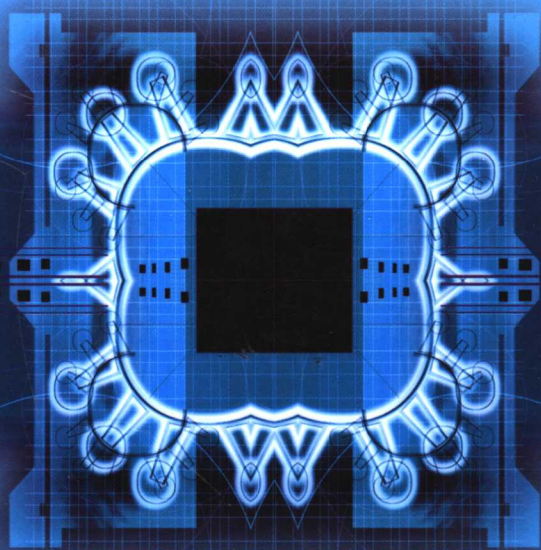


基于OrCAD 10.5的

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
National Defense Industry Press

基于 OrCAD 10.5 的 电子电路分析与设计

谭阳红 蒋文科 何怡刚 主编
熊芝耀 雷可君 陈五立 许慧 龙春阳 编著



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 OrCAD 10.5 编写的,除了介绍常用的 OrCAD Capture、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。

本书可作为电子电路分析与设计专业的数学用书,也可供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作为参考资料使用。

图书在版编目(CIP)数据

基于 OrCAD 10.5 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,2007. 1
ISBN 7-118-04809-7

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, OrCAD 10.5
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 119534 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)
天利华印刷装订有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 435 千字
2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 34.00 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。

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 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 CAD 软件系统,并于 1999 年 9 月推出 OrCAD 9.0。2000 年 3 月,OrCAD 公司被 Cadence 公司收购并推出 OrCAD 9.21 版本,2003 年 1 月又推出 OrCAD 10.0 版本,2004 年 11 月推出 OrCAD 10.3 版本,2005 年 10 月推出 OrCAD 10.0 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 OrCAD 10.5 依然分为三大部分,即 OrCAD Capture、PSpice 和 OrCAD Layout Plus,同时还拥有一套高级分析工具,即 OrCAD 10.5-Advanced Analysis,简称为 OrCAD 10.5-PSpice AA。用户可在 PSpice A/D(标准 PSpice)分析的基础上,调用 OrCAD 10.5-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 OrCAD 10.5 编写的,主要介绍了该软件的使用方法,包括 OrCAD Capture 电路图设计及其高级使用、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 OrCAD Capture 基础知识,包括电路图的绘制过程及方法;第 3 章介绍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、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;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 章介绍电路的高级分析,包括 PSpice AA、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 OrCAD Layout Plus 的使用;第 8 章介绍 OrCAD 与 Matlab 的数据通信。

本书第 1 章由谭阳红、雷可君、陈五立、许慧和龙春阳编写,第 2、3、4、5、6、8 章由谭阳红、何怡刚编写,第 7 章由蒋文科、熊芝耀编写。

由于编者水平有限,书中难免存在失误和不足,欢迎广大读者批评指正。

编著者

2006 年 6 月

目 录

第 1 章	OrCAD 的特点及安装	1
1.1	OrCAD 的特点	1
1.2	OrCAD 的安装	2
1.3	OrCAD 的启动	10
第 2 章	OrCAD Capture 基础	11
2.1	进入 OrCAD Capture 绘图区	11
2.2	调整绘图页规格	14
2.3	放置电路元件	15
2.4	连线(Wiring)	17
2.5	电路元件的修饰	18
2.6	元器件属性的编辑与设置	20
2.7	网络标识的编辑	24
2.8	电路图绘制实例	25
第 3 章	电路图的高级编辑技巧	39
3.1	元件自动编号	39
3.2	电路图的修饰	41
3.3	元件外观符号的编辑	43
3.4	创建新的元件符号	46
3.5	电路对象属性的自动更新	52
3.6	项目管理器及其应用	53
3.7	多页面电路的绘制	60
3.8	层次(hierarchical)电路的绘制	63
3.9	设计规则检查	70
3.10	网络(路)表的生成	71
3.11	DXF 文件的导出	72
第 4 章	电路的 PSpice A/D 分析	74
4.1	PSpice A/D 分析类型	74
4.2	PSpice A/D 分析过程	75
4.3	直流分析	77
4.4	交流分析	84
4.5	瞬态分析	86
4.6	PSpice A/D 基本分析实例	92

4.7	参数分析	98
4.8	噪声分析	103
4.9	温度分析	106
4.10	Monte-Carlo 分析和最坏情况分析	110
4.11	傅里叶分析	118
4.12	直流灵敏度分析	119
第 5 章	PSpice A/D 分析的使用技巧	121
5.1	PSpice 模型参数的修改和设置	121
5.2	文本描述 PSpice 程序的运行	125
5.3	PSpice 宏模型的建立	126
5.4	动态系统仿真	131
5.5	电路初始条件的设置	135
5.6	虚拟装置的使用	136
5.7	激励信号编辑程序	138
5.8	图形后处理程序 Probe 的使用	140
5.9	PSpice 常见问题及解决办法	151
第 6 章	电路的 PSpice AA	155
6.1	PSpice AA	155
6.2	灵敏度分析	157
6.3	电路优化设计	164
6.4	Monte-Carlo 分析	170
6.5	Smoke 电应力分析	174
6.6	参数分析	177
6.7	PSpice AA 实例	185
第 7 章	OrCAD Layout Plus 的使用	206
7.1	什么是 PCB 板	206
7.2	OrCAD Layout Plus 设计环境	208
7.3	元件布置	221
7.4	焊盘及过孔设置	231
7.5	布线设置	235
7.6	手动布线与自动布线	245
7.7	PCB 后续处理	247
第 8 章	OrCAD 的高级应用——OrCAD 与 Matlab 的数据通信	252
8.1	数据从 OrCAD 导入 Matlab	252
8.2	数据从 Matlab 导入 OrCAD	258

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、稳定性等的要求也越来越高。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)等领域提供全方面服务。OrCAD 10.5 已于 2005 年 10 月上市,其 Demo 版可以从 OrCAD 网站(<http://www.OrCAD.com>)上下载,但功能有一定的限制。本书所讲述的内容主要是针对 OrCAD 10.5 Demo 版的。

OrCAD 10.5 主要包括以下几个方面的内容:

- (1)OrCAD Signal Explorer
- (2)OrCAD Capture
- (3)OrCAD Capture CIS Options
- (4)PSpice A/D
- (5)PSpice AA
- (6)PSpice Integration with Matlab Simulink
- (7)OrCAD PCB Editor
- (8)OrCAD Layout
- (9)Spectra for OrCAD

OrCAD Signal Explorer 是 OrCAD 信号管理器。OrCAD Capture 则包含 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 既是 OrCAD 的 PCB 编辑器,又是 OrCAD PCB Designer 最主要和最强大的核心工具,还是用来建立及绘制复杂多层电路板的设计平台。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。

Spectra for OrCAD 是布线程序,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 Spectra,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。

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 内虽已建好许多常见的元件库,但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

OrCAD 10.5 的安装步骤如下。

(1) 打开光盘,双击“setup.exe”文件,会弹出如图 1.2.1 所示的准备安装界面,之后会出现许可证书认证界面,如图 1.2.2 所示。

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

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

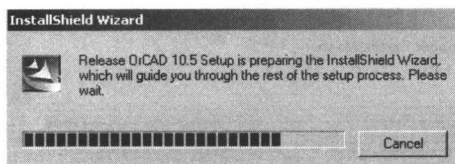


图 1.2.1 准备安装界面

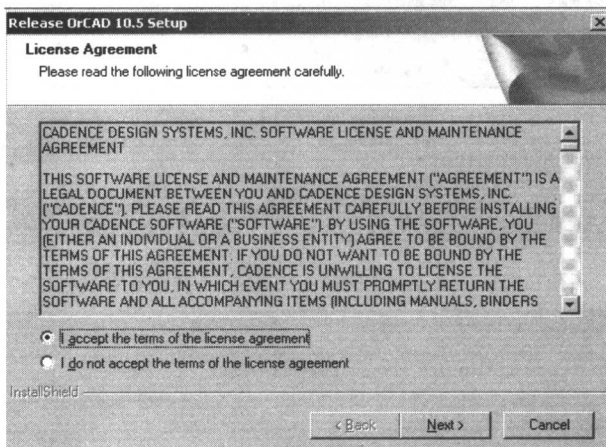


图 1.2.2 许可证书认证界面

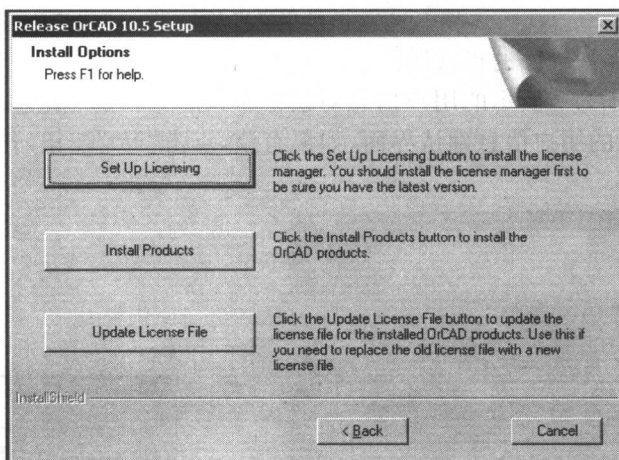


图 1.2.3 安装界面

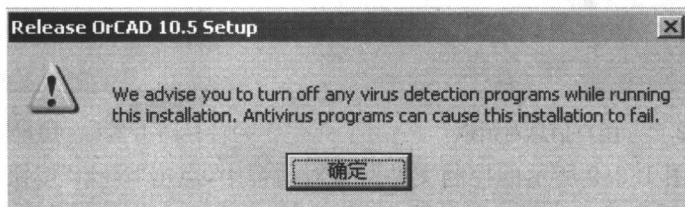


图 1.2.4 提示界面

(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,系统会弹出如图 1.2.6 所示的提示框,提示最后须将 License.dat

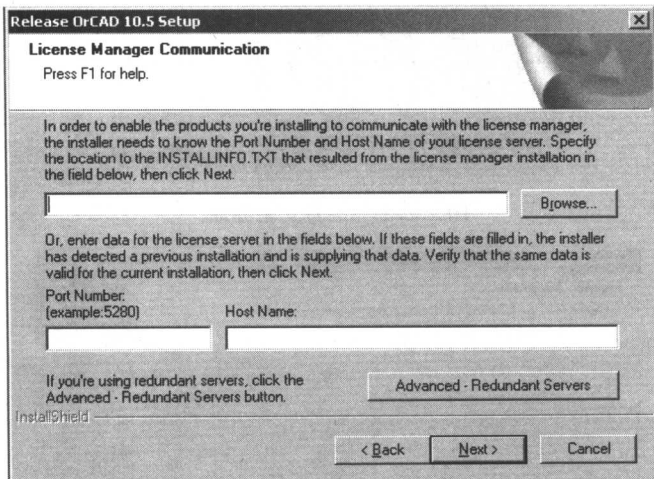


图 1.2.5 License Manager Communication 对话框

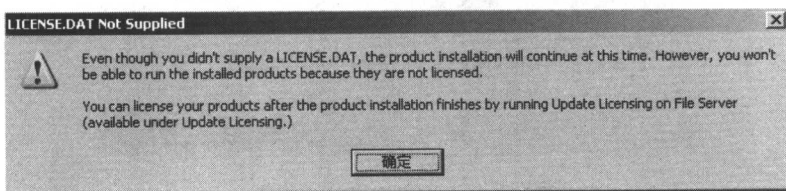


图 1.2.6 环境变量提示框

写入系统环境变量，以保证程序的正常运行。

(5)在弹出的如图 1.2.7 所示的用户信息对话框中，输入各用户信息后，点击“Next”按钮，会弹出如图 1.2.8 所示的用户信息确认界面，如果有错，点击“No”按钮，并返回上一步更改，否则点击“Yes”按钮。

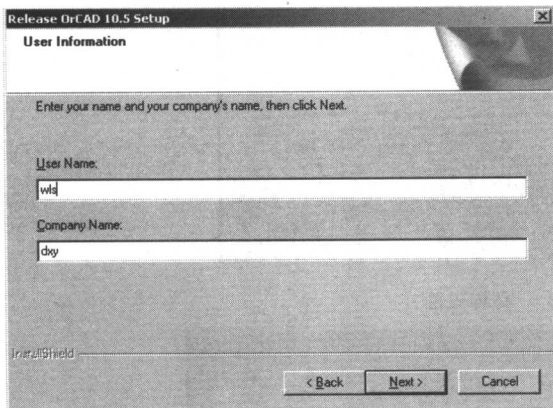


图 1.2.7 用户信息对话框

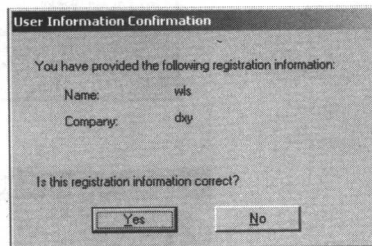


图 1.2.8 用户信息确认界面

(6)在弹出的如图 1.2.9 所示的控制文件路径对话框中，点击“Next”按钮。

(7)在弹出的如图 1.2.10 所示的安装产品选择对话框中，勾选需要安装的产品，点击“Next”按钮。

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；

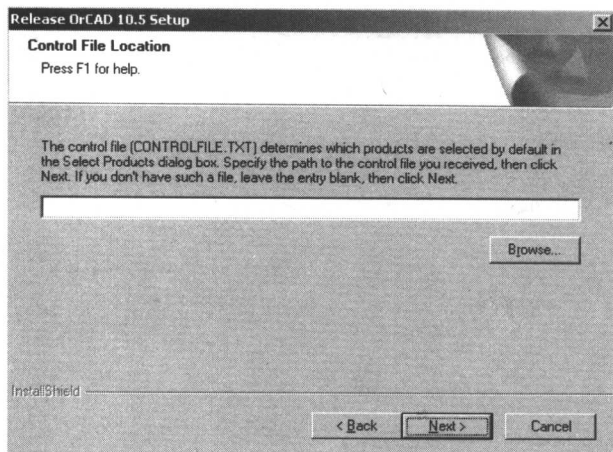


图 1.2.9 控制文件路径对话框

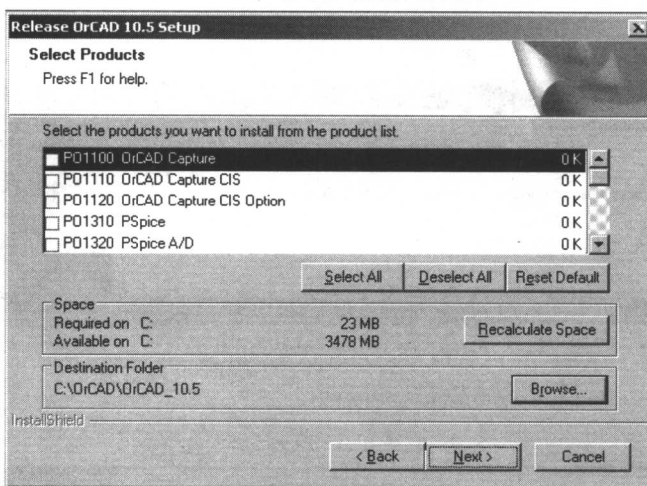


图 1.2.10 安装产品选择对话框

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；

PO1600 spectra 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 OrCAD 10.3 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。

(8)在弹出的如图 1.2.11 所示的安装路径对话框中，选择需要的工作路径，点击“Next”按钮，会弹出如图 1.2.12 所示的提示界面，提示是否安装 IntelliCAD 软件工具，如果需要安装，选择“是”按钮，否则选“否”按钮。

(9)在弹出的如图 1.2.13 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。

(10)在弹出的如图 1.2.14 所示的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 1.2.15 所示。

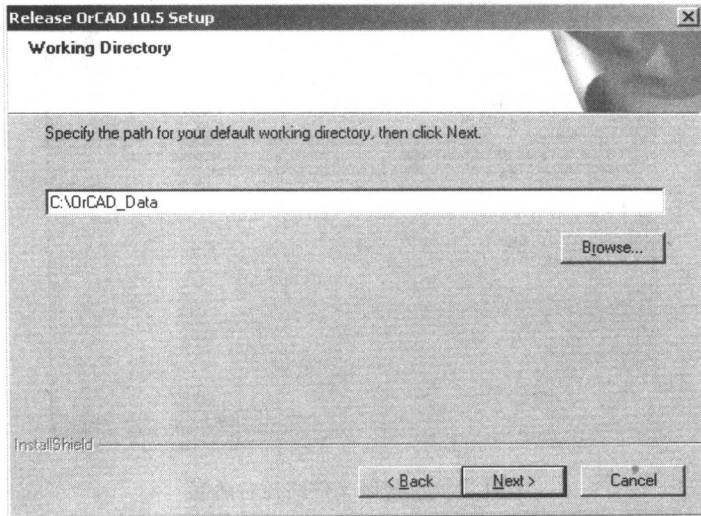


图 1.2.11 工作路径对话框

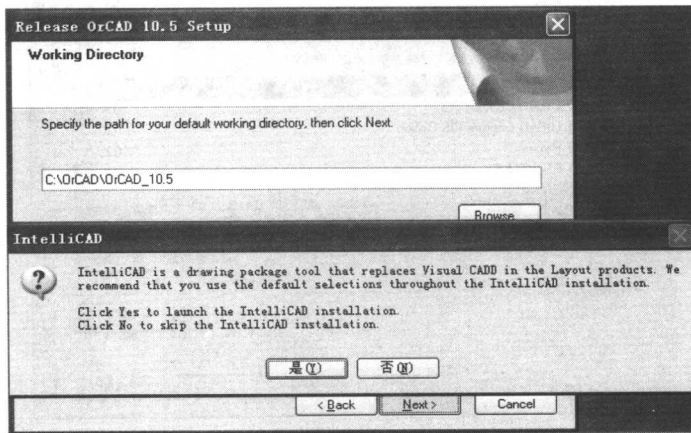


图 1.2.12 否安装 IntelliCAD 工具提示界面

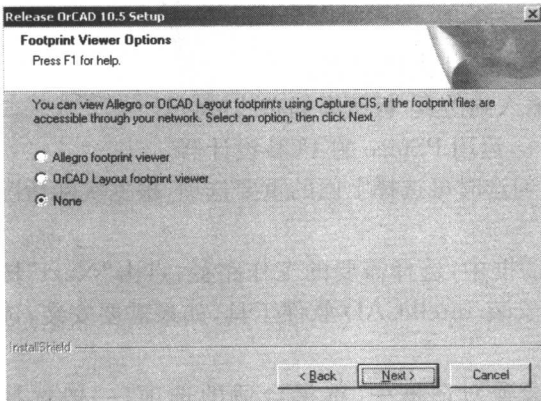


图 1.2.13 脚本观察选项对话框

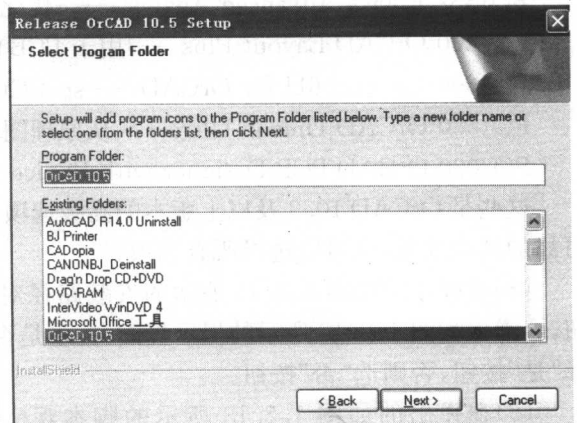
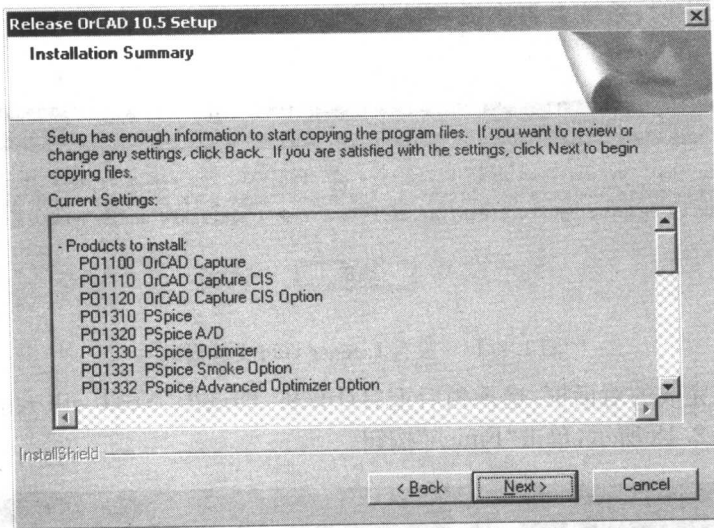
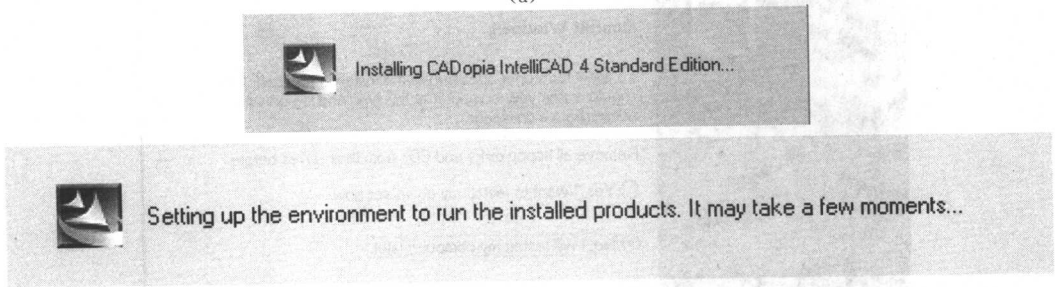


图 1.2.14 文件夹选择对话框

(11)在安装过程中,会弹出如图 1.2.16 所示的产品文件及文本文件额外注册提示界面,分别单击“确定”按钮。

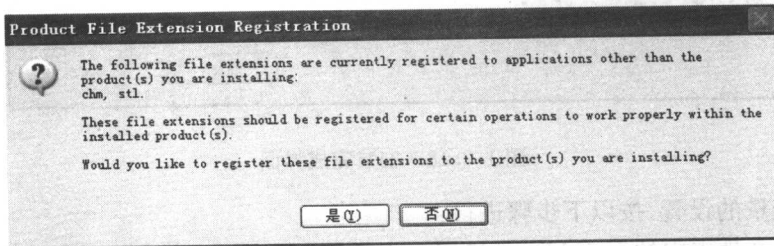


(a)

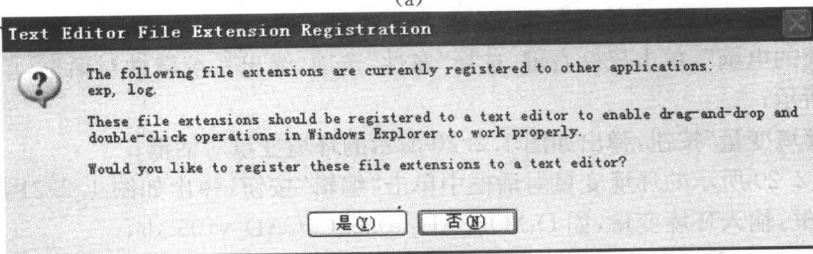


(b)

图 1.2.15 安装过程显示
(a) 安装摘要界面; (b) 安装显示。



(a)



(b)

图 1.2.16 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。

(12)在安装结束时,系统会再次提示没有 License 许可文件,如图 1.2.17 所示,此时单击“确定”即可。

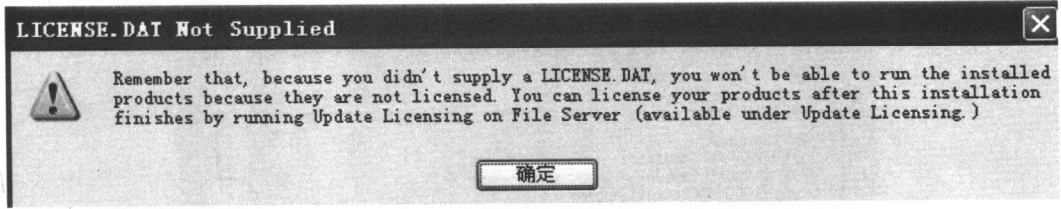


图 1.2.17 没有 License 许可文件提示

(13)出现安装完成的对话框,选择稍后重启计算机,即点击“No, I will restart my computer later”按钮,如图 1.2.18 所示,单击“Finish”按钮。

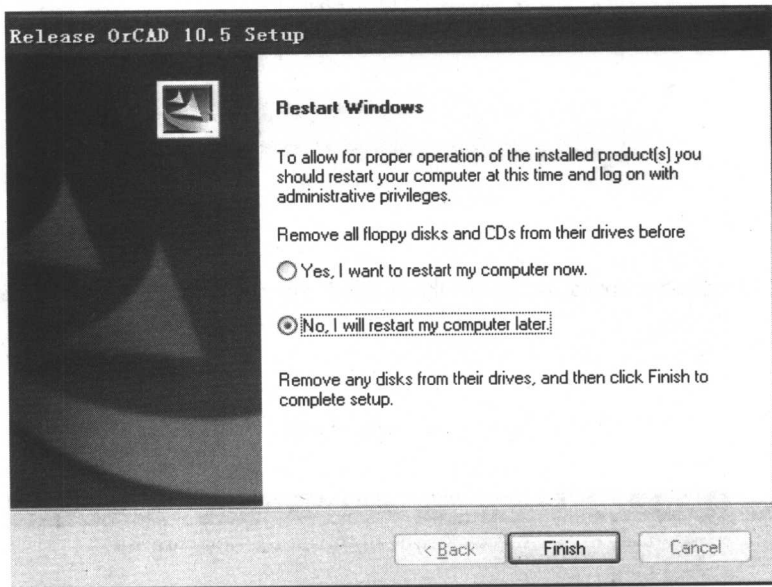


图 1.2.18 安装完成界面

(14)环境变量的设置,按以下步骤进行:

①将 Crack 文件夹中的 OrCAD_v105. dat 文件复制到指定安装的路径下,如 D:\OrCAD_10.5\OrCAD_v105. dat,注意扩展名为 dat;

②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 1.2.19 所示;

③单击“环境变量”按钮,弹出如图 1.2.20 所示的环境变量对话框;

④在图 1.2.20 所示的环境变量对话框中单击“编辑”按钮,弹出如图 1.2.21 所示用户环境变量编辑对话框,输入环境变量,如 D:\OrCAD_10.5\OrCAD_v105. dat;

⑤同上步骤输入系统属性的环境变量,如图 1.2.22 所示。

(15)重启计算机后,可能出现如图 1.2.23 所示的找不到应用文件界面,此时可不理睬它,直接单击“确定”即可,至此,整个安装过程完成。

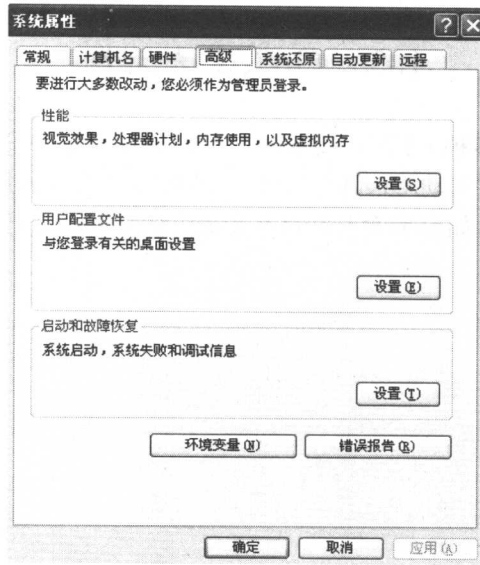


图 1.2.19 系统属性对话框

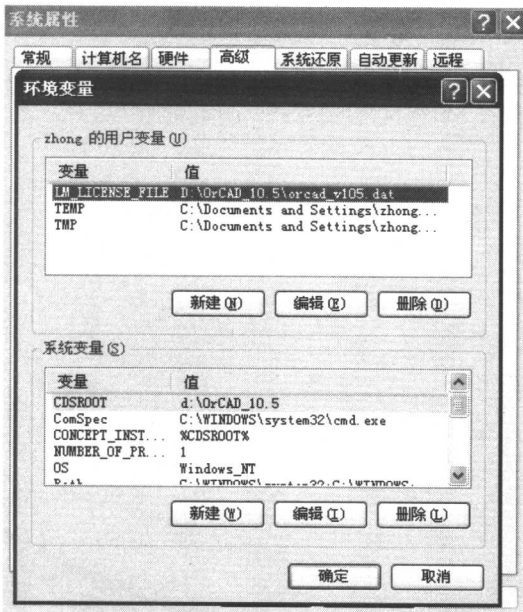


图 1.2.20 环境变量对话框

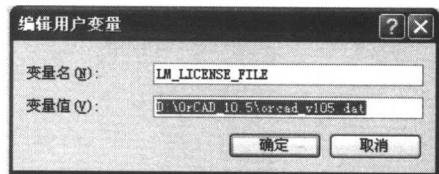


图 1.2.21 用户变量编辑界面

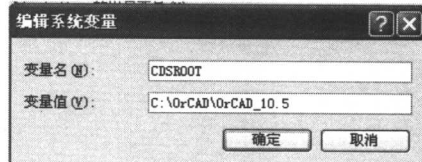


图 1.2.22 系统变量编辑界面

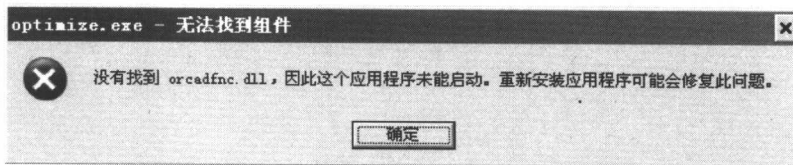


图 1.2.23 找不到应用文件界面

1.3 OrCAD 的启动

OrCAD 的启动方式有多种,可以直接选择“开始\程序\OrCAD 10.5”,再在弹出的选项中选择要启动的程序即可,如要启动 OrCAD 10.5 中的原理图输入程序,则选择“开始\程序\OrCAD10.5\OrCAD Capture”,如果桌面上已存在快捷方式,则双击该快捷方式即可。

第 2 章 OrCAD Capture 基础

电路原理图的绘制是电路分析、模拟和优化设计的第一步。利用 OrCAD Capture 绘图比用其他电路 CAD 绘图软件更加简单、方便、快捷。使用 OrCAD Capture 绘制原理图一般按照以下步骤进行:进入 OrCAD Capture 绘图区—放置电路元件(包括放置电源和接地元件)—连线—设置元件的属性等。有的电路图可能还包括调整画图页规格、放置网络标识及电路图的后处理等步骤。

2.1 进入OrCAD Capture 绘图区

当计算机中已经安装了 OrCAD 10.5 时,OrCAD Capture 的启动方法主要有以下两种:

(1)如果快捷方式存在,则双击该快捷方式;

(2)单击 Windows 屏幕左下方的“开始”菜单,在“程序”选项中单击“Capture”子选项,即可启动 Capture。

启动 Capture,在出现欢迎界面后,会弹出如图 2.1.1 所示的界面。

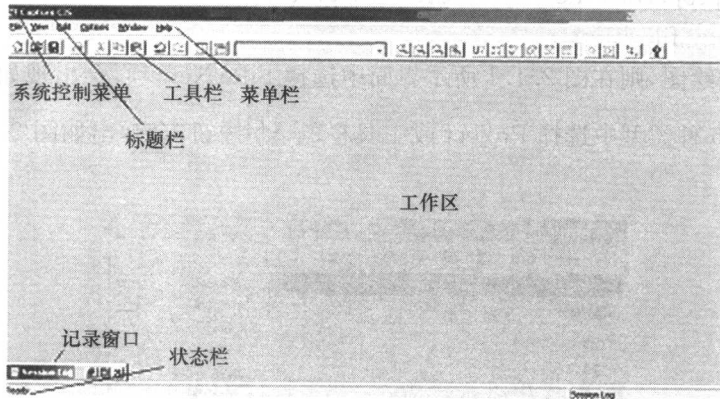


图 2.1.1 Capture 启动界面

该界面中包含系统控制菜单、标题栏、工具栏、菜单栏、记录窗口、状态栏和工作区,其功能和一般应用软件类似。

如果要打开已存在文件,只要在图 2.1.1 所示界面中选择该 File\Open,在弹出的 6 类文件中选择要打开的文件类型及文件名称,双击该文件即可。例如,要打开已存在文件 erer.dsn,可在图 2.1.1 所示界面中选择 File\Open\Project\erer.dsn,此时会弹出如图 2.1.2 所示项目管理器,将项目管理器的 Design Resources 文件夹展开,再双击 PAGE1 即可。

项目管理器是项目管理文件夹,其中列出了电路原理图设计文件及其相关文件,包含 Design Resources、Library、Design Cache、Outputs 及 PSpice Resources 等内容。可以看出,每个项目文件(扩展名是 opj)都有一个唯一的原理图文件(即 .dsn 文件),而每一个原理图文件可以有