

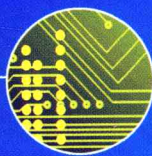
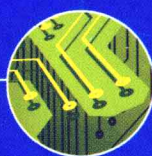


全国高等教育应用型精品教材

# Protel



## 电路板设计教程



主编 甘登岱

航空工业出版社

全国高等教育应用型精品教材

# Protel 电路板设计教程

主 编 甘登岱

副主编 徐金鑫 唐亦敏

邢丽峰 赵丹丹 梁永昌

航空工业出版社

北 京

## 内 容 提 要

Protel 是目前最优秀的电路板设计软件之一,本书采用最新的项目教学法与传统教学法相结合的方式,结合 Protel 的实际用途,循序渐进地介绍了 Protel DXP 2004 快速入门、原理图绘制基础、制作原理图库元件、原理图绘制提高与后期处理、熟悉 PCB 图设计环境、印制电路板(PCB)设计初步、电路板布线与覆铜、PCB 元件封装设计、PCB 后期处理与电路仿真等内容。

本教材案例丰富、结构新颖、条理清晰、重点突出,可供高等院校电子类、电气类、通信类、机电类及相关专业学生选用,也可供从电子电路设计的人员学习、参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

Protel 电路板设计教程 / 甘登岱主编. -- 北京 :  
航空工业出版社, 2011.5

ISBN 978-7-80243-509-4

I. ①P… II. ①甘… III. ①印刷电路—计算机辅助  
设计—应用软件, Protel IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 073764 号

## Protel 电路板设计教程 Protel Dianluban Sheji Jiaocheng

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京忠信印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2011 年 5 月第 1 版

2011 年 5 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 17.25

字数: 431 千字

印数: 1—3000

定价: 35.00 元



随着集成电路向超大规模和高密度方向发展,越来越多的电路板已无法单纯靠手工来完成。于是,各种 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 软件应运而生,如今已成为人们从事电子电路设计不可缺少的工具。随着计算机技术的进步,EDA 技术也很好地适应并促进着电子技术的发展。

Protel 作为众多 EDA 软件中的佼佼者,在电子电路设计领域占有极其重要的地位。在 Protel 的一系列软件中,Protel DXP 2004 是目前功能较为完善、性能较为稳定的一个版本,它采用全新的设计平台 (Design Explorer, DXP),给用户提供了一个轻松、直观的设计环境,在国内拥有极高的普及率。

为了进一步适应科学技术和电子工业的飞速发展,培养出实用型、复合型的高技能电路板设计人才,我们邀请一线的骨干教师针对相关专业的课程设置,融合多年的教学实践经验,本着求实、创新的精神编写了这本技能型教材《Protel 电路板设计教程》,以满足高等院校和社会各界对 Protel 电路板设计知识学习的迫切需要。

在本书的编写过程中,我们以典型应用(案例)为主线,以软件的功能为副线,合理安排案例和知识点,力求体现编排合理、结构清晰、重点突出、案例丰富、语言精练等特点。

**(1) 以典型应用(案例)为主线:**让学生在最短时间内获得一种成就感,从而调动学生的学习兴趣。而且,学生在学完某个案例后,便能将所学知识轻松应用到实际工作中。

**(2) 以软件的功能为副线:**将软件的功能巧妙地融入到各个案例中。学生在学完全部案例后,便掌握了软件的全部重要功能,从而让学生具备举一反三的能力。

**(3) 合理安排案例和知识点:**精心挑选案例,以及合理安排案例涉及到的知识点,使两条线都清楚明了,从而既方便教师教学,又能让学生能循序渐进地学习。

**(4) 以任务为驱动,以练带学:**让学生在实施项目任务的过程中有兴趣学习,轻松掌握相关技能。

**(5) 融入一些实用知识:**使学生在学完本书之后,能够对印制电路板的构成、设计过程和生产工艺有一个清楚的了解,并能识别常见的电路板实物和元器件封装。

**(6) 语言精练、图示丰富:**避开枯燥的讲解,同时,在介绍概念时尽量做到语言简洁、易懂,并善用比喻和图示。

**(7) 适应教学要求:**在安排各个案例时都严格控制篇幅和难易程度,从而照顾教师教学的需要。





|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 项目一 Protel DXP 2004 快速入门 ..... | 1  |
| 任务一 初识 Protel DXP 2004 .....   | 2  |
| 一、安装 Protel DXP 2004 .....     | 2  |
| 二、启动 Protel DXP 2004 .....     | 4  |
| 三、激活 Protel DXP 2004 .....     | 5  |
| 四、设置使用中文界面 .....               | 6  |
| 任务二 设计 LED 驱动电路板 .....         | 9  |
| 一、创建 PCB 项目文件 .....            | 10 |
| 二、绘制原理图 .....                  | 12 |
| 三、设计 PCB 图 .....               | 25 |
| 知识拓展 .....                     | 40 |
| 一、工作面板的显示方式 .....              | 40 |
| 二、向制板商提供哪些东西 .....             | 41 |
| 三、电路板的生产工艺流程 .....             | 43 |
| 项目小结 .....                     | 45 |
| 思考与练习 .....                    | 45 |
| 项目二 原理图绘制基础（上） .....           | 47 |
| 任务一 创建门铃电路原理图文件 .....          | 47 |
| 一、新建原理图文件 .....                | 47 |
| 二、设置图纸参数 .....                 | 50 |
| 任务二 查看脉宽调制信号控制电路 .....         | 55 |
| 一、放大与缩小原理图 .....               | 55 |
| 二、移动与刷新原理图 .....               | 58 |
| 知识拓展 .....                     | 60 |
| 一、图纸浏览器 .....                  | 60 |
| 二、其他缩放命令 .....                 | 60 |
| 项目小结 .....                     | 61 |
| 思考与练习 .....                    | 61 |
| 项目三 原理图绘制基础（下） .....           | 63 |
| 任务一 为门铃电路原理图添加元件 .....         | 63 |
| 一、加载元件库 .....                  | 64 |
| 二、放置元件 .....                   | 65 |
| 三、编辑元件属性 .....                 | 69 |



|                      |     |
|----------------------|-----|
| 任务二 为门铃电路原理图布线       | 73  |
| 一、调整与排列元件            | 73  |
| 二、原理图布线              | 76  |
| 三、添加标注信息             | 81  |
| 知识拓展                 | 83  |
| 一、选取与删除元件            | 83  |
| 二、放置网络标签             | 84  |
| 三、放置总线和总线入口          | 86  |
| 四、放置输入/输出端口          | 88  |
| 项目小结                 | 90  |
| 思考与练习                | 90  |
| 项目四 制作原理图库元件         | 92  |
| 任务一 制作变压器元件          | 92  |
| 一、创建原理图库文件           | 92  |
| 二、为库文件添加元件           | 95  |
| 三、绘制元件外形             | 95  |
| 四、为元件添加引脚            | 102 |
| 五、定义元件属性             | 105 |
| 任务二 制作七段数码管元件        | 107 |
| 一、利用现有元件创建新元件        | 107 |
| 二、生成元件报表与错误检查        | 110 |
| 知识拓展                 | 112 |
| 一、绘制矩形               | 112 |
| 二、绘制多边形              | 113 |
| 三、绘制贝塞尔曲线            | 114 |
| 四、放置 IEEE 符号         | 115 |
| 项目小结                 | 116 |
| 思考与练习                | 117 |
| 项目五 原理图绘制提高与后期处理     | 118 |
| 任务一 绘制催眠器层次原理图       | 118 |
| 一、层次原理图的设计方法         | 119 |
| 二、层次原理图之间的切换         | 126 |
| 任务二 为助听器电路生成网络表和元件清单 | 128 |
| 一、电气规则检查             | 128 |
| 二、生成网络表              | 132 |
| 三、生成元件清单报表           | 134 |
| 四、打印原理图              | 136 |
| 知识拓展                 | 138 |
| 一、自下而上的层次原理图设计方法     | 138 |



|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 项目小结 .....                 | 140 |
| 思考与练习 .....                | 141 |
| 项目六 熟悉 PCB 图设计环境 .....     | 144 |
| 任务一 创建稳压电路 PCB 文件 .....    | 144 |
| 一、创建 PCB 文件的方法 .....       | 144 |
| 任务二 查看稳压电路 PCB 图 .....     | 151 |
| 一、缩放与移动图形 .....            | 151 |
| 知识拓展 .....                 | 156 |
| 一、什么是印制电路板 .....           | 156 |
| 二、印制电路板的工作层面 .....         | 159 |
| 三、印制电路板的相关术语 .....         | 161 |
| 四、设置环境参数 .....             | 162 |
| 五、选择与取消对象 .....            | 164 |
| 项目小结 .....                 | 166 |
| 思考与练习 .....                | 166 |
| 项目七 印制电路板 (PCB) 设计初步 ..... | 168 |
| 任务一 设计照明灯 PCB 图 .....      | 168 |
| 一、设置 PCB 板层 .....          | 169 |
| 二、定义 PCB 边界 .....          | 173 |
| 三、加载元件封装库 .....            | 177 |
| 四、载入网络表 .....              | 178 |
| 任务二 照明灯 PCB 图布局 .....      | 180 |
| 一、自动布局 .....               | 181 |
| 二、手动布局 .....               | 185 |
| 知识拓展 .....                 | 188 |
| 一、布局密度分析 .....             | 188 |
| 二、三维 PCB 板 .....           | 189 |
| 项目小结 .....                 | 190 |
| 思考与练习 .....                | 191 |
| 项目八 电路板布线与覆铜 .....         | 193 |
| 任务一 抢答器 PCB 布线 .....       | 193 |
| 一、设置布线规则 .....             | 194 |
| 二、自动布线 .....               | 199 |
| 任务二 抢答器 PCB 覆铜 .....       | 202 |
| 一、覆铜 .....                 | 203 |
| 二、包地 .....                 | 205 |
| 知识拓展 .....                 | 207 |
| 一、手动布线 .....               | 207 |
| 二、补泪滴 .....                | 213 |



|                   |     |
|-------------------|-----|
| 项目小结              | 214 |
| 思考与练习             | 215 |
| 项目九 PCB 元件封装设计    | 217 |
| 任务一 创建双列直插封装库     | 217 |
| 一、熟悉 PCB 库文件设计环境  | 217 |
| 二、设置工作环境          | 219 |
| 任务二 绘制元件封装 DIP20  | 221 |
| 一、添加空白元件封装        | 221 |
| 二、手动绘制元件封装        | 222 |
| 知识拓展              | 228 |
| 一、元件封装的概念和形式      | 228 |
| 二、用向导制作元件封装       | 232 |
| 三、创建集成元件库         | 235 |
| 项目小结              | 239 |
| 思考与练习             | 239 |
| 项目十 PCB 后期处理与电路仿真 | 241 |
| 任务一 数字钟电路板后期处理    | 241 |
| 一、生成电路板信息报表       | 242 |
| 二、生成光绘文件 (Gerber) | 243 |
| 三、生成 NC 钻孔文件      | 247 |
| 任务二 分压式偏置电路仿真     | 249 |
| 一、绘制仿真原理图         | 250 |
| 二、添加仿真激励源         | 252 |
| 三、设置仿真节点          | 254 |
| 四、执行仿真分析          | 256 |
| 知识拓展              | 261 |
| 一、打印输出 PCB 图      | 261 |
| 二、常用仿真元件及参数       | 261 |
| 三、常用的仿真激励源        | 262 |
| 项目小结              | 265 |
| 思考与练习             | 266 |

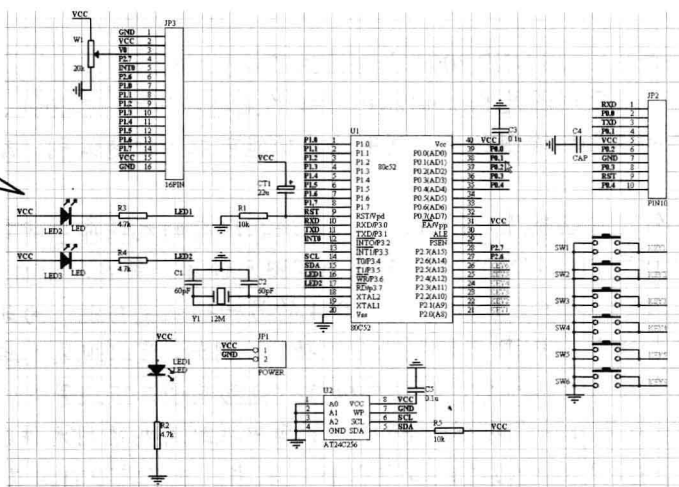


# 项目一 Protel DXP 2004 快速入门

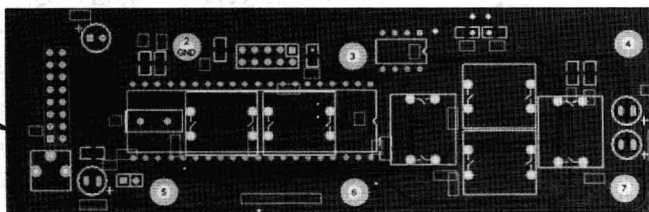
## 【引子】

Protel 是目前最为流行的一款 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 软件, Protel DXP 2004 作为 Protel 系列软件中功能较为完备、性能较为稳定的一个版本, 它采用全新的设计平台 (Design Explorer, DXP), 给用户提供了一个直观、轻松的设计环境。Protel DXP 2004 集电路原理图 (Schematic) 绘制、印制电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 设计、现场可编程门阵列 (Field Programmable Gate Array, FPGA) 器件设计以及电子电路仿真等功能于一体, 在电子电路设计领域占有极其重要的地位, 是目前使用人数非常多的 EDA 软件。

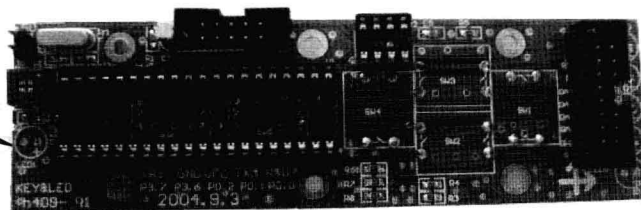
用 Protel 绘制的  
电路原理图



利用 Protel 设计  
的 PCB 图



最终制作的  
电路板实物





### 【项目学习目标】

- ◆ 了解 Protel DXP 2004 的功能特点、安装方法和激活方法
- ◆ 了解如何将 Protel DXP 2004 设置成中文界面
- ◆ 熟悉用 Protel DXP 2004 设计电路板的基本流程
- ◆ 掌握启动 Protel DXP 2004 的方法
- ◆ 熟悉 Protel DXP 2004 的主窗口界面
- ◆ 了解 PCB 项目文件的结构特点, 以及在项目中创建原理图文件和 PCB 文件的方法
- ◆ 了解印制电路板的输出文件(如光绘文件、钻孔文件等)和生产工艺流程

## 任务一 初识 Protel DXP 2004

Protel DXP 2004 是由澳大利亚的 Altium(奥腾)公司在 TANGO 软件包的基础上经过多年的研发和升级于 2004 年正式推出的一款 EDA 软件, 具有功能强大、性能稳定、操作方便、界面人性化等特点, 目前已成为众多 EDA 用户的首选电路设计软件。



### 提示

从系统整体来看, Protel DXP 2004 主要提供了以下功能。

**绘制原理图:** 绘制原理图是 Protel DXP 2004 的主要功能之一。为此, 系统提供了丰富的原理图元件库和强大的绘图功能, 利用这些功能可以方便地绘制、编辑和管理电路原理图。

**设计原理图元件:** 在绘制原理图时, 如果无法在现有的元件库中找到自己所需要的元件符号, 则可以利用 Protel DXP 2004 创建原理图元件库, 并在其中自定义元件符号。

**设计 PCB 图:** PCB 设计是 Protel DXP 2004 的另一项主要功能, 为此, 系统提供了丰富的元件封装库和强大的 PCB 图绘制与管理功能。例如, 可以规划电路板的边界和工作层, 对元件进行自动或手工布局, 对电路板进行自动或手工布线等。

**设计元件封装:** 如果无法在现有的 PCB 封装库中找到某些已用元件的封装形式, 用户还可以借助 Protel DXP 2004 创建自己的 PCB 封装库, 并在其中自定义元件封装。

**电路仿真:** Protel DXP 2004 内含一个强大的模/数信号仿真器, 使得用户在设计电路时就可以方便地分析电路的工作状况, 从而缩短电路开发周期和降低开发成本。电路仿真成功的前提是: 必须使用仿真元件绘制电路原理图, 并合理设置仿真参数。

在以上功能中, 绘制原理图是电路板设计的准备阶段, 设计 PCB 图是电路板设计的实施阶段, 自定义原理图元件和元件封装是分别为这两个阶段服务的。

### 一、安装 Protel DXP 2004

首先, 我们来学习一下 Protel DXP 2004 的安装方法, 步骤如下。

**步骤 1** 将 Protel DXP 2004 安装光盘放入光驱, 系统会自动弹出安装向导界面, 如图 1-1 所示。若安装程序没有自动运行, 请双击安装光盘中的“Setup.exe”文件进行安装。

**步骤 2** 单击  按钮, 出现安装许可界面, 选中“I accept the license agreement”

单选钮，如图 1-2 所示。



图 1-1 Protel DXP 2004 安装向导初始界面

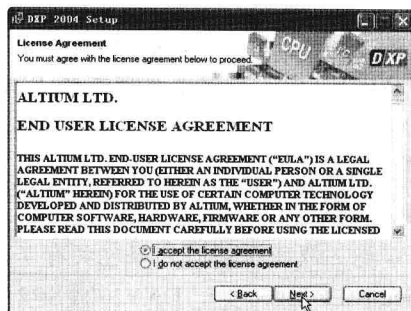


图 1-2 安装许可界面

**步骤 3▶** 单击 **Next >** 按钮，系统弹出用户信息输入界面，如图 1-3 所示。在“Full Name”编辑框中输入用户名，在“Organization”编辑框中输入公司或单位名称。如果需要的话，还可指定软件的使用权限（Anyone who uses this computer（使用本电脑的任何用户）或 Only for me（只是用户自己））。

**步骤 4▶** 单击 **Next >** 按钮，系统弹出指定安装路径界面，如图 1-4 所示。如果需要修改默认的安装路径，可单击 **Browse** 按钮（默认安装路径为 C:\Program Files\Altium2004）。

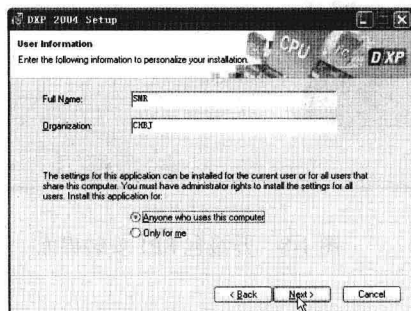


图 1-3 用户信息界面

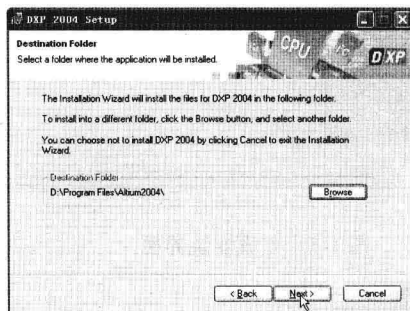


图 1-4 安装路径界面

**步骤 5▶** 单击 **Next >** 按钮，系统弹出准备就绪界面，如图 1-5 所示。继续单击 **Next >** 按钮，开始安装软件。安装过程中进度条将实时显示安装进度，如图 1-6 所示。

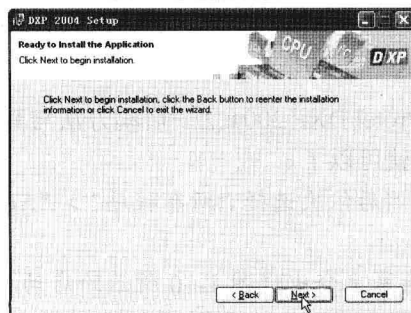


图 1-5 安装准备就绪界面

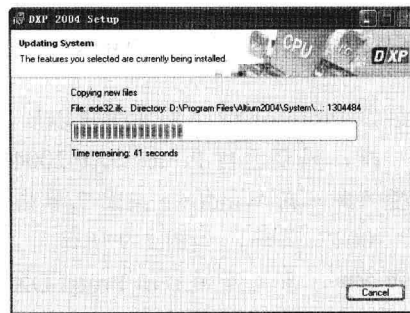


图 1-6 安装进度界面



**步骤 6▶** 安装完成后, 系统将弹出图 1-7 所示的安装成功界面, 单击 **Finish** 按钮, 结束安装。

**步骤 7▶** 自 Protel DXP 2004 正式发布后, Altium 共对其进行了 4 次升级, 因此用户还需要到 Altium 官方升级服务器下载 SP1~SP4 升级包, 然后按照发布顺序依次进行安装, 如图 1-8 所示。



需要下载并安装的升级包共有 7 个, 分别为 DXP2004 Service Pack 1 (SP1)、DXP2004 Service Pack 2 (SP2)、DXP2004 SP2 Integrated Libraries (SP2 集成库)、Altium Designer 2004 Service Pack 3 (SP3)、Altium Designer 2004 Service Pack 3 IntLib (SP3 集成库)、Altium Designer 2004 Service Pack 4 (SP4) 和 Altium Designer 2004 Service Pack 4 IntLib (SP4 集成库)。



图 1-7 完成安装界面



图 1-8 升级包 SP1 安装界面



很多用户经常会看到 Protel 软件有 SP1、SP2 等版本, 但不清楚这些版本之间的区别。其实, Altium 公司每发布一款软件产品后, 在下一款软件产品推出以前, 都会基于当前产品推出一些服务包 (即升级包, 用于增强部分功能, 修正漏洞与错误等)。

## 二、启动 Protel DXP 2004

安装好 Protel 主程序和升级包以后, 就可以启动 Protel DXP 2004 了。启动方法与其他应用程序一样, 只要运行 Protel DXP 2004 的可执行程序就可以了。

**步骤 1▶** 在 Windows 桌面上单击 **开始** 按钮, 然后依次选择 “所有程序” > “Altium” > “DXP 2004” 菜单, 如图 1-9 所示。

**步骤 2▶** 系统开始启动 Protel DXP 2004, 此时屏幕上会出现图 1-10 所示的启动画面。稍等片刻, 即可完成软件启动。



图 1-9 Protel DXP 2004 启动菜单



图 1-10 Protel DXP 2004 启动画面

### 三、激活 Protel DXP 2004

首次启动 Protel DXP 2004 SP4, 系统会弹出图 1-11 所示的许可管理界面, 要求用户激活软件 (否则软件将无法正常使用)。下面, 我们来激活 Protel DXP 2004。

**步骤 1▶** 在图 1-11 所示界面中, 单击 **Add license file** 按钮。

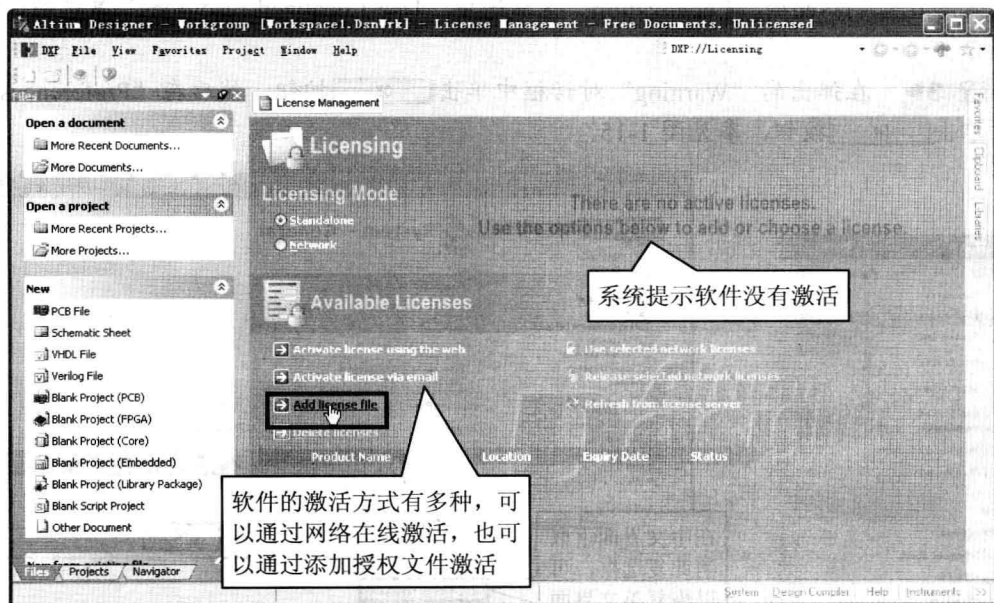


图 1-11 Protel DXP 2004 的许可管理界面

**步骤 2▶** 在弹出的“打开”对话框中找到并选中授权文件 (.alf), 如图 1-12 所示。

**步骤 3▶** 单击 **打开(O)** 按钮, 即可将 Protel DXP 2004 激活, 如图 1-13 所示。





图 1-12 添加授权文件

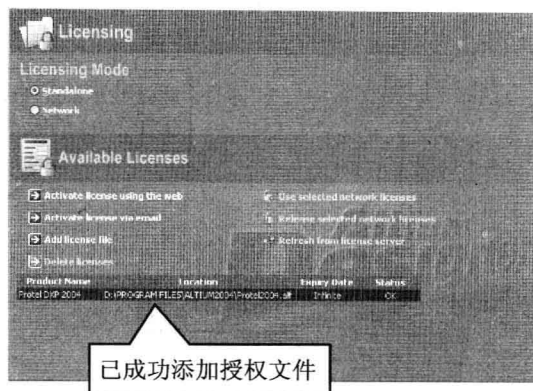


图 1-13 Protel DXP 2004 被成功激活

## 四、设置使用中文界面

默认情况下, Protel DXP 2004 SP4 显示的是英文界面, 但它是支持中文的。我们可以通过以下方法将其设置成中文界面。

**步骤 1** 在 Protel DXP 2004 主窗口中选择“DXP”>“Preferences”菜单, 如图 1-14 所示。

**步骤 2** 系统弹出“Preferences”对话框, 在左侧窗格中依次单击“System”>“General”选项, 然后在右侧界面的“Localization”区域选中“Use Localized resources”复选框, 如图 1-15 所示。

**步骤 3** 在弹出的“Warning”对话框中单击  按钮, 然后在“Preferences”对话框中单击  按钮, 参见图 1-15。

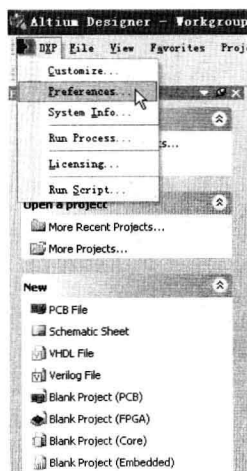


图 1-14 执行“优先设定”命令

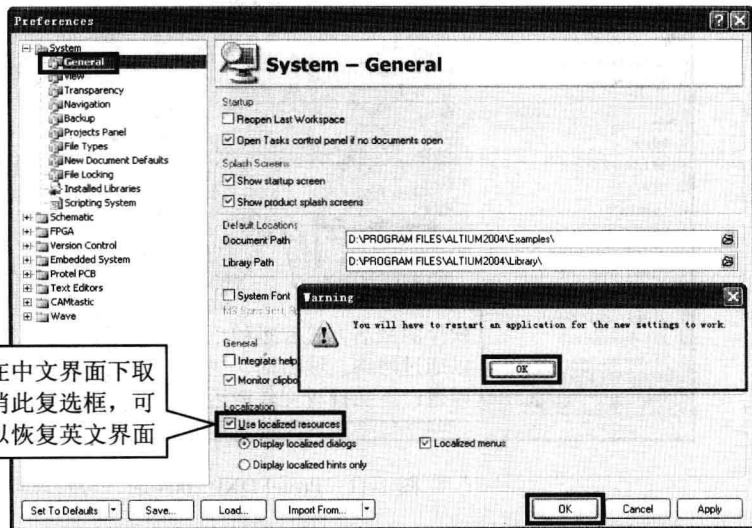


图 1-15 “Preferences”（优先设定）对话框



**步骤 4** 在 Protel DXP 2004 主窗口中单击右上角的“关闭”按钮, 退出 Protel DXP 2004。然后重新启动软件, 可以看到 Protel DXP 2004 已变成了中文界面, 如图 1-16 所示。其中各组成部分的意义和功能如下。

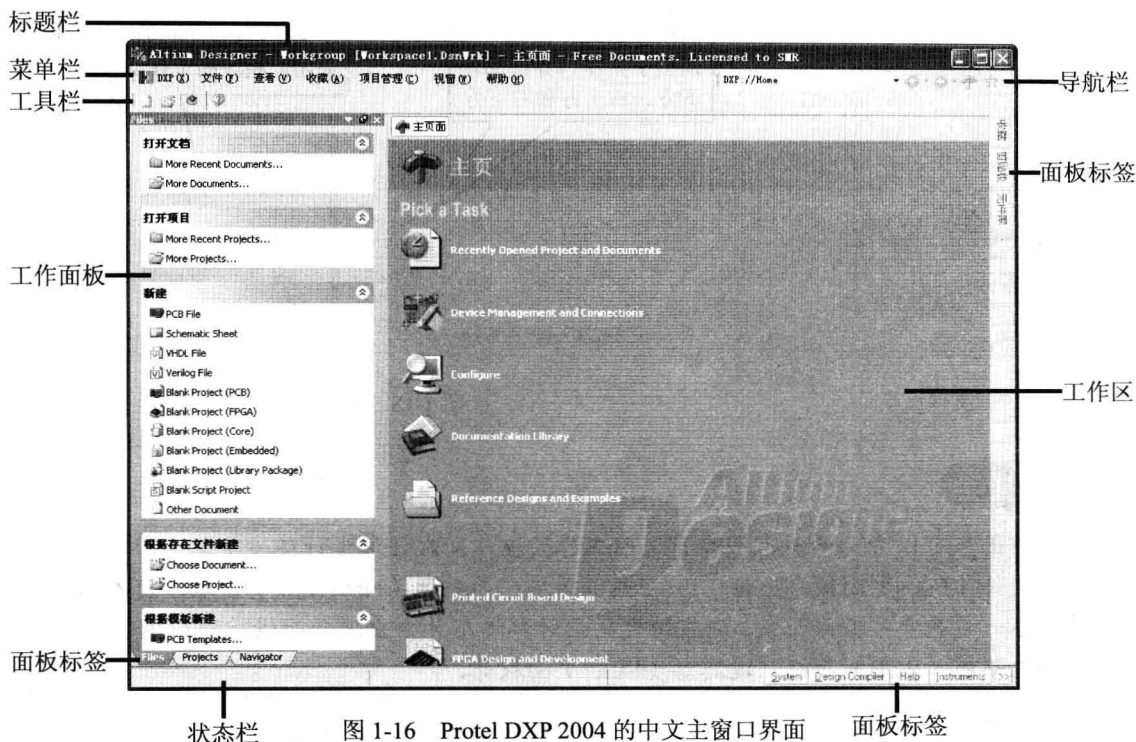


图 1-16 Protel DXP 2004 的中文主窗口界面

- **标题栏:** 用于显示 Protel DXP 2004 的版本标识、当前编辑的文档和授权用户等信息。
- **菜单栏:** 此为用户优化设计环境、管理项目文件和控制窗口布局的入口, 共由 7 个菜单组成。其中, “DXP” 菜单用于设置各种系统参数, 以适应当前编辑的文档, 又叫系统菜单; “文件” 菜单用于新建、打开、保存和关闭各种文件, 如项目文件、设计文件、库文件等; “查看” 菜单用于控制工具栏、工作区面板、状态栏等的显示与隐藏; “收藏” 用于收藏和管理工作窗口中显示的页面 (包括文档目录), 其功能类似于 IE 收藏夹; “项目管理” 菜单用于对整个设计项目进行编译、分析和修改等; “视窗” 菜单用于水平排列、垂直排列或关闭当前已打开的所有文件窗口; “帮助” 菜单用于打开帮助文件, 查找帮助信息。
- **导航栏:** 当同时打开了多个文件窗口时, 可以利用导航栏中的地址栏 DXP://Home -、“后退” 按钮、“前进” 按钮、“主页面” 按钮等快速在各个文件窗口之间切换。
- **工具栏:** 用于快速创建和打开文件, 对硬件设备或器件进行管理, 以及查询帮助信息。其中, 单击“创建任意文件”按钮, 可以在随后显示的文件 (Files) 面板 (参见图 1-17) 中选择新建或打开各种文件。
- **工作面板:** Protel DXP 2004 大量地使用了各种工作面板, 以方便管理项目文件、访问元件库、浏览和编辑特定对象等。若要打开某个工作面板, 需要单击相应的面板



标签（参见图 1-18）。例如，单击“Files”标签，可以打开文件面板。



图 1-17 文件面板

面板标签共有三处，分别位于主窗口界面的左下方、右上方和右下方

此外，选择“查看”>“工作区面板”下级菜单中的子菜单项，也可以打开（或关闭）相应的工作面板



图 1-18 面板标签



### 提示

工作面板可以分为两类，一类是通用工作面板，即在任何设计环境下都会存在的面板，如文件（Files）面板、项目（Projects）面板、导航器（Navigator）面板、元件库面板等；另一类是专用工作面板，即在特定的设计环境下才会出现的面板，如 PCB 设计环境中的电路板（PCB）面板、过滤器（Filter）面板等。

- **工作区：**此区域显示的内容会随设计环境的变化而变化。刚启动软件时，工作区中默认显示的是主页面（主页面中提供了常用的操作），但新建原理图或 PCB 文件后，工作区中显示的将是图形绘制区（即图纸）。
- **状态栏：**用于显示当前所处的工作状态和光标当前的位置等，如图 1-19 所示。选择“查看”>“显示命令行”菜单，可以将命令行显示出来，命令行用于显示当前正在执行的命令。

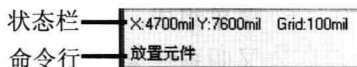


图 1-19 状态栏和命令行



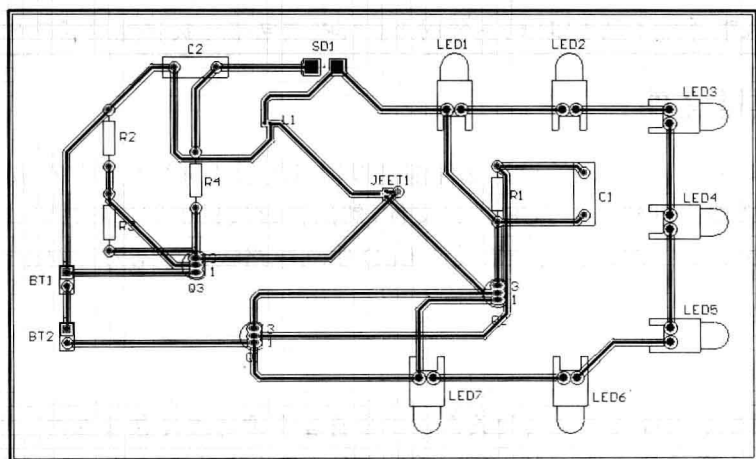
### 提示

本书将基于 Protel DXP 2004 SP4 简体中文版讲解电路板的设计知识，用 Protel DXP 2004 设计电路板的一般流程如下。

- （1）新建 PCB 项目文件。在开始设计电路板之前，要先创建一个 PCB 项目文件（.PrjPCB），该文件用来组织和管理所有与 PCB 设计相关的文件，以保证设计实时同步。
- （2）绘制原理图。按照设计思路，利用原理图元件库、绘图工具和编辑功能绘制电路原理图。如果缺少个别元件符号，还可以自己定义。
- （3）设计 PCB 图。借助同步设计功能将原理图中的元件信息和连接关系传递到 PCB 图中，然后调整元件布局，并进行布线等。如果遇到缺少元件封装的情形，还可以自行定义元件封装。设计结束后，可以打印相关文档，并将相关文档提供给制板厂家。

## 任务二 设计 LED 驱动电路板

电路板是用预先设计好的电路图通过丝网漏印、照相制版和蚀刻等印刷技术在覆有铜箔的基板上印制而成的，因此又称印制电路板。用 Protel DXP 2004 设计好电路板以后，就可以将设计文件输出，并送交制板厂家进行加工生产了。本任务将通过设计图 1-20 所示的 LED 驱动电路板，让读者对 Protel 电路板的基本设计流程有一个清楚的了解。图 1-21 所示为 LED 驱动电路板的原理图。



LED 驱动电路板  
采用双面板结构，  
顶层和底层都进  
行了布线和覆铜

图 1-20 LED 驱动电路板效果

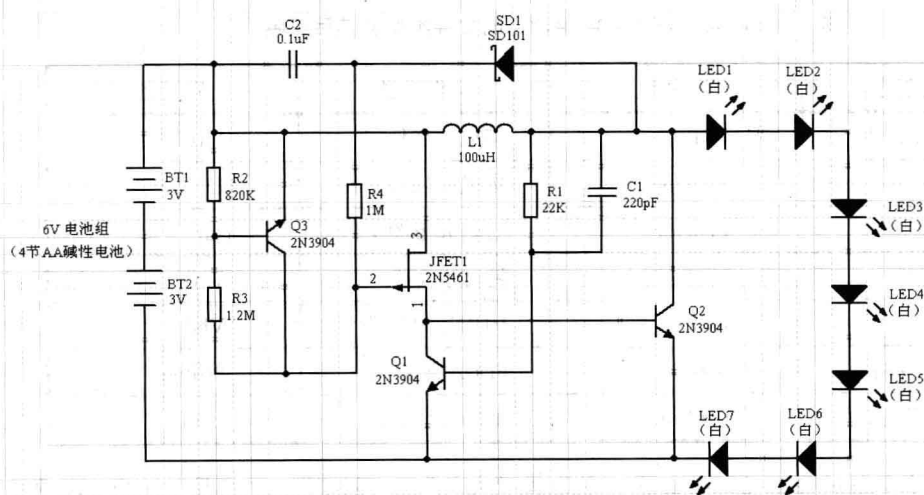


图 1-21 LED 驱动电路板的原理图