

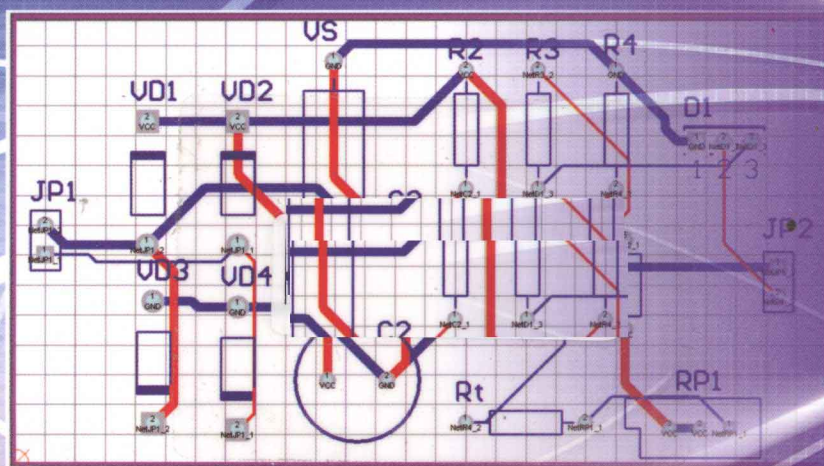


“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材
电工电子类专业教学用书

电路设计与制版

—— Protel DXP 2004

闫霞 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“工学结合、校企合作” 课程改革成果系列教材
电工电子类专业教学用书

电路设计与制版

——Protel DXP 2004

闫 霞 主编



机械工业出版社

本书是职业院校“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材之一,教材以学生的行动能力为出发点;结合机电类专业的就业岗位特点;以“够用、适用、兼顾学生的后续发展”为原则;从职业院校学生理论、技能水平和企业用工需求的实际出发组织内容,参照相关国家职业标准及有关行业的职业技能鉴定规范编写教材内容,以适应电子专业方向人才的培养。本书共分11章,全面介绍了Protel DXP 2004的工作界面、基本组成、常用工具等基本知识,并结合实例详细讲述了设计电路原理图、生成网络表、创建新元件和元件库及制作印制电路板图的方法和具体步骤,同时介绍了电路的仿真及在Protel DXP 2004中利用VHDL语言进行FPGA设计的基本方法。本书每章末尾配有思考题和练习题,帮助读者巩固和检验每章所学的知识。

本书可作为职业教育院校的电子、通信、自动化和计算机等专业教学用书,亦可作为工程技术人员的学习参考书。

为方便教学,本书配有电子课件,凡购买本书的读者可登录机械工业出版社教材服务网(www.cmpedu.com)进行注册,免费下载,免费注册下载流程见本书最后一页。

图书在版编目(CIP)数据

电路设计与制版: Protel DXP 2004/闫霞主编. —北京:机械工业出版社, 2011.4

“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材
电工电子类专业教学用书
ISBN 978-7-111-35445-1

I. ①电… II. ①闫… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP 2004—高等职业教育—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第149721号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张值胜 责任编辑:张值胜

版式设计:霍永明 责任校对:纪敬

封面设计:路恩中 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2011年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.75印张·437千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35445-1

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

“工学结合、校企合作”是遵循了职业教育发展规律，体现了职业教育特色的技能型人才培养模式。实行工学结合、校企合作是职业教育坚持以就业为导向，有效促进学生就业的需要，是减轻学生负担，优化职业教育资源，扩大职业教育规模的需要。

为了贯彻落实《教育部关于职业院校试行工学结合、校企业合作的意见》的精神以及《教育部关于全面提高职业教育教学质量的若干意见》的精神，由机械工业出版社牵头，组织来自全国职业教育院校教学工作一线的骨干教师和学科带头人，通过社会调研，对劳动力市场人才需求分析和进行课题研究，在企业有关人员的积极参与下，结合职业教育机电类专业及工程技术类相关专业的学生的基础情况，参考国家劳动和社会保障部最新颁布实施的《国家职业标准》的要求；开发了职业教育机电类相关专业的“工学结合、校企合作”课程改革系列教材，力争为全面提升职业教育教学质量，为社会培养更多技能型应用人才提供基础保障。

随着科学技术的不断发展，现代电子工业也取得了长足的进步。大规模、超大规模集成电路的应用，使得电路设计及印制电路板的制作日趋精密和复杂，传统的手工操作已很难实现。因此，电路设计自动化——EDA已成为现代电子工业中不可缺少的一项新技术。电路及PCB设计是EDA技术中的一个重要的内容，Protel是目前应用比较广泛的一个软件。

Protel是Protel Technology公司的产品，Protel DXP是这个系列软件中功能较强的一个版本。本书从实用角度出发，结合职业院校电工电子类专业学生的特点，详细介绍了Protel DXP最重要的两个部分，即原理图和印制电路板的设计方法。在每个知识点的讲解过程中均结合本专业相应的实例，直观易懂且非常实用。每章后的习题便于学生对所学的知识点加以巩固和提高。

本书坚持以能力为本位，重视实践能力的培养。本着“实用、够用”的原则，以培养学生的绘图能力以及解决生产实际问题的能力为目的，合理确定了本书各章节的内容及知识点的难易程度。

全书共分11章。第1章Protel DXP 2004概述，介绍了该软件的组成、特点及运行环境；第2章原理图设计系统，详细讲解了Protel DXP的电路原理图设计系统，包括原理图编辑器的基本功能及原理图的绘制；第3章层次原理图设计，介绍了复杂电路原理图的设计方法；第4章电气规则检查和生成报表，介绍了如何对电路进行电气规则检查及生成各种报表的过程；第5章印制电路板设计基础，介绍了印制电路板的结构、常见元器件的封装形式及PCB编辑器的工作环境；第6章制作印制电路板，详细讲述了制作单面印制电路板的全过程；第7章生成PCB报表文件，介绍了生成PCB报表文件的方法；第8章制作元器件与创建元件库，通过实例讲述了制作原理图元器件的详细过程；第9章制作元器件封装，通过实例讲解了自己创建PCB封装元器件的具体操作；第10章电路的信号仿真和第11章PLD及VHDL语言简介，简单介绍了电路的信号仿真及PLD、VHDL语言的有关知识。

本书由闫霞统稿并任主编，参与编写的有张富华、林杰、陈培增、陈金桐、王少军、张

晓峰、梁媛、杨晓林、窦军、刘世新、魏凡、林华、高川、刘魁兰、高凤友。在本书的编写过程中，许多老师提出了宝贵的意见并给予了大力的支持和帮助，书中参考和引用了许多学者和专家的著作及研究成果，在此一一表示深深的感谢。

由于作者的水平有限加之时间仓促，书中错漏和不妥之处恳请广大教师和读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 Protel DXP 2004 概述	1
1.1 Protel DXP 2004 的组成及特点	1
1.2 Protel DXP 2004 的运行环境	2
1.3 Protel DXP 2004 的基本操作	4
1.4 Protel DXP 2004 的文件管理	10
第 2 章 原理图设计系统	16
2.1 原理图的设计步骤	16
2.2 设置原理图编辑器的工作环境	17
2.3 装载元件库	26
2.4 放置元器件	27
2.5 编辑元器件属性	30
2.6 元器件位置的调整	32
2.7 元器件的剪切、复制、粘贴和删除	35
2.8 绘制电路原理图	36
2.9 绘制图形	52
第 3 章 层次原理图设计	65
3.1 有关层次原理图的概念	65
3.2 层次原理图的设计	66
3.3 层次原理图间的切换	71
第 4 章 电气规则检查和生成报表	77
4.1 原理图的电气规则检查	77
4.2 创建网络表	80
4.3 生成元器件列表	89
4.4 生成元器件交叉参考表	92
4.5 输出任务配置文件	93
第 5 章 印制电路板设计基础	95
5.1 印制电路板的基础知识	95
5.2 印制电路板的布线流程	106
5.3 PCB 编辑器	107
5.4 PCB 工作层的管理	109
5.5 印制电路板参数设置	113

第6章 制作印制电路板	119
6.1 PCB 布线工具和绘图工具介绍	119
6.2 印制电路板的设计	127
6.3 设计规则检查	155
6.4 印制电路板的3D效果显示	157
6.5 印制电路板的打印输出	157
第7章 生成PCB报表文件	169
7.1 生成PCB信息报表	169
7.2 生成元器件报表	177
7.3 生成网络表状态报表	179
第8章 制作元器件与创建元件库	181
8.1 元件库编辑器	181
8.2 制作元器件	183
8.3 创建集成元件库	196
第9章 制作元器件封装	205
9.1 PCB 元件库编辑器	205
9.2 制作元器件封装	206
9.3 元器件封装管理	212
9.4 创建项目元器件封装库	213
第10章 电路的信号仿真	230
10.1 电路仿真的基本步骤	230
10.2 仿真信号源库	230
10.3 仿真元器件	234
10.4 仿真传输线	236
10.5 仿真元器件工具栏	236
10.6 仿真参数设置	237
10.7 仿真实例分析	238
第11章 PLD及VHDL语言简介	250
11.1 PLD的概念和分类	250
11.2 PLD的设计步骤	250
11.3 VHDL语言简介	251
11.4 基于原理图的FPGA设计	254
附录1 常用元器件及元器件生产商	266
附录2 Miscellaneous Devices. IntLib 库中元器件及其封装	268
附录3 Miscellaneous Connectors. IntLib 库中元器件及其封装	271
参考文献	274

第 1 章 Protel DXP 2004 概述

Protel DXP 2004 打破了传统设计模式, 提供了以项目为中心的设计环境, 可实现原理图绘制、电路仿真、PCB 设计、FPGA 设计等多种功能。本章将对 Protel DXP 2004 软件的特点及运行环境等做一简要介绍, 使初学者对 Protel DXP 2004 有一个初步的认识。

1.1 Protel DXP 2004 的组成及特点

Protel 软件是目前国内最为流行的电子线路设计工具。Altium 公司于 2002 年推出了 Protel DXP, 其增强型平台具有一系列新的印制电路板设计功能, 这种电路板设计系统可满足整个印制电路板设计过程中的各种要求。

Protel DXP 与其早期版本 Protel 99 相比, 除了具有与 WindowsXP 相似的友好界面外, 在功能上也比 Protel 99 更加完善和优化, 用户既可以单独完成设计项目, 也可以以组的形式共同完成设计项目。

Protel DXP 2004 是目前较为流行的版本, 它在 Protel DXP 各个模块的基础上又做了功能性的修正。

1.1.1 Protel DXP 2004 的组成

在 Protel DXP 2004 中可以实现原理图设计、印制电路板设计、无网格布线、电路图混合仿真和 PCB 信号完整性分析等功能。它主要由原理图设计系统 (Schematic)、印制电路板设计系统 (PCB)、可编程逻辑门阵列设计系统 (FPGA) 和硬件描述语言设计系统 (VHDL) 组成。

(1) 原理图设计系统 主要用于电路原理图的设计, 同时也可用来绘制电路仿真原理图。

(2) 印制电路板设计系统 主要用于印制电路板的设计, 产生最终的 PCB 文件, 直接关系到印制电路板的生产。

(3) 可编程逻辑门阵列设计系统 主要用来设计数字电路, 相对于原理图设计系统和印制电路板设计系统来说, 它是一个比较独立的设计系统。

(4) 硬件描述语言设计系统 主要是使用 VHDL 语言开发可编程逻辑器件, 并进行仿真分析。

1.1.2 Protel DXP 2004 的特点

Protel DXP 2004 充分发挥了计算机技术的优势, 提供了一套完全集成的设计工具, 这些工具能够让设计者很容易地从设计概念转换为 PCB 设计实物。Protel DXP 2004 的主要性能和特点如下:

1. 全新一代的 EDA 前端设计工具

Protel DXP 2004 建立在独特的设计浏览器集成平台上。设计浏览器允许 Protel DXP 2004

系统的各个模块交互工作在一起,就像操作单一的模块工具一样,界面统一。

2. 数模混合电路仿真功能

Protel DXP 2004 能够在原理图输入阶段进行信号完整性分析,有效地纠正了设计人员在设计初级阶段的设计缺陷,可极大地提高设计效率。

3. 支持 FPGA 设计

Protel DXP 2004 全面支持 FPGA 设计,用 Protel DXP 2004 的原理图编辑器就可以进行 FPGA 的设计输入,还能实现原理图和 VHDL 混合输入,并提供了强大的 VHDL 仿真和综合功能。

4. PLD 设计

PLD 提供多功能的开发环境。设计输入方式灵活,可以采用原理图输入或用工业标准的 CUPL、VHDL 硬件描述语言进行编程,也可以采用原理图和 VHDL 混合输入方式。可以生成器件编程和测试所需的全部文件,为 CPLD 设计提供了良好的解决方案。

5. 以“规则驱动”为核心,提供强大的 PCB 设计工具

Protel DXP 2004 的 PCB 设计系统为用户提供了一个图形化的人机交互设计平台和一系列完备的设计规则,以及强大且完全可控的参数化设计手段。

6. 先进的自动布线功能

Protel DXP 2004 基于拓扑逻辑路径影射技术的自动布线器,完全摆脱了基于网络、基于形状自动布线技术的正交几何约束。

7. 信号完整性前/后端分析

Protel DXP 2004 包含一组全面的信号完整性设计规则,内容包括网络阻抗、过充、下冲、延迟时间、信号斜率等。标准 DRC 报告给出违背信号完整性设计规则的问题细节,使用信号完整性的分析面板集成 SI 分析工具,可以方便地完成各种信号完整性设置和分析。在 PCB 布线之前进行信号完整性分析,用户可以在原理图阶段发现、解决可能出现的阻抗失配、反射等信号完整性问题。板级信号完整性分析使用户可以在 PCB 加工之前发现和纠正潜在信号完整性问题。

8. PCB 机电一体化设计

Protel DXP 的 View3D 功能可以提供 PCB 版图设计真实的、尺寸精确的 3D 视图,提供 VRML 和 IDF 两种格式输出。可以和机械 CAD 双向接口,并可以用 Web 浏览器直观形象地表示出器件和 PCB 整板结构,使机械与电气的设计有机地结合为一体,真正实现机电一体化设计。

9. 真正实现 PCB 制造的 CAM 系统

智能导入/导出工具能够提供全方位的导入/导出选项,能够导入和导出 ODB++ 文件和 IPC-D356 网络表,真正地将很多 PCB 设计系统的光绘文件转换成 Protel PCB 文件,另外还能够快捷导入和转换其他 CAM 格式的严格的设计信息。

1.2 Protel DXP 2004 的运行环境

1.2.1 Protel DXP 2004 的运行环境

Protel DXP 2004 只支持 Windows 2000 和 Windows XP 系统。在不同的系统中安装 Protel

DXP 2004, 对系统的具体要求有所不同。

1. 在 Windows 2000 中安装 Protel DXP 2004 的系统要求

处理器: Pentium PC, 500MHz。

内存: 128MB。

硬盘: 至少 620MB。

显示器: 分辨率 1024 × 768, 16bit 色彩。

显存: 8MB。

2. 在 Windows XP 中安装 Protel DXP 2004 的系统要求

处理器: Pentium PC, 1.2GHz 或者更高。

内存: 512MB。

硬盘: 至少 620MB。

显示器: 分辨率 1280 × 1024, 32bit 色彩。

显存: 32MB。

1.2.2 Protel DXP 2004 的安装

安装 Protel DXP 2004 的具体操作步骤如下:

1) 进入 Windows 操作系统, 运行安装盘中的 “setup.exe” 应用程序, 之后弹出如图 1-1 所示的 “安装向导” 对话框。

2) 单击该对话框中的 **Next >** 按钮, 出现如图 1-2 所示的 “许可说明” 对话框。在该对话框中选 “I accept the license agreement” 选项, 然后单击 **Next >** 按钮, 进入下一安装步骤。

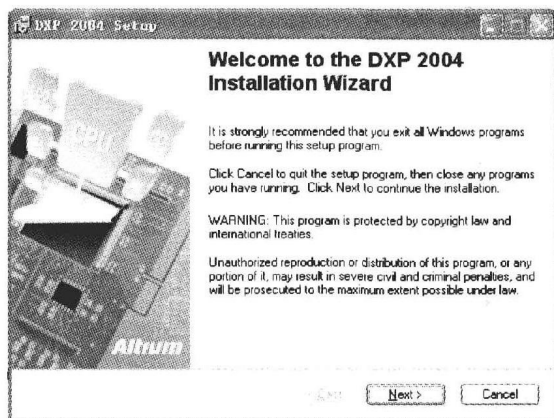


图 1-1 Protel DXP 2004 的 “安装向导” 对话框

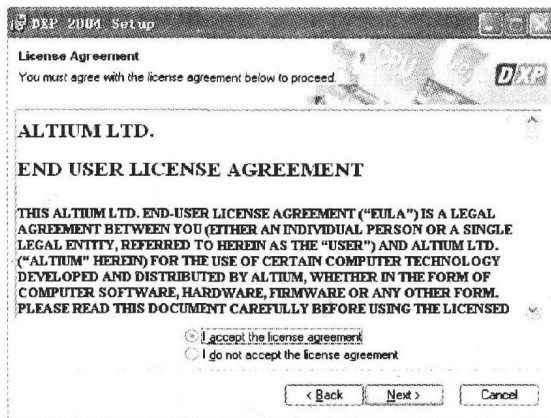


图 1-2 “许可说明” 对话框

3) 在如图 1-3 所示的 “用户信息” 对话框中键入用户名称和公司名称, 单击 **Next >** 按钮, 进入下一安装步骤。

4) 在如图 1-4 所示的 “安装路径” 对话框中选择将要安装的路径。系统默认的安装路径是 “C: \ Program Files \ Altium 2004”。

5) 单击 **Next >** 按钮后, 向导会继续引导安装, 直到系统安装完成, 如图 1-5 所示。

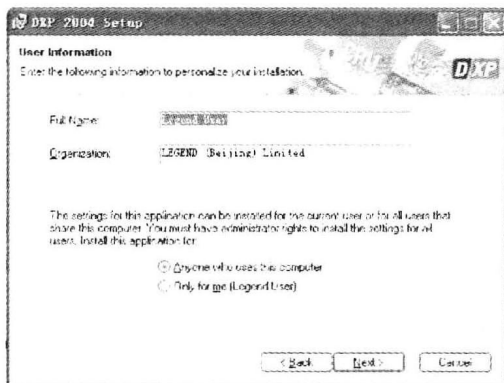


图 1-3 “用户信息”对话框

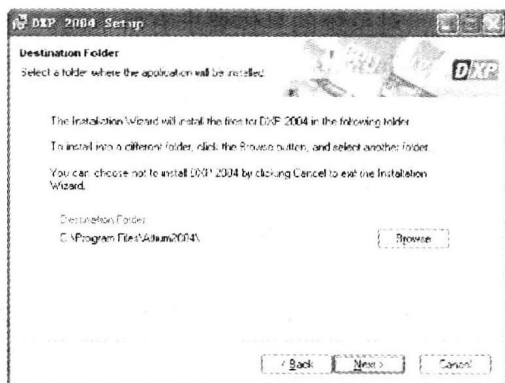


图 1-4 “安装路径”对话框



图 1-5 Protel DXP 2004 的安装完成界面

所有 Protel DXP 的正版用户都可以从 www.altium.com 下载 SP2 进行 Protel DXP 软件的升级, 其中包括多国语言升级包。

1.3 Protel DXP 2004 的基本操作

1.3.1 Protel DXP 2004 的启动和中英文界面切换

1. 启动 Protel DXP 2004

启动 Protel DXP 2004 应用程序, 通常有 3 种方法:

- 1) 直接用鼠标左键双击 Windows 桌面上的“Protel DXP”快捷图标。
- 2) 选择“开始/程序/Altium”中的“DXP 2004”选项。
- 3) 直接打开一个后缀名为“.PrjPCB”的项目文件。

启动 Protel DXP 2004 应用程序后, 会出现如图 1-6 所示的启动画面和图 1-7 所示的主窗口。

2. 启动 Protel DXP 2004 后的中英文界面切换

Protel DXP 2004 SP2 默认的设计界面语言为英文。由于其支持中文菜单方式, 因此可进行中英文界面的切换。具体操作步骤如下:



图 1-6 Protel DXP 2004 的启动画面

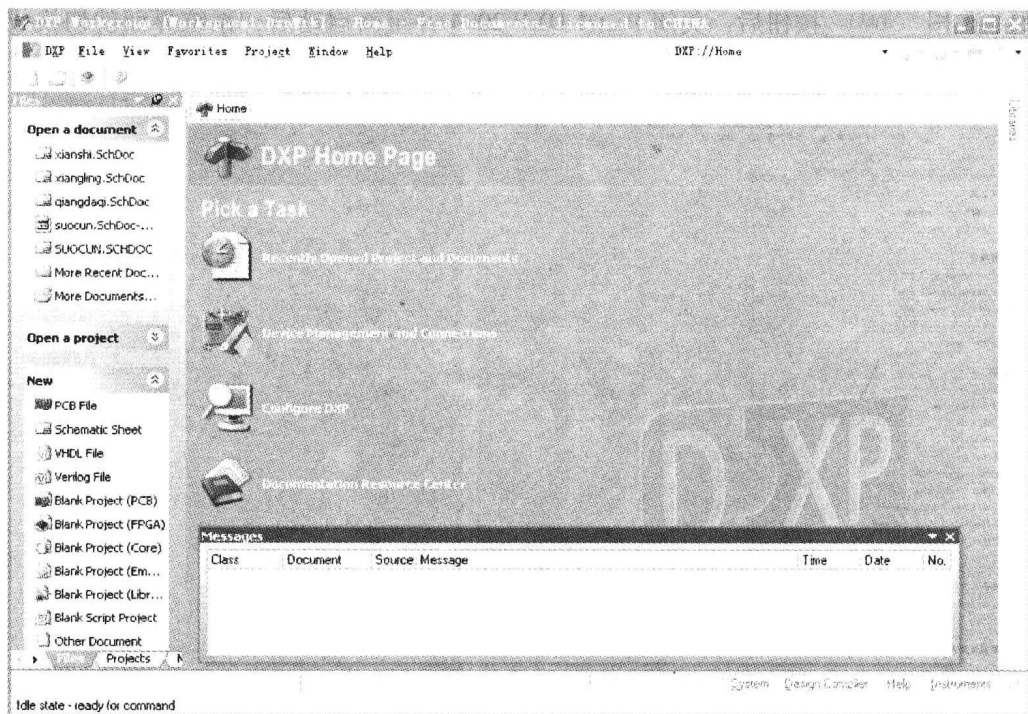


图 1-7 Protel DXP 2004 的主窗口

1) 在图 1-7 所示的 Protel DXP 2004 主窗口中执行菜单命令 **DXP (X) / Preferences...**，出现如图 1-8 所示的“Preferences”对话框。在该对话框中选中“Localization”选项组中的“Use localized resources”选项。

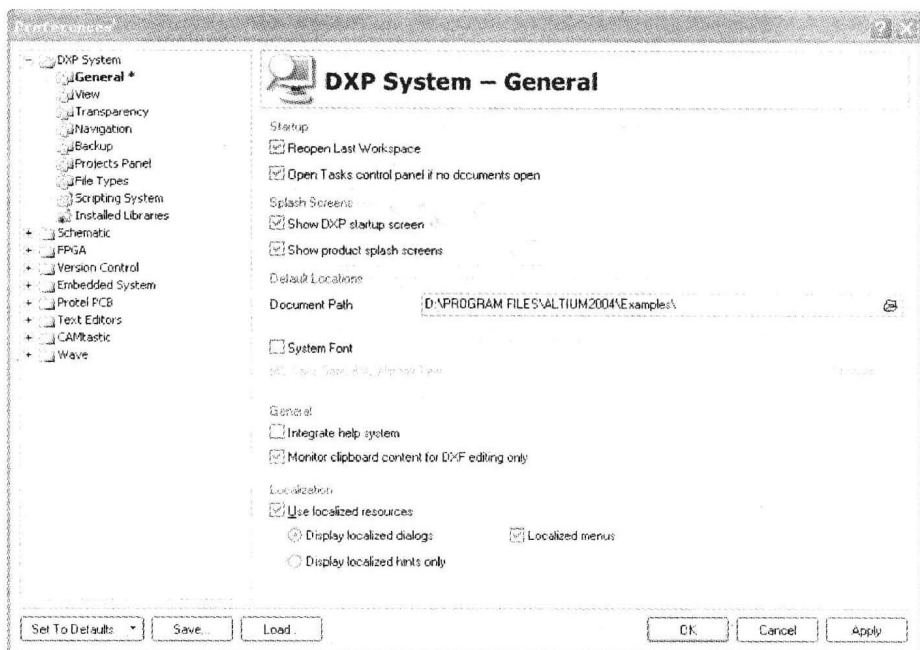


图 1-8 “Preferences”对话框

2) 单击 **OK** 按钮后, 关闭 Protel DXP 2004 并重新启动后, 系统界面就切换成了中文界面, 如图 1-9 所示。

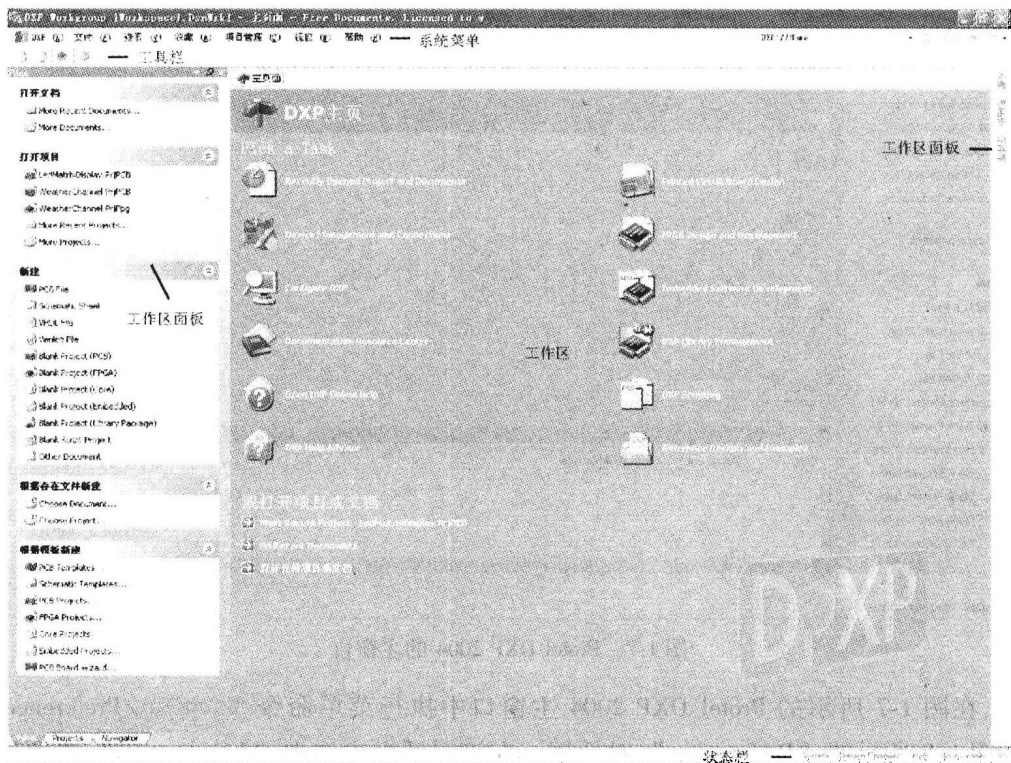


图 1-9 Protel DXP 2004 的中文界面

1.3.2 Protel DXP 2004 的主窗口

启动 Protel DXP 2004 后, 将显示如图 1-9 所示的主窗口。该窗口主要由系统菜单、工作区面板、工作区、工具栏和状态栏等组成, 其各部分的名称和功能如下:

1. 系统菜单

在系统菜单中可以进行系统参数设置和信息查询等操作。

(1) “DXP” 菜单 “DXP” 菜单中各选项如图 1-10 所示。

用户自定义: 选中该选项后, 将打开 “Customizing Pick A Task Editor” 对话框。在该对话框中, 可以对命令和工具栏进行定义。

优先设定: 选中该选项后, 将打开 “优先设定” 对话框, 如图 1-11 所示。在该对话框中, 可以对不同选项卡下的相应参数进行设置。

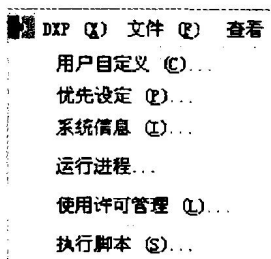


图 1-10 “DXP” 菜单

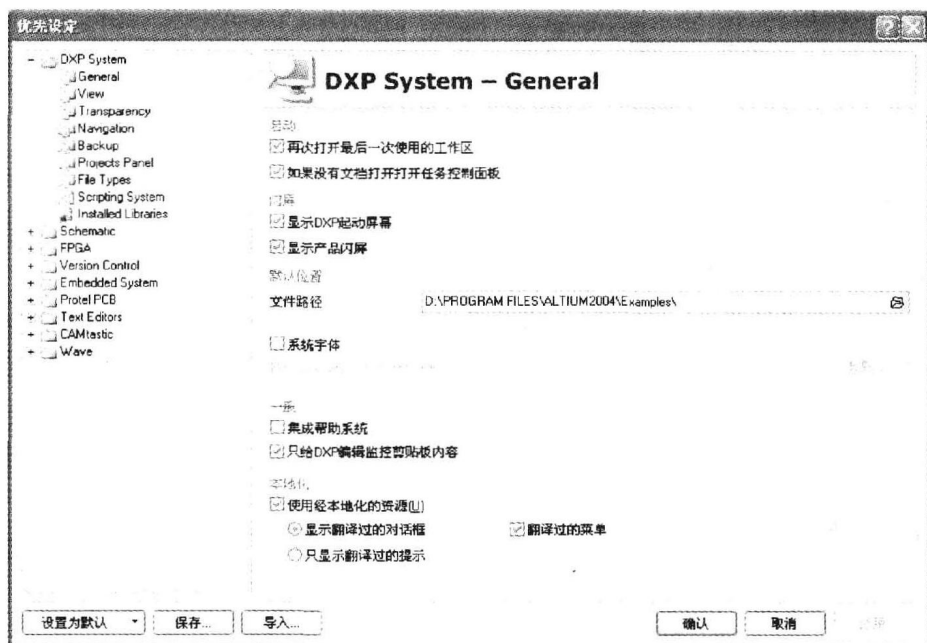


图 1-11 “优先设定” 对话框

系统信息: 选中该选项后, 将打开 “EDA 服务器” 对话框。在该对话框中可以查看相应的系统信息。

运行进程: 选中该选项后, 将打开 “运行进程” 对话框。通过该对话框可以演示相应的操作流程。

(2) “文件” 菜单 “文件” 菜单主要用于文件的管理, 包括文件的新建、打开和保存以及软件的退出等功能。“文件” 菜单及其下拉子菜单如图 1-12 所示。

(3) “查看” 菜单 用于工具栏、工作面板、状态栏、桌面布局及命令行等的管理, 并控制各种可视窗口面板的打开与关闭, 如图 1-13 所示。

(4) 项目管理菜单 用于对项目的编译分析、版本控制、删除项目文件等的管理和

操作。

(5) 视窗菜单 主要用于多窗口操作时,对多个窗口的管理。

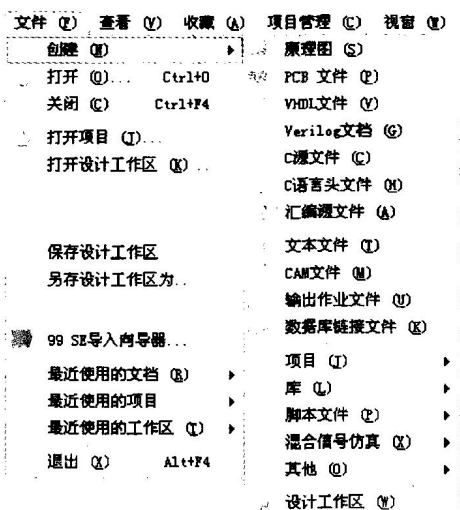


图 1-12 “文件”菜单及其下拉子菜单



图 1-13 “查看”菜单

2. 工作区面板

工作区面板也叫导航栏,通常位于主窗口的左边,可以隐藏或显示,也可以任意地移动到窗口其他位置。

(1) 工作区面板的移动 用鼠标左键按住工作区面板的状态栏不放,拖动光标在窗口中移动,当移动到窗口的适当位置后,松开鼠标左键,则移动后的面板将在相应的窗口位置显示。

(2) 工作区面板的面板选项切换 工作区面板通常包含 Files、Projects 和 Navigator 等选项卡,位于主窗口的左下角,如图 1-14 所示。

当要查看不同的面板内容时,只要用鼠标单击相应的选项卡即可,也可单击工作区面板上方状态栏中的  按钮,则出现面板选项菜单,如图 1-15 所示。鼠标单击选中某个选项后工作面板的内容便转换为当前选中的面板内容。



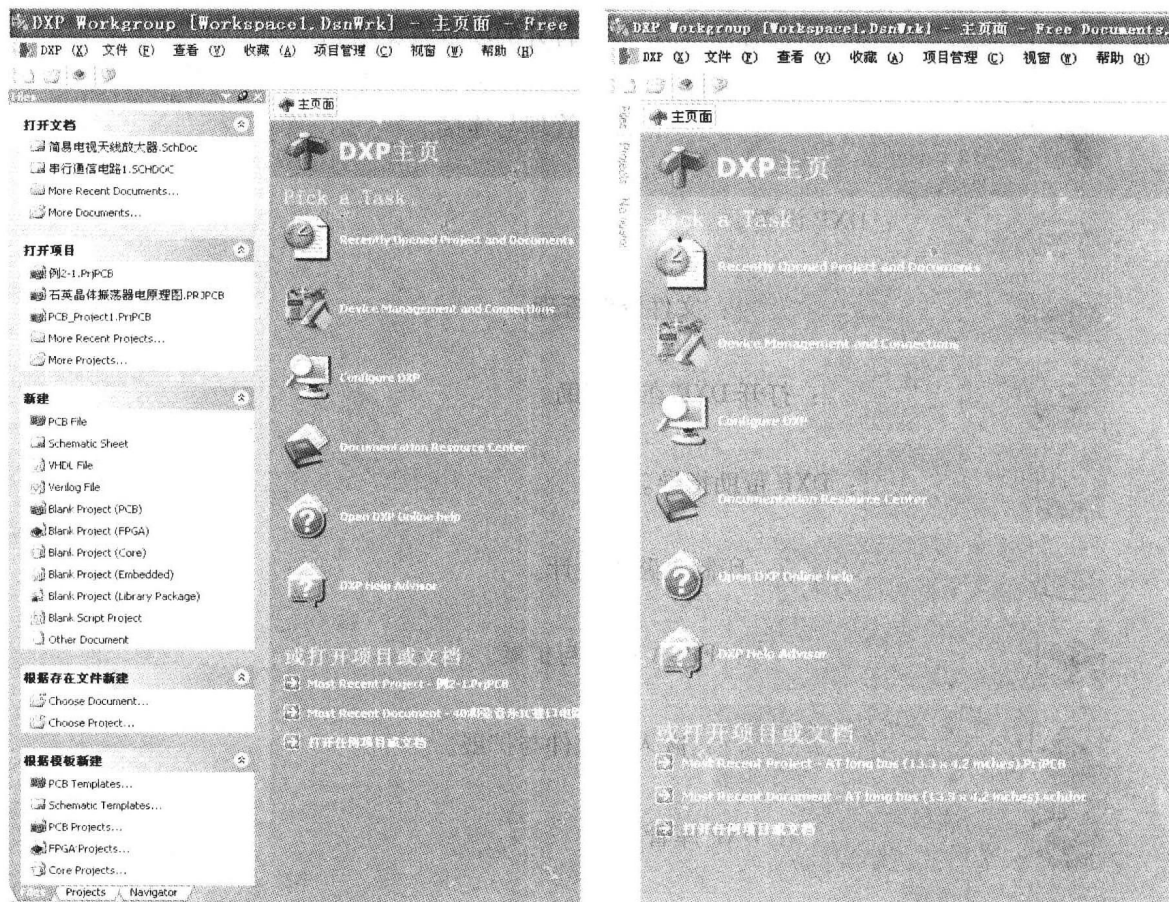
图 1-14 工作区面板选项



图 1-15 查看面板内容选项

(3) 工作区面板的显示或隐藏 当工作区面板显示在窗口的左边时,在面板的状态栏中将显示  按钮。单击  按钮,则按钮的形状变为 ,此时,如果把光标移出工作区面板,则工作区面板将自动隐藏在窗口的最左边,如图 1-16 所示。

如果要关闭某个面板选项,单击该面板中的  按钮;如果再添加该面板选项,可在窗口下方的状态栏中单击  标签,从中选择相应的选项即可。



a) 工作区面板显示时的界面

b) 工作区面板隐藏后的界面

图 1-16 工作区面板隐藏前后的界面比较

3. 工具栏和状态栏

(1) 工具栏 用于快速的命令操作。工具栏的功能其实是各菜单功能中的一部分，具体如下：

- 用于创建新的文件。
- 用于打开已存在的文件。
- 用于打开帮助文件。

(2) 状态栏 状态栏位于窗口底部。选择菜单命令“查看/状态栏”，可以在 Protel DXP 2004 的主窗口底部显示或隐藏状态栏。单击状态栏中的相应选项，可以在工作区面板中显示相应的面板。

4. 工作区

在工作区包含了“Pick a Task”和“打开项目或文档”两组选择区域，每个区域中都有不同的选项，各选项的功能如下：

- (1) “Pick a Task”区域

 Recently Opened Project and Documents : 最近打开的项目或文档。

 Device Management and Connections : 设备管理与连接。

 Configure DXP : DXP 设置。

 Documentation Resource Center : 文件资源管理。

 Open DXP Online Help : 打开 DXP 在线帮助。

 DXP Help Advisor : DXP 帮助指导。

 Printed Circuit Board Design : 印制电路板设计。

 FPGA Design and Development : FPGA 设计与扩展。

 Embedded Software Development : 嵌入式软件与扩展。

 DXP Library Management : DXP 库管理。

 DXP Scripting : DXP 脚本。

 Reference Design and Examples : 参考设计与实例。

(2) “或打开项目或文档” 区域

 Most Recent Project - LedMatrixDisplay.PrjPCB : 最近打开的项目。

 No Recent Documents : 没有最近的文档。

 打开任何项目和文档 : 打开任何项目和文档。

1.4 Protel DXP 2004 的文件管理

在 Protel 99/SE 中, 整个电路图设计项目是以数据库形式存放的, 只有通过导出的方法才能得到单个的原理图文件或 PCB 文件。但在 Protel DXP 2004 中不再采用这种存放方式, 而是采用目前流行的软件工程中的工程管理的方式存放文件。它把任何一个电路图设计都认为是一个项目工程, 它包含有指向各个文档文件的链接和必要的工程管理信息, 而其他各个设计文件都放在项目工程文件所在的文件夹中, 便于管理和维护。

在 Protel DXP 2004 中, 各种设计文件的文件扩展名见表 1-1。