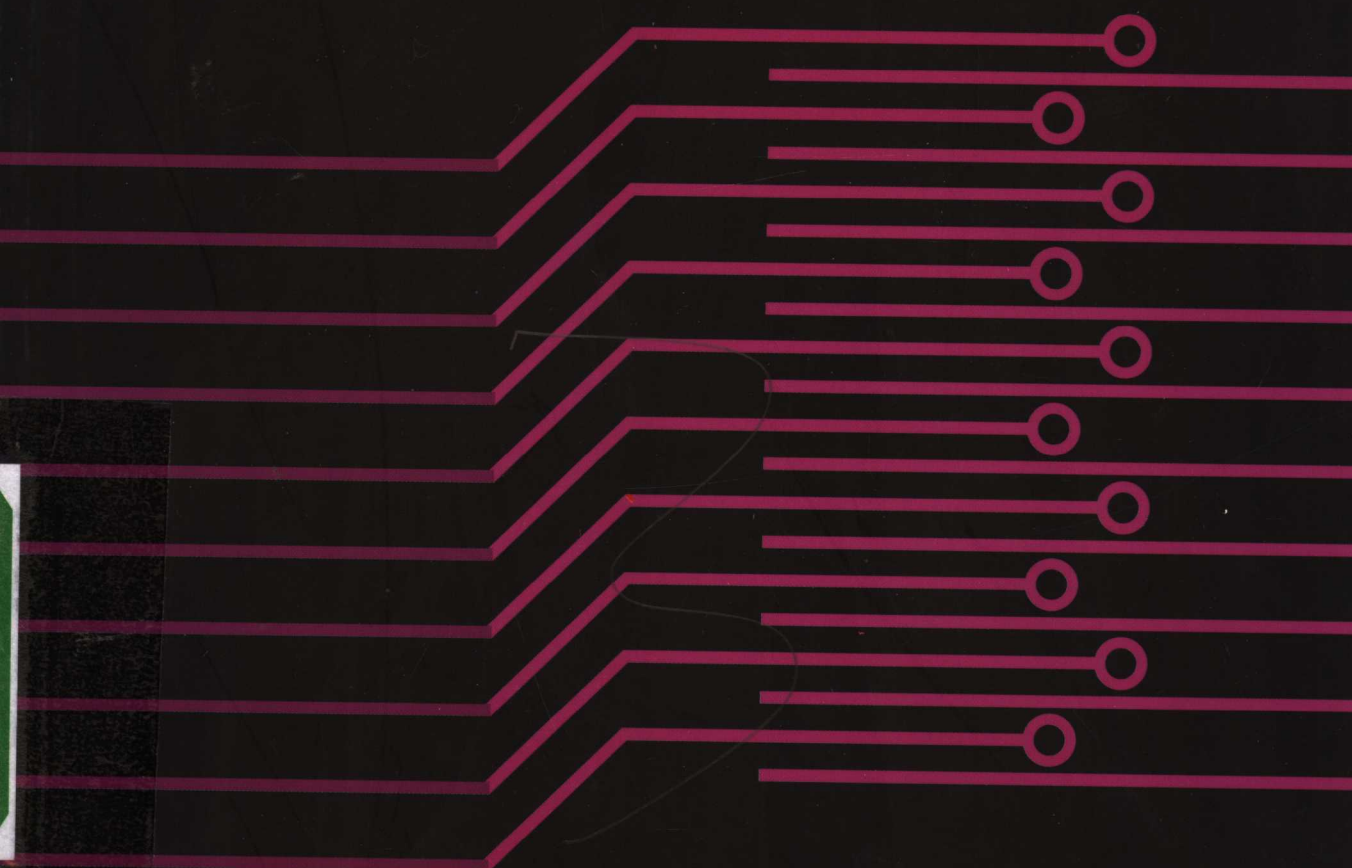


51单片机 C语言开发与实例

汤竞南 沈国琴 编著



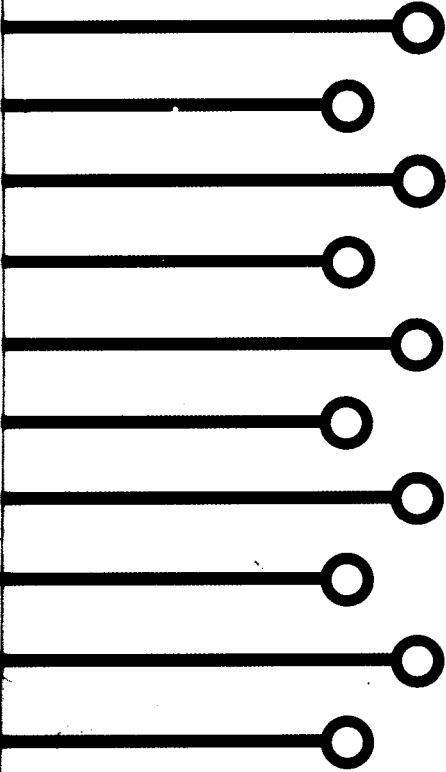
 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TP368.1/394

2008

51单片机 C语言开发与实例

汤竞南 沈国琴 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机 C 语言开发与实例 / 汤竞南, 沈国琴编著. —北京:
人民邮电出版社, 2008.2
ISBN 978-7-115-17332-4

I. 5… II. ①汤…②沈… III. 单片微型计算机—C 语
言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 193343 号

内 容 提 要

本书利用 Keil 公司最新版的 μ Vision3 集成开发环境, 从应用的角度, 全面地介绍了用 C51 开发调试单片机程序的方法、过程和应注意的事项。书中列举了大量应用实例, 着重介绍了 51 单片机的一些新技术及其应用方法, 同时还介绍了几款简易编程器的编制和使用方法, 使读者尽快、尽可能容易地掌握利用 C51 对 MCS-51 单片机进行开发的方法。

系统全面、突出重点、由浅入深、通俗易懂、学用结合、软硬兼备、实例丰富是本书的主要特色, 因此, 本书适用于具有一定电子技术基础和具有一定的单片机基础知识的学生、教师、单片机爱好者、电子制作爱好者、电器维修人员、电子产品开发设计者、工程技术人员阅读参考。

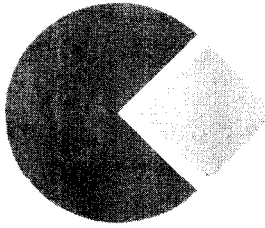
51 单片机 C 语言开发与实例

-
- ◆ 编 著 汤竞南 沈国琴
责任编辑 刘 浩
 - ◆ 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: 22.75
字数: 551 千字 2008 年 2 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2008 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17332-4/TP

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



前 言

INTEL 公司的 MCS-51 单片机是目前在我国应用得最广泛的单片机之一。随着单片机应用技术的不断发展,许多公司纷纷以 51 单片机为内核,开发出与其兼容的多种芯片,从而扩充和扩展了其品种和应用领域。

C 语言是具有结构化、模块化编译的通用计算机语言,是国际上应用最广、最多的计算语言之一。C51 是在通用 C 语言的基础上开发出的专门用于 51 系列单片机编程的 C 语言。与汇编语言相比,C51 在功能上、结构上以及可读性、可移植性、可维护性等方面都有非常明显的优势。目前最先进、功能最强大、国内用户最多的 C51 编译器是 Keil Software 公司推出的 Keil C51。

本书在简单地介绍 MCS-51 单片机和 C 语言的基础上,详细讲解 C51 目前最新 808a 版本,大量列举 Keil C51 应用程序设计实例,并着重讨论用 Keil C51 的 μ Vision3 集成开发环境开发调试 MCS-51 单片机程序的方法;随后介绍如何用 Keil C51 开发 8051 单片机芯片上的 I/O 口、定时器/计数器、串行口等内部资源以及如何用 Keil C51 对 MCS-51 单片机的资源进行扩展、如何对 8051 单片机进行系统设计。

为了让读者能尽快掌握 C51 编程技能,书中每一个章节,每一部分内容都列举若干程序范例,并在后面章节中结合一些单元电路的应用,给出其他书本上没有的或很少见到的应用技术和实例。例如,单片机的实时断电保护、单片机与 PC 机之间的串行通信、单片机的在系统编程 (ISP) 和在应用中编程 (IAP)、单片机之间的各种相互通信方法、I²C 总线接口技术、单片机的程序固化技术以及编程器的选择、使用、自制方法等。

书中还结合实际产品开发应用,介绍用 C51 开发快速走丝线切割机床控制系统的原理并提供了软件,介绍步进电机驱动电路和对应的 C51 程序、红外器件的工作原理以及 Keil C51 在红外器件应用项目中的编程等一些开发实例。为了让读者在掌握了 C51 程序的基本开发技术后,能进一步得到提高,书中还收集整理了一些 C51 开发者总结出的经验、C51 程序的代码优化方法和 C51 编程的一些技巧和窍门。

C51 程序与汇编语言程序关系密切,有时候不得不用汇编语言来编写单片机的应用程序,有时候可能需要汇编语言程序与 C51 程序相互嵌套使用。由于介绍 MCS-51 单片机汇编语言的书籍已经有很多,为了避免重复,本书不再对汇编语言作详细的介绍,仅在附录部分列出了

MCS-51 单片机的指令表以及 Kiel C51 的库函数，以方便读者编程时查阅参考。

本书努力突出 8051 单片机的特点，结合 8051 单片机的一些最新发展动向和技术，重点解决学以致用问题，对一些技术要点和难点作了较详细和深刻的阐述，对程序实例大多附有详细的说明和注释，方便读者理解和学习。

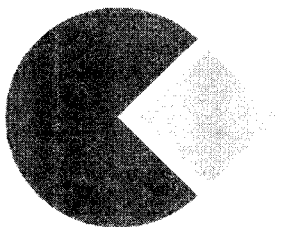
读者在学习 C51 程序的过程中，应弄懂 C51 程序结构特性，领会其设计思想，而不应仅仅是盲目地照搬照抄，这样才能在原来的基础上更好地开发，取得更好的效果，设计出更好的程序和产品。

由于以 51 为内核的单片机应用很广泛，生产的厂家很多，品种型号也很多，性能和价格也有很大的差别；而且 8051 单片机家族还一直在扩展壮大，新器件、新功能不断涌现，因此，读者在设计单片机应用系统时，要结合产品器件手册，注意区分不同厂家、不同型号之间的差别，选用适合自己系统的品种型号，采用最低廉的价格、最简洁的电路，达到最优良的性能。

书中代码可在 <http://www.ptpress.com.cn/download> 处下载。首先注册用户，然后输入书名或书号查询。

书中不妥之处在所难免，敬请广大读者朋友不吝赐教（电子函件：book_better@sina.com）。

编 者
2008 年 1 月



目 录

第 1 章 MCS-51 单片机与 C 语言	1
1.1 MCS-51 单片机的特点	1
1.1.1 MCS-51 单片机简介	1
1.1.2 MCS-51 单片机的内部结构	3
1.1.3 MCS-51 单片机的存储器组织	4
1.2 汇编语言	6
1.3 C 语言	8
1.4 单片机汇编语言与 C 语言程序设计对照	10
1.5 汇编语言和 C 语言混合编程	12
1.5.1 在 C51 中嵌入汇编	12
1.5.2 C 程序中调用汇编功能程序	15
1.5.3 汇编程序调用 C 程序	18
第 2 章 Keil C51 的数据结构	20
2.1 Keil C51	20
2.2 数据类型	22
2.3 存储种类及存储区	25
2.3.1 整型常量	25
2.3.2 字符型常量	25
2.3.3 字符串常量	26
2.3.4 位标量	26
2.4 变量	26
2.4.1 变量的定义	26
2.4.2 存储器类型	27
2.4.3 存储器模式	27
2.4.4 重新定义数据类型	28

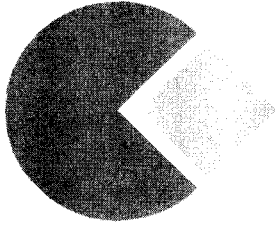
2.5	数组	29
2.6	指针	31
2.7	结构	33
2.8	联合	34
2.9	枚举	36
第 3 章	Keil C51 程序设计	39
3.1	预处理	39
3.2	运算符与表达式	41
3.3	控制流语句	46
3.3.1	条件语句	46
3.3.2	while 循环	47
3.3.3	do-while 循环	47
3.3.4	for 循环	48
3.3.5	goto 语句	49
3.3.6	switch 语句	50
3.3.7	Break 语句和 continue 语句	51
3.3.8	返回语句 return	51
3.4	函数	53
3.4.1	定义函数	54
3.4.2	调用函数	55
3.4.3	中断服务函数	56
3.4.4	函数的递归调用与再入函数	59
第 4 章	Keil C51 集成开发环境	61
4.1	Keil C51 安装	61
4.2	μ Vision3 集成开发环境	65
4.3	μ Vision3 的栏目和窗口	66
4.4	创建项目	67
4.5	简单的程序调试	72
4.6	含有多个文件的项目	75
4.7	代码优化	76
4.8	技巧和窍门	80
4.9	Keil C 编译器常见警告与错误信息的解决方法	81
第 5 章	用 Keil C51 开发 8051 单片机内部资源	85
5.1	用 Keil C51 开发输入/输出端口	85
5.1.1	输入/输出端口简介	85
5.1.2	输出端口应用实例	86

5.1.3	输入端口实例	88
5.2	用 Keil C51 开发定时器/计数器	89
5.2.1	定时器/计数器简介	89
5.2.2	控制和状态寄存器	89
5.2.3	定时器/计数器设置实例	90
5.2.4	定时器/计数器 2	91
5.2.5	编程实例	92
5.3	中断系统编程	94
5.3.1	中断系统	95
5.3.2	中断系统的控制寄存器	95
5.3.3	中断的响应过程	96
5.3.4	中断实例	97
5.4	用 Keil C51 开发串行口	98
5.4.1	数据通信的基本概念	98
5.4.2	MCS-51 的串行口控制寄存器	99
5.4.3	工作方式	100
5.4.4	数据传输率的确定	101
5.4.5	串行通信实例	102
第 6 章	单片机的资源扩展	105
6.1	扩展并行口	105
6.1.1	用 8255 扩展并行接口	106
6.1.2	用 74HC573 (或 74HC373) 扩展输出口	108
6.2	串并转换	111
6.2.1	用 74HC164 扩展并行输出口	111
6.2.2	用 74HC165 扩展并行输入口	112
6.3	扩展外部并行 ROM	115
6.4	扩展外部串行 EEPROM	116
6.4.1	三线制 Microwire 串行总线的 E ² PROM	116
6.4.2	三线制 Microwire 串行总线在 MCS-51 系列单片机上的应用	117
6.4.3	程序设计	118
6.5	扩展外部 RAM	121
第 7 章	8051 单片机的系统设计	123
7.1	静态数码管显示	123
7.2	动态数码管显示	125
7.3	键盘输入	127
7.4	A/D 转换	130
7.4.1	TLC0831 8 位 A/D 转换器	130

7.4.2	TLC0831 应用实例	131
7.5	D/A 转换	133
7.5.1	MAX532 简介	133
7.5.2	MAX532 读写时序	134
7.5.3	MAX532 的应用实例	135
7.6	温度测量	138
7.6.1	DS18B20 概述	138
7.6.2	DS18B20 的寄存器	139
7.6.3	DS18B20 的读写	140
7.6.4	DS18B20 指令	141
7.6.5	DS18B20 与单片机接口电路图	143
7.6.6	DS18B20 测温 C51 程序	143
第 8 章	8051 单片机程序固化方法	149
8.1	通用编程器	149
8.2	印制板制作	151
8.3	AT89S51 编程器	153
8.4	Willem 编程器	155
8.5	STC 编程器	161
第 9 章	单片机的断电保护	165
9.1	硬件电路实现方法	165
9.2	断电检测电路	168
9.3	实时断电保护和恢复程序	169
9.4	用 EEPROM 保存断电数据	172
9.5	注意事项	185
第 10 章	单片机与 PC 机通信	187
10.1	RS-232C 简介	187
10.1.1	连接器的机械特性	188
10.1.2	RS-232C 的接口信号	188
10.1.3	电气特性	189
10.2	单片机与 PC 机通信电路	190
10.3	单片机与 PC 机通信程序设计	192
10.3.1	PC 机发送和接收程序	192
10.3.2	单片机发送和接收程序	196
第 11 章	在系统编程和在应用中编程	199
11.1	在系统编程和在应用中编程	199

11.2 PHILIPS 单片机的实现方法	203
11.2.1 P89C51RB2/RC2/RD2 单片机的存储结构	204
11.2.2 P89C51RB2/RC2/RD2 单片机的在系统编程	205
11.2.3 P89C51RB2/RC2/RD2 单片机的在应用中编程	207
11.3 STC 单片机的实现方法	211
11.3.1 STC 单片机的在系统编程	211
11.3.2 STC 单片机的在应用中编程	212
第 12 章 单片机之间的通信	226
12.1 单片机之间的通信方法	226
12.2 单片机之间的并行通信	227
12.3 两个单片机之间的串行通信	231
12.4 串行多机通信	234
12.5 采用双口 RAM 的双机通信	237
第 13 章 I²C 总线接口技术	244
13.1 I ² C 总线	244
13.1.1 I ² C 总线的基本结构	245
13.1.2 起始和停止条件	245
13.1.3 数据传输	246
13.1.4 总线竞争的仲裁	246
13.2 模拟 I ² C 总线的 C51 程序	248
13.3 I ² C 总线在 IC 卡中的应用	253
第 14 章 用 C51 开发线切割机床控制器	261
14.1 线切割机简介	261
14.2 插补运算	262
14.3 终点判别	264
14.4 间隙补偿	265
14.5 插补运算的数学模型	267
14.6 C51 线切割机控制程序	268
第 15 章 步进电机驱动	277
15.1 步进电机	277
15.1.1 步进电机的特点	277
15.1.2 步进电机的类型	278
15.1.3 步进电机的工作原理	278
15.1.4 部分步进电机技术数据	280
15.2 控制电路	282

15.2.1	功率放大电路	282
15.3	环形分配器	284
15.4	混合式步进电机的驱动	287
第 16 章	红外器件应用	300
16.1	红外器件	300
16.1.1	IrDA 器件的类型划分	300
16.1.2	IrDA 器件的构成及其使用	301
16.2	红外遥控器设计	302
16.2.1	红外遥控器基本原理	302
16.2.2	HS9012 红外遥控发射电路	302
16.2.3	HS0038B 红外遥控接收电路	304
16.2.4	红外遥控接收和解码电路	306
16.2.5	红外遥控接收程序	307
16.3	红外报警栏杆	309
16.3.1	红外栏杆简介	309
16.3.2	发射器	310
16.3.3	接收器	316
附录 A	MCS-51 指令表	322
附录 B	Keil C51 的库函数	326



第 1 章 MCS-51 单片机与 C 语言

本章内容

MCS-51 单片机是美国 Intel 公司开发的一款单片机, 这款单片机自问世以来, 便受到用户的极大欢迎, 现已广泛应用于工业生产中。许多半导体公司也以 51 单片机为内核, 开发或扩展了 MCS-51 单片机的功能。本章在简略地介绍 MCS-51 单片机以及单片机的汇编语言之后, 介绍了开发单片机的 C 语言基础, 比较了汇编语言与 C 语言的各自特点, 并介绍了汇编语言与 C 语言的混合编程方法。

.....

1.1 MCS-51 单片机的特点

1.1.1 MCS-51 单片机简介

单片微型计算机, 通常简称为单片机 (Single-Chip Microcomputer), 也经常缩写为 MCU (Micro-Controller Unit), 它采用大规模集成电路技术把微处理器 (CPU) 和随机存取数据存储 (RAM)、只读程序存储器 (ROM)、输入输出电路 (I/O 口) 以及定时计数器、串行通信口 (SCI)、时钟电路、脉宽调制电路 (PWM)、模拟多路转换器及 A/D 转换器等电路集成到单独的一块芯片上, 构成一个最小的完善的计算机系统。这些电路能在软件的控制下单独、准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务。

实际上, 单片机就是一种典型的嵌入式系统, 因为单片机从体系结构到指令系统都是按照嵌入式系统的应用特点专门设计的。在其基本结构上, 衍生出了能满足各种应用要求的兼容系统, 它能很好地满足应用系统的嵌入、面向测控对象、现场可靠运行及控制品质等方面的要求, 因此单片机构成的系统是发展最快、品种最多、数量最大、应用最广的嵌入式系统。

用单片机构成的电路往往具有体积小、成本低、功能强、可靠性高、功耗低、电路简洁、开发和改进容易等一系列优点, 因此具有优异的性能价格比, 从而使它得到了越来越广泛的应用。

MCS-51 单片机是美国 Intel 公司于 1980 年推出的产品。由于 MCS-51 单片机优异的性能和低廉的价格, 使其在各方面得到了广泛的应用, 至今仍然经久不衰。许多其他的电子公司还

在基本型 MCS-51 的基础上, 开发出了功能更强的产品, 也有的公司借用 MCS-51 单片机的内核, 专门为显示器、MP3、U 盘等产品, 开发出了专用的芯片。因为 MCS-51 是相当成功的产品, 一直到现在, MCS-51 系列或其兼容的单片机仍是应用的主流产品, 各高校及专业学校 在培训学员时, 也大多仍以 MCS-51 单片机作为范例进行基础理论学习。

Intel 公司的基本型 MCS-51 系列单片机主要包括 8031、8051 和 8751 等通用产品, 其主要功能如下:

- 8bit 字长 CPU, 包含了硬件乘除法器以及布尔处理器。
- 4KB 程序存储器 (ROM)。
- 128B 的数据存储器 (RAM)。
- 4 组 8bit 的并行口, 共 32 条 I/O 口线。
- 111 条指令, 大部分为单字节指令。
- 21 个专用寄存器。
- 2 个 16bit 可编程定时/计数器。
- 5 个中断源, 2 个优先级。
- 一个全双工串行通信口。
- 外部数据存储器寻址空间为 64KB。
- 外部程序存储器寻址空间为 64KB。
- 逻辑操作位寻址功能。
- 40 引脚双列直插 (DIP) 封装。
- 单一+5V 电源供电。

MCS-51 地址线宽为 16 条, 即外部数据存储器 and 程序存储器的寻址范围达 $2^{16}=64\text{KB}$, 同时具备对 I/O 口的访问能力。此外, MCS-51 采用模块化结构, 可方便地增删一个模块就可派生出引脚和指令兼容的新产品。从而容易使产品形成系列化。

MCS-51 的指令系统也比较完善。指令系统中包含了全面的数据传送指令、完善的算术和逻辑运算指令、方便的逻辑操作和控制指令。对于编程来说, 是相当灵活和方便的。

MCS-51 单片机的工作频率为 2~12MHz, 当振荡频率为 12MHz 时, 一个机器周期为 $1\mu\text{s}$ 。现在, 许多新开发的兼容 MCS-51 的单片机, 其最高工作频率往往更高, 可以达到 40MHz, 有的还可以倍频工作, 从而大大地提高了工作速度。

MCS-51 中集成了完善的各种中断源, 可以设定不同的优先权, 用户可以十分方便地控制和使用其功能, 使得它的应用范围加大, 从而可以满足绝大部分的应用场合。

Intel 的 8031、8051 和 8751 三种型号都是 HMOS 结构的, 它们之间的差别在于: 8031 无片上 ROM, 必须外加 ROM 芯片存储控制程序; 8051 具有片上掩膜 ROM, 其程序必须由 Intel 公司代客户一次性地写入, 写入后便不能更改了; 8751 则在芯片上就带有可反复擦写的 EPROM。后来, 为了降低功耗, Intel 又生产了 CMOS 结构的 80C31、80C51 和 87C51。此外, 还有 8032、8052、8752, 则是在原来 8031、8051 和 8751 的基础上, 片内 RAM 从 128B 增加到 256B。除了 ROM 和 RAM 的区别外, 这些芯片的内核都基本一样, 因此人们往往把这些型号的单片机统一称为 8051 系列单片机或 MCS-51 系列单片机, 也有人更简单地称之为 51 系列单片机。

由于 MCS-51 单片机具有优越的性能和完善的结构, 导致后来的许多厂商多沿用或参考

了其体系结构，并以此为基础丰富和发展了 MCS-51 单片机，例如 PHILIPS、ST、Dallas、ATMEL 以及我国台湾的 WINBOND 公司、深圳的 STC 公司等半导体公司都推出了兼容 MCS-51 的单片机产品。这些公司在原来的基础上分别发展了高速 I/O 口、A/D 转换器、PWM（脉宽调制）和 WDT 等增强功能，并在低电压、低功耗、扩展串行总线（I²C）和控制网络总线（CAN）等方面加以完善，使 51 系列单片机功能系列更齐全，应用更为方便。

除了功能完善齐全外，MCS-51 还有一个很大的优点，那就是开发资源丰富，这包括硬件和软件开发资源两个方面。从硬件讲，市场上适用于 51 系列单片机的开发系统很多，价格相对便宜，有些简单的开发系统可以自制，甚至不用专门的硬件开发系统，就可以用软件仿真。此外，在众多的单片机品种中，MCS-51 的环境资源是最丰富的，也就是说，MCS-51 的参考资料很多，很容易找，这给 51 系列单片机的用户带来极大的便利。有很多人具有开发应用的经验，碰到问题时容易向人请教。从软件上讲，有很多汇编语言编译器 and 高级语言编译器如 MASM、Keil C 等可供选用，也有许多现成的程序模块、子程序和库文件可供直接调用，因此可以节省开发者很多开发时间。

MCS-51 的开发环境要求较低，只需配备一台个人电脑，一台仿真编程器即可实现产品开发。对于现在广泛流行的 89C51 系列单片机，由于片上带有可反复擦写的 Flash ROM，许多产品还可以支持串行编程，或在线编程、在系统编程，因此开发就更简单了，只要很简单的编程器，甚至不用专门的编程器都可以对其进行编程开发，这给 51 系列单片机的开发用户带来极大的便利。

1.1.2 MCS-51 单片机的内部结构

图 1-1 所示是 MCS-51 单片机的内部结构框图。图 1-2 所示是双列直插式 (PDIP) 封装的 MCS-51 单片机引脚图。从图 1-1 中可以看出，MCS-51 单片机在一块芯片上集成了中央处理器 (CPU)、数据存储单元 (RAM)、程序存储器 (ROM)、定时器/计数器和并行接口、串行接口以及中断系统等几大单元及数据总线、地址总线和控制总线 3 大总线。图 1-3 所示是 MCS-51 单片机的功能框图。

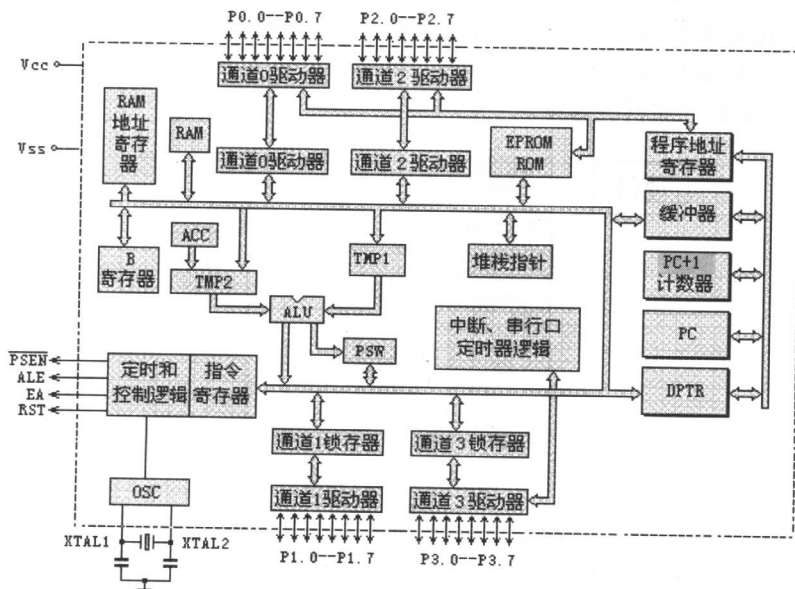


图 1-1 MCS-51 内部结构框图

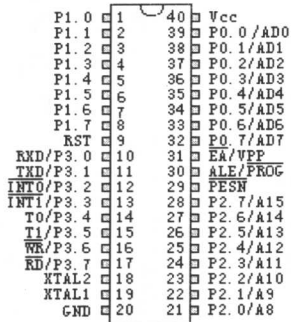


图 1-2 PDIP 封装的 MCS-51 单片机引脚图

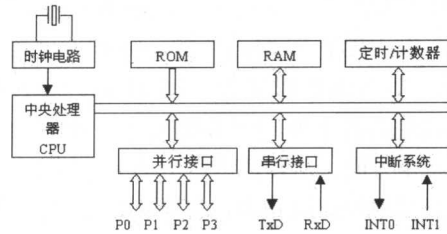


图 1-3 MCS-51 功能框图

1.1.3 MCS-51 单片机的存储器组织

MCS-51 的存储器可分为程序存储器和数据存储器两类，而 MCS-51 单片机的存储结构特点之一就是程序存储器和数据存储器分开，并有各自的寻址机构和寻址方式，这种结构称为哈佛结构。

程序存储器通常称为只读程序存储器 (ROM)，用来存放预先编写好的控制或运算程序。MCS-51 的程序存储器寻址空间最大为 64KB，但是对不同型号的 MCS-51 单片机，其片上所带的 ROM 空间是不一样的，例如 Intel 的 8031 单片机，它的内部无 ROM，因此程序存储器必须外接，并将单片机的 \overline{EA} 引脚端接地。对于内部有 ROM 的 8051 单片机，正常运行时， \overline{EA} 则需接高电平，使 CPU 先从内部的程序存储中读取程序，当单片机中的程序计数器 PC 的值超过内部 ROM 容量时，才会转向外部的程序存储器读取程序。

不管 MCS-51 单片机片内有多少程序存储单元，其地址总是从 0000H 开始。单片机启动复位后，程序计数器的内容也为 0000H，所以系统将从 0000H 单元开始执行程序。

数据存储器也称为随机存取数据存储器 (RAM)，是用于存放程序执行的中间结果和过程数据的。数据存储器均可以读，也可以写，部分存储单元还可以位寻址。图 1-4 所示是 MCS-51 单片机的数据存储器映像图。

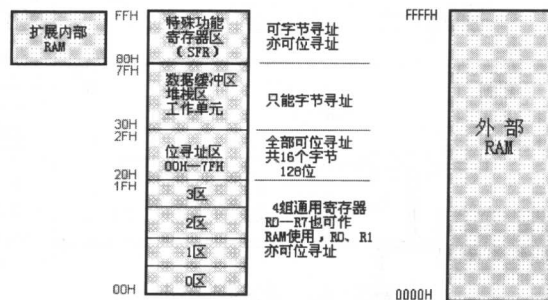


图 1-4 数据存储器映像图

MCS-51 单片机的数据存储器在物理上和逻辑上都分为两个地址空间，分别是内部数据存储区和外部数据存储区。对于传统的 MCS-51 单片机如 8051，内部的用户数据存储空间 RAM 有 128B，地址为 00H~7FH，主要作为数据段使用，称为 DATA 区。不过现在广泛应用的 51 系列单片机大多又扩展了 128B 的用户数据存储空间，使其达到 256B 用户数据存储空

间, 这些多出来的用户数据存储空间所占用 80H~FFH 的地址空间, 被称为 IDATA。因为 IDATA 区的地址与特殊功能寄存器 SFR 的地址互相重叠, 单片机能够依靠指令自动区分是访问扩展的用户数据存储空间 IDATA 还是访问特殊功能寄存器。

在内部 RAM 中, 地址为 00H~1FH 共 32 个单元被均匀地分为 4 组, 每组包含 8 个 8 位寄存器, 都以 R0~R7 来命名, 这 4 组通用寄存器都称为 R0~R7 工作寄存器, 其中 R0 和 R1 可以进行直接寻址或间接寻址, 而 R2~R7 只可以进行直接寻址。在程序中使用程序状态字寄存器 (PSW) 来管理它们, CPU 只要定义 PSW 寄存器的第 3 和第 4 位 (RS0 和 RS1), 即可选中这 4 组通用寄存器。对应的编码关系如表 1-1 所示。

表 1-1 RS1、RS0 与工作寄存器组的关系

PSW.4 (RS1)	PSW.3 (RS0)	选定的工作寄存器组	片内 RAM 地址
0	0	第 0 组	00H~07H
0	1	第 1 组	08H~0FH
1	0	第 2 组	10H~17H
1	1	第 3 组	18H~1FH

MCS-51 单片机特殊功能寄存器 (SFR) 的功能名称、地址和复位后的状态如表 1-2 所示。地址为 20H~2FH 的内部 RAM 单元为位寻址区, 简称为 BDATA 区, 它们既可以作为一般单元用字节寻址, 也可以对它们的位进行寻址, 其位地址为 00H~7FH, 可供编程时参考。

表 1-2 MCS-51 单片机特殊功能寄存器

特殊功能寄存器	功能名称	地址	复位后初态
B	寄存器	F0H	00H
A	累加器	E0H	00H
PSW	程序状态寄存器	D0H	00H
IP	中断优先级寄存器	B8H	XXX00000B
P3	P3 口数据寄存器	B0H	FFH
IE	中断允许控制寄存器	A8H	0XX00000B
P2	P2 口数据寄存器	A0H	FFH
SBUF	串口数据缓冲寄存器	99H	不定
SCON	串行口控制寄存器	98H	00H
P1	P1 口数据寄存器	90H	FFH
TH1	定时器 1 高 8 位	8DH	00H
TH0	定时器 0 高 8 位	8CH	00H
TL1	定时器 1 低 8 位	8BH	00H
TL0	定时器 0 低 8 位	8AH	00H

续表

特殊功能寄存器	功能名称	地 址	复位后初态
TMOD	定时器方式控制	89H	00H
TCON	定时器控制寄存器	88H	00H
PCON	电源控制寄存器	87H	00H
DPH	地址寄存器高 8 位	83H	00H
DPL	地址寄存器低 8 位	82H	00H
SP	堆栈指针寄存器	81H	07H
P0	P0 口数据寄存器	80H	FFH

外部数据存储区一般是在单片机外部扩展 RAM 芯片构成的，但现在也有不少厂家生产的单片机在芯片内部已经扩展了外部 RAM，这样可以节省地址译码器，并可以使单片机腾出更多的引脚用作输入输出。外部数据存储区简称 XDATA 区，地址从 0000H 开始，最多到 FFFFH 为止，采用 16 位地址并通过 DPTR 寄存器间接寻址，因此访问 XDATA 区比访问 DATA 区和 IDATA 区要慢，因为访问 DATA 区是采用直接寻址方式，访问 IDATA 区是通过 R0 或 R1 寄存器间接寻址，而访问 XDATA 必须先初始化 DPTR，再用 DPTR 间接寻址。通常我们把使用比较频繁的变量或局部变量存储在 DATA 区段中，不够时再存储在 IDATA 中，但是必须节省使用 DATA 区和 IDATA 区，因为它们的空间毕竟很有限。

1.2 汇编语言

虽然本书以介绍 C51 为主，但因为单片机实际执行的程序仍是机器码程序，而汇编语言最接近于机器码程序，C51 编译器也是把 C 语言源程序编译成汇编程序从而得到机器码。而在一些要求执行速度特别快的地方或程序特别简洁的地方以及用汇编语言更方便实现其功能的地方，人们往往还不得不使用汇编语言来编程。好在在 C51 程序中，可以嵌入汇编程序，实现 C 语言与汇编混合编程。除此之外，在分析和调试 C51 程序时，也往往先把 C 程序编译成汇编程序，再根据汇编程序的运行走向，来了解程序实际的执行路线。因此，学习 C51 时并不能完全离开汇编语言。

在单片机开发过程中，必须根据希望单片机完成的功能，预先编写好程序，并把程序指令一条一条顺序地放到单片机的程序存储器中，单片机在运行时，CPU 从程序存储器中逐条有序地取出指令，根据指令的要求执行指令，从而完成既定的任务。

放在程序存储器中的指令也是由数据组成的。因为计算机只能识别二进制数，因此，必须事先把指令用二进制数来表示，这叫机器代码。由机器代码组成的程序叫机器语言程序。显然，计算机只能读懂机器语言。但是，如果人们直接用二进制编写机器语言程序，那将是非常困难的，编好的程序也很难让人读懂。

为了让人能够方便地编写和读懂计算机的指令，人们用助记符来代表机器代码，用汇编语言来描述计算机的操作。因为对于人来说，汇编语言比机器语言要好懂得多。这样用户可