

从零开始，手把手教会你用51单片机编程

本书特色：

安装系统→系统配置→图形化管理→命令使用→Shell编程
56个典型实例、56个练习题、1个项目开发案例

超值、大容量光盘

12.5小时多媒体视频教学
本书源代码、本书教学PPT

本书技术支持

QQ群：21948169
论坛：<http://www.rzchina.net>

• 从零开始学编程 •

从零 开始学

51单片机

12.5小时多媒体教学视频

◎贺亮 编著

循序渐进·由浅入深 内容充实·层次清楚 实例丰富·步骤清晰 对比讲解·理解深刻 习题指导·巩固学习 案例精讲·深入剖析

•从零开始学编程•

从零 开始学

51单片机

◎ 贺亮 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书由浅入深、全面、系统地介绍了 51 单片机 C 语言开发技术。本书提供了大量实例,供读者实战演练。另外,作者专门为每一章的内容设置了练习题,用来加深、巩固对每一章知识的理解,有些章节设置了扩展式的练习,留给读者去思考、提高。

本书分 5 篇共 20 章。第 1 篇介绍单片机的发展史、应用领域、软件开发环境 Keil C μ Vision 3 的搭建、硬件最小系统的制作、编程器的制作和 STC 烧录工具的使用;第 2 篇介绍 51 单片机 C 语言编程中常用的数据类型、运算符与表达式、流程控制语句、函数、数组和指针、结构体与共用体等;第 3 篇介绍 51 单片机的片内资源,包括单片机的 I/O 编程、中断系统、定时器/计数器、USART 通用串行接口、片内 EEPROM 和看门狗;第 4 篇介绍增强型单片机的功能,包括第 2 通用串行接口 USART2、同步外围串行接口 SPI、PWM 脉宽调制、A/D 转换;第 5 篇设计了一个完整的应用实例,详细介绍了整个系统的开发过程,以提高读者实战水平。

本书涉及面广,从 C 语言编程知识到硬件电路原理,再到单片机片内功能模块的配置和使用,最后到项目开发,几乎涉及 51 单片机开发的所有重要知识。本书抛开了单片机复杂的内部资源,弱化了对数量庞大的寄存器的讲解,把重点放在原理设计和功能实现上。因此,本书适合所有想全面学习 51 单片机开发技术的人员阅读,也适合各种使用 51 单片机进行开发的工程技术人员使用。对于经常使用 51 单片机做开发的人员,更是一本不可多得的案头必备参考书。

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

从零开始学 51 单片机 / 贺亮编著. —北京:电子工业出版社, 2012.9

(从零开始学编程)

ISBN 978-7-121-17499-5

I. ①从… II. ①贺… III. ①单片微型计算机—程序设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 147521 号

策划编辑: 胡辛征

责任编辑: 李利健

特约编辑: 赵树刚

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 455 千字

印 次: 2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 39.00 元(含光盘 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。

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

服务热线:(010) 88258888。

计算机是越来越智能的。科学家告诉我们说不久它们就能
跟我们对话了。

——Dave Barry

第一台电子数字计算机的诞生引发了 20 世纪电子工业革命。如今，计算机特别是单片微型计算机（简称单片机）得到了迅猛发展。单片机以其高性价比、高速度、体积小、可重复编程和方便功能扩展等优点，在实践中得到了广泛的应用。

目前，在市场上的众多产品中均能看到单片机的身影。单片机也成为电子爱好者的必修课程。单片机的程序设计可以采用汇编语言和 51 单片机 C 语言。目前，51 单片机 C 语言的使用越来越广泛，大有取代汇编语言的趋势。学习并熟练掌握 51 单片机 C 语言，对于单片机的系统设计和程序开发都非常有用。

为了便于读者学习，本书详细讲解了 51 单片机 C 语言，以及如何使用 51 单片机 C 语言来编程控制单片机的硬件资源。最后，以一个典型案例讲解了 51 单片机 C 语言的综合应用。通过本书的学习，读者不但可以掌握 51 单片机 C 语言，而且可以迅速开展单片机的程序开发。

本书特色

1. 内容全面，由浅入深

本书涵盖了 51 单片机 C 语言程序设计所需掌握的各方面知识点。首先详细介绍了 51 系列单片机的基础知识，包括集成开发环境和开发流程。然后对 51 单片机 C 语言程序设计基础知识点结合实例进行全面详细地介绍，包括数据类型与结构、函数、存储结构及指针等内容。接着对 51 单片机 C 语言的程序设计方式进行了详细的讲解，包括定时计数器、中断设计、串行接口设计，以及实时多任务操作系统等内容。最后介绍了电子设计各个领域具有代表性的案例，包括键盘设计、总线接口、单片机通信，以及 A/D 转换、电机控制等方面的内容。最后设计了一个完整的综合应用实例。

2. 结合实例，强化理解

本书在介绍每个相关知识点的同时，均给出了其在程序设计中的编程示例，每个例子都可以进行仿真与执行，读者可以在学习独立知识点的同时，根据应用示例举一反三，快速掌握相应知识点在整个程序设计系统中的实际应用。

3. 联系硬件，切合需求

本书不仅介绍 51 单片机 C 语言，还对单片机的硬件资源，以及如何使用 51 单片机 C 语言来编程控制单片机的各种片上资源进行了详细介绍，主要包括单片机定时器/计数器、中断、USART 串行通信接口、EEPROM、看门狗、SPI 串行通信接口、PWM 脉宽调制和 A/D 转换。

4. 仿真调试，熟练应用

本书对 51 单片机 C 语言的典型开发环境 Keil C μ Vision 3 进行了详细介绍。在讲解过程中，结合完整的 51 单片机 C 语言程序实例，详细阐述了如何仿真调试各种单片机片上的资源。使读者能够加深对程序的理解，并可以做到熟练应用。

5. 案例丰富，分析全面

本书案例丰富，基本上涵盖了电子设计的各个领域，如键盘接口、RS-232 通信、RS-485 通信、SPI 总线、掉电参数保护、步进电机控制、电压检测等。本书对每一个案例都详细介绍了相关的背景知识、硬件知识、电路设计、程序设计，以及扩展思考等内容，并对整体程序代码按功能分块进行详细的注释，更加易于读者理解。

本书内容及体系结构

第 1 篇 入门与基础（第 1、2 章）

本篇主要包括：单片机的发展史、单片机的应用领域、STC89C51RC/RD+ 系列单片机简介、软件开发环境 Keil C μ Vision 3 的搭建、单片机最小系统的制作、编程器的制作、STC 烧录工具的使用等。通过本篇的学习，读者可以认识 51 单片机，了解单片机在日常生活中的应用，掌握 Keil C μ Vision 3 集成开发环境，能够动手制作单片机最小系统和 STC 单片机的编程器。

第 2 篇 51 单片机 C 语言编程（第 3~8 章）

本篇主要包括：51 单片机 C 语言编程中常用的基本数据类型、构造类数据类型、指针、运算符与表达式、流程控制语句，以及函数的定义和使用等内容。通过本篇的学习，读者可以掌握 51 单片机 C 语言编程的核心内容。

第 3 篇 51 单片机开发实战（第 9~14 章）

本篇主要包括：单片机 I/O 端口的配置和使用、中断系统、定时器/计数器的配置和使用、USART 通用串行口的配置和使用、片内 EEPROM 的使用和看门狗 WDT 功能的配置和使用等。通过本篇的学习，读者可以掌握 51 单片机各种片内资源的使用方法、常用的功能扩展和常用的接口芯片的使用方法。

第 4 篇 更多功能的单片机（第 15~19 章）

本篇主要包括：STC12C5A60S2 系列单片机的介绍、通用串行接口 USART2 的配置和使用、同步外围串行接口 SPI 的配置和使用、PCA 模块 PWM 脉宽调制的配置和使用

以及 A/D 转换模块的配置和使用等。通过本篇的学习，读者可以掌握增强型单片机的各种片内资源的使用，利用这些模块实现一些有意义的功能。

第 5 篇 51 单片机综合应用实例（第 20 章）

本篇完整地实现了一套无线电子投票系统，这套系统使用 STC12C5A60S2 增强型单片机作为主控芯片，使用了多个片内功能模块。设计这套系统的目的是让读者通过本篇的学习，熟练运用单片机的各种片内资源。另外，本篇从需求分析到系统设计和流程设计，再到各个子系统的具体实现，经历了一套完整的系统开发流程，读者在今后的开发中可以借鉴这种方法。

本书读者对象

- ☐ 51 单片机初学者。
- ☐ 想全面学习 51 单片机开发技术的人员。
- ☐ 51 单片机专业开发人员。
- ☐ 利用 51 单片机做开发的工程技术人员。
- ☐ 51 单片机开发爱好者。
- ☐ 大、中专院校的学生。
- ☐ 社会培训班学员。
- ☐ 需要一案头必备手册的程序员。

目 录

第 1 篇 入门与提高

第 1 章 认识 51 系列单片机

( 教学视频: 11 分钟) 1

- 1.1 单片机的发展史..... 1
- 1.2 单片机的应用..... 1
- 1.3 51 单片机的开发环境——
Keil μ Vision..... 2
- 1.4 快速掌握单片机的开发要点..... 2
- 1.5 STC89C51RC/RD+ 系列单片机 3
 - 1.5.1 STC89C51 系列单片机选型..... 3
 - 1.5.2 常见的封装类型..... 4
- 1.6 STC89C51RC/RD+ 系列单片机的
外部引脚..... 5
- 1.7 小结..... 6
- 1.8 习题..... 6

第 2 章 开发环境的搭建

( 教学视频: 43 分钟) 7

- 2.1 软件开发环境..... 7
 - 2.1.1 安装 Keil C μ Vision 3
开发环境..... 7
 - 2.1.2 增加对 STC 型号的支持..... 8
 - 2.1.3 建立第一个工程..... 9
 - 2.1.4 开发中经常用到的功能..... 13
- 2.2 必要的硬件环境..... 22
 - 2.2.1 10 元 DIY 单片机最小
系统..... 22
 - 2.2.2 动手制作一个编程器..... 24
- 2.3 STC 烧录工具 25

2.4 小结..... 26

2.5 习题..... 27

第 2 篇 51 单片机 C 语言编程

第 3 章 单片机 C 语言的基本数据类

( 教学视频: 17 分钟) 28

- 3.1 常量与变量..... 28
- 3.2 基本数据类型..... 29
 - 3.2.1 整型..... 29
 - 3.2.2 长整型..... 30
 - 3.2.3 字符型..... 30
 - 3.2.4 位类型..... 30
 - 3.2.5 浮点数..... 31
 - 3.2.6 双精度浮点数..... 32
- 3.3 小结..... 32
- 3.4 习题..... 32

第 4 章 运算符与表达式

( 教学视频: 31 分钟) 33

- 4.1 算术运算符与表达式..... 33
- 4.2 关系运算符与表达式..... 34
- 4.3 逻辑运算符与表达式..... 35
- 4.4 位运算符与表达式..... 36
- 4.5 赋值运算符与表达式..... 37
- 4.6 小结..... 38
- 4.7 习题..... 38

第 5 章 流程控制

( 教学视频: 61 分钟) 39

- 5.1 条件语句 if..... 39
 - 5.1.1 条件语句 if 的 3 种表达

方式	39
5.1.2 条件语句 if 嵌套	43
5.2 开关语句 switch ... case	45
5.2.1 开关语句的语法格式	45
5.2.2 开关语句的执行过程	45
5.2.3 注意事项	47
5.3 循环语句 for	47
5.3.1 循环语句 for 的语法格式	48
5.3.2 循环语句 for 的执行过程	48
5.3.3 循环语句 for 嵌套	49
5.4 另一种循环语句 while 和 do...while	51
5.4.1 循环语句 while 和 do...while 的语法格式	51
5.4.2 循环语句 while 和 do...while 的执行过程	51
5.5 无条件跳转语句 goto	53
5.6 中断语句 break/continue	55
5.6.1 中断语句 break	55
5.6.2 中断语句 continue	56
5.7 小结	58
5.8 习题	58
第 6 章 函数	
(教学视频: 57 分钟)	59
6.1 定义函数的一般形式	59
6.2 函数的参数和返回值	60
6.2.1 函数的参数	60
6.2.2 函数的返回值	61
6.3 函数的调用	62
6.3.1 被调函数的声明	62
6.3.2 函数语句调用	63
6.3.3 函数表达式调用	63
6.3.4 作为函数的参数调用	64
6.3.5 函数的嵌套调用	64
6.3.6 函数的递归调用	66
6.4 单片机的特殊函数——中断函数	67
6.5 小结	68
6.6 习题	68

第 7 章 数组与指针

(教学视频: 52 分钟) 69

7.1 数组	69
7.1.1 一维数组	69
7.1.2 二维数组与多维数组	71
7.2 指针	73
7.2.1 指针的概念	73
7.2.2 定义和引用指针变量	73
7.2.3 指针和数组	74
7.3 小结	76
7.4 习题	76

第 8 章 结构体与共用体

(教学视频: 29 分钟) 77

8.1 结构体	77
8.1.1 什么是结构体	77
8.1.2 定义结构体变量	77
8.1.3 结构体变量的初始化	79
8.1.4 使用结构体	80
8.1.5 指向结构体类型数据的指针	80
8.1.6 将结构指针变量作为函数的参数	81
8.2 共用体	82
8.2.1 什么是共用体	82
8.2.2 定义共用体变量	83
8.2.3 使用共用体	84
8.3 小结	85
8.4 习题	85

第 3 篇 51 单片机开发实战

第 9 章 I/O 端口编程

(教学视频: 42 分钟) 86

9.1 STC89C51RC-RD+系列单片机的 I/O 端口	86
9.2 I/O 端口的工作模式	87
9.2.1 准双向口/弱上拉模式	87
9.2.2 输入/高阻模式	87
9.2.3 输出/开漏模式	88

9.2.4	配置 I/O 的工作模式	88
9.3	I/O 输出实验	89
9.3.1	从点亮一个 LED 开始	89
9.3.2	闪动的 LED	90
9.3.3	点亮更多的 LED	91
9.3.4	点亮数码管	94
9.3.5	动态点亮数码管	96
9.3.6	控制 3-8 译码器	99
9.4	I/O 输入实验	102
9.4.1	分离式按键	102
9.4.2	模拟实现计数器	104
9.4.3	矩阵键盘	107
9.5	小结	111
9.6	习题	111
第 10 章	中断系统和外部中断	
	( 教学视频: 55 分钟)	112
10.1	中断的基本知识	112
10.1.1	什么是中断	112
10.1.2	使用中断的好处	112
10.2	中断源	112
10.3	中断寄存器	113
10.3.1	中断使能寄存器	113
10.3.2	中断优先级寄存器	114
10.3.3	定时器控制寄存器、外部 中断标志	116
10.3.4	串行口控制寄存器	117
10.4	中断优先级	118
10.5	使用外部中断检测按键	118
10.5.1	低电平触发方式	119
10.5.2	下降沿触发方式	121
10.6	使用外部中断设计运动限位 装置	122
10.6.1	硬件电路原理图	122
10.6.2	代码实现	123
10.7	小结	125
10.8	习题	125

第 11 章 定时器/计数器

	( 教学视频: 65 分钟)	126
11.1	定时器/计数器介绍	126
11.2	与定时器/计数器的有关的 寄存器	126
11.2.1	工作方式寄存器 TMOD	126
11.2.2	控制寄存器 TCON	127
11.2.3	初值寄存器 THx、TLx	127
11.3	定时器的工作模式	128
11.3.1	模式 0	128
11.3.2	模式 1	128
11.3.3	模式 2 (8 位自动重装 模式)	129
11.3.4	模式 3	130
11.4	定时器中断实验	130
11.4.1	定时器秒表实验电路 原理图	130
11.4.2	秒表实验控制流程	131
11.4.3	代码实现	133
11.5	简易电子琴演奏实验	135
11.5.1	电子琴实验的电路 原理图	136
11.5.2	代码实现	136
11.6	小结	139
11.7	习题	139

第 12 章 USART 通用串行口通信

	( 教学视频: 67 分钟)	140
12.1	通用串行口介绍	140
12.2	与通用串行口有关的寄存器	140
12.2.1	电源控制寄存器 PCON	140
12.2.2	串行口控制寄存器 SCON	141
12.2.3	数据缓存寄存器 SBUF	141
12.2.4	中断控制位 ES	142
12.3	通用串行口的工作模式	142

12.3.1	模式 0: 同步移位寄存器 模式	142
12.3.2	模式 1: 波特率可变的 8 位数据异步收发	142
12.3.3	模式 2: 波特率固定的 9 位数据异步收发	143
12.3.4	模式 3: 波特率可变的 9 位数据异步收发	143
12.4	计算波特率	143
12.5	通过串行口和 PC 通信	144
12.5.1	串行口通信规范	144
12.5.2	串行口实验电路	145
12.5.3	实验控制流程	145
12.5.4	通信协议	147
12.5.5	代码实现	147
12.6	单片机串行口远距离通信	151
12.6.1	RS-485 简介	151
12.6.2	485 通信的实验电路	152
12.6.3	代码实现	153
12.7	小结	156
12.8	习题	156
第 13 章	访问内部 EEPROM ( 教学视频: 51 分钟)	157
13.1	EEPROM 介绍	157
13.2	EEPROM 的地址	157
13.3	与 EEPROM 有关的寄存器	158
13.4	EEPROM 的常用操作	159
13.4.1	定义相关寄存器	159
13.4.2	读操作	159
13.4.3	扇区擦除操作	159
13.4.4	写操作	160
13.5	EEPROM 应用实例	160
13.6	掉电时保存数据到 EEPROM	162
13.6.1	实验电路图	162
13.6.2	代码实现	164
13.7	小结	167
13.8	习题	167

第 14 章 看门狗 WDT

( 教学视频: 14 分钟)	168
14.1 看门狗 WDT 介绍	168
14.2 看门狗控制寄存器 WDT_CONTR	168
14.3 看门狗溢出时间	169
14.4 测试看门狗	169
14.5 小结	171
14.6 习题	171

第 4 篇 更多功能的单片机

第 15 章 STC12C5A60S2 系列单片机

( 教学视频: 11 分钟)	172
15.1 STC12C5A60S2 系列单片机 介绍	172
15.2 STC12C5A60S2 系列单片机外部 引脚	172
15.3 过渡到 STC12C5A60S2 系列的 要点	175
15.4 小结	176
15.5 习题	176

第 16 章 通用串行接口 USART2

( 教学视频: 35 分钟) ...	177
16.1 与通用串行口 2 有关的寄存器.....	177
16.1.1 控制寄存器 S2CON	177
16.1.2 数据缓冲寄存器 S2BUF ..	178
16.1.3 独立波特率发生寄存器 BRT	178
16.1.4 辅助寄存器 AUXR	178
16.1.5 与串行口 2 中断有关的 寄存器	178
16.1.6 辅助寄存器 1, AUXR1	179
16.2 使用串行口 2 与 PC 通信	179
16.2.1 串行口 2 实验电路	179
16.2.2 使用串行口 2 的步骤	180
16.2.3 代码实现	180

16.3	使用双串行口设计 RS-485 双向 中继器	184	CL、CH	202
16.3.1	RS-485 双向中继器的 实验电路	184	18.2.5	PCA 捕捉/比较寄存器 CCAPnL、CCAPnH
16.3.2	代码实现	185	18.2.6	PWM 寄存器 PCA_PWM0、 PCA_PWM1
16.4	小结	188	18.2.7	辅助寄存器 AUX1
16.5	习题	189	18.3	PWM 的设置
第 17 章	同步外围串行接口 SPI ( 教学视频: 35 分钟)	190	18.4	输出 PWM 的测试程序
17.1	SPI 简介	190	18.4.1	实验电路
17.2	与 SPI 有关的寄存器	190	18.4.2	控制思想
17.2.1	SPI 控制寄存器 SPCTL	190	18.4.3	代码实现
17.2.2	SPI 状态寄存器 SPSTAT	191	18.5	使用 PWM 方式控制步进电机
17.2.3	SPI 数据寄存器 SPDAT	191	18.5.1	步进电机的工作原理
17.2.4	辅助寄存器 1, AUXR1	191	18.5.2	实验电路
17.3	SPI 接口的通信方式	192	18.5.3	代码实现
17.3.1	单主—单从方式	192	18.6	小结
17.3.2	双器件互为主从方式	192	18.7	习题
17.3.3	单主—多从方式	193	第 19 章	A/D 转换 ( 教学视频: 39 分钟)
17.4	注意事项	194	19.1	A/D 转换简介
17.4.1	作为主机的注意事项	194	19.2	与 A/D 转换相关的寄存器
17.4.2	作为从机的注意事项	194	19.2.1	P1 口模拟功能控制 寄存器 P1ASF
17.4.3	总线争夺	194	19.2.2	ADC 控制寄存 ADC_CONTR
17.4.4	写冲突	194	19.2.3	A/D 转换结果寄存器 ADC_RES/ADC_RES1
17.5	双 CPU 单主、单从通信实验	195	19.2.4	与 A/D 中断有关的 寄存器
17.6	小结	198	19.3	用 A/D 转换器检测电压实验
17.7	习题	199	19.3.1	实验电路
第 18 章	PWM 脉宽调制 ( 教学视频: 45 分钟)	200	19.3.2	代码实现
18.1	PWM 简介	200	19.4	使用 A/D 转换检测挡位开关
18.2	与 PWM 有关的寄存器	200	19.4.1	检测原理与实验电路
18.2.1	PCA 工作模式寄存器 CMOD	201	19.4.2	代码实现
18.2.2	PCA 控制寄存器 CCON	201	19.5	A/D 转换误差问题
18.2.3	PCA 捕捉/比较寄存器 CAPM0 和 CCAPM1	202	19.6	小结
18.2.4	PCA 的 16 位计数寄存器		19.7	习题

第5篇 51单片机综合应用实例

第20章 综合应用实例.....229

20.1 需求分析.....229

20.1.1 系统结构.....229

20.1.2 技术要求.....230

20.2 系统设计.....230

20.2.1 硬件电路设计.....230

20.2.2 需要用到的单片机资源.....232

20.2.3 软件设计思路.....232

20.3 各子系统的工作流程.....234

20.3.1 数据接收子系统、协议 管理子系统.....234

20.3.2 终端地址的使用与维护.....236

20.3.3 集体上传控制.....237

20.3.4 I/O 处理子系统和工厂

模式.....238

20.3.5 电源管理子系统.....240

20.4 软件编程、系统实现.....241

20.4.1 完整的源代码.....241

20.4.2 初始化部分代码.....259

20.4.3 按键检测部分代码.....261

20.4.4 地址管理部分代码.....262

20.4.5 电压检测部分代码.....264

20.4.6 串行口接收数据、处理 协议的部分代码.....265

20.4.7 休眠和唤醒的部分代码.....267

20.5 小结.....268

20.6 习题.....268

第 1 篇 入门与提高

第 1 章 认识 51 系列单片机

单片机的学名为微控制单元 (Micro Control Unit, MCU), 又称单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer), 它是一种随着大规模集成电路的出现, 在一块芯片上集成计算机的 CPU、RAM、ROM、定时计数器和多种 I/O 接口的微型计算机系统。单片机最早应用在工业控制领域, 随着单片机的发展, 现在广泛应用于各个领域。

1.1 单片机的发展史

单片机诞生于 1971 年, 经历了 SCM、MCU、SoC 共 3 个阶段。

第一个阶段, 单片机微处理器 (Single Chip Microcomputer, SCM) 阶段: 这个阶段的单片机以 Intel 公司的 MCS-48 为代表的 8 位 CPU, 同时包括并行 I/O 端口和 8 位同步计数器。在这一阶段, Intel 公司成功奠定了 SCM 与通用计算机完全不同的发展道路。

第二个阶段, 微控制器 (Micro Controller Unit, MCU) 阶段: 这一阶段的技术发展方向是在不断扩展满足嵌入式应用的同时, 尽量满足对象系统要求的各种外围电路与接口电路, 提高其对象的智能化控制能力。这个阶段的代表性单片机有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6081 和 Zilog 公司的 Z8 等。

第三个阶段, 片上系统 (System on Chip, SoC) 阶段: 片上系统是将系统的关键部分集成在一块芯片上, 是基于单片集成系统的软、硬件共同设计而成的, 通常是由用户定制的特定产品, 如手机芯片、数字电视芯片等。

目前市面上普遍使用的是 MCU 和 SoC, 其中 MCU 主要应用于通用型的市场, SoC 主要应用于专用型的市场。现在 MCU 的功能越来越强大, MCU 和 SoC 之间的界限越来越模糊了。

接下来将介绍 MCS-51 系列的单片机。

1.2 单片机的应用

单片机的应用渗透到我们生活的各个领域, 如航空、航天的各种装置、计算机网络通信和数据传输、工业自动化的实时控制、医用设备、日用家电、消费电子、各种玩具, 等等, 其大致上可以分为以下几个范畴:

- ❑ 智能仪器仪表, 如数字万用表、温/湿度表、流量计、感应电流表等。
- ❑ 工业自动化控制, 如数据采集、电梯控制、机床控制等。
- ❑ 家用电器及消费类电子, 如电饭煲、电冰箱、豆浆机、空调、洗衣机、音响设备等。
- ❑ 通信领域, 如程控交换机、楼宇可视对讲系统、无线通信系统等。
- ❑ 医用设备领域, 如各种分析仪、监护仪、各种诊断设备、病床双向呼叫系统等。



- ❑ 汽车设备领域，如发动机控制器 ECU、CAN 总线智能控制系统、ESP 控制系统等。
- ❑ 军工、航天领域。

除此之外，还有很多领域都用到了单片机，可以说，单片机的应用已经涉及国民经济的各个领域，各行各业都要用到单片机。

1.3 51 单片机的开发环境——Keil μ Vision

51 单片机的开发需要软件的支持，我们需要一款软件用来新建和编辑源文件，并且能够把编写的 C 语言代码转换成机器码。

随着单片机开发技术的发展和单片机自身性能的提高，现在基本上都是采用 C 语言来开发单片机程序，因为 C 语言是结构化的编程语言，使用起来非常灵活，可以编写出更加复杂的程序。Keil 是 51 单片机普遍使用的集成开发环境，它集成了 C 编译器、连接器和仿真调试器。开发人员可以利用 Keil 集成开发环境来编辑 C 源文件或汇编源文件，然后编译生成机器码。在编译过程中，可以选择优化级别，针对代码的大小或速度进行优化。

如图 1.1 所示为 Keil μ Vision 3 集成开发环境的启动界面。



图 1.1 Keil μ Vision 3 集成开发环境的启动界面

本书中所讲的开发案例，全部是在 Keil 集成开发环境中编译并且调试通过的。我们将在第 2 章详细介绍 Keil μ Vision 3 集成开发环境的安装和使用方法。

1.4 快速掌握单片机的开发要点

首先，单片机芯片是硬件产品，与单片机有关的其他芯片和外设也是硬件产品，因此，在学习单片机开发的过程中，必须使用硬件来调试，而不是用软件去模拟。只有去实际操作硬件，通过各种方法看到硬件运行的状态，才能真正体会到这种控制的意义所在。

其次，在学习单片机时，不要一味地去看书。很多书一开始就讲了很多单片机的内部结构、内存使用、寄存器等，让初学者看得不知所云。实际上，在使用 C 语言对 51 单片机进行开发时，大多数情况下都不需要过多地干预内存分配或地址跳转等底层的操作。一般情况下，只需要控制单片机的功能寄存器、接收引脚输入、控制引脚按照要求输出就可以了。因此，本书在

讲解 51 单片机的各种特殊功能时，都会给读者介绍相应功能寄存器的作用，告诉读者怎么去操作，然后再结合实际例子来应用。

学习单片机时，最好选择一套能够反映出程序真实意图的设备，如购买一套开发板。也可以自己制作一套合适的单片机系统，这样还可以提高动手能力，增加对单片机的认识。在第 2 章中，我们会告诉大家怎么去做一套单片机的最小系统和编程器，让大家在动手的过程中熟悉单片机的硬件原理。

学习单片机一定要做到多操作、多实验，很多经验都是从实际的操作中积累而来的。

1.5 STC89C51RC/RD+ 系列单片机

前面已经说过，学习单片机最好的方法是多练习，在实践中积累经验。目前，市面上有很多厂家都生产 51 系列单片机，一方面，它们的工作原理基本上是相同的；另一方面，它们之间也有很多不同，如引脚配置不同、集成的功能不同等。不同厂家所支持的开发工具也不完全一样，比如 Atmel 公司的单片机使用 ICC AVR 或 IAR 进行开发。

对于初学者来说，往往对单片机不熟悉，软件开发能力、硬件设计能力都比较欠缺，因此，本书选择了一款目前在市场上常用的单片机——STC89C51RC 单片机来进行讲解。

如图 1.2 所示为 STC89C51RC 单片机，采用了双列直插形式封装。



图 1.2 STC89C51RC 单片机

STC89C51RC 系列单片机是一款增强型 51 单片机，完全兼容 MCS-51。STC89C51RC 可以代替传统的 51 单片机，而且功能更强、速度更快。

该单片机具有 40 个引脚，采用双列直插 DIP-40 封装。STC 推出的系列 51 单片机芯片全面兼容其他 51 单片机，因此，将传统 51 单片机中的程序直接烧录到 STC89C51RC 中后，STC89C51RC 就可以直接工作了。

STC89C51RC 系列单片机的功能很齐全，并且价格便宜、性能良好，有着不错的性价比，例如：

(1) STC89C51RC 内部集成了中央处理器、数据存储器 SRAM、程序存储器 Flash 和 EEPROM，其中 EEPROM 区域可以在程序中修改，断电不丢失数据。

(2) STC89C51RC 的外围功能包含有 2 路定时器/计数器、1 路串行口收发模块、35 个通用 I/O 口、内部看门狗模块和 8 个中断源，此外，还增加了两级中断优先级。

1.5.1 STC89C51 系列单片机选型

STC89C51 系列单片机兼容传统的 8051 单片机指令，可以选择工作在传统的 12 时钟/机器周期或 6 时钟/机器周期模式下工作，后者的运行速度是传统速度的 2 倍。STC89C51 系列单片机的工作频率是 0~40MHz，如果工作在 6T 模式下，就相当于传统 8051 单片机的 0~80MHz。



STC89C51 系列中有很多不同的型号，它们的 RAM 空间大小、程序存储空间大小等都有所不同，如图 1.3 所示为 STC 官方给出的选型一览表。

型号	工作电压(V)	最高时钟频率Hz		Flash程序存储器(字节)	SRAM字节	定时器	UART串口	DTPTR	EEPROM(字节)	看门狗	A/D	中断源	中断优先级	I/O	支持掉电唤醒外部中断	内置复位	封装40-Pin	封装44-Pin
		5V	3V															
STC89C/LE51RC系列单片机选型一览																		
STC89C51RC	5.5 - 3.3	0-80M		4K	512	3	1个	2	4K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89C52RC	5.5 - 3.3	0-80M		8K	512	3	1个	2	4K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89C53RC	5.5 - 3.3	0-80M		13K	512	3	1个	2	-	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89LE51RC	3.6 - 2.0		0-80M	4K	512	3	1个	2	4K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89LE52RC	3.6 - 2.0		0-80M	8K	512	3	1个	2	4K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89LE53RC	3.6 - 2.0		0-80M	13K	512	3	1个	2	-	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89C/LE51RD+系列单片机选型一览																		
STC89C54RD+	5.5 - 3.3	0-80M		16K	1280	3	1个	2	45K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89C58RD+	5.5 - 3.3	0-80M		32K	1280	3	1个	2	29K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89C516RD+	5.5 - 3.3	0-80M		64K	1280	3	1个	2	-	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89LE54RD+	3.6 - 2.0		0-80M	16K	1280	3	1个	2	45K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89LE58RD+	3.6 - 2.0		0-80M	32K	1280	3	1个	2	29K	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC
STC89LE516RD+	3.6 - 2.0		0-80M	64K	1280	3	1个	2	-	有	-	8	4	35/39	4个	有	PDIP	LQFP/PLCC

图 1.3 STC89C51RC/RD+中文手册中的选型一览表

STC89C51RC/RD+系列单片机有两个电压版本，普通 5V 版本的工作电压范围是 5.5~3.3V，低电压版（LE 版）的工作电压范围是 3.6~2.0V。该系列单片机的 Flash 存储空间为 4~64KB 不等，RC 系列的 SRAM 大小为 512B，RD+系列的 SRAM 大小为 1280B。

STC89C51RC/RD+系列单片机均内置了 3 个定时器和 1 个 Usart 串行口，Flash 程序存储空间的大小根据型号的不同而有所不同。STC89C51RC/RD+系列单片机的多数型号都内置了 EEPROM 存储空间，大小为 4~45KB 不等，少数型号没有内置 EEPROM。在使用过程中，可以根据实际需要来选择合适的型号。

1.5.2 常见的封装类型

封装，指的是芯片上的电路引脚，用导线接引到外部接头处，以便与其他器件连接。封装形式是指安装半导体集成电路芯片用的外壳。STC89C51RC/RD+系列单片机主要使用了 PDIP 双列直插（Dual In-line Package）、LQFP 薄型 QFP（Low rofile Quad Flat Package）和 PLCC 带引线的塑料芯片载体（Plastic Leaded Chip Carrier）这 3 种封装形式。

1. PDIP 双列直插封装

PDIP 双列直插封装的芯片如图 1.4 所示，它有两排引脚，可以直接插入到 PCB（印制电路板）或芯片插座上，适合在 PCB 上穿孔焊接，操作方便，缺点是芯片体积较大。



图 1.4 使用 PDIP 双列直插封装的芯片

2. LQFP 薄型 QFP 封装

LQFP 薄型 QFP 封装如图 1.5 所示,它指的是封装本体厚度为 1.4mm 的 QFP,这种方式实现的 CPU 芯片引脚之间距离很小,引脚很细,一般大规模或超大规模集成电路采用这种封装形式。它的引脚数一般都很多,而且可靠性高,封装外形尺寸较小,寄生参数减小,适合高频应用。这种封装方式主要适合用 SMT 表面安装技术在 PCB 上安装布线。

3. PLCC 带引线的塑料芯片载体

PLCC 为特殊引脚芯片封装,它是贴片封装的一种,这种封装的引脚在芯片底部向内弯曲,因此在芯片的俯视图中是看不见芯片引脚的。这种芯片的焊接采用回流焊工艺,需要专用的焊接设备,在调试时要取下芯片也很麻烦,现在已经很少用了。如图 1.6 所示为使用 PLCC 形式封装的芯片。

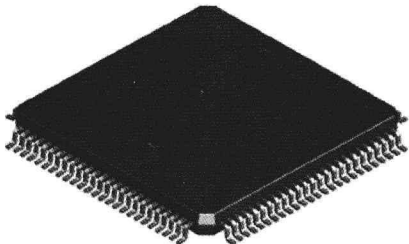


图 1.5 使用 LQFP 薄型 QFP 封装的芯片

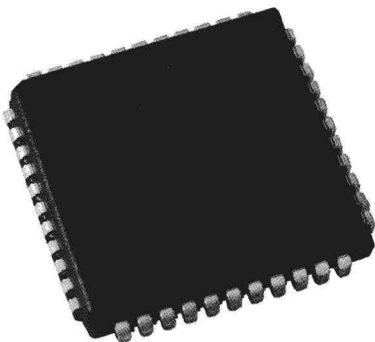


图 1.6 使用 PLCC 封装的芯片

本书在介绍 STC89C51RC/RD+系列单片机时将对应使用 PDIP 封装的芯片,PDIP 封装形式的芯片对于初学者来说更容易焊接和调试。

1.6 STC89C51RC/RD+系列单片机的外部引脚

单片机对外部器件的控制和外部信号的接收都是通过 I/O 端口(也就是外部引脚)来实现的。如图 1.7 所示为 STC89C51RC/RD+系列 PDIP-40 封装的引脚分布图,共有 40 个引脚。

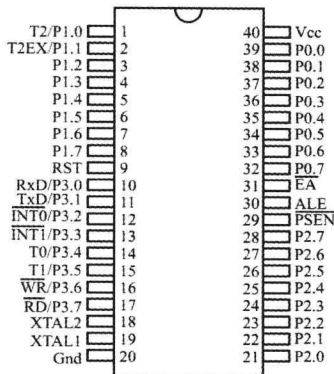


图 1.7 STC89C51RC/RD+系列 PDIP-40 封装的引脚分布图