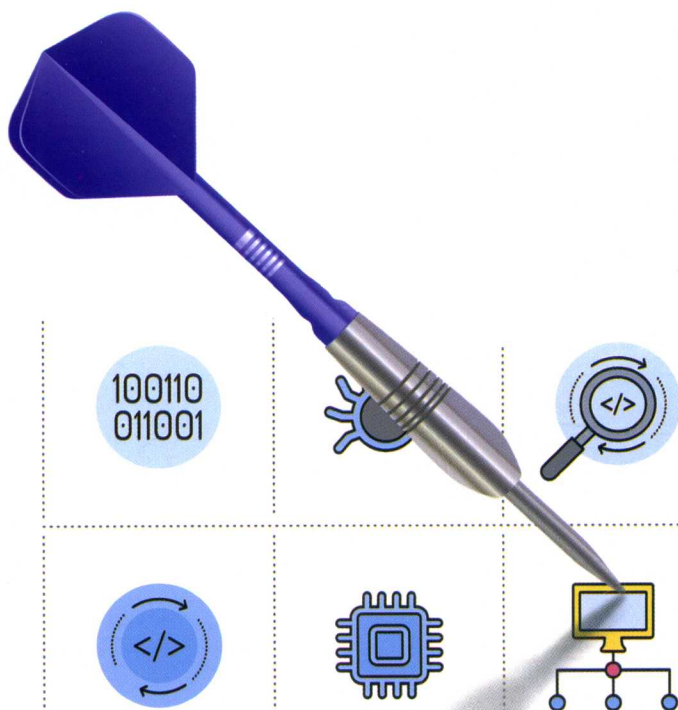
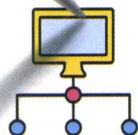
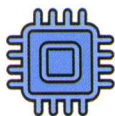
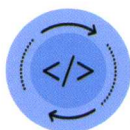




百例成才
系列丛书

100110
011001



• 王会良 王东锋 董冠强 编著

单片机C语言 应用100例 (第3版)



含CD光盘1张



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

百例成才系列丛书

单片机 C 语言应用 100 例

(第 3 版)

王会良 王东锋 董冠强 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在第1版和第2版的基础上,以MCS—51单片机为主体,从实际应用入手,结合大量实例循序渐进地讲述51单片机C语言编程方法,以及51单片机的硬件结构和功能应用。全书分为基础篇、应用篇和综合提高篇。所有实例均采用仿真软件Proteus仿真和实验板实验,使读者真正做到“边理论、边实践”,在实践中逐步掌握单片机的硬件结构和开发方法。

本书在编写时力求通俗、易懂,硬件原理以“有用、够用”为原则,内容讲解以“紧密结合实践”为特色。因此,本书特别适合单片机零起点的初学者使用,可作为高等院校控制类专业学生、电子爱好者及各类工程技术人员的参考用书,也可作为高职、高专及中专院校的单片课程教学用书。

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C语言应用100例/王会良,王东锋,董冠强编著. —3版. —北京:电子工业出版社,2017.8
(百例成才系列丛书)
ISBN 978-7-121-32304-1

I. ①单… II. ①王… ②王… ③董… III. ①单片微型计算机—C语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第170507号

责任编辑:王敬栋(wangjd@phei.com.cn)

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

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:25.75 字数:659千字

版 次:2009年3月第1版

2017年8月第3版

印 次:2017年8月第1次印刷

定 价:69.80元(含CD光盘1张)

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)88254888,88258888。

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

本书咨询联系方式:(010)88254590, wangjd@phei.com.cn。

前 言

《单片机 C 语言应用 100 例》第 1 版自 2009 年 10 月出版以来,得到了读者的支持与肯定,在短短的 3 年时间内重印 7 次,并于 2013 年出版本书第 2 版。

第 3 版对第 2 版的一些例子进行了修改,拓宽了单片机应用领域。

本书作者从事单片机开发工作多年,常有读者及学员问及:“如何才能快速入门?”我本人的体会:一定要动手做!仅仅看书是远远不够的。和很多的读者一样,包括单片机在内的许多知识,我都是通过读书等方法自学的。作者深深地认识到,一本好书对于自学者来说其重要性是不言而喻的,一本好的书可以引导学习者进入知识的大门,一本不合适的书则会断送学习者的热情。因此,作者基于现有良好的单片机开发环境和近 20 年的教学经验,对单片机课程的传统教学模式进行了改革:首先通俗地介绍单片机的开发条件,接着通过一个简单实例,使读者能够完整地掌握单片机的整个开发过程,消除对单片机的“畏惧”感,然后再采用“边理论、边实践,学一样、会一样”的案例教学模式,使单片机的硬件结构在实例学习中逐步掌握。另外,由于本书采用了易于掌握的 C 语言进行单片机应用程序设计,大大降低了读者对单片机硬件结构了解程度的要求,使初学者在很短时间内就可以用 C 语言开发出功能强大的单片机实用系统。因此,本书可帮助读者快速、轻松地迈入单片机大门。

本书第 1 版出版后,受到了读者的欢迎,许多读者认为“这是单片机入门的好书”、“本书的确可以做到轻松入门”、“本书值得向入门者推荐”。

本书由王会良、王东锋、董冠强编著。其中,第 1~4 章由河南科技大学王会良编写;第 5~7 章由河南科技大学董冠强编写;第 8 章由郑州电子信息职业技术学院曲利红编写;第 9~10 章由河南科技大学李向攀编写;第 11 章由空军第一航空学院王东锋编写。全书由王会良统稿并定稿。

为便于读者学习,本书有配套的实验器材设备,其能进行的实验有流水灯控制、数码管显示、键盘控制、音乐播放、继电器控制、步进电动机控制、SPI 通信、I²C 通信、液晶显示、红外接收、模/数转换、数/模转换、温度检测和串口通信等。

本书附送超值视频光盘主要内容如下:

(1) 单片机仿真软件 Proteus 的教学视频;

(2) 单片机开发软件 Keil 的教学视频;

(3) 前 80 例仿真实例与源程序;

(4) 第 11 章仿真实例与源程序;

(5) 配套实验板的加工图纸,读者可拿到工厂直接加工成 PCB,自己焊接上元器件即可进行实验。

由于水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

王会良
2017 年 4 月

基 础 篇

第 1 章 单片机概述及实验器材介绍	2
1.1 单片机概述	2
1.1.1 单片机的定义、分类与内部组成	2
1.1.2 单片机应用系统的结构及其工作过程	5
1.1.3 单片机的应用	6
1.2 单片机基础知识	7
1.2.1 数制与数制间的转换	7
1.2.2 单片机中数的表示方法及常用数制的对应关系	10
1.2.3 逻辑数据的表示	10
1.2.4 单片机中常用的基本术语	12
1.3 单片机入门的有效方法与途径	12
1.4 学习单片机的基本条件	13
1.4.1 软件条件	13
1.4.2 硬件条件	15
习题	16
第 2 章 单片机开发软件及开发过程	17
2.1 仿真软件 Proteus 的使用	17
2.1.1 Proteus 的主要功能特点	17
2.1.2 实例 1: 功能感受—Proteus 仿真单片机播放《渴望》主题曲	17
2.1.3 Proteus 软件的界面与操作介绍	19
2.1.4 实例 2: Proteus 仿真设计快速入门	21
2.2 Keil C51 的使用	31
2.2.1 单片机最小系统	31
2.2.2 实例 3: 用 Keil C51 编写点亮一个发光二极管的程序	31
2.3 程序烧录器及烧录软件的使用	38
习题与实验	38
第 3 章 逐步认识单片机基本结构	40
3.1 实例 4: 用单片机控制一个灯闪烁	40
3.1.1 实现方法	40
3.1.2 程序设计	40
3.1.3 用 Proteus 软件仿真	41
3.1.4 延时程序分析	43

3.2 实例 5: 将 P1 口状态送入 P0、P2 和 P3 口	44
3.2.1 实现方法	44
3.2.2 程序设计	45
3.2.3 用 Proteus 软件仿真	45
3.2.4 用实验板实验	46
3.2.5 I/O 口功能介绍	46
3.2.6 I/O 口的结构分析	46
3.3 实例 6: 使用 P3 口流水点亮 8 位 LED	49
3.3.1 实现方法	49
3.3.2 程序设计	50
3.3.3 用 Proteus 软件仿真	51
3.3.4 用实验板实验	51
3.4 实例 7: 通过对 P3 口地址的操作流水点亮 8 位 LED	51
3.4.1 实现方法	51
3.4.2 程序设计	52
3.4.3 用 Proteus 软件仿真	53
3.4.4 用实验板实验	53
3.5 MCS—51 单片机存储器的基本结构	53
3.5.1 程序存储器	53
3.5.2 数据存储器	53
3.6 单片机的复位电路	55
习题与实验	55
第 4 章 单片机 C 语言开发基础	56
4.1 C 语言源程序的结构特点	56
4.2 标志符与关键字	57
4.3 C 语言的数据类型与运算符	59
4.3.1 数据类型	59
4.3.2 运算符	62
4.3.3 实例 8: 用不同数据类型控制 LED 的闪烁	65
4.3.4 实例 9: 用 P0 口、P1 口分别显示加法和减法运算结果	68
4.3.5 实例 10: 用 P0、P1 口显示乘法运算结果	70
4.3.6 实例 11: 用 P1、P0 口显示除法运算结果	71
4.3.7 实例 12: 用自增运算控制 P0 口 8 位 LED 的闪烁花样	73
4.3.8 实例 13: 用 P0 口显示逻辑“与”运算结果	74
4.3.9 实例 14: 用 P0 口显示条件运算结果	74
4.3.10 实例 15: 用 P0 口显示按位“异或”运算结果	75
4.3.11 实例 16: 用 P0 显示左移运算结果	76
4.3.12 实例 17: “万能逻辑电路”实验	77
4.3.13 实例 18: 用右移运算流水点亮 P1 口 8 位 LED	78
4.4 C 语言的语句	79

4.4.1	概述	79
4.4.2	控制语句	80
4.4.3	实例 19: 用 if 语句控制 P0 口 8 位 LED 的点亮状态	84
4.4.4	实例 20: 用 switch 语句控制 P0 口 8 位 LED 的点亮状态	86
4.4.5	实例 21: 用 for 语句设计鸣笛报警程序	88
4.4.6	实例 22: 用 while 语句控制 P0 口 8 位 LED 闪烁花样	92
4.4.7	实例 23: 用 do-while 语句控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	93
4.5	C 语言的数组	95
4.5.1	数组的定义和引用	95
4.5.2	实例 24: 用字符型数组控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	97
4.5.3	实例 25: 用 P0 口显示字符串常量	98
4.6	C 语言的指针	99
4.6.1	指针的定义与引用	100
4.6.2	实例 26: 用 P0 口显示指针运算结果	102
4.6.3	实例 27: 用指针数组控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	103
4.6.4	实例 28: 用数组的指针控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	104
4.7	C 语言的函数	106
4.7.1	函数的定义与调用	106
4.7.2	实例 29: 用 P0、P1 口显示整型函数返回值	109
4.7.3	实例 30: 用有参数函数控制 P0 口 8 位 LED 流水速度	111
4.7.4	实例 31: 用数组作为函数参数控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	112
4.7.5	实例 32: 用指针作为函数参数控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	113
4.7.6	实例 33: 用函数型指针控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	115
4.7.7	实例 34: 用指针数组作为函数的参数显示多个字符串	116
4.7.8	实例 35: 字符函数 ctype.h 应用举例	118
4.7.9	实例 36: 内部函数 intrins.h 应用举例	119
4.7.10	实例 37: 标准函数 stdlib.h 应用举例	121
4.7.11	实例 38: 字符串函数 string.h 应用举例	122
4.8	C 语言的编译预处理	123
4.8.1	常用预处理命令介绍	123
4.8.2	实例 39: 宏定义应用举例	126
4.8.3	实例 40: 文件包含应用举例	127
4.8.4	实例 41: 条件编译应用举例	128
	习题与实验	129
第 5 章	单片机的定时器/计数器	131
5.1	定时器/计数器的基本概念	131
5.2	定时器/计数器的结构及工作原理	132
5.2.1	定时器/计数器的结构	133
5.2.2	定时器/计数器的工作原理	133
5.3	定时器/计数器的控制	134

5.3.1 定时器/计数器的方式控制寄存器 (TMOD)	134
5.3.2 定时器/计数器控制寄存器 (TCON)	134
5.3.3 定时器/计数器的 4 种工作方式	135
5.3.4 定时器/计数器中定时/计数初值的计算	138
5.4 定时器/计数器应用举例	138
5.4.1 实例 42: 用定时器 T0 控制跑马灯实现	138
5.4.2 实例 43: 用定时器 T1 查询方式控制报警器鸣笛实现	140
习题与实验	142
第 6 章 单片机的中断系统	143
6.1 中断系统的基本概念	143
6.2 中断系统的结构及控制	144
6.2.1 中断系统的结构	144
6.2.2 中断系统的控制	145
6.3 中断系统应用举例	148
6.3.1 实例 44: 用定时器 T0 的中断方式控制跑马灯实现	148
6.3.2 实例 45: 用定时器 T1 分式 1 控制控制报警器鸣笛实现	149
6.3.3 实例 46: 用定时器 T0 的中断方式控制 PWM 波实现	151
6.3.4 实例 47: 用定时器 T0 的音乐播放器的实现	154
6.3.5 实例 48: 用定时器 T0 的门控制位测量外部正脉冲宽度	159
6.3.6 实例 49: 用外中断 $\overline{\text{INT0}}$ 测量负跳变信号累计数	161
习题与实验	163
第 7 章 串行通信技术	164
7.1 串行通信的基本概念	164
7.2 串行通信口的结构	166
7.3 串行通信口的控制	166
7.3.1 串行口控制寄存器 SCON	167
7.3.2 电源控制寄存器 PCON	167
7.3.3 4 种工作方式与波特率的设置	168
7.4 串行通信口应用举例	171
7.4.1 实例 50: 基于方式 1 的单工通信	171
7.4.2 实例 51: 基于方式 3 的单工通信	173
7.4.3 实例 52: 单片机向计算机发送数据	176
7.4.4 实例 53: 计算机控制单片机 LED 显示	178
习题与实验	180

应 用 篇

第 8 章 接口技术	182
8.1 LED 数码管接口技术	182
8.1.1 LED 数码管的原理和接口电路	182
8.1.2 实例 54: 用 LED 数码管显示数字“5”	184

8.1.3 实例 55: 用 LED 数码管循环显示数字 0~9	185
8.1.4 实例 56: 用数码管慢速动态扫描显示数字“1234”	186
8.1.5 实例 57: 快速动态扫描显示数字“1234”	188
8.1.6 实例 58: 点阵 LED 动态显示实现	189
8.2 键盘接口技术	191
8.2.1 独立式键盘的工作原理	192
8.2.2 实例 59: 无软件消抖的独立式键盘输入实验	193
8.2.3 实例 60: 带软件消抖的独立式键盘输入实验	194
8.2.4 实例 61: CPU 控制的键盘扫描实验	195
8.2.5 实例 62: 定时器中断控制的键盘扫描实验	200
8.2.6 实例 63: “一键多能”实验	201
8.2.7 实例 64: 独立式键盘控制步进电动机实验	204
8.2.8 矩阵键盘的工作原理	209
8.2.9 实例 65: 矩阵键盘按键值的数码管显示	210
8.2.10 实例 66: 简易电子琴设计	214
8.3 字符型 LCD 接口技术	220
8.3.1 1602 字符型 LCD 简介	220
8.3.2 实例 67: 用 LCD 显示字符“A”	225
8.3.3 实例 68: 液晶时钟设计	230
习题与实验	231
第 9 章 新型串行接口芯片应用	232
9.1 I ² C 总线器件及其应用实例	232
9.1.1 I ² C 总线接口	232
9.1.2 实例 69: 将按键次数写入 AT24C02, 再读出送 LCD 显示	235
9.1.3 实例 70: 对 I ² C 总线上挂接两个 AT24C02 的读/写操作	236
9.1.4 实例 71: 将“好人一生平安”乐谱写入 AT24C02 并播放	238
9.2 单总线器件及其应用实例	239
9.2.1 单总线简介	239
9.2.2 实例 72: DS18B20 温度检测及其 LCD 显示	244
9.3 SPI 总线接口芯片及其应用实例	245
9.3.1 SPI 串行总线简介	245
9.3.2 实例 73: 将数据“0xaa”写入 X5045 再读出送 P1 口显示	248
9.3.3 实例 74: 将流水灯控制码写入 X5045 并读出送 P1 口显示	250
9.3.4 实例 75: 对 SPI 总线上挂接的两个 X5045 的读/写操作	251
习题与实验	252
第 10 章 常用功能器件应用举例	254
10.1 模/数 (A/D) 转换器件	254
10.1.1 A/D 转换基础	254
10.1.2 实例 76: 基于 ADC0832 的 5V 直流数字电压表	256
10.2 数/模 (D/A) 转换器件	258

10.2.1 D/A 转换基础	258
10.2.2 实例 77: 用 DAC0832 产生锯齿波电压	260
10.3 红外线遥控信号接收器件	261
10.3.1 红外线信号接收基础	261
10.3.2 实例 78: 用 P1 口显示红外遥控器的按键值	263
10.3.3 实例 79: 用红外线遥控器控制继电器	265
10.4 适时时钟芯片	266
10.4.1 常用适时时钟芯片介绍	267
10.4.2 实例 80: 基于 DS1302 的日历时钟	269
习题与实验	271

综合提高篇

第 11 章 综合应用实例	274
11.1 实例 81: 中文字符的液晶显示	274
11.1.1 图形点阵显示器简介	274
11.1.2 仿真原理图设计	278
11.1.3 程序设计与仿真	279
11.2 实例 82: 12 位 A/D 转换器 TLC2543 的使用	284
11.2.1 TLC2543 介绍	284
11.2.2 仿真原理图设计	286
11.2.3 程序设计与仿真	288
11.3 实例 83: 二线制串行接口传感器 SHT11 的使用	293
11.3.1 智能温、湿度传感器 SHT11 介绍	293
11.3.2 仿真原理图设计	295
11.3.3 程序设计与仿真	295
11.4 实例 84: 电压型传感器的使用	302
11.4.1 FS4003 传感器介绍	302
11.4.2 仿真原理图设计	304
11.4.3 程序设计与仿真	305
11.5 实例 85: RS—232 型数字传感器的使用	310
11.5.1 FS4003 传感器的串口通信协议介绍	310
11.5.2 仿真原理图设计	310
11.5.3 程序设计与仿真	311
11.6 实例 86: 电流型传感器应用举例	318
11.6.1 电流型传感器的使用基础	318
11.6.2 仿真原理图设计	319
11.6.3 程序设计与仿真	321
11.7 实例 87: 基于化学传感器的氧浓度检测仪设计	323
11.7.1 R—17MED 化学传感器简介	323
11.7.2 硬件仿真电路设计	324

11.7.3	程序设计与仿真	325
11.8	实例 88: 单片机向 RS—485 型传感器发送读取命令	327
11.8.1	RS—485 通信简介	328
11.8.2	TTL/RS—485 转换的仿真原理图设计	329
11.8.3	程序设计与仿真	331
11.9	实例 89: 单片机从 RS—485 型传感器接收数据	333
11.9.1	RS—485 传感器返回数据的格式	333
11.9.2	仿真原理图设计	334
11.9.3	程序设计与仿真	334
11.10	实例 90: 用 VB 实现单片机和计算机的串行通信	337
11.10.1	开发背景	337
11.10.2	开发要求	337
11.10.3	Visual Basic 6.0 简介	337
11.10.4	添加 MSComm 控件与基本属性设置	338
11.10.5	Visual Basic 6.0 实现串行通信的过程	339
11.11	实例 91: LabVIEW 环境下串行通信编程	345
11.11.1	开发环境	345
11.11.2	上下位机程序设计	346
11.11.3	程序结果	353
11.12	实例 92: 手部握力评估仪设计	353
11.12.1	系统工作原理	353
11.12.2	仿真原理图设计	354
11.12.3	程序设计与仿真	355
11.13	实例 93: 心率测量系统设计	359
11.13.1	系统工作原理	359
11.13.2	仿真原理图设计	360
11.13.3	程序设计与仿真	361
11.14	实例 94: 基于铂热电阻的防火系统设计	367
11.14.1	系统的工作原理	367
11.14.2	仿真原理图设计	368
11.14.3	程序设计与仿真	370
11.15	实例 95: 基于 LabVIEW 和 Proteus 的温度控制仿真	372
11.15.1	系统工作原理	372
11.15.2	仿真原理图设计	373
11.15.3	程序设计与仿真	376
11.16	实例 96: K 型热电偶的冷端自动补偿设计	381
11.16.1	系统的工作原理	381
11.16.2	仿真原理图设计	382
11.16.3	程序设计与仿真	383
11.17	实例 97: 电动机测速表设计	385

11.17.1	系统的工作原理	385
11.17.2	仿真原理图设计	386
11.17.3	程序设计与仿真	387
11.18	实例 98: 基于 PWM 的直流电动机调速系统设计	389
11.18.1	系统的工作原理	389
11.18.2	仿真原理图设计	389
11.18.3	程序设计与仿真	390
11.19	实例 99: 热敏打印机驱动程序设计	392
11.19.1	系统的工作原理	392
11.19.2	仿真原理图设计	393
11.19.3	程序设计与仿真	393
11.20	实例 100: 航空发动机热电偶信号模拟电压源设计	395
11.20.1	系统的工作原理	395
11.20.2	电路原理图设计	396
11.20.3	程序设计	396
参考文献		399

基础篇

 单片机概述及实验器材介绍

 单片机开发软件及开发过程

 逐步认识单片机基本结构

 单片机 C 语言开发基础

 单片机的定时器/计数器

 单片机的中断系统

 串行通信技术

第1章 单片机概述及实验器材介绍

要掌握单片机技术，不仅需要了解单片机基础知识，更重要的是动手练习。因为单片机技术是软件和硬件相结合的技术，所以还必须具备一些单片机开发软件和基本的实验器材。本章主要介绍单片机的基础知识、开发单片机必备的软件和基本的实验器材。

1.1 单片机概述



嵌入式系统是目前电子系统设计最活跃的领域之一，具有广阔的市场前景。单片机作为嵌入式系统最典型的代表，在嵌入式系统产品中占有最大的份额，成为广大高校学生和电子工程技术人员学习和开发嵌入式系统的主流。由单片机开发的产品也广泛地应用到了家电、通信、工商业，以及航空、航天和军事方面。

1.1.1 单片机的定义、分类与内部组成

1. 什么是单片机

单片机就是把中央处理器 CPU、随机存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出接口 (I/O 接口) 等主要功能部件集成在一块集成电路板上的微型计算机。所以，单片机实际上是单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 的简称。因为单片机在控制方面有重要应用，所以国际上通常将单片机称为微型控制器 (Microcontroller Unit, MCU)。它已成为工业控制领域、智能仪器仪表、尖端武器、机电设备、过程控制、自动检测等方面应用最广泛的微型计算机。

2. 51 系列单片机的分类

(1) 按芯片的半导体制造工艺来划分，可以分为两种类型：HMOS 工艺型，包括 8051、8751、8052、8032；CHMOS 工艺型：80C51、83C51、87C51、80C31、80C32 和 80C52。这两类器件在功能上是完全兼容的，但采用 CHMOS 工艺制作的芯片具有低功耗的特点，它所消耗的电流要比 HMOS 器件消耗的电流小得多。例如，8051 的功耗为 630mW，而 80C51 的功耗只有 120mW。在便携式、手提式和野外作业的仪器设备上，低功耗是非常有意义的。因此，在这些产品中必须使用 CHMOS 的单片机芯片。另外，CHMOS 器件还比 HMOS 器件多了两种节电的工作方式 (掉电方式和待机方式)，常用于构成低功耗的应用系统。

(2) 按片内不同容量的存储器配置来划分，可以分为两种类型：51 子系列型，芯片型号的最后位数字以 1 作为标志，51 子系列单片机是基本型产品，其片内带有 4KB ROM/

EPROM (紫外线可擦除的 ROM)、128B RAM、2 个 16 位定时器/计数器和 5 个中断源等; 52 子系列型, 芯片型号的最后位数字以 2 作为标志, 52 子系列单片机则是增强型产品, 片内带有 8KB ROM/EPROM、256B RAM、3 个 16 位定时器/计数器和 6 个中断源等。

3. 51 系列单片机的兼容性

MCS—51 系列单片机优异的性价比使得它从面世以来就获得广大用户的认可。Intel 公司把这种单片机的内核, 即 8051 内核, 以出售或互换专利的方式授权给一些公司, 如 Atmel、Philips、NEC 等。这些公司在保持与 8051 单片机兼容的基础上, 改善了 8051 单片机的许多特性。例如, 80C51 单片机就是在 8051 的基础上发展起来的更低功耗的单片机, 两者外形完全一样, 其指令系统、引脚信号、总线等也都完全一致 (完全兼容)。也就是说, 在 8051 下开发的软件完全可以在 80C51 上应用; 反之, 在 80C51 下开发的软件也可以在 8051 上应用。这样, 8051 就成为有众多制造厂商支持的上百品种的大家族, 现在统称为 80C51 系列。

80C51 系列单片机也包括多个品种。其中, AT89C51 单片机近年来在我国非常流行, 由美国 Atmel 公司开发生产, 它的最大特点是内部含有可以多次重复编程的快速擦写存储器 Flash ROM, 并且 Flash ROM 可以直接用编程器来擦写, 使用非常方便。

然而, 由于 89C51 不支持 ISP (在线更新程序) 功能, 在市场化方面受到限制。在此背景下, 89S51 开始取代 89C51。89S51 相对于 89C51 除了增加 ISP 在线编程功能以外, 还增加了许多新的功能, 如进一步提高了工作频率、内部集成了看门狗计时器、大大提高了程序的保密性等, 而价格却基本不变, 甚至比 89C51 更低。同时, 89S51 向下完全兼容 MCS—51 全部子系列产品。作为市场占有率第一的 Atmel 公司目前已经停产 AT89C51, 将用 AT89S51 代替。本书中的所有实验均采用 AT89S51 芯片来完成 (但本书在进行单片机仿真时, 仍采用 AT89C51 单片机, 因为仿真库内暂无 AT89S51 型单片机, 两者的使用功能是一样的)。

4. 单片机的外形及内部组成

图 1-1 所示的 AT89S51 单片机的外形。它有 40 个引脚, 内部集成了 CPU、存储器和输入/输出接口等电路, 其引脚排列如图 1-2 所示。MCS—51 单片机的内部组成如图 1-3 所示。下面介绍各部分的基本功能。

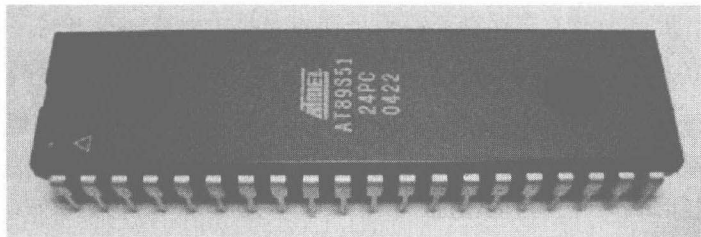


图 1-1 AT89S51 单片机的外形

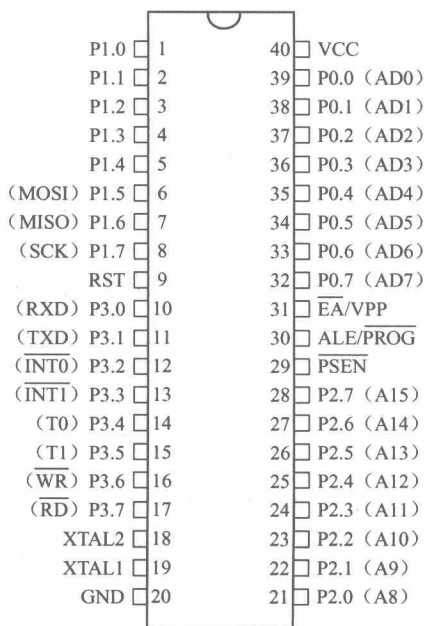


图 1-2 AT89S51 单片机的引脚排列图

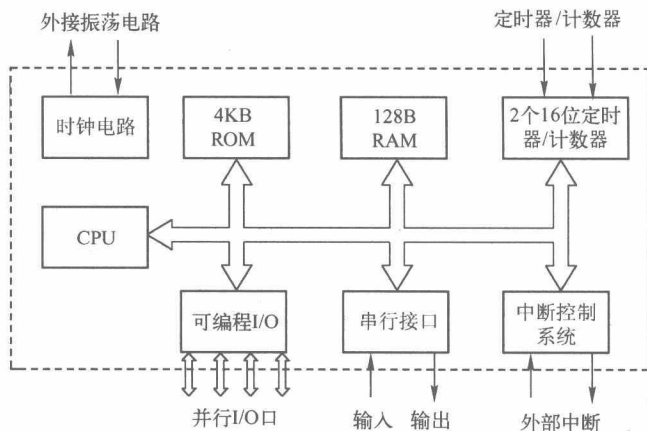


图 1-3 MCS—51 单片机的内部组成

(1) 中央处理器 (CPU)

中央处理器是单片机的核心，完成运算和控制功能。它的结构非常复杂，但由于采用了 C 语言来设计程序，在编写程序的时候就无须过多地了解它的结构和原理。MCS—51 单片机的 CPU 能处理 8 位二进制数或代码的运算。

(2) 内部数据存储器 (128B RAM)

MCS—51 芯片中共有 256 个 RAM 单元。其中，后 128 个单元被专用寄存器占用，通常称为特殊功能寄存器；供用户使用的寄存器只有前 128 个单元，用于存放可读写的数。因此通常所说的内部数据存储器就是指前 128 个单元，简称内部 RAM。

(3) 内部程序存储器 (4KB ROM)

MCS—51 共有 4KB 掩膜 ROM, 用于存放程序或原始数据, 因此称为程序存储器, 简称内部 ROM。

(4) 定时器/计数器

MCS—51 共有两个 16 位的定时器/计数器, 以实现定时或计数功能, 并以定时或计数结果对计算机进行控制。

(5) 可编程 I/O 口

MCS—51 共有 4 个 8 位的 I/O 口 (P0、P1、P2、P3), 通过编写程序可以实现数据的并行输入/输出, 从而接收外部信号或输出控制信号。

(6) 串行接口

MCS—51 单片机有一个全双工的串行口, 以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。该串行口功能较强, 既可作为全双工异步通信收发器使用, 也可作为同步移位器使用。

(7) 中断控制系统

当 CPU 执行正常的程序时, 如果接收到一个中断请求 (如定时时间到, 需要鸣笛报警), 中断控制系统马上会让 CPU 停止正在执行的程序, 转而去执行程序存储器 ROM 中特定的某段程序, 执行完成该段程序后再继续执行先前中断的程序。

MCS—51 单片机共有 5 个中断源, 即两个外中断源、两个定时/计数中断源和一个串行中断源。

(8) 时钟电路

时钟电路产生时钟信号送给单片机内部各电路, 控制这些电路, 使它们有节拍地工作。时钟信号频率越高, 内部电路工作速度越快。

MCS—51 芯片的内部有时钟电路, 但石英晶体和微调电容需外接, 系统允许的晶振频率一般为 6~12MHz。

从上述内容可以看出, 虽然 MCS—51 是一个单片机芯片, 但是作为计算机应该具有的基本部件它都包括。因此, 实际上它已是一个简单的微型计算机系统了。

1.1.2 单片机应用系统的结构及其工作过程

1. 系统结构

单独一块单片机集成电路是无法工作的, 必须添加一些外围电路, 构成单片机应用系统才可以工作。图 1-4 所示为基于单片机的抢答器结构简图。按下按键 SB1 时, 发光二极管 LED1 点亮, 同时蜂鸣器 SPK 发出声音。从图中可以看出, 一个典型的单片机应用系统包括输入电路、单片机和输出电路。

2. 工作过程

下面以图 1-4 所示抢答器的单片机控制电路为例, 来说明单片机应用系统的工作过程。

当按下抢答键 SB1 后, 按钮接地, 发光二极管 LED1 亮。同时, 单片机输入低电平, 经单片机内部的数据传输后, 马上输出控制信号 (这里仍为低电平), 该信号经过 R2 送到驱动三极管 V1 的基极, 三极管 V1 导通, 有电流通过蜂鸣器 SPK, 蜂鸣器发声。一旦松开