



高职高专电子信息类专业“十二五”课改规划教材

基于PROTEUS电路 及单片机仿真教程

■主 编 熊建平

■副主编 马鲁娟 李益民



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专电子信息类专业“十二五”课改规划教材

基于 PROTEUS 电路及单片机仿真教程

主 编 熊建平

副主编 马鲁娟 李益民

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

PROTEUS 是目前最先进的原理图设计与仿真平台之一,它在计算机上实现了电路原理图设计、调试及仿真、系统测试与功能验证,到形成 PCB 的完整设计研发过程。与其它 EDA 工具相比,PROTEUS 具备独一无二的系统仿真功能。

本书共分为 7 章,内容包括 PROTEUS 概述、PROTEUS 从概念到产品的快速设计过程、PROTEUS 虚拟仿真工具、基于 PROTEUS ISIS 的电路仿真、基于 PROTEUS ISIS 的模拟电路仿真、基于 PROTEUS ISIS 的数字电路仿真、基于 PROTEUS ISIS 的单片机电路仿真。

本书可作为高等职业院校电子信息类、机电类专业与职工大学、函授大学、电视大学等相关专业的教材,也可作为有关工程技术人员的参考书,还可作为 PROTEUS 培训教材和 PROTEUS 爱好者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基于 PROTEUS 电路及单片机仿真教程/熊建平主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.1

高职高专电子信息类专业“十二五”课改规划教材

ISBN 978-7-5606-2972-8

I. ① 基… II. ① 熊… III. ① 单片微型计算机—系统仿真—应用软件—高等学校—教材

IV. ① TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 002901 号

策 划 毛红兵

责任编辑 许青青 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 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 12.5

字 数 289 千字

印 数 1~3000 册

定 价 25.00 元

ISBN 978-7-5606-2972-8/TP

XDUP 3264001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

PROTEUS 仿真平台进入中国已经有 7 年了，作为一款系统设计仿真开发软件，它为电子技术、单片机、嵌入式系统的教学、实验与实训提供了一个统一的平台，极大地影响了中国电子技术专业的教学模式，其成果得到了中国教育界的广泛好评。

深圳职业技术学院作为中国职业教育的龙头，多年前就开始探讨、研究 PROTEUS 仿真软件应用于电子技术与单片机课程教学的可行性，并最终建立了工业中心的 PROTEUS 仿真实验室。该实验室为中心的教学创新和学生的课堂内外学习提供了良好的平台环境。

本书写作团队作为一线的电子类专业教师，在长期的教学实践中一直探索将 PROTEUS 用于教学、实验与实训等环节的实现模式，并积累了丰富的经验与资源。

本书详细介绍了 PROTEUS 从原理图设计、电路仿真、系统仿真到 PCB 设计全过程的应用技巧，并将电路基础、数字电路、模拟电路、单片机等课程内容融汇到仿真实训中，既适合作为教材，又可作为 PROTEUS 培训用书或参考书。

感谢作者们的辛勤劳动，祝贺本书顺利出版！作为 Labcenter 在中国区的合作伙伴，风标电子将一如既往地为广大用户提供技术支持与服务。

广州市风标信息技术有限公司总经理

匡载华

2012 年 12 月

前 言

PROTEUS 软件是由英国 Labcenter Electronics 公司开发的 EDA 工具软件,是一个集电路基础、模拟电路、数字电路、模数混合电路以及多种微控制器系统为一体的系统设计和仿真平台,是目前世界上最先进、最完整的电子类仿真平台之一。

《基于 PROTEUS 电路及单片机仿真教程》是电子信息类专业学生学习电路基础、模拟电子技术、数字电子技术、单片机应用技术等课程的参考书,是编者总结多年的教学体会和经验而编写的。

本书共分为 7 章。其中,第 1 章为 PROTEUS 概述,介绍 PROTEUS 软件的安装及编辑环境和系统环境的个性化设置;第 2 章以流水控制灯电路为实例详细介绍 PROTEUS 从概念到产品的快速设计过程,包括原理图设计及 PCB 设计;第 3 章详细介绍 PROTEUS 虚拟仿真工具,包括激励源、虚拟仪器、探针及仿真图表等;第 4 章介绍基于 PROTEUS ISIS 的电路仿真;第 5 章介绍基于 PROTEUS ISIS 的模拟电路仿真;第 6 章介绍基于 PROTEUS ISIS 的数字电路仿真,并结合 PROTEUS ISIS 进行模数课程设计;第 7 章介绍基于 PROTEUS ISIS 的单片机电路仿真,并结合 PROTEUS ISIS 进行单片机课程设计。附录 A 和附录 B 分别是 PROTEUS 元件库及 PROTEUS 常用元件中英文对照表。

本书的内容体系安排灵活,将理论教学与 PROTEUS 实践教学融于一体,突出教、学、做的教学模式。在教学中,既可以先让学生先学理论知识再做对应的实训仿真项目,也可以先做实训仿真项目让学生有感性认识,从中引导出相关的理论问题,激发出学生“解决”这些问题的欲望,继而展开基础理论教学,保证理论教学与实践教学同步进行。

本书内容新颖,操作简单,取材恰当,满足 PROTEUS 仿真课程的教学要求,重点突出 PROTEUS 的仿真技术,书中选取了大量的实训项目供读者选用。在系统学习完模数和单片机课程之后,可选用本书的课程设计实例对课程进行系统总结设计,这对课程理解是极大的补充。书中电路图均在 PROTEUS 软件中绘制而成,由于软件的特殊性,图中部分元器件以及单位与国标不符,请读者在使用中加以注意。

本书学时数为 50~70,具体安排如下:第 1 章 2~4 学时,第 2 章 4~6 学时,第 3 章 6~12 学时,第 4 章 8~10 学时,第 5 章 10~12 学时,第 6 章 10~12 学时,第 7 章 10~14 学时,使用者可根据具体情况增减学时。

本书由深圳职业技术学院电子技术基础教研室的老师编写。熊建平老师编写第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 5 章、第 6 章以及附录 A 和附录 B,并负责总体策划、电路图绘制及全书统稿工作;李益民老师编写第 4 章;熊建平和马鲁娟老师共同编写第 7 章;陶健贤、冯裕和朱什俊三位老师对本书的所有实训仿真进行了验证。

为方便读者学习,本书配备了一张多媒体光盘,光盘中收集了书中所有仿真原图、单片机源程序、工具软件等内容。

本书在编写过程中得到了深圳职业技术学院王瑾、何惠琴、刘丽莎、宋志家等，广州市风标电子科技有限公司总经理匡载华，以及西安电子科技大学出版社毛红兵、许青青的大力帮助，在此向为本书出版作出贡献的朋友们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在一些疏漏和不妥之处，恳请广大读者积极提出批评和改进意见。

编 者
2012 年 10 月

目 录

第 1 章	PROTEUS 概述	1
1.1	PROTEUS 简介	1
1.2	PROTEUS 的安装	3
1.2.1	安装环境	3
1.2.2	安装步骤	3
1.2.3	产品升级	6
1.3	PROTEUS 7.8 编辑环境	7
1.3.1	PROTEUS 编辑环境简介	7
1.3.2	PROTEUS 编辑环境设置	8
1.4	PROTEUS 7.8 系统环境	9
1.4.1	环境设置	9
1.4.2	快捷键设置	10
1.4.3	路径设置	10
1.4.4	图纸大小设置	11
1.4.5	动画选项设置	11
第 2 章	PROTEUS 从概念到产品的快速设计过程	13
2.1	PROTEUS ISIS 电路原理图设计	13
2.1.1	PROTEUS ISIS 电路原理图设计步骤	13
2.1.2	PROTEUS ISIS 绘图工具栏	22
2.2	PROTEUS ARES PCB 设计	25
第 3 章	PROTEUS 虚拟仿真工具	35
3.1	激励源	35
3.1.1	直流电源(DC)设置方法	36
3.1.2	正弦波发生器(SINE)设置方法	37
3.1.3	脉冲发生器(PULSE)设置方法	38
3.1.4	数字时钟信号发生器(DCLOCK)设置方法	39
3.2	虚拟仪器	41
3.2.1	示波器(OSCILLOSCOPE)	41
3.2.2	定时/计数器(COUNTER TIMER)	43
3.2.3	信号发生器(SIGNAL GENERATOR)	46
3.2.4	逻辑分析仪(LOGIC ANALYSER)	47
3.2.5	电压表和电流表(VOLTMETER & AMMETER)	49
3.3	探针与仿真图表	50

3.3.1 探针	51
3.3.2 仿真图表	52
第 4 章 基于 PROTEUS ISIS 的电路仿真	58
4.1 戴维南定理实训	58
4.2 叠加定理实训	59
4.3 基尔霍夫电压电流定律实训	61
4.4 RC 移相电路实训	61
4.5 LC 串联谐振电路实训	63
4.6 RC 微分、积分及耦合电路实训	65
4.7 继电器电路实训	67
第 5 章 基于 PROTEUS ISIS 的模拟电路仿真	69
5.1 二极管应用电路测试实训	69
5.2 共射放大电路实训	73
5.3 集成负反馈放大电路实训	75
5.4 反相比例运算放大电路实训	77
5.5 滞回电压比较器实训	79
5.6 正弦波振荡器电路实训	81
5.7 低频功率放大电路实训	84
5.8 直流稳压电源电路实训	86
第 6 章 基于 PROTEUS ISIS 的数字电路仿真	91
6.1 逻辑门电路的功能测试实训	91
6.2 简单抢答器实训	92
6.3 由触发器构成的改进型抢答器实训	93
6.4 555 定时器应用实训	94
6.5 编译码及数码管显示实训	98
6.6 分频器的制作实训	99
6.7 异步计数器的级联实训	100
6.8 电子秒表实训	101
6.9 计数及译码显示电路实训	103
6.10 编程器应用实训	104
6.11 GAL 编程入门实训	106
6.11.1 GAL 简介	106
6.11.2 WinCupl 编辑软件的使用	106
6.11.3 GAL 编程实训	108
6.12 模数课程设计	110
6.12.1 密码电子锁	110

6.12.2	数字钟	111
6.12.3	多模式彩灯	113
6.12.4	数字频率计	115
第 7 章 基于 PROTEUS ISIS 的单片机电路仿真		119
7.1	单片机最小系统实训	119
7.2	模拟汽车转向灯控制实训	121
7.3	基于 LED 数码管的简易秒表设计实训	123
7.4	电子广告牌实训	125
7.5	数码管动态显示实训	128
7.6	中断扫描方式的矩阵式键盘设计实训	131
7.7	模拟交通灯控制实训	136
7.8	液晶显示控制实训	140
7.9	A/D 转换接口技术实训	144
7.10	D/A 转换接口技术实训	147
7.11	双机通信技术实训	149
7.12	单片机课程设计	153
7.12.1	数字频率计	153
7.12.2	波形发生器	157
7.12.3	多功能电子万年历	163
7.12.4	四路抢答器	174
附录 A PROTEUS 元件库		181
附录 B PROTEUS 常用元件中英文对照表		188
参考文献		190

第1章 PROTEUS 概述

PROTEUS 是目前最先进的原理图设计与仿真平台之一，它在计算机上实现了电路原理图设计、调试及仿真、系统测试与功能验证，到形成 PCB 的完整设计研发过程。本章主要介绍 PROTEUS 的基本使用方法。

1.1 PROTEUS 简介

PROTEUS 是一款集电路基础、模拟电路、数字电路、模数混合电路以及多种微控制器系统为一体的 EDA 软件，在 1989 年由英国的 Labcenter Electronics 公司研制成功。经过 20 多年的发展，现已成为当今 EDA 市场上最为流行、功能最强的一款仿真软件。Labcenter 公司每年都投入大量经费进行持续开发及软件升级，现在 PROTEUS 的最新版本为 7.8。目前 PROTEUS 在全球 50 多个国家得到了广泛应用，主要应用于高校教学实训与公司的实际电路设计和生产。

PROTEUS 提供了智能原理图设计平台(ISIS)、混合模式电路仿真器(ProSPICE)、嵌入式仿真器(VSM)及 PCB 设计平台(ARES)等功能。它不仅可以仿真传统的模拟电路、数字电路、单片机，而且可以仿真嵌入式系统(暂时不高于 ARM7)，这也是其它仿真软件无法匹敌的。PROTEUS 可以仿真 8051/8052、AVR、PIC、HC11、MSP430、ARM7 等常用的 MCU，并提供周边设备的仿真，如 LCD、LED、示波器等，同时 PROTEUS 提供了大量的元件库，如 RAM、ROM、键盘、电机、LED、LCD、A/D 转换器、D/A 转换器、部分 SPI 器件、部分 I²C 器件等。在编译方面，它也支持 KEIL 和 MPLAB 等多种编译器。PROTEUS 的结构框图如图 1.1.1 所示。

1. 智能原理图设计平台(ISIS)

(1) 丰富的元件库：超过 27 000 种元件，若元件库中未能找到所需元件，可方便地创建新元件。

(2) 智能的器件搜索：通过模糊搜索可以快速定位所需要的元件。

(3) 智能化的连线功能：自动连线功能使连接导线简单快捷，大大缩短了绘图时间。

(4) 支持总线结构：使用总线器件和总线布线使电路设计简明清晰。

(5) 可输出高质量图纸：通过个性化设置，可以生成印刷质量的 BMP 图纸，可以方便地供 Word、PowerPoint 等多种文档使用。

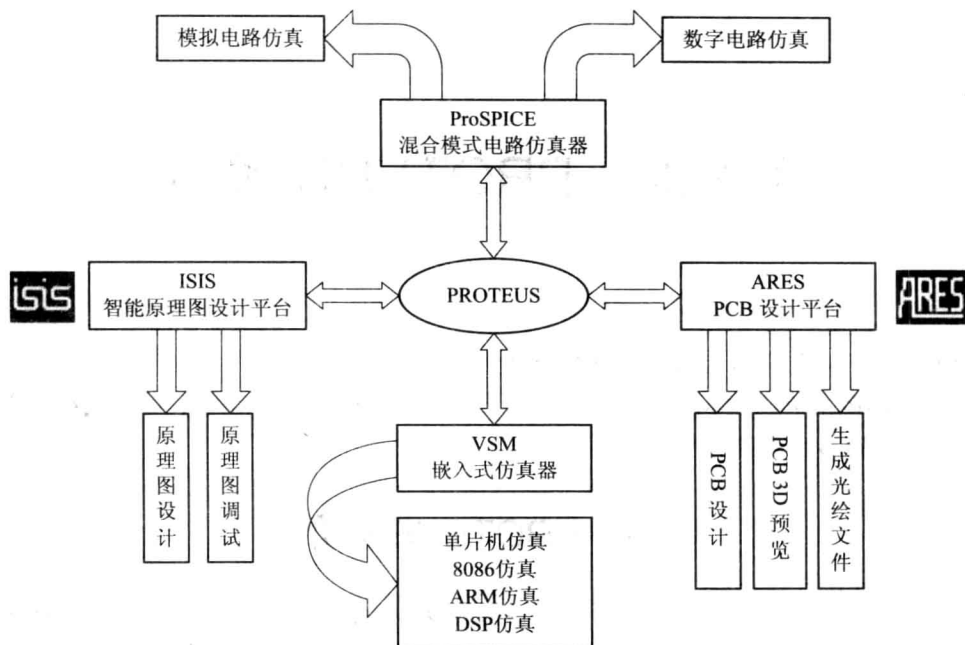


图 1.1.1 PROTEUS 结构框图

2. 混合模式电路仿真器(ProSPICE)

(1) ProSPICE 混合仿真：基于工业标准 SPICE3F5，可实现数字及模拟电路的混合仿真。

(2) 超过 46 000 个仿真器件：可以通过内部原型或使用厂家的 SPICE 文件自行设计仿真器件，Labcenter 公司也在不断地发布和添加新的仿真器件，还可导入第三方发布的仿真器件。

(3) 多样的激励源：包括直流、正弦波、脉冲、分段线性脉冲、音频、指数信号、数字时钟等，还支持文件形式的信号输入。

(4) 丰富的虚拟仪器：12 种虚拟仪器，如示波器、逻辑分析仪、频率计/计数器、虚拟终端、SPI 调试器、I²C 调试器、信号发生器、直流电压/电流表、交流电压/电流表等。

(5) 生动的仿真显示：用不同颜色显示引脚的数字电平，导线以不同颜色表示其对地电压大小，箭头显示电流的流向，结合活性元件(如电机、显示器件、按钮)的使用可以使仿真更加直观、生动。

(6) 高级图形仿真功能(ASF)：基于图表分析可以精确分析电路的多项指标，包括工作点、瞬态特性、频率特性、传输特性、噪声、失真、傅立叶频谱分析等，还可以进行一致性分析。

3. 嵌入式仿真器(VSM)

(1) 支持主流的 MCU 类型，如 8051/8052、AVR、PIC、HC11、8086、MSP430、ARM7 等，CPU 类型随着版本升级还在继续增加。

(2) 支持通用外设模型，如 LCD 模块、LED 点阵、LED 七段显示模块、键盘/按键、直流/步进/伺服电机、RS232 虚拟终端、电子温度计等，其 COMPIM(COM 口物理接口模

型)还可以使仿真电路通过 PC 串口和外部电路实现双向异步串行通信。

(3) 实时仿真支持 UART/USART/EUSARTs 仿真、中断仿真、SPI/I²C 仿真、MSSP 仿真、DSP 仿真、RTC 仿真、ADC 仿真、CCP/ECCP 仿真。

(4) 支持单片机汇编语言及 C 语言的编辑/编译/源码级仿真, 内带 8051、AVR、PIC 的汇编编译器, 也可以与第三方集成编译环境(如 IAR、Keil 和 MPLAB)结合, 进行高级语言的源码级仿真和调试。

4. PCB 设计平台(ARES)

(1) 原理图到 PCB 的快速通道: 原理图设计完成后, 一键便可进入 ARES 的 PCB 设计环境, 实现从概念到产品的完整设计。

(2) 先进的自动布局/布线功能: 支持器件的自动/人工布局, 支持无网格自动布线或人工布线, 支持引脚交换/门交换功能, 使 PCB 设计更为合理。

(3) 完整的 PCB 设计功能: 最多可设计 16 个铜箔层, 2 个丝印层, 4 个机械层加板边, 1 个禁止布线区, 2 个阻焊区和 2 个锡膏覆盖区, 同时具有 3D 可视化预览功能。

(4) 支持多种输出格式: 可以输出多种格式文件, 包括 Gerber 文件的导入或导出, 与其它 PCB 设计工具的互转(如 PROTEL)以及 PCB 的设计和加工。

1.2 PROTEUS 的安装

1.2.1 安装环境

PROTEUS 可运行在 Windows 2000、Windows 2003 Server、Windows XP、Windows 7 之上。以下介绍在 Windows XP 系统下进行安装的过程。

1.2.2 安装步骤

(1) 插入安装光盘, 出现光盘自动运行界面, 如图 1.2.1 所示。注意: 安装时请勿插入软件加密狗, 直到安装完毕后再插入加密狗。

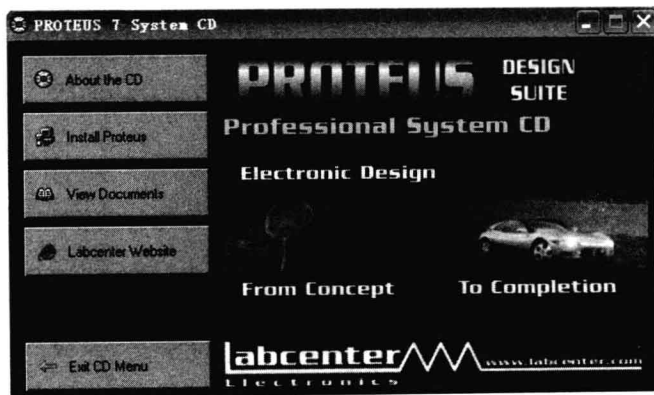


图 1.2.1 PROTEUS 安装界面图

- About the CD: 介绍光盘内容。
 - Install Proteus: 安装 PROTEUS。
 - View Documents: 查看光盘中的说明文档。
 - Labcenter Website: 访问 Labcenter 公司网站。
- (2) 点击第二项 Install Proteus, 安装软件。
- (3) 进行安装类型的选择, 如图 1.2.2 所示, 用户可选择安装单机版还是网络版。
- Use a locally installed Licence Key: 单机版安装选项。
 - Use a licence key installed on a server: 网络版安装选项。

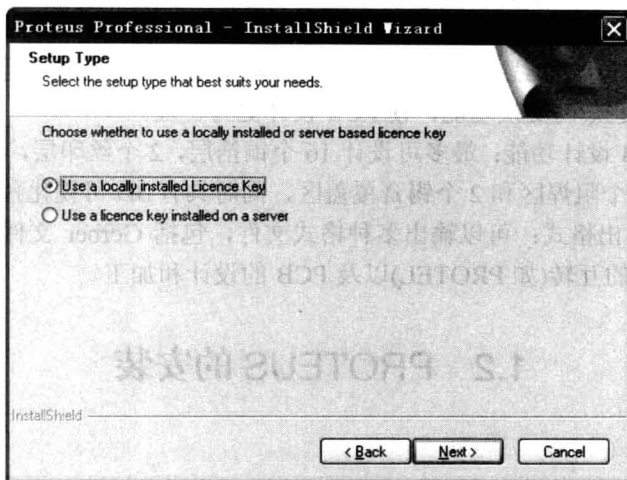


图 1.2.2 PROTEUS 安装类型选择

下面介绍单机版的安装。

(1) 进入 Product Licence Key 设置窗口, 如果以前没有安装过 Licence Key, 则出现的界面如图 1.2.3 所示。

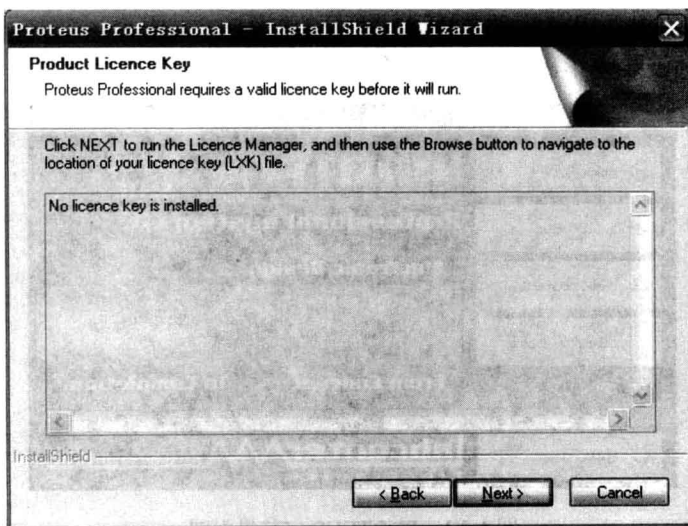


图 1.2.3 无 Licence Key 的 PROTEUS 安装界面图

(2) 点击 Next 进入 Labcenter Licence Manager 1.5 窗口进行 Licence Key 的安装, 如图 1.2.4 所示。点击 Browse For Key File 寻找 Licence Key(此 Licence Key 位于光盘对应的 Licence Key 文件夹下), 选中对应的 Licence Key, 单击 Install, 若 Licence Key 显示于右边视窗中, 表示 Licence Key 安装完毕。点击 Close, 系统弹出如图 1.2.5 所示的对话框, 显示该 Licence Key 的相关信息。

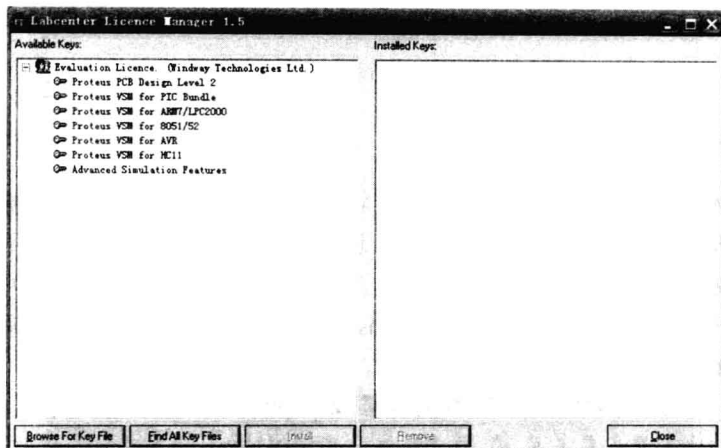


图 1.2.4 PROTEUS 的 Licence Key 安装

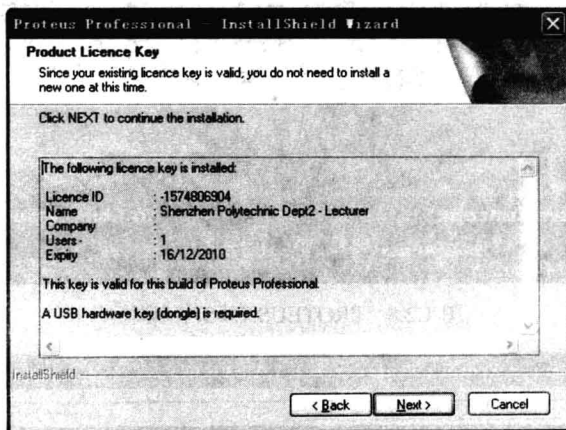


图 1.2.5 Licence Key 安装完成后界面图

(3) 按照提示, 选择安装路径, 进行 PROTEUS 的安装。

(4) 安装过程中, 会出现 USB 硬件加密狗驱动安装的提示, 如图 1.2.6 所示。此时一定要确保加密狗未插在电脑的 USB 接口上。

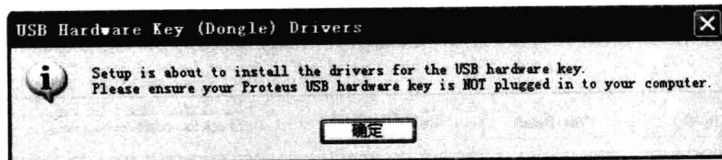


图 1.2.6 硬件加密狗驱动安装

(5) 显示加密狗驱动安装完成后, 提示现在可以将加密狗插入到电脑的 USB 接口上, 如图 1.2.7 所示。插入加密狗后, 红色指示灯亮, 表明安装已经完成。

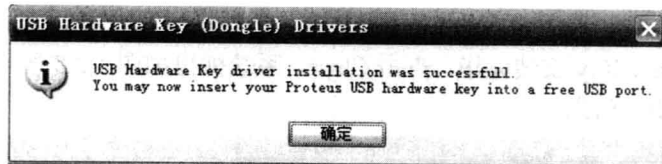


图 1.2.7 提示插入加密狗界面图

1.2.3 产品升级

PROTEUS 安装完成后, 打开 PROTEUS 软件, 发现其版本为 7.4 SP3 版本, 如图 1.2.8 所示。现在最新版本为 7.8 版本, 因此可对软件进行升级处理。点击开始→所有程序→Proteus 7 Professional→Update Manager, 打开升级管理器, 如图 1.2.9 所示。目前可升级的最高版本为 7.8 SP2, 选中最新版本所在行, 点击 Install, 便可升级到 7.8 SP2 最新版本。升级后的界面如图 1.2.10 所示, 显示版本为 7.8 SP2。

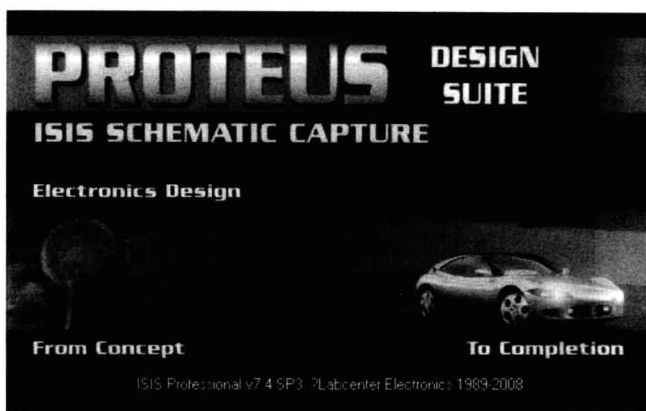


图 1.2.8 PROTEUS 7.4 SP3 版本

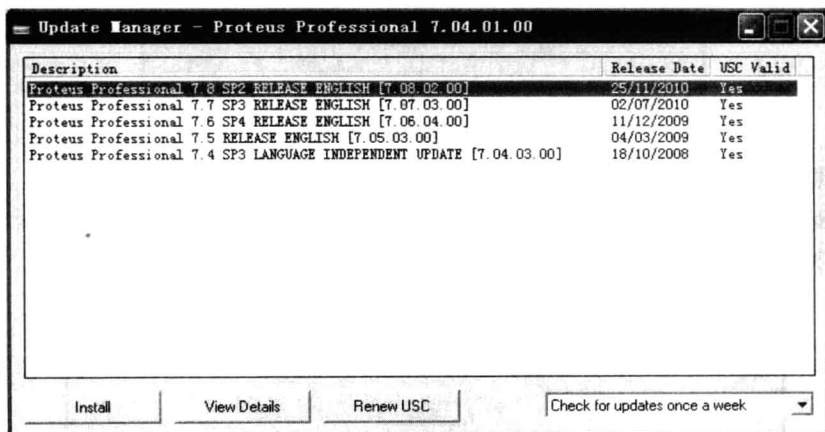


图 1.2.9 PROTEUS 升级管理器

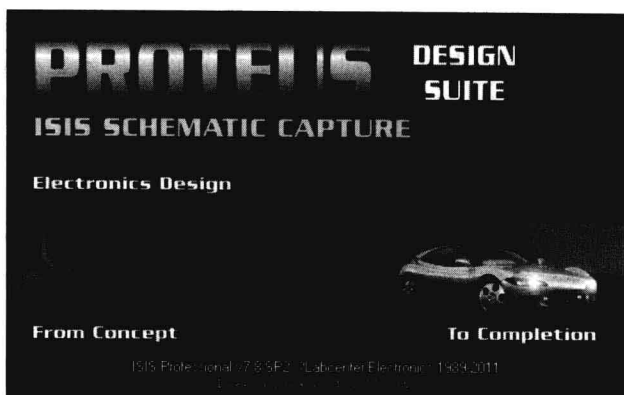


图 1.2.10 PROTEUS 7.8 SP2 版本

1.3 PROTEUS 7.8 编辑环境

1.3.1 PROTEUS 编辑环境简介

PROTEUS ISIS 的工作界面是一种标准的 Windows 界面,如图 1.3.1 所示。该界面包括标题栏、主菜单、标准工具栏、绘图工具栏、状态栏、对象选择按钮、预览对象方位控制按钮、仿真进程控制按钮、预览窗口、对象选择器窗口和图形编辑窗口。

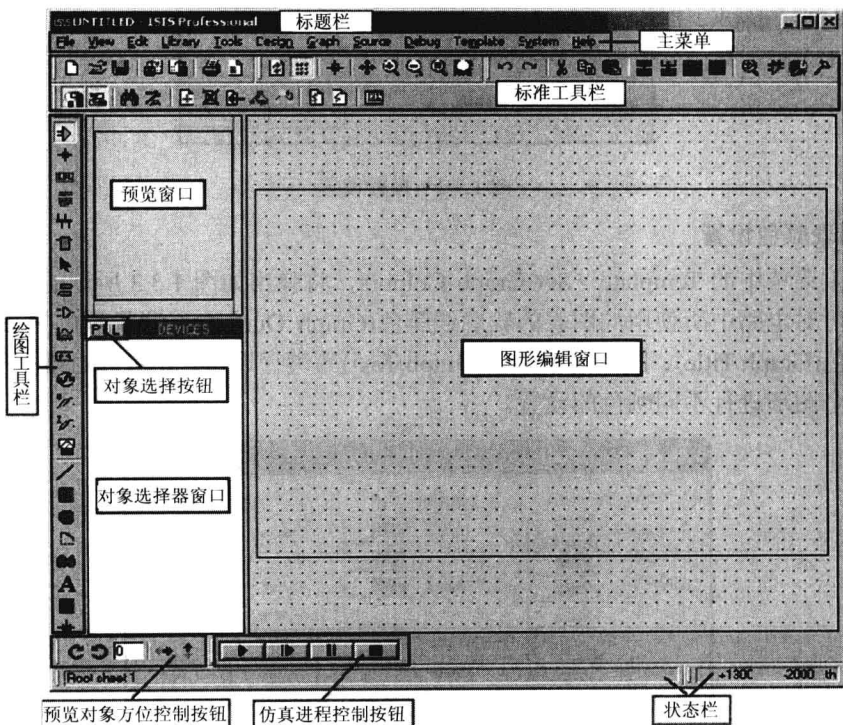


图 1.3.1 PROTEUS ISIS 工作界面

其中,标题栏用于指定当前设计的文件名,状态栏用于显示当前鼠标的坐标值,图形编辑窗口用于进行元件、连线、原理图等的绘制,预览窗口用来显示全部原理图。对象选择按钮用于元件的选取。

1.3.2 PROTEUS 编辑环境设置

PROTEUS ISIS 编辑环境设置主要指工作环境的设置,包括模板设置、图表颜色设置、元件图形设置等,用户可以根据自身的喜好来设置自己的 PROTEUS 工作环境。下面介绍一些常用编辑环境的设置方法。

1. 模板设置

选择主菜单中的 Template→Set Design Defaults,将弹出如图 1.3.2 所示的对话框。为了满足不同的需求,可通过对话框设置编辑环境背景色、格点颜色、工作区边框颜色等,同时可设置仿真时电路系统中正极、负极、逻辑高电平、逻辑低电平等的颜色,还可设置隐藏对象的显示和编辑环境的字体。用户可根据自己喜欢的颜色进行设置,设置完成后点击“OK”即可。

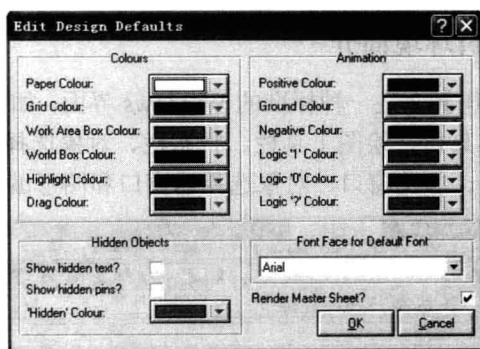


图 1.3.2 模板设置

2. 图表颜色设置

选择主菜单中的 Template→Set Graph Colours,将弹出如图 1.3.3 所示的对话框。通过此对话框可对电路中所使用的图表的轮廓线颜色(Graph Outline)、背景颜色(Background)、图表标题色(Graph Title)、图表文本颜色(Graph Text)等进行设置,还可以对模拟图表和数字图表中多个图形进行不同颜色的设置。

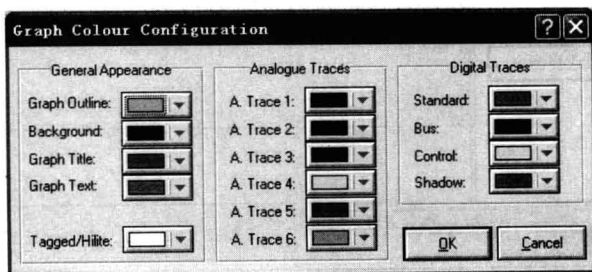


图 1.3.3 图表颜色设置