

百例成才系列丛书

单片机 **C** 语言 应用 **100** 例

❖ 王东锋 王会良 董冠强 编著

附**超值**
视频光盘



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

王东锋 王会良 董冠强 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 MCS—51 系列单片机为主体, 结合大量实例详细介绍了单片机开发必备的基础知识和软/硬件条件, 并介绍了单片机的硬件结构及常用接口技术和典型芯片的应用等。本书所有实例均采用仿真软件 Proteus 进行仿真和实验板进行实验, 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, 硬件原理讲解以“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机课程教学用书。

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 / 王东锋, 王会良, 董冠强编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.3
(百例成才系列丛书)
ISBN 978-7-121-08421-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 028542 号

责任编辑: 王敬栋

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

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: 787×1 092 1/16 印张: 20.5 字数: 525 千字

印 次: 2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 39.80 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 zltz@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

近年来,随着单片机制造技术的飞速发展及其开发条件的普及,“软件就是硬件”已成为一件平凡的事情,用一小片体积很小的单片机替代复杂而庞大的传统数字电路和模拟电路也成为电子产品开发的趋势。

目前,单片机开发的产品广泛地应用到了家电、通信、工商业、航空、航天和军事方面。MCS—51 系列单片机通用性强、价廉、设计灵活且能满足大多数用户的需要,因此受到了广大硬件开发工程师和电子爱好者的欢迎。我国众多高校的单片机教材也将 MCS—51 系列单片机作为经典的教学内容。可以说, MCS—51 系列单片机不仅在目前,而且在未来很长一段时间仍是单片机市场的主流机型。

但是,单片机的学习并非像传统电子线路那样直观,它是软/硬件结合的技术。单片机开发人员既要懂单片机的硬件结构,又要懂软件编程,才能驾驭单片机,使其为开发目的服务。正是“软”、“硬”结合这两个必备条件,使许多初学者难以理解单片机的工作过程,始终难以明白“为什么写几个命令进去,就能接收到传感器送来的数据并送到显示器显示出来?”,因而很多人对单片机具有“畏惧”情绪。

单片机“难”就难在入门难,而入门难的根本原因就是“实践难”,学了不能实践、无法实践,增加了单片机的抽象感。

Labcenter 公司推出了优秀的 Proteus 单片机仿真软件,几乎不作任何硬件投资,也能获得一个非常真实的实验环境,使初学者不仅可以自己设计硬件电路,还可以将自己设计的程序载入仿真系统,体验成功的喜悦。在这种条件下,单片机教学必须摒弃传统教材,顺应新技术发展的潮流,利用现有良好的软硬件开发环境,实行“理论紧密结合实践”的单片机教学改革,大力培养应用型人才。

本书作者就是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,使读者在一开始就能够熟悉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。

本书由王东锋、王会良、董冠强等编著。其中,第 1、2、3、4 章由河南科技大学王会良编写,第 5、6、7 章由河南科技大学董冠强编写,第 8 章由空军第一航空学院王东锋编写,第 9 章由陶盛编写,第 10 章由冯春晓编写,第 11 章由杨后川编写。全书由王东锋统稿并定稿。潘庆军博士为本书设计了配套实验板,胡进、孔立堵为本书仿真电路原理图的设计和源程序的调试付出了大量辛勤汗水,全书由汪定江教授主审,在此表示诚挚的谢意。

为便于读者学习,本书配有实验器材设备,能进行的实验包括流水灯控制、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。为进一步便于读者动手实践，本书还免费提供实验板的电路原理图及整个实验板的印制电路板（PCB）图纸。

最后作者竭诚希望本书能为读者学习单片机提供帮助，并希望广大读者来信交流。联系电话：13849744646（手机）；E-mail: wangdongfeng_1974@163.com。愿为读者的学习提供热忱服务。

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。

编 者
2009 年 2 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 单片机的结构与应用	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	5
1.2 单片机基础知识	6
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	9
1.2.3 逻辑数据的表示	9
1.2.4 单片机中常用的基本术语	11
1.3 单片机入门的有效方法与途径	11
1.4 学习单片机的基本条件	12
1.4.1 软件条件	12
1.4.2 硬件条件	13
习题与实验	14
第 2 章 单片机开发软件及开发过程	15
2.1 仿真软件 Proteus 的使用	16
2.1.1 Proteus 的主要功能特点	16
2.1.2 实例 1: 功能感受——Proteus 仿真单片机播放《渴望》主题曲	16
2.1.3 Proteus 软件的界面与操作介绍	18
2.1.4 实例 2: Proteus 仿真设计快速入门	20
2.2 Keil C51 的使用	29
2.2.1 单片机最小系统	29
2.2.2 实例 3: 用 Keil C51 编写点亮一个发光二极管的程序	30
2.3 程序烧录器及烧录软件的使用	36
习题与实验	37
第 3 章 逐步认识单片机基本结构	39
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 口、P2 口和 P3 口	43
3.2.1 实现方法	44
3.2.2 程序设计	44

3.2.3	用 Proteus 软件仿真	45
3.2.4	用实验板试验	45
3.2.5	I/O 口功能介绍	45
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	48
3.3.1	实现方法	48
3.3.2	程序设计	49
3.3.3	用 Proteus 软件仿真	50
3.3.4	用实验板试验	50
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	51
3.4.3	用 Proteus 软件仿真	52
3.4.4	用实验板试验	52
3.5	MCS—51 单片机存储器的基本结构	52
3.5.1	程序存储器	52
3.5.2	数据存储器	53
3.6	单片机的复位电路	53
	习题与实验	54
第 4 章	单片机 C 语言开发基础	55
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	58
4.3.1	数据类型	58
4.3.2	运算符	61
4.3.3	实例 8: 用不同数据类型的数据控制 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	67
4.3.5	实例 10: 用 P0 口、P1 口显示乘法运算结果	69
4.3.6	实例 11: 用 P1 口、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 口显示左移运算结果	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	80
4.4.1	概述	80
4.4.2	控制语句	81

4.4.3	实例 19: 用 if 语句控制 P0 口 8 位 LED 的点亮状态	85
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	93
4.4.7	实例 23: 用 do...while 语句控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	94
4.5	C 语言的数组	96
4.5.1	数组的定义和引用	96
4.5.2	实例 24: 用字符型数组控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	98
4.5.3	实例 25: 用 P0 口显示字符串常量	99
4.6	C 语言的指针	101
4.6.1	指针的定义与引用	101
4.6.2	实例 26: 用 P0 口显示指针运算结果	103
4.6.3	实例 27: 用指针数组控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	104
4.6.4	实例 28: 用数组的指针控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	105
4.7	C 语言的函数	107
4.7.1	函数的定义与调用	107
4.7.2	实例 29: 用 P0 口、P1 口显示整型函数返回值	110
4.7.3	实例 30: 用有参函数控制 P0 口 8 位 LED 流水速度	112
4.7.4	实例 31: 用数组作函数参数控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	113
4.7.5	实例 32: 用指针作函数参数控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	114
4.7.6	实例 33: 用函数型指针控制 P0 口 8 位 LED 流水点亮	116
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	117
4.7.8	实例 35: 字符软件 ctype.h 中的 isalpha() 函数应用举例	119
4.7.9	实例 36: 内部函数库文件 intrins.h 中的 _crol_() 函数应用举例	121
4.7.10	实例 37: 标准函数库文件 stdlib.h 中的 rand() 函数应用举例	122
4.7.11	实例 38: 字符串函数库文件 string.h 中的 strcmp() 函数应用举例	123
4.8	C 语言的编译预处理	124
4.8.1	常用预处理命令介绍	125
4.8.2	实例 39: 宏定义应用举例	127
4.8.3	实例 40: 文件包含应用举例	128
4.8.4	实例 41: 条件编译应用举例	130
	习题与实验	131
第 5 章	单片机的定时器/计数器	133
5.1	定时器/计数器的基本概念	134
5.2	定时器/计数器的结构及工作原理	135
5.2.1	定时器/计数器的结构	135
5.2.2	定时器/计数器的工作原理	136
5.3	定时器/计数器的控制	136
5.3.1	定时器/计数器的方式控制寄存器 (TMOD)	136

5.3.2	定时器/计数器控制寄存器 (TCON)	137
5.3.3	定时器/计数器的 4 种工作方式	137
5.3.4	定时器/计数器中定时/计数初值的计算	140
5.4	定时器/计数器应用举例	140
5.4.1	实例 42: 用定时器 T0 查询方式控制 P2 口 8 位 LED 闪烁	140
5.4.2	实例 43: 用定时器 T1 查询方式控制单片机发出 1kHz 音频	142
5.4.3	实例 44: 用计数器 T0 查询的方式计数, 结果送 P1 口显示	143
	习题与实验	145
第 6 章	单片机的中断系统	147
6.1	中断系统的基本概念	148
6.2	中断系统的结构及控制	149
6.2.1	中断系统的结构	149
6.2.2	中断系统的控制	150
6.3	中断系统应用举例	152
6.3.1	实例 45: 用定时器 T0 的方式 1 控制 LED 闪烁	152
6.3.2	实例 46: 用定时器 T0 的方式 1 实现长时间定时	154
6.3.3	实例 47: 用定时器 T1 的方式 1 控制两个 LED 以不同周期闪烁	155
6.3.4	实例 48: 用计数器 T1 的中断方式控制发出 1kHz 音频	157
6.3.5	实例 49: 用定时器 T0 的方式 0 控制播放《好人一生平安》	158
6.3.6	实例 50: 用计数器 T0 的方式 2 对外部脉冲计数	163
6.3.7	实例 51: 用定时器 T0 的门控制位测量外部正脉冲宽度	165
6.3.8	实例 52: 用外中断 $\overline{\text{INT0}}$ 测量负跳变信号累计数	168
6.3.9	实例 53: 用外中断控制 $\overline{\text{INT0}}$ 控制 P1 口 LED 亮灭状态	170
6.3.10	实例 54: 用外中断 $\overline{\text{INT0}}$ 的中断测量外部负脉冲宽度	172
	习题与实验	174
第 7 章	串行通信技术	175
7.1	串行通信的基本概念	176
7.2	串行通信口的结构	178
7.3	串行通信口的控制	178
7.3.1	串行控制寄存器 SCON	178
7.3.2	电源控制寄存器 PCON	179
7.3.3	四种工作方式与波特率的设置	180
7.4	串行通信口应用举例	182
7.4.1	实例 55: 将方式 0 用于扩展并行输出控制流水灯	182
7.4.2	实例 56: 基于方式 1 的单工通信	184
7.4.3	实例 57: 基于方式 3 的单工通信	187
7.4.4	实例 58: 单片机向计算机发送数据	190
7.4.5	实例 59: 单片机接收计算机送出的数据	192
	习题与实验	194

第 8 章 接口技术	195
8.1 LED 数码管接口技术	196
8.1.1 LED 数码管的原理和接口电路	196
8.1.2 实例 60: 用 LED 数码管显示数字“5”	197
8.1.3 实例 61: 用 LED 数码管循环显示数字 0~9	199
8.1.4 实例 62: 用数码管慢速动态扫描显示数字“1234”	200
8.1.5 实例 63: 快速动态扫描显示数字“1234”	202
8.1.6 实例 64: 用数码管显示动态检测结果	204
8.1.7 实例 65: 数码秒表设计	207
8.1.8 实例 66: 数码时钟设计	209
8.1.9 实例 67: 用数码管显示按键次数	214
8.1.10 实例 68: 用数码管静态显示数字“59”	216
8.2 键盘接口技术	217
8.2.1 独立式键盘的工作原理	218
8.2.2 实例 69: 无软件消抖的独立式键盘输入实验	219
8.2.3 实例 70: 软件消抖的独立式键盘输入实验	220
8.2.4 实例 71: CPU 控制的键盘扫描实验	221
8.2.5 实例 72: 定时器中断控制的键盘扫描实验	226
8.2.6 实例 73: 独立式键盘控制的 4 级变速流水灯	227
8.2.7 实例 74: “一键多能”实验	230
8.2.8 实例 75: 时间可调的数码时钟	233
8.2.9 实例 76: 独立式键盘控制步进电动机实验	234
8.2.10 矩阵键盘的工作原理	236
8.2.11 实例 77: 矩阵键盘按键值的数码管显示	237
8.2.12 实例 78: 矩阵键盘的按键提示音	239
8.2.13 实例 79: 简易电子琴设计	240
8.2.14 实例 80: 电子密码锁设计	241
8.3 字符型 LCD 液晶接口技术	245
8.3.1 1602 字符型 LCD 简介	246
8.3.2 实例 81: 用 LCD 显示字符“A”	251
8.3.3 实例 82: 用 LCD 循环右移显示“Welcome to China”	253
8.3.4 实例 83: 用 LCD 显示模拟检测结果	254
8.3.5 实例 84: 液晶时钟设计	255
习题与实验	257
第 9 章 新型串行接口芯片应用介绍	259
9.1 I ² C 总线器件及其应用实例	260
9.1.1 I ² C 总线接口	260
9.1.2 实例 85: 将数据“0x0f”写入 AT24C02 再读出送 P1 口显示	263
9.1.3 实例 86: 将按键次数写入 AT24C02, 再读出送 LCD 显示	264

9.1.4	实例 87: 对 I ² C 总线上挂接两个 AT24C02 的读写操作	266
9.1.5	实例 88: 基于 AT24C02 的多机通信	267
9.1.6	实例 89: 将“好人一生平安”乐谱写入 AT24C02 并读出播放	269
9.2	单总线器件及其应用实例	270
9.2.1	单总线简介	270
9.2.2	实例 90: DS18B20 温度检测及其液晶显示	275
9.3	SPI 总线接口芯片及其应用实例	277
9.3.1	SPI 串行总线简介	277
9.3.2	实例 91: 将数据“0xaa”写入 X5045 再读出送 P1 口显示	280
9.3.3	实例 92: 将流水灯控制码写入 X5045 并读出送 P1 口显示	281
9.3.4	实例 93: 对 SPI 总线上挂接两个 X5045 的读写操作	282
	习题与实验	283
第 10 章	常用功能器件应用举例	285
10.1	模数 (A/D) 转换器件	286
10.1.1	A/D 转换基本知识	286
10.1.2	实例 94: 基于 ADC0832 的 5V 直流数字电压表	288
10.2	数模 (D/A) 转换器件	289
10.2.1	D/A 转换基本知识	290
10.2.2	实例 95: 用 DAC0832 产生锯齿波电压	291
10.3	红外遥控信号接收器件	293
10.3.1	红外信号接收基本知识	293
10.3.2	实例 96: 用 P1 口显示红外遥控器的按键值	295
10.3.3	实例 97: 用红外遥控器控制继电器	296
10.4	适时时钟芯片	297
10.4.1	常用适时时钟芯片 DS1302	298
10.4.2	实例 98: 基于 DS1302 的日历时钟	299
	习题与实验	301
第 11 章	高级综合应用技术	303
11.1	实例 99: 用 VB 实现单片机和计算机的串行通信	304
11.1.1	Visual Basic 6.0 简介	304
11.1.2	MSComm 控件的添加及其属性设置	305
11.1.3	Visual Basic 6.0 实现串行通信的过程	306
11.2	实例 100: 电动机测速表设计	312
11.2.1	电动机测速的基本原理	312
11.2.2	硬件接口电路	312
11.2.3	实现方法及测速软件设计	313
11.2.4	测速系统仿真	313
	习题与实验	315
	参考文献	316

第 1 章 概 述

- 单片机的结构与应用
- 单片机基础知识
- 单片机入门的有效方法与途径
- 学习单片机的基本条件
- 习题与实验

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,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 单片机的结构与应用

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、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/计数器和各种输入/输出接口 (I/O 接口) 电路等部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。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

51 系列单片机有以下两种分类方法。

(1) 按芯片的半导体制造工艺划分,可以分为 HMOS 工艺型单片机和 CHMOS 工艺型单片机两种。HMOS 工艺型单片机包括 8051、8751、8052、8032; CHMOS 工艺型单片机包括 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划分,可以分为 51 子系列型单片机和 52 子系列型单片机。51 子系列型单片机的最后一位数字以“1”作为标志,片内带有 4KB ROM/EPROM (紫外线可擦除的 ROM)、128B RAM、两个 16 位定时器/计数器和 5 个中断源等; 52 子系列型单片机的最后一位数字以“2”作为标志,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它从面世以来就获得了广大用户的认可。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,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,但两者的使用功能是一样的)。

4. 单片机的外形及内部组成

如图 1-1 所示为 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。

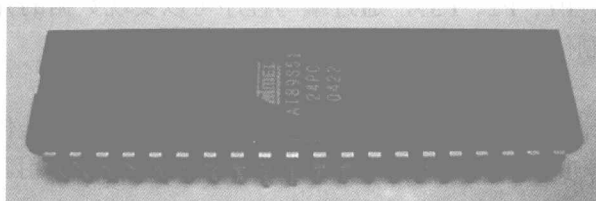


图 1-1 AT89S51 单片机的外形

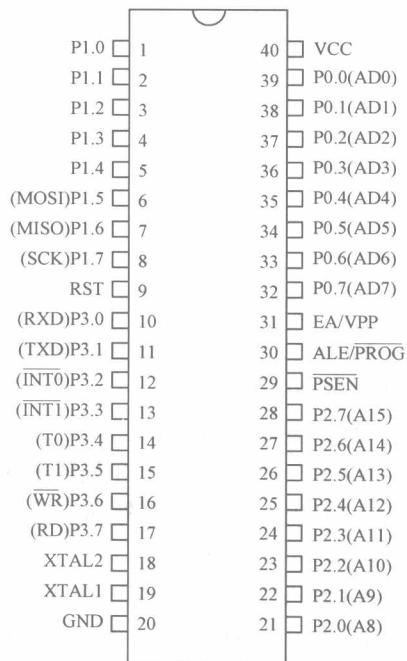


图 1-2 AT89S51 单片机的引脚排列图

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。

(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, 在编写程序时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/写的数据。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。

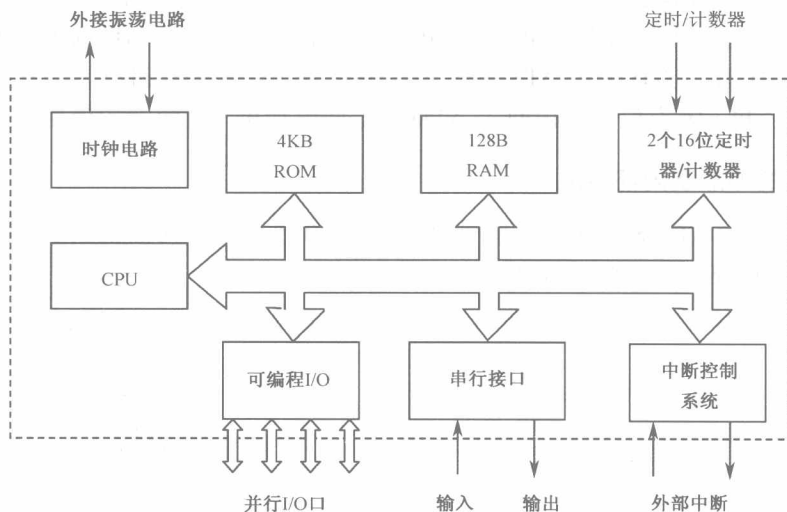


图 1-3 MCS—51 单片机的内部组成

(4) 定时/计数器

MCS—51 共有两个 16 位的定时/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，以控制这些电路，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。

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。如图 1-4 所示是基于单片机的抢答器结构简图。按下按键 S1 时，发光二极管 VD1 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。

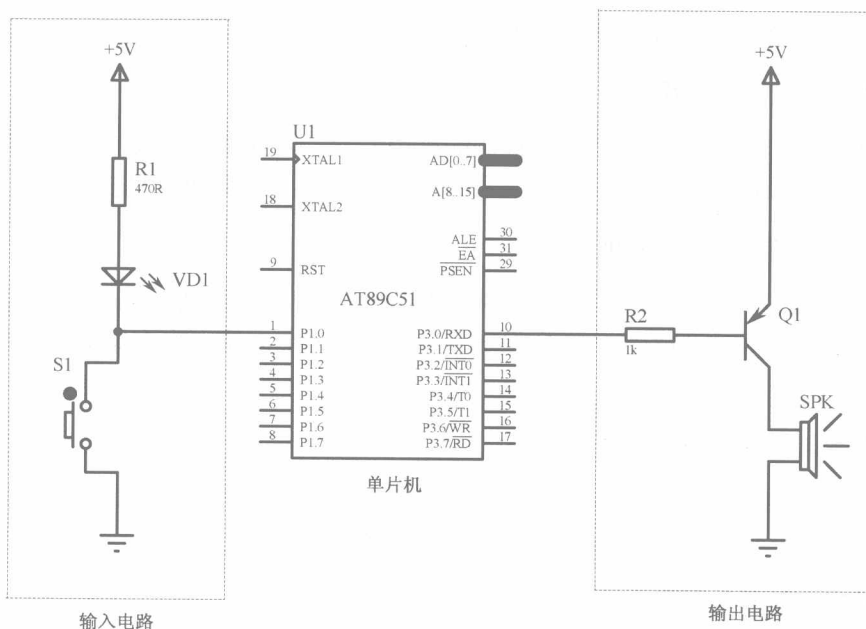


图 1-4 典型单片机应用系统的结构简图

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，介绍单片机应用系统的工作过程。

当按下抢答键 S1 后，按钮接地，发光二极管 VD1 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 Q1 的基极，三极管 Q1 导通，有电流通过蜂鸣器 SPK，蜂鸣器发声。一旦松开抢答键 S1，单片机输入信号为高电平，经过内部数据传输，马上输出高电平，三极管 Q1 截止，蜂鸣器停止发声。

1.1.3 单片机的应用

目前单片机已经渗透到生活的各个领域。导弹的导航装置、飞机上各种仪表的控制、计

算机的网络通信与数据传输、工业自动化过程的实时控制和数据处理、广泛使用的各种智能 IC 卡、民用豪华轿车的安全保障系统、录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等,这些都离不开单片机。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度和压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化和微型化,功能比电子或数字电路的仪器仪表更加强大。

2. 在智能化家用电器中的应用

各种家用电器普遍采用单片机智能化控制代替传统的电子线路控制,如洗衣机、空调、电视机、录像机、微波炉、电冰箱、电饭煲和各种视听设备等。

3. 在工业控制中的应用

工业自动化控制是最早采用单片机控制的领域之一,如各种测控系统、过程控制、机电一体化和 PLC 等。在化工、建筑、冶金等各种工业领域都要用到单片机控制。

4. 在商业营销设备中的应用

在商业营销系统中已广泛使用的电子称、收款机、条形码阅读器、IC 卡刷卡机、出租车计价器,以及仓储安全监测系统、商场保安系统、空气调节系统、冷冻保险系统等都采用了单片机进行控制。

5. 在汽车电子产品中的应用

现代汽车的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驶系统、通信系统和运行监视器(黑匣子)等都离不开单片机。

6. 在航空、航天和军事中的应用

航天测控系统、航空导航系统、卫星遥控遥测系统、载人航天系统、导弹制导系统和电子对抗系统等都采用了单片机进行控制。

单片机应用的意义不仅在于它的广阔范围及所带来的经济效益。更重要的意义在于,单片机的应用从根本上改变了控制系统传统的设计思想和设计方法。以前采用硬件电路实现的大部分控制功能,正在用单片机通过软件方法来实现,即人们所说的“软件就是硬件”。以前自动控制中的 PID 调节,现在可以用单片机实现具有智能化的数字计算控制、模糊控制和自适应控制。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术称为微控技术。随着单片机应用的推广,微控制技术将不断发展完善。

1.2 单片机基础知识

在日常的生活当中,人们习惯用十进制来表示数,但计算机只能识别二进制数。二进制