

Altium Designer 原理图与印制电路板（PCB）图设计教程

一般来说，一个产品的电路设计的最终表现为印制电路板，为了获得印制电路板，整个电路设计过程基本分 5 个主要步骤：原理图的设计、生成网络表、印制电路板的设计、生成印制电路板报表并打印印制电路板、生成钻孔文件和光绘文件。Altium Designer 构建于一整套板级设计及实现特性上，其中包括原理图设计、印制电路板设计、混合信号电路仿真、布局前/后信号完整性分析、规则驱动 PCB 布局与编辑、改进型拓扑自动布线及全部计算机辅助制造（CAM）输出能力等。Altium Designer 的功能在 Protel 旧版本的基础上得到进一步增强，以支持 FPGA 及其他可编程设计及其在 PCB 上的集成。下面以 uA741 电路为例介绍 Altium Designer10 软件的使用方法。

一、新建项目

执行菜单 File/new/Project/PCBProject，左侧项目管理窗口出现新建的项目，默认项目名为 PCB_Project1.PrjPCB，点击右键在出现的菜单中选择 Save Project，自定义项目名称如 exp1.PrjPCB（建议学生在 E 盘根目录下建一个以学号命名的文件夹来管理项目）。

二、原理图设计

1. 新建原理图文件

执行菜单 File/new/Schematic，左侧的项目管理窗口看到在 Source Documents 文件夹下生成了新文件 sheet1.SchDoc，右键 save 更名为 exp1.SchDoc

2. 环境参数设置

菜单 Design/ Document Options，弹出文件选项窗口，设置光标移动基本单位 snap: 2mil，可见网格尺寸为 10mil。如图 1

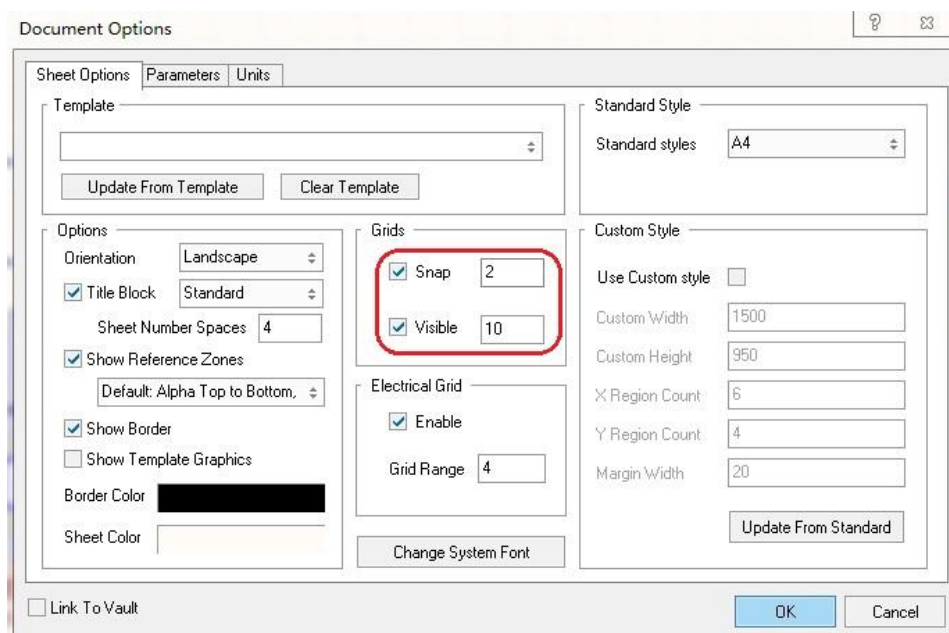


图 1 文件属性设置

3. 绘制原理图（放置元件及连线）

图 2 为 uA741 电路原理图。

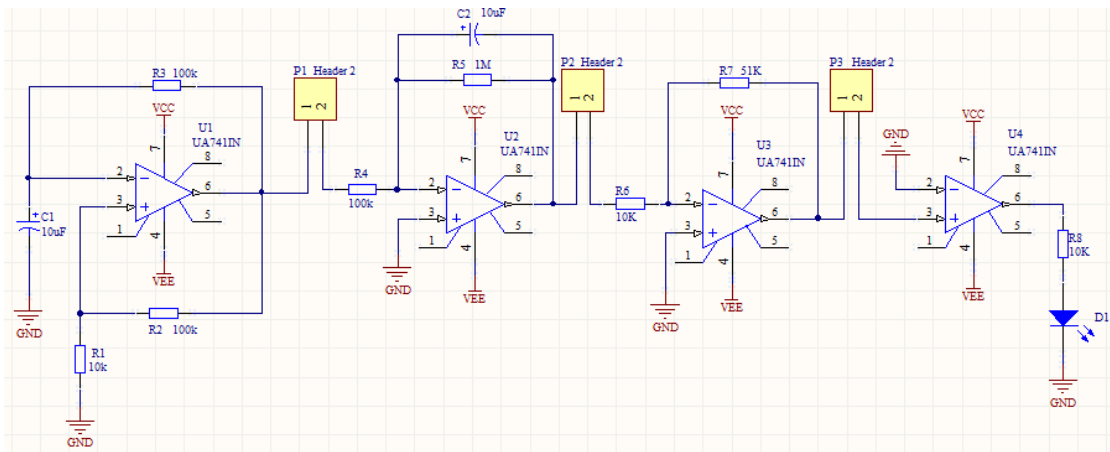


图2 uA741电路原理图

表 1 中列出了电路中使用到的元件及所属的库（Library）。

表 1 电路中使用的元件及封装、所属库

元件（Component Name）	封装形式	元件所属库名称
电解电容（Cap Pol1）	RB7.6-15	Miscellaneous Devices.IntLib 系统已自动加载
发光二极管（LED0）	LED-0	
电阻（RES2）	AXIAL-0.4	Miscellaneous Connectors.IntLib 系统已自动加载
单排插座（Header 2）	HDR1×2	
集成芯片 uA741N	DIP-8	ST Operational Amplifier.IntLib 需要手动加载

浏览元件库：菜单 Design/Browse Library，窗口右侧弹出图 3 所示的元件库管理器，在元件库管理器中，用户可以装载新的元件库、查找元件、放置元件等。

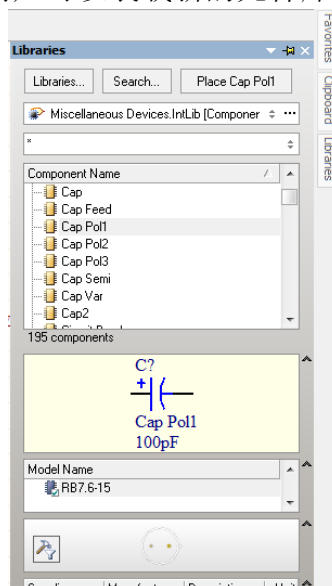



图 3 元件库管理窗口

另外两种方法也可以从元件库中取元件：菜单 Place/Part，或者直接点击布线工具栏上的按钮 ，打开图 4 所示的对话框，点击 Choose 按钮，弹出如图 5 浏览元器件对话框，在 Libraries 下拉列表中选择元件库，在“Component Name”列表中选择需要的元件（图 1 电路中使用到的元件及所属库见表 1），在预览框

中可以查看元件图形。如图 5 中选择 Miscellaneous Devices.IntLib 库中的电阻 Res2，选择元件后点击 OK 按钮，返回到图 4 所示对话框，设置元件流水号 Designator（在此输入流水号后，则以后放置相同的元件时，其流水号将会自动增加）、注释 Comment、封装 Footprint。

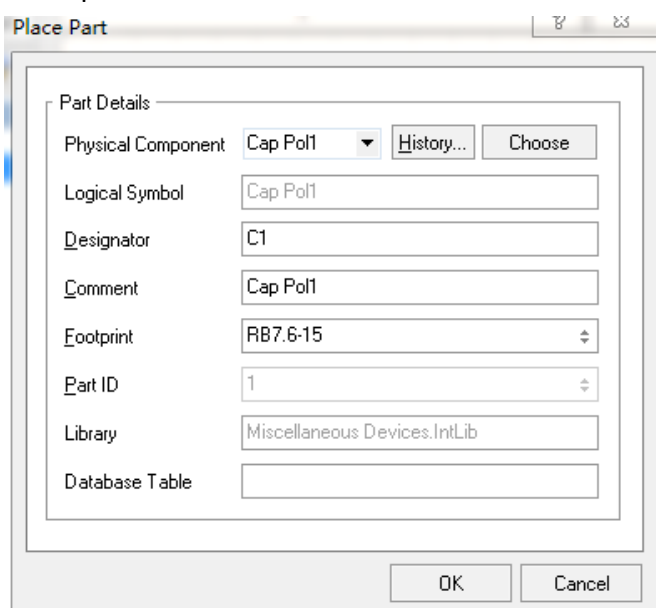


图 4 放置元件对话框

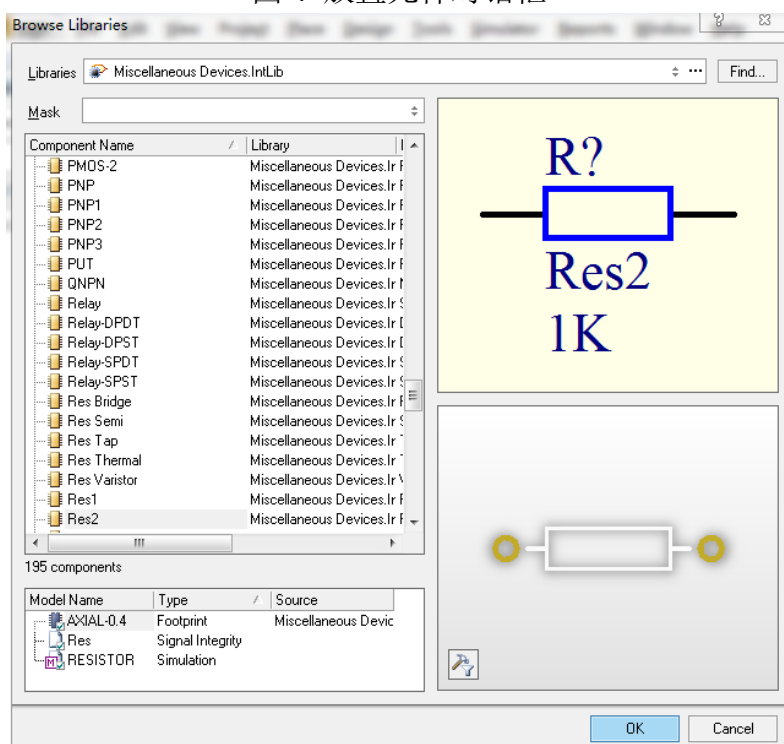


图 5 浏览元件库对话框

本次实验中用到的分立元件电阻、电容、发光二极管均是属于 Miscellaneous Devices.IntLib 库，单排插座（Header 2）属于 Miscellaneous Connectors.IntLib 库，这两个库运行程序时已自动加载。本次实验还用集成芯片 uA741N，属于 ST Operational Amplifier.IntLib 库，该库需要手动加载，操作方法为：点击图 5 中 Libraries 下拉列表后的 ...，弹出装载/卸载元件库对话框，如图 6，点击 install

按钮，找到 **ST Operational Amplifier.IntLib** 库并打开，加载成功，则可以选用库中的 **uA741N** 器件了。（该库随教学文件一起打包发给学生）

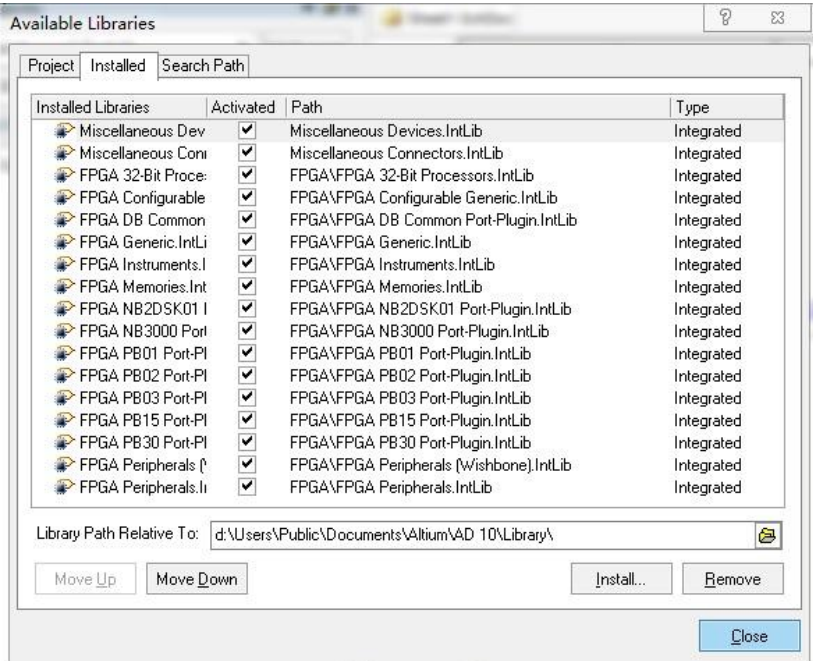


图 6 器件库弹出框

元件放置到编辑区后，如果需要修改属性，可以双击元件，打开编辑窗口，进行修改。本次实验使用的 **10uF** 电容默认封装为 **RB7.6-15**，焊盘间距为 **300mil**，实际使用的电容封装较小，建议修改封装为 **CAPR5-4×5**，修改方法：双击电容，弹出元件属性窗口，如图 7，在图中双击 **Models** 中的 **footprint** 类型。

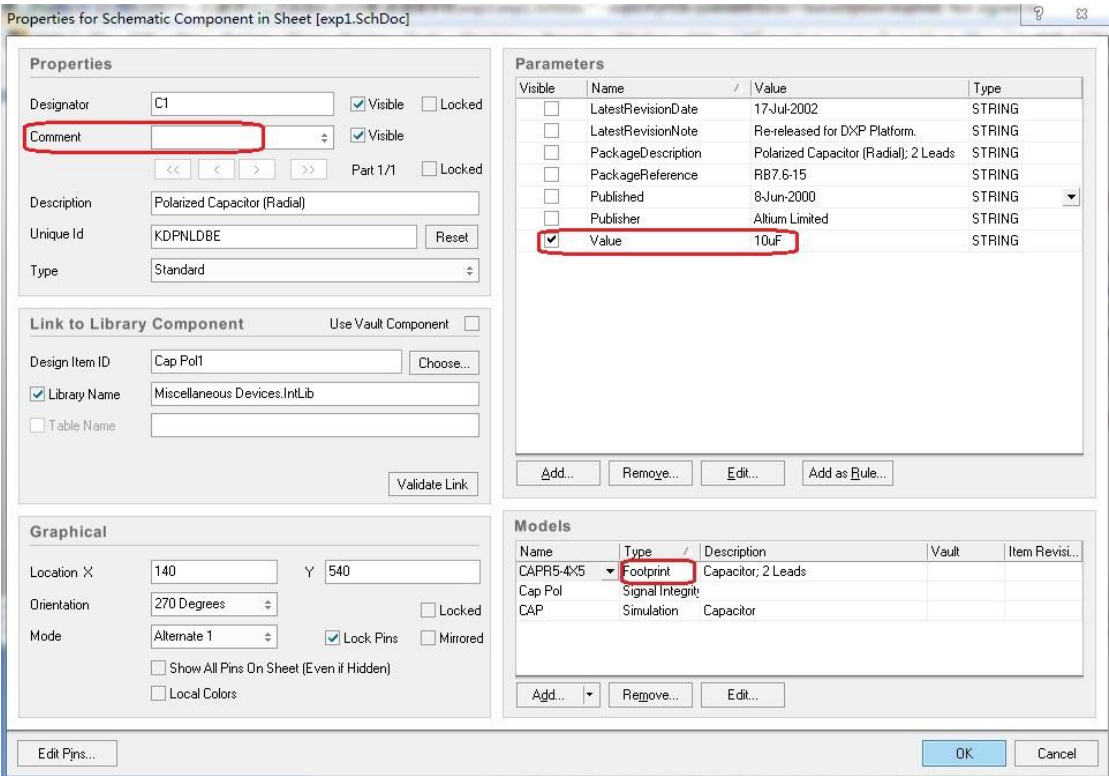


图 7 电容属性窗口

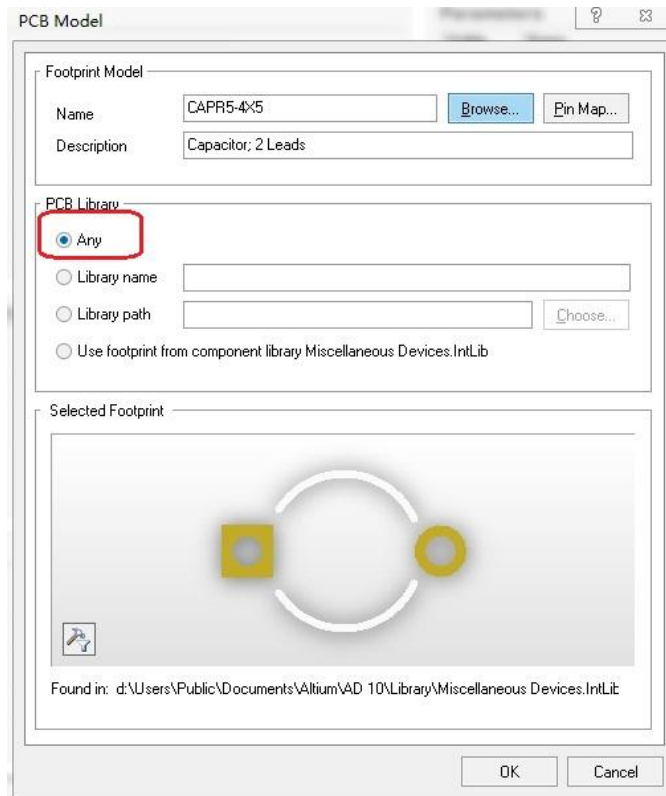


图 8 PCB Model 窗口

弹出 PCB Model 窗口（图 8），确认 PCB Library 为“any”，点击 Browse 按钮，弹出浏览库窗口（见图 9），从 Miscellaneous Devices.IntLib[Footprint View] 库中选择封装 CAPR5-4×5，点击 ok，完成封装修改。

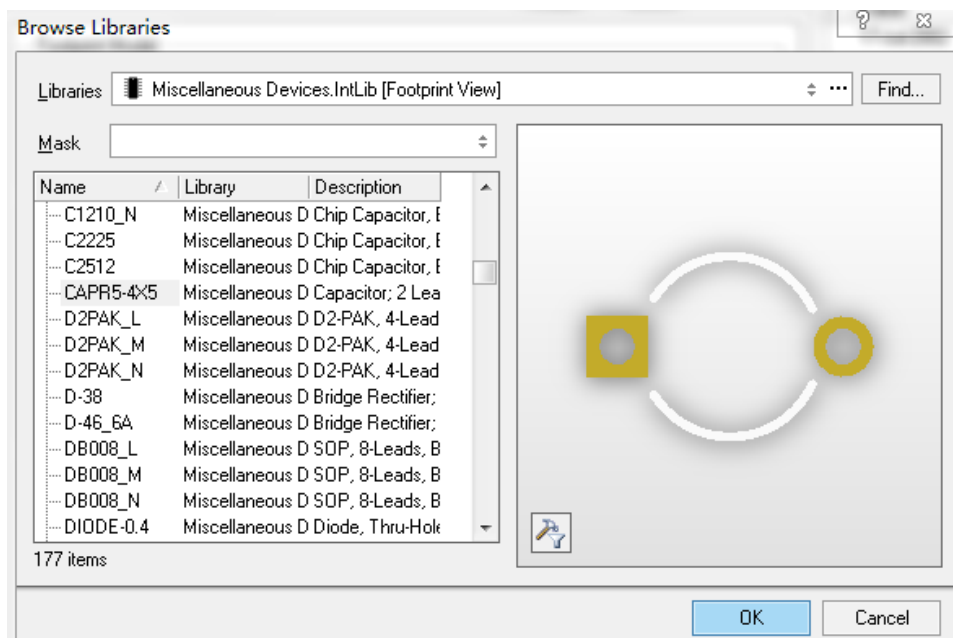



图 9 浏览库窗口

电阻阻值、电容的容量可以在两处标注：如图 7，注释 Comment 或者参数 Parameters 中的 Value，此两处选择一处设置即可。


从库中选择好器件还没有放置到编辑区之前处于活动状态，点击 **TAB**，弹出属性窗口，在此窗口中修改元件属性，则以后相同的元件都会使用默认属性，且流水号自动递增。元件处于活动状态时，可以点击 **space** 空格键实现元件的旋转。

放置元件后需要删除：点击选中该元件，按 **delete** 键即可。

从库里调用元件时，如果不清楚元件属于哪个具体的库，或者元件的详细名称不确定，也可以用查找的方法。具体操作，点击图 5 中库下拉列表中右侧的“Find”按钮，弹出图窗口，设置好查找范围 Scope、查找路径 Path 和查找条件 Filters，点击 Search 开始查找。

放置电路地：点击布线工具栏上的按钮 ，拖动鼠标到编辑区放置。

放置电源：布线工具栏上的按钮 ，拖动鼠标到编辑区放置。由于 LM324N 需要正负电源工作，再放置一个 VCC 电源并双击，在打开的窗口修改网络名(net) 为 VEE 即可。

在编辑区布置好元件后，点击画线工具  进行连线。

按住 **ctrl**+鼠标点住元件拖动，则元件和导线一起移动。

三、检查原理图的电气连接

电气连接检查可检查原理图中是否有电气特性不一致的情况，如某个输出引脚连接到另一个输出引脚就会造成信号冲突，未连接完整的网络标签会造成信号断线，重复的流水号会使系统无法区分出不同的元件等。Altium Designer 会按照用户的设置以及问题的严重性分别以错误（Error）或者警告（Warning）等信息来提示用户注意。

设置电气连接检查规则方法：菜单 **Project/ Project Options**，在弹出对话框的 **Error Reporting** 和 **Connection Matrix** 选项卡中设置检查规则。

Altium Designer 检查原理图是通过编译项目来实现的。具体操作：菜单 **Project/Compile PCB Project** 项目文件名，弹出信息窗口。如果电路图绘制正确，Message 面板应该是空白的。如果报告给出错误，则需要检查电路并确认所有的导线和连接是否正确。

四、生成网络表

网络表是原理图设计与印制电路板设计之间的一座桥梁，列出了绘制的原理图中所有的元器件、节点和互连关系。具体操作：菜单 **Design/Netlist for Project/Protel**。

五、印制电路板（PCB）设计

1、建立 PCB 文件并添加到项目中

新建 PCB 的方法有多种，我们使用向导（Wizard）来创建 PCB 文件并完成参数设置。

窗口左侧在 Files 面板底部的 **New from Template** 单元中单击 **PCB Board Wizard**，如图 10。系统将 **PCB Board Wizard** 打开，首先看到的是介绍页，点击 **next** 继续。

弹出窗口设置度量单位英制（Imperial）或公制（Metric），本次实验中采用英制，即单位为 mil（毫英寸），1mil=0.0254mm，点击 **next** 继续。

弹出窗口选择新建的 PCB 的图样轮廓尺寸，选择 **Custom**，即用户自定义 PCB 尺寸，点击 **next** 继续。

弹出窗口自定义板卡的尺寸、边界和图形标志等参数，定义板卡为矩形，设定板卡的宽和高分别为 4000mil、2000mil，其余为默认设置（见图 11），点击 Next 继续。

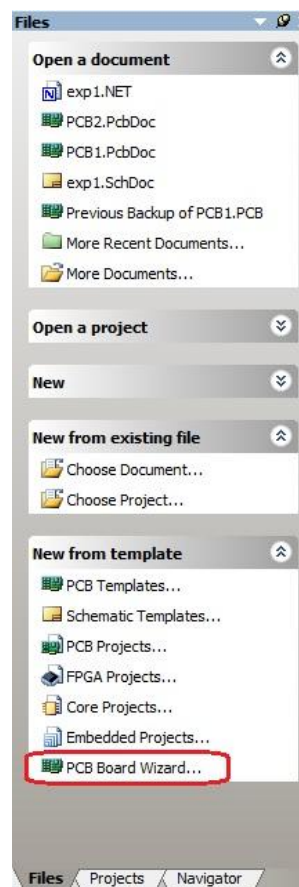


图 10 通过向导建立 PCB 文件

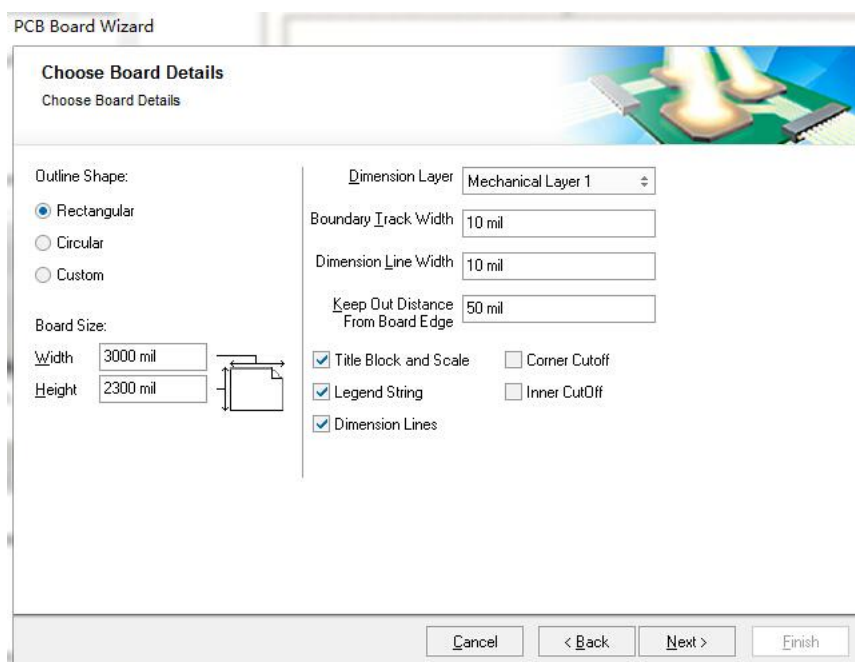


图 11 自定义板卡的尺寸、边界和图形标志等参数

选择 PCB 的层数，设定信号层（Signal Layer）为 2 层，电源层（Power Planes）为 0 层。

设置过孔样式，默认。

设置布线技术，选择 Thru-hole components（通孔式元件），相邻焊盘（Pad）间的导线数默认设为 Two Track。

设置最小的导线尺寸（Minimum Track Size）为 40mil、其余为默认设置。

点击 Finish 完成向导，在项目管理窗口即可看到新建的 pcb 文件保存在 Free Documents 文件夹下，默认文件名为 PCB1.PcbDoc。将新建的 pcb 文件从 Free Documents 文件夹拖到项目 Source Documents 文件夹中完成把新建的 PCB 添加到项目中，如图 12。

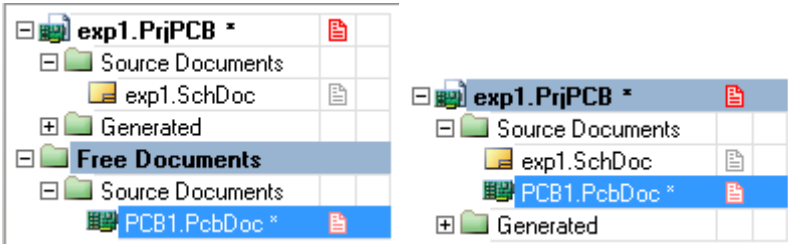


图 12 新建立的 PCB 文件添加到项目中

还有一种方法可以将 PCB 文件添加到项目中：菜单 Project/Add Existing to Project。

2、载入网络表文件

网络与元件的装入过程实际上是将原理图设计的数据装入到 PCB 的过程。两种方法装入网络表：在 PCB 文件编辑环境，执行菜单 Design/Import Changes From exp1.SchDoc。或者在原理图编辑环境，执行菜单 Design/Update PCB document pcb1.PcbDoc。弹出图 13 对话框，点击按钮“Validate Changes”，检查工程变化顺序（ECO），并使工程变化顺序有效，点击按钮“Execute Changes”接收工程变化顺序，将元件封装和网络添加到 PCB 编辑器中。如果 ECO 存在错误，在装载不成功。

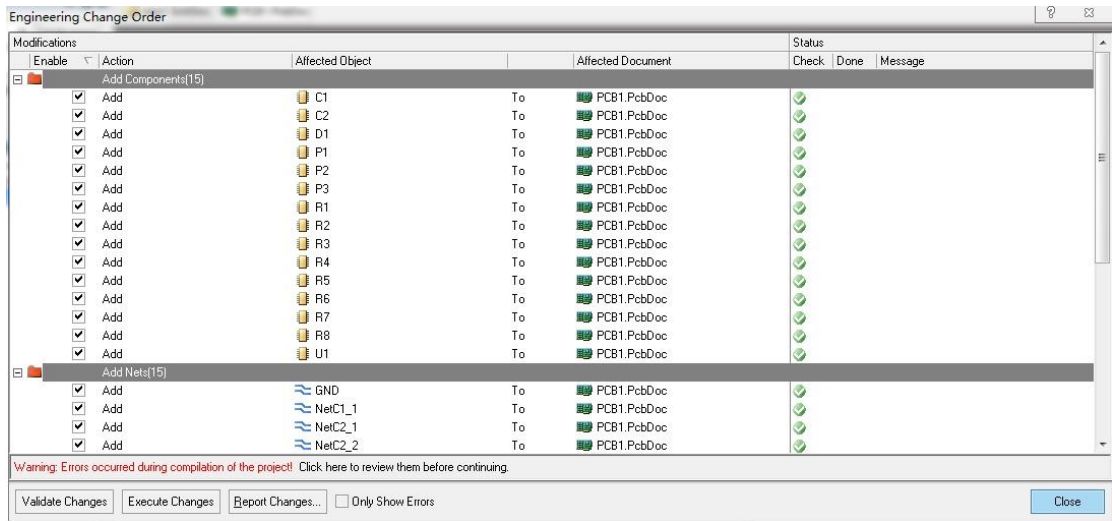



图 13 工程改变顺序对话框

3、布局和布线


手工调整元件的布局：选中元件，进行元件的移动、旋转、翻转、排列等操作。

布线：放置导线和过孔在电路板上，并将元件连接起来。手动布线操作方法：从菜单选择 Place/Interactive Routing 或者单击放置（Placement）工具栏的 Interactive Routing 按钮 。光标将变成十字形，表示处于导线放置模式。

借助预拉线引导将导线放置在电路板上，实现所有网络的电气连接。

布线时注意你所在的层：不同层绘制的导线颜色不同，顶层（**Bottom Layer**）为红色，底层（**Bottom Layer**）为蓝色。

布线要求平滑自然，避免急拐弯和尖角，拐角不得小于 90° 。

PCB 编辑中，除了从网络表导入元件与导线以外，还可以直接向当前 PCB 中添加新的封装和网络，具体操作：菜单 Place/Component，或者单击布线工具栏的按钮  来添加新的封装。在 PCB 图中添加正负电源、地的单排插座就是用这种方法。

如果使用的元件封装在封装库中找不到，就需要使用元件封装编辑器来制作一个新的元件封装。

六、设计规则检查

Altium Designer 具有一个有效的设计规则检查（Design Rule Check, DRC）功能，该功能可以确认设计是否符合设计规则。DRC 可以测试各种违反走线情况，比如安全错误、未走线网络、宽度错误、长度错误、影响制造和信号完整性的错误。

具体操作：菜单 Tools/Design Rule Check，点击“Run Design Rule Check”按钮，就可启动 DRC 运行模式，完成检查后将在信息窗口显示任何可能违反规则的情况。

实验要求：

1. 分析uA741电路工作原理；
2. 在Altium Designer 10中完成图1原理图和PCB图的设计和制作；
3. 为了四级电路能独立测试，请在各级间通过接插件连接；
4. 要求原理图、PCB电路图布局布线紧凑合理；
5. 为降低制版成本，尽量缩小PCB板尺寸，并单面底层布线；
6. PCB布局布线有很多规则和注意事项，请查阅资料学习，并在实验中应用；

东南大学电工电子实验中心
2016/12

