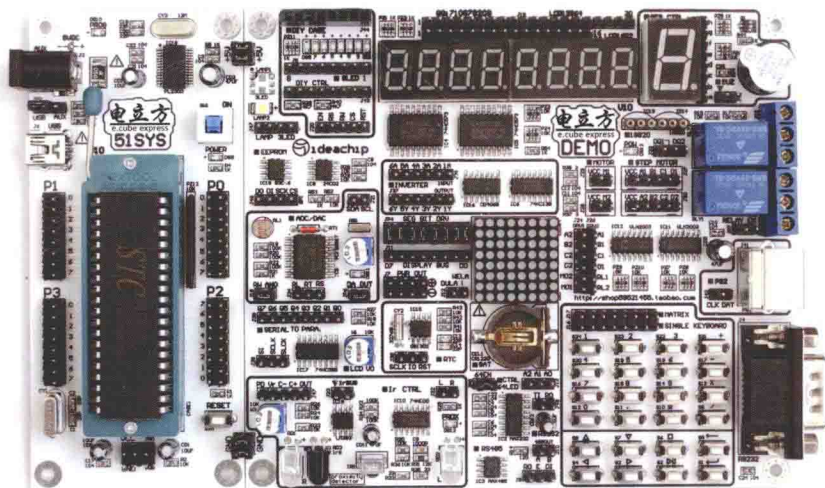


本书以STC89C52RC单片机为例，从零开始讲解。

本书案例丰富，并配套视频教程，用4个有趣的实验引导读者从实践中学习8051单片机。



电子与嵌入式系统设计丛书

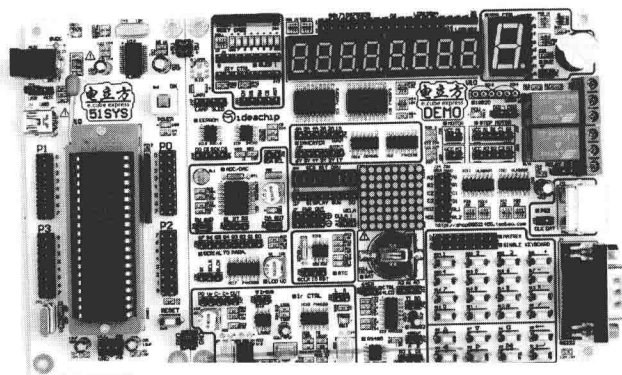


# 迷人的 8051单片机

高显生 编著



机械工业出版社  
China Machine Press



# 迷人的 8051单片机

高显生 编著



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

迷人的 8051 单片机 / 高显生编著. —北京: 机械工业出版社, 2016.8  
(电子与嵌入式系统设计丛书)

ISBN 978-7-111-54565-1

I. 迷… II. 高… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 192948 号

## 迷人的 8051 单片机

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 余 洁

责任校对: 董纪丽

印 刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司

版 次: 2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm × 240mm 1/16

印 张: 25.5

书 号: ISBN 978-7-111-54565-1

定 价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有 · 侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

# 前 言

在单片机的“江湖”中，8051 单片机历来都是兵家必争之地。这是因为 8051 单片机有着悠久的历史 and 最为庞大的用户群，很多时候它已经成为 8 位单片机领域的一种行业标准，众多器件都会以 8051 单片机为例给出驱动代码。作为单片机的初学者，选择从 8051 单片机起步绝对是一个非常正确的选择。

本书将采用一个全新的方式，带领你从零基础开始学习单片机和 C 语言编程，不仅让你在学习的过程中认识常用的电子元器件及其识别方式，而且使你快速地掌握 8051 单片机原理以及如何使用 C 语言来为其编写程序。当阅读完本书的全部内容后，你将会真正体会到 8051 单片机的经典传承和“电子 DIY”的无穷魅力，从而使你走上电子研发工程师的梦想之旅！

全书共计四篇 28 章，第一篇是入门篇，主要介绍基础的电子元器件、DIY 常用的工具、C 语言基础知识，以及如何使用  $\mu$ Vision2 集成开发环境为 8051 系列单片机开发应用程序。第二篇是基础篇，重点介绍 8051 系列单片机内中断、定时器、串行口等的原理及应用。第三篇是应用篇，重点介绍基础的数字电路，以及如何扩展 8051 系列单片机的 I/O 口数量并提高总线的驱动能力等。第四篇是提高篇，主要介绍如何利用 8051 系列单片机强大的编程能力来模拟常用的总线时序，以实现与外围数字器件的通信。

本书不拘泥于概念和原理的探究，而是立足于实践，从系统板和基础电路起步，一章一个例子、一章一个实验、一章一小结、一个模块一套或多套代码，每篇结尾处还有综合的实验环节，让你低投入、快速入门 8051 系列单片机的开发。

本书定位于学生或电子爱好者的入门指导书，阅读本书没有学历、基础知识的限制，只要享受阅读、勤于动手，读者有无基础都可以在短时间内入门 8051 系列单片机的开发。本书使用流行的 C 语言编写全部代码，因此本书还是一本 C 语言的开发实践书，为用户在今后进行嵌入式开发和程序代码的移植带来方便。

本书的配套视频教程是《我和单片机的 21 天之旅》，读者可以到优酷网下载观看，该视频教程自 2009 年在优酷网上推出以来，深受广大院校师生和广大单片机爱好者的喜爱，本

书是在该视频教程的基础上，进行了进一步的内容充实和归纳整理，是视频教程的凝练和升华。

由于作者水平所限，加之写作时间仓促，书中难免存在错误，在此恳请读者和有识之士给予批评斧正，也欢迎大家通过互联网与我分享 8051 系列单片机的开发心得。

QQ: 710878209

微信号: gpmza2000

本书配套的 MINI8051 系统板和电立方 / 大学城全能型开发板由睿芯美微淘宝网店 (<http://shop59521455.taobao.com>) 独家同步推出。

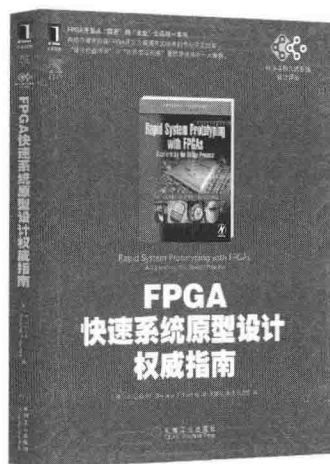
本书得以出版，要特别感谢机械工业出版社华章公司缪杰以及幕后的工作人员，他们对本书的选题、立意、编写以及后续的修改给予了大力支持和指导。另外要感谢的是我的哥哥高显功，作为高级电气工程师并出于浓厚的亲情，在百忙的研发工作中抽出了宝贵的时间，担任了本书的校对工作，并对本书的编写方法提出了很多有价值的指导意见。最后要感谢我的家人，在我奋笔疾书的日日夜夜，照顾了我的饮食起居，让我能更加专注于本书的创作。

尺有所短，寸有所长。如果你时常会对电子设备萌发出一些新奇的想法或创意，请一定将其捕捉起来，并通过本书的阅读和实践，努力地将其变为现实，这也许就是你走上研发之路的起点，你的人生也会因此变得更加精彩纷呈。再次感谢您选择阅读本书，祝学业有成，事业顺达！

高显生

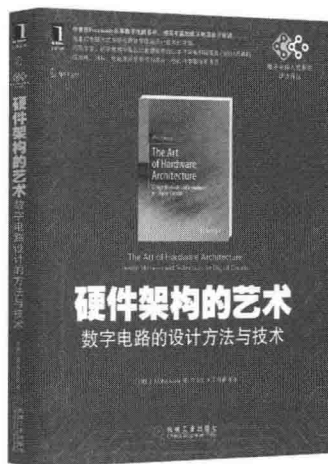
2016 年 4 月于哈尔滨

## 推荐阅读



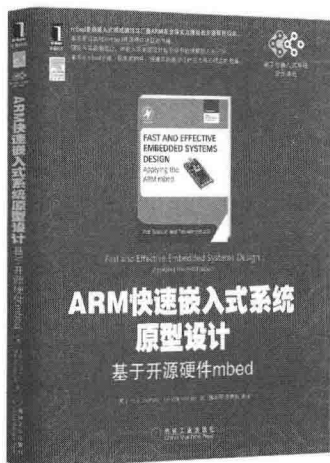
### FPGA快速系统原型设计权威指南

作者: R.C. Cofer 等 ISBN: 978-7-111-44851-8 定价: 69.00元



### 硬件架构的艺术: 数字电路的设计方法与技术

作者: Mohit Arora ISBN: 978-7-111-44939-3 定价: 59.00元



### ARM快速嵌入式系统原型设计: 基于开源硬件mbed

作者: Rob Toulson 等 ISBN: 978-7-111-46019-0 定价: 69.00元



### 嵌入式软件开发精解

作者: Colin Walls ISBN: 978-7-111-44952-2 定价: 79.00元

# 目 录

## 前言

## 第一篇 一切从“芯”开始

### 第 1 章 缤纷电世界 ..... 2

- 1.1 电路中的秘密 ..... 2
  - 1.1.1 欧姆定律 ..... 2
  - 1.1.2 电压、电阻和电流 ..... 3
- 1.2 小元器件有大智慧 ..... 4
  - 1.2.1 电阻器 ..... 4
  - 1.2.2 电位器 ..... 6
  - 1.2.3 电容器 ..... 6
  - 1.2.4 电感器 ..... 7
  - 1.2.5 继电器 ..... 8
  - 1.2.6 蜂鸣器 ..... 9
  - 1.2.7 晶体振荡器 ..... 10

### 第 2 章 神秘的半导体 ..... 12

- 2.1 二极管 ..... 12
  - 2.1.1 二极管的原理 ..... 12
  - 2.1.2 二极管的功能 ..... 13
  - 2.1.3 发光二极管 ..... 13
  - 2.1.4 稳压二极管 ..... 14
- 2.2 晶体管 ..... 14
  - 2.2.1 晶体管的原理 ..... 15

- 2.2.2 晶体管的功能 ..... 15

### 2.3 场效应晶体管 ..... 16

- 2.3.1 结型场效应晶体管 ..... 16
- 2.3.2 绝缘栅型场效应晶体管 (MOS 管) ..... 17

### 2.4 集成电路 ..... 18

- 2.4.1 集成电路的特点 ..... 19
- 2.4.2 集成电路的分类 ..... 19

### 2.5 模拟与数字 ..... 20

- 2.5.1 模拟信号 ..... 20
- 2.5.2 数字信号 ..... 20
- 2.5.3 模拟电子电路 ..... 21
- 2.5.4 运算放大器 ..... 21
- 2.5.5 数字电子电路 ..... 22
- 2.5.6 逻辑状态 0 和 1 ..... 22
- 2.5.7 逻辑门 ..... 23

### 第 3 章 入门 C 语言 ..... 25

- 3.1 数据和运算 ..... 25
  - 3.1.1 C 语言的由来 ..... 25
  - 3.1.2 数的进制 ..... 26
  - 3.1.3 码制 ..... 27
  - 3.1.4 数据类型 ..... 27
  - 3.1.5 常量 ..... 27
  - 3.1.6 变量 ..... 28

|                             |    |                             |    |
|-----------------------------|----|-----------------------------|----|
| 3.1.7 运算符 .....             | 28 | 4.3.3 复位电路 .....            | 55 |
| 3.1.8 复合赋值运算符 .....         | 30 |                             |    |
| 3.2 语句 .....                | 31 | <b>第 5 章 DIY 最小系统</b> ..... | 57 |
| 3.2.1 控制语句 .....            | 31 | 5.1 元器件的摆放 .....            | 57 |
| 3.2.2 其他语句 .....            | 36 | 5.1.1 PCB .....             | 57 |
| 3.3 函数 .....                | 37 | 5.1.2 洞洞板 .....             | 58 |
| 3.3.1 自定义函数 .....           | 37 | 5.1.3 面包板 .....             | 58 |
| 3.3.2 函数的声明和调用 .....        | 38 | 5.2 工具和材料 .....             | 58 |
| 3.4 程序 .....                | 39 | 5.2.1 焊接的工具 .....           | 59 |
| 3.4.1 程序的构成 .....           | 39 | 5.2.2 焊接的方法 .....           | 62 |
| 3.4.2 程序的注释 .....           | 40 | 5.2.3 测量工具 .....            | 64 |
| 3.4.3 局部变量和全局变量 .....       | 40 | 5.3 搭建最小系统 .....            | 65 |
| 3.5 预处理命令 .....             | 42 | 5.3.1 确定目标单片机 .....         | 65 |
| 3.5.1 宏定义 .....             | 42 | 5.3.2 ISP 下载 .....          | 66 |
| 3.5.2 文件包含 .....            | 42 | 5.3.3 面包板上的 8051 .....      | 68 |
| 3.6 构造类型数据 .....            | 43 |                             |    |
| 3.6.1 数组 .....              | 43 | <b>第 6 章 第一个 C 程序</b> ..... | 71 |
| 3.6.2 结构体 .....             | 43 | 6.1 集成开发环境 .....            | 71 |
| 3.6.3 共用体 .....             | 44 | 6.1.1 软件开发流程 .....          | 71 |
|                             |    | 6.1.2 工具集 .....             | 72 |
| <b>第 4 章 8051 单片机</b> ..... | 46 | 6.2 C51 功能扩展 .....          | 73 |
| 4.1 内部架构 .....              | 46 | 6.2.1 数据类型 .....            | 73 |
| 4.1.1 运算和控制 .....           | 46 | 6.2.2 存储器类型 .....           | 75 |
| 4.1.2 8051 的由来 .....        | 46 | 6.2.3 存储模式 .....            | 76 |
| 4.1.3 冯·诺依曼结构 .....         | 47 | 6.2.4 中断服务程序 .....          | 77 |
| 4.1.4 8051 的功能组件 .....      | 48 | 6.3 编写 C 程序 .....           | 78 |
| 4.2 8051 的引脚功能 .....        | 50 | 6.3.1 安装集成开发环境 .....        | 78 |
| 4.2.1 引脚排列 .....            | 50 | 6.3.2 安装 ISP 下载软件 .....     | 79 |
| 4.2.2 I/O 口的内部结构 .....      | 52 | 6.3.3 软件开发项目的建立 .....       | 81 |
| 4.3 基本运行电路 .....            | 54 | 6.3.4 编写 C 程序 .....         | 86 |
| 4.3.1 时钟电路 .....            | 54 | 6.3.5 程序的编译 .....           | 87 |
| 4.3.2 时序 .....              | 55 | 6.3.6 烧写目标芯片 .....          | 90 |

## 第二篇 经典的内部架构

### 第7章 软件仿真 ..... 96

#### 7.1 位操作 ..... 96

##### 7.1.1 DIY 更加可靠的系统 ..... 96

##### 7.1.2 位处理机 ..... 97

##### 7.1.3 位寻址的应用 ..... 97

#### 7.2 软件仿真的方法 ..... 99

##### 7.2.1 $\mu$ Vision2 调试器 ..... 99

##### 7.2.2 调试工具 ..... 100

##### 7.2.3 单步调试 ..... 102

##### 7.2.4 使用断点调试 ..... 104

##### 7.2.5 使用监视窗口调试 ..... 106

##### 7.2.6 调试按钮的功能 ..... 110

##### 7.2.7 寄存器的初始状态 ..... 111

#### 7.3 库函数 ..... 113

##### 7.3.1 库函数的分类 ..... 113

##### 7.3.2 库函数的使用 ..... 117

##### 7.3.3 头文件 ..... 119

### 第8章 驱动数码管 ..... 124

#### 8.1 数码管的原理 ..... 124

##### 8.1.1 内部结构 ..... 124

##### 8.1.2 显示方式 ..... 125

##### 8.1.3 段码 ..... 126

#### 8.2 数码管的驱动 ..... 127

##### 8.2.1 静态显示实例 ..... 127

##### 8.2.2 动态显示实例 ..... 130

### 第9章 按键解码 ..... 135

#### 9.1 键盘的原理 ..... 135

##### 9.1.1 按键的确认 ..... 135

##### 9.1.2 按键抖动的消除 ..... 136

##### 9.1.3 键盘接口 ..... 136

#### 9.2 键盘的编程 ..... 139

##### 9.2.1 独立键盘的编程 ..... 140

##### 9.2.2 矩阵键盘的编程 ..... 143

### 第10章 谁打断了我的工作 ..... 150

#### 10.1 中断 ..... 150

##### 10.1.1 中断源 ..... 150

##### 10.1.2 中断的处理过程 ..... 151

##### 10.1.3 中断的优先级 ..... 151

##### 10.1.4 中断的相关寄存器 ..... 153

#### 10.2 外部中断 ..... 156

##### 10.2.1 外部中断的触发方式 ..... 157

##### 10.2.2 外部中断的应用 ..... 157

### 第11章 肚子里的钟表 ..... 161

#### 11.1 定时 / 计数器 ..... 161

##### 11.1.1 定时 / 计数器的结构 ..... 161

##### 11.1.2 定时 / 计数器的 工作原理 ..... 162

##### 11.1.3 定时 / 计数器的控制 寄存器 ..... 163

##### 11.1.4 定时 / 计数器的配置 ..... 165

#### 11.2 定时 / 计数器的编程应用 ..... 167

##### 11.2.1 基于中断的定时器 应用 ..... 167

##### 11.2.2 基于查询标志位的 定时器应用 ..... 171

### 第12章 串行通信 ..... 173

#### 12.1 通信方式 ..... 173

##### 12.1.1 并行通信和串行通信 ..... 173

##### 12.1.2 单工通信和双工通信 ..... 174

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 12.1.3 同步通信和异步通信   | 174 |
| 12.2 通用异步收发器       | 175 |
| 12.2.1 UART 的结构    | 175 |
| 12.2.2 UART 的控制寄存器 | 176 |
| 12.2.3 串行口的工作方式    | 178 |
| 12.2.4 数据的校验       | 182 |
| 12.2.5 波特率的设定      | 182 |
| 12.3 串行通信接口        | 185 |
| 12.3.1 串行接口的电气标准   | 185 |
| 12.3.2 串行接口的物理标准   | 188 |
| 12.3.3 多机通信        | 189 |
| 12.4 串行口的编程应用      | 190 |

### 第三篇 越来越少的 I/O 口

#### 第 13 章 让驱动更给力 202

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 13.1 总线收发器         | 202 |
| 13.1.1 I/O 口的驱动能力  | 202 |
| 13.1.2 74HC245 的功能 | 202 |
| 13.1.3 总线收发器的应用    | 204 |
| 13.2 总线收发器的编程应用    | 205 |

#### 第 14 章 数据的闸门 208

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 14.1 锁存器             | 208 |
| 14.1.1 74HC573 的功能   | 208 |
| 14.1.2 74HC573 的引脚排列 | 209 |
| 14.2 锁存器的编程应用        | 210 |

#### 第 15 章 三八译码器 214

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 15.1 三八译码器的原理        | 214 |
| 15.1.1 74HC138 的功能   | 214 |
| 15.1.2 74HC138 的引脚排列 | 215 |
| 15.1.3 点阵显示块         | 216 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 15.1.4 74HC138 的应用 | 216 |
|--------------------|-----|

#### 15.2 74HC138 的编程应用 218

|               |     |
|---------------|-----|
| 15.2.1 显示心形图案 | 218 |
| 15.2.2 让图像动起来 | 219 |

#### 第 16 章 串入并出 222

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 16.1 串入并出                  | 222 |
| 16.1.1 74HC595 的功能         | 222 |
| 16.1.2 74HC595 的引脚排列       | 224 |
| 16.2 74HC595 的编程应用         | 225 |
| 16.2.1 74HC595 驱动数码管       | 225 |
| 16.2.2 74HC595 驱动点阵<br>显示块 | 228 |

#### 第 17 章 能听话的电动机 232

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 17.1 步进电动机的特点              | 232 |
| 17.1.1 步进电动机的分类            | 232 |
| 17.1.2 步进电动机的<br>工作原理      | 233 |
| 17.1.3 步距角的计算方法            | 233 |
| 17.2 28BYJ48 型步进电动机        | 233 |
| 17.2.1 28BYJ48 电动机性能<br>指标 | 234 |
| 17.2.2 28BYJ48 电动机线圈<br>结构 | 234 |
| 17.2.3 步进电动机的励磁<br>方式      | 234 |
| 17.3 步进电动机的驱动              | 235 |
| 17.3.1 ULN2003 的功能         | 235 |
| 17.3.2 ULN2003 的驱动电路       | 236 |
| 17.4 步进电动机的编程应用            | 237 |

#### 第 18 章 控制无处不在 242

|             |     |
|-------------|-----|
| 18.1 脉冲宽度调制 | 242 |
|-------------|-----|

|        |           |     |
|--------|-----------|-----|
| 18.1.1 | 模拟控制与数字控制 | 242 |
| 18.1.2 | PWM 的理论基础 | 243 |
| 18.1.3 | PWM 波形的特点 | 244 |
| 18.2   | PWM 的编程应用 | 245 |
| 18.2.1 | PWM 调光实验  | 245 |
| 18.2.2 | PWM 调速实验  | 248 |

## 第四篇 总线魔术师

### 第 19 章 被诅咒的玻璃

|        |                     |     |
|--------|---------------------|-----|
| 19.1   | 1602 液晶显示器          | 262 |
| 19.1.1 | 1602 液晶的特点          | 262 |
| 19.1.2 | 1602 液晶的引脚功能        | 263 |
| 19.1.3 | 1602 液晶的显示数据<br>RAM | 263 |
| 19.1.4 | 1602 液晶的字符<br>发生器   | 264 |
| 19.1.5 | 1602 液晶的工作时序        | 265 |
| 19.1.6 | 1602 液晶的操作指令        | 266 |
| 19.2   | 1602 液晶的编程应用        | 268 |
| 19.2.1 | 通用字符显示              | 268 |
| 19.2.2 | 自定义字符显示             | 270 |

### 第 20 章 数字万年历

|        |               |     |
|--------|---------------|-----|
| 20.1   | 实时时钟          | 274 |
| 20.1.1 | DS1302 的引脚排列  | 274 |
| 20.1.2 | BCD 码         | 275 |
| 20.1.3 | DS1302 的内部结构  | 276 |
| 20.1.4 | DS1302 的寄存器   | 276 |
| 20.1.5 | DS1302 的控制指令  | 278 |
| 20.1.6 | DS1302 数据传输格式 | 279 |
| 20.1.7 | DS1302 初始化    | 279 |
| 20.2   | DS1302 的编程应用  | 280 |

### 第 21 章 威武的 SPI 总线

|        |             |     |
|--------|-------------|-----|
| 21.1   | SPI 总线      | 285 |
| 21.1.1 | SPI 总线的结构   | 285 |
| 21.1.2 | SPI 的通信方式   | 286 |
| 21.2   | 存储器 93C46   | 287 |
| 21.2.1 | 93C46 的引脚功能 | 287 |
| 21.2.2 | 93C46 的操作指令 | 287 |
| 21.2.3 | 93C46 的传输时序 | 289 |
| 21.3   | 93C46 的编程应用 | 289 |

### 第 22 章 优雅的 I<sup>2</sup>C 总线

|        |                          |     |
|--------|--------------------------|-----|
| 22.1   | I <sup>2</sup> C 总线      | 293 |
| 22.1.1 | I <sup>2</sup> C 总线的特点   | 293 |
| 22.1.2 | I <sup>2</sup> C 总线通信协议  | 294 |
| 22.1.3 | I <sup>2</sup> C 器件的寻址   | 295 |
| 22.2   | 存储器 24C02                | 296 |
| 22.2.1 | 24C02 的引脚排列              | 296 |
| 22.2.2 | 24C02 的操作                | 297 |
| 22.3   | I <sup>2</sup> C 总线的编程应用 | 300 |

### 第 23 章 模拟与数字间的转换

|        |                  |     |
|--------|------------------|-----|
| 23.1   | D/A 转换器          | 306 |
| 23.1.1 | D/A 转换原理         | 306 |
| 23.1.2 | D/A 转换器的<br>性能参数 | 307 |
| 23.2   | A/D 转换器          | 308 |
| 23.2.1 | A/D 转换器的分类       | 308 |
| 23.2.2 | A/D 转换器的<br>工作原理 | 308 |
| 23.2.3 | A/D 转换器的<br>性能指标 | 309 |

|               |                         |            |               |                        |            |
|---------------|-------------------------|------------|---------------|------------------------|------------|
| 23.3          | PCF8591 转换器 .....       | 309        | 25.2          | DS18B20 的控制指令 .....    | 337        |
| 23.3.1        | PCF8591 内部功能 .....      | 310        | 25.2.1        | ROM 指令 .....           | 337        |
| 23.3.2        | PCF8591 的控制 .....       | 311        | 25.2.2        | RAM 指令 .....           | 338        |
| 23.3.3        | PCF8591 的 D/A 转换 .....  | 312        | 25.3          | DS18B20 的编程应用 .....    | 338        |
| 23.3.4        | PCF8591 的 A/D 转换 .....  | 313        | 25.3.1        | DS18B20 的供电 .....      | 338        |
| 23.4          | PCF8591 的编程应用 .....     | 314        | 25.3.2        | DS18B20 的应用 .....      | 340        |
| 23.4.1        | D/A 转换器的<br>编程应用 .....  | 314        | 25.3.3        | DS18B20 的编程 .....      | 340        |
| 23.4.2        | A/D 转换器的<br>编程应用 .....  | 317        |               |                        |            |
| <b>第 24 章</b> | <b>发热的射线 .....</b>      | <b>323</b> | <b>第 26 章</b> | <b>梅雨的季节 .....</b>     | <b>346</b> |
| 24.1          | 红外线遥控的特点 .....          | 323        | 26.1          | 湿度传感器的功能 .....         | 346        |
| 24.1.1        | 红外遥控编码的<br>帧结构 .....    | 323        | 26.1.1        | DHT11 的性能指标 .....      | 346        |
| 24.1.2        | 红外编码的方式 .....           | 324        | 26.1.2        | DHT11 的典型应用 .....      | 347        |
| 24.1.3        | 红外调制与解调 .....           | 324        | 26.1.3        | DHT11 的通信时序 .....      | 347        |
| 24.2          | 红外线的接收与发射 .....         | 325        | 26.2          | DHT11 的编程应用 .....      | 349        |
| 24.2.1        | 红外线解码 .....             | 325        |               |                        |            |
| 24.2.2        | 红外线编码 .....             | 328        | <b>第 27 章</b> | <b>蝙蝠的回声 .....</b>     | <b>353</b> |
| <b>第 25 章</b> | <b>感受你的体温 .....</b>     | <b>332</b> | 27.1          | 超声波测距 .....            | 353        |
| 25.1          | DS18B20 的功能介绍 .....     | 332        | 27.1.1        | 超声波测距模块的<br>工作原理 ..... | 353        |
| 25.1.1        | DS18B20 的特点 .....       | 332        | 27.1.2        | 超声波测距模块 .....          | 354        |
| 25.1.2        | DS18B20 的<br>引脚定义 ..... | 333        | 27.2          | 超声波测距的编程应用 .....       | 355        |
| 25.1.3        | DS18B20 的<br>内部结构 ..... | 333        |               |                        |            |
| 25.1.4        | 温度值的存储方式 .....          | 334        | <b>第 28 章</b> | <b>点阵也疯狂 .....</b>     | <b>360</b> |
| 25.1.5        | DS18B20 的<br>工作时序 ..... | 335        | 28.1          | 点阵型液晶 .....            | 360        |
|               |                         |            | 28.1.1        | COG 液晶的功能 .....        | 360        |
|               |                         |            | 28.1.2        | 显示屏与显存的<br>对应关系 .....  | 362        |
|               |                         |            | 28.1.3        | 显存的组织结构 .....          | 362        |
|               |                         |            | 28.1.4        | 读写时序 .....             | 362        |
|               |                         |            | 28.1.5        | UC1701X 指令集 .....      | 364        |
|               |                         |            | 28.2          | 点阵型液晶的应用 .....         | 365        |

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| 28.2.1 | 液晶显示器的<br>接口电路 .....       | 365 |
| 28.2.2 | 汉字的取模方法 .....              | 365 |
| 28.2.3 | 图像的取模方法 .....              | 365 |
| 28.2.4 | 汉字和图形显示 .....              | 367 |
| 附录 A   | 8051 系列单片机系统<br>板原理图 ..... | 392 |

|      |                                           |     |
|------|-------------------------------------------|-----|
| 附录 B | 搭建系统板所需的<br>材料清单 .....                    | 393 |
| 附录 C | 8051 系列单片机全能<br>型实验板：电立方 /<br>大学城系列 ..... | 394 |
| 后记   | .....                                     | 395 |

## 第一篇

---

# 一切从“芯”开始

当你阅读本书时，你已经选择了一个既激动人心又回报颇丰的爱好。它不需要高昂的经济成本，也不需要高深莫测的睿智。试想有一天，你动手制作的智能咖啡机在清晨你醒来时自动为你冲泡一杯香浓无比的咖啡；或者你设计的物联网概念洗碗机已经在超市出售，并且开始改变着无数个家庭的生活方式时，你的爱好不仅成就了自己，也造福了他人，世界因为你的参与而变得精彩。

对我们来说，能投入到这样一个具有改变世界的潜力且生机勃勃的领域是多么令人振奋的事情，你完全可以在这一领域大有作为，因为这里有发挥你梦想和创意的广阔空间。当比尔·盖茨和史蒂夫·乔布斯两个人分别在自家的车库中开始自己的梦想时，是不是也和现在的你一样充满了激情呢？欢迎进入电的世界，我们就从这里开始吧。

本篇将从最基本的电子元器件和 C 语言的基本语法讲起，循序渐进地过渡到 8051 系列单片机的硬件结构、系统板的制作以及如何为 8051 系列单片机开发应用程序。

# 第 1 章

## 缤纷电世界

古人从闪电跨越天空和物品相互摩擦而产生吸引等自然现象中开始了对电的懵懂认知。此后，人们对电倾注了无比的热情。从能存储电的莱顿瓶、富兰克林带电的风筝到伏打电池的问世，在一次次的失败中不断地总结关于电的实践经验。19 世纪前期，奥斯特发现了电流的磁效应。随后，欧姆发现了电路中电压、电阻以及通过电阻的电流之间具有简单数学关系，即欧姆定律。之后，安培和法拉第等人相继发现了电场和磁场间的关系。19 世纪下半叶，麦克斯韦总结了宏观电磁现象的规律，提出了电磁理论并预言了电磁波的存在。到 20 世纪初，洛伦兹创立了经典的电子论，用电子的概念来解释物质的电性质，这些理论都为现代物理学奠定了理论基础。在众多的电学理论当中，欧姆定律也许是最重要的基础理论。好，我们就从欧姆定律说起……

### 1.1 电路中的秘密

由金属导线、电源和电子部件组成的导电回路，称为电路。拆开你的台式计算机，你会看到一块 A4 纸大小的板，上面布满了大小不一的电子元器件，我们称之为主板，如图 1-1 所示。主板承载着计算机大部分元器件的运行，正是这些形形色色的元器件和电路，实现了计算机中复杂的运算和控制逻辑。

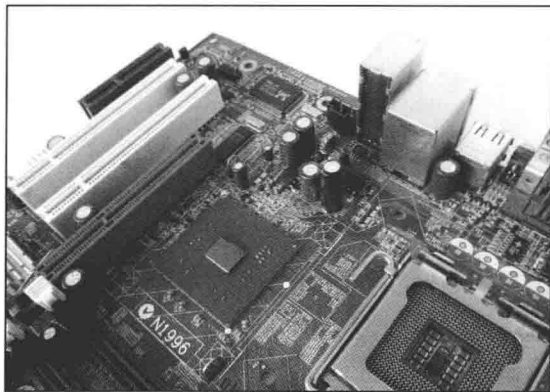


图 1-1 计算机主板上的电路

#### 1.1.1 欧姆定律

欧姆定律揭示了电路中电压、电流和电阻三者之间的关系，即电压等于电流和电阻的乘积。当电阻恒定时，电压和电流成正比关系；当电压恒定时，电流和电阻成反比关系。欧姆定律可以用简单的数学公式来描述：

$$U = I \times R$$

在上面的公式中,字母  $U$  代表电压,  $I$  代表电流,而  $R$  则用来表示电阻。当你知道了电路中 3 个量中的两个,就可以依据欧姆定律求出第三个量。欧姆定律看似简单,但对于复杂电路的定量分析同样适用,电路中电压、电流和电阻的单位与符号详见表 1-1。

表 1-1 电压、电流和电阻的单位与符号

| 类别   | 电压 | 电流 | 电阻       |
|------|----|----|----------|
| 单位名称 | 伏特 | 安培 | 欧姆       |
| 单位符号 | V  | A  | $\Omega$ |
| 表示符号 | U  | I  | R        |

## 1.1.2 电压、电阻和电流

### 1. 电压

我们对电压的感性认识来源于生活。一节 5 号电池的电压是 1.5V,墙壁上插座里的电压是 220V,这些不同的电压值实际上是告诉我们电源将用多大的压力去推动电流通过电路。把电压的概念与水压相类比,可以帮助我们更加形象地理解电压:自来水管的压力越高,水龙头流出的水就会喷洒得越远;反之,如果水压很低,水流就会随之变小甚至很难从水管中流出。电压是指静电场或电路中两点间的电位之差,电源是提供电压的装置,电压的单位是伏特,单位符号是“V”,比较常用的电压单位还有毫伏(mV)、千伏(kV)等,它们之间有如下的换算关系。

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{V} = 10^3\text{mV}$$

### 2. 电流

将一个白炽灯连接到 220V 的电源上,灯泡会亮,这说明有电流流过钨丝,并产生了光和热。我们在前面说过,电源的电动势形成了电压,进而产生了电场力。在电场力的作用下,处于电场中的电荷发生定向移动,形成了电流。因此,电流是由电荷的定向移动形成的,电流的大小称为电流强度,单位是安培,单位符号是“A”。常用的单位还有毫安(mA)、微安( $\mu\text{A}$ )等,它们之间有如下的换算关系:

$$1\text{A} = 10^3\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 10^3\mu\text{A}$$

### 3. 电阻

将一段导线剖开,就会看到导线内部的铜芯和铜芯外面包裹的塑料外皮。这两种不同的材料恰好是导体和绝缘体的代表。有些材料可以让自由电子顺利地从中通过,这样的材料称为导体。而另外一些材料,对电子的束缚能力很强,电子很难通过,这一类材料称为绝缘体。

基于特殊的原子结构,大多数的金属都是导体。比如铜,它的导电性能很好,是制作导线的良好材料;而同样是金属的铁,导电性则比铜差。也就是说当同样的电流从两种材料中流过时,铜对电子的阻碍作用小,而铁的阻碍作用则稍大一些。电阻就是用来表示导体对电流阻碍作用的物理量,也就是说:在通常情况下,相同长度、相同横截面积的铜的电阻要小于铁。

不同大小的电阻对电流的阻碍作用不同，电阻大，对电流的阻碍作用就大，所以电阻在电路中承担的主要作用就是调整电路中的电流。基于这些原理，电阻还可以有分压、降压的作用。电阻的单位是欧姆（简称欧），单位符号是“ $\Omega$ ”，比较大的电阻单位有千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ）等，它们之间有如下的换算关系：

$$1k\Omega = 10^3\Omega$$

$$1M\Omega = 10^6\Omega$$

## 1.2 小元器件有大智慧

前面介绍的欧姆定律揭示了电路中电压、电流和电阻三者的关系，接下来应该研究一下构成电路的电子元器件。在元器件家族中，最基本的三类元件非电阻器、电容器和电感器莫属。我们就从电阻器说起……

### 1.2.1 电阻器

电阻器简称“电阻”，是构成电路最基本的电子元件之一，在电路中有着广泛的应用。按照制造工艺和安装方式的不同，电阻的种类也多种多样。其中较为常用的一类电阻是直插式的，如图 1-2 所示。直插式电阻通常用涂装于表面的色环来表示阻值的大小，因此也称其为色环电阻。

另一类电阻是基于表面贴装（SMD）技术开发的，称其为贴片电阻，其外形如图 1-3 所示。按照贴片工艺要求的不同，贴片电阻的大小也有区别，国际上通常以英制的四位数字来表示贴片电阻的外形尺寸和功率，如“0805”就代表贴片电阻的长、宽、高分别为 2.0mm、1.25mm、0.5mm，具体的封装尺寸详见表 1-2。

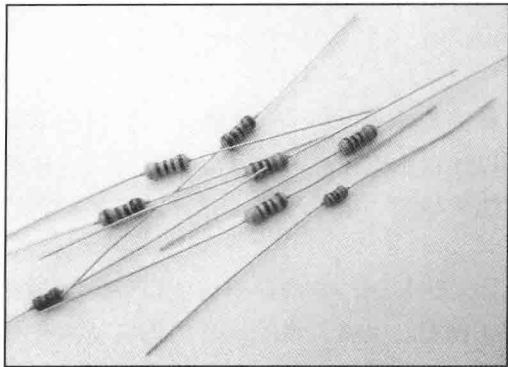


图 1-2 色环电阻

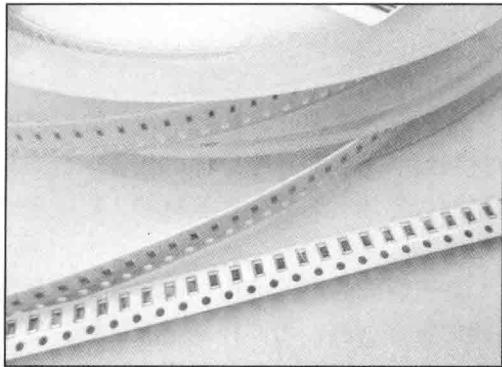


图 1-3 表面贴装型电阻