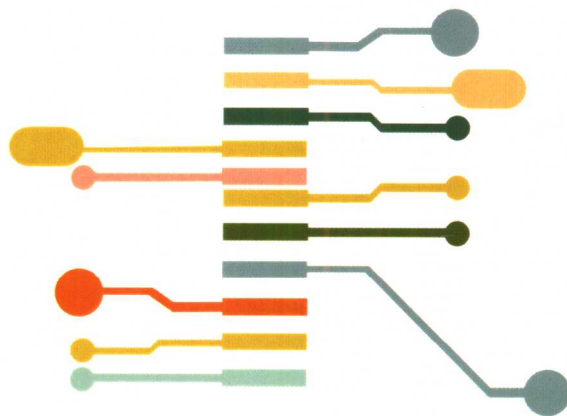


电路 CAD



贾海瀛 孙惠芹 巴世光 张鑫 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

电路CAD

电路设计 电路仿真 电路测试 电路维修



中国石化出版社

CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

电路 CAD

贾海瀛 孙惠芹 巴世光 张 鑫 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书分为“Protel 99 SE 电路设计”、“电路仿真”和“数字 EDA 技术”三篇,共 14 章。第一篇主要内容包括:Protel 99 SE 基础、电路原理图设计及提高、制作元器件与建立元器件库、电气规则检查和生成网络表、印制电路板基础、制作元器件封装;第二篇主要内容包括:TINA PRO 基础、电路分析、Spice 模型、TINA PRO 功能扩展;第三篇主要内容包括:数字电路自动化设计基础、MAX+plus II 基本操作、硬件描述语言 VHDL、数字 EDA 技术实验等。

本书特别适合作为应用电子技术、信息工程、自动控制、仪器仪表、机电一体化、通信、音响工程及电子电气类各专业本(专)科教材使用(参考学时 60~80),也可供中等专业学校师生、工程技术人员及自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路 CAD / 贾海瀛等编著. —北京:国防工业出版社,2005.8

ISBN 7-118-04100-9

I. 电... II. 贾... III. 电路设计:计算机辅助设计—应用软件 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 091517 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14¼ 355 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

目前,电子技术的发展非常迅速,高新技术日新月异,传统的电子技术设计方法,即从单元电路入手到整体电路的设计、固定功能集成电路+连线的设计、自下而上的设计,已不能满足市场的需要,根据系统的功能和行为要求,利用计算机辅助设计自上而下地逐层完成相应的描述,并与大规模可编程器件相结合,使设计出的电路系统速度更快、体积更小、重量更轻、功耗更小、稳定性更高,大大提高了产品的竞争能力。

本书介绍的各种电子设计工具给电子设计带来了巨大变革,解决了用传统的电路原理设计大系统工程时的诸多不便,成为电子电路设计人员最得力的助手。本书分为三篇,第一篇是 Protel 电路设计,利用此工具可以绘制各种电路图及 PCB 版制作;第二篇为电路仿真,详细介绍了 TINA PRO, TINA 是一个设计、模拟和分析电子电路用的强大的软件包,它在线性、非线性的模拟电路、数字电路和混合电路中都能工作得很好;第三篇为数字 EDA 技术,包括了 Altera 公司的 MAX+plus II 软件工具、VHDL 编程语言、EP1K30TC144-3 可编程器件等。

本书紧密结合课程设计、毕业设计的题目以及全国大学生电子竞赛训练题目,设计了有实际意义的实验实训,使学生和广大电子爱好者及工程技术人员深刻体会到现代电路 CAD 技术对传统的电子电路设计方法和过程的“革命”,既可作为相关课程的教材及培训教材使用,又可作为自学教材。本书第 1、2、4、5 章由孙惠芹编写,第 3、6、11 章及第 14 章前 2 节由张鑫编写,第 7、8、9、10 章由巴世光编写,第 12、13 章及第 14 章后 2 节由贾海瀛编写。

本书结合科研、教学和实践编写而成,由于编者水平所限,疏漏难免,恳请广大读者批评指正。

编著者
于天津职业大学
2005.7

目 录

第一篇 Protel 电路设计

第 1 章	Protel 99 SE 基础.....	1
1.1	Protel 99 SE 简介.....	1
1.2	Protel 99 SE 的设计环境.....	1
1.3	Protel 99 SE 的设计管理.....	3
1.4	Protel 99 SE 的界面环境设置.....	5
1.5	Protel 99 SE 文件管理.....	7
第 2 章	电路原理图设计及提高.....	11
2.1	电路原理图的设计环境.....	11
2.2	电路原理图的设计.....	15
2.3	绘图工具.....	24
2.4	设计一个简单的电路原理图.....	29
第 3 章	制作元器件与建立元器件库.....	32
3.1	元器件库编辑器.....	32
3.2	创建元器件.....	36
第 4 章	电气规则检查和生成网络表.....	42
4.1	电气规则检查.....	42
4.2	网络表.....	44
第 5 章	印制电路板基础.....	49
5.1	印制电路板的基本概念.....	49
5.2	PCB 设计的基本原则.....	52
5.3	印制电路板的设计.....	54
5.4	印制电路板参数设置.....	63
5.5	PCB 工具栏的使用.....	68
第 6 章	制作元器件封装.....	70
6.1	元器件封装编辑器.....	70
6.2	制作元器件封装.....	71
6.3	元器件封装管理器.....	75

第二篇 电路仿真

第 7 章	TINA PRO 基础.....	77
7.1	TINA PRO 概述.....	77

7.2	TINA PRO 安装.....	79
7.3	TINA PRO 绘图环境.....	83
7.4	电路图的编辑.....	86
第 8 章	电路分析	90
8.1	交流、直流电路分析.....	90
8.2	分析数字电路.....	93
8.3	测试电路.....	95
第 9 章	Spice 模型	99
9.1	使用子回路和 Spice 宏功能.....	99
9.2	在 TINA 中使用和扩展制造商的 Spice 模型目录	103
第 10 章	TINA PRO 功能扩展	109
10.1	创建电路图形符号.....	109
10.2	使用参数提取器.....	111

第三篇 数字 EDA 技术

第 11 章	数字电路自动化设计基础	115
11.1	概述	115
11.2	设计流程及工具	116
11.3	逻辑器件简介	118
第 12 章	MAX+plusII 基本操作.....	120
12.1	MAX+plus II 概述.....	120
12.2	MAX+plus II 10.2 的安装.....	121
12.3	运行.....	124
12.4	MAX+plus II 的设计过程.....	125
12.5	原理图输入的设计过程.....	126
12.6	工具条和常用菜单选项说明	142
12.7	图形的层次化设计及 BUS 使用	144
12.8	语言描述输入的设计过程.....	148
12.9	混合输入的设计过程.....	152
12.10	LPM(可调参数元件)使用及 FLEX10K 中 RAM 使用	154
12.11	常见错误及处理方法	159
第 13 章	硬件描述语言 VHDL.....	162
13.1	VHDL 概述.....	162
13.2	VHDL 的基本结构.....	162
13.3	程序包、库与 USE 语句	163
13.4	实体	167
13.5	结构体	169
13.6	VHDL 运算符.....	170
13.7	数据对象及属性.....	173
13.8	VHDL 常用语句.....	175

13.9 VHDL 的模板	183
13.10 常见错误及处理方法	185
13.11 保留字	186
13.12 VHDL 常用电路描述	187
第 14 章 数字 EDA 技术实验	195
14.1 GW48 数字实验系统原理与使用介绍	195
14.2 实验电路结构图	202
14.3 GWAKEDA 系统和 GWDVP-B 应用板	216
14.4 数字 EDA 实验开发	218
参考文献	222

第一篇 Protel 电路设计

第 1 章 Protel 99 SE 基础

1.1 Protel 99 SE 简介

Protel 99 SE 是基于 Windows 环境的电路设计与绘图软件,是集电路原理图设计、电路信号仿真、印制电路板设计、可编程逻辑器件设计等于一体的电路设计环境,是电子设计自动化(EDA)中重要的工具软件

Protel 99 SE 的文件由以下文件组成:存放修改文件的备份文件(Backup);存放样例的文件(Examples);帮助文件(Help);库文件(Library);服务器程序文件(System)。

Protel 99 SE 的文件类型有:自动备份文件(.abk),设计数据库文件(.ddb),印刷电路板图文件(.pcb),原理图文件(.sch),元件库文件(.lib),网络表文件(.net),工程文件(.prj),描述文件(.pld),文本文件(.txt),报告文件(.rep)等。

1.2 Protel 99 SE 的设计环境

启动 Protel 99 SE 后,进入系统环境,其界面如图 1-1 所示。单击菜单栏【File】→【New】,弹出如图 1-2 所示的建立新数据库的对话框。

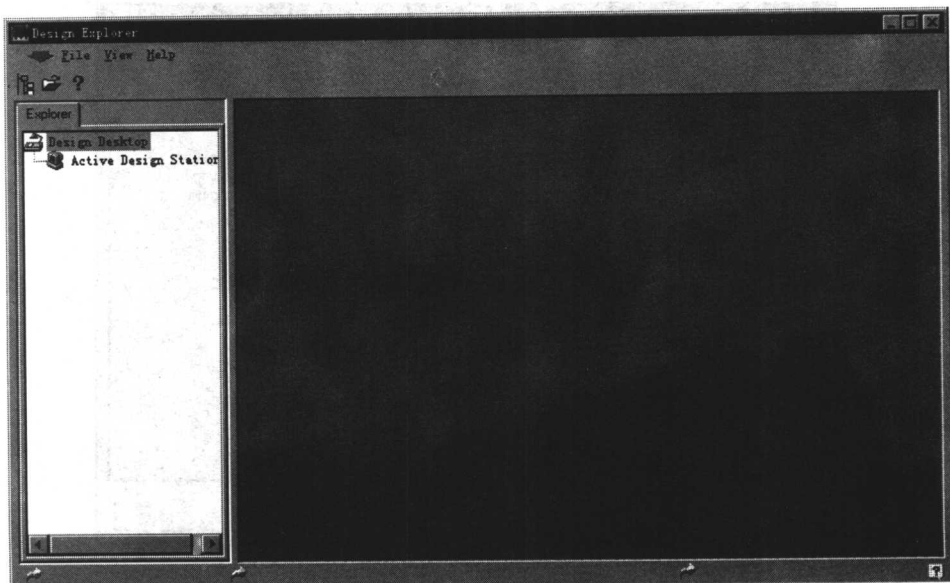


图 1-1 系统环境

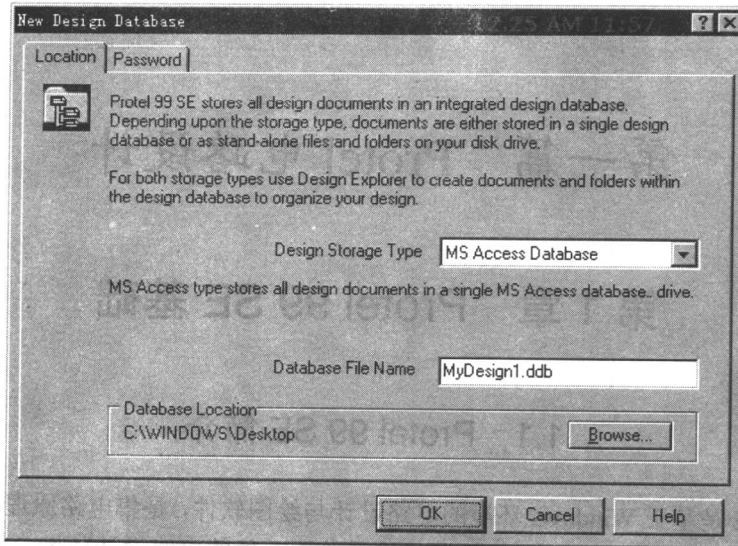


图 1-2 建立新数据库对话框

1. Design Storage Type 编辑框

Design Storage Type 编辑框为数据库保存类型设置框。

(1) MS Access Database: 设计过程中的全部文件都保存在一个数据库中, 在资源管理器中只能看到.ddb 文件。

(2) Windows File System: 设计过程中的全部文件都保存在一个文件夹中, 在资源管理器中可以直接对设计文件进行复制、粘贴等操作。

当选择 MS Access Database 类型存储方式时, 图 1-2 对话框中的 Password 为可选项。用户可以为数据库设置密码。单击图 1-2 中的 Password 项进入图 1-3 所示的密码设置选项卡, 选中 Yes, 在 Password 编辑框中输入密码, 在 Confirm Password 编辑框中确认密码。

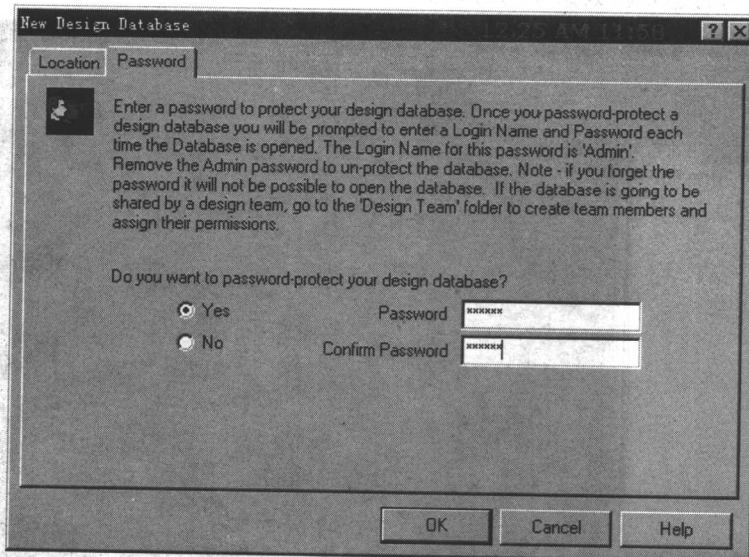


图 1-3 密码设置选项卡

2. Database File Name

在 Database File Name 编辑框中可以为设计数据库定义名称, 文件名的后缀为 .ddb。

3. Database location

单击 **Brower** 按钮, 用户可以设定数据库文件的存储路径。

完成上述设置, 单击 **OK** 按钮, 就可以进入设计环境, 如图 1-4 所示。

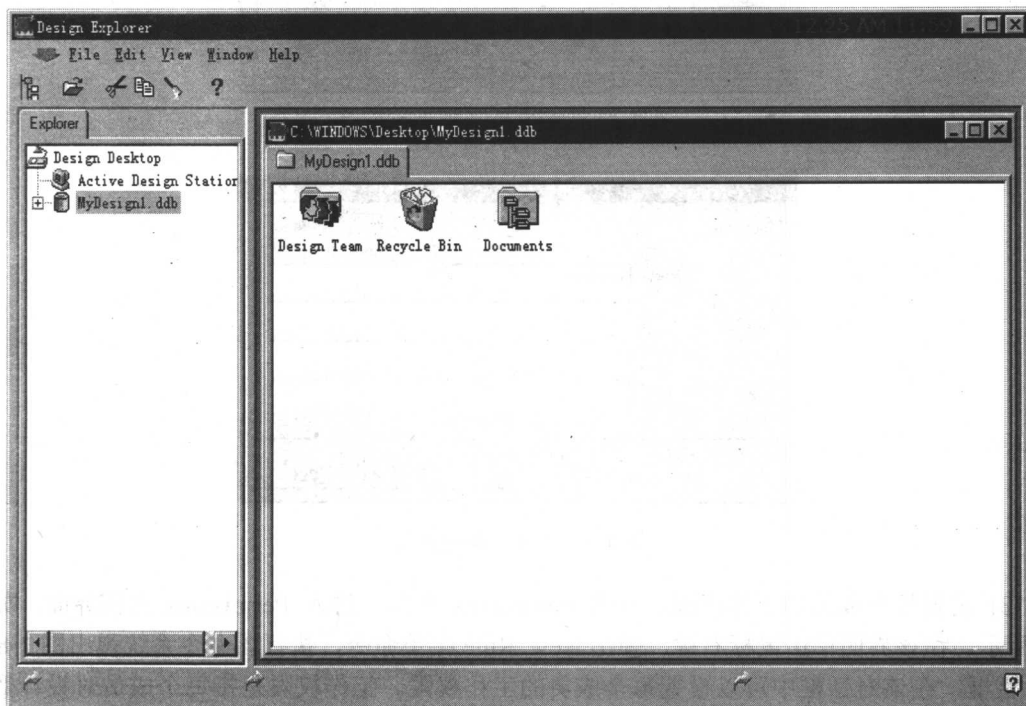


图 1-4 系统设计环境

1.3 Protel 99 SE 的设计管理

在 Protel 99 SE 中, 数据库中的所有设计文件由 Design Explorer(设计管理器)管理, 设计管理器包括 Design Team(设计工作组管理器)与 Documents(文档管理器)。

1. Design Team(设计工作组)管理器

设计工作组管理器可以管理多个用户同时定义操作项目数据库。每个数据库默认时都带有设计工作组, 包括 Members、Permissions、Sessions 三部分, 如图 1-4 所示。

Members 带有 Admin(系统管理员)和 Guest(客户)。在新建的设计库中, 一般建库的用户就是该项目的系统管理员。系统管理员可进行下列操作:

(1) 系统管理员拥有启动设计数据库的密码。设置文件密码可进入 Members 管理区, 双击 **Admin** 图标, 系统弹出图 1-5 所示对话框。在该框中进行密码设置。

(2) 创建设计组成员。在 Members 文档的界面单击鼠标右键, 弹出 New Members 菜单命令, 执行该命令弹出图 1-6 所示对话框, 在该对话框中可设置成员的名称、密码、属性。

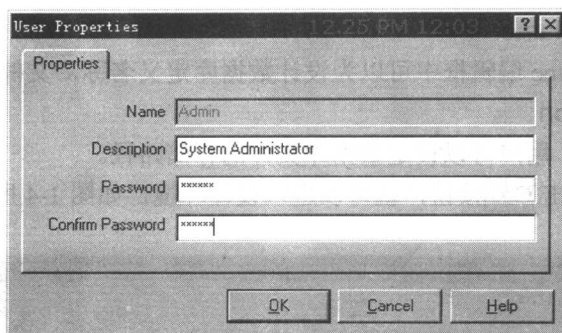


图 1-5 设置系统管理员密码

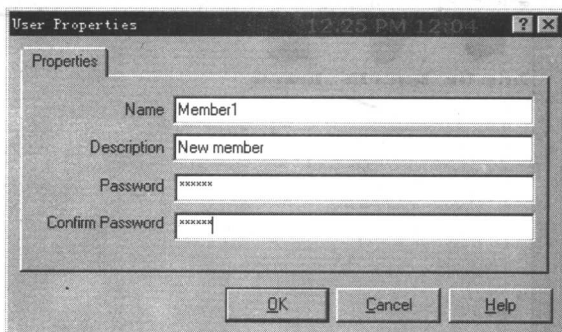


图 1-6 新建工作组成员

(3) 设置每个成员的工作权限。双击 Permissions 图标，进入 Permissions 文档界面，如图 1-7 所示。在该界面单击鼠标右键，弹出 New Rule 菜单命令，执行该命令系统弹出图 1-8 所示对话框，在该对话框中可以设置每个成员的工作权限。工作权限是指每个成员对设计数据库中的文件进行 Read(读)、Write(写)、Delete(删除)、Create(创建)等操作的权利。

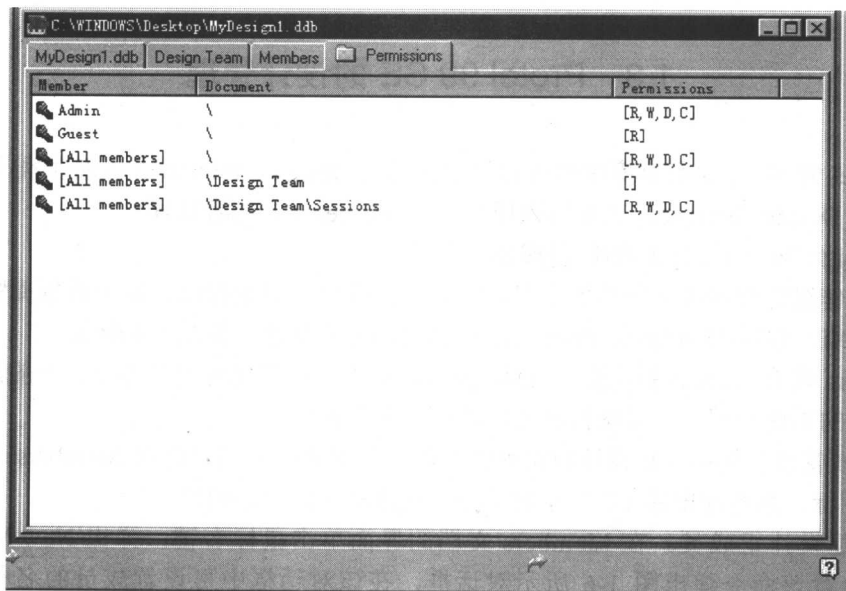


图 1-7 成员权限列表

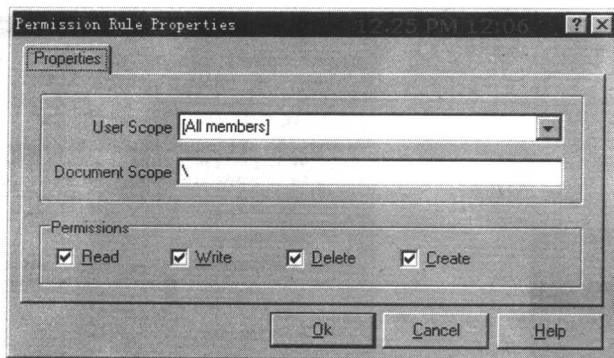


图 1-8 设置成员工作权限对话框

在该对话框中，User Scope 编辑框可以选择需要设置的对象，在 Document Scope 编辑框中可以设定各对象的权限范围。

数据库设置为项目工作组模式后，每个成员只能根据各自的密码在各自的权限范围内工作。每个成员可以通过 Session 文档查看各文档的权限信息及其他成员打开和锁定文档的信息。

2. Documents 文档管理器

所有的设计文档都包含在文档管理器中，并且可以放入任何类型的应用文档，像 AutoCAD、Microsoft Excel 等。

1.4 Protel 99 SE 的界面环境设置

1. 屏幕分辨率

系统要求屏幕分辨率要达到 1024 像素×768 像素以上，否则，有些界面就会被切掉一部分，这样用起来会不方便。

2. 系统参数设置

系统参数设置可使用户清楚地了解操作界面和对话框的内容。有时如果界面字体设置不合适，界面上的字符可能不能完全显示出来，如图 1-9 所示，所以要设置合适的参数。用户可以单击菜单栏的  按钮，弹出图 1-10 所示的菜单，选择 Preferences 命令，弹出图 1-11 所示的对话框。

1) 界面字体设置

在图 1-11 对话框中，将 Use Client System Font For All Dialogs 复选框设为非选中，然后单击 **OK** 按钮退出对话框，系统界面字体就会变小，在屏幕全部显示出来。

通过选择图 1-11 对话框中的 **Change System Font** 按钮，可以设置系统的字体大小。

2) 设置自动创建备份文件

在绘图时如果需要系统自动创建备份文件，可以选中 Create Backup Files 复选框，系统就可自动备份保存图形文件。

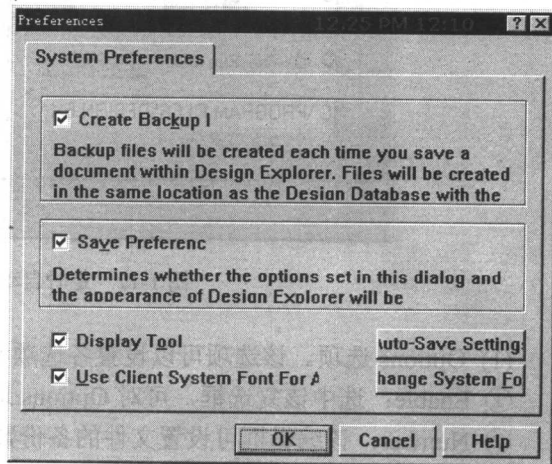


图 1-9 字符不能完全显示的界面

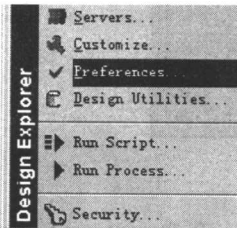


图 1-10 Design Explorer 菜单

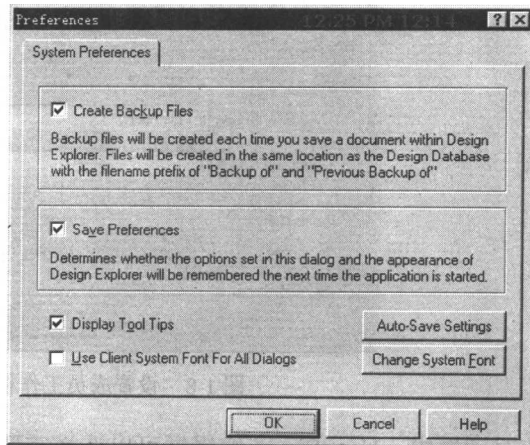


图 1-11 系统参数设置对话框

3) 自动保存文件

当希望在设计中，系统可以定时自动保存文件，可单击 **Auto-Save Settings** 按钮，弹出图 1-12 所示的对话框，在该对话框中可以设置自动保存参数。

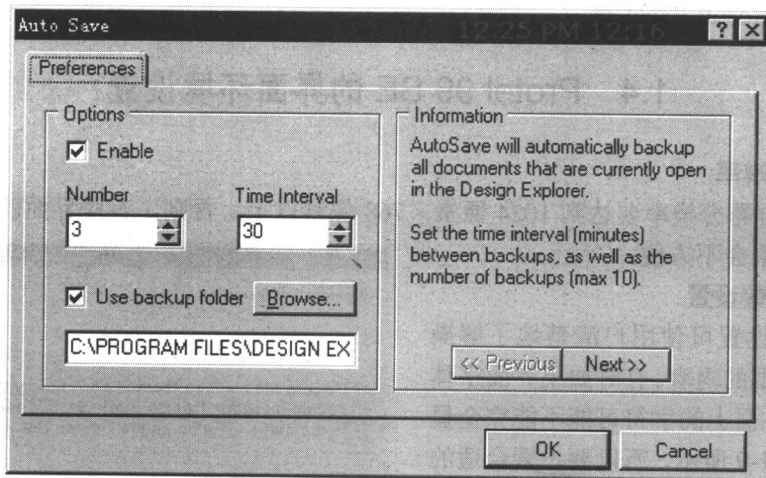


图 1-12 定时自动保存设置对话框

(1) Options 选项。该选项可以设置各选项参数：

- ① Enable: 选中该复选框，可对 Options 选项的其他选项进行设置。
- ② Number: 该编辑框可设置文件的备份数，一个文件最大备份数为 10。
- ③ Time Interval: 该编辑框设置自动保存的时间间隔，单位为 min。
- ④ Use backup folder: 选中该复选框，系统将文件保存在备份文件夹，用户可以输入备份文件夹。

(2) Information: 该框显示设置信息，用户可以按 **Next** 按钮查看下一屏信息。

4) 系统参数设置保存

当需要将设置的参数保存起来，可以选中图 1-12 中的 **Save Preferences** 复选框。

1.5 Protel 99 SE 文件管理

用户建立一个新的设计数据库后,在新建设计数据库的操作界面(如图 1-4)系统中有 File、Edit、View、Window、Help 共五个下拉菜单。

1. 文件管理

文件管理主要通过 File 菜单中的命令实现。File 菜单如图 1-13 所示,各项功能如下:

(1) New: 新建一个文件,执行该命令后弹出图 1-14 所示对话框,用户选择所需的文件类型,再单击 **OK** 按钮即可。

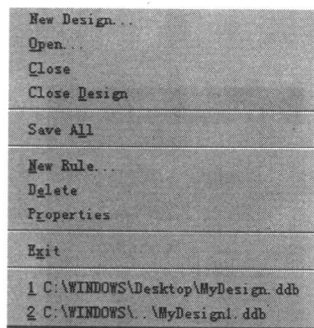


图 1-13 File 菜单

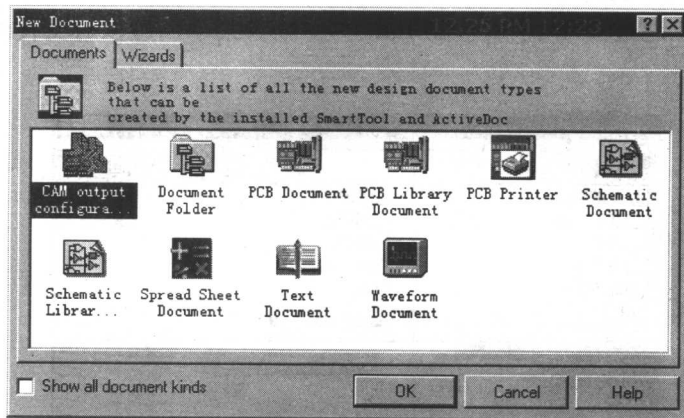


图 1-14 建立新文件对话框

新建文件的类型如下:

- ① Document folder: 建立一个新的工作文件夹。
 - ② PCB Document: 打开 PCB 99 并载入空白的电路板工作文件。
 - ③ PCB Library Document: 打开电路板元件编辑环境,并载入空白的电路板工作文件。
 - ④ Schematic Document: 打开 Schematic 99,并载入空白的电路图工作文件。
 - ⑤ Schematic Library Document: 打开电路图元件编辑环境,并载入空白的电路图工作文件。
 - ⑥ Spread Sheet Document: 打开 Protel 99 电子表格程序,并载入一个空白的电子表格工作文件。
 - ⑦ Text Document: 打开 Protel 99 文书编辑程序,并载入空白的文本文件。
 - ⑧ Waveform Document: 打开 Protel 99 模拟程序,并载入空白的文本文件。
- (2) New Design: 新建一个设计数据库,该命令与新建设计数据库的 New 命令执行过程相同。
- (3) Open: 打开已经存在的设计数据库,执行该命令后,系统弹出图 1-15 所示对话框,用户选择需要打开的数据库。
- (4) Close: 关闭当前打开的文件。
- (5) Close Design: 关闭当前打开的数据库。
- (6) Export: 将选定的数据库中文件导出到其他路径。

- (7) Save All: 保存当前所有打开的文件。
- (8) Send By Mail: 将当前的数据库通过 E-mail 传送给其他计算机。便于异地设计。
- (9) Import: 将其他文件导入到当前数据库, 成为当前数据库的一个文件。
- (10) Import Project: 将其他数据库导入到当前设计平台。
- (11) Link Document: 将其他类型文件连接到当前数据库中。
- (12) Find Files: 在计算机中查找其他文件。
- (13) Properties: 设置当前数据库的属性。选中一个文件后, 执行该命令系统弹出文件属性对话框, 用户可以修改或设置文件属性。对不同的文件, 其属性对话框不同。
- (14) Exit: 退出系统。

2. 文件编辑

通过图 1-16 所示的 Edit 文件编辑菜单, 可以对文件进行复制、剪切、粘贴等编辑操作。

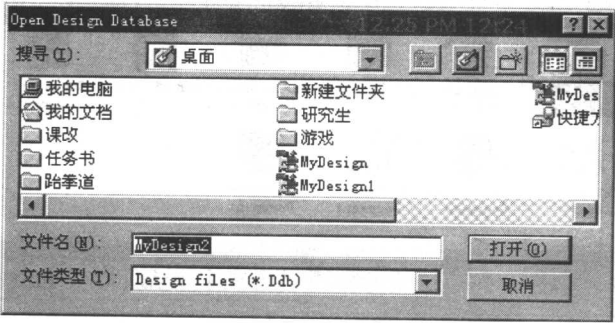


图 1-15 打开已存在的数据库对话框

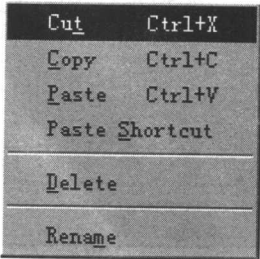


图 1-16 Edit 菜单

- (1) Cut: 剪切选中的文件, 暂存在剪切板中用于以后的粘贴复制操作。
- (2) Copy: 将选中文件复制到粘贴板中, 用于以后的粘贴复制操作。
- (3) Paste: 将保存在剪贴板中的文件复制到当前位置。
- (4) Paste Shortcut: 将剪切板中的文件快捷方式复制到当前位置。
- (5) Delete: 删除选中的文件。
- (6) Rename: 对选中的文件重新命名。

3. 显示辅助查看文件

通过图 1-17 所示的 View 菜单中命令可以打开或关闭文件操作工具与查看工具。

- (1) Design Manager: 打开或关闭设计管理器。此命令相当于一个开关, 当设计管理器处于打开状态时, 执行该命令, 设计管理器被关闭; 相反, 当设计管理器处于关闭状态时, 执行该命令, 设计管理器被打开。设计管理器以树状形式显示如图 1-18 所示, 通过设计管理器可方便进行设计管理操作。
- (2) Status Bar: 打开与关闭状态栏。状态栏一般显示在设计界面的下方, 可以显示设计过程中操作点的坐标位置等内容。
- (3) Command Status: 显示或关闭命令状态。命令状态一般显示在设计界面的下方, 可以显示当前命令的执行情况。
- (4) Toolbar: 显示或关闭工具栏。工具栏一般显示在设计界面的上方, 可以显示出常用命令的快捷按钮。

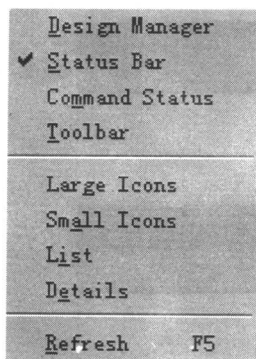


图 1-17 View 菜单

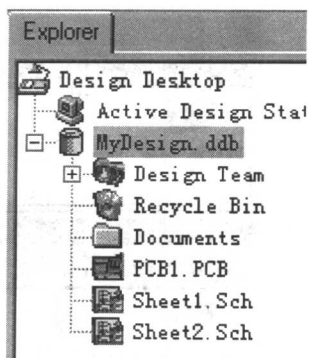


图 1-18 设计管理器

(5) Large Icons: 显示大图标。执行该命令, 当前文件图标显示为大图标。

(6) Small Icons: 显示小图标。执行该命令, 当前文件图标显示为小图标。

(7) List: 显示文件为列表状态。执行该命令, 当前数据库中的文件以列表状态显示出来。

(8) Details: 详细显示文件的状态。执行该命令, 将详细显示当前文件的文件名、文件大小、文件类型、修改日期等属性。

(9) Refresh: 刷新当前数据库中的文件状态。

4. 多个数据库的窗口显示

Protel 99 SE 允许同时打开多个数据库, 每个数据库都有一个独立的工作窗口。通过如图 1-19 所示的 Windows 菜单可对不同的工作窗口以平铺、层叠方式显示。

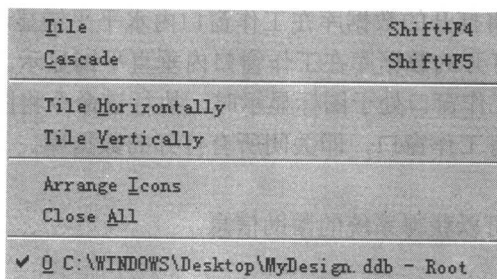
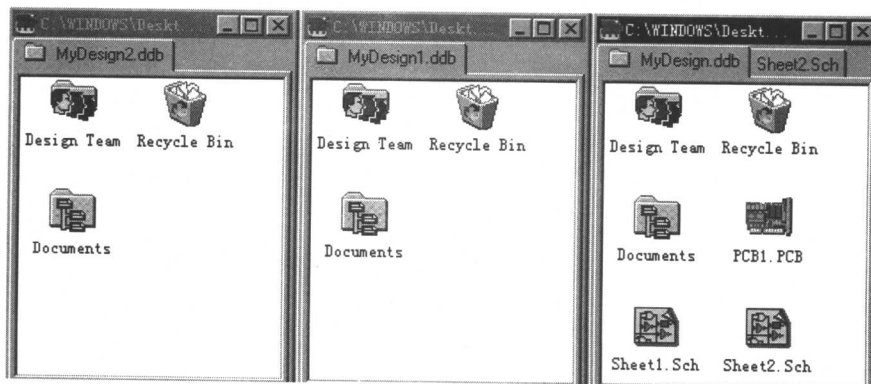


图 1-19 Windows 菜单

(1) Tile: 将打开的数据库在工作窗口内平铺显示, 有 Tile Horizontally(水平平铺)和 Tile Vertically(垂直平铺)两种形式。如图 1-20 所示。



(a)