

高等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

电子CAD

主编 何兵 邱富军



国防工业出版社
National Defense Industry Press

高等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

电子 CAD

主 编	何 兵	邱富军	
副主编	肖 艳	侯洪政	应文博
编 者	周长宏	周 建	谢 玲

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书将 Protel 99 SE 软件、Proteus ISIS 软件、Multisim 8 软件应用整合于一体,从实用角度出发,详细介绍了电路板设计制作业内应用最广泛的 Protel 99 SE 软件在电子电路设计、仿真、制版中的应用,Proteus ISIS 软件在单片机系统设计仿真方面的应用,Multisim 8 软件在电路仿真及 PLC 控制电路仿真中的应用。后两个软件重点应用在电子、电气、机电、控制、信息、计算机等专业领域。

本书主要内容分为 3 篇,共 10 章。第一篇全面介绍了 Protel 99 SE 软件设计环境的设置、原理图设计、原理图元件库编辑、印制电路板的设计、制作元件封装以及电路仿真基础。第二篇重点介绍了 Proteus ISIS 软件在单片机仿真中的应用。第三篇重点介绍了 Multisim 8 软件在 PLC 控制系统设计仿真中的应用。

本书可以作为高职高专电子类、电气类、机电类、控制类、信息类、计算机类专业和相关培训班的电子 CAD 课程教材,也可作为从事电路设计、单片机开发、PLC 控制系统开发等技术人员和电子设计爱好者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子 CAD/何兵,邱富军主编. —北京:国防工业出版社,
2010. 7
高等职业教育机电类专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-118-06876-4

I. ①电... II. ①何... ②邱... III. ①印刷电路—计
算机辅助设计—应用软件—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TN410. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 134573 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 字数 424 千字

2010 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 34.00 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

电子 CAD 是电子、通信、计算机等专业的重要基础课。20 世纪 80 年代以来,随着电子技术、计算机技术及制造技术的飞跃发展,电子设计进入 CAD 时期,自 20 世纪 90 年代以来,我国电子行业中普遍采用 EDA 技术进行电路设计和印制电路板制作。恰逢时机,高职院校培养的高等职业电子 CAD 技术人才便填充了市场对 CAD 高级技师的需求。电子 CAD 技术现已成为衡量一名高级技师的最基本要素。

现代电子信息技术的发展,推动电子产品向多功能、高性能、高可靠性、小型化、低成本的方向发展,微电子封装、IC 设计和 IC 制造共同构成 IC 产业的三大支柱。计算机辅助设计作为一种重要的技术手段在 IC 产业中发挥了巨大的作用,已广泛应用于电子封装领域。本书主要介绍了电子 CAD 的典型软件及其典型应用,电路板设计制作以业内应用最广的 Protel 99 SE 软件为基础进行介绍,电路仿真以业内应用最广的 Multisim 8 软件为基础进行介绍,单片机仿真以业内应用最广的 Proteus 软件为基础进行介绍。本书具有如下特点:

(1) 体例新。首次将 Protel 99 SE 软件、Proteus ISIS 软件、Multisim 8 软件应用整合于一本教材,满足电子电气、机电类专业学生的学习要求。

(2) 案例导学,内容精炼。以应用为根本,结合专业电路,学习软件操作,回顾电子电路学习。

(3) 学练一体。本教材既是教材,又是实训指导书。操作案例部分解决学生上机实训无案例的烦恼。

(4) 资源丰富。给出了三个有用的附录。

本书由何兵、邱富军任主编,肖艳、侯洪政、应文博任副主编。何兵编写第 1 章~第 4 章、第 8 章,邱富军编写第 5 章~第 7 章,侯洪政编写第 9 章,肖艳编写第 10 章。应文博、周长宏、周建、谢玲参与了本书的部分编写和文字录入工作。由于本软件已有较长的使用历史,本书在编写工作中,参考了国内大量的相关教材、著作以及网络资源,同时得到泸州职业技术学院的大力支持,国防工业出版社张永生编辑也对本书的出版做了大量的工作,在此,编者团队一并深表谢意。

由于编写时间较紧,书中不妥之处在所难免,欢迎使用本书的广大师生提出宝贵意见。如有问题,请与张永生编辑联系,电子邮箱:zhangyongsheng100@163.com。

编 者

目 录

第一篇 Protel 99 SE 软件及其应用

第 1 章 Protel 99 SE 基础	1
1.1 Protel 99 SE 简介	1
1.1.1 Protel 99 SE 的功能模块	1
1.1.2 Protel 99 SE 的文件组成	1
1.2 Protel 99 SE 的基本操作	2
1.2.1 Protel 99 SE 的启动和关闭	2
1.2.2 进入 Protel 99 SE 的设计环境	3
1.2.3 Protel 99 SE 文件管理	5
1.3 Protel 99 SE 设计组管理	8
1.4 Protel 99 SE 窗口管理	11
1.4.1 Protel 99 SE 窗口界面	11
1.4.2 窗口管理	15
本章小结	17
操作案例	18
第 2 章 原理图设计环境的设置	22
2.1 窗口设置	22
2.2 图纸设置	23
2.2.1 图纸尺寸	23
2.2.2 图纸方向	24
2.2.3 图纸颜色	24
2.2.4 Options 的其余设置	24
2.2.5 栅格间距和捕捉设置	24
2.2.6 Document Options 中的系统字体的设置	25
2.3 网格和光标的设置	25
2.3.1 网格设置	26
2.3.2 光标设置	26
2.4 其他设置	26
2.4.1 文档组织	26
2.4.2 屏幕分辨率设置	27

本章小结·····	28
操作案例·····	28
第3章 原理图设计 ·····	31
3.1 原理图设计流程及示例简介·····	31
3.1.1 原理图设计流程·····	31
3.1.2 示例简介·····	31
3.2 原理图元件、元件库及元件库管理和使用·····	37
3.2.1 切换元件管理器·····	37
3.2.2 元件管理器界面·····	37
3.2.3 管理元件库·····	37
3.3 实体的放置与编辑·····	40
3.3.1 导线和总线·····	40
3.3.2 元件的放置方法·····	44
3.3.3 网络标号·····	47
3.3.4 电源与地线·····	48
3.3.5 节点与忽略 ERC 测试点·····	50
3.3.6 文字与图形·····	51
3.4 报表·····	57
3.4.1 网络表·····	57
3.4.2 元件列表·····	59
3.4.3 交叉参考表·····	62
3.4.4 网络比较表·····	63
3.4.5 ERC 表·····	65
3.5 原理图输出·····	67
本章小节·····	69
操作案例·····	69
第4章 原理图元件库编辑 ·····	77
4.1 元件库编辑器概述·····	77
4.2 新建库及添加新元件·····	78
4.3 元件库管理·····	81
本章小结·····	83
操作案例·····	84
第5章 印制电路板的设计环境及设置 ·····	87
5.1 印制电路板概述·····	87
5.1.1 印制电路板结构·····	87
5.1.2 组件封装·····	87
5.1.3 印制电路板基本结构·····	89

5.2	PCB 文件的建立和保存	89
5.2.1	新建 PCB 文件	89
5.2.2	保存方法	90
5.3	PCB 编辑器的工具栏和视图管理	91
5.3.1	PCB 编辑器的工具栏	91
5.3.2	PCB 编辑器的视图管理	91
5.4	PCB 电路的参数设置	92
5.4.1	Options 选项卡	93
5.4.2	Display 选项卡	94
5.4.3	Colors 选项卡	95
5.4.4	Show/ Hide 选项卡	96
5.4.5	Defaults 选项卡	96
5.4.6	Signal Integrity 选项卡	97
5.5	设置电路板的工作层	97
5.5.1	工作层的类型	97
5.5.2	工作层的管理及设置	99
5.5.3	工作层的参数设置	100
5.6	规划电路板和电气定义	101
5.6.1	手动规划电路板	101
5.6.2	使用向导生成电路板	102
5.7	装入元件封装库	106
5.7.1	添加元件封装库	106
5.7.2	浏览元件封装库	106
	本章小结	107
	操作案例	107
第 6 章	印制电路板的设计	109
6.1	印制电路板图设计流程及示例简介	109
6.2	元件封装的管理和使用	110
6.2.1	放置元件封装	110
6.2.2	设置元件的封装属性	110
6.2.3	PCB 浏览器的使用	112
6.3	PCB 绘图工具	112
6.3.1	绘制导线	113
6.3.2	放置焊盘	113
6.3.3	设置焊盘属性	114
6.3.4	放置过孔	115
6.3.5	放置字符串	117

6.3.6	位置坐标	117
6.3.7	放置尺寸标注	118
6.3.8	设置相对原点	119
6.3.9	放置空间定义	119
6.3.10	补泪滴设置	120
6.3.11	放置屏蔽导线	121
6.3.12	放置矩形填充	122
6.3.13	放置多边形填充	122
6.3.14	放置切分多边形	123
6.4	手工布局	123
6.4.1	选取元件	123
6.4.2	点取实体及编辑	124
6.4.3	移动元件	124
6.4.4	旋转元件	124
6.4.5	排列元件	124
6.4.6	元件的复制、剪切、粘贴与删除	125
6.4.7	编辑技巧	126
6.5	手工布线	127
6.5.1	布导线	127
6.5.2	移动导线	128
6.5.3	删除印制导线	128
6.5.4	导线的属性修改	128
6.6	自动布局	129
6.6.1	装入网络表	129
6.6.2	设置自动布局设计规则	130
6.6.3	自动布局	130
6.7	自动布线	131
6.7.1	设置自动布线规则	131
6.7.2	自动布线	135
6.7.3	手工调整布线	136
6.7.4	增加引线端	136
6.7.5	保护预布线	136
6.8	PCB 的三维显示	136
6.9	设计规则检查	136
6.10	生成 PCB 报表	138
6.10.1	生成引脚报表	138
6.10.2	生成电路板信息报表	138

6.10.3	生成元件报表	139
6.10.4	生成设计层次报表	141
6.10.5	生成网络状态报表	141
6.10.6	生成 NC 钻孔报表	141
6.10.7	生成插值文件	144
6.10.8	测量两点间的距离	144
6.10.9	测量两个元件的距离	145
6.11	PCB 打印输出	145
6.11.1	设置打印机	145
6.11.2	打印输出	146
	本章小结	146
	操作案例	147
第 7 章	制作元件封装	151
7.1	启动 PCB 元件封装编辑器及概述	151
7.2	创建新的元件封装	152
7.2.1	元件封装参数设置	152
7.2.2	手工创建新的元件封装	153
7.2.3	利用向导创建新的元件封装	154
7.3	PCB 元件封装管理	157
7.3.1	浏览元件封装	157
7.3.2	添加元件封装	157
7.3.3	删除元件封装	158
7.3.4	放置元件封装	158
7.3.5	编辑元件封装引脚焊盘	159
7.3.6	设置信号层的颜色	159
7.4	创建项目元件封装库	160
	本章小结	161
	操作案例	161
第 8 章	电路仿真基础	162
8.1	SIM 99 仿真简介及设计流程	162
8.1.1	SIM 99 仿真简介	162
8.1.2	仿真原理图设计流程	162
8.1.3	仿真原理图设计步骤	162
8.2	SIM 99 仿真库的主要元件	163
8.2.1	仿真库 Sim. ddb 元件列表	163
8.2.2	SIM 99 中的主要元件示例	164
8.3	SIM 99 仿真库中的激励源	166

8.4	SIM 99 仿真器设置	169
8.4.1	初始状态的设置	169
8.4.2	仿真设置	170
8.5	SIM 99 仿真示例	172
8.5.1	仿真设计原理图	172
8.5.2	仿真及结果分析	172
	本章小结	181
	操作案例	181

第二篇 Proteus ISIS 软件及其应用

第9章	Proteus ISIS 基础及应用	186
9.1	Proteus ISIS 软件简介	186
9.2	Proteus ISIS 原理图纸输入	186
9.3	Proteus ISIS 单片机仿真	194
9.3.1	Proteus ISIS 中输入单片机电路	194
9.3.2	在 Proteus ISIS 中进行单片机软件编程	197
9.3.3	系统调试	198
9.3.4	Proteus 与 Keil 软件联合调试	198
	本章小结	205
	操作案例	205

第三篇 Multisim 8 软件及其应用

第10章	Multisim 8 基础及应用	219
10.1	Multisim 8 软件简介	219
10.1.1	Multisim 8 的功能特点	219
10.1.2	Multisim 8 使用简介	220
10.1.3	Multisim 8 的主窗口界面	220
10.2	Multisim 8 虚拟仪器与仿真分析	224
10.2.1	虚拟仪器简介	224
10.2.2	虚拟仪器的应用	224
10.2.3	虚拟仪器分类	224
10.3	Multisim 8 仿真	231
10.3.1	Multisim 8 在电工基础中的应用	231
10.3.2	Multisim 8 在模拟电子技术中的应用	234
10.3.3	Multisim 8 在数字电子技术中的应用	249
10.3.4	Multisim 8 在继电器逻辑和 PLC 中的应用	260
	本章小结	267

操作案例	268
附录 A Protel 99 SE 原理图中的常用元件	272
附录 B Protel 99 SE 常用元件的封装图形	276
附录 C Protel 99 SE 快捷键	284
参考文献	286

第一篇 Protel 99 SE 软件及其应用

第 1 章 Protel 99 SE 基础

1.1 Protel 99 SE 简介

Protel 99 SE 是集电路原理图设计与绘制、印制电路板设计、电路信号仿真、可编程逻辑器件设计的电路 CAD 软件。它具有强大的设计能力、复杂的生产工艺和设计过程管理能力，可以完成电子产品从概念设计到生产数据的全过程，其间可以进行分析、仿真及其验证，是集成一体化的电路设计和开发环境。

1.1.1 Protel 99 SE 的功能模块

Protel 99 SE 主要由两大部分、六个模块组成。两大部分为电路设计部分、电路仿真与 PLD 部分。六个模块具体如下：

- (1) 原理图设计 Advanced Schematic 99 SE。
- (2) 电路板设计 Advanced PCB 99 SE。
- (3) PCB 自动布线 Advanced Route 99 SE。
- (4) 可编程逻辑器设计 Advanced PLD 99 SE。
- (5) 电路原理图仿真 Advanced SIM 99 SE。
- (6) 信号完整性分析 Advanced Integrity 99 SE。

1.1.2 Protel 99 SE 的文件组成

Protel 99 SE 安装完成后，系统将在用户指定的安装目录下创建几个文件夹，其中主应用程序文件 client99.exe 就放在安装目录下。表 1-1 为安装目录下的其他文件夹情况。

表 1-1 Protel 99 SE 的文件夹结构

文件夹名称	存放文件说明
Backup	存放被修改的文档备份
Examples	存放 Protel 99 SE 附带的案例
Help	存放 Protel 99 SE 的帮助文件
Library	该文件夹下有五个文件夹：PCB、PLD、SCH、SignalIntegrity 和 SIM，分别存放在 PCB 库文件、PLD 库文件、原理图文件、信号完整性库文件和仿真库文件中
System	存放 Protel 各服务器程序文件

由于 Protel 99 SE 引进设计数据库，所有的设计文档都放在设计数据库文件中。这些文档在数据库中仍然是一个独立的文件，可以通过文件的扩展名进行区分。Protel 99 SE 中各种报表都是文本文件，如表 1-2 所列。

表 1-2 Protel 99 SE 的文件类型及其说明

文件扩展名	文件类型说明	文件扩展名	文件类型说明
.abk	自动备份文件	.prj	项目文件
.ddb	设计数据库文件	.txt	文本文件
.pcb	印制电路板文件	.rep	生成的报告文件
.sch	原理图文件	.erc	电气规则测试文件
.lib	元件库文件	.xls	元件列表文件
.net	网络表文件	.xrf	交叉参考列表文件

1.2 Protel 99 SE 的基本操作

1.2.1 Protel 99 SE 的启动和关闭

启动 Protel 99 SE 的方法有以下三种。

- (1) 方法一：双击其桌面快捷方式图标。
- (2) 方法二：单击“开始/所有程序/Protel 99 SE/Protel 99 SE”启动，如图 1-1 所示。

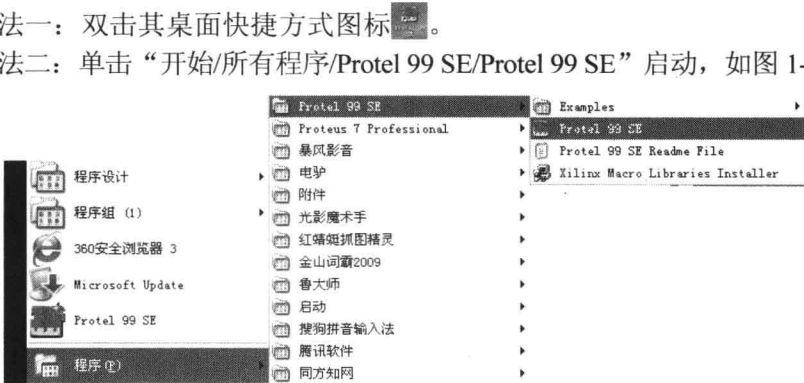


图 1-1 启动方法二

- (3) 方法三：单击“开始/Protel 99 SE/Protel 99 SE”启动，如图 1-2 所示。Protel 99 SE 启动后界面如图 1-3 所示。

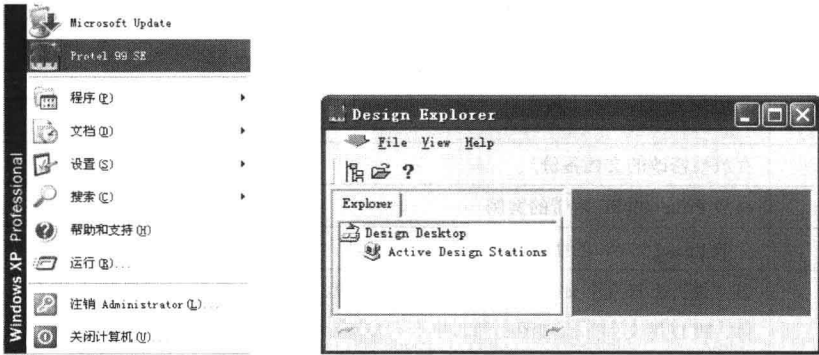


图 1-2 启动方法三

图 1-3 Protel 99 SE 启动后界面

关闭Protel 99 SE的方法也有以下三种。

(1) 方法一：选择“File/Exit”退出程序，如图 1-4 所示。

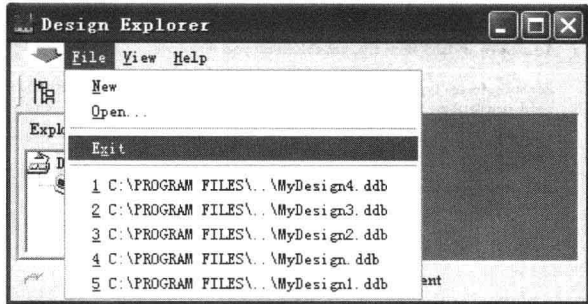


图 1-4 关闭方法一

(2) 方法二：单击主窗口标题栏中的“关闭”按钮，或直接双击“系统菜单”，退出程序，如图 1-5 所示。

(3) 方法三：按下“Alt+F4”键退出。如果修改了文档而没有保存，则程序在退出时会出现一个对话框，询问是否保存文件，若要保存，单击“Yes”按钮；若不保存，单击“No”按钮；若退出，则单击“Cancel”按钮，如图1-6所示。

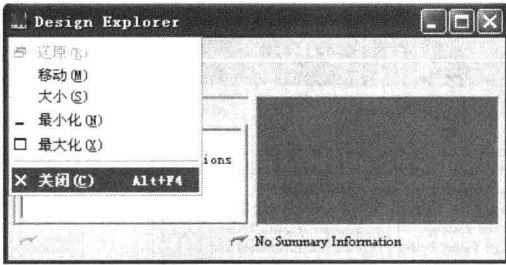


图 1-5 关闭方法二

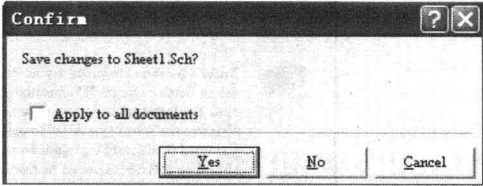


图 1-6 退出时的“询问”对话框

1.2.2 进入 Protel 99 SE 的设计环境

启动 Protel 99 SE 后，系统并没有进入设计环境，此时，可以单击“File”菜单中的“New”命令，系统将弹出如图 1-7 所示的 Protel 99 SE 建立新设计数据库的文件路径选项卡。下面分别予以介绍。

1. Design Storage Type(设计的保存类型)

在选择卡右侧的下拉按钮中有“MS Access Database”选项和“Windows File System”选项。

(1) “MS Access Database”选项。设计过程的全部数据均存储在单一的数据库中，即所有的原理图、PCB 文件、网络表、材料清单等都保存在一个扩展名为.ddb 的文件中。

(2) “Windows File System”选项。在对话框底部指定的硬盘位置建立一个数据库的文件夹，所有的文件都被自动地保存在该文件夹中，可以直接在资源管理器中对数据库的设计文件进行复制、粘贴等操作，但是不支持 Design Team 特性。

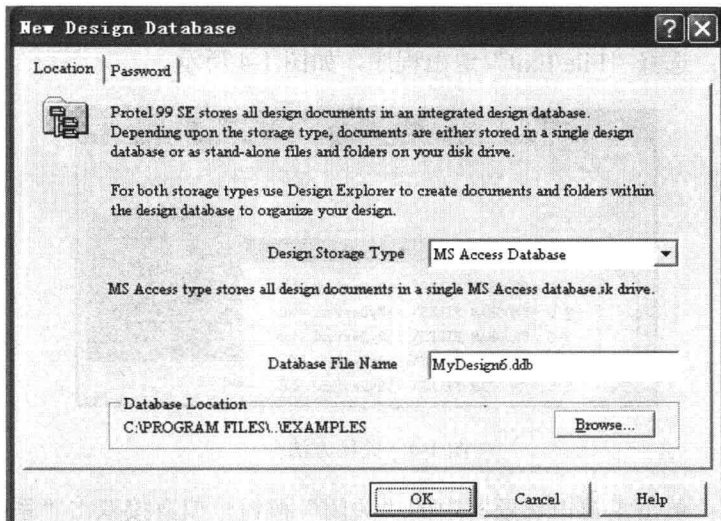


图 1-7 新建设计数据库对话框

如果选择“MS Access Database”类型，将在对话框中增加一个“Password” (密码设置)选项卡，如图 1-8 所示。选择“YES”则可以设置数据库密码，但是，用户必须记住自己设置的密码，否则将不能打开设计文件数据库。

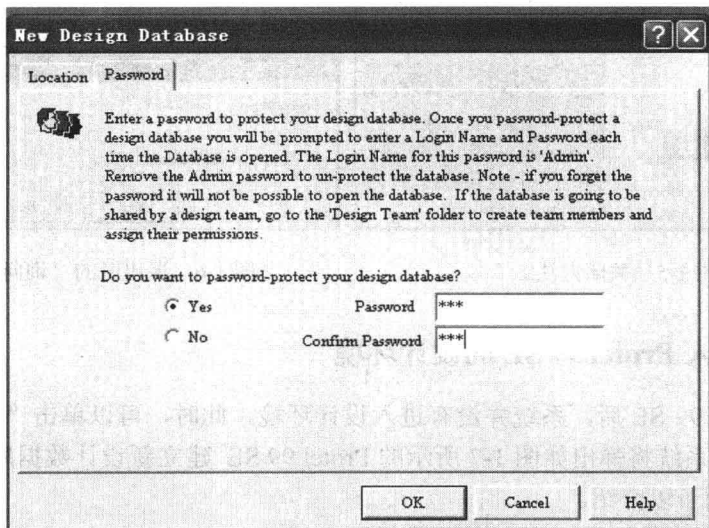


图 1-8 文件密码设置选项卡

若选择“Windows File System”，则没有“Password”选项卡。

2. Database File Name(数据库文件名)

在编辑框中输入所设计的电路图的数据库名，文件名的后缀为“.ddb”。

3. 改变数据库文件保存路径

如果想改变数据库文件所在的目录，可以单击“Browse”按钮，系统将弹出图 1-9 所示的文件另存对话框，完成保存路径设置。

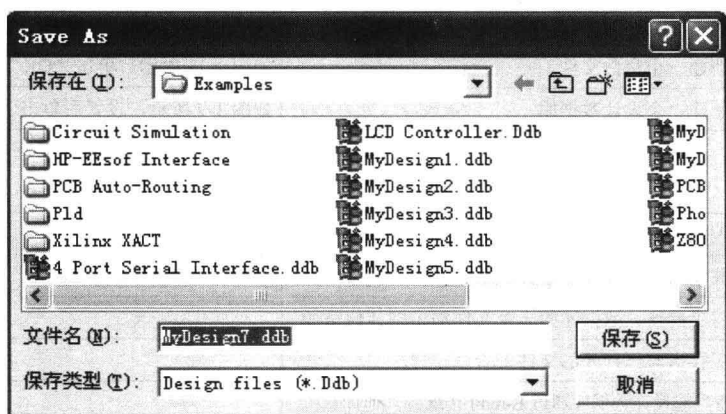


图 1-9 文件另存对话框

完成文件名的输入后，单击“OK”按钮，完成设计数据库的创建工作，进入图 1-10 所示的设计环境。

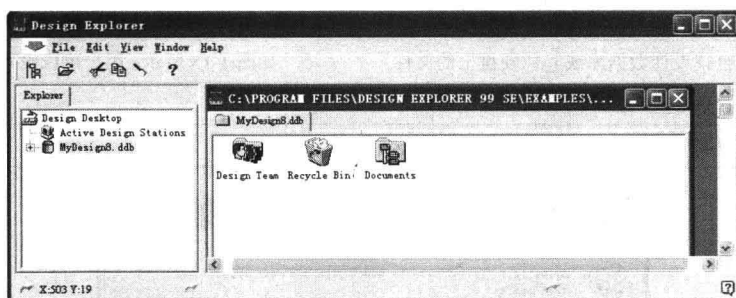


图 1-10 Protel 99 SE 设计环境

新的设计数据库创建后处于打开状态，同时创建三个设计组文件夹，即“Design Team”设计团队、“Recycle Bin”回收站、“Documents”文档，其中“Design Team”包含“Members”、“Permission”、“Sessions”。“Members”包含能够访问该设计数据库的成员列表，“Permission”包含各成员的权限列表，“Sessions”包含处于打开状态的属于该设计数据库的文档或文件夹的窗口名称列表。

“Recycle Bin”用于存放临时删除的文档。

“Documents”用于存放一些说明性的文档。

1.2.3 Protel 99 SE 文件管理

在建立一个新的设计数据库后，用户还没有进入具体的设计操作界面时，Protel 99 SE 的各菜单进行各种文件命令操作，设置视图的显示方式以及编辑操作，如图 1-10 所示。

1. 文件管理

Protel 99 SE 的文件菜单如表 1-3 所列。

表 1-3 Protel 99 SE 的文件菜单

菜单名	功 能	说 明
New	新建一个空白文件	如图 1-11 所示，单击“OK”按钮完成
New Design	新建一个设计数据库	如图 1-7 所示，设置后单击“OK”按钮完成
Open	打开已存在的设计数据库	如图 1-12 所示，选取文件后单击“打开”按钮即可
Close	关闭当前已打开的设计文件	
Close Design	关闭当前已打开的设计数据库	在退出设计环境时进行
Export	将当前设计数据库的一个文件输出到其他路径	
Save All	保存当前已打开的文件	
Send By Mail	将当前设计数据库通过 E-mail 传送到其他计算机	
Import	将其他文件导入到当前设计库	如图 1-13 所示，选取文件后单击“打开”按钮即可
Import Project	导入一个已经存在的数据库到当前的设计平台中	如图 1-14 所示，选取文件后单击“打开”按钮即可
Link Document	连接其他类型的文件到当前的设计库中	将其他文档的快捷方式连接到本地设计
Find Files	查找设计数据库或其他硬盘上的文件	如图 1-15 所示，用户可以设置不同的查找方式
Properties	管理当前数据库的属性	
Exit	退出 Protel 99 SE 系统	

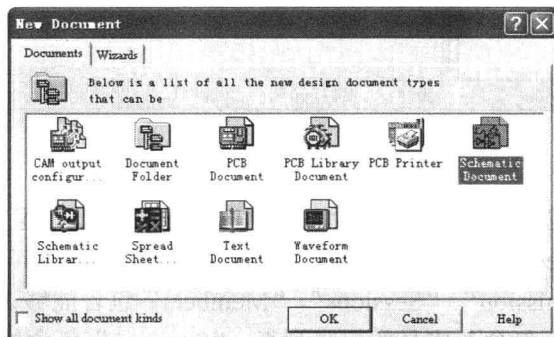


图 1-11 建立新的设计文档

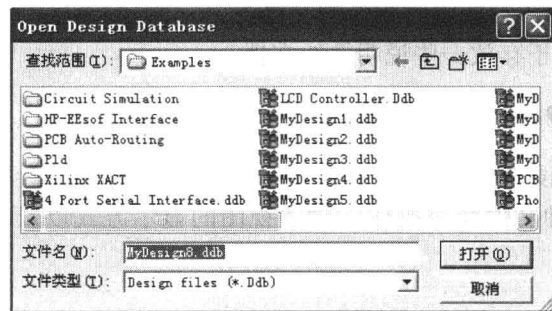


图 1-12 打开已存在的设计数据库