

第1章 Protel DXP 简介:

重点内容:

- Protel DXP的历史
- Protel DXP的特点
- Protel DXP的系统配置要求和安装方法
- 熟悉DXP的工作面板和窗口管理
- 熟悉Protel DXP的文件管理

一、Protel DXP的历史:

- 1988年，美国的ACCEL Technologies inc公司推出了世界上第一个电子线路自动化设计软件——TANGO软件包
- 进入20世纪90年代，Protel Technology公司及时推出了基于Windows的Protel软件——Protel for Windows 1.0版
- 1994年推出了Protel for Windows 2.0版
- 1997年推出了Protel for Windows 3.0版
- 1998年Protel公司推出了Protel 98，它是32位的EDA软件
- 1999年推出了Protel 99
- 2000年推出了Protel 99SE
- 2002年下半年推出了令人期待的最新产品Protel DXP

二、Protel DXP的特点:

(1) 人性化的设计环境

- 设计环境高度集成
- 操作环境自行设置
- 强大的过滤功能
- 多种查询驱动的筛选系统

二、Protel DXP的特点:

(2) Protel DXP提供了丰富和全面的集成输入系统

- 更强大的层次原理图设计
- 集成元器件库的使用
- 全面支持FPGA的设计
- 真正的多通道设计

二、Protel DXP的特点:

(3)工程分析与验证

- 强大的数模混合仿真
- 设计前后的信号完整性分析
- 方便快捷的PCB设计
- 先进的Sitius布线技术

三、 Protel DXP 的系统配置要求和安装方法:

最低配置:

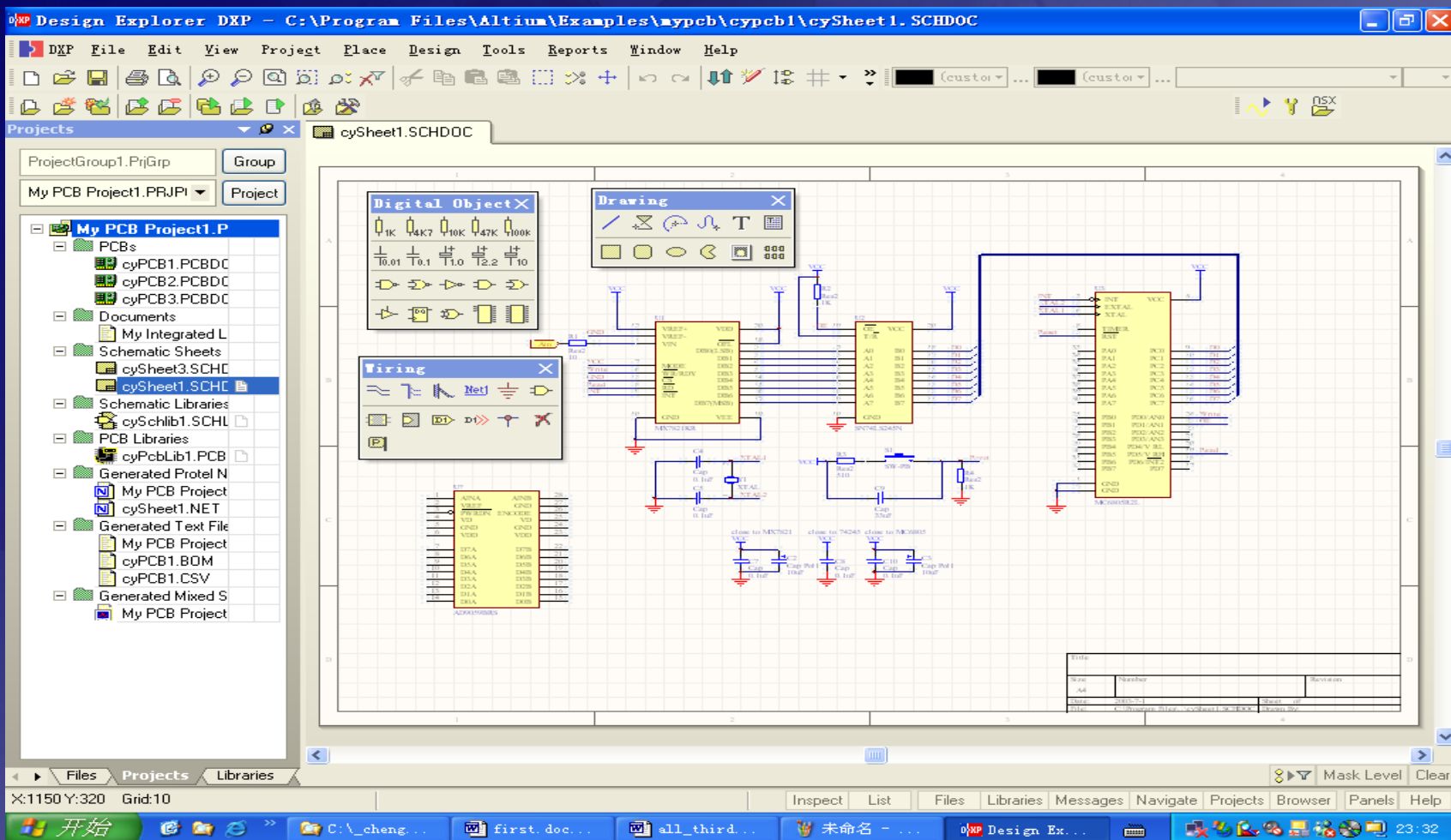
- CPU主频500MHz
- 内存128MB
- 硬盘空间至少620MB
- 显示存储器为8MB显存
- 屏幕分辨率为1024×768

标准配置:

- CPU主频P4 1GHz
- 内存512MB
- 硬盘空间至少700MB
- 显示存储器为32MB显存
- 屏幕分辨率为1280×1024

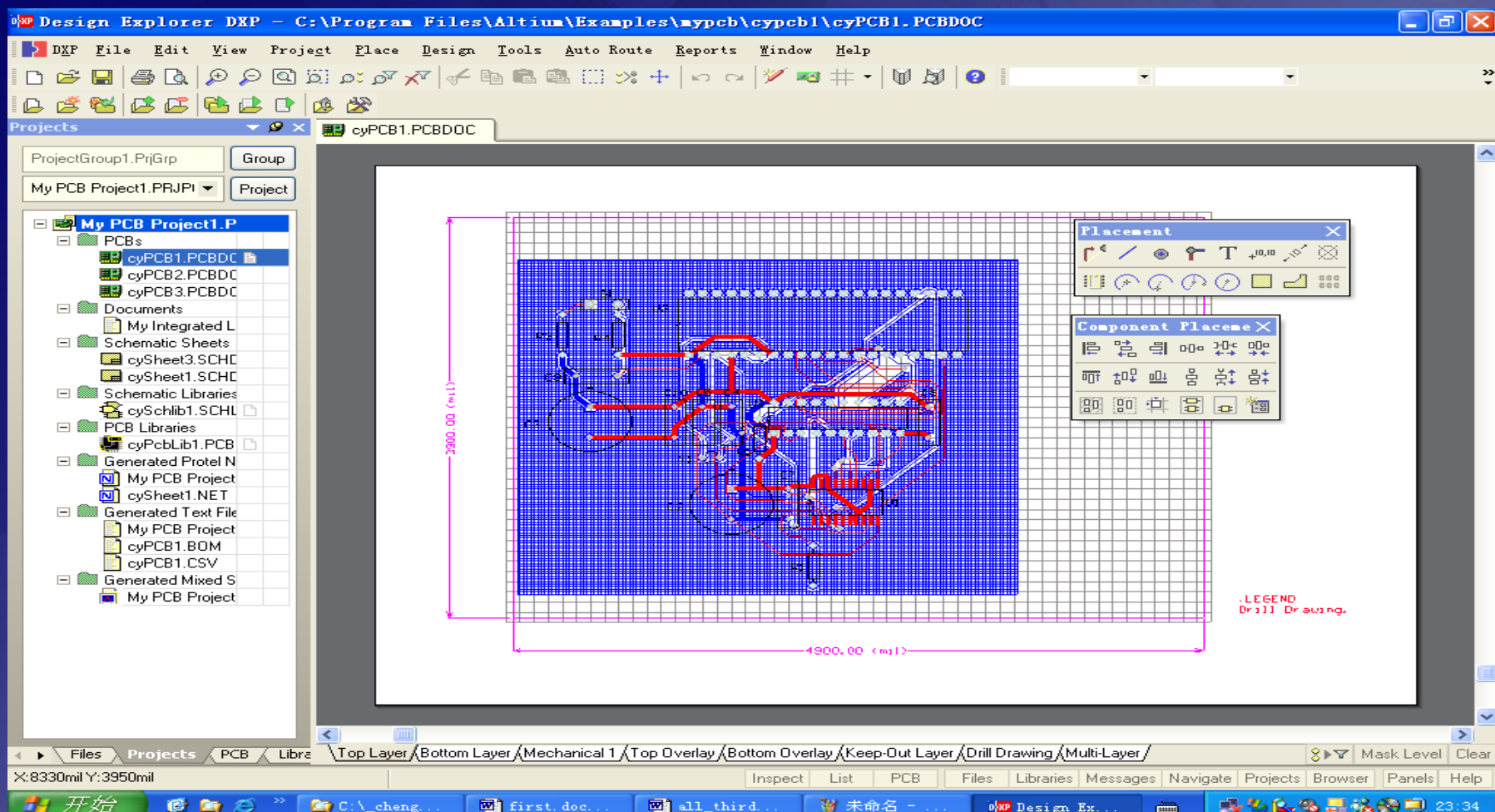
四、Protel DXP的工作面板：

(1) Protel DXP的原理图开发环境：



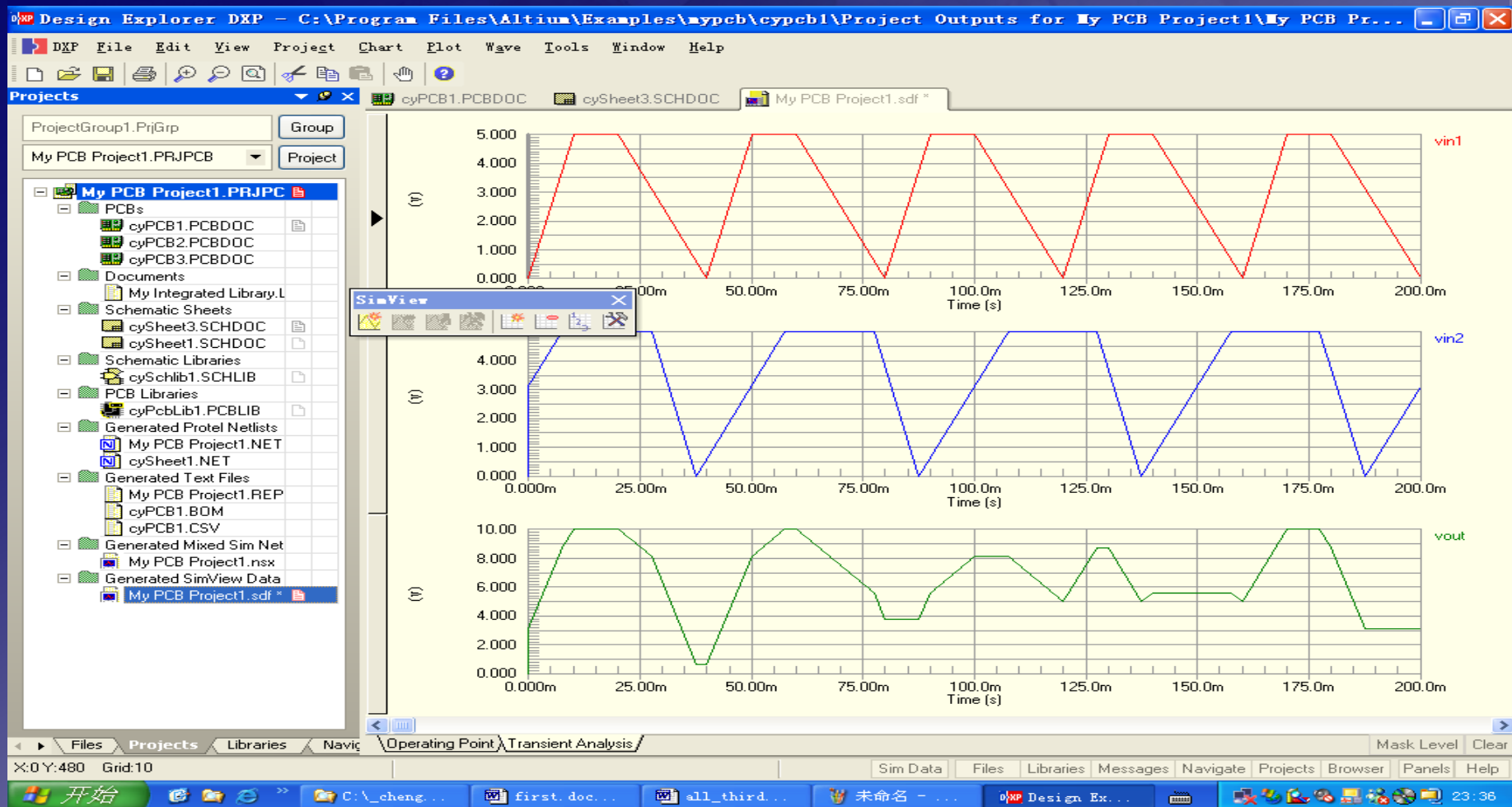
四、Protel DXP的工作面板：

(2) Protel DXP的PCB开发环境：



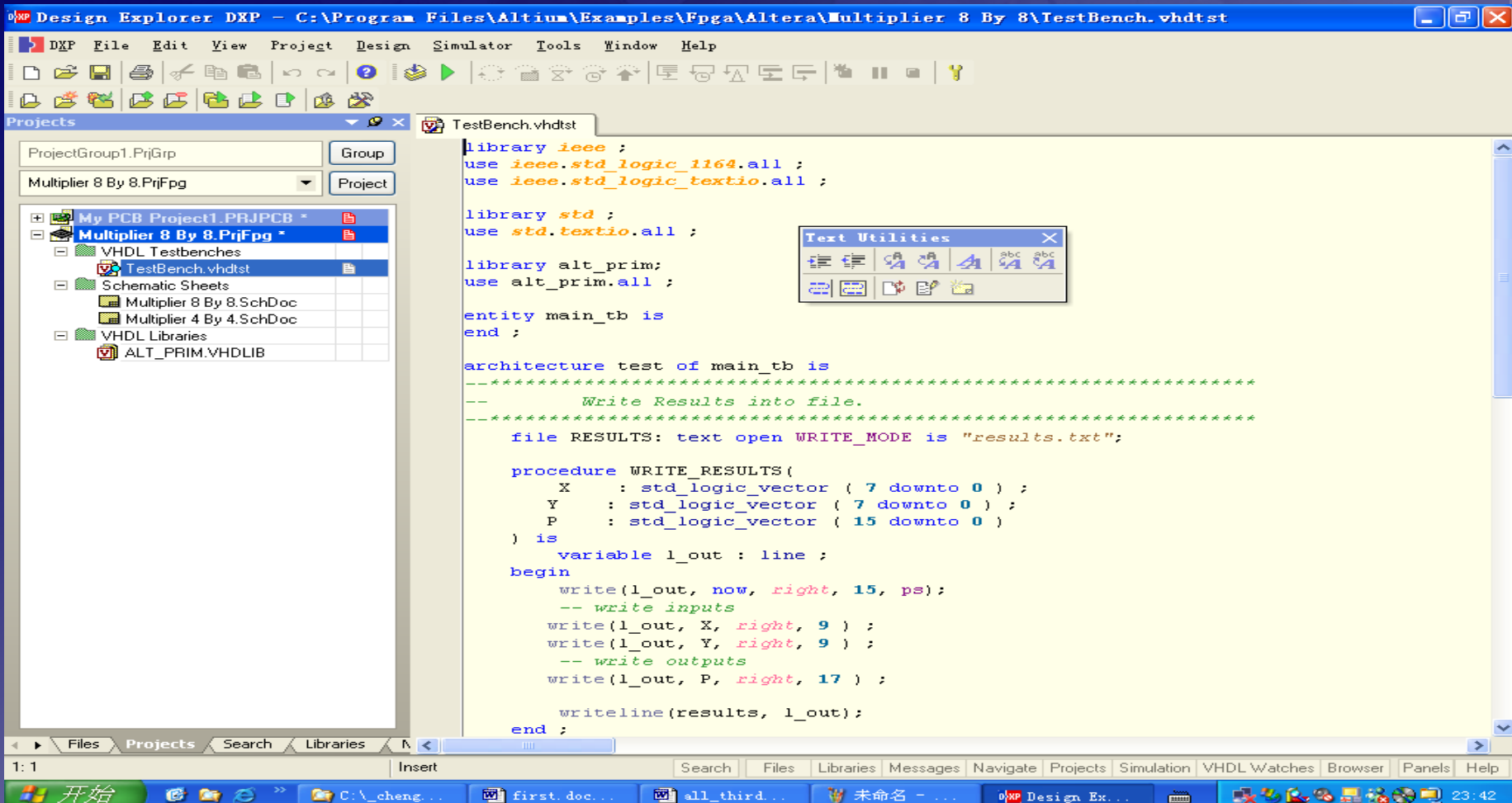
四、Protel DXP的工作面板：

(3) Protel DXP的仿真开发环境：



四、Protel DXP的工作面板：

(4) Protel DXP的VHDL编辑环境：



四、Protel DXP的工作面板：

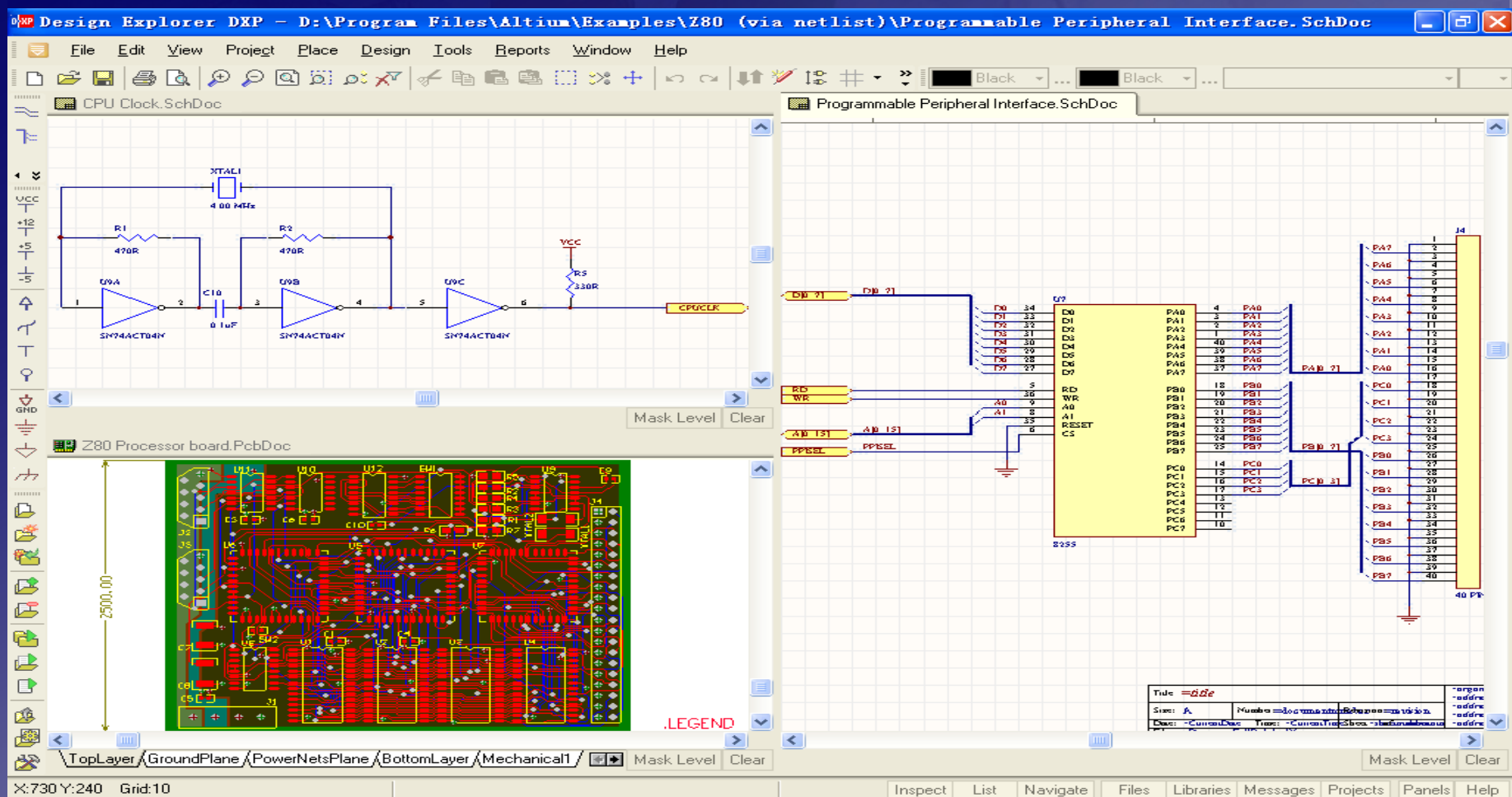
- DXP软件的工作面板和窗口与Protel软件的以前版本有较大的不同，对其管理也有特别的操作方法。
- 熟练掌握工作面板和窗口的管理能够大大提高电路设计的效率。
- 工作面板是Protel DXP的特色，在设计工程中十分常用，通过它用户可以方便的操作文件和查看信息。
- 还可以大大的提高编辑的效率。通过单击屏幕右下角的面板标签可以选择所要显示的工作面板。

四、Protel DXP的工作面板：

- 工作面板的拖动
- 工作面板的显示与隐藏
- 工作面板的自动隐藏

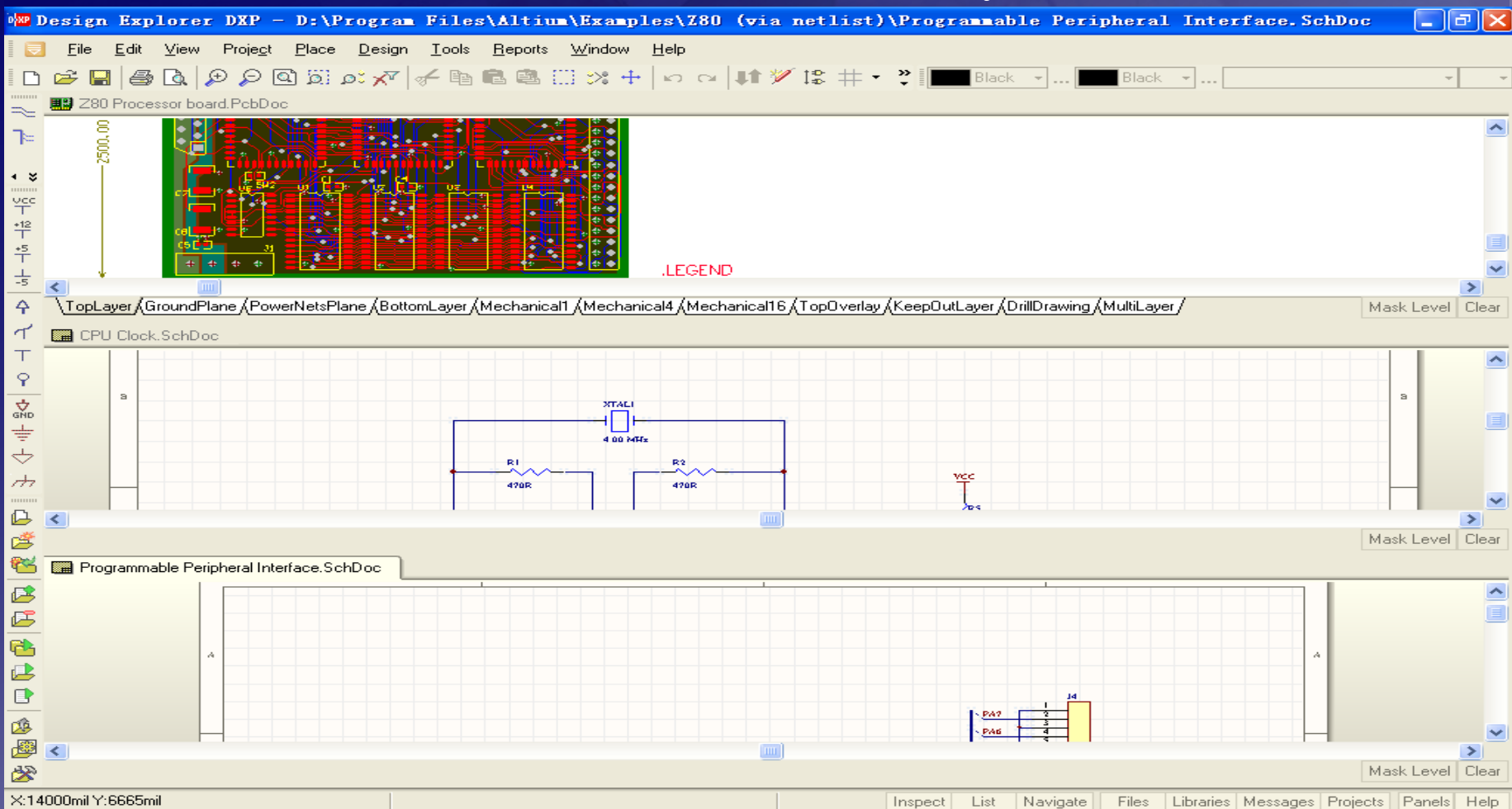
五、Protel DXP的窗口管理：

(1) 执行菜单命令Window|Tile平铺窗口：



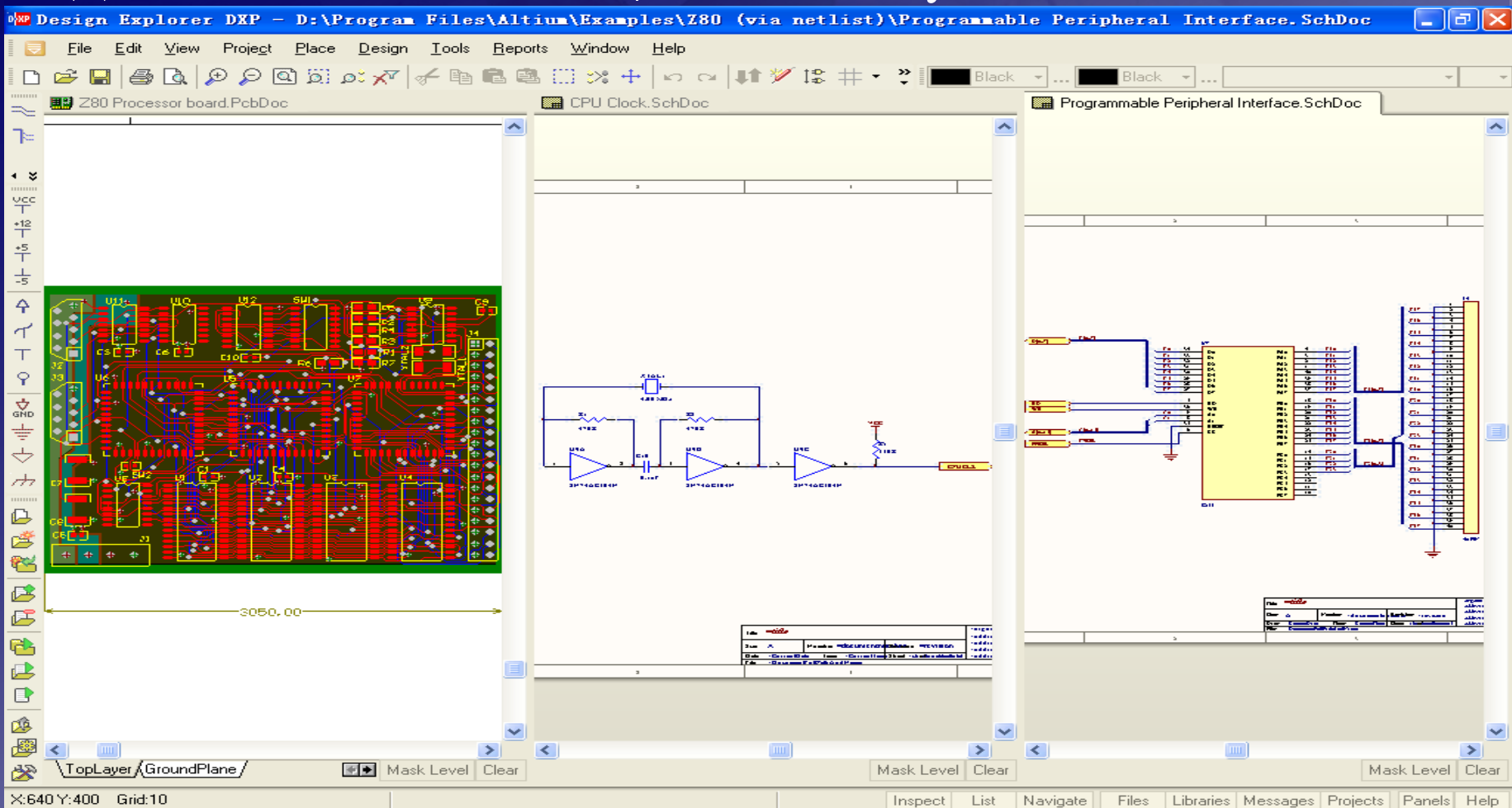
五、Protel DXP的窗口管理：

(2) 执行菜单命令Window|Tile Horizontally水平平铺窗口：



五、Protel DXP的窗口管理：

(3) 执行菜单命令Window|Tile Vertically垂直平铺窗口：



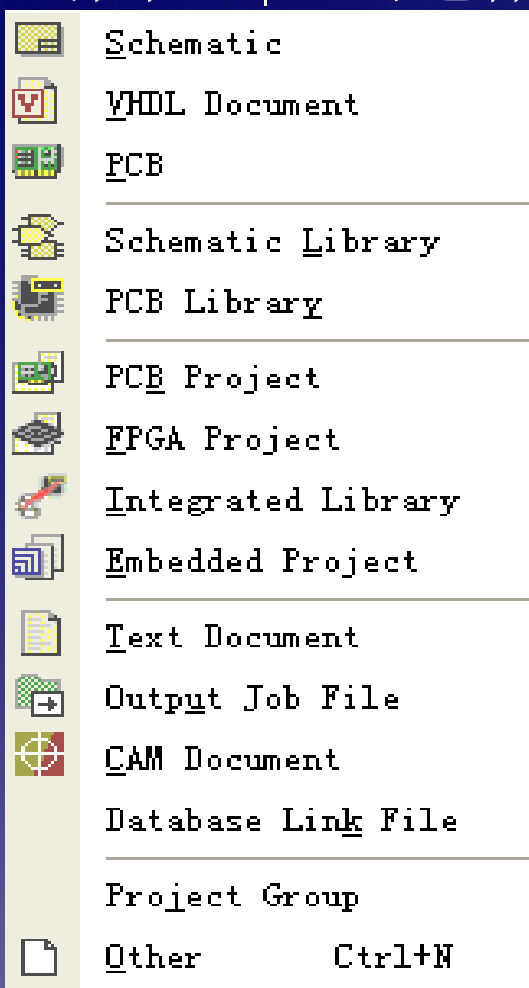
六、Protel DXP的文件管理：

在Protel DXP中各设计文件的扩展名不再沿用以前版本的文件扩展名，如表所示，但DXP对以前版本的设计文件是向下兼容的。

设计文件	扩展名
电路原理图文件	*.SchDOC
PCB印制电路板文件	*.PCBDOC
原理图元器件库文件	*.SchLib
PCB元器件库文件	*.PCBLib
元器件集成库文件	*.IntLib
PCB项目工程文件	*.PRJPCB
FPGA项目工程文件	*.PRJFPG

六、Protel DXP的文件管理：

菜单File|New下包含有创建各种设计文档的子菜单



- Schematic表示原理图文件。
- VHDL Document表示VHDL文件。
- PCB表示印制电路板文件。
- Schematic Library表示原理图库文件。
- PCB Library表示PCB库文件。
- PCB Project表示PCB工程文件。
- FPGA Project表示FPGA工程文件。
- Integrated Library表示集成库文件。
- Text Document表示文本文件。
- Output Job File表示输出工作点文件。
- CAM Document表示计算机辅助制造文件。
- Database Link File表示数据库连接文件。
- Project Group表示工程组文件。

第2章 制作DXP元器件库：

重点内容：

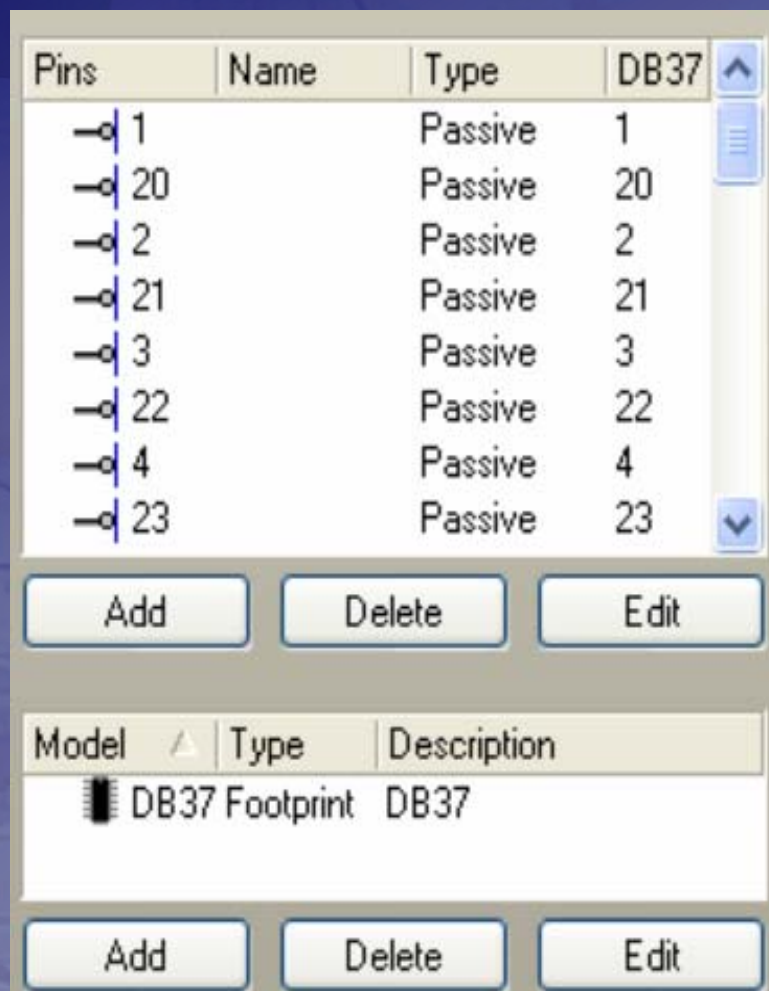
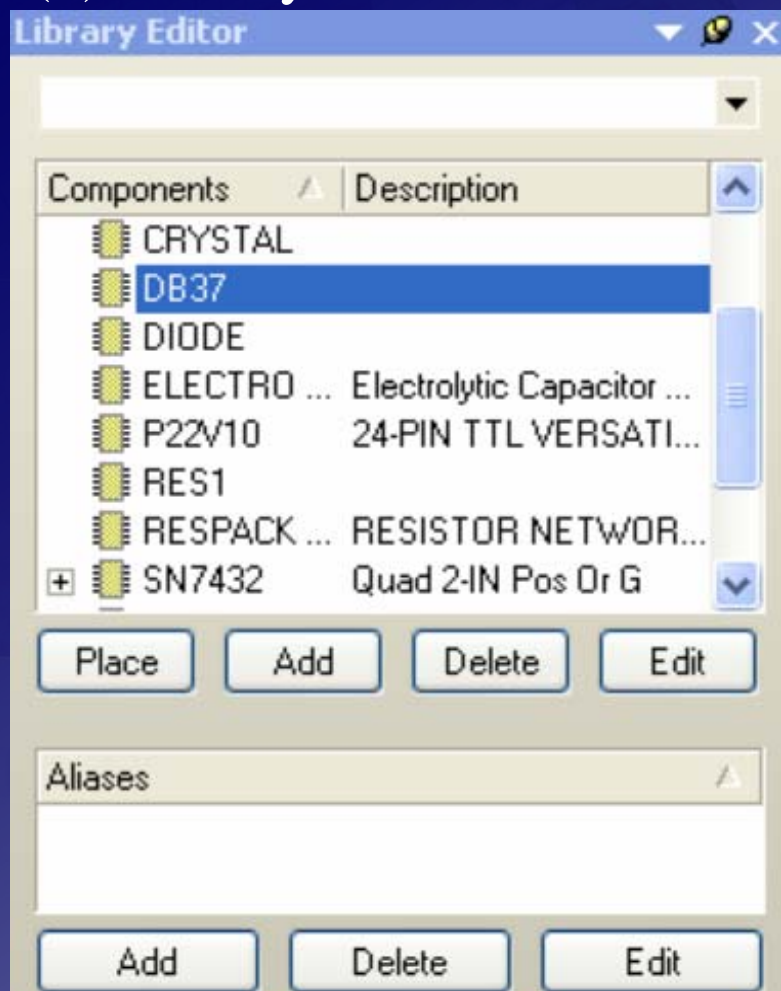
- 制作原理图元器件库
- 制作PCB元器件库
- 制作集成元器件库

一、元器件库的基础知识:

- 所谓集成库，就是把元器件的原理图符号、引脚的封装形式、信号完整性的分析模型等信息都集成在一个库文件中，在调用某个元器件时，可以同时把这个元器件的所有信息都显示出来。
- Protel DXP的集成库分类很明确，第一级是以元器件生产厂商分类，第二级是以元器件的功能分类的。
- DXP支持多种格式的元器件库文档，如*.SchLib、*.Lib、*.IntLib、*.VhdLib、*.PcbLib等。
- 针对某一个项目，用户还可以创建该项目工程的元器件库，包括项目的原理图元器件库和项目的PCB图元器件库，使得建立的项目不再需要基于Protel DXP的集成元器件库，增加了工作的灵活性。

二、制作原理图元器件库：

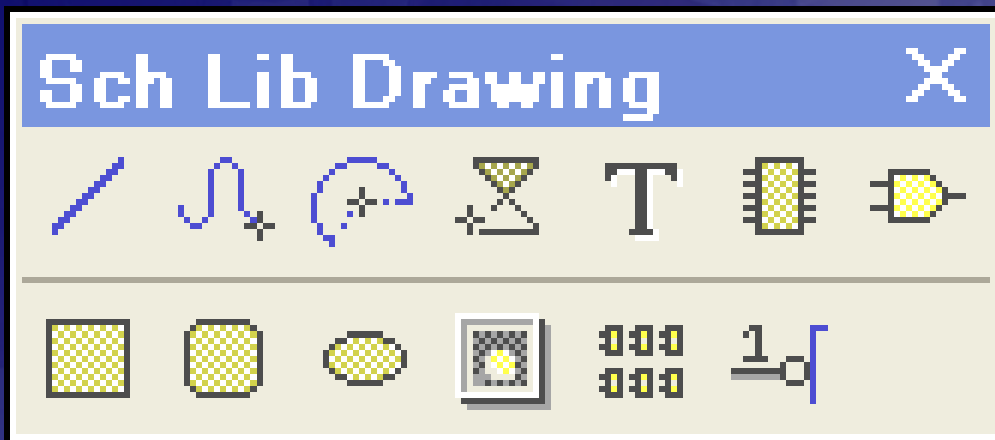
(1) Library Editor面板介绍



二、制作原理图元器件库：

(2) 绘图工具介绍

原理图库元器件的绘制可以通过原理图库元件编辑器中的绘图工具来完成，如图所示。



二、制作原理图元器件库：

(3) 制作原理图元器件库的步骤

- 创建一个新的元器件库文件
- 创建一个元器件型号
- 绘制元器件外形
- 添加该元器件的引脚

三、制作PCB元器件库：

(1) PCB Library面板

➤ Mask栏

在Mask栏中输入字符，然后按Enter键，可以对元器件库中的元件进行过滤，以便尽快查找到目标元件

➤ 元器件栏

在元器件栏中列出了当前库文件中的元件，使用恰当的按钮可以对选定元件进行各种操作

➤ 焊盘栏

在元器件栏中选定一个元件，就会在焊盘栏中列出该元件的所有焊盘，可以对选定的焊盘进行各种操作

三、制作PCB元器件库：

(2) PCB元器件库的绘图工具

PCB封装模型的绘制工作主要使用PCB Lib Placement工具条来进行，如图所示。这些工具的使用方法与PCB编辑器中的Placement栏相同。



三、制作PCB元器件库：

(3) 制作PCB封装模型的实例

➤ 步骤一：创建PCB元器件库文件

首先新建一个PCB元器件库文件，执行菜单命令Files|New |PCB Library，即可新建一个PCBPCB元器件库文件，并进入PCB库文件编辑器。新建的PCB库文件默认的文件名为Pcblib1.PcbLib，单击保存按钮，可以设置保存的路径和文件名，例如mypcb.lib.PcbLib。这样就完成了一个PCB元件库的创建。

三、制作PCB元器件库：

(3) 制作PCB封装模型的实例

➤ 步骤二：新建一个元器件

进入PCB库文件编辑器后，打开PCB Library面板，可以看到，库文件中已经添加了一个默认名为PCBCOMPONENT_1的元件。单击Rename按钮，将元件名称改为容易理解的名称。

三、制作PCB元器件库：

(3) 制作PCB封装模型的实例

➤ 步骤三：绘制元器件外形

在绘制元器件的外形前，首先要测量获得元器件的准确外形和尺寸，然后按照这个外形尺寸绘制元器件的外形轮廓，元器件的外形轮廓一般绘制在顶层丝印层。最后放置焊盘并进行调整。

三、制作PCB元器件库：

(3) 制作PCB封装模型的实例

➤ 步骤四：利用向导制作PCB封装

- ✓ 在PCB Library面板中，单击Add按钮，即可启动向导功能
- ✓ 选择封装的类型以及使用的量度单位
- ✓ 选择焊盘在各个层面的外形和尺寸
- ✓ 设置焊盘的间距，包括同一列焊盘的间距和两列焊盘之间的间距
- ✓ 设置元器件轮廓的线宽
- ✓ 选择元器件中焊盘的数目
- ✓ 设定该元器件的名称，完成PCB封装模型的制作

四、制作集成元器件库：

制作集成元器件库的步骤：

- 新建集成元器件库，执行菜单命令File|New|Integrated Library，即可新建一个集成库文件包。
- 在新建的集成库中添加元器件库，执行菜单命令Project|Add to Project，并选择已经制作的库文件myschlib.SchLib和mypcblib.PcbLib。
- 向元器件库中添加模型。
- 最后，执行菜单命令Project|Compile Integrated Library进行编译，编译完成后，系统将自动弹出Library面板，并将myintlib.IntLib库文件装入系统中。

第3章 电路原理图设计基础:

重点内容:

- 电路板设计步骤
- 熟练使用布线工具栏
- 掌握电路原理图的图纸设置
- 熟悉原理图的编辑参数设置
- 能熟练地装载元器件库

一、电路板设计步骤:

设计电路板最基本的过程可以分为以下三步:

(1) 电路原理图设计: 这一部分也是本章将要重点介绍的内容。作为绘制电路图的第一道工序, 在原理图设计过程中应该保证设计的明晰和正确。在绘制电路原理图的过程中, 用户可以使用Protel DXP提供的所有工具来绘制一张满意的原理图。

(2) 生成网络表: 用户设计的原理图如果想转变成可以制作成电路板的PCB图需要网络表的支持。网络表可以说是Sch文件和印制电路板文件之间的一座桥梁。一般来讲, Protel DXP根据原理图文件中的电气连接特性生成一个网络表文件, 然后用户在PCB设计系统下引用该网络表, 并进行电路板绘制。

(3) 印制电路板的设计: 这部分工作主要在PCB设计环境下完成。在PCB编辑环境下, 根据从网络表中获得的电气连接以及封装形式, 将元件的管脚用信号线连接起来, 就可以完成PCB板的布线工作了。

一、电路板设计步骤:

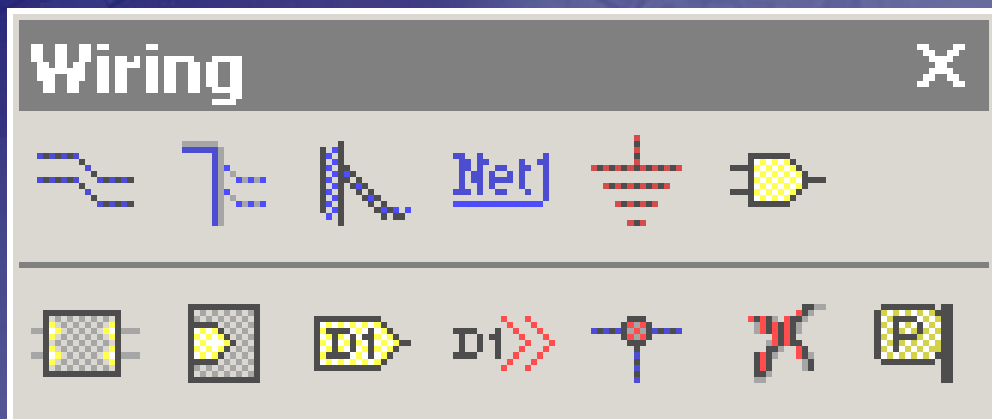
电路原理图的设计步骤:

- 新建一个电路原理图文件。
- 图纸设置要根据电路图的内容和标准化要求来进行。
- 装载元件库，将需要用到的元件库添加到系统中。
- 放置元件，选择需要的元件放置到原理图中。
- 元件位置调整，将放置的元件调整到合适的位置和方向。
- 根据电气关系，用导线和网络标号将各个元器件连接起来。
- 对原理图进行必要的文字注解和图片修饰。
- 用DXP提供的校验工具，根据各种校验规则对设计进行检查。
- 选择对原理图进行打印或是制作各种输出文件和报表。

二、布线工具栏介绍:

Protel DXP提供三种方法绘制电路原理图。

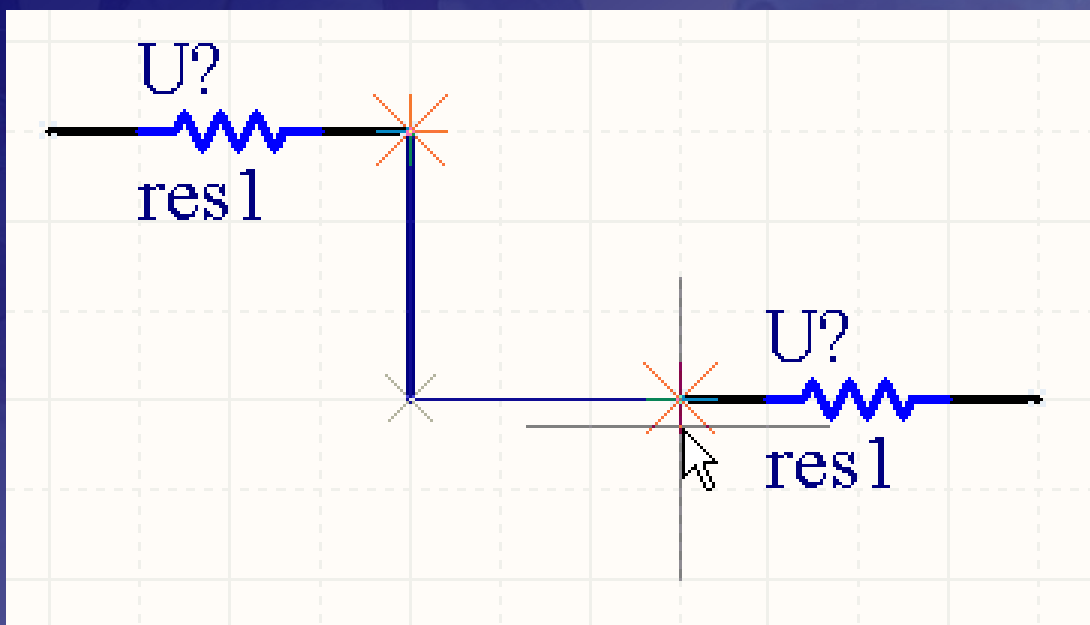
- 利用绘制原理图的布线工具栏Wiring，如图所示。
- 执行菜单Place下的各个命令，它和Wiring布线工具栏的按钮互相对应。
- Place菜单中每一个命令下都有一个带下划线的字母，它们被称为快捷键。根据需要直接按下这些带下划线的字母，也可执行相应的绘制操作。



二、布线工具栏介绍：

(1) 画导线

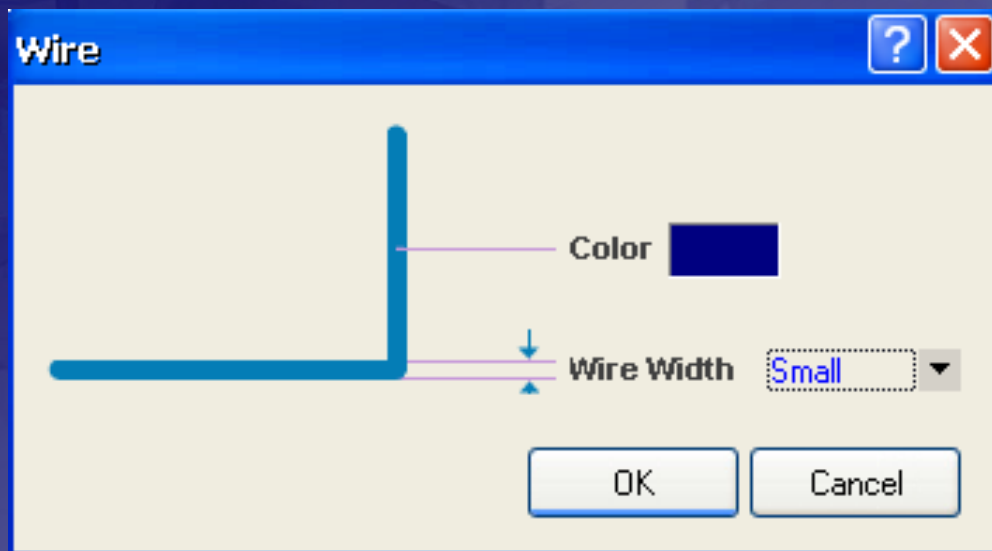
在绘制导线拐弯时，需要单击鼠标左键确定导线的拐弯位置，同时可以通过按Shift+Space键来切换选择导线的拐弯模式。



二、布线工具栏介绍:

导线属性设置:

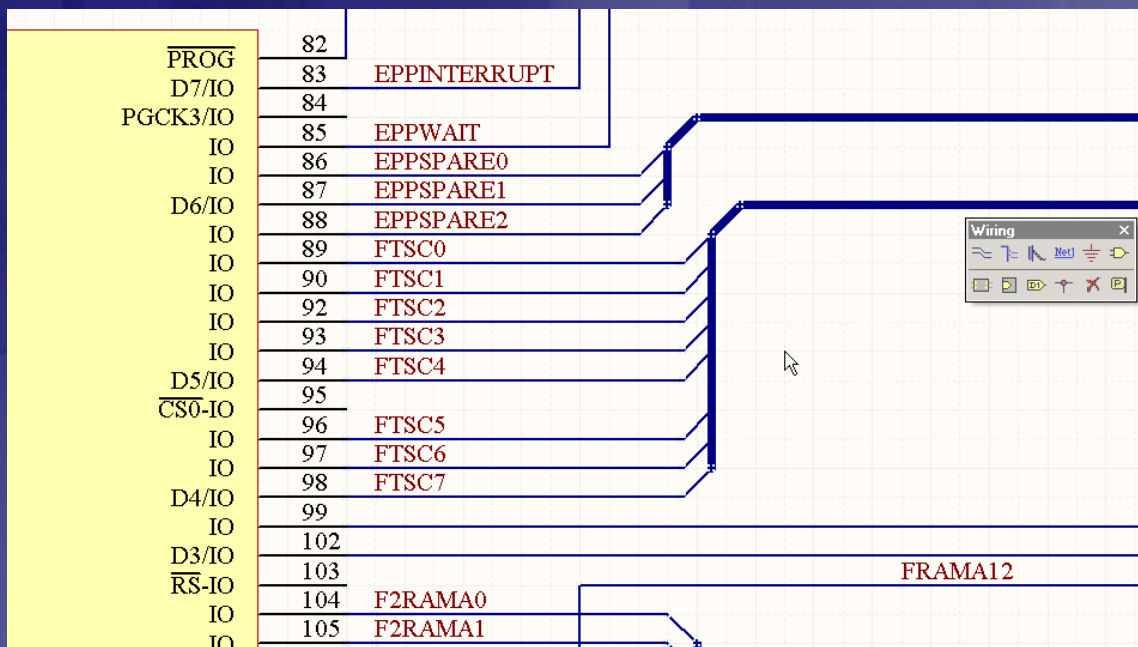
- Color: 导线颜色设置, 默认是深蓝色。
- Wire Width: 导线线宽设置, 默认是Small。



二、布线工具栏介绍:

(2) 画总线

所谓总线（Bus）是指一组具有相关性的信号线（如数据总线和地址总线），它原本是指一束由若干条电气性质相同的线路组成的一个线路集合。但在原理图的绘制中的总线，其作用是增强原理图的可读性，使整个电路图看起来更加美观和直白，而它本身却没有电气特性。

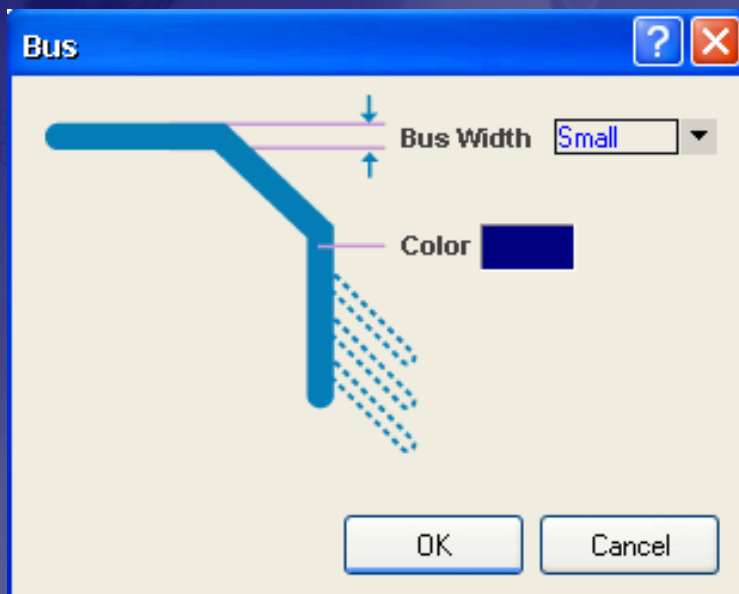


二、布线工具栏介绍：

总线属性设置：

➤Color: 总线颜色设置，默认是深蓝色。单击其右边色块选择所需的颜色。

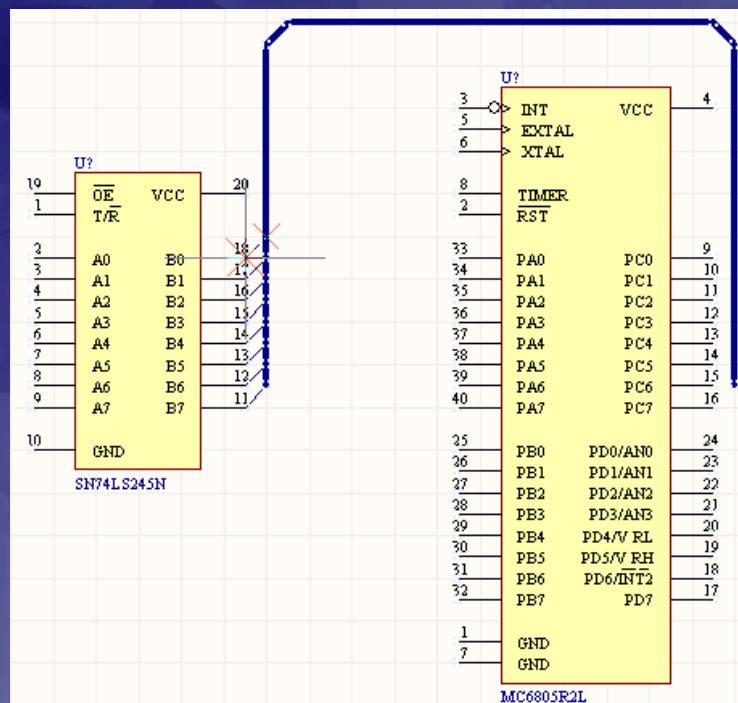
➤Bus Width: 总线线宽设置，默认是Small。单击右边的下拉箭头，分别有四个选项Smallest、Small、Medium、Large。



二、布线工具栏介绍:

(3) 画总线出入线

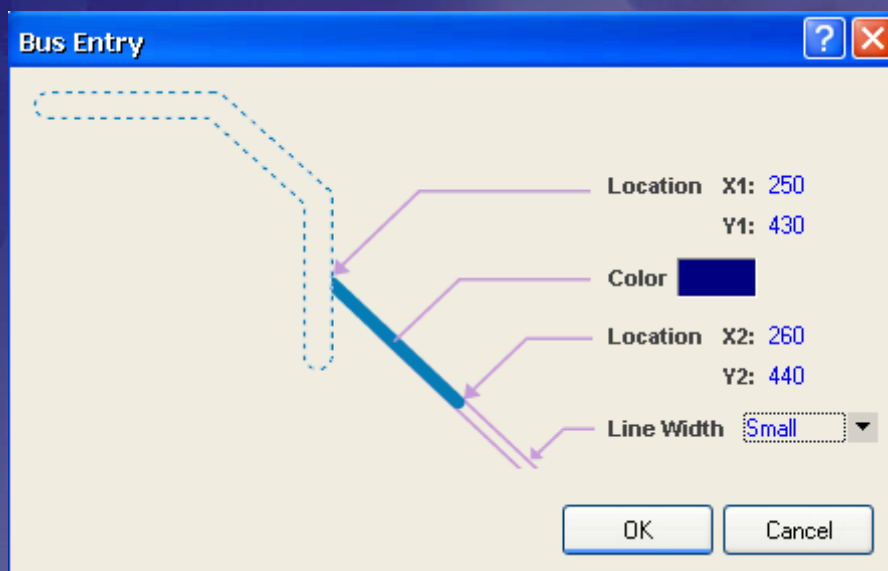
在绘制好总线后，还要把总线和具有电气特性的导线连接起来，习惯上采用总线出入线把导线和总线连接起来，这样可以使得绘制的电路原理图清晰、美观且具有专业水准。



二、布线工具栏介绍：

总线出入线属性设置：

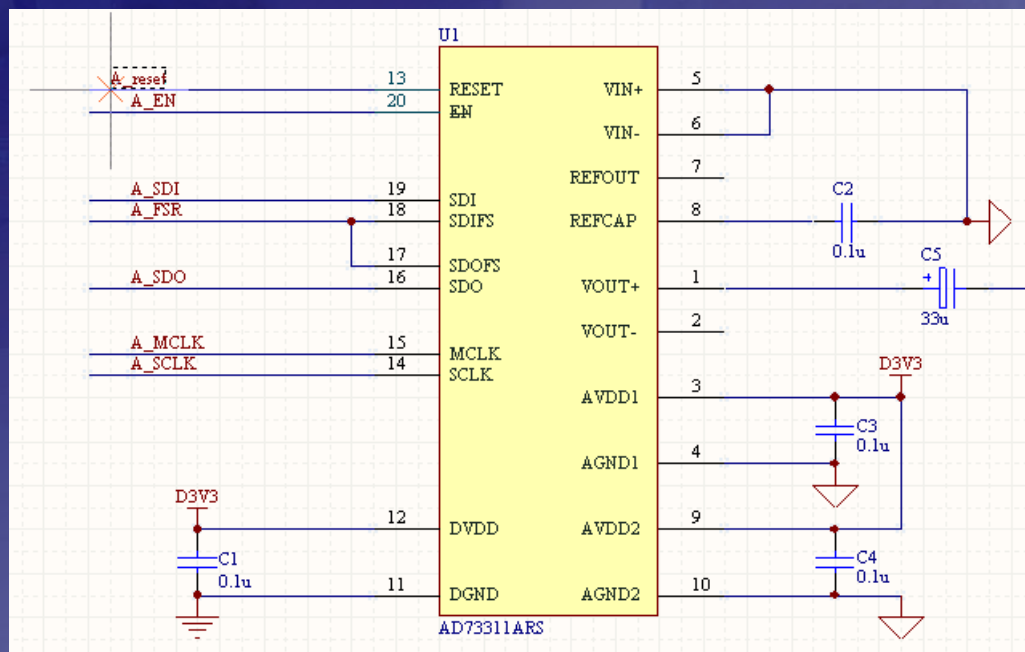
- Location X1: 出入线一个端点在原理图上的X坐标。
- Location Y1: 出入线一个端点在原理图上的Y坐标。
- Location X2: 出入线另一个端点在原理图上的X坐标。
- Location Y2: 出入线另一个端点在原理图上的Y坐标。
- Color: 颜色设置，默认是深蓝色。
- Line Width: 线宽设置，默认是Small。



二、布线工具栏介绍：

(4) 设置网络标号

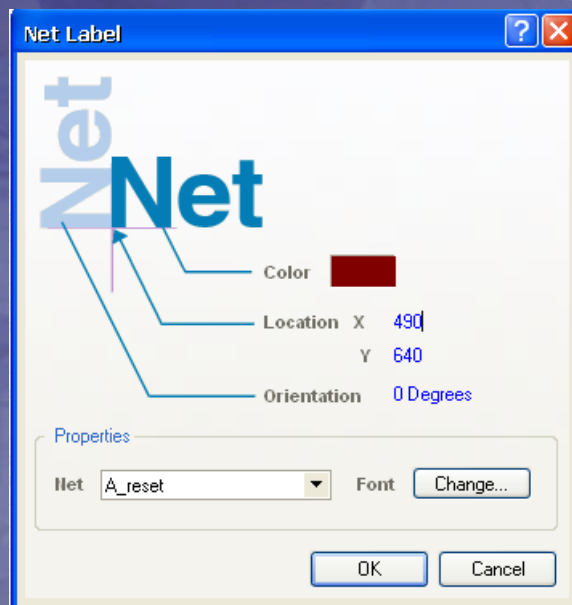
在绘制电路原理图时，除了用导线使元器件之间具有电气连接外，还可以通过设置网络标号的方法使得元器件之间具有电气连接。所以网络标号具有电气特性，具有相同网络标号的导线或元器件引脚不管在电路原理图上是是否连接在一起，其电气关系都是连接在一起的。



二、布线工具栏介绍:

网络标号属性设置:

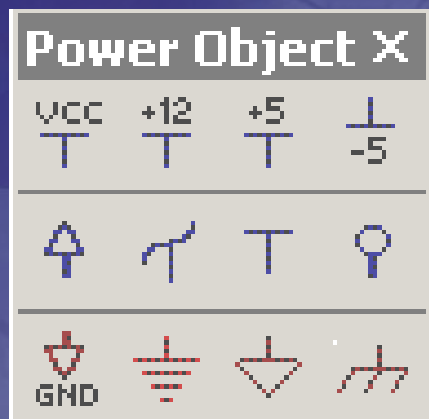
- Location X: 网络标号在原理图上的X坐标。
- Location Y: 网络标号在原理图上的Y坐标。
- Orientation: 网络标号在原理图上的放置方向。
- Color: 颜色设置。单击其右边色块, 可以选择所需的颜色。
- Net: 网络标号名称。特别要注意的是, 网络标号名称是区分大小写的, 如果在此混淆了字母的大小写, 将使得本应连在一起的元器件引脚在电气上不连接, 会导致很严重的错误。
- Font: 网络标号名称的字体设置。



二、布线工具栏介绍:

(5) 设置电源和接地符号

在一张电路图上电源和接地是必不可少的，DXP提供了多种电源和接地符号，并把它们放在电源与接地符号工具栏Power Object中，如图所示。其中有12种不同的形状供选择。但是值得一提的是，DXP的原理图编辑器却是通过这些符号的网络标号来区分电源和各种接地的。



二、布线工具栏介绍:

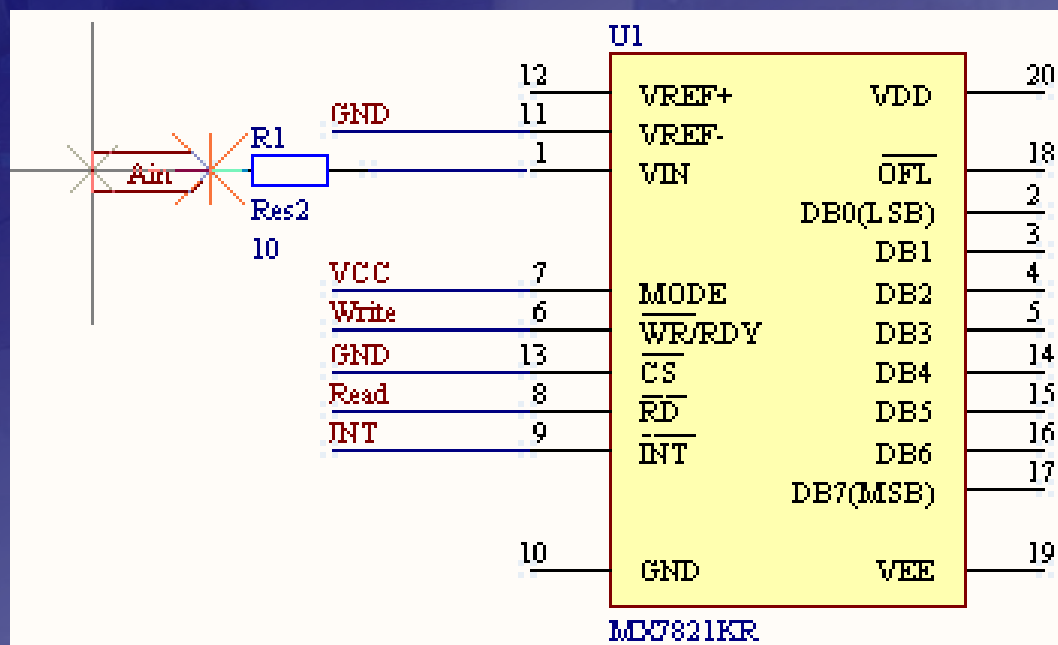
电源和接地符号的属性设置:

- **Location X:** 电源和接地符号在原理图上的X坐标。
- **Location Y:** 电源和接地符号在原理图上的Y坐标。
- **Orientation:** 电源和接地符号在原理图上的放置方向。
- **Color:** 颜色设置。单击其右边色块，可以选择所需的颜色。
- **Net:** 电源和接地符号的网络标号名称，各种不同的电源和接地符号可以设置不同的网络名称。
- **Style:** 电源和接地符号的外形。单击右边的下拉列表框，可以选择所需的形状。有**Circle**（圆节点）、**Arrow**（箭头）、**Bar**（条形节点）、**Wave**（波形节点）、**Power Ground**（电源地）、**Signal Ground**（信号地）、**Earth**（大地）。

二、布线工具栏介绍:

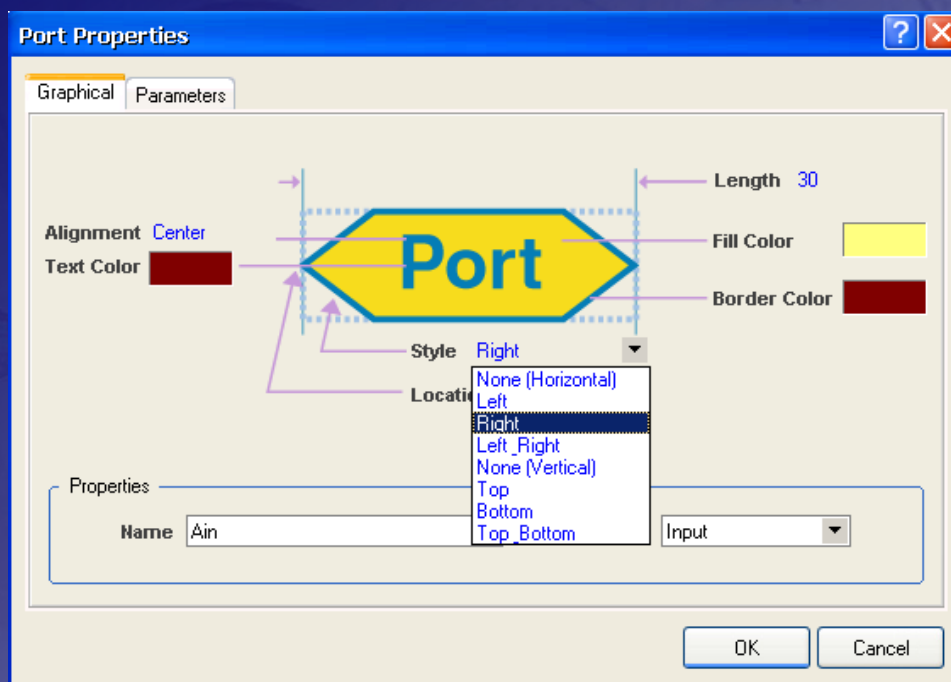
(6) 设置输入输出端口

放置电路的输入输出端口，同样能实现两个电路的电气连接，相同名称的输入输出端口在电气关系上是连接的，它常用于绘制层次电路原理图，这样可以在保证电路图电气连接正确的同时，最大限度地让电路原理图美观、清晰。另外通过它可以实现两个网络的连接。



二、布线工具栏介绍：

输入输出端口属性设置对话框：



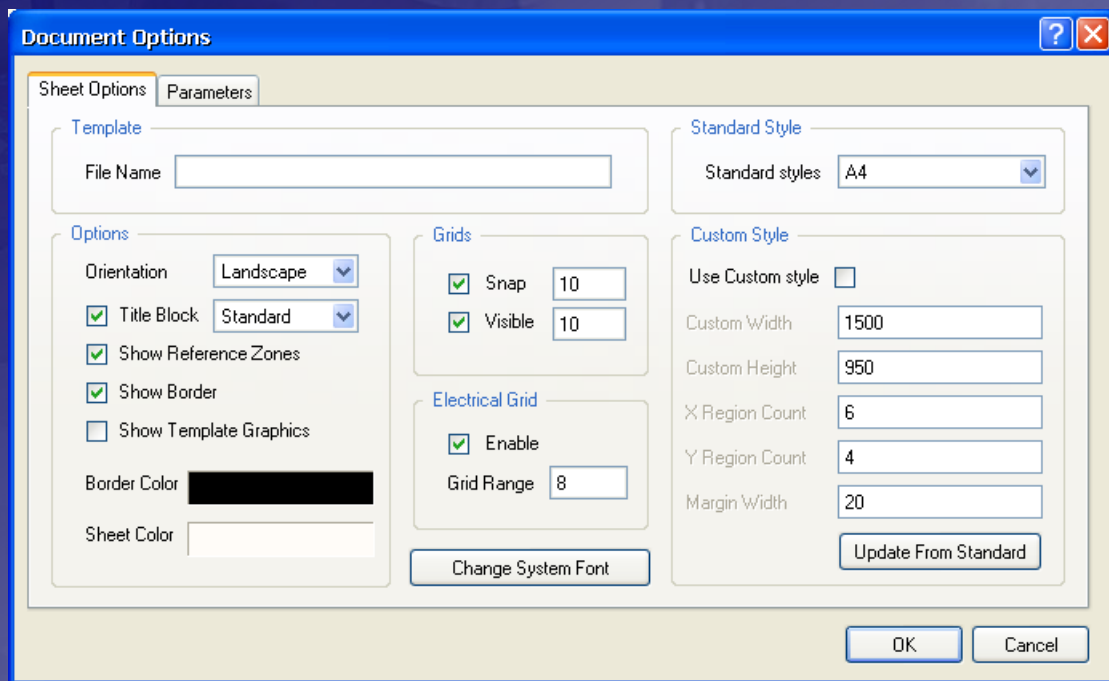
二、布线工具栏介绍:

输入输出端口属性设置:

- **Name:** 输入输出端口名称，具有相同名称的输入输出端口在电气关系上是连接的。
- **I/O Type:** 输入输出端口类型，它将给系统的电气规则检测提供依据。端口类型共有四种：**Unspecified**（未定义端口）、**Output**（输出端口）、**Input**（输入端口）、**Bidirectional**（双向端口）。
- **Location X:** 输入输出端口在原理图上的X坐标。
- **Location Y:** 输入输出端口在原理图上的Y坐标。
- **Style:** 输入输出端口在原理图上的外形。
- **Length:** 端口长度设置。
- **Alignment:** 端口名称在端口符号中的类型。
- **Text Color:** 端口名称的颜色设置。
- **Fill Color:** 端口填充的颜色设置。
- **Border Color:** 端口边框的颜色设置。

三、电路原理图的图纸设置：

- 在绘制电路图之前，首先要进行图纸设置。图纸设置就是要设置图纸的大小、方向、标题、网格参数以及文件信息等。图纸参数设计得当，会使整个原理图看起来更加美观，绘图也更加方便。
- 执行菜单命令Design|Option。会弹出如图所示的Document Options对话框，用来对当前电路图纸进行设置。



三、电路原理图的图纸设置：

图纸设置中有两种标题栏可供选择。一种是Standard，一种是ANSI。

➤ Standard（标准型）

Title		
Size	Number	Revision
A4		
Date:	2003-4-21	Sheet of
File:	D:\Program Files\...\work1.SCHDOC	Drawn By:

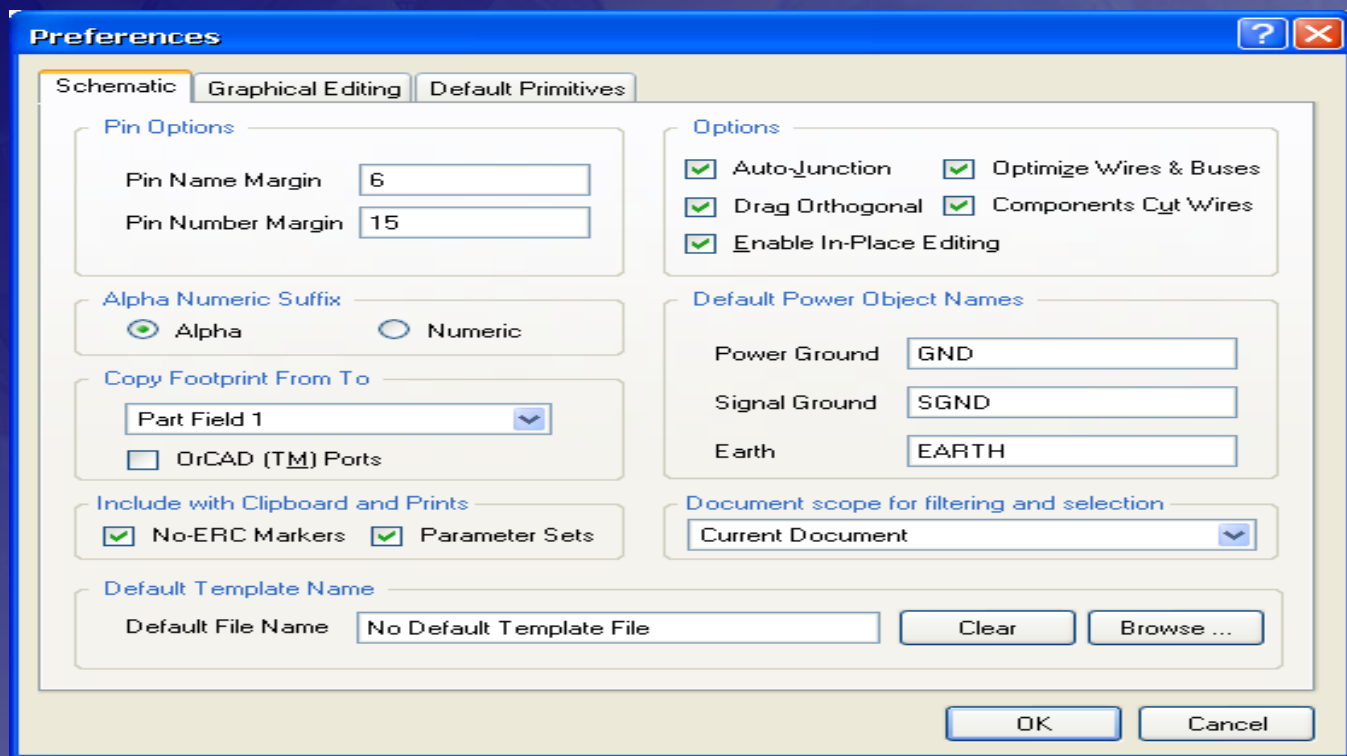
➤ ANSI（美国国家标准协会形式）

	Size A4	FCSM No.	DWG No.
	Scale		Sheet

四、电路原理图的编辑参数设置：

➤ 原理图的参数设置对话框

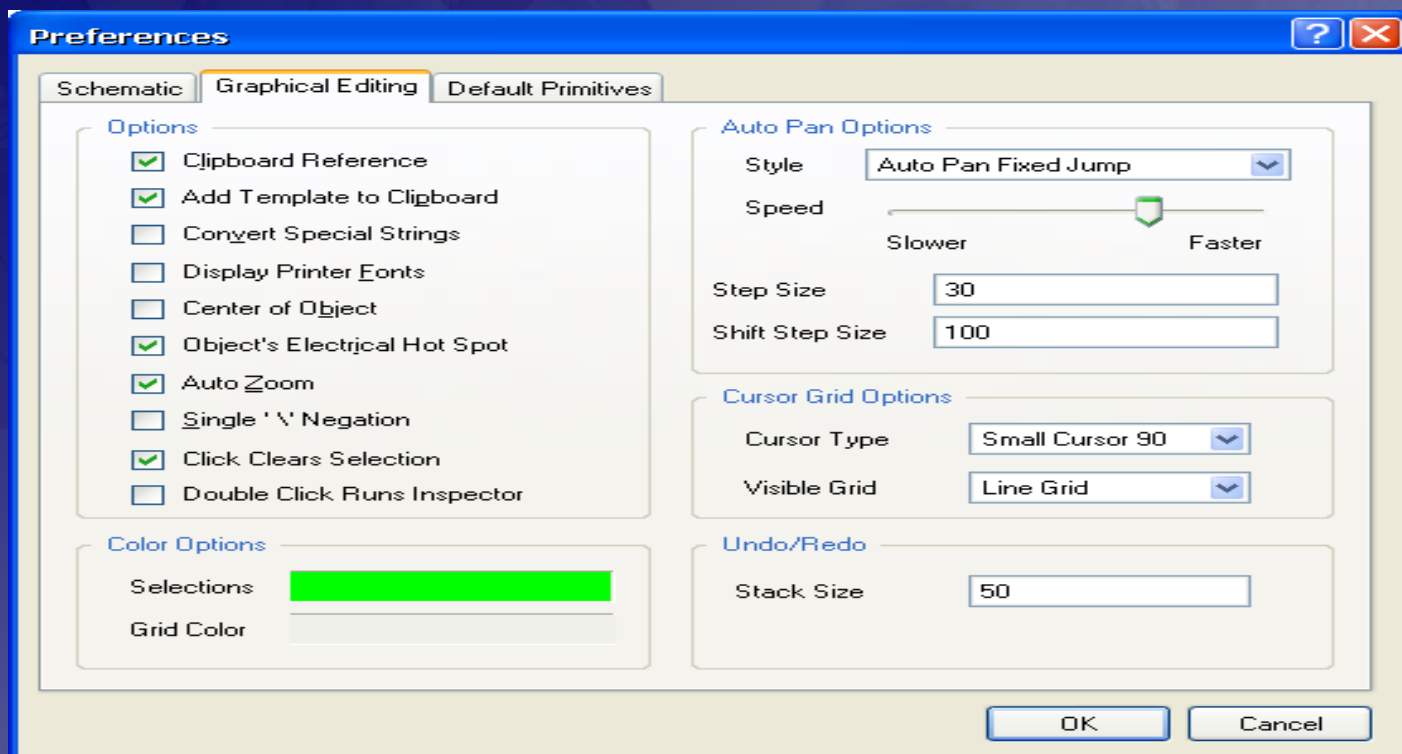
执行菜单命令Tools|Schematic Preferences，在弹出的Preferences对话框中进行设置，单击Preferences对话框中的Schematic标签，即可进行原理图的参数设置。



四、电路原理图的编辑参数设置：

➤ 图形的参数设置对话框

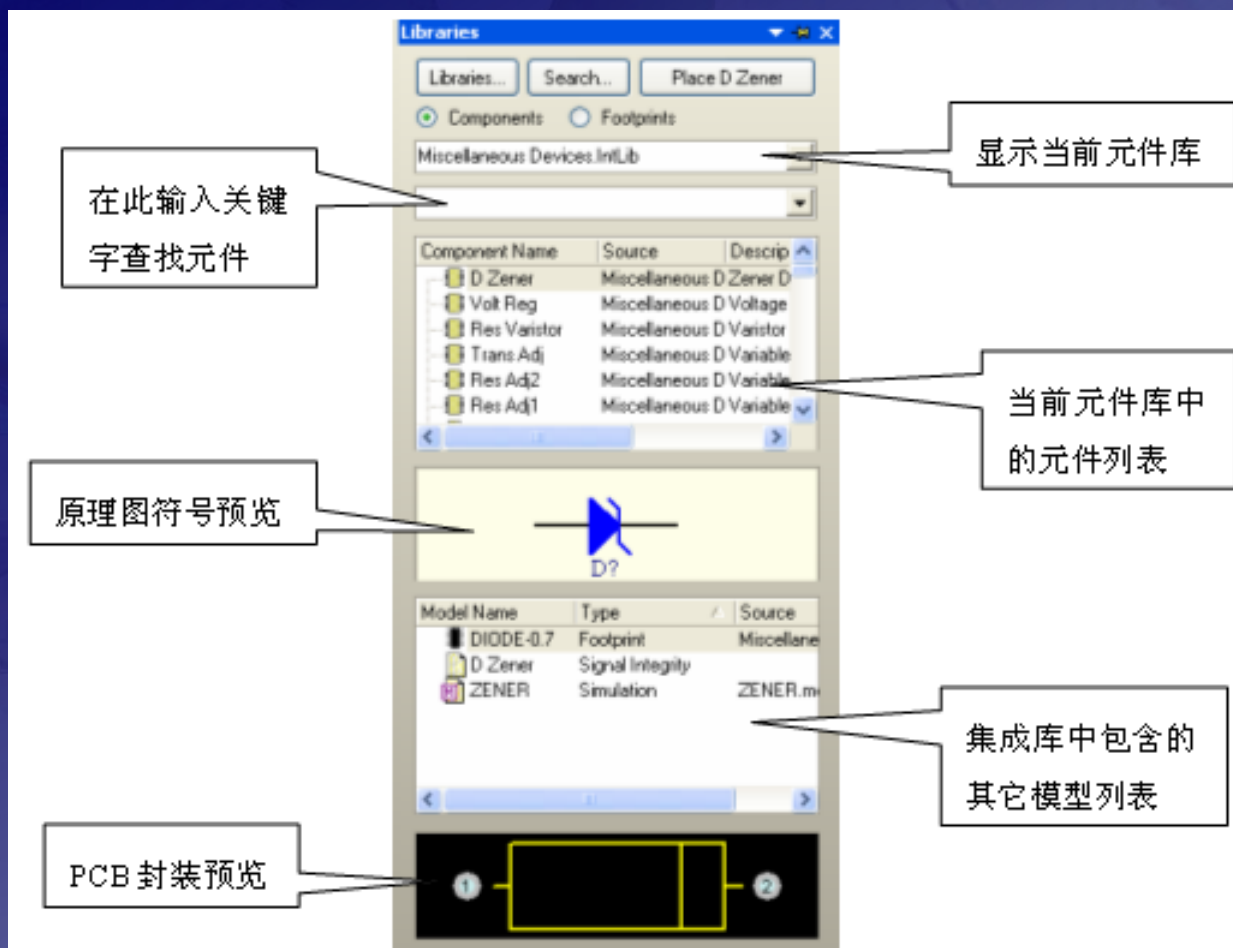
执行菜单命令Tools|Schematic Preferences，在弹出的Preferences对话框中进行设置，单击Preferences对话框中的Graphical Editing标签，即可进行图形的参数设置。



五、装载元器件库：

- Protel DXP的一项重要改进是使用集成元器件库，扩展名为*.IntLib。所谓集成元件库就是将元件的各种模型集成在一个元件库中。这些模型包括：绘制原理图使用的原理图符号模型、制作PCB用的封装模型、进行电路仿真用的SPICE模型、进行电路板信号分析用的SI模型。
- 使用集成元件库，可以使元件库的管理变得更加清晰、高效。同时集成元件库也为Protel DXP的集成开发提供了基础。
- Protel DXP是一个集成的开发环境，它将工程设计所需的各个功能模块集成在一起，读者可以在这个继承环境中进行各种设计，使用集成元件库则可以更大的发挥这种优势。例如，在进行原理图设计时装入集成元器件库，当电路原理图设计完成后，读者可以在当前环境下直接进行电路仿真而不用重新绘制仿真原理图，或利用该原理图进行PCB设计而不用重新装入封装元器件库。

六、元器件库文件面板介绍：



第4章 印制电路板设计基础:

重点内容:

- PCB设计的基础知识
- PCB设计流程
- 使用向导创建PCB文件
- 熟悉PCB放置工具栏
- 熟悉印制电路板的智能标注

一、PCB设计的基础知识:

PCB是Printed circuit board的缩写，也称作印制电路板。PCB印制电路板有以下三种类型。

1. 单面板

单面板的一面有敷铜，另一面没有敷铜。只能在有敷铜的一面布设导线。

2. 双面板

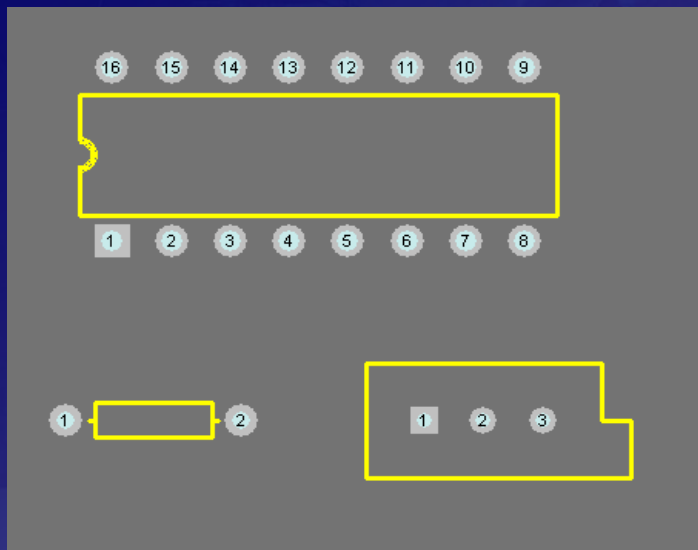
双面板的两面都有敷铜，两面都能布线。通常是在顶层放置元件，在顶层和底层两面进行走线。

3. 多层板

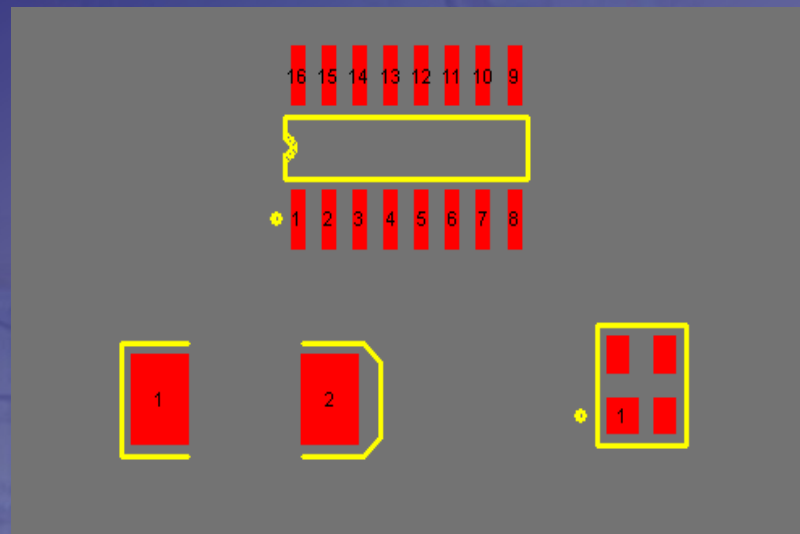
为了应付更复杂的电路，多层板使用数片双面板，并在每层板间放进一层绝缘层后黏牢（压合），这样多层板在顶层和底层的基础上就增加了一些层面，这些层面将被用作信号层、内部电源层、内部接地层等用途。

一、PCB设计的基础知识:

➤ 插入式封装:



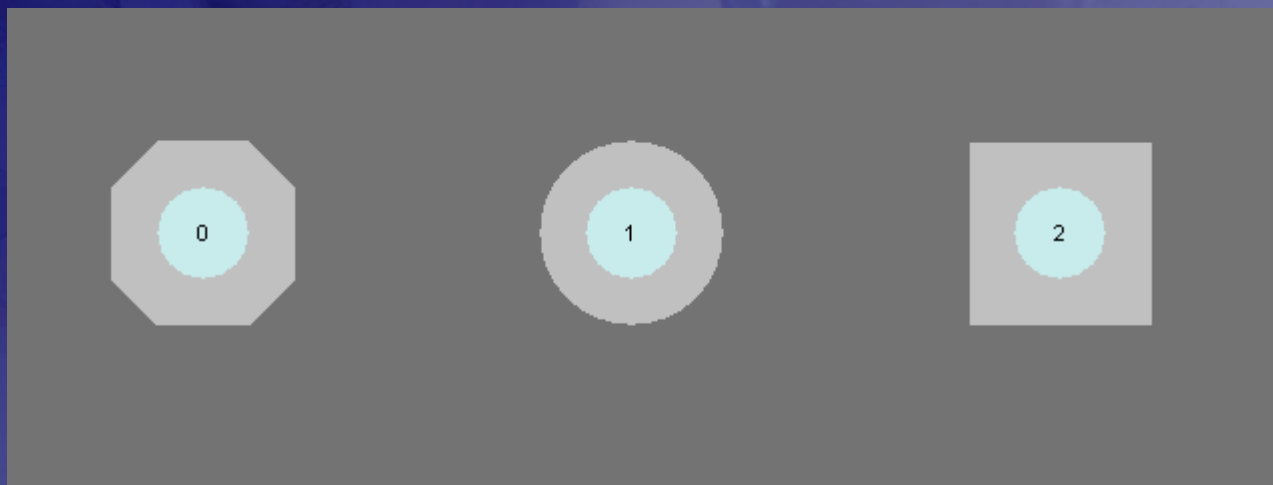
➤ 表面贴装式封装:



一、PCB设计的基础知识：

(1) 焊盘

焊盘上可以放置焊锡，用来将元件的引脚焊接到电路板上。在Protel DXP中，可以将焊盘设置成各种大小和多种形状，如图所示。



一、PCB设计的基础知识:

(2) 过孔

过孔是指为连通各层之间的线路，在各层需要连通的导线的交汇处钻的一个公共孔。工艺上在过孔的孔壁圆柱面上用化学沉积的方法镀上一层金属，用以连通中间各层需要连通的铜箔，而过孔的上下两面做成普通的焊盘形状，可直接与上下两面的线路相通。在DXP中可以将过孔设置成各种大小，如图所示。



一、PCB设计的基础知识:

(3) 导线和飞线

- 导线也称作铜膜导线，就是电路板上的敷铜经过蚀刻处理而形成的一定宽度和形状的导线，用来实现电路板上元器件引脚之间的电气连接。
- 飞线是指在PCB设计时，装入网络表而未布线前的预拉线。飞线是用来表示各个焊盘的电气连接关系的线，并不是物理上的具有电气连接关系的导线。

二、PCB设计流程:

印制电路板的设计流程:

- 绘制电路原理图和生成网络表。
- 规划电路板。
- 设置各项参数。
- 载入网络表和元器件封装。
- 元器件布局。
- 自动布线和手工布线。
- DRC校验。
- 打印输出和加工制作。

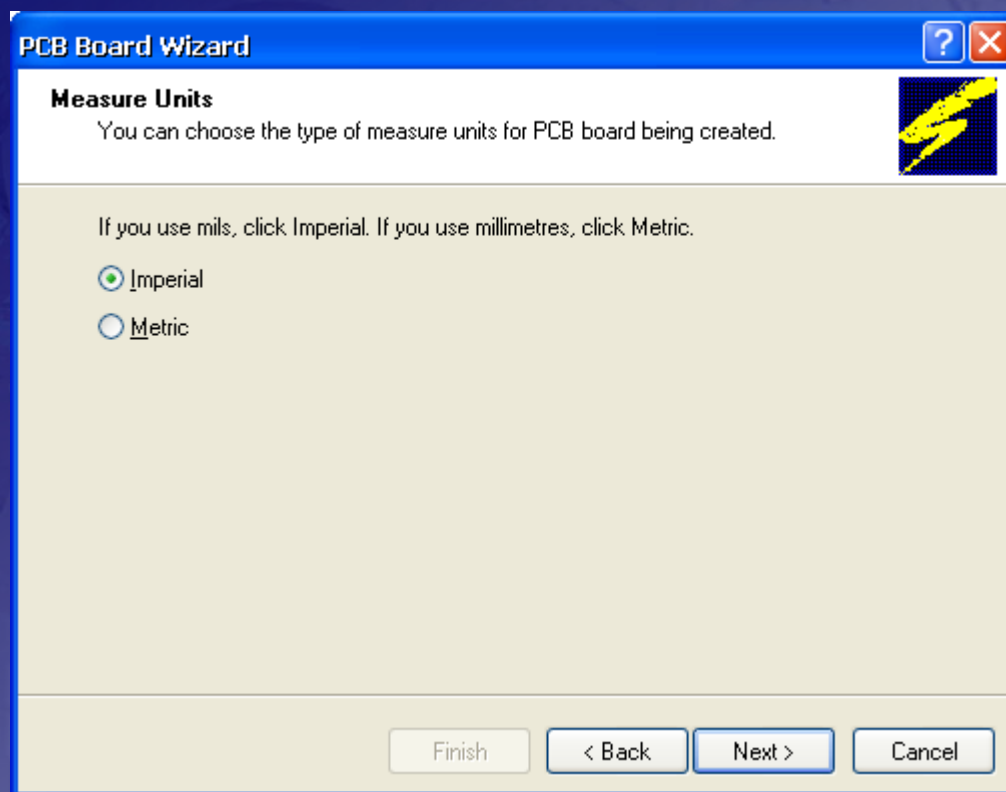
三、使用向导创建PCB文件：

(1) 在Files面板中选择PCB Board Wizard，即可弹出PCB Board Wizard对话框，如图所示。



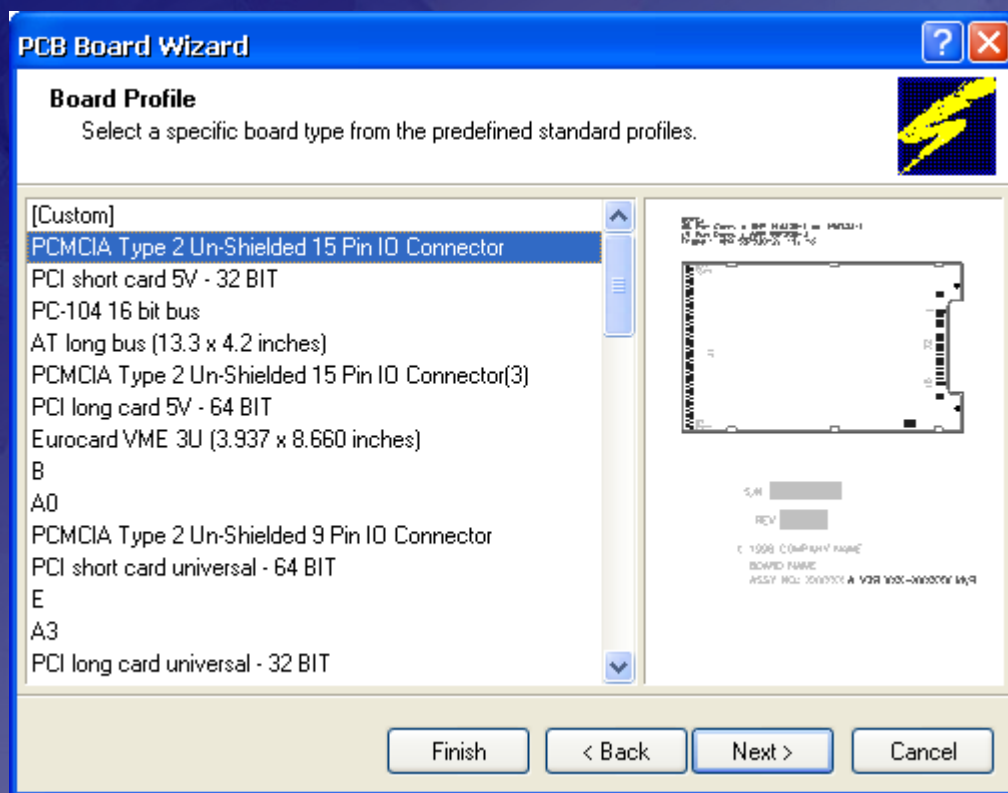
三、使用向导创建PCB文件：

(2) 选择量度单位，Imperial（英制），单位为mil。Metric（公制），单位为mm，如图所示。



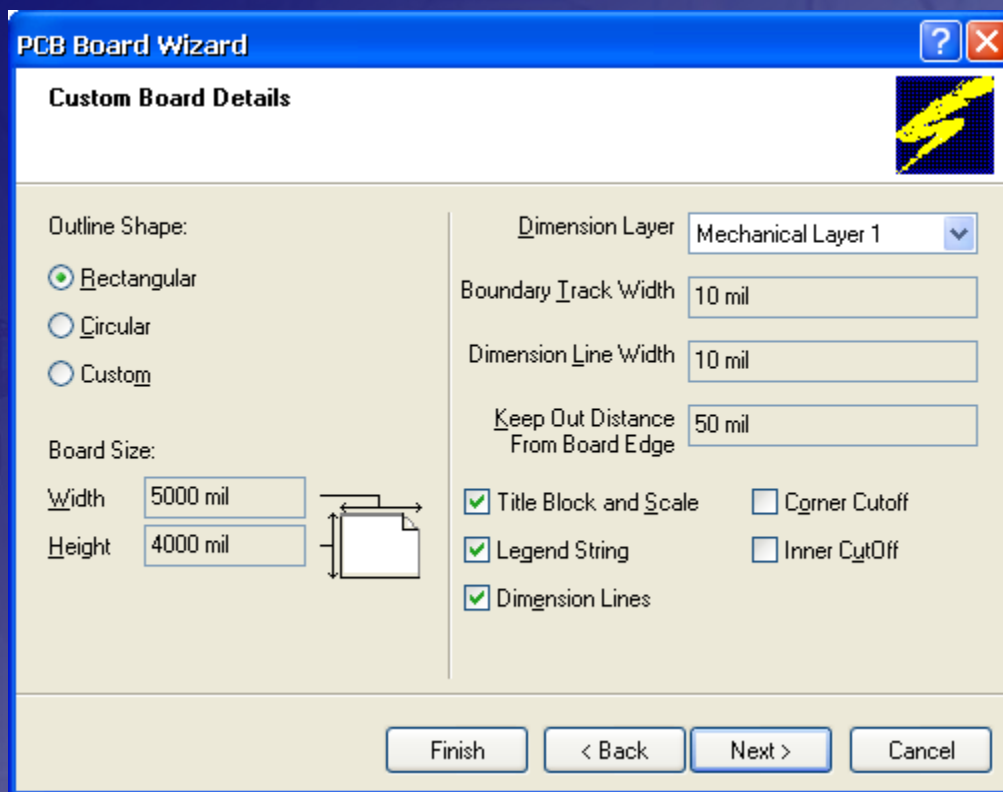
三、使用向导创建PCB文件：

(3) 选择模板，在左边的列表中列出了所有PCB模板，单击一个模板将在右面的显示出图形预览。如果不使用模板则选择[Custom]，如图所示。



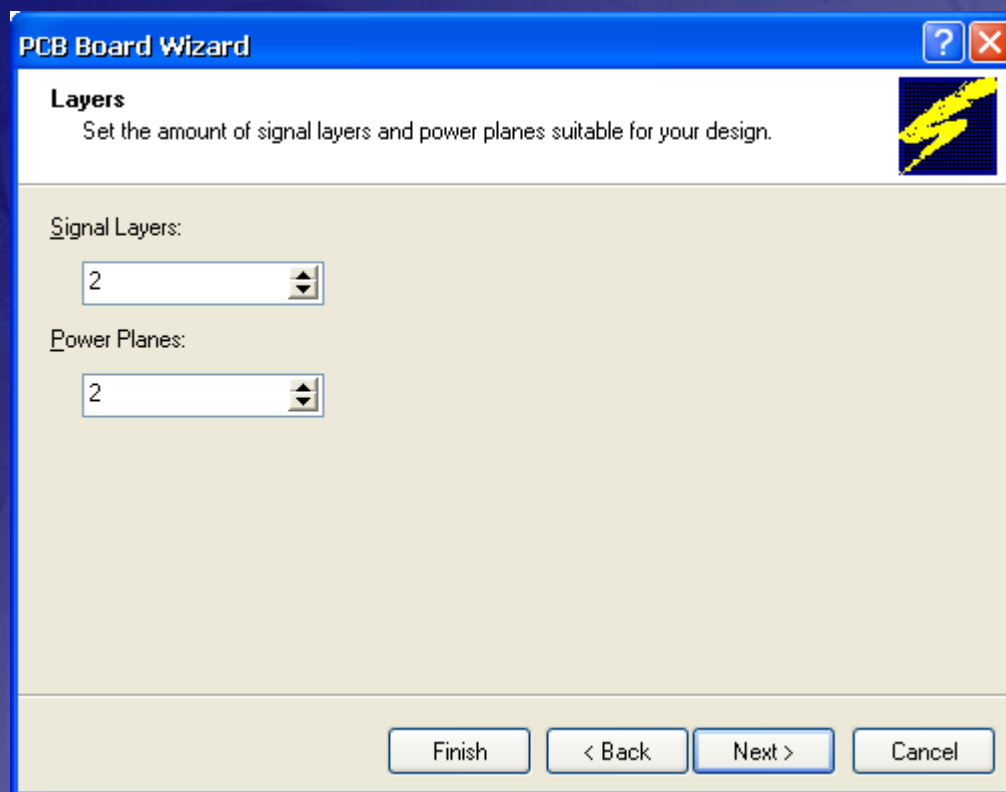
三、使用向导创建PCB文件：

(4) 对电路板的具体参数设置，如图所示。



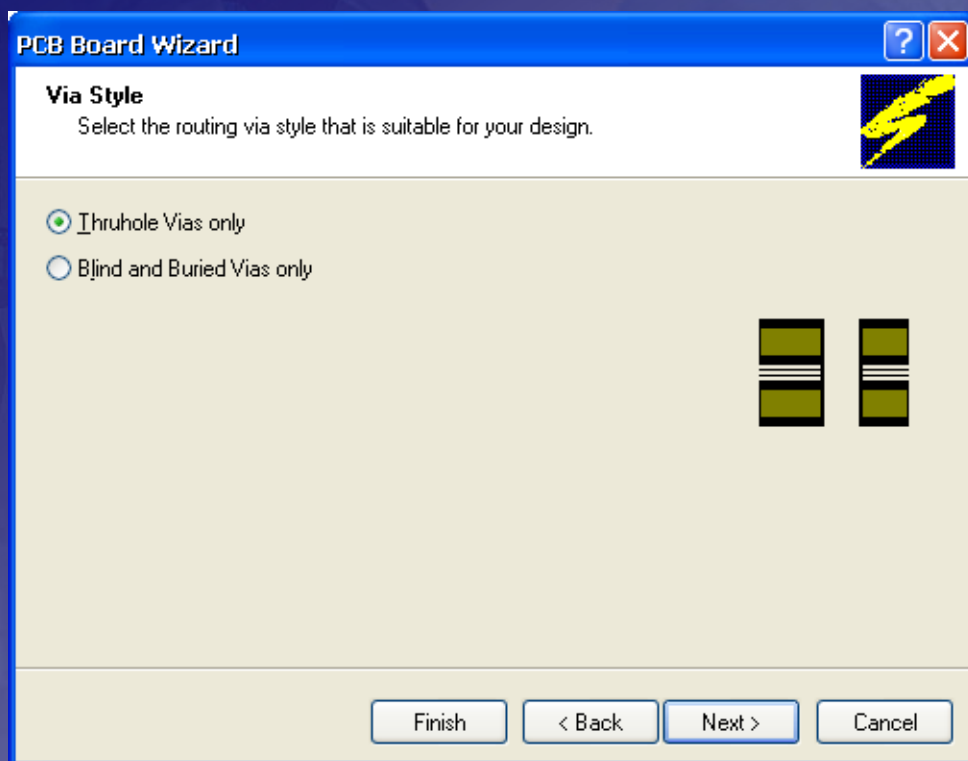
三、使用向导创建PCB文件：

(5) 对电路板的板层进行设置，如图所示。



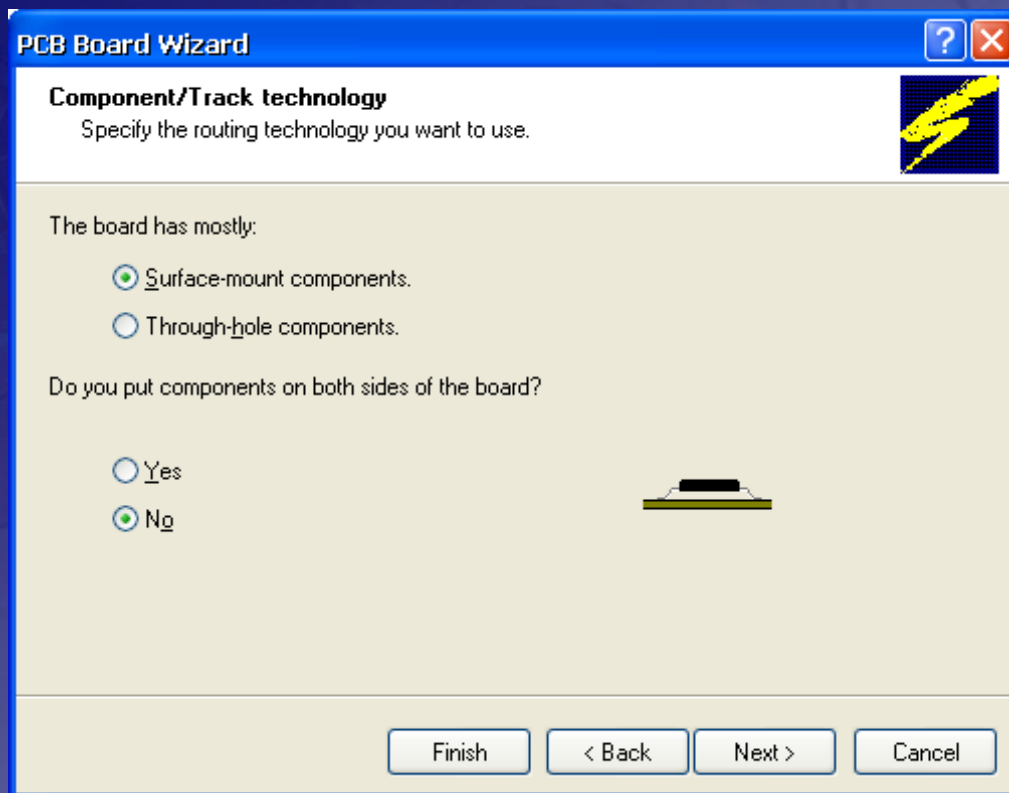
三、使用向导创建PCB文件：

(6) 对电路板的过孔类型设置，如图所示。其中Thruhole Vias only表示仅使用贯穿型过孔。而Blind and Buried Vias only表示使用盲孔和埋孔。



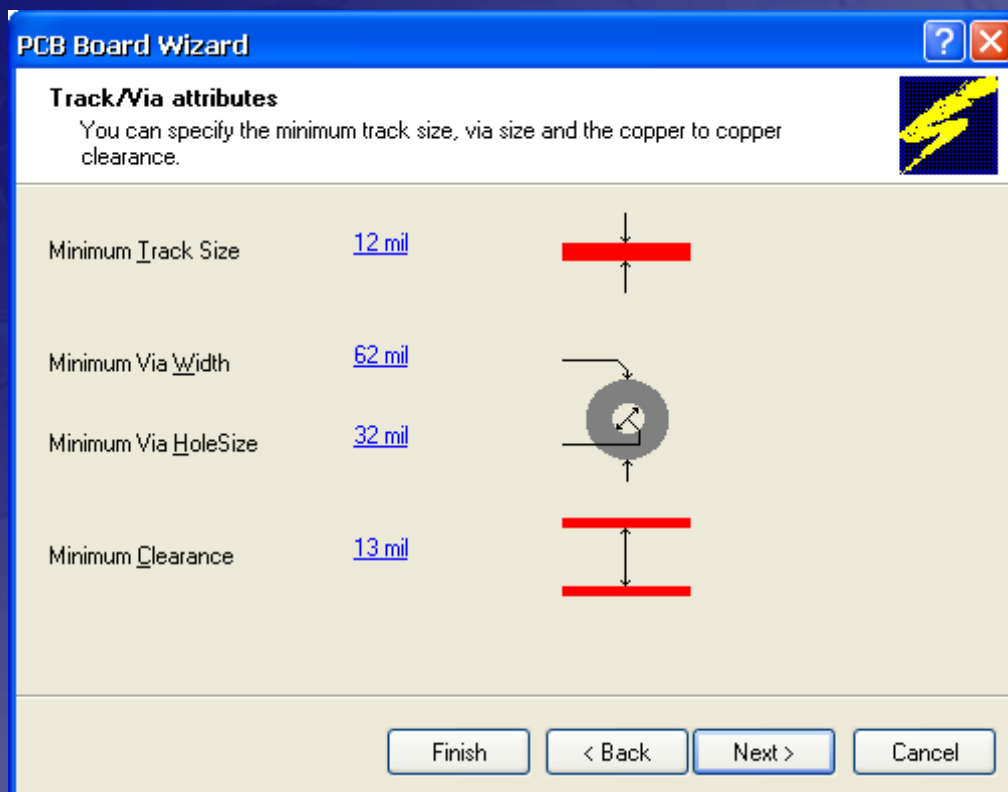
三、使用向导创建PCB文件：

(7) 对电路板的元件和走线进行设置，如图所示。



三、使用向导创建PCB文件：

(8) 对电路板的走线和过孔进行设置，如图所示。



三、使用向导创建PCB文件：

(9) 结束各项设置，单击Finish按钮，即可完成新建。



四、PCB放置工具栏介绍:

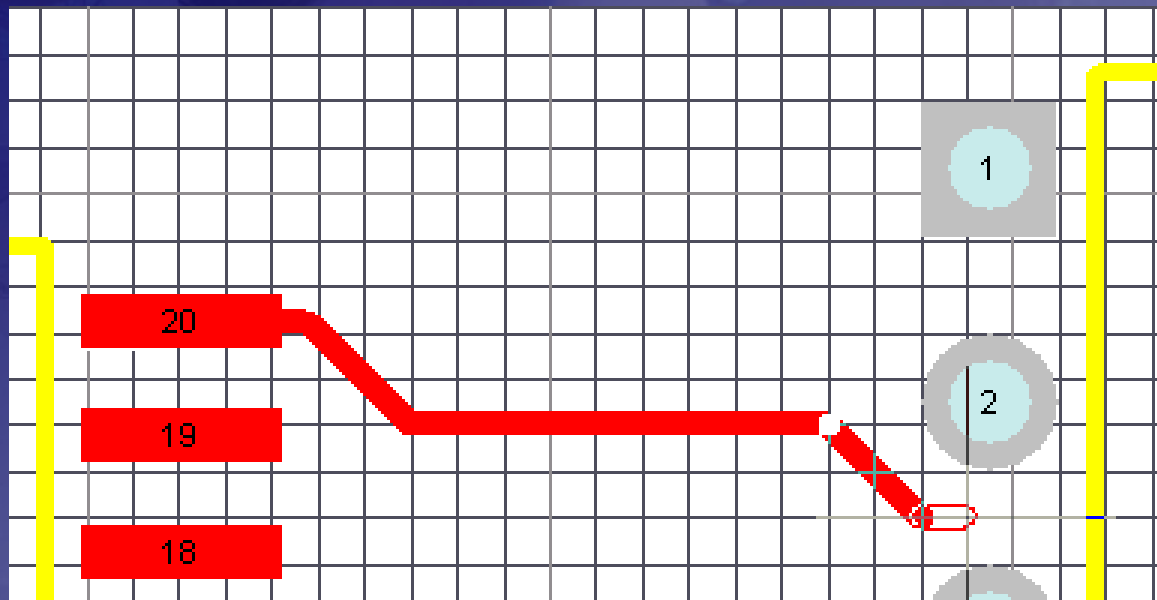
在进行PCB印制电路板的设计中，需要在电路板上添加导线、焊盘、元器件等，这些都可以通过Protel DXP的Placement栏或相应的菜单命令来完成。



四、PCB放置工具栏介绍:

(1) 放置铜膜导线

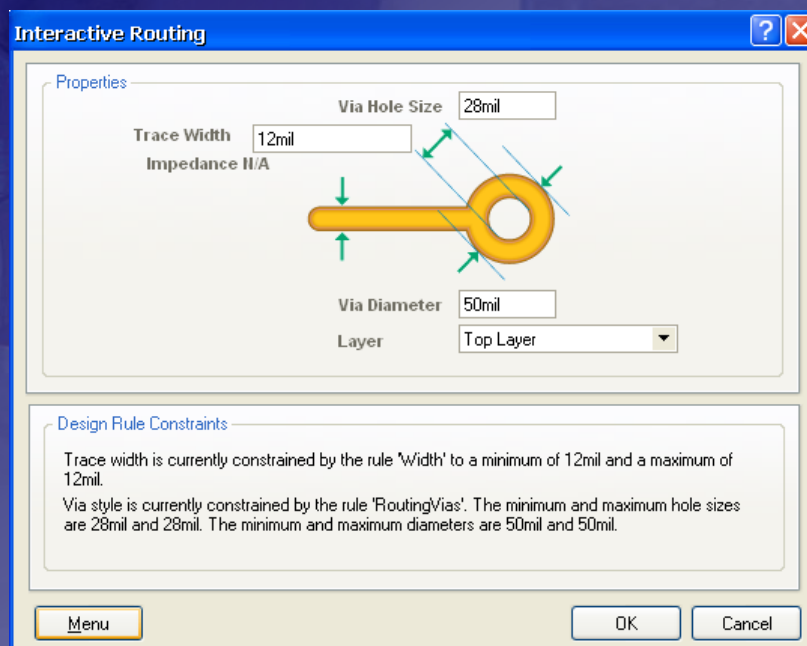
铜膜导线是绘制PCB印制电路板时最常用的图元。它就是印制电路板上的实际连接导线。在绘制铜膜导线拐弯时，需单击鼠标左键确定铜膜导线的拐弯位置，同时可以通过按Shift+Space键来切换选择铜膜导线的拐弯模式，如图所示。



四、PCB放置工具栏介绍：

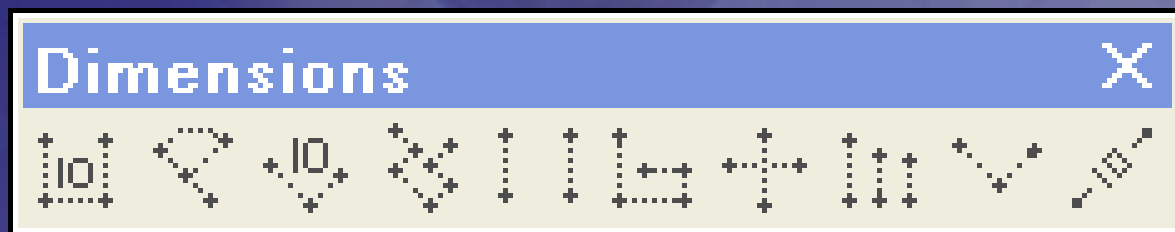
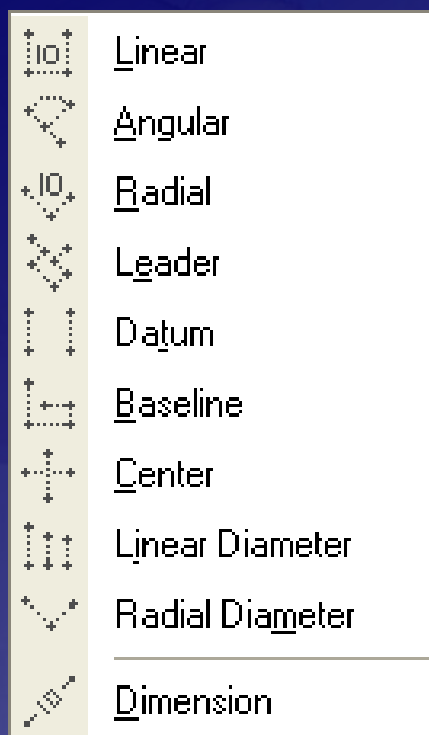
铜膜导线的属性设置：

- Trace Width: 铜膜导线的宽度。
- Via Hole Size: 过孔孔径大小。
- Via Diameter: 过孔直径大小。
- Layer: 导线所在的层，可以单击右边下拉框的下拉箭头，选择导线所在的层。



五、印制电路板的智能标注介绍:

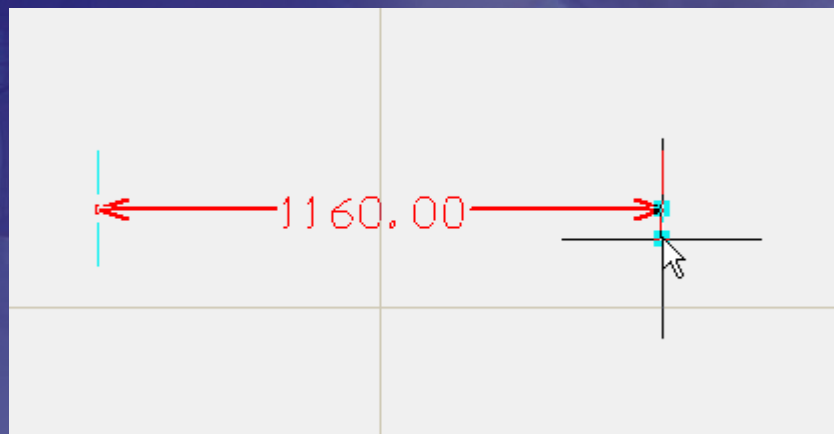
Protel DXP提供了丰富的尺寸标注工具，可以从Place|Dimension子菜单中选择，如图所示。也可以从Dimensions工具条中选择。



五、印制电路板的智能标注介绍:

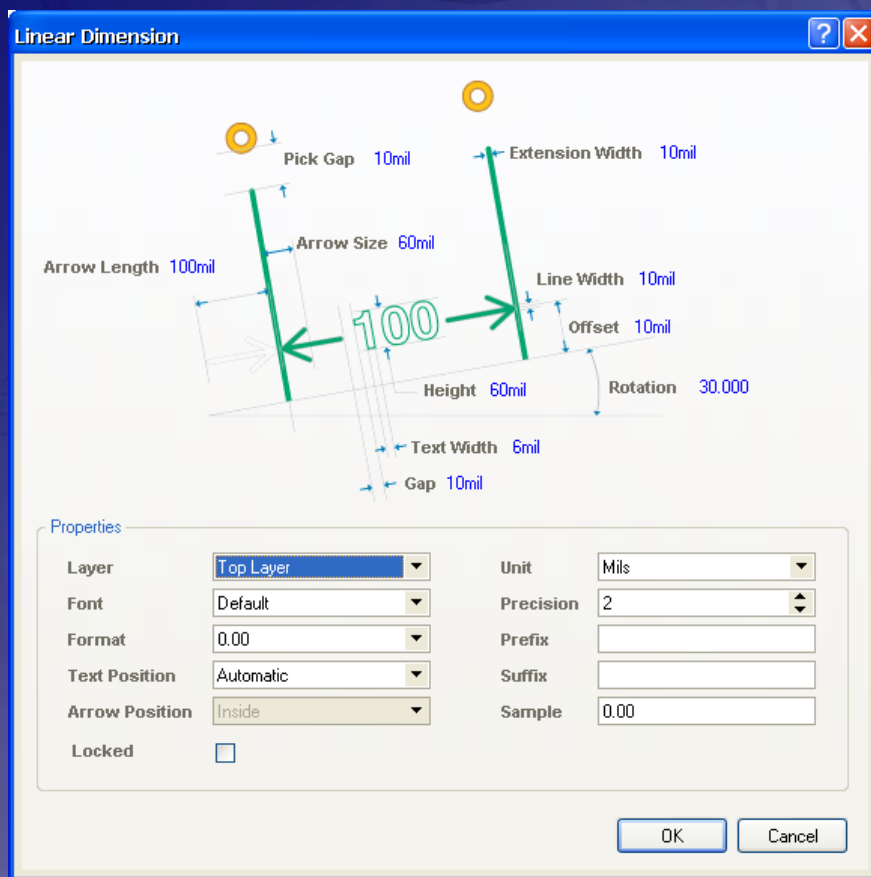
(1) 直线尺寸标注

用于放置一个直线尺寸标注。单击鼠标左键依次确定标注的起点位置、终点位置和文本的放置位置即可。放置时，按Space键可以切换方向为水平或垂直。直线尺寸标注形式如图所示。



五、印制电路板的智能标注介绍：

直线尺寸标注的属性设置



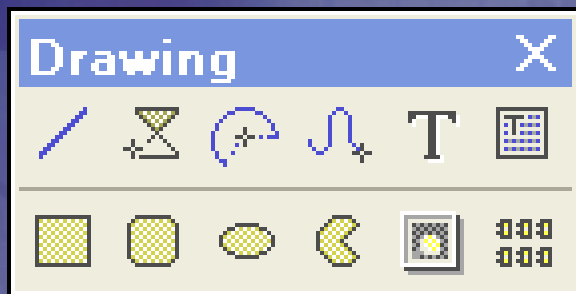
第5章 电路原理图设计进阶：

重点内容：

- 熟悉图形工具栏的使用
- 掌握窗口和图件操作的技巧
- 理解DXP的编译工程
- 熟练地打印输出电路原理图

一、图形工具栏介绍:

- 在绘制电路原理图时，有时需要插入一些文字或图形。比如一些注解的文字和图形，以及一些公司的标志等等，但这些文字和图形只是提供一些辅助信息，没有任何电气意义。
- Protel DXP提供了功能强大的图形工具。可以应用这些图形工具可以方便地在原理图上绘制直线、曲线、圆弧和矩形等图形来对原理图进行进一步的修饰和说明。用图形工具绘制的图形主要起标注的作用。
- 绘图操作通过Drawing工具栏来进行，如图所示。



一、图形工具栏介绍:

(1) 绘制直线

直线在原理图中可以用来绘制表格、箭头、虚线等图形，用以补充说明电路原理图。直线在功能上与导线完全不同，导线具有电气意义，而直线并不具有电气意义，它不会影响到电路的电气结构。

执行绘制直线命令，方法有：

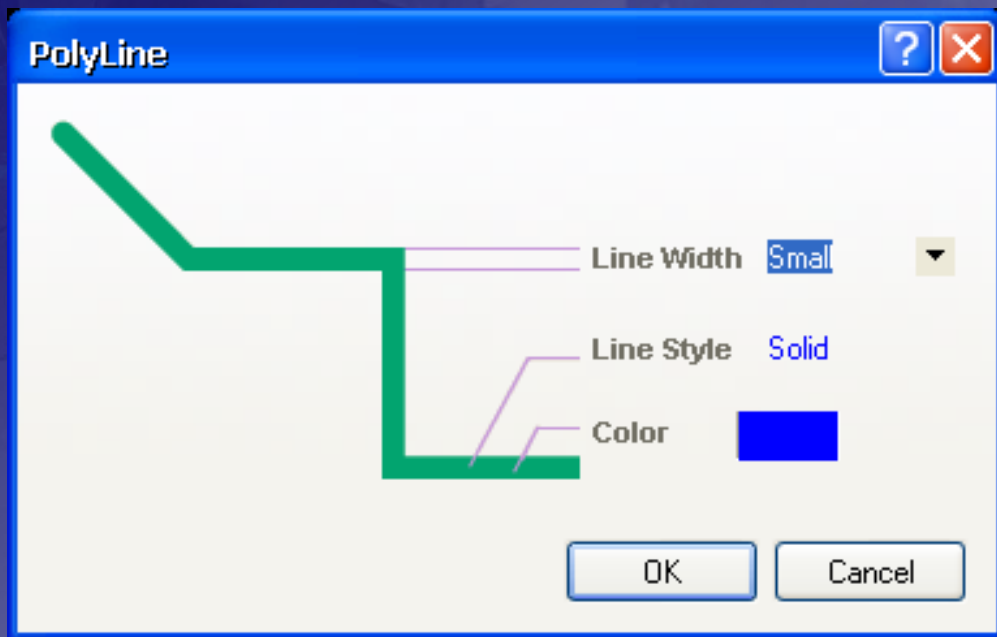
- 执行菜单命令Place|Drawing Tools|Line。
- 快捷键，P|D|L。



一、图形工具栏介绍：

直线的属性设置：

- Line Width: 线宽。可以选择四种宽度。
- Line Style: 线型。可以选择实线、虚线、点状虚线。
- Color: 颜色。



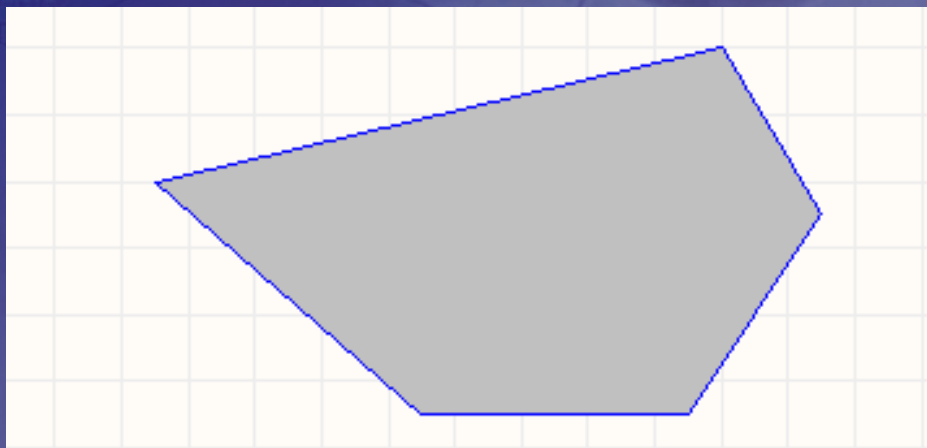
一、图形工具栏介绍:

(2) 绘制多边形

多边形是指利用鼠标光标确定的顶点所构成的封闭区域。
Protel DXP可以绘制出任意形状的多边形。

执行绘制多边形命令:

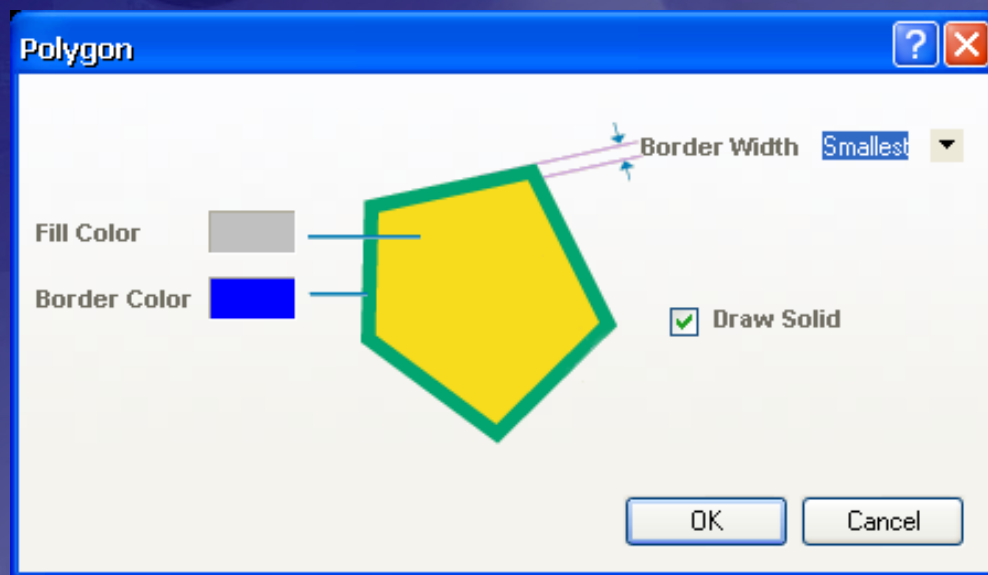
- 执行菜单命令Place|Drawing Tools|Polygon。
- 快捷键，P|D|Y。



一、图形工具栏介绍：

多边形的属性设置：

- Fill Color: 设置填充颜色。
- Border Color: 设置边框颜色。
- Border Width: 选择边框宽度。
- Draw Solid: 选择填充方式。



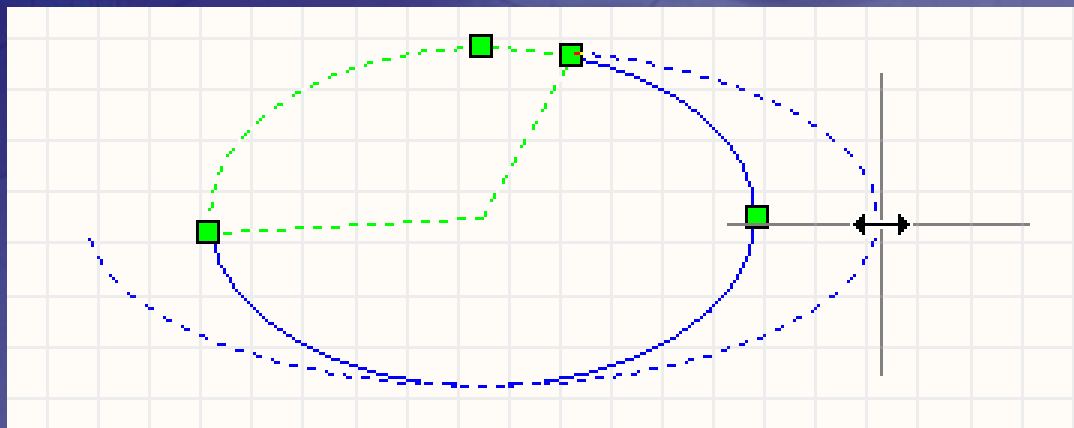
一、图形工具栏介绍:

(3) 绘制椭圆弧和圆弧

圆弧是椭圆弧的特殊形式，当椭圆的长轴与短轴相等时，就是一个圆。

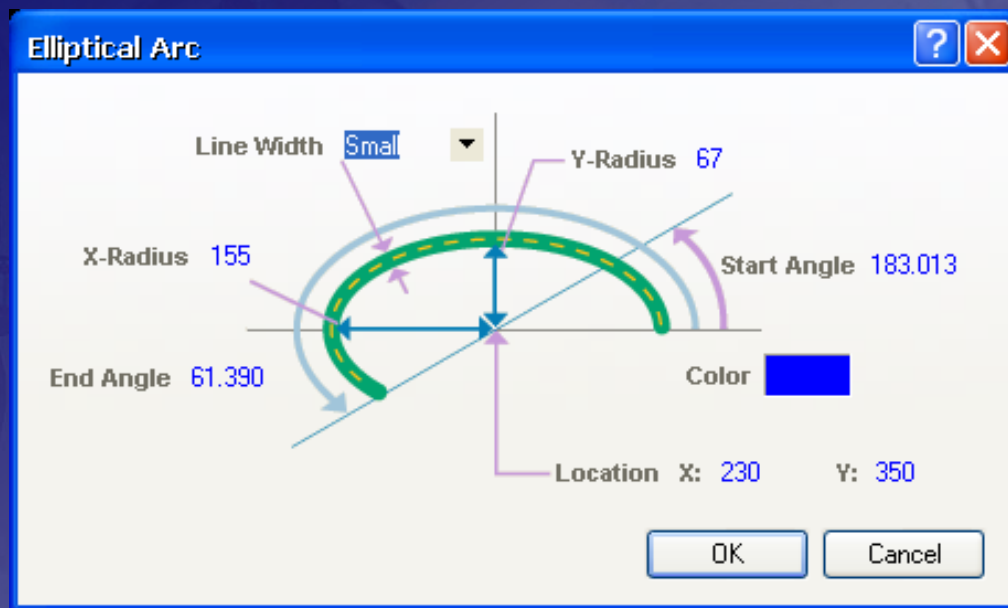
执行画椭圆弧命令：

- 执行菜单命令Place|Drawing Tools|Elliptical Arcs。
- 快捷键，P|D|I。



一、图形工具栏介绍：

椭圆弧和圆弧的属性设置：



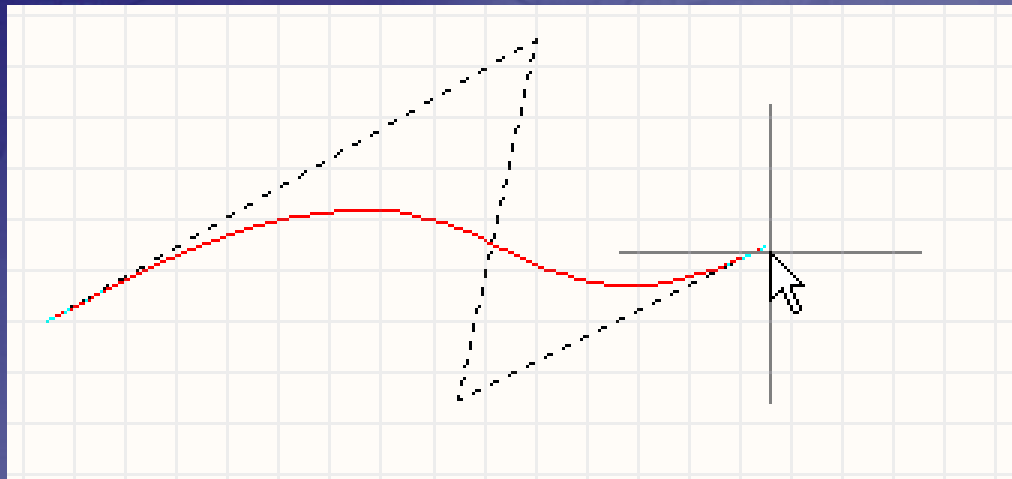
一、图形工具栏介绍:

(4) 绘制贝塞尔 (Bezier) 曲线

Bezier曲线 (贝塞尔曲线) 是一种表现力十分丰富的曲线, 可以用它来拟和正弦波、抛物线等曲线。它是由四个点确定的一条曲线, 通过移动着四个点, 可以绘制出不同形式的曲线。

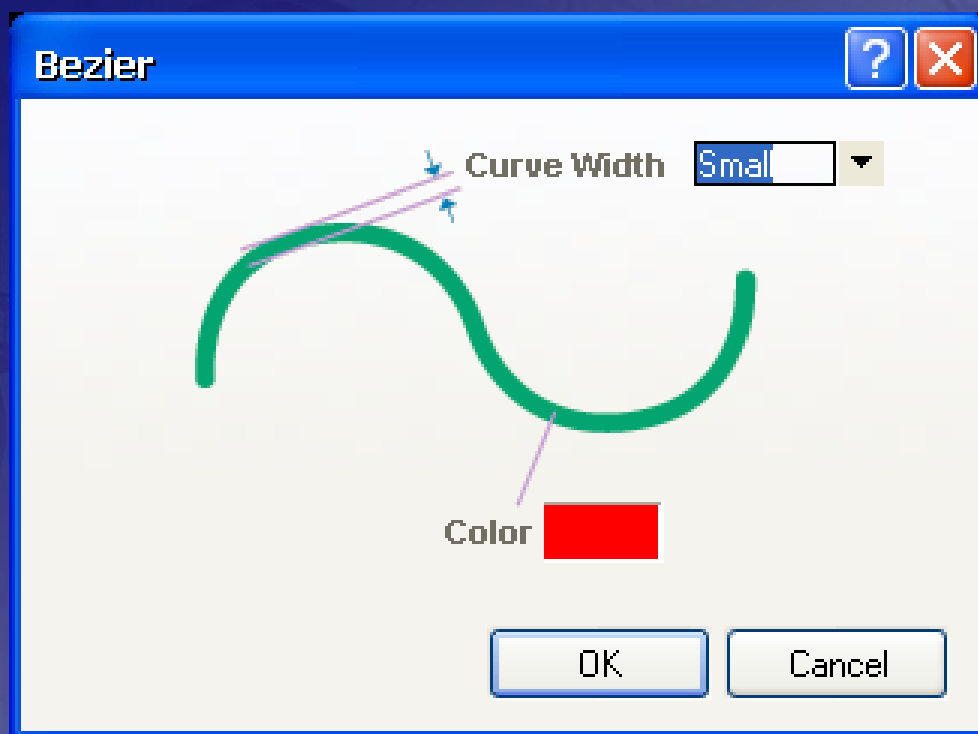
启动绘制贝塞尔曲线命令有:

- 执行菜单命令Place|Drawing Tools|Bezier。
- 快捷键, P|D|B。



一、图形工具栏介绍：

贝塞尔曲线的属性设置：

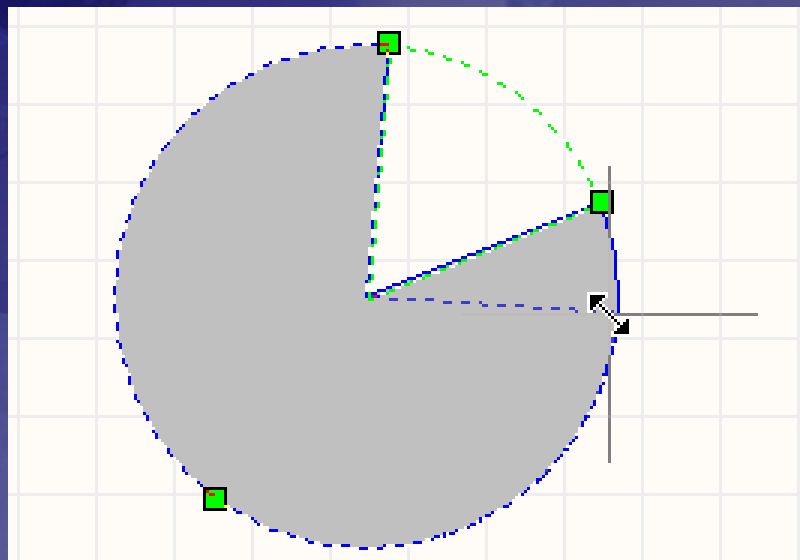


一、图形工具栏介绍：

(5) 绘制饼图

启动绘制饼图命令有：

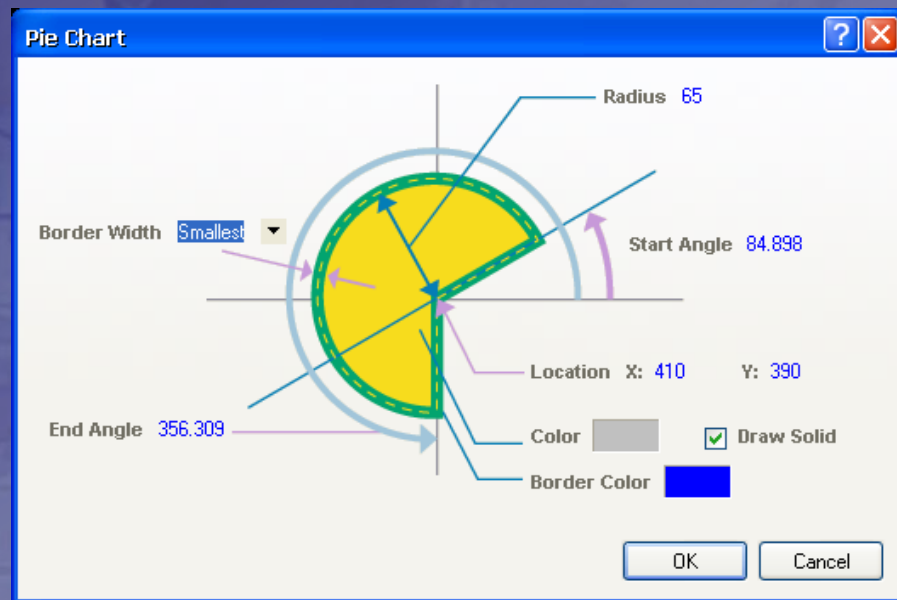
- 执行菜单命令Place|Drawing Tools|Pie Chart。
- 快捷键，P|D|C。



一、图形工具栏介绍：

饼图的属性设置：

- Border Width: 边框宽度。
- Draw Solid: 选中该复选框，将使用填充。
- Color: 设置填充颜色。
- Border Color: 设置边框颜色。
- Location: 设置饼图位置。
- Radius: 设置饼图半径。
- Start Angle: 设置起始角度。
- End Angle: 设置终止角度。



二、窗口操作：

窗口操作的常用命令：

- Fit Document（适合整个电路图），该命令把整张电路图（包含图边框），缩放在窗口中，不管显示比例为多少。
- Fit All Objects（适合全部实体），该命令将整个电路图缩放在窗口中，不含图边框及空白部分，所以显示比例比Fit Document命令要大，图件比较清晰。
- Area（区域），该命令是把指定的区域放大到这个窗口。
- Selected Componets（选中的元件），该命令的作用是将显示画面的中心转移到选中的元器件的重心上。
- Around Point（以光标为中心）
- Zoom In（放大）、Zoom Out（缩小），直接对电路原理图放大、缩小。

三、图件操作：

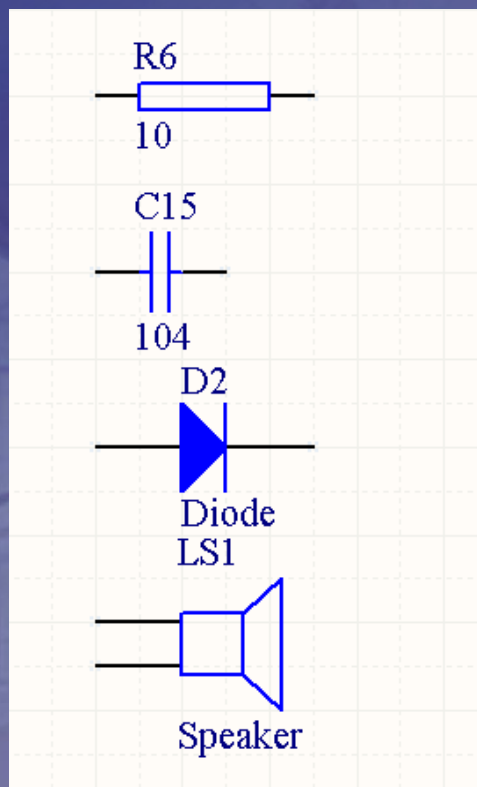
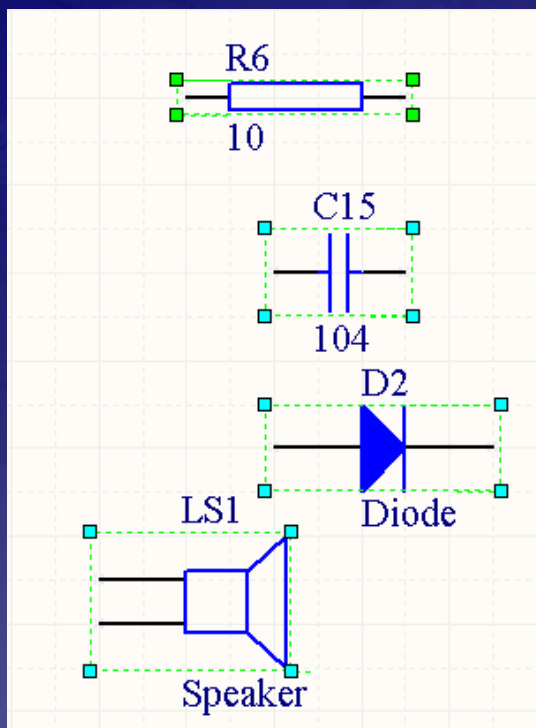
(1) 元器件的选择和取消选择：

- 用鼠标直接选取。
- 利用主工具栏上的选取按钮。
- 利用菜单命令。
- 取消选择

三、图件操作：

(2) 元器件的对齐：

元器件左对齐的方法，选中欲对齐的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Align Left。执行命令后的结果如图所示。



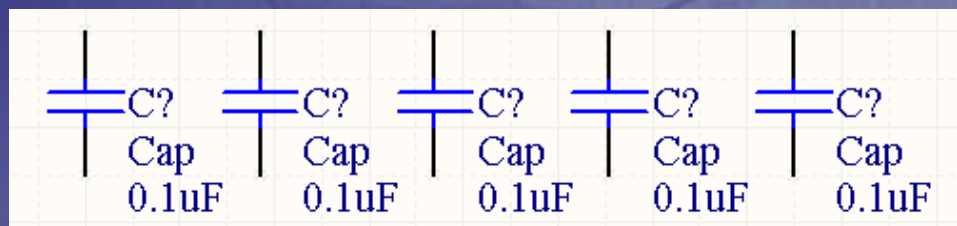
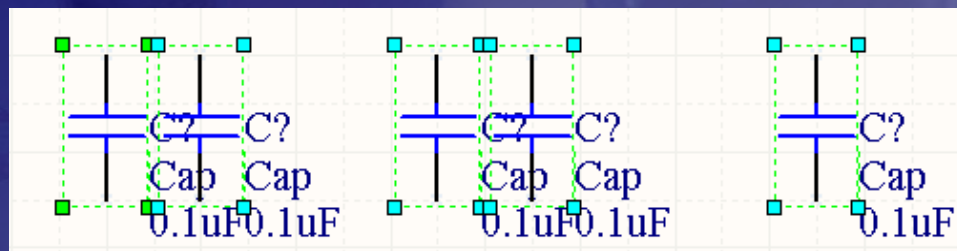
三、图件操作：

- 元器件右对齐。选中欲对齐的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Align Right。
- 元器件纵向中心对齐。选中欲对齐的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Center Horizontal。
- 元器件顶对齐。选中欲对齐的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Align Top。
- 元器件底对齐。选中欲对齐的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Align Bottom。
- 元器件横向中心对齐。选中欲对齐的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Center Vertical。

三、图件操作：

(3) 元器件的均匀排列：

元器件横向均匀排列。选中欲横向均匀排列的元器件后，执行菜单命令Edit|Align|Distribute Horizontally，执行命令后的结果如图所示。



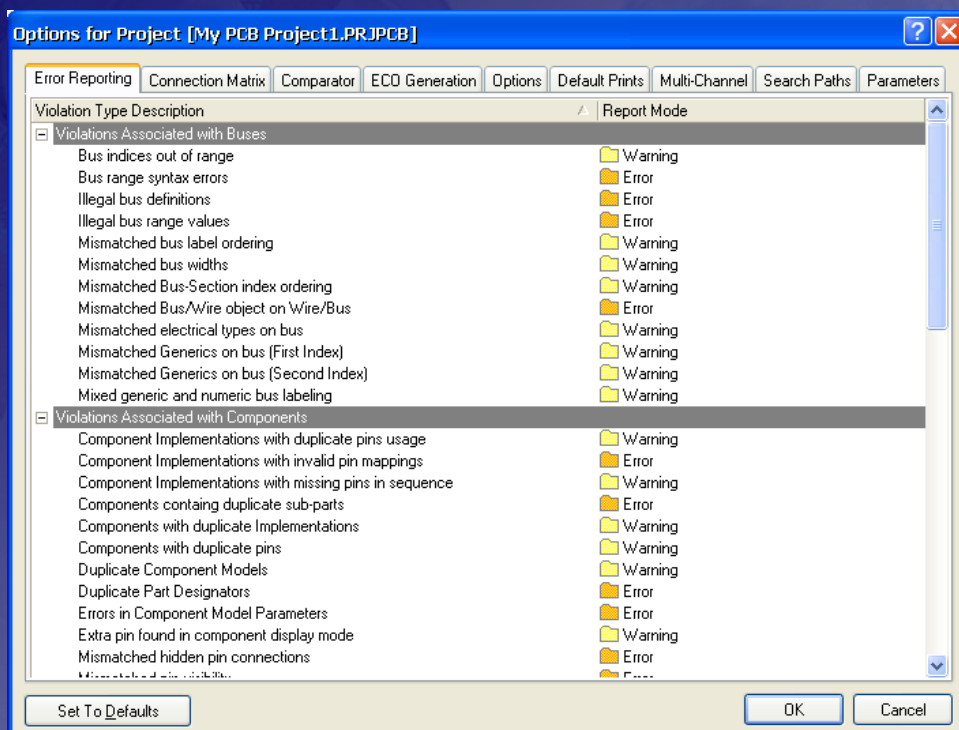
四、编译工程和查错:

- 电路原理图绘制完成后，为保证原理图的正确，应该对这个工程进行编译和查错。在编译时，Protel DXP会对整个工程进行分析和检查，然后根据用户的设置给出错误信息。用户可以方便地找到错误所在并加以修改。此外，编译后，系统会给出网络信息，可以帮助用户定位某个网络或某个元件。
- 电路原理图中的连线、元器件端口都具有实际的电气意义，它们不是简单的连线和点，在使用它们时必须遵守一定的规则，这个规则就是电气规则（Electrical Rules）。
- 所谓电气规则检查，就是检查整个电路中那些不应该出现的短路、断路、多个输出引脚短路、输入引脚未连接等错误。
- 利用Protel DXP对整个工程进行编译，在工程编译中，除了进行电气规则检查外，还要建立整个项目工程的交叉引用信息，以方便在各原理图之间切换，查看相关内容。

四、编译工程和查错：

(1) 打开错误报告设置标签页

- 执行菜单命令Project|Project Options，即可弹出工程选项对话框。
- 单击工程选项对话框中的Error Reporting标签页，即可进入错误报告设置，如图所示。



四、编译工程和查错：

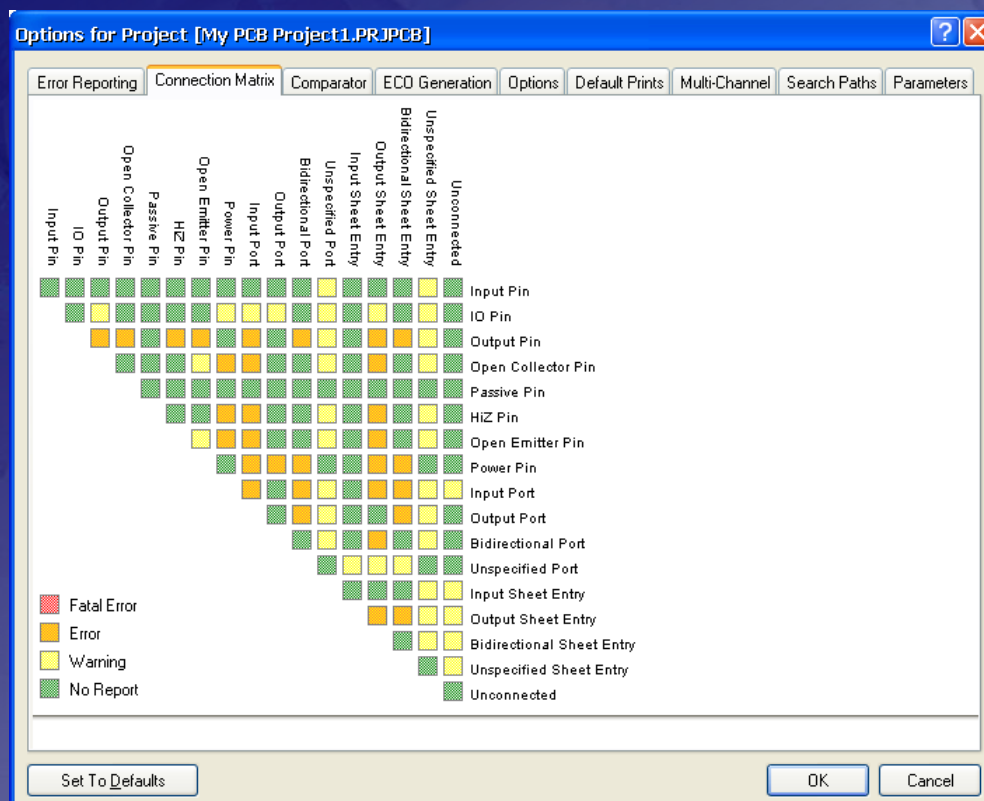
(2) 设置错误报告类型

- Violation Associated with Buses: 总线的违规检查。
- Violation Associated with Components: 元器件违规检查。
- Violation Associated with Documents: 文件的违规检查。
- Violation Associated with Nets: 网络的违规检查。
- Violation Associated with Others: 其它违规检查。
- Violation Associated with Parameters: 参数违规检查。

四、编译工程和查错：

(3) 电气连接矩阵介绍

单击工程选项对话框中的Connection Matrix标签，进入电气连接矩阵设置，如图所示。



四、编译工程和查错:

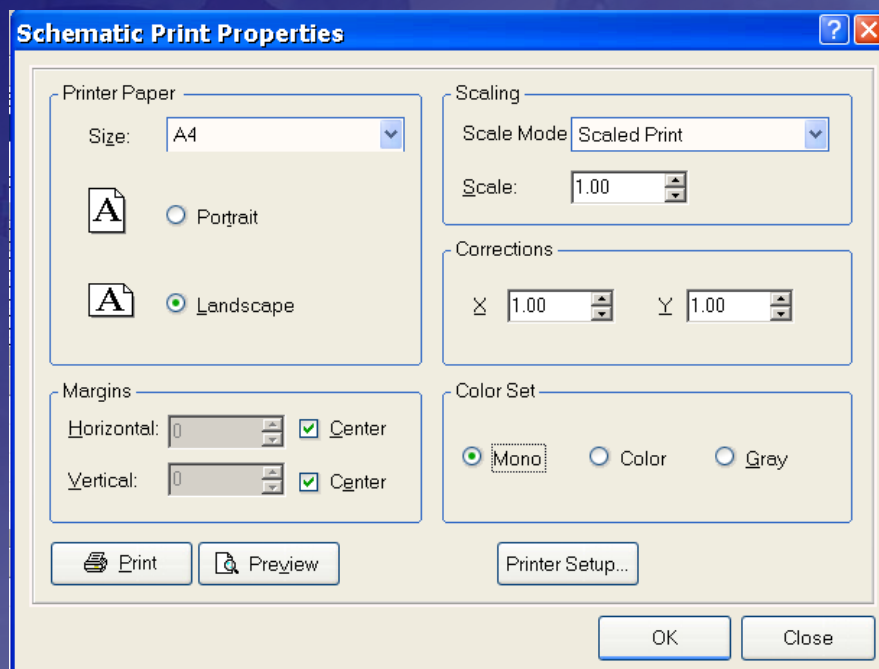
(4) 分析和编译工程的步骤:

- 单击工作面板标签栏中的Navigate标签，即可显示Navigator面板，在没有分析或编译工程时，Navigator面板是空的。
- 单击Analyse按钮，即可对当前工程进行分析。分析后，Navigator面板中会显示出当前的电路原理图的元器件、网络，并给出错误报告。
- 单击Compile按钮，即可对当前工程进行编译。执行菜单命令Project|Compile ALL Projects / Compile PCB Project，即可对所有工程进行编译。
- 编译后，Navigator面板中会显示出当前工程中各个电路原理图的元器件、网络以及违规信息。

五、打印输出电路原理图：

(1) 页面设置

执行菜单命令File|Page Setup，将弹出如图所示的原理图打印属性设置对话框Schematic Print Properties，可以在此对话框内设置打印页面的有关参数。



五、打印输出电路原理图：

(2) 原理图打印属性的各项参数介绍

- Size: 打印纸大小设置。
- Portrait单选钮: 打印纸纵向垂直放置。
- Landscape单选钮: 打印纸横向水平放置。
- Horizontal: 打印纸水平方向页边距设置。
- Vertical: 打印纸垂直方向页边距设置。
- Center复选框: 选中该复选框, 则原理图始终处于打印纸的中心。
- Scale Mode: 打印比例模式设置。有两种选择: Fit Document On Page (把整个原理图打印到一张纸上), Scaled Print (按读者设定的打印比例打印)。
- Scale: 打印比例设置。当在Scale Mode中选择Scaled Print时, 可以在右边设定打印比例值。

第6章 层次原理图设计和多通道技术:

重点内容:

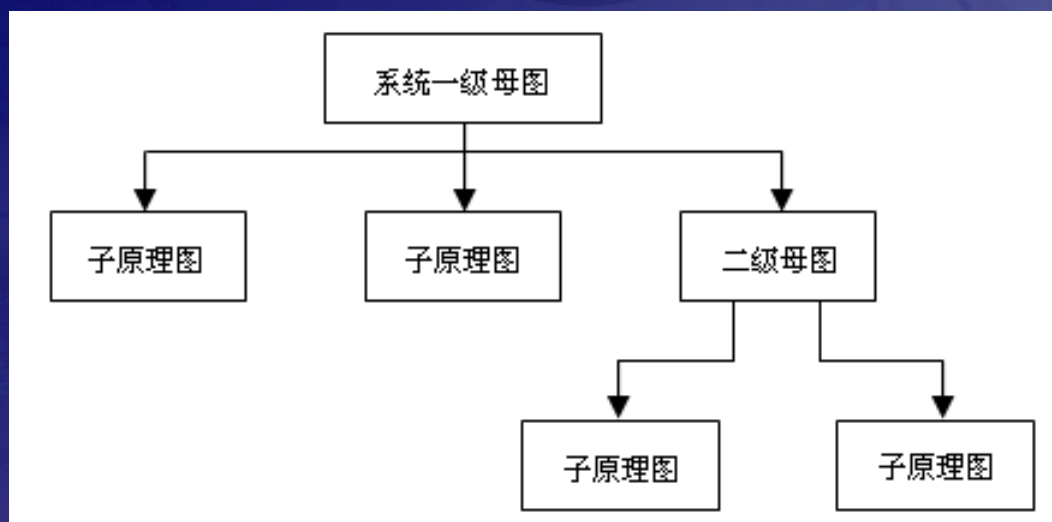
- 掌握自上而下的层次原理图设计方法
- 掌握自下而上的层次原理图设计方法
- 掌握多通道原理图绘制技巧

一、层次原理图介绍:

- 层次原理图的设计思路是把整个项目原理图用若干个子图来表示。DXP采用母图和子图的方法来表达整个项目原理图中各个子图的连接关系。
- 所谓层次原理图设计，就是将整个电路分成多个模块，分别绘制在多张图纸中。这样，整个电路的各个部分或功能模块就显示的更加清晰；绘制、修改也只需对某个模块进行操作；同时还可以实现同一个模块的重复调用，大大方便了设计工作。
- 层次原形图的设计是一种模块化的设计方法。用户可以将一个项目系统划分为多个子系统，各个子系统又可以被划分为多个功能模块，功能模块再细分为若干个基本模块。将各个基本模块设计完成，定义模块之间的连接关系，即可完成整个项目的设计。

一、层次原理图介绍：

层次原理图的典型结构如图所示。



每个层次原理图设计的项目中有一个母图，母图对应着整个项目。整个项目被分成若干个模块，各个模块分别被绘制在层次原理图的子图中，子图中有输入输出端口以便整个电路的其它部分连接。子图在母图中用方块电路图表示，方块电路端口之间用导线或总线连接起来，以形成一个完整的电路。

二、自上而下的层次原理图设计方法：

自上而下的设计方法是指，将一个项目分成若干功能模块，在层次原理图的母图中绘制这些功能模块对应的方块电路图，再由这些方块电路图生成层次原理图的子图，并分别完成子图的绘制。这样由上而下，层层细化，逐步完成整个项目的设计。

二、自上而下的层次原理图设计方法：

(1) 绘制层次原理图母图

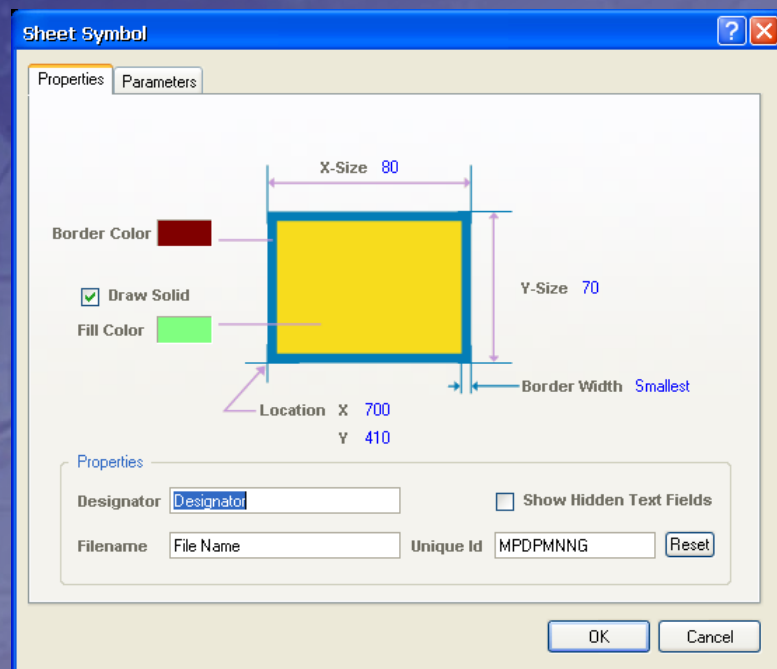
采用自上而下的设计层次原理图的方法，首先是要规划好整个电路的各个功能模块，根据这些功能模块绘制层次原理图的母图，其步骤是：

- 新建工程和原理图母图
- 放置方块电路图
- 放置方块电路端口
- 连线

二、自上而下的层次原理图设计方法：

(2) 方块电路图属性设置

- Designator: 方块电路图的编号。
- Filename: 该方块电路图所对应的子图的文件名。
- Unique Id: 系统给出的编号，一般不用修改。
- Border Color: 设置边框颜色。
- Draw Solid: 选中该复选框，将使用填充。
- Fill Color: 选择填充颜色。
- Location: 设定该方块电路图的位置。
- X-Size: 设定该方块电路图的宽度。
- Y-Size: 设定该方块电路图的高度。
- Border Width: 设定边框的宽度。



二、自上而下的层次原理图设计方法：

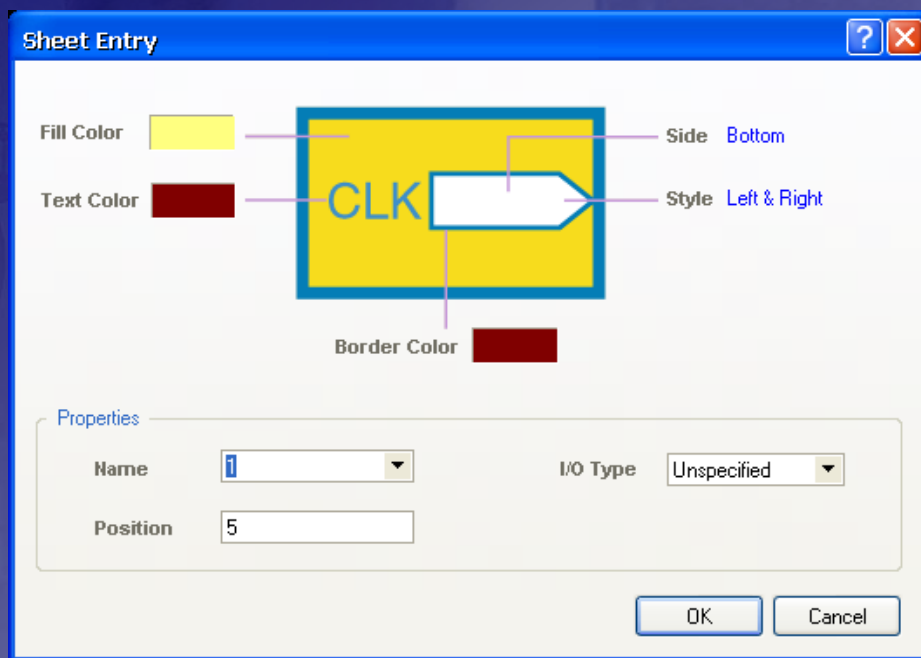
(3) 方块电路端口属性设置

- **Name:** 方块电路端口的名称。
- **Position:** 方块电路端口的位罝。
- **I/O Type:** 输入输出类型。可以设置为：Unspecified（未指定）、Input（输入类型）、Output（输出类型）、Bidirectional（双向类型）。
- **Fill Color:** 填充颜色。
- **Text Color:** 文本颜色。
- **Side:** 设置方块电路端口在方块电路图中的位罝，有四种选择：Top（顶部）、Bottom（底部）、Right（右侧）、Left（左侧）。
- **Style:** 设置方块电路端口的形式，有8种形式选择。
- **Border:** 设置方块电路端口的边框颜色。

二、自上而下的层次原理图设计方法：

(4) 方块电路端口属性设置对话框

方块电路端口与电路输入输出端口是不同的，输入输出端口是表示节点之间的连接，因此输入输出端口之间不需要导线连接。而方块电路端口是表示其对应的子图与其它电路的连接点，因此必须用导线将方块电路端口连接一起，以建立起电气连接关系。



三、自下而上的层次原理图设计方法：

自下而上的层次原理图设计方法刚好与前面讲到的自上而下的设计方法相反。也就是，设计中先绘制好各个层次原理图的子图，再由子图生成方块电路图。由下而上，层层集中，直到最后完成母图的绘制。

三、自下而上的层次原理图设计方法：

采用自下而上的设计层次原理图的方法，首先是要规划好整个电路的各个功能模块，其步骤是：

- 新建工程，并在其中添加原理图文件。包括各级层次原理图的子图和母图。
- 绘制各个子图。
- 在母图中生成各子图所对应的方块电路图。
- 在母图中连线，完成整个层次原理图设计。

四、多通道原理图绘制：

多通道设计是Protel DXP提供的一种全新的设计方法，它可以简化多个完全相同的子模块的重复输入设计，Protel 99se及其以前各种版本的电路设计系统，在遇到类似情况时，常常是将这些完全相同的子模块反复进行复制、粘贴，然后再重新分配元件标识，确实给设计者带来了诸多不便。Protel DXP设计系统针对上述问题，真正实现了多通道设计。对多个完全相同的模块，不必执行复制、粘贴操作，直接设置重复引用次数，项目编译时就会自动创建正确的网络列表。同时，在PCB设计时，也可以采用多通道设计技术。

四、多通道原理图绘制：

用多通道设计技术绘制电路图实际上也是一种层次原理图，它既可采用自上而下的设计方法，又可采用自下而上的设计方法，还可以采用两种相结合的方法。

第7章 文本编辑器和报表生成:

重点内容:

- 熟悉文本编辑器的使用
- 掌握创建网络表的方法
- 掌握比较网络表的方法
- 掌握元器件报表的生成
- 掌握端口引用参考表的生成
- 掌握输出任务配置文件的生成

一、文本编辑器介绍:

- 在电路图设计的后续工作里，文本编辑器扮演着很重要的角色。一个完整的EDA电路设计软件，当然要附带文本编辑器，而所附带的文本编辑器也必然对这个电路软件提供特殊的服务，所以在Protel DXP中，当在电路图设计过程中产生了某些结果时，将自动打开文本编辑器，并展示这些结果。
- 文本编辑器的主工具条如图所示。



二、创建网络表:

对于电路设计而言，网络表的地位不亚于电路图。网络表是电路板自动布线的灵魂，也是电路原理图设计软件与印制电路板设计软件之间的接口。网络表主要有两个作用：

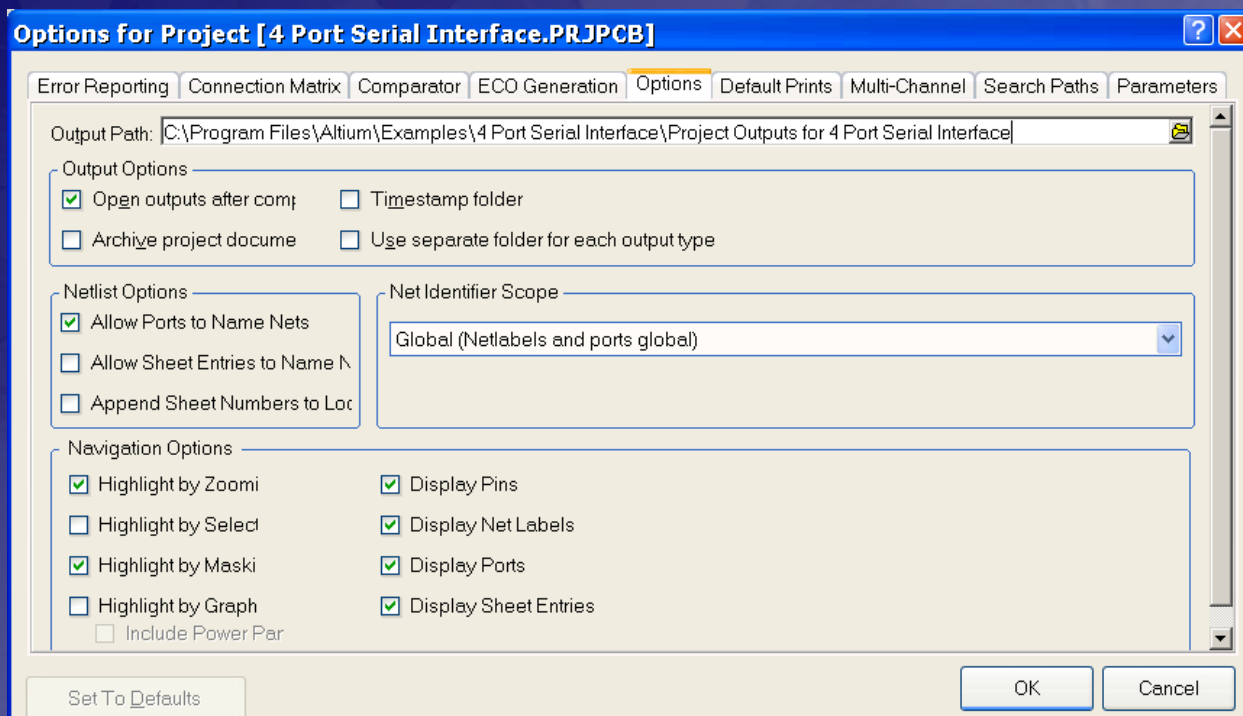
- 网络表文件可支持印制电路板的自动布线及电路仿真程序；
- 和最后从印制电路图中得到的另一个网络表文件进行比较，以核对差错。

然而不同的电路软件以及不同的用途，所使用的网络表格式也不尽相同。不过，Protel的兼容性极高，它能产生很多种格式的网络表，包括大部分电路设计软件的网络表格式。

二、创建网络表：

(1) 设置网络表选项

执行菜单命令Project|Project Options，系统会弹出设置工程选项对话框，在该对话框中单击Options标签，系统显示Options标签页，即可对网络表的选项进行设置，如图所示。



二、创建网络表:

(2) 创建网络表的命令

执行菜单命令Design|Netlist For Document|Protel，系统就会生成当前电路图的网络表文件，并存放在当前工程的Generated Protel Netlists目录下。

如果工程文件中只有一个电路图文档，那么菜单命令Design|Netlist For Document|Protel和菜单命令Design|Netlist For Project|Protel的执行效果是一样的。如果是一个层次原理图，或者工程文件中有多个电路图文档，那么两个菜单命令的执行效果是不一样的。

二、创建网络表:

(3) 网络表的结构以及参数意义

网络表中各行的意义如下:

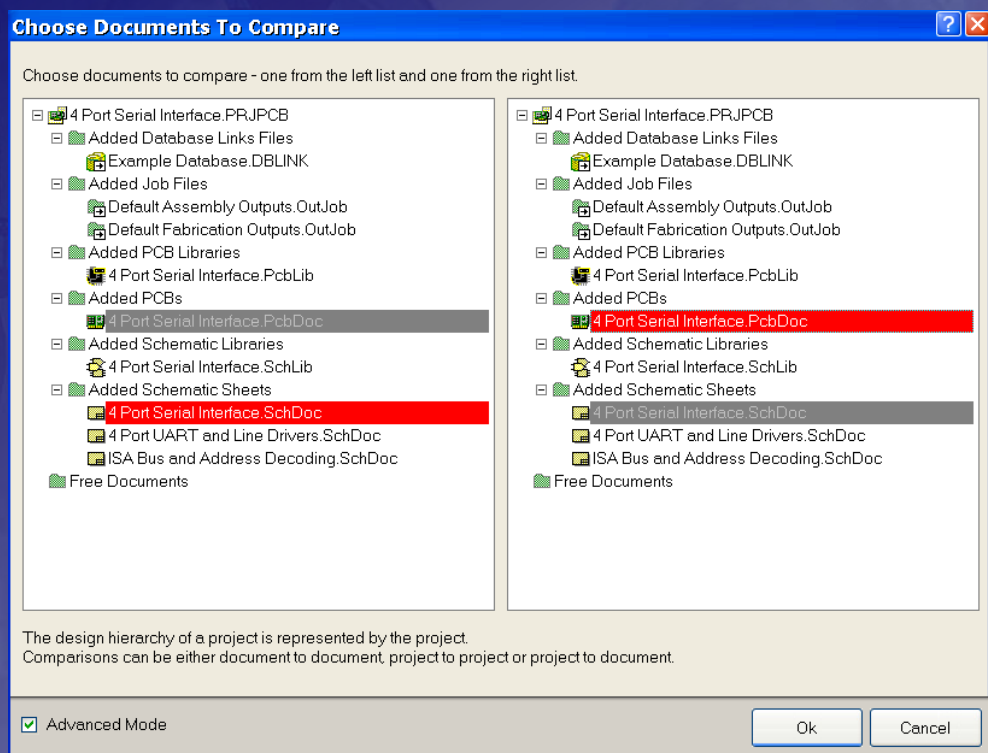
[元器件声明开始
R1	元器件序号 (Designator)
AXIAL0.4	元器件封装形式 (Footprint)
1M	元器件型号 (Comment)
空行	这些空行是由Protel DXP自动生成的
空行	
空行	
]	元器件声明结束
(网络定义开始
+12V	网络名称
C5-1	元器件序号和引脚号
C10-1	
U2-14	
)	网络定义结束

三、比较网络表操作：

在Protel中系统是用网络表来描述电路原理图与印制电路板上的元器件和元器件之间的连接关系的。因此，在印制电路板的PCB图绘制完成后，还需要把设计工程中的PCB印制电路板文件的网络和电路原理图文件的网络进行比较，以便检查这两个网络是否有不同之处。

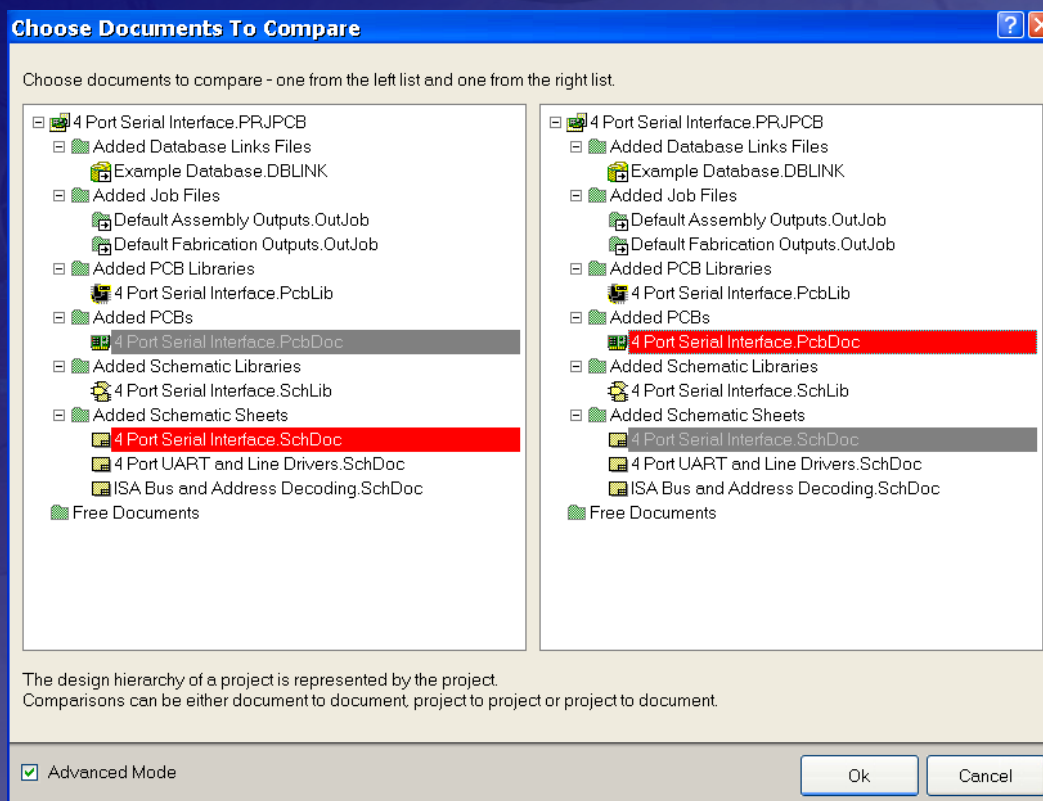
三、比较网络表操作：

执行菜单命令Project|Show Differences。系统弹出选择比较文件对话框，在该对话框的左下方选中Advanced Mode复选框，这时对话框将变为如图所示的选择比较文件对话框的高级模式，此时系统即可对两个文件所描述的网络进行比较。



三、比较网络表操作：

网络表的比较结果如图所示。

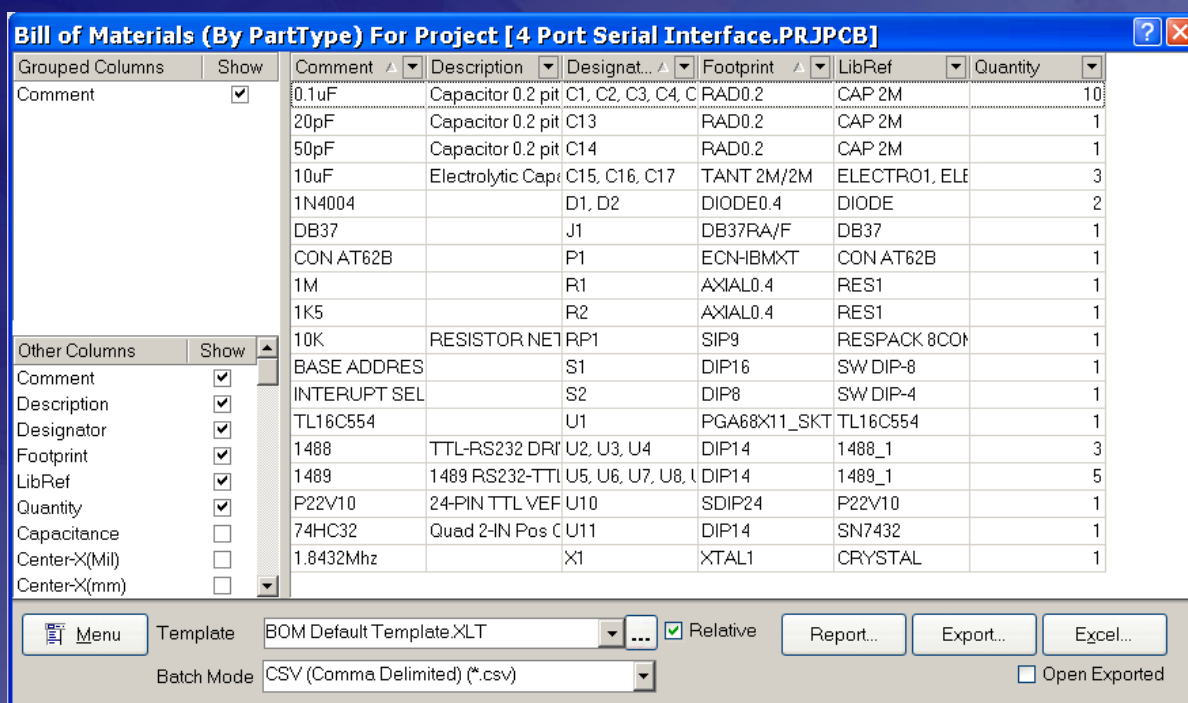


四、生成元器件报表：

元器件报表相当于一份生产中使用的物料清单。当一个工程项目完成后，接着就要采购元器件，对于比较大的项目，其中的元器件种类繁多，封装各不相同，用人工方式统计难免出错，Protel DXP可以轻松的生成整个工程的元器件报表。

四、生成元器件报表：

打开一个工程中的任意一张原理图，执行菜单命令Reports|Bill of Materials，会弹出如图所示的元器件报表对话框。



五、生成端口引用参考报表：

添加端口引用参考的方法如下：

(1) 编译完整整个工程后，执行菜单命令Reports|Port Cross Reference，其下有4个子菜单：

- Add to Sheet: 向当前原理图中添加端口引用参考。
- Add to Project: 向整个工程添加端口引用参考。
- Remove From Sheet: 从当前原理图中删除端口引用参考。
- Remove From Project: 从整个工程删除端口引用参考。

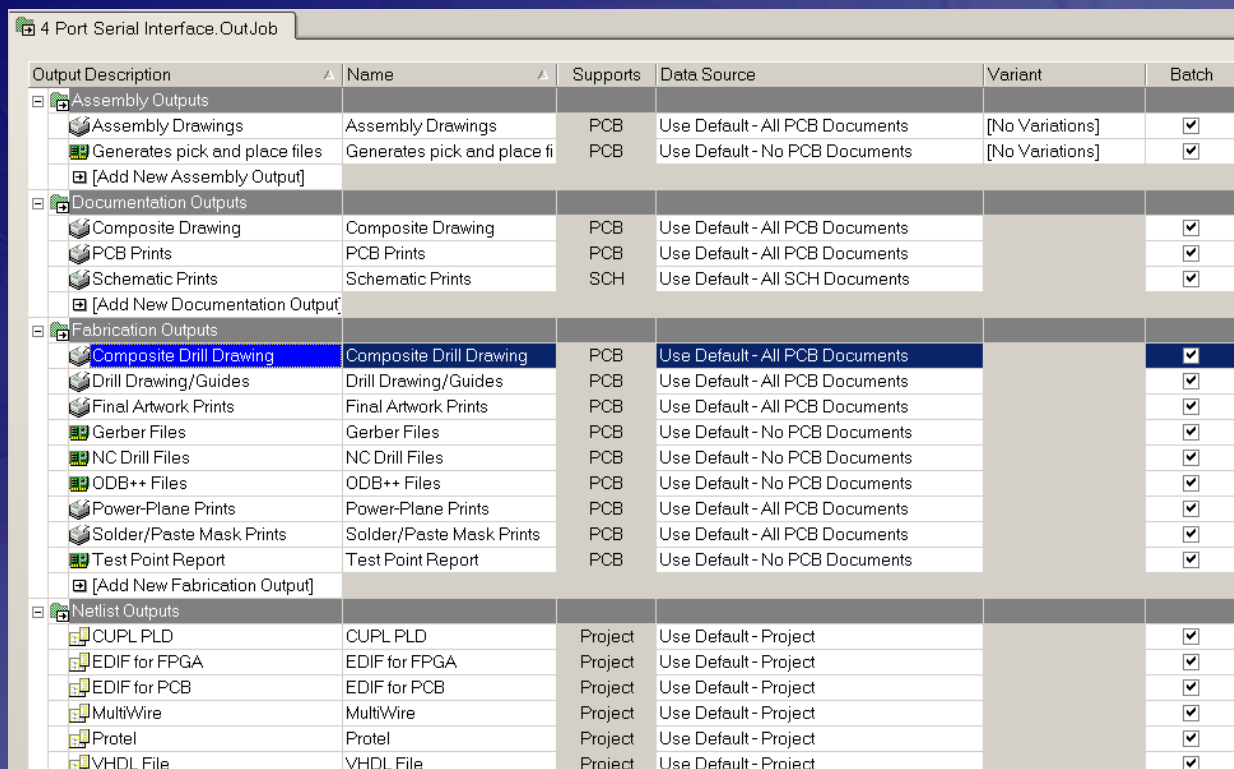
(2) 执行菜单命令Reports|Port Cross Reference|Add to Sheet，Protel DXP就会在当前原理图中为各个端口添加引用参考。

六、生成输出任务配置文件：

Protel DXP除了可以采用前面介绍的方法来输出各种报表以外，还新增了一个强大的功能，即支持任务的批量输出功能，只需一次设置，即可完成所有报表文件（如网络表、比较网络表、元器件交叉引用表、元器件清单报表、原理图文档打印输出、PCB文档打印输出等）的输出。

六、生成输出任务配置文件：

(1) 输出任务配置文件对话框如图所示。



The screenshot shows the '4 Port Serial Interface.OutJob' dialog box with a table of output configurations. The table has columns for Output Description, Name, Supports, Data Source, Variant, and Batch. The 'Composite Drill Drawing' row is highlighted in blue.

Output Description	Name	Supports	Data Source	Variant	Batch
Assembly Outputs					
Assembly Drawings	Assembly Drawings	PCB	Use Default - All PCB Documents	[No Variations]	<input checked="" type="checkbox"/>
Generates pick and place files	Generates pick and place fi	PCB	Use Default - No PCB Documents	[No Variations]	<input checked="" type="checkbox"/>
[Add New Assembly Output]					
Documentation Outputs					
Composite Drawing	Composite Drawing	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
PCB Prints	PCB Prints	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Schematic Prints	Schematic Prints	SCH	Use Default - All SCH Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
[Add New Documentation Output]					
Fabrication Outputs					
Composite Drill Drawing	Composite Drill Drawing	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Drill Drawing/Guides	Drill Drawing/Guides	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Final Artwork Prints	Final Artwork Prints	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Gerber Files	Gerber Files	PCB	Use Default - No PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
NC Drill Files	NC Drill Files	PCB	Use Default - No PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
ODB++ Files	ODB++ Files	PCB	Use Default - No PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Power-Plane Prints	Power-Plane Prints	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Solder/Paste Mask Prints	Solder/Paste Mask Prints	PCB	Use Default - All PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
Test Point Report	Test Point Report	PCB	Use Default - No PCB Documents		<input checked="" type="checkbox"/>
[Add New Fabrication Output]					
Netlist Outputs					
CUPL PLD	CUPL PLD	Project	Use Default - Project		<input checked="" type="checkbox"/>
EDIF for FPGA	EDIF for FPGA	Project	Use Default - Project		<input checked="" type="checkbox"/>
EDIF for PCB	EDIF for PCB	Project	Use Default - Project		<input checked="" type="checkbox"/>
MultiWire	MultiWire	Project	Use Default - Project		<input checked="" type="checkbox"/>
Protel	Protel	Project	Use Default - Project		<input checked="" type="checkbox"/>
VHDL File	VHDL File	Project	Use Default - Project		<input checked="" type="checkbox"/>

六、生成输出任务配置文件：

(2) 输出任务配置文件对话框的设置参数介绍：

- Assembly Outputs表示PCB汇编数据输出。
- Documentation Outputs表示原理图文档和PCB文档打印输出。
- Fabrication Outputs表示PCB加工数据输出。
- Netlist Outputs表示各种格式的网络表输出。
- Report Outputs表示各种报表输出。
- Simulator Outputs表示仿真电路输出。

第8章 印制电路板设计进阶：

重点内容：

- 规划电路板
- 载入网络表和元器件封装
- 元器件布局
- 自动布线和手工布线
- DRC校验的设置
- PCB图的绘制技巧

一、规划电路板：

在设计印制电路板前，首先要在PCB编辑器中规划好电路板，也即设置印制电路板的物理边界和电气边界。物理边界是指一块印制电路板的实际物理尺寸，而电气边界是指在印制电路板上可以布线和放置元器件的区域，所以电气边界的尺寸一定要小于物理边界。印制电路板的物理边界和电气边界是两个不同的概念，在实际工作中，一般把印制电路板的物理边界和电气边界设置为相同的大小，只有设置了电气边界才能进行自动布局和自动布线的工作。

一、规划电路板：

(1) 规划电路板的具体步骤：

步骤一： 执行菜单命令Design|Board Shape。

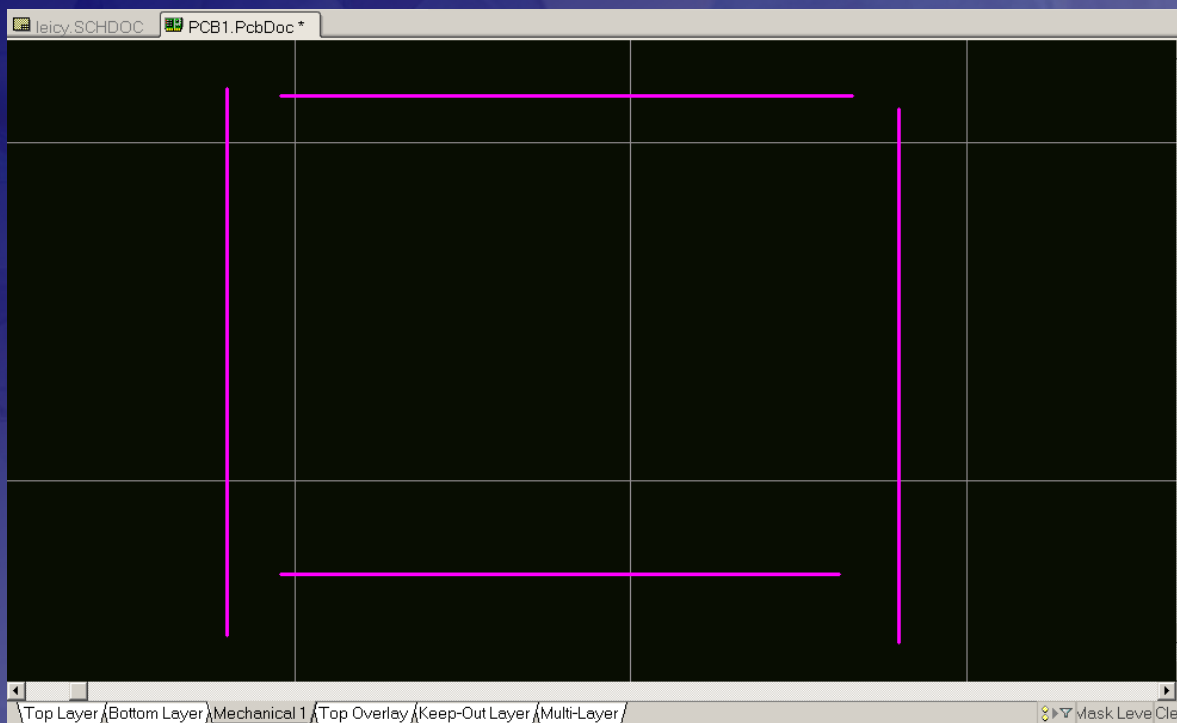
在该子菜单中，各项命令的操作意义如下：

- **Redefine Board Shape:** 重新定义电路板外形尺寸。
- **Move Board Vertices:** 移动电路板的顶点用以改变电路板的外形。
- **Move Board Shape:** 移动整个电路板，用来把电路板移到图纸中央，便于编辑。
- **Define from selection objects:** 从所选对象中定义电路板外形。
- **Auto-Position Sheet:** 自动定位图纸。

一、规划电路板：

(1) 规划电路板的具体步骤：

步骤二： 直接在PCB文件的第一机械层中绘制电路板外形，这种方法的灵活性更大一些。先把PCB编辑器切换到Mechanical 1中，然后采用菜单命令Design | Board Shape，在PCB工作区随意绘制四条直线，如图所示，然后编辑其属性。



一、规划电路板：

(1) 规划电路板的具体步骤：

步骤三： 在规划好印制电路板的物理边界后，还需要规划印制电路板的电气边界。印制电路板的电气边界是用来限定PCB工作区中有效放置对象的范围，必须在PCB编辑器的Keep-out Layer中设置，只有设置了印制电路板的电气边界才能进行下一步的工作。

二、载入网络表和元器件封装：

步骤一：准备电路原理图和网络表。

首先应该对绘制的电路原理图进行检查，连线是否正确，元器件是否选对等等，然后自动生成该电路图的网络表文件，同时检查网络表文件中的元器件封装设置是否正确，还要准备一个PCB文件用来接受载入的网络表和元器件封装。

二、载入网络表和元器件封装：

步骤二：网络表和元器件封装的载入。

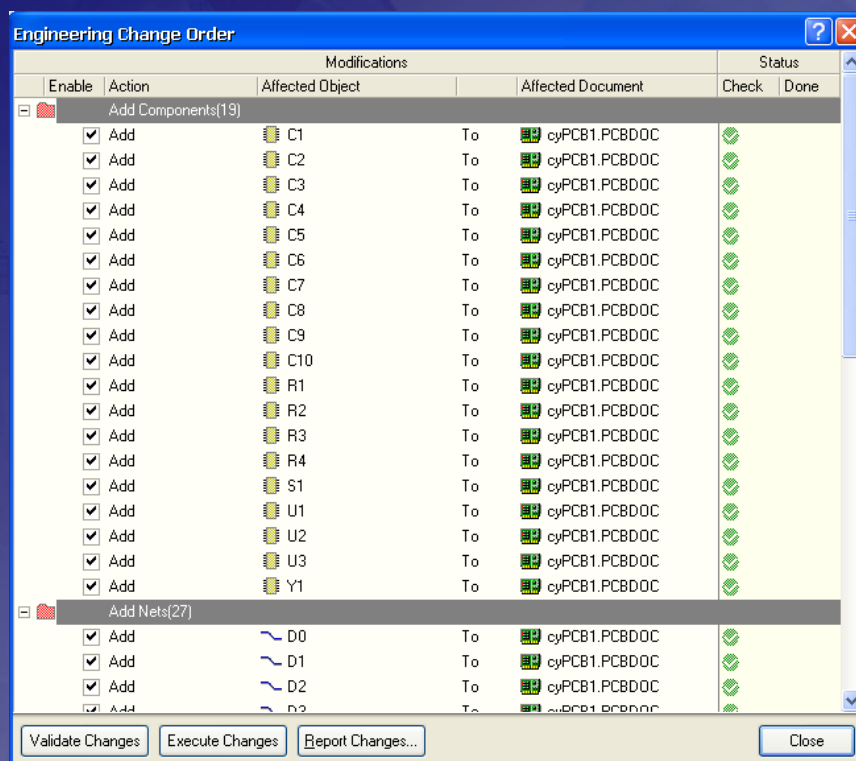
由于Protel DXP具有真正的双向同步设计技术，因此在执行网络表和元器件封装的载入时，并不一定需要生成网络表文件，系统可以在内部自动网络表文件并把原理图文件载入PCB文件中。

载入网络表和元器件封装有两种方法：

- 在原理图编辑器中执行菜单命令Design|Update PCB。
- 在PCB编辑器中执行菜单命令Design|Import Changes From。

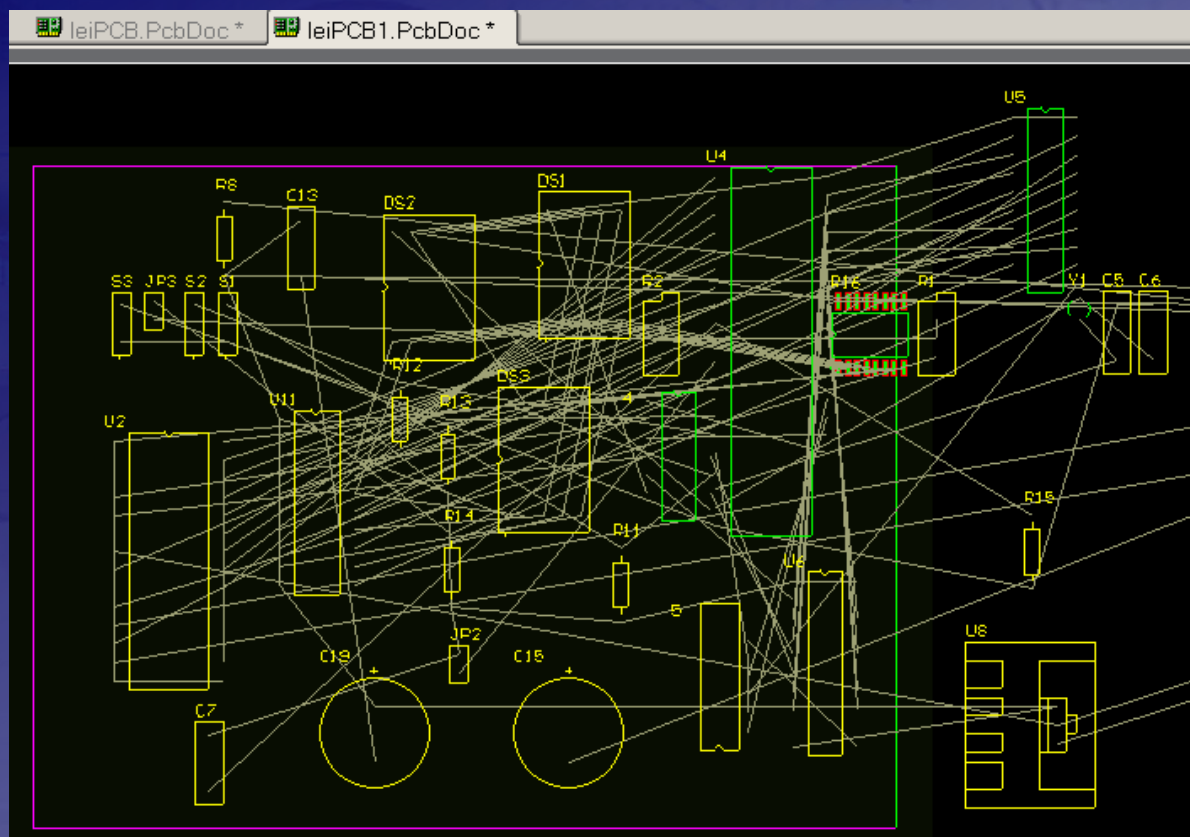
二、载入网络表和元器件封装：

执行菜单命令Design|Update PCB，系统弹出如图所示的工程变化列表，在该列表中DXP提供了在载入网络表和元器件封装时所要进行的所有变化操作。



二、载入网络表和元器件封装：

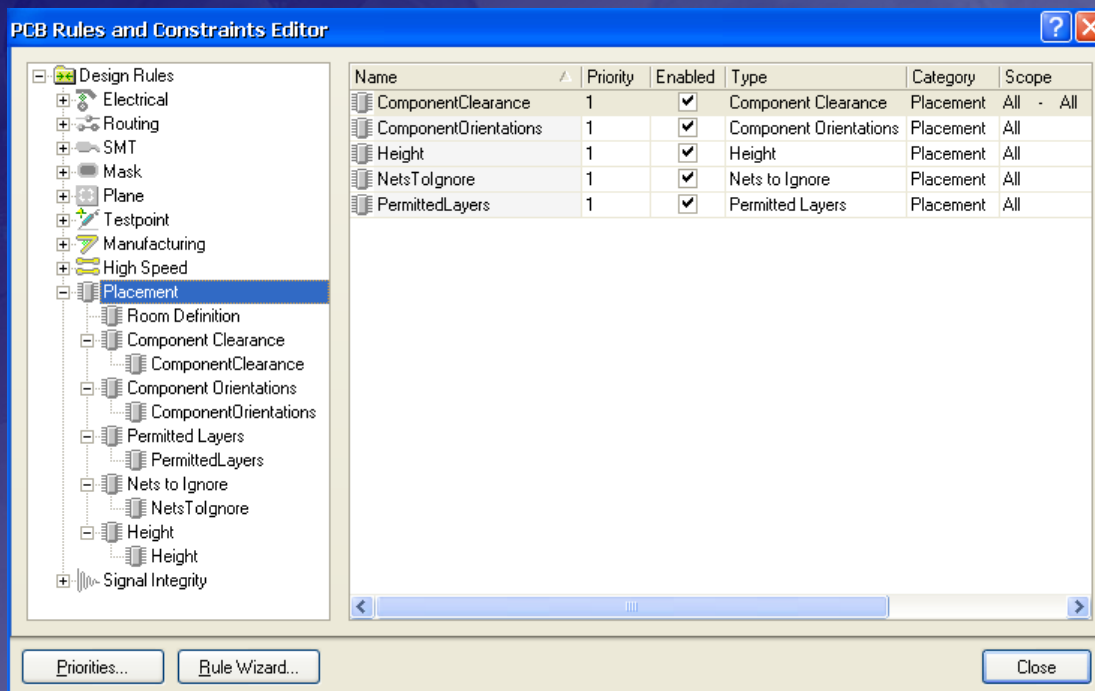
网络表和元器件封装载入PCB文件后，如图所示。图中可看出元器件之间有很多杂乱无章的直线连接，它们是表示网络连接的飞线，用来指导实际布线。



三、元器件布局：

(1) 设置自动布局约束参数

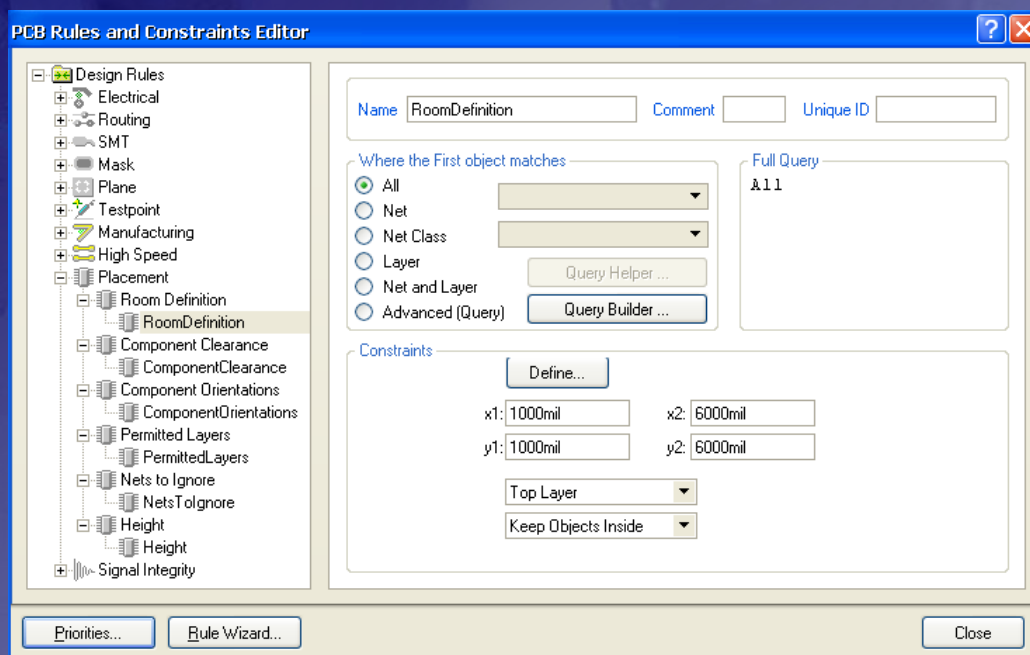
执行菜单命令Design|Rules，系统弹出PCB印制电路板参数设置对话框。选择Placement自动布局参数设置。



三、元器件布局：

(2) 设置Room Definition参数

- Name: 用来设置该参数的规则名。
- Where the first object matches成组框: 在该框设置该约束参数作用的范围。All表示该参数作用于所有的区域, Net表示该参数作用于选择的网络, Net Class表示该参数作用于选择的网络类, Layer表示该参数作用于选择的电路板层。
- Constraints约束参数成组框: 在该框中, x1, y1, x2, y2表示Room空间的对角坐标。

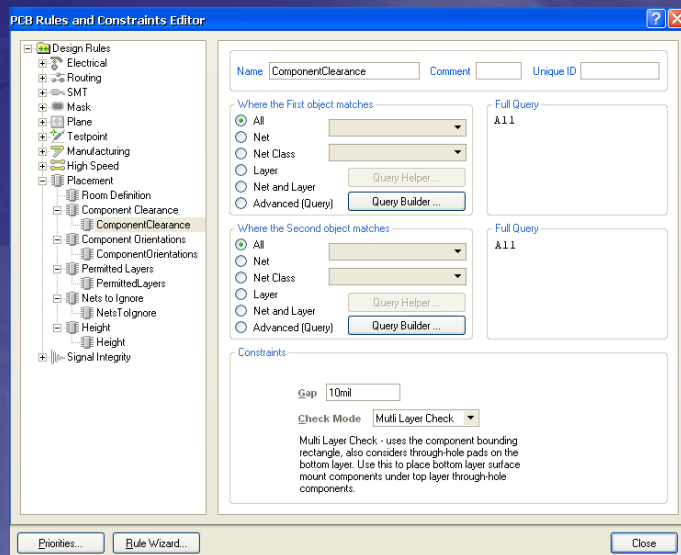


三、元器件布局：

(3) 设置Component Clearance参数

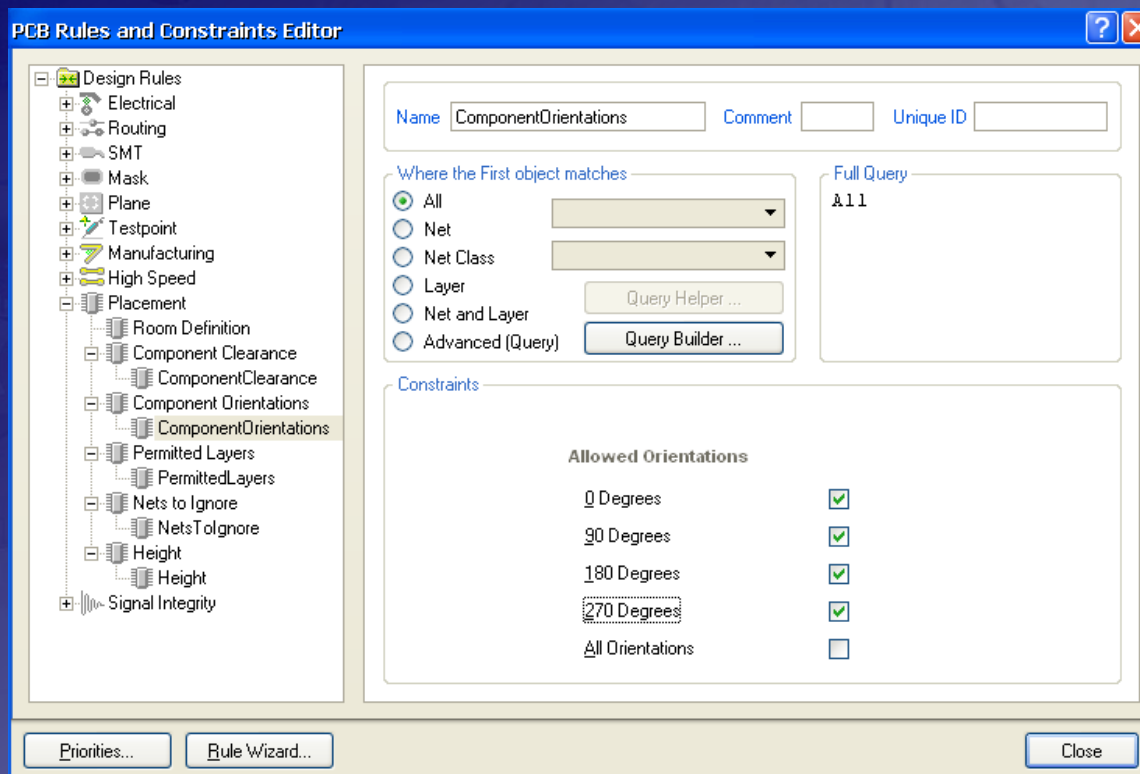
在Constraints约束参数成组框中：

- **Gap:** 用来设置印制电路板上元器件摆放的间距，默认为10mil。
- **Check Mode:** 用来设置元器件规则检查方式。
 - **Quick Check:** 仅仅根据元器件的外形尺寸来布局。
 - **Multi Layer Check:** 根据元器件的外形尺寸和焊盘位置来布局。
 - **Full Check:** 根据元器件的真实外形来布局。



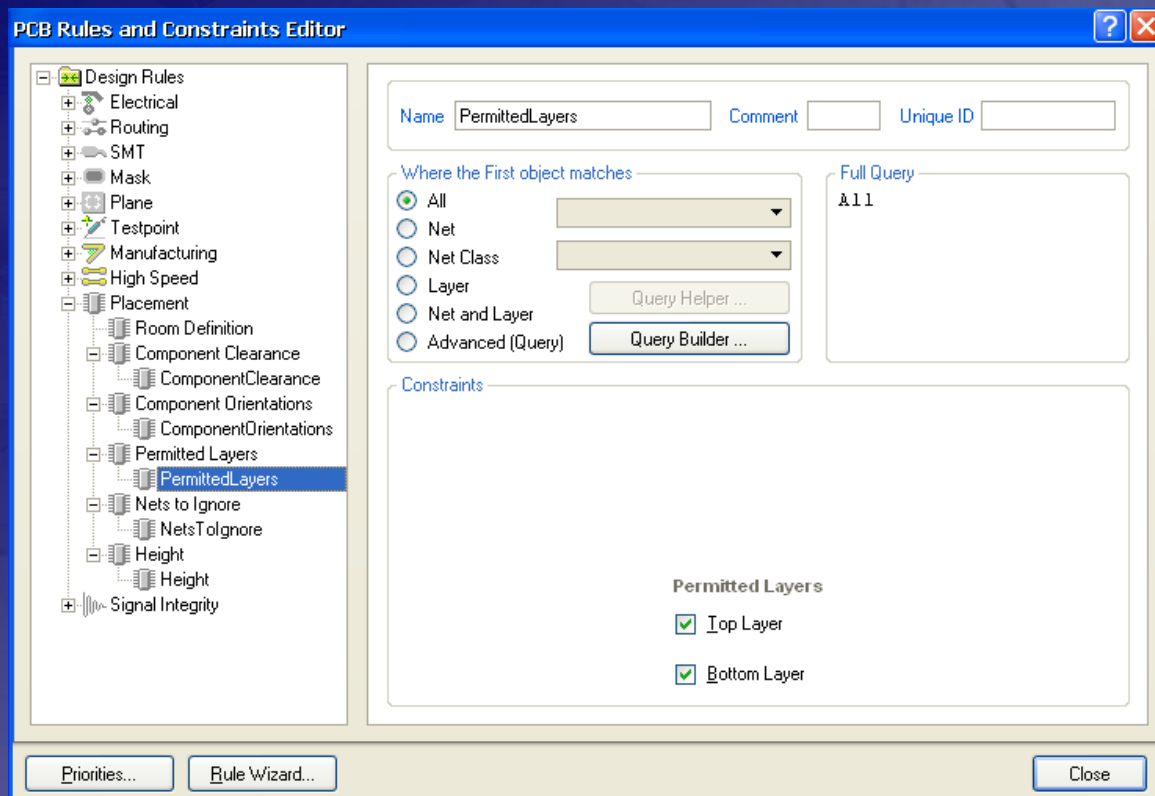
三、元器件布局：

(4) 设置Component Orientations参数



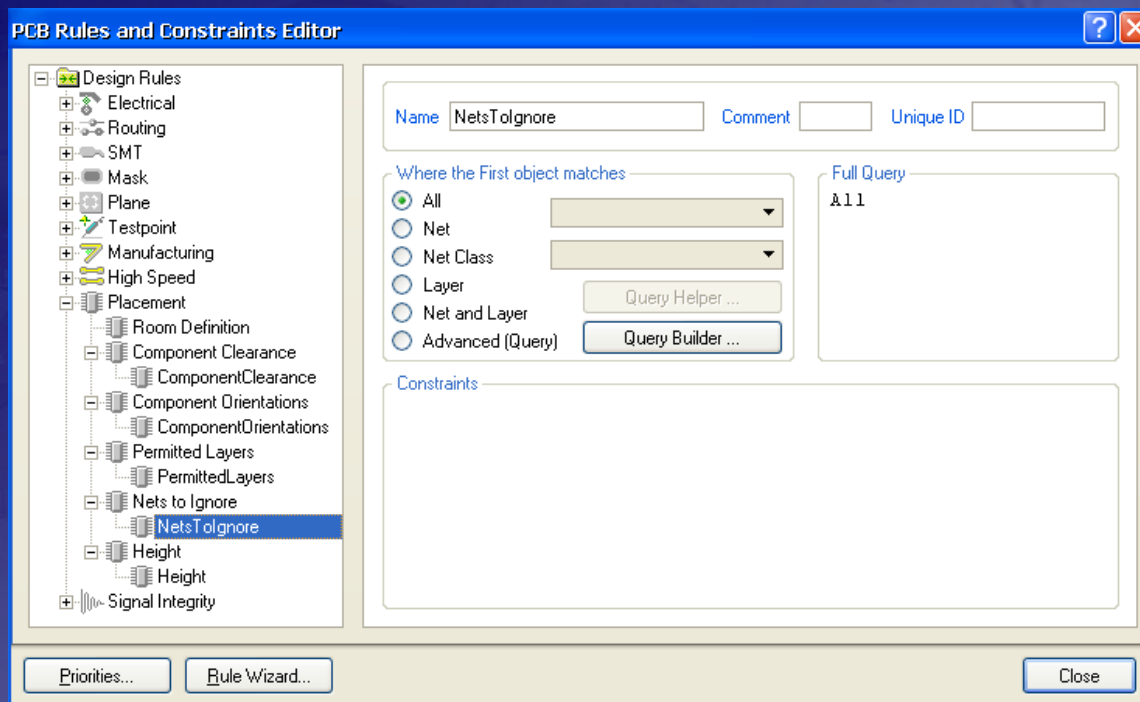
三、元器件布局:

(5) 设置Permitted Layers参数



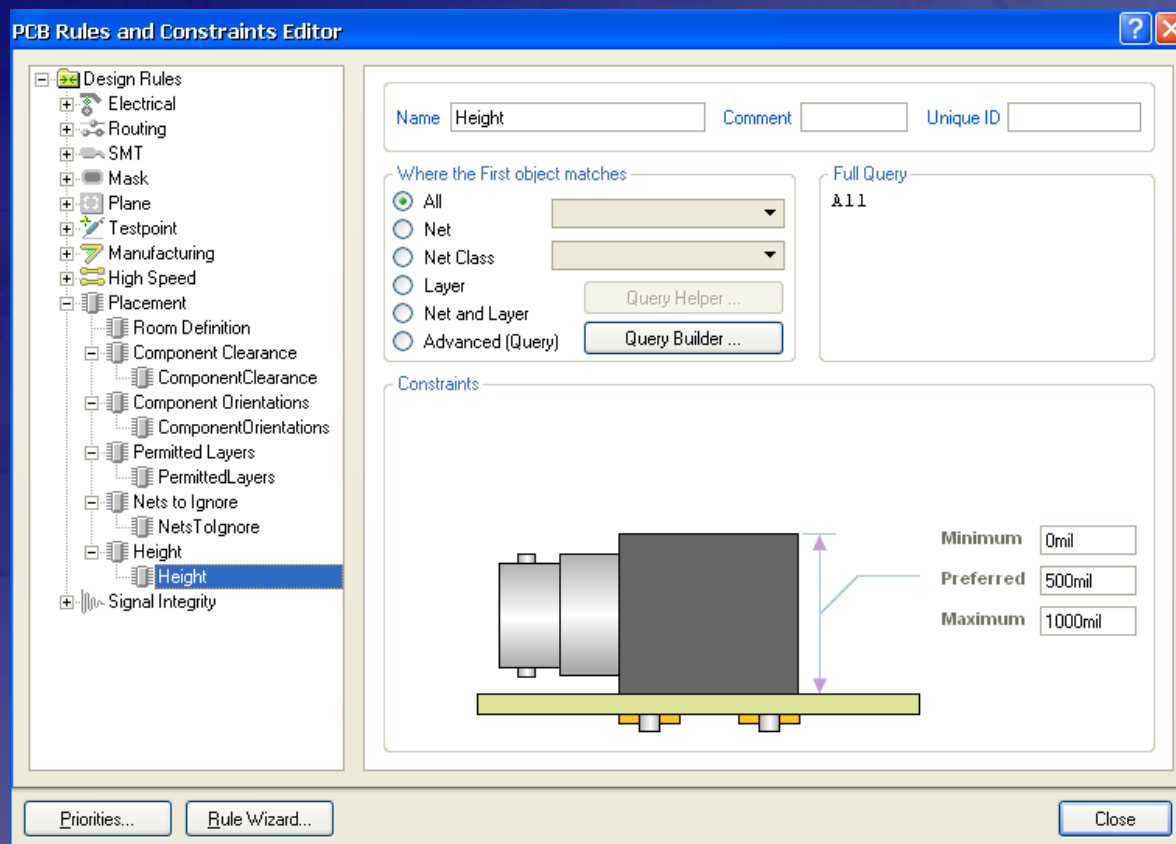
三、元器件布局：

(6) 设置Nets To Ignore参数



三、元器件布局：

(7) 设置Height参数



三、元器件布局：

(8) 元器件自动布局

在DXP中利用元器件的自动布局功能，快速地布置好元器件的位置，然后通过手工调整的方式合理地布置好元器件的位置。

执行菜单命令Tools|Auto Placement。在该子菜单中，各命令操作意义：

- Auto Placer：元器件自动布局命令。
- Stop Auto Placer：在元器件自动布局的过程中，终止自动布局命令。
- Shove：推挤元器件。执行该命令后光标变成十字形状，单击进行推挤的基准元器件。
- Set Shove Depth：用来设置推挤深度。
- Place From File：从文件中放置元器件。

四、自动布线和手工布线：

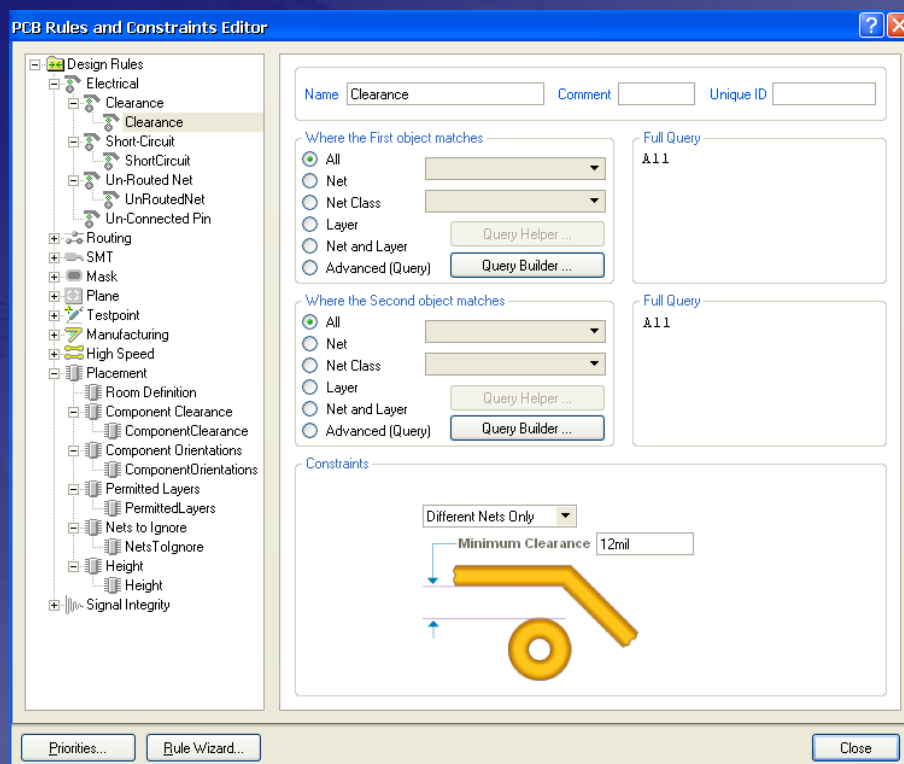
布线工作是制作印制电路板的最重要的工作，电路板布线好坏决定着印制电路板是否能够正常工作，对于一块较简单的电路板，既可以选择自动布线加手工调整，也可以选择完全手工布线；而对于一块较复杂的电路板，特别是多层板，采用完全手工布线则将是一件极其烦琐的工作，而且很有可能无法布通，这时就只能采用自动布线功能，在自动布线完成以后，根据电路自身工作特性、工作环境等要求，对电路进行适当的调整，以满足电路板工作的要求。

印制电路板的布线有一些纲要性的工程原则，如接地线要尽量粗，高频信号线拐弯时不能走直角等。读者可以根据这些原则设置自动布线器的参数，通过自动布线器帮助自己布线，最后进行手工调整。

四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

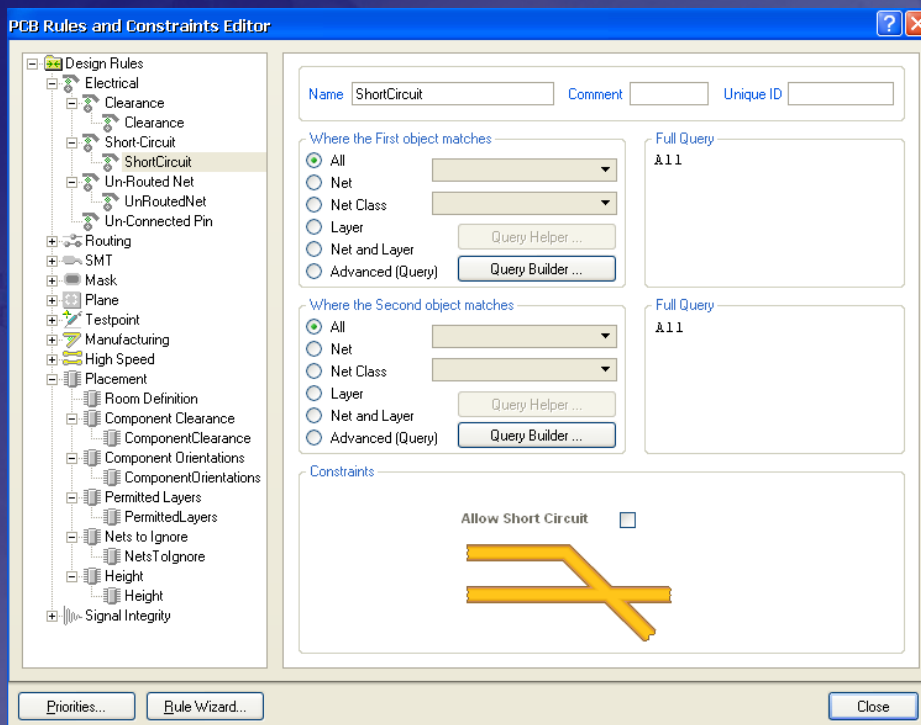
(1) 安全间距设置 (Clearance)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

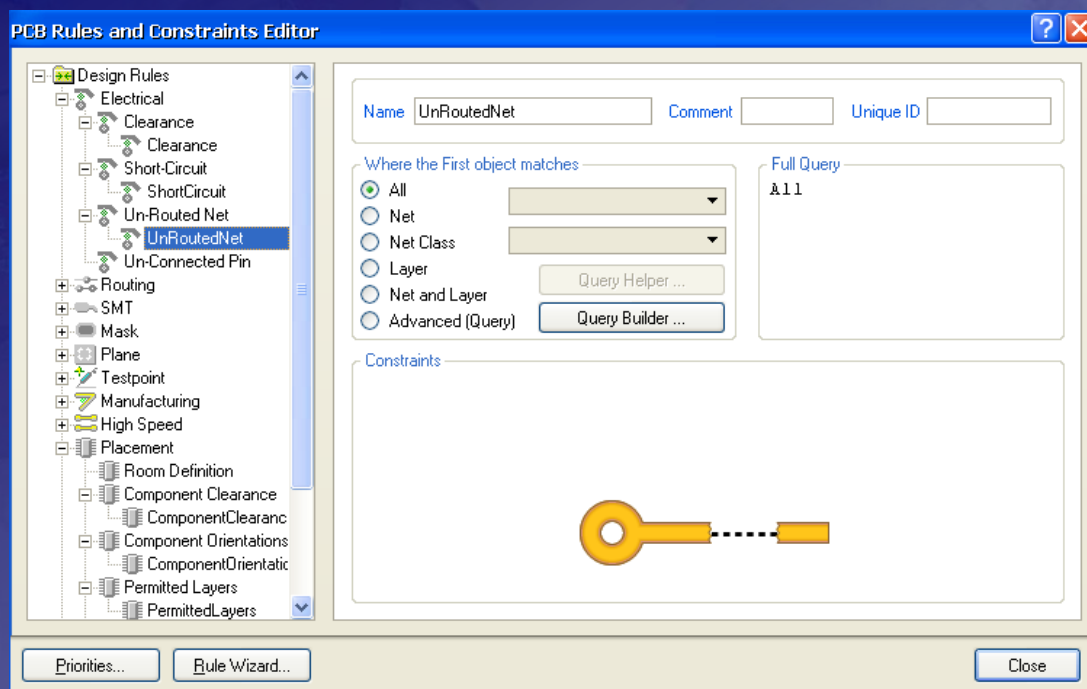
(2) 短路规则设置 (Short Circuit)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

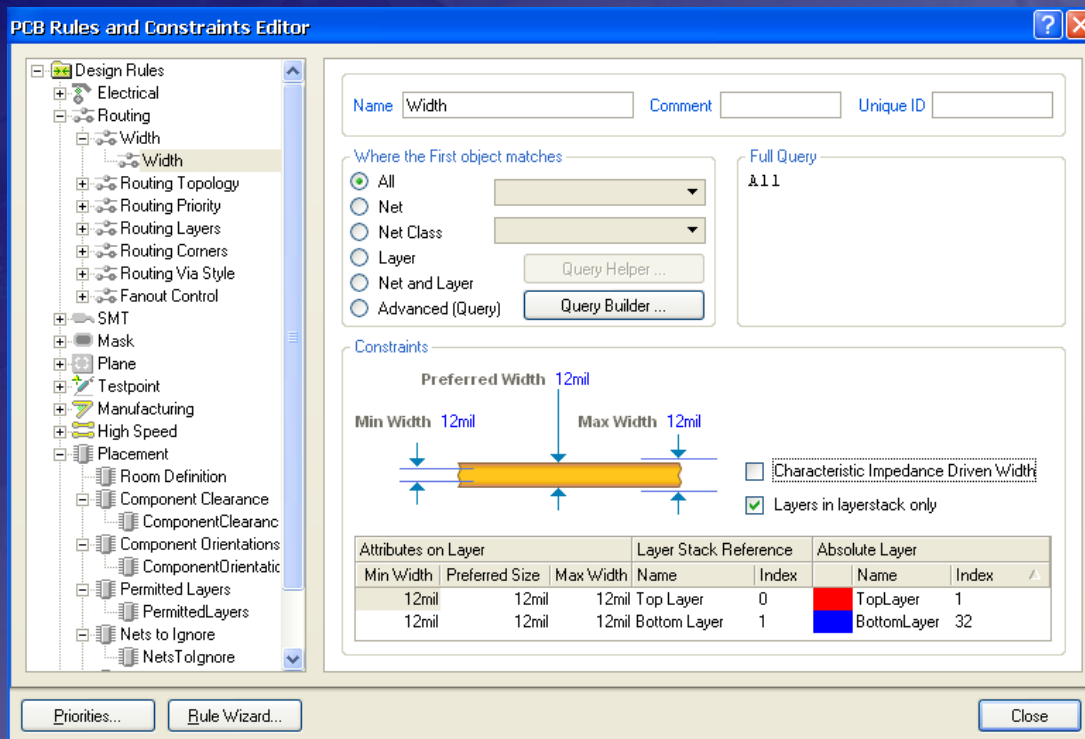
(3) 未布线网络设置 (UnRouted Net)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

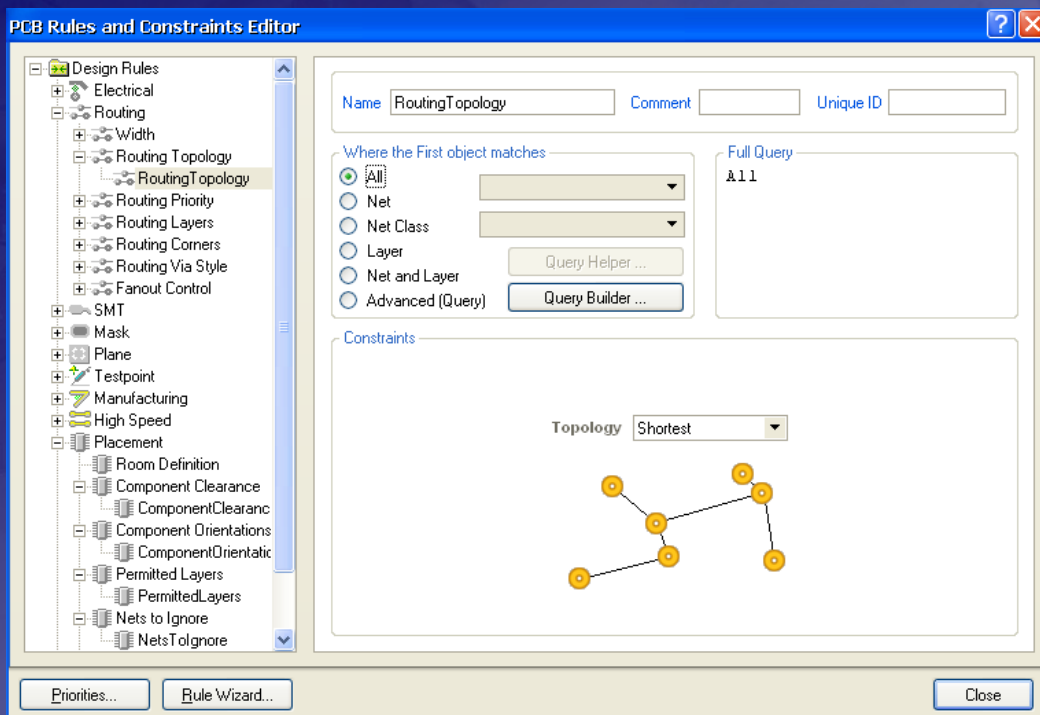
(4) 导线宽度设置 (Width)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

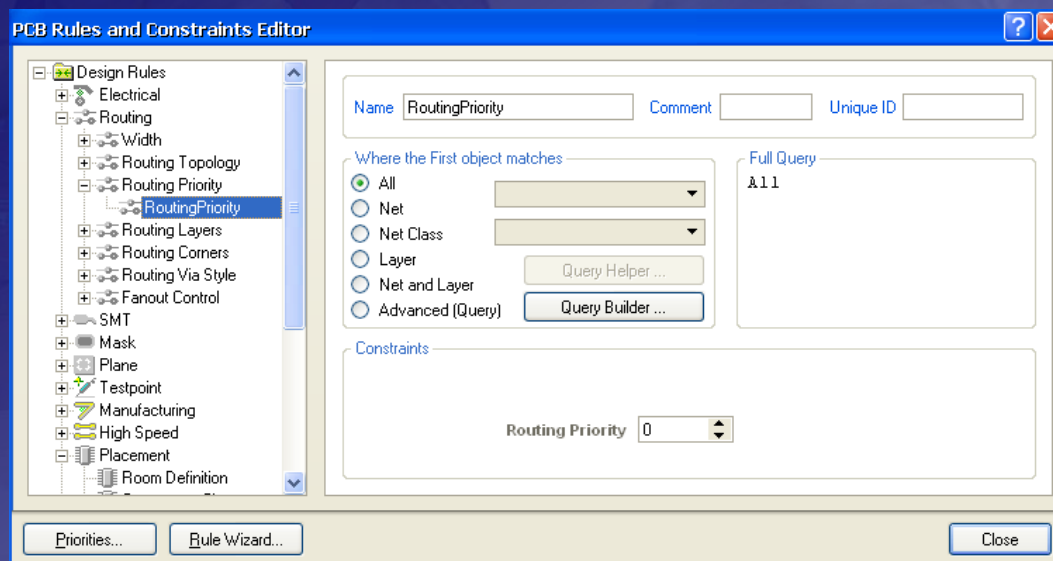
(5) 布线拓扑规则设置 (Routing Topology)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

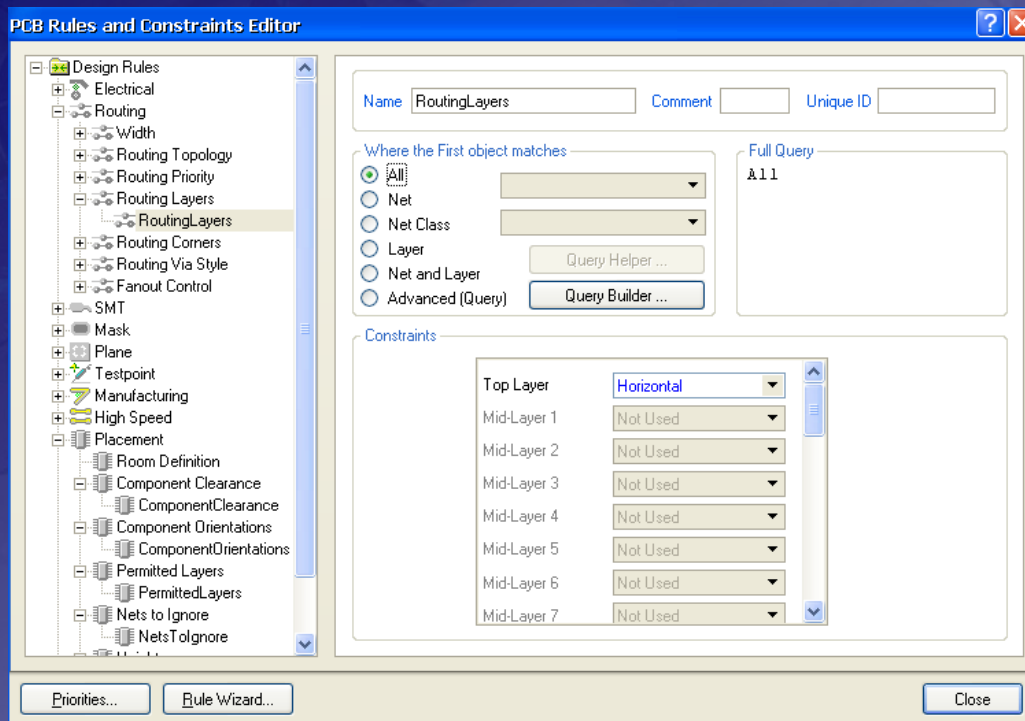
(6) 布线优先级设置 (Routing Priority)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

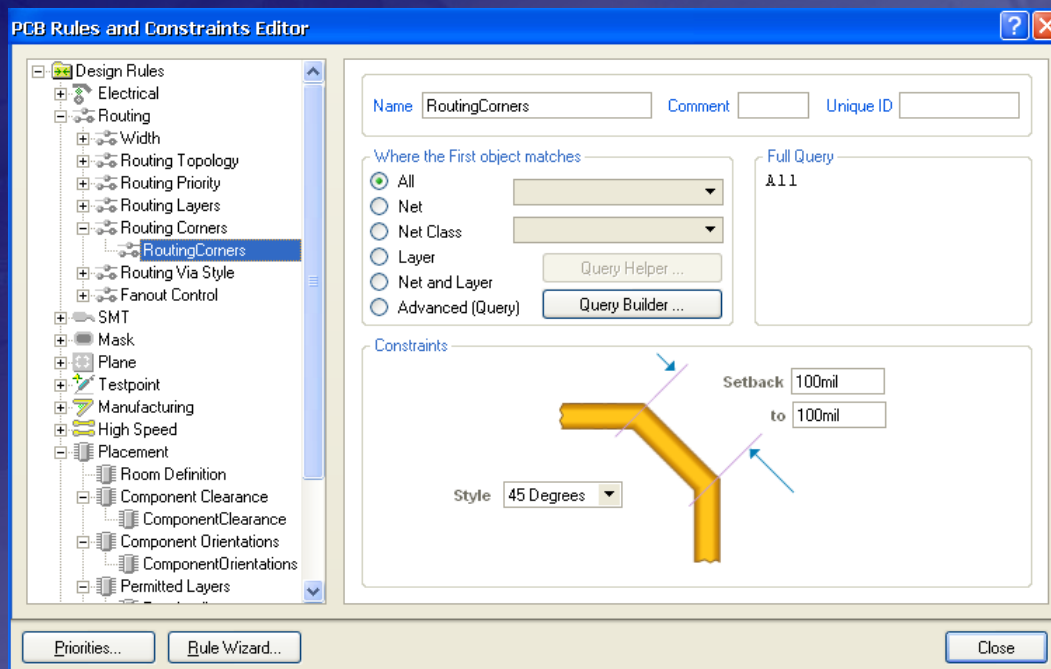
(7) 布线层设置 (Routing Layers)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

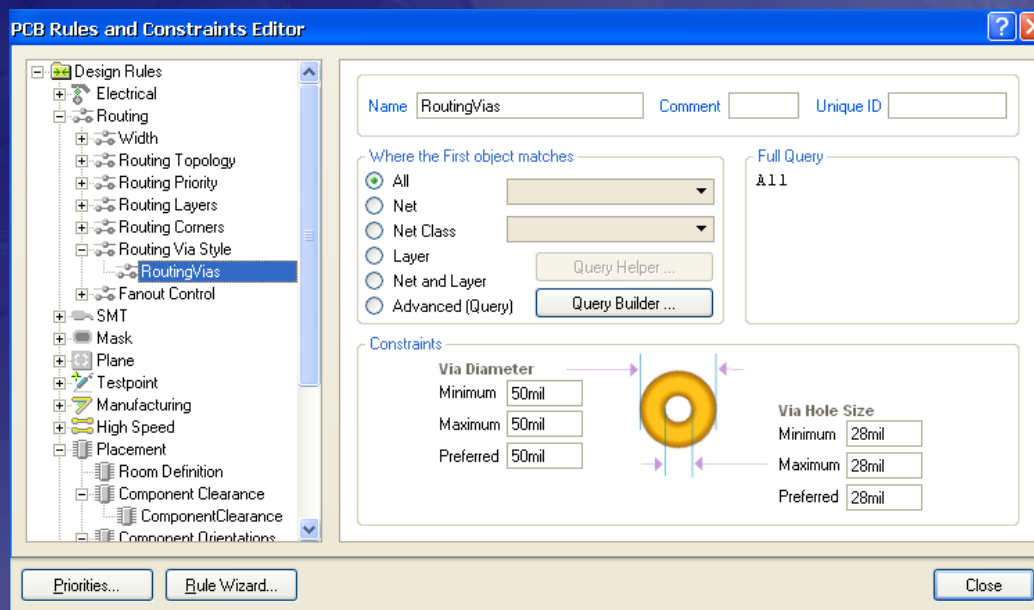
(8) 导线拐角模式设置 (Routing Corners)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

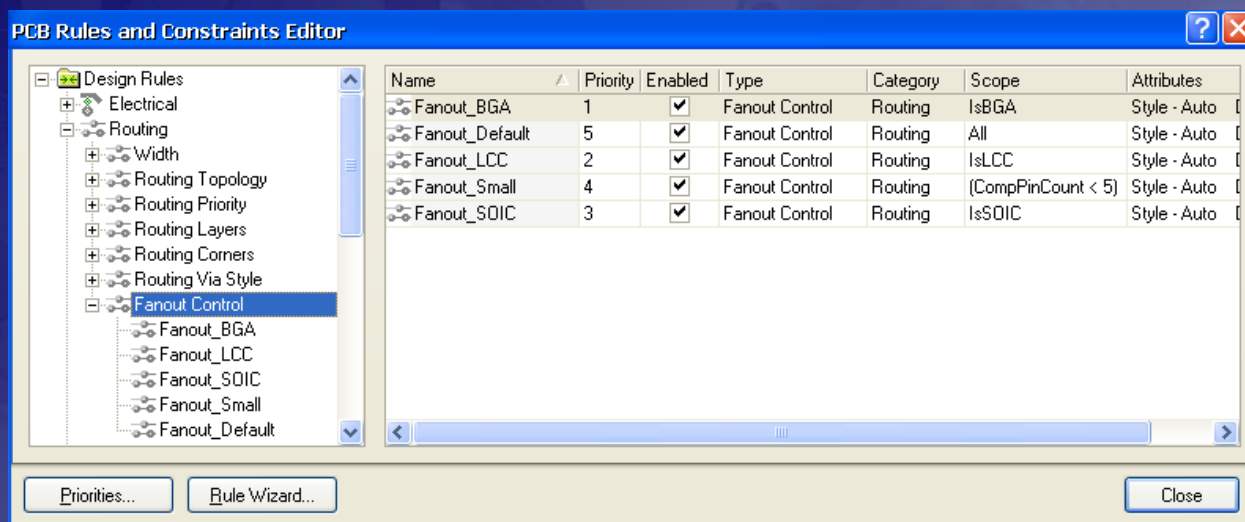
(9) 过孔设置 (Routing Vias)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

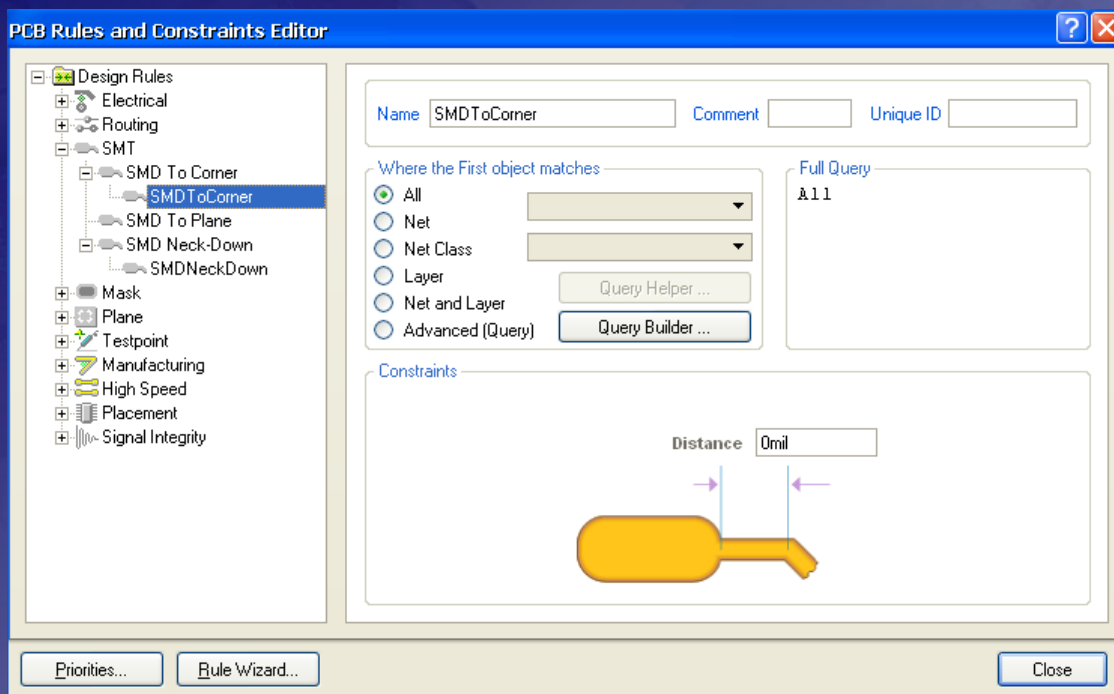
(10) 导线散开方式控制 (Fanout Control)



四、自动布线和手工布线：

设置自动布线的参数

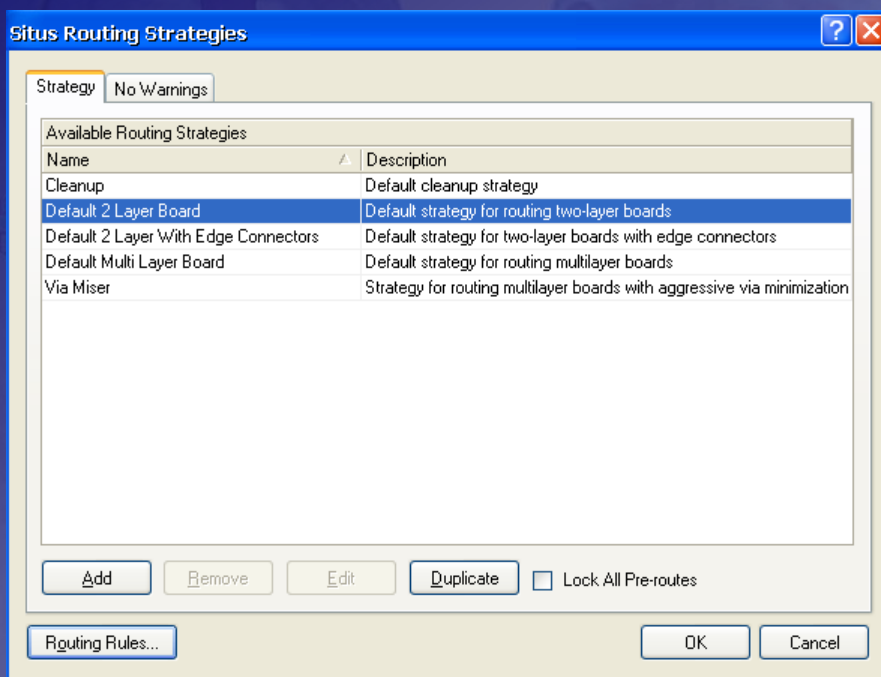
(11) 表贴式元件焊盘引线长度设置 (SMD To Corner)



四、自动布线和手工布线:

设置自动布线器

设置好布线规则的参数后，还要对自动布线器进行初始化，也即选择相应的布线策略。执行菜单命令Auto Route|Setup，执行该命令后，系统弹出如图所示的Sitrus自动布线器策略设置对话框。可以在此对话框中选择各种布线策略。



四、自动布线和手工布线：

自动布线的几种类型：

- 全局自动布线
- 指定网络自动布线
- 连接线之间自动布线
- 元器件之间自动布线

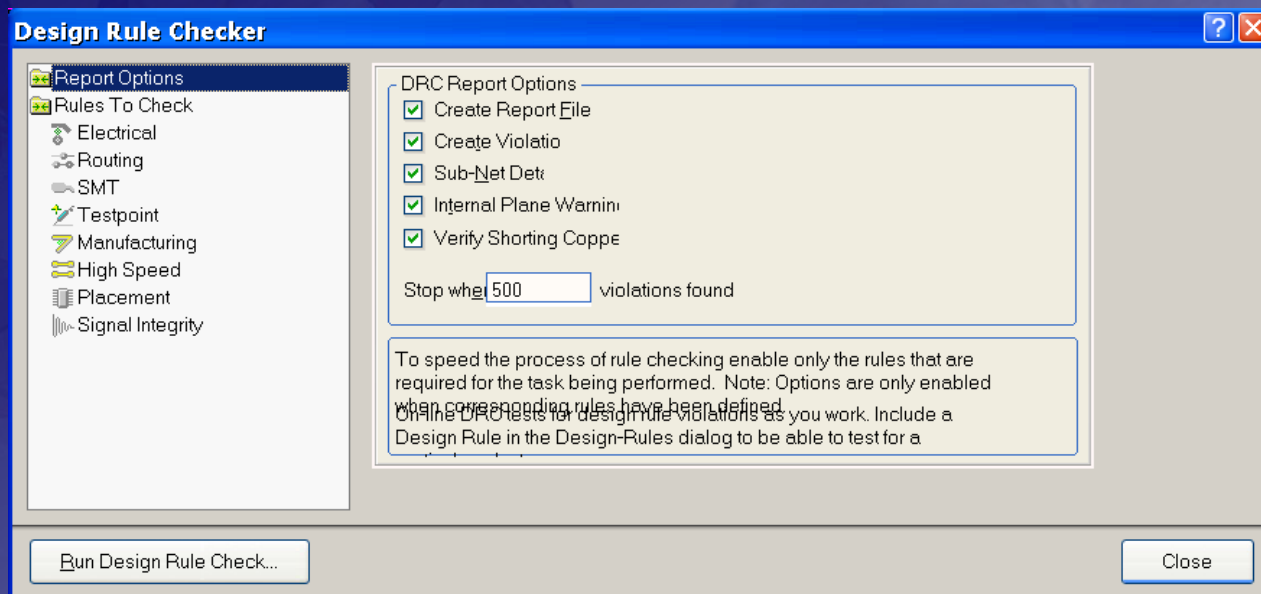
四、自动布线和手工布线：

手工布线的方法：

- 利用编辑功能调整布线
- 利用拆线功能调整布线
- 接地线覆铜

四、DRC校验的设置:

执行菜单命令Tools|Design Rule Check, 即可弹出如图所示的Design Rule Checker对话框。



四、DRC校验的设置：

DRC选项的设置：

- Create Report File: 进行DRC后创建报告文件。
- Create Violations: 给出违规信息。
- Sub-Net Details: 检查子网络。
- Internal Plane Warnings: 内电层警告。
- Verify Shorting Copper: 检查短路铜膜。
- Stop when violations found: 设置检查到多少条违规现象后停止DRC。

五、使用补泪滴的意义：

当铜膜导线进入焊盘或过孔时，在走线与圆圈接触的地方，逐渐增大线径，以加强焊盘或过孔与走线的连接的形状像水滴或泪滴的部分称为补泪滴。通过补泪滴可以提高网络连接的可靠性。

第9章 电路仿真：

重点内容：

- 掌握电路仿真的基本步骤
- 仿真元器件参数设置
- 电路仿真方式选择
- 双稳态振荡器电路仿真实例
- 共基极运放电路仿真实例

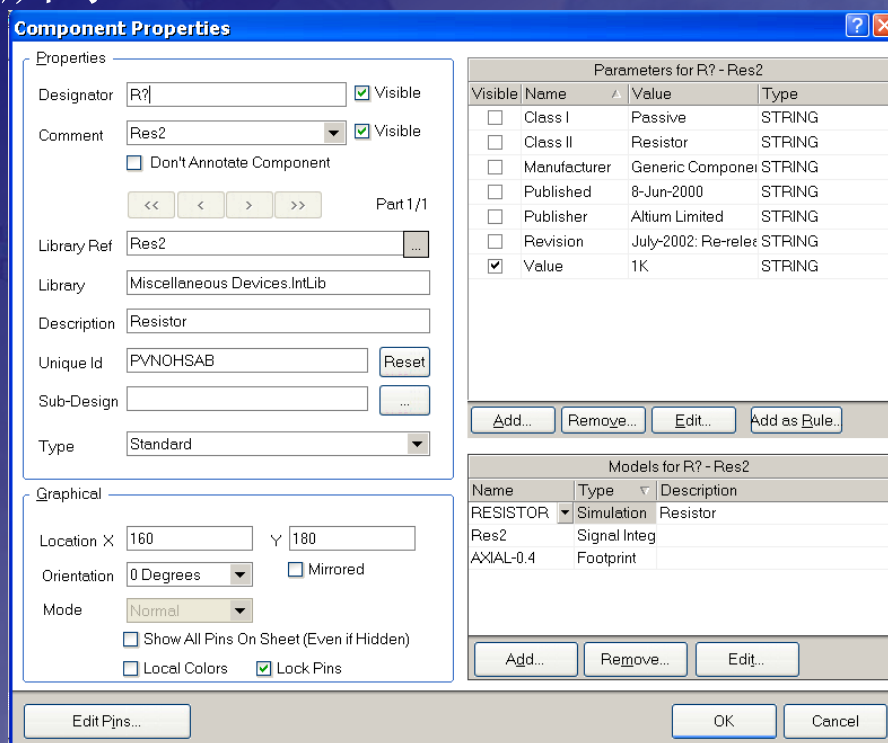
一、电路仿真的基本步骤:

- 编辑电路仿真原理图。
- 设置仿真元器件参数。
- 设置仿真激励源。
- 放置节点的网络标号。
- 设置仿真方式及参数。
- 执行仿真操作。
- 分析仿真结果。

二、设置仿真元器件参数：

(1) 电阻

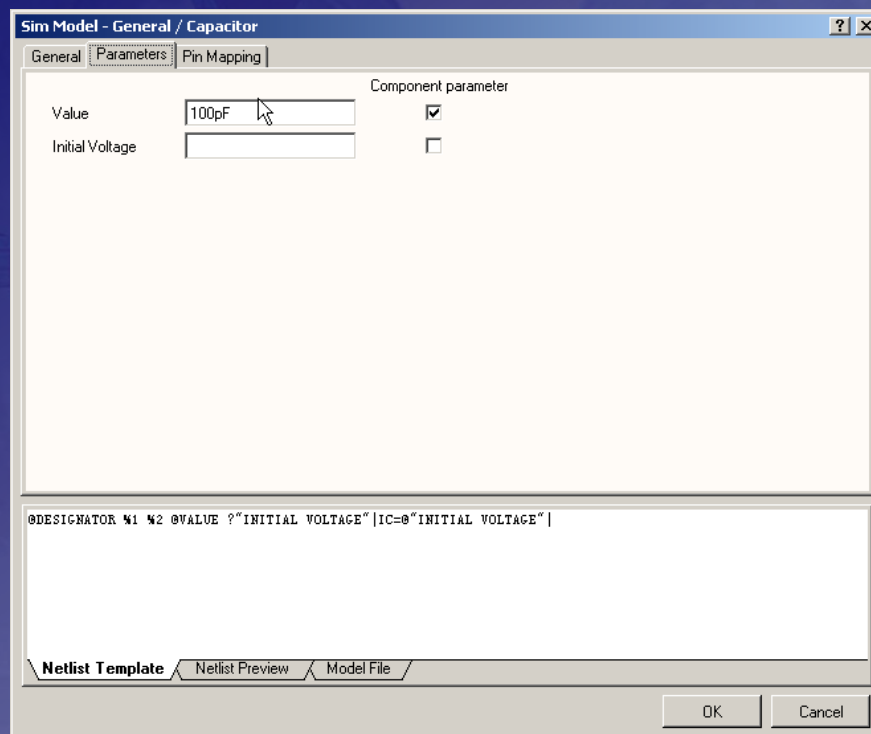
仿真元件库为用户提供了两种类型的电阻，名称分别是：RES（fixed resistor）固定电阻和RESSEMI（semiconductor resistor）半导体电阻，如图所示。



二、设置仿真元器件参数：

(2) 电容

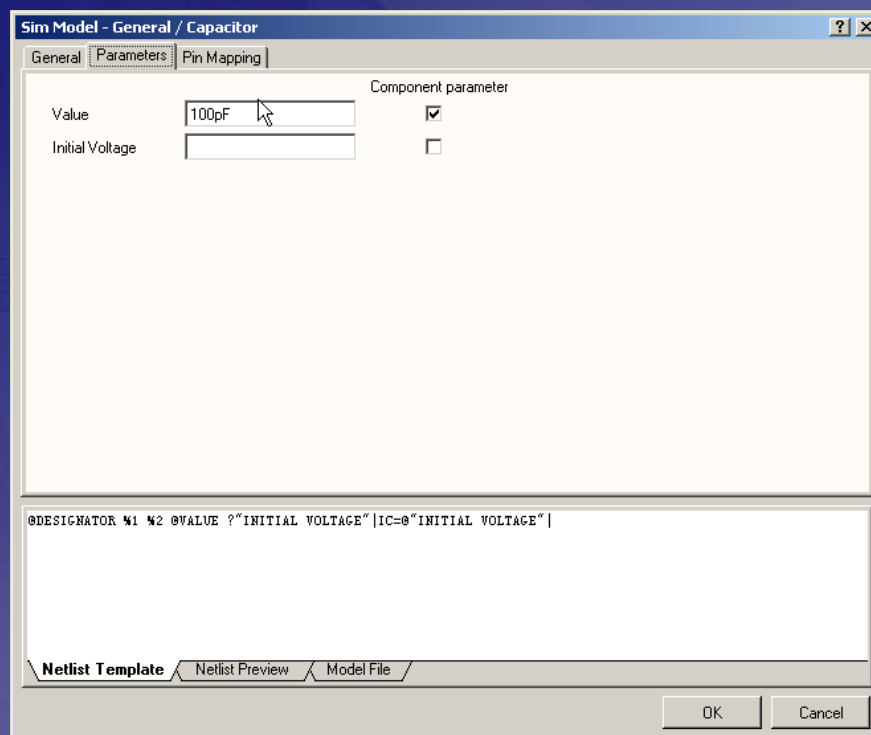
仿真元件库共提供了两种类型电容，CAP（fixed, non-polarized capacitor），无极性的固定容值电容，例如磁片电容。CAPPoi（fixed, polarized capacitor），有极性的固定容值电容，例如电解电容，如图所示。



二、设置仿真元器件参数：

(3) 电感

在Protel DXP软件的仿真元件库中，电感的名称是Inductor。电感在很多特性上与电容有相似的地方，所以它们的元件参数也基本相同，如图所示。



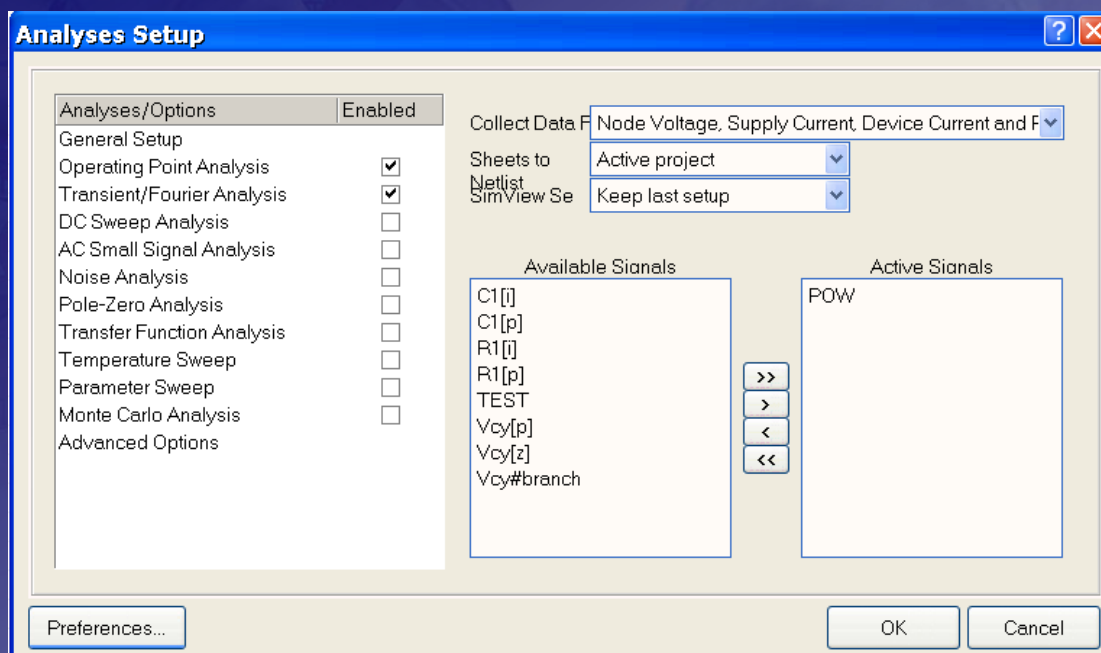
三、选择电路仿真方式：

在进行电路仿真前，还需要对电路仿真原理图进行分析，选择合适的仿真方式，并且对仿真方式进行合理地设置。DXP提供了多种电路仿真方式以供选择，其中包括：工作点分析方式、瞬态特性分析、傅里叶分析、交流小信号分析、直流传输特性分析、蒙特卡罗分析、参数扫描分析、扫描温度分析、传递函数分析、噪声分析、极点-零点分析等。

三、选择电路仿真方式：

(1) 电路仿真的宏观参数设置

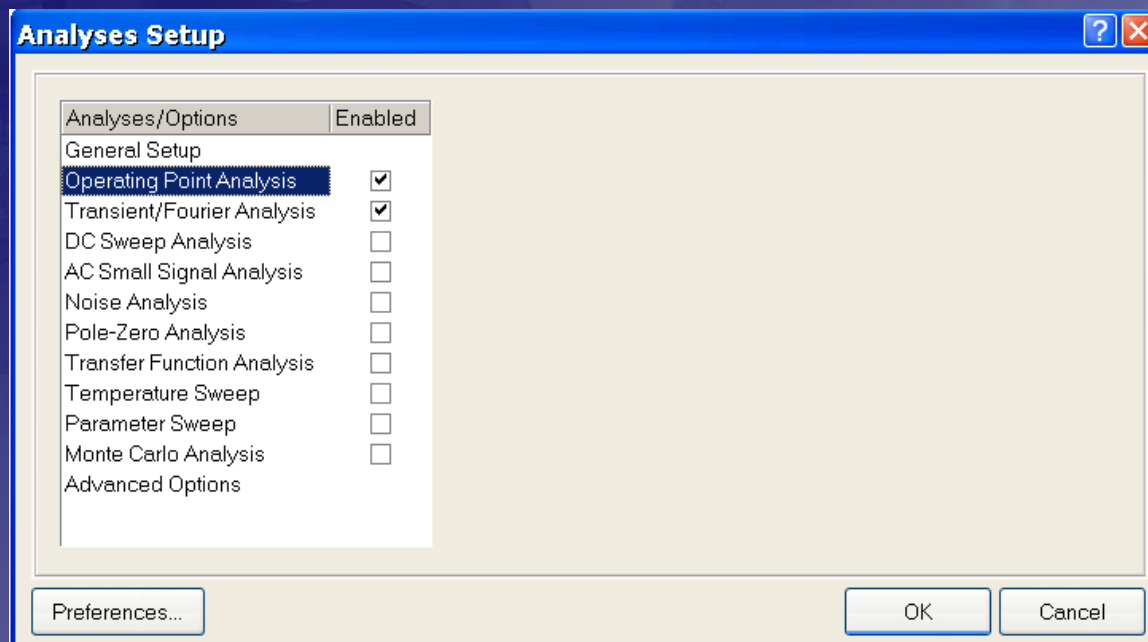
在电路原理图编辑系统下，执行菜单命令 Design| Simulate|Mixed Sim，打开如图所示的电路仿真方式设置对话框。



三、选择电路仿真方式：

(2) 工作点分析方式

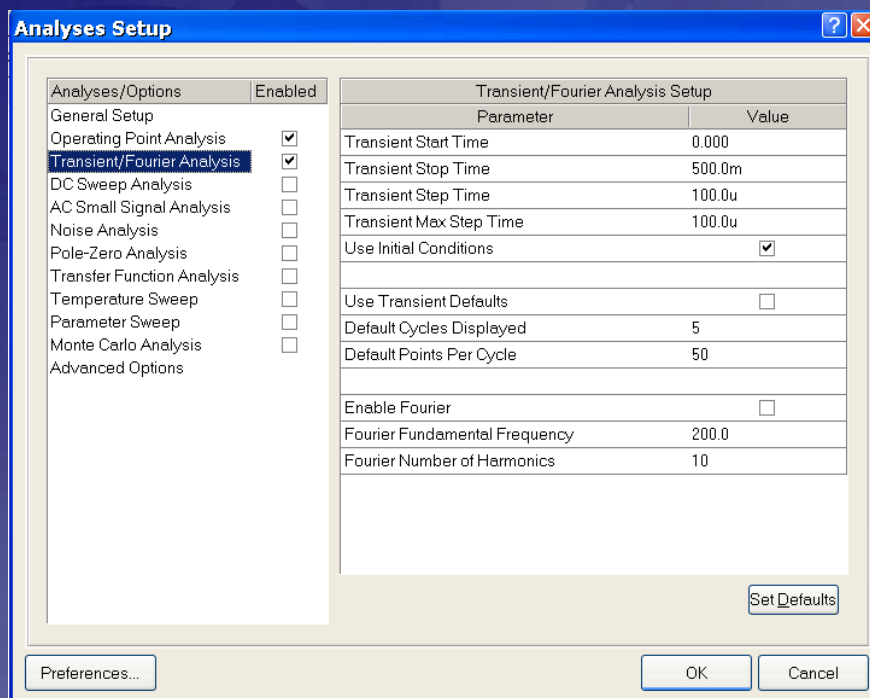
工作点分析也就是平常所说的静态工作点分析。这种仿真方式与瞬态特性分析和傅立叶分析是Protel DXP的默认仿真方式。它的计算结果往往被应用作瞬态特性仿真和交流小信号分析时非线性元件的线性化参数的初值，如图所示。



三、选择电路仿真方式：

(3) 瞬态特性和傅立叶分析

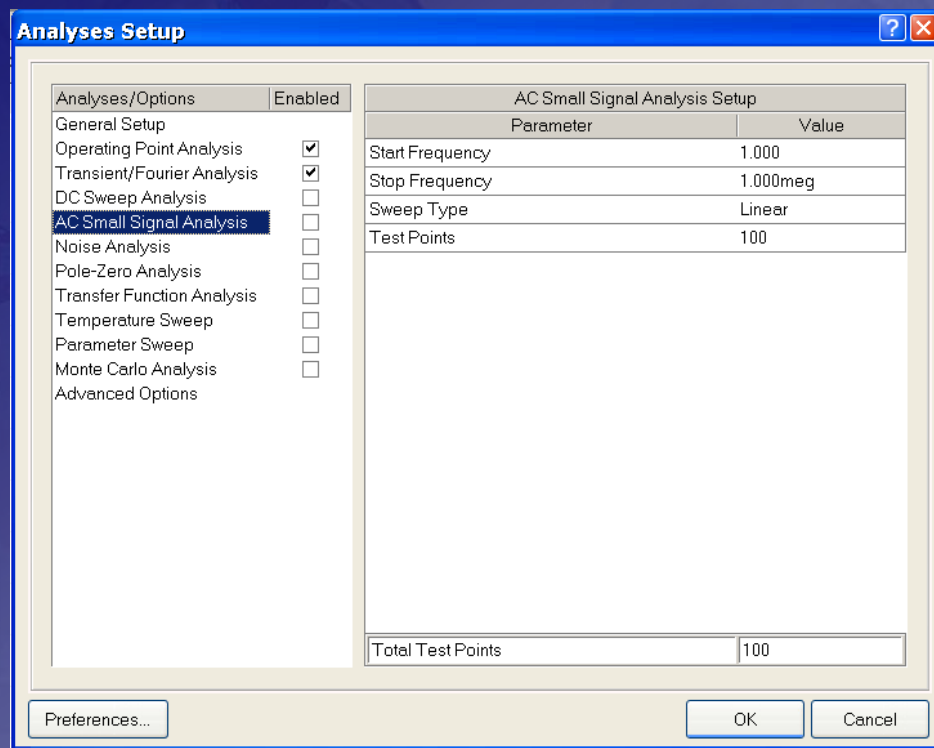
瞬态特性分析同样是在电路仿真过程中最常见的一种仿真分析方式，属于时域分析，同时进行的傅立叶分析则属于频域分析。这样，就可以在得到节点电压、支路电流和元器件功率等参数的同时还可以分析电路中各非正弦波的激励源及节点电压波形的频谱，如图所示。



三、选择电路仿真方式：

(4) 交流小信号分析

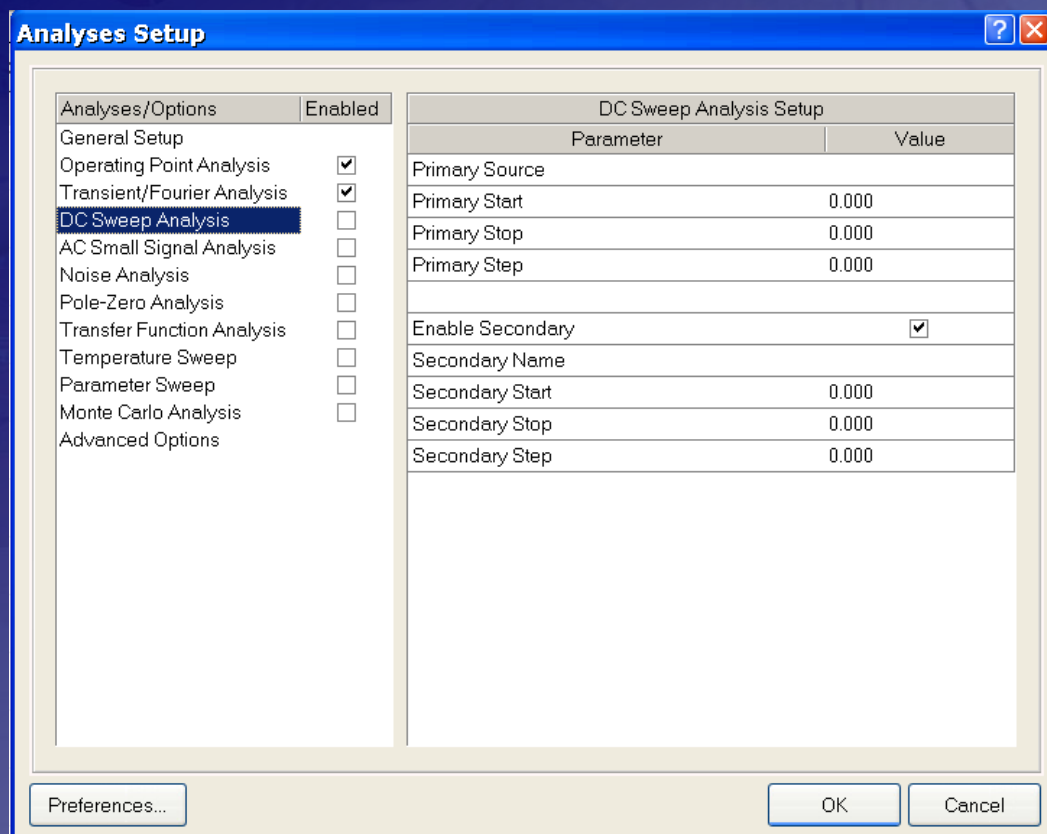
应用交流小信号分析方法主要是为了反映出电路的频率响应特性。交流小信号分析面向的就是输入频率与输出强度的关系，这也就是常说的电路的幅频特性和相频特性，如图所示。



三、选择电路仿真方式：

(5) 直流传输扫描分析

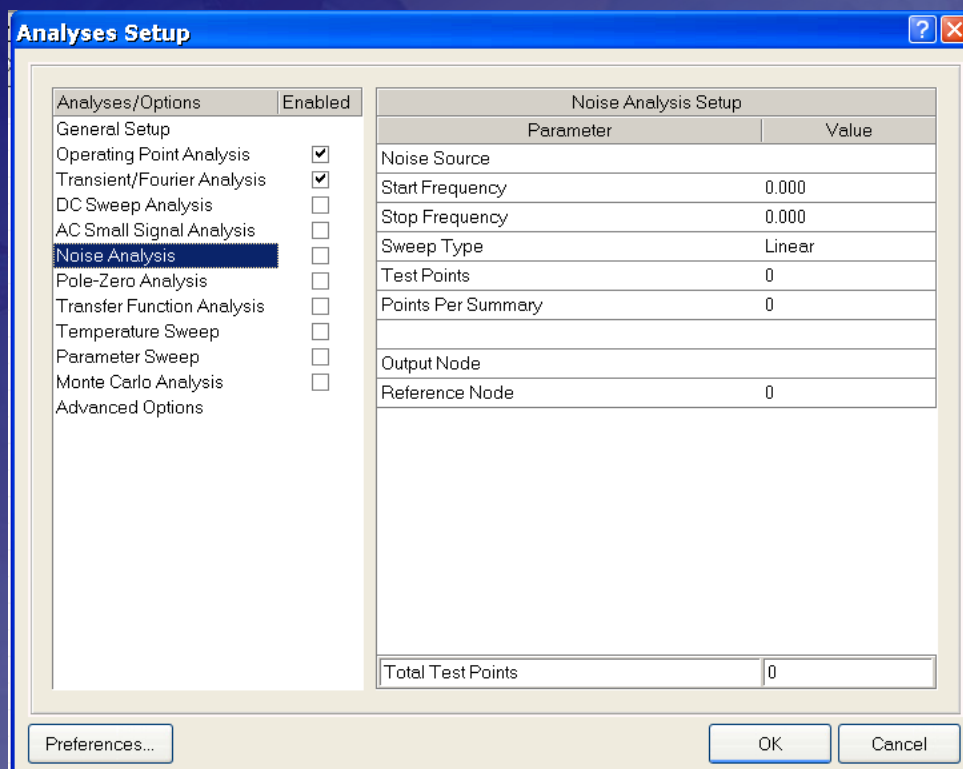
应用直流扫描分析面向的是进行静态工作点的测量和分析，如图所示。



三、选择电路仿真方式：

(6) 噪声分析

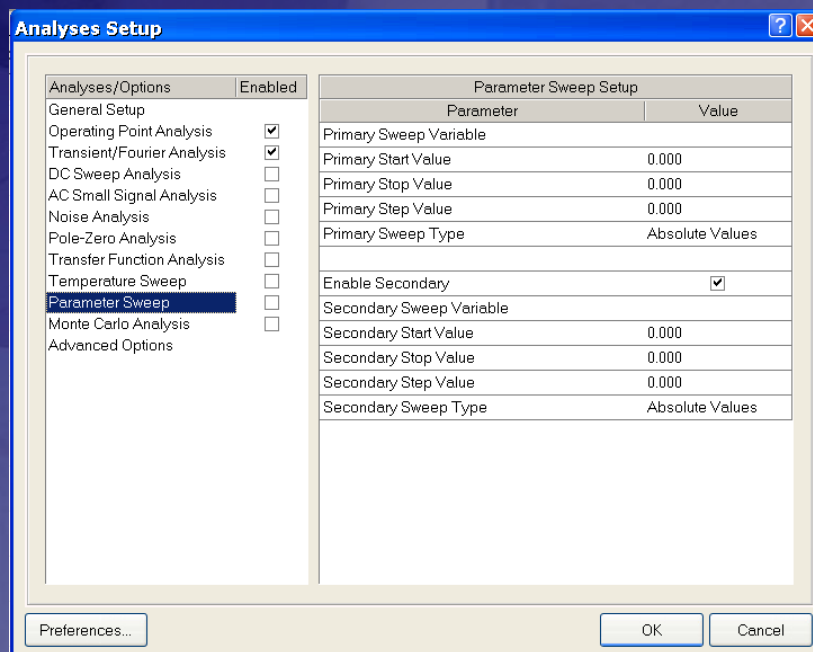
在实际电路中必然会存在噪声，这些噪声分布在很宽的频带内，有高频噪声，也有低频噪声，电路板上的每个元器件对噪声频率的敏感程度不一样，如图所示。



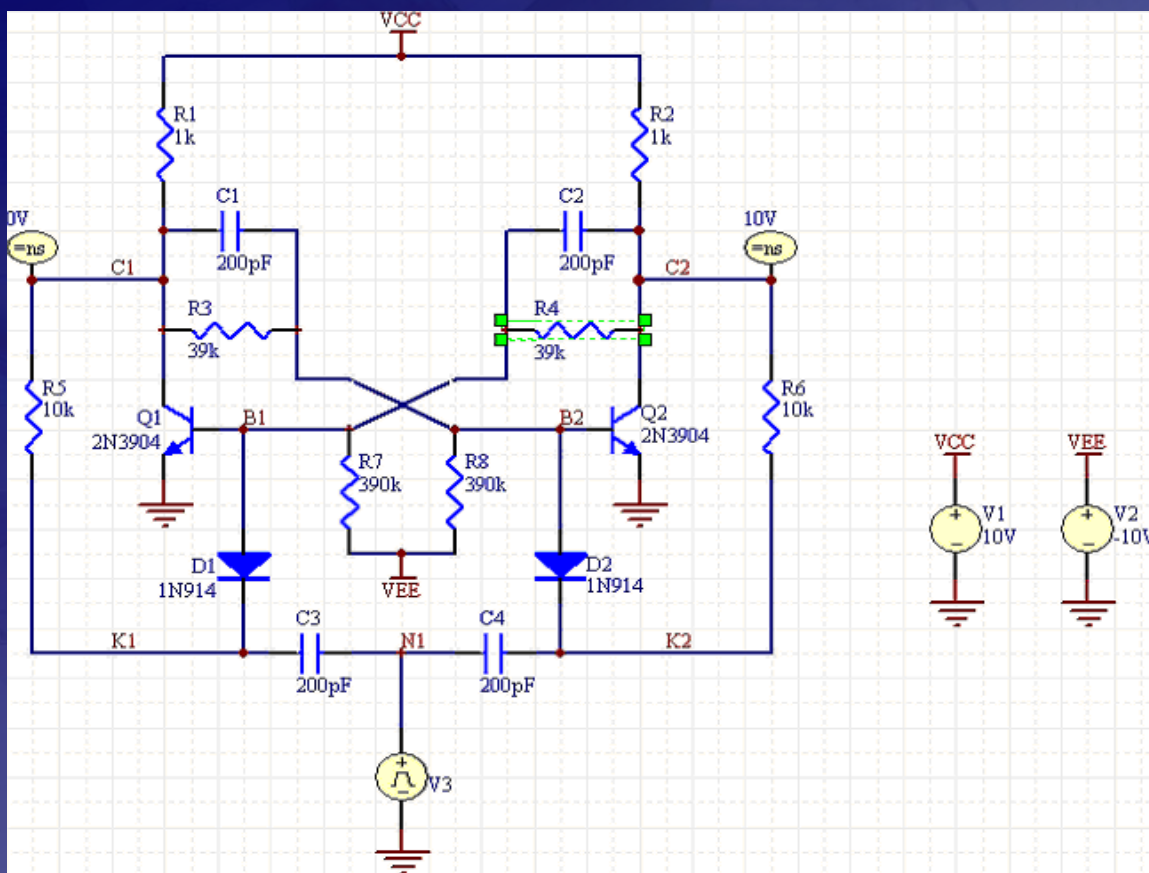
三、选择电路仿真方式：

(7) 参数扫描分析

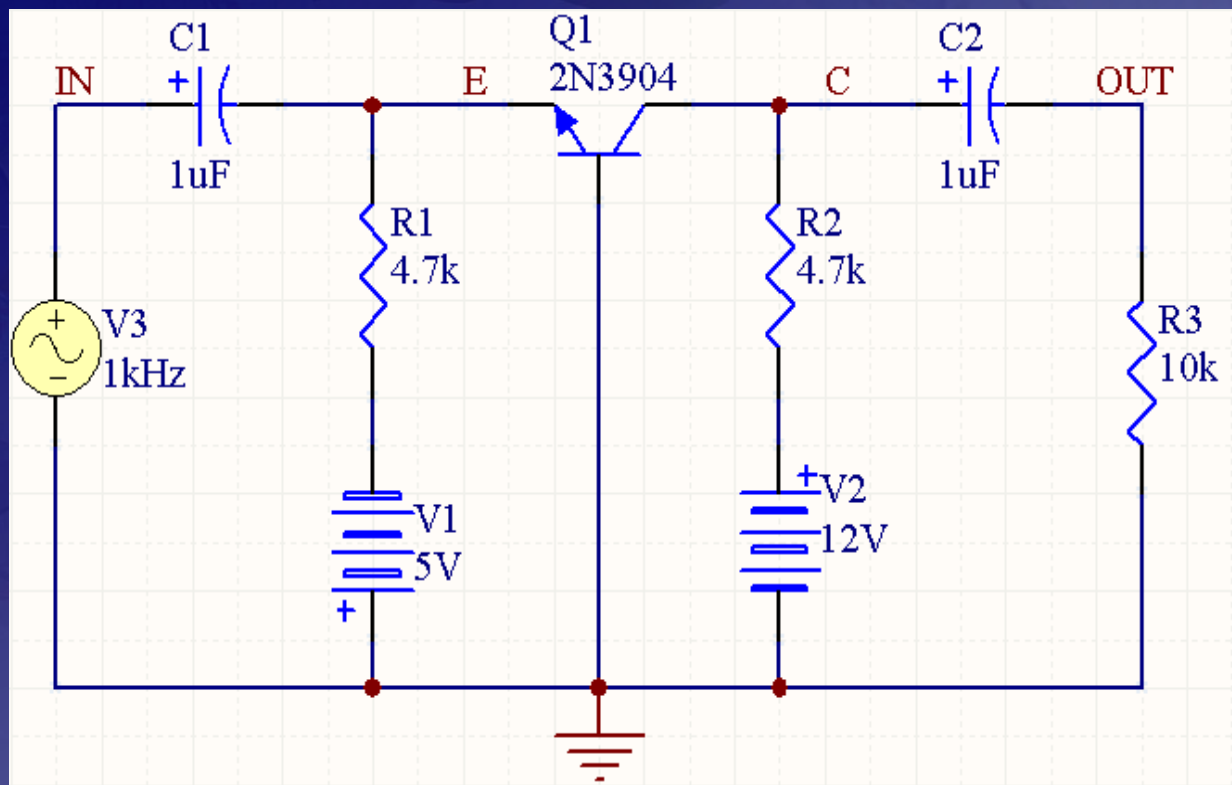
参数扫描分析可以用来分析当电路中某个元器件的值发生变化时对电路性能的影响，只有在选择了瞬态特性分析、交流小信号分析、直流传输特性分析时，选择参数扫描分析才有意义，参数扫描分析可以同时仿真电路中的两个元器件进行扫描分析，这种分析适合于仿真那些对某一个参数非常敏感的电路，如图所示。



四、双稳态振荡器电路仿真实例：



五、共基极运放电路仿真实例：



第10章 信号完整性分析:

重点内容:

- 掌握信号完整性分析的基本概念
- 信号完整性分析规则设置
- 掌握高频布线的一些技巧

一、信号完整性分析的基本概念（1）：

信号完整性（Signal Integrity）简称SI，是指信号在信号线上的质量，是信号在电路中能以正确的时序和电压作出响应的能力。信号具有良好的完整性是指在需要的时刻必须达到的电压数值。差的信号完整性不是由某个单一的因素导致的，而是板级设计中多种因素共同引起的。

集成电路（Integrated Circuit）简称IC，它的开关速度高，端接元件的布局不正确或者高速信号的错误布线都会引起信号完整性问题，从而可能使系统输出不正确的数据、或者电路工作不正常甚至完全不能工作。

一、信号完整性分析的基本概念（2）：

电路板上的导线具有电阻、电容和电感等电气特性。在高频电路设计中，电路板线路上的电容和电感会使导线等效于一条传输线。传输线是所有导体与其接地回路的总和。传输线上的线路阻抗和外接负载不匹配会导致信号反向现象，从而引起信号完整性问题。电路的阻抗会使信号达不到规定的电压幅度从而影响信号的完整性。

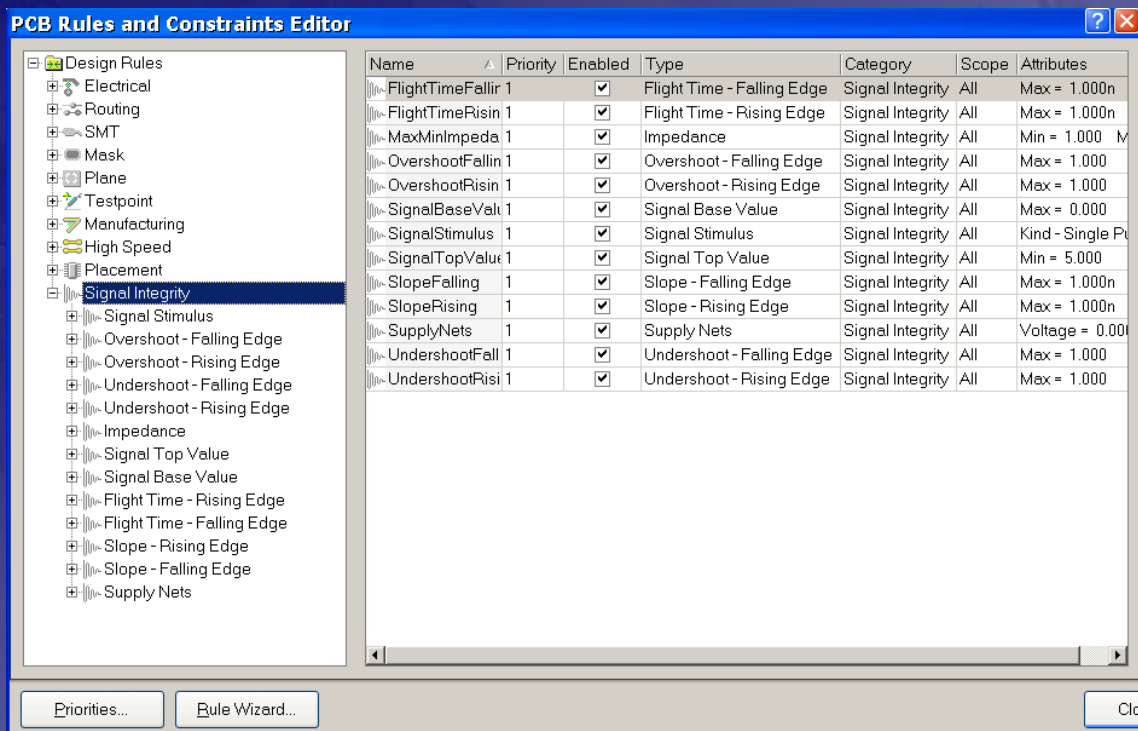
电路板上导线的耦合可能将串扰信号引入到邻近线路中，当耦合或串扰信号足够大时，接收串扰信号的线路就会出现信号完整性问题。串扰影响的线路可能不止是邻近的一条线路，有时甚至会影响到其他相邻线路上的信号。主要的信号完整性问题包括反射、串扰、振荡、地弹等。

一、信号完整性分析的基本概念（3）：

信号完整性又分为时域信号完整性和频域信号完整性。时域信号完整性是以时间为基准的电压或电流的变化过程，可以用示波器观察。它通常用于找出管脚到管脚的延时、偏移、过冲、下冲和建立时间等。频域信号完整性是以频率为基准的电压或电流的变化过程，可以用频谱分析仪观察。它通常用于波形和FCC、EMI控制限制之间的比较等。

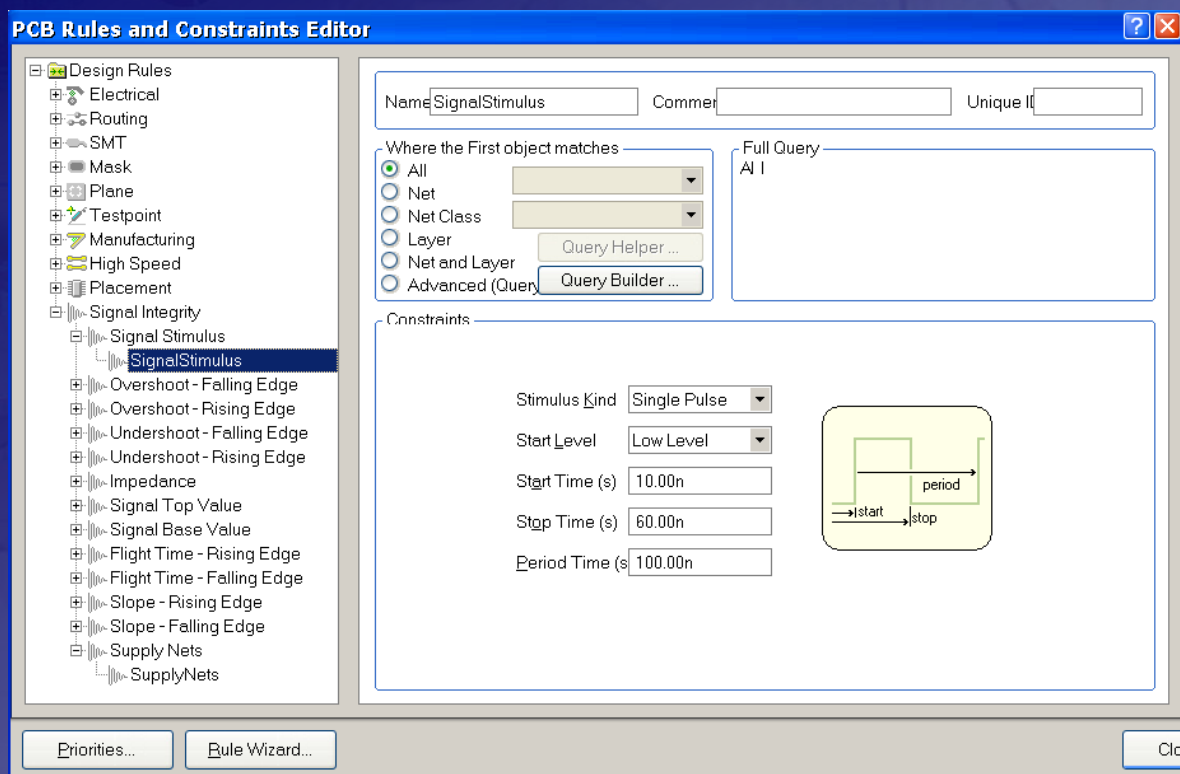
二、设置信号完整性分析规则：

在DXP的PCB编辑环境中，执行菜单命令Design|Rules，系统将弹出PCB设计规则设置对话框，在该对话框中打开Design Rules的树状目录，选择其中的Signal Integrity规则设置选项，如图所示。



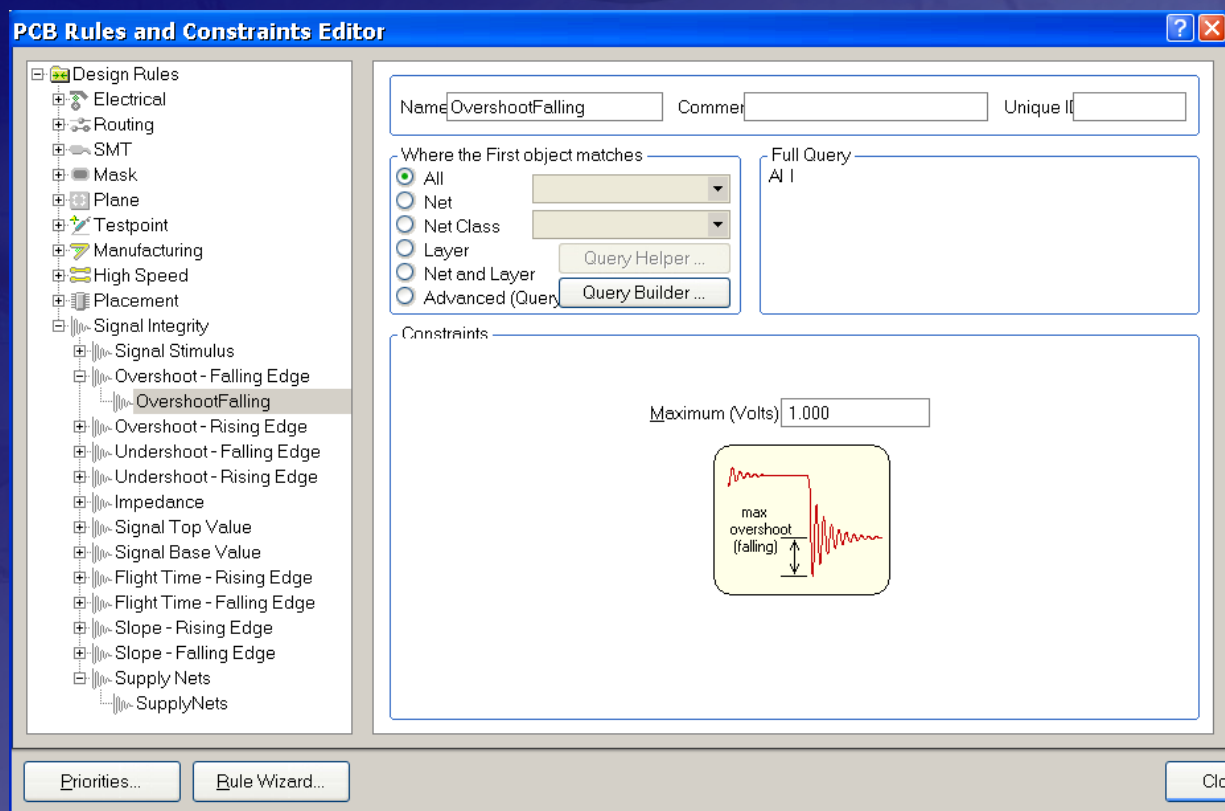
二、设置信号完整性分析规则：

(1) 激励信号（Signal Stimulus），如图所示。



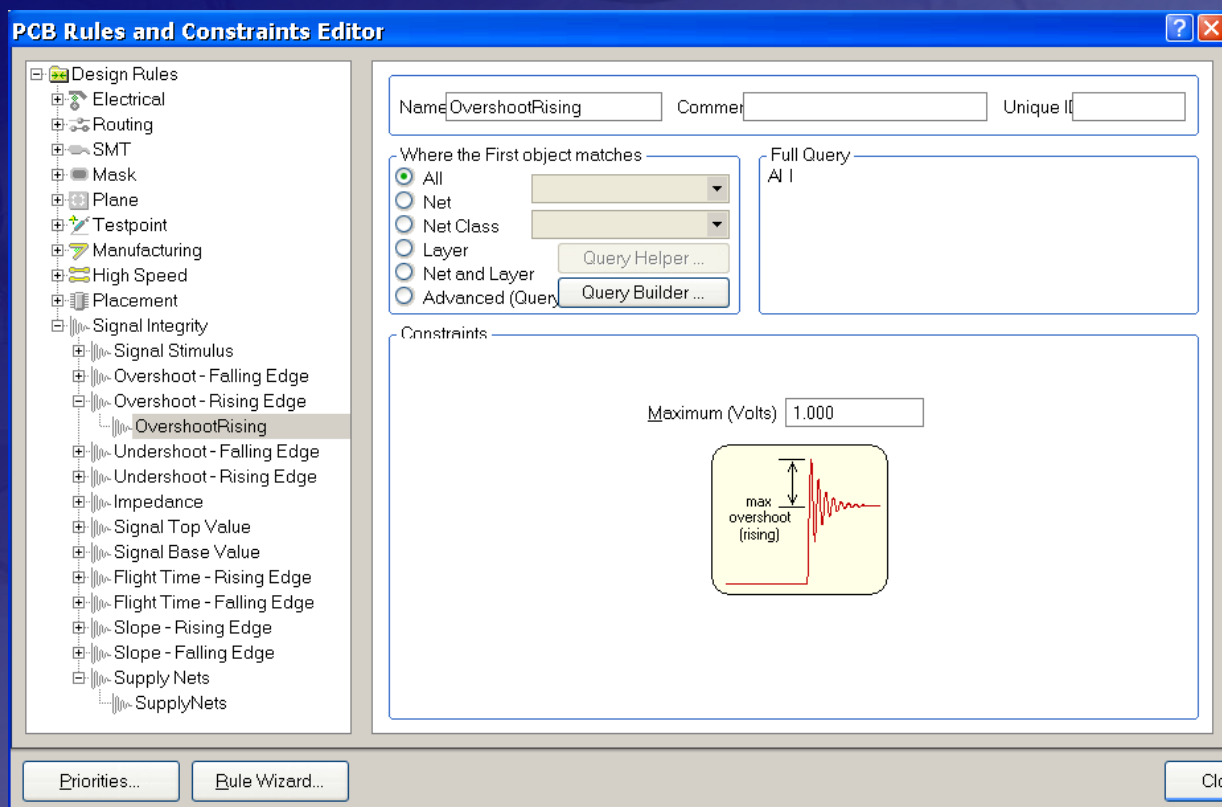
二、设置信号完整性分析规则：

(2) 信号过冲的下降沿（Overshoot-Falling Edge），如图所示。



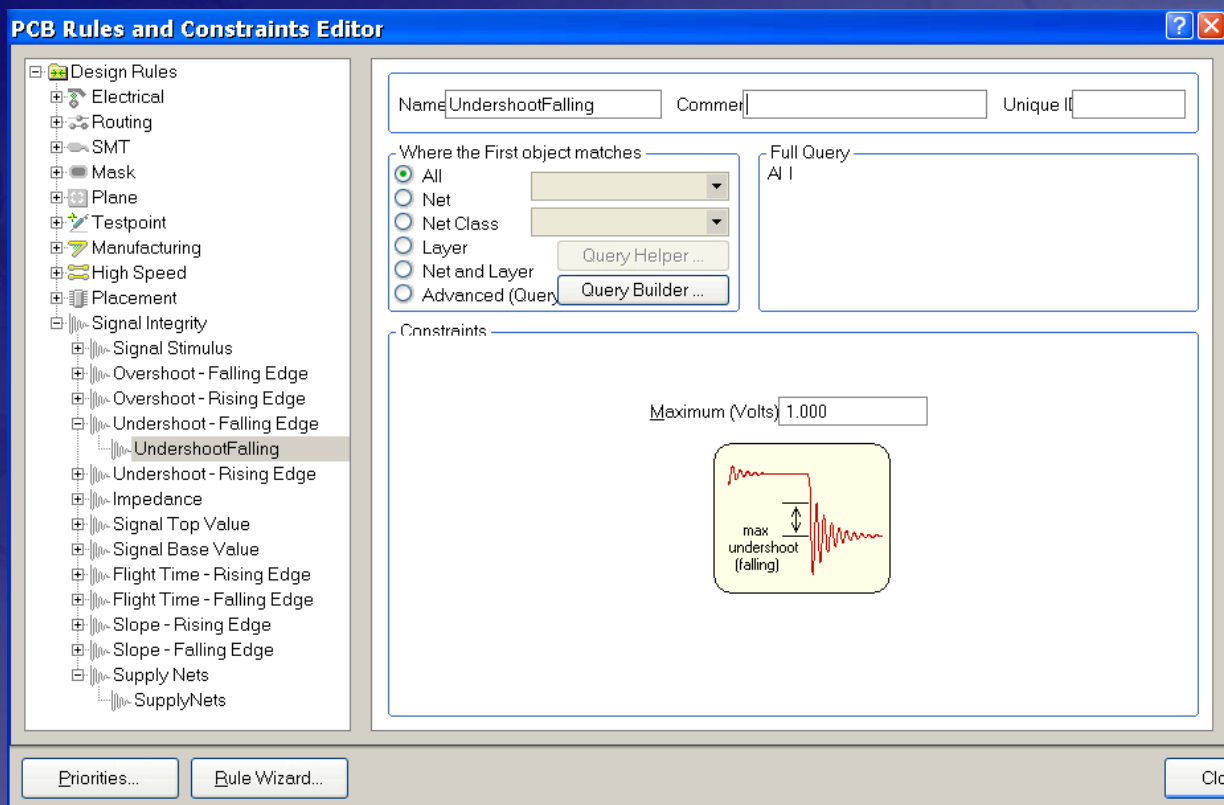
二、设置信号完整性分析规则：

(3) 信号过冲的上升沿（Overshoot-Rising Edge），如图所示。



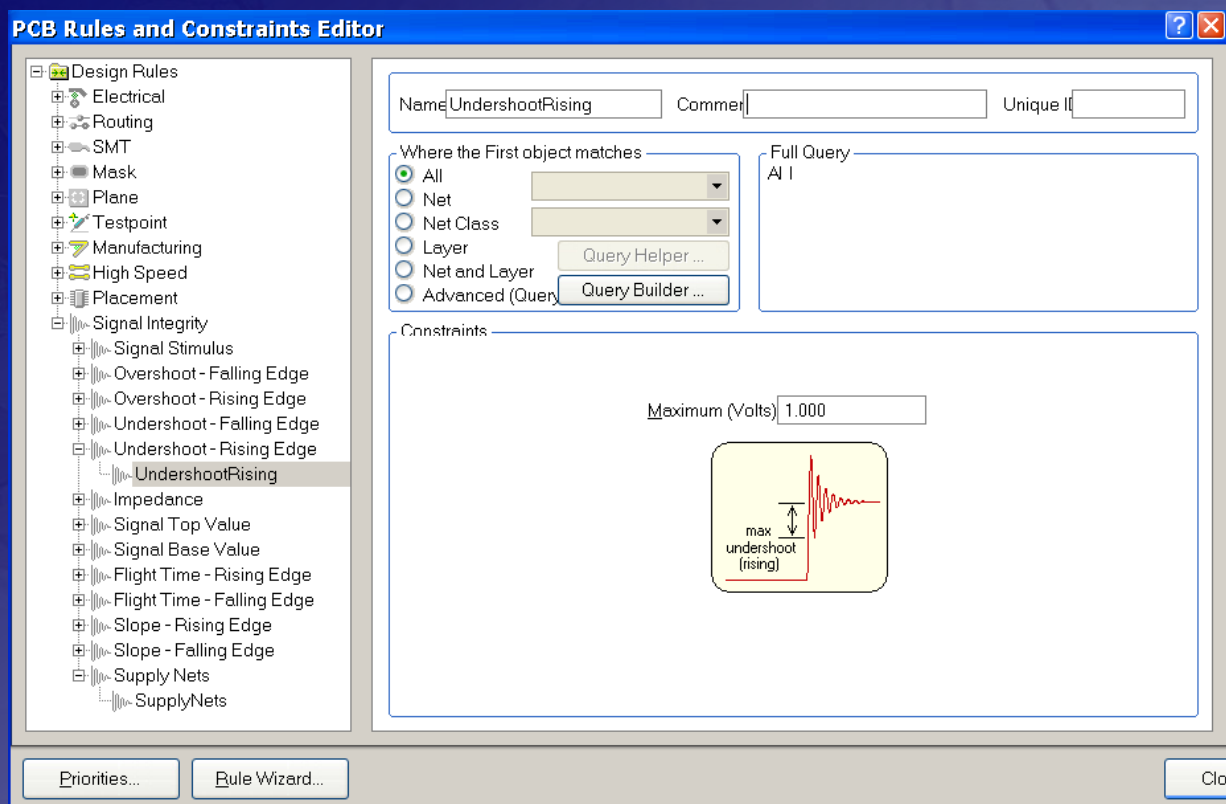
二、设置信号完整性分析规则：

(4) 信号下冲的下降沿（Undershoot-Falling Edge），如图所示。



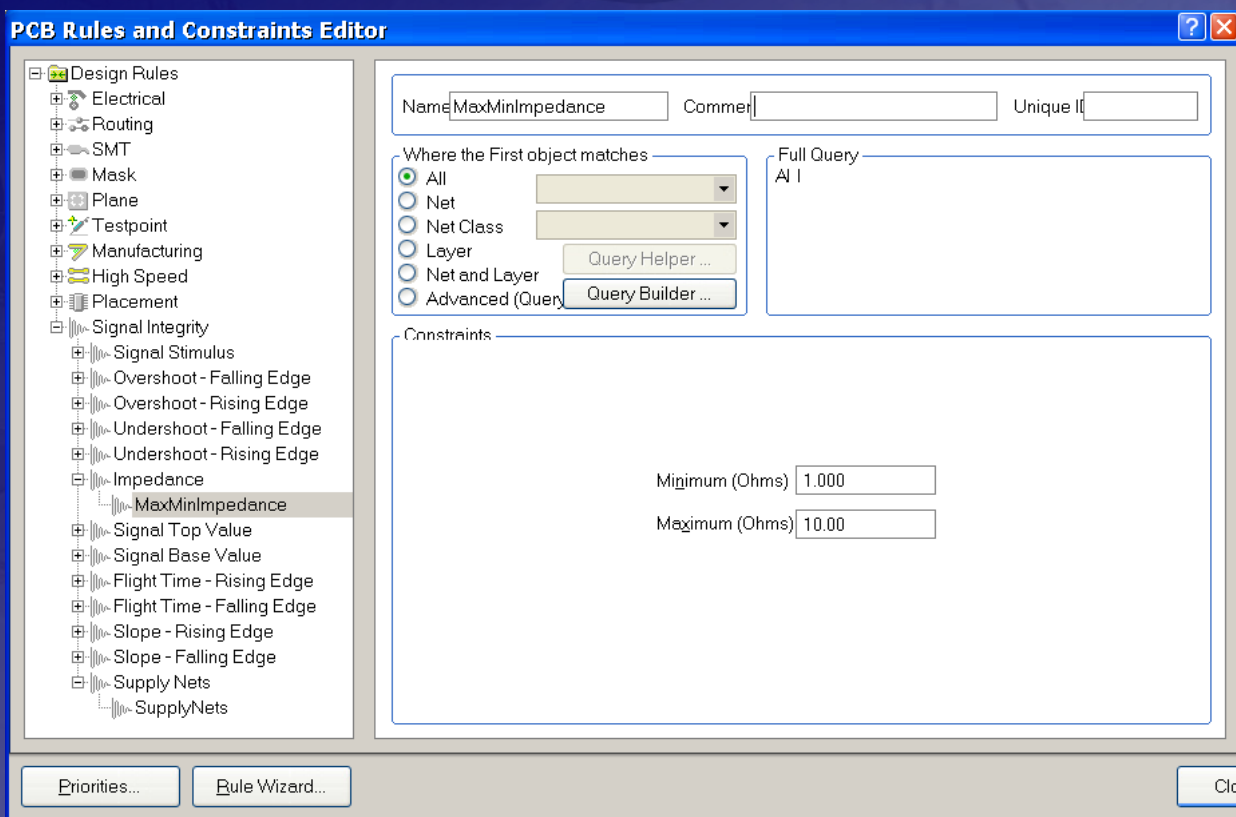
二、设置信号完整性分析规则：

(5) 信号下冲的上升沿（Undershoot-Rising Edge），如图所示。



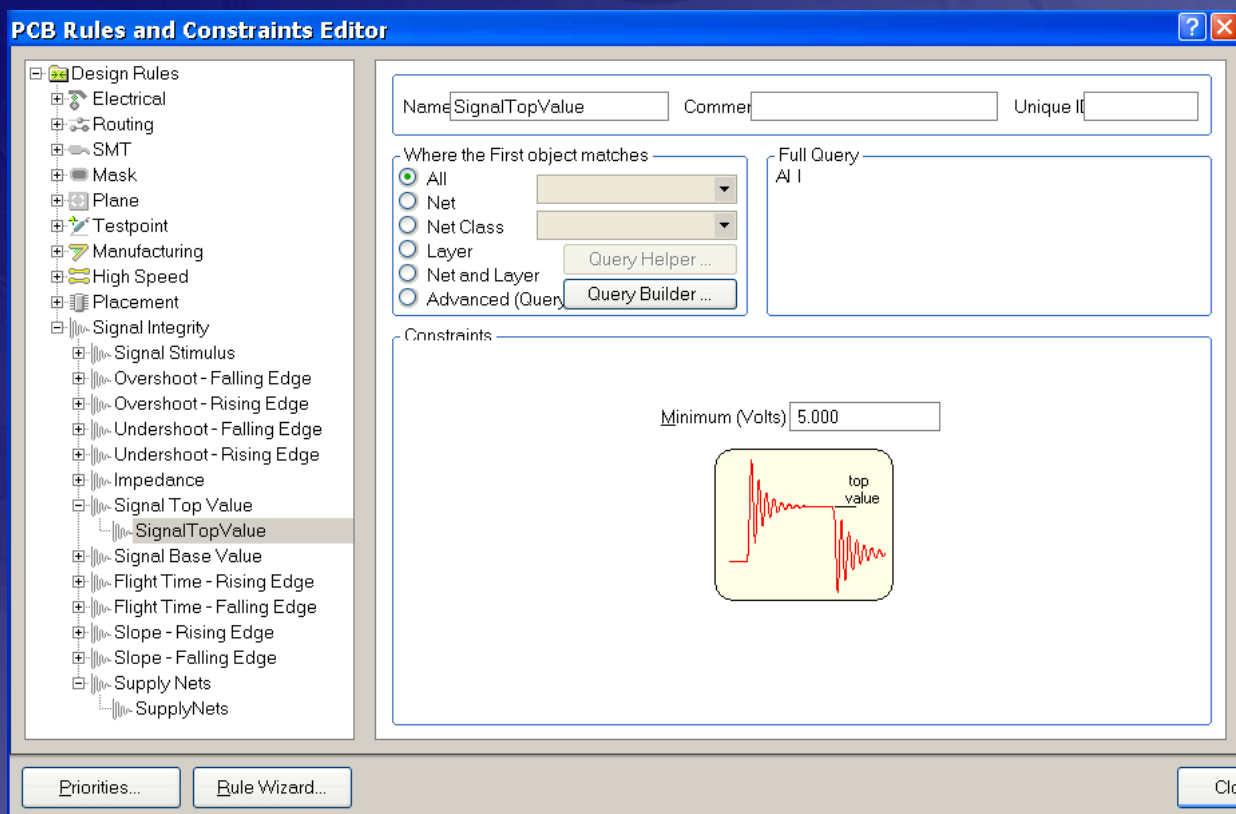
二、设置信号完整性分析规则：

(6) 阻抗约束（Impedance），如图所示。



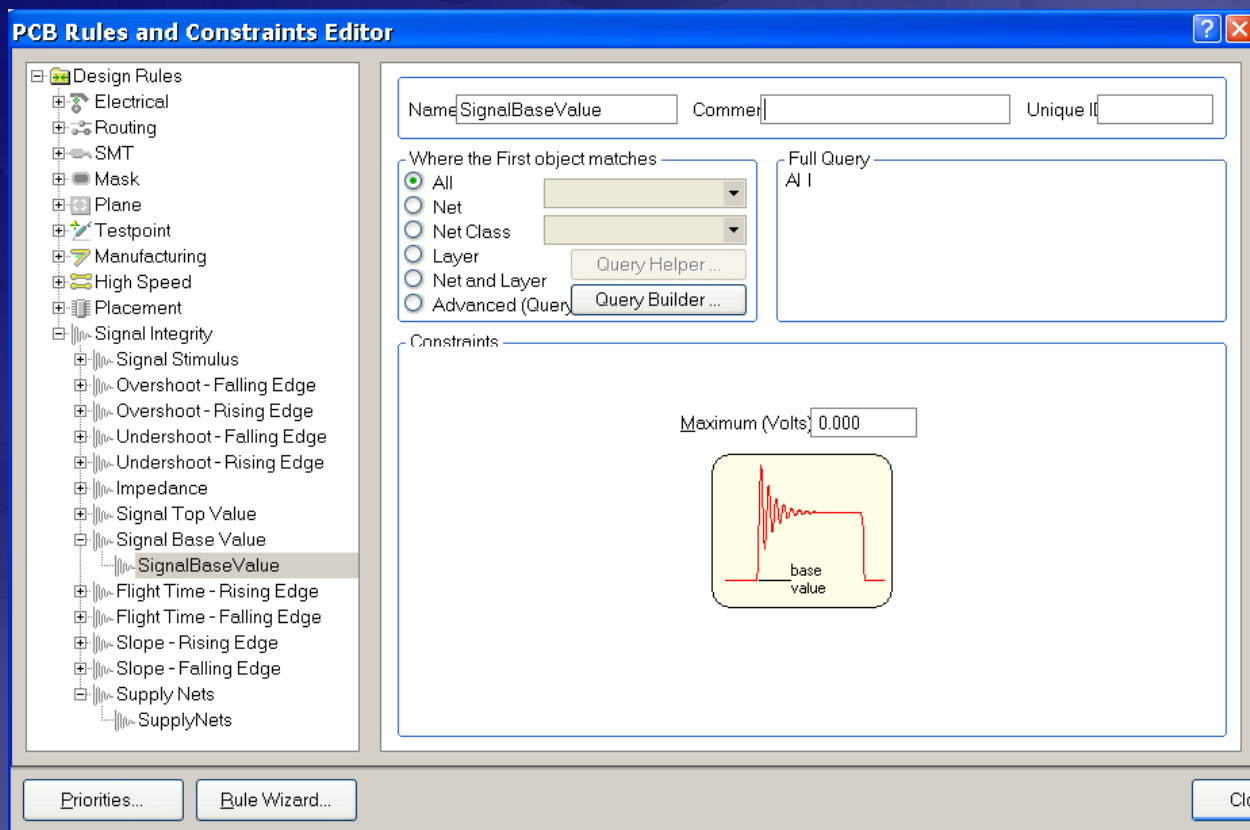
二、设置信号完整性分析规则：

(7) 信号高电平（Signal Top Value），如图所示。



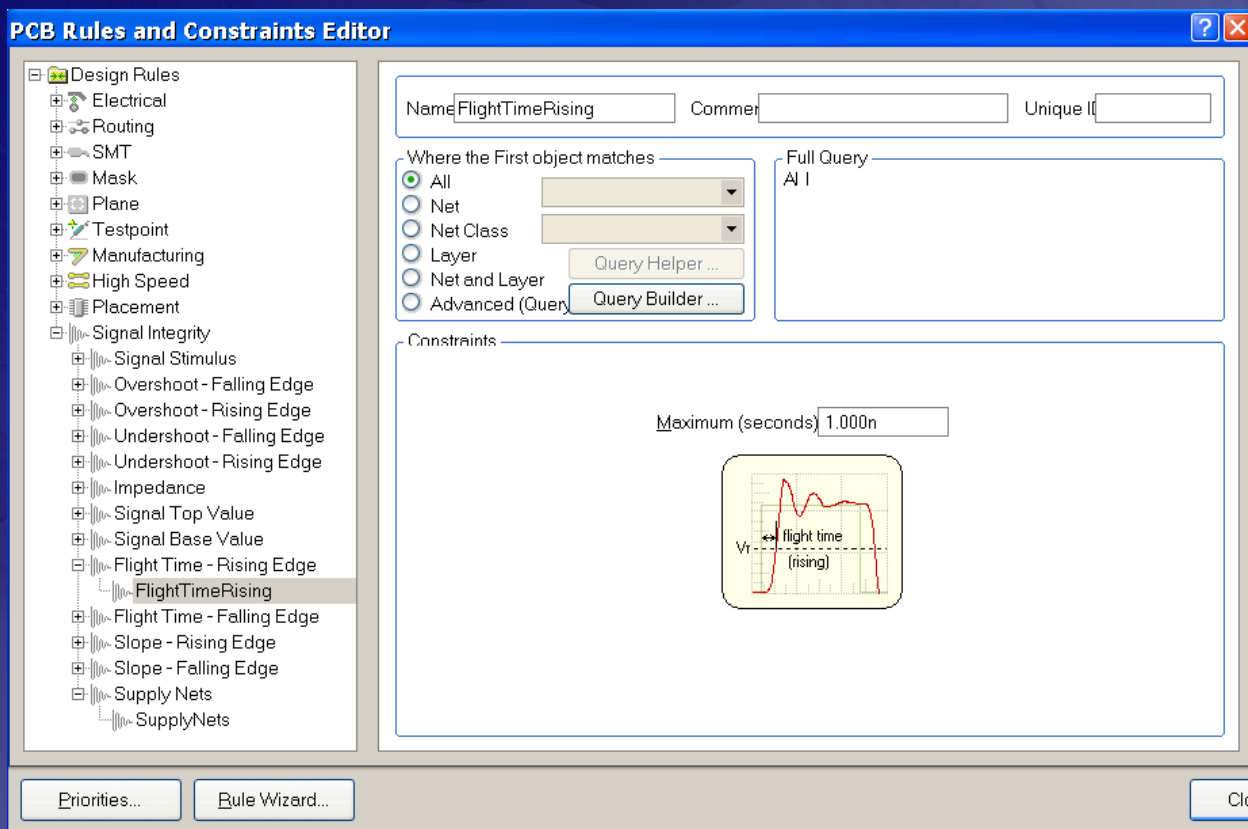
二、设置信号完整性分析规则：

(8) 信号基值（Signal Base Value），如图所示。



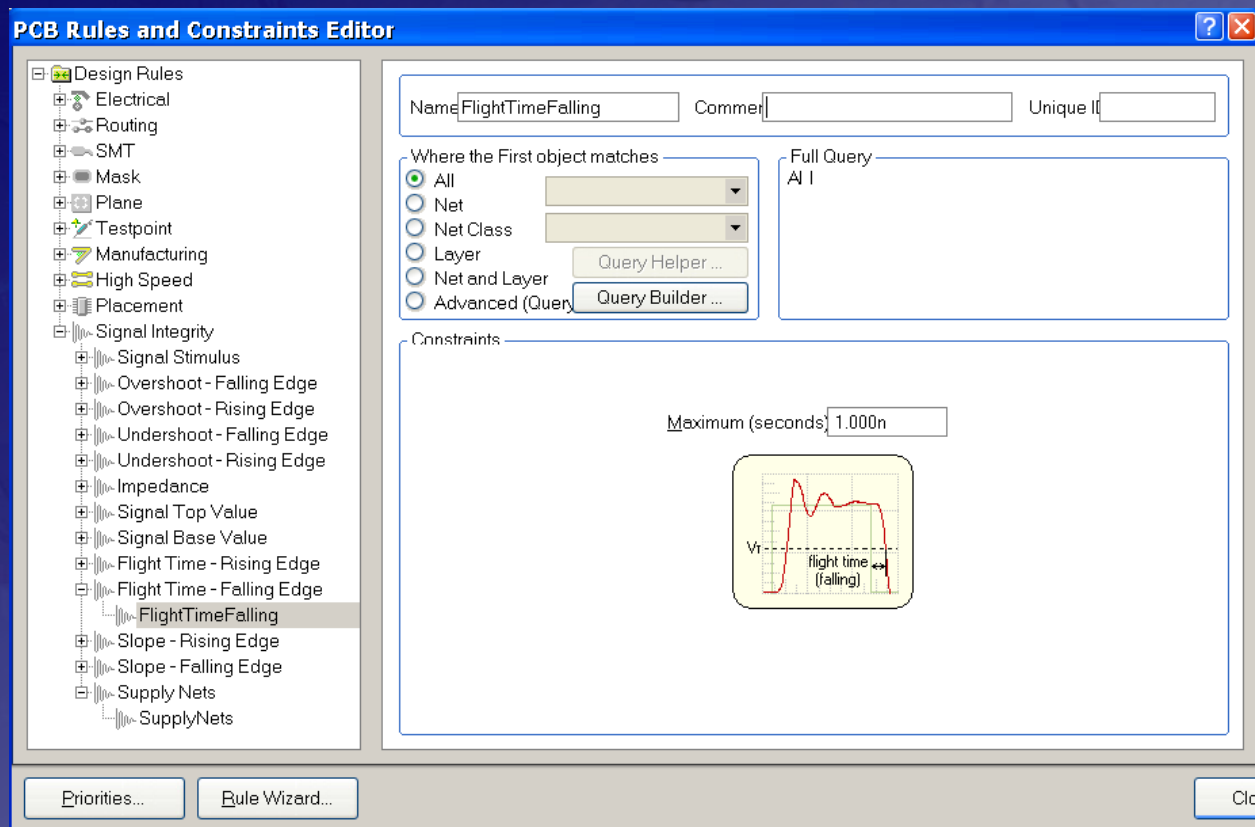
二、设置信号完整性分析规则：

(9) 飞升时间的上升沿（Flight Time-Rising Edge），如图所示。



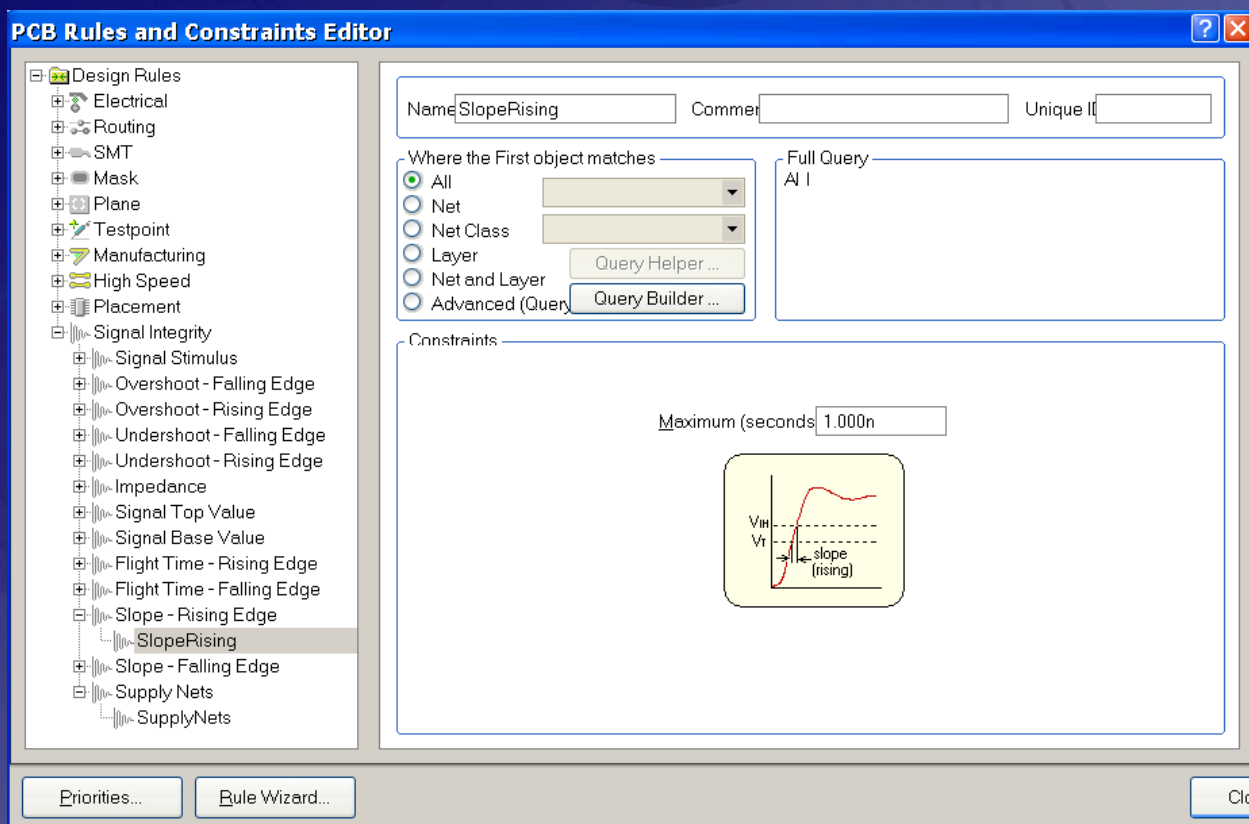
二、设置信号完整性分析规则：

(10) 飞升时间的下降沿（Flight Time-Falling Edge），如图所示。



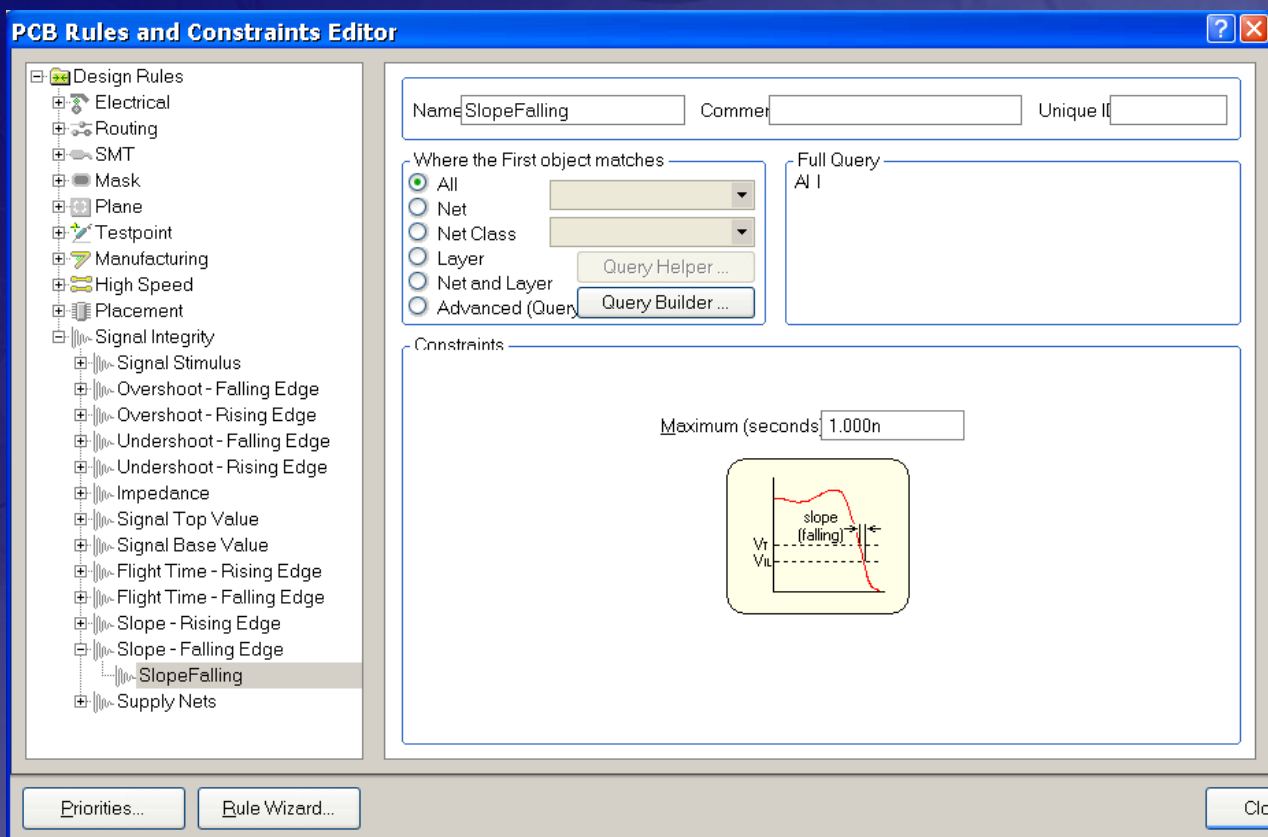
二、设置信号完整性分析规则：

(11) 上升边沿斜率（Slope-Rising Edge），如图所示。



二、设置信号完整性分析规则：

(12) 下降边沿斜率（Slope-Falling Edge），如图所示。



三、高频布线的一些技巧:

(1) 高频布线应该考虑的问题1:

- 合理选择层数。利用中间内层平面作为电源和地线层，可以起到屏蔽的作用，有降低寄生电感、缩短信号线长度、降低信号间的交叉干扰，一般情况下，四层板比两层板的噪声低20dB。
- 走线方式。走线必须按照45度角拐弯，这样可以减小高频信号的发射和相互之间的耦合。
- 走线长度。走线长度越短越好，两根线并行距离越短越好。
- 过孔数量。过孔数量越少越好。
- 层间布线方向。层间布线方向应该取垂直方向，就是顶层为水平方向，底层为垂直方向，这样可以减小信号间的干扰。

三、高频布线的一些技巧:

(1) 高频布线应该考虑的问题2:

- 敷铜。增加接地的敷铜可以减小信号间的干扰。
- 包地。对重要的信号线进行包地处理，可以显著提高该信号的抗干扰能力，当然还可以对干扰源进行包地处理，使其不能干扰其它信号。
- 信号线。信号走线不能环路，需要按照菊花链方式布线。
- 去耦电容。在集成电路的电源端跨接去耦电容。
- 高频扼流。数字地、模拟地等连接公共地线时要接高频扼流器件，一般是中心孔穿有导线的高频铁氧体磁珠。

三、高频布线的一些技巧:

(2) 高频布线时抗干扰的措施:

- 选用时钟频率低的微处理器。
- 减小信号传输中的畸变。
- 减小信号间的交叉干扰。
- 减小来自电源的噪声。
- 注意电路板与元器件的高频特性。
- 元件布置要合理分区。
- 布置好地线和去耦电容。