



电子信息与电气学科规划教材

单片机原理与应用系统设计

——基于C51的Proteus仿真实验与解题指导

张 齐 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子信息与电气学科规划教材

单片机原理与应用系统设计 ——基于 C51 的 Proteus 仿真 实验与解题指导

张 齐 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是《单片机应用系统设计技术——基于 C51 的 Proteus 仿真》(第 2 版)的配套教材,全部实验项目基于一个开放环境,而不局限于某一型号的单片机实验教学箱(板)。全书共包括三篇内容。上篇介绍单片机系统开发的软件工具,通过 4 个实例让读者迅速掌握 Proteus ISIS 的使用方法;中篇是实验指导与课程设计,实验部分精选了 21 个模块,内容完整性、应用性、实用性、趣味性并存,编排上由浅入深,循序渐进,引领读者在轻松愉快的学习过程中逐步提高单片机软硬件综合设计水平;下篇为题库与题解,包括多种题型,使读者全面巩固单片机的理论基础知识。

本书可作为高等学校电气与电子信息类专业单片机教学的实验指导书和学习辅导书,也可作为广大电子技术爱好者、在校电类工科大学生及单片机系统开发者的自学用书。

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

单片机原理与应用系统设计:基于 C51 的 Proteus 仿真实验与解题指导 / 张齐编著. —北京:电子工业出版社, 2010.2

电子信息与电气学科规划教材

ISBN 978-7-121-10306-3

I. 单… II. 张… III. 单片微型计算机—高等学校—教学参考资料 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 017129 号

策划编辑:王羽佳

责任编辑:李秦华

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

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:17.5 字数:448 千字

印 次:2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:29.00 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 zltts@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

《单片机应用系统设计技术——基于 C51 的 Proteus 仿真》(第 2 版)(张齐 朱宁西 著)于 2009 年 1 月由电子工业出版社出版发行,被数十所院校选为教材。使用教材的许多老师希望编者能提供与主教材配套的基于 Proteus 仿真的单片机实验指导书,其实这也是编者一直以来的愿望。在主教材出版后,编者翻阅了数本单片机实验指导书,发现这些实验指导书无一例外地都是围绕着某一特定的实验箱(板)来编写的,实验内容无非就是把书上的汇编语言范例(而非实际工程应用中的 C51)编译链接后下载到实验箱(板)上验证,而无须涉及任何硬件系统设计。这种基于实验教学箱(板)的实验手段明显存在硬件电路固定、实验内容固定、学生不能随意更改、与工程实际应用脱节、硬件设备昂贵和设备维护工作量大等缺陷。这种基于实验教学箱(板)的验证性实验的做法,学生难以得到足够的实践动手机会,实际教学效果并不理想,对于提高学生动手能力的作用微乎其微。

Proteus 是英国 Labcenter Electronics 公司开发的电路分析与实物仿真软件。它运行于 Windows 操作系统上,可以仿真、分析(SPICE)各种模拟器件和集成电路,该软件的特点是:实现了单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合。具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机以及外围电路组成的系统仿真、RS-232 动态仿真、I²C 调试器、SPI 调试器、键盘和 LCD 系统仿真的功能;提供了多种虚拟仪器,如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等,便于调试;支持主流单片机系统的仿真。

“工欲善其事,必先利其器”。建立基于 Proteus 单片机系统硬件电路设计、Keil C51 软件设计以及两者联合调试的全虚拟环境,将单片机数字实验室装入读者的 PC,提高实验教学运行质量,进一步加强综合性、设计性实验内涵建设,加强读者综合运用知识和实践能力的培养,是编者此次撰写单片机教辅书的主要目标。

本书共包括三部分内容,分上、中、下三篇。

上篇介绍单片机系统开发的软件工具,讲述如何使用 Proteus ISIS 仿真工具设计单片机系统仿真电路,以及使用 Proteus ISIS 和 Keil C51 的编程开发工具 μ Vision3 IDE 两者联合调试的方法。在介绍 Proteus ISIS 工作界面的基础上,通过 4 个实例让读者进一步体会 Proteus ISIS 的使用方法,如何建立起硬件设计、软件设计以及调试的全虚拟环境,为中篇的实验指导与课程设计打下良好的基础。

中篇介绍实验指导与课程设计,共 21 章,第 1 章至第 10 章为单片机基础及内部资源实验;第 11 章至第 20 章为单片机系统扩展资源实验;第 21 章为单片机应用系统课程设计的内容和要求。为了减轻教师和学生的负担,提高教学效率,每章实验都附有至少其中一个实验任务的且经过验证的 C51 语言参考程序。其实验内容完整性、应用性、实用性、趣味性并存,编排上由浅入深,循序渐进,达到在轻松愉快的学习过程中迅速提高学生软硬件综合设计能力和开发水平。任课教师可根据每个学生的实际情况,对实验内容和要求做个性化的调整。课程设计是为了进一步巩固学习的理论知识,增强学生运用所学知识解决实际问题

的能力而安排的一些综合训练项目作为单片机应用系统的课程设计。

教师可鼓励能力较强的学生当仿真实验调试成功后,使用 Proteus 7 Professional 中的 ARES 7 Professional 软件的布线功能,完成其 PCB 图设计。在经费许可的情况下,制作真实目标系统,完成最终调试。让学生了解将仿真软件和具体的工程实践如何结合起来,利于学生对工程实践过程的了解和学习。

下篇为题库与题解,包括判断题、单项选择题、多项选择题、综合题。其中综合题为《单片机应用系统设计技术——基于 C51 的 Proteus 仿真》(第 2 版)(张齐 朱宁西编著)的课后习题参考答案。通过题库训练,学生可全面巩固单片机的理论基础知识。

本书由张齐主编,在成书过程中,赵峙岳、曾令华、李大新、李蕾、张英彬、胡佳、劳炽元、李攀登、杨琴波、何俊伟、王京林、游侃民、莫锦辉、胡海平、李冉冉、罗承林、陈冬发、钟观宝、王永光、许志坚、张剑青、陈传林、黄锦燕、潘宏武、甘义成等参与了文字材料整理、仿真电路设计和程序调试等工作,限于幅面,封面上无法一一署名。

本书得以顺利出版与电子工业出版社的大力支持和帮助是分不开的,尤其是高教分社的王羽佳编辑,对本书的出版做了大量而细致的工作,在此对他们致以诚挚的谢意。

本书结构清晰,语言通俗易懂,全部实验项目基于一个开放环境,而不局限于某一单片机实验教学箱(板)。可作为高等学校电气和电子信息类专业单片机教学的实验指导书和学习辅导书,也可作为广大电子技术爱好者、在校电类工科大学生以及单片机系统开发者的自学用书。

需要《单片机应用系统设计技术——基于 C51 的 Proteus 仿真》(第 2 版)(张齐 朱宁西编著)教学资源的老师可访问下列站点:

<http://www.hxedu.com.cn/hxedu/bookDetail?bid=G0076840>

需要单片机教辅书及教学资源可通过下列方式直接与编者交流:

电子邮箱: 13168371699@163.com

个人 blog : <http://13168371699.blog.163.com/>

由于作者水平限制,书中误漏在所难免,殷切地期望读者给予批评指正。

作 者

目 录

实践教学安排建议	(1)
----------------	-----

上篇 单片机系统仿真工具——Proteus

第 1 章 初步认识 Proteus ISIS	(3)
1.1 Proteus ISIS 界面介绍	(4)
1.2 Proteus ISIS 仿真资源	(6)
1.3 元器件的选取	(8)
1.4 设置 Proteus ISIS 和 μ Vision 3 的联调	(9)
第 2 章 Proteus ISIS 入门实例	(11)
2.1 实例一 绘制基本电路的方法	(11)
2.2 实例二 总线和虚拟仪器的使用	(17)
2.3 实例三 绘制子电路	(24)
2.4 实例四 模块元器件的设计	(29)

中篇 实验指导与课程设计

第 1 章 用单片机 I/O 口实现流水灯电路	(40)
一、实验目的	(40)
二、实验电路	(40)
三、相关知识	(40)
四、实验内容	(43)
五、参考程序	(44)
六、实验要求	(46)
七、思考与讨论	(46)
第 2 章 单片机汽车灯光控制器	(47)
一、实验目的	(47)
二、实验电路	(47)
三、相关知识	(47)
四、实验内容	(48)
五、参考程序	(48)
六、实验要求	(50)
七、思考与讨论	(50)
第 3 章 单片机体育比赛电子计时器	(51)
一、实验目的	(51)
二、实验电路	(51)

三、相关知识	(51)
四、实验内容	(54)
五、参考程序	(54)
六、实验要求	(57)
七、思考与讨论	(57)
第4章 用单片机 I/O 口驱动步进电机	(58)
一、实验目的	(58)
二、实验电路	(58)
三、相关知识	(58)
四、实验内容	(60)
五、参考程序	(60)
六、实验要求	(62)
七、思考与讨论	(63)
第5章 外部中断	(64)
一、实验目的	(64)
二、实验电路	(64)
三、相关知识	(64)
四、实验内容	(65)
五、参考程序	(65)
六、实验要求	(67)
七、思考与讨论	(67)
第6章 定时器	(68)
一、实验目的	(68)
二、实验电路	(68)
三、相关知识	(68)
四、实验内容	(69)
五、参考程序	(69)
六、实验要求	(71)
七、思考与讨论	(71)
第7章 计数器	(72)
一、实验目的	(72)
二、实验电路	(72)
三、相关知识	(72)
四、实验内容	(73)
五、参考程序	(73)
六、实验要求	(75)
七、思考与讨论	(76)
第8章 用串行口扩展并行输出口	(77)
一、实验目的	(77)

二、实验电路	(77)
三、相关知识	(77)
四、实验内容	(78)
五、参考程序	(78)
六、实验要求	(80)
七、思考与讨论	(81)
第9章 单片机双机通信	(82)
一、实验目的	(82)
二、实验电路	(82)
三、相关知识	(82)
四、实验内容	(84)
五、参考程序	(84)
六、实验要求	(87)
七、思考与讨论	(88)
第10章 单片机和PC通信	(89)
一、实验目的	(89)
二、实验电路	(89)
三、相关知识	(89)
四、实验内容	(94)
五、参考程序	(94)
六、实验要求	(97)
七、思考与讨论	(98)
第11章 外部数据存储器的扩展	(99)
一、实验目的	(99)
二、实验电路	(99)
三、相关知识	(99)
四、实验内容	(101)
五、参考程序	(101)
六、实验要求	(103)
七、思考与讨论	(104)
第12章 用8255A芯片扩展并行输入/输出口	(105)
一、实验目的	(105)
二、实验电路	(105)
三、相关知识	(105)
四、实验内容	(109)
五、参考程序	(110)
六、实验要求	(111)
七、思考与讨论	(111)
第13章 扩展行列式键盘	(112)

一、实验目的	(112)
二、实验电路	(112)
三、相关知识	(112)
四、实验内容	(113)
五、参考程序	(113)
六、实验要求	(118)
七、思考与讨论	(118)
第 14 章 8 位 8 段 LED 数码管动态扫描显示	(119)
一、实验目的	(119)
二、实验电路	(119)
三、相关知识	(119)
四、实验内容	(120)
五、参考程序	(120)
六、实验要求	(122)
七、思考与讨论	(122)
第 15 章 点阵式字符型 LCD 显示器	(123)
一、实验目的	(123)
二、实验电路	(123)
三、相关知识	(123)
四、实验内容	(129)
五、参考程序	(130)
六、实验要求	(134)
七、思考与讨论	(134)
第 16 章 点阵式图形 LCD 显示器	(135)
一、实验目的	(135)
二、实验电路	(135)
三、相关知识	(135)
四、实验内容	(140)
五、参考程序	(140)
六、实验要求	(149)
七、思考与讨论	(149)
第 17 章 串行日历时钟	(150)
一、实验目的	(150)
二、实验电路	(150)
三、相关知识	(151)
四、实验内容	(154)
五、参考程序	(154)
六、实验要求	(162)
七、思考与讨论	(162)

第 18 章 并行接口 A/D 转换器	(163)
一、实验目的	(163)
二、实验电路	(163)
三、相关知识	(163)
四、实验内容	(165)
五、参考程序	(165)
六、实验要求	(168)
七、思考与讨论	(168)
第 19 章 串行接口 A/D 转换器	(169)
一、实验目的	(169)
二、实验电路	(169)
三、相关知识	(169)
四、实验内容	(171)
五、参考程序	(171)
六、实验要求	(174)
七、思考与讨论	(174)
第 20 章 数字温度传感器	(175)
一、实验目的	(175)
二、实验电路	(175)
三、相关知识	(175)
四、实验内容	(178)
五、参考程序	(178)
六、实验要求	(182)
七、思考与讨论	(183)
第 21 章 单片机应用系统课程设计	(184)
一、课程设计 1 单片机开发学习机	(184)
二、课程设计 2 单片机数字式电子钟	(184)
三、课程设计 3 单片机电梯控制器	(185)
四、课程设计 4 单片机电子密码锁	(185)
五、课程设计 5 单片机出租车计费器	(186)
六、课程设计报告撰写内容	(186)

下篇 题库与题解

一、判断题	(188)
二、单项选择题	(191)
三、多项选择题	(210)
四、综合题（主教材课后习题参考答案）	(218)
参考文献	(270)

实践教学安排建议

上篇内容所介绍的工具软件是为中篇的实验指导与课程设计做知识准备，应在所有实验开始之前的一周或假期安排学生自学。如果单片机教学课程未选用《单片机应用系统设计技术——基于 C51 的 Proteus 仿真》（第 2 版）（张齐 朱宁西编著）作为主教材，除让学生自学外，还应适当安排 2~4 个课时讲授工具软件的安装和设置，如何建立起硬件设计、软件设计以及调试的全虚拟环境。对于非电类和电路知识较薄弱的一些专业，还应组织学生学习 Proteus ISIS 中与单片机实验有关的元器件的功能和常用仪器仪表的使用方法。

中篇实验部分精选 21 个模块，其内容涵盖单片机基础、全部内部资源和常用的外部扩展资源，任课教师可根据本专业的特点做合理的模块划分和选择调整。

所有的实验项目基于一个开放环境，克服了使用单片机实验教学箱（板）教学中硬件电路固定、实验内容固定、学生不能随意更改等方面的局限性，任课教师可根据每个学生的实际情况，对实验内容和要求做个性化的调整。当仿真实验调试成功后，对于不是很复杂的实验电路，可以在面包板（蜂窝板）上搭电路以验证仿真电路的正确性。如果实验室没有编程器，建议 CPU 选择 AT89S52，可通过串行口把程序代码 hex 文件下载到 CPU 中的程序存储器。

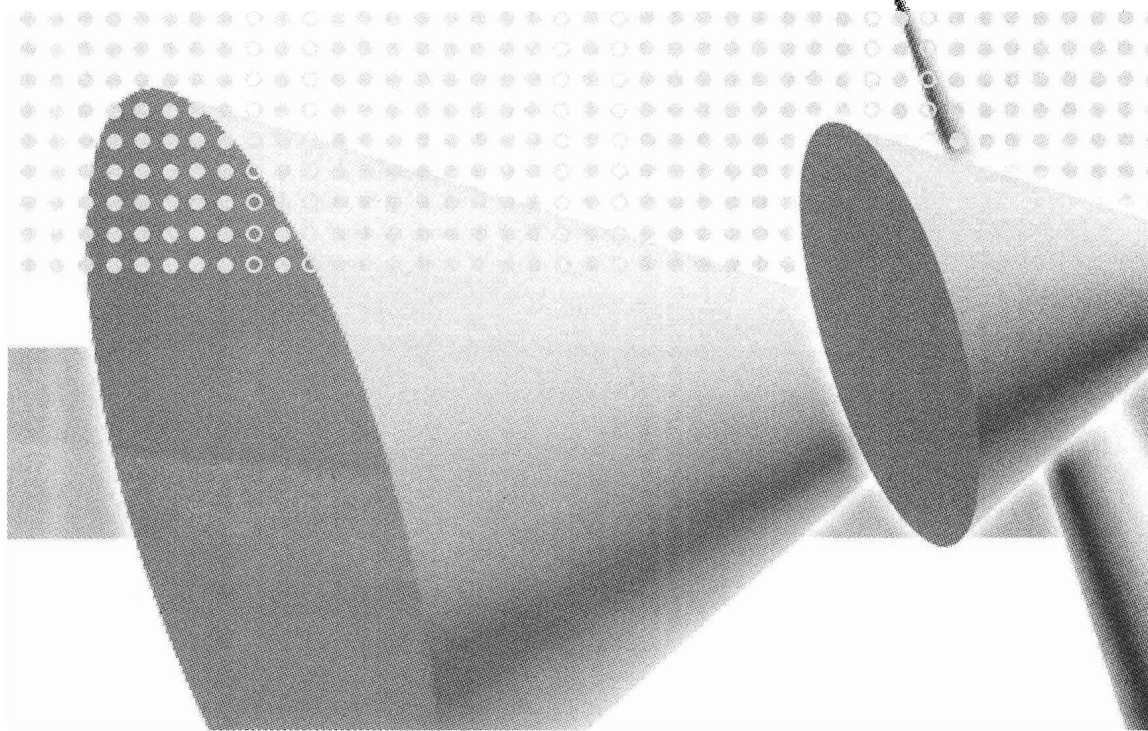
对于课程设计，在 Proteus ISIS 中完成仿真后，在经费许可的情况下，使用 Proteus 7 Professional 中的 ARES 7 Professional 软件的布线功能完成 PCB 图设计，然后制板、焊接元器件，最终制造出真正的单片机应用系统。让学生了解将仿真软件和具体的工程实践如何结合起来，利于学生对工程实践过程的了解和学习。

上 篇

单片机系统仿真工具——Proteus

基于 Proteus 电路设计、Keil C51 程序设计以及两者联合仿真调试的方法，建立起单片机系统硬件电路设计、软件设计以及调试的全虚拟环境，使得全部的设计工作在 PC 上就能完成，可显著提高单片机应用系统的设计开发效率，降低开发风险，这对嵌入式方案设计无疑是一个很好的思路。

下面两章以 Proteus Version 7.4 Professional 为背景讲述如何使用 Proteus 仿真工具 Proteus ISIS 设计单片机系统的仿真电路，以及使用 Proteus ISIS 和 Keil C51 的编程开发工具 μ Vision3 IDE 两者联合调试的方法。有关 Keil C51 的编程开发工具 μ Vision3 IDE 在许多网站有非常详细的学习资料，请同学们自行参考。



第1章 初步认识 Proteus ISIS

传统的单片机系统开发除了需要购置诸如仿真器、编程器、示波器等价格不菲的电子设备外，开发过程也较繁琐。如图 1.1 所示，用户程序需要在硬件完成的情况下才能进行软硬件联合调试，如果在调试过程中发现硬件错误须修改硬件，则要重新设计硬件目标板的 PCB（Printed Circuit Board，印制电路板）并焊接元器件。因此无论从硬件成本还是从开发周期来看，其高风险、低效率的特性显而易见。

来自英国 Labcenter Electronics 公司的 Proteus 软件很好地诠释了利用现代 EDA 工具方便快捷开发单片机系统的优势。英国 Labcenter Electronics 公司推出的 Proteus，可以对基于微控制器的设计连同所有的周围电子器件一起仿真，用户甚至可以实时采用诸如 LED/LCD、键盘、RS-232 终端等动态外设模型来对设计进行交互仿真。Proteus 套件目前在单片机的教学过程中，已越来越受到重视，并被提倡应用于单片机数字实验室的构建之中。Proteus 支持的微处理芯片（Microprocessors Ics）包括 8051 系列、

AVR 系列、PIC 系列、HC11 系列、ARM7/LPC2000 系列以及 Z80 等，集编辑、编译、仿真调试于一体。它的界面简洁友好，可利用该软件提供的

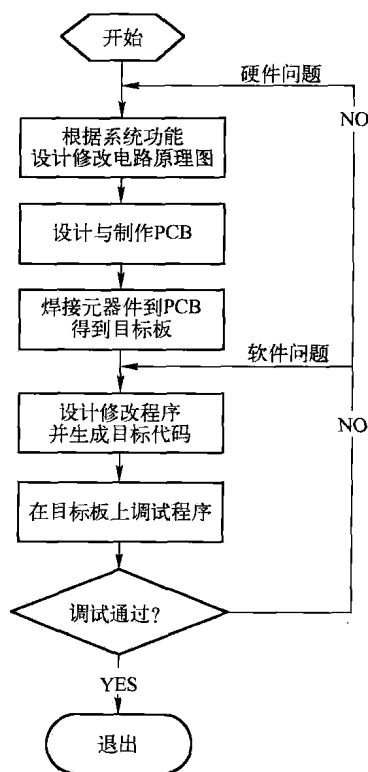


图 1.1 传统的单片机系统设计流程

数千种数字/模拟仿真元器件以及丰富的仿真设备，使得在程序调试、系统仿真时不仅能观察到程序执行过程中单片机寄存器和存储器等内容变化，还可从工程的角度直观地看到外围电路工作情况，非常接近工程应用。另外 Proteus ISIS 还能与第三方集成开发环境（如 Keil C51 的 μ Vision3）进行联合仿真调试，给予开发人员莫大便利。

图 1.2 为基于 Proteus ISIS 仿真软件的单片机系统设计流程，它极大地简化了设计工作，并有效地降低了成本和风险，得到众多单片机工程师的青睐。

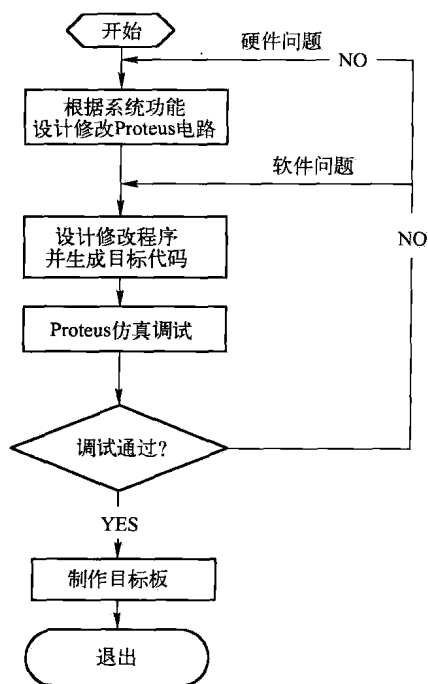


图 1.2 基于 Proteus ISIS 仿真软件的单片机系统设计流程

在 PC 上安装 Proteus 软件后,即可完成单片机系统原理图电路绘制、PCB 设计,更为显著的特点是可以与单片机的 μ Vision3 IDE 工具软件结合进行编程仿真调试。本章以 Proteus Professional 7.4 为背景介绍 Proteus ISIS 在单片机系统设计中的应用。

Proteus 7 Professional 软件主要包括 ISIS 7 Professional 和 ARES 7 Professional,其中 ISIS 7 Professional 用于绘制原理图并可进行电路仿真(SPICE 仿真),ARES 7 Professional 用于 PCB 设计。本书只介绍前者。

1.1 Proteus ISIS 界面介绍

安装完 Proteus 7 Professional 后,通过开始菜单,打开程序中 Proteus 的  ISIS 7 Professional,就可以进入 Proteus ISIS 的开发界面,如图 1.3 所示。

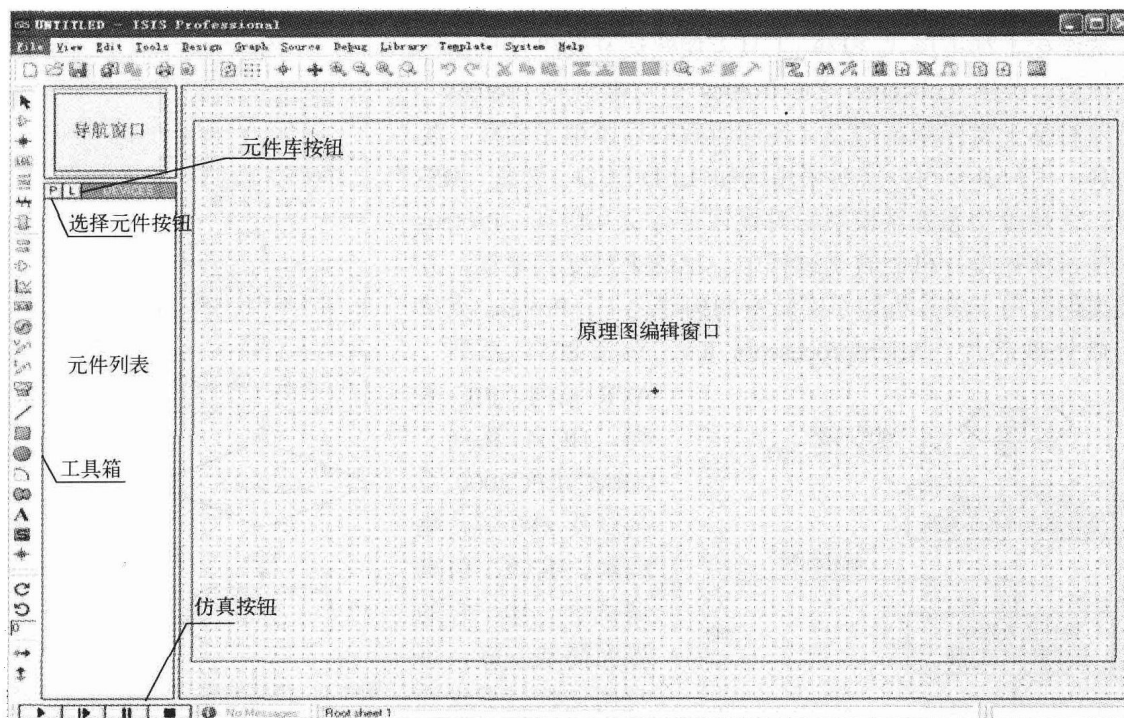


图 1.3 Proteus ISIS 的开发界面

Proteus ISIS 分为三个窗口:导航窗口、元件列表区和原理图编辑窗口。

导航窗口:也称预览窗口,可以显示全部的原理图。当从元件列表区选中一个新的元件对象时,导航窗口还可以预览选中的对象。

元件列表区:画原理图时,显示所选择的全部元器件。

原理图编辑窗口:用于放置元器件,绘制原理图。

工具箱:工具箱提供不同的操作工具,根据选择的不同工具图标,来选择不同的工具,实现不同的功能。对应的图标操作如下:

电路绘制模块

- | | |
|---|--------------------------------|
|  | 选中元器件，对元器件进行相关操作（修改参数，移位等） |
|  | 选取元器件，实现元器件在从元器件列表区到原理图编辑窗口的放置 |
|  | 放置节点 |
|  | 放置标签，相当于网络标号 |
|  | 放置文本 |
|  | 绘制总线 |
|  | 放置子电路 |

配件模块

- | | |
|---|-------------------------------|
|  | 终端接口，有 VCC、地、输入、输出、总线等 |
|  | 器件引脚，用于绘制各种芯片引脚 |
|  | 仿真图表，用于各种分析，如 Noise Analysis |
|  | 录音机，对设计电路分割仿真时采用此模式 |
|  | 信号发生器，可以提供各种激励源 |
|  | 电压探针，可以在仿真时显示该探针点的电压 |
|  | 电流探针，可以在仿真时显示该探针指向支路的电流 |
|  | 虚拟仪表，可以提供各种虚拟测量仪器，如示波器，逻辑分析仪等 |

2D 图形模块

- | | |
|---|--------|
|  | 画各种直线 |
|  | 画各种方框 |
|  | 画各种圆 |
|  | 画各种圆弧 |
|  | 画各种多边形 |
|  | 添加文本 |
|  | 添加符号 |
|  | 添加原点 |

方向工具模块

- | | |
|---|-------------------------|
|  | 按 90°顺时针旋转改变元器件的方向 |
|  | 按 90°逆时针旋转改变元器件的方向 |
|  | 显示转过的角度，顺时针为“-”，逆时针为“+” |
|  | 以 Y 为对称轴，按 180°水平翻转元器件 |
|  | 以 X 为对称轴，按 180°垂直翻转元器件 |

仿真工具栏

- | | | | | |
|---|---|---|---|---------------------------------|
|  |  |  |  | 仿真控制按钮，由左向右功能分别为：运行、单步运行、暂停、停止。 |
|---|---|---|---|---------------------------------|

1.2 Proteus ISIS 仿真资源

Proteus 提供了丰富的资源用于虚拟仿真实验室。

元件库资源包括 30 多个元件库，数千种元件。元件涉及数字和模拟、交流和直流等，具体情况如表 1.1 所列。

表 1.1 主要元件库资源

库 名	元件类型或系列
74STD	74 系列有 AS、F、HC、HCT、LS、S、ALS 等 8 个库
ANALOG	电源电路、555、常规 D/A、A/D 转换器等
BIPOLAR	三极管，有 2N、BX、MJ、TIP、2Tx 等系列
CMOS	CMOS 集成电路
DEVICE	常规元件，如电阻、电容、电感等
DIODE	稳压二极管，有 1N、3EZ、BAZ、BZx、MMBZ、MZD 等系列
ECL	ECL 集成电路
FAIRCHLD	三极管，有 2N、J、MP、PN、U、TIS 等系列
MEMORY	存储器（EPROM、EEPROM、RAM）
MICRO	处理器，有 S1 系列、6800 系列、PIC16 系列、Z80 和相关总线等
NATDAC	A/D、D/A 转换器，有 LF、LM、MF 等系列
NATOA	运算放大器，有 LF、LM、LPC 等系列
OPAMP	运算放大器，有 AD、CA、EL、MC、NE、OPA、TL 等系列
PLD	PLD 集成电路，有 AM16、AM20、AM22、AM29 等系列
TECCOR	晶闸管，有 2N、EC、L、Q、S、T、TCR 等系列
TEXOAC	运算放大器，有 LF、LM、LP、TL、TLC、TLE、TLV 等系列
VALUES	电子管
ZETEX	三极管，二极管，变容二极管等
I ² C MEMS	涉及 24 系列、fm24 系列、m24 系列、nm24 系列等
RESISTORS	电阻元件，涉及的系列比较多
CAPACITORS	电容元件，涉及的系列比较多
DISPLAY	显示元件，数码管有 7seg 系列，液晶显示屏有 LM、MD、PG 等系列
ACTIVE	常规元件和仪器仪表
ASIMMDLS	模拟电路仿真元件等
DSIMMDLS	数字电路仿真元件等

对于一个仿真软件或虚拟实验室，测试的仪器仪表的数量、类型和质量，是衡量实验室是否合格的一个关键因素。在 Proteus 软件包中，不存在同类仪表使用数量的问题，其提供的仪器仪表如表 1.2 所列。

除了表 1.2 所列的测试仪表外，Proteus 还提供了一个图形显示功能，可以将线路上变化的信号，以图形的方式实时地显示出来，其作用与示波器相似但功能更多。图形显示功能如表 1.3 所列。

表 1.2 仪表资源

名 称	备 注
OSCILLOSCOPE	示波器
LOGIC ANALYSER	逻辑分析仪
COUNTER TIMER	计数器
VIRTUAL TERMINAL	(串行口) 虚拟终端
SPI DEBUGGER	SPI 调试器
I ² C DEBUGGER	I ² C 调试器
SIGNAL GENERATOR	信号发生器
PATTERN GENERATOR	模式发生器
DC VOLTMETER	直流电压表
DC AMMETER	直流电流表
AC VOLTMETER	交流电压表
AC AMMETER	交流电流表

表 1.3 图形显示功能

名 称	备 注
ANALOGUE	模拟信号显示
DIGITAL	数字信号显示
MIXED	混合信号显示
FREQUENCY	频谱信号显示
TRANSFER	传递信号显示
NOISE	噪声信号显示
DISTORTION	失真(变形)信号显示
FOURIER	傅里叶变换信号显示
AUDIO	音频信号显示
INTERACTIVE	交互信号显示
CONFORMANCE	性能试验
DC SWEEP	直流扫描信号显示
AC SWEEP	交流扫描信号显示

Proteus 提供了比较丰富的测试信号用于电路的测试。这些测试信号包括模拟信号和数字信号, 如表 1.4 所列。

表 1.4 测试信号资源

信 号	信 号 描 述
DC	直流信号, 参数: 电压值
SINE	交流信号, 参数: 三要素、阻尼因素和幅值偏移
PULSE	脉冲信号, 参数: 初始值、最大值、开始时间、上升时间、下降时间、占空比和频率(周期)
EXP	指数信号, 参数: 初始值、最大值、上升开始时间、上升时间、下降开始时间、下降时间
SFFM	调制信号, 参数: 偏移量、幅值、载波频率、调制指数、信号频率