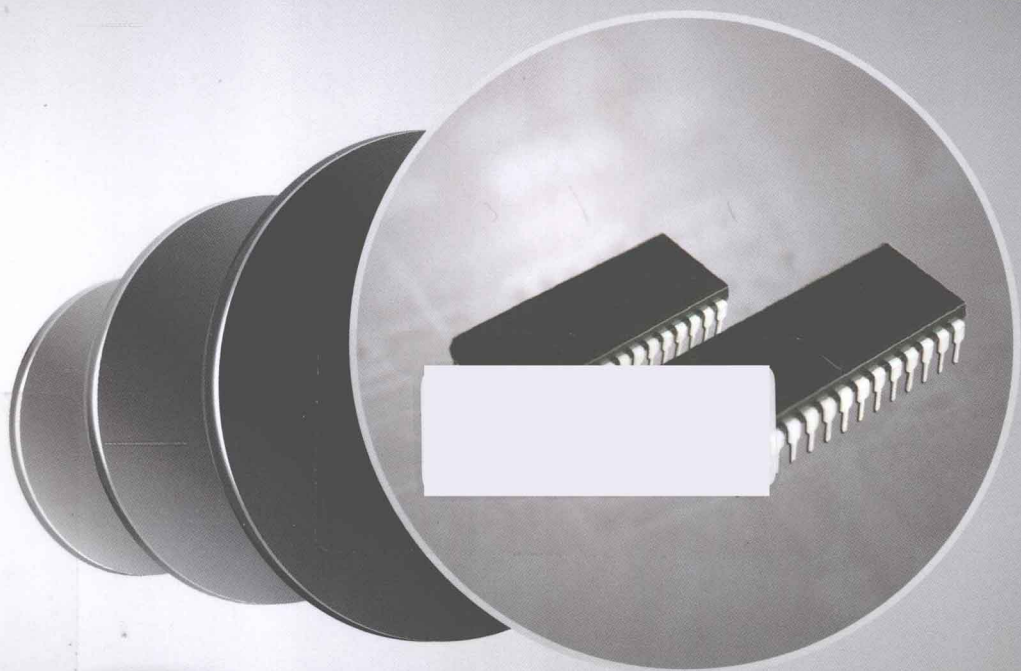




普通高校“十二五”规划教材

# 51单片机 系统开发与实践

张丽娜 刘美玲 姜新华 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

# 51 单片机系统开发与实践

张丽娜 刘美玲 姜新华 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书以 AT89S 系列单片机为核心元件,以单片机系统开发为背景,以设计实例为依托,从工程需求讲解单片机的相关知识;选用 PROTEUS、Keil 仿真软件为平台,调试、仿真应用程序;采用通用板制作和 Protel 99 SE 制板相结合的方式焊接电路。实例包括单片机 I/O 接口的应用、中断的使用、定时器/计数器的应用、串行接口的应用、看门狗的应用等,外围设备包括 LED、点阵、键盘、数码管、LCD、DS1302、AT24C02、DS18B20、直流电机、步进电机等,同时给出了单片机作为下位机与上位机通信以便扩展应用的方法。

本书以工程应用为背景,内容针对性强,可以作为电子信息类专业本科及研究生学习单片机的教材,也可供相关的科研人员和从事单片机系统开发的技术人员阅读和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

51 单片机系统开发与实践 / 张丽娜, 刘美玲, 姜新华编著. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013.10  
ISBN 978-7-5124-1136-4

I. ①5… II. ①张… ②刘… ③姜… III. ①单片微型计算机—基本知识 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 093827 号

版权所有,侵权必究。

## 51 单片机系统开发与实践

张丽娜 刘美玲 姜新华 编著  
责任编辑 刘晓明

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编:100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:710mm×1 000mm 1/16 印张:36.25 字数:773 千字

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-1136-4 定价:75.00 元

---

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 前言

---

单片机小巧灵活、成本低、易于产品化。各种仪器仪表中广泛应用单片机,不仅提高了仪器仪表的使用功能和精度,而且简化了仪器仪表的硬件结构。在机电一体化产品的开发中,单片机也发挥着重要的作用,如机器人、点钞机、医疗设备、打印机等。单片机还可应用于各种物理量的采集和控制,如电流、电压、温度、液位等物理参数的采集和控制均可利用单片机方便地实现。典型应用有:电子转速控制、温度测控、自动生产线等。家用电器也是单片机的重要应用领域,如空调、电冰箱、洗衣机、电动玩具等。此外,在交通领域,如自动驾驶系统、航天测控系统等都有单片机的应用。单片机的应用非常广泛。

8051 单片机最早由 Intel 公司推出,随后 Intel 公司将 8051 内核使用权以专利互换或出让的形式给世界许多著名 IC 制造厂商。在保持与 8051 单片机兼容的基础上,这些公司融入了自身的优势,扩展了针对不同测控对象要求的外围电路,如 A/D、PWM、I<sup>2</sup>C、WDT、Flash ROM 等,开发出上百种功能各异的新品种,这样 8051 单片机就变成了众多芯片制造商支持的大家族。当前,8051 已成为 8 位单片机的主流,其中 AT89S51 就是目前非常活跃的一款。

AT89S51 是 Atmel 公司生产的具有 Flash ROM 的增强型 51 系列 8 位单片机,片内含 4 KB ISP(In-System Programmable)Flash 存储器,器件采用 Atmel 公司的高密度、非易失性存储技术制造,兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构,芯片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元。功能强大的 AT89S51 可为许多嵌入式控制应用系统提供高性价比的解决方案。

本书基于 AT89S51 讲解单片机系统开发与实践的方法,从原理到实

## 前 言

现,依据工程需要讲解技术——学习目标明确;以特定应用案例讲解设计方法——针对性强;结合应用要求配置外设——有因有果;实物制作——学以致用。本着理论指导实践、实践检验理论的理念讲解单片机系统开发方法。书中主要包含以下内容:

① 针对单片机系统开发讲解各工具的使用方法,包含单片机系统仿真软件 PROTEUS、C 语言编译软件 Keil 及电路板制作软件 Protel。

② 详细讲解单片机系统开发流程,介绍单片机系统开发的步骤及相关的概念。

③ 含有多个单片机系统开发实例,包括单片机 I/O 口的应用、LED 外设的驱动、点阵汉字的显示、定时器/计数器的应用、传感器测量系统的构建、LCD 显示器的使用、EEPROM 存储器的使用、直流电机的驱动、步进电机的驱动、串行通信系统的应用等,从硬件电路的设计、软件程序的编写、电路板的制作及启发式设计四个角度讲解。

④ 详细讲解看门狗电路的应用。

⑤ 讲解单片机系统开发中的常见问题,如 I/O 口的驱动能力、接口电路、系统可靠性及抗干扰方法。

本书共 15 章,其中第 2、7、9 章由姜新华编写,第 4、6、11 章由刘美玲编写,其余章节由张丽娜编写。阿木古楞、王维、卢永波、龙臻明、侯建平、周珍、张力文参与了本书的大量示例验证工作。全书由张丽娜统稿、定稿。

本书在编写过程中借鉴了国内外单片机开发方面的经验,在这里特别感谢参考文献中所列各位作者,包括众多未能在参考文献中一一列出的作者和网友,正是因为他们提供了宝贵的参考资料,使得编者形成本书完整的编写思路。

在本书的编写过程中,作者虽然力求完美,但由于水平有限,仍会有不足之处,敬请指正。

编 者

2013 年 3 月

# 目 录

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 基于 PROTEUS 的单片机系统仿真</b> .....   | 1  |
| 1.1 PROTEUS ISIS 编辑环境 .....              | 1  |
| 1.1.1 PROTEUS ISIS 操作界面 .....            | 1  |
| 1.1.2 主菜单和主工具栏 .....                     | 4  |
| 1.1.3 PROTEUS ISIS 编辑环境设置 .....          | 4  |
| 1.1.4 PROTEUS ISIS 系统参数设置 .....          | 9  |
| 1.2 电路图绘制 .....                          | 14 |
| 1.2.1 绘图工具 .....                         | 14 |
| 1.2.2 导线的操作 .....                        | 21 |
| 1.2.3 对象的操作 .....                        | 22 |
| 1.2.4 PROTEUS 电路绘制实例 .....               | 23 |
| 1.2.5 电路图绘制进阶 .....                      | 28 |
| 1.3 电路分析与仿真 .....                        | 33 |
| 1.3.1 激励源 .....                          | 33 |
| 1.3.2 虚拟仪器 .....                         | 34 |
| 1.3.3 探 针 .....                          | 35 |
| 1.3.4 图 表 .....                          | 35 |
| 1.3.5 基于图表的仿真 .....                      | 39 |
| 1.3.6 交互式仿真 .....                        | 43 |
| 1.4 基于 PROTEUS 的 51 单片机仿真——源代码控制系统 ..... | 48 |
| 1.4.1 在 PROTEUS VSM 中创建源代码文件 .....       | 48 |
| 1.4.2 编辑源代码程序 .....                      | 50 |
| 1.4.3 生成目标代码文件 .....                     | 51 |
| 1.4.4 代码生成工具 .....                       | 52 |
| 1.4.5 定义第三方源代码编辑器 .....                  | 52 |
| 1.4.6 使用第三方 IDE .....                    | 53 |
| 1.5 基于 PROTEUS 的 51 单片机仿真——源代码调试 .....   | 53 |

## 目 录

|       |                                   |     |
|-------|-----------------------------------|-----|
| 1.5.1 | 单步调试                              | 53  |
| 1.5.2 | 使用断点调试                            | 54  |
| 1.5.3 | Multi-CPU 调试                      | 54  |
| 1.6   | 基于 PROTEUS 的 51 单片机仿真——弹出式窗口      | 54  |
| 1.6.1 | 显示弹出式窗口                           | 54  |
| 1.6.2 | 源代码调试窗口                           | 56  |
| 1.6.3 | 变量窗口                              | 57  |
| 1.6.4 | 观测窗口                              | 58  |
| 1.7   | 基于 PROTEUS 的 51 单片机仿真             | 62  |
| 1.7.1 | 原理图输入                             | 62  |
| 1.7.2 | 编辑源代码                             | 62  |
| 1.7.3 | 生成目标代码                            | 64  |
| 1.7.4 | 调 试                               | 65  |
| 第 2 章 | Keil $\mu$ Vision4 集成开发环境         | 66  |
| 2.1   | $\mu$ Vision4 开发环境                | 66  |
| 2.2   | 创建基于 Keil 的 C 语言程序                | 82  |
| 2.3   | PROTEUS 与 Keil 整合的实现              | 87  |
| 2.3.1 | 在 Keil 中调用 PROTEUS 进行 MCU 外围器件的仿真 | 87  |
| 2.3.2 | 在 Keil 中生成 *.OMF 文件               | 89  |
| 2.3.3 | Keil 中断源的矢量位置                     | 91  |
| 第 3 章 | Protel 99 SE 入门                   | 92  |
| 3.1   | Protel 99 SE 概述                   | 92  |
| 3.1.1 | Protel 99 SE 的 Client/Server 结构   | 92  |
| 3.1.2 | 项目管理                              | 93  |
| 3.1.3 | 多图纸设计                             | 95  |
| 3.1.4 | 原理图与 PCB 同步设计                     | 96  |
| 3.1.5 | PCB 制板                            | 98  |
| 3.1.6 | 3D 预览                             | 102 |
| 3.2   | 绘制电路原理图前的准备                       | 102 |
| 3.2.1 | 设计环境定制                            | 102 |
| 3.2.2 | 创建设计数据库文件                         | 105 |
| 3.2.3 | 创建设计绘图页                           | 108 |
| 3.2.4 | Protel 99 SE 电路原理图绘制预备知识          | 110 |
| 3.3   | 绘制电路原理图                           | 114 |
| 3.3.1 | Protel 99 SE 绘制电路原理图——放置元件        | 114 |
| 3.3.2 | Protel 99 SE 绘制电路原理图——制作元件        | 122 |

|        |                                   |     |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 3.3.3  | Protel 99 SE 绘制电路原理图——连线 .....    | 127 |
| 3.3.4  | Protel 99 SE 绘制电路原理图——编辑与调整 ..... | 129 |
| 3.3.5  | 规则检查与网络表生成 .....                  | 132 |
| 3.3.6  | 其他报表的输出 .....                     | 136 |
| 3.4    | PCB 设计的预备知识 .....                 | 138 |
| 3.4.1  | PCB 板层 .....                      | 138 |
| 3.4.2  | 元件封装技术 .....                      | 140 |
| 3.4.3  | 电路板形状及尺寸定义 .....                  | 152 |
| 3.4.4  | PCB 布局 .....                      | 153 |
| 3.4.5  | PCB 布线 .....                      | 156 |
| 3.4.6  | 电路板测试 .....                       | 160 |
| 3.5    | PCB 设计 .....                      | 160 |
| 3.5.1  | 创建 PCB 文件 .....                   | 161 |
| 3.5.2  | 制作元件封装 .....                      | 164 |
| 3.5.3  | 规划电路板及参数设置 .....                  | 173 |
| 3.5.4  | 载入网络表 .....                       | 174 |
| 3.5.5  | 元件布局 .....                        | 177 |
| 3.5.6  | 布线前的规则设置 .....                    | 180 |
| 3.5.7  | 元件布线 .....                        | 186 |
| 3.5.8  | 添加测试点 .....                       | 190 |
| 3.5.9  | 补泪滴 .....                         | 192 |
| 3.5.10 | 铺 铜 .....                         | 194 |
| 3.6    | 创建 Gerber 文件 .....                | 198 |
| 3.6.1  | Gerber 文件的设置与生成 .....             | 198 |
| 3.6.2  | Gerber 文件解释 .....                 | 198 |
| 第 4 章  | 单片机系统开发流程及相关概念 .....              | 200 |
| 4.1    | 单片机系统的开发流程 .....                  | 200 |
| 4.1.1  | 单片机系统开发的可行性分析 .....               | 200 |
| 4.1.2  | 单片机系统开发的总体方案设计 .....              | 201 |
| 4.1.3  | 单片机系统开发的系统实施 .....                | 202 |
| 4.1.4  | 单片机系统开发的系统调试 .....                | 203 |
| 4.2    | 单片机系统开发的相关概念 .....                | 204 |
| 第 5 章  | 跑马灯的设计 .....                      | 207 |
| 5.1    | 系统要求及单片机相关知识 .....                | 207 |
| 5.1.1  | AT89S51 器件功能概述 .....              | 207 |
| 5.1.2  | AT89S51 存储器 .....                 | 211 |



|       |                                           |     |
|-------|-------------------------------------------|-----|
| 5.1.3 | AT89S51 I/O 端口 .....                      | 218 |
| 5.1.4 | AT89S51 工作的基本时序与晶振电路 .....                | 222 |
| 5.1.5 | AT89S51 复位电路 .....                        | 224 |
| 5.1.6 | AT89S51 在系统编程 .....                       | 227 |
| 5.2   | 基于 AT89S51 的跑马灯电路 .....                   | 229 |
| 5.2.1 | 基于 AT89S51 的单片机最小系统设计 .....               | 230 |
| 5.2.2 | 基于 AT89S51 的跑马灯电路设计 .....                 | 231 |
| 5.3   | 基于 AT89S51 的跑马灯程序 .....                   | 232 |
| 5.3.1 | 跑马灯汇编语言程序设计 .....                         | 233 |
| 5.3.2 | 基于 PROTEUS 的跑马灯电路仿真 .....                 | 233 |
| 5.3.3 | 跑马灯 C 语言程序设计及电路仿真 .....                   | 235 |
| 5.4   | 基于万用电路板的跑马灯电路板制作 .....                    | 239 |
| 5.5   | 跑马灯程序下载 .....                             | 240 |
| 5.6   | 硬件调试 .....                                | 242 |
| 第 6 章 | 8×8 点阵图形显示电路设计 .....                      | 243 |
| 6.1   | 系统要求及相关知识 .....                           | 243 |
| 6.1.1 | 8×8 点阵 LED 显示器的组成原理及控制方式 .....            | 243 |
| 6.1.2 | 8×8 点阵 LED 显示方式 .....                     | 244 |
| 6.1.3 | 8×8 点阵 LED 显示器与单片机的接口 .....               | 246 |
| 6.2   | 基于 AT89S51 的 8×8 点阵 LED 图形显示 .....        | 248 |
| 6.2.1 | LED 点阵的测试 .....                           | 248 |
| 6.2.2 | PROTEUS 中搭建仿真电路 .....                     | 249 |
| 6.3   | 基于 AT89S51 的 8×8 点阵 LED 图形显示 .....        | 253 |
| 6.3.1 | 图形信号提取 .....                              | 253 |
| 6.3.2 | 基于 AT89S51 的 8×8 点阵 LED 图形显示程序 .....      | 254 |
| 6.3.3 | 基于 PROTEUS 的 8×8 点阵 LED 图形显示电路仿真 .....    | 255 |
| 6.4   | 基于万用电路板的 8×8 点阵 LED 图形显示电路板制作 .....       | 257 |
| 6.5   | 硬件调试 .....                                | 259 |
| 6.6   | 启发设计:双色图形显示电路设计 .....                     | 260 |
| 第 7 章 | 16×16 点阵汉字显示电路设计 .....                    | 265 |
| 7.1   | 基于并行方式的 16×16 点阵汉字静态显示系统设计 .....          | 265 |
| 7.1.1 | 16×16 点阵 LED 显示器的组成原理及驱动方式 .....          | 265 |
| 7.1.2 | 汉字取模 .....                                | 266 |
| 7.1.3 | 基于 PROTEUS 的电路仿真 .....                    | 267 |
| 7.2   | 基于串行方式的 16×16 点阵汉字静态显示系统设计 .....          | 272 |
| 7.2.1 | 基于 CD4094 的串行 16×16 点阵 LED 显示器的驱动电路 ..... | 272 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 7.2.2 基于 74HC595 的串行 16×16 点阵 LED 显示器的驱动电路 ..... | 277 |
| 7.3 16×16 点阵多汉字静态显示系统设计 .....                    | 281 |
| 7.4 16×16 点阵汉字显示电路电路板制作 .....                    | 286 |
| 7.5 启发设计——16×16 点阵汉字动态显示系统设计 .....               | 289 |
| 7.5.1 汉字滚动显示原理 .....                             | 289 |
| 7.5.2 汉字滚动显示电路设计 .....                           | 290 |
| <b>第 8 章 数字钟设计</b> .....                         | 297 |
| 8.1 数字钟设计要求及其相关知识 .....                          | 297 |
| 8.1.1 AT89S51 的中断系统 .....                        | 297 |
| 8.1.2 AT89S51 的定时器/计数器 .....                     | 301 |
| 8.1.3 键盘接口 .....                                 | 306 |
| 8.2 基于 AT89S51 定时器/计数器的数字钟设计 .....               | 308 |
| 8.2.1 数字钟硬件设计方案 .....                            | 308 |
| 8.2.2 数字钟硬件电路 .....                              | 308 |
| 8.2.3 数字钟软件程序设计 .....                            | 310 |
| 8.2.4 基于 PROTEUS 的数字钟电路仿真 .....                  | 315 |
| 8.2.5 基于 MAX7219 扫描数码管的数字钟电路 .....               | 316 |
| 8.2.6 数字钟电路制作 .....                              | 327 |
| 8.3 启发式设计(1)——基于 DS1302 的数字钟 .....               | 329 |
| 8.3.1 DS1302 芯片 .....                            | 329 |
| 8.3.2 基于 DS1302 芯片的数字钟电路 .....                   | 331 |
| 8.3.3 基于 DS1302 芯片的数字钟电路软件程序 .....               | 331 |
| 8.4 启发式设计(2)——模拟交通灯系统设计 .....                    | 340 |
| 8.4.1 交通灯系统设计要求 .....                            | 340 |
| 8.4.2 模拟交通灯系统硬件电路搭建 .....                        | 341 |
| 8.4.3 模拟交通灯系统软件程序设计 .....                        | 341 |
| <b>第 9 章 电子八音盒</b> .....                         | 351 |
| 9.1 电子八音盒设计要求及其相关知识 .....                        | 351 |
| 9.1.1 发音原理 .....                                 | 351 |
| 9.1.2 音符频率与定时器初值 .....                           | 351 |
| 9.1.3 节拍频率的产生 .....                              | 353 |
| 9.1.4 音乐编码 .....                                 | 353 |
| 9.1.5 蜂鸣器的驱动 .....                               | 354 |
| 9.2 电子八音盒硬件设计 .....                              | 354 |
| 9.3 电子八音盒软件程序设计 .....                            | 355 |
| 9.4 基于 PROTEUS 的电子八音盒电路仿真 .....                  | 360 |

## 目 录

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| 9.5 启发式设计——简易音乐播放器 .....                      | 361        |
| 9.5.1 简易音乐播放器的硬件电路 .....                      | 361        |
| 9.5.2 简易音乐播放器的软件设计 .....                      | 362        |
| 9.5.3 简易音乐播放器的 PROTEUS 仿真 .....               | 367        |
| <b>第 10 章 多点温度测量系统 .....</b>                  | <b>369</b> |
| 10.1 基于 DS18B20 的单点温度测量系统设计 .....             | 369        |
| 10.1.1 单总线数据温度传感器 DS18B20 .....               | 369        |
| 10.1.2 单点温度测量系统硬件电路 .....                     | 372        |
| 10.1.3 单点温度测量系统软件程序设计 .....                   | 373        |
| 10.1.4 基于 PROTEUS 环境的电路仿真 .....               | 379        |
| 10.2 多点温度测量系统设计 .....                         | 380        |
| 10.2.1 LCD 字符汉字显示原理 .....                     | 380        |
| 10.2.2 LCD12232 液晶显示器使用方法 .....               | 381        |
| 10.2.3 基于 LCD12232 液晶显示器的多点温度测量系统硬件电路搭建 ..... | 386        |
| 10.2.4 基于 LCD12232 液晶显示器的多点温度测量系统软件程序设计 ..... | 387        |
| 10.2.5 基于 PROTEUS 的电路仿真 .....                 | 420        |
| 10.2.6 多点温度检测系统电路制作 .....                     | 422        |
| 10.3 启发式设计——温、湿度检测系统设计 .....                  | 423        |
| 10.3.1 数字温、湿度传感器 SHT15 .....                  | 423        |
| 10.3.2 液晶点阵屏 1602 .....                       | 425        |
| 10.3.3 基于 SHT15 的温、湿度测量系统硬件电路图 .....          | 430        |
| 10.3.4 基于 SHT15 的温、湿度测量系统软件程序设计 .....         | 430        |
| 10.3.5 基于 SHT15 的温、湿度测量系统仿真 .....             | 439        |
| <b>第 11 章 电子密码锁 .....</b>                     | <b>440</b> |
| 11.1 简易电子密码锁设计 .....                          | 440        |
| 11.1.1 简易电子密码锁硬件电路设计 .....                    | 440        |
| 11.1.2 简易电子密码锁软件程序设计 .....                    | 441        |
| 11.1.3 基于 PROTEUS 的简易电子密码锁仿真 .....            | 449        |
| 11.2 启发式设计——基于 AT24C02 的电子密码锁设计 .....         | 451        |
| 11.2.1 AT24C02 EEPROM 存储器 .....               | 452        |
| 11.2.2 AT89S51 与 AT24C02 的接口 .....            | 454        |
| 11.2.3 基于 AT24C02 的电子密码锁硬件电路设计 .....          | 455        |
| 11.2.4 基于 AT24C02 的电子密码锁软件程序设计 .....          | 456        |
| 11.2.5 基于 PROTEUS 的密码锁电路仿真 .....              | 474        |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| 11.2.6 基于 AT24C02 的电子密码锁制作 .....           | 477        |
| <b>第 12 章 电机控制系统设计 .....</b>               | <b>485</b> |
| 12.1 基于 AT89S51 的直流电机控制系统设计 .....          | 485        |
| 12.1.1 直流电机工作原理 .....                      | 485        |
| 12.1.2 直流电机调速原理 .....                      | 485        |
| 12.1.3 基于 AT89S51 的 PWM 信号产生 .....         | 487        |
| 12.1.4 直流电机驱动 L298 .....                   | 488        |
| 12.1.5 基于 L298 驱动的直流电机调速硬件电路设计 .....       | 491        |
| 12.1.6 基于 L298 驱动的直流电机调速软件程序设计 .....       | 492        |
| 12.1.7 基于 PROTEUS 环境的直流电机调速系统仿真 .....      | 498        |
| 12.1.8 直流电机调速系统的测速电路设计 .....               | 501        |
| 12.2 基于 AT89S51 的步进电机控制系统设计 .....          | 502        |
| 12.2.1 步进电机工作原理 .....                      | 502        |
| 12.2.2 基于单片机的步进电机控制原理 .....                | 504        |
| 12.2.3 电机驱动芯片 ULN2003 .....                | 505        |
| 12.2.4 基于 ULN2003 驱动的步进电机控制 .....          | 506        |
| 12.2.5 基于 ULN2003 驱动的步进电机控制程序设计 .....      | 506        |
| 12.2.6 基于 PROTEUS 的步进电机控制系统仿真 .....        | 515        |
| 12.3 启发式设计——模拟电梯控制系统 .....                 | 518        |
| 12.3.1 基于 AT89S51 的模拟电梯控制系统设计要求 .....      | 519        |
| 12.3.2 模拟电梯控制系统硬件电路设计 .....                | 519        |
| 12.3.3 模拟电梯控制系统软件程序设计 .....                | 519        |
| 12.3.4 模拟电梯控制系统仿真 .....                    | 526        |
| <b>第 13 章 串行通信系统的设计 .....</b>              | <b>528</b> |
| 13.1 AT89S51 串行口通信功能 .....                 | 528        |
| 13.1.1 串行通信基本原理 .....                      | 528        |
| 13.1.2 串行通信接口电路 .....                      | 530        |
| 13.1.3 AT89S51 串行口 .....                   | 531        |
| 13.2 AT89S51 与 PC 串行通信 .....               | 534        |
| 13.2.1 电平转换芯片 MAX232 .....                 | 535        |
| 13.2.2 AT89S51 与 PC 串行通信硬件电路设计 .....       | 535        |
| 13.2.3 AT89S51 与 PC 串行通信软件程序设计 .....       | 536        |
| 13.2.4 基于 PROTEUS 的串口通信电路仿真 .....          | 541        |
| 13.3 启发式设计——基于 LabView 的串口温度采集监控系统设计 ..... | 543        |
| 13.3.1 下位机系统 .....                         | 544        |
| 13.3.2 上位机程序 .....                         | 548        |

## 目 录

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 13.3.3 基于 LabView 的串口温度采集监控系统调试 ..... | 550        |
| <b>第 14 章 AT89S51 看门狗 .....</b>       | <b>551</b> |
| 14.1 看门狗工作原理及使用方法 .....               | 551        |
| 14.1.1 看门狗定时器 .....                   | 551        |
| 14.1.2 使用看门狗 .....                    | 551        |
| 14.1.3 掉电和空闲时的看门狗 .....               | 552        |
| 14.2 激活看门狗及喂狗程序 .....                 | 552        |
| 14.3 启发式设计——公交车报站系统设计(使用看门狗) .....    | 553        |
| <b>第 15 章 单片机系统设计中的常见问题 .....</b>     | <b>560</b> |
| 15.1 单片机系统设计中的端口驱动及接口电路 .....         | 560        |
| 15.1.1 AT89S51 I/O 口驱动能力 .....        | 560        |
| 15.1.2 AT89S51 I/O 接口电路 .....         | 561        |
| 15.2 单片机系统的可靠性及抗干扰技术 .....            | 563        |
| 15.2.1 元器件本身的可靠性 .....                | 563        |
| 15.2.2 单片机系统硬件抗干扰技术 .....             | 564        |
| 15.2.3 单片机系统软件抗干扰技术 .....             | 566        |
| <b>参考文献 .....</b>                     | <b>568</b> |

# 第 1 章

## 基于 PROTEUS 的单片机系统仿真

PROTEUS VSM(虚拟系统模型)将处理器模型、Prospice 混合电路仿真、虚拟仪器、高级图形仿真、动态器件库和外设模型、处理器软仿真器、第三方的编译器和调试器等有机结合起来,真正实现了在计算机上完成从原理图设计、电路分析与仿真、处理器代码调试及实时仿真、系统测试及功能验证,到形成 PCB 的整个开发过程。

在基于微处理器系统的设计中,即使没有物理原型,PROTEUS VSM 也能够进行软件开发。模型库中包含 LCD 显示、键盘器、按钮、开关等通用外设,提供的 CPU 模型有 ARM7、PIC、Atmel AVR、Motorola HCXX 以及 8051/8052 系列。单片机系统仿真是 PROTEUS VSM 的一大特色。同时,该仿真系统将源代码的编辑和编译整合到同一设计环境中,这样使得用户可以在设计中直接编译代码,并且很容易地查看到用户对源程序修改后对仿真结果的影响。

### 1.1 PROTEUS ISIS 编辑环境

PROTEUS 组合了高级原理布图、混合模式 SPICE 仿真、PCB 设计以及自动布线来实现一个完整的电子设计系统。其中,ISIS 智能原理图输入系统是 PROTEUS 系统的核心。该编辑环境具有友好的人机交互界面,而且设计功能强大,使用方便,易于上手。

#### 1.1.1 PROTEUS ISIS 操作界面

PROTEUS ISIS 运行于 Windows 98/2000/XP 环境,对 PC 机的配置要求不高,一般的配置就能满足要求。

运行 PROTEUS ISIS 的执行程序后,将启动 PROTEUS VSM 编辑环境,如图 1-1 所示。

点状的栅格区域①为编辑窗口;区域②为电路图浏览窗口;区域③为元器件列表区。其中,编辑窗口用于放置元件,进行连线,绘制原理图。浏览窗口用来显示全部原理图。蓝框表示当前页的边界,绿框表示当前编辑窗口显示的区域。当从对象选择器中选一个新的对象时,浏览窗口可以预览选中的对象。

在预览窗口上单击,将会以单击位置为中心刷新编辑窗口。

## 第1章 基于 PROTEUS 的单片机系统仿真

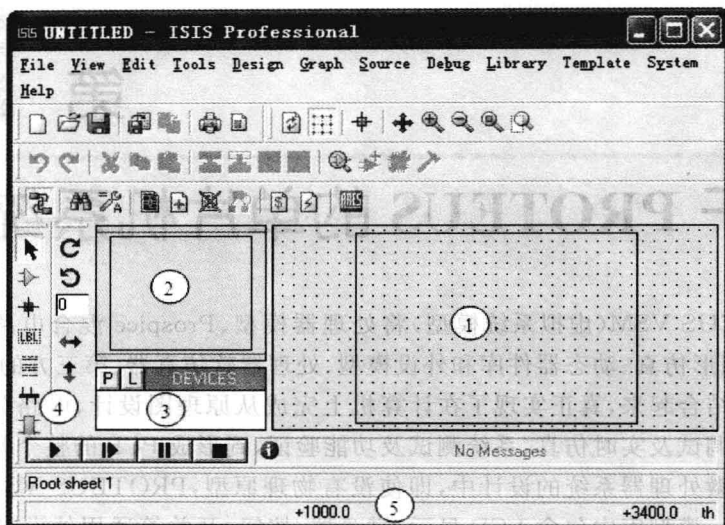


图 1-1 ISIS 绘制环境

其他情况下,预览窗口显示将要放置对象的预览。这种“放置预览”特性在下列情况下被激活:

- ◇ 当使用旋转或镜像按钮时。
- ◇ 当一个对象在选择器中被选中时。
- ◇ 当为一个可以设定朝向的对象选择类型图标时(例如:Component 图标、Device Pin 图标等)。
- ◇ 当放置对象或者执行其他非以上操作时,“放置预览”特性会自动消除。

点选相应的工具箱(见区域④)图标按钮,将提供不同的操作工具。对象选择器(Object Selector)根据由图标决定的当前状态显示不同的内容。显示对象的类型包括:设备、终端、引脚、图形符号、标注和图形。

- ◇ 单击 Component 按钮 , 在此模式下,可选择元件。
- ◇ 单击 Junction dot 按钮 , 在此模式下,可在原理图中标注连接点。
- ◇ 单击 Wire label 按钮 , 在此模式下,可标识一条线段(为线段命名)。
- ◇ 单击 Text script 按钮 , 在此模式下,可在电路图中输入一段文本。
- ◇ 单击 Bus 按钮 , 在此模式下,可在原理图中绘制一段总线。
- ◇ 单击 Sub-circuit 按钮 , 在此模式下,可以绘制一个子电路块。
- ◇ 单击 Instant edit mode 按钮 , 在此模式下,可以单击任意元件并编辑元件的属性。
- ◇ 单击 Inter-sheet Terminal 按钮 , 在此模式下,对象选择器列出各种终端。(输入、输出、电源、地等。)



## 第1章 基于 PROTEUS 的单片机系统仿真

- ◇ 单击 Device Pin 按钮,在此模式下,对象选择器将出现各种引脚。(普通引脚、时钟引脚、反电压引脚、短接引脚等。)
  - ◇ 单击 Simulation Graph 按钮,在此模式下,对象选择器出现各种仿真分析所需的图表。(如:模拟图表、数字图表、噪声图表、混合图表、AC 图表等。)
  - ◇ 单击 Tape Recorder 按钮,在此模式下,可仿真声音波形。
  - ◇ 单击 Generator 按钮,在此模式下,对象选择器列出各种信号源。(正弦信号源、脉冲信号源、指数信号源、文件信号源等。)
  - ◇ 单击 Voltage probe 按钮,在此模式下,可在原理图中添加电压探针。电路进入仿真模式时,可显示各探针处的电压值。
  - ◇ 单击 Current probe 按钮,在此模式下,可在原理图中添加电流探针。电路进入仿真模式时,可显示各探针处的电流值。
  - ◇ 单击 Virtual Instrument 按钮,在此模式下,对象选择器列出各种虚拟仪器。(示波器、逻辑分析仪、定时器/计数器、模式发生器、示波器等。)
- 除上述模块图标外,系统还提供了 2D 图形模式图标。

- ◇ 2D graphics line 按钮,为直线图标,用于创建元件或表示图表时画线。
- ◇ 2D graphics box 按钮,为方框图标,用于创建元件或表示图表时绘制方框。
- ◇ 2D graphics circle 按钮,为圆图标,用于创建元件或表示图表时画圆。
- ◇ 2D graphics arc 按钮,为弧线图标,用于创建元件或表示图表时绘制弧线。
- ◇ 2D graphics path 按钮,为任意形状图标,用于创建元件或表示图表时绘制任意形状图标。
- ◇ 2D graphics text 按钮,为文本编辑图标,用于插入各种文字说明。
- ◇ 2D graphics symbol 按钮,为符号图标,用于选择各种符号器件。
- ◇ Markers for component origin, etc 按钮,为标记图标,用于产生各种标记图标。

对于具有方向性的对象,系统还提供了各种块旋转按钮。

- ◇ 方向旋转按钮(Set Rotation),以 90° 的偏置改变元件的放置方向。
- ◇ 水平镜像旋转按钮(Horizontal Reflection),以 Y 轴为对称轴,按 180° 的偏置旋转元件。
- ◇ 垂直镜像旋转按钮(Virtical Reflection),以 X 轴为对称轴,按 180° 的偏置旋转元件。

在某些状态下,对象选择器有一个 Pick 切换按钮,单击该按钮,可以弹出 Pick Devices、Pick Port、Pick Terminals、Pick Pins 或 Pick Symbols 窗体。通过不同的窗体,可以分别添加元器件、端口、终端、引脚或符号到对象选择器中,以便在今后的绘



## 第1章 基于 PROTEUS 的单片机系统仿真

图中使用。

区域⑤为状态栏,用于显示鼠标状态及坐标。

### 1.1.2 主菜单和主工具栏

主菜单和主工具栏如图 1-2 所示。PROTEUS ISIS 的主菜单栏包括 File(文件)、View(视图)、Edit(编辑)、Tools(工具)、Design(设计)、Debug(调试)、Library(库)和 Help(帮助)等。这些菜单都有下拉式菜单,单击任一菜单后都将弹出其下拉式菜单,完全符合 Windows 菜单风格。

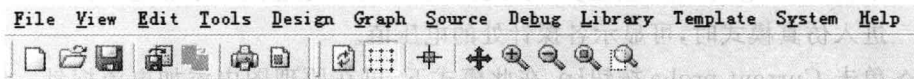


图 1-2 主菜单和主工具栏

文件菜单(File):包括常用的文件功能,如打开新的设计、加载设计、保存设计、导入/导出文件,也可进行打印、显示最近使用过的设计文档及退出 PROTEUS ISIS 系统等操作。

视图菜单(View):包括网格的显示与否、格点的间距设置、电路图的缩放及各种工具条的显示与隐藏等。

编辑菜单(Edit):包括操作的撤销/恢复、元件的查找与编辑、剪切/复制/粘贴及多个对象的叠层关系设置等。

工具菜单(Tools):包括实时标注、实时捕捉、自动布线等。

设计菜单(Design):包括编辑设计属性、编辑图纸属性、进行设计注释等。

图形菜单(Graph):包括编辑图形、添加 Trace、仿真图形、一致性分析等。

源菜单(Source):包括添加/删除源文件、定义代码生成工具、建立外部文本编辑器等。

调试菜单(Debug):包括启动调试、执行仿真、单步执行、弹出窗口重新排布等。

库菜单(Library):包括元件/图标的添加、创建及库管理器的调用。

模板菜单(Template):包括图形格式、文本格式、设计颜色、线条连接点大小和图形等。

系统菜单(System):包括设置自动保存时间间隔、图纸大小、标注字体等。

帮助菜单(Help):包括版权信息、PROTEUS ISIS 教程学习、示例等。

主工具栏的按钮图标包括新建一个设计、加载设计、刷新屏幕等。

### 1.1.3 PROTEUS ISIS 编辑环境设置

PROTEUS ISIS 编辑环境的设置主要指模板的选择、图纸的选型与光标的设置。绘制电路图首先要选择模板,所选择的模板控制电路图外观的信息,比如图形格式、文本格式、设计颜色、线条连接点大小和图形等。然后设置图纸,如设置纸张的型