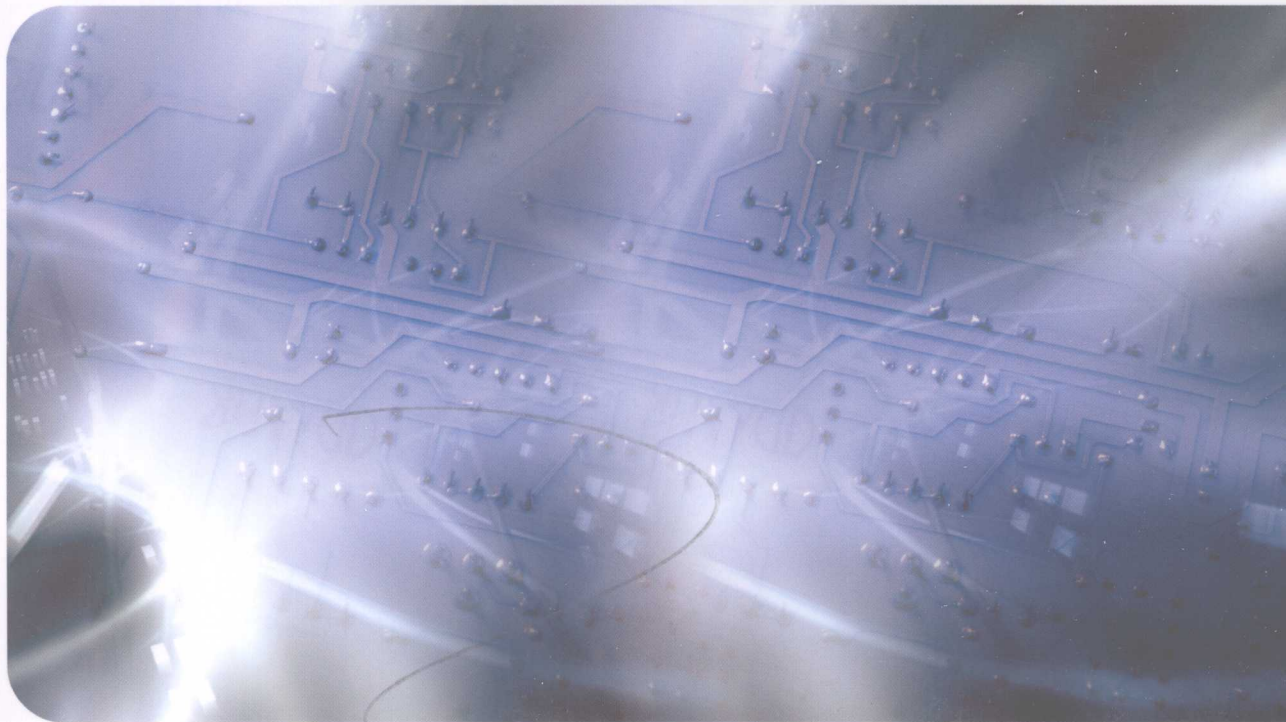


凝聚EDA领域资深工程师和Protel应用教学专家多年经验和心血，讲解更透彻，效果更突出！



本书DVD光盘包括：

216个实例模型、源文件和结果文件，长达462分钟的语音视频教学录像。



# Protel 99SE

- ▶ 软件功能的分块讲解、82个精选实例的详细操作、长达7.7小时的语音视频教学辅导，环环相扣。每个实例都配合完整的操作步骤。
- ▶ 初学者将在较短的时间内掌握并利用 Protel 辅助设计电路板，内容包括原理图设计、元件封装的制作、元件封装库的管理、多层板的制作等。

## 自学手册

### ——入门提高篇

# 自学手册



冯如设计在线

编著

罗智林 周峰



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

TN410.2/138D

:2

2008



# Protel 99SE

自学手册——入门提高篇

自学手册



冯如设计在线

罗智林 周峰

编著

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99SE 自学手册. 入门提高篇 / 罗智林, 周峰编著.  
—北京: 人民邮电出版社, 2008.7  
(CAD/CAM/CAE 自学手册)  
ISBN 978-7-115-18053-7

I. P… II. ①罗…②周… 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 (2008) 第 061860 号

## 内 容 提 要

本书详细地讲解了 Protel 99SE 绘图环境下电路板的辅助设计。全书共 15 章, 其中第 1 章详细介绍了 Protel 99SE 软件的特性; 从第 2 章至第 7 章, 主要介绍 Protel 99SE 的原理图设计部分, 在这部分详细介绍了原理图的编辑环境, 包括元件原理图库的管理、原理图图纸的设置、元件的放置和元件之间的连线; 从第 8 章至第 15 章, 主要介绍电路板设计中的 PCB 图设计部分, 详细介绍了元件封装的制作、元件封装库的管理及如何制作 PCB 图和报表文件的生成。

本书将 Protel 99SE 的功能进行分块讲解, 每一章基本上对应于电路板设计中的一部分功能。初学者可以快速入门上手, 最终掌握并利用 Protel 99SE 辅助设计电路板。本书结构简单, 边讲解实例边分析, 方便加深读者对软件的理解, 并能提高读者的设计能力。

本书适合从事各种电路板设计的工程技术人员自学使用, 也可作为辅导教材与参考书, 同样可以作为大专院校工科学生教科书和电路设计爱好者的辅导材料, 同时本书也可作为相关人员的工具书。

随书光盘包括书中的所有实例图形源文件、最终效果文件, 以及实例教学演示录像。冯如在线网站 <http://www.fr-cad.net> 为读者提供全方位的技术支持。

CAD/CAM/CAE 自学手册

### Protel 99SE 自学手册——入门提高篇

- ◆ 编 著 冯如设计在线 罗智林 周 峰  
责任编辑 俞 彬
- ◆ 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>  
北京艺辉印刷有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 26.75  
字数: 554 千字 2008 年 7 月第 1 版  
印数: 1-4 500 册 2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18053-7/TP

定价: 49.80 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67132687 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

## 前 言

随着电子工业日新月异的发展,大规模集成电路的应用已越来越普遍。电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 如今已成为不可逆转的潮流。

Protel 是世界上第一个将 EDA 环境引入 Windows 开发环境的 EDA 开发工具。Protel 99SE 是 Protel 公司推出的基于 Windows 平台的第六代产品,它具有强大的自动设计能力、高速有效的编辑功能、简洁方便的设计过程管理,可辅助电路设计者进行电子产品从电路概念设计到生成物理生产数据的全过程设计,以及中间的分析、仿真和验证,极大地提高了电路设计的可靠性,缩短了设计周期,降低了设计成本。

目前,Protel 99SE 凭借其强大的功能,获得了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。

### 本书特点

- **完善的知识体系。**从基础入门到进阶提高再到综合实战,以分模块类型的方式编排,采用阶梯式学习方法,对软件架构、应用方向和命令应用,都作了详尽的解析,逐步提高读者的使用能力,方便查找具体功能的实现方向,巩固学习技能。
- **通俗易懂,易于入手。**功能介绍循序渐进,在实例的制作过程中除了详细的操作步骤外,还列举了应用过程中应注意的各种事项。对于初学者,以及具有一定基础的中级读者,只要按照书中的步骤一步步学习,都能通过书中给出的操作步骤完成实例效果的制作,并通过技巧的提示达到举一反三的目的,一定会在较短的时间内快速掌握软件应用的精髓。
- **强大的视频引导。**图形上的详细注释,使图书更加便于阅读和理解;附赠光盘包含实例的多媒体教学演示,其简便的控制按钮、详实的操作步骤提示和操作总结,也使读者能够轻松迅速掌握软件应用的要领。
- **注重实践、强调实用。**本书精选 82 个实例,完全覆盖了软件应用的各个知识点,对各个方面涉及的知识内容、操作步骤和相关技巧进行了深入浅出的剖析。

### 主要内容

全书共分为 15 章,各章的主要内容介绍如下。

- 第1章是基本知识,介绍 Protel 99SE 软件的功能特点,并说明如何新建各种设计文件。
- 第2章至第7章,主要介绍 Protel 99SE 的原理图设计部分。第2章讲解原理图编辑器的基础知识,分别介绍原理图编辑器环境、原理图纸的设置和原理图的打印和输出;第3章说明原理图设计的基本操作,放置元件、原理图布线和元件的基本操作等;第4章介绍原理图元件的制作,原理图库编辑器的环境、原理图库的绘图工具栏以及如何制作原理图元件;第5章说明层次原理图的设计,自上而下的设计方法和自下而上的设计方法;第6章讲解原理图的各种报表文件;第7章以实际的七段数码管的控制电路为例,介绍原理图的设计过程。
- 第8章至第15章,主要介绍电路板设计中的 PCB 图设计部分。第8章是印刷电路板的基础知识;第9章介绍 PCB 图设计的基本操作,包括 PCB 环境参数设置、PCB 编辑器介绍、PCB 图的绘制工具;第10章介绍 PCB 图的设计流程;第11章讲解元件的布局,包括自动布局和手工布局;第12章说明元件的布线过程;第13章介绍元件封装的制作;第14章讲解 PCB 图的各种报表文件;第15章以单层板、双层板和多层板的制作为例,说明 PCB 图设计的整个流程。

## 附赠光盘

本书附赠的光盘包含书中实例的素材和结果文件、多媒体演示录像,全程语音讲解,方便读者对照学习使用。本书第14章、第15章以电子图书的形式在光盘中提供。

## 创作团队与读者服务

本书由冯如设计在线策划,罗智林、周峰主笔编写,参加编写工作的人员还有邓姣龙、冯哲、邓卫、樊旭平、邓凡平、李绯、李建锋、李强、李腾、刘延军、唐玮、魏宇、赵东辉、吕巧珍等,在此一并表示衷心的感谢!

本书内容全面、结构清晰、实例具有代表性。但由于编写时间较为仓促,书中难免会有疏漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。如果有任何问题可以通过电子邮件与编者联系。

网址: <http://www.fr-cad.net>

E-mail: [book\\_service@126.com](mailto:book_service@126.com)



冯如设计在线 罗智林  
www.fr-cad.net 周峰

2008年5月

# 目录

## 第 1 章 初识 Protel 99SE..... 1

1.1	Protel 与电路板设计.....	2
1.1.1	电路原理图和印制电路板.....	2
1.1.2	电路板设计.....	3
1.2	Protel 的系统功能.....	4
1.2.1	Protel 设计系统模块概述.....	4
1.2.2	原理图设计模块.....	5
1.2.3	印制电路板设计模块.....	7
1.3	启动 Protel 99SE.....	8
1.3.1	菜单栏.....	9
1.3.2	工具栏.....	11
1.3.3	工作区窗口.....	12
1.3.4	设计浏览器.....	12
1.3.5	状态栏.....	13
1.4	新建设计数据库文件.....	13
1.5	设计数据库的组成.....	15
1.6	新建设计文件.....	16
1.6.1	新建原理图设计文件.....	18
1.6.2	新建原理图库文件.....	19
1.6.3	新建 PCB 设计文件.....	20
1.6.4	新建 PCB 库文件.....	21
1.6.5	切换与关闭编辑器窗口.....	23
1.7	设计数据库文件操作.....	23
1.7.1	打开已存在的设计数据库.....	23
1.7.2	保存设计文件.....	25
1.7.3	复制及移动文档.....	25
1.7.4	删除文档.....	26



1.8	技能点拨	27	3.1.2	打开已有原理图文件	70
1.8.1	设计数据库文件加密	27	3.1.3	查找原理图文件	71
实例 1-1:	设计数据库加密	27	3.1.4	关闭文件	73
1.8.2	设置自动存盘	29	3.1.5	其他菜单命令	73
1.8.3	设计组管理	30	3.2	管理元件库	75
<b>第 2 章</b>	<b>电路原理图基础</b>	<b>35</b>	3.2.1	元件库的管理	75
2.1	管理原理图窗口	36	3.2.2	查找元件	77
2.1.1	原理图编辑器主菜单	36	实例 3-1:	查找元件	77
2.1.2	设置工具栏、状态栏和命令栏	37	3.2.3	常用的元件库	80
2.1.3	载入/删除原理图库元件	40	3.3	元件操作	81
2.1.4	使用原理图浏览器	42	3.3.1	放置元件	81
2.1.5	文本文件管理器	43	实例 3-2:	使用菜单命令放置元件	82
2.2	设置原理图图纸	44	实例 3-3:	使用元件浏览器放置元件	85
2.2.1	设置图纸大小	45	3.3.2	设置元件属性	87
2.2.2	设置图纸方向、颜色、标题栏和边框	47	3.3.3	元件编号	89
2.2.3	设置网格、光标和电气节点	49	3.4	绘制电路	90
2.2.4	设置文件信息	52	3.4.1	绘制电路的方法	91
2.3	使用原理图模板	53	3.4.2	绘制导线	92
实例 2-1:	模板文件的使用	54	实例 3-4:	绘制导线	92
2.4	管理原理图编辑器画面	59	3.4.3	绘制总线	95
2.4.1	画面的移动	59	实例 3-5:	绘制总线	95
2.4.2	画面的放大与缩小	59	实例 3-6:	绘制总线分支	97
2.4.3	放大选定区域	61	3.4.4	放置电路节点	99
2.5	原理图的输出	63	实例 3-7:	放置电路节点	99
2.5.1	原理图打印	63	3.4.5	放置电源和接地符号	101
2.5.2	绘图仪输出	65	实例 3-8:	放置接地符号	102
2.6	技能点拨	66	3.4.6	设置 PCB 布线指示	105
2.6.1	转换特殊字符	66	实例 3-9:	放置 PCB 布线指示	105
2.6.2	Protel 系统快捷操作	67	3.4.7	放置忽略 ERC 检查点	107
<b>第 3 章</b>	<b>原理图设计</b>	<b>68</b>	实例 3-10:	放置忽略 ERC 检查点	108
3.1	管理原理图文件	69	3.5	编辑原理图	109
3.1.1	新建原理图文件	69	3.5.1	选取元件与取消选取	110
			实例 3-11:	元件的选取和取消选取	112
			3.5.2	移动与拖动元件	113

实例 3-12: 元件的移动和拖动	116
3.5.3 粘贴元件	119
实例 3-13: 粘贴元件	121
3.6 技能点拨	122
3.6.1 排列和对齐元件	122
3.6.2 导线的移动技巧	124
<b>第 4 章 原理图元件制作</b>	<b>126</b>
4.1 打开原理图库编辑器	127
4.2 原理图库编辑器界面	130
4.3 元件绘制工具	135
4.4 绘图工具	136
4.4.1 使用绘图工具栏	136
4.4.2 绘制直线	136
4.4.3 绘制贝塞尔曲线	139
4.4.4 绘制椭圆弧	141
4.4.5 绘制多边形	142
4.4.6 放置注释文字	144
4.4.7 创建元件	145
4.4.8 添加子件	146
4.4.9 绘制矩形	146
4.4.10 绘制椭圆或圆	148
4.4.11 插入图片	150
4.4.12 放置元件引脚	151
4.5 IEEE 符号工具栏	153
4.6 制作元件原理图	155
4.7 实例: 制作 89C51 芯片	156
实例 4-1: 制作 89C51 芯片的原理图	157
4.7.1 新建元件	157
4.7.2 绘制元件的示意图	159
4.7.3 放置元件引脚	159
4.7.4 定义元件属性	161
4.8 产生元件报表	162
4.8.1 元件报表	162

4.8.2 元件库报表	163
4.8.3 元件规则检查表	164
4.9 技能点拨	165
4.9.1 制作多功能元件: 异或门 74LS86	165
实例 4-2: 制作异或门 74LS86 的原理图	165
4.9.2 利用库元件绘制其他元件	170
实例 4-3: 制作七段数码管 LED8 的原理图	170
实例 4-4: 制作 89C51 的原理图	171

## 第 5 章 层次电路图的设计 173

5.1 层次电路图的基本概念	174
5.1.1 方块电路	174
5.1.2 方块电路端口	176
5.1.3 原理图端口	178
5.1.4 网络标号	180
5.2 层次电路图的连接	182
5.2.1 通过全局端口连接层次电路	183
5.2.2 通过全局端口和全局网络标号连接	183
5.2.3 简单层次结构	184
5.2.4 复杂层次结构	184
5.2.5 电路图式元件构成的层次结构	185
5.3 层次电路图	186
5.3.1 自上而下的设计方法	186
实例 5-1: 用自上而下的方法设计层次原理图	187
5.3.2 自下而上的设计方法	190
实例 5-2: 用自下而上的方法设计层次原理图	190
5.4 层次电路图之间的切换	192
5.4.1 从主原理图切换到子原理图	193
实例 5-3: 从主原理图切换到子原理图	193
5.4.2 从子原理图切换到主原理图	194
实例 5-4: 从子原理图切换到主原理图	194
5.4.3 从子原理图切换到其他子原理图	195
5.5 技能点拨	195
实例 5-5: 制作重复式层次图	196



**第6章 原理图编辑器的报表文件** ..... 198

6.1	电气法则测试	199
6.1.1	ERC 选项卡	199
实例 6-1:	ERC 检查的过程和结果处理	199
6.1.2	使用 NoERC 符号	204
6.1.3	ERC 时注意的问题	204
6.2	生成网络报表	204
6.2.1	创建网络报表设置	205
实例 6-2:	生成网络报表	205
6.2.2	网络报表的格式说明	207
6.3	创建元件报表清单	208
实例 6-3:	利用向导产生元件报表清单	208
6.4	元件自动标号文件	211
实例 6-4:	元件自动标号	211
6.5	技能点拨	213
6.5.1	引脚列表	213
实例 6-5:	元件引脚列表	213
6.5.2	设计项目组织列表	214
实例 6-6:	设计项目组织列表	214
6.5.3	对象属性列表	215
实例 6-7:	对象属性列表	215
6.5.4	网络比较列表	217
实例 6-8:	网络比较列表	217

**第7章 原理图设计综合实例** ..... 219

7.1	电路原理图的设计步骤	220
7.2	设计项目说明	221
7.3	绘制原理图	222
实例 7-1:	绘制七段数码管控制和显示电路	222
7.3.1	启动原理图编辑器	222
7.3.2	设置原理图图纸	223
7.3.3	放置元件	224
7.3.4	对元件进行连线	226


7.3.5	编辑与调整	227
7.3.6	生成相应的报表文件	228
7.4	技能点拨	229
实例 7-2:	利用功能单元分解的方法 绘制原理图	229

**第8章 印制电路板基础** ..... 231

8.1	印制电路板的组成	232
8.1.1	印制电路板的基本概念	232
8.1.2	印制电路板的组成结构	234
8.2	设置电路板工作层面	236
8.2.1	工作层的类型	236
8.2.2	管理工作层	239
8.2.3	设置工作层	240
8.3	技能点拨	242

**第9章 PCB 图设计基本操作** ..... 244


9.1	管理 PCB 编辑器	245
9.1.1	总体界面	245
9.1.2	PCB 图管理窗口	246
实例 9-1:	浏览和查找网络标号	246
实例 9-2:	浏览和查找元件封装	248
实例 9-3:	添加/删除元件封装库	249
9.1.3	菜单命令	252
9.1.4	工具栏、状态栏和命令栏	255
9.1.5	画面的显示	256
9.1.6	窗口管理	258
9.2	PCB 绘图工具	260
9.2.1	绘制导线	262
实例 9-4:	绘制导线	262
9.2.2	放置焊盘	265
实例 9-5:	放置焊盘	265
9.2.3	放置过孔	267
实例 9-6:	放置过孔	267

9.2.4	放置字符串	268
实例 9-7:	放置字符串	268
9.2.5	放置坐标原点	270
实例 9-8:	放置坐标原点	270
9.2.6	放置尺寸标注	272
实例 9-9:	放置尺寸标注	272
9.2.7	放置元件封装	273
实例 9-10:	放置元件封装	273
9.2.8	放置矩形	275
实例 9-11:	放置矩形填充	275
 9.3	技能点拨	276

## 第 10 章 制作 PCB 图 280


10.1	PCB 板设计的基本流程	281
10.2	新建 PCB 设计文件	282
实例 10-1:	创建 PCB 设计文件	283
10.3	规划电路板	288
实例 10-2:	创建和规划电路板的电气轮廓	289
10.4	设置 PCB 板的环境参数	291
10.4.1	Options 选项卡	291
10.4.2	Display 选项卡	293
10.4.3	Colors 选项卡	294
10.4.4	Show/Hide 选项卡	294
10.4.5	Default 选项卡	295
10.4.6	设置 SignalIntegrity 选项卡	295
10.5	装入网络报表与元件封装	296
10.5.1	准备电路原理图与网络报表	296
10.5.2	装入元件封装	297
10.5.3	装入网络报表	297
实例 10-3:	装入网络报表	297
10.6	元件的布局	300
实例 10-4:	元件布局	301
10.7	PCB 图布线	302
实例 10-5:	PCB 图布线	303

10.8	覆铜、放置泪滴和包地	304
10.8.1	覆铜	304
实例 10-6:	覆铜操作	305
10.8.2	放置泪滴	308
实例 10-7:	放置泪滴	308
10.8.3	包地操作	309
实例 10-8:	包地操作	309
10.9	校验 PCB 图	311
实例 10-9:	使用 PCB 设计规则检查 (DRC)	311

 10.10	技能点拨	314
10.10.1	管理网络类	314
实例 10-10:	添加网络类	315
10.10.2	网络报表管理	320
10.10.3	使用飞线编辑器	323

## 第 11 章 元件布局 327

11.1	元件布局一般原则	328
11.2	元件的自动布局	328
11.2.1	布局参数的设置	329
11.2.2	自动布局设计规则	330
11.2.3	自动布局	334
实例 11-1:	成组布局方式	334
实例 11-2:	基于统计的布局方式	336
11.2.4	自动布局后的调整	338
实例 11-3:	推挤元件	338
11.3	手工调整元件布局	339
11.3.1	选取元件	339
11.3.2	旋转元件	341
11.3.3	移动元件	342
11.3.4	排列元件	345
11.3.5	网络密度分析	347
实例 11-4:	网络密度分析	347
11.3.6	PCB 板的 3D 效果图	348

实例 11-5: PCB 板的 3D 效果图	348
11.4 手工布局	349
 11.5 技能点拨	350
11.5.1 自动布局和手工布局结合的方法	350
11.5.2 元件位置锁定的方法	351
实例 11-6: 锁定元件位置	351
11.5.3 自动布局	353
11.5.4 手工调整	354


## 第 12 章 电路板布线 355

12.1 自动布线	356
12.1.1 设置自动布线规则	356
12.1.2 设置自动布线参数	374
12.1.3 自动布线	376
实例 12-1: 全局自动布线	376
实例 12-2: 给指定的网络自动布线	378
实例 12-3: 给指定的连线进行自动布线	379
实例 12-4: 给指定区域进行自动布线	380
12.2 加入测试点	381
12.3 手工调整	382
12.3.1 调整布线	383
12.3.2 接地线和电源线的加宽	384
实例 12-5: 加宽接地线	384
12.4 手工布线	385
12.4.1 手工调整布线参数设置	385
12.4.2 选择布线模式	386
12.4.3 智能交互布线模式	387
12.4.4 布线时使用 LookAhead 特性	388
 12.5 技能点拨	388
12.5.1 预布线结合自动布线	388

## 第 14 章 PCB 报表文件的管理 见光盘

实例 12-6: 预布线与自动布线结合	388
12.5.2 根据功能模块完成布线	390
实例 12-7: 利用模块划分的方法	390
进行布线	390

## 第 13 章 元件封装制作 393

13.1 启动元件封装编辑器	394
13.2 元件封装库编辑器	396
13.2.1 元件封装管理	396
13.2.2 层面选择	398
13.3 利用向导生成元件封装	399
实例 13-1: 利用向导制作 74LS00 的 元件封装	399
13.4 手工创建元件封装	403
实例 13-2: 手工制作 74LS00 的元件封装	404
13.5 生成元件封装报告	406
13.5.1 元件封装信息报表	406
13.5.2 元件封装报告	407
13.5.3 元件封装库报表	407
13.6 生成设计项目元件库	408
实例 13-3: 生成设计项目元件库	408
 13.7 技能点拨	409
13.7.1 设置坐标原点	409
13.7.2 测量距离命令	410
13.7.3 放置焊盘技巧	412
实例 13-4: 放置两个间距 10mm 的焊盘	412
13.7.4 利用库元件封装制作其他 元件封装	415
实例 13-5: 利用元件封装库制作七段 数码管 LED8 封装	415

## 第 15 章 PCB 制作综合实例 见光盘

# 第1章

## 初识 Protel 99SE

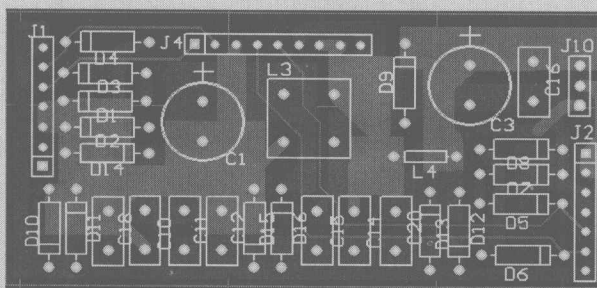
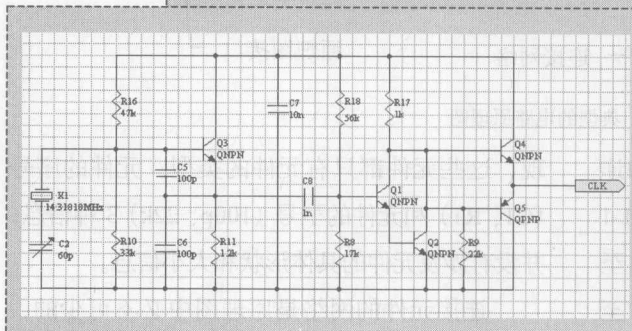
计算机软、硬件技术的飞速发展使得计算机辅助设计成为电路板设计与制作工作中的一个重要组成部分,计算机辅助设计也逐渐成为电路板设计发展的趋势。Protel 99SE 是电路板设计仿真中的一款非常出色的软件,是澳大利亚 Protel 公司于 2001 年推出的电子线路设计和布线的软件,它集成了一系列的电路设计工具,提供输入原理图设计、建立可编程逻辑器件、直接进行电路混合信号仿真、进行设计和布线并保持电气连接和布线规则、检查信号完整性等辅助设计工具。

注意,本书后面所提到的 Protel,将指代 Protel 99SE。

本章将介绍 Protel 软件如何辅助用户进行电路板设计、Protel 软件的系统功能,Protel 系统的文件组成和管理。

### 重点与难点

- Protel 与电路板制作之间的关系
- Protel 的功能模块以及原理图设计模块与 PCB 设计模块的特点
- 新建原理图设计库、添加设计文件及打开相应的文件编辑器
- 设计数据库的文件管理和组成
- 文件的自动存盘功能和文件加密功能



## 1.1

### Protel 与电路板设计



在学习 Protel 软件之前您可能会有疑问，就是 Protel 软件是如何能够辅助用户进行实际的电路板设计？在本节中将会讲述 Protel 与电路板设计之间的关系。不过在此之前，先简单介绍一下电路板的基础知识。

#### 1.1.1 电路原理图和印制电路板

##### 1. 电路原理图

电路原理图是指说明电路中各个元件的电气连接关系的图纸。它不涉及零件的具体形状、大小，而只关心零件的类型、相互之间的

连接情况。电路原理图是电路设计者描述电路的电气结构和工作原理的技术文件，其工程语言要素就是图中的图符、字符和绘图规则。图 1-1 所示是一个典型的电路原理图。

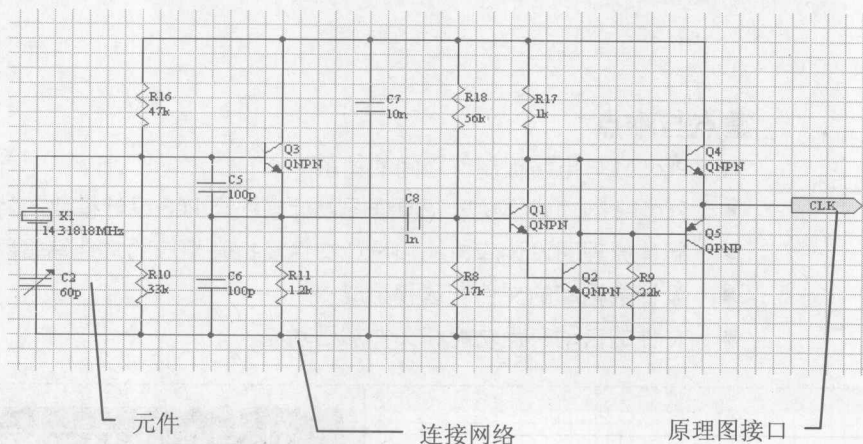


图 1-1 典型的电路原理图

电路原理图所包含的基本要素有元件和连接网络。元件是电路原理图的主体部分，图 1-1 中，包括 1 个可调电容 (C2)、4 个电容 (C5 至 C8)，5 个三极管 (Q1 至 Q5)，7 个电阻 (R8 至 R11、R16 至 R18) 和一个晶振 (X1)。从图中发

现，这些元件都只有元件的类型、元件的序号 (C1、R1) 和元件的型号 (100p、22k) 3 种信息，并没有涉及元件的具体形状和大小信息。

连接元件的网络是原理图中必不可少的，它代表了元件之间的连接关系。图 1-1 的右边

部分还有一个输出接口，表示了这个原理图与其他原理图的连接点，这些将在后续章节进行详细地介绍。

## 2. 印制电路板

印制电路板是用来安装固定各个实际电路元件并实现其正确连接的一块基板。它根据

元件的实际形状和大小，指出了它们在电路板中的位置以及连接关系。图 1-2 所示就是一个典型的 PCB 图，由图中可以看出，它限制了电路板的大小、每个元件的安放位置以及它们之间的连线关系和走线方式。后续章节中会给出更为详细的介绍。

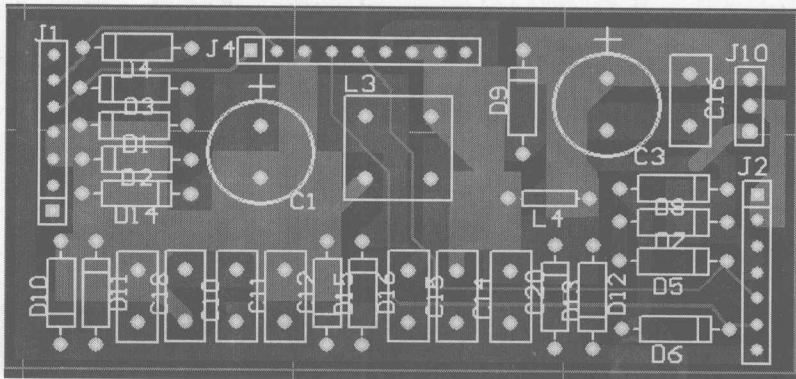


图 1-2 典型的 PCB 图

### 1.1.2 电路板设计

在了解了电路板的基础知识之后，下面介绍 Protel 与电路板设计之间的关系。

电路板设计过程就是将设计者的电路设计思路变为可以制作电路板文件的过程，其基本步骤如图 1-3 所示。

#### 1. 原理图设计

设计电路板之前，往往需要先设计好原理图，为 PCB 电路板的设计做准备，提供网络连接和元件封装。

#### 2. 原理图符号设计

设计原理图的过程中往往会遇到有的原理图符号在系统提供的原理图库中找不到的情况，这时需要用户自己动手设计原理图符号。

#### 3. PCB 电路板设计

准备好原理图之后，用户就可以在 Protel

的 PCB 编辑环境中，进行 PCB 电路板设计。

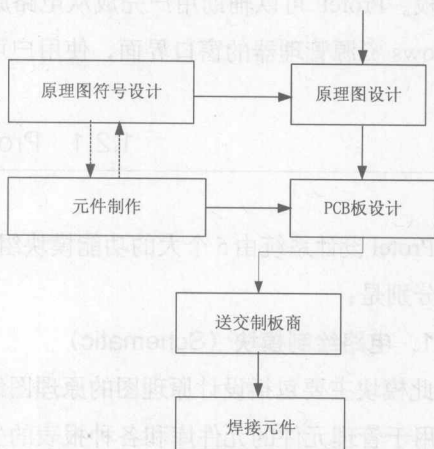


图 1-3 电路板设计步骤

#### 4. 元件制作

和原理图中一样，用户在设计 PCB 电路板时，也存在许多元件无法在系统所提供的元

件库中找到的情况,因此就需要用户根据元件实际的封装来制作元件。

### 5. 送交制板商

当用户设计完 PCB 电路板之后,就可以将设计文件导出送交制板商,由他们设计制作符合要求的电路板。

### 6. 焊接元件

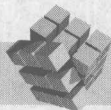
制板商所做的工作是将所提供的 PCB 板图进行制作,但制板商所提供的是没有元件的

空板,因此,用户还需要将设计时的元件焊接到电路板上。这样就将电路设计变成了一块实际的电路板。

Protel 提供了一个方便的设计电路板平台,它取代了以前的面包板,使得用户可以在这个平台上随意进行修改,可以不断将设计思路在软件中进行实践。因此,它节省了设计电路板的时间和成本,大大提高了设计电路板的效率。

## 1.2

### Protel 的系统功能



随着电路设计工作的庞大化和复杂化,如何合理规划电路板,有效地利用电路板空间对元器件进行布局,并对电路板布线,已经成为电路板设计工作者非常头疼的问题。Protel 是一个功能强大的电路板设计与仿真软件,它将帮助我们解决上述问题,并能辅助用户更为合理有效地设计电路板。Protel 可以辅助用户完成从电路原理图到印制电路板的一系列设计工作,它采用类似于 Windows 资源管理器的窗口界面,使用户可以轻松实现文件的管理。

#### 1.2.1 Protel 设计系统模块概述

Protel 设计系统由 5 个大的功能模块组成,它们分别是:

##### 1. 电路绘制模块 (Schematic)

此模块主要包括设计原理图的原理图编辑器,用于管理元件的元件库和各种报表的生成器。在此模块内,可以进行电路的电气设计,设计完成之后还可以生成网络表及其他报表文件。

##### 2. 印制电路板模块 (PCB)

此模块主要包括用于设计电路板的电路

板编辑器,用于管理元件封装、制作等的元件库和报表生成器。在 PCB 环境下,可以设计印制电路板,生成报表文件,最终为电路板的制作提供依据。

##### 3. 电路信号仿真模块 (Sim)

Protel 提供了一个功能强大的数/模信号电路仿真器,能提供连续的模拟信号和离散的数字信号仿真。在这里可以进行电路的软件仿真和验证。

#### 4. 可编程逻辑单元模块 (PLD)

Protel 支持所有主要的逻辑器件生产商, 具有如下两个独特的优点。

- 仅仅学习一种开发环境和语言就能够使用不同厂商的器件。
- 可以将相同的逻辑功能做在不同的物理元件上, 以便根据成本自由选择元件供应商。在此环境下, 可以进行 PLD 可编程逻辑元件的设计工作。

#### 5. 人机接口模块

用来控制每个服务程序中共享资源的使用情况。Protel 以设计浏览器 (Design Explorer) 作为操作接口, 计算机通过它来管理和设计相关的文件并对用户的鼠标或者键盘等输入进行处理。

在通常的电路设计工作当中, 比较常用的是原理图设计模块和印制电路板模块。下面将详细介绍它们的特点。

### 1.2.2 原理图设计模块

原理图设计模块主要用于原理图的设计。原理图图形是由电子器件和线路组成的, 图 1-4 是原理图的编辑界面。原理图设计模块的主要特点如下。

#### 1. 支持层次化的设计方法

对用户而言, 有一些项目非常庞大, 元件非常多, 因此, 仅仅采用一张原理图很难表达用户设计的整个电路。在这种情况下, 用户可以采用分层或者模块化的方法, 将整个电路分

成层次或者几个功能模块进行表达。Protel 软件完全支持层次化或模块化的设计。

#### 2. 丰富、灵活的编辑功能

● 自动连接功能。进行原理图设计时, 可以采用一些专门的自动化特性来加速电气件的连接。电气栅格特性提供所有电气件 (如端口、总线和网络标号等) 的自动连接。当它被激活时, 一旦光标走到电气栅格的范围内, 它就自动跳到最近的电气“热点”上, 由光标的变化指示出连接点。

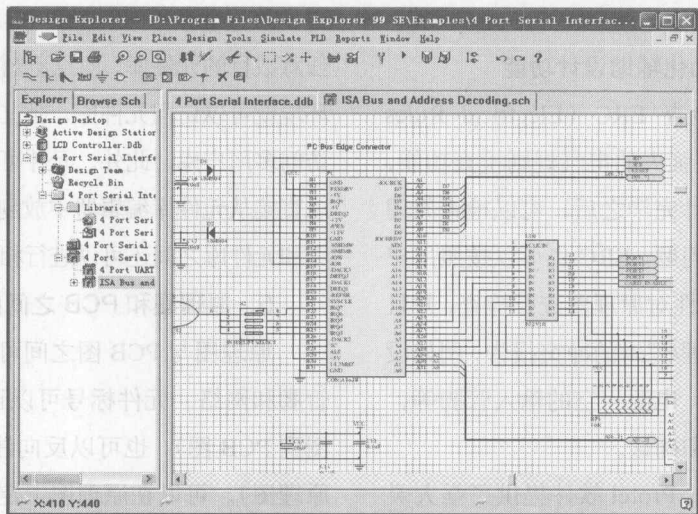


图 1-4 原理图的编辑界面



- 交互式全局编辑。在原理图中的任何设计对象如元件、连线等，只要将光标移动到对象上双击鼠标左键，就可以打开对象的属性对话框进行编辑。并且可以将对对象所作的修改扩展到整个原理图中和此对象同一类型的所有其他对象上。也可以根据需要，只将修改扩展到所选择的局部范围内的元件。

- 便捷的选择功能。用户可以方便地选择整张原理图，也可以根据需要选择单个元件或者是原理图中的一个局部的区域。在所选择项中也可以方便地添加或者删除掉某项。对于已选中的对象可以进行标准的 Windows 操作，如 Cut（剪切）、Copy（复制）、Paste（粘贴）和 Clear（清除）等，也可以进行旋转、移动和对齐等操作。

- 对印制电路板（PCB）的及时更新功能。电路板设计工作往往不是一帆风顺的，在设计的过程中可能要反复地进行修改。在设计 PCB 板的时候，用户通常会发现需要对原理图进行修改。这时候，可以先修改原理图，然后直接利用 Protel 提供的及时更新功能实现对 PCB 的更新，此操作不会影响已经完成的 PCB 板的编辑工作。

### 3. 强大的自动化辅助设计功能

- 电气规则检查 ERC（Electrical Rules Check）。Protel 提供强大的电气规则检查功能，使用户在原理图设计完毕之后，可以检查原理图中所存在的电气问题。ERC 也可以按照用户指定的物理/逻辑特性对原理图进行检查，并且还可以输出各种物理/逻辑的冲突报告，例如没有连接的网络标号、电源、空的输入管脚等，以便用户进行修改和确认。

- 数据库连接。Protel 软件提供了强大灵活的数据库连接。原理图中任何对象的任意属

性值都可以输入和输出。用户可以选择某些属性，也可以选择全部属性进行传送，而且用户还可以指定输入、输出的范围是当前图纸还是当前项目或元件库，或者是全部打开的图纸或元件库。一旦所选择的属性值已输出至数据库，则可以利用数据库管理系统来处理有关数据了。

- 自动标注。在设计的任何时刻，用户都可以使用自动标注功能，来保证元件标号没有重复和遗漏。

### 4. 完善和灵活的元件库管理

Protel 提供了强大的原理图库供用户使用，它提供了 16 000 多个元件库，除了常用的电阻、电容等元件库外，它还包括目前市场流行的各大元件厂商的芯片，其中有 AMD、Intel、Motorola、Texas Instruments、Zilog、Maxim 和 Xilinx 等，这将大大方便用户的电路设计。除此之外，Protel 还提供了一些较为常用的元件的模板，用户可以在此基础上设计自己的原理图。而且，Protel 还具有灵活的元件库管理功能，它支持用户自己制作原理图元件，并添加元件库中。

在对元件库进行操作时，用户不仅可以打开任意数目的元件库，而且不需要离开原来的编辑环境就可以访问元件库，通过计算机网络还可以访问多用户库。此外，元件可以在线浏览，也可以直接从元件库编辑器中放到设计图纸上。原理图和元件库之间还可以进行相互修改。

### 5. 原理图和 PCB 之间的动态连接

原理图与 PCB 图之间可以交叉查找元件、管脚和网络。元件标号可以正向注释（由原理图到 PCB 图），也可以反向注释（由 PCB 图到原理图）。可以在原理图上定义网络布线参数，如优先级、线宽和过孔大小等。