

宝典丛书

100万

Protel 99 SE

设计

宝典

详细讲解Protel的电路原理图设计及技巧,同时讲解Protel的PCB设计及技巧。

通过实例全面剖析Protel的电路仿真功能,并详细阐述Protel的信号完整性分析。

通过实例介绍Protel对可编程逻辑器件的设计支持,还介绍如何实现Protel与其他相关软件的接口。



电子工业出版社  
Publishing House of Electronics Industry  
<http://www.phei.com.cn>

赵建领 等编著

宝典丛书

# Protel 99 SE 设计宝典

赵建领 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书基于广泛应用的 Prote1 99 SE, 系统介绍如何运用 Prote1 99 SE 进行电路设计, 包括原理图设计、PCB 设计、电路仿真及可编程逻辑器件等方面的内容。本书言简意赅、通俗易懂, 对于每个知识点都提供了详细的实例, 使读者能够更好地掌握利用 Prote1 进行电路设计的方法。

书中涵盖 Prote1 99 SE 的集成开发环境、电路设计基础、原理图设计、图形绘制、原理图环境配置、层次式电路设计、元件库、报表、电气规则检查、PCB 设计基础、元件封装、PCB 设计规则、PCB 报表、多层电路板设计、高速电路板设计、电路仿真、信号完整性分析、可编程逻辑器件设计和 Prote1 99 SE 与第三方软件的接口等内容。

本书不仅适合电路设计的初学者, 还适合开发人员和经验丰富的工程师。同时, 本书还可以作为大专院校相关专业的教学参考书。

**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

Prote1 99 SE 设计宝典 / 赵建领等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.7

(宝典丛书)

ISBN 978-7-121-08981-7

I. P… II. 赵… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Prote1 99 SE IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 086166 号

责任编辑: 李云静

印 刷: 北京东光印刷厂

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: 41.25 字数: 1188

印 次: 2009年7月第1次印刷

定 价: 79.00元 (含光盘一张)

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 z1ts@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

随着技术的发展，电路的集成度越来越高，而产品的上市时间却要求越来越短。电子设计人员往往在电路板设计上耗费大量的时间和精力。他们亟待从这些烦琐的劳动中解放出来，将更多的时间用于电路的功能设计上。因此，越来越多的设计者采用电子设计自动化（EDA）软件来加速电路设计进度。

Protel 99 SE 是由 Altium 公司开发的 Protel 系列中非常经典的软件，目前拥有最广泛的用户群。Protel 99 SE 为用户提供了完整的可视化集成开发环境，其在电路原理图设计及 PCB 电路板设计等方面均有很大加强，是业界非常出色的电子设计自动化软件。Protel 99 SE 是电子设计人员的首选工具，使用它进行电路设计，可以更加灵活、快捷。

本书从基础到提高，由浅及深，详细介绍 Protel 99 SE 电路设计的方方面面，使读者能够全面掌握 Protel 电路设计技术和技巧。

## 本书具有如下鲜明特点

- ◆ 详尽的多媒体视频：本书附赠几百分钟的高清视频。通过这些视频，读者可以更直观地掌握 Protel 的基础知识和应用技巧。
- ◆ 广泛应用的平台：本书采用了在电路设计中广泛使用的 Protel 99 SE 进行介绍，网络上的相关资源丰富。
- ◆ 内容全面：涵盖了 Protel 99 SE 的基础知识及电路设计方面的多种技巧。
- ◆ 实例丰富，图解详细：每个章节在介绍技术的同时，穿插着具体的示例。实例丰富，图解、步骤详细，截图清楚，可操作性强，使用户可以快速掌握电路设计的流程。
- ◆ 层次分明，各取所需：本书的 4 部分内容适合不同层次的读者。需要入门的读者可以通过前面的部分，了解 Protel 99 SE 电路原理图和 PCB 设计的基础内容。本书后面的部分提供了一些 Protel 99 SE 的高级技术供读者参考学习。

为了方便理解，笔者绘制了如第 IV 页所示的 Protel 99 SE 知识结构图，本书涉及结构图中的所有内容，读者可以结合该图进行学习，以便从宏观上把握 Protel 电路设计技术。

## 本书分篇结构

本书从 Protel 99 SE 基础方面入手，围绕这个新框架对 Protel 99 SE 展开全面的介绍。书中在讲解过程中结合丰富的实例以加深读者的印象。



Protel 99 SE 知识结构图

全书分为 4 部分，共 24 章，第 1 部分介绍 Protel 99 SE 基础知识，第 2 部分介绍 Protel 99 SE 的电路原理图设计，第 3 部分介绍 Protel 99 SE 的印制电路板设计，第 4 部分介绍 Protel 99 SE 的高级应用。

第 1 章是有关 Protel 99 SE 的概述，包括 Protel 的发展演变，Protel 99 SE 的组成、特点及系统安装。

第 2 章介绍 Protel 99 SE 的集成开发环境，包括 Protel 99 SE 的菜单栏、工具栏、系统参数设置及项目数据库。另外，还介绍 Protel 99 SE 的文档组织结构和一些实用功能。

第 3 章介绍 Protel 99 SE 电路设计基础。首先介绍 Protel 99 SE 电路设计的步骤，接着通过一个简单的实例，引导用户逐步展开电路原理图和 PCB 图的设计。

第 4 章介绍 Protel 99 SE 的原理图设计，包括原理图编辑环境、元件等对象的放置和属性设置及一些原理图设计技巧。

第 5 章介绍 Protel 99 SE 的图形绘制及其参数设置，包括直线、矩形、注释、文本框和图片等。

第 6 章介绍 Protel 99 SE 原理图环境参数的设置，包括设置图纸、环境参数、原理图打印及生成网络表。

第 7 章介绍 Protel 99 SE 的层次式电路设计，包括层次式电路图的概念、设计方法及层次式电路图的切换。最后，通过一个实例介绍层次式电路设计的具体步骤。

第 8 章介绍 Protel 99 SE 元件库，包括原理图元件库的编辑环境、手工制作元件、元件设计的技巧及项目元件库的建立。最后，通过实例介绍多组件元件的创建。

第 9 章介绍 Protel 99 SE 的报表，包括元件报表、元件交叉参考报表、层次报表、引脚报表和网络表的比较。

第 10 章介绍 Protel 99 SE 的电气规则检查，包括电气规则检查的设置及如何执行电气规则检查。

第 11 章介绍一个原理图设计综合实例，包括项目创建及层次式电路设计。

第 12 章介绍印制电路板 PCB 设计基础，包括印制电路板的基本概念、Protel 99 SE 的 PCB 编辑环境、设置工作区和 PCB 编辑环境。

第 13 章介绍基本的印制电路板设计,包括规划电路板、加载元件封装库、放置 PCB 组件、元件布局、布线及 PCB 的打印输出。

第 14 章介绍 PCB 元件封装的制作与管理,包括元件封装库编辑器、制作元件封装及其技巧、建立项目元件库等。

第 15 章介绍 Protel 99 SE 中的 PCB 设计规则,包括布线、电路板制造、高速电路、布局和信号完整性等。另外,还介绍 PCB 规则检查和网络、对象类的管理。

第 16 章介绍 PCB 报表,包括电路板信息报表、文件层次报表、网络状态报表、信号完整性报表和元件分布密度图等。

第 17 章介绍高级 PCB 设计技术,包括铜膜填充、敷铜、内电层、补泪滴、保护预布线、特殊字符串及一些导线的高级操作技巧。

第 18 章介绍一个综合的 PCB 板设计实例,包括原理图绘制、PCB 设计及工程后期处理。

第 19 章介绍多层电路板设计,包括多层电路板概述及常用的设计规则,然后通过一个具体的实例介绍多层电路板设计的流程。

第 20 章介绍高速电路板设计,包括高速电路的基本特性、传输线效应及高速电路板的布线技巧。最后,通过一个具体的实例,介绍高速电路中的设计要点。

第 21 章介绍 Protel 99 SE 的电路仿真,包括仿真元件和激励源的参数设置、仿真器设置及典型的仿真方法。

第 22 章介绍 Protel 99 SE 的信号完整性分析,包括信号完整性分析概述、信号完整性分析仿真器和缓冲器编辑。

第 23 章介绍 Protel 99 SE 的可编程逻辑器件设计,包括设计方法、基于原理图的 PLD 设计和基于 CUPL 语言的 PLD 设计。

第 24 章介绍 Protel 99 SE 与第三方软件的接口,包括 P-CAD 和 AutoCAD 相关文件的导入和导出。

## 适合阅读本书的读者

对于不熟悉 Protel 99 SE 的读者,本书可以提供从电路基础设计到各种设计技巧的完整知识介绍,使这部分读者可以从头学习 Protel 99 SE;而对于已经熟悉 Protel 的读者,则可以学习 Protel 99 SE 中的一些高级技巧和功能。本书适合以下读者:

- ◆ 电路设计初学者
- ◆ 电路设计开发人员
- ◆ 电路制板工程师
- ◆ 高等院校相关专业的学生及教师
- ◆ 做毕业设计的学生

本书主要由赵建领编写,其他参与编写的人员有冯玉荣、张增强、黄叶新、李增辉、刘聪、龙志标、孟劼、米爱中、秦侠、冉剑、任潇、谭励、王大亮、伍云辉、于重重、曾光、张双、朱照华、扈新波、黄永湛、刘新、孟祥嵩、王二亮、张贺军、李勇、刘基林、闫术卓、关涛、王岩、李晓白、魏星、刘蕾、吕峰军、商斌、师正杰、施以箴、杨洪涛、王润森、魏汪洋等,在此一并表示感谢!

# 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

# 目 录

|  |    |
|--|----|
| <b>第 1 部分 Protel 99 SE 初识篇</b> .....   | 1  |
| <b>第 1 章 Protel 99 SE 概述</b> .....     | 2  |
| 1.1 Protel 简介.....                     | 2  |
| 1.1.1 Protel 版本的发展演变.....              | 2  |
| 1.1.2 Protel 99 SE 的组成.....            | 3  |
| 1.1.3 Protel 99 SE 的特点.....            | 5  |
| 1.2 Protel 99 SE 的系统安装.....            | 8  |
| 1.2.1 Protel 99 SE 的系统安装要求.....        | 8  |
| 1.2.2 Protel 99 SE 的安装.....            | 8  |
| 1.2.3 Protel 99 SE 的卸载.....            | 12 |
| 1.3 小结.....                            | 14 |
| <b>第 2 章 Protel 99 SE 集成开发环境</b> ..... | 15 |
| 2.1 启动 Protel 99 SE.....               | 15 |
| 2.2 初识 Protel 99 SE.....               | 16 |
| 2.2.1 Protel 99 SE 的标题栏.....           | 16 |
| 2.2.2 Protel 99 SE 的菜单栏.....           | 17 |
| 2.2.3 Protel 99 SE 的工具栏.....           | 18 |
| 2.2.4 Protel 99 SE 的状态栏.....           | 19 |
| 2.2.5 Protel 99 SE 的命令行.....           | 19 |
| 2.2.6 Protel 99 SE 的设计管理器.....         | 19 |
| 2.2.7 Protel 99 SE 的工作区.....           | 20 |
| 2.2.8 Protel 99 SE 的组合键.....           | 20 |
| 2.3 Protel 99 SE 的系统参数设置.....          | 21 |
| 2.3.1 Protel 99 SE 的服务器设置.....         | 21 |
| 2.3.2 自定义 Protel 99 SE 的菜单栏和工具栏.....   | 22 |
| 2.3.3 Protel 99 SE 系统设置.....           | 24 |
| 2.4 Protel 99 SE 的项目数据库.....           | 26 |
| 2.4.1 “客户/服务器”结构.....                  | 26 |
| 2.4.2 创建项目数据库.....                     | 27 |
| 2.5 Protel 99 SE 的文档组织结构.....          | 28 |
| 2.5.1 设计工作组.....                       | 28 |
| 2.5.2 垃圾桶.....                         | 31 |
| 2.5.3 设计文件夹.....                       | 31 |
| 2.5.4 Protel 99 SE 的服务器.....           | 32 |



|  |                             |           |
|--|-----------------------------|-----------|
| 2.6                                    | Protel 99 SE 实用功能 .....     | 34        |
| 2.6.1                                  | 压缩项目数据库 .....               | 34        |
| 2.6.2                                  | 修复项目数据库 .....               | 35        |
| 2.6.3                                  | 运行脚本 .....                  | 35        |
| 2.6.4                                  | 运行进程 .....                  | 35        |
| 2.6.5                                  | 安全性设置 .....                 | 36        |
| 2.7                                    | 小结 .....                    | 37        |
| <b>第 2 部分 原理图设计</b> .....              |                             | <b>39</b> |
| <b>第 3 章 Protel 99 SE 电路设计基础</b> ..... |                             | <b>40</b> |
| 3.1                                    | Protel 电路设计步骤 .....         | 40        |
| 3.1.1                                  | 电路原理图设计步骤 .....             | 41        |
| 3.1.2                                  | 印制电路板设计步骤 .....             | 42        |
| 3.2                                    | 创建项目数据库 .....               | 43        |
| 3.3                                    | 电路原理图设计 .....               | 44        |
| 3.3.1                                  | 打开原理图编辑环境 .....             | 44        |
| 3.3.2                                  | 加载元件库 .....                 | 45        |
| 3.3.3                                  | 放置元器件 .....                 | 46        |
| 3.3.4                                  | 原理图的布局和连线 .....             | 51        |
| 3.4                                    | 生成 PCB .....                | 54        |
| 3.4.1                                  | 设置元件封装 .....                | 54        |
| 3.4.2                                  | 生成 PCB .....                | 55        |
| 3.5                                    | 印制电路板设计 .....               | 56        |
| 3.5.1                                  | 调整 Room 工作区 .....           | 56        |
| 3.5.2                                  | 元件布局 .....                  | 58        |
| 3.5.3                                  | 绘制电路板的电气边界 .....            | 59        |
| 3.6                                    | 自动布线 .....                  | 59        |
| 3.7                                    | 电路板覆铜 .....                 | 60        |
| 3.8                                    | 小结 .....                    | 62        |
| <b>第 4 章 Protel 99 SE 原理图设计</b> .....  |                             | <b>63</b> |
| 4.1                                    | Protel 99 SE 的原理图编辑环境 ..... | 63        |
| 4.1.1                                  | 启动原理图编辑环境 .....             | 63        |
| 4.1.2                                  | 菜单栏 .....                   | 64        |
| 4.1.3                                  | 工具栏 .....                   | 68        |
| 4.1.4                                  | 缩放工作区 .....                 | 70        |
| 4.2                                    | 元件 .....                    | 71        |
| 4.2.1                                  | 放置元件 .....                  | 71        |
| 4.2.2                                  | 元件属性 .....                  | 75        |
| 4.3                                    | 导线 .....                    | 77        |
| 4.3.1                                  | 放置导线 .....                  | 77        |
| 4.3.2                                  | 导线属性 .....                  | 79        |

|              |                          |            |
|--------------|--------------------------|------------|
| 4.4          | 网络标签                     | 79         |
| 4.4.1        | 放置网络标签                   | 80         |
| 4.4.2        | 网络标签属性                   | 80         |
| 4.5          | 总线                       | 81         |
| 4.5.1        | 放置总线                     | 82         |
| 4.5.2        | 总线属性                     | 82         |
| 4.6          | 总线入口                     | 83         |
| 4.6.1        | 放置总线入口                   | 83         |
| 4.6.2        | 总线入口属性                   | 84         |
| 4.7          | 电源端口                     | 85         |
| 4.7.1        | 放置电源端口                   | 85         |
| 4.7.2        | 电源端口属性                   | 86         |
| 4.8          | I/O 端口                   | 86         |
| 4.8.1        | 放置 I/O 端口                | 87         |
| 4.8.2        | I/O 端口属性                 | 87         |
| 4.9          | 节点                       | 88         |
| 4.9.1        | 放置节点                     | 89         |
| 4.9.2        | 节点属性                     | 89         |
| 4.10         | 忽略 ERC 检查指示符             | 90         |
| 4.10.1       | 放置忽略 ERC 检查指示符           | 90         |
| 4.10.2       | 忽略 ERC 检查指示符属性           | 91         |
| 4.11         | PCB 布局指示符                | 91         |
| 4.11.1       | 放置 PCB 布局指示符             | 92         |
| 4.11.2       | PCB 布局指示符属性              | 92         |
| 4.12         | 电路组件的编辑                  | 93         |
| 4.12.1       | 选取对象                     | 93         |
| 4.12.2       | 解除对象的选取状态                | 96         |
| 4.12.3       | 平移对象                     | 98         |
| 4.12.4       | 层移对象                     | 100        |
| 4.12.5       | 旋转对象                     | 101        |
| 4.12.6       | 剪贴对象                     | 101        |
| 4.12.7       | 删除对象                     | 103        |
| 4.12.8       | 排列和对齐                    | 104        |
| 4.13         | 原理图设计高级技巧                | 105        |
| 4.13.1       | 编辑元件标识                   | 106        |
| 4.13.2       | 对象的整体编辑                  | 108        |
| 4.13.3       | 位置标记                     | 110        |
| 4.14         | 小结                       | 111        |
| <b>第 5 章</b> | <b>Protel 99 SE 图形绘制</b> | <b>112</b> |
| 5.1          | 直线                       | 112        |

|              |                             |            |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 5.1.1        | 绘制直线                        | 112        |
| 5.1.2        | 直线属性                        | 113        |
| 5.2          | 多边形                         | 113        |
| 5.2.1        | 绘制多边形                       | 114        |
| 5.2.2        | 多边形属性                       | 114        |
| 5.3          | 椭圆弧                         | 115        |
| 5.3.1        | 绘制椭圆弧                       | 115        |
| 5.3.2        | 椭圆弧属性                       | 116        |
| 5.4          | 圆弧                          | 117        |
| 5.4.1        | 绘制圆弧                        | 117        |
| 5.4.2        | 圆弧属性                        | 118        |
| 5.5          | 贝济埃曲线                       | 119        |
| 5.5.1        | 绘制贝济埃曲线                     | 119        |
| 5.5.2        | 贝济埃曲线属性                     | 119        |
| 5.6          | 矩形                          | 120        |
| 5.6.1        | 绘制矩形                        | 120        |
| 5.6.2        | 矩形属性                        | 121        |
| 5.7          | 圆角矩形                        | 122        |
| 5.7.1        | 绘制圆角矩形                      | 122        |
| 5.7.2        | 圆角矩形属性                      | 122        |
| 5.8          | 椭圆形                         | 123        |
| 5.8.1        | 绘制椭圆形                       | 123        |
| 5.8.2        | 椭圆形属性                       | 124        |
| 5.9          | 扇形饼图                        | 125        |
| 5.9.1        | 绘制扇形饼图                      | 125        |
| 5.9.2        | 扇形饼图属性                      | 126        |
| 5.10         | 注释                          | 127        |
| 5.10.1       | 放置注释                        | 127        |
| 5.10.2       | 注释属性                        | 128        |
| 5.10.3       | 特殊注释符                       | 128        |
| 5.11         | 文本框                         | 129        |
| 5.11.1       | 放置文本框                       | 129        |
| 5.11.2       | 文本框属性                       | 130        |
| 5.12         | 图片                          | 131        |
| 5.12.1       | 放置图片                        | 132        |
| 5.12.2       | 图片属性                        | 133        |
| 5.13         | 小结                          | 134        |
| <b>第 6 章</b> | <b>Protel 99 SE 原理图环境设置</b> | <b>135</b> |
| 6.1          | 设置原理图图纸                     | 135        |
| 6.1.1        | 图纸大小                        | 136        |

|              |                     |            |
|--------------|---------------------|------------|
| 6.1.2        | 图纸方向                | 137        |
| 6.1.3        | 图纸标题栏               | 137        |
| 6.1.4        | 图纸颜色                | 138        |
| 6.1.5        | 系统字体                | 139        |
| 6.1.6        | 网格                  | 139        |
| 6.1.7        | 文档信息                | 140        |
| 6.2          | 设置原理图的环境参数          | 141        |
| 6.2.1        | 设置原理图环境             | 142        |
| 6.2.2        | 设置图形编辑环境            | 144        |
| 6.2.3        | 设置默认原始状态            | 146        |
| 6.3          | 原理图打印               | 146        |
| 6.3.1        | 打印机设置               | 147        |
| 6.3.2        | 原理图的打印              | 148        |
| 6.4          | 生成网络表               | 148        |
| 6.4.1        | 网络表简介               | 148        |
| 6.4.2        | 原理图生成网络表            | 149        |
| 6.5          | 小结                  | 154        |
| <b>第 7 章</b> | <b>层次式电路设计</b>      | <b>155</b> |
| 7.1          | 层次式电路图的概念           | 155        |
| 7.2          | 层次式电路图的设计方法         | 156        |
| 7.2.1        | 自上而下的层次式原理图设计       | 156        |
| 7.2.2        | 自下而上的层次式原理图设计       | 163        |
| 7.3          | 各层电路图之间的切换          | 165        |
| 7.3.1        | 从母图切换到子图            | 165        |
| 7.3.2        | 从子图切换到母图            | 165        |
| 7.4          | 层次式电路图的网络表文件        | 166        |
| 7.5          | 层次式电路设计实例           | 168        |
| 7.5.1        | 建立项目                | 168        |
| 7.5.2        | 加载元件库               | 169        |
| 7.5.3        | 原理图母图               | 169        |
| 7.5.4        | 子原理图 MCU8051.Sch 设计 | 170        |
| 7.5.5        | 子原理图 RS232.Sch 设计   | 172        |
| 7.6          | 小结                  | 174        |
| <b>第 8 章</b> | <b>元件库</b>          | <b>175</b> |
| 8.1          | 启动原理图元件库编辑器         | 175        |
| 8.2          | 原理图元件库的编辑环境         | 176        |
| 8.2.1        | 菜单栏                 | 176        |
| 8.2.2        | 工具栏                 | 180        |
| 8.2.3        | 元件库编辑管理器            | 182        |
| 8.2.4        | 元件库编辑环境设置           | 184        |

|               |                         |            |
|---------------|-------------------------|------------|
| 8.3           | 手工制作元件                  | 186        |
| 8.3.1         | 创建元件                    | 186        |
| 8.3.2         | 绘制元件外形                  | 186        |
| 8.3.3         | 绘制元件引脚                  | 187        |
| 8.3.4         | 设置元件属性                  | 190        |
| 8.4           | 元件设计常用技巧                | 190        |
| 8.4.1         | 从已有的元器件开始创建             | 190        |
| 8.4.2         | 消除库元器件的位置偏移现象           | 194        |
| 8.4.3         | 属性相同的多引脚元件绘制技巧          | 194        |
| 8.5           | 项目元件库                   | 197        |
| 8.6           | 多组件元件制作实例               | 197        |
| 8.6.1         | 绘制元件                    | 198        |
| 8.6.2         | 创建 IEEE 显示模式            | 201        |
| 8.6.3         | 设置元件属性                  | 202        |
| 8.7           | 小结                      | 203        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>Protel 99 SE 的报表</b> | <b>204</b> |
| 9.1           | 元件报表                    | 204        |
| 9.2           | 元件交叉参考报表                | 206        |
| 9.3           | 层次报表                    | 207        |
| 9.4           | 引脚报表                    | 207        |
| 9.5           | 比较网络表                   | 208        |
| 9.6           | 小结                      | 209        |
| <b>第 10 章</b> | <b>电气规则检查</b>           | <b>210</b> |
| 10.1          | 电气规则检查设置                | 210        |
| 10.1.1        | “Setup” 选项卡             | 210        |
| 10.1.2        | “Rule Matrix” 选项卡       | 211        |
| 10.2          | 电气规则检查                  | 212        |
| 10.3          | No ERC 符号               | 213        |
| 10.4          | 小结                      | 214        |
| <b>第 11 章</b> | <b>原理图设计综合实例</b>        | <b>215</b> |
| 11.1          | 数码管显示控制电路               | 215        |
| 11.2          | 新建项目数据库                 | 216        |
| 11.3          | 制作元件                    | 216        |
| 11.4          | 绘制原理图母图                 | 218        |
| 11.4.1        | 绘制电路方块图                 | 218        |
| 11.4.2        | 放置元件                    | 220        |
| 11.4.3        | 原理图连线                   | 220        |
| 11.5          | 绘制子原理图                  | 220        |
| 11.5.1        | 绘制一级子原理图                | 221        |
| 11.5.2        | 绘制二级子原理图                | 223        |

|                              |                           |            |
|------------------------------|---------------------------|------------|
| 11.6                         | 原理图报表                     | 224        |
| 11.7                         | 小结                        | 225        |
| <b>第 3 部分 印制电路板设计</b>        |                           | <b>227</b> |
| <b>第 12 章 印制电路板 PCB 设计基础</b> |                           | <b>228</b> |
| 12.1                         | 印制电路板的基本概念                | 228        |
| 12.1.1                       | 印制电路板的材料                  | 228        |
| 12.1.2                       | 印制电路板的分类                  | 228        |
| 12.1.3                       | 元件封装                      | 229        |
| 12.1.4                       | 焊盘                        | 232        |
| 12.1.5                       | 铜膜导线                      | 233        |
| 12.1.6                       | 预拉线                       | 233        |
| 12.1.7                       | 助焊膜和阻焊膜                   | 233        |
| 12.1.8                       | 过孔                        | 233        |
| 12.1.9                       | 层                         | 234        |
| 12.1.10                      | 安全距离                      | 234        |
| 12.1.11                      | 敷铜                        | 235        |
| 12.2                         | 印制电路板设计概述                 | 235        |
| 12.2.1                       | 印制电路板设计流程                 | 235        |
| 12.2.2                       | 印制电路板的选择                  | 237        |
| 12.2.3                       | 印制电路板的布局                  | 238        |
| 12.2.4                       | 印制电路板设计的规则                | 238        |
| 12.3                         | Protel 99 SE 的 PCB 编辑环境   | 241        |
| 12.3.1                       | 启动 PCB 编辑环境               | 241        |
| 12.3.2                       | 菜单栏                       | 242        |
| 12.3.3                       | 工具栏                       | 246        |
| 12.3.4                       | PCB 编辑管理器                 | 248        |
| 12.3.5                       | 缩放工作区                     | 249        |
| 12.4                         | 设置 PCB 工作区                | 251        |
| 12.4.1                       | 设置工作区                     | 251        |
| 12.4.2                       | 板层的类型                     | 251        |
| 12.4.3                       | 板层管理                      | 253        |
| 12.4.4                       | 机械层设置                     | 254        |
| 12.4.5                       | 板层设置                      | 255        |
| 12.5                         | 设置 PCB 编辑环境               | 257        |
| 12.5.1                       | 常规设置 (“Options” 选项卡)      | 257        |
| 12.5.2                       | 显示设置 (“Display” 选项卡)      | 260        |
| 12.5.3                       | 颜色设置 (“Colors” 选项卡)       | 261        |
| 12.5.4                       | 显示/隐藏设置 (“Show/Hide” 选项卡) | 262        |
| 12.5.5                       | PCB 默认设置 (“Defaults” 选项卡) | 262        |
| 12.6                         | 小结                        | 263        |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第 13 章 印制电路板 (PCB) 设计</b> ..... | 264 |
| 13.1 规划印制电路板.....                  | 264 |
| 13.1.1 使用向导规划电路板.....              | 264 |
| 13.1.2 手工规划电路板.....                | 268 |
| 13.2 加载元件封装库.....                  | 271 |
| 13.2.1 元件封装库浏览器.....               | 271 |
| 13.2.2 加载元件封装库.....                | 272 |
| 13.2.3 加载网络表和元器件.....              | 272 |
| 13.3 放置 PCB 基本组件.....              | 275 |
| 13.3.1 放置元件封装.....                 | 275 |
| 13.3.2 放置导线.....                   | 279 |
| 13.3.3 放置焊盘.....                   | 284 |
| 13.3.4 放置过孔.....                   | 286 |
| 13.3.5 放置字符串.....                  | 287 |
| 13.3.6 放置坐标.....                   | 290 |
| 13.3.7 放置尺寸标注.....                 | 291 |
| 13.3.8 放置相对原点.....                 | 292 |
| 13.3.9 放置圆弧.....                   | 293 |
| 13.4 元件布局.....                     | 297 |
| 13.4.1 元件自动布局.....                 | 297 |
| 13.4.2 选取元器件.....                  | 299 |
| 13.4.3 解除元器件的选取.....               | 301 |
| 13.4.4 移动元器件.....                  | 301 |
| 13.4.5 旋转元器件.....                  | 302 |
| 13.4.6 排列元器件.....                  | 304 |
| 13.4.7 剪贴复制元器件.....                | 305 |
| 13.4.8 删除元器件.....                  | 308 |
| 13.5 自动布线.....                     | 308 |
| 13.5.1 设置布线规则.....                 | 308 |
| 13.5.2 自动布线.....                   | 309 |
| 13.6 手工调整印制电路板.....                | 313 |
| 13.6.1 手工调整布线.....                 | 313 |
| 13.6.2 加宽电源和接地线.....               | 314 |
| 13.6.3 调整文字标注.....                 | 314 |
| 13.7 更新设计项目.....                   | 316 |
| 13.7.1 由 PCB 更新原理图.....            | 316 |
| 13.7.2 由原理图更新 PCB.....             | 317 |
| 13.8 PCB 的 3D 效果图.....             | 318 |
| 13.9 PCB 图的打印输出.....               | 319 |
| 13.9.1 打印设置.....                   | 319 |
| 13.9.2 设置打印机.....                  | 322 |

|   |            |
|---|------------|
| 13.9.3 其他打印命令                           | 323        |
| 13.10 实例                                | 323        |
| 13.10.1 原理图设计                           | 323        |
| 13.10.2 利用向导创建 PCB                      | 325        |
| 13.10.3 PCB 设计                          | 328        |
| 13.11 小结                                | 331        |
| <b>第 14 章 PCB 元件封装的制作与管理</b>            | <b>332</b> |
| 14.1 元件封装库编辑器                           | 332        |
| 14.1.1 启动元件封装库编辑器                       | 332        |
| 14.1.2 菜单栏                              | 333        |
| 14.1.3 工具栏                              | 336        |
| 14.2 制作元件封装                             | 337        |
| 14.2.1 设置元件封装库编辑环境                      | 337        |
| 14.2.2 手工制作元件封装                         | 341        |
| 14.2.3 使用向导制作元件封装                       | 345        |
| 14.3 元器件封装管理器                           | 348        |
| 14.4 元器件封装管理器的应用                        | 350        |
| 14.4.1 快速查找元器件封装                        | 350        |
| 14.4.2 添加元器件封装                          | 350        |
| 14.4.3 删除元器件封装                          | 350        |
| 14.4.4 编辑元器件封装的引脚焊盘                     | 350        |
| 14.5 制作元器件封装的技巧                         | 351        |
| 14.5.1 快速创建元件封装                         | 351        |
| 14.5.2 快速准确调整元器件的焊盘间距                   | 352        |
| 14.6 元件封装库报告                            | 355        |
| 14.6.1 封装库状态报告                          | 355        |
| 14.6.2 元件报告                             | 355        |
| 14.6.3 元件规则检查报告                         | 356        |
| 14.6.4 元件库报告                            | 357        |
| 14.7 建立项目元件封装库                          | 357        |
| 14.8 贴片元件封装制作实例                         | 358        |
| 14.8.1 建立元件库                            | 358        |
| 14.8.2 放置焊盘                             | 359        |
| 14.8.3 绘制元件外形                           | 360        |
| 14.8.4 生成报告文件                           | 362        |
| 14.9 小结                                 | 363        |
| <b>第 15 章 PCB 设计规则</b>                  | <b>364</b> |
| 15.1 设计规则简介                             | 364        |
| 15.2 布线设计规则                             | 365        |
| 15.2.1 “Clearance Constraint” (安全间距) 规则 | 365        |





|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 15.2.2  | “Routing Corners” (布线拐角) 规则                | 369 |
| 15.2.3  | “Routing Layers” (布线板层) 规则                 | 371 |
| 15.2.4  | “Routing Priority” (布线优先级) 规则              | 372 |
| 15.2.5  | “Routing Topology” (布线拓扑) 规则               | 373 |
| 15.2.6  | “Routing Via Style” (布线过孔样式) 规则            | 376 |
| 15.2.7  | “SMD Neck-Down Constraint” (颈缩) 规则         | 377 |
| 15.2.8  | “SMD To Corner Constraint” (SMD 与导线拐角) 规则  | 378 |
| 15.2.9  | “SMD To Plane Constraint” (SMD 与内层) 规则     | 379 |
| 15.2.10 | “Width Constraint” (导线宽度) 规则               | 380 |
| 15.3    | 电路板制造方面的规则                                 | 381 |
| 15.3.1  | “Acute Angle Constraint” (最小夹角) 规则         | 381 |
| 15.3.2  | “Hole Size Constraint” (孔径尺寸) 规则           | 382 |
| 15.3.3  | “Layer Pairs” (层对) 规则                      | 383 |
| 15.3.4  | “Minimum Annular Ring” (最小焊环) 规则           | 384 |
| 15.3.5  | “Paste Mask Expansion” (SMD 焊盘的扩展距离) 规则    | 385 |
| 15.3.6  | “Polygon Connect Style” (敷铜连接样式) 规则        | 386 |
| 15.3.7  | “Power Plane Clearance” (电源层距离) 规则         | 387 |
| 15.3.8  | “Power Plane Connect Style” (电源层连接样式) 规则   | 388 |
| 15.3.9  | “Solder Mask Expansion” (阻焊层中焊盘的扩展距离) 规则   | 389 |
| 15.3.10 | “Testpoint Style” (测试点样式) 规则               | 390 |
| 15.3.11 | “Testpoint Usage” (测试点使用) 规则               | 391 |
| 15.4    | 高速电路设计规则                                   | 392 |
| 15.4.1  | “Daisy Chain Stub Length” (菊花链支线长度) 规则     | 393 |
| 15.4.2  | “Length Constraint” (网络长度) 规则              | 394 |
| 15.4.3  | “Matched Net Lengths” (匹配网络长度) 规则          | 394 |
| 15.4.4  | “Maximum Via Count Constraint” (最大过孔数) 规则  | 396 |
| 15.4.5  | “Parallel Segment Constraint” (并行导线) 规则    | 397 |
| 15.4.6  | “Vias Under SMD Constraint” (SMD 焊盘下过孔) 规则 | 398 |
| 15.5    | 布局设计规则                                     | 399 |
| 15.5.1  | “Component Clearance Constraint” (元件间距) 规则 | 399 |
| 15.5.2  | “Component Orientations Rule” (元件方向) 规则    | 400 |
| 15.5.3  | “Nets to Ignore” (网络忽略) 规则                 | 401 |
| 15.5.4  | “Permitted Layers Rule” (放置板层) 规则          | 401 |
| 15.5.5  | “Room Definition” (Room 定义) 规则             | 402 |
| 15.6    | 信号完整性规则                                    | 404 |
| 15.6.1  | “Flight Time-Falling Edge” (下降沿延迟时间) 规则    | 404 |
| 15.6.2  | “Flight Time-Rising Edge” (上升沿延迟时间) 规则     | 405 |
| 15.6.3  | “Impedance Constraint” (阻抗约束) 规则           | 406 |
| 15.6.4  | “Overshoot-Falling Edge” (下降沿过冲) 规则        | 407 |
| 15.6.5  | “Overshoot-Rising Edge” (上升沿过冲) 规则         | 408 |
| 15.6.6  | “Signal Base Value” (信号低电平) 规则             | 409 |