

普通高等教育电子电气类“十三五”规划系列教材

印刷 电路板设计

实用教程
——Protel DXP 2004 SP4

YINSHUA
DIANLUBAN SHEJI

SHIYONG JIAOCHENG

刘会衡◇主 编
刘 蔚 李明辉◇副主编



西安交通大学出版社

普通高等教育电子电气类“十三五”规划系列教材

印刷电路板设计实用教程

——Protel DXP 2004 SP4

主 编 刘会衡

副主编 刘 蔚 李明辉



本书精选配套资源

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

印刷电路板设计实用教程: Protel DXP 2004 SP4 /
刘会衡主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.8
普通高等教育电子电气类“十三五”规划系列教材
ISBN 978-7-5643-4917-2

I. ①印… II. ①刘… III. ①印刷电路—计算机辅助
设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 194345 号

普通高等教育电子电气类“十三五”规划系列教材

印刷电路板设计实用教程

——Protel DXP 2004 SP4

主编 刘会衡

责任编辑 宋彦博

封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷	四川森林印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	19.5
字 数	487 千
版 次	2016 年 8 月第 1 版
印 次	2016 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4917-2
定 价	39.80 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

Protel DXP 2004 是 Altium 公司于 2004 年推出的一款功能强大的电子电路设计软件。2005 年, Altium 公司对 Protel DXP 2004 进行了升级, 推出了 Protel DXP 2004 SP4 版, 它也是 Altium Designer 的初期版本。虽然目前已经推出了多个版本的 Altium Designer, 但其基本功能仍保持了 Protel DXP 2004 SP4 的特点。同时, 在各个高校和科研院所, Protel DXP 2004 仍是当下使用最广泛、最受欢迎的电子电路设计软件。因此, 本书以 Protel DXP 2004 SP4 为基础来阐述 PCB (印刷电路板) 的设计方法。使用 Altium Designer 版本的用户也可以本书为参考。

本书将 PCB 设计的内容和方法分成了三部分:

第一部分是 Protel DXP 2004 SP4 的功能概述和基本操作, 对应第 1 章内容。这部分主要介绍了 Protel DXP 2004 SP4 的基本特点和应用领域; 软件的安装与卸载方法; 未打开任何文件时系统的工作界面、菜单栏和工具栏; Protel DXP 2004 文件的组织与管理方式; 文件的基本操作和工作流程。这部分内容是 PCB 设计的基础内容, 旨在让读者了解 Protel DXP 2004 SP4 的特点和应用领域, 熟悉 Protel DXP 2004 SP4 的工作界面, 掌握文件的基本操作方法和设计流程。

第二部分是电路原理图设计的内容和方法, 由第 2 章~第 6 章组成。这部分内容简要介绍了原理图绘图环境下的菜单栏和工具栏、原理图图纸及相关参数的设置; 详细阐述了原理图的设计方法, 包括元器件库的管理与操作、元器件的放置与编辑、原理图布线工具的使用、原理图对象的编辑、原理图绘图工具的使用等操作; 介绍了原理图元器件库的管理、元器件的制作与报表生成; 说明了原理图绘制完成后的编译、报表生成以及原理图输出等原理图设计后处理; 讲解了层次原理图的基本概念及自顶向下和自底向上两种设计方法。这部分内容是本书的重点内容, 是设计 PCB 的基础。通过学习, 读者应该掌握原理图 (包括层次原理图) 的设计方法, 以及元器件的制作方法, 从而能自行设计一张电路原理图。

第三部分是 PCB 设计的内容和方法, 由第 7 章~第 10 章组成。这部分内容简要介绍了 PCB 环境参数和系统参数的设置、PCB 绘图环境下的菜单栏和工具栏、板层和工作层以及 PCB 文件的创建方法; 详细阐述了 PCB 的设计方法, 包括规划电路板、PCB 布线工具的使用、加载元器件封装库和数据、元器件的调整和布局、PCB 设计规则、自动布线和手工布线等内容; 介绍了 PCB 封装库的管理、元器件封装的制作与报表生成; 说明了 PCB 设计完成

后的补滴泪、放置敷铜、DRC 检查、报表生成、Gerber 文件输出以及 PCB 文件打印等 PCB 设计后处理。这部分内容同样是本书的重点内容。通过对这部分内容的学习，读者应该掌握 PCB 的设计方法，以及元器件封装的制作方法，从而能在设计电路原理图的基础上，完成 PCB 的设计工作。

在设计电路原理图和 PCB 的过程中，Protel DXP 2004 SP4 提供了许多快捷键供用户使用，以提高设计速度和效率。为了方便读者查阅，本书最后详细列出了软件的各种快捷键，并进行了功能说明。

本书具有如下特色：

1. 项目驱动，案例教学

本书采用“案例教学法”，在实际项目“声控显示电路”的驱动下，教会读者如何根据项目需求，一步一步地设计电路原理图和 PCB。这样不仅让读者学会了软件操作方法，而且让读者收获了项目设计的工程经验。

2. 讲练结合，应用性强

本书在每章最后都配有“实训操作”内容，以便读者在学习完各章内容后进行上机操作，以巩固所学的知识。只有将讲与练有效结合，才能切实提高读者的实践技能和应用能力。

3. 简明实用，通俗易懂

本书的编写融入了编者多年的教学经验，尽量用通俗易懂的语言和简明扼要的描述方式来阐述每一个知识点，以锻炼实际操作技能为目的，让读者通过对本书的学习具备设计 PCB 的能力。

本书适合作为高校“电子线路 CAD”课程的教材，也可作为 PCB 设计的培训教材和工程参考用书。

本书由刘会衡任主编，刘蔚、李明辉任副主编。第 1、2、6、7 章由刘蔚编写，第 3、8、10 章由刘会衡编写，第 4、5、9 章由李明辉编写。全书由刘会衡统稿。

本书在编写与出版过程中，得到了西南交通大学出版社王小龙、宋彦博编辑的热情帮助和支持，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

刘会衡

2016 年 8 月

第 1 章 Protel DXP 2004 SP4 概述	1
1.1 Protel DXP 2004 SP4 简介	2
1.2 Protel DXP 2004 SP4 的安装与卸载	4
1.3 Protel DXP 2004 SP4 工作界面	7
1.4 Protel DXP 2004 SP4 文件管理与基本操作	18
1.5 Protel DXP 2004 SP4 工作流程	26
实训操作	27
第 2 章 原理图绘图环境设置	28
2.1 原理图的设计流程	29
2.2 原理图设计环境	30
2.3 原理图图纸的设置	41
实训操作	50
第 3 章 原理图设计	51
3.1 原理图创建与保存	52
3.2 元器件库操作	55
3.3 元器件放置与编辑	65
3.4 原理图布线工具的使用	81
3.5 原理图对象编辑	92
3.6 原理图绘图工具的使用	104
3.7 原理图的其他操作	111
实训操作	122
第 4 章 原理图元器件制作与管理	124
4.1 元器件库的编辑管理	125
4.2 创建项目元器件库	130
4.3 原理图的元器件符号制作	132
4.4 生成元器件报表	140
实训操作	142
第 5 章 原理图设计后处理	144
5.1 原理图的编译	145
5.2 原理图报表	148
5.3 原理图的输出	153
实训操作	155

第 6 章 层次原理图设计	156
6.1 层次原理图设计的概念及优点	157
6.2 层次原理图设计方法	157
6.3 建立层次原理图	158
6.4 层次原理图之间的切换	170
实训操作	172
第 7 章 PCB 绘图环境设置	175
7.1 PCB 的设计流程	176
7.2 PCB 的基本知识	177
7.3 PCB 参数设置	186
7.4 PCB 编辑器	193
7.5 PCB 文档基本操作	199
实训操作	205
第 8 章 PCB 设计	206
8.1 规划电路板	207
8.2 PCB 布线工具的使用	211
8.3 加载元器件封装库和 PCB 数据	223
8.4 元器件调整与布局	227
8.5 PCB 设计规则	241
8.6 元器件布线	253
实训操作	262
第 9 章 PCB 封装制作与管理	264
9.1 PCB 库文件编辑器	265
9.2 创建 PCB 封装	267
9.3 建立项目 PCB 封装库	276
实训操作	279
第 10 章 PCB 设计后处理	281
10.1 补泪滴	282
10.2 放置敷铜	283
10.3 设计规则检查	285
10.4 生成 PCB 报表	287
10.5 输出 Gerber 文件	293
10.6 文件的打印输出	298
实训操作	302
附录 Protel DXP 常用快捷键	303
参考文献	305

第 1 章

Protel DXP 2004 SP4 概述

随着科学技术和电子工业的飞速发展，庞大复杂的电子电路设计对电子设计自动化（EDA）技术提出了新的要求。Protel 作为一款电子电路设计软件，进入国内的时间较早，在各大公司、企业的使用率较高，是 PCB（印刷电路板）设计者的首选软件，也是硬件设计行业的“标准化”软件。Protel DXP 是 Altium 公司推出的经典版本，它不但继承了 Protel 99 的各项优点，而且功能更加强大、风格更加成熟、界面更加灵活。本章主要介绍 Protel DXP 2004 SP4 的特点及应用、安装和卸载、工作界面、文件管理及其基本操作等内容。

本章学习重点：

- （1）Protel DXP 2004 SP4 的安装与卸载。
- （2）Protel DXP 2004 SP4 的工作界面。
- （3）文件的管理与基本操作。
- （4）系统工作流程。

1.1 Protel DXP 2004 SP4 简介

1.1.1 Protel DXP 2004 SP4 的诞生

Altium 公司作为 EDA 领域里的领先公司之一, 在 Protel 99 SE 的基础上, 应用先进的软件设计方法, 于 2002 年率先推出了一款基于 Windows 2000 和 Windows XP 操作系统的 EDA 设计软件——Protel DXP。2004 年, Altium 公司又推出了整合 Protel 完整 PCB 板级设计功能的一体化电子产品开发系统环境——Protel DXP 2004 SP4(后续内容中我们将简称其为 Protel DXP), 也即 Altium Designer 2004 版。

Protel DXP 在以前版本的基础上增加了许多新的功能, 包括双显示器支持, 可固定、浮动以及弹出面板, 强大的过滤和对象定位功能, 增强的用户界面等。Protel DXP 是第一个将所有设计工具集于一身的板级设计系统, 令电子设计者从最初的项目模块规划到最终形成生产数据都可以按照自己的设计方式实现。Protel DXP 运行在优化的设计浏览器平台上, 并且具备当今所有先进的设计特点, 能够处理各种复杂的 PCB 设计过程。通过设计输入仿真、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术的融合, Protel DXP 为电子电路的设计提供了全面的解决方案。

1.1.2 Protel DXP 的特点及应用领域

1. Protel DXP 的特点

- (1) Protel DXP 使各种设计工具的集成更加紧密, 提高了同步化程度。
- (2) Protel DXP 与 Microsoft Windows XP 相适应, 界面更加协调、友好。
- (3) Protel DXP 支持自由的非线性设计流程, 即双向同步设计。
- (4) Protel DXP 支持 VHDL 设计和混合模式设计。
- (5) Protel DXP 增加了电路原理图与电路板之间的双向同步设计功能。
- (6) Protel DXP 支持多重组态设计。对于同一个文件, 可以指定使用或不使用其中的某些元件, 然后形成元件表或插置文件等。
- (7) Protel DXP 含有集成式元件与元件库。
- (8) Protel DXP 可接受设计者自定义的元件与参数。
- (9) Protel DXP 强化了设计检验功能。
- (10) Protel DXP 具有强大的尺寸线工具。
- (11) Protel DXP 可直接在电路板内进行信号的分析。
- (12) Protel DXP 可进行波形数据的输入、输出。

2. Protel DXP 的应用

Protel DXP 主要应用于电子电路设计与仿真、PCB 设计及大规模可编程逻辑器件的设计。例如, 利用 Protel DXP 可以绘制出如图 1-1 所示的电路原理图, 还可以利用电路原理图直接

生成如图 1-2 所示的 PCB 图。

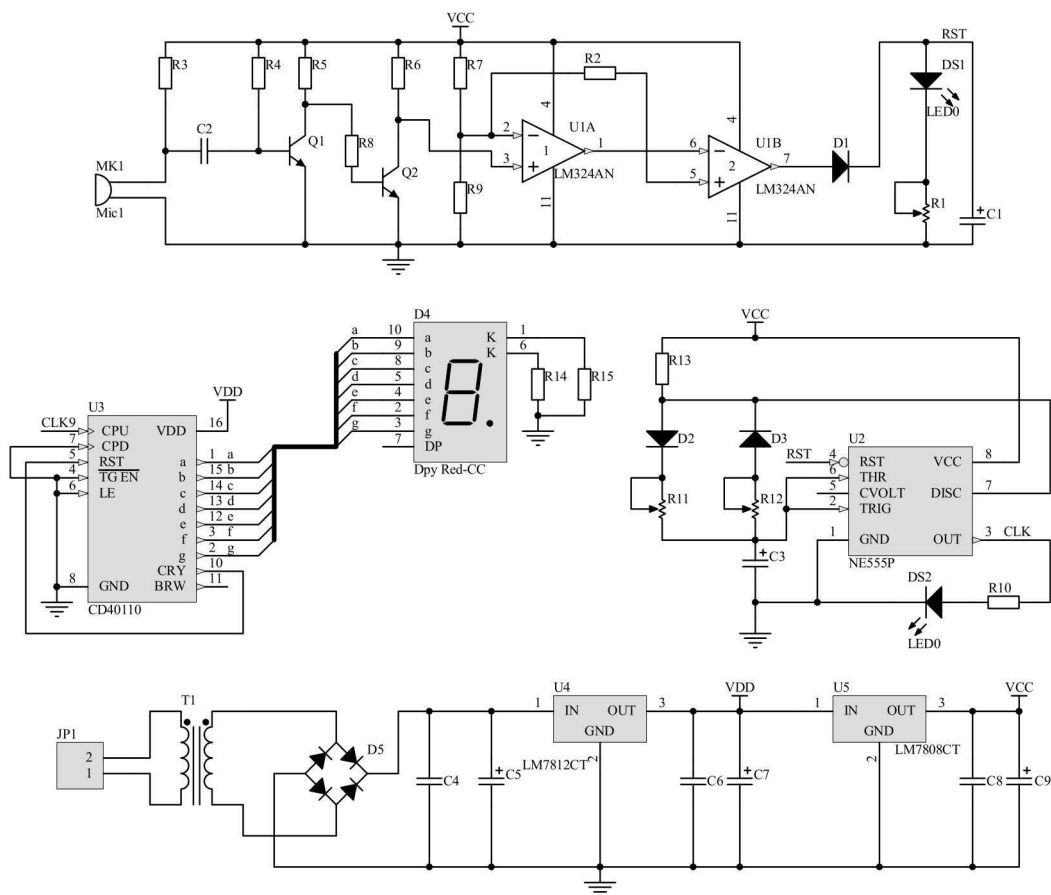


图 1-1 电路原理图

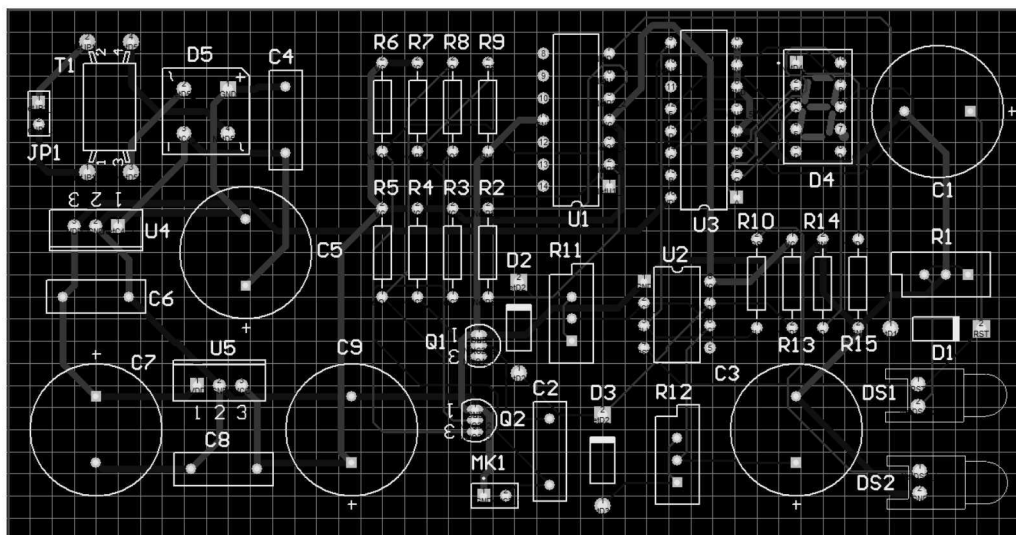


图 1-2 PCB 图

1.2 Protel DXP 2004 SP4 的安装与卸载

1.2.1 Protel DXP 对计算机配置的要求

Protel DXP 对计算机配置有一定的要求,但随着计算机配置的日益提高,目前的计算机基本都可以满足它的运行要求。推荐的系统配置是:

- (1) Windows XP、Win7、Win8 等操作系统。
- (2) CPU: 主频 1.2 GHz 以上。
- (3) RAM: 512 MB 以上。
- (4) 硬盘: 至少留给 Protel DXP 4 GB 的硬盘空间。
- (5) 显示器: 1 280 × 1 024 的分辨率, 32 位色, 32 MB 显存。

当然,系统的配置越高越好。分辨率越高,则界面中容纳的工具相应越多,查找起来也更方便,更明确。

1.2.2 Protel DXP 的安装

- (1) 运行 Protel DXP 安装盘中的 Setup 应用程序,将会弹出如图 1-3 所示的安装向导窗。



图 1-3 安装向导

- (2) 点击“Next”按钮,弹出如图 1-4 所示的软件许可协议窗口,请选择“I accept the license agreement”选项。

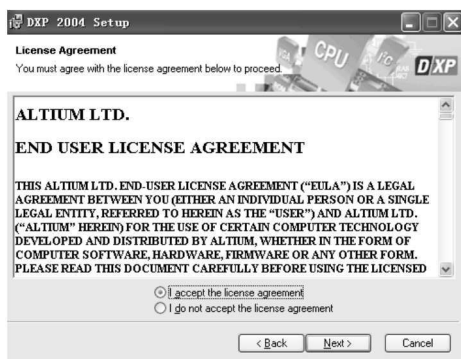


图 1-4 软件许可协议

(3) 点击“Next”按钮，弹出如图 1-5 所示的输入用户信息窗口，在“Full Name”栏中输入用户名，在“Organization”栏中输入组织机构名称。如果要安装网络版，选择“Anyone who uses this computer”选项；如果要安装单机版，选择“Only for me”选项。

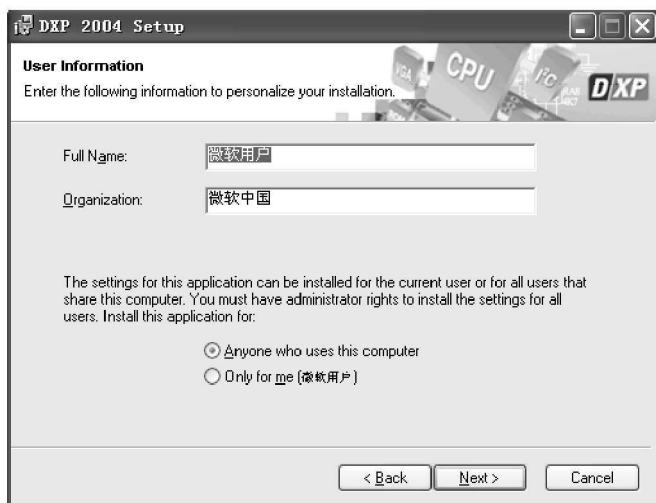


图 1-5 用户信息窗口

(4) 点击“Next”按钮，弹出如图 1-6 所示的选择目标文件夹窗口，单击“Browse”按钮选择 Protel DXP 的安装路径。

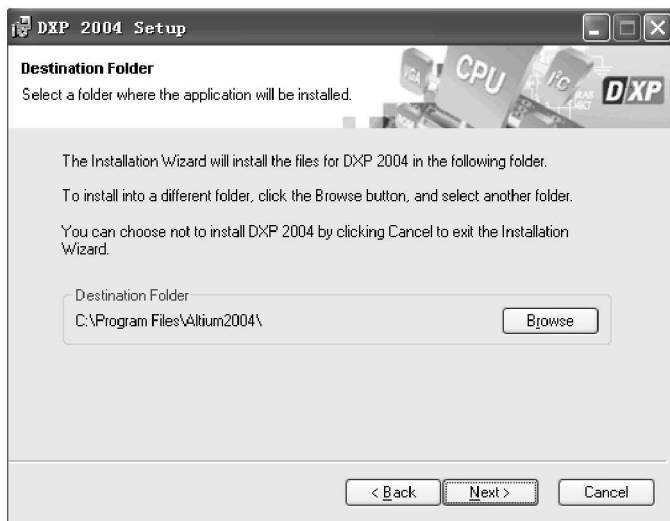


图 1-6 安装路径

(5) 点击“Next”按钮开始安装，如图 1-7 所示。

(6) 当安装进度达到 100%后，单击“Finish”按钮，完成安装。

(7) 安装完主程序后，依次运行安装盘中 Protel DXP 的升级软件包——SP2、SP3、SP4 补丁及相应的库文件补丁，安装过程与主程序安装相似，在此不再赘述。



图 1-7 安装进度

1.2.3 Protel DXP 的卸载

Protel DXP 的卸载同其他程序的卸载类似，用户可以进入控制面板找到相应的程序执行卸载操作。卸载 Protel DXP 时，可以先卸载安装的补丁程序，然后卸载主程序。卸载主程序的操作如下：

(1) 通过“开始”菜单进入“控制面板”，在“添加或删除程序”对话框里选中“DXP 2004”，如图 1-8 所示。



图 1-8 删除 DXP 2004

(2) 单击“删除”按钮，出现如图 1-9 所示的确认对话框，点击“是”，即可卸载 Protel DXP。

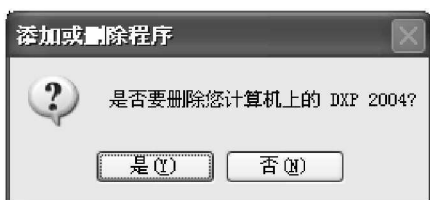


图 1-9 删除 DXP 2004 的确认对话框

1.3 Protel DXP 2004 SP4 工作界面

1.3.1 Protel DXP 工作界面简介

Protel DXP 提供了简洁、友好的工作界面，其中包括菜单栏、工具栏、导航栏、面板标签、工作区等模块。当用户第一次运行 Protel DXP 程序，或在上次退出 Protel DXP 前关闭了所有打开的文件时，则主程序界面如图 1-10 所示，此时工作界面中没有打开任何文件。

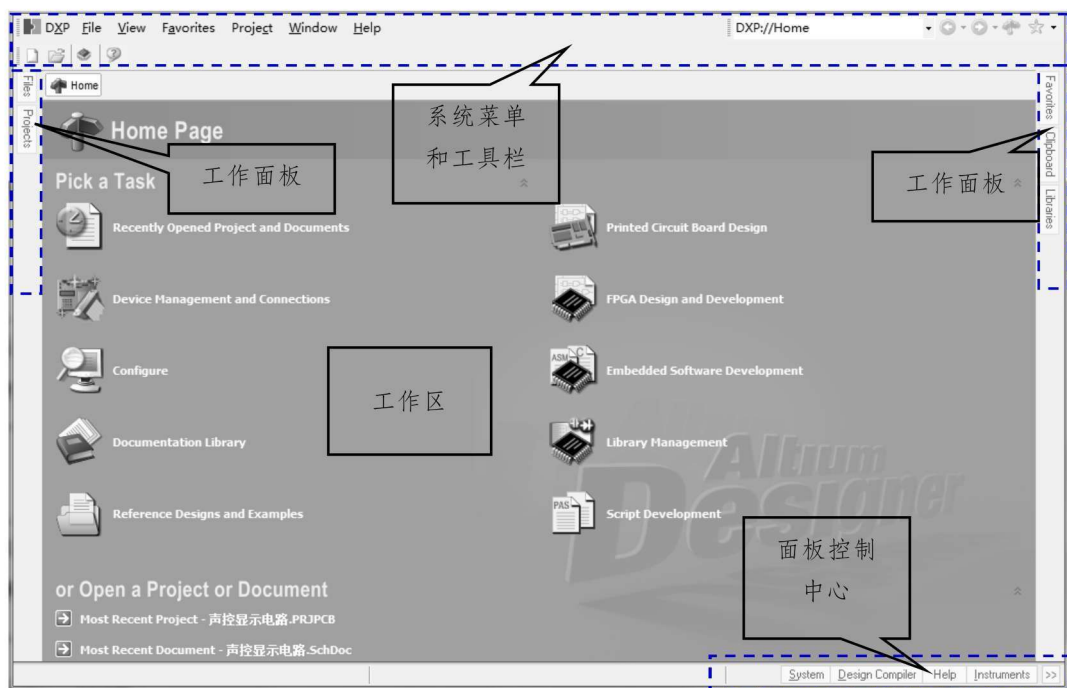


图 1-10 未打开任何文件时程序工作界面

Protel DXP 的工作界面主要分为四个区域。其中，中间部分为工作区。由于此时未打开任何文件，所以在该区域可以选择开始某个任务（Pick a Task），如开始一个 PCB 设计任务（Printed Circuit Board Design），或者打开一个项目或文档（Open a Project or Document），比如图 1-10 中最近打开的项目文件“声控显示电路.PRJPCB”或原理图文件“声控显示电路.SchDoc”。工作界面的上方为菜单栏和工具栏，用户可以选择其中的菜单或者工具执行相应的操作。工作界面的左右两侧为工作面板，主要用于显示或关闭某些常用的功能，包括文

件面板（Files）、项目面板（Projects）、库文件面板（Libraries）等。工作界面的最下方为面板控制中心，主要用于控制左右两侧面板的显示或隐藏。

1.3.2 Protel DXP 的主界面及相关操作

1. 菜单栏

当 Protel DXP 主程序没有打开任何项目或文件时，其工作界面的菜单如图 1-11 所示。菜单栏中包括 7 个菜单选项，分别是 DXP（系统配置）、File（文件操作）、View（视图操作）、Favorites（收藏操作）、Project（项目操作）、Window（窗口操作）和 Help（帮助）。



图 1-11 Protel DXP 菜单栏

1) DXP 菜单

该菜单显示 Protel 系统的一些软件信息，同时提供一些用户配置选项。单击“DXP”按钮，弹出如图 1-12 所示的系统配置菜单。



图 1-12 DXP 菜单

① Customize: 单击“Customize”选项将出现如图 1-13 所示的用户自定义菜单对话框。该对话框用于定义菜单、热键和工具按钮以及它们之间的关系，如添加、删除、修改菜单栏和工具栏上的按钮，以及创建和修改快捷键等。

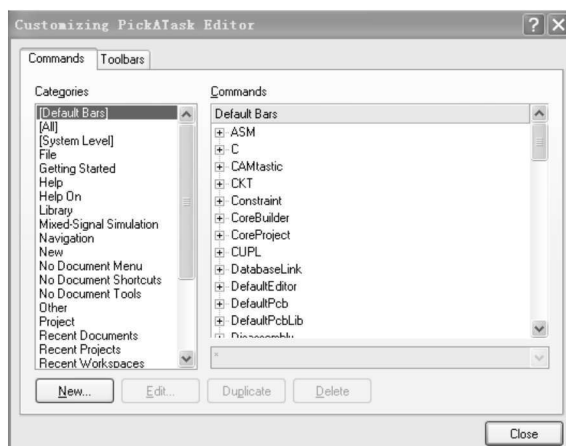


图 1-13 用户自定义菜单

② Preferences: 该选项用来帮助用户定义系统环境, 单击该选项会出现如图 1-14 所示的 Protel 系统参数设置对话框。在该对话框中可以设置 Protel 工作状态, 如启动时是否打开最近编辑的一个设计项目、是否显示启动屏幕、更改系统字体等。

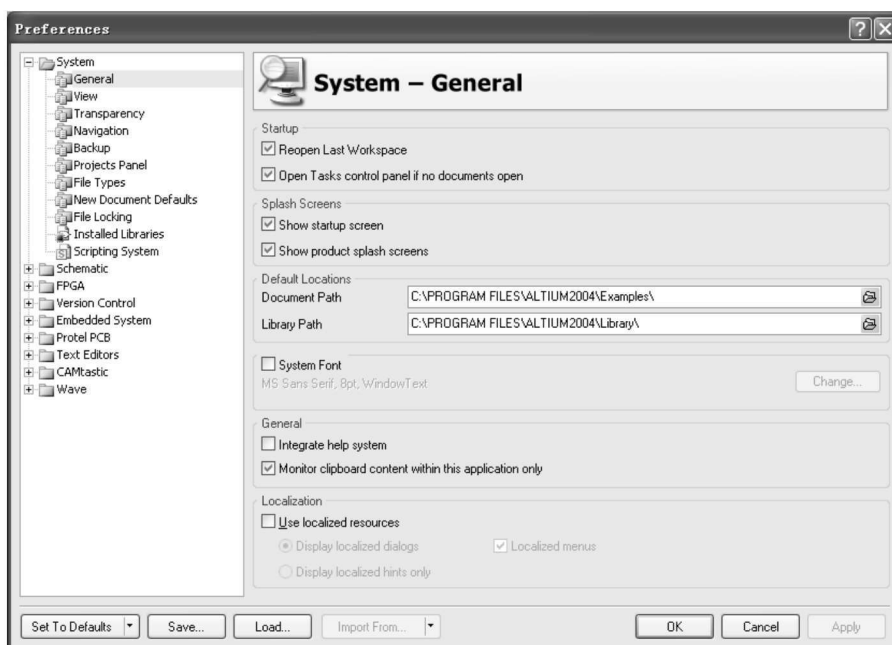


图 1-14 Protel 系统参数设置对话框

③ System Info: “System Info” 为系统信息选项。单击 “System Info” 选项会出现如图 1-15 所示系统信息对话框。该对话框用来帮助用户查看系统信息。



图 1-15 系统信息对话框

④ Run Process: 该选项给出了命令形式的启动进程方式, 单击此选项会出现如图 1-16 所示的“运行进程”对话框。单击“Browse”按钮, 可以选择要运行的进程或服务, 并可以在“Parameters”下拉列表框中指定运行参数。

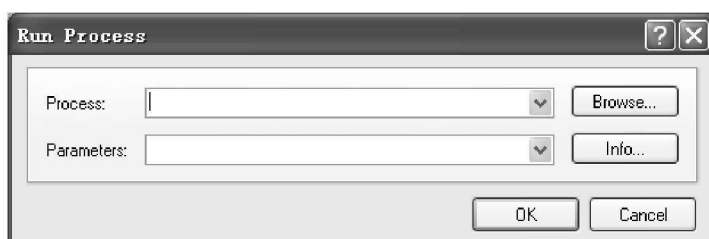


图 1-16 “运行进程”对话框

⑤ Licensing: 该选项为使用许可管理选项, 用于设置授权许可的方式和增加许可文件等。

⑥ Run Script: 该选项用于选择且打开已有的设计数据库。

2) File 菜单

File 菜单主要用于对项目 and 文件进行管理, 包括项目 and 文件的新建、打开、保存、关闭等操作, 具体命令如图 1-17 所示。这里仅对几个菜单命令作简要说明。

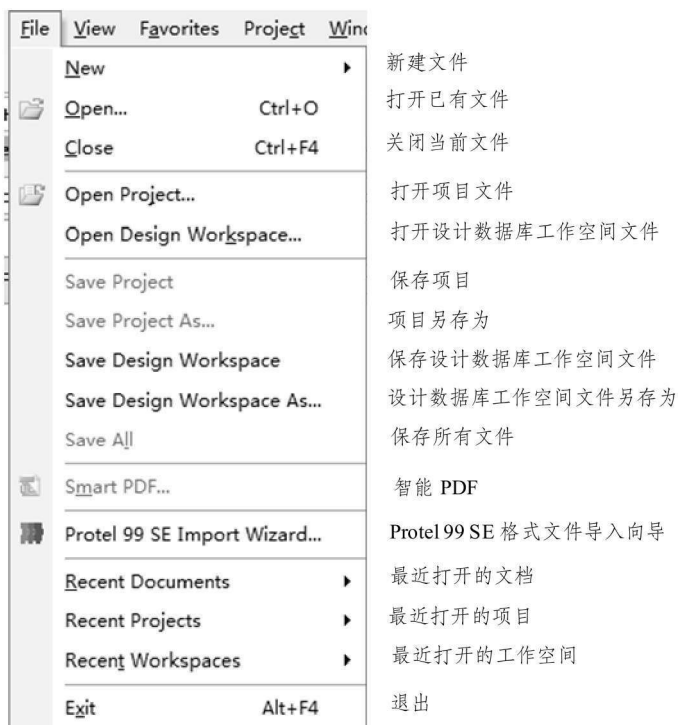


图 1-17 File 菜单

① New: 将鼠标停留在该选项上, 将会弹出二级子菜单选项, 如图 1-18 所示。利用该子菜单可以新建各种 Protel DXP 支持的文件, 包括 SCH 原理图文件、PCB 文件、元件集成