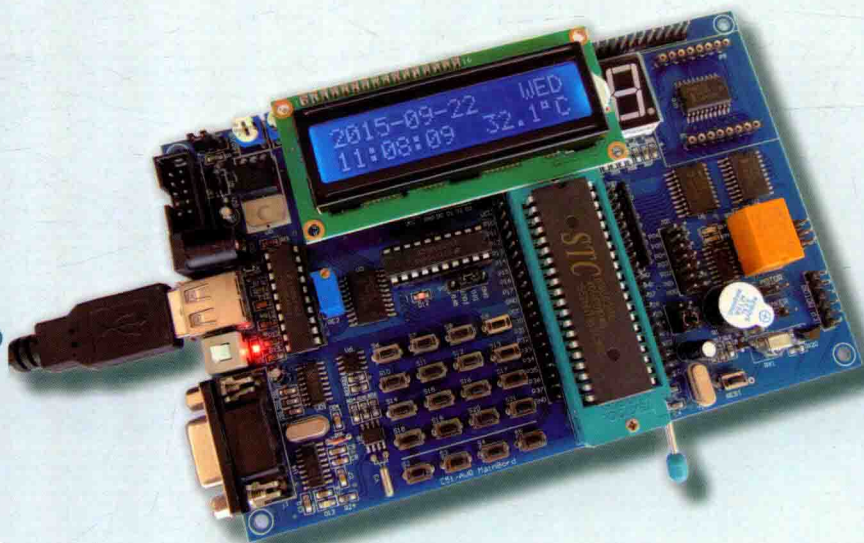


异步图书
www.epubit.com

51单片机

C语言程序设计教程

王云 编著



番外篇

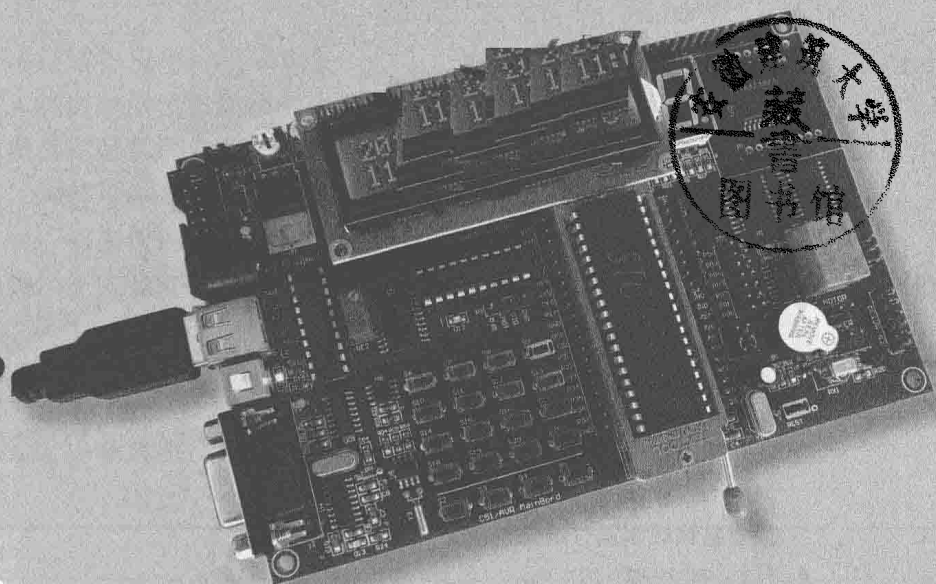
中国工信出版集团

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

51单片机

C语言程序设计教程

王云 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语言程序设计教程 / 王云编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2018. 11
ISBN 978-7-115-48692-9

I. ①5… II. ①王… III. ①单片微型计算机—C语言—
程序设计—教材 IV. ①TP368.1②TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第137856号

内 容 提 要

本书遵循由浅入深、循序渐进的原则,讲解单片机开发的必备知识以及开发经典案例。本书以YL51单片机开发板为平台,通过案例逐个讲解开发板上各个器件模块的使用及其编程方法,包括单片机最小系统、数码管显示原理、中断与定时器、数模\模数转换工作原理、LCD液晶显示、串行口通信、步进电机驱动原理、PWM脉宽调制与直流电机等内容。

本书适合单片机初学者阅读,也可作为大专院校、大学生电子设计竞赛培训教材,对工程技术人员也有一定的参考价值。

-
- ◆ 编 著 王 云
责任编辑 武晓燕
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.75
字数: 493千字
印数: 1—2000册
- 2018年11月第1版
2018年11月河北第1次印刷

定价: 69.00元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

前 言

目前以及今后相当长的一段时间内，在单片机应用领域中，51 单片机仍将占据着大量市场。51 单片机是基础入门中应用广泛的一款单片机。51 单片机也是学习 ARM、DSP、FPGA 等高端应用的基础。51 单片机的品种繁多，但它们都采用了 8051 内核，因此只要学好一种单片机机型的原理和编程方法，就可以达到“一通百通”的学习效果。

本书的内容和组织结构

- 从开发的角度讲起，从零开始手把手地带领读者学习单片机技术。
- 基于单片机最小系统，介绍了单片机的基础知识以及单片机 C 语言的基础知识。
- 以单片机应用开发为主导，循序渐进地逐个讲解单片机的常用模块及编程方法。
- 通过实践理解数字电路的概念、C 语言的基本应用以及如何将 C 语言应用于实际电路中。
- 讲解单片机应用的扩展知识及编程技巧，讲授单片机项目开发的流程及方法。
- 提供配套视频、课件和书中的实例代码。

本书特色

本书巧妙地将对单片机原理的讲述与硬件实验设备结合起来，列举了大量有趣易懂的小例子，深入浅出地用实操案例来讲述单片机的工作原理。

本书提供有配套课件，方便进行 PPT 教学；书中提供完整实例代码和课后作业参考例程，所有程序代码都可以在 Keil 编程软件上通过调试，并在 YL51 开发板上验证，方便读者参考并动手实践，很多代码都可以直接移植到自己的开发项目中使用。

本书提供了大量的配套教学视频，读者用微信扫描书中的二维码可以看到视频。

本书配套视频介绍

本书配套 19 讲教学视频分别对应本书的第 1~19 章。

51 单片机视频教程内容简介

讲 次	内 容	描 述
第 1 讲	如何学好单片机	单片机能做什么，学习单片机需要什么，如何学好单片机技术
第 2 讲	预备知识：点亮一个发光二极管	认识单片机的由来及内部结构，单片机最小工作单元组成；单片机开发软件操作（如 Keil 软件开发环境认识、单片机烧录软件使用）
第 3 讲	预备知识：C51 基础知识及流水灯设计	简单的延时程序、子程序调用、流水灯设计
第 4 讲	数码管显示原理及静态显示	共阳、共阴数码管显示原理、带参数子程序设计

续表

讲次	内容	描述
第5讲	中断与定时器原理	定时器工作方式介绍,重点讲述工作方式2、中断概念及中断函数写法、定时器中断应用
第6讲	数码管的动态显示原理及应用	主要介绍数码管的动态显示基本原理,并结合定时器讲述动态显示的实现过程
第7讲	按键学习:独立按键和矩阵按键	键盘检测、消抖、键盘编码、带返回值函数写法及应用
第8讲	数模转换(D/A)工作原理及应用	讲述数字信号转换成模拟信号的基本原理、如何使用DAC0832的实现D/A转换
第9讲	模数转换(A/D)工作原理及应用	讲述模拟信号转换成数字信号的基本原理、如何使用ADC0804的实现D/A转换
第10讲	1602液晶显示原理及应用	讲述1602液晶的显示原理,及如何对1602液晶进行程序操作
第11讲	串行口原理及应用	讲述串行口通信基本原理、重点讲述常用的串行口方式1的应用、波特率概念及如何根据波特率计算定时器初值
第12讲	I ² C总线原理和模块化编程方法	I ² C总线工作原理及项目开发模块化编程方法
第13讲	红外通信原理及应用	以红外遥控为代表,具体讲解红外通信的具体过程
第14讲	DS18B20温度传感器的原理及应用	以DS18B20为代表,具体讲解单总线通信原理,从而掌握单总线器件的用法
第15讲	步进电机原理及应用	以28BYJ-48步进电机为代表,具体讲解步进电机的驱动原理及使用方法,从而掌握步进电机的相关知识
第16讲	LED点阵原理及取模软件应用	具体讲解LED点阵的驱动原理及编程方法;怎样使用点阵取模软件来处理相关数据,从而简化程序设计工作量
第17讲	DS1302实时时钟与SPI接口通信原理	以DS1302为代表,具体讲解SPI总线通信原理及日历时钟的应用
第18讲	蜂鸣器与继电器驱动原理及应用	蜂鸣器与继电器驱动原理及应用。比如用红外遥控器实现对继电器进行吸合或断开控制,同时蜂鸣器发出按键提示音
第19讲	PWM基础知识与直流电机调速	PWM脉冲宽度调制原理与PWM直流电机调速应用

视频教程的后续更新以及书中所用到的单片机开发板,大家可以到云龙科技网站了解最新详情。

最后,特别感谢对我们有所帮助的各位同事和朋友,由于作者水平有限,错误与不妥之处在所难免,不足之处请广大读者批评指正。

王云
2018年1月

资源与支持

本书由异步社区出品，社区（<https://www.epubit.com/>）为您提供相关资源和后续服务。

配套资源

本书提供如下资源：

- 本书源代码；
- 课件及课后习题答案；
- 配套视频。

要获得以上配套资源，请在异步社区本书页面中点击 **配套资源**，跳转到下载界面，按提示进行操作即可。注意：为保证购书读者的权益，该操作会给出相关提示，要求输入提取码进行验证。

提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，点击“提交勘误”，输入勘误信息，点击“提交”按钮即可。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的 100 积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。

The screenshot shows a web form for submitting an error report. At the top, there are three tabs: '详细信息' (Detailed Information), '写书评' (Write a Review), and '提交勘误' (Submit Error Report), with the latter being the active tab. Below the tabs, there are three input fields: '页码:' (Page Number), '页内位置 (行数):' (Page Position (Line Number)), and '勘误印次:' (Error Report Issue). Below these fields is a large text area for entering the error details, with a rich text editor toolbar above it containing icons for bold (B), italic (I), underline (U), bulleted list, numbered list, link, and unlink. In the bottom right corner of the text area, there is a '字数统计' (Word Count) label and a '提交' (Submit) button.

扫码关注本书

扫描下方二维码，您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



与我们联系

我们的联系邮箱是 contact@epubit.com.cn。

如果您对本书有任何疑问或建议，请您发邮件给我们，请在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频，或者参与图书翻译、技术审校等工作，可以发邮件给我们；有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿（直接访问 www.epubit.com/selfpublish/submission 即可）。

如果您是学校、培训机构或企业，想批量购买本书或异步社区出版的其他图书，也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为，包括对图书全部或部分内容的非授权传播，请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护，也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

关于异步社区和异步图书

“异步社区”是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书社区，致力于出版精品 IT 技术图书和相关学习产品，为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于 2015 年 8 月，提供大量精品 IT 技术图书和电子书，以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网 <https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌，依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队，相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术 etc。



异步社区



微信服务号

目 录

第 1 章 初步认识单片机 1	
1.1 单片机的特点及应用..... 2	
1.2 应该学什么样的单片机..... 2	
1.3 如何学好单片机..... 2	
1.4 学前准备和单片机学习开发环境的建立..... 3	
1.5 课后作业..... 3	
第 2 章 单片机最小系统及 Keil 软件介绍 4	
2.1 单片机概述..... 5	
2.1.1 各大公司 MCS51 单片机简介..... 5	
2.1.2 单片机标号信息及封装类型..... 5	
2.1.3 单片机引脚功能介绍..... 9	
2.2 单片机最小系统..... 12	
2.2.1 电源电路..... 13	
2.2.2 时钟振荡电路..... 13	
2.2.3 复位电路..... 14	
2.3 如何点亮一个发光二极管..... 14	
2.3.1 硬件电路构成..... 14	
2.3.2 Keil 建立工程文件..... 16	
2.3.3 编写点亮一个发光二极管的 C 程序代码..... 20	
2.3.4 程序下载、观察结果..... 23	
2.3.5 知识点讲解..... 25	
2.4 课后作业..... 28	
第 3 章 C51 基础知识及流水灯设计 29	
3.1 C51 的特点及优势..... 30	
3.2 C51 数据类型..... 30	
3.2.1 C51 的基本数据类型..... 30	
3.2.2 C51 的扩充数据类型..... 31	
3.2.3 特殊功能寄存器声明及位定义..... 32	
3.3 C51 的基本运算..... 33	
3.3.1 二进制与十六进制..... 33	
3.3.2 C51 赋值运算符及其表达式..... 34	
3.3.3 C51 算术运算符及其表达式..... 35	
3.3.4 C51 关系运算符及其表达式..... 35	
3.3.5 C51 逻辑运算符及其表达式..... 36	
3.3.6 C51 位操作及其表达式..... 36	
3.4 C51 程序的基本语句..... 37	
3.4.1 if 选择语句..... 37	
3.4.2 while 循环语句..... 39	
3.4.3 for 循环语句..... 40	
3.4.4 switch/case 多分支选择语句..... 41	
3.4.5 do...while 循环语句..... 42	
3.5 C51 函数..... 43	
3.5.1 函数的定义..... 43	
3.5.2 函数的声明及调用..... 44	
3.5.3 变量的作用域..... 45	
3.6 C51 应用编程实例 (流水灯设计)..... 46	
3.6.1 闪烁的 LED..... 47	
3.6.2 花样流水灯..... 50	
3.7 课后作业..... 52	
第 4 章 数码管显示原理及静态显示 53	
4.1 数码管的结构和显示原理..... 54	
4.2 数码管在 YL51 开发板上的应用..... 55	
4.3 数组的定义及调用方法..... 58	
4.3.1 数组的定义方式..... 58	
4.3.2 数组初始化赋值及调用..... 59	
4.3.3 应用举例..... 59	
4.4 课后作业..... 62	
第 5 章 中断与定时器 63	
5.1 单片机中断..... 64	
5.1.1 中断的概念..... 64	

5.1.2	MCS-51中断系统的结构	65	9.2.2	ADC0804芯片应用	112
5.1.3	单片机中断应用举例	68	9.3	课后作业	117
5.2	定时器/计数器	69	第10章	LCD液晶显示原理及应用	118
5.2.1	定时器/计数器的结构	69	10.1	LCD液晶基础知识	119
5.2.2	定时/计数器应用举例	72	10.2	1602液晶介绍与实例分析	120
5.3	课后作业	73	10.2.1	1602液晶硬件接口介绍	120
第6章	数码管动态显示与定时器应用	74	10.2.2	1602液晶时序操作介绍	121
6.1	数码管动态显示的基本原理	75	10.2.3	1602液晶实例演示	125
6.2	实例讲解数码管动态显示原理	75	10.3	12864液晶介绍与实例分析	131
6.3	课后作业	85	10.3.1	12864液晶硬件接口介绍	131
第7章	按键学习：独立按键和矩阵按键	86	10.3.2	12864液晶时序操作介绍	132
7.1	键盘的分类	87	10.3.3	12864液晶实例演示	138
7.2	独立键盘检测原理及应用	87	10.4	课后作业	141
7.3	矩阵键盘检测原理及应用	91	第11章	串行口通信原理及应用	142
7.4	课后作业	94	11.1	通信基础知识	143
第8章	数模转换(D/A)工作原理及应用	95	11.1.1	并行通信	143
8.1	D/A转换的工作原理及分类	96	11.1.2	串行通信	143
8.1.1	权电阻解码网络D/A转换器	96	11.2	串行通信的分类	144
8.1.2	T型电阻解码网络D/A转换器	97	11.2.1	异步通信	144
8.1.3	D/A转换器的主要性能指标	99	11.2.2	同步通信	145
8.2	DAC0832芯片及其与单片机接口	99	11.2.3	串行通信方式	145
8.2.1	DAC0832芯片简介	99	11.3	串行通信接口标准	146
8.2.2	DAC0832芯片工作方式	101	11.3.1	RS232接口	146
8.3	课后作业	105	11.3.2	RS232串行口通信电路	147
第9章	模数转换(A/D)工作原理及应用	106	11.3.3	USB转串行口通信电路	147
9.1	A/D转换的工作原理及分类	107	11.4	80C51串行口的结构	148
9.1.1	A/D转换的一般过程	107	11.4.1	80C51串行口基本工作原理	148
9.1.2	A/D转换器分类	108	11.4.2	80C51串行口的控制寄存器	149
9.1.3	A/D转换器的主要技术指标	111	11.4.3	80C51串行口的工作方式	151
9.2	ADC0804芯片及其应用	112	11.5	波特率的计算	154
9.2.1	ADC0804芯片简介	112	11.6	实例讲解	155
			11.7	课后作业	160

第 12 章 I²C 总线原理和模块化编程方法	161
12.1 I ² C 总线概述.....	162
12.1.1 I ² C 总线简介.....	162
12.1.2 I ² C 器件接口.....	162
12.2 I ² C 总线的数据传送.....	163
12.2.1 I ² C 总线数据操作有效性规定.....	163
12.2.2 I ² C 总线的数据传送格式.....	163
12.3 单片机的普通 I/O 口模拟 I ² C 通信.....	165
12.3.1 I ² C 总线信号时序分析.....	165
12.3.2 I ² C 总线基本操作时序分析.....	167
12.4 I ² C 器件 AT24C02 的应用.....	169
12.4.1 I ² C 器件 AT24C02 简介.....	169
12.4.2 I ² C 器件 AT24C02 的读/写时序.....	170
12.4.3 用模块化编程对 AT24C02 进行操作.....	173
12.5 课后作业.....	179
第 13 章 红外通信原理及应用	180
13.1 红外线简介.....	181
13.1.1 红外线.....	181
13.1.2 红外信号发生电路.....	181
13.1.3 红外信号接收电路.....	181
13.2 红外通信原理.....	182
13.2.1 红外基带信号发送协议.....	182
13.2.2 红外基带信号调制.....	184
13.2.3 红外信号解调.....	185
13.3 红外解码实例介绍.....	186
13.4 课后作业.....	190
第 14 章 DS18B20 测温原理及应用	191
14.1 DS18B20 简介.....	192
14.1.1 DS18B20 封装及引脚说明.....	192
14.1.2 功能特性.....	192
14.1.3 两种供电方式.....	193

14.2 DS18B20 内部结构及功能.....	193
14.2.1 DS18B20 内部结构.....	193
14.2.2 功能介绍.....	194
14.3 单总线简介.....	196
14.3.1 单总线概述.....	196
14.3.2 单总线信号类型.....	196
14.4 DS18B20 时序过程.....	198
14.4.1 单总线初始化.....	198
14.4.2 ROM 操作命令.....	198
14.4.3 存储器操作命令.....	198
14.4.4 数理处理.....	199
14.5 DS18B20 应用实例.....	199
14.6 课后作业.....	203

第 15 章 步进电机驱动原理及应用..... 204

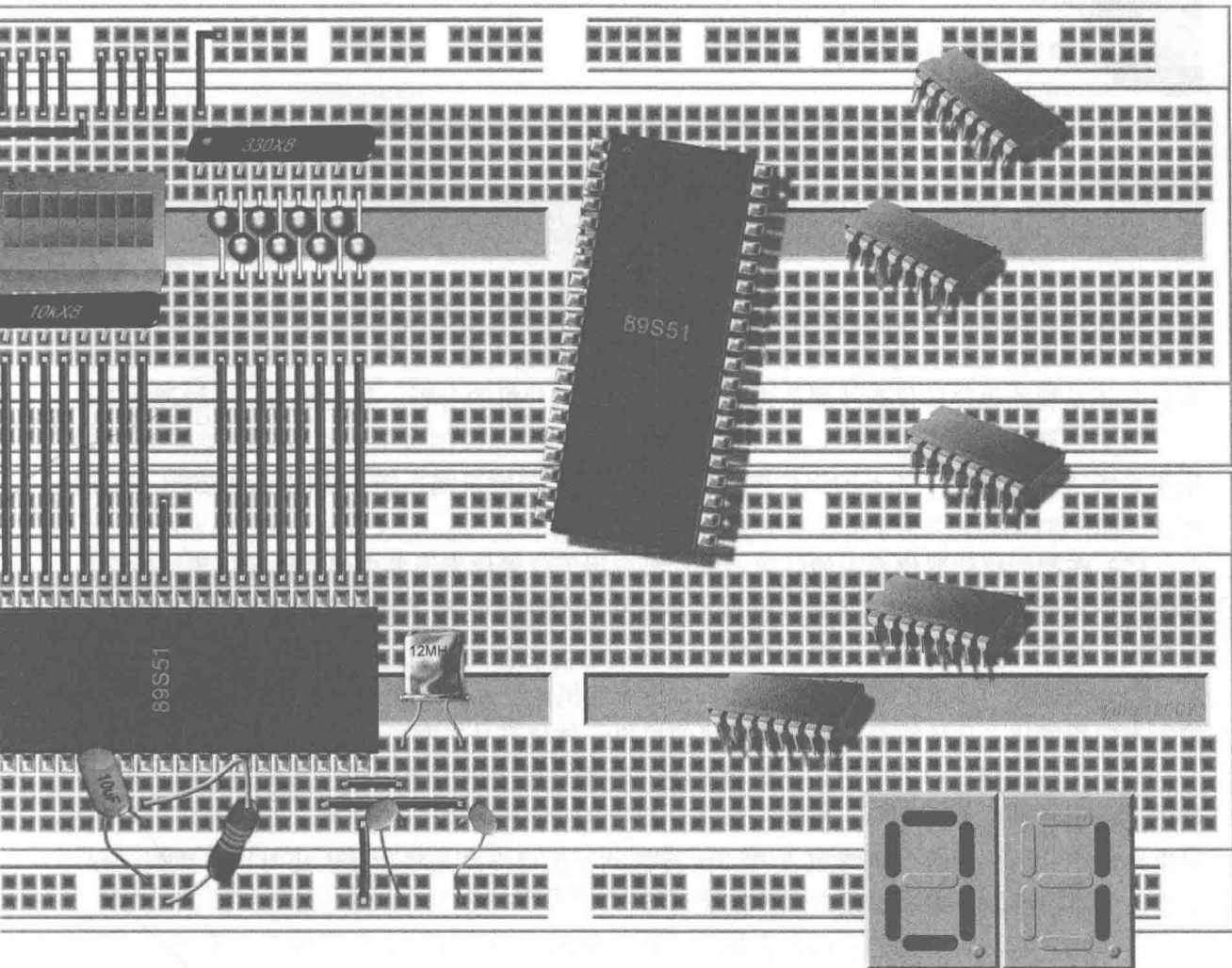
15.1 步进电机概述.....	205
15.1.1 步进电机的认识.....	205
15.1.2 步进电机分类.....	205
15.1.3 步进电机的主要技术指标.....	205
15.2 步进电机工作原理.....	206
15.2.1 步进电机的驱动.....	206
15.2.2 步进电机的励磁方式.....	207
15.3 28BYJ-48 步进电机应用.....	208
15.3.1 28BYJ-48 步进电机参数.....	209
15.3.2 28BYJ-48 步进电机驱动电路.....	209
15.3.3 步进电机应用实例.....	211
15.4 课后作业.....	213

第 16 章 LED 点阵驱动原理及应用..... 214

16.1 LED 点阵简介.....	215
16.1.1 认识 8×8 点阵模块.....	215
16.1.2 8×8 点阵与单片机连接.....	217
16.2 点阵的显示原理.....	217
16.2.1 点阵的静态显示.....	218
16.2.2 点阵的动态显示.....	219
16.3 点阵取模软件介绍.....	222
16.3.1 使用演示.....	223
16.3.2 术语介绍.....	225
16.3.3 应用举例.....	225
16.4 课后作业.....	228

第 17 章 DS1302 实时时钟与 SPI 通信原理	229
17.1 DS1302 简介	230
17.1.1 功能特点	230
17.1.2 封装及引脚	230
17.1.3 DS1302 的主要性能指标	230
17.1.4 DS1302 与单片机连接电路	231
17.2 DS1302 的寄存器及片内 RAM	231
17.2.1 与日历、时钟相关寄存器	232
17.2.2 BCD 码简介	233
17.2.3 控制寄存器	233
17.2.4 写保护寄存器	234
17.2.5 充电寄存器	234
17.3 DS1302 数据读写时序及 SPI 通信原理	235
17.3.1 单字节写操作	235
17.3.2 单字节读操作	235
17.4 DS1302 实例操作	236
17.5 课后作业	241
第 18 章 蜂鸣器与继电器驱动原理及应用	242
18.1 蜂鸣器简介	243
18.1.1 蜂鸣器分类	243
18.1.2 有源蜂鸣器和无源蜂鸣器的特点	243
18.1.3 蜂鸣器选用基本要点	244
18.1.4 驱动电路	244
18.2 蜂鸣器应用实例	244
18.3 继电器简介	245
18.3.1 继电器工作原理	246

18.3.2 继电器常用参数	246
18.3.3 继电器的控制电路	247
18.4 继电器应用实例	248
18.5 课后作业	252
第 19 章 PWM 脉宽调制与直流电机调速	253
19.1 PWM 简介	254
19.1.1 脉冲宽度调制 (PWM) 原理	254
19.1.2 占空比的概念	254
19.2 PWM 应用实例	255
19.2.1 直流电机介绍	255
19.2.2 直流电机 PWM 调速原理	257
19.3 课后作业	261
第 20 章 单片机系统设计——多功能万年历	262
20.1 项目功能概述	263
20.2 原理图构建	263
20.3 程序代码设计	265
第 21 章 常用电子制作工具	289
21.1 焊接工具及材料	290
21.1.1 电烙铁	290
21.1.2 焊锡丝	291
21.1.3 辅助焊接工具	291
21.2 测量工具	292
21.2.1 万用表	292
21.2.2 示波器	295
附录	300
附录 1 C 语言优先级详细列表	301
附录 2 ASCII 表	303
参考文献	304



第1章 初步认识单片机

本章主要讲解常见的单片机以及初学者常常会遇到的一些问题。



如何学好单片机

1.1

单片机的特点及应用

单片机以其高可靠性、高性价比、低电压、低功耗等一系列优点，得到了迅猛的发展和广泛的应用。小到玩具车、马路上的交通灯，大到航天器、机器人，无论是数据采集、工业控制还是智能化仪器仪表及通信设备，到处都有单片机的身影。其主要的应用领域如下。

(1) 在测控系统中的应用。单片机可以用于各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等。例如，工业上的锅炉控制、电机控制、车辆检测系统、水闸自动控制、数控机床及军事上的兵器装备等。

(2) 在智能化仪器仪表中的应用。单片机应用于仪器仪表设备中促使仪器仪表向数字化、智能化、多功能化和综合化等方向发展。单片机的软件编程技术使长期以来测量仪表中的误差修正、线性化的处理等问题迎刃而解。

(3) 在机电一体化中的应用。单片机与传统的机械产品结合使传统的机械产品结构简化、控制走向智能化，让传统的产品向新一代的机电一体化产品转变，这是机械工业发展的方向。

(4) 在智能接口中的应用。计算机系统，特别是较大型的工业测控系统采用单片机进行接口的控制管理，单片机与主机并行工作，可大大提高系统的运行速度。例如，在大型数据采集系统中，用单片机对模/数转换接口进行控制不仅可提高采集速度，还可以对数据进行预处理，如数字滤波、误差修正、线性化处理等。

科技越发达，智能化的东西就会越多。单片机的应用已是社会发展的必然需求。它的应用非常广泛，已成为电子工程师的必修课。

1.2

应该学什么样的单片机

本书将会以一种全新的方式来讲述单片机，就是将单片机实际开发流程作为教程。本书给出了诸多项目开发示例。通过阅读本书，读者可以掌握多种单片机的使用方法。

本书使用的是 51 系列的单片机。51 系列单片机是新手学习的最佳选择之一，该系列的单片机相关的学习资料比较多，网上也比较好找。51 系列单片机在当前市场份额比较大，在很多产品中都能找到它的身影。同时，51 系列单片机也是学习 ARM、DSP、FPGA 等高端应用的基础知识。

1.3

如何学好单片机

对于单片机的学习，可以总结为以下 3 点。

(1) 要领就是实践，从实践中发现问题解决问题，在实践中成长。单片机属于硬件，只有亲自操作才会有深刻的体会。学习单片机，最有效的方法是理论与实践并重，实践先行。

(2) 学习总是从模仿开始。在实际操作中，大家可能会遇到很多细节的问题，不知道如何处理。刚开始可以模仿本书，随着本书来了解单片机。

(3) 举一反三。完成课后作业，并可以实现原理相似的其他功能。

1.4 学前准备和单片机学习开发环境的建立

除了必备的计算机、开发板和学习资料外，学习单片机还需要用到 2 个软件，一个是编程软件，一个是下载软件。本书用到的编程软件是 Keil C51，也就是 Keil 的 51 版本；下载软件是 STC-ISP 下载软件。

1. Keil C51 编程软件

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统。与汇编语言相比，C 语言在功能、结构性、可读性、可维护性上有明显的优势。Keil 提供了包括 C 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案，通过一个集成开发环境（uVision）将这些部分组合在一起。Keil 软件可以在 Windows XP、Win7、Win8、Win10 等操作系统上运行。

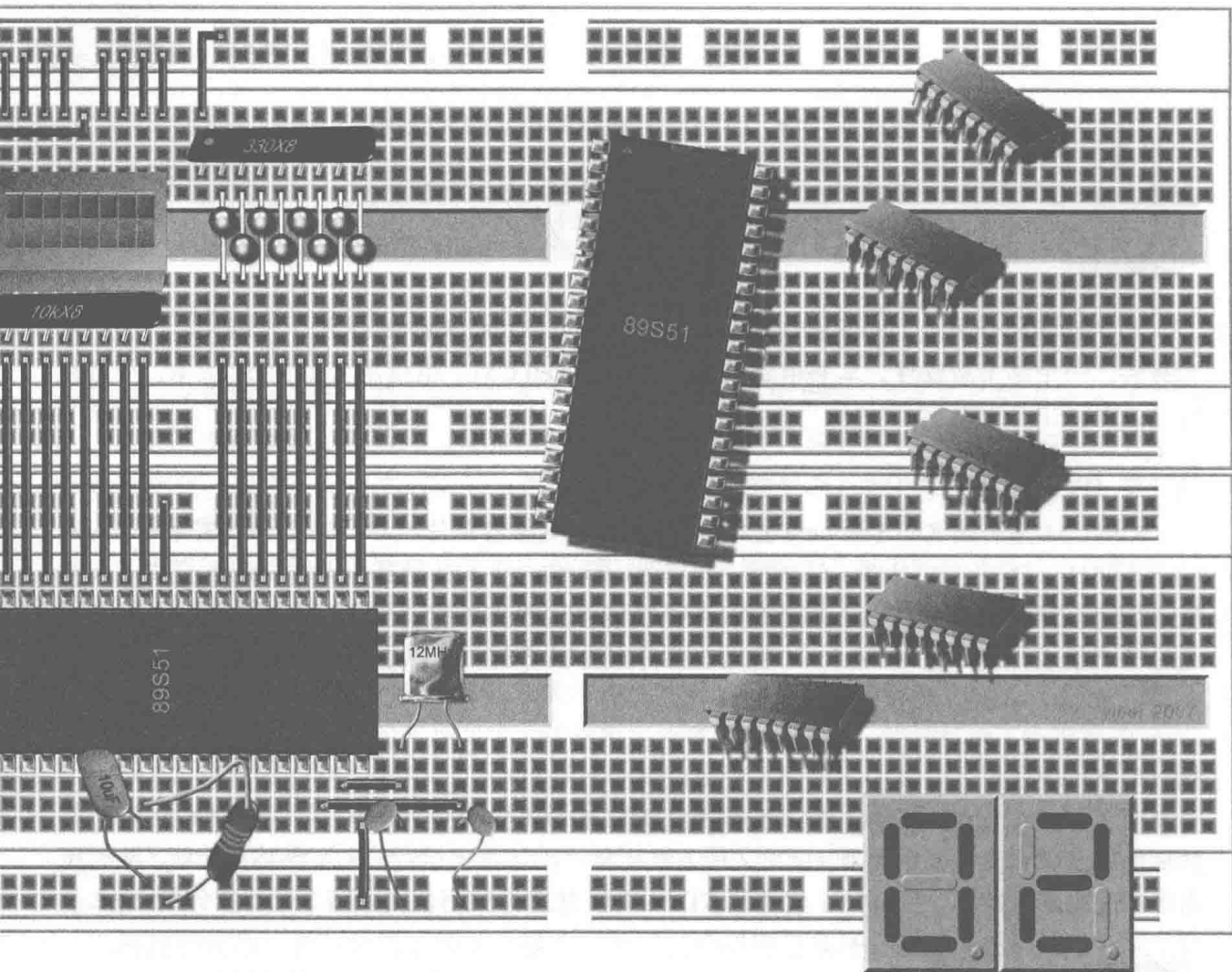
2. STC-ISP 下载软件

在 Keil 软件上将程序代码编写完整后，通过编译可以得到一个 HEX 文件（烧录文件）。然后使用 STC-ISP 下载软件把 HEX 文件下载到单片机芯片上运行，去实现某一功能，从而做出理想的电路及产品。Keil C51 软件和 STC-ISP 下载软件如何使用，第 2 章将作详细介绍。

1.5 课后作业

安装 Keil C51 软件和 STC-ISP 下载软件。

加油



第2章 单片机最小系统及 Keil 软件介绍

第1章主要是介绍单片机的学习方法，从第2章开始正式讲解单片机。本章通过讲解如何点亮一个发光二极管来介绍单片机的一些基本知识。通过本章的学习，大家会对单片机有一个直观的认识，并了解单片机的整个开发过程。



点亮一个发光
二极管

在一片集成电路芯片上集成微处理器、存储器、I/O 接口电路，从而构成单芯片微型计算机，该单芯片微型计算机简称单片机。

单片机和其他专用芯片相比，有什么不同？大部分芯片在出厂的时候功能已经定型了，不可以再更改；而单片机不同，同样是一块芯片，它所实现的功能是由使用者输入的程序代码所决定的，并且可以修改。单片机通过不同的程序实现不同的功能，单片机是典型的嵌入式微控制器。

我们通常将以 8051 为核心的单片机统称为 MCS51 单片机，也就是 51 单片机。

8051 是美国 intel 公司生产的一系列单片机中最早、最典型的产品，8031、8751、8032、8052、8752 等该系列的其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减而来的。后来 intel 公司将 8051 的核心技术授权给了很多其他公司进行生产开发。

2.1.1 各大公司 MCS51 单片机简介

单片机制造厂商很多，市面上的单片机种类也非常多，不同厂商推出了很多不同型号的单片机，下面给大家简单地列举一些 MCS51 单片机。

(1) Atmel 公司的 MCS51 单片机典型产品有 AT89C51、AT89C52、AT89C53、AT89C55、AT89LV52、AT89S51、AT89S52、AT89LS51、AT89LS52 等。

(2) Philips 公司的 MCS51 单片机有 P80C51、P80C52、P80C54、P80C58、P87C54、P87C58、P89C51、P89C52、P89C58 等。

(3) Winbond 公司的 MCS51 单片机有 W77C51、W78C51、W78E51、W78E52、W78C51、W78E54、W78C51、W78E58 等。

(4) SST 公司的 MCS51 单片机有 SST89C54、SST89C58、SST89F54、SST89F58、SST89E58、SST89E516 等。

(5) 宏晶公司的 MCS51 单片机有 STC89C51、STC89C52、STC89C54、STC89C58、STC90C51、STC90C52、STC90C54、STC90C516RD 等。

由于厂商和芯片型号太多，我们不能一一列举，以上这些单片机都是采用 8051 的核心技术开发出来的，所以它们内部资源分布、功能定义、指令代码编写基本上是一样的。本书中的程序对于它们都是通用的，不需要做任何修改，也就是说只要你学会了其中一种 51 单片机的操作，这些单片机便全都会操作了。学完本书后，再操作任何一个其他的单片机，都会比较容易上手。

2.1.2 单片机标号信息及封装类型

1. 标号信息

下面我们来介绍单片机芯片上的标注信息，希望大家可以对单片机芯片有一个比较全面的了解。现在以 YL51 单片机开发板上使用的 STC89C52RC 单片机为例给大家进行介绍，图

2.1 和图 2.2 是两种不同封装的实物图。

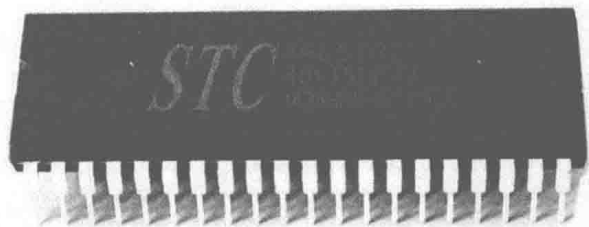


图 2.1 STC89C52RC-DIP

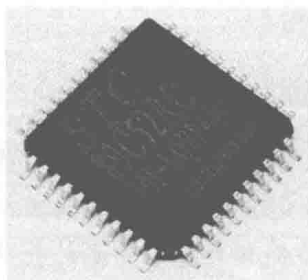


图 2.2 STC89C52RC-LQFP

接下来对 STC89C52RC 单片机芯片上的标注信息做简单介绍。第一个芯片上的全部标号为 STC89C52RC、40I-PDIP40、1428HBS967.C90C。

标识解释如下所示。

STC——芯片的生产公司，STC 表示宏晶公司。这个前缀常见的有 AT、P、W、SST 等。其中 AT 表示 Atmel 公司，P 表示 Philips 公司，W 表示 Winbond 公司，SST 代表 SST 公司。

8——该芯片是 8051 内核芯片。

9——芯片内部含有 Flash EEPROM 存储器。其他如 80C51 中的 0 表示内部含有掩膜存储器 (Mask ROM)，87C51 中的 7 表示内部含有紫外线可擦除 ROM (EPROM)。

C——该器件为 CMOS 产品。其他如 89LE52、89LV52、89LS52，其中的 LE、LV、LS 表示低电压产品 (通常它们的工作电压为 3.3V)，89S52 中的 S 表示该系列的芯片带有 ISP 在线编程功能。

5——固定不变。

2——该芯片的内部程序存储空间的大小。1 为 4 KB，2 为 8 KB，3 为 12 KB，也就是该数乘以 4 KB 就是该芯片内部程序存储空间的大小。空间越大能装入的程序代码就越多。当然，空间越大芯片的价格也会越高。因此在选择芯片时，要根据我们的需求进行合理选择，够用就可以。这个空间的大小跟单片机的其他性能不产生关联，不影响单片机的功能。

RC——STC 单片机内部 RAM 为 512 B，RD+ 表示内部 RAM 为 1280 B。

40——芯片外部晶振最高可接入 40 MHz。像 Atmel 的单片机这个数值一般是 24，表示外部最高晶振是 24 MHz。

I——产品级别。I 表示工业级，温度范围为 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ 。其他如 C 表示商业级，温度范围为 $0\sim 70^{\circ}\text{C}$ ；A 表示汽车级，温度范围为 $-40\sim 125^{\circ}\text{C}$ ；M 为军用级，温度范围为 $-55\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

PDIP——产品封装型号。PDIP 为双列直插式。其他如 PLCC 为带引线的塑料芯片封装；QFP 为塑料方型扁平式封装；PFP 为塑料扁平组件式封装；PGA 为插针网格阵列封装；BGA 为球栅阵列封装。

40——引脚个数。

1428——本批芯片的生产日期是 2014 年的第 28 周。

2. 芯片封装常见类型

(1) TO 晶体管外形封装。

TO (Transistor Out-line) 的中文意思是晶体管外形。这是早期的封装规格，例如 TO-92、TO-220、TO-247 等都是插入式封装设计。近年来表面贴装的市场需求量增大，TO 封装也进