

Protel 99 SE

电路设计与制版

从入门到提高

Protel 99 SE
DIANLU SHEJI YU ZHIBAN
CONG RUMEN DAO TIGAO

王雅芳 编著

Protel 99 SE 电路设计与制版从入门到提高

王雅芳 编著



机械工业出版社

Protel 99 SE 是运行在 Windows 环境下的 EDA 系统,其强大的功能使电子电路的设计质量和效率大为提高,已成为众多电子电路设计人员首选的计算机辅助设计软件。

本书介绍了 Protel 99 SE 软件的功能、特点和使用方法,各部分均结合典型实例,详细地讲解了设计方法和操作步骤。

本书实例丰富、图文并茂、结构合理、内容翔实,可作为工科院校电子信息类专业学生实用教材,以及课程实践、毕业设计和各类企业培训的辅导教材,也可作为从事电路设计与制版的工程技术人员及广大电子爱好者学习的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

Protel 99 SE 电路设计与制版从入门到提高/王雅芳编著. —北京:机械工业出版社, 2011.4

ISBN 978-7-111-33486-6

I. ①P… II. ①王… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99 SE IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 025878 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:闫洪庆 版式设计:霍永明

责任校对:常天培 封面设计:马精明 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2011年5月第1版第1次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 413 千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-33486-6

定价:45.00元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

EDA 是电子设计自动化 (Electronic Design Automation) 的英文缩写, 是从计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助测试 (CAT) 和计算机辅助工程 (CAE) 的概念发展而来的。EDA 技术是指以计算机为工作平台, 融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果, 进行电子产品的自动设计。EDA 技术的出现, 极大地提高了电路设计的效率和可靠性, 利用 EDA 工具, 电子设计者的大量工作可以通过计算机完成, 减轻了设计者的劳动强度。

20 世纪 90 年代, 国际上电子和计算机技术较先进的国家一直在积极探索新的电子电路设计方法, 并在设计方法、工具等方面进行了彻底的变革, 取得了巨大的成功。目前 EDA 技术已在各大公司、企事业单位和科研、教学部门广泛使用, 包括在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域, 都有 EDA 技术的应用。

例如, 本书所采用的 Protel 99 SE 软件就是一个主要针对电子电路原理图的设计、印制电路板的设计和绘制以及电子电路逻辑分析和仿真等, 基于 Windows 平台的 32 位 EDA 系统。它较早就在国内开始使用, 且普及率也较高。在电子制造行业的设计软件中, 其强大的功能使电子电路的设计质量和效率大为提高, 已成为众多电子电路设计人员首选的计算机辅助设计软件。而 Protel 99 SE 则是 Protel 软件系列中使用率最高的版本, 它具有强大便捷的编辑功能、卓有成效的检测手段和完善灵活的设计管理方式, 既满足了产品的高可靠性, 又极大地缩短了设计周期, 降低了设计成本。

本书全面介绍了 Protel 99 SE 的界面、基本组成以及使用环境等内容, 并详细地讲解了电路原理图和印制电路板的设计方法, 各部分均结合典型实例介绍了设计方法和操作步骤。编写过程中, 遵循“精选内容、加强实践、培养能力、突出应用”的原则。通过本书学习 Protel 软件的使用, 结合印制电路板的设计方法及操作步骤等内容制作印制电路板, 总结出技能与技巧, 对初学者有较好的启发作用。

本书实例丰富、图文并茂、结构合理、内容翔实, 可作为工科院校电子信息类专业学生实用教材, 以及课程实践、毕业设计和各类企业培训的辅导教材, 也可作为从事电路设计与制版的工程技术人员及广大电子爱好者学习的参考书籍。

这里特别要说明的是, 由于所采用软件所限, 本书软件所提供的图形符号和文字符号并不符合国家标准和 IEC 标准的规定, 使用时请注意。

由于编者水平有限, 书中难免有错误和不妥之处, 敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 Protel 99 SE 基础知识	1	5.1 生成报表文件	99
1.1 Protel 99 SE 概述	1	5.2 原理图输出打印	106
1.2 Protel 99 SE 的窗口界面 操作	3	第 6 章 原理图元件库的编辑	108
1.3 设计数据库的创建与管理	6	6.1 新建原理图元件库	108
1.4 设计文件的创建与管理	8	6.2 原理图元件库编辑器	109
1.5 文件的自动保存及备份设置	15	6.3 编辑元件库常用工具	115
1.6 窗口管理	17	6.4 创建新原理图元件符号	116
1.7 设计组管理	20	第 7 章 PCB 设计基础	124
第 2 章 电路原理图设计	21	7.1 认识 PCB	124
2.1 电路原理图的设计步骤	21	7.2 PCB 设计的流程及遵循原则	126
2.2 图纸设置	21	7.3 PCB 窗口的管理	126
2.3 原理图设计工具栏及 画面调整	33	7.4 PCB 工作层面的设置	135
第 3 章 绘制简单电路原理图	50	7.5 PCB 元件封装	138
3.1 装载元件库和放置元件	50	第 8 章 PCB 图的绘制	140
3.2 元件位置的调整与属性编辑	56	8.1 原理图文件与网络表文件 的准备	140
3.3 连接电路原理图	61	8.2 规划 PCB	141
3.4 放置端口文字	63	8.3 载入网络表文件与 PCB 元件库	150
3.5 放置电源及接地符号	63	8.4 放置工具栏	159
3.6 绘制电路原理图训练	64	8.5 PCB 元件手工布局	170
3.7 浏览电路原理图	75	8.6 PCB 的手工调整与手动布线	174
3.8 电路的 ERC 检查	76	8.7 PCB 的自动布局与自动布线	180
3.9 电路仿真	79	8.8 PCB 手工调整布线	194
第 4 章 层次原理图设计	91	第 9 章 报表的生成与 PCB 文件的 打印	199
4.1 层次原理图概述	91	9.1 报表生成	199
4.2 层次原理图设计方法	94	9.2 打印电路图	204
4.3 绘制层次原理图	94	9.3 3D 预览	207
第 5 章 原理图报表及输出	99	第 10 章 PCB 元件编辑	209

10.1 元件封装库编辑	209	附录 A 常用快捷键	252
10.2 元件封装的管理	217	附录 B 库文件说明	253
10.3 PCB 元件库修改	218	附录 C Protel 99 SE 常用元件的电气 图形符号和封装形式	257
第 11 章 多层 PCB 图设计	220	附录 D 计算机辅助设计高级绘图员 技能鉴定试题（电路类 样卷）	258
11.1 多层 PCB 制作流程	220	参考文献	262
11.2 设计规则	222		
11.3 双面 PCB 设计	228		
11.4 多层 PCB 设计	243		
附录	252		

第 1 章 Protel 99 SE 基础知识

1.1 Protel 99 SE 概述

1.1.1 发展史

CAD 是计算机辅助设计的简称。电路板 CAD 软件的种类很多,例如早期的 TANGO、Smart Work、EE System、PCAD、OrCAD、Protel 等。Protel 具有操作简单、方便、易学、设计自动化程度高以及涉及的优化程度较高等优点。作为电子线路计算机辅助设计系统,Protel 是目前比较流行的电路板 CAD 软件之一。1999 年,Protel Technology 公司引入了设计文档智能管理和设计团队的概念,形成了功能强大的 Protel 99 版本和 Protel 99 SE 版本。Protel 99 SE 是 Protel 软件系列中使用率最高的版本,它具有强大便捷的编辑功能、卓有成效的检测手段和完善灵活的设计管理方式,既满足了对产品高可靠性的要求,又极大地缩短了设计周期,降低了设计成本。

1.1.2 Protel 99 SE 的运行环境

1. 软件环境

Protel 99 SE 要求运行在 Windows95/98/XP/2000、Windows NT 4.0 或者更高版本操作系统。

2. 硬件环境

- CPU: Pentium II 以上,或者其他公司的同等级的 CPU;
- 内存 RAM: 32MB 以上;
- 硬盘: 10GB 以上;
- 显示卡: 内存在 1MB 以上;
- 显示器: 17in[⊖]以上,显示分辨率为 1024 像素 × 768 像素。

1.1.3 Protel 99 SE 的安装及文件组成

1. Protel 99 SE 的安装

Protel 99 SE 的安装比较简单,用户只需要根据安装过程中的提示一步一步地操作,即可完成安装工作,安装过程从略。

2. Protel 99 SE 的文件组成

Protel 99 SE 的文件夹结构见表 1-1,文件类型及其说明见表 1-2。

⊖ 1in=0.0254m

表 1-1 Protel 99 SE 的文件夹结构

文件夹名称	存放文件说明
Backup	存放被修改文档的备份
Examples	存放 Protel 99 SE 附带的例子
Help	存放 Protel 99 SE 的帮助文件
Library	该文件夹下有 5 个子文件夹：PCB、PLD、SCH、Signal Integrity 和 SIM，分别存放 PCB 库文件、PLD 库文件、原理图文件、信号完整性库文件和仿真库文件
System	存放 Protel 各服务器程序文件

表 1-2 Protel 99 SE 的文件类型及其说明

文件扩展名	文件类型说明	文件扩展名	文件类型说明
.abk	自动备份文件	.pld	PLD 描述文件
.ddb	设计数据库文件	.txt	文本文件
.pcb	印制电路板图文件	.rep	生成的报告文件
.sch	原理图文件	.ERC	电器法则测试报告文件
.lib	元件库文件	.XLS	元件列表文件
.net	网络表文件	.XRF	交叉参考元件列表文件
.prj	项目文件		

Protel 99 SE 的体系结构及设计组件：Protel 99 SE 采用的是客户机/服务器体系结构，如图 1-1 所示。

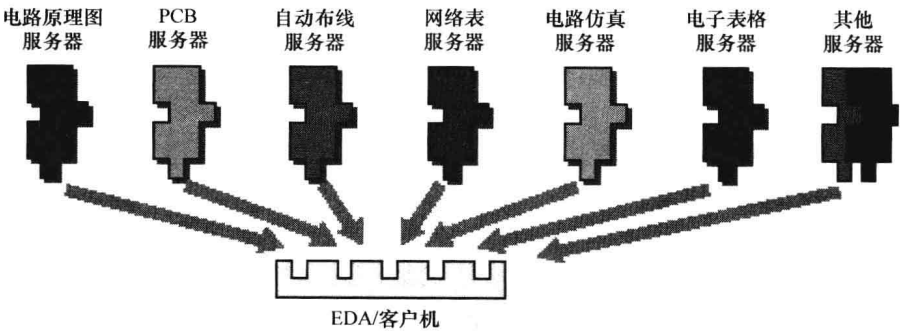


图 1-1 Protel 99 SE 的体系结构

主要包括以下几个模块：

● 电路原理图（Schematic）设计模块

该模块主要包括设计原理图的原理图编辑器，用于修改、生成元件符号的元件库编辑器以及各种报表的生成器。

● 印制电路板（PCB）设计模块

该模块主要包括用于设计电路板图的 PCB 编辑器，用于 PCB 自动布线的 Route 模块。用于修改、生成元件封装的元件封装库编辑器以及各种报表的生成器。

● 可编程逻辑器件（PLD）设计模块

该模块主要包括具有语法意识的文本编辑器、用于编译和仿真设计结果的 PLD 模块。

- 电路仿真 (Simulate) 模块

该模块主要包括一个能力强大的数/模混合信号电路仿真器,能提供连续的模拟信号和离散的数字信号仿真。

1.2 Protel 99 SE 的窗口界面操作

1.2.1 Protel 99 SE 的启动

Protel 99 SE 的启动方法有三种:

1) Protel 99 SE 安装完成后,会有一个 Protel 99 SE 图标  出现在桌面上,双击桌面上的 Protel 99 SE 图标即可快速启动 Protel 99 SE。

2) 在桌面下,单击 Windows 任务栏的开始图标 ,执行图 1-2 所示的菜单命令,即可启动 Protel 99 SE。



图 1-2 执行菜单命令启动 Protel 99 SE

3) 直接打开与 Protel 99 SE 相关的文件,如设计数据库扩展名为 .ddb  的文件。

启动后会出现图 1-3 所示的 Protel 99 SE 开始画面,接着便进入图 1-4 所示的 Protel 99 SE 主窗口。



图 1-3 Protel 99 SE 开始界面

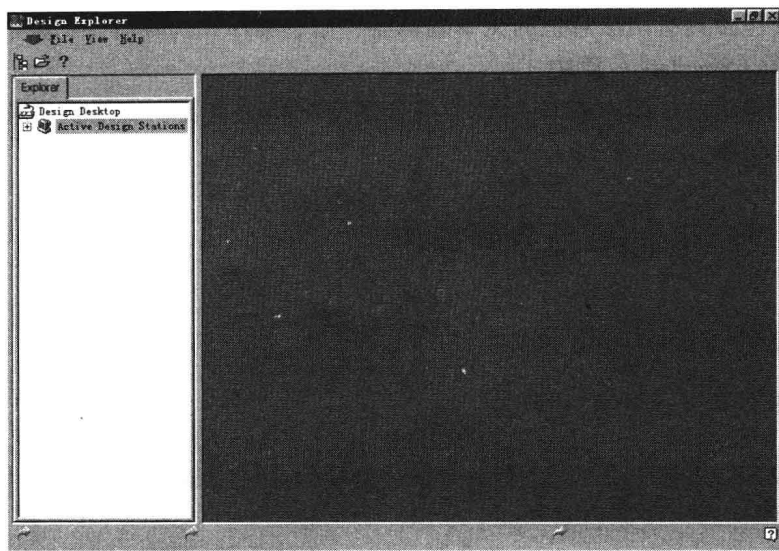


图 1-4 Protel 99 SE 主窗口

1.2.2 Protel 99 SE 的主窗口界面操作

进入 Protel 99 SE 的主窗口后，可以发现主窗口包括以下四个下拉菜单：系统菜单、“File”菜单、“View”菜单、“Help”菜单，如图 1-5 所示。

1. 系统菜单

在 Protel 99 SE 中，系统菜单的作用是为用户提供一些有关涉及系统管理的设置，用鼠标单击菜单栏中的  图标，系统将会弹出相应的菜单选项，如图 1-6 所示。

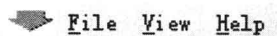


图 1-5 Protel 99 SE 主窗口界面的菜单栏



图 1-6 系统菜单

具体功能如下：

- 1) Servers: 允许用户自定义系统选择安装的客户机/服务器体系，例如 SCH、PCB 等。
- 2) Customize: 允许用户自定义定制 Protel 99 SE 系统的资源，例如定制系统菜单、工具栏和操作的快捷方式等。
- 3) Preferences: 允许用户设置 Protel 99 SE 设计系统的系统参数，例如设置设计系统或者编辑器的启动参数、文件备份参数和系统对话框字体等。

- 4) Design Utilities: 设计系统文件的处理, 可以对文件进行覆盖或者修复。
- 5) Run Script: 为用户提供运行过程中的某一个数据库信息。
- 6) Run Process: 为用户提供运行某一选定过程的全部命令, 同时允许用户查询相应命令的使用帮助信息。

7) Security: 为用户提供 Protel 99 SE 的设计系统的许可权限、相应的许可用户等信息。

2. “File” 菜单

“File” 菜单主要用于文件的新建、打开文件和退出程序等操作, 如图 1-7 所示。

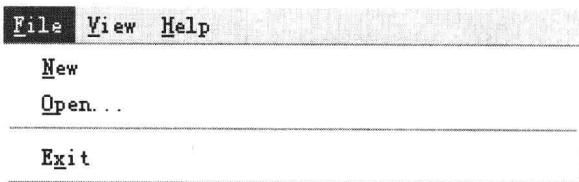


图 1-7 “File” 菜单

1) New: 主要用于新建各种文件, 包括原理图 (SCH) 文件、印制电路板 (PCB) 文件、工程项目 (Project) 文件、元器件库 (Library) 文件等。

2) Open: 打开一个 Protel 99 SE 可以识别的已存在文件, 同时启动 Protel 99 SE 中相应的设计系统和编辑器。

3) Exit: 退出 Protel 99 SE。

3. “View” 菜单

“View” 菜单主要用于 Protel 99 SE 中主窗口界面视图的显示设置。例如设置工作栏、工作面板、状态栏和命令栏的显示等, 如图 1-8 所示。

1) Design Manager: 设计管理器打开与关闭。

2) Status Bar: 控制状态栏的打开与关闭, Status Bar 可以向用户提示设计工作所处的状态, 它分为位置状态提示和操作提示两部分。

3) Command Status: 控制命令栏的打开与关闭, 如图 1-9 所示, 向用户提示正在进行的命令的作用。

4. “Help” 菜单

“Help” 菜单主要是为用户提供一些帮助文件, 例如文档内容、帮助向导、参考书等, 如图 1-10 所示。

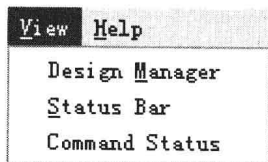


图 1-8 “View” 菜单

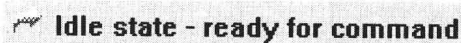


图 1-9 控制命令栏

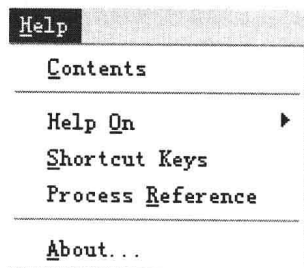


图 1-10 “Help” 菜单

- 1) Contents: 显示在线文档内容。
- 2) Help On: 帮助向导工作面板的打开。
- 3) Shortcut Keys: 快捷键。

- 4) Process Reference: 过程参数。
- 5) About: 版本信息。

5. 主窗口工具栏

工具栏的作用是将 Protel 99 SE 中常用的一些命令或者操作用图标方式列举出来, 目的是为用户提供具体操作的快捷方式, 位于菜单栏下面。主窗口界面工具栏如图 1-11 所示。



图 1-11 主窗口界面工具栏

- 1) : 对应菜单命令 View|Design Manager, 主要作用是打开或关闭文件管理器。
- 2) : 对应菜单命令 File|Open, 主要作用是打开数据库文件。
- 3) : 对应菜单命令 Help|Contents, 主要作用是打开帮助内容。

1.3 设计数据库的创建与管理

1.3.1 新建设计数据库设置

1) 执行菜单命令 File|New, 系统将弹出“新建设计数据库”对话框, 如图 1-12 所示, 对其进行设置。

2) 在调出的“New Design Database”对话框中, 项目“Design Storage Type (设计存储类型)”, 一般选择默认项“MS Access Database (MS Access 数据库)”, 设计过程中的全部文件都存储在单一的数据库中, 在资源管理器中只能看到惟一的 .ddb 文件, 而“Windows File System (Windows 文件系统)”在对话框底部指定的硬盘位置建立一个设计数据库的文件夹, 所有文件被保存在文件夹中; 在项目“Database File Name (数据库文件名)”中输入一个文件名, 例如 MyDesign. ddb 为系统默认名; 在项目“Database Location (数据库位置)”中, 单击“Browse (浏览)”按钮, 可以选择设计数据库文件存放的目录, 如图 1-13 所示。

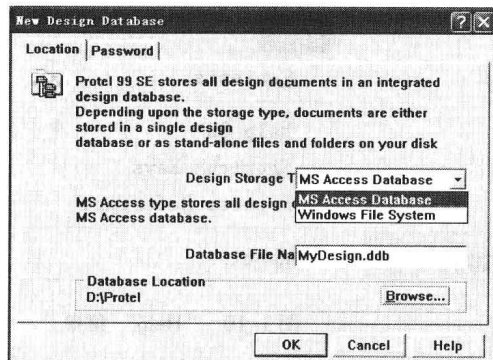


图 1-12 “New Design Database (新建设计数据库)”对话框

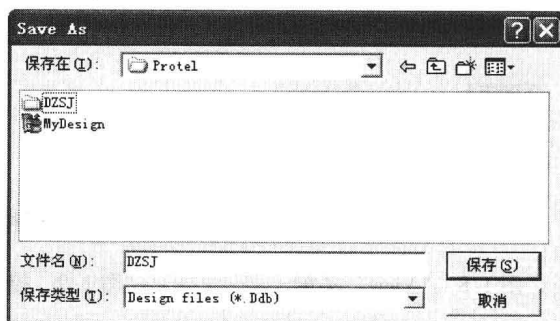


图 1-13 “Save As (另存为)”对话框

3) 用户若想设置密码,则单击对话框上面的“Password (密码)”选项卡,在弹出“Password”选项卡的两个编辑框中输入相同的密码,再单击“OK”按钮,完成创建设计数据库的操作,如图 1-14 所示。

4) 保存文件对话框,单击“保存”按钮,然后单击“New Design Database”对话框中的“OK”按钮,则建立了一个新的设计数据库文件,如图 1-15 所示。

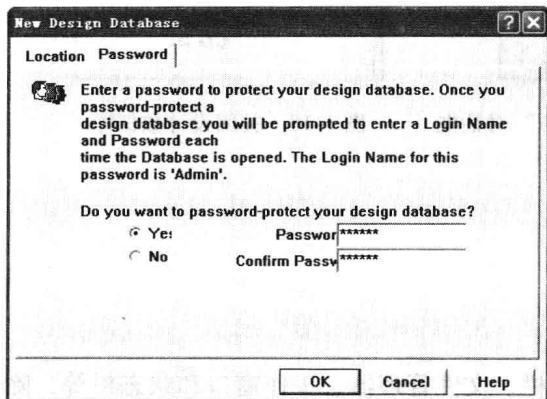


图 1-14 “Password (密码)”选项卡

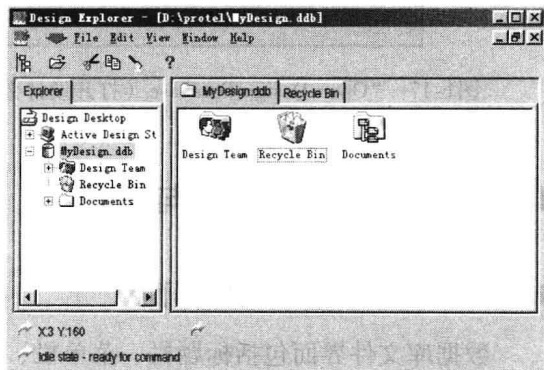


图 1-15 设计数据库的设计环境

注:通常数据库的保存路径默认为 C 盘下安装软件时的路径,不适合作为设计数据库文件的保存路径,需要进行文件夹预先设置,然后修改路径的操作。

1.3.2 设计数据库文件结构

新设计数据库在创建之后,同时被创建的还有一个 Design Team (设计组文件夹)、一个 Recycle Bin (回收站) 和一个 Documents (文档),在文件管理器中可以看见,如图 1-16 所示。

Design Team (设计组) 文件夹用于存放权限数据, Recycle Bin (回收站) 用于存放临时性删除的文档, Documents (文档) 一般用于存放用户建立的文件夹和各种文档。



图 1-16 设计数据库文件结构

1.3.3 设计数据库文件打开与关闭

1. 设计数据库文件的打开

执行菜单命令 File|Open, 系统将弹出“Open Design Database (打开设计数据库)”对话框,如图 1-17 所示,选择要打开的文件,单击“打开”按钮。

注:设计数据库的打开又分无密码和有密码两种。

2. 设计数据库文件的关闭

执行菜单命令 File|Close Design, 或者在 MyDesign.ddb 文字标签上单击鼠标右键,在弹出的快捷菜单中选择 Close, 如图 1-18 所示。

注:关闭数据库文件时,最好先将设计数据库中所有已打开的文件或文件夹关闭,再关闭设计数据库,如果文件打开后已经修改过,会弹出“确认”对话框。

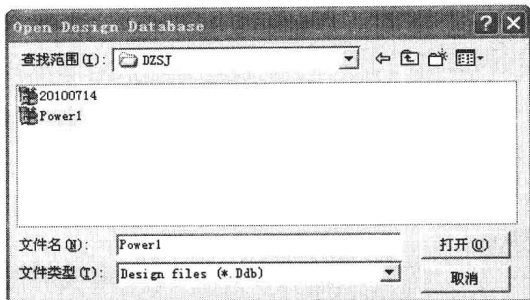


图1-17 “Open Design Database (打开设计数据库)”对话框



图 1-18 关闭设计数据库

1.4 设计文件的创建与管理

1.4.1 设计数据库文件界面

数据库文件界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、文件管理器、工作窗口和状态栏等，除了之前已经介绍的之外，还包括以下内容。

1. 菜单栏

数据库文件菜单栏包括“File”菜单、“Edit”菜单、“View”菜单、“Window”菜单、“Help”菜单，如图 1-19 所示。

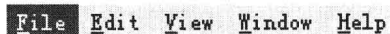


图 1-19 数据库文件菜单栏

(1) “File”菜单

“File”菜单与之前的主界面窗口的“File”菜单不同，除了 New Design (新建设计数据库)、Open (打开)、Exit (退出数据库) 外，还有 New (新建文件)、Close (关闭文件)、Close Design (关闭设计数据库)、Export (文件的导入)、Save All (保存所有)、Send By Mail (邮件发出)、Import (文件的导出)、Import Project (项目的导出)、Link Document (链接文档)、Find Files (寻找文件)、Properties (查看属性) 等，如图 1-20 所示。

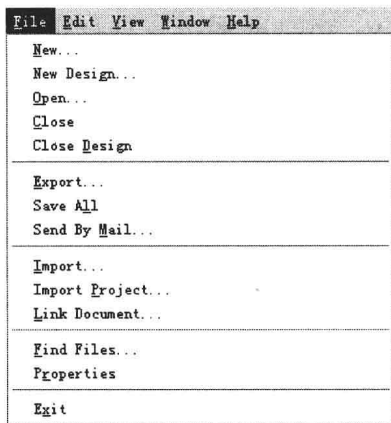


图 1-20 设计数据库文件“File”菜单

注：菜单栏命令项中的下划线处的字母即为快捷键组合字母。

(2) “Edit”菜单

“Edit”菜单包括 Cut (剪切)、Copy (复制)、Paste (粘贴)、Paste Shortcut (快捷方式粘贴)、Delete (删除)、Rename (更名) 等，如图 1-21 所示。

(3) “View”菜单

“View”菜单包括 Design Manager (文件管理器)、Status Bar (状态栏)、Command Status (命令栏)、Toolbar (工具栏)、Large Icons (大图标显示)、Small Icons (小图标显示)、List (列表显示)、Details (详细资料显示)、Refresh (刷新) 等，如图 1-22 所示。

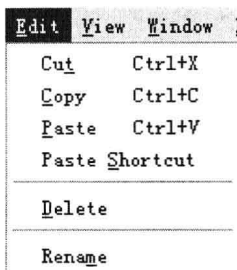


图 1-21 设计数据库文件“Edit”菜单



图 1-22 设计数据库文件“View”菜单

(4) “Window” 菜单

“Window” 菜单包括 Tile (窗口平铺)、Cascade (窗口层叠)、Tile Horizontally (窗口水平平铺)、Tile Vertically (窗口垂直平铺)、Arrange Icons (最小化图标窗口底部排列)、Close All (关闭所有的设计数据库文件) 等, 如图 1-23 所示。

(5) “Help” 菜单

“Help” 菜单主要提供系统的帮助文件, 如图 1-24 所示。

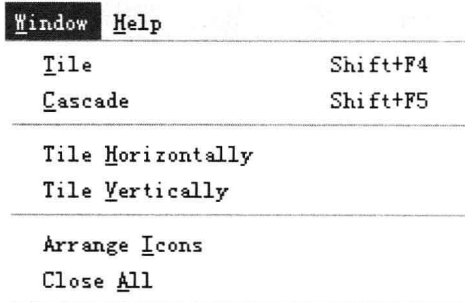


图 1-23 设计数据库文件“Window”菜单

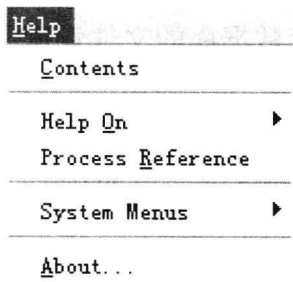


图 1-24 设计数据库文件“Help”菜单

2. 数据库文件工具栏

工具栏提供的工具有六个, 如图 1-25 所示, 除了 、、 和主界面的工具栏一样外, 还包括以下三个工具:

1) : 对应菜单命令 Edit|Cut, 主要作用是剪切文件。

2) : 对应菜单命令 Edit|Copy, 主要作用是复制文件。

3) : 对应菜单命令 Edit|Paste, 主要作用是粘贴文件。

3. 设计窗口

设计窗口实际上就是各个编辑器的工作区域, 属于主窗口的一个子窗口, 具有自己的标



图 1-25 设计数据库文件工具栏

题栏,如图 1-26 所示。当设计窗口最大化时,其标题栏将和主窗口的菜单栏合二为一。设计窗口中有一个标签栏,当单击某个标签时,相应的文件就显示出来。

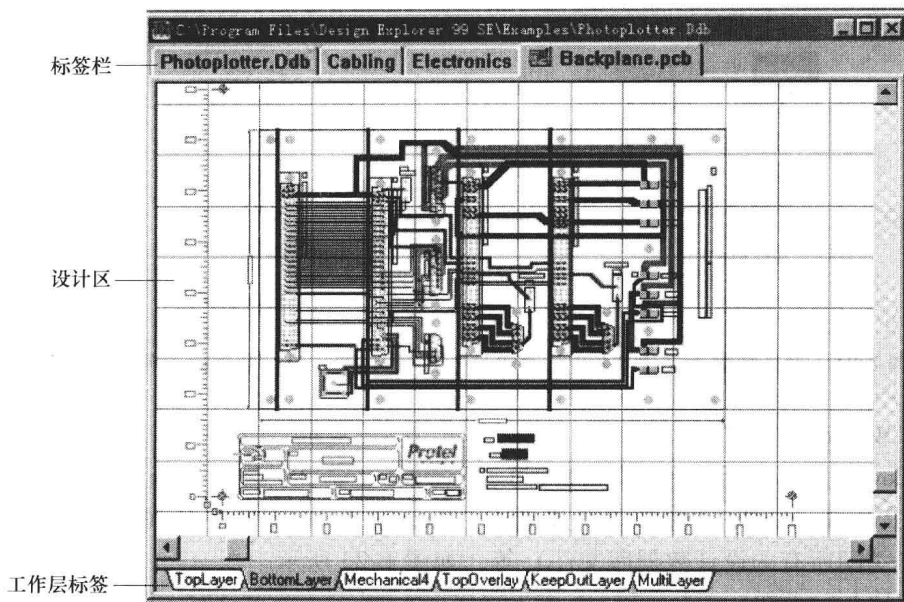


图 1-26 设计窗口

1.4.2 设计数据库的文件管理

用户进行某一项电子产品设计时,首先应创建设计数据库,然后再创建设计文件。

1. 新建文件或文件夹

1) 选择好数据库,如 MyDesign. ddb,在该数据库中新建文件夹或在该数据库的 Documents 文件夹中建立新文件。在菜单栏中选择“File”菜单,然后在弹出的下拉菜单中选择“New”菜单,选择对应的文件类型图标后单击“OK”按钮,新建数据库文件,如图 1-27 所示,或者在 Documents 文件夹工作窗口空白处用鼠标右击,在弹出的快捷菜单中选择“New”(新建),如图 1-28 所示,文档类型图标说明见表 1-3。

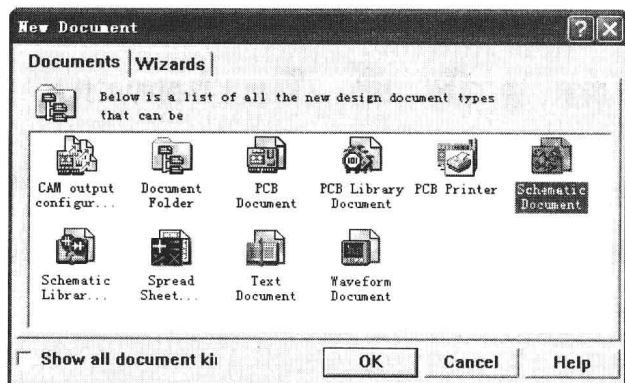


图 1-27 “New Document (新建文档)”对话框

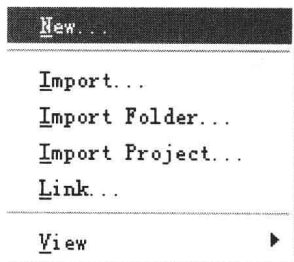


图 1-28 “新建文档”快捷菜单

表 1-3 文档类型图标说明

文档类型图标	说 明
	CAM 输出配置文档
	设计数据库文档
	印制电路板设计文档
	印制电路板元件库文档
	印制电路板图打印文档
	原理图设计文档
	原理图元件库文档
	表格文档
	文本文档
	波形文档

2) 用户可从“New Documents”对话框中选择“Schematic Document (原理图设计文档)”编辑器,单击该图标后,在设计窗口会增多一个图标,允许用户给新的文件取一个名称,如图 1-29 所示。输入新的名称“DZSJ.Sch”,单击左键确认,如图 1-30 所示。或者在文件上单击鼠标右键,并在弹出的快捷菜单中单击“Rename”项进行更名。

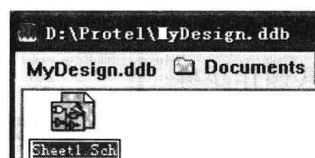


图 1-29 新建文件更名



图 1-30 更名后图标

3) 打开一个设计数据库文件,选择“File”菜单,然后在弹出的下拉菜单中选择“Open”菜单项。在弹出的“Open Design Database (打开设计数据库)”对话框中找到需要打开的设计数据库文件名,如图 1-31 所示,然后双击该文件,或者先选择该文件,再单击