



CAD/CAM/CAE工程应用丛书

电子篇

# Protel 2004

## 电路原理图 及PCB设计

● 清源科技 编著



CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

# Protel 2004 电路原理图及 PCB 设计

清源科技 编著



机械工业出版社

2004年初, Altium公司推出了最新版本的 Protel 软件——Protel 2004。与以前的版本相比较, Protel 2004 的功能得到进一步增强: Protel 2004 的改进型 Situs 自动布线规则大大提高了布线的成功率和准确率;此外, Protel 2004 全面支持 FPGA 设计技术。本书从实用角度出发, 全面介绍了使用 Protel 2004 进行电路设计和 PCB 制作的基本方法, 详细讲解了电路原理图和印制电路板的设计方法、电路仿真和 PCB 信号完整性分析。本书以讲解实例为主, 将 Protel 2004 的各项功能结合起来, 以便使读者能尽快掌握电路设计的方法。

本书内容详实、条理清晰、实例丰富, 可以作为广大电路设计工作者以及大中专院校师生学习 Protel 2004 的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 2004 电路原理图及 PCB 设计/清源科技编著.

—北京: 机械工业出版社, 2005.1

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 7-111-15409-6

I . P . . . II . 清 . . . III . 印刷电路—计算机辅助设计  
—应用软件, Protel 2004 IV . TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 104809 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 郭燕春

责任印制: 李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·20 印张·496 千字

0 001--5 000 册

定价: 30.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 出版说明

随着信息技术在各领域的迅速渗透，CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用，从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式，对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早，使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及到机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头，不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计，而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发，以保持自己技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在建筑工程中的应用，不但可以提高设计质量，缩短工程周期，还可以节约大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性，掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧，已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的，只有将计算机技术和工程实际结合起来，才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑，机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书按照相应的工程应用领域划分为三个系列：机械篇、电子篇和建筑篇。其中，机械篇涉及 AutoCAD、Pro/Engineer、UG、SolidWorks、MasterCAM、Ansys 等有关机械设计、性能分析、制造技术方面的应用；电子篇涉及 Protel、VHDL/FPGA、Matlab 等有关电子、通信领域的电子电路设计、印制电路板设计、电路仿真等方面的应用；建筑篇主要包括 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作，配以大量具代表性的实例，并融入了作者丰富的实践经验，使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点，是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社



# 前 言

Altium 公司的 Protel 最新版本是 Protel 2004, 该产品是 DXP 2004 的一个重要模块。Protel 2004 是第一套完整的板卡级设计系统, 可以真正实现在单个应用程序中的集成, Protel 2004 可以选择最适当的设计途径, 并按用户指定的方式工作。Protel 2004 构建于一整套板级设计及实现特性上, 其中包括原理图设计、印制电路板设计、混合信号电路仿真、布局前/后信号完整性分析、规则驱动 PCB 布局与编辑、改进型拓扑自动布线及计算机辅助制造 (CAM) 输出等。Protel 2004 的功能在 Protel DXP 版本的基础上得到进一步增强, 以支持 FPGA 及其他可编程器件设计及其在 PCB 上的集成。Protel 2004 的 PCB 电路图设计系统利用了 Windows XP 和 Windows 2000 平台的优势, 具有改进的稳定性、增强的图形功能和超强的用户界面等特点。

Protel 2004 将设计从概念到完成所需的全部功能 (包括那些合并到 FPGA 器件中的功能) 合并在一个应用产品中。利用 Protel 2004, 可以完成从原理图设计到 PCB 板级设计的整个过程, 并且可以实现 VHDL 和 FPGA 设计。Protel 2004 还提供了良好的与 FPGA 芯片制造商无缝连接的 FPGA 设计库。另外, Protel 2004 中 PCB 信号完整性分析为电路设计工程师提供了设计正确的保证。目前, Protel 是电子工程师进行电子设计的最常用的软件之一。Protel 2004 凭借其强大的功能大大提高了电子线路的设计效率, 必然成为广大电子线路设计工作者首选的计算机辅助电子线路设计软件。

本书从实用角度出发, 详细介绍了 Protel 2004 最主要的两个部分, 即电路原理图设计、印制电路板设计, 并介绍了电路仿真和信号完整性分析方面的设计技巧。在讲解过程中, 以实例贯通全书, 在每个知识点的讲解中, 均结合相应的实例, 而且在每讲完一个相关的章节后, 还以一个典型的实例进行深化。全书以多个典型的工程设计实例讲述在 Protel 2004 环境下, 如何完成电路原理图设计和 PCB 的制作, 以及电路仿真和信号完整性分析。

全书共 10 章, 第 1~5 章为 Protel 2004 的电路原理图设计部分; 第 6~9 章是 PCB 电路板设计知识与实例讲解; 第 10 章讲述了电路仿真和 PCB 信号完整性分析。每章均结合了典型设计实例进行讲解, 使读者可以轻松掌握 Protel 2004 各功能模块的使用。

本书可作为广大电路设计工作者以及大中专院校师生学习 Protel 2004 的参考书; 同时本书又具有一定的深入性, 也可以作为有一定经验的 Protel 使用人员的参考手册。

本书由胡荣、姚鹏翼、姜培刚、郑巍和江思敏编写。由于作者水平有限, 时间仓促, 书中缺点和不足在所难免, 敬请广大读者批评指正。

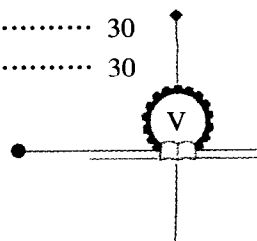
编 者

# 目 录

出版说明

前言

<b>第 1 章 Protel 基础</b> .....	1
1.1 Protel 2004 的特性 .....	1
1.2 Protel 2004 的新功能介绍 .....	2
1.2.1 原理图设计功能 .....	2
1.2.2 设计同步 .....	4
1.2.3 PCB 设计 .....	4
1.2.4 Situs 自动布线器 .....	4
1.2.5 PCB 板层 .....	4
1.2.6 FPGA 设计 .....	4
1.3 Protel 2004 设计环境 .....	5
1.3.1 DXP 主界面 .....	6
1.3.2 新建文件菜单介绍 .....	9
1.3.3 文件工作区面板介绍 .....	10
1.4 设置 Protel 2004 环境参数 .....	10
1.5 Protel 2004 的原理图编辑模块 .....	13
1.6 Protel 2004 的 PCB 模块 .....	15
1.7 Protel 2004 文件管理 .....	16
1.8 设置和编译项目 .....	19
1.8.1 检查原理图的电气参数 .....	20
1.8.2 设置比较器 .....	21
1.8.3 ECO 设置 .....	22
1.8.4 输出路径和网络表设置 .....	22
1.8.5 多通道设置 .....	24
1.8.6 搜索路径设置 .....	24
1.8.7 设置项目打印输出 .....	25
1.8.8 编译项目 .....	26
<b>第 2 章 Protel 原理图设计基础</b> .....	27
2.1 原理图的设计步骤 .....	27
2.1.1 电路设计的一般步骤 .....	27
2.1.2 原理图设计的一般步骤 .....	27
2.2 建立新原理图文件 .....	28
2.3 Protel 2004 原理图设计工具 .....	30
2.3.1 原理图设计工具栏 .....	30



2.3.2	图纸的放大与缩小	32
2.4	设置图纸	33
2.4.1	设置图纸大小	33
2.4.2	设置图纸方向	34
2.4.3	设置图纸颜色	35
2.4.4	设置系统字体	36
2.5	网格和光标设置	36
2.5.1	设置网格的可见性	36
2.5.2	设置网格的形状	37
2.5.3	电气节点	38
2.5.4	设置光标	38
2.6	文档参数设置	38
2.7	设置原理图的环境参数	40
2.7.1	设置原理图环境	40
2.7.2	设置图形编辑环境	43
2.7.3	设置默认的基本单元	45
2.7.4	OrCAD 选项	45
<b>第 3 章</b>	<b>原理图设计提高</b>	<b>47</b>
3.1	Protel 元件库管理	47
3.1.1	浏览元件库	47
3.1.2	装载元件库	49
3.2	放置元件	50
3.2.1	放置元件的方法	50
3.2.2	使用工具栏放置元件	54
3.3	编辑元件	54
3.3.1	编辑元件属性	54
3.3.2	设置元件的封装	56
3.3.3	设置仿真属性	58
3.3.4	编辑元件参数的属性	59
3.4	元件位置的调整	59
3.4.1	对象的选取	59
3.4.2	元件的移动	62
3.4.3	单个元件的移动	63
3.4.4	多个元件的移动	63
3.4.5	元件的旋转	64
3.4.6	取消元件的选择	64
3.4.7	复制粘贴元件	65
3.4.8	阵列式粘贴元件	66
3.4.9	元件的删除	67

3.5	元件的排列和对齐 .....	67
3.6	放置电源与接地元件 .....	70
3.7	放置节点和连接线路 .....	71
3.7.1	放置节点 .....	71
3.7.2	连接线路 .....	72
3.8	更新元件流水号 .....	72
3.9	绘制原理图的基本图元 .....	75
3.9.1	画导线 .....	76
3.9.2	画总线 .....	77
3.9.3	画总线出入端口 .....	77
3.9.4	设置网络名称 .....	80
3.9.5	放置输入输出端口 .....	82
3.9.6	放置电路方块图 .....	84
3.9.7	放置电路方块图的端口 .....	86
3.10	绘制图形 .....	88
3.10.1	绘图工具栏 .....	88
3.10.2	绘制直线 .....	88
3.10.3	绘制多边形 .....	89
3.10.4	绘制圆弧与椭圆弧 .....	90
3.10.5	放置注释文字 .....	91
3.10.6	放置文本框 .....	92
3.10.7	绘制矩形 .....	93
3.10.8	绘制圆与椭圆 .....	95
3.10.9	绘制饼图 .....	96
3.10.10	绘制 Bezier 曲线 .....	97
3.11	FPGA 应用板原理图设计实例 .....	97
3.11.1	FPGA 应用板的介绍 .....	97
3.11.2	原理图的设计基本步骤 .....	98
3.11.3	FPGA 应用板原理图的绘制过程 .....	99
3.11.4	建立层次原理图 .....	106
3.12	译码电路的设计 .....	107
3.13	检查原理图的电气连接 .....	109
3.13.1	设置电气连接检查规则 .....	109
3.13.2	检查结果报告 .....	110
3.14	生成原理图的报表 .....	111
3.14.1	网络表 .....	111
3.14.2	产生元件列表 .....	113
3.14.3	元件交叉参考表 .....	115
3.14.4	项目层次表 .....	115



3.14.5	原理图的打印输出 .....	116
<b>第 4 章</b>	<b>层次原理图设计 .....</b>	<b>119</b>
4.1	层次原理图的设计方法 .....	119
4.2	建立层次原理图 .....	120
4.3	由方块电路符号产生新原理图中的 I/O 端口符号 .....	127
4.4	由原理图文件产生方块电路符号 .....	128
4.5	生成层次表 .....	129
4.6	建立多通道原理图 .....	129
<b>第 5 章</b>	<b>制作元件与建立元件库 .....</b>	<b>133</b>
5.1	元件库编辑器 .....	133
5.2	元件库的管理 .....	134
5.2.1	元件库编辑管理器 .....	134
5.2.2	利用 Tools 菜单管理元件 .....	137
5.3	元件绘图工具 .....	139
5.3.1	一般绘图工具 .....	139
5.3.2	绘制引脚 .....	139
5.3.3	IEEE 符号 .....	141
5.4	创建一个新元件 .....	142
5.5	生成项目的元件库 .....	149
5.6	产生元件报表 .....	150
5.6.1	元件报表 .....	150
5.6.2	元件库报表 .....	150
5.6.3	元件规则检查表 .....	151
<b>第 6 章</b>	<b>印制电路板设计基础 .....</b>	<b>153</b>
6.1	印制电路板概述 .....	153
6.1.1	印制电路板结构 .....	153
6.1.2	元件封装 .....	153
6.1.3	铜膜导线 .....	155
6.1.4	助焊膜和阻焊膜 .....	155
6.1.5	层 .....	155
6.1.6	焊盘和过孔 .....	156
6.1.7	丝印层 .....	156
6.1.8	敷铜 .....	157
6.2	印制电路板布线流程 .....	157
6.3	印制电路板设计的基本原则 .....	157
6.3.1	布局 .....	158
6.3.2	布线 .....	158
6.3.3	焊盘大小 .....	159
6.3.4	印制电路板电路的抗干扰措施 .....	160

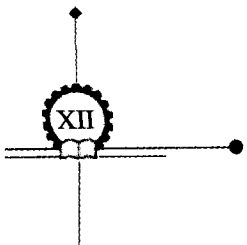
6.3.5	去耦电容配置 .....	160
6.3.6	各元件之间的接线 .....	160
6.4	在项目中建立 PCB 文件 .....	161
6.5	印制电路板设计编辑器 .....	166
6.5.1	印制电路板编辑器界面缩放 .....	166
6.5.2	工具栏的使用 .....	167
6.6	设置电路板工作层 .....	168
6.6.1	层的管理 .....	168
6.6.2	设置内部电源层的属性 .....	169
6.6.3	定义层和设置层的颜色 .....	170
6.6.4	印制电路板选项设置 .....	172
6.7	印制电路板电路参数设置 .....	173
<b>第 7 章</b>	<b>制作印制电路板 .....</b>	<b>180</b>
7.1	印制电路板布线工具 .....	180
7.1.1	交互布线 .....	180
7.1.2	放置焊盘 .....	182
7.1.3	放置过孔 .....	184
7.1.4	补泪滴设置 .....	186
7.1.5	放置填充 .....	186
7.1.6	放置多边形平面(敷铜) .....	187
7.1.7	分割多边形 .....	189
7.1.8	放置字符串 .....	189
7.1.9	放置坐标 .....	190
7.1.10	绘制圆弧或圆 .....	191
7.1.11	放置尺寸标注 .....	193
7.1.12	设置初始原点 .....	194
7.1.13	放置元件封装 .....	194
7.2	单面板与多层板制作简介 .....	197
7.3	规划电路板和电气定义 .....	198
7.3.1	手动规划电路板 .....	198
7.3.2	使用向导生成电路板 .....	199
7.4	准备原理图和印制电路板 .....	201
7.5	元件封装库的操作 .....	202
7.5.1	装入元件库 .....	202
7.5.2	浏览元件库 .....	203
7.5.3	搜索元件库 .....	204
7.6	网络与元件的装入 .....	205
7.7	元件的自动布局 .....	207
7.8	手工编辑调整元件的布局 .....	209

7.8.1	选取元件 .....	209
7.8.2	旋转元件 .....	209
7.8.3	移动元件 .....	210
7.8.4	排列元件 .....	211
7.8.5	调整元件标注 .....	212
7.8.6	剪贴复制元件 .....	213
7.8.7	元件的删除 .....	213
7.9	添加网络连接 .....	214
7.10	设计规则的设置 .....	217
7.10.1	布线基本知识 .....	217
7.10.2	布线设计规则的设置 .....	218
7.11	交互手动和自动布线 .....	227
7.11.1	交互手动布线 .....	227
7.11.2	自动布线 .....	230
7.12	手工调整印制电路板 .....	233
7.12.1	调整布线 .....	234
7.12.2	对印制电路板敷铜 .....	235
7.12.3	电源/接地线的加宽 .....	236
7.12.4	文字标注的调整 .....	237
7.12.5	印制电路板补泪滴处理 .....	240
7.13	设计规则检查 .....	241
7.14	完成 FPGA 应用板的印制电路板 .....	242
7.14.1	印制电路板布线设计 .....	242
7.14.2	印制电路板的 3D 显示 .....	246
<b>第 8 章</b>	<b>制作元件封装 .....</b>	<b>248</b>
8.1	元件封装编辑器 .....	248
8.1.1	启动元件封装编辑器 .....	248
8.1.2	元件封装编辑器介绍 .....	249
8.2	创建新的元件封装 .....	249
8.2.1	元件封装参数设置 .....	250
8.2.2	层的管理 .....	251
8.2.3	放置元件 .....	252
8.2.4	设置元件封装的参考点 .....	254
8.3	使用向导创建元件封装 .....	255
8.4	元件封装管理 .....	258
8.4.1	浏览元件封装 .....	258
8.4.2	添加元件封装 .....	259
8.4.3	元件封装重命名 .....	259
8.4.4	删除元件封装 .....	259



8.4.5	放置元件封装 .....	260
8.4.6	编辑元件封装引脚焊盘 .....	260
8.5	创建项目元件封装库 .....	260
<b>第 9 章</b>	<b>印制电路板报表 .....</b>	<b>262</b>
9.1	生成电路板信息报表 .....	262
9.2	生成网络状态报表 .....	263
9.3	生成元件报表 .....	264
9.3.1	生成元件报表的一般方法 .....	264
9.3.2	生成元件报表的简单方法 .....	267
9.4	生成 NC 钻孔报表 .....	267
<b>第 10 章</b>	<b>电路仿真及信号完整性分析 .....</b>	<b>270</b>
10.1	Protel 的仿真元件库描述 .....	270
10.1.1	仿真信号源的元件库 .....	270
10.1.2	仿真专用函数元件库 .....	272
10.1.3	仿真数学函数元件库 .....	272
10.1.4	信号仿真传输线元件库 .....	272
10.1.5	常用元件库 .....	273
10.1.6	元件仿真属性编辑 .....	273
10.1.7	仿真源工具栏 .....	274
10.2	初始状态的设置 .....	274
10.2.1	节点电压 (NS) 设置 .....	275
10.2.2	初始条件 (IC) 设置 .....	275
10.3	仿真器的设置 .....	276
10.3.1	进入分析 (Analysis) 主菜单 .....	276
10.3.2	一般设置 .....	276
10.3.3	瞬态特性分析 .....	276
10.3.4	傅里叶分析 .....	277
10.3.5	交流小信号分析 .....	278
10.3.6	直流分析 .....	279
10.3.7	蒙特卡罗分析 .....	279
10.3.8	参数扫描分析 .....	280
10.3.9	温度扫描分析 .....	281
10.3.10	传递函数分析 .....	281
10.3.11	噪声分析 .....	282
10.3.12	极点-零点分析 .....	283
10.4	设计仿真原理图 .....	283
10.5	电路仿真实例 .....	285
10.5.1	模拟电路仿真实例 .....	285
10.5.2	数字电路仿真实例 .....	290

10.6	PCB 信号完整性分析概述 .....	293
10.7	设置信号完整性分析规则 .....	294
10.8	PCB 信号完整性分析器 .....	298
10.8.1	启动信号分析器 .....	298
10.8.2	信号完整性分析器设置 .....	299
10.9	PCB 信号波形分析 .....	304



# 第1章 Protel 基础

本章讲述 Protel 2004 的设计环境和参数的设置,并简单介绍了原理图编辑、PCB 模块和 Protel 文件管理等内容。读者可以从本章学习到 Protel 电路设计软件的一些基础知识。

## 1.1 Protel 2004 的特性

Protel 2004 将设计从概念到完成所需的全部功能(包括那些合并到 FPGA 器件中的功能)合并到一个应用产品中。相对于 Protel DXP 版本,Protel 2004 具有以下特性:

### 1. 层次化多信道原理图编辑环境

Protel 的原理图编辑环境支持针对板级 PCB 或 FPGA 级的设计解决方案。扩展的项目导航特性和错误检查允许用户以一个合理的方式,即具有从顶部到底部或从底部到顶部分割设计支持的方式进行设计。对原理图的数量和层次深度没有任何限制,用户可以实现任意复杂的设计。

### 2. 混合模式的 SPICE 3f5/Xspice 仿真

Protel 2004 使集成的信号仿真成为现实。用户可以直接从原理图编辑环境运行混合信号 SPICE 3f5/XSpice 仿真,并且可以完整地实现仿真分析,包括例如温度和蒙特卡罗(MonteCarlo)组件误差扫描等先进的仿真分析。

在集成库中,Protel 具有 16 000 多个预设置好的仿真组件,并且新的模块可以很容易建立并附加到任何组件中。

### 3. 布局前后的信号完整性分析

初步的阻抗和反射仿真可以在最终板级布线之前的原理图中实现,允许对潜在的问题进行仿真分析,例如不匹配的网络阻抗检查。完整的阻抗、信号反射和串扰分析可以在最终的印制电路板上进行,以便检查设计的实际性能。

信号完整性分析内置于 Protel 2004 设计规则系统中,允许将信号完整性问题作为通用的板级 DRC 检查过程中的一项。

当信号完整性问题被发现时,Protel 的结果顾问(Termination Advisor)会通过应用不同的信号到有问题的网络来仿真其效果,从而帮助设计人员选择最好的方法进行修改。

### 4. 基于 FPGA 设计的现场交互式开发

Protel 2004 版产品是第一个认识到 FPGA 在当今电子设计中重要性不断提高的板级设计系统。它具有基于 FPGA 的元件库,这些元件库可以用于原理图级的布线,使得不需要 HDL(硬件描述语言)也能完成一个基于 FPGA 的设计。基于 FPGA 的组件是预综合和预验证的,可以用于许多目标器件,从而可以很容易改变目标器件。Protel 也支持基于 VHDL 的 FPGA 器件的开发过程。

为了使 FPGA 的设计更加容易,Protel 2004 可以和 Altium 公司独有的 NanoBoard 一起

工作,从而可以实现交互执行和调试用户的 FPGA 设计。虚拟的仪器和边界扫描技术使用户通过 NanoBoard 实现用户的交互设计,并且了解 FPGA 的内部信号。当用户改变电路时,只需要重新下载设计到 NanoBoard 便可进一步调试。在现场交互设计(LiveDesign)开发中,Altium 会调用这种实时交互设计过程。这种现场交互设计允许用户快速开发基于 FPGA 的应用,而不用基于 HDL 的仿真。

### 5. PCB 和 FPGA 项目之间的自动 FPGA 管脚同步

在 PCB 和 FPGA 项目之间,使 FPGA 引脚配置同步的繁重而易错的任务可以由系统自动进行处理,并且多个 FPGA 扫描特性使用户可以自动优化基于 FPGA 的板级设计。

### 6. 规则驱动的板级布线和编辑

使用 Protel 的规则驱动 PCB 布线和编辑环境,用户可以完全控制板级设计过程,可以使用 49 个不同规则定义用户板,这些规则覆盖了包括布线、高速和制造等 10 个类别。Protel 使用查询来执行哪条规则用于哪个对象,并且使用户可对规则目标进行精确控制。因为规则是层次化的,用户可以控制规则应用的顺序。

在布线时,Protel 可以修改线宽(Track width)和绝缘(Clearance)的规则,从而确保用户设计没有违反规则。

### 7. 综合集成化的库

Protel 2004 拥有 68000 多个元件的设计库,包含用于原理图 FPGA 设计的预综合元件的集成库。集成库允许将原理图符号和它们相对应的模块结合,如 PCB 封装、SPICE 和信号完整性模块。

Protel 2004 对以前版本的 Protel 原理图和 PCB 库的格式依然支持,以确保用户自定义的库很容易导入到 Protel 2004 环境中。

### 8. 改进的 Situs 型自动布线

Protel 2004 采用了改进型 Situs 自动布线规则。这种改进型的布线规则以及内部算法的优化都大大提高了布线的成功率和准确率,从而使设计者可以处理高密度组件封装和板级设计。

与传统的基于形状的布线器不同,Protel 的自动布线器可以很容易以非直角方向布线路径,从而对层执行智能连接分配。

### 9. 完整的 CAM 输出和编辑性能

Protel 2004 支持广泛的输出类型,包括 ODB++、Gerber 和 NC Drill(NC 钻孔)。网络表输出格式包括 EDIF、VHDL、Spice 和 Multiwire。Protel 也提供扩展的报告特性和通用的 BOM 产生功能。

## 1.2 Protel 2004 的新功能介绍

Protel 2004 为用户带来了强大的设计增强特性。在讲述如何使用 Protel 2004 进行电路设计和 PCB 布线之前,先简单叙述一下 Protel 2004 的功能。

### 1.2.1 原理图设计功能

(1) 在线错误检查 支持错误实时提示功能。能实时在错误位置显示错误提示符号,提示错误的位置及错误的内容,并依据错误级别提示不同的错误样式。

- (2) 引脚 I/O 显示 支持实时显示 I/O 信息, 在绘图时提供完整详细的信息。
- (3) 交互式的网络导航 支持线段动态 Highlight 功能。
- (4) 层次化导航 支持多种阶层式线路图切换功能, 除了可使用原来的导航, 也可以按〈Ctrl〉键并双击鼠标左键切换使用。
- (5) 原理图面板 新增原理图鸟瞰功能, 可实时放大缩小、移动画面及选取并亮显对象。
- (6) 导航控制 支持动态显示设定, 并可由交互导航控制。
- (7) 淡化 (Dim) 显示模式 新型的淡化模式除提供更方便的设定外, 更能快速执行淡化或取消淡化功能。
- (8) 原理图符号的同步化 在层次式电路中的同步功能更加完善。
- (9) 原理图入口编辑 支持复制、粘贴和移动功能, 并可自动调整适当的大小及位置。
- (10) 浮动信息框 支持实时对象提示信息小窗口, 让使用者能快速地浏览该对象。
- (11) 文本调整 支持九种文字模式定位点, 可随意定义需要的文字基准点。
- (12) 增强的走线功能 Protel 2004 简化了联机的作业操作, 让使用者能更加的轻松操作。
- (13) 增强的自动走线 新的自动走线 (Autowiring) 提供了更多的走线模式, 除了可用〈Shift+Space〉切换模式外, 更可以运用〈Tab〉键进行更详细的设定。
- (14) 线段切除工具 新增线段切除功能, 让用户在绘制线路图时能使用更多的功能。
- (15) 新的自动对焦选项 新增自动对焦功能, 能实时将画面作适当的放大或缩小, 甚至自动淡化需要的画面, 完全不需要让使用者做二次的调整。
- (16) 组件排序 新增的组件排序 (Annotation) 功能, 让使用者可以不必每次都进入排序对话框 (Annotation Dialog) 设定, 直接使用新增的 Quiet 与 Forced 功能即可完成。
- (17) 复制对象 新增一个复制的功能, 它允许使用者只复制所选零件的文字数据。
- (18) 文本标注 新增 post-it 功能, 能随意的标注需要的信息。
- (19) 亮显形状 新增 Highlight Shape 功能, 能提供多种亮显 (Highlight) 外型。形状就像平时在标注数据一样, 可提供圆弧形、矩形及多边形标注图样供使用者选用。
- (20) 网络亮显 新增网络亮显 (Net Highlight) 功能, 便于使用者检查线路。除提供一般预设的亮显样式外, 更能让使用者定制喜爱的亮显样式。
- (21) 组件数据继承 新增零件数据继承 (Component Morphing) 模式, 可让使用者不必重复输入相同的数据, 缩短了使用者的操作时间。
- (22) 单引脚网络 新增单引脚网络 (Single pin net) ERC 检查及 Report 功能, 并提供了单引脚网络转换为 PCB 的功能。
- (23) 对象选择 新增定制选取功能, 可让使用者按照自己的操作习惯, 做不同的选取操作设定。
- (24) 原理图层次的分析 新增层次式原理图检查功能, 可检查出主层原理图与子层原理图的关系。



## 1.2.2 设计同步

原理图 (Schematic) 与 PCB 的比较与同步方式不再是一成不变, 使用者可以定制比较与同步的参数, 使比较的功能与结果更能符合使用者的需求。

## 1.2.3 PCB 设计

- (1) FPGA 引脚优化 支持手动/自动 FPG 器件引脚最佳化功能。自动最佳化功能可支持 Length 或是 Crossovers。
- (2) 交互布线 走线时加强对象检查及自动切换层面功能。
- (3) 板形状 支援圆弧形板框外形。
- (4) 网络亮显 支持多种线段亮显 (Highlight) 功能, 像 (CTRL+Click) 热键。
- (5) 多边形预铺 支持预铺模式, 可增加系统效能 80% 以上。
- (6) ODB++ 输出产生 ODB++ 支持元件、网络表、钻孔、布线和板形状数据。
- (7) NC 钻孔 NC 钻孔 (NC Drill) 支持输出超过 1000 个相同孔径的钻孔信息。

## 1.2.4 Situs 自动布线器

- (1) 布线完成率 提升稳定性能, 大大提高自动布线的完成率。
- (2) SMD 焊盘颈缩 (Neck down) 针对 SMD 焊盘, 提供了焊盘颈缩功能。

## 1.2.5 PCB 板层

Protel 2004 共可进行 74 个板层设计, 包含 32 层 Signal (信号走线层)、16 层 Mechanical (机构层)、16 层 Internal Plane (内层电源层)、2 层 Solder Mask (防焊层)、2 层 Paste Mask (锡膏层)、2 层 Silkscreen (丝印层)、2 层钻孔层 (钻孔引导和钻孔冲压)、1 层 Keep Out (禁止层) 和 1 层 Multi-Layer (横跨所有的信号板层)。

## 1.2.6 FPGA 设计

Protel 2004 完全支持 FPGA 设计流。

- (1) 混合设计技术 混合的原理图/VHDL 设计可以被执行和综合。
- (2) 约束系统 设计约束, 如目标器件、器件引脚映射、引脚规范等可以存储在约束文件中, 可以为一个项目配置多个约束文件, 从而允许相同的设计可以用于不同的 FPGA/PCB 组合。FPGA 设计库, 可以获得面向 FPGA 平台制造商提供的器件和外设库。
- (3) 虚拟仪器 一组可以综合到 FPGA 设计中的虚拟仪器是可获得的。当在现场设计使用的开发板 (如 NanoBoard) 中执行时, 这些虚拟仪器可以用于调试设计。