

职业教育课程改革创新规划教材



单片机 技术及应用(C语言版)

周永东 主编
周仕林 尹东燕 副主编



本书配有电子教学
参考资料包

- ★ 以全国职业院校技能大赛指定型号YL-236为实训平台
- ★ 使用应用广泛的C语言编写单片机程序
- ★ 强调理实一体化，融入技能大赛相关知识链接及技能训练



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育课程改革创新规划教材

单片机技术及应用(C语言版)

周永东 主 编

周仕林 尹东燕 副主编

艾芹芹 于 波 王 婷 黄举鹏 参 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是为职业技术学校(院)电子信息技术、电子技术应用、机电等相关专业开设的“单片机技术及应用”课程编写的教材,以亚龙科技集团的产品“YL-236型单片机控制功能实训考核装置”作为实训平台,按照项目式教学法组织教学内容。全书共6个单元,主要介绍了单片机基础知识、单片机系统的显示界面、单片机系统的键盘、单片机系统的模拟量处理、单片机系统的电气控制和综合实训。在编写中,注意理论与实践一体化,强调以学生为主体的技能训练,每单元后都有习题与实训,有利于学生巩固和加深相关技能。

本书提供电子教学资源,有课件、书中项目源代码、课后习题答案以及源代码,可供老师教学、学生学习参考;本书也可供有关工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术及应用: C语言版/王永东主编. —北京:电子工业出版社,2012.2
职业教育课程改革创新规划教材
ISBN 978-7-121-15449-2

I. ①单… II. ①周… III. ①单片微型计算机—C语言—程序设计—中等专业学校—教材
IV. ①TP368.1 ②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第255173号

策划编辑:张帆

责任编辑:白楠

印刷:三河市鑫金马印装有限公司
装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:300.8千字

印次:2012年2月第1次印刷

定 价:22.50元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。



前 言

本书是为职业技术学校（院）编写的一本单片机教材，它的主要理念来自全国职业院校技能大赛“单片机控制装置安装与调试”项目的训练过程：通过项目式教学法，让学生进行大量的工程实践，“做中学、学中做”，积累专业经验，培养独立完成工作任务的能力。学生掌握单片机实用技术后，在社会上会较快找到合适的工作岗位，上岗后能尽快为企业、社会创造财富。

学生的熟练专业技能是在专业实训设备上长期训练的结果。本教材的实训项目中选用亚龙科技集团的产品“YL-236 型单片机控制功能实训考核装置”作为实训平台，它是全国职业院校技能大赛指定型号，已在国内逐渐推广，成为职业学校（院）的主流单片机实训设备，因此在此平台上开展单片机教学，有助于互相交流，提高职业学校（院）单片机课程的整体教学水平。

目前企业已普遍使用 C 语言编写单片机程序，因此本教材不讲授汇编语言。考虑到职业技术学校（院）学生的情况，本教材中尽量使用 C 语言的基本知识，不过多运用较复杂的 C 语言技巧。本教材中提供的 C51 函数均经过调试，可以直接在工程中使用。

本教材第一单元主要介绍 AT89S52 的硬件资源，实际授课时可先做简要介绍，到后面各单元涉及到相关硬件知识时再详细介绍；第二单元的各程序清单后，安排有相关的 C 语言知识链接，老师授课时可以先讲解知识链接，再讲解程序清单。总之，授课次序可以灵活安排。

本书由武汉市仪表电子学校周永东主编，周永东编写了第三单元项目 2、3，第六单元，并负责全书统稿；周仕林编写了第二单元项目 3，第三单元项目 4，第四单元；于波编写了全书的 C 语言知识链接；艾芹芹编写了第二单元项目 1、2，第五单元；王婷编写了第一单元；朝阳工程技术学校尹东燕编写了第三单元项目 1；亚龙科技集团有限公司的黄举鹏编写了第二单元项目 4。

由于编写时间仓促，编者水平有限，本书中难免存在各种差错，敬请读者批评指正！

为了方便教师教学，本书还配有电子教学参考资料包，请有此需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）免费注册后再进行下载，遇到问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系（E-mail:hxedu@phei.com.cn）。

编 者
2011 年 11 月



目 录

第一单元 单片机基础知识	1
1.1 初步了解单片机	2
1.2 AT89S52 单片机的硬件资源	6
习题与实训	18
第二单元 单片机系统的显示界面	19
项目 2.1 流水灯	20
2.1.1 项目描述	20
2.1.2 项目分析	20
2.1.3 任务 2-1-1 点亮一个发光二极管	20
2.1.4 任务 2-1-2 实现二极管闪烁	31
2.1.5 任务 2-1-3 实现流水灯	34
项目 2.2 电子秒表	39
2.2.1 项目描述	39
2.2.2 项目分析	39
2.2.3 任务 2-2-1 用数码管显示数字 0~7	39
2.2.4 任务 2-2-2 实现电子秒表	46
项目 2.3 电子钟	52
2.3.1 项目描述	52
2.3.2 项目分析	52
2.3.3 任务 2-3-1 用字符型液晶显示模块 RTC1602 显示“Welcome!”	52
2.3.4 任务 2-3-2 简易电子钟的实现	64
项目 2.4 两级菜单的显示界面	72
2.4.1 项目描述	72
2.4.2 项目分析	72
2.4.3 任务 2-4-1 用液晶显示器 TG12864 显示数字、英文字符与汉字	73
2.4.4 任务 2-4-2 两级菜单显示界面的实现	88
习题与实训	92
第三单元 单片机系统的键盘	93
项目 3.1 按键计数器	94

3.1.1	项目描述	94
3.1.2	项目分析	94
3.1.3	任务 3-1-1 了解独立式按键的工作原理	94
3.1.4	任务 3-1-2 按键计数器（基于软件延时消抖）的实现	95
项目 3.2	抢答器	99
3.2.1	项目描述	99
3.2.2	项目分析	99
3.2.3	任务 3-2-1 按键状态机的原理	99
3.2.4	任务 3-2-2 抢答器（基于状态机消抖）项目实训	101
项目 3.3	简易计算器	103
3.3.1	项目描述	103
3.3.2	项目分析	104
3.3.3	任务 3-3-1 了解矩阵键盘的工作原理及反转法	104
3.3.4	任务 3-3-2 简易计算器（反转法）的实现	106
项目 3.4	密码锁	114
3.4.1	项目描述	114
3.4.2	项目分析	115
3.4.3	任务 3-4-1 了解逐行扫描法	115
3.4.4	任务 3-4-2 密码锁（逐行扫描法）的实现	117
	习题与实训	120
第四单元	单片机系统的模拟量处理	122
项目 4.1	数字电压表	123
4.1.1	项目描述	123
4.1.2	项目分析	123
4.1.3	任务 4-1-1 用数码管显示 ADC0809 的转换结果	123
4.1.4	任务 4-1-2 用 ADC0809 制作数字电压表	128
项目 4.2	数字电子温度计	131
4.2.1	项目描述	131
4.2.2	项目分析	131
4.2.3	任务 4-2-1 了解温度传感器 LM35 的工作原理	131
4.2.4	任务 4-2-2 数字温度计的实现	132
项目 4.3	模拟调光灯	135
4.3.1	项目描述	135
4.3.2	项目分析	135
4.3.3	任务 4-3-1 通过 DAC0832 产生 2.5V 电压输出	136
4.3.4	任务 4-3-2 模拟调光灯的实现	142

习题与实训	144
第五单元 单片机系统的电气控制	145
项目 直流电机正反转控制	146
1 项目描述	146
2 项目分析	146
3 任务1 了解相关模块电路	146
4 任务2 实现单片机控制直流电机正反转	148
习题与实训	150
第六单元 综合实训	151
项目 智能往返小车	151
1 项目描述	151
2 项目分析	153
3 项目实施	154
习题与实训	171
附录 YL-236 型单片机控制功能实训考核装置的电路原理图	172

第一单元

单片机基础知识

综合教学目标

了解单片机的相关常识，掌握 AT89S52 单片机的构造与原理。

主要内容

计算机的基础知识，单片机的发展历史、类型以及应用，以及 AT89S52 单片机的 CPU、存储器、引脚功能及标识。

岗位技能综合职业素质要求：学会识别 AT89S52 单片机的标识。

随着电子技术的发展，生产生活中的设备、仪器、电器等的智能化水平越来越高，如微电脑洗衣机、智能冰箱、遥控电视、公交车刷卡器、公交车报站器等，这些设备都内嵌了极小型化的计算机——单片机。

单片机是单片微型计算机的简称，它将构成计算机的基本部件集成到一块芯片上，组成一个小巧却完善的计算机系统。因此学习单片机除了要掌握它的硬件电路原理，还要学习计算机程序设计。

本教材讲解的 AT89S52 单片机是美国 ATMEL 公司生产的低功耗、高性能 CMOS 8 位单片机，它采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术生产，兼容标准 8051 指令系统及引脚，其照片如图 1-1 所示。

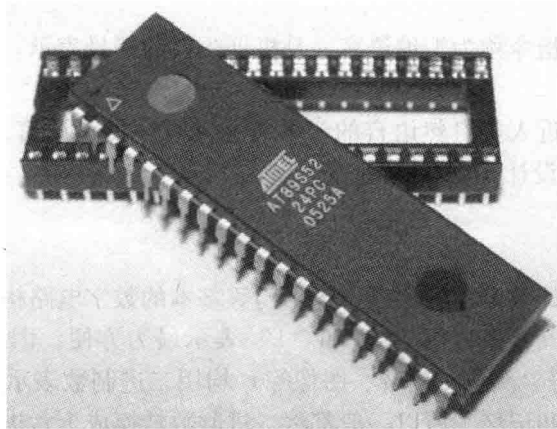


图 1-1 AT89S52 单片机

1.1 初步了解单片机

一、计算机的常用术语

1. 位 (bit)

位是计算机数据存储的最基本、最小的数据单位。计算机采用二进制, 因此位就是 1 个二进制位, 若干二进制位的组合就可以表示各种数据、字符等。

2. 字 (word) 和字长

字是计算机内部进行数据处理的基本单位。通常它与计算机内部寄存器、算术逻辑单元、数据总线的长度一致。一个字所包含的二进制位数称为字长。

3. 字节 (byte)

相邻的 8 位二进制数构成 1 个字节, 可以用字节作为计算机字长的单位。8 位计算机的字长等于 1 个字节, 16 位计算机的字长等于 2 个字节, 32 位计算机的字长等于 4 个字节。习惯上把 1 个字节定为 8 位, 把 1 个字定为 16 位, 把 1 个双字定为 32 位。

字节也是计算机数据存储的单位。 $1\text{KB} = 1024\text{B}$ (B 表示字节 byte), $1\text{MB} = 1024\text{KB}$, $1\text{GB} = 1024\text{MB}$ 。

4. 指令

指令是规定计算机进行某种操作的命令, 由一串二进制数码组成, 是计算机自动控制的依据。

5. 程序

程序是指令的有序组合, 是为实现特定目标或解决特定问题而用计算机语言编写的命令序列。

6. 机器语言

用二进制 (或十六进制) 数表示的指令和数据总和称为机器语言, 是计算机能直接识别和执行的。

7. 汇编语言

用助记符号表达的指令称为汇编语言, 是机器语言的符号表示。

8. 高级语言

高级语言是采用接近人类自然语言的习惯表达的程序设计语言, 例如 BASIC、C 语言。现在一般使用 C51 语言设计 51 单片机程序。

二、计算机的数制

计算机由触发器、计数器、加法器、逻辑门等基本的数字电路构成。数字电路具有两种不同的稳定状态且能相互转换, 用“0”和“1”表示最为方便, 因此计算机处理一切信息 (包括数据、指令、字符、颜色、语音、图像等) 均用二进制数表示。但是二进制数书写起来太长, 且不便于阅读和记忆, 所以一般都把二进制数转换成十六进制数来呈现。另外, 人们最常用的是十进制数, 因此我们将对这三种数制及其之间的转换进行介绍。



1. 数制介绍

(1) 十进制 (Decimal)

数码: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

- ① 十进制有 0~9 十个不同的数码。
- ② 十进制数逢十进一, 即当低位满十则向相邻高位进一。

(2) 二进制 (Binary)

数码: 0, 1

- ① 二进制有 0, 1 两个不同的数码。
- ② 二进制数逢二进一。

(3) 十六进制 (Hexadecimal)

数码: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

- ① 十六进制有 0~F 十六个不同的数码。
- ② 十六进制数逢十六进一。

为方便起见, 现将部分十进制、二进制、十六进制数的对照表列于表 1-1 中。

表 1-1 部分十进制、二进制、十六进制数的对照表

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0000	0	8	1000	8
1	0001	1	9	1001	9
2	0010	2	10	1010	A
3	0011	3	11	1011	B
4	0100	4	12	1100	C
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

2. 数制的书写

为区别不同数制, 要求在书写时要注意规范, 数制书写一般有以下方法。

(1) 可以给数加括号, 并在括号右下角标注数制代号, 例如:

十进制数, $(32)_{10}$, $(1000)_{10}$

二进制数, $(1001)_2$, $(0100)_2$

十六进制数, $(123)_{16}$, $(A1EF)_{16}$

(2) 汇编语言中, 可以在数后面用英文字母标记。

十进制数以字母 D 结尾, 例如: 32D, 1000D。

二进制数以字母 B 结尾, 例如: 1001B, 0100B。

十六进制数以字母 H 结尾, 例如: 123H, A1EFH。

(3) C51 语言中, 可以在数前面标记。

十六进制数以 0x 开头, 例如: 0x64, 0xfffe 等。

3. 不同数制之间的转换

(1) 二进制数与十进制数相互转换

① 二进制数转换成十进制数, 将二进制数按权展开后相加, 例如:

$$11010B = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 26D$$

② 十进制数转换成二进制数，采用“除 2 取余法”。即用 2 连续去除十进制数，直到商为 0 为止，然后把各次余数按最后得到的为最高位、最早得到的为最低位（从下至上），依次排列起来，所得到的数便是所求的二进制数。

例：试求出十进制数 125 的二进制数。

把 125 连续除以 2，直到商为 0，相应竖式如下：

2	125	… 余 1	
	62	… 余 0	
	31	… 余 1	
	15	… 余 1	
	7	… 余 1	
	3	… 余 1	
	1	… 余 1	
	0		

按照逆序将各余数记下，得到转换后的二进制数为：1111101B。

(2) 十六进制数与十进制数相互转换

① 十六进制数转换成十进制数，采用将十六进制数按权展开后相加的方法，例如：

$$64H = 6 \times 16^1 + 4 \times 16^0 = 100D$$

② 十进制数转换成十六进制数，采用“除 16 取余法”，即用 16 连续去除要转换的十进制数，直到商为 0 为止，然后把各次余数按得到顺序的逆序依次排列起来，所得的数便是所求的十六进制数。

(3) 二进制数与十六进制数相互转换

① 二进制数转换成十六进制数，采用“4 位合 1 位”的方法，即从二进制数最低位开始，每 4 位一组，不足 4 位以 0 补足，然后分别把每组用十六进制数表示，并按序相连。

例：把二进制数 1101111100110B 转换成十六进制数，则有

$$\begin{array}{cccc} 0001 & 1011 & 1110 & 0110 \\ 1 & B & E & 6 \end{array}$$

所以，1101111100110B = 1BE6H

② 十六进制数转换成二进制数，采用“1 位分 4 位”的方法，即把十六进制数的每一位分别用 4 位二进制数表示，然后将其按序连成一体。

例：把十六进制数 2AE5H 转换成二进制数，则有

$$\begin{array}{cccc} 2 & A & E & 5 \\ 0010 & 1010 & 1110 & 0101 \end{array}$$

所以，2AE5H = 0010101011100101B

三、单片机的概念

单片机，全称为单片微型计算机，就是在一块芯片上集成了微处理器（CPU）、程序存储器（ROM）、数据存储器（RAM）、定时/计数器以及多种 I/O 接口电路的具有一定规模的微型计算机，因最早被应用在工业控制领域，所以又被称为微控制器。



四、单片机的发展历史

单片机诞生于 20 世纪 70 年代末, 经历了 SCM、MCU、SOC 三大发展阶段。

(1) SCM 即单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 阶段, 主要寻求单片形态嵌入式系统的最佳体系结构。因受集成度和工艺的限制, 常采用双片形式的单片机。例如: 仙童公司的 F8 须外接一块 3851 电路才能构成一个完整的计算机。

(2) MCU 即微控制器 (Micro Controller Unit) 阶段, 主要致力于不断扩展满足嵌入式应用的对象系统要求而采用的各种外围电路与接口电路, 突显其对象的智能化控制能力。它所涉及的领域都与对象系统相关, 因此, 发展 MCU 的重任不可避免地落在电气、电子技术厂家。在发展 MCU 方面, 最著名的当数 Philips 公司。Philips 公司以其在嵌入式应用方面的巨大优势, 将 80C51 从单片微型计算机迅速发展到微控制器。

(3) SOC 即专用化片上系统 (System On Chip) 阶段, 是指将微处理器、模拟 IP 核、数字 IP 核和存储器 (或片外存储控制接口) 集成在单一芯片上, 它通常是客户定制的, 或是面向特定用途的标准产品。单片机是嵌入式系统的独立发展之路, 向 MCU 阶段发展的重要因素, 就是寻求应用系统在芯片上的最大化解决。因此, 标准化专用单片机的发展自然形成了 SOC 化趋势。随着微电子技术、IC 设计、EDA 工具的发展, 基于 SOC 的单片机应用系统设计会有较大的发展。

五、单片机的分类

单片机按用途可分为两类: 专用型单片机和通用型单片机。

专用型单片机用途专一, 内部程序在出厂时已经固化, 不能被再次修改, 例如电子表里的单片机, 其生产成本很低。

通用型单片机的用途广泛, 程序可以不断修改, 用户可以根据需要给此类单片机植入不同的程序, 配合不同接口的输入和输出来完成所需功能。小到家用电器、仪器仪表, 大到机器设备和整套生产线都可用通用型单片机来实现自动化控制。通用型单片机按位数分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机等。

单片机还可按生产厂家分类, 我国目前最常用的单片机有如下几家:

- Intel——MCS51 系列、MCS96 系列;
- Atmel——AT89 系列、MCS51 内核;
- Microchip——PIC 系列;
- Motorola——68HCXX 系列;
- Zilog——Z86 系列;
- Philips——87、80 系列, MCS51 内核;
- Siemens——SAB80 系列, MCS51 内核;
- NEC——78 系列。

六、单片机的应用范围

在信息化高速发展的时代, 单片机以其体积小、功耗低、控制功能强等优势迅速渗透到我们生活的各个领域。单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用

设备的智能化管理及过程控制等领域,大致可分为如下几个范畴。

1. 在智能仪器仪表上的应用

结合不同类型的传感器,单片机可实现诸如电压、湿度、流量、温度、压力等物理量的测量。采用单片机控制使仪器仪表更加数字化、智能化、微型化,且功能更加强大。例如精密的测量设备,功率计、温湿度计、各种分析仪。

2. 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理,电梯智能化控制,各种报警系统,与计算机联网构成二级控制系统。

3. 在医疗设备领域中的应用

医疗行业的智能化系统都用到了单片机。例如医用呼吸机,各种分析仪,监护仪,超声诊断设备及病床呼叫系统等。

4. 在汽车设备领域中的应用

单片机的使用使得汽车智能电子控制系统越来越发达,汽车也变得越来越聪明。驾驶汽车时,行车电脑能够自动处理大量的信息,比如当车辆转弯时,助力转向会助你一臂之力;当急刹车时,ABS 会自动启动,防止侧滑。

5. 在计算机及网络和通信领域中的应用

现代的单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制,例如手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信、集群移动通信、无线电对讲机等。

6. 在家用电器中的应用

现在,很多家用电器中都采用了单片机控制,例如电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电,音视频器材、电子秤量设备等,五花八门,无处不在。

此外,单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.2 AT89S52 单片机的硬件资源

一、AT89S52 单片机的基本组成

AT89S52 单片机内部结构框图如图 1-2 所示。

AT89S52 单片机内部包括:

- 一个 8 位微处理器 (CPU), 是单片机的运算和指挥中心。
- 片内 8K 字节程序存储器 (ROM), 用于存放程序、原始数据及表格。
- 片内 256 字节数据存储器 (RAM), 用于存放临时数据, 例如运算的中间结果。
- 4 组 8 位并行输入/输出端口 (I/O 端口) P0 ~ P3, 每组端口均有 8 条 I/O 线, 用于与外部交换信息。
- 3 个 16 位的定时器/计数器, 均可以根据需要设为定时器或计数器使用。

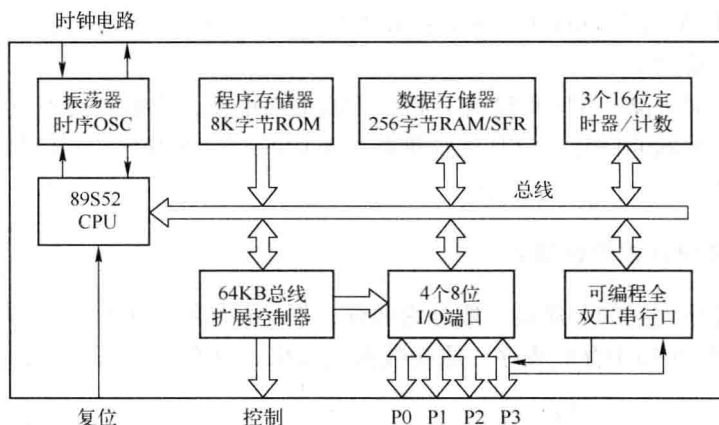


图 1-2 AT89S52 单片机的内部结构框图

- 1 个 6 向量 2 级中断结构，有 6 个中断源和 2 个中断优先级，中断源分别是两个外部中断（INT0 和 INT1）、三个定时中断（定时器 0、1、2）和一个串行中断。
- 1 个全双工 UART（通用异步接收发送器）的串行 I/O 口，用于实现单片机之间或单片机与计算机之间的串行通信。
- 片内晶振及时钟电路，AT89S52 单片机有一个用于构成内部振荡器的反相放大器，外接石英晶体或陶瓷谐振器都可构成自激振荡器；也可从外部时钟源输入时钟信号，最高允许振荡频率为 24MHz。

二、AT89S52 单片机的中央处理器（CPU）

中央处理器（CPU）也称微处理器，是单片机的核心部件，即单片机的控制和指挥中心。它主要包含运算器和控制器。

1. 运算器

运算器可以对数据进行算术运算、逻辑运算和位操作运算。运算器包括算术逻辑运算单元 ALU、累加器 A、通用寄存器 B、暂存器、程序状态字寄存器 PSW 等。

- 算术逻辑运算单元 ALU：可进行 4 位（半字节）、8 位（全字节）、16 位（双字节）数据的加、减、乘、除、加 1、减 1 等算术运算，逻辑与、或、异或、求补等逻辑运算，以及数据的位操作。
- 累加器 A（Accumulator）：8 位寄存器。通常，存储的一个运算数经暂存器 2 进入 ALU 的输入端，与另一个来自暂存器 1 的运算数进行运算，运算结果又送回累加器 A，即运算前放操作数，运算后放操作结果，是单片机中最忙碌的一个寄存器。
- 通用寄存器 B（General Purpose Register）：8 位寄存器。在乘、除运算之前存放乘数或除数，运算之后存放乘积的高 8 位或除法的余数，也可作为一般存储器使用。
- 程序状态字寄存器 PSW（Program Status Word）：8 位标志寄存器。用于存放指令执行后的状态信息，供程序查询和判别使用。

2. 控制器

控制器由程序计数器 PC、指令寄存器 IR、指令译码器 ID、振荡器及定时电路等组成。

- 程序计数器 PC (Program Counter): 16 位寄存器, 用于存放将要执行的下一条指令的地址, 能自动加 1。
- 振荡器及定时电路: AT89S52 单片机片内有振荡电路, 只需外接石英晶体和频率微调电容就可产生脉冲信号。CPU 在这种基本节拍的控制下发出控制信号, 协调各部件的工作。

三、AT89S52 单片机的存储器

AT89S52 单片机内部的存储器一般分为两种: 程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM。

程序存储器 ROM 用于存放程序、原始数据或表格, 可在线编写程序, 掉电后数据保持不变。

数据存储器 RAM 用于存放运算的中间结果、最终结果或欲显示的数据等, 其数据可随时改写, 掉电后数据消失。

AT89S52 单片机存储器空间配置如图 1-3 所示。

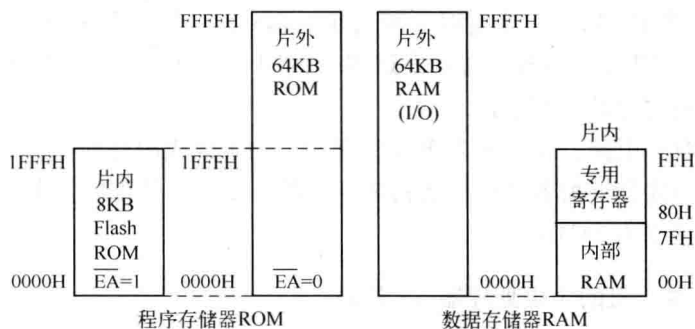


图 1-3 AT89S52 单片机存储器空间配置

1. 程序存储器

AT89S52 单片机片内程序存储器 ROM 有 8K 字节, 其地址为 0000H ~ 1FFFH; 片外可接扩展程序存储器 ROM, 最大达 64K 字节, 地址为 0000H ~ FFFFH, 片内外统一编址。CPU 访问片内、片外程序存储器 ROM 时用 MOV_C 指令。

当 \overline{EA} 引脚 (31 脚) 接低电平 (接地) ($\overline{EA} = 0$) 时, AT89S52 单片机片内 ROM 不起作用, CPU 只能从片外 ROM (0000H ~ FFFFH) 中取指令。

当 \overline{EA} 引脚接高电平 ($\overline{EA} = 1$) 时, AT89S52 单片机的程序计数器 PC 只在 0000H ~ 1FFFH 范围内执行片内 ROM 中的指令。只有当 PC 的值超过 1FFFH 后, CPU 才自动转到片外 ROM 相应的地址 (2000H ~ FFFFH) 取指令。

系统在程序存储器低端的一些固定存储单元是特定程序的入口地址。

- 0000H: 单片机上电复位后主程序的入口地址;
- 0003H: 外部中断 0 的中断服务程序入口地址;
- 000BH: 定时器 0 的中断服务程序入口地址;
- 0013H: 外部中断 1 的中断服务程序入口地址;
- 001BH: 定时器 1 的中断服务程序入口地址;



- 0023H: 串行通信的中断服务程序入口地址;
- 002BH: 定时器 2 的中断服务程序入口地址。

当单片机上电复位后, 程序计数器 PC 中的内容清零 (PC = 0000H), 所以 CPU 总是从 0000H 单元开始执行程序。通常在该单元中存放一条绝对转移指令 (例如 LJMP 0030H), 指明用户程序所在的单元地址 (0030H), 则 CPU 会跳转到该地址执行主程序。

除 0000H 单元外, 其他的六个特殊单元分别存放着单片机六种中断源的中断服务程序入口地址。编程时, 通常在这些单元中存放一条绝对转移指令, 而真正的中断服务程序是从转移地址开始存放的。当发生中断时, CPU 会根据指令指示的地址在程序存储器相应的区域找到中断服务程序并执行。

例如在允许中断的情况下, 当外部中断引脚 $\overline{\text{INT0}}$ (P3.2, 12 脚) 有效 ($\overline{\text{INT0}} = 0$) 时, 即引起中断 0 请求, CPU 响应中断后自动将地址 0003H 装入 PC, 程序就自动转向 0003H 单元开始执行。如果事先在 0003H ~ 000AH 存放一条转移指令, 程序就被引导到指定的中断服务程序空间去执行。

2. 数据存储器

AT89S52 单片机片内数据存储器 RAM 有 256 字节, 其地址为 00H ~ FFH; 片外可扩展数据存储器 RAM, 最大达 64K 字节, 地址为 0000H ~ FFFFH。访问片内 RAM 时用 MOV 指令, 访问片外 RAM 时用 MOVX 指令。

在 AT89S52 单片机中, 片内数据存储器 RAM 的容量不大, 但功能较多, 使用较灵活。其中低地址的 128B 可直接寻址访问, 也可间接寻址访问, 高地址的 128B 只能间接寻址访问。它分为工作寄存器区、位寻址区和通用 RAM 区三部分, 如图 1-4 所示。

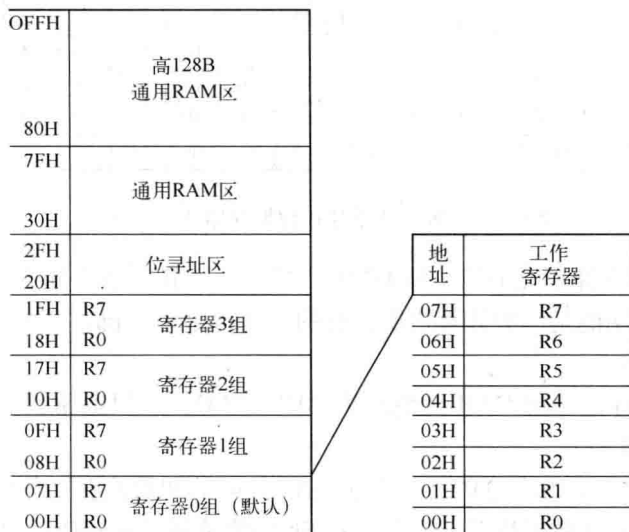


图 1-4 AT89S52 单片机数据存储器结构

(1) 工作寄存器区

AT89S52 单片机在片内 RAM 中划分出低地址的 32 个字节单元 (00H ~ 1FH) 作为工作寄存器区, 供用户使用。工作寄存器区分为 4 个工作寄存器组。每组有 8 个寄存器, 分别称

为 R7 ~ R0, 占 8 个字节。

在单片机工作时, 只有一组寄存器作为当前工作寄存器组 R7 ~ R0 使用。当单片机复位后, 系统默认工作寄存器 0 组为当前工作寄存器组。

(2) 位寻址区

在工作寄存器区后的 20H ~ 2FH 共 16 个字节为位寻址区, 共有 128 位 ($8 \times 16 = 128$)。每一位都有相应的位地址 00H ~ 7FH。利用位寻址可以对某一位进行单独操作, 而无须将一个字节的 8 位全部重新操作一遍。

AT89S52 单片机数据存储器位寻址区如图 1-5 所示。



图 1-5 AT89S52 单片机数据存储器位寻址区

例如, 要将 20H 存储单元的第 7 位 D7 置“1”, 可以用一条语句直接实现, 使用非常灵活。单片机的位寻址功能是一般计算机所没有的, 这也是单片机重要的特点之一。

(3) 通用 RAM 区

AT89S52 单片机片内通用 RAM 区地址为 30H ~ FFH, 这里通常设为堆栈区, 栈顶的位置由堆栈寄存器 SP 指定。

系统复位时, SP 的初始值为 07H。注意, 此时 SP 的初始值在工作寄存器区内, 为防止堆栈区的数据将寄存器区数据覆盖, 一般要将 SP 的值重新设置到通用 RAM 区。

3. 特殊功能寄存器 SFR

在 AT89S52 单片机片内 80H ~ 0FFH 的 128 个地址中, 离散分布了一些特殊功能寄存器 SFR, 它们与片内 RAM 高 128B 数据存储器地址相同, 但访问方式不同, 特殊功能寄存器只能直接寻址访问, 而片内 RAM 高 128B 只能间接寻址访问, 所以不会混淆。

部分特殊功能寄存器的地址和名称如图 1-6 所示。其中有 12 个具有位寻址能力, 它们