

微型计算机学习与应用指南

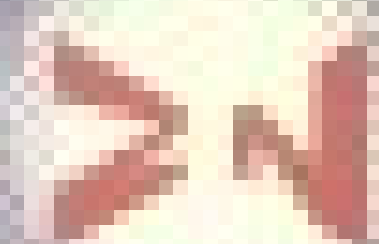
本书编写组 编著



科学普及出版社

微型计算机学习与应用指南

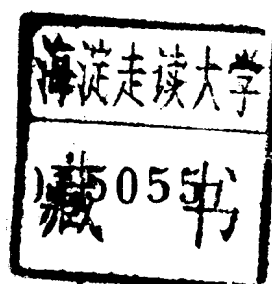
——从入门到精通——



清华大学出版社

微型计算机学习与应用指南

本书编写组 编著



科学普及出版社

内 容 提 要

本书以目前广泛使用的 Z80 微型计算机为典型机进行介绍, 全书共分 Z80 微型计算机概要、微型计算机上机实习指导、微型计算机应用指导、常用子程序库、微型计算机基本实验、微型计算机操作系统、十六位微型计算机简介、微型计算机汉字信息处理技术以及应用微型计算机必需的技术资料等部分。可使读者在学习中得到指导帮助。

本书可作为广大自学者, 从事微型计算机应用的工作者, 各大专院校的计算机、通信、自动化、电气等专业师生的学习、参考教材。

微型计算机学习与应用指南

本书编写组 编著

责任编辑: 茹勇夫

封面设计: 王序德

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防科工委印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 58.5 插页: 3 字数: 1450千字

1988年 4月第1版 1988年 4月第1次印刷

印数: 1- 6100册 定价: 12.60元

统一书号: 15051·1192 本社书号: 1253

ISBN 7-110-00495-3/TP·8

编 者 的 话

踏着时代的步伐,人类即将跨入信息化社会。信息社会的技术基础是计算机、通信和集成电路,其主要特征是微电子技术的高速发展和微型计算机的广泛应用。

微型计算机从诞生到现在,只不过是十几个春秋。然而,它却已发展到相当成熟的阶段。几年前,微型计算机还仅应用于政府部门、大型企业、研究所以及重要的军事工程。如今,微型计算机已渗透到工业、农业、国防、企业管理和日常生活等各个领域。当今的世界,微型计算机化已经成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。目前,我国的微型计算机普及和应用处于热潮,生机勃勃,已开始从神秘的计算机世界走向电脑化的“自由王国”。学习、应用微型计算机是时代赋予的使命。因此,在各个领域的科技人员和学生中普及和提高应用微型计算机的知识,使微型计算机在各行各业中真正得到广泛的应用,充分发挥其效能,乃是我国实现现代化,发展国民经济的有效措施。

目前,加强微型机的学习与应用已引起了政府部门的高度重视。教育部门在关于高等院校专业设施的文件中,已明确规定“微型计算机原理”已列为一些非计算机专业的主要课程。微型机能提供计算机教学的重要内容,或者说几乎是全部的内容(所缺少的只是有关大型机系统的某些特点。如果这些特点在目前还尚未过时或暂时不过时,且还需要学习的话,那可以通过专题课加以弥补)。因此,对于在校学生来说,应该在学校里通过学习微型计算机原理和“微型计算机实验”课程,掌握微型机及其应用方面的知识,以便走上工作岗位就能立即着手进行微型机的应用开发工作。

对于广大科技工作人员来说,学习、应用微型计算机已是当务之急。当然,首先是学习“微型计算机原理”,然而也需要学会如何应用微型计算机的知识。为此,编写《微型机算机学习与应用指南》一书,作为学习和应用微型机的参考书。

本书以目前最为流行的8位Z80微型机作为典型机,主要介绍“微型机原理”中不能详细讲述的问题,同时搜集整理编写了一些应用微型计算机所必需的技术和资料。全书共分为九个部分,各个部分的内容是这样安排的:

在第一部分中,综合总结了Z80微型机原理与结构,以很短的篇幅,较清楚地介绍了Z80微型计算机的CPU结构、工作原理、寻址方式、指令系统、存贮器、I/O接口及其PIO、SIO、DMA、CTC的应用等。对于学习过Z80微型机的读者,有助于进行全面总结;而对于学习过其它微型机(如8080、6800)的读者,则可以通过比较,更好地掌握Z80微型计算机的原理。

第二部分是给初学者编写的。对于从未接触过计算机的同志来说,正确地使用和操作微型计算机是上机进行程序设计、软件开发和硬件开发的基础。因此,在介绍Z80单板微型计算机的操作后,又详细地介绍了在微型计算机上进行汇编程序设计和BASIC程序设计的上机操作步骤。阅读完该部分之后,就可由此登堂入室,直达微型计算机应用开发的底蕴。

第三部分为“微型计算机应用”介绍。选择了几种典型的应用向读者进行了示范介绍,目的是展示开拓微机应用领域的方法,供各个领域的微机应用工作者参考。在这一部分,还介绍了微机应用中可能出现的问题及其改决措施,为初学者排除应用中的障碍。最后选择了一些Z80应用设计指导题,其中大部分为应用软件(汇编)题,都是上机通过的,程序短小

精悍，既可供应用工作者直接引用（如两种Z80 机器之间的通信程序），又可供初学者揣测程序设计技巧。因此，这一部分对微型计算机应用工作者来说，有指导意义，主要告诉你如何应用Z80 微型计算机。

第四部分为实用子程序库。在程序设计和应用中，往往要调用子程序。为此，我们搜集了国内外已有的Z80 子程序，以满足微型计算机学习和应用工作者的需要。一方面为读者介绍编程技巧，另一方面又可减少读者的费时劳动，为读者在应用中提供现成的子程序。读者可根据需要，选用该子程序库的程序。

第五个部分为微型计算机实验。它又分为二个部分。前一部分为单板微型计算机实验，这是实验的主要部分，共编写了8 个必要的实验，告诉初学者如何在单板微型计算机上进行实践，为应用打下良好的基础。后一部分为微型计算机系统的实验。

第六部分介绍微型机操作系统。目前，微型机操作系统无专门著作介绍。为使读者对微型计算机操作系统有所了解，本部分除介绍了微型计算机操作系统的特点及其功能外，还对CDOS、多微机分布式操作系统进行了介绍。特别是unix 操作系统(分时系统)，由于简洁、通用、实用和使用方便，而得到越来越广泛的应用，目前已深入到微型计算机领域。因此，本部分介绍了unix 操作系统的主要功能、特点以及它所提供的主要工具，为以后在微型计算机上移植unix 操作系统打下基础。最后还介绍了IBM 个人计算机上的CP/M-86 操作系统。

第七部分介绍十六位微型计算机。目前，十六位微型计算机也登上了应用舞台。为此，对三种典型的8086、Z8000和68000微型计算机进行了介绍，同时对目前市场上活跃的IBM个人计算机也进行了概述。

第八部分介绍微计算机中文信息处理技术。汉字是世界上历史最悠久的文字之一，既是我国通用的文字，又是世界上公认的重要文化交流工具之一。中文信息处理是计算机应用的一个重要方面，它对我国计算机的应用具有重大的意义。为此，简单地介绍了汉字的输入输出方法、处理技术以及选择中文计算机系统的方法。

第九部分主要介绍微型计算机的几种总线标准、8 位微型机指令系统、Z80单板机监控程序分析以及EPROM编程的几种方法。这些都是应用中必须了解的。

本书是从应用的角度编写的。有助于读者得到应用微计算机所必需的，但在微计算机原理课程中不能详细介绍的知识。因此，本书可作为大专、中专学校教师、学生的教学参考书和实验讲义，也可作为广大科技工作者学习和应用微型机的实践性指导参考书。

本书是我们在教学中编写的讲义基础上整理而成的。同时，还参考和引用了部分高等院校的微机讲义以及有关学术会议和刊物的内容，未能一一列出。在此，谨向他们表示衷心的感谢。

参加本书主要编写工作的有段正华、罗安、解建平和何诚等。参加编写工作的还有刘明富、汪一泉、李珊、王涛、付荣生、雷明生、张大耀、喻亮等同志，由何诚负责全书的统一工作，汪澜教授和丁钟琦教授主审。在本书的编写过程中，得到了尹微微同志的大力支持和帮助，做了大量的清稿和绘图工作。曾使用过该初稿的毕业学生提出了很多有益的修改建议。在此一并表示感谢。由于我们水平有限，写作时间仓促，定有很多谬误之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一章 四位微型机概述	(2)
第二章 八位微处理器概述	(11)
第一部分 Z80微型计算机概要	(17)
第一章 Z80-CPU内部结构	(17)
第二章 Z80外部特征	(21)
第三章 Z80系列支持芯片	(23)
第四章 Z80-CPU的基本时序	(35)
第五章 Z80寻址方式	(41)
第六章 Z80指令系统	(48)
第七章 存储器与CPU接口	(58)
第八章 Z80输入/输出	(63)
第九章 中断	(67)
第十章 算术操作	(71)
第十一章 逻辑操作	(76)
第二部分 上机实习指导	(79)
第一章 Z80单板机键盘操作	(79)
第二章 Z80微型计算机上机操作	(103)
第三章 BASIC程序上机操作	(128)
第三部分 微型计算机应用指导	(143)
第一章 国内微型计算机应用概观	(143)
第二章 微处理机控制的自动秤	(150)
第三章 微处理机控制的交通灯控制器	(160)
第四章 微处理机用于配棉	(171)
第五章 数字式PID调节器参数选择和算法实现	(185)
第六章 单板机实时数据采集处理系统	(192)
第七章 微处理机实现的数字滤波器	(198)
第八章 船舶辅助锅炉微计算机控制系统	(214)
第九章 微处理机在快速扫描测量中的应用	(220)
第十章 微处理机在自来水净化制造过程中的应用	(228)
第十一章 人事档案管理系统	(237)
第十二章 微型计算机应用系统的维护	(243)
第十三章 微型计算机应用中的抗干扰措施	(249)
第十四章 微型计算机应用软件的设计	(255)
第十五章 Z80微型计算机应用设计题	(264)

第四部分 Z80常用子程序库	(355)
第一个子程序库: 代码转换	(356)
第二个子程序库: 二进制定点运算	(366)
第三个子程序库: BCD 码运算	(390)
第四个子程序库: 浮点运算与函数	(406)
第五个子程序库: 排序与查找	(440)
第六个子程序库: 应用	(449)
第五部分 微型计算机基本实验	(470)
第一章 Z80单板机实验	(470)
实验一 熟悉单板机键盘操作	(470)
实验二 简单程序设计	(474)
实验三 程序设计	(479)
实验四 代码转换、字符比较及处理	(485)
实验五 子程序和监控程序调用	(492)
实验六 Z80中断系统及PIO的应用	(501)
实验七 Z80-CTC的应用	(521)
实验八 Z80-SIO的应用	(531)
第二章 Z80微型计算机系统实验	(546)
第六部分 微型计算机操作系统	(571)
第一章 微型计算机操作系统的功能	(573)
第二章 CDOS 介绍	(587)
第三章 多微型计算机分布式操作系统	(599)
第四章 unix操作系统	(614)
第五章 IBM个人计算机 CP/M-86操作系统	(636)
第七部分 十六位微型计算机简介	(640)
第一章 MC68000 微处理器	(640)
第二章 8086 微处理器	(649)
第三章 Z8000微处理器	(668)
第四章 三种16位微型计算机的指令系统	(683)
第五章 16位微型计算机的比较	(703)
第六章 16位微型计算机系统及其选择方法	(712)
第七章 IBM 个人计算机	(716)
第八部分 微型计算机汉字信息处理	(735)
第一章 概述	(735)
第二章 汉字信息处理的基本概念和流程	(737)
第三章 建立汉字系统的几种途径	(742)
第四章 汉字输入输出方法	(744)
第五章 汉字智能终端的种类及其应用范围	(747)
第六章 选择中文计算机系统的方法	(749)
第九部分 其它	(751)
第一章 微型计算机总线	(751)
第二章 ZBUG 监控程序介绍	(781)

第三章	几种常用的八位微处理器的指令系统	(795)
第四章	设计 EPROM 编程器的一种方法	(836)
第五章	使用 Z80 单板机作为 EPROM 编程器	(849)
第六章	多功能 EPROM 写入器	(852)
第七章	双微处理机系统的互连方式	(858)
附录		(864)
附录 1	ASCII 字符码与 EBCDIC 字符码	(864)
附录 2	数制转换	(865)
附录 3	四种国产 Z80 单板机比较	(869)
附录 4	国内主要微型机生产厂家简介	(879)
附录 5	监控程序表	(888)

绪 论

在学习和应用微型机时，首先必须弄清目前往往被混淆的两个术语，即微处理机和微型计算机。微处理机和微型计算机是不同的概念。我们用比较形象化的图形（图1）来加以区分。微处理机是微型计算机中的中央处理部件，它一般包括寄存器和累加器、运算逻辑部件、控制部件和内部总线（有的把时钟电路也做在里面）；而微型计算机则必须包含有存储器（RAM和ROM）和输入/输出电路，当然还应组成这个系统的总线接口。区分这两者是很必要的。例如，功能很强、可以与高档小型机处理功能相当的M6800只能称为微处理机；但是价格便宜、功能很低的Intel 8021却是微型计算机，因为它有存储器（虽然只有64个字节的RAM和1K字节的ROM）和输入/输出电路。而微型计算机系统还必须包括系统软件和外围设备。下面对4位微型机和8位微型机作一概述；16位微型机在第7部分介绍。

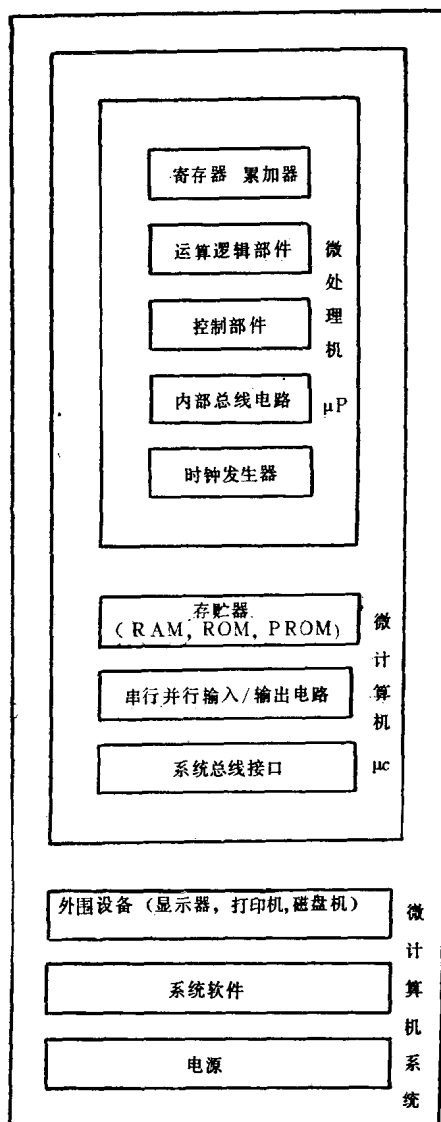


图1 微处理机、微型计算机和微型计算机系统

第一章 四位微型机概述

最初出现的 4 位微处理器是美国 Intel 公司于1971年末发展的4004 微处理机。

4004是 4 位并行处理的 CPU。以4004为中心，配上存放程序用的256×8位固定式 ROM 片4001和320位 (4×20×4) 的RAM片4002 (4001/4002 都带有I/O口)，就可以完成一定的计算机工作。因此，早期的 4 位微型机是由多片电路构成的，4003 是 串行-并行相互变换的电路片，适用于串行数据和 I/O 口的扩充等方面。4004是 Intel 公司为日本厂商制作电子计算器的处理器件而设计的。它带有先天性的缺陷。今天4004已经过时，但单片 4 位微型机却日益受到人们的欢迎。

所谓单片 4 位微型机，就是把CPU、ROM、RAM、I/O口以及时钟等部件集成在同一块电路片上。美国得克萨斯仪器公司 (TI) 的 TMS—1000 是单片 4 位微型机的早期产品。

TMS—1000 系列机于 1975 年问世。原计划用于组装各种电子计算器；但由于它的通用性，在很多应用场合都取得了较好的效果，如打印机的控制器、数据终端、遥测系统、会计终端、设备控制器、汽车应用系统等，都是有代表性的例子。另外，在照相机、电子高频微波炉、洗衣机、缝纫机、电视机以及电子秤等产品中、TMS—1000 系列机的应用至今还在扩大。这样广泛的应用，是与 TMS—1000 系列机的可靠性高而价格低廉的特点分不开的。

TMS—1000 系列机的成功，对单片 4 位微型机的发展，起了一定的推动作用。很多厂商，特别是日本的厂商、相继进行了单片 4 位微型机系列的开发，取得了成果。下面将对这些系列机进行具体的分析。

1—1 单片 4 位微型机的系列和机种

根据日本1981年10月发表的有关资料统计，目前世界上生产单片 4 位微型机的主要厂商有12家，共生产26个系列，机种总数达172种 (见表 1)。其中，日本生产的系列机有23个，占系列总数的88%；日本生产的机种为 125种，占机种总数的 73%；日本生产单片 4 位机的厂商有 9 家。由此可知、在单片 4 位微型机领域中，日本占了绝对优势。

表 1 单片 4 位微型机系列机种简表

序 号	系 列 名 称	系列内机种数	生 产 厂 商	电 路 制 造 工 艺
1	OLMS-40	8	日本，冲电气	均为CMOS
2	SM	13	日本SHARP	有PMOS,NMOS,CMOS
3	TMS-1000	30	美国TI公司	有PMOS,NMOS,CMOS
4	LM-6400	5	日本，东京三洋电机	均为NMOS
5	LM-6500	3	日本，东京三洋电机	均为CMOS
6	TLCS-43	6	日本，东京芝浦电气	均为NMOS

续表

序 号	系 列 名 称	系列内机种数	生 产 厂 商	电 路 制 造 工 艺
7	TLCS-46	5	日本, 东京芝浦电气	为CMOS
8	COP400	2	美国NS	有NMOS, CMOS
9	μ COM43	7	日本NEC	有NMOS, CMOS
10	μ COM47	1	日本NEC	均为NMOS
11	μ PD7500	7	日本NEC	均为CMOS
12	HMCS42/42C	2	日本, 日立制作所	有PMOS, CMOS
13	HMCS43/43C	3	日本, 日立制作所	有PMOS, CMOS
14	HMCS44A/44C	2	日本, 日立制作所	有PMOS, CMOS
15	HMCS45A/45L/45C	2	日本, 日立制作所	有PMOS, CMOS
16	HMCS46C/47C	2	日本, 日立制作所	均为CMOS
17	LCDIII	2	日本, 日立制作所	均为CMOS
18	MB8840	12	日本富士通	均为NMOS
19	MB8850	4	日本富士通	均为CMOS
20	MB88410	5	日本富士通	均为NMOS
21	MN1400	21	日本松下电子	有PMOS, NMOS, CMOS
22	MN1500	2	日本松下电子	均为NMOS
23	MELPS41	1	日本三菱电机	为CMOS
24	MELPS42	2	日本三菱电机	为CMOS
25	MELPS43	7	日本三菱电机	均为PMOS
26	PPS4/1	15	美国ROCKwell	均为PMOS

按1979年10月份统计, 单片4位微型机的系列是15个, 机种113个。比较1979年和1981年的统计数字可知, 进入80年代后, 单片4位微型机的发展速度仍是相当快的。

在各类微型机中, 单片4位微型机的销售量遥居首位。据不完全统计, 1980年销售量是6000万片以上, 1981年达1亿片以上。因此, 迄今为止, 我们可以说单片4位微型机是有生命力的。

1—2 单片4位微型机的特点

单片4位微型机是把CPU、ROM、RAM、I/O端口等集成在一块电路片上。这个特点使得ROM和RAM容量不易扩充, I/O的增加受到引出端的限制, 预先固化在ROM中的程序不能变化。因此, 如何使单片4位微型机具有一定的通用性, 如何充分发挥电路片内的容量有限的ROM和RAM的作用, 在制造工艺一定的情况下如何尽量提高它的处理速度, 就成为单片4位微型机设计者所关心的问题。下面将对这些问题, 分别加以叙述。

(一)系列和机种的密切配合

比较一下表2中所列各机种的性能指标就会发现，同一系列的4位微型机机种间的差别，仅在于指令数的不同、ROM和RAM的容量不等、I/O端口的数目不同等（见表2）

表2 各种4位机的特性

1	制造厂名	SHARP	SHARP	NEC	NEC	NEC
2	系列名	SM	SM	μCOM43	μCOM43	μCOM43
3	电路片名	SM530	SM531	μPD1511	$\mu\text{PD1514C}$	$\mu\text{PD1519B}$
	封装端数	80	60	42	28	64
	电路工艺			NMOS	NMOS	NMOS
	指令数	47	45	85	82	86
	ROM容量	2016×8位	1260×8位	2K×8位	1K×8位	4K×8位 (外接)
	RAM容量	64×4 24×4 位	52×4位	128×4位	128×4位	256×4位
	I/O方式	输入8位 输出56位	输入6位 输出40位	输入4×1 输出4×3 输出 $\begin{cases} 4\times 4 \\ \text{PLA} \end{cases}$	输入4×1 输出 $\begin{cases} 4\times 2 \\ 1\times 1 \end{cases}$ 输出 $\begin{cases} 4\times 2 \\ \text{PLA} \end{cases}$	输入4×1 输出4×3 输出 $\begin{cases} 4\times 4 \\ \text{PLA} \\ \text{外接} \end{cases}$
	堆栈级数			4	4	4
	中断(级)			2	2	2

$\mu\text{PD1514C}$ 等三个机种，均有4级堆栈和2级中断，用作其控制器是比较适宜的。 $\mu\text{PD1514C}$ 的ROM容量最小，I/O数量也少，它适用于I/O端口少，程序短小的控制场合。 μPD1511 的ROM容量和I/O端口比 $\mu\text{PD1514C}$ 略强一些。

$\mu\text{PD1519B}$ 的ROM容量比 μPD1511 还要大且是外接的，RAM容量也增大，I/O端口也可外接。因此 $\mu\text{PD1519B}$ 适用于要求I/O端口较多，有一定程序长度的比较复杂的控制场合；同时由于ROM和I/O口可以外接，因此它还可用于应用系统的开发。

μPD1519 在应用上可以覆盖其余二个机种，但是能用 $\mu\text{PD1514C}$ 解决问题的地方，就没有必要使用 μPD1511 和 $\mu\text{PD1519B}$ 。每个机种的适应性是有限的，这就是它的针对性；而这些机种构成的系列可覆盖一定的应用范围，这就是通用性。单片4位微型机系列内各机种的分工配合就能在一定程度上扩大它们的适应性，并有利于它们的推广应用。因此，在国外，单片4位微型机都是成系列开发的。

(二)采用功能较强的复合指令

所谓复合指令，是指同一条指令能完成多种操作。例如SM系列中的EXCI指令，就有下列功能：交换累加器和存贮器的内容；修改存贮器地址；判断数据交换是否结束，如已结束，则跳转。PPS4/1系列中的XDSK指令，几乎具有同样的功能。

这种复合指令，在8位微处理器中用得较少，在单片4位微型机中却可以举出很多。采用这种指令，可提高程序编制效率，缩短程序长度。这对容量有限的单片4位微型机来讲，是非常重要的。

(三)ROM和RAM的地址控制分开进行

一般的8位微处理器(如8080A和M6800)ROM和RAM采用统一编址方式。而在单片4位微型机中,ROM和RAM的地址相互无关,分别进行控制和修改。这样,ROM和RAM的地址就可以分别形成,有利于处理速度的提高。

如能把A/D、D/A等用户专用的电路也放入单片4位微型机里,就能向用户提供专用的小系统。这就是所谓单片4位微型机的专用化这种专用化起源于70年代末期,现在这个方向已日益明朗。日本NEC公司制造的带有PLL的数字合成控制器便是这种专用化中的一个例子,带有A/D转换器的单片4位微型机就更多了。

在单片4位微型机专用化的同时,其电路片内的ROM和RAM容量以及堆栈级数也在增加,在 μ PD7500系列的多数机种里采用了软件堆栈方式,有利于程序编制,且在使用上更接近8位机。

为了进一步理解单片4位微型机,下面将分别介绍几个系列机的情况。

1—3 几个典型系列的分析

(一) μ COM43系列

μ COM43系列的主要性能见表2。图2是它的系统框图。它由11位的程序计数器,3 $\times$ 11位的堆栈寄存器,7位的数据指示器、96 $\times$ 4位的RAM,4位累加器,4位特征寄存器6 $\times$ 4位的工作寄存器,定时器,约2k字节的ROM以及各种I/O端口组成。

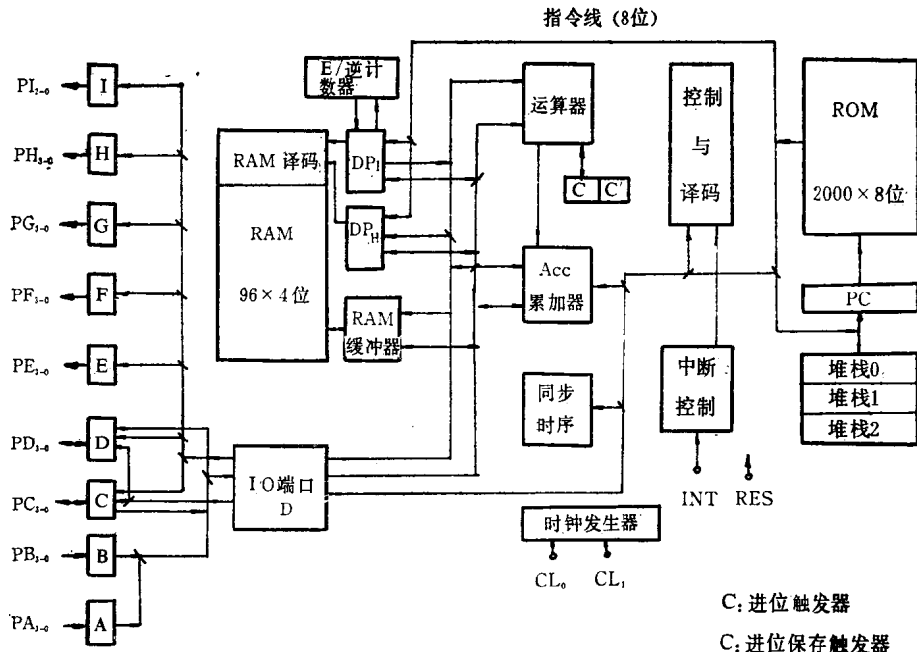


图2 μ COM43的方框图

程序计数器 (PC)。PC由3位寄存器和8位二进制计数器构成。3位寄存器指定ROM的区号,8位计数器中的高2位指定页号,其余6位指定页内地址。

堆栈寄存器 (\$R)。由 3 个 11 位的寄存器构成。在转子或中断时, 暂存 PC 的内容。

程序存储器 ROM, 用来存放程序, 但对用户开放的区域是 000~7CF 号地址, 7D0 以后的地址不能使用。

数据指示器 (DP)。这是指定数据存储器 (RAM) 地址的寄存器。高 3 位 (DP_H) 指定组号, 低 4 位 (DP_L) 指定字地址。DP_L 能进行正向和反向计数及接收地址, 以确定字地址和进行字地址的修改。DP_H 能接收数据, 通过“异或”操作修改 DP_H 的低 2 位, 以进行组号的修改。

数据存储器 RAM, 它是 96×4 位的静态 RAM 用来存储数据和特征位。地址 79 是特征位, 7A~7F 可作为 6 个工作寄存器使用。地址 79 指定的 4 位二进制数作为特征位, 可预先设定。根据操作指令、产生直接地址, 调用特征位。7A~7F 作为工作寄存器时, 根据工作寄存器操作指令, 也能产生直接地址。

累加器 ACC 和算术逻辑部件 ALU。ACC 是 4 位的寄存器, 存储运算结果和数据。ALU 的运算功能有 +1, -1、二进制加法、“异或”十进制调整, 位测试以及取补等。

定时器。由 6 位标称计数器和 6 位可编程计数器构成。标称计数器对基准时钟进行计数, 它的输出送至可编程计数器。可编程计数器接受设定时间, 然后在标称计数器输出的作用下进行反向计数。

μCOM43 的特点是: 程序存储器和数据存储器分离, 有高效率的指令系统? 有中断功能 I/O 端口丰富。它还有硬件和软件开发上的支持。因此, 在工业和民用方面都得到广泛的应用。

(二) PPS-4/1 系列

PPS-4/1 是美国 Rockwell 公司于 1976 年投放市场的完整的单片 4 位微型机系列。它具有大量的输出输入线路且功能较强。

PPS-4/1 系列中主要机种的性能见表 3。其中, MM75 的价格最低, 适用于家用电器和玩具等。MM71 是高级机种, 适用 ECR (电子收款机) 等事物机器中。另外, 在 MM76C 中有高速计数器, 在 MM76ELD 中有 A/D 转换器、这是单片 4 位机向专用化发展的试验。

表 3 PPS4/1 系列主要机种的性能简表

性 能 \ 机 种	MM76	MM78	MM75	MM76C	MM76ELD	MM76E	MM71	MM76L	MM76EL
ROM(×8位)	640	1344	2048	640	1024	1024	2048	640	1024
RAM(×4位)	48	96	128	48	48	48	192	48	48
总的I/O端口数	31	31	13	39	31	31	45	31	31
条件中断	2	2	2	2	2	2	2	2	2
并行输入	8	8	8	8	8	8	4	4	4
双向并行I/O	8	8	8	8	8	8	12	8	8
分离I/O	10	10	10	10	10	10	22	10	10
串行I/O	3	3	3	3	3	3	3	3	3
封装端数	42	42	42	52	42	42	52	42	42
其 它				高速计数器 (2MHz)	A/D转换器 器低功耗		键盘控制	低功耗	低功耗

PPS-4/1系列的特点如下:

1. 有功能较强的指令系统

系列中各机的大部分指令都是多功能的复合指令,这样就能有效地使用电路片内容容量有限的存贮器。在应用程序中,使用频度很高的数据块传送,可以通过XDSK指令来进行。而在一般的微型机中执行这种任务,需要3~4种指令的组合。

2. 容易使用的I/O指令

输入,如执行“IISK”指令,输入数据送入ALU,并和累加器的内容相加。如相加的结果使进位位分为“0”,则跳过下一条指令。由于输入、测试和程序分支的执行在同一周期内进行,因此对输入数据的分析和位测试工作,能量最少的程序步数进行处理。

双向I/O端口。连接在累加器和X寄存器上的I/O口,使输入数据可经常和输出缓冲寄存器中的内容相“与”,并把结果送往寄存器。因此,就能输入所需的特定位。

串行I/O端口。串行I/O口与电路片内的4位移位寄存器相连接,能进行串行行数据的输入、输出。由于移位计数器也在电路片内,因此串进数据的传送速率可以由它所产生的移位时钟控制。当然,也可依靠外部时钟进行数据输入。

分离I/O端口。这是以1位为单位的I/O口,由B寄存器决定其地址。因此它用于连续数据的输入、输出是方便的。

中断。这是带有触发器的输入口,能使外部来的输入作为中断信息,以影响机内程序的执行。

PPS-4/1系列还能提供硬件模拟器,自动汇编等开发工具。这些开发工具价格低廉、并以单板的形式提供。用户借助这些工具就能把自己编制好的程序送入程序存贮器。

3. 多4位微型机

多个4位微型机的组合,一般总是使多个CPU各自进行工作,适时进行最低限度的必要

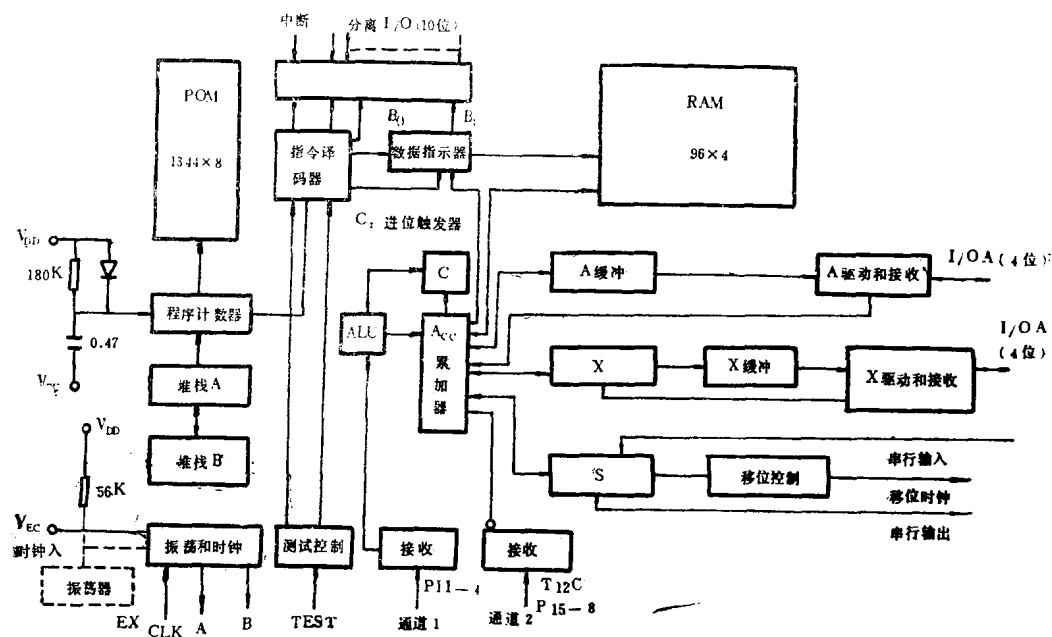


图3 PPS-4/1系列中MM77的结构框图

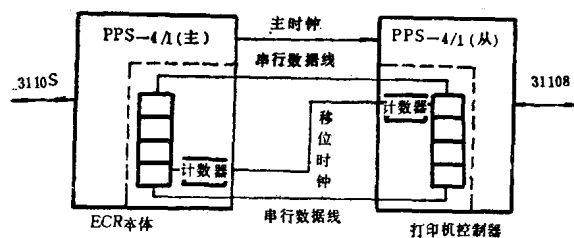


图4 多位微型机系统的构成

的信息交换。SSS-4/1系列中的各机种均能简单地构成这种多机系统（见图4）。而图3是该系列的中档机MM77的结构框图。

从图3可以看出，这种简单的多机系统是利用PPS-4/1系列的串行I/O端口构成的。

向外部输出数据的场合，使用IOS指令。从外部输入数据的场合，依靠移位时钟传送输入数据，外部数据自动的进入S寄存器。图4所示的主从系统仅是多机的一种。

在这种系统中主从分开进行处理，有利于提高处理效率。

PPS-4/1系列的上述特点，特别是简单地就能构成多机系统这一点是很有吸引力的。

1—4 4位微型机的应用

在分析4位微型机系统结构的基础上，我们将例举一些具体的应用项目，以便较深入了解4位机的应用。

一、在电子计算器方面的应用

电子计算器主要进行10进制数值计算，因此可利用4位微型机来构成计算器，其框图如图4所示。图5(a)是一般型计算器，图5(b)是配有打印机的计算器。

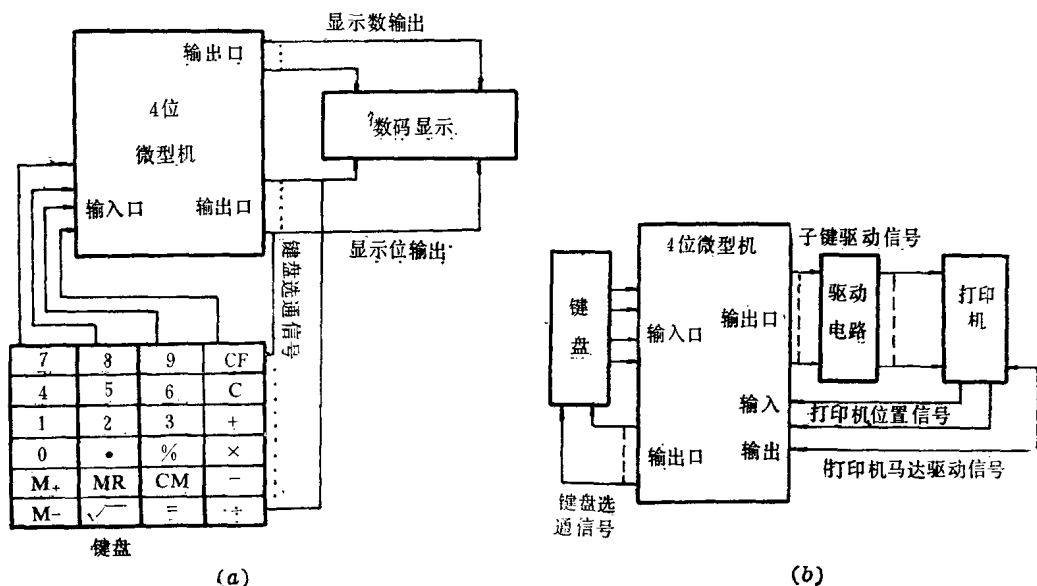


图5 用4位机构成计算器的框图

数据和运算命令由键盘给定，通过输入口进入4位微型机，并存入RAM中。根据运算命令、调用ROM中的处理程序，进行运算，结果放回RAM中，再转到显示程序，对RAM