

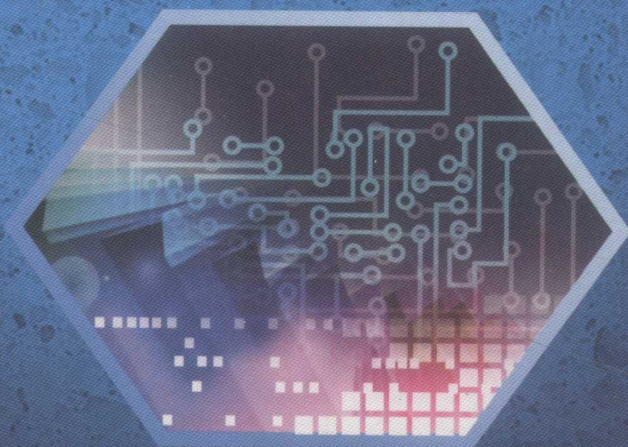


普通高等教育“十二五”精品规划教材

电气制图及CAD

DIANQI ZHITU JI CAD

◎主编 杨玉芳
◎主审 耿 淬
◎组编 葛金印



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

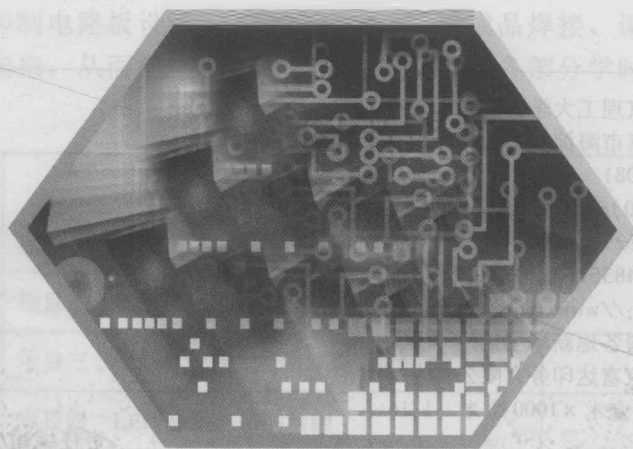


普通高等教育“十二五”精品规划教

电气制图及CAD

DIANQI ZHITU JI CAD

◎主编 杨玉芳
◎主审 耿 淬
◎组编 葛金印



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

TM 02-39

57

图书在版编目 (CIP) 数据

电气制图及 CAD/杨玉芳主编. —北京:北京理工大学出版社, 2014. 2
ISBN 978 - 7 - 5640 - 6383 - 2

I. ①电… II. ①杨… III. ①电气制图 - 计算机制图 - AutoCAD
软件 - 教材 IV. ①TM02 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 010410 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)
82562903(教材售后服务热线)
68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京富达印务有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 225 千字

版 次 / 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 39.80 元

责任编辑 / 杨小轮

文案编辑 / 杨小轮

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

前 言

高等教育主要是以培养具有职业理想、职业道德，掌握职业技能，知晓职业规范，面向生产、建设、管理和服务第一线需要的高素质技能型人才为培养目标。

从这个目标出发，高等院校应采用“教学做一体化”的教学模式。本书采用“以任务引领项目式”的编写模式，通篇贯穿着“项目为主线”的开发思路和“教、学、做合一”的教学理念，以培养学生分析问题、解决问题的能力及计算机操作能力为主导，将电子技术和 Protel 99 SE（电子 CAD 软件）有机地融为一体，是一本技术性很强的电子 CAD 教材。

电子 CAD 是电气自动化专业的核心课程，是一门实践性很强的课程，是以计算机为工具让设计者在 EDA 软件平台上实现原理图的绘制、电路板的设计、电路的仿真等功能。学习本书大约需要 60 学时，课程教学均在计算机房配以多媒体教学与学生操作同步进行。为了培养学生解决实际问题的能力，学校可以根据实际情况，在本课程的学时之外安排一周的“综合实训项目”，将电路原理图绘制、印制电路板设计、元器件选择及电路成品焊接、调试、电路制作等有机结合起来，从而提高学生的综合实践能力。各部分学时分配如下（仅供参考）：

序号	内 容	参考学时
1	项目一 认识 Protel 99 SE	2
2	项目二 低压稳压电路的绘制	6
3	项目三 绘制单管放大电路原理图	12
4	项目四 LED 显示电路的绘制	8
5	项目五 学习电路图的绘制方法及步骤	2
6	项目六 学习印制电路板的设计技术	16
7	项目七 学习多层 PCB 板的设计制作技术	10
8	项目八 单片机系统层次原理图设计	4

本书由杨玉芳主编，其中，项目 1~3 及附录由杨玉芳编写，项目 4~5 由刘维编写，项目 6~8 由翟雄翔编写。最后由杨玉芳统编全书。

本书由耿淬老师主审。

本书在编写过程中得到乔茹同志的大力支持，在此表示感谢。

本书可作为机电类、电子与信息类、通信技术类等专业的专业课教材，也可作业其他相近专业和工程技术人员学习印制电路板设计的参考。

本书中有些线路图为了保持与软件的连贯性，保留了软件的电路符号标准，部分电路符号与国标不符，请读者注意。

由于编者水平有限，书中难免存在不当之处，敬请广大读者批评指正。

本书在编写过程中得到乔茹同志的大力支持，在此表示感谢。本书可作为机电类、电子与信息类、通信技术类等专业的专业课教材，也可作业其他相近专业和工程技术人员学习印制电路板设计的参考。本书中有些线路图为了保持与软件的连贯性，保留了软件的电路符号标准，部分电路符号与国标不符，请读者注意。由于编者水平有限，书中难免存在不当之处，敬请广大读者批评指正。

序号	内 容
1	项目 1 印制电路板设计概论
2	项目 2 印制电路板设计流程
3	项目 3 印制电路板设计软件应用
4	项目 4 印制电路板设计软件应用
5	项目 5 印制电路板设计软件应用
6	项目 6 印制电路板设计软件应用
7	项目 7 印制电路板设计软件应用
8	附录

目 录

项目一 认识 Protel 99 SE	1
任务一 了解 Protel 99 SE 简介和安装.....	2
任务二 认识 Protel 99 SE 的特点.....	3
任务三 熟悉 Protel 99 SE 的基本操作.....	4
项目练习.....	12
项目二 低电压稳压电路的绘制	13
任务一 学习原理图图纸设置.....	14
任务二 学习元件放置编辑操作.....	20
任务三 学习元件的属性编辑.....	25
项目练习.....	29
项目三 绘制单管放大器电路原理图	30
任务一 认识电路原理图绘制流程.....	31
任务二 学习原理图对象的编辑.....	33
任务三 学习布线工具的应用.....	42
任务四 用电气法则测试电路原理图.....	50
任务五 生成网络表与打印原理图.....	53
项目练习.....	59
项目四 LED 显示电路的绘制	61
任务一 加载和卸载元件库.....	62
任务二 编辑、创建原理图元器件.....	69
项目练习.....	77
项目五 学习电路图的绘制方法及步骤	80
项目六 学习印制电路板的设计技术	89
任务一 认识印制电路板.....	89
任务二 555 定时器应用电路印制电路板的设计制作.....	99
任务三 两级放大电路印制电路板的设计制作.....	103
项目练习.....	113
项目七 学习多层 PCB 板的设计制作技术	115
任务一 学习三维视图及 PCB 图的报表生成技术.....	116
任务二 认知多层 PCB 板的生产工艺流程.....	129

目 录 >>>>

任务三 学习多层板设计制作技术.....	141
项目练习.....	164
项目八 单片机系统层次原理图的设计.....	166
项目练习.....	173
附录 A 常用原理图命令热键.....	174
附录 B 常用电路板图命令热键.....	176
附录 C 常用封装类型图.....	178
附录 D Protel 99 SE 的电路原理图元件库清单.....	181
参考文献.....	186



项目一

认识 Protel 99 SE

课题内容

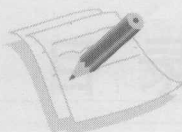
本项目包括 Protel 99 SE 的功能特点及安装与卸载过程,熟悉 Protel 99 SCH (原理图编辑器) 的环境及 PCB 的设置。

训练任务

了解 Protel 99 SE 软件,能安装并进入 Protel 99 SE 界面。进入 Protel 99 SE 软件后,首先是创建一个设计数据库,其次是在设计数据库中建立设计文件,然后打开相应设计文件,进入相应设计窗口,进行一些基本操作,如打开文件、文件切换、文件删除、文件命名等。

学习目标

1. 会创建设计数据库及设计文件,并保存在指定的位置。
2. 懂得设计数据库内的文件目录结构,会相关文件的打开、切换、命名等操作。



任务一 了解 Protel 99 SE 简介和安装

相关知识一 Protel 99 SE 简介

PROTEL 是 Altium 公司在 80 年代末推出的 EDA 软件,在电子行业的 CAD 软件中,它当之无愧地排在众多 EDA 软件的前面,是电子设计者的首选软件,它较早就在国内开始使用,在国内的普及率也最高。早期的 PROTEL 主要作为印制板自动布线工具使用,运行在 DOS 环境,对硬件的要求很低,但它的功能也较少,只有电路原理图绘制与印制板设计功能,其印制板自动布线的布通率也低,而现今的 PROTEL 已发展到 Protel 99 SE,是庞大的 EDA 软件。它包含了电路原理图绘制、模拟电路与数字电路混合信号仿真、多层印制电路板设计(包含印制电路板自动布线)、可编程逻辑器件设计、图表生成、电子表格生成、支持宏操作等功能,其多层印制线路板的自动布线可实现高密度 PCB 的 100% 布通率。

相关知识二 Protel 99 SE 安装

1. 安装 Protel 99 SE 主程序

运行源程序中的 setup.exe (要输入注册码),如图 1-1 所示。



图 1-1 Protel 99 SE 的安装

2. 安装汉化程序

运行源程序中的 Install 程序,如图 1-1 所示。至此 Protel 99 SE 系统便全部安装完毕。



任务二 认识 Protel 99 SE 的特点

相关知识一 Protel 99 SE 的组成

Protel 99 SE 是基于 WINDOWS 环境下的 EDA 软件, 它是一个完整的全方位电路设计系统, 包含有电路原理图设计、PCB 设计、PCB 自动布线、可编程逻辑器件设计、模拟/数字信号仿真等功能模块, 并具有 Client/Server (客户/服务器) 体系结构, 同时还兼容一些其他设计软件的文件格式, 如 OrCAD、PSPICE、EXCEL 等。

相关知识二 Protel 99 SE 的特点

Protel 99 SE 软件功能强大、界面友好、使用方便, 它最具代表性的是电路原理图设计和 PCB 设计, 其主要特点如下:

(1) Smart Doc (智能文档) 技术。将所有与同一设计相关的文档都存在一个综合设计数据库文件 (*.ddb) 中, 使用户对文件管理更加方便。

(2) Smart Team (智能设计组) 技术。设计组内所有成员都可以通过网络同时访问同一设计数据库文件, 可以对其中的文档进行独立操作, 组管理员可以对组内成员进行权限设置, 使设计组的工作更加协调。

(3) Smart Tool (智能工具) 技术。将设计中要用到的设计工具都集成在一个设计环境中, 在不同的设计界面中, 设计工具有所不同。

(4) 完善的布线规则。PCB 布线规则的多种复合选项和在线规则检查都可以由设计参数进行控制, 这使印制电路板的设计交互性更加友好, 设计效率更高。

(5) 层堆栈管理。用户可以设计多层印制电路板 (32 个信号层, 16 个电源/地线层, 16 个机械层)。

(6) 3D 预览。用户在制版之前可以预览到 PCB 板的三维效果图。

(7) 增强的打印功能。通过修改打印设置可以进行打印控制。

(8) 方便易用的帮助系统。在工具栏中的小问号按钮提供主题帮助, 在状态栏中的帮助按钮提供自然语言问题帮助。

(9) 同步设计。原理图和印制电路板之间的设计变化可以实现同步更新。

(10) 高级数字模拟混合信号仿真。

(11) 丰富的向导功能。设计向导非常丰富, 使设计过程更加清晰, 设计者工作更加轻松。



任务三 熟悉 Protel 99 SE 的基本操作

相关知识一 protel 99 SE 的启动

1. Protel 99 SE 的启动方法

方法一：双击桌面的 Protel 99 SE 图标（常用），如图 1-2 所示。

方法二：开始—所有程序—Protel 99 SE—Protel 99 SE，如图 1-3 所示。



图 1-2 Protel 99 SE 的启动方式（1）



图 1-3 Protel 99 SE 的启动方式（2）

2. Protel 99 SE 启动后的窗口（如图 1-4 所示）

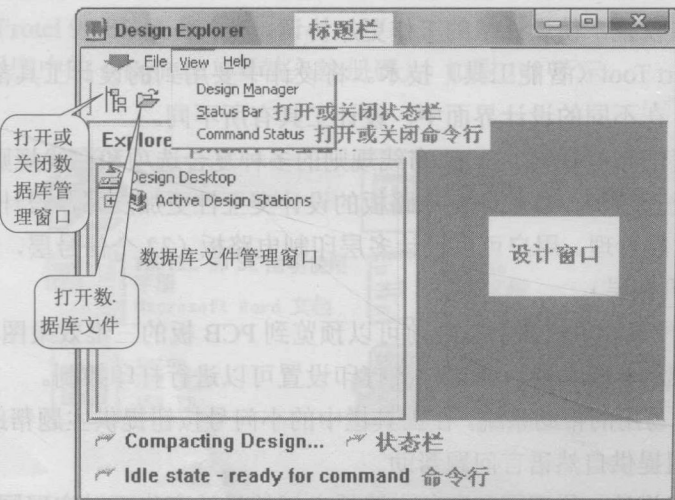


图 1-4 Protel 的主窗口

相关知识二 新建或打开一个数据库文件

方法一：步骤如图 1-5、图 1-6 所示。



图 1-5 创建新的数据库文件 (1)

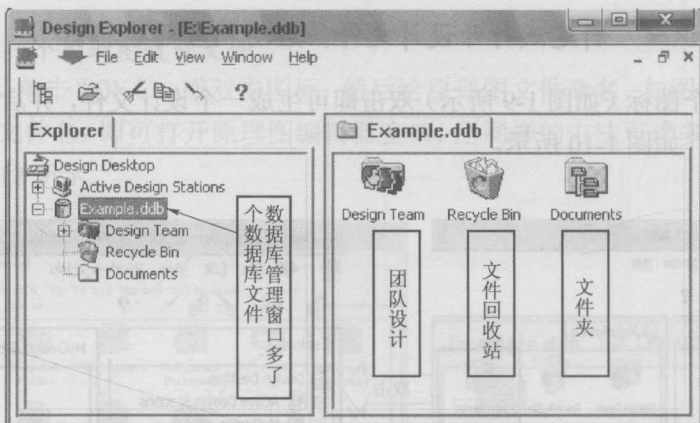


图 1-6 项目管理器主窗口

方法二：步骤如图 1-7、图 1-8 所示。

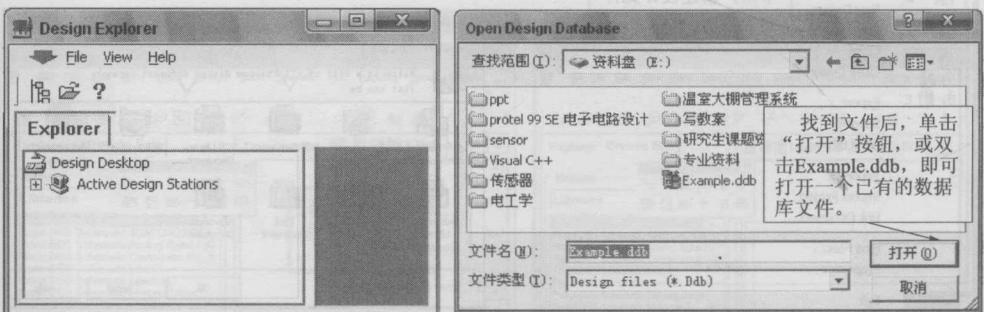


图 1-7 创建新的数据库文件 (2)

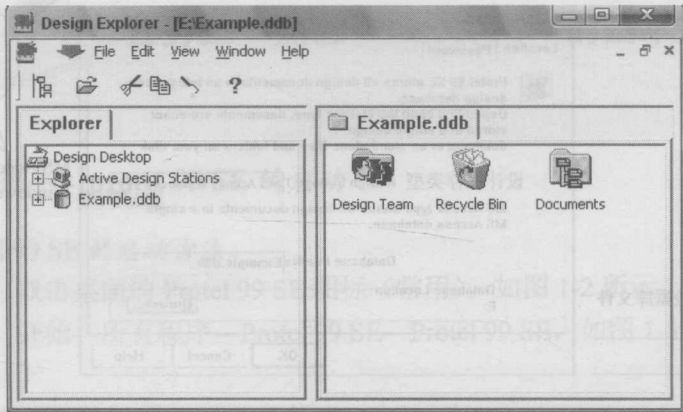


图 1-8 项目管理器主窗口

相关知识三 新建或打开设计文件，启动相应的编辑器

选择一个图标（如图 1-9 所示）双击即可生成一个设计文件，并启动了相应的编辑器窗口，如图 1-10 所示。

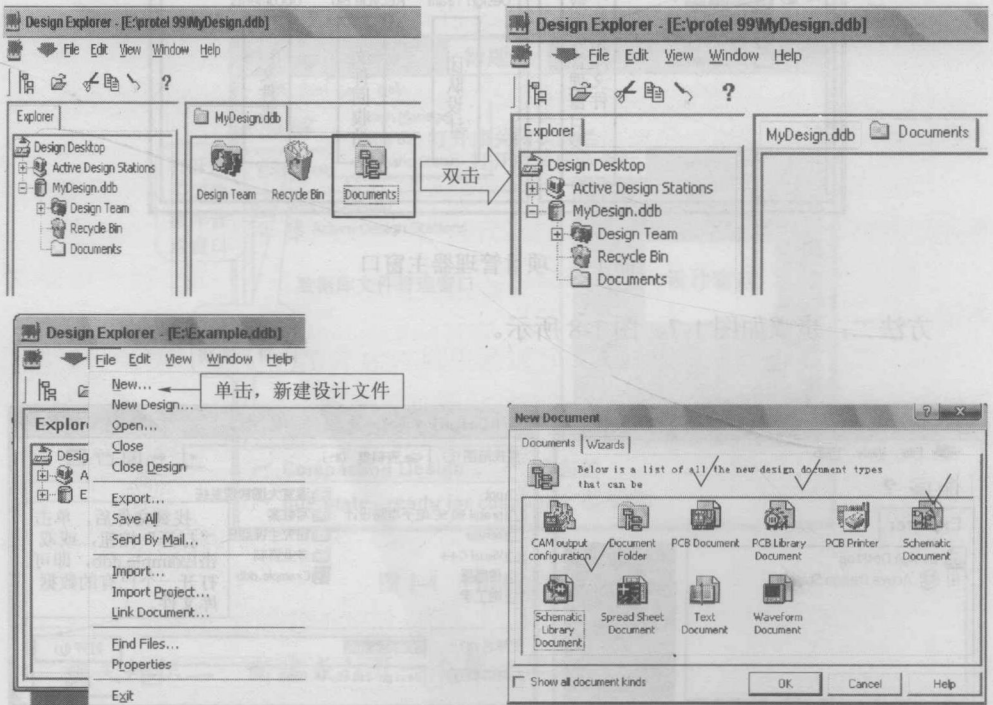


图 1-9 新建设计文件

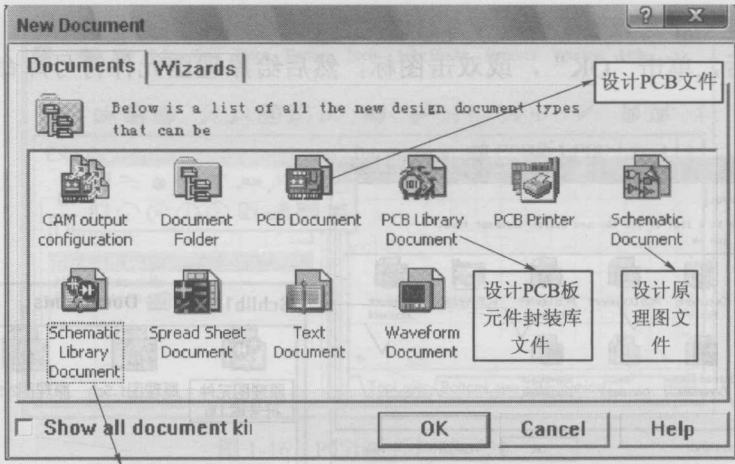


图 1-10 新建文件类型对话框

1. 新建一个原理图设计文件

选中后，单击“OK”，或双击图标，然后给原理图文件命名，如图 1-11 所示。

双击原理图文件名，即可打开原理图编辑器窗口，用同样的方法可建多个原理图文件，如图 1-12 所示。

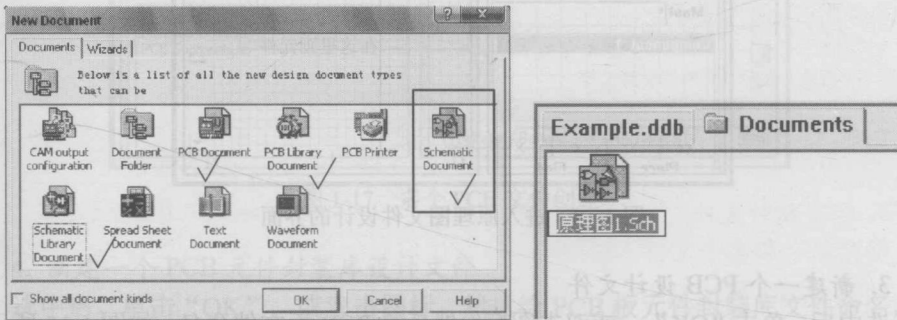


图 1-11 新建原理图设计文件



图 1-12 进入原理图设计文件

2. 新建一个原理图元件符号库设计文件

选中后，单击“OK”，或双击图标，然后给原理图元件符号库命名，如图 1-13 所示。

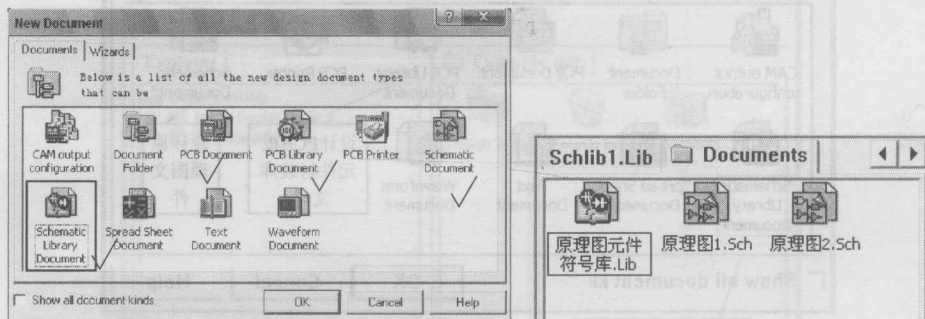


图 1-13 新建原理图元件符号库设计文件

双击原理图元件符号库文件名，即可打开原理图元件符号库编辑器窗口，如图 1-14 所示。

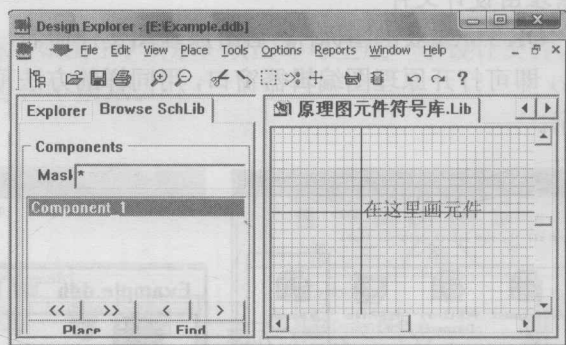


图 1-14 进入原理图文件设计的界面

3. 新建一个 PCB 设计文件

选中后，单击“OK”，或双击图标，然后给 PCB 板文件命名，如图 1-15 所示。

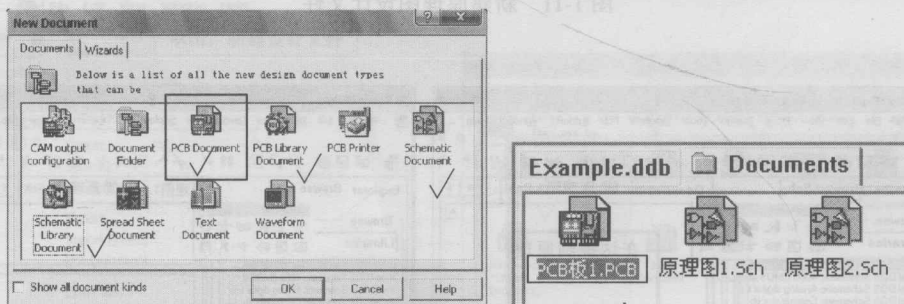


图 1-15 PCB 文件的创建 (1)

双击 PCB 板文件名，即可打开 PCB 板编辑器窗口，如图 1-16 所示。

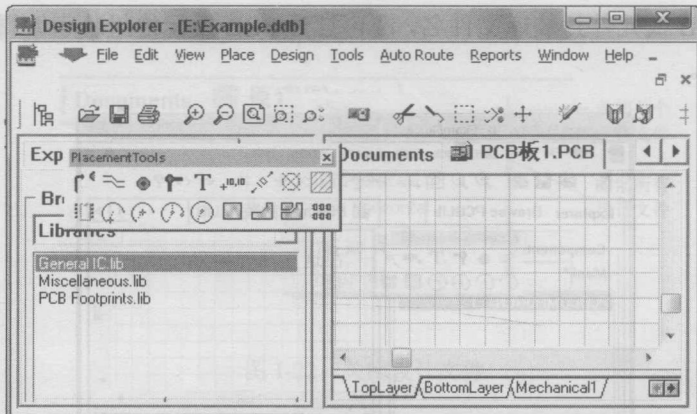


图 1-16 PCB 文件创建 (2)

用同样的方法可新建多个 PCB 板文件，如图 1-17 所示。

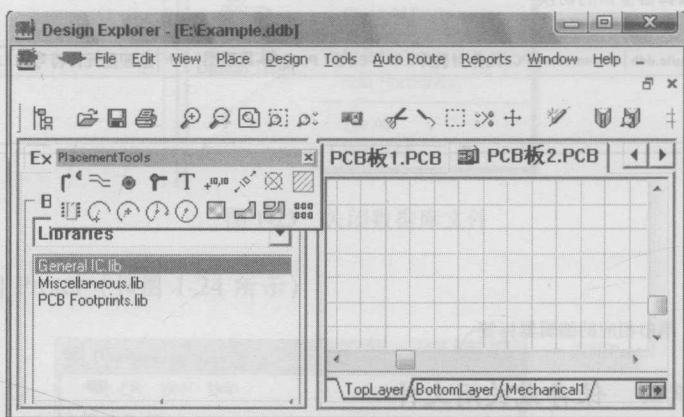


图 1-17 多个 PCB 文件创建

4. 新建一个 PCB 元件封装库设计文件

选中后，单击“OK”，或双击图标，然后给 PCB 板元件封装库文件命名，如图 1-18 所示。

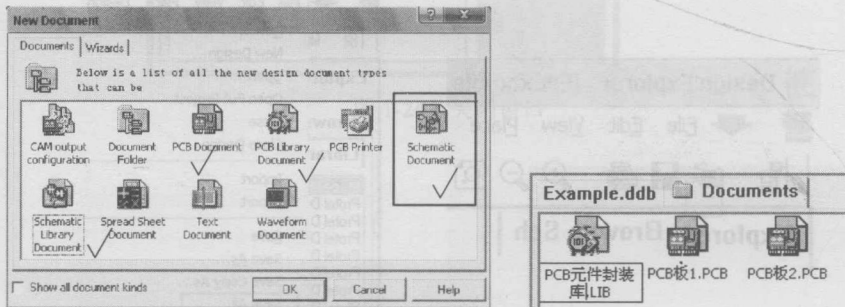


图 1-18 PCB 库文件创建

双击 PCB 板元件封装库文件名,即可打开 PCB 板元件封装库编辑器窗口,如图 1-19 所示。

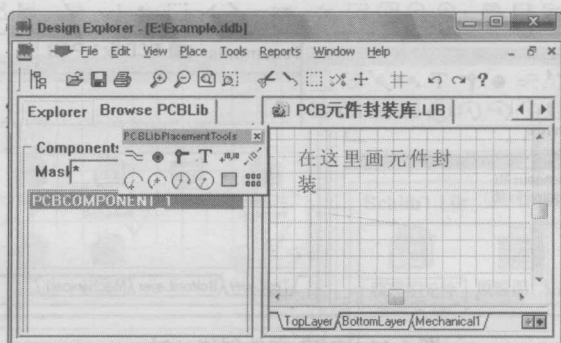
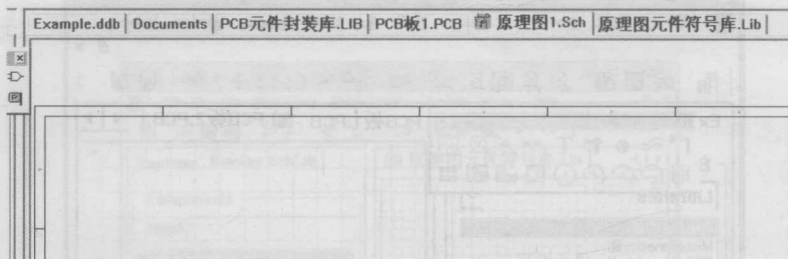


图 1-19 进入 PCB 板元件封装库设计的界面

附: 编辑器窗口的切换



切换: 单击相应的编辑器标签

相关知识四 保存或关闭文件

1. 保存设计文件

保存单个和多个文件,要养成边设计边保存的良好习惯,以防停电、死机等事件,如图 1-20、图 1-21 所示。



图 1-20 保存单个文件

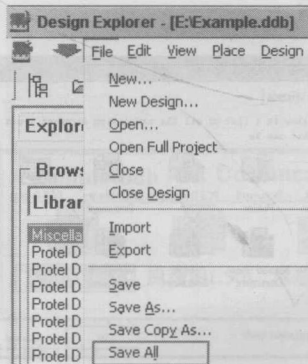


图 1-21 保存全部文件