

教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称：电子设计与虚拟仿真技术

专业班级：电气（3+证书）241

总学时数：54 学时

任课教师：陈耿新

课程基本信息

课程名称	电子设计与虚拟仿真技术			
课程性质	专业课	学分	3	
学时	总学时：54 学时 其中：课堂讲授 0 学时； 课内实验 54 学时			
开课部门	机电工程系	任课教师	陈耿新	
授课专业、班级	电气（3+证书）241	开课学期	2025-2026 第一学期	
成绩评定	平时成绩占 60%；期末成绩占 40%	考核方式	考查	
选用教材	书 名	主编	出版社	出版日期
	Protel DXP 2004 简明教程与考证指南	葛中海	电子工业出版社	2014.01
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	《电子设计与虚拟仿真技术》课程是电气自动化技术专业的专业课，培养学生利用电子设计自动化（Electronic Design Automation，简称 EDA）软件完成复杂电路的功能设计、综合验证、物理设计（包括布局、布线、版图、设计规则检查等）等，是电气自动化技术专业教学中必不可少的内容，是本专业学生必须掌握的基本专业技能。			
本课程教学目标	课程的任务和目标是：通过系列实训任务训练，使学生掌握电子产品设计思路与方法、电子电路图设计与实现（包括原理图设计和印刷电路图设计）、电路虚拟仿真，为后续电子产品、电气自动化设备设计与维护等相关的工作打下坚实基础。			
素质（思政）内容与要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 要求学生养成良好的产品（作品）设计习惯与素质； 2. 培养学生工匠精神，从简单设计开始，循序渐进，持之以恒，积极勤奋，将学生培养成为高素质、高技能职业型人才； 3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，鼓励学生努力成长为优秀的产品设计人才。 			
学生用主要参考资料	无			

课题一 Protel DXP 基础(一)

一、教学目标：

1. 了解 Protel 的发展历程；
2. 掌握 Protel 的基本组成和主要功能；
3. 了解 Protel 对系统配置的要求和安装方法；
4. 熟练掌握 Protel 的窗口界面组成。

二、教学重点：

1. Protel 的基本组成和主要功能；
2. Protel 安装方法与步骤；
3. Protel 的窗口界面组成。

三、教学难点：

1. Protel 安装方法与步骤；
2. Protel 的窗口界面组成。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 学生养成电路设计项目式管理的良好习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。

五、教学课时：1 课时

六、教学方法：讲授、演示

七、授课内容：

1. Protel 的发展历程介绍。
2. Protel 的基本组成和主要功能介绍。
3. Protel 对系统配置的要求和安装方法讲解与演示。
4. 掌握 Protel 的窗口界面组成讲解。

八、教学过程：

1.1 Protel DXP 概述

一、Protel 发展回顾

1988 年，美国 ACCEL Technologies inc 公司推出的 TANGO 软件包。

1990 年，Protel Technology 公司及时推出了 Protel for DOS。

1991 年开始陆续推出 Protel for windows 版。

1998 年 推出 Protel 98。

1999 年 推出 Protel 99 和 Protel 99 SE。

2002 年，Altium 公司推出 Protel DXP。

二、Protel DXP 的主要组成

Protel DXP 主要由 4 大部分组成:

- (1) 原理图设计系统(SCH)
- (2) 印制电路板设计系统(PCB)
- (3) FPGA 设计系统
- (4) VHDL 设计系统: 硬件描述语言设计编译系统。

三、Protel DXP 的特点

1. 层次化多信道原理图编辑环境
2. 混合模式的 SPICE3f5/Xspice 仿真
3. 布局前后的信号完整性分析
4. 基于 FPGA 设计的现场交互式开发
5. PCB 和 FPGA 项目之间的自动 FPGA 管脚同步
6. 规则驱动的板级布线和编辑
7. 综合集成化的库

四、Protel DXP 的新功能

原理图设计和 PCB 设计功能在为增强, 完全支持 FPGA 设计流。

1.2 Protel DXP 的系统配置和安装

一、系统的配置要求

1. 最小配置

- 操作系统: Windows 2000 专业版
- 硬件配置

CPU 主频为 500MHz

内存 128MB

硬盘空间 620MB

最低显示分辨率为 1024×768, 显存 8MB

2. 标准配置

- 操作系统: Windows XP
- 硬件配置:

CPU P4, 1.2 GHz 或更高

内存 512MB

硬盘空间 620MB

最低显示分辨率为 1280×1024, 显存 32MB

二、Protel DXP 的安装 (略)

1.3 Protel DXP 的窗口界面

单击“开始”按钮，选取“DXP 2004”选单项双击，也可启动 Protel DXP。

一、Protel DXP 的主窗口界面

Protel DXP 应用程序启动后，会出现如图 1.12 所示的主窗口界面。主窗口上方依次是标题栏、选单栏和工具栏；中部是两个大窗口：右边是面板窗口，左边是工作窗口，靠右侧是面板标签；下面有系统标签栏、命令栏和状态栏等。

二、Protel DXP 的主页

在进行 Protel DXP 电路设计工作时，一般要打开 Protel DXP 的主页（DXP Home Page）。主页占据的是工作窗口，主页区域会显示常用的图标命令，各图标命令的具体功能如图 1.22 所示。

三、Protel DXP 工作面板

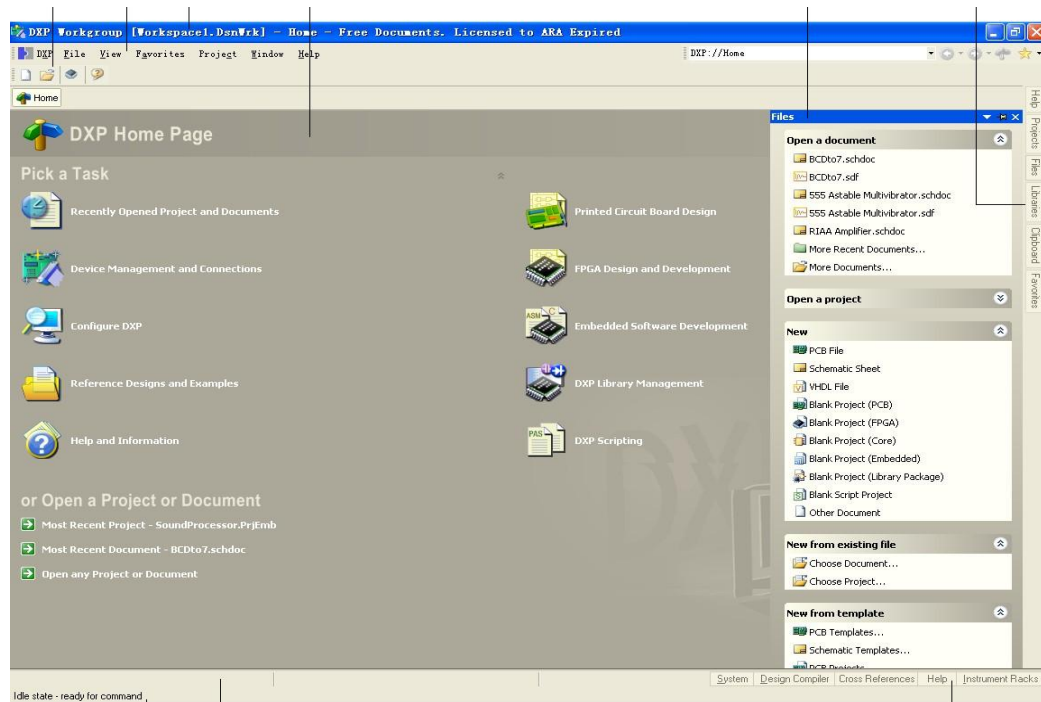
Protel DXP 在各个编辑器中大量地使用了工作面板(Workspace Panel)。所谓工作面板是指集同类操作于一身的弹出式窗口。这些面板按类区分，放置在不同的面板标签中。用户可以通过工作面板方便地实现打开文件、访问库文件、浏览各个设计文件和编辑对象等各种功能。

6 个面板标签分别为：System 系统面板标签；Design Compiler 设计编译器面板标签；Cross References 交叉引用面板标签；SCH 原理图面板标签；Help 帮助面板标签；Instrument Racks 仪器架面板标签。

1. 打开面板的方法

- 1) 从选单命令 View\Workspace Panels 下面两级子选单中选择要打开的面板。
- 2) 单击原理图编辑器右下角面板标签，从弹出的选单中选择要打开的面板。

2. 工作面板的三种显示状态：1)弹出/隐藏状态；2)锁定状态；3)浮动状态



命令栏 状态栏

面板标签处

图 1.12 Protel DXP 的主窗口界面

课题二 Protel DXP 基础(二)

一、教学目标：

1. 掌握 Protel DXP 资源用户定制的方法。
2. 熟练操作 Protel DXP 项目文件的管理与编辑。

二、教学重点：

1. Protel DXP 资源用户定制的方法；
2. Protel DXP 环境参数设置的方法；
3. Protel DXP 项目文件的管理与编辑。

三、教学难点：

1. Protel DXP 资源用户定制的方法；
2. 操作 Protel DXP 项目文件的管理与编辑。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 学生养成电路设计项目式管理的良好习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。

五、教学课时：2 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训


七、授课内容：

1. Protel DXP 资源用户定制的方法。
2. Protel DXP 环境参数设置的方法。
3. Protel DXP 项目文件的管理与编辑。
4. 项目选项的设置方法。

八、教学过程：

1.4 Protel DXP 资源用户定制

Protel DXP 的资源，对于一个编辑器来说就是选单条、工具栏、快捷式和操作面板等。用户可根据自己的设计习惯，来修改系统的设计环境，如新建或调整选单栏、修改选单命令外观和调整工具栏排列等，这就是资源用户定制。

单击主选单栏中的系统选单  按钮，选择其下拉选单中“Customize...”命令，将弹出如图 1.28 所示的用户定制资源设置对话框，在该对话框内可完成各种资源的设置。

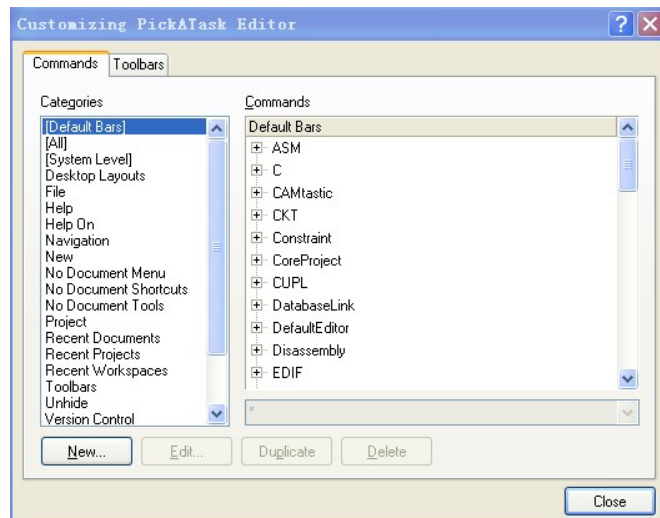


图 1.28 用户定制资源设置对话框

一、编辑选单命令

Protel DXP 允许用户对现有的选单项、工具栏等重新进行排列、重命名、定义快捷键等编辑操作。

二、创建下拉选单

在 Protel DXP 环境下，除了可以编辑命令选项以外，还可以创建自己的选单或下拉选单，也可以创建自己的工具栏。

三、删除选单命令

四、恢复系统资源

1.5 Protel DXP 的环境参数设置

Protel DXP 的环境参数包括系统工作所要求的屏幕分辨率，以及桌面、版本、备份等相关的参数

一、2004 的屏幕分辨率设置

建议设计者尽量将屏幕分辨率调高到 1152×864 像素以上。

在 Windows XP 操作系统下，设置屏幕分辨率的方法为，在桌面上任何空白的地方单击鼠标右键，从弹出的快捷选单中选择“属性”命令，即可打开“显示属性”对话框。在此对话框中，我们单击“设置”标签页，如图 1.41 所示。



图 1.41 设置屏幕分辨率

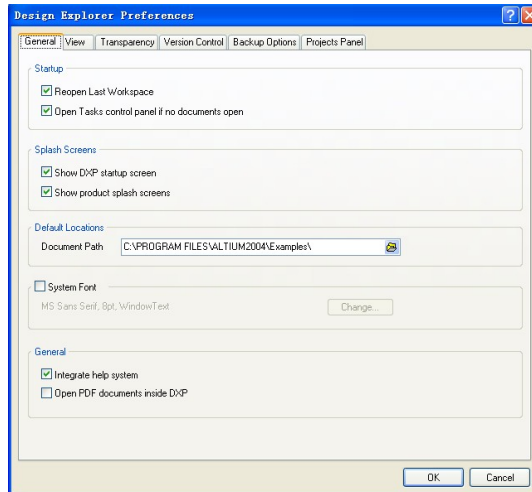



图 1.43 “系统参数设置”对话框

二、Protel DXP 系统参数设置

在 Protel DXP 主界面的选单命令行，最左边有一个系统选单图标 ，单击该选单图标，从该选单选择执行 System Preferences 命令，然后系统将弹出如图 1.43 所示的“系统参数设置”对话框。

1.6 Protel DXP 项目文件的管理和编辑

一、Protel DXP 项目文件的管理方式

Protel DXP 引入了设计项目的概念，在印制电路板的设计过程中，一般先建立一个项目文件，项目文件扩展名为“.Prj***”（其中“***”是由所建项目的类型决定）。该文件只是定义项目中的各个文件之间的关系，并不将各个文件包含于内，在设计过程中，建立的原理图、PCB 等文件都以分立文件的形式保存在计算机中。有了项目文件这个联系的纽带，同一项目中不同文件可以不必保存在同一文件夹中。在查看文件时，可以通过打开项目文件的方式看见与项目相关的所有文件，也可以将项目中的单个文件以自由文件的形式单独打开。

二、新文件的建立

1. 创建项目文件：执行选单命令“File\New\PCB Project”。
2. 保存更名项目文件：执行选单命令“File\New\ Save Project”或“File\New\Save Project As”。
3. 创建原理图文件：执行选单命令 File\New\Schematic，即可创建原理图文件。
4. 保存更名：执行选单命令 File\Save。

三、打开和编辑已有的项目文件

要打开一个已有的项目文件，可以执行选单命令 File\Open...，在弹出的“Choose Document to Open”对话框内，将文件类型指定为“Projects Group file(*. PrjGrp)”。

1.7 设置项目选项

设置的项目选项包括错误检查规则、连接矩阵、比较设置、工程变化顺序(ECO)生成、输出路径和网络表等。

选择执行选单命令 Project\Project Options，系统将弹出如图 1.63 所示的“Options for Project”对话框。

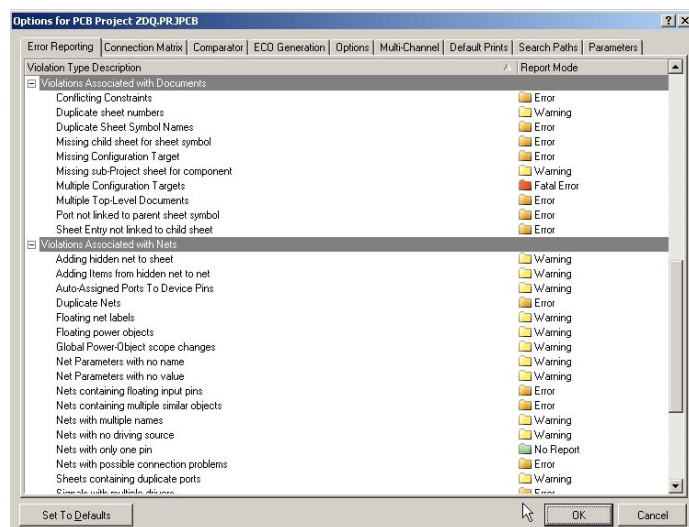


图 1.63 “Options for Project”对话框

课题三 Protel DXP 原理图绘制（一）

一、教学目标：

1. 掌握 Protel 原理图设计的一般步骤；
2. 掌握 Protel 原理图设计工具栏的使用方法；
3. 掌握 Protel 原理图图样设置的方法。

二、教学重点：

1. Protel 原理图设计的一般步骤；
2. Protel DXP 环境参数设置的方法；
3. Protel DXP 项目文件的管理与编辑。

三、教学难点：

1. Protel 原理图设计工具栏的使用方法；
2. Protel 原理图图样设置的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。

五、教学课时：1 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. Protel 原理图设计的一般步骤。
2. Protel 原理图设计工具栏的使用方法。
3. Protel 原理图图样设置的方法。
4. Protel 原理图环境参数设置的方法。

八、教学过程：

第 2 章 原理图设计

2.1 原理图设计基础

一、原理图设计的一般步骤



图 2.1 电路原理图设计流程

二、Protel DXP 原理图设计工具栏

Protel DXP 为用户提供了方便快捷的原理图绘制工具，分类放置在不同的工具栏中。这些工具栏，可通过执行选单命令 **View\Toolbars** 的下拉选单进行打开和关闭，如图 2.2 所示。打开的工具栏如图 2.3 所示。

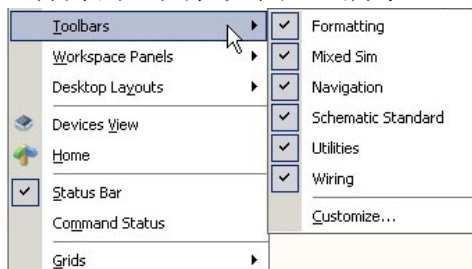


图 2.2 工具栏选单

三、图样的放大与缩小

设计者在绘图的过程中，经常要查看整张原理图或只看某一个局部，所以需要改变显示状态，使图样放大或缩小。

Protel DXP 提供了 **View** 选单来控制图形区域的放大与缩小。

2.2 原理图的图样设置

一、设置图样大小

使用“**Document Options**”对话框，在其中选择 **Sheet Options** 标签页，如图 2.11 所示。在这里可以对图幅尺寸、图样摆放方向等参数进行设置。

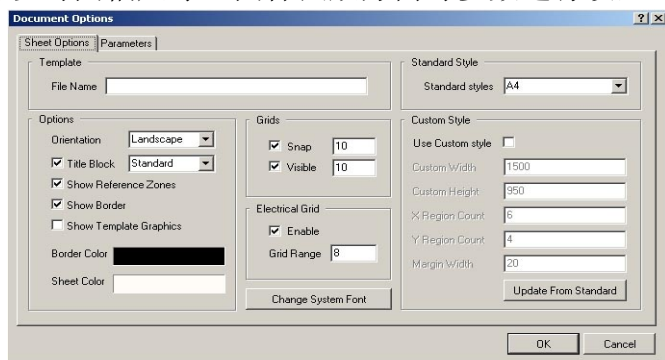


图 2.11 Document Options 对话框

二、Parameters 标签页

该标签页显示的是一张原理图的文件属性，文件属性对电路设计比较重要。在该标签页中，可以分别设置文件的各个参数属性，比如设计公司名称、地址，图样的编号以及图样的总数，文件的标题名称、日期等。

2.3 原理图的环境参数设置

执行 Tools\Schematic Preferences 命令来实现，执行该命令后，系统将弹出如图 2.25 所示的“参数设置”对话框。

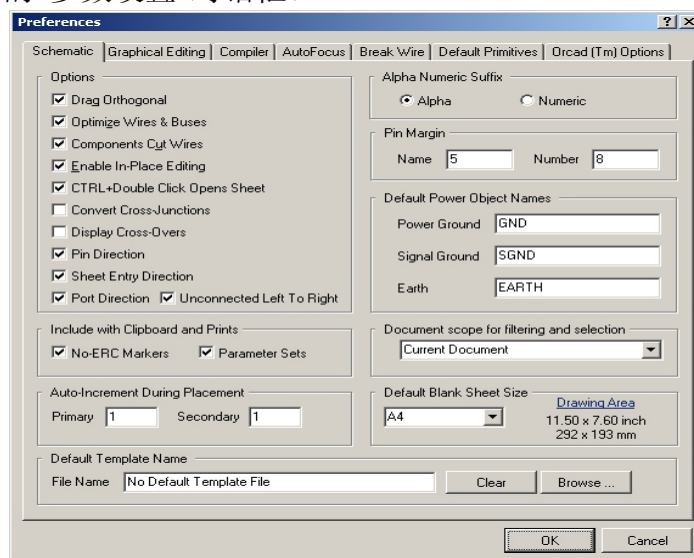


图 2.25 “参数设置”对话框

课题四 Protel DXP 原理图绘制（二）

一、教学目标：

1. 掌握 Protel DXP 原理图编辑器连线工具栏的使用；
2. 掌握编辑元件属性的方法。

二、教学重点：

1. 原理图设计装载元件库的方法；
2. Protel DXP 原理图编辑器连线工具栏的使用；
3. 编辑元件属性的方法。

三、教学难点：

1. Protel DXP 原理图编辑器连线工具栏的使用；
2. 编辑元件属性的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。

五、教学课时：2 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 原理图设计装载元件库的方法。
2. Protel DXP 原理图编辑器连线工具栏的使用。
3. Protel DXP 原理图设计放置元件的方法。
4. 编辑元件属性的方法。

八、教学过程：

2.4 载入元件库

设计电路原理图时，在放置元件之前，必须先将该元件所在的元件库载入，否则元件可能无法放置。

一、元件库管理器

浏览元件库可以执行 Design\Browse Library 命令，系统将弹出如图 2.46 所示的元件库管理器。

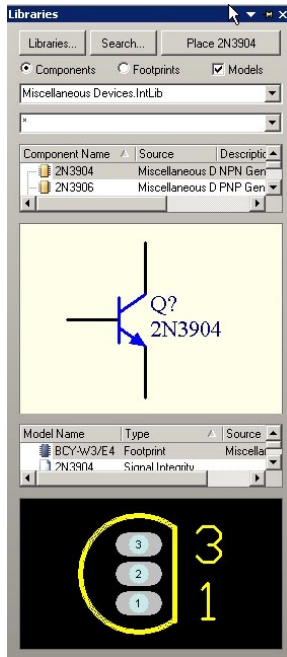


图 2.46 元件库管理器

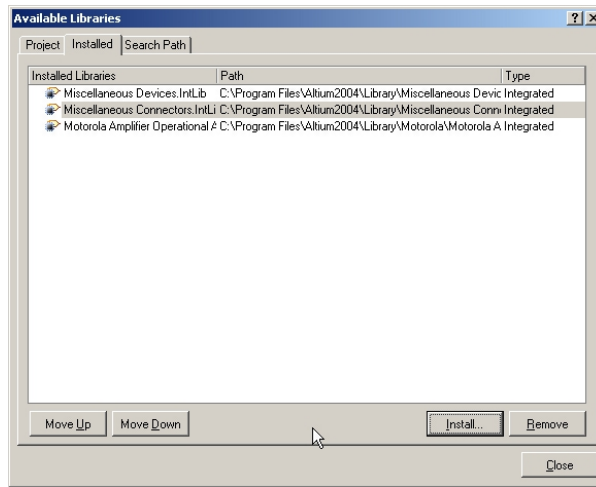


图 2.47 “装载 / 卸载元件库”

二、装载元件库

单击图 2.46 中的 Libraries... 按钮，系统将弹出如图 2.47 所示的“装载 / 卸载元件库”对话框；也可以直接执行 Design\Add / Remove Library 命令。

三、查找元件

元件库管理器为设计者提供了查找元件的工具。即在元件库管理器中，单击“Search...”按钮，系统将弹出“查找元件库”对话框

2.5 连线工具栏


Protel DXP 原理图编辑器为设计者提供了多种快捷工具栏，其中最常用的是连线工具栏。

表 2.2 连线工具栏中各个按钮的功能

按钮	功 能	对应 Place 选单中的命令
	画导线	Wire
	画总线	Bus
	画总线分支	Bus Entry
	设置网络标号	Net Label
	电源及接地符号	Power Port
	放置元件	Part
	放置方块电路	Sheet Symbol
	放置方块电路的输入/输出端口	Add Sheet Entry
	添加电路的输入/输出端口	Port
	放置 No ERC 标记	Directives No ERC

2.6 放置元件

一、通过输入元件名放置元件

(1) 执行选单命令 Place\Part 或直接单击连线工具栏上的按钮，即可打开如图 2.54 所示的“Place Part”对话框。

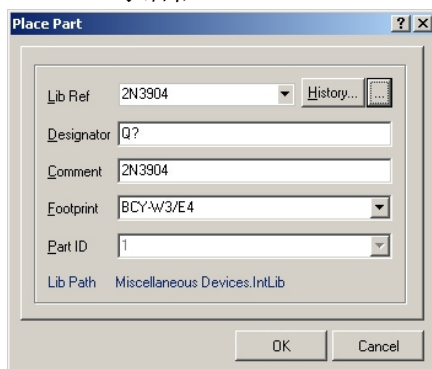


图 2.54 “Place Part”对话框

二、从元件管理器的元件列表选取放置

打开元件库管理器，找到要放置的元件，双击该元件，即可放置。

三、使用常用元件工具命令放置元件

Protel DXP 系统还提供了“常用元件工具命令”，如图 2.58 所示。

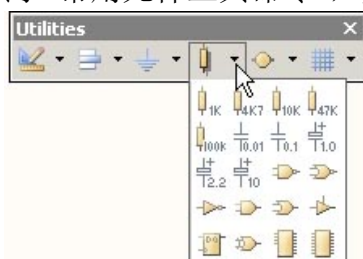


图 2.58 常用元件工具命令

四、放置电源和接地元件

电源和接地元件可以使用“电源和地工具栏”上对应的命令来选取，如图 2.59 所示。

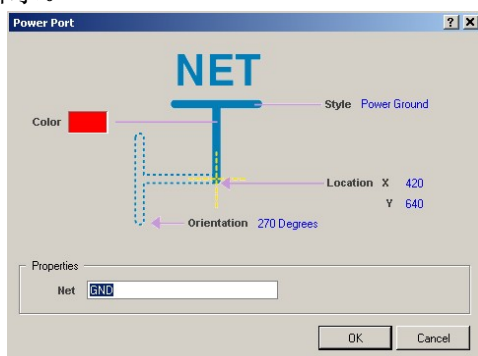


图 2.60 Power Port 对话框

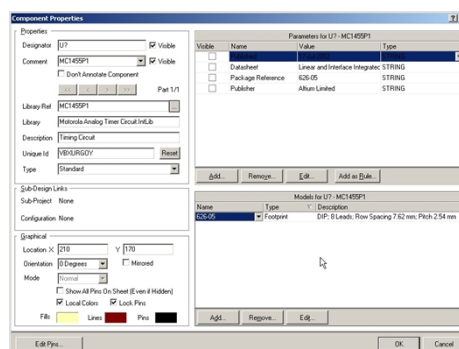


图 2.63

“Component Properties”对话框

2.7 编辑元件属性

一、设置元件属性

图 2.63 所示的“Component Properties(元件属性)”对话框，可在此对话框中编辑元件的属性。

二、向元件添加新的模型

在原理图设计时，每个元件都应该具有封装模型，如果要进行电路信号仿真的话，那么还需要具有仿真模型，当生成 PCB 图时，如果要进行信号完整性分析，则还应该具有信号完整性模型的定义。

当设计原理图时，对于不具有这些模型属性的元件，可以直接向元件添加这些属性。

课题五 Protel DXP 原理图绘制（三）

一、教学目标：

1. 掌握 Protel DXP 原理图连接线路的方法；
2. 掌握 Protel DXP 原理图绘图工具栏的使用方法。

二、教学重点：

1. Protel DXP 原理图连接线路的方法；
2. Protel DXP 原理图绘图工具栏的使用方法。

三、教学难点：

Protel DXP 原理图绘图工具栏的使用方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 学生养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。

五、教学课时：1.5 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 原理图元件位置的调整方法。
2. Protel DXP 原理图连接线路的方法。
3. Protel DXP 原理图绘图工具栏的使用方法。

八、教学过程：

2.8 元件位置的调整




一、选择元件

在进行元件位置调整前，应先选择元件，选择元件方法有：

1.直接选择元件

在编辑平面的合适位置按住鼠标左键，光标变为十字状，拖动鼠标到合适位置，松开鼠标即在图样上形成一个矩形框，框内的元件全部被选中，选中的元件四周有绿色的矩形框。此外，直接单击元件，也可实现选中单个元件。若想选择多个元件，可按住 Shift 键不放，依次单击欲选择的元件即可。

2.利用主工具栏的选择工具

在主工具栏中有 3 个与选择元件相关的工具按钮：分别为区域选取按钮, 取消选择按钮, 移动元件按钮.

3.使用选单中的选择元件命令

选单命令 Edit\Select 的下拉选项，是几个选择元件的命令。

二、元件的移动

元件移动的命令在选单 Edit\Move 中。

三、元件的旋转


(1)首先在元件所在位置单击鼠标左键选中元件，并按住鼠标左键不放。

(2)按 **Space** 键，就可以让元件以 90° 旋转，这样就可以实现图形元件的旋转。还可以使用快捷选单命令 **Properties** 来实现。

四、取消元件选择

当对被选取的元件执行完移动、复制、粘贴等操作后，要使用取消命令解除元件的选中状态。取消元件选择状态的操作方法有以下几种：

单击鼠标左键解除对象的选取状态

1. 使用标准工具栏上解除命令 
2. 通过解除选中选单命令

五、删除元件

当图形中的某个元件不需要时，可以对其进行删除操作。删除元件可以使用 **Edit** 选单中的两个命令，即 **Clear** 和 **Delete** 命令。

六、剪切复制粘贴元件

1. 一般粘贴

- Copy **Ctrl+C** 键。
- Cut **Ctrl+X** 键。
- Paste **Ctrl+V** 键。

2. 阵列式粘贴

阵列式粘贴是一种特殊的粘贴方式，一次可以按指定间距将同一个元件重复地粘贴到图样上。启动阵列式粘贴可以用选单命令 **Edit\Paste Array**。也可以用画图工具栏里的阵列粘贴按钮，如图 2.76 所示。

2.9 连接线路

一、连接导线

电路中一个元件引脚要与另一个元件引脚用导线连接起来，执行选单命令 **Place\Wire**。

二、放置线路节点

所谓线路节点，是指当两条导线交叉时相连接的状况。执行绘制线路节点的命令 **Place\Manual Junction**。

三、设置网络标号

网络标号是实际电气连接的导线的序号。执行选单命令 **Place\Net Label**。

四、放置 I/O 端口

利用实际的导线，或通过设置相同的网络标号，都可实现两个电路具有连接的电气关系。此外，设计者还可以通过制作 I/O 端口，并且使某些 I/O 端口具有相同的名称，从而使它们被视为同一网络，在电气关系上相互连接。执行放置电

路 I/O 端口命令 Place\Port。

五、放置总线

所谓总线就是用一条线来代表数条并行的导线。执行绘制总线的命令 Place\Bus。

六、绘制总线出入口

在总线绘制完成后，需要用总线出入口将总线与导线连接起来。执行绘制总线出入口命令 Place\Bus Entry。

七、绘制电路方块图

电路方块图(Sheet Symbol)是层次式电路设计不可缺少的组件，设计者可用简单的方块图来表示一个复杂的电路。这个复杂电路由哪些元件组成，内部的接线如何，可以由另外一张原理图来详细描述。执行放置电路方块图命令 Place\Sheet Symbol。

八、放置电路方块图的端口

绘制了电路方块图后，还需要在其上面绘制表示电气连接的端口，才能有效表示方块电路的物理意义。执行放置电路方块图端口命令 Place\Add Sheet Entry。

九、放置 No ERC 标志

放置“No ERC”标志的主要目的是让系统在执行电气规则检查(ERC)时，忽略对某些节点的检查，防止在报告中产生警告或错误信息。

十、放置 PCB 布线标记

Protel DXP 允许设计者在原理图设计阶段来规划指定网络的铜膜宽度、过孔的直径、布线策略、布线的优先权以及布线板层等属性。

十一、超越图样连接器

设计者在同一个设计项目的不同的设计原理图文件之间，通过特殊的网络来建立电气连接关系，这种特殊的网络就是图样超越连接器(Off Sheet Connector)。

2.10 绘图工具命令的使用

一、绘图工具命令


执行 View\Tool Bars\ Utilities ，实用工具栏就会出现在工作窗口，用鼠标左键点击  按钮，就会弹出如图 2.102 所示的绘图工具命令

表 2.3 绘图工具命令的功能表

绘图工具命令	功能意义	绘图工具命令	功能意义
	绘制直线		绘制矩形
	绘制多边形		绘制圆饼
	绘制圆弧线		绘制椭圆
	绘制曲线		绘制扇形
	放置文字		粘贴图片
	设置文本框		粘贴文本阵列

课题六 Protel DXP 原理图绘制（四）

一、教学目标：

1. 熟悉原理图绘制的方法步骤；
2. 掌握 Protel DXP 原理图绘制的方法。

二、教学重点：

1. Protel 原理图设计步骤；
2. Protel DXP 原理图绘图工具栏的使用方法技巧。

三、教学难点：

Protel DXP 原理图绘图工具栏的使用技巧。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 学生养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念。

五、教学课时：1.5 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. Protel 原理图设计的一般步骤。
2. 掌握 Protel 原理图图样设置的方法。

八、教学过程：

2.11 原理图绘制实例

本次课通过用图 2.128“振荡器和积分器”电路原理图作为例子，让学生掌握原理图的设计方法步骤。

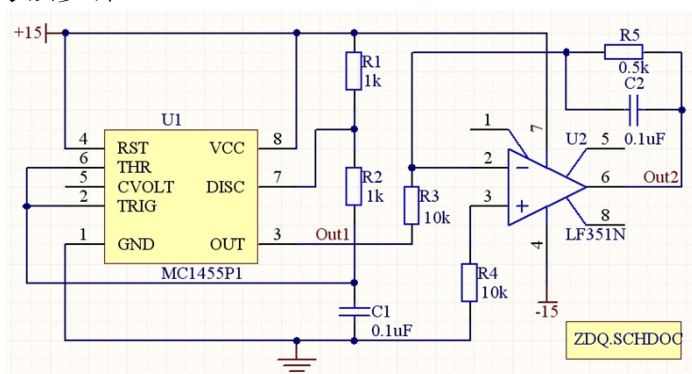


图 2.128 “振荡器和积分器”电路原理图

一、创建原理图设计文件

- 1) 创建项目文件。执行选单命令“File\New\PCB Project”。
- 2) 通过“另存为”命令将创建的项目文件重命名。执行选单命令“File\New\Save Project”或“File\New\Save Project As”。
- 3) 创建原理图编辑文件。执行选单命令 File\New\Schematic。

4) 执行选单命令 File\Save。


二、设置图样参数

在原理图设计窗口单击右键，屏幕上出现快捷选单，单击“Document Options...”，出现“文件选项”对话框。在“Standard”栏选择右边的▼选项，将默认的图样幅面“B”改为“A4”

三、载入元件库

从表 2.4 可见，需要装载 Miscellaneous Devices.IntLib、Motorola Analog Timer Circuit.IntLib 和 Motorola Amplifier Operational Amplifier .IntLib 三个元件库。

四、放置元件

单击“Wiring”工具栏内的放置元件按钮，会出现“Place Part”对话框。也可在选单栏单击“Place\Part...”；还可以在原理图设计画面上单击鼠标右键，在出现的快捷选单中选择“Place Part...”命令

五、编辑元件属性

双击要编辑的元件符号，会弹出元件属性“Component Properties”对话框。

六、放置电源和接地符号

执行选单命令 Place\ Power Port 命令，光标变为十字状，并拖有一个电源或地符号，按下 Tab 键，弹出的“Power Port”对话框进行编辑设置。

七、放置连线和节点

八、放置网络标号

九、画图案和放置文字

课题七 Protel DXP 原理图高级设计（一）

一、教学目标：

1. 掌握 Protel 原理图编辑器工作面板的使用方法；
2. 掌握 Protel 原理图对象整体编辑的方法。

二、教学重点：

1. Protel 原理图编辑器工作面板的使用方法；
2. Protel 原理图对象整体编辑的方法。

三、教学难点：

1. Protel 原理图编辑器工作面板的使用方法；
2. Protel 原理图对象整体编辑的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 掌握 Protel 原理图编辑器工作面板的使用方法。
2. 熟悉 Protel 原理图元件排列的方法。
3. 掌握 Protel 原理图对象整体编辑的方法。
4. 掌握 Protel 原理图元件标识编辑的方法。

八、教学过程：

第 3 章 原理图高级设计

3.1 原理图编辑器工作面板的使用

打开原理图文件进入原理图编辑后，在 DXP 2004 主窗口下边有 6 个工作面板标签，如图 3.1 所示。



图 3.1 工作面板标签

这 6 个面板标签分别为：System 系统面板标签；Design Compiler 设计编译器面板标签；Cross References 交叉引用面板标签；SCH 原理图面板标签；Help 帮助面板标签；Instrument Racks 仪器架面板标签。

一、打开工作面板的方法

1) 从选单命令 View\Workspace Panels 下面的两级子选单中选择要打开的面板。

2) 单击原理图编辑器右下角的面板标签，从弹出的选单中选择要打开

的面板。

二、工作面板标签及工作面板的名称

1. 系统面板标签 System 中的面板

系统面板标签 System 中共有 8 个面板，分别为：剪贴板（Clipboard）、收藏（Favorites）、库（Libraries）、信息(Messages)、文件（Files）、输出（Output）、添加细则（To-Do）、项目（Projects）。

三、几个主要面板功能介绍

1. 剪贴板面板(Clipboard)的功能
2. 收藏面板(Favorites)的功能
3. 导航器面板(Navigator)的功能
4. 列表面板(List)的功能
5. 图纸面板(Sheet)功能

3.2 元件的排列

首先执行 Edit\Select\Inside Area 命令，选中元件。

一、左对齐

执行 Edit\Align\Align Left 命令，

二、右对齐

执行 Edit\Align\Align Right 命令，使所选取的元件右边对齐

三、元件按水平中心线对齐

执行 Edit\Align\Center Horizontal 命令，使所选取的元件按水平中心线对齐。

四、元件水平平铺

执行 Edit\Align\Distribute Horizontally 命令，使所选取的元件水平平铺。

五、元件顶端对齐

执行 Edit\Align\Align Top 命令。

六、元件底端对齐

执行 Edit\Align\Align Bottom 命令。

七、元件按垂直中心线对齐

执行 Edit\Align\Center Vertical 命令。

八、元件垂直均布

执行 Edit\Align\Distribute Vertically 命令。

九、同时进行综合排列或对齐

执行 Edit\Align\Align 命令,将弹出“Align objects”对话框

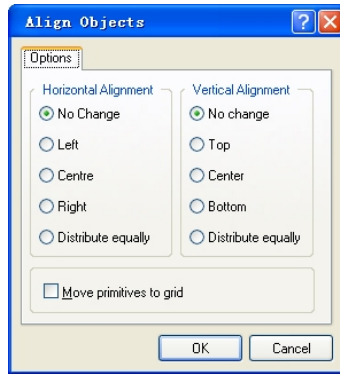


图 3.34 “Align objects”对话框

3.3 对象整体编辑

一、“Find Similar Objects”对话框

打开进行整体编辑的原理图，单击鼠标右键，将弹出如图 3.35 所示快捷菜单。然后从菜单中选择执行 Find Similar Objects 命令，即可打开“Find Similar Objects”对话框，如图 3.36 所示。

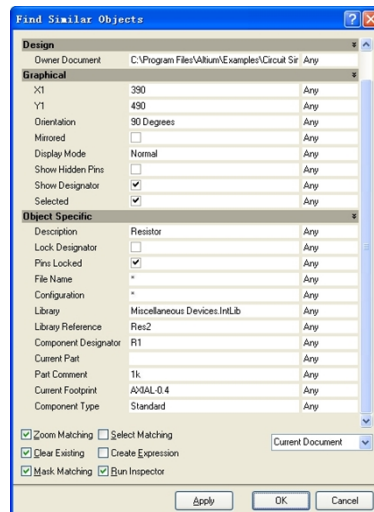


图 3.36 “Find Similar Objects”对话框

二、执行整体编辑

1)例如，以任意一个电阻作为参考，执行右键菜单命令 Find similar Objects,打开“Find Similar Objects”对话框。

2) 将“Current Footprint”(当前封装)作为搜索的条件，并设定为“Same”，以搜索相同封装的元件。勾选“Zoom Matching”、“Clear Existing”、“Select Matching”、“Mask Matching”、“Run Inspector”复选项，其他选项采用系统默认值。单击 按钮，原理图编辑窗口内将以最大模式显示出所有符合条件的对象，如图 3.37 所示。同时，系统打开如图 3.38 所示的“Inspector”对话框。

3)在Inspector”对话框内改变所需要的 Value 值。例如，将封装选项Current Footprint”内容改为“AXIAL-O.3”、将显示元件标识“Show Designator”选项设为“False”，其他参数保持默认值，最后按 即可将搜索到的电阻统一修改。

3.4 编辑元件标识

一、元件标识的手工编辑

在原理图编辑过程中，直接双击该元件，然后在元件属性对话框内对元件进行手工编号，或者直接双击元件标识，在如图 3.40 所示的变量属性对话框内修改元件标识。

二、元件的自动标识

打开原理图文档，执行菜单命令 Tools\Annotate...，显示如图 3.43 所示的“Annotate”对话框，在该对话框内可设置标识方法及标识范围等。

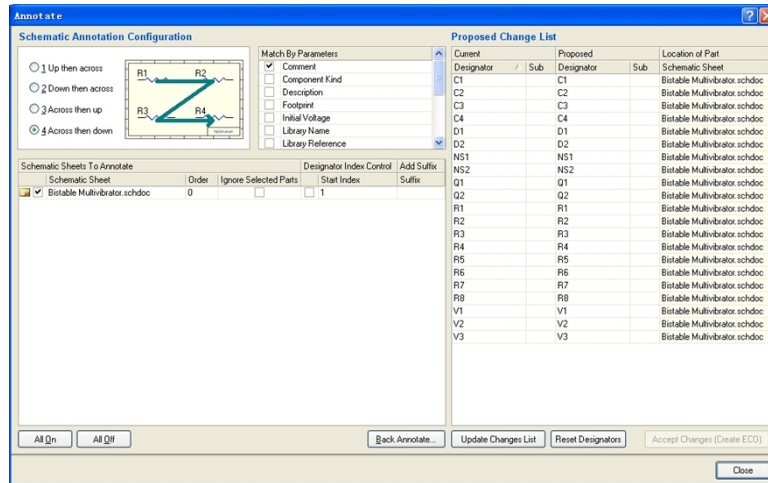


图 3.43 “Annotate”对话框

课题八 Protel DXP 原理图高级设计（二）

一、教学目标：

1. 掌握层次原理图设计的方法步骤；
2. 掌握多通道层次原理图的设计方法。

二、教学重点：

1. 层次原理图设计的方法步骤；
2. 多通道层次原理图的设计方法。

三、教学难点：

多通道层次原理图的设计方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 掌握层次原理图设计的方法步骤。
2. 掌握多通道层次原理图的设计方法。

八、教学过程：

3.5 层次原理图的设计

一、层次原理图概述

对于一个非常复杂的原理图，不可能将这个原理图画在一张图纸上，有时甚至不可能由一个人单独完成。Protel 2004 提供了层次原理图的设计方法，它是一种模块化的设计方法。设计者可以将系统划分为多个子系统，子系统下面又可划分为若干功能模块，功能模块再细分为若干个基本模块。设计好基本模块，定义好模块之间的连接关系，即可完成整个设计过程。

二、层次原理图的设计

层次原理图设计时，可以采用自上而下的设计方法，即由电路方块图产生原理图，因此首先得设计电路方块图。当然也可以采用自下而上的设计方法，即由原理图产生电路方块图，因此首先得设计原理图。

3.6 多通道电路设计

Protel 2004 才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。

一、设计多通道电路

如图 3.69 所示为 PIC16C71 单片机应用系统，在该电路中包含 8 个完全相同的发光二极管显示电路，下面就以该电路为例介绍多通道电路的设计方法。

1. 创建 PCB 设计项目。
2. 创建父图
3. 由子图方块符号创建子图

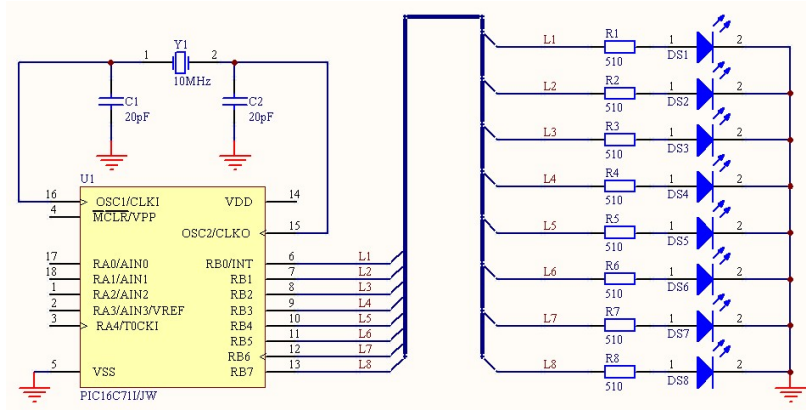


图 3.69 PIC16C71I/JW 单片机应用系统

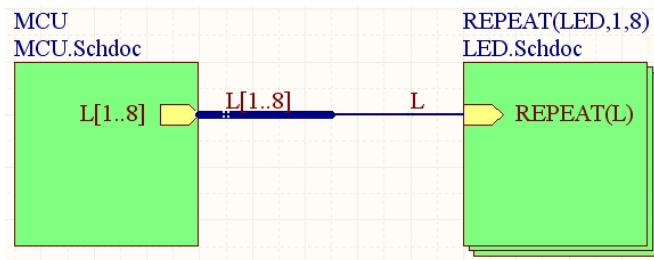


图 3.70 “父图.Schdoc”

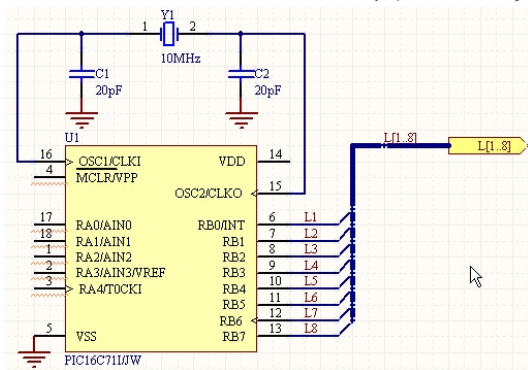


图 3.71 子图原理图“MCU.SchDoc”

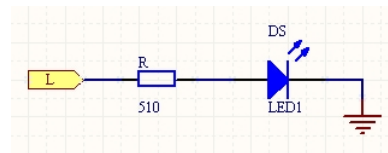


图 3.72 子图原理图“LED.SchDoc”

二、由多通道电路产生网络表

执行菜单命令 Design\Netlist For Project\Protel,即可产生多通道电路的网络表。

三、察看多通道原理图

执行 Project\Compile PCB Project 多通道电路.PrjPCB, 可以从导航器中看到多通道电路原理图的情况。

四、通道的切换

Protel 2004 提供了方便的切换工具， 执行菜单命令 Tools\Up / Down Hierarchy。

课题九 Protel DXP原理图电气检查及报表（一）

一、教学目标：

1. 掌握 Protel 原理图电气连接检查规则设置方法；
2. 掌握 Protel 原理图创建网络表的方法。

二、教学重点：

1. Protel 原理图电气连接检查规则设置方法；
2. Protel 原理图创建网络表的方法；
3. Protel 原理图产生层次表的方法。

三、教学难点：

1. 掌握 Protel 原理图电气连接检查规则设置方法；
2. 掌握 Protel 原理图创建网络表的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成细致检查、规避错误的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：2 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. Protel 原理图电气连接检查规则设置方法。
2. Protel 原理图创建网络表的方法。
3. Protel 原理图产生元件列表的方法。
4. Protel 原理图产生层次表的方法。

八、教学过程：

第 4 章 原理图电气检查及报表

4.1 电气连接检查

一、设置电气连接检查规则

打开设计的原理图文档，执行 Project\Project Options 命令，在弹出的如图 4.1 所示的项目选项对话框中有“Error Reporting(错误报告)”和“Connection Matrix(连接矩阵)”标签页可以设置检查规则。

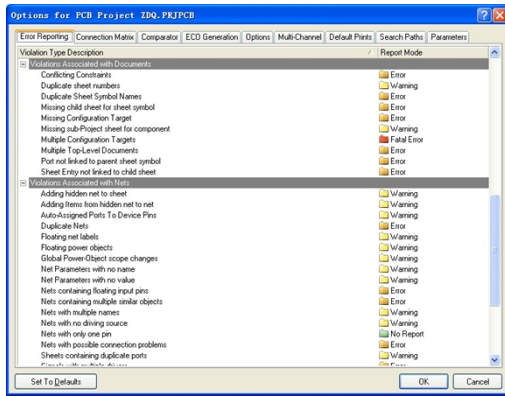


图 4.1 “Options for Project”对话框

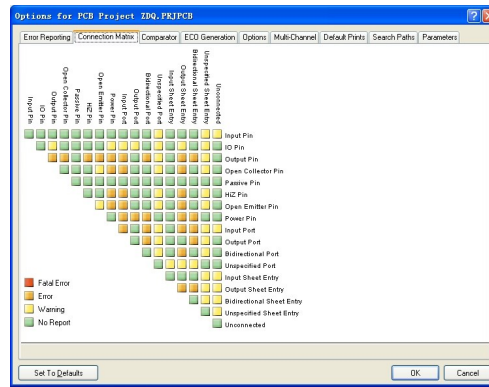


图 4.2 “Connection Matrix”标签

页

二、检查结果报告

Protel DXP 检查原理图是通过编译项目来实现的，编译的过程中会对原理图进行电气连接和规则检查。

- (1)打开需要编译的项目，然后选择 Project\Compile PCB Project 命令。
- (2)当项目被编译时，任何已经启动的错误均将显示在设计窗口的 Messages 面板中。

4.2 创建网络表

一、设置网络表选项

1. 打开项目选项对话框

执行选单命令 Project\Project Options，打开项目选项对话框。

2. 设置网络列表选项

单击顶部的 Options 标签，显示“Options”标签页内容

二、产生网络表

1. 产生基于单个文档的网络表

- 1)打开要创建网络列表的原理图文档。
- 2)执行选单命令 Design\Netlist From Document\Protel，立即产生网络表。

三、Protel 网络表格式

ASCII 码文本文件的网络格式是标准的 Protel 网络表格式。

(1)元件的描述格式如下：

```
[           元件声明开始
R1           元件序号
AXIAL-0.4   元件封装
10k         元件注释
]           元件声明结束
```

元件的声明以“[”开始，以“]”结束，将其内容包含在内。

网络经过的每一个元件都须有声明。

(2)网络连接描述格式如下：

```
(           网络定义开始
NetUI_5     网络名称
U1-5        元件序号为 1，元件引脚号为 5
C2-1        元件序号为 2，元件引脚号为 1
)           网络定义结束
```

网络定义以“(”开始，以“)”结束，将其内容包含在内。网络定义首先要定义该网络的各端口。网络定义中必须列出连接网络的各个端口。

4.3 产生元件列表

一、元件清单报表

打开原理图文件，执行 Reports\Bill of Material 命令。

二、元件交叉参考表

(1)执行 Reports\Component Cross Reference 命令。

三、简易元件材料表

执行选单命令 Reports\Simple BOM，产生简易元件材料表。

4.4 生成层次表

一、元件交叉引用报表

打开“4 Port Serial Interface.PRJPCB”的层次原理图。

(2) 执行选单命令 Reports\Component Cross Reference，

二、层次报表

执行 Reports\Report Project Hierarchy 命令，生成原理图的层次关系报表。

三、端口引用参考

端口引用参考用来指示层次设计时使用的各种端口的引用关系。它没有一个独立的文件输出，而是将引用参考作为一种标志添加在子图的输入输出端口旁边。

(1) 打开设计项目“多通道电路.PRJPCB”，并打开有关原理图。

(2) 执行选单命令 Project\Compile PCB Project 多通道电路.PRJPCB。

(3) 选择选单命令 Report\Port Cross Reference,可以发现其下有 4 个子选单，如图 4.23 所示。

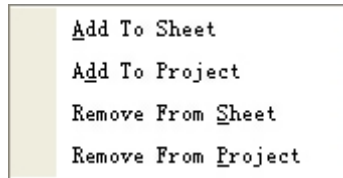


图 4.23 “Port Cross Reference”的子选单

4 个子选单的功能意义为：

Add To Sheet: 为图纸添加端口引用参考。

Add To Project: 为项目所有图纸添加端口引用参考。

Remove From Sheet: 删除图纸端口引用参考。

Remove From Project: 删除项目所有图纸端口引用参考。

课题十 Protel DXP原理图电气检查及报表（二）

一、教学目标：

1. 掌握创建批量输出任务配置文件的方法；
2. 掌握 Protel 原理图输出打印的方法。

二、教学重点：

1. 创建批量输出任务配置文件的方法；
2. Protel 原理图输出打印的方法。

三、教学难点：

创建批量输出任务配置文件的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成细致检查、规避错误的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：1 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 创建批量输出任务配置文件的方法。
2. Protel 原理图输出打印的方法。

八、教学过程：

4.5 批量输出工作文件

一、创建输出任务配置文件

执行选单命令 File\New\Output Job File，即可创建如图 4.25 所示的输出任务配置文件。

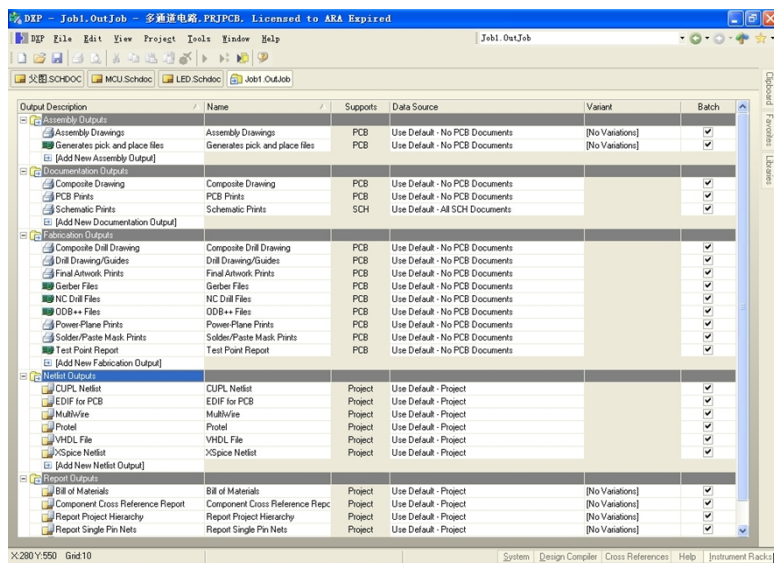


图 4.25 工作任务批量输出配置文件

二、输出配置

在配置文件内任意一个文件名称上单击鼠标右键，弹出如图 4.26 所示的快捷选单。

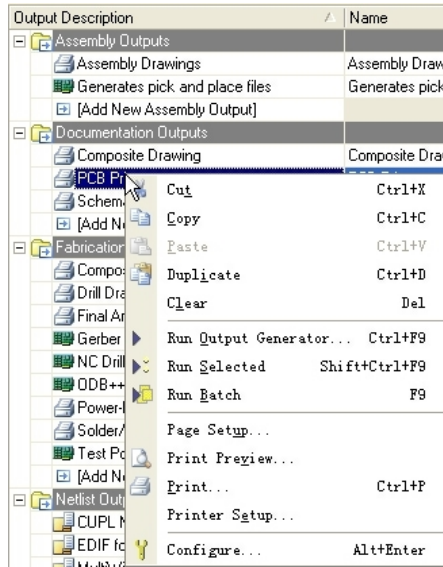


图 4.26 右键快捷选单

该选单上的大部分命令都可以在 Edit 选单下找到，可以进行输出配置。

三、数据输出

1. 单项输出
2. 批量输出

4.6 原理图输出

用打印机打印输出，首先要对页面进行设置，然后设置打印机，包括打印机的类型设置、纸张大小的设定、原理图纸的设定等内容。

1. 页面设置
2. 打印机设置
3. 打印预览
4. 打印

课题十一 Protel DXP 集成元件库（一）

一、教学目标：

1. 掌握打开原理图元件库编辑器的方法；
2. 掌握创建原理图元件的方法。

二、教学重点：

1. 打开原理图元件库编辑器的方法；
2. 创建原理图元件的方法。

三、教学难点：

创建原理图元件的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 打开原理图元件库编辑器的方法。
2. 原理图元件库编辑器的功能。
3. 掌握创建原理图元件的方法。

八、教学过程：

第 5 章 集成元件库 5.1 原理图元件库编辑器

一、打开原理图元件库编辑器

- 1) 执行 File\New\PCB Project 命令，创建一个 PCB 项目文档。
- 2) 执行 File\New\Schematic Library 命令，创建一个原理图元件库文档。

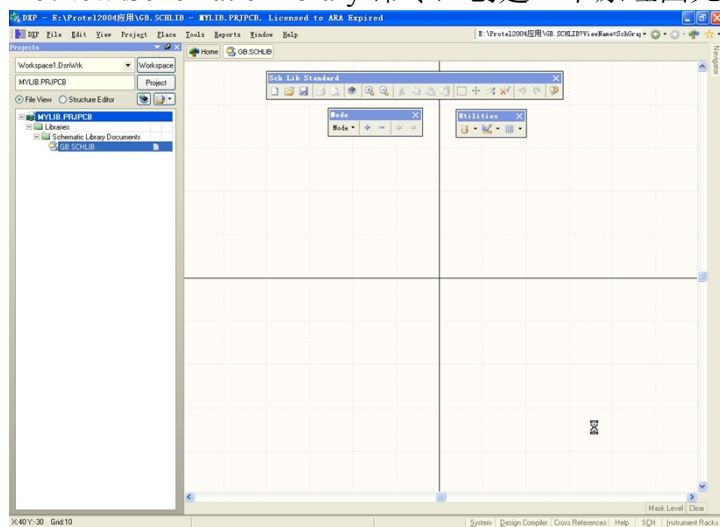















图 5.1 原理图元件库编辑器界面

元件库编辑器与原理图设计编辑器界面相似，主要有主选单栏、Sch Lib Standard 标准工具栏、Mode 模式工具栏、Utilities 实用工具栏，左侧是项目文件工作区面板，右面是编辑工作区。不同的是在元件编辑区有一个十字坐标轴，将元件工作区划分为四个象限，通常在第 4 象限进行元件的编辑工作。

二、绘图工具

表 5.1 绘图工具栏功能表

按钮	功能	按钮	功能
	绘制直线		绘制矩形
	绘制贝塞尔曲线		绘制圆角矩形
	绘制椭圆弧线		绘制椭圆形及圆形
	绘制多边形		插入图片
	插入文字		将剪贴板的内容阵列放置
	添加新元件		绘制引脚
	添加新部件		

二、IEEE 工具

三、元件库编辑管理器

执行 View\Workspce Panels\SCH\SCH Library 命令，系统会打开元件库编辑管理器，如图 5.4 所示。

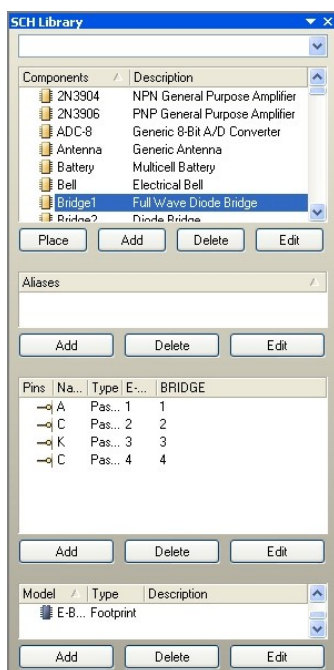



图 5.4 元件库编辑管理器

5.2 创建原理图元件

一、绘制原理图元件

- 1) 绘制元件符号图形，一定要位于靠近坐标原点的第四象限内。
- 2) 接着执行选单命令 **Place\Pin** 或单击绘图工具栏上的  按钮，来绘制元件的引脚。

二、复制导入元件

首先打开源元件库，选择要复制的元件，执行选单命令 **Tools\Copy Component**，显示选择目标库文件对话框“Destination Library”，单击对话框下面的“OK”按钮，就完成了元件的复制。

三、原有元件编辑修改

把元件先复制过来，然后稍加编辑修改创建出所需的新元件。

四、给元件添加一个别名

由于电子元件生产厂家众多，对于一个功能、封装及引脚排列完全一致的元件，却有着不同的名称。因此对于我们创建的元件有时也不限于一个元件名称。

- 1) 在元件编辑管理器的中部有一个 **Aliases** 编辑窗口，如图 5.23 所示。

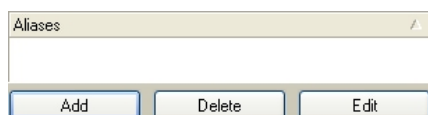


图 5.23 Aliases 编辑窗口

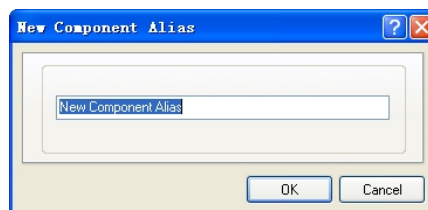




图 5.24 添加新元件别名对话框

- 2) 单击 **Aliases** 编辑窗口下面的  按钮，就弹出添加新元件别名对话框“New Component Alias”，如图 5.24 所示。

- 3) 在图 5.24 的输入栏内输入元件的别名后，单击  按钮确定。

五、元件报表

在在元件编辑管理器面板中选择一个元件，然后执行选单命令 **Report\Component**，系统会自动创建当前元件的报表。

六、产生元件规则检查报表

执行选单命令 **Report\Component Rule Check**。

七、产生元件库报表

元件库报表的功能是罗列当前元件库中的所有元件的名称。执行选单命令 **Report\Library**，系统即可产生元件库报表。

课题十二 Protel DXP 集成元件库（二）

一、教学目标：

1. 掌握创建 PCB 元件封装的方法；
2. 掌握 PCB 元件封装管理器的使用方法；
3. 掌握创建集成库的方法。

二、教学重点：

1. 手工创建 PCB 元件封装的方法。
2. 使用向导创建 PCB 元件封装的方法。
3. 创建集成库的方法。

三、教学难点：

1. 掌握手工创建 PCB 元件封装的方法。
2. 掌握使用向导创建 PCB 元件封装的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 启动 PCB 元件封装库编辑器的方法。
2. 手工创建 PCB 元件封装的方法。
3. 使用向导创建 PCB 元件封装的方法。
4. PCB 元件封装管理器的使用方法。
5. 创建集成库的方法。

八、教学过程：

5.3 创建 PCB 元件封装

一、启动 PCB 元件封装库编辑器

1) 执行选单命令 File\New\PCB Library，新建一个元件封装库文件，在项目管理器中自动出现文件名为“PCBLib1.PCBLib”的元件库文件，如图 5.29 所示。

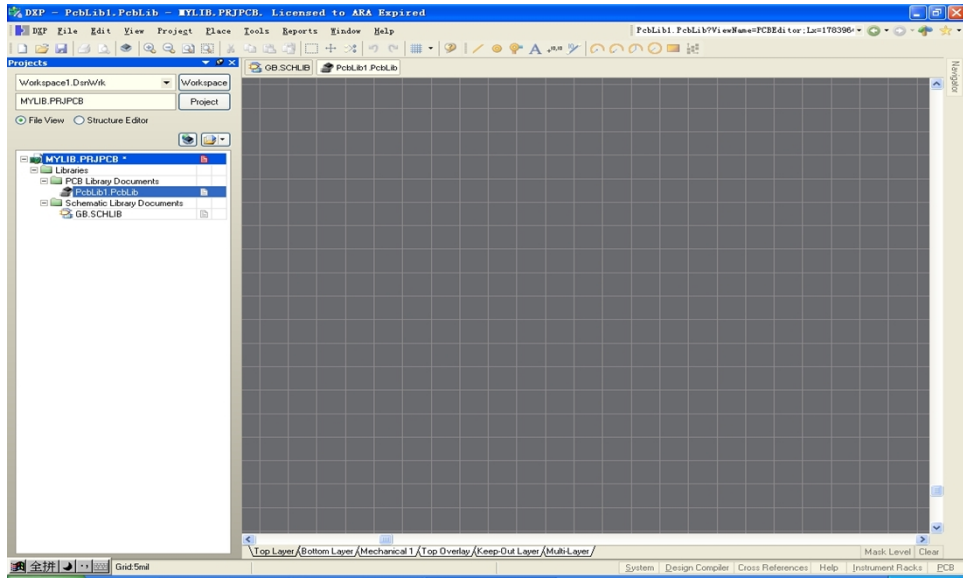


图 5.29 创建元件封装库文件

2) 修改新建的元件封装库文件名。与新建 PCB 文件一样，用鼠标右键单击文件“PCBLib1.PCBLib”，在弹出的对话框中选择 Save As... (另存为)，输入存放的位置和文件名后，关闭对话框。

3) 启动元件封装库编辑器。用鼠标左键单击编辑平面下部的 PCB/PCB Library 标签，打开元件封装库管理器。

二、手工创建元件封装

手工创建元件封装就是利用系统提供的各种工具，按照实际的尺寸绘制出元件封装。下面通过创建如图 5.31 所示的 DIP-8 实例，介绍如何创建元件封装。

1. 元件封装库编辑环境设置
2. 创建元件封装

在绘制前必须保证顶层丝印层(Top Overlay)为当前层。

(1) 放置焊盘 习惯上 1 号焊盘布置在(0, 0)位置，形状为方形。其它组件根据实际的尺寸布置它的相对位置，同时焊盘直径和孔径都要精确设置。

- (2) 绘制外形轮廓
- (3) 设置元件封装参考点
- (4) 重命名与存盘

三、利用向导创建元件封装

Protel DXP 提供的元件封装向导使创建新的元件封装变得很方便。

执行选单命令 Tools\New Component，或者在 PCB 元件库管理器面板的 Component 区域单击右键，在弹出的右键选单中，选择 Component Wizard...命令，就可以启动向导。

5.4 PCB 封装库管理器

对已经存在的元件封装库或新创建的元件库的管理和各种操作主要利用元件库封装管理器完成，如元件封装的创建、复制、删除、修改等。

一、PCB 元件库管理器面板

启动元件封装编辑器后，用鼠标左键单击面板 Panels 中的“PCB Library”标签，或者执行选单命令 View\Workspace Panels\PCB\PCB Library，系统自动弹出一个浮动的 PCB 元件库管理器面板，如图 5.30 所示。

二、元件封装管理器的应用

1. 快速查找元件封装
2. 元件封装的复制

三、准备基本元件库文件

四、创建集成库项目文档

五、为集成库项目文档添加源库文件

集成库文件所需要的源库文件包括：原理图元件库文件、PCB 封装库文件以及仿真模块和完整性分析模块等。

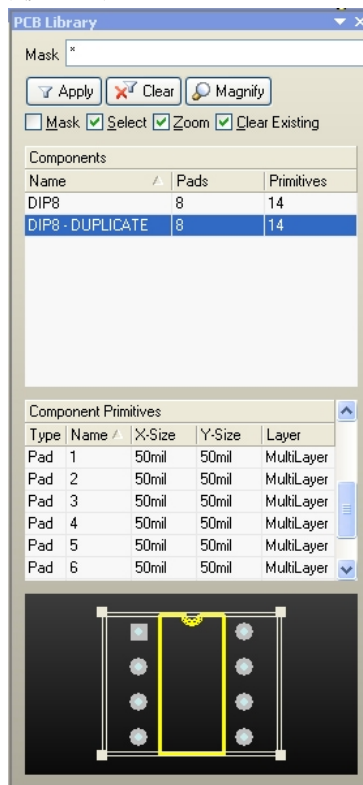


图 5.50 PCB 元件库管理器面板

5.5 创建集成库

六、编译集成库项目文档

执行选单命令 Project\Compile Integrated Library，系统执行对集成库项目文档的编译操作，编译结束产生一个同名的集成库文件

课题十三 Protel DXP 印制电路板设计基础（一）

一、教学目标：

1. 熟悉常用元件封装；
2. 熟练掌握 PCB 的文件管理和工具栏的使用。

二、教学重点：

1. 元件封装。
2. PCB 的文件管理和工具栏的使用。
3. PCB 参数设置方法。

三、教学难点：

1. 常用元件封装；
2. PCB 的文件管理和工具栏的使用。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：1.5 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 印制电路板的结构。
2. 元件封装。
3. PCB 的文件管理和工具栏的使用。
4. PCB 参数设置方法。

八、教学过程：

第 7 章 印制电路板设计基础

7.1 印制电路板概述

一、印制电路板结构

印制电路板的制作材料主要是绝缘材料、金属铜及焊锡等。绝缘材料一般用 SiO₂；金属铜则主要是印制电路板上的电气导线，一般还会在导线表面再附上一层薄的绝缘层；而焊锡则是附着在过孔和焊盘的表面。

每块印制电路板实际上都有两个面，习惯上根据使用的板层多少，分为单层板、双面板和多层板。

1. 单层板 2. 双面板 3. 多层板 4. 铜膜导线 (Tracks) 5. 助焊膜 (Top or Bottom Solder) 和阻焊膜 (Top or Bottom Paste Mask) 6. 层 (Layer) 7. 焊盘 (Pad) 8. 导孔 (Via) 9. 丝印层 (Silkscreen Top/Bottom Overlay) 10. 敷铜 (Polygon)

二、元件封装

元件封装就是表示元件的外观和焊盘形状尺寸的图。

1. 元件封装的分类 针脚式元件封装和 STM (表面粘贴式) 元件封装。
2. 元件封装的编号 一般为元件类型+焊盘距离(焊盘数)+元件外形尺寸。

7.2 PCB 图设计流程及遵循原则

一、PCB 图设计流程

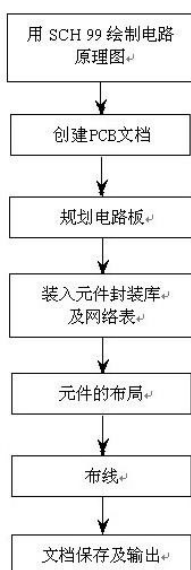


图 7.9 PCB 图的设计流程

二、印制电路板设计应遵循的原则

1. 布局应遵循的原则
2. 布线应遵循的原则
3. 焊盘大小
4. 印制电路板电路的抗干扰措施
5. 去耦电容配置
6. 各元件之间的接线

7.3 PCB 的文件管理和工具栏

一、PCB 的文件管理

1. 新建 PCB 文件
 - (1) 打开 ZDQ.PRJPCB 项目文件
 - (2) 创建 PCB 文件
2. 打开 PCB 文件
3. 保存 PCB 文件

4. 关闭 PCB 文件

二、PCB 的工具栏

1. 标准工具栏

通过选择执行 View\Toolbars\PCB Standard 选单命令，启动标准工具栏，如图 7.15 所示。

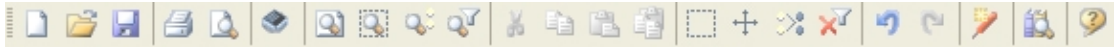


图 7.15 标准工具栏

2) 布线工具栏，如图 7.18 所示。



图 7.16 布线工具栏

3) 实用工具栏中的放置工具命令，如图 7.17 所示。



图 7.17 放置工具命令

三、印制电路板的 3D 显示

Protel 2004 具有印制电路板的 3D 显示功能，使用该功能可以显示清晰的 PCB 的三维立体效果，并且可以随意旋转、缩小、放大及改变背景颜色等。在三维视图中，通过设置可使某一网络高亮显示，也可使元件、丝网、铜箔、字符隐藏起来。

7.4 PCB 参数设置

执行选单命令 Tools\ Preferences 命令，或在设计窗口中单击鼠标右键，在调出的右键选单中选择 Options\ Preferences 命令，将出现如图 7.26 所示的系统参数设置对话框。

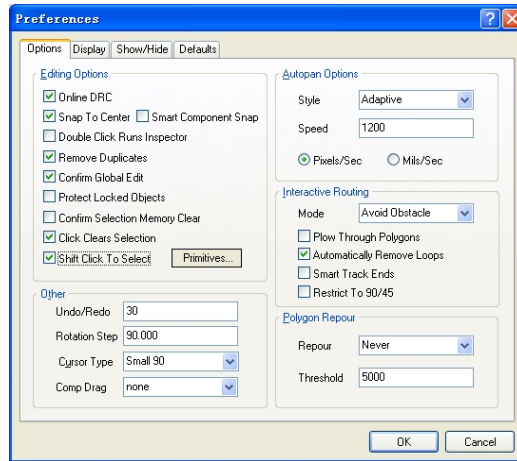


图 7.26 系统参数设置对话框

课题十四 Protel DXP 印制电路板设计基础（二）

一、教学目标：

1. 掌握使用向导创建 PCB 文件的方法；
2. 掌握将自由 PCB 文件添加到项目文件；
3. 掌握装载元件库的操作。

二、教学重点：

1. 使用向导创建 PCB 文件的方法。
2. 规划 PCB 板的方法步骤。
3. 装载元件库的操作。

三、教学难点：

1. 规划 PCB 板的方法步骤；
2. 装载元件库。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：1.5 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 使用向导创建 PCB 文件的方法。
2. 将自由 PCB 文件添加到项目文件的方法。
3. 熟练掌握规划 PCB 板的方法步骤。
4. 熟练掌握装载元件库的操作。

八、教学过程：

第 8 章 印制电路板的设计

8.1 新建 PCB 文件

一、使用 PCB 向导创建新的文件

在“Files”面板的“New from Template”单元单击 PCB Board Wizard 命令，启动 PCB 向导。如图 8.2 所示。

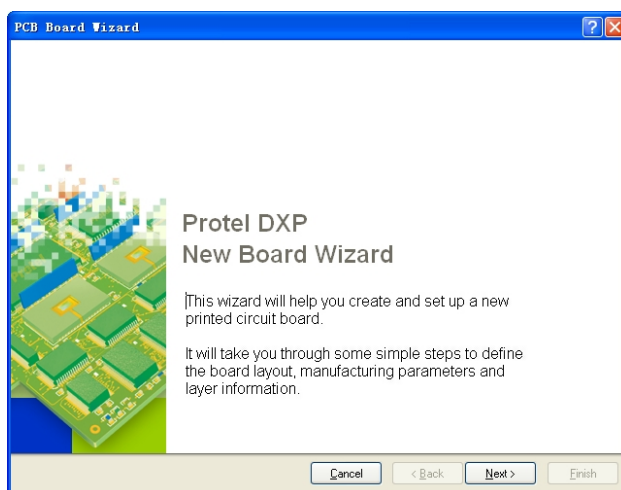


图 8.2 启动 PCB 向导

二、将 PCB 文件添加到设计项目

如果创建或打开的是自由文件，要添加到某一目标项目文件，可以在 Projects 面板的目标项目文件（例如：ZDQ.PRJPCB）用鼠标右键单击，弹出右键选单。执行添加到设计项目命令 Add Existing to Project...，在“Choose Project to Open”对话框中，选中自由文件执行“打开（O）”命令，就可以将其添加到项目文件的下面。

8.2 规划电路板

一、Protel DXP 工作层的设置

Protel DXP 提供了 32 层的铜膜信号层，它们是顶层（Top）、底层(Bottom)和 30 个中间层(Mid Layer 1~30)。还提供了 16 个内部板层（Internal Plane）和 16 个机械板层（Mechanical）。

1. 层堆栈管理器

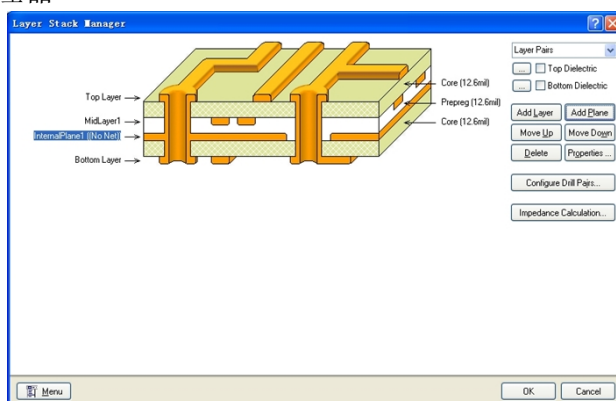


图 8.15 层堆栈管理器对话框

2.“Broad Layers”板层设置对话框

执行选单命令 Design\ Broad Layers & Colors...，或在 PCB 编辑窗口单击鼠

标右键，在弹出快捷选单中选择 Options\Broad Layers & Colors...命令，就可以看到如图 8.19 所示的“Broad Layers”板层设置对话框。

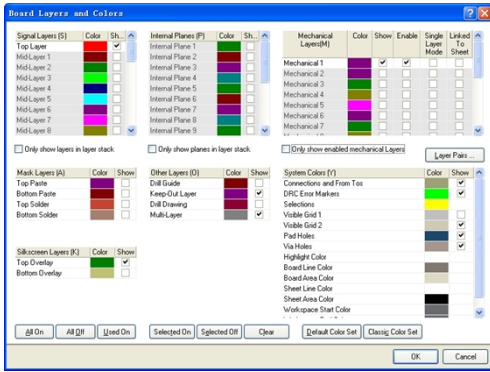


图 8.19 “Broad Layers”对话框

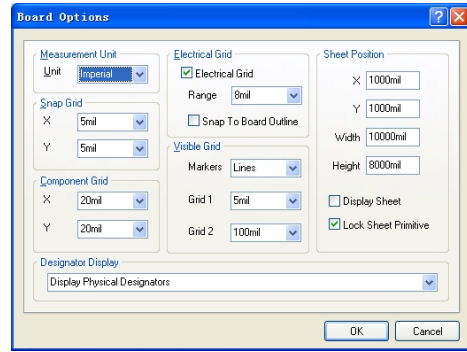


图 8.20 “Broad Options”对话框

Options”对话框

二、印制电路板选项设置

执行选单命令 Design\Broad Options..., 或在 PCB 编辑窗口单击鼠标右键，在弹出快捷选单中选择 Design\Broad Options...命令，就弹出如图 8.20 所示的“Broad Options”对话框。

三、定义电路板形状及尺寸

如果不是利用 PCB 向导来创建一个印制电路板，就要自己定义电路板形状及尺寸，实际上就是在禁止布线层（Keep Out Layer）上用走线绘制出一个封闭的多边形(一般情况下绘制成一个矩形)，多边形的内部即为布局的区域。一般根据原理图中的元器件数目、大小和分布来进行绘制。所绘多边形的大小一般都可以看作是实际印制电路板的大小。

- 1) 将光标移至编辑区下面的工作层标签上的“Keep Out Layer”(禁止布线层)，单击鼠标左键，将禁止布线层设置为当前工作层。
- 2) 单击放置工具栏上的布线按钮，也可以执行 Place \ Line 命令。
- 3) 在编辑区中适当位置单击鼠标左键，开始绘制第一条边。
- 4) 移动光标到合适位置，单击鼠标左键，完成第一条边的绘制。依次绘线，最后绘制一个封闭的多边形。

8.3 装载元件封装库的操作

一、装载元件库

选单命令 Design\Add/Remove Library..., 或单击控制面板上的 Libraries 标签，打开元件库浏览器，再单击“Libraries”按钮，即可弹出如图 8.24 所示的“Available Library”对话框。在此对话框中即可进行装载元件库操作。

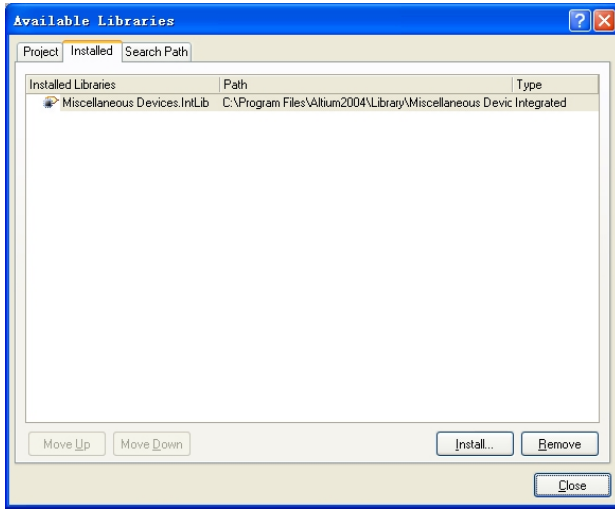


图 8.24 “Available Library”对话框

二、浏览元件库

执行 Design\Browse Components 命令，弹出“浏览元件库”对话框。

三、搜索元件库

在图 8.25 的对话框中，单击“Search”按钮，则系统弹出“搜索元件库”对话框，如图 8.26 所示。此时可以进行元件的搜索操作。

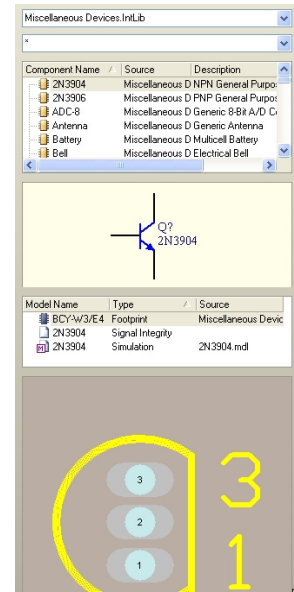


图 8.25 “浏览元件库”对话框

课题十五 Protel DXP 印制电路板设计基础（三）

一、教学目标：

1. 掌握 PCB 设计将网络和元件装入的方法；
2. 掌握放置元件封装和放置焊盘的方法。

二、教学重点：

1. PCB 设计将网络和元件装入的方法。
2. 放置元件封装的方法。

三、教学难点：

元件封装的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. PCB 设计将网络和元件装入的方法。
2. 放置元件封装的方法。
3. 放置焊盘的方法步骤。

八、教学过程：

8.4 网络与元件的装入

一、编译设计项目

先编译设计项目，根据编译信息检查项目的原理图是否存在错误，如果有错误，应及时修正。

二、装入网络与元件

执行命令 Design\Import Changes From ZDQ.PRJPCB 命令，系统会弹出如图 8.30 所示的对话框。

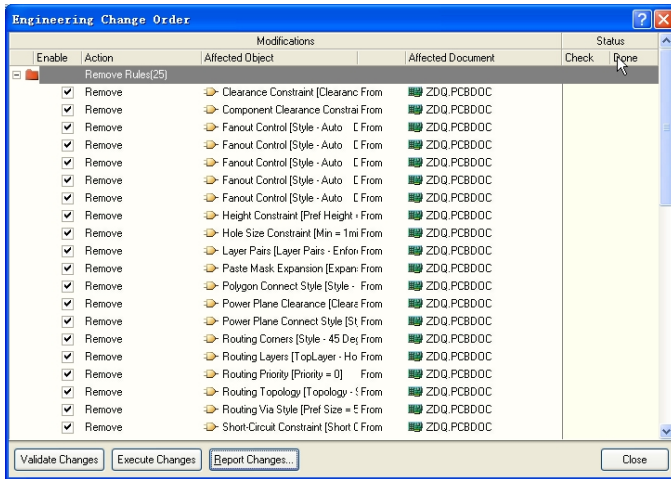


图 8.30 “工程改变顺序”对话框图




8.32 放置工具栏

8.5 放置元件封装

PCB 编辑器提供有布线工具栏“Wiring”，如图 8.32 所示。布线工具栏中每一项都与选单 Place 下的各命令项对应。

一、元件封装的放置

放置元件封装命令：1) 执行选单命令 Place\Component。 2) 单击放置工具栏中按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**C**。

二、设置元件封装的属性

设置元件封装的属性首先要启动元件属性设置对话框。

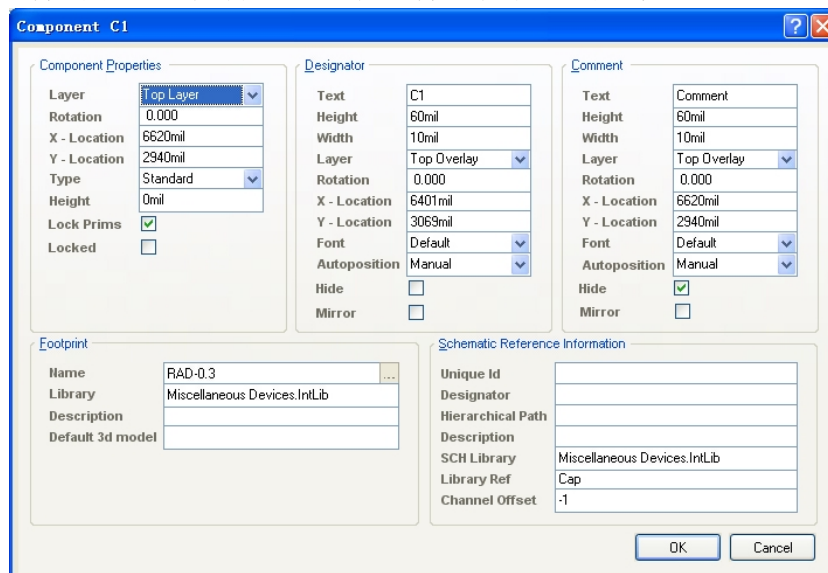


图 8.36 元件属性设置对话框

三、元件封装的修改

(1) 元件封装的更改

如果设计 PCB 时有比较特殊的元件封装在封装库中找不到，又觉得没有必


要去新建一个元件封装，此时可以直接在 PCB 上更改元件封装。

(2)元件封装的分解

将元件封装分解，执行 Tools\Convert\Explode Component to Free Primitives 实现。

8.6 放置导线

一、放置导线操作

1. 放置导线命令： 1) 从选单选择执行 Place\Interactive Routing 命令。 2) 单击布线工具栏中按钮。 3) 在 PCB 设计窗口中，单击右键，从弹出的右键选单中选择 Interactive Routing 命令。 4) 在键盘上依次击键 **P**、**T**。

2. 导线的放置

二、导线的修改和调整

(1)导线的平移 (2)导线的调整

三、导线的删除

1. 按快捷键或执行选单命令 Edit\Delete，删除被选取的导线

1) 首先选取所要删除的导线，然后按 **Del** 键，或执行选单 Edit\Clear 命令，即可实现导线的删除。

2) 执行 Edit\Delete 删除命令，光标变成十字状，将光标移到要删除的导线上，单击鼠标左键，即可删除该导线。

2. 启动解除布线命令删除导线

如果 PCB 中的导线是依据网络进行的布线，可以执行选单命令 Tools\Un-Route 的下拉命令删除导线，如图 8.47 所示。

四、设置导线属性

在布线状态下，按 **Tab** 键，或者在已经固定的导线上双击鼠标左键，或者将鼠标放在导线上，单击右键，从弹出的对话框中选取 Properties... 命令，都可以打开如图 8.48 所示的导线属性设置对话框。

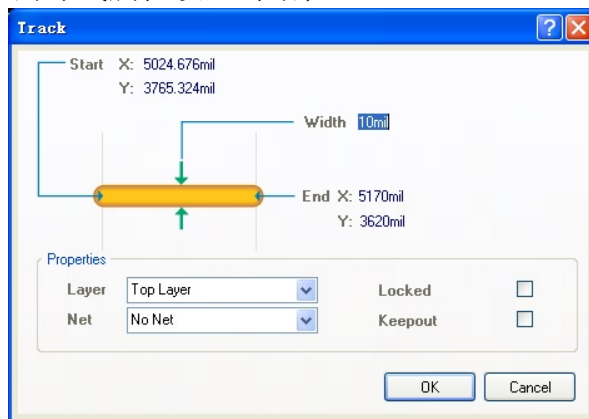


图 8.48 导线属性设置对话框

课题十六 Protel DXP 印制电路板设计基础（四）

一、教学目标：

掌握 PCB 设计放置焊盘、过孔和文字的方法。

二、教学重点：

1. PCB 设计放置焊盘的方法。
2. PCB 设计放置过孔的方法。

三、教学难点：

1. PCB 设计放置焊盘的方法。
2. PCB 设计放置过孔的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训


七、授课内容：

1. PCB 设计放置焊盘的方法。
2. PCB 设计放置过孔的方法。
3. PCB 设计放置文字的方法。

八、教学过程：

8.7 放置焊盘

一、焊盘的放置

1. 放置焊盘命令：1) 选择执行选单命令 Place\Pad 命令项。2) 单击放置工具栏中按钮。3) 在键盘上依次击键 **P**、**P**。

2. 焊盘的放置

二、焊盘的属性设置

在放置焊盘的状态下按 **Tab** 键，或在已放置的焊盘上双击鼠标左键，或者将鼠标放在已放置的焊盘上，单击右键，从弹出的对话框中选取 Properties... 命令，都可以打开如图 8.50 所示的焊盘属性设置对话框。

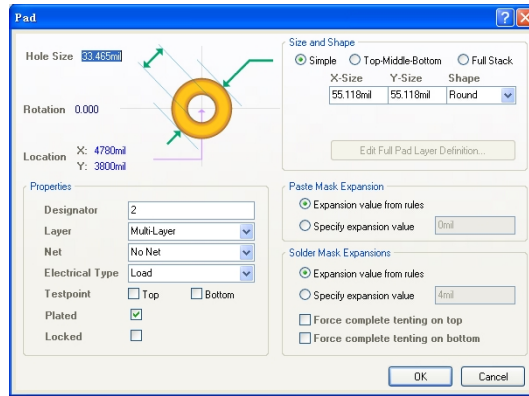



图 8.50 焊盘属性设置对话框

8.8 放置导孔

导孔，又称为过孔，用于连接不同板层间的导线。

一、导孔的放置

1. 放置导孔的操作命令: 1) 执行选单命令 **Place\Via**。 2) 单击放置工具栏中  按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**V**。 4) 在交互布线状态下，按数字键盘上的 *****键，自动产生一个导孔。

2. 导孔的放置

二、设置导孔属性

在放置导孔时按 **Tab**键，或者在 PCB 编辑状态下用键双击导孔，或者将鼠标放在已放置的导孔上，单击右键，从弹出的对话框中选取 **Properties...**命令。系统弹出如图 8.51 所示的导孔属性设置对话框。

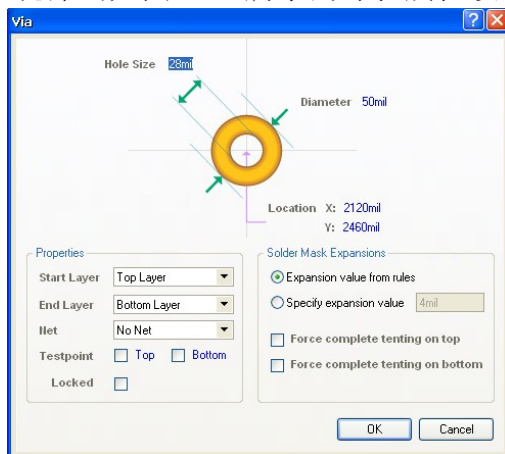


图 8.51 导孔属性设置对话框

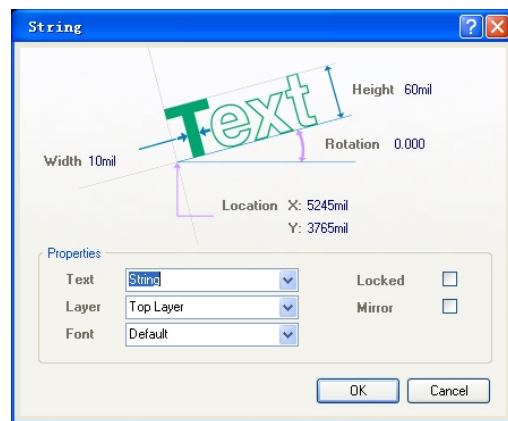


图 8.52




文字属性设置对话框

8.9 放置文字

一、放置文字的操作


文字应该放置在丝印层(Silkscreen)，不允许放在其他层。

放置文字的操作命令：

- 1) 执行选单命令 Place\String。
- 2) 单击布线工具栏中  按钮。
- 3) 在键盘上依次击键 、.

执行命令后，光标变成十字状，并且光标上带着一个系统默认的文字“String”。将光标移到合适位置，单击鼠标左键即可放置文字“String”。

二、设置文字属性

在放置文字时按  键，或者用鼠标左键双击 PCB 编辑平面上的文字，或者将鼠标放在已放置的文字上，单击右键，从弹出的对话框中选取 Properties... 命令。系统弹出如图 8.52 所示的文字属性设置对话框。

课题十七 Protel DXP 印制电路板设计基础（五）

一、教学目标：

1. 掌握 PCB 设计放置坐标指示；
2. 掌握尺寸标注方法；
3. 掌握 PCB 设计放置相对原点的方法。

二、教学重点：

1. PCB 设计放置坐标指示的方法。
2. PCB 设计放置尺寸标注的方法。

三、教学难点：

1. PCB 设计放置坐标指示的方法。
2. PCB 设计放置尺寸标注的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成良好的草图设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训


七、授课内容：

1. PCB 设计放置坐标指示的方法。
2. PCB 设计放置尺寸标注的方法。
3. PCB 设计放置相对原点的方法。

八、教学过程：

8.10 放置坐标指示

一、放置坐标指示

放置坐标指示的操作命令：1) 执行选单命令 Place\Coordinate。 2) 单击实用工具栏中按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**O**。

二、坐标指示属性设置

放置坐标也可以设置属性，方法与放置文字相同，启动后的坐标指示属性设置对话框如图 8.54 所示。

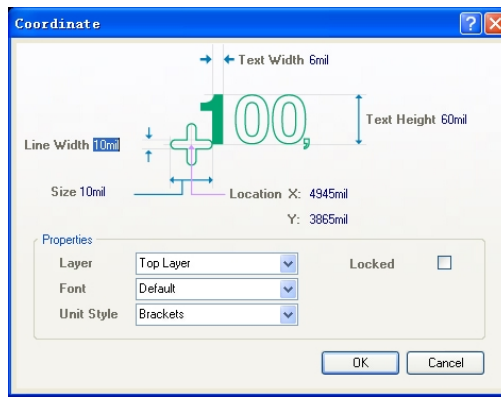



图 8.54 坐标指示属性设置对话框

一、放置尺寸标注

放置尺寸标注有三种操作方法：执行选单命令 **Place\Dimension\Dimension**。

2) 单击放置工具栏中  按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**D**、**D**。

二、尺寸标注的属性编辑

在放置尺寸标注时按 **Tab** 键，或者在电路板上双击尺寸标注，都可以启动如图 8.57 所示的尺寸标注属性设置对话框。

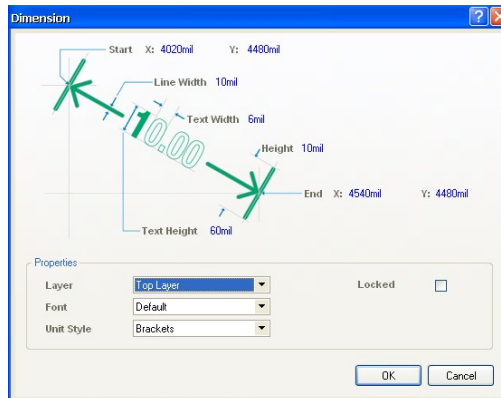



图 8.57 尺寸标注属性设置对话框

放置相对原点有三种操作方法：

执行选单命令 **Edit\Origin\Set**。

2) 单击放置工具栏中  按钮。

3) 在键盘上依次击键 **E**、**O**、**S**。

启动放置原点命令后，光标变成十字状，只要将光标移动到要设定相对原点的位置上，单击鼠标左键即可完成相对原点的放置。

当不需要相对原点时，可以选择主选单命令 **Edit\Origin\Reset** 即可删除，相对原点重新和绝对原点相重合。

课题十八 Protel DXP 印制电路板设计基础（六）

一、教学目标：

1. 掌握 PCB 设计放置圆弧导线的方法；
2. 掌握 PCB 设计放置矩形铜膜填充和多边形敷铜的方法。

二、教学重点：

1. PCB 设计放置圆弧导线的方法。
2. PCB 设计放置矩形铜膜填充。

三、教学难点：

1. PCB 设计放置圆弧导线的方法。
2. PCB 设计放置多边形敷铜的方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：


1. PCB 设计放置圆弧导线的方法。
2. PCB 设计放置矩形铜膜填充的方法。
3. PCB 设计放置多边形敷铜的方法。

八、教学过程：

8.13 放置圆弧导线


一、圆弧导线的放置

1. 利用 Arc(Center)命令放置圆弧导线

(1)放置圆弧导线的命令：1) 执行选单命令 Place\Arc(Center)。 2) 单击放置工具栏中按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**A**。

(2) 放置圆弧导线

2. 利用 Arc(Edge)命令放置导线

(1)启动放置圆弧导线命令：1) 执行选单命令 Place\Arc(Edge)。 2) 单击放置工具栏中按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**E**。

(2)圆弧导线的放置


3. 利用 Arc(Any Angle)命令放置导线

(1)启动放置圆弧导线命令：1) 执行选单命令 Place\Arc(Any Angle)。

2) 单击放置工具栏中按钮。 3) 在键盘上依次击键 **P**、**N**。

(2)圆弧导线的放置

4. 利用 Full Circle 命令绘制整圆

(1)启动放置整圆命令：1) 执行选单命令 Place\Full Circle。2) 单击放置工具栏中按钮。3) 在键盘上依次击键 **P**、**U**。

(2) 放置整圆

二、圆弧导线属性的设置

在放置圆弧导线时按 **Tab** 键, 或者在电路板上双击已经放置完成的圆弧导线, 都可以弹出圆弧导线属性设置对话框, 如图 8.63 所示。

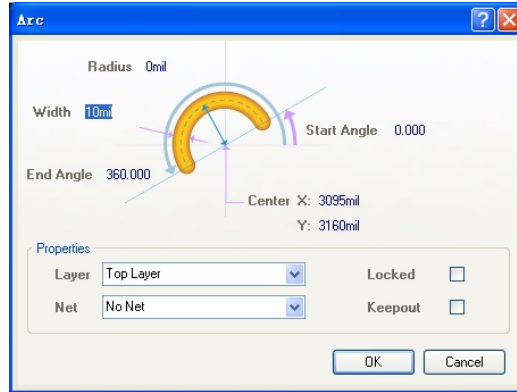



图 8.63 圆弧导线属性设置对话框

三、圆弧导线的移动和调整

1. 圆弧导线的移动
2. 圆弧导线半径的调整
3. 圆弧导线长度的调整

8.14 放置矩形铜膜填充

一、放置矩形铜膜填充

放置矩形铜膜填充的操作命令有三种: 1) 执行选单命令 Place\Fill。2) 单击放置工具栏中按钮。3) 在键盘上依次击键 **P**、**F**。

二、设置矩形填充属性

在放置矩形铜膜填充时按 **Tab** 键, 或者在电路板上双击矩形铜膜填充, 或者在已放置的矩形填充上单击右键选单并选择 Properties... 命令, 都可以启动如图 8.68 所示矩形铜膜填充属性设置对话框。

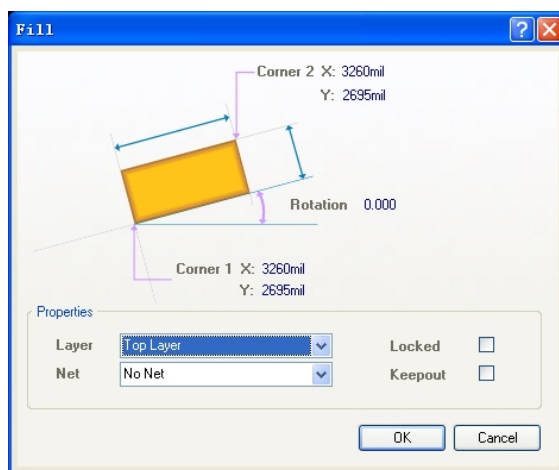



图 8.68 矩形铜膜填充属性设置对话框

三、矩形铜膜填充的修改

对矩形铜膜填充可以进行修改，如移动、旋转、删除和改变大小等操作。

8.15 放置多边形敷铜

一、放置多边形敷铜

放置多边形敷铜命令有三种方法：1) 执行选单命令 Place\Polygon Plane。2) 单击放置工具栏中按钮。3) 在键盘上依次击键 **P**、**G**。

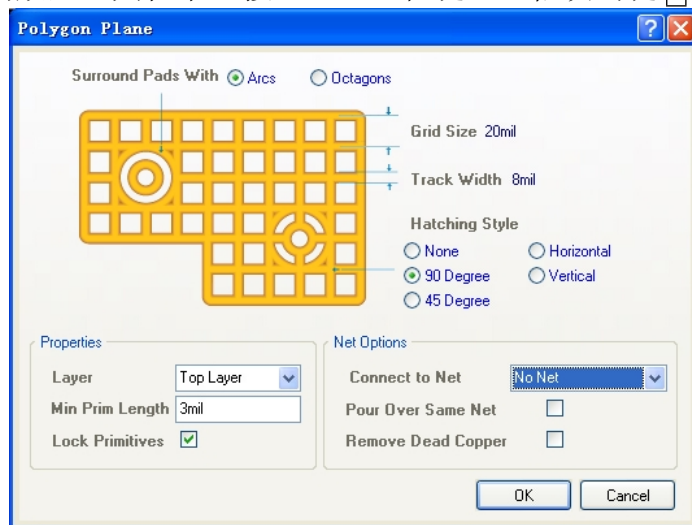



图 8.72 敷铜属性设置对话框

二、放置敷铜

当属性对话框设置完毕后，单击  按钮，光标变成十字状，即进入到敷铜放置状态。

- 1) 移动鼠标到合适的位置，单击鼠标左键，确定敷铜的第一个端点位置。
- 2) 依次移动鼠标到合适的位置，并单击鼠标左键确定敷铜的各个端点或形状。确定的各端点与鼠标之间以线段组成了封闭的敷铜区域。

3)单击鼠标右键，完成敷铜的放置。

三、调整敷铜

1) 移动

2) 调整大小

3) 切换板层

在敷铜上按下鼠标左键不放，光标变成十字状，敷铜只出现随光标移动的端点框架，此时在键盘上按 **L** 键可使敷铜切换到另一个板层。

课题十九 Protel DXP 印制电路板设计基础（七）

一、教学目标：

1. 掌握 PCB 设计分割多边形敷铜方法；
2. 掌握放置屏蔽导线和泪滴的方法；
3. 掌握元件布局方法。

二、教学重点：

1. PCB 设计放置屏蔽导线的方法。
2. PCB 设计放置泪滴的方法。
3. 掌握 PCB 板元件自动布局。

三、教学难点：

1. PCB 设计放置屏蔽导线的方法。
2. 掌握 PCB 板元件自动布局。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

3. PCB 设计分割多边形敷铜的方法。
4. PCB 设计放置屏蔽导线的方法。
5. PCB 设计放置泪滴的方法。
6. 掌握 PCB 板元件自动布局。

八、教学过程：

8.16 分割多边形敷铜

三、调整敷铜

1. 移动
2. 调整大小
3. 切换板层

在敷铜上按下鼠标左键不放，光标变成十字状，敷铜只出现随光标移动的端点框架，此时在键盘上按 **L** 键可使敷铜切换到另一个板层。

- (1) 首先绘制多边形敷铜，如图 8.77a 所示。
- (2) 执行 Place\Slice Polygon Plane 命令。
- (3) 执行此命令后，光标变为十字状，就可以拖动鼠标对多边形进行分割。
- (4) 分割操作完成后，系统将会弹出如图 8.77b 所示的确认对话框，按“**Yes**”

图 8.80 泪滴操作对话框

图 8.81

补泪滴后的 PCB 板部分

8.19 自动布局

首先执行命令 Tools\Auto Placement\Auto Placer...。执行该命令后，将弹出如图 8.82 所示的自动布局对话框。

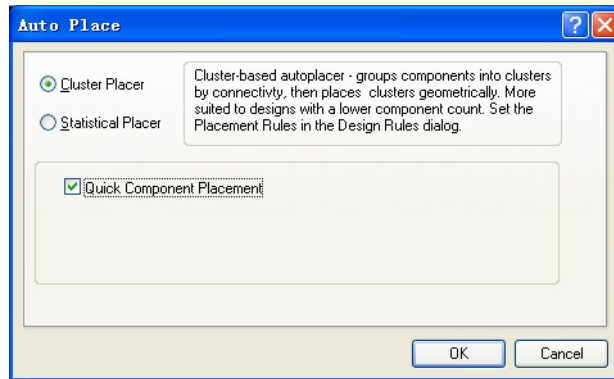


图 8.82 自动布局对话框

1) Cluster Placer 自动布局器 这种布局方式将元件基于它们连通属性分为不同的元件组，并且将这些元件按照一定几何位置布局。这种布局方式适合于元件数量(小于 100)较少的 PCB 制作。

2) Statistical Placer 布局器使用一种统计算法来放置元件，以便使连接长度最优化，使元件间用最短的导线来连接。一般如果元件数量超过 100，建议使用统计布局器(Statistical Placer)。

8.20 手工编辑调整元件的布局

进行位置调整，首先应选取元件，然后对元件进行排列、移动、旋转和对齐等操作。

一、选取元件

1. 元件的选取

可以执行选单命令 Edit>Select 的子选单命令。

二、元件封装的基本操作

元件封装的移动

元件封装的旋转

元件封装的板层切换

三、排列元件

排列元件可以执行 Tools\Interactive Placement 子选单的相关命令来实现，该子选单有多个选项，如图 8.98 所示。设计者也可以从如图 8.99 所示的实用工具栏选取相应命令来排列元件。

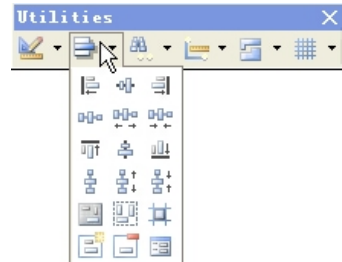
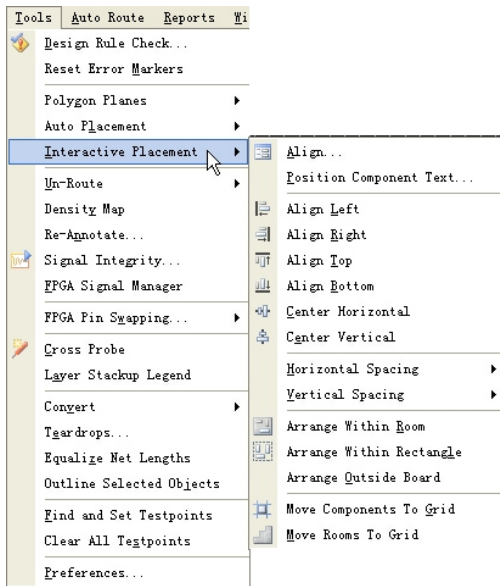


图 8.98 排列元件的子选单命令 图 8.99 实用工具栏中的排列元件命令

8.21 添加网络连接

一、使用“网络表管理器”添加网络连接

(1) 在打开的 PCB 文件中，执行选单命令 Design\Netlist\Edit nets，系统将弹出如图 8.103 所示的“网络表管理器”对话框。

(2) 在对话框的 Nets in Class 列表中查找需要连接的网络，可双击该网络名或者单击下面的“Edit”按钮，系统将弹出图 8.104 所示的“编辑网络”对话框。如果我们在 Nets in Class 列表中查找不到要添加的网络，此时可单击列表栏下边的 按钮，同样可以弹出图 8.104 所示的“编辑网络”对话框。

(3) 在“编辑网络”对话框中的 Net Name 栏中输入新的网络名，并在 Pins in Other nets 栏中分别找到与之连接的元件引脚，按两栏中间的 按钮，使之进入 Pins in net 栏中。

(4) 单击“编辑网络”对话框下面的 按钮，系统将弹出图 8.105 所示的“网络表管理器”对话框，可以看到 Pins in net 栏中已经添加了连接的元件引脚。

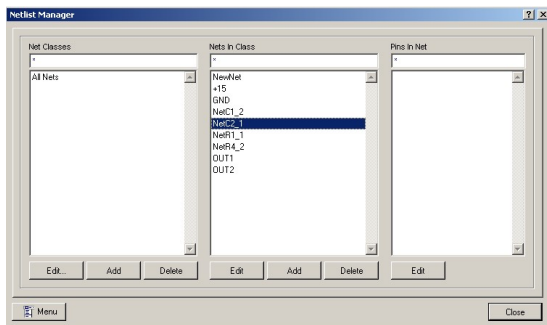


图 8.103 “网络表管理器”对话框

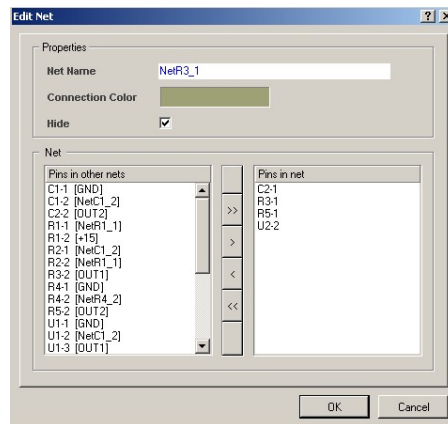



图 8.104

“编辑网络”对话框

二、使用“焊盘属性”添加网络连接

需要在 PCB 板上放置连接外部电源和输入输出信号的焊盘时,可以使用焊盘属性”添加网络连接。操作步骤如下:

- 1) 执行选单命令 Place\Pad, 或单击放置工具栏中  按钮, 光标就变为十字状, 并粘着一个浮动的焊盘, 这时按下键盘上的 **Tab**, 系统将弹出图 8.107 所示的“焊盘属性”设置对话框。

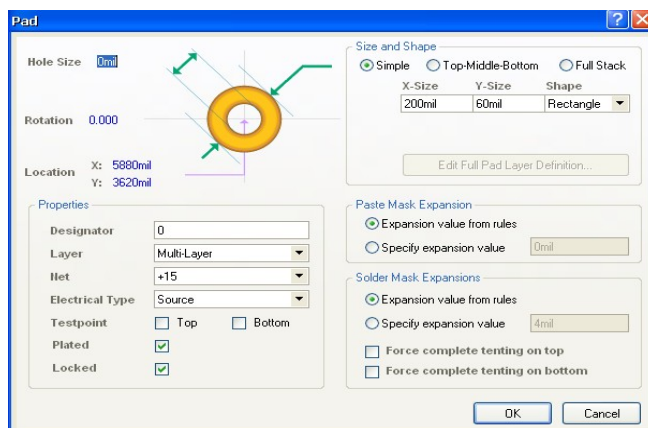


图 8.107 “焊盘属性”设置对话框

- 2) 在“焊盘属性”设置对话框中, 设计者可以设置焊盘的尺寸大小、形状、标号、所在板层以及连接的网路, 设置好后单击下面的 **OK** 按钮, 移动鼠标将焊盘放置到 PCB 的合适位置。

课题二十 Protel DXP 印制电路板设计基础（八）

一、教学目标：

掌握 PCB 设计规则的含义及设置方法以及设计规则向导的使用方法。

二、教学重点：

1. PCB 设计规则的含义及设置方法步骤。
2. 设计规则向导的使用方法。

三、教学难点：

1. PCB 设计规则的含义及设置方法步骤。
2. 设计规则向导的使用方法。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. PCB 设计规则的含义及设置方法步骤。
2. 设计规则向导的使用方法。

八、教学过程：

8.22 设计规则

设计规则是 PCB 设计的基本规则。在 PCB 的设计过程中执行任何一个操作，如放置导线、移动元件、自动布线或手动布线等，都是在设计规则允许的情况下进行的，设计规则是否合理将直接影响布线的质量和成功率。设计规则的合理性在很大程度上依靠设计者的设计经验。

一、PCB 设计规则和约束编辑对话框

执行选单命令 Design\Rules...，或单击右键选单命令 Design\Rules...，都将弹出如图 8.109 所示的 PCB 规则和约束编辑对话框“PCB Rules and Constraints Editor”。

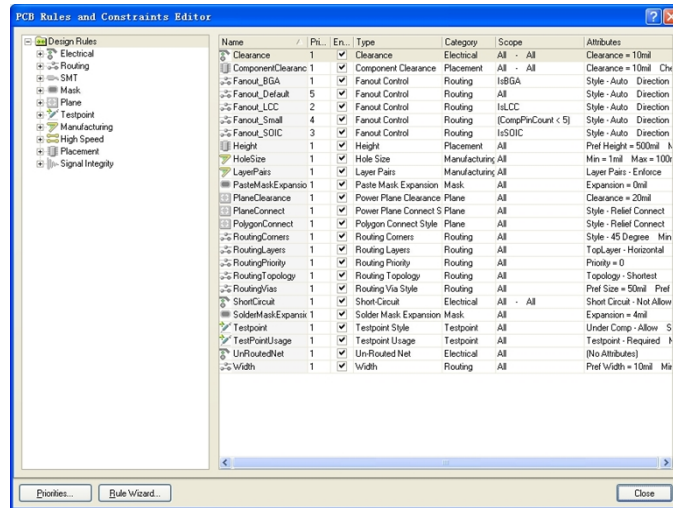


图 8.109 PCB 规则和约束编辑对话框

所有的设计规则和约束都在这里设置。界面的左侧显示设计规则的分类，右侧显示对应规则的设置属性。

图中左边区域以树结构的形式显示了设计规则的分类，在每类规则上单击右键都会出现如图 8.110 所示的子选单，用于“New Rule...”(建立规则)、“Delete Rule...”(删除规则)、“Import Rules...”(导入规则)、“Export Rules...”(导出规则)和“Report...”(报表)等操作。

二、与电气相关的设计规则(Electrical)

“Electrical”规则设置在电路板布线过程中所遵循的电气方面的规则。

1. Clearance (安全距离)
2. Short-Circuit (短路)
3. Un-Routed Net (没有布线网络)
4. Un-Connected Pin (没有连接的引脚)

三、与布线有关的设计规则(Routing)

此类规则主要设置与布线有关的规则。

1. Width (导线宽度)
2. Routing Topology (拓扑规则)
3. Routing Priority (布线优先级)
4. Routing Layers (布线板层)
5. Routing Corners (布线拐角)

四、与 SMD 布线有关的设计规则(SMT)

五、与焊盘延伸量有关的设计规则(Mask)

六、与内层有关的设计规则(Plane)

七、与测试点有关的设计规则(Testpoint)

八、与电路板制造有关的设计规则(Manufacturing)

九、与高频电路设计有关的规则(High Speed)

十、与元件的布局有关的规则 (Placement)

1. Room Definition 用于定义元件合的尺寸及其所在的板层。
2. Component Clearance 用于设置元件封装间的最小距离。
3. Component Orientation 用于设置元件封装的放置方向。
4. Permitted Layer 用于设置自动布局时元件封装的放置板层。
5. Nets to Ignore 用于设置自动布局时忽略的网络。
Height 用于设置在电路板上放置组件的高度。

十一、信号完整性分析 (Signal Integrity)

Protel DXP 信号完整性分析主要包括如下 13 条信号分析规则：

1. Signal Stimulus 用于设置电路分析的激励信号特性。
2. Overshoot-Falling Edge 用于设置信号下降沿允许的最大过冲值。
3. Overshoot-Rising Edge 定义信号上升沿允许的最大过冲值。
4. Undershoot-Falling Edge 用于设置信号下降沿所允许最大下冲值。
5. Undershoot- Rising Edge 用于设置信号上升沿所允许的最大下冲值。
6. Impedance Constraint 用于设置所允许的电阻的最大值(Maximum)和最小值(Minimum)。
7. Signal Top Value 用于设置信号在高电平状态时的电压值
8. Signal Base Value 用于设置信号电压基值。
9. Flight Time-Rising Edge 用于设置信号上升沿的最大允许飞升时间。
10. Flight Time-Falling Edge 用于设置信号下降沿的最大允许飞行时间
11. Slope-Rising Edge 用于设置信号从门限电压 V_T 上升到一有效高电平的最大延迟时间。
12. Slope-FallingEdge 用于设置信号从门限电压 V_T 下降到一有效低电平的最大延迟时间。
13. Supply Nets 用于电路板中电源网络的电压值。

8.23 设计规则向导

设计规则的设置也可以通过 Protel DXP 提供的设计规则向导轻松地完成，这是 Protel DXP 新增加的功能。设计规则向导操作步骤如下：

执行主选单命令 Design\Rule Wizard...，启动设计规则向导，如图 8.167 所示。

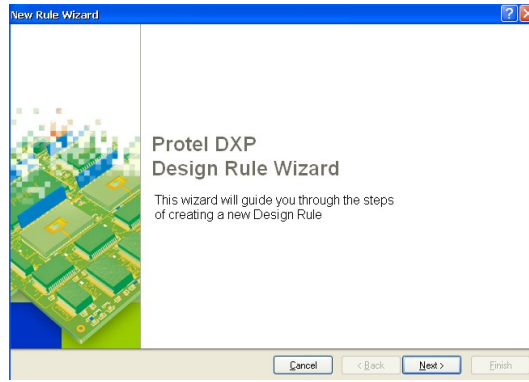


图 8.167 启动设计规则向导

按向导提示，轻松地完成设计规则设置。

课题二十一 Protel DXP 印制电路板设计基础（九）

一、教学目标：

1. 掌握 PCB 手动布线和自动布线的方法
2. 掌握设计规则检查的方法。

二、教学重点：

1. 手动布线的方法
2. 自动布线的方法。
3. 设计规则检查的方法。。

三、教学难点：

1. 手动布线方法和技巧。
2. 设计规则检查的方法。。

四、素质（思政）内容与要求

1. 培养学生自主学习素质与能力；
2. 养成循序渐进、持之以恒的设计习惯；
3. 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念，培养学生工匠精神。

五、教学课时：3 课时

六、教学方法：讲授、演示、实训

七、授课内容：

1. 手动布线和自动布线的方法。
2. 手工调整印制电路板的方法。
3. 设计规则检查的方法。。

八、教学过程：

8.24 手动布线和自动布线

一、 手动布线

执行选单命令 Place\Interactive Routing 后，处于导线放置模式。

手动布线时应注意以下几点：

- 单击鼠标左键（或按 **ENTER** 键），放置实心颜色的导线段。空心线段表示导线的 look-ahead 部分，放置好的导线段和所在的层颜色一致。

- 按 **SPACE** 键可以切换要放置的导线的 Horizontal(水平)/Vertical（垂直）和 45°放置模式。

- 任何时间按 **END** 键可以重画屏幕。

- 任何时间按快捷 **V**、**F** 键，可重画屏幕并显示所有对象。

- 按 **Back Space** 键取消放置的前一段导线。

二、 自动布线

1. 全部布线 执行选单命令 Auto Route\All

2. 对选定网络进行布线 执行选单命令 AutoRoute\Net
3. 对两连接点进行布线 执行选单命令 Auto Routing\Connection
4. 对指定元件布线 执行选单命令命令 Auto Route\Component。
5. 对指定区域进行布线 执行选单命令 Auto Route\Area。
6. 其他布线命令

8.25 手工调整印制电路板

一、调整布线

在 Tools\Un-Route 选单下提供了几个常用于手工调整布线的命令：

- All: 拆除所有布线，进行手动调整。
- Net: 拆除所选布线网络，进行手动调整。
- Connection: 拆除所选的一条连线，进行手动调整。
- Component: 拆除与所选的元件相连的导线，进行手动调整。


二、调整焊盘

1. 执行 Tools\Un-Route\Connection 命令。
2. 将光标移到要移动焊盘，按下左键，因焊盘处于锁定状态，这时系统会弹出解锁确认对话框。

三、电源 / 接地线的加宽

1. 移动光标，将光标指向需要加宽的电源和接地线。
2. 使用鼠标左键双击电源或接地线，出现如图 8.183 所示的对话框。
3. 设计者在对话框中的 Width 选项中输入实际需要的宽度值即可。

四、对印制电路板敷铜

1. 将工作层切换到顶层(TopLayer)，使顶层为当前工作层。
2. 单击绘图工具栏中的按钮，或执行 Place\Polygon Plane 命令。
3. 执行此命令后，系统将会弹出如图 8.184 所示的“多边形敷铜属性”对话框。

五、文字标注的调整

1. 手动更新文字标注
2. 自动更新流水号 执行选单命令 Tools\Re-Annotate

六、补泪滴处理

执行 Tools\Teardrops...命令

8.26 设计规则检查

运行 DRC 可以执行 Tools\Design Rule Check...命令，系统将弹出如图 8.199 所示的“Design Rule Check”对话框。

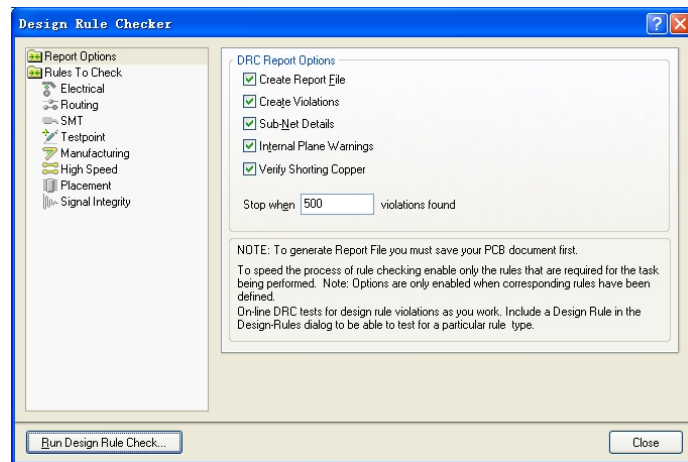


图 8.199 “Design Rule Check”对话框

附录:

计算机辅助设计绘图员技能鉴定试题一(电路类 DXP 中级)

说明:

试题共两页三题, 考试时间为 3 小时, 本试卷采用软件版本为 ProtelDXP2004。

上交考试的方式:

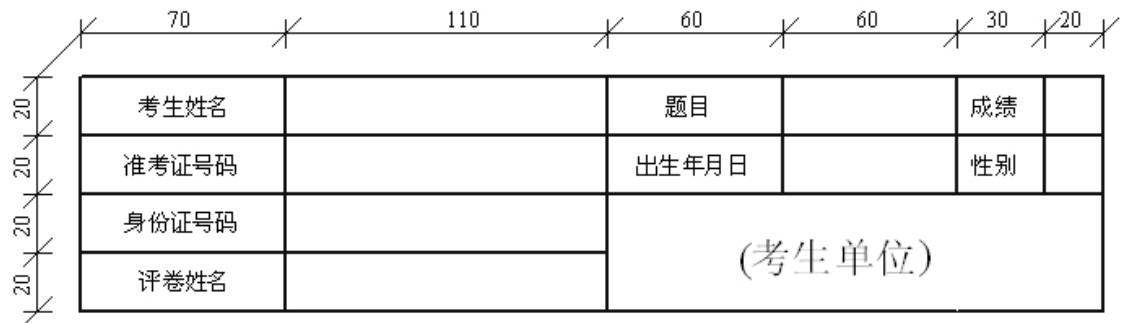
1、考生须在监考人指定的硬盘驱动器下, 建立一个考生文件夹, 文件夹名以本人准考证后 8 位阿拉伯数字来命名(如: 准考证为 651212348888 的考生以“12348888”命名建立考生文件夹);

2、考生根据题目要求完成作图, 并将答案保存到考生文件夹中。

一、抄画电路原理图 (34 分)

1、在考生的设计文件下新建一个以自己名字拼音命名的 PCB 项目文件。例如, 考生陈大勇的文件名为: CDY.PRJPCB; 然后, 在其内新建一个原理图设计文件, 文件名为 sheet1.SchDoc;

2、按下图尺寸及格式画出标题栏, 填写标题栏内文字(注: 考生单位一栏填写考生所在单位名称, 无单位者填写“街道办事处”, 尺寸单位为: mil);



3、按照附图(一)内容画图;

4、将原理图生成网络表;

5、保存文件。

二、生成电路板 (50 分)

1、在 PCB 项目文件中新建一个 PCB 文件, 文件名为 PCB1.PcbDoc;

2、利用上题抄画的原理图, 将原理图生成合适的长方形双面电路板, 规格为 X: Y=4: 3;

3、电路板的布局不能采用自动布局, 要求按照信号流向合理布局(从上至下, 从下至上, 从左至右, 从右至左)。要修改 PCB 文件中网络, 使得 IC 等的电源网络名称保持与电路中提供的合适电源的网络名称一致。

4、将接地线和电源线加宽, 介于 20mil 至 50mil 间;

5、保存 PCB 文件。

三、制作电路原理图元件及元件封装（16分）

1、在考生的设计文件中新建一个原理图零件库子文件，文件名为 schlib1.SchLib;

2、根据附图二制作原理图元件，要求尺寸和原图保持一致，元件命名为 HYP90；图中每小格长度为 10mil;

3、在 PCB 项目文件中新建一个元件封装文件，文件名为 PCBlib1.PcbLib;

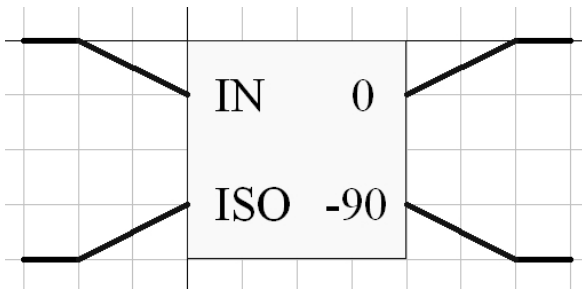
4、抄画附图三的元素封装，要求按图示标称对元件进行命名（尺寸标注的单位为：10mil，不要将尺寸标注画在图中）;

5、保存两个文件；

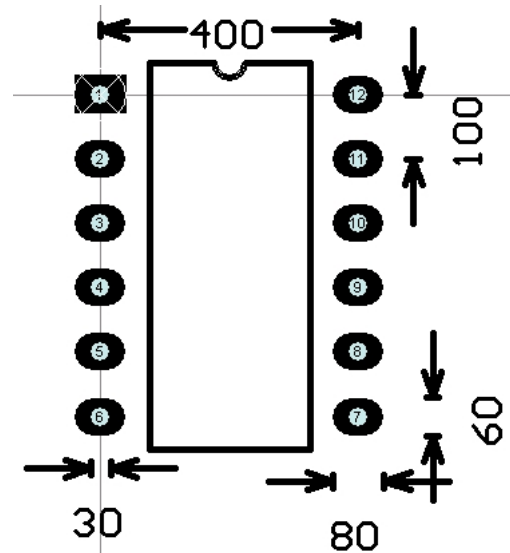
6、退出绘图系统，结束操作。

附图二：原理图元件 HYP90

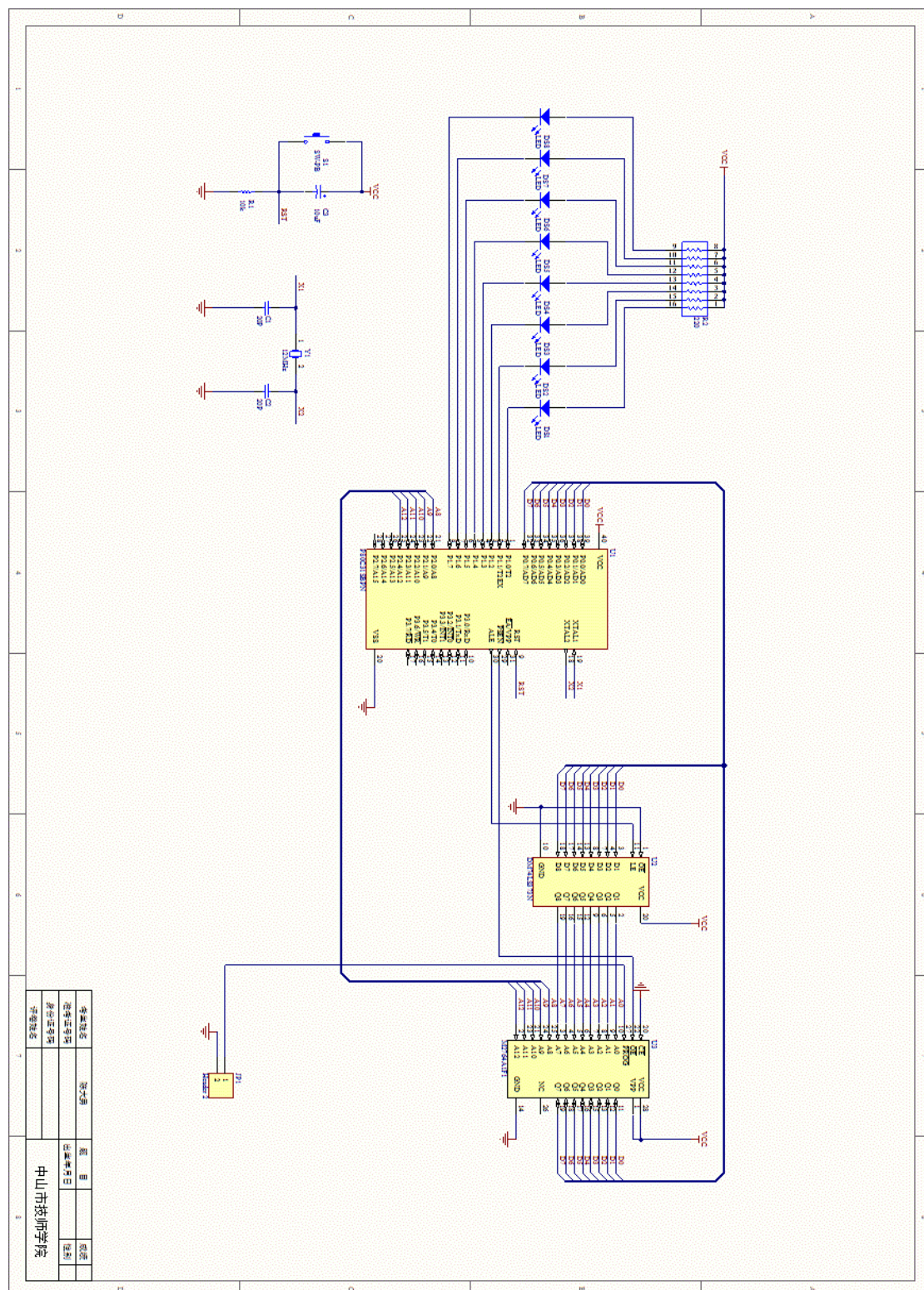
(B)



附图三：元件封装 DIP12



附图（一）：（见下页）



学号	姓名	班级	姓名
姓名	姓名	姓名	姓名
姓名	姓名	姓名	姓名
姓名	姓名	姓名	姓名

中山市技师学院

计算机辅助设计绘图员技能鉴定试题二(电路类 DXP 中级)

说明:

试题共两页三题, 考试时间为 3 小时, 本试卷采用软件版本为 ProtelDXP2004。

上交考试的方式:

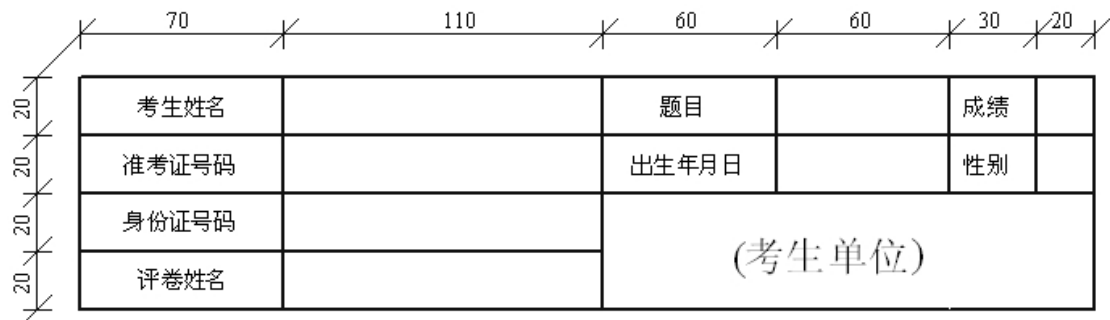
1、考生须在监考人指定的硬盘驱动器下, 建立一个考生文件夹, 文件夹名字以本人准考证后 8 位阿拉伯数字来命名(如: 准考证为 651212348888 的考生以“12348888”命名建立考生文件夹);

2、考生根据题目要求完成作图, 并将答案保存到考生文件夹中。

一、抄画电路原理图(34 分)

1、在考生的设计文件下新建一个以自己名字拼音命名的 PCB 项目文件。例如, 考生陈大勇的文件名为: CDY.PRJPCB; 然后, 在其内新建一个原理图设计文件, 文件名为 sheet1.SchDoc;

2、按下图尺寸及格式画出标题栏, 填写标题栏内文字(注: 考生单位一栏填写考生所在单位名称, 无单位者填写“街道办事处”, 尺寸单位为: mil);



3、按照附图(一)内容画图;

4、将原理图生成网络表;

5、保存文件。

二、生成电路板(50 分)

1、在 PCB 项目文件中新建一个 PCB 文件, 文件名为 PCB1.PcbDoc;

2、利用上题抄画的原理图, 将原理图生成合适的长方形双面电路板, 规格为 X: Y=4: 3;

3、电路板的布局不能采用自动布局, 要求按照信号流向合理布局(从上至下, 从下至上, 从左至右, 从右至左)。要修改 PCB 文件中网络, 使得 IC 等的电源网络名称保持与电路中供的合适电源的网络名称一致。

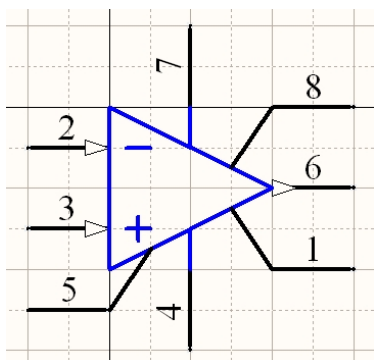
4、将接地线和电源线加宽, 介于 20mil 至 50mil 间;

5、保存 PCB 文件。

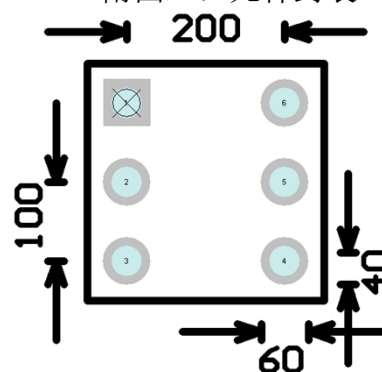
三、制作电路原理图元件及元件封装（16分）

- 1、在考生的设计文件中新建一个原理图零件库子文件，文件名为 schlib1.SchLib;
- 2、根据附图二制作原理图元件，要求尺寸和原图保持一致，元件命名为 AMP; 图中每小格长度为 10mil;
- 3、在 PCB 项目文件中新建一个元件封装文件，文件名为 PCBlib1.PcbLib;
- 4、抄画附图三的元素封装，要求按图示标称对元件进行命名（尺寸标注的单位为：10mil，不要将尺寸标注画在图中）;
- 5、保存两个文件;
- 6、退出绘图系统，结束操作。

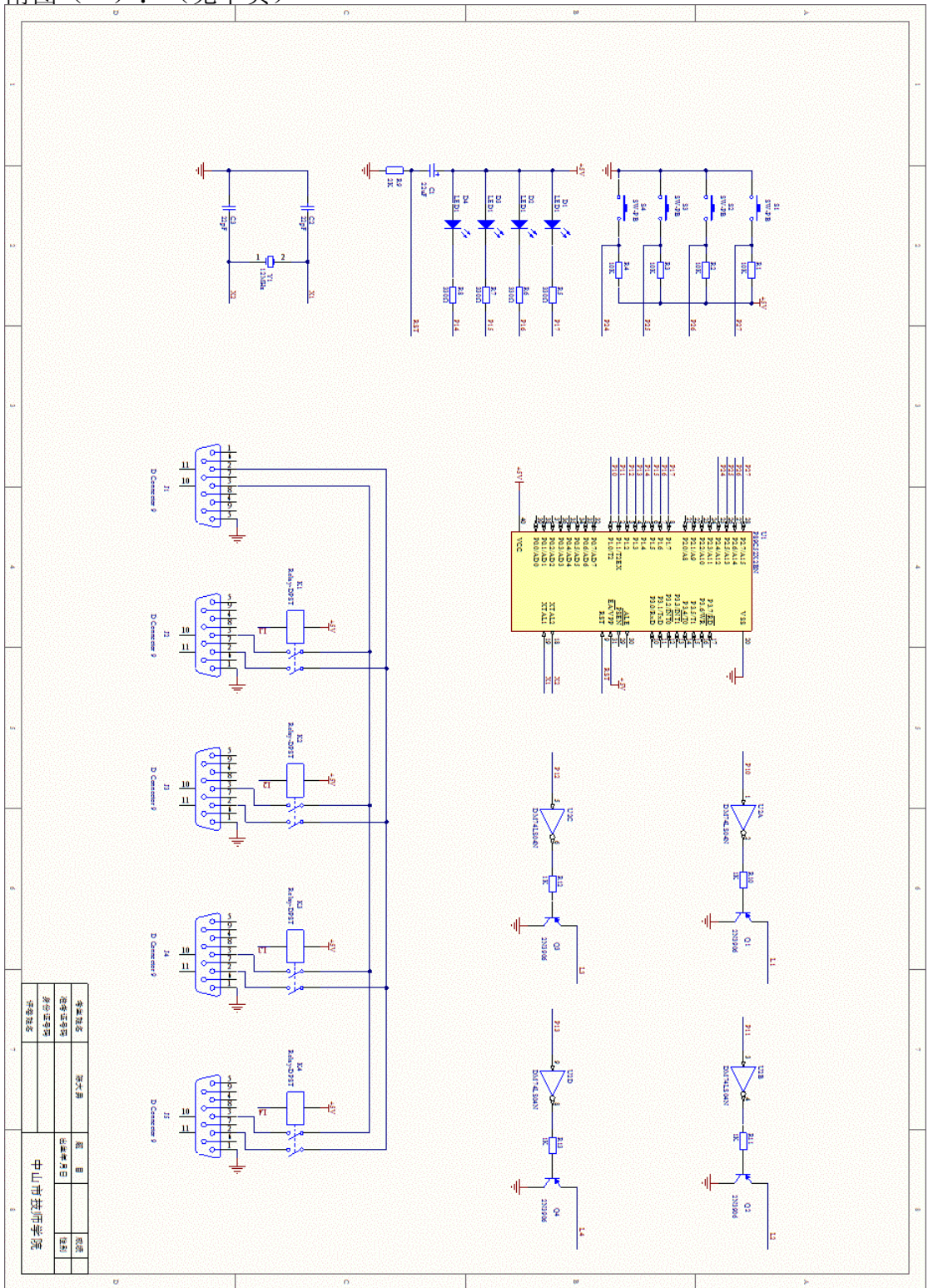
附图二：原理图元件 AMP



附图三：元件封装 DPDT-6



附图（一）：（见下页）



学号	姓名	日期	成绩
中山市教师学院			

计算机辅助设计绘图员技能鉴定试题三(电路类 DXP 中级)

说明:

试题共两页三题, 考试时间为 3 小时, 本试卷采用软件版本为 ProtelDXP2004。

上交考试的方式:

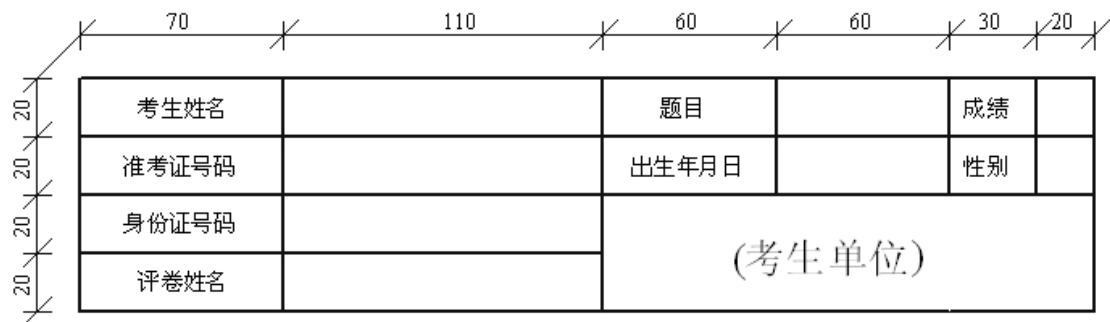
1、考生须在监考人指定的硬盘驱动器下, 建立一个考生文件夹, 文件夹名字以本人准考证后 8 位阿拉伯数字来命名(如: 准考证为 651212348888 的考生以“12348888”命名建立考生文件夹);

2、考生根据题目要求完成作图, 并将答案保存到考生文件夹中。

一、抄画电路原理图 (34 分)

1、在考生的设计文件下新建一个以自己名字拼音命名的 PCB 项目文件。例如, 考生陈大勇的文件名为: CDY.PRJPCB; 然后, 在其内新建一个原理图设计文件, 文件名为 sheet1.SchDoc;

2、按下图尺寸及格式画出标题栏, 填写标题栏内文字(注: 考生单位一栏填写考生所在单位名称, 无单位者填写“街道办事处”, 尺寸单位为: mil);



3、按照附图(一)内容画图;

4、将原理图生成网络表;

5、保存文件。

二、生成电路板 (50 分)

1、在 PCB 项目文件中新建一个 PCB 文件, 文件名为 PCB1.PcbDoc;

2、利用上题抄画的原理图, 将原理图生成合适的长方形双面电路板, 规格为 X: Y=4: 3;

3、电路板的布局不能采用自动布局, 要求按照信号流向合理布局(从上至下, 从下至上, 从左至右, 从右至左)。要修改 PCB 文件中网络, 使得 IC 等的电源网络名称保持与电路中提供的合适电源的网络名称一致。

4、将接地线和电源线加宽, 介于 20mil 至 50mil 间;

5、保存 PCB 文件。

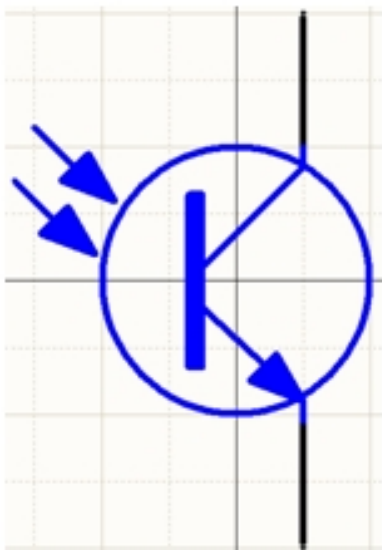
三、制作电路原理图元件及元件封装 (16 分)

- 1、在考生的设计文件中新建一个原理图零件库子文件，文件名为 schlib1.SchLib;
- 2、根据附图二制作原理图元件，要求尺寸和原图保持一致，元件命名为 NPN-PHOTO，并对 Default Description 进行标注；图中每小格长度为 10mil;
- 3、在 PCB 项目文件中新建一个元件封装文件，文件名为 PCBlib1.PcbLib;
- 4、抄画附图三的元素封装，要求按图示标称对元件进行命名（尺寸标注的单位为：10mil，不要将尺寸标注画在图中）;
- 5、保存两个文件；
- 6、退出绘图系统，结束操作。

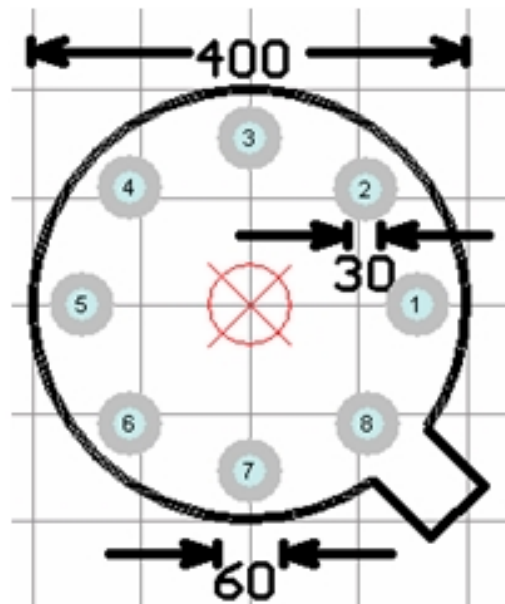
附图二：原理图元件

Description: Q?

Comment: NPN-PHOTO



附图三：元件封装 CAN8



计算机辅助设计绘图员技能鉴定试题四(电路类 DXP 中级)

说明:

试题共两页三题, 考试时间为 3 小时, 本试卷采用软件版本为 ProtelDXP2004。

上交考试的方式:

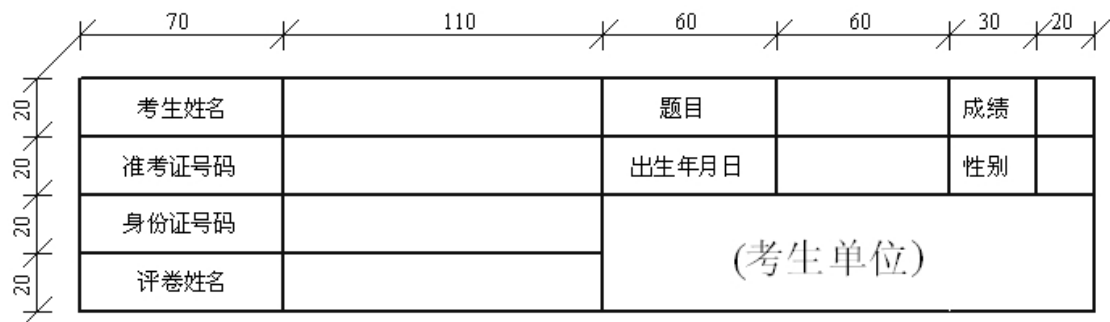
1、考生须在监考人指定的硬盘驱动器下, 建立一个考生文件夹, 文件夹名字以本人准考证后 8 位阿拉伯数字来命名(如: 准考证为 651212348888 的考生以“12348888”命名建立考生文件夹);

2、考生根据题目要求完成作图, 并将答案保存到考生文件夹中。

一、抄画电路原理图 (34 分)

1、在考生的设计文件下新建一个以自己名字拼音命名的 PCB 项目文件。例如, 考生陈大勇的文件名为: CDY.PRJPCB; 然后, 在其内新建一个原理图设计文件, 文件名为 sheet1.SchDoc;

2、按下图尺寸及格式画出标题栏, 填写标题栏内文字(注: 考生单位一栏填写考生所在单位名称, 无单位者填写“街道办事处”, 尺寸单位为: mil);



3、按照附图(一)内容画图;

4、将原理图生成网络表;

5、保存文件。

二、生成电路板 (50 分)

1、在 PCB 项目文件中新建一个 PCB 文件, 文件名为 PCB1.PcbDoc;

2、利用上题抄画的原理图, 将原理图生成合适的长方形双面电路板, 规格为 X: Y=4: 3;

3、电路板的布局不能采用自动布局, 要求按照信号流向合理布局(从上至下, 从下至上, 从左至右, 从右至左)。要修改 PCB 文件中网络, 使得 IC 等的电源网络名称保持与电路中提供的合适电源的网络名称一致。

4、将接地线和电源线加宽, 介于 20mil 至 50mil 间;

5、保存 PCB 文件。

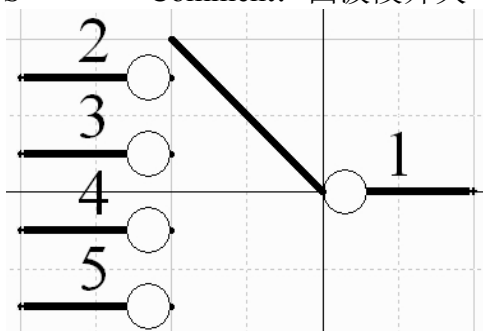
三、制作电路原理图元件及元件封装 (16 分)

- 1、在考生的设计文件中新建一个原理图零件库子文件，文件名为 schlib1.SchLib;
- 2、根据附图二制作原理图元件，要求尺寸和原图保持一致，元件命名为四波段开关，并对描述 Description 进行标注，图中每小格长度为 10mil;
- 3、在 PCB 项目文件中新建一个元件封装文件，文件名为 PCBLib1.PcbLib;
- 4、抄画附图三的元素封装，要求按图示标称对元件进行命名（尺寸标注的单位为：10mil，不要将尺寸标注画在图中）;
- 5、保存两个文件;
- 6、退出绘图系统，结束操作。

附图二：原理图元件 AMP

Description: S?

Comment: 四波段开关



附图三：元件封装 SOP8 (S)

