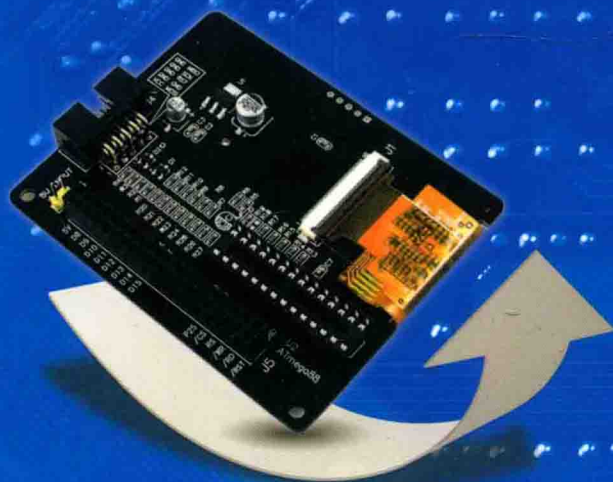




高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材

电子CAD技术

姚四改 主 编
李 琼 叶 莎 副主编



赠送
电子课件



清华大学出版社

高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材

电子 CAD 技术

姚四改 主 编
李 琼 叶 莎 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了 Protel DXP 2004 SP2 中文设计环境,重点讲述了电路原理图、印制电路板图的设计方法及技巧,同时对电路原理图的仿真、印制电路板生产文件的输出等也进行了详细、实用的论述。本书从实际应用角度出发,重视学生实际工作技能训练,每个章节后都附有大量实际工作项目的实训题,循序渐进地引导学生最终达到全面熟练掌握 Protel DXP 软件精华,灵活运用各种制板方法和技巧,设计出符合行业规范的、实用的印制电路板的目的。

本书特别适合用作高等职业院校应用电子技术专业的教材,也可用作成人高校、广播电视大学、本科院校的二级职业技术学院和民办高校的电信类技术专业的教材,同时也适合从事计算机辅助设计的初、中级工作人员使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子 CAD 技术/姚四改主编;李琼,叶莎副主编.——北京:清华大学出版社,2011.10

(高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材)

ISBN 978-7-302-26726-3

I. ①电… II. ①姚… ②李… ③叶… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP 2004 SP2—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 177018 号

责任编辑:石 伟 郑期彤

封面设计:山鹰工作室

版式设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17 字 数:407 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版 印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:32.00 元

产品编号:040620-01

前 言

电子 CAD 技术是现代电子工程领域的一门新技术,它是基于计算机技术的电路设计系统,掌握最新的电路设计软件是从事电子及相关行业的工作者必备的技能。Protel 系列软件是目前市面上应用最广泛的电子线路设计软件之一,其功能完善而强大,使用非常灵活,尤其是 Protel DXP 2004 SP2 的中文环境更是深受广大电子线路设计工作人员的喜爱。

本书全面、系统地介绍了 Protel DXP 2004 SP2 的中文设计环境,重点讲述了电路原理图和印制电路板的设计方法和技巧,同时对电路原理图的仿真、印制电路板生产制造文件的输出等也进行了详细、实用的论述。本书从实际应用角度出发,重视学生工作技能训练,结合大量工作项目的讲解,循序渐进地引导学生全面掌握利用 Protel DXP 2004 SP2 软件进行电子线路设计的技巧和方法,为企业输送优秀的电子设计人才。

本书的特色体现在以下几点。

(1) 目标明确,实用性强。本书精心设计了各项目的学习目标及工作任务,让学生可以有目标地去学习,掌握各项目的精髓。书中列举的每个项目都来源于实际工作,操作步骤与提示等有助于学习者在工作中解决实际问题。

(2) 项目化教学方式。每一工作项目的实施过程即是师生的教学活动,学生可从中直接获取实际工作的经验。本书着重突出实践性、项目化的教学特点,真正实现学习与工作零距离,有助于提高学生的综合素质和就业能力。

(3) 内容逻辑性强。书中列举的教学项目从易到难,逐步提高;从前到后,逐步完善。学生通过贯穿书中的教学项目可学到实际工作的过程,以适应社会工作的需要。

(4) 难易适中,易获得成就感。项目实施完毕,学生都能够完成相应的完整作品,从而产生成就感,激发学生的学习兴趣。

(5) 讲解透彻,互动性强。通过书中对教学工作项目实施过程的讲解,学生能够举一反三地解决实际工作中的问题,书中的大量实训题有助于培养学生的实践能力和创新精神。

本书由姚四改任主编,李琼、叶莎任副主编,程园、许红梅参加编写。其中项目一至项目五及附录由姚四改编写,项目六由许红梅编写,项目七至项目九由李琼编写,项目十由叶莎编写,书中电路图由程园审核。

编者力图使本书成为与工程实践相结合的高职高专教材,但由于水平有限,书中难免有不足及疏漏之处,欢迎读者和同行批评指正。

编 者

目 录

模块一 电路原理图设计

项目一 设计简单电路原理图

——实用稳压电源电路.....1

任务 1-1 Protel DXP SP2 系统参数
设置.....1

任务 1-2 原理图工作环境设置.....9

任务 1-3 绘制实用稳压电源电路.....15

实训题.....23

项目二 原理图元件库管理

——照明自动控制电路.....28

任务 2-1 认识系统内置的元件库.....28

任务 2-2 创建用户的原理图元件库.....33

任务 2-3 绘制照明自动控制电路.....40

实训题.....47

项目三 复杂电路原理图设计

——单片机实验板电路.....52

任务 3-1 复杂电路图中常用电气 d 对象
介绍.....52

任务 3-2 绘制单片机实验板电路图.....56

实训题.....72

项目四 层次电路原理图的设计

——单片机实验板电路.....76

任务 4-1 层次电路图设计中常用的电气
对象介绍.....76

任务 4-2 用层次法绘制单片机实验板
电路图.....80

任务 4-3 多通道层次电路图设计.....91

实训题.....97

项目五 创建原理图报表

——照明自动控制电路、单片机
实验板电路.....101

任务 5-1 元件的封装形式.....101

任务 5-2 网络表及相关作业文件的创建
输出.....107

实训题.....121

项目六 电路功能仿真

——桥式整流电路.....125

任务 6-1 激励源的仿真.....125

任务 6-2 桥式整流电路功能仿真.....130

实训题.....144

模块二 印制电路板设计与制作

项目七 简单双面印制电路板设计

——照明自动控制电路.....148

任务 7-1 印制电路板基础知识.....149

任务 7-2 照明自动控制电路双面板的
设计.....155

实训题.....177

项目八 PCB 元件库管理

——单片机实验板电路180

任务 8-1 元件封装基础知识180

任务 8-2 PCB 元件封装的制作184

任务 8-3 创建集成元件库194

实训题200

项目九 多层印制电路板的设计

——抢答器主板的 PCB 设计202

任务 9-1 手动规划电路板202

任务 9-2 设计抢答器主板的印制

电路板207

实训题223

项目十 印制电路板的输出

——抢答器主板电路 226

任务 10-1 输出印制电路板的各类报表

文件 226

任务 10-2 印制电路板的制作流程 235

综合实训题 247

附录一 常用快捷键 248

附录二 常用工具栏 251

附录三 实用技术指导 254

参考文献 263

模块一 电路原理图设计

项目一 设计简单电路原理图

——实用稳压电源电路

学习目标

- 熟练地设置 Protel DXP SP2 工作界面、系统参数、原理图工作环境。
- 掌握查找元器件的方法，并可根据需要灵活添加/卸载元件库。
- 熟练地放置、编辑各种常用电气对象。

工作任务

- Protel DXP SP2 系统参数设置。
- 原理图工作环境设置。
- 绘制实用稳压电源电路。

任务 1-1 Protel DXP SP2 系统参数设置

任务目标

- 了解 Protel DXP SP2 的运行要求。
- 熟悉 Protel DXP SP2 的启动、中文环境的设置、系统界面的组成。
- 掌握系统常用参数设置、工作面板的使用、文件的管理。

任务内容

- 认识 Protel DXP SP2。
- Protel DXP SP2 的系统管理体系。

相关知识

Protel DXP SP2 是 Altium 公司于 2004 年推出的一款基于板级设计的 EDA 软件，其主要包括的功能模块有电路原理图设计系统、混合电路仿真系统、印制电路板(PCB)设计系统、可编程逻辑门阵列(FPGA)设计系统、硬件描述语言(VHDL)设计系统等。

Protel DXP SP2 设计软件中首次加入了多种语言支持的新功能,本书的讲解环境为中文工作环境,这可以使读者更好地掌握世界领先的 EDA 技术,非常适合广大初学者学习。

Protel DXP SP2 对系统的要求比较高,最好采用 Windows XP 或 Windows 2000 操作系统,它不支持 Windows 98、Windows Me 操作系统。一般要求的系统配置如下。

- (1) 操作系统: Windows XP。
- (2) CPU: Pentium PC, 主频为 1.2GHz 或更高。
- (3) 内存: 256MB 或更高。
- (4) 硬盘空间: 10GB 或更高。
- (5) 显卡: 支持 1280 像素×1024 像素的分辨率, 32 位色彩, 32MB 显存。

任务实施

任务知识点

认识 Protel DXP SP2

Protel DXP SP2 的系统管理体系

任务实施步骤

(一)认识 Protel DXP SP2

1. 启动 Protel DXP SP2

启动 Protel DXP SP2 的方法有如下几种。

- (1) 在 Windows【开始】菜单中找到 Protel DXP SP2 程序项并单击,即可启动 Protel DXP SP2。
- (2) 在桌面上双击 DXP 2004 快捷图标 , 启动 Protel DXP SP2。
- (3) 在安装目录(如 C:\Program Files\Altium2004 目录)中找到可执行文件  并双击,即可启动 Protel DXP SP2。

Protel DXP SP2 启动画面如图 1-1 所示,通过该画面可以区别出 Protel DXP 的不同版本。Protel DXP SP2 的初始界面如图 1-2 所示,此时软件系统为英文工作环境。



图 1-1 Protel DXP SP2 启动画面

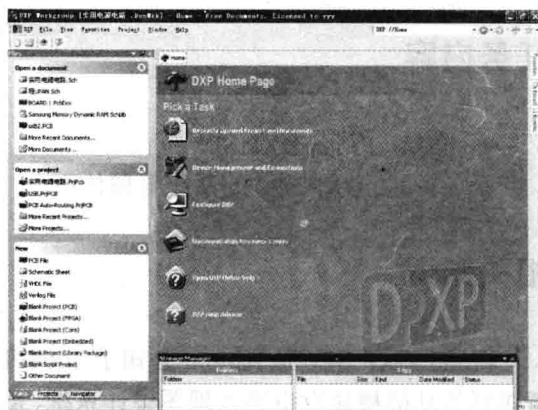


图 1-2 Protel DXP SP2 初始界面

2. 中文环境的设置

(1) 单击菜单栏中的 DXP 菜单, 弹出如图 1-3 所示的下拉菜单, 从中选择 Preferences 命令, 弹出 Preferences(系统参数设置)对话框, 如图 1-4 所示。

(2) 在该对话框中, 展开 DXP System 节点, 单击其下的 General 选项, 选中对话框右侧 Localization 选项组中的 Use localized resources(使用当地资源)复选框, 此时系统会弹出一个提示框, 如图 1-5 所示, 提示此项设置需要重新启动 Protel DXP SP2 后才能生效。

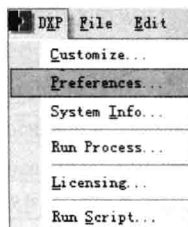


图 1-3 DXP 下拉菜单

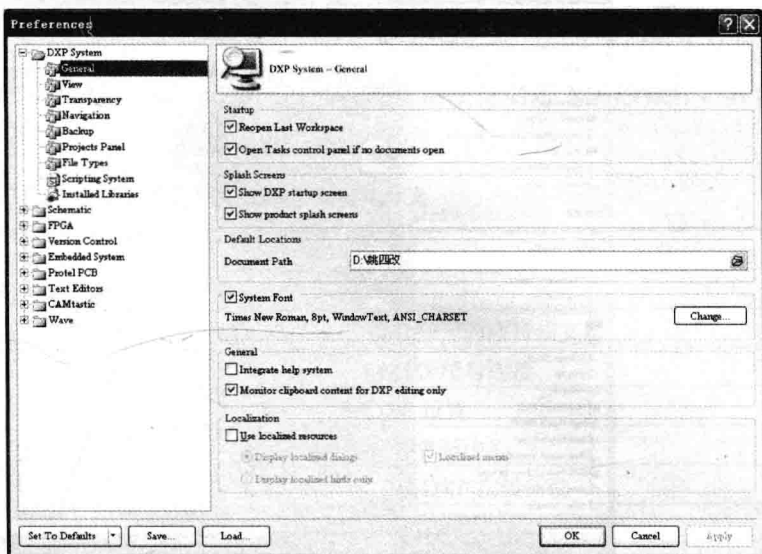


图 1-4 Preferences 对话框

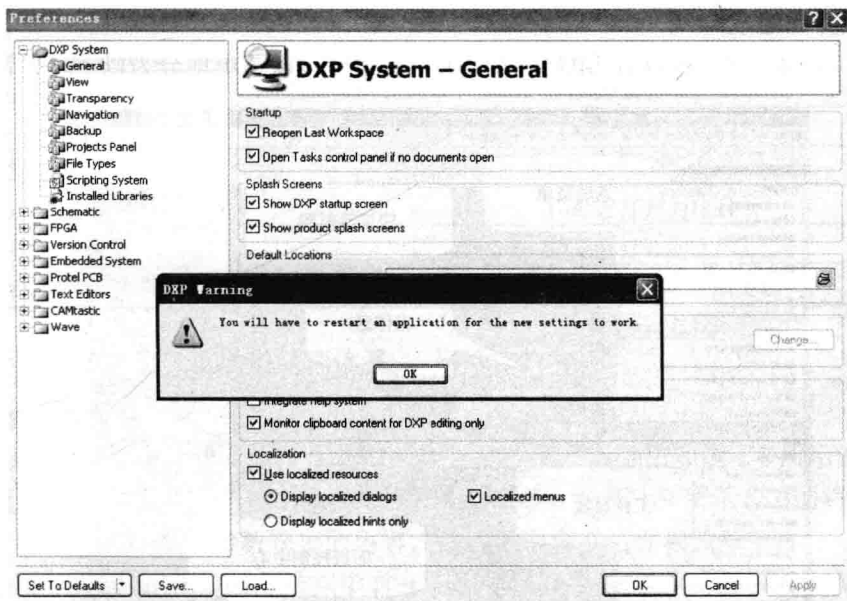


图 1-5 使用当地资源并确认

(3) 单击提示框中的 OK 按钮, 关闭 Protel DXP SP2 软件。

(4) 双击桌面上的 DXP 2004 快捷图标 , 重新启动 Protel DXP SP2 软件, 进入系统后的界面如图 1-6 所示, 这时可以看到 Protel DXP SP2 已经变为中文的工作环境。

提示: 在 Protel DXP SP2 软件中, 不同的设计环境下的菜单内容也不尽相同, 同学们一定要注意观察。

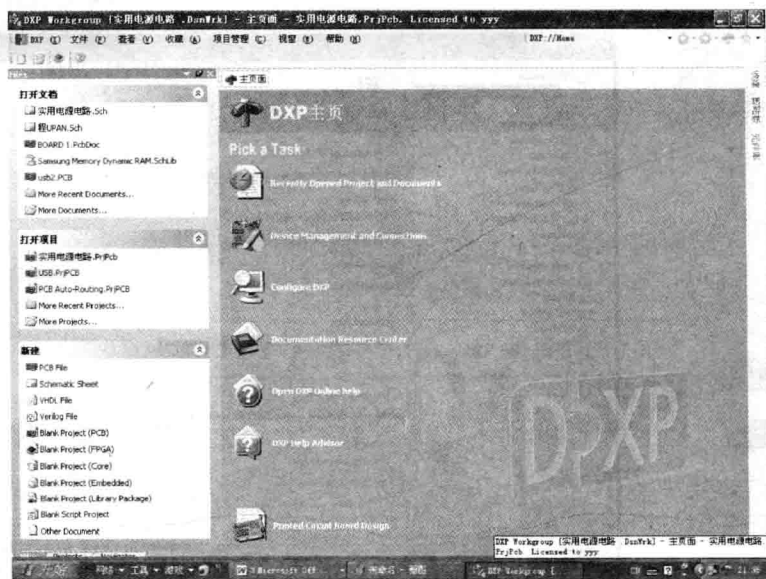


图 1-6 Protel DXP SP2 中文工作环境

3. 系统界面组成

如图 1-7 所示, Protel DXP SP2 中文集成开发环境可以简单地分为以下几个部分。

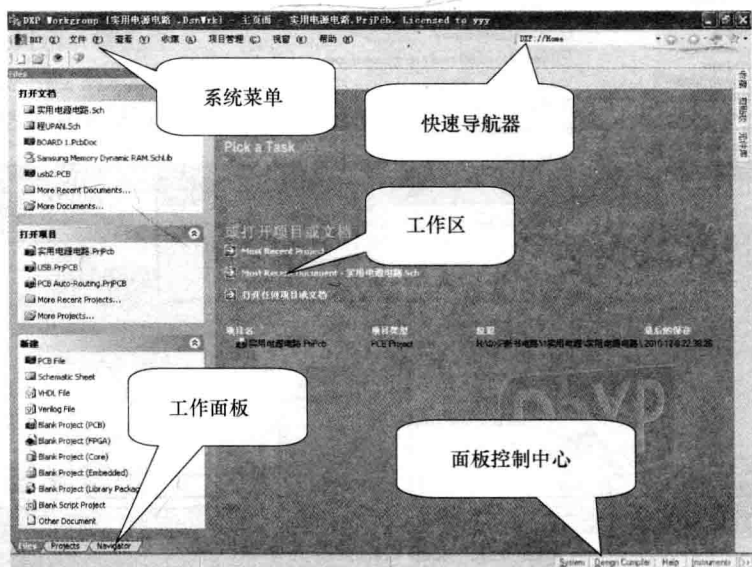


图 1-7 Protel DXP SP2 系统界面

- (1) 系统菜单：用来设置各种系统参数，随着编辑文档的不同，其菜单也有所不同。
- (2) 工作面板：系统包括多种工作面板，可以使用这些工作面板对设计工作进行相关管理和操作，包括打开、新建文件等。
- (3) 快速导航器：每次操作，系统均以浏览器方式记录快捷路径；反过来，如果在此处输入快捷路径，系统会进行相应的操作。
- (4) 面板控制中心：用来打开或关闭工作面板，与系统菜单中【查看】菜单的功能一致。
- (5) 工作区：多种操作命令按不同的栏目排列在此，单击工作区右侧的【展开】按钮或【收缩】按钮，可以展开或收缩对应区域的选项，也可单击项目名进入各项操作，其含义如表 1-1 所示。

表 1-1 工作区中各操作命令及其含义

选 项	含 义
Pick a Task(选择任务栏)	
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	文件资源中心
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	嵌入式软件扩展
DXP Library Management	DXP 库管理
DXP Scripting	DXP 标注
Reference Design and Examples	参考设计与实例
打开项目或文档	
Most Recent Project	最近打开的项目
Most Recent Document	最近打开的文档
打开任何项目或文档	打开任何项目或文档

(二)Protel DXP SP2 的系统管理体系

1. 系统参数的管理

系统参数主要用于设置系统工作环境，单击 DXP 菜单，弹出如图 1-8 所示的下拉菜单，从中选择【优先设定】命令，弹出【优先设定】对话框，如图 1-9 所示。下面将重点介绍该对话框中 DXP System 系统参数管理的内容，其他内容会在后面相关章节再一一介绍。

如图 1-9 所示，DXP System 节点中有 9 个选项标签：General(常规设置)、View(视图设置)、Transparency(透明度设置)、Navigation(导航设置)、Backup(备份设置)、Projects Panel(项目管理面板)、File Types(文件类型设置)、Scripting System(系统标注)、Installed Libraries(已安装的元件库)，具体含义如表 1-2 所示。

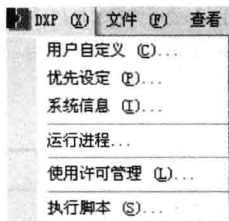


图 1-8 DXP 下拉菜单

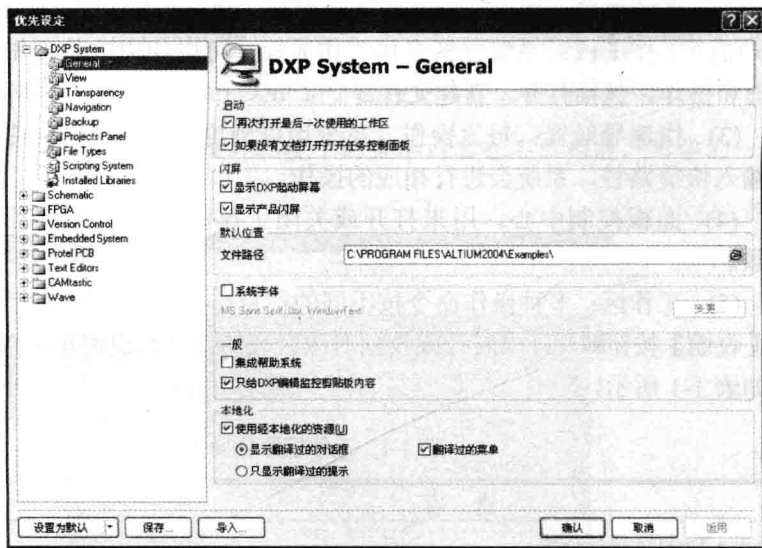


图 1-9 【优先设定】对话框

表 1-2 系统参数设定选项及其含义

选 项	含 义
General	设置系统启动或某一编辑器启动时的一些特性(如中文环境的设置)
View	设置 Protel DXP SP2 系统的显示桌面参数(建议采用默认)
Transparency	设置浮动工具栏及对话框的透明效果(建议采用默认)
Navigation	设置对所选中的对象进行高亮度显示的方法(建议采用默认)
Backup	设置是否启动自动保存功能，以及备份数量和路径(可以设置)
Projects Panel	设置项目管理面板的各种选项、文档操作及管理形式(建议采用默认)
File Types	设置 Protel DXP SP2 能够支持的文件类型(建议采用默认)
Scripting System	安装脚本项目文件(建议采用默认)
Installed Libraries	设置 Protel DXP SP2 系统元件库(建议采用默认)

提示：选择 Backup 选项，即可以在对话框右侧将自动保存的路径设为备份文件夹，以备急需，如图 1-10 所示，自动保存的时间间隔、保存个数及路径由自己选定。



图 1-10 自动保存设置

在图 1-9 中，当有参数被重新设置时，【适用】按钮被激活，左侧相应选项加黑并出现一个“*”，单击【适用】或【确认】按钮后，“*”消失，设置生效。

2. 系统工作面板的管理

Protel DXP SP2 采用不同的工作面板来进行各种管理和操作，系统工作面板有 Files 面

板、Projects 面板、Message 面板、To-Do 面板、【存储管理器】面板、【元件库】面板、【收藏】面板、【输出】面板、【剪贴板】面板等。

(1) 执行【查看】→【工作区面板】→System 菜单命令,可打开/关闭各种工作面板。系统工作面板可以分开放置,也可以像  这样叠加摆放。常用工作面板及其作用如表 1-3 所示。

表 1-3 常用工作面板及其作用

面 板	含 义
Files	Protel DXP SP2 为用户提供的文件操作中心,可轻松新建、打开各类文件
Projects	项目管理面板,可管理工作区或项目中的所有设计文件
Message	对文档或项目进行编译等操作时,给出相应错误、警告等操作信息,方便编辑、查找、修改电路中的错误等
【元件库】	提供对所选元件的预览、快速查找、放置、元件库加载与删除等多种便捷而又全面的功能

(2) 工作面板的 3 种状态。

① 隐藏状态。如图 1-11 所示,打开面板控制中心的 System 或 Design Compiler 菜单,执行相关菜单命令,打开相应的工作面板。

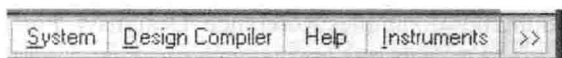


图 1-11 面板控制中心

② 浮动状态。如图 1-12 所示,工作面板右上角有个【浮动】按钮 ,此时光标只要放在相关的工作面板名称上时,该工作面板就会自动出现或消逝。

③ 锁定状态。如图 1-13 所示,工作面板右上角有个【锁定】按钮 .



图 1-12 面板浮动显示



图 1-13 面板锁定显示

3. 系统文件的管理

Protel DXP SP2 系统采用项目管理方式,任何一项设计都被看作是一个项目,项目文件包含了该项设计中所有文档的连接关系及相关设置内容,是设计项目的管理者,电路原理图文件和 PCB 文件随时同步更新。Protel DXP SP2 系统所提供的项目文件类型如表 1-4 所示。

表 1-4 Protel DXP SP2 系统中提供的项目文件类型

文件名	文件类型	备注
.DsnWrk、.PrjGrp	工作区文件	工作区(项目组)文件可以包含多个项目文件
*.LibPkg	集成元件库文件	用来管理用户的集成元件库
.Pjt、.PrjEmb	嵌入式项目文件	各种具体类型的项目文件。PCB 项目是本书重点
*.PrjCor	核心项目文件	
.PrjFpg、.PrjFpga	FPGA 项目文件	
*.PrjPcb	PCB 项目文件	
*.PrjScr	脚本项目文件	

执行【文件】→【打开设计工作区】菜单命令,打开设计工作区选择对话框,选择路径 C:\Program Files\Altium2004\Examples\Reference Designs\4 Port Serial Interface,打开“4 Port Serial Interface.PrjGrp”项目组文件,如图 1-14 所示。该项目组中有两个项目,即 4 Port Serial Interface.PRJPCB 和 Address Decoder.PrjFpg,每个项目中的所有设计文档都进行了分类管理。

系统文件通过 Projects 面板上的【工作区】、【项目】按钮操作进行相关管理;也可以右击项目组中相关项目名或文件名打开其快捷菜单,通过选择这些快捷菜单中的命令来实现文件的管理。

提示: 为了设计工作的可延续性和管理的系统性,建议学生在设计每一个项目时,相应地新建一个项目文件夹,最好将一个项目里相关的所有设计文件都放在这个项目文件夹中。

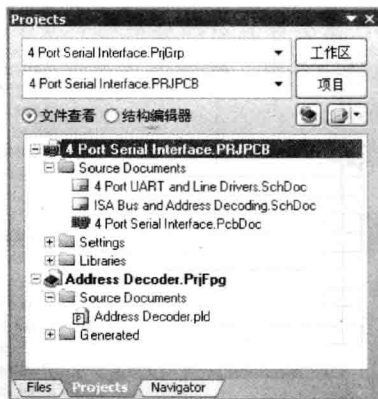


图 1-14 项目文件管理

任务 1-2 原理图工作环境设置

任务目标

- 学会灵活设置原理图工作环境。
- 能够根据需要灵活添加、卸载相关元件库。

任务内容

- 原理图工作环境的设置。
- 元件库添加或卸载。

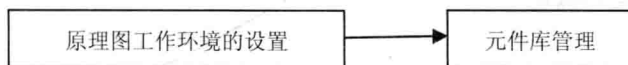
相关知识

集成元件库

在 Protel DXP SP2 中,系统使用集成元件库(*.IntLib)对元器件进行管理,把元器件的原理图符号、引脚的封装形式、仿真模型文件、信号完整性分析模型文件等所有信息都集中在一个库文件中,在调用某个元器件时,同时把这个元器件的其他信息都调出来。Protel DXP SP2 集成库存放的路径为 C:\Program Files\Altium2004\Library(系统安装时的默认路径)。

任务实施

任务知识点



任务实施步骤

(一)原理图工作环境的设置

1. 建立一个 PCB 项目

- (1) 在用户盘上(如 D 盘)新建一个学生目录(目录名为“学生的班级+姓名”,并在该目录中再建一个“项目一”目录。
- (2) 执行【文件】→【创建】→【设计工作区】菜单命令,新建一个工作区。
- (3) 执行【文件】→【另存设计工作区为】菜单命令,保存设计工作区到 D 盘学生目录中的“项目一”目录中,命名为“实用电源电路”工作区。
- (4) 执行【文件】→【创建】→【项目】→【PCB 项目】菜单命令,新建一个 PCB 项目。

(5) 执行【文件】→【另存项目为】菜单命令，保存项目到 D 盘学生目录中的“项目一”目录中，命名为“实用电源电路”PCB 项目，如图 1-15 所示。

(6) 执行【文件】→【创建】→【原理图】菜单命令，在“实用电源电路”PCB 项目中新建一个原理图文件。

(7) 执行【文件】→【另存为】菜单命令，保存原理图文件到 D 盘学生目录中的“项目一”目录中，命名为“实用电源电路”，如图 1-16 所示。



图 1-15 新建一个 PCB 项目



图 1-16 新建原理图

提示：在图 1-15 和图 1-16 所示的 Projects 面板中，“实用电源电路.PrjPcb”右侧有一个红色的图标，表明该 PCB 项目是当前活动项目。

2. 图纸的设置

在原理图绘制过程中，大多数情况下系统默认给出的图纸不一定符合设计要求，因此，图纸的大小、形状、标题栏、设计信息等内容一般要根据设计电路图的复杂程度进行重新设置，以符合实际工作的需要。双击图 1-16 所示 Projects 工作面板中的“实用电源电路.Sch”文件名称，进入原理图工作环境，如图 1-17 所示。

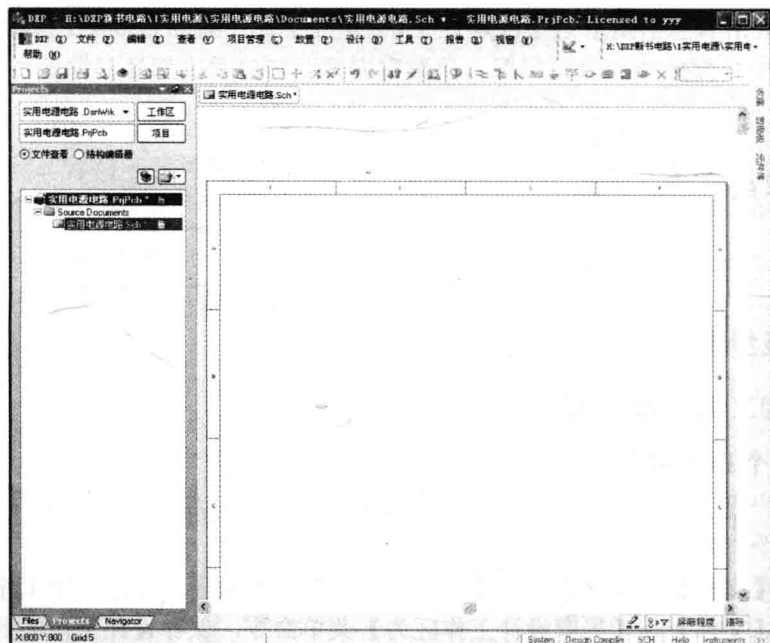


图 1-17 原理图设计的界面

执行【设计】→【文档选项】菜单命令，弹出【文档选项】对话框，切换到该对话框

的【图纸选项】选项卡，在【标准风格】和【自定义风格】选项组中可以进行图纸尺寸的设置，在【选项】选项组中可以设置图纸的边界、颜色、标题栏形状等内容，在【网格】和【电气网络】选项组中可以设置捕获网格、可视网格、电气网格的大小，在【模板】选项组中一般不设置。

因为第一个项目——实用稳压电源电路的原理图比较简单，建议采用自定义图纸的大小。在【自定义风格】选项组中，选中【使用自定义风格】复选框，在【自定义宽度】和【自定义高度】文本框中均输入“800”，其他参数采用默认值，如图 1-18 所示。

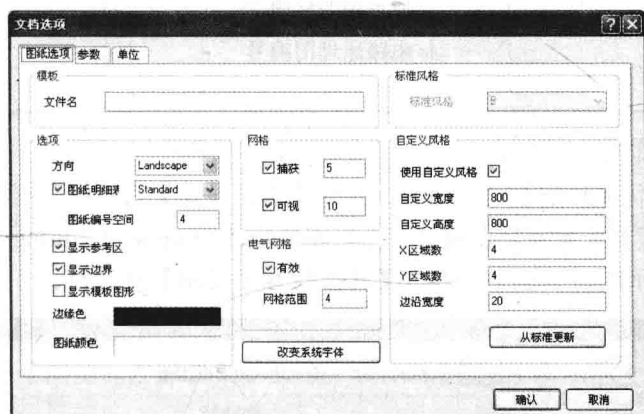


图 1-18 【图纸选项】选项卡

提示：① 一般情况下，电气网格的值 ≤ 捕获网格的值 ≤ 可视网格的值，三种网格的值最好是整数倍或同样的值。

② 鼠标放在图纸内，按 PageUp 键可以放大图纸，按 PageDown 键可以缩小图纸。

3. 标题栏填写

(1) 填写图纸设计信息。

【文档选项】对话框中的【参数】选项卡如图 1-19 所示。此项的设置是非常有用的，建议同学们养成填写其相关内容的好习惯，一般可以只填写如表 1-5 所示的几个选项内容。

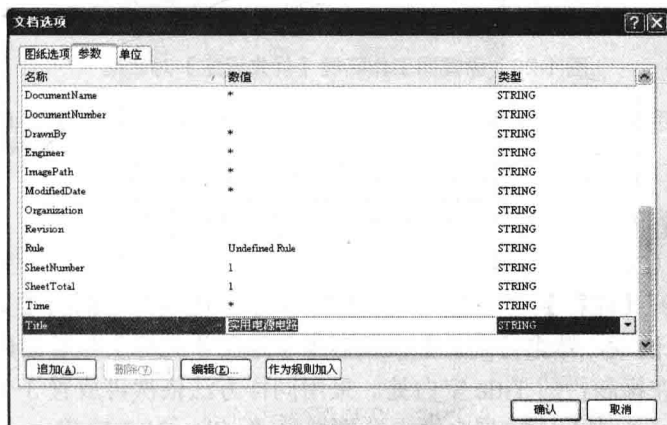


图 1-19 【参数】选项卡设置