

微型计算机 数据通信

(美) E·A·尼科尔斯 J·C·尼科尔斯 K·R·马森 著

杨润生 何诚 译

0

2

1

人民邮电出版社

73.876
160

微型计算机数据通信

E·A·尼科尔斯
〔美〕 J·C·尼科尔斯 著
K·R·马森

杨润生 译
何 诚



人民邮电出版社

9010059

DATA COMMUNICATIONS
FOR MICROCOMPUTERS

Elizabeth A. Nichols • Joseph C. Nichols • Keith R. Musson
McGraw-Hill, Inc.
1982

内容提要

本书对在微型计算机系统环境下的局部数据通信以及在公用交换电话网中进行远程通信的问题进行了系统的论述。

全书共分5章。第一章介绍数据通信的背景与展望，第二章讨论数据传送，第三章叙述 RS-232-C 及其它物理层协议，第四章是关于异步串行的规范和实验，第五章系统介绍了调制解调器。

本书内容丰富，结构紧凑，深入浅出，层次分明，并能从实用出发，理论联系实际，是从事微型计算机通信系统设计及相关专业的工程技术人员、大专院校师生有益的参考书。

微型计算机数据通信

E • A • 尼科尔斯
〔美〕 J • C • 尼科尔斯 著
K • R • 马森

杨润生 译
何 诚

*

人民邮电出版社出版
北京东长安街 27 号
北京振华胶印厂印刷
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 1989 年 12 月 第一版
印张：9 页数：144 1989 年 12 月北京第 1 次印刷
字数：236 千字： 印数：1-3 000 册

ISBN7-115-03845-7/TP • 025

定价：4.10 元

前 言

本书的目的是论述微计算机系统中一些常用设备之间的数据通信，特别是微计算机、键盘／显示器（或终端）和打印机之间的局部数据通信，以及这些设备通过公用交换电话网络进行的远程通信。

本书将分几个层次来论述以微计算机系统为基础的数据通信。第一个层次是介绍一些实践知识，包括怎样制作电缆，需要购买一些什么零件，怎样编写输入／输出软件，有些什么实用程序以及如何运行这些程序；第二个层次是讲授数据通信的基本概念与基本原理。在实践的基础上讲授基本原理，使读者能根据本书所介绍的知识去构成系统；第三个层次是介绍一些参考资料。我们的目的是在本书中尽量提供充分的图表、标准资料、最新的参考文献等等，以帮助读者能对大多数以微计算机为基础的数据通信进行设计。所以，书中提供了大量参考资料，并且通过一些实例告诉读者如何使用这些资料。

为了论述数据通信的实际机理，一定要有大量的实例和实验。许多实验，例如电缆的配置，电缆的安装，或者研制检查数据通信故障的辅助设备等等，都是不限于某一特定系统，而是适用于所有以微计算机为基础的系统。

另一方面，有些实验则必须结合具体的系统来说明。在本书中，这些与系统密切相关的实验和软件模块，都是结合 TRS—80 BASIC 系统或 Z80 CR/M（控制程序／微计算机）系统进行讲述。有几个实验使用了上述两种系统中的某些硬件和软件。书中给出的大多数实验和软件，都能容易地转换到 CP/M 或 TRS—80 以外的系统上去运行。

译者序

本书译自《DATA COMMUNICATIONS FOR MICRO COMPUTERS WITH PRACTICAL APPLICATIONS AND EXPERIMENTS》一书。全书共分五章。第一章介绍数据通信的背景与展望，第二章讨论数据传送，第三章叙述 RS—232—C 及其它物理层协议，第四章是关于异步串行的规范和实验，第五章系统介绍了调制解调器。

全书对微型计算机系统环境中的局部数据通信与经由公用交换电话网络之间的远程通信进行了系统的论述。取材广泛，内容丰富，结构紧凑，层次分明。在论述方法上做到深入浅出，从实用出发，理论联系实际，并提供了大量的实例、实验资料与软件模块。我们认为该书较为实用，因而翻译了该书。原书各章内容没有标出节号，为便于读者阅读，我们把各章内容分成若干节，并加上节号。本书可供从事微型计算机应用系统设计，微型计算机数据通信等方面的工程技术人员和相应专业的师生参考。

本书第一章、第二章和第三章由何诚翻译。第四章、第五章由杨润生翻译。全书由杨润生定稿。

由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

译者 1985 年元月

这样，通过把各种资料（从国际标准出版物的摘录到读者所在地计算机商店的商品单）结合起来，本书就提供了实现微计算机数据通信的途径。

E·A·尼科尔斯

J·C·尼科尔斯

K·R·马森

目 录

前言

第一章 背景与展望	(1)
§ 1-1 微计算机革命	(3)
§ 1-2 公用事业的信息	(4)
§ 1-3 增值通信网络	(7)
§ 1-4 标准化组织	(9)
§ 1-5 ISO 的开放系统互连参考模型	(11)
第二章 数据传送	(15)
§ 2-1 概述	(15)
§ 2-2 微处理器接口	(16)
§ 2-3 并行与串行数据传送	(17)
§ 2-4 数据传送控制	(25)
§ 2-5 串行输入 / 输出	(36)
§ 2-6 并行输入 / 输出	(56)
§ 2-7 小结	(59)
第三章 RS-232-C 和其它物理层协议	(60)
§ 3-1 概述	(60)
§ 3-2 物理层通信协议	(63)
§ 3-3 串行通信: RS-232-C	(65)
§ 3-4 一般结构	(87)
§ 3-5 RS-232-C 标准全双工电缆	(90)
§ 3-6 附加的 (非标准) 一般结构	(105)
§ 3-7 RS-449: RS-232-C 的兼容改进型	(110)
§ 3-8 20 毫安电流环路接口	(125)

§ 3-9 实验	(131)
第四章 关于异步串行的规范和实验	(153)
§ 4-1 概述	(153)
§ 4-2 美国信息交换标准码(ASCII)	(154)
§ 4-3 速度匹配 (流量控制) 规范	(171)
§ 4-4 通信线路监视器	(180)
§ 4-5 实验	(195)
第五章 调制解调器	(239)
§ 5-1 调制解调器的应用	(239)
§ 5-2 调制解调器的功能和必要性	(244)
§ 5-3 调制解调器的分类与型号	(246)
§ 5-4 调制解调器的控制信号和专用调制解调 器电路	(264)
§ 5-5 公用电话网路	(265)

第一章 背景与展望

本书的内容是有关微计算机和数据通信方面的。为什么要将微计算机与其它类型数字计算机区别开来呢？因为虽然各种数字计算机系统的数字通信基本原理相同，但微计算机系统有其本身的特性，从而使问题具有独特之处。其中一个重要的特点是与最初支持和配置微计算机系统的人们有关。

以 I·C·莫斯先生的情况为例。莫斯先生是 Solar Widget 公司的旅行推销员，他具有多年接触本公司计算机的经验。他在办公室和旅途中都充分利用计算机进行有关销售和用户评价的日常簿记工作。

莫斯先生在工作中感到，如果自己有一个微计算机系统将会对工作带来许多好处。他想配置一个能在家里直接使用公司计算机的系统。而且，他还能用该系统访问合众国际社(UPI)的数据库，以便及时了解体育比赛的结果和晚间股票交易的信息。莫斯先生知道，只要他拥有设备，就还可对其它类似的分时系统进行信息存取。由于微计算机系统比哑终端拥有更丰富的本地资源，因而莫斯先生对利用自己家里的专用设施与远程系统交换数据的前景感到非常兴奋。此外，他还希望该系统能够支持某种形式的文字处理并能对电子邮件系统进行访问。

于是，莫斯先生进行了市场的全面调查。他得到的结论是，可以从两个不同的销售商那里获得用于他的系统的硬件。这两个销售商是：TCI(The Computer Igloo)公司，和 FEMCO (Fast Eddie's Micos)公司。他还决定以 4S 公司 (Suzzie System Software and Storm Door 公司)购买附加的应用软件。虽然在选择这三家公司的产品时没花多少时间，但他们提供的系统都是非常出色的。现在的

• 1 •

9010059

问题是如何将这三家销售商的“子系统”综合成一种功能完善的装置。

然而，莫斯先生认为，只要以这三家销售商的产品为基础进行必要的系统配置，自己就可以组成一个最佳系统。他凭借自己使用主机系统的经验，认为输入／输出操作是由与设备关系最密切的硬件和／或软件系统所组成。但是，在以后几个月进行综合配置微计算机系统的过程中，使他对这一点有了新的认识。他的第一个认识是从他使用电缆把键盘／显示器连接到计算机时开始的。当他第一次进行远程功能试验失败时，他就打电话给 FEMCO 公司的顾客服务部（这是他购买键盘／显示器的部门）请求帮助。服务部的技术人员仔细地倾听了他介绍的各种症状，然后向他反问了一连串的问题，这使他目瞪口呆。这一切很快过去了，但莫斯先生只记住了技术人员问他电缆是否符合 RS-232-C 标准，是否注意到 USART（通用同步异步接收发送器）的接收引脚，以及是否采用 XON 规范等。对莫斯先生来说，他可不懂这些，他认为 RS-232-C 是一个牌照的编号，USART 是保存绘画珍品的联邦机构，XON 是一家插手信息处理事务的国际石油公司。

当他开始计划如何访部问远程系统时获得了第二个经验。他发现，商标为 X 的微计算机与商标为 Y 的分时系统进行通信不是轻而易举的事情。尽管对通信功能要求很简单，只要能不断地在该系统和远程主机之间传送磁盘文件，不管用哪种装置都可以。遗憾的是，实现这一任务所需要的软件详细资料难以找到，而莫斯先生知道的所有微计算机咨询机构，每咨询一小时的服务费用均在 35 美元以上。

莫斯先生的经验具有普遍性，微计算机系统的最初配置和日常操作往往成为终端用户单方面的责任。因为微机系统成本低廉，经销商不会象对待小型机或主机那样提供完备的服务。如前所述，输入／输出功能是实现计算机系统时必须由厂商进行安装的一个最具体的功能。

§ 1-1 微计算机革命

语言、新闻杂志、技术刊物以及词典中正出现一些有趣的新词汇，诸如电子化家庭（plugged-in home）。无纸张办公室（paperless office）。公用信息事业（information utility）和远程通信办公（telecommuting）之类的词汇正在用来描述未来和当今。无庸置疑的事实是数据通信和计算机网路正在进入办公室、实验室、教室和家庭。这一趋势在很大程度上应归功于微电子技术，它加速了面向消费者的设备、低档计算机部件和廉价的通信设备的普及。越来越多的这类产品，具有与其它类似装置以及大型的中心设施进行通信的能力。数据通信传输机构包括使用公用交换电话网，使用电缆电视传输装置以及使用诸如调幅(AM)、调频(FM)、特高频(UHF)、甚高频(VHF)之类的广播信号。这些通信系统的应用领域包括信息存取、文字和文件的处理、电子邮件、游戏娱乐活动，以及用于安全和节能等设备的远程控制等等。

计算机与通信技术已推广应用到几乎所有的日常活动中，受此影响的人们不外乎以下三个方面：创造者、有知识的用户和不在行而享乐的消费者。创造者是指对该技术的特定领域具有丰富的知识，对整个技术也有较全面的了解、从事实际技术工作的专业工程师、计算机科学家和数据通信专家。不在行而享乐者是指那些仅当这些装置出现故障时才有怨气，而对装置是如何工作以及如何改进它们的性能则毫不关心的那些终端用户。本书的写作宗旨不是针对这两种人，而是针对那些希望成为有知识的读者而编写的。现代技术的日新月异决定了不在行的那些用户不可能长乐无忧。因此，我们选择本书的材料和编写此书的目的，就是帮助那些现在和将来在微计算机系统环境中使用数据通信技术的读者得到这方面的知识。因此，如果他们想要知道这方面的知识，就可以充分利用本书所提供的丰富材料。

本章我们要讨论公用信息事业和一种公用通信业务，即公用分

组交换网的概念，它能对分布在远地的信息与处理中心进行访问。各种系统的互连，在几个不同通信级别上对接口标准提出了严格的要求。现在有许多专门机构从事通信和计算，机网路标准的制定工作。在本章最后一节列出了制定标准的主要机构，以便告诉读者如何得到他们的文献以及他们颁布的有关微计算机数据通信的具体标准。

读完本章后，能够做到如下几点：

- 1、了解信息产品和服务的出现是由于把信息概念实用化的结果。
- 2、能鉴别和简述公用信息事业所提供的服务特征。
- 3、能弄清公用分组交换网路的概念和识别几种现有的网路。
- 4、了解几个标准机构和它们在微计算机数据通信领域中所做的工作。
- 5、熟悉一些与国际标准化组织有关的开放系统互连(OSI)网路的术语与概念。

§ 1-2 公用事业的信息

公用事业是指给人们提供必要而有价值的服务业。公用事业已经提供了一些传统的服务内容，例如，把电、煤气、水送到消费部门。现在，在公用事业服务名册上增加一项新的“商品”——信息。公用信息事业，是从事传递信息的服务。它根据用户的特定需要，提供及时的、有条理的、经过加工的信息。信息直接传递给用户，不管用户的物理位置如何，一旦需要，都可立即提供。

公用信息事业的另一重要特征是它实质是个“信息掮客”。公用信息事业本身只提供存贮和分发信息的“交通工具”，而实际数据是从其它信息源获得的。这样，公用信息事业不必担心数据的收集问题，信息源也不必担心它的传播问题。两者各司其职，成为真诚的“协作伙伴”。

目前，有两种主要的信息业务：分时信息业务和可视数据(Viewdata)/图文电视(Teletext)。分时业务是60年代末期出现的计算机分时工业的发展。在美国，这种工业的两个典型代表是Source网和Micronet网。

一、Source网和Micronet网

Source网是美国电信公司(TCA)于1979年建立的，处于弗吉尼亚州的麦克莱恩市。在正常办公时间之外，大量的分时服务资源远未充分利用。这种在非办公时间充分利用的资源，与公用通信公司的分组交换网（如Tymnet网和GTE Telenet网）相连，能够提供价格比较便宜的分时服务。下一节将详细介绍公用通信公司及其开展的业务。

Source网能够通过使用位于马里兰州银泉(Silver Spring)市的Dialcom分时系统，对大型数据库进行访问。Source网的信息提供者主要有合众国际社(UPI)、纽约时报及几家主要的股票和商品交易中心。这样，就具备了组成公用信息事业所必须的三个要素：大量的信息、用以存取信息的计算机系统、价格较便宜且几乎每个美国家庭和企业都可以存取的分布式网路。Source网的大部分用户可通过本地的电话呼叫接通GTE Telenet和Tymnet增值网路，由此还可与马里兰的Dialcom分时系统相连。

Source网的每一个用户都必须拥有一台低速调制解调器和一台ASCII键盘/显示终端。调制解调器、ASCII字符设备、连接Source网需用的电缆及连接器等均在本书的后继章节进行详细讨论。这种设备的价格约为1千美元。接通系统后每小时费用，据Source网1981年初的价格，工作日的下午6点至次日上午7点以及周末的任何时间，每连通一小时为2.75至4.25美元，而在正常上班时间的的高峰期内是每小时15美元。1981年初公布的数据存贮费用为：2048个字符块存贮一天为0.016美元，存贮一个月约为0.50美元。

Source 网除提供数据库存取服务外, 还提供几乎所有的标准分时服务。这些服务主要包括程序开发用的编译程序、数据库管理程序、文本编辑程序、文件处理程序以及电子邮件、游戏以及会计、统计分析之类的专用程序。总之, Source 网提供大约 2000 多种程序和公用事业。

Micronet 网是信息业的另一先驱者。它是全国性分时公司 Compuserp 的子公司, 它利用总公司的网路, 供用户对它的资源进行存取。就服务和连接费用来说, Micronet 和 Source 这两个网路在家庭和小型企业用户市场上是直接竞争的对手。

二、可视数据和图文电视

可视数据(Viewdata)和图文电视(Teletext)业务是公用信息事业的第二大类型。两者都使用彩色电视机的荧光屏显示散页式数据。可视数据和图文电视都在英国首先实现。可视数据是由英国邮政部作为简单的分布式系统实现的, 尔后, 又作了一些改进; 图文电视是由英国广播公司作为向聋人广播字幕而实现的一个系统。

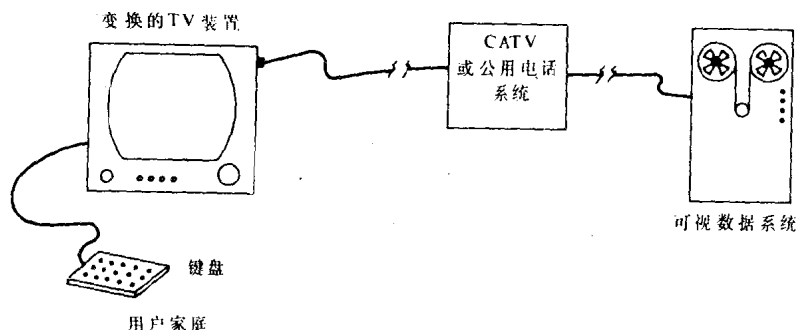


图 1-1 可视数据信息传送方式

可视数据与图文电视这两种类型的系统有两个显著的区别, 即它们分别采用数据分配技术和人机对话方式。可视数据系统使用电话网路, 而图文电视系统则采用电视广播媒体将数据从中央设备传送到用户的电视接收机。“可视数据”提供双向通信, 而“图文电视”

则不能进行双向通信。

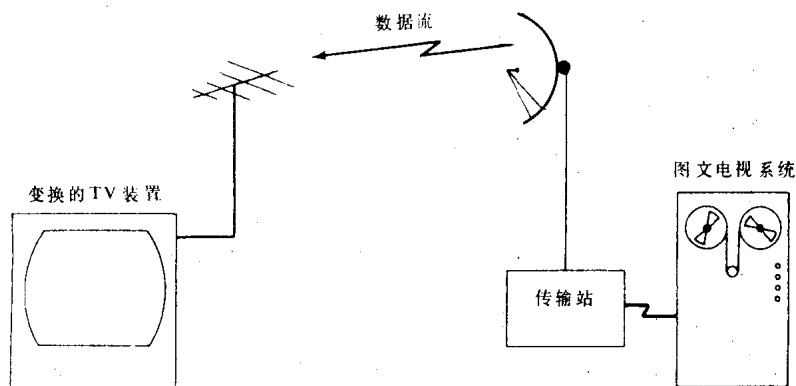


图 1-2 图文电视信息传送方式

由于“可视数据”和“图文电视”系统在美国尚未广泛使用，在家庭或办公室中也未采用通用可程式微计算机。因此，它们不是本书的直接目的，在这里介绍，是因为它们在信息的开发和销售方面起着日益重要的作用。

§ 1-3 增值通信网路

所谓电子化家庭、无纸张办公室、公用信息事业等概念都是根据现成可用的、便宜的数据通信业务为基础提出来的。最早、最普通应用的通信资源是公用电话交换网路。在美国，实际上每个家庭和办公室都有电话，所以可以通过这种网路与其他类似设备进行通信。

本节我们要简单介绍一部分现在可用的或目前仍处于开发阶段的若干公用载波业务。这种业务中，有些业务显然是面向大公司用户的。然而，虽然某种业务开始仅面向大公司用户，但到后来，这些大公司都以“大用户”的身份申请这种业务，再向较小的用户转售一部分业务。这个过程慢慢地渗入了莫斯先生的思想。

70年代初期，美国国防部高级研究规划局宣布了一项建造称之为 ARPANET 的计算机通信网路的计划。ARPANET 网路利用电话交换网路互连分布在美国各地的许多不同类型的计算机。它还采用一种称为“分组交换的技术”，在网路的通信节点之间为报文信息进行路由选择。分组交换是这样一种技术，即把报文分成称为分组的固定长度的段。由特定报文构成的各个分组，分别进行路由选择，通过网路传送到最终目的地。分组技术使网路负载均匀地增加，便于在网路交换节点处对报文的缓冲和路由选择。其结果是能使分组交换网路在非常经济有效的情况下获得很高的吞吐量。从 ARPANET 网上收集到的详细特性数据表明，分组交换技术是一种经由公用电话交换网路，能互连大量异构系统的有效的、可商品化的解决方法。因此，到 70 年代中期，已有足够的证据说明，把实现分组交换的专门化硬件与电话网路结合在一起，便可向不断增加的用户出售，以满足他们对廉价计算机通信能力的要求。由这样得到的产品称为增值网路(VALUE-ADDED network)。特别值得一提的是，增值网路公司可从电话公司租用电话线路，以经济有效的共享方式为许多公司和用户提供分组交换的硬件和软件。

两家主要的商用增值网路公司是 GTE Telenet 和 Tymnet。各自拥有自己的以电话系统为基础的分组交换网路。所谓“增值”(Value-added)，是指在分组交换的能力上增加额外的网路服务，诸如冗余设备，如果网路中的特定链路出现故障时，可另选路径，进行网路资源管理和传输差错控制。网路资源管理能有效地将通信费用减少到租用专用线路费用的 1/3，传输差错控制，能使误码率减少到远低于标准话路正常情况下的误码率的水平。增值网路还提供其他的服务，如电子邮件等。

70 年代后期，一些先进的办公产品厂家和通讯公司宣布了几种新的网路服务——全部的设计都是采用最新技术（如微波和卫星通信）。美国电话电报公司(AT&T)和卫星商业系统公司(SBS)就是这样的两家公司。

然而，会提出这样的问题，这些网路服务与微计算机数据通信有什么必然的关系呢？答案是，家庭用户和小型微机系统用户已经使用了增值网路公司通过 Source 网之类的公用信息事业公司提供的资源和服务。特别是 Source 网利用 CTE Telenet 和 Tymnet 将分布在美国各地的用户与马里兰州(Maryland)银泉市(Silver Spring)的分时业务的大型计算机资源接通了。一种明显的趋势是，这些新的业务开始时，对小公司和个人用户来说是太昂贵了，但后来却还是打入了小用户的市场——或者降低了费用，或者通过中间企业有效地将为数众多的个人用户联合成为一个大用户。

随着信息事业开始进入更多的机关和家庭，相应地引起了对标准化问题的重视。类似的问题在其他工业界也发生过，如录象机/放映机市场。标准化的好处的一个例子是，不论是从销售商 A 还是从销售商 B 购买电视机，都可以收看到星期一晚上的足球赛。对于数据通信、信息服务这类发展中的工业，制定可行的标准，尔后并始终遵循这些标准是极为重要的。如果用户老是为了要考虑兼容性问题而在各种产品中挑来挑去，则对每个人都会产生消极的效果。所以，已有许多标准化组织致力于设计和研究可行的标准，并提供公共论坛以讨论和解决标准化问题。下一节简单地介绍几个与数据通信和微计算机系统有关的标准化组织。

§ 1-4 标准化组织

对于微计算机数据通信用户具有重要影响的标准化组织有：两个美国标准化组织和两个国际标准化组织。下面进行简单的说明，并介绍它们制定的几个与本书内容有关的重要标准。

一、EIA (电子工业协会)

EIA (Electronic Industries Association)是美国电子工业制造厂商的组织。EIA 在数据通信领域的标准化工作由 TR30 技术委员