



高等学校“十二五”重点规划教材
信息与自动化系列

单片机原理与应用技术

主 编 陈洪财

 哈尔滨工程大学出版社

014032009

TP368.1
825

单片机原理与应用技术

主 编 陈洪财
副主编 董晓庆 谢森林



出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社址 哈尔滨市南岗区复华大街134号
邮编 150001
发行部电话 0451-85219528
电 话 0451-85219899
经 销 谢森林
印 刷 哈尔滨一六八印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 18
字 数 374千字
版 次 2014年3月第1版
印 次 2014年3月第1次印刷

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

TP368.1



北航 C1720023

825

00030010

内容简介

本书以 AT89S52 芯片为主全面地介绍了 MCS-51 系列单片机的基本原理和应用开发技术。本书根据作者多年的教学经验和单片机学习的特点,采用循序渐进、由浅入深的方法,介绍了 MCS-51 系列单片机的结构特点及其功能开发方法。

本书实例新颖,程序完整,内容翔实,语言通俗易懂,实例实用性和针对性强,既适合作为高等院校通信、控制、电工电子等非计算机专业的教材,也可供有关技术培训及工程技术人员自学参考。

本书中涉及的程序代码文档,请到哈尔滨工程大学出版社网站 <http://www.hrbeupress.com> 下载使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用技术/陈洪财主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2014. 2
ISBN 978-7-5661-0765-7

I. ①单… II. ①陈… III. ①单片微型计算机 IV.
①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 023722 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东市一兴印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 16
印 数 374 千字
版 次 2014 年 2 月第 1 版
印 次 2014 年 2 月第 1 次印刷
定 价 33.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

单片微型计算机作为计算机技术的一个重要分支,越来越受到工程技术人员的重视。单片机具有体积小、功能多、价格低廉、使用方便、系统设计灵活等优点,其应用日趋广泛和重要,这就推动了单片机技术的迅速发展,并使其功能不断完善,应用日趋成熟。目前单片机广泛应用于工业控制、尖端武器、电子仪器、家用电器等各个领域。国内中高等学校电子技术、电力技术、自动控制、信息工程、计算机硬件等专业均开设了单片机课程。

单片机课程具有实践性强、难教难练的特点,这给初学者带来极大的困难,同时单片机的开发需要硬件基础,且软件繁多,一般需要汇编语言和 C 语言综合应用,这又给教师教学带来很大的困难。编者认为,单片机的教授与学习应有不同于一般课程的特点,本书就是在编者多年的教学基础上编写而成的。本书的内容以单片机的功能开发和应用为主线,以需要掌握和使用单片机技术的中高等学校有关专业学生、工程技术人员作为主要的服务对象,从实用角度出发,力争用通俗易懂的语言,由浅入深,系统、详细地介绍增强型 MCS-51 系列单片机的硬件结构、指令系统、程序设计方法、接口技术等方面的基本知识,然后结合典型应用实例介绍单片机应用系统的开发过程、手段和设备。本书中的程序都是完整的,不同的功能开发是基于相同的硬件电路,逐步由简单功能到复杂功能开发,一步步将程序分阶段编写和扩展,成为实用的强大功能。初学者可以根据书中的例子,对程序的编写和功能开发有一个完整的印象,通过阅读相关实例逐步体会到程序设计方法和技巧,硬件组成及连接、系统调试方法。同时本书尽量采用模块化的编程思想,使程序具有可移植性,注重典型性和代表性,以期达到举一反三的效果,内容编排上力求兼顾基础性、实用性和先进性。

在本书的编写过程中,编者参照了国家教育部制定的对高等学校本科非计算机专业“微机原理及应用”课程教学的基本要求,同时参考了大量单片机方面的专业书籍和教材,着重从非计算机专业的特点,系统而详细地介绍增强型 MCS-51 系列单片机的中断系统、串行扩展技术及常用外围芯片的应用,定时器/计数器、串行通信、A/D 和 D/A 转换接口、显示器、键盘接口,以及单片机系统开发应用,并通过习题巩固每章节的知识。在编排顺序上,本书与多数单片机教材的不同之处在于,介绍指令系统之后,安排了汇编语言实用程序设计,这

对指令系统的学习和单片机的理解起到的作用。出于对单片机实际开发的需要,本书安排了C语言的学习和应用,并通过实例讲解了C语言和汇编语言的混合编程。为了便于初学者理解和掌握,本书在内容安排上力求深入浅出,循序渐进,从基础理论到实践应用充分考虑所使用事例的典型性和实用性。本书主要具备以下特点:

(1)以汇编语言为基础,学习单片机的基础内容,强调C语言及C语言与汇编语言混合编程的实用性、重要性;

(2)针对目前国内流行的单片机机型,着眼于应用,力求在较短的时间内使学生掌握单片机的应用技术;

(3)基于单一的电路板编写程序,力求程序具有独立性、完整性,程序编写和功能开发由浅入深、由简到繁;

(4)程序具有模块化、可移植性的特点,有大量可借助的基本内容。

本书第1,2,3章由陈洪财编写,第4,5章由董晓庆编写,第6,7章由谢森林编写,第8,9章由傅胤荣编写,第10章由洪英汉编写,第11章由林浩岳编写。全书由陈洪财负责统稿。

在本书编写过程中得到许多人的支持和帮助,其中陈泽波、陈焕勋、郭创建、陈许飞、陈俊名、黄旭耀为本书的编写提供了素材和部分源程序。在此,向以上提到的各位以及其他为本书提供帮助的人们一并表示感谢!

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中的错误与不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2013年12月

目 录

第 1 章 AT89S52 单片机硬件结构和原理	1
1.1 AT89S52 单片机的内部结构及特点	1
1.2 AT89S52 单片机引脚及其功能	3
1.3 AT89S52 单片机存储器配置	5
1.4 定时器	8
1.5 复位及复位电路	10
1.6 时钟电路及操作时序	11
1.7 输入/输出接口	13
思考题及习题	16
第 2 章 指令系统	18
2.1 汇编语言	18
2.2 寻址方式	19
2.3 AT89S52 单片机的指令系统	21
2.4 程序设计语言及编程思路	38
思考题及习题	42
第 3 章 C 语言程序设计知识	45
3.1 C51 语言基础	45
3.2 C 语言程序的基本结构	50
3.3 KeilC 的实际应用	59
3.4 数码管 C 编程实例	63
3.5 一位数码管显示(静态显示)	65
3.6 多位数码管动态扫描显示	67
3.7 按键(包括矩阵键盘)	69
3.8 电子钟编程(包括数码管选择与显示数据修改)	74
3.9 单片机 C 语言编程技巧与规范	76
3.10 用 C 语言和汇编语言编写的基本程序模块对比	79
3.11 C 语言和汇编语言混合编程	83
思考题与习题	91
第 4 章 中断控制、定时/计数器与串行口	92
4.1 I/O 口的控制方式	92
4.2 中断控制	94
4.3 定时/计数器	107
4.4 串行通信系统	141
思考题及习题	167
第 5 章 液晶屏显示	171

5.1	1602 液晶屏	171
5.2	1602 的使用	173
5.3	常用的程序段和初始化	176
5.4	1602 字符型 LCD 显示演示程序	178
5.5	12864 液晶	178
5.6	12864 液晶屏显示演示	185
	思考题及习题	185
第 6 章	EEPROM	186
6.1	EEPROM 和虚拟 IIC 总线扩展 I/O 口	186
6.2	IIC 总线 EEPROM 芯片 AT24C02	186
6.3	AT24C02 的使用	187
6.4	常用程序段	191
6.5	AT24C02 的具体使用办法	193
6.6	将数据写入 24C02	193
6.7	将数据从 24C02 中读出	193
6.8	AT24C02 断电保护功能编程示范(C 语言版)	193
6.9	串行扩展 AT93C46 特点、引脚功能和指令系统	193
6.10	AT93C46 读写应用	195
第 7 章	模数、数模转换器	197
7.1	AD0804 介绍	198
7.2	AD0804 接口设计	199
7.3	由 AT89S52 读取 ADC 转换值	201
7.4	并行 A/D 转换器 ADC0809 及其接口电路	202
7.5	串行 A/D ADC0832 及其接口电路	205
7.6	数模转换器	207
7.7	测量 DAC 输出电压值	209
7.8	DAC0832 及其接口电路	210
7.9	DAC0832 应用	213
7.10	DA/AD 转换 PCF8591	215
	思考题及习题	216
第 8 章	直流电机与步进电机	217
8.1	直流电机介绍	217
8.2	直流电机的驱动及控制	218
8.3	认识步进电机	219
	思考题及习题	223
第 9 章	实时时钟	224
9.1	认识时钟芯片	224
9.2	DS1302 的原理与控制	224
9.3	实用时钟	229
	思考题及习题	229

第 10 章 温度传感器	230
10.1 温度传感器 DS18B20	230
10.2 DS18B20 工作过程	233
10.3 工作时序	235
10.4 实例程序	236
10.5 热电阻	237
第 11 章 红外遥控	239
11.1 红外遥控基本原理	239
11.2 红外遥控器及其编码	240
11.3 红外遥控的接收及其解码	241
11.4 实例程序	242
附录 1 8051 指令表	243
附录 2 CGRAM 中文字符与字符字模关系对照表	246
参考文献	247

第 1 章 AT89S52 单片机硬件结构和原理

单片微型计算机简称单片机,它是在一块芯片上集成了 CPU、RAM、ROM、定时/计数器和各种 I/O 接口的器件。就其组成而言,单片机就是一个微型计算机。它具有许多运用于控制的指令和硬件支持,广泛应用于工业控制,外设控制及顺序控制中,所以又称微控制器。

单片机自问世以来,应用日趋广泛,性能不断提高和改善,尤其在工业控制、仪器仪表与家用电器等方面具有更特殊的作用,其性能价格比优越、体积小、质量轻、可靠性和抗干扰性高,是智能仪表和控制器的理想控制部件。

单片机的发展已经历了四代:

第一代 1971 年至 1974 年,四位单片机。

第二代 1974 年至 1978 年,低档八位单片机。

第三代 1978 年至 1983 年,高性能的八位单片机。

第四代 1983 年至今,32 位单片机。

ATMEL 公司是美国 20 世纪 80 年代中期成立并发展起来的半导体公司。该公司的技术优势在于推出 Flash 内存技术和高质量、高可靠性的生产技术,它率先将独特的 Flash 存储技术注入单片机产品中。其推出的 AT89 系列单片机,在世界电子技术行业中引起了极大的反响,在国内也受到广大用户的欢迎,软、硬件设计资料丰富齐全。

AT89 系列单片机是与 MCS-51 系列单片机兼容的低功耗高性能 8 位 Flash 单片机。它是在 MCS-51 的技术内核的基础上倾注了 ATMEL 公司优良技术进行新的设计和开发,使之功能更强、更具特色,尤其是 AT89S 系列单片机具有系统可程序设计功能,使生产维护更加方便灵活。

1.1 AT89S52 单片机的内部结构及特点

8051(8052 如 AT89S52)的基本特性如下:

- 8 位 CPU
- 片内振荡器
- 4 K 字节(8 K 字节)ROM
- 128 字节(256 字节)RAM
- 21 个(26 个)特殊功能寄存器
- 32 根 I/O 线
- 可寻址 64 K 字节外部数据存储器空间
- 可寻址 64 K 字节外部程序存储器
- 2 个(3 个(如 AT89S52))16 位定时器/计数器
- 5 个(6 个)中断源,有 4 个优先级
- 一个全双工串行口
- 有位寻址功能,适于布尔处理

(以上的概念,您可能还不了解,不过没关系,当我们用到时还会详细地讲解。)

对于 AT89S52 还具有以下功能特性:

- 兼容 MCS-51 指令系统
- 3 个 16 位可编程定时/计数器
- 全双工 UART 串行中断口线
- 8 K 可反复擦写(>1000 次)ISP Flash ROM
- 时钟频率 0~33 MHz
- 低功耗空闲和省电模式

- 中断唤醒省电模式
 - 3 级加密位
 - 看门狗定时器(Watching Timer, WDT)
 - 软件设置空闲和省电功能
 - 灵活的 ISP 字节和分页编程
 - 双数据寄存器指针
- 8051 的内部结构图如图 1-1 所示。

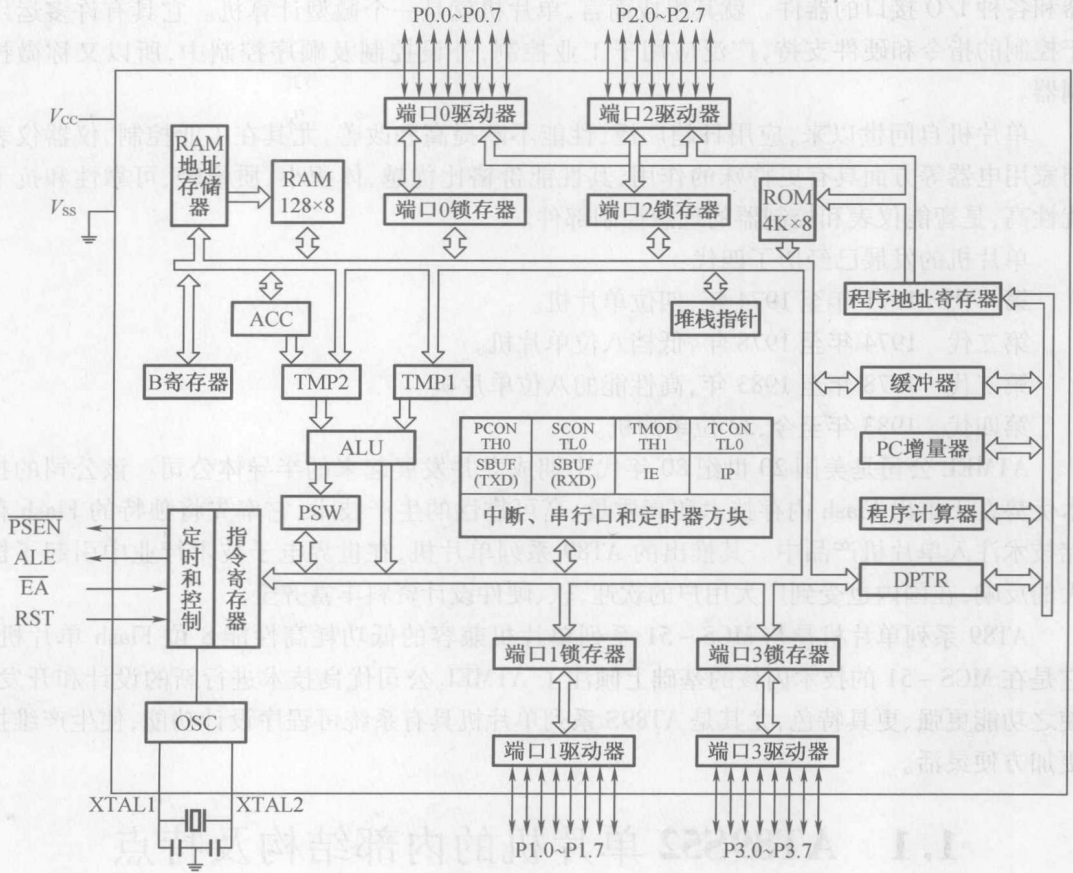


图 1-1 8051 内部结构图

AT89 系列单片机的内部结构和 80C51 相近,主要含有如下一些部件:

- | | |
|------------------|----------------|
| (1) 8031 CPU | (6) 片内 RAM |
| (2) 振荡电路 | (7) 并行 I/O 接口 |
| (3) 总线控制部件 | (8) 定时器 |
| (4) 中断控制部件 | (9) 串行 I/O 接口 |
| (5) 片内 Flash 存储器 | (10) 片内 EEPROM |

在 89 系列单片机中,AT89C1051 的 Flash 存储器容量最小,只有 1 K,而 AT89S55 的 Flash 存储器容量最大,有 20 K。在这个系列中,结构最简单的是 AT89C1051,它内部不含串行接口,最复杂的是 AT89S8252,它内部不但含标准的串行接口,还含有一个串行外围接口 SPI、Watchdog 定时器、双数据指针、EEPROM、电源下降的中断恢复等功能和部件。

89 系列单片机目前有多种型号,分别为 AT89C1051, AT89C2051, AT89C4051,

AT89C51, AT89LV51, AT89C52, AT89S52, AT89LV52, AT89S8252, AT89LS8252, AT89C55, AT89LV55, AT89S53, AT89LS53, AT89S4D12 等。其中, AT89LV51, AT89LV52 和 AT89LV55 分别是 AT89C51, AT89C52 和 AT89C55 的低电压产品, 最低电压可以低至 2.7 V; 而 AT89C1051 和 AT89C2051 则是低档型低电压产品, 它们仅有 20 个引脚, 最低电压仅为 2.7 V。

89 系列单片机的优点具体如下:

(1) 内部含 Flash 存储器。在系统的开发过程中可以很容易地进行程序的修改, 这就大大缩短了系统的开发周期。同时, 在系统工作过程中能有效地保存一些数据信息, 即使外界电源损坏也不会影响到信息的保存。

(2) 和 80C51 插座兼容。89 系列单片机的引脚和 80C51 的引脚一样, 当用 89 系列单片机取代 80C51 时, 可以直接进行代换。这时, 不管采用 40 引脚或是 44 引脚的产品, 只要用相同引脚的 89 系列单片机取代 80C51 的单片机即可。

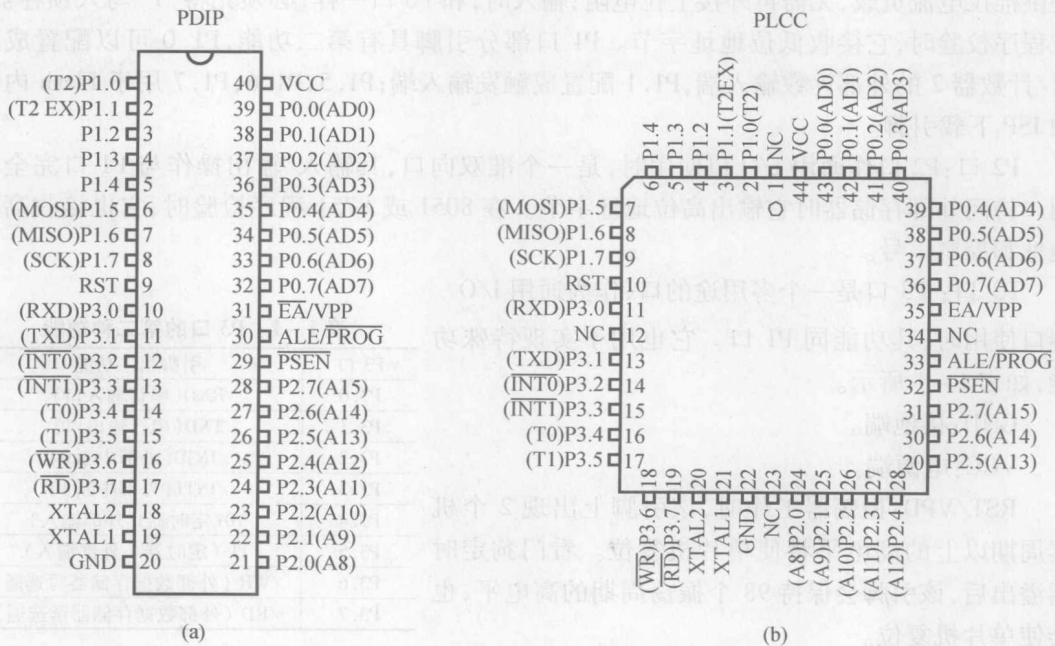
(3) 静态时钟方式。89 系列单片机采用静态时钟方式, 可以节省电能, 这对于降低便携式产品的功耗十分有用。

(4) 错误编程亦无废品产生。一般的 OTP 产品, 一旦编程错误就成了废品, 而 89 系列单片机内部采用了 Flash 存储器, 所以错误编程之后仍可以重新编程, 直到正确为止, 故不存在废品。

(5) 可进行反复系统试验。用 89 系列单片机设计的系统, 可以反复进行系统试验; 每次试验可以编入不同的程序, 这样可以保证用户的系统设计达到最优, 而且随用户的需要和发展还可以进行修改, 使系统不断能追随用户的最新要求。

1.2 AT89S52 单片机引脚及其功能

AT89S52 单片机有双列直插式的 PDIP 封装、方形的 PLCC 封装和 PQFP/TQFP 封装, 引脚结构图如图 1-2 所示。



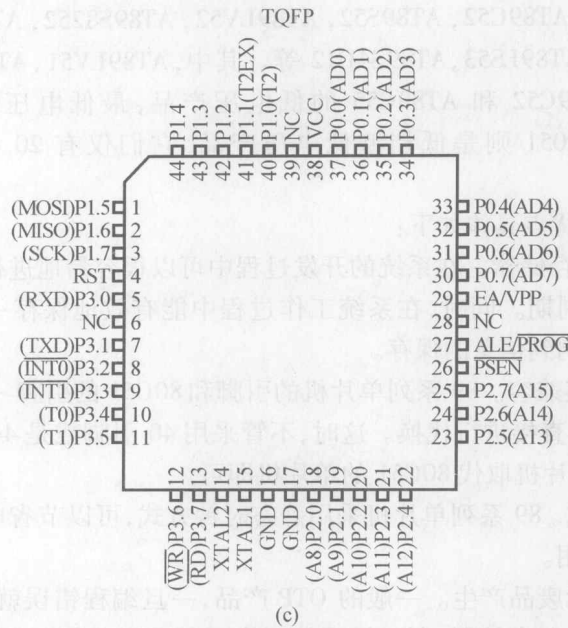


图 1-2 AT89S52 单片机的引脚结构图

P0 口: P0 口是一个 8 位开漏双向 I/O 口。作输出口使用时, P0 口应外接上拉电阻 (10 kΩ 左右), 否则 P0 口无法输出高电平; 作输入口使用时, 在输入操作前应先向端口写“1”。它也是访问外部存储器的多路低位地址和数据总线(这时它有内部上拉电阻)。在对 Flash 内存进行编程下载时, P0 用于接收程序代码字节, 在校验时, 则输出程序代码字节, 此时需要外加上拉电阻。

P1 口: P1 口是一具有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。作为输出口使用时, 已能向外提供推拉电流负载, 无需再外接上拉电阻; 输入时, 和 P0 口一样, 必须先将“1”写入锁存器。在程序校验时, 它接收低位地址字节。P1 口部分引脚具有第二功能, P1.0 可以配置成定时/计数器 2 的外部计数输入端, P1.1 配置成触发输入端; P1.5, P1.6, P1.7 用于 Flash 内存的 ISP 下载引脚。

P2 口: P2 口作通用 I/O 口使用时, 是一个准双向口, 其输入/输出操作与 P1 口完全相同。访问外部存储器时它输出高位地址字节。在 8051 或 8751 程序检验时, 它也接收高位地址和控制信号。

P3 口: P3 口是一个多用途的口, 作为通用 I/O 端口使用时, 其功能同 P1 口。它也用于实现特殊功能, 如表 1-1 所示。

GND: 接地端。

VCC: 电源端。

RST/VPD: 振荡器工作时, 该引脚上出现 2 个机器周期以上的高电平将使单片机复位。看门狗定时器溢出后, 该引脚会保持 98 个振荡周期的高电平, 也会使单片机复位。

表 1-1 P3 口的第二种功能

P3 口	引脚第二功能
P3.0	RXD (串行输入口)
P3.1	TXD (串行输出口)
P3.2	/INT0 (外部中断 0)
P3.3	/INT1 (外部中断 1)
P3.4	T0 (定时器 0 外部输入)
P3.5	T1 (定时器 1 外部输入)
P3.6	/WR (外部数据存储器写选通)
P3.7	/RD (外部数据存储器读选通)

$\overline{\text{ALE}}/\text{PROG}$:访问外部存储器时用于锁存地址低位字节的地址锁存允许输出。为了这个目的,即使不访问外部存储器时, $\overline{\text{ALE}}$ 也以振荡频率的1/6的固定速率输出,因而它能用作外部时钟或作定时用(每次访问外部数据存储器时少输出一个 $\overline{\text{ALE}}$ 脉冲)。这个引脚也是 EPROM 编程时的编程脉冲输入(PROG)。

$\overline{\text{PSEN}}$:程序存储允许输出是外部程序存储器的读选通信号。在从外部程序存储器取指时, $\overline{\text{PSEN}}$ 每个机器周期产生三次(然而,执行外部程序存储器程序时,每次访问外部数据存储器期间将少输出2个 $\overline{\text{PSEN}}$ 脉冲)。在从外部程序存储器取指时,无 $\overline{\text{PSEN}}$ 脉冲。

$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$:外部程序存储器访问允许端/编程电源输入端。 $\overline{\text{EA}}$ 接地,单片机从地址为0000H~FFFFH的外部程序内存中读取代码。 $\overline{\text{EA}}$ 接到VCC,单片机先从内部程序内存中读取代码,然后自动转向外部。在对Flash内存编程时,这条引脚接收12V编程电压VPP。

XTAL1 :振荡器的反相放大器的输入,使用外部振荡器时必须接地。

XTAL2 :振荡器的反相放大器的输出和内部时钟发生器的输入,使用外部振荡器时用于输入外部振荡信号。

1.3 AT89S52 单片机存储器配置

1.3.1 程序存储器地址空间

程序存储器的结构如图1-3所示,程序是控制计算机动作的一系列命令,单片机只认识由“0”和“1”代码构成的机器指令。在单片机处理问题之前必须事先将编好的程序、表格、常数汇编成机器代码后存入单片机的存储器中,该存储器称为程序存储器。程序存储器可以放在片内或片外,亦可片内片外同时设置。

由于PC程序计数器为16位,程序存储器可用16位二进制地址,因此内外存储器的地址最大可从0000H到FFFFH。8051内部有4K字节的ROM,就占用了由0000H~0FFFH的最低4K个字节,这时片外扩充的程序存储器地址编号应由1000H开始,如果不想利用片内4KROM,全用片外存储器,则地址编号仍可由0000H开始。不过,这时应使8051的第31脚(即 $\overline{\text{EA}}$ 脚)保持低电平($\overline{\text{EA}}=0$)。当 $\overline{\text{EA}}$ 为高电平时($\overline{\text{EA}}=1$),用户在0000H至0FFFH范围内使用内部ROM,大于0FFFH后,单片机CPU自动访问外部程序存储器。无论是片内还是片外存储器,地址空间都是统一的,并不重叠。对于一般用户而言,片内存储器的4K空间还是能够满足的,如果需要扩展就要占用一定数量的宝贵的I/O口及其他引脚。对于片外的ROM扩展,我们将以实例讲解。

1.3.2 数据存储器地址空间

单片机的数据存储器由读写存储器RAM组成。其最大容量可扩展到64K,用于存储实时输入的数据,结构如图1-4所示。8051内部有256个单元的内部数据存储器,其中00H~7FH(128个单元)为内部随机存储器RAM,80H~FFH为专用寄存器区。实际使用时应首先充分利用内部存储器,从使用角度讲,搞清内部数据存储器的结构和地址分配是十分重要的,因为将来在学习指令系统和程序设计时会经常用到它们。8051内部数据存储器

地址由 00H ~ FFH 共 256 个字节的地址空间组成,该空间被分为两部分:第一部分为内部数据 RAM,地址为 00H ~ 7FH(即 0 ~ 127H),由用户随时使用,第二部分用作特殊功能寄存器,地址为 80H ~ FFH(128 ~ 255),用户要引起特别的注意,在理解的基础上进行修改,否则会出现一些莫名其妙的错误。

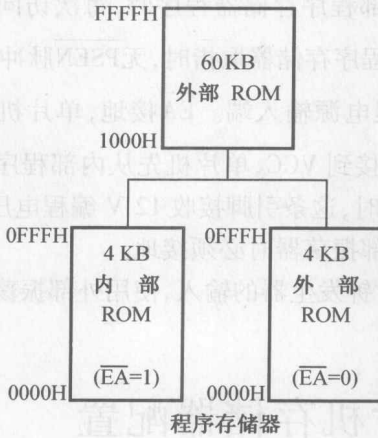


图 1-3 AT89 系列单片机程序存储器的结构



图 1-4 存储器 RAM 的结构

在实际的应用中,经常用到如 8XC52/54/58 等芯片,这些芯片在数据存储器方面有所区别,如图1-5所示,即 8XC52/54/58 芯片内部用户 RAM 的容量多了 128 字节。但由于高 128 字节 RAM 的地址编码与特殊功能寄存器重叠,因此,只能通过寄存器间接寻址方式读写,对于 8XC52/54/58 的用户,要使用高 128 字节 RAM 时,切记用间接寻址方式读写。

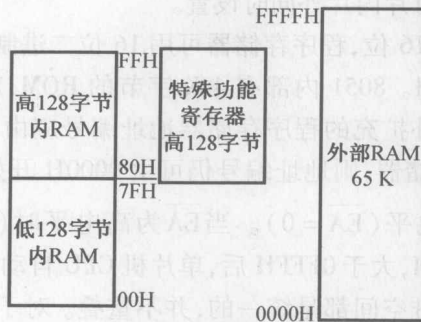


图 1-5 8XC52 存储器 RAM

1. “位地址”区

在此 256 个字节中,还开辟一个所谓的“位地址”区,位寻址区由 16 个单元组成,共 128 个位,地址为 20H ~ 2FH,每个位具有位地址。该区域内不但可按字节寻址,还可按“位 (bit)”寻址。对于那些需要进行位操作的数据,可以存放到这个区域,用户一般应用地址为 20H ~ 2FH 的单元设置标志位等,每个位的位地址见表 1-2。

表 1-2 片内 RAM 的位寻址

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

每个单元也可作一般的数据缓冲单元使用。

2. 工作寄存器区

从 00H 到 1FH 安排了四组工作寄存器,每组占用 8 个 RAM 字节,记为 R0 ~ R7。究竟选用哪一组寄存器,由标志寄存器 PSW 中的 RS1 和 RS0 来选择。在这两位上放入不同的二进制数,即可选用不同的寄存器组,如表 1-3 所示。提醒大家注意的是单片机复位时,当前工作寄存器区是 0 区。

表 1-3 当前工作寄存器区的选择

RS1	RS0	当前工作寄存器区
0	0	0 区
0	1	1 区
1	0	2 区
1	1	3 区

3. 用户区 (30H ~ 7FH)

为一般数据缓冲区,堆栈区通常也设置在这个区域内。

4. 高 128 字节(特殊功能寄存器区)

8051(8052 等)内部有 21 个特殊功能寄存器(简称 SFR),它们均为 8 位的寄存器,离散分布在 80H ~ FFH 区域,剩下 107 个单元是没有定义的,用户不能使用,见表 1-4。有 11 个 SFR 的字节地址可被 8 整除(地址以 0 和 8 结尾),可以位寻址(表中已给出它们的位地址)。对特殊功能寄存器的操作,大家可以用它的符号来代替。

表 1-4 特殊功能寄存器地址对照表

SPR 名称	符号	D7 位地址/位定义 D0								字节地址
B 寄存器	B	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	(F0H)
累加器 A	ACC	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	(E0H)
程序状态字	PSW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	(D0)
		CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P	
中断优先级控制	IP	BF	BE	BD	BC	BB	BA	B9	B8	(B8H)
		—	—	—	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	
I/O 端口 3	P3	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	(B0H)
		P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0	
中断允许控制	IE	AF	AE	AD	AC	AB	AA	A9	A8	(A8H)
		EA	—	—	EA	ET1	EX0	ET0	EX0	
I/O 端口 2	P2	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	(A0H)
		P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0	
串行数据缓冲	SBUF									(99H)
串行控制	SCON	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	(98H)
		SW0	SW1	SW2	REN	TB8	RB8	TI	RI	
I/O 端口 1	P1	97	96	95	94	93	92	91	90	(90H)
		P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
定时/计数器 1(高字节)	TH1									(8DH)
定时/计数器 0(高字节)	TH0									(8CH)
定时/计数器 1(低字节)	TL1									(8BH)
定时/计数器 0(低字节)	TLO									(8A)
定时/计数器方式选择	TMOD	GATE	C/T	W1	W0	GATE	C/T	W1	W0	(89H)
定时/计数器控制	TCON	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	(88H)
		TF1	TR1	TF0	TRO	IE1	IT1	IE0	IT0	
电源控制与波特率选择	PCON									(87H)
数据指针高字节	DPH									(83H)
数据指针低字节	DPL									(82H)
堆栈指针	SP									(81H)
I/O 端口 0	P0	87	86	85	84	83	82	81	80	(80H)
		P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0	

1.4 定 时 器

AT89S52 提供 3 个 16 位定时/计数器:定时器 0、定时器 1 和定时器 2,它们能用作定时器或事件计数器(可通过配置特殊功能寄存器 TMOD 进行选择)。

定时/计数器的实质是加 1 计数器,加 1 计数器输入的计数脉冲有两个来源,一个是由系统的时钟振荡器输出脉冲经 12 分频后送来;一个是 T0 或 T1 引脚输入的外部脉冲源。每来一个脉冲计数器加 1,当加到计数器为全 1 时,再输入一个脉冲就使计数器回零,且计数器的溢出使 TCON 中 TF0 或 TF1 置 1,向 CPU 发出中断请求(定时/计数器中断允许时)。如果定时/计数器工作于定时模式,则表示定时时间已到;如果工作于计数模式,则表示计数值已满。

设置为定时器模式时,加 1 计数器是对内部机器周期计数(1 个机器周期等于 12 个振荡周期,即计数频率为晶振频率的 1/12)。计数值 N 乘以机器周期 T_{cy} 就是定时时间 t 。

设置为计数器模式时,外部事件计数脉冲由 T0 或 T1 引脚输入到计数器。在每个机器

周期的 S5P2 期间采样 T0、T1 引脚电平。当某周期采样到一高电平输入,而下一周期又采样到一低电平时,则计数器加 1,更新的计数值在下一个机器周期的 S3P1 期间装入计数器。由于检测一个从 1 到 0 的下降沿需要 2 个机器周期,因此要求被采样的电平至少要维持一个机器周期。当晶振频率为 12 MHz 时,最高计数频率不超过 1/2 MHz,即计数脉冲的周期要大于 2 μ s。

除了可选择定时器或计数器,每一个定时器/计数器有 4 种工作方式可供选择。方式 0、1 和 2 这三个定时器/计数器均相同,而方式 3 则不同。

1.4.1 定时器 0、1 的控制和状态寄存器

TMOD 是定时/计数器的工作方式寄存器,确定工作方式和功能;TCON 是控制寄存器,控制 T0、T1 的启动、停止,以及设置溢出标志。

1. 工作方式寄存器 TMOD

TMOD 寄存器中低 4 位对应 T0,高 4 位对应 T1,见表 1-5。

表 1-5 工作方式寄存器 TMOD

位	7	6	5	4	3	2	1	0	
字节地址:89H	GATE	G/ \bar{T}	M1	M0	GATE	G/ \bar{T}	M1	M0	TMOD

GATE:门控位。GATE = 0 时,只要用软件使 TCON 中的 TR0 或 TR1 为 1,就可以启动定时/计数器工作;GATE = 1 时,要用软件使 TR0 或 TR1 为 1,同时外部中断引脚也为高电平时,才能启动定时/计数器工作,即此时定时器的启动多了一个条件。

G/ \bar{T} :定时/计数模式选择位。G/ \bar{T} = 0 为定时模式;G/ \bar{T} = 1 为计数模式。

M1, M0:工作方式设置位。定时/计数器有四种工作方式,由 M1、M0 进行设置。

这里 M1、M0 定义方式,如表 1-6 所示。

表 1-6 M1, M0 定义方式

M1	M0	方式	描述
0	0	0	13 位计数器
0	1	1	16 位计数器
1	0	2	具有自动重新装入的 8 位计数器
1	1	3	寄存器 0 分为 2 个 8 位计数器或停止定时器 1

2. 控制寄存器 TCON

表 1-7 控制寄存器 TCON

位	7	6	5	4	3	2	1	0
	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

每一位的作用如下:

- TF1 定时器 1 溢出中断请求标志位。当定时器 1 溢出时由硬件置 1。当处理机转