

Protel  
2004

# 电子CAD技能实训

(第2版)

余宏生 许凯达 编著



世纪英才模块式技能实训  
高职电工电子系列教材

# **电子 CAD 技能实训（第 2 版）**

余宏生 许凯达 编著

人民邮电出版社  
北 京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电子CAD技能实训 / 余宏生, 许凯达编著. —2版. —北京: 人民邮电出版社, 2008.12  
(世纪英才模块式技能实训高职电工电子系列教材)  
ISBN 978-7-115-18633-1

I. 电… II. ①余…②许… III. 电子技术—计算机辅助设计—应用软件—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第120896号

## 内 容 提 要

本书是一本介绍 Protel 2004 基本功能和使用技巧的实训教材。本书从实用的角度出发, 通过讲解简单而有一定代表性的电路的设计过程, 介绍了 Protel 2004 的基本操作、使用环境、设计电路原理图与印制电路板的主要工具和基本方法。本书中所讲述的每个模块都根据教学内容编排了一定数量的技能训练项目, 附录中介绍了绘图工具的使用方法、原理图常用元件及其 PCB 封装图形、PCB 设计规则以及相关彩图以供参考。

本书可供高职院校电子信息类及相关专业作为教材使用, 对于电子爱好者来说也不失为一本较好的自学读物。

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

### 电子 CAD 技能实训 (第 2 版)

- 
- ◆ 编 著 余宏生 许凯达  
责任编辑 刘 朋  
执行编辑 蔡华斌
  - ◆ 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>  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 11.5 彩插: 2  
字数: 280 千字 2008 年 12 月第 2 版  
印数: 14 001—17 000 册 2008 年 12 月北京第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-18633-1/TP

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010)67120142 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

编 委 会

主 任：杨承毅

编 委：李忠国 梅开乡 江华圣 王 彦  
姚建永 熊新国 刘慎熊 余 华  
徐滤非 余宏生

策 划：丁金炎

# 丛书前言

对职业院校而言,技能培训才是职业教育真正的主题,理论教学应该围绕着专业技能的需要而展开,这不仅是就业市场的需求,也是高职办学理念上的回归。因此,国家要求高等职业院校构建理论教学体系和实践教学体系的办学格局,指明了高等职业教育改革前进的方向。

职业院校“以就业为导向”的办学方针,意味着职业办学者必须树立向市场靠拢的职教理念,探索全新的职教模式,在具体教学科目、教学内容的选择上必须以市场需求为己任,要“有所为,有所不为”,而不是采取砍课程、减内容或等比例削减课时等简单化行为。

本系列教材是我们学习教育部“教高[2004]1号”文件,借鉴加拿大CBE(Competency-Based Education)教学思想的一次实践,也是借DACUM方法来开发教学计划的具体探索。新编教材忠实贯彻了“以就业为目标”的指导思想,扭转了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向,重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果,改变了过去高职教材在学科体系基础上加加减减的编写方法。

本系列教材的主要特点如下。

(1)教材结构“模块化”。一个模块一个知识点,重点突出,主题鲜明。模块化课程结构以其良好的弹性和便于综合的特点适应了职业教育市场化的多种需求。

(2)注重“方法论”的教学思想。“授之以鱼,不如授之以渔”。教材是教学之本,故而方法也应是实践教材的主题,决不能简单地、狭义地认为技能实训就是学生的实际操作。技能实训教材以传授经过提炼、加工、升华的专家经验(方法论)为主,这也是与传统实验报告相比的区别所在。

(3)教学内容“本体化”。一套教材由多本内涵不同的单科教材构成,就是教育“本体化”的体现,故而单个科目不向其他学科扩展渗透,追求单科教学内容单纯化,追求系列教材的组合效应是本系列教材的一个基本思想。

(4)中、高职教材的梯度衔接。《世界21世纪高等教育宣言》指出:“教育内部层次的衔接是社会各种工作规范层次的需要,教育与就业的衔接,就是教育本身体现其价值的必然性要求。”编写中、高职教材涉及的问题很多,但中、高职教材有梯度的合理衔接应为首要问题,因为它对学校是一个教学的定位问题,对技术是一个标准问题,对企业是一个用人的问题,对社会则是一个公平问题。本系列教材为中职同类教材的生存留下了足够的空间。

(5)合理控制教学成本。若实践教学以教授做事方法为主导,则教学成本不会很高,但若以学生实践为主题,则教学成本会增加许多。如今,不计教学成本的时代即将离去,故而,本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本作出估算,以免“曲高和寡”,最终难以得到教学双方的认可。

(6)教材内容更加直观。本系列教材广泛使用图表归纳法,用简洁的图表归纳整理,以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾。同时,本系列教材图文并茂、直观清晰、便于自学,文字表达简洁明了、明快易懂。

(7)练习题体现了理论对实践技能的指导。每一个“技能模块”的练习题都需要学生开

动脑筋、相互讨论，到图书馆、互联网去查阅资料，到实验室去做实验才能解答；同时，练习题更加贴近实际，体现应用，而不再只是验证真理。它摒弃了传统应试教育的问答方式，力求体现理论对实践技能的指导，引导学生去探索、去实践、去领悟、去创新。

综上所述，本系列实训教材是符合当今高等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师，不仅具备扎实的理论功底，还在职业技能方面积累了大量的经验。正是由于本系列教材的作者们具备了这些条件，才有了本系列教材的高质量出版。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部“教高〔2004〕1号”文件中高等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为学生毕业后在电类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、体现应用）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 [wuhan@ptpress.com.cn](mailto:wuhan@ptpress.com.cn) 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 [www.ycbook.com.cn](http://www.ycbook.com.cn) 留言。

系列教材编委会

# 前 言

本书是电工、电子、通信、计算机和自动控制等专业通用的电子技能实训教材，是 2006 年 1 月出版的《电子 CAD 技能实训》一书的第 2 版。全书从实用的角度出发，通过讲解简单而有一定代表性的电路设计过程，介绍了 Altium 公司 2004 年正式推出的 EDA 综合设计软件 Protel 2004 的基本操作及其使用环境，还介绍了设计电路原理图与印制电路板的主要工具和基本方法。

本书第 1 版自出版发行以来，累计印数达 14000 册，深受读者的好评。但是，随着技术的发展，本书第 1 版中的一些内容已经不合时宜，因此，我们在第 1 版的基础上将技能训练一和技能训练二进行了合并与简化，并且更新完善了部分内容的知识点，编写了第 2 版。与第 1 版相比，本书具有以下特点。

(1) 介绍了集成元件库的新概念和创建集成元件库的方法。

(2) 介绍了原理图和 PCB 图的同步更新的方法，以便设计者在实际应用中能够大大地提高工作效率。

(3) 在学习网站上不仅可以下载教学素材，还可以得到相关的教学指导，极大地方便了教师教学和学生自学。

本书共包括 11 个模块，其中技能训练一和技能训练二是全书的基础，有助于读者认识 Protel 2004 的全貌；技能训练三至技能训练六主要是针对电路原理图和层次原理图设计的实训；技能训练七至技能训练十一主要是针对印制电路板设计的实训。

本书中所有技能训练都可以在计算机上完成，但需要说明的是，运行 Protel 2004 软件时应尽可能采用配置较高的计算机。其中技能训练六和技能训练十一是有关报表生成的实训，要完成这两个实训，还必须配备激光打印机。一些不适合作为技能训练但与教学内容密切相关的内容，在本书中都以附录的形式给出，以方便教师教学与学生自学。

本书技能训练七至技能训练十一由余宏生编写，技能训练一至技能训练六以及附录一至附录四由许凯达编写。全书由余宏生统稿，武汉铁路职业技术学院杨承毅审定。本书在编写的过程中，作者参考了多位同行、专家的编著和文献，在此表示真诚的感谢；同时，感谢史世明博士和李力博士为本书的编写提供了很多建议！

希望通过这本书结识更多的同行和朋友，大家的批评和建议是本书不断改进完善的源泉。作者的 E-mail: yhs99981@sina.com。

另附教学建议学时表，以供参考。具体的学时安排可由教师根据实际情况进行调整。

| 序 号   | 内 容                  | 建议学时 | 序 号   | 内 容               | 建议学时 |
|-------|----------------------|------|-------|-------------------|------|
| 技能训练一 | Protel 2004 的初识与设计入门 | 6    | 技能训练七 | 印制电路板的设计基础        | 6    |
| 技能训练二 | 设置原理图设计环境            | 3    | 技能训练八 | 制作元件封装与创建 PCB 元件库 | 6    |
| 技能训练三 | 制作元件与创建原理图元件库        | 6    | 技能训练九 | 印制电路板的规划与元件的布局    | 6    |

续表

| 序 号   | 内 容               | 建议学时 | 序 号    | 内 容                    | 建议学时 |
|-------|-------------------|------|--------|------------------------|------|
| 技能训练四 | 设计电路原理图           | 6    | 技能训练十  | 印制电路板的自动<br>布线与手工调整    | 8    |
| 技能训练五 | 设计层次原理图           | 8    | 技能训练十一 | 生成 PCB 报表及打<br>印 PCB 图 | 2    |
| 技能训练六 | 生成原理图报表及<br>打印原理图 | 3    |        |                        |      |
| 合计    |                   | 32   | 合计     |                        | 28   |
| 总学时   |                   |      | 60     |                        |      |

编 者

# 目 录

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| 技能训练一  | Protel 2004 的初识与设计入门 ..... | 1   |
| 技能训练二  | 设置原理图设计环境 .....            | 15  |
| 技能训练三  | 制作元件与创建原理图元件库 .....        | 27  |
| 技能训练四  | 设计电路原理图 .....              | 39  |
| 技能训练五  | 设计层次原理图 .....              | 52  |
| 技能训练六  | 生成原理图报表及打印原理图 .....        | 67  |
| 技能训练七  | 印制电路板的设计基础 .....           | 79  |
| 技能训练八  | 制作元件封装与创建 PCB 元件库 .....    | 94  |
| 技能训练九  | 印制电路板的规划与元件的布局 .....       | 113 |
| 技能训练十  | 印制电路板的自动布线与手工调整 .....      | 129 |
| 技能训练十一 | 生成 PCB 报表及打印 PCB 图 .....   | 144 |
| 附录一    | 绘图工具的使用方法 .....            | 152 |
| 附录二    | 原理图的常用元件库及常用元件 .....       | 157 |
| 附录三    | 常用元件的 PCB 封装图形 .....       | 162 |
| 附录四    | PCB 设计规则 .....             | 168 |
| 参考文献   | .....                      | 173 |
| 相关的彩图  | .....                      | 彩图  |

# 技能训练一 Protel 2004 的初识与设计入门

安装 Protel 2004 是学习这个应用软件的第一步。为了发挥软件的最佳性能，运行 Protel 2004 时，计算机最好采用 Windows XP 操作系统。推荐计算机的硬件配置为：CPU 最小为 Pentium 1.2GB，内存 512MB，显卡内存在 32MB 以上；屏幕分辨率设置为 1280×1024。

安装完成后，启动 Protel 2004，就可以创建设计工作区，在设计工作区中可以根据需要创建多个项目文件，在项目文件中，可以创建各类设计文件。在 Protel 2004 中，所有与设计有关的文件（如原理图文件、PCB 文件等）都以项目的方式进行管理，用户可以在 Protel 2004 中对各种设计文件进行打开、关闭、保存和删除等操作。

## 第一部分 教学组织

### 一、目的要求

- (1) 学会安装 Protel 2004。
- (2) 掌握启动和关闭 Protel 2004 的方法。
- (3) 学会创建新的设计工作区和项目文件，学会打开已经存在的项目文件。
- (4) 掌握 Protel 2004 文件管理的各种操作及文件管理的基本方法。
- (5) 了解打开各类设计文件和启动各种编辑器的方法，初步认识各种编辑器窗口。

### 二、教学节奏与方式

| 项 目 |      | 课 时 安 排 | 教 学 方 式                                                    |
|-----|------|---------|------------------------------------------------------------|
| 1   | 课前准备 | 课余      | 复习计算机基础课程中复制、粘贴等命令的操作方法                                    |
| 2   | 教师讲授 | 2 课时    | 重点讲授安装 Protel 2004 的步骤，介绍创建设计工作区和项目文件的方法，打开设计文件和启动各种编辑器的方法 |
| 3   | 学生实作 | 4 课时    | 教师指导学生实际操作安装 Protel 2004，对项目文件中的设计文件进行各种操作，启动各种设计编辑器       |

### 三、成绩评定

|        |  |      |  |
|--------|--|------|--|
| 技能训练成绩 |  | 教师签名 |  |
|--------|--|------|--|

## 第二部分 教学内容

### 一、Protel 2004 的安装

Protel 2004（试用版）的安装步骤如下。

(1) 安装 Protel 2004 前, 在 D 盘创建文件夹 D:\PROTEL。首先将安装光盘中的文件夹 Protel 2004 中全部内容(如图 1-1 所示)复制到硬盘 D:\PROTEL 中, 然后, 用虚拟光驱软件打开 DXP2004.iso 文件, 运行 setup 文件夹中的 Setup 安装文件。这时会出现如图 1-2 所示的安装向导界面。

| 名称                             | 大小         | 类型           |
|--------------------------------|------------|--------------|
| AltiumDXP2004SF2KeyGen         |            | 文件夹          |
| DXP2004                        | 668,048 KB | 磁盘中、Document |
| DXP2004SP2                     | 327,056 KB | 应用程序         |
| DXP2004SP2_IntegratedLibraries | 71,342 KB  | 应用程序         |

图 1-1 文件夹 Protel 2004 中全部内容



图 1-2 Protel 2004 安装向导界面

(2) 单击 **Next >** 按钮, 进入如图 1-3 所示窗口。选中 “I accept the license agreement” 选项, 即可正式进入 Protel 2004 的安装。

(3) 单击 **Next >** 按钮, 将出现用户信息对话框, 如图 1-4 所示。在该对话框中的 Name 文本框中输入用户名; 在 Organization 文本框中输入公司名。

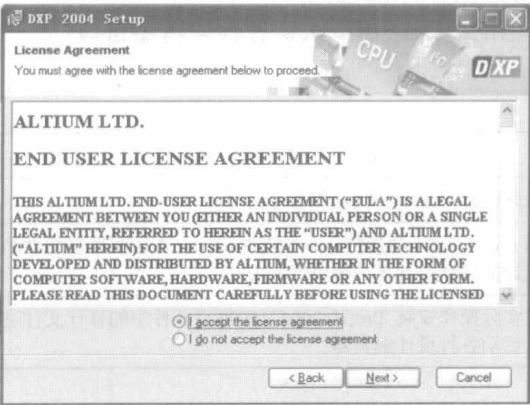


图 1-3 安装授权许可对话框

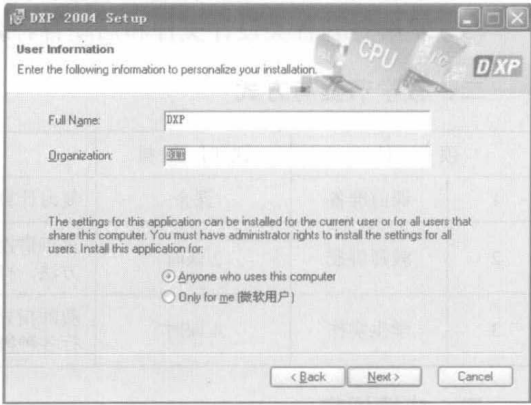


图 1-4 用户信息对话框

(4) 单击 **Next >** 按钮, 将出现选择安装目标文件夹对话框, 如图 1-5 所示。该对话框提供了安装 Protel 2004 的默认文件夹; 如果要更改, 可以单击 **Browse** 按钮, 选择安装文件夹。

(5) 单击 **Next >** 按钮, 将出现 “Ready to Install the Application” 对话框。在该对话框中单击 **Next >** 按钮, 开始安装, 安装过程中显示安装进度界面, 如图 1-6 所示。此时若要退出安装, 单击 **Cancel** 按钮即可。

(6) 安装结束后, 出现图 1-7 所示对话框, 单击 **Finish** 按钮完成 Protel 2004 的安装。

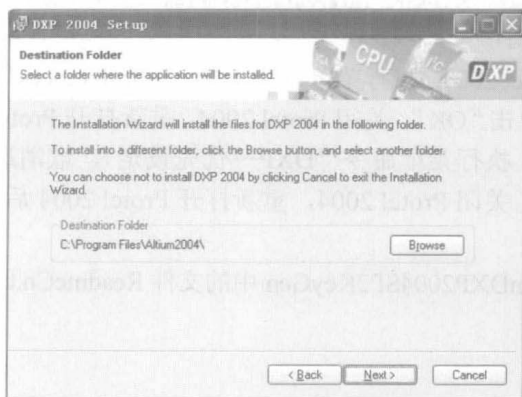


图 1-5 选择安装目标文件夹对话框

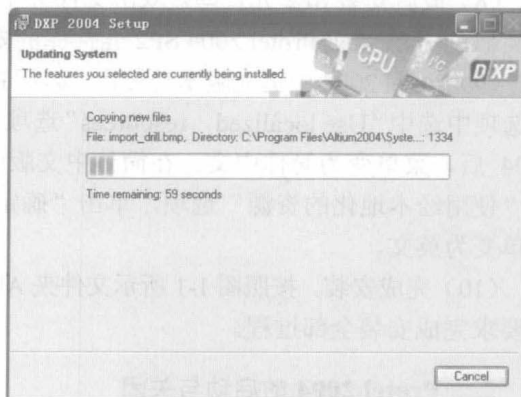


图 1-6 安装进度界面



图 1-7 安装结束界面

(7) 接下来安装 SP2 补丁。双击文件夹中的  DXP2004SP2 文件，出现界面 “Atium Software End-User License”。单击 ☐ I accept the terms of the End-User License agreement and wish to CONTINUE，出现选择安装路径对话框，如图 1-8 所示。单击  按钮，将出现 “Start Installation” 对话框；单击  按钮，显示安装进度；安装结束后，出现 SP2 补丁安装结束界面，如图 1-9 所示，单击  按钮，完成 Protel 2004 SP2 补丁的安装。



图 1-8 选择 SP2 补丁安装路径对话框



图 1-9 SP2 补丁安装结束界面

(8) 最后安装 SP2 元件库。双击文件夹中的  DXP2004SP2\_IntegratedLibraries 文件, 采用上述类似的方法完成 Protel 2004 SP2 元件库的安装。

(9) Protel 2004 中英文版本的转换。运行 Protel 2004, 执行菜单命令“DXP→Preferences”, 在选项中选中“Use localized resources”选项, 单击“OK”, 关闭 Protel 2004, 重新打开 Protel 2004 后, 菜单变为简体中文。在简体中文版中, 执行菜单命令“DXP→优先设定”, 取消选择“使用经本地化的资源”选项, 单击“确定”, 关闭 Protel 2004, 重新打开 Protel 2004 后, 菜单变为英文。

(10) 完成安装。按照图 1-1 所示文件夹 AltiumDXP2004SP2KeyGen 中的文件 ReadmeCn.txt 的要求完成安装全部过程。

## 二、Protel 2004 的启动与关闭

### 1. Protel 2004 的启动

在 Windows 桌面上双击 Protel 2004 快捷图标即可启动 Protel 2004, 启动后出现如图 1-10 所示的 Protel 2004 主窗口。启动 Protel 2004 还有另外两种方法, 一是在桌面上选择“开始→程序→Altium→DXP 2004”选项; 二是直接单击“开始”菜单中的图标  DXP 2004。

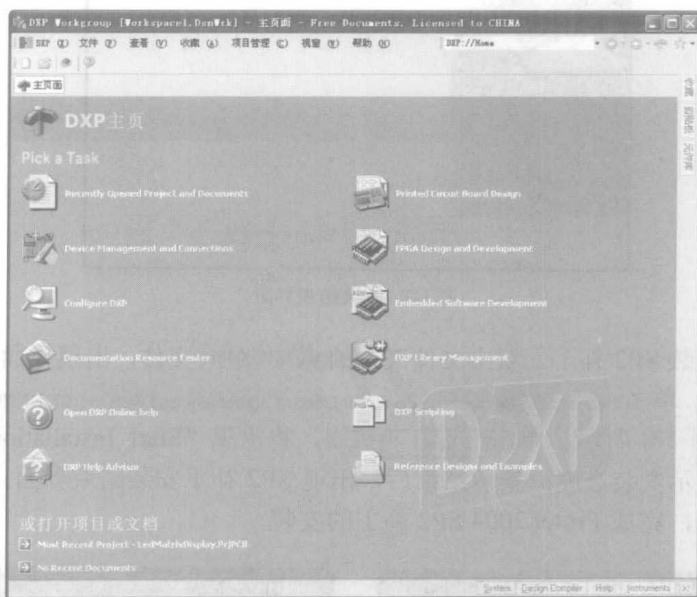


图 1-10 Protel 2004 主窗口

注意: (1) 本书在讲解时, 采用中文菜单, 汉化后的 Protel 2004 软件大部分菜单是中文的, 但有个别菜单是英文的。本书中的菜单尽量采用中文说明, 但是对于图片中的英文菜单, 文中菜单说明仍然采用英文, 以方便对软件的学习。中文菜单的翻译虽然不尽完美, 但是, 为了讲解时与菜单对应, 对菜单中的中文名称仍然不作修改。

(2) 本书中在说明操作时, “单击”是指“鼠标左键单击”; “右键单击”是指“鼠标右键单击”。

### 2. Protel 2004 的关闭

选择 Protel 2004 主窗口中的“文件”菜单, 然后在下拉菜单中选择“退出”菜单项, 可以

关闭 Protel 2004 主程序，如图 1-11 所示。

注意：执行菜单命令的基本方法就是先选择菜单，然后单击下拉菜单中的相应命令，如：上述命令可表述为：执行菜单命令“文件→退出”。执行其他菜单命令时将以类似方式表述，在本书的后续部分将不再重复说明。

提示：单击主窗口标题栏中的“退出”按钮，或直接双击“系统菜单”按钮，也可以退出 Protel 2004 主程序，其操作界面如图 1-12 所示。

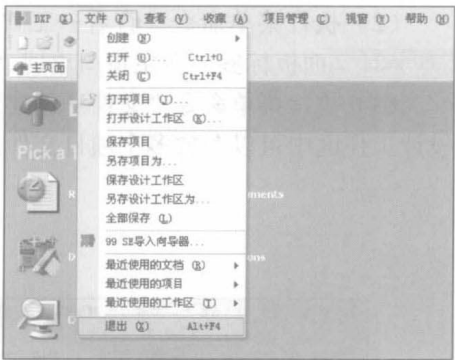


图 1-11 关闭 Protel 2004 主程序

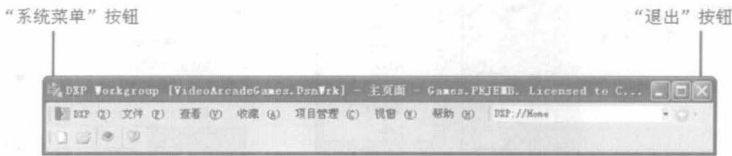


图 1-12 “退出”按钮和“系统菜单”按钮

三、创建一个新的设计工作区

(1) 执行菜单命令“查看→工作区面板→System→Files”，在主窗口左侧出现“Files”面板，其操作界面如图 1-13 所示。

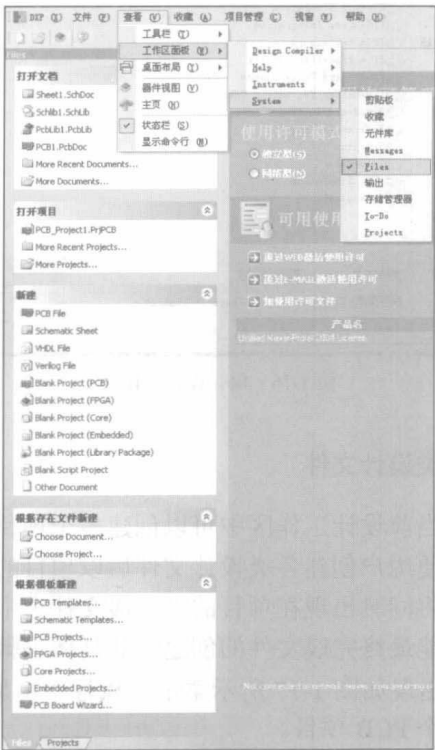


图 1-13 打开工作区“Files 文件”面板

(2) 执行菜单命令“查看→工作区面板→System→Projects”，或者单击图 1-13 下方的 **Projects** 面板标签，在主窗口出现“Projects”面板。其操作界面如图 1-14 所示。

(3) 执行菜单命令“文件→创建→设计工作区”，如图 1-15 所示，创建设计工作区。在设计工作区中可以存放多个项目文件及其中的各类设计文件。



图 1-14 打开工作区“Projects”面板



图 1-15 创建设计工作区

(4) 执行菜单命令“文件→保存设计工作区”，出现如图 1-16 所示对话框；在对话框中，可以修改设计工作区的名称以及更改设计工作区的存储路径。



图 1-16 保存设计工作区

四、创建项目文件及各类设计文件

创建设计工作区后，在当前设计工作区中可以创建多个项目文件。项目文件只是相当于各类设计文件的管理者，方便用户创建各类设计文件后以项目的形式进行管理。当用户打开一个项目时，项目中的文件将同时出现在项目的下一级文件夹中。创建项目文件和设计文件后，必须进行保存操作，才能最终完成文件的创建。其具体步骤如下。

(1) 单击 **工作区** 按钮，出现如图 1-17 所示菜单，执行“追加新项目→PCB 项目”命令，可以在当前工作区中创建一个 PCB 项目。

(2) 单击 **项目** 按钮，出现如图 1-18 所示菜单，执行“追加新文件到项目中→Schematic”

命令，可以在当前工作区中创建一个原理图文件。进行这步操作的同时，也启动了原理图编辑器。

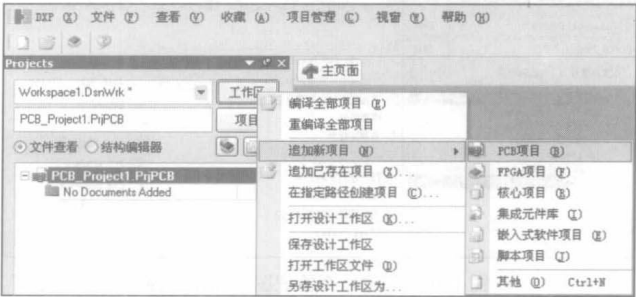


图 1-17 创建一个新项目



图 1-18 创建一个原理图文件

(3) 单击 **项目** 按钮，出现如图 1-19 所示菜单，执行“追加新文件到项目中→PCB”命令，可以在当前工作区中创建一个 PCB 文件。进行这步操作的同时，也启动了 PCB 编辑器。

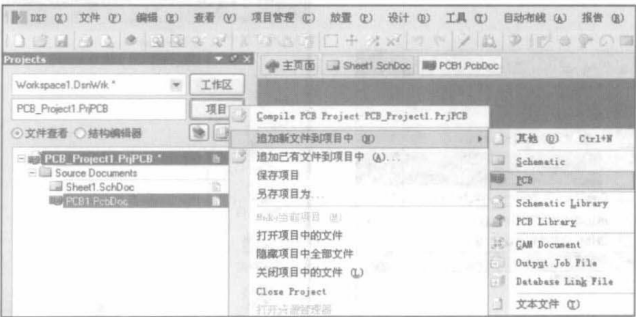


图 1-19 创建一个 PCB 文件

(4) 单击 **项目** 按钮，出现如图 1-20 所示菜单，执行“追加新文件到项目中→Schematic Library”命令，可以在当前工作区中创建一个原理图元件库文件。进行这步操作的同时，也启动了原理图元件库编辑器。

(5) 单击 **项目** 按钮，出现如图 1-21 所示菜单，执行“追加新文件到项目中→PCB Library”命令，可以在当前工作区中创建一个 PCB 元件库文件。进行这步操作的同时，也启

动了 PCB 元件库编辑器。

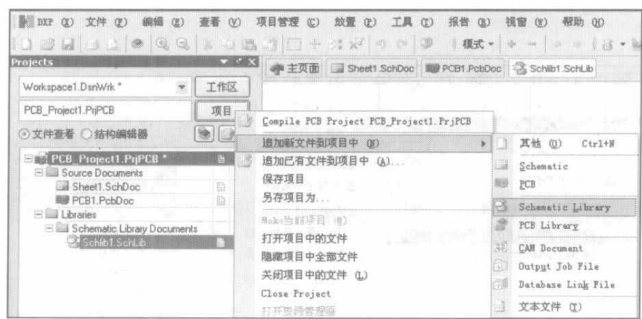


图 1-20 创建一个原理图元件库文件



图 1-21 创建一个 PCB 元件库文件

(6) 开始保存各类设计文件和项目文件。单击 **项目** 按钮，出现如图 1-22 所示菜单。

(7) 执行图 1-22 中“保存项目”命令，出现如图 1-23 所示对话框。① 单击下拉按钮，可修改 PCB 元件库文件的保存路径；② 在“文件名 (N):”右侧的空白处，可以修改 PCB 元件库文件的文件名；③ 单击 **保存(S)** 按钮，完成 PCB 元件库文件的保存。

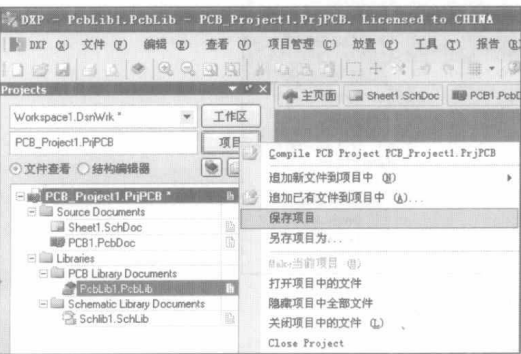


图 1-22 保存项目文件的菜单命令

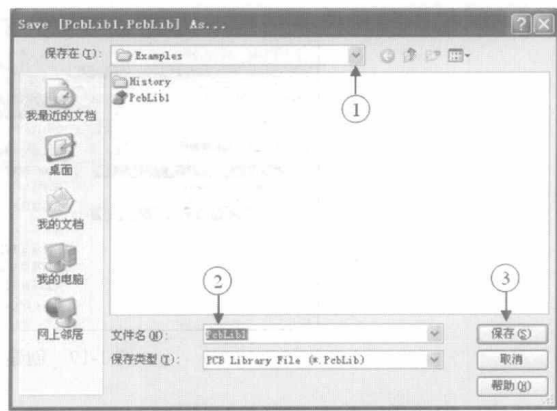


图 1-23 保存 PCB 元件库文件

(8) 出现如图 1-24 所示对话框后，单击 **保存(S)** 按钮，完成原理图元件库文件的保存。

注意：步骤 (8) ~ (11) 中，均可按照步骤 (7) 类似方法操作。

(9) 出现如图 1-25 所示对话框后，单击 **保存(S)** 按钮，完成 PCB 文件的保存。