

聚焦 EDA

# OrCAD

# 电路设计与实践

华春梅 丁淑艳 李 满 李伦波 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



## 内 容 简 介

本书针对 Cadence SPB 16.0 软件,以具体的电路为范例,讲解 PCB 设计的全过程。原理图设计采用 Capture CIS 软件,讲解元器件原理图符号的创建、原理图设计及原理图绘制的后处理等;PCB 设计采用 Capture/Layout Plus 软件,在介绍 PCB 设计基础知识的基础上,详尽讲解元器件封装的创建,PCB 的布局、布线,以及 PCB 设计的后处理技术等。本书给出了许多实用范例,并在每章后给出了相应的练习题,以便读者能尽快掌握该工具的使用并设计出高质量的 PCB。

本书适合从事电路设计的技术人员阅读,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

OrCAD 电路设计与实践 / 华春梅等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.8

(聚焦 EDA)

ISBN 978-7-121-09269-5

I. O… II. 华… III. 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件, OrCAD IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 119283 号

责任编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

特约编辑: 郭 莉

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 14.75 字数: 378 千字

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

# 前 言

本书面向 Cadence SPB 16.0 的初、中级用户，通过具体的实例，详细讲解了使用 Cadence SPB16.0 进行电路板设计的方法，包括基础知识、原理图、元件库、PCB 设计、封装库、PCB 高级命令等。Cadence SPB 16.0 软件功能丰富，考虑到初学者的需要，本书只介绍与电路设计直接相关的原理图绘制（OrCAD/Capture CIS）和 PCB 设计（Layout Plus）两个功能模块，其他功能模块的使用，读者可参考相关资料。

本书内容共分为 12 章。首先介绍 Cadence SPB 16.0 的安装与 License 的设置，帮助用户正确安装并设置该软件，以便进行原理图与 PCB 设计的学习和使用。

然后对原理图的设计方法和技巧进行深入阐释，其内容涵盖设计环境、元器件的放置、布局和连线、绘制工具的使用方法、单页式原理图的绘制、平坦式和层次式原理图的绘制、创建元器件与元器件库，以及原理图的后续处理工具和技巧，这一部分内容是本书的重点之一，希望读者能够阅读并加以练习。

接着介绍了印制电路板（PCB）的基础知识及其设计工具和方法，内容涵盖了网络表、自动和手动布局、自动和手动布线、创建元器件封装和封装库的管理以及 PCB 设计的后续处理，这一部分内容同样非常重要，完美的 PCB 设计有助于将原理图顺利地变为成品，希望读者能够深入理解、加以练习，直至熟练地掌握 PCB 设计的各种技巧。

第 12 章给出了电路设计的综合实例，详细叙述了 OrCAD 进行电路设计的整个过程，使读者能够根据这个实例对电路设计有一个全面的了解，并加深对前面章节内容的认识。

本书为硬件设计工程师提供了一个高效的学习途径，可以使初学者在较短的时间内学会电路原理图和 PCB 的设计方法，并能亲身体验实际的工作环境与设计方向，特别适合 OrCAD 的初、中级读者选为入门与提高的教材。

本书共 12 章及 2 个附录。其中，第 1 章、第 2 章、第 12 章及附录部分由李伦波（南京理工大学）编写，第 3 章至第 6 章由丁淑艳编写，第 7 章至第 9 章由李满编写，第 10 章和第 11 章由华春梅编写，全书由华春梅统稿。

本书的所有示例都经过上机操作和认真审核，但由于 OrCAD 软件的功能很多，涉及面广，实用性强，加之编写时间仓促，以及作者水平有限，书中存在不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 著 者

## 目 录

<b>第 1 章 软件安装及 License 设置</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 软件安装 .....	1
1.3 本章小结 .....	11
<b>第 2 章 Capture 原理图设计的工作平台</b> .....	12
2.1 OrCAD/Capture CIS 软件功能介绍 .....	12
2.2 原理图工作环境 .....	13
2.3 设置图纸参数 .....	13
2.3.1 设置颜色 (Colors/Print) .....	14
2.3.2 设置格点属性 (Grid Display) .....	15
2.3.3 杂项的设置 (Miscellaneous) .....	15
2.3.4 设置其他参数 .....	16
2.4 设置设计模板 .....	16
2.4.1 字体设置 (Fonts) .....	17
2.4.2 标题栏的设置 (Title Block) .....	17
2.4.3 页面尺寸的设置 (Page Size) .....	18
2.4.4 格点参数设置 (Grid Reference) .....	19
2.4.5 层次图属性设置 (Hierarchy) .....	20
2.4.6 SDT 兼容性设置 (SDT Compatibility) .....	20
2.5 设置打印属性 .....	21
2.6 本章小结 .....	23
2.7 边学边练 .....	23
<b>第 3 章 单页式原理图的绘制</b> .....	24
3.1 原理图设计规范 .....	24
3.2 Capture 的基本名词术语 .....	25
3.3 建立新项目 .....	26
3.4 放置元器件 .....	28
3.4.1 放置基本元器件 .....	29
3.4.2 元器件的基本操作 .....	32
3.4.3 放置电源和接地符号 .....	33
3.4.4 完成元器件的放置 .....	35
3.5 修改元器件序号和元器件值 .....	36
3.6 连接电路图 .....	37
3.6.1 导线的连接 .....	37
3.6.2 总线的连接 .....	38



3.6.3	线路示意图 .....	38
3.7	添加文本和图像 .....	39
3.8	标题栏的处理 .....	41
3.9	建立压缩文档 .....	42
3.10	本章小结 .....	43
3.11	边学边练 .....	43
<b>第 4 章</b>	<b>平坦式和层次式原理图设计 .....</b>	<b>44</b>
4.1	平坦式原理图的设计 .....	44
4.1.1	平坦式原理图的特点与结构 .....	44
4.1.2	平坦式原理图设计示例 .....	44
4.2	层次式原理图的设计 .....	50
4.2.1	层次式原理图的特点与结构 .....	50
4.2.2	层次式原理图的设计范例 .....	51
4.3	混合式原理图的设计 .....	55
4.4	平坦式原理图与层次式原理图的适用范围 .....	55
4.5	本章小结 .....	55
4.6	边学边练 .....	56
<b>第 5 章</b>	<b>创建元器件及元器件库的管理 .....</b>	<b>57</b>
5.1	Capture 元器件库的特点 .....	57
5.1.1	OrCAD\Capture 元器件类型 .....	57
5.1.2	关于“Design Cache” .....	57
5.2	创建单个元器件 .....	57
5.2.1	直接创建元器件 .....	58
5.2.2	用电子表格创建元器件 .....	68
5.2.3	大元器件的分割 .....	73
5.3	创建复合封装的元器件 .....	77
5.3.1	创建 U?A .....	77
5.3.2	创建 U?B、U?C、U?D、U?E 和 U?F .....	78
5.4	本章小结 .....	79
5.5	边学边练 .....	79
<b>第 6 章</b>	<b>原理图绘制的后续处理 .....</b>	<b>81</b>
6.1	概述 .....	81
6.1.1	电路设计的后续处理流程 .....	81
6.1.2	后续处理的命令菜单 .....	82
6.2	元器件编号 .....	82
6.2.1	自动编号 (Annotate) .....	83
6.2.2	回注 (Back Annotate) .....	84
6.3	设计规则检查 .....	85
6.3.1	DRC 的设置 .....	85
6.3.2	常见 DRC 错误及解决方法 .....	87

6.4	编辑元器件的属性	89
6.4.1	指定元器件的封装	89
6.4.2	参数整体赋值	89
6.4.3	属性参数的输入/输出	90
6.5	生成网络表	92
6.6	统计报表文件	93
6.6.1	交互参考表	94
6.6.2	元器件统计报表	95
6.7	本章小结	96
6.8	边学边练	96
<b>第7章</b>	<b>PCB设计基础</b>	<b>97</b>
7.1	PCB的基础知识	97
7.2	PCB设计软件 OrCAD/Layout Plus	99
7.2.1	PCB设计流程	99
7.2.2	OrCAD/Layout Plus 软件的特点	100
7.3	Layout Plus 软件的管理窗口	101
7.4	Layout Plus 的 PCB 编辑窗口	103
7.5	本章小结	105
7.6	边学边练	105
<b>第8章</b>	<b>Layout Plus 软件的参数设置</b>	<b>106</b>
8.1	系统环境设置	106
8.2	颜色设置	107
8.3	文件自动备份的设置	109
8.4	布线安全间距的设置	110
8.5	布局策略和参数设置	111
8.6	布线策略和参数设置	113
8.7	用户操作方式设置	119
8.8	本章小结	121
8.9	边学边练	121
<b>第9章</b>	<b>创建元器件封装及库管理</b>	<b>122</b>
9.1	元器件封装概述	122
9.2	常见元器件封装介绍	123
9.2.1	分立元件	123
9.2.2	集成电路块	126
9.3	选择封装形式的基本原则	128
9.4	创建元器件封装的步骤	129
9.4.1	绘制元器件封装的准备工作	129
9.4.2	绘制元器件封装的工作窗口	130
9.5	元器件封装设计示例	132
9.5.1	手工创建元器件封装示例	132

9.5.2	使用封装向导创建元器件封装示例	142
9.6	本章小结	146
9.7	边学边练	146
<b>第 10 章</b>	<b>PCB 设计</b>	<b>148</b>
10.1	启动 Layout Plus 软件打开相关文件	148
10.1.1	生成电路连接网络表文件	148
10.1.2	启动 Layout Plus 软件打开相关文件	149
10.2	确定板框	152
10.3	元器件的布局	153
10.3.1	元器件封装操作状态	153
10.3.2	元器件封装的基本操作	153
10.3.3	元器件封装的属性参数编辑	154
10.3.4	放置新的元器件	156
10.3.5	元器件封装布局后的 PCB	157
10.4	PCB 布线	158
10.4.1	布线的基本原则	158
10.4.2	设置布线层	158
10.4.3	设置线宽	161
10.4.4	布线模式与布线实例	162
10.4.5	障碍物操作实例	166
10.4.6	敷铜	173
10.5	高级自动布线工具 Smart Route	174
10.5.1	Smart Route 的基本运行步骤	174
10.5.2	Smart Route 窗口的状态栏	175
10.5.3	Smart Route 命令系统	175
10.5.4	Smart Route 运行环境设置	179
10.5.5	Smart Route 自动布线示例	182
10.6	本章小结	184
10.7	边学边练	184
<b>第 11 章</b>	<b>PCB 设计的后续处理</b>	<b>185</b>
11.1	PCB 设计预览	185
11.1.1	Post Process 列表	185
11.1.2	PCB 板层图形的预览	187
11.2	PCB 设计的输出和打印	188
11.2.1	光绘文件和 DXF 文件的生成	188
11.2.2	PCB 板层图形的打印输出	188
11.3	报表文件的生成	189
11.3.1	生成报表文件的步骤	189
11.3.2	报表的种类	190
11.4	钻孔表和钻孔数据带	194
11.4.1	钻孔表 (Drill Chart)	194



11.4.2	钻孔电子表格 (Drill Spreadsheet) .....	194
11.4.3	DRD 和 DRL 层上钻孔图形的显示 .....	195
11.4.4	钻孔数据带 (Drill Tape) 和钻孔报表 .....	196
11.5	设置装配孔 .....	196
11.6	尺寸标注 .....	197
11.6.1	尺寸标注参数的设置 .....	197
11.6.2	尺寸标注的步骤 .....	198
11.6.3	删除尺寸标注符号的步骤 .....	199
11.7	本章小结 .....	199
11.8	边学边练 .....	199
<b>第 12 章</b>	<b>OrCAD 电路设计综合实例 .....</b>	<b>200</b>
12.1	基于 ISA 总线的 RS-422 串行接口的总体方案分析 .....	200
12.1.1	电路板的结构与电气要求 .....	200
12.1.2	各功能模块 .....	200
12.2	原理图设计 .....	201
12.2.1	根层原理图设计 .....	201
12.2.2	“ISA Bus and Address Decoding” 模块电路设计 .....	202
12.2.3	“UART and Line Drivers” 模块电路设计 .....	203
12.2.4	原理图的后续处理 .....	204
12.2.5	线路示意图 .....	205
12.3	PCB 设计 .....	209
12.3.1	启动 Layout Plus 软件打开相关文件 .....	209
12.3.2	PCB 布线前的准备 .....	211
12.3.3	PCB 布线 .....	214
12.3.4	PCB 后续处理 .....	217
12.4	本章小结 .....	219
12.5	边学边练 .....	219
<b>附录 A</b>	<b>Capture 元器件库 .....</b>	<b>220</b>
<b>附录 B</b>	<b>Layout 封装库 .....</b>	<b>222</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>224</b>

# 第 1 章 软件安装及 License 设置

本章简单介绍 Cadence SPB16.0 软件的基础知识, 然后给出该软件的安装过程, 并给出 License 的设置方法, 可供读者在安装软件时参考。

## 1.1 概述

### 1. 本书内容

本书内容包括以下两部分。

- 第 1 部分介绍原理图输入工具的使用。原理图输入采用 OrCAD 公司的 Design Entry CIS。Design Entry CIS——对应于以前版本的 Capture 和 Capture CIS, 是 Cadence 公司收购原 OrCAD 公司的产品, 是国际上通用的标准原理图输入工具, 设计快捷方便, 图形美观, 与 PADS 实现了无缝链接
- 第 2 部分介绍 PCB 设计工具的使用。本书介绍的是 Cadence 公司的 Layout Plus 工具

### 2. 计算机配置要求

EDA 软件对计算机系统的硬件和软件的要求比较高。由于运行 EDA 软件时占用较大的内存空间, 若系统配置不足, 就有可能发生“死机”现象, 导致 EDA 软件运行失常, 因此建议使用者尽可能使用较高配置的计算机。计算机的具体配置推荐如下:

#### 1) 硬件配置

- CPU Pentium4 1.7GHz 以上
- 内存 512MB 或更大
- 硬盘 至少 5GB
- 显示器 17in 或更大
- 鼠标 3D 光电鼠标
- 光驱 CD-ROM
- 网卡 10/100MB Ethernet Adapter

#### 2) 操作系统 Windows 2000 Professional、Windows XP Professional 或 Windows Vista

## 1.2 软件安装

### 注意

在安装此软件时需关闭所有的杀毒软件。

#### 1. 关于 License 文件

Cadence SPB16.0 软件包对安装方法进行了改进, 安装软件之前不再需要处理 License 文件。

#### 2. 设置环境变量

- (1) 将该软件安装在“D:\Cadence”目录下。
- (2) 用鼠标右键单击【我的电脑】, 从弹出的菜单中选择【属性】, 出现【系统属性】窗口, 如图 1-1 所示。

(3) 单击【高级】选项卡，如图 1-2 所示。

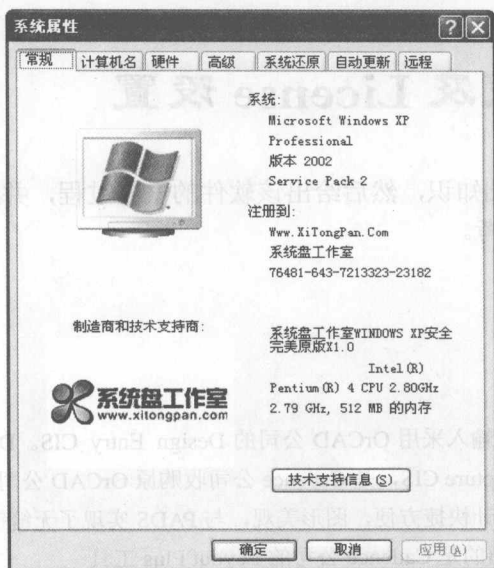


图1-1 【系统属性】窗口

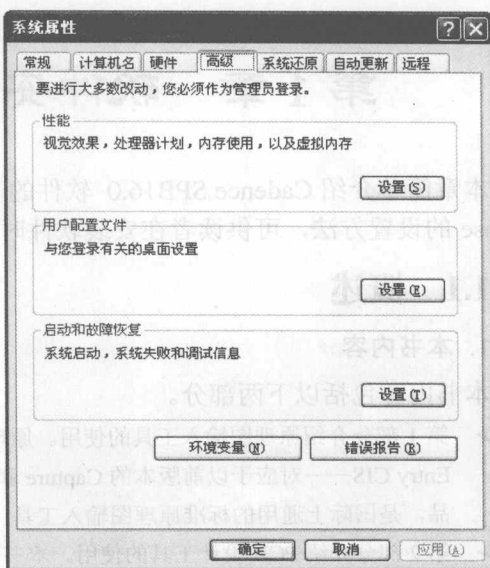


图1-2 【高级】选项卡

(4) 单击 **环境变量(E)** 按钮，出现【环境变量】窗口，如图 1-3 所示。

(5) 在【系统变量】栏单击 **新建(N)** 按钮，出现【新建系统变量】窗口，输入系统变量，如图 1-4 所示。

(6) 单击 **确定** 按钮，关闭打开的所有窗口，然后将“License.lic”文件复制到“D:\Cadence”目录下。

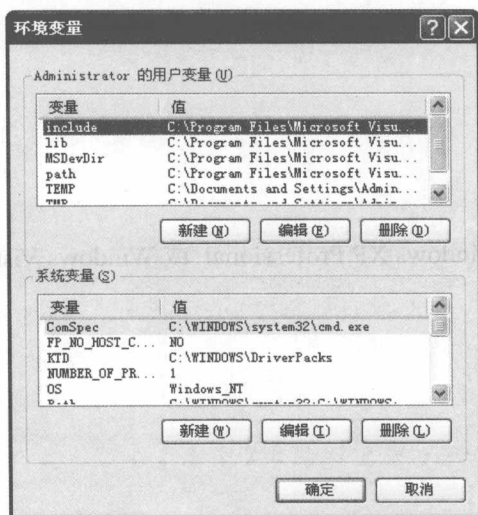


图1-3 【环境变量】窗口

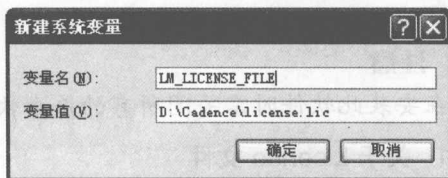


图1-4 【新建系统变量】窗口

### 3. 安装 Design Entry CIS 与 Layout Plus 工具

插入 Cadence 安装光盘到光驱中，安装 Design Entry CIS 与 Layout Plus 工具。

(1) 系统会自动运行 Setup.exe，或打开光盘，手动双击 Setup.exe 文件，出现如图 1-5 所示的【安装向导】窗口。

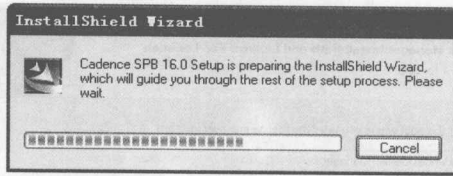


图1-5 安装向导窗口

(2) 当进度条达到 100%后, 出现如图 1-6 所示的提示信息。在继续安装前, 仔细阅读这些条款, 如果接受则选择 “I accept the terms of the license agreement” 选项, 继续安装; 否则选择 “I do not accept the terms of the license agreement” 选项, 系统会自动退出 License Manager 的安装。

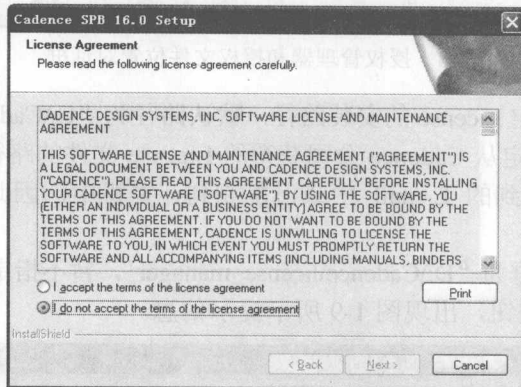


图1-6 【License Agreement】窗口

(3) 选择 “I accept the terms of the license agreement” 选项, 单击 **Next >** 按钮, 出现【Install Options】窗口, 如图 1-7 所示。

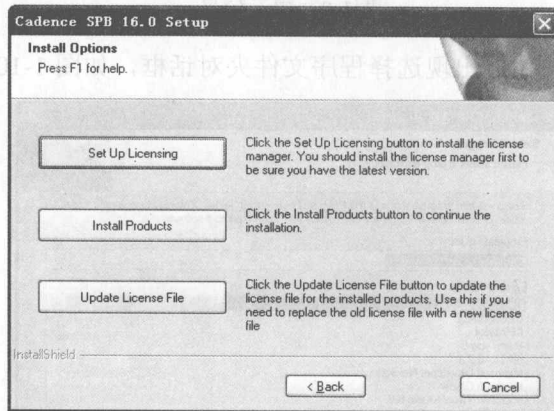


图1-7 【Install Options】窗口

如果 License 注册到本计算机上, 则单击 **Set Up Licensing** 按钮, 继续安装所需要的软件; 如果通过网络上的 License Server 去取得 License, 单击 **Install Products** 按钮, 安装所需要的产品;

如果已收到替换的授权号, 应该单击 **Update License File** 按钮。

(4) 单击 **Set Up Licensing** 按钮, 则在屏幕上显示授权管理器和授权文件位置对话框, 如图 1-8 所示。

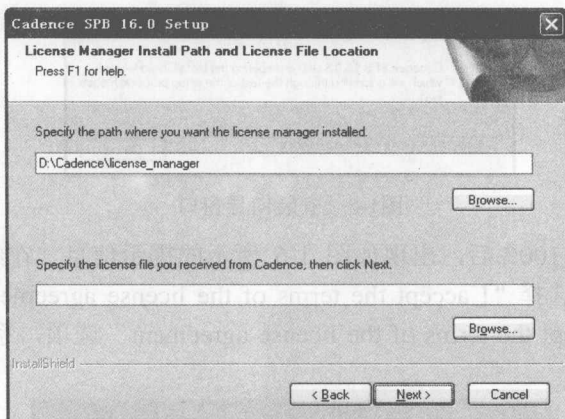


图1-8 授权管理器和授权文件位置对话框

在第 1 个文本框中指定 License 的安装路径，默认路径为“C:\Cadence\license\_manager”。

在第 2 个文本框中指定从 Cadence 公司获得的 License 文件的路径，包括授权号的名称，通常获得的授权文件在收到的 E-mail 中或已复制到计算机中，因此可以单击 **Browse...** 按钮来指定 License 文件

这里更改第 1 个文本框为“D:\Cadence\license\_manager”，暂不指定 License 文件的位置。

(5) 单击 **Next >** 按钮，出现图 1-9 所示提示信息。

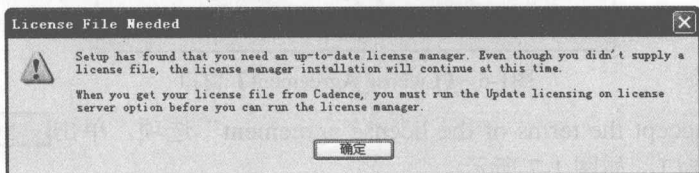


图1-9 提示信息

(6) 单击 **确定** 按钮，出现选择程序文件夹对话框，如图 1-10 所示。

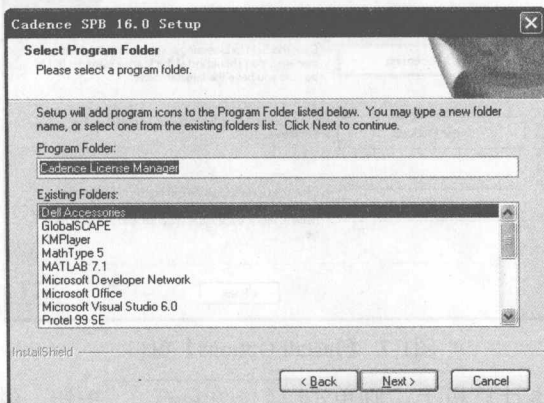


图1-10 选择程序文件夹对话框

(7) 单击 **Next >** 按钮，出现安装概览窗口，如图 1-11 所示。



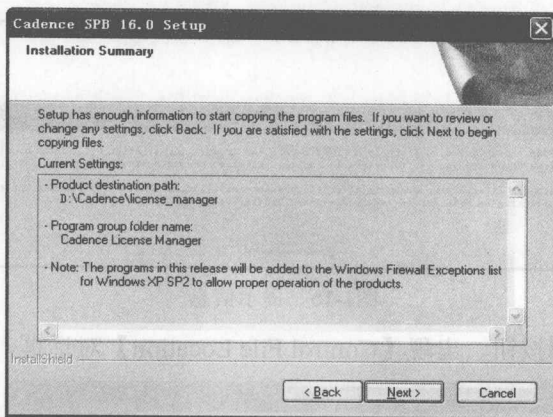


图1-11 安装概览窗口

- (8) 单击 **Next >** 按钮，开始安装 Cadence License Manager，如图 1-12 所示。  
 (9) 出现询问是否安装产品信息提示，如图 1-13 所示。

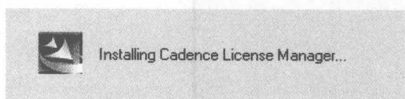


图1-12 正在安装Cadence License Manager

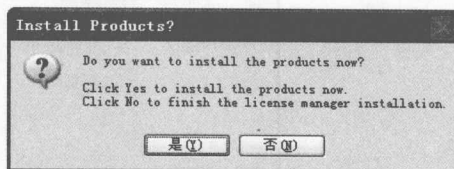


图1-13 询问安装产品

- (10) 单击 **是(Y)** 按钮，安装产品，出现如图 1-14 所示的提示信息，其建议在安装之前关闭杀毒软件。

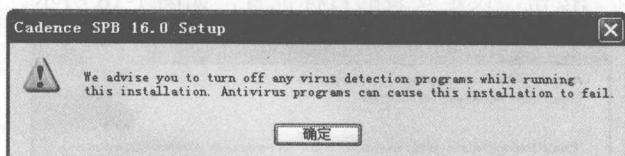


图1-14 提示信息

- (11) 单击 **确定** 按钮，出现【License Manager Communication】对话框，设置网卡端口和主机名称，如图 1-15 所示。

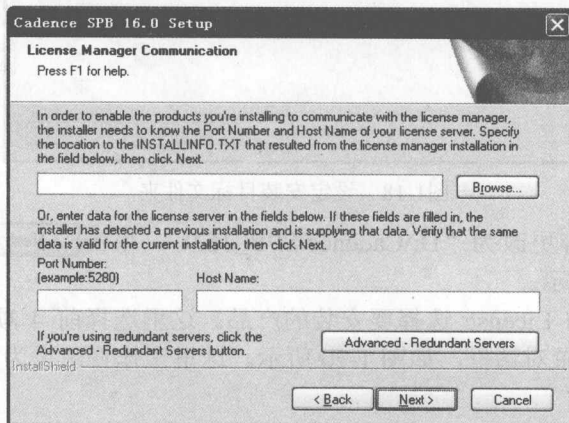


图1-15 【License Manager Communication】对话框

(12) 单击 **Next >** 按钮，出现提示信息，通知 LICENSE.DAT 没有提供，如图 1-16 所示。

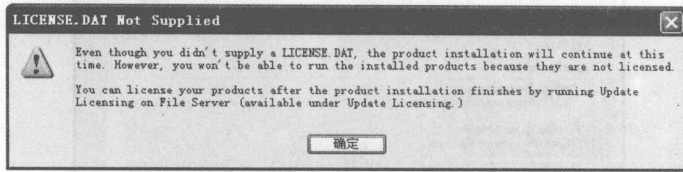


图1-16 提示信息

(13) 单击 **确定** 按钮，出现【Control File Location】对话框，如图 1-17 所示。

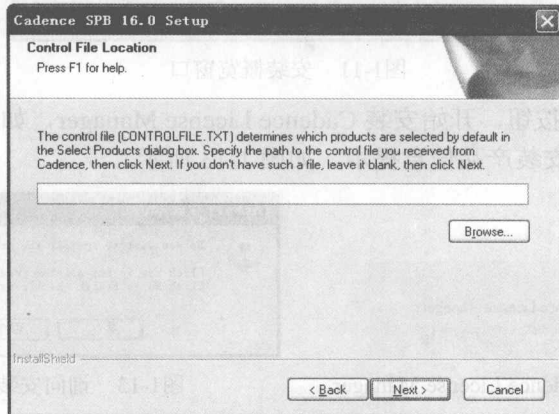


图1-17 【Control File Location】对话框

(14) 单击 **Next >** 按钮，设定安装的目标位置，如图 1-18 所示。

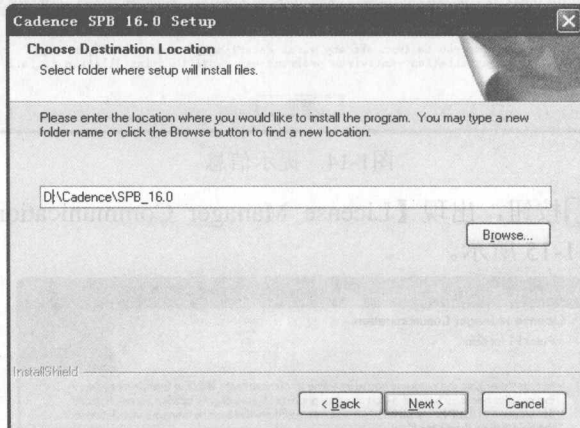


图1-18 设定安装目标文件夹

(15) 将文本框内容更改为“D:\Cadence\SPB\_16.0”，单击 **Next >** 按钮，出现选择产品对话框，如图 1-19 所示。

(16) 根据已购买的 License 选择要安装的产品。这里选择前 4 项，然后单击 **Next >** 按钮，出现设置工作目录对话框，如图 1-20 所示。这里工作目录设为“D:\CadenceWork”。

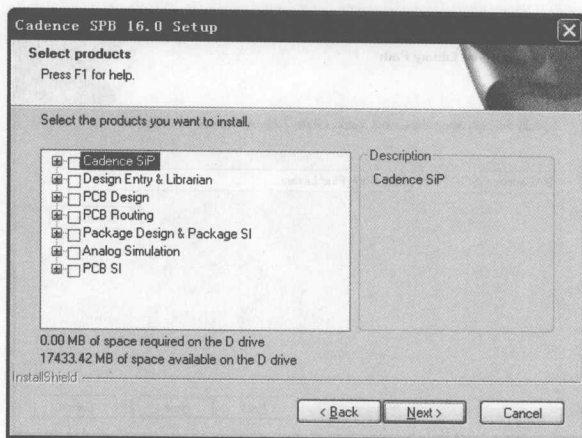


图1-19 选择产品对话框

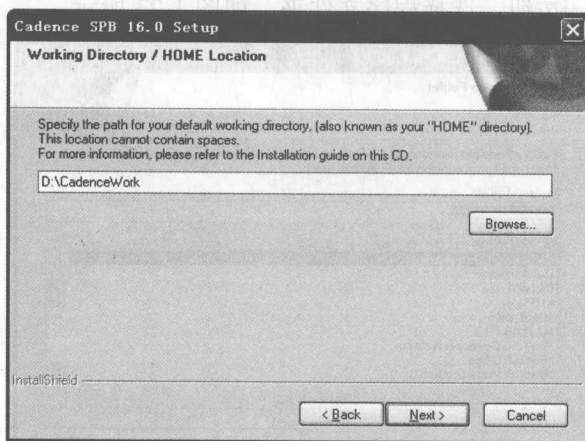


图1-20 设置工作目录对话框

(17) 单击 **Next >** 按钮，出现【Footprint Viewer Options】窗口，如图 1-21 所示。

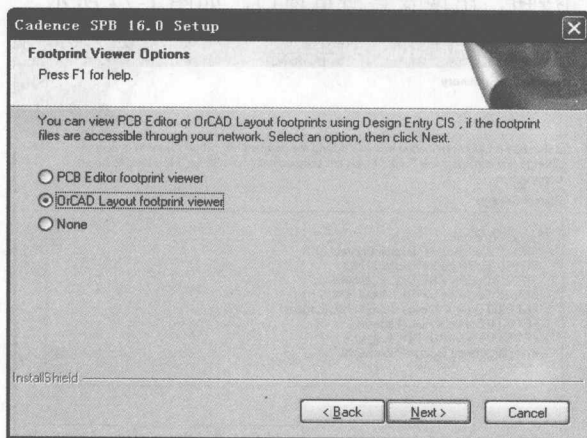


图1-21 【Footprint Viewer Options】窗口

(18) 选择“OrCAD Layout footprint viewer”，单击 **Next >** 按钮，出现【Layout Footprint Library Path】对话框，如图 1-22 所示。

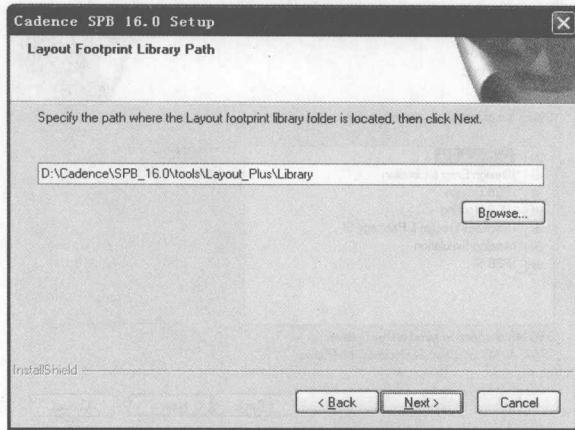


图1-22 【Layout Footprint Library Path】对话框

(19) 单击 **Next >** 按钮，选择程序文件夹，如图 1-23 所示。

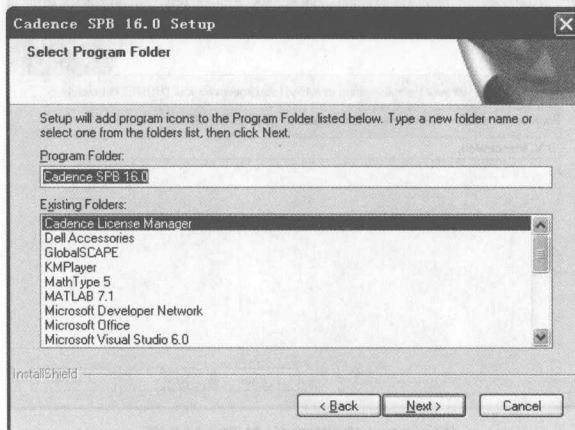


图1-23 选择程序文件夹

(20) 单击 **Next >** 按钮，出现安装概览窗口，如图 1-24 所示。

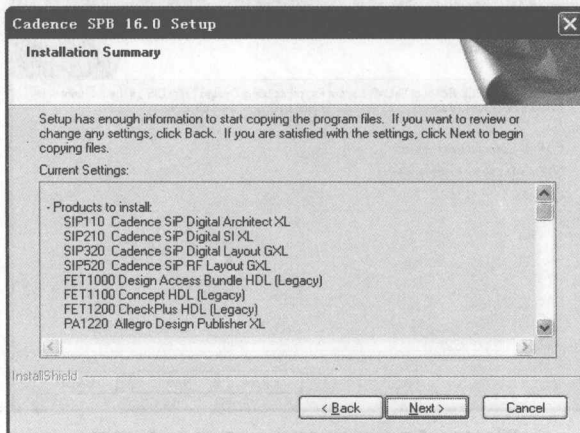


图1-24 安装概览窗口

(21) 单击 **Next >** 按钮，出现提示信息，如图 1-25 所示。然后出现安装进度窗口，如图 1-26 所示。