


<http://www.phei.com.cn>

 实例讲解系列

Protel DXP 2004 SP2 原理图 与PCB设计

◎ 零点工作室
◎ 刘 刚 编 著
◎ 彭荣群



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

TN410.2P
194
1=

实例讲解系列

Protel DXP 2004 SP2 原理图与 PCB 设计

零点工作室 刘 刚 彭荣群 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书基于 Protel DXP 2004 SP2, 结合大量具体实例, 详细阐述了原理图和 PCB 设计技术。书中根据原理图和 PCB 设计流程介绍了原理图和 PCB 设计的基本操作, 编辑环境设置, 元器件封装生成, PCB 生成和布局布线, 各种报表的生成, 电路的仿真和信号完整性分析的方法和技术, 以及用 Protel DXP 进行 VHDL 语言和 FPGA 设计的方法。同时, 作者结合自己在实际设计中积累的大量实践经验, 总结了诸多实际应用中的注意事项。

本书的讲解深入浅出, 先易后难, 循序渐进, 以实例贯穿全书, 是一本即学即用型参考书, 适合从事电路设计的技术人员自学使用, 也可作为相关专业在校学生的教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel DXP 2004 SP2 原理图与 PCB 设计/刘刚, 彭荣群编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.6
(实例讲解系列)

ISBN 978-7-121-04499-1

I. P… II. ①刘… ②彭… III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP 2004
IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 074631 号

责任编辑: 张 剑 特约编辑: 张祖凤

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32.5 字数: 832 千字

印 次: 2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 54.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

《Protel DXP 2004 SP2 原理图与 PCB 设计》读者调查表

尊敬的读者：

欢迎您参加读者调查活动，对我们的图书提出真诚的意见，您的建议将是我们创造精品的动力源泉。

为方便大家，我们提供了两种填写调查表的方式：

1. 您可以登录<http://yydz.phei.com.cn>，进入右上角的读书栏目，填好本调查表后直接反馈给我们。
2. 您可以填写下表后寄给我们（北京海淀区万寿路 173 信箱电子技术分社 邮编：100036）。

姓名：_____ 性别： 男 女 年龄：_____ 职业：_____

电话（寻呼）：_____ E-mail：_____

传真：_____ 通信地址：_____

邮编：_____

1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

封面封底 价格 内容提要、前言和目录 书评广告 出版物名声
作者名声 正文内容 其他_____

2. 您对本书的满意度：

从技术角度 很满意 比较满意 一般 较不满意 不满意
从文字角度 很满意 比较满意 一般 较不满意 不满意
从排版、封面设计角度 很满意 比较满意 一般 较不满意 不满意

3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

邮寄地址：北京海淀区万寿路 173 信箱电子技术分社 张 剑 收 邮编：100036

电 话：(010) 88254450

E-mail: zhang@phei.com.cn

前 言

内容和特点

Protel DXP 是 Altium 公司 2002 年 7 月推出的第 7 代 Protel 系列软件, 是基于 Windows 操作平台的一款产品。它将原理图绘制、电路仿真、PCB 设计、设计规则检查、FPGA 及逻辑器件设计等完美地融合在一起, 为用户提供了全面的设计解决方案, 是电子线路设计人员首选的计算机辅助设计软件。2004 年初, Altium 公司推出了最新版本的 Protel 软件——Protel DXP 2004。与以前的版本相比较, Protel DXP 2004 的功能得到进一步增强, 其改进型 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。SP2 升级包更增强了 Protel DXP 2004 的功能。

Protel DXP 2004 具有强大的设计功能, 完全能够满足电子电路设计的需要, 是目前用户群最大、实际工程应用最广泛的版本。

本书立足于实际设计的具体实现, 使读者在掌握基础知识的同时, 通过实例分析掌握设计方法, 提高实际操作能力。在讲解过程中尽量多地采用具体实例进行辅助说明, 先易后难, 循序渐进, 既对知识点进行了全面系统的讲解, 又为读者提供了简单且容易上机练习的实例。另外, 每章的最后都有相应数量的各类习题供练习, 使读者尽快掌握电路原理图设计方法和技巧。通过对本书的学习, 读者不但能加深对电路设计的理解, 还能掌握电路设计的基本技术和深层技巧。

本书结合了作者多年实际设计的经验和体会, 采用理论讲解与实例演示相结合的讲述方法, 简明清晰、重点突出。在叙述上力求深入浅出、通俗易懂。相信会为读者的学习和工作带来一定的帮助。

全书共 17 章, 各章的主要内容如下:

- 第 1 章 介绍 Protel DXP 2004 SP2 的特点及安装方法
- 第 2 章 介绍原理图的设计窗口和项目的创建、保存和打开
- 第 3 章 介绍原理图设计中元器件的编辑、排列及文档模板的创建
- 第 4 章 介绍层次原理图的设计方法和技巧
- 第 5 章 介绍原理图的电气检查和各种报表的生成
- 第 6 章 介绍原理图制作元器件和建立元器件库的方法
- 第 7 章 介绍原理图仿真的方法和技巧
- 第 8 章 介绍了一个原理图设计综合实例
- 第 9 章 介绍 PCB 设计的基本概念
- 第 10 章 介绍 PCB 设计的基础知识、图元的放置和编辑

- 第 11 章 介绍 PCB 设计的布局与布线
- 第 12 章 介绍 PCB 设计中元器件封装制作及元器件库管理的方法
- 第 13 章 介绍 PCB 设计中各种报表生成和文件输出的方法
- 第 14 章 介绍了一个 PCB 设计综合实例
- 第 15 章 介绍用 Protel DXP 进行信号完整性分析的方法和技巧
- 第 16 章 介绍用 Protel DXP 进行 VHDL 语言和 FPGA 设计的方法
- 第 17 章 介绍 Protel 99 SE 导入向导器的使用方法

读者对象

本书面向的是电子电路专业的设计人员和在校学生，包括：

- 电路设计的初级读者
- 具有一定电路设计基础知识的中级读者
- 从事电子电路设计的专业技术人员
- 学习电路设计的在校学生

为了方便读者的学习，书中所有实例和练习的源文件及用到的素材都能够从零点工作室网站下载。

本书由刘刚、彭荣群担任主要的编写工作，参与本书编写的人员还有张连俊、董延、任鲁涌、范忠奇、柳兆军、夏斌、王立香、卢佩、袁玉英、宋一兵、李文秋、付本国、管殿柱、赵秋玲、张轩、田东、张忠林、马卫东等。

感谢读者选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站 <http://www.zerobook.net>

电子邮箱 gdz_zero@126.com

编 著 者

目 录

第 1 章 认识 Protel DXP 2004	1
1.1 Protel DXP 2004 的特点	2
1.2 Protel DXP 2004 的 SP2 升级包	3
1.3 Protel DXP 2004 安装	4
1.3.1 系统需求	4
1.3.2 Protel DXP 2004 的安装过程	4
1.3.3 SP2 的安装	6
1.3.4 Protel DXP 2004 的启动和中英文界面切换	7
1.4 本章小结	9
1.5 思考与练习	9
第 2 章 原理图设计基础	11
2.1 Protel DXP 主窗口	12
2.1.1 系统菜单	12
2.1.2 工作区面板	15
2.1.3 工具栏和状态栏	16
2.2 Protel DXP 原理图操作入门	17
2.2.1 原理图设计流程	17
2.2.2 新建项目	18
2.3 设置图纸和环境参数	21
2.3.1 文档选项	22
2.3.2 原理图优先设定	25
2.4 原理图设计综合实例	30
2.5 本章小结	51
2.6 思考与练习	51
第 3 章 原理图设计过程	53
3.1 放置电路元素	54
3.1.1 元器件	54
3.1.2 导线	59
3.1.3 总线	62
3.1.4 总线入口	63
3.1.5 网络标签	65
3.1.6 电源端口	67
3.1.7 图纸符号	68
3.1.8 图纸入口	70
3.1.9 输入/输出端口	72

3.1.10	图纸连接符	73
3.1.11	电气节点	74
3.1.12	忽略 ERC 测试点	75
3.1.13	PCB 布线器	76
3.2	非电气绘图工具	78
3.2.1	绘制直线	79
3.2.2	绘制多边形	80
3.2.3	绘制椭圆弧	81
3.2.4	绘制椭圆	83
3.2.5	绘制贝塞尔曲线	85
3.2.6	绘制矩形	86
3.2.7	绘制饼图	87
3.2.8	放置文本字符串	89
3.2.9	放置文本框	90
3.3	电气组件的通用编辑	92
3.3.1	对象的选择与取消	92
3.3.2	对象的复制、剪切、粘贴和删除	93
3.3.3	对象的排列与对齐	95
3.4	原理图编辑高级技巧	99
3.4.1	元器件自动标注	99
3.4.2	文档模板的创建与引用	102
3.4.3	更方便的全局变化	107
3.5	综合实例	110
3.6	本章小结	128
3.7	思考与练习	129
第 4 章	层次原理图设计	131
4.1	层次式电路设计	132
4.1.1	层次电路图的设计方法	132
4.1.2	自顶向下设计层次电路图	132
4.1.3	自底向上设计层次电路图	140
4.1.4	层次图的切换	145
4.1.5	生成层次表	148
4.2	多通道原理图设计	149
4.2.1	设计多通道电路	150
4.2.2	由多通道电路创建层次表	153
4.2.3	切换通道	154
4.3	实例讲解——串行通信电路	155
4.4	本章小结	164
4.5	思考与练习	164

第 5 章 电气检查和生成报表	165
5.1 原理图的电气检查	166
5.1.1 检查规则的设置	166
5.1.2 设置电气连接矩阵	167
5.1.3 检查结果报告	168
5.2 创建网络表	169
5.2.1 设置网络表选项	169
5.2.2 创建网络表	170
5.2.3 网络表的格式	171
5.3 生成元器件列表	172
5.4 生成元器件交叉参考表	175
5.5 输出任务配置文件	176
5.5.1 创建输出任务配置文件	176
5.5.2 输出配置	177
5.5.3 数据输出	178
5.6 实例讲解	179
5.7 本章小结	182
5.8 思考与练习	182
第 6 章 制建元器件与建立元器件库	183
6.1 元器件库编辑器	184
6.1.1 启动元器件库编辑器	184
6.1.2 绘图工具	185
6.2 创建元器件库	186
6.2.1 制作新元器件	186
6.2.2 给元器件添加别名	195
6.2.3 复制元器件	195
6.3 产生元器件报表	198
6.3.1 元器件报表	198
6.3.2 元器件规则检查报表	199
6.3.3 元器件库报表	200
6.4 创建集成元器件库	200
6.4.1 创建集成元器件库项目文档	201
6.4.2 添加库文件	201
6.4.3 编译集成元器件库项目文档	202
6.5 实例讲解	202
6.6 本章小结	207
6.7 思考与练习	207
第 7 章 电路仿真	209
7.1 仿真设置	210

7.2	仿真信号源库	212
7.2.1	电压信号源	213
7.2.2	电流信号源	214
7.3	仿真传输线库	215
7.4	仿真数学函数库	216
7.5	常用仿真元器件库	216
7.6	实用工具栏	218
7.7	初始状态的设置	218
7.7.1	初始条件设置	219
7.7.2	节点设置	220
7.8	电路仿真的一般步骤	222
7.9	电路仿真实例	223
7.10	综合实例	238
7.10.1	模拟电路仿真实例	238
7.10.2	数字电路仿真实例	248
7.11	本章小结	262
7.12	思考与练习	262
第 8 章	原理图设计综合实例	265
8.1	单片机智能温度自动控制系统	265
8.2	本章小结	277
8.3	思考与练习	277
第 9 章	PCB 设计基本概念	283
9.1	PCB 的基础知识	283
9.2	PCB 设计中的术语	285
9.2.1	“层”的概念	285
9.2.2	过孔	285
9.2.3	焊盘	286
9.2.4	飞线	286
9.2.5	安全距离	286
9.3	PCB 的结构	287
9.4	电路板的工作层面	287
9.5	印制电路板设计的基本原则	288
9.6	印制电路板的设计流程	289
9.7	思考与练习	290
第 10 章	PCB 设计基础	291
10.1	PCB 文档的基本操作	292
10.1.1	PCB 文档的创建	292
10.1.2	PCB 文档的保存和打开	298
10.1.3	PCB 设计界面	299

10.2	PCB 环境参数的设置	299
10.2.1	图纸参数设置	299
10.2.2	PCB 编辑器参数设置	301
10.3	PCB 中图件的放置	303
10.3.1	放置圆弧	303
10.3.2	放置圆	307
10.3.3	放置矩形填充	308
10.3.4	放置铜区域	309
10.3.5	放置字符串	310
10.3.6	放置焊盘	311
10.3.7	放置过孔	312
10.3.8	放置导线	313
10.3.9	放置尺寸	316
10.4	规划电路板	317
10.4.1	板层和颜色设置	317
10.4.2	规划物理边界	319
10.4.3	规划电气边界	320
10.5	载入网络表和元器件	320
10.6	本章小结	321
10.7	思考与练习	321
第 11 章	PCB 布局与布线	323
11.1	元器件的布局	324
11.1.1	元器件的自动布局	324
11.1.2	元器件的手动调整布局	324
11.1.3	ROOM 空间摆放	325
11.1.4	元器件的排列	327
11.2	PCB 的布线	327
11.3	自动布线	332
11.4	手动布线	337
11.4.1	手动调整布线	337
11.4.2	手动布线	339
11.5	放置覆铜	340
11.6	补泪滴	341
11.7	本章小结	342
11.8	思考与练习	342
第 12 章	PCB 元器件库管理	343
12.1	创建 PCB 元器件和元器件库	343
12.2	创建项目元器件封装库	349
12.3	创建集成元器件库	350

12.4	本章小结	350
12.5	思考与练习	351
第 13 章	印制电路板的输出	353
13.1	设计规则检查	353
13.2	生成 PCB 信息报表	355
13.3	生成元器件报表	357
13.4	生成网络表状态报表	359
13.5	3D 效果图输出	360
13.6	本章小结	361
13.7	思考与练习	361
第 14 章	综合实例——电子钟	363
14.1	电子钟的设计与制作	363
14.1.1	创建项目文件	364
14.1.2	原理图设计	364
14.1.3	报表生成	369
14.1.4	创建 PCB 文件	372
14.1.5	PCB 布局	376
14.1.6	PCB 布线	377
14.1.7	设计规则检查	379
14.1.8	3D 效果图	380
14.2	本章小结	381
14.3	思考与练习	381
第 15 章	信号完整性分析	383
15.1	信号完整简介	384
15.2	添加信号完整性分析模型	385
15.3	信号完整性规则设置	391
15.4	信号完整性分析设定	398
15.4.1	信号完整性设定选项	399
15.4.2	【信号完整性】对话框	400
15.5	信号完整分析实例	409
15.6	本章小结	419
15.7	思考与练习	419
第 16 章	VHDL 语言与 FPGA 设计	421
16.1	PLD、CPLD、FPGA 的基本概念	422
16.2	VHDL 语言简介	426
16.3	基于原理图的 FPGA 设计	429
16.4	基于 VHDL 语言的设计	441
16.5	VHDL 与原理图的混合设计	449
16.6	本章小结	466

16.7 思考与练习	467
第 17 章 Protel 99 SE 导入向导器	473
17.1 Protel 99 SE 导入向导器的应用	473
17.2 本章小结	478
附录 A Protel DXP 的元器件库	479
附录 B 常用快捷键	501
参考文献	505

第 1 章 认识 Protel DXP 2004



随着科技的不断进步，以及集成电路向超大规模和高密度的方向发展，EDA（Electronic Design Automation）软件已经成为人们进行电子电路设计不可或缺的工具。在计算机辅助电路设计中，各种辅助软件的应用起到了极其重要的作用，它们的应用极大地提高了电子线路的设计效率和设计质量，有效减轻了设计人员的劳动强度和工作的复杂度，为电子工程师提供了便捷的工具。

目前，许多软件公司开发了大量的 EDA 软件。在众多 EDA 软件中，Protel 当之无愧排在前列。随着计算机技术的不断进步，为适应时代的发展，Altium 公司也推出了不同版本的 Protel 软件，Protel DXP 2004 是目前最新的版本，成为新一代的 EDA 前端设计工具。

Protel DXP 为电子学设计带来了全新理念，集成了世界领先的 EDA 特性和技术，提供实现 PCB 和 FPGA 设计的多维输入，Spice 仿真，VHDL 仿真与综合，信号完整性分析和 CAM 文件的编辑与验证等功能。而且，Protel DXP 打破了传统的设计工具模式，提供了以项目为中心的设计环境，包括强大的导航功能、源代码控制、对象管理、设计变量和多通道设计等高级设计方法。



学习目标

- Protel DXP 软件简介、功能特点
- Protel DXP 2004 软件的安装
- Protel DXP SP2 的安装
- Protel DXP 2004 SP2 中英文菜单的切换



实例讲解

- Protel DXP 2004 的安装过程
- Protel DXP 2004 的升级包 SP2 的安装过程
- 中英文切换的操作过程

1.1 Protel DXP 2004 的特点

Protel DXP 充分发挥了计算机技术的优势, 提供了一套完全集成的设计工具, 这些工具能够让设计者很容易地从设计概念形成 PCB 设计。Protel DXP 采用一种新的方法进行 PCB 设计, 使设计人员可以进行任何从概念到完成的任意 PCB 设计而不受设计规格和复杂程度的束缚。Protel DXP 的主要性能和特点如下。

1. 全新一代的 EDA 前端设计工具

Protel DXP 建立在独特的设计浏览器集成平台上。设计浏览器允许 Protel DXP 系统的各个模块交互工作在一起, 就像操作单一的模块工具一样, 界面统一。

2. 数模混合电路仿真功能

Protel DXP 能够在原理图输入阶段进行信号完整性分析, 有效避免了设计师在设计初级阶段存在的问题, 极大提高了设计师的设计效率。

3. 支持 FPGA 设计

Protel DXP 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, 还能实现原理图和 VHDL 混合输入, 并提供了强大的 VHDL 仿真和综合功能。

4. PLD 设计

PLD 提供多功能的开发环境。设计输入方式灵活, 可以采用原理图输入, 或用工业标准的 CUPL、VHDL 硬件描述语言进行编程, 也可以采用原理图和 VHDL 混合输入方式。可生成器件编程和测试所需的全部文件, 为 CPLD 设计提供了良好的解决方案。

5. 以“规则驱动”为核心, 提供强大的 PCB 设计工具

Protel DXP 的 PCB 设计系统为用户提供了一个图形化的人机交互设计平台和一系列完备的设计规则, 以及强大且完全可控的参数化设计手段。

6. 先进的自动布线功能

Protel DXP 基于拓扑逻辑路径影射技术的自动布线器, 完全摆脱了基于网络、基于形状自动布线技术的正交几何约束。

7. 信号完整性前/后端分析

Protel DXP 包含一组全面的信号完整性设计规则, 内容包括网络阻抗、过冲、下冲、延迟时间、信号斜率等。标准 DRC 报告给出违背信号完整性设计规则细节, 信号完整性面板集成 SI 分析工具, 可以方便完成各种信号完整性设置和分析。在 PCB Layout 之前进行信号完整性分析, 用户可以在原理图阶段发现、解决可能出现的阻抗失配、反射等信号完整性问



题。板级信号完整性分析使用户可以在 PCB 加工之前发现和纠正潜在信号完整性问题。

8. PCB 机电一体化设计

Protel DXP 的 View3D 可以提供 PCB 版图设计真实的、尺寸精确的 3D 视图;提供 VRML 和 IDF 格式输出。可以和机械 CAD 双向接口,并可以用 Web 浏览器直接形象地表示出器件和 PCB 整板结构,使机电设计有机地结合为一体,真正实现机电一体化设计。

9. 真正实现 PCB 制造的 CAM (Computer Aided Manufacturing) 系统

智能导入/导出工具能够提供全方位的导入/导出选项,能够导入和导出 ODB++ 文件和 IPC-D356 网络表,真正地将很多 PCB 设计系统的光绘文件转换成 Protel PCB 文件,另外还能够快捷导入和转换其他 CAM 格式的严格的设计信息。

1.2 Protel DXP 2004 的 SP2 升级包

SP2 (服务包 2) 提供了众多的新特性和增强功能,将会大大节省设计人员的设计时间,提高设计人员的设计效率和改进设计者的工作流程,使设计者使用 Protel DXP 能更快速地完成更复杂的设计。SP2 包含了超过 150 种新的特性和增强的功能,以及 100 多种更新的特性。SP2 还支持在 PCB 编辑器下使用一种新的内嵌电路板阵列特性来将 PCB 面板化。这种特性使设计师能够创建一个面板,此面板包含了一个单一电路板的多重复制,或者是不同电路板组成的阵列的多重复制,从而简化了用于电路板生产的准备过程。在设计捕获方面,SP2 支持在原理图级手动定义元件和网络类,并且还支持自动地产生类。SP2 还包括了众多的图形用户接口的升级,分别为在原理图编辑器中的联系上下文的右键单击菜单;增强的图纸入口和图纸符号的编辑;改进的多重元器件的注释;直接粘贴文本和图形到原理图;图形化的编译屏蔽使设计师在编辑和错误检查期间,将原理图的一部分屏蔽。Protel DXP 2004 还是业界唯一一款支持 FPGA 设计和 PCB 设计完全集成的完整板级设计系统。随着对 Verilog 编码和源文件的支持,SP2 增强了 Protel 的 FPGA 设计能力,使 Protel 设计师能够同时使用 VHDL 和 Verilog 进行基于原理图的设计。改进的对 HDL 源文件的编译能够智能地处理 HDL 的层次,系统能够自动决定 HDL 的顺序和层次并且把编译结果反映在工程面板里面。

SP2 关键功能如下:

- 增强的工程和文档管理 (新的存储管理器)
- 增强的版本控制支持 (本地文档履历管理)
- 原理图或 PCB 文档的物理比较
- 简化的全局对象检查和编辑
- 改进的元器件参数的全局管理
- 支持 Gerber 覆铜图元的实心灌铜,降低了设计数据库的开销
- 在实心灌铜中对剪切块的支持
- 极大地改进了网络分析性能
- 用内嵌的电路板阵列特性直接将 PCB 面板化
- 新的 Situs 自动布线模式