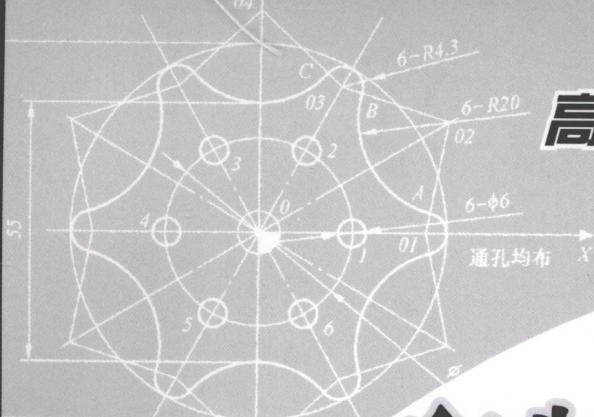
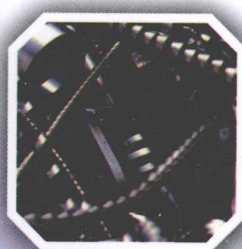


高职高专机电类规划教材



Protel印制电路板设计 实用教程

■ 周忠 王聪 主编 张群慧 童欣 何忠悦 马佳 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专机电类规划教材

Protel 印制电路板设计实用教程

周 忠 王 聪 主编

张群慧 童 欣 何忠悦 马 佳 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

Protel印制电路板设计实用教程 / 周忠, 王聪主编.

-- 北京: 人民邮电出版社, 2010.9

高职高专机电类规划教材

ISBN 978-7-115-23360-8

I. ①P… II. ①周… ②王… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel—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146398号

内 容 提 要

本书依据劳动和社会保障部全国计算机信息高新技术考试计算机辅助设计(Protel 平台)电子绘图员认证考试大纲的要求编写, 将考试知识点分布到各章节中。全书分为5章, 主要内容包括电子线路原理图绘制、检错、报表生成, PCB设计、元件封装库编辑、自动布线, PCB制作工艺流程。

本书可以作为高等职业院校机电一体化、电气自动化、通信电子类专业的教材或参考书, 也可作为相关企业技术人员的自学读物。

高职高专机电类规划教材

Protel 印制电路板设计实用教程

-
- ◆ 主 编 周 忠 王 聪
副 主 编 张群慧 童 欣 何忠悦 马 佳
责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 9.5 2010年9月第1版
字数: 229千字 2010年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-23360-8

定价: 19.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

Protel 是 Protel 公司在 20 世纪 80 年代末推出的 EDA 软件,也是电子设计者的首选软件,在国内的普及率很高,很多院校的电子专业开设了此课程,几乎所有的电子公司都要用到它,许多大公司在招聘电子设计人才时常要求会使用 Protel。Protel 99SE 是 Protel 家族中目前最稳定的版本,它功能强大,采用*.DDB 数据库格式保存文件,所有与同一工程相关的 Sch、PCB 等文件都可以在同一*.DDB 数据库中并存,非常科学,有利于集体开发和文件的有效管理。

本书的特点是简单易懂,实用性强,理论与实训紧密结合,内容与全国计算机信息高新技术考试计算机辅助设计(Protel 平台)职业技能鉴定对接。全书按照考试知识点的要求,介绍了 Protel 99SE 的各种基本功能和应用技巧。全书内容从简单到复杂,由浅入深,按照产品设计和生产的完整流程进行布局,通过具体项目实例,详细介绍了利用 Protel 99SE 软件进行电路原理图设计、电路原理图元件制作、印制电路板元件制作和印制电路板设计以及印制电路板制作的工艺流程等内容。本书通过对实际产品 PCB 的解剖和仿制,突出案例的实用性、综合性和先进性,使读者能迅速掌握软件的基本应用,具备 PCB 的设计和制作能力。每章后均配备了详细的实训项目,内容包括电子线路原理图绘制、原理图检错及报表生成、流水灯双面板的 PCB 设计(初步)、流水灯双面板的 PCB 设计(进阶)、流水灯双面板的 PCB 手工制作等,便于读者操作练习。

本书由王聪、童欣、张群慧、胡继荣、何忠悦和马佳负责编写,由王聪统稿。周忠审阅了全稿,并提出了很多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。参加本书编写的作者还有张金菊、李莹、崔莉、楚佳、何一芥。

本书可作为高等职业院校机电类、电气电子类、通信类、计算机类等专业的教材,也可作为职业技术教育、技术培训以及从事电子产品设计与开发的工程技术人员学习 PCB 设计的参考书。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有不当和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2010 年 6 月

目 录

第 1 章 电子线路原理图绘制	1
1.1 Protel 99SE 简介	1
1.2 Protel 99SE 的简单操作	2
1.3 原理图设计环境的设置	10
1.4 原理图设计	14
1.5 原理图元件库的使用	19
1.6 原理图元件的创建	22
实训一 流水灯原理图的绘制	31
习题	36
第 2 章 原理图检错及报表生成	37
2.1 原理图的 ERC 检错	37
2.2 打印前的设置	39
2.3 打印	41
2.4 报表建立与输出	41
实训二 电路编辑	43
习题	48
第 3 章 流水灯双面板的 PCB 设计 (一)	49
3.1 了解 PCB (印制电路板)	49
3.2 设置 PCB 环境	51
3.3 加载、制作元件封装	65
实训三 流水灯元件库制作	66
习题	73
第 4 章 流水灯双面板的 PCB 设计 (二)	75
4.1 了解 PCB 专用名词	75
4.2 设置 PCB 环境	76
4.3 规划电路板	76
4.4 元件封装库的装入	78
4.5 网络表文件的导入	79
4.6 元件布局操作	81
4.7 元件布线操作	89

4.8 PCB 报表输出	107
4.9 CAM 文件的输出	107
实训四 流水灯双面 PCB 板制作	109
习题	110
第 5 章 流水灯双面板的 PCB 制作 (手工)	111
5.1 单/双面 PCB 板制作工艺简介	111
5.2 PCB 的打印输出	112
5.3 流水灯双面板的 PCB 制作 (手工) 工序	115
实训五 流水灯双面板的 PCB 制作 (手工)	139
习题	142
附录一 计算机信息高新技术考试计算机辅助设计 (Protel 平台) 绘图员级考试大纲	143
附录二 全国计算机信息高新技术考试计算机辅助设计 (Protel 平台) 绘图员级考试评分点	145

第 1 章 电子线路原理图绘制

本章要点:

1. 掌握 Protel 99SE 软件和文件管理的简单操作;
2. 掌握原理图环境设计;
3. 掌握 Protel 99SE 元件符号库的操作;
4. 能绘制简单电路原理图。

1.1 Protel 99SE 简介

美国 ACCEL Technologies 公司于 1988 年推出了当时非常受欢迎的电子线路 CAD 软件包——TANGO, 它具有操作方便、易学、实用、高效的特点。但对于越来越复杂的电子线路, TANGO 软件的局限性也越来越明显。为此, 澳大利亚 Protel Technology 公司推出了 Protel CAD 软件, 作为 TANGO 的升级版本。Protel 上市后迅速取代了 TANGO, 成为当时影响最大、用户最多的电子线路 CAD 软件包之一。

但早期的 Protel 均属于 DOS 应用程序, 只能通过键盘命令完成相应的操作, 操作起来并不方便。随着 Windows 95/98 的普及, Protel Technology 公司先后推出了 Protel for Windows 1.0、1.5、2.0、3.0 等多个版本, 1998 年推出了全 32 位软件的 Protel 98, 1999 年又先后推出了 Protel 99、Protel 99 Service Pack1、Protel 99SE 等版本。Protel 99/99SE 功能很强, 将电路原理图编辑、Sim、PLD 设计及 PCB 设计等功能融合在一起, 从而实现了电子设计自动化 (EDA)。Protel 99/99SE 具有 Windows 应用程序的一切特性, 在 Protel 99/99SE 中, 引入了操作“对象”属性概念, 使所有“对象”具有相同或相似的操作方式, 实现了电子线路 CAD 软件所期望的“简单、方便、易学、实用、高效”的操作要求。

Protel 99SE 具有以下特点。

- ① 将 (Schematic Edit)、(PCB)、PLD 设计、(Route)、(Sim) 等功能有机地结合在一起, 是真正意义上的 EDA 软件, 智能化、自动化程度高。
- ② 支持层次电路设计, 能够完成大型、复杂的电路设计。
- ③ 可以直接对原理图中的电路进行仿真测试。(元件来自仿真元件库时)
- ④ 提供 ERC (电气法则检查) 和 DRC (设计规则检查), 最大限度地减少设计差错。

⑤ 库元件的管理、编辑功能完善，操作非常方便。

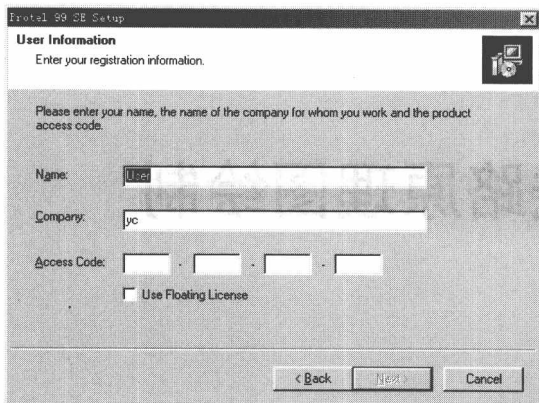


图 1-1 安装对话框

“Floating License”复选框。

⑥ 全面兼容 TANGO 及低版本 Protel 建立的文件，并提供了与 OrCAD 格式文件转换功能。

⑦ Sch 和 PCB 之间有动态链接功能，保证了原理图与印制板的一致性，以便相互检查、校验。

⑧ 具有连续操作功能，可以快速地放置同类型元件、连线等。

Protel 99SE 安装及卸载的方法和普通软件类似，但要注意，当安装进行到如图 1-1 所示对话框时，不要勾选最下面的“Use

1.2 Protel 99SE 的简单操作

1. Protel 99SE 的启动和关闭

Protel 99SE 的启动方法有以下两种。

① 单击任务栏上的“开始”按钮，在弹出的“开始”菜单中单击 Protel 99SE 菜单命令。

② 直接在桌面上双击 Protel 99SE 图标。

启动主应用程序之后，系统即可进入如图 1-2 所示的设计主窗口。

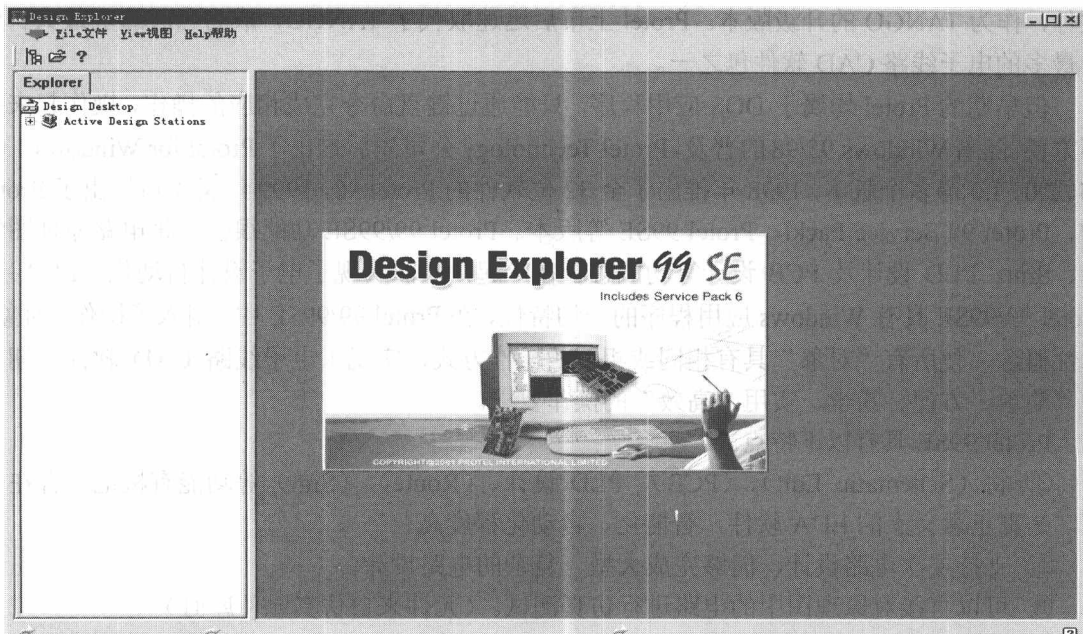


图 1-2 设计主窗口

关闭 Protel 99SE 主程序的方法如下。

- ① 选择“File”菜单，然后在弹出的下拉菜单中选择“Exit”菜单命令。
- ② 单击主窗口标题栏上的“退出”按钮。
- ③ 按下“Alt+F4”组合键。

在退出 Protel 99 主程序时，如果修改了文档而没有保存，则会出现一个对话框，询问用户是否保存文件。如果要保存文件，单击“Yes”按钮；如果不想保存文件，单击“No”按钮；如果想退出操作，单击“Cancel”按钮。

2. Protel 99SE 的设计环境

启动 Protel 99SE 系统将进入设计环境中，单击“File”菜单上的“New...”命令，系统弹出如图 1-3 所示的建立新数据库和文件路径设置选项卡。

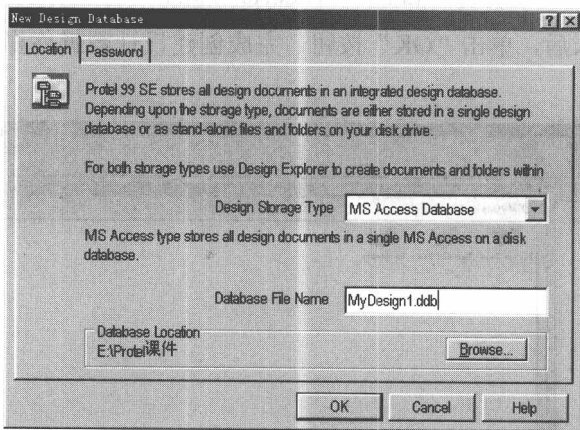


图 1-3 建立新数据库和文件路径设置选项卡

- **Design Storage Type (设计保存类型)**：在其右侧的下拉列表框中有“MS Access Database”和“Windows File System”选项。若选择“MS Access Database”选项，设计过程的全部文件都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.ddb 文件中，在资源管理器中只能看到唯一的.ddb 文件。若选择“Windows File System”选项，系统将在对话框指定的硬盘位置建立一个数据库的文件夹，所有文件都被自动保存在文件夹中。

如果选择“MS Access Database”选项，对话框将增加一个“Password (密码)”选项卡，如图 1-4 所示。如果想设置密码，可以单击如图 1-4 所示对话框中的“Password”选项卡，然后选中“Yes”单选按钮，并且在右边的“Password”和“Confirm Password (确认密码)”编辑框中输入相同的密码，如图 1-4 所示，即可完成设置。注意必须记住所设置的密码，否则将打不开所设计的文件数据库。如果选择“Windows File System”选项，则没有该选项卡。

- **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”。

- **Database Location (改变数据库文件保存目录)**：如果想改变数据库文件所在的目录，可以单击“Browse”按钮，系统将弹出文件另存对话框，此时用户可以设定数据库文件所在的路径。

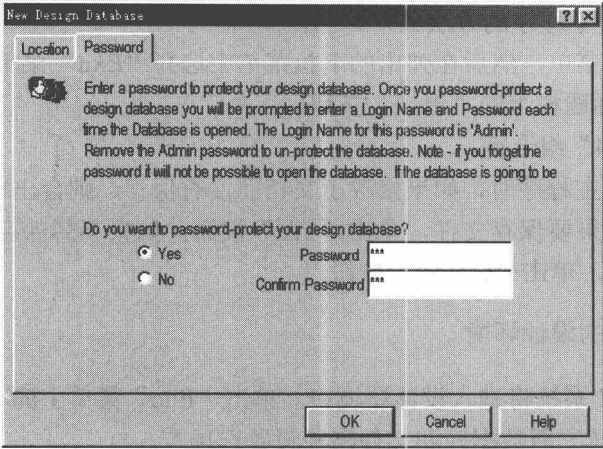


图 1-4 “Password”选项卡

完成文件名的输入后，单击“OK”按钮，完成创建设计数据库操作，进入如图 1-5 所示设计环境。

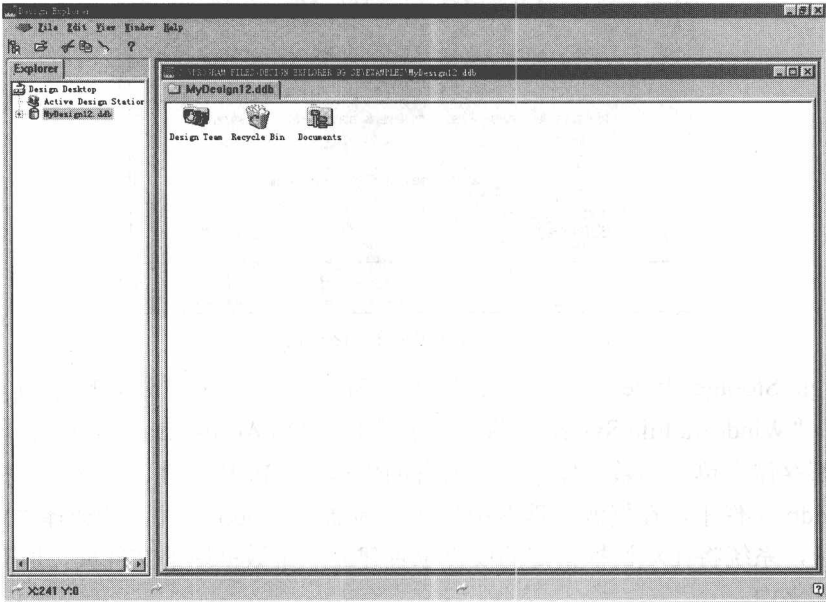


图 1-5 设计环境

新设计的数据库在创建之后处于打开状态，同时被创建的还有一个设计组文件夹、回收站和一个 Documents 文件夹。设计组文件夹用于存放权限数据，包括 3 个子文件夹：**Members** 文件夹包含能够访问该设计数据库的成员列表；**Permission** 文件夹包含各成员的权限列表；**Sessions** 文件夹包含处于打开状态的属于该设计数据库的文档或者文件夹的窗口名称列表。回收站用于存放临时性删除的文档。**Documents** 文件夹一般用于存放一些说明性的文档。

3. Protel 99SE 的文件管理

(1) 文件管理

通过“File”菜单的各命令来实现文件管理，如图 1-6 所示。

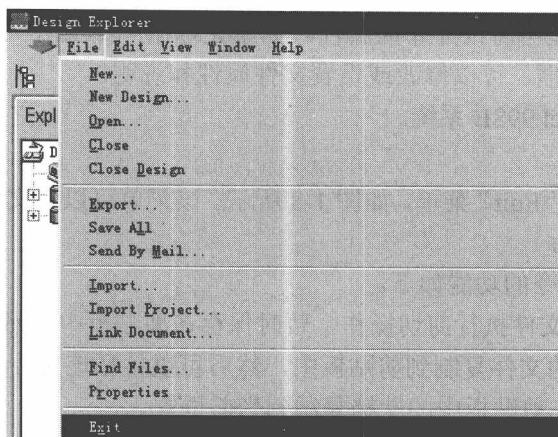


图 1-6 “File” 菜单

“File” 菜单中各命令的功能如下。

- **New:** 新建一个空白文件，选取此菜单命令，在弹出的如图 1-7 所示的对话框中，选择需建立的文档类型，然后单击“OK”按钮即可。

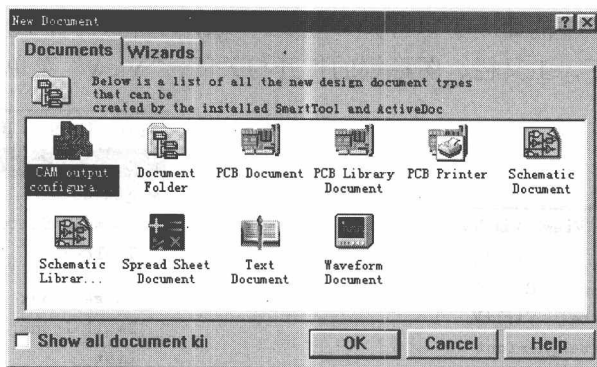


图 1-7 建立新文档对话框

- **New Design:** 新建立一个设计库，所有的设计文件将在这个设计库中统一进行管理，该命令与用户还没有创建数据库前的“New...”命令执行过程一致。
- **Open:** 打开已存在的设计库。执行该命令后，系统将弹出对话框，可以选择需要打开的文件对象或设计数据库。
- **Close:** 关闭当前已经打开的设计文件。
- **Close Design:** 关闭当前已经打开的设计库。
- **Export:** 将当前设计库中的一个文件输出到其他路径。
- **Save All:** 保存当前所有已打开的文件。
- **Send By Mail:** 选择该命令后，可以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，成为当前设计库中的一个文件。
- **Import Project:** 执行该命令后，可以导入一个已经存在的设计数据库到当前设计平台中。
- **Link Document:** 连接其他类型的文件到当设计库中。
- **Find Files:** 可以用来查找设计数据库中或硬盘驱动器上的其他文件，用户可以设置各种不同的查找方式。

• **Properties:** 管理当前设计库的属性。如果先选中一个文件夹，再执行该命令，则系统将弹出文件属性对话框，可以修改或设置文件属性和说明。

• **Exit:** 退出 Protel 99SE 系统。

(2) 文件编辑

文件编辑命令位于“Edit”菜单，如图 1-8 所示。该菜单可以对文件对象进行复制、剪切、粘贴、删除等编辑操作。

“Edit”菜单中各命令的功能如下。

• **Cut:** 对选中的文件执行剪切操作，暂时保存在剪贴板中，然后可以粘贴该文件。

• **Copy:** 将选中的文件复制到剪贴板中，然后可以粘贴该文件。

• **Paste:** 将保存在剪贴板中的文档复制到当前位置。

• **Paste Shortcut:** 将剪贴板中文档的快捷方式复制到当前位置。

• **Delete:** 删除当前选中的文档，如果执行该命令，系统会打开一个对话框提示用户是否真的删除该文件。

• **Rename:** 重命名当前选中的文件，执行该命令，选中的文件名可以编辑修改。

(3) 文件操作工具

通过“View”菜单中的命令可以打开一些文件操作工具和查看工具，也可以实现设计管理器、状态栏、命令行、工具栏、图标等的打开与关闭，“View”菜单如图 1-9 所示。

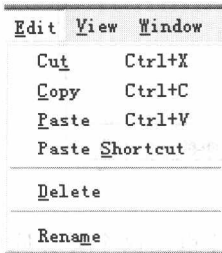


图 1-8 “Edit”菜单

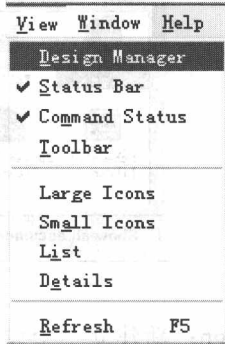


图 1-9 “View”菜单

“View”菜单中各命令的功能如下。

• **Design Manager:** 设计管理器的打开与关闭。如果当前设计管理器处于关闭状态，则执行该命令为打开设计管理器。反之为关闭。

打开设计管理器也可以使用鼠标单击主工具栏左边的按钮来实现。

• **Status Bar:** 状态栏的显示与关闭。执行该命令后，可以在设计界面的下方显示或关闭状态栏。状态栏一般显示设计过程操作点的坐标位置等。

• **Command Status:** 命令状态的显示与关闭。执行该命令，可以在设计界面的下方显示或关闭命令状态。命令状态显示当前命令的执行情况。

• **Large Icons:** 显示大图标。执行该命令后，显示当前文件图标为大图标。

• **Small Icons:** 显示小图标。执行该命令后，显示当前文件图标为小图标。

• **List:** 显示文件为列表状态。执行该命令后，将以列表状态显示当前设计数据库中的文档。

- **Details:** 详细显示文件的状态。执行该命令后, 将详细显示设计数据库中的文件状态, 包括文件名、文件大小、文件类型、修改日期等属性。
- **Refresh:** 刷新当前设数据库中的文件状态。也可以直接按“F5”键激活该命令。

4. Protel 99SE 的窗口管理

Protel 99SE 主窗口由标题栏、菜单栏、工具栏、设计器窗口、设计管理器、浏览管理器、状态栏、命令指示栏等组成, 如图 1-10 所示。现介绍如下。

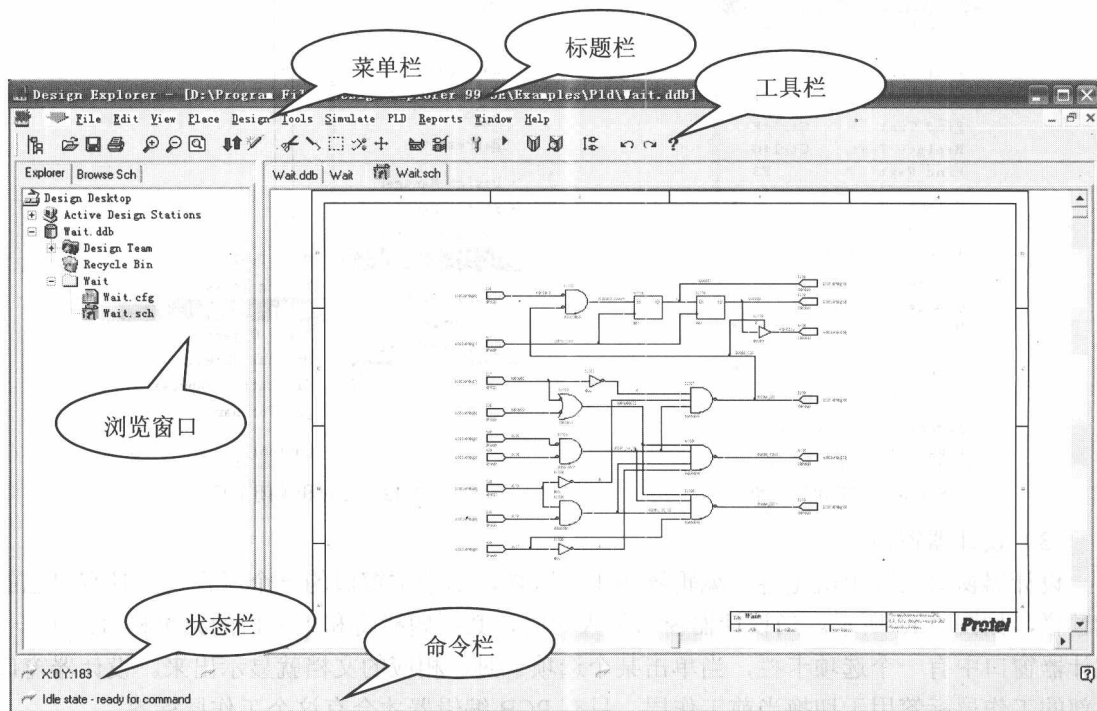


图 1-10 Protel 99SE 主窗口

(1) 菜单栏

菜单栏随着各个编辑器的打开有相当大的区别。单击菜单命令所在的菜单名称(如 Edit), 然后在弹出的下拉菜单中选择需要运行的菜单命令即可。

除了使用鼠标执行菜单命令外, 也可以使用键盘来实现。从图 1-11 可以看到, 在每一个菜单名称中都有一个带下划线的字母, 这个字母就是相应菜单的热键, 只要同时按下“Alt”键和该字母键, 就会弹出相应的下拉菜单。另外, 菜单中的每一个菜单命令名称一般也都有一个带下划线的字母, 这个字母就是该菜单命令的热键, 只要在弹出相应的下拉菜单后, 按下该字母键, 即可运行相应的菜单命令。

(2) 工具栏

工具栏主要是为了方便用户的操作而设计的, 一些菜单命令的运行都可以通过工具栏按钮来实现。当将鼠标指针移动到某个命令按钮上面并停留片刻时, 屏幕上就会出现该命令按钮的简单提示。

调出的工具栏一般处于浮动状态, 单击右上角的“退出”按钮可以关闭该工具栏。关闭

之后如果想再打开，可以执行“View”菜单下“Toolbars”子菜单中相应的菜单命令，如图 1-12 所示。

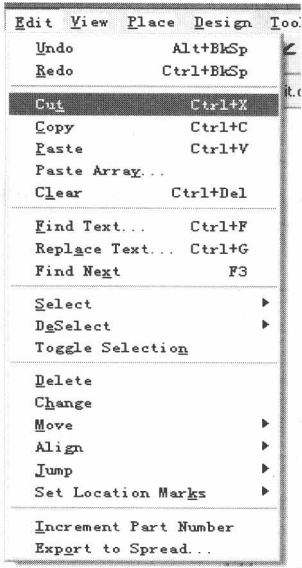


图 1-11 “Edit” 菜单

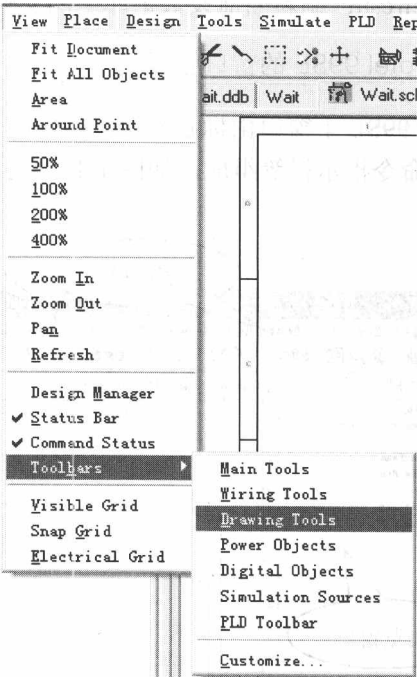


图 1-12 打开和关闭工具栏

(3) 设计器窗口

设计器窗口实际上就是各个编辑器的工作区域，属于主窗口的一个子窗口，具有自己的标题栏，如图 1-13 所示。当设计器窗口最大化时，其标题栏将与主窗口的菜单栏合二为一，设计器窗口中有一个选项卡栏，当单击某个选项卡时，相应的文档就显示出来。设计器窗口底部的工作层标签用于切换当前工作层，只有 PCB 编辑器才会有这个工作层标签。

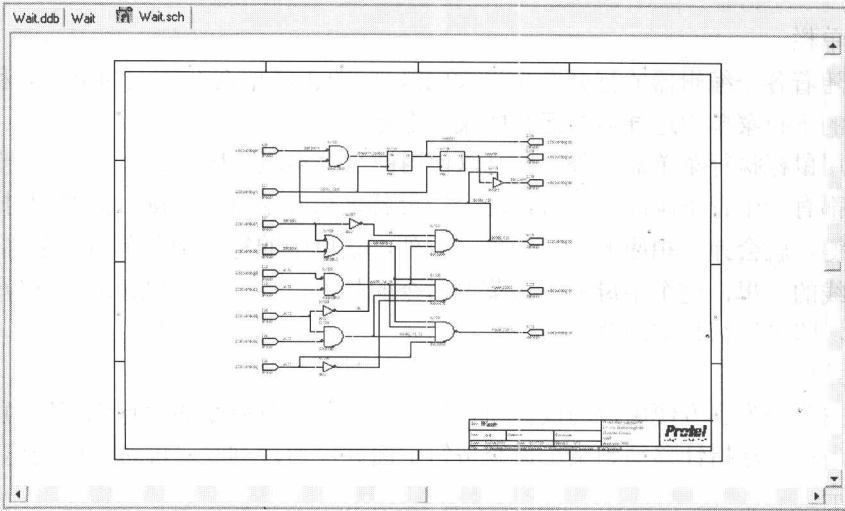


图 1-13 设计器窗口

(4) 文档管理器

文档管理器用于管理设计数据库文件,如图 1-14 所示。它与浏览管理器占据同一个窗口区域,都属于设计管理器。在文档管理器中,只要双击一个文档,在设计窗口中就会打开相应的编辑器对该文档进行编辑。如果某个文档已经处于打开状态,则只需在文档管理器中单击该文档,就可以直接调出相应的编辑器。

(5) 浏览管理器

在设计管理器中单击顶部的“Browse Sch”或“Browse PCB”选项卡,可以打开浏览管理器,如图 1-15 所示。在设计较大的电路时,可以单击主工具栏左边的  按钮来关闭或者显示文档和浏览这两个管理器。

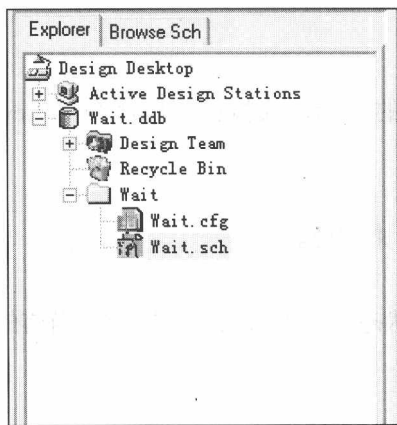


图 1-14 文档管理器

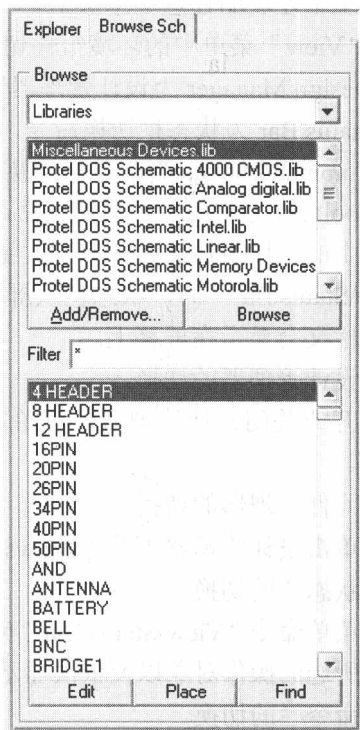


图 1-15 浏览管理器

(6) 状态栏和命令栏

状态栏主要用于显示进程的执行进度、进程说明、当前命令的操作提示、热键的说明以及当前鼠标指针的位置等信息,如图 1-16 所示。

命令栏显示的是当前正在执行的命令操作,如放置对象等,如图 1-17 所示。



图 1-16 状态栏



图 1-17 命令指示栏

1.3 原理图设计环境的设置

1. Protel 99SE 的原理图设计窗口

窗口顶部为主菜单和主工具栏，左部为设计管理器（Design Manager），右边大部分区域为编辑区，底部为状态栏及命令栏，中间几个浮动窗口为常用工具。除主菜单外，上述各部件均可根据需要打开或关闭。几个常用工具栏除以活动窗口的形式出现外，还可将它们分别置于屏幕上下左右的任意一个边上。

（1）“View”菜单中的环境组件切换命令

- Design Manager 为设计管理器切换命令。
- Status Bar 为状态栏切换命令。
- Command Status 为命令栏切换命令。
- Toolbars 为常用工具栏切换命令。

菜单上的环境组件切换具有开关特性。例如，如果屏幕上有状态栏，当执行一次菜单命令“View\Status Bar”时，状态栏从屏幕上消失，当再执行一次菜单命令“View\Status Bar”时，状态栏又会显示在屏幕上。

（2）设计管理器的切换

要打开或关闭设计管理器，可单击主工具栏中的图标，或执行菜单命令“View\Design Manager”。

（3）元件管理器的切换

通过单击设计管理器中的“Browse Sch”选项卡来实现。

（4）状态栏的切换

执行菜单命令“View\Status Bar”可打开或关闭状态栏。状态栏中包括光标当前的坐标位置、当前所选的操作对象以及依次显示的功能键。

（5）命令栏的切换

执行菜单命令“View\Command Status”可打开或关闭命令栏。命令栏用来显示当前操作下的可用命令。

（6）工具栏的切换

常用工具栏有主工具栏（Main Tools）、布线工具栏（Wiring Tools）、绘图工具栏（Drawing Tools）、电源及接地工具栏（Power Objects）、常用器件工具栏（Digital Objects）等。

这些工具栏的打开与关闭可通过“View\Toolbars”子菜单中相关命令的执行来实现。

2. 图纸设置

（1）图纸尺寸

执行菜单命令“Design\Options”可以设置图纸尺寸。执行后，系统将弹出“Document Options”对话框，并选择其中的“Sheet Options”选项卡进行设置，如图 1-18 所示。

自定义图纸尺寸，需设置如图 1-18 所示“Custom Style”操作框中的各个选项。

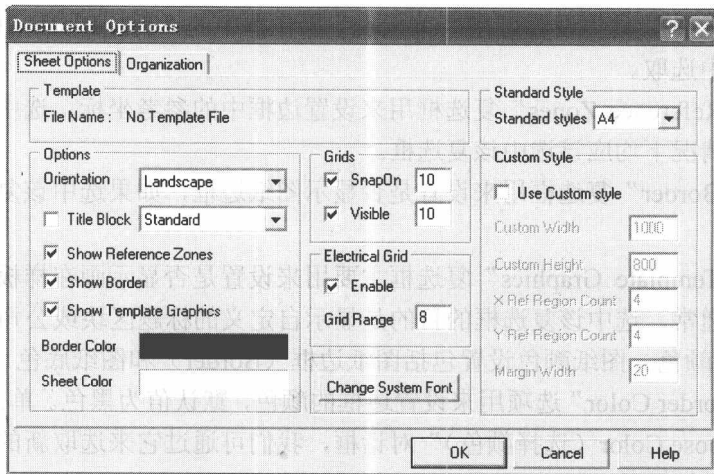


图 1-18 “Sheet Options”选项卡

首先，应选中“Use Custom”复选框，以激活自定义图纸功能。

“Custom Style”操作框中各选项设置的含义如下。

- Custom Width: 设置图纸的宽度，其单位为 1/100 英寸，1000 代表 10 英寸。
- Custom Height: 设置图纸的高度，其单位为 1/100 英寸，800 代表 8 英寸。
- X Ref Region Count: 设置 X 轴框参考坐标的刻度数。
- Y Ref Region Count: 设置 Y 轴框参考坐标的刻度数。
- Margin Width: 设置图纸边框宽度。

(2) 图纸方向

① 设置图纸方向。设置图纸是纵向 (Landscape) 还是横向 (Portrait)，以及设置边框的颜色等，可以用菜单命令“Design\Options”来实现。在“Document Options”对话框中，选择“Sheet Options”选项卡，且在“Options”操作框中的“Orientation (方位)”下拉列表框中选取，如图 1-19 所示。通常情况下，在绘图及显示时设为横向，在打印时设为纵向。

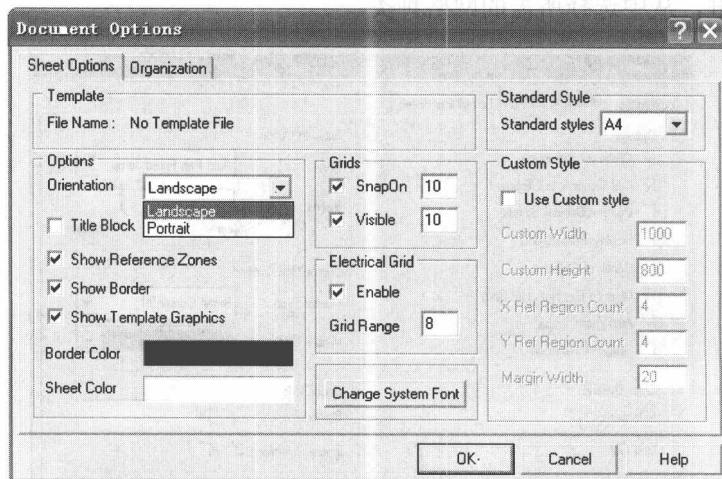


图 1-19 设置图纸方向

② 设置图样标题栏。Protel 提供了两种预先定义好的标题栏，分别是“Standard (标准)”