



老虎工作室
www.laohu.net



电路设计与制板

Protel DXP

高级应用

■ 老虎工作室

张伟

吴红杰

徐海鹰 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电路设计与制版

—— Protel DXP 高级应用

老虎工作室 张 伟 编著
吴红杰
徐海鹰



人民邮电出版社

MJE108/08

图书在版编目 (CIP) 数据

电路设计与制板——Protel DXP 高级应用/张伟, 吴红杰, 徐海鹰编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.4

ISBN 7-115-12083-8

I. 电... II. ①张... ②吴... ③徐... III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 015694 号

内 容 提 要

Protel DXP 是 Altium 公司最新一代的板级电路设计系统,它几乎具备了当今所有先进的电路辅助设计软件的优点。

本书以 Protel DXP 的高级应用典型操作技巧为主要内容,通过典型的设计实例,着重讲述了原理图绘制和 PCB 设计的典型方法和技巧。此外,还详细介绍了有关印制电路设计制作标准方面的基础知识(附录)、信号完整性分析工具的应用、电路仿真的方法以及可编程逻辑器件的设计等内容。最后,收集整理了许多设计人员在电路板设计实践中提出的疑难问题,并结合实例进行了解答。

本书适合有一定 Protel 使用基础的设计人员阅读,也可作为大专院校相关专业师生的学习参考书。

电路设计与制板——Protel DXP 高级应用

◆ 编 著 老虎工作室 张 伟 吴红杰 徐海鹰
责任编辑 李永涛
执行编辑 徐宝姝

◆ 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>
读者热线 010-67132692
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 31
字数: 750 千字 2004 年 4 月第 1 版
印数: 1-6 000 册 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-12083-8/TP·3844

定价: 52.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223



老虎工作室

主 编：沈精虎

编 委：许曰滨 黄业清 杜俭业 姜 勇 宋一兵
向先波 谭雪松 赵 晶 张 伟 吴红杰
徐海鹰 冯 辉 高长铎 詹 翔 宋雪岩
郭万军 周 锦 田博文 王海英 李 辉

内容和特点

本书以 Protel DXP 的高级应用典型操作技巧为主要内容，以“绘制电路板的全过程”和“实践—理论”为全书的主线，通过典型的设计实例，着重讲述了原理图绘制和 PCB 设计的典型方法和技巧。此外，还详细介绍了有关印制电路设计制作标准方面的基础知识（见附录）、信号完整性分析工具的应用、电路仿真的方法以及可编程逻辑器件的设计等内容。最后，收集整理了许多设计人员在电路板设计实践中提出的疑难问题，并结合实例进行了解答。

本书具有以下特点：

- 知识性。本书在介绍电路板的过程中遵循三步走的思路，即“为什么这样做（理论知识）”→“怎样做（具体的操作）”→“实践到理论的提高（高级技巧）”，在第一步和第三步中介绍了大量的理论依据；并且在本书的后面附上了“制作印制电路板的标准术语”、“印制电路板的设计标准”和“印制电路板的质量评定标准”，使本书具有较强的知识性。
- 经验性。在介绍电路板的制作过程中，溶入笔者多年绘制电路板的经验和实际操作过程中总结出来的技巧。
- 实用性。本书的所有实例均来自国家重大科研项目，所介绍的电路和操作技巧均来自实践，具有很强的实用性。此外，本书最后一章的问题主要来自热心的读者，是他们在电路板制作实践中遇到的疑难问题，因此具有很强的针对性和实用性。
- 时代性。本书实例中提到的元器件都是当前的主流器件或者是电路板设计人员常用的器件，具有当前电子设计的时代特色。
- 全面性。本书覆盖了 Protel DXP 的大部分知识点，内容丰富，是广大电路板设计人员学习 Protel DXP 的一本有用的工具书。

下面介绍本书的主要内容。

- 第 1 章：详细介绍了 Protel DXP 的体系结构以及系统参数的设定等知识。
- 第 2~4 章：详细介绍了 Protel DXP 原理图库元器件的创建与管理，原理图绘制的典型技巧，模板文件的创建与使用，全局编辑功能的使用和同步器的使用，以及各种报表文件的生成等内容。
- 第 5~9 章：详细介绍了 PCB 库元器件的创建与管理、PCB 设计的典型技巧、全局编辑功能等内容，并结合电路设计实例，讲述了电路板的元器件布局、手

工布线技巧与自动布线方法。

- 第 10 章：简要地介绍了 PCB 电路板生产文件的创建方法。
- 第 11 章：详细介绍了 Protel DXP 信号完整性分析工具和波形分析器的使用。
- 第 12 章：详细讲述了 Protel DXP 电路仿真的基本步骤，仿真电路原理图的设置，仿真元器件的创建和仿真波形分析器的使用等内容。
- 第 13 章：介绍了 Protel DXP 可编程逻辑器件设计工具的使用。
- 第 14 章：收集整理了大量电路板设计人员在实际工作中提出的问题，并结合实例进行解答。

读者对象

本书适合于具有一定 Protel 使用基础的设计人员阅读，也可作为大专院校相关专业师生的学习参考书。

附盘内容

- 各章节中主要操作实例的动画演示文件。
- 各章素材及实例文件。

系统软、硬件要求

运行 Protel DXP 的基本配置

1. 最小配置

- 操作系统：Windows 2000 专业版
硬件配置：PC 500MHz 系统
128MB RAM
620MB 硬盘空间
1280 × 768 16 位显示器
8MB 显存

2. 标准配置

- 操作系统：Windows XP
硬件配置：P4 1GHz 系统
512MB RAM
620MB 硬盘空间
1280 × 1024 32 位显示器
32MB 显存

（注意：不支持 Windows 95/98/Me）

叙述约定

为了方便读者阅读，我们在书中设计了4个小图标，它们代表的含义如下。



行家指点：用于介绍使用经验和心得，或罗列重要的概念。



给你提个醒：用于提醒读者应该注意的问题。



多学一招：用于介绍实现同一功能的不同方法。



操作实例：用于引出一个操作题目和相应的一组操作步骤。

本书在编写过程中，得到了黄业清、王力等同志的大力帮助和支持，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，赵晶也给予了很多指导和帮助，在此也表示衷心的感谢。

感谢您选择了本书，也请您把对本书意见和建议告诉我们。

老虎工作室网站 <http://www.laohu.net>，电子函件 postmaster@laohu.net。

老虎工作室

2004年2月

第 1 章 Protel DXP 系统的高级管理	1
1.1 Protel DXP 的设计程序组件	2
1.1.1 原理图设计程序组件	4
1.1.2 PCB 设计程序组件	4
1.1.3 自动布线设计程序组件	4
1.1.4 可编程逻辑器件 (PLD) 设计程序组件	5
1.1.5 电路仿真设计程序组件	5
1.2 Protel DXP 文件系统的管理	5
1.2.1 Protel DXP 系统文件的结构	5
1.2.2 Protel DXP 的文件类型	6
1.2.3 Protel DXP 的文档管理	6
1.3 菜单命令的汉化及自定义快捷键	8
1.3.1 汉化菜单命令	9
1.3.2 自定义快捷键	11
1.4 Protel DXP 设计浏览器参数设置	12
1.4.1 常规参数设置	13
1.4.2 文件备份功能	14
1.5 小结	16
1.6 习题	16
第 2 章 原理图库的高级应用和管理	17
2.1 常用快捷键一览	18
2.2 在原理图库中创建一个新的元器件	19
2.3 设置新的原理图库元器件的属性	22
2.4 创建带有子件的元器件	25
2.5 创建复杂的微处理器元器件	28
2.6 库元器件制作中的常用技巧	29
2.6.1 对已有的库元器件进行修改和使用	30
2.6.2 消除库元器件的位置偏移现象	31
2.6.3 多引脚绘制技巧	31
2.6.4 在类似元器件的基础上创建新元器件	33

2.7 库元器件的报表生成及规则检查.....	33
2.7.1 元器件的报表.....	34
2.7.2 元器件库的报表.....	34
2.7.3 元器件库的规则检查.....	35
2.8 小结.....	36
2.9 习题.....	36
第3章 Protel DXP 原理图绘制与技巧.....	37
3.1 常用快捷键一览.....	38
3.2 熟练使用工作窗口面板.....	39
3.3 一个电流、电压信号采样电路的绘制.....	40
3.4 使用层次原理图绘制的 DSP 电路实例.....	41
3.5 原理图绘制技巧.....	45
3.5.1 库元器件的快速查询与对应元器件库的添加.....	45
3.5.2 图纸模板文件的创建与使用.....	48
3.5.3 同种封装形式元器件的连续放置.....	51
3.5.4 导线的移动技巧.....	51
3.5.5 名称相近的网络标号快速更名.....	53
3.5.6 群体编辑功能.....	54
3.5.7 如何在拖动图件的同时拖动其引脚上的连线.....	57
3.5.8 元器件的旋转、翻转放置.....	59
3.5.9 一些特殊的设置.....	61
3.5.10 原理图浏览.....	63
3.5.11 常用工具栏的摆放技巧.....	69
3.6 小结.....	70
3.7 习题.....	70
第4章 Protel DXP 原理图绘制高级技术.....	71
4.1 原理图绘图完成后的检查工作.....	72
4.1.1 检查元器件封装形式.....	72
4.1.2 更换元器件的子件.....	73
4.1.3 元器件自动编号.....	75
4.1.4 编译工程和电气法则测试.....	78
4.1.5 放置 PCB 布线规则符号.....	82
4.1.6 网络表文件管理.....	86
4.2 列表框的使用方法.....	87
4.2.1 选择显示对象.....	87
4.2.2 编辑列表框.....	89

4.3	生成工程报告文件	91
4.4	原理图打印技巧	93
4.5	Protel DXP 中的多通道设计	96
4.5.1	原理图中的多通道设计	96
4.5.2	PCB 设计过程中的多通道设计	100
4.6	小结	105
4.7	习题	105
第 5 章 手工制作 PCB 元器件封装		107
5.1	手工制作元器件封装过程中常用的快捷键	108
5.2	常用元器件	109
5.2.1	有关元器件封装的一些概念	109
5.2.2	常用元器件的原理图符号和元器件封装	112
5.3	利用向导快速创建特殊 DIP 元器件的封装	123
5.4	手工制作非标准变压器的封装	128
5.4.1	元器件库编辑器的参数设置	128
5.4.2	手工制作非标准变压器的封装	131
5.5	底层元器件封装的手工制作	134
5.6	元器件封装制作过程中的高级技巧	137
5.6.1	一种多快好省制作元器件封装的方法	137
5.6.2	设置元器件的参考点	137
5.6.3	快速准确调整元器件焊盘间距	138
5.6.4	精益求精修改系统中的元器件封装	139
5.7	从报告文件掌握元器件库的状态	142
5.7.1	元器件库状态报告	142
5.7.2	元器件报告文件	143
5.7.3	元器件规则检查报告文件	143
5.7.4	元器件库报告	144
5.7.5	距离测量	145
5.8	小结	146
5.9	习题	146
第 6 章 元器件布局		147
6.1	使用多种方法创建 PCB 文件	148
6.1.1	利用 PCB 文件生成向导创建 PCB 文件	148
6.1.2	利用常规的方法创建 PCB 文件	155
6.1.3	利用系统提供的 PCB 模板创建 PCB 文件	156
6.2	设置电路板的工作层面	159

6.2.1	电路板的结构与类型.....	159
6.2.2	电路板选型的原则.....	160
6.2.3	电路板材料的选择.....	160
6.2.4	电路板的工作层面类型.....	161
6.2.5	工作层面的设置.....	162
6.3	设置元器件布局的工作参数.....	167
6.3.1	环境参数的设置.....	167
6.3.2	系统参数的设置.....	167
6.4	轻轻松松规划电路板.....	171
6.5	利用 DXP 的双向同步功能载入网络表和元器件封装.....	172
6.5.1	利用原理图设计同步器装入网络表和元器件封装.....	173
6.5.2	利用 PCB 设计同步器装入网络表和元器件封装.....	173
6.5.3	在网络表和元器件封装载入过程中常见的问题.....	174
6.5.4	区分几个容易混淆的概念.....	175
6.6	元器件布局.....	176
6.6.1	元器件布局的基本要求.....	176
6.6.2	元器件自动布局.....	177
6.6.3	元器件的手工布局.....	186
6.6.4	自动布局与手工布局相结合的交互式布局方式.....	187
6.6.5	借助网络密度分析工具调整元器件的布局.....	191
6.6.6	从 3D 效果图看元器件的布局.....	192
6.7	小结.....	192
6.8	习题.....	193
第 7 章 PCB 电路板的交互式布线.....		195
7.1	设置 PCB 电路板的布线规则.....	196
7.1.1	设置电路板布线的高级规则.....	197
7.1.2	【SMT】选项设置.....	203
7.1.3	【Plane】内电层设置.....	204
7.1.4	【Manufacturing】电路板制作规则的设置.....	207
7.1.5	【High Speed】高频电路设计规则设置.....	208
7.2	自动布线策略的选择.....	213
7.3	预布线.....	216
7.4	自动布线与手动布线相结合的交互式布线实例.....	218
7.5	基于手动布线方式的布线操作实例.....	221
7.6	小结.....	228
7.7	习题.....	228

第 8 章 PCB 电路板设计典型操作技巧	229
8.1 功能各异的图件选取方法.....	230
8.2 放置与编辑导线的各种操作技巧.....	233
8.2.1 放置不同宽度导线的操作技巧.....	233
8.2.2 自动清除导线环路的功能.....	235
8.2.3 使用“Break Track”功能修改导线.....	236
8.2.4 使用重画导线命令修改导线.....	236
8.2.5 拖拉导线端点.....	237
8.2.6 绘制不同转角形式的导线.....	237
8.2.7 使用鼠标对导线进行调整.....	238
8.2.8 删除导线.....	240
8.3 编辑元器件封装的操作技巧.....	242
8.3.1 更改元器件的封装形式.....	242
8.3.2 分解元器件的封装.....	243
8.4 PCB 电路板设计的高级操作技巧.....	244
8.4.1 地线网络的覆铜技巧.....	244
8.4.2 利用外围线 (Outline) 对重要的信号线进行“包地”操作.....	247
8.4.3 泪滴导线的制作技巧.....	248
8.5 活用特殊粘贴功能.....	250
8.6 利用 PCB 编辑器中的交叉检索功能查找原理图符号.....	255
8.7 群体编辑的方法.....	255
8.8 设计文件的管理.....	259
8.8.1 在 Protel DXP 中添加、删除文件.....	259
8.8.2 Protel 99 SE 与 Protel DXP 之间的文件导入与导出.....	261
8.9 优化元器件的布局和布线——调整焊盘的网络名称.....	266
8.10 设计校验 (DRC).....	267
8.11 多层板的制作.....	273
8.11.1 浏览内部电源层.....	274
8.11.2 分割内电层.....	275
8.12 其他经验性的操作技巧.....	280
8.12.1 网络类的定义.....	280
8.12.2 单点接地.....	282
8.12.3 设置图纸标记.....	284
8.12.4 在电路板上快速绘制 150 个普通电容.....	285
8.12.5 绘制底层元器件的封装.....	286
8.13 小结.....	287
8.14 习题.....	288

第 9 章 元器件库的管理	289
9.1 在 Protel DXP 中导入 Protel 99 SE 中的元器件库.....	290
9.2 创建集成元器件库.....	293
9.3 建立项目元器件库.....	298
9.4 建立自己的元器件库.....	299
9.5 小结.....	301
9.6 习题.....	302
第 10 章 创建 PCB 生产文件	303
10.1 输出 PCB 电路板的装配丝印图.....	304
10.2 创建 PCB 生产文件.....	308
10.2.1 加工制造输出文件类型.....	309
10.2.2 创建 Gerber 文件.....	309
10.2.3 生成钻孔文件.....	315
10.3 小结.....	316
10.4 习题.....	316
第 11 章 PCB 信号完整性分析	317
11.1 信号完整性分析简介.....	318
11.2 信号完整性分析规则的设置.....	318
11.3 检查设计规则.....	329
11.4 如何使用信号完整性分析仿真器.....	331
11.5 波形分析器.....	343
11.6 小结.....	346
11.7 习题.....	346
第 12 章 电路仿真	347
12.1 电路仿真的步骤.....	348
12.2 设置仿真电路原理图.....	349
12.2.1 元器件仿真模型参数的设置.....	349
12.2.2 添加仿真激励源.....	361
12.2.3 设置电路的仿真节点.....	369
12.2.4 仿真初始状态的设置.....	370
12.2.5 仿真元器件的查找.....	371
12.3 电路仿真分析的设置.....	373
12.3.1 仿真分析方法的选择和设置.....	374

12.3.2	仿真节点参数设置.....	384
12.3.3	生成网络表文件图纸范围的设置.....	385
12.3.4	设置高级仿真参数.....	385
12.4	仿真波形的分析.....	386
12.4.1	运行电路仿真.....	386
12.4.2	使用仿真波形分析器的方法.....	387
12.5	仿真实例.....	394
12.6	仿真过程中常见问题分析.....	397
12.6.1	仿真过程中的常见问题.....	397
12.6.2	常见问题的解决.....	398
12.7	小结.....	400
12.8	习题.....	400
第 13 章	可编程逻辑器件设计.....	401
13.1	可编程逻辑器件设计概述.....	402
13.1.1	可编程逻辑器件发展的历程.....	402
13.1.2	采用 AdvPLD 99 设计 PLD 器件.....	402
13.2	采用 CUPL 语言设计 PLD.....	403
13.2.1	PLD 设计实例简介.....	403
13.2.2	使用向导创建 PLD 设计源文件.....	404
13.2.3	手工创建 PLD 设计源文件.....	407
13.2.4	编写 PLD 设计源文件.....	407
13.3	采用 PLD 原理图设计 PLD.....	408
13.3.1	采用向导创建 PLD 原理图.....	409
13.3.2	输入/输出端口的设置.....	411
13.4	PLD 设计文件的编译.....	412
13.4.1	设置 PLD 编译器.....	412
13.4.2	PLD 设计文件的编译.....	417
13.5	小结.....	420
13.6	习题.....	420
第 14 章	常见问题与解答.....	421
14.1	容易混淆的概念辨析.....	422
14.1.1	元器件封装与元器件.....	422
14.1.2	导线、飞线和网络.....	423
14.1.3	内电层与中间层.....	424
14.1.4	类的定义.....	424
14.1.5	关于元器件库.....	425

14.2	原理图设计部分.....	426
14.2.1	缩放原理图符号.....	426
14.2.2	不知道元器件封装.....	428
14.3	原理图设计向 PCB 编辑器转化过程中的问题.....	428
14.3.1	没有找到元器件.....	428
14.3.2	没有找到电气节点.....	429
14.4	PCB 设计部分.....	430
14.4.1	在网络中添加焊盘.....	430
14.4.2	关于覆铜.....	431
14.4.3	绘制导线的技巧.....	432
14.4.4	如何在 PCB 编辑器中添加网络标号.....	435
14.4.5	元器件的整体翻转.....	437
14.4.6	修改元器件封装的焊盘属性.....	438
14.5	其他.....	439
14.5.1	多个原理图符号的选择.....	440
14.5.2	选择图件的两种模式.....	445
14.5.3	原理图图纸标题栏的填写.....	445
14.5.4	在原理图编辑器中绘制电路装配连线图.....	448
14.6	小结.....	452
14.7	习题.....	452
附录一 印制电路板常用名词术语.....		453
附录二 印制电路板的设计标准.....		457
F2.1	印制电路板设计的基本原则.....	457
F2.2	基板材料的选择.....	458
F2.3	机械性能和结构设计.....	459
F2.3.1	机械性能.....	459
F2.3.2	印制电路板结构设计.....	460
F2.4	电气性能.....	462
F2.5	印制电路板设计.....	467
附录三 印制电路板的质量评定.....		471
F3.1	外观要求.....	471
F3.1.1	印制电路板导线上的针孔.....	471
F3.1.2	焊盘中心与钻孔中心的偏移.....	472
F3.1.3	层与层的重合度.....	472
F3.1.4	翘曲度.....	473

F3.2	抗弯强度.....	474
F3.3	层间结合强度.....	474
F3.4	耐浸焊性.....	474
F3.4.1	吸湿性.....	474
F3.4.2	表面镀覆层种类.....	475
F3.4.3	可焊性.....	475
F3.5	电气性能.....	475
F3.5.1	绝缘电阻.....	475
F3.5.2	抗电强度.....	476
F3.5.3	电路的载流性能.....	476
F3.5.4	互联电阻.....	476
F3.6	金属化孔的质量要求.....	477
F3.6.1	金属化孔质量的主要考核项目.....	477
F3.6.2	印制电路板工作失效率的预测模型.....	478
F3.7	阻焊膜和字符标志.....	478
参考文献		479



第1章 Protel DXP 系统的高级管理

主要内容

- ❑ Protel DXP 的设计组件
- ❑ Protel DXP 文件系统的管理
- ❑ 菜单命令的汉化及自定义快捷键
- ❑ Protel DXP 设计浏览器参数设置

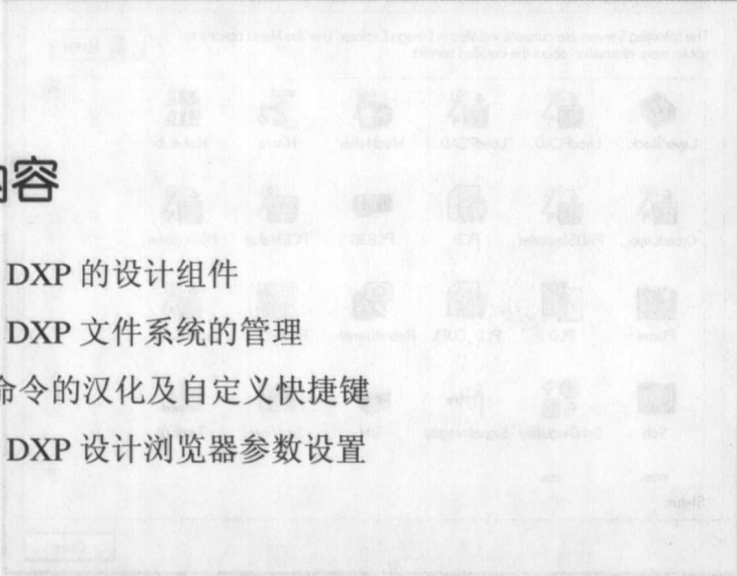


图 1-1 Protel DXP 设计浏览器的图标管理界面

不论是 Protel DXP 本身提供的组件，还是来自第三方设计组件，都可以很容易地插入到 Protel DXP 中，以增强其应用功能。软件工程师在设计者一些基本的使用界面，如菜单、快捷栏、工具栏、状态栏和工程管理器等，设计者对这些资源可以自由定义，建立属于自己的菜单、快捷栏和工具栏。

用户在启动 Protel DXP 应用程序时，系统默认在软件设计浏览器的图标条件均配置为 [On Demand]，如图 1-2 所示。用户在需要调用设计程序组件时，可以通过创建，打开相应的文件或执行相应的菜单命令来激活该设计程序组件。