

单片微型计算机 原理及应用 ●

宋宏远 杨天怡 编著

74.368.2

单片微型计算机原理及应用

宋宏远 杨天怡 编著

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书在介绍MCS-51系列单片微型计算机的结构和工作原理的基础上,详细地分析了它的指令系统、片内接口等的使用方法。详细地介绍了单片机在自动测、控装置,仪器仪表中应用时,最常用的系统扩展电路。

书中给出的子程序和各种单元电路,绝大多数是作者使用过的,一般可直接采用。另外,书中还剖析了两个应用实例,可为读者建立有关单片机应用的总体概念。

本书可作为大中专院校有关专业的教材,也适宜于从事自动测控、仪器仪表方面工作的工程技术人员阅读。

单片微型计算机原理及应用

宋宏远 杨天怡 编著
责任编辑 李淑芳 谭 敏

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆印制一厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.25 字数: 306 千
1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷
印数: 1—7000

标准书号: ISBN 7-5624-0326-0 定价: 4.25元
TP.19



前 言

单片微型计算机的应用,尤其是在自动测试、控制装置,以及智能仪器仪表方面的应用,已日趋广泛。但在国内,掌握单片微型计算机应用技术的工程技术人员,为数尚还不多。为此,国内很多院校的有关专业已将单片微型计算机原理及应用列入教学计划。

本书是作者近年来,在从事单片微型计算机教学和应用研究工作的基础上编写的。目的在于为“单片微型计算机的原理及应用”提供一本教材,也为从事单片机应用的科技工作者提供一本有实用价值的参考书。

单片微型计算机产品种类较多,本书主要对国内应用较广的MCS-51系列单片机予以详细介绍。内容的选取和编写,力求突出实用这一特点。书中大部分内容都是取自作者近年来的应用研究成果和心得。

考虑到这门课程大都是在“微机原理及应用”课之后开出的,所以微机的一般原理在本书中就不再赘述。

全书共分七章,全面介绍了MCS-51单片微型计算机软、硬件及应用。

第二章到第四章结合MCS-51系列单片机本身,分析了它的存贮器组织特点、寻址方式和指令系统,片内I/O接口、定时器以及中断系统的原理和操作使用方法,并在第四章中编写了常用的各种功能程序段,作为应用时MCS-51单片机程序设计的参考。

第五、六两章结合MCS-51系列单片机的时序,具体介绍了单片机扩展程序存贮器、数据存贮器和并行I/O接口的方法,以及A/D、D/A和键盘显示器与主机接口的方法等。通过这部分内容的学习,打下以单片机为核心的专用微机硬件设计基础。

最后一章结合两个应用实例,从需求分析、总体方案的论证到硬件软件的设计,全面地介绍了单片机应用的方法。

本课程需35~40学时。应用实例一章宜安排学生自学,实用程序段也不必在课堂上逐一介绍。

本书由宋宏远主编并编写了第一、二、三、四章,杨天怡编写第五、六章,杨天怡、宋宏远共同编写第七章、附录。

水平所限,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1989年12月于重庆

目 录

第一章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 单片机	1
1.3 Intel 公司的单片机产品	1
1.4 单片机的开发与开发工具	4
第二章 指令系统	6
2.1 存储器的组织形式	8
2.2 寻址方式	10
2.3 指令系统	12
第三章 在片接口及中断	31
3.1 概述	31
3.2 并行 I/O 口	31
3.3 定时器/计数器	36
3.4 串行 I/O 口	41
3.5 中断系统	52
3.6 51 单片机的复位	54
3.7 关于 8032 和 8052 单片机	54
第四章 程序设计	56
4.1 概述	56
4.2 算术运算程序	56
4.3 数制变换	60
4.4 滤波程序	67
4.5 数据处理	72
4.6 数字 PID 控制算法	82
第五章 MCS-51 系列单片机的功能扩展	89
5.1 外部程序存储器的扩展	89
5.2 外部数据存储器的扩展	96
5.3 2817A EPROM 及扩展电路	99
5.4 外部 I/O 接口的扩展	101
第六章 接口技术	112
6.1 八段发光二极管显示器接口技术	112

6.2 键盘接口技术	115
6.3 A/D、D/A转换器接口技术	128

第七章 单片机的应用147

7.1 高压泵站监控器	147
7.2 数字式电炉温度控制器	166

附录1 48系列单片机

附录2 51单片机指令表

第一章 绪 论

1.1 概 述

微型计算机(以下简称微机)也是一种数字计算机。它的出现是大规模集成电路工艺取得重大进展而产生的结果。就计算机的基本概念而言,它并没有什么根本性的突破。同其它数字计算机一样,微机也遵从“程序存贮”的工作原理,以2进制数字构成它的计算逻辑。

大约在70年代中期,单片微型计算机(以下简称单片机)就作为微机发展过程中的一个分支而诞生了。单片机是相对于多片结构的微机而命名的。

按照“程序存贮”的工作原理构成一台数字计算机,在电路上至少应包含以下逻辑单元:中央处理器,程序存贮器,数据存贮器,以及I/O接口。

所谓多片结构的微机,是将按逻辑功能划分的各种微机电路芯片组装而成的微机。这些芯片包括CPU芯片、存贮器芯片和I/O芯片等。大家熟悉的Z80微机即是多片结构的微机。单片机则是在一块芯片上集成了一台计算机的基本部件,一块单片机芯片就是一台完整的数字计算机。

随着大规模集成电路技术的进步,多片微机着重在不断扩大微处理器的功能上发展,单片机则大力追求高集成度、高性能、高速和低功耗。

1.2 单 片 机

单片机问世以来,因其性能价格比高、体积小重量轻等优点受到普遍欢迎,应用日趋广泛。随着集成电路技术水平的提高,单片机的性能正不断提高,其潜力更为人们所重视。

单片机的发展基本上与集成工艺的发展同步。早期推出的单片机受集成度的限制,内存寻址范围较小,只配置有并行I/O口,属低中档的8位机。如Intel公司的MCS-48, Fairchild公司的F8, Mostek公司的3870单片机。1978年到1983年期间,国外又推出一些性能更高的8位单片机,如Intel公司的MCS-51, Motorola公司的6801, Zilog公司的Z8单片机。这类单片机的寻址范围可达64~128kB,片内除并行I/O口外,还有串行I/O口等,可适用于更复杂的系统。1983年后, Intel公司的16位单片机MCS-96问世,使单片机发展到一个新的水平。

从近几年的情况来看,我国应用的单片机以Intel公司的产品居多。国内有关单位推出的单片机简易开发装置,绝大多数都是针对Intel公司的单片机研制的。这也是促使 Intel 公司产品在我国得以广泛应用的重要因素。

1.3 Intel公司的单片机产品

Intel公司生产的两种8位单片机MCS-48和MCS-51,在存贮器的组织上具有相同的特点,即把程序存贮器和数据存贮器截然分开。在逻辑上存在三个彼此独立的存贮空间:程序

存贮空间，片内数据存贮空间和片外数据存贮空间。在指令系统中，访问片内和片外数据存贮单元，以及程序存贮器中常数存贮单元的指令各不相同。这是不同于一般多片微机的一个突出特点。另外，片内的可编程计数器/定时器都是以2进制加1计数器为核心。

1.3.1 MCS-48系列单片机

MCS-48系列单片机在一块芯片上集成了8位的CPU，一个可编程的计数器/定时器电路，27根I/O线（其中24根分别为3个8位并行I/O口的I/O线，3根双重功能的测试输入线T0、T1和INT）、单级中断系统、两个中断源。4~11MHz外部晶振，片内有时钟电路。单一的5伏电源供电，功耗1.5瓦。指令系统有96条指令，已定义了241种操作码，70%以上指令为单字节指令。

算术逻辑部件ALU可实现两数相加、加1、减1、10进制调整；执行与、或、非、异或及清0操作；对累加器内容进行左移、右移和高低半字节交换等操作。ALU不能执行两数相减和比较，将给应用者带来不便。另外，条件转移指令采用页内寻址方式，在汇编时常出现“跨页”，而造成麻烦。这是两点最突出的不足之处。

MCS-48系列单片机的寻址范围较小，程序存贮空间最大为4kB，片内数据存贮器容量为64或128字节，片外数据存贮空间256字节。该系列中不同型号的单片机，其差别仅在于存贮器：片内数据存贮器容量是64字节，或是128字节；片内若有程序存贮器，其容量有1kB或2kB之分，存贮器的类型有ROM型或EPROM型之别。片外数据存贮器通过扩展得到。存贮器的配置情况如下：

型号	8035	8039	8048	8049	8748	8749
片内数据存贮器	64B	128B	64B	128B	64B	128B
片内程序存贮器	无	无	1kBROM	2kBROM	1kBEPROM	2kBEPROM

1.3.2 MCS-51系列单片机

MCS-51系列单片机属高档8位单片机，集成了CPU、两个可编程的计数器/定时器（其工作方式较48系列单片机多）、4个8位的并行I/O口，5个中断源（具有中断优先级控制）。此外，还增设了全双工的串行I/O口、20多个特殊功能寄存器（具有位寻址功能和位处理能力）。一般可外接0~12MHz晶振，片内有时钟电路，单一的5伏电源供电，功耗不超过1瓦。

指令系统由45条单字节指令、49条双字节指令和17条3字节指令（共111条）组成。

算术逻辑部件ALU可实现两个8位数的相加、相减、相乘和相除。此外，它还具有独特的位处理功能：按位清0、置1、取反；逻辑与、逻辑或运算；按位检测和按位状态跳转等。可见，它的运算处理能力已超出一般的多片型8位微机。不采用页内寻址，故不会发生“跨页”。

MCS-51系列单片机的寻址范围明显增大，程序存贮空间和片外数据存贮空间各为64kB，片内的程序存贮器容量可达4kB。

片内存贮器配置情况如下：

型号	8031	8051	8751	8032	8052
----	------	------	------	------	------

片内数据 存储器容量	128B	128B	128B	256B	256B
片内程序 存储器	无	4kB (ROM)	4kB (EPROM)	无	8kB (ROM)

1.3.3 MCS-96系列单片机

MCS-96系列单片机是Intel公司推出的功能更强的16位单片机，适用于具有较复杂算法的控制与处理的应用场合。

该系列单片机按照引脚数（48引脚或68引脚）、是否带片内ROM型程序存储器、有无A/D转换器，分成8种类型。

MCS-96系列单片机具有一个16位的CPU，232字节容量的片内数据存储器、8kB的ROM、2个16位的计数器/定时器、全双工的串行口、5个8位的并行I/O口、8个中断源，可编程的8级优先权中断系统、10位的A/D转换器等。

MCS-96系列单片机具有以下特点：

一、算术逻辑部件没有累加器。它不像一般的ALU那样，任何算术逻辑运算均需经过累加器，而是直接在被称为寄存器文件的256个字节寄存器（具有累加器功能）空间里进行操作，数据处理速度将得到提高。另外在程序设计中将减少数据传送。

在MCS-96系列单片机中，把算术逻辑部件称为寄存器算术逻辑运算单元（RALU）。

二、CPU支持位（bit）、字节、字（16位）操作。指令系统还有32位的操作指令，可实现16位的四则运算，以及不同长度的数据间的运算处理。另外还具有3个操作数的运算指令。

三、具有脉宽调制输出器（PWM）。脉宽调制输出器由PWM寄存器（8位）、8位计数器、8位数字比较器和触发器组成。把PWM寄存器的输出和计数器的计数状态输出，送数字比较器进行比较。比较器输出接触发器的“清0”端，8位计数器对机器状态T进行加1计数，其计数溢出信号送触发器的“置1”端。触发器的Q端即为PWM的输出端。

每当8位计数器计数溢出时，将置1触发器的Q端变为1态（高电平）。此后计数器便从0开始对每一个T状态加1计数。当计数值等于PWM寄存器的内容时，比较器的输出将“清0”触发器，使PWM输出0态（低电平）。如是周而复始地“置1”、“清0”触发器，从而在PWM输出端上输出脉冲。脉冲宽度等于寄存器写入的值 x 乘T状态时间，脉冲周期则等于 $256 \times T$ 状态时间。

96单片机振荡器频率的3分频，即为T状态的频率。设振荡器频率为12MHz，则PWM输出脉冲的周期固定为64 μ s（频率为15.625kHz）。PWM输出脉冲的宽度取决于用指令写入PWM寄存器的值。

如果在PWM输出端外接由电阻、电容组成的积分器，可获得模拟电压，实现D/A变换功能。

四、具有监视定时器（WATCH DOG）。利用监视定时器可监视96单片机在运行中是否发生“死机”状态，一旦出现“死机”，将自动使96单片机复位，以解除“死机”状态。

监视定时器是一个16位的计数器，对机器的T状态加1计数，计数溢出时将使96单片机复位，监视定时器可通过指令使其清0。

监视定时器由0开始加1计数到计数溢出的时间为

$$t_w = 2^{16} \times (f_{osc} \div 3)^{-1} \quad (\text{微秒})$$

如振荡频率 f_{osc} 为12MHz, t_w 即为16384微秒。

选用96单片机构成一台专用微机时, 可利用监视定时器的功能提高其运行可靠性。应用方法如下: 应用程序中某些程序段(如定时中断服务程序)是定时执行的。如果这个定时值小于监视定时器的计数溢出周期 t_w , 则在此程序段中加入“清0”监视定时器的指令即可。当机器能正常运行时, 将定时执行清0监视定时器的指令, 使它不会发生计数溢出; 当机器因现场干扰等原因, 致使运行出错(死机)而不能定时执行程序中的“清0”指令时, 监视定时器将溢出而复位96单片机。

这种监测和处理“死机”的方法系目前流行的方法。但一般微机需外接加1计数器, 并占用一条I/O线(输出计数器的清0信号)才能实现。96单片机具有监视定时器, 给应用者提供了方便。

从对上述三种型号单片机的性能简述中, 可清楚地看出单片机的发展方向。

1.4 单片机的开发与开发工具

1.4.1 单片机的开发

微机化产品如工业控制器、智能仪器仪表等, 是微机应用的一个重要方面。

在微机化产品中应采用按预定目标设计组装的专用微机。从提出任务到定型生产的过程, 通常称为对微机进行“开发”。微机的开发应包含以下内容:

一、根据微机化产品的设计目标(功能和性能指标), 确定待开发的专用微机所要完成的任务, 以及从微机化产品总体设计方案出发, 确定专用微机的尺寸、电路板划分原则等。

二、在上述基础上写出设计任务书、画出总体原理框图, 作为系统设计的依据。

系统设计时, 应注意合理分配系统硬件和软件的功能。一般在实时性要求不高时, 常要求软件实现更多的功能, 使硬件尽可能的简单。如以软件实现LED显示器的显示控制、键盘管理, 以及用软件完成PWM输出等。近年来, 随着集成电路技术的发展, 又出现了所谓“软件硬件化”的趋势, 有各种专用的集成电路器件投放市场。对这一新动向, 在系统设计时应予以重视。

三、进行软、硬件的研制。采用单片机设计微机化产品所需的专用微机, 对于非计算机专业的应用者来说不是一件特别复杂的工作。

以单片机为核心组成一台专用微机的设计工作, 主要是: ①根据专用微机所完成的任务确定需扩展的电路, 如I/O接口、存储器、A/D及D/A转换器等; ②按照选定的单片机和扩展的电路芯片的引脚功能和时序, 确定单片机同各种待扩展电路芯片间的连接关系, 并画出连线图。本书中, “系统扩展”一章将给出常用的各种电路的扩展方法供读者参考。

应用软件的设计相对来说要困难些。一般都是在数据处理或控制所依据的算法已确定的前提下进行的。采用汇编语言编写程序。设计的主要工作在于, 根据软件所承担的任务确定程序的结构方式和划分任务模块。为便于设计和调试, 还须进一步将任务模块划分为程序模块(子程序和“散转”的各种功能程序段),

在上述基础上，便可分别组装专用微机的硬件（最好先在试验板上进行组装）和编写程序。

四、系统调试。调试工作必须在开发装置的支持下进行。

在排除了电路上的短路和断路故障后，可编制一些测试程序来检查硬件的正确性。待硬件调试正确后，便可借助开发装置调试应用软件。

选用配接有在线仿真器（ICE）的简易型单片机开发装置作为调试工具是合适的。它的仿真能力并不差，其监控程序提供的调试功能已基本满足要求。若再配置一台个人计算机（苹果机或PC机），通过它键入汇编语言的源程序，并进行汇编。再将目标程序通讯到开发装置进行调试就更方便了。

第二章 指令系统

众所周知,指令代表计算机可实现的一种操作。所有可执行的指令的集合称为指令系统。在计算机中,指令以2进制代码表示,而对于应用者来说,指令则以助记符形式出现。其格式为:表征操作类型的缩写字,后跟操作数寻址方式的助记符号。显然,分析指令系统时首先应熟悉:

- 有哪些类型的操作指令,分别用什么缩写字。
- 规定有几种寻址方式,各种寻址方式的含义,以及各种寻址方式所采用的助记符。
- 各种类型的指令分别使用哪些寻址方式,以及允许的寻址方式的组合形式。

51系列单片机的指令系统包含5种类型的指令,定义了7种寻址方式。助记符号如下:

一、代表操作类型的缩写字

1. 传送类指令

MOV	片内数据存储器数据传送;
MOVX	片外数据存储器同累加器间的数据传送;
MOVC	程序存储器的数据传送到累加器;
XCH	片内数据存储器字节交换;
XCHD	片内数据存储器半字节交换;
PUSH	压栈;
POP	弹栈;

2. 算术运算指令

ADD	加法;
ADDC	带进位加法;
SUBB	带借位减法;
MUL	乘法;
DIV	除法;
DA	10进制调整;
INC	增1;
DEC	减1;

3. 逻辑运算指令

CLR	清0;
CPL	求反;
ANL	逻辑与运算;
ORL	逻辑或运算;
XRL	逻辑异或运算;
RL	左环移;
RR	右环移;
RLC	带进位的左环移;

RRC 带进位的右环移;

4. 控制程序转移指令

- JMP 变址间接寻址的无条件转移指令;
LJMP 直接寻址的无条件长转移指令;
AJMP 绝对寻址的无条件转移指令;
SJMP 相对寻址的无条件转移指令;
LCALL 直接寻址的子程序调用指令;
ACALL 绝对寻址的子程序调用指令;
RET 子程序返回指令;
CJNE 比较条件转移指令;
DJNZ 循环控制指令;
JZ, JNZ 以累加器的内容是否为零作为条件的转移指令;
JC, JNC 以进位标志的状态为条件的转移指令;
JB, JNB 以寻址的位状态为条件的转移指令;
JBC 寻址的位状态为1, 转移, 且清0所寻址的位。
5. 位处理指令的操作码缩写与上同。

二、寻址方式的助记符号

1. Rn 寄存器寻址;
2. @Ri 寄存器间接寻址;
3. direct 片内数据存储器直接寻址;
4. #data 8位立即寻址;
#data16 16位立即寻址;
5. bit 位寻址;
6. @A+DPTR, @A+PC 变址间接寻址;
7. rel 相对寻址。

51系列单片机指令系统所定义的寻址方式与其存储器的组织形式有密切的联系。它具有3个彼此独立的存储器, 即程序存储器、片内数据存储器 和片外扩展的数据存储器。访问不同的存储器, 使用的寻址方式各不相同。

学习51系列单片机指令系统时应注意以下特点:

- 运算类指令, 位处理指令以及MOV型指令只能用以处理片内数据存储器中的数据。片外数据存储器中待处理的数据或存放在程序存储器中的常数, 均需使用MOVX指令或MOVC指令进行传送。

- 片内数据存储器内不同区域所能采用的寻址方式是有差异的。应特别注意, 特殊功能寄存器的映象只能用直接寻址方式进行字节访问。某些特殊功能寄存器还可用位寻址进行位处理。

- 51系列单片机在片的I/O接口均映象为特殊功能寄存器, 故可用MOV指令访问在片的I/O口进行I/O操作; 片外的I/O口接片外数据存储器进行扩展, 可用MOVX指令完成I/O操作。在51系列单片机的指令系统中, 没有专门的I/O指令。

- 服务于在片的I/O接口, 定时/计数器和中断控制等编程的控制寄存器, 也属特殊功能寄

寄存器。因此，也没有单独设置服务于上述编程的专用指令。

· 作为特殊功能寄存器的“程序状态字寄存器（PSW）”可以位寻址，如用JB、JNB和JBC指令寻址PSW的有关状态位，即分别是多种条件转移指令，如以溢出标志为条件等。另外，PSW无零标志位。JZ和JNZ指令系直接测试累加器，根据它的内容是否为零作为条件的转移指令。

2.1 存储器的组织形式

51系列单片机的存储器是按3个彼此独立的地址空间来组织的，即

- 256字节的片内数据存储器地址空间；
- 64k字节的片外数据存储器地址空间；
- 64k字节的程序存储器地址空间。

可见，在51系列单片机的存储器组织上，是严格地把程序存储区和数据存储区分开的。这是与一般多片形式的微型计算机的存储器组织相异之处。通常，程序存储器是只读的，用以存储程序和常数；数据存储器则是读、写型的。

一、程序存储器地址空间

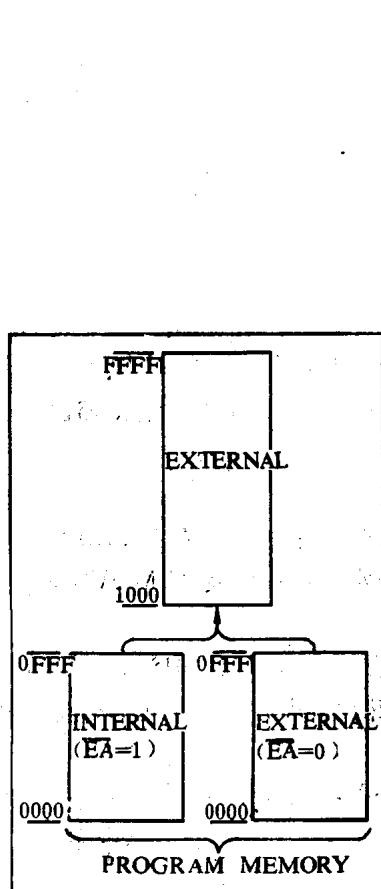


图2-1 程序存储器映象

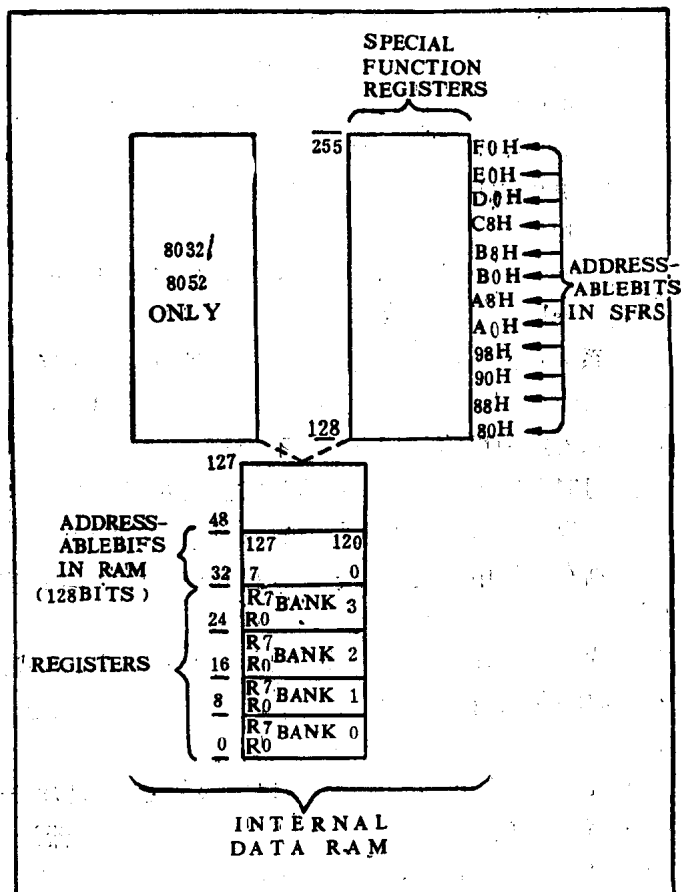


图2-2 片内数据存储器映象

一般情况下，在8051的程序存储器的64k地址空间中，最低的4k字节（即0000H~0FFFH空间）为片内ROM。如果8051的EA引脚加以高电平，程序计数器超过0FFFH前，执行内部ROM中存储的程序。否则，从片外程序存储器取指令执行。当EA脚为低电平时，8051仅执行片外程序存储器中存储的程序。

程序存储器的映象如图2-1所示。

由于8051的复位入口地址是0000H，用户程序的主程序应从0000H单元开始存储。另外，用户在分配程序存储空间时，还应注意8051规定的5个中断向量地址。

二、数据存储器地址空间

如前所述，数据存储器分为片内和片外两种。二者的地址空间彼此是独立的。片内数据存储器的地址范围是00H~FFH，片外数据存储器的地址范围是0000H~FFFFH。

片内数据存储器如图2-2所示。

8051片内数据存储器提供用户使用的数据单元为128个，地址范围是00H~7FH。其中，

Direct Byte Address (MSB)	Bit Address (LSB)								Hardware Register Symbol
240	E7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
224	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV		P	
208	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	PSW
	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	FXEN2	TR2C/T2CP	RL2		
200	CF	CE	CD	CC	CB	CA	C9	C8	T2CON
184									
176	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P3
	EA								
168	AF								
160	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	P2
152	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	SCON
144	97	96	95	94	93	92	91	90	P1
136	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	TCON
128	87	86	85	84	83	82	81	80	P0

图2-3 特殊功能寄存器位地址分配

00H~1FH地址空间内的32个存储单元被定义为4组寄存器，每组8个寄存器依次记为R0、R1、R2、R3、R4、R5、R6和R7。地址范围20H~2FH中的16个存储单元，共128 bit，被规定为可进行位寻址的地址空间。

8051的堆栈原则上可设置在片内数据存储单元00H~7FH地址空间中的任意位置。堆栈的深度仅由可分配给它的片内数据存储单元数限制。

堆栈用于子程序调用或中断响应时，保存程序计数器的内容（返回地址）。另外，8位的堆栈指针（SP）可读、写操作，并设置有进、出栈操作指令，故还可利用堆栈传递参数或暂存数据。

片内数据存储单元地址空间中，80H~FFH地址范围规定为8051片内特殊功能寄存器（SFR）的映象区。它们不能用作片内数据存储单元。8051一共定义了21个特殊功能寄存器：

ACC* 累加器；	E0H
B寄存器*；	F0H
PSW* 程序状态字寄存器；	D0H
SP 堆栈指针；	81H
DPH 数据指针高8位寄存器；	83H
DPL 数据指针低8位寄存器；	82H
P3* 并行I/O口3；	B0H
P2* 并行I/O口2；	A0H
P1* 并行I/O口1；	90H
P0* 并行I/O口0；	80H
IP* 中断优先级控制寄存器；	B8H
IE* 中断允许控制寄存器；	A8H
TH1 定时器1的高8位计数器；	8DH
TL1 定时器1的低8位计数器；	8BH
TH0 定时器0的高8位计数器；	8CH
TL0 定时器0的低8位计数器；	8AH
TMOD 定时器方式控制寄存器；	89H
TCON* 定时器控制寄存器；	C8H
SCON* 串行I/O口控制寄存器；	98H
SBUF 串行I/O口数据缓冲器；	99H
PCON 节电控制寄存器。	97H

它们在特殊功能寄存器地址空间的映象，见图2-3和图2-4。注有*号者可位寻址。

2.2 寻址方式

按照指令给出的地址形式，找出存放在存储器（寄存器）中待处理数据的实际地址，叫做寻址。8051寻址的方式共设有7种，即

· 寄存器寻址；

• 寄存器间接寻址

- 直接寻址;
- 立即寻址;
- 位寻址;
- 变址间接寻址;
- 相对寻址。

一、寄存器寻址方式

寄存器寻址方式是指,指令的操作数据在指令选定的片内数据存储器中所定义的工作寄存器内。累加器A、寄存器B、数据指针DPTR和位处理累加器Cy,也可看作寄存器寻址。

寄存器寻址方式在指令中使用的符号是工作寄存器的名字代号R0~R7,或是A、B、DPTR以及Cy。值得注意的是,在寻址工作寄存器方式下,指令中只能说明工作寄存器组内8个寄存器中的一个寄存器,不能指明其所在的工作寄存器组号,它是由PSW的b4和b3两位2进制数选定的。例如,指令中标有R3,且此时PSW4、3两位的内容为“01”,则说明系寻址1组工作寄存器的R3寄存器,即片内数据存储器的0BH单元。

二、寄存器间接寻址方式

该寻址方式在指令中使用的符号是@R0或@R1。寄存器间接寻址方式的含义是,把指定的工作寄存器(规定为R0或R1)的内容作地址,该地址所指定的数据存储单元即为指令的操作对象。这里,R0或R1为间接寻址寄存器。它可寻址片内数据存储地址空间00H~7FH范围内的128个字节单元,以及片外数据存储器一页地址空间的256个字节单元。

8051还可采用16位的数据指针(DPTR)作为间接寻址寄存器,寻址片外数据存储器64k地址空间。在指令中使用符号为@DPTR。

三、直接寻址方式

直接寻址就是在指令中直接给出操作数据所在单元的真实地址。8051规定,直接寻址方式仅适用于寻址片内数据存储00H~7FH地址空间内的128个数据存储单元,以及片内的特殊功能寄存器。对于片外的数据存储器地址空间,不能直接寻址。

直接寻址的符号是direct(片内数据存储单元或特殊功能寄存器映象地址)。若寻址特殊功能寄存器也可在指令中标出其名字,如PSW、P1等,这也属于直接寻址的标志。

四、立即寻址方式

立即寻址表示实际操作数据作为指令的一部分,在指令中直接给出操作数据(立即数),取指令时,即可由程序存储器中直接取得操作数据。8051中除一条指令(MOV DPTR, #data16)需16位长的立即数外,都是8位的立即数。指令中,立即数记为#data(如#32H,即操作数据是#号后跟的数据32H)。

五、位寻址方式

8051设有独立的位处理器,对寻址的位进行处理。相应的,在指令系统中有一类位操作指令,它们仅允许采用位寻址方式,直接寻址片内数据存储16个字节单元的128个位,以及映象地址可被8整除的特殊功能寄存器包含的可直接寻址的位。可位寻址的各数位均规定有位地址(8位)。

片内数据存储器和特殊功能寄存器可直接位寻址的位地址如图2-3所示。

在位操作指令中,直接标出所操作位的位地址。一般形式下以bit表示位寻址。若操作