



高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU DIANZI XINXI LEI SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

●主 编 谭孝辉 陈思海
●副主编 何忠悦

电路设计与仿真 实用教程

DIANLU SHEJI YU FANGZHEN SHIYONG JIAOCHENG



电子科技大学出版社

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

电路设计与仿真实用教程

主 编 谭孝辉 陈思海

副主编 何忠悦

电子科技大学出版社

内 容 简 介

随着计算机技术的发展,计算机在工程设计领域的应用也越来越广泛,Protel 即是应用于电子原理图设计、印制电路板的设计与绘制以及电子逻辑分析和仿真等的 CAD 软件。全书共分 5 章,主要讲述 Protel 99 SE 的基础知识、电路图及电路板的设计方法、电子逻辑分析和仿真等。本教材以应用实例的方式,进行通俗易懂的讲述,是学习 Protel 99 SE 课程和应用的一本良好教材。

图书在版编目(CIP)数据

电路设计与仿真实用教程 / 谭孝辉, 陈思海主编.

成都: 电子科技大学出版社, 2007.1

ISBN 978-7-81114-303-4

I. 电... II. ①谭...②陈... III. 印刷电路—计算机辅助设计—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 160325 号

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

电路设计与仿真实用教程

主 编 谭孝辉 陈思海

副主编 何忠悦

出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号 邮编: 610054)

责任编辑: 周元勋

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 13 字数 314 千字

版 次: 2007 年 1 月第一版

印 次: 2007 年 1 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-303-4

定 价: 19.80 元

士 版权所有、侵权必究

◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话: (028) 83201635 邮编: 610054

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

随着电子技术和计算机技术的发展,计算机软件在工程设计领域的应用已越来越广泛。随着计算机辅助设计 CAD 的不断普及,传统的手工设计电子产品的方法已经成为历史。Protel 99 SE 主要应用于电子原理图的设计、印制电路板的设计与绘制以及电子逻辑分析和仿真等。

本书主要面向电类专业高职学生编写。在编写过程中,我们以初次接触 Protel 99 SE 软件的学生可能遇到的问题以及解决问题的方法为主线,尽量采用电子技术中的实例电路,一步一步地教会大家使用设计软件。考虑到我们培养的学生是要会使用 Protel 99 SE 设计软件,能用它进行原理图设计、绘制和设计印制电路板以及进行电路的仿真,而不是使用 Protel 99 SE 的专业技术人员,因此我们在编写过程中没有过多地强调“技巧”,而主要解决“能”、“会”的问题。

本书共分 5 章,第一章介绍 Protel 99 SE 的基础知识,由四川工程职业技术学院黄亮编写;第二章讲解设计原理图的方法,1~3 节由四川工程职业技术学院袁涛编写,4~6 节由绵阳职业技术学院陈思海编写;第三章介绍层次原理图的设计方法,由湖南信息职业技术学院何忠悦编写;第四章阐述印制电路板的设计,由四川工程职业技术学院谭孝辉编写;第五章介绍电路仿真,由四川工程职业技术学院向守兵编写。全书由谭孝辉统稿。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有错误之处,敬请广大读者批评指正,作者不胜感激!如果你对本书有什么建议,请发送邮件至:txh3260@scetc.net。

编 者
2006 年 11 月

目 录

第一章 Protel 99 SE 基础知识	1
1.1 Protel 99 SE 的发展历史	1
1.2 Protel 99 SE 的组成和特点	2
1.2.1 Protel 99 SE 的组成	2
1.2.2 Protel 99 SE 的特点	3
1.3 Protel 99 SE 的安装与运行	8
1.3.1 Protel 99 SE 设计平台软硬件配置要求	8
1.3.2 Protel 99 SE 的安装	9
1.3.3 电路设计的基本步骤	12
1.3.4 启动 Protel 99 SE	12
1.3.5 进入 Protel 99 SE	13
1.4 Protel 99 SE 的参数设置	23
1.4.1 系统参数的设置	23
1.4.2 原理图设计的参数设置	25
1.4.3 印制电路板图的参数设置	32
1.5 Protel 99 SE 的元件库介绍	39
1.5.1 元件库编辑器概述	39
1.5.2 元件库的管理	40
本章小结	45
习题一	45
第二章 电路原理图设计	46
2.1 电路原理图设计的一般步骤	46
2.2 原理图设计环境的设置	47
2.2.1 启动原理图设计系统	47
2.2.2 界面的设置与管理	47
2.2.3 图纸的缩放	50
2.2.4 图纸的设置	51
2.3 实例：电压放大电路的设计	53
2.3.1 放置元件	55
2.3.2 元件位置的调整	58
2.3.3 绘制原理图	59
2.3.4 完成原理图的绘制	61
2.4 放置元件	61

2.4.1	载入元件库	61
2.4.2	放置元件	63
2.4.3	编辑元件属性	65
2.5	绘制电路原理图	67
2.5.1	放置设计对象及对象属性编辑	67
2.5.2	电路原理图的编辑	72
2.5.3	生成网络表及文档输出	77
2.5.4	原理图中常见的电气连接方式及快捷键	79
2.6	实例: 温度显示及控制电路设计	80
2.7	制作原理图元件	88
2.7.1	绘制元件工具	88
2.7.2	绘制元件	89
2.8	原理图环境参数设置	94
2.8.1	文档选项设置	94
2.8.2	优选项设置	96
	本章小结	99
	习题三	99
第三章	层次电路设计	103
3.1	层次电路设计概述	103
3.1.1	层次电路设计概念	103
3.1.2	层次电路设计中不同文件的切换方法	106
3.2	层次电路设计实例	106
3.2.1	“自顶向下”的层次电路设计方法	106
3.2.2	“自底向上”层次电路设计方法	112
	本章小结	115
	习题与上机实训	115
第四章	印制电路板的设计	117
4.1	印制电路板设计的一般步骤	117
4.2	启动 PCB 设计系统	118
4.3	实例: 电压放大电路的单面 PCB 设计	119
4.3.1	准备原理图和网络表	120
4.3.2	电路板的规划	121
4.3.3	网络表和元件的装入	122
4.3.4	元件的布局	124
4.3.5	电路板的布线	131
4.3.6	手工调整	140
4.4	制作 PCB 库元件	142

4.4.1	启动元件封装库编辑器.....	142
4.4.2	制作 PCB 元件封装.....	143
4.4.3	元件封装库的管理.....	151
4.5	双面电路板的制作.....	152
4.5.1	准备原理图和网络表.....	152
4.5.2	网络表和元件装入.....	154
4.5.3	元件的布局与调整.....	158
4.5.4	电路板的布线.....	161
4.5.5	设置泪滴.....	164
4.5.6	敷铜.....	165
4.6	PCB 报表输出.....	167
4.6.1	生成引脚信息报表.....	167
4.6.2	生成电路板信息报表.....	168
4.7	电路板的输出.....	170
	本章小结.....	173
	习题与上机实训.....	174
第五章	电路仿真.....	177
5.1	仿真的基本流程.....	177
5.2	仿真元件及设置.....	180
5.2.1	电阻器.....	181
5.2.2	电容器.....	181
5.2.3	电感器.....	181
5.2.4	二极管.....	181
5.2.5	三极管.....	182
5.2.6	变压器.....	182
5.2.7	数字器件.....	182
5.2.8	集成模块.....	183
5.3	激励源及设置.....	184
5.3.1	直流电源.....	184
5.3.2	正弦信号源.....	184
5.3.3	周期脉冲源.....	185
5.3.4	调频源.....	185
5.4	仿真项目设置.....	186
5.4.1	动态仿真分析 (Transient Analysis).....	186
5.4.2	傅立叶分析 (Fourier Analysis).....	187
5.4.3	交流小信号分析 (AC Small Signal Analysis).....	187
5.4.4	直流扫描分析 (DC Sweep Analysis).....	188
5.4.5	蒙特卡洛分析 (Monte Carlo Analysis).....	189

5.4.6	参数扫描分析 (Parameter Sweep Analysis)	190
5.4.7	温度扫描分析 (Temperature Sweep Analysis)	191
5.4.8	传递函数分析 (Transfer Function Analysis)	191
5.4.9	噪声分析 (Noise Analysis)	192
5.5	仿真波形显示窗口的使用	193
5.5.1	突出显示某个波形	193
5.5.2	波形比较	193
5.5.3	显示波形纵坐标比例改变	193
5.5.4	改变波形显示窗口的显示状态	195
5.5.5	显示单个波形	196
5.5.6	波形的测量	197
5.5.7	删除测量标尺	198
5.5.8	显示比例修改	198
	本章小结	199

第一章 Protel 99 SE 基础知识

【学习目标】

1. 了解 Protel 99 SE 的发展历史、组成及特点。
2. 理解 Protel 99 SE 系统参数的设置、电路设计的一般步骤。
3. 掌握 Protel 99 SE 软件的安装、启动方法及元件库的基本知识。

1.1 Protel 99 SE 的发展历史

在日新月异的当今社会,随着电子工业的飞速发展,新型器件尤其是集成电路不断涌现。电路板设计越来越复杂和精密,手工设计越来越难以适应形势发展的需要。计算机的普及和发展很好地解决了这个问题。人们可以利用商品化的电子 CAD 辅助设计软件进行辅助设计。

任何一个应用软件都是依赖于操作系统的,因此一个有生命力的应用软件总是伴随着操作系统的发展而不断改进的,Protel 99 SE 也是如此。最初的计算机,由于其可操作性差而只能为少数人所掌握,应用面也就相当狭窄。自从微软公司推出 MS-DOS 操作系统后,使得计算机操作变得非常简单,大大促进了计算机业的发展,计算机应用进入了各个领域。

正是在这种背景下,1987、1988 年美国 ACCEL Technologies Inc 推出了 TANGO 软件包,这个软件包现在看来比较简陋,但当时是考虑了设计人员的要求的,是当时非常令人满意的软件包,而且也使人们步入了用计算机来设计电子线路的时代。

随着电子工业的飞速发展,TANGO 逐渐不能适应时代的需要。为了适应发展,Protel Technology 公司适时推出 Protel for DOS 作为 TANGO 的升级版本,Protel 在电子设计行业内开始崭露头角。Protel 公司的 DOS 版软件以其“方便、易学、实用、快速”的风格于 20 世纪 80 年代在我国得到了广泛应用。

20 世纪 80 年代末和 90 年代初,微软公司开发了第一代视窗系统——Windows 系统,它省去了 DOS 设计者记忆命令的烦恼,只需鼠标轻轻一点,因此 Windows 操作系统迅速占领了整个计算机行业。许多应用软件为适应时代潮流而纷纷支持 Windows 操作系统。Protel 公司也不例外,在 1990 年推出基于 DOS 平台的终极版本即 Schematic 3.31ND 和 Autotrax 1.61 之后,便全面转向 Windows 平台上的软件开发,于 1991 年推出全世界第一套基于 Windows 平台上的 PCB 软件包。第二年又首家推出基于 Windows 平台上的通用原理图设计软件以及与其他工具的接口。从 Protel for Windows 1.0 起,Protel 一直是世界 PC 平台上最流行的电子设计自动化软件,并且取代 Or CAD 成为新一代电气原理图工业标准。此后,Protel 又开创了 EDA Client / Server (客户 / 服务器)即 C/S “框架”体系结构,能方便地实现各 EDA 工具软件无缝连接,代表了当今桌面 EDA 软件的发展方向。1996 年又收购了美国 NeuroCAD 公司,成为世界上拥有 Shape based (无网格)布线技术的几家公司之一。随后,Protel 又收购了著名的 PLD 设计厂家的逻辑器件公司的 CUPL 源码,以 Protel Advanced PLD 正式进入 PLD。次年,Protel 取得与 Dolphin Technologies 的 OEM 协议,版本为 Advanced Sim3 (在 Protel 99 SE 中被增强的 SPICE 模拟技术取代)。也发表了 Advanced PCB3——第一个真正规

则驱动设计的桌面 EDA 软件包。

Protel 公司继 1996 年底推出 EDA / Client 的第三代版本 Protel 3 之后, 1998 年又推出了 Protel 98, 即第一个包含五个核心模块的真正 32 位 EDA 工具。全新一代 EDA 软件 Protel 98 for Windows 95 / NT 将 Advanced SCH 98 (电路原理图设计)、PCB 98 (印制电路板设计)、Route 98 (无网格布线器)、PLD 98 (可编程逻辑器件设计)、SIM 98 (电路图模拟 / 仿真) 集成于一体化设计环境。

1998 年后期, Protel 公司再次引进强大技术——Microcode Engineering 公司的仿真技术和 Incases Engineering GmbH 公司的信号完整性分析技术, 使得 Protel 的 EDA 软件步入了与 Unix 平台上大型 EDA 软件相抗衡的局面。

1999 年正式推出 Protel 99 SE (Second Edition)——具有 PDM 功能的强大 EDA 综合设计环境。在原理图设计和电路仿真方面增加了许多小的功能, 而其最主要的改进体现在电路板设计系统方面。使用 Protel 99 SE, 你将赞叹其强大的功能和应用的弹性。

最新版本的 Protel 软件可以毫无障碍地读 Or CAD、Pads、Accel (PCAD) 等知名 EDA 公司的设计文件, 以便设计者顺利过渡到新的 EDA 平台。Protel 以其雄厚的技术实力、快捷实用的操作界面和良好的开放性, 稳稳地站在了 PC 平台上 EDA 技术、市场的最前列。

Protel 的发展见表 1-1。

表 1-1 Protel 发展简表

时 间	版 本	操作系统	主要新特性
20 世纪 80 年 代中后期	Protel for DOS	DOS 操作系统	TANGO 的升级版本
20 世纪 90 年 代初期	Protel for Windows 1.0, Protel for Windows 1.5 等	Windows 1.0 等	实现可视化操作
20 世纪 90 年 代中期	Protel 3.X 版本	Windows 95	加入主从式结构, 应用程序 代码由 16 位向 32 位过渡
1998 年	Protel 98	Windows 95 及以上	应用程序代码升级到 32 位, 性能大大提高
1999 年	Protel 99	Windows 95 及以上	引进了设计数据库与设计团 队的新概念
1999 年	Protel 99 SE	Windows 95 及以上	印刷电路板设计方面的大量 改进
2002 年	Protel DXP	Windows XP 及以上	EDA 行业内第一个可以在单 个应用程序中完成整个板设 计处理的工具

1.2 Protel 99 SE 的组成和特点

1.2.1 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。本书在介绍 Protel 99 SE 时,主要将其分为三大部分,分别是:原理图设计系统(Advanced Schematic 99)、印制电路板设计系统(Advanced PCB 99)及模/数混合信号仿真器(Advanced SIM 99)。下面就简要介绍这三大部分:

1. 原理图设计系统

原理图设计系统即 Advanced Schematic 99,简称 SCH。它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,使设计者可以轻松完成所需的设计任务。

2. 印制电路板设计系统

印制电路板设计系统即 Advanced PCB 99,简称 PCB。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和 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。

3. 模/数混合信号仿真器

模/数混合信号仿真器即 Advanced SIM 99。它能提供对连续的模拟信号和离散的数字信号进行仿真。运行在 Protel 的 EDA/Client 集成环境下,与 Advanced Schematic 99 原理图设计系统协同工作,作为 Advanced Schematic 99 的扩展,为设计者提供了一个完整的从设计到严整的仿真设计环境。具有 Windows 风格的菜单、对话框和工具栏,使得设计者可以很方便地对仿真器进行设置、运行,仿真工作更加轻松自如。

除开这三大部分之外,Protel 99 SE 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:一种是用 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图文件。

1.2.2 Protel 99 SE 的特点

1. Protel 99 SE 的新增功能

Protel 99 SE 是 Protel 最新完成的视窗环境的印刷电路板设计系统。它凭借着 Protel 99 原有先进的设计平台,带来了更多既强大又有效用的新增功能,让设计者在具有最完整的功能特性的情况下,提升设计者在设计上的品质与效率。

(1) 档案总管(Design Explorer)操作界面的加强

Protel 99 SE 独特的档案总管(Design Explorer)提供强大的工具整合环境、文件管理和团队分工合作的特性。Protel 99 SE 的 Design Explorer 已加快了档案开启及关闭的速度,并减少网络拥塞与过多的网络广播(Broadcast)与接收(Receive)动作,并提供了两种存储 DDB 整合设计档的选项,可将设计档存成简单的 Windows 档案系统格式或 Microsoft Access

资料库格式。

(2) PCB 布线层、电源层及机构标示层的增加

Protel 99 SE 新增了很多工作层面,包括信号走线层、电源层和机构标示层,具有层面堆叠排列的定义能力和设定贯孔(Via)直接连接内层电源层的能力。也因为具有如此完整足够的自订能力,才能去应付现在及未来更严整和苛刻的设计需求。

(3) PCB 工作编辑区的加强

当设计一个较复杂的 PCB 时,系统会时常去进行一些较琐碎的计算和分析,增加了设计者的工作时间。而现在 Protel 99 SE 的 PCB 编辑界面上,则加强了一些新的特性与功能,让你在 PCB 布线与编辑上更简单容易,缩短更多的处理时间,并得到更多的生产效益。

(4) PCB 设计规则(Design Rule)的新增与加强

Protel 99 SE 提供非常多强大的设计规则来驱策 PCB 设计上必须依循的规范。Protel 99 为 PCB 设计了很多先进的生产制造所需的规则,可以很轻松地建立和管理设计规则。而 Protel 99 SE 则再新增了一些设计规则以及增加了设计规则范围(Scope)可应用的参数要件,并具有汇入与汇出设计规则的功能和产生设计规则的报告资料。

(5) 加强 PCB 的零件配置(Placement Tools)功能

新的 PCB 零件配置功能包括群组零件的定义,动态的鼠线最佳化和鼠线长度的动态分析提示。另外,X 轴与 Y 轴可分别定义零件配置格点与简易的特殊范围划分,并提供零件安全间距的联机立即检查(Component Clearances On-line Check)与整批的设计规则检查(Batch DRC),让设计者轻易地完成零件的布局。

(6) 新增的 PCB 强力组合列印功能(PCB Power Print)

Protel 99 SE 含有一个强大的列印新功能。PCB 强力组合列印功能使设计者完全掌控所有的 PCB 列印处理。使用此功能可以列印出设计者所想要的 PCB 层面组合,还可以设定列印的倍率与旋转方向,并进行精细、清晰的列印前预览。

(7) 加强设计配合制造(DFM)之功能

设计印刷电路板只是产品制造过程的一部分。通常设计者需要花费整天的时间去建立和管理所有制造过程所需的文件档案。Protel 99 SE 则增强许多的功能让设计者很容易地制作出这些文件档案。

(8) 新增 3D 拟真印刷电路板预览器(3D PCB Viewer)

为什么要等到设计者的板子做出来之后才去看它是长什么样子的呢? Protel 99 运用了一个非常复杂的 3D PCB 拟真技术,可以预览和列印设计者的 PCB 在零件组装后非常精致美观的立体影像。

(9) 全新加强 Auto CAD 档案格式的双向互转界面

想要得到或是给机械制图人员一个板子的外框吗?需要给什么格式的资料呢?没问题,只要使用 Protel 99 SE 的 AutoCAD 格式汇入/汇出界面即可。

(10) 提供全新的 OrCAD 格式的汇入界面

Protel 99 SE 全新的 OrCAD 汇入转换功能加强了非常流畅和有效率的汇入能力。它支援 OrCAD Layout V9 的 PCB 与 Library 档案类型和 OrCAD Capture V7 与 V9 的 Schematic 与 Library 档案类型等两种类型格式之转换。

(11) PCB 零件库编辑(Library Editor)方面

Protel 99 SE 包括许多 PCB Library Editor 的加强功能, 可以很容易地建立和管理 PCB 的零件包装 (Footprint)。例如加强了多重零件同时编辑与不限次数的 Undo / Redo 功能特性、更全面性的零件复制/剪贴 (Copy/Paste) 功能及完整的零件规则检查 (Component Rule Check)。Protel 99 SE 的 PCB Library Editor 所堆放的一些功能特性主要是为了提高设计者的工作效率。

(12) 新增和加强的 PCB 选取方式 (Selection Mode)

Protel 99 SE 具备先进的选取功能, 设计者可以既快又简单地挑选出所要的物件。例如, 可从 PCB 左上方的浏览主控台直接点选物件并建立以 Select 为基础的 Classes, 或者循序地切换目前被选取的物件或使用新的查询管理员 (Query Manager) 去建立、存储和执行复杂的选取规则。

(13) PCB 自动布线 (Auto Router) 功能的加强

PCB 自动布线的加强包括整合各种 PCB 设计规则, 例如自动锁定前置布线 (Lock All Pre-route)、信号线等级 (Net Level) 和信号线分类群之等级 (Net Classes Level) 的设计规则评断。另外还有例行性的走线最佳化 (Cleanp) 处理、可分层指定的布线阻进区 (Keep-out), 并整合 Spectra 转换界面。

(14) 线路图编辑程序 (Schematic Editor) 的加强

在电路图编辑器方面 (Schematic Editor) 增强的功能包括零件序号自动编排 (Annotate) 功能, 让零件序号循序地按各图坐标位置编排, 然后再逐张编排。另外可直接在图上编辑文字 (类似 Windows 对档案名称的直接更改方式), 并可定义多重子零件包装 (Multi-part Package) 的序号字尾 (例如 U1A 可改为 U1:1)。还有依据电路图自动产生 PCB 零件分类群 (Component Group) 至电路板编辑器 (PCB Editor)。

(15) 电路模拟的加强

Protel 99 SE 的混合电路模拟器 (Mixed-mode Simulator) 现在包含提供完整的数学算式的运算处理, 以模拟输出波形, 并具有同时显示两种不同类型的波形的能力 (例如同时显示相位与频率的波形)。

(16) Protel 99 SE 的软件开发套件 (SDK)

Protel 99 SE 是建立在一个开放式的 Client-Server 结构。这个结构利用 Microsoft Windows EXE / DLL 模组化程序的优点, 提供一个平台可以让新增的功能很简单地安插进来。安插工具涵盖单一的公用程序, 例如, 从 PCB 提取信息并借用所有可用的文字编辑器将信息写成一个文字档, 这完全都在 Protel 的档案总管 (Design Explorer) 的环境内部作业。安插工具利用这项服务的特性并借由 Design Explorer 的环境, 来研发出保证操作迅速又简单的工具。

2. Protel 99 SE 的操作环境及特点

(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互相独立, 各自有相应的应用软件来进行处理, 这使得设计者常常不得不在几个应用程序之间频繁地切换, 给设计者带来极大的不便。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 CAM 管理功能。

（2）原理图设计环境

Protel 99 SE 的原理图编辑器为设计者提供高效、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板设计提供网络表。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设计、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，使设计者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：设计者可以将设计的系统划分为若干个子系统，子系统再划分为若干功能模块，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：设计者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设计者的喜好来定。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，甚至是设计者所在的整个网络。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设计者指定的物理/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况都将被一一标出,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;也可以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 提供了自定义原理图模块功能。利用这个功能,设计者就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地打印输出,从而获得精细的具有专业水准的打印输出效果。

(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任务。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,所以可以在很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要求。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因网络阻抗、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、元件类或这个电路板,多种设计规则可以相互结合形成多方控制的复合规则,使设计者可以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线段,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。

④ 丰富的封装元件库及简便的元件库编辑和组织操作

Protel 99 SE 的封装元件库提供了数量庞大的 PCB 元件,如有需要,还可以到公司网站(www.protel.com)上升级新的封装元件库。丰富的封装元件库使设计者可以从中找到绝大多数所需的封装元件。

对于设计者来说即使不能从封装元件库中找到所需的元件,还可以通过 Protel 99 SE 所提供的 PCB 元件编辑器创建新的封装元件库。PCB 元件编辑器包含了用于编辑元件或组织元件库的工具,通过它们设计者可以创建、组织自定义的封装元件库。

⑤ 智能化的基于形状的自动布线功能

Protel 99 SE 的自动布线器用以实现电路板布线的自动化。它基于人工智能技术,可对 PCB 板进行优化设计。设计者只需进行简单的设置,自动布线器就能分析设计者的设计并且选择最佳的布线策略,在最短的时间内完成布线工作。

⑥ 可靠的设计校验

Protel 99 SE 的设计规则检查器(DRC)能够按照设计者指定的设计规则对电路板随时进行设计规则的检查。在自动布置元件或自动布线时系统自动按设计规则放置元件或布线,所以不会违反规则。在手工布线时或移动元件时,设计规则进行即时检查,如有违反设计规则的情况,立即进行警告,甚至禁止设计者强行走线。这些状况都属于即时设计规则检查(On Line DRC)。此外,设计者也可以对已完成或部分完成布线的电路板进行设计规则检查,然后系统产生全面的检查报告,指出设计中与设计规则相矛盾的地方。这些地方将在电路板上以高亮度显示,以引起设计者的充分注意。

Protel 99 SE 的设计校验功能,使电路板的可靠性得到了保证。

1.3 Protel 99 SE 的安装与运行

1.3.1 Protel 99 SE 设计平台软硬件配置要求

1. 硬件配置

最低配置: CPU: Pentium II 233MHz

内存: 32MB

硬盘：300MB

显示器：15 "

显示分辨率：1024×768

建议配置：CPU：Pentium II 300MHz 以上

内存：128MB

硬盘：6GB 以上

显示器：17 " 以上

显示分辨率：1280×1024

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。

2. 操作系统

Microsoft Windows NT 4.0 或以上版本（含中文版）。

Microsoft Windows 95 / 98 / 2000 或以上版本（含中文版）。

1.3.2 Protel 99 SE 的安装

（1）将 Protel 99 SE 软件光盘放入光驱中，执行安装程序，屏幕如图 1-1 所示。

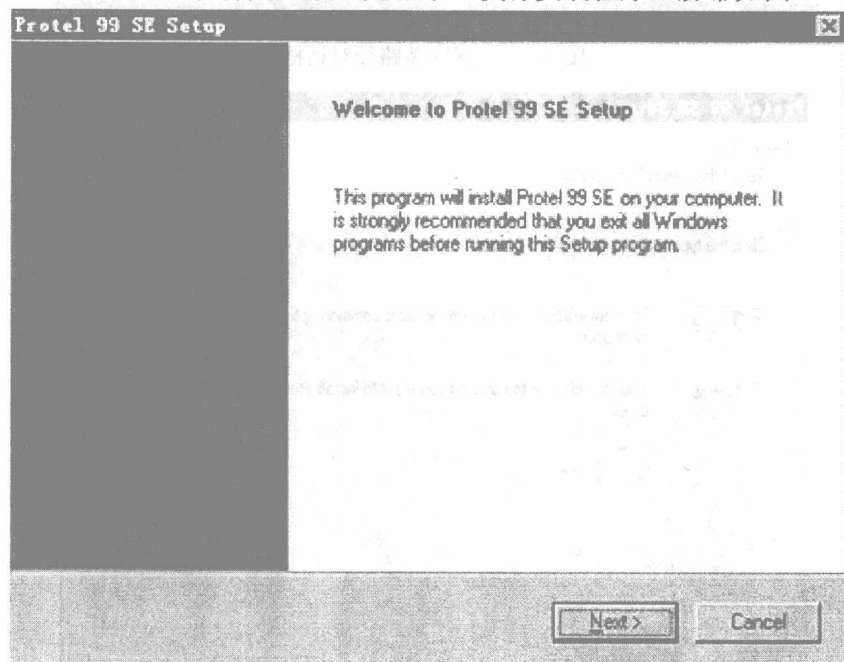


图 1-1 安装对话框

（2）单击“Next”按钮，进入如图 1-2 所示的对话框。

（3）选择欲安装的位置，在此使用缺省安装位置。也可根据设计者的需要改变安装路径，具体方法为单击“Browse”按钮，键入设计者自己选择的路径即可。选择好后，单击“Next”按钮，对话框变为如图 1-3 所示。

这里将要求选择安装方式，包括两种安装方式，对一般设计者而言，选择第一种安装方式即可。