

微型机应用技术

邱达生 编著

广东科技出版社

73.8782
C59

6-20

微型机应用技术

Wei Xing Ji Yingyong Jishu

编著 **邱达生**

校对 **孙美华**

*

广东科技出版社出版发行

解放军7226工厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 13.56印张 289千字

1984年2月第1版 1984年2月第1次印刷

印数00,001~50,000

统一书号: 15182·92 定价: 1.90元

前 言

随着科学技术的发展，电子计算机的设计和应用技术，已成为人类求取生存和发展的一门重要科学。实践说明，现代电子计算机的作用，已远远不仅是为了数学计算，也不只是为了节省人力，它的应用领域越来越广泛。它是一门综合电子学、数学、物理、化学和哲学为一体的新兴科学技术。它在我国四个现代化的建设中，是节约能源、增加效益、提高质量、安全生产的不可缺少的环节，是实现现代化科学管理的重要手段，是现代化战争克敌制胜的一种强有力的军事装备，是提高人类劳动生产率的有效工具。它在各种危险、复杂和恶劣的环境条件下，能够起着人们不能取代的作用。

由于电子科学技术的发展，集成电路的工艺技术从小、中、大规模到超大规模的不断进步，使微型机这支电子计算机的新军猛然崛起。从七十年代初期的试制到现在的普及推广，只用了短短的十年。在我国，普及微型机的应用技术也已成了当务之急。

编写本书是为推广应用微型机提供一些基本知识和索引性的资料，使广大企业、事业单位管理干部、科技人员及有关工人对于微型机在国内外各行各业的应用状况和应用技术有个概略的了解，以达到开阔眼界、启迪思维、穿针引线、技术交流并在实际工作中加以应用的目的。

本书在编写过程中，一直得到国家计算机总局的重视和

支持。国家计算机总局陈力为总工程师、电子工业部推广应用研究所龚炳铮高级工程师，曾亲自审阅了书稿。西安交通大学计算机系郑守淇副教授、胡正家副教授，南京邮电学院电子线路教研室孔俊宝副教授，曾给予认真地校阅和修改。还有从事微型机应用技术研究的专业工程师 翟高齐、孙美华、孙洪宽、牛光汉等都曾给予许多积极的而十分有益的帮助。其中的应用实例，很多是从全国性的微型机应用技术交流大会提供的资料中选编的。对于很多同志和朋友积极帮助和辛勤劳动，在此深表谢意。

内 容 提 要

本书是学习微型计算机（简称微型机）应用技术的书籍。全书分为微型机及其应用概论；微型机应用的基本知识；指令和程序浅说；应用程序的设计技术；微型机的应用实例五章。本书除了一般的介绍国内外微型机应用状况和微型机结构的基本知识之外，还用相当的篇幅介绍编制微型机应用程序的基本方法和各行各业的应用实例。旨在使读者对微型机在国内外各行各业的应用状况及其应用技术有一个概略的了解，在微型机的推广应用中达到开阔眼界、启迪思维、穿针引线、技术交流并在实际工作中加以应用的目的。

本书是接受电子工业部计算机工业管理局的委托，为了推广微型机的应用技术而编写的。它图文并茂，通俗易懂，可供工厂、企业、事业单位管理干部及各行业从事微型机应用工作的技术人员，管理人员和技术工人阅读。亦可作为大专院校、中等专科学校以及一些正在开展计算机教学的高级中学和职业、技工学校的辅助教材。

目 录

前 言

第一章 微型机及其应用概论	(1)
一、微型计算机与电子计算机	(1)
二、国内外几种系列的微型计算机	(6)
三、微型机在国外推广应用情况及其发展趋向	(12)
四、微型机在我国推广应用情况	(24)
第二章 微型机应用的基本知识	(44)
一、微型计算机和微处理器的基本结构	(44)
二、常用名词和术语	(48)
三、几个主要部件的功能与作用	(66)
四、公用总线的说明	(74)
五、输入输出的通道	(79)
六、MC6800 微处理器的结构说明	(81)
七、ISBC 单板微型机	(88)
第三章 指令和程序浅说	(93)
一、指令的表示方法	(93)
二、记数和编码	(99)
三、几种运算方式	(121)
四、一个简单程序的编制和执行的举例	(145)
五、三种常用的寻址方式	(159)
六、分支程序	(174)
第四章 应用程序的设计技术	(194)

一、程序与软件的概念	(194)
二、程序设计的基本方法	(201)
三、MC6800 (八位机) 指令系统的应用	(229)
四、DJS-020 (四位机) 指令系统的应用	(235)
五、DJS-012 (一位机) 指令系统及其应用	(245)
六、初学的程序编写人员如何上机操作	(274)
第五章 微型机的应用实例	(290)
一、DJS-012 微型机用于 C1336 车床的技术改造	(290)
二、DJS-020 微型机在棉花收购自动计量计价系统的 应用	(303)
三、DJS-063 微型机用于五坐标铣床控制系统	(318)
四、DJS-051 微型机在纱线品质检测数据处理系统 的应用	(327)
五、应用微型机针织三色花帽	(340)
六、Z-80 微型机在立体仓库管理系统的应用	(347)
七、DJS-051 微型机在物资管理上的应用	(359)
八、TRS-80 微型机在工资管理系统的应用	(365)
九、用微型机实现高精度温度控制	(378)
十、MC6800 微处理器在 DDC 炉温控制装置的 应用	(389)
十一、微型机在工频高压数据采集系统的应用	(394)
十二、微型机在数字集成电路自动测试系统的应用	(401)
十三、微型机对步进电机的控制	(408)
十四、应用 TRS-80 微型机管理宫外孕病历	(417)

第一章 微型机及其应用概论

一、微型计算机与电子计算机

当前在电子科学中，计算机的发展已经进入了一个新的时代。计算机的工艺技术已从电子管、磁芯存贮器、印刷电路板发展到超导技术、激光技术和超大规模集成电路技术。以大规模集成电路为其工艺基础的微处理器的出现，是激动人心的科学技术成果。它不但带来了数学、电子领域的巨大变化，而且对现在一代和下一代人的生活方式带来了极大的影响。用微处理器作为中央处理器的微型计算机的问世，就是电子计算机发展到新阶段的标志。

什么叫作微型计算机？所谓微型计算机的“微”字，并不是说它的性能微，主要是说它的重量轻，体积小，使用方便。至于它的功能，从发展的趋势来看是越来越大，越来越完善，字长从一位、四位、八位发展到十六位、三十二位，速度从几千赫发展到几十兆赫。现在出现的新型微型机，其功能已经超过类似我国 100 系列的中档小型机了。

以微处理器为核心组成的微型计算机，其结构原理与一般电子计算机一样，都是由五个基本部分组成，就是由运算器、控制器、存贮器、输入、输出五个部分组成。由运算器和控制器组成的中央处理器，就是通常所说的 CPU。随着半导体大规模集成电路工艺技术的发展，已经能够把过去占据一

个很大机房的 CPU 微缩到一片比指甲还小的集成电路芯片上，人们通常把这个具有 CPU 功能的集成电路芯片称微处理器，英文缩写为 MPU。如果把微处理器作核心，加上由大规模集成电路做的存贮器，以及输入输出接口，还有一些辅助电路，就组成微型计算机，简称微型机(MICROCOM-PUTER)。有人还常用“微型计算机系统”这个名称，这是指微型计算机为中心，加上一些外围设备和适当的软件，也可多机连用构成一个系统，这就叫作微型计算机系统。这个系统就是以 MPU 为核心，通过三条总线，即数据总线、地址总线和控制总线，把存贮器，即只读存贮器 (ROM) 和随机存贮器 (RAM) 挂在这些总线上，通过接口、输入、输出 (I/O) 和外部设备如打印机、磁盘等连接起来。其中 MPU 是微型计算机的核心，等于人的心脏。程序和数据通过总线进入 MPU，把进来的指令经过译码变成各种的控制信号在时序电路的配合下一步一步地指挥各种微操作，对信息进行加工处理，然后通过总线送出去。

计算机技术是一项新兴工业技术，从 1946 年世界上产生第一台电子计算机以来，已有三十多年的历史。计算机技术发展的速度是很快的，而微型计算机又有它的特点。七十年代初期国外第一台微型机问世后，到现在只有十几年时间，其发展过程，一般说来经历了四代的产品：1971 年以美国英特尔(Intel)公司生产的 4004、8008 这样的初期产品为代表，称为第一代，是用 P-MOS 工艺做成的芯片，性能大体相当五十年代的电子管计算机。虽然还属低档，但其重量、体积、功能、价格都下降到过去电子管计算机的几万分之一；第二代的代表产品是 1973 年英特尔公司的 8080 和莫托洛拉 (Mo-

torola) 公司的 6800 为代表, 字长 8 位, 速度 1 至 2 兆赫, 采用 NMOS 工艺做成的芯片。第三代一般认为从 1978 年起, 以英特尔公司的 8086, 基洛克 (Zilog) 公司的 Z-8000, 莫托洛拉公司的 68000 等为代表产品, 字长为 16 位, 速度为十几兆赫。它们的功能已达到中档小型机的水平, 如 M68000 已超过 PDP-11/45; 现在据报导, 英特尔公司已经研制出三十二位的 8800, 还准备推出一系列更高级的相当于中型计算机的 IAPX-432 等等新产品。这些产品可以作为微型发展的第四代。

从 1970 年第一代微型机研制成功以来, 其发展速度远远超过过去电子计算机发展的速度。据统计, 1979 年世界各种微处理器的片子总产量为 5680 万, 1980 年全世界微型计算机的产量已达到一千万台, 产值达十一亿三千万美元。其中美国发展最快。美国 1976 年销售微处理器、微型计算机 8600 多万美元, 1981 年 52800 多万美元, 增长五倍多。1980 年世界销售额中, 美国占 54%, 日本占 23%, 预计到八十年代末期一些技术先进国家平均每人将有一台微型机。现在集成电路的集成度, 平均每年增加一倍, 而价格则年年下降。

微型计算机为什么会有这样高的发展速度呢? 主要因为它有以下的优点:

1. 重量轻, 体积小, 功耗小, 维护使用方便, 由于组成微型计算机的主要部件: 微处理器 (MPU)、存储器 (RAM、ROM) 和输入输出电路 (I/O) 等都采用大规模或超大规模集成电路。随着集成度的提高, 使得微型计算机的体积越来越小。现在就是在这种体积微型化的计算机中, 也由于结构工艺设计的变化, 国际市场上已经出现了体积更

小、价格更便宜的单片微型机和单板微型机。总之，集成度的发展，带来了微型化，而微型化又促进结构设计的简单化，从而功耗小、重量轻、维护使用也就更方便了。五十年代中期，一台大型计算机重量可达 30 吨，耗电 150 千瓦，仅电子管就有几万个。其安装维护条件要求有一间相当宽大的恒温恒湿的机房。现在一台同等功能的微型计算机只有几公斤重，耗电只有零点几瓦。现在一片比指甲还小的大规模集成电路芯片，可相当于过去几十到几万个晶体管组成一台电子计算机。例如 MC68000，一个芯片里就有等效的 68000 个晶体管。而且因为组成微型机的芯片都是封装起来的，机器的安装维护没有特别严格的要求，一般机房、各种场地都可以使用。

2. 结构多样，性能灵活。从微型机的结构设计来看，有通用机、专用机；有单片式、多片式、位片式；有一位机、四位机、八位机、十六位机或三十二位机。用户所要求的功能，可由微型机的硬软件来实现。用户根据不同的要求，可以灵活地组成各种的系统。用户程序一般都可固化在只读存储器（ROM）内，在加电源或突然掉电时，监控程序和用户程序都不会破坏，比较可靠。如果采用可改写的可编程序的只读存储器（PROM），或是可擦除改写的只读存储器（EPROM），程序可由用户根据需要来编写，这样就更灵活和方便了。

3. 性能稳定，运行可靠，故障率低。因为微型计算机采用的器件，都是大规模或超大规模的集成电路，外部接线很少，装配非常简单，因而故障率大大减少。现代微型机平均故障的间隔时间为几千小时，甚至上万小时。加上体积很小，可装在各种工业设备、终端设备、家用电器等等方面作

为一种控制的部件。其应用的范围，越来越广，已经大大超过原来人们对计算机应用范围的认识。

4. 价格便宜，便于推广。我们过去谈起应用计算机，首先就要向国家申请一大笔资金，没有十万、百万元，很难进行一个应用项目的考虑，因而使计算机的应用，长期不能开展。而现代的微型机，系统的组成则灵活、多样，大的系统，需要十万、八万，而小的系统，只要几千甚至几百元几十元就可买到。国外现在买一个简单控制用的微型机，只用几个美元。因此，现在很多用户，包括私人用户，都买得起这种微型的计算机。尤其近几年来，随着集成电路新工艺新技术的不断发展，大规模集成电路芯片的价格逐渐降低，微型机的价格也在不断下降。根据国际市场报导的资料，一般微处理器（芯片）1975年为500美元左右，到1977年就下降为100美元。1980年，一般低档四位芯片为1~3美元，通用中档八位芯片为10美元，十六位芯片也不到100美元。现在，国外正在加紧研制和生产与微型机相适应的价格低廉的外部设备，特别是价廉物美的输入、输出（I/O）装置。如键盘打印机在国外仅250美元（折合人民币700元），带键盘的显示器150美元（折合人民币280元），软磁盘150美元（折合人民币420元）。这样，就大大促进了微型机的应用和发展。

微型计算机虽然有上述几种优点，但是也有缺点。它与一般大、中型计算机比较，微型计算机的速度较慢。如英特尔8080A完成一次加法时间为2ms，而一般小型计算机如NOVAOI只有1.35ms，微型机的这个缺点，目前正在克服之中。1978年新研制成功的第三代微处理器，如8086、Z-8000、

MC68000 等的微型计算机,其速度已大大提高,主频 4mc 以上,比现在的十六位小型机如 PDP11/45,快 2—5 倍,如用快进快出存贮器 (FIFOR),速度还可提高。今后,随着大规模集成电路的发展,微型机必将接近或者超过小型机。

微型计算机与一般计算机比较,虽然有些不同,但其功能和作用是一样的。如果与大中型计算机比较起来,在使用上有较显著的差别。微型计算机往往作为一个部件装在应用装置中,而一般大、中型计算机历来都是作为计算机系统使用的;在数据处理和业务处理方面,大、中型计算机采用大型集中的处理方式,而微型机多数采用小型分散的处理方式。大、中型机一般作分时处理,微型机则智能化,使用中对于存贮器效率的要求很高。至于微型计算机与小型计算机相比较,除了微型机有上述的特点之外,在使用上的其它差别现在已经越来越小了。

二、国内外几种系列的微型计算机

现在国际市场上出现的微型机,种类繁多,系列各异。对于微型机的分类方法各有不同。按照机型分类的,过去除了分作通用机、专用机之外,现在有的又专门列出一种名叫办公用机;有的则按字长进行分类,称一位机、四位机、八位机、十六位机、三十二位机;有的则按结构分类,叫作单板式微型机、多片式微型机等;有的按字长并结合用途进行分类,叫作四位/八位低档控制的微型机、八位数据处理微型机或十六位通用微型计算机等。不论那一种类型的微型机,都具有一般计算机的功能,只是功能大小,结构形式不同而

已。

目前，国际市场上的各种微型机，较普遍的按照字长结合用途的方法进行分类介绍。

一位、四位、八位（低档）控制用微型机：

这类机器一般的运算速度不高，但有较强的和较方便的输入输出能力，而且结构比较简单，价格也较便宜，适宜作为一般控制用的部件，现在国际市场上的销售量比较大。美国 1980 年生产这类的芯片达 8500 万片，大大超过八位机和十六位机的年产量。这类机器过去多数用于简单的工业控制，或者被装配在仪器、仪表中，作为提高精度并实行自动控制的一个部件。近年来，因其价格便宜，已广泛应用于日常高档的机电商品之中。电视机、录音机、洗衣机和小孩玩具等装上微处理器，就可按照主人的意愿进行自动控制。

八位数据处理微型机：

这类机器比起一位、四位和低档的八位微型机来说，具有较高的运算速度，指令较多，有多种的寻址方式和较好的中断性能，以及灵活的输入、输出功能。一般应用在一、四位微型机难于解决问题的场合，主要有数据处理、通讯终端、银行终端、商业记账结算、仪器、汽车及某些工业控制。价格比一、四位机虽然稍高一些，但比过去一般同等功能的小型机却低得多了。这种微型机在国际市场上销售量也是很大的。美国 1980 年生产这种芯片达 6500 万片。目前销售量最大的就是 Z80、M6800、8080 这三种系列的机器。

十六位通用微型机：

这类机器目前的代表产品是 M68000 和 Z-8000，这是微型计算机近年来的最新成果，是微型机飞速发展中的第三

代产品，可以进行十六位、三十二位的并行运算。逻辑功能较强，寻址空间可达几兆、几十兆字节，一般带有高级语言，有足够的应用程序库，有较完备的外用配套电路，可以高速处理精密度较高的十六位数据，可以高速处理一些复杂的运算。其功能已经超过我国 100 系列的中档以上的计算机。但是，这种机器进入市场还不足，要为用户所认识和应用还有一个过程。它现在的销售量比前二类的机器却少得多。美国 1980 年生产的十六位芯片约 25 万。

三十二位微型机：

1981 年以后已经出现三十二位微型机，如 NAC-32 和英特尔公司的 8800 等。这些高档的微型机，除了用多片来构成微型机的设计外，还有一种叫做位片式的微型机。它有二位、四位、八位的位片型的微处理器，可以组成各种任意字长的微型计算机。它的特点是运算速度较高，例如可用八个八位片组成六十四位的运算器，加法运算时间只需 $3.5\mu s$ 。这种位片微型机多半用来造小型机、专用机及外部设备的控制器等。例如 SPT-0400 是用四个四位片构成一个十六位的 MPU，用来作一个高速的外围控制器。

当前，国际市场上激烈竞争的机型是 8080、6800、Z-80 三个系列的微型机研制公司。

英特尔公司是生产微型机最早的厂家，这个公司一贯的经营方针是“抢出新品，先占市场”。八位机和十六位机都是他们最先生产出来的，因而在国际市场上占有相当的地位。但是，这个公司的产品在软件设计上存在着缺陷，其系列产品 4004（四位机）、8080（八位机）、8086（十六位机）的软件不能兼容，给用户更新换代带来了很大困难，影响机

器在市场上的竞争。为此，英特尔公司现已宣布生产一种新的系列机，使其八位、十六位、三十二位机器在软件上可以很好的兼容，成为一个新系列产品。

莫托洛拉公司是美国较大的半导体公司，他的系列产品为 14500(一位机)、6800、6809(均为八位机)、68000(十六位机)。该公司的这些系列产品在软件兼容和继承性上都比较较好，低档机的程序可在高档机上运行，所以这个公司在国际市场上越来越引起人们的重视。

基洛克公司生产的八位机 Z-80，虽然在市场上比英特尔公司的 8080 和莫托洛拉公司的 6800 出现得晚，但其功能较 8080、6800 都好。这是 1980 年在国际市场上比较知名的产品。现在一些微型机系统，如 TRS-80、CROMEMCO，都是以 Z-80 芯片组装起来的。最近，该公司还研制出了 Z-8000 十六位机。据报导，他们还在研制 Z-80000 的三十二位机。

在微型机市场的激烈竞争中，微型机的更新换代是十分迅速的，几乎每隔二年就会出现功能翻番的新机种。如莫托洛拉公司的 M6800 微型机是 1974 年问世的，它可以进行八位数据的处理，也可以进行十六位操作。它的最大寻址范围为 65536 个单元，具有丰富的算术运算、逻辑运算和转移、分支等指令，可以灵活方便地扩充和使用可编程的接口电路。每个输出端子和 TTL 电平相容，整个系统使用单一的 +5 伏电源，输入输出电路同存贮器一样共占地址空间，形成一种有其特色的微型计算机。

在 6801 之后出现的 6802、6803、6805、6808，只是对 6801 的一般改进，而 6809 则是 6800 系列在 6801 之后的第

二代的八位微型机。它不仅使 6800 性能增强了，而且是八位的 6800 与十六位的 68000 的过渡桥梁。6809 的设计，增加了新的寄存器、新的指令、新的编址方式和其它新的硬件特点。这样，使之与 6801 相比较，6809 不但包含了 6801 所有硬件和软件技术方面的性能和特色，而且在硬件和软件技术方面都有重要的革新。

MC68000 是八位单片微处理器向十六位单片微处理器的发展，是新的十六位微处理器的基础。同 MC6800 系列相比较，MC68000 的主要的特点是提高速度、位数增加。6800、6801 和 6809 的速度范围是 1、1.5、2 兆赫，而 68000 提高到 4、6、8 兆赫。它还特别着重于编制程序的简化和方便，着重于辅助现代编制程序技术的提高和高级语言编译程序方面的简化和方便，还利用硅片工艺技术的提高，使得一个 68000 硅芯片具有相当于 68000 个晶体管，它具有十六个通用的三十二位寄存器，一个二十四位程序计数器，一个十六位条件码寄存器和一个十六位运算器。作为十六位字长的 M68000 微型计算机具有许多超越一般微型计算机功能的特征，其功能可以与小型计算机类同起来了。

我国微型机研制情况，自从 1976 年以后，首先由清华大学和安徽无线电厂联合仿制美国英特尔公司的 8080 的微型计算机，研制成功我国第一台 DJS-050 微型机。1979 年上海无线电十四厂首次生产出由四片组成的仿 8080 的 MPU 芯片及接口片，由上海长江计算机厂组装出五十台 DJS-051 微型机。1980 年以后，由江苏无线电厂用国产单片 8080 MPU（上海冶金研究所研制）装出了 DJS-052 微型机。上海交通大学用进口器件组装了 DJS-053 微型机，由上海航海仪器四厂进行