



EDA工程与应用丛书

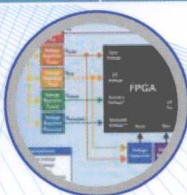
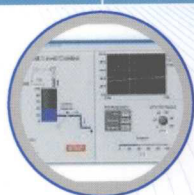
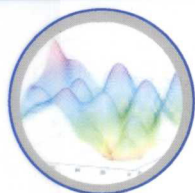
Electronic Design Automation

Protel DXP 2004

电路设计基础

谈世哲 主编

- ▶ **零点起步**，内容涵盖Protel DXP 2004的主要知识点
- ▶ 突出**实用性**和**经验介绍**，内容来自于教学科研实践
- ▶ 内容编排**由浅入深**、技巧点拨**深入透彻**
- ▶ 紧跟电子技术发展，重点**培养实际动手操作能力**



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

EDA 工程与应用丛书

Protel DXP 2004 电路设计基础

谈世哲 主编



机械工业出版社

本书以原理图设计、PCB 设计以及仿真应用为主要内容，详细介绍了 Protel DXP 2004 的界面、基本组成以及各种编辑器及工具的使用。

本书通过大量的图例以及精辟的语言对各个知识点进行了讲解，而且每个章节都有相应的实例，使读者在短时间内就能掌握电路板的设计方法。

本书图文并茂，讲解深入浅出，既适用于 Protel DXP 2004 的初学者，也可以作为大中专院校相关专业的教材及工程设计人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel DXP 2004 电路设计基础 / 谈世哲主编. —北京: 机械工业出版社, 2010.9

(EDA 工程与应用丛书)

ISBN 978-7-111-31850-7

I. ①P… II. ①谈… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP 2004 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 176914 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 郝建伟

责任印制: 乔 宇

北京汇林印务有限公司印刷

2010 年 11 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·471 千字

0001—3500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-31850-7

定价: 36.00 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

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

电子技术的迅速发展,大规模、超大规模集成电路的制造及应用,使得电路板的工艺日趋精密和复杂,传统的手工设计和制作印制电路板的方法越来越难以适应电子技术发展的需要。为了更好地完成设计任务,各种基于 Windows 的电子设计自动化(EDA)软件也逐渐发展和成熟起来,Protel 系列软件就是其中的杰出代表。

2004 年,Altium 公司推出的 Protel DXP 2004,能实现从概念设计、顶层设计直到输出生产数据以及这之间的所有分析验证和设计数据的管理,极大地提高了电子线路的设计效率和设计质量,为电子工程师提供了非常便捷的工具。

本书立足于实际设计的具体实践,使读者在掌握基础知识的同时,通过实例分析,掌握设计方法,提高实际操作的能力。在讲解过程中,本书尽可能多地采用具体实例进行辅助说明,既进行全面系统的讲解,又为读者提供简单且容易上机实现的实例。通过对应用实例的分析、讲解和循序渐进的练习,使读者真正掌握原理图和 PCB 的设计技巧。书中选择的实例都是很有代表性和针对性的。通过对本书的学习,读者既能掌握电路设计的基本技术,又能获得更高层次的设计技巧。

全书共 10 章,第 1 章介绍了 Protel DXP 2004 的发展历史、系统的配置要求及其安装方法等;第 2~3 章为 Protel DXP 2004 的原理图设计部分;第 4~8 章为 PCB 的设计部分;第 9 章为电路仿真;第 10 章讲述了 PCB 信号的完整性分析。

本书结合了作者多年实际设计的经验和体会,将理论讲解与实例演示相结合,每一章都讲述了实际设计工作中常用的知识和技巧,简明清晰、重点突出,在叙述上力求深入浅出、通俗易懂。

本书由中国海洋大学谈世哲主编,刘瑞铃、史进波副主编,参与编写工作的还有郝寿鹏、高杰、刘鑫、管殿柱、张轩、周祥龙、宋一兵、于亦凡、赵景波、李丽华、田东、王献红、张洪信、李文秋、田绪东、宋琦、付本国等。

由于作者水平有限,书中的缺点和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 1 章 初识 Protel DXP 2004	1
1.1 Protel DXP 2004 的发展演变过程	1
1.2 Protel DXP 2004 功能及组成部分	2
1.2.1 Protel DXP 2004 主界面	2
1.2.2 原理图设计编辑器和印制电路板编辑器	4
1.2.3 Protel DXP 2004 的文件管理系统	7
1.3 Protel DXP 2004 的运行环境	11
1.4 Protel DXP 2004 的安装与卸载	11
1.5 电路板设计的基本概念	15
1.6 习题	16
1.7 上机实验	16
第 2 章 Protel DXP 2004 原理图设计	17
2.1 Protel DXP 2004 原理图设计基础	17
2.1.1 原理图的设计步骤	17
2.1.2 Protel DXP 2004 原理图设计工具	18
2.1.3 设置图纸大小及版式	26
2.1.4 设置系统字体	29
2.1.5 设置工作环境	30
2.1.6 填写图纸设计信息	32
2.2 原理图的设计	34
2.2.1 新建项目和原理图	34
2.2.2 设置原理图选项	35
2.2.3 设置工作环境	36
2.2.4 加载元件库	45
2.2.5 在原理图上放置元件	47
2.2.6 元件布局调整	51
2.2.7 放置电气节点和连接线路	53
2.2.8 放置电源和接地符号	56
2.3 实例讲解——基于 LM2576 的单片机系统供电电源电路的原理图设计	58
2.4 习题	61
2.5 上机实验	61
第 3 章 原理图高级绘图知识	64
3.1 原理图的绘制	64
3.1.1 元件的通用编辑	64
3.1.2 绘图工具栏的使用	70

3.2	层次原理图的设计	80
3.2.1	层次原理图的设计方法	81
3.2.2	自上而下的层次原理图设计	81
3.2.3	自下而上的层次原理图设计	88
3.2.4	层次原理图之间的切换	89
3.3	生成报表及原理图输出	89
3.3.1	网络报表	89
3.3.2	层次报表	90
3.3.3	元件报表	91
3.3.4	元件引用参考报表	92
3.3.5	端口引用参考	92
3.3.6	原理图打印输出	93
3.4	原理图元件库的制作	95
3.4.1	Protel DXP 2004 元件库概述	95
3.4.2	原理图库文件编辑环境	96
3.4.3	创建一个新的原理图库	100
3.4.4	创建 Protel DXP 2004 元件整合库	103
3.5	实例讲解——数字时钟的原理图设计	105
3.6	习题	111
3.7	上机实验	111
第 4 章	PCB 设计基础	113
4.1	PCB 的相关术语和概念	113
4.2	元件封装	115
4.3	PCB 设计流程	118
4.4	初识 PCB 编辑器	120
4.4.1	认识 Protel DXP 2004 的 PCB 编辑器	120
4.4.2	文件操作	123
4.5	实例讲解——创建 PCB 文件	132
4.6	习题	134
4.7	上机实验	134
第 5 章	常用的 PCB 编辑功能	135
5.1	导航器的使用	135
5.2	选择对象与取消选择	142
5.3	对象的移动与翻(旋)转	144
5.4	对齐功能	146
5.5	元件的删除	148
5.6	跳转	148
5.7	其他编辑功能	150
5.8	实例讲解——多个器件的 PCB 布局	151
5.9	习题	153

5.10	上机实验	153
第 6 章	PCB 基础绘图知识	154
6.1	PCB 编辑器界面管理	154
6.1.1	窗口的移动、放大和缩小	154
6.1.2	刷新	155
6.1.3	界面的定制	156
6.1.4	纸张大小的设置	157
6.1.5	工作窗口的管理	157
6.2	对象放置及其属性修改	159
6.2.1	导线的放置与编辑	159
6.2.2	放置元件封装	161
6.2.3	放置焊盘	163
6.2.4	放置过孔	165
6.2.5	放置文字	167
6.2.6	放置坐标指示	168
6.2.7	放置尺寸标注	169
6.2.8	放置圆弧	171
6.3	实例讲解——LED 控制电路的 PCB 设计	173
6.4	习题	178
6.5	上机实验	178
第 7 章	PCB 设计的准备	179
7.1	电路板物理边界	179
7.2	PCB 的电气边界的设定	181
7.3	电路板层的介绍	182
7.4	PCB 层堆栈管理	183
7.5	环境参数的设置	186
7.6	实例讲解——创建四层板	191
7.7	习题	194
7.8	上机实验	195
第 8 章	PCB 高级绘图知识	196
8.1	PCB 设计	196
8.1.1	准备原理图	196
8.1.2	修改元件的封装	196
8.1.3	在 PCB 编辑器中载入网络报表	198
8.1.4	元件的布局	202
8.1.5	制定设计规则	206
8.1.6	PCB 布线	218
8.1.7	PCB 图的完善	223
8.1.8	设计规则检查	225
8.1.9	网络管理器	227

8.2	创建 PCB 元件封装	228
8.2.1	启动元件封装编辑器	229
8.2.2	手工创建元件封装	231
8.2.3	利用向导创建元件封装	233
8.2.4	元件库管理器	236
8.3	实例讲解——数字时钟的 PCB 设计	239
8.4	习题	243
8.5	上机实验	243
第 9 章	Protel DXP 2004 高级应用之电路仿真	245
9.1	Protel DXP 2004 电路仿真的主要特点	245
9.2	设计可供仿真用的原理图	246
9.3	工作点分析	260
9.4	瞬态分析和傅里叶分析	261
9.5	直流扫描分析	262
9.6	交流小信号分析	263
9.7	噪声分析	264
9.8	温度扫描分析	264
9.9	参数扫描分析	265
9.10	蒙特卡罗分析	266
9.11	传递函数分析	267
9.12	实例讲解——555 电路仿真	267
9.13	习题	270
9.14	上机实验	270
第 10 章	Protel DXP 2004 高级应用之信号完整性分析	272
10.1	概述	272
10.2	信号完整性分析器	281
10.3	PCB 信号波形分析	289
10.4	实例讲解——二进制计数器电路的信号完整性分析	293
10.5	习题	296
10.6	上机实验	296
参考文献	297

第 1 章 初识 Protel DXP 2004

电子技术的迅速发展以及芯片生产工艺的不断提高,使得电路板的制作工艺越来越复杂,电路板的层数越来越多,电路板上的布线密度也越来越高。这些新的变化使得电子工程师靠手工的方式来完成电路板设计显然已经不现实了。计算机技术的发展以及应用领域的不断扩大,为电路设计提供了强大支持。电路设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)就是将电路设计中的各项工作由计算机辅助完成,它极大地提高了电路设计的效率,有效地减轻了设计人员的劳动强度。目前,国内最流行的电子电路设计工具,就是 Altium 公司开发的 Protel 系列软件,而 Protel DXP 2004 是 Altium 公司推出的 Protel 版本,本书将向读者全面介绍 Protel DXP 2004 的使用方法和技巧。



本章要点

- Protel DXP 2004 的界面环境
- 原理图设计编辑器的基本操作
- 印制电路板编辑器的基本操作
- Protel DXP 2004 的安装和卸载
- 电路板设计的基本概念和步骤

1.1 Protel DXP 2004 的发展演变过程

Protel 系列软件是 Altium 公司开发的一套用于电子电路设计的应用软件,它以先进的技术、丰富的功能以及方便的操作得到了广大用户的一致认同。

早在 20 世纪 80 年代,Altium 公司的前身 Protel Technology 公司推出了 Protel for DOS,它是第一代基于 DOS 的 Protel 软件。

进入 20 世纪 90 年代,随着计算机技术的提高以及 Windows 操作系统的推出,Protel Technology 公司及时推出了基于 Windows 的 Protel 软件——Protel for Windows 1.0 版,随后 Protel 公司又在 1994 年推出了 Protel for Windows 2.0 版,在 1997 年推出了 Protel for Windows 3.0 版。到 1998 年,Protel 公司推出了一个 32 位的 EDA 软件——Protel 98,该软件大大改进了自动布线技术,使得印制电路板自动布线真正走向实用。在 1999 年又推出了 Protel 99,2000 年推出了 Protel 99 SE,使得该软件成为集成多种工具软件的 EDA 软件。

2001 年,Protel Technology 公司更名为 Altium 公司。2002 年下半年,Altium 公司推出了新产品 Protel DXP 2002,该软件比 Protel 99 SE 有了更大的提高,成为第一个可以在单个应用程序中完成所有设计的工具。2004 年,Altium 公司推出了 Protel DXP 2004,其在功能和界面上有了很大的提高。该软件能实现从概念设计、顶层设计直到输出生产数据以及这之间的所有分析验证和设计数据的管理。

1.2 Protel DXP 2004 功能及组成部分

Protel DXP 2004 已不是单纯的 PCB（印制电路板）设计工具，而是由多个模块组成的系统工具，分别是 SCH（原理图）设计、SCH 仿真、PCB（印制电路板）设计、Auto Router（自动布线器）和 FPGA 设计等，覆盖了以 PCB 为核心的整个物理设计。该软件将项目管理方式、原理图和 PCB 图的双向同步技术、多通道设计、拓扑自动布线以及电路仿真等技术结合在一起，为电路设计提供了强大的支持。

1.2.1 Protel DXP 2004 主界面

为了方便用户使用，Protel DXP 2004 提供了一个集成化的工作环境，通过主界面的形式对所有电路设计的相关操作进行集中管理。Protel DXP 2004 主界面如图 1-1 所示，其中各个任务栏的介绍如表 1-1 所示。

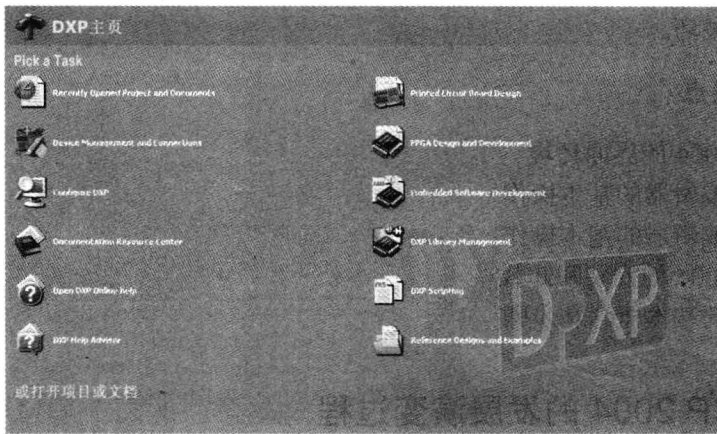


图 1-1 Protel DXP 2004 主界面

表 1-1 Protel DXP 2004 主界面任务栏介绍

任 务 栏	功 能 介 绍
Recently Opened Project and Documents	最近打开的工程和文档 该任务栏可以方便地打开最近经常操作的文件
Device Management and Connections	设备管理和连接 该任务栏用于管理相连接的物理器件
Configure DXP	配置 DXP 对 DXP 进行基本的设置，以保证软件的正常运行
Documentation Resource Center	文档帮助中心 该任务栏可以快速地进入文档
Open DXP Online Help	打开 DXP 在线帮助 该任务栏用于提供给用户在线帮助
DXP Help Advisor	DXP 帮助向导 该任务栏为用户提供帮助向导，方便用户学习
Printed Circuit Board Design	印制电路板设计 该任务栏用于印制电路板设计和开发

任务栏	功能介绍
 FPGA Design and Development	FPGA (Field Programmable Gate Array) 的设计和开发 该任务栏用于 FPGA 的设计和开发
 Embedded Software Development	嵌入式软件开发 该任务栏用于嵌入式软件的开发
 DXP Library Management	DXP 库管理 该任务栏用于对 Protel DXP 2004 中库文件的管理
 DXP Scripting	DXP 脚本开发 该任务栏用于脚本的设计和开发
 Reference Designs and Examples	参考设计与实例 进入该任务栏可以查看 Protel DXP 2004 提供的设计实例

Protel DXP 2004 启动后的主窗口如图 1-2 所示。Protel DXP 2004 使用各种不同的工作面板来管理和操作文档，包括系统菜单、主菜单、工具栏、工作面板、主界面工作区、面板标签等。

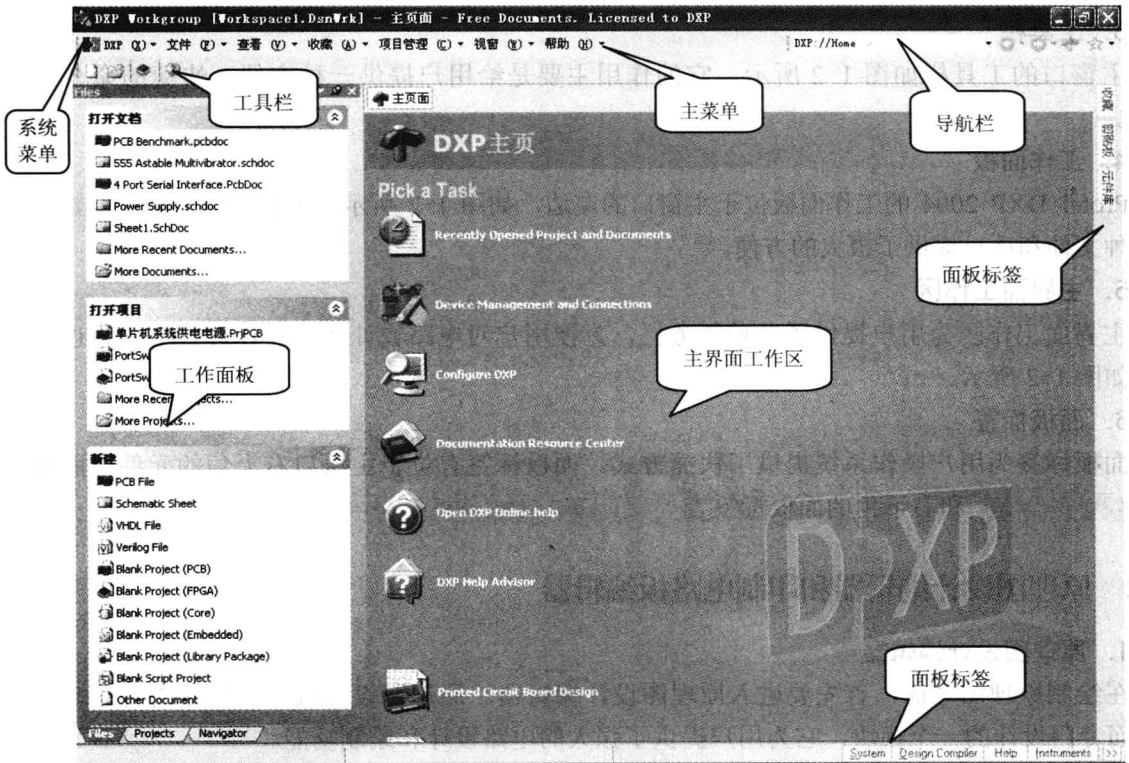



图 1-2 Protel DXP 2004 主窗口

1. 系统菜单

Protel DXP 2004 的系统菜单可以通过主窗口中左上角的  DXP 图标来激活，系统菜单如图 1-3 所示。用户可以通过系统菜单对相关的系统参数进行设置。

下面介绍系统菜单的各个选项。

- “用户自定义”选项：对用户可以自己定义的信息进行相关设置。

- “优先设定”选项：对系统启动时的参数、默认存储路径、系统字体等进行设置。
- “系统信息”选项：设置系统的相关信息。
- “运行进程”选项：显示正在运行的进程。
- “使用许可管理”选项：对使用许可进行设置。
- “执行脚本”选项：设置执行脚本。

2. 主菜单

Protel DXP 2004 系统默认的主菜单如图 1-2 所示。各个菜单的相关功能如下。

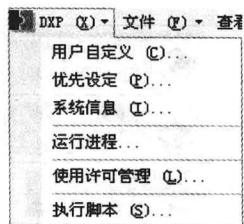


图 1-3 系统菜单

- “文件”菜单：主要用于项目的创建、打开、保存、退出等。
- “查看”菜单：主要用于对工具栏、工作区面板、桌面布局等的管理。
- “收藏”菜单：主要用于设置自己喜欢的文件存储方式。
- “项目管理”菜单：主要用于对项目的管理。
- “视窗”菜单：主要用于多窗口操作，是对多个窗口的管理。
- “帮助”菜单：用于提供 Protel DXP 2004 的各种帮助信息。

3. 工具栏

主窗口的工具栏如图 1-2 所示。它的作用主要是给用户提供一种方便、快捷的命令启动方式。

4. 工作面板

Protel DXP 2004 的工作面板位于主窗口的左边，如图 1-2 所示。工作面板为用户新建和打开各种文件和项目提供了极大的方便。

5. 主界面工作区

主界面工作区为用户提供了各种任务栏，方便用户对电路设计相关操作进行集中管理。工作区如图 1-2 所示。

6. 面板标签



面板标签为用户操作系统提供了快捷方式。面板标签有位于主窗口右上角的元件库面板标签 **收藏 剪贴板 元件库** 和右下角的面板标签 **System Design Compiler Help Instruments >>**。

1.2.2 原理图设计编辑器和印制电路板编辑器

1. 原理图设计编辑器

在绘制原理图之前，首先要进入原理图设计编辑器。原理图设计编辑器是专门为原理图的绘制而专门设计的一个模块，它为用户提供了强大的电路设计和绘制功能。

进入原理图设计编辑器有两种方法：创建原理图文件和打开已存在的原理图文件。

- 创建原理图文件可以通过主窗口中的菜单“文件”→“创建”→“原理图”方式。也可以直接单击工具栏中的  图标，选择“新建”窗口中的“Schematic Sheet”，如图 1-4 所示。
- 打开已存在的原理图文件可以通过主窗口中的菜单“文件”→“打开”方式。也可以通过工具栏中的  图标，选择要打开的文件。

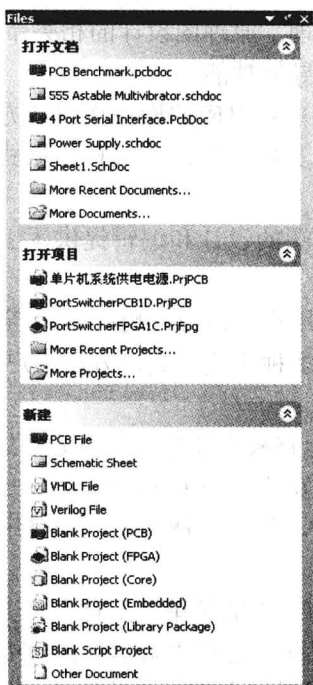


图 1-4 “Files”对话框

打开的原理图设计编辑器界面如图 1-5 所示。

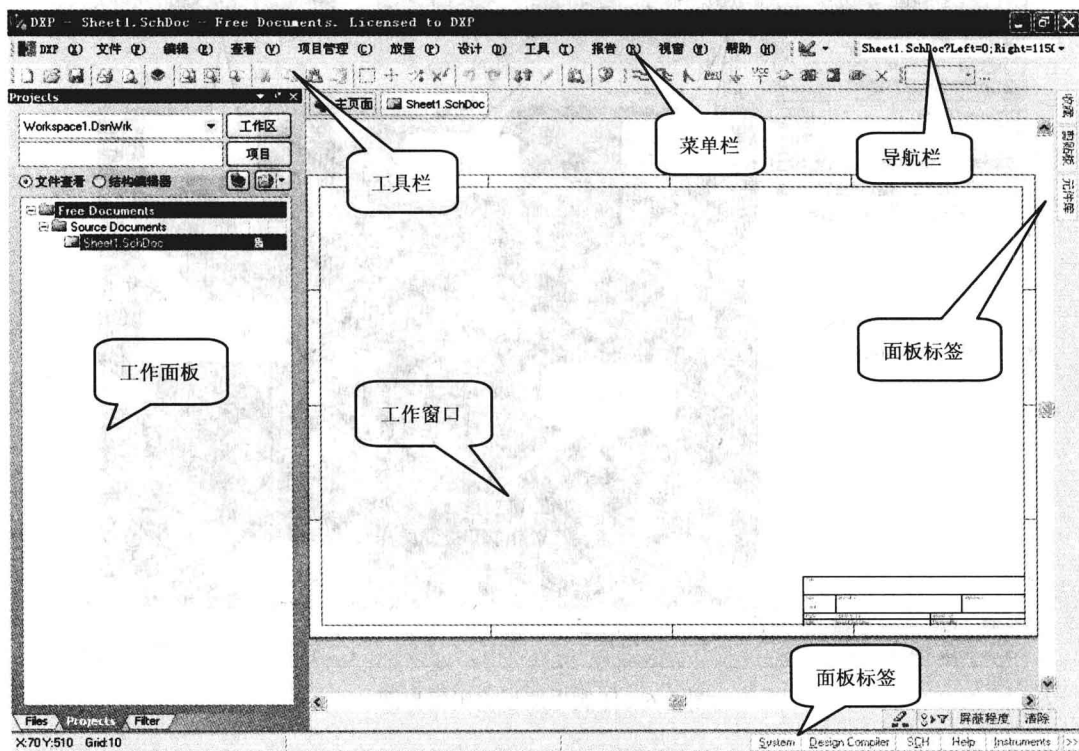




图 1-5 原理图设计编辑器界面

- 菜单栏：主要负责文件的管理、原理图设计的相关命令及原理图文件的编辑等。
- 导航栏：完成设计文件访问导航功能。
- 工具栏：工具栏提供了与菜单相对应的操作按钮，方便用户进行操作。工具栏包括原理图标准工具栏、实用工具工具栏、配线工具栏、格式化工具栏、导航工具栏以及混合仿真工具栏 6 个部分。
- 工作窗口：工作窗口为原理图的设计和编辑提供了工作平台，原理图的设计、编辑和修改都在这个窗口中实现。
- 工作面板：利用工作面板，用户可以方便地打开、新建文档和项目等功能。
- 面板标签：为用户操作提供多种快捷方式，方便用户操作。

2. 印制电路板编辑器

用 Protel DXP 2004 进行印制电路板设计之前，首先要进入印制电路板编辑器。印制电路板编辑器是专门为 PCB 设计而专门开发的一个模块，它为用户提供了强大的 PCB 设计功能。

与原理图设计编辑器相同，进入印制电路板编辑器也有两种方法：创建 PCB 文件和打开已存在的 PCB 文件。

- 创建 PCB 文件可以通过主窗口中的菜单“文件”→“创建”→“PCB 文件”方式。也可以直接单击工具栏中的  图标，选择“新建”窗口中的“PCB File”，如图 1-4 所示。
- 打开已存在的 PCB 文件可以通过主窗口中的菜单“文件”→“打开”方式。也可以通过工具栏中的  图标，选择要打开的 PCB 文件。

打开的印制电路板编辑器的界面如图 1-6 所示。

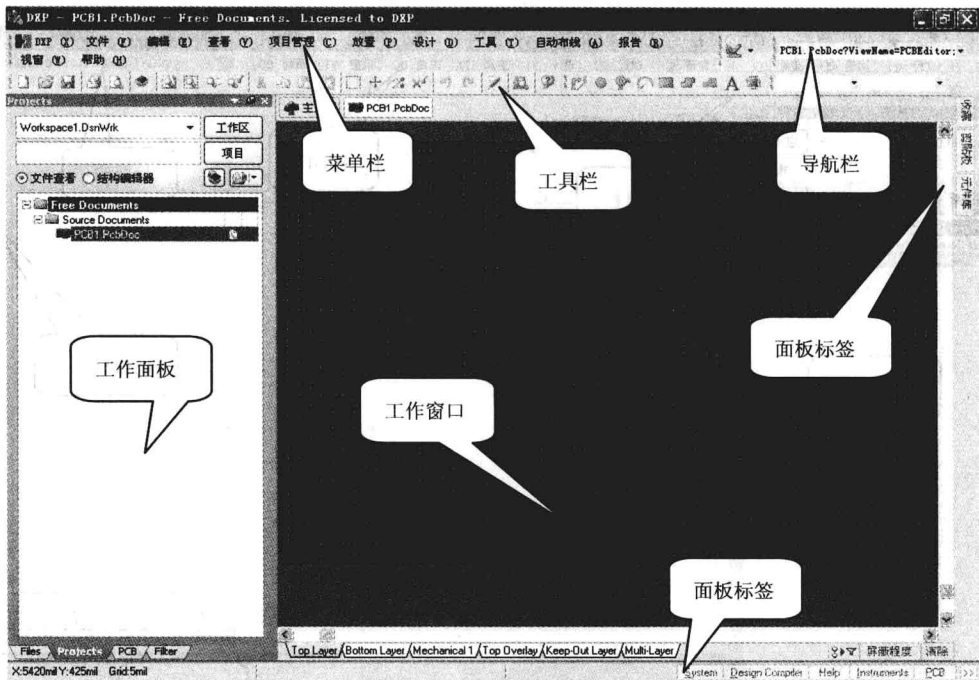


图 1-6 印制电路板编辑器界面

- 菜单栏：主要负责 PCB 文件的管理、印制电路板设计的相关命令及印制电路板文件的编辑等。

- 导航栏：完成设计文件访问导航功能。
- 工具栏：工具栏提供了与菜单相对应的操作按钮，方便用户进行操作。工具栏包括 PCB 标准工具栏、导航工具栏、过滤器工具栏、配线工具栏和实用工具工具栏 5 个部分。
- 工作窗口：工作窗口为印制电路板的设计和编辑提供了工作平台，印制电路板的设计、编辑和修改都在这个窗口中实现。
- 工作面板：利用工作面板，用户可以方便地打开、新建文档和项目等功能。
- 面板标签：为用户操作提供多种快捷方式，方便用户操作。

上面对原理图设计编辑器和印制电路板编辑器的粗略介绍是为了使用户对 Protel DXP 2004 有一个大致的了解，其具体功能将在后续章节中进行详细介绍。

1.2.3 Protel DXP 2004 的文件管理系统

Protel DXP 2004 对任何一个电路图设计都认为是一个工程项目，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存放在了项目工程文件所在的文件夹中，便于管理和维护。

Protel DXP 2004 包含多个设计文件，并为不同的文件规定了不同的扩展名，常见的扩展名如表 1-2 所示。

表 1-2 Protel DXP 2004 设计文件扩展名

设计文件	扩展名
 PCB项目 (P)	PCB_Project1.PrjPCB
 核心项目 (C)	Core_Project11.PrjCor
 脚本项目 (S)	Script_Project1.PrjScr
 嵌入式软件项目 (E)	Embedded_Project1.PrjEmb
 FPGA项目	FPGA_Project11.PrjFpg
 集成元件库 (I)	Integrated_Library1.LibPkg
 Schematic	Sheet1.SchDoc
 Schematic Library	Schlib1.SchLib
 PCB	PCB1.PcbDoc
 PCB Library	PcbLib1.PcbLib
 CAM Document	CAMtastic1.Cam
 Output Job File	Job1.OutJob
 Database Link File	Database Links1.DbLink
 文本文件 (T)	Doc1.Txt
 VHDL文件 (V)	VHDL1.Vhd
 Verilog文档	Verilog1.V
 C源文件 (C)	Source1.C
 C语言头文件 (H)	Source1.H
 汇编源文件 (A)	Source1.ASM

1. 创建工程

在 Protel DXP 2004 主窗口中选择“文件”→“创建”→“项目”菜单，如图 1-7 所示，从中可以选择相应的子菜单。可以创建 PCB 项目、FPGA 项目、核心项目等。



图 1-7 “项目”菜单选项

2. 创建各种设计文档

在 Protel DXP 2004 主窗口中选择“文件”→“创建”菜单，如图 1-8 所示，从中可以选择要建立的各种文件，包括原理图、PCB 文件、VHDL 文件、Verilog 文档等。



图 1-8 “创建”菜单选项

3. 把设计文件导入到工程项目

- 在 Project 工作面板中，选中该项目的工程文件，然后单击鼠标右键，在弹出的菜单中选择“追加新文件到项目中”，并在弹出的菜单中选择相应的文件，如图 1-9 所示；或者选择“追加已有文件到项目中”，将弹出“Choose Documents to Add to Project”对话框，如图 1-10 所示，选择所需要的文件，实现将已有文件导入到自己的项目中。



图 1-9 追加新文件到项目中

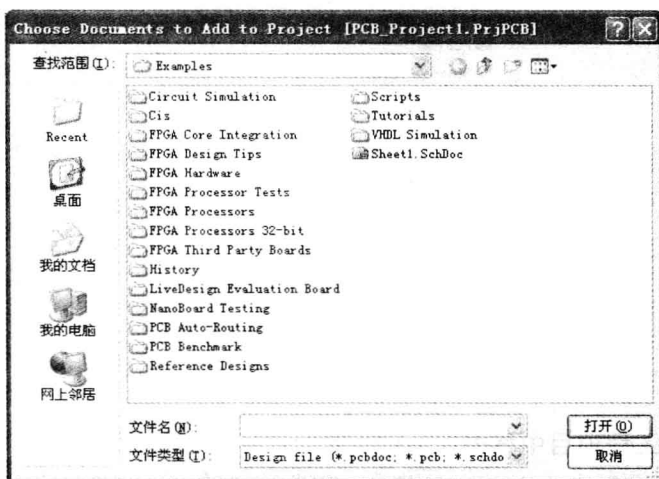


图 1-10 追加已有文件到项目中

- 在 Protel DXP 2004 主窗口菜单中选择“项目管理”→“追加新项目”菜单，如图 1-11 所示，将弹出“Files”对话框，如图 1-12 所示，并在对话框中选择要建立的文件；或者选择“项目管理”→“追加已有文件到项目中”，将弹出“Choose Documents to Add to Project”对话框（如图 1-10 所示），选择所需要的文件，实现将已有文件导入到自己的项目中。



图 1-11 “追加新文件到项目中”菜单