



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

电工电子实验精品系列

Proteus 电工电子 仿真技术实践

Proteus DIANGONG DIANZI FANGZHEN JISHU SHIJIAN

主 编 赵 明

副主编 李 云 金 浩

主 审 张玉茹



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材·电工电子实验精品系列

Proteus 电工电子仿真技术实践

主 编 赵 明

副主编 李 云 金 浩

主 审 张玉茹

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书共分4章,内容包括 Proteus 电路设计仿真基础、RLC 电路的分析与仿真研究、模拟电子电路仿真研究及数字逻辑电路仿真研究。书中设有多个综合仿真案例,可满足综合课程设计的需求。

本书可供普通高等学校和专科学校电工电子专业及相关专业学生使用,也可作为各类成人教育的实验教材及相关工程技术人员工程设计的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Proteus 电工电子仿真技术实践/赵明主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2015.5

ISBN 978-7-5603-5327-2

I. ①P… II. ①赵… III. ①电子电路-计算机辅助
设计-应用软件 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 075354 号

策划编辑 王桂芝

责任编辑 李长波

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省地质测绘印刷中心印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 11.25 字数 260 千字

版 次 2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-5327-2

定 价 25.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

电工电子实验精品系列

编 委 会

主 任 吴建强

顾 问 徐颖琪 梁 宏

编 委 (按姓氏笔画排序)

尹 明 付光杰 刘大力 苏晓东

李万臣 宋起超 果 莉 房国志

序

电工、电子技术课程具有理论与实践紧密结合的特点,是工科电类、非电类各专业必修的技术基础课程。电工、电子技术课程的实验教学在整个教学过程中占有非常重要的地位,对培养学生的科学思维方法、提高动手能力、实践创新能力及综合素质等起着非常重要的作用,有着其他教学环节不可替代的作用。

根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020)》及《卓越工程师教育培养计划》“全面提高高等教育质量”、“提高人才培养质量”、“提升科学研究水平”、支持学生参与科学研究和强化实践教学环节的指导精神,我国各高校在实验教学改革和实验教学建设等方面也都面临着更大的挑战。如何激发学生的学习兴趣,通过实验、课程设计等多种实践形式夯实理论基础,提高学生对科学实验与研究的兴趣,引导学生积极参与工程实践及各类科技创新活动,已经成为目前各高校实验教学面临的必须加以解决的重要课题。

长期以来实验教材存在各自为政、各校为政的现象,实验教学核心内容不突出,一定程度上阻碍了实验教学水平的提升,对学生实践动手能力的培养提高存有一定的弊端。此次,黑龙江省各高校在省教育厅高等教育处的支持与指导下,为促进黑龙江省电工、电子技术实验教学及实验室管理水平的提高,成立了“黑龙江省高校电工电子实验教学研究会”,在黑龙江省各高校实验教师间搭建了一个沟通交流的平台,共享实验教学成果及实验室资源。在研究会的精心策划下,根据国家对应应用型人才培养的要求,结合黑龙江省各高校电工、电子技术实验教学的实际情况,组织编写了这套“普通高等教育‘十二五’创新型规划教材·电工电子实验精品系列”,包括《模拟电子技术实验教程》《数字电子技术实验教程》《电路原理实验教程》《电工学实验教程》《电工电子技术 Multisim 仿真实践》《电子工艺实训指导》《电子电路课程设计与实践》《大学生科技创新实践》。

该系列教材具有以下特色:

1. 强调完整的实验知识体系

系列教材从实验教学知识体系出发统筹规划实验教学内容,做到知识点全面覆盖,杜绝交叉重复。每个实验项目只针对实验内容,不涉及具体实验设备,体现了该系列教材的普适通用性。

2. 突出层次化实践能力的培养

系列教材根据学生认知规律,按必备实验技能—课程设计—科技创新,分层次、分类型统一规划,如《模拟电子技术实验教程》《数字电子技术实验教程》《电工学实验教程》《电路原理实验教程》,主要侧重使学生掌握基本实验技能,然后过渡到验证性、简单的综合设计性实验;而《电子电路课程设计与实践》和《大学生科技创新实践》,重点放在让学生循序渐进掌握比较复杂的较大型系统的设计方法,提高学生动手和参与科

技创新的能力。

3. 强调培养学生全面的工程意识和实践能力

系列教材中《电工电子技术 Multisim 仿真实践》指导学生如何利用软件实现理论、仿真、实验相结合,加深学生对基础理论的理解,将设计前置,以提高设计水平;《电子工艺实训指导》中精选了 11 个符合高校实际课程需要的实训项目,使学生通过整机的装配与调试,进一步拓展其专业技能。并且系列教材中针对实验及工程中的常见问题和故障现象,给出了分析解决的思路、必要的提示及排除故障的常见方法,从而帮助学生树立全面的工程意识,提高分析问题、解决问题的实践能力。

4. 共享网络资源,同步提高

随着多媒体技术在实验教学中的广泛应用,实验教学知识也面临着资源共享的问题。该系列教材在编写过程中吸取了各校实验教学资源建设中的成果,同时拥有与之配套的网络共享资源,全方位满足各校实验教学的基本要求和提升需求,达到了资源共享、同步提高的目的。

该系列教材由黑龙江省十几所高校多年从事电工电子理论及实验教学的优秀教师共同编写,是他们长期积累的教学经验、教改成果的全面总结与展示。

我们深信:这套系列教材的出版,对于推动高等学校电工电子实验教学改革、提高学生实践动手及科研创新能力,必将起到重要作用。

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会副主任委员

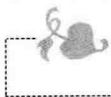
中国高等学校电工学研究会理事长

黑龙江省高校电工电子实验教学研究会理事长

哈尔滨工业大学电气工程及自动化学院教授



2013 年 7 月于哈尔滨



前 言

Proteus 是英国 Lab Center Electronics 公司开发的可以仿真单片机及其外围器件的 EDA 工具软件。本书以电路分析、模拟电子电路、数字逻辑电路的仿真实验为基础,介绍了 Proteus 在电工电子学实验中的仿真应用,并以此为基础开发了多项综合性、设计性仿真实验案例。

本书是在总结多年的电工电子实践教学经验,跟踪电工电子技术发展趋势,参考电工电子实验教材和资料的基础上编写的。在编写上强调基础性和应用性,突出综合性和设计性。在加深对电工电子技术原理深入理解的基础上,侧重科学实验方法的学习和掌握,突出实践能力和创新能力培养,加强实验探究能力训练。本书既可作为高等院校电工电子学仿真实验教学用书,也可作为教师、科技人员和有关专业学生的科学研究的参考书。

本书共分 4 章:第 1 章为 Proteus 电路设计仿真基础,帮助读者初步了解 Proteus 软件的功能和基本操作要素;第 2 章为 RLC 电路的分析与仿真研究,介绍了 Proteus 在 RLC 电路仿真中的基本应用和仿真技巧,编写了包括戴维宁定理、受控源电路分析、交流参数测试、三相电路、一阶电路响应、二阶电路响应、频率特性研究、电路谐振等实验案例,这些案例不仅可以辅助电学理论的学习和硬件连接实验的预习,也可以为读者进行电工学方面的实验研究提供帮助;第 3 章为模拟电子电路仿真研究,介绍了 Proteus 在模拟电子技术中的仿真应用方法,并设计了包括单晶体管放大电路、负反馈放大电路、集成运算放大器应用研究、集成稳压电源等基本电路的性能仿真案例,还设置了函数信号发生器、分立元件串联稳压电源、温度监测及控制系统、音频功率放大电路等模拟电子技术的综合设计仿真案例,为读者全面掌握模拟电子技术的应用及进一步的开发研究提供指导;第 4 章为数字逻辑电路仿真研究,介绍了 Proteus 在数字逻辑电路中的仿真应用方法,设置了小规模组合逻辑电路的分析与设计、中规模组合逻辑电路分析与设计、触发器电路的分析与设计、计数器时序电路设计、寄存器时序电路设计 5 个基本数字逻辑电路设计案例,同时还开发了电子时钟、倒计时电路、魔幻彩灯、交通灯控制电路、汽车尾灯控制电路等综合性设计题目,为读者深入掌握数字电路的应用提供参考。每章在案例仿真分析之后都设置了思考题,供读者在课余时间进行理论研究和开发实验时参考。

本书由赵明主编,李云和金浩任副主编,参加编写的还有李晖、李艺琳、韩轲和赵倩。



参加本书编写的人员均为多年从事电工电子教学和实验指导的一线教师,其中第1章由李晖和赵倩编写;第2章由李云、李晖、赵倩编写;第3章由金浩和韩轲编写;第4章由赵明和李艺琳编写;附录部分由金浩和李艺琳整理编写。本书由张玉茹教授担任主审。

由于笔者研究水平和资料查阅范围有限,书中疏漏与不足之处在所难免,敬请广大读者批评斧正。

编者

2015年2月



目 录

第 1 章 Proteus 电路设计仿真基础	1
1.1 Proteus 概述	1
1.1.1 Proteus 简介	1
1.1.2 Proteus 7.5 的安装	3
1.1.3 启动 Proteus 7 软件	7
1.2 Proteus 7 的基本操作	8
1.2.1 Proteus 7 ISIS 原理图编辑界面简介	8
1.2.2 编辑环境参数的设置	26
1.2.3 系统参数的设置	30
1.2.4 库元件的简介	37
1.3 Proteus ISIS 中的虚拟仪器	41
1.3.1 激励源	41
1.3.2 虚拟测量设备	52
1.3.3 电压与电流探针	64
1.3.4 分析图表	64
第 2 章 RLC 电路的分析与仿真研究	68
2.1 直流电路的仿真分析	68
2.1.1 直流电路仿真分析的目的和意义	68
2.1.2 主要内容及要求	68
2.1.3 思考题	77
2.2 一阶电路和二阶电路的响应	77
2.2.1 分析的目的和意义	77
2.2.2 主要内容及要求	77
2.2.3 思考题	81
2.3 正弦交流电路	82
2.3.1 分析的目的和意义	82
2.3.2 主要内容及要求	82



2.3.3 思考题	88
2.4 频率特性分析与谐振	89
2.4.1 分析的目的和意义	89
2.4.2 主要内容及要求	89
第3章 模拟电子电路仿真研究	99
3.1 单晶体管电路的仿真分析	99
3.1.1 仿真分析的目的和意义	99
3.1.2 主要内容及要求	99
3.1.3 思考题	104
3.2 负反馈对放大电路性能的影响仿真分析	105
3.2.1 分析的目的和意义	105
3.2.2 主要内容及要求	105
3.2.3 思考题	106
3.3 集成运算放大器运算电路的仿真分析	107
3.3.1 分析的目的和意义	107
3.3.2 主要内容及要求	107
3.3.3 思考题	111
3.4 直流集成稳压电源	112
3.4.1 分析的目的和意义	112
3.4.2 主要内容及要求	112
3.4.3 思考题	115
3.5 模拟电子技术综合设计	116
3.5.1 设计的目的和意义	116
3.5.2 主要内容及要求	116
3.5.3 思考题	129
第4章 数字逻辑电路仿真研究	130
4.1 小规模组合逻辑电路的仿真设计	130
4.1.1 分析的目的和意义	130
4.1.2 主要内容及要求	130
4.1.3 思考题	136
4.2 中规模组合逻辑电路的仿真设计	137
4.2.1 分析的目的和意义	137
4.2.2 主要内容及要求	137
4.2.3 思考题	140

4.3 触发器时序逻辑电路的仿真分析	140
4.3.1 分析的目的和意义	140
4.3.2 主要内容及要求	140
4.3.3 思考题	144
4.4 计数器时序逻辑电路的仿真设计	144
4.4.1 分析的目的和意义	144
4.4.2 主要内容及要求	144
4.4.3 思考题	151
4.5 寄存器时序逻辑电路的仿真分析	151
4.5.1 分析的目的和意义	151
4.5.2 主要内容及要求	151
4.5.3 思考题	153
4.6 数字逻辑综合设计	153
4.6.1 分析的目的和意义	153
4.6.2 主要内容及要求	153
附录 常用元器件一览表.....	164
参考文献.....	167



第 1 章 Proteus 电路设计仿真基础

近几年来,各种电子产品走进千家万户,给人们的生活带来了极大的方便,这一切都归功于电子技术的飞跃式发展。从各种由分立器件组成的分立电路到现在的超大规模的集成电路,从最初的应用 8 位单片机执行一些单线程的简单程序到现在的应用 32 位嵌入式处理器组成复杂的嵌入式系统等,电子技术的快速发展离不开电子系统的设计方法和设计手段的不断更新,尤其是 EDA(Electronic Design Automation)技术的出现,促进了电工电子技术的革新。EDA 技术是以计算机为工具,基于 EDA 软件平台设计出所需电路并进行仿真与测试,最终形成 PCB(Printed Circuit Board)版图。通过计算机仿真技术使过去手工进行的大量工作可以使用计算机来完成,这不仅在很大程度上减轻了劳动强度,而且提高了电路设计的效率和可靠性。

Proteus 是 EDA 技术中的优秀软件,它具有电路的仿真功能和 PCB 电路制版功能。本书主要介绍 Proteus 在电工电子技术方面的应用。

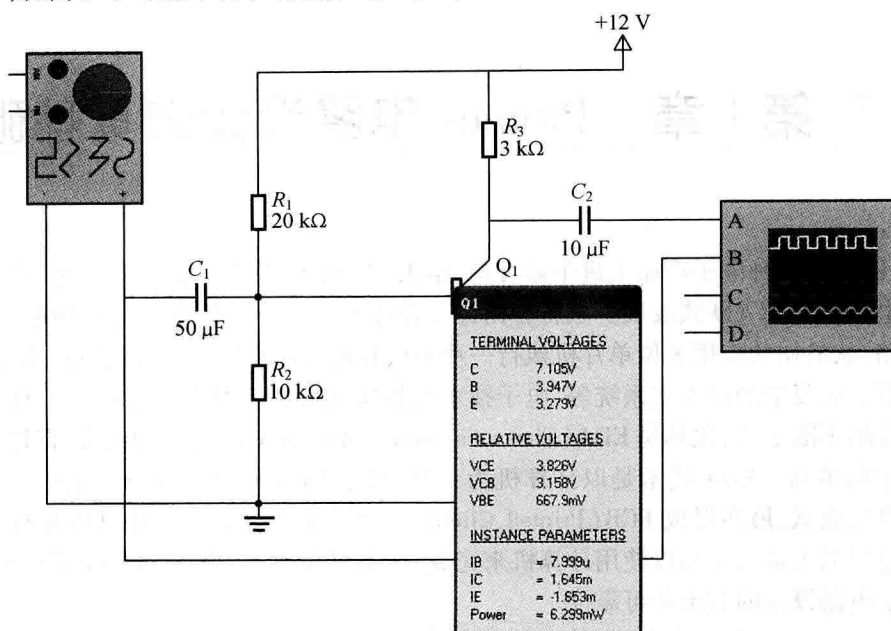
1.1 Proteus 概述

1.1.1 Proteus 简介

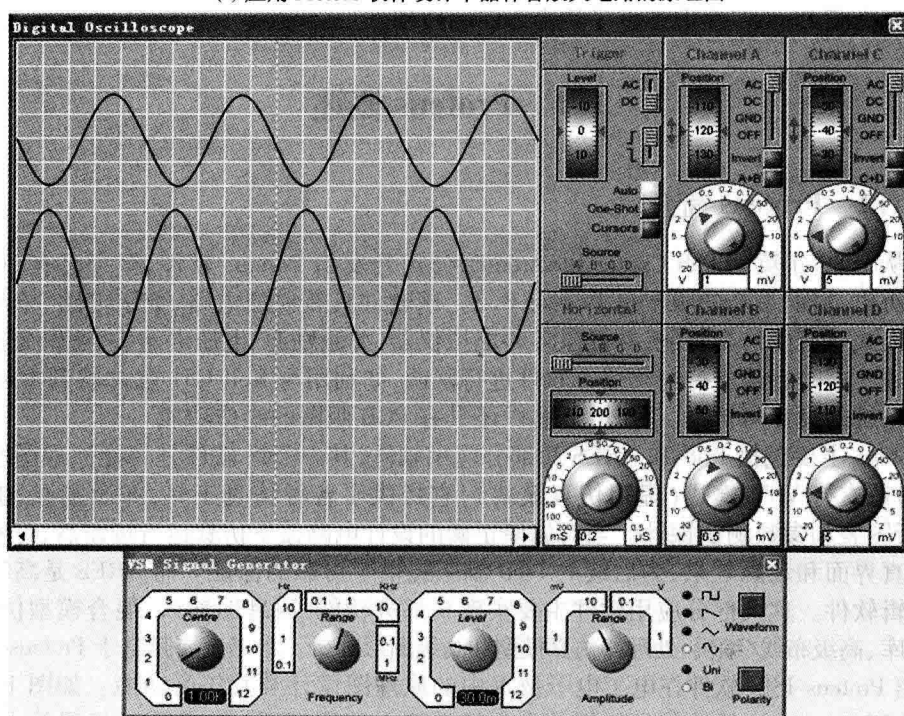
自从 1989 年英国 Lab Center Electronics 公司开发出 Proteus 软件,至今已有 20 多年的发展历史,目前最新的版本是 Proteus 8.2。该软件具有模拟电路、数字电路、单片机系统和嵌入式系统的仿真功能,并提供各种虚拟仪器,如激励源、电压电流表、逻辑分析仪和示波器等。同时它还支持与第三方软件进行联调,如利用与 Keil C51 软件联调实现对 51 单片机系统的设计与仿真。另外,该软件还具有 PCB 版图的制作功能。

Proteus 主要包括 ISIS 和 ARES 两部分应用软件,其中 ISIS 软件是智能原理图输入系统,同时还支持 VSM 模式(虚拟仿真模式),它提供了各种仿真工具,如激励源、虚拟仪器、分析图表和参数测试探针。当对编译正确的设计电路按下仿真运行按钮后,可实现逼真的仿真界面和动画效果,为后续的 PCB 制版提供了可靠的保证。而 ARES 是高级 PCB 布线编辑软件。这两部分应用软件主要实现 6 部分功能:原理图输入、混合模型仿真、动态器件库、高级布线/编辑、处理器仿真模型和高级图形分析。本书主要是基于 Proteus 7.5 版本,介绍 Proteus ISIS 软件在电工电子技术中的原理图设计及其仿真功能。如图 1.1(a)所示,应用 Proteus 软件绘制晶体管共发射极典型电路原理图——分压式偏置放大电路,并且对该电路进行仿真。从图 1.1(a)中可以观察到该放大电路的静态工作点,同时从图 1.1(b)中可以对输入与输出波形进行比较,进而得到该放大电路的放大倍数。由此可

见,通过 Proteus 软件对单晶体管放大电路进行设计与仿真,加深了对晶体管性能的进一步理解,提高了学习效率,同时为进一步的研究学习提供便利。



(a) 应用 Proteus 软件设计单晶体管放大电路的原理图



(b) 应用 Proteus 软件对放大电路仿真的波形图

图 1.1 晶体管共发射极分压式偏置放大电路原理图及仿真波形图

1.1.2 Proteus 7.5 的安装

Proteus 软件对电脑的配置要求不高,可运行在 Window 2000/XP/7/8 的环境下。下面以 Proteus 7.5 软件和 Window 7 环境下为例说明软件安装过程。在其他操作系统下安装过程与此类似,这里不再赘述。

先双击文件夹中的  图标,进入图 1.2 所示的安装欢迎界面。

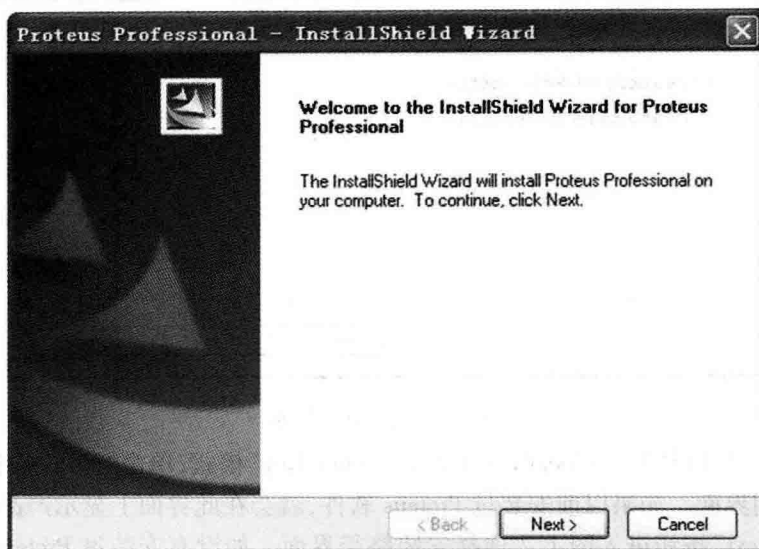


图 1.2 安装欢迎界面图

单击“Next”按钮进入图 1.3 安装许可协议界面,在此界面如选择“No”按钮将退出安装,单击“Yes”按钮进入图 1.4 安装方式界面。

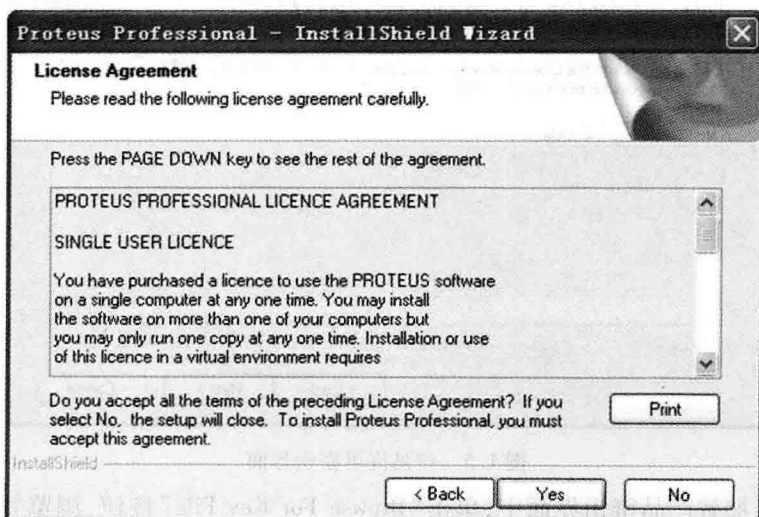


图 1.3 安装许可协议界面

图 1.4 安装方式界面有两种安装方式:

Use a locally installed License Key ——单机版客户端安装选项。

Use a license key installed on a server ——网络版客户端安装选项。

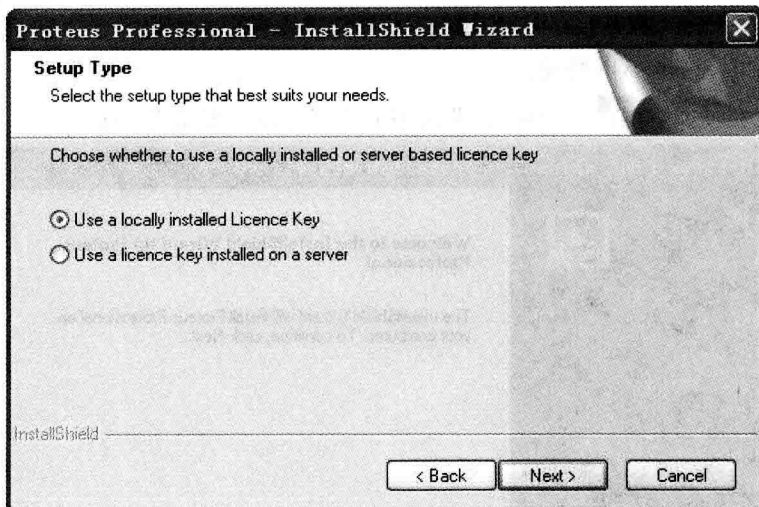


图 1.4 安装方式界面

在图 1.4 中选择“Use a locally installed Licence Key”模式,单击“Next”按钮进入图 1.5 产品许可密钥界面。如果以前安装过 Proteus 软件,就会在此界面上显示产品密钥的基本信息,单击“Next”按钮进入图 1.7 选择安装路径界面。如没有安装过 Proteus 软件,则在图 1.5 的界面中单击“Next”进入图 1.6 加载产品密钥界面。

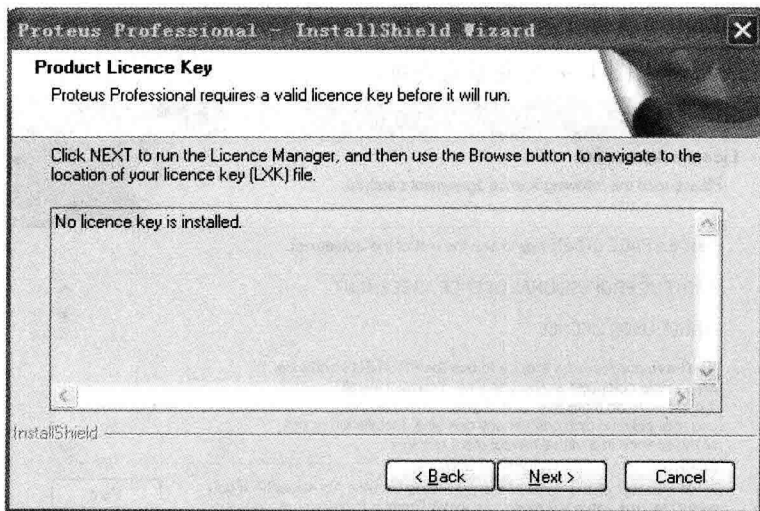


图 1.5 产品许可密钥界面

在图 1.6 加载产品密钥界面中,单击“Browse For Key File”按钮,浏览并找到License 所在位置,单击“Install”按钮。当加载成功后,单击“Close”按钮,进入图 1.7 选择安装路径界面。

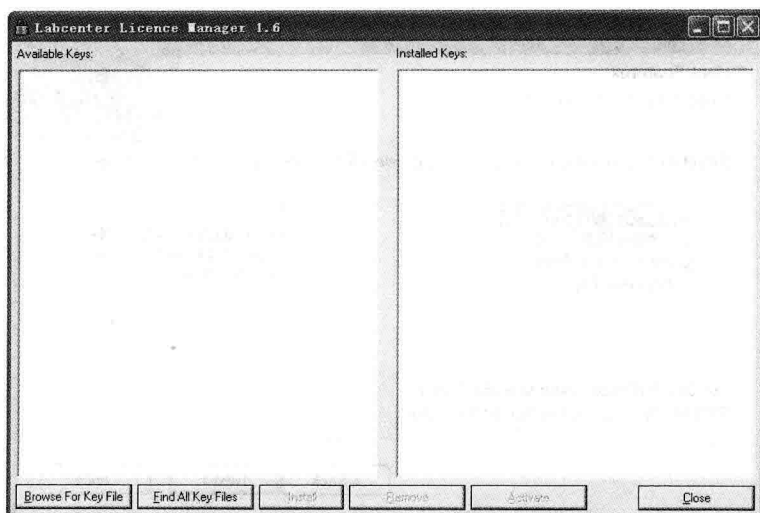


图 1.6 加载产品密钥界面

在图 1.7 选择安装路径界面中,如需修改路径,单击“Browse...”按钮浏览安装的位置。选择完成之后,单击“Next”按钮进入图 1.8 选择安装组件界面。

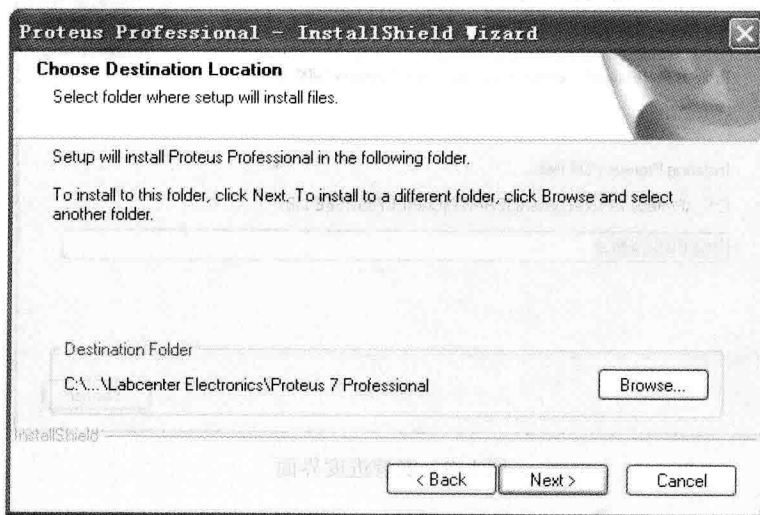


图 1.7 选择安装路径界面

在图 1.8 选择安装组件界面,其中包括 VSM 仿真功能、PCB 设计功能和辅助工具。本图选择默认选项,单击“Next”按钮进入图 1.9 安装进度界面。

在图 1.9 安装进度界面中,可以通过观察进度条的快慢来预测安装的时间。完成之后进入图 1.10 安装完成界面,单击“Finish”按钮完成 Proteus 7.5 软件的安装。

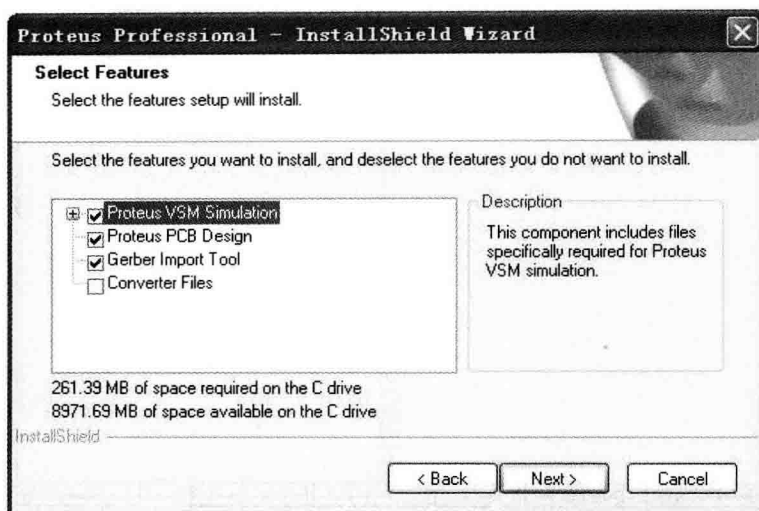


图 1.8 选择安装组件界面

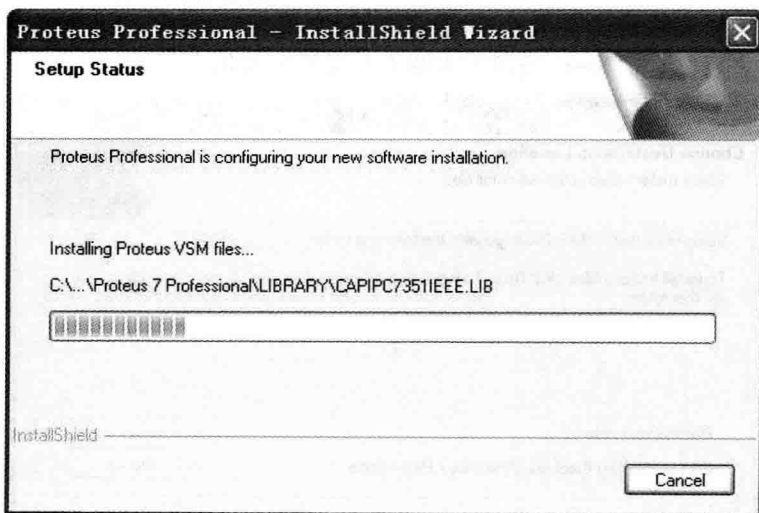


图 1.9 安装进度界面