置计算机进行事务处理，而且企业经营者也已有可能使用计算机来进行企业的经营管理了。但是，当时的计算机使用方法，如图 1.1 所示，是由人把供事务处理用的输入信息拿到计算机设置地点（计算机中心），进行处理后再拿回去的。这种处理方式称为**成批处理**。

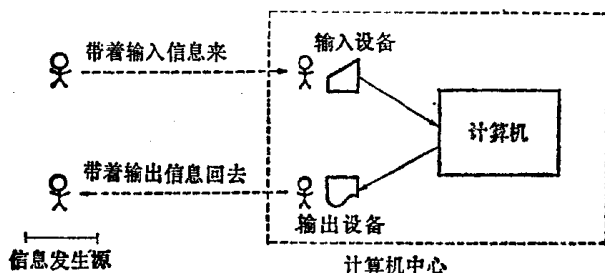


图 1.1 成批处理的方式

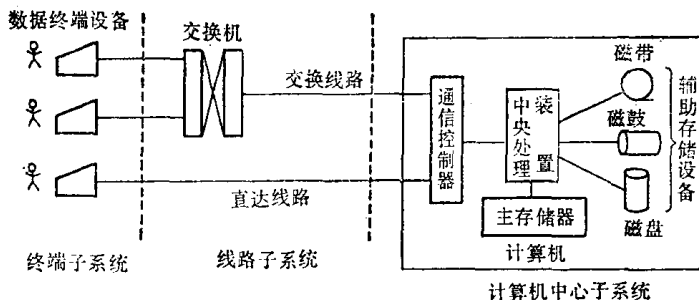


图 1.3 数据通信系统的基本构成

计算机设置在**计算机中心子系统**中，具有处理由数据终端设备输入的信息（以下简称数据）并将其结果输出给数据终端设备的功能。

计算机中心还必须包含以下主要设备：通信控制器，设在计算机中心和数据终端设备之间，用于管理与数据终端相联结的所有通信线路；中央处理装置，用来处理由数据终端设备输入的数据；主存储器，用于存储为处理数据用的程序；辅助存储设备（磁盘、磁带和磁鼓设备），用来暂时存储程序或数据，具有主存储器的辅助功能。

（2）终端子系统

在**终端子系统**中，设有与计算机中心交换数据的数据终端设备，根据数据通信业务内容的不同，有多种类型的终端设备。

操作员也包含在终端子系统中，他的工作是将数据投入终端，并查看计算机中心的处理结果。

（3）线路子系统

线路子系统的功能是：把多台数据终端设备与计算机中心联结起来进行数据传输。

线路的类型目前分为两种，一种是专用的**直达线路**，另一种是象电报、电话那样，通过拨号任意选择对方的**交换线路**，前者使用特定通信线路，后者使用电话网和用户电报网。

但是，对于特定通信线路来说，通信对方是限定的，而电话网和用户电报网也存在着接续质量和传输质量的问题。本书所介绍的**数据交换网**，正是为了消除这些缺点、经济有效地提供高质量的交换网和加强业务能力而研制的。

2. 数据通信的优点和特点

数据通信有以下优点。

(1) 克服了距离和时间上的障碍

通常使用计算机时，其信息源并不一定在计算机中心附近。假如用成批处理方式，设九州或北海道的分公司要使用东京本公司的计算机，这时就要用邮寄或其他手段将输入信息送交东京本公司，并委托本公司将计算机处理的结果送回来，从送出信息到得到结果，需费时数日。但是，如果用数据通信系统，由于东京本公司与九州或北海道分公司的终端之间用通信线路连接着，因此发出输入信息后数秒~数十秒时间之内即可获得结果，这是数据通信系统的优点之一（图1.4）。

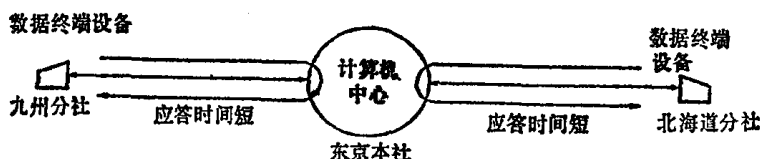


图 1.4 距离和时间障碍的克服

数据通信系统除了具有能克服距离和时间障碍的优点以外，还具备以下特点。

(2) 大容量的信息存储

在数据通信系统中，计算机中心的辅助存储设备中存储有大量的信息，任何时候都能够从远地即刻得到中心内所具有的特定信息。并且，所有信息都是由计算机中心集中管理的，因此可以做到信息的统一管理（图1.5）。

(3) 计算机的共同利用

由于可以把许多台数据终端设备联结到计算机上，因此其效果