

从基础到实践丛书

Protel 2004 电路设计 从基础到实践

赵景波 王劲松 滕敦朋 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
HTTP://WWW.PHEI.COM.CN

从基础到实践丛书

Protel 2004

电路设计

从基础到实践

赵景波 王劲松 滕敦朋 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

Protel 是 Altium 公司 (Protel Technology 公司) 开发的一款功能强大的电路设计自动化软件, 是电路 CAD 领域的主流产品, Protel 2004 是该系列软件的最新版本。本书采用讲解实例的写作风格, 每一章通过实例来讲解 Protel 2004 的操作方法以及电路的设计方法。每一个实例都给出详细的操作步骤, 通过练习使读者有明确的学习目标。每一章最后给出一个综合演练, 以复习并练习本章的内容。通过这种讲解, 不仅全面介绍了 Protel 2004 原理图、PCB 印制电路板、电路仿真、元件库、报表及信号完整性的使用, 而且深入分析了电路设计的基本思想, 并通过循序渐进的练习使读者真正掌握电路设计的技巧。

本书特色鲜明, 典型实用, 适合于具有一定 Protel 2004 基础知识的电路设计人员使用, 也可以作为中小学教师和大中专院校学生自学的教材。

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 2004 电路设计从基础到实践 / 赵景波, 王劲松, 滕敦朋编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.4

(从基础到实践丛书)

ISBN 978-7-121-03997-3

I. P… II. ①赵… ②王… ③滕… 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 (2007) 第 033301 号

责任编辑: 李 冰

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

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: 31 字数: 670 千字

印 次: 2007 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 49.80 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, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

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

服务热线: (010) 88258888。

丛书特色

- 📖 坚持“基础为本源，实践出真知”的写作理念，即首先掌握基本理论和基础技能，然后在实践中锻炼提高。
- 📖 丛书内容“全、精、实用”，只要一本书，初学者就能入门，并能参与实际工作。
- 📖 循序渐进地介绍基本知识，通过穿插的小实例，以深入浅出之法加深读者的理解和应用能力，同时强调重点、技巧和注意点。
- 📖 带领读者亲自完成多个项目开发。项目为实践中常用的、典型的应用问题。书中所有实例均已调试通过。
- 📖 贴心顾问技术支持 E-mail: jsj@phei.com.cn，及时解答读者在阅读本书中提出的问题。

EDA (Electronic Design Automatio, 电子设计自动化) 技术是现代电子工程领域的一门新技术, 它提供了基于计算机和信息技术的电路系统设计方法。EDA 技术的发展和推广极大地推动了电子工业的发展, 其在教学和产业界的技术推广是当今的一个热点话题。

Protel 2004 是 Altium 公司最新一代桌面板级设计软件, 它运行在优化了的设计浏览器的平台, 并且具备所有当今先进的设计优点, 可以处理各种复杂的 SCH 和 PCB 设计过程。通过设计输入、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线和设计输出等技术的融合, Protel 2004 为用户提供了全新的设计解决方案。Protel 2004 的问世, 使得广大非专业人员可以非常快速地掌握使用, 从而设计出漂亮的电路图和布线图。

本书的写作思想是立足于实例操作以及实际问题的应用设计, 目标是使读者在掌握基础知识的同时, 通过实例分析, 开拓思路, 掌握方法, 提高对知识综合运用能力。在学习过程中, 突出从基础到实践的过程。通过对某些实例的分析和讲解, 不仅介绍了原理图、印制电路板、电路仿真及信号完整性的使用方法, 而且说明了电路设计的基本思路, 并通过循序渐进的练习使读者真正掌握电路设计的技巧。书中选择的实例也是读者在电路设计和实际工作中经常会遇到的问题, 读者只需要举一反三, 对本书的实例稍做修改, 就可以完成自己的电路设计任务。

本书结合了作者的多年实际创作的经验和体会, 特色鲜明, 每一章讲述的都是常用的操作、知识和技巧。特点是简明清晰、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。

本书的目的非常明确, 即让读者学会的知识不仅仅是使用 Protel 2004 进行电路设计的有关概念, 而更多的是与实际相结合的应用。

全书共 18 章, 内容如下。

- 第 1 章 Protel 2004 概述
- 第 2 章 Protel 2004 原理图操作
- 第 3 章 绘制原理图
- 第 4 章 编辑和输出原理图
- 第 5 章 Protel 2004 原理图设计

- 第 6 章 设计原理图元器件库
- 第 7 章 输出 Protel 2004 原理图报表
- 第 8 章 Protel 2004 层次原理图设计
- 第 9 章 Protel 2004 电路仿真设计
- 第 10 章 设计可编程器件原理图
- 第 11 章 Protel 2004 PCB 编辑环境
- 第 12 章 Protel 2004 PCB 操作
- 第 13 章 Protel 2004 PCB 设计
- 第 14 章 Protel 2004 PCB 高级技术
- 第 15 章 设计 PCB 元器件封装
- 第 16 章 输出 PCB 图的文档报表
- 第 17 章 信号完整性分析
- 第 18 章 综合实例

为了方便读者学习,本书将各章实例的原理图、PCB 图、仿真电路原理图、综合实例,以及实例的源文件发布在本书的 www.broadview.com.cn “资源下载”专区中,读者可以直接到网站上下载。

本书由赵景波、王劲松和滕敦朋编著,其中第 11 章至第 14 章由王劲松编写,第 15 章、第 16 章由滕敦朋编写,其余章节由赵景波编写并负责全书的统稿,参加本书编写的还有宋一兵、付本国、李仲、齐薇、齐勇、李莉、王献红、宋艳、董青及王奎东等。

由于作者水平有限,编写比较仓促,不足之处在所难免。希望读者不吝赐教,以便使本书质量进一步得到提高。

编 者

2007.4

第 1 章 Protel 2004 概述	1
1.1 安装	2
1.2 设置环境参数	2
1.3 设置文档选项	7
1.4 使用元器件库	12
1.5 综合演练——元器件排序	17
1.6 综合演练——查找元器件	21
1.7 小结	23
第 2 章 Protel 2004 原理图操作	24
2.1 窗口操作	25
2.2 元器件操作	30
2.3 撤销与重复	36
2.4 综合演练——设计电容并联电路原理图	37
2.5 小结	40
第 3 章 绘制原理图	41
3.1 放置元器件	42
3.2 放置电源符号	45
3.3 连接原理图线路	47
3.4 绘制图形	48
3.5 自动平移	61
3.6 放置节点	62
3.7 放置标注	63
3.8 放置特殊字符串	67

3.9 放置网络标号	69
3.10 放置总线	72
3.11 放置 I/O 端口	74
3.12 综合演练——绘制 555 双稳态电路原理图	75
3.13 小结	79
第 4 章 编辑和输出原理图	80
4.1 运算放大器电路	81
4.2 查看项目编译后系统信息	82
4.3 生成原理图网络表文件	83
4.4 打印原理图	85
4.4.1 页面设置	85
4.4.2 打印机设置	86
4.5 综合演练——比例运算放大电路	90
4.6 小结	94
第 5 章 Protel 2004 原理图设计	95
5.1 设置标题栏	96
5.2 元器件的基本布局	97
5.3 设置栅格和指针	100
5.4 设计电源电路	101
5.5 设计振荡电路	108
5.6 设计单片机存储电路	111
5.7 综合演练——设计 A/D 转换电路	114
5.8 小结	117
第 6 章 设计原理图元器件库	118
6.1 使用原理图库元器件编辑器	119
6.2 元器件的整体编辑功能	123
6.3 创建元器件的原理图符号	125
6.4 为元器件添加模型	127
6.5 设计 NPN 型晶体管	131
6.6 设计变压器	134
6.7 设计 74LS373 元器件	136
6.8 设计 7 段数码管	143
6.9 综合演练——创建 4 与门的 74F08S1X 原理图元器件	146

6.10 小结	149
第7章 输出 Protel 2004 原理图报表	150
7.1 文本编辑器	151
7.2 编译工程	153
7.3 元器件清单报表	157
7.4 元器件引用报表	160
7.5 元器件库报表	162
7.6 项目的结构组织文件	165
7.7 综合演练——输出层次报表	166
7.8 小结	168
第8章 Protel 2004 层次原理图设计	169
8.1 电路方框图	170
8.2 电路方框图中的 I/O 口	171
8.3 I/O 口命令	173
8.4 在层次原理图之间切换	174
8.5 自上而下设计层次原理图	178
8.6 综合演练——自下而上设计层次原理图	184
8.7 小结	188
第9章 Protel 2004 电路仿真设计	189
9.1 仿真元器件	190
9.2 设置仿真原理图中元器件的参数	191
9.2.1 设置分立元器件参数	191
9.2.2 设置集成芯片的元器件参数	200
9.2.3 设置特殊元器件的参数	202
9.3 设置仿真激励源	206
9.3.1 仿真直流电源	207
9.3.2 仿真正弦信号激励源	209
9.4 设置仿真模式	211
9.5 多谐振荡器电路	214
9.6 晶体振荡电路	216
9.7 带通滤波器	219
9.8 模拟放大电路	221
9.9 数模混合电路	225

9.10	扫描特性分析	228
9.11	综合演练——仿真双稳态电路	229
9.12	小结	233
第 10 章 设计可编程器件原理图		234
10.1	FPGA 工程和数字电路设计原理图	235
10.2	FPGA 工程选项	235
10.3	数字电路原理图	237
10.4	FPGA 系统设计	239
10.5	综合演练——使用 VHDL 语言设计一个 4 位 BCD 码计数器	241
10.6	小结	251
第 11 章 Protel 2004 PCB 编辑环境		252
11.1	Protel 2004 PCB 编辑环境	253
11.2	Protel 2004 PCB 环境参数	256
11.3	PCB 图设计向导	261
11.4	综合演练——设置板层	266
11.5	综合演练——规划电路板	270
11.6	小结	274
第 12 章 Protel 2004 PCB 操作		275
12.1	Protel 2004 PCB 窗口管理	276
12.2	放置 Protel 2004 PCB 元器件	282
12.3	绘制 PCB 图的基本操作	286
12.3.1	绘制导线	286
12.3.2	绘制圆弧线	287
12.3.3	放置焊盘	289
12.3.4	放置过孔	290
12.3.5	放置文字标注	291
12.3.6	放置矩形填充区域	292
12.3.7	放置不规则多边形填充区域	294
12.3.8	放置位置坐标	296
12.3.9	放置标准尺寸标注	298
12.3.10	放置其他尺寸标注	299
12.4	编辑 Protel 2004 PCB 图对象	306
12.4.1	选择对象	306

12.4.2 阵列式粘贴	309
12.5 综合演练——绘制 PCB 图	311
12.6 小结	313
第 13 章 Protel 2004 PCB 设计	314
13.1 利用向导建立新设计规则	315
13.2 设置并检查设计规则	317
13.3 元器件分布密度图	326
13.4 设计 555 电路的 PCB 电路板	327
13.5 综合演练——设计层次原理图的 PCB 板	338
13.6 小结	350
第 14 章 Protel 2004 PCB 高级技术	351
14.1 放置屏蔽导线	352
14.2 放置泪滴	353
14.3 放置矩形铜膜	354
14.4 放置敷铜	355
14.5 布线图 3D 效果	357
14.6 设置内层	360
14.7 综合演练——设计单片机系统 PCB 电路板	363
14.8 小结	372
第 15 章 设计 PCB 元器件封装	373
15.1 手工添加 PCB 元器件封装	374
15.2 双列直插式封装的元器件	379
15.3 从 Protel 99 中导入元器件库	383
15.4 综合演练——接插件设计	386
15.5 综合演练——封装 QFP 元器件	390
15.6 小结	393
第 16 章 输出 PCB 图的文档报表	394
16.1 生成 Gerber 文件	395
16.2 生成电路板信息及网络状态报表	396
16.3 生成 NC 钻孔报表	400
16.4 生成元器件清单报表	402
16.5 元器件交叉参考表	404

16.6	打印输出 PCB 图	405
16.7	生成生产加工文件	408
16.8	生成 PCB 图的网络表文件	412
16.9	输出测量数据	413
16.10	综合演练——输出 PCB 的文档报表	416
16.11	小结	422
第 17 章	信号完整性分析	423
17.1	设置信号完整性分析规则	424
17.2	检查信号 DRC	433
17.3	综合演练——信号完整性分析应用设计	437
17.4	小结	442
第 18 章	综合实例	443
18.1	综合实例 1——设计混频器	444
18.1.1	混频器的频率变换原理	444
18.1.2	混频器的主要技术指标	444
18.1.3	设计混频器	445
18.2	综合实例 2——设计低纹波系数线性恒电位仪	456
18.2.1	基本工作原理	456
18.2.2	低纹波系数恒电位仪的技术指标	457
18.2.3	设计低纹波系数恒电位仪	458
18.3	综合实例 3——设计监控用采集器	466
18.3.1	技术要求	466
18.3.2	设计监控用采集器	467
18.4	小结	474
附录	Protel 2004 常用快捷键	475

实例目录

1

【练习 1-1】	设置图纸外形	8
【练习 1-2】	设置图纸属性	10
【练习 1-3】	添加元器件库	12
【练习 1-4】	查找元器件	14
【练习 1-5】	放置元器件	16

2

【练习 2-1】	窗口缩放	25
【练习 2-2】	窗口排列	28
【练习 2-3】	选择元器件	31
【练习 2-4】	移动和拖动	32
【练习 2-5】	阵列式粘贴	34
【练习 2-6】	排列与对齐	35
【练习 2-7】	编辑属性	35
【练习 2-8】	设置撤销与重复次数	36

3

【练习 3-1】	放置元器件	42
【练习 3-2】	放置电源符号	45
【练习 3-3】	连接线路	47
【练习 3-4】	绘制直线	49
【练习 3-5】	绘制多边形	50
【练习 3-6】	绘制椭圆弧线	50
【练习 3-7】	绘制圆弧	52
【练习 3-8】	绘制贝赛尔曲线	53
【练习 3-9】	绘制矩形	54
【练习 3-10】	绘制扇形	56
【练习 3-11】	绘制圆与椭圆	57
【练习 3-12】	放置图片	59
【练习 3-13】	放置节点	62
【练习 3-14】	添加文字串	63

【练习 3-15】	添加文本框.....	65
【练习 3-16】	添加网络标号.....	69
【练习 3-17】	应用总线.....	72
【练习 3-18】	I/O 端口的应用.....	74

4

【练习 4-1】	设计运算放大器电路.....	81
【练习 4-2】	生成编译信息报告.....	82
【练习 4-3】	由原理图生成网络表.....	83
【练习 4-4】	打印原理图.....	87

5

【练习 5-1】	设置标题栏.....	96
【练习 5-2】	整体翻转元器件.....	97
【练习 5-3】	设置栅格和指针.....	100
【练习 5-4】	设计电源电路.....	101
【练习 5-5】	设计振荡电路.....	108
【练习 5-6】	设计单片机存储电路.....	111

6

【练习 6-1】	使用库元器件编辑器.....	119
【练习 6-2】	实现元器件的整体编辑功能.....	123
【练习 6-3】	为原理图元器件添加模型.....	127
【练习 6-4】	设计 NPN 型晶体管.....	131
【练习 6-5】	设计变压器.....	134
【练习 6-6】	设计 74LS373 元器件.....	136
【练习 6-7】	设计 7 段数码管.....	143

7

【练习 7-1】	建立文本编辑器.....	151
【练习 7-2】	设置编译工程.....	153
【练习 7-3】	应用编译工程.....	156
【练习 7-4】	输出元器件清单报表.....	157
【练习 7-5】	输出元器件引用报表.....	160
【练习 7-6】	输出元器件库报表.....	162
【练习 7-7】	生成项目的结构组织文件.....	165

8

【练习 8-1】	放置电路方框图.....	170
【练习 8-2】	放置电路方框图的 I/O 口.....	171
【练习 8-3】	使用 I/O 口命令.....	173
【练习 8-4】	实现层次原理图之间切换.....	174
【练习 8-5】	自上而下设计层次原理图.....	178

9

【练习 9-1】	查找仿真元器件.....	190
【练习 9-2】	设置节点电压初值.....	202

【练习 9-3】	放置仿真直流电源	207
【练习 9-4】	仿真多谐振荡器电路	214
【练习 9-5】	仿真晶体振荡电路	217
【练习 9-6】	仿真带通滤波器电路	219
【练习 9-7】	仿真模拟放大电路	222
【练习 9-8】	仿真数模混合电路	226
【练习 9-9】	电路的扫描特性分析	228

10

【练习 10-1】	创建 FPGA 工程和数字电路设计原理图	235
【练习 10-2】	设置 FPGA 工程选项	235
【练习 10-3】	绘制数字电路原理图	237
【练习 10-4】	FPGA 系统设计	239

11

【练习 11-1】	建立 Protel 2004 PCB 编辑环境	253
【练习 11-2】	设置 Protel 2004 PCB 环境参数	256
【练习 11-3】	PCB 图设计	261

12

【练习 12-1】	PCB 窗口操作	276
【练习 12-2】	放置 PCB 元器件	282
【练习 12-3】	绘制导线	286
【练习 12-4】	绘制圆弧线	287
【练习 12-5】	放置焊盘	289
【练习 12-6】	放置过孔	290
【练习 12-7】	放置文字标注	291
【练习 12-8】	放置矩形填充区域	293
【练习 12-9】	放置不规则多边形填充区域	294
【练习 12-10】	放置位置坐标	296
【练习 12-11】	放置标准尺寸标注	298
【练习 12-12】	放置其他尺寸标注	300
【练习 12-13】	选择对象	307
【练习 12-14】	阵列式粘贴对象	309

13

【练习 13-1】	建立新设计规则	315
【练习 13-2】	设置及检查设计规则	317
【练习 13-3】	显示元器件分布密度图	326
【练习 13-4】	设计 555 电路 PCB 电路板	327

14

【练习 14-1】	放置屏蔽导线	352
【练习 14-2】	放置泪滴	353
【练习 14-3】	放置矩形铜膜	354
【练习 14-4】	放置敷铜	355

	【练习 14-5】	实现 PCB 图 3D 效果图	357
	【练习 14-6】	设置内层	360
15	【练习 15-1】	手工方法创建 PCB 元器件	374
	【练习 15-2】	建立双列直插式元器件	380
	【练习 15-3】	将 Protel 99 中的元器件封装库导入到 Protel 2004 中	383
16	【练习 16-1】	生成 Gerber 文件	395
	【练习 16-2】	生成信息报表及网络状态报表	397
	【练习 16-3】	生成 NC 钻孔报表	400
	【练习 16-4】	生成元器件清单报表	402
	【练习 16-5】	生成元器件交叉参考表	404
	【练习 16-6】	打印输出 PCB 图	405
	【练习 16-7】	生成生产加工文件	408
	【练习 16-8】	生成网络表文件	412
	【练习 16-9】	输出测量数据	413
17	【练习 17-1】	设置信号完整性分析规则	424
	【练习 17-2】	检查信号 DRC	434

第 1 章

Protel 2004 概述

Protel 2004 (又名 Protel DXP 2004) 是 Altium 公司于 2004 年发布的最新版本的电路设计软件, 它整合了 VHDL 设计和 FPGA 设计系统, 将项目管理方式、原理图和布线图的双向同步技术、多通道技术、拓扑自动布线, 以及强大的电路仿真等技术完美地融合在一起, 成为一个真正优秀的板卡级设计软件。本章主要围绕 Protel 2004 的基本常识性的知识展开, 重点讲述以下 3 个方面的内容。

- ◇ 设置 Protel 2004 的环境参数
- ◇ 设置 Protel 2004 文档选项
- ◇ 使用 Protel 2004 元器件库