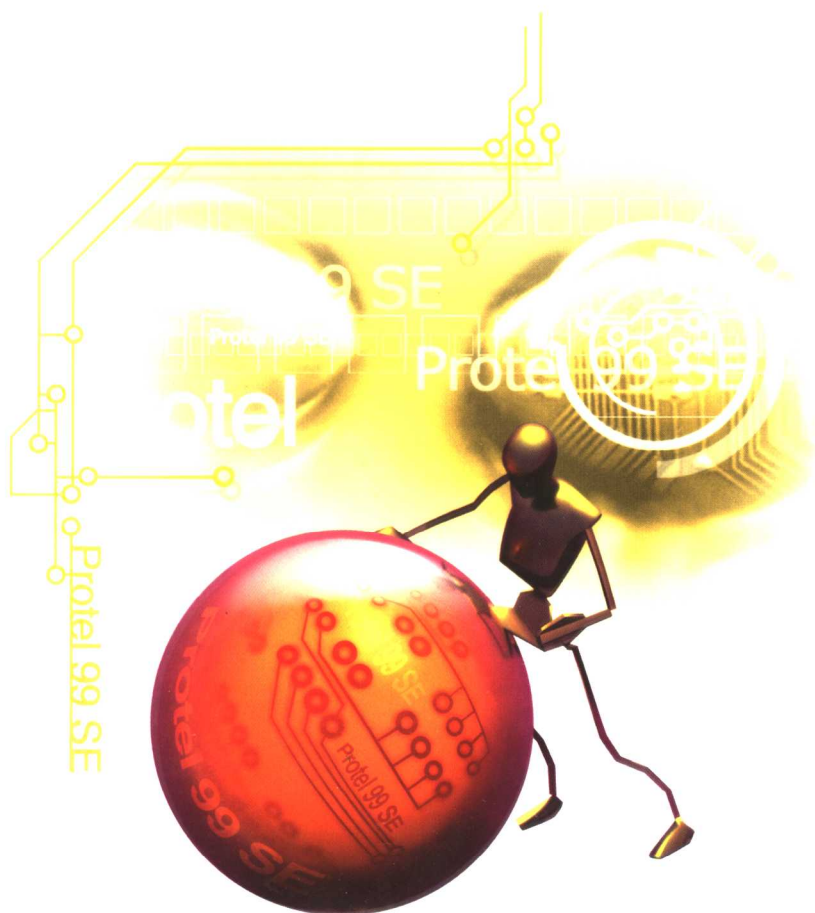


21世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

Protel 99 SE

电路设计与仿真教程



- 介绍了Protel 99 SE的界面、基本组成以及使用环境等内容。
- 讲解了电路原理图和印制电路板的设计方法，并对电路仿真器的设计和PCB信号完整性分析进行了重点描述。
- 全书实例丰富，体现了作者丰富的电路设计、布线与仿真经验。

胡 烨 姚鹏翼 江思敏
编著

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

Protel 99 SE 电路设计与 仿真教程

胡 烨 姚鹏翼 江思敏 编著



机械工业出版社

Protel 设计系统作为电子设计自动化的优秀软件之一, 一直受到广泛欢迎。Protel 99 SE 是 Protel 公司最成功的版本。

本书全面介绍了 Protel 99 SE 的界面、基本组成以及使用环境等内容, 并详细讲解了电路原理图和印制电路板的设计方法, 还对电路仿真器的设计和 PCB 信号完整性分析进行了重点描述。

本书主要面向高等院校电气工程类相关专业本科或高职高专的师生, 以及广大电路设计工作者。

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99 SE 电路设计与仿真教程 / 胡焯等编著. —北京: 机械工业出版社, 2005.4

(21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材)

ISBN 7-111-16283-8

I. P... II. 胡... III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99 SE—高等学校—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029403 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 赵 慧

责任印制: 石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 18.25 印张 · 452 千字

0000—5000 册

定价: 26.00 元

凡购本图书, 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) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术的蓬勃发展, 电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 的设计思想已经普及到中小型企业及各级相关大专院校之中。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, 是具有强大功能的电子设计 CAD 软件。Protel 公司 2001 年正式推出具有产品数据管理 (PDM) 功能的强大 EDA 综合设计环境 Protel 99 SE, 它具有原理图设计、PCB 设计、层次原理图设计、报表制作、电路仿真以及逻辑器件设计等功能, 是电子工程师进行电子设计的最常用的软件之一。

本书从实用角度出发, 全面介绍了 Protel 99 SE 的基本操作以及使用环境, 并详细讲解了电路原理图和印刷电路板的设计方法, 对电路仿真、信号分析和可编程逻辑器件的设计进行了重点讲解。在讲解过程中, 以实例贯通全书, 在每个知识点的讲解中, 均结合相应的实例, 而且在每讲完一个相关的章节后, 还以一个典型的实例进一步深化讲解, 体现了作者丰富的电路设计与布线经验。

全书共 7 章, 第 1 章为 Protel 99 SE 应用的基础知识; 第 2~3 章为 Protel 99 SE 的电路原理图设计部分; 第 4 章讲述了电路仿真知识; 第 5~6 章是 PCB 电路板设计知识与实例讲解; 第 7 章讲述了 PCB 信号完整性分析。每章均结合了典型实例进行讲解, 使读者可以轻松掌握 Protel 99 SE 的各功能模块的使用方法。

本书主要面向高等院校电气信息类相关专业的本科或高职高专的师生, 以及广大电路设计工作者。

本书由胡烨、姚鹏翼、江思敏编写。由于水平有限, 书中缺点和不足之处, 请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 Protel 99 SE 基础入门	1
1.1 电路设计的概念	1
1.2 启动 Protel 99 SE	1
1.3 系统参数的设置	2
1.3.1 界面字体的设置	3
1.3.2 系统其他参数的设置	4
1.4 进入 Protel 99 SE	4
1.4.1 Protel 99 SE 菜单栏	5
1.4.2 菜单栏属性的设置	5
1.4.3 Protel 99 SE 系统菜单	5
1.4.4 设计管理器	9
1.4.5 状态及命令指示行	9
1.5 创建项目数据库	10
1.6 设计工作组的管理	12
1.7 进入设计环境	14
1.7.1 选择设计服务器	14
1.7.2 服务器的种类	14
1.8 习题	15
第 2 章 设计电路原理图	16
2.1 设计原理图的一般步骤	16
2.2 启动原理图设计系统	17
2.3 画面的管理	18
2.3.1 工具栏的打开与关闭	18
2.3.2 面板显示状态的缩、放	19
2.4 设置图纸	20
2.4.1 设置图幅	20
2.4.2 设置文件信息对话框	24
2.5 在工作平面上放置元件	25
2.5.1 利用元件库管理浏览器放置元件	26
2.5.2 利用菜单命令放置元件	27
2.5.3 元件位置的调整	29
2.5.4 元件的剪贴	31
2.5.5 元件的删除	31
2.5.6 元件的排列与对齐	32

2.5.7	阵列式粘贴	33
2.5.8	元件属性的编辑	34
2.6	制作原理图元件	35
2.6.1	启动原理图元件库编辑服务器	35
2.6.2	元件管理器工具	35
2.6.3	常用画图工具介绍	38
2.6.4	制作实例	39
2.7	绘制电路原理图	42
2.7.1	绘制原理图的工具和方法	42
2.7.2	画导线	43
2.7.3	画总线	45
2.7.4	画总线分支	46
2.7.5	放置线路节点	48
2.7.6	电源与接地符号	49
2.7.7	设置网络标号	49
2.7.8	制作电路的 I/O 端口	51
2.8	使用画图工具绘图	54
2.8.1	画图工具各个按钮的功能	54
2.8.2	绘制直线	54
2.8.3	绘制多边形	55
2.8.4	绘制圆弧与椭圆弧	56
2.8.5	放置说明文字	58
2.8.6	放置文本框	59
2.8.7	绘制矩形	60
2.8.8	绘制圆与椭圆	62
2.8.9	绘制饼图	63
2.8.10	插入图片	64
2.8.11	绘制 Bezier 曲线	65
2.8.12	绘制图形实例	66
2.9	设置原理图的环境参数	68
2.9.1	设置原理图环境	68
2.9.2	设置图形编辑环境	70
2.10	习题	71
第 3 章	原理图设计进阶	75
3.1	层次原理图的设计	75
3.1.1	层次原理图的设计方法	75
3.1.2	建立层次原理图	77
3.1.3	不同层次电路之间的切换	85
3.1.4	由方块电路符号产生新原理图中的 I/O 端口符号	85

3.1.5	由原理图文件产生方块电路符号	87
3.2	元件的编辑	88
3.2.1	元件库编辑器	88
3.2.2	元件库的管理	89
3.2.3	元件绘图工具	94
3.2.4	创建一个元件	97
3.2.5	产生元件报表	101
3.3	电气规则检查	103
3.3.1	设置电气规则	103
3.3.2	ERC 测试报告	106
3.4	生成报表	106
3.4.1	网络表	107
3.4.2	生成元件列表	110
3.4.3	层次项目组织列表	111
3.4.4	元件交叉参考表	112
3.4.5	产生引脚列表	113
3.4.6	比较两个网络表文件	113
3.5	原理图的输出	115
3.6	习题	116
第4章	电路的信号仿真	119
4.1	SIM 99 仿真库中的元件	119
4.1.1	电阻	119
4.1.2	电容	120
4.1.3	电感	120
4.1.4	二极管	120
4.1.5	三极管	121
4.1.6	JFET 结型场效应晶体管	121
4.1.7	MOS 场效应晶体管	122
4.1.8	MES 场效应晶体管	122
4.1.9	电压/电流控制开关	123
4.1.10	熔丝	124
4.1.11	晶振	124
4.1.12	继电器 (RELAY)	124
4.1.13	互感器 (电感耦合器)	124
4.1.14	传输线	125
4.1.15	TTL 和 CMOS 数字电路元件	126
4.1.16	集成块	126
4.2	SIM 99 中的激励源描述	127
4.2.1	直流源	127

4.2.2	正弦仿真源	127
4.2.3	周期脉冲源	128
4.2.4	分段线性源	128
4.2.5	指数激励源	129
4.2.6	单频调频源	130
4.2.7	线性受控源	131
4.2.8	非线性受控源	131
4.2.9	频率/电压转换器	132
4.2.10	压控振荡器 (VCO) 仿真源	132
4.3	初始状态的设置	133
4.3.1	节点电压设置 NS	133
4.3.2	初始条件设置 IC	133
4.4	仿真器的设置	134
4.4.1	进入分析主菜单	134
4.4.2	瞬态特性分析	135
4.4.3	傅里叶分析	135
4.4.4	交流小信号分析	136
4.4.5	直流分析	136
4.4.6	蒙特卡罗分析	137
4.4.7	扫描参数分析	138
4.4.8	扫描温度分析	138
4.4.9	传递函数分析	139
4.4.10	噪声分析	139
4.5	设计仿真原理图	140
4.5.1	调用元件库	141
4.5.2	选择仿真用原理图元件	141
4.5.3	仿真原理图	141
4.6	模拟电路仿真实例	141
4.7	数字电路仿真实例	146
4.8	习题	149
第 5 章	印制电路板设计基础	150
5.1	印制电路板基础	150
5.1.1	印制电路板结构	150
5.1.2	元件封装	150
5.1.3	铜膜导线	152
5.1.4	助焊膜和阻焊膜	152
5.1.5	层	152
5.1.6	焊盘和过孔	153
5.1.7	丝印层	153

5.2	印制电路板布线流程	154
5.3	PCB 板设计的基本原则	154
5.3.1	布局	154
5.3.2	布线	155
5.3.3	焊盘大小	155
5.3.4	PCB 板电路的抗干扰措施	156
5.3.5	去耦电容配置	156
5.3.6	各元件之间的接线	156
5.4	PCB 设计编辑器	157
5.4.1	PCB 编辑器界面缩放	158
5.4.2	工具栏的使用	159
5.5	设置电路板工作层	160
5.5.1	层的管理	160
5.5.2	工作层的类型	161
5.5.3	工作层的设置	164
5.6	PCB 电路参数设置	166
5.7	绘制元件封装	172
5.7.1	启动元件封装编辑器	172
5.7.2	元件封装编辑器介绍	173
5.7.3	创建新的元件封装	174
5.7.4	使用向导创建元件封装	178
5.8	元件封装管理	182
5.8.1	浏览元件封装	182
5.8.2	添加元件封装	182
5.8.3	元件封装重命名	183
5.8.4	删除元件封装	183
5.8.5	放置元件封装	183
5.8.6	编辑元件封装引脚焊盘	184
5.8.7	设置信号层的颜色	184
5.9	习题	185
第 6 章	制作印制电路板	186
6.1	PCB 绘图工具	186
6.1.1	绘制导线	186
6.1.2	放置焊盘	187
6.1.3	放置过孔	189
6.1.4	补泪滴设置	190
6.1.5	放置字符串	190
6.1.6	放置坐标	191
6.1.7	放置尺寸标注	191

6.1.8	设置初始原点	193
6.1.9	绘制圆弧或圆	193
6.1.10	放置填充	195
6.1.11	放置多边形平面	195
6.1.12	放置切分多边形	196
6.1.13	放置房间定义	197
6.2	单面板与多层板制作简介	198
6.3	准备原理图和网络表	199
6.4	规划电路板和电气定义	200
6.4.1	手动规划电路板	200
6.4.2	使用向导生成电路板	202
6.5	网络表与元件的装入	207
6.5.1	装入元件库	207
6.5.2	浏览元件库	207
6.5.3	装入网络表与元件	208
6.6	元件封装	211
6.7	元件的自动布局	215
6.8	添加网络连接	217
6.9	手工编辑调整元件的布局	219
6.9.1	选取元件	219
6.9.2	旋转元件	220
6.9.3	移动元件	221
6.9.4	排列元件	223
6.9.5	调整元件标注	225
6.9.6	剪贴复制元件	226
6.9.7	元件的删除	229
6.10	自动布线	229
6.10.1	自动布线设计规则的设定	229
6.10.2	设计规则检查	236
6.10.3	自动布线	236
6.11	手工调整布线	241
6.11.1	调整布线	241
6.11.2	电源/接地线的加宽	242
6.11.3	文字标注的调整	243
6.11.4	增加电源及接地	247
6.12	创建项目元件封装库	249
6.13	PCB 板的 3D 显示	250
6.14	生成 PCB 报表	250
6.14.1	生成引脚报表	250

6.14.2	生成电路板信息报表	251
6.14.3	生成网络状态报表	254
6.14.4	生成设计层次报表	254
6.14.5	生成 NC 钻孔报表	255
6.14.6	生成元件报表	256
6.14.7	生成电路特性报表	259
6.14.8	生成元件位置报表	260
6.15	PCB 板的打印输出	262
6.16	习题	263
第 7 章	PCB 信号完整性分析	264
7.1	Protel 99 SE 信号完整分析概述	264
7.2	设置信号完整性分析规则	265
7.3	PCB 板的设计规则校验 (DRC)	271
7.4	内部完整性仿真器	273
7.4.1	File 菜单	274
7.4.2	Edit 菜单	275
7.4.3	Simulation 菜单	275
7.4.4	Library	279
7.4.5	Options 菜单	279
7.5	波形分析器	281
7.6	习题	282

第 1 章 Protel 99 SE 基础入门

随着计算机软硬件技术的突飞猛进,许多由人工进行的工作已逐渐由计算机来完成,计算机辅助设计是电路设计发展的必然趋势!而且电路的规模越来越大、电路也越来越精密,单人单机设计越来越力不从心了,只有项目组利用团队设计才能解决问题。Protel 99 SE 能够为电路设计人员提供强大的辅助功能。

1.1 电路设计的概念

电路设计概念就是指实现一个电子产品从设计构思、电学设计到物理结构设计的全过程。在 Protel 99 SE 中,设计电路板最基本的完整过程有以下几个步骤。

1. 电路原理图的设计

电路原理图的设计主要是利用 Protel 99 SE 中的原理图设计系统 Advanced Schematic 99 来绘制一张电路原理图。在这一步中,可以充分利用其所提供的各种原理图绘图工具、丰富的在线库、强大的全局编辑能力以及便利的电气规则检查,来达到设计目的。

2. 电路信号的仿真

电路信号仿真是原理图设计的扩展,为用户提供一个完整的从设计到验证的仿真设计环境。它与 Protel 99 SE 原理图设计服务器协同工作,以提供一个完整的前端设计方案。

3. 产生网络表及其他报表

网络表是电路板自动布线的灵魂,也是原理图设计与印制电路板设计的主要接口。网络表可以从电路原理图中获得,也可以从印制电路板中提取。其他报表则存放了原理图的各种信息。

4. 印制电路板的设计

印制电路板设计是电路设计的最终目标。利用 Protel 99 SE 的强大功能实现电路板的版面设计,完成高难度的布线以及输出报表等工作。

5. 信号的完整性分析

Protel 99 SE 包含一个高级信号完整性仿真器,能分析 PCB 和检查设计参数,测试过冲、下冲、阻抗和信号斜率,以便及时修改设计参数。

概括地说,整个电路板的设计过程先是编辑电路原理图,接着用电路信号仿真进行验证调整,然后进行板的布局,再人工布线或根据网络表进行自动布线。前面谈到的这些内容都是设计中最基本的步骤。除了这些,用户还可以用 Protel 99 SE 的其他服务器,如创建、编辑元件库和零件封装库等。

1.2 启动 Protel 99 SE

进入 Protel 99 SE 的方法非常简单,只要运行 Protel 99 SE 的执行程序就可以了。启动应

用程序后会出现图 1-1 所示的界面。



图 1-1 启动 Protel 99 SE

经过数秒钟后（视计算机的性能而定），便进入了如图 1-2 所示的 Protel 99 SE 主窗口。

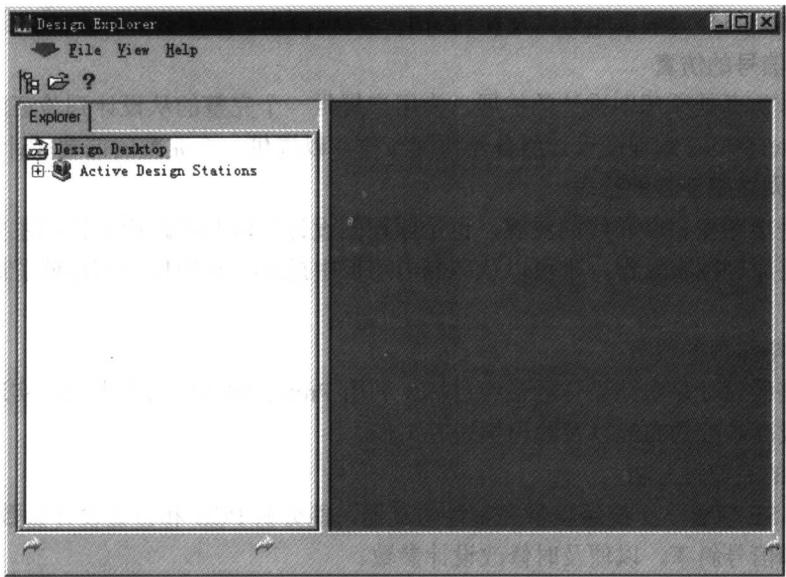


图 1-2 Protel 99 SE 主窗口

1.3 系统参数的设置

系统参数设置可以使用户清楚地了解操作界面和对话框的内容，因为有时候，如果界面字体设置不合适，界面上的字符可能没法完全显示出来，如图 1-3 所示。这时，只有设置合适的界面参数，才能保证界面上的字符能完全显示。

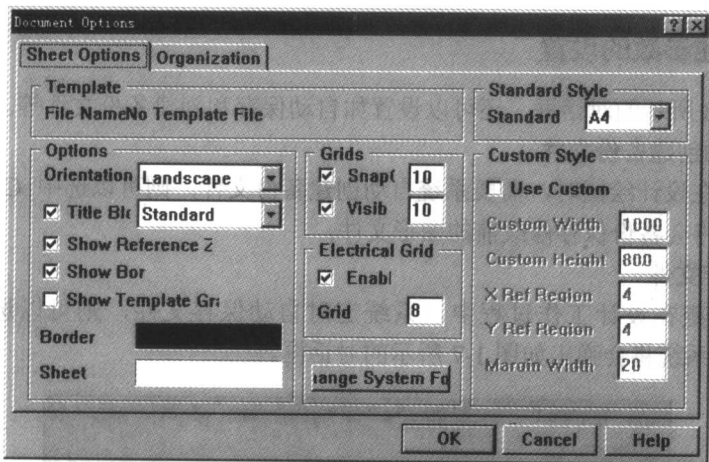


图 1-3 字符没有完全显示的对话框界面

1.3.1 界面字体的设置

用户可以执行系统的“Preferences”命令进行设置，该命令从 Protel 99 SE 的主界面左上角的下拉命令菜单选择，即使使用鼠标点中下拉按钮，系统将弹出如图 1-4 所示的菜单，此时从该菜单选择执行“Preferences”命令，然后系统将弹出如图 1-5 所示的对话框。



图 1-4 Design Explorer 菜单

在该对话框中，将 Use Client System Font For All Dialogs 复选框选中，然后单击【OK】按钮，推出此对话框，则系统界面字体就变小，并且在屏幕上全部显示出来，如图 1-6 所示。

如果用户选择如图 1-5 所示对话框的【Change system font】按钮，还可以设置系统的字体大小。

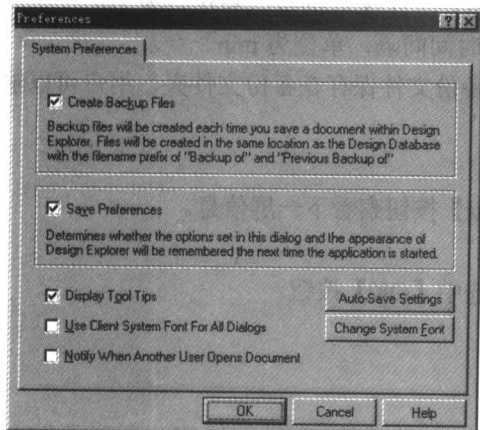


图 1-5 “Preferences（系统参数设置）”对话框

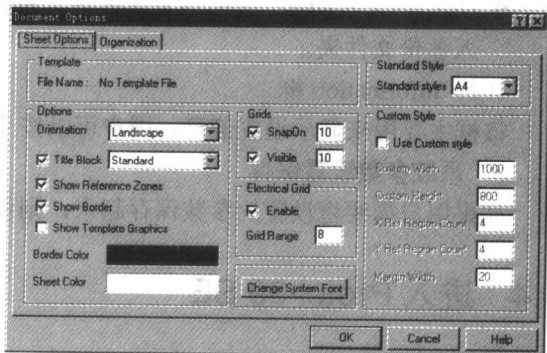


图 1-6 设置了系统界面字体后的对话框

1.3.2 系统其他参数的设置

通过如图 1-3 所示的对话框，还可以设置如自动保存和创建备份文件等。

1. 设置自动创建备份文件

如果用户想在设计绘图时，需要系统自动创建备份文件，则可以选中 **Create Back Files** 复选框，则系统将会备份保存修改前的图形文件。

2. 自动保存文件

如果用户希望在设计工作过程中，系统定时自动保存文件，则可以选中 **【Auto-Save Settings】** 按钮，系统将会弹出如图 1-7 所示的对话框。

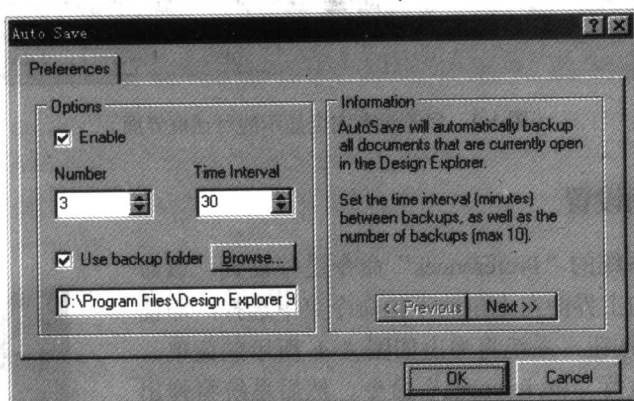


图 1-7 “Auto Save (自动保存设置)”对话框

通过该对话框，用户可以设置自动保存参数，对话框各操作项的意义如下：

(1) Options 操作框

该操作框各操作选项用来设置参数。

- **Enable**: 选中该复选框，则可以对 Options 操作框的其他选项进行设置。
- **Number**: 该编辑框可以设置一个文件的备份数，一个文件的最大备份数为 10。
- **Time Interval**: 该编辑框用来设置备份文件的时间间隔，单位为 min。
- **Use Back Folder**: 选中该复选框后，系统将备份文件保存在备份文件夹，用户可以输入备份文件夹。

(2) Information 框

该框主要用来显示设置信息，用户可以按 **【Next】** 按钮察看下一屏信息。

3. 系统参数设置保存

如果用户需要将设置的参数保存起来，则可以选中 **【OK】** 按钮。

1.4 进入 Protel 99 SE

从图 1-2 可以看到，Protel 99 SE 是一个真正 Windows 风格的软件。用户可以同时打开多个工作窗口，也可以将窗口最小化为图标，操作起来非常方便。

下面简单介绍一下 Protel 99 SE 的主窗口，其各部分的名称及功能。

1.4.1 Protel 99 SE 菜单栏

Protel 99 SE 菜单栏的功能是进行各种命令操作、设置各种参数、进行各种开关的切换等。它主要包括“File”、“View”和“Help”三个下拉菜单。

1. “File” 菜单

如图 1-8 所示，“File” 菜单主要用于文件的管理，包括文件的打开、新建等。

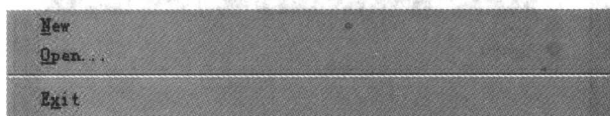


图 1-8 “File” 菜单

“File” 菜单的选项及功能如下：

- “New” 命令。新建一个空白文件，文件的类型为综合型数据库，格式为“.ddb”。
- “Open” 命令。打开并装入一个已经存在的文件，以便进行修改。
- “Exit” 命令。退出 Protel 99 SE。

2. “View” 菜单

“View” 菜单用于切换设计管理器、状态栏、命令行的打开与关闭，每项均为开关量，鼠标点击一次，其状态改变一下，如图 1-9 所示。

3. “Help” 菜单

用于打开帮助文件，如图 1-10 所示。

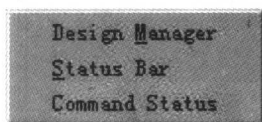


图 1-9 “View” 菜单命令

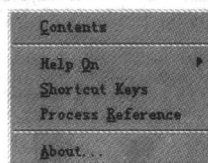


图 1-10 “Help” 菜单

1.4.2 菜单栏属性的设置

用户只要用鼠标左键双击菜单栏前的图标就会出现如图 1-11 所示的窗口，通过此窗口即可完成菜单栏属性设置。

1.4.3 Protel 99 SE 系统菜单

用户利用鼠标左键点击图标或者在面板上单击鼠标右键，就会出现如图 1-4 所示的菜单。它的主要功能是设置 Protel 99 SE 客户端的工作环境和各服务器的属性。

系统菜单的选项及功能如下：

- “Servers” 命令。它是 Protel 99 SE 的服务器设置编辑器。它管理着 Protel 99 SE 的所有服务器，包括安装、打开、停止、移走、设置安全性、属性以及观察角度等。点击该项会出现如图 1-12 所示对话框。在图 1-12 中，先使用鼠标选定服务器，然后用

鼠标点击图中图标 Menu 即可弹出命令菜单，可以实现服务器的管理和编辑。

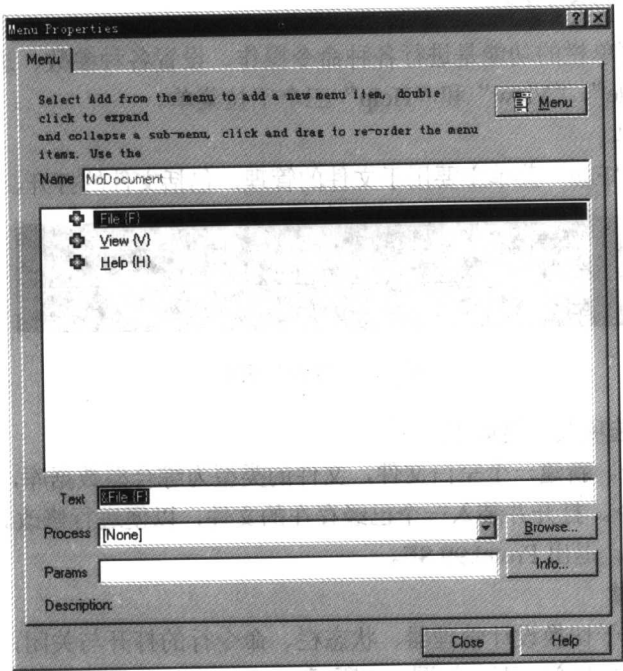


图 1-11 “Menu Properties (菜单栏属性设置)”对话框

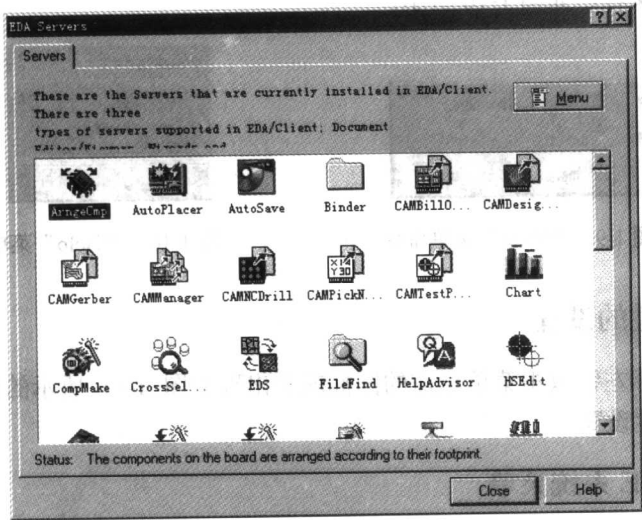


图 1-12 “EDA Servers (服务器设置)”对话框

- “Customize”命令。Protel 99 SE 是一个可定制的集成环境。在 Protel 99 SE 客户/服务器框架体系中，对于所有服务器来说，所有菜单、工具栏、快捷键都是客户端的资源，且都是设定为可修改的。点击该项后会弹出如图 1-13 所示的对话框。可以对各种资源进行创建、修改、删除等。