



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

高职高专

现代信息技术系列教材

Protel 99 SE 教程

赵伟军 主编

Information

Technology

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

教育部高职高专规划教材

高职高专现代信息技术系列教材

Protel 99 SE 教程

赵伟军 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99SE 教程 / 赵伟军主编. —北京: 人民邮电出版社, 2004.4

(高职高专现代信息技术系列教材)

ISBN 7-115-12062-5

I. P... II. 赵 III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 012966 号

内 容 简 介

Protel 99 SE 是由 Protel Technology 公司开发的功能强大的电子电路设计软件。

本书共分 9 章, 全书全面介绍了 Protel 99 SE 的工作界面、基本组成、各种常用编辑器和常用工具等基础知识, 并详细地介绍了电路原理图的设计、网络表的生成、印制电路板的设计方法及操作步骤等内容。

本书以电子钟的设计为实例, 全面、形象地向读者介绍电路板完整设计的全过程。本书为本科或高职高专计算机及相关专业的教材, 也可供从事电路 CAD 人员阅读参考。

教育部高职高专规划教材
高职高专现代信息技术系列教材

Protel 99 SE 教程

-
- ◆ 主 编 赵伟军
责任编辑 潘春燕
 - ◆ 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>
读者热线 010-67194042
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.75
字数: 348 千字
印数: 1-5 000 册
- 2004 年 4 月第 1 版
2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12062-5/TP · 3823

定价: 20.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

高职高专现代信息技术系列教材

编委会名单

主 编 高 林

执行主编 张强华

委 员 (以姓氏笔划为序)

吕新平 林全新 郭力平 程时兴

丛书前言

江泽民总书记早在十五大报告中提出了培养数以亿计高素质的劳动者和数以千万计专门人才的要求，指明了高等教育的发展方向。只有培养出大量高素质的劳动者，才能把我国的人数优势转化为人才优势，提高全民族的竞争力。因此，我国近年来十分重视高等职业教育，把高等职业教育作为高等教育的重要组成部分，并以法律形式加以约束与保证。高等职业教育由此进入了蓬勃发展时期，驶入了高速发展的快车道。

高等职业教育有其自身的特点。正如教育部“面向 21 世纪教育振兴行动计划”所指出的那样，“高等职业教育必须面向地区经济建设和社会发展，适应就业市场的实际需要，培养生产、管理、服务第一线需要的实用人才，真正办出特色。”因此，不能以本科压缩和变形的形式组织高等职业教育，必须按照高等职业教育的自身规律组织教学体系。为此，我们根据高等职业教育的特点及社会对教材的普遍需求，组织高等职业学校有丰富教学经验的老师，编写了这套《高职高专现代信息技术系列教材》。

本套教材充分考虑了高等职业教育的培养目标、教学现状和发展方向，在编写中突出了实用性。本套教材重点讲述目前在信息技术行业实践中不可缺少的、广泛使用的、从业人员必须掌握的实用技术。即便是必要的理论基础，也从实用的角度、结合具体实践加以讲述。大量具体的操作步骤、许多实践应用技巧、接近实际的实训材料保证了本套教材的实用性。

在本套教材编写大纲的制定过程中，广泛收集了高等职业学院的教学计划，调研了多个省市高等职业教育的实际，反复讨论和修改，使得编写大纲能最大限度地符合我国高等职业教育的要求，切合高等职业教育实际。

在选择作者时，我们特意挑选了在高等职业教育一线的优秀骨干教师。他们熟悉高等职业教育的教学实际，并有多年的教学经验；其中许多是“双师型”教师，既是教授、副教授，同时又是高级工程师、认证高级设计师；他们既有坚实的理论知识，很强的实践能力，又有较多的写作经验及较好的文字水平。

目前我国许多行业开始实行劳动准入制度和职业资格制度，为此，本套教材也兼顾了一些证书考试（如计算机等级考试），并提供了一些具有较强针对性的训练题目。

对于本套教材我们将提供教学支持（如提供电子教案等），同时注意收集本套教材的使用情况，不断修改和完善。

本套教材是高等职业学院、高等技术学院、高等专科学院教材。适用于信息技术的相关专业，如计算机应用、计算机网络、信息管理、电子商务、计算机科学技术、会计电算化等。也可供优秀职高学校选作教材。对于那些要提升自己应用技能或参加一些证书考试的读者，本套教材也不失为一套较好的参考书。

最后，恳请广大读者将本套教材的使用情况及各种意见、建议及时反馈给我们，以便我们在今后的工作中，不断改进和完善。

编者的话

当前,电子工业飞速发展,大规模集成电路的应用越来越普遍,电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 技术迅速普及。Protel 就是一套 EDA 电路集成设计系统。电子产品开发有许多重要环节,利用计算机设计电路原理图和电路板图是把电子技术从理论应用到实际的第一步。本书的目的就是帮助读者从理论走向实际,掌握电子线路设计基本技术。

Protel 是澳大利亚 Protel 公司推出的印制电路板设计软件,从早期的 DOS 版本到 Windows 版本以及现在推出的基于 Windows 平台的全 32 位版本的 Protel 软件,使 EDA 技术在短短的几年中有了长足的发展,从而奠定了 Protel 软件在桌面 EDA 系统的领先地位。Protel 99 SE 是 Protel 公司于 2000 年推出的基于 Windows 平台的全 32 位的电路板设计软件,是该软件的第六代产品。它具有强大的自动设计能力、高速有效的编辑功能、简捷方便的设计过程管理 PDM (Product Data Management),可完整地实现电子产品从电学概念设计到生成物理生产数据的全过程,以及这期间的所有分析、仿真和验证。其主要的功能模块包括电路原理图设计系统、印刷电路板设计系统、自动布线器、可编程逻辑器件设计系统和模/数混合信号仿真器等。它是业内人士首选的电路板设计工具。

本书是 Protel 专业教师经过精心设计和教学试用的产物。作者从实用角度出发,本着浅显易懂,讲解详细的原则,全面地介绍了 Protel 99 SE 的界面、基本组成和使用环境等,并着重介绍了电路原理图和印制电路板的设计方法以及操作过程。

本书共分 9 章。第 1 章为简介,起到统领全书的作用,并将电子钟的设计按任务驱动方式提出,使电子钟从原理图设计到生成印制电路板图的整个电路设计制作过程贯穿全书。第 2~4 章讲述原理图设计,包括系统操作环境的设置、原理图绘制与编辑、元件库的编辑、网络表和各种报表的生成以及原理图的打印输出等方面的内容。每章的习题是对本章重点的练习,上机实践是对本章内容的应用、总结和提高,有一定难度,需要花时间上机练习。第 5~8 章讲述制作印刷电路板流程,包括电路板的规划、网络表与元件的装入、PCB 的连线、元件的自动和手工布局、自动布线、手工布线和调整、校验 PCB 设计、元件库编辑器的使用和最后的输出打印印刷电路板图等。至此,以电子钟设计为主线的电路板设计的完整过程介绍完毕。第 9 章详尽地叙述电路板设计规则,在 PCB 图设计过程中涉及到的设计规则的详细说明可以到本章查找。

本书作为高职高专相关专业的教材,也可作为广大电路设计人员的培训教材。没有学过 Protel 的读者通过本书可以很快学会电子线路设计的基本方法,胜任日常的电子线路设计工作;使用过 Protel 以前版本的读者也可通过本书了解掌握新版本提供的新功能,并且可以从

示例中学到很多设计技巧。

本书适合作为大专院校现代电子技术 EDA 课程的教材，教学形式建议课堂教学，上机练习和多于一周时间的课程设计。教师可以按书中实践习题给出设计题目，学生设计原理图、仿真并画出电路板图。

本书可以是电工基础、模拟电子技术和数字电子技术课程的教学辅助教材，方法是随教学进度逐步讲解原理图设计的内容。本书完整的电子钟、单片机最小系统等电路对单片机、微机原理课程的学习有很大的帮助，尤其是单片机最小系统电路自 2000 年开始一直在全国大学生电子设计竞赛中发挥作用。

全书由赵伟军任主编，顾滨、史国庆任副主编，任海妹、费水生、邢妍参编，其中：第 1、2、5 章赵伟军编写，第 3 章费水生、顾滨编写，第 4 章任海妹编写，第 6、7 章史国庆编写，第 8、9 章顾滨编写，附录邢妍编写，顾滨、赵伟军负责全书的统稿工作。孔祥洪老师对本书也提出了许多建设性意见，在此表示感谢。此外，本书作者备有教学资料和元件包，如有需要可与作者联系，联系方式 E-mail:z_weijun517@hotmail.com；欢迎广大读者提出宝贵意见。

目 录

第 1 章 Protel 99 SE 简介	1
1.1 Protel 99 SE 的组成	1
1.2 Protel 99 SE 的运行环境	2
1.3 Protel 99 SE 的操作环境及特点	2
1.3.1 专题数据库管理环境	2
1.3.2 原理图设计环境	2
1.3.3 印制电路板设计环境	4
1.4 电路板设计的基本步骤	5
第 2 章 原理图设计	6
2.1 原理图设计的步骤	6
2.2 绘制原理图前的必要准备	7
2.2.1 启动 Protel 99 SE	7
2.2.2 创建原理图设计文件	8
2.2.3 启动原理图编辑器	9
2.2.4 设置原理图图纸	11
2.2.5 装入元件库	12
2.3 放置元件	13
2.3.1 利用浏览器放置元件	13
2.3.2 利用菜单命令放置元件	14
2.3.3 元件的删除	14
2.3.4 元件位置的调整	15
2.3.5 改变元件属性	16
2.4 绘制原理图	18
2.4.1 画导线	18
2.4.2 利用网络标号实现电气连接	19
2.4.3 放置电路节点	21
2.4.4 放置电源及接地符号	21
2.4.5 画总线	22
2.4.6 绘制总线分支线	22
2.4.7 放置输入/输出端口	24
2.4.8 导线的移动	24
2.5 绘制原理图的方法总结	25
2.6 原理图文件的管理	27

2.6.1 保存文件	27
2.6.2 关闭文件	28
2.6.3 保存文件备份	28
2.6.4 打开文件	28
2.6.5 其他文件管理操作	29
习题	30
上机实践	30
第3章 制作原理图元件	34
3.1 原理图元件库编辑器的启动	34
3.2 制作元件前的准备	35
3.2.1 编辑器的窗口组成	35
3.2.2 绘图工具	35
3.2.3 符号工具	35
3.3 创建原理图元件库文件	37
3.4 设置工作环境	38
3.5 绘制元件	38
3.6 设置元件属性	40
3.7 保存元件	41
3.8 制作元件方法总结	41
习题	41
上机实践	41
第4章 完成原理图设计	44
4.1 完成原理图设计	44
4.1.1 回到原理图设计编辑环境	44
4.1.2 在原理图中添加自己制作的元件	44
4.2 美化原理图	44
4.2.1 画图形工具 (Drawing Tools) 介绍	44
4.2.2 给原理图添加文字	48
4.2.3 给原理图添加图片	49
4.3 产生报表	52
4.3.1 生成网络表文件	52
4.3.2 生成元件列表文件	55
4.3.3 生成电气规则测试报告	58
4.3.4 其他报表文件	60
4.4 原理图的打印	61
4.4.1 设置打印机	61
4.4.2 打印输出	63

4.5 关于层次原理图	63
4.5.1 概念	63
4.5.2 层次原理图的设计方法	64
习题	73
上机实践	74
第 5 章 印制电路板的设计	77
5.1 印制电路板的设计步骤	77
5.2 创建 PCB 图文件	78
5.3 装载元件库	79
5.4 设置电路板工作层面	80
5.4.1 有关电路板的几个基本概念	80
5.4.2 工作层面的类型	81
5.4.3 设置工作层面	82
5.5 规划电路板	85
5.6 装入网络表与元件	87
5.7 元件布局	92
5.7.1 元件的自动布局	92
5.7.2 元件的手工布局与调整	94
5.7.3 元件标注的调整	96
5.8 自动布线	97
5.8.1 网络的分类	97
5.8.2 设置布线规则	99
5.8.3 自动布线	105
5.8.4 设计规则的检测	108
5.8.5 电路板的手工修整	109
5.9 给电路板添加标注	111
5.9.1 标注文字	111
5.9.2 标注尺寸	113
5.9.3 放置定位孔	113
5.10 三维视图	114
5.11 PCB 图的打印输出	116
5.11.1 设置打印预览	116
5.11.2 打印输出的概念	117
5.11.3 改变打印输出设置	117
5.11.4 在打印输出中指明层面	117
5.11.5 设置打印机	118
5.11.6 改变纸的方向、比例和其他的打印设置	119
5.11.7 打印输出	119

5.12 PCB 图的报表生成	120
5.12.1 引脚信息报表	120
5.12.2 电路板信息报表	120
5.12.3 其他报表	125
习题	128
上机实践	129
第 6 章 PCB 图设计常用操作功能	130
6.1 放置工具的使用	130
6.1.1 绘制导线	131
6.1.2 放置焊盘及其属性编辑	131
6.1.3 放置过孔及其属性编辑	131
6.1.4 放置字符串	133
6.1.5 放置位置坐标	133
6.1.6 放置尺寸标注	134
6.1.7 设定坐标原点	135
6.1.8 放置元件	135
6.1.9 边缘法绘制圆弧	136
6.1.10 中心法绘制圆弧	137
6.1.11 绘制任意角度的圆弧	137
6.1.12 绘制整圆	138
6.1.13 放置矩形填充	139
6.1.14 放置多边形填充	140
6.1.15 其他工具	141
6.2 选用元件与元件浏览	141
6.2.1 装载与卸载元件库	142
6.2.2 由设计管理器选用元件	142
6.2.3 浏览元件	143
6.2.4 直接选用元件	144
6.3 选取与取消选择	144
6.3.1 选取	144
6.3.2 选取向导	145
6.3.3 取消选取	148
6.4 元件属性的编辑	148
6.4.1 单个元件属性编辑	148
6.4.2 多个元件属性的整体编辑	149
6.5 元件的移动、删除与剪切粘贴	150
6.5.1 元件移动	150
6.5.2 元件删除	151

6.5.3 元件剪切、粘贴	151
6.6 元件的布置	152
6.6.1 阵列式元件的布置	152
6.6.2 元件的排列与对齐	153
6.7 导线的布线技巧	154
6.7.1 手工导线	154
6.7.2 板层切换	155
6.7.3 有网络的手工导线	155
6.8 导线的操作	155
6.8.1 导线属性的编辑	155
6.8.2 导线的移动与调整	155
6.8.3 导线的整体编辑	156
6.8.4 导线的剪切、复制、粘贴与删除	156
习题	156
第7章 PCB 图设计的高级技巧	158
7.1 电路图、网络表和 PCB 元件的匹配	158
7.2 自动布线与指定网络布线	158
7.3 网络编辑器	159
7.3.1 外部网络编辑器	159
7.3.2 内部网络编辑器	159
7.4 敷铜的应用	161
7.5 包地的应用	162
7.6 补泪滴的应用	163
习题	163
第8章 创建自己的 PCB 元件	164
8.1 认识元件	164
8.1.1 原理图元件与 PCB 元件	164
8.1.2 针脚式元件	166
8.1.3 表面贴装式元件	166
8.1.4 封装图结构	167
8.1.5 元件名称	167
8.2 启动 PCB 元件库编辑器	168
8.3 关于 PCB 元件库编辑器	169
8.3.1 元件库编辑浏览器	169
8.3.2 PCB 元件库放置工具	169
8.4 创建一个 PCB 元件	170
8.5 利用向导创建 PCB 新元件	171

习题	175
上机实践	175
第 9 章 电路板的设计规则	176
9.1 设计规则	176
9.1.1 设计规则概述	176
9.1.2 布线设计规则设置	180
9.1.3 制造设计规则设置	186
9.1.4 高频电路设计规则设置	192
9.1.5 元件布局规则设置	196
9.1.6 信号完整性规则设置	199
9.1.7 其他相关规则设置	208
9.2 设计规则检查	210
9.2.1 设计规则检查	210
9.2.2 清除错误标记	213
习题	213
上机实践	213
附录 1 常用快捷操作	215
附录 2 原理图原件清单及图形样本	218
附录 3 常用的 PCB 库元件	221

第 1 章 Protel 99 SE 简介

随着计算机软硬件技术的飞速发展, 集成电路被广泛应用, 电路越来越复杂, 集成度越来越高, 加之新型元器件层出不穷, 使得越来越多的工作已经无法依靠手工来完成。计算机的广泛应用恰恰解决了这个问题, 并且大大提高了工作效率。因此, 计算机辅助电路板设计已经成为电路板设计制作的必然趋势。Protel 99 SE 具有丰富的设计功能, 只有很好地掌握它, 才能充分发挥其效能。

从本章开始, 将介绍 Protel 99 SE 设计电路的功能。

1.1 Protel 99 SE 的组成

Protel 99 SE 是 Protel 公司推出的运行于 Windows 95/98/NT 操作系统之上的电路板设计系统。它建立在 Protel 独特的设计管理器 Design Explorer 基础之上。与它的前身 Protel 99 相比, Protel 99 SE 的设计管理器已经进行过优化处理, 使程序的运行速度进一步加快, 稳定性也大大提高, 系统的总体性能得到增强, 在内存的利用效率上也有很多改善。Protel 99 SE 主要由原理图设计系统、印制电路板设计系统两大部分组成。

1. 原理图设计系统

这是一个易于使用的具有大量元件库的原理图编辑器, 主要用于原理图的设计。它可以为印制电路板设计提供网络表。该编辑器除了具有强大的原理图编辑功能以外, 其分层组织设计功能、设计同步器、丰富的电气设计检验功能及强大而完善的打印输出功能, 使用户可以轻松完成所需的设计任务。

2. 印制电路板设计系统

它是一个功能强大的印制电路板设计编辑器, 具有非常专业的交互式布线及元件布局的特点, 用于印制电路板 (PCB) 的设计并最终产生 PCB 文件, 直接关系到印制电路板的生产。Protel 99 SE 的印制电路板设计系统可以进行多达 32 层信号层、16 层内部电源/接地层的布线设计, 交互式的元件布置工具极大地减少了印制板设计的时间。同时它还包含一个具有专业水准的 PCB 信号完整性分析工具、功能强大的打印管理系统、一个先进的 PCB 三维视图预览工具。

此外, Protel 99 SE 还包含一个功能强大的基于 SPICE 3f5 的模/数混合信号仿真器, 使设计者可以方便地在设计中对一组混合信号进行仿真分析。

同时, 它还提供了一个高效、通用的可编程逻辑器件设计工具。该设计工具支持两种可编程逻辑器件的设计方法: 一种是 CUPL 语言来直接描述 PLD 设计的逻辑功能的源文件; 另

一种是使用 PLC 元件库来绘制 PLD 器件内部的逻辑功能原理图,然后再编译生成熔丝文件。

1.2 Protel 99 SE 的运行环境

1. 运行Protel 99 SE的推荐配置

- CPU: \geq Pentium II 400 及以上 PC 机
- 内存: \geq 64M
- 显卡: 支持 $800 \times 600 \times 16$ 位色以上显示
- 光驱: \geq 24 倍速

2. 运行环境

Windows NT/95/98 及以上版本操作系统。

由于系统在运行过程中要进行大量的运算和存储,所以对机器的性能要求也比较高,配置越高越能充分发挥它的优点。

1.3 Protel 99 SE 的操作环境及特点

1.3.1 专题数据库管理环境

Protel 99 SE 具有专题数据库管理环境,不同于以前的 Protel for DOS 及 Protel for Windows 版本,这些版本的 Protel 对设计文档没有统一的管理机制。例如原理图文件的编辑管理与印制板图的编辑管理相互独立,各自有相应的应用软件来进行处理,这使得用户常常不得不在几个应用程序之间频繁地切换,给用户带来极大的不便。Protel 99 SE 采用专题数据库管理方式,使某一设计项目中的所有设计文档都放在单一数据库中,给设计与管理带来了许多方便。并具有强大的打印管理系统、先进的三维 PCB 视图功能以及高级的 CAM 管理功能。

1.3.2 原理图设计环境

Protel 99 SE 的原理图编辑器为用户提供高效、便捷的原理图编辑环境,它能产生高质量的原理图输出结果并为印制电路析设计提供网络表。该编辑器除了提供功能强大的原理图编辑手段以外,内含的数量巨大的原理图元件、自动化程度极高的画线工具、丰富的电气设计检验功能、分层组织设计功能、设计同步器及强大而完善的打印输出功能,使用户的设计工作变得非常方便快捷。归纳起来,有以下几个特点。

1. 分层次组织设计功能

Protel 99 SE 提供层次原理图的设计方法,即将整个电路系统分成几个模块,并依照层次关系将模块组织起来,完成系统电路的设计,这是一种非常有效的设计方法。对于比较复杂的系统来讲,常采用此类方法。具体实现又有两种方式,即自顶向下和自底向上。所谓自顶向下就是,用户可以将设计的系统划分为若干子系统,子系统再划分若干功能块,功能模块再划分成基本模块,然后分层逐级实现。这使得系统的设计条理清晰、简单可靠。所谓自底向上就是,用户从最基本的模块开始逐级向上完成设计。这两种方法的使用选择要根据实际

情况和用户的喜好来定。按照层次原理图的设计方法，在一个设计项目中可以包含多张原理图，其原理图数目没有限制，对设计层次的深度也没有限制，设计者可同时编辑多张原理图，各原理图（总图与子图、子图与总图）之间的切换也非常的方便。

2. 强大的元件及元件库的组织、编辑功能

Protel 99 SE 提供了丰富的原理图元件库，元件库所包含的元件覆盖了众多电子元件生产厂家的庞杂的元件类型。同时它又为设计者提供了功能强大的元件编辑器，使设计者即使不能从元件库中找到自己所需要的元件，也可以通过元件编辑器创建自己的元件库。Protel 99 SE 允许设计者自由地在各库之间移动并且拷贝元件，以便按照自己的要求合理地组织库的结构，方便设计者对元件库的利用。

另外，Protel 99 SE 提供的强大的元件库查询功能使设计者可以通过元件的名称或属性查找元件。在查询过程中，可以把查询的范围设定在某一目录的所有元件库中，或是某一特定的路径，或是整个硬盘，甚至是用户所在的整个网络。利用这一功能可使设计者迅速找到所需元件。

3. 方便的连线工具

Protel 99 SE 的电气栅格具有自动连接特性，使原理图的连线工作变得非常容易。当设计者为原理图连线时，被激活的电气“热点”将引导鼠标光标至以电气栅格为单位的最近的有效连接点上，实现元件间的自动连接。这样设计者就可以在一个较大的范围内完成连线，使得手工绘图变得更加方便。

4. 高效、便捷的编辑功能

Protel 99 SE 的原理图编辑器具有强大的编辑功能。它采用标准的 Windows 图形化操作方式进行编辑操作，使得整个编辑过程直观、方便和快捷。设计者既可以实现拖动、剪切、拷贝和粘贴等普通的编辑功能，也可以在设计对象上双击鼠标左键，在弹出的属性对话框中进行相关属性的编辑修改工作。

5. 电气设计检测功能

Protel 99 SE 的电气规则检测（ERC）功能可以对原理图设计进行快速的检验。原理图可以为印制电路板的制作提供网络表，因此在开始印制电路板布线之前确保原理图设计的准确无误是一件非常重要的事。电气规则检测可以按用户指定的物理/逻辑特性对原理图进行检验，对于未连接的电源、空的输入管脚、管脚电气特性与实际连接的电气信号特性不符等情形都将被一一标出，以引起设计者的注意，指引设计者进行适当的修改。电气规则检测可以在单张原理图上进行，也可以针对整个设计项目。对于大型复杂的设计进行电气规则检测，可以显著提高系统原理图设计的正确性。

6. 与印制电路板的紧密连接

在 Protel 的设计过程中，往往要生成网络表文件，网络表是原理图设计系统和印制电路板设计系统之间的桥梁，它描述整个电路中的各个元件以及它们之间的连接关系。在 Protel 99 SE 中既可采用传统的生成网络表文件方式，联系原理图与印制板图；也可利用同步器联系原理图与印制板图，设计者只要按下设计同步器按钮就可以将原理图的信息传送到印制电路板中去，使设计者不必再处理网络表文件的输入/输出操作。

7. 自定义原理图模块

Protel 99 SE 提供的自定义原理图模块功能。利用这个功能，用户可以方便地创建自定义的原理图模块，把它作为自定义的元素应用于原理图中。在层次原理图设计中要用到自定义

原理图模块功能。

8. 强大而完善的输出功能

Protel 99 SE 原理图编辑器具有强大而完善的输出功能。它全面支持 Windows 的标准字体,支持所有的打印机和绘图仪的 Windows 驱动程序。原理图可以进行任意缩放的打印输出,从而获得精细的具有专业水准的打印输出效果。

1.3.3 印制电路板设计环境

Protel 99 SE 的印制电路板(PCB)编辑器为设计者提供了一个功能强大的印制电路板设计环境。其非常专业的交互式自动布线器基于人工智能技术,它可对 PCB 板进行优化设计,所采用的布线算法可同时进行全部信号层的自动布线,并进行优化,使设计者可以快速地完成电路板的设计。PCB 编辑器通过对功能强大的设计法则的设置,使设计者可以有效地控制印制电路板的设计过程,并且由于具备在线式的设计规则检查功能,所以可以在最大程度上避免设计者的失误。对于一些特别复杂或有特殊要求的自动布线器难以自动完成的布线工作,设计者可以选择手工布线。总之,Protel 99 SE 的印制电路板编辑器不但功能强大,而且便于控制。

下面简要地介绍 PCB 设计系统的特点。

1. 丰富的设计规则

设计规则是驱动电路板设计的灵魂,运用好设计规则可以让设计者既可以通过单击鼠标完成设计,也可以使设计者自行定义设计规则使设计更加符合个人的需求。Protel 99 SE 提供了丰富的设计规则,其强大的规则驱动设计特性将协助设计者很好地解决像网络阻抗、布线间距、走线宽度及信号反射等因素引起的问题。

Protel 99 SE 的 PCB 编辑器所提供的设计规则分为布线设计规则、电路板制作设计规则、高频电路设计规则、元件布置设计规则及信号分析设计规则等几大类,覆盖了像最小安全间距、导线宽度、导线转角方式、过孔直径、网络阻抗等设计过程的方方面面。可分别设置这些法则的作用范围,如作用于特定的网络、网络类、元件、元件类或整个电路板,多种设计规则可以相互结合形成多方控制的复合规则,使设计者方便地完成印制电路板的设计。

2. 易用的编辑环境

Protel 99 SE 的 PCB 编辑器与原理图编辑器一样也采用了图形化编辑技术,使印制电路板的编辑工作方便、直观。其内容丰富的菜单、方便快捷的工具栏及快捷键操作,为设计者提供了多种操作手段,既有利于初学者的学习使用,同时又使熟练使用者有了加快操作速度的选择。图形化的编辑技术使设计者能直接用鼠标拖动元件对象来改变它的位置,双击任一对象就可以编辑它的属性。

与原理图编辑器一样,PCB 的设计也支持整体编辑。

3. 智能化的交互式手工布线

Protel 99 SE 的手工布线具有交互式连线选择功能、支持布线过程中动态改变走线宽度及过孔参数,同时 Protel 99 SE 的电气栅格可以将线路引导至电气“热点”的中心,方便了设计者在电路板上的对象间进行连线。

此外,Protel 99 SE 的自动回路删除功能可以自动地、智能化地删除冗余的电路段,推线功能使得在布新线时将阻碍走线的旧线自动移开,这些功能简化了布线过程中的重画和删除操作,极大地减轻了设计者的劳动强度,提高了手工布线的工作效率。