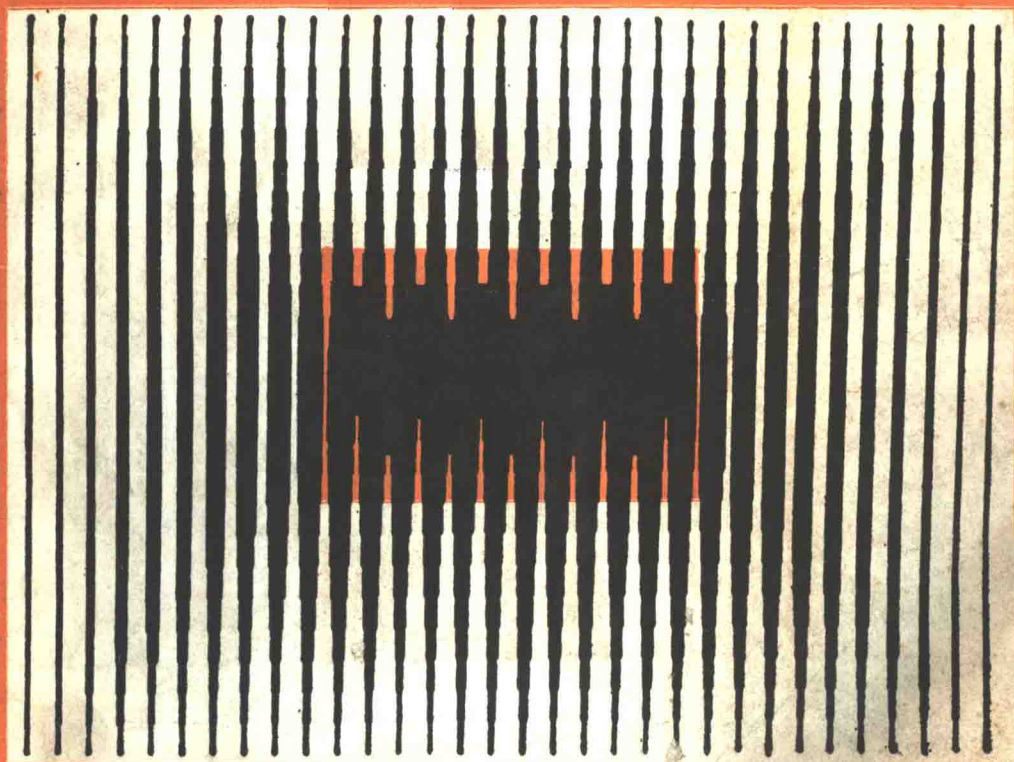


# 单片微型计算机及其 在实时控制系统和智 能化产品中的应用

郎福仲 徐春明 编

阎石 审校



高等教育出版社

DANPIAN WEIXING JISUANJI JIQI ZAI SHISHI KONTROL ZHIXITONG

HE ZHINENGHUA CHANPINZHONG DE YINGYONG

# 单片微型计算机及其在实时控制 系统和智能化产品中的应用

郎福仲 徐春明 编  
阎石 审校

高等教育出版社

## 内 容 简 介

本书共分八章。首先,简要地介绍了各种单片微型计算机;然后,用四章详细讲述了MCS 48系列单片机的原理,硬件设计方法,存储器、I/O接口、A/D及D/A转换接口的扩展和汇编语言程序设计;接着,通过单片机在实时控制和智能化仪表中的一些应用实例,从不同的侧面阐述了单片机的应用方法、注意事项和设计原则;在第七章,特意介绍了使用单片机的研制工具——单片机开发系统;最后,用较大篇幅介绍了MCS 51系列单片机原理和指令系统。书中所选的硬件电路和应用程序绝大多数是验证过的,且已在一些项目中使用。

本书是河北机电学院自动化工程系和电子工程系的选修课教材,也曾在六期全国性的单片机培训班上使用。此次修订,增加了许多内容。可作为高等院校、电视大学或单片机专修班教材,也可作为有数字、模拟电路基础的科技人员的参考书,尤其适合于从事单片机应用研究的工程技术人员阅读。

### 单片微型计算机及其在实时控制系统 和智能化产品中的应用

郎福仲 徐春明 编

阎石 审校

\*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

\*

开本787×1092 1/16 印张18.25 插页1 字数420 000

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数0 001—4,140

ISBN7-04-000267-1/TN·13

定价 5.40元

# 前 言

随着微电子技术的迅速发展,单片机作为微型计算机家族中的一支新秀便脱颖而出。在我国当前大力推广微机应用的热潮中,单片微型计算机已经越来越受到人们的重视和欢迎。前些年,单板机在生产过程控制和电脑化产品等方面的应用取得了许多可喜的成果;而今,单片机以其体积小、功能强、价格便宜、可靠性高等显著特点,更显示出它在这些方面应用时的优越性。在国外,单片机用于实时控制和智能化仪器仪表已相当普遍。我国“七五”计划期间,亦将进一步发展微机控制技术和“机电仪一体化”产品。为了适应这一形势,我们编写了这本书。

本书在出版之前,曾以名为《MCS 48 单片计算机原理及应用》的讲义,作为两届工业自动化专业本科生的选修课和六期单片机培训班的教材。根据教学体会和学员们的要求,此次编写时对原稿作了较大的改动。鉴于单片机的种类很多,特增写了第一章,对单片机的发展状况及常见芯片作了概要介绍。为便于读者学以致用,除在第六章增多了应用实例外,还加写了第七章,专门介绍单片机开发系统。考虑到读者应用单片机的技术将会不断地提高,又编了第八章,较详尽地介绍了 MCS-51 系列单片机的原理。我们期望本书既能成为广大微机工作者的一本参考书,也可作为工科院校自动化专业或仪器仪表专业学生的选修课教材。

在本书的编写过程中,得到了清华大学阎石副教授的热心指导和帮助。他在百忙中认真地审阅了全书,提出了许多宝贵意见。在此谨表示衷心的感谢。

本书第二、三、四、五、六和八章由郎福仲编写,第一和第七两章由徐春明编写,徐春明还校阅了有关章节。崔代力同志为本书绘制了部分插图。由于我们学识有限,加之编写时间仓促,错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

<b>第一章 概述</b> ..... 1	<b>第二节 MCS 48 系列单片机汇编语言指令系统</b> .....57
<b>第一节 单片微型计算机的发展概况</b> ..... 1	一、数据传送指令组 .....58
<b>第二节 几种常见的单片微型计算机简介</b> ..... 3	二、数据操作类指令组 .....63
一、四位单片微型计算机 ..... 3	三、输入/输出指令组 .....68
二、八位单片微型计算机 ..... 7	四、MCS 48 单片机控制指令组 .....71
三、十六位单片微型计算机 .....15	五、程序转移控制指令组 .....74
<b>第二章 MCS 48 系列单片机的结构和原理</b> .....19	<b>第四章 MCS 48 系列单片机硬件电路设计</b> .....80
<b>第一节 MCS 48 系列单片机的结构</b> .....19	<b>第一节 MCS 48 系列单片机的单独使用</b> .....80
一、MCS 48 系列单片机的基本结构及引脚功能 .....19	一、振荡电路设计 .....80
二、程序计数器 PC 及程序存储器体选择触发器 DBF .....20	二、MCS 48 系列单片机的单独使用 .....81
三、累加器 A .....22	<b>第二节 存储器扩展电路设计</b> .....82
四、程序存储器 .....22	一、外部程序存储器扩展电路设计 .....83
五、数据存储器 .....24	二、数据存储器的扩展电路设计 .....85
六、程序状态字 PSW 和可测试条件 .....25	<b>第三节 输入/输出口的扩展电路设计</b> .....87
七、中断系统 .....28	<b>第四节 中断源扩展及中断响应电路设计</b> .....90
八、定时/计数器 .....29	<b>第五节 键盘及 LED 显示电路设计</b> .....93
九、时钟 .....31	<b>第六节 A/D 和 D/A 转换接口电路设计</b> .....95
十、输入/输出接口 .....32	一、8 位 A/D 转换接口设计 .....95
<b>第二节 MCS 48 系列单片机的工作方式与时序</b> .....37	二、8 位 D/A 转换接口设计 .....98
一、复位 RESET .....38	<b>第五章 MCS 48 系列单片机汇编语言程序设计</b> ..... 101
二、程序的执行和时序 .....38	<b>第一节 概述</b> ..... 101
三、单步执行和时序 .....44	<b>第二节 汇编语言</b> ..... 102
四、低功耗工作方式 .....47	<b>第三节 汇编语言的基本程序</b> ..... 105
五、片内 EPROM 编程/校验和定时 .....49	一、MCS 48 指令系统的扩充 ..... 105
<b>第三章 MCS 48 系列单片机的指令系统</b> .....53	二、分支、循环程序 ..... 109
<b>第一节 MCS 48 的寻址方式</b> .....53	

三、键盘扫描子程序 .....	114	八、单步操作 .....	205
四、数码转换子程序 .....	117	九、复位 .....	206
五、中断服务程序 .....	120	十、电源保护操作方式 .....	207
<b>第六章 应用实例</b> .....	123	<b>第二节 MCS 51 系列单片机的定</b>	
<b>第一节 微型计算机化产品的研制</b>		<b>时/计数器和串行口</b> .....	209
<b>过程</b> .....	123	一、定时/计数器 .....	209
<b>第二节 单片微型计算机在实时控</b>		二、串行口 .....	215
<b>制系统中的应用</b> .....	127	<b>第三节 MCS 51 系列单片机的指</b>	
一、某生产线温度检测控制系统 .....	128	<b>令系统</b> .....	219
二、通用单片机顺序控制系统 .....	138	一、寻址方式 .....	219
三、HBJD 20 单片机经济型机床数控		二、MCS 51 系列单片机的指令系统 .....	221
系统 .....	146	<b>第四节 8751H 的编程/校验</b> .....	232
<b>第三节 单片微型计算机在智能化</b>		一、EPROM 编程 .....	232
<b>仪器仪表中的应用</b> .....	154	二、程序校验 .....	233
一、汽车加油站的计量、控制装置 .....	154	三、程序加密 .....	233
二、多功能分时电表表系统 .....	157	四、EPROM 的擦抹 .....	234
<b>第七章 单片机开发系统</b> .....	165	<b>附录一 8243——MCS48 系列单片</b>	
<b>第一节 微型机开发系统概述</b> .....	165	<b>机的专用输入/输出扩展芯片</b> .....	236
<b>第二节 单片微型计算机开发系统</b> .....	171	<b>附录二 8155——接口、存储器及定时/</b>	
<b>第三节 HBJD 48-A 型单片微型</b>		<b>计数器扩展芯片</b> .....	240
<b>计算机开发系统</b> .....	175	<b>附录三 指令中的符号及缩写字</b>	
<b>第八章 MCS 51 系列单片微型计</b>		<b>含义</b> .....	247
<b>算机</b> .....	183	<b>附录四 MCS 48 指令表(按助记符</b>	
<b>第一节 MCS 51 系列单片机的结</b>		<b>字母顺序排列)</b> .....	250
<b>构及原理</b> .....	183	<b>附录五 MCS 48 指令表(按指令机</b>	
一、MCS 51 系列单片机的结构及引脚		<b>器码顺序排列)</b> .....	257
功能 .....	185	<b>附录六 MCS 51 指令表(按助记符字</b>	
二、MCS 51 系列单片机的 CPU 和		<b>母顺序排列)</b> .....	263
布尔处理器 .....	185	<b>附录七 MCS 51 指令表(按机器码</b>	
三、MCS 51 系列单片机的存储器		<b>顺序排列)</b> .....	273
结构 .....	187	<b>附录八 MCS 48 指令机器码速查表</b> .....	280
四、MCS 51 系列单片机的时序 .....	192	<b>附录九 MCS 51 指令机器码速查表</b> .....	284
五、外部存储器操作 .....	194	<b>主要参考资料</b> .....	286
六、接口结构和工作原理 .....	197		
七、中断系统 .....	201		

# 第一章 概 述

## 第一节 单片微型计算机的发展概况

近年来,随着微电子技术的迅猛发展,单片微型计算机异军突起,跻身于微型机的大家族之中,占据了很重要的地位。由于它具有体积小、价格便宜、控制功能强、可靠性高等优点,因此在生产过程控制、智能化仪器仪表、外设控制、交通控制以及许多“机电一体化”产品中得到了日益广泛的应用。

所谓单片机,即在一块半导体芯片上,把数字计算机的四个基本组成部分——CPU、ROM(或EPROM)、RAM和I/O接口集成在一起的微型计算机。这种器件通常也称为单晶片微型电脑或微型控制器。单片机既不同于微处理器,也不同于单板机。微处理器是微型计算机的中央处理器(CPU),而单板机则是由大规模集成电路芯片CPU、ROM、RAM等组装在一块印刷电路板上的微型计算机。一只单片机往往已具备了一台单板机的全部功能,因此在许多过程控制的场合均可用单片机来取代单板机。这样,不仅可以使控制系统硬件设计与制造更为简单和方便,而且还可以大大地降低造价,缩小体积,减少功耗,提高可靠性和抗干扰能力。

单片机按照其基本操作处理的数据位数可分为1位、4位、8位和16位单片机。1位单片机在国内并不多见,这类产品主要用于简单的控制。美国通用仪器公司的SBA,即是一种真正的一位计算机。它有30条可编程I/O控制线及存储器,能直接计算一组布尔方程,故亦称时序布尔分析机。4位单片机种类很多,其中美国德克萨斯仪器公司(TI)的TMS 1000系列,洛克威尔公司(Rockwell)的PPS 4/1系列,美国国家半导体公司(NS)的COP 400系列和日本夏普公司的SM系列等,都是很畅销的产品。4位单片机多用于消费类电子产品,如计算器、家用电器、游戏娱乐品等。

8位单片机用途广泛,需求量大,因此受到许多微型机生产厂家的普遍重视。1974年12月美国仙童公司(Fairchild)率先推出8位单片机F8(还不能真正称为单片机,因需要另加一片3851)。随后,莫斯特克公司(Mostek)仿照F8与仙童公司一起推出了3870系列(与F8兼容)。1976年9月Intel公司推出MCS-48系列(包括8048/8748/8035和8049/8749/8039等),1977年10月通用仪器公司(General Instrument Corp.)推出PIC 1650系列,1978年洛克威尔公司推出6500。这一时期的单片机都具有8位CPU,8位定时/计数器;多个并行I/O接口,ROM和RAM,并具备中断功能。此后出现的8位单片机的功能更强(增加了串行I/O接口和多级中断等功能),其中有1978年下半年Motorola公司推出的6801,1978年10月Zilog公司推出的Z8,1980年Intel公司推出的MCS-51系列(8051/8751/8031)等。目前各厂家正在继续推出性能更佳的8位单片机。这些新的单片机不但带有串行、并行I/O接口,

还具有模/数转换功能,且多采用 CMOS 工艺。

如果从德克萨斯仪器公司推出 TMS 1000 系列 4 位单片机算起,单片微型计算机的发展大体上可划分为四个阶段。

第一阶段:1971 年~1974 年,主要是 4 位单片机,采用 PMOS 工艺。

第二阶段:1974 年~1978 年,低、中档 8 位单片机。不带有串行 I/O 接口,但均具有 8 位微机的功能。它们的指令是专用的,RAM 较小,价格便宜,大多采用 NMOS 工艺,如 Fairchild 的 F 8, Mostek 的 3870, Intel 公司的 MCS-48 系列等均属此类。

第三阶段:1978 年~1981 年,高性能 8 位单片机。带有串行 I/O 接口及多个 16 位定时/计数器,并具有多级中断功能。它们的指令基本上同原有的微机系列兼容,工艺采用 NMOS 或 HMOS,正逐步采用 CMOS。这类产品有 Zilog 公司的 Z 8, Intel 公司的 MCS-51 系列和 Motorola 公司的 6801 等。其应用范围更广,可用于智能终端,局部网络的接口及个人计算机中。

第四阶段:1981 年至今,采用改进型 CMOS 工艺研制的更高性能的单片机。这时,一种趋势是继续提高 8 位单片机的集成密度,进一步增大 RAM 和 ROM 的容量,有的在 ROM 中还固化了高级语言以取代目前的家用计算机。此外,还增加了更多的 I/O 功能,包括 A/D 接口、网络通讯能力等。另一种趋势是研制 16 位单片机,Intel 公司推出的 MCS96 系列和 TI 公司的 9900 系列即属这类产品。它们是一些功能很强的微型控制器,但价格仍旧很便宜,一般每片只需十几美元。

综上所述,我们可以看出:

1. 单片机的发展是以大规模集成电路的工艺技术不断提高为基础的。单片机的生产工艺经历了 PMOS→NMOS→HMOS→CMOS→各种改进型 CMOS 的演变过程。

2. 单片机的存储器容量日益增大,且能方便地加以扩充。早期的单片机由于集成度和引脚数目的限制,ROM 只有 1 kB, RAM 为 64 B,并且不易扩充。现在的单片机的 ROM 可达 6~8 kB,甚至能把某些高级语言固化在其中;RAM 也已能增大到 256 B 以上,用增加引脚和 I/O 口复用技术,可以把存储器的寻址范围扩大到 64 k 以上,这就大大地拓宽了单片机的应用范围,破除了单片机只能用于简易控制的旧观念。另外,ROM 的形式也呈现出多样化,从只有掩膜式 ROM 到 EPROM,甚至外接 ROM 方式,为用户提供了多方面选择的可能性。

3. 单片机的 I/O 功能越来越强。早期单片机只有 2~3 个并行接口,定时/计数器为 8 位,随着集成度的提高和封装技术的改进,现在不但并行 I/O 接口增多,而且还带有串行 I/O 接口和 A/D 转换接口,定时/计数器也增加为 16 位。今后的发展趋势将是使越来越多的 I/O 口集成在同一芯片上,以适应各种不同控制的需要。

4. 单片机的芯片封装技术有了很大改进。现在的单片机有些产品的引脚已多达 64 个或 68 个,并且正在流行一种“背骑式”(Pigpack)芯片,即在单片机背上带有插座,以供插入 EPROM。这对扩大单片机的功能是非常有利的。

总之,单片机正朝着高集成度、高性能、高速、低功耗的方向继续发展,其应用范围很广,向下能取代 4 位微机(价格相近,但功能要强得多),向上可逐步取代个人计算机。



我国近几年来在推广微型计算机应用方面，已取得了一大批可喜的成果。许多省市把微型机用于生产过程控制或开发带电脑的产品，取得了明显的经济效益和社会效益，但目前多数是热衷于使用单板机，而往往忽视了单片机的作用。事实上，单片机用于生产过程控制、测量及智能化仪器仪表，比使用单板机有更多的优越性。譬如欲完成同样的控制功能，选用单片机可比单板机少用许多器件(图 1-1)，由此而带来的好处是显而易见的。

单片机的售价低廉尤为人们所乐道。在国外，有人把单片机称作“不花钱的逻辑”(Cost Zero Logic)，它的平均售价只有几美元(图 1-2)。即使在国内外，单片机的售价也不足单板机的十分之一。

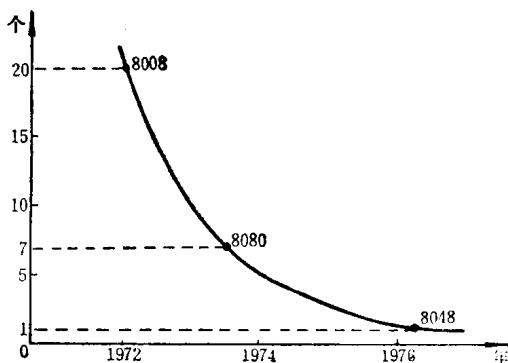


图 1-1 元件数比较图

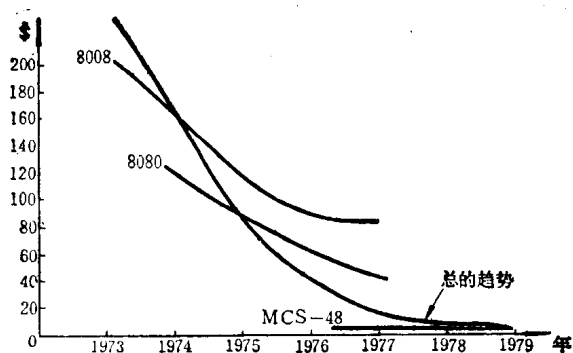


图 1-2 造价比较图

人们在选择微型机用于实时控制时，最为关心的重要指标是器件的可靠性。现在的单片机平均无故障时间已可达  $10^6 \sim 10^7$  小时，也就是说，如果在额定的运行条件下，不计线路板、接插件等元器件的影响，单片机可以连续运行几十年、几百年而不出现任何故障。由于单片机的系统总线全部或大部分集成于芯片内部，比之多片型微机系统来，较不易受到干扰。另外，单片机系统的硬件接插件比多片机系统大为减少，相对可靠性亦得到提高，也易于实现屏蔽。

单片机因独具特色而显示了它旺盛的生命力，随着新技术革命的浪潮，单片机必将渗透到国民经济的各个领域之中。

我国已开始实施第七个五年计划。“七五”期间，国家将致力于改变现有机械设备和仪器仪表的落后面貌。设备更新和产品换代的一个重要途径就是采用微型计算机进行技术改造。使其电脑化，以扩展其功能，提高其效率和自动化水平。而在这一过程中，单片微型计算机将发挥巨大的作用。

## 第二节 几种常见的单片微型计算机简介

### 一、四位单片微型计算机

#### 1. TMS 1000

TMS 1000 是由美国德克萨斯仪器公司最早推出的 4 位单片机系列。该系列共有九十多

个机种,其机种之多,在4位机系列中占居首位。这些机种的ROM容量为 $1024 \times 8$ 位~ $4096 \times 8$ 位, RAM通常为 $64 \times 4$ 位~ $256 \times 4$ 位。所有产品的系统结构都非常相似,都具有一个内部时钟发生器;应用程序是按用户要求在生产过程中固化在ROM中的。TMS 1000系列的突出特点是应用灵活,大量用于打印控制、数据终端、遥感系统、电子收款机、仪表控制和教

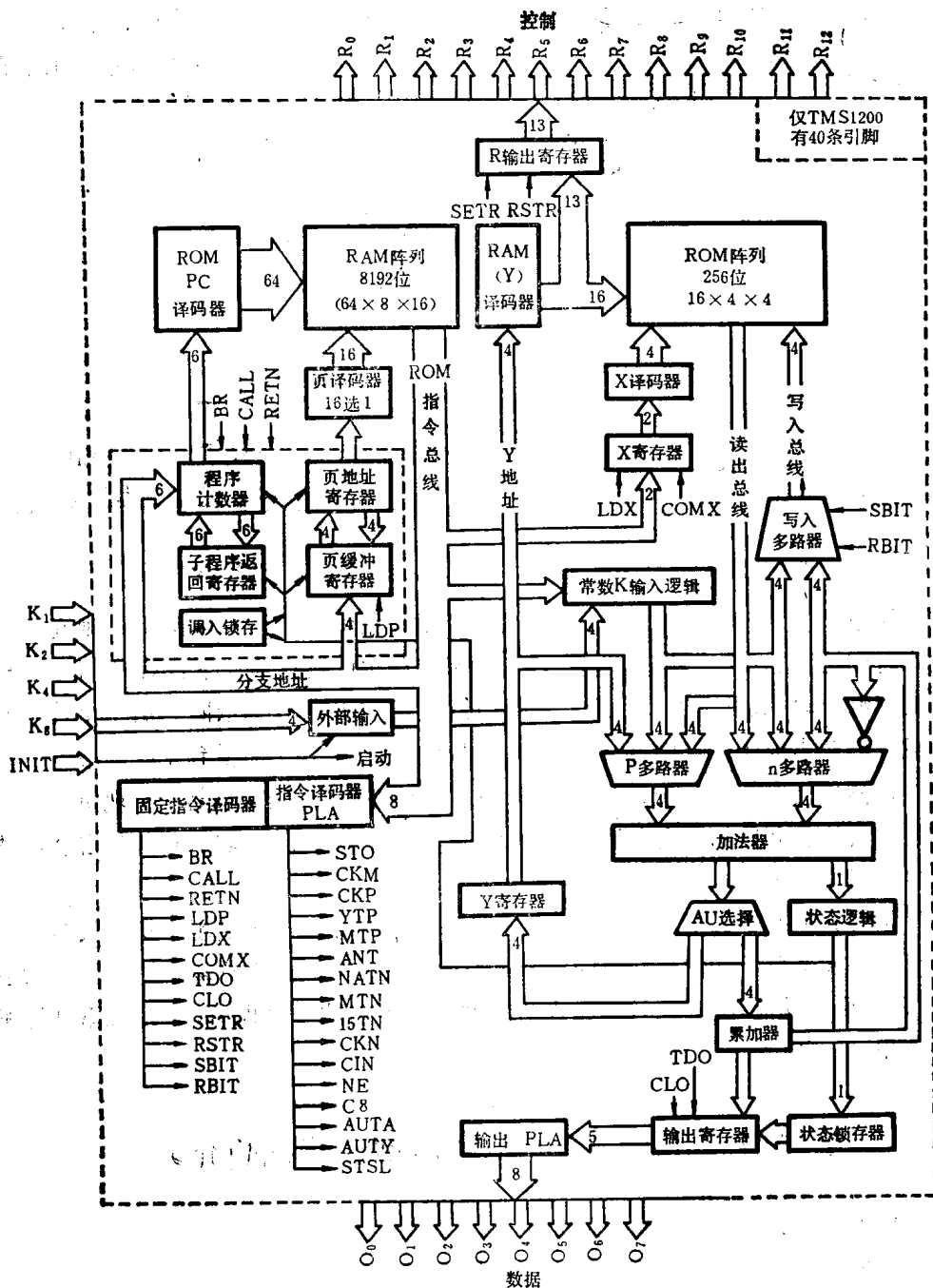


图 1-3 TMS 1000 内部结构框图

育设备等方面。

TMS 1000四位单片机是 TMS 1000 系列中最基本的机种,其内部结构如图 1-3。该机有 43 条基本指令,ROM 容量为 8192 位,划分为 16 页,每页 64 个字,每个字 8 位。用 6 位程序计数器对页内的字寻址。RAM 容量为 256 位。除一般 I/O 口外,还有 PLA 输出。由于它在同系列机种中价格最低,加之可靠性高、电性能好、应用范围广等优点,因而在 4 位单片机领域中有一定的代表性。

## 2. MM 75

美国洛克威尔公司的 PPS 4/1 系列 4 位单片机共有 20 多个机种,MM 75 即是其中之一。PPS 4/1 系列均采用 PMOS 工艺,其片内 ROM 容量为  $640 \times 8 \sim 2048 \times 8$  位, RAM 容量为  $48 \times 4 \sim 192 \times 4$  位。几乎所有机种都有一个 8 位双向端口。除了 MM 75 只有一条中断线外,其它机种都有两条条件中断线。该系列机种的指令系统功能灵活、高效,大部分都采用多功能指令。特别是其“查表指令”,能按累加器的内容分枝。此外,还有丰富的软、硬件支援。因此,PPS 4/1 系列属性能/价格比较高的产品,广泛用于家用电器和商业系统中。

图 1-4 中画出了 MM 75 的内部结构,由图可见,这是一个完整的 4 位微型计算机。在一个芯片上集成有 CPU、ROM、RAM、指令译码器、程序暂存器、程序计数器、数据地址寄存器、9 个输入/输出分立驱动器/接受器、两个 4 位并行输入/输出通道、一个四位并行输入通道、中断和控制逻辑及时钟发生电路。

为了易于进行系统开发, Rokwell 公司还提供了很强的开发支援,并为 MM 75 增加了若

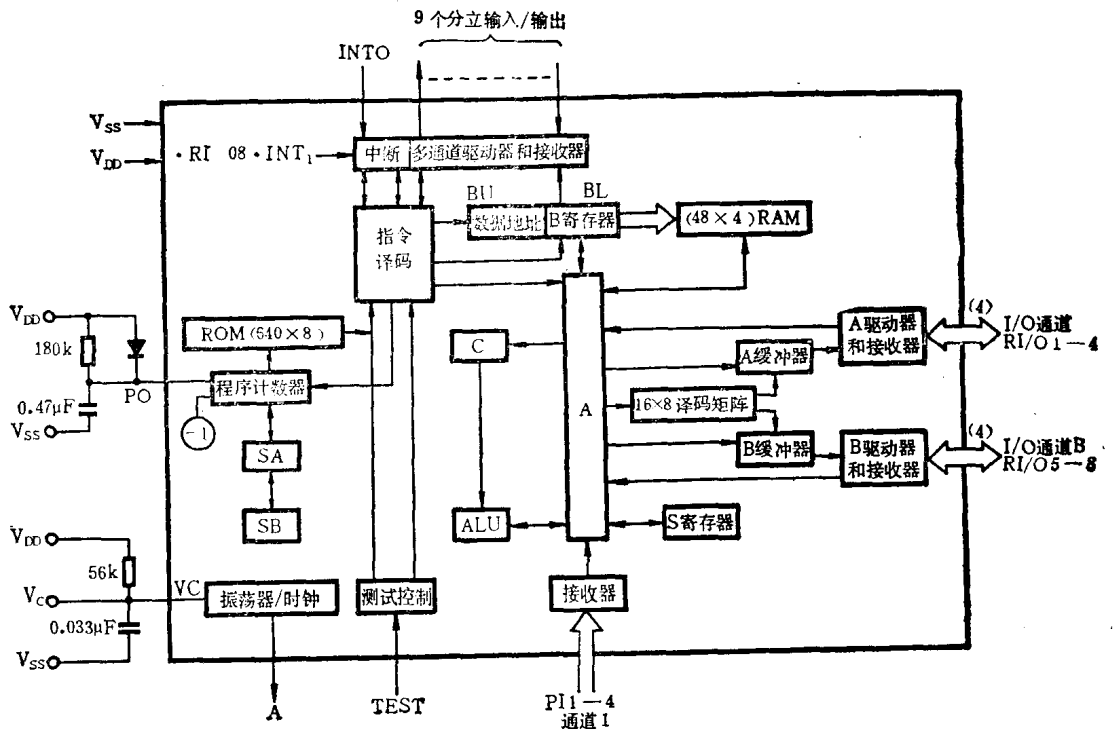


图 1-4 MM 75 内部结构框图

干复合功能指令,从而可以缩短程序长度,使片内容量有限的 ROM 发挥更大作用。

MM 75 除单独用于微机化产品之外,还可以直接作为其它多片系统机中的专用附属控制器。

### 3. COP 402/COP 402 M

COP 402 和 COP 402 M 是美国国家半导体公司的 COP 400 系列的两个机种。COP 400 系列最流行的机种有 10 多个,各机种之间的差别不大。除 COP 402 C 和 COP 421 C 采用 CMOS 工艺外,其余的都采用 NMOS 硅栅工艺。各机种主要是依照存储器容量、I/O 端子数量和封装形式等不同而划分的,而在硬件与软件方面都是兼容的,均使用共同的一个高效率指令系统。本系列机种的突出优点是价格便宜,每片不超过 1 美元。

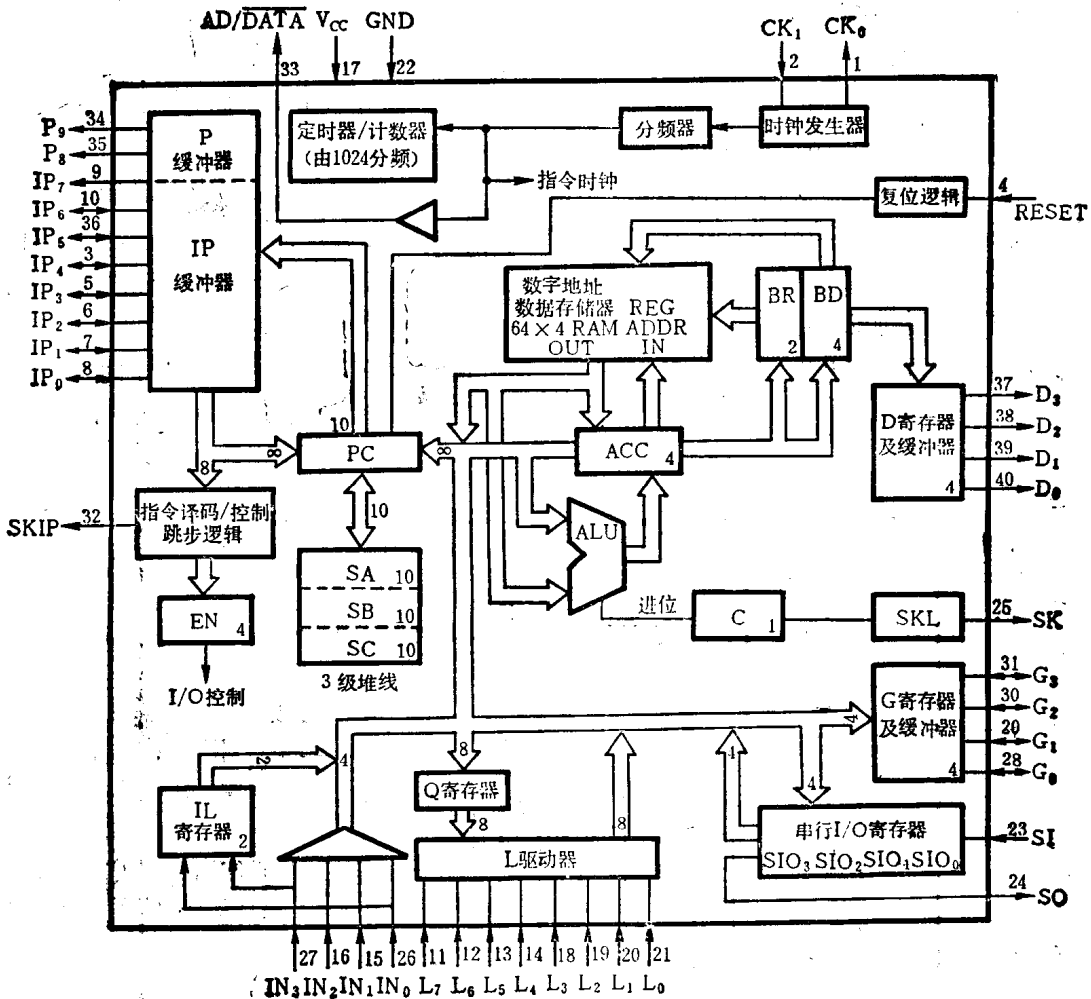


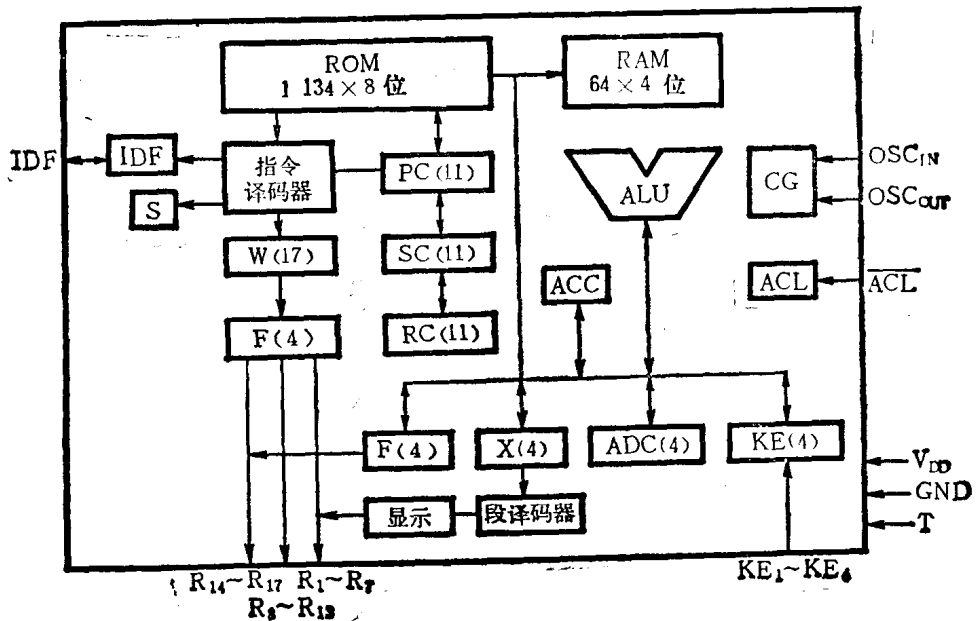
图 1-5 COP 402/402 M 内部结构框图

COP 402/COP 402 M 的内部结构如图 1-5 所示。在同一芯片上含有 CPU、RAM 和 I/O。除不具有 ROM 这一点外,它们和 COP 420 是相同的。在系统中 COP 402 或 402 M 与 COP 420 所起的作用是一样的。这一点,为 COP 420 在程序固化之前进行开发调试带来了方便,

这两个机种均适用于低档应用 或程序需要变更的场合。COP 402 还可通过 适当降低时钟频率而作为 COP 410 L、411 L、420 L 或 420 C 的仿真器。

#### 4. SM-100

日本夏普公司(Sharp)生产的 SM 系列 4 位单片机按存储器容量大小、制造工艺、功能强弱分为 20 多个机种。SM-1~3 采用 P 沟道 E/D MOS 工艺(SM-200 是 N 沟道 E/D MOS 工艺),而 SM-4~5 采用 CMOS 工艺。该系列机种主要用于科学计算,但也可作为控制用。其中 SM-4~5 是低功耗 4 位机,带有较强的时钟功能,所以可做成各种带有钟表功能的计算器和控制器。SM-100 与 SM-3 A 的主要指令是兼容的,其 ROM 为  $1134 \times 8$  位, RAM 为  $64 \times 4$  位,是设计廉价的小型程序系统的有力工具。另外,因该机具有高压隔离 输出口、故可用于多种控制器。图 1-6 为 SM-100 的内部结构框图。



框图中符号说明:

ACC: 累加器  
ACL: 自动清除电路  
ADC: 数据地址寄存器  
ALU: 算术逻辑单元  
C: 进位触发器

PC: 程序计数器  
RC, SC: 堆栈寄存器  
S: 标志触发器  
X: 暂存器

图 1-6 SM-100 内部结构框图

4 位单片微型计算机种类很多,不能一一列举。现将几种典型产品的主要性能指标列于表 1-1,供参考。

## 二、八位单片微型计算机

### 1. Mostek 公司的 3870

3870 是 8 位单片机中问世较早的产品,其内部结构的逻辑框图如图 1-7 所示。

在 3870 单片机上,有一个 2 k 字节的 ROM 和一个 64 字节的 RAM。ROM 和 RAM 占

表 1-1 几种 4 位单片机特性表

型号	TMS1000	MM75	COP402/402M	SM-100	μPD546C/553C	HD38920/44820
系列名称	TMS1000	PPS4/1	COP400	SM	μCOM-43	HMCS45A/45L/45C
电路工艺	PMOS	PMOS	NMOS	PMOS	PMOS	PMOS/CMOS
封装引脚数	28	28	40	28	42	56/64/54DIP
ROM 容量	1024 × 8 位	640 × 8 位	无	1134 × 8 位	2000 × 8 位	2048 × 10 位
RAM 容量	64 × 8 位	48 × 4 位	64 × 4 位	64 × 4 位	96 × 4 位	160 × 4 位
输入方式	4 位并行输入	4 位并行输入 × 2 9 位分立输入 × 10 4 位输入输出 × 2	并行输入 × 4 双向三态 I/O × 8	4 位并行输入	4 位输入 × 2 4 位输入输出 × 2	4 位并行输入输出 × 4 1 位输入输出 × 16
输出方式	8 位并行输出和可编程逻辑阵列(PLA)输出	4 位并行输入 × 2 9 位分立输入输出 × 1 有 PLA 输出	双向三态 I/O × 4 并行输出 × 4	17 位并行输出	4 位输出 × 4 3 位输出 × 1	4 位并行输出 × 1
内部寄存器	3 个	53	64 × 4	1	6	6
指令条数	43	10μs	49	58	80	71
平均执行时间	12~13μs	2 级	4 μs	10μs	10μs	10μs
堆栈寄存器	1 级	2 级	3 级	2 级	3 级	4 级
电源与功耗	-15V, 400mW	-15V, 75~125mW	+5V(4.5~6.3V)	-9V, 50mW	-10V, 390mW	-10V/+5V, 150mW/2mW
工作温度范围	0~70°C	0~70°C	0~70°C	-10~50°C	-10~70°C	-20~75°C
开发工具	EP3 仿真器 EMP1000 评价板	Rockwell	汇编语言开发系统 分时交叉软件	SM-D-8000 SM仿真器	EVAKIT-43P SE-43PA EVC-43P	H40EVKIT评价板 (H43EV00/H45CEV00)
开发软件	LMP1000 交叉汇编程序 汇编程序 } TSS 模拟程序 }			交叉汇编程序	交叉汇编程序(PDA-80, 800,880,FORTAN)	交叉汇编程序
仿真片	SE-1		NS	LU-100H5	μPD556B, MC-430P	HD44850E/44855E
生产厂家	Texas			SHARP	NEC(日本电气)	日立
备注	输入输出电压 20V 可编程指令译码, 输出 PLA		是 COP420 和 440 单片机的 无 ROM 型, 带有串行 I/O 20 条 I/O 线, 事件计数器	输入输出 1 位	作为系列有 μCOM-44, 45	可直接驱动萤光管

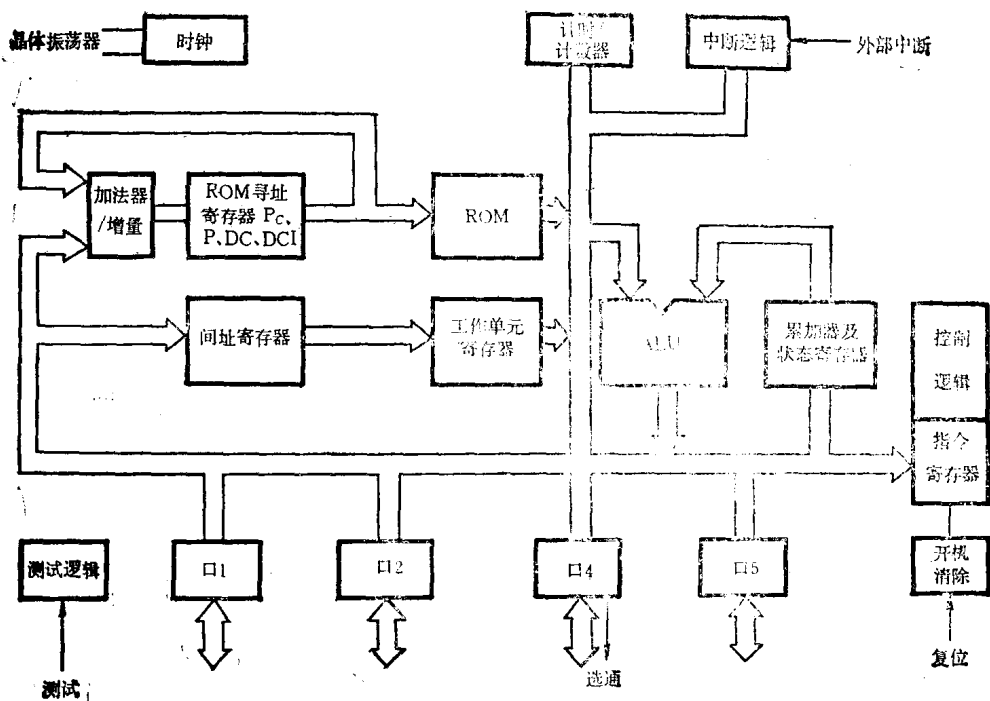


图 1-7 3870 内部结构框图

用完全不同的存储空间,采用完全不同的指令来寻址。为了对 ROM 寻址,3870 设有四个与寻址有关的寄存器:程序计数器 PC,用以指示将要执行的下一条指令的地址;堆栈寄存器 P,在中断处理或调用子程序时存放程序计数器的内容;数据计数器 DC 和 DC 1,作为 ROM 的间接寻址寄存器,并具有自动增量的操作功能,便于处理数据表。

3870 提供了四个 8 位的 I/O 口,共 32 条线。命名为 0,1,4,5 口。其中 0,1 为标准 TTL 输出型,4,5 口可选择标准 TTL 型、驱动器型或集电极开路门型。如需扩充,可用多路开关的方法去选通第四个端口。这样便提高了输入/输出的能力。

3870 上有一个计时/计数器,这是一个 8 位的逆向计数器,它可按三种模式进行工作。第一、内部计时器模式:时钟信号经过一个预选分频器送往计时/计数器,用以计时或计数。通过编程可以控制计时/计数器的启动和停止。通过控制分频器的分频比还可以改变计时/计数器的速率。第二、脉冲宽度测量模式:用来测量外部脉冲波形持续时间的宽度,同样也是通过编程控制分频比来改变其速率。第三、外部事件计数器模式:在软件的控制下,对外部事件进行计数。在上述三种模式下,当计时/计数器发生过零溢出时,都可以产生内部中断信号。此外,3870 还有一个外部中断请求线,供用户使用。内部中断和外部中断各有不同的中断向量,内、外部中断同时出现时,内部中断优先。

3870 具有内部时钟电路,只要在片外配以石英晶体(1~4 MHz)或者配以 RC 或 LC 电路,即可工作。另外,由于该机采用单一的 +5 V 电源,所以使用起来很方便。

3870 的缺点是 ROM 和 RAM 都不能在外部加以扩展。

## 2. Intel 公司的 MCS-48 和 MCS-51 系列

Intel 公司的单片机系列比较全, MCS-48 和 MCS-51 系列是目前应用最广的单片机。本书将在下面的章节中详细介绍 MCS-48 系列单片机的原理及其应用, 并对 MCS-51 系列产品作专门介绍, 这里不在细述。值得一提的是, 我国近年来很重视单片机的开发工作, 并积极组织力量进行研制和生产。上海元件五厂于 1985 年底推出了第一批属于 MCS-48 系列的单片机 5G 8039/8049, 在八位单片机芯片的国产化道路上迈出了可喜的一步。这种 5G 8039/8049 芯片的指令系统与 8048 芯片完全一致。8039 的数据存储器容量是 8048(128×8 位 RAM) 的两倍。另外, 8039 中没有程序存储器, 可按用户需要外接不同的 EPROM。8049 可为用户提供 4k PROM, 其测试指标均与 Intel 公司相同, 并与该公司的 80/85 系列接口电路相容。

### 3. Motorola 公司的 6801 和 6805 系列

6801 实际上是由多种 6800 系列的芯片集成的, 如图 1-8 所示。6801 相当于由 6875(时钟) + 6800( $\mu$ p) + 6810(128 位 RAM) + 2×6830(1 kROM) + 1/2×6821(并行 I/O) + 1/3×6840(定时器) + 6850(串行 I/O) 组成, 所以它的功能很强。

与 6801 相类似的还有 MC 6803 和 MC 6803 NR, 它们之间的主要区别仅在于所设定的

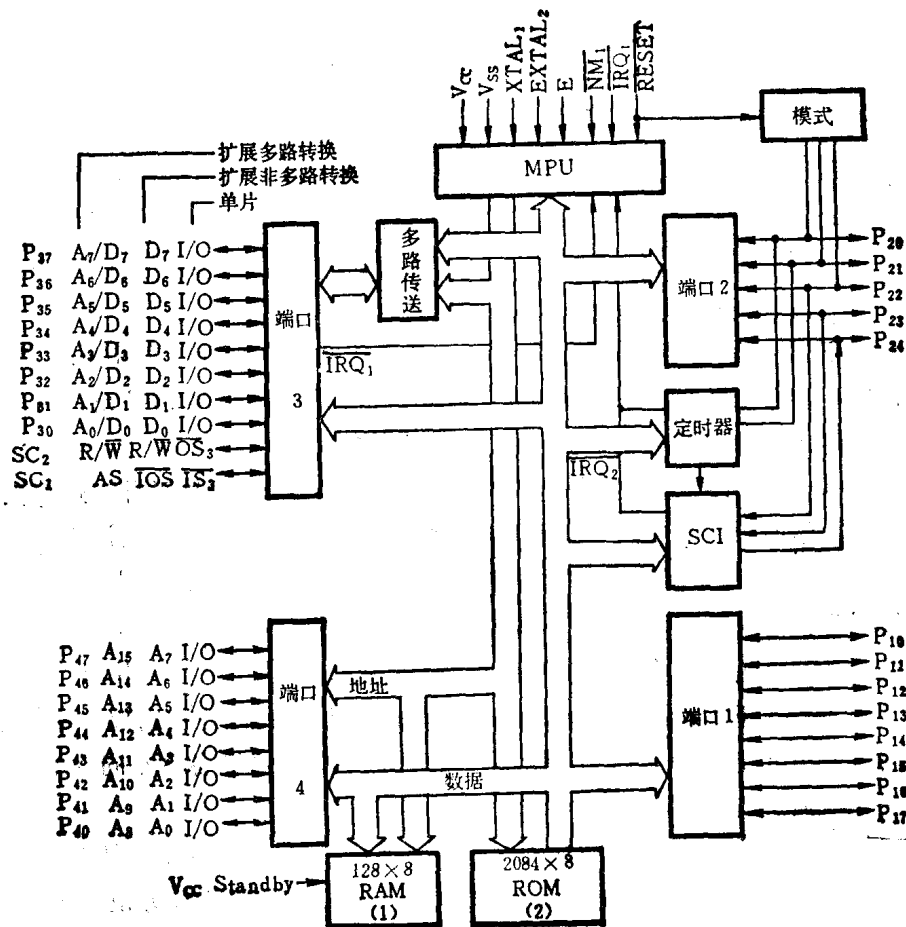


图 1-8 MC 6801 内部结构框图



工作模式不同。6801系列的单片机保持了6800系列的完整性,因而便于6800系列外设的扩充。6801除具有6800的72条指令外,还增加了16条新指令,并同6800的源代码和目标码向上兼容。这为6800微机应用的产品化带来很大方便。

6801有4个并行I/O口,一个串行I/O口和一个三功能的16位定时/计数器(控制输入、控制输出和控制溢出,均借用一个16位的可逆计数器来实现),因此它的I/O功能较强。6801可单独用作单片控制器或中心处理机,还特别适用于通讯和局部网络接口。

6801系列还包括68701、68701-1、68A701、68B701等,它们是EPROM型的6801,片上带有2k字节的EPROM,可用作系统开发,也可用来仿真MC6801/03/03NR。

6805系列是专用型单片机,它们的基本指令采用了6800的一部分子集,共59条,有十种寻址方式。其基本特点是:1~4k字节的ROM、64~112字节的RAM、20~24条输入/输出线、8位计时/计数器、时钟电路等。MC6805P<sub>2</sub>是该系列中的低价产品。MC6805R<sub>2</sub>除具有6805P<sub>2</sub>的性能外,还具有4通道的8位模/数转换器。MC68705P<sub>2</sub>是6805系列中的EPROM型,片上带有1804个字节的EPROM和115个字节的引导ROM,ROM中的引导程序可以帮助把用户程序写入到EPROM中去。MC68705R<sub>3</sub>增加了一个模/数转换器,其它均与68705P<sub>3</sub>相同。MC6805P<sub>4</sub>与6805P<sub>2</sub>相类似,区别仅在于MC6805P<sub>4</sub>具有一个112字节的备用RAM,还有一个接备用RAM电源的管脚。

6805系列的优点是:程序容易编制,且修改方便,其运行也可靠。EPROM产品能降低开发费用,宜于用作样机设计和小批量试生产。而带A/D功能的产品用于控制装置和智能化仪器仪表则尤为合适。图1-9为MC6805内部结构框图。

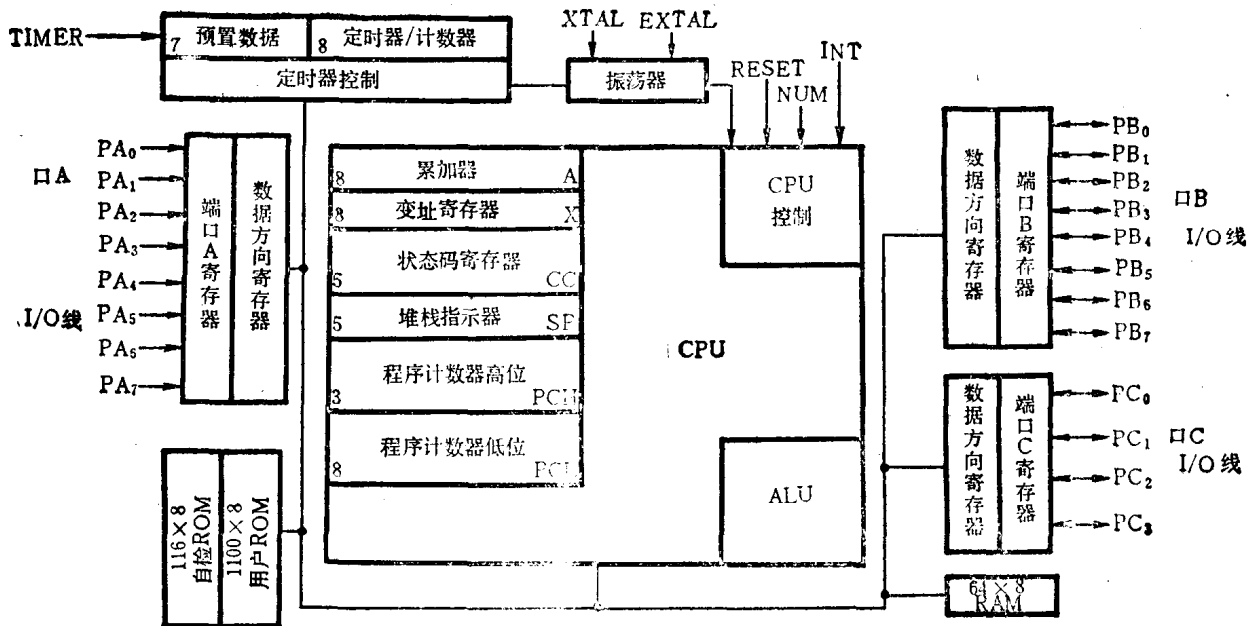


图 1-9 MC6805 内部结构框图