

谭阳红 编著

JIYU ORCAD 16.3
DE DIANZI DIANLU
FENXI YU SHEJI

基于 OrCAD 16.3 的电子电路分析与设计

本书看点:

- 介绍OrCAD16.3版本新功能应用技巧;
- OrCAD PSpice A/D 混合电路仿真;
- 作者多年使用该软件的使用技巧总结;
- 讲解了OrCAD/ PSpice AA 高级分析;
- 与MATLAB软件的数据通信使用方法;
- OrCAD Capture 电路图设计及高级使用。



国防工业出版社
National Defense Industry Press

基于 OrCAD16.3 的电子电路 分析与设计

谭阳红 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是针对 OrCAD16.3 编写的,介绍了软件的使用方法。除了常用 OrCAD Capture、OrCAD PSpice A/D 和 OrCAD Layout Plus 的使用方法外,还介绍了 OrCAD/PSpice AA 高级分析、与 MATLAB 软件的数据通信使用方法和一般教材上没有的使用技巧,如创建新的元件符号及外观符号的编辑、PSpice 模型参数的修改和设置、文本描述 PSpice 程序的运行、PSpice 宏模型的建立、动态系统仿真及 PSpice 常见问题及解决办法等。

本书可作为高等院校电子电路分析与设计等课程的参考用书,也可供电子电路相关专业的研究生、高级本科生和广大科研工作者作为参考资料使用。对其他领域的工作人员也有一定的借鉴作用。

图书在版编目(CIP)数据

基于 OrCAD16.3 的电子电路分析与设计 / 谭阳红编著.

—北京:国防工业出版社,2011.10

ISBN 978-7-118-07662-2

I. ①基... II. ①谭... III. ①电子电路—电路分析:
计算机辅助分析—应用软件, OrCAD 16.3 ②电子电路—
电路设计:计算机辅助设计—应用软件, OrCAD 16.3
IV. ①TN710 ②TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 195496 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
北京奥鑫印刷厂印刷
新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 480 千字

2011 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

第三版前言

随着计算机技术的飞速发展和大规模集成电路的广泛应用,电子产品的不断更新,电子电路 CAD 及电子设计自动化(EDA)业已成为电路分析和设计中不可或缺的工具,并发展成一个新兴的产业部门。

电子 CAD 技术发展速度之快,电子设计自动化(EDA)软件版本更新速度之频繁,相信读者都有体会,如 PSpice 软件平均不到两年就更新一次:1998 年 1 月,开发 PSpice 软件的 MicroSim 公司与 OrCAD 公司强强联合,研发了在 Windows 环境下运行的电子 CAD 软件系统,并于 1999 年 9 月推出 OrCAD9.0。2000 年 3 月 OrCAD 公司又被 Cadence 公司收购并推出 OrCAD9.21 版本,2003 年 1 月推出 OrCAD10.0 版本,2005 年 10 月推出 OrCAD10.5 版本,2006 年到 2007 年推出的 OrCAD15.x 对软件功能进行了提升和补充,2007 年 16.x 系列面市,增加了不少新功能,如自动连线功能,3D 视图功能,鱼眼放大功能等。

由于拥有极佳的电路分析与仿真能力,OrCAD 软件吸引了越来越多的用户,其应用范围也越来越广泛。最新版本的 OrCAD16.3 依然包含最常用的三大部分,即 Capture CIS、PSpice 和 PCB Editor,同时还拥有一套高级分析工具,即 OrCAD16.3 - Advanced Analysis,简称为 OrCAD16.3 - PSpice AA。用户可在 PSpiceA/D 分析(标准 PSpice 分析)的基础上,调用 OrCAD16.3 - AA 的五个特色工具进行分析,最大程度地提高设计电路的性能及可靠性。同时,OrCAD FPGA System Planner 和 OrCAD Signal Explorer 为 FPGA 系统设计和信号完整性分析提供了一个很好的平台。

本书是针对 OrCAD16.3 编写的,介绍了软件的使用方法,包括 OrCAD Capture 电路图设计及其高级使用、OrCAD PSpice A/D 模拟/数字混合电路仿真、OrCAD/PSpice AA 高级分析、PCB Editor 电路板设计以及与 MATLAB 软件的数据通信使用方法。

第一章介绍 OrCAD 的特点及安装方法;

第二章介绍电路图的绘制过程及方法;

第三章主要讲述电路图的高级编辑技巧,包括元件自动编号、元件外观符号的编辑、创建新的元件符号、多页面和层次电路的绘制等;

第四章介绍电路的 PSpice A/D 分析,包括直流分析、交流分析、瞬态分析以及参数分析、噪声分析、温度分析、蒙特卡罗(Monte - Carlo)分析和最坏情况分析、直流傅里叶分析、灵敏度分析等分析方法及嵌套分析方法;

第五章介绍 PSpice A/D 分析的使用技巧,主要有 PSpice 模型参数的修改和设置、文本描述 PSpice 程序的运行、PSpice 宏模型的建立、动态系统仿真、电路初始条件的设置、虚拟装置的使用、激励信号编辑程序的使用、图形后处理程序 Probe 的使用及 PSpice 常见问题及解决办法等;

第六章介绍电路的 PSpice A/A 高级分析,包括 PSpice A/A 高级分析、灵敏度分析、电路优化设计、蒙特卡罗分析、电应力(Smoke)分析及参数分析;

第七章介绍 PCB Editor 的使用;

第八章介绍 OrCAD 与 MATLAB 的数据通信。

针对读者普遍反映比较困难的问题,我们对前两版的内容进行了部分调整。例如,Simulink 和 OrCAD 的动态系统协同仿真分析(SLPS)的使用、PCB Editor 的使用、新建电路元件、激励信号编辑程序的使用、PSpice 宏模型的建立、动态系统仿真,以及电路的收敛问题、动态电路的参数和属性设置、变压器特别是理想变压器的参数和属性设置、正弦稳态分析、层次电路的分析等内容,这些内容读者普遍反映学习起来比较困难,因此,我们在第三版中特别补充和完善了这些内容,在删去了第 2 章部分例题的同时,尽量保持前两版的特色。

为了方便读者,书中采用的符号尽量和软件保持一致,例如电阻在软件中的符号和国家采用的标准符号不一致,因此,在书中适当地补充了关于元件符号修改与更新的章节,让读者既容易掌握软件,同时又能灵活运用。

本书由谭阳红编著,负责全书的组织、修改和定稿工作,参加本书修订的有何怡刚、熊智挺、陈五立、蒋文科等。

由于编著者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。编著者的邮件地址为 tanyhong@126.com。

编著者

2011 年 5 月

目 录

第 1 章 OrCAD 的特点及安装	1
1.1 OrCAD 的特点	1
1.2 OrCAD16.3 的安装	3
1.3 OrCAD16.3 的启动	15
1.4 OrCAD 16.3 的新增功能	15
1.4.1 OrCAD Capture & Cadence OrCAD Capture CIS 新增功能	15
1.4.2 PSpice A/D 新增功能	16
1.4.3 OrCAD PCB Editor 新增功能	17
第 2 章 OrCAD Capture 基础	18
2.1 进入 OrCAD Capture 绘图区	18
2.2 调整绘图页规格	23
2.3 放置电路元件	24
2.4 连线 (Wiring)	27
2.5 电路元件的修饰	29
2.5.1 元件对象的选择	29
2.5.2 元件的移动	29
2.5.3 元件的拖拽	30
2.5.4 元件的剪切、复制和粘贴	30
2.5.5 元件的删除	30
2.6 元器件属性的编辑与设置	30
2.6.1 单个属性的编辑	30
2.6.2 属性的批量编辑	33
2.7 网络标识的编辑	35
2.8 电路图绘制实例	36
2.8.1 三极管放大电路	36
2.8.2 CMOS 放大电路	39
2.8.3 电压比较器电路	41
第 3 章 电路图的高级编辑技巧	46
3.1 元件自动编号	46
3.2 电路图的修饰	48
3.2.1 说明文字的放置	48
3.2.2 辅助图形的绘制	49
3.3 元件外观符号的编辑	51

3.4	创建新的元件符号	56
3.4.1	直接创建新的元件符号法	56
3.4.2	修改原有元件符号法	60
3.5	电路对象属性的自动更新	64
3.6	项目管理器及其应用	65
3.6.1	元件报表的产生	65
3.6.2	电路图管理	66
3.6.3	电路管理	70
3.7	多页面电路的绘制	73
3.8	层次(hierarchical)电路的绘制	76
3.9	设计规则检查 DRC(Design Rules Check)	84
3.10	网络(路)表的生成	87
3.11	DXF 格式文件的导出	88
第4章	PSpice A/D 分析	90
4.1	PSpiceA/D 分析类型	90
4.2	PSpiceA/D 分析过程	91
4.2.1	绘制原理图	91
4.2.2	设置仿真参数	92
4.2.3	执行 PSpice 分析	92
4.3	直流分析	93
4.3.1	直流偏置点分析	93
4.3.2	直流扫描分析	94
4.4	交流分析	101
4.4.1	交流小信号分析	101
4.4.2	层次电路的交流分析	103
4.5	瞬态分析	109
4.5.1	瞬态分析电源	109
4.5.2	瞬态分析	113
4.6	PSpice A/D 基本分析实例	115
4.6.1	比较电路分析	115
4.6.2	多功能滤波器电路	118
4.7	参数分析	120
4.7.1	局部变量的参数分析	121
4.7.2	全局变量的参数分析	124
4.8	噪声分析	126
4.9	温度分析	130
4.9.1	绘制电路图	130
4.9.2	温度系数及设置	131
4.9.3	温度分析参数的设置	131

4.9.4	温度分析及其数据后处理	131
4.10	蒙特卡罗分析和最坏情况分析	133
4.10.1	元件容差及设置	133
4.10.2	蒙特卡罗分析	135
4.10.3	最坏情况分析	140
4.11	傅里叶分析	142
4.12	直流灵敏度分析	144
第5章	PSpice A/D 分析的使用技巧	146
5.1	PSpice 模型参数的修改和设置	146
5.1.1	PSpice 模型参数的修改	146
5.1.2	新建元件的模型参数设置	147
5.1.3	元件模型参数的文本方式设置	150
5.2	文本描述的 PSpice 程序运行	150
5.3	PSpice 宏模型的建立	152
5.3.1	行为级宏模型	153
5.3.2	数学宏模型	154
5.3.3	表格宏模型	155
5.3.4	宏模型应用实例	156
5.4	动态系统仿真	158
5.5	电路初始条件的设置	163
5.5.1	元件设置法	163
5.5.2	属性设置法	163
5.6	虚拟装置的使用	164
5.7	激励信号编辑程序	166
5.8	图形后处理程序 Probe 的使用	167
5.8.1	Probe 界面及变量	167
5.8.2	坐标轴及网格线的设定	169
5.8.3	改变横坐标变量	172
5.8.4	浏览文本输出文件	172
5.8.5	增减输出变量和输出窗口	172
5.8.6	Probe 的调用方式选择	174
5.8.7	测量函数及其显示	174
5.8.8	启动游标定位功能	178
5.8.9	电流/电压探针的放置	179
5.9	PSpice 常见问题及解决办法	181
5.9.1	悬空节点	181
5.9.2	纯电感割集和纯电容回路	181
5.9.3	分析精度	181
5.9.4	瞬态分析的长时间运行	183

5.9.5	收敛性问题	183
5.9.6	振荡器稳定解的加速求解技术	183
5.9.7	动态电路换路开关及其属性设置	184
5.9.8	互感的属性设置	185
5.9.9	变压器的属性设置	186
5.9.10	正弦稳态分析	188
5.9.11	非线性电路的分析	188
5.10	PSpice 到 XML 文档的数据转换	192
第 6 章	PSpice A/A 高级分析	195
6.1	PSpice A/A 高级分析	195
6.1.1	PSpice A/A 的特点	195
6.1.2	PSpice A/A 与 PSpice A/D	195
6.2	灵敏度分析	198
6.3	电路优化设计	205
6.4	蒙特卡罗 (Monte - Carlo) 分析	212
6.5	电应力 (Smoke) 分析	217
6.6	参数分析	220
6.7	PSpiceA/A 高级分析实例	227
第 7 章	PCB Editor 的使用	251
7.1	什么是 PCB	251
7.1.1	PCB 技术发展概要	251
7.1.2	PCB 覆铜板材料	252
7.1.3	PCB 中版图类型	253
7.2	PCB Editor 设计的预处理	253
7.2.1	创建焊盘	253
7.2.2	创建元件封装	257
7.3	原理图绘制及网络表生成	267
7.3.1	原理图绘制及其处理	267
7.3.2	定义元器件封装	271
7.3.3	生成网络表	274
7.4	PCB 设计	277
7.4.1	设置 PCB 设计环境	277
7.4.2	导入网络表和元件布局	283
7.4.3	PCB 布线及其后续处理	288
第 8 章	MATLAB 和 OrCAD 的数据通信	302
8.1	数据从 OrCAD 导入 MATLAB	302
8.2	数据从 MATLAB 导入 OrCAD	308
8.3	Simulink 和 OrCAD 的动态系统协同仿真——SLPS 的使用	315
参考文献		324

第 1 章 OrCAD 的特点及安装

1.1 OrCAD 的特点

随着大规模集成电路(Large-scaled Integrated Circuits, LSIC)的发展,电路规模越来越大、集成度越来越高,对电路性能要求也越来越高,如可靠性、稳定性等。因此,计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)的电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)已成为必不可少的工具之一。

OrCAD 公司是全球 Windows EDA 软件和服务的主要供应商,在 FPGA(Field Programmable Gate Array)和 CPLD(Complex Programmable Logic Device)、模数混合电路、PCB(Printed Circuit Board)等领域提供全方面服务。OrCAD16.3 的 Demo 版可以从 OrCAD 网站上下载:<http://www.cadence.com/products/orcad/pages/downloads.aspx#demo>,但是,功能有一定的限制。本书内容主要针对 OrCAD16.3 版。

OrCAD16.3 的内容主要有以下几个方面:

- 1) OrCAD Capture
- 2) OrCAD Capture CIS
- 3) OrCAD Capture CIS option
- 4) PSpice A/D
- 5) PSpice Smoke Option
- 6) PSpice Advanced Optimizer Option
- 7) PSpice SLPS Option
- 8) PSpice Advanced Analysis Option
- 9) OrCAD EE Designer
- 10) OrCAD EE Designer Plus
- 11) SPECCTRA 6U for OrCAD
- 12) OrCAD PCB Designer Basics
- 13) OrCAD PCB Designer
- 14) OrCAD PCB Designer with PSpice
- 15) OrCAD Signal Explorer
- 16) OrCAD FPGA System Planner

其中, Cadence OrCAD Capture 是全球最受欢迎的、也是使用最广泛的电路图输入软件。OrCAD Capture 提供了完整的、可调整的原理图设计方法,能够有效应用于 PCB 的设计创建、管理和应用。作为设计前端,OrCAD Capture 支持 30 多种 PCB layout 工具(如 OrCAD layout, Allegro, Pads, PCAD 200X, Protel 等),它可以与 OrCAD PCB Editor 无缝数

据连接,很容易实现物理 PCB 的设计;也可和 Cadence PSpice A/D 高度集成,实现电路的数模混合信号仿真。

OrCAD Capture CIS 在原理图输入基础上,加入了强大的元件信息系统,可用于创建、跟踪和认证元件,便于优选库和已有元件库的重用,实现零件库的管理与整合。这种简单的原理图输入技术让设计师能够更好的发挥他们的创造力,专注于电路设计,而不是忙碌于工具层面的操作,缩短设计到量产的时间。

PSpice A/D 是模拟、数字或模数混合仿真程序,为客户提供了一整套完整的电路仿真、验证解决方案。PSpice A/D 拥有大量的板级模型,使它能够提供精确的数模复合信号仿真解决方案。PSpice A/A 是高级仿真程序,包含灵敏度(Sensitivity)分析、蒙特卡罗(Monte Carlo)分析、电应力(Smoke)分析,以及自动优化(Optimizer),可以在最短的时间里,找到“零件”或“零件与零件间”的电路特性以设计出价格最低,性能最好,品质最佳的产品。

Cadence OrCAD PCB Designer 是款功能强大高度集成的 PCB 设计平台工具,它提供了“原理图设计—PCB 设计—加工数据输出”全流程设计平台,包含设计输入、元件库工具、PCB 编辑器/布线器以及数模信号完整性仿真工具。其可靠性和可升级性被业内人士广泛认同。它的高性能可以缩短项目设计周期,降低项目成本,加快产品上市时间,从而有效控制产品设计风险,提高企业的竞争力。

Cadence OrCAD PCB Signal Explorer 是信号完整性分析工具,可以在原理图生成之前,对固定拓扑结构电路模块进行设计和分析。

OrCAD FPGA System Planner 是板级 FPGA 系统平台,为用户提供了一套可扩展 FPGA-PCB 协同式设计的同时,还能自动对管脚配置进行优化设计。

OrCAD PCB Designer 和 OrCAD PCB Designer with PSpice 都包含 PCB 布线器 SPECCTRA。SPECCTRA 高级自动布线技术提供了强大的、基于拓扑外形的自动布线器,有快速、高效等特点。OrCAD SPECCTRA 提供了两种强大的互联布线工具:一个布线编辑器和一个自动布线器。如果元件、元件管脚或者网络都没有布线约束,则可对六层电路板进行并行布线。PCB 布线技术被高度集成在 PCB 编辑器中,通过 PCB 编辑界面,所有设计信息和约束规则会自动传递到布线器,一旦布线完成,所有布线信息会自动回传到 PCB 编辑器。

OrCAD 的主要功能有:

1) 高度集成功能

从电路图绘制、电路仿真分析到印刷板设计或可编程逻辑设计,整个过程全部在 OrCAD 集成环境中完成,无需频繁切换工作环境。

2) 完整的观测和测量功能

OrCAD PSpice 提供了一套专门用于观测和测量仿真结果的 Probe 程序,它可以测量出各种电路参数和性能特性数据,如 Bode 图、迟滞图、电压增益等。同时,PSpice 还具备许多仪器分析功能,如曲线跟踪仪(Curve Tracer)、频谱分析仪(Spectrum Analyzer)、网络分析仪(Network Analyzer)等。

3) 完全分析功能

除了可以完成基本的分析功能如 Bias Point(偏置点分析)、DC Sweep(直流扫描)、AC Sweep(交流扫描)、Transient Analysis(瞬态分析)外,还可以完成温度分析(Temperature Sweep)、参数分析(Parametric Sweep)、傅里叶分析(Fourier Analysis)、蒙特卡罗分析

(Monte-Carlo)、最坏情况分析(Worst case)、噪声分析(Noise)等功能。

4) 模块化和层次化设计功能

对于复杂电路的设计,可以先依据其特性及复杂度分成适当数量的子电路,待相关的子电路一一设计完成后,再将它们组合起来仿真,调整参数,直到满足相应的性能指标时,整个电路的设计即完成。

5) 电路行为特点的模拟功能

对于极复杂或尚未设计完成的子电路,用户可以用模拟电路行为特性的描述方式进行仿真,无需真实电路,从而大大减少仿真复杂度。

6) 模数混合仿真功能

除了模拟电路的仿真功能外,还可以进一步执行数字电路及模数混合仿真功能。


7) 库扩充功能

OrCAD PSpice A/D 内已经建好许多常见的元件库功能,但是,随着电子技术的进步,新的电子元件不断涌现,用户可以用元件库新建或编辑合乎要求的新元件。

1.2 OrCAD16.3 的安装

OrCAD16.3 的安装需要虚拟光驱的协助,因此,如果计算机中没有安装虚拟光驱的话,首先安装 Daemon Tools。待 Daemon Tools 安装完后,重启计算机,OrCAD16.3 的安装步骤如下:

1. 启动 Daemon Tools

在屏幕下方会出现图标,单击该图标并选择“设备 0:[I:]无媒体”,在弹出的对话框中选择 OrCAD 安装文件 Cadence. 14141OrCad. 16.3,单击“打开”按钮,弹出如图 1.2.1 所示安装初始界面。

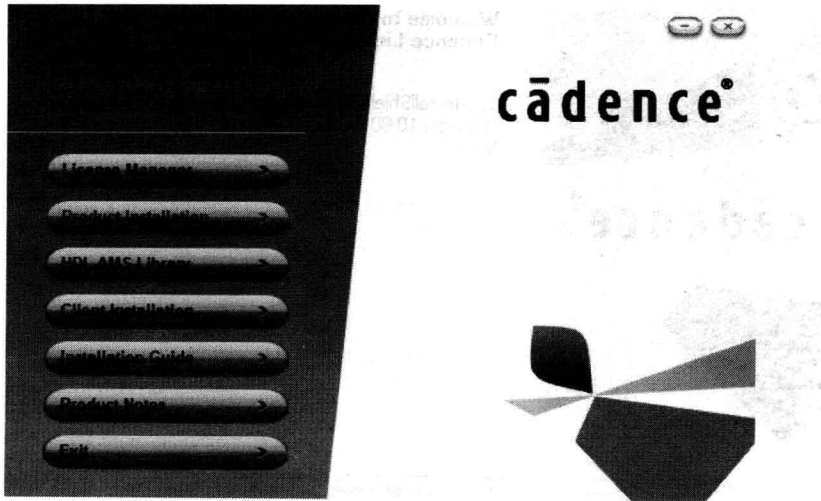


图 1.2.1 OrCAD 安装初始界面

2. 安装 License Manager

在图 1.2.1 中,单击 License Manager 按钮,系统会自动准备安装,如图 1.2.2 所示。

之后,系统弹出如图 1.2.3 所示 Cadence License Manager 界面,单击 Next 按钮,系统弹出如图 1.2.4 所示的许可同意界面。

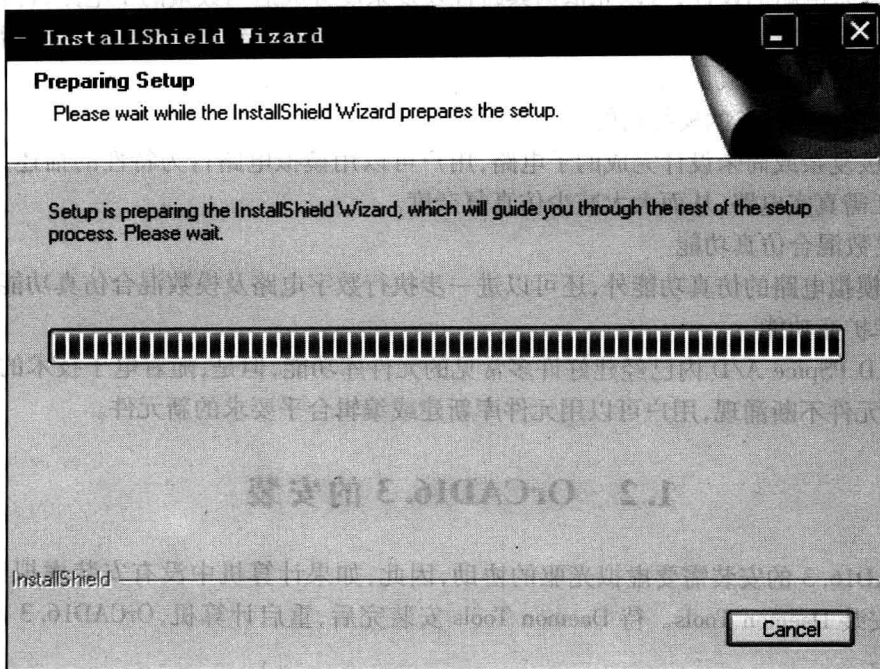


图 1.2.2 准备安装界面

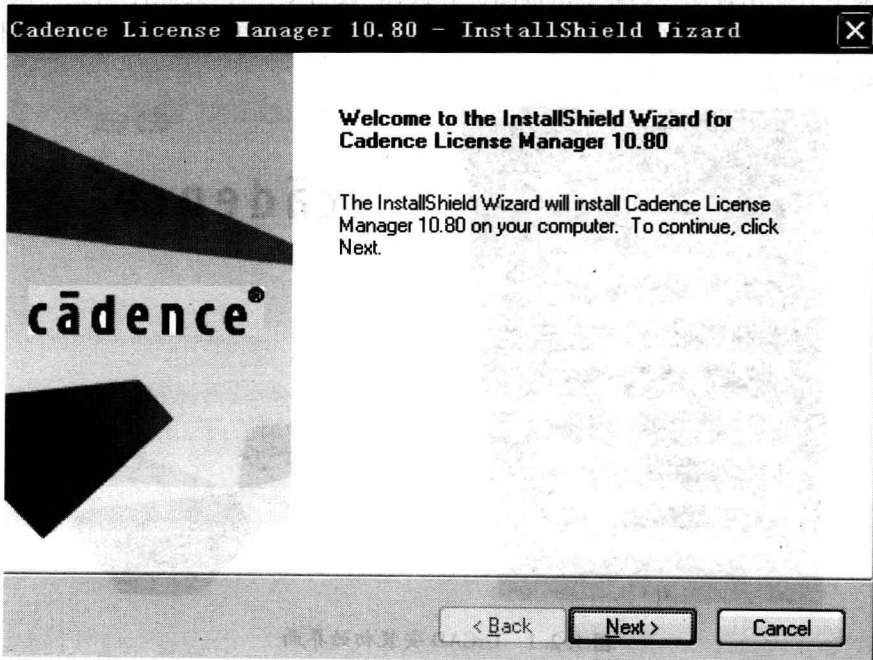


图 1.2.3 Cadence License Manager 界面

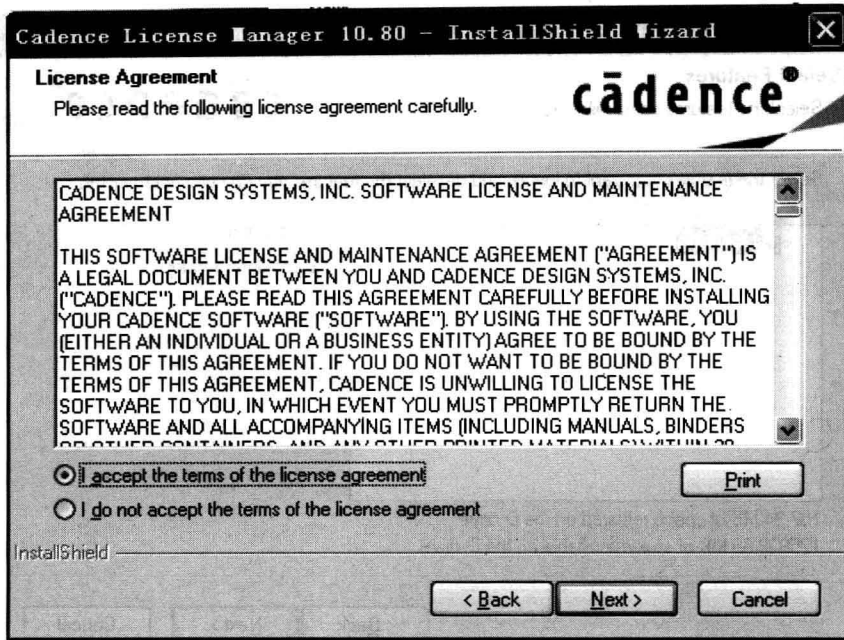


图 1.2.4 许可同意界面

在图 1.2.4 中,选择 I accept the terms of the license agreement,单击 Next 按钮,用户选择许可文件的目的路径,如图 1.2.5 所示。

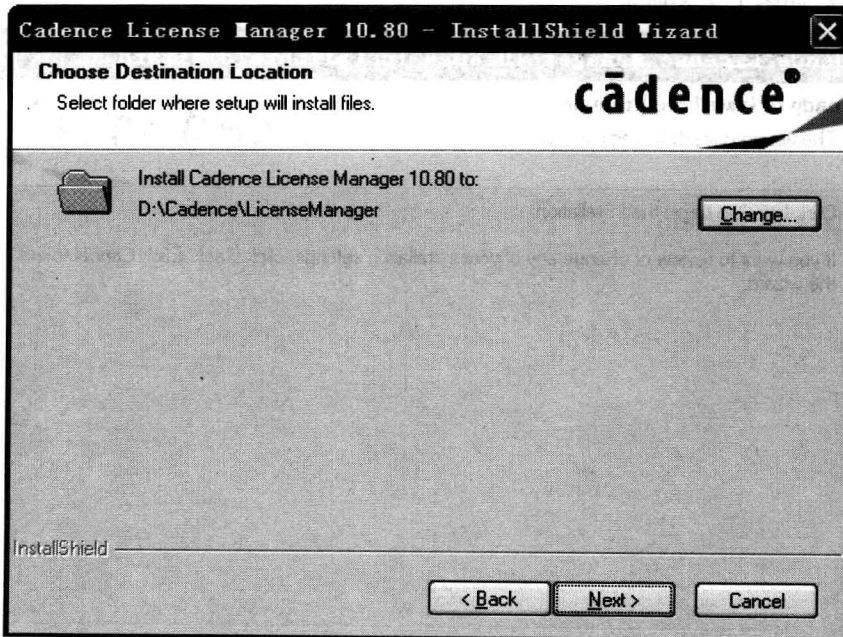


图 1.2.5 许可文件的目的路径选择界面

这里的目的是路径是 D:\Cadence\LicenseManager,单击 Next 按钮,在弹出的如图 1.2.6 所示 Installshield Wizard 界面中继续单击 Next 按钮。

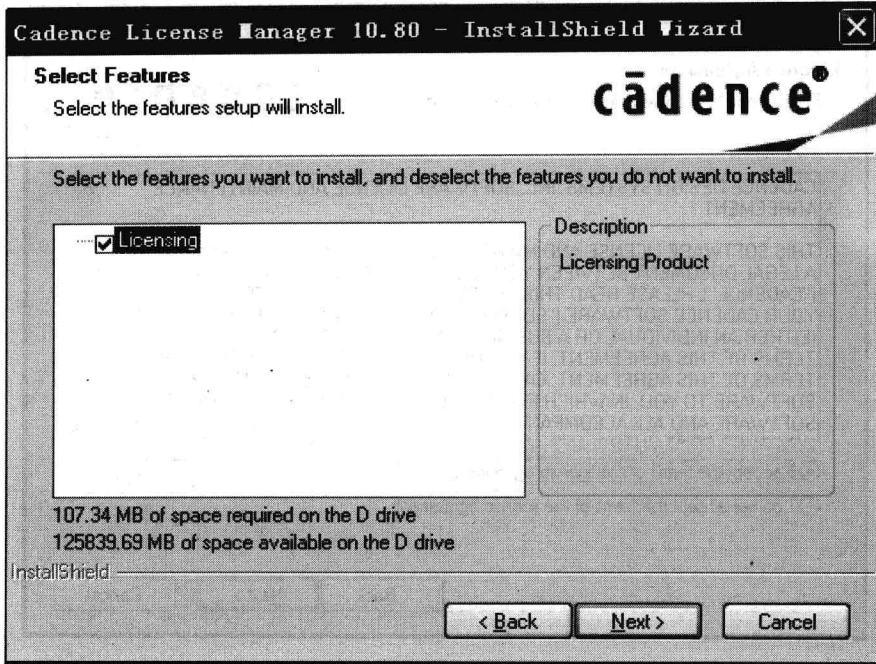


图 1.2.6 Installshield Wizard 界面

然后在如图 1.2.7 所示准备安装 Wizard 界面中继续单击 Install 按钮,系统开始安装许可管理器,如图 1.2.8 所示。

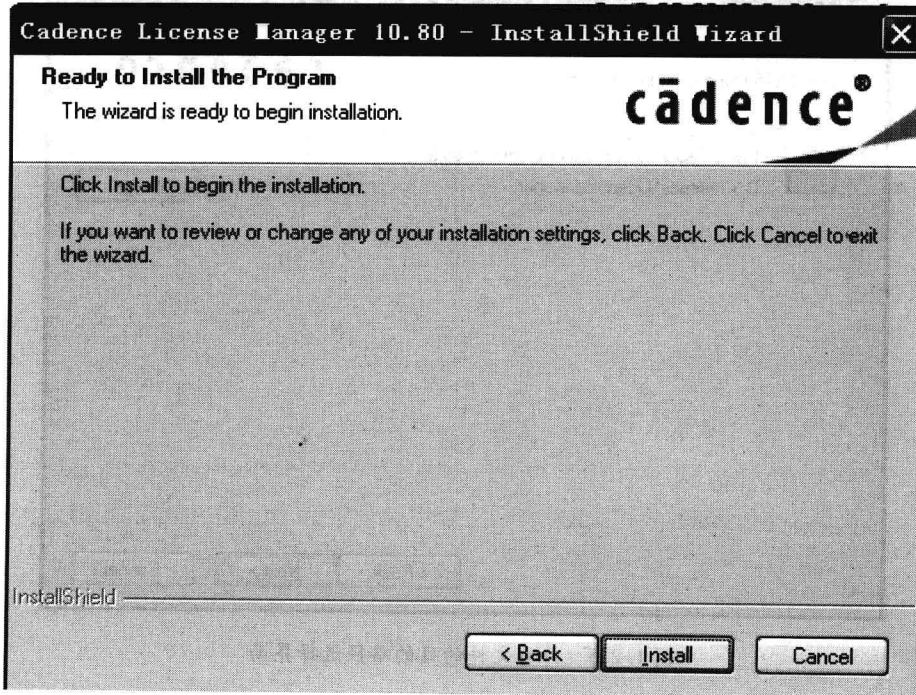


图 1.2.7 准备安装 Wizard 界面

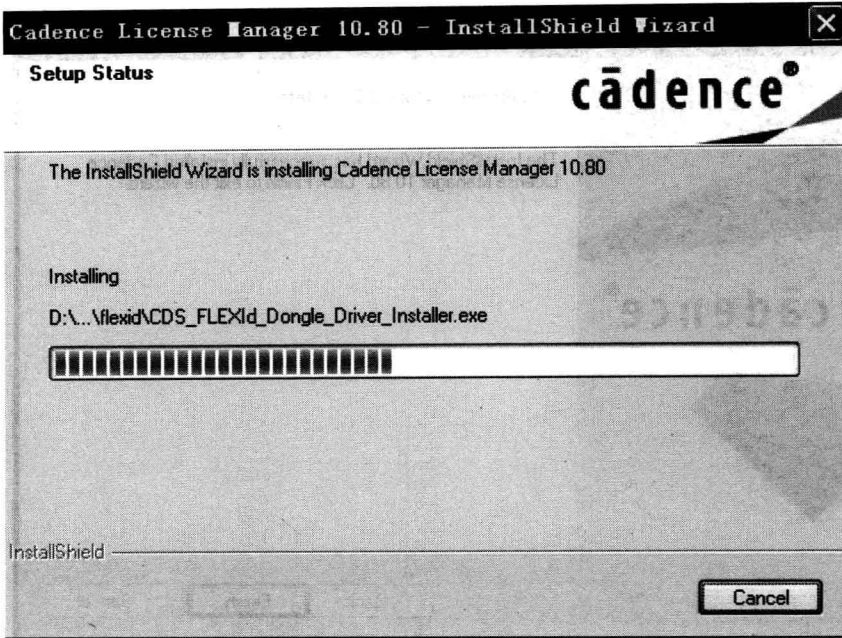


图 1.2.8 安装许可管理器

在图 1.2.8 中,直接单击 Cancel 按钮。系统弹出许可文件路径设置对话框,如图 1.2.9 所示,单击 Cancel 按钮,即不设定许可文件路径。

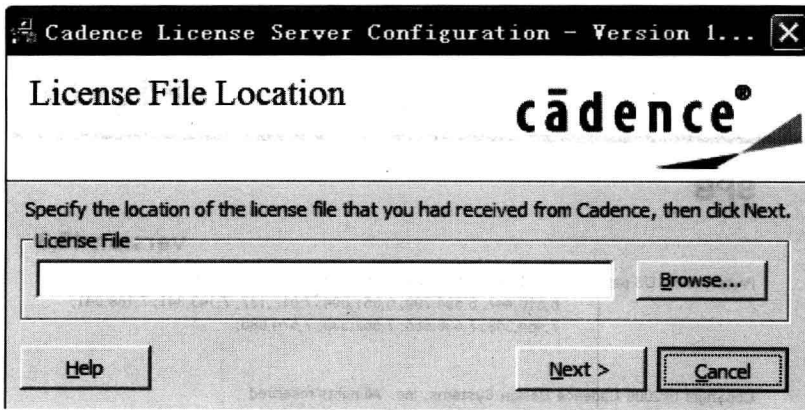


图 1.2.9 许可文件路径设置对话框

并且,在弹出的对话框中选择“是(Y)”,如图 1.2.10 所示。在图 1.2.11 中单击 Finish 按钮,许可管理器就安装完成了。

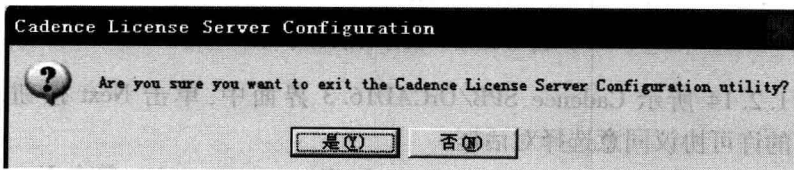


图 1.2.10 不设定许可文件路径

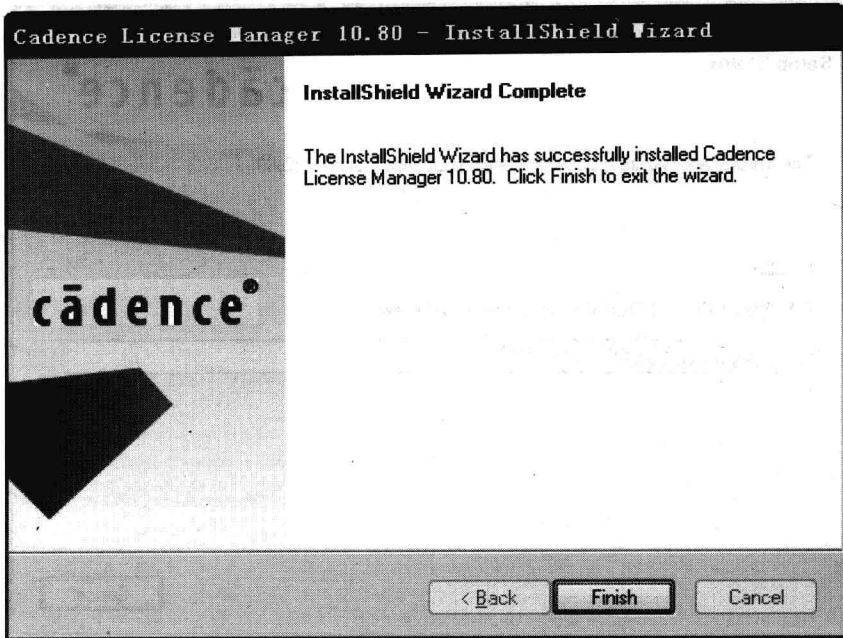


图 1.2.11 管理器安装完毕界面

3. 安装产品

在如图 1.2.1 所示界面中单击 Product Installation 按钮,系统开始安装软件,如图 1.2.12 和图 1.2.13 所示。

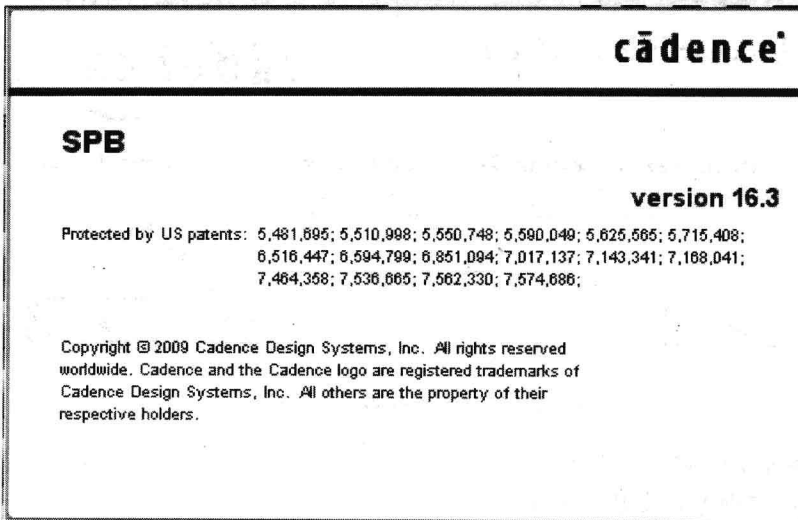


图 1.2.12 软件安装前界面

在如图 1.2.14 所示 Cadence SPB/OrCAD16.3 界面中,单击 Next 按钮,进入如图 1.2.15 所示的许可协议同意选择对话框。

在图 1.2.15 中,选择 I accept the terms of the license agreement,单击 Next 按钮,在弹出的如图 1.2.16 所示控制文件路径对话框中,单击 Next 按钮。