

EDA技术实用丛书

图解

PowerPCB

轻松入门与提高

云创工作室 云峻岭 季晓澎 等 编著



- 精彩的多媒体（视频+音频）讲解光盘，让读者学得轻松
- 实用的学习心得与精辟的技巧总结，让读者快速提高
- 从初学者的角度出发，感同身受的写作思路，让读者与作者心灵共鸣

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

EDA技术实用丛书

图解

PowerPCB

轻松入门与提高

■ 云创工作室 云峻岭 季晓澎 等 编著 ■

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

图解PowerPCB轻松入门与提高 / 云峻岭等编著. —北京:
人民邮电出版社, 2009. 6
(EDA技术实用丛书)
ISBN 978-7-115-20743-2

I. 图… II. 云… III. 印刷电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件, PowerPCB 5.0—图解 IV. TN410.2-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第049058号

内 容 提 要

本书以PCB制板的基本概念和操作流程为主线,全面详细地讲解了利用PowerPCB进行PCB设计的基本流程和实用方法,从PCB的基本操作到高速系统的设计,循序渐进地进行讲述。本书通过通俗易懂的语言帮助初学者理解PCB的相关概念,使读者能够在较短的时间内熟悉印制电路板的制作流程,掌握使用PowerPCB 5.0设计PCB,又通过丰富的实例和技巧为工程技术人员提供实践参考。

为了方便读者学习,配书光盘收录了部分实例的原理图、PCB文件、PCB元件库以及实例操作过程的动画演示和语音讲解,便于读者快速、切实掌握PowerPCB设计本领。

本书主要面向使用PowerPCB进行PCB设计的初学者和自学者,对有一定经验的电子技术人员也有参考价值。本书也可以作为高等学校电子信息类专业的教学参考用书。

EDA 技术实用丛书

图解 PowerPCB 轻松入门与提高

-
- ◆ 编 著 云创工作室 云峻岭 季晓澎 等
责任编辑 姚予疆
执行编辑 刘 洋
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 456千字
印数: 1-4 000册
- 2009年6月第1版
2009年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20743-2/TN

定价: 39.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着电子工程技术的发展,特别是高速系统的应用,印制电路板的设计方法得到了飞速的发展,同时,优秀的 PCB 设计也保证了电路系统的稳定和高效。然而,对于广大初级使用者,迈出第一步往往非常困难。比如,在许多高校和实验室里,项目开发人员往往自己设计 PCB,但由于人员流动性较大,且学生多缺乏工程经验,因此一本深入浅出的入门级图书显得十分必要。那么,如何才能让初学者顺利完成自己的第一块印制电路板的设计呢?如何使初学者的处女作能够满足系统性能与制造要求呢?这是广大初学者入门的最大障碍。作者在这方面感同身受,于是产生了本书的编写初衷:以切身经历帮助广大初学者迈好第一步。

按照印制电路设计的特征,初学者要想入门,在懂得电路与系统的基本原理之后,还需要学会使用 CAD 软件以及了解 PCB Layout 设计。PowerPCB 是美国 Mentor Graphics 公司推出的印制电路板设计软件。该软件全球的电子工程领域得到了广泛应用,是当今最优秀的 EDA 软件之一。我们结合自身的经验,选择了在业内得到广泛应用的 PowerPCB 5.0 这款 PCB 设计软件,重点介绍该软件的功能及其操作方法,并详细介绍了 PCB Layout 的整个使用过程,以便帮助广大初学者顺利入门。

本书对 PCB 的基本操作以及复杂的高速系统的设计都有所阐述,循序渐进,既通过通俗易懂的语言帮助初学者理解 PCB 的相关概念,使读者能够在较短的时间内熟悉印制电路板的制作流程,掌握使用 PowerPCB 5.0 设计 PCB,又通过丰富的实例和技巧为工程技术人员提供实践参考,对设计高速电路的技术人员也有所帮助。本书从最基本的定义开始讲起,以图文结合的方式,高效明了地向读者展示 PCB 的设计过程,内容涉及 PCB 与原理图的接口、封装的制作、PCB 的布局原则、利用专业布线器布线的方法、层面处理以及实际问题处理等。此外,本书内容全部围绕实例展开,内容翔实,可操作性强,可加深读者对 PCB 设计的理解,并在实际的设计中直接借鉴。

本书由云峻岭和季晓澎合作编写。感谢云创工作室田耘、人民邮电出版社刘洋编辑从本书选题策划、内容选择、书稿审校直到出版所付出的辛勤劳动,感谢北京邮电大学吴文礼教授为本书提出了很好的建议。黄鹏程为本书提供了重要的原理图和 PCB 图支持,在这里要特别感谢他的慷慨帮助。陈俊洁、孙琛也为本书的编写提供了很好的素材,这里一并表示感谢。参与本书编写工作的还有范凌飞、周泽标、李楠、孙峥、曲昌盛、胡彬、武冠宇、章翔、李志、彭勇、彭巧东、徐文波、柴娟芳。

由于时间仓促,本书还存在很多不足,希望广大读者提出意见和建议。读者可通过电子邮箱 futurebridge328@gmail.com 和 liuyang@ptpress.com.cn 与我们联系。

目 录

第 1 章 印制电路板基础知识	1
1.1 印制电路板的概念	1
1.1.1 什么是印制电路板	1
1.1.2 印制电路板的发展	1
1.2 PowerPCB 5.0 简介	1
1.2.1 PowerPCB 5.0 的功能和特点	1
1.2.2 PowerPCB 5.0 的安装	2
1.3 印制电路板的基本结构	7
1.3.1 印制电路板的分类	8
1.3.2 信号层	8
1.3.3 电源层	8
1.3.4 阻焊层	9
1.3.5 丝印层	9
1.3.6 PCB 的制作流程	9
1.4 PCB 封装	9
1.4.1 封装的含义	9
1.4.2 原理图封装与 PCB 封装的区别	10
1.5 PCB 设计的基本原则和要求	10
1.5.1 总体设计的原则和要求	10
1.5.2 布局的原则和要求	10
1.5.3 布线的原则和要求	11
1.6 PCB 设计的基本流程	11
1.7 知识总结	13
第 2 章 PowerPCB 5.0 的图形界面	14
2.1 菜单栏	14
2.1.1 “文件”(File) 菜单	14
2.1.2 “编辑”(Edit) 菜单	16
2.1.3 “查看”(View) 菜单	17
2.1.4 “设置”(Setup) 菜单	19
2.1.5 “工具”(Tools) 菜单	21
2.2 常用工具栏	23
2.2.1 当前层指示 (Layer)	24
2.2.2 选择工具	24
2.2.3 绘图工具 (Drafting)	24
2.2.4 设计工具 (Design)	25
2.2.5 自动测量工具 (AutoDim)	27
2.2.6 缩放工具	28
2.3 工作区介绍	29
2.3.1 原点和栅格	29
2.3.2 状态框	30
2.4 状态栏	30
2.5 经验总结与问题思考	31
第 3 章 PowerPCB 5.0 的参数设置	32
3.1 系统参数 (Preferences)	32
3.1.1 全局参数 (Global 选项卡)	32
3.1.2 设计参数 (Design 选项卡)	34
3.1.3 布线参数 (Routing 选项卡)	37
3.1.4 热焊盘参数 (Thermal 选项卡)	41
3.1.5 自动尺寸标注 (Auto Dimensioning 选项卡)	43
3.1.6 绘图参数 (Drafting 选项卡)	47
3.1.7 栅格设置 (Grid 选项卡)	48
3.1.8 泪滴设置 (Teardrops 选项卡)	51
3.1.9 分割/混合平面层 (Split/Mixed Plane 选项卡)	52

3.2 设计规则 (Design Rules)	53	4.5 手工制作封装	89
3.2.1 默认 (Default) 规则	53	4.5.1 结合向导器手工制作封装	89
3.2.2 类 (Class) 规则	53	4.5.2 手工制作封装	90
3.2.3 网络 (Net) 规则	54	4.5.3 为封装添加丝印	96
3.2.4 差分对 (Differential Pairs) 规则	55	4.5.4 器件类型与封装的关系	98
3.3 层参数 (Layer Definition) 介绍	56	4.6 原理图与 PCB 的接口	100
3.3.1 层设置对话框	56	4.6.1 原理图设计软件	100
3.3.2 电气层的类型	57	4.6.2 核对封装	101
3.4 焊盘堆叠参数 (Pad Stacks)	58	4.6.3 由原理图生成网表	102
3.4.1 默认过孔类型	60	4.6.4 导入网表到 PowerPCB	103
3.4.2 自定义过孔类型	60	4.6.5 分析导入报告	105
3.5 显示颜色参数 (Display Colors)	61	4.6.6 元件打散	106
3.5.1 修改背景色	61	4.7 经验总结与问题思考	107
3.5.2 保存显示颜色	61	第 5 章 PCB 电气层定义	109
3.5.3 飞线颜色设置	62	5.1 确定板层层数	109
3.6 经验总结与问题思考	63	5.1.1 考察所用芯片的封装	109
第 4 章 PCB 设计的前期准备工作	65	5.1.2 确定电源层和地层的层数	112
4.1 无模式命令和快捷键简介	65	5.2 设置各层显示颜色	113
4.1.1 无模式命令	65	5.3 板层排列原则	115
4.1.2 快捷键	66	5.4 设定板层数的方法	115
4.2 数字通信收发机基带部分 (CRS) 简介	67	5.5 设置平面层类型	116
4.2.1 系统组成	67	5.6 信号层的信号走向	116
4.2.2 模数转换模块	67	5.6.1 信号走向设计原则	116
4.2.3 数模转换模块	68	5.6.2 信号走向设置方法	117
4.2.4 时钟发生模块	68	5.7 经验总结与问题思考	117
4.2.5 FPGA 模块	68	第 6 章 规则设置	119
4.2.6 电源模块	69	6.1 规则设置简介	119
4.3 元件封装库	69	6.2 默认规则	120
4.3.1 元件封装库的概念	70	6.2.1 安全间距规则	120
4.3.2 管理元件封装库	70	6.2.2 布线规则	122
4.4 建立封装	71	6.2.3 高速电路规则	123
4.4.1 复制封装	71	6.2.4 扇出规则	125
4.4.2 使用 Wizard 向导器制作封装	72	6.2.5 焊盘进入规则	127
		6.2.6 规则报表	128
		6.3 类规则	130
		6.4 网络规则	132

6.4.1 安全间距规则设置	132	8.2 布线的前期工作	165
6.4.2 布线规则设置	133	8.2.1 确认各类参数	165
6.4.3 高速电路规则设置	134	8.2.2 设置禁止布线区	166
6.5 组规则	134	8.2.3 动态走线 DRP 模式	167
6.6 管脚对规则	136	8.2.4 手动连接部分信号	167
6.7 封装规则	136	8.2.5 手动连接总线	172
6.8 元件规则	137	8.3 使用 BlazeRouter 布线	173
6.9 条件规则	138	8.4 使用 Specctra 布线	175
6.10 差分对规则设置	140	8.4.1 Specctra 软件介绍	175
6.11 规则报表	142	8.4.2 Specctra 与 PowerPCB 的 接口	176
6.12 经验总结与问题思考	142	8.4.3 Specctra 的常用操作	180
第 7 章 布局设计与层分割	144	8.4.4 Specctra 的规则设置	180
7.1 布局的基本原则	144	8.4.5 Specctra 的布线流程	182
7.1.1 选择合适的 PCB 形状和 尺寸	144	8.4.6 Do 文件和 did 文件	185
7.1.2 确定特殊元件的位置	144	8.5 手动调整走线	187
7.1.3 考虑散热因素	145	8.5.1 Specctra 到 PowerPCB 的 接口	187
7.1.4 数字模拟相对分离	145	8.5.2 手动补齐未能自动 完成的布线	188
7.1.5 整齐原则	145	8.5.3 直拐角添加倒角 (斜边 Miter)	189
7.2 粗布局	145	8.5.4 检查不合理走线	190
7.2.1 自动布局工具	145	8.6 经验总结与问题思考	190
7.2.2 手动预布局配合	148	第 9 章 PCB 设计的后期制作	191
7.2.3 手动布局的过程	149	9.1 增大电流通过能力的措施	191
7.3 CRS 系统粗布局实例	153	9.1.1 放置铜皮的意义	191
7.3.1 布局特殊元件	153	9.1.2 放置铜皮的方法	192
7.3.2 布局各核心芯片的外围 电路	154	9.1.3 铜皮挖空的方法	195
7.4 细布局与板层分割	157	9.1.4 铜皮打孔的方法	196
7.4.1 简单的电源网络分割	158	9.2 敷铜	197
7.4.2 交错分布的电源网络 分割	161	9.2.1 敷铜区域	198
7.4.3 电源层分割形状与 细布局的关系	162	9.2.2 设置禁止敷铜区	198
7.4.4 地层分割	163	9.2.3 敷铜的方法	198
7.5 经验总结与问题思考	164	9.2.4 删除铜皮	202
第 8 章 布线设计	165	9.3 放置铜皮与敷铜的区别	203
8.1 布线的基本原则	165	9.4 添加测试点	203
		9.5 调整元件标号大小和位置	206

9.5.1 调整元件标号的大小	206	设置	240
9.5.2 调整文字的位置	207	12.3 PowerPCB 中 gerber 文件的	
9.6 增加文字或图形注释	208	设置	243
9.6.1 放置文字	208	12.3.1 丝印层 gerber 文件的	
9.6.2 放置图形	209	设置	243
9.7 经验总结与问题思考	209	12.3.2 走线层 gerber 文件的	
第 10 章 工程更改与 ECO	211	设置	243
10.1 工程设计更改 (ECO)	211	12.3.3 地平面层 gerber 文件的	
10.1.1 ECO 工具介绍	211	设置	245
10.1.2 增加和删除连接	213	12.3.4 电源平面层 gerber 文件	
10.1.3 增加走线和删除网络	214	的设置	246
10.1.4 增加、删除和更换		12.3.5 阻焊层 gerber 文件的	
元件	216	设置	247
10.1.5 重命名	221	12.3.6 过孔文件的设置	248
10.1.6 更改设计规则	223	12.4 导出 gerber 文件	249
10.2 工程整体更改	224	12.5 制板说明文档	250
10.2.1 工程修改与直接 ECO	224	12.5.1 简单的制板说明要素	250
10.2.2 利用工程更改使 PCB 与		12.5.2 详细制板参数参考	251
原理图同步	224	12.6 导出各层 PDF 格式图纸	253
10.3 经验总结与问题思考	228	12.7 经验总结与问题思考	258
第 11 章 工程验证	230	第 13 章 高速印制电路板设计	259
11.1 工程验证简介	230	13.1 基本概念	259
11.1.1 工程验证与设计规则	230	13.1.1 什么是高速电路	259
11.1.2 Verify Design 验证		13.1.2 传输线	259
工具	230	13.1.3 阻抗匹配	260
11.2 安全间距验证	232	13.1.4 电磁干扰	260
11.3 连通性验证	233	13.1.5 信号完整性	260
11.4 高速验证	235	13.2 高速电路设计的一般原则	262
11.5 平面层验证	236	13.3 关键元器件的设计要求	263
11.6 其他设计验证	237	13.3.1 高性能模拟滤波器	263
11.7 经验总结与问题思考	237	13.3.2 高速 A/D 转换器	264
第 12 章 CAM 输出与 gerber 文件	238	13.4 去耦设计	266
12.1 gerber 文件的意义	238	13.5 PCB 板层设计	266
12.2 导出制板文件前的检查		13.5.1 板层结构	267
工作	238	13.5.2 地	267
12.2.1 全系统校验	238	13.6 高速 PCB 布线的一般原则	268
12.2.2 gerber 文件的生成		13.7 高速设计验证	268
		13.8 经验总结与问题思考	271

第 14 章 双层板实例 —— PCB 制作	
全过程	272
14.1 系统简介	272
14.2 制作 PCB 封装	272
14.3 PCB 设计的前期准备工作	275
14.4 布局布线	276
14.5 PCB 设计的后期完善工作	278
14.6 生成工程制板文件	280
14.7 经验总结与问题思考	281

附 录	282
附录 1 PowerPCB 中的快捷键	282
附录 2 PowerPCB 中的无模式命令	284
附录 3 多层板实例原理图	286
附录 4 双层板实例原理图	291
参考文献	293

第1章 印制电路板基础知识

印制电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 是电子领域应用最为广泛的构件。人们生活中的几乎所有电器都有 PCB 组成部分。PCB 工艺在近几十年的时间里得到了长足的发展, 生产成本越来越低, 而制作质量又大幅度提高, 在一定程度上促成了电子产品的大众化。PCB 设计自然成为了电子工程师必备的能力之一。

与此同时, 在各工科学科的学习中也不同程度地加入了 PCB 设计。多数学生都需要完成一整套的设计, 更有一部分学生可以有机会把自己的 PCB 送出制作。PCB 的平民化使得越来越多的人需要快速掌握这项技术。

本章将简单介绍 PCB 的有关背景知识。

1.1 印制电路板的概念

1.1.1 什么是印制电路板

印制电路板是电子产品的基础构件, 它是以绝缘材料辅以金属导线而形成的结构性元件。PCB 上可以安装集成电路、电阻、电容、连接器等各种电子元器件。因此, 印制电路板是一种提供电子元件连接的平台, 用以承接联系元件的基础。

印制电路板由绝缘隔热的材料制成, 表面及内部印制有细小的金属导线。这些金属导线是大块的铜箔通过腐蚀处理留下的网状线路, 多用印制方式形成供腐蚀的轮廓, 故命名为印制电路板。

1.1.2 印制电路板的发展

在印制电路板出现之前, 工业上都是依靠电线直接连接而完成完整的电子线路的组装。而现在, 这种方式只是作为有效的实验方法而存在, 而印制电路板在电子工业中已经占据了绝对统治的地位。印制电路板的主要特点就是可以处理复杂电路的布局布线, 适合批量生产, 并且能够保证电磁兼容特性, 适应了电子产品小型化、高速化、复杂化的发展要求, 因此得到了迅速的发展。

未来印制电路板的发展方向将跟随集成电路的发展方向, 即高密度、高复杂度、多层化、高速化、表面贴化等技术的发展。

1.2 PowerPCB 5.0 简介

1.2.1 PowerPCB 5.0 的功能和特点

PowerPCB 5.0 是美国 Mentor Graphics 公司出品的一款优秀的印制电路板设计软件。作

为业界较早的 PCB 设计软件，它已在全球范围内广泛使用。

PowerPCB 支持多层、高速和高密度的 PCB 设计，支持规则驱动的设计方式，支持动态推挤和总线布线，支持可测试性的设计和分析。为了能够使用户完成高质量的设计，PowerPCB 提出了约束驱动的设计方法。它可以针对每一个信号定义安全间距、布线规则、设计规则等，并将这些规则用在每一层、每一个网络、每一个差分对、每一条走线上。值得一提的是，PowerPCB 可以与业界较为优秀的专业布线器——Specctra 完美接合，使得自动布线的效率和质量进一步提高。

为了缩短设计周期，提高设计完整性，PowerPCB 提供了如下功能。

(1) 属性定义和规则设置。PowerPCB 提供了大量的属性定义和规则设置，这些将保证 PCB 设计的可靠性和完整性。

(2) 基于第三方的全自动布线。

(3) 设置禁止区 (Keepout)。鉴于实际的工程设计中，电路板的某些部分禁止布线，例如设置机械接口或固定装置的区域，此时可以将该部分区域设为禁止区，以确保 PCB 满足装配要求。

PowerPCB 提供 CAM 输出工具，设计人员可以直接得到钻孔数据和 gerber 数据，以及其他数据格式的输出文件。由于避免了读取 Gerber 文件到专用 CAM 系统中，可以节约设计时间，增加输出数据的可靠性，有利于缩短设计周期。

1.2.2 PowerPCB 5.0 的安装

运行 PowerPCB 5.0 的硬件环境要求如下。

操作系统：Windows NT/2000/XP。

CPU：Pentium 4。

RAM：大于 256MB。

硬盘：大于 1GB。

安装步骤如下：

【第 1 步】启动安装程序，弹出如图 1-1 所示的 Welcome 对话框。单击 Cancele 按钮退出安装，单击 Next 按钮进行安装。

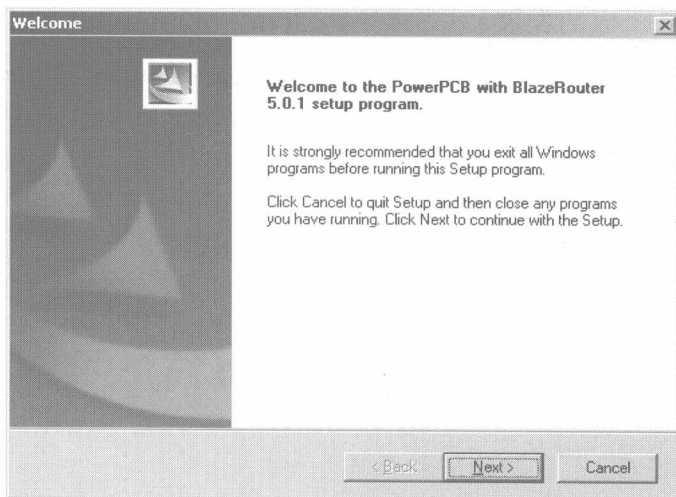


图 1-1 Welcome 对话框

【第2步】单击 Next 按钮，弹出 Software License Agreement 对话框，这是美国 Mentor Graphics 公司的软件授权声明，如图 1-2 所示。

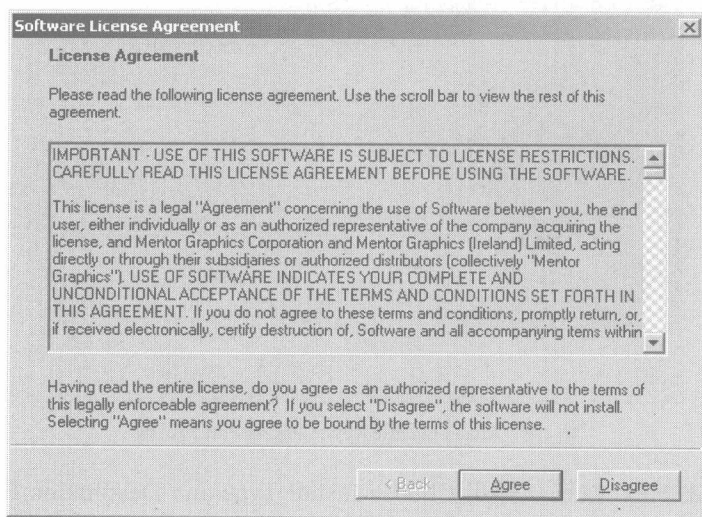


图 1-2 Software License Agreement 对话框

【第3步】单击 Agree 按钮，弹出 Security Configuration 对话框，如图 1-3 所示。

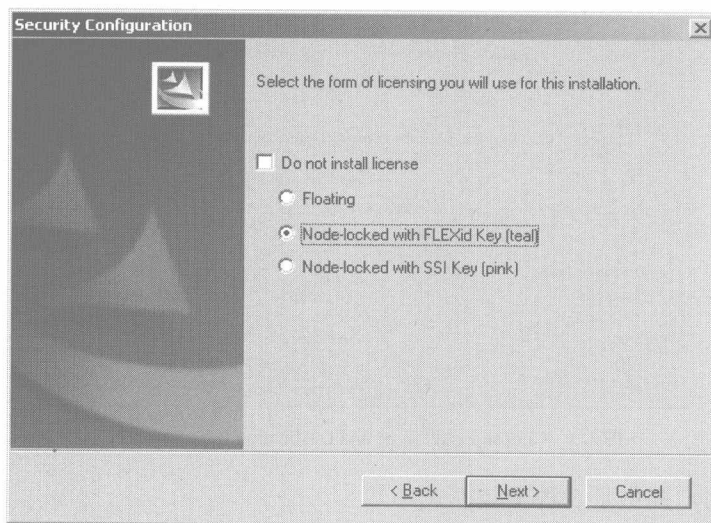


图 1-3 Security Configuration 对话框

根据提示，用户可以选择是否安装或安装何种 License。如果不安装 License，则 PowerPCB 软件进入 Demo 模式，大部分功能会受到限制。如果安装 License，则对话框提供 3 种授权模式，其中 Node-locked with FLEXid Key(teal) 是使用本地的安全模式，此时必须在计算机上安装 Security Key。一般选择这种安全模式。

【第4步】单击 Next 按钮，弹出确认安装 Security Key 的 Attach License Key to Printer Port 对话框，如图 1-4 所示。

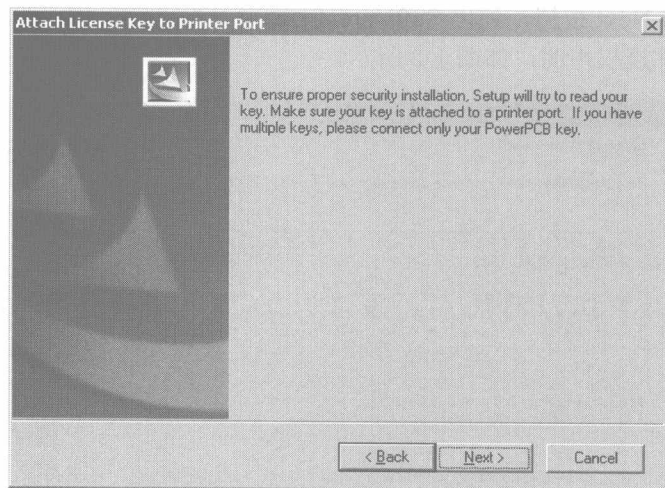


图 1-4 Attach License Key to Printer Port 对话框

【第 5 步】单击 Next 按钮，弹出 Choose Install Type and Destination Folder 对话框，如图 1-5 所示。

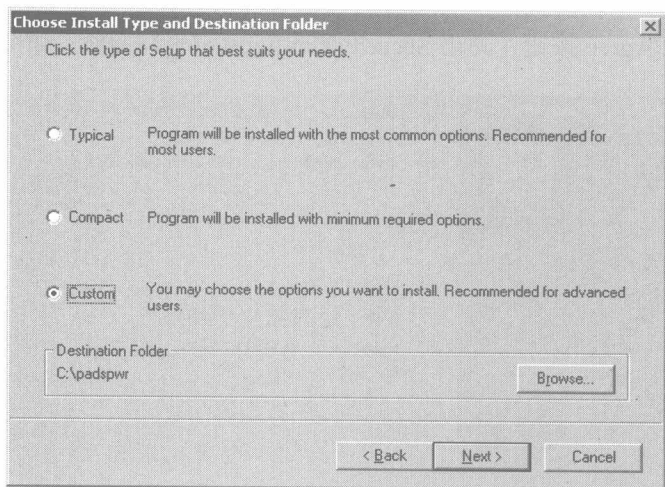


图 1-5 Choose Install Type and Destination Folder 对话框

该对话框为用户提供了 3 种安装模式。

Typical（典型安装）。这是系统默认的安装模式，若选择这种模式，则安装程序会安装绝大多数常用的功能。此时，用户不能选择组件。

Compact（精简安装）。若选择这种模式，则安装程序将安装运行 PowerPCB 所需要的最少的组件。

Custom（自定义安装）。若选择这种模式，则用户可以自己选择需要安装的组件。推荐使用自定义安装模式。

Browse 按钮用来选择或者创建新的安装路径，系统默认的安装路径是 C:\padspwr。如果要创建新的路径，则要注意避免安装路径中出现中文。

【第 6 步】单击 Next 按钮，弹出 Select License Source 对话框，如图 1-6 所示。

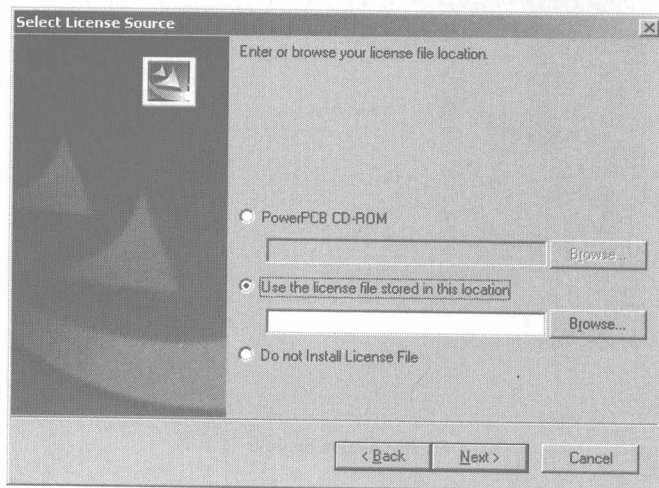


图 1-6 Select License Source 对话框

PowerPCB CD-ROM: 使用 CD-ROM 里的 License 文件。

Use the license file stored in this location: 使用指定路径的 License 文件。可以单击 Browse 按钮查找指定路径。

Do not Install License File: 不安装 License 文件。

【第 7 步】在上一步的对话框中选择正确的 License 来源之后，单击 Next 按钮，弹出 Select Components 对话框，如图 1-7 所示。

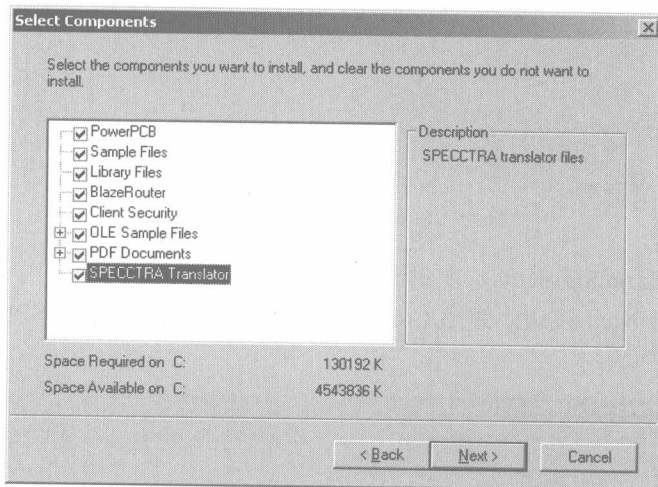


图 1-7 Select Components 对话框

由于在【第 5 步】中选择了自定义安装模式，此时需要用户选择组件。勾选第三方自动布线器 SPECCTRA Translator，这个工具用来辅助自动布线，使用方法见第 8 章。

【第 8 步】单击 Next 按钮，弹出 Installation Settings 对话框，如图 1-8 所示。

选择 Do not preserve settings，会生成一个新的 powerpcb.ini 文件。

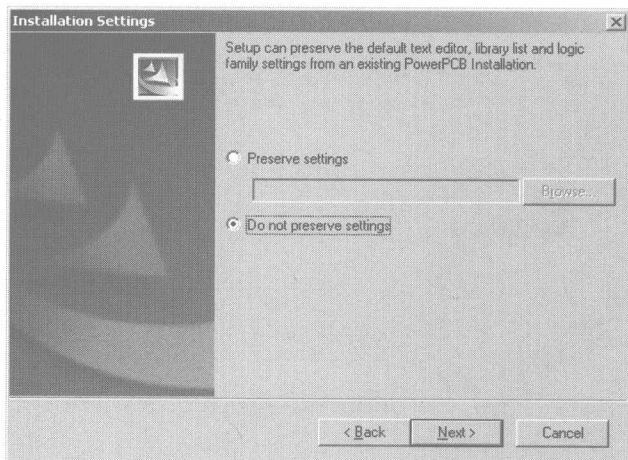


图 1-8 Installation Settings 对话框

【第 9 步】单击 Next 按钮，弹出 Select Custom Options 对话框，如图 1-9 所示。

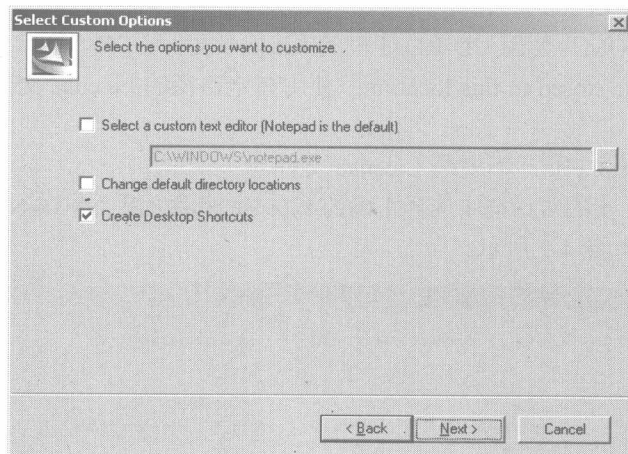


图 1-9 Select Custom Options 对话框

勾选 Create Desktop Shortcuts，在桌面上创建快捷方式。

【第 10 步】单击 Next 按钮，弹出 Confirm Install Without Locating SPECCTRA Executable 对话框，如图 1-10 所示。

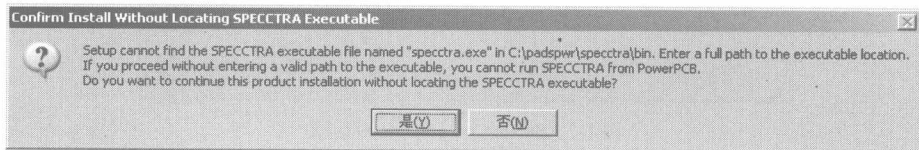


图 1-10 Confirm Install Without Locating SPECCTRA Executable 对话框

对于没有集成 SPECCTRA 的 PowerPCB 版本，会弹出该对话框，这说明了安装程序无法找到 SPECCTRA 的安装文件。因为在【第 7 步】时安装了 SPECCTRA，所以这里单击“是”按钮，忽略这个警告信息。第 7 章，将会介绍如何安装 SPRCCTRA。

【第 11 步】在上一步中忽略了警告信息之后，会弹出 Select Program Folder 对话框，单击 Next 按钮，弹出 Start Copying File 对话框，单击 Next 按钮，开始安装，如图 1-11 所示。

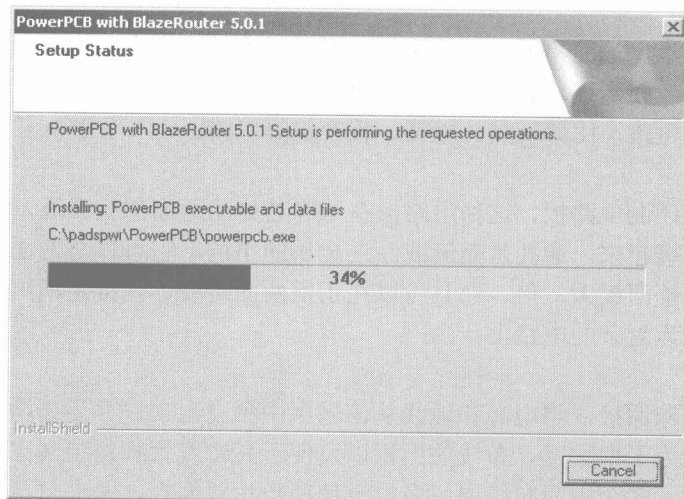


图 1-11 安装界面

【第 12 步】安装完毕后，弹出 Setup Complete 对话框，单击 Finish 按钮，结束安装。

1.3 印制电路板的基本结构

典型的印制电路板是叠层结构的。以四层板为例，从上到下依次为丝印顶层、阻焊顶层、信号顶层、电源层、地线层、信号底层、阻焊底层、丝印底层。其中，信号顶层、电源层、地线层、信号底层是物理实体层，是 PCB 的主体，由绝缘隔热的材料制成；阻焊层、丝印层是 PCB 的辅助部分。图 1-12 所示是四层板的叠层结构。

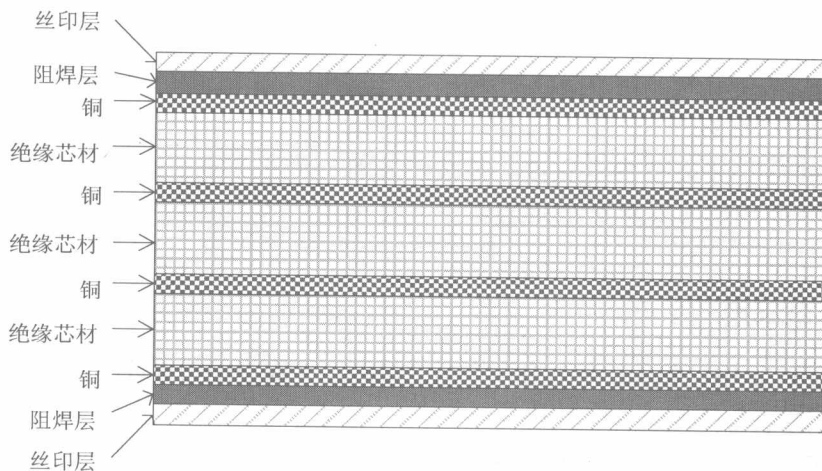


图 1-12 印制电路板的叠层结构

1.3.1 印制电路板的分类

印制电路板按照层数可以分为如下几种。

1. 单面板

单面板是最基本、最简单的印制电路板。通常元器件集中在其中一面，导线则集中在另一面。由于只能在一面走线，因此信号线、电源线和地线必须合理安排，避免交叉和干扰，适用于较为简单的电路，比如玩具、电话、收音机等电路。

2. 双面板

双面板即双面印制电路板，这种电路板在绝缘芯材的两面都有布线，采用通孔（via）使正反两面的导线连接起来。通孔是充满或涂上金属的小洞，它可以与两面的导线相连接。因为双面板的面积比单面板大一倍，而且可以在正反两面走线，使得走线更加密集和自由，所以它更适合用在较为复杂的电路上。

3. 多层板

多层板相对于双面板，将电源和地线从信号层中独立出来，并为之增加了新的叠层，即电源层和地线层。为了增加可以布线的面积以及便于高密度管脚封装（比如 BGA 封装）的扇出，多层板增加了多个中间布线层。多层板使用数片双面板，并在每层板间放进一层绝缘层后粘合。板子的层数就代表了有几层独立的布线层，通常层数都是偶数，并且包含最外侧的两层。一般的多层板都是 4~10 层的结构。多层板主要应用于导线密集程度比较高或者体积比较小的电路中。

多层板应用了盲孔和埋孔技术。双层板中，通孔只需打穿整个 PCB。但对于多层板，则复杂了许多，比如说如果只想内部两层的少量导线，那么使用通孔可能会浪费其他层的走线空间，而埋孔和盲孔只穿透其中几层，其中盲孔是将几层内部 PCB 与表面 PCB 连接，无需穿透整个 PCB，而埋孔则只连接内部的 PCB 层，所以这些通孔也因此而得名。

随着电子产品功能越来越多，电路也越来越复杂，信号速度也越来越高，这就需要应用高密度走线及微孔技术。这些都使得多层板成为印制电路板的主流。

下面就多层板的结构做具体的介绍。

1.3.2 信号层

顾名思义，信号层就是信号线路的载体，在信号层上分布的是各种信号线路，也可以走一些必要的电源和地线。

PCB 中的信号线需要规定宽度、厚度等属性，这些属性的设置是由导线承载电流的能力以及阻抗匹配的要求所决定的。主要考虑的因素包括温度、电流、阻抗、内外层等。

1.3.3 电源层

在多层板 PCB 中，除了给信号分配专门的层外，一般将整层直接与电源（地线）相连，因此将这样的层称为电源层（地层）。

如果 PCB 上的元器件需要不同的电源供应，通常这类 PCB 会有两层以上的电源与电线层。一般需要对电源层做分割处理，即根据板上元器件分布与电源需求情况，将整块电源层