

电子工程师
成长之路

Protel DXP 2004 SP2原理图 与PCB设计实践

◎ 刘 刚 彭荣群 范忠奇 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子工程师
成长之路

© 刘 刚 彭荣群 范忠奇 编著

Protel DXP 2004 SP2原理图 与PCB设计实践



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

Protel DXP 2004 是目前最为流行的电子电路计算机辅助设计软件,在电工、电子、自动控制等各个领域得到了广泛的应用,其强大的设计功能和完善的系统结构深受广大电子设计工作者的喜爱。

本书基于 Protel DXP 2004 SP2,结合大量具体实例,详细阐述了原理图和 PCB 设计技术。书中根据原理图和 PCB 设计流程介绍了原理图和 PCB 设计的基本操作,编辑环境设置,元器件封装生成,PCB 生成和布局布线,各种报表的生成,电路的仿真和信号完整性分析的方法和技术,以及用 Protel DXP 2004 进行 VHDL 语言和 FPGA 设计的方法,各章内容均以实例为中心展开叙述。本书结合作者在实际设计中积累的大量实践经验,总结了诸多实际应用中的注意事项。

本书讲解深入浅出,先易后难,循序渐进,以实例贯穿全书。本书适合从事电路设计工作的技术人员阅读,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 2004 SP2 原理图与 PCB 设计实践 / 刘刚,彭荣群,范忠奇编著. —北京:电子工业出版社,2013.1
(电子工程师成长之路)

ISBN 978-7-121-11391-8

I. ①P… II. ①刘…②彭…③范… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 261426 号

责任编辑:张 剑(zhang@phei.com.cn)

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:602 千字

印 次:2013 年 3 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:59.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

Protel DXP 是 Altium 公司 2002 年 7 月推出的 Protel 系列软件的第 7 代基于 Windows 操作平台的一款最新产品。它将原理图绘制、电路仿真、PCB 设计、设计规则检查、FPGA 及逻辑器件设计等完美融合，为用户提供了全面的设计解决方案，是电子线路设计人员首选的计算机辅助设计软件。2004 年年初，Altium 公司推出了最新版本的 Protel 软件——Protel DXP 2004。与以前的版本相比较，Protel DXP 2004 的功能得到进一步增强：Protel DXP 2004 的改进型 Situs 自动布线规则大大提高了布线的成功率和准确率；此外，Protel DXP 2004 全面支持 FPGA 设计技术。SP2 升级包更增强了 Protel DXP 2004 的功能。

Protel DXP 2004 具有强大的设计功能，完全能够满足电子电路设计的需要，是目前用户群最大、实际工程应用最广泛的版本。

本书立足于实际设计的具体实现，使读者在掌握基础知识和设计方法的同时，提高实际操作的能力。在讲解过程中尽量多地采用了具体实例进行辅助说明，先易后难，循序渐进，既对知识点进行了全面系统的讲解，又为读者提供了简单且容易上机练习的实例。另外，每章的最后都有相应数量的习题供读者练习，使读者尽快掌握电路原理图设计的方法和技巧。通过对本书的学习，读者不仅能加深对电路设计的理解，还能够掌握电路设计的基本技术和深层技巧。

本书结合了作者多年实际设计的经验和体会，采用理论讲解与实例演示相结合的讲述方法，简明清晰、重点突出。在叙述上力求深入浅出、通俗易懂。相信会为读者的学习和工作带来一定的帮助。

全书共 15 章，各章的主要内容如下：

- 第 1 章 介绍 Protel DXP 2004 SP2 的特点及安装方法
- 第 2 章 介绍原理图的设计窗口和项目的创建、保存和打开
- 第 3 章 介绍原理图设计中元器件的编辑、排列及文档模板的创建
- 第 4 章 介绍层次原理图的设计方法和技巧
- 第 5 章 介绍原理图的电气检查和各种报表的生成
- 第 6 章 介绍原理图制作元器件和建立元器件库的方法
- 第 7 章 介绍一个原理图设计综合实例
- 第 8 章 介绍原理图仿真的方法和技巧
- 第 9 章 介绍 PCB 设计的基本概念，PCB 设计的基础知识、图元的放置和编辑
- 第 10 章 介绍 PCB 设计的布局与布线
- 第 11 章 介绍 PCB 设计中元器件封装制作及元器件库管理的方法
- 第 12 章 介绍 PCB 设计中各种报表生成和文件输出的方法
- 第 13 章 介绍一个 PCB 设计的综合实例

- 第 14 章 介绍用 Protel DXP 进行信号完整性分析的方法和技巧

- 第 15 章 介绍用 Protel DXP 进行 FPGA 设计的方法

本书面向的是电子电路设计领域的学生和工程技术人员，包括：

- 电路设计的初级读者
- 具有一定电路设计基础知识中级读者
- 从事电子电路设计的专业技术人员
- 学习电路设计的在校学生

为了方便读者的学习，书中所有实例和练习的源文件，以及用到的素材都能够从 <http://yydz.phei.com.cn> 网站的“资源下载”栏目下载。

本书由刘刚、彭荣群、范忠奇编著。参加本书编写的还有张连俊、王立香、董延、任鲁涌、柳兆军、夏斌、袁玉英、管殿柱、李文秋、宋一兵、王献红等。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

编著者

目 录

第 1 章 认识 Protel DXP 2004	1
1.1 Protel DXP 2004 的安装	1
1.2 Protel DXP 2004 的启动和中/英文界面切换	4
第 2 章 原理图设计基础	7
2.1 Protel DXP 2004 主窗口	7
2.2 Protel DXP 2004 原理图操作入门	18
2.3 设置图纸和环境参数	21
第 3 章 原理图设计过程	36
3.1 放置电路元素	36
3.2 非电气绘图工具	59
3.3 电气组件的通用编辑	67
3.4 原理图编辑高级技巧	73
3.5 综合实例	84
3.6 思考与练习	104
第 4 章 层次原理图设计	105
4.1 层次式电路设计	105
4.2 多通道原理图设计	114
4.3 实例讲解——串行通信电路	119
4.4 思考与练习	123
第 5 章 电气检查和报表生成	124
5.1 原理图的电气检查	124
5.2 创建网络表	128
5.3 生成元器件报表	131
5.4 生成元器件交叉参考表	132
5.5 输出任务配置文件	132
5.6 实例讲解	135
5.7 思考与练习	136
第 6 章 制作元器件与建立元器件库	138
6.1 元器件库编辑器	138
6.2 创建元器件库	140
6.3 产生元器件报表	149

6.4	创建集成元器件库	151
6.5	实例讲解	152
6.6	思考与练习	156
第 7 章	原理图设计综合实例	157
7.1	单片机智能温度自动控制系统	157
7.2	思考与练习	166
第 8 章	电路仿真	167
8.1	电路仿真的一般步骤	167
8.2	常用仿真元器件参数	167
8.3	仿真信号源	170
8.4	仿真传输线库	174
8.5	仿真数学函数库	175
8.6	初始状态的设置	175
8.7	仿真方式设置	176
8.8	电路仿真实例	178
8.9	实例讲解	190
8.10	思考与练习	194
第 9 章	PCB 设计基础	195
9.1	PCB 设计中的术语	195
9.2	PCB 设计的基本原则	198
9.3	PCB 设计流程	200
9.4	PCB 文档的基本操作	200
9.5	PCB 环境参数的设置	205
9.6	PCB 中图件的放置	214
9.7	载入网络表和元器件	227
9.8	思考与练习	229
第 10 章	PCB 布局与布线	230
10.1	设计规则	230
10.2	元器件的布局	247
10.3	自动布线	250
10.4	手动布线	254
10.5	放置覆铜	256
10.6	补泪滴	257
10.7	包地	257
10.8	内电层分割	258
10.9	思考与练习	259
第 11 章	PCB 元器件库管理	260
11.1	创建 PCB 元器件和元器件库	260
11.2	创建项目元器件封装库	265

11.3	创建集成元器件库	266
11.4	思考与练习	266
第 12 章	PCB 的输出	268
12.1	设计规则检查	268
12.2	生成 PCB 信息报表	270
12.3	生成元器件清单报表	271
12.4	生成网络表状态报表	273
12.5	Gerber 文件和钻孔文件	274
12.6	3D 效果图输出	277
12.7	思考与练习	278
第 13 章	综合实例——电子钟	279
13.1	电子钟的设计与制作	279
13.2	思考与练习	291
第 14 章	信号完整性分析	293
14.1	信号完整性简介	293
14.2	添加信号完整性分析模型	295
14.3	信号完整性规则设置	300
14.4	信号完整性分析设定	307
14.5	实例讲解	314
14.6	思考与练习	323
第 15 章	VHDL 语言与 FPGA 设计	324
15.1	VHDL 语言简介	324
15.2	基于原理图的 FPGA 设计	327
15.3	基于 VHDL 语言的 FPGA 设计	336
15.4	基于 VHDL 与原理图的 FPGA 混合设计	341
15.5	思考与练习	356
附录 A	常用快捷键	362
参考文献	366

认识 Protel DXP 2004

在众多 EDA 软件中, Protel 当之无愧地排在前列。Altium 公司 2004 年推出的 Protel DXP 2004 为电子设计带来了全新的理念, 集成了世界领先的 EDA 特性和技术, 提供实现 PCB 和 FPGA 设计的多维输入, Spice 仿真, VHDL 仿真与综合, 信号完整性分析和 CAM 文件的编辑与验证等功能。Protel DXP 打破了传统的设计工具模式, 提供了以项目为中心的设计环境, 包括强大的导航功能、源代码控制、对象管理、设计变量和多通道设计等高级设计方法。

1.1 Protel DXP 2004 的安装

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形成 PCB 设计。Protel DXP 2004 采用一种新的方法进行 PCB 设计, 使设计人员不受设计规格和复杂程度的束缚。SP2 (服务包 2) 包含了超过 150 种新的特性和增强的功能, 以及 100 多种更新的特性, 从而大大节省设计人员的设计时间, 提高设计人员的设计效率, 改进设计工作流程, 使设计者能更快速地完成更复杂的设计。

软件的正确安装是使用的前提。Protel DXP 2004 系统庞大, 安装过程也相对复杂。

1. 系统需求

为了充分发挥 Protel DXP 2004 的强大功能, Altium 对安装 Protel DXP 2004 的计算机系统提供了具体的要求, 推荐系统配置如下:

- Windows XP 操作系统
- Pentium PC, 1.2GHz 或更高的处理器
- 512MB 内存
- 620MB 硬盘空间
- 图形 1280 × 1024 屏幕分辨率、32 位色、32MB 显存

如果用户受条件限制, 系统的最低需求应达到:

- Windows 2000 专业版
- Pentium PC, 500MHz
- 128MB 内存
- 图形 1024 × 768 屏幕分辨率、16 位色、8MB 显存

2. Protel DXP 2004 的安装过程

虽然 Protel DXP 2004 的安装过程比较复杂,中间界面较多,但和其他软件类似,只要在安装向导的指引下正确输入相关信息,就可以成功完成安装。

【案例 1-1】 Protel DXP 2004 的安装

本例将安装光盘上的 Protel DXP 2004 软件安装到 C:\Program Files\Altium2004 目录下。



安装步骤

[1] 将安装光盘放入光驱,自动弹出安装向导界面,如图 1-1 所示。



若不能自动弹出安装向导界面,可打开 Protel DXP 2004 的安装光盘浏览文件,找到 SETUP 目录,运行该目录下 setup.msi,即可打开图 1-1 所示的安装界面。

[2] 单击按钮 ,进入下一步安装,如图 1-2 所示。



图 1-1 Protel DXP 2004 的初始安装界面

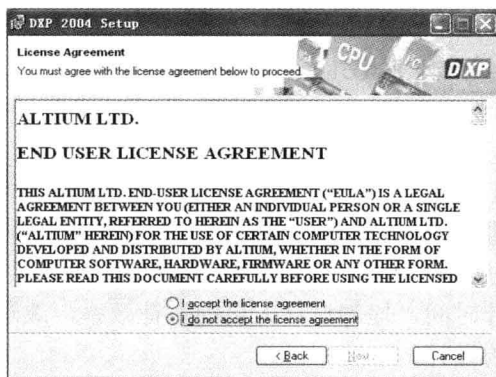


图 1-2 许可说明

[3] 在图 1-2 中出现的选项项中,默认的选项是“I do not accept the license agreement”,此时按钮 呈灰色,不能被选中,只有选中“I accept the license agreement”后,单击按钮 才能进入下一步安装,如图 1-3 所示。

[4] 在图 1-3 的对话框中,在“Full Name”栏中输入用户名,在“Organization”栏中输入公司名称,单击按钮 进入下一步安装,出现如图 1-4 所示的安装界面。

[5] 在图 1-4 中,选择将要安装的目录。系统默认的安装路径是“C:\Program Files\Altium 2004”。



用户可单击按钮 选择其他路径进行安装,设定好新的安装目录后,单击按钮 ,返回图 1-4 所示的对话框。

[6] 单击按钮 ,安装向导程序会继续引导安装,直至系统安装完成,如图 1-5 所示。

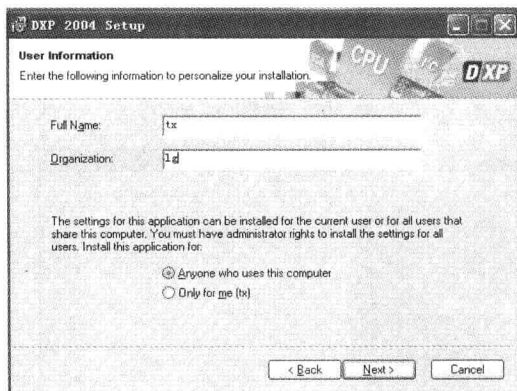


图 1-3 用户信息

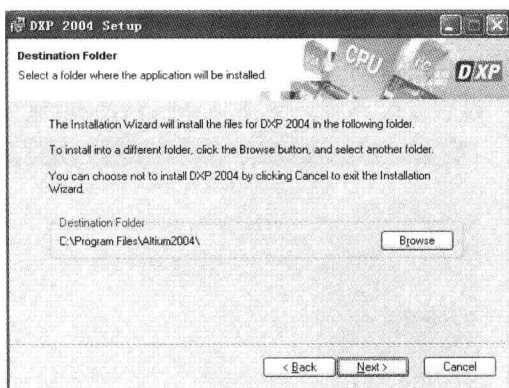


图 1-4 安装路径



图 1-5 Protel DXP 2004 的安装完成界面

3. SP2 的安装

所有的 Protel DXP 正版用户都可以到 www.altium.com 网站下载 SP2 进行 DXP 软件的升级。下载完成后进行安装，将出现如图 1-6 所示的安装界面。稍后，安装界面自动转变为图 1-7 所示的安装界面。

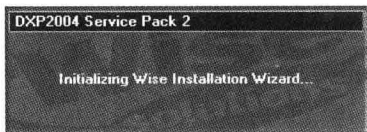


图 1-6 Protel DXP 2004 SP2 的安装向导

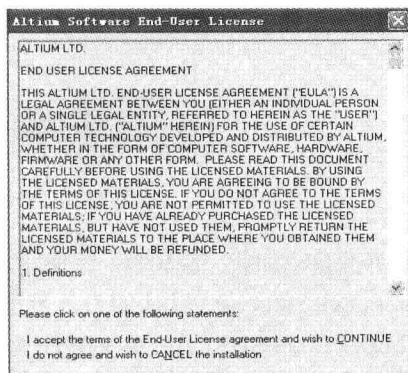



图 1-7 Protel DXP 2004 SP2 的许可协议

单击“I accept the terms of the End-User License agreement and wish to CONTINUE”，弹出安装路径选择对话框，如图 1-8 所示。

设置安装路径，单击按钮  继续安装，直至安装完成，如图 1-9 所示。

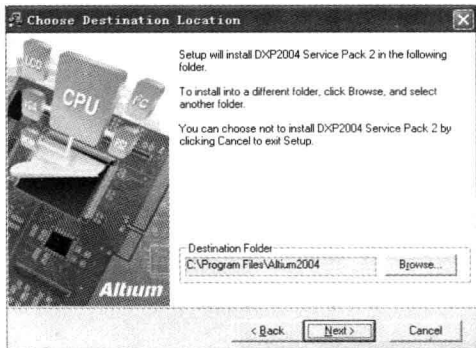


图 1-8 选择安装路径

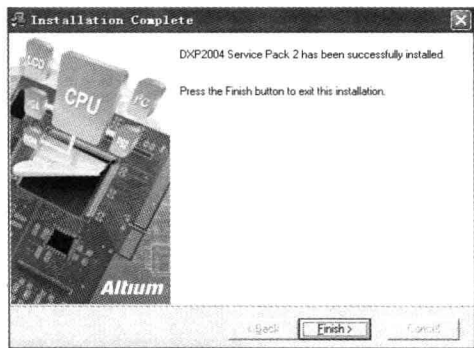


图 1-9 Protel DXP 2004 SP2 安装完成

1.2 Protel DXP 2004 的启动和中/英文界面切换


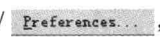
选择  /  /  / ，启动程序，就可以看到 Protel DXP 2004 的启动界面，如图 1-10 所示。



图 1-10 Protel DXP 2004 的启动界面

启动界面自动加载完编辑器、编译器、元器件库等模块后进入设计主界面，如图 1-11 所示。

Protel DXP 2004 SP2 默认的设计界面为英文，由于其支持中文菜单方式，因此一般应进行 Protel DXP 2004 SP2 的中/英文界面切换。

在图 1-11 所示的英文界面下，单击  / ，弹出如图 1-12 所示属性设置对话框。选择“DXP System”项中的【General】选项卡，在该选项卡中找到“Localization”区

域，选中【Use localized resources】选项，弹出如图 1-13 所示的提示框，提示用户重新启动 Protel DXP 后，该项设置将生效。

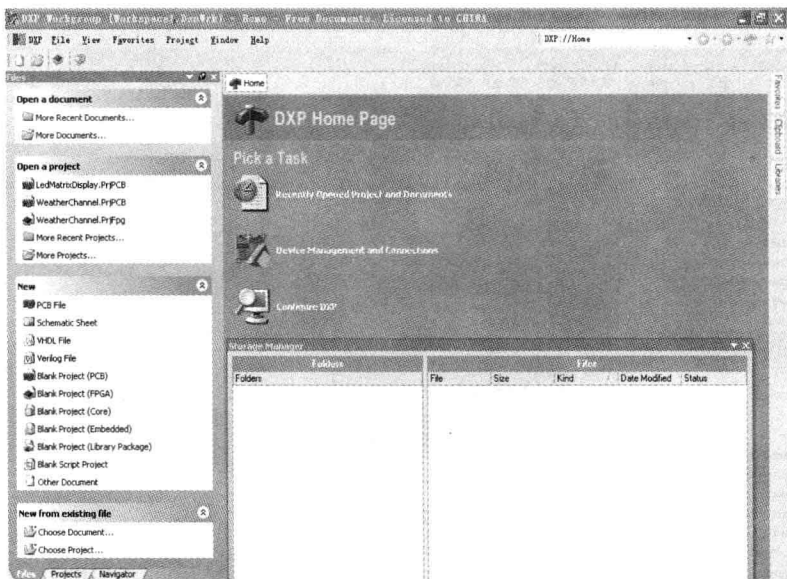


图 1-11 Protel DXP 2004 的主界面

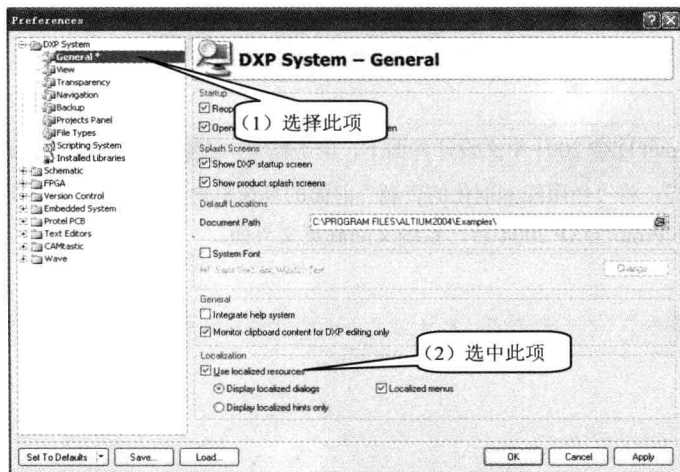


图 1-12 属性设置对话框

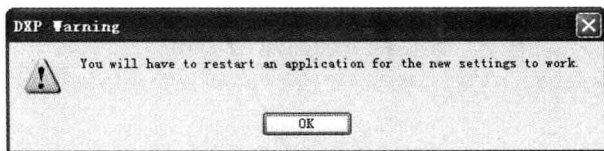


图 1-13 提示框

单击提示框中的按钮 对设置进行确认，返回【Preferences】对话框，单击按钮 ，返回 Protel DXP 2004 主界面，关闭 Protel DXP 2004 并重新启动，系统界面变成中文界面，如图 1-14 所示。

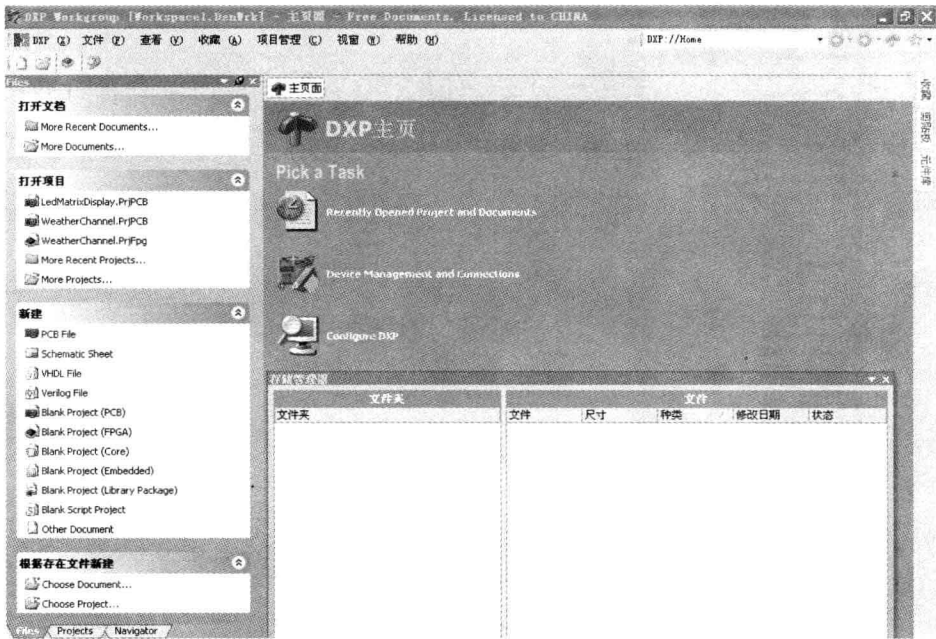


图 1-14 Protel DXP 2004 的中文界面



在 Protel DXP 2004 中文设计界面下，单击 **DXP / 优先设定 (P)...**，在弹出的窗口中，找到“本地化”，将“使用经本地化的资源”前面的复选框内的勾号去掉，关闭 Protel DXP 2004 并重新启动 Protel DXP 2004 后，系统又回到英文界面。

本章主要介绍 Protel DXP 2004 主窗口的各个部分组成及其使用和设置的方法,这些都是熟练使用 Protel DXP 2004 的基础,用户只有熟练掌握各个菜单及面板的功能设定,了解原理图设计的基础知识和基本步骤,才能快速设计出高质量的电路原理图。

2.1 Protel DXP 2004 主窗口

启动 Protel DXP 2004, 切换到中文菜单环境。打开 Protel DXP 2004 主窗口, 如图 2-1 所示。主窗口由系统菜单栏、工作区面板、工作区、状态栏等组成。

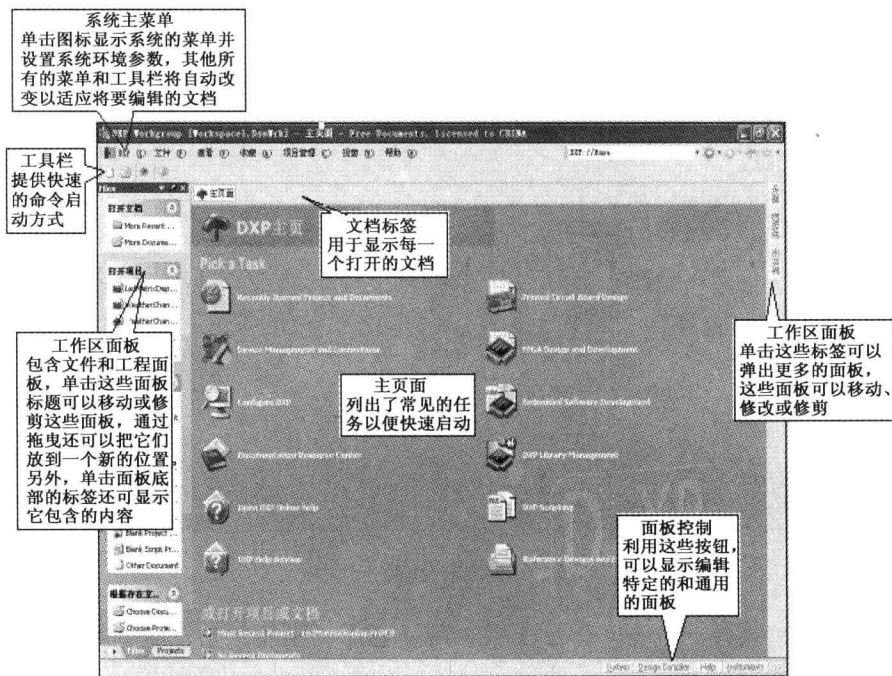


图 2-1 Protel DXP 2004 主窗口

1. 系统菜单

在系统菜单中,可以对 Protel DXP 2004 进行系统参数的设置和信息的查询等操作。为了

更好地发挥系统的性能，提高设计效率，用户应根据具体的条件和自己的习惯，对系统的参数进行设置。Protel DXP 2004 默认的中文菜单如图 2-2 所示。这些菜单选项和大多数 Windows 应用程序基本相同，提供了 Protel DXP 2004 的基本操作。

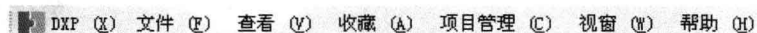


图 2-2 默认的中文菜单

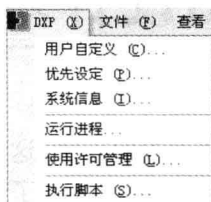


图 2-3 【DXP】菜单选项

2. 【DXP】菜单

【DXP】菜单主要用于系统环境参数的设置，如图 2-3 所示。

- 用户自定义：选择此命令，弹出【Customizing PickATask Editor】对话框。对每一个项目，用户可通过该对话框对工具条、菜单及快捷键等进行设置。对于一般用户，建议使用系统的默认设置
- 优先设定：选择此命令，弹出【优先设定】对话框，如图 2-4 所示。用户可以对左边选项卡一栏内相应的选项卡中的相应参数进行设置

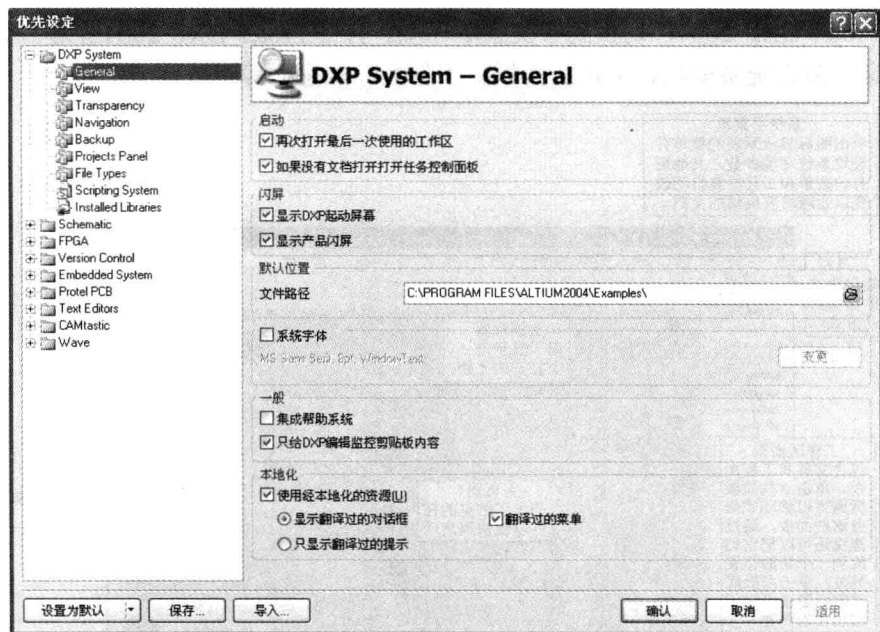


图 2-4 【优先设定】对话框

- 系统信息：选择此命令，弹出【EDA 服务器】对话框。用于查询或选择系统启动时需要自动加载的程序项
- 运行进程：选择此命令，弹出【运行进程】对话框，用户可以根据设计需要单独运行不同设计环境中的某个程序项
- 使用许可管理：用于激活 Protel DXP 2004 的使用许可管理，用户可以选择不同的方式激活 Protel DXP 2004

□ 执行脚本：用于设置系统运行调试选项

其中，【优先设定】对话框如图 2-4 所示，用于设置的系统参数包括 9 部分：【DXP System】、【Schematic】、【FPGA】、【Version Control】、【Embedded System】、【Protel PCB】、【Text Editors】、【CAMtastic】和【Wave】。下面主要介绍【DXP System】选项，其他选项在后续章节中进行介绍。【DXP System】选项主要包含如下 9 个选项卡。

1) 【General】选项卡 如图 2-5 所示，主要用于设置系统的常规参数。

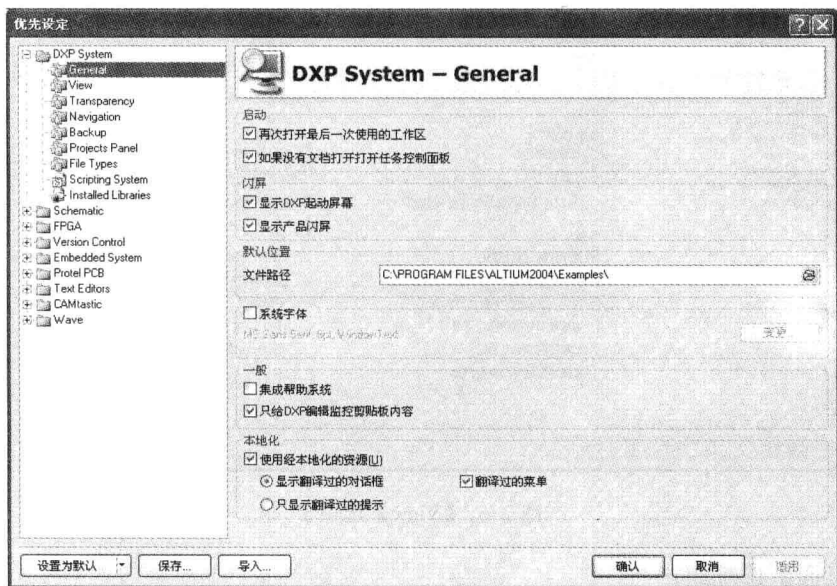



图 2-5 【General】选项卡

(1) 【启动】选项组：

- 再次打开最后一次使用的工作区：用于设定 Protel DXP 2004 系统在启动后是否自动打开上次工作时最后一次使用的工作区
- 如果没有文档打开打开任务控制面板：用于设定 Protel DXP 2004 系统启动后，若没有文档打开，是否自动打开任务控制面板

(2) 【闪屏】选项组：

- 显示 DXP 启动屏幕：用于设定 Protel DXP 2004 系统启动时是否显示系统启动画面
- 显示产品闪屏：用于设定 Protel DXP 2004 系统中集成的各种工具软件在启动时是否显示该组件的启动画面

(3) 【默认位置】选项：用于设置打开或保存 Protel DXP 2004 的各种文档和文件时的默认路径。用户可单击“文件路径”栏右侧的按钮, 在弹出的【浏览文件夹】对话框中设置文档路径。

(4) 【系统字体】选项：用于设置 Protel DXP 2004 系统本身所使用的字体、字型和字号，选中“系统字体”复选框，单击按钮, 可在弹出的【字体】对话框设置所需字体。

(5) 【一般】选项组：

- 集成帮助系统：用于设置是否集成帮助系统