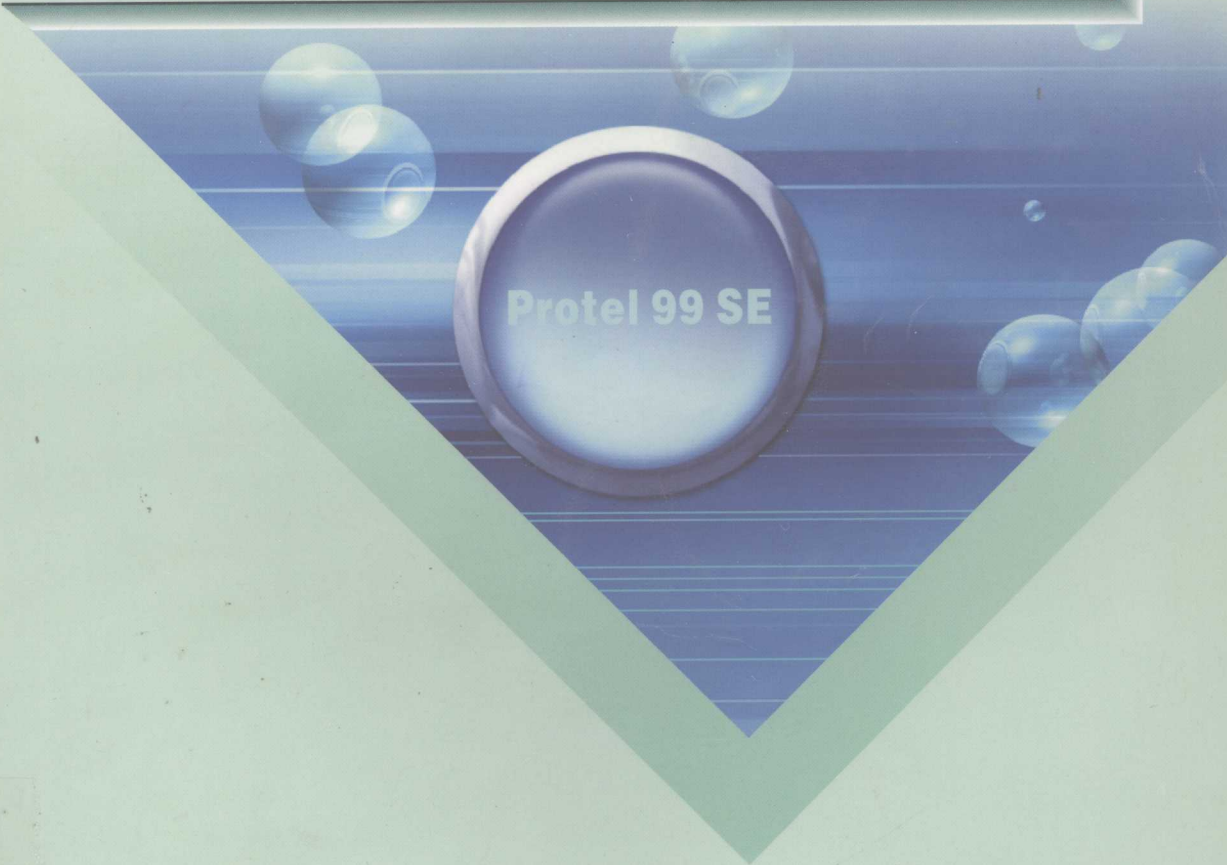




21 世纪职业院校电子类专业规划教材

电子线路 Protel 99 SE 实用教程

王 芳 主编



Protel 99 SE



中南大学出版社

21 世纪职业院校电子类专业规划教材

电子线路 Protel 99 SE 实用教程

主 编 王 芳

副主编 王 皓 张 岩 左红英

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子线路 Protel 99 SE 实用教程/王芳主编. —长沙:
中南大学出版社, 2005
ISBN 7-81105-172-9

I. 电... II. 王... III. 电子电路 - 电路设计:
计算机辅助设计 - 应用软件, Protel 99 SE - 高等学校 - 教材
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 092411 号

电子线路 Protel 99 SE 实用教程

主编 王 芳

☐ 责任编辑 谢贵良

☐ 责任印制 汤庶平

☐ 出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐ 印 装 长沙海德印务有限公司

☐ 开 本 787 × 1092 1/16 ☐ 印张 13.75 ☐ 字数 334 千字

☐ 版 次 2005 年 8 月第 1 版 ☐ 2005 年 8 月第 1 次印刷

☐ 书 号 ISBN 7 - 81105 - 172 - 9/TN · 001

☐ 定 价 22.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

电子设计自动化 EDA 技术是当今电子设计技术的核心。它是以计算机为工作平台,可实现多种设计要求的电子电路计算机辅助设计(电子 CAD)通用软件包,Protel 设计系统是世界上第一套将 EDA 环境引入 Windows 环境的 EDA 开发工具,是具有强大功能的电子设计 CAD 软件包。

Protel 99 SE 是澳大利亚 Protel Technology 公司研制开发的基于 Windows 9X/2000/NT 操作系统下的电路设计软件。它具有原理图设计、PCB 电路板设计、层次原理图设计、电路仿真及可编程逻辑器件设计等功能,是电子线路设计工作者最有用的设计软件之一。

本书从实用的角度出发,由浅入深,系统地介绍了 Protel 99 SE 的界面、基本组成、使用环境等,详细地讲解了电路原理图和印刷电路板的设计方法以及操作技巧,把 Protel 的各项功能与各项应用实例巧妙地结合在一起。

全书共 8 章 3 个附录。第 1~4 章为电路原理图的设计部分,讲述了报表生成与打印原理图的知识;第 5~8 章,介绍 PCB 的基础知识、印制电路板设计,以及详细的操作过程。

本书第 1~4 章及附录由湖南科技职业学院王芳编写,第 5、6 章由湖南民政职业学院左红英编写,第 7、8 章由湖南工业职业学院王皓编写。

在本书的编写过程中,承蒙湖南科技职业学院的黄红辉副教授、王凌云副教授,湖南工业职业学院谭耀辉副教授、邱丽芳副教授,湖南民政职业学院的周志光副教授和其他老师的大力支持,编者在此深表谢意。

同时感谢中南大学出版社的帮助和支持。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2005 年 4 月

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 的绘图环境及特点	(2)
1.3.1 进入 Protel 99 SE	(2)
1.3.2 设计数据库管理环境	(3)
1.3.3 Protel 99 SE 系统参数设置	(9)
1.4 Protel 99 SE 项目设计组管理	(9)
1.4.1 分配一个系统管理员密码	(12)
1.4.2 增加和删除设计组其他成员	(13)
1.4.3 设置使用权限	(13)
1.4.4 设计组成员登录	(14)
1.5 设计环境的创建	(14)
1.5.1 原理图编辑器的启动	(14)
1.5.2 印制电路板编辑器的启动	(15)
1.5.3 启动其他编辑器	(16)
第2章 原理图设计	(18)
2.1 原理图设计步骤	(18)
2.2 SCH 99 基本操作	(18)
2.2.1 创建一个新设计文件	(18)
2.2.2 设置图纸参数	(19)
2.2.3 其他设置	(23)
2.3 窗口及画面管理	(23)
2.3.1 窗口的打开、关闭和切换	(23)
2.3.2 工具栏的打开与关闭	(24)
2.3.3 画面管理	(25)
2.4 Sch 库元件的调用	(26)
2.4.1 装入元件库	(26)
2.4.2 查找元件	(27)
2.5 放置元件	(28)
2.5.1 通过菜单放置元件	(28)

2.5.2	用元件库浏览器放置元件	(29)
2.5.3	编辑元器件属性	(30)
2.5.4	对象的选定与取消	(31)
2.5.5	对象的旋转、翻转与移动	(33)
2.5.6	对象的删除	(34)
2.5.7	对象的剪切、复制和粘贴	(35)
2.5.8	对象叠放次序	(35)
2.6	绘制电路原理图	(36)
2.6.1	绘制导线	(36)
2.6.2	放置电源及接地符号	(37)
2.6.3	设置网络标号	(39)
2.6.4	总线设置	(40)
2.6.5	画总线分支	(41)
2.6.6	放置节点	(41)
2.6.7	放置端口	(42)
2.6.8	放置方块电路图	(43)
2.7	文件管理	(44)
2.7.1	打开、关闭设计文件或文件夹	(44)
2.7.2	保存文件	(44)
2.7.3	更名文件或文件夹	(44)
2.7.4	输入文档	(44)
2.7.5	输出文档	(45)
2.7.6	删除文档	(45)
2.7.7	复制及移动文档	(45)
2.8	原理图编辑技巧	(46)
2.8.1	对象的排列与对齐	(46)
2.8.2	阵列式粘贴的应用	(50)
2.8.3	元件编号的自动标注	(52)
2.8.4	字符串的查找与替换	(54)
2.8.5	对象的全局编辑	(55)
2.8.6	绘制一张简单的电路原理图	(56)
第3章	制作原理图元件	(59)
3.1	制作元件图形前的准备	(59)
3.1.1	编辑器的窗口组成	(59)
3.1.2	菜单命令	(62)
3.1.3	绘图工具	(63)
3.1.4	IEEE 符号工具	(68)
3.2	绘制元件	(70)

3.2.1 分立元件的创建	(70)
3.2.2 绘制带子件的元件	(71)
第4章 电路原理图的常用处理方法	(76)
4.1 有关层次原理图的一些概念	(76)
4.2 层次原理图的设计	(76)
4.3 层次原理图的切换	(82)
4.4 ERC 检查	(82)
4.5 常用报表的生成	(85)
4.5.1 网络表的生成	(85)
4.5.2 元件列表	(86)
4.5.3 引脚列表	(88)
4.5.4 原理图的打印	(89)
第5章 印制电路板(PCB)设计系统	(91)
5.1 印制电路板的认识	(91)
5.1.1 印制电路板的结构	(91)
5.1.2 印制电路板的设计步骤	(92)
5.2 创建 PCB 文件	(93)
5.3 PCB 编辑器的画面管理	(93)
5.4 PCB 放置工具栏(Placement Tools)介绍	(94)
5.4.1 绘制导线	(97)
5.4.2 放置焊盘	(97)
5.4.3 放置过孔	(97)
5.4.4 放置字符串	(97)
5.4.5 放置尺寸标注	(98)
5.4.6 设定坐标原点	(99)
5.4.7 放置元件	(99)
5.4.8 放置矩形填充	(100)
5.4.9 放置多边形填充	(101)
5.5 设置 PCB 图的显示工作层面	(102)
5.5.1 工作层面的类型说明	(103)
5.5.2 设置显示工作层面	(103)
5.6 工作参数设置	(105)
第6章 印制电路板的制作	(107)
6.1 单面板的制作	(107)
6.1.1 准备电路图和网络表	(107)
6.1.2 启动 PCB 编辑器	(110)

6.1.3	规划电路板	(111)
6.1.4	设置显示工作层面及工作参数	(112)
6.1.5	装入网络表与元件	(112)
6.1.6	布局元件	(118)
6.1.7	自动布线	(122)
6.1.8	Protel 99 SE-PCB 的编辑功能	(128)
6.1.9	手工调整	(130)
6.1.10	打印输出	(133)
6.2	双面板的制作	(135)
6.2.1	双面板布线的准备工作	(135)
6.2.2	设置显示工作层面	(141)
6.2.3	设置布线规则	(141)
6.2.4	自动布线	(141)
6.2.5	电路板的手工修整	(142)
6.2.6	布线后的设计规则检测	(144)
6.2.7	双面板的打印输出	(145)
6.3	Protel 99 SE - PCB 编辑器浏览器的使用	(147)
6.3.1	PCB 编辑器浏览器 (Browse PCB) 简介	(148)
6.3.2	利用 Browse PCB 管理网络	(149)
6.3.3	利用 Browse PCB 管理元件	(151)
6.3.4	利用 Browse PCB 浏览电路图	(152)
6.3.5	利用 Browse PCB 管理元件库	(153)
6.4	PCB 图报表的生成	(155)
6.4.1	引脚信息报表	(155)
6.4.2	电路板信息报表	(156)
第7章	PCB 库元件的创建方法	(164)
7.1	典型元件的名称及其封装	(164)
7.2	使用向导创建常用 PCB 库元件	(169)
7.3	手工创建 PCB 库元件	(173)
7.4	库元件使用中的典型技巧	(176)
第8章	PCB 图设计的高级技巧	(180)
8.1	PCB 的基本设计方法和原则要求	(180)
8.1.1	印刷线路组件布局结构设计讨论	(180)
8.1.2	印刷电路板图设计的基本原则要求	(180)
8.1.3	印刷板图设计中应注意的问题	(181)
8.2	PCB 布线原则与要求	(182)
8.3	印制电路板的可靠性设计	(184)

8.4	覆铜的技巧	(187)
8.5	外围线的处理方法	(191)
8.6	内电层的使用与分割	(192)
8.7	补泪滴与制作安装孔	(195)
附录一	Protel 99 SE 的原理图元件库清单	(198)
附录二	常用原理图命令快捷键	(202)
附录三	常用电路板命令快捷键	(203)
附录四	综合图纸	(204)

第1章 Protel 99 SE 简介

计算机辅助设计是电路板设计发展的必然趋势。随着计算机软硬件技术的突飞猛进,许多由人工进行的工作将逐渐被计算机所替代,工作效率将大大提高。在电路设计自动化(Electronic Design Automation,简称EDA)领域,Protel Technology公司的以“Protel”为标志的电子线路CAD(计算机辅助设计:computer aided design)软件产品占统治地位。电子CAD软件Protel以其强大的功能、友好的界面、简便的操作和与时俱进的发展,深得用户的青睐。

美国ACCEL Technologies公司于1988年推出了在当时非常受欢迎的电子线路CAD软件包——TANGO,它具有操作方便、易学、实用、高效的特点。但随着集成电路技术的不断进步,电子线路越来越复杂,TANGO软件的局限性也就越来越明显。为此,澳大利亚Protel Technology公司及时推出了Protel for DOS软件作为TANGO的升级版本。20世纪80年代以Protel for DOS软件为代表的版本,成为电子CAD方面的工业标准。

20世纪90年代初,微软公司推出新一代操作系统——Windows操作系统,其后各个软件开发商纷纷推出支持Windows操作系统的应用软件。Protel Technology公司始终走在EDA技术的最前列,于1991年推出Protel for Windows 1.0。这是世界上第一个基于Windows操作系统的PCB(印制电路板)设计工具。它与其前身Protel for DOS相比,无论在界面、易操作性还是设计能力方面都有了较大的进步。随后,Protel Technology公司又陆续推出了Protel for Windows 2.0、Protel for Windows 3.0、Protel 98等产品,直到现在的最新版本。Protel 99 SE实现了从以往的16位到真正32位版本的升级。不论用户原先使用哪种电子CAD软件,只要Protel出现新的版本,都会引发一阵阵跟随浪潮。

从Protel 99版本开始就引入了数据库文件和设计团队的概念,所有与设计有关的文件都存储在一个独立的数据库文件中,为用户设计带来很大的方便。设计团队的管理功能让用户更容易分工合作。

1.1 Protel 99 SE 的组成

Protel 99 SE(Second Edition)是Protel Technology公司继Protel 99之后推出的改良加强版,增加了PCB板层数、PCB组合打印、3D仿真PCB显示、可选两种格式(Microsoft Access格式和标准Windows文件系统格式)存储、DDB文件以及其他一些实用功能。Protel 99 SE主要由六大模块组成:

- (1) Advanced Schematic 99 SE, 主要用于编辑电路原理图、零件库及生成各种报表。
- (2) Advanced PCB 99 SE, 主要用于编辑电路板、零件封装及电路板组件。
- (3) Advanced Route 99 SE, 用于电路板自动布线。
- (4) Advanced PLD 99 SE, 用于可编程逻辑器件的设计。
- (5) Advanced SIM 99 SE, 提供模拟/数字信号进行电路原理图仿真。

(6) Advanced Integrity 99 SE, 用于分析 PCB 设计和检查设计参数。

前三个模块是为电路设计服务, 后三个模块用于电路仿真和 PLD 设计。本书主要介绍 Advanced Schematic 99 SE 和 Advanced PCB 99 SE 两大模块。

1.2 Protel 99 SE 的运行环境

Protel 99 SE 的推荐配置如下:

CPU: Pentium 100/166 以上; RAM: 128MB 以上; 可用的硬盘空间: 5GB 以上; 显示器分辨率: 建议使用 1024×768 ; 操作系统: Windows 95、Windows 98、Windows NT、Windows 2000、Windows XP; 在 Windows NT 下运行效果最好。

由于 Protel 99 SE 是一套功能非常强大的 EDA 软件, 所占硬盘空间较大, 大约要占用 300MB 的空间。如果采用普通的 800×600 显示模式, 设计管理器的下半部分将不能显示出来, 建议用户尽量将屏幕分辨率调高到 1024×768 以上。当屏幕尺寸太小时, 在高分辨率方式下屏幕上的字体就会变得很小, 看起来很吃力, 应配置大尺寸的显示器。

总之, 硬件配置档次越高, 运行速度越快, 效果越好。

1.3 Protel 99 SE 的绘图环境及特点

1.3.1 进入 Protel 99 SE

Protel 99 SE 操作环境使用大型数据库来管理文件, 在一定程度上提高了对计算机硬件的要求, 方便了用户管理。当我们进入 Protel 99 SE 且还没有打开任何文件时, 用户面对的主窗口如图 1-1 所示。

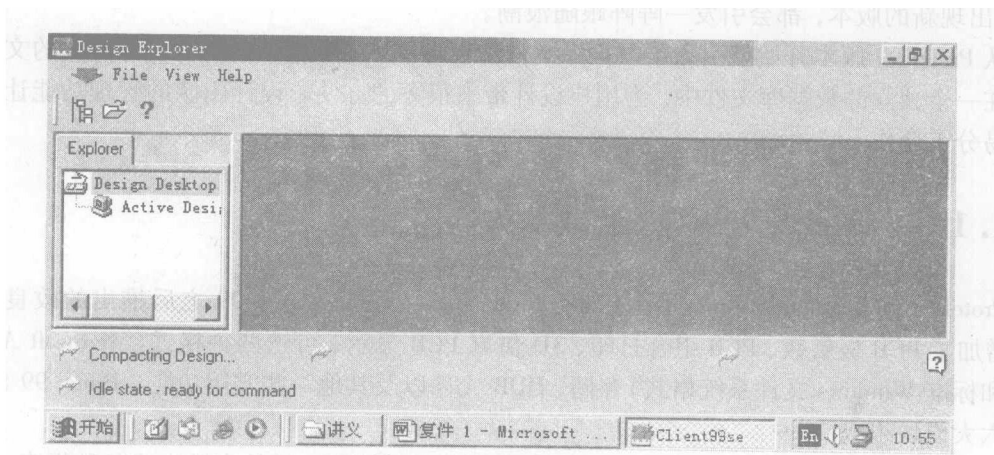


图 1-1 没有打开任何文件的主窗口

Protel 99 SE 主窗口的菜单栏包括各种命令操作、各种参数设置、各种开关的切换等功能, 只有“File”、“View”、“Help”三项。如果启动其他服务程序, 菜单栏将会有更多的相应

项目出现。“File”菜单功能选项是有关文件的操作，如打开、关闭文件和结束 Protel 99 SE 等操作。“View”菜单功能选项主要用于设置状态栏、设计管理器、命令行的打开与关闭。“Help”用于打开帮助文件。

主窗口的工具栏(Toolbar)只有三个按钮，但只要 we 启动其他服务程序，工具栏的按钮会相应增多。每个工具栏按钮都和菜单中的某个常用命令相对应，用工具栏的目的是使操作更加简便。主窗口工具栏中三个按钮的作用从左至右依次是，设计管理器的切换(相当于菜单 View/Design Manager 功能)、打开文件(相当于菜单 File/Open 功能)、帮助信息(相当于 Help/Contents 功能)。

在主窗口中设计管理器只有“Explorer”选项卡。由于未打开任何数据库文件与对应的编辑程序，所以在设计管理器内的显示内容就只有根目录的 Design Desktop 和 Active Design Stations 这两个默认文件夹。

1.3.2 设计数据库管理环境

在主窗口中，用命令 File/New 打开 New Design Database 对话框。在 Location 选项卡的 Design Storage Type 文本框中系统提供了两种文件存储方式：MS Access Database 方式和 Windows File System 方式。

(1)MS Access Database：设计过程中的全部文件都存储在单一的数据库中，和 Protel 99 文件方式相同，即所有的原理图、PCB 文件、网络表、材料清单等都保存在一个 *.ddb 文件中，在资源管理器中只能看到惟一的 *.ddb 文件。

(2)Windows File System：在对话框底部指定的硬盘位置建立一个设计数据库文件夹，所有文件都被自动保存在文件夹中。可以直接在资源管理器中对数据库中的设计文件如原理图、PCB 等进行复制、粘贴等操作。这种设计数据库的存储类型，可以方便在硬盘对数据库内部的文件进行操作，但不支持 Design Team 特性。

当用户选择 MS Access Database 类型后，对话框将增加一个 Password(密码)选项卡，如图 1-2 所示。如果选择 Windows File System 类型，则没有该选项卡。

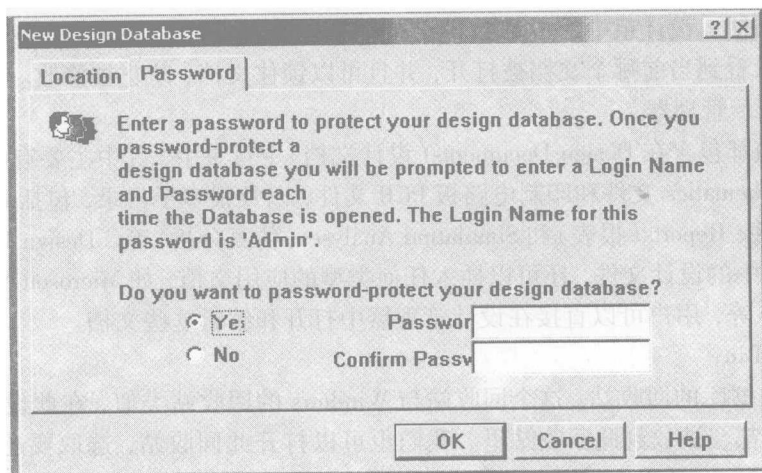


图 1-2 文件密码设置选项卡

当用户选择 MS Access Database 类型时,如果想设定所设计电路图数据库文件为保密级,则可以单击图 1-2 所示的对话框中的 Password,进入文件密码设置选项卡,用户可以选择 Yes 单选按钮,并且可以在 Password 编辑框中输入所设置的密码,然后再在 Confirm Password (确认密码)编辑框中输入设置的密码,确认正确后,即设置成功。

前者是系统的默认方式。在 Database File Name 文本框中系统给出默认文件名 MyDesign1. ddb,用户可按自己的要求修改文件名。

单击 Browse 按钮进入 Save As 对话框,在“保存在”下拉列表中选择存放文件的磁盘。如果想将文件存放在磁盘中的某个文件夹内,可先在“保存在”下拉列表中选择磁盘,这时在显示窗口中会显示出磁盘中的文件和文件夹,找到所需文件夹并双击打开。系统默认的文件名“MyDesign1”会出现在文件名文本框中,也可以在此进行文件名的修改。设置完后,如图 1-3 所示。从设计管理器中,可见已建好的 MyDesign1. ddb 文件。

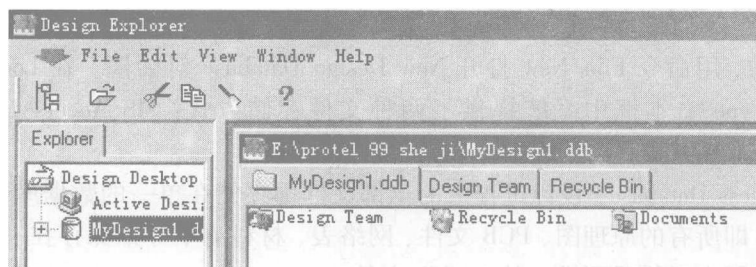


图 1-3 设计管理器主窗口

在 Protel 99 SE 中,所有的设计文件都集成在一个数据库中,管理这个设计数据库的工具就是 Design Explorer,即设计管理器,如图 1-3 所示。设计管理器主要包含以下几个部分:

1. Design Team 管理器

Protel 99 的设计是面向一个设计组的,设计组的成员和特性都在 Design Team(设计组)中进行管理,可以在 Design Explorer 中定义设计组的成员和权限,这样就使通过网络来进行设计变得更加方便。设计组中的成员数量没有限制,并且他们可以同时访问同一个设计库。每个成员都可以看到当前哪个文档被打开,并且可以锁住文档,防止被修改。

2. Documents 管理器

所有的文档都包含在 Design Documents(设计文档)主目录中,其中主要有电路设计文档、电路原理图、Schematics 文件和印制电路板 PCB 文件,以及很多子目录,包括 PCB Fabrication (PCB 制作)文件、Reports(报表)和 Simulation Analyses(仿真分析)等。Design Documents 中不仅仅包含 Protel 中的设计文件,还可以插入任何类型的应用文档,如 Microsoft Word、Microsoft Excel、AutoCAD 等,用户可以直接在设计管理器中打开和编辑这些文档。

3. Recycle Bin

它是设计数据库的回收站。这个回收站与 Windows 的回收站类似,在此设计数据库所删除的任何文件,都会被放到此回收站里。我们也可以打开此回收站,选取要还原的文件,将它们恢复。

此外,主窗口的工具栏还增加了 Edit 菜单、Window 菜单,以及 、、 三个按

钮，工具栏和菜单栏都发生了相应的变化。

下面对 File 菜单稍做介绍。

1. New

本命令的功能是建立新文件，执行此命令后，出现如图 1-4 文件类型对话框。选定所要建立的文件类型后，单击 OK 按钮，即可产生一个新文件的图标。

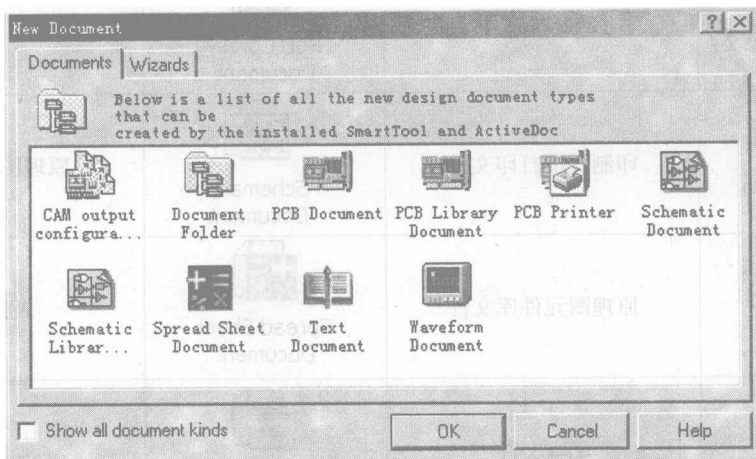


图 1-4 文件类型对话框

2. New Design

本命令的功能是建立新的设计数据库，所有的设计文件将在这个设计库中统一进行管理。

3. Open

本命令的功能是打开已存在的设计数据库。执行该命令后，系统将弹出如图 1-5 所示对话框，可以选择需要打开的文件或设计数据库。



图 1-5 打开已存在的设计数据库

表 1-1 新建文件类型

 CAM output configuration	CAM 输出配置文件	 Document Folder	设计数据库文件夹
 PCB Document	印制板设计文件	 PCB Library Document	印制板元件库文件
 PCB Printer	印制板图打印文件	 Schematic Document	原理图设计文件
 Schematic Library ...	原理图元件库文件	 Spread Sheet Document	表格文件
 Text Document	文本文件	 Waveform Document	波形文件

4. Close

本命令的功能是关闭目前正在编辑的设计文件。

5. Close Design

本命令的功能是关闭目前正在编辑的设计数据库文件。该命令与窗口右上角的按钮功能一样。

6. Export

本命令的功能是将当前设计数据库中的一个文件输出到其他路径，执行该命令后，系统将弹出如图 1-6 所示的对话框。

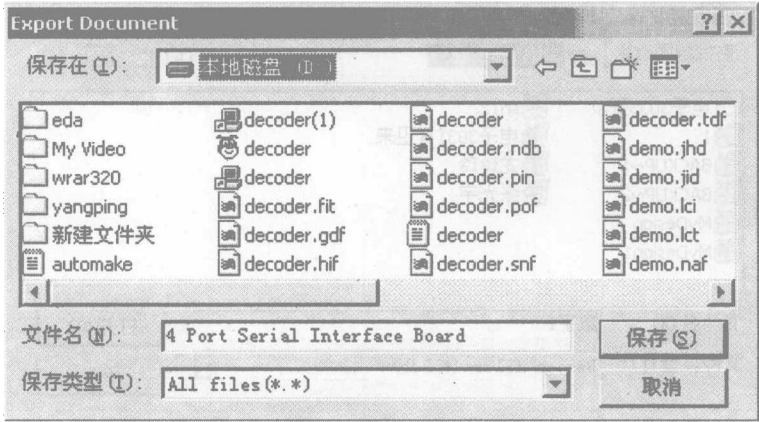


图 1-6 输出当前文件对话框

7. Save All

本命令的功能是保存所有已打开的文件。

8. Send By Mail

本命令的功能是将当前设计数据库通过 E-mail 传送到其他计算机, 有利于异地设计和集成。

9. Import

本命令的功能是输入文件, 将指定的文件导入目前所编辑的设计数据库里; 而所输入的文件不一定是 Protel 的文件, 文本文件、图片文件、Word 文件等都可以输入设计数据库, 成为设计数据库中的一个文件, 当然, 所指定的文件将被复制到设计数据库里。

选取此菜单项, 将会显示导入文件对话框, 如图 1-7 所示。

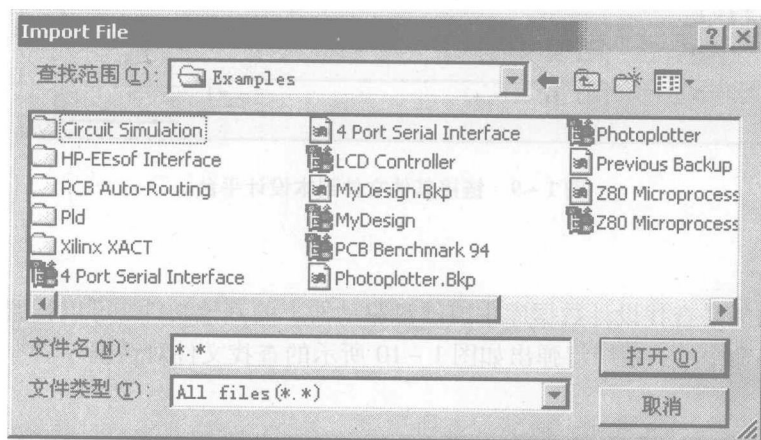


图 1-7 导入文件对话框

10. Import Project

本命令的功能是将指定的数据库文件输入到目前所编辑的设计数据库里, 执行该命令, 系统将弹出如图 1-8 所示的打开设计数据库对话框。

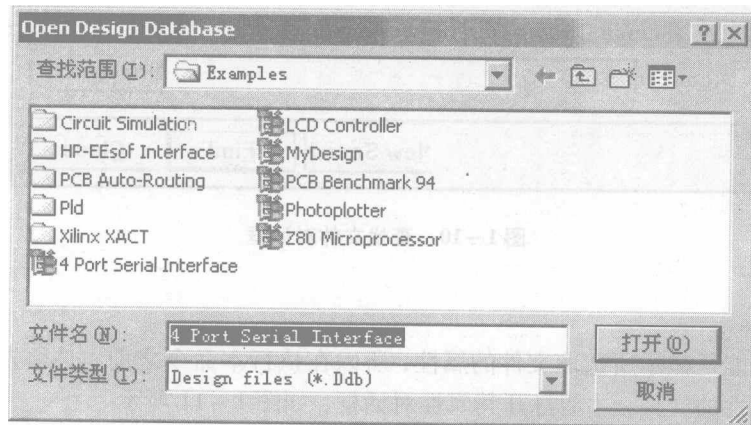


图 1-8 打开设计数据库对话框

11. Link Document

本命令的功能是将外部的文件与当前设计库链接。执行该命令后，系统弹出如图 1-9 所示对话框。

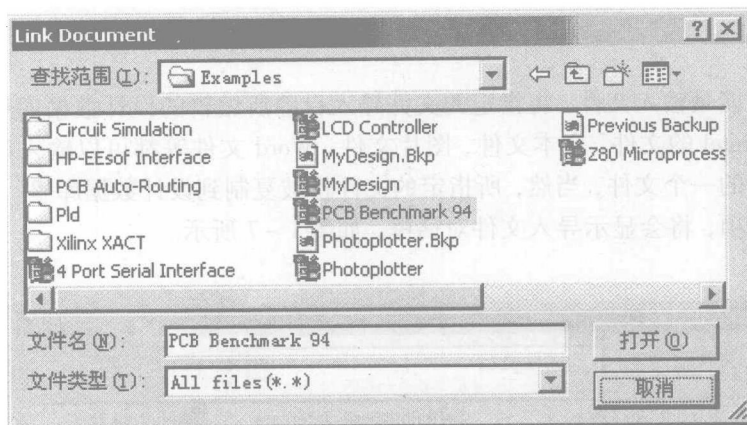


图 1-9 链接其他文件到本设计平台

12. Find File

本命令的功能是查找设计数据库中或硬盘驱动器上的其他文件，可以设置各种不同的查找方式。选择该命令后，系统将弹出如图 1-10 所示的查找文件对话框。

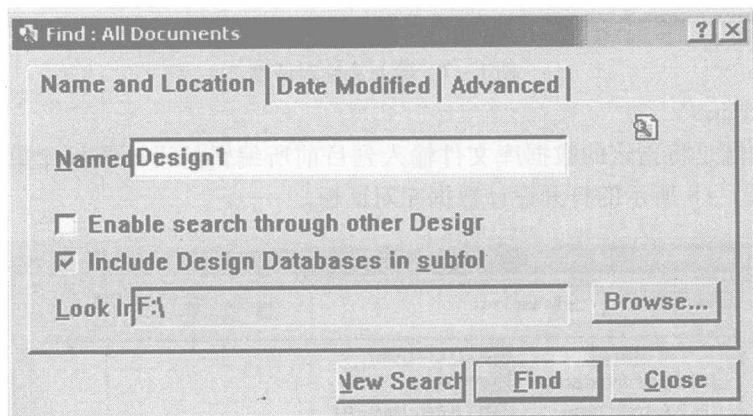


图 1-10 查找文件对话框

13. Properties

本命令的功能是显示所选取文件的属性，所以在执行本命令之前，必须先在设计窗口里指定所要查看属性的文件，才能打开其属性对话框，如图 1-11 所示。