

P

rotel DXP

实用教程

余周军 编著

入门与提高

1. 简易学习为主线

从基本操作开始介绍,辅以图文并茂的解说及相关的实际操作,让您轻松地迈进高手殿堂

2. 实务应用为主线

以实际范例 Step by Step,手把手教会您各项功能及用法,宛如现场专家对您言传身教

3. 重点学习为主线

本书针对各章节中的内容,总结出重点并辅以习题让您在阅读后能够立即上手

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

Protel DXP 入门与提高实用教程

余周军 编著

中国铁道出版社

2003·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

Protel 是 Altium 公司(前身为 Protel Technology 公司)开发的功能强大的电路 CAD 系列软件, Protel DXP 是其最新的 Windows 版本。

本书共分 14 章和 2 个附录, 全面介绍了 Protel DXP 的工作界面、基本组成、各常用编辑器和常用工具等基础知识, 并按照电子设计的一般流程, 从原理图设计到输出电路板制作文件, 详细地向读者介绍了电路原理图的设计、网络报表的生成、PCB 的设计方法和其中的操作过程。

本书的特点是全面、实用、条理清晰、通俗易懂, 特别适合初学者自学或作为电子设计与制版人员的培训教材使用, 也可供大专院校相关专业的学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 入门与提高实用教程/余周军编著. —北京: 中国铁道出版社, 2003. 9

(入门与提高实用教程)

ISBN 7-113-05529-X

I. P… II. ①余… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel DXP-教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 088932 号

书 名: Protel DXP 入门与提高实用教程

作 者: 余周军

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏 茜 赵树刚

封面设计: 孙天昭

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.25 字数: 529 千

版 本: 2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-05529-X/TP·1047

定 价: 31.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

《入门与提高丛书》特色

◆ 简易学习为主线

从基本操作开始介绍, 辅以图文并茂的解说及相关的实际操作, 让你轻松地迈进高手殿堂

◆ 实务应用为主线

以实际范例 Step by Step, 手把手教会你各项功能用法, 宛如现场专家对你言传身教

◆ 重点学习为主线

本书针对各章节中的内容, 总结出重点并辅以习题让您在阅读后能够立即上手

丛书编委会

主编: 姜谷鹏 韩中领

编委: 崔 玮 杨海峰 刘小东 温小敏 王亮亮 李昱涛
赵海峰 华 净 张增强 张 星 杨现青 梁 上
郑东晖 宋 怡 胡晓冰 李 厚 陈江龙 王嘉宁
刘 斌 陈 松 孙雅勇 刘 光 郑青松 武 莹
孙 睿 赫 楠 倪明昊 李营爽 陆 磊 尹伟奇
王 龙 苏 瑞 张金霞 朱易昕 陈立芳 杨凤刚

前 言

随着科学技术的发展,现代电子工业也取得了长足的进步,大规模、超大规模集成电路的应用使得印制电路板日趋精密和复杂,传统的手工设计已经不可能完成各种复杂的 PCB 设计任务了。为了解决这个问题,各种各样的电子辅助设计软件应运而生,Protel Technology 公司开发的 Protel 软件就是其中的佼佼者。

Protel 家族的软件一直以简单实用而著称,在完成公司并购之后,改名后的 Protel Technology 公司——Altium 公司出品的最新版本 Protel 软件 Protel DXP 除了继承上一代 Protel 99 SE 的优点之外,在软件的各个方面又有了新的改进。Protel DXP 一如既往地提供了功能强大的原理图编辑器和 PCB 编辑器、完善有效的检测工具、丰富的元件库和在线库编辑、库关闭功能和精美的文件输出,而且做了大量的改进:

- 新的文件管理模式使得大型设计交互更加轻松。
- 超强的比较功能和变更设计功能使得设计同步更加完善。
- 原理图上定义电路板设计规则和修改符号管脚的功能,该项功能的落实使得原理图设计系统更加完善。
- 改善的工作层面显示使得 PCB 设计界面更加清晰。
- 加强了拓扑式自动布线功能和 BGA 布线功能使得快速设计更加得心应手。
- 集成元件库的引入使得原理图仿真和电路板仿真更加轻松。
- 更加强大的原理图仿真和电路板仿真。

本书的特点是“全面、实用”,主要介绍了 Protel DXP 的各种基本功能和一些应用技巧。本书严格按照电路板设计流程结合实例详细地介绍了原理图设计和电路板设计中各种操作的步骤,采用的设计实例比较典型,覆盖了大多数基本操作,对读者有较高的参考价值。每一章后的练习可以方便读者及时地巩固所学的知识。

本书由 14 章正文和附录 A、B 组成,大体可以分为 6 个部分:

- 第 1、2 章:大体介绍电子设计流程和 Protel DXP 软件。
- 第 3~7 章:具体介绍了 Protel DXP 的原理图编辑器,包括原理图的绘制、库文件的生成、层次化原理图设计等内容。
- 第 8 章:具体介绍了 Protel DXP 生成的各种报表,包括电子设计中最重要报表之一——网络报表,同时介绍了电子设计的 ERC 检测。
- 第 9~13 章:具体介绍了 Protel DXP 的 PCB 编辑器,包括 PCB 的设计、库文件的生成、多层板设计中的操作等内容。
- 第 14 章:给出了一个双层板的设计实例。
- 附录 A:给出了原理图编辑器的主菜单详细列表。
- 附录 B:给出了 PCB 编辑器的主菜单详细列表。

本书特别适合初学者自学或作为电子设计与制版人员的培训教材使用,也可供大专院校相关专业的学生做参考。

由于时间仓促,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。我们也会在适当时间进行修订和补充,并发布在天勤网站:<http://www.tqbooks.net>“图书修订”栏目中。

编者

2003 年 9 月

目 录

第 1 章 电路设计简介	1
1-1 电子设计的最终结果——PCB	2
1-1-1 什么是 PCB	2
1-1-2 PCB 的层次和组成	3
1-1-3 常用的电子设计软件	5
1-2 PCB 设计流程	5
1-2-1 PCB 设计准备工作	5
1-2-2 原理图的绘制	6
1-2-3 网络报表的生成	6
1-2-4 PCB 设计	7
1-3 本章小结	8
1-4 本章练习	8
第 2 章 初识 Protel DXP	9
2-1 Protel 的历史	10
2-1-1 Protel 历代版本	10
2-1-2 Protel DXP 新特点	10
2-2 Protel DXP 的安装	13
2-2-1 Protel DXP 对系统的要求	13
2-2-2 Protel DXP 的安装	13
2-2-3 Protel DXP 的卸载	15
2-3 Protel DXP 的主窗口	16
2-3-1 启动 Protel DXP	16
2-3-2 主窗口菜单	17
2-3-3 工具栏	19
2-3-4 文件夹面板 (Files Panel)	20
2-3-5 快速启动图标	20
2-3-6 新建、打开和关闭一个设计项目	22
2-4 Protel DXP 的文件管理系统	24
2-4-1 项目文件	24
2-4-2 临时文件	25
2-4-3 存盘文件	25
2-5 Protel DXP 的原理图设计系统	26
2-5-1 在设计项目中新建原理图文件	26
2-5-2 原理图设计界面简介	27
2-5-3 在设计项目中新建原理图库文件	27

2-5-4	原理图库文件设计界面简介	27
2-6	Protel DXP 的 PCB 设计系统	28
2-6-1	在设计项目中新建 PCB 文件	28
2-6-2	PCB 设计界面简介	28
2-6-3	在设计项目中新建 PCB 库文件	29
2-6-4	封装库文件设计界面简介	29
2-7	Protel DXP 中的工作面板	29
2-8	Protel DXP 的库文件	30
2-9	本章小结	30
2-10	本章练习	30
第 3 章	原理图设计基础知识	33
3-1	原理图的组成	34
3-2	Protel DXP 原理图编辑器的特点	35
3-3	界面介绍	36
3-3-1	主菜单	37
3-3-2	主工具栏	38
3-3-3	工作面板	39
3-4	原理图绘制流程	39
3-5	新建/保存原理图文件	41
3-5-1	手动新建原理图文件	41
3-5-2	通过模板新建原理图文件	42
3-6	本章小结	43
3-7	本章练习	43
第 4 章	在原理图上放置元件	45
4-1	原理图图纸准备	46
4-1-1	图纸选项设置	46
4-1-2	设置图纸格点	49
4-1-3	设置图纸上的字体	50
4-1-4	自定义图纸格式	50
4-1-5	设置图纸参数	51
4-2	放置元件	51
4-2-1	元件库的引用	52
4-2-2	元件的搜索	53
4-2-3	元件的放置	56
4-2-4	元件属性设置	59
4-2-5	元件说明文字的设置	66
4-3	原理图中的视图操作	67
4-3-1	工作窗口的缩放	67
4-3-2	视图的刷新	68

4-3-3	工具栏和工作面板的打开/关闭.....	69
4-3-4	状态信息显示栏的打开/关闭.....	69
4-3-5	图纸的格点设置.....	69
4-4	原理图中的编辑操作.....	70
4-4-1	对象的选择.....	70
4-4-2	对象的删除.....	73
4-4-3	对象的移动.....	74
4-4-4	操作的撤消和恢复.....	75
4-4-5	对象的拷贝剪切和粘贴.....	75
4-4-6	元件对齐.....	78
4-4-7	在原理图上搜索相似对象.....	80
4-5	本章小结.....	81
4-6	本章习题.....	82
第 5 章	原理图上的连线	83
5-1	电路绘制.....	84
5-1-1	工具介绍.....	84
5-1-2	绘制导线.....	85
5-1-3	放置电路节点.....	88
5-1-4	放置电源/地符号.....	89
5-1-5	放置网络标号.....	91
5-1-6	绘制总线和总线分支.....	93
5-1-7	放置端口.....	96
5-1-8	放置忽略 ERC 检查点.....	98
5-1-9	放置 PCB 布线指示标记.....	99
5-2	Protel DXP 提供的其他工具.....	101
5-2-1	文本的查找和替换.....	101
5-2-2	原理图上的快速跳转.....	102
5-2-3	元件的自动标号.....	103
5-3	【Navigator】面板.....	105
5-3-1	【Navigator】面板中的元件信息.....	105
5-3-2	【Navigator】面板中的网络信息.....	106
5-3-3	【Navigator】面板中的电路错误信息.....	107
5-4	Protel DXP 中的文件操作.....	107
5-4-1	在项目中打开/关闭文件.....	107
5-4-2	在项目中加入文件.....	109
5-4-3	在项目中移出文件.....	109
5-5	原理图的注释.....	110
5-5-1	工具介绍.....	110
5-5-2	绘制直线和曲线.....	111

5-5-3	绘制不规则多边形.....	112
5-5-4	放置单行文字和区块文字.....	113
5-5-5	放置规则图形.....	115
5-5-6	放置图片.....	116
5-5-7	阵列式粘贴.....	117
5-5-8	图件的层次转换.....	117
5-6	原理图的打印.....	119
5-6-1	设置页面.....	119
5-6-2	设置打印机.....	120
5-6-3	打印预览.....	122
5-6-4	打印输出.....	122
5-7	本章小结.....	122
5-8	本章练习.....	123
第6章	ActionScript 面向对象编程.....	125
6-1	元件符号概述.....	126
6-2	元件符号库的创建和保存.....	126
6-2-1	元件符号库的创建.....	126
6-2-2	元件符号库的保存.....	126
6-3	新建元件符号的界面介绍.....	127
6-3-1	主菜单.....	127
6-3-2	主工具栏.....	128
6-3-3	工作面板.....	128
6-4	绘制元件符号的流程.....	128
6-5	绘制一个新的元件符号.....	129
6-5-1	设置元件符号库图纸.....	129
6-5-2	新建/打开一个元件符号.....	130
6-5-3	示例芯片的信息.....	131
6-5-4	绘制元件符号边框.....	132
6-5-5	放置管脚.....	133
6-5-6	编辑管脚属性.....	134
6-5-7	IEEE 说明符号.....	138
6-5-8	绘制元件符号中的其他操作.....	139
6-5-9	定义新建元件符号的属性.....	140
6-5-10	在原理图中更新元件符号.....	140
6-6	绘制复杂元件的符号.....	141
6-6-1	分部分绘制元件符号.....	141
6-6-2	示例元件说明.....	141
6-6-3	新建元件符号.....	141
6-6-4	示例元件的管脚分组.....	142

6-6-5	元件符号中一个部分的绘制	142
6-6-6	新建/删除一个部分	143
6-6-7	设置元件符号的属性	144
6-6-8	分部分元件符号在原理图上的引用	144
6-7	元件符号检错和元件符号库报表	144
6-7-1	元件符号信息报表	145
6-7-2	元件符号错误信息报表	146
6-7-3	元件符号库信息报表	147
6-8	工作面板中的操作	147
6-8-1	元件符号库中符号的管理	147
6-8-2	元件符号库和当前原理图之间通信	148
6-9	本章小结	148
6-10	本章练习	148
第 7 章	层次化原理图的设计	151
7-1	层次化原理图的概念	152
7-1-1	层次化的原理图	152
7-1-2	层次化原理图设计方法	154
7-2	自顶向下的层次化原理图设计	154
7-2-1	自顶向下层次化原理图设计流程	154
7-2-2	自顶向下层次化原理图的绘制	155
7-3	自底向上的层次化原理图设计	160
7-3-1	自底向上层次化原理图设计流程	160
7-3-2	自底向上层次化原理图设计	160
7-4	层次原理图之间的切换	162
7-5	复杂分层的层次原理图	162
7-6	本章小结	163
7-7	本章练习	163
第 8 章	从原理图到 PCB——网络报表	165
8-1	网络报表的意义	166
8-2	生成网络报表的准备工作	166
8-2-1	【Error Reporting】选项卡	166
8-2-2	【Connection Matrix】选项卡	170
8-2-3	查看原理图错误报告	171
8-2-4	原理图的修正	172
8-3	网络报表的生成	173
8-3-1	简单原理图的网络报表	173
8-3-2	层次化原理图的网络报表	176
8-4	原理图中的其他报表	177
8-4-1	元件采购报表	177

8-4-2	交叉参考元件列表.....	180
8-4-3	项目层次报表.....	180
8-5	本章小结.....	181
8-6	本章练习.....	181
第9章	PCB 设计基础知识.....	183
9-1	PCB 板的组成.....	184
9-2	PCB 板的分层.....	185
9-3	Protel DXP 电路板编辑器的特点.....	187
9-4	界面介绍.....	188
9-4-1	主菜单.....	188
9-4-2	主工具栏.....	189
9-4-3	工作面板.....	190
9-5	PCB 板设计流程.....	190
9-6	新建/保存 PCB 文件.....	191
9-6-1	通过向导生成 PCB 文件.....	191
9-6-2	手动生成 PCB 文件.....	196
9-6-3	通过模板生成 PCB 文件.....	200
9-7	本章小结.....	200
9-8	本章练习.....	201
第10章	电路板的布局.....	203
10-1	PCB 图纸设置.....	204
10-1-1	在工作窗口中显示 PCB 板.....	204
10-1-2	PCB 图纸上的格点设置.....	205
10-1-3	PCB 图纸上的测量单位设置.....	206
10-1-4	PCB 图纸位置的设置.....	206
10-2	在 PCB 文件中导入原理图信息.....	207
10-2-1	装载元件封装库.....	207
10-2-2	设置同步器比较规则.....	208
10-2-3	导入网络报表.....	210
10-3	元件的自动布局.....	212
10-3-1	元件的自动布局.....	213
10-3-2	自动布局的终止.....	215
10-3-3	推挤式自动布局.....	215
10-3-4	导入元件的自动布局文件.....	216
10-4	PCB 中的视图操作.....	216
10-4-1	工作窗口的缩放.....	216
10-4-2	视图的刷新.....	218
10-4-3	3D 化显示 PCB 板.....	218
10-4-4	工具栏和工作面板的打开和关闭.....	219

10-4-5	状态信息显示栏的打开/关闭	219
10-4-6	PCB 图纸的格点设置	219
10-4-7	工作窗口中的飞线显示	219
10-5	PCB 中的编辑操作	220
10-5-1	对象的选择	221
10-5-2	对象的删除	225
10-5-3	对象的移动	226
10-5-4	操作的撤消和恢复	227
10-5-5	对象的拷贝剪切和粘贴	227
10-5-6	PCB 图纸上的快速跳转	230
10-5-7	在 PCB 上搜索相似对象	231
10-6	元件的手动布局	233
10-6-1	元件的对齐操作	233
10-6-2	自动调整元件说明文字位置	235
10-6-3	调整元件间距	236
10-6-4	移动元件到格点处	236
10-6-5	对示例的手动布局	237
10-7	本章小结	237
10-8	本章练习	237
第 11 章	电路板的布线	239
11-1	电路板的自动布线	240
11-1-1	设置自动布线的策略	240
11-1-2	设置自动布线的规则	242
11-1-3	电路板的自动布线	253
11-1-4	自动布线的停止和暂停	256
11-1-5	自动布线的重启	256
11-2	电路板的手动布线	256
11-2-1	拆除布线	257
11-2-2	手动布线	259
11-2-3	布线结果的检查	261
11-3	添加安装孔	262
11-4	敷铜	264
11-4-1	放置矩形填充	264
11-4-2	放置多边形填充	265
11-5	电路板的注释	266
11-5-1	在电路板上放置单行文字	266
11-5-2	在电路板上放置圆弧	267
11-5-3	在电路板上放置坐标	269
11-5-4	在电路板上放置尺寸标注	270

11-6	电路板的测量.....	271
11-6-1	测量电路板上两点间的距离.....	271
11-6-2	测量电路板上对象间的距离.....	272
11-6-3	测量电路板上导线的长度.....	272
11-7	电路板的报表.....	272
11-8	电路板的输出.....	273
11-8-1	文件输出.....	273
11-8-2	打印输出.....	273
11-9	本章小结.....	274
11-10	本章练习.....	274
第 12 章	创建器件封装.....	277
12-1	封装概述.....	278
12-2	常用封装介绍.....	278
12-2-1	直插型元件.....	278
12-2-2	表贴型元件.....	279
12-2-3	BGA.....	280
12-2-4	元件封装的选择.....	280
12-3	元件封装库的创建和保存.....	281
12-3-1	元件封装库的创建.....	281
12-3-2	元件封装库的保存.....	281
12-4	绘制新建封装的界面介绍.....	282
12-4-1	主菜单.....	282
12-4-2	主工具栏.....	283
12-4-3	工作面板.....	283
12-5	绘制封装的流程.....	283
12-6	绘制一个规则封装.....	284
12-6-1	新建/打开一个封装.....	284
12-6-2	示例芯片的封装信息.....	284
12-6-3	焊盘的尺寸.....	285
12-6-4	采用向导生成封装.....	286
12-6-5	封装的打印.....	288
12-7	绘制一个不规则封装.....	288
12-7-1	焊盘属性编辑.....	288
12-7-2	线属性编辑.....	290
12-7-3	示例芯片的封装信息.....	291
12-7-4	示例芯片的绘制.....	292
12-8	元件封装检错和元件封装库报表.....	293
12-8-1	元件封装中的测量.....	293
12-8-2	元件封装信息报表.....	293

12-8-3	元件封装错误信息报表	294
12-8-4	元件封装库信息报表	295
12-9	绘制封装中的常见问题	295
12-10	工作面板中的封装操作	296
12-10-1	封装库中封装的管理	296
12-10-2	封装库和当前 PCB 之间的通信	298
12-11	本章小结	299
12-12	本章练习	299
第 13 章	高阶 PCB 板设计操作	301
13-1	电路板中的层管理	302
13-1-1	在电路板中添加/删除层	302
13-1-2	设置工作层面的显示属性	304
13-2	在电路板上更改设计	305
13-2-1	在电路板上添加具有电气特性的对象	305
13-2-2	编辑对象属性	307
13-2-3	修改网络报表	310
13-3	【Navigator】面板	313
13-4	在 PCB 中生成元件封装库	314
13-5	本章小结	314
13-6	本章练习	314
第 14 章	双层板设计实例	315
14-1	电路说明	316
14-2	准备工作	316
14-2-1	元件符号库的建立	317
14-2-2	元件封装库的建立	317
14-3	绘制原理图	317
14-3-1	原理图的层次	317
14-3-2	单张原理图的绘制	317
14-4	生成网络报表	320
14-5	电路板设计	320
14-5-1	生成 PCB 文件	320
14-5-2	导入网络报表	321
14-5-3	元件的布局	321
14-5-4	关键部分的手工布线	321
14-5-5	自动布线	322
14-5-6	添加安装孔	322
14-5-7	敷铜	323
14-6	设计输出	323
14-6-1	生成 PCB 报表	323

14-6-2 导出文件.....	323
14-7 本章小结.....	323
14-8 本章练习.....	324
附录 A 原理图编辑器的菜单.....	325
附录 B PCB 编辑器的菜单.....	331
本书部分答案.....	338

电路设计简介

1-1 电子设计的最终结果——PCB

1-2 PCB 设计流程

1-3 本章小结

1-4 本章练习

随着科学技术的进步,电子产品已经越来越多地进入了我们的生活,电子设计的需求也越来越大,很多工程师投入到了电子设计的队伍之中。本章将对电子设计做一个概要的介绍,使读者对电子设计有一个大致的了解。

1-1 电子设计的最终结果——PCB

在日常生活中，随处可见各种各样的电子产品。打开它们通常可以发现一块或者几块形状大致规则的板子。这些板子上面附着了电阻、电容、各种芯片和各种连接器，仔细观察，还可以发现在板子里面有线连接着各种元件的引脚，这些板子被称之为 PCB（Printed Circuit Board，印制电路板）。很多电子产品的设计最终都需要通过 PCB 来实现。通常情况下，电子设计在原理性设计完成后，需要设计一块 PCB 来完成原理中的电气连接，并将各种元件焊接在 PCB 上，经过调试后，PCB 能完成原理图上实现的功能。可以说，PCB 是电子设计的最终结果。

1-1-1 什么是 PCB

在 PCB 板上，通常有一系列的芯片、电阻、电容等元件，它们通过 PCB 板上的导线相连，构成电路，一起实现一定的功能。电路通过连接器或者插槽进行输入输出，有时候还有显示部分（例如发光二极管 LED、七段数码显示器等）。可以说，PCB 就是一块连接板，它的主要目的是为元件提供电气连接，为整个电路提供输入/输出端口和显示，电气连通性是 PCB 最重要的特性之一。总结起来，PCB 在各种电子设备中有如下功能：

- 提供集成电路等各种电子元器件固定、装配的机械支持。
- 实现集成电路等各种电子元器件之间的布线和电气连接（信号传输）或电绝缘。提供所要求的电气特性，如特性阻抗等。
- 为自动装配提供阻焊图形，为元器件插装、检查、维修提供识别字符和图形。

从 1903 年至今，若从 PCB 组装技术的应用和发展角度来看，PCB 设计可分为三个阶段：

1. 通孔插装技术阶段

在这个阶段，PCB 上的焊盘包含有通孔。通孔的制作就是在 PCB 印制材料上打孔，在孔的内壁上用化学沉积法镀膜，形成金属化孔。金属化孔在各个层上加上焊盘，可以起到以下的作用：

- 形成电气互连，满足信号传输。
- 支持元件。

这个阶段内，提高密度的途径为：

- 减小器件孔的尺寸。这种途径受到元件引脚的刚性及插装精度的限制，孔径 $\geq 0.8\text{mm}$ 。
- 缩小线宽和间距：从 0.3mm 到 0.2mm 到 0.15mm 到 0.1mm 的递减。
- 增加层数：从单面到双面到 4 层到 6 层到 8 层的递增。

2. 表面安装技术阶段

这个阶段的 PCB 上的焊盘以表贴型为主，也有部分的通孔，此时的通孔仅起到电气互连的作用，此时的孔径不需要考虑元件安装，应该尽可能的小。这个阶段内，提高密度的主要途径为：