

高等学校教材 | GAODENG XUEXIAO JIAOCAI

严文娟 贺国权 主编

基于OrCAD的 电子电路分析与实践教程

JIYU OrCAD DE DIANZI DIANLU FENXI YU SHIJIAN JIAOCHENG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

基于 OrCAD 的电子电路分析与 实践教程

严文娟 贺国权 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书主要内容包括 OrCAD 10.5 软件的安装及启动, 电路图绘制软件 Capture, 电路的 PSpice A/D 分析, 逻辑模拟和数模混合模拟, 电路的 PSpice 高级分析, 并介绍了 OrCAD/PSpice 在电路分析基础、模拟电子技术、高频电子线路和数字电子技术中的仿真应用实例分析。

本书可作为高等学校电子信息类、测控仪器类、电气信息类、自动化类及其他相近专业本科生电子电路 CAD 课程的教材, 也可作为从事电子电路 CAD 的工程技术人员参考资料。

图书在版编目 (C I P) 数据

基于 OrCAD 的电子电路分析与实践教程/ 严文娟, 贺国权主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2011.9

ISBN 978-7-5643-1408-8

I. ①基… II. ①严… ②贺… III. ①电子电路 - 电路分析: 计算机辅助分析 - 应用软件, OrCAD 10.5 - 教材
IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 185707 号

基于 OrCAD 的电子电路分析与实践教程

严文娟 贺国权 主编

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 胡芬蓉

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川经纬印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.25

字数: 331 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1408-8

定价: 26.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

电子电路 CAD 是电子电路分析和设计人员必须具备的基本技能，也是高等院校电子信息、测控技术、通信工程和自动化等相关专业的必修课程。OrCAD 10.5 软件是 Cadence 公司 2005 年 7 月推出的产品，集成了电原理图绘制、印制电路板设计、电路模拟仿真等功能，其功能强大，集成度高，应用广泛。本书主要介绍 Capture 和 PSpice 软件的使用，其特点是结合电路分析基础、模拟电子技术、高频电子线路和数字电子技术的电路进行了仿真分析，为后续运用电子电路 CAD 技术进行课程设计、毕业设计等工作奠定基础。

本书共 6 章，第 1 章介绍了电子设计自动化（EDA）的发展、特点、OrCAD 10.5 软件的安装及启动；第 2 章介绍了电路绘制软件 Capture 以及电路图的绘制；第 3 章详细介绍了 PSpice A/D 以及电路的仿真分析；第 4 章介绍了逻辑模拟和数模混合模拟；第 5 章介绍了电路的高级分析；第 6 章主要列举了 PSpice 在电路分析基础、模拟电子技术、高频电子线路和数字电子技术中的仿真应用实例分析。

本书第 2、3、4、5 章由严文娟编写，第 1 章和第 6 章由贺国权编写，附录由严文娟和贺国权共同编写，全书由贺国权统稿。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请读者批评指正。

作 者

2011 年 6 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 电子电路 CAD 和 EDA 技术	1
1.2 电子电路 CAD 软件 OrCAD	2
1.3 OrCAD 的安装	8
1.4 OrCAD 的启动	18
第 2 章 电路绘制软件 Capture	19
2.1 OrCAD/Capture 绘图模块	19
2.2 Capture 绘图环境的设置	26
2.3 电路元件的放置	26
2.4 连线与节点的放置	30
2.5 电路图的编辑修改	31
2.6 网络名称 (Place Net Name)	39
2.7 电路图绘制实例	41
2.8 原理图的显示和打印输出	42
第 3 章 PSpice A/D 分析	46
3.1 电路模拟分析的基本过程	46
3.2 直流工作点分析	49
3.3 直流扫描分析 (DC Sweep)	54
3.4 交流小信号频率特性分析 (AC Sweep)	62
3.5 瞬态特性分析 (Time Domain Transient)	69
3.6 参数扫描分析 (Parametric Analysis)	75
3.7 温度分析 (Temperature Analysis)	79
3.8 蒙特卡罗 (Monte Carlo) 分析	80
3.9 最坏情况分析 (Worst-Case Analysis)	87
3.10 电路性能分析	91
3.11 初始偏置条件的设置	95
3.12 输出标识符	97
第 4 章 逻辑模拟和数模混合模拟	99
4.1 概 述	99
4.2 逻辑模拟	101
4.3 数/模混合电路的模拟	110

第 5 章 电路的高级分析	111
5.1 PSpice AA	111
5.2 灵敏度分析 (Sensitivity)	113
5.3 电路的优化 (Optimizer) 设计	123
5.4 蒙特卡罗 (Monte Carlo) 分析	131
5.5 热电应力 (Smoke) 分析	138
5.6 参数测绘仪参数扫描分析	142
第 6 章 PSpice 综合应用及举例	150
6.1 PSpice 在电路分析基础中的应用	150
6.2 PSpice 在模拟电子技术中的应用	159
6.3 PSpice 在高频电子线路中的应用	176
6.4 PSpice 在数字电子技术中的应用	186
附录 A 三极管的 PSpice 模型参数	196
附录 B 部分常用 PSpice A/D 菜单命令及功能	199
附录 C PSpice A/D 中常用的测量表达式	201
附录 D 元器件的 Smoke 参数表	202
参考文献	206

第1章 绪论

本章在介绍了计算机辅助设计和电子设计自动化基本概念的基础上,分析了电子电路 CAD 软件 OrCAD 的功能特点、发展和运行时的有关规则,并对该软件的安装步骤进行了介绍。

1.1 电子电路 CAD 和 EDA 技术

1.1.1 CAD 和 EDA

现代电子产品在性能提高、复杂度增加的同时,价格却一直呈下降趋势,而且产品更新换代的步伐也越来越快,实现这种进步的主要原因是生产制造技术和电子设计技术的发展,前者以微细加工技术为代表,目前已进展到深亚微米阶段,可以在几平方厘米的芯片上集成数千万个晶体管;后者的核心就是 EDA (Electronic Design Automatic) 技术,EDA 是指以计算机为工作平台,融合了应用电子技术、计算机技术、智能化技术最新成果研制成的电子 CAD 通用软件包,主要用来辅助进行 IC 设计、电子电路设计以及 PCB 设计方面的工作。没有 EDA 技术的支持,想要完成上述超大规模集成电路的设计制造是不可想象的,反过来,生产制造技术的不断进步又必将对 EDA 技术提出新的要求。

EDA 技术可分为以下三个阶段:

(1) 20 世纪 70 年代为 CAD 阶段。这一阶段人们开始用计算机辅助进行 IC 版图编辑和 PCB 布局布线,取代了手工操作,产生了计算机辅助设计的概念。

(2) 20 世纪 80 年代为 CAE 阶段。与 CAD 相比,除了纯粹的图形绘制功能外,又增加了电路功能设计和结构设计,并且通过电气连接网络表将两者结合在一起,以实现工程设计,这就是计算机辅助工程的概念。CAE 的主要功能是原理图输入、逻辑仿真、电路分析、自动布局布线、PCB 后分析。

(3) 20 世纪 90 年代为 EDA 阶段。尽管 CAD/CAE 技术取得了巨大的成功,但并没有使人们从繁重的设计工作中彻底解放出来,在整个设计过程中,自动化和智能化程度还不高,各种 EDA 软件界面千差万别,学习、使用起来困难,而且互不兼容,直接影响到设计环节的衔接。基于以上不足,人们开始追求贯彻整个设计过程的自动化,这就是 EDA 即电子系统设计自动化。

1.1.2 EDA 技术的优点

(1) 缩短设计周期。采用 EDA 技术,用计算机模拟代替搭接试验电路的方法,可以减

轻设计方案验证阶段的工作量。一些自动化设计软件的出现,更极大地加速了设计进程。另外,在设计印制电路板时,目前也有不少具有自动布局布线和后处理功能的印制电路板设计软件可供采用,它们将人们从烦琐的纯手工式布线中解放出来,进一步缩短了设计周期。

(2) 节省设计费用。搭接试验电路费用高、效率低。采用计算机进行模拟验证可以减少研制费用。特别需要指出的是,随着微机的迅速发展和普及以及微机级 EDA 软件水平的不断提高,就可以在计算机硬件投资要求不大、EDA 软件费用也不太高的前提下,促进 EDA 技术的推广使用。

(3) 提高设计质量。传统的手工设计方法采用简化电路及元器件模型进行电路特性的估算,通过搭接实验电路板的方式进行验证,很难进行多种方案的比较,更难以进行灵敏度分析、容差分析、成品率模拟、最坏情况分析和优化设计等。采用 EDA 技术则可以采用较精确的模型来计算电路特性,而且很容易实现上述各种分析。这样就可以在节省设计费用的同时提高设计质量。

(4) 共享设计资源。在 EDA 系统中,成熟的单元设计及各种模型和模型参数均存放在数据库文件中,用户可直接分享这些设计资源。特别是对数据库内容进行修改或增添新内容后,用户可以及时利用这些最新的结果。

(5) 很强的数据处理能力。由于计算机具有存储量大、数据处理能力强的特点,在完成电路设计任务后,可方便地生成各种需要的数据文件和报表文件。

1.2 电子电路 CAD 软件 OrCAD

OrCAD软件是Cadence Design Systems Inc.推出的EDA软件。Cadence Design Systems Inc.是全球最大的电子设计自动化公司,它的电子设计自动化(EDA)软件在全球计算机、通信、航空航天及民用消费电子的设计、研发部门中获得越来越多的应用。OrCAD系统是其旗舰产品,目前最新的版本已经发展到OrCAD 16.3。

本书主要介绍OrCAD 10.5,它是Cadence Design Systems Inc.在2005年7月推出的产品。

OrCAD 10.5是一套完善的EDA系统,它包括了OrCAD Capture 10.5、PSpice 10.5、OrCAD Layout 10.5和OrCAD PCB Designer (OrCAD PCB Designer with PSpice)等几大模块,无缝隙地实现电子电路设计自动化的全过程。

Cadence OrCAD Capture是一款多功能的PCB原理图输入工具。OrCAD Capture作为行业标准的PCB原理图输入方式,是当今世界最流行的原理图输入工具之一,具有简单直观的用户设计界面。Capture CIS是OrCAD Capture原理图输入系统中的一个高级版本,OrCAD Capture CIS具有功能强大的元件信息系统,可以在线和集中管理元件数据库,它允许一个团队人员共享或重复使用集中的元器件信息,从而大幅提升电路设计的效率。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、管理和重用。将原理图设计技术和PCB布局布线技术相结合,OrCAD能够帮助设计师从一开始就抓住设计意图。不管是用于设计模拟电路、复杂的PCB、FPGA和CPLD、PCB改版的原理图修改,还是用于设计层次模块,OrCAD Capture都能为设计师提供快速的设计输入工具。此外,OrCAD Capture原理图输入技术让设计师可以随时输入、修改和检验PCB设计。

PSpice将行业领先的模拟和数模混合信号仿真技术相结合，为客户提供了一整套完整的电路仿真、验证解决方案。其先进的性能可以使它“作假设推断”分析，允许工程师在交付最终设计之前探索各种设计配置。PSpice的这种强大的、鲁棒的仿真引擎容易同OrCAD Capture设计实体和HDL Schematic Capture等集成。它允许工程师建立一个新设计、控制仿真和解释在一个信号环境中的结果。PSpice产品主要包括：PSpice、PSpice A/D和PSpice Advanced Analysis Option。

(1) PSpice。

PSpice是一种全功能仿真器，用于各种模拟电路设计。PSpice完善的内部模块允许工程师仿真从高频系统到低功率IC的各种电路，利用其可扩展的模型库来创建现场可用的部件或为新的设备建立模型。允许在提交最终设计之前，用“作假设推断”来全面探索设计中的相关情况。

(2) PSpice A/D。

PSpice A/D是一种复杂的模/数混合电路仿真器，是PSpice的一种功能超集模块，允许仿真包括了任何尺寸的模拟和数字部分的模/数混合电路设计。该模块包括了从IGBT和脉宽调制器到DAC和ADC电路的各种仿真，可以从同一个窗口、在同一时间轴上观察到模拟和数字部分的仿真结果。

(3) PSpice Advanced Analysis。

PSpice Advanced Analysis是来自Cadence的一种新的产品，其特色技术能适应来自Analog Workbench的产品。作为PSpice或PSpice A/D的一种增加选项，PSpice Advanced Analysis可以帮助设计师提高成本效益和设计可靠性。

OrCAD Layout是PCB设计工具。从单块电路板到复杂、多层的设计，OrCAD Layout 提供了一个协调一致的全面的解决方案。它紧密地集成原理图设计系统OrCAD Capture、Capture CIS以及SPECCTRA全自动布线器，强有力的功能工具为设计师设计PCB提供了方便。

以上仅介绍了OrCAD 10.5版本的几个主要模块，其他模块的相关知识可参阅OrCAD 10.5帮助文件。

OrCAD 常用文档类型如下：

- *.opj——项目管理文件；
- *.dsn——电路图文件；
- *.olb——图形符号库文件；
- *.lib——仿真模型描述库文件；
- *.mnl——网络表文件；
- *.max——电路板文件；
- *.tch——技术档文件；
- *.gbt——光绘文件；
- *.llb——PCB封装库文件；
- *.log *.lis——记录说明文件；
- *.tpl——板框文件；
- *.sf——策略档文件（OrCAD软件包含的库）。

PSpice可以对众多元器件构成的电路进行仿真分析。这些元器件以符号、模型和封装三种形式分别存放在扩展名为olb、lib、llb三种类型的库文件中。*.olb库（Capture专用的图形符号库）中的元器件符号用于绘制电路图，该类库属于只有电气特性而没有仿真特性的库，且器件属性中没有PSpiceTemplate属性；*.lib库（PSpice仿真库）中的元器件模型用于电路仿真分析，该类库中的元器件能够利用PSpice进行仿真分析，且器件属性中有PSpiceTemplate属性；*.llb库（PCB Layout器件封装库）中的元器件封装形式用于绘制印刷电路板的版图，OrCAD Layout提供3 000多个国际标准的器件封装。在电路仿真分析中只用到前两个库。

1.2.1 OrCAD 软件的功能特点

OrCAD 软件是集电路原理图绘制、印制电路板设计、模拟与数字电路混合模拟等功能于一体的电子电路 CAD 软件。它具有如下功能特点：

（1）高集成性。

将各模块软件集成在一个软件包中，实现信息的共享和自动交换，电路设计完成后，可以在同一个运行环境下直接调用 OrCAD/PSpice 软件，对电路进行模拟分析以及与印制板设计、软件 OrCAD/Layout 间的连接也非常方便，还具有设计变更的自动前向传递（Forward Annotating）、反向传递（Back Annotating）和信息的参照显示（Cross-Probing）。在 Capture 中对电路的修改，能自动传递到 PCB 设计中，在 PCB 设计时可将参考标识符、管脚和门交换、物理元件放置信息、设计约束等的变更反向传递到原理图中，还可以进行 CPLD/FPGA 的设计。

（2）模块化、层次化设计和按项目有效管理。

OrCAD 软件提供了模块化和层次化设计的功能，可将整个电路按功能或特性分割成若干个子电路，先对每个子电路进行绘制和模拟，最后对整个电路进行模拟。

（3）强大的电路模拟和波形显示功能。

除支持基本的直流、交流和瞬态分析外，还可进行温度分析、参数扫描分析、蒙特卡罗分析和最坏情况分析；也可以进行模拟电路的分析，以及数字电路和数/模混合分析。

（4）丰富的元器件模型库和封装库及扩充功能。

OrCAD/Capture 软件的元器件库文件中包括 4 万多种常用的元器件符号，同时还包括有元器件的特性参数模型和封装信息。采用软件中提供的 Part Editor 模块，可以修改库文件中的图形符号或添加新的内容；还可以通过 Internet，从指定的数据库中查寻多达上百万个元器件的最新信息，将需要的元器件放入电路图或添加到库文件中。

（5）强大的电路印制板设计功能。

Layout Plus 模块同时支持手工布局/布线、自动布局/布线，可同时进行实时设计规则检查；可以智能化敷铜，能自动避开互连线、焊盘和过孔，不会形成没有连接的“孤岛”区或不希望的其他图形。

（6）具有与多种 EDA 和 CAD 应用软件交换数据的功能。

包括 Cadence 公司的 Allegro、SPECCTRA 以及 Protel、PADS、PCAD、Cadstar 等软件

都具有导入向导，可以方便地将其他系统生成的电路原理图、印制电路导入 Layout 环境中；可导出多达 30 种格式，用于所有的通用可编程器件和印制板布局工具，包括 EDIF、VHDL、Verilog、PSpice、Allegro、PowerPCB 和 PCAD 等软件。Hyperlynx 接口可方便地进行高速电路板的分析和模拟，包括进行布线前后的信号完整性分析。

(7) 功能强大的机械接口和计算机辅助加工接口。

具有机械 CAD 系统接口，与 PRO/ENGINEER、SDRC、CATIA 和 Solid Edge 的数据双向交换；双向的 IDF 接口支持通过 PRO/ENGINEER 和 SDRC 机械 CAD 系统进行三维建模，允许双向交换机械数据、元器件布局等信息，生成三维轮廓图形；IPC-D-356 网络列表可以接口到后续的制作和测试设备上。

(8) 软件的广泛适用性。

为了保证软件的广泛适用性，软件中提供了对不同习惯或标准的支持。

1.2.2 PSpice 软件的发展

用于模拟电路仿真的 SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 软件，于 1972 年由美国加州大学伯克利分校的计算机辅助设计小组利用 FORTRAN 语言开发而成，主要用于大规模集成电路的计算机辅助设计。SPICE 的正式版 SPICE 2G 在 1975 年正式推出，但是该程序的运行环境至少为小型机。1985 年，加州大学伯克利分校用 C 语言对 SPICE 软件进行了改写，并由 MICROSIM 公司推出。1988 年 SPICE 被定为美国国家工业标准。与此同时，各种以 SPICE 为核心的商用模拟电路仿真软件，在 SPICE 的基础上做了大量实用化工作，从而使 SPICE 成为最为流行的电子电路仿真软件。

PSpice 采用自由格式语言的 5.0 版本，自 20 世纪 80 年代以来在我国得到广泛应用，并且 6.0 版本开始引入图形界面。1998 年，著名的 EDA 商业软件开发商 OrCAD 公司与 MicroSim 公司正式合并，自此 MicroSim 公司的 PSpice 产品正式并入 OrCAD 公司的商业 EDA 系统中。不久之后，OrCAD 公司正式推出了 OrCAD PSpice Release 10.5，与传统的 SPICE 软件相比，PSpice 10.5 在三大方面实现了重大变革：第一，在对模拟电路进行直流、交流和瞬态等基本电路特性分析的基础上，实现了蒙特卡罗分析、最坏情况分析以及优化设计等较为复杂的电路特性分析；第二，不但能够对模拟电路进行仿真，而且能够对数字电路、数/模混合电路进行仿真；第三，集成度大大提高，电路图绘制完成后可直接进行电路仿真，并且可以随时分析观察仿真结果。目前，PSpice 软件的使用已经非常流行，在大学里，它是工科类学生必须掌握的分析与设计电路的工具；在公司里，它是产品从设计、实验到定型过程中不可缺少的设计工具。

1.2.3 运行 OrCAD/PSpice A/D 的有关规定

1. PSpice A/D 支持的元器件类型

PSpice A/D 支持的元器件符号、含义以及所属的库如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 常用元器件符号、含义以及所属的库

元件符号	含义	所属的库
C	电容	Analog
E	电压控制电压源	Analog
F	电流控制电流源	Analog
G	电压控制电流源	Analog
H	电流控制电压源	Analog
K_Linear	耦合系数	Analog
L	电感	Analog
OPAMP	理想运算放大器	Analog
R	电阻	Analog
XFRM_LINEAR	空心变压器	Analog
IAC	交流电流源（以频率为变量）	Source
IDC	直流电流源	Source
IEXP	指数电流源	Source
IPULSE	脉冲电流源	Source
IPWL	分段线性电流源	Source
IPWL_ENH	周期性分段线性电流源	Source
ISIN	正弦电流源（以时间为变量）	Source
VAC	交流电压源（以频率为变量）	Source
VDC	直流电压源	Source
VEXP	指数电压源	Source
VPULSE	脉冲电压源	Source
VPWL	分段线性电压源	Source
VPWL_ENH	周期性分段线性电压源	Source
VSIN	正弦电压源（以时间为变量）	Source
Sw_tClose	开关，于 t 时刻闭合	ANL_MISC
Sw_tOpen	开关，于 t 时刻打开	ANL_MISC
PARAM	设置元件参数为变量	SPECIAL

2. PSpice A/D 中的数字和单位

数字：在 PSpice A/D 中，数字采用通常的科学计数方式，即可以使用整数、小数和以 10 为底的指数。用指数表示时，字母 E 代表作为底数的 10。对于比较大或比较小的数字，还可以采用表 1.2.2 所示的比例因子。

表 1.2.2 PSpice A/D 中采用的比例因子

符 号	比例因子	符 号	比例因子
F (飞)	10^{-15}	M (毫)	10^{-3}
P (皮)	10^{-12}	K (千)	10^{+3}
N (纳)	10^{-9}	MEG (兆)	10^{+6}
U (微)	10^{-6}	G (吉)	10^{+9}
MIL (密尔)	25.4×10^{-6}	T (太)	10^{+12}

特别注意:

① 比例因子可用大写也可用小写, 如 m 和 M 都表示 10^{-3} 。而国标规定, m 表示 10^{-3} , M 表示 10^{+6} , 我们通常的习惯也是这样。为了防止混淆, 在该软件中用 MEG 表示 10^{+6} 。这一点在使用时应特别小心。

② 比例因子只能用英文字母表示, 如 10^{-6} 用 U 或 u 表示, 而国标规定 10^{-6} 用 μ 表示。这一点在使用时也应注意, 如电容容量 $L = 1 \times 10^{-6}$ H, 应写成 $L = 1 \mu\text{H}$ (或 1 U)。

③ 我们习惯上表示电容为多少法 (F) 时可以省略单位, 但 PSpice A/D 中的 F 是飞 (10^{-15}), 因此在表示电容值时, 应注明其单位。

3. PSpice A/D 中的运算表达式和函数

常用函数的符号及含义如表 1.2.3 所示。

表 1.2.3 常用函数的符号及含义

函数符号	含 义
ABS(x)	x 的绝对值 x
ACOS(x)	x 的反余弦函数 $\arccos(x)$, $-1.0 \leq x \leq +1.0$
ARCTAN(x)	x 的反正切函数 $\arctan(x)$, 结果单位为弧度
ASIN(x)	x 的反正弦函数 $\arcsin(x)$, $-1.0 \leq x \leq +1.0$
ATAN(x)	反正切, $\arctan(x)$
ATAN2(y, x)	(y/x) 的反正切函数 $\arctan(y/x)$
AVG(x)	平均值
COSH(x)	双曲余弦函数 $\cosh(x)$, x 单位为弧度
COS(x)	余弦函数 $\cos(x)$, x 单位为弧度
DDT(x)	x 对时间的导数, 仅适用于瞬态特性分析
DB(x)	分贝, $20 \lg x $
EXP(x)	以 e 为底的指数函数, e^x
IF(t, x, y)	若 t 为“真”, 结果为 x; 若 t 为“假”, 结果为 y

续表 1.2.3

函数符号	含义
IMG(x)	x 的虚部, 若 x 为实数, 则 IMG(x) 为 0
LIMIT(x, min, max)	若 $x > \max$, 结果为 \max ; 若 $x < \min$, 结果为 \min ; 其他情况, 结果为 x
LOG(x)	自然对数, $\ln(x)$
LOG10(x)	常用对数, $\lg(x)$
M(x)	x 的幅值
MAX(x, y)	x, y 中的最大值
MIN(x, y)	x, y 中的最小值
P(x)	x 的相位
PWR(x, y)	x 绝对值的 y 次方, $ x ^y$
PWRS(x, y)	结果为 $+ x ^y$ (若 $x > 0$), 或 $- x ^y$ (若 $x < 0$)
R(x)	x 的实部
RMS(x)	有效值
SDT(x)	将 x 对时间积分, 仅适用于瞬态特性分析
SGN(x)	若 $x > 0$, 结果为 1; 若 $x < 0$, 结果为 -1; 若 $x = 0$, 结果为 0。正负号函数
SIN(x)	正弦, $\sin(x)$
SINH(x)	双曲正弦, x 单位为弧度
STP(x)	若 $x > 0$, 结果为 1; 若 $x < 0$, 结果为 0
SQRT(x)	开平方 $x^{\frac{1}{2}}$
TAN(x)	正切, $\tan(x)$
TANH(x)	双曲正切函数, $\text{th}(x)$

4. 电路图节点编号

- ① 由设计者设置的节点名称;
- ② 为电路端口符号确定的节点名称;
- ③ 用元器件的引出端作为节点号名称;
- ④ 用数字编排作为节点序号。

1.3 OrCAD 的安装

OrCAD 10.5 软件的安装步骤如下:

(1) 打开光盘, 一般有 Disk1 和 Disk2, 打开 Disk1 双击“setup.exe”文件, 会弹出如图 1.3.1 所示的准备安装界面, 之后会出现许可证书认证界面, 如图 1.3.2 所示。

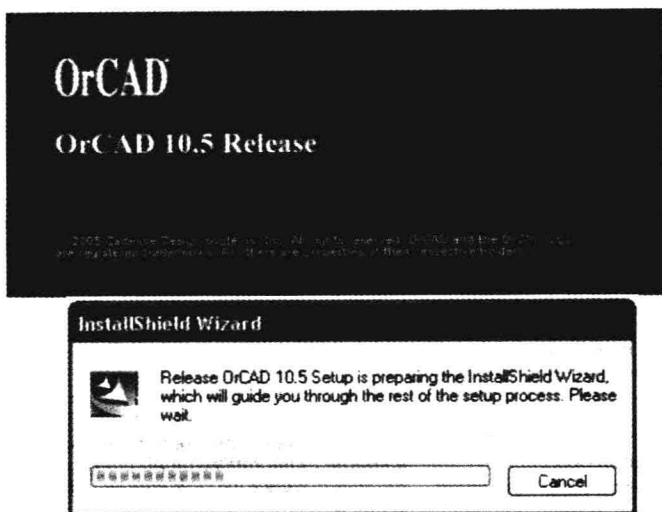


图 1.3.1 准备安装界面

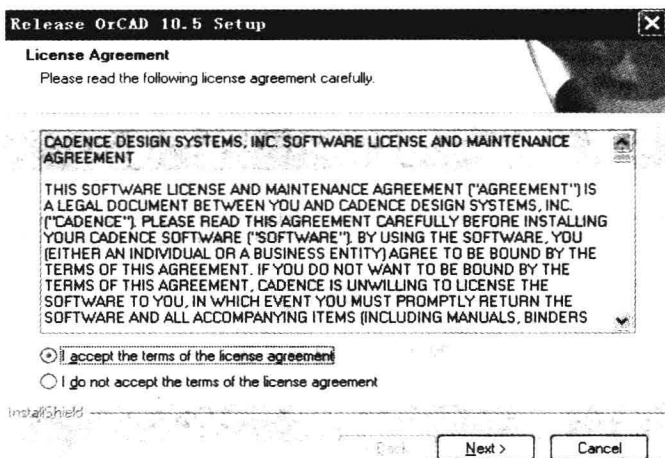


图 1.3.2 许可证书认证界面

(2) 在图 1.3.2 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 1.3.3 所示的安装界面中选择 “Install Products” 选项后，会出现如图 1.3.4 所示的提示界面，按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 1.3.4 中的 “确定” 按钮。

(4) 在弹出的如图 1.3.5 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 1.3.6 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。

(5) 在弹出的如图 1.3.7 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 1.3.8 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。

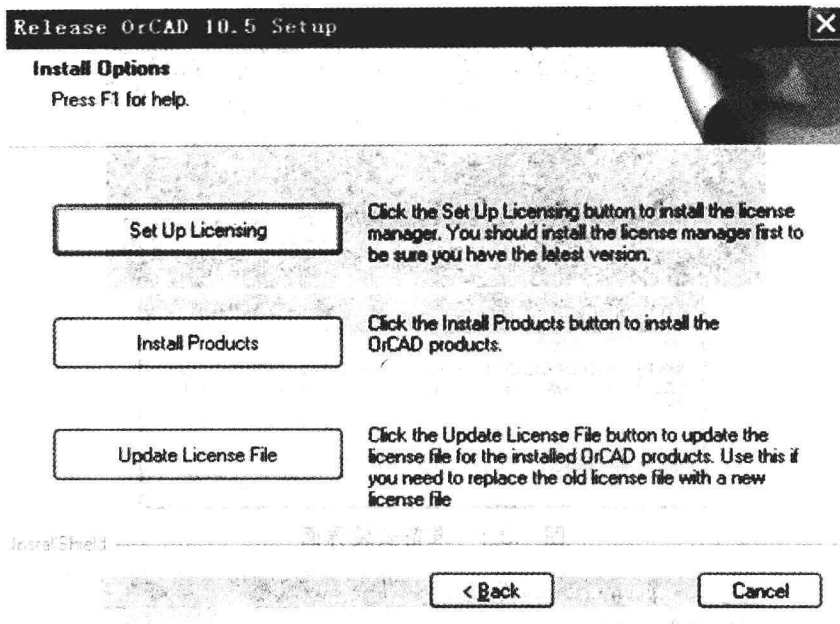


图 1.3.3 安装界面

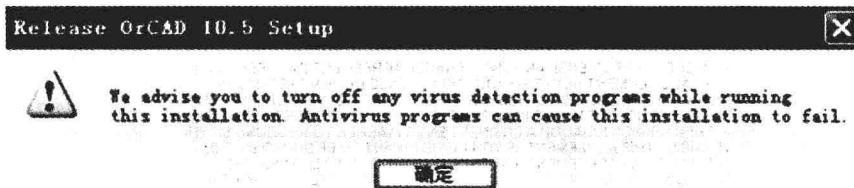


图 1.3.4 提示界面

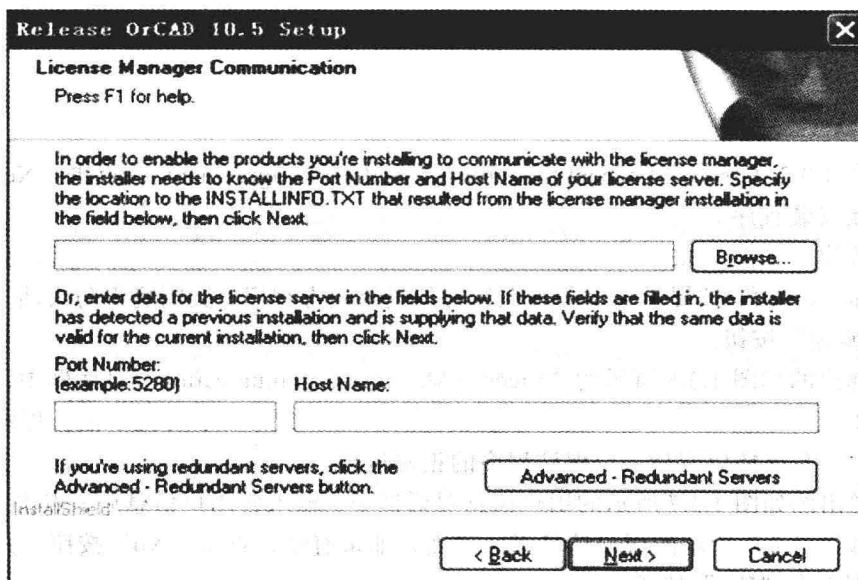


图 1.3.5 License Manager Communication 对话框

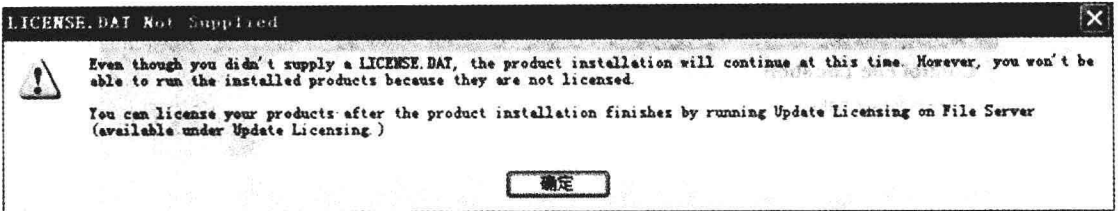


图 1.3.6 环境变量提示框

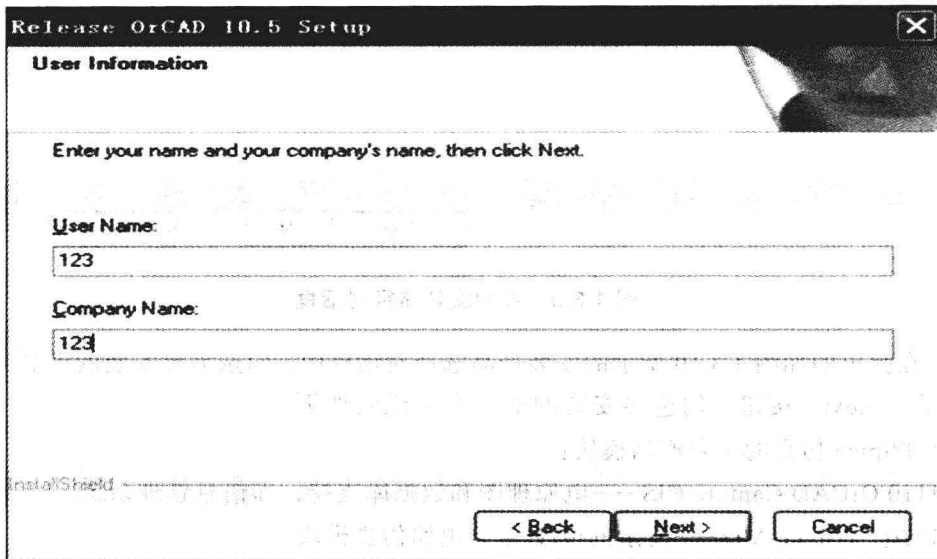


图 1.3.7 用户信息对话框

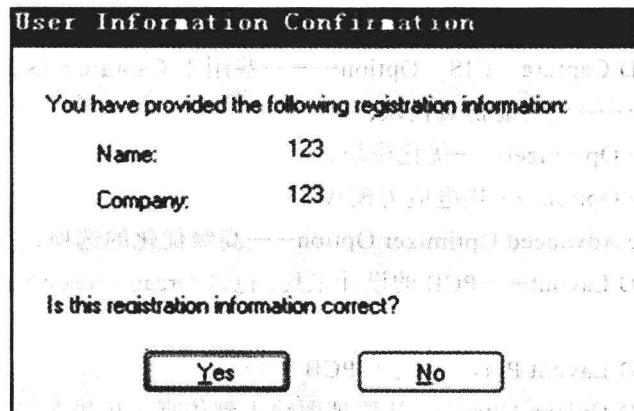


图 1.3.8 用户信息确认界面

(6) 在弹出的如图 1.3.9 所示的控制文件路径对话框中，点击“Next”按钮。