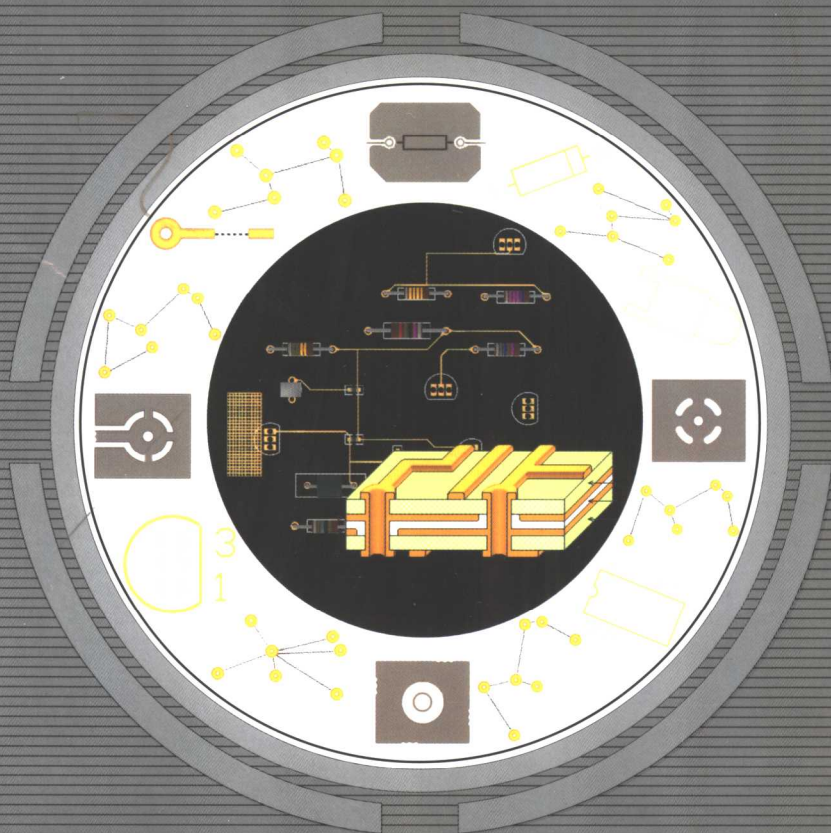


Protel DXP

电路设计实用教程

袁鹏平 付刚 罗开玉 编著



化学工业出版社

TN702

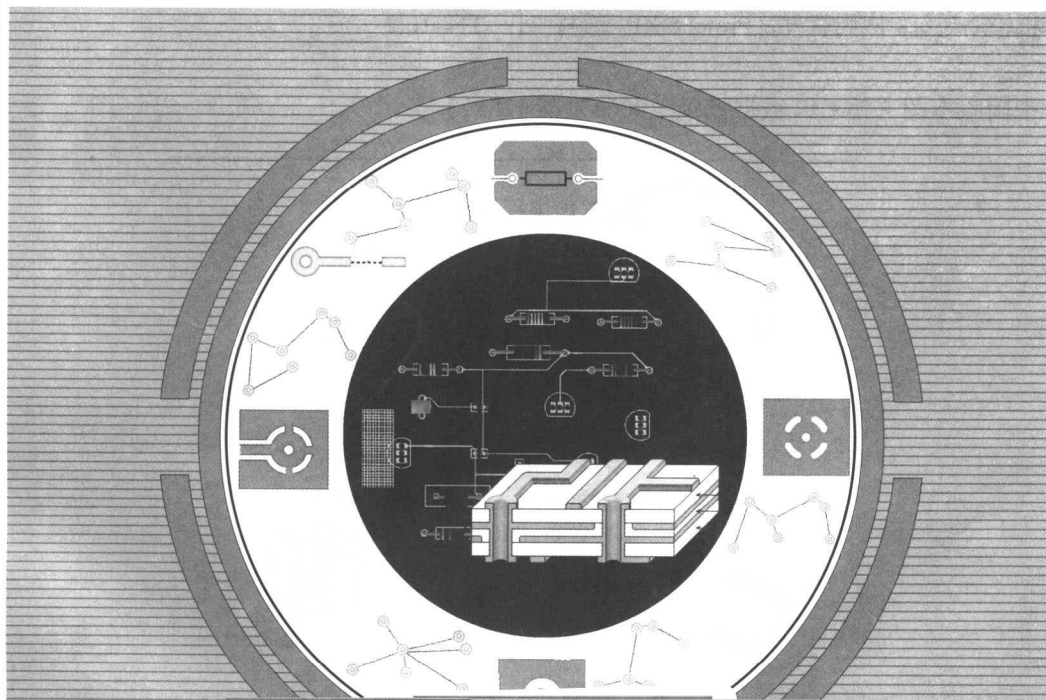
138

2007

Protel DXP

电路设计实用教程

袁鹏平 付刚 罗开玉 编著



化学工业出版社

·北京·

本书从实用的角度出发,系统介绍了 Protel DXP 强大的电路设计功能、PCB 图的设计功能和电路仿真功能。为便于读者的学习和实践,全书以图、文、例结合的方式对每条命令都列出了其操作方法、操作参数设置等。在复杂难懂的地方,作者都结合多年的工程实践给予了切合实际的指导和论述。

本书内容丰富,实践性强,可作为 Protel DXP 的培训教材使用,也可作为广大电气、电子爱好者及大中专学生的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 电路设计实用教程 / 袁鹏平, 付刚, 罗开玉
编著. —北京: 化学工业出版社, 2006.10
ISBN 978-7-5025-9328-5

I. P… II. ①袁… ②付… ③罗… III. 印刷电路—计
算机辅助设计—应用软件, Protel DXP—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 125873 号

Protel DXP 电路设计实用教程

袁鹏平 付 刚 罗开玉 编著

责任编辑: 李玉晖 宋 辉

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 顾淑云

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

购书咨询: (010) 64518888

购书传真: (010) 64519686

售后服务: (010) 64518899

[http:// www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22 $\frac{3}{4}$ 字数 568 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-5025-9328-5

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前言

Protel DXP 是 Altium 公司（前 Protel Technology 公司）开发的一款功能强大的 EDA 软件，是 Protel 系列软件的最新版本。该软件将项目管理方式、SCH 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进行了完美的结合，受到了广大电路设计者的青睐。

本书的作者长期在一线从事电路设计的教学与开发工作，积累了丰富的实践经验，作者从易学、易教、实用的角度出发，以精心选择的基础实用电路的设计实例为主线，全面介绍了以 Protel DXP 软件工具为核心的印制电路板设计技术，包括 Protel DXP 的基本操作、电路原理图和 PCB 板的设计过程、各种报表的生成和阅读、电路仿真等内容，还介绍了作者在实际工作中积累的经验，以及有关 Protel DXP 的应用技巧。在每个知识点的讲解过程中，均结合相应的实例，以图文并茂的方式向读者进行详细的介绍，在分析实例时，把 Protel DXP 的各项功能与具体的应用紧密结合在一起，力求理论与实践并举，便于读者尽快掌握电路设计的主要方法和技能。

本书的特点是实例典型，内容全面、实用，讲解通俗易懂，可操作性强。同时，为了便于作为教材参考，书中给出了大量的实际操作和思考练习。本书不仅适合从事计算机辅助设计及相关工作人员自学和参考，也可作为各大、中专院校及各层次的 Protel 培训班使用。本书得到了广州顺德美的电器股份有限公司袁汉平工程师的指导，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者
2006 年 9 月

目录

1

Protel DXP 电路设计实用教程

第1章 原理图设计入门

/1

1.1 Protel DXP 简介	3
1.2 Protel DXP 的组成	3
1.3 Protel DXP 的文件管理	7
1.4 原理图设计概述	15
1.5 原理图环境设置	21
1.6 实例 设计项目的建立和保存	30
1.7 Protel DXP 的运行环境	34
习题	35

2

Protel DXP 电路设计实用教程

第2章 原理图绘制

/37

2.1 元件库的管理	39
2.2 电路图绘制工具的使用	47
2.3 原理图编辑	62
2.4 原理图设计常见问题和使用技巧	67
2.5 实例	69
习题	72

3

Protel DXP 电路设计实用教程

第3章 电路的层次化设计

/73

3.1 自顶向下的层次电路设计	77
3.2 自底向上的层次电路设计	82
3.3 层次图的切换	84
习题	86

4

Protel DXP 电路设计实用教程

第4章 检查和输出原理图

/87

4.1 编译工程	89
4.2 定制元件报告	95
4.3 整合多张原理图	116

目录

4.4 输出报告	116
4.5 原理图的输出与打印	117

第5章 电路板设计入门

Protel DXP 电路设计实用教程

/121

5.1 电路板设计的基本原则	123
5.2 PCB 电路板设计步骤	129
5.3 PCB 电路板编辑环境	130
5.4 生成网络表和更新 PCB 板	144
5.5 PCB 验证和错误检查	148
5.6 实例	151
习题	158

第6章 PCB 的高级编辑技巧

Protel DXP 电路设计实用教程

/159

6.1 设计规则设置	161
6.2 PCB 布局与布线	181
6.3 放置坐标指示与距离标注	192
6.4 敷铜	194
6.5 补泪滴与包地	196
6.6 放置文字与过孔	198
6.7 放置焊盘与填充	200
6.8 多层板的设计	202
6.9 好的 PCB 板的制作技巧	207
6.10 其他相关的问题	210
6.11 双面板设计实例	212
习题	235

第7章 元件封装

Protel DXP 电路设计实用教程

/237

7.1 封装概述	239
7.2 常见元件封装介绍	239
7.3 选择封装形式的基本原则	247
7.4 元件封装设计步骤	248

↓ 目录

7.5 元件封装属性参数设置	257
7.6 元件封装常见问题和使用技巧	261
7.7 在原理图中改变元件封装	265
7.8 实例 手工绘制元件封装	269

第8章 建立和使用元件库与集成库 /275

Protel DXP 电路设计实用教程

8.1 Protel DXP 元件库概述	277
8.2 原理图元件库管理	279
8.3 原理图元件的绘制	282
8.4 创建一个集成库	298
8.5 元件库制作的常见问题和使用技巧	303
8.6 实例	305

第9章 电路仿真设计 /309

Protel DXP 电路设计实用教程

9.1 预备知识	311
9.2 参数设置	314
9.3 设置信号激励源	332
9.4 仿真实例	333
9.5 仿真结果管理	341
9.6 电路仿真常见错误分析	344

附录

347

附录 1 PCB 常用专用名词英汉对照	349
---------------------------	-----

附录 2 Protel DXP 常用快捷键	353
-----------------------------	-----

参考文献	355
------------	-----

第1章

原理图设计入门

1.1 Protel DXP 简介

随着电子技术的飞速发展和印制电路板加工工艺的不断提高,新的大规模和超大规模集成电路芯片不断涌现出来,现代电子线路系统已经变得非常复杂了。

在这种情况下,快速、准确地完成电路板的设计对电子工程师而言是一个挑战。电子工程师们也因此对设计工具提出了更高要求。电路设计自动化应运而生,电路设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 指的就是将电路设计中各种工作交由计算机来协助完成,如电路图 (Schematic) 的绘制、印制电路板 (PCB) 文件的制作、执行电路仿真 (Simulation) 的设计等工作。随着电子工业的发展,大规模、超大规模集成电路的使用使电路板走线愈加精密和复杂。电子线路 CAD 软件产生了,其中影响比较大的有 ORCAD, Power PCB 以及 Protel 系列等。当前在国内应用最为广泛的是 Protel 系列 EDA 设计工具,Protel DXP 就是该系列软件的最新产品,它操作简单,易学易用,功能强大。

1.2 Protel DXP 的组成

Protel DXP 主要由四大部分组成。

① 原理图设计系统 (Schematics) 主要用于电路原理图的设计,为印制电路板的制作做准备工作。

② 印制电路板设计系统 主要用于印制电路板的设计,由它生成的 PCB 文件将直接应用到印制电路板的生产中。

③ EPGA 系统 主要用于可编程逻辑器件的设计。设计完成之后,可生成熔丝文件,将该文件烧录到逻辑器件中,就可以制作具备特定功能的元器件。

④ VHDL 系统 主要作为硬件的编程使用。

下面对 Protel DXP 的原理图设计系统和印制电路板设计系统作简要介绍。

1.2.1 原理图设计系统

Protel DXP 的原理图编辑器为用户提供高速、智能的原理图编辑手段,在 Protel DXP 的原理图编辑器内,可以输出设计 PCB 板所必需的网络表文件,可以设定 PCB 板设计的电气法则,还可以根据用户的要求,输出令用户满意的原理图设计图纸。

Protel DXP 提供了丰富的元件库,在它的元件库里,用户可以找到所需要的元件,除此以外,通过一定的方法还可以将 Protel 99SE 的库文件转换成 DXP 的库文件。Protel DXP 的原理图编辑器采用自动化的连线工具、智能化的电气法则检测 (ERC)、人性化的设计界面、方便实用的查询功能和快捷的编辑方式,所有这一切使原理图设计变得轻松自如。总的来说,Protel DXP 的原理图设计系统有以下几方面的特点。

(1) 真正实现了多通道的设计方法

所谓的多通道设计方法实际上是一种非常有效、快捷的设计手段,使用这种方法,在原理图编辑器中设计的一份原理图,用户可以多次参考,在 PCB 编辑器中同时绘制出多个相同的模块。在整个操作过程中,用户都不必担心会丢失网络标号,因为 Protel DXP 的符号管理器能够自动产生各个模块的电气连接图表,并且将之作为过程文件中的一部分保存起来,这

样用户所要做的就是总图的入口处标上模块的数目。

(2) 丰富的元件库及库文件的集成化组织管理

Protel DXP 提供了丰富的元件库，几乎覆盖了所有电子元器件厂家的元件种类。

在元件库的组织管理方面，不但具备了 Protel 99SE 的优点，而且还增加了图形显示的功能。在原理图编辑器和 PCB 编辑器中，从元件库管理面板上能够同时看到元件的原理图符号和封装形式。

在 Libraries 面板中选中 Components 单选项，图形显示区域将显示元件的原理图符号，如图 1-1 所示，图形显示区域显示的是三极管的原理图符号。

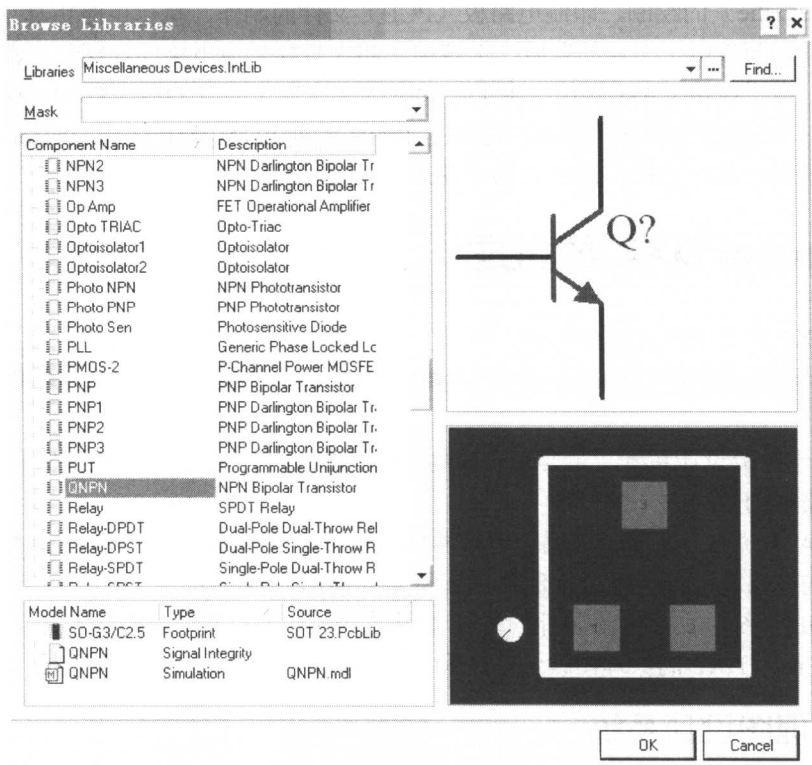


图 1-1 浏览元件库

从图 1-1 中可以看到，库文件中三极管有三种模型，这就是所谓 Protel DXP 元件库的集成化组织与管理。通常，在 Protel DXP 的元件库里集成了元件的原理图符号、PCB 封装形式、Spice 仿真模型和信号完整性模型。同时，Protel DXP 的元件库还支持其他类型的模型。在设计过程中，用户可以添加所需要的任何模型。Protel DXP 元件库的集成化组织与管理，在很大程度上方便了用户查看元件封装、进行电路仿真和信号分析等工作。

(3) 更强的编辑功能

Protel DXP 的原理图编辑器使用标准化的图形编辑方式，支持拖动、拷贝、剪切和粘贴等典型的 Windows 操作，还支持 7G 件的旋转、镜像和阵列粘贴等功能，使用户的原理图绘制变得轻松自如。

此外，Protel DXP 还支持在线编辑元件的参数和端子封装形式，给用户带来很大的方便。在原理图编辑器中，不打开库文件，也可以修改、添加和删除元件的端子，还可以调整

端子的顺序。

(4) 方便、易用的查询功能

Protel DXP 支持语句查询功能, 如图 1-2 所示。在查询面板中根据一定的语法规则输入查询语句, 然后按 Enter 键, 面板的列表中就会显示相应的查询结果, 同时工作区中也会高亮, 显示查询对象。

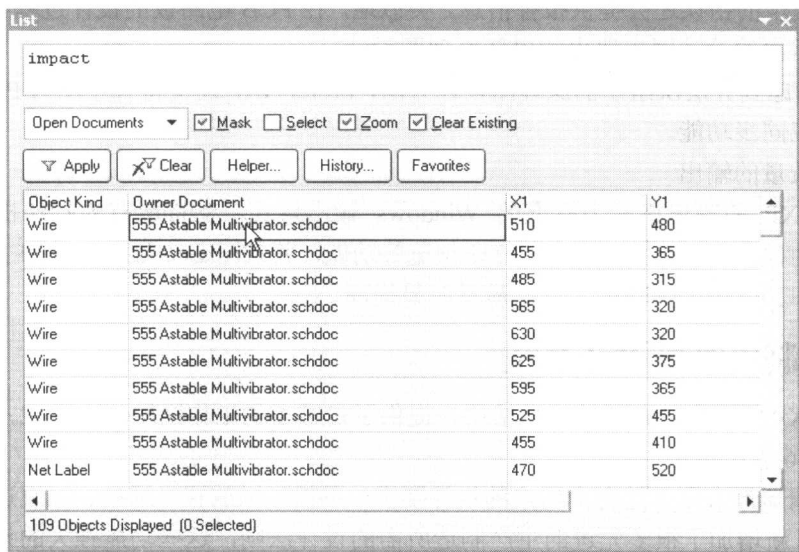


图 1-2 语句查询

Protel DXP 还支持 Inspector 查询功能。使用 Inspector 面板的查询功能, 可以更方便、快捷地得到查询对象的参数和属性值。在原理图编辑器的工作区中单击某一元件后, 元件的参数和属性值就会自动显示在 Inspector 面板中。通过 Inspector 面板可以查询 IC 片的参数。

(5) 设计变量

原理图编辑器具有输出设计变量的功能, 通过设计变量表, 可以查询原理图设计是否与设计思想相符。

(6) 分层次组织的设计环境

Protel DXP 继承了 Protel 99 的优点, 支持分层次组织的设计环境。当用户的设计项目较大, 不容易在一张原理图上完成时, 可以把设计项目分为若干子项目, 子项目可以再划分成若干功能模块, 功能模块还可再往下划分直至底层的基本模块, 然后分层逐级设计。

Protel DXP 对同一设计项目中的层次深度和原理图的张数都未有限制, 这样做的目的是将一个复杂的设计项目化整为零, 逐个完成, 使项目设计变得条理清晰, 简单可靠。这种设计方法叫自顶向下的层次型设计方法。当然, 根据用户的设计习惯也可以倒过来, 从最基本的模块开始设计, 逐级向上完成设计, 这种方法叫做自底向上的设计方法。用户在原理图编辑器的工作区可以同时编辑多张原理图, 各图 (总图与子图, 子图与总图, 子图与子图) 之间可以通过图层窗口方便地切换。

(7) 与 PCB 电路板的同步功能

与以前版本相比, Protel DXP 的同步化程度更高, 支持自然的非线性设计流程——双向设计同步。

用户在印制电路板的设计过程中,随时可能修改设计,那么如何使原理图与 PCB 电路板同步呢?可以通过修改网络表文件来达到与 PCB 板同步,也可以通过原理图编辑器的设计同步器来实现与 PCB 电路板同步。采用设计同步器更新目标 PCB 电路板,用户根本不必处理网络表文件的输出与载入,并且在信息向 PCB 电路板的传递过程中,设计同步器会自动地在 PCB 电路板的文档中更新电气连接的信息(如元件的封装形式以及元件之间的连接等),对修改过程中出现的错误还会提供报警信息。类似地,在 PCB 电路板的设计过程中,通过印制电路板编辑器内的设计同步器也能更新原理图设计。

同时,考虑到分层次组织的原理图设计方法,Protel DXP 还支持各子图与 PCB 电路板设计之间的对应同步功能。

(8) 高质量的输出

Protel DXP 的输出格式为标准的 Windows 输出格式,支持所有的打印机和绘图仪的 Windows 驱动程序,支持页面设置、打印预览等功能,并且还支持图形 X 轴和 Y 轴坐标之间的比例输出和灰度输出等功能,输出质量明显提高。

1.2.2 印制电路板设计系统

Protel DXP 的印制电路板编辑器给用户提供了足够多的工作图层,包括 32 个信号层、16 个内电层和 16 个机械层。

PCB 编辑器最大限度地考虑用户的设计要求,不仅可以放置半通孔、深埋过孔和各式各样焊盘,而且新增加了很多先进的生产制造所需的设计法则,这些功能强大的设计法则,把用户从复杂的电路设计规则中解放出来。Protel DXP 提高了手动设计和自动设计的融合程度,对于电路元件多、连接复杂、有特殊要求的电路,可以选择自动布线与手工调整相结合的方法。元件的连接采用智能化的连线工具,在 PCB 电路板设计完成后,可以通过设计法则检查(DRC)来保证 PCB 电路板完全符合设计要求,从而做到万无一失。

下面从几个角度来看一下 PCB 设计系统的特点。

(1) 设计法则更加灵活

Protel DXP 的 PCB 电路板编辑器给用户提供了布线间距、线宽设定、信号完整性以及测试点样式等设计法则。在设计 PCB 电路板时,用户完成设计法则的设置后,可以不再考虑这些繁琐的法则,而专注于电路板的设计上。值得一提的是,Protel DXP 设计法则编辑对话框一改以往的界面风格,采用 Windows 常用的树形结构,使浏览更加直观。

Protel DXP 的 PCB 电路板编辑器给用户提供 10 类 49 种设计法则,覆盖了元件位置、走线宽度、线间距离、过孔样式、网络阻抗和信号完整性等设计过程中的方方面面。这些法则可单独或复合作用于元件、网络标号以及图层等编辑对象,从而控制印制电路板绘制的全过程,使用户能比较轻松地完成电路板的设计。

同时,为了优化电路板设计过程的控制,Protel DXP 可设置设计法则的作用优先级。

(2) 图形堆栈管理功能

Protel DXP 采用先进直观的图层管理器,加强了 PCB 编辑器对图层的组织和管理。在图层管理器内,用户可以添加、删除信号层和内电层,还可以根据设计需要,编辑图层的先后顺序。

(3) 简便的封装库的编辑及组织

Protel DXP 提供了丰富的 PCB 元件库,并且通过简单的元件库转换,就可以将以前版本的库文件转换成 Protel DXP 的库文件。通过 Protel DXP,用户可以方便地找到想要的元件封

装。即使遇到比较特殊的元件, Protel DXP 元件库里没有对应的封装时,也不必着急, Protel DXP 为用户提供了功能齐全的编辑元件封装的工具,通过它们,可以创建、修改元件封装库。用户在编辑原理图和设计 PCB 电路板时,可以打开任意多的元件库,也可以随时移除暂时不用的元件库,以节约系统资源。

(4) 基于人工智能的自动布线系统

Protel DXP 在印制电路板的自动布线上引入了人工智能技术。PCB 电路板编辑器内的自动布线系统,采用 SITUS 拓扑算法,用户只需进行简单、直观的设置,在布线过程中, Protel DXP 的自动布线器就会根据用户设置的设计法则和自动布线规则选择最佳的布线策略,使印制电路板的设计尽可能完美。

(5) 支持单层显示功能

在印制电路板的设计过程中,有时希望屏蔽其他的图层,只显示当前的工作图层。Protel DXP 为用户提供方便的快捷方式,只需按下 Ctrl+Shift 快捷键,就可以只显示所需要的图层了。

(6) 查询功能

同原理图编辑器一样,PCB 电路板编辑器也支持语句查询功能和 Inspector 查询功能。

(7) 强大的过滤功能

Protel DXP 引入了两个功能强大的设计新技术,即工作区间的过滤功能和编辑对象的数据交互浏览技术。这两个新技术的引入,使 Protel DXP 在对象的编辑和工作区间对象的显示方面达到了前所未有的境界。

怎样才能准确地控制当前显示的对象呢?

有时用户想检查一个特殊的网络布线,把它与其他的网络相比较;或者想知道某个元件的确切位置,并且要求只显示用户希望的对象。这样苛刻的要求, Protel DXP 以前的任何版本都不可能做到,但是 Protel DXP 工作区间的过滤系统能够准确无误地做到这一切。它不但可以过滤掉用户不希望看到的任何对象,而且所选中的对象还将以正常的亮度显示。

(8) 设计校检(DRC)

在设计系统完成后,为了使设计达到完美的境界,可以进行设计校检。设计法则检验器能够根据用户指定的设计法则对电路板进行检验,检验结束后,输出相应的检验报告,分项列出目标 PCB 电路板设计中的错误信息,并将在 PCB 电路板编辑器的工作区中高亮显示。用户可以根据错误信息和高亮显示进行修改。

有了设计检验器把关,电路板的完美就有了保障。

1.3 Protel DXP 的文件管理

1.3.1 Protel DXP 的集成环境

Protel DXP 的集成环境(Design Explorer)是用户和 Protel DXP 打交道的地方,所有 Protel DXP 功能都是从这个环境中启动的。Protel DXP 的集成环境和以前各个版本的集成环境有些不一样,如图 1-3 所示。Protel DXP 采用的是类似 Windows XP 风格的界面。

当用户创建设计文档的时候,可以在各个文档之间随意切换,Protel DXP 会自动显示与当前文档对应的系统菜单和工具条。Protel DXP 窗口右下角的面板控制条(Panel control)中显示着各个面板(Workplace panel)的名字,单击面板控制条中的面板名,对应的面板就会

显示出来。这时候可以将它们移动、改变大小或者停靠在窗口四周。当有多个面板停靠在同一位置时，它们会自动合成一个大面板，可以单击下面的选项以显示（也可以称作激活）相应的面板。

当打开多个文档时，Protel DXP 界面如图 1-4 所示。

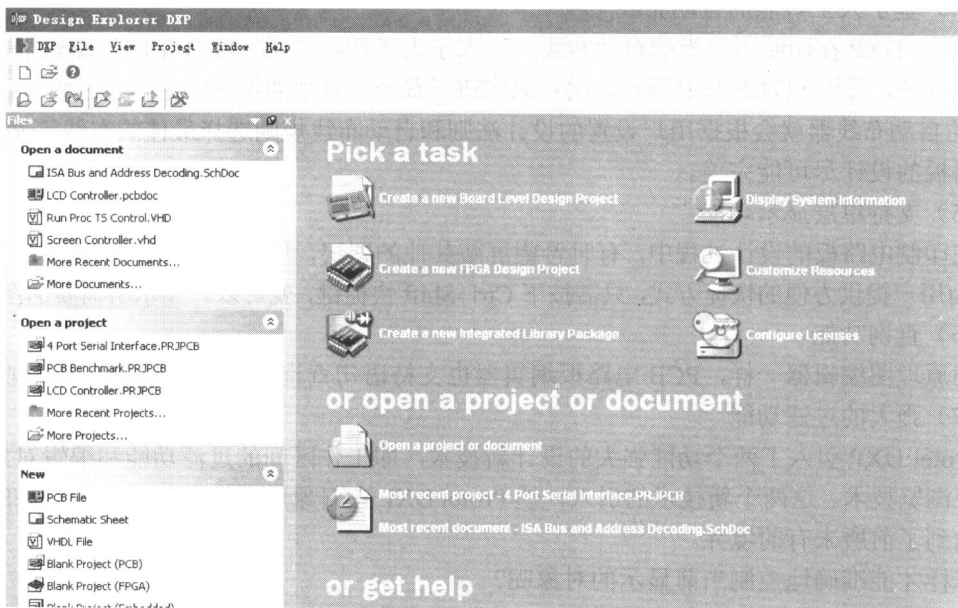


图 1-3 Protel DXP 集成环境

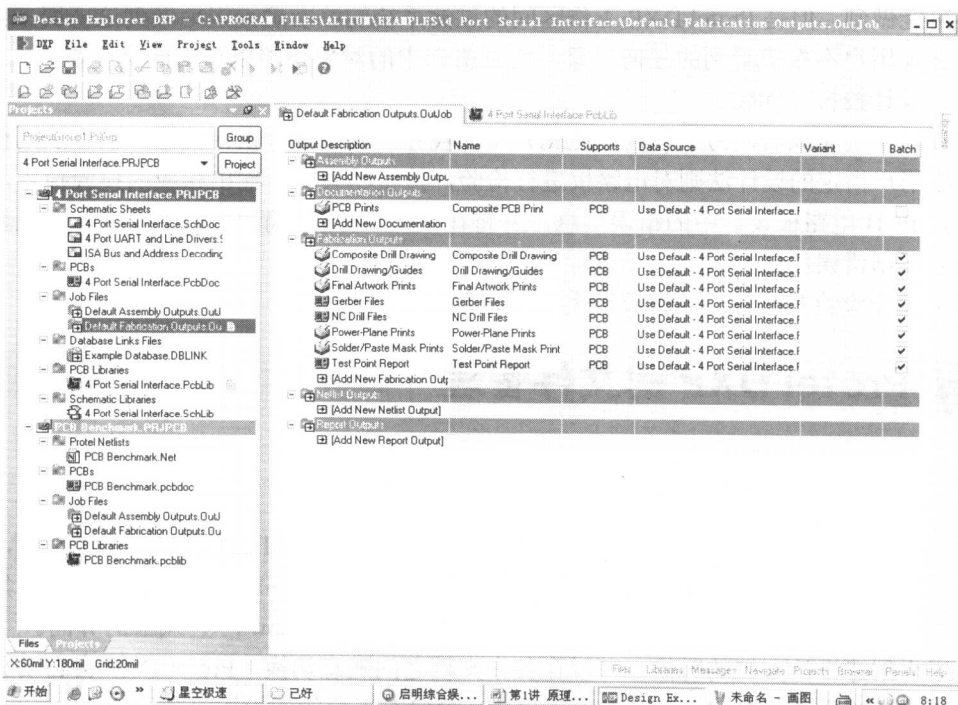


图 1-4 打开多个文档时 Protel DXP 界面

1.3.2 Protel DXP 的文件管理

用过 Protel 99SE 的人都知道，在 Protel 99SE 中，所有的设计文件是以数据库的形式来组织和存放的。但是，在 Protel DXP 中不再使用这种文件存放方式。Protel DXP 将所有的设计文档存为独立的文件，可以使用 Windows 资源管理器找到它们。工程文件中包含指向它们的链接和必要的工程维护信息。因此，在以后的叙述中，文档和文件表示同一个意思，不再区分。

在 Protel DXP 中，设计文档的扩展名不再沿用以前的扩展名，参见表 1-1。

表 1-1 Protel DXP 设计文档扩展名

设计文档	扩展名	设计文档	扩展名
原理图	SchDoc	PCB 元件库	PcbLib
原理图元件库	SchLib	PCB 工程	PrjPCB
PCB 板	PcbDoc	FPGA 工程	PrjFpg

(1) 创建工程

运行 Protel DXP，此时 Protel DXP 的运行状态见图 1-3。执行菜单命令 File/New/PCB Project，如图 1-5 所示。因为这是第一次执行菜单命令，所以截取了相关的屏幕以供参考，以后将不再提供类似的图。从图 1-5 可以看到，Protel DXP 的菜单完全是 Windows XP 风格。

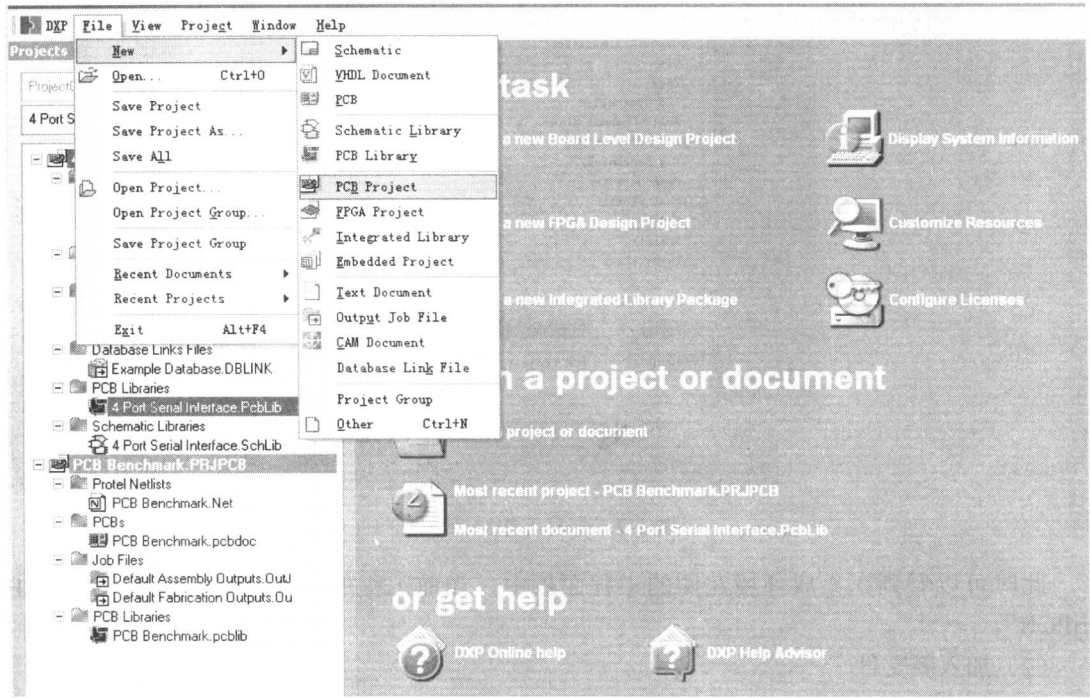


图 1-5 执行菜单命令

执行了这个命令之后，Protel DXP 就创建了一个空的 PCB 工程，并使用了缺省的名字，从集成环境左侧的 Projects 面板中可以看到这个空的工程，如图 1-6 所示。

执行菜单命令 File/Save Project As，将此工程换名存盘。在弹出的保存文件对话框中选择合适的路径和文件名，如图 1-7 所示。

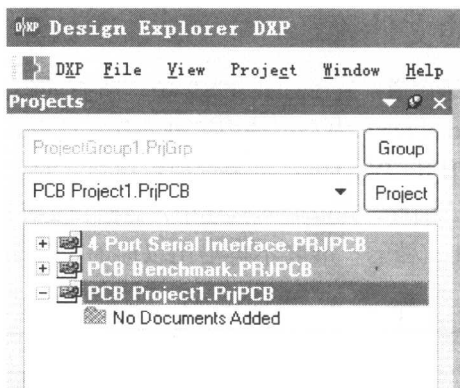


图 1-6 新建的空工程



图 1-7 保存工作对话框

此时可以看到在集成环境左侧的工程面板中，当前工程的名字已经换成了“MyPCB.PrjPCB”。

(2) 加入新文件

刚才创建的是空工程，现在需要往这个工程中添加文件，可以添加的文档类型很多，有原理图、原理图库、PCB 图、PCB 库和 VHDL 文档等。详细的内容会在以后各章讲解，这里只演示添加一个原理图文档。

执行菜单命令 File/New/Schematic，Protel DXP 就会直接在当前工程中添加一个空的原理图文档，并且使用缺省的文件名，如图 1-8 所示。可以将这个文档重新命名保存。

按照同样的方式，往这个工程中加入一些其他类型的文档。此时集成环境左侧的工程面