

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

实例讲解系列

Protel 99 SE原理图 与PCB设计

◎ 零点工作室

◎ 曹丙霞 编 著

◎ 赵艳华



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

实例讲解系列

Protel 99 SE 原理图与 PCB 设计

零点工作室 曹丙霞 赵艳华 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书基于当前最受欢迎的电子线路设计软件 Protel 99 SE, 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, 电路板生成, 布局布线, 以及各种报表的生成等。本书各章内容均以实例为中心展开叙述, 在举例的同时, 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。为了方便读者学习, 本书还配有大量的思考题和练习题, 可用于理论学习和上机操作。

本书讲解深入浅出, 非常适合从事电路设计工作的技术人员和电路设计爱好者自学使用, 也适合相关专业在校学生学习使用, 是一本即学即用型参考书。

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 99 SE 原理图与 PCB 设计/曹丙霞, 赵艳华编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.5

(实例讲解系列)

ISBN 978-7-121-04249-2

I. P… II. ①曹… ②赵… III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99 SE IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055548 号

责任编辑: 张 剑 特约编辑: 张祖凤

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

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: 35.5 字数: 909 千字

印 次: 2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 55.00 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

内容和特点

Protel 系列产品是澳大利亚 Protel Technology 公司开发的大型电子线路设计软件，是当今最流行的电子电路计算机辅助设计软件之一。近几年来，Protel 软件相继进行了几次更新升级，伴随 Protel 软件功能的不断扩充，电子工程技术人员的设计手段也进一步优化，设计质量和设计效率得到了大幅度提高，同时，其操作方法也发生了重大变化。Protel 99 SE 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。

许多电路设计人员都希望能得到一本基于设计实例的参考书。本书立足于实际设计的具体实践，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，提高实际操作的能力。在讲解过程中，尽量多地采用具体实例进行辅助说明，既进行全面系统的讲解，又为读者提供简单且容易上机实现的实例。通过对应用实例的分析、讲解和循序渐进的练习，使读者真正掌握原理图和 PCB 设计的技巧。书中选择的实例也都是很有代表性和针对性的。通过对本书的学习，读者既能掌握电路设计的基本技术，又能获得更高层次的设计技巧。

本书结合了作者的多年实际设计的经验和体会，理论讲解与实例演示相结合，典型实用，每一章都讲述了实际设计工作中常用的知识和技巧；简明清晰、重点突出，在叙述上力求深入浅出、通俗易懂。

全书共 14 章，各章的主要内容如下：

- ❑ 第 1 章 介绍 Protel 99 SE 的特点及界面启动和基本操作
- ❑ 第 2 章 介绍原理图设计的准备工作和各种图元放置的方法
- ❑ 第 3 章 介绍原理图设计中元器件的编辑、排列及文件操作的方法
- ❑ 第 4 章 介绍层次原理图的设计方法
- ❑ 第 5 章 介绍原理图中元器件制作与元器件库管理的方法
- ❑ 第 6 章 介绍原理图设计中各种报表的生成方法
- ❑ 第 7 章 介绍原理图设计综合实例
- ❑ 第 8 章 介绍 PCB 设计的基础知识
- ❑ 第 9 章 介绍 PCB 设计中图元的放置和编辑方法
- ❑ 第 10 章 介绍 PCB 设计时的参数选择和规则设置方法等内容
- ❑ 第 11 章 介绍 PCB 设计中布局布线等具体的设计步骤
- ❑ 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 PCB 设计的综合实例

读者对象

本书面向的是电子电路设计领域的工程技术人员和在校学生。为了方便读者的学习，书中所有实例和练习的源文件，以及用到的素材都能够从零点工作室网站下载。

本书由曹丙霞、赵艳华担任主要的编写工作，参与本书编写的还有张睿、刘志刚、宋一兵、杜立彬、温建民、付本国、管殿柱、赵秋玲、赵景伟、张轩、赵景波、张春丽、周同、张忠林、管镇起、曹立文、彭荣群、李丽华、汪学清等。

感谢读者选择了本书，希望我们的努力能对读者的工作和学习有所帮助，也希望读者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>

电子函件：gdz_zero@126.com

编 著 者

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 99 SE 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

目 录

第 1 章 Protel 99 SE 概述	1
1.1 Protel 99 SE 的发展	2
1.2 Protel 99 SE 的特点	2
1.2.1 原理图设计系统特点	2
1.2.2 PCB 设计系统特点	4
1.3 Protel 99 SE 的安装启动	5
1.3.1 Protel 99 SE 的安装	5
1.3.2 Protel 99 SE 的启动	6
1.4 Protel 99 SE 的工作界面	7
1.4.1 菜单栏	7
1.4.2 工具栏和状态栏	7
1.4.3 新建一个设计文件	8
1.5 启动 Protel 99 SE 原理图编辑器	9
1.6 Protel 99 SE 原理图编辑系统	10
1.7 启动 PCB 编辑器	12
1.8 PCB 编辑系统	14
1.8.1 主工作界面使用	14
1.8.2 工具栏使用操作	15
1.8.3 菜单栏使用操作	16
1.8.4 常用快捷操作方法	17
1.9 其他编辑器	21
1.10 电路板设计步骤	21
1.11 思考与练习	22
第 2 章 原理图设计基础	23
2.1 原理图设计流程	24
2.2 原理图设计准备工作	25
2.2.1 设置图纸参数	25
2.2.2 原理图编辑器环境设置	28
2.2.3 图形编辑环境设置	29
2.2.4 熟悉原理图界面管理	32
2.3 装载元器件库	35
2.4 放置元器件	36
2.4.1 添加元器件时编辑元器件属性	37
2.4.2 删除元器件	37
2.5 原理图布线	38

2.5.1	画导线	40
2.5.2	设置网络标号	44
2.5.3	画总线	46
2.5.4	画总线分支	47
2.5.5	放置电源及接地端口	49
2.5.6	放置输入/输出端口	50
2.5.7	放置线路节点	52
2.5.8	放置电路方块图	53
2.5.9	放置元器件	53
2.6	一个简单的绘制原理图实例	55
2.7	思考与练习	63
第3章	原理图设计提高	65
3.1	元器件位置的调整	66
3.1.1	对象的选取	66
3.1.2	取消图元的选择	67
3.1.3	元器件的移动	68
3.1.4	元器件的旋转	70
3.1.5	复制或剪切图元	71
3.1.6	粘贴图元	71
3.1.7	阵列式粘贴元器件	73
3.2	编辑元器件的属性	74
3.2.1	编辑元器件属性	74
3.2.2	编辑元器件组件的属性	76
3.2.3	元器件的封装	77
3.2.4	元器件标志的手动编辑	78
3.2.5	元器件的序号自动编辑	79
3.3	在原理图中添加文字	81
3.3.1	添加文本框	81
3.3.2	添加文字标注	83
3.4	图元的排列	85
3.5	原理图的绘制图形功能	87
3.5.1	绘图工具栏	88
3.5.2	绘制直线	88
3.5.3	绘制多边形	89
3.5.4	绘制圆弧与椭圆弧	90
3.5.5	绘制贝塞尔曲线	92
3.5.6	插入图片	93
3.6	文件管理	94
3.7	电气法则检测	98

3.7.1	如何进行电气法则检测	98
3.7.2	使用 “No ERC” 符号	101
3.8	原理图设计输出	101
3.8.1	打印输出设计文件	101
3.8.2	使用绘图仪输出设计文件	104
3.9	生成网络表	104
3.9.1	产生网络表的各种选项	105
3.9.2	网络表格式	108
3.9.3	由原理图生成网络表	109
3.10	综合实例——电源转换电路	112
3.11	思考与练习	127
第 4 章	设计层次原理图	129
4.1	关于层次原理图	130
4.2	层次原理图的设计方法	131
4.2.1	自顶向下设计层次电路图	131
4.2.2	自底向上设计层次电路图	137
4.3	不同层次电路之间的切换	140
4.4	定义层次原理图中的网络符号有效范围	142
4.4.1	只有 I/O 端口全局有效的层次原理图	142
4.4.2	网络标号和 I/O 端口全局有效层次原理图	143
4.4.3	简单分层的层次原理图和复杂分层的层次原理图	143
4.5	层次原理图的网络表	143
4.6	思考与练习	145
第 5 章	元器件制作与元器件库管理	147
5.1	启动元器件库编辑器	148
5.2	管理元器件	149
5.2.1	利用元器件管理器管理元件	149
5.2.2	利用 Tools 菜单管理元器件	151
5.3	原理图元器件库的绘图工具	153
5.3.1	一般绘图工具	153
5.3.2	IEEE 符号	155
5.4	制作一个新元器件	156
5.5	生成项目的元器件库	162
5.6	原理图元器件库报表	163
5.6.1	元器件报表	163
5.6.2	元器件库报表	164
5.6.3	元器件规则检查表	165
5.7	实例解析——制作 D 触发器	166
5.8	思考与练习	169

第 6 章 生成报表	171
6.1 生成元器件列表	172
6.2 层次原理图组织列表	174
6.3 引脚列表	175
6.4 交叉参考元器件列表	176
6.5 网络比较表	177
6.6 思考与练习	179
第 7 章 原理图设计综合实例	181
7.1 设计要求	182
7.2 总体方案设计	182
7.2.1 单片机芯片的选择	182
7.2.2 层次设计方案	183
7.2.3 原理图框图设计	183
7.3 电路分析	184
7.4 原理图元器件库设计	186
7.5 各电路图设计	190
7.5.1 电源电路设计	190
7.5.2 通信电路设计	191
7.5.3 显示电路设计	194
7.5.4 键盘电路设计	199
7.5.5 CPU 电路设计	203
7.5.6 顶层图设计	208
7.6 序号排序	210
7.7 ERC 检测	212
7.8 生成网络表	213
7.9 生成元器件清单	214
7.10 生成项目组织结构文件	215
7.11 原理图的保存	215
7.12 思考与练习	216
第 8 章 PCB 设计基础	217
8.1 PCB 概述	218
8.1.1 什么是 PCB	218
8.1.2 PCB 发展过程及发展趋势	219
8.1.3 PCB 分类	219
8.1.4 PCB 制造工艺	221
8.1.5 PCB 结构	222
8.2 元器件封装	224
8.2.1 元器件封装的发展	224
8.2.2 元器件封装分类	225

8.3	常用术语解释	230
8.4	PCB 设计方法概述	237
8.5	PCB 设计的基本原则	239
8.6	网络管理	241
8.6.1	元器件与连线信息	241
8.6.2	网络拓扑	242
8.6.3	显示网络飞线	242
8.7	PCB 设计流程	243
8.8	思考与练习	247
第 9 章	PCB 图元放置与编辑	249
9.1	图元放置的基本概念	250
9.2	放置线段	252
9.2.1	放置方法	252
9.2.2	编辑或修改线段	257
9.2.3	线段放置模式	259
9.3	放置焊盘	263
9.3.1	焊盘定义及放置方法	263
9.3.2	焊盘的编号	264
9.3.3	编辑或修改焊盘	264
9.4	放置过线盘	267
9.4.1	过线盘定义及放置方法	267
9.4.2	编辑或修改过线盘	268
9.5	放置字符串	272
9.5.1	字符串定义及放置方法	272
9.5.2	编辑或修改字符串	273
9.5.3	特殊字符串	274
9.6	放置坐标	276
9.6.1	坐标放置方法	276
9.6.2	编辑或修改坐标	277
9.7	放置尺寸标注	279
9.8	坐标原点	282
9.9	放置元器件	283
9.9.1	加载和卸载元器件封装库	284
9.9.2	元器件放置方法	285
9.9.3	编辑或修改元器件属性	288
9.10	放置圆和圆弧	292
9.10.1	圆或圆弧的放置方法	292
9.10.2	圆弧放置模式	297
9.10.3	编辑或修改圆弧	298

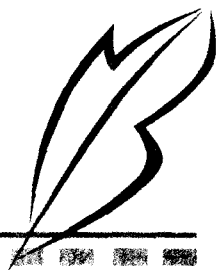
9.11	矩形填充区	299
9.11.1	放置矩形填充区	299
9.11.2	修改矩形填充区的属性	300
9.12	放置多边形填充区	301
9.12.1	多边形填充区的放置方法	301
9.12.2	设置多边形填充区参数	302
9.12.3	重画多边形填充区	306
9.13	勾勒边框	306
9.14	综合实例一——绘制并标注直角三角形	307
9.15	综合实例二——放置多边形填充区	309
9.16	思考与练习	310
第 10 章	PCB 设计基本操作	313
10.1	PCB 视图管理	314
10.1.1	窗口部件操作	314
10.1.2	视图的缩放及刷新	315
10.1.3	窗口管理	316
10.1.4	度量单位切换	318
10.1.5	显示和隐藏飞线	318
10.2	板层选择与栅格设置	319
10.2.1	工作板层显示选择	319
10.2.2	栅格设置	322
10.3	PCB 编辑环境参数选择	324
10.3.1	【Options】	324
10.3.2	【Display】	327
10.3.3	【Colors】	329
10.3.4	【Show/Hide】	331
10.3.5	【Defaults】	332
10.3.6	【Signal Integrity】	334
10.4	设计规则设置	335
10.4.1	设计规则的概念	335
10.4.2	设计规则的设置方法	336
10.4.3	图元分组	338
10.4.4	规则应用法则	339
10.4.5	布线规则	341
10.4.6	加工规则设置	356
10.4.7	高速规则设置	360
10.4.8	布局规则设置	361
10.4.9	信号完整性设置	363
10.4.10	其他设计规则	364

10.5	PCB 编辑系统资源定制	365
10.6	PCB 设计中的文件操作	373
10.6.1	文件的打开	373
10.6.2	文件的保存	374
10.6.3	文件的关闭	374
10.7	设计实例——两级放大电路	375
10.7.1	设计任务与要求	375
10.7.2	设置原理图元器件封装并生成网络表	375
10.7.3	新建 PCB 设计文档	376
10.7.4	设置工作环境	378
10.7.5	导入网络表	381
10.7.6	布局元器件	382
10.7.7	布线	388
10.7.8	调整修改布局布线	390
10.7.9	设定板框	392
10.7.10	保存并输出设计文档	393
10.8	思考与练习	394
第 11 章	PCB 设计详解	395
11.1	生成 PCB	396
11.1.1	利用向导生成 PCB	396
11.1.2	PCB 外形尺寸参数设置	401
11.2	网络表的使用	405
11.2.1	如何导入网络表	406
11.2.2	导入网络表常见错误实例	407
11.2.3	管理网络表	410
11.3	原理图与 PCB 的同步设计	412
11.4	PCB 高效率布局	416
11.4.1	常用布局选项设置	416
11.4.2	元器件布局空间	417
11.4.3	元器件联合	420
11.4.4	常用交互式布局命令	420
11.5	自动布局	425
11.5.1	自动布局命令	425
11.5.2	统计布局器	426
11.5.3	簇布局器	428
11.5.4	电路自动布局的几点经验	428
11.5.5	自动布局实例	429
11.6	手动布局	433
11.6.1	手动布局的步骤	433

11.6.2	手动布局的注意事项	433
11.7	自动布线	435
11.7.1	设置自动布线器	435
11.7.2	使用自动布线器	437
11.8	手工布线	439
11.8.1	手工布线前的准备工作	439
11.8.2	手工布线的步骤	440
11.8.3	提高布线效率的相关设置	440
11.8.4	交互式布线	442
11.8.5	内部电源层的使用	442
11.8.6	删除已有布线	448
11.8.7	布线实例	448
11.9	PCB 上距离测量	454
11.10	放置测试点	456
11.11	补泪滴	458
11.12	敷铜	460
11.13	DRC 检验	463
11.14	飞线编辑器	465
11.15	元器件重新编号及交叉检索	468
11.16	思考与练习	470
第 12 章	PCB 元器件库编辑	471
12.1	元器件库编辑器	472
12.1.1	启动元器件库编辑器	472
12.1.2	元器件库编辑器界面	474
12.2	元器件库的使用管理	474
12.3	元器件制作	477
12.3.1	元器件定义及制作方法	478
12.3.2	手工制作一个新元器件	479
12.3.3	利用向导生成新元器件	481
12.4	元器件及元器件库报表	485
12.4.1	元器件库状态报表	485
12.4.2	元器件检查报表	487
12.4.3	元器件报表	488
12.4.4	元器件库报表	488
12.5	思考与练习	489
第 13 章	PCB 报表生成和文件输出	491
13.1	PCB 报表的生成	492
13.1.1	引脚信息报表	492
13.1.2	PCB 信息报表	493

13.1.3	项目文件层次报表	495
13.1.4	网络状态信息报表	496
13.1.5	信号分析报表	497
13.2	CAM 文件生成	497
13.2.1	CAM 管理器	498
13.2.2	生成 CAM 设置文件	498
13.2.3	设置 CAM 输出选项	499
13.2.4	生成输出文件	500
13.2.5	编辑 CAM 设置文件	501
13.2.6	生成底片文件	502
13.2.7	设置输出数控钻孔文件	507
13.2.8	设置输出元器件插置文件	508
13.2.9	设置输出材料清单	508
13.2.10	设置输出测试点报告	509
13.2.11	设置输出设计规则检查	510
13.2.12	传送 CAM 文件到其他设计	510
13.3	PCB 图打印	511
13.3.1	打印预览	511
13.3.2	打印输出	512
13.3.3	文件导出	515
13.3.4	3D 视图	516
13.4	思考与练习	517
第 14 章	PCB 设计综合实例	519
14.1	设计要求及思路分析	520
14.2	生成网络表	521
14.3	制作 PCB 元器件	525
14.4	新建 PCB	530
14.5	设置工作环境	531
14.6	导入网络表	534
14.7	布局元器件	539
14.8	布线	544
14.9	补泪滴	548
14.10	敷铜	548
14.11	DRC 检查	550
14.12	查看 3D 视图	550
14.13	思考与练习	551
参考文献		552

第 1 章 Protel 99 SE 概述



随着计算机硬件技术及芯片制造技术的飞速发展, 集成电路广泛应用于生产、生活的各个领域, 电路的设计变得越来越复杂, 集成度不断增高。因此, 计算机软件在电路设计中的应用越来越广泛, 由澳大利亚 Protel Technology 公司开发的大型电子线路设计软件 Protel 是功能强大的电路设计 EDA 软件。Protel 99 SE 是 Protel 99 的加强版, 该版本增强了原理图编辑功能, 完善了电气检测功能, 改进了 PCB 设计系统的诸多功能, 包括增加了板层的数目、PCB 强力组合打印与 3D 仿真 PCB 显示功能。此外, Protel 99 SE 的设计管理程序大幅度提高了数据库文件打开和关闭的操作效率, 并且减少了过多的网络广播和接受操作。Protel 99 SE 基于 Windows 环境, 功能强大, 人机界面友好, 能让设计者在最完整的功能环境下, 提升设计的品质和效率。基于 Protel 99 SE 前所未有的设计功能, 电子线路设计工作将变得更加轻松自如。

本章对 Protel 99 SE 进行了概要性的介绍, 以便读者在学习其具体使用方法之前, 对 Protel 99 SE 的发展、特点及一些基础性的设计知识有一个总体性的了解。



学习目标

- ☐ Protel 99 SE 的发展演变
- ☐ Protel 99 SE 的特点
- ☐ 安装和启动 Protel 99 SE 的方法
- ☐ Protel 99 SE 的工作界面及其使用操作
- ☐ 新建设计文件的方法
- ☐ 创建各种编辑器的方法
- ☐ 原理图编辑器的使用操作
- ☐ PCB 编辑器的使用操作



实例讲解

- ☐ 启动原理图编辑器
- ☐ 启动 PCB 编辑器
- ☐ 使用鼠标操作菜单
- ☐ 快捷键操作