

· 源代码、PPT免费下载

案例解说单片机 C语言开发

——基于8051+Proteus仿真

程国钢 编著

案例解说单片机 C 语言开发

——基于 8051+Proteus 仿真

程国钢 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

Keil μ Vision 是目前应用最广泛的 51 单片机软件开发环境, Proteus 是目前应用最广泛的硬件仿真环境。本书基于 Keil μ Vision 和 Proteus 介绍了 51 单片机的体系结构、C51 语言、内部资源, 以及常用扩展器件的使用方法。全书分为三部分: 第 1、2 章是基础部分, 介绍了 51 单片机的基础知识、Keil μ Vision 和 Proteus 的基础用法; 第 3~9 章是基础应用部分, 基于 Proteus 和 Keil μ Vision 介绍了 51 单片机的内部资源和典型外部扩展器件的使用方法; 第 10 章是综合应用部分, 介绍了 51 单片机应用系统的基础设计方法, 提供了包括频率计、波形发生器、密码保险柜、电子钟、RTX51 操作系统在内的 5 个大型综合应用实例。

本书中提供了大量实例, 它们都有详细的设计思路、典型器件列表、Proteus 应用电路、Keil μ Vision 应用代码和仿真运行结果。

本书适合于具有初步单片机基础的单片机工程师进阶学习, 以及高等院校电子类专业的学生和单片机爱好者阅读, 也可以作为工程设计的参考手册。

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

案例解说单片机 C 语言开发: 基于 8051+Proteus 仿真/程国钢编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.9
ISBN 978-7-121-18171-9

I. ①案… II. ①程… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 207222 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 谭丽莎

印 刷: 涿州市京南印刷厂

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: 787×1 092 1/16 印张: 26.75 字数: 684 千字

印 次: 2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 53.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 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 zllts@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

一、行业背景

51 单片机具有体积小、功能强、价格低的特点，在工业控制、数据采集、智能仪表、机电一体化、家用电器等领域有着广泛的应用。其应用可以大大提高生产、生活的自动化水平。近年来，随着嵌入式的应用越来越广泛，51 单片机的开发也变得更加灵活和高效，51 单片机的开发和应用已经成为嵌入式应用领域的一个重大课题。

二、关于本书

本书以 Proteus 硬件仿真环境和 Keil μ Vision 为依托，介绍了 51 单片机的应用方法，包括 51 单片机的体系结构、C51 语言、内部资源的应用、外部器件的扩展方法，以及 51 单片机综合应用系统的开发方法和实例。

本书对于各个内部资源/外部器件内容的组织结构如下：器件基础、Proteus 中的器件库说明、Proteus 应用电路、应用代码、仿真结果和总结。这样，读者既可以了解该器件的基础知识和对应的驱动代码，也可以在 Proteus 中进行仿真并且观察仿真结果。为与 Proteus 软件中的电路图保持一致，本书电路中电阻、电容单位的不规范处不做更改，如 10k 不改为 10k Ω ，10uF 不改为 10 μ F，读者能够理解即可。

本书各章内容说明如下：

- 第 1 章是 51 单片机应用基础的介绍，包括 51 单片机的体系结构、C51 语言和 Keil μ Vision 软件开发环境的应用基础；
- 第 2 章是 Proteus 硬件仿真环境的基础使用方法介绍，包括其与 Keil μ Vision 软件开发环境的联合调试方法；
- 第 3 章主要介绍 51 单片机的内部资源、Keil μ Vision 提供的相应库函数的使用方法及如何建立用户自己的库函数，并且给出了 3 个最常用的串行扩展库函数的应用代码；
- 第 4 章主要介绍 51 单片机的人机交互通道的使用方法，包括发光二极管、数码管、液晶模块、数字键盘等；
- 第 5 章主要介绍 51 单片机的信号采集通道的使用方法，包括 A/D 通道、时钟日历芯片、温度传感器等；
- 第 6 章主要介绍 51 单片机的信号输出通道的使用方法，包括 D/A 通道、I/O 扩展芯片等；
- 第 7 章主要介绍 51 单片机的存储器的使用方法，包括 RAM、E²PROM 和 MMC 卡；
- 第 8 章主要介绍 51 单片机的执行机构的使用方法，包括三极管、电机、蜂鸣器等；
- 第 9 章主要介绍 51 单片机的通信扩展模块的使用方法，包括 RS-232、RS-422 和 RS-485 通信扩展；

- 第 10 章是 51 单片机的综合应用实例，这是对前面所有章节内容的综合实践，提供了频率计、波形发生器、密码保险柜、电子钟和 RTX51 操作系统等应用实例。

三、本书特色

本书的特色有：

- 适合于具有初步单片机基础的单片机工程师进阶学习，以及高等院校电子类专业的学生和单片机爱好者阅读；
- 涵盖了 51 单片机从内部资源到用户输入通道、A/D 信号采集、温度/湿度传感芯片、有线通信模块等常用资源或扩展器件；
- 基于 Proteus 硬件开发环境提供了相应的仿真运行实例及其输出结果；
- 对于相应的资源或器件的介绍，都按照基础知识、Proteus 库介绍、实例的设计思路和应用代码、实例的仿真运行输出和总结这一循序渐进的方式进行；
- 提供了大量的 Proteus 应用电路和 Keil μ Vision 的工程文件，读者可以直接运行、仿真。

本书主要由程国钢负责编写。参与编写工作的还有孙明、唐伟、王杨、顾辉、李成、刘启才、陈杰、郑宏、张霁芬、张计、陈军、张强、杨明、张玉兰。在此，对以上人员致以诚挚的谢意。由于时间仓促、程序和图表较多，受学识水平所限，错误之处在所难免，请广大读者给予批评指正。

本书提供免费的源代码和 PPT，有需要的读者可登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费下载。

编著者

目 录

第 1 章 51 单片机的应用基础	1
1.1 51 单片机的体系结构介绍	1
1.1.1 51 单片机的 8 位处理器	2
1.1.2 51 单片机的存储器	4
1.1.3 51 单片机的外部引脚	7
1.1.4 51 单片机的时钟模块	9
1.1.5 51 单片机的其他资源	11
1.2 51 单片机的 C51 语言	11
1.2.1 C51 语言的数据类型、运算符和表达式	11
1.2.2 C51 语言的结构	15
1.2.3 C51 语言的函数	16
1.2.4 C51 语言的数组和指针	17
1.2.5 C51 语言的自构造类型	19
1.3 Keil μ Vision 软件开发环境的应用基础	21
1.3.1 Keil μ Vision 的界面	21
1.3.2 Keil μ Vision 的菜单	22
1.3.3 Keil μ Vision 的库函数	28
1.3.4 使用 Keil μ Vision	29
1.3.5 Keil μ Vision 的常见编译提示和错误	32
第 2 章 Proteus 硬件仿真环境	36
2.1 Proteus 的应用基础	36
2.1.1 Proteus 的界面	36
2.1.2 Proteus 支持的文件格式	37
2.1.3 Proteus 的菜单	38
2.1.4 Proteus 的快捷工具栏和工具箱	49
2.2 使用 Proteus	51
2.3 Proteus 和 Keil μ Vision 的联合调试应用实例	52
第 3 章 Proteus 中的 51 单片机的内部资源应用实例	60
3.1 51 单片机的定时/计数器应用实例	60
3.1.1 定时/计数器基础	60
3.1.2 定时/计数器输出方波应用实例	62
3.1.3 定时/计数器输出 PWM 波形应用实例	65

3.1.4	定时/计数器模拟外部中断信号应用实例	67
3.2	51 单片机的串口应用实例	70
3.2.1	串口基础	70
3.2.2	串口数据发送应用实例	71
3.2.3	和 PC 进行串行通信应用实例	77
3.2.4	串口模拟外部中断应用实例	80
3.3	51 单片机的函数库应用实例	82
3.3.1	函数库基础	82
3.3.2	右循环移位函数_cror_应用实例	83
3.3.3	空操作函数_nop_应用实例	85
3.3.4	串口字节发送函数_putchar_应用实例	87
3.3.5	打印输出函数_printf_应用实例	90
3.3.6	打印函数_sprintf_应用实例	94
3.3.7	内存复制函数_memcpy_应用实例	96
3.3.8	随机数函数_rand_应用实例	98
3.3.9	随机种子函数_srand_应用实例	100
3.3.10	建立并调用 Send 用户库函数应用实例	104
第 4 章	Proteus 中的 51 单片机的人机交互通道应用实例	107
4.1	发光二极管应用实例	107
4.1.1	器件基础	107
4.1.2	应用实例的设计分析	109
4.1.3	应用实例的代码	110
4.1.4	应用实例的仿真结果和说明	111
4.2	单位数码管应用实例	111
4.2.1	器件基础	112
4.2.2	应用实例的设计分析	114
4.2.3	应用实例的代码	115
4.2.4	应用实例的仿真结果和说明	116
4.3	多位数码管应用实例	116
4.3.1	器件基础	117
4.3.2	应用实例的设计分析	118
4.3.3	应用实例的代码	119
4.3.4	应用实例的仿真结果和说明	120
4.4	MAX7219 应用实例	121
4.4.1	器件基础	122
4.4.2	应用实例的设计分析	126
4.4.3	应用实例的代码	127
4.4.4	应用实例的仿真结果和说明	129

4.5	1602 液晶应用实例	130
4.5.1	器件基础	130
4.5.2	应用实例的设计分析	133
4.5.3	应用实例的代码	134
4.5.4	应用实例的仿真结果和说明	137
4.6	12864 液晶应用实例	138
4.6.1	器件基础	138
4.6.2	应用实例的设计分析	140
4.6.3	应用实例的代码	141
4.6.4	应用实例的仿真结果和说明	147
4.7	独立按键应用实例	147
4.7.1	器件基础	148
4.7.2	应用实例的设计分析	149
4.7.3	应用实例的代码	150
4.7.4	应用实例的仿真结果和说明	152
4.8	行列扫描键盘应用实例	153
4.8.1	器件基础	153
4.8.2	应用实例的设计分析	154
4.8.3	应用实例的代码	156
4.8.4	应用实例的仿真结果和说明	158
4.9	拨码开关应用实例	159
4.9.1	器件基础	159
4.9.2	应用实例的设计分析	160
4.9.3	应用实例的代码	161
4.9.4	应用实例的仿真结果和说明	162
第 5 章	Proteus 中的 51 单片机的信号采集通道应用实例	164
5.1	ADC0809 应用实例	164
5.1.1	器件基础	164
5.1.2	应用实例的设计分析	166
5.1.3	应用实例的代码	167
5.1.4	应用实例的仿真结果和说明	170
5.2	TLC2543 应用实例	170
5.2.1	器件基础	170
5.2.2	应用实例的设计分析	172
5.2.3	应用实例的代码	174
5.2.4	应用实例的仿真结果和说明	176
5.3	DS1302 应用实例	177
5.3.1	器件基础	177

5.3.2	应用实例的设计分析	179
5.3.3	应用实例的代码	181
5.3.4	应用实例的仿真结果和说明	186
5.4	DS18B20 应用实例	187
5.4.1	器件基础	187
5.4.2	应用实例的设计分析	189
5.4.3	应用实例的代码	191
5.4.4	应用实例的仿真结果和说明	195
5.5	SHT11 应用实例	196
5.5.1	器件基础	196
5.5.2	应用实例的设计分析	199
5.5.3	应用实例的代码	200
5.5.4	应用实例的仿真结果和说明	205
第 6 章 Proteus 中的 51 单片机的信号输出通道应用实例		207
6.1	DAC0832 应用实例	207
6.1.1	器件基础	207
6.1.2	应用实例的设计分析	209
6.1.3	应用实例的代码	210
6.1.4	应用实例的仿真结果和说明	211
6.2	MAX517 应用实例	212
6.2.1	器件基础	212
6.2.2	应用实例的设计分析	214
6.2.3	应用实例的代码	215
6.2.4	应用实例的仿真结果和说明	219
6.3	74HC138 应用实例	219
6.3.1	器件基础	219
6.3.2	应用实例的设计分析	221
6.3.3	应用实例的代码	222
6.3.4	应用实例的仿真结果和说明	223
6.4	74HC273 应用实例	223
6.4.1	器件基础	223
6.4.2	应用实例的设计分析	225
6.4.3	应用实例的代码	226
6.4.4	应用实例的仿真结果和说明	228
6.5	74HC244 应用实例	228
6.5.1	器件基础	229
6.5.2	应用实例的设计分析	230
6.5.3	应用实例的代码	231

6.5.4	应用实例的仿真结果和说明	232
6.6	74HC164 应用实例	233
6.6.1	器件基础	233
6.6.2	应用实例的设计分析	235
6.6.3	应用实例的代码	236
6.6.4	应用实例的仿真结果和说明	237
6.7	74HC165 应用实例	237
6.7.1	器件基础	237
6.7.2	应用实例的设计分析	239
6.7.3	应用实例的代码	240
6.7.4	应用实例的仿真结果和说明	240
6.8	CD4094 应用实例	241
6.8.1	器件基础	241
6.8.2	应用实例的设计分析	242
6.8.3	应用实例的代码	244
6.8.4	应用实例的仿真结果和说明	245
6.9	74HC595 应用实例	246
6.9.1	器件基础	246
6.9.2	应用实例的设计分析	247
6.9.3	应用实例的代码	248
6.9.4	应用实例的仿真结果和说明	251
6.10	8255A 应用实例	252
6.10.1	器件基础	252
6.10.2	应用实例 1 的设计分析	254
6.10.3	应用实例 1 的代码	255
6.10.4	应用实例 1 的仿真结果和说明	257
6.10.5	应用实例 2 的设计分析	258
6.10.6	应用实例 2 的代码	259
6.10.7	应用实例 2 的仿真结果和说明	261
第 7 章	Proteus 中的 51 单片机的存储器应用实例	262
7.1	62256 应用实例	262
7.1.1	器件基础	262
7.1.2	应用实例的设计分析	264
7.1.3	应用实例的代码	265
7.1.4	应用实例的仿真结果和说明	266
7.2	AT24C04A 应用实例	266
7.2.1	器件基础	267
7.2.2	应用实例的设计分析	268

7.2.3	应用实例的代码	270
7.2.4	应用实例的仿真结果和说明	274
7.3	MMC 存储卡应用实例	275
7.3.1	器件基础	275
7.3.2	应用实例的设计分析	276
7.3.3	应用实例的代码	277
7.3.4	应用实例的仿真结果和说明	282
第 8 章	Proteus 中的 51 单片机的执行机构应用实例	283
8.1	三极管应用实例	283
8.1.1	器件基础	283
8.1.2	应用实例的设计分析	284
8.1.3	应用实例的代码	285
8.1.4	应用实例的仿真结果和说明	286
8.2	ULN2803 应用实例	287
8.2.1	器件基础	287
8.2.2	应用实例的设计分析	288
8.2.3	应用实例的代码	289
8.2.4	应用实例的仿真结果和说明	290
8.3	光电隔离器应用实例	290
8.3.1	器件基础	291
8.3.2	应用实例的设计分析	292
8.3.3	应用实例的代码	293
8.3.4	应用实例的仿真结果和说明	294
8.4	直流电机应用实例	294
8.4.1	器件基础	294
8.4.2	应用实例的设计分析	295
8.4.3	应用实例的代码	297
8.4.4	应用实例的仿真结果和说明	299
8.5	步进电机应用实例	300
8.5.1	器件基础	300
8.5.2	应用实例的设计分析	302
8.5.3	应用实例的代码	303
8.5.4	应用实例的仿真结果和说明	305
8.6	继电器应用实例	306
8.6.1	器件基础	306
8.6.2	应用实例的设计分析	308
8.6.3	应用实例的代码	309
8.6.4	应用实例的仿真结果和说明	309

8.7	蜂鸣器应用实例	310
8.7.1	器件基础	310
8.7.2	应用实例的设计分析	312
8.7.3	应用实例的代码	312
8.7.4	应用实例的仿真结果和说明	315
第 9 章	Proteus 中的 51 单片机的通信应用实例	316
9.1	MAX232 应用实例	316
9.1.1	器件基础	316
9.1.2	应用实例的设计分析	318
9.1.3	应用实例的代码	319
9.1.4	应用实例的仿真结果和说明	319
9.2	SN75179 应用实例	319
9.2.1	器件基础	319
9.2.2	应用实例的设计分析	321
9.2.3	应用实例的代码	322
9.2.4	应用实例的仿真结果和说明	323
9.3	MAX487 应用实例	324
9.3.1	器件基础	324
9.3.2	应用实例的设计分析	325
9.3.3	应用实例的代码	327
9.3.4	应用实例的仿真结果和说明	327
第 10 章	在 Proteus 中设计 51 单片机的应用系统	328
10.1	51 单片机综合应用实例设计基础	328
10.2	频率计应用实例	332
10.2.1	频率计的需求分析和系统设计	332
10.2.2	频率计的硬件设计	333
10.2.3	频率计的软件设计	334
10.2.4	Proteus 中的虚拟信号发生器	337
10.2.5	应用实例的仿真结果和说明	338
10.3	波形发生器应用实例	339
10.3.1	波形发生器的需求分析和系统设计	339
10.3.2	波形发生器的硬件设计	340
10.3.3	波形发生器的软件设计	342
10.3.4	应用实例的仿真结果和说明	349
10.4	密码保险柜应用实例	350
10.4.1	密码保险柜的需求分析和系统设计	351
10.4.2	密码保险柜的硬件设计	351

10.4.3	密码保险柜的软件设计	354
10.4.4	应用实例的仿真结果和说明	365
10.5	电子钟应用实例	366
10.5.1	电子钟的需求分析和系统设计	366
10.5.2	电子钟的硬件设计	367
10.5.3	电子钟的软件设计	369
10.5.4	应用实例的仿真结果和说明	387
10.6	RTX51 操作系统应用实例	387
10.6.1	RTX51 操作系统基础	387
10.6.2	RTX51 占用的资源	388
10.6.3	RTX51 的实现机制	390
10.6.4	RTX51 的工作原理	391
10.6.5	RTX51 的配置	393
10.6.6	RXT51 的库函数	396
10.6.7	RTX51 的使用方法	401
10.6.8	基于 RTX51 的应用实例——交通灯	404

第 1 章 51 单片机的应用基础

单片机是单片微型计算机的简称，是一种将运算控制器、存储器、寄存器 I/O 接口及一些常用的功能模块都集成到一块芯片上的计算机，用于工业控制、小型家电等需要嵌入式控制的场合。Intel 的 8051 系列单片机是历史最悠久，应用最广泛的单片机系列，发展到今天已经有 30 多年历史，该内核被 ATMEL、飞利浦等公司采用，生产出了一大批具有相同内核构造但是有不同功能的单片机，这些单片机统称为 51 系列单片机。本章将简要介绍 51 单片机的体系结构、C51 语言和 Keil μ Vision 软件开发环境。

1.1 51 单片机的体系结构介绍

51 单片机通常由 8 位处理器、时钟模块、I/O 端口、程序存储器、数据存储器、8/16 位定时/计数器、中断系统和一个串行模块组成，如图 1.1 所示。

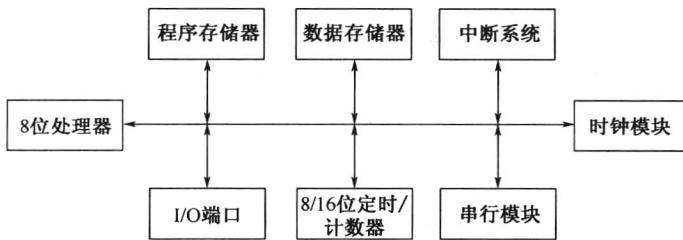


图 1.1 51 单片机的内部结构

51 单片机内部模块的功能介绍如下。

- 8 位处理器：这是 51 单片机的核心部件，执行预先设置好的代码，负责数据的计算和逻辑的控制等。
- 程序存储器：用于存放待执行的程序代码。
- 数据存储器：用于存放程序执行过程中的各种数据。
- 中断系统：根据 51 单片机相应的寄存器的设置来监测和处理单片机的各种中断事件并且提交给处理器处理。
- 时钟模块：以外部时钟源为基准，产生单片机各个模块所需要的各个时钟信号。
- 串行模块：根据相应的寄存器设置进行串行数据通信。
- 8/16 位定时/计数器：根据相应寄存器的设置进行定时或计数。
- I/O 端口：作为数据、地址或控制信号通道和外围器件进行数据交换。

1.1.1 51 单片机的 8 位处理器

8 位处理器是 51 单片机的核心模块，由运算逻辑模块和控制逻辑模块组成。运算逻辑模块由算术逻辑运算器 ALU，累加器 ACC，寄存器 B，暂存寄存器 TR，程序状态字寄存器 PSW，布尔处理器，程序计数器 PC，数据指针 DPRT，堆栈指针 SP 组成；控制逻辑模块则由指令寄存器 IR、指令译码器和定时控制逻辑电路等组成。

1. 算术逻辑运算器 ALU

算术逻辑运算器 ALU 主要负责对数据进行算术运算操作和逻辑运算操作，其具体的运算操作如下：

- 带进位加法；
- 不带进位加法；
- 带借位减法；
- 8 位无符号数乘、除法；
- 自加 1、自减 1 操作；
- 左右移位操作；
- 半字节交换；
- 比较和条件转移等操作。

以上操作都对应有专用的指令，读者可以自行查阅相应的手册。ALU 的操作数一般存放在累加器 ACC 或暂存寄存器 TR 中，其运算结果则可以选择保存在 ACC、通用寄存器或其他普通存储单元中。在乘、除法运算中，则使用寄存器 B 存放一个操作数并且在运算结束之后存放 8 位结果数据。

注意：操作数是指令的操作对象，运算结果是指令的操作结果，指令则是对操作数进行操作的命令。

2. 累加器 ACC 和寄存器 B

累加器 ACC 是处理器模块中使用最为频繁的寄存器，全部的算术运算操作及绝大多数的数据传送操作都需要使用 ACC。

- 加法和减法：使用 ACC 存放运算结果。
- 乘法：使用 ACC 存放一个操作数，使用寄存器 B 存放另外一个操作数，运算结果则放在 ACC 和寄存器 B 组成的 AB 寄存器对中。
- 除法：使用 ACC 存放被除数，使用寄存器 B 存放除数，计算得到的商数放在 ACC 中，而余数放在寄存器 B 中。

3. 程序状态字寄存器 PSW

程序状态字寄存器 PSW 用于指示程序运行过程中的系统相关状态，其中 7 位用于存放 ALU 单元运算结果的特征信息，1 位为保留位（未使用）。程序状态字寄存器的具体含义如

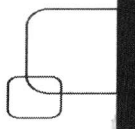


表 1.1 所示。

表 1.1 程序状态字寄存器的具体含义

PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	保留位	P

程序状态字的内部位定义如下。

- **CY**: 进位、借位标志。在计算过程中如果有进位、借位产生时, 该位被置 1, 否则清 0。
- **AC**: 半进位标志。当参与计算的数据的第 3 位向第 4 位有进位或借位产生时, 该位被置 1, 否则清 0。
- **F0**: 供用户自由使用的标志位, 常常用于控制程序的跳转, 需要用户自己控制其置 1 或清 0。
- **RS1, RS0**: 寄存器组选择位, 由用户自行置 1 或清 0, 用于选择使用的工作寄存器区。RS1, RS0 和对应的工作寄存器组如表 1.2 所示。
- **OV**: 溢出标志位。当带符号数的运算结果超出 $-128 \sim +127$ 的范围、无符号数运算结果超过 255 或无符号除法除数为 0 时, OV 被置 1, 否则被清 0。
- **P**: 奇偶标志位, 用于表示累加器 ACC 中“1”的个数, 当该个数为奇数时, P 被置 1, 否则被清 0。

表 1.2 RS1, RS0 和对应的工作寄存器组

RS1, RS0	寄存器组 (地址单元)
00	寄存器组 0(00H - 07H)
01	寄存器组 1(08H - 0FH)
10	寄存器组 2(10H - 17H)
11	寄存器组 3(18H - 1FH)

51 单片机共有 4 个寄存器组, 每个寄存器组含有 8 个单字节寄存器, 这些寄存器常用于保存程序执行过程中各个变量的值。合理使用寄存器组进行切换有利于加快程序代码的执行速度。

4. 布尔处理器

布尔处理器用于 51 单片机的位操作, 在位操作中使用进位标志 CY 作为累加器, 可以对位变量进行置位、清除, 取反, 位逻辑与, 位逻辑或, 位逻辑异或, 数据传送及相应的判断跳转操作。位操作是 51 单片机中非常重要的操作, 充分体现了嵌入式处理器的特点。

5. 程序计数器 PC

程序计数器 PC 是一个 16 位计数器, 用于存放下一条指令在程序存储器中的地址, 可寻址范围为 0~64KB。

6. 数据指针 DPTR

数据指针 DPTR 用于寻址外部数据存储器，其寻址范围为 0~64KB。

7. 堆栈指针 SP

堆栈是一种将数据按序排列的数据结构，51 单片机的堆栈是内存中一段连续的空间。堆栈指针 SP 用来指示堆栈顶部在单片机内部数据存储器中的位置，可以由用户的程序代码修改。当执行进栈操作时，SP 自动加 1，然后把数据放入堆栈；当执行出栈操作时，SP 自动减 1，然后把数据送出堆栈。当单片机被复位后，SP 初始化为 0x07H。

8. 指令寄存器 IR 和指令译码器

指令寄存器 IR 用于存放 51 单片机当前正在执行的指令，而指令译码器用于对 IR 中的指令操作码进行分析解释，产生相应的控制逻辑。

1.1.2 51 单片机的存储器

51 单片机的存储器采用的是哈佛结构，其分别有独立的寻址指令、编址空间和相应的控制寄存器，如图 1.2 所示是 51 单片机的存储器组成结构，从图中可以看出 51 单片机的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 片外数据存储器四个部分，每个部分都有独立的地址编码。

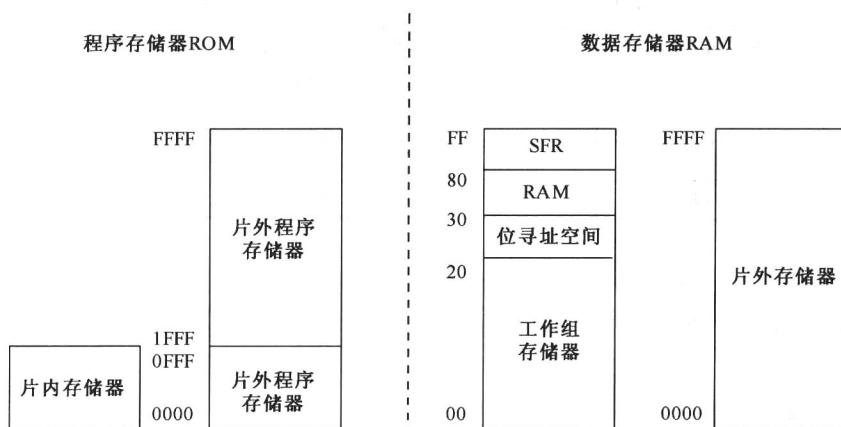


图 1.2 51 单片机的存储器组成结构

注意：51 单片机的存储器包含很多存储单元，为区分不同的存储单元，单片机对每个存储器单元进行编号，存储器单元的编号就称为存储器单元的地址，每个存储器单元存储的若干位二进制数据称为存储器单元的数据。

1. 51 单片机的程序存储器

51 单片机的程序存储器由片内程序存储器和片外程序存储器组成，用于存放待执行的程序代码。因为 PC 程序指针和地址总线是 16 位的，所以片内和片外程序存储器的最大编址