

万水
电子技术丛书

Protel DXP

高级实例教程

本书部分实例的素材文件可直接从中国水利水电出版社网站(www.waterpub.com.cn)免费下载

唐清善 邱宝良 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水电子技术丛书

Protel DXP 高级实例教程

唐清善 邱宝良 等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书通过大量实例,全面深入地介绍了 Protel DXP 工具软件的应用方法和技巧,主要内容包括:创建原理图元件库,原理图的设计,PCB 板的设计和相关报表的生成,以及电路的仿真、VHDL 的介绍等。

本书内容丰富、层次清晰、图文并茂。书中含有大量的电路设计实例,这些例子均已在实际工作中使用过,可作为电路设计人员的参考用例。

本书非常适合从事电路设计的技术人员和高校师生阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 高级实例教程 / 唐清善等编著. —北京:中国水利水电出版社, 2004.4

(万水电子技术丛书)

ISBN 7-5084-2049-7

I. P… II. 唐… 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 (2004) 第 019942 号

书 名	Protel DXP 高级实例教程
作 者	唐清善 邱宝良 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机) 68331835 (营销中心) 82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 21 印张 470 千字
版 次	2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

科学技术的进步,促进了现代电子工业飞速发展。大规模、超大规模集成电路的应用日趋广泛,传统的手工设计和制作印制电路板的方法已经不适应时代的需求。而且,现代电子系统的日益复杂,不但要求各类电路 CAD 软件要跟上时代的发展,同时对相关技术人员也提出了更高的要求。

Protel 系列软件是电路 CAD 软件中的杰出代表。继 Protel 99SE 之后,Altium 公司又推出了 Protel DXP。这是一款出色的电路设计工具软件,较之 Protel 99SE 功能更为强大和全面。它不但继承了 Protel 99SE 优秀的设计功能,还为用户提供了更丰富的原理图元件库和 PCB 封装库,其设计功能集成了 SPICE 3f5/XSPICE 混合信号电路仿真、前布线及后布线信号完整性分析、规则驱动电路板布线等。可以预见,在未来一段时期内,Protel DXP 将会在电路设计领域内占据极其重要的地位。

本书以实例的形式介绍了使用 Protel DXP 进行电路板设计的基本过程,特别适合有一定基础、希望进一步提高 Protel DXP 应用水平的读者阅读使用。本书既包括基本操作及技巧的介绍,又有精挑细选的综合实例供读者参考,是从事电路设计工作的技术人员、大专院校师生进行电路板设计的理想参考书。

本书的主要内容共分 13 章,具体安排如下:

- 第 1 章:介绍了 Protel DXP 的新增功能及特点。
- 第 2 章:简要介绍了应用 Protel DXP 的设计流程。
- 第 3 章:介绍原理图库元件的创建及管理。
- 第 4 章:全面介绍有关原理图设计知识。
- 第 5 章:介绍 PCB 库元件的创建以及电路板的初步知识。
- 第 6 章:介绍电路板的布局和布线。
- 第 7 章:综合介绍 PCB 板的典型操作。
- 第 8 章:原理图设计与分析实例。
- 第 9 章:印制电路板设计与分析实例。
- 第 10 章:多层板的制作实例。
- 第 11 章:电路的仿真。
- 第 12 章:VHDL 的介绍。
- 第 13 章:综合实例。

本书部分实例的素材文件可直接从中国水利水电出版社网站(www.waterpub.com.cn)下载。

本书主要由唐清善、邱宝良编写,另外参与编写的人还有:周克足、刘斌、李亚捷、李永怀、周卫东、廖日坤、李宁宇、金镇、黄小惠、廖济林、庞丽梅、邱远彬、黄桂群、

刘伟捷、黄乘传等，他们在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，再加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

作者

2004年1月

目 录

前言

第 1 章 Protel DXP 简介.....	1
1.1 Protel DXP 的特点和新增功能.....	1
1.1.1 Protel DXP 的特点.....	1
1.1.2 Protel DXP 的新增功能.....	2
1.2 Protel DXP 的系统配置要求.....	2
1.3 组成界面.....	3
1.4 文件管理.....	3
1.4.1 建立项目文件.....	4
1.4.2 Protel 99 的数据库文件与 Protel DXP 的转化.....	4
1.4.3 文档的导入.....	5
1.4.4 删除和添加文档.....	6
1.5 小结.....	7
1.6 练习题.....	7
第 2 章 Protel DXP 设计基础.....	8
2.1 电路板设计的基本流程.....	8
2.1.1 原理图设计的基本流程.....	8
2.1.2 印制电路板设计的基本流程.....	8
2.2 常用绘制工具及其基本操作介绍.....	9
2.3 小结.....	10
2.4 练习题.....	10
第 3 章 创建原理图的库元件.....	11
3.1 库元件的创建.....	11
3.1.1 活用快捷键.....	11
3.1.2 库元件的绘制.....	12
3.2 创建库元件的注意事项.....	20
3.3 原理图元件库与库列表的管理.....	21
3.3.1 删除原理图元件库的元件.....	21
3.3.2 对库列表进行添加和删除.....	22
3.4 创建库元件的技巧.....	25
3.4.1 原理图元件库的元件添加.....	26
3.4.2 对已有元件的改进.....	29

3.4.3	新建元件的位置偏移现象的消除.....	32
3.4.4	属性基本相同的多引脚的绘制.....	33
3.5	库元件的报表生成及规则检查	34
3.5.1	元件的报表	35
3.5.2	元件库的报表	35
3.5.3	规则检查报表	36
3.6	小结	37
3.7	练习题	37
第 4 章	原理图的设计及相关技术	39
4.1	基础知识	39
4.1.1	创建新的原理图文件	39
4.1.2	原理图编辑环境	40
4.1.3	活用快捷键	45
4.2	绘制原理图的基本技术	45
4.2.1	元件的快速查询	45
4.2.2	原理图的绘制技巧	48
4.2.3	原理图的合并	56
4.3	电气方面的规划	58
4.3.1	检查元件的封装	59
4.3.2	元件的标识与编号	61
4.3.3	原理图的电气规则检查	64
4.3.4	原理图元件的更新	67
4.3.5	放置 PCB 板布线符号	68
4.3.6	生成网络表及相关技术	70
4.4	原理图的各种报表的生成	74
4.4.1	元件采购报表	74
4.4.2	元件引用参考报表	76
4.4.3	设计层次报表	77
4.4.4	自动编号报表	78
4.5	原理图的打印	78
4.6	小结	80
4.7	练习题	80
第 5 章	PCB 库元件的创建与管理	81
5.1	关于 PCB 库元件	81
5.1.1	常用的封装形式	81
5.1.2	典型元件的封装	84
5.1.3	活用快捷键	89

5.2	PCB 库元件的创建与管理.....	89
5.2.1	使用封装向导创建 PCB 库元件.....	89
5.2.2	手工创建不规则元件的封装.....	99
5.2.3	创建 PCB 库元件中的技巧.....	109
5.2.4	生成报告文件.....	113
5.3	电路板的初步知识.....	114
5.3.1	电路板的结构与分类.....	114
5.3.2	电路板的工作层类型及相关设置.....	116
5.3.3	电路板的材料.....	126
5.4	小结.....	127
5.5	练习题.....	127
第 6 章	电路板的布局与布线.....	128
6.1	布局与布线的概念.....	128
6.2	载入元件.....	128
6.2.1	载入元件的具体操作步骤.....	129
6.2.2	载入元件过程中的一些问题及其解决方法.....	131
6.3	PCB 编辑器中网络的拓扑结构.....	133
6.4	电路板的元件布局.....	136
6.4.1	元件的有关术语的解析.....	136
6.4.2	元件的自动布局.....	138
6.4.3	元件的手工布局.....	144
6.4.4	元件的手工布局与自动布局.....	147
6.5	电路板的布线.....	148
6.5.1	设置设计规则.....	148
6.5.2	设计规则的说明.....	150
6.5.3	布线常用快捷键的使用.....	162
6.5.4	电路板的自动布线.....	163
6.5.5	电路板的手工布线的原则.....	164
6.5.6	电路板的手工布线实例.....	169
6.6	PCB 文件的导出与打印.....	173
6.6.1	PCB 文件的导出.....	173
6.6.2	PCB 文件的打印.....	179
6.7	小结.....	180
6.8	练习题.....	180
第 7 章	PCB 设计的典型操作技巧.....	181
7.1	元件的操作技巧.....	181
7.1.1	更改元件的封装.....	181

7.1.2	元件封装的分解	183
7.2	导线的操作技巧	183
7.2.1	导线的全局改变原则	183
7.2.2	Re-Route 和 Un-Route 的使用	186
7.2.3	Loop Removal 的使用	188
7.2.4	特殊导线的绘制	190
7.2.5	拖拉导线端点	193
7.2.6	利用鼠标对导线调整	193
7.2.7	不同工作层导线的调整	196
7.3	电路板上元件标识符号的处理	196
7.3.1	元件标识符号的隐藏	197
7.3.2	元件标识符号的尺寸的改变	198
7.4	电路板上放置特殊字符串	199
7.4.1	20 个特殊的字符串的放置	199
7.4.2	在 PCB 上标注汉字	201
7.5	巧用特殊粘贴	201
7.5.1	单个元件的特殊粘贴	201
7.5.2	单个元件的阵列粘贴	204
7.6	PCB 编辑器中的交叉检索	208
7.7	制作安装孔	209
7.8	设计规则检查的技巧	209
7.9	活用 PCB 浏览器	212
7.9.1	用 PCB 浏览器管理网络类	213
7.9.2	用 PCB 浏览器管理元件类	216
7.10	小结	218
7.11	练习题	219
第 8 章	原理图设计与分析实例	220
8.1	单片机实现 USB 通信的原理图实例	220
8.2	GPS 模块的数据接收转换电路原理图实例	222
8.3	Navigator 在原理图实例中的使用	224
8.4	数字频率计原理图设计实例	225
8.5	实时日历表原理图设计实例	228
8.6	光功率计原理图设计实例	231
8.7	小结	233
8.8	练习题	233
第 9 章	印制电路板设计实例	234
9.1	单片机实现 USB 通信电路 PCB 设计	234

9.2	光功率计电路 PCB 图的设计	240
9.3	小结	243
9.4	练习题	243
第 10 章	多层板的设计	244
10.1	多层板原理图的绘制	244
10.1.1	创建工作区所需文件	244
10.1.2	原理图绘制前的准备工作	244
10.1.3	原理图的绘制	244
10.2	多层板的布局与布线	247
10.2.1	电路板尺寸的选择	247
10.2.2	载入元件	247
10.2.3	电路层的选择	249
10.2.4	布局与布线	252
10.3	多层板设计中的注意事项	256
10.4	小结	256
10.5	练习题	257
第 11 章	电路仿真	258
11.1	电路仿真的介绍	258
11.2	电路仿真的步骤	259
11.3	仿真电路的设置	259
11.3.1	设置电路图	259
11.3.2	设置仿真模型器件	259
11.3.3	仿真模型的参数设置	262
11.3.4	添加仿真电源	265
11.3.5	电路的仿真节点的设置	268
11.3.6	电路的仿真状态的设置	268
11.4	仿真电路分析的设置	270
11.4.1	仿真分析方法的选择	271
11.4.2	仿真节点数据的设置	271
11.4.3	仿真方法分析的设置	273
11.4.4	仿真参数的高级设置	277
11.5	仿真电路波形分析的使用	277
11.5.1	运行电路仿真	278
11.5.2	仿真波形分析器的使用	278
11.6	电路仿真实例	282
11.6.1	多谐振荡器电路	282
11.6.2	滤波器电路	285

11.7	小结	289
11.8	练习题	290
第 12 章	VHDL 介绍	291
12.1	VHDL 语言概述	291
12.1.1	实体和构造体	291
12.1.2	包集合	292
12.1.3	配置	292
12.1.4	数据类型	292
12.1.5	运算操作符	293
12.1.6	主要描述语句	294
12.2	设计 VHDL 文件	295
12.2.1	创建 VHDL 文件	295
12.2.2	设置编译环境	296
12.3	小结	297
12.4	练习题	297
第 13 章	综合实例	298
13.1	整体方案分析	298
13.1.1	硬件方面	298
13.1.2	软件方面	299
13.1.3	整体方案的确定	299
13.2	原理图设计	300
13.2.1	原理图元件的设计	300
13.2.2	原理图的绘制	302
13.2.3	原理图报表生成与打印	305
13.3	印制电路板的设计	307
13.3.1	元件封装的确定	307
13.3.2	元件的布局	310
13.3.3	电路板的布线	313
13.4	小结	319
13.5	练习题	319
附录	习题答案	321

第 1 章 Protel DXP 简介

随着国内 EDA 软件工具中的 Protel 系列的广泛使用，在继承了前面 Protel 系列软件功能的基础上，Altium 公司于 2002 年又推出一套新的电路板设计软件——Protel DXP。它增加了许多功能，给电子设计者带来了更多设计的方便之处。下面介绍其新的特点与功能。

1.1 Protel DXP 的特点和新增功能

Protel DXP 是一款基于 Windows XP|NT|2000 的全 32 位的电子设计系统。它提供了一套完全集成的设计，能帮助用户快速地从概念设计经原理图设计到 PCB 设计及信号的仿真。

1.1.1 Protel DXP 的特点

Protel DXP 主要由 5 大部分组成，分别为：原理图设计、原理图仿真、印制电路板设计、自动布线器和 FPGA 设计。常用的有下面三大部分：

(1) 原理图的设计 (*.schdoc)。主要用于电路原理图的设计，为印制电路板的设计做准备。图 1-1 是一个用 Protel DXP 设计的原理图实例。

(2) 印制电路板的设计 (*.pcbdoc)。主要产生 *.pcbdoc 文件，可直接用于电路板的生产。图 1-2 所示的 PCB 图就是用 Protel DXP 设计完成的。

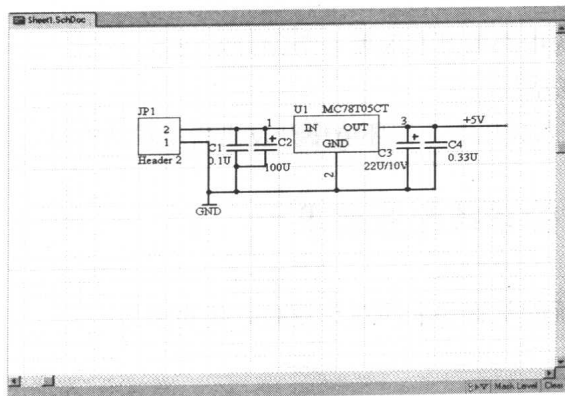


图 1-1 Protel DXP 设计的原理图实例

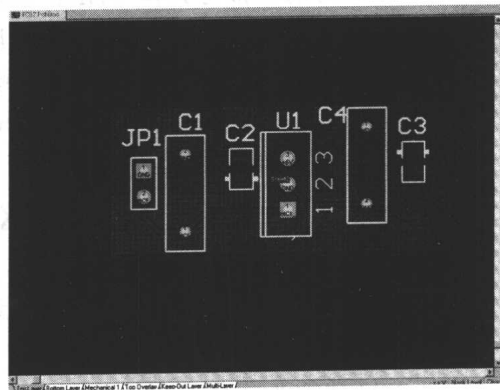


图 1-2 印制电路板的实例

(3) 用 VHDL 语言描述逻辑电路。Protel DXP 的一个显著的特点是它能使用比较流行的 VHDL 语言描述逻辑电路。图 1-3 为一个用 VHDL 语言描述的逻辑电路。

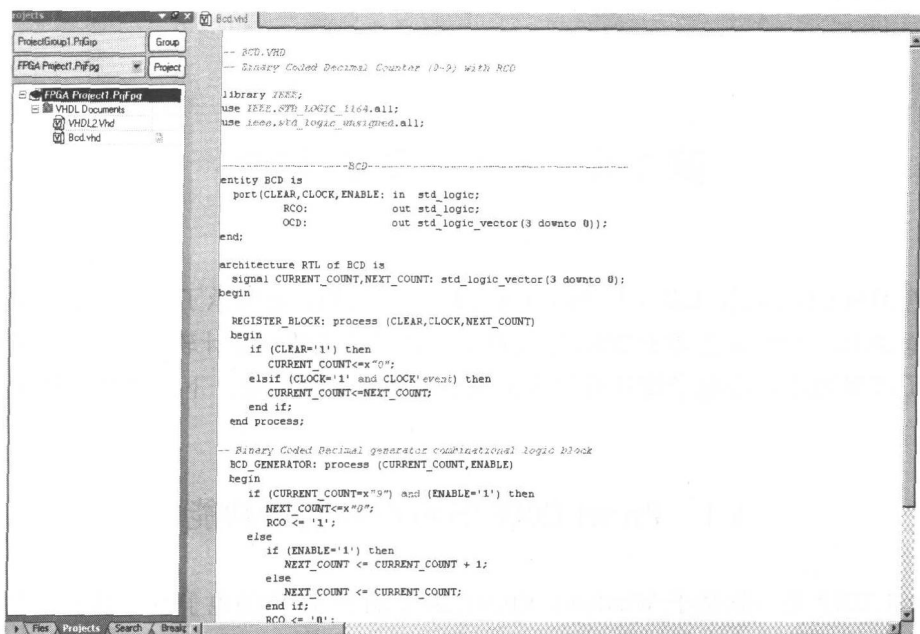


图 1-3 是一个用 VHDL 语言描述逻辑电路的实例

1.1.2 Protel DXP 的新增功能

在兼容以前的 Protel 的各种版本功能的基础上, Protel DXP 新增了如下功能:

- (1) 为方便用户,增加了许多 FPGA、DSP 型号的原理图库元件、PCB 库元件封装。
- (2) 能够用 VHDL 语言直接进行 FPGA 设计,这对于数字电路的设计是一个巨大的便利,用户能迅速设计出逻辑电路。
- (3) 使用更加舒服,增强了一些快捷键,例如用鼠标左键点住一元件,则其马上变色;按 Delete 键,则可删除掉;连接导线时,能明显地区别是否连上了等。
- (4) 在信号的模拟仿真和 VHDL 仿真方面,通过仿真波形,能够帮助用户更清楚地看到其电路设计得是否合理与完善,这能加快电路的开发速度,节约开发成本。
- (5) 提供了与 OrCAD 格式文件的转换功能。
- (6) 界面更加柔和,美观,能让用户在人性化的工作环境中开发出高质量的产品。

1.2 Protel DXP 的系统配置要求

由于本软件具备强大的功能,所以对系统的配置要求相对比较高。其要求为:

(1) 硬件方面:

- CPU 建议为赛扬 1.4G 以上或 P4。
- 内存建议为 256M 以上。
- 显卡建议为 32M 以上。

(2) 软件方面: 安装 Windows 2000/NT/XP。

1.3 组成界面

在 Windows XP 下安装好 Protel DXP，从开始菜单的程序中启动 Protel DXP 后（如图 1-4 所示）就可使用 Protel DXP 进行电路设计了。它都是在单一的应用环境——the Design Explore 中完成的。启动后的界面如图 1-5 所示。

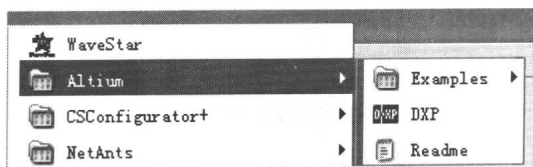


图 1-4 启动的界面

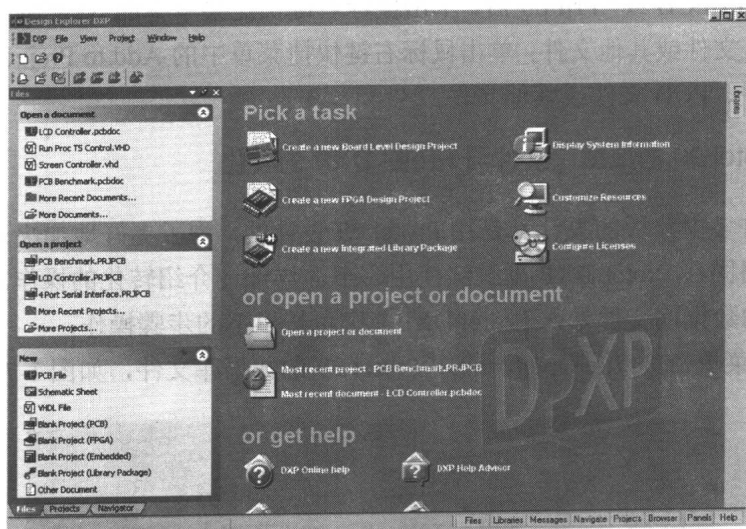


图 1-5 Protel DXP 启动界面

该界面主要包含了 3 个方面的内容：

(1) 选择一个任务：包括创建一个新的主板级项目（Project），FPGA 设计新项目，集成的库元件包，显示系统的信息，用户的相关资源，注册的信息。

(2) 打开已有的项目或文档，或者最近的项目及文档。

(3) 寻求 Windows 下的帮助，如在线帮助或给 DXP 帮助的建议。

在该界面下，用户可选择任意的一项双击后进行设计。

1.4 文件管理

Protel DXP 的文件管理是先建立一个*.PrjGrp，然后以项目*.PrjPCB 或*.PrjFpg 进行管理。

1.4.1 建立项目文件

单击 File 菜单里 New 命令建立一个 PCBProject 或 PrjFpg，当建立一个*. PrjPCB 或 *.PrjFpg 后，则所有的文件在其目录下，如图 1-6 所示。

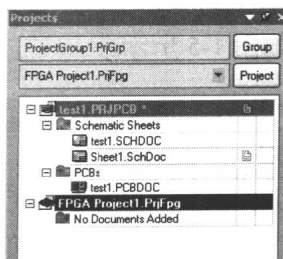


图 1-6 *.PrjPCB 或*.PrjFpg 的建立

当建立起*.PrjPCB 或*.PrjFpg 后，单击鼠标右键快捷菜单中的 New 命令可添加新的原理图文件、PCB 文件或其他文件；单击鼠标右键快捷菜单中的 Add to Project 命令可添加已有的原理图文件、PCB 文件或其他文件。

1.4.2 Protel 99 的数据库文件与 Protel DXP 的转化

由于现在许多电路板的设计都是用 Protel 99 设计的，为了更好地加快开发，有必要把以前设计的电路图在 Protel DXP 里继续使用。下面详细地介绍转化的操作。

Protel 99 的数据库文件导入 Protel DXP，则可按以下的步骤操作：

(1) 执行菜单命令 File|Open，选中 Protel 99 的数据库文件，如图 1-7 所示。

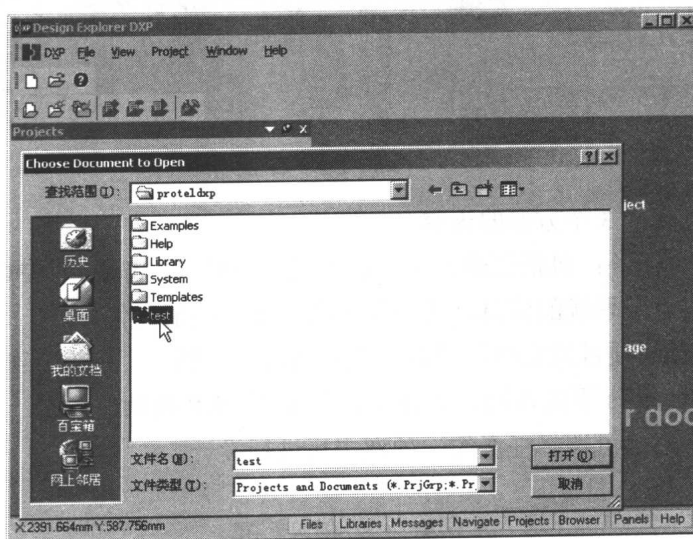


图 1-7 选中 Protel 99 的数据库文件

(2) 在双击 Protel 99 的数据库文件 test.ddb，单击 Yes 按钮后会出现如图 1-8 所示的结果。

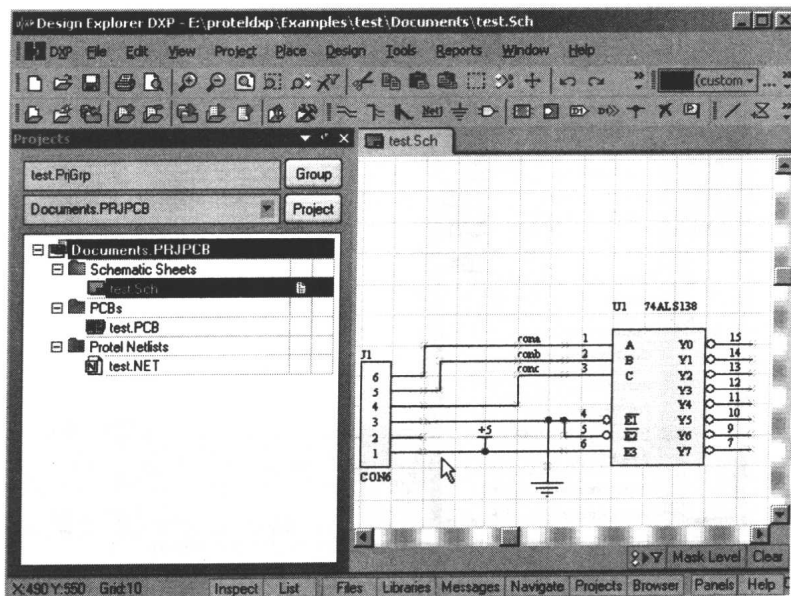


图 1-8 打开 Protel 99 的数据库文件 test.ddb

(3) 所有的 Protel 99 的数据库文件完成转化, 最终会得到*.ddb 转化为*.PrjGrp, *.pcb 转化为*.PRJPCB, *.sch 转化为*.schdoc。其整体转换的结果对应关系如图 1-9 所示。

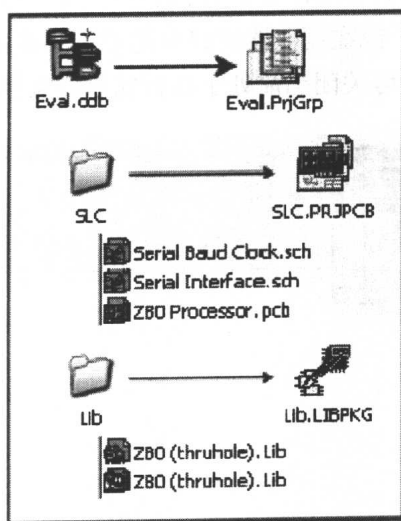


图 1-9 Protel 99 的数据库文件与 Protel DXP 转化的对应

1.4.3 文档的导入

对于设计者来说, 在设计的过程中需要文档的导入, 其操作步骤如下:

- (1) 新建或打开一个*.PRJPCB 文件。
- (2) 执行菜单命令 File|Import, 在弹出的 Import 菜单命令里单击 AutoCAD DWG|DXF 命令, 如图 1-10 所示。

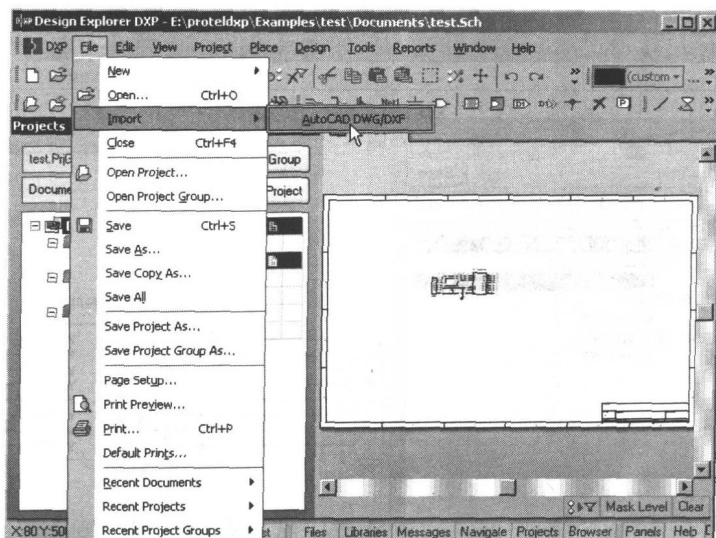


图 1-10 文档的导入

1.4.4 删除和添加文档

要删除一个文档，必须先关闭该文档。要关闭一个处于打开状态的文档，可以在文档标签上单击鼠标右键，如图 1-11 所示，在弹出的快捷菜单中执行 Close 命令，关闭该文档。也可执行菜单命令 File|Close，或在浏览器窗口中选中所要关闭的文件，单击鼠标右键，执行 Close 命令。这两种方法均可关闭当前处于打开状态的文档。

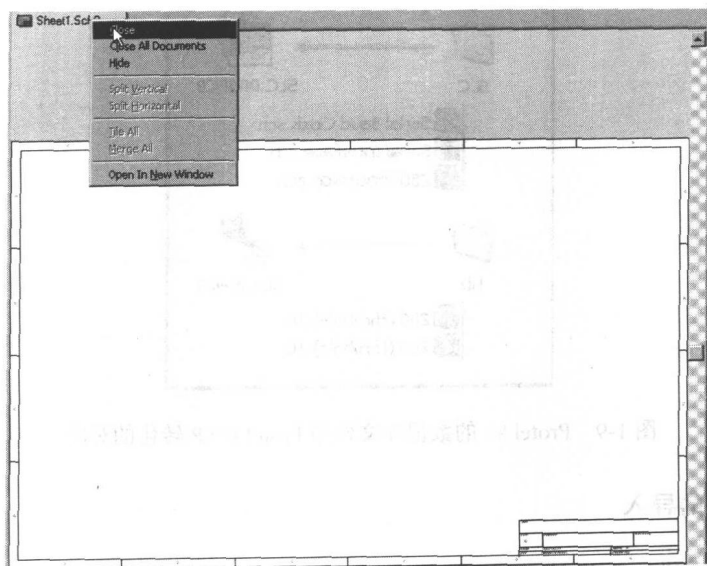


图 1-11 关闭一个处于打开状态的文件

如要删除一个项目中的文件，用鼠标右键单击所选的文件，如图 1-12 所示，单击 Remove from project 即可，此时所删除的文件成为自由文件。