

Protel 99 SE

设计专家指导

邢增平 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

Protel 99 SE 设计专家指导

邢增平 编著

中国铁道出版社

2004 • 北京

内 容 简 介

本书从实用的角度出发,重点介绍了 Protel 99 SE 原理图元件设计、原理图设计、引脚封装、印制电路板设计、信号完整性分析和仿真分析六个方面的内容。并且书中结合大量的设计实例,穿插介绍了许多 Protel 99 SE 的使用技巧,对于提高设计效率很有帮助,可以使读者轻松掌握使用 Protel 99 SE 设计印制电路板的方法。此外,书中还给出了很多重要的设计指导规则,对用户设计高质量的印制电路板有很重要的指导作用。

本书适合于初中级以上的 Protel 用户,对于高级 Protel 用户也有一定的指导作用,同时可作为广大电路设计人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

Protel 99 SE 设计专家指导/邢增平编著. —北京:中国铁道出版社, 2004. 2

ISBN 7-113-05743-8

I. P... II. 邢... III. 印制电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 009153 号

书 名: Portel 99 SE 设计专家指导

作 者: 邢增平

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏 茜 孙东川 赵 汶

封面设计: 白 雪

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.75 字数: 545 千

版 本: 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-05743-8/TP·1132

定 价: 36.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

前言

Protel 作为中国最流行的 EDA 软件, 其在中国的普及程度确实是其他 EDA 软件所不能比拟的, Protel 从其 DOS 版开始, 就已经在中国普及, 最先推出的 Tango 以其方便实用的功能受到广大业界用户的欢迎, 其后一直跟随操作系统的变更推出最新的 Protel 版本。目前最新的是 Protel DXP, 最新版本虽然功能不差, 但运行要求过高, 目前使用比较多的还是 Protel 99 SE。

Protel 99 SE (网上可以下载到它的测试板) 是个庞大的 EDA 软件, 完全安装需要 200 多兆的空间, 它是一个完整的板级全方位电子设计系统, 包含了电路原理图绘制、模拟电路与数字电路混合信号仿真、多层印制电路板设计 (包含印制电路板自动布线)、信号完整性分析、可编程逻辑器件设计、图表生成、电子表格生成、支持宏操作等功能, 并具有 Client/Server (客户/服务器) 体系结构, 同时还兼容一些其他设计软件的文件格式, 如 ORCAD, PSPICE, Excel 等, 其多层印制线路板的自动布线可实现高密度 PCB 的 100% 布通率。

Protel 99 SE 作为一个软件, 如果仅仅是介绍软件的使用, 那么实在不能体现 EDA 设计的重点。本书作为一本 EDA 设计指导方面的书, 主要从六个方面来介绍 Protel 99 SE, 分别为原理图元件设计、原理图设计、仿真分析、引脚封装、PCB 电路设计和信号完整性分析, 考虑到使用 Protel 99 SE 进行信号完整性分析和仿真分析的用户并不多, 所以把这两章内容放到最后, 而学习的顺序应该是按照这六个方面依次进行的。

本书主要特点

结合实例和技巧介绍功能

本书主要结合实例对 Protel 99 SE 进行各个方面的介绍, 同时在介绍实例过程中穿插介绍一些设计技巧。考虑到本书读者大多是中级或者初级的用户, 介绍中所采用的实例都比较简单, 而且各个实例基本保证覆盖重要的知识点, 所以阅读起来将相当轻松。

大量的设计指导和丰富的经验之谈

本书在某些章节给出了一些重要的设计指导, 对于使用 Protel 99 SE 进行设计的用户来说, 是不可多得的材料, 其中有关于焊盘设计、元件选取、布局布线和可靠性设计等方面的重要规则, 这些规则对于用户设计高质量电路板来说将起到重要的指导作用。希望用户在使用 Protel 99 SE 的过程中, 能好好应用这些规则来设计电路板。

除了设计指导外, 本书还介绍了一些比较有用的内容, 如板材、印制电路板常规和手工制作的方法、印制电路板的工艺流程、板层等, 这些内容对于设计而言是相当重要的知识点, 如果不了解工艺流程, 那么往往设计出来的板子从电路上行得通却无法组装。

本书作者有多个项目制作的经验，书中很多方法都是从实践中得到的重要经验和总结，部分知识点则为作者笔记，希望能给读者以启发。

本书阅读指导

- 对于一般用户而言，只要阅读第2章就可以基本制出一块简单的印制电路板。
- 对于初级用户而言，最好能按部就班，根据上面提到的六个方面依次学习，而且学习每个方面时要先把握该方面的总体思想，如原理图设计要把握设计流程，这样一来才能够对这一方面有一个整体的认识。
- 对于中级用户而言，最好能够有选择地阅读，例如可以看一些不熟悉的知识点，看看设计指导等。

作者简介

本书由邢增平老师编著。邢增平老师曾经领队设计和开发多项国家重点电子产品项目，具有丰富的理论和实践经验，在国内外电路设计领域享有盛誉。另外，参与本书编写的人员还有：陈河南、贺军、余春、贺民、龚亚萍、李志云、戴军、陈安南、李晓春、谢高联、李志伟、王学农、樊鹏、吴少波、陈安华、李志伟、邓姣龙、王雷、韦笑等人，他们在预读、查错、实例测试和教学试验等工作中付出了很多努力。

读者在学习的过程中，如果发现问题，或有意见和建议，请给我们来信，邮箱地址为：xiaoxiang-007@sohu.com。

此外，作者希望能够与商家进行多方面的合作和进行电子产品的研发，以促进双方的共同发展，有关的合作事宜可直接与作者联系，联系方式：crystalxzp@hotmail.com。

编者

2004年2月

目 录

第 1 章 Protel 操作要点.....	1
1-1 Protel 99 SE 几个实用设计操作.....	2
1-1-1 新建文件.....	2
1-1-2 删除不必要的文件.....	4
1-2 Protel 99 SE 的设计组管理.....	5
1-2-1 分配系统管理员密码.....	5
1-2-2 增加和删除设计组成员.....	6
1-2-3 设置组成员权限.....	6
1-3 Protel 99 SE 工作环境自定义.....	7
1-3-1 自定义菜单.....	7
1-3-2 自定义工具栏.....	10
1-3-3 自定义快捷键.....	12
1-4 Protel 99 SE 的硬件配置要求.....	14
1-5 小结.....	14
第 2 章 Protel 99 SE 整体设计思路.....	15
2-1 项目的提出.....	16
2-2 整体设计规划.....	17
2-3 原理图设计.....	17
2-3-1 设置页面.....	18
2-3-2 添加元件.....	18
2-3-3 绘制原理图.....	20
2-3-4 命名并定义引脚封装.....	22
2-3-5 连线检查.....	23
2-4 产生网络表.....	23
2-5 印制电路板设计.....	24
2-5-1 设计板形.....	25
2-5-2 添加封装库.....	29
2-5-3 加载网络表.....	30
2-5-4 印制电路板布局.....	33
2-5-5 印制电路板布线.....	33
2-6 错误检查.....	35
2-7 小结.....	36
第 3 章 电路原理图元件及元件库的制作.....	37

3-1	电路原理图元件库.....	38
3-1-1	Miscellaneous Devices-ddb 库简介	38
3-1-2	Protel DOS Schematic Libraries-ddb 库文件简介	39
3-2	新建原理图元件库.....	40
3-3	元件绘图工具简介.....	41
3-3-1	绘图工具栏简介.....	41
3-3-2	IEEE 工具栏简介	42
3-4	制作一个简单的开关.....	44
3-5	制作一个三态四缓冲器.....	48
3-6	制作一个简单的 AT89C2051 元件.....	51
3-7	管理原理图元件库.....	53
3-7-1	Component 组合框	54
3-7-2	Group 组合框	56
3-7-3	Pins 组合框.....	57
3-7-4	Mode 组合框	57
3-8	注意事项与技巧.....	57
3-8-1	隐含引脚的处理.....	57
3-8-2	引脚排列无关性.....	58
3-9	小结	58
第 4 章	电路原理图设计	59
4-1	原理图设计步骤和基本原则.....	60
4-2	新建原理图文件.....	61
4-3	设置图纸环境	61
4-4	原理图连线工具栏.....	64
4-5	设计简单的四分频电路.....	65
4-6	设计简单的 4×4 行列式键盘控制.....	71
4-7	层次原理图设计.....	75
4-7-1	自顶向下的设计方法.....	75
4-7-2	自底向上的设计方法.....	79
4-8	设计四端串行接口.....	79
4-8-1	设计父电路图.....	80
4-8-2	设计子电路图.....	82
4-9	设计 Z80 处理器	84
4-10	ERC 检查.....	85
4-10-1	Setup 选项卡.....	86
4-10-2	Rule Matrix 选项卡	87
4-10-3	ERC 检查报告	88
4-10-4	典型的 ERC 错误原因	89
4-11	小结	90

第 5 章 报表和出图	91
5-1 生成网络报表	92
5-2 生成元器件清单	94
5-3 原理图打印	98
5-4 将原理图嵌入到 Word	99
5-5 小结	101
第 6 章 印制电路板基础	103
6-1 常用印制电路板材料	104
6-2 电路板制作方法	105
6-2-1 普通单面、双面及多层印制电路板的制作工艺	105
6-2-2 简易单面板制作	106
6-2-3 简易双面板制作	106
6-3 印制电路板的组装形式和加工的工艺流程	107
6-3-1 表面组装	108
6-3-2 表面混装	108
6-3-3 再流焊和波峰焊	110
6-4 小结	110
第 7 章 制作自己的封装库	111
7-1 封装概述	112
7-1-1 分立元件封装概述	112
7-1-2 IC 封装概述	118
7-2 封装设计准则	122
7-2-1 THC 焊盘设计	122
7-2-2 矩形片式元器件焊盘设计	122
7-2-3 SOT 焊盘设计	123
7-2-4 欧翼型引脚 IC、SOP、QFP	123
7-2-5 J 型引脚 IC (SOJ)、PLCC	123
7-3 选择封装形式的基本原则	124
7-3-1 选择可易获得的封装	124
7-3-2 考虑器件成本	124
7-3-3 考虑机箱空间、热影响	124
7-3-4 考虑是否组装方便、焊接可靠、是否影响到器件性能	124
7-3-5 考虑方便测试和维修	125
7-4 新建元件封装库	125
7-5 使用向导设计引脚封装	126
7-6 手动设计引脚封装	131
7-6-1 手动设计引脚封装前的设置	131
7-6-2 手动设计引脚封装过程	132

7-7	元件封装设计实例 1——Multiwatt 15 元件	135
7-8	元件封装设计实例 2——七段数码显示器	141
7-9	管理引脚封装库	143
7-10	需要特别注意的几个引脚封装	144
7-10-1	可变电阻	145
7-10-2	二极管	146
7-10-3	晶体管	146
7-11	小结	147
第 8 章	印制电路板设计	149
8-1	印制电路板设计流程	150
8-2	板层介绍	151
8-2-1	信号板层 (Top Layer, Bottom Layer, Mid Layer)	151
8-2-2	内层板层 (InternalPlane)	152
8-2-3	机构板层 (Mechanical Layers)	152
8-2-4	阻焊板层 (Top Solder、Bottom Solder)	152
8-2-5	锡膏板层 (Top Paste、Bottom Paste)	152
8-2-6	丝印板层 (TopOverlay、BottomOverlay)	152
8-2-7	钻孔板层 (Drill guide、Drill Drawing)	153
8-2-8	禁止布线板层 (KeepOutLayer)	153
8-2-9	多级板层 (MultiLayer)	153
8-3	PCB 电路参数设置	154
8-3-1	Options 选项卡设置	155
8-3-2	Display 选项卡设置	157
8-3-3	Colors 选项卡设置	160
8-3-4	Show/Hide 选项卡设置	160
8-3-5	Defaults 选项卡设置	160
8-4	利用向导设计板框	161
8-5	手动设计板框	167
8-6	加载、卸载封装库	170
8-7	加载网表与元件	171
8-7-1	加载网表与元件方法 1	171
8-7-2	加载网表与元件方法 2	174
8-8	整体布局的原则	176
8-8-1	流向原则	176
8-8-2	最近相邻原则	177
8-8-3	均布原则	177
8-8-4	抗干扰原则	177
8-8-5	热效应原则	177

8-8-6	易维修原则.....	177
8-8-7	易调节原则.....	177
8-8-8	抵抗受力原则.....	177
8-8-9	易组装原则.....	178
8-8-10	安全原则.....	178
8-8-11	其他原则.....	178
8-9	布局实例	179
8-9-1	自动布局.....	179
8-9-2	手动布局.....	183
8-10	布线的原则	184
8-10-1	连线精简原则.....	184
8-10-2	安全载流原则.....	184
8-10-3	电磁抗干扰原则.....	185
8-10-4	环境效应原则.....	185
8-10-5	安全工作原则.....	185
8-10-6	组装方便、规范原则.....	185
8-10-7	经济原则.....	185
8-11	自动布线	186
8-11-1	布线前的设置.....	186
8-11-2	自动布线.....	193
8-12	手动布线	194
8-12-1	拆线	194
8-12-2	修改走线.....	195
8-12-3	覆铜、包地、补泪滴.....	198
8-12-4	3D 仿真.....	201
8-13	DRC.....	202
8-14	单面板设计实例.....	203
8-15	双面板设计实例.....	204
8-16	多层板设计实例.....	205
8-17	PCB 设计常见问题和技巧	209
8-17-1	文档越存越大.....	209
8-17-2	总是自动备份文件.....	210
8-17-3	PCB 完成后却发现原理图有误.....	211
8-17-4	方便设计的交叉参考.....	211
8-17-5	开一个方孔.....	212
8-17-6	等宽导线增加载流能力.....	212
8-17-7	更改覆铜.....	212
8-17-8	提高多层板布线空间的内层分割方案.....	213
8-18	小结	214

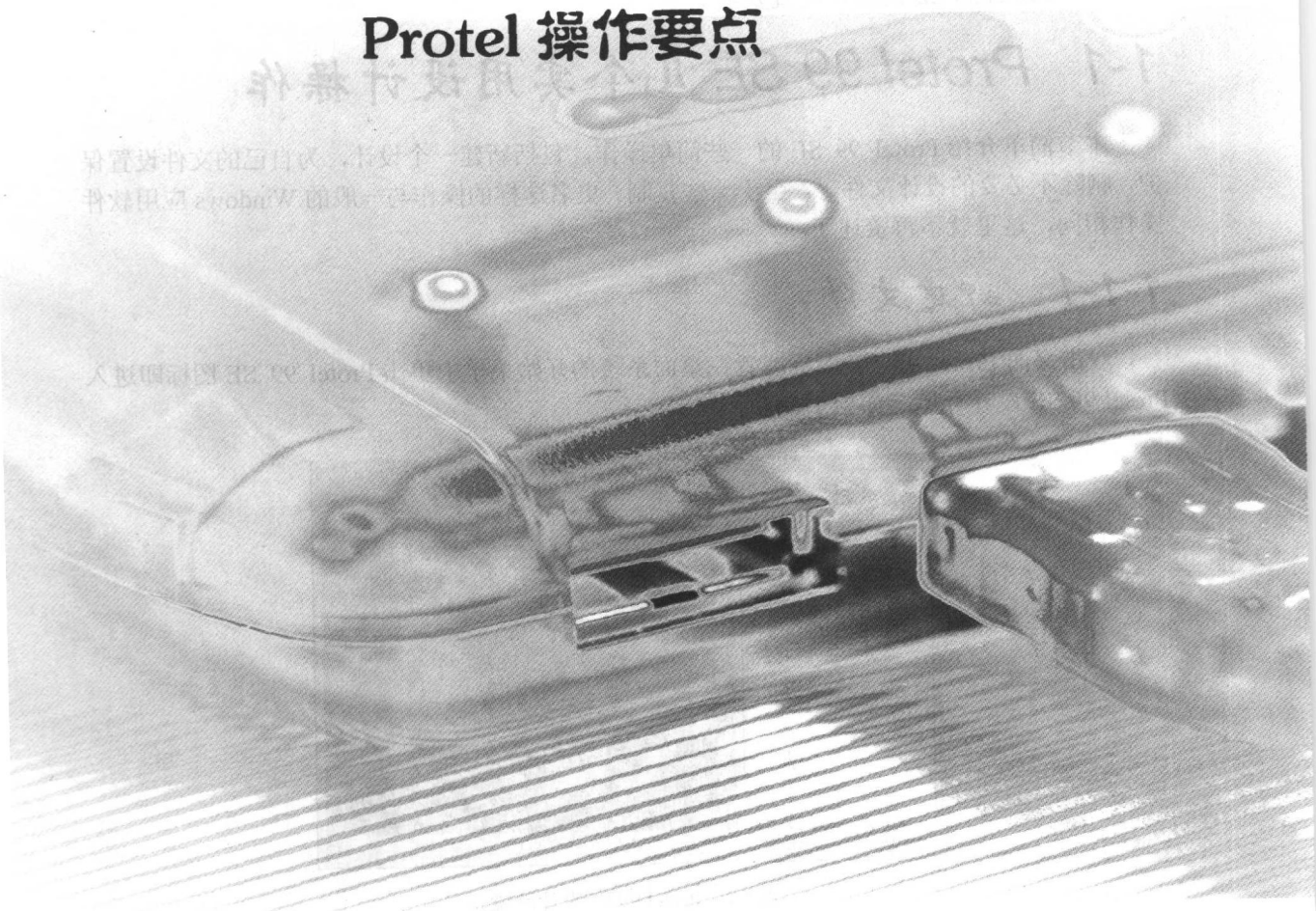
第 9 章 CAM 数据报表	215
9-1 新建 CAM 文件	216
9-1-1 直接创建 CAM 文件	216
9-1-2 由 PCB 创建 CAM 文件	217
9-2 制作光绘文件报表	217
9-2-1 由向导创建光绘文件	218
9-2-2 直接创建光绘文件	223
9-2-3 创建光绘数据报表	224
9-3 制作钻孔文件报表	225
9-3-1 由向导创建钻孔文件	225
9-3-2 直接创建钻孔文件	226
9-3-3 创建钻孔报表	227
9-4 制作插件报表	228
9-4-1 由向导创建插件文件	228
9-4-2 直接创建插件文件	229
9-4-3 创建插件报表	230
9-5 小结	230
第 10 章 可靠性设计	231
10-1 PCB 设计总体原则	232
10-1-1 正确性	232
10-1-2 可靠性	232
10-1-3 合理性	232
10-1-4 经济性	232
10-2 电磁抗干扰	233
10-2-1 接地	233
10-2-2 配置退藕电容	233
10-2-3 层叠设计原则	234
10-2-4 过孔设计	235
10-2-5 降低噪声与电磁干扰的一些经验	235
10-3 热设计	236
10-4 小结	236
第 11 章 信号完整性分析	237
11-1 SI 概述	238
11-1-1 传统的 PCB 板设计方法	238
11-1-2 基于信号完整性的 PCB 设计	239
11-1-3 常见 SI 问题及解决方法	239
11-2 设置电路板结构	240
11-2-1 设置铜膜厚度	240

11-2-2 设置板层材质、厚度	241
11-3 设置 SI 分析规则	241
11-3-1 飞升时间的下降沿 (Flight Time-Falling Edge)	242
11-3-2 飞升时间的上升沿 (Flight Time-Rising Edge)	243
11-3-3 阻抗约束 (Impedance Constraint)	243
11-3-4 过冲的下降沿 (Overshoot-Falling Edge)	244
11-3-5 过冲的上升沿 (Overshoot-Rising Edge)	244
11-3-6 信号基值 (Signal Base Value)	245
11-3-7 信号激励 (Signal Stimulus)	246
11-3-8 信号上位值 (Signal Top Value)	247
11-3-9 下降沿斜率 (Slope-Falling Edge)	247
11-3-10 上升沿斜率 (Slope-Rising Edge)	248
11-3-11 供电网络标识 (Supply Nets)	249
11-3-12 下降沿的下冲 (Undershoot-Falling Edge)	250
11-3-13 上升沿的下冲 (Undershoot-Rising Edge)	250
11-4 启用 SI 分析规则	251
11-5 设置 R、C、L、IC 等器件的映射类型	252
11-6 SI 分析	253
11-7 SI 反射仿真及优化	255
11-8 SI 串扰仿真及优化	261
11-9 SI 网络分析	263
11-10 SI 分析及修正实例	264
11-11 SI 模型的建立	271
11-11-1 转换 IBIS 模型	271
11-11-2 建立模型	272
11-11-3 分配模型引脚	274
11-12 小结	274
第 12 章 电路仿真	275
12-1 仿真的基本流程	276
12-2 Sim99 仿真环境简介	277
12-3 设置和创建仿真元件	278
12-3-1 SIM99 中的仿真元件及设置	278
12-3-2 SIM99 中的激励源及设置	289
12-3-3 创建仿真元件	298
12-4 设置仿真方式及运行仿真	303
12-4-1 一般设置	303
12-4-2 静态工作点分析	305
12-4-3 瞬态分析	306

12-4-4	交流小信号分析.....	307
12-4-5	直流扫描分析.....	310
12-4-6	蒙特卡罗分析.....	311
12-4-7	参数扫描分析.....	313
12-4-8	温度扫描分析.....	314
12-4-9	傅立叶分析.....	315
12-4-10	传递函数分析.....	317
12-4-11	噪声分析.....	318
12-4-12	设置电路初始条件.....	319
12-4-13	高级设置.....	320
12-5	仿真波形分析及操作.....	321
12-5-1	显示单个/多个波形单元.....	321
12-5-2	测量波形上节点间距.....	322
12-5-3	放大与还原.....	323
12-5-4	插入和删除波形单元.....	324
12-5-5	集中与分离波形单元.....	325
12-5-6	观察节点波形.....	326
12-5-7	波形函数的运算.....	327
12-5-8	设置两种显示模式.....	329
12-6	仿真实例.....	331
12-6-1	二极管仿真.....	331
12-6-2	三极管放大电路仿真.....	332
12-6-3	加减运算电路仿真.....	335
12-6-4	积分运算电路.....	337
12-6-5	四分频数字电路仿真.....	340
12-6-6	方波发生器.....	342
12-6-7	PWM 转模拟电压仿真.....	344
12-7	小结.....	347
附录 A	快捷键一览.....	349
A-1	常用原理图命令快捷键.....	350
A-2	常用电路板命令快捷键.....	350
附录 B	常用的针脚式元件封装.....	351

第 1 章

Protel 操作要点



Protel 99 SE 是 Protel 公司于 2000 年推出的新产品, 该版本为桌面 EDA 系统完整集成了各类工具、设计组管理等高性能产品, 使设计师能更加方便地设计自己的产品。本章不去一一介绍软件操作界面的菜单项, 而是简要介绍几个实用操作和设置经验要点, 笔者认为读者没有必要费很多时间去研究软件界面, 软件界面中有很多功能在实际工作中使用不到, 读者现在学习了以后实际工作中用不上, 也会很快忘记的。建议读者熟悉本章介绍的几个常用操作, 其他的功能在本书以后的实例中就可以学会的。

本章将简单介绍以下几方面内容:

- Protel 99 SE 的几个实用设计操作
- Protel 99 SE 的设计组管理
- Protel 99 SE 的工作环境自定义
- Protel 99 SE 的硬件配置要求

1-1 Protel 99 SE 几个实用设计操作

本节简单介绍 Protel 99 SE 的一些简单操作, 包括新建一个设计, 为自己的文件设置保护, 删除不必要的设计文件等, 至于一些复制、更名这样的操作与一般的 Windows 应用软件操作相同, 这里就不再赘述了。

1-1-1 新建文件

双击桌面 Protel 99 SE 图标或者在桌面系统的开始菜单中单击 Protel 99 SE 图标即进入 Protel 99 SE 设计环境, 如图 1-1 所示。

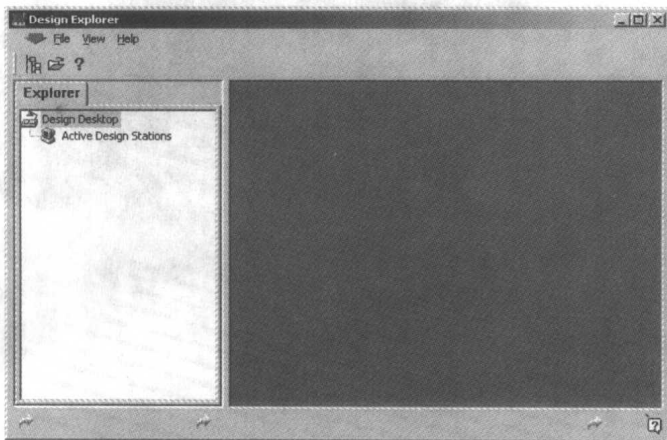


图1-1 Protel 99 SE设计环境

执行 File→New 命令即可打开如图 1-2 所示的对话框, 该对话框中有两个选项卡, 分别为 Location 和 Password。

在 Location 选项卡中, 用户可以在 Database File Name (数据库文件名) 编辑框中输入后缀为 .ddb 的文件名, 如果想改变数据库文件所在当前目录, 可以单击 Browse 按钮, 并在弹出的对话框中选择数据文件所要保存的路径。

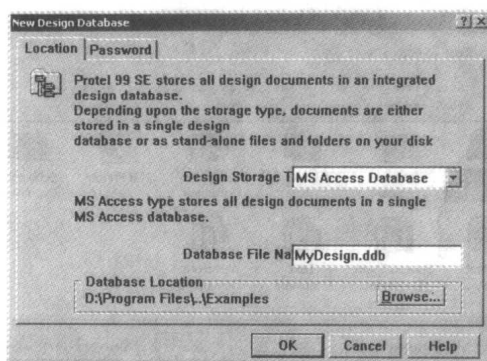


图1-2 New Design Database对话框

如果用户想为自己设计的电路设置密码,可在 Password 选项卡进行设置,如图 1-3 所示。

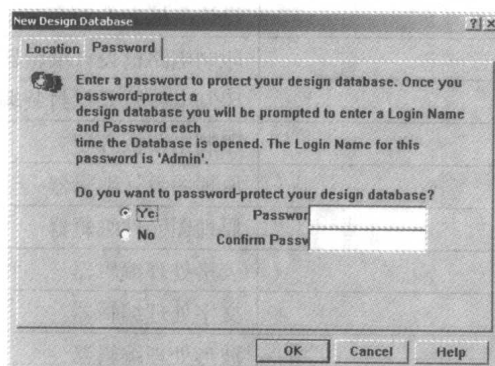


图1-3 Password选项卡

用户在 Password 编辑框里面设定密码并在 Confirm Password 编辑框里面再输入一遍确认密码后即可完成 Password 的设置。

单击 OK 按钮后 Protel 99 SE 设计环境变为如图 1-4 所示,图中左边的设计导航大大方便了用户管理所设计的文件,此时执行 File→New 命令即可打开如图 1-5 所示的 New Document 对话框,在该对话框中选择所需建立的文件类型,单击 OK 按钮即可创建该文件。

在 New Document 对话框中各个图标所代表的文件类型如表 1-1 所示。

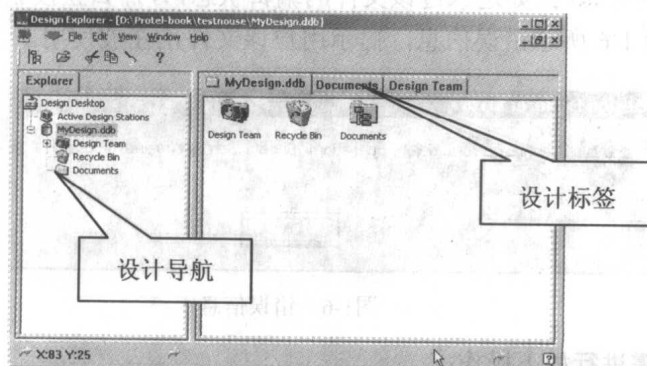


图1-4 新建一个设计后的设计环境

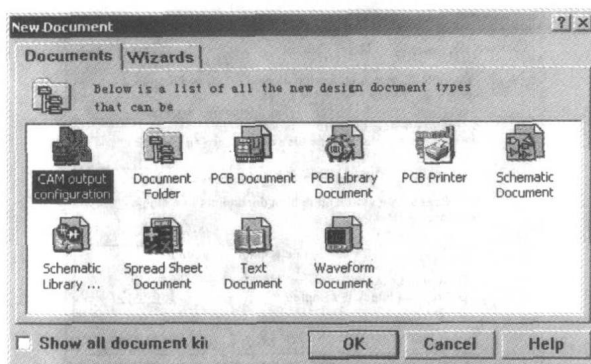


图1-5 New Document对话框

表1-1 New Document对话框中图标与对应的文件类型

CAM output configuration	CAM 文件报表
Document Folder	设计文档文件夹
PCB Document	印制电路板设计编辑器
PCB Library Document	印制电路板元件封装编辑器
PCB Printer	印制电路板打印
Schematic Document	原理图设计编辑器
Schematic Library Document	原理图元件编辑器
Spread Sheet Document	表格处理编辑器
Text Document	文字处理编辑器
Waveform Document	波形处理编辑器

其中以原理图设计编辑器 (Schematic Document)、原理图元件编辑器 (Schematic Library Document)、印制电路板设计编辑器 (PCB Document)、印制电路板元件封装编辑器 (PCB Library Document) 用得最为频繁。

1-1-2 删除不必要的文件

Protel 里面删除文件 (SCH、PCB 等) 与一般程序中的删除文件用法不太一样, 如果一个文件处于打开的状态 (比如进入过该文件的编辑状态,), 那么直接删除是删除不掉的, Protel 99 SE 将提示如图 1-6 所示错误信息, 提示用户该文件正在被使用。

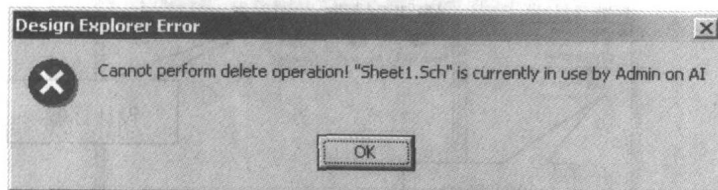


图1-6 错误信息

要删除文件需进行如下操作:

- (1) 用鼠标右键单击需要删除的文件, 并在弹出的菜单中选择 Close 命令关闭该程序。