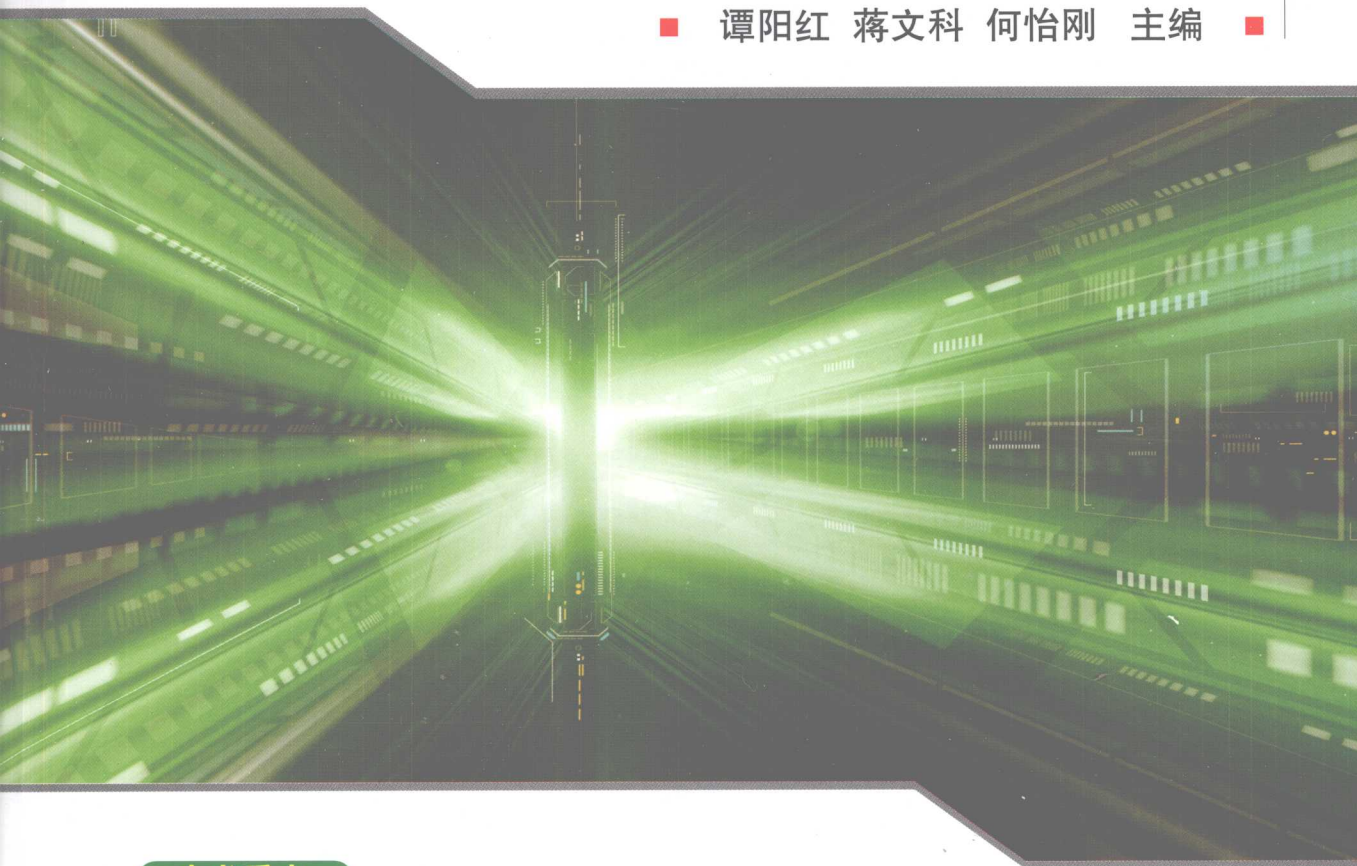


JIYU ORCAD 16.0 DE DIANZI DIANLU FENXI YU SHEJI

基于 OrCAD 16.0 的电子电路分析与设计

■ 谭阳红 蒋文科 何怡刚 主编 ■



本书看点：

- ◎ 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

TN7020Y
848
1216.0

基于 OrCAD16.0 的 电子电路分析与设计

谭阳红 蒋文科 何怡刚 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

作为分析与仿真能力极佳的专业软件,OrCAD 的应用范围越来越广泛。

本书是针对 OrCAD16.0 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其外观符号编辑、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、PSpice 常见问题及解决办法等。

本书可作为电子电路分析与设计等课程的教学用书,也可作为电子电路相关专业的研究生、高年级本科生和广大科研工作者的参考用书,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 OrCAD 16.0 的电子电路分析与设计/谭阳红,蒋文科,何怡刚主编. —北京:国防工业出版社,2008.8

ISBN 978-7-118-05840-6

I.基... II.①谭...②蒋...③何... III.电子电路—计算机辅助设计—应用软件,OrCAD16.0 IV.TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 098964 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 100044)

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 450 千字

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 33.00 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

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)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。

电子电路 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 平均不到两年就更新一次:1998 年 1 月,开发 PSpice 的 MicroSim 公司与 OrCAD 公司强强联合,构成了在 Windows 环境下运行的电子电路 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,2004 年 11 月推出 OrCAD10.3 版本,2005 年 10 月推出 OrCAD10.5 版本,以后又推出了 OrCAD15.7 和 OrCAD16.0 等版本。

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,其应用范围越来越广泛。最新版本的 OrCAD16.0 依然分为三大部分,即 Capture CIS、PSpice 和 Layout,同时还拥有一套高级分析工具,即 OrCAD16.0 - Advaned Analysis,简称为 OrCAD16.0 - PSpice AA。用户可在 PSpiceA/D 分析(标准 PSpice 分析)的基础上,调用 OrCAD16.0 - 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。

本书是针对 OrCAD16.0 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、OrCAD Layout Plus 电路板设计以及与 MATLAB 软件的数据通信使用方法。其中,第 1 章介绍 OrCAD 的特点及安装方法;第 2 章介绍电路图的绘制过程及方法;第 3 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 4 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、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的使用与嵌套分析方法;第 5 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、PSpice 常见问题及解决办法等;第 6 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、Monte - Carlo 分析、Smoke 电应力分析及参数分析;第 7 章介绍 Layout Plus 的使用;第 8 章介绍 OrCAD 与 MATLAB 的数据通信。

针对读者普遍反映比较难于掌握的问题,我们对第一版的内容做了适当的调整,包括有关动态电路的开关元件,变压器特别是理想变压器的参数和属性设置,电路的正弦稳态分析,层

次电路的分析等,在第二版中,特别进行了补充,同时删去了部分例题,尽量保持了第一版的特色。

为了方便读者阅读,本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标准符号不一致,因此,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。

本书由谭阳红主编,负责全书的组织、修改和定稿工作,参加本书修订的有蒋文科、何怡刚、江亚群、姜燕、邓晓、陈五立、陈洪云、张晚英、彭敏放、黄清秀、李中发、方厚辉、雷可君、肖迎群、李云红。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不当和错误之处,殷切希望广大读者批评指正。编者的邮件地址为 tanyhong@126.com。

编者

2008年3月

目 录

第 1 章 OrCAD 的特点及安装	1	4.2 PSpiceA/D 分析过程	74
1.1 OrCAD 的特点	1	4.3 直流分析	76
1.2 OrCAD 的安装	2	4.4 交流分析	83
1.3 OrCAD16.0 的启动	10	4.5 瞬态分析	92
第 2 章 Capture CIS 初步	12	4.6 PSpice A/D 基本分析实例	98
2.1 进入 OrCAD Capture 绘图区	12	4.7 参数分析	103
2.2 调整绘图页规格	16	4.8 噪声分析	109
2.3 放置电路元件	17	4.9 温度分析	113
2.4 连线	20	4.10 Monte-Carlo 分析和最坏 情况分析	116
2.5 电路元件的修饰	21	4.11 傅里叶分析	125
2.6 元器件属性的编辑与设置	22	4.12 直流灵敏度分析	127
2.7 网络标识的编辑	27	第 5 章 PSpice A/D 分析的使用技巧	129
2.8 电路图绘制实例	27	5.1 PSpice 模型参数的修改和 设置	129
第 3 章 电路图的高级编辑技巧	37	5.2 文本描述的 PSpice 程序的 运行	133
3.1 元件自动编号	37	5.3 PSpice 宏模型的建立	135
3.2 电路图的修饰	39	5.4 动态系统仿真	141
3.3 元件外观符号的编辑	41	5.5 电路初始条件的设置	146
3.4 创建新的元件符号	45	5.6 虚拟装置的使用	147
3.5 电路对象属性的自动更新	52	5.7 激励信号编辑程序	148
3.6 项目管理器及其应用	53	5.8 图形后处理程序 Probe 的使用	150
3.7 多页面电路的绘制	60	5.9 PSpice 常见问题及解决办法	162
3.8 层次电路的绘制	62	第 6 章 PSpice A/A 高级分析	172
3.9 DRC 检查	68	6.1 PSpice A/A 高级分析	172
3.10 网络表的生成	70	6.2 灵敏度分析	174
3.11 DXF 格式文件的导出	71	6.3 电路优化设计	181
第 4 章 PSpice A/D 分析	73		
4.1 PSpiceA/D 分析类型	73		

6.4	Monte-Carlo 分析	188	7.6	手动布线与自动布线	260
6.5	Smoke 电应力分析	193	7.7	PCB 后续处理	262
6.6	参数分析	196	第 8 章	MATLAB 和 OrCAD 的	
6.7	PSpice A/A 高级分析实例	204		数据通信	266
第 7 章	OrCAD Layout Plus 的使用	227	8.1	数据从 OrCAD 导入	
7.1	什么是 PCB 板	227		MATLAB	266
7.2	OrCAD Layout Plus 设计环境	229	8.2	数据从 MATLAB 导入	
7.3	元件布置	240		OrCAD	272
7.4	焊盘及过孔设置	249	参考文献	281	
7.5	布线设置	252			

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) 的发展, 电路品种日益增多, 电路规模也越来越大, 对电路性能如可靠性、稳定性等要求越来越高。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, 现场可编程门阵列) 和 CPLD (Complex Programmable Logic Device)、模数混合电路、PCB (Printed Circuit Board) 等领域提供全方位服务。OrCAD 16.0 于 2007 年 6 月推出, 其 Demo 版可以从 OrCAD 网站上下载, 地址为 http://www.cadence.com/downloads/orcad/files/OrCAD_Demo_160.zip, 但是功能有一定的限制。本书内容主要针对 OrCAD 16.0 版。

OrCAD 16.0 的主要内容有以下几个方面:

OrCAD Signal Explorer;

OrCAD Capture;

OrCAD Capture CIS Options;

PSpice A/D;

PSpice A/A;

PSpice Integration with MATLAB Simulink;

OrCAD PCB Editor;

OrCAD Layout;

SPECCTRA for OrCAD。

其中, OrCAD Signal Explorer 是 OrCAD 信号管理器。OrCAD Capture 包含 OrCAD Capture CIS 和 Capture CIS Studio, 其中, OrCAD Capture CIS 是原理图输入和元器件管理工具, 无论是设计一个新的电路、修改已有的 PCB 的原理图, 或者是绘制 HDL 方框图, 包括内部的元器件信息系统管理, 系统都提供了快捷、通用的设计输入功能。OrCAD Capture Studio 作为 PCB Design Studio 为设计人员提供了原理图输入的一个设计工作平台, 包括 Capture CIS 的所有功能, 并具有 Allegro Viewer 的功能, 是一个更加强大的设计输入解决程序。PSpice A/D 是模拟、数字或模数混合仿真程序。PSpice A/A 是高级仿真程序、OrCAD PCB Editor 是 OrCAD 的 PCB 编辑器, 是 OrCAD PCB Designer 最主要和最强大的核心工具, 是用来建立及绘制复杂多层的电路板设计平台, OrCAD Layout 是电路板设计的布局和布线编辑器, 是一个嵌入的、具有栅格为基础的全自动布线器, 从单块电路板到复杂、多层的设计, OrCAD Layout 都提供了一个协调一致、全面的解决平台, OrCAD Layout 产品包括 OrCAD Unison Suite、OrCAD Layout Plus 和 OrCAD Layout。OrCAD Layout Plus 具有自动布局的功

能,以及无网格的自动布线器。SPECCTRA for OrCAD 是布线程序, SPECCTRA 是最先进的自动及手动布线软件,与 OrCAD PCB Editor 结合,可将电路板及线路图上所定义的参数导至 SPECCTRA,内建的自动布线软件可同时进行 6 个信号层的走线,而零件接点数不限。

OrCAD 的主要功能有:

1. 高度集成功能

从电路图绘制、电路仿真分析到印制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. 完整观测测量功能

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来进行仿真,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 OrCAD 的安装

OrCAD16.0 的安装步骤如下:

(1) 打开光盘,双击“setup.exe”文件,程序弹出如图 1.2.1 所示界面。之后,出现许可协议认证界面,如图 1.2.2 所示。

(2) 在图 1.2.2 中选择“I accept the terms of the license agreement”,单击 Next 按钮,系统正式开始安装程序。

(3) 在弹出的如图 1.2.3 所示安装界面中选择“Install Products”选项后,出现如图 1.2.4 所示提示界面,提示关闭所有在运行的查杀毒程序。关闭病毒防火墙并单击图 1.2.4 中的“确定”按钮。

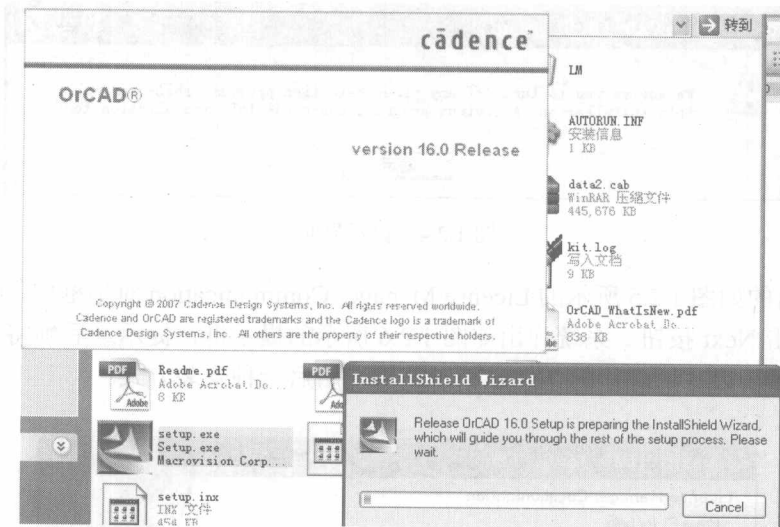


图 1.2.1 步骤 1 界面

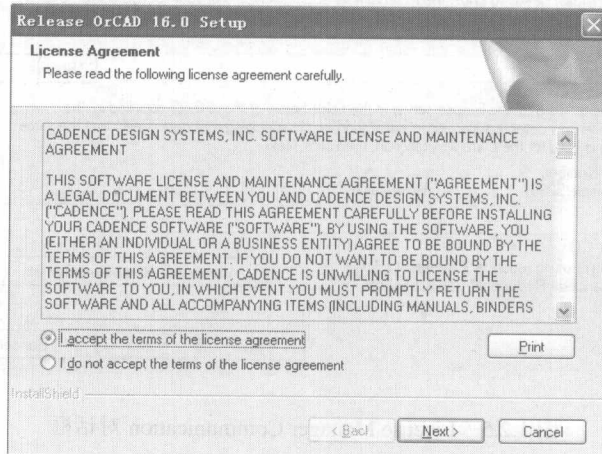


图 1.2.2 许可证书认证界面

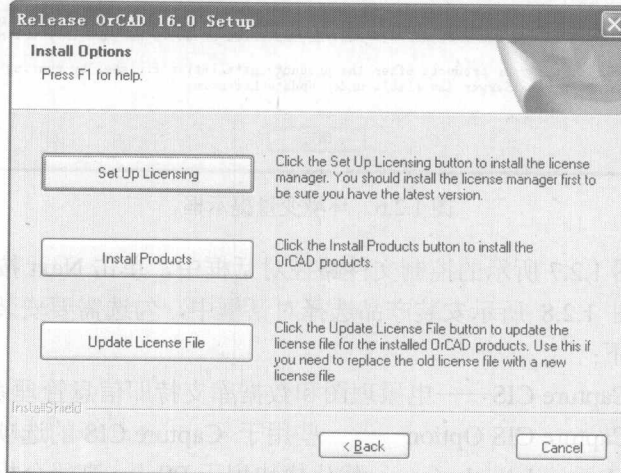


图 1.2.3 安装界面

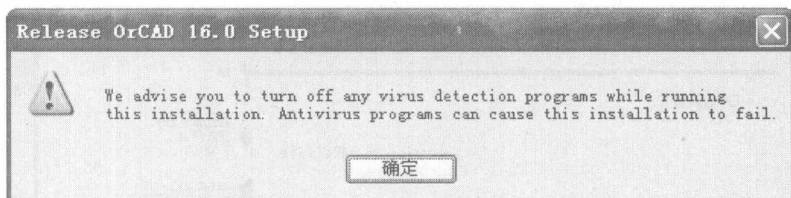


图 1.2.4 提示界面

(4) 在弹出的如图 1.2.5 所示的 License Manager Communication 对话框中,可选择性填写,也可不填,单击 Next 按钮。系统弹出如图 1.2.6 所示的提示框,提示最后须将 License.dat 写入系统环境变量,以保证程序的正常运行。这里采用后一种安装方式。

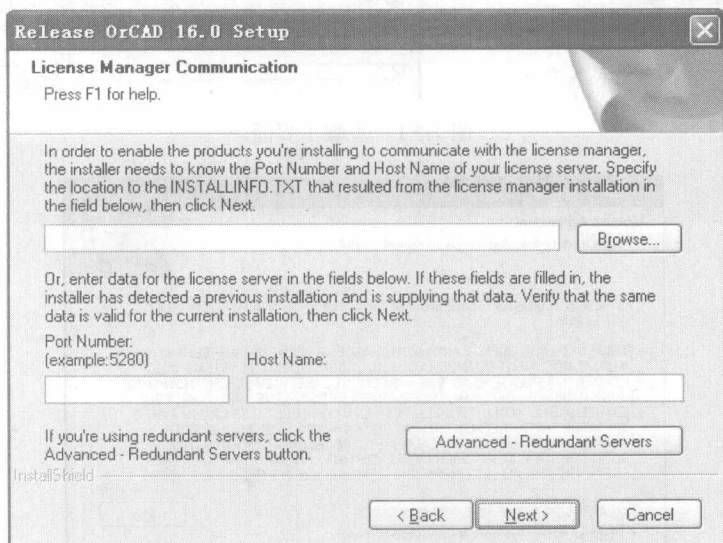


图 1.2.5 License Manager Communication 对话框

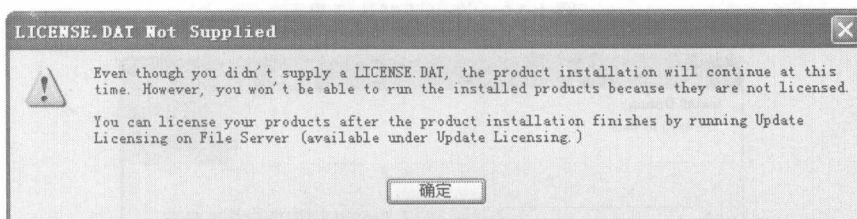


图 1.2.6 环境变量提示框

(5) 在弹出的如图 1.2.7 所示的控制文件路径对话框中,单击 Next 按钮。

(6) 在弹出的如图 1.2.8 所示安装产品选择对话框中,勾选需要安装的产品,单击 Next 按钮。其部分产品如下:

PO1110 OrCAD Capture CIS——电原理图和数据库支持即信息管理系统;

PO1120 OrCAD Capture CIS Option——一些用于 Capture CIS 的选项;

PO1332 PSpice Advanced Analysis——优化模块用于 PSpice 高级分析;

PO1420 OrCAD Layout Plus——用于 PCB 的设计;

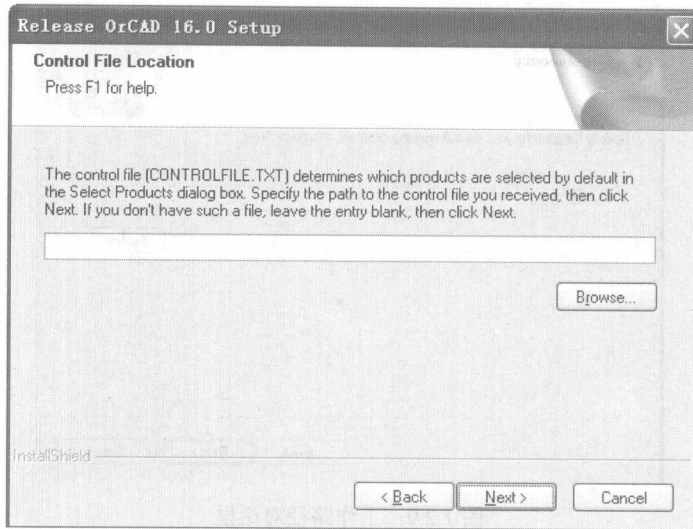


图 1.2.7 控制文件路径对话框

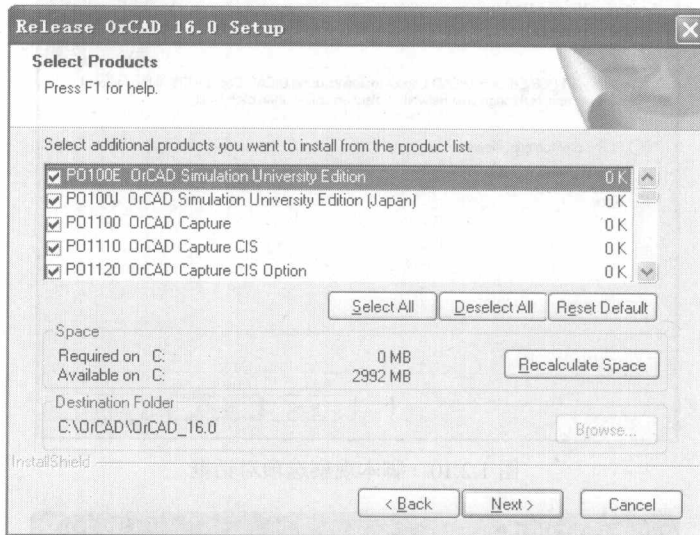


图 1.2.8 安装产品选择对话框

PO1600 SPECCTRA 6U for OrCAD——speCCtra 6 层自动 PCB 器；

PO1530 OrCAD Unison Ultra——从原理图输入到仿真、板级布局布线的设计；

PO3030 OrCAD PCB Designer with Pspice——运用 PSpice 的 PCB 设计器。

这些是 OrCAD10.3 及以上版本的高级选项，勾选时可选择上面的重要选项，根据实际情况可添加其他选项，也可以选择所有选项。

(7) 在弹出的如图 1.2.9 所示工作目录对话框中，选择需要的工作路径，单击 Next 按钮。

(8) 在弹出的如图 1.2.10 所示的脚本观察选项对话框中，选择合适的选项（一般选择 None），单击 Next 按钮。

(9) 在弹出的如图 1.2.11 所示文件夹选择对话框中，选择自己需要的文件夹后，单击 Next 按钮；此时，系统开始自动安装，如图 1.2.12 所示。

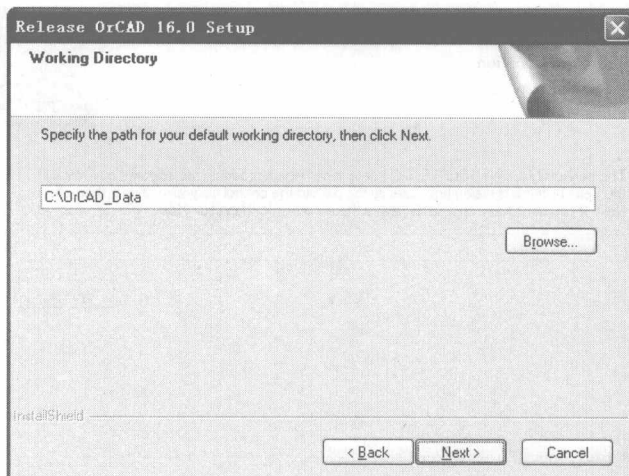


图 1.2.9 工作路径对话框

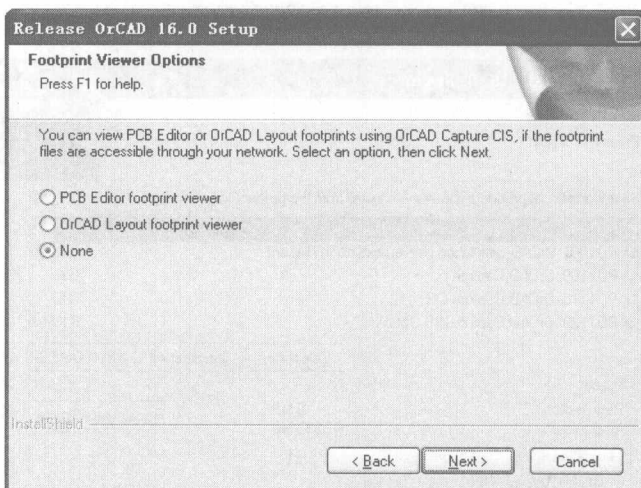


图 1.2.10 脚本观察选项对话框

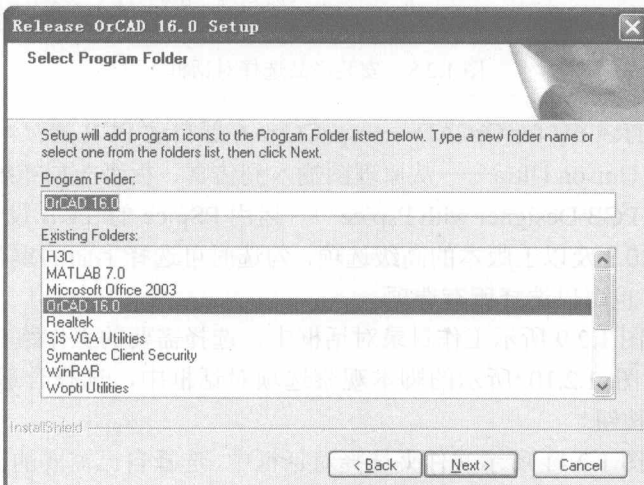
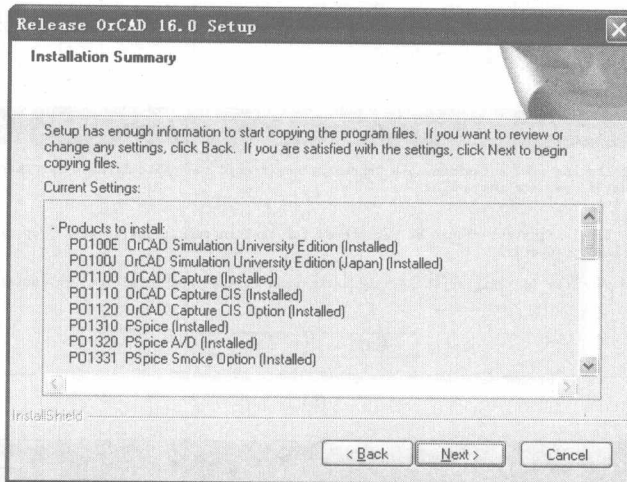
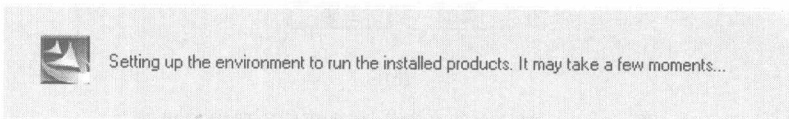


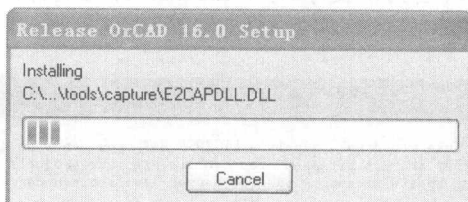
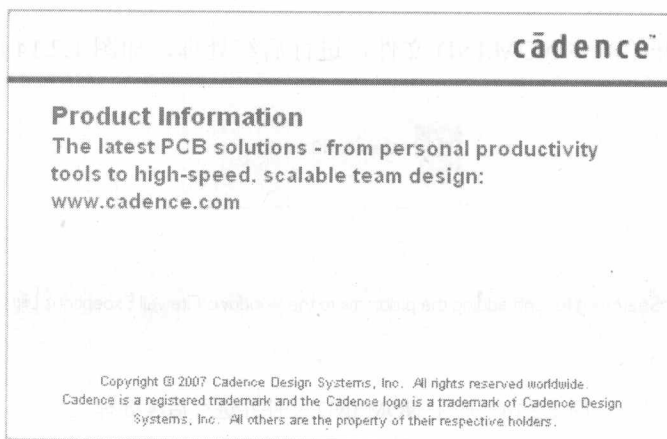
图 1.2.11 文件夹选择对话框



(a)



(b)

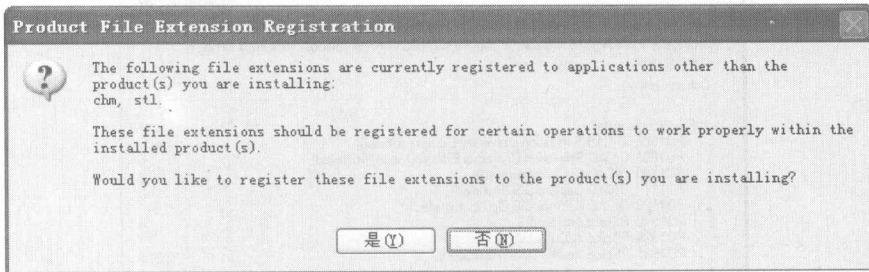


(c)

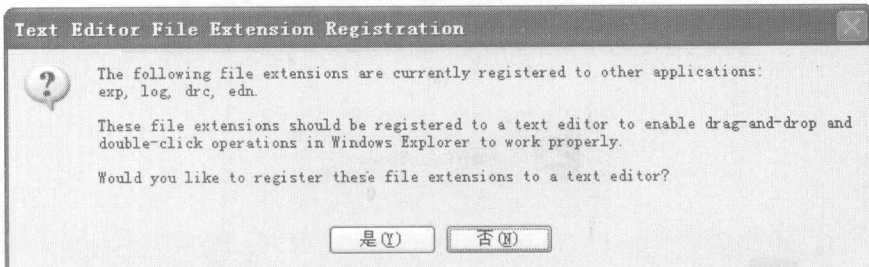
图 1.2.12 安装过程显示

(a) 安装摘要界面；(b) 安装 Crystal Report XI 及设置环境；(c) 安装进度显示。

(10) 在安装过程中，会弹出如图 1.2.13 所示产品文件及文本文件额外注册提示界面，分别单击“是”按钮。



(a)



(b)

图 1.2.13 产品文件及文本文件额外注册提示界面

(a) 产品文件额外注册提示界面；(b) 文本文件额外注册提示界面。

(11) 此时系统开始产生 NOM.IND 文件，进行后续处理，如图 1.2.14 所示。

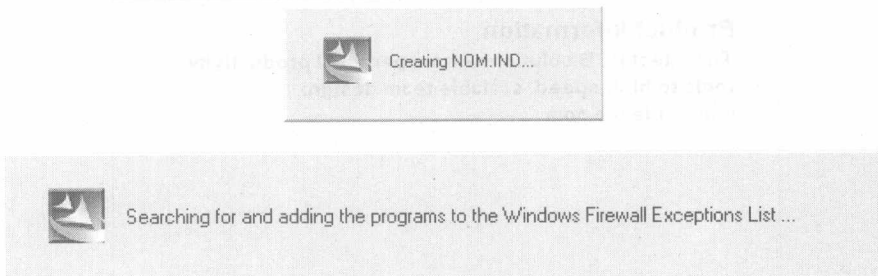


图 1.2.14 产生 NOM.IND 文件并进行后续处理

(12) 在安装结束时，系统会再次提示没有 License 许可文件，如图 1.2.15 所示，此时单击“确定”即可。

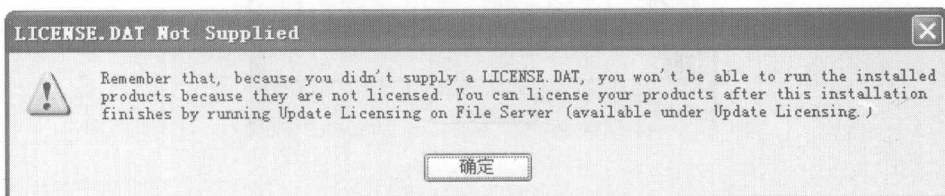


图 1.2.15 没有 License 许可文件提示

(13) 出现安装完成的对话框, 如图 1.2.16 所示, 单击 Finish 按钮。

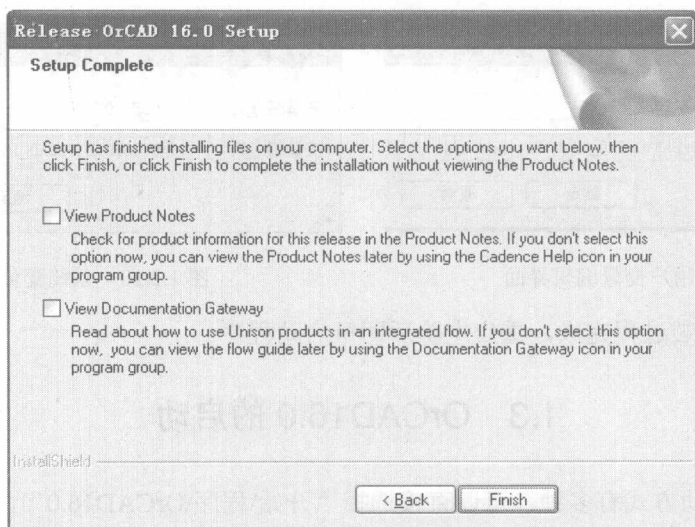


图 1.2.16 安装完成界面

(14) 环境变量的设置, 按以下步骤进行:

① 选择“我的电脑”, 单击鼠标右键, 选择“属性”选项, 弹出系统属性对话框, 单击“高级”页, 如图 1.2.17 所示。

② 单击“环境变量”按钮, 弹出如图 1.2.18 所示环境变量对话框。

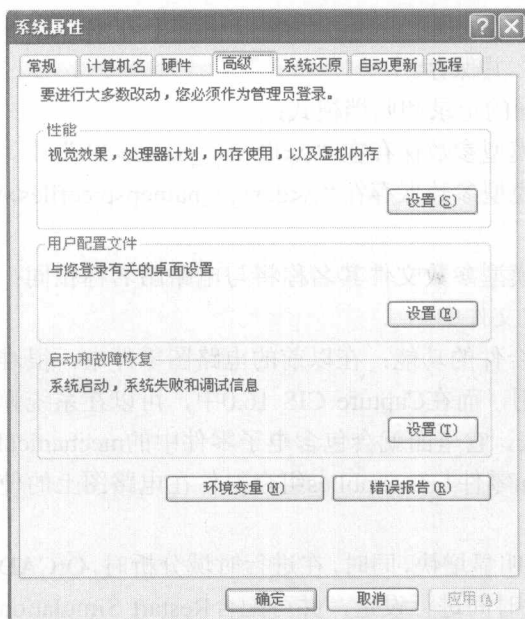


图 1.2.17 系统属性对话框

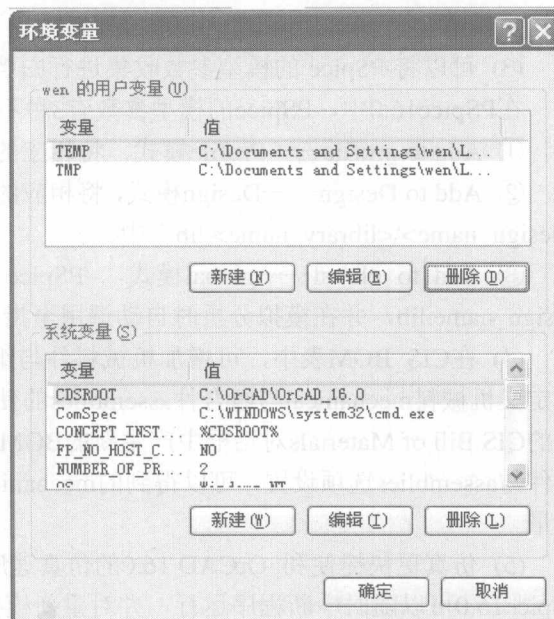


图 1.2.18 环境变量对话框

③ 在图 1.2.19 中单击“新建”按钮, 弹出如图 1.2.19 所示用户环境变量编辑对话框, 输入环境变量如“C:\OrCAD\OrCAD_16.0\license.dat”。

④ 同样输入系统属性的环境变量，如“C:\OrCAD\OrCAD_16.0”，如图 1.2.20 所示。

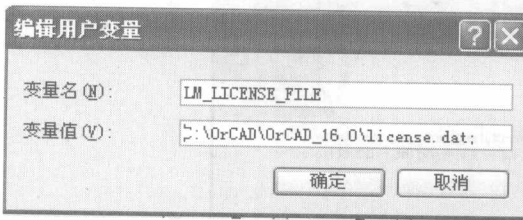


图 1.2.19 用户变量编辑界面

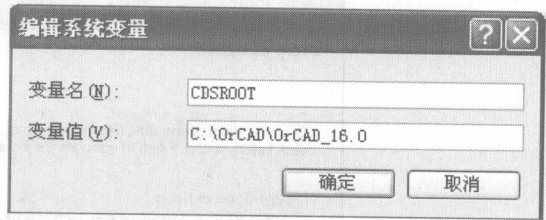


图 1.2.20 系统变量编辑界面

至此，整个安装过程完成，重启电脑后即可启动程序。

1.3 OrCAD16.0 的启动

OrCAD 的启动方式有多种，可以直接选择“开始\程序\OrCAD16.0”，再在弹出的选项中选择要启动的程序，如要启动 OrCAD16.0 中的原理图输入程序，则选择“开始\程序\OrCAD16.0\OrCAD Capture”。如果桌面上已存在快捷方式，则双击该快捷方式。

OrCAD 16.0 更加注重于功能的细化与改善，有许多以往版本不具备的新特点，主要有以下几个方面：

(1) 加注产品商标符号。于软件窗口之右上角摆放Cadence注册商标，并有一红线横跨于工具栏下。

(2) 对零件及图标对象的属性更加精细，可定义其摆放、搬移是否精确置于格点上，并将该属性的定义自动存入 Capture.ini 环境中。

(3) 可以将 PSpice 的模型参数收集进行归档，并保存。

在PSpice16.0中，PSpice的模型参数有3种不同的记录和归档模式：

① Add to profile——Profile模式，将相应的模型参数保存在“.\<library_name>.lib”中。

② Add to Design——Design模式，将相应的模型参数保存在“.\<design_name>pspicefiles\<design_name>\<library_name>.lib”中。

③ Add to global——global模式，PSpice 模型参数文件其名称将与电路图名称相同：design_name.lib，并在模拟分析时自动调用至指定文件中。

(4) 在CIS BOM表中，可增加机械料件与组合件的功能：在以前的电路图零件中，很难去定义机械料mechanical与组合件assemblies的使用，而在Capture CIS 16.0中，可以在系统弹出的CIS Bill of Materials对话框中产生新的BOM表，它里面就会包含电子零件中的mechanical零件与assemblies选项设置，可以得到的mechanical零件与assemblies组合料件在电路图上的使用量。

(5) 仿真更快捷便利。OrCAD 16.0的仿真速度明显增快，同时，在进行时域分析时，OrCAD PSpice16.0可以随时中断程序运行，并对重新模拟时间进行设定，并可配合Restart Simulation进行仿真；让仿真更加便利。还可直接在时域分析的属性设定文件中勾选执行恢复模式功能，PSpice仿真至停止时间（TSTOP）时自动暂停，让使用者自己评价是否需要进行更长时间的模拟分析，若欲进行，则可修改停止模拟时间（TSTOP）或可在其修改时间后变更聚合参数进行仿真，由停止点恢复仿真，而不需从头仿真，节省更多的处理时间。