

Prote199

吉 雷 主 编
章优仕 齐永龙 编 著
导向科技资讯机构 策 划

电子 电路 设计

计算机辅助设计丛书

TN702

导 向
科 技



电子科技大学出版社

Protel 99

电子电路设计

导向科技资讯机构 总策划

吉 雷 主 编

章优仕 齐永龙 编 著

电子科技大学出版社



内 容 提 要

Protel 99 是 Protel Technology 公司的产品, 是一个基于 Windows 平台的 32 位 EDA 设计系统, 用于电路原理图和印制板图的计算机辅助设计。

本书全面系统地介绍了 Protel 99 的使用方法与各种技巧。全书共分成四篇: 第一篇包括二章内容, 介绍 Protel 99 的概述。第二篇包括五章内容, 介绍原理图设计系统。第三篇包括七章内容, 介绍印制板 (PCB) 设计系统。第四篇包括三章内容, 介绍电路的混合仿真与可编程逻辑器件 (PLD) 的设计。

本书不仅可供电子线路设计人员学习和参考, 还适用于初学者入门及作为自学、培训教程。



图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99 电子电路设计/吉雷主编; 章优仕, 齐永龙编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2000.12
ISBN 7-81065-615-5

I. P... II. ①吉...②章...③齐... III. 电路设计
应用软件, Protel 99 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 00031 号



版权声明

本书无四川省版权防盗标识不得销售; 版权所有, 违者必究, 举报有奖。

举报电话: (028)6636481 6241146 3201496

Protel 99 电子电路设计

吉 雷 主 编

章优仕 齐永龙 编著

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: 陈建军

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川导向印务有限公司

版式设计: 导向科技排版中心

开 本: 787×1092 1/16 印张 23 1/2 字数 572 千字

版 次: 2000 年 12 月第一版

印 次: 2000 年 12 月第一次

书 号: ISBN 7-81065-615-5/TP·411

印 数: 1~4000 册

定 价: 35.00 元

前言

随着现代电子工业的发展,大规模、超大规模集成电路的应用使印制电路板日趋精密和复杂,传统的手工设计和制作印制板电路的方法已越来越难以适应需要,因此,通过计算机进行电路辅助设计必然会成为设计制作电路板的一个基本手段。

Protel 99 是 Protel 公司于 1999 年推出的运行在 Windows 95/98 环境下的 EDA 电子辅助设计软件。它具有丰富的编辑功能、强大的自动化设计能力、完善的检测工具、灵活的设计管理手段,使用户可以轻松地控制电子线路设计的全过程。

本书共分 4 部分。第一部分是 Protel 99 概述,包括 2 章内容。第 1 章主要介绍 Protel 99 的发展演变、特性、运行环境及 Protel 99 的安装;第 2 章介绍 Protel 99 的初步使用方法、Protel 99 的启动与关闭、工作环境及各种编辑器的启动。

第二部分是原理图设计系统,包括 5 章内容,从第 3 章至第 7 章。第 3 章介绍一个简单放大器电路原理图的设计实例;第 4 章介绍原理图设计的具体过程;第 5 章介绍原理图设计过程中的高级绘图;第 6 章介绍原理图文件的管理;第 7 章介绍原理图设计的进阶知识。

第三部分是印制板设计系统,包括 7 章内容,从第 8 章至第 14 章。第 8 章介绍 PCB 设计器的基本操作;第 9 章介绍印制板设计的参数设置;第 10 章介绍印制板设计的布局;第 11 章介绍印制板设计的布线;第 12 章介绍印制板的编辑与修改;第 13 章介绍印制图的输出;第 14 章介绍元件的编辑。

第四部分是混合仿真与 PLD 设计,包括 3 章内容,从第 15 章至第 17 章。第 15 章介绍仿真原理图的绘制;第 16 章介绍仿真器的设置与运行;第 17 章介绍 PLD 的设计。

本书的各部分表达内容及使用约定如下:

主要内容: 列出了该章的主要内容,便于读者了解该章知识要点。

正文: 分四级标题排列。

操作步骤: 用“(1)…”表示。

对话框内容注释: 用“●…”表示。

正文中的一些符号及格式表示如下含义:

[XXX] ▸ [YY]: 表示 XXX 菜单下的 YY 命令。

【Xyy】: 表示属性栏、对话框或命令面板上的某按钮。



上机实战,一步步教您实际操作完成某项任务。



在实际操作中的某些关键之处进行提示,启发读者的思维,并避免了错误。



提醒读者可能出现的问题和容易犯的错误,初学者易混淆的命令、选项、概念,以及如何避免,不能进行的操作,在某种状态下无法实现的功能或命令。



作者的经验介绍与总结,给读者指点的捷径、高招与其它软件配合使用技巧。

本书由导向科技资讯机构总策划，李香敏负责审校，全书由章优仕、齐永龙等编著，蒋蕾、腾永恒、张凯、冯萌龙、李琦、宋玉霞、缪军、张道福等人共同排版校对而成。限于编者水平，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

读者在使用本书的过程中如有其它问题或意见、建议可以访问网站[Http://www.dx-kj.com](http://www.dx-kj.com)或通过dxkj@dx-kj.com,dxkj@21cn.com和电话：（028-3355939）与我们联系。

导向科技资讯机构

第一篇 Protel 99 概 述	1
第 1 章 Protel 99 简 介	3
1.1 Protel 99 的发展历史与演变过程	4
1.2 Protel 99 的构成与特性	5
1.2.1 Protel 99 的构成	5
1.2.2 Protel 99 的新特性	8
1.3 Protel 99 的运行环境	11
1.3.1 硬 件 配 置	11
1.3.2 操 作 系 统	11
1.4 Protel 99 的安装	11
第 2 章 步 入 Protel 99	17
2.1 Protel 99 的启动和关闭	18
2.1.1 Protel 99 的启动	18
2.1.2 Protel 99 的关闭	20
2.2 初 识 Protel 99	21
2.2.1 主 窗 口	21
2.2.2 Protel 99 菜单栏	22
2.2.3 工 具 栏	23
2.2.4 状态栏及命令行	24
2.3 各种编辑器的启动	24
2.3.1 进入编辑器主平台	24
2.3.2 启动各种编辑器	27
2.3.3 不同编辑器之间的切换	29
2.4 Protel 99 的进一步了解	30
2.4.1 菜单栏属性设置	30
2.4.2 系 统 菜 单	30
2.4.3 项目元件库	33
2.4.4 设计工作组	34
第二篇 原图设计系统	37
第 3 章 简单电路原理图绘制	39
第 4 章 深入原理图设计系统	45
4.1 电路原理图设计步骤	46
4.1.1 打开电路原理图编辑器	46
4.1.2 设置版面、电路图纸参数及相关信息	46
4.1.3 放 置 元 件	46
4.1.4 连 线 成 图	46
4.1.5 整体调整和修改	46

4.1.6 保存、输出和其它操作	47
4.2 原理图设计系统简介	47
4.2.1 进入原理图设计系统	47
4.2.2 文件管理	48
4.3 视图管理	50
4.3.1 设计管理器 (Design Manager) 与工作窗口	51
4.3.2 工具栏	52
4.3.3 绘图区	54
4.3.4 设置电路图纸	55
4.4 元件库的装入	58
4.4.1 利用设计数据库管理器装入元件库	58
4.4.2 利用菜单命令装入元件库	60
4.5 元件属性的设置	60
4.5.1 元件的放置	60
4.5.2 元件位置的调整	64
4.5.3 元件的删除	68
4.5.4 编辑元件属性	68
4.6 连线成图	70
4.6.1 绘制电路原理图的工具	71
4.6.2 绘制电路原理图的工具的使用方法	72
第5章 原理图的美化和完善	81
5.1 画图工具	82
5.1.1 画图工具栏 “Drawing Tools” 各按钮功能简介	82
5.1.2 高级绘图	83
5.2 原理图的编辑	91
5.2.1 在原理图中添加文字	91
5.2.2 放置图片	94
5.2.3 图件的编辑	95
5.3 利用原理图浏览器管理图件	103
5.4 原理图编辑的其它功能	105
5.4.1 整体变换功能	105
5.4.2 放置位置标志	106
5.4.3 放置印制电路板布线符号	107
第6章 原理图文件	111
6.1 文件管理	112
6.1.1 新建原理图文件	112
6.1.2 打开一个原理图文件	112
6.1.3 关闭一个文件	115
6.1.4 保存文件	116

6.1.5 删除文件	117
6.1.6 输出文件	117
6.2 报表的生成	120
6.2.1 生成网络表文件	120
6.2.2 元件列表的生成	124
6.2.3 层次式设计组织列表	127
6.2.4 交叉参考元件列表的生成	129
6.2.5 引脚列表的生成	130
6.2.6 比较两个网络表文件	131
第 7 章 原理图设计进阶	135
7.1 层次原理图	136
7.1.1 设计层次原理图	136
7.1.2 层次原理图间的切换	142
7.1.3 网络符号在层次原理图中的应用	144
7.2 创建原理图元件	146
7.2.1 库元件编辑器	146
7.2.2 原理图库元件的管理	152
7.2.3 制作元件实例	153
7.3 电气法则检验	156
7.3.1 电路电气法则的测试实例	156
7.3.2 “No ERC”符号的使用	158
第三篇 印制板 [PCB] 的设计	161
第 8 章 PCB 设计器的基本操作	163
8.1 印制电路板设计流程	164
8.2 印制板图文档的操作	165
8.2.1 新建 PCB 文档	165
8.2.2 打开 PCB 文档	169
8.2.3 保存 PCB 文档	171
8.3 画面管理	172
8.3.1 改变画面的显示	172
8.3.2 窗口管理	180
8.3.3 工作层的切换	182
第 9 章 印制板参数设置	185
9.1 印制板的工作层	186
9.1.1 印制板的结构及分类	186
9.1.2 工作层的类型	187
9.1.3 设置工作层	190
9.2 工作参数设置	191
9.2.1 Arc (圆弧) 的设置	191

9.2.2	Component (元件) 的设置	192
9.2.3	Coordinate (坐标标注)	193
9.2.4	Dimension (尺寸标注)	193
9.2.5	Fill (填充)	193
9.2.6	Pad (焊盘)	194
9.2.7	Polygon (多边形)	194
9.2.8	String (字符串)	194
9.2.9	Track (走线)	195
9.2.10	Via (过孔)	195
9.3	其它参数设置	196
9.3.1	工作层的颜色设置	196
9.3.2	其它设置	197
第 10 章	印制板设计的布局	203
10.1	绘图工具栏	204
10.1.1	放置圆弧	204
10.1.2	放置坐标标注	206
10.1.3	放置尺寸标注	206
10.1.4	放置填充	207
10.1.5	放置焊盘	208
10.1.6	放置多边形	209
10.1.7	放置字符串	211
10.1.8	放置过孔	212
10.1.9	设置用户坐标系	213
10.2	手工布局	213
10.2.1	印制板的规划	214
10.2.2	加载元件库	217
10.2.3	浏览元件	219
10.2.4	常用元件的介绍	220
10.2.5	元件的布局	223
10.3	自动布局	228
10.3.1	印制板的规划	228
10.3.2	加载元件库和网络表	228
10.3.3	自动布局	232
第 11 章	印制板设计的布线	239
11.1	手工布线	240
11.2	自动布线	242
11.2.1	自动布线参数设置	242
11.2.2	自动布线器 (Autorouter) 参数设定	248
11.2.3	自动布线	249

11.2.4	手工调整	253
11.2.5	设计规则检查	255
第 12 章	印制板编辑与修改	259
12.1	编辑图元	260
12.1.1	选定图元	260
12.1.2	剪切、复制和粘贴图元	262
12.1.3	修改图元属性	266
12.1.4	移动和旋转图元	267
12.1.5	排列图元中的元件	269
12.1.6	取消图元的选定状态	272
12.1.7	其它编辑操作	273
12.2	布局密度分析	274
第 13 章	印制板图的输出	275
13.1	报表的生成	276
13.1.1	元件清单报表	276
13.1.2	印制板信息报表	278
13.1.3	管脚信息报表	282
13.1.4	设计数据库的文档报表	283
13.1.5	网络分析报表	284
13.1.6	钻孔报表	284
13.1.7	元件位置报表	285
13.1.8	生成网络表	286
13.2	打印印制板图	287
13.2.1	打印设置	287
13.2.2	打印输出	290
13.2.3	取消打印	290
第 14 章	元件的编辑	291
14.1	元件编辑器	292
14.1.1	启动元件编辑器	292
14.1.2	元件编辑器的结构及作用	293
14.2	创建新元件	297
14.2.1	利用向导创建新元件	297
14.2.2	手工创建一个新的元件	301
第四篇	混合仿真与 PLD 设计	303
第 15 章	仿真原理图的绘制	305
15.1	SIM 99 仿真库的调用	306
15.1.1	仿真库中的元器件	307
15.1.2	仿真库中的激励源	319
15.2	绘制仿真用原理图	329

第 16 章 仿真器的设置与运行	331
16.1 设置初始状态	332
16.2 仿真器的设置	333
16.1.1 【General】：一般项设置	333
16.1.2 【Transient / Fourier】：瞬态特性/傅立叶分析	333
16.1.3 【AC Small Signal Analysis】：交流小信号分析	335
16.1.4 【Noise Analysis】：噪声分析	335
16.1.5 【Parameter Sweep Analysis】：扫描参数分析	336
16.1.6 【DC Sweep Analysis】：直流分析	337
16.1.7 【Temperature Sweep Analysis】：扫描温度分析	337
16.1.8 【Transfer Function】：传递函数分析	338
16.1.9 蒙特卡罗分析	339
16.3 电路混合仿真	339
16.4 波形浏览器	344
第 17 章 PLD 设计	349
17.1 PLD 概述	350
17.1.1 PLD 器件的分类	350
17.1.2 PLD 器件的设计	350
17.2 CUPL 语言	351
17.2.1 CUPL 语言概述	351
17.2.2 CUPL 语言的预处理指令	354
17.2.3 CUPL 的语法	354
17.3 CUPL 源文本文件的生成	355
17.3.1 利用向导创建源文件	355
17.3.2 CUPL 文本源文件的直接生成	359
17.4 PLD 原理图的生成	361
17.5 PLD 文本源文件的编译与仿真	363
17.5.1 编译器的设置	363
17.5.2 PLD 源文件的编译	365
17.5.3 PLD 源文件的仿真	366

第一篇

Protel 99 概 述

第1章

Protel 99 简介

主要内容



Protel 99 的发展历史与演变过程



Protel 99 的构成与特性



Protel 99 的运行环境



Protel 99 的安装



Protel 作为计算机辅助设计系统，是新一代最流行、最畅销的 EDA 软件，而 Protel 99 则是 Protel 软件系列最新的版本，其强大而先进的功能，使它自推出以来，一直是大多数电子设计者的首选软件。本章首先将介绍 Protel 99 的发展与演变及 Protel 99 的体系结构和特性等，然后介绍 Protel 99 的运行环境及安装。通过本章的学习，用户能够对 Protel 99 有个初步的了解。

1.1 Protel 99 的发展历史与演变过程

众多工程技术人员和无线电爱好者经常会遇到这样一个电子线路设计的问题：如何快捷、高效、准确地完成电子线路的设计工作。这个问题也许总是使得很多人一筹莫展。为了使电路板尽量紧凑，您或许会绞尽脑汁；为了布通电路板的线路，或许会弄得您废寝忘食；因为手绘的电路板歪歪扭扭，您或许会感到灰心丧气。现在不会这样了，因为有了卓越的 Protel 99，它将彻底把您从繁琐的设计工作中解放出来，在它的帮助下，您的电子线路设计工作将变得轻松愉快。

目前，随着电子工业的飞速发展，新型器件尤其是集成电路的不断涌现，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。这些软件有一些共同的特征：它们都能够协助用户完成电子产品线路的设计工作，比较完善的电子线路 CAD 软件至少具有自动布线的功能，更完善的还应有自动布局、逻辑检测、逻辑模拟等功能。Protel 就是这类软件中的杰出代表。

早在 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，但它考虑到了设计人员的基本要求，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 辅助电子电路设计逐渐不能适应时代发展的需要。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 年代开始在大陆流行，并为我国电子电路设计行业广泛采用。

20 世纪 80 年代后期，计算机技术取得了令人瞩目的成就。硬件的整体性能极大提高，软件领域也以微软公司开发的第一代视窗系统——Windows 操作系统对个人电脑世界的统治为标志发生着深刻的变革，众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 平台上软件的开发，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它工具的接口。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 OrCAD 成为新一代电气原理图工业标准。此后，Protel Technology 公司又陆续推出了 Protel for Windows 2.0、Protel for Windows 3.0、Protel 98 等。其中 Protel 98 是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）集成为一体化设计环境。

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，1999 年正式推出 Protel 99——具有 PDM 功能的强大 EDA 综合设计环境。Protel 99 继续保持了 Protel Technology 公司的革新传统，它具有极为全面的工具、文档和设计项目的组织功能，使用户可比以往任何时候更轻松、更轻松地驾驭电子线路设计的



全过程。Protel 软件的良好信誉以及 Protel 99 的卓越表现使之很快成为众多 EDA 用户的首选软件。

1.2 Protel 99 的构成与特性

本节首先介绍 Protel 99 的体系结构及各组件的特征,接着介绍 Protel 99 的一些特性,特别是一些 Protel 99 的新特点,以使用户能体会到 Protel 99 的强大功能。

1.2.1 Protel 99 的构成

Protel 99 的一个最大的特点是它采用了“客户/服务器”这样的架构。

这样的架构大大加快了 Protel 99 的启动速度,Protel 99 主应用程序 Client 99.exe 提供了一个基本框架窗口和 Protel 99 组件之间的用户接口。在运行主框架窗口时,只运行 Client 99.exe,各服务器程序可以在需要时才被调用,例如当要编辑一个原理图或者 PCB 文档时,原理图编辑器或者 PCB 编辑器这些内嵌的服务器程序才会被调用,从而加快了主程序的启动速度。

这样的架构极大地提高了 Protel 99 的可扩展性。不论是 Protel 99 本身的组件,还是来自其它软件的组件,都能很容易嵌入到 Protel 99 中,增强其功能。

Protel 99 的客户/服务器架构体系究竟是如何工作的,用户在使用 Protel 99 时并不需要了解,但是对服务器有一个基本的了解,在学习 Protel 99 时是有帮助的。

Protel 99 中有众多的服务器程序,例如原理图编辑服务器、PCB 编辑服务器、仿真服务器、自动保存服务器等。但是基本上可以分为 4 个组件,即:原理图设计组件、PCB 设计组件、布线组件、可编程逻辑器件和仿真组件,各组件的版本都是 5.0。

因为电路设计的最终目的是为了获得原理图和 PCB 图,而原理图又是为 PCB 图服务的。所以这四个组件中,后两个组件都是为前两个组件服务的。下面简单介绍各组件的内容。

一、原理图设计组件

Protel 99 中,进行原理图设计的组件是 Schematic 5.0,其界面如图 1-1 所示。

原理图设计组件具有下列五大功能:

(1) 支持模块化设计方法

用户在设计大型系统原理图时,可以采用自上向下的模块化设计方法,即先将整个系统划分为几个子系统,子系统再划分为几个功能块,功能块又划分为一些基本块。用户可以先分别对各基本块进行设计,全部完成后再按照各个基本块之间的关系将它们再组织起来形成一个整体,从而完成系统的整个设计过程。相反,用户也可以实现自下向上的设计,先设计基本块,再组合成子模块,最后把各子模块组合起来,完成系统的整个设计。

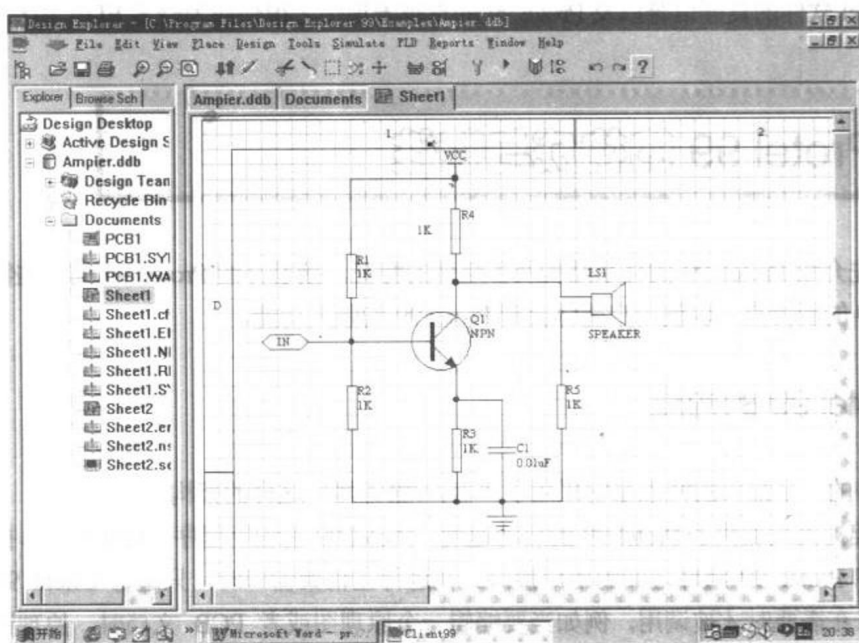


图 1-1 原理图设计组件

(2) 丰富而又强大的编辑功能

Schematic 5.0 有着丰富而强大的编辑功能，这些功能主要体现在以下方面：

- 原理图编辑器中可以实现如复制、剪切、粘贴等普通的编辑功能；
- 可由用户自己设置次数，执行多层撤消/重复功能；
- 原理图编辑器所带电气栅格特性提供了所有电器件的自动链接功能。用户在编辑对象属性时，只要在一个设计对象上双击鼠标左键，就可以调出该对象的属性对话框，直接对其进行修改；
- 为了方便 Protel for DOS 版本的用户，在 Protel 99 中仍旧保持了大多数的功能热键。

(3) 强大的电气检查功能和向导功能

原理图设计组件能快速地对大型的复杂电路进行检查，并可将检查结果直接标记在原理图中，从而大大方便了原理图的修正。

Protel 99 还提供了向导功能，用户可以利用向导设计像放大器、滤波器、电源电路等功能电路模块，用户还可以利用组件内嵌的 API 函数或者宏语言来建立自己的向导程序。

(4) 完善的库元件编辑和管理功能

原理图设计器提供了包含多达 16000 个元件的众多元件库，包括 AMD、INTEL、TI、MOTOROLA 以及 XILINX、PSPICE 仿真库等等。

如果用户在这些库中没有找到符合自己要求的元件，也不必担心，因为用户可以自行创建新