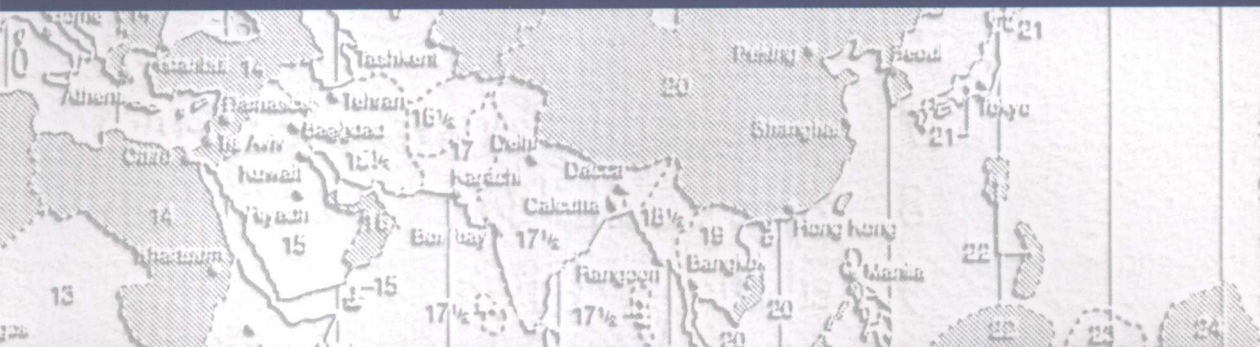




卓越系列 · 21 世纪高职高专精品规划教材



电路设计PROTEL

ELECTRIC CIRCUIT DESIGN
(PROTEL 2002)

主 编 孙惠芹

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

江苏工业学院图书馆
藏书章



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

电路设计 PROTEL/孙惠芹主编. —天津:天津大学出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-5618-2677-5

I. 电… II. 孙… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 063834 号

孙惠芹 主编

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm×239mm
印 张 17
字 数 363 千
版 次 2008 年 5 月第 1 版
印 次 2008 年 5 月第 1 次
印 数 1—3 000
定 价 27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

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 章由天津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

目 录

1.1.1 Protel 2002 的组成	(1)
1.1.2 Protel 2002 的主要特性	(2)
1.1.3 Protel 2002 的运行环境	(2)
1.1.4 Protel 2002 的界面	(2)
1.1.4.1 Sch 原理图的设计界面	(2)
1.1.4.2 Libedit 元件库编辑器的设计界面	(3)
1.1.4.3 Pfw 印刷电路板设计的界面	(3)
1.1.5 Protel 2002 的基本文件操作	(5)
1.1.5.1 新建一个设计任务	(5)
1.1.5.2 打开和关闭设计任务	(5)
1.1.6 练习题	(10)
2.1 电路原理图编辑器的环境设置	(11)
2.1.1 窗口设置	(11)
2.1.1.1 菜单命令切换	(11)
2.1.1.2 主工具栏快捷键的切换	(13)
2.1.2 图纸设置	(14)
2.1.2.1 图纸大小的设置	(14)
2.1.2.2 图纸方向的设置	(15)
2.1.2.3 图纸颜色的设置	(15)
2.1.2.4 图纸标题栏的设置	(16)
2.1.2.5 图纸边框的设置	(17)
2.1.2.6 系统字体的设置	(18)
2.1.3 格点和光标设置	(19)
2.1.3.1 格点的设置	(19)
2.1.3.2 光标的设置	(21)
2.1.4 图纸模板管理	(22)
2.1.4.1 图纸模板文件的生成	(22)
2.1.4.2 图纸模板文件的调用	(22)
2.1.5 练习题	(24)
3.1 制作元器件与建立元器件库	(27)
3.1.1 元器件编辑器	(27)
3.1.1.1 元器件库的加载	(27)

3.1.2	库文件中零件的放置	(29)
3.1.3	零件库编辑器界面	(32)
3.2	元器件库的管理	(34)
3.2.1	零件管理器	(34)
3.2.2	零件编辑器的菜单	(35)
3.3	绘图工具	(44)
3.3.1	绘图工具栏	(45)
3.3.2	放置 IEEE 符号工具栏	(46)
3.4	创建新的零件	(47)
3.4.1	利用绘图工具创建新零件	(47)
3.4.2	利用零件库中的相似零件创建新零件	(54)
	练习题	(59)
4	电路原理图设计	(61)
4.1	绘制电路原理图的工具栏	(61)
4.1.1	放置导线	(61)
4.1.2	放置总线	(64)
4.1.3	放置总线分支线	(65)
4.1.4	放置网络标号	(67)
4.1.5	放置电源端口	(70)
4.1.6	放置零件	(72)
4.1.7	放置电路方块图	(78)
4.1.8	放置电路方块图的端口	(81)
4.1.9	放置端口	(83)
4.1.10	放置接点	(84)
4.1.11	放置数字模拟器测试点	(85)
4.1.12	放置数字模拟器的激励信号	(87)
4.1.13	放置 No ERC 测试点	(88)
4.1.14	放置 PCB 布线指示	(88)
4.2	零件的编辑	(90)
4.2.1	零件的选择	(90)
4.2.2	零件的剪贴	(92)
4.2.3	零件的删除	(94)
4.2.4	零件的移动	(94)
4.2.5	零件的排列和对齐	(95)
4.3	电路原理图编辑器菜单	(96)
4.3.1	文件菜单	(96)

4.3.2	编辑菜单	(98)
4.3.3	工具菜单	(99)
4.3.4	选项菜单	(99)
4.3.5	缩放菜单	(100)
4.3.6	信息菜单	(100)
4.3.7	窗口菜单	(100)
4.4	电路原理图设计实例	(101)
4.4.1	绘制电路原理图	(101)
4.4.2	电路原理图的编辑	(105)
4.5	层次电路图的设计	(118)
4.5.1	自上而下的层次电路图设计方法	(118)
4.5.2	自下而上的层次电路图设计方法	(122)
	练习题	(123)
5	检查电气规则和生成报表	(127)
5.1	电气规则检查	(127)
5.1.1	电气规则检查的设置	(127)
5.1.2	电气规则检查的结果报告	(129)
5.2	网络表	(130)
5.2.1	生成网络表文件的设置	(130)
5.2.2	网络表的格式	(132)
5.3	材料清单报表	(133)
5.4	工程的层次列表	(133)
5.5	零件的对照参考表	(134)
5.6	网络比较表	(135)
5.7	网络表输出	(136)
	练习题	(137)
6	PCB 印制电路板基础	(138)
6.1	印制电路板的概念	(138)
6.1.1	印制电路板结构	(138)
6.1.2	元器件封装	(138)
6.1.3	铜膜导线(简称导线)	(139)
6.1.4	助焊膜和阻焊膜	(139)
6.1.5	层	(139)
6.1.6	焊盘和过孔	(139)
6.1.7	丝印层	(140)
6.2	印制电路板设计的基本原则	(140)

6.2.1 布局	(141)
6.2.2 布线	(141)
6.2.3 焊盘大小	(142)
6.2.4 PCB 板的抗干扰措施	(142)
6.2.5 零件间的接线原则	(142)
6.3 PCB 编辑器的菜单	(143)
6.3.1 文件菜单	(143)
6.3.2 编辑菜单	(145)
6.3.3 元件库菜单	(151)
6.3.4 网络表菜单	(152)
6.3.5 自动菜单	(154)
6.3.6 当前菜单	(154)
6.3.7 选项菜单	(155)
6.3.8 缩放菜单	(156)
6.3.9 信息菜单	(156)
6.3.10 窗口菜单	(160)
6.3.11 帮助菜单	(161)
练习题	(161)
7 PCB 编辑器环境的设置	(162)
7.1 窗口的设置	(162)
7.1.1 窗口的启动	(162)
7.1.2 窗口的设置	(162)
7.2 编辑区的缩放	(164)
7.2.1 指定对角区域的缩放	(164)
7.2.2 指定中心→边缘区域的缩放	(164)
7.2.3 按显示倍率缩放	(164)
7.2.4 全图缩放	(165)
7.2.5 快捷键缩放	(165)
7.2.6 以光标为中心缩放	(166)
7.3 层和颜色的设置	(167)
7.4 PCB 参数的设置	(169)
7.5 当前菜单的设置	(173)
7.5.1 焊盘类型的设置	(173)
7.5.2 导线宽度的设置	(174)
7.5.3 转角模式设置	(175)
7.5.4 过孔外径设置	(175)

7.5.5 过孔内径的设置	(175)
7.5.6 过孔类型的设置	(177)
7.5.7 元件注释的设置	(177)
7.5.8 文字高度设置	(177)
7.5.9 字体选项的设置	(177)
7.5.10 移动栅格、可视栅格 1、可视栅格 2 设置	(179)
7.5.11 层的设置	(179)
练习题	(179)
8 零件封装与 PCB 库操作	(183)
8.1 零件封装	(183)
8.2 PCB 库的浏览和加载	(186)
8.2.1 元件库的编辑	(186)
8.2.2 元件库中元件的编辑	(189)
8.3 创建零件封装	(191)
8.3.1 修改法创建零件封装	(191)
8.3.2 新建法创建零件封装	(197)
练习题	(203)
9 PCB 印制电路板的制作	(207)
9.1 简介单面板和多层板的制作	(207)
9.2 加载 PCB 库	(207)
9.2.1 加载元件库	(208)
9.2.2 删除元件库	(209)
9.2.3 显示零件封装	(209)
9.3 网络表	(210)
9.3.1 加载网络表	(210)
9.3.2 网络表清除	(213)
9.3.3 网络表优化	(213)
9.4 加载零件封装	(213)
9.4.1 放置零件封装	(213)
9.4.2 编辑零件封装	(213)
9.4.3 放置焊盘	(218)
9.4.4 放置过孔	(220)
9.5 布局	(222)
9.5.1 手动布局	(222)
9.5.2 布局工具	(224)
9.5.3 自动布局	(230)

9.5.4	根据插置文件布局	(232)
9.5.5	移到栅格	(232)
9.6	布线	(232)
9.6.1	设置自动布线规则	(232)
9.6.2	设置安全间距	(237)
9.6.3	手工布线	(238)
9.6.4	自动布线	(242)
9.6.5	取消布线	(244)
9.6.6	设计规则检查	(246)
9.7	其他操作	(249)
9.7.1	导线的修改	(249)
9.7.2	显示连接	(250)
9.7.3	隐藏连接	(251)
9.7.4	网络识别	(251)
9.7.5	字符串的编辑	(251)
9.7.6	坐标指示的修改	(253)
9.7.7	放置尺寸	(253)
9.7.8	放置相对原点	(253)
9.7.9	填充的编辑	(254)
9.7.10	鼠标的定位	(255)
	练习题	(257)

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

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 800×600 。
- (5) 显示器: 15 英寸,分辨率达到 800×600 。

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 1024×768 。
- (5) 显示器: 17 英寸,分辨率达到 1024×768 。

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  Sch 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。

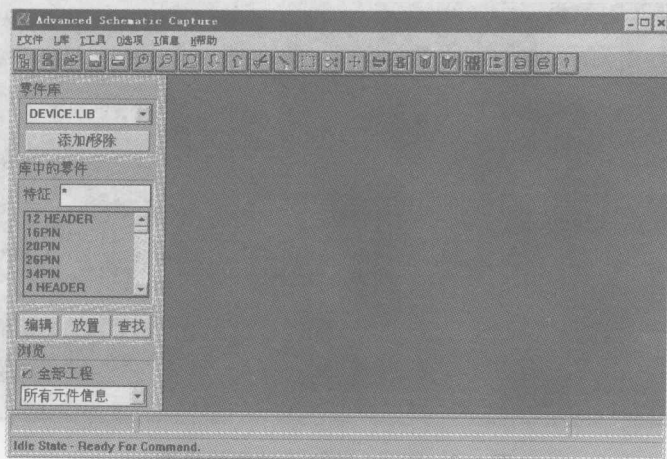


图 1.2 Protel 2002 原理图设计系统

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



Libedit

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



Pfw

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-

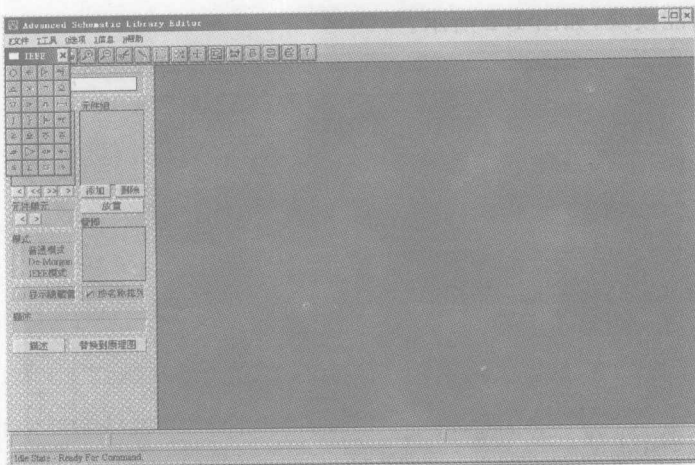


图 1.3 Protel 2002 元件库编辑器

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

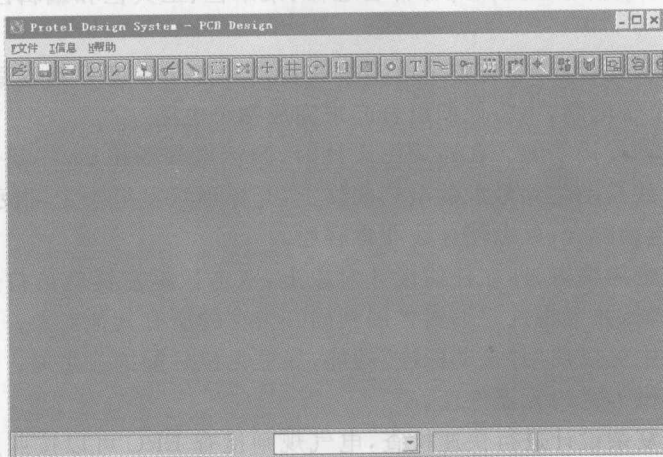


图 1.4 Protel 2002 印刷板设计系统

印刷电路板模块具有如下特点。

- (1) 支持最多 32 层的版图设计,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。

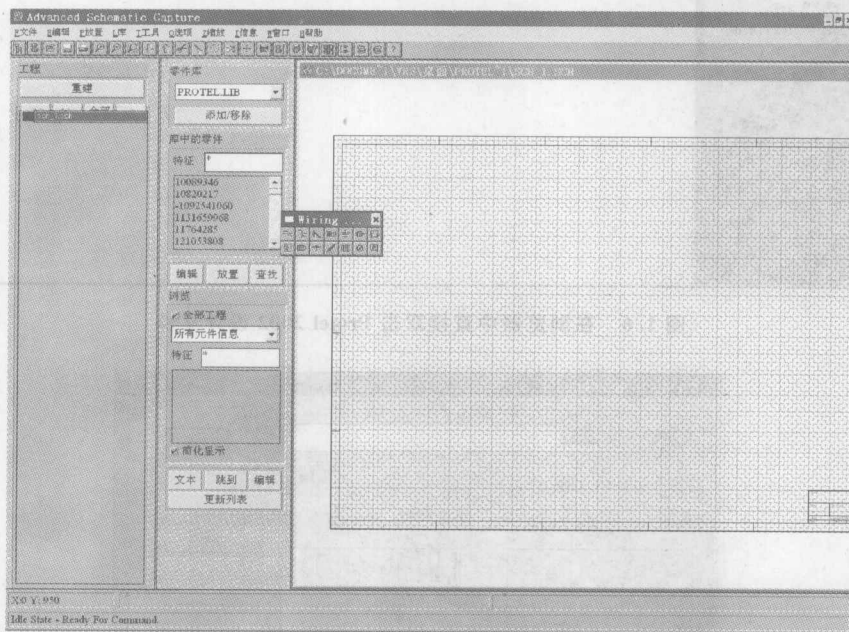


图 1.5 打开新文件

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。

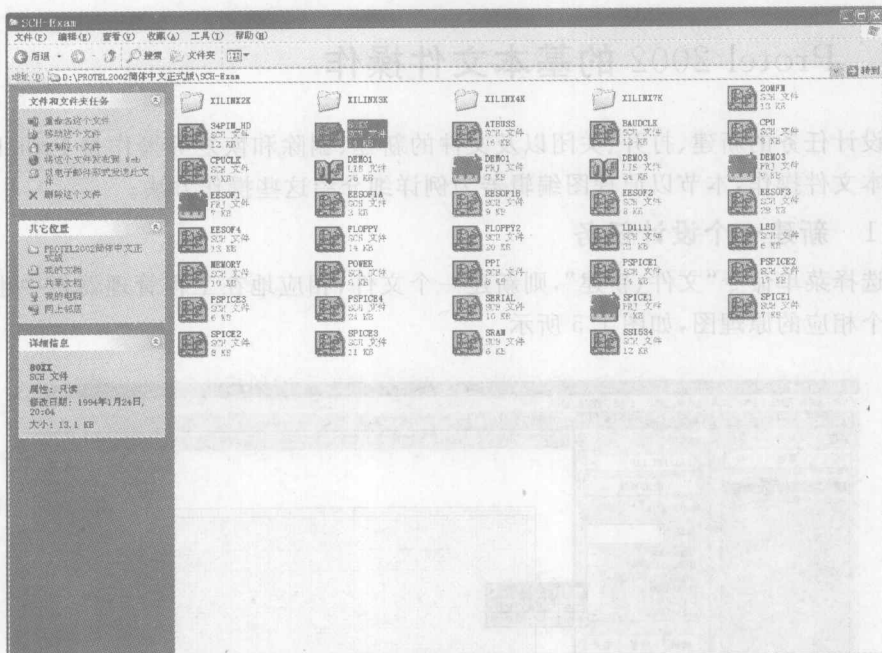


图 1.6 在浏览器中直接双击 Protel 2002 设计文件

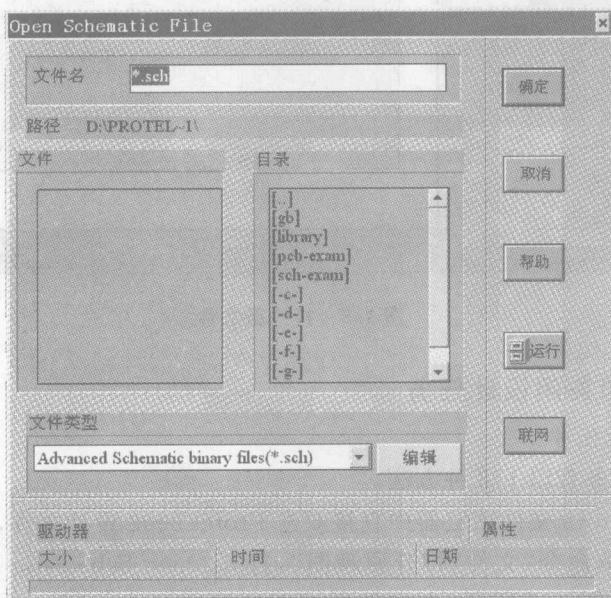


图 1.7 打开 Open Schematic File(打开原理图文件)

(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。

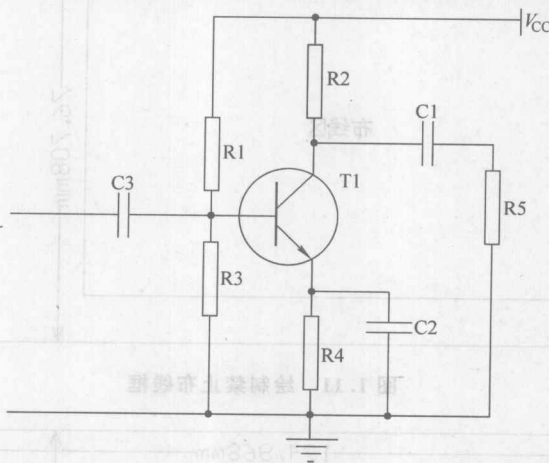


图 1.9 共发射极放大电路

(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。