

电气信息工程丛书

基于 Allegro 的 PCB 设计与开发

张 卫 主编
张 驰 赵俊东 参编



提供主要实例源文件
下载网址: www.cmpbook.com

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电气信息工程丛书

基于 Allegro 的 PCB 设计与开发

张 卫 主编

张 驰 赵俊东 参编



机械工业出版社

本书从工程设计实践的角度出发,介绍了 Allegro 软件的 PCB 设计方法。第 1 章主要介绍 Allegro 软件的配置要求和安装方法;第 2 章主要介绍原理图设计中常用的菜单及其用法;第 3 章主要介绍 PCB 设计中常用的菜单及其用法;第 4 章主要介绍 PCB 的生产及焊接工艺基本知识;第 5 章主要介绍在 PCB 设计过程中需要考虑的可靠性问题;第 6 章主要介绍 PCB 设计需要解决电磁兼容性问题 and 信号完整性问题;第 7 章列举了一个设计案例,让读者熟悉从原理图设计到 PCB 设计的整个过程。

本书可作为 PCB 设计的工程师的参考用书,也可作为从事电路设计的初、中级开发人员入门进阶用书。

图书在版编目(CIP)数据

基于 Allegro 的 PCB 设计与开发/张卫 主编. —北京:机械工业出版社,2009. 11
(电气信息工程丛书)

ISBN 978-7-111-28640-0

I. 基… II. 张… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Allegro
IV. TN410. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 200281 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:时 静 罗子超

责任印制:洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·14.5 印张·359 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28640-0

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

PCB (Printed Circuit Board, 印制电路板) 是支撑电子产品的骨骼, 任何一款电子产品都离不开它。早期印制电路板的设计从单面、双面布线逐渐发展到多层布线, 大部分是由硬件工程师自己设计, 只要逻辑原理没问题, 一般都能调通正常使用。随着电子产品的元器件密度越来越大, 速度越来越快, 从 10 MHz、100 MHz 至 1 GHz、10 GHz 频率越来越高, PCB 设计已经不单纯是连线走通的问题, 要考虑电磁兼容性、信号完整性、可制造性、散热设计、可靠性、成本合理性等诸多问题, 要综合考虑均衡设计。如果不重视 PCB 设计, 高频高速电子设备容易出现工作状态不稳定、频繁复位、死机等问题。因此, PCB 设计在研发领域中的地位越来越重要。

要设计好 PCB, 首先要选择一款好的工具软件, Allegro 对于设计复杂的高频高密度印制电路板能起到事半功倍的作用。本书的编写模式不同于一般介绍软件菜单的方式, 而是从 PCB 设计的角度出发, 对于常用的菜单命令重点介绍, 让读者很快就能掌握主要菜单的用法, 完成设计。

要设计好 PCB, 还需要具备可制造性设计知识。本书告诉读者如何设计出既符合印制电路板制造, 又满足焊接生产的印制电路板。掌握可制造性设计知识能够提高生产效率、提高产品的可靠性。

要设计好 PCB, 也需要具备电磁兼容性和信号完整性知识。电磁兼容性和信号完整性是电子产品稳定工作的必要条件。

本书共 7 章, 分别将 PCB 设计需要注意的问题一一列举了出来, 缩短了读者掌握经验要领的时间。

本书的第 3 章由赵俊东编写, 第 7 章由张驰编写, 其他各章由张卫编写。欢迎广大读者提高宝贵意见, 联系方式: zhangwei_pcb@126.com

由于作者知识有限, 本书难免有不妥之处, 望读者谅解。

作 者

目 录

前言

第 1 章 Allegro 概述	1
1.1 Allegro 简介	1
1.2 Allegro 软件配置环境	1
1.3 Allegro 软件模块	6
1.4 小结	7
第 2 章 Capture 原理图设计	8
2.1 Capture 的常用菜单	8
2.1.1 项目管理主菜单	8
2.1.2 设置图纸环境参数	13
2.1.3 放置元器件	15
2.1.4 放置工具条	17
2.1.5 移动、复制、编辑和查找替换功能	23
2.1.6 图纸的放大或缩小	28
2.1.7 图纸模板	29
2.1.8 删除、撤销/恢复、重复操作	31
2.2 逻辑元器件设计	32
2.2.1 设计新的逻辑元器件	32
2.2.2 更新元器件	37
2.2.3 元器件管理	40
2.3 层次设计	50
2.3.1 拼接式电路图	50
2.3.2 分层式电路图	51
2.4 设计规则检查及网表输出	54
2.4.1 元器件重命名	54
2.4.2 检查报告	57
2.4.3 元器件属性更新	59
2.4.4 生成网表	63
2.4.5 生成材料清单	64
2.5 小结	66
第 3 章 Allegro 的 PCB 设计	67
3.1 Allegro 的主界面简介	67
3.1.1 Allegro 工具条	67

3.1.2	Allegro 状态栏	70
3.1.3	Allegro 的放大或缩小	71
3.1.4	全局视窗	71
3.1.5	Allegro 的环境文件 env	72
3.1.6	Allegro 的快捷方式	72
3.1.7	鼠标用法	73
3.1.8	Allegro 的文件类型	73
3.2	焊盘设计	73
3.2.1	元器件焊盘设计	74
3.2.2	过孔设计	78
3.2.3	特殊焊盘建立	79
3.3	封装设计	82
3.3.1	元器件封装设计	82
3.3.2	结构封装设计	91
3.3.3	格式封装设计	97
3.4	模板设计	98
3.4.1	图纸界面设置	98
3.4.2	放置封装符号文件	99
3.4.3	添加定位孔和光学对位点	100
3.4.4	基本设置规则	101
3.5	设计规则和设计环境	103
3.5.1	设置工作区	103
3.5.2	加载库文件	104
3.5.3	载入板框	105
3.5.4	加载网表	107
3.5.5	层堆栈	107
3.5.6	颜色设置	109
3.5.7	布线规则设置	109
3.6	PCB 布局设计	112
3.6.1	设置格点	112
3.6.2	可显示菜单	113
3.6.3	移动、翻面、改变属性	113
3.6.4	元器件快速布局	114
3.6.5	手动加载元器件	115
3.6.6	手动分配元器件	116
3.6.7	交换	116
3.7	PCB 布线设计	116
3.7.1	扇出	116

3.7.2	自动布线器	117
3.7.3	约束管理	118
3.7.4	手动布线的方式	118
3.7.5	编辑、修改、删除和移动顶点	119
3.7.6	放置字符修改字符	119
3.7.7	特性菜单	120
3.7.8	敷铜菜单	121
3.7.9	地电分割	122
3.7.10	元器件更新	123
3.7.11	反标注	123
3.7.12	导入/导出	125
3.7.13	协同设计	125
3.8	小结	126
第4章	PCB 的生产制造及焊接工艺	127
4.1	PCB 的可制造性设计	127
4.1.1	钻孔设计	127
4.1.2	布线设计	129
4.1.3	阻焊	130
4.1.4	字符	132
4.1.5	外形	132
4.2	印制电路板的制造工艺	134
4.2.1	印制电路板材料	135
4.2.2	计算机辅助制造处理	137
4.2.3	钻孔、蚀刻和层压	139
4.2.4	印字和阻焊	142
4.2.5	外形	143
4.2.6	印制电路板的生产过程	143
4.2.7	印制电路板的检验	144
4.3	焊接工艺	144
4.3.1	波峰焊	144
4.3.2	回流焊	148
4.3.3	无铅焊接	155
4.3.4	新型电子组装技术——低温共烧陶瓷	159
4.4	小结	160
第5章	PCB 的可靠性设计	161
5.1	元器件的选型与封装设计	161
5.1.1	元器件的选型	161
5.1.2	焊盘设计	162

5.1.3	封装设计	165
5.1.4	封装检查	168
5.2	PCB 的可靠性设计	170
5.2.1	热设计	170
5.2.2	安规设计	170
5.2.3	静电释放	172
5.2.4	可靠性的其他设计	173
5.2.5	失效分析	174
5.3	小结	175
第 6 章	PCB 的电磁兼容性和信号完整性设计	176
6.1	PCB 的电磁兼容性设计	177
6.1.1	电磁兼容性设计三要素	177
6.1.2	叠层设计	177
6.1.3	接地设计	179
6.1.4	滤波	181
6.1.5	屏蔽	184
6.1.6	合理布局	185
6.1.7	合理布线	185
6.1.8	差分线	186
6.1.9	电磁兼容测试	188
6.2	PCB 的信号完整性设计	188
6.2.1	高速布线	189
6.2.2	传输线	190
6.2.3	特性阻抗	191
6.2.4	串扰	193
6.2.5	反射	193
6.2.6	延时	194
6.2.7	过冲	194
6.2.8	时钟	194
6.2.9	电源完整性	195
6.2.10	关键信号线跨分割的处理	197
6.3	小结	197
第 7 章	综合设计案例	198
7.1	原理图设计案例	198
7.1.1	创建工程设计	198
7.1.2	设计元器件符号	202
7.1.3	添加元器件	206
7.1.4	添加网络	211

7.1.5 设计规则检查及网表输出	212
7.2 PCB 设计案例	216
7.2.1 设计 PCB 封装	216
7.2.2 PCB 环境设置	216
7.2.3 加载网表	218
7.2.4 元器件布局	219
7.2.5 布线规则设置	220
7.2.6 PCB 布线	221
7.2.7 地电分割	221
7.2.8 字符调整	222
7.2.9 设计检查	222
7.2.10 输出加工文档	222
7.3 小结	223
参考文献	224

第 1 章 Allegro 概述

1.1 Allegro 简介

PCB (Printed Circuit Board, 印制电路板) 是电子产品必不可少的组成部分, PCB 设计是电子产品设计的一个重要环节。近二十年来, 科学技术突飞猛进, 电子产品也是日新月异。电子产品朝着小巧、精密、便携式发展。PCB 从早期的单面板、双面板到后来的多层板, 层数越来越多, 密度也越来越大, 最多已经超过了 20 层。因此, 社会更需要专业的 PCB 设计工程师和专门的 PCB 设计软件。

近几年来, 越来越多的电子工程师关注 PCB 的设计。PCB 设计涉及热设计、可制造性设计、可靠性设计、可测试性设计、电源完整性、信号完整性和电磁兼容性等多个领域。要设计好一块 PCB 需要丰富的电子线路设计知识。

PCB 设计离不开 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 软件。EDA 软件的种类有很多, 目前, 电子工程师主要应用的软件有 Protel、PowerPCB、OrCAD、Allegro、Mentor 等。自从 Allegro 推出微机版 (以前 Allegro 是基于工作站的 PCB 设计软件) 后, 深受工程师的喜爱。

Allegro 软件是 Cadence 公司推出的从原理图设计、原理图仿真到 PCB 设计、PCB 仿真的一整套 PCB 设计系统。Allegro 软件是目前市场上应用最广的 PCB 设计软件之一。2006 年 Allegro 软件占据全球 EDA 软件市场的 55%, 在北美和中国台湾的应用更广泛。

Allegro 对于那些高密度、高速率的复杂印制电路板优势更加明显。它的设计界面灵活, 结构严谨, 操作方便、快捷。运用 Allegro 做 PCB 设计可以缩短设计周期, 降低研发成本, 提高设计的准确性。

1.2 Allegro 软件配置环境

Windows 2000、Windows XP 支持 Allegro 软件运行, 推荐硬件配置如下:

- CPU: Pentium 4 1.8 GHz 或以上。
- 内存: 512 MB 以上。
- 硬盘: 至少 2 GB。
- 鼠标: 三键鼠标。
- 网卡: 10 M/100 Mbit/s 自适应网卡。
- 光驱: CD-ROM 或 DVD-ROM。
- 显示器: 1024 × 768 像素 17in 以上彩色显示器。

1. 关闭所有杀毒软件

在安装 Allegro 软件之前, 先打开安装程序。

2. 安装 License 文件

1) 将 License. dat 文件复制到桌面上并用写字板打开, 把文件中的 Cadence Server 改为本地计算机名并保存。

2) 将安装光盘“Disk1”放入光驱, 安装程序通常会自动启动, 弹出如图 1-1 所示的对话框。如果系统没有启动安装程序, 可以在软件光盘中找到 Setup. exe 文件, 双击程序也可以启动安装。

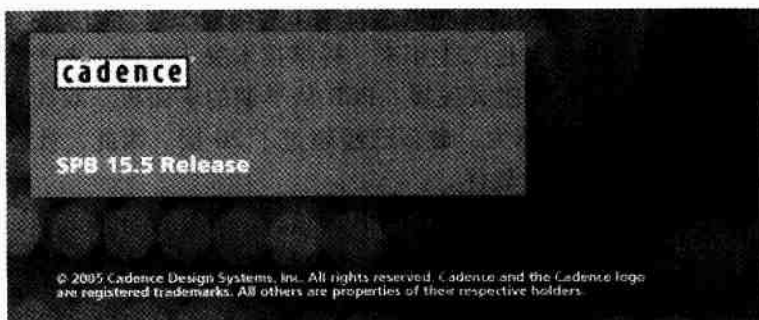


图 1-1 Allegro 安装界面

3) 在如图 1-2 所示的对话框中, 选择 “I accept the terms of the license agreement” 按钮。

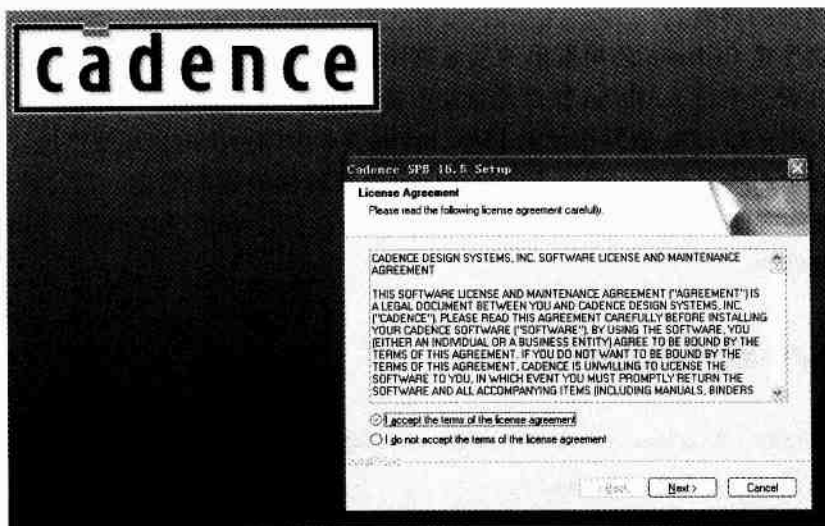


图 1-2 安装协议

4) 在如图 1-3 所示的对话框中, 单击 “Set Up Licensing” 按钮。

5) 在如图 1-4 所示的对话框中, 单击 “Next” 按钮, 出现如图 1-5 所示的对话框。

6) 将安装的程序最小化, 把复制到桌面上的 License 文件 (License. dat) 移至 (如 C:\Cadence\license_manager\) 路径下, 完成后, 单击 “Browse” 按钮, 选择安装有 License 文件的路径 (如 C:\Cadence\license_manager); 然后将 License 文件复制到相应的路径下。

返回到如图 1-4 所示的对话框，单击“Next”按钮。

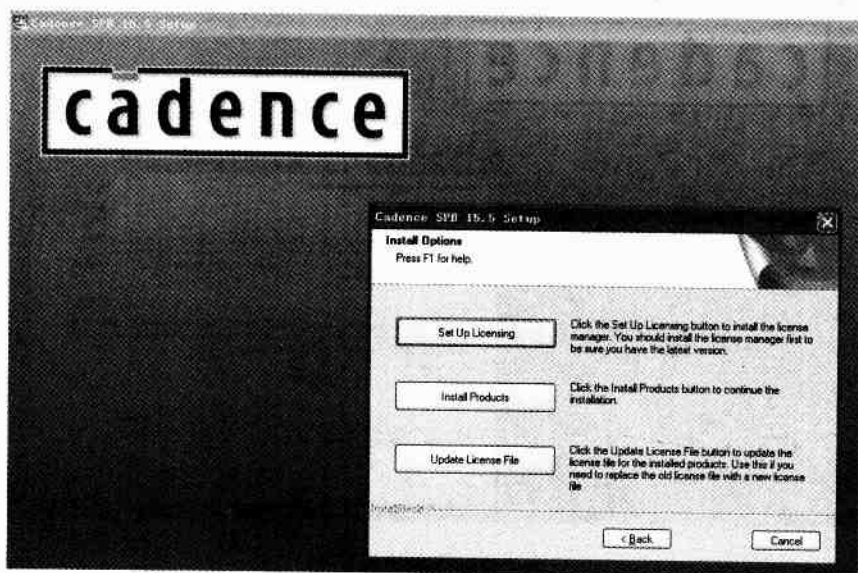


图 1-3 安装协议设置

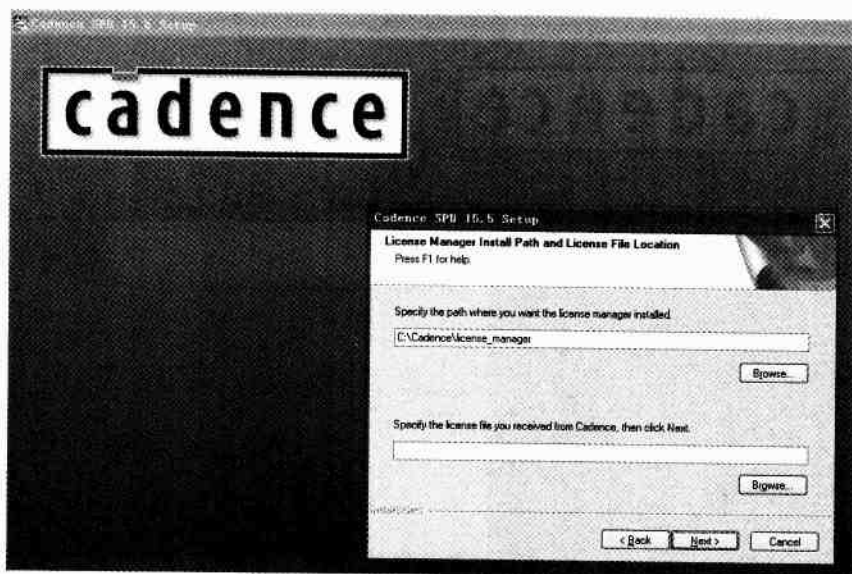


图 1-4 安装协议路径设置

7) 按照安装提示对话框单击“Next”按钮，直到 License 文件安装成功。

3. 安装 Cadence 产品

1) 在安装完 License 后，会出现是否安装 Cadence 产品的提示，单击“Yes”按钮，开始安装。

2) 出现如图 1-5 所示的对话框后，在指向安装有 License 文件的路径下，单击“Next”按钮。

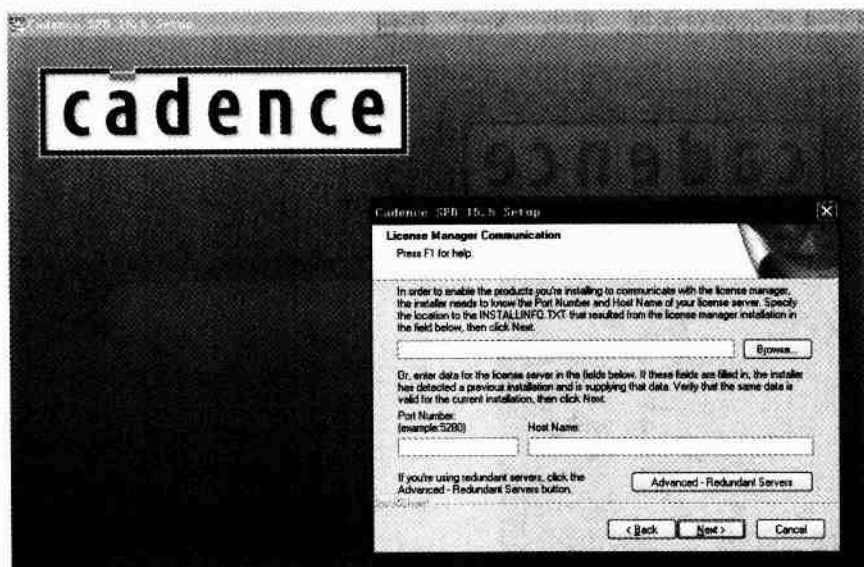


图 1-5 安装协议设置

3) 按照如图 1-6 所示的提示输入用户名，单击“Next”按钮，继续安装。

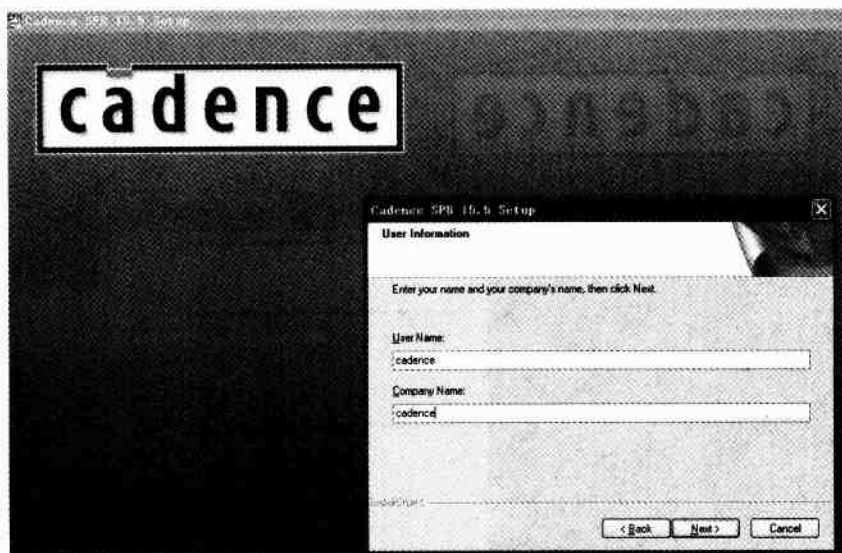


图 1-6 设置用户名

- 4) 在如图 1-7 所示对话框中，单击“Yes”按钮。
- 5) 如图 1-8 所示，选择安装 Cadence 模块产品，单击“Next”按钮。
- 6) 在如图 1-9 所示对话框中，选择工作默认路径，单击“Next”按钮。
- 7) 出现如图 1-10 所示的对话框，然后单击“Next”按钮。
- 8) 在如图 1-11 所示的对话框中，设置安装程序文件夹。
- 9) 单击“Next”按钮，程序安装开始。
- 10) 安装程序结束，程序会提示用户重新启动计算机。

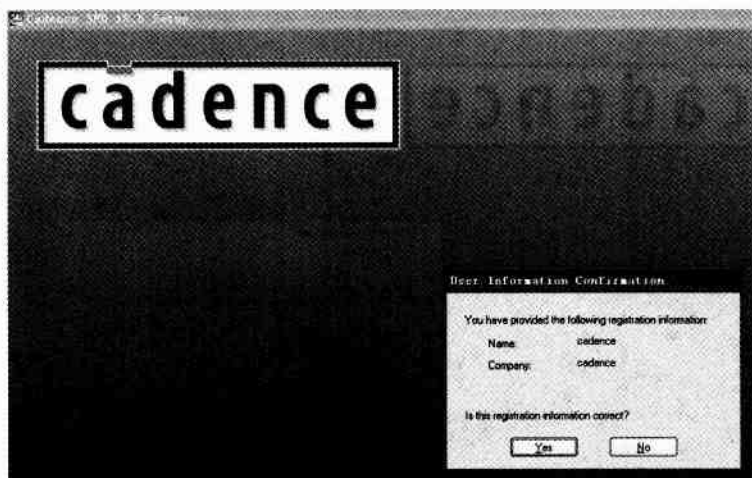


图 1-7 确认用户名称

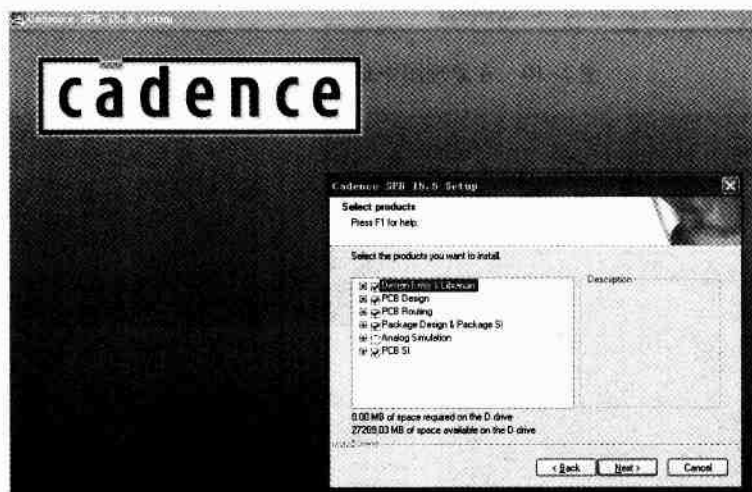


图 1-8 安装选择对话框

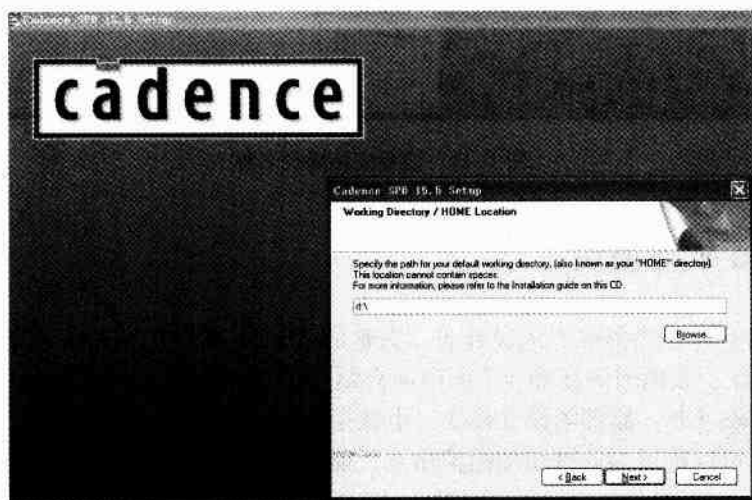


图 1-9 设置工作路径

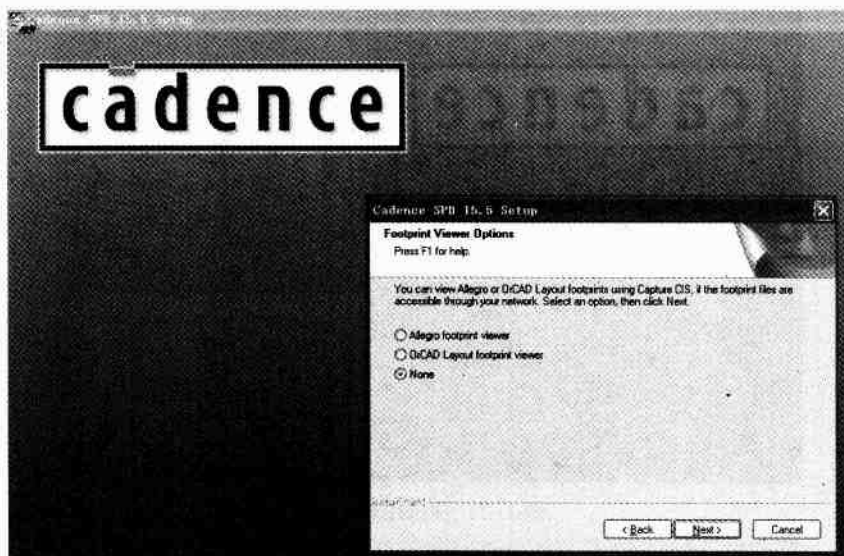


图 1-10 在原理图中是否观看封装对话框

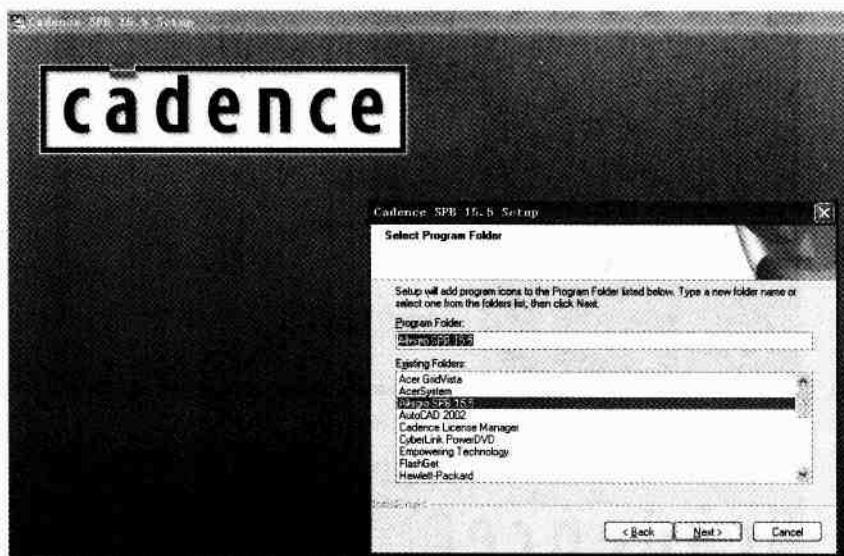


图 1-11 设置安装路径名称

1.3 Allegro 软件模块

Allegro 软件是一个功能强大的设计包，完整的 Allegro 软件包含许多功能模块，包括 IC 设计、FPGA 设计、原理图仿真等。下面简单介绍几个与 PCB 有关的常用模块。

- Design Entry CIS: 原理图设计模块。也就是 Capture CIS，支持单页图纸设计和多页层次设计，可以扩展对原理图的模拟仿真，能输出不同格式的网表，方便与不同的软件进行对接，如 PSpice、Spice、VHDL、PADS、PCAD、Protel、Mentor 等设计软件，具有项目管理功能（Project Manager），支持从原理图到 PCB 的交互布局、交互检索，

应用广泛。

- Design Entry HDL: Cadence 公司推出的原理图设计模块, 是该公司推出的另一种原理图设计工具。Concept HDL 与 Allegro PCB 工具结合可以管理统一的电气约束环境, 支持团队设计、并行设计、设计重用。
- Layout Plus: Allegro 公司推出的另一种 PCB 设计模块。
- PCB Editor: PCB 设计模块, 主要功能是 PCB 布局布线, 是 Allegro 软件的主要功能模块。Allegro 基于形状的 PCB 推挤布线方式、总线布线方式让 PCB 设计工作轻松自如。用 Allegro 设计 PCB 不用担心数据量太大, 不方便网络传输。大面积敷铜, 不会影响 PCB 的大小, 即使复杂的 PCB 设计, 生成的光绘数据也不过几百 KB。利用 Allegro 可以简化复杂设计, 把一块复杂的 PCB 设计分成不同的工作模块, 每个人负责不同的设计模块, 实现真正的并行设计, 最后再合并设计, 从而提高工作效率, 缩短研发周期。

Cadence 公司为不同的用户配置了不同功能的 PCB 设计模块, 如表 1-1 所示。

表 1-1 PCB 设计模块

PCB 设计模块	功 能
PCB Design Expert	PCB 专家级设计工具, 提供了从设计输入、电气约束管理驱动到强大的交互布局布线的整套解决方案
PCB Designer	PCB 设计工具, 不含高速电气规则约束设置
PCB Studio Performance	PCB 设计工具, 和 PCB Designer 功能相同, 是加在 Studio 上的一个功能
PCB Studio	PCB 的基本设计工具, 不含高速电气规则约束设置和添加 Skill 技巧程序

- PCB Router: 自动布线器。Specctra 基于形状的自动布线功能强大, 支持复杂的设计规则, 布通率高。
- PCB SI: PCB 后仿真模块。可以对时序、信号完整性、串扰、电源完整性和电磁兼容性等多方面因素进行分析, 在 PCB 生产之前对设计进行优化, 提高设计的准确性和可靠性。
- Package Designer: IC 封装设计模块。
- Physical Viewer: 用来浏览 Allegro 文件。
- Project Manager: 项目管理器。项目管理器提供了 PCB 设计和库管理的界面。团队管理者可以通过项目管理器将原理图文件 (Concept HDL)、封装库文件、PCB 文件、PCB 仿真等统一管理, 统一保存。
- Pad Designer: PCB 焊盘设计模块。Allegro 把每个焊盘设计保存成一个文件, 设计封装时方便调用。

1.4 小结

本章主要介绍 Allegro 软件的配置环境、安装方法和模块功能。从以上内容可以看出, 利用 Allegro 可以完成从项目管理、原理图设计、原理图仿真、库管理、PCB 设计、PCB 仿真的一整套设计方案。由于 Allegro 包含的功能模块较多, 这里不一一介绍。本书重点讲述 Capture CIS 原理图设计和 Allegro PCB 设计。

第2章 Capture 原理图设计

2.1 Capture 的常用菜单

2.1.1 项目管理主菜单

1. 工作窗口

Capture 有 3 个主要工作窗口, 如图 2-1 所示。

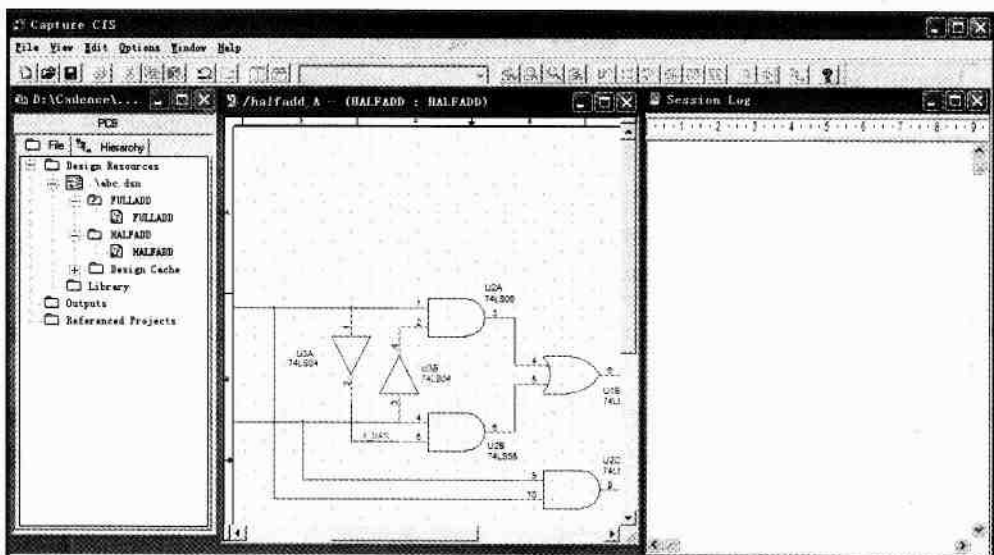


图 2-1 OrCAD Capture 的 3 个主要工作窗口

- 项目管理器窗口: 管理与原理图相关的一系列文件, 相当于资源管理器。
- 原理图窗口: 相当于单张图样。
- 信息查看窗口 (Session Log): 用于显示相关操作的提示或出错信息。

2. 新建项目管理器

Capture 的新建项目管理器 (Project) 是用来管理项目中所有文件的。新建 Project 的同时, Capture 会自动创建相关的文件, 如 DSN、OPJ 文件等。根据创建的 Project 类型的不同, 生成的文件也不尽相同。

1) 在菜单栏中选择 “File” → “New” → “Project”, 在 “Name” 选项中键入设计项目的名称, 然后根据设计需要选择新建项目管理的类型, 如图 2-2 所示。

- Analog or Mixed-signal Circuit: 设计的电路图用于数/模混合仿真。