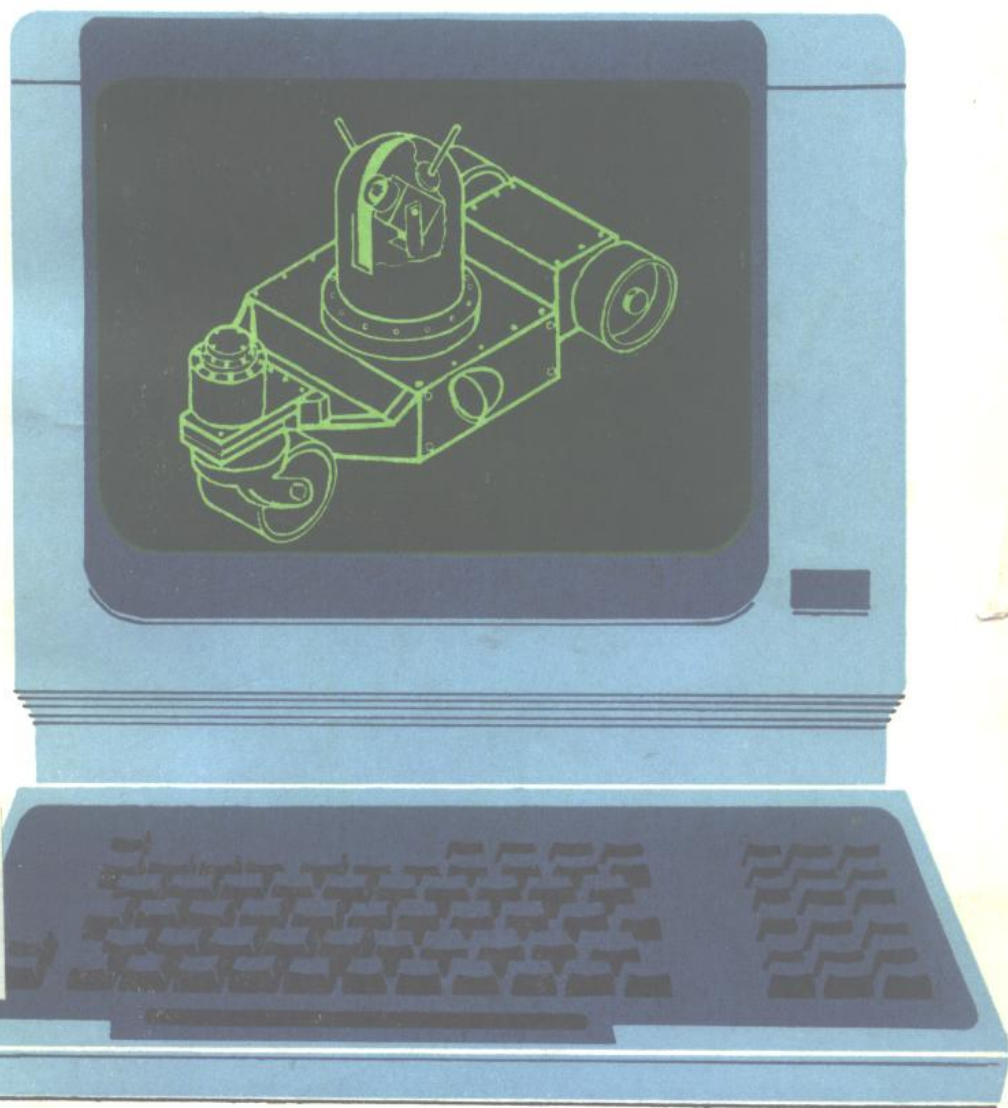


微型计算机应用丛书

微型计算机在自动化技术 中的最新应用

〔美〕小詹姆斯·A·格普顿 著



机械工业出版社

微型计算机应用丛书

微型计算机在自动化技术 中的最新应用

〔美〕小詹姆斯·A·格普顿 著

王祥贵 王锐 译

孙慧玲 校



机械工业出版社

本书共十一章，前四章着重介绍了数据采集、数据变换、微型计算机及单片微型计算机和遥控理论的基础知识，第五至十章阐述了微型计算机在程序控制器、民用房屋自动化系统、工业过程控制系统、工业机器人、危险环境中使用的机器人等中的应用，第十一章阐述了试验机的设计和研制。各章后面均给出了练习题，附录中给出了各章练习题的答案。本书内容丰富，文字通俗，例子新颖。

本书可作为从事计算机技术、自动化技术的工程技术人员、高等学校教师及高年级学生的参考书。

Microcomputers for External Control Devices

James A. Gupion, Jr.
Dilithium Press, 1982

微型计算机在自动化技术中的 最新应用

〔美〕小詹姆斯·A·格普顿 著
王祥贵 王锐 译
孙慧玲 校

责任编辑：严蕊琪
封面设计：田淑文

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街1号）
（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

龙华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本850×1168 1/32·印张7¹/₈·字数 186千字
1988年6月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷
印数 0,001-7,000·定价2.75元

ISBN 7-111-00496-5/TP·30

出版者的话

计算机是现代化建设中不可缺少的先进工具，其应用正在向各个领域渗透，并以日新月异的面貌迅猛发展。

为了迅速普及计算机先进科学知识，大力推广计算机应用技术，积极提高技术管理干部的现代化管理水平和工程技术人员应用计算机的水平，中国机械工程学会自动化分会和机械工业出版社根据目前急需情况，先组织出版一套《微型计算机应用丛书》，分编著和翻译两个独立部分，均以应用为重点，内容反映微型计算机在机械、电气自动化、仪器仪表、办公自动化等方面的应用，供使用计算机的工程技术人员参考。

本丛书的出版得到原机械工业部计算机领导小组的大力支持，原机械工业部计算机与集成电路办公室、北京机械工业自动化研究所等单位的有关同志给予了具体指导和帮助，其他兄弟单位提供了方便，对此一并表示感谢。

机械工业出版社

编委会名单

主任：沈烈初

副主任：蔡福元 罗命钧 郑仁贵

委员（按笔划排）：

朱逸芬 李襄筠 严蕊琪

张长生 周斌 季瑞芝

郑学坚 龚为廷 谢志良

葛林根

译 者 序

随着大规模集成电路技术的发展,在70年代初期,美国Intel公司制造了第一个单片微处理器Intel 4004。微处理器的诞生给电子计算机系统的结构带来了巨大的变革,出现了微型计算机、分散式多机系统、计算机网络等技术的飞速发展,这给计算机的广泛应用提供了物质基础。生产力的提高必然要求生产工具、生产工艺过程实现自动化,以达到不断提高生产效率的目的。自动化技术是一门以计算机技术、通讯技术、机械、电子技术为基础的综合技术。由于微型计算机具有体积小、重量轻、功耗低、可靠性高、价格便宜以及可实现分散控制、集中管理,从而提高控制系统的可靠性等优点,使得它在自动化技术的最新应用中占有特殊的地位。自动化技术发展较早,但微型计算机的出现给它注入了新的血液,使得它在许多新领域的应用中得到了成功和发展。

本书译自“Microcomputers for External Control Devices”一书,但删去了附录的某些部分。本书是一本有关新技术方面的由浅入深的通俗读物。它用通俗而风趣的语言,富有故事性地介绍了自动控制技术的原理和微型计算机在照像机自动化、住房自动化、遥控技术、机器人等自动化技术方面的最新应用。因此本书是学习自动化技术的入门书,也是从事计算机技术工作、自动化技术工作者的指导书。同时也是大学计算机专业、自动化专业高年级学生的一本良好的参考书。然而由于译者水平所限,译文中难免有漏、误之处,敬请读者批评指正。

译者 1986年10月

目 录

引 言.....	1
第一章 数据采集、变换的预备知识.....	11
第二章 数据采集、变换的原理.....	19
第三章 遥控引论.....	57
第四章 微处理器和单片微型计算机简介.....	79
第五章 用作程序控制器的微型计算机.....	104
第六章 实现您的房屋自动化的计算机系统.....	125
第七章 控制接口的介绍.....	137
第八章 用微型计算机进行过程控制的简介.....	157
第九章 微型计算机控制机器人的简介.....	176
第十章 在危险环境中使用的机器人.....	193
第十一章 控制用试验机的设计和开发.....	203
附 录 各章问题答案	217

引 言

在埃德·罗伯茨 (Ed Roberts) 还健在的时候, 他逐字地对人们说: “要建立一个较好的诱使对方失败的策略”。我们已经一次又一次地听到这种陈词滥调, 但是它对我们适用的可能性是十分小的。在1974年秋天, MITS (微型仪器遥测装置系统) 完成了第一个牛郎星微型计算机样机。1975年牛郎星微型计算机原计划投入市场800台, 但由于市场需要量猛涨, 因此1975年3月装上船的牛郎星微型计算机已超过1500台。四年以后, 到1978年底, 估计用于个人计算、业余消遣、各种目的的试验以及小型商业等所需要的微型计算机数目将达到惊人的“一百万”之多。

微型计算机工业的蓬勃发展, 可以由这样的一个事实来说明——微型计算机已经成为美国状况的标志! 一旦人们认识到微型计算机并不是什么高不可攀的事物以后, 对微型计算机的主人来说, 做一些控制和使用它自己的计算机的试验就是值得做的事了。我们只要记住: 微型计算机只有少数电子部件, 在我们没有告诉它所要做的事之前, 它是什么也不能做的。一种具有独特风格的家用计算机在许多实际应用中得到使用。几乎所有的家庭预算、菜单、租用的农场地址清单、游戏、文化教育、通信联系、业余活动等均可由家用计算机来实现, 所有微型计算机的主人都被其迅速发展的功能所吸引。以前需要几小时才能解决的问题, 现在只要几分之一秒的时间就能得到正确的答案。

微型计算机蓬勃发展的第二个原因是由于微处理器的价格降低。在1974年, 购买一个单片的Intel 8080微处理器需用360美元, 而今天购买同样的微处理器却只需10美元以下。随着微处理器的大量供应, 新的应用领域不断扩大, 其中包括用作电脑和控制装置

的微处理器。

1921年以后，业余无线电已成为人们主要的业余爱好。某些业余爱好者建议，在全世界范围内接收无线电广播——远距离交换信息（DX-ing），“DX”已经成为这种业余无线电爱好者的专用术语（参看图0-1）。而其它的业余无线电爱好者的广播是通过业余无线电台来进行的，他们使用的无线电通信的方式是由一系列的点和破折号（Morse码）组成的发送信号进行发送，现在把这种发送叫做“连续波”（CW）发送。后面这种无线电业余爱好者在无线电的使用上，要受到地方警察局使用的无线电扫描器监视。该无线电扫描器能连续地扫描或开关切换1~16个不

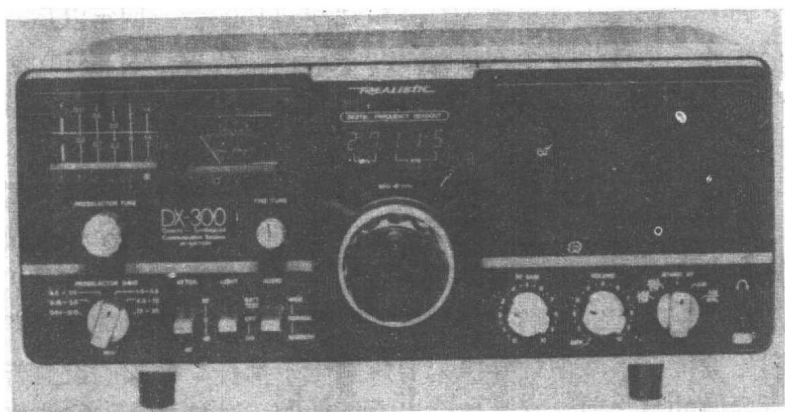


图0-1 Rodio Shack Realistic DX-300 通信接收机

同的波段频率，当它停止在哪一波段时，就能够监视该波段内的广播。市民波段无线电也已经成为一种业余爱好，它拥有两千万以上的美国人，如果再加上其他国家的无线电爱好者，上述数字将增长两倍。这里讨论“DX-ing”（远距离交换信息）和“CB”

（市民波段）的业余无线电爱好者数目的原因是因为他们也代表着另一领域的业余爱好者，该领域是以微处理器来做一切事情的一种新的方法。

图0-2给出微处理器控制频率的无线电扫描仪,PRO-2001,它应用微处理器取代了控制频率的晶体,而以前的无线电扫描仪是一定要用晶体的,现在可以简单地按下按钮就可以获得所希望的频率数字了,微处理器将自动地调节频率,同时将该频率数字保存在它的存储器内,以便将来使用。图0-3给出了“市民波段”的无线电收发两用机,该两用机用微处理器来选择授权的CB通道的发送或接收。对限制扫描,微处理器可以预置5个通道;对有源(或无源)的通道,可以扫描40个通道。微处理器还可以控制装置的数字显示部分,显示出一天的时间及正在工作的

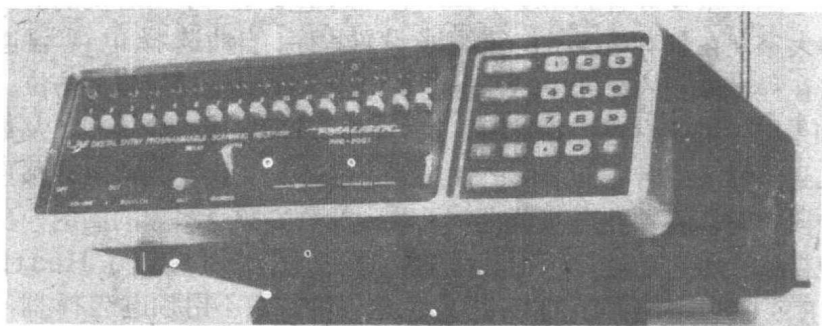


图0-2 PRO-2001可程序的VHF/UHF无线电扫描仪

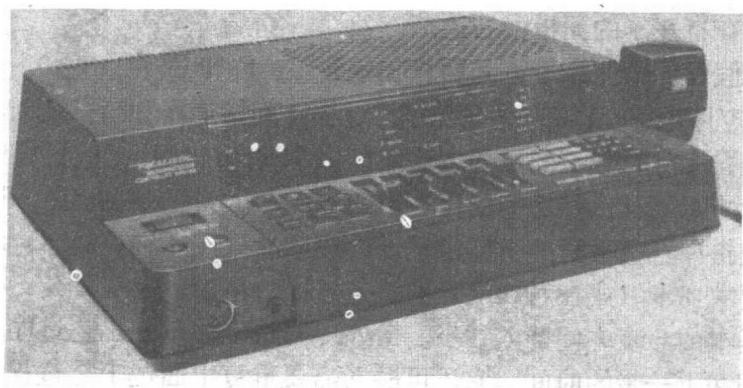


图0-3 Realistic公司的TRC-459型40通道可程序市民波段用的收发两用机

通道。发光二极管的针点可以显示装置的操作方式，如调幅、下带边、上带边以及接收、发送通信信号的强度等。

如果业余无线电操作者自己有微型计算机的话，则可以在短波无线电机的扬声器和微型计算机之间增设一个专门的接口，当CW传输点和破折线信号时，将在微型计算机的CRT终端上显示出字符和字，如果使用行打印机的话，则将在普通纸上或电文格式的纸上打印出实际通信的电文。也许有一天，通过微型计算机的应用，能够开发出一种公认的CW传输的特殊方式——“拳头”方法。

从业余爱好者的角度来看，电视的重要性是不可忽视的。因为大家现在都有电视机，它能够设置程序，自动选择电视频道（在程序控制的时间内），也能将电视天线旋转到最好的方位。如果电视机带有遥控附件时，也可以调节音量或改变色调，从最红到最绿，或者它们之间的任意一个色调。当改变频道（或预置频段）时，将和在电视荧光屏上看到的有关频道图象的同时，在电视机上将自动地显示出其正确的时间。图0-4给出了Heath GRS-2001可编程序的25in彩色电视机，它不用频道选择器，而使用若干个数字键，使你能够按程序设置所希望的频道或一串时间，以便在晚间看电视时能自动地切换频道。该图中程序控制面板在打开了的面板的右边。

假设你的业余爱好是照相和放大黑、白印刷品。图0-5给出了Vivitar公司的可编程序的过程时间指挥器和暗室定时器。可编程序定时器中的微处理器能使你掌握印洗像片工艺过程中每一步的时间及每步之间的显影槽的排放水。为了方便起见，过程时间指挥器把暗室的工艺过程设计成6步（或6种功能），对那些要求18步（或18种功能）的工艺过程，将由LINK命令，在每一基本的6步之间插入12步。微处理器将记住每一工艺过程步的时间和下一步的时间。它还可根据需要重复上面的工艺过程步。

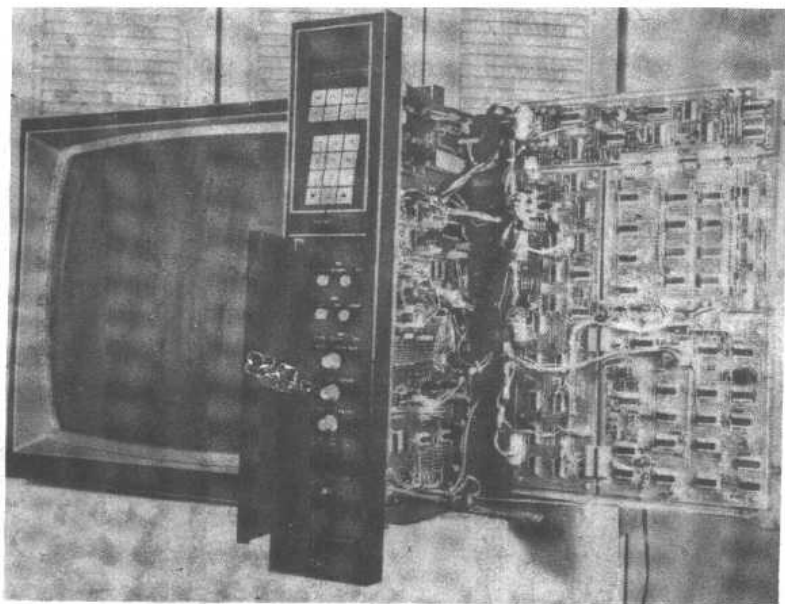


图 0-4 Heath GRS-2001可程序彩色电视机

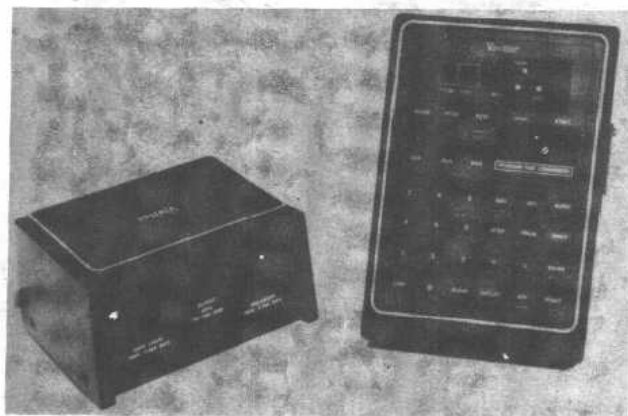


图 0-5 Vivitar过程时间指挥器和可程序暗室定时器

当过程时间指挥器电源切断时,微处理器将自动地清除储存的信息,以便一旦电源接通时,为下一次工艺过程的数据输入做好准备。

图 0-6 显示了微处理器在照相领域中的另一种应用。Canon A-1 是第一个应用微处理器来作自动曝光控制的照像机。Canon 的微处理器给使用者提供了手动和 5 种方式的全自动操作, 该 5 种全自动操作包括: 快门速度优先 AE、光圈优先 AE、编程优先 AE、电闪光 AE。这时你会惊奇, 什么 AE 代替自动曝光呢? 图 0-7 给出了 Canon A-1 内部电子部件和微处理器的剖视图。



图 0-6 Canon A-1 微处理器控制的自动曝光照相机

对持有微型计算机的业余爱好者或实验者来说, 最富有吸引力的应用之一是建造一个机器人。机器人套件是可以买到的, 它的价格为 400~1000 美元。计算机可控制机器人的活动, 并发出闪光, 甚至可以使机器人发出机器声音代码。图 0-8 给出了 Terrapin 公司的计算机控制的机器人, 它的名字叫做“海龟”。它的外壳实际上是触觉传感器部件, 当它碰撞到物体时, 传感器将告诉机器人这儿有物体, 计算机则使机器人改变移动方向, 绕开接触到的障碍物。

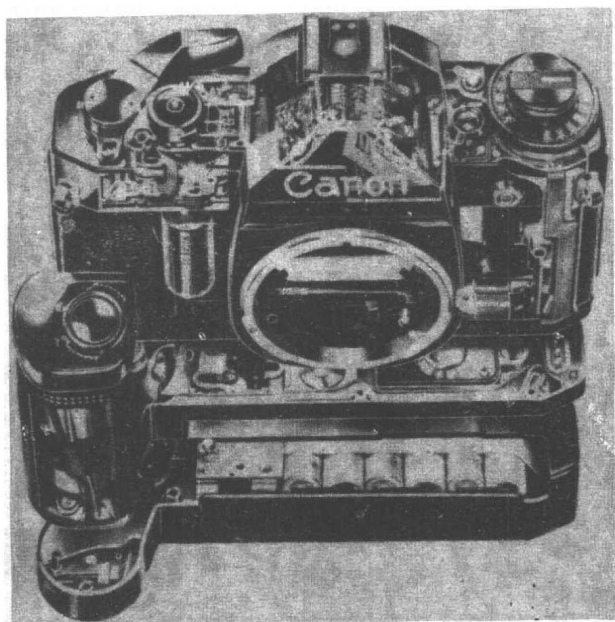


图 0-7 CanonA-1 的微处理器剖视图

正如我们所看到的那样，微处理器是一种具有惊人控制本领的部件。除上述应用外，它还可用于厨房微波炉的时间控制，以及控制存储器或磁带来的信息在电传打字机上打印等。由于微处理器本身体积很小，它能在手表中用以控制时间和数字。目前，微处理器新的应用仍不断地出现。

本书的目的是鼓励用微处理器、微型计算机来控制电的、机械的、动力的装置。控制系统将包括两个部分，第一部分是和外部传感器来的数据采集有关，它要求把模拟形式的数据变换成数字形式，这将涉及到固态传感器部件和有关的电路结构。我们将讨论微处理器和单片微型计算机，而对目前出现的控制应用来说，这两种微型计算机是独立发展的。控制系统的第二部分是所研究的若干应用中的微处理器和微型计算机作为这些应用的过程控制器，这里包括装置制造线上用的工业机器人。第二部分也还包括计算机所需要的若干接口，这些接口能使图型数据进入微型计算

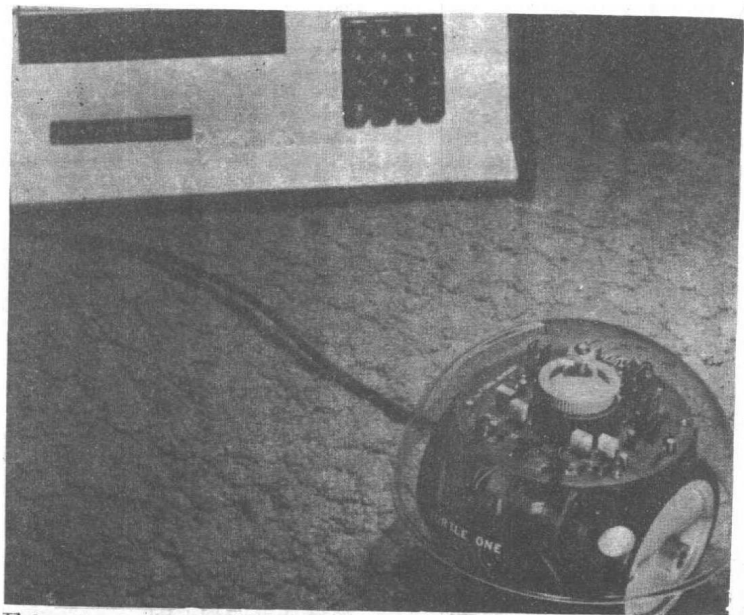


图 0-8 Terrapin公司计算机控制的机器人“海龟”

机；计算机输出数据在彩色CRT终端上用8种不同颜色显示出来。

本书试图能对任何一个拥有微型计算机的业余爱好者、实验工作者、商人、制造厂的经理以及研究、开发机构的工程师们提供一些有趣的应用。它已经被公认为是初学者的入门书、高级实验工作者的教科书、工业上的指导书。对每种应用，在材料附录中列出了每章中所需元件的厂家。此外，在每章中有电路图和元件表，因此根据上述材料能够组装所需要的复制品部件，并用微型计算机来控制它，或者由部件向微型计算机传输数据，反之也可由微型计算机向部件传输数据，再分析这些数据，适当地修改部件。

本书通过浅显的语言对复杂的问题进行简化描述，在每章的最后，分别列出本章中缩略词首字母的对照表和第一次使用的词的小词汇表。在读每一章之前，先读一下缩略词首字母对照表和

小词汇表对没有电子学基础的读者来说是有益的。

缩略词首字母对照表

AM	调幅
CB	市民无线电波段
CRT	阴极射线管
CW	连续波 (Morse码传输)
DX-ing	远距离无线电接收
MLTS	微型仪器遥测装置系统
TV	电视 (广播和接收)

小词汇表

模拟 连续改变幅度的电信号。它和仅有导通、截止两种状态的开关信号相反。

频道 对无线电或电视通信广播 (或接收) 所设定的固定频率。

计算机 是一种能够接受特殊指令, 而且能把输入的数据进行运算、储存以及显示出运算结果的装置。

数据 适合于微型计算机输入的信息, 或者由微型计算机输出的信息。

数字 一种算术字符, 或者是一段数字的数据。

数字读出 用不同的发光段方法显示模拟量; 以方盒子形状显示字母或数字。

接口 一种电子部件, 用这种部件可以使一台微型计算机和另一台微型计算机进行硬件连接。如果作为动词, 其意思是把微型计算机和其它部件连接。

磁带 一种涂有磁性材料 (例如铁的氧化物) 的窄塑料带。它利用有规则的磁化能储存模拟或数字信息。

存储器 一种储存计算机数据的装置。存储器可以是只读存储器、随机存取存储器或者是磁盘、磁带。

微型计算机 一种小体积型的计算机。通常它的内部存储器的储存容量比一般计算机小。

微处理器 一种具有根据程序指令来改变或操作运算数据能力的部件，在微型计算机中该部件能改变数据。

微波 一种频率十分高的无线电信号，常用于无线电通讯。有时也用于使被照射物体中的分子运动而产生热量。

带边 载波和调制波组合中的调制波部分。

上边带 载波频率的最高的调制频率。

下边带 载波频率的最低的调制频率。

传感器 一种机械或电子装置，当它受到环境因素影响时则产生信号。传感器就是用来探测这些环境因素的，能探测温度、位移、声音、光，从而决定开关是通还是断。

机中人 一种由电动机和传动装置操作的机械装置，由控制电缆和开关（或内部可编程序微型计算机）控制机器人进行移动和做工作等。

第一章 数据采集、变换的预备知识

在开始研究数据采集和变换之前,我们应该了解用于微型计算机的数据特性。微型计算机只懂一种语言,就是所谓的机器语言。每一条程序指令和由键盘输入的每一个数据是电传打字机的ASCII码(American Standard Code for Information Interchange),它必须转换成机器语言后,微型计算机才能懂得这个指令和数据。请注意,机器语言是和数字逻辑有关的数值语言。数字逻辑的优点在于它只有两种状态:开或关、导通或不导通,高电平或低电平。这两种不同的状态可以用电压来表示。0 V表示低电平或断态,+3.4~+5V之间的电压表示高电平或通态。

机器语言采用以2为基数的数字系统,称作二进制系统。因为二进制系统能很好地表示成由逻辑“0”和逻辑“1”两种状态函数组成的数字逻辑。使用二进制运算常常会出错,主要是由于我们已经习惯于十进制系统(即以10为基数),当然就觉得用十进制比二进制更方便。例如,计算 10^7 的值,在十进制中,它表示7个10相乘,答案很容易得到,就是10后面加上6个0,即10000000;在二进制中,指数7表示7个2相乘,这在十进制系统中等于128。机器语言中,一个单独的二进制数0或1,称为一位。8个相连的二进制数组成机器语言的一个字,称为一个字节。指数最高的位称为MSB(most significant bit,最高有效位),零指数位称为LSB(least significant bit,最低有效位)。图1-1说明了二进制位和字节之间的关系,同时也给出了与指数值0到7的二进制位相对应的十进制值。假定每一位上都出现逻辑1,此时字节所表示的是最大数值,为255(图1-1中下面一排为十进制数的和)。