

单片机

王为青
程国钢
编著

Keil Cx51

应用开发技术

基础篇

- ◎ 基本体系结构
- ◎ 指令系统

语言篇

- ◎ C51编程语言
- ◎ 开发环境Keil uVision
- ◎ 重要的编程技巧

硬件篇

- ◎ 基本片内资源
- ◎ 输入输出通道
- ◎ 片外扩展资源

应用篇

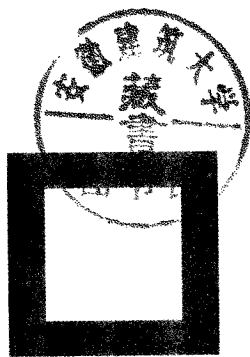
- ◎ 简化的单片机系统
- ◎ MON-51单片机仿真器
- ◎ IC卡读卡器系统

单片机

王为青 程国钢 编著

80C51

应用开发技术



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机 Keil Cx51 应用开发技术 / 王为青, 程国钢编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.2
ISBN 978-7-115-15578-8

I. 单... II. ①王...②程... III. 单片微型计算机—程序设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 147816 号

内 容 介 绍

MCS-51 系列单片机应用极为广泛, 它们具有体积小、价格便宜、功能强大、易于开发等特点。本书分为基础篇、语言篇、硬件篇和应用篇, 共 14 章, 详细介绍了 MCS-51 系列单片机的体系结构、指令系统、编程语言和开发工具, 还给出了大量的实例, 有利于读者快速入门和实践。

本书主要针对 MCS-51 单片机系统的初学者, 也适合以前使用过汇编语言开发单片机系统而现在想转换到 C51 的读者。书中有大量的实例, 使读者可以快速地熟悉和掌握相应知识, 也方便了开发人员的查询。

本书的实例均是编者在多年实际工作中的经验累积, 翔实可靠, 更有大量的技巧性实例, 读者在学习和开发过程中可以借鉴, 进而加快系统的开发。

单片机 Keil Cx51 应用开发技术

-
- ◆ 编 著 王为青 程国钢
责任编辑 张立科
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.25
字数: 535 千字 2007 年 2 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2007 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15578-8/TP · 5880

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

前 言

单片机是单片微型计算机的简称，是指将中央处理器、存储器、定时计数器、时钟接口和多种输入/输出接口集成在一个芯片上的计算机。单片机作为当前应用广泛的嵌入式系统的核心部分之一，具有体积小、速度快、功耗低和价格低廉等特点，在工业、教育、日常生活等诸多领域得到了广泛的应用。例如，在冰箱、微波炉、洗衣机等家电中使用单片机控制系统可以使其更加智能地工作，电话、传真、打印机可以使用单片机控制系统控制拨号、打印，在工业控制和机电一体化系统中作为核心控制部件等。

本书分为基础篇、语言篇、硬件篇和应用篇等 4 个部分，共 14 章。

第 1 部分介绍了 MCS-51 系列单片机的基本体系结构和指令系统，使得读者对 MCS-51 单片机有一个总体的认识。本部分包括第 1 章和第 2 章。

第 2 部分介绍了 MCS-51 系列单片机的 C51 编程语言以及其开发环境 Keil uVision，并且讲解了一些编程的技巧，读者阅读完本部分之后可以使用 C51 编程语言在 Keil uVision 开发环境中编写能够在 MCS-51 系列单片机上运行的程序。本部分包括第 3 章和第 9 章。

第 3 部分介绍了 MCS-51 系列单片机的基本片内资源、输入/输出通道和片外扩展资源，这些是 MCS-51 单片机的应用基础。硬件篇中给出了大量的单片机使用实例，读者可以通过这些实例来学习 MCS-51 系列单片机的具体使用方法，其中还包括一些富有技巧性的使用方法，这些都是本书的编写人员在多年实践过程中的技巧总结，对读者的单片机系统开发有很大帮助。本部分包括第 10 章和第 12 章。

第 4 部分列举 MCS-51 系列单片机的应用实例，其中包括一个最小的单片机系统，读者可以通过尝试开发这个系统来开始学习 MCS-51 单片机的开发；还包括一个 MON-51 单片机仿真器，读者可以尝试制作该仿真器来配合 Keil uVision 开发环境进行自己的程序编译和仿真；最后是一个比较大型的 IC 卡读卡器系统，读者可以通过该实例了解如何开发大型、有层次的应用系统。最后讲解单片机系统开发过程中一些需要注意的地方，以及常见问题的解决方法，以供读者在开发过程中查询。

本书由程国钢、王庆利编著。参与本书编写和审校的还有徐强、刘艳伟、吴洋、房明浩、严雨、王亮、梅乐夫、刘艳祎等同志，在此，对他们致以诚挚的谢意！

由于本书涉及的范围比较广泛，作者的水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请各位读者批评指正。书中所有代码可到人民邮电出版社网站 (<http://www.ptpress.com.cn>) 的下载区下载。

编者
2006.12

目 录

第 1 章 MCS-51 系列单片机	1
1.1 单片机的发展及其应用	1
1.2 MCS-51 系列单片机体系结构	2
1.2.1 中央处理器	2
1.2.2 存储器	4
1.2.3 外部引脚	8
1.2.4 时钟模块	9
1.2.5 其他内部资源	10
1.2.6 MCS-51 系列单片机工作方式	10
1.3 常见的 MCS-51 系列单片机	12
第 2 章 MCS-51 单片机指令系统	15
2.1 MCS-51 单片机寻址方式	15
2.1.1 概述	15
2.1.2 立即寻址	16
2.1.3 直接寻址	16
2.1.4 寄存器寻址	16
2.1.5 寄存器间接寻址	16
2.1.6 变址间接寻址	17
2.1.7 相对寻址	17
2.2 MCS-51 单片机指令系统	17
2.2.1 数据传送类指令	17
2.2.2 算术运算类指令	19
2.2.3 逻辑操作类指令	20
2.2.4 位操作类指令	22
2.2.5 控制转移类指令	23
2.2.6 汇编程序和伪指令	26
2.3 MCS-51 单片机汇编程序设计	27
第 3 章 Keil C51 语言	31
3.1 概述	31
3.2 C51 语言编译器介绍	31
3.3 Keil uVision2 集成开发环境	32
3.3.1 uVision2 界面以及菜单介绍	32

3.3.2	uVision2 开发流程	38
第 4 章	数据类型、运算符和表达式	44
4.1	C51 支持的数据类型	44
4.2	常量和变量	45
4.2.1	常量	45
4.2.2	变量	45
4.3	C51 存储器、寄存器定义	45
4.3.1	C51 的数据存储类型	46
4.3.2	寄存器	47
4.3.3	位变量	47
4.4	C51 的算术和赋值运算	47
4.4.1	算术运算符和算术表达式	48
4.4.2	赋值运算符和赋值表达式	48
4.5	逻辑运算	49
4.6	关系运算	49
4.7	位操作	50
4.7.1	位逻辑运算	50
4.7.2	移位运算	50
4.8	自增减运算、复合运算、逗号运算	51
4.8.1	自增减运算	51
4.8.2	复合运算	51
4.8.3	逗号运算	51
4.9	运算符的优先级	52
第 5 章	C51 控制流	54
5.1	C51 的 3 种基本结构	54
5.1.1	顺序结构	54
5.1.2	选择结构	55
5.1.3	循环结构	55
5.2	选择语句	56
5.2.1	if 语句	56
5.2.2	switch 语句	58
5.2.3	选择语句的嵌套	59
5.3	循环语句	59
5.3.1	while 语句	59
5.3.2	do while 语句	60
5.3.3	for 语句	60
5.3.4	循环语句总结	61
5.4	break 语句、continue 语句和 goto 语句	62

5.4.1	break 语句	62
5.4.2	continue 语句	63
5.4.3	goto 语句	64
第 6 章	函数	65
6.1	函数的分类	65
6.2	函数的定义	66
6.2.1	函数定义的一般形式	66
6.2.2	函数的参数	67
6.2.3	函数的值	67
6.3	函数的调用	68
6.3.1	函数调用的方法	68
6.3.2	函数的声明	68
6.3.3	函数的递归调用	69
6.3.4	函数的嵌套调用	71
6.4	内部函数和外部函数	72
6.4.1	内部函数	72
6.4.2	外部函数	72
6.5	变量类型以及存储方式	73
6.5.1	局部变量	74
6.5.2	全局变量	74
第 7 章	数组和指针	76
7.1	数组	76
7.1.1	一维数组	76
7.1.2	二维数组	77
7.1.3	字符数组	77
7.1.4	数组的存储方式	78
7.2	指针	79
7.2.1	指针和指针变量	79
7.2.2	指针变量的定义	80
7.2.3	指针变量的引用	80
7.2.4	C51 的指针类型	80
7.3	数组和指针	81
7.3.1	指针与一维数组	81
7.3.2	指针与二维数组	83
7.4	字符串和指针	83
7.4.1	字符串的表达形式	83
7.4.2	字符串指针变量和字符数组的区别	84
7.5	数组、指针和函数的联系	84

7.5.1	数组作为函数的参数	84
7.5.2	指针作为函数参数	85
7.5.3	返回指针的函数	86
7.6	指针数组和指向指针的指针	87
第 8 章	结构、联合和枚举	89
8.1	结构体	89
8.1.1	结构体和结构体变量的定义	89
8.1.2	结构体变量的引用	90
8.1.3	结构体变量的初始化和赋值	91
8.1.4	结构体变量数组	91
8.1.5	指向结构体变量的指针	92
8.1.6	用指向结构的指针变量作为函数的参数	92
8.2	联合体	94
8.2.1	联合体变量的定义	94
8.2.2	联合体变量的使用	95
8.3	枚举	96
8.3.1	枚举变量的定义	96
8.3.2	枚举变量的应用	96
第 9 章	程序设计技巧	98
9.1	养成良好的编程习惯	98
9.1.1	程序的总体设计	98
9.1.2	命名规则	99
9.1.3	编程规范	99
9.2	宏定义	100
9.2.1	简单的宏定义	100
9.2.2	带参数的宏定义	101
9.3	条件编译	102
9.4	具体指针的应用	104
9.5	中断响应快速性的一种实现	106
9.6	一些关键字的使用	108
9.7	使用移位运算代替乘除和求模等运算	110
第 10 章	单片机基本内部资源	112
10.1	并行口	112
10.1.1	P0 口	112
10.1.2	P1 口	113
10.1.3	P2 口	114
10.1.4	P3 口	114

10.1.5 并行口的应用	114
10.2 中断系统	115
10.2.1 中断向量地址和中断标志位	116
10.2.2 中断控制	117
10.2.3 中断响应	119
10.2.4 中断服务程序设计	120
10.3 定时计数器	122
10.3.1 定时计数器的控制	122
10.3.2 定时计数器的工作方式	123
10.3.3 定时计数器的使用	125
10.3.4 定时计数器 T2	131
10.4 串行口	135
10.4.1 串行口的相关寄存器	136
10.4.2 串行口工作方式 0	137
10.4.3 串行口工作方式 1	140
10.4.4 串行口工作方式 2、3	142
10.4.5 串行口应用技巧	146
10.5 外部中断	149
10.6 单片机内部资源应用技巧	152
10.6.1 外部中断扩展	152
10.6.2 中断服务子程序时间误差	154
10.6.3 热启动和冷启动	159
10.6.4 软件模拟硬件	160
10.6.5 单片机中断资源分配和使用软件扩展多级中断	165
10.6.6 单片机串行口通信波特率自适应	169
第 11 章 单片机资源扩展	174
11.1 扩展并行口	174
11.1.1 不可编程并行口扩展	174
11.1.2 可编程并行口扩展	180
11.2 扩展定时计数器 8253/8254	184
11.2.1 8253 的内部结构	184
11.2.2 8253 的引脚	185
11.2.3 8253 的控制寄存器和工作方式	186
11.2.4 8253 和 51 系列单片机接口	191
11.3 扩展外部内存	193
11.3.1 扩展程序内存	193
11.3.2 扩展外部数据存储器	194
11.3.3 同时扩展外部程序内存和数据存储器	196
11.4 I ² C 总线扩展	197

11.5 扩展其他资源	210
11.5.1 模拟比较器	210
11.5.2 时钟芯片	215
11.5.3 温度传感器	223
11.5.4 看门狗 (Watch Dog)	228
11.5.5 SPI (同步串行外部设备接口)	230
11.5.6 ICP、ISP 和 IAP	231
第 12 章 单片机输入输出通道	233
12.1 人体输入设备	233
12.1.1 按键	233
12.1.2 行列扫描键盘	235
12.2 输出显示设备	239
12.2.1 基本显示设备	239
12.2.2 数码管的软件译码和硬件译码	241
12.2.3 数码管的软件译码	242
12.2.4 数码管的硬件译码	244
12.2.5 液晶显示器	248
12.2.6 液晶显示器的应用	249
12.3 输入通道	257
12.3.1 输入通道简介	257
12.3.2 数字信号和开关信号	258
12.3.3 频率信号	260
12.3.4 模拟开关和采样保持器	262
12.3.5 模拟/数字变换	264
12.3.6 扩展 A/D	266
12.3.7 ADC0804 的应用	269
12.4 输出通道	272
12.4.1 开关量输出	272
12.4.2 数字/模拟变换	274
12.4.3 扩展 D/A	275
12.4.4 DAC0832 的应用	277
12.4.5 直流电动机控制	279
第 13 章 单片机应用系统	283
13.1 最小单片机系统设计	283
13.1.1 单片机振荡电路设计	284
13.1.2 单片机复位电路	284
13.2 MON-51 仿真器开发	287
13.2.1 MON-51 仿真器简介	287

13.2.2	MON-51 仿真器硬件设计	288
13.2.3	MON-51 仿真器软件环境及其配置	288
13.2.4	MON-51 仿真器的使用	292
13.2.5	MON-51 设计总结	297
13.3	IC 卡读卡器开发	298
13.3.1	IC 卡简介	298
13.3.2	IC 卡读卡器硬件	299
13.3.3	存储卡软件系统设计	300
13.3.4	加密卡软件系统设计	304
第 14 章	单片机系统开发技巧	323
14.1	单片机系统可靠性设计	323
14.1.1	系统设计原则	323
14.1.2	硬件系统可靠性设计	324
14.1.3	电路板图可靠性设计	325
14.1.4	软件系统可靠性设计	327
14.2	单片机系统调试	333
14.2.1	单片机开发系统	333
14.2.2	单片机系统硬件调试	336
14.2.3	单片机系统软件调试	338
14.2.4	单片机系统综合调试	338
14.2.5	单片机系统调试技巧	339

第 1 章 MCS-51 系列单片机

单片机作为当前应用广泛的嵌入式系统的核心部分之一，具有体积小、速度快、功耗低、价格低廉等特点，在工业、教育、日常生活等诸多领域得到了广泛的应用，例如，在冰箱、微波炉、洗衣机等家用电器中使用单片机控制系统，可以使它们更加智能地工作；电话、传真、打印机中可使用单片机系统控制拨号、打印；单片机还可以在工业控制和机电一体化系统中作为核心控制部件。

MCS-51 系列单片机以其卓越的性能深受广大单片机爱好者的喜爱。本章主要讲述单片机的发展、应用，以及单片机的体系结构和常见的单片机。

1.1 单片机的发展及其应用

单片机是单片微型计算机的简称，是指将中央处理器、存储器、定时计数器、时钟接口和多种输入/输出接口集成在一个芯片上的计算机，其基本结构如图 1.1 所示。

自从 Intel 公司发布 MCS-51 内核以来，许多公司在 MCS-51 内核基础上对其进行改进、增强，推出了具有不同特色、功能更加丰富、基于 MCS-51 内核的单片机，这些单片机或具有 AD 接口，或具有 USB 控制接口，或具有 MP3 解码器，但是由于它们都采用相同的内核，所以统称为 MCS-51 系列单片机，它们有大致相同的体系结构和基本指令系统，可以采用相同的工具开发。

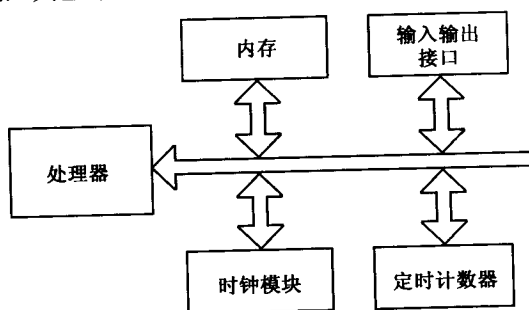


图 1.1 单片机的基本结构

进入 20 世纪 90 年代，随着微电子技术的发展，51 系列单片机的发展呈现以下的趋势。

(1) 集成度提高

多种功能都集成在一块 51 单片机上，不用扩展外部资源或扩展很少的外部资源就可以完成系统的功能。

(2) 扩展方式增多

51 系列单片机不仅仅使用并行端口和串行端口进行扩展，还出现了 SPI、IIC 等多种扩展接口。

(3) 工作电压降低

51 系列单片机的工作电压从开始的 5V 降低到 3.3V 和 1.8V，低功耗可以使系统更加稳定，在便携系统中也可延长其使用时间。

除了常见的 51 系列单片机之外，AVR 系列单片机和 MSP320 系列单片机也常常应用于单片机系统中，并具有各自的应用场合。

1.2 MCS-51 系列单片机体系结构

MCS-51 单片机系统内部结构如图 1.2 所示，由 8 位中央处理器、时钟模块、IO 端口、内部程序存储器、内部数据存储器、2 个 16 位定时计数器、中断系统和一个串行通信模块组成。

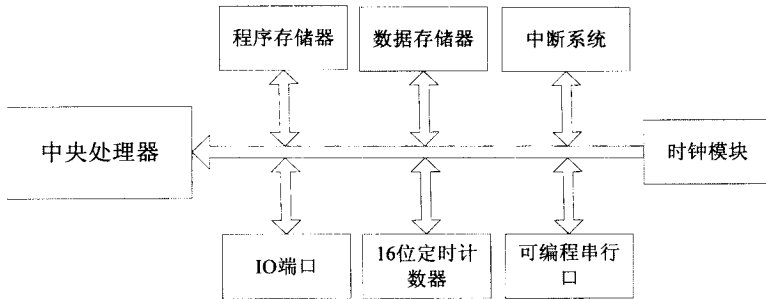


图 1.2 51 系列单片机基本结构

MCS-51 系列单片机内部模块的功能简要说明如下。

- 中央处理器：单片机的核心部件，执行预先设置好的程序代码，负责数据的计算和逻辑的控制。
- 程序存储器：存放程序代码。
- 数据存储器：存放程序执行过程中的数据。
- 中断系统：根据设置接收单片机的各个中断事件，提交到处理器。
- 时钟模块：提供整个单片机所需要的各个时钟信号。
- 可编程串行口：根据设置进行串行数据通信。
- 16 位定时计数器：根据设置进行定时或计数工作。
- IO 端口：与外部接口部件通信，进行数据交换。

1.2.1 中央处理器

中央处理器是单片机的核心单元，可以分为运算逻辑部分和控制逻辑部分。运算逻辑部分由算术逻辑运算单元 ALU、累加器 A、寄存器 B、暂存寄存器 TR、程序计数器 PC、程序状态字寄存器 PSW、堆栈指针 SP、数据指针寄存器 DPRT 和布尔处理器组成，控制逻辑部分由指令寄存器、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

ALU 可以对数据进行算术运算操作和逻辑运算操作，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。
- 循环左右移位操作。
- 半字节交换。
- 比较和条件转移等操作。

以上单片机操作都有独立的专用指令，将在第 2 章中详细介绍。ALU 的操作数可以存放在累加器 ACC 或暂存寄存器 TR 中，运算结果可以送回到 ACC、通用寄存器或其他存储单元中。寄存器 B 用于在乘法或除法单元中存放一个操作数并且在运算结束之后存放 8 位结果数据。

(2) 累加器 ACC、寄存器 B 和暂存寄存器 TR

累加器 ACC 是处理器单元中使用最为频繁的寄存器，全部的算术运算操作以及绝大多数的数据传送操作都要使用 ACC。在加法和减法运算中，使用 ACC 存放运算结果。在乘法运算中，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，而运算结果则放在 ACC 和寄存器 B 组成的 AB 寄存器对中。在除法运算中，使用 ACC 存放被除数，使用寄存器 B 存放除数，计算得到的商数存放在 ACC 中，而余数存放于寄存器 B。

(3) 程序状态字寄存器 PSW

单字节程序状态字寄存器 PSW 使用了其中 7 位用于存放 ALU 单元运算结果的特征信息，其具体含义如表 1.1 所示。

表 1.1 程序状态字内部定义

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

CY: 进位标志，当有进位或借位产生时，CY 被置位，否则被清除。

AC: 半进位标志，当处理数据的第 3 位向第 4 位有进位或借位产生时，AC 被置位，否则被清除，这是一个半字节标志。

F0: 用户自己定义的标志，由用户置位和清除，常常用于控制程序的跳转。

RS1、RS0: 寄存器组控制，由用户置位和清除，用户选择使用的工作寄存器区，RS1、RS0 和选择的工作寄存器组关系如表 1.2 所示。

表 1.2 RS1、RS0 和寄存器组对应关系

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)

注意: MCS-51 系列单片机共有 4 个寄存器组，每组 8 个单字节寄存器，适当的切换寄存器可以方便程序的编写，加快程序的执行，多用于中断服务子程序。

OV: 溢出标志，当带符号数据运算结果超出了 $-128 \sim +127$ 的范围、无符号数据乘法运算结果超过 255 或无符号除法除数为 0 时 OV 被置位，否则被清除。

P: 奇偶标志，用于表示累加器 ACC 中“1”的个数，当该个数为奇数时，P 标志被置位，

否则被清零。

【例 1.1】P 位置位实例。

当 ACC 中的数据为 1111 1011 (0xFBH) 时，由于有 7 个“1”，P 被置位；当 ACC 中数据为 0001 1000 (0x18) 时，由于只有 2 个“1”，P 被清除。

(4) 布尔处理器

布尔处理器用于位操作，使用进标志 PSW.7 (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、数据传送以及相应的判断跳转操作。

(5) 程序计数器

程序计数器 PC 是 16 位计数器，用于存放下一条指令的地址，可寻址范围为 0KB~64KB。

(6) 指令寄存器

指令寄存器 IR 用于存放当前正在执行的指令。

(7) 指令译码器

指令译码器对 IR 中指令操作码进行分析解释，产生相应的控制逻辑。

(8) 数据指针

数据指针 DPTR 用于寻址外部数据存储器或外部程序寄存器中的表格信息，寻址范围为 0KB~64KB。

(9) 堆栈指针

堆栈指针 SP 用来表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，堆栈可以指定在内部数据寄存器适当的连续空间中。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。

1.2.2 存储器

MCS-51 系列单片机的存储器采用哈佛结构，将程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM 分开，两种存储器有自己的寻址指令、编址空间和相应的控制寄存器，MCS-51 系列单片机的基本体系结构如图 1.3 所示。

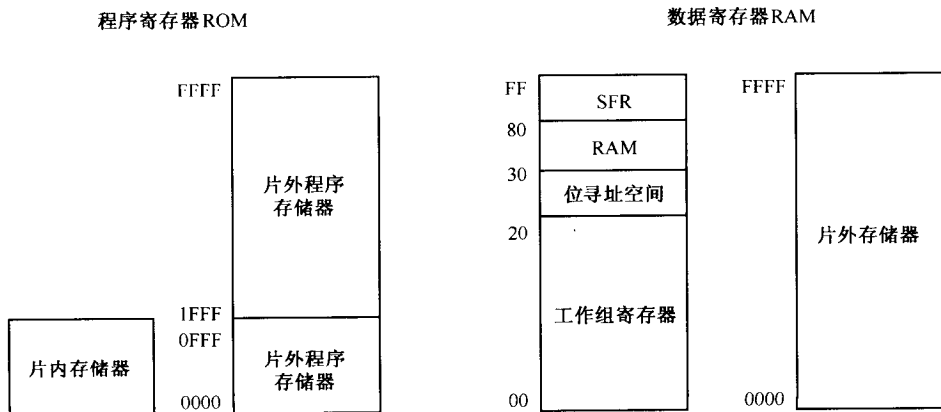


图 1.3 MCS-51 单片机存储器的体系结构

从图 1.3 中可以看到存储器分为片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器 and 片外数据存储器 4 个部分。

1. 程序存储器

程序存储器由片内程序存储器和片外程序存储器组成，用于存放用户编写的程序代码。因为 PC 程序指针和地址总线是 16 位的，所以片内和片外的程序存储器最大编址总和为 64KB，其中外部程序存储器的低部编址和内部程序存储器编址重合，也就是说代码只能选择存放到其中一个地方。单片机复位之后 PC 程序指针被初始化为 0x000，指向程序代码空间的最低位。在单片机上有一个外部引脚 EA，当该引脚外加高电平时 PC 程序指针起始指向的是内部程序存储器，程序代码从内部存储器开始执行；当该引脚外加低电平时 PC 程序指针起始指向的是外部程序存储器，程序代码从外部程序存储器开始执行。当程序代码大小超过了内部程序存储器时需要为单片机外扩外部程序存储器，程序代码执行到存放在内部程序存储器的最后一条指令之后自动跳转到外部程序存储器继续执行。

注意：某些单片机内部没有程序存储器，如早期的 8051 单片机，这些单片机就必须外扩程序存储器；有内部程序存储器的单片机如果有外部程序存储器，必须将程序的起始执行位置存放到内部程序存储器或者是外部程序存储器的低位并且通过给外部引脚 EA 设置不同的电压来确定。如某个代码长度为 32KB，存放到一块有 8KB 的内部程序存储器并且扩展了 64KB 的外部程序存储器的单片机内，可以有两种选择：第 1 种，设置 EA 为高电压，将 32KB 代码的低 8KB 内容存放到内部程序存储器，剩余的 24KB 程序代码存放到外部程序存储器的 8KB~32KB 代码空间内，程序从内部程序存储器开始执行，当执行完内部存储器的内容之后自动转到外部存储器执行；第 2 种，设置 EA 为低电压，将 32KB 代码全部放入外部程序存储器，程序从外部存储器开始执行。

内部程序存储器的部分地址用于特定的程序入口，一般在该位置放置相应的跳转指令，使得 PC 程序指针跳转到相应的程序代码块起始存放地址，常用的几个入口地址如表 1.3 所示。

表 1.3 常用特定程序地址入口

特定程序	入口地址
系统复位	0x0000H
外部中断 0	0x0003H
定时器 T0 溢出	0x000BH
外部中断 1	0x0013H
定时器 T1 溢出	0x001BH
串行中断	0x0023H
.....

特定程序入口一般是单片机的中断入口，随着 51 系列单片机集成度的提高，单片机片上的资源变得丰富，出现了大量其他的中断，所以更多的程序存储器空间用于特定程序入口。

可以通过编程器、ISP 等多种方式对程序存储器写入数据，在执行过程中程序存储器多为只读属性，常见的存储器类型有掩膜 ROM、OTP（一次性编程）ROM、MTP（多次编程）ROM，MTP ROM 包括 EPROM、EEPROM 及 FLASH 等。

2. 数据存储器

单片机的数据存储器由片内存储器和片外存储器组成，常用的是片内存储器。片内存储器可以划分为数据 RAM 区和特殊功能寄存器（SFR）区，而数据 RAM 区又可以划分为工作寄存器区、位寻址区、用户区和堆栈区，常见的 51 单片机片内数据 RAM 区如图 1.4 所示，共 256B，对于各个区间，单片机有独立设置的寻址方式。

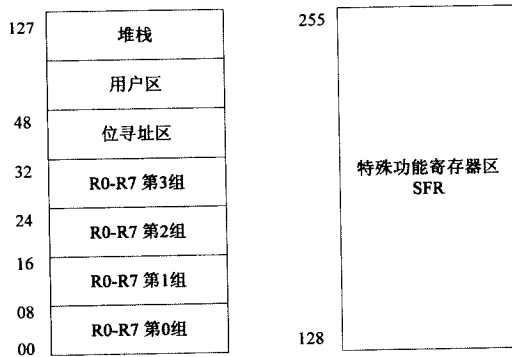


图 1.4 51 系列单片机片内 RAM 空间分布

片内存储器最低位置是工作寄存器区，分为 4 组，每组有 8 个单字节寄存器，均编码为 R0~R7，共 32 个单元。当前正在使用的组由程序状态字寄存器 PSW 中的 RS0 和 RS1 位决定，由于可以直接使用单字节指令访问，因此放在其中的数据访问速度是最快的。

位寻址区的 16B 单元支持位寻址，用户可以使用普通的内存寻址指令对该部分内存单元进行字节寻址，也可以使用位寻址指令对该部分内存单元按照对应的位地址进行位寻址，该地址单元的字节地址和位地址对应如表 1.4 所示，位地址空间编址为 00H~7FH 共 128 个地址。

表 1.4 字节地址和位地址对应表

字节地址	位地址							
	7	6	5	4	3	2	1	0
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