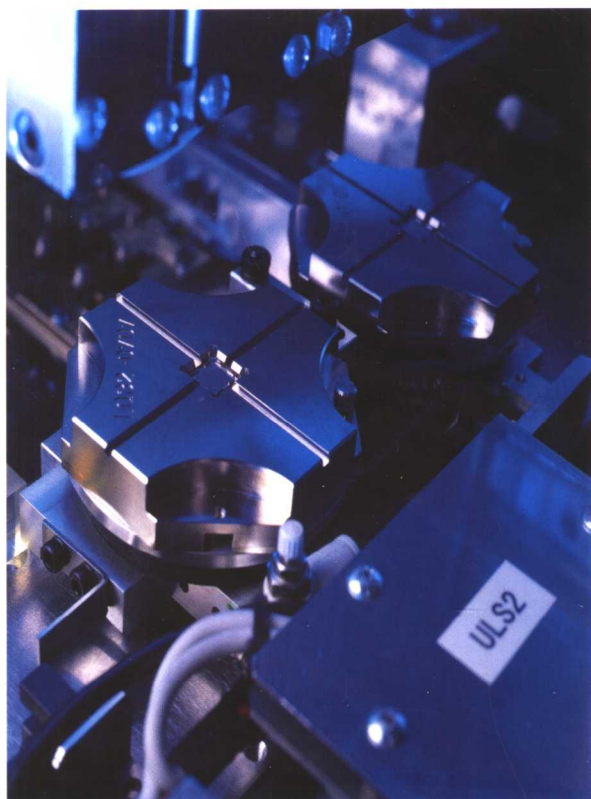


Protel DXP 基础教程

- ◆ Protel DXP 的发展、特点及管理
- ◆ Protel DXP 元器件集成库
- ◆ 电路原理图设计
- ◆ 印制电路板设计
- ◆ 层次原理图设计
- ◆ 多通道技术
- ◆ 文本编辑器
- ◆ 报表生成
- ◆ 电路仿真
- ◆ 信号完整性分析



毛潮土 王茂飞 编著



清华大学出版社

高等院校计算机应用技术系列教材

Protel DXP 基础教程

毛潮土 王茂飞 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Protel DXP 是 Altium 公司开发的一款功能强大的 EDA 软件,它几乎具备了当今所有先进的电路辅助设计软件的优点。

本书详细介绍了使用 Protel DXP 集成开发环境进行电路原理图绘制、PCB 印制电路板设计的典型方法和技巧,以及电路仿真的方法和信号完整性分析工具的应用。在讲解 Protel DXP 的各个功能模块时,巧妙地结合了多个电路设计中的典型实例,真正做到理论和实践并举,把 Protel DXP 的各项功能与具体的应用紧密结合在一起,便于读者尽快掌握电路设计的主要方法和技能。

本书内容全面、翔实,讲解通俗易懂,特别适合初、中级用户。书中有些电路设计的技巧对高级用户也有一定的参考价值。

本书可作为电路设计与制板人员的培训教材,也可供高等院校相关专业的师生参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 基础教程/毛潮土,王茂飞 编著. —北京:清华大学出版社,2005.9

(高等院校计算机应用技术系列教材)

ISBN 7-302-11615-6

I. P… II. ①毛… ②王… III.印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP—高等学校—教材
IV.TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 092526 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:王 定

文稿编辑:鲍 芳

封面设计:王 永

版式设计:康 博

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:20.25 字数:468 千字

版 次:2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11615-6/TP·7593

印 数:1~5000

定 价:28.00 元

前 言

随着计算机工业与电子技术的蓬勃发展,以及芯片生产工艺的不断提高,传统的手工设计和制作印制电路板的方法越来越难以适应生产的需要。为了解决这个问题,各类电路设计自动化(EDA)软件如雨后春笋般迅速发展起来。Protel 电路设计系统就是 EDA 电子电路设计系统软件中的佼佼者,它是世界上第一个将 EDA 引入 Windows 环境的电子电路设计开发工具,具有高度的集成性和扩展性。2002 年下半年,Altium 公司(前 Protel Technology 公司)推出了 Protel DXP,它是一款基于 Windows XP 操作系统的优秀的 EDA 软件,其使用方便,功能强大,能够为电子设计工程师提供全面的解决方案。

本书从实际应用角度出发,通过典型的电路设计实例,全面介绍了 Protel DXP 集成开发软件的操作方法和使用技巧,详细讲解了电路原理图的绘制方法、PCB 印制电路板的设计步骤和技巧、电路仿真方法和 PCB 印制电路板的信号完整性分析的应用。在介绍每个功能模块的过程中都结合实际工程中的具体实例进行讲解。

本书在介绍 Protel DXP 软件的每个功能模块时,不仅介绍了软件的应用方法,而且还结合电路理论和工程实践详细地阐述电路设计的方法和原则,便于读者迅速掌握 Protel DXP 的主要操作方法和印制电路板设计的技巧。

全书共分 10 章,各章的内容安排如下。

第 1 章介绍了 Protel DXP 的发展、特点、系统的配置要求及其面板和窗口管理。

第 2 章介绍了 Protel DXP 特有的元器件集成库,并通过几个典型的实例介绍了如何创建一个原理图元器件库、PCB 元器件库以及包含多种信息的集成元器件库。

第 3 章~第 8 章详细介绍了 Protel DXP 的电路原理图设计系统和 PCB 印制电路板设计系统。电路原理图设计系统包括电路原理图设计、层次原理图设计和多通道技术、DXP 特有的编译工程工具、原理图中生成各种工程报表的方法以及原理图的高级编辑技巧。PCB 印制电路板设计系统,包括 PCB 印制电路板的一些基础知识、印制电路板编辑器的常用操作以及在印制电路板制作过程中的主要技巧。

第 9 章结合实例讲述了电路仿真方面的相关知识。

第 10 章介绍了 PCB 电路板的信号完整性分析以及设计高频电路时的一些注意点。

本书的每一部分在讲解时均结合了工程实践中典型的设计实例,使读者读完本书后不但可以轻松掌握 Protel DXP 的各种操作技巧,还可以迅速提高在设计印制电路板方面的理论水平。

本书主要面向广大电子电路工程设计人员以及高等院校的师生,同时由于本书具有较高的实用性,也可以作为高级用户的使用参考手册。

本书由毛潮土和王茂飞共同执笔编写,其中第 1 章~第 5 章由王茂飞编写,第 6 章~第 10 章由江西无线电厂的工程师毛潮土编写。另外,在本书的编写过程中,得到了江西无线

电厂的领导和开发院的广大同志的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。另外，魏勇、郝荣福、孙明、李大宇、武思宇、牟博超、李彬、付鹏程、高翔、朱丽云、崔凌、张巧玲、李辉、李欣等同志在整理材料方面给予了编者很大的帮助，在此对他们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，加之编写时间仓促，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。E-mail 地址：hnwangd@163.com 或sckj0001@163.com。

编 者

2005 年 8 月

目 录

第 1 章 Protel DXP简介	1
1.1 Protel DXP 的历史	1
1.2 Protel DXP 的特点	2
1.2.1 人性化的设计环境	2
1.2.2 设计输入	3
1.2.3 工程分析与验证	5
1.2.4 设计实现	7
1.2.5 输出设置和生成报表	9
1.2.6 与其他设计软件的接口	10
1.3 进入 Protel DXP 的集成开发环境	10
1.3.1 启动 Protel DXP	11
1.3.2 Protel DXP 的集成开发环境	11
1.3.3 Protel DXP 的原理图开发环境	12
1.3.4 Protel DXP 的 PCB 开发环境	13
1.3.5 Protel DXP 的仿真波形编辑环境	14
1.3.6 Protel DXP 的 VHDL 编辑环境	14
1.3.7 各编辑器之间的切换	15
1.4 工作面板和窗口的管理	15
1.4.1 工作面板的管理	15
1.4.2 窗口的管理	17
1.5 DXP 的文件管理	21
1.6 习题	23
第 2 章 制作DXP元器件库	24
2.1 元器件库概述	24
2.2 制作原理图元器件库	25
2.2.1 原理图库文件编辑器	26
2.2.2 Library Editor 面板	26
2.2.3 绘图工具	27
2.2.4 制作原理图模型	27
2.3 制作 PCB 元器件库	30

2.3.1	PCB 库文件编辑器	31
2.3.2	PCB Library 面板	31
2.3.3	绘图工具	32
2.3.4	制作 PCB 封装模型	32
2.4	制作集成元器件库	37
2.5	习题	40
第 3 章	电路原理图设计基础	42
3.1	电路板设计步骤	42
3.1.1	电路板设计的全过程	42
3.1.2	电路原理图的设计步骤	42
3.2	进入原理图设计系统	43
3.2.1	新建印制电路板工程	43
3.2.2	新建电路原理图文件	44
3.3	布线工具栏介绍	44
3.3.1	画导线	45
3.3.2	画总线	46
3.3.3	画总线出入线	47
3.3.4	设置网络标号	49
3.3.5	放置电源和接地符号	50
3.3.6	放置输入/输出端口	52
3.3.7	放置线路电气节点	54
3.4	原理图的图纸设置	55
3.4.1	Options 选项组和 Standard Style 选项组	56
3.4.2	Grids 选项组和 Electrical Grid 选项组	58
3.4.3	设置字体和设计信息	59
3.5	原理图的编辑参数设置	60
3.5.1	原理图参数设置	60
3.5.2	图形参数设置	62
3.6	装载元器件库	64
3.7	习题	68
第 4 章	印制电路板设计基础	70
4.1	PCB 设计的基础知识	70
4.1.1	PCB 基础知识	70
4.1.2	元器件封装技术	71
4.1.3	PCB 设计中的几个概念	72

4.2	PCB 设计流程	73
4.3	PCB 编辑环境	74
4.3.1	进入 Protel DXP	74
4.3.2	创建新的 PCB 文件	75
4.3.3	打开一个已存在的 PCB 文件	75
4.3.4	PCB 编辑环境介绍	76
4.3.5	PCB 文件的面板管理	77
4.4	模板的使用	78
4.4.1	使用 PCB 模板	79
4.4.2	使用向导创建 PCB 文件	81
4.5	画面管理	84
4.5.1	画面移动和缩放	84
4.5.2	窗口管理	87
4.5.3	工作区排列	89
4.6	层面管理器	89
4.7	PCB 放置工具栏	94
4.7.1	放置铜膜导线	94
4.7.2	放置直线	96
4.7.3	放置焊盘	97
4.7.4	放置过孔	100
4.7.5	放置字符串	101
4.7.6	放置位置坐标	102
4.7.7	放置尺寸标注	103
4.7.8	设定坐标原点	105
4.7.9	放置元器件封装	105
4.7.10	中心法绘制圆弧	107
4.7.11	边缘法绘制圆弧	108
4.7.12	绘制圆	109
4.7.13	放置矩形填充	110
4.7.14	放置多边形填充	111
4.7.15	陈列式粘贴	113
4.8	印制电路板的智能标注	114
4.8.1	直线尺寸	115
4.8.2	任意方向直线尺寸	115
4.8.3	角度标注	116
4.8.4	半径标注	116

4.8.5	直径标注	117
4.8.6	箭头标注	117
4.8.7	点在基准线上的坐标标注	118
4.8.8	基准线标注	118
4.8.9	中心标注	119
4.9	习题	119
第 5 章	电路原理图设计进阶	122
5.1	图形工具栏介绍	122
5.1.1	Drawing 工具栏	122
5.1.2	绘制直线	123
5.1.3	绘制多边形	124
5.1.4	绘制椭圆弧和圆弧	125
5.1.5	绘制贝塞尔(Bezier)曲线	126
5.1.6	绘制圆角矩形	128
5.1.7	绘制矩形	129
5.1.8	绘制饼图	129
5.1.9	在原理图中添加文字	131
5.1.10	粘贴图片	133
5.2	窗口和元器件操作	134
5.2.1	窗口操作	134
5.2.2	元器件的选择和取消选择	139
5.2.3	元器件的复制、剪切、粘贴和删除	141
5.2.4	元器件的位置调整	142
5.2.5	元器件的排列和对齐	143
5.3	编译工程与查错	145
5.3.1	设置工程选项	145
5.3.2	编译工程	147
5.3.3	使用 Navigator 面板查看原理图	150
5.3.4	使用 Compiled 面板查看原理图	154
5.4	打印输出原理图	155
5.4.1	页面设置	155
5.4.2	打印输出	157
5.5	习题	158
第 6 章	层次原理图设计和多通道技术	160
6.1	层次原理图概述	160

6.2 层次原理图绘制实例	161
6.2.1 层次原理图的母图	162
6.2.2 层次原理图的子图	163
6.3 自上而下的层次原理图设计	163
6.3.1 绘制层次原理图母图	163
6.3.2 绘制层次原理图子图	168
6.4 自下而上的层次原理图设计	169
6.5 层次原理图之间的切换	170
6.5.1 使用 Compiled 面板切换	171
6.5.2 在母图和子图之间切换	171
6.6 多通道原理图绘制实例	174
6.6.1 基于 CPLD 的数字系统概述	174
6.6.2 绘制数字系统的子原理图	175
6.6.3 绘制数字系统的母图	178
6.6.4 多通道原理图之间的切换	181
6.7 习题	183
第 7 章 文本编辑器和报表生成	185
7.1 文本编辑器介绍	185
7.1.1 进入文本编辑器	185
7.1.2 主工具条	185
7.1.3 文本编辑器的 Search 面板	186
7.2 生成网络表	186
7.2.1 设置网络表选项	187
7.2.2 创建网络表	189
7.2.3 创建采用多通道技术的层次原理图的网络表	192
7.3 比较网络表	195
7.4 元器件报表	197
7.5 端口引用参考	198
7.6 输出任务配置文件	199
7.6.1 创建输出任务配置文件	199
7.6.2 输出配置	200
7.6.3 数据文件输出	201
7.7 习题	202
第 8 章 印制电路板设计进阶	203
8.1 规划电路板	203

8.2	载入网络表和元器件封装	205
8.2.1	准备电路原理图和网络表	205
8.2.2	网络表和元器件封装的载入	206
8.3	元件布局	208
8.3.1	设置自动布局约束参数	208
8.3.2	元器件自动布局	212
8.3.3	锁定关键元器件的自动布局	215
8.3.4	手工调整元器件布局	216
8.4	自动布线和手工调整	218
8.4.1	设置自动布线的参数	219
8.4.2	设置自动布线器	232
8.4.3	自动布线	233
8.4.4	手工布线	236
8.5	DRC 校验	240
8.5.1	设置 DRC	240
8.5.2	执行 DRC	241
8.6	PCB 图的绘制技巧	241
8.6.1	调整文字注释	242
8.6.2	使用补泪滴	242
8.7	习题	243
第 9 章	电路仿真	245
9.1	与仿真有关的基本概念	245
9.2	仿真元器件参数设置	247
9.2.1	查找仿真元器件	248
9.2.2	设置仿真元器件的参数	250
9.2.3	放置激励源并观察波形	255
9.3	DXP 的仿真方式介绍	264
9.3.1	电路仿真的宏观参数设置	264
9.3.2	电路仿真方式选择	267
9.4	双稳态振荡器电路仿真	272
9.4.1	绘制电路的仿真原理图	273
9.4.2	设置元器件的仿真参数	273
9.4.3	设置仿真激励源	274
9.4.4	设置仿真方式	274
9.4.5	运行仿真程序并分析仿真结果	275
9.5	数字电路仿真	276

9.6 共基极运放电路仿真	278
9.6.1 绘制电路的仿真原理图	278
9.6.2 设置元器件的仿真参数	279
9.6.3 设置仿真激励源	279
9.6.4 设置仿真方式	280
9.6.5 运行仿真程序并分析仿真结果	281
9.7 习题	282
第 10 章 信号完整性分析	284
10.1 信号完整性分析概述	284
10.1.1 基本概念	284
10.1.2 信号完整性分析工具简介	285
10.2 信号完整性分析规则设置	286
10.2.1 激励信号	287
10.2.2 信号过冲的下降沿	289
10.2.3 信号过冲的上升沿	289
10.2.4 信号下冲的下降沿	290
10.2.5 信号下冲的上升沿	290
10.2.6 阻抗约束	291
10.2.7 信号高电平	292
10.2.8 信号基值	292
10.2.9 飞升时间的上升沿	293
10.2.10 飞升时间的下降沿	293
10.2.11 上升边沿斜率	294
10.2.12 下降边沿斜率	295
10.2.13 电源网络	295
10.3 信号完整性仿真	296
10.3.1 设置仿真器选项	297
10.3.2 设置信号完整性分析	299
10.3.3 波形编辑器	305
10.3.4 信号完整性分析实例	306
10.4 高频布线讨论	308
10.4.1 高频布线应该考虑的问题	308
10.4.2 高频布线时的抗干扰问题	309
10.5 习题	310

第1章 Protel DXP简介

随着电子技术的迅速发展和芯片生产工艺的不断提高,现在的电子电路板变得越来越复杂,电路板上的芯片越来越小,且封装各异。电路板的层数越来越多(从简单的单面板到实用的双面板以及制作复杂的多层板)电路板上的布线密度也越来越高,以及可编程逻辑器件的快速发展,使得电子工程师们靠手工方式设计电子线路板已经变得不现实了。然而计算机技术的发展,使计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)的工具如雨后春笋一样发展起来,为电子工程师们解决了燃眉之急,电子线路自动设计工具(EDA)就是 CAD 的一个分支,其中影响较大的有 Protel, PowerPCB, AutoCAD 等。

目前,国内最流行的电子线路的板级设计工具是 Protel,同时 Altium 公司也是目前世界上最大的板级系统集成供货商。Altium 公司于 2002 年推出了 Protel DXP,它是该公司耗费两年时间开发出来的电路设计软件。现在,Protel 的最新版本是 Protel 2004,它只是在 Protel DXP 各个模块的基础上作了功能性的修正,鉴于目前广大用户仍然使用的是 Protel DXP,本章将扼要地介绍 Protel DXP 的各大模块的特点、使用方法和技巧。

1.1 Protel DXP 的历史

1988 年,美国的 ACCEL Technologies Inc 公司推出了世界上第一个电子线路自动化设计软件——TANGO 软件包,彻底改变了电子工程师们的工作方式,把他们从艰苦、繁琐的电子线路设计工作中解放出来。随后不久,Altium 公司的前身 Protel Technology 公司推出了 Protel for DOS,它是第一代基于 DOS 的 Protel 软件。

进入 20 世纪 90 年代,随着计算机硬件技术水平的提高以及 Windows 操作系统的推出,Protel Technology 公司及时推出了基于 Windows 的 Protel 软件——Protel for Windows 1.0 版。随后 Protel 公司又于 1994 年推出了 Protel for Windows 2.0 版,在 1997 年推出了 Protel for Windows 3.0 版。在 3.0 版本中,Protel Technology 公司把 CUPL 公司的 CPLD 技术集成到 Protel 中,使得该软件可以进行可编程逻辑器件的设计。

到 1998 年,Protel 公司推出了 Protel 98,它是一个 32 位的 EDA 软件,并且大大改进了自动布线技术,使得印制电路板自动布线真正走向了实用。在 1999 年又推出了 Protel 99,2000 年推出了 Protel 99SE,使得该软件成为集成多种工具软件的桌面级 EDA 软件。

2001 年,Protel Technology 公司改名为 Altium 公司,到 2002 年下半年,Protel Technology 公司成功地整合了多家重量级的 EDA 软件公司,从而成为业界名列前茅的巨无霸,与此同时 Altium 推出了令人期待的最新产品 Protel DXP。它是基于 Windows XP 的一款优秀的 EDA 软件,使用方便,功能强大,能够为电子工程师提供全面的解决方案,并且继承了 Protel 系列软件的诸多优点,在许多方面均有大幅提高。

1.2 Protel DXP 的特点

Protel DXP 软件与 Altium 公司以前的产品——Protel 99/99SE 相比有很多新的功能和特点, 这些新功能和特点归纳如下。

1.2.1 人性化的设计环境

1. 设计环境高度集成

Protel DXP 建立在 Altium 独特的设计管理器综合平台上。设计管理器允许 Protel DXP 系统的各个功能模块在一起交互工作, 各种设计工具之间无缝集成, 同步化程度更高, 就像操作单一的软件工具一样, 界面是统一的。

2. 操作环境自行设置

Protel DXP 为用户提供了一个集成的、用户可自定义的操作环境, 支持各种操作环境设计方案。用户可以实现操作环境个性化。例如, 根据需要将工作面板设置为固定、浮动或自动隐藏模式, 将工具条拖动到其他位置或以浮动方式显示。

此外, Protel DXP 还提供了资源个性化功能, 用户可以自行设定、修改、添加和删除菜单命令以及工具按钮。

3. 强大的过滤功能

过滤功能是指当选中一个对象时, 未被选中的部分会变成半透明状。这样, 用户就可以更加清晰地定位到选中的对象, 效果如图 1-1 所示。

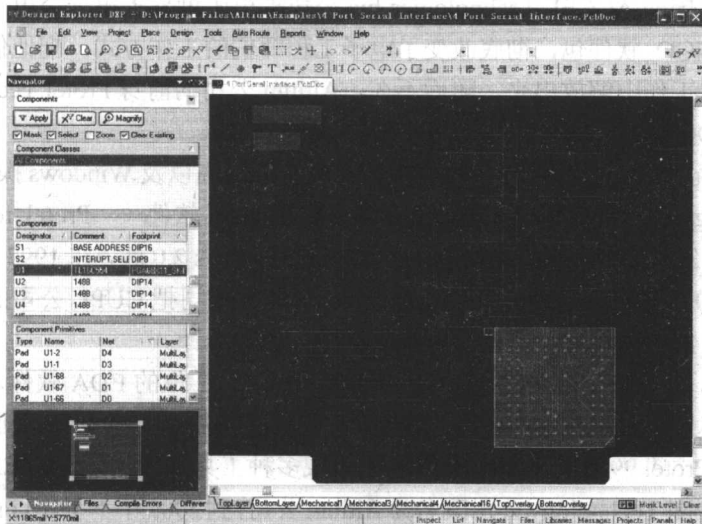


图 1-1 过滤显示效果

4. 多种查询驱动的筛选系统

查询是 Protel DXP 中采用的独特的驱动方式。通过多种查询驱动的筛选系统, 用户可

以快速地找到要查看的对象，同时被选对象将被自动放大显示，效果如图 1-2 所示。

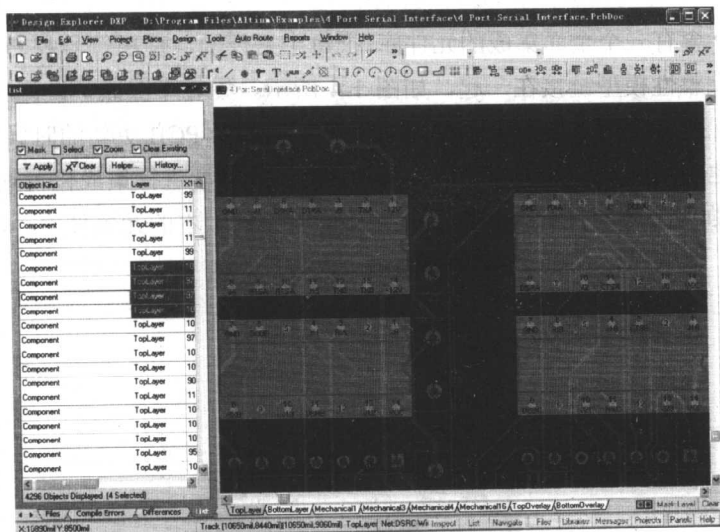


图 1-2 自动放大显示

1.2.2 设计输入

Protel DXP 提供了丰富和全面的集成输入系统，全面支持 PCB 和 FPGA 设计。

1. 更强大的层次原理图设计

Protel DXP 对层次原理图图纸的层数和设计的深度没有限制。原理图编辑器提供了原理图子图模块符号，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，如图 1-3 所示。

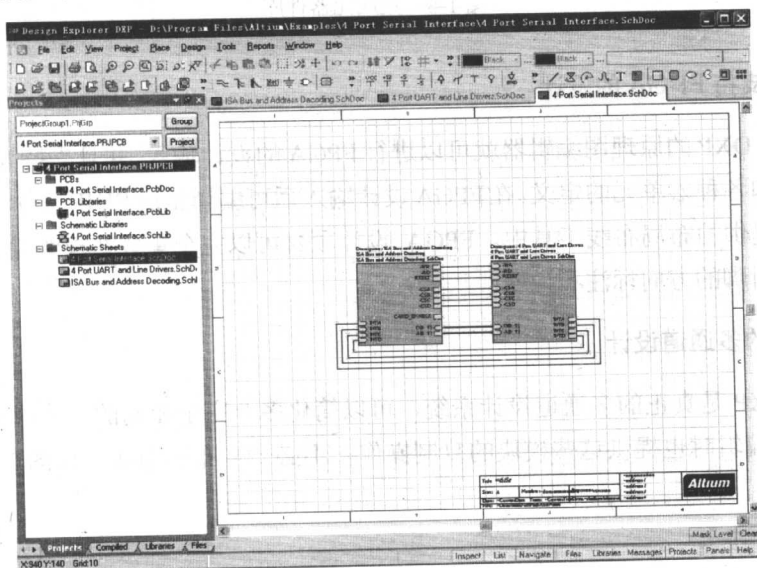


图 1-3 Protel DXP 的层次原理图设计

2. 集成元器件库的使用

Protel DXP 含有一个全面集成的元件库,把每个元件的原理图符号和 PCB 封装、SPICE 模型以及信号完整性模型链接在一起,如图 1-4 所示。集成库保证了设计者在需要的时候能够获得各种元件模型数据,例如仿真时需要 SPICE 模型,PCB 更新的时候需要封装模型。无论是否在本机安装 Protel DXP,集成库都可以对元件模型进行集成化管理。此外,Protel DXP 还提供了强大的库元件查询功能,并且支持以前低版本的元器件库,向下兼容。

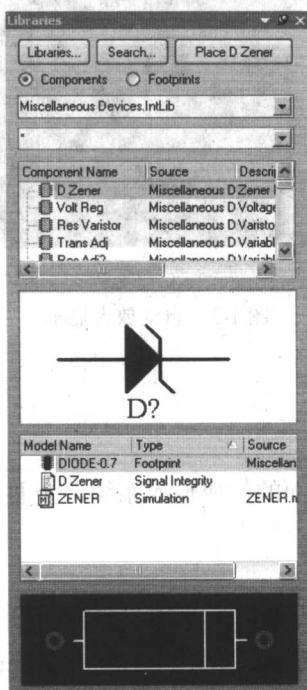


图 1-4 集成元器件库

3. 全面支持 FPGA 的设计

用 Protel DXP 的原理图编辑器就可以进行 FPGA 的设计输入,并且支持 Xilinx 和 Altera 的元器件库和各种宏单元的定义。在 FPGA 设计输入后可编译生成 EDIF 文件,导入到 FPGA 器件供应商提供的布局布线工具中。FPGA 设计项目可以完全集成在板级设计项目中,还支持 FPGA 引脚的方向标注和说明。

4. 真正的多通道设计

Protel DXP 是真正的多通道设计系统,可以简化多个完全相同的子模块的重复输入设计,在 PCB 编辑时也提供这些模块的复制操作,不必一一布局布线,如图 1-5 所示。

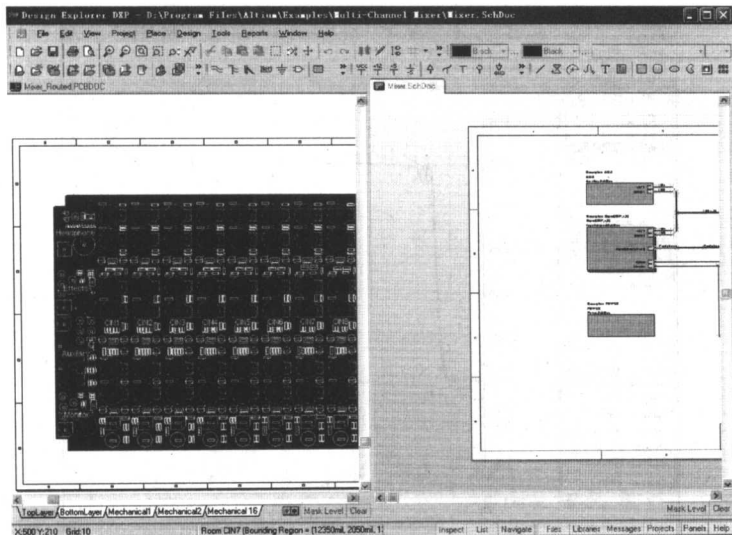


图 1-5 简化多个完全相同的子模块的重复输入设计

1.2.3 工程分析与验证

1. 强大的数模混合仿真

基于最新的 SPICE 3f5 和 XSPICE 仿真, Protel DXP 强大的数模混合电路设计和 Protel 的原理图紧密结合, 在设计输入之后即可仿真, 无需再将文件输出到其他模块中进行。XSPICE 扩展的数字 SimCode 高级语言可以描述模型的数字器件的信号延迟、输入/输出负载和电源。

仿真引擎除了可以进行一些常规的仿真方法分析之外, 还可以进行温度、参数扫描、蒙特卡洛元件容差分析。所有的仿真设置都直观地在同一个对话框中进行, 仿真结果在波形观察器中显示, 一次可显示多个波形, 便于分析对比, 并全面支持波形结果的数字变换。波形观察器同时可显示 4 组坐标波形, 如图 1-6 和图 1-7 所示。

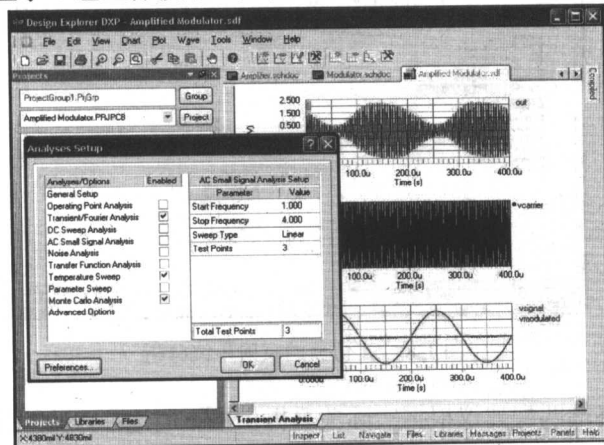


图 1-6 仿真设置和波形显示