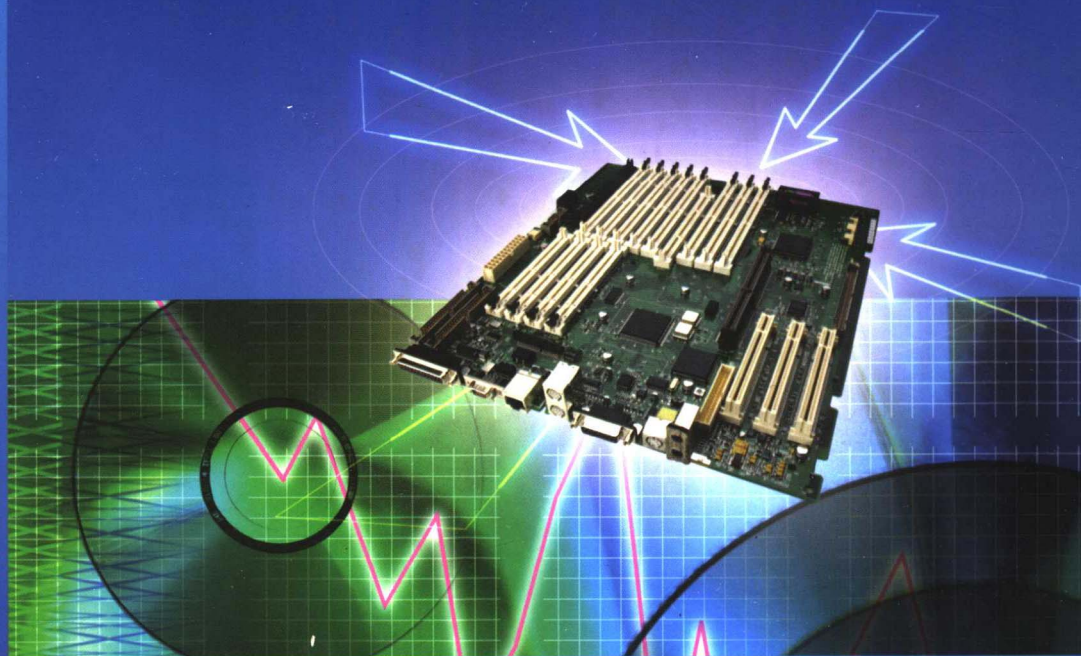


高职高专规划教材

单片机技术应用

■ 朱运利 主编



DANPIANJIJISHUYINGYONG

高职高专规划教材

单片机技术应用

主 编 朱运利
副主编 张进军 胡长胜 倪志莲
参 编 陈思海 诸 刚
主 审 杨 雯

机械工业出版社

本书从实用角度介绍了 MCS-51 系列单片机的硬件结构、指令系统及编程、系统外部功能扩展和单片机系统开发及应用实例,同时针对教学内容安排了若干单片机实训项目,引导读者逐步认识、熟悉和应用单片机,各章均精选一定数量的习题以巩固所学的知识。

本书充分体现“必须和够用”的特点,构思新颖,结构编排合理,内容丰富,实用性强,注重知识的内在联系与规律,便于学习和掌握。

本书可作为高职高专相关专业的教学用书,也可以供各类工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术应用/朱运利主编. —北京:机械工业出版社, 2005.1

高职高专规划教材

ISBN 7-111-15708-7

I. 单... II. 朱... III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124052 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:宋学敏 版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:张静 责任印制:石冉

保定市印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·9.25 印张·225 千字

定价:15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是机械工业出版社职教分社组织编写的高职高专系列教材之一。在编写过程中,编者融入了多年的教学和科研经验,力求体现“淡化理论、够用为度、培养技能和重在应用”的原则,以充分体现高职高专教育的特点。单片机技术是一门应用性很强的专业课,也是相关专业工程技术人员应该具备的重要技能。本书从实用角度出发,对于 MCS-51 系列单片机的工作原理和应用进行了系统和全面的归纳总结,并根据目前单片机教材中的共性、重点内容和学习要求,结合实例加以分析,对实用程序及仿真调试方法进行了讨论,使学生对单片机原理和应用系统的一般设计方法都有一个整体认识。

全书共分 3 篇。第 1 篇单片机原理(第 1~6 章)。内容包括单片机概述、MCS-51 系列单片机硬件结构、MCS-51 指令系统和汇编语言程序设计、MCS-51 系列单片机的硬件资源和 MCS-51 系列单片机的基本扩展技术。各章均精选了一定数量的习题,便于教学使用。第 2 篇单片机实训(第 7 章)。内容包括单片机实训项目,以操作训练为目的,培养学生的基本动手能力。第 3 篇单片机应用(第 8、9 章)。内容包括单片机应用实例,以系统性和实用性为主,培养综合应用能力,为学生今后的工程应用打下必要的基础。

本书由北京轻工职业技术学院朱运利担任主编,包头轻工职业技术学院张进军、河北工业职业技术学院胡长胜和九江职业技术学院倪志莲担任副主编,参加编写的还有绵阳职业技术学院陈思海和北京市八一农业机械化学校诸刚。本书由北京轻工职业技术学院杨雯担任主审。

本书是编者从事单片机技术应用工作的一个阶段总结,单片机技术在不断发展和更新,作者和读者一样也处在不断学习之中。由于水平有限和时间仓促,书中错误和不足之处在所难免,恳请大家批评指正。

编 者

2004 年 10 月

目 录

前言

第 1 篇 单片机原理 1

第 1 章 绪论 1

1.1 数制与编码 1

1.2 单片机概述 5

1.3 一个简单的单片机应用实例 6

本章小结 7

思考题与练习题 7

第 2 章 MCS-51 单片机结构和原理 8

2.1 MCS-51 单片机总体结构 8

2.2 MCS-51 单片机存储结构 11

2.3 MCS-51 单片机外围电路 16

本章小结 18

思考题与练习题 19

第 3 章 MCS-51 单片机指令系统及

编程举例 20

3.1 指令系统简介 20

3.2 寻址方式 21

3.3 指令系统 23

3.4 汇编语言程序设计基础 35

本章小结 42

思考题与练习题 43

第 4 章 MCS-51 单片机定时与中断

系统 44

4.1 定时器/计数器简介 44

4.2 定时器/计数器的控制字 45

4.3 定时器/计数器工作方式及其应用 46

4.4 中断的概念 49

4.5 中断系统结构及中断控制 49

4.6 中断处理过程 52

4.7 中断应用实例 55

本章小结 58

思考题与练习题 58

第 5 章 MCS-51 单片机串行通信 59

5.1 串行通信基础 59

5.2 RS-232C 标准接口总线 61

5.3 MCS-51 单片机串行接口 63

5.4 MCS-51 单片机通信 67

本章小结 70

思考题与练习题 70

第 6 章 MCS-51 单片机接口技术 71

6.1 MCS-51 单片机最小系统和应用

系统扩展 71

6.2 可编程并行 I/O 接口 73

6.3 键盘及接口电路 83

6.4 显示及接口电路 85

6.5 A/D 转换接口 89

6.6 D/A 转换接口 97

本章小结 103

思考题与练习题 104

第 2 篇 单片机实训 105

第 7 章 单片机实验与实训 105

7.1 存储器块清零 105

7.2 二进制到 BCD 码转换 106

7.3 二进制到 ASCII 码转换 107

7.4 内存块移动 109

第 1 篇 单片机原理

第 1 章 绪 论

单片微型计算机简称单片机，指集成在一块芯片上的计算机，具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小和价格低等优点，在航空航天、地质石油、冶金采矿和机械电子等领域都发挥了巨大作用。

1.1 数制与编码

1.1.1 数制及其转换

单片机所类属的微型计算机，是计算机的一个重要分支，最基本的功能就是数的计算与处理加工。数制是数的制式，是人们利用符号进行计数的科学方法，常用的数制有十进制、二进制和十六进制等。

1. 数制的基数与权

数制所使用的数码个数称为基，数制每一位所具有的值称为权。

每种计数制有一个固定数 N ，在数制中每一位都能取 N 个不同的数字，每一位都是逢 N 进一，这种计数制为 N 进制，通常将 N 称为基数。

1) 十进制的基数为“十”，共有 10 个数码分别表示为 0~9。在计数过程中，某位计满 10 时就向邻近的高位进 1，可以表示成以 10 为底的幂，如：

$$435D = 4 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

通常对十进制数可不加后缀，如十进制数 3456D 可以表示成 3456。

2) 二进制的基数为“二”，共有 2 个数码分别表示为 0、1。在计数过程中，计数规则是逢二进一，可以表示成以 2 为底的幂，如二进制数 1101 相当于十进制数：

$$1101B = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13$$

显然 4 位二进制数各位的权是 8、4、2、1。

计算机中以二进制形式进行数据运算，二进制数的表示应该加后缀，如二进制数 1101 应该表示成 1101B。由于二进制位数太长，不易记忆和书写，又出现了十六进制数的书写形式。

3) 十六进制的基数为“十六”，共有 16 个数码分别表示为 0~9 和 A~F，其中 A~F 相当于十进制数 10~15。在计数过程中，计数规则是逢十六进一，可以表示成以 16 为底的幂，如十六进制数 1AF 相当于十进制数：

$1AFH=1\times16^2+10\times16^1+15\times16^0=431$

由于十六进制数易于书写和记忆，且与二进制数之间的转换十分方便，所以在书写计算机语言时多用十六进制数。十六进制数的表示应该加后缀，如十六进制数 1AF 应该表示成 1AFH。

2. 数制间的转换

在数制转换时，可直接查阅表 1-1 或使用计算器的数制转换功能完成。

表 1-1 数制的对应关系

十 进 制 数	二 进 制 数	十六进制数
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	0001 0000	10

1.1.1.2 编码

在计算机中采用的二进制代码通常需要按照一定规律编排，使每组代码具有一定的特定含义，即为计算机中的编码。

1. 有符号数的编码

数学上有符号数的正负号分别用“+”和“-”来表示。在计算机中由于采用二进制，只有“1”和“0”两个数字，所以规定最高位是符号位，最高位为“0”表示正数，为“1”表示负数，计算机中的带符号数有 3 种表示法，即原码、反码和补码。

(1) 原码 正数的符号位用“0”表示，负数的符号位用“1”表示，这种表示法称为原码。例如：

$X1 = +1010101 \quad [X1]_{原} = 01010101$

$X2 = -1010101 \quad [X2]_{原} = 11010101$

左边数称为真值，右边为用原码表示的数，两者的最高位分别用“0”和“1”代替了

“+”和“-”。

(2) **反码** 一个数的反码可由原码求得。如果是正数，则其反码与原码相同；如果是负数，则其反码除符号位为“1”外，其他各数位均将“1”转换为“0”，“0”转换为“1”。例如：

$$\begin{aligned} X1 &= +1010101 & [X1]_{\text{反}} &= 01010101 \\ X2 &= -1010101 & [X2]_{\text{反}} &= 10101010 \end{aligned}$$

(3) **补码** 一个数的补码也可由反码求得。如果是正数，则其补码与反码相同；如果是负数，则其补码为反码加“1”。例如：

$$\begin{aligned} X1 &= +1010101 & [X1]_{\text{补}} &= 01010101 \\ X2 &= -1010101 & [X2]_{\text{补}} &= 10101011 \end{aligned}$$

2. 有符号数的运算

当数用补码表示时，无论是加法还是减法都可连同符号位一起进行加法运算，因此在计算机中普遍采用补码来表示带符号的数并进行相关的运算。

3. 二-十进制编码

二-十进制编码称为二进制编码的十进制数，简称 BCD 码。人们通常习惯使用十进制数，但是计算机内部使用二进制数，为了解决这个矛盾，用二进制数对十进制数进行编码，用 4 位二进制数给 0~9 数字编码。BCD 码种类有 8421 码、5421 码、余 3 码和格雷码等（可见有关资料）。现以 8421 码为例进行讨论。

8421 码是一种采用 4 位二进制数代表 1 位十进制数的代码系统，4 位二进制数码的权分别为 8、4、2、1。由于 4 位二进制数可以表示 16 种状态，而十进制只有 10 个数（0~9），所以只需在 16 种状态中取出 10 种状态，将余下的 6 个状态（称为非法码）舍去，见表 1-2。

表 1-2 8421BCD 编码表

十进制数	8421BCD 码	十进制数	8421BCD 码
0	0000	10	0001 0000
1	0001	11	0001 0001
2	0010	12	0001 0010
3	0011	13	0001 0011
4	0100	14	0001 0100
5	0101	15	0001 0101
6	0110	16	0001 0110
7	0111	17	0001 0111
8	1000	18	0001 1000
9	1001	19	0001 1001

使用 8421BCD 码表示十进制数后，十进制中的 0~9 将以 BCD 码形式出现，还是“逢十进位”。例如：

$$685 = 0110\ 1000\ 0101\text{BCD},\ 0110\ 0101\ 0011\ \text{BCD} = 653$$

BCD 码与二进制之间的转换不是直接的，要先经过十进制，然后再转换为二进制，反之过程类似。

这种方法同时兼顾了计算机的特点和使用者的习惯，因此被广泛应用于计算机的数据输入和输出。

4. 字母与字符的编码

由于计算机中采用二进制数，所以在计算机中表示字母和字符都要用特定的二进制编码表示。目前在计算机中普遍采用的 ASCII 码，已成为国际通用的标准编码，广泛用于微型计算机中。

ASC II 编码采用 7 位二进制编码，可以表示 128 个字符，见表 1-3。

表 1-3 ASC II（美国标准信息交换代码）表

$b_3b_2b_1b_0 \backslash b_6b_5b_4$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	B	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	↑	n	~
1111	SI	US	/	?	O	←	o	DEL

任何一个字母、数字、标点符和控制符均可在表 1-3 中找到其对应的位置以及相应的 ASC II 编码。例如，根据字母“P”所在位置的对应行可确定该字符的低 4 位编码 $D_3D_2D_1D_0$ 为 0000，根据对应列可确定高 3 位编码 $D_6D_5D_4$ 为 101，将高 3 位编码与低 4 位编码连在一起组成了该字符的 ASC II 码 1010000B 或 50H。

5. 数据存储形式

(1) 字节 在计算机内部，数据以二进制的代码形式存储和运算，数据的最小单位是二进制的一位数 (bit)。国际上统一把 8 位二进制数定义为一个字节 (Byte)，4 位称为半字节。一个英文字母的编码可用一个字节来存储。

(2) 字长 在计算机中常用一个字 (word) 表示数据或信息的长度。通常将组成一个字的位数叫该字的字长，一般用字长定义一台计算机所用的二进制代码的位数。例如某计算机的字长为 16 位，则表示该计算机的一个字由两个字节 (16 位二进制数) 组成。

不同级别的计算机字长是不同的，字长越长，代表的数值就越大，计算的精度就越高。微型计算机常用的字长有 8 位、16 位、32 位和 64 位等。

1.2 单片机概述

1.2.1 单片机及其发展

1. 单片机的概念

单片机是把中央处理器（CPU）、存储器、定时器和 I/O 端口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块电路芯片上的微型计算机，单片机的内部结构如图 1-1 所示。

2. 单片机的发展概况

单片机从出现至今，经历了四个发展阶段。

(1) **低性能单片机阶段** 以 Intel 公司的 MCS-48 单片机为代表，采用了单片机结构，内部资源包含 8 位 CPU、定时/计数器、并行 I/O 端口、RAM 和 ROM 等，主要用于工业领域。

(2) **高性能单片机阶段** 以 Intel 公司的 MCS-51 单片机为代表，单片机带有串行口、位处理功能和 16 位地址线，寻址范围达到 64KB，具有丰富的指令系统和完善的总线结构，功能单元的 SFR（特殊功能寄存器）集中管理，应用范围涉及到各个领域，并得到不断改进和发展。

(3) **16 位单片机阶段** 以 Intel 公司推出的 MCS-96 单片机为代表，内部集成了测控系统的模数转换器（ADC）、程序运行监视器（WDT）、脉宽调制器（PWM）和高速 I/O 端口等，各项性能均有较大提高。由于结构相对复杂，在简单系统中应用较少。

(4) **全面发展阶段** 如今单片机已成为各控制领域中普遍采用的智能化控制工具，小到玩具、家电行业，大到车载、舰船电子系统，遍及计量测试、工业过程控制、机械电子、金融电子、商用电子、办公自动化、军事领域、工业机器人和航空航天领域。从高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力通用型单片机，到小型廉价型、外围系统集成的专用型单片机，单片机的发展进入了百花齐放的时代，为用户的选择提供了空间。

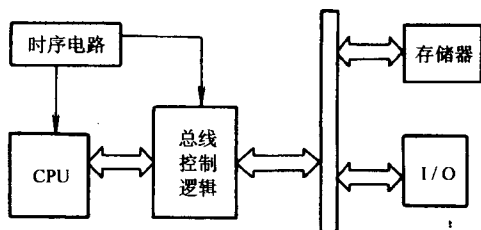


图 1-1 单片机的内部结构

1.2.2 单片机的应用领域

单片机的应用主要基于其控制功能，由于单片机具有集成度高、体积小、可靠性高、价格低和易实现产品化等特点，特别适合应用于测量和控制领域，可分为单机应用和多机应用，归纳起来可分为以下几个方面：

1. 智能化仪器仪表中的应用

目前普遍采用单片机系统替代传统的测量系统，促使仪器仪表向数字化、多功能化、综合化和柔性化的方向发展，使仪器仪表结构简化、稳定性提高，智能化和网络化，如智能化温度巡检仪、智能化抄表系统等。

2. 工业测量控制中的应用

在工业过程监测、过程控制、逻辑顺序控制和机电一体化等方面，单片机有着广泛的应用，如窑炉温度控制、液位控制、机床数控和机器人等。可编程控制器（PLC）的控制核心

一般都是单片机，使用单片机可以提高控制系统的可靠性，降低成本，提高产品质量和生产劳动效率。

3. 在交通、军事、计算机网络和通信技术领域中的应用

目前有以单片机为主体的集中显示系统、交通指挥系统、动力监控系统、电子导航系统、自动驾驶系统和运行监视器等。

4. 保安报警、办公自动化领域的应用

许多安全监视、报警系统和办公自动化设备产品都使用了单片机，如仓库安全监测系统、保安报警系统、复印机、传真机、考勤机、电子秤、收款机、条形码阅读器和电话机等。

5. 日常生活及家用电器领域的应用

目前，在空调、洗衣机、电冰箱、微波炉、电视机、录像机、VCD 和音响等家用电器的设计与生产中普遍采用单片机控制电路，实现了智能化，极大地满足了人性化的设计要求。

总之，单片机的应用范围是非常广泛的，极大地推动了相关技术领域的发展。在本教材中，主要以 MCS-51 系列单片机为典型机型，介绍其硬件结构和软件知识，为进一步应用单片机技术打下良好的基础。

1.3 一个简单的单片机应用实例

P1 端口驱动单个 LED 的显示电路。

MCS-51 单片机通过 I/O 端口与 7 段 LED 数码管构成显示电路是单片机 I/O 端口的典型应用，应用电路如图 1-2 所示。

在应用系统中使用共阳型数码管和 80C51 单片机（无须外接 ROM 和 RAM），电容 C1、C2 和 CRY1 组成时钟振荡电路，C3 和 R1 为单片机的复位电路，单片机的并行口 P1.0~P1.7 直接与 LED 数码管的“a~f”引脚相连，中间连接限流电阻。由于单片机并行口的输出驱动电流有限，为使 LED 有足够的亮度，应选用高亮度的 LED 数码管。

例如，将 0~9 的数轮流送到 LED 显示。

源程序清单：

```
ORG      0000H
LJMP     MAIN
ORG      0100H
MAIN:    MOV     R0, #00H           ; 从“0”开始显示
          MOV     DPTR, #TABLE      ; 表格地址送数据指针
DISP:    MOV     A, R0              ; 送显示
          MOVC    A, @A+ADPTR        ; 指向表格地址
```

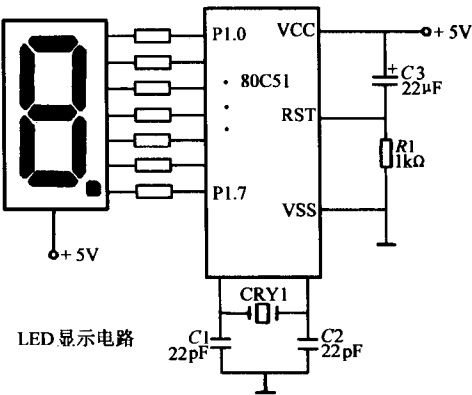


图 1-2 单片机与 LED 的显示电路

```

MOV      P1, A                ; 数据送 LED
ACALL    DELAY                ; 延时
INC      R0                   ; 指向下一个字符
CJNE     R0, #0AH, DISP       ; 未显示完, 继续
AJMP     MAIN                 ; 下一个循环
DELAY: MOV R1, #0FFH          ; 延时子程序, 延时时间赋值
LOOP0: MOV R2, #0FFH
LOOP1: DJNZ R2, LOOP1
        DJNZ R1, LOOP0
        RET                   ; 子程序返回
TABLE: DB 0C0H, 0F9H, 0A4H, 0B0H,
        99H, 92H, 82H, 0F8H, 80H, 90H ; 字型码表
        END                   ; 程序结束

```

80C51 单片机还可选用 MCS-51 系列的其他单片机, 程序可直接移植, 例如 Flash 型的 AT89C51 等, 其 ROM 可反复擦写, 适合在实验阶段使用。

单片机应用系统由硬件和软件组成的, 只有两者有机地结合在一起, 才能组成完整的单片机应用系统。

本章小结

单片机是把中央处理器 (CPU)、存储器、定时器和 (I/O) 接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块电路芯片上的微型计算机, 具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小和价格低等优点。

典型的单片机是 MCS-51 系列单片机, 该系列中许多厂家、型号和引脚都是兼容的。

以单片机为核心, 配置外围电路和应用软件用以实现某种特定功能的实用系统称为单片机应用系统, 一个完整的单片机应用系统由硬件和软件组成。

思考题与练习题

- 1-1 计算机由哪几部分组成? 各部分都有什么作用?
- 1-2 写出 0、1、2、…E 和 F 的 ASCII 码。
- 1-3 解释 BCD 码、字节和字长的概念。
- 1-4 什么叫单片机? 其主要应用在这些领域?

第 2 章 MCS-51 单片机结构和原理

MCS-51 系列单片机是目前应用最广泛的一种单片机系列。本章将以 MCS-51 系列 8 位单片机为研究对象,介绍单片机的内部结构、外部引脚、存储器配置、并行 I/O 端口和外围电路等内容。

2.1 MCS-51 单片机总体结构

2.1.1 MCS-51 单片机内部结构

MCS-51 单片机的内部结构如图 2-1 所示。

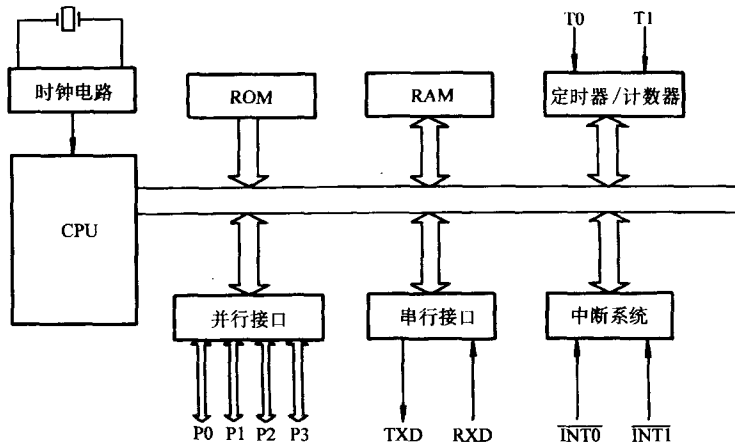


图 2-1 MCS-51 单片机的内部结构

下面介绍各部分的基本情况。

1. 中央处理器 (CPU)

中央处理器是单片机的核心,完成运算和控制功能,MCS-51 的 CPU 能处理 8 位二进制数或代码。

2. 内部数据存储器 (内部 RAM)

MCS-51 单片机中共有 256 个 RAM 单元,前 128 个单元供用户使用 (后 128 单元被专用寄存器占用),用于存放可读写的数,简称内部 RAM。

3. 内部程序存储器 (内部 ROM)

MCS-51 单片机中共有容量为 4 KB 的 ROM,用于存放程序、原始数据或表格,简称内部 ROM。

4. 定时器/计数器

MCS-51 单片机中共有两个 16 位的定时器/计数器,实现定时或计数功能,并以定时

或计数的结果对单片机进行控制。

5. 并行 I/O 口

MCS-51 单片机共有 4 个 8 位的 I/O 口 (P0、P1、P2 和 P3)，实现数据的并行输入/输出。

6. 串行口

MCS-51 单片机有一个全双工的串行口，实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。

7. 中断控制系统

MCS-51 单片机的中断功能较强，有 5 个中断源（外部中断两个，定时/计数中断两个，串行中断一个），全部中断分为高级和低级两个优先级别。

8. 时钟电路

MCS-51 单片机内部有时钟电路，但石英晶体和微调电容需外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列，系统的晶振频率一般为 6MHz 或 12MHz。

2.1.2 MCS-51 单片机引脚及其功能

MCS-51 单片机共有 40 个信号引脚，有双列直插式封装和方型封装（44 个引脚，其中 4 个引脚不用）两种封装方式，下面以标准的 40 引脚双列直插式集成电路芯片为例介绍引脚及其功能，如图 2-2 所示。

1. 电源引脚

VCC (40 脚)：电源端，为 +5V。

VSS (20 脚)：接地端。

2. 时钟电路引脚

XTAL2 (18 脚)：接外部晶体和微调电容的一端，是单片机内部振荡电路反相放大器的输出端，其振荡频率为晶体固有频率。若需采用外部时钟电路时，该引脚输入外部时钟脉冲。

XTAL1 (19 脚)：接外部晶体和微调电容的另一端，是单片机内部振荡电路反相放大器的输入端。在采用外部时钟时，该引脚必须接地。

3. 控制信号引脚

RST (9 脚)：RST 是复位信号输入端，高电平有效。当 RST 引脚保持两个机器周期（24 个时钟振荡周期）的高电平时，就可以完成复位操作。RST 引脚的第二功能是备用电源的输入端，当主电源发生故障，降低到规定的低电平时，+5V 电源自动接入 RST 端，为系统提供备用电源，保证复位后能继续正常运行。

ALE (30 脚)：地址锁存允许信号端。当系统正常工作后，ALE 引脚不断输出脉冲信号，CPU 访问片外存储器时，ALE 输出信号做为锁存低 8 位地址的控制信号。ALE 端负载驱动能力为 8 个 LS 型 TTL 负载。

此引脚的第二个功能 PROG 在对片内带有 4KB EPROM 的 8751 写入编程（固化程序）时，作为编程脉冲输入端。

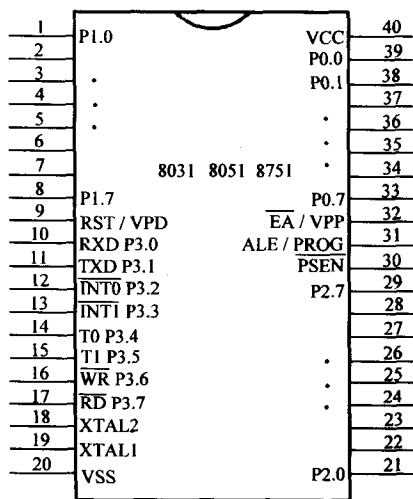


图 2-2 MCS-51 单片机的引脚

PSEN (29 脚): 程序存储允许输出信号端。在访问片外程序存储器时, 此引脚定时输出脉冲作为片外程序存储器的选通信号。PSEN 端同样可驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。

EA (31 脚): 外部程序存储器地址选通信号端。

当 EA 引脚接高电平时, CPU 访问片内程序存储器, 当 PC (程序计数器) 值超过 0FFFH (4KB) 时, 将自动转去访问片外程序存储器。

当 EA 引脚接低电平时, CPU 访问外部程序存储器。对于无片内程序存储器的 8031 等, 需外扩 EPROM。

4. 输入/输出端口

P0 端口 (P0.0~P0.7, 39~32 脚): P0 端口是一个漏极开路的 8 位 I/O 端口, 作为漏极开路的输出端口, 每位可以驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。当 P0 端口作为输入口使用时, 应先向 P0 端口锁存器 (地址 80H) 写入 “1”, 此时 P0 端口的全部引脚浮空。在 CPU 访问片外存储器时, P0 端口是分时提供低 8 位地址和 8 位数据的复用总线。P0 端口的逻辑电路如图 2-3 所示。

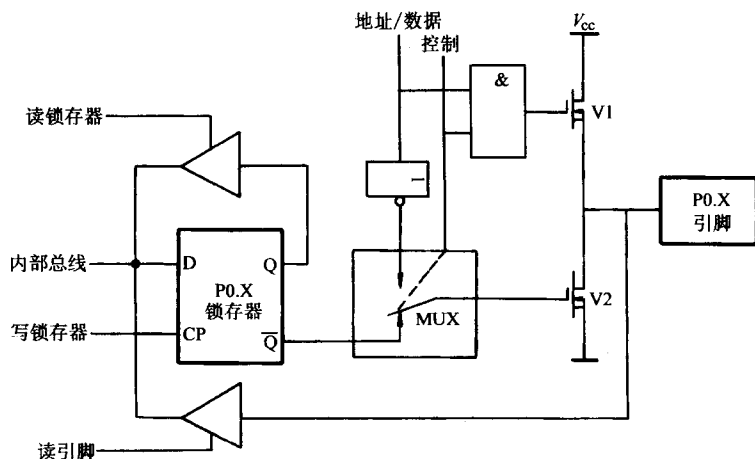


图 2-3 P0 端口某位结构

P1 端口 (P1.0~P1.7, 1~8 脚): P1 端口是一个带内部上拉电阻的 8 位 I/O 端口, P1 端口的每一位可以驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。在 P1 端口作为输入口使用时, 应先向 P1 端口锁存器 (地址 90H) 写入 “1”, 此时 P1 端口引脚由内部上拉电阻拉成高电平。P1 端口的逻辑电路如图 2-4 所示。

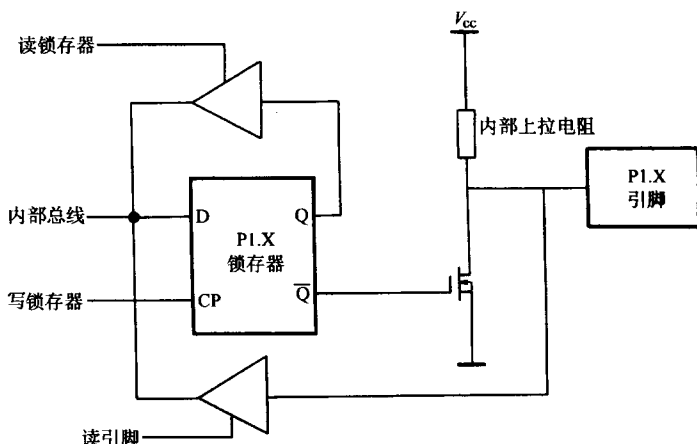


图 2-4 P1 端口某位结构

P2 端口 (P2.0~P2.7, 21~28 脚): P2 端口是一个带内部上拉电阻的 8 位 I/O 端口, P2

端口的每一位可以驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。在访问片外存储器时, P2 端口输出高 8 位地址。P2 端口的逻辑电路如图 2-5 所示。

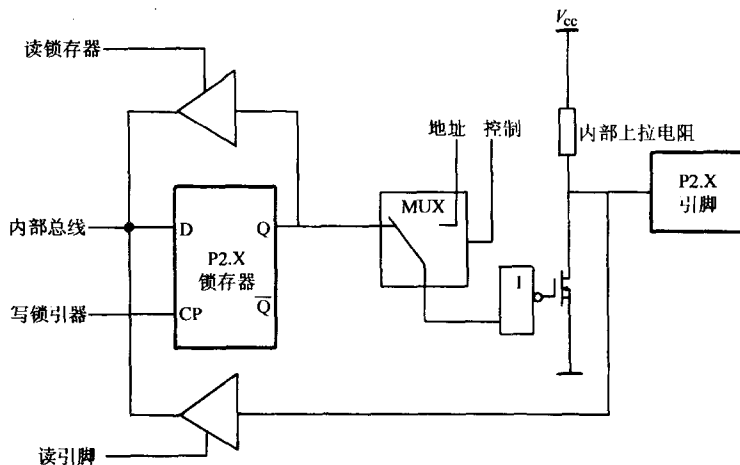


图 2-5 P2 端口某位结构

P3 端口 (P3.0~P3.7, 10~17 脚): P3 端口是一个带内部上拉电阻的 8 位 I/O 端口, P3 端口的每一位可以驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。P3 端口除了作为一般 I/O 端口外, 每个引脚还具有第二功能。P3 端口的逻辑电路如图 2-6 所示。

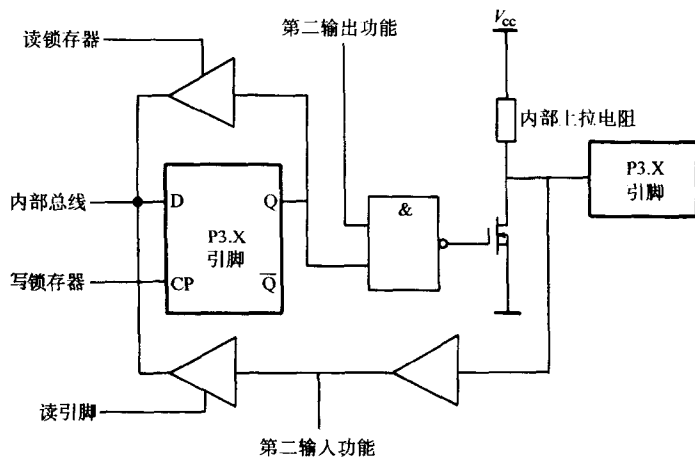


图 2-6 P3 端口某位结构

2.2 MCS-51 单片机存储结构

MCS-51 单片机片内集成有程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM, 在使用过程中用户还可以根据需要对存储器进行外部扩展。

从物理上分, MCS-51 单片机存储器有片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器 and 片外数据存储器 4 个存储空间。

从逻辑上分, MCS-51 单片机有片内外统一的程序存储器地址空间、内部数据存储器