

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材

# 电路设计 PROTEL

## Electric Circuit Design( PROTEL 2002)

主编 孙惠芹



# 前 言

电路设计自动化是当今不可逆转的时代潮流。PROTEL 软件是电路设计的开发工具,是具有强大功能的电子设计 CAD 软件,并以高度的集成性和扩展性著称。电路原理图的绘制和印制电路板的设计是电子线路开发人员必备的技能。本书的编写正是为了帮助读者从理论到实际掌握电子设计中电路原理图的绘制和印制电路板的设计技能。

中文版 Protel 2002 是全 32 位的电路板设计软件,该软件功能强大,采用中文界面,易学易用,是电子行业首选的电路板计算机辅助设计软件,也是职业技能鉴定的首选培训软件。

本书共分 9 章,第 1 章是中文版 Protel 2002 的概述,第 2、3、4、5 章详细地介绍了中文版 Protel 2002 原理图绘制的环境、工具和方法,第 6、7、8、9 章详细地介绍了中文版 Protel 2002 PCB 印制电路板设计的环境、布局和布线知识与技巧。全书内容丰富实用、结构科学合理、层次清晰严谨,并精选了工程中的典型实例作为例题和练习题,对从事电子线路设计的广大科技人员和大专院校师生有较大的参考价值。

本书由天津职业大学孙惠芹主编,第 1、2 章由天津师范大学刘南平编写,第 3、4 章由天狮职业技术学院韩彬彬编写,第 5、6、9 章由天津职业大学孙惠芹编写,第 7、8 章由天津职业大学李新编写。由于水平有限,时间仓促,书中缺点和不足在所难免,敬请广大读者批评指正。

本书编写过程中还得到了天津师范大学和天津大学多位教授的帮助指导,在此表示感谢。

编者

2008 年 4 月

# 1

## Protel 2002 中文版概述

本章主要介绍 Protel 2002 的组成、主要特性、运行环境及设计的步骤。本章重点是认识 Protel 2002 的运行界面和了解运用 Protel 2002 进行设计的步骤。

### 1.1 Protel 2002 的组成

Protel 2002 主要由 Sch 原理图设计功能模块、Libedit 原理图元件库编辑功能模块和 Pfw 印刷电路板设计功能模块 3 部分组成,如图 1.1 所示。



图 1.1 Protel 2002 的组成



Sch

是用于原理图设计的 Advanced Schematic 功能模块,该模块主要由原理图编辑器和各种报表生成器构成。



Libedit

是用于原理图元件库设计的功能模块,该模块主要由用于修改、生成原理图元件的元器件库编辑器构成。



Pfw

是印刷电路板设计功能模块,该模块主要由用于电路板设计的 Advanced PCB 电路板编辑器和用于修改、生成元器件封装的元器件封装编辑器以及电

电路板组件管理器构成。

## 1.2 Protel 2002 的主要特性

Protel 2002 是基于 Windows 9x /Windows XP /Windows 2000 的纯 32 位电路设计制版系统。与 Protel 99 相比,Protel 2002 具有如下特性。

- (1)Protel 2002 占用系统资源少,因此 Protel 2002 设计系统运行稳定、高效。
- (2)元器件库简洁实用,查找元器件方便。
- (3)实时中文状态显示,方便自学。
- (4)直接拷贝解压后便可以使用,不需要烦琐的安装。
- (5)去掉了电路仿真模块,降低了对系统配置的要求。

## 1.3 Protel 2002 的运行环境

Protel 2002 适用于 Windows 9x/Windows XP/Windows 2000 操作系统,硬件的最低配置如下。

- (1)CPU:Pentium 级。
- (2)内存:32MB。
- (3)硬盘:安装 Protel 2002 后,系统硬盘至少要有 200MB 以上的空间。
- (4)显示卡:在 16 位颜色下分辨率要达到  $800 \times 600$ 。
- (5)显示器:15 英寸,分辨率达到  $800 \times 600$ 。

但上述配置系统的运行速度很慢,根本不可能对规模较大的电路板进行自动布线。运行 Protel 2002 系统,建议硬件配置如下。


- (1)CPU:Pentium II 级。
- (2)内存:64MB。
- (3)硬盘:安装 Protel 2002 后,系统硬盘至少要有 300MB 以上的空间。
- (4)显示卡:在 16 位颜色下分辨率要达到  $1024 \times 768$ 。
- (5)显示器:17 英寸,分辨率达到  $1024 \times 768$ 。

对规模较大的电路板进行自动布线,如果 CPU 速度慢则可以增加内存,以确保系统剩余资源在 75% 以上。

## 1.4 Protel 2002 的界面

### 1.4.1 Sch 原理图的设计界面



双击  图标或在图标上单击鼠标右键执行“打开”命令,启动 Protel 2002

原理图设计功能模块,如图 1.2 所示。

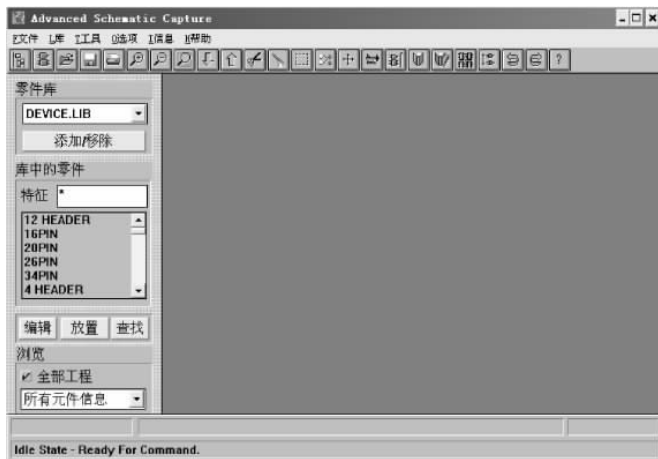


图 1.2 Protel 2002 原理图设计系统

Sch 原理图编辑器主要由元器件管理器、菜单栏、工具栏和编辑区组成,具有如下特点。

(1)支持层次化设计,即将整个电路按其特性和复杂程度分割成适当的子电路,先绘制好每一个子电路,再将他们组合起来完成整个电路。

(2)具有自动连接功能。在原理图设计时,激活电气栅格后,一旦光标到达电气栅格的范围内,就自动跳到最近的电气栅格上,光标形状发生改变,指示出连接点,这一特性与自动连接配合,可以使连线非常轻松。


(3)交互式全局编辑,即在任何设计对象上,双击鼠标左键就可打开其属性对话框,立即进行编辑,并可将这一编辑扩展到同一类型的所有其他对象。

(4)在设计中可以使用“自动标注”功能,保证无标号漏掉或重复。

(5)系统提供丰富的元器件库。


(6)可以对复杂设计进行快速检查,电气规则检查 ERC 可以按照用户指定的物理/逻辑特性进行,而且可以输出检查报告,在原理图中标记错误标志。

#### 1.4.2 Libedit 元件库编辑器的设计界面

双击  图标或由原理图编辑器切换到元件库编辑器,启动 Protel 2002 元件库编辑器功能模块,如图 1.3 所示。

Libedit 元件库编辑器也是由元器件管理器、菜单栏、工具栏和编辑区组成,但在编辑区有一十字坐标将其划分为 4 个象限,便于元器件的制作与编辑。

#### 1.4.3 Pfw 印刷电路板设计的界面

双击  图标或由原理图编辑器切换到印刷电路板设计编辑器,启动 Pro-

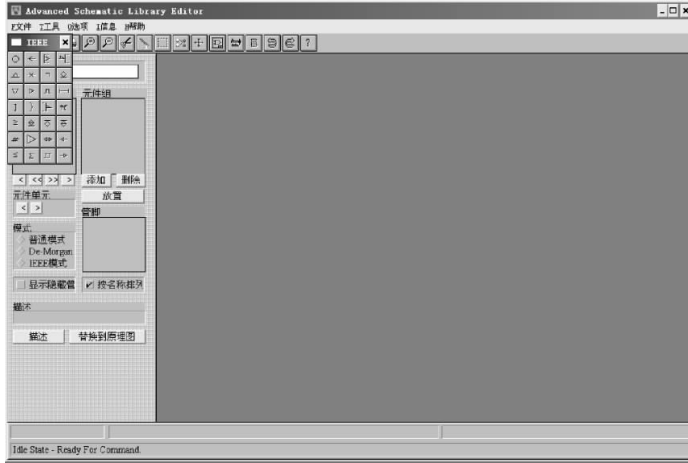


图 1.3 Protel 2002 元件库编辑器

Protel 2002 的 Pfw 印刷电路板设计功能模块,如图 1.4 所示。

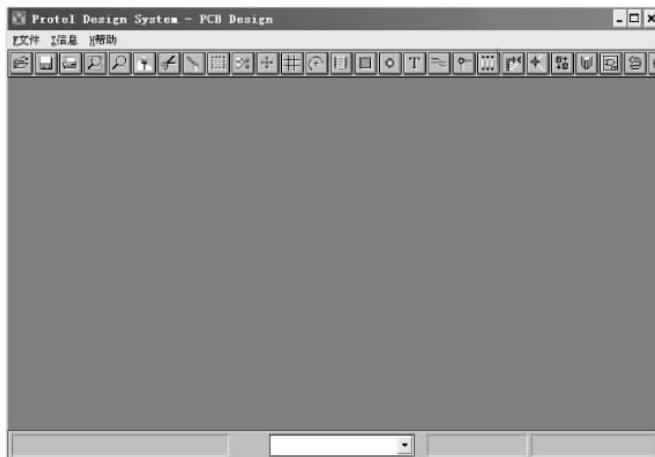


图 1.4 Protel 2002 印刷板设计系统

印刷电路板模块具有如下特点。

- (1)支持最多 32 层的板图设计,并可做任意角度的旋转,分辨率为 0.001 度。
- (2)支持水滴焊盘和异型焊盘。
- (3)支持交互式全局编辑与在线编辑。
- (4)具有强大的自动布线能力,实现优化设计。
- (5)手工布线时,重布线可自动去除回路。
- (6)支持 Windows 平台上所有输出外设,并能预览设计文件。

Protel 2002 系统可以由原理图编辑器切换到元件库编辑器和印刷电路板设计系统,也可以由印刷电路板设计系统和元件库编辑器切换到原理图编辑器。

## 1.5 Protel 2002 的基本文件操作

设计任务的新建、打开、关闭以及文件的新建、删除和恢复等操作是 Protel 2002 的基本文件操作,本节以原理图编辑器为例详细介绍这些操作方法。

### 1.5.1 新建一个设计任务

选择菜单命令“文件\新建”,则新建一个文件,相应地在工程管理器栏中也显示出一个相应的原理图,如图 1.5 所示。

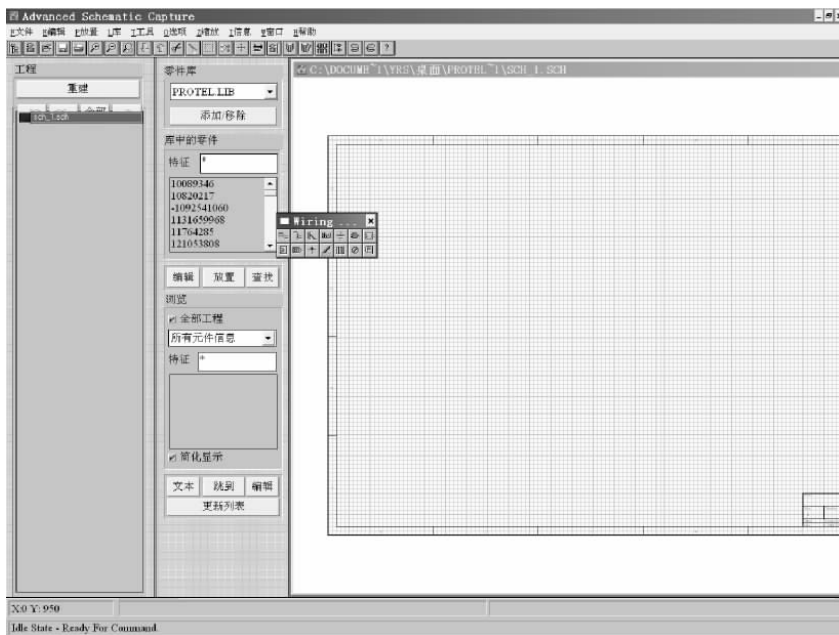


图 1.5 打开新文件

### 1.5.2 打开和关闭设计任务

#### 1. 打开设计任务

打开设计任务有以下 3 种方法。

(1)在 Windows 文件浏览器中直接双击 Protel 2002 设计文件,如图 1.6 所示。

(2)执行菜单命令“文件\打开原理图”,打开 Open Schematic File(打开原理图文件)对话框,如图 1.7 所示,在文件类型下拉列表框中选择 .sch 文件类型,再选择设计任务文件所在的目录,直到找到相应的文件,单击“确定”按钮,便可打开设计任务。

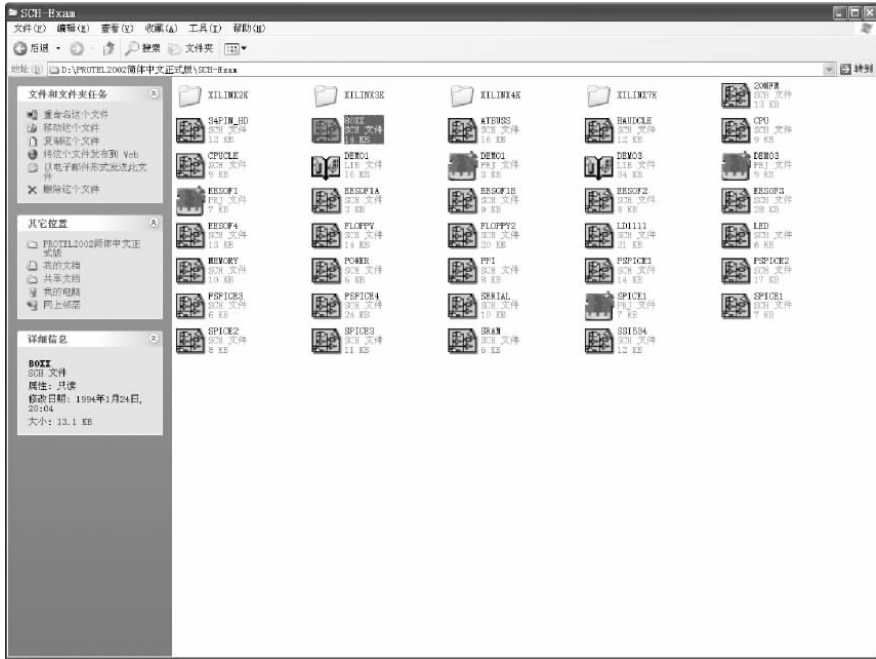



图 1.6 在浏览器中直接双击 Protel 2002 设计文件



图 1.7 打开 Open Schematic File(打开原理图文件)

(3)单击主工具栏中的  (打开文件) 图标,如图 1.8 所示。也可打开如图 1.7

所示的 Open Schematic File(打开原理图文件)对话框,选择设计任务文件,打开设计任务。



图 1.8 打开文件图标

## 2. 关闭设计任务

选择菜单命令“文件\关闭”,便可关闭设计任务。

## 1.6 运用 Protel 2002 进行设计的步骤

下面以共发射极放大电路设计为例说明如何运用 Protel 2002 进行设计。

(1)先用 Sch 原理图编辑器绘制图 1.9 所示电路图,命名为 A. sch。

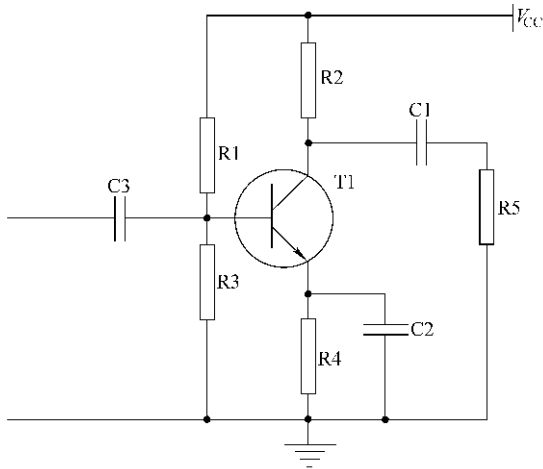


图 1.9 共发射极放大电路

(2)执行菜单命令“文件\报表\电气规则检查”,检查图 1.9 所示电路图,针对检查报告中的错误修改原理图,重复上述过程直到无错误为止。

(3)执行菜单命令“文件\生成网络表”,依据修改后的原理图生成格式为 Protel 2 的网络表(A. net)。

(4)打开印刷板编辑器新建一个 PCB 文件,确定板的尺寸和形状(在机构 1 层),如图 1.10 所示。

(5)在禁止布线层绘制禁止布线框,确定自动布线范围,如图 1.11 所示。

(6)在印刷板编辑器中执行菜单命令“网络表\加载”,加载第(3)步生成的网络表 A. net,通过网络表加载零件封装到印刷板文件(PCB)中,对不能自动加载的封装可手工加入,加载全部封装的 PCB 板如图 1.12 所示。

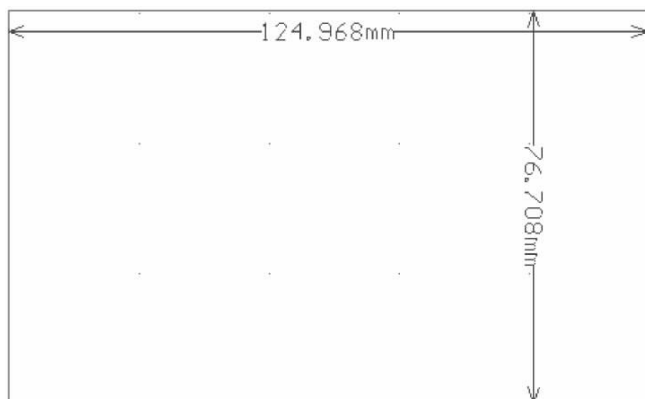


图 1.10 确定板的尺寸和形状

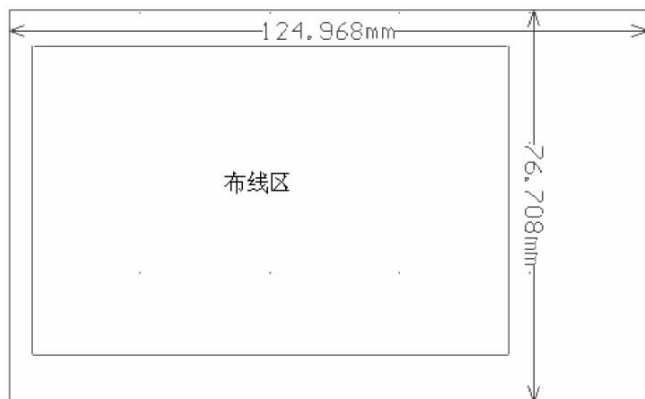


图 1.11 绘制禁止布线框

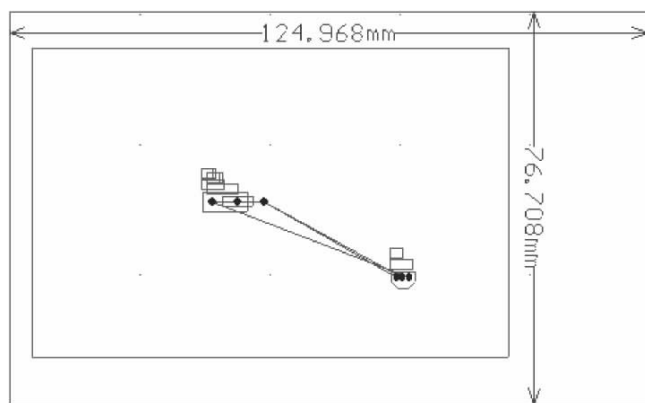


图 1.12 加载全部封装的 PCB 板

(7) 执行菜单命令“自动\自动布局”, 对 PCB 板进行自动布局, 也可以完全人工

布局或在自动布局基础上人工做部分调整。布局完毕的 PCB 板如图 1.13 所示。

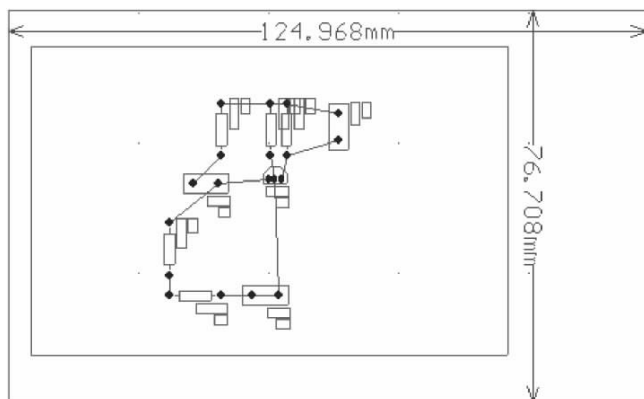


图 1.13 布局完毕的 PCB 板

(8) 执行菜单命令“自动\设置自动布线规则”，设置自动布线规则如下。

- ① 线宽为 20 mil。
- ② 双层板。
- ③ Via 直径为 52 mil。
- ④ Via Hole 直径为 30 mil。
- ⑤ OP 层垂直布线, BOTTOM 层水平布线。

(9) 执行菜单命令“网络表\设置安全间距”，设置最小安全间距为 5 mil。

(10) 执行菜单命令“自动\自动布线\全板自动布线”，自动布线完毕的 PCB 板如图 1.14 所示。不能自动布线的可采取手工布线。

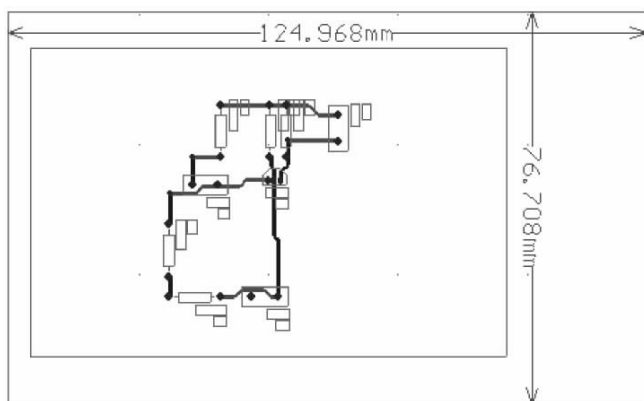


图 1.14 自动布线完毕的 PCB 板

(11) 执行菜单命令“网络表\设计规则检查”，检查图 1.14 所示 PCB 板，针对检查报告中的错误修改 PCB 板，重复上述过程直到无错误为止。

(12) 根据实际要求对部分重要线(网络)进行适当调整。

(13) 加宽地线和电源线。

(14) 执行菜单命令“编辑\放置\铺铜”,对全板或部分区域加铺铜,特别是地线,铺铜后的 PCB 板如图 1.15 所示。

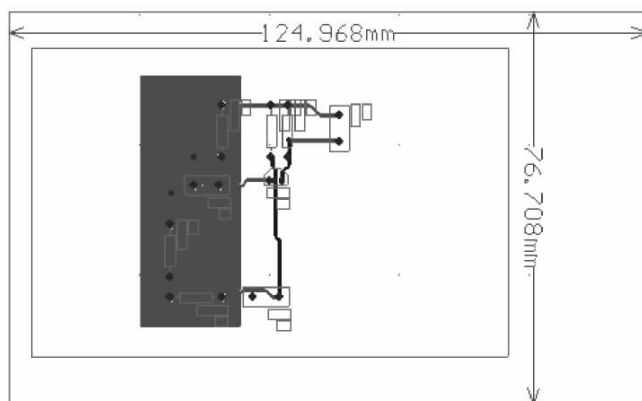


图 1.15 铺铜后的 PCB 板

(15) 布线、调整完毕,对整板再进行设计规则检查,直到无错为止。

## 练 习 题

1. Protel 2002 由几部分组成?它的主要特性是什么?
2. 运行 Protel 2002 系统需要哪些最基本的硬件环境?
3. 运用 Protel 2002 进行设计有哪些步骤?

# 2

## 电路原理图编辑器的环境设置

本章详细介绍 Protel 2002 Sch 原理图设计功能模块的环境设置。通过本章的学习,可充分应用软件资源设计电路原理图的设计环境,更加顺利有效地运用 Protel 2002 进行电路原理图的设计。

### 2.1 窗口设置

Protel 2002 电路原理图 Sch 设计界面如图 2.1 所示,“工程”和“零件库”在设计窗口中占了一部分空间,缩小了编辑区空间,为了方便设计,应尽量简化设计环境,扩大编辑区。因此在设计原理图前应先关闭暂时不用的组件。下面介绍怎样打开和关闭各个环境组件。

#### 2.1.1 菜单命令切换

电路原理图编辑器环境组件的切换可选择“选项”菜单中的命令,如图 2.2 所示。

在命令前有“”表示该工具栏处于打开状态,没有“”表示该工具栏处于关闭状态。在命令位置单击鼠标左键可以改变其状态。

(1)状态栏的切换:执行菜单命令“选项\状态栏”可以打开或关闭状态栏。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等,如图 2.3 所示。如果命令左边出现“”则表示已经打开状态栏,再单击此命令即可把它关闭。



图 2.1 标准的 Protel 2002 电路原理图 Sch 设计界面



图 2.2 选项菜单中的环境组件切换命令

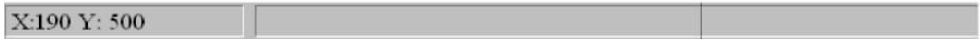


图 2.3 状态栏

(2)命令状态栏的切换:执行菜单命令“选项 \命令状态栏”可以打开或关闭命令状态栏。命令状态栏用来显示当前操作下的可用命令,如图 2.4 所示。如果命令左边出现“”,则表示已经打开命令,再单击此命令即可把它关闭。

Idle State - Ready For Command.

图 2.4 命令状态栏

电路原理图 Sch 的工具栏有主工具栏、电路绘图工具和一般绘图工具。其中主工具栏最常用,一般应处于打开状态;电路绘图工具和一般绘图工具也比较常用。通过主工具栏中的快捷键可以快速切换环境组件。

### 2.1.2 主工具栏快捷键的切换


(1)工程管理器的切换:单击主工具栏中的图标可以打开或关闭工程管理器,如图 2.5 所示。



图 2.5 利用主工具栏打开或关闭工程管理器


(2)零件浏览器的切换:单击主工具栏中的图标可以打开或关闭零件浏览器,如图 2.6 所示。



图 2.6 利用主工具栏打开或关闭零件浏览器


(3)一般绘图工具的切换:单击主工具栏中的图标可以打开或关闭一般绘图工具,如图 2.7 所示。



图 2.7 利用主工具栏打开或关闭画图工具栏


(4)电路绘图工具栏的切换:单击主工具栏中的图标可以打开或关闭电路绘图工具栏,如图 2.8 所示。



图 2.8 利用主工具标打开或关闭电路绘图工具栏

## 2.2 图纸设置



图 2.9 执行“选项\图纸参数”命令

图纸设置包括图纸的大小、方向、颜色、标题栏和边框等的设置,在“原理图”对话框中可以进行图纸设置。执行菜单命令“选项\图纸参数”,打开“原理图”对话框,如图 2.9 所示。

### 2.2.1 图纸大小的设置

#### 1. 标准图纸的设置

在“原理图”对话框中单击选项区域的“标准样式”下拉列表框可以选择标准图纸,如图 2.10 所示。系统提供 18 种标准的图纸,其尺寸如表 2.1 所示。

#### 2. 自定义图纸的设置

如果标准的图纸大小不能满足要求,则可以在自定义样式选项区域中进行图纸大小的自定义设置,如图 2.11 所示。方法是:先选中“使用自定义”复选框,再设置自定义样式选项区域内的自定义宽度、自定义高度、边框宽度,其单位为毫英寸(在后面的对话框中单位大都为毫英寸,不再强调)。

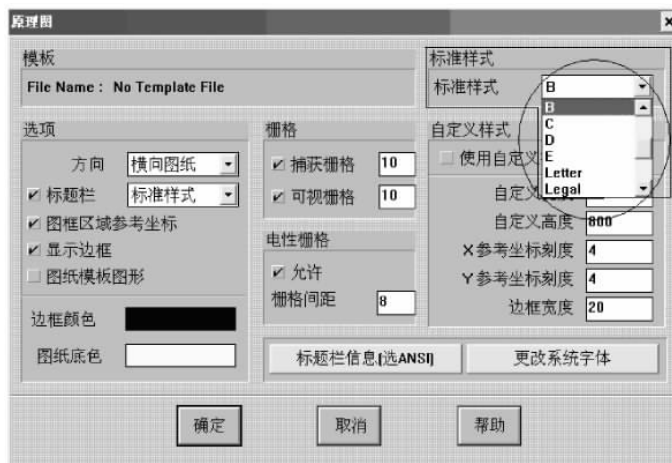


图 2.10 图纸大小设置

表 2.1 各种规格的图纸尺寸

代号	尺寸(英寸)	代号	尺寸(英寸)
A4	11.5×7.6	E	42×32
A3	15.5×11.1	Letter	11×8.5
A2	22.3×15.7	Legal	14×8.5
A1	31.5×22.3	Tabloid	17×11
A0	44.6×31.5	Orcad A	9.9×7.9
A	9.5×7.5	Orcad B	15.6×9.9
B	15×9.5	Orcad C	20.6×15.6
C	20×15	Orcad D3	2.6×20.6
D	32×20	Orcad E	42.8×32.2

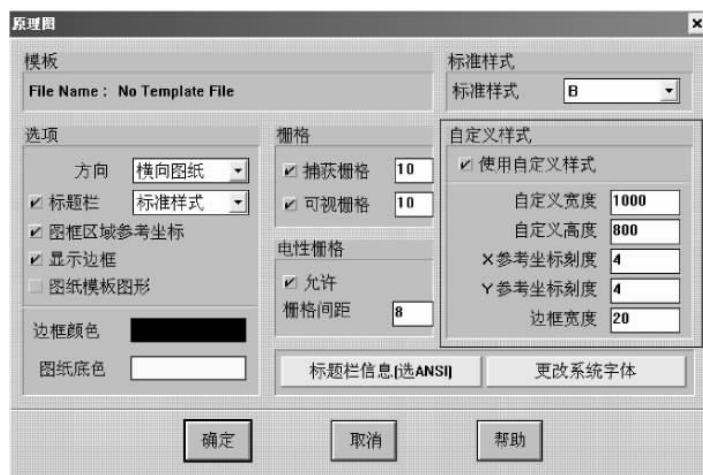


图 2.11 自定义图纸大小

### 2.2.2 图纸方向的设置

电路原理图 Sch 的图纸方向有两种:横向和竖向。在“原理图”对话框中“选项”区域“方向”下拉列表框中选择,如图 2.12 所示。

### 2.2.3 图纸颜色的设置

图纸颜色设置包括边框颜色和图纸底色的设置。在“原理图”对话框中单击“图纸底色”右边的颜色框,将弹出如图 2.13 所示的“颜色设置”对话框,系统提供的 233 种基本颜色,在需要选区的颜色上双击鼠标左键即可选取该颜色。单击“边框颜色”右边的颜色框,采用同样的方法可以选择边框的颜色。