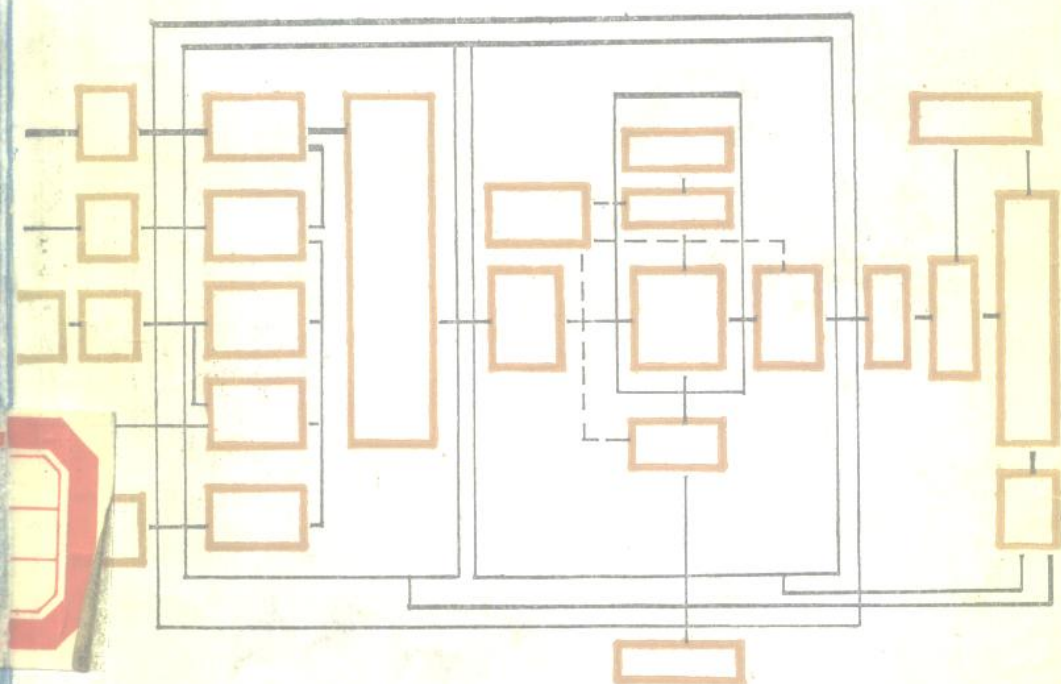


数据 通信 基础

周廷显 王木坤

编著



宇航出版社

数据通信基础

周廷显 王木坤 编著

宇航出版社

(京) 新登字181号

内 容 简 介

本书主要是为适应计算机连网的需要编写的,着重介绍计算机数据通信的基本知识,其中包括网络结构、基带系统、数据信号的调制和解调、数据传输、数据交换、通信控制、差错控制及规程和接口等,对数据通信的发展也做了适当的介绍。

本书可供从事计算机数据通信工作的工程技术人员参考,也可作为大专院校计算机、通信等有关专业的教材和参考书。

数 据 通 信 基 础

周廷显 王木坤 编著

责任编辑:宋 纯

*

宇航出版社出版

北京和平里滨河路1号 邮政编码 100013

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京密云华都印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 11.875 字数: 316千字

1992年4月 第1版 第1次印刷 印数: 1—3000册

ISBN7-80034-407-X/TN·034 定价: 6.50元

前 言

数据通信是电子计算机和通信系统相结合的产物，它是把通信技术中的数据传输和计算机数据处理、加工及存储有机结合起来的一种通信方式。因此有人把它称做继电报、电话之后出现的第三通信。它的出现将对当今社会的“信息技术革命”的进程起到推动作用。

近年来由于电子计算机的普遍应用，一个地区、一个单位可能拥有若干台计算机，包括大型机、中型机、小型机以及微型机，它们之间往往要求相互传输数据、交换数据和共享资源。因此目前我国按行业、按地区进行计算机连网已迫在眉睫、势在必行，以满足生产自动化、军事和国民经济管理以及办公室自动化的需要。本书就是为了适应这种形势，在总结多年教学和科研实践的基础上编写的。书中内容主要针对信源为数字形式的计算机数据通信，也适用于信源为数字形式的遥测、遥控、生产自动化等数据通信。考虑到我国目前数据通信多数是在模拟信道上进行的，因此本书主要介绍模拟信道上的数据通信，对于数字信道上的数据通信只作概念性介绍。由于本书定名“数据通信基础”，所以重点放在介绍数据通信的基本知识，而不过多地追求各种实际数据通信网的完整性。考虑到目前国内的实际需要，对数据通信的一些新发展也做了扼要介绍。

全书共分十一章。第一章和第二章介绍了数据通信的概念及数据通信网络的总体结构。第三章至第八章介绍了数据通信的基本知识，其中包括基带系统、数据信号的调制和解调、数据传输、数据交换、通信控制和差错控制。第九章规程和接口，介绍数据

通信的连网知识。第十章和第十一章介绍数据通信网的现状及其发展。

本书第一章、第二章、第六章、第七章、第九章、第十章和第十一章由周廷显编写，第三章和第四章由王木坤编写，第五章由周廷显和李正廉合写，第八章由周廷显和刘国枝合写。

本书由贾世楼教授审阅，在编写过程中哈尔滨工业大学通信工程教研室同志们给予了支持和鼓励，并提示了许多宝贵意见，在此一并致以谢意！

由于作者水平所限，书中一定有不少不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

作 者

1990年2月

目 录

第一章 引论	(1)
1.1 通信网的回顾	(1)
1.2 数据通信系统	(2)
一、计算机中心子系统	(3)
二、终端子系统	(3)
三、通信线路子系统	(3)
1.3 数据通信技术的发展	(4)
一、计算机中心	(4)
二、数据终端设备	(6)
三、通信线路	(6)
1.4 计算机通信网	(7)
第二章 网络总体结构	(9)
2.1 分级通信技术	(9)
2.2 网络总体结构	(10)
2.3 分支网络结构	(13)
2.4 从分支网络到树形结构网络	(15)
2.5 环路网络	(19)
一、环路传输的基本概念	(20)
二、复杂的环路网络	(23)
三、环路传输的优点	(25)
第三章 基带系统	(26)
3.1 概述	(26)
3.2 基带信号的波形及其频谱特性	(27)
一、基带信号表示法	(27)
二、几种基本波形的频谱	(29)
三、基带随机脉冲序列的分析	(29)

3.3 基带信号的传输	(36)
一、码间干扰	(36)
二、奈奎斯特准则	(39)
三、具有滚降幅度特性的低通滤波器	(41)
四、最佳基带传输系统	(45)
五、眼图	(54)
3.4 自适应均衡	(56)
一、横向均衡器(横向滤波器)	(57)
二、自适应均衡	(64)
第四章 数据信号的调制和解调	(70)
4.1 概述	(70)
4.2 线性调制	(72)
一、线性调制信号的分析	(72)
二、线性调制信号的产生	(86)
三、线性调制信号的解调	(93)
四、正交双边带调制	(100)
4.3 数字调频(FSK)	(102)
一、数字调频信号的分析	(103)
二、数字调频信号的产生	(112)
三、数字调频信号的解调	(114)
4.4 数字调相(PSK)	(121)
一、数字调相的基本概念	(121)
二、数字调相信号的产生	(125)
三、数字调相信号的解调	(134)
4.5 各种数字调制系统噪声性能的比较	(141)
第五章 数据传输	(144)
5.1 二线制和四线制	(144)
5.2 全双工和半双工	(144)
5.3 传输编码	(145)
一、博多码	(146)
二、ASCII 码	(148)
三、其它的传输编码	(154)

5.4 并行传输与串行传输	(155)
一、并行传输	(155)
二、串行传输	(155)
5.5 同步传输与异步传输	(156)
一、同步传输	(156)
二、异步传输	(158)
5.6 调制解调器 (modem)	(159)
5.7 复用器和集中器	(169)
一、频分复用器	(170)
二、时分复用器	(171)
三、集中器的概念	(172)
四、异步时分复用器	(176)
五、统计复用器	(179)
六、可编程序的集中器	(181)
七、复用器及集中器在通信网络中的应用	(182)
5.8 传输质量	(183)
一、传输信道的质量	(184)
二、数据传输线路的质量	(186)
5.9 数字数据传输	(191)
一、同步方式	(192)
二、异步方式	(192)
第六章 交换系统	(198)
6.1 人工交换	(199)
6.2 机电式自动交换机	(202)
一、步进制交换机	(203)
二、纵横制交换机	(205)
6.3 电子交换机	(208)
6.4 信息交换	(212)
一、电报格式	(213)
二、信息的处理和交换	(214)
6.5 分组交换	(218)
一、为什么要发展分组交换	(218)

二、分组格式和分组长度	(221)
三、分组交换原理	(223)
第七章 通信控制器	(230)
7.1 通信控制器的作用	(230)
7.2 通信控制器的功能	(231)
一、通信控制器和中央处理机间的功能分配	(231)
二、通信控制器功能概述	(233)
7.3 通信控制器的工作原理	(234)
一、数据的接收	(234)
二、字符的汇集和传送	(237)
三、数据的发送	(239)
四、通信控制器的数据处理	(239)
7.4 通信控制器的组成	(242)
一、通信控制器的发展过程	(242)
二、通信控制器的组成	(242)
三、通信控制处理机的组成	(244)
四、通信控制处理机的应用	(244)
第八章 差错控制	(247)
8.1 差错控制的必要性	(247)
8.2 差错控制方式	(249)
一、前向纠错	(249)
二、检错重发	(249)
三、混合差错控制	(252)
四、不用编码的差错控制	(252)
8.3 差错控制码	(252)
一、检错用差错控制码	(253)
二、纠错用差错控制编码	(265)
三、不用编码的差错控制方式	(268)
第九章 规程和接口	(270)
9.1 数据通信规程	(270)
9.2 多级规程	(270)
9.3 数据通信规程的主要内容	(273)

9.4	基本型传输控制规程	(274)
一、	适用范围	(274)
二、	传输信息的格式	(274)
三、	基本型规程概述	(276)
9.5	高级数据链路控制 (HDLC) 规程	(279)
一、	基本型规程的局限性	(279)
二、	HDLC规程的帧结构	(280)
三、	HDLC规程的几点要素	(282)
9.6	V系列接口	(285)
一、	接口电路	(286)
二、	接口电路的电气特性	(292)
三、	物理结构	(293)
9.7	X系列接口	(295)
一、	接口电路的种类	(296)
二、	电气特性	(296)
第十章	数据通信网的现状与发展	(298)
10.1	电话交换网络	(298)
10.2	用户电报网	(304)
10.3	专用数据网	(306)
10.4	公用数据交换网	(310)
一、	电路交换网	(311)
二、	分组交换网	(312)
三、	电路交换业务的发展动向	(313)
四、	分组交换业务的发展动向	(316)
五、	我国公用数据网的规划	(321)
10.5	增值通信网	(322)
一、	增值通信业务的出现	(322)
二、	增值通信业务概要	(323)
三、	增值通信公司现状	(324)
10.6	局部计算机网	(327)
一、	局部网的产生	(327)
二、	局部网的定义	(328)

三、局部网的工作原理	(330)
10.7 综合业务数字网(ISDN)	(336)
第十一章 综合业务数字网	(339)
11.1 CCITT关于ISDN建议的形成	(339)
11.2 I系列建议书的结构	(342)
11.3 关于ISDN网络的建议	(343)
一、网络的范围	(344)
二、ISDN功能结构模型	(345)
三、编号和地址	(347)
四、网络连接类型	(354)
五、互通	(356)
六、路由	(357)
七、ISDN的维护原则	(358)
八、ISDN的假想参考连接(HRX)	(359)
11.4 ISDN的规划与现场试验在世界各地	(359)
一、日本的三鹰的INS模型系统	(359)
二、把ISDN引入英国电信公司网	(360)
三、西德联邦邮局实现ISDN的策略	(361)
四、ISDN在美国的实现	(362)
五、RENAN——法国实验性ISDN计划	(362)
六、意大利的ISDN活动	(363)
七、加拿大贝尔公司的ISDN试验计划	(364)

第一章 引 论

1.1 通信网的回顾

一个现代化的通信网应该是能传输语言、文字、数据和图像的综合业务数字通信网络。它是在数据通信的基础上发展起来的。数据通信是计算机和通信技术结合的产物。

最早的通信要从1844年莫尔斯发明电报算起。1876年贝尔发明了电话。电报和电话是人们用电的方式传递信息的最初形式，也是最早的信息通信网络。1937年Alec Reeves发明了脉冲编码调制通信(PCM)，从此有了数字通信。但是由于器件的限制，PCM通信当时并没有真正地应用起来。1957年出现了第一个晶体管，以后又出现了集成电路。在晶体管、集成电路等小型化器件的基础上通信技术开始由模拟通信方式向数字通信方式转化。

1946年出现了第一台电子计算机，1972年出现了第一台微型计算机。计算机的发展要求资源共享，也就是说要求相互联网。计算机联网必然要借助于通信技术，于是计算机和通信有机的结合起来，出现了计算机数据通信。而这时通信恰恰已为它做好了模拟和数字两种传输方式的技术准备。

除计算机数据外，随着生产和科学技术的发展，气象、水文、矿山、地质及军事上的很多遥测、遥控和自动化的数据也需传输，就这样在信息通信网络中又增加了包括计算机通信在内的数据通信。

图像往往是信息中最直观的组成部分，所以一个理想的近代

通信网络应是一个能够传输语言、文字、数据和图像的综合业务数字通信网络，即ISDN。

本书主要介绍数据通信的一些基本理论知识，其重点是介绍各种数据通信网及其相关技术。因为这本书的内容是“基础”，所以着重介绍原理，而不过多地涉及各种实际网络。

1.2 数据通信系统

信息的计算、分类和编集等事务处理工作可以直接由人来进行。但是直接由人进行事务处理要花很多时间。为了提高事务处理速度，人们采用了各种事务处理机器，目前已出现了能够在短时间内处理大量信息的计算机，它是一种最有效的事务处理机器。

最初的计算机的使用方法是：由人把要处理的信息拿到计算机的设置地点，计算机处理后再由人拿回去，这种处理方法很不方便。后来，在实践中逐渐产生了如图 1-1 所示的数据通信方式，也就是用通信线路将远地的信息发生源（数据终端设备）与计算机联结起来，从而可以在远地直接使用计算机。所谓数据通信，

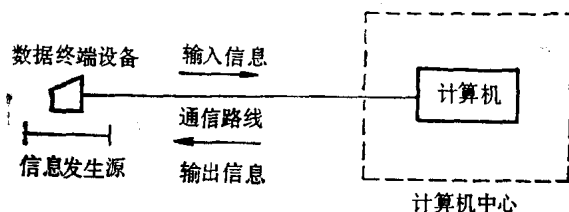


图1-1 数据通信系统

可以定义为“用通信线路将远地的数据终端设备与计算机联结起来进行信息处理”，实现这种数据通信的系统称为数据通信系统。

数据通信系统的基本构成如图 1-2 所示。数据通信系统是由计算机中心、数据终端设备以及通信线路三部分组成。其中每一

部分叫做数据通信系统的子系统。

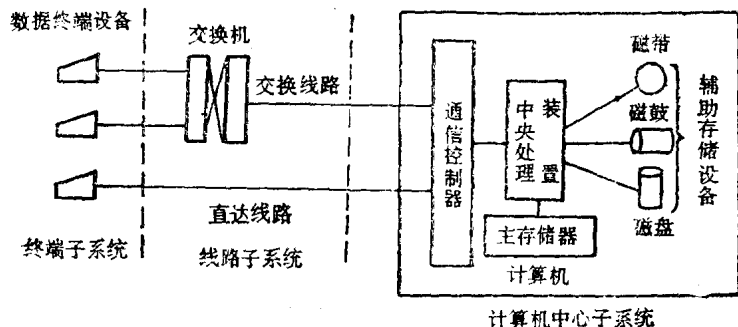


图1-2 数据通信系统的基本构成

一、计算机中心子系统

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并将其结果输出给数据终端设备的功能。

计算机中心包含：通信控制器，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，用于存储处理数据用的程序；辅助存储器（磁盘、磁带和磁鼓设备），用来暂存程序和数据。

二、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，有多种类型终端设备。

三、通信线路子系统

通信线路子系统的功能是：把多台数据终端设备与计算中心联结起来进行数据传输。

通信线路分两种类型，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，前者使用专用线路，后者使用电话网和用户电报网。

1.3 数据通信技术的发展

随着科学技术的发展，数据通信系统进展很快。请看它的三个子系统的变化。

一、计算机中心

过去，许多远程数据终端设备与计算机中心之间的系统配置方法通常如图 1-3 所示，叫做集中型联机系统，是在中心地点设置一个单一的大型中心。

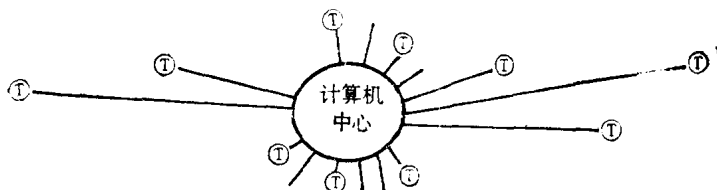


图1-3 集中型联机系统

T—数据终端设备

因为计算机的性能与其价格平方成正比，所以计算机制造厂家过去一直尽量制造大型的计算机，把它设置在计算机中心以满足数据通信的需要。

但在集中型联机系统中，当计算机中心发生故障时，影响整个系统；此外线路费用也过高。为此，最近逐步采取在多个地区设置计算机中心、在中心之间实现计算机对计算机的通信，这种系统叫分布式联机系统，如图 1-4 所示。可以说，计算中心朝着分散的方向发展。

通信处理功能也在分散。

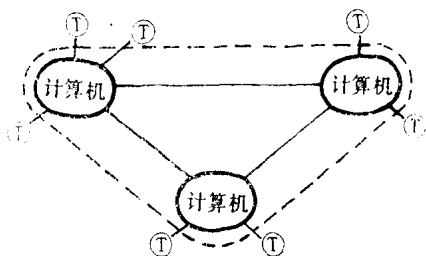


图1-4 分布式联机系统
T—数据终端设备

目前,一般是通过设置远距离数据集散信用计算机(RDC)、前端处理机(FEP),来减轻计算机中心的负担。

现在数据通信的应用领域越来越广泛,各产业、各机关的活动范围也不断扩大,从其它领域获取信息和知识的必要性日益增加,与其它各产业、各机构之间的联系也更加密切。为了能独立地收集和处理必要的信息,目前的发展趋势是,与其设置更大规模的计算机中心,倒不如像图1-5那样,将计算机中心与计算机中心联结起来,以便共享现有计算机中心所具备的资源。这种为了共享各计算机的资源而将各计算机中心联结起来的形式通常称为

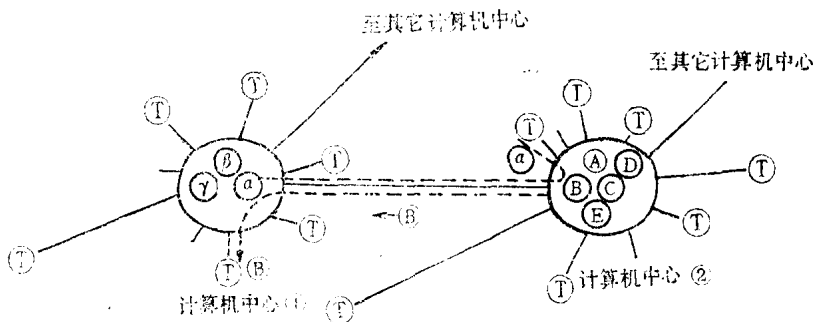


图1-5 计算机网络示例

计算机网络。通过计算机网络就能够立即得到过去无法得到的其它计算机中心的资源。

二、数据终端设备

数据终端设备也在发展，终端速度越来越高，出现了智能终端。

三、通信线路

如图 1-2 所示，数据通信系统所使用的通信线路有专用线路和交换线路两种，前者将终端设备和计算机中心固定地联结起来，后者可以通过拨号任意选择对方。专用线由于处在经常联结的状态，所以通常用于通信量较大的场合，交换线仅当通信时才与对方接续，通常用于通信量较小的场合。

专用线路可以是模拟型的，也可以是数字型的线路。

交换线路即所谓公用通信线路。它可以分为两类：电话型公用通信线路、电报型公用通信线路。

电话型公用通信线路是用于在 $0.3\sim 3.4\text{kHz}$ 频带宽度内交流代码传输的线路。因为这种线路是通过电话交换机将数据终端与计算机终端联结起来的，所以其传输质量一般比不通过电话交换机的专用线路差，通信速度一般不超过 1200bps 。

电报型公用通信线路则用于 50bps 以下的直流代码传输的线路。这种线路是通过电报交换机终端与计算机中心联结起来的。

这两种公用通信线路存在以下一些问题：

- ① 传输质量不稳定；
- ② 接续时间长；
- ③ 不能进行高速数据传输。

鉴于以上原因，人们迫切希望实现新的数据通信用交换网，在这种交换网中，应使用高质量的数字传输线路以及与数字传输信道相适应的数字交换机。