



电路设计与制板

Protel 99SE

高级应用

老虎工作室

张 伟
孙 颖
赵 晶 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电路设计与制板

Protel 99SE

高级应用

■ 老虎工作室

张 伟

孙 颖

赵 晶 编著

人民邮电出版社

北京



图书在版编目 (CIP) 数据

电路设计与制板: Protel 99SE 高级应用 / 张伟, 孙颖, 赵晶编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2007.7

ISBN 978-7-115-16138-3

I. 电... II. ①张...②孙...③赵... III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99SE IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 057458 号

内 容 提 要

Protel 99SE 是 Protel 系列产品中功能最完备的版本之一, 以其强大功能和实用性, 逐渐获得广大硬件设计人员的青睐, 是目前众多 EDA 设计软件中用户最多的产品之一。

本书是在《电路设计与制板——Protel 99 高级应用》一书的基础上进行的改版, 其姊妹篇是《电路设计与制板——Protel 99SE 入门与提高》。本书一方面是为了满足 Protel 99 版本升级的需要, 另一方面略去了 PCB 信号完整性分析、电路仿真和可编程逻辑器件设计等内容, 将全部精力放在了电路板的设计上, 比较系统、全面地介绍了电路板设计过程中的典型设计技巧和经验。

全书共有 8 章, 第 1 章介绍了 Protel 99SE 系统的高级管理知识, 第 2 章介绍了原理图符号的制作和管理, 第 3 章和第 4 章详细地介绍了电路原理图的设计方法以及电路原理图设计过程中的典型技巧和高级技术等, 第 5 章介绍了元器件封装的制作和管理知识, 第 6 章和第 7 章分别介绍了电路板设计中的元器件布局和电路板布线操作, 最后在第 8 章专门介绍了电路板设计过程中的典型操作技巧。全书以精心选择的设计实例为主线, 着重介绍了电路原理图绘制与印制电路板设计的高级应用技巧。

本书适合有一定 Protel 99SE 使用基础的设计人员阅读, 也可供大专院校相关专业师生学习参考。

电路设计与制板——Protel 99SE 高级应用

◆ 编 著 老虎工作室 张 伟 孙 颖 赵 晶
责任编辑 李永涛

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20.5

字数: 510 千字

2007 年 7 月第 1 版

印数: 1—6 000 册

2007 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16138-3/TP

定价: 38.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223



老虎工作室

主 编：沈精虎

编 委：许曰滨 黄业清 姜 勇 宋一兵 高长铎
田博文 谭雪松 杜俭业 向先波 毕丽蕴
郭万军 宋雪岩 詹 翔 周 锦 冯 辉
王海英 蔡汉明 李 仲 赵治国 赵 晶
张 伟 朱 凯 臧乐善 郭英文 计晓明
尹志超 滕 玲 张艳花 董彩霞 郝庆文

内容和特点

与以前的版本相比，Protel 99SE 新增了许多新技术和新特性。

- **SmartDoc 技术**：设计者可以将一个电路设计的所有文件全部存储在惟一的设计数据库中，使文档的管理更加方便。
- **SmartTools 技术**：Protel 99SE 的所有工具都可以通过设计管理器访问，比如设计者可以在设计 PCB 时编辑电路原理图，也可以在绘制电路原理图时观察仿真的结果，并且通过 OLE 技术，可以在设计管理器中直接编辑 Microsoft Word、Excel 和 Visio 等文件。
- **SmartTeam 技术**：设计者可以定义设计数据库访问成员的权限，更有效地进行设计文档的交流。
- **双向的设计同步器**：Protel 99SE 的双向设计同步器可以实现电路原理图和 PCB 的同步非线性设计。设计同步器自动把在电路原理图中定义的元器件封装和连接信息传递到 PCB 中。在多图纸方案中，设计同步器可按照方案中各张图纸上的元器件自动产生 PCB 元器件类，按照总线的设置产生 PCB 网络类。在 PCB 设计过程中设计者可随时运行设计同步器，确保设计文件的同步。
- **基于位置拓扑技术的自动布线技术**：基于位置拓扑技术的自动布线器完全摆脱了基于形状的自动布线技术的限制。自动布线时增加电路板拓扑分析过程，根据相互关联的目标器件之间的空间位置建立模型。位置拓扑技术增强了走线路径找寻功能，使设计不再局限于电路板的尺寸、角度、形状，能充分利用高密度板有限的空间，使布线更加智能、高效。另外它还支持盲孔、埋孔和高密度的 BGA 封装，提供方便易用的高级布线控制选项。

本书以经典的《电路设计与制板——Protel 99 高级应用》为基础，秉承了老版本图书的优点，同时也归纳了许多读者的反馈意见，在结构及内容上进行了一定的调整，精简了老版本图书中不太实用的内容，而添加了许多实用的技巧。针对 Protel 99SE 推出的系列图书，其姊妹篇是《电路设计与制板——Protel 99SE 入门与提高》。通过对这两本图书的学习，读者可以很好地在入门的基础上快速掌握电路原理图的绘制和 PCB 电路板设计的高级技巧。

《电路设计与制板——Protel 99SE 入门与提高》一书以 Protel 99SE 的基本使用为内容，讲述了 Protel 99SE 原理图编辑器和 PCB 编辑器的各种基本功能及其使用方法。作为该书的姊妹篇，本书以 Protel 99SE 电路板设计的高级应用为内容，通过精心选择的设计实例，着重讲述了原理图绘制和 PCB 设计的典型方法和技巧。因此，通过这两本书的结合使

用,可以为不同类型的读者提供一个完整的 Protel 99SE 学习方案。另外,在本书中还穿插了大量的电路设计专业知识和实践经验,相信对读者的实际工作也会有很大帮助。

全书由 8 章正文和两个附录组成。根据读者反馈的意见,本书略去了 PCB 信号完整性分析、电路仿真和可编程逻辑器件设计等内容,将全部精力放在了电路板的设计上,比较系统、全面地介绍了电路板设计过程中的典型设计技巧和方法,并总结了作者和众多读者在电路板设计中的实践经验。

- 第 1 章:详细介绍了 Protel 99SE 的系统高级管理知识。
- 第 2 至 4 章:详细介绍了 Protel 99SE 原理图符号的制作与管理、原理图绘制的典型技巧、模板文件的创建与使用、全局编辑功能的使用、元器件自动编号、ERC 设计检验和同步器的使用以及各种报表文件的生成等内容。
- 第 5 至 8 章:详细介绍了 PCB 元器件封装的制作与管理、PCB 电路板设计过程中的典型技巧、网络表文件加载过程中典型问题的解决、全局编辑功能和多层板设计等,并结合电路设计实例,介绍了电路板的元器件布局、自动布线、手工布线和交互式布线等方法。
- 附录 1:列出了原理图编辑器中的快捷键。
- 附录 2:列出了 PCB 编辑器中的快捷键。

读者对象

本书适合于具有一定 Protel 99SE 使用基础的设计人员阅读。书中所介绍的典型技巧和各种辅助设计工具的使用方法,有助于读者迅速提高 Protel 99SE 的应用水平。

本书针对《电路设计与制板——Protel 99SE 入门与提高》一书的读者在实际工作中所提出的疑难问题进行了归纳和整理,并结合实例介绍了相应的解决技巧,因此,本书对于《电路设计与制板——Protel 99SE 入门与提高》的读者朋友来说,不失为一本有意义的进阶参考书。

此外,本书也可供大专院校相关专业的师生参考使用。

附盘内容

为了方便读者学习,本书还附有一张光盘,光盘中主要收录了以下内容。

1. 设计实例

在附盘中的“\实例”文件夹下收录了本书使用的典型实例,以及典型实例设计过程中制作的原理图符号和元器件封装,以方便读者学习时使用。

2. 动画文件

为了方便读者学习,书中介绍的典型操作技巧、方法及相关实例都录制成了“*.avi”动画文件,并按章收录在附盘中的“\录像”文件夹下,希望能对读者有所帮助。

注意:播放动画演示文件前,先要安装光盘根目录下的“avi_tsc.exe”插件,否则可能会导致播放失败。

叙述约定

为了方便读者阅读，我们在书中设计了两个小图标。



要点提示：用于介绍重要的知识点。



操作实例：用于引出一个操作题目和相应的一组操作步骤。

本书在编写过程中得到了黄业清等同志的大力帮助和支持，在此表示衷心的感谢。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室网站 www.laohu.net，电子函件 postmaster@laohu.net。

老虎工作室

2007年4月

第 1 章 Protel 99SE 系统的高级管理	1
1.1 Protel 99SE 的体系结构.....	1
1.1.1 原理图设计组件.....	3
1.1.2 PCB 设计组件.....	3
1.1.3 自动布线组件.....	3
1.2 Protel 99SE 中文件系统的管理.....	4
1.2.1 Protel 99SE 系统文件的组成.....	4
1.2.2 Protel 99SE 的文件类型.....	4
1.2.3 Protel 99SE 设计数据库文件的访问权限设置.....	5
1.2.4 Protel 99SE 的文档管理.....	10
1.3 快捷键的人性化设置.....	13
1.4 Protel 99SE 设计文件的自动备份/存盘功能.....	15
1.4.1 Protel 99SE 设计文件的自动备份功能.....	16
1.4.2 Protel 99SE 设计文件的自动存盘功能.....	17
1.5 其他功能及参数的设置.....	18
1.5.1 设计数据库文件的压缩.....	18
1.5.2 修复设计数据库文件.....	19
1.5.3 系统显示字体的设置.....	19
1.6 小结.....	20
1.7 习题.....	20
第 2 章 原理图符号的制作和管理	21
2.1 原理图符号制作常用快捷键一览.....	21
2.2 创建一个新的原理图符号.....	22
2.3 原理图符号库编辑器管理窗口.....	25
2.3.1 原理图符号浏览窗口.....	25
2.3.2 原理图符号操作窗口.....	27
2.3.3 原理图符号引脚浏览窗口.....	28
2.4 制作带子件的原理图符号.....	28
2.5 创建复杂元器件的原理图符号.....	30
2.6 创建原理图符号的常用技巧.....	32
2.6.1 对已有的原理图符号进行修改和使用.....	33

2.6.2	消除库元器件的位置偏移现象.....	35
2.6.3	引脚的阵列粘贴.....	35
2.6.4	放置引脚名称上的上划线.....	38
2.6.5	在类似原理图符号的基础上创建新的原理图符号.....	38
2.7	原理图符号库报表文件的生成及规则检查.....	39
2.7.1	原理图符号报表.....	39
2.7.2	原理图符号库报表.....	40
2.7.3	原理图符号库设计规则检查.....	41
2.8	小结.....	42
2.9	习题.....	42
第3章	Protel 99SE 电路原理图绘制技巧.....	43
3.1	常用快捷键一览.....	43
3.2	熟练使用原理图编辑器管理窗口.....	44
3.3	一个数模混合电路的绘制.....	48
3.4	使用层次原理图绘制多路数据采样电路.....	49
3.5	电路原理图绘制技巧.....	54
3.5.1	原理图符号的快速查找.....	54
3.5.2	图纸模板文件的创建与使用.....	57
3.5.3	全局编辑功能.....	62
3.5.4	同种封装形式元器件的连续放置.....	65
3.5.5	导线的移动技巧.....	65
3.5.6	如何在拖动图件的同时拖动其引脚上的导线.....	66
3.5.7	元器件的旋转和翻转放置.....	68
3.5.8	一些特殊的设置.....	69
3.5.9	常用工具栏的管理.....	72
3.6	小结.....	74
3.7	习题.....	74
第4章	电路原理图绘制高级技术.....	75
4.1	电路板设计前的准备.....	75
4.1.1	元器件封装遗漏检查.....	76
4.1.2	检查元器件编号是否符合要求.....	79
4.1.3	更换元器件的子件.....	80
4.1.4	元器件编号是否有重复.....	81
4.1.5	元器件自动编号.....	81
4.1.6	电气法则测试.....	84
4.1.7	放置 PCB 电路板布线规则符号.....	88

4.2	网络表文件的管理.....	92
4.2.1	创建网络表文件.....	92
4.2.2	在层次原理图中定义网络符号的有效范围.....	93
4.2.3	建立层次原理图的网络表文件.....	96
4.2.4	网络表文本编辑器的使用.....	96
4.3	生成元器件报表清单.....	98
4.4	电路原理图的拼接打印输出.....	101
4.5	小结.....	105
4.6	习题.....	105
第 5 章	PCB 元器件封装的制作与管理.....	107
5.1	手工制作元器件封装过程中常用的快捷键.....	107
5.2	常用元器件的原理图符号及元器件封装.....	108
5.2.1	有关元器件封装的一些概念.....	108
5.2.2	常用元器件的原理图符号和元器件封装.....	109
5.3	制作元器件封装.....	120
5.3.1	利用向导快速制作元器件封装.....	120
5.3.2	手工制作元器件封装.....	127
5.3.3	底层元器件封装的手工制作.....	132
5.4	制作元器件封装的典型技巧.....	135
5.4.1	设置元器件封装的参考点.....	135
5.4.2	快速绘制元器件的外形.....	136
5.4.3	精确调整焊盘的间距.....	138
5.4.4	快速制作元器件封装.....	140
5.4.5	修改已有的元器件封装.....	142
5.4.6	建立项目元器件库.....	144
5.5	对元器件封装的管理.....	145
5.5.1	建立自己的元器件封装库.....	145
5.5.2	通过报告文件掌握元器件封装库的状态.....	146
5.6	小结.....	150
5.7	习题.....	150
第 6 章	元器件布局.....	151
6.1	常用快捷键一览.....	151
6.2	使用多种方法创建 PCB 设计文件.....	152
6.2.1	利用 PCB 文件生成向导创建 PCB 设计文件.....	152
6.2.2	常规的 PCB 设计文件创建方法.....	158
6.2.3	自建 PCB 模板.....	159

6.3	设置电路板的工作层面.....	163
6.3.1	电路板的结构与类型.....	163
6.3.2	电路板选型的原则.....	164
6.3.3	电路板材料的选择.....	164
6.3.4	电路板的形状和尺寸.....	165
6.3.5	电路板的厚度选择.....	165
6.3.6	电路板工作层面的类型.....	165
6.3.7	工作层面的设置.....	167
6.4	电路板设计工作参数设置.....	169
6.4.1	环境参数设置.....	169
6.4.2	系统参数设置.....	170
6.5	轻轻松松规划电路板.....	173
6.6	利用双向同步功能载入网络表和元器件封装.....	174
6.6.1	利用原理图设计同步器载入网络表和元器件封装.....	174
6.6.2	利用 PCB 设计同步器载入网络表和元器件封装.....	175
6.6.3	在网络表和元器件封装载入过程中常见的问题.....	176
6.7	区分几个容易混淆的概念.....	181
6.8	元器件布局.....	182
6.8.1	元器件布局的基本要求.....	182
6.8.2	元器件自动布局.....	183
6.8.3	元器件的手工布局.....	193
6.8.4	自动布局与手工布局相结合的交互式布局方式.....	194
6.8.5	借助网络密度分析工具调整元器件的布局.....	198
6.8.6	从 3D 效果图看元器件的布局.....	199
6.9	小结.....	199
6.10	习题.....	200
第 7 章	PCB 电路板布线.....	201
7.1	PCB 电路板设计规则的设置.....	201
7.1.1	【Routing】电路板的布线设计规则.....	202
7.1.2	【Manufacturing】电路板制作设计规则.....	207
7.1.3	【High Speed】高频电路设计规则.....	212
7.1.4	其他相关的设计规则.....	217
7.2	自动布线.....	219
7.3	自动布线与手动布线相结合的交互式布线.....	223
7.3.1	预布线.....	223
7.3.2	交互式布线实例.....	225
7.4	基于手动布线方式的布线操作实例.....	228

7.5	电路板布线总结.....	237
7.6	小结.....	237
7.7	习题.....	238
第 8 章 PCB 电路板设计典型操作技巧.....		239
8.1	图件的选取与点取.....	239
8.2	放置与编辑导线的各种操作技巧.....	241
8.2.1	放置不同宽度导线的操作技巧.....	241
8.2.2	放置不同宽度且光滑过渡的导线.....	243
8.2.3	自动清除导线环路的功能.....	244
8.2.4	使用【Break Track】功能修改导线.....	247
8.2.5	使用重画导线命令修改导线.....	248
8.2.6	拖拉导线端点.....	248
8.2.7	绘制不同转角形式的导线.....	248
8.2.8	使用鼠标对导线进行调整.....	251
8.2.9	删除导线.....	253
8.2.10	特殊拐角导线的绘制.....	255
8.3	编辑元器件封装的操作技巧.....	256
8.3.1	更改元器件的封装形式.....	256
8.3.2	分解元器件的封装.....	258
8.4	PCB 电路板设计的高级操作技巧.....	258
8.4.1	地线网络的覆铜技巧.....	258
8.4.2	添加外围线【Outline】.....	262
8.4.3	泪滴导线的制作技巧.....	264
8.5	活用特殊粘贴功能.....	266
8.6	利用 PCB 编辑器中的交叉检索功能查找原理图符号.....	271
8.7	全局编辑功能.....	271
8.7.1	【Properties】设置项.....	272
8.7.2	【Designator】设置项.....	275
8.7.3	【Comment】设置项.....	277
8.7.4	利用全局编辑功能隐藏电路板元器件参数.....	278
8.7.5	利用全局编辑功能修改元器件序号的大小.....	280
8.8	优化元器件的布局和布线.....	281
8.9	设计规则检验 (DRC).....	282
8.10	多层板的制作.....	286
8.10.1	浏览内部电源层.....	287
8.10.2	分割内电层.....	289
8.11	其他经验性的操作技巧.....	293

8.11.1 精确调整元器件的位置.....	293
8.11.2 放置可镀锡的导线.....	294
8.11.3 利用反向注释功能更新原理图编号.....	296
8.11.4 网络类的定义.....	298
8.11.5 单点接地.....	300
8.11.6 设置图纸标记.....	301
8.11.7 在电路板上快速绘制 150 个普通电容.....	302
8.11.8 放置底层元器件的封装.....	303
8.12 焊盘特殊形式内“孔”的标注.....	304
8.13 PCB 电路板的打印输出.....	305
8.14 小结.....	310
8.15 习题.....	310
附录一 原理图编辑器快捷键.....	311
附录二 PCB 编辑器快捷键.....	315

第1章 Protel 99SE 系统的高级管理

在 Protel 系列产品中，Protel 99SE 以其功能强大、方便快捷的设计模式和人性化的设计环境，赢得了众多电路板设计人员的青睐，成为当前电路板设计软件的主流产品，是目前影响最大、用户最多的电子线路 EDA 软件包之一。Protel 99SE 最主要的特点就是将电路原理图设计、印制电路板设计、电路功能仿真测试以及 PLD 设计等功能融合在一起，从而实现了电子设计自动化。

本章主要介绍有关 Protel 99SE 的体系结构、文件类型与管理、设计数据库文件密码的设置与修改、设计数据库文件访问成员的管理、快捷键的自定义、涉及数据库的压缩与修复以及系统显示字体的设置等方面的知识，让读者能够更加深入地了解 Protel 99SE，以便更加得心应手地使用 Protel 99SE。

本章主要内容

- Protel 99SE 的体系结构。
- Protel 99SE 中文件系统的管理。
- 设计数据库文件密码的设置与修改。
- 设计数据库文件访问成员的管理。
- 自定义快捷键。
- Protel 99SE 的自动备份和自动存盘功能。
- 设计数据库文件的压缩与修复。

1.1 Protel 99SE 的体系结构

Protel 99SE 的体系结构采用客户/服务器应用程序设计模式，如图 1-1 所示。

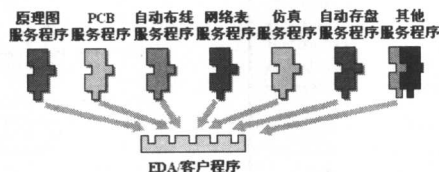




图1-1 客户/服务器应用程序设计模式

客户程序提供给设计者一些基本的使用资源，如菜单、快捷键、工具栏、状态栏和工程管理等，设计者可以对这些资源进行自定义，建立便于自己使用的菜单、快捷键和工具栏等。

在 Protel 99SE 提供的集成客户/服务器环境中，设计者可以运行各种服务器程序组件，比如原理图设计服务器、网络表生成服务器、电路仿真服务器、PCB 设计服务器和自动布线服务器等来完成特定的电路板设计功能。在 Protel 99SE 安装完成后，系统提供的服务器



应用程序组件如图 1-2 所示。

不论是 Protel 99SE 本身的组件，还是来自第三方的服务器程序组件，它们都可以很容易地嵌入到 Protel 99SE 中，以增强其应用功能。单击设计浏览器窗口左上角的  按钮，在弹出的菜单中选择【Servers...】菜单命令，即可打开浏览服务器程序组件窗口，如图 1-2 所示。在如图 1-2 所示的对话框中单击  按钮，系统即可弹出编辑服务器程序组件菜单，如图 1-3 所示。

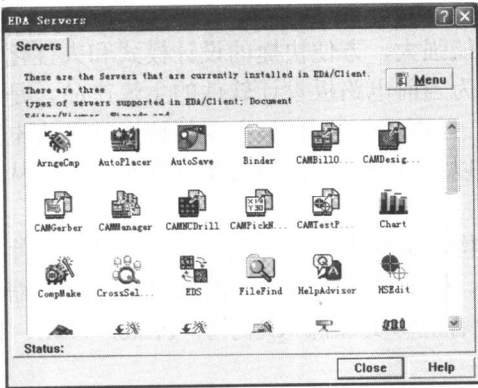



图1-2 Protel 99SE 为用户提供的服务器应用程序组件



图1-3 编辑服务器程序组件菜单

选取【Install...】菜单命令，即可打开【EDA Servers】（安装服务器程序组件）对话框，如图 1-4 所示。在该对话框中选中需要安装的服务器程序组件，然后单击  按钮，即可将选中的服务器程序组件安装到系统中。

在 Protel 99SE 设计浏览器中，所有的服务器程序组件均配置为“On Demand”（需要时启动服务器应用程序），如图 1-5 所示。用户在启动 Protel 99SE 应用程序时，只是启动了设计浏览器。当用户需要启动某个服务器程序组件时，可以通过创建、打开相应的设计文件来激活该服务器应用程序组件。

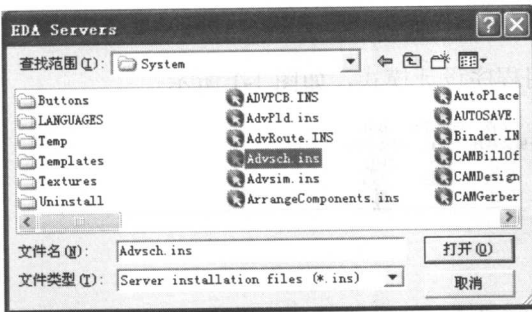


图1-4 安装服务器程序组件对话框

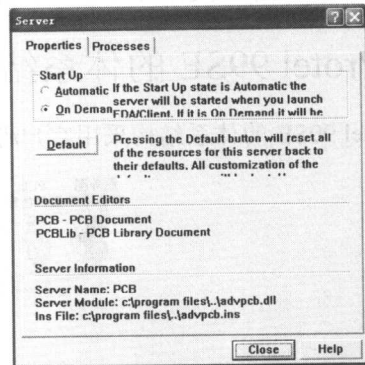


图1-5 PCB 服务器应用程序组件的默认设置

Protel 99SE 虽然包含有数目众多的服务器程序，但是在进行电路板设计过程中经常用到的设计服务器应用程序组件主要有下面 3 类：

- 原理图设计组件；
- PCB 设计组件；
- 自动布线组件。

下面将向读者简要介绍上面 3 类组件的基本内容及功能。



1.1.1 原理图设计组件

在原理图设计组件中，用户可以进行电路原理图设计、层次原理图的设计以及元器件原理图符号的设计。当用户的设计项目较大，在一张原理图上不容易完成时，可以把设计项目分为若干子项目，子项目可以再划分成若干功能模块，功能模块还可再往下划分直至底层的基本模块，然后分层逐级设计。最后，设计者只要进行基本模块的设计，并依照各层次的关系将基本模块组织起来，完成整个电路系统的设计即可。同样，设计者也可以从基本模块的设计着手，实现自底向上的设计。

原理图设计组件的基本功能如下。

- 原理图设计组件具有强大的编辑功能，用户可以实现如复制、剪切、删除及粘贴等普通的编辑功能，也可在一个设计对象上双击鼠标左键，然后在弹出的属性对话框中进行相关属性的编辑修改，同时，设计者还可以自己设定撤销/重复操作的次数。
- 原理图设计组件具有的电气栅格特性，可以方便地实现图件间的自动捕获连接功能，使电路原理图的设计和元器件原理图符号的设计变得更加方便。
- 利用原理图设计组件中的电气检查功能，可以迅速地对复杂电路进行检查，并且将错误之处直接标注在原理图中，使设计者可以很方便地对错误进行查找和修改。
- 原理图设计组件提供有丰富的元器件原理图符号库，即使用户不能从库中找到自己需要的元器件，也可以通过功能强大的库元器件编辑器创建元器件的原理图符号。
- 利用原理图设计组件中的报表生成功能可以方便地创建网络表、元器件列表、交叉参考元件表等，为电路原理图的设计与管理提供了完善的辅助手段。

1.1.2 PCB 设计组件

PCB 设计组件的主要功能是用于印制电路板图（PCB）的设计。Protel 99SE 的印制电路板编辑器给用户提供了足够多的工作图层，用户能够进行设计的工作层面包括 32 个信号层、16 个内电层和 16 个机械层。

同原理图设计组件一样，PCB 设计组件也提供有强大的编辑功能，如元器件封装的创建及修改功能和报表输出等功能。PCB 设计组件最大程度地考虑用户的设计要求，新增了很多先进的生产制造所需的设计法则，提高了手动设计和自动设计的融合程度。对于电路元器件多、连接复杂及有特殊要求的电路来说，用户可以选择自动布线与手工调整相结合的方法。在 PCB 电路板设计完成后，用户还可以通过设计法则检查（DRC）来保证 PCB 电路板完全符合设计者的设计要求，从而做到万无一失。

1.1.3 自动布线组件

自动布线组件是为 PCB 设计组件服务的，用来实现电路板布线的自动化。它作为一个



服务器程序，内嵌于 PCB 设计组件之中。

Protel 99SE 在印制电路板的自动布线上引入了人工智能技术，取得了令人瞩目的成就。在 PCB 电路板编辑器内，用户只需进行简单、直观的布线设计规则设置，Protel 99SE 的自动布线器就会根据用户设置的设计法则和自动布线设计规则选择最佳的布线策略，使印制电路板的设计尽可能完美。

1.2 Protel 99SE 中文件系统的管理

Protel 99SE 采用数据库 (*.DDB) 来管理设计文件，将所有的设计、分析文档都放在一个设计数据库文件之中，进行统一的管理。设计数据库文件相当于一个文件夹，在这个文件夹之下可以创建新文件，也可以创建新的文件夹。在浏览器窗口中，用户可以看到这种目录树状的结构，这与 Windows 的资源管理器是类似的。

下面将向读者介绍 Protel 99SE 中文件系统管理方面的知识，包括 Protel 99SE 系统文件的组成及类型、设计数据库的权限管理以及设计文档的管理等内容。

1.2.1 Protel 99SE 系统文件的组成

Protel 99SE 的默认安装目录是“C:\Program Files\Design Explorer 99 SE”，在这个目录下有 5 个子目录及应用程序等。要做到熟练地使用 Protel 99SE 的各项功能，用户就需要先对这几个目录的内容有所了解。下面就向读者介绍 Protel 99SE 的子目录及相关的内容。

- “Backup”子目录：当前打开的设计数据库文件每到设定时间时，系统会自动地对其进行备份，自动备份的文件就放在这个目录之中。在“Backup”子目录下自动备份的文件不是设计数据库 (*.DDB) 文件，而是设计数据库文件中的各种设计文档，比如 PCB 设计文件、原理图设计 (Sch) 文件、元器件封装库 (*.Lib) 文件和元器件原理图符号库 (*.Lib) 文件等。其中 PCB 设计文件的备份文件为 “**_PCB.bk0”、“**_PCB.bk1”、“**_PCB.bk2”、……，原理图设计文件的备份文件为 “**_Sch.bk0”、“**_Sch.bk1”、“**_Sch.bk2”、……，其他类型的文件类似。备份文件的数目取决于设计者的设定，系统默认的个数为 3 个。而当前设计数据库文件的自动备份文档存放在该设计数据库文件所在的目录之下，后缀为 “.ldb”。
- “Examples”子目录：保存 Protel 99SE 自带的例子文件。
- “Help”子目录：保存 Protel 99SE 的帮助文件。
- “Library”子目录：该目录下还有 5 个子目录，分别存放 PCB 元器件封装库、PLD 元器件库、原理图符号库、信号完整性分析元器件库和仿真元器件库。
- “System”子目录：存放 Protel 99SE 中的服务器程序文件。

1.2.2 Protel 99SE 的文件类型

Protel 99SE 引进了设计数据库思想，使所有电路板的设计工作都可以在设计数据库这个平台上来完成，更易于实现对某一电路设计中的文档进行管理。一个设计数据库文件中包含了原理图设计文档、PCB 设计文档、原理图符号库文档和 PCB 元器件封装库文档等，为