



高等学校电子信息类“十二五”规划教材

电子设计自动化

—— Proteus 在电子电路
与51单片机中的应用

从宏寿 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类“十二五”规划教材

电子设计自动化

——Proteus 在电子电路与 51 单片机中的应用

从宏寿 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以 Proteus 为平台, 详细介绍了电子电路和单片机的仿真与应用。

全书共 9 章, 第 1~3 章为基础篇, 介绍了 Proteus 软件的相关内容; 第 4~6 章分别介绍了 Proteus 在电路基础、模拟电子技术和数字电子技术中的应用, 并对典型电路进行了仿真分析, 给出了详细的分析步骤和结果; 第 7~9 章介绍了基于 Proteus 单片机的一般应用和综合应用并给出了单片机硬件电路、程序设计思路和源程序。源程序分别采用汇编语言和 C 语言编写, 便于读者比较学习。

本书适合高等学校电类专业的专科生、本科生、研究生和教师使用, 也可供相关工程技术人员参考。

★本书配有电子教案, 有需要的教师可登录出版社网站, 免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计自动化: Proteus 在电子电路与 51 单片机中的应用 / 从宏寿编著.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2012.1

高等学校电子信息类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2678-9

I. ①电… II. ①从… III. ①单片微型计算机—系统设计—应用软件, PROTEUS—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 186534 号

策 划 毛红兵

责任编辑 张 绚 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子信箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21.5

字 数 511 千字

印 数 1~3000 册

定 价 36.00 元

ISBN 978-7-5606-2678-9 / TP·1304

XDUP 2970001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

随着计算机的普及和广泛应用，电类专业的在校生用 EDA(Electronic Design Automation, 电子设计自动化)工具进行模拟试验，以加深对所学内容的理解；工程技术人员借助 EDA 工具设计电子产品。目前应用广泛的 EDA 工具有 Proteus、Multisim、PSPICE、Protel 等。对于单片机系统仿真与应用来说，Proteus 当属首选。

Proteus 是英国 Labcenter 公司开发的电路分析与实物仿真软件，国内代理商为广州风标电子公司。该软件将单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合，非常适合单片机系统的仿真与应用。目前其支持的单片机类型有 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC 系列、Z80 系列、HC11 系列、ARM 系列以及各种外围芯片。该软件除了能实现电子电路与单片机系统的仿真与应用以外，还能生成 PCB 版图，使读者仅用一台 PC 就能在纯软件环境中完成单片机系统的设计与调试、PCB 版图生成，真正实现从概念到产品的整个过程。

Proteus 软件除了能设计硬件电路以外，还提供了程序编辑环境，能设计简单的单片机程序，同时支持第三方软件编译与调试环境，如 Keil μ Vision、MPLAB 等。在 Keil 环境中编写的程序(C 语言程序或汇编程序)经编译以后，能在 Proteus 设计的电路中调试运行，并可实现 Keil 和 Proteus 联调。

相对于其它 EDA 工具(如 Multisim)，Proteus 也存在一些不足之处。第一，Proteus 元器件库的组织不如 Multisim 直观；第二，Proteus 提供的适用于电子电路的虚拟仪器不如 Multisim 全面；第三，Proteus 提供的分析方法比 Multisim 要少。尽管如此，Proteus 仍是一款优秀的 EDA 工具软件。为了方便读者学习和使用此软件，作者特编写了此书。

全书共 9 章，第 1~3 章为基础篇，介绍了 Proteus 软件的相关内容；第 4~6 章分别介绍了 Proteus 在电路基础、模拟电子技术、数字电子技术中的应用，并对典型电路进行了仿真分析，给出了详细的分析步骤和结果；第 7~9 章介绍了基于 Proteus 的单片机的应用和综合应用并给出了单片机硬件电路、程序设计思路和源程序。源程序分别采用汇编语言和 C 语言编写，便于读者比较学习。

本书可供初学者或有一定基础的读者使用。初学者可先学习前 3 章，熟悉并掌握 Proteus 软件的应用后，再学习后续的内容。有一定基础的读者可直接学习第 4~9 章的内容。

本书内容全面、实例丰富、系统性强，有很强的应用性。与目前出版的同类书籍相比，本书较详细地介绍了 Proteus 在电子电路中的应用，包括电路基础、模拟电子技术、数字电子技术等内容，选用了大量的典型电路，给出了仿真分析的过程和结果，并对仿真过程中的一些现象进行了深入的分析 and 探讨。对于单片机应用，本书以 AT89C51 在 Proteus 平台下的仿真为核心，内容包括单片机的一般应用和综合应用。一般应用包括单片机的输入输出端口仿真与应用、键盘扫描仿真与应用、LCD 仿真与应用、中断优先级仿真与应用、定时器电路的仿真分析、外部中断仿真与应用以及单片机串口通信仿真与应用；综合应用包括 ADC/DAC 应用、一线制总线仿真与应用、I²C 总线仿真与应用以及电动机的仿真与应用

等，并对单片机部分外围芯片的原理与应用技术做了详细的介绍。本书中的所有硬件电路和软件程序均在 Proteus 和 Keil 环境中调试通过。

高等学校电类专业的在校生通过本书的学习，可有效提高分析问题、解决问题的能力 and 理论联系实际的水平，增加工程观念，进而促进专业素质的提高和专业技术的完善；工程技术人员以本书作为参考，可有效提高设计效率、改进设计思路。

本书由安徽工业大学从宏寿编著。安徽工业大学程卫群、孙金民、马小三、程竹明和北华大学曲萍萍老师参与了部分内容的编写和书稿的校对工作。

在编撰过程中，得到了安徽工业大学章家岩教授、李绍铭教授的热心指导，还得到了刘一凡老师和刘升老师的热情帮助和支持。广州风标电子公司的李忠工程师为本书的撰写提供了技术资料并给予了鼎力支持。在此对他们表示衷心的感谢！另外，在本书的编撰过程中，参阅了大量电子电路和单片机方面的书籍和技术资料，在此对这些著作的原作者也表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些不足之处，恳请读者批评指正。

作者的电子邮箱：agdchs@ahut.edu.cn。

编著者

2011 年 4 月

目 录

第 1 章 Proteus 概述1	第 3 章 Proteus 虚拟仪器56
1.1 Proteus 的功能与特点.....1	3.1 Proteus ISIS 虚拟仪器.....56
1.1.1 Proteus 的功能.....1	3.2 示波器.....56
1.1.2 Proteus 的特点.....2	3.3 逻辑分析仪.....59
1.2 Proteus 仿真环境.....2	3.4 计数器/定时器.....61
1.3 Proteus ISIS 工作界面的基本元素.....3	3.5 虚拟终端.....64
1.3.1 菜单.....3	3.6 SPI 调试器.....66
1.3.2 Proteus 工具栏.....9	3.7 I ² C 调试器.....68
1.4 创建自己的仿真电路.....10	3.8 信号源.....69
1.4.1 创建简单电路.....10	3.9 模式发生器.....73
1.4.2 创建复杂电路(层次电路设计).....15	3.10 电压表与电流表.....76
1.4.3 创建模拟动画仿真电路.....19	本章小结.....77
1.4.4 创建数字动画仿真电路.....21	第 4 章 Proteus 在电路基础中的
1.5 Proteus 仿真分析入门.....23	应用78
1.5.1 交互式仿真.....23	4.1 叠加定理的仿真分析.....78
1.5.2 基于图表仿真分析.....26	4.2 戴维南定理的仿真分析.....80
1.6 Proteus 整体功能预览.....29	4.3 三相电路的仿真分析.....81
1.6.1 流水灯硬件电路的设计.....29	4.3.1 三相电路的电压测量.....81
1.6.2 流水灯控制程序设计.....30	4.3.2 三相电路的功率测量.....82
1.6.3 流水灯控制系统的仿真与调试.....32	4.4 电路过渡过程的仿真分析.....83
1.6.4 流水灯控制系统的 PCB	本章小结.....85
版图设计.....34	第 5 章 Proteus 在模拟电子技术中的
本章小结.....41	应用86
第 2 章 Proteus 元器件库与激励源43	5.1 半导体二极管的特性与应用.....86
2.1 Proteus ISIS 元器件库.....43	5.1.1 二极管开关电路的仿真分析.....86
2.1.1 Proteus ISIS 的元器件	5.1.2 二极管限幅电路的仿真分析.....87
库分类列表.....43	5.2 单管放大电路的仿真分析.....88
2.1.2 Proteus ISIS 的元器件	5.2.1 单管共射放大电路的仿真分析.....88
库子类列表.....44	5.2.2 单管共集放大电路和单管共基
2.2 Proteus ISIS 激励源.....51	放大电路的分析.....91
2.2.1 Proteus ISIS 激励源概述.....51	5.3 差分放大电路的仿真分析.....93
2.2.2 用脚本语言编程产生信号源.....52	5.3.1 差模信号的放大作用分析.....93
本章小结.....55	5.3.2 共模信号的抑制效果分析.....95
	5.4 负反馈放大电路的仿真分析.....96

5.4.1	负反馈对放大倍数的影响	96	6.4.3	555 定时器构成多谐振荡器	144
5.4.2	负反馈对输入输出电阻的影响	98	6.4.4	555 定时器构成单稳态触发器	145
5.4.3	负反馈对放大电路频率特性的影响	100	6.5	数字电路的综合应用仿真分析	146
5.5	运算电路的仿真分析	102	6.5.1	交通管理系统设计	146
5.5.1	反相比例运算电路的仿真分析	103	6.5.2	多路抢答器的设计	159
5.5.2	同相比例运算电路的仿真分析	104	6.5.3	复杂电子电路系统设计与仿真时应注意的事项	166
5.5.3	加减运算电路的仿真分析	106	本章小结	167	
5.5.4	积分运算电路的仿真分析	107	第 7 章 51 单片机的程序编制与调试	168	
5.5.5	微分运算电路的仿真分析	109	7.1	Proteus 环境中的程序编制与调试	168
5.6	振荡电路的仿真分析	110	7.1.1	源程序编制	168
5.6.1	正弦波振荡电路的仿真分析	110	7.1.2	源程序的编译与调试	171
5.6.2	矩形波振荡电路的仿真分析	113	7.2	Keil μ Vision 中的程序编制与调试	174
5.6.3	三角波发生电路的仿真分析	114	7.2.1	创建工程文件	174
5.6.4	集成函数发生器 ICL8038 的应用	115	7.2.2	创建源程序文件	177
5.7	功率放大电路的仿真分析	117	7.2.3	添加源程序文件至工程文件	177
5.8	直流电源的仿真分析	120	7.2.4	程序编译与调试	178
本章小结	121	7.2.5	单片机硬件电路的设计与程序加载	180	
第 6 章 Proteus 在数字电子技术中的应用	122	7.3	Keil 与 Proteus 联调	180	
6.1	组合电路的仿真分析	122	7.3.1	安装联调插件	180
6.1.1	编码器仿真分析	122	7.3.2	在 Keil 中创建工程文件并配置联调选项	181
6.1.2	译码器仿真分析	123	7.3.3	编译工程文件	181
6.1.3	数据选择器仿真分析	124	7.3.4	在 Proteus 中创建硬件电路并配置联调选项	182
6.1.4	全加器仿真分析	126	7.3.5	Keil 与 Proteus 联调	183
6.1.5	数值比较器仿真分析	127	本章小结	183	
6.2	触发器的仿真分析	128	第 8 章 基于 Proteus 的 51 单片机一般应用	185	
6.2.1	SR 锁存器仿真分析	128	8.1	基本输入输出的仿真与应用	185
6.2.2	时钟触发器仿真分析	129	8.1.1	仿真电路	185
6.2.3	时钟触发器相互转换	132	8.1.2	控制程序	186
6.2.4	触发器的应用	135	8.1.3	仿真分析	186
6.3	时序电路的仿真分析	137	8.2	键盘扫描的仿真与应用	186
6.3.1	寄存器仿真分析	137	8.2.1	仿真电路	186
6.3.2	计数器仿真分析	139	8.2.2	控制程序	187
6.3.3	序列信号发生器仿真分析	140	8.2.3	仿真分析	190
6.4	555 定时器应用电路的仿真分析	142			
6.4.1	555 定时器的功能特点	142			
6.4.2	555 定时器构成施密特触发器	143			

8.3 LCD 的仿真与应用	191	9.2.3 I ² C 24C01C 应用电路设计与 仿真	267
8.3.1 仿真电路	191	9.3 时钟芯片 DS1302 的仿真与应用	276
8.3.2 LCD1602 简介	191	9.3.1 DS1302 简介	276
8.3.3 控制程序	193	9.3.2 DS1302 应用电路设计	278
8.3.4 仿真分析	200	9.3.3 电子钟控制程序设计	279
8.4 中断优先级的仿真与应用	200	9.3.4 电子钟的仿真分析	290
8.4.1 仿真电路	200	9.4 温度传感器 DS18B20 的仿真与 应用	292
8.4.2 控制程序	201	9.4.1 1-Wire 总线简介	292
8.4.3 仿真分析	204	9.4.2 DS18B20 简介	293
8.5 定时器的仿真与应用	204	9.4.3 DS18B20 应用电路设计	294
8.5.1 创建电路	204	9.4.4 温度控制系统程序设计	295
8.5.2 控制程序	205	9.4.5 温度控制系统的仿真分析	309
8.5.3 仿真分析	210	9.5 电动机的仿真与应用	311
8.6 单片机串行通信的仿真与应用	210	9.5.1 步进电机的仿真与应用	311
8.6.1 双机单向通信	210	9.5.2 直流电机的仿真与应用	315
8.6.2 双机双向通信	218	9.6 交通管理系统的仿真与应用	319
8.6.3 单片机间的多机通信	227	9.6.1 交通管理系统的设计要求	319
8.6.4 单片机和 PC 机串口通信 (单片机与串口调试助手通信).....	239	9.6.2 交通管理系统的电路设计	319
8.6.5 单片机和 PC 机串口通信 (单片机与 VB 应用程序通信).....	246	9.6.3 交通管理系统的程序设计	319
本章小结	252	9.6.4 交通管理系统的仿真分析	326
第 9 章 单片机综合应用仿真	253	9.7 多路抢答器的仿真与应用	327
9.1 模/数转换器和数/模转换器的 仿真与应用	253	9.7.1 多路抢答器的设计要求	327
9.1.1 用 ADC0808 实现数字电压表	253	9.7.2 多路抢答器的电路设计	328
9.1.2 用 DAC0832 实现信号发生器	259	9.7.3 多路抢答器的程序设计	328
9.2 存储器 I ² C24C01C 的仿真与应用	264	9.7.4 多路抢答器的仿真分析	333
9.2.1 I ² C 总线简介	264	本章小结	335
9.2.2 I ² C 24C01C 芯片简介	265	参考文献	336

第 1 章 Proteus 概述

内容提要

本章将系统介绍 Proteus 的仿真环境和快速入门的有关知识。

文中首先概括了 Proteus 的功能与特点；然后详细介绍了 Proteus 的仿真环境，包括 Proteus 的工作界面、菜单、工具栏等基本元素；接着简单介绍了该软件快速入门的有关知识，包括仿真电路的创建、仿真分析入门等；最后以流水灯为例，完整介绍了从电路设计、软件编程与调试、软硬件联调直至 PCB 版图生成的整个过程。

通过本章的学习，读者可在短时间内获得对 Proteus 的概括性认识。

Proteus 是一款集单片机仿真与 SPICE 分析于一身的 EDA 仿真软件，1989 年由英国 Labcenter 公司研发成功，经过 20 余年的发展，现已成为 EDA 市场上性价比高、性能强的一款电子电路与单片机仿真软件。2005 年 Proteus 由广州风标公司代理引入中国市场，现已广泛应用于高校的电子技术与单片机的教学、实验以及电子公司的产品研发与生产中。

该软件将单片机模型、混合电路仿真、高级图形仿真、虚拟仪器、DLL(动态器件库)、外设模型、单片机软仿真器、第三方的编译器和调试器等有机结合在一起，真正实现了在计算机上完成从原理图设计、电路分析与仿真到单片机代码调试及仿真、系统测试与功能验证，再到形成 PCB 版图的整个过程。

1.1 Proteus 的功能与特点

1.1.1 Proteus 的功能

Proteus ISIS 是英国 Labcenter 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、分析各种模拟器件和集成电路。该软件的功能包括：

- 实现了单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合。它具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成系统的仿真、RS232 接口的动态仿真、I²C 调试器仿真、SPI 调试器仿真、键盘和 LCD 仿真等功能；有各种虚拟仪器可供仿真调试使用，如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。
- 支持主流单片机系统的仿真。目前支持的单片机类型有 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC 系列、Z80 系列、HC11 系列、ARM 系列以及各种外围芯片。
- 提供软件调试功能。在系统仿真时该软件具有全速、单步、设置断点等调试功能，

可以观察各个变量、寄存器、内部 RAM 的当前状态，同时支持第三方的软件编译和调试环境，如 Keil C51 μ Vision3 软件。

- 具有强大的原理图绘制功能。利用软件提供的元器件库可绘制模拟电路、数字电路、模拟与数字混合电路、单片机应用电路(在一个仿真电路工作区可同时放置多个单片机芯片)。

总之，该软件是一款集单片机仿真和 SPICE 分析于一身的 EDA 软件，功能极其强大。就单片机应用系统的仿真而言，Proteus 软件具有独一无二的地位。

1.1.2 Proteus 的特点

Proteus 的主要特点如下：

- 支持 ARM7、PIC、AVR、HC11 以及 8051 系列的微处理器 CPU 模型，且更多被支持的模型正在开发中，更新信息可参见 Proteus 网页。
- 交互外设模型有 LCD、RS232 终端、通用键盘、开关、按钮、LED 等。
- 强大的调试功能，如访问寄存器与内存、设置断点和单步运行模式。
- 支持如 IAR、Keil、MPLAB 和 Hitech 等开发工具的源码 C 和汇编的调试。
- 一键“make”特性，按一个键即可完成编译与仿真操作。
- 内置超过 6000 个标准 SPICE 模型，完全兼容制造商提供的 SPICE 模型。
- 基于工业标准的 SPICE3F5 混合模型电路仿真器。
- 14 种虚拟仪器：示波器、逻辑分析仪、信号发生器、规程分析仪等。
- 高级仿真包含强大的基于图形的分析功能：模拟、数字和混合瞬时图形分析、频率特性分析、噪声分析、失真分析、傅立叶分析以及音频分析等。
- 模拟信号发生器包括直流信号、正弦信号、脉冲信号、分段线性电压源、音频信号、指数信号、单频 FM 等；数字信号发生器包括尖脉冲、脉冲、时钟和码流等。
- 集成 Proteus PCB 设计，形成完整的电子设计系统。

Proteus VSM 还能提供扩展的调试功能，包括在汇编或 C 等高级语言下设置断点、单步和显示变量。VSM 架构允许用户附加动态模型，很多类型的动态模型无需编程就可创建。开发者将在一个文件化的界面下编写自己的模型(类似 Windows DLL)，这些模型既能实现纯粹电子特征，又能组合图形化特征，因此几乎所有特定外设的应用都能被仿真。

1.2 Proteus 仿真环境

Proteus 是一个集成的仿真开发环境，集元器件库和虚拟仪器于一体。用户可以在 Proteus 环境中进行仿真电路的创建、虚拟仪器的添加、仿真参数的设置、电路的仿真分析，并在最后生成所需要的 PCB 版图。用户在应用 Proteus ISIS 仿真软件时，其仿真环境采用默认设置即可，也可根据需要设置自己的仿真环境。

Proteus ISIS 的工作界面如图 1-1 所示。它的基本元素主要包括菜单栏、工具栏、仿真电路编辑区等。工作界面中的工具栏、视图工具栏及其他工具栏均可在菜单中找到。详细内容见 1.3.2 节。

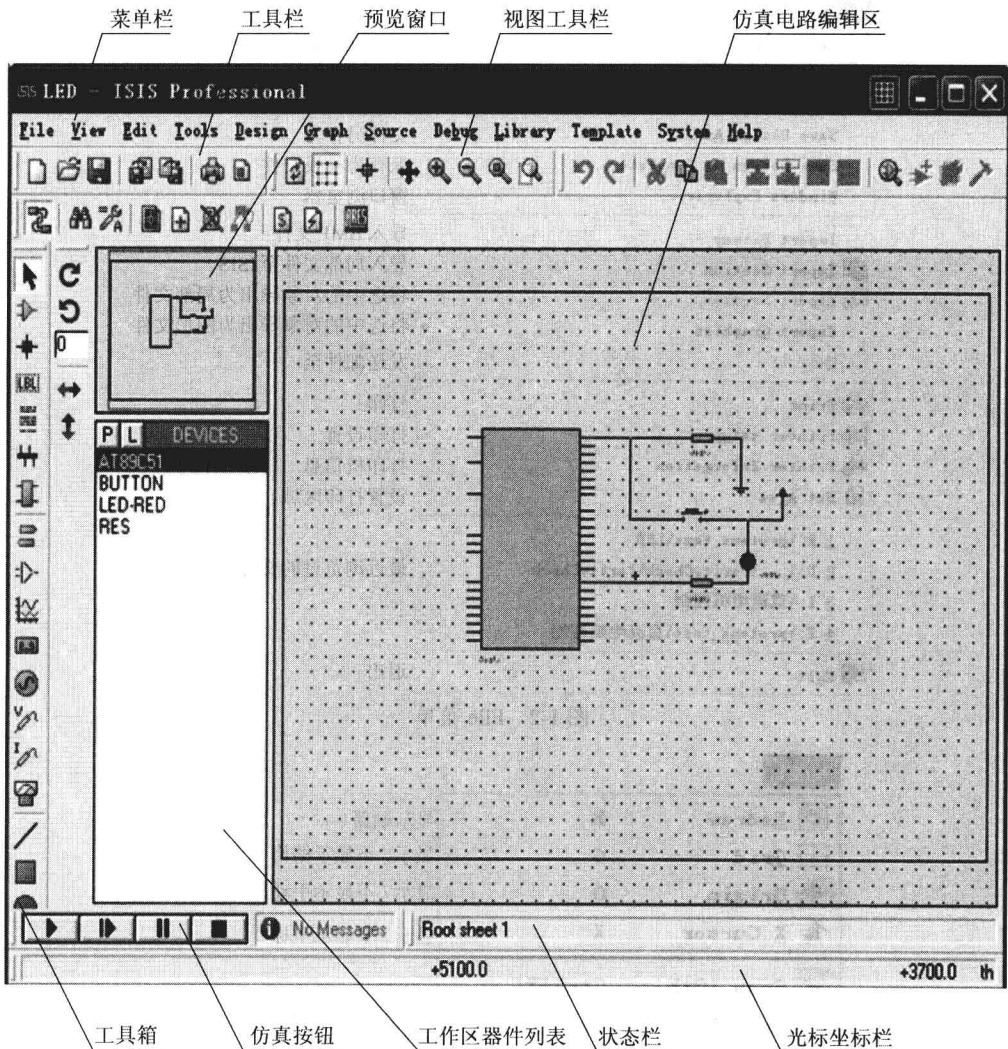


图 1-1 Proteus ISIS 的工作界面

1.3 Proteus ISIS 工作界面的基本元素

1.3.1 菜单

1. File 菜单

File 菜单如图 1-2 所示。它包含了常规的文件操作命令。

2. View 菜单

View 菜单如图 1-3 所示。它可以实现仿真电路工作区栅格、坐标、工具栏的显示/隐藏以及电路图的放大/缩小等功能。

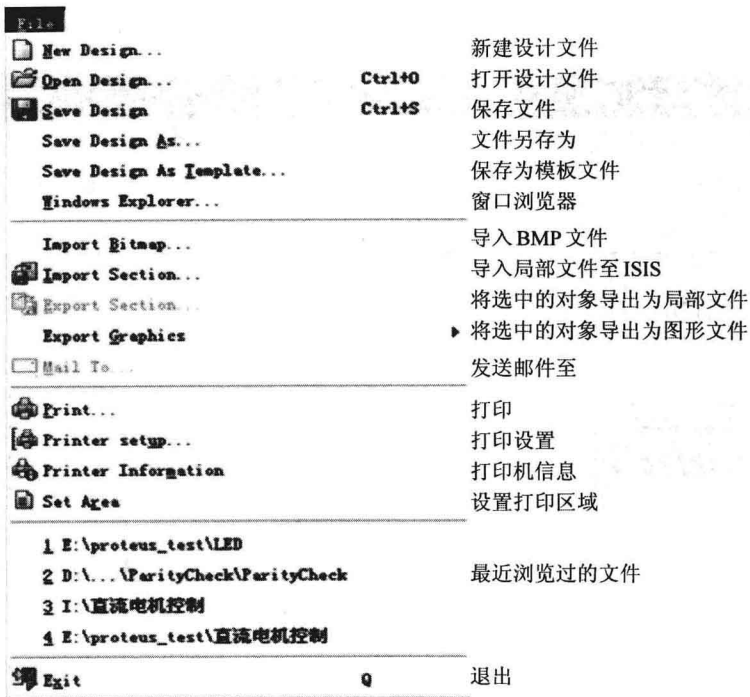


图 1-2 File 菜单

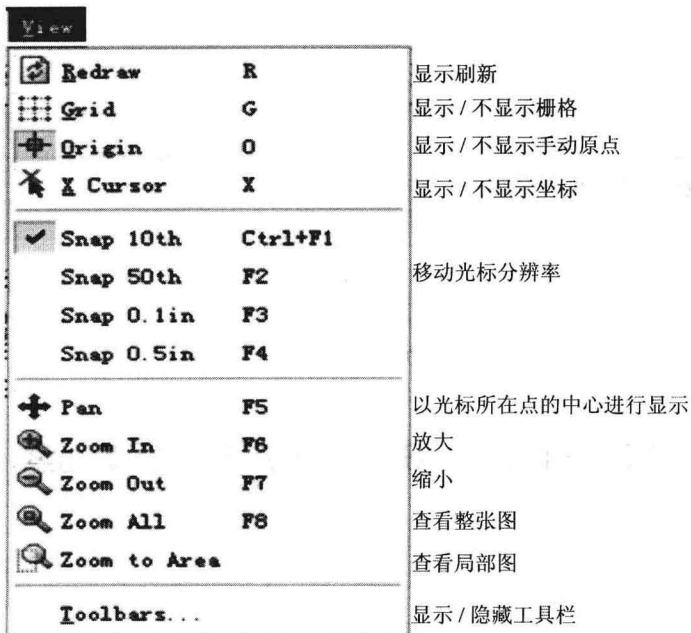


图 1-3 View 菜单

3. Edit 菜单

Edit 菜单如图 1-4 所示。

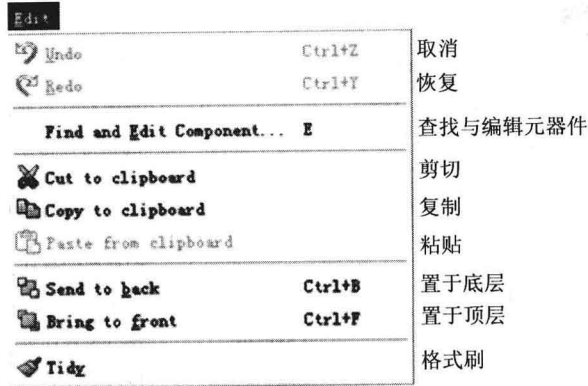



图 1-4 Edit 菜单

4. Tools 菜单

Tools 菜单如图 1-5 所示。它可以实现仿真电路的连线标注、元器件的整体编号(如仿真电路所有电容的整体按序编号)、电气规则检查,还可将仿真电路的网表文件直接导出至 ARES 中(生成 PCB 版图)。尤其是使用属性标注工具命令  Property Assignment Tool... A, 可实现电路连线的自动按序标注(如单片机端口连线的按序标注)、元器件数值的整体标注功能(如多个相同电阻阻值的整体标注)。

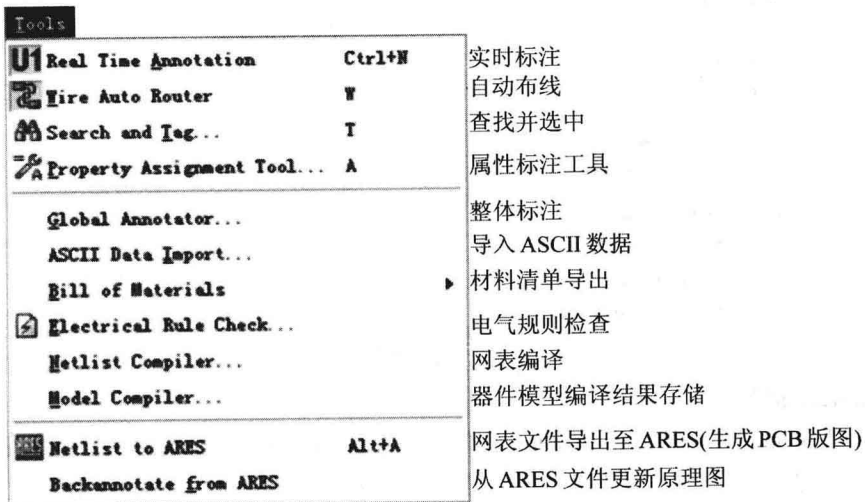


图 1-5 Tools 菜单

5. Design 菜单

Design 菜单如图 1-6 所示。它可以实现设计文件属性的编辑、设计页属性的编辑等功能。

6. Graph 菜单

Graph 菜单如图 1-7 所示。在对电路进行图表分析时,利用 Graph 菜单提供的命令可实现编辑图表分析参数、添加分析结点、运行图表仿真等操作。

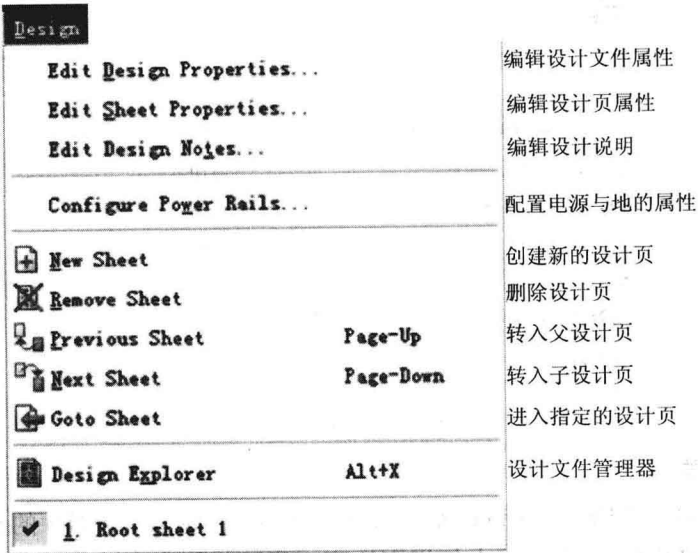


图 1-6 Design 菜单

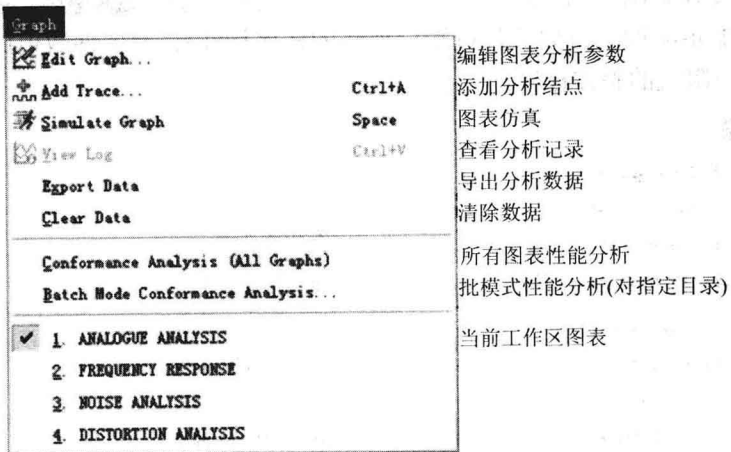


图 1-7 Graph 菜单

7. Source 菜单

Source 菜单如图 1-8 所示。Proteus 软件提供了单片机源程序的编辑工具，Source 菜单可创建单片机源程序文件，实现单片机源程序的输入与编辑、源程序编译等功能。

注：对于简单的程序，可借用该编辑工具(该编辑工具对源程序中的命令字、编号等未给出特殊标注)，而对较复杂的程序，最好借用第三方软件(如 Keil)完成编辑与编译工作。

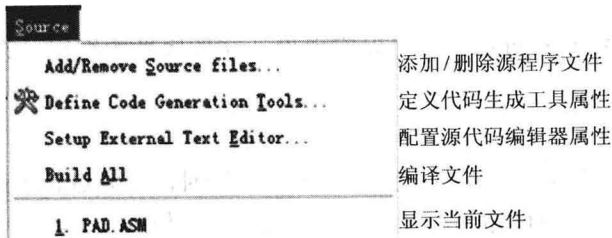


图 1-8 Source 菜单

8. Debug 菜单

Debug 菜单如图 1-9 所示。在单片机控制系统交互仿真时，可使用 Debug 菜单提供的命令实现单片机控制系统的实时调试，并获得调试记录及 CPU 寄存器的内容。



图 1-9 Debug 菜单

9. Library 菜单

Library 菜单如图 1-10 所示。它可以实现元器件的拾取、制作以及元器件库的管理等功能。

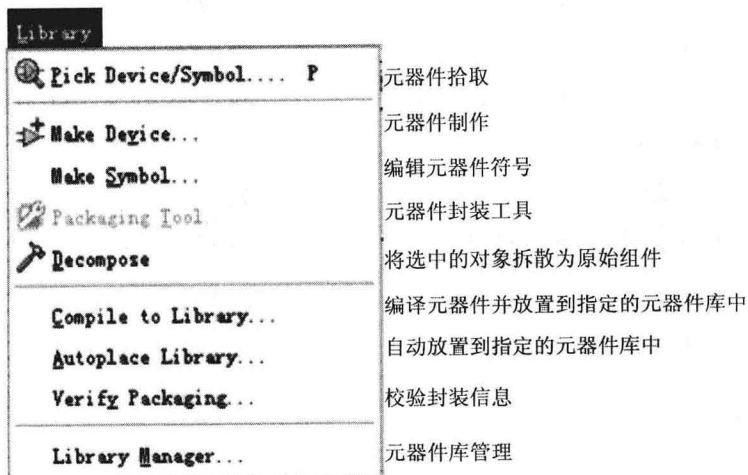


图 1-10 Library 菜单

10. Template 菜单

Template 菜单如图 1-11 所示。它可以实现编辑设计文件属性、编辑图形颜色、编辑图形样式等功能。



图 1-11 Template 菜单

11. System 菜单

System 菜单如图 1-12 所示。它可以实现系统环境和仿真选项的配置功能。



图 1-12 System 菜单

1.3.2 Proteus 工具栏

Proteus 工具栏如图 1-13 所示。

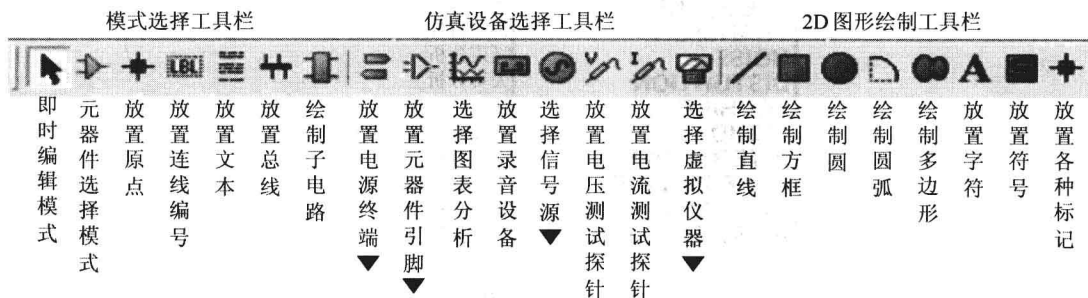





图 1-13 Proteus 工具栏

在 Proteus ISIS 环境中，通过菜单可定制工具栏，充分利用工具栏可给电路的创建与仿真带来方便。Proteus ISIS 常用的工具栏有模式选择工具栏、仿真设备选择工具栏、2D 图形绘制工具栏。

通过模式选择工具栏，可选择相应的操作模式。如放置元器件，可单击按钮“”；绘制总线，可单击按钮“”。通过仿真设备选择工具栏，可挑选需要的仿真设备，如电源终端、虚拟仪器、分析图表等。通过 2D 图形绘制工具栏，可绘制各种二维图形。

注：图中带“▼”的按钮表示其含有多个选择对象，如选择虚拟仪器按钮“”，其中包含多种虚拟仪器可供选择，分别如图 1-14~图 1-17 所示。

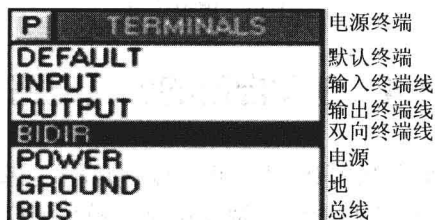


图 1-14 电源终端

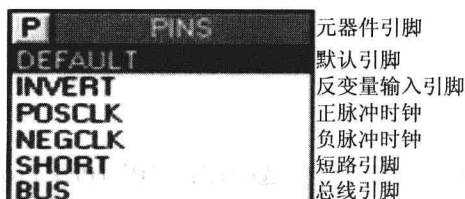


图 1-15 元器件引脚