

Protel 2004 电路设计与制板习题精解

老虎工作室 张明峰 编著
张伟



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 2004 电路设计与制板习题精解 / 老虎工作室编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006.3

ISBN 7-115-14308-0

I. P... II. 老... III. 印刷电路—计算机辅助设计应用软件, Protel 2004—解题

IV. TN410.2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 018120 号

内 容 提 要

Protel 2004 是美国 Altium 公司 (前身即 Protel Technology 公司) 开发的大型电子设计自动化 (EDA) 集成软件, 与以前的版本相比, 它具有更新更强大的功能。该软件在印制电路板设计制作中有着广泛的应用, 是当今优秀的 EDA 软件之一。

本书共 13 章, 以精心选择的设计实例为主线, 介绍了以 Protel 2004 中的工具为核心的印制电路板设计技术。包括 Protel 2004 的基本操作、原理图和印制电路板的绘制、各种报表的生成和阅读及电路仿真等内容, 还介绍了作者在实际工作中积累的经验、体会和相关的电路设计背景知识以及这些知识在 Protel 2004 中的应用技巧等。

本书配套光盘收录了书中全部实例的制作结果和典型操作的动画演示文件, 读者可以对照学习。

本书选例典型、针对性强, 适合已经对 Protel 软件有一定了解, 想进一步学习 Protel 2004 软件使用方法和应用技巧或者想进一步提高自己印制电路板设计水平的读者阅读, 也可以作为从事产品开发设计工作的工程设计人员以及高等院校师生的参考资料。

Protel 2004 电路设计与制板习题精解

◆ 编 著 老虎工作室 张明峰 张 伟
责任编辑 李永涛

◆ 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>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.25
字数: 318 千字 2006 年 3 月第 1 版
印数: 1-6 000 册 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14308-0/TP · 5166

定价: 28.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129233



老虎工作室

主 编： 沈精虎

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

内容和特点

Protel 2004 继承了 Protel 系列产品的优点，与 Protel 99 SE 相比，它在许多方面均有大幅度的提高，并具有以下新特性。

- Protel 2004 在电路板设计中引入项目管理的方法，倡导了电路板设计的一种新理念。
- Protel 2004 各种设计工具无缝集成，同步化程度更高。
- 具有 Windows XP 的界面风格，更加人性化。
- 整体的设计概念，支持自然的非线性设计流程——真正的双向同步设计。
- 采用集成元器件库替代分离的元器件库，是 PCB 电路板设计上的重大技术革新。
- 全面的设计分析，包括数模混合仿真、VHDL 仿真和信号完整性分析等。
- 支持多通道设计的模式，提高了电路板设计的效率。
- 支持 VHDL 设计和混合模式设计（FPGA、SITUS 拓扑布线技术）。

本书通过大量应用实例，介绍了 Protel 2004 原理图编辑器和 PCB 编辑器的各种基本功能及其使用方法。书中的习题都是根据作者在长期应用 Protel 系列软件的工作过程中积累的经验而设置的，可以满足读者的实际需要。

本书具有以下特点。

- 实用性。本书的所有实例均来自作者平时的工作积累和一些科研项目，所介绍的电路和操作技巧均来自实践，具有很强的实用性。
- 经验性。在介绍电路板的制作过程中，融入了作者多年设计电路板的经验和实际操作过程中总结出来的技巧。
- 时代性。本书实例中提到的元器件都是当前的主流器件或者是电路板设计中常用的器件，具有当前电子设计的时代特色。
- 全面性。本书覆盖了 Protel 2004 的大部分知识点，内容丰富，是广大电路板设计人员学习 Protel 2004 的一本有用的参考书。

本书共 13 章，大致内容介绍如下。

- 第 1 章：详细介绍了 Protel 2004 的体系结构、文件管理以及系统参数的设置等知识。
- 第 2 章至第 4 章：详细介绍了 Protel 2004 原理图编辑器的使用和参数设置、原理图绘制的典型技巧、原理图库元器件的创建与管理以及全局编辑功能的使用等练习。
- 第 5 章至第 8 章：详细介绍了 PCB 编辑器的使用和参数设置、PCB 设计的典型技巧、电路板的元器件布局、手工布线技巧与自动布线方法以及电路板敷铜操作。
- 第 9 章至第 10 章：详细介绍了元器件封装的设计方法和 PCB 库元器件的创建与管理。

- 第 11 章至第 12 章：详细介绍了 PCB 电路板设计过程中各种报表文件的生成方法以及电路板 DRC 设计校验。
- 第 13 章：介绍了几个电路板设计综合练习。

读者对象

本书是为 Protel 2004 的初中级用户编写的，特别适合作为培训的配套教材。书中所介绍的典型实例和各种实用技巧，有助于读者在较短的时间内掌握 Protel 2004 的基本使用方法，并且迅速提高 Protel 2004 的应用水平。

此外，本书可供高等院校相关专业的师生参考使用，对企事业单位相关专业技术人员也有很高的参考价值。

系统软、硬件要求

运行 Protel 2004 (SP2) 的基本配置如下（注意：不支持 Windows 95/98/Me）。

一、最低配置

- 操作系统：Windows 2000 专业版。
- 硬件配置：500MHz CPU/128MB RAM/620MB 剩余硬盘空间；
1280 × 768 16 位显示器/8MB 显存。

二、标准配置

- 操作系统：Windows XP。
- 硬件配置：P4 1GHz CPU/512MB RAM/620MB 剩余硬盘空间；
1280 × 1024 32 位显示器/32MB 显存。

附盘内容

- “录像”文件夹下存放了各章节中主要操作实例的动画演示文件（.avi 格式）。
“avi”是最常用的动画文件格式，读者用 Windows 系统提供的“媒体播放机”就可以播放“.avi”动画文件。单击【开始】/【程序】/【附件】/【娱乐】/【媒体播放机】选项即可打开“媒体播放机”。一般情况下，读者只要双击某个动画文件即可观看。
- “EDA”文件夹下存放了各章节中的示例文件。

注意：播放动画演示文件前要安装光盘根目录下的“tscc.exe”插件。

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

2006 年 3 月

第 1 章 Protel 2004 设计浏览器的操作	1
1.1 Protel 2004 系统组成.....	1
1.2 几个常用的编辑器.....	2
1.3 文件管理操作实战练习.....	3
1.4 工作窗口面板显示方式操作实战练习.....	6
1.5 系统参数设置操作实战练习.....	6
第 2 章 原理图编辑器基本功能介绍	9
2.1 原理图编辑器工作环境参数设置实战练习.....	9
2.1.1 设置图纸大小.....	9
2.1.2 修改图纸颜色.....	10
2.1.3 修改栅格参数.....	10
2.2 选取图形操作实战练习.....	11
2.2.1 利用菜单命令选取图件.....	11
2.2.2 鼠标选取.....	12
2.2.3 鼠标+键盘选取.....	12
2.2.4 利用【Navigator】(导航器)面板选取.....	13
2.3 图件的复制、粘贴操作实战练习.....	14
2.3.1 图件的复制、粘贴.....	14
2.3.2 图件的阵列粘贴.....	14
2.4 调整元器件位置操作实战练习.....	16
2.4.1 移动元器件.....	16
2.4.2 旋转元器件.....	16
2.4.3 元器件的排列与对齐.....	17
2.5 群体编辑功能操作实战练习.....	18
2.5.1 利用群体编辑功能修改元器件标识的字体.....	19
2.5.2 隐藏元器件参数.....	20
第 3 章 绘制原理图	23
3.1 放置元器件操作实战练习.....	23

3.1.1	添加元器件库文件.....	23
3.1.2	利用库文件面板放置元器件.....	26
3.1.3	利用菜单命令放置元器件.....	28
3.1.4	删除元器件.....	29
3.2	建立电气连接操作实战练习.....	29
3.2.1	利用导线建立电气连接.....	29
3.2.2	放置网络标号.....	31
3.2.3	放置电源和接地符号.....	32
3.2.4	放置输入和输出端口.....	33
3.2.5	放置总线 (Bus)	34
3.3	修改元器件属性实战练习.....	35
3.4	元器件子件操作实战练习.....	37
3.5	元器件编号操作实战练习.....	38
3.6	综合练习	41
第 4 章	原理图符号的编辑.....	45
4.1	绘制原理图符号基本操作.....	45
4.1.1	创建原理图库文件.....	45
4.1.2	画图工具栏操作简介.....	46
4.1.3	绘制线段	46
4.1.4	放置椭圆弧.....	47
4.1.5	放置矩形	49
4.1.6	放置元器件引脚.....	49
4.1.7	放置 IEEE 符号	52
4.2	绘制原理图符号实战练习.....	54
4.3	修改原理图符号实战练习.....	60
4.3.1	修改引脚长度.....	61
4.3.2	修改引脚序号.....	62
4.3.3	修改注释文字.....	63
第 5 章	PCB 编辑器的基本功能操作.....	65
5.1	创建 PCB 文件实战练习	65
5.1.1	利用菜单命令.....	65
5.1.2	利用向导	65
5.1.3	利用系统提供的 PCB 模板创建 PCB 文件.....	72
5.2	PCB 编辑器工作环境参数设置	73
5.3	PCB 编辑器系统参数设置	76
5.4	特殊功能粘贴操作实战练习.....	79

5.4.1	特殊粘贴	79
5.4.2	阵列粘贴	80
5.5	绘制导线操作实战练习	82
5.5.1	绘制简单导线	82
5.5.2	绘制不同转角形式的导线	83
5.5.3	绘制宽度不一的导线	83
第 6 章	元器件布局的操作	85
6.1	规划电路板操作实战练习	85
6.1.1	确定电路板的外形尺寸实战练习	85
6.1.2	设置电路板工作层面实战练习	87
6.2	载入元器件和网络表操作实战练习	88
6.2.1	编译原理图实战练习	88
6.2.2	载入网络表和元器件实战练习	91
6.3	元器件布局实战练习	94
6.3.1	自动布局参数设置	95
6.3.2	自动布局实战练习	98
6.3.3	手工布局实战练习	100
6.4	综合练习	101
6.4.1	LED 显示电路的交互布局	101
6.4.2	频率合成电路的交互布局	104
第 7 章	电路板布线操作	107
7.1	布线规则设置实战练习	107
7.1.1	电气特性设计规则	107
7.1.2	布线设计规则	111
7.2	自动布线实战练习	116
7.3	手动布线实战练习	119
7.4	交互式布线实战练习	122
7.5	电路板布线综合练习	123
7.5.1	LED 显示电路布线练习	123
7.5.2	频率合成电路布线练习	127
第 8 章	电路板敷铜操作	129
8.1	设置敷铜选项操作实战练习	129
8.2	敷铜操作实战练习	131
8.2.1	敷铜操作练习	131

8.2.2 包地操作	133
8.3 修改敷铜实战练习.....	134
8.4 电路板敷铜综合练习.....	136
8.4.1 LED 显示电路地线敷铜练习.....	136
第 9 章 元器件封装的设计.....	139
9.1 画图工具栏操作实战练习.....	141
9.1.1 绘制元器件封装外形练习.....	141
9.1.2 放置焊盘练习.....	143
9.2 创建元器件封装实战练习.....	145
9.2.1 利用向导创建元器件封装.....	145
9.2.2 手工创建元器件封装.....	150
9.3 修改元器件封装实战练习.....	153
第 10 章 元器件库管理	157
10.1 从 Protel 99 SE 中导入元器件库	157
10.2 创建集成元器件库实战练习.....	159
10.3 创建自定义的元器件库实战练习.....	161
第 11 章 生成报表文件实战练习	163
11.1 生成原理图报表文件实战练习.....	163
11.2 生成原理图库报表文件实战练习.....	167
11.3 生成 PCB 电路板报表文件实战练习	168
11.4 生成元器件封装库报表文件实战练习.....	172
第 12 章 电路板的 DRC 设计校验	175
12.1 设置 DRC 设计校验选项操作实战练习.....	175
12.2 DRC 设计校验操作实战练习	177
12.3 通过 DRC 设计校验报告修改电路板操作实战练习.....	178
第 13 章 电路板设计综合实战练习.....	181
13.1 锂电池充电电路设计实战练习.....	181
13.2 数字单脉冲电源电路设计实战练习.....	188
13.3 IC 卡智能水表电路设计实战练习.....	196

第1章 Protel 2004 设计浏览器的操作

本书将通过习题操作的方式向读者介绍 Protel 2004 软件的基本使用方法和一些操作技巧以及相关的电路设计技巧，使读者通过这些习题的练习能够快速掌握该软件的应用，并能够利用它设计出满足设计人员意图、符合电路板制作要求和电气特性要求的 PCB 电路板。

本章将带领读者熟悉电路板设计的平台——Protel 2004 设计浏览器（Design Explorer），为后面的习题练习打好基础。本章的习题主要包括以下几个方面的内容。

- Protel 2004 系统组成。
- 几个常用编辑器。
- 文件管理的操作。
- 工作窗口操作。
- 系统参数设置的操作。

1.1 Protel 2004 系统组成

Protel 2004 采用优化了的设计浏览器，通过把设计输入仿真、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完美融合，为用户提供了全面的设计解决方案，使用户可以轻松地进行各种复杂的电路板设计。

Protel 2004 采用客户/服务器应用程序设计模式，在其提供的集成客户/服务器环境中，设计者可以运行各种服务器程序组件，如原理图设计服务器、网络表生成服务器、电路仿真服务器、PCB 设计服务器和自动布线服务器等，如图 1-1 所示。

不论是 Protel 2004 本身的组件，还是来自第三方的设计组件，都可以很容易地嵌入到 Protel 2004 中，以增强其应用功能。

Protel 2004 虽然包含有数目众多的服务器程序，但是在进行电路板设计过程中经常用到的设计服务器主要有下面 5 类组件。

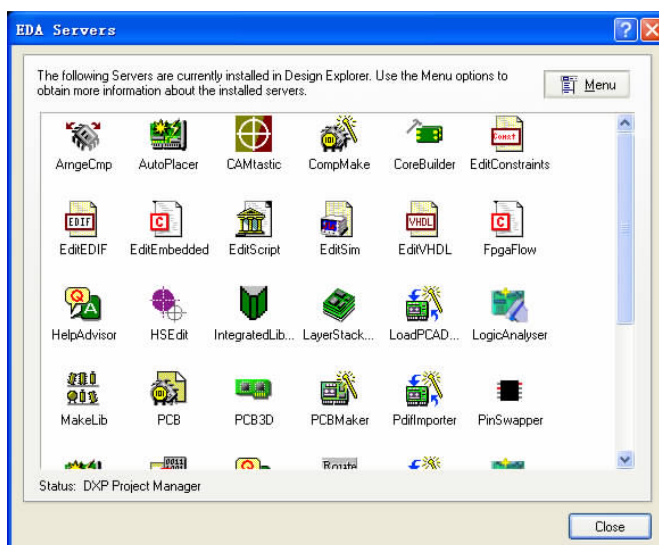


图1-1 Protel 2004 为用户提供的服务器程序浏览



- 原理图设计组件。
- PCB 设计组件。
- 自动布线组件。
- 可编程逻辑器件组件。
- 电路仿真组件。

1.2 几个常用的编辑器

电路板设计过程中常用的编辑器主要有原理图编辑器和 PCB 编辑器，以及设计原理图符号的原理图库编辑器和设计 PCB 元器件封装的元器件封装库编辑器等。

一个完整的电路板设计必须经过原理图设计和 PCB 设计两个阶段，第一阶段的原理图绘制就是在原理图编辑器中完成的。

原理图编辑器的主要功能是设计电气原理图，完成对实际电路电气连接的正确表述。此外，在原理图编辑器中利用原理图库所提供的元器件的原理图符号，还可以快速绘制电气设备之间的接线图。

原理图库编辑器是用来完成原理图符号的设计。在正式制作原理图符号之前，需要创建一个原理图库文件，以存放即将制作的原理图符号，同时还可以激活原理图库编辑器。

在 PCB 编辑器中，需要完成的是电路板设计第二阶段的任务，即根据原理图设计完成电路板的制作。电路板制作主要包括电路板选型、规划电路板的外形、元器件布局、电路板布线、覆铜和设计规则校验等工作。

如果个别元器件的封装在系统提供的元器件封装库中不能找到时，解决的办法就是自己动手制作元器件封装。同制作原理图符号一样，在制作元器件封装之前，也应当先创建一个新的 PCB 元器件封装库文件，或者是打开一个已经存在的元器件封装库。

4 个常用编辑器之间的关系如图 1-2 所示。

由图 1-2 可以看出，原理图编辑器和 PCB 编辑器是进行电路板设计的两个基本工作平台，并且原理图和 PCB 的更新是实时同步的；原理图库编辑器和元器件封装编辑器是在电路板设计过程中根据需求才被激活的。

从编辑器之间的关系来看，原理图库编辑器是服务于原理图编辑器，主要用来制作原理图符号，以保证原理图设计的顺利完成；元器件封装库编辑器服务于 PCB 编辑器，主要用来制作元器件封装，以保证所有的元器件的原理图符号都能有对应的元器件封装，使原理图设计能够顺利地转入到 PCB 的设计。

总的来说，原理图设计是电路设计者设计思路的图纸化，是电路板设计过程中的准备阶段；PCB 设计是整个电路板设计过程中的实现阶段，而原理图符号、元器件封装和网络表三者则是联系原理图编辑器和 PCB 编辑器的桥梁

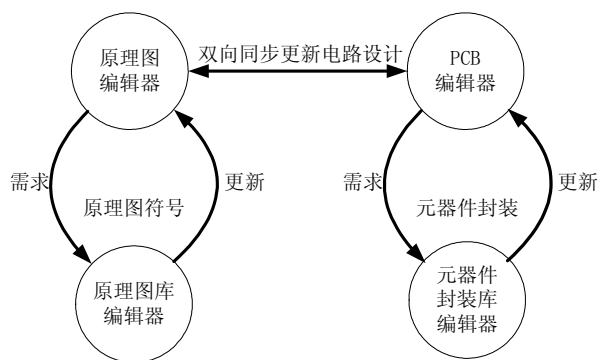


图1-2 4个常用编辑器之间的关系



和纽带。

1.3 文件管理操作实战练习

【练习1-1】：创建一个设计工程文件，保存该文件并命名为“**My First Project**”，结果如图 1-3 所示。

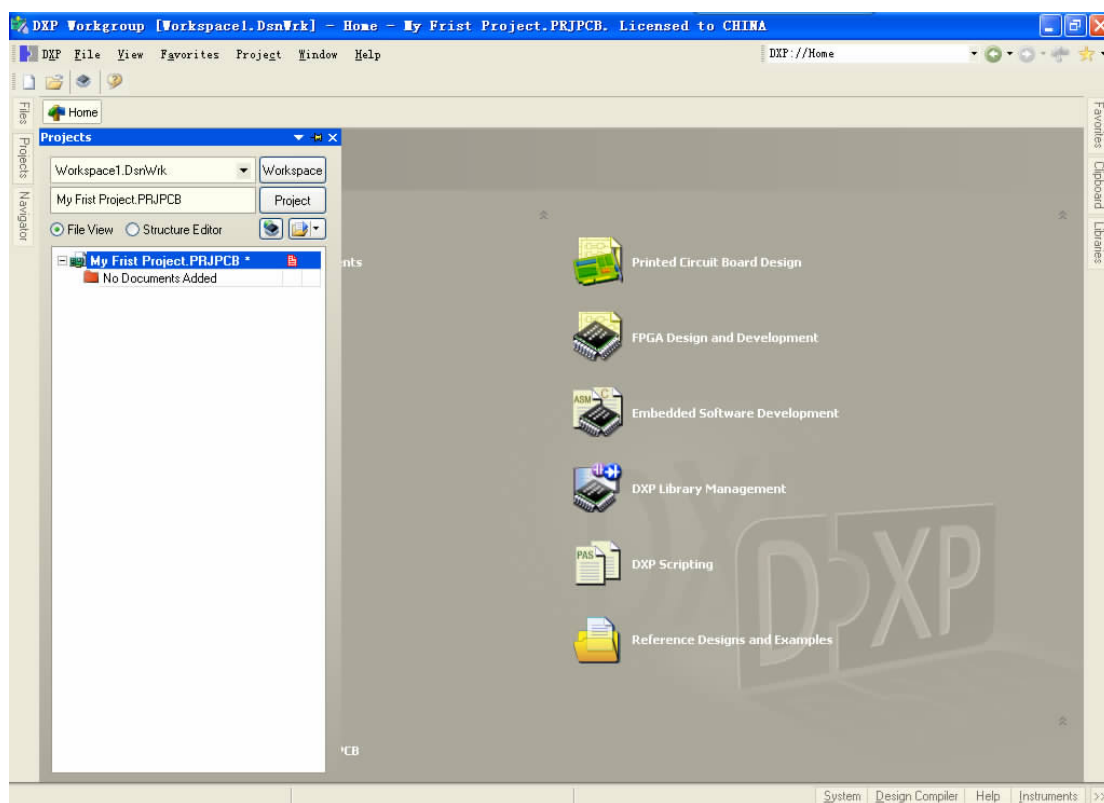



图1-3 创建工程文件

1. 执行菜单命令 **【File】 / 【New】 / 【Project】 / 【PCB Project】**。
2. 执行菜单命令 **【File】 / 【Save Project】**，在弹出的对话框中，将存储位置定位到读者新建的文件夹，在文件名栏中键入“**My First Project**”后，单击  按钮即可。

【练习1-2】：各创建一个原理图文件、PCB 文件、原理图库文件和元器件封装库文件，都命名为“**First**”，这些文件将自动添加到练习 1-1 中创建的设计工程下，结果如图 1-4 所示。

1. 执行菜单命令 **【File】 / 【New】 / 【Schematic】**，然后按照 **【练习 1-1】** 中的步骤 2 将文件存储到指定位置，并命名为“**First**”。
2. 按照图 1-5 中的顺序重复类似步骤 1 的操作执行相应的菜单命令，即可完成设计文件的创建。

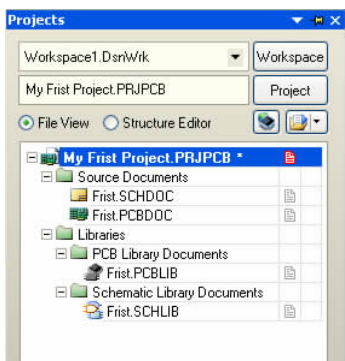


图1-4 在工程文件下创建电路板设计文件

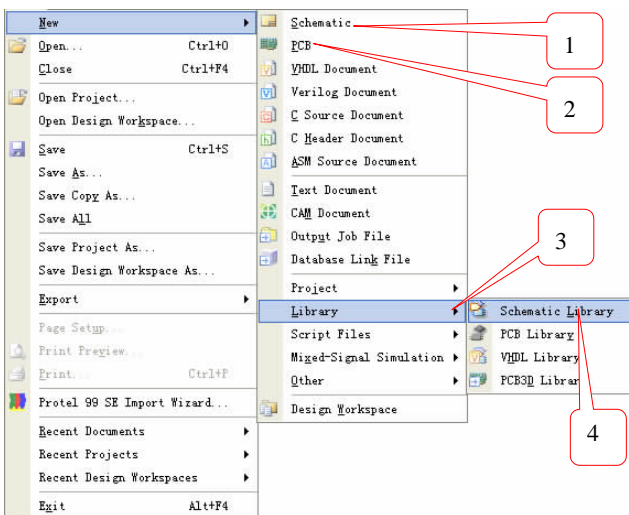


图1-5 执行创建电路板设计文件的命令菜单

【练习1-3】：将图 1-4 中“ My First Project ”设计工程下的“ First.PCBLIB ”和“ First.SCHLIB ”库文件从当前设计工程中移出，最后的结果如图 1-6 所示。

1. 将鼠标光标移到“First.PCBLIB”上，然后单击鼠标右键，即可弹出如图 1-7 所示的命令菜单。执行菜单命令【Remove from Project】，即可将“First.PCBLIB”从当前设计工程中移出。
2. 将鼠标光标移到“First.SCHLIB”上，重复步骤 1 即可完成操作。

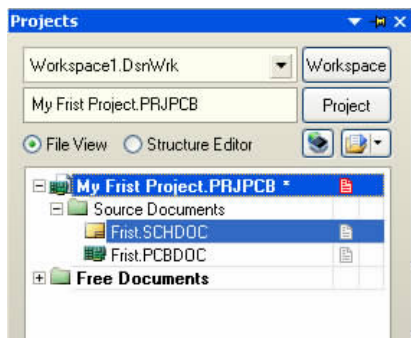


图1-6 将电路板设计文件移出设计工程

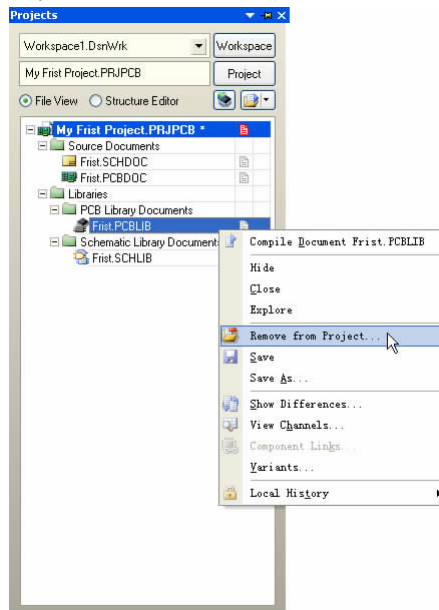


图1-7 移出设计文件

【练习1-4】：如图 1-8 所示，将【Free Documents】自由文档“Sheet1.SchDoc”及【练习 1-3】中移出的“First.SCHLIB”文件添加到“ My First Project ”设计工程下，结果如图 1-9 所示。

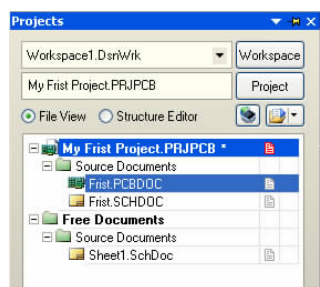


图1-8 添加设计文件前的工程面板



图1-9 添加设计文件后的工程面板

1. 将鼠标光标移到“Sheet1.SchDoc”文件名上，然后单击鼠标右键，即可弹出如图 1-10 所示的菜单命令。执行菜单命令【Add to Project My First Project.PRJPCB】，即可将“Sheet1.SchDoc”添加到设计工程中。
2. 将鼠标光标移到“My First Project.PRJPCB”工程文件名上，然后单击鼠标右键，即可弹出如图 1-11 所示的菜单命令。执行菜单命令【Add Existing to Project】，在弹出的选择文件对话框中选中“First.SchLib”，然后单击 按钮即可。

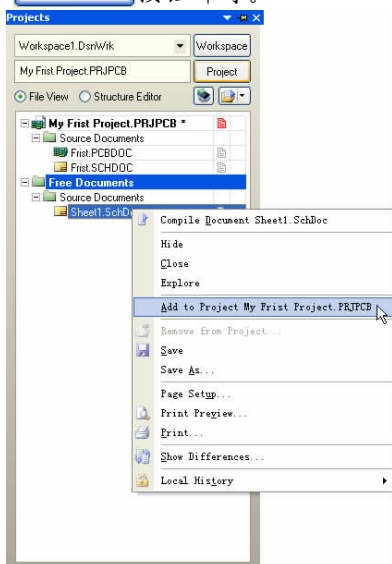


图1-10 执行添加自由文件到设计工程的菜单命令

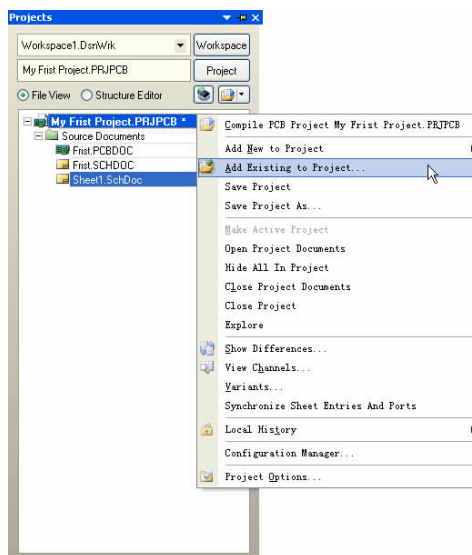


图1-11 执行添加设计文件到设计工程的菜单命令

【练习1-5】：将光盘中的“\EDA\ex101\Receive.SCHDOC”原理图文件导入“My First Project.PRJPCB”设计工程下，结果如图 1-12 所示。

1. 将光盘中的“\EDA\ex101\Receive.SCHDOC”原理图文件复制粘贴到“My First Project.PRJPCB”设计工程文件所在的文件夹下。
2. 按照【练习 1-4】中的步骤 2 将上述原理图文件添加到当前设计工程下。

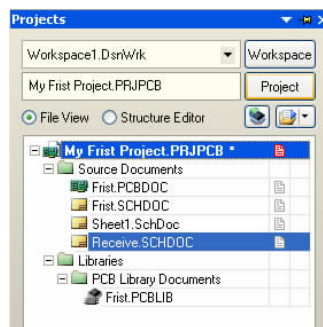


图1-12 导入原理图文件后的结果



提示：(1) 在 Protel 2004 中“导出设计文件”的操作只需将目标文件复制、粘贴到指定位置即可。而“导入设计文件”除了将目标文件复制、粘贴到工程设计文件所在文件夹下（为了方便设计文件的管理，最好与设计工程文件放在同一文件夹下），还应执行添加到设计工程的操作。(2) 设计文件的更名、剪切、复制和粘贴操作与 Windows 的文件操作一样。

1.4 工作窗口面板显示方式操作实战练习

【练习1-6】：将【Project】面板的显示方式按“自动隐藏方式—锁定显示方式—浮动显示方式”顺序进行切换，结果如图 1-13 所示。

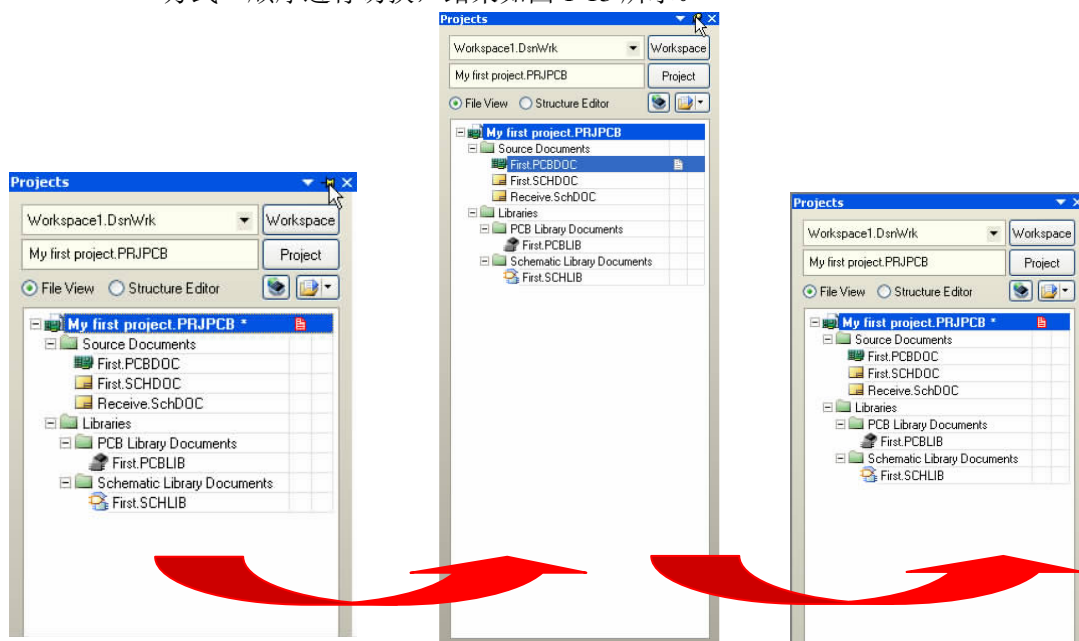






图1-13 切换面板的显示方式

提示：自动隐藏方式与锁定显示方式的切换只需用鼠标单击图 1-13 中的  () 图标即可；由前面两种显示方式切换到浮动显示方式则需将鼠标光标放在工作窗口面板最上面的蓝色边框上，然后按住鼠标左键并移动到工作窗口中，即可将其切换至浮动显示方式；反之，将鼠标光标放在浮动窗口上按住鼠标左键并向工作窗口的边框移动则可恢复为自动隐藏方式或锁定显示方式。

1.5 系统参数设置操作实战练习

【练习1-7】：将系统文件默认的存储路径改为用户指定的位置，如图 1-14 所示。

1. 单击菜单栏中的  DIP 按钮，执行【Preferences】菜单命令，进入【Preferences】设计浏览器系统参数设置对话框。
2. 单击【General】选项之后再单击【Document Path】选项后的  按钮，将文件存储路径指定到适当的位置即可。

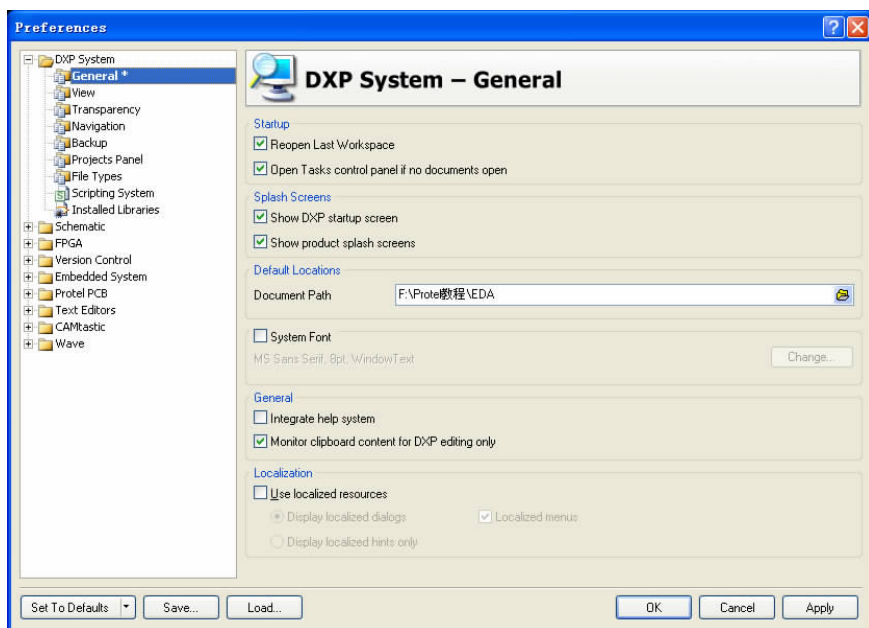


图1-14 改变系统文件存储路径

【练习1-8】：激活设计文件的自动备份功能，并指定文件的存储路径，如图 1-15 所示。

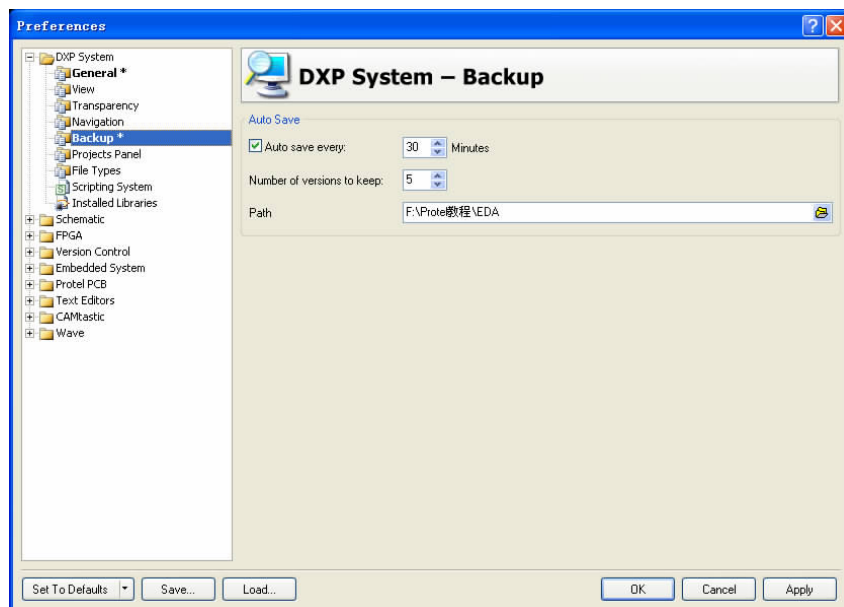


图1-15 激活并指定文件自动备份的存储路径

1. 在设计浏览器系统参数设置对话框中，单击【Backup】选项进入文件备份参数设置对话框。
2. 选中【Auto Save】栏中的【Auto save every】选项即可激活文件的自动备份功能。此外，用户可以根据设计的需要对文件备份的时间【Minutes】、备份文件的数目【Number of versions to keep】进行设置。

第2章 原理图编辑器基本功能介绍

2.1 原理图编辑器工作环境参数设置实战练习

原理图编辑器的主要功能是设计原理图。此外，在原理图编辑器中利用原理图库提供的大量原理图符号，还可以快速地绘制电子设计的接线图。

原理图编辑器如图 2-1 所示。

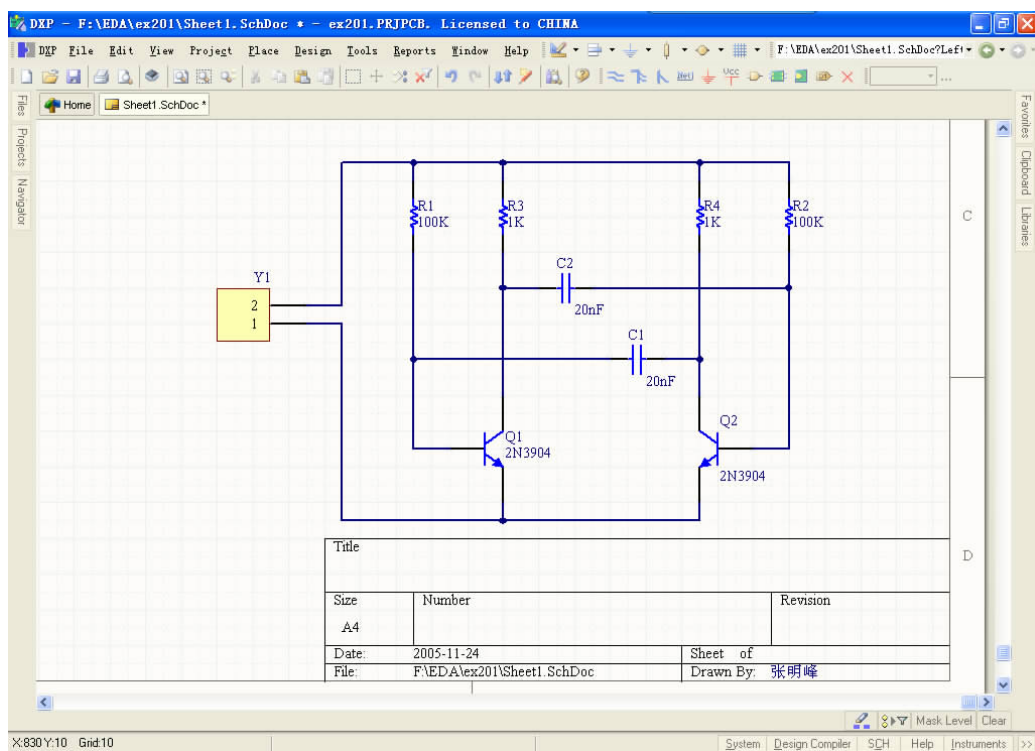


图2-1 原理图编辑器

在开始原理图绘制之前，可以设置一些必要工作环境参数，使原理图绘制工作变得更加轻松便捷。

2.1.1 设置图纸大小

【练习2-1】：将电路图纸设置为 A4、横向，如图 2-2 所示。