




高等学校“十二五”重点规划教材
信息与自动化系列

电子线路CAD实训教程 ——Protel 99SE

主 编 段志伟 张 岩

 哈尔滨工程大学出版社

电子线路 CAD 实训教程

——Protel 99SE

主 编 段志伟 张 岩
副主编 孙志刚 李 伟
主 审 刘 霞

内 容 简 介

本书从实用角度出发,详细介绍了印刷电路板绘图软件 Protel 99SE 的实用功能,可以引导读者短时间内掌握从电路原理图设计到印制电路板图输出的整个过程。全书共分三大部分,包括基础知识介绍、实验上机操作及附录部分。本书内容充实,实例丰富,实用性强,便于读者阅读和理解;知识系统全面,注重应用操作与实践能力的培养。

本书可作为高等院校电子类、电气类、自动控制类、机电类、信息类、计算机类专业电子线路 CAD 课程教材,也可作为从事电路设计工作的技术人员和电子爱好者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路 CAD 实训教程:Protel 99SE/段志伟,张岩主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2014. 5
ISBN 978 - 7 - 5661 - 0813 - 5

I. ①电… II. ①段… ②张… III. ①印刷电路 - 计算机辅助设计 - 应用软件 - 教材 IV. ①TN410. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 114797 号



出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 15. 75
字 数 381 千字
版 次 2014 年 6 月第 1 版
印 次 2014 年 6 月第 1 次印刷
定 价 32. 00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

随着科学技术和电子工业的迅速发展,大规模和超大规模集成电路的应用使印制电路板日趋精密和复杂,借助于计算机完成电路板的设计已成为必然趋势,因此各类电子线路 CAD(计算机辅助设计)软件应运而生。Protel 以其强大的功能成为电子线路 CAD 软件的主流产品。电子设计自动化软件——Protel 99SE,是一个完整的全方位电路设计系统,它具有丰富多样的编辑功能、强大便捷的自动化设计能力、完善有效的检测工具、灵活有序的设计管理手段,为用户提供丰富的原理图元件库、PCB 元件库和在线库编辑,已成为电子工程师进行电路设计使用的最佳软件之一。

本书从实用角度出发,由浅入深、由易到难、循序渐进,采用先感性认识、再理论学习、再实践操作的教学方法。在内容安排上,以够用为原则,强化应用能力的培养,突出 Protel 99SE 软件的使用和操作。全书共分三大部分,基础知识部分全面介绍了 Protel 99SE 的界面、基本组成及使用环境等,并详细讲解了电路原理图的绘制、元件设计、印制电路板图的基本知识、印制电路板图设计方法及操作步骤等。实验上机部分的训练内容以实用电路原理图为主,学生通过上机操作能够很好地掌握印制电路板(PCB)的设计过程。同时,可以帮助学生理清概念,掌握操作,提高应用能力,满足理论教学和实际应用相结合的需求。为了使学生能够快速掌握 Protel 99SE 元件库中电子元件的名称和封装格式,在附录部分安排了常用电子元件的封装表,以供查询。附录部分还包括 Protel 99SE 的电路原理图元件库清单、Protel 99 SE 快捷方式及大量的参考练习题等内容。

本书由东北石油大学段志伟、张岩、孙志刚、李伟共同编写,其中,段志伟编写了第一部分 4、5、6、7 章;张岩编写了第一部分 1、2、3 章;孙志刚编写了第二部分;李伟编写了第三部分。全书由段志伟统稿,并由东北石油大学电气信息工程学院刘霞教授主审。在本书编写过程中,参阅了多位同行专家的著作和文献,在此向原作者和同行专家表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,殷切希望广大读者给予批评指正。

编 者

2014 年 1 月

目 录

第一部分 Protel 99SE 基础知识部分

第 1 章 Protel 99SE 软件概述	3
1.1 EDA 技术介绍	3
1.2 Protel 99SE 组成	3
1.3 Protel 99SE 软件的安装	4
1.4 Protel 99SE 软件的启动	6
1.5 Protel 99SE 软件的系统参数设置	8
1.6 Protel 99SE 软件的项目设计组管理	10
1.7 本章小结	13
第 2 章 绘制电路原理图	15
2.1 Protel 99SE 原理图编辑器	15
2.2 原理图绘制入门	16
2.3 层次电路图设计	41
2.4 电气规则检查与网络表生成	46
2.5 输出原理图信息	50
2.6 本章小结	52
第 3 章 原理图元件库编辑	53
3.1 启动元件库编辑器	53
3.2 元件库管理器的使用	54
3.3 绘制元件工具	55
3.4 绘制新元件	58
3.5 利用已有的库元件绘制新元件	63
3.6 产生元件报表	64
3.7 本章小结	65
第 4 章 印制电路板设计基础	66
4.1 印制电路板概述	66
4.2 印制电路板布局和布线原则	72
4.3 Protel 99SE 印制板编辑器	77

4.4	印制电路板的工作层面	81
4.5	本章小结	84
第5章	手工设计 PCB	85
5.1	手工设计步骤	85
5.2	规划印制板	86
5.3	装载元件库	87
5.4	放置元件	88
5.5	元件手工布局	89
5.6	放置焊盘、过孔	92
5.7	布线	94
5.8	印制板输出	101
5.9	本章小结	105
第6章	PCB 元件设计	106
6.1	绘制元件封装的准备工作	106
6.2	PCB 元件设计基本界面	106
6.3	采用设计向导方式设计元件封装	107
6.4	采用手工绘制方式设计元件封装	115
6.5	编辑元件封装	117
6.6	元件封装常见问题	117
6.7	本章小结	118
第7章	PCB 99SE 自动布线技术	119
7.1	自动布线步骤	119
7.2	使用制板向导创建 PCB 模板	119
7.3	自动装载网络表与元件	127
7.4	元件布局	130
7.5	设计规则设置与自动布线	133
7.6	本章小结	150

第二部分 Protel 99SE 上机实训部分

实验 1	Protel 99SE 使用基础	153
实验 2	Protel 99SE 环境设置和原理图编辑	156
实验 3	电路元器件的属性编辑	160
实验 4	简单电路原理图设计	163

实验 5 电气规则检验和生成报表实验	165
实验 6 非电气图形及电气图形的绘制	168
实验 7 层次原理图设计	172
实验 8 Protel 99SE 印制电路板设计入门	175
实验 9 印制电路板设计(一)	177
实验 10 制作元器件封装	180
实验 11 印制电路板设计(二)	182
实验 12 Protel 99SE 综合设计实验	185

第三部分 Protel 99SE 附录部分

附录 1 Protel 99SE 的电路原理图元件库清单	189
附录 2 部分中英文对照	193
附录 3 常见集成电路型号	205
附录 4 常用电子元件封装	214
附录 5 Protel 99SE 快捷方式	216
附录 6 笔试参考练习题	219
附录 7 机试参考练习题	227
参考文献	244

第一部分

Protel 99SE 基础知识部分

第 1 章 Protel 99SE 软件概述

1.1 EDA 技术介绍

随着计算机的发展,某些特殊类型电路的设计可以通过计算机来完成,但目前能实现完全自动化设计的电路类型不多,大部分情况下要以“人”为主体,借助计算机完成设计任务,这种设计模式称之为计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)。

EDA(Electronic Design Automation)技术是计算机在电子工程技术上的一项重要应用,是在电子线路 CAD 技术基础上发展起来的计算机设计软件系统,它是计算机技术、信息技术和 CAM(计算机辅助制造)、CAT(计算机辅助测试)等技术发展的产物。利用 EDA 工具,电子设计师可以从概念、算法、协议等开始设计电子系统,大量工作可以通过计算机完成,并可以将电子产品从电路设计、性能分析、器件制作到设计印制板的整个过程在计算机上自动处理完成。

人类社会已进入到高度发达的信息化时代,信息社会的发展离不开电子产品的进步。现代电子产品在性能提高、复杂度增大的同时,价格却一直呈现下降趋势,而且产品更新换代的速度也越来越快,实现这种进步的主要因素是生产制造技术和电子设计技术的发展。前者以微细加工技术为代表,目前已进展到亚微米阶段,可以在几平方厘米的芯片上集成数千万个晶体管;后者的核心就是 EDA 技术,EDA 是以计算机为工作平台,融合应用电子技术、计算机技术、智能化技术最新成果而研制成的电子 CAD 通用软件包,主要能辅助进行三方面的设计工作:IC(Integrated Circuit Design)设计、电子线路设计和印制板设计。没有 EDA 技术的支持,想要完成上述超大规模集成电路的设计制造是不可想象的,反过来,生产制造技术的不断进步又必将对 EDA 技术提出新的要求。

本书主要介绍 EDA 技术中的印制板设计,采用的软件为 Protel 99SE。

1.2 Protel 99SE 组成

Protel 软件包是 20 世纪 90 年代初,由澳大利亚 Protel Technology 公司研制开发的,应用于 Windows9X/2000/NT 操作系统下的 EDA 设计软件,采用设计库管理模式,可以进行联网设计,具有很强的数据交换能力和开放性及 3D 模拟功能,是一个 32 位的设计软件,可以完成原理图、印制板设计、可编程逻辑器件设计和电路仿真等,可以设计 32 个信号层,16 个电源/地层和 16 个机械加工层,公司网址为 www.protel.com,用户如果需要软件升级或获取更详细的资料,可以到上述网站查询。

Protel 99SE 中主要功能模块如下:

☆ Advanced Schematic 99SE(原理图设计系统)

该模块主要用于电路原理图设计、原理图元件设计和各种原理图报表生成等。

☆ Advanced PCB 99SE(印刷电路板设计系统)

该模块提供了一个功能强大和交互友好的 PCB 设计环境,主要用于 PCB 设计、元件封装设计、报表形成及 PCB 输出。

☆ Advanced Route 99SE(自动布线系统)

该模块是一个集成的无网格自动布线系统,布线效率高。

☆ Advanced Integrity 99SE(PCB 信号完整性分析)

该模块提供精确的板级物理信号分析,可以检查出串扰、过冲、下冲、延时和阻抗等问题,并能自动给出具体解决方案。

☆ Advanced SIM 99SE(电路仿真系统)

该模块是一个基于最新 Spice3.5 标准的仿真器,为用户的设计前端提供了完整、直观的解决方案。

☆ Advanced PLD 99SE(可编程逻辑器件设计系统)

该模块是一个集成的 PLD 开发环境,可使用原理图或 CUPL 硬件描述语言作为设计前端,能提供工业标准 JEDEC 输出。

本书主要介绍 Protel 99SE 软件中的 Advanced Schematic 99SE 和 Advanced PCB 99SE 两个模块。

1.3 Protel 99SE 软件的安装

1.3.1 运行 Protel 99SE 推荐的硬件配置

☆ CPU: Pentium II 1G 以上;

☆ 内存: 128 MB 以上;

☆ 硬盘: 5 GB 以上可用的硬盘空间;

☆ 操作系统: Windows 98 版本以上;

☆ 显示器: 17 寸 SVGA, 显示分辨率: 1 024 × 768 像素以上。

1.3.2 Protel 99SE 软件的安装

1. 将 Protel 99SE 软件光盘放入计算机光盘驱动器中。

2. 放入 Protel 99SE 系统光盘片后,系统将激活自动执行文件,屏幕出现图 1-1-1 所示的欢迎信息。如果光驱没有自动执行的功能,可以在 Windows 环境中打开光盘,运行光盘中的“setup.exe”文件进行安装。

3. 单击 Next 按钮,屏幕弹出用户注册对话框,提示输入序列号及用户信息,如图 1-1-2 所示,正确输入供应商提供的序列号后,单击 Next 按钮进入下一步。

4. 单击 Next 按钮后,屏幕提示选择安装路径,一般不作修改。再次单击 Next 按钮,选择安装模式,一般选择典型安装(Typical)模式。继续单击 Next 按钮,屏幕提示指定存放图



图 1-1-1 安装软件的欢迎信息



图 1-1-2 软件填写信息对话框

标文件的程序组位置,如图 1-1-3 所示。

5. 设置好程序组,单击 Next 按钮,系统开始复制文件,如图 1-1-4 所示。

6. 系统安装结束,屏幕提示安装完毕,单击 Finish 按钮结束安装,系统在桌面产生 Protel 99SE 的快捷方式。

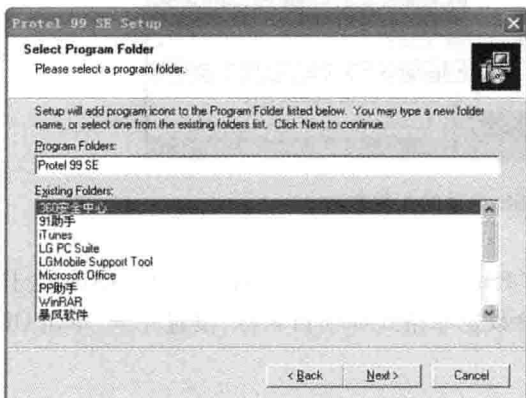


图 1-1-3 指定程序组

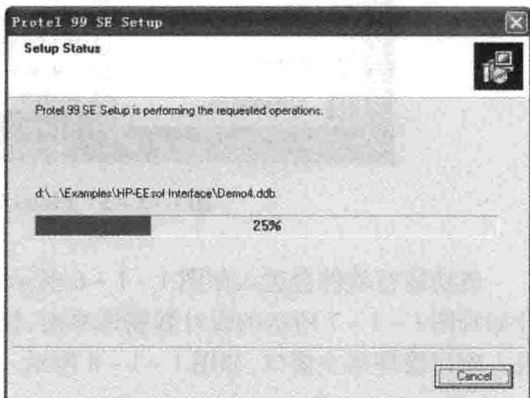


图 1-1-4 复制文件

1.3.3 Protel 99SE 补丁软件的安装

Protel 公司相继发布了一些补丁软件,目前,最新的补丁软件版本为 Protel 99SE Service Pack 6。该软件由 Protel 公司免费提供给用户,用户可以到公司网站上下载,在其中选择 Protel 99SE SP6 下载最新的 Protel 99SE 补丁软件。

下载补丁软件后,执行该补丁(Protel 99SE servicepack6.exe),屏幕出现版权说明,单击“I accept the terms of the License Agreement and wish to CONTINUE”按钮,屏幕弹出安装路径设置对话框,单击 Next 按钮,软件自动进行安装。

1.4 Protel 99SE 软件的启动

1.4.1 启动 Protel 99SE 的常用方法

启动 Protel 99SE 有 3 种方法,如图 1-1-5 所示。



☆用鼠标双击 Windows 桌面的快捷方式图标 Client99SE.exe 进入 Protel 99SE。

☆从程序组中启动。执行“开始”→“程序”→Protel 99SE,进入 Protel 99SE。

☆通过开始菜单启动。执行“开始”→Protel 99SE,进入 Protel 99SE。



图 1-1-5 Protel 99SE 启动的 3 种方法

成功运行软件会进入如图 1-1-6 所示的 Protel 99SE 主窗口界面,点 File→New 会打开如画图 1-1-7 所示的设计数据库界面,包含数据库格式和项目名称,设置完毕,单击 OK 进入项目管理器主窗口,如图 1-1-8 所示。



图 1-1-6 Protel 99SE 主窗口

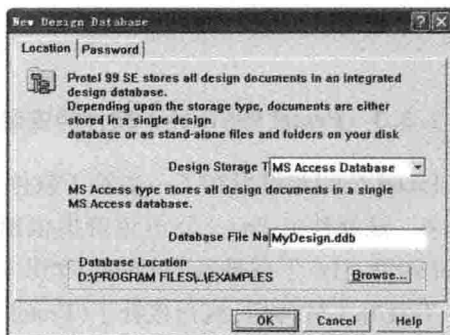


图 1-1-7 创建新的设计数据库文件

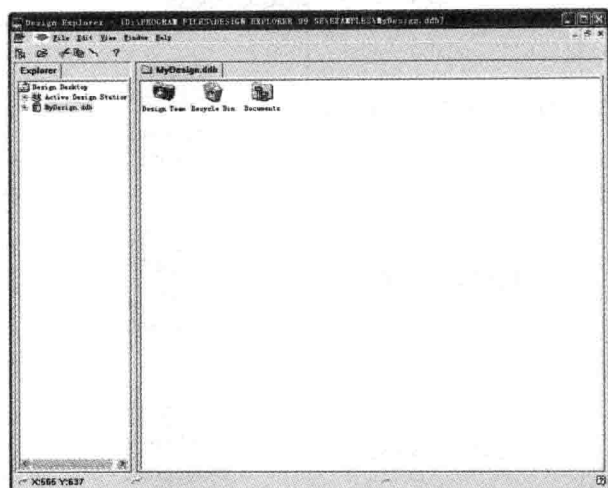


图 1-1-8 项目管理器主窗口

Protel 99SE 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和编辑操作等,它包括 File、Edit、View、Window 和 Help 五个下拉菜单。

1.4.2 启动各种编辑器

进入图 1-1-8 所示的界面后,双击 Documents 选项卡确定文件存放位置,然后执行菜单 File→New,屏幕弹出 New Document 对话框,如图 1-1-9 所示,双击所需的文件类型,进入相应的编辑器。

为了便于管理文件,通常根据需要,可以在项目的数据库文件中建立新的文件夹,并将一个设计项目所包含的各种文件保存在同一个或几个文件夹中,以便于分辨和查找电路。

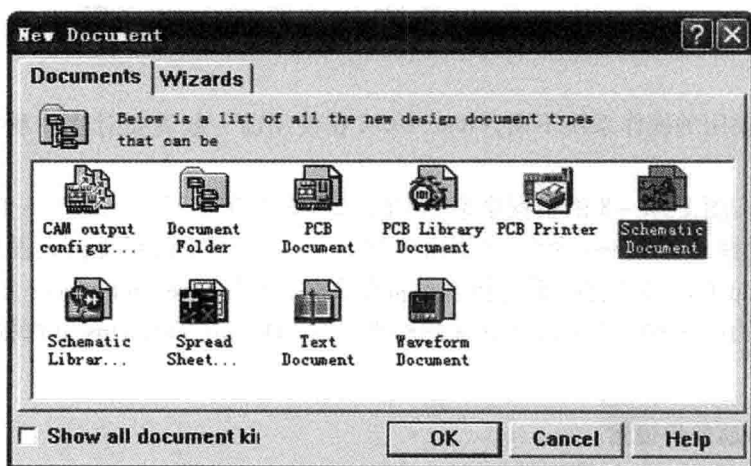


图 1-1-9 新建文件对话框


Protel 99SE 可以建立十种文件类型,各类型的图标及说明如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 新建文件类型

 CAM output configurati on	创建 CAM 输出配置文件	 Document Folder	创建文件夹
 PCB Document	创建 PCB 文件	 PCB Library Document	创建 PCB 库文件
 PCB Printer	创建 PCB 打印文件	 Schematic Document	创建原理图文件
 Schematic Library Document	创建原理图库文件	 Spread Sheet Document	创建表格文件
 Text Document	创建文本文件	 Waveform Document	创建波形文件

1.5 Protel 99SE 软件的系统参数设置

根据用户使用的操作系统不同,Protel 99SE 在使用前一般需要对软件系统参数进行一些设置。

用鼠标单击图 1-1-8 的主程序菜单中的  按钮,屏幕弹出图 1-1-10 所示的菜单选项对话框,选择 Preferences 命令,屏幕出现图 1-1-11 所示的系统参数设置对话框。选中 Create Backup Files 复选框,系统将自动备份文件;选中 Save Preferences 复选框,则保存对话框中设置的选项和电路图设计软件的外观;选中 Display Tool Tips 复选框,电路中可以显示工具栏。

1.5.1 自动备份设置

单击图 1-1-11 中的 Auto-Save Settings 按钮,屏幕弹出图 1-1-12 所示的自动备份设置对话框,其中 Number 框中设置一个文件的备份数;Time Interval 框中设置自动备份的时间间隔,单位为分钟;单击 Browse 按钮可以指定保存备份文件的文件夹。



图 1-1-10 菜单选项

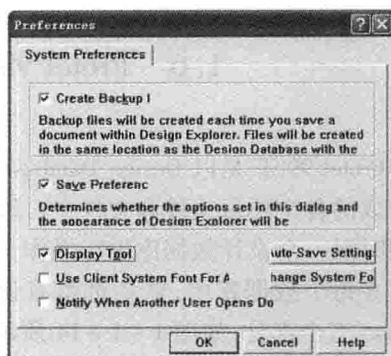


图 1-1-11 系统参数设置

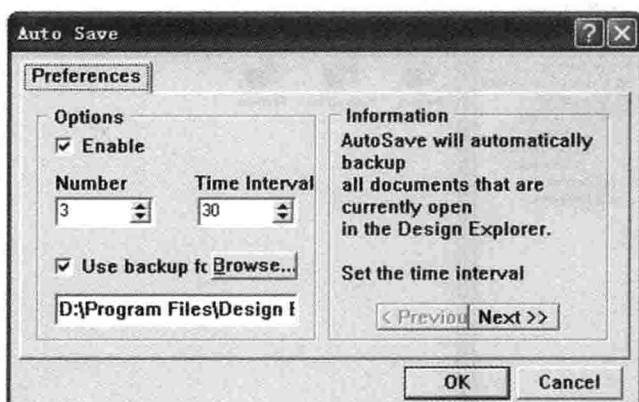


图 1-1-12 自动备份设置对话框

1.5.2 字体设置

单击图 1-1-11 中的 Change System Font 按钮, 屏幕弹出图 1-1-13 所示的字体设置对话框, 可以进行字体、字体式样、字号大小、字体颜色等设置。

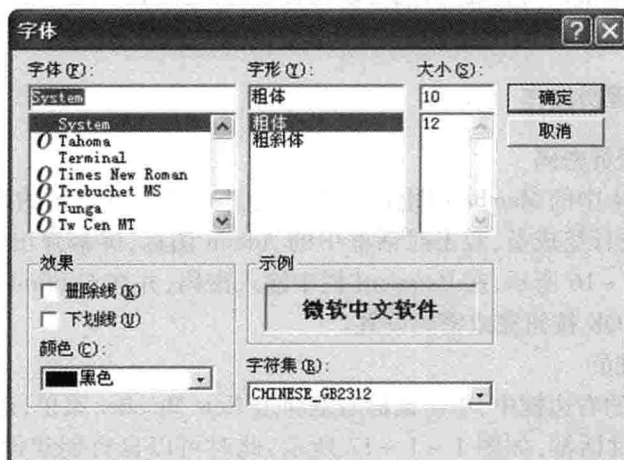


图 1-1-13 字体设置对话框

1.6 Protel 99SE 软件的项目设计组管理

Protel 99SE 是以 Design Database(设计数据库)的形式管理库中的所有信息,包括设计时生成的各个项目文件和文件夹。Protel 99SE 支持网络操作,支持团队开发,允许设计组成员同时对一个设计数据库进行操作,并提供了一系列安全保障措施。

在每个数据库中,默认都带有设计工作组(Design Team),包括 Member、Permission 和 Session 三个部分,如图 1-1-14 所示。

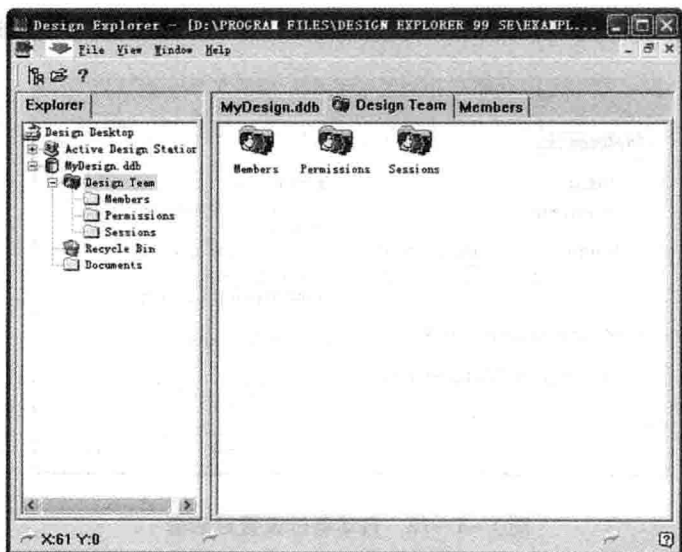


图 1-1-14 设计工作组

Members 自带两个成员,即系统管理员(Admin)和客户(Guest)。新建一个项目数据库时,一般建库者即为该项目的管理员,他可以设置密码、创建设计组成员和设置成员的工作权限。

1.6.1 系统管理员操作

1. 设置系统管理员密码

双击图 1-1-14 中的 Members 图标,屏幕弹出图 1-1-15 所示的设计组成员对话框,显示当前已存在的设计组成员,双击对话框中的 Admin 图标,屏幕弹出系统管理员密码设置对话框,如图 1-1-16 所示,在 Password 栏中输入密码,并在 Confirm Password 栏中再次输入相同密码,单击 OK 按钮完成密码设置。

2. 创建设计组成员

在图 1-1-15 的右边框中,单击鼠标右键弹出 New Member 菜单,选中该菜单,屏幕弹出创建工作组成员对话框,如图 1-1-17 所示,此时可以自行创建设计组成员,并设置密码。