

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

# 单片微型计算机原理 与接口技术

(第二版)

DANPIAN WEIXING JISUANJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

陈光东

华中理工大学出版社

68.1

442579

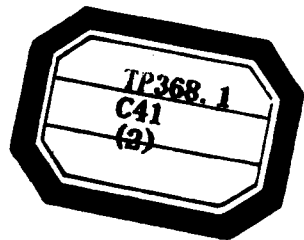
# 单片微型计算机原理 与接口技术

(第二版)

陈光东



00442579



华中理工大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机原理与接口技术/陈光东.-2版  
武汉:华中理工大学出版社, 1999.4  
ISBN 7-5609-1888-3

I. 单…

II. ①陈…

III. 计算机-接口技术-转换原理

IV. TP368.1

单片微型计算机原理与接口技术(第二版)

陈光东

责任编辑:叶翠华

封面设计:刘 卉

责任校对:张 欣

监 印:张正林

出版发行者:华中理工大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87542624

经销者:新华书店湖北发行所

录排者:华中理工大学出版社照排室排版

印刷者:武汉市青联彩印印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:14

字数:322 000

版次:1999年4月第2版

印次:1999年4月第8次印刷

印数:35 001—39 000

ISBN 7-5609-1888-3/TP·320

定价:15.00元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

## 内容简介

单片微型计算机是目前应用最为广泛的一种微型计算机。本书融作者多年的教学经验和科研成果为一体,从应用的角度,简明扼要地介绍了 MCS-51 系列单片微型计算机的结构、操作方法、指令和程序设计、各种常用接口技术,以及一些典型的单片机应用实例。本书具有系统、精练、实用的特点。

本书可作为各类高校电子、电力、控制等有关电类专业的教材和教学参考书,也可供有关科技人员学习和参考。

JS159/08

## 第二版前言

本书第一版是以编者在华中理工大学和湖北电视大学讲授单片机原理课讲稿的部分内容改编而成的。基本特点在于：以微机原理课所学知识为基础，从应用的角度出发，简明扼要地介绍 MCS-51 系列单片机的结构、工作原理、操作方法、指令和程序，详尽讨论该机的系统扩展和各种常用的接口电路。这种内容安排特别适宜大学本、专科学生在学完微机原理课后，作为单片机原理课的教学用书。

第一版发行后，本书已印刷了七次，承蒙一些院校选本书作单片机课的教材，由此也得到了一些中肯的建议和意见。这次再版，订正了第一版中的错误和疏漏处，并根据近年来单片机技术的发展，重编了部分章节，希望这样的安排会更有利于本课程的教学。

刘小春、赵性初参加了本书的部分编写，并对全书提出了许多有益的建议，在此谨致诚挚的谢忱。

由于作者知识水平有限，书中难免有不当之处，恳请批评指正。

作者

# 目 录

绪论	(1)
第一章 MCS-51 单片机的硬件结构与工作原理	(3)
§ 1.1 存储器	(3)
1.1.1 内部数据存储器	(3)
1.1.2 特殊功能寄存器	(5)
1.1.3 程序存储器	(7)
1.1.4 外部数据存储器	(8)
1.1.5 存储器的数据操作	(8)
§ 1.2 定时器/计数器	(9)
1.2.1 工作方式	(10)
1.2.2 控制寄存器	(12)
1.2.3 定时/计数初值的求取方法	(13)
§ 1.3 中断系统	(15)
1.3.1 中断系统的结构	(15)
1.3.2 中断系统的控制寄存器	(16)
1.3.3 中断的响应过程	(17)
§ 1.4 输入/输出端口	(18)
1.4.1 并行端口	(18)
1.4.2 串行端口	(22)
§ 1.5 时钟电路与复位电路	(28)
1.5.1 时钟电路	(28)
1.5.2 基本时序单位	(28)
1.5.3 复位电路	(29)
1.5.4 单片机复位后的状态	(29)
§ 1.6 引脚功能	(30)
§ 1.7 单片机最小系统	(31)
习题与思考题	(33)
第二章 MCS-51 单片机的指令系统	(35)
§ 2.1 寻址方式	(35)
2.1.1 立即寻址	(35)
2.1.2 直接寻址	(35)
2.1.3 寄存器寻址	(36)
2.1.4 寄存器间接寻址	(36)
2.1.5 变址寻址	(36)
2.1.6 相对寻址	(38)
2.1.7 位寻址	(38)

§ 2.2 分类指令	(38)
2.2.1 数据传送与交换类指令	(39)
2.2.2 算术运算类指令	(41)
2.2.3 逻辑运算与循环类指令	(44)
2.2.4 子程序调用与转移类指令	(45)
2.2.5 位操作类指令	(50)
2.2.6 CPU 控制类指令	(51)
习题与思考题	(52)
<b>第三章 MCS-51 单片机汇编语言与程序设计基础</b>	<b>(56)</b>
§ 3.1 伪指令	(56)
§ 3.2 顺序程序	(57)
§ 3.3 分枝程序	(58)
§ 3.4 循环程序	(60)
§ 3.5 数制转换程序	(64)
§ 3.6 位操作程序	(65)
§ 3.7 子程序	(66)
习题与思考题	(68)
<b>第四章 MCS-51 单片机的系统扩展</b>	<b>(70)</b>
§ 4.1 程序存储器的扩展	(70)
§ 4.2 数据存储器的扩展	(72)
§ 4.3 E <sup>2</sup> PROM 的扩展	(75)
§ 4.4 定时器/计数器的扩展	(76)
§ 4.5 输入/输出端口的扩展	(82)
4.5.1 8243 扩展端口	(82)
4.5.2 用缓冲器、锁存器扩展端口	(84)
§ 4.6 外部中断源的扩展	(85)
§ 4.7 综合功能扩展	(86)
4.7.1 8155 扩展	(86)
4.7.2 多芯片扩展	(92)
习题与思考题	(93)
<b>第五章 MCS-51 单片机的接口技术</b>	<b>(95)</b>
§ 5.1 接口技术中的一般方法	(95)
5.1.1 接口指令	(95)
5.1.2 接口信号与时序	(96)
5.1.3 输入/输出的数据交换方式	(96)
5.1.4 地址的译码	(98)
§ 5.2 D/A 转换电路接口技术	(100)
5.2.1 D/A 转换原理	(100)
5.2.2 DAC0832 与单片机的接口	(102)
5.2.3 AD7520 与单片机的接口	(107)

§ 5.3	A/D 转换电路的接口技术 .....	(109)
5.3.1	A/D 转换原理 .....	(109)
5.3.2	ADC0809 与单片机的接口 .....	(111)
5.3.3	AD574 与单片机的接口 .....	(112)
5.3.4	MC14433 与单片机的接口 .....	(115)
§ 5.4	键盘接口技术 .....	(119)
5.4.1	键盘结构与工作原理 .....	(119)
5.4.2	键盘扫描的控制方式 .....	(122)
5.4.3	键操作及功能处理 .....	(125)
§ 5.5	显示器接口技术 .....	(127)
5.5.1	LED 显示器的结构与原理 .....	(127)
5.5.2	LED 静态显示接口 .....	(128)
5.5.3	LED 动态显示接口 .....	(130)
5.5.4	串行口控制的显示器与键盘接口 .....	(131)
§ 5.6	拨盘接口技术 .....	(134)
5.6.1	拨盘的结构与原理 .....	(134)
5.6.2	拨盘的接口方法 .....	(135)
§ 5.7	8279 可编程的键盘/显示器接口 .....	(136)
5.7.1	内部结构和引脚信号 .....	(136)
5.7.2	控制命令 .....	(139)
5.7.3	工作方式 .....	(142)
5.7.4	接口电路与应用举例 .....	(145)
§ 5.8	打印机接口技术 .....	(148)
5.8.1	TP $\mu$ P-40A 的操作特点 .....	(148)
5.8.2	接口电路与程序安排 .....	(151)
§ 5.9	IBM PC 串行通讯接口技术 .....	(152)
5.9.1	串行通讯的接口电路 .....	(153)
5.9.2	IBM PC 的串行通讯语句 .....	(154)
5.9.3	单片机与 IBM PC 的通讯程序 .....	(159)
5.9.4	多机通讯 .....	(163)
§ 5.10	GAL 接口技术 .....	(164)
5.10.1	GAL 的内部结构 .....	(164)
5.10.2	GAL 的工作方式 .....	(166)
5.10.3	GAL 的应用方法 .....	(167)
	习题与思考题 .....	(171)
<b>第六章</b>	<b>MCS-51 单片机应用实例 .....</b>	<b>(173)</b>
§ 6.1	单片机频率测量仪 .....	(174)
6.1.1	硬件电路 .....	(174)
6.1.2	程序编制 .....	(174)
6.1.3	运行结果 .....	(176)



6.1.4	程序清单 .....	(176)
§ 6.2	纸机转速、纸长的单片机控制 .....	(178)
6.2.1	系统结构 .....	(178)
6.2.2	系统控制功能 .....	(179)
6.2.3	调速操作与保护 .....	(186)
§ 6.3	电热箱单片机温控系统 .....	(187)
6.3.1	单片机系统 .....	(188)
6.3.2	温度检测 .....	(188)
6.3.3	输出控制信号与通道 .....	(191)
6.3.4	系统控制 .....	(192)
§ 6.4	SPWM 二相交流电动机变频调速微机控制系统 .....	(193)
6.4.1	极性控制信号的产生 .....	(194)
6.4.2	SPWM 信号的产生 .....	(197)
6.4.3	v/f 协调控制 .....	(198)
	习题与思考题 .....	(199)
<b>附录一</b>	<b>MCS-51 系列单片机指令表 .....</b>	<b>(201)</b>
<b>附录二</b>	<b>AT89 系列单片机简介 .....</b>	<b>(209)</b>

## 绪 论

单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 简称单片机, 又称微控制器 (Microcontroller Unit) 或嵌入式控制器 (Embedded Controller)。它是将计算机的基本部件微型化, 使之集成在一块芯片上的微机。片内含有 CPU、ROM、RAM、并行 I/O、串行 I/O、定时器/计数器、中断控制、系统时钟及系统总线等。

单片机有着体积小、功耗低、功能强、性能价格比高、易于推广应用等显著优点, 在自动化装置、智能化仪器仪表、过程控制和家用电器等许多领域得到日益广泛的应用。

从国内开发应用单片机的情况看, 自 80 年代初起步以来, 以 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机为主导机种, 率先渗入到微机控制中的各个领域, 取得了一定的应用成果。80 年代中期以后, 随着性能更强、速度更快的 MCS-51 系列的加入, 单片机得到了更为迅速的推广和广泛的应用。目前, 尽管 16 位和 32 位单片机已为人们所熟悉和了解, 但在我国目前和今后相当长的一段时间内, 8 位单片机仍然是实际应用中的主导品种, 大多数单片机的应用仍会以 MCS-51 单片机为主。

MCS-51 系列单片机按片内有无程序存储器及程序存储器的形式, 分为三种基本产品: 8051, 8751, 8031。

8051 单片机片内含有掩膜型程序存储器。由于这种只读存储器中的程序, 要由单片机生产厂家制作该芯片时代为用户固化于片内, 因此, 只有在大批量且程序要求永久保留不会修改时才用到。8751 片内含 EPROM 型程序存储器, 用户可以把程序固化在 EPROM 中, 需要修改时, 可用紫外线光照射擦除, 然后又可写入新的用户程序, 但该芯片价格较高。8031 片内没有程序存储器, 当外部扩展一片或多片写有用户程序的 EPROM 后, 就相当于一片 8751, 使用方便灵活, 价格低廉, 是目前国内使用最多的品种。

由于 8051 和 8751 除程序存储器的形式上不同于 8031 外, 其它结构及功能均与 8031 相同, 因此, 为叙述方便, 本书主要讨论 8031。一旦掌握了 8031, 对 8051 和 8751 也就十分明了。在以后的章节中, 如无指明, 述及 MCS-51 单片机处均指 8031 单片机。

8031 单片机有 1 个 8 位的 CPU, 1 个 128 字节 RAM, 21 个特殊功能寄存器, 4 个 8 位并行 I/O 端口, 1 个全双工异步串行端口, 2 个 16 位定时器/计数器, 5 个具有优先级别的中断源。在 8031 外接一片程序存储器后, 就构成了一个有完整功能的微机应用电路。在软件方面, 当 8031 的晶振频率为 12MHz 时, 指令周期为  $1\mu\text{s}$ , 绝大多数指令执行时间为  $1\sim 2\mu\text{s}$ , 最长  $4\mu\text{s}$ 。大部分指令为 1 字节或 2 字节, 最长 3 字节。此外, 8031 所具有的乘除法指令、多种形式的位操作类指令和逻辑运算类指令也是独具特色的。

在 8051、8751 和 8031 的基础上, Intel 公司还推出了增强型产品: 8052、8752 和 8032。该产品与 8051、8751 和 8031 相比, 分别增加了一个定时器/计数器、一个中断源、128 字节片内 RAM 和 4KB 程序存储器 (仅对 8052、8752)。还推出了采用 CHMOS 工艺制造的 80C51、87C51 和 80C31, 该产品具有在运行中或掉电后能保护片内信息的低功耗工作方式。

近年来, 随着美国 ATMEEL 公司的 AT89 系列单片机的推出和广泛应用, MCS-51 单片机有了进一步的活力。AT89 系列以 MCS-51 为内核, 兼容了 MCS-51 的硬软件, 其主要优点在

于:片内的电擦电写闪烁存储器可方便地被编程和加密;时钟频率的提高使运算速度加快;产品中的 20 脚封装形式的机种,使其体积更小,更具应用的灵活性。

MCS-51 和 AT89 系列单片机的主要产品类型及特点如下表所示,有关 AT89 系列的简介见附录。

MCS-51 系列单片机及相关产品的类型及特点一览表

单片机型号/存储器容量与类型	RAM (字节)	16 位定时 器个数	中断源 个数	最高晶振 频率/MHz	封装引脚 个数
8031/无 ROM,8051/4K ROM,8751/4K EPROM	128	2	5	12	40
8032/无 ROM,8052/8K ROM,8752/8K EPROM	256	3	6	12	40
80C31/无 ROM,80C51/4K ROM,87C51/4K EPROM	128	2	5	12	40
AT89C51/4K E <sup>2</sup> PROM	128	2	5	24	40
AT89C52/8K E <sup>2</sup> PROM	256	3	8	24	40
AT89C1051/1K E <sup>2</sup> PROM	128	2	5	24	20
AT89C2051/2K E <sup>2</sup> PROM	128	2	5	24	20

# 第一章 MCS-51 单片机的硬件结构与工作原理

众所周知,微型计算机通常主要由运算器、控制器、存储器和输入输出电路这四个部分组成,其中运算器与控制器集成于 CPU 中。从图 1.1 所示的 8031 单片机的原理结构图可见,8031 单片机内除有 CPU、存储器和输入输出端口外,还包含定时器/计数器、中断控制和时钟振荡电路等。

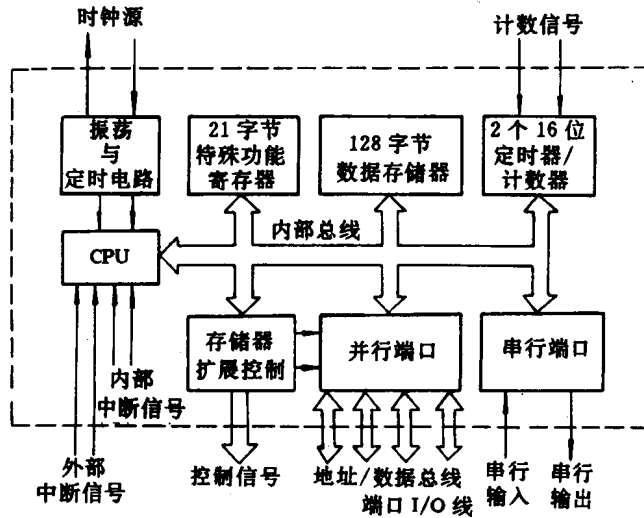


图 1.1 8031 单片机结构原理示意图

下面分别介绍各组成部分硬件的结构、工作原理和操作方法。

## § 1.1 存储器

8031 单片机有 4 个存储器空间,分别用来安排 4 种不同功用的存储器:

- ① 内部数据存储器;② 特殊功能寄存器;③ 程序存储器;④ 外部数据存储器。

内部数据寄存器和特殊功能寄存器集成于片内,程序存储器和外部数据存储器则安排在片外,用接口电路与单片机连接。4 种存储器中,除内部数据寄存器和特殊功能寄存器是统一编址的外,各存储器均分开编址,并用不完全相同的寻址方式来访问它们。

### 1.1.1 内部数据存储器

内部数据存储器又称为内部数据 RAM,共 128 字节,地址范围为 00H~7FH,见图 1.2。前 32 个单元(地址 00H~1FH)称为寄存器区。其中,每 8 个寄存器形成一个寄存器组。具体说来:

- 寄存器 0 组 地址 00H~07H
- 寄存器 1 组 地址 08H~0FH
- 寄存器 2 组 地址 10H~17H

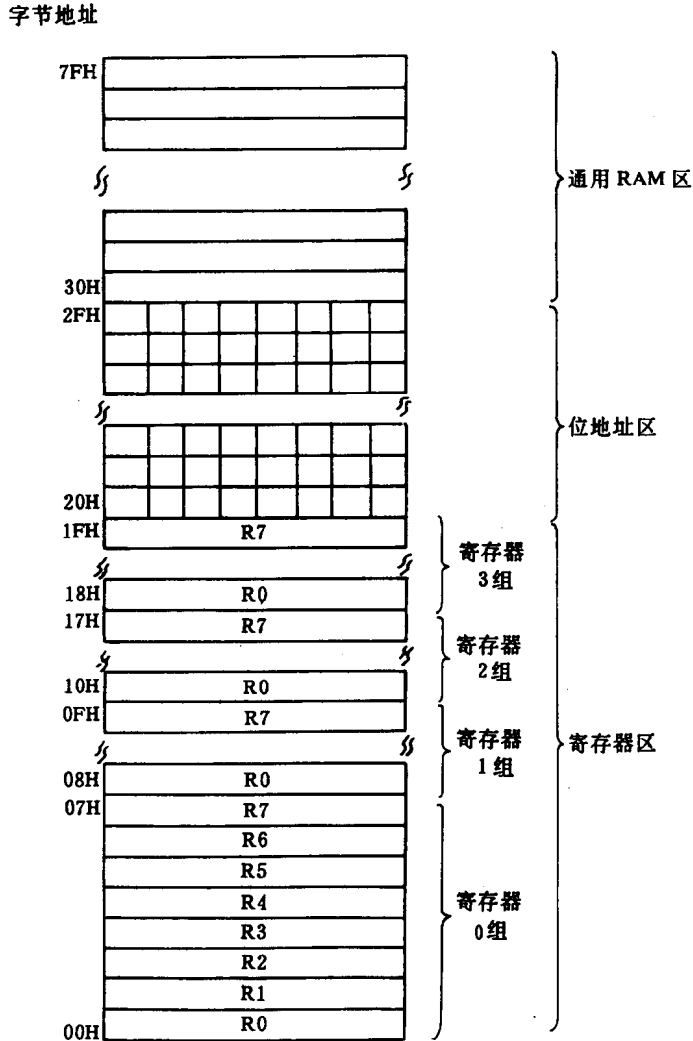


图 1.2 内部数据存储器结构

**寄存器 3 组 地址 18H~1FH**

通过对特殊功能寄存器 PSW 中 RS1、RS0 两位的编程设置(见 1.1.2),可选择任一寄存器组为工作寄存器组,方法如下:

RS1	RS0	所选中的寄存器组
0	0	选中寄存器 0 组
0	1	选中寄存器 1 组
1	0	选中寄存器 2 组
1	1	选中寄存器 3 组

当某一组被设定成工作寄存器组后,该组中的 8 个寄存器,从低地址到高地址就分别称为 R0~R7,从而可以把它们用作通用寄存器,并可按寄存器寻址方式被访问。一旦工作寄存器组被指定后,另外三组寄存器则同其它数据 RAM 一样,只能按字节地址被予以读写。

字节地址 20H 到 2FH 称为位地址区,共有 16 个字节,计 128 位,每位都有相应的位地址,

位地址范围为 00H~7FH, 见图 1.3。通过位寻址, 可以对各位进行位操作。由此可见, 8031 单片机有着相当出色的位处理能力。

字节地址 (MSB)									(LSB)
7FH									
	⋮								
2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78	} 位 地 址
2EH	77	76	75	74	73	72	71	70	
2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68	
2CH	67	66	65	64	63	62	61	60	
2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58	
2AH	57	56	55	54	53	52	51	50	
29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48	
28H	47	46	45	44	43	42	41	40	
27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38	
26H	37	36	35	34	33	32	31	30	
25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28	
24H	27	26	25	24	23	22	21	20	
23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18	
22H	17	16	15	14	13	12	11	10	
21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08	
20H	07	06	05	04	03	02	01	00	
1FH } 18H } 17H } 10H } 0FH } 08H } 07H } 00H	寄存器 3 组								
	寄存器 2 组								
	寄存器 1 组								
	寄存器 0 组								

图 1.3 内部数据存储器中的位地址

内部数据 RAM 中, 既有字节地址, 又有位地址, 两者的地址范围都是 00H~7FH, 这在数据操作时应加以注意。内部数据 RAM 通常用来存放运算过程的中间值, 并用作堆栈区。

### 1.1.2 特殊功能寄存器

8031 单片机共有 21 个字节的特殊功能寄存器(SFR), 起着专用寄存器的作用, 用来设置片内电路的运行方式, 记录电路的运行状态, 并表明有关标志等。此外, 特殊功能寄存器中, 还有把并行和串行 I/O 端口映射过来的寄存器, 对这些寄存器的读写, 可实现从相应 I/O 端口的输入、输出操作。

21 个特殊功能寄存器不连续地分布在 128 个字节的 SFR 存储空间中, 地址空间为 80H~FFH, 见图 1.4。带 \* 的表明是有位地址的寄存器。在这片 SFR 空间中, 包含有 128 个位地址



PSW 程序状态字。主要起着标志寄存器的作用,其 8 位定义如下。

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	X	P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

- CY: 进、借位。有进、借位,CY=1;无进、借位,CY=0。
- AC: 辅助进、借位(高半字节与低半字节间的进、借位)。有进、借位,AC=1;无进、借位,AC=0。
- F0: 用户标志位。可由用户设定其含义。
- RS1,RS0: 工作寄存器组选择位。
- OV: 溢出位。运算结果按补码运算理解。有溢出,OV=1;无溢出,OV=0。
- X: 无效位。
- P: 奇偶位。运算结果有奇数个 1,P=1;运算结果有偶数个 1,P=0。影响标志位的指令及其影响方式见附表 2。
- SP 堆栈指针。8031 单片机的堆栈设在片内 RAM 中,因而堆栈空间最大为 128 字节。对堆栈的操作包括压入(PUSH)和弹出(POP)两种方式,并且遵循后进先出原则。8031 单片机的堆栈操作步骤为:先加后压,先弹后减的原则,堆栈区域是向地址增大的方向生成的。详细过程见 2.2.1。
- DPTR 数据指针。分成 DPL(低 8 位)和 DPH(高 8 位)两个寄存器。用来存放 16 位地址值,以便用间接寻址或变址寻址的方式对片外数据 RAM 或程序存储器作 64K 字节范围内的数据操作。
- P0~P3 I/O 端口寄存器。是 4 个并行 I/O 端口映射入 SFR 中的寄存器。通过对该寄存器的读/写,可实现从相应 I/O 端口的输入/输出。例如:指令 MOV P1,A 实现了把 A 累加器中的内容从 P1 端口输出的操作。指令 MOV A,P3 实现了把 P3 端口线上的信息输入到 A 中的操作。
- IP 中断优先级控制寄存器。 } 详见 § 1.3
- IE 中断允许控制寄存器。 }
- TMOD 定时器/计数器方式控制寄存器。 }
- TCON 定时器/计数器控制寄存器。 } 详见 § 1.2
- TH0,TL0 定时器/计数器 0。 }
- TH1,TL1 定时器/计数器 1。 }
- SCON 串行端口控制寄存器。 }
- SBUF 串行数据缓冲器。 } 详见 § 1.4
- PCON 电源控制寄存器。 }

### 1.1.3 程序存储器

MCS-51 单片机具有 64K 字节的程序存储器空间。其中,8051 或 8751 在片内各有 4K 字节的程序存储器 ROM 或 EPROM,并处于这一空间的最低地址区。8031 片内没有程序存储器,必须在外部扩展程序存储器才能构成单片机应用电路。扩展容量可为 64K 字节中的任一容量,并且常用 EPROM 或 E<sup>2</sup>PROM 的形式(扩展方法见第四章)。

程序存储器中的某些地址被固定地用于特定程序的入口地址:



地址	用途
0000H	复位操作后的程序入口
0003H	外部中断 0 服务程序入口
000BH	定时器 0 中断服务程序入口
0013H	外部中断 1 服务程序入口
001BH	定时器 1 中断服务程序入口
0023H	串行 I/O 中断服务程序入口

在编程时,通常在这些入口地址开始的二三个地址单元中,放入一条转移类指令,以使相应的程序在指定的程序存储器区域中生成。例如,从 000BH 地址单元开始,放入一条转移到 3000H 地址单元的转移类指令,定时器 0 的中断服务程序就可从 3000H 地址单元开始安排。又如,定时器 1 的中断服务程序非常短,不会占用到 0023H 地址单元,或者串行 I/O 中断根本就未被使用,那么 001BH 就可以直接作为定时器 1 中断服务程序的首地址,而不必安排转移类指令。

程序存储器用来存放固化了的程序,取指地址由程序计数器 PC 给出,PC 具有自动加 1 的功能,从而在无转移类指令的条件下,指令被逐一执行。转移类指令可改变 PC 值,使程序得以转移。程序存储器中也可固化一片数据区,存放被查阅的表格和参数等。

#### 1.1.4 外部数据存储器

外部数据存储器又称为外部数据 RAM,当 8031 片内 128 个字节的数据 RAM 不能满足数量上的要求时,可通过总线端口和其它 I/O 端口扩展外部数据 RAM(扩展方法见第四章),其最大容量可达 64K 字节。外部数据 RAM 与内部数据 RAM 的功用基本相同,但前者不能进行堆栈操作。

当 8031 单片机同时外接有程序存储器和数据存储器时,两者的区别在于:程序存储器只有读操作而无写操作,且读操作信号由引脚  $\overline{PSEN}$  直接提供;数据存储器则有读写操作,且由引脚信号  $\overline{RD}$  和  $\overline{WR}$  选通读写操作。对片内 RAM 和片外 RAM 操作的区别在于:片内 RAM 操作时无读写信号产生,片外 RAM 操作时则有读写信号 ( $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$ ) 产生。上面是不同的存储器操作在硬件信号方面的区别,这些反映在符号指令上则是有着完全不同的符号形式和寻址方式(详见 § 2.2)。

#### 1.1.5 存储器的数据操作

##### 1. 程序存储器的数据操作

只有读操作。除由 PC 直接寻址,以执行各条指令外,还可用 PC 或 DPTR 作变址寻址。例如,若  $DPTR=2000H$ ,  $A=20H$ ,则指令  $MOVC A, @A+DPTR$  完成了把程序存储器 2020H 单元中的内容送入 A 中的操作。这种数据操作方式通常用来查阅程序存储器中的数据表格。

##### 2. 外部数据 RAM 的数据操作

可进行读写操作。用 DPTR 或工作寄存器组中的 R0 或 R1 作寄存器间接寻址。当用 R0 或 R1 作寄存器间接寻址时,由 P2 端口提供高 8 位地址,R0 或 R1 提供低 8 位地址。

**例 1**  $MOVX A, @DPTR$  ;外部数据 RAM 中以 DPTR 为地址中的内容  
→A

**例 2**  $MOV P2, \#20H$  ;数 20H→P2