

《单片机原理及应用》 学 习 指 导

杨文龙 编著

西安电子科技大学出版社

1997

(陕)新登字 010 号

内 容 提 要

本书是配合中专工科电子类统编教材《单片机原理及应用》使用的学习指导书。各章大致分为三大部分,第一部分是内容提要,对要掌握的重点内容进行了归纳并加以说明。第二部分是例题分析,增加了许多例题并进行了详细的分析。第三部分是习题解答,对原教材中所有的习题都进行了详尽的解答。最后还给出了大量的总复习题。

本学习指导书虽然是中专工科电子类“单片机原理及应用”课程的教学而编写,但就其内容而言,亦可供其他大专院校的学生及从事计算机工作的有关工程技术人员参考。



《单片机原理及应用》学习指导

杨文龙 编著

责任编辑 李惠萍

西安电子科技大学出版社出版发行

西安秦群印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 8 10/16 字数 201 千字

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月第 1 次印刷 印数 1—6 000

ISBN 7-5606-0502-8/TP·0238 定价: 8.00 元

前 言

“单片机原理及应用”课程已经在各工科学校开设，该课程从应用的角度比较全面系统地论述和分析了单片微型计算机应用系统的硬件和软件，内容十分丰富。鉴于目前单片机的应用领域越来越广泛，需要学习和掌握单片机应用技术的人员也越来越多，有不少的读者还希望有一本关于单片机方面的学习指导书，以帮助他们在学习过程中解决疑难问题。为此，作者结合该课程的特点和根据教学大纲的要求，特撰写了与《单片机原理及应用》教材配套的学习指导书。

本书共 8 章，各章内容的编排与原教材相同。每章的内容大致分为三大部分。第一部分是内容提要，对本章进行总结，用简短的篇幅概括了必须掌握的基本内容。第二部分是例题分析，对所列举的例题进行了详细的分析，强化教学中的重点，以便使学生加深对主要问题的理解。第三部分是习题解答，对原教材中所有的习题都作了详尽的解答，不仅给出了参考答案，而且还指出了解题的思路和方法。本书的最后还提供了 100 多道总复习题，包括思考题和练习题，供读者在学完本教材后复习使用。

本学习指导书中所列举的例题，有许多是作者在教学和科研实践中的经验总结，并经过精心挑选的。这里着重考虑教学的需要，力求做到每一道题都能体现所在章节中的重点和难点。有些例题还对类似的情况加以介绍，以便触类旁通。习题解答是供读者参考的，许多题目的答案并非唯一，特别是程序设计的题目，更是可能有许多不同编程方法，读者可以不受参考答案的约束，写出自己的答案来。有条件的情况下，最好通过上机调试和运行来验证其结果是否正确。

本书在编写过程中，得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，在此致以衷心的感谢。由于作者水平有限，错误在所难免，希望读者批评指正。

作 者

1996 年 8 月于广东省电子技术学校

目 录

第一章 概述	1
§ 1.1 内容提要	1
§ 1.2 单片机的应用举例	2
§ 1.3 习题解答	4
第二章 MCS - 51 系列单片机的结构	5
§ 2.1 内容提要	5
§ 2.2 例题分析	9
§ 2.3 习题解答.....	11
第三章 MCS - 51 单片机指令系统和程序设计	16
§ 3.1 内容提要.....	16
§ 3.2 例题分析.....	24
§ 3.3 习题解答.....	29
第四章 中断系统、定时器/计数器和串行 I/O 口	46
§ 4.1 内容提要.....	46
§ 4.2 例题分析.....	54
§ 4.3 习题解答.....	68
第五章 MCS - 51 系统扩展	76
§ 5.1 内容提要.....	76
§ 5.2 例题分析.....	78
§ 5.3 习题解答.....	81
第六章 单片机系统的接口技术	90
§ 6.1 内容提要.....	90
§ 6.2 例题分析.....	91
§ 6.3 习题解答.....	98
第七章 单片机应用系统的开发	112
§ 7.1 内容提要	112
§ 7.2 习题解答	113
第八章 8098 单片机简介	116
§ 8.1 内容提要	116
§ 8.2 习题解答	120
总复习题	127
第一部分 思考题.....	127
第二部分 练习题.....	129

第一章 概 述

§ 1.1 内 容 提 要

一、单片机的组成

单片机全称为单片微型计算机(Single-chip Microcomputer), 由于它面向控制, 特别适合于控制型应用领域, 故又称它为微控制器(Microcontroller)。它在一块芯片上集成了 CPU、ROM、RAM、定时器/计数器和多种 I/O 接口。典型的单片机内部结构如图 1.1 所示。

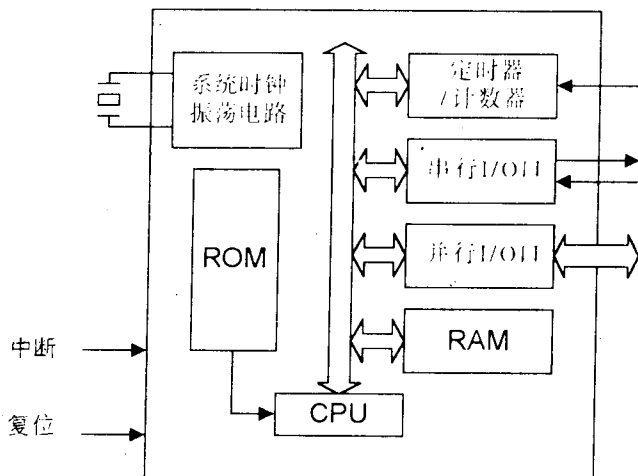


图 1.1 典型的单片机内部结构

二、单片机的发展状况

1975 年, 4 位单片机的产生开创了单片机的历史; 1976 年, 进入了 8 位单片机的时代; 1983 年, 16 位单片机问世。近几年还出现了 32 位单片机, 例如, Intel 公司的 80960 单片机, 日本 NEC 公司的 μ PD 77230 单片机, 可用于高速控制、图像处理、语音处理、数字滤波、高速数据调制等。

目前, 单片机在技术上有很大的发展, 主要体现在以下几个方面:

(1) 增强了 CPU 的功能

提高 CPU 的性能主要是提高 CPU 的运算速度和计算精度。目前采用的技术有: 扩大字长、流水线结构、加强指令系统功能。现在已出现采用 RISC(Reduced Instruction Set Computer 精简指令集计算机)技术的单片机, 它与 CISC(Complex Instruction Set Computer 复杂指

令集计算机)结构相比,缩减了指令条数,简化了寻址方式,使指令格式规整化,指令译码和指令执行硬件相对简单,从而提高了执行指令的速度和效率。例如, Microchip 公司的 PIC16CXX 系列单片机和 Motorola 公司的 68HC16YI 单片机采用了 RISC 技术。

(2)多样化的 I/O

单片机内部一般带有定时器/计数器、串行口、并行口,目前较高档的单片机还带有 Watchdog (监视定时器)、DMA 通道、D/A 和 A/D 转换器、VFD(荧光显示器)/LCD (液晶显示器)/LED(发光二极管数码显示器)驱动、FIP 控制、实时输出端口、PWM 端口、伪静态 RAM 刷新部件等多种多样的 I/O 接口。

(3)增大了存储容量和增强了寻址能力

许多单片机不但增大了片内存储器的容量,而且扩大了 CPU 的寻址范围,存储空间达 64 KB ~ 1.6 MB,从而也提高了系统的扩展能力。

(4)低功耗、宽范围的电源电压

采用 CHMOS 工艺的单片机,功耗极低。有些单片机还具有由指令控制的待机 (Standby)方式,以进一步降低功耗。

许多单片机工作电压范围大,而且能在低电压下工作。例如, NEC 公司的 78X 系列单片机的允许工作电压范围为 2.0 ~ 6.0 V, 75XL 系列单片机的允许工作电压范围为 1.8 ~ 5.5 V。

§ 1.2 单片机的应用举例

单片机的应用非常广泛,下面列举两个应用实例。

一、单片机在数控机床中的应用

高频电火花线切割机是利用钼丝与工件之间高频脉冲放电腐蚀金属的原理来加工工件的。计算机控制线切割机床是根据准备加工工件的图纸所给的参数来控制工件的运动轨迹,这些运动轨迹通常是平面曲线或圆弧,这些平面曲线可以用一小段直线来拟合,这种拟合方法叫插补。插补算法有许多形式,如数字积分法、逐点比较法等等。计算机执行插补程序,要求误差在允许范围内,使被控对象的实际轨迹逼近要求的曲线。

图 1.2 是微型计算机控制的数控线切割机原理框图。单片机接收由主控台(PC 机)送来的加工数据和控制命令,根据主控台命令控制线切割机床的工作,并能将机床的工作状态及工件的加工位置信息送给主控台。数控线切割机对工件进行加工是采用逐点比较法插补算法,控制 X、Y 步进电机的走向。从位置上来看这属于开环控制,但是从程序控制步进电机的进给速度的角度来看,则是构成局部的闭环。

二、CD 唱机控制系统

CD(Compact Disc : 数字压缩碟)唱机是采用激光技术的新型唱机,它刻录在唱片上的信号是由音频信号经 A/D 转换后的数字信号,在 CD 唱片上表现为一连串“坑点”(称为音谷)轨迹数字符号。利用激光拾音器发出激光束扫描聚焦于唱片上镀铝的“坑点”轨迹,检出被反射回来的光信号。当激光束照射在有凸出的“坑点”时,光拾音器检出的信号为“0”;

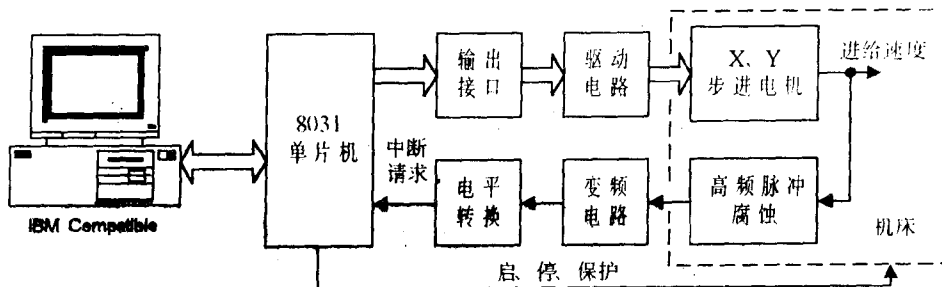


图 1.2 数控线切割机控制框图

当激光束照射在无“坑点”处时，光拾音器检出的信号为“1”。随着唱片不断转动，激光束不断地扫描长短不一的“坑点”轨迹，反射光的密度、强弱也将发生相应的变化，形成光信号流，经光电转换、电流/电压转换、信号放大、整形，形成数字声音信号。数字声音信号中还包含调制、同步、纠错等信号，故需再经解码、数字滤波以及 D/A 转换才能还原回模拟的音频信号。

由于 CD 唱机是利用激光拾音器通过激光束及光学系统采用非接触式读取唱片上的数字信息，且 CD 唱片所存放的信息量相当大，因此与传统的唱机相比，CD 唱机具有保真度高、频响范围宽、无抖动、唱片无磨损等优点。

图 1.3 是便携式 CD 唱机的控制系统原理框图。控制电路采用 NEC 公司的高性能 4 位单片机—— μ PD 75308。该单片机能在低电源电压下工作(工作电压范围为 2.7~6.0 V)，且功耗极低，并可以直接驱动 LCD(Liquid Crystal Display 液晶显示器)。由单片机控制的 CD 唱机可实现编程播放、随机播放、反复播放、快速检索曲目、直接选曲、向前(或向后)跳一

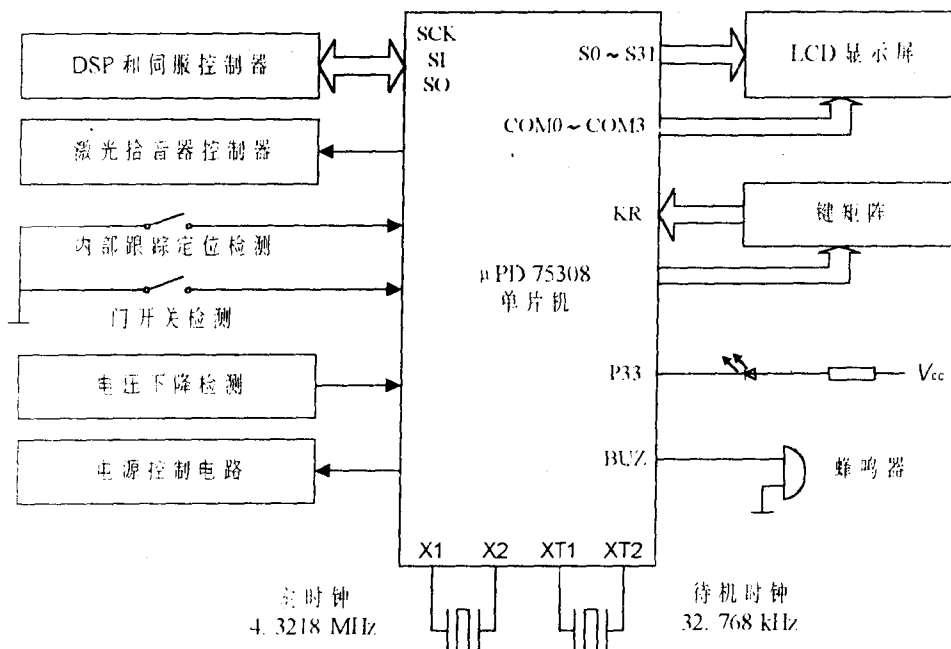


图 1.3 便携式 CD 唱机控制系统

曲、向前(或向后)快放、时间检索、时间累计、自动间隔等功能。

§ 1.3 习题解答

1-1 何谓单片机? 单片机与一般微型计算机相比, 具有哪些特点?

答: 单片机是在一块集成电路上把 CPU、存储器、定时器/计数器及多种形式的 I/O 接口集成在一起而构成的微型计算机。它与通用微型计算机相比, 具有如下特点:

- (1) 单片机的程序存储器和数据存储器是分工的, 前者为 ROM, 后者为 RAM;
- (2) 采用面向控制的指令系统, 控制功能强;
- (3) 多样化的 I/O 接口, 多功能的 I/O 引脚;
- (4) 产品系列齐全, 功能扩展性强;
- (5) 功能是通用的, 像一般微处理机那样可广泛地应用在各个方面。

1-2 单片机主要应用在哪些领域?

答: 单片机的应用范围很广泛, 诸如智能化家用电器、仪器仪表、工业控制、计算机外部设备、智能机器人、电信及导航等方面。

1-3 在各种系列的单片机中, 片内 ROM 的配置有几种形式? 用户应根据什么原则来选用?

答: 各种类型的单片机片内程序存储器的配置形式主要有以下几种形式:

(1) 掩膜(Mask)ROM 型单片机: 内部具有工厂掩膜编程的 ROM, ROM 中的程序只能由单片机制造厂家用掩膜工艺固化, 用户不能修改 ROM 中的程序。例如: MCS-51 系列的 8051。

掩膜 ROM 单片机适合于大批量生产的产品。用户可委托芯片生产厂家采用掩膜方法将程序制作在芯片的 ROM 上。

(2) EPROM 型单片机: 内部具有紫外线可擦除电可编程的只读存储器, 用户可以自行将程序写入到芯片内部的 EPROM 中, 也可以将 EPROM 中的信息全部擦除。擦去信息的芯片还可以再次写入新的程序, 允许反复改写。例如: MCS-51 系列的 8751。

EPROM 型单片机使用比较方便, 但价格较高, 适合于研制产品或结构要求简单的小批量产品。

(3) 无 ROM 型单片机: 内部没有程序存储器, 它必须连接程序存储器才能组成完整的应用系统。例如: MCS-51 系列的 8031。

无 ROM 型单片机价格低廉, 用户可根据程序的大小来选择外接程序存储器的容量。这种单片机扩展灵活, 但系统结构较复杂。

(4) E²ROM 型单片机: 内部具有电可擦除电可编程的程序存储器, 使用更为方便。例如: MCS-51 的派生型 89C51 单片机。

(5) OTP(One Time Programmable)ROM 单片机: 内部具有一次可编程的程序存储器, 用户可以在编程器上将程序写入片内程序存储器中, 程序写入后不能再改写。例如: NEC 公司的 μ PD75P308GF-3B9。这种芯片的价格也较低。

第二章 MCS-51 系列单片机的结构

§ 2.1 内 容 提 要

一、MCS-8051 单片机的内部结构

Intel 8051 单片机片内包括 8 位 CPU, 4 KB 程序存储器, 128 B 内部 RAM, 21 个 SFR, 32 位双向 I/O 线, 一个全双工异步串行口, 2 个 16 位定时器计数器, 5 个中断源, 2 级中断优先级, 可寻址 64 KB 程序存储器和 64 KB 外部数据存储器。MCS-51 系列单片机的内部结构框图如图 2.1 所示。

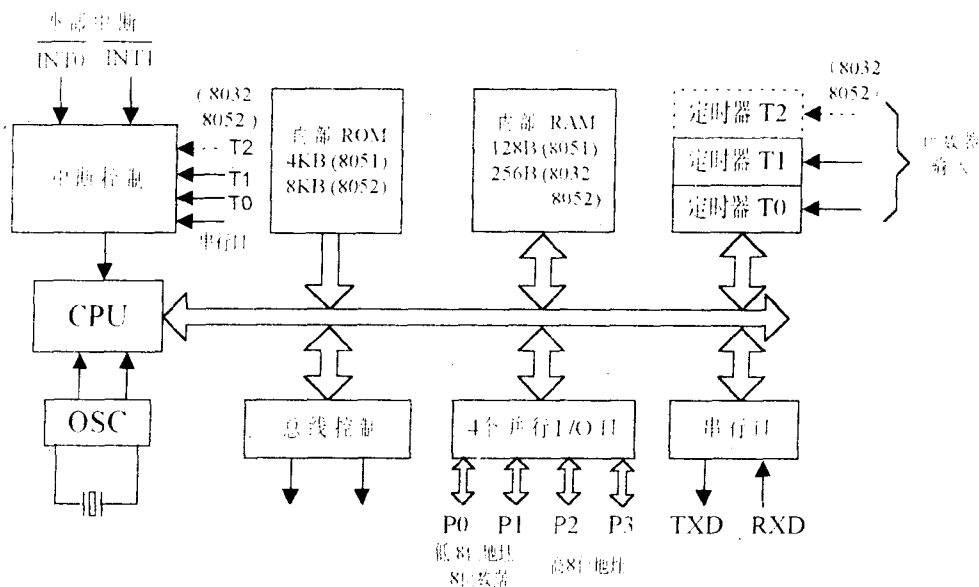


图 2.1 MCS-51 结构简图

二、MCS-51 存储器组织

MCS-51 存储器结构如图 2.2 所示, 该存储器有三个独立的存储空间:

- (1) 64 K 字节程序存储器(包括片内 ROM 和片外 ROM)空间, 编址为 0000H~FFFFH。
- (2) 128 个字节的内部 RAM (8032 / 8052 有 256 个字节的内部 RAM)和 21 个特殊功能寄存器(8032 / 8052 有 26 个 SFR)。内部 RAM 地址空间为 00H~7FH(8032 / 8052 内部 RAM 地址空间为 00H~FFH)。特殊功能寄存器的地址空间为 80H~FFH。

(3) 64 K 字节外部数据存储器(外部 RAM / IO)，编址为 0000H~FFFFH。

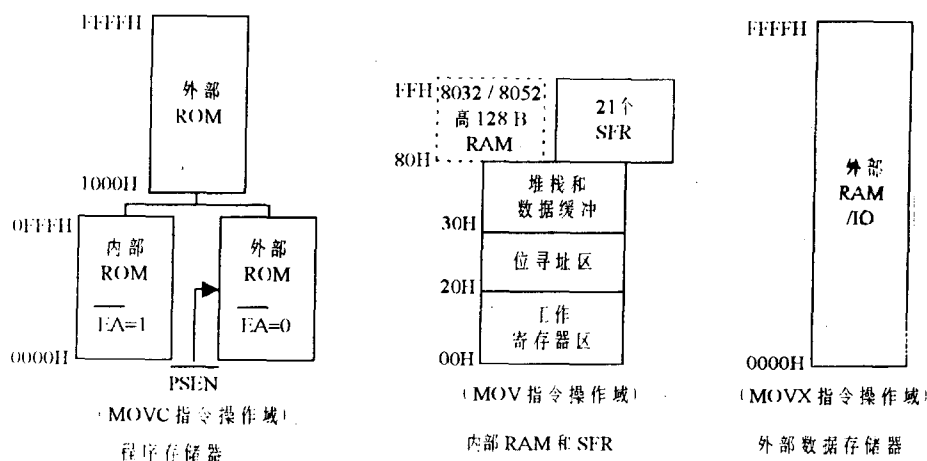


图 2.2 MCS-51 存储器结构

MCS-51 单片机的存储器按功能和用途可分为程序存储器和数据存储器两类。从物理结构上看有 4 个物理空间：片内程序存储器、片外程序存储器、内部数据存储器和外部数据存储器。从逻辑上看(即从用户编程角度上看)，有 3 个不同的逻辑空间：程序存储器空间、片内数据存储器空间和外部数据存储器空间。由于地址空间的重叠，在访问不同的逻辑空间时，应使用不同形式的指令，以产生不同的控制信号选通不同的存储器。对于 8032 单片机，内部 RAM 的 80H~FFH 与特殊功能寄存器的地址空间重叠，在指令中采用不同的寻址方式来解决这个重叠问题。访问内部 RAM 区 80H~FFH 单元只能采用 Ri 的寄存器间接寻址，而采用直接寻址的是特殊功能寄存器。

三、特殊功能寄存器 SFR

MCS-51 系列单片机将物理上分散在片内各处的具有某种特定功能的一些寄存器(如 I/O 口锁存器、串行口、中断等各种控制寄存器以及状态寄存器)，统称为特殊功能寄存器 SFR(Special Function Registers)。在数学上把它们组织在统一的地址空间中，以便使用统一的直接寻址来访问，从而简化了寻址方式，减少了指令的种类和数量，使指令系统更加规整和有效。

1. 各类特殊功能寄存器

8051/8751/8031 有 21 个特殊功能寄存器(8032 / 8052 有 26 个特殊功能寄存器)，其中有 11 个特殊功能寄存器可位寻址，它们的字节地址正好是 8 的整数倍。特殊功能寄存器在单片机各功能部件中的分布如下：

(1) CPU 寄存器部件

i. 算术运算寄存器

ACC 累加器

B 寄存器

PSW 程序状态字寄存器

ii. 指针寄存器

SP 堆栈指针

DPTR 数据指针

此外, 程序计数器 PC 也是 CPU 内部的指针寄存器, 但它不包括在特殊功能寄存器中。

(2) 定时器/计数器

TMOD 定时器方式寄存器

TCON 定时器控制寄存器

TH0 定时器 T0 高 8 位

TL0 定时器 T0 低 8 位

TH1 定时器 T1 高 8 位

TL1 定时器 T1 低 8 位

对于 8032 还有定时器 T2, 与它有关的寄存器有:

T2CON 定时器 T2 控制寄存器

TH2 定时器 T2 高 8 位

TL2 定时器 T2 低 8 位

RCAP2H 定时器 T2 陷阱寄存器高 8 位

RCAP2L 定时器 T2 陷阱寄存器低 8 位

(3) 并行 I/O 口

P0、P1、P2、P3 端口

(4) 中断系统

IP 中断优先级控制寄存器

IE 中断允许控制寄存器

(5) 串行口

SCON 串行控制/状态寄存器

SBUF 串行数据缓冲器

2. 程序状态字 PSW

程序状态字寄存器 PSW 用于保存指令执行结果的状态, 供程序查询和判别。PSW 的格式和各位的意义如下:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P

Cy: 进位标志。如果操作结果在最高位有进位输出(加法)或借位输入(减法)时, Cy 置位, 否则清“0”。该位又是布尔处理器的累加器 C。

AC: 辅助进位标志。如果操作结果的低 4 位有进位(加法)或有向高 4 位借位(减法)时, AC 置位, 否则清“0”。BCD 码运算时使用。

F0: 用户标志位 F0。可通过软件对它置位、复位或测试。

RS1、RS0: 工作寄存器区选择位, 用于选择 4 组工作寄存器之一。

OV: 溢出标志。用于表示有符号数算术运算的溢出。当次高位发生向最高位进位而最高位不发生进位或反之时, 发生溢出, OV 置位, 否则清“0”。

D1：保留位。目前有许多产品把该位定义为用户标志位 F1，用法与 F0 相同。

P：奇偶标志位。如果累加器 ACC 的 8 位的模 2 和为 1，则 P 置位（奇），否则清“0”（偶）。P 位总是表示 ACC 内容的奇偶性，所以对 PSW 进行写入也不会改变 P 的值。

四、并行 I/O 口

MCS-51 单片机有 4 个双向 8 位并行 I/O 口 P0~P3，每一根 I/O 线都能独立用作输入或输出。输入数据能缓冲，输出数据能锁存。P1 口只能用作 I/O 口，而 P0、P2、P3 口除了可用作 I/O 口外还有第二功能：P0 口还可用作 8 位数据总线和低 8 位地址总线；P2 口还可用作地址总线高 8 位；P3 口各位的第二功能为：P3.0 / RXD，P3.1 / TXD，P3.2 / $\overline{\text{INT0}}$ ，P3.3 / $\overline{\text{INT1}}$ ，P3.4 / T0，P3.5 / T1，P3.6 / WR，P3.7 / RD。

对 I/O 口进行输入或输出操作可以采用字节操作也可以采用位操作。对端口的读操作有两类指令：一类是“读—改—写”指令（如 XRL P1, #0FH），先读出端口锁存器的状态，可能改变其值，然后再写入锁存器；另一类则是输入指令（如 MOV A, P1），即读端口引脚状态。

五、时钟和指令周期

MCS-51 的时钟可以由内部振荡器和时钟发生器产生，也可以由外部提供振荡器信号。振荡频率的选择范围一般在 1.2 MHz ~ 12 MHz 之间，典型值为 12 MHz 和 11.059 2 MHz。

从取出一条指令至该指令执行完所用的时间称为指令周期。不同的指令其指令周期有所不同。指令周期是以机器周期为单位。MCS-51 的机器周期由 6 个状态（S0、S1、……、S5）组成。每一个状态为两个振荡周期（时相 P1、P2），所以一个机器周期包含 6 个状态（即 12 个振荡周期）。若主振频率 $f_{\text{osc}} = 12 \text{ MHz}$ ，则一个机器周期为 1 μs 。

大多数指令的执行时间为一个机器周期，MUL 和 DIV 指令是仅有的需要 4 个机器周期的指令。

六、控制总线

(1) ALE：外部存储器低 8 位地址的锁存允许信号（输出）。其有效脉宽为一个 S 状态。在访问程序存储器的机器周期内，ALE 信号出现两个正脉冲，但是在访问外部数据存储器（执行 MOVX 指令）的第 2 个机器周期内，只产生一个正脉冲。

(2) $\overline{\text{PSEN}}$ ：外部 ROM 读选通信号（输出）。在访问外部 ROM 时，自动产生有效信号。

(3) $\overline{\text{EA}}$ ：访问外部 ROM 控制信号（输入）。当为低电平时，CPU 从外部 ROM 取指令。

(4) RST：复位信号（输入）。该引脚保持两个机器周期以上的高电平使单片机复位。复位是使 CPU 和芯片内的其它部件都处于一个确定的初始状态。当 RST 变为低电平后，退出复位，CPU 从初始状态开始工作。

七、掉电处理

MCS-51 具有掉电处理功能，当检测到电源电压 V_{cc} 下降到一定值时，认为电源即将发生故障，通过或向 CPU 申请中断，CPU 响应此中断立即将有关的数据送到内部 RAM，并

在 V_{cc} 降到允许的最低下限之前, 将备用电源加到 V_{PD} 上给内部 RAM 供电, 以低功耗保持内部 RAM 中的数据。当电源恢复后从复位开始重新运行。

八、关于 CHMOS 型单片机

CHMOS 型单片机运行时很省电, 并提供了掉电(停机)和节电(待机)两种方式, 以进一步降低功耗。CHMOS 型单片机的工作电源和备用电源都是加到同一 V_{cc} 引脚, 常态工作时电流为 $11 \sim 20 \text{ mA}$, 节电状态时为 $1.7 \sim 5 \text{ mA}$, 掉电状态时为 $5 \sim 50 \mu\text{A}$ 。掉电和节电方式的内部控制逻辑如图 2.3 所示。

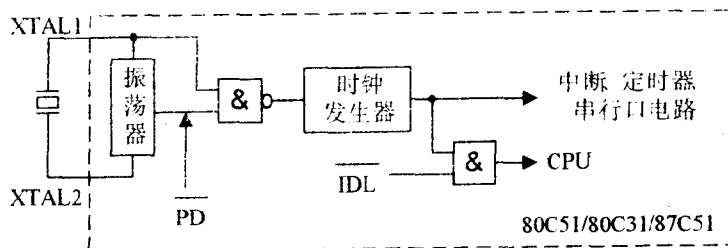


图 2.3 80C51 掉电和节电方式控制逻辑

执行字节操作指令使 $PD (PCON. 1) = 1$, 便进入掉电方式, 振荡器停止工作, 所有功能部件都停止工作。在掉电方式期间, 内部 RAM 维持不变, I/O 引脚状态和相关的 SFR 的内容相对应, ALE 和 $\overline{PSEN}$ 为逻辑低电平。退出掉电方式的唯一方法是硬件复位, 复位将使 SFR 重新初始化, 但 RAM 的内容保持不变。

执行字节操作指令, 使 $IDL (PCON. 0) = 1$, 便进入节电方式, CPU 时钟被切断, 但中断、定时器和串行口仍有时钟信号而继续工作。内部 RAM 和 SFR 的内容维持不变, 引脚保持进入节电方式时的状态, ALE 和 $\overline{PSEN}$ 保持逻辑高电平。有两种退出节电方式的方法: 一是任何一个中断发生, 内部硬件 IDL 会清零, 从而释放节电状态, CPU 开始执行中断服务程序。中断处理完后, 从激活节电方式指令的下一条指令开始继续执行程序。另一种退出节电方式的方法是硬件复位。

§ 2.2 例题分析

例 1 设计一个多芯片系统复位电路。

对带有其它外部扩展接口芯片的单片机的应用系统, 不仅单片机自身需要复位, 其它外部扩展接口芯片等往往也需要复位。因此系统需要一个同步复位信号, 即单片机复位后, 其它的外部接口芯片也要完成复位, 以确保 CPU 开始执行程序时, 能有效地对外部芯片进行初始化操作。8051 单片机的复位引脚 RST 与内部复位输入电路的斯密特触发器相连, 只要在 RST 引脚出现两个机器周期以上的高电平, 单片机就完成复位; 当 RST 变为低电平后, 退出复位, CPU 从 0000H 单元开始执行程序。许多接口芯片, 其复位输入电路不具有斯密特触发器, 这种芯片的复位信号有效电平与单片机不完全相同, 如果采用简单的 RC 上电复位电路, 并将扩展接口芯片的复位端和单片机的复位端简单地连接在一起, 将出现单片机完成复位的时间和扩展接口芯片完成复位的时间相差甚远, 以致系统不能正常工

作。为了使单片机与外部接口芯片能够同步复位，采用如图 2.4 所示的电路可满足这方面的要求。

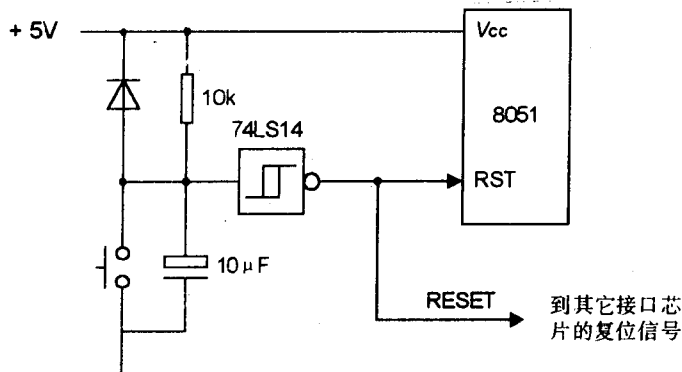


图 2.4 多芯片系统复位电路

图 2.4 中，将复位电路产生的复位信号经外接的斯密特电路整形后作为系统复位信号。复位电路中的二极管是为了掉电时，给电容 C 提供快速放电的回路，使得在再次上电时，系统能可靠地复位。

在多扩展接口芯片的应用系统中，如果有些接口芯片的复位信号为高电平有效，又有些接口芯片的复位信号为低电平有效，系统复位电路可以采用再

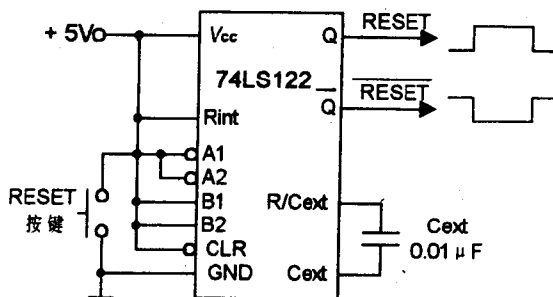


图 2.5 能产生 RESET 和 $\overline{\text{RESTE}}$ 的复位电路

触发单稳态触发器 74LS123 来实现，如图 2.5 所示。74LS123 内部的触发输入电路有斯密特触发器以及内装定时电阻 R_{int} ，只需要外接定时电容 C_{ext} 。单稳态触发器输出的脉冲宽度 t_w 是 C_{ext} 和 R_{int} 的函数，当 $V_{cc}=5\text{ V}$ ， $C_{ext} \geq 1\ 000\text{ pF}$ ，输出脉宽由下式决定：

$$t_w \approx 0.45 \times R_{int} \times C_{ext}$$

改变 C_{ext} 的值即可改变输出脉宽，以满足系统复位所需的时间。

例 2 设计一个 CHMOS 型 80C51 应用系统具有掉电保护功能的电源供电电路。

对于 8051 单片机，如果 VPD 引脚上的电压高于 V_{cc} ，它将变为内部 RAM 的电源。利用这个特性，应用系统在检测到即将发生电源故障时，通过 $\overline{\text{INT0}}$ 或 $\overline{\text{INT1}}$ 中断处理机，立即把有关数据传送到内部 RAM 中，并在 V_{cc} 降到允许的最低下限之前，把备用电源加到 V_{PD} 引脚上。而 CHMOS 型 80C51 单片机掉电保护的备用电源和工作电源都是加到同样的引脚 V_{cc} 上。当交流停电检测电路检测到即将发生掉电时，向单片机申请中断，CPU 立即响应此中断进行掉电中断处理，置 PD (PCON. 1) 为 1，使器件进入掉电工作方式，在掉电期间，由备用电源给单片机和外部 RAM 供电，用以维持内部 RAM、SFR 及外部 RAM 的内容不变，如图 2.6 所示。当交流电恢复供电时，+5 V 电源通过 RC 电路产生复位信号，使单片机退出掉电工作方式，恢复系统的正常工作。

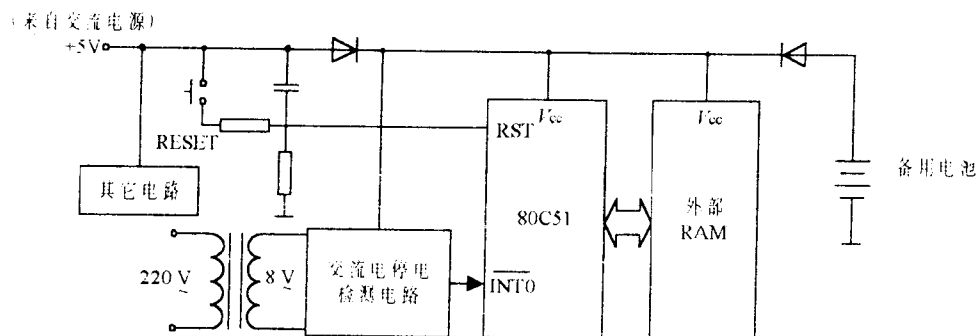


图 2.6 具有掉电保护的 80C51 电源供电电路

§ 2.3 习题解答

2-1 8051 单片机内部包含哪些主要逻辑功能部件?

答: 8051 单片机是个完整的单片微型计算机。芯片内部包括下列硬件资源:

- (1) 8 位 CPU;
- (2) 4 KB 的片内程序存储器 ROM。可寻址 64 KB 程序存储器和 64 KB 外部数据存储器;

- (3) 128 B 内部 RAM;
- (4) 21 个 SFR;
- (5) 4 个 8 位并行 I/O 口(共 32 位 I/O 线);
- (6) 一个全双工的异步串行口;
- (7) 两个 16 位定时器/计数器;
- (8) 5 个中断源, 两个中断优先级;
- (9) 内部时钟发生器。

2-2 $\overline{EA}/V_{PP}$ 引脚有何功用? 8031 的引脚应如何处理? 为什么?

答: $\overline{EA}/V_{PP}$ 是双功能引脚, 功能如下:

(1) $\overline{EA}$ 接高电平时, 在低 4 KB 程序地址空间(0000H ~ 0FFFH), CPU 执行片内程序存储器的指令, 当程序地址超出低 4 KB 空间(1000H ~ FFFFH)时, CPU 将自动执行片外程序存储器的指令。

(2) $\overline{EA}$ 接低电平时, CPU 只能执行外部程序存储器的指令。

8031 单片机内部无 ROM, 必须外接程序存储器。因此, 8031 的 $\overline{EA}$ 引脚必须接低电平。

在对 8751 单片机内部的 EPROM 编程时, 此引脚 V_{PP} 外接 +21 V 电压, 用于固化 EPROM 程序。

2-3 8051 单片机存储器的组织结构是怎样的? 片内数据存储器分为哪几个性质和用途不同的区域?

答: 8051 存储器包括程序存储器和数据存储器, 从逻辑结构上看, 可以分为三个不同的空间:

- (1) 64 KB 的程序存储器地址空间: 0000H ~ FFFFH, 其中 0000H ~ 0FFFH 为片内 4 KB

的 ROM 地址空间, 1000H~FFFFH 为外部 ROM 地址空间;

(2) 256 B 的内部数据存储器地址空间: 00H~FFH, 分为两大部分, 其中 00H~7FH (共 128 B 单元) 为内部静态 RAM 的地址空间, 80H~FFH 为特殊功能寄存器的地址空间, 21 个特殊功能寄存器离散地分布在这个区域;

(3) 64 KB 的外部数据存储器地址空间: 0000H~FFFFH, 包括扩展 I/O 地址空间。

8051 内部 128 B 的数据 RAM 区, 包括有工作寄存器组区、可直接位寻址区和数据缓冲区。各区域的特性如下:

(1) 00H~1FH 为工作寄存器组区, 共分 4 组, 每组占用 8 个 RAM 字节单元, 每个单元作为一个工作寄存器, 每组的 8 个单元分别定义为 8 个工作寄存器 R0~R7。当前工作寄存器组的选择是由程序状态字 PSW 的 RS1、RS0 两位来确定。如果实际应用中并不需要使用工作寄存器或不需要使用 4 组工作寄存器, 不使用的寄存器组的区域仍然可作为一般数据缓冲区使用, 用直接寻址或用 Ri 的寄存器间接寻址来访问。

(2) 20H~2FH 为可位寻址区域, 这 16 个字节的每一位都有一个地址, 编址为 00H~7FH。

当然, 位寻址区也可以用作字节寻址的一般数据缓冲区使用。

(3) 30H~7FH 为堆栈、数据缓冲区。

2-4 8051 单片机有哪几个特殊功能寄存器? 各在单片机的哪些功能部件中?

答: 8051 单片机内部有 21 个特殊功能寄存器, 在物理上是分散在片内各功能部件中, 在数学上把它们组织在内部数据存储器地址空间 80H~FFH 中, 以便能使用统一的直接寻址方式来访问。这些特殊功能寄存器分布在以下各个功能部件中:

- (1) CPU: ACC、B、PSW、SP、DPTR (由 DPL 和 DPH 两个 8 位寄存器组成);
- (2) 中断系统: IP、IE;
- (3) 定时器/计数器: TMOD、TCOM、TL0、TH0、TL1、TH1;
- (4) 并行 I/O 口: P0、P1、P2、P3;
- (5) 串行口: SCON、SBUF、PCON。

2-5 PC 是什么寄存器? 是否属于特殊功能寄存器? 它有什么作用?

答: PC 是 16 位程序计数器 (Program Counter), 它不属于特殊功能寄存器范畴, 程序员不能像访问特殊功能寄存器那样来访问 PC。PC 是专门用于在 CPU 取指令期间寻址程序存储器。PC 总是保存着下一条要执行的指令的 16 位地址。通常程序是顺序执行的, 在一般情况下, 当取出一个指令 (更确切地说为一个指令字节) 字节后, PC 自动加 1。如果在执行转移指令、子程序调用/返回指令或中断时, 要把转向的地址赋给 PC。

2-6 DPTR 是什么寄存器? 它由哪些特殊功能寄存器组成? 它的主要作用是什么?

答: DPTR 是 16 位数据指针寄存器, 它由两个 8 位特殊功能寄存器 DPL (数据指针低 8 位) 和 DPH (数据指针高 8 位) 组成, DPTR 用于保存 16 位地址, 作间址寄存器用, 可寻址外部数据存储器, 也可寻址程序存储器。

2-8 MCS-51 单片机有哪几个并行 I/O 端口? 各 I/O 口有什么特性?

答: MCS-51 单片机有 4 个 8 位双向的并行 I/O 口 P0~P3, 每一个口都由口锁存器 (D 触发器)、输出驱动器 (FET) 和输入缓冲器 (3 态门) 组成。各口每一位 I/O 线都能独立地用作输入或输出, CPU 对口的读操作有两种, 一种是读取口锁存器的状态, 另一种是读取口

引脚状态。但这 4 个并行 I/O 口的结构和功能却完全不同，它们各自的特性如下：

P0 口为三态双向 I/O 口(开漏输出，内部无上拉电阻)。对于 8051/8751/8052，P0 口可以作为一般 I/O 口，也可作为系统扩展的地址/数据总线口。P0 口用作外部引脚输入时，口锁存器必须为“1”，关断输出驱动器的 FET；作总线口时，分时用作输出外部存储器的低 8 位地址 A0 ~ A7 和传送数据 D0 ~ D7。对于 8032 / 8052，P1.0 和 P1.1 还有另一种功能：P1.0——定时器 T2 的外部计数脉冲输入端，P1.1——定时器 T2 的捕捉/重装触发脉冲输入端。对于 8031，P0 口只能用作地址/数据总线口。

P1 口为准双向 I/O 口(内部有上拉电阻)。用作外部引脚输入时，相应位的口锁存器必须为“1”，使输出驱动器 FET 截止。

P2 口为准双向 I/O 口(内部有上拉电阻)。对于 8051/8751/8052，P2 口可以像 P1 口一样用作一般 I/O 口使用，也可以作为系统扩展的地址总线口，输出高 8 位地址 A8 ~ A15。对于 8031，P2 口只能用作地址总线口。

P3 口也是准双向 I/O 口(内部有上拉电阻)，且具有两个功能。作为第一功能使用时，与 P1 口一样用作一般 I/O 口。P3 口的第二功能定义如下：

P3 口引脚	第二功能
P3.0	RXD(串行输入)
P3.1	TXD(串行输出)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (外部中断 0 输入)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (外部中断 1 输入)
P3.4	T0(定时器 0 的外部计数输入)
P3.5	T1(定时器 1 的外部计数输入)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (外部 RAM 写脉冲)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (外部 RAM 读脉冲)

P3 口按第二功能使用时，相应位的口锁存器必须为“1”。

2-9 何谓对 I/O 口的读—改—写操作？

答：执行读 I/O 端口锁存器的指令(“读—改—写”指令)，读入口的锁存器状态，可能改变其值，然后把它重新写入口锁存器，这种操作称为读—改—写操作。

2-10 8051 的振荡周期、机器周期、指令周期是如何分配的？当晶振频率为 6 MHz 时，一个机器周期为多少微秒？

答：8051 单片机每条指令的执行时间(即指令周期)为 1~4 个机器周期，有单字节单周期指令、两字节单周期指令、单字节两周期指令、两字节两周期指令、三字节两周期指令以及单字节四周期指令。一个机器周期有 6 个状态：S₁ ~ S₆，每个状态又包含两个振荡周期，分为两拍：P1 和 P2。因此，一个机器周期包含 12 个振荡周期，表示为：S₁P₁、S₁P₂、S₂P₁、……S₆P₁、S₆P₂。

当 $f_{\text{osc}} = 6 \text{ MHz}$ 时，机器周期为： $(1/6) \times 12 = 2(\mu\text{s})$ 。

2-11 ALE 信号有何功用？一般情况下它与机器周期的关系如何？在什么条件下 ALE 信号可用作外部设备的定时信号？

答：ALE 是地址锁存允许信号，其主要作用是提供一个适当的定时信号，它的下降沿用于外部程序存储器或外部数据存储器的低 8 位地址锁存，使 P0 口分时用作地址总线低 8