



附多媒体教学光盘

举一反三



Protel

电路板设计与制作实战训练

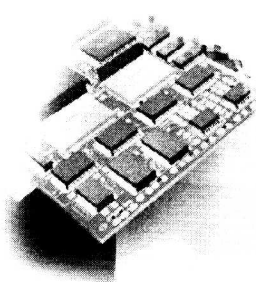
老虎工作室
张伟 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

举一反三——

Protel 电路板设计与制作实战训练

老虎工作室 张 伟 编著



人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 电路板设计与制作实战训练/老虎工作室, 张伟编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.11
(举一反三)

ISBN 7-115-12639-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 111025 号

内 容 提 要

Protel DXP 是一款非常成熟、优秀的计算机辅助电路板设计软件, 它能有效地帮助电路板设计人员提高电路板设计的水平和工作效率。本书通过大量典型实例介绍了电路板设计的方法和应用技巧, 在实例安排上按照由浅入深的顺序安排, 非常方便读者学习使用。

本书分为 15 章, 主要内容包括: Protel DXP 的基本知识、绘制原理图的方法和技巧、制作元器件封装的方法和技巧、元器件布局和电路板布线的方法和技巧、电路板覆铜的方法和技巧、DRC 设计校验的方法和技巧以及如何管理元器件库等知识。

本书适合有一定 Protel 应用基础而且又迫切希望提高动手能力的设计人员阅读。书中提到的各种电路板设计的方法和技巧对电路板设计工程人员也有很高的参考价值。

举一反三——Protel 电路板设计与制作实战训练

- ◆ 编 著 老虎工作室 张 伟
责任编辑 李永涛
执行编辑 徐宝妹
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线: 010-67132692
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23
字数: 557 千字 2004 年 11 月第 1 版
印数: 1—8 000 册 2004 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12639-9/TP · 4197

定价: 38.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223



老虎工作室

主 编：沈精虎

编 委：许曰滨 黄业清 杜俭业 姜 勇 宋一兵
谭雪松 向先波 毕丽蕴 高长铎 田博文
郭万军 詹 翔 宋雪岩 周 锦 冯 辉
王海英 李 仲 马 震 蔡汉明 张 琴
赵 晶 张 伟 朱 凯 赵治国 彭 智
张艳花 孙海侠 姜继红 姚育成 杨平辉

内容和特点

Protel DXP 是 Altium 公司最新一代的板级电路设计系统,是一款非常成熟优秀的计算机辅助电路板设计软件。它能有效地帮助电路板设计人员提高电路板设计的水平和工作效率。可以说,掌握了 Protel DXP,复杂繁重的电路板设计工作就变得简单容易多了。

笔者利用 Protel 进行电路板设计开发多年,在电路板设计和与其他电路板设计人员的交流中体会到以下两点。

- (1) 开始学习 Protel 难,学会后设计普通的电路板容易,但是要做到熟练使用 Protel 进行复杂电路板的设计又很难,即学习 Protel 是一个“难—易—难”的过程。一般的初学者开始学习 Protel 时很难弄清楚 Protel 设计电路的基本流程,对几个常用的编辑器的关系和转换不清楚,觉得是一团糟,因此说初学 Protel 难。学会 Protel 后,对电路板可以采用系统的自动布局和自动布线功能进行设计,只需设置一些规则就可以完成电路板的设计,故有人觉得电路板设计很容易;但是对于复杂的、有特殊要求的电路板仅依靠系统的自动布局和自动布线功能却是不能完成的,有的学有小成的工程人员就觉得一筹莫展了,所以觉得电路板设计很难。
- (2) 一个真正的电路板设计工作人员,应当对 Protel 一些非常实用的技巧和方法了如指掌,但是其中有的用户却往往缺乏这样的知识。

本书主要围绕如何解决电路板设计中第 2 个“难”字入手,通过大量典型的实例介绍了如何利用 Protel DXP 进行电路板设计的方法和技巧,在实例安排上按照由浅入深的顺序安排,非常方便读者学习使用,对于具有 Protel 初级知识又迫切提高的读者有很好的参考价值。

全书内容大致可分为以下 3 个部分。

- 关键的方法和应用技巧。
- 典型实例:详细介绍电路板设计的方法和技巧。
- 实例:以实例为中心,由浅入深地安排了 3 个实例,并给出了设计结果和简单的操作提示。在主要的章节中 3 个实例后还进一步给出了两个练习题,以供读者练习提高。

这里需要特别说明,本书中大多数电路设计实例都采用手动布线完成,倡导了一种手动布线的思想。

全书分为 15 章,主要内容如下。

- 第 1 章:介绍 Protel DXP 的基础知识,如 4 个常用编辑器的关系和切换、文档管理等。
- 第 2 章:介绍绘制原理图符号的方法和技巧。

- 第3章：介绍修改原理图符号的方法和技巧。
- 第4章：介绍原理图编辑器的一些应用技巧。
- 第5章：介绍绘制原理图的方法和技巧。
- 第6章：介绍层次原理图的绘制方法和技巧，包括多通道设计等。
- 第7章：介绍利用系统的生成向导创建元器件封装的方法。
- 第8章：介绍手工制作元器件的方法和技巧。
- 第9章：介绍修改元器件封装的方法。
- 第10章：介绍PCB编辑器的应用方法和技巧。
- 第11章：介绍元器件布局的方法和元器件布局的原则，主要包括元器件的预布局等知识。
- 第12章：介绍电路板布线的方法和技巧，主要介绍了手动布线的方法。
- 第13章：介绍电路板覆铜的方法和技巧，包括单点接地和包地的操作等。
- 第14章：介绍DRC设计校验的方法和技巧。
- 第15章：介绍元器件库管理的方法。

读者对象

本书中的实例都来自实际运用中的电路设计，有很强的实用性，特别适合那些有一定Protel应用基础又迫切需要提高实际动手能力的读者阅读，书中用到的各种电路板设计方法和技巧对电路板设计工程人员也有很高的参考价值。

配套光盘内容介绍

本书附有1张多媒体教学光盘，主要包括以下内容。

1. “实例”目录

该目录下放置各章节涉及到的实例和练习题的操作结果文件和原始文件。除了第5章、第11章和第12章的实例和练习单独存放在设计工程文件夹下，其他章节的实例都存在各自章节的目录下。

2. “录像”目录

该目录下放置了各章主要实例绘制过程的动画演示文件，并配有全程语音讲解。读者在操作练习中遇到困难时可以调用参考。

提示：为了保证观看实例操作的动画演示效果，读者必须安装TSCC视频驱动程序，进入光盘的“操作示范”界面有此驱动程序的安装提示，读者可以按提示安装驱动程序。

配套光盘的使用方法

1. 运行环境

- 硬件环境：奔腾350MHz以上多媒体计算机。
- 软件环境：Windows 98/Me/NT/2000/XP。

2. 使用方法

光盘带有自动运行程序，通常将光盘放入光驱会自动运行演示程序。也可以双击光盘根目录下的“index.htm”文件来运行演示程序。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室网站 <http://www.laohu.net>，电子函件 postmaster@laohu.net。

老虎工作室

2004年9月

第 1 章 Protel DXP 基础	1
1.1 Protel DXP 的发展及特点	1
1.2 Protel DXP 的学习方法	1
1.3 Protel DXP 的设计浏览器	3
1.3.1 Protel DXP 菜单栏	3
1.3.2 工具栏	4
1.3.3 状态栏和命令行	4
1.3.4 标签栏和工作窗口面板	4
1.3.5 工作窗口	6
1.4 电路板设计过程中常用的编辑器	7
1.4.1 原理图编辑器	8
1.4.2 原理图库编辑器	9
1.4.3 PCB 编辑器	10
1.4.4 元器件封装库编辑器	13
1.5 常用编辑器之间的关系	16
1.6 Protel DXP 的文件管理	17
1.6.1 创建新的设计文件	17
1.6.2 在工程文件中添加、删除文件	17
1.6.3 文件的更名、剪切、粘贴和复制	18
1.6.4 文件的导入和导出	18
1.7 叙述约定	18
1.8 小结	18
第 2 章 绘制原理图符号	19
2.1 常用术语辨析	19
2.2 画图工具栏	19
2.2.1 绘制线段	20
2.2.2 放置椭圆弧	22
2.2.3 阵列粘贴	23
2.2.4 放置 IEEE 符号	25
2.2.5 放置元器件的引脚	27

2.3 绘制原理图符号	30
2.4 典型实例——绘制原理图符号	31
2.5 起步——绘制简单的原理图符号	41
2.6 进阶——快速绘制原理图符号	42
2.7 提高——绘制带子件的原理图符号	44
2.8 练习	45
2.8.1 练习 1——绘制七段数码管的原理图符号	45
2.8.2 练习 2——绘制 ISO124 的原理图符号	45
2.9 小结	46
第 3 章 修改原理图符号	47
3.1 需要修改的原理图符号	47
3.2 修改原理图符号	48
3.2.1 修改元器件引脚	48
3.2.2 调整元器件引脚的外形	50
3.2.3 给原理图符号添加注释	50
3.3 典型实例——修改继电器的原理图符号	52
3.4 起步——修改二极管的引脚	57
3.5 进阶——为光耦添加引脚名称并调整外形	58
3.6 提高——修改三端稳压源的原理图符号	59
3.7 小结	60
第 4 章 原理图编辑器的应用	61
4.1 图件的编辑功能	61
4.1.1 几种常用的图件选取方法	61
4.1.2 元器件选择的取消	66
4.1.3 图件的复制与粘贴	66
4.1.4 图件的阵列粘贴	67
4.1.5 图件的剪切与粘贴	69
4.2 元器件位置的调整	69
4.2.1 移动元器件	69
4.2.2 元器件的旋转	71
4.2.3 元器件的排列与对齐	73
4.3 群体编辑功能	75
4.4 典型实例——利用群体编辑功能隐藏元器件的参数	79
4.5 起步——反转选取元器件	83
4.6 进阶——复制、粘贴原理图	84
4.7 提高——阵列粘贴并编辑原理图	86

4.8 小结	91
第 5 章 绘制原理图	93
5.1 建立元器件之间电气连接的方法	93
5.1.1 利用导线建立连接	93
5.1.2 放置网络标号	94
5.1.3 放置输入 / 输出端口	95
5.1.4 放置电源和接地符号	96
5.2 放置元器件	97
5.2.1 载入元器件库	98
5.2.2 利用库文件面板放置元器件	99
5.2.3 利用菜单命令放置元器件	100
5.2.4 元器件的删除	101
5.3 灵活运用子件绘制原理图	102
5.4 元器件的自动编号	102
5.5 典型实例——绘制单片机电路原理图	106
5.6 起步——绘制简单的原理图	120
5.7 进阶——绘制电源电路	123
5.8 提高——绘制复杂的原理图	125
5.9 练习	128
5.9.1 练习 1——绘制数码管显示电路	128
5.9.2 练习 2——绘制隔离电路	130
5.10 小结	132
第 6 章 层次原理图的绘制	133
6.1 相关概念	133
6.2 绘制层次原理图	133
6.2.1 放置方块电路符号	134
6.2.2 放置方块电路端口	137
6.2.3 由方块电路产生原理图子图	138
6.2.4 由原理图生成方块电路	140
6.2.5 层次原理图间的切换	141
6.3 典型实例——普通层次原理图的设计	144
6.4 起步——层次原理图中原理图的设计	150
6.5 进阶——两层深度的层次原理图的设计	150
6.6 提高——多通道设计	152
6.7 小结	154

第7章 利用生成向导创建元器件封装	155
7.1 概念辨析	155
7.2 原理图符号与元器件封装的对应关系.....	155
7.3 利用生成向导创建元器件封装.....	156
7.4 典型实例——创建复杂的元器件封装.....	157
7.5 起步——创建简单的元器件封装.....	162
7.6 进阶——创建特殊的元器件封装.....	165
7.7 提高——创建中间镂空的 BGA10×10-56 元器件封装	165
7.8 小结	166
第8章 手工制作元器件封装	167
8.1 手工制作元器件封装的步骤.....	167
8.2 制作元器件封装	167
8.2.1 设置图纸区域栅格参数.....	167
8.2.2 快速准确调整焊盘间距.....	168
8.2.3 一种制作元器件封装的快捷方法.....	170
8.3 典型实例——制作 DC/DC 模块的元器件封装	171
8.4 起步——制作简单的元器件封装.....	177
8.5 进阶——制作复杂的元器件封装.....	179
8.6 提高——制作复杂的异形元器件封装.....	181
8.7 练习	184
8.7.1 练习 1——手工制作七段显示数码管的元器件封装	184
8.7.2 练习 2——手工制作电流传感器的元器件封装	186
8.8 小结	186
第9章 修改元器件封装	187
9.1 在 PCB 编辑器中修改元器件封装	187
9.2 编辑元器件封装	188
9.2.1 在 PCB 编辑器中修改元器件封装	188
9.2.2 重新进入元器件库文件修改元器件封装	191
9.3 典型实例——编辑三极管的封装.....	192
9.4 起步——编辑二极管的封装.....	195
9.5 进阶——编辑电容器的封装.....	196
9.6 提高——元器件封装的冗余设计.....	197
9.7 小结	198

第 10 章 PCB 编辑器的运用	199
10.1 功能各异的图件选取方法	199
10.2 特殊粘贴功能	199
10.2.1 特殊粘贴	199
10.2.2 阵列粘贴	201
10.3 绘制导线	204
10.3.1 绘制一条导线	204
10.3.2 调整导线	205
10.3.3 绘制不同转角形式的导线	208
10.4 典型实例——利用绘制导线的功能绘制图案	209
10.5 起步——绘制宽度不一的导线	212
10.6 进阶——绘制宽度不一并且过渡光滑的导线	214
10.7 提高——绘制特殊的导线	215
10.8 小结	216
第 11 章 元器件布局	217
11.1 电路板的设计流程	217
11.2 载入元器件封装和网络表文件	218
11.2.1 在原理图编辑器中更新 PCB 电路板的网络表和元器件封装	219
11.2.2 在 PCB 编辑器中载入网络表和元器件封装	221
11.2.3 在网络表和元器件封装载入过程中常见的问题	222
11.3 元器件布局的一般原则	223
11.4 元器件的自动布局设计	223
11.4.1 自动布局参数的设置	224
11.4.2 自动布局	227
11.4.3 调整元器件布局	229
11.5 手工布局	230
11.6 自动布局与手工布局相结合的交互式布局方式	230
11.6.1 交互式布局方法	230
11.6.2 元器件位置锁定的方法	231
11.7 单面板的元器件布局	232
11.7.1 设置单面板的类型	233
11.7.2 单面板的布局	234
11.8 典型实例——单片机电路的交互式布局	234
11.9 起步——555 定时电路的元器件布局	245
11.10 进阶——单面板的布局	247
11.11 提高——带强弱电的电路板预布局	249

11.12 练习	251
11.12.1 练习 1——显示电路的元器件预布局	251
11.12.2 练习 2——隔离电路的元器件预布局	253
11.13 小结	254
第 12 章 PCB 电路板布线	255
12.1 电路板布线的方法及流程	255
12.2 布线设计规则	256
12.2.1 布线设计规则的设置	257
12.2.2 设置布线设计规则中的几点注意事项	262
12.3 电路板的自动布线	264
12.3.1 自动布线策略的选择	264
12.3.2 自动布线	265
12.3.3 手动调整布线	266
12.4 手动布线	267
12.5 交互式布线方法	267
12.5.1 预布线的对象	267
12.5.2 锁定预布线	268
12.6 典型实例——单片机电路的交互式布线	269
12.7 起步——555 定时电路的自动布线	280
12.8 进阶——单面板的手动布线	282
12.9 提高——带强弱电的电路板的手动布线	285
12.10 练习	290
12.10.1 练习 1——显示电路布线	290
12.10.2 练习 2——隔离电路手动布线	292
12.11 小结	294
第 13 章 电路板覆铜	295
13.1 设置与覆铜相关的设计规则	295
13.2 地线覆铜	296
13.3 包地操作	299
13.3.1 添加外围线	300
13.3.2 修改外围线的网络标号	301
13.4 单点接地	302
13.5 典型实例——单片机电路的覆铜	303
13.6 起步——电路板的地线覆铜	309
13.7 进阶——覆铜与单点接地	309
13.8 提高——添加外围线	311

13.9 小结	312
第 14 章 DRC 设计校验	313
14.1 DRC 设计校验的作用	313
14.2 常规的设计校验项目	313
14.3 常规的 DRC 设计校验	314
14.4 修改电路板设计	316
14.4.1 浏览 DRC 设计校验报告	317
14.4.2 参考 DRC 设计校验报告修改电路板上的设计	321
14.5 典型实例——普通电路板的 DRC 设计校验	323
14.6 起步——单项 DRC 设计校验	326
14.7 进阶——多项设计规则结合的 DRC 设计校验	328
14.8 提高——容错的 DRC 设计校验	328
14.9 小结	331
第 15 章 元器件库的管理	333
15.1 相关概念	333
15.2 管理元器件库的方法	334
15.2.1 从 Protel 99 SE 中导入元器件库	334
15.2.2 生成项目元器件库	336
15.2.3 创建自己的元器件库	338
15.2.4 为原理图符号添加多个元器件封装	339
15.3 典型实例——创建集成元器件库	342
15.4 起步——创建自己的元器件库	347
15.5 进阶——从系统提供的元器件库中提取元器件	348
15.6 提高——丰富自己的元器件库	351
15.7 小结	354

第1章 Protel DXP 基础

Protel DXP 是 Altium 公司最新一代的板级电路设计系统。它采用优化的设计浏览器 (Design Explorer), 通过把设计输入仿真、PCB 电路板设计、拓扑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术的完美融合, 为用户提供了全线的设计解决方案, 使用户能够在简捷明快的环境里轻松完成电子线路设计的全过程。

本书主要深入介绍各种电路板设计的方法和技巧, 通过大量的实例练习, 举一反三, 使读者能够在短时间内成为一个熟练的电路板设计人员。

1.1 Protel DXP 的发展及特点

Protel 产品家族的渊源最早可以追溯到 1988 年, 美国 ACCEL Technologies inc 公司推出的 TANGO 软件包, 可以说是 Protel 的前身了。大规模和超大规模集成电路的使用和电子线路辅助设计技术的发展促成了 TANGO 的发展。

随着电子工业的飞速发展, TANGO 越来越难满足时代的需求, Protel Technology 公司及时推出了 Protel for Dos 软件作为 TANGO 的升级版本。

进入 20 世纪 90 年代以后, 随着个人微型计算机硬件性能的提高和 Windows 操作系统的推出, Protel Technology 公司于 1991 年推出了 Protel for Windows 1.0 版。随后, Protel Technology 公司又陆续推出了 Protel for Windows 2.0、Protel for Windows 3.0、Protel 98、Protel 99 以及 Protel 99 SE 等产品。2002 年, Altium 公司又推出了 Protel 家族的最新成员, 也就是本书即将为您介绍的 Protel DXP (Design Explore)。

Protel DXP 继承了 Protel 系列产品的优点, 与 Protel 99 SE 相比, 具有如下优点:

- 引入项目管理的概念, 倡导一种新的设计理念;
- Protel DXP 各种设计工具无缝集成, 同步化程度更高;
- Windows XP 的界面风格, 更加人性化;
- 整体的设计概念, 支持真正的双向同步设计;
- 支持 VHDL 设计和混合模式设计 (如 FPGA、SITUS 拓扑布线技术);
- 采用集成元器件库替代分离的元器件库, 使原理图设计和 PCB 电路板设计之间的转换更加简洁、方便;
- 支持多通道设计, 提高了模块电路设计的效率。

1.2 Protel DXP 的学习方法

Protel DXP 的功能十分强大, 它为用户提供了一个集原理图设计、PCB 电路板设计、电路仿真、信号完整性分析和逻辑电路设计等功能为一体的工作平台, 使用户能够在简捷明快的环境里轻松完成电子线路设计的全过程。



学习 Protel DXP 时,如果没有好的学习方法,就如同盲人摸象,根本无法全面掌握该软件的核心功能。下面是根据多数电路板设计人员的经历总结出来的学习方法,以供参考。

一、认识电路板

在学习 Protel DXP 之前,一定要先认识电路板,了解电路板上图件的构成,先在大脑中建立起对电路板的感性认识,为设计电路板打下基础。

二、明确任务、了解流程

电路板设计的任务就是将独立、分散的元器件和集成电路放到一块电路板上,并用铜箔导线将它们按一定的电气要求连接起来,最终实现某些特定的电气功能。

电路板设计流程如图 1-1 所示。

三、熟悉不同编辑器之间关系

在利用 Protel DXP 进行电路板设计的过程中,经常用到的编辑器包括原理图编辑器、原理图库编辑器、PCB 编辑器和 PCB 封装库编辑器;如果要制作集成元器件库,还要用到集成元器件库编辑器。因此,要学好 Protel DXP 必须熟悉这些常用编辑器的功能和不同编辑器之间的关系。

四、熟悉功能、掌握操作

Protel DXP 的功能强大,涉及到的命令较多,因此学习时应当熟悉不同命令的功能,掌握基本的操作方法。读者只有熟悉了基本的命令和操作后,才能在以后设计电路板的实践中进一步掌握 Protel DXP 的强大功能。

五、举一反三、融会贯通

掌握电路板设计的基本操作后,就需要通过大量练习,在实际的操作中熟悉软件的功能,积累电路板设计的经验,以达到举一反三的目的,提高电路板设计的水平。

本书正是根据读者在该阶段学习的需要,提供了不同复杂程度的练习实例,让读者先跟随典型实例的详细操作步骤进行练习,然后再根据操作提示自己动手进行 3 个实例的练习。如果读者不能独立完成实例中的任务,还可以参考配套光盘中相应的操作过程。

六、管理好设计文件

Protel DXP 一个鲜明的特点就是引入了工程的设计概念,倡导一种新的设计理念。与 Protel 99 SE 中的数据库 (*.DDB) 文件不同,Protel DXP 中的设计工程文件并不包含任何设计源文件,设计工程文件起到的作用只是建立源文件之间的链接关系,即工程文件所包含的内容只是这些文件之间的链接信息。原理图文件、PCB 文件以及网络表文件等都可以成为设计工程文件的源文件,并且这些设计文件可以存储在硬盘上的不同空间,甚至是网络空间上,由此使设计文件的管理变得更为重要。因此,建议读者在新建一个设计工程之前,先

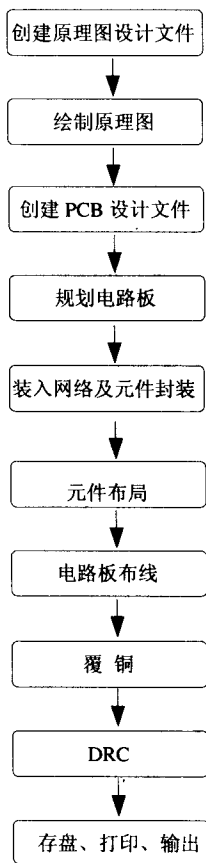


图 1-1 电路板设计的流程



建立一个设计文件夹，专门用于存放该设计工程文件及其下面的设计源文件。

1.3 Protel DXP 的设计浏览器

Protel DXP 的设计浏览器是电路板设计的工作平台，包括原理图编辑器、PCB 编辑器在内的所有编辑器都运行在这个软件平台上。

启动 Protel DXP 后，即可进入如图 1-2 所示的 Protel DXP 的主窗口，领略到 Protel DXP 别具一格的风味和人性化的操作界面。

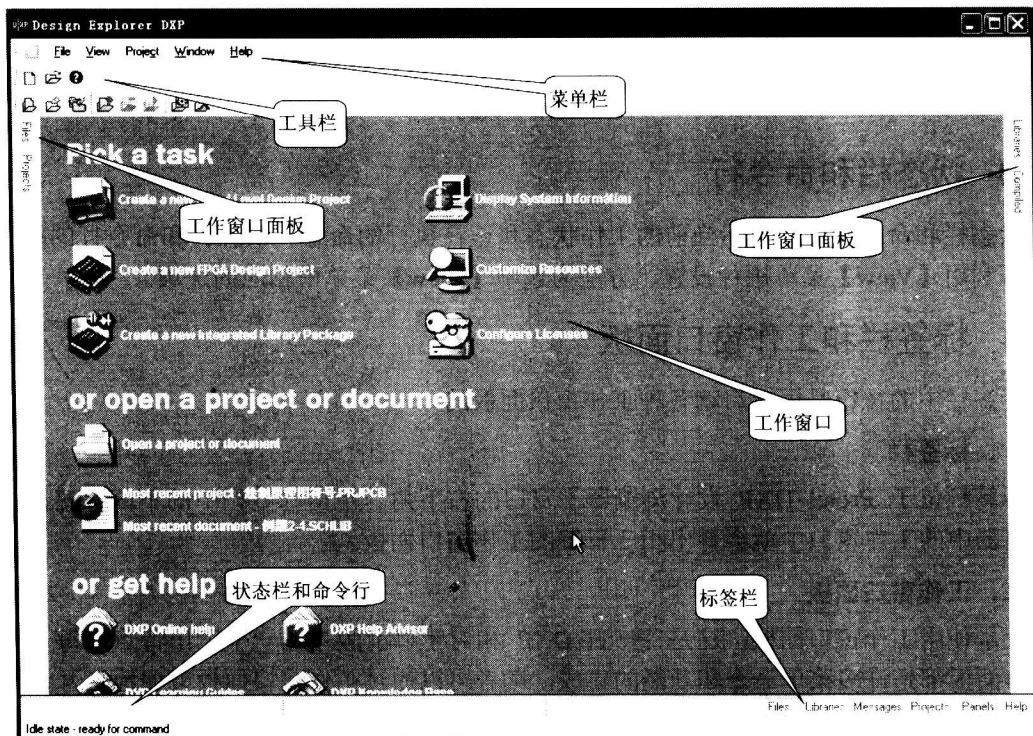


图1-2 Protel DXP 主窗口

Protel DXP 设计浏览器窗口主要包括菜单栏、工具栏、工作窗口、状态栏和工作窗口面板等，下面将简要介绍各部分的功能。

1.3.1 Protel DXP 菜单栏

Protel DXP 的菜单栏是读者启动各种编辑器和设置系统参数的入口，它具有命令操作、参数设置等功能。

在设计浏览器窗口，菜单有【File】（文件）、【View】（视图）、【Project】（设计工程）、【Windows】（窗口）和【Help】（帮助）等 5 个。

【File】菜单主要用于文件的管理，通常包括新建文件、打开已有的文件、保存当前设计的文件等功能。

【View】菜单用于工具栏、工作窗口面板、状态栏和命令行的管理，可以控制各种工具栏、工作窗口面板的打开和关闭。