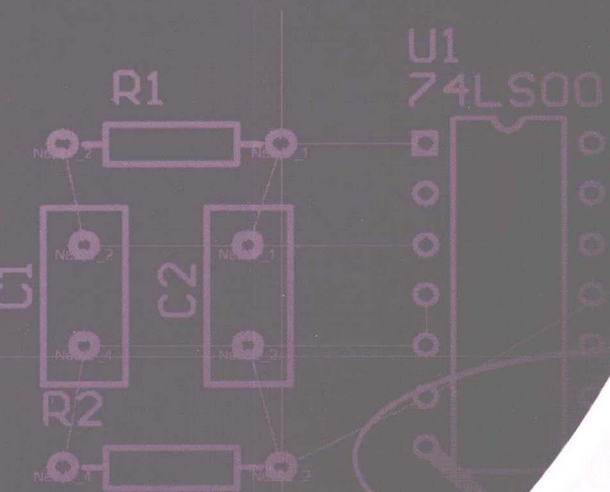




高等职业教育“十一五”精品课程规划教材

电子 CAD

——基于 Protel 99 SE



主 编 及 力
副主编 孙小红 钱国梁



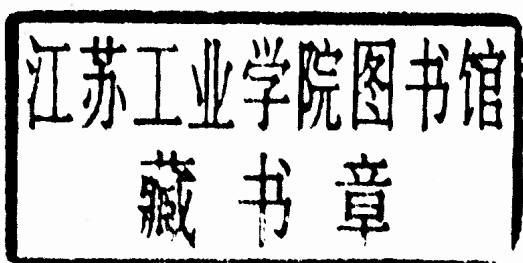
北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

高等职业教育“十一五”精品课程规划教材

电子 CAD——基于 Protel 99 SE

主 编 及 力

副主编 孙小红 钱国梁



北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书的主要宗旨是实用。本书以项目为载体,将 Protel 99 SE 的操作命令分解到各个项目中,读者在完成不同项目的过程中,不仅可以学习到软件的操作,还能了解到该操作在实际设计中的应用。

本书第 1 章主要介绍软件中的各种文件管理,是使用软件的基础;第 2~6 章主要介绍原理图编辑,包括电路图绘制、元件符号编辑和使用、原理图编辑器的其他功能和层次原理图绘制等;第 7~12 章主要介绍印刷电路板图设计(PCB 设计),包括印刷电路板图的基本概念、自动布局与自动布线的基本步骤、在自动布局和自动布线中的其他设置和编辑方法、元件符号的引脚与元件封装的焊盘以及实际元件引脚之间的对应问题、印刷电路板图中引出端的处理、元件封装的编辑和使用、手工布线的方法(这是实际设计中的常用方法);第 13 章通过一个实例介绍了在印刷电路板图设计中一定会遇到的根据实际元件确定元件封装的问题、集成电路芯片中电源的处理,以及原理图与印刷电路板图的检查比较。

本书语言简练,通俗易懂,操作性强,图文并茂,每章都配有针对性很强的练习题,适合边讲边练的教学过程,便于读者自学,可作为高职院校相应课程的教材,也可供从事电路设计的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子 CAD——基于 Protel 99 SE/及力主编. —北京:北京邮电大学出版社,2008

ISBN 978-7-5635-1727-5

I. 电… II. 及… III. 电路设计:计算机辅助设计—应用软件,Protel 99 SE IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 088120 号

书 名:电子 CAD——基于 Protel 99 SE

作 者:及 力

责任编辑:方 瑜

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt. edu. cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京忠信诚胶印厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:10

字 数:232 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1727-5

定价:18.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

随着计算机与电子技术的飞速发展,电子设计自动化(EDA,Electronic Design Automation)已经成为现代电子工业中不可缺少的一项技术。其中利用计算机软件进行原理图与印刷电路板图的设计已经成为高职院校电子类各专业学生应该掌握的基本技能之一。

Protel 软件是国内最早使用和最为流行的以印刷电路板(PCB,Print Circuit Board)为设计目标的设计工具,尽管目前已升级到 Protel DXP,但之前的 Protel 99 SE 因其简单、快捷、功能强大等优势,仍是目前企业应用最广泛的版本,这也是本书选择这一版本的原因。

Protel 99 SE 主要包括三大功能:原理图设计、印刷电路板图设计、模数混合电路仿真。限于篇幅,本书只介绍原理图设计和印刷电路板图设计。

本书作者都是具有多年教学经验和实际设计印刷电路板图经验的一线教师,根据教学规律和软件使用经验,突出了以项目为载体的特色,将命令的使用分解到各个项目中。项目内容不仅涵盖了软件中的常用命令,并且着重介绍了在实际原理图和印刷电路板图设计时应用较多的一些编辑方法,特别是引脚对应、元件封装等问题,既给出了解决思路又给出了解决方法;在编排顺序上,根据从易到难、由浅入深、循序渐进的特点也做了精心安排,同时在每章最后都配有针对性很强的练习题,因此本书既适合边讲边练的教学过程,也适合读者自学。

读者跟随本教材中的项目,可以方便地从逐步了解到能设计出实际印刷电路板图,从而实现一个比较完整的软件学习过程。

本书第 1、2 章和第 9~13 章由及力编写,第 3 章由孙小红编写,第 4~6 章由钱国梁编写,第 7、8 章由张志云编写,及力统编全稿。

由于时间仓促,作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

本教材精品课程教学资源网站地址:<http://219.226.10.226/jingpinkel/cad/index.htm>。

编者

2008 年 7 月

目 录

第 1 章 准备知识

1.1 任务一 设计数据库的建立、打开与关闭	1
1.1.1 设计数据库	1
1.1.2 设计数据库的建立	2
1.1.3 关闭设计数据库	3
1.1.4 打开设计数据库	3
1.2 任务二 为设计数据库设置密码	3
1.2.1 新建一个有密码的设计数据库	4
1.2.2 为已有设计数据库加设密码	4
1.2.3 打开设有密码的设计数据库	4
1.3 任务三 查看设计数据库结构	5
1.4 任务四 学习设计数据库中的文件管理	5
1.4.1 新建文件或文件夹	5
1.4.2 文件的导入与导出	6
1.4.3 文件的删除与恢复	7
本章小结	8
练习题	8

第 2 章 项目 绘制简单电路原理图

2.1 任务一 设置原理图图纸	9
2.1.1 图纸设置	9
2.1.2 画面的放大、缩小与刷新	11
2.1.3 编辑标题栏内容	12
2.2 任务二 绘制简单原理图	14
2.2.1 加载元件库	15
2.2.2 放置元件	16
2.2.3 绘制导线	18
2.2.4 放置电源和接地符号	18
2.2.5 对象的复制、粘贴和删除	19
2.2.6 修改元件属性	19

本章小结	20
练习题	20
第3章 项目 绘制具有复合式元件和总线结构的原理图	
3.1 任务一 放置复合式元件	25
3.1.1 复合式元件	25
3.1.2 查找元件符号	26
3.2 任务二 总线结构原理图的绘制	27
3.2.1 绘制总线式结构	27
3.2.2 放置端口	29
3.3 任务三 浏览原理图	30
3.3.1 使用管理器浏览原理图	30
3.3.2 浏览原理图的其他方法	31
本章小结	32
练习题	32
第4章 项目 编辑原理图元件符号	
4.1 任务一 了解原理图元件库文件	36
4.1.1 原理图元件库文件结构	36
4.1.2 原理图元件库文件界面介绍	37
4.2 任务二 绘制原理图元件符号	38
4.2.1 绘制普通元件符号	38
4.2.2 绘制复合式元件符号	42
4.3 任务三 在原理图中使用自己绘制的元件符号	44
4.3.1 在同一 ddb 文件中使用	44
4.3.2 在不同 ddb 文件中使用	45
本章小结	45
练习题	46
第5章 项目 原理图编辑器的其他编辑功能	
5.1 任务一 绘制接收机方框图	47
5.2 任务二 原理图有关内容的编辑与修改	48
5.2.1 无条件全局修改	48
5.2.2 有条件全局修改	49
5.3 任务三 重新安排元件标号	50
5.4 任务四 产生元件清单和原理图打印	50
5.4.1 产生元件清单	50
5.4.2 原理图打印	52

5.5 任务五 Drawing Tools 工具栏的其他编辑功能	54
5.5.1 多行文字标注	54
5.5.2 插入图片	54
5.5.3 改变叠放次序	55
5.5.4 对象的排列和对齐	56
本章小结	57
练习题	57
第 6 章 项目 层次原理图	
6.1 任务一 了解层次原理图的结构	59
6.1.1 主电路图	59
6.1.2 子电路图	60
6.1.3 查看主电路图和子电路图	60
6.2 任务二 创建层次原理图	61
6.2.1 自顶向下层次原理图设计	61
6.2.2 自底向上层次原理图设计	62
本章小结	63
练习题	63
第 7 章 项目 认识印刷电路板与元件封装	
7.1 任务一 认识印刷电路板	66
7.1.1 印刷电路板结构	66
7.1.2 印刷电路板中的各种对象	67
7.2 任务二 印刷电路板图在 Protel 软件中的表示	67
7.2.1 工作层	67
7.2.2 铜膜导线、焊盘、过孔、字符等的表示	69
7.3 任务三 认识元件封装	70
7.3.1 元件封装	70
7.3.2 常用元件封装	70
7.3.3 元件封装库	71
本章小结	72
练习题	72
第 8 章 项目 自动布局与自动布线的基本步骤	
8.1 任务一 学习自动布局与自动布线的基本步骤	73
8.1.1 根据原理图产生网络表文件	74
8.1.2 新建 PCB 文件	75
8.1.3 设置当前原点和绘制物理边界	76

8.1.4	绘制电气边界	78
8.1.5	恢复绝对原点	78
8.1.6	加载元件封装库	78
8.1.7	装入网络表	78
8.1.8	设置自动布局规则	80
8.1.9	自动布局	81
8.1.10	调整元件布局	82
8.1.11	自动布线	82
8.1.12	PCB图的单层显示	84
8.1.13	统计式自动布局方式	85
8.2	任务二 自动布线中的单面板和双面板设置	86
8.2.1	单面板设置	86
8.2.2	双面板设置	87
8.3	任务三 元件封装与元件符号的引脚对应	87
	本章小结	89
	练习题	89

第9章 项目 自动布局与自动布线中的其他设置

9.1	任务一 在自动布局前进行元件预布局	92
9.2	任务二 在自动布线前设置线宽和安全间距	93
9.2.1	设置安全间距	93
9.2.2	设置线宽	94
9.3	任务三 在自动布线前进行预布线	95
9.4	任务四 放置螺丝孔	96
9.5	任务五 异型电路板设计	97
9.5.1	异型电路板设计	97
9.5.2	设计举例	103
9.6	任务六 创建项目元件封装库	103
	本章小结	104
	练习题	104

第10章 项目 印刷电路板图中引出端的处理

10.1	任务一 利用焊盘引出	105
10.2	任务二 利用接插件引出	106
10.2.1	在原理图中增加接插件	106
10.2.2	只在印刷电路板图中增加接插件	108
	本章小结	109
	练习题	110

第 11 章 项目 创建和使用 PCB 元件封装

11.1 任务一 创建 PCB 元件封装	111
11.1.1 新建 PCB 元件封装库文件	111
11.1.2 手工绘制 PCB 元件封装	112
11.1.3 利用向导绘制 PCB 元件封装	113
11.2 任务二 在同一设计数据库中使用自己绘制的元件封装	116
11.2.1 直接放置到 PCB 文件中	116
11.2.2 在自动布局过程中使用	116
11.3 任务三 在不同设计数据库中使用自己绘制的元件封装	116
11.3.1 直接放置到 PCB 文件中	116
11.3.2 在自动布局过程中使用	117
本章小结	117
练习题	117

第 12 章 项目 印刷电路板图的自动布局和手工布线

12.1 任务一 手工绘制印刷电路板图	119
12.1.1 绘制元件封装	120
12.1.2 绘制原理图	121
12.1.3 绘制实验电路板图	121
12.2 任务二 印刷电路板图的其他编辑方法	122
12.2.1 在不同工作层绘制同一条导线	123
12.2.2 对绘制好的导线进行编辑	123
12.2.3 导线拐弯模式的改变	123
12.2.4 改变字符串位置和方向	124
12.2.5 放置填充	124
12.2.6 放置多边形平面填充(铺铜)	125
12.2.7 补泪滴操作	126
12.2.8 对象的排列与对齐	127
12.3 任务三 印刷电路板图与原理图电气连接关系检查	128
12.3.1 通过两个网络表文件进行检查	128
12.3.2 印刷电路板图直接与原理图网络表进行比较	130
本章小结	131
练习题	131

第 13 章 项目 实际印刷电路板图设计举例

13.1 实际印刷电路板图设计流程	132
13.2 任务 实际印刷电路板图设计	132

13.2.1 绘制元件符号.....	134
13.2.2 绘制 PCB 元件封装	136
13.2.3 绘制原理图.....	139
13.2.4 产生网络表.....	139
13.2.5 PCB 设计	139
13.2.6 印刷电路板图与原理图网络比较.....	140
本章小结.....	140
附录 1 常用元件符号的元件名与所在元件库	141
附录 2 常用元件封装名与所在元件封装库	145
参考文献.....	147

第1章 准备知识

项目背景

Protel 99 SE 中的文件结构不同于 Protel 软件前面的各个版本,增加了设计数据库的概念。本章主要介绍设计数据库及其内部各种文件的操作与管理,是学习 Protel 99 SE 的基础。

项目要点

设计数据库结构;设计数据库的建立、打开与关闭;设计数据库中的文件管理。

Protel 99 SE 主要有三大功能,即

(1) 简单便捷的原理图设计

主要包括绘制原理图,绘制、编辑原理图元件符号,以及根据原理图生成各种报表。

(2) 功能强大的 PCB 设计

主要包括手工绘制电路板(PCB)图,利用自动布局和自动布线的方法生成 PCB 图,绘制、编辑元件封装,根据 PCB 图生成各种报表,以及对 PCB 图进行一些信号分析等。

(3) 数模混合电路信号仿真

能提供连续的模拟信号和离散的数字信号仿真。

限于篇幅,本书只介绍原理图和 PCB 设计的基本操作。

1.1 任务一 设计数据库的建立、打开与关闭

1.1.1 设计数据库

Protel 99 SE 所创建的文件称为设计数据库。设计数据库只是一个容器,并不是任何一张原理图或印刷电路板图的具体载体,设计过程中的所有文件都保存在设计数据库中。

设计数据库的扩展名为. ddb。

在 Windows 环境下,用户看到的只是. ddb 文件,不能看到其中包含的具体设计文件。

1.1.2 设计数据库的建立

要求:在指定路径下建立一个名为 Schpcblx. ddb 的设计数据库。

双击桌面上的 Protel 99 SE 图标或单击开始图标 → 选择所有程序 → 选择 Protel 99 SE, 启动 Protel 99 SE 进入设计环境,如图 1.1 所示。

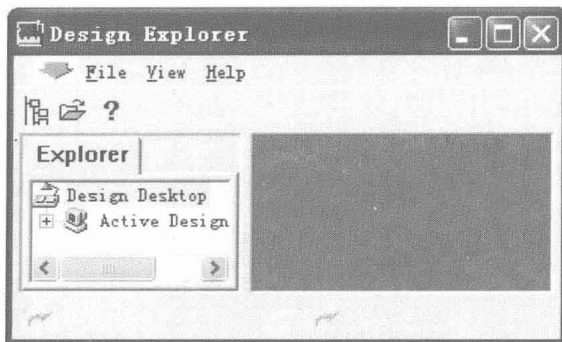


图 1.1 进入 Protel 99 SE 设计环境

执行菜单命令 File → New,弹出 New Design Database 新建设计数据库对话框,如图 1.2 所示。

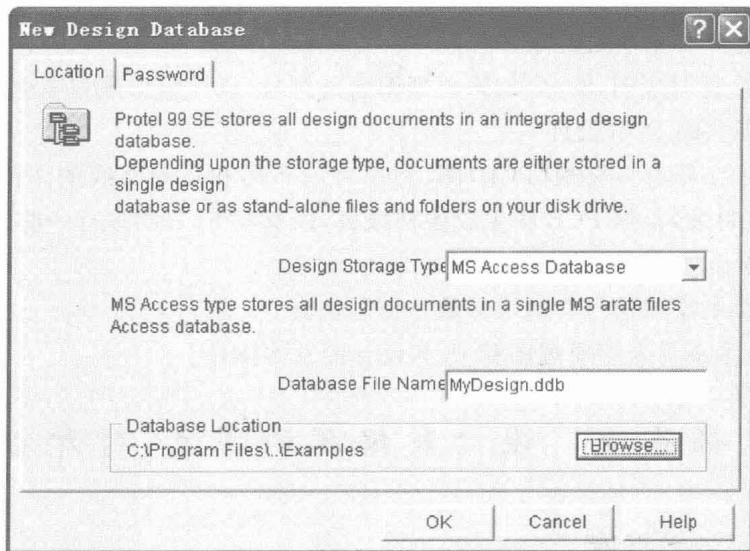


图 1.2 新建设计数据库对话框

(1) Design Storage Type:设计保存类型。有两种保存类型。

- MS Access Database:设计过程中的全部文件都存储在单一的设计数据库,即 .ddb文件中,本书所有内容均对应于该选项。
- 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的文件夹,所有文件被保存在文件夹中。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、印刷电路板图文件等进行复制、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(设计组)特性。

(2) Database File Name :设计数据库文件名。

图 1.2 中所示 MyDesign. ddb 是系统新建设计数据库的默认文件名,将其中的 MyDesign 改为 Schpcblx(保留. ddb)。

(3) Database Location 区域:设计数据库的保存路径。

单击【Browse】按钮,选择指定路径 → 单击【保存】,返回图 1.2 → 单击【OK】,即建立了一个设计数据库,如图 1.3 所示。

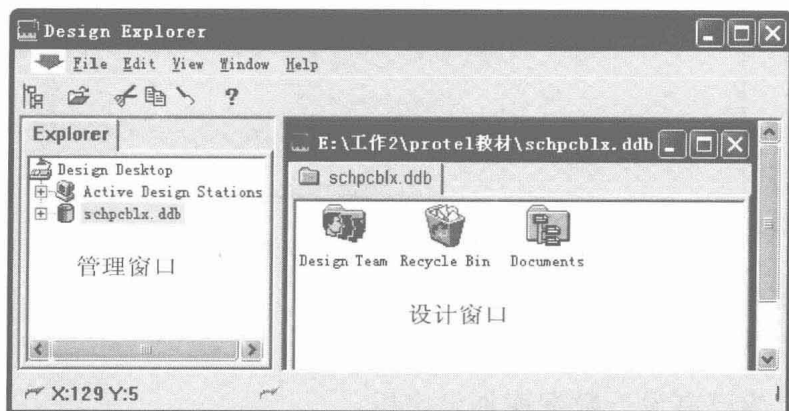




图 1.3 新建的设计数据库

1.1.3 关闭设计数据库

执行菜单命令 File → Close Design 或单击图 1.3 中文件标题栏(显示文件路径和文件名)右侧的退出按钮 ,或在设计窗口中的 schpcblx. ddb 文件标签上右击,在弹出的快捷菜单中选择 Close。

1.1.4 打开设计数据库

在图 1.1 中执行菜单命令 File → Open 或单击打开图标 ,选择要打开的设计数据库文件名 → 单击【打开】按钮即可。

对于最近打开过的设计数据库可在图 1.1 中单击 File 菜单项,在下面的文件名列表中选择文件名。

1.2 任务二 为设计数据库设置密码

要求:建立一个有密码的设计数据库。

1.2.1 新建一个有密码的设计数据库

按 1.1.2 节中的方法调出图 1.2 所示 New Design Database 对话框,按照要求设置好各项后,单击 Password 选项卡,如图 1.4 所示。

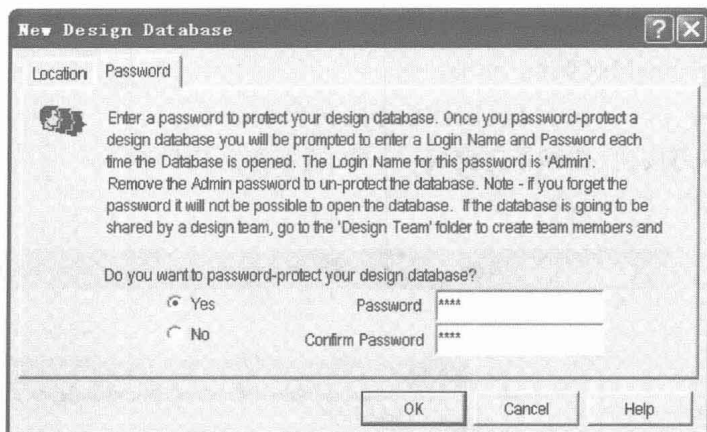


图 1.4 设计数据库的密码设置对话框

选择 Yes,在 Password 文本框中输入密码,在 Confirm Password (确认密码)文本框中再次输入密码,单击【OK】即可。

1.2.2 为已有设计数据库加设密码

要求:为在 1.1.2 节中建立的 Schpcb1x. ddb 设计数据库设置密码。

打开 Schpcb1x. ddb 设计数据库,双击图 1.3 设计窗口中的 Design Team(设计组)图标 → 双击 Members(成员)图标 → 双击 Admin(系统管理员)图标,系统弹出 User Properties 对话框,分别在 Password 和 Confirm Password 文本框中输入密码 → 单击【OK】即可。

1.2.3 打开设有密码的设计数据库

按照 1.1.4 节所述步骤打开 Schpcb1x. ddb 设计数据库,系统弹出如图 1.5 所示的询问密码对话框。



图 1.5 询问密码对话框

在 Name 文本框中输入 admin(系统管理员),在 Password 文本框中输入密码 → 单击【OK】即可。

1.3 任务三 查看设计数据库结构

新设计数据库创建之后,同时被创建的还有一个 Design Team 设计组文件夹、Recycle Bin 回收站和一个 Documents 文件夹,如图 1.6 所示。

设计组文件夹用于存放权限数据。其中 Members 文件夹包含能够访问该设计数据库的所有成员列表;Permissions 文件夹包含各成员的权限列表;Sessions 文件夹是设计数据库的网络管理,包含处于打开状态并属于该设计数据库的文档或者文件夹的窗口名称列表。

回收站用于存放设计数据库内临时性删除的文档。

Documents 文件夹一般用于存放用户建立的文件和各种文档。

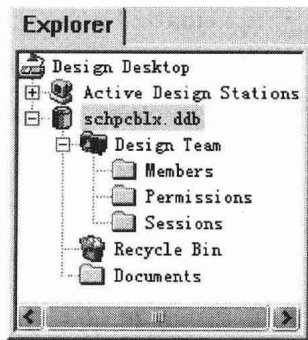


图 1.6 设计数据库文件结构

1.4 任务四 学习设计数据库中的文件管理

要求:学习在设计数据库的 Documents 文件夹下新建文件夹(文件),练习文件的导出或导入、删除文件的操作。

1.4.1 新建文件或文件夹

双击图 1.3 设计窗口中的 Documents 文件夹图标,执行菜单命令 File → New 或在设计窗口的空白处右击,在弹出的快捷菜单中选择 New,系统弹出 New Document 新建文件对话框,如图 1.7 所示。

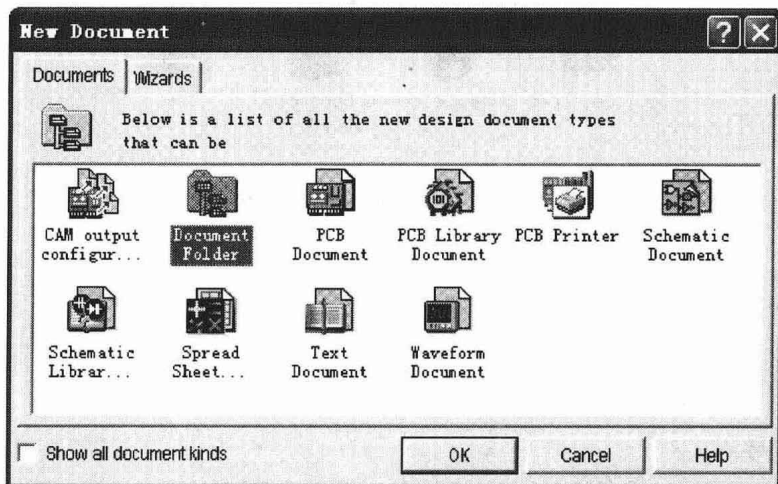


图 1.7 新建文件对话框

图中每个图标表示一个文件类型：

- CAM output configuration,生成 CAM 制造输出配置文件
- Document Folder,文件夹
- PCB Document,印刷电路板图(PCB)文件
- PCB Library Document,PCB 元件封装库文件
- PCB Printer,PCB 打印文件
- Schematic Document,原理图文件
- Schematic Library Document,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

本例选择 Document Folder 文件夹图标,单击【OK】建立一个文件夹。

1.4.2 文件的导入与导出

1. 文件的导出

在 Windows 环境下,一般只能看到设计数据库文件,即. ddb 文件,但. ddb 文件较大。如果只需要设计数据库中的某一个具体文件,可将该文件导出到 Windows 环境下。

要求:将系统自带例题 Z80 Microprocessor. ddb 中的原理图文件 cpu clock. sch 导出到 Windows 环境下。

在图 1.1 所示 Protel 99 SE 环境中单击打开图标 → 在 C:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Examples(系统自带例题的存放路径)路径下选择 Z80 Microprocessor. ddb → 单击【打开】按钮 → 在图 1.8 中双击 Z80 Processor 文件夹 → 在 CPU Clock. sch 文件图标上右击 → 在快捷菜单中选择 Export → 选择指定路径 → 单击【保存】,则将 CPU Clock. sch 文件导出到 Windows 环境下。

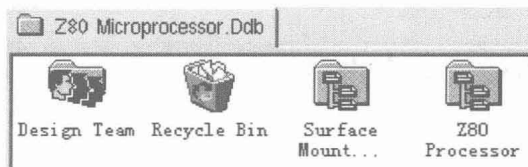


图 1.8 Z80 Microprocessor. ddb 界面

在 Windows 环境下分别查看 Z80 Microprocessor. ddb 和 CPU Clock. sch 文件的大小,请自行比较。

2. 文件的导入

欲打开导出的文件,应将其导入到. ddb 设计数据库中。

要求:将以上导出的 CPU Clock. sch 原理图文件导入到 Schpcblx. ddb 的 Documents 文件夹下。

打开 Schpcblx. ddb → 在右边设计窗口双击 Documents 文件夹图标将其打开 → 在空白处右击 → 在快捷菜单中选择 Import → 在以上导出文件的路径下选择 CPU Clock. sch → 单击【打开】即可,图 1.9 所示为导入文件后的情况。

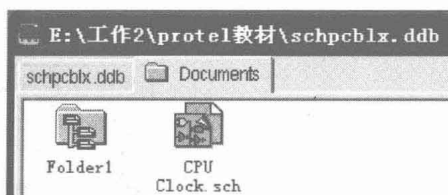


图 1.9 导入 CPU Clock. sch

1.4.3 文件的删除与恢复

1. 将文档放入回收站

Protel 99 SE 为每个设计数据库建立了一个回收站 (Recycle Bin), 系统可将删除的文档发送到回收站, 而不是永久删除。

关闭要删除的文档 → 在文件图标上右击 → 在快捷菜单中选择 Delete, 系统弹出要求确认是否将文档放入回收站的对话框, 如图 1.10 所示, 选择【Yes】。

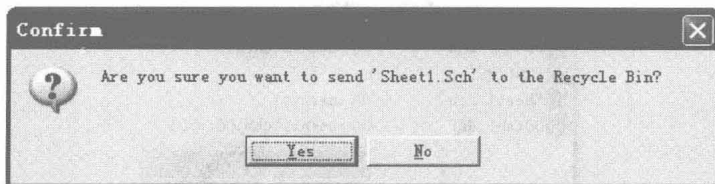


图 1.10 确认是否将文档放入回收站对话框

在快捷菜单中还有其他命令如 cut(剪切)、copy(复制)、rename(改名)等, 读者可对这些命令自行练习。

2. 彻底删除文档

关闭要删除的文档 → 在设计窗口选中该文档 → 按【Shift】+【Delete】键 → 系统弹出 Confirm(确认)对话框, 如图 1.11 所示, 选择【Yes】即可。

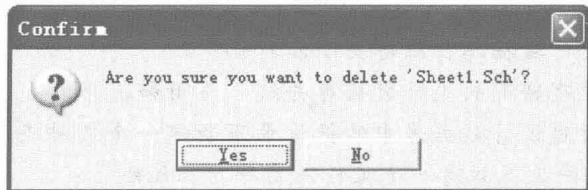


图 1.11 确认是否删除文档对话框

3. 恢复文档

对于放入回收站的文件, 系统可以将其恢复。