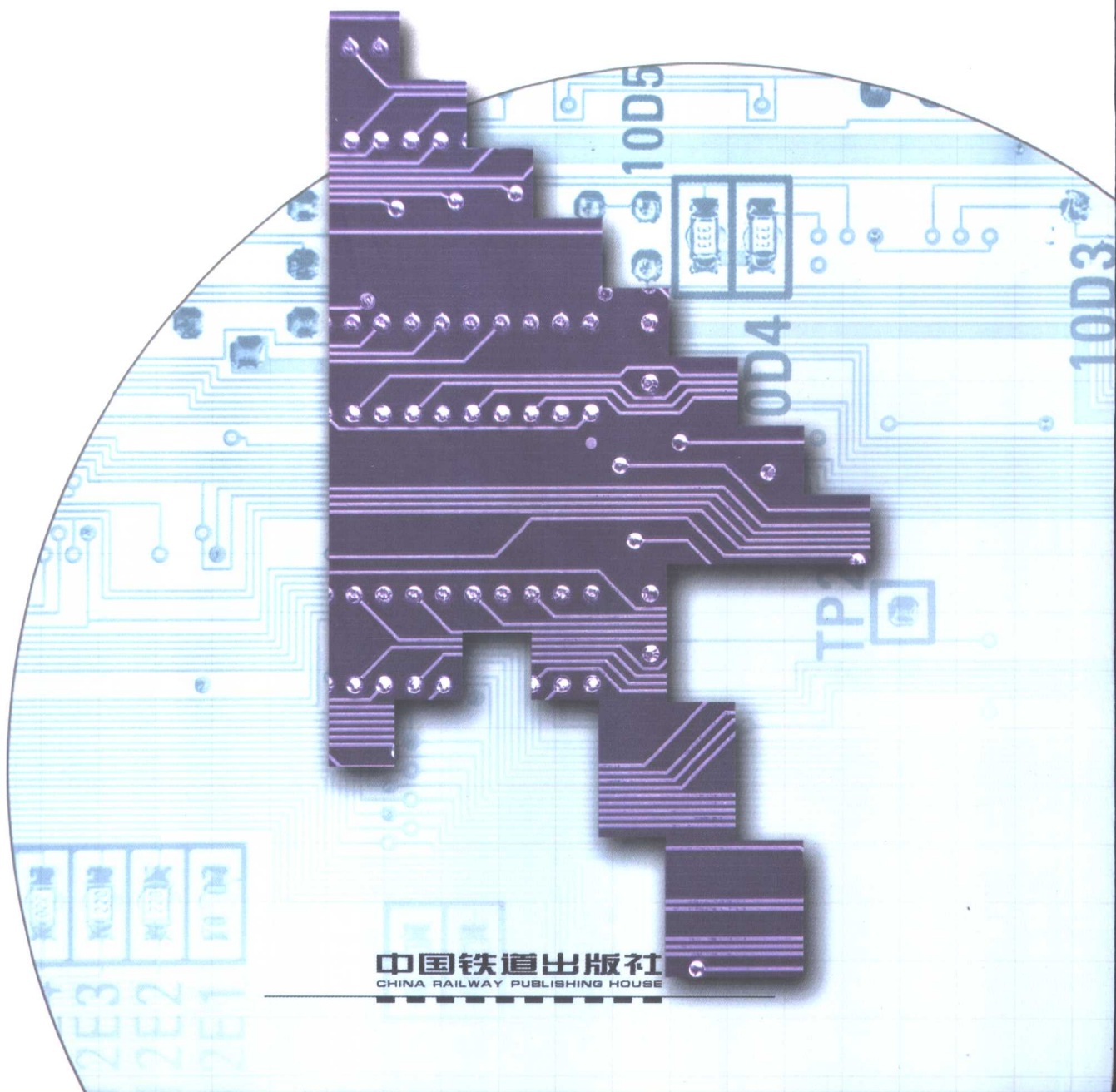


# Protel DXP

# 印制电路板设计指南

车京春 韩晓东 编著



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



*Protel DXP*

印制电路板设计指南

车京春 韩晓东 编著



中国铁道出版社



2004·北京

## 内 容 简 介

本书主要介绍了 Protel DXP 中 PCB 图的设计方法与技巧。主要内容包括：印制电路板设计基础、基本操作、工具栏和面板、PCB 制作的初始设计、PCB 板制作的规则设置、布局与布线、布线调整、设计规则检查及报表输出、Protel DXP 高级功能以及 PCB 元件封装的创建。

本书非常适合从事电路设计的专业人员使用，也可作为大专院校相关专业师生的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

Protel DXP 印制电路板设计指南/车京春, 韩晓东编著. —北京: 中国铁道出版社, 2004. 2

ISBN 7-113-05728-4

I. P… II. ①车…②韩… III. 印制电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel DXP-指南

IV. TN410. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 007665 号

书 名: Protel DXP 印制电路板设计指南

作 者: 车京春 韩晓东

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 刘颖 赵汶

封面设计: 白雪

印 刷: 北京兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21 字数: 478 千

版 本: 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-05728-4/TP·1122

定 价: 34.00 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。

# 前 言

Protel DXP 是 Altium 推出的一款 Windows NT/XP 全 32 位电子设计系统。这是一种全新的板级设计软件,它整合了近 40 种 EDA 服务器(Electronic Design Automatic),包括 ArngeCmp (元件布局)、AutoPlacer (自动布线器)、LayerStack (板层管理器)、PCBMaker (PCB 生成器)等等,可以从头到尾完成电路的设计、仿真、校验和应用。它既可以在 PCB 平台上运行,也可以在 FPGA 平台上大显身手。

Protel DXP 的印制电路板设计功能非常强大,并在布局、布线方面也有了很大的增强。Protel DXP 提供了 10 大类 49 种设计法则,覆盖了元件、走线、过孔、信号完整性等方面,强大的设计规则使得电路板设计更加可靠。Protel DXP 还具有自动和交互布局,可以大量减少布局工作的负担。其采用的 Altium 公司最新的 Situs 布线技术,通过生成拓扑路径图的方式,来解决自动布线时遇到的困难。拓扑逻辑路径图技术能针对各种几何形状的元件封装外形,进行有效的自动布线,减少布线后的再处理。这样 Situs 布线就会有非常高的布通率,更接近于人工布线的效果。

本书层次清晰,图文并茂。首先介绍了 PCB 图中的各种操作命令,然后辅以一个完整的板级制作实例,详细介绍了 PCB 板设计的过程。在各章结构上,均通过实例介绍各种操作。

本书实例丰富。对于每一步设计,我们都给出相应的实例,每个实例给出了详细的步骤。为了方便读者阅读,大部分的例子均出自 Protel DXP 的自带实例。

全书各章节的具体安排如下:

- 第 1 章,详细介绍了 Protel DXP 的整体界面和 PCB 设计界面的构成和特点。
- 第 2 章,为了使初学者不被专业术语所迷惑,特别提供了本书中常用的术语和设计电路板的基本知识,以供读者参考。
- 第 3 章,通过简单实例,介绍 Protel DXP 印制电路板的一些基本操作。其中包括文件操作,画面的移动、显示,窗口的管理,元器件的移动、删除、复制等。通过这章的学习,即使是电脑新手,也可以熟练操作 Protel DXP 了。
- 第 4 章详细介绍了 Protel DXP 的 PCB 板的特有工具栏和控制面板。通过掌握这些 PCB 工具栏和控制面板的使用,可以给 PCB 设计带来很多的方便。
- 第 5 章~第 9 章,通过一个相对复杂的四层板的实例,介绍了 PCB 板的设计和制作。操作步骤详细,每一步都有操作图加以说明。特别是规则设计部分,更是史无前例地将所有规则详细介绍一番,一步一步进行规则设置。通过这几章的学习,我们不仅可以设计简单的单层板,还能够设计出复杂的四层板来。
- 第 10 章,将介绍一些 Protel DXP 的高级应用技巧,包括网络管理器的使用、区域命令的使用等等,使你真正成为 Protel DXP 的高手。
- 第 11 章,介绍有关元件封装库的知识和操作。

本书既适合从事电路设计的人员阅读,也可供广大电路制作爱好者参考。

本书由车京春、韩晓东主笔,参与本书编写的人员还有:陈河南、贺军、余春、贺民、

龚亚萍、李志云、戴军、陈安南、李晓春、谢高联、李志伟、王学农、王雷、韦笑、吴少波、陈安华、刘国权、毕子让等人，他们在预读、查错、实例测试和教学试验等工作中付出了很多努力，在此表示感谢！

读者在学习本书的过程中，如果发现问题，或有建议和意见，均请与我们联系，我们将尽力提供帮助：

[xiaoxiang-007@sohu.com](mailto:xiaoxiang-007@sohu.com)

编者

2004年1月

# 目 录

第 1 章 初识 Protel DXP .....	1
1-1 Protel DXP 简介 .....	2
1-2 Protel DXP 印制电路板设计系统概述 .....	6
1-3 Protel DXP 印制电路板设计系统特点 .....	11
第 2 章 印制电路板设计必备基础 .....	15
2-1 板层结构 .....	16
2-1-1 单层板 .....	16
2-1-2 双层板 .....	16
2-1-3 多层板 .....	16
2-2 工作层面类型 .....	17
2-2-1 信号层 .....	17
2-2-2 内部层 .....	18
2-2-3 机械层 .....	18
2-2-4 防护层 .....	18
2-2-5 丝印层 .....	19
2-2-6 其他层面 .....	19
2-3 元件的封装 .....	20
2-3-1 元件的封装 .....	20
2-3-2 插针式封装和表贴式封装 .....	20
2-3-3 芯片的封装种类 .....	22
2-3-4 常用元件的封装 .....	24
2-4 PCB 板设计制作术语 .....	26
2-4-1 层的概念 .....	27
2-4-2 过孔 .....	27
2-4-3 丝印层 .....	28
2-4-4 网格状填充区和填充区 .....	28
2-4-5 焊盘 .....	29
2-4-6 各类膜 .....	29
2-4-7 飞线 .....	30
2-4-8 安全距离 .....	30
第 3 章 基本操作 .....	31
3-1 文件操作 .....	32
3-1-1 打开/新建/导入文件 .....	32
3-1-2 保存文件 .....	34
3-1-3 打开与保存工程文件 .....	35
3-1-4 设置输出文件 .....	36

3-1-5	输出装配图.....	42
3-1-6	页面设置与打印.....	43
3-1-7	其他文件操作.....	46
3-2	元件的选择、复制和跳转.....	46
3-2-1	常见的元件编辑操作.....	47
3-2-2	选择图件.....	50
3-2-3	移动图件.....	53
3-2-4	移动光标位置.....	57
3-2-5	查询操作.....	60
3-2-6	其他编辑操作.....	65
3-3	画面的移动、缩放和显示.....	69
3-3-1	画面的缩放.....	70
3-3-2	界面的布置和显示.....	75
3-3-3	其他视图命令.....	78
3-4	窗口管理.....	79
<b>第 4 章</b>	<b>工具栏和面板.....</b>	<b>83</b>
4-1	工具栏.....	84
4-1-1	Dimensions 工具栏 (标注尺寸).....	84
4-1-2	Filter 工具栏 (过滤图元).....	85
4-1-3	PCB Standard 工具栏 (文件和视图操作).....	87
4-1-4	Rooms 工具栏 (打开和关闭区域工具栏).....	88
4-1-5	Component Placement 工具栏 (打开和关闭元件布局工具栏).....	89
4-1-6	Find Selections 工具栏 (打开和关闭查找选择工具栏).....	89
4-1-7	Placement 工具栏 (打开和关闭绘图工具栏).....	90
4-1-8	Project 工具栏 (打开和关闭工程工具栏).....	90
4-1-9	Customize (设置工具栏、菜单栏和快捷键).....	91
4-2	面板.....	94
4-2-1	Inspector (属性监视器) 面板.....	94
4-2-2	List (列表) 面板.....	95
4-2-3	PCB (印制电路板) 面板.....	99
4-2-4	Differences (差异) 面板.....	101
4-2-5	Files (文件) 面板.....	103
4-2-6	Help Advisor (帮助顾问) 面板.....	104
4-2-7	Libraries (元件库) 面板.....	105
4-2-8	Messages (消息) 面板.....	108
4-2-9	Navigator (浏览器) 面板与 Browser (浏览) 对话框.....	108
4-2-10	Projects (项目) 面板.....	109
4-2-11	Compile Errors (编译错误) 面板.....	110
4-2-12	Compiled Object Debugger (编译调试) 面板.....	110

第 5 章 PCB 制作的初始设计 .....	113
5-1 Protel DXP 绘制 PCB 电路板的流程 .....	114
5-2 PCB 文件的建立和环境设置 .....	117
5-2-1 利用 PCB 文件向导建立 PCB 文件 .....	117
5-2-2 环境设置的栅格设置 .....	121
5-2-3 环境设置的板层再设置及界面颜色设置 .....	123
5-2-4 环境设置的电路板规划 .....	126
5-2-5 特性设置 .....	129
5-2-6 手动建立空白的 PCB 文档 .....	135
5-3 导入元件库 .....	139
5-4 导入网络表 .....	141
第 6 章 PCB 板制作的规则设置 .....	145
6-1 规则设置界面 .....	146
6-2 Electrical (电气规则) .....	148
6-2-1 Clearance (安全间距规则) .....	149
6-2-2 short-circuit (短路规则) .....	151
6-2-3 Unrouted Net (未布线网络规则) .....	151
6-2-4 Unconnected Pin (未连线引脚规则) .....	152
6-3 Routing (走线规则) .....	152
6-3-1 Width (走线宽度规则) .....	153
6-3-2 Routing Topology (走线拓扑布局规则) .....	155
6-3-3 Routing Priority (布线优先级规则) .....	157
6-3-4 Routing Layers (板层布线规则) .....	158
6-3-5 Routing Corners (导线转角规则) .....	159
6-3-6 Routing Via Style (布线过孔形式规则) .....	160
6-3-7 Fanout Control (布线扇出控制规则) .....	161
6-4 SMT (表贴焊盘规则) .....	163
6-4-1 SMD To Corner (SMD 焊盘与导线拐角处最小间距规则) .....	164
6-4-2 SMD To Plane (SMD 焊盘与电源层过孔最小间距规则) .....	164
6-4-3 SMD Neck-Down (SMD 焊盘颈缩率规则) .....	165
6-5 Mask (阻焊层规则) .....	166
6-5-1 Solder Mask Expansion (阻焊层收缩量规则) .....	166
6-5-2 Paste Mask Expansion (助焊层收缩量规则) .....	167
6-6 Plane (电源层规则) .....	168
6-6-1 Power Plane Connect (电源层连接类型规则) .....	168
6-6-2 Power Plane Clearance (电源层安全间距规则) .....	169
6-6-3 Polygon Connect Style (焊盘与覆铜连接类型规则) .....	170
6-7 Testpoint (测试点规则) .....	171
6-7-1 Testpoint Style (测试点样式规则) .....	172
6-7-2 Testpoint Usage (测试点使用规则) .....	173



6-8	Manufacturing (电路板制作规则)	173
6-8-1	Minimum Annular Ring (最小包环限制规则)	174
6-8-2	Acute Angle Constraint (锐角限制规则)	174
6-8-3	Hole Size (孔径大小设计规则)	175
6-8-4	Layer Pairs (板层对设计规则)	176
6-9	Highspeed (高频电路规则)	176
6-9-1	Parallel Segment (平行铜膜线段间距限制规则)	177
6-9-2	Length (网络长度限制规则)	178
6-9-3	Matched Net Lengths (网络长度匹配规则)	178
6-9-4	Daisy Chain Stub Length (菊花状布线分支长度限制规则)	179
6-9-5	Vias Under SMD (SMD 焊盘下过孔限制规则)	180
6-9-6	Maximum Via Count (最大过孔数目限制规则)	181
6-10	Placement (图件布置规则)	181
6-10-1	Room Definition (元件集合定义规则)	181
6-10-2	Component Clearance (元件间距限制规则)	182
6-10-3	Component Orientations (元件布置方向规则)	183
6-10-4	Permitted Layers (允许元件布置板层规则)	184
6-10-5	Nets To Ignore (网络忽略规则)	185
6-10-6	Hight (高度规则)	185
6-11	Signal Integrity (信号完整性规则)	186
6-11-1	Signal Stimulus (激励信号规则)	186
6-11-2	Overshoot-Falling Edge (负超调量限制规则)	187
6-11-3	Overshoot-Rising Edge (正超调量限制规则)	188
6-11-4	Undershoot-Falling Edge (负下冲超调量限制规则)	189
6-11-5	Undershoot-Rising Edge (正下冲超调量限制规则)	189
6-11-6	Impedance (阻抗限制规则)	190
6-11-7	Signal Top Value (高电平信号规则)	190
6-11-8	Signal Base Value (低电平信号规则)	191
6-11-9	Flight Time-Rising Edge (上升飞行时间规则)	192
6-11-10	Flight Time-Falling Edge (下降飞行时间规则)	192
6-11-11	Slope-Rising Edge (上升沿时间规则)	193
6-11-12	Slope-Falling Edge (下降沿时间规则)	193
6-11-13	Supply Nets (电源网络规则)	194
6-12	规则设置向导	194
第7章	布局与布线	199
7-1	元件布局	200
7-1-1	特殊元件的手工预布局	200
7-1-2	自动布局	203
7-1-3	手工调整元件布局	206
7-1-4	网络密度分析	207

7-1-5	3D 效果图.....	208
7-1-6	元件的自动排列.....	210
7-1-7	文字标注的自动调整.....	212
7-2	电路板布线.....	213
7-2-1	自动布线的准备工作.....	213
7-2-2	自动布线.....	218
7-2-3	指定网络布线.....	220
7-2-4	指定两连接点之间的布线.....	221
7-2-5	指定元件布线.....	222
7-2-6	指定区域布线.....	222
<b>第 8 章</b>	<b>布线调整.....</b>	<b>225</b>
8-1	布线调整基础.....	226
8-1-1	导线的放置.....	226
8-1-2	元件封装的放置.....	230
8-1-3	焊点的放置.....	231
8-1-4	过孔的放置.....	234
8-1-5	文字的放置.....	235
8-1-6	放置尺寸标注.....	235
8-1-7	放置圆弧.....	247
8-1-8	放置矩形填充.....	250
8-1-9	放置多边形填充.....	251
8-2	布线调整.....	254
8-2-1	手工修改布线.....	255
8-2-2	放置屏蔽导线.....	260
8-2-3	泪滴.....	261
<b>第 9 章</b>	<b>设计规则检查及报表输出.....</b>	<b>265</b>
9-1	设计规则检查.....	266
9-2	报表输出.....	270
9-2-1	电路板信息报表.....	271
9-2-2	从 PCB 图生成网络表.....	274
9-2-3	元件采购报表.....	275
9-2-4	元件引用参考报表.....	280
9-2-5	层次报表.....	281
9-2-6	网络状态表.....	282
9-2-7	测量相关报表.....	283
9-2-8	其余报表.....	285
<b>第 10 章</b>	<b>Protel DXP 高级功能.....</b>	<b>287</b>
10-1	网络管理器的使用.....	288
10-2	区域命令的使用.....	291
10-2-1	放置区域.....	292

10-2-2	生成区域.....	293
10-2-3	区域操作.....	295
10-3	在 PCB 文件中添加元件封装.....	298
10-4	建立项目元件库.....	301
第 11 章	创建 PCB 元件封装.....	305
11-1	元件封装界面.....	306
11-1-1	建立元件封装文件.....	306
11-1-2	元件封装界面菜单.....	306
11-2	手工建立元件封装.....	313
11-2-1	手工设置属性参数.....	313
11-2-2	手工绘制元件封装.....	314
11-3	向导建立元件封装.....	317
附录 A	PCB 快捷键速查表.....	323
A-1	菜单快捷键.....	324
A-2	命令快捷键.....	324
A-3	特殊模式快捷键.....	325
A-4	手工布线常用快捷键.....	325



# 1

## 初识 Protel DXP



在电子设计与制造业中,电子设计自动化技术 EDA(Electronic Design Automation)越来越受到重视,已形成强劲的发展势头。电子设计自动化(EDA)是指以计算机为工作平台,融合了具有计算机技术、电子技术、智能化技术的最新成果的通用软件包。其可以进行电子电路设计与仿真、PCB 设计和可编程 IC 的设计与仿真三方面设计。许多从事电子设计的工程技术人员都在主动钻研并积极运用各种 EDA 工具,他们的设计工作再也离不开计算机和 EDA 工具的有力支持。EDA 是在传统的电子 CAD 技术基础上发展完善起来的一种现代化电子设计技术手段,它的出现和全面推广应用必将给电子设计领域带来一场新的技术革命,并使世界电子工业发展取得长足进步。

Protel 是一种 EDA 集成设计系统。Protel 在国内应用十分广泛,各大公司和高校普遍使用 Protel 作为主要的 EDA 设计开发工具,其应用的 Protel 版本主要有 Protel 98 和 Protel 99SE。2002 年秋季,Altium 公司推出了 Protel 的最新版本 Protel DXP。Protel DXP 是基于 Windows 2000/XP 环境下的桌面 EDA 开发工具,是一款 Windows NT/XP 的全 32 位电子设计系统。Protel 不仅功能十分强大,而且还兼容 Protel 以前的所有版本。目前看来,是一种很有前景的 EDA 开发工具。

## 1-1 Protel DXP 简介

Protel DXP 是 Altium 公司最新一代全线的桌面板级设计系统,它是第一个将所有的设计工具集成于一身的板级设计系统,从最初的项目模块规划到最终形成生产数据,都可以按照设计者自己的设计方式实现。Protel DXP 继承了 Protel 系列产品的优点,与 Protel 99SE 相比,它在许多方面都有很大的改变,具备如下特点:

- Protel DXP 运行在优化了的设计平台之上,并且具备了当今先进的设计功能,以便处理各种复杂的电路。通过融合设计输入仿真、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术,Protel DXP 为用户提供了全线的设计解决方案。
- Protel DXP 提供了一套完全集成的设计,所有的 Protel DXP 工具需要在一个单一应用环境 Design Explorer 中运行。启动 Protel DXP 后,Design Explorer 打开,用户将置身于一个单一、个性化的工作环境。
- Protel DXP 的界面经过重新的设计后,工作区得到更充分的利用,更突出了 Protel 的易于使用、操作直观、模块间界面统一的优点。Protel DXP 借助增强了的操作界面,使用户对目标对象的操作更加容易,编辑和添加规则也变得更方便。其显示界面中的浮动面板和工具条会根据编辑情况自动隐藏,并且工作区面板可以根据用户需要选择固定、浮动和自动隐藏。
- Protel DXP 不仅具有电气上和规则上的校验功能,还可以通过一种项目级的设计兼容性,保持所有源文件的一致连贯性。设计编译过程可以验证原理图文件的电气和连接属性。在文件编译发现错误并修改之后,Protel DXP 可以保证所有类似错误不会在同一板级设计中再次发生。
- 另外,Protel DXP 的整体设计概念,支持自然的非线性设计流程——双向同步设计,支持 VHDL 设计和混合模式设计(如 FPGA、SITUS 拓扑布线技术)等新技术使用户能够在简捷明快的环境里轻松完成电子线路设计的全过程。

现在的 Protel DXP 已不是简单的电子电路设计工具，它包含了 4 个大的设计模块，即：原理图（SCH）设计模块、原理图（SCH）仿真模块、印制电路板（PCB）设计模块、可编程逻辑芯片（FPGA）设计模块。

Protel DXP 运行主界面如图 1-1 所示。

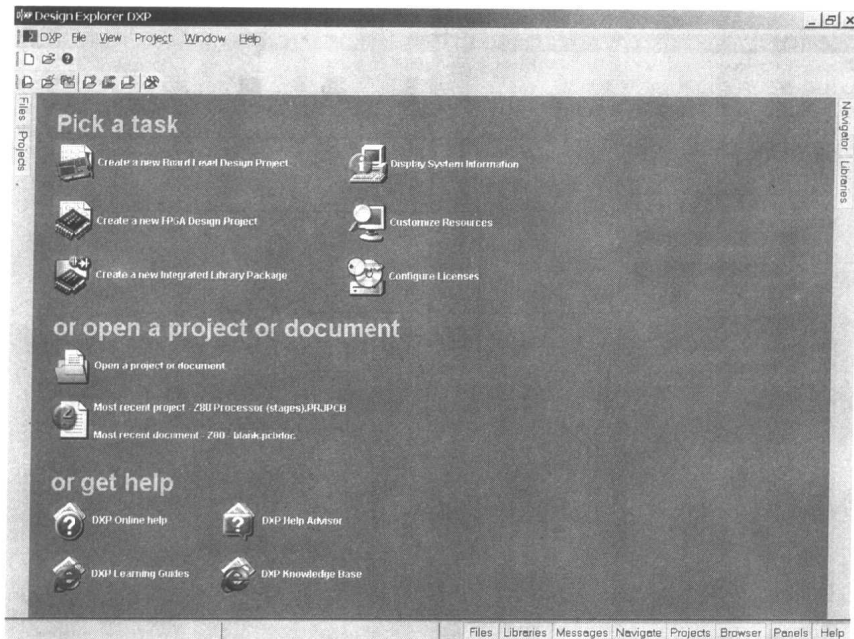


图 1-1 Protel DXP 运行主界面

原理图设计模块主要用于电路原理（SCH）图的设计，为印制电路（PCB）板的制作做准备。原理图设计界面如图 1-2 所示。文件是 Protel 自带的 Z80（stages）.prtpcb 工程文件中的 Serial Baud Clock.schdoc 原理图。

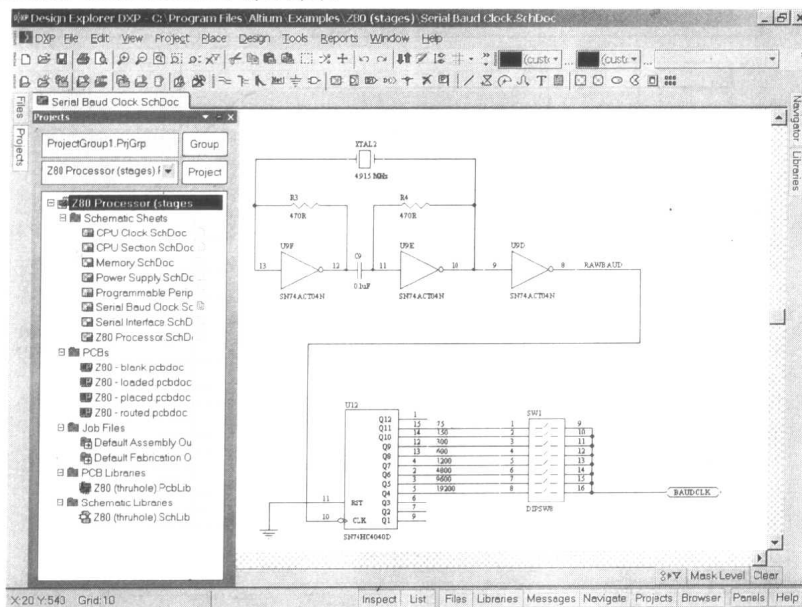


图 1-2 Protel DXP 电路原理图界面

原理图仿真模块主要用于电路原理 (SCH) 的模拟运行, 以检验电路在原理设计过程中是否存在意想不到的缺陷。它可以通过对设计电路引入虚拟的信号输入、电源等电路运行的必备条件, 让电路在仿真情况下模拟运行, 观察运行结果是否满足当初的设计要求。仿真原理图的界面如图 1-3 所示, 仿真结果界面如图 1-4 所示。文件是滤波器工程文件 Filter.prtpcb 中的文件。

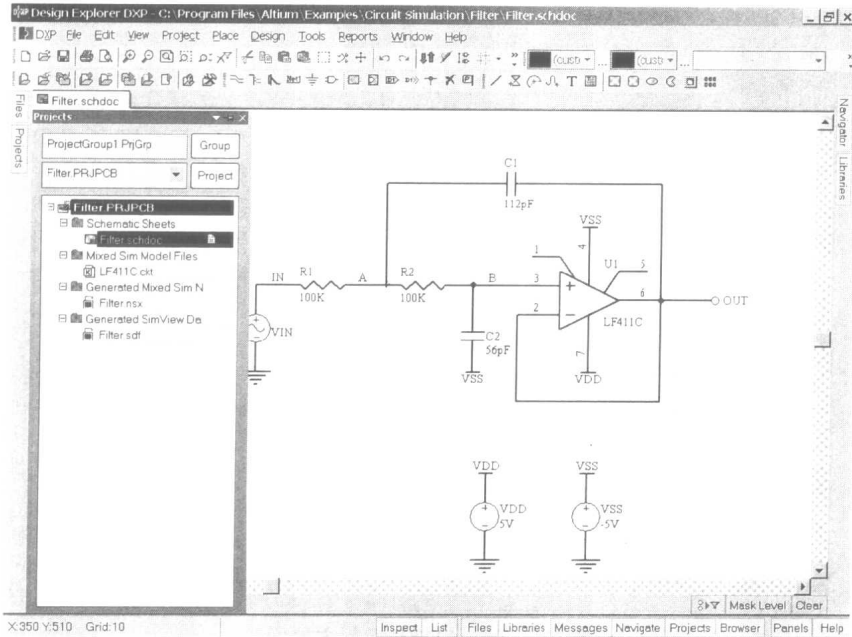


图 1-3 Protel DXP 仿真电路原理图

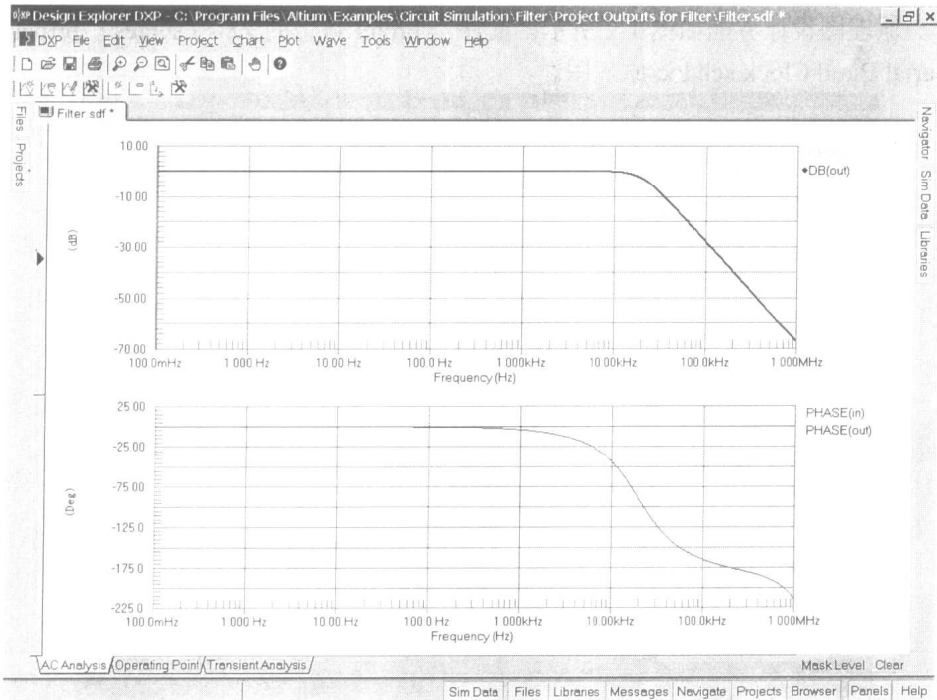


图 1-4 Protel DXP 电路原理仿真结果界面

印制电路板 (PCB) 设计模块主要用于印制电路板的设计, 由它生成的 PCB 文件将直接应用到印制电路板的生产中。电路板界面如图 1-5 所示。文件是 Z80(stages)工程文件。

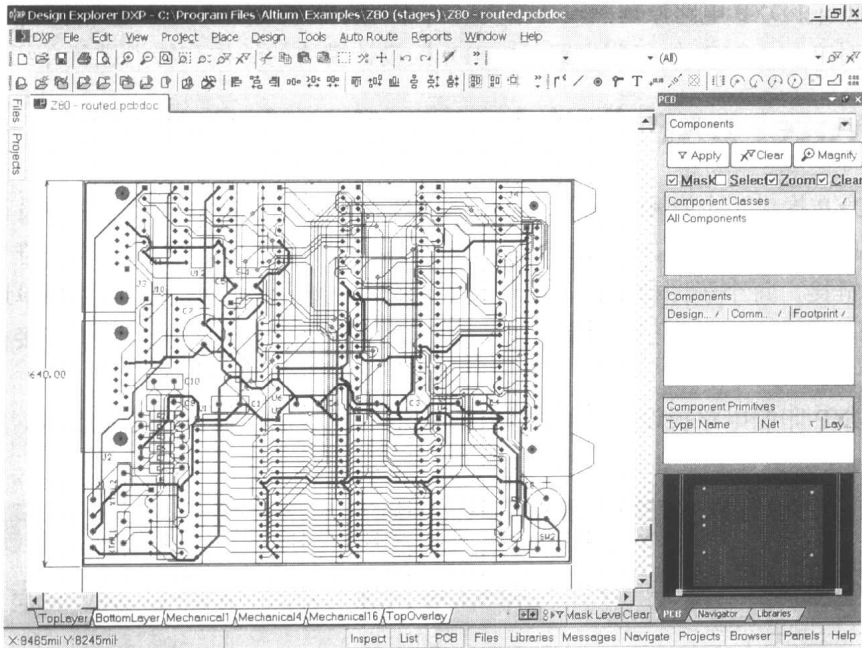


图 1-5 Protel DXP 印制电路板界面

可编程逻辑芯片 (FPGA) 设计模块主要用于可编程逻辑器件的设计。FPGA 原理图界面如图 1-6 所示, 文件是 Multiplexer 8 工程文件。

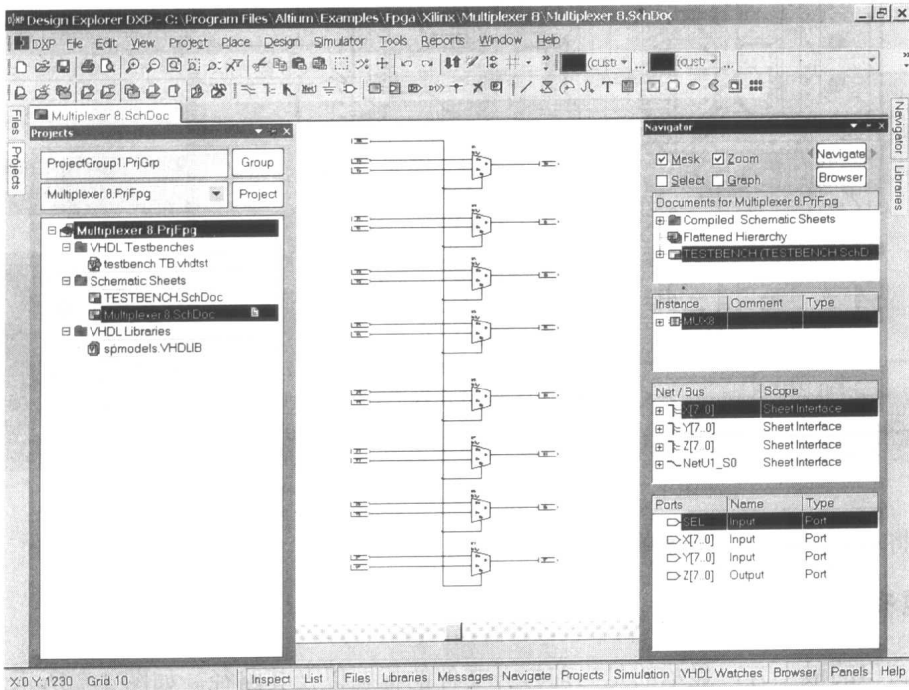


图 1-6 Protel DXP 可编程逻辑芯片设计界面



Protel DXP 的原理图设计和印制电路板设计联系十分紧密, 用户设计电路时主要应用的模块也是这两部分。本书主要介绍 Protel DXP 的印制电路 (PCB) 板设计模块的使用, 本套书中另外一本(《Protel DXP 电路原理图设计指南》)详细地介绍了 Protel DXP 电路原理图设计部分。

下面将对 Protel DXP 的印制电路 (PCB) 板设计模块的结构和特点进行介绍。

## 1-2 Protel DXP 印制电路板设计系统概述

Protel DXP 提供了丰富和全面的集成输入系统, 全面支持 PCB 设计。它的设计对图纸的层数和设计的深度没有限制。Protel DXP 原理图编辑器提供了原理图子图模块符号和项目层次间的对应链接。每个子图模块符号都代表了一个独立的原理图图纸, 可以简单地通过单击鼠标来创建。通过把相应的子图模块用电气线连起来, 可以创建连接, 这些连接在编译的时候将进行验证。

Protel DXP 印制电路板设计系统中应用最多的界面就是绘制 PCB 板的界面, 如图 1-7 所示。

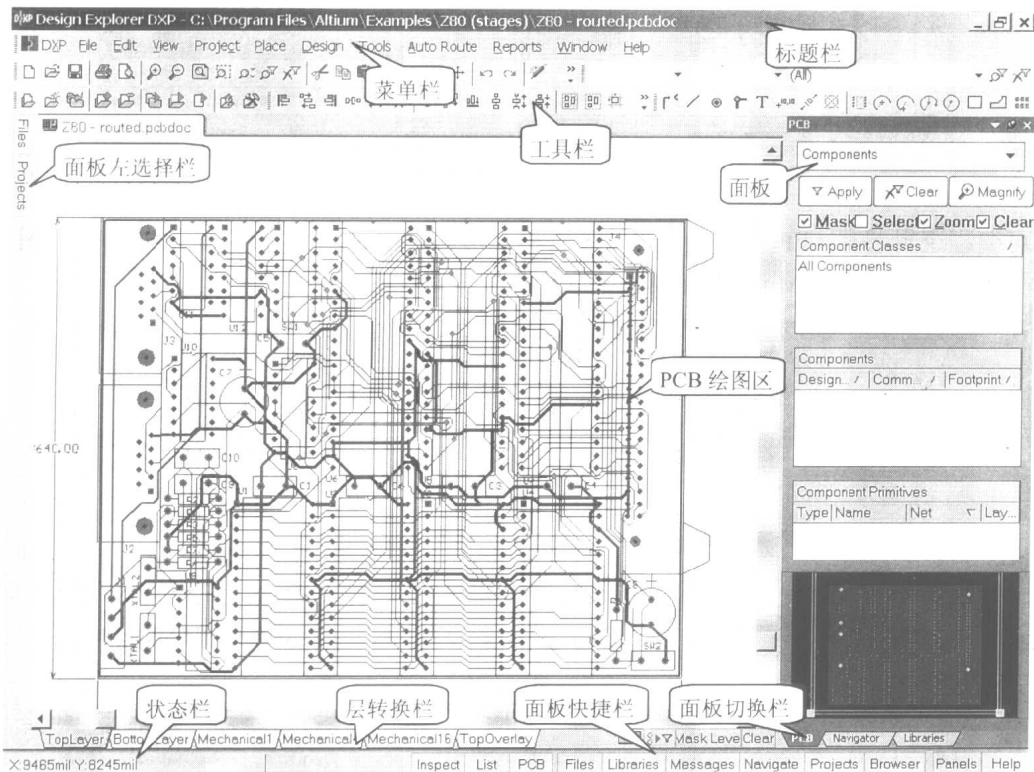


图 1-7 Protel DXP 印制电路板设计系统界面

下面将对各个栏做一下简单的介绍。

### 1. 标题栏

位于窗口的最上方, 显示的是当前打开文件的标题以及其路径。如图 1-7 所示, 现在打开的文件是 Z80 工程文件中的 routed.pcbdoc 文件。