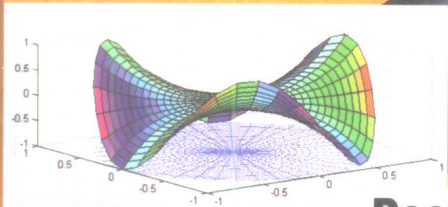
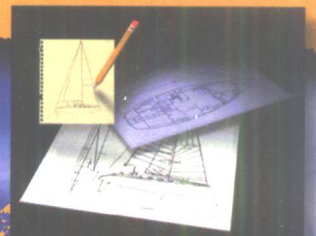


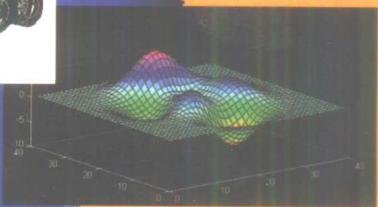
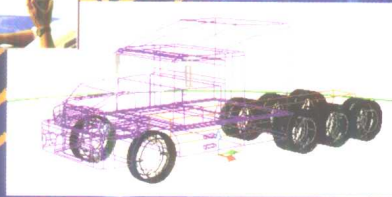
计算机工程设计与应用开发丛书

Protel 99 原理图与 PCB 设计

清源计算机工作室 编著



Design Explorer 99



机械工业出版社
China Machine Press

计算机工程设计与应用开发丛书

Protel 99 原理图与 PCB 设计

清源计算机工作室 编著



机械工业出版社

Protel 99 是 Protel 公司推出的最新版本电路设计软件, 是一个纯 32 位的应用软件。

本书从实用角度出发, 全面介绍了 Protel 99 的界面、基本组成以及使用环境等, 并详细讲解了电路原理图和印制电路板的设计方法及操作步骤, 全书以讲解实例为主, 将 Protel 99 的各项功能结合起来, 以便使读者能尽快掌握电路设计的方法。

本书内容详实、条理清晰、实例丰富, 可以作为广大电路设计工作者以及大中专院校师生的参考书。

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 边 萌 封面设计: 姚 毅

责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·12.25 印张·289 千字

0 001—5 000 册

定价: 28.00 元 (1CD, 含配套书)

ISBN7-900043-15-2/TP·15

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

随着计算机技术的发展，计算机软件在工程设计领域的应用越来越广。在机械、电子、建筑等行业，应用计算机软件进行产品设计的 CAD 软件也非常丰富，使产品设计人员能够高效率地进行各自领域的产品分析、设计等工作。这些应用于工程设计领域的 CAD 软件有 AutoCAD、Protel、MATLAB 等。这些软件极大地提高了机械、电子等行业的产品设计质量与效率，是目前 CAD 领域应用最为广泛的软件，是工程设计领域中最有用的辅助设计软件。为了帮助工程设计人员学习这些软件，快速掌握这些软件的使用与开发技术，我们特编写一套“计算机工程设计与应用开发丛书”。AutoCAD 2000 主要应用于机械产品设计和开发，以及 AutoCAD 2000 的二次开发；Protel 99 主要应用于电子原理图的设计、电路板的设计和绘制，以及电子逻辑分析和仿真等；MATLAB 主要应用于工程方面的数学计算、自动控制系统的分析，以及图形与图像处理等。

本套书主要面向工程设计人员，涉及的知识不但包括软件应用知识，还包括专业基础知识，以及软件在相关领域的二次开发技术知识，是机械、电子领域技术人员的最佳参考书。本套书在介绍软件的使用过程中，结合丰富的实例进行讲解，使读者能快速掌握相关的知识。本套书不但讲述软件的基础应用知识，还讲述了软件的中、高级应用知识，是一套面向中、高级读者的全面而系统的参考书。本套书包括《AutoCAD 2000 命令与实例详解》和《AutoCAD 2000 开发工具应用详解》；《Protel 99 原理图与 PCB 设计》和《Protel 99 仿真与 PLD 设计》；《MATLAB 基础及其应用》和《MATLAB 高级应用——图形及影像处理》，基本覆盖了三种软件在机械领域和电子领域的应用。全套书均附有光盘，以实例为主，将软件的实际应用生动地展现在读者面前。

本套书由清华大学和中国科学院从事该领域工作多年的博士生和硕士生进行编写，具有贴近读者的特点，而且书中列举了大量的实例，是使用这三种软件的工程设计人员不可多得的参考书。

清源计算机工作室

2000年5月

编者的话

电路设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 如今已成为不可逆转的时代潮流。随着计算机工业的蓬勃发展, EDA 的工作环境也从早期昂贵的工作站进入到一般个人电脑, 也因此将 EDA 的设计思想普及到中小型企业及各级相关大专院校。Protel 设计系统就是一套建立在 IBM 兼容 PC 环境下的 EDA 电路集成设计系统。事实上, 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, 一向以其高度的集成性和扩展性著称于世。Protel 公司 1999 年正式推出具有 PDM 功能的强大 EDA 综合设计环境 Protel 99。

Protel 99 凭借其强大的功能大大提高了电子线路的设计效率, 今后必然成为广大电子线路设计工作者首选的计算机辅助电子线路设计软件。

本书从实用角度出发, 详细介绍了 Protel 99 最主要的两个部分, 即原理图设计和印制电路板设计。

全书共 12 章。第 1 章和第 2 章为 Protel 99 的基础部分; 第 3 章至第 7 章是原理图设计部分, 其中第 3 章为原理图设计的基础部分, 在第 4 章我们按原理图设计的步骤快速完成一个典型原理图的设计, 使你能够对原理图的设计过程有一个整体的了解, 其余各章则是对原理图设计步骤的深入介绍; 第 8 章至第 12 章是电路板设计部分, 其中第 8 章为电路板设计的基础部分, 其余各章则是对电路板设计步骤的深入介绍。

本书内容详实、条理清晰、实例丰富, 对从事电子线路设计的广大科技人员和大专院校师生有较大的参考价值。

由于作者水平有限, 时间仓促, 不足之处在所难免, 请广大读者批评指正。

编者
2000 年 5 月

目 录

前言

编者的话

第1章 Protel 99 概况	1
1.1 Protel 99 的发展	1
1.2 Protel 99 的组成和特点	1
1.2.1 Protel 99 的组成	1
1.2.2 Protel 99 的特点	2
1.3 系统配置	4
第2章 Protel 99 设计环境简介	5
2.1 进入 Protel 99	5
2.2 认识 Protel 99	6
2.2.1 Protel 99 菜单	6
2.2.2 认识 Protel 99 工具栏	9
2.3 启动各种编辑器	9
2.3.1 启动原理图编辑器	9
2.3.2 启动印制电路板编辑器	10
2.3.3 启动其他编辑器	11
第3章 Protel 99 原理图绘图环境设置	13
3.1 屏幕分辨率	13
3.2 窗口设置	14
3.2.1 工具栏的打开与关闭	14
3.2.2 画面显示状态的放大与缩小	15
3.3 图纸设置	16
3.3.1 图纸大小设置	16
3.3.2 图纸方向和颜色设置	18
3.4 格点和光标设置	20
3.4.1 设置格点	20
3.4.2 设置光标	22
第4章 Protel 99 快速入门	23
4.1 电路板设计步骤	23
4.2 绘制简单电路图	23
4.2.1 原理图设计过程	23
4.2.2 添加元件库	24

4.2.3	添加元件	25
4.2.4	编辑元件	27
4.2.5	放置电源与接地元件	28
4.2.6	连接线路	29
4.2.7	放置接点	29
4.2.8	保存文件	30
第 5 章	高级电路图绘制方法	31
5.1	使用绘制电路工具	31
5.1.1	画导线	32
5.1.2	画总线	34
5.1.3	画总线出入端口	34
5.1.4	设置网络名称	35
5.1.5	放置电源和接地符号	38
5.1.6	放置元件	39
5.1.7	放置输入输出点	43
5.1.8	放置电路方块图	45
5.2	使用绘图工具	46
5.2.1	绘图工具栏	46
5.2.2	绘制直线	47
5.2.3	绘制多边形	48
5.2.4	绘制圆弧与椭圆弧	50
5.2.5	放置说明文字	51
5.2.6	放置文字框	52
5.2.7	绘制矩形	53
5.2.8	绘制圆与椭圆	55
5.2.9	绘制饼图	56
5.2.10	插入图片	57
5.3	编辑电路元件	58
5.3.1	元件的选取	58
5.3.2	元件的剪贴	61
5.3.3	元件的删除	61
5.3.4	元件的移动	62
5.3.5	元件的旋转	63
5.4	元件的排列和对齐	63
5.4.1	元件左对齐	63
5.4.2	元件右对齐	64
5.4.3	元件按水平中心线对齐	64
5.4.4	元件水平平铺	65
5.4.5	元件顶端对齐	65

5.4.6	元件底端对齐	66
5.4.7	元件垂直均布	66
5.4.8	同时进行两种排列或对齐	67
第 6 章	生成报表	68
6.1	产生 ERC 表	68
6.1.1	产生 ERC 表的各种选项	68
6.1.2	ERC 结果报告	70
6.2	网络表	71
6.2.1	产生网络表的各种选项	71
6.2.2	Protel 网络表格式	73
6.2.3	生成网络表	73
6.3	产生元件列表	74
6.4	交叉参考表	77
6.5	网络比较表	78
第 7 章	使用元件库编辑器	80
7.1	使用元件库编辑器	80
7.1.1	启动元件库编辑器	80
7.1.2	元件库编辑器界面简介	80
7.1.3	元件管理工具	81
7.1.4	元件库绘图工具	85
7.1.5	绘制一个元件	86
7.2	产生元件报表	89
7.2.1	元件报表	89
7.2.2	元件库报表	91
7.2.3	元件检查表	92
第 8 章	PCB 印制电路板基础	94
8.1	印制电路板基础	94
8.1.1	印制电路板结构	94
8.1.2	零件封装	94
8.1.3	铜膜导线	95
8.1.4	焊点和导孔	95
8.2	印制电路板布线流程	96
第 9 章	PCB 环境设置	98
9.1	进入 PCB 编辑器	98
9.2	PCB 界面设置	99
9.2.1	界面放大	99
9.2.2	自定义放大区域	100
9.2.3	画面的缩小	101
9.2.4	将屏幕缩放显示整个电路板	101

9.2.5 更新画面	101
9.2.6 窗口管理	102
9.2.7 工具栏的打开与关闭	104
9.3 设置电路板工作层面	105
9.3.1 工作层面的类型说明	105
9.3.2 工作层面的设置	106
9.4 其他环境设置	108
第10章 制作印制电路板	114
10.1 单面板与多层板制作简介	114
10.2 准备原理图和网络表	114
10.3 电路板的规划	116
10.4 网络表与元件的装入	116
10.4.1 装入元件库	118
10.4.2 网络表与元件的装入	118
10.5 元件的布局	120
10.5.1 元件的自动布局	120
10.5.2 手工调整元件的布局	123
10.5.3 调整元件标注	127
10.6 自动布线	128
10.6.1 自动布线参数的设定	128
10.6.2 自动布线	134
10.6.3 手工调整	137
10.7 绘图工具	141
10.7.1 绘制导线	142
10.7.2 放置元件封装	143
10.7.3 放置焊点	145
10.7.4 放置导孔	147
10.7.5 放置文字	148
10.7.6 放置坐标指示	149
10.7.7 设置尺寸标注	149
10.7.8 设置初始原点	150
10.7.9 绘制圆弧	150
10.7.10 放置填充	151
10.8 电路板的打印输出	152
第11章 输出报表	155
11.1 生成选取引脚报表	155
11.2 生成电路板信息报表	156
11.3 生成元件报表	163
11.4 生成网络状态报表	165

11.5	生成设计层次报表	168
11.6	生成钻孔文件	169
11.7	生成电路特性报表	170
第 12 章	使用元件封装编辑器	174
12.1	进入元件封装编辑器	174
12.2	元件封装编辑器界面简介	175
12.3	手动创建新的元件封装	176
12.4	利用向导创建元件封装	180
12.5	创建项目元件封装库	184

第 1 章 Protel 99 概况

1.1 Protel 99 的发展

Protel 设计系统是一套建立在 IBM 兼容 PC 环境下的 EDA 电路集成设计系统。事实上，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，一向以其高度的集成性及扩展性著称于世。

在个人电脑早期的 DOS 操作系统下，由于图形界面不佳，存储器的管理有缺陷，因此以现在的眼光来看，当时的 EDA 环境都显得有点“土”。不过尽管如此，早在那时 Protel 公司就已经推出了一系列基于 DOS 环境的 EDA 程序供业界使用。

当 PC 操作系统发展到 Windows 3.1 时，虽然图形界面有所改善，但是在存储器的管理方面仍是换汤不换药，以致于 EDA 程序在运行时常常捉襟见肘。直到 Windows 95 操作系统出现后，这两个问题（图形界面和内存管理）才终于得到了合理的解决。如今，Protel 设计系统的软件工作平台已由 DOS、Windows 3.1 进步到 Windows 95 或 Windows 98，工作起来不仅更稳定，而且更好用。

Protel For Windows 具备了 Windows 应用程序应有的所有特性，如良好而统一的图形界面、资源共享等等。用户可以安心地将诸如鼠标、屏幕、打印机等设备的管理、驱交给 Windows 操作系统处理，而将精力专注于真正的设计工作上。

Protel For Windows 在 3.x 版之后，引进了 Client/Server 的工作环境结构，使得用户可以按照自己的习惯设置工作环境，从而为 EDA 环境提供了无限的调整弹性。Protel 99 版更是将所有应用程序代码从以往的 16 位升级到 32 位，执行效率因此大大提高。

1.2 Protel 99 的组成和特点

1.2.1 Protel 99 的组成

在 Protel 99 中，所有的设计文档都集成在一个单一的设计库中，管理这个设计库的工具就是 Design Explorer，也就是设计管理器。设计管理器主要包含以下几个部分。

1. Design Team

Protel 99 的设计是面向一个设计队的，设计队的成员和特点都在 Design Team 中进行管理，可以在 Design Explorer 中定义设计队的成员和权限，这样就使通过网络来进行设计变得更加方便。设计队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. Design Documents

所有的文档都包含在 Design Documents 主目录中，其中主要有电路设计文档 Schematics 和 PCB，以及很多子目录包括 PCB Fabrication 文件、Reports 和 Simulation Analyses 等。Design

Documents 中不仅仅包含 Protel 中的设计文件，还可以输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。

1.2.2 Protel 99 的特点

1. 原理图 Schematic 的特点

(1) 支持层次化设计 随着电路日益复杂，电路设计的方法也日趋层次化 (Hierarchy)。也就是说，可先将整个电路按照其特性及复杂程度切割成适当的子电路，必要时可以使用层次化的树状结构来完成。设计师先一一单独绘制及处理好每一个子电路，然后再将它们组合起来继续处理，最后完成整个电路。Advanced Schematic 完全提供了层次化设计所需要的功能。

(2) 丰富而又灵活的编辑功能

● 自动连接功能 在原理图设计时，有一些专门的自动化特性来加速电气件的连接。电气栅格特性提供了所有电气件（包括端口、原理图、总线、总线端、网络标号、连线和元件等）的真正“自动连接”。当它被激活时，一旦光标走到电气栅格的范围内，它就自动跳到最近的电气“热点”上，接着光标形状发生改变，指示出连接点。当这一特性和自加入连接点特性配合使用时，连线工作就变得非常轻松。

● 交互式全局编辑 在任何设计对象（如元件、连线、图形符号、字符等）上，只要双击鼠标左键，就可打开它的对话框。对话框显示该对象的属性，你可以立即进行修改，并可将其修改扩展到同一类型的所有其他对象，即进行全局修改。如果需要，你还可以进一步指定作全局修改的范围。

● 便捷的选择功能 设计者可以选择全体，也可以选择某个单项，或者一个区域。在选择项中你还可以不选某项，也可以增加选项。已选中的对象可以移动、旋转，也可以使用标准的 Windows 命令，如 Cut（剪切）、Copy（拷贝）、Paste（粘贴）、Clear（清除）等。

(3) 强大的设计自动化功能

● 设计检验 ERC（电气法则检查） 它可以对大型复杂设计进行快速检查。ERC 检查可以按照用户指定的物理/逻辑特性进行，而且可以输出各种物理/逻辑冲突的报告。例如没连接的网络标号、没连接的电源、空的输入管脚等等，同时还可将 ERC 的结果直接标记在原理图中。

● 数据库连接 它提供了强大灵活的数据库连接，原理图中任何对象的任意属性值都可以输入和输出，你可以选择某些属性（可以是两个属性，也可以是全部属性）进行传送，也可以指定输入及输出的范围是当前图样，或是当前项目或元件库，或是全部打开的图样或元件库。一旦所选择的属性值已输出到数据库，它可以由 DBMS（数据库管理系统）来处理支持的数据库包括 dBASE III 和 dBASE IV 等。

● 自动标注 在设计过程的任何时候都可以使用“自动标注”功能（一般是在设计完成的时候使用），以保证无标号跳过或重复。

(4) 在线库编辑及完善的库管理

● 不仅可以打开任意数目的库，而且不需要离开原来的编辑环境就可以访问元件库，通过计算机网络还可以访问多用户库。

● 元件可以在线浏览，也可以直接从库编辑器中放置到设计图纸上，不仅库元件可以增加或修改，而且原理图和元件库之间可以进行相互修改。

● 原理图提供 16000 多个元器件库（EE 三种模式），包括 AMD、Intel、Motorola、Texas Instruments、National Instruments、ZILOG、Maxim 以及 Xilinx、Eesof、PSPICE、SPICE 仿真库等。

（5）良好的开放性

● 原理图除接受 TANGO，Protel（DOS 版）设计文件格式以外，还支持 OrCAD。输出网络表类型支持 30 多种格式，包括 Mentor、Cadentix、PADS、Eesof、OrCAD 等。

● 原理图还提供与符合工业标准的模拟、数字以及混合信号仿真软件的连接，如 PSPICE、Dolphin SMASH 等。对于 FPGA 设计可通过原理图选项 Xilinx 接口来提供强有力的可编程逻辑设计。

● 原理图元件库除接受 TANGO、Protel（DOS 版）库格式以外，还支持 OrCAD 库格式。

2. 印制电路图 PCB 的特点

（1）32 位的 EDA 设计系统

● PCB 可支持设计层数为 32 层、板图大小为（2540mm×2540mm）或（100in×100in）的多层线路板。

● 可作任意角度的旋转，分辨率为 0.001°。

● 支持水滴焊盘和异型焊盘。

（2）丰富而又灵活的编辑功能

● 交互式全局编辑、便捷的选择功能、多层撤消或重做功能。

● 支持飞线编辑功能和网络编辑。用户无需生成新的网络表即可完成对设计的修改。

● 手工重布线可自动去除回路。

● PCB 图能同时显示元件管脚号和连接在管脚上的网络号。

● 集成的 ECO（工程修改单）系统将会记录下你的每一步修改，并将其写入 ECO 文件，你可依此修改原理图。

（3）强大的设计自动化功能

● 具有超强的自动布局能力，它采用了基于人工智能的全局布局方法，可以实现 PCB 板面的优化设计。

● 高级自动布线器采用拆线重试的多层迷宫布线算法，可同时处理所有信号层的自动布线，并可以对布线进行优化。可选的优化目标如使过孔数目最少、使网络按指定的优先顺序布线等。

● 支持 Shape-based（无网络）的布线算法，可完成高难度、高精度 PCB 板（如 486 以上微机主板、笔记本微机的主板等）的自动布线。

● 在线式 DRC（设计规则检查），在编辑时系统可自动地指出违反设计规则的错误。

（4）在线式库编辑及完善的库管理

设计者不仅可以打开任意数目的库，而且不需要离开原来的编辑环境就可访问、浏览元件封装库。通过计算机网络还可以访问多用户库。

（5）完备的输出系统

- 支持 Windows 平台上所有输出外设，并能预览设计文件。
- 可输出高分辨率的光绘（Gerber）文件，对其进行显示、编辑等。
- 还能输出 NC Drill 和 Pick&Place 文件等。

1.3 系统配置

以下是安装及运行 Protel 98 所需要的系统配置：

- IBM 兼容 PC 机，Pentium CPU 以上。
- Windows 95/98 或 Windows NT 操作系统。
- 32MB RAMS。
- SVGA 显示，800×600 或更高分辨率下可显示 256 色。
- 500MB 硬盘空间。

第 2 章 Protel 99 设计环境简介

2.1 进入 Protel 99

进入 Protel 99 系统，只要运行 Protel 99 的执行程序就可以了。打开 Windows 98 的程序组，将光标移到 Protel 99 的执行程序处，如图 2-1 所示，用鼠标单击即可启动 Protel 99。

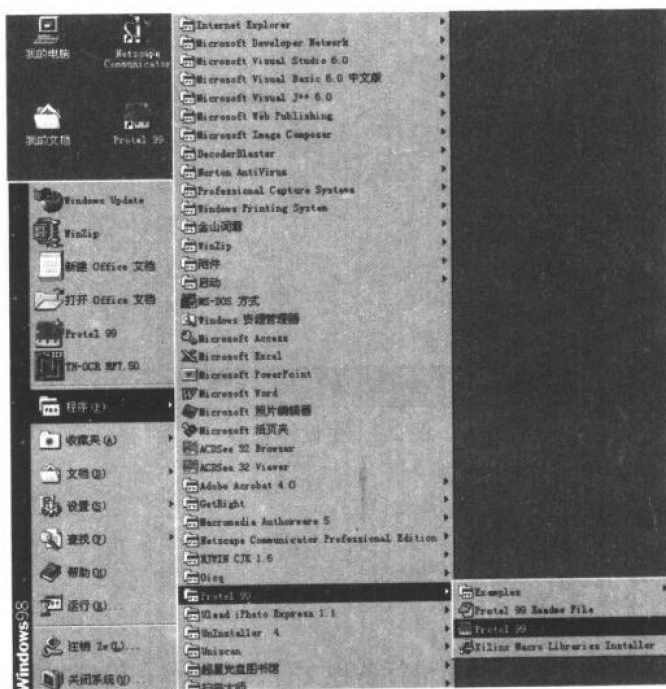


图 2-1 启动 Protel 99

启动应用程序后，将出现 Protel 99 的启动界面，如图 2-2 所示。



图 2-2 启动界面

接着就会进入 Protel 99 的主设计窗口 Design Explorer，如图 2-3 所示。

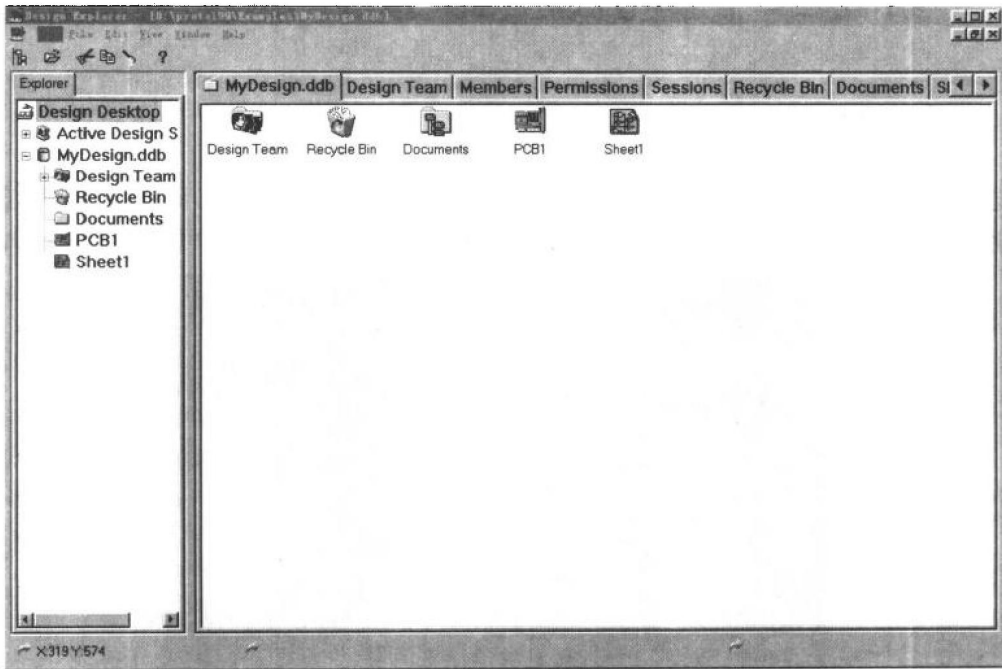


图 2-3 主设计窗口

2.2 认识 Protel 99

2.2.1 Protel 99 菜单

Protel 99 的主菜单的主要功能是进行各种文件命令操作，设置视图的显示方式以及编辑操作。它包括 File、Edit、View、Window 和 Help 五个下拉菜单。

1. File 菜单

File 菜单主要用于文件的管理操作，如文件的打开、新项目的建立等，如图 2-4 所示。

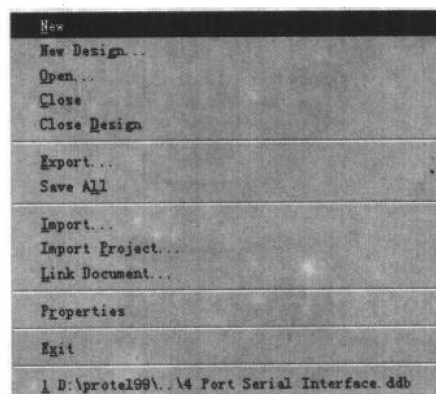


图 2-4 File 菜单

File 菜单的各选项功能如下：

(1) **New** 新建一个空白文件，文件的类型可以是原理图 Sch 文件、印制电路板 PCB 文件、原理图元件库编辑文件 Schlib、印制电路元件库编辑文件 PCBlib、文本文件以及其他的文件等。选取此菜单项，将会显示“新文件”对话框，如图 2-5 所示，用户可以选择所需建立的文件类型，然后单击 OK 按钮即可。

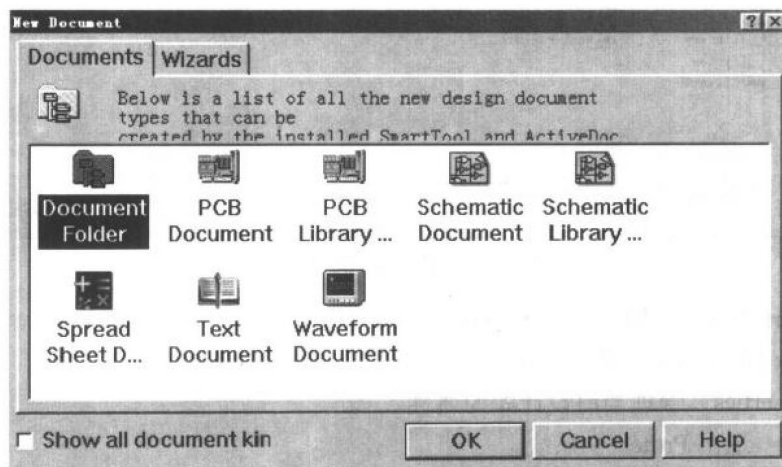


图 2-5 “新文件”对话框

(2) **New Design** 新建立一个设计库，所有的设计文件将在这个设计库中统一进行管理。如图 2-6 所示，用户可以输入新设计库的名称。

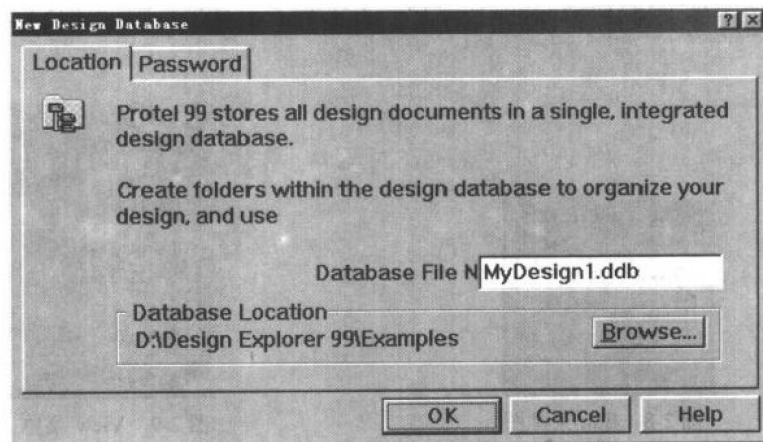


图 2-6 建立新设计库

- (3) **Open** 打开已存在的设计库。
- (4) **Close** 关闭当前已经打开的设计文件。
- (5) **Close Design** 关闭当前已经打开的设计库。
- (6) **Export** 将当前设计库中的一个文件保存到其他路径。
- (7) **Save All** 保存当前所有已打开的文件。
- (8) **Import** 将其他类型的文件输入到当前设计库，成为当前设计库中的一个文件，选