

电路原理图设计的最终目的是为了生产满足需要的 PCB(印制电路板)。利用 Altium Designer 软件可以非常轻松地从原理图设计转入 PCB 设计流程。Altium Designer 20 为用户提供了一个完整的 PCB 设计环境,既可以进行人工设计,也可以全自动设计,设计结果可以用多种形式输出。

PCB 布线是整个 PCB 设计中最重要、最耗时的一个环节,可以说前面的工作都是为它而准备的。在整个 PCB 设计中,熟悉 PCB 设计流程很有必要。

本章内容将结合实战项目的设计介绍 PCB 设计的常规流程,让读者熟悉 Altium Designer 软件的 PCB 设计流程,这对于缩短产品的开发周期、增强产品的竞争力和节省研发经费等方面具有重要意义。

学习目标:

- 熟悉 PCB 常用系统参数的设置。
- 熟悉 PCB 常规操作。
- 掌握 PCB 常用规则设置。
- 掌握 PCB 布局布线方法及操作技巧。

5.1 PCB 常用系统参数设置

5.1.1 General 参数设置

打开 Altium Designer 20,单击菜单栏右侧的“设置系统参数”按钮 ,打开 Preferences(优选项)对话框,选择 PCB Editor 选项卡下的 General 子选项卡,按照图 5-1 进行参数设置。

1. 编辑选项

推荐配置如下。

(1) 在线 DRC: 在手工布线和调整工程中实时进行 DRC 检查,并在第一时间对违反设计规则的错误给出报警,实时检测用户设计的规范性。

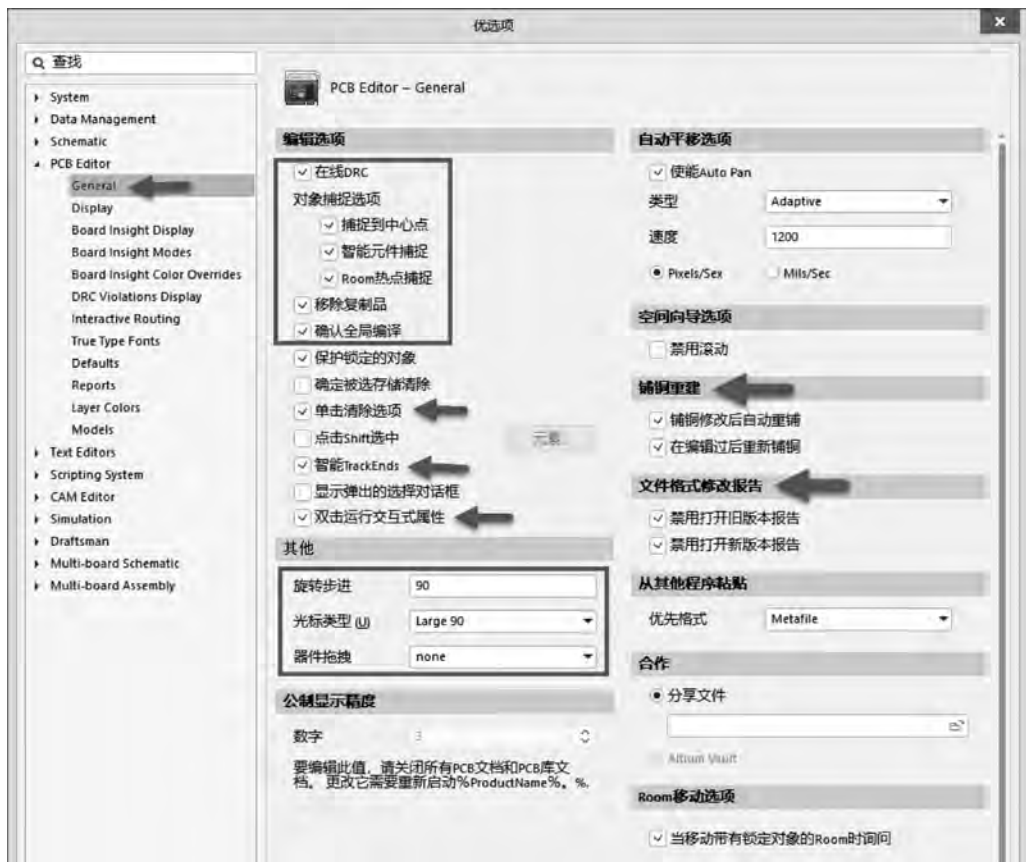


图 5-1 General 子选项卡

(2) 对象捕捉选项：表示用光标选择某个元器件时，光标自动跳到该元器件的中心点，又称基准点。

(3) 移除复制品：当系统准备数据输出时，可以检查和删除重复对象。当输出到打印设备时，可选中此选项。

(4) 确认全局编译：允许在提交全局编辑之前出现确认对话框，包括提示将被编辑对象的数量。如果禁用该选项，只要单击全局编辑对话框中的“确定”按钮，就可以进行全局编辑更改。

(5) 单击清除选项：在 PCB 编辑区任意空白位置单击，即可自动清除对象选中状态。

(6) 智能 TrackEnds：使能“智能 TrackEnds”将重新计算网络拓扑距离，即当前布线光标到终点的距离，而不是网络最短距离。

(7) 双击运行交互式属性：勾选此复选框，可在双击编辑放置的对象时禁用属性对话框。反之，可在双击对象时弹出相应的属性对话框，即还原旧版本双击对象时的模式。

2. 其他

推荐设置如下：

(1) 旋转步进：用于设置旋转角度。放置组件时，按一次空格键组件会旋转一个角度，这个角度是可以任意设置的。系统默认值是 90° 。

(2) 光标类型：光标有 3 种样式，即 Small 45、Small 90、Large 90。推荐使用 Large 90 的光标，便于布局布线时进行对齐操作。

3. 铺铜重建

勾选“铺铜修改后自动重铺”和“在编辑过后重新铺铜”复选框，以便直接对铜皮进行修改；或者铜皮被移动时，软件可以根据设置自动调整，以避免障碍。

4. 文件格式修改报告

勾选“禁用打开新版本报告”和“禁用打开旧版本报告”复选框，每次打开文件时就不会弹出文件格式修改报告的提示。

5.1.2 Display 参数设置

单击菜单栏右侧的“设置系统参数”按钮 ，打开 Preferences(优选项)对话框，选择 PCB Editor 选项下的 Display 子选项卡，按照图 5-2 进行参数设置。



图 5-2 Display 子选项卡

5.1.3 Board Insight Display 参数设置

单击菜单栏右侧的“设置系统参数”按钮, 打开 Preferences(优选项)对话框, 选择 PCB Editor 选项下的 Board Insight Display 子选项卡, 按照图 5-3 进行参数设置。



图 5-3 Board Insight Display 子选项卡

1. 焊盘与过孔显示选项

推荐配置如下。

应用智能显示颜色：勾选该复选框, 软件自动控制焊盘的显示字体特征和过孔细节。

2. 可用的单层模式

用于设置单层显示的模式, 推荐配置如下。

(1) 隐藏其他层：勾选该复选框, 在单层模式下仅显示选定的层, 其他层将被隐藏。

(2) 其他层单色：勾选该复选框, 在单层模式下选择的层将被高亮显示, 其他层上的所有对象均以相同的灰色阴影显示。

3. 实时高亮

(1) 使能的：勾选该复选框, 鼠标光标悬停在网络上时, 突出显示该网络。

(2) 仅换键时实时高亮：若勾选该复选框, 实时高亮功能仅在按下 Shift 键时才能实现。

5.1.4 Board Insight Color Overrides 参数设置

单击菜单栏右侧的“设置系统参数”按钮, 打开 Preferences(优选项)对话框, 选择 PCB Editor 选项下的 Board Insight Color Overrides 子选项卡, 按照图 5-4 所示进行参数设置。

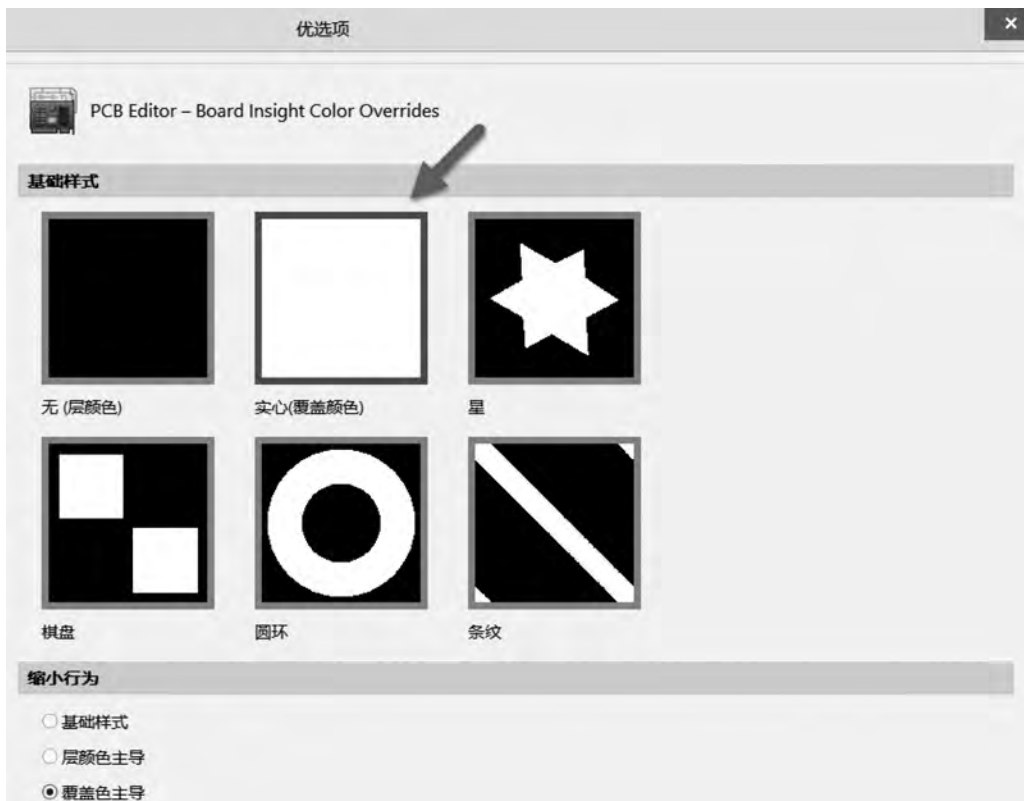


图 5-4 Board Insight Color Overrides 子选项卡

1. 基础样式

在基础样式选项组中可以选择基本图案,可选的样式有:无(层颜色)、实心(覆盖颜色)、星、棋盘、圆环和条纹。

推荐使用实心(覆盖颜色)样式。

2. 缩小行为

缩小行为选项组用于设置缩小时网络的显示方式。

(1) 基础样式:在缩小时缩放基本图案。

(2) 层颜色主导:选中该单选按钮,可使指定的图层颜色为主导,用户可以进一步缩小,直到颜色不明显为止。

(3) 覆盖色主导:选中该单选按钮,可使分配的网络覆盖颜色为主导,用户可以进一步缩小,直到颜色不明显为止。

5.1.5 DRC Violations Display 参数设置

单击菜单栏右侧的“设置系统参数”按钮,打开 Preferences(优选项)对话框,选择 PCB Editor 选项卡下的 DRC Violations Display 子选项卡,按照图 5-5 进行参数设置。

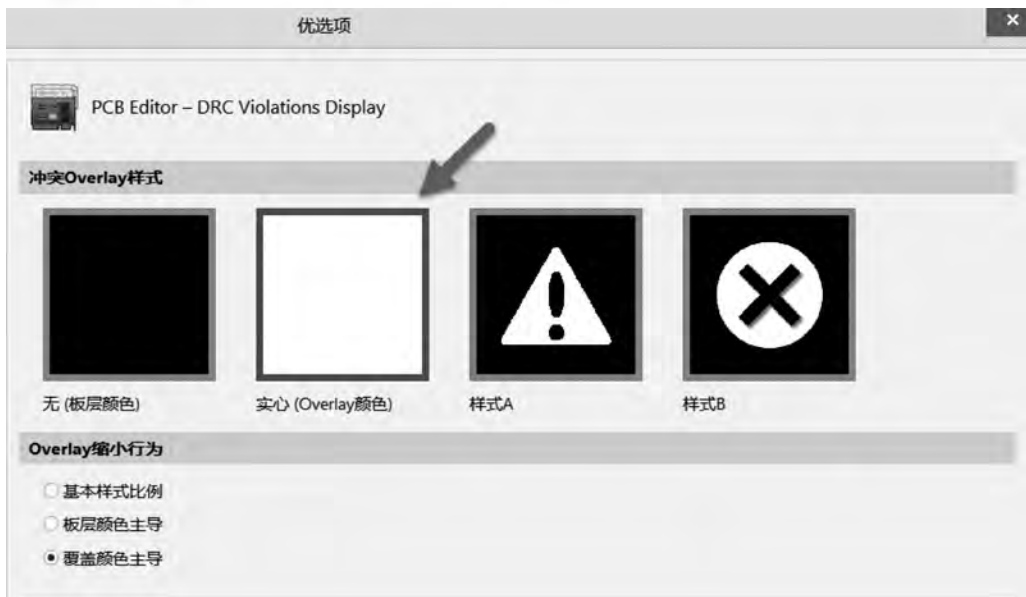


图 5-5 DRC Violations Display 子选项卡

5.1.6 Interactive Routing 参数设置

单击菜单栏右侧的“设置系统参数”按钮 , 打开 Preferences (优选项) 对话框, 选择 PCB Editor 选项卡下的 Interactive Routing 子选项卡, 按照图 5-6 进行参数设置。

1. 布线冲突方案

推荐配置如下。

- (1) 忽略障碍: 勾选此复选框, 可在布线时允许线路穿过障碍物。
- (2) 推挤障碍: 勾选此复选框, 可在布线时将现有线路移开, 以便让出空间给新的线路。
- (3) 紧贴并推挤障碍: 勾选此复选框, 可在布线时尽可能紧贴现有的走线、焊盘和过孔, 并在必要时推挤障碍物以继续布线。
- (4) 当前模式: 表示 PCB 编辑界面下正在使用的布线模式。

在 PCB 编辑界面下, 用户可在布线过程中按快捷键 Shift+R 在已勾选模式之间进行切换。

2. 交互式布线选项

推荐配置如下。

- (1) 自动终止布线: 勾选此复选框, 当走线连接到目标焊盘时, 布线工具不会从目标焊盘继续运行, 而是会重置。
- (2) 自动移除闭合回路: 勾选此复选框, 可自动删除在布线过程中出现的任何冗余环路, 即在重新布线时, 不需要手动删除原有的线路。



图 5-6 Interactive Routing 子选项卡

3. 拖曳

推荐配置如下。

避免障碍(捕捉栅格): 基于捕捉网格,软件将在保留角度的同时尝试避开障碍物。建议勾选此复选框。

4. 偏好

单击“偏好的交互式布线宽度”按钮,在弹出的“偏好的交互式布线宽度”对话框中可以对偏好的交互式布线宽度进行添加、删除、编辑操作,如图 5-7 所示。在交互式布线状态下,用户可以直接按快捷键 Shift+W 调用布线宽度。

5. General

推荐配置如下。



图 5-7 偏好的交互式布线宽度设置

(1) Routing Gloss Effort(布线光泽度): 改变走线光泽度, 光泽度工具会仔细分析选定的路线, 减少弯道数量, 并消除和缩短弯道, 包含 Off(禁用)、Weak(弱)、Strong(强) 3 种设置, 可使用快捷键 Ctrl+Shift+G 在设置之间循环转换。

(2) Hugging Style(环绕样式): 用于控制布线时如何管理拐角形状, 将会影响正在拖动的线路以及被推开的线路。包含以下 3 种模式。

- Mixed(混合): 当正被移动/推开的对象是直的时, 使用直线段; 当正被移动/推开的对象是弯的时, 使用圆弧。
- Rounded(圆角): 在移动/推动操作中涉及的每个顶点处都使用圆弧。使用此模式进行蛇形布线, 并在修线时(在交互式布线和手动修线过程中)使用弧线+任意角度布线。
- 45 Degree(45°角): 在拖动线路过程中, 始终使用直正交/对角线段创建转角。

注: 在拖动走线过程中, 按“Shift+空格”组合键可在 3 种模式之间循环切换。

(3) Minimum Arc Ratio(最小弧率): 定义了允许放置的最小圆弧半径, 其中: 最小圆弧半径=最小弧率×圆弧宽度。若将其设置为 0, 则拐角始终保持圆弧。

(4) Miter Ratio(斜接比率): 使用斜接比率控制最小转角紧密性, 可输入等于或大于零的正值(x 乘数将会自动添加)。斜接比率×当前线宽=该比率布线的最小 U 形壁之间的距离, 如图 5-8 所示。

(5) Pad Entry Stability(焊盘入口稳定性): 用于设置走线连接到焊盘时的位置。可输入 0~10 的数值, 0 代表走线从焊盘任意位置出线; 10 代表走线只允许从焊盘中心或对角出线(如图 5-9 所示); 数值越大, 约束力越强, 建议输入 5 以上的数值。

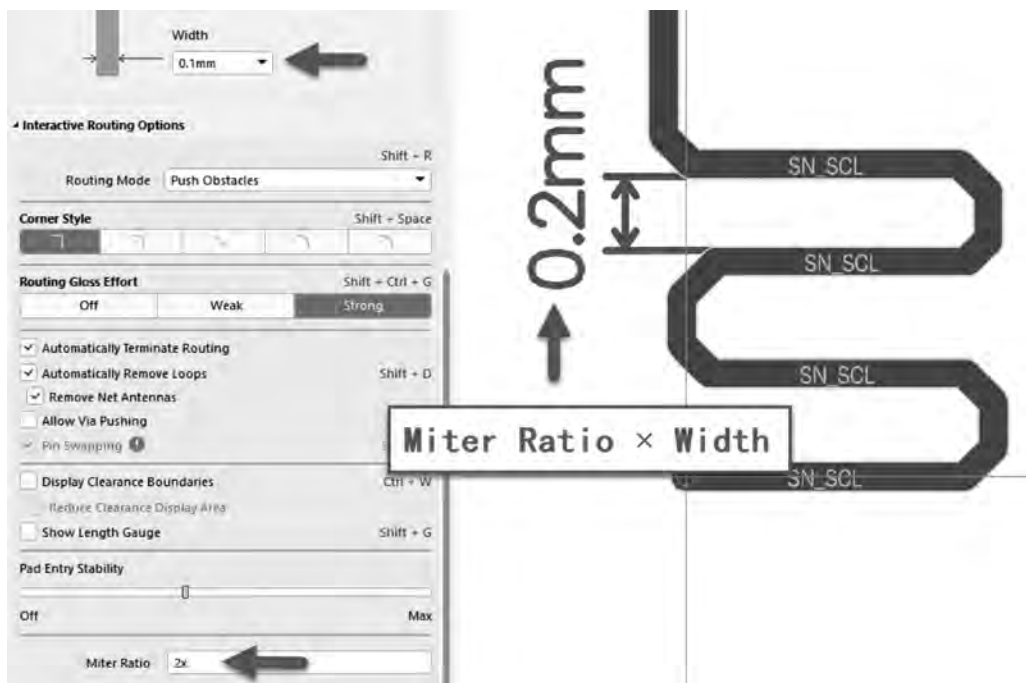
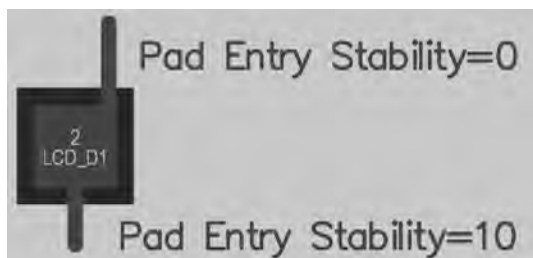
图 5-8 斜接比率 $\times$ 当前线宽=该比率布线的最小 U 形壁之间的距离

图 5-9 Pad Entry Stability 不同数值的出线位置

5.2 PCB 筛选功能

Altium Designer 20 在 PCB Properties(PCB 属性)面板中采用了全新的对象过滤器,如图 5-10 所示。使用该过滤器,用户可以筛选出想在 PCB 中可供选择的对象。单击下拉列表中的对象,没有被使能的对象将被筛选出来,在 PCB 中将被用户选中。

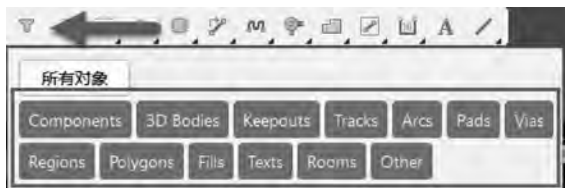


图 5-10 过滤器工具

5.3 同步电路原理图数据

原理图的信息可以通过更新或导入原理图设计数据的方式完成与 PCB 之间的同步。在进行设计数据同步之前,需要装载元器件的封装库及对同步比较器的比较规则进行设置。

完成同步规则的设置后,即可进行设计数据的导入工作。在此将图 5-11 所示的原理图设计数据导入当前的 PCB 文件中,该原理图是前面原理图设计时绘制的 Lenardo 开发板,文件名为 Lenardo.SchDoc。

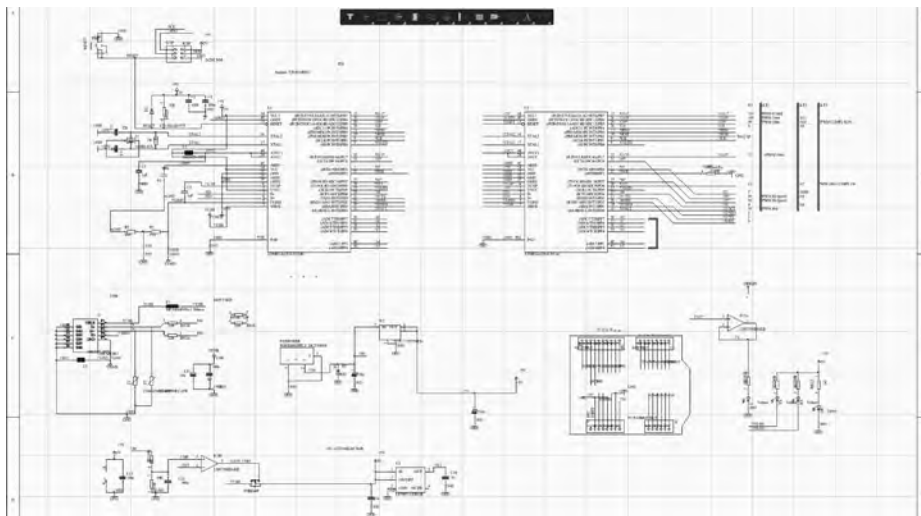


图 5-11 原理图文件

原理图更新到 PCB 的步骤如下:

(1) 执行菜单栏中的“设计”→Update PCB Document PCB1.PCBDoc(更新 PCB 文件)命令,系统将对原理图和 PCB 版图的设计数据进行比较,并弹出“工程变更指令”对话框,如图 5-12 所示。

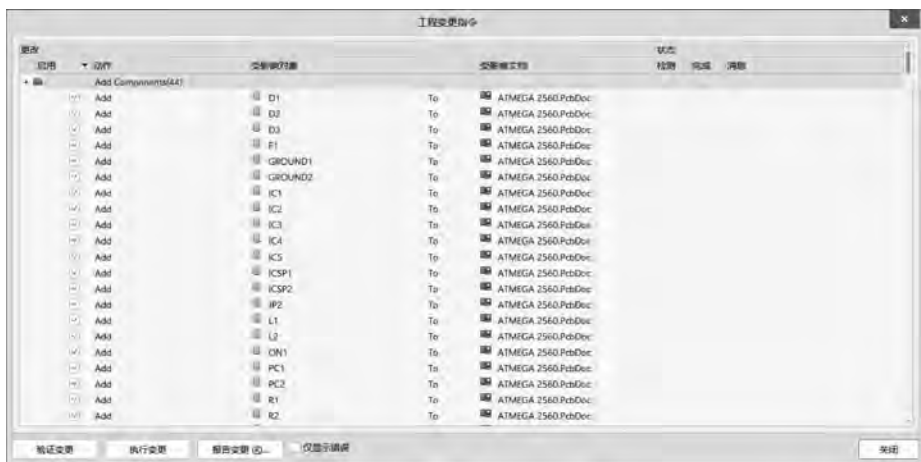


图 5-12 “工程变更指令”对话框

(2) 单击“执行变更”按钮,系统将完成设计数据的导入,同时在每一项的“完成”栏显示✔标记提示导入成功,如图 5-13 所示。若出现✘标记,表示存在错误,需找到错误并进行修改,然后重新进行更新。



图 5-13 执行变更

(3) 单击“关闭”按钮,关闭“工程变更指令”对话框,即可完成原理图与 PCB 之间的同步更新,如图 5-14 所示。

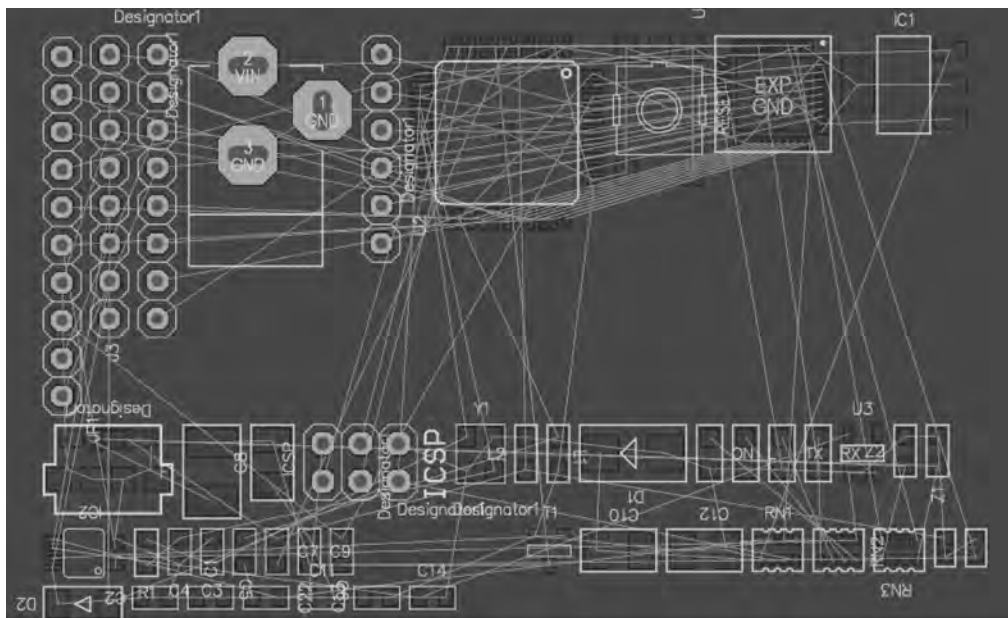


图 5-14 完成原理图与 PCB 之间的同步更新

5.4 板框定义及板框原点设置

5.4.1 自定义板框

如果设计项目的板框是简单的矩形或者规则的多边形,则直接在 PCB 中绘制即可。PCB 边框在机械层内定义。下面以板框放置在 Mechanical 1 层为例,详细介绍 Altium Designer 20 板框的绘制。

(1) 先切换到 Mechanical 1 层,然后执行菜单栏中的“放置”→“线条”命令,在 PCB 编辑界面绘制需要的板框形状,如图 5-15 所示。



图 5-15 手工绘制板框

(2) 选中绘制的板框线,注意必须是一个闭合的区域,否则会定义不了板框。执行菜单栏中的“设计”→“板子形状”→“按照选择对象定义”命令,或者按快捷键 D+S+D,即可完成板框的定义。手工绘制板框效果图如图 5-16 所示。



图 5-16 手工绘制板框效果图

5.4.2 从CAD中导入板框

很多项目的板框结构外形都是不规则的,手工绘制板框的复杂度比较高,这时就可以选择导入CAD结构工程师绘制的板框数据文件,如.DWG或者.DXF格式文件,进行导入板框结构定义。

导入之前需要将AutoCAD文件转换为2013以下版本,确保Altium Designer软件能正确导入。

导入CAD板框文件的步骤如下:

(1) 新建一个PCB文件,然后将其打开,执行菜单栏中的“文件”→“导入”→DWG/DXF命令,选择需要导入的DXF文件,如图5-17所示。

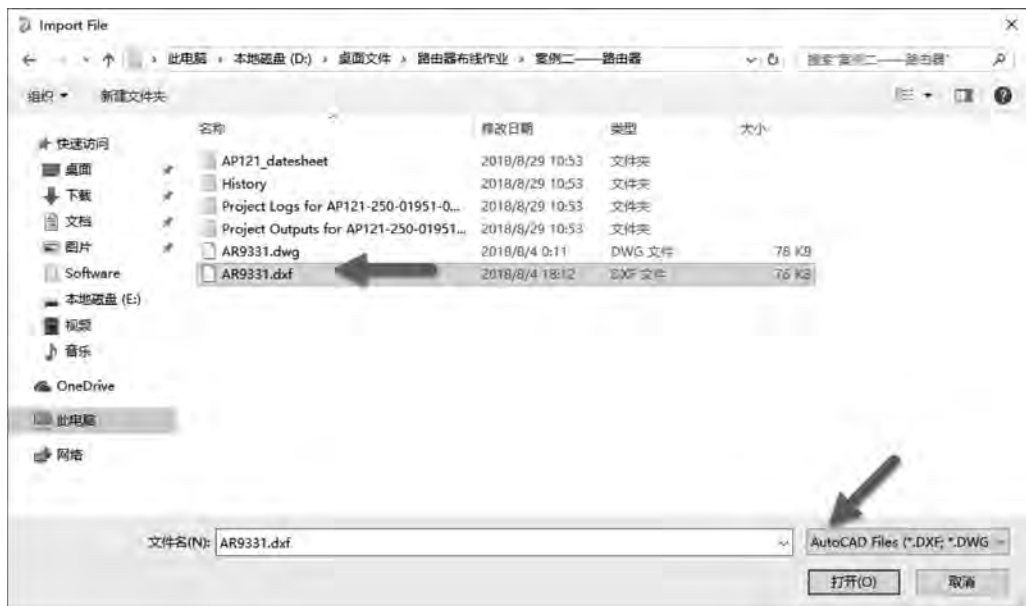


图 5-17 选择 DXF 文件

(2) 导入属性设置。

① 在“比例”选项组中设置导入单位(需和CAD单位保持一致,否则导入的板框尺寸不对)。

② 选择需要导入的层参数(为了简化导入操作,“PCB层”这一项可以保持默认,成功导入之后再再将某些层更改为需要的层),如图5-18所示。

(3) DXF文件导入的板框如图5-19所示,选择需要重新定义的闭合板框线,执行菜单栏中的“设计”→“板子形状”→“按照选择对象定义”命令,或者按快捷键D+S+D,即可完成板框的定义。



图 5-18 DXF 文件导入设置



图 5-19 DXF 文件导入的板框

5.4.3 板框原点设置

在 PCB 行业中,对于矩形的板框,我们一般把坐标原点定在板框的左下角。设置方法为:执行菜单栏中的“编辑”→“原点”→“设置”命令,将坐标原点设置在板框左下角,如图 5-20 所示。

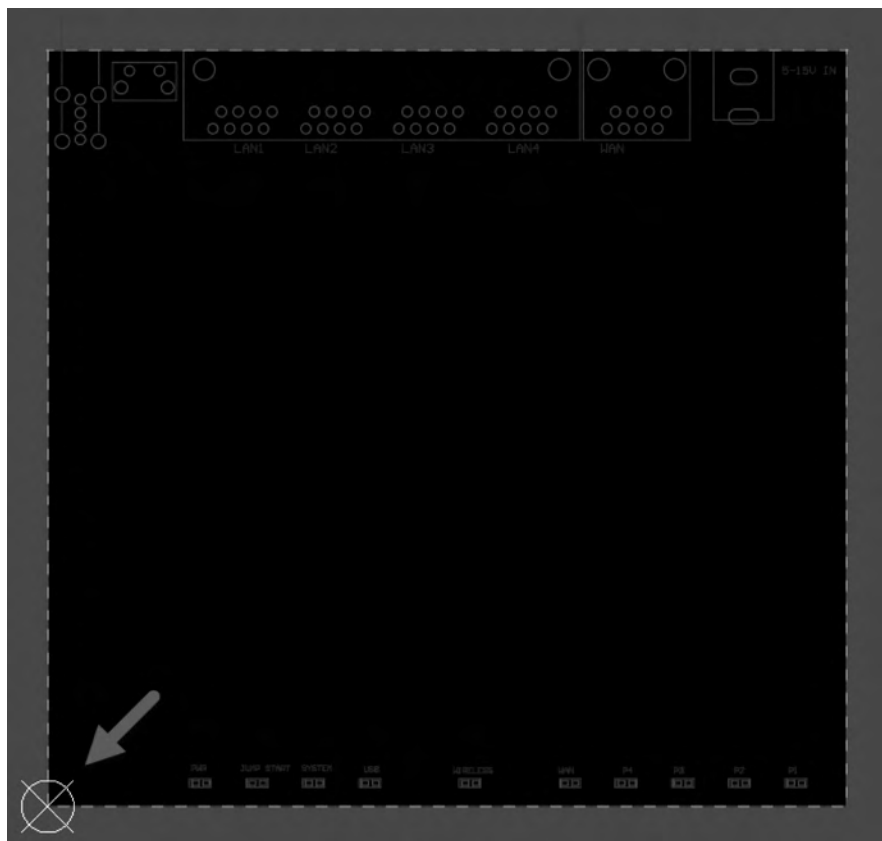


图 5-20 设置坐标原点

5.4.4 定位孔设置

定位孔是放置在 PCB 上用于定位的,有时也作为安装孔。放置定位孔的方法如下:

- (1) 作为焊盘放置(此时需要修改焊盘参数,孔壁也可以设置为非金属化)。
- (2) 修改焊盘的参数,如图 5-21 所示。

定位孔的设置效果如图 5-22 所示。



图 5-21 修改焊盘的参数



图 5-22 定位孔的设置效果

5.5 层的相关设置

5.5.1 层的显示与隐藏

在制作多层板的时候,经常需要只看某一层,或者把其他层隐藏,这种情况就要用到层的显示与隐藏功能。

按快捷键 L,打开 View Configuration 面板,单击层名称前面的  图标,即可设置层的显示与隐藏,如图 5-23 所示。可以针对单层或多层进行显示与隐藏设置。

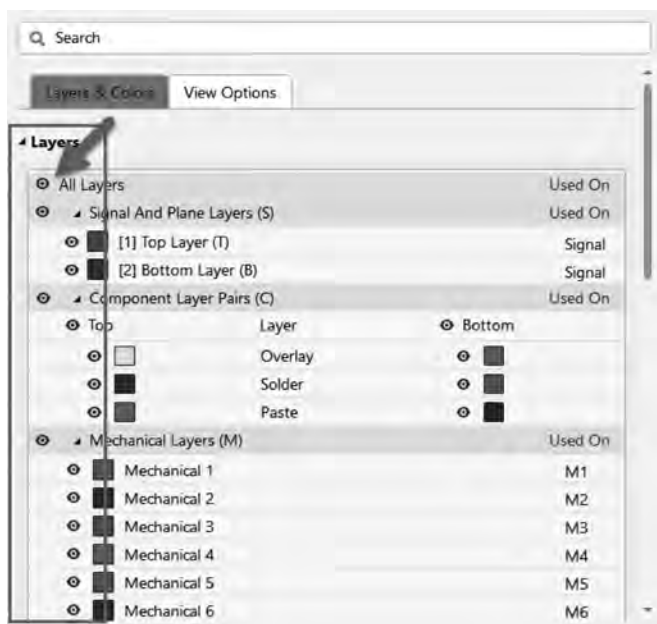


图 5-23 层的显示与隐藏

5.5.2 层颜色设置

为了便于层内信息的识别,可以对不同的层设置不同的颜色。按快捷键 L,打开 View Configuration 面板,单击层名称前面的颜色图标即可设置层的颜色,如图 5-24 所示。

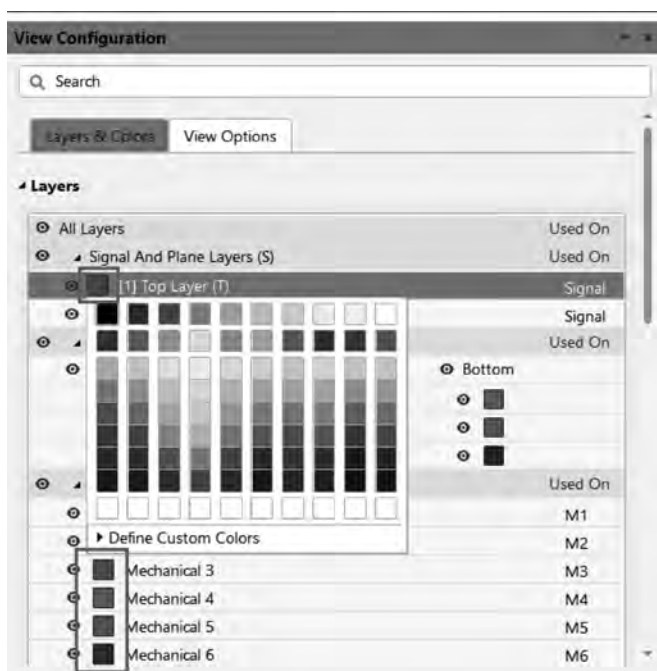


图 5-24 层的颜色设置

5.6 常用规则设置

在进行 PCB 设计前,首先应进行设计规则设置,以约束 PCB 元器件布局或 PCB 布线行为,确保 PCB 设计和制造的连贯性、可行性。PCB 设计规则如同道路交通规则,只有遵守已制定好的交通规则,才能保证交通畅通而不发生事故。在 PCB 设计中这种规则是由设计人员自己制定的,并且可以根据设计的需要随时修改,只要在合理的范围内就行。

在 PCB 设计环境中,执行菜单栏中的“设计”→Rules 命令,打开“PCB 规则及约束编辑器”对话框,如图 5-25 所示。左边为树状结构的设计规则列表,软件将设计规则分为以下十大类。



图 5-25 “PCB 规则及约束编辑器”对话框

- Electrical: 电气类规则。
- Routing: 布线类规则。
- SMT: 表面封装规则。
- Mask: 掩膜类规则。
- Plane: 平面类规则。
- Testpoint: 测试点规则。

- Manufacturing: 制造类规则。
- High Speed: 高速规则。
- Placement: 布置规则。
- Signal Integrity: 信号完整性规则。

在每一类的设计规则下,又有不同用途的设计规则,规则内容显示在右边的编辑框中,设计人员可以根据规则编辑框的提示完成规则的设置。关于 Altium Designer 规则的详细介绍,用户可以到 Altium Designer 官方网站了解。下面介绍一些 PCB 设计经常用到的规则设置。

5.6.1 Electrical 之 Clearance

Clearance(安全间距)规则用于设定两个电气对象之间的最小安全距离,若在 PCB 设计区内放置的两个电气对象的间距小于此设计规则规定的间距,则该位置将报错,表示违反了设计规则。

1. 常规安全间距规则的设置

在左边的设计规则列表中选择 Electrical→Clearance,在右边的编辑区中设计人员即可进行安全间距规则设置,如图 5-26 所示。具体操作步骤如下:



图 5-26 Clearance 规则编辑对话框

(1) 设置主要检索标签,软件会自动赋予,保持默认即可。

(2) 进行适用对象设置。

① 在 Where The First Object Matches 列表框中选取首个匹配电气对象。

- All: 表示所有部件适用。
- Net: 针对单个网络。
- Net Class: 针对所设置的网络类。
- Net and Layer: 针对网络与层。
- Custom Query: 自定义查询。

② 在 Where The Second Object Matches 下拉列表框中选取第二个匹配电气对象。

(3) 设置好匹配电气对象后,用户在“约束”选项组中设置所需的安全间距值即可。

2. Altium Designer 20 新增规则——Creepage Distance(爬电间距)

在高电压电路中,PCB 的组件组装密度越来越大,而板子的面积却越来越小,在设计过程中就需要考虑漏电流的问题。漏电流会在 PCB 的表面传输,给 PCB 带来不可控的后果,严重的可以使系统死机。

Altium Designer 20 新增了爬电间距规则,用于验证对象沿 PCB 表面的最小(爬电)距离、检查绕过板槽的表面距离,对于高压设计非常有用。

(1) 进行规则设置之前,首先要分清 PCB 间距(Clearance)和爬电距离(Creepage)的区别,如图 5-27 所示。

- PCB 间距(Clearance): 通过空气测量的两个导电对象之间或导电部件和设备的边界表面之间的最短路径,即设计中常用的间距。
- 爬电距离(Creepage): 通过沿着绝缘材料表面测量的两个导电对象之间的最短路径。

(2) 设置规则。分别设置好两个适用对象和爬电距离即可,例如设置+3.3V 和+5V 网络的爬电距离为 5mm。设置完成后,进行 DRC 检查,如图 5-28 所示。

可以看出,两个网络焊盘较近,爬电距离不满足设计规则而报错。

(3) 增加爬电距离。在设计中若出现爬电间距不足的情况,一般通过以下 3 种开槽的方式解决,如图 5-29 所示。

- 图 5-29(a)表示平坦表面上的正常状态。爬电距离是在节点之间的表面上测量的。
- 图 5-29(b)表示 V 形槽可以增加节点之间的表面距离,增加的长度仅沿凹槽测量到其减小到 1mm 宽度的点。
- 图 5-29(c)表示矩形凹槽可以进一步增加表面距离,但是宽度必须为 1mm 或更大。这样的凹槽比 V 形槽的加工成本高。



图 5-27 Clearance 和 Creepage 的区别

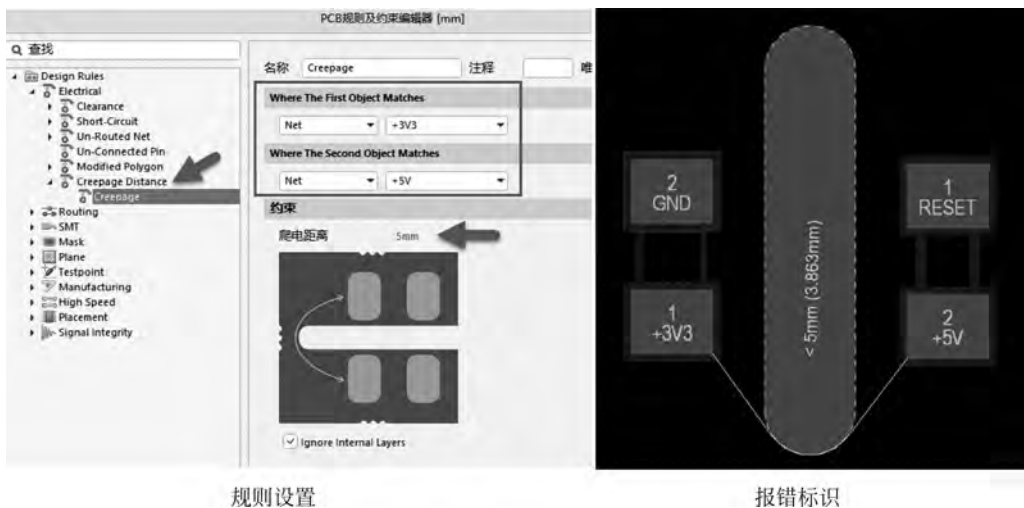


图 5-28 Creepage 规则设置与报错标识

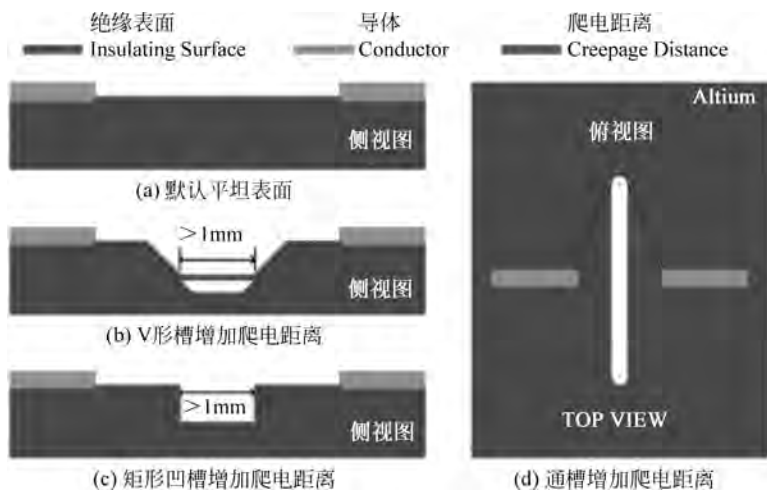


图 5-29 不同的开槽情况

- 图 5-29(d)表示 PCB 上开通槽(大于 1mm 宽度的槽)可以大大增加表面距离。这是增加爬电距离最具成本效益、最简单的方法。然而,它在一个方向上需要相当大的自由空间。

5.6.2 Routing 之 Width

Width(线宽)设计规则的功能是设定布线时的线宽,以便于自动布线或手工布线时线宽的选取、约束。设计人员可以在软件默认的线宽设计规则中修改约束值,也可以新建多个线宽设计规则,以针对不同的网络或板层规定其线宽。在左边设计规则列表中选择 Routing→Width 后,在右边的编辑区中即可进行线宽规则设置,如图 5-30 所示。

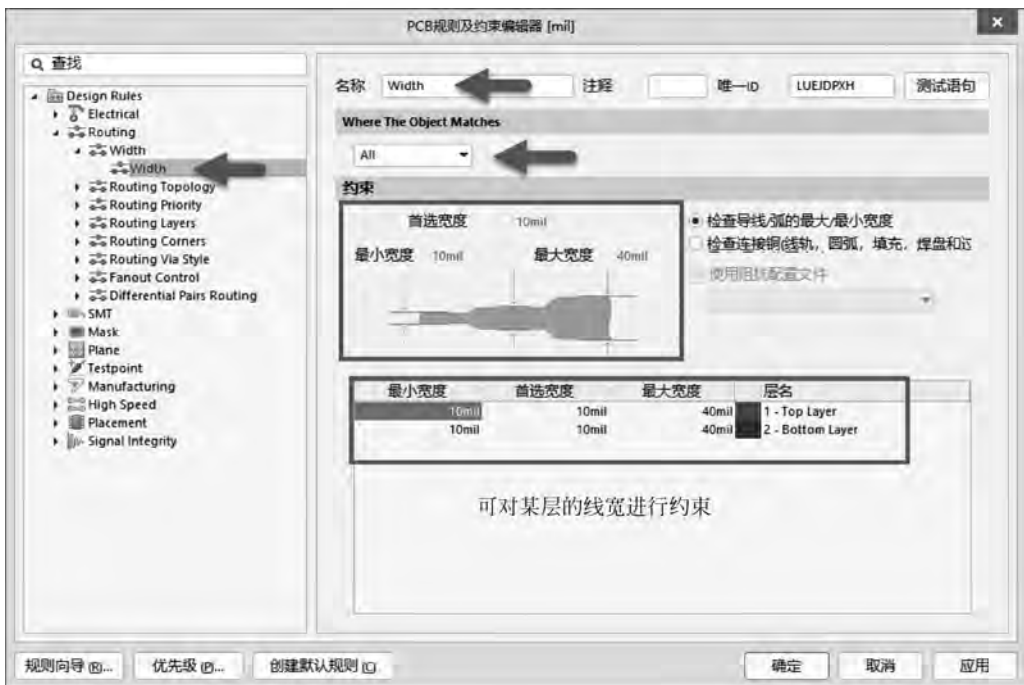


图 5-30 Width 规则设置

在“约束”选项组中,导线的宽度有 3 个值可供设置,分别为 Max Width(最大线宽)、Preferred Width(优选线宽)、Min Width(最小线宽)。线宽的默认值为 10mil,可单击相应的选项,直接输入数值进行更改。

5.6.3 Routing 之 Routing Via Style

Routing Via Style(布线过孔样式)设计规则的作用是设定布线时过孔的尺寸、样式。在左边设计规则列表中选择 Routing→Routing Via Style 后,在右边编辑区的“约束”选项组中要分别对过孔的内径、外径进行设置,如图 5-31 所示。其中,“过孔孔径大小”(Via Hole Size)栏用于设置过孔内环的直径范围,“过孔直径”(Via Diameter)栏用于设置过孔外环的直径范围。

5.6.4 Routing 之 Differential Pairs Routing

Differential Pairs Routing(差分对布线)规则是针对高速板差分对的设计规范。因为差分对走线具有阻抗相等、长度相等并且相互耦合的特点,可以大大提高传输信号的质量,所以在高速信号传输中一般建议采用差分对走线的方式进行走线。在左边设计规则列表中选择 Routing→Differential Pairs Routing 后,在右边编辑区中即可对差分对走线的规则进行设置,如图 5-32 所示。

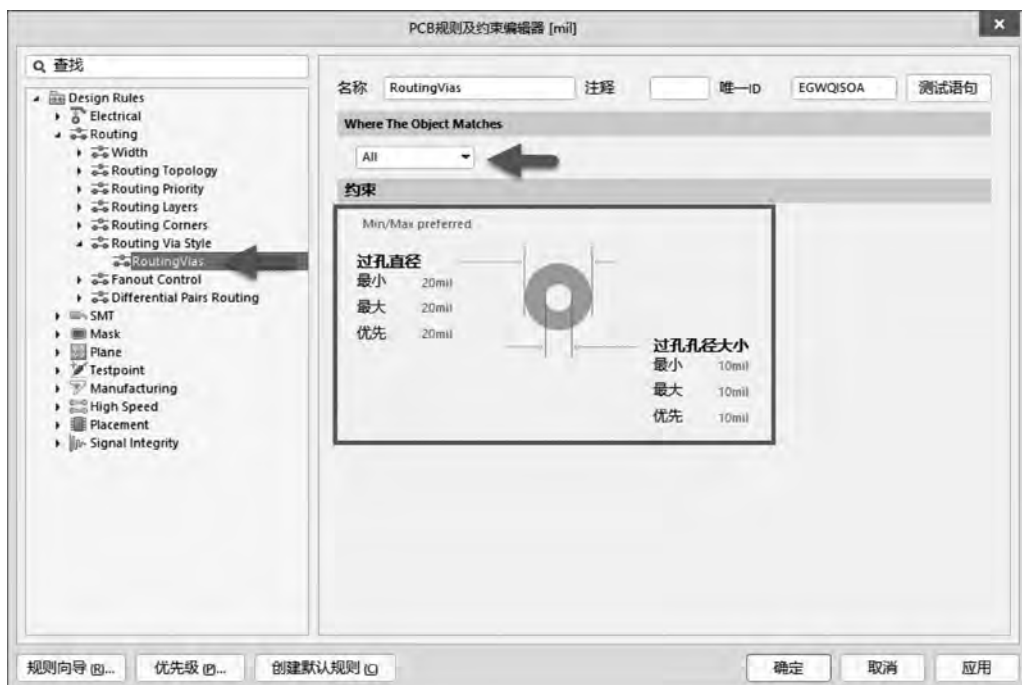


图 5-31 Routing Via Style 规则设置



图 5-32 差分对布线规则设置

5.6.5 Plane 之 Polygon Connect Style

Polygon Connect Style(铺铜连接样式)规则下包含 Polygon Connect 规则,该规则的功能是设定铺铜与焊盘或铺铜与过孔的连接样式,并且该连接样式必须针对同一网络部件。在左边的设计规则列表中选择 Plane→Polygon Connect Style→Polygon Connect 后,在右边的编辑区中即可对铺铜连接样式进行设置,如图 5-33 所示。



图 5-33 不同样式的铺铜连接

在“约束”选项组的“连接方式”下拉列表框中,有 3 种连接方式可供选择。

- Relief Connect: 突起连接方式,即采用放射状的连接。通过“导体”选项选择与铜皮的连接导线数量,通过“导体宽度”选项设置连接导线的宽度,通过“空气间隙宽度”选项设置间隔间隙的宽度。
- Direct Connect: 直接连接方式(又称全连接),设定铜皮与过孔或焊盘全部连接在一起。
- No Connect: 无连接,表示不连接。

5.7 视图配置 PCB 面板

进行 PCB 设计时,为了更好地查看一些信息,用户可以通过视图配置选择显示或隐藏走线、过孔、铜皮等。

按快捷键 Ctrl+D,打开 View Configuration(视图配置)面板,在其中可以对列出来的各类元素进行显示与隐藏设置,如图 5-34 所示。

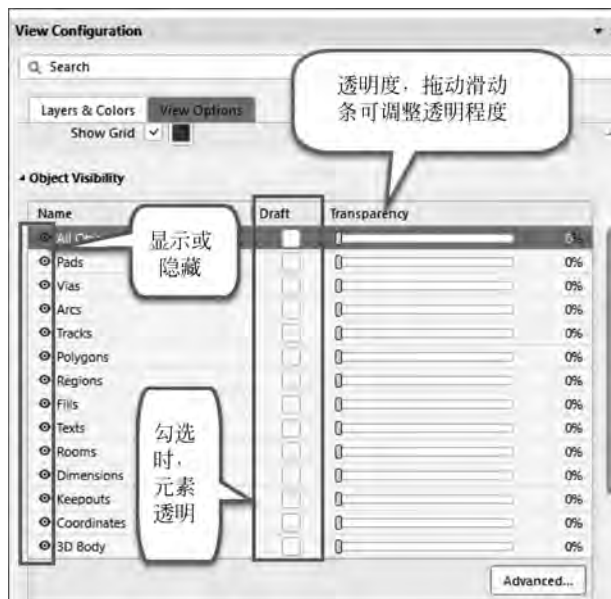


图 5-34 对象的显示与隐藏

5.8 PCB 布局

5.8.1 交互式布局和模块化布局

1. 交互式布局

为了方便布局时快速找到元器件所在的位置,需要将原理图与 PCB 对应起来,使两者之间能相互映射,简称交互。利用交互式布局可以快速解决元器件的布局问题,大大提高工作效率。

交互式布局的使用方法如下:

(1) 打开交叉选择模式。需要在原理图编辑界面和 PCB 编辑界面执行菜单栏中的“工具”→“交叉选择模式”命令,或者按快捷键 Shift+Ctrl+X,如图 5-35 所示。

(2) 打开交叉选择模式后,在原理图上选择元器件,PCB 上相应的元器件会同步被选中;反之,在 PCB 中选中元器件,原理图上相应的元器件也会被选中,如图 5-36 所示。

2. 模块化布局

在介绍模块化布局之前,先介绍一个在区域内排列元器件的功能。单击工具栏中的“排列工具”按钮 ,在弹出的下拉列表中单击“在区域内排列器件”按钮(如图 5-37 所示),可以在预布局之前将一堆杂乱无章的元器件进行划分并排列整齐。

所谓模块化布局,就是结合交互式布局与模块化布局将同一个模块的电路布局在一起,然后根据电源流向和信号流向对整个电路进行模块划分。布局的时候应按照信号流向关系,保证整个布局的合理性,要求模拟部分和数字部分分开,尽可能做到关键高速信号走线最短,其次考虑电路板的整齐、美观。



图 5-35 打开交叉选择模式

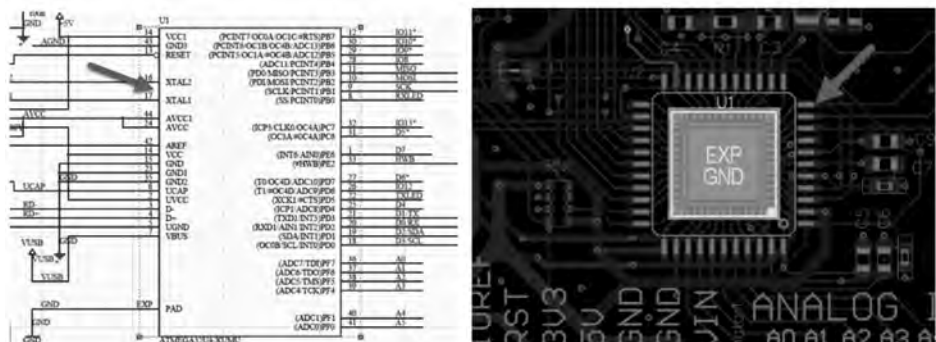


图 5-36 交叉选择模式



图 5-37 区域内排列元器件命令

5.8.2 就近集中原则

就近集中原则就是使用“区域内排列器件”的功能,将每个电路模块大致排列在 PCB 的板框周边,以方便后面的布局工作。如图 5-38 所示,将每个模块放置在 PCB 的周边。

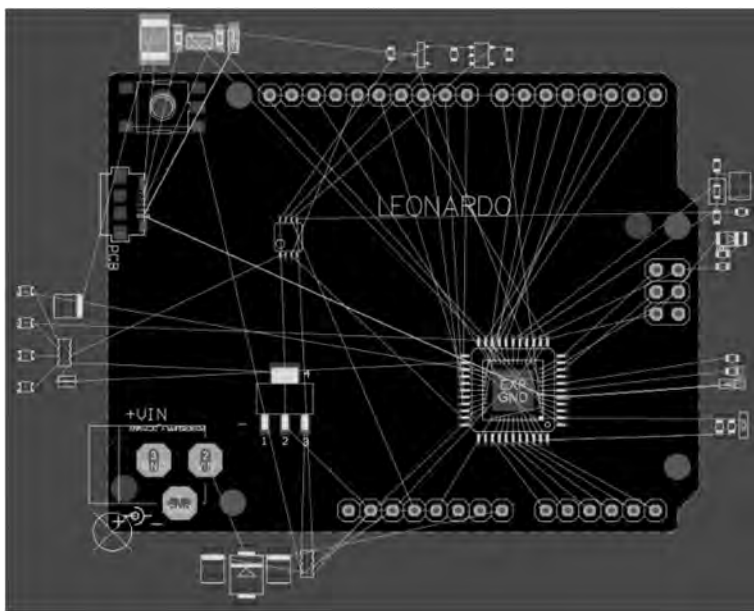


图 5-38 电路模块就近集中布局

5.8.3 区域排列

区域排列就是前面所说的“在区域内排列器件”,它可以将选中的元器件按照用户绘制的区域排列。这一功能在模块化布局操作中经常用到。具体使用方法为:先选中需要排列的对象,然后单击工具栏中的“排列工具”按钮 ,在弹出的下拉列表中单击“区域内排列器件”按钮,或者按快捷键 I+L,在弹出的菜单中执行“在矩形区域排列”命令,如图 5-39 所示。

5.8.4 元器件对齐操作

Altium Designer 20 提供了非常方便的对齐功能,可以对元器件实行左对齐、右对齐、顶对齐、底对齐、水平等间距、垂直等间距等操作。

元器件对齐方法有如下 3 种:

(1) 选中需要对齐的对象,按快捷键 A+A,打开“排列对象”对话框,如图 5-40 所示。选择对应的命令,实现对齐功能。



图 5-39 在区域内排列器件



图 5-40 排列对象

(2) 选中需要对齐的对象,直接按快捷键 A,然后执行相应的对齐命令,如图 5-41 所示。

(3) 选中需要对齐的对象,然后单击工具栏中的“排列工具”按钮 ,在弹出的下拉列表中单击相应的对齐工具按钮,如图 5-42 所示。



图 5-41 对齐功能



图 5-42 “排列工具”下拉列表

5.9 PCB 布线

5.9.1 常用的布线命令

1. 交互式布线连接

(1) 执行菜单栏中的“放置”→“走线”命令,或者单击工具栏中的“交互式布线连接”

按钮 , 光标变成十字形状。

(2) 将光标移到元器件的一个焊盘上, 单击选择布线的起点。手工布线转角模式包括任意角度、90°拐角、90°弧形拐角、45°拐角、45°弧形拐角 5 种, 按“Shift+空格”组合键可循环依次切换 5 种转角模式, 按空格键可以在预布线两端切换转角模式。

2. 交互式布多根线连接

“交互式布多根线连接”命令可以同时布一组走线, 以达到快速布线的目的。需要注意的是, 在进行交互式布多根线连接之前, 应先选中所需多路布线的网络。

首先选中需要多路布线的网络, 然后单击工具栏中的“交互式布多根线连接”按钮 , 或按快捷键 U+M 即可同时布多根线, 如图 5-43 所示。

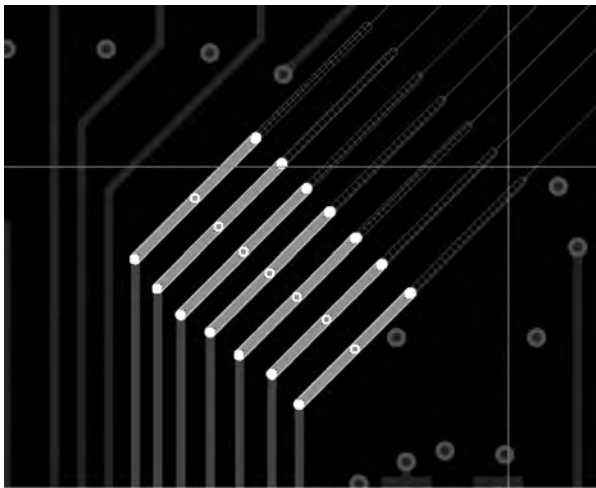


图 5-43 交互式布多根线连接

3. 交互式布差分对连接

差分传输是一种信号传输的技术。区别于传统的一根信号线一根地线的做法, 差分传输在这两根线上都传输信号, 这两个信号的振幅相同、相位相反。在这两根线上传输的信号就是差分信号。信号接收端比较这两个电压的差值判断发送端发送的逻辑状态。因为两条导线上的信号相互耦合, 干扰相互抵消, 所以对共模信号的抑制作用加强了。在高速信号走线中, 一般采用差分对布线的方式。进行差分对布线时, 首先需要定义差分对, 然后设置差分对布线规则, 最后完成差分对的布线。

单击工具栏中的“交互式布差分对连接”按钮 , 在需要进行差分布线的焊盘或者导线处单击, 可根据布线的需要移动光标, 以改变布线路径, 如图 5-44 所示。

5.9.2 走线自动优化操作

Altium Designer 20 提供了任意角度走线, 用户可以轻松创建并编辑任意角度的走线, 在走线密集处, 特别是对 BGA 内部出线具有极大的帮助, 同时增强了自动优化修线

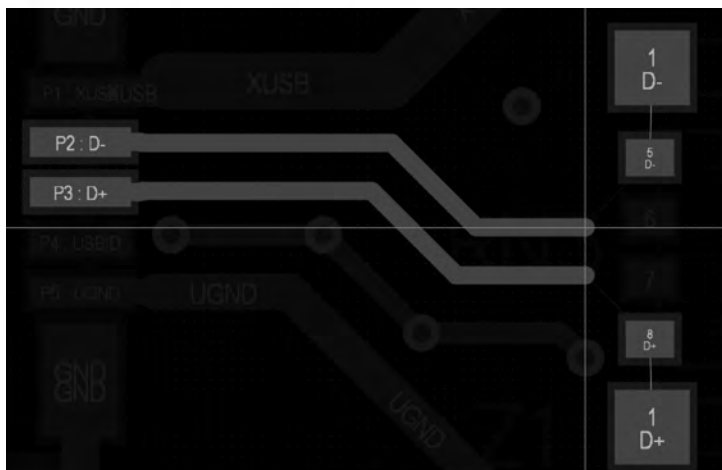


图 5-44 交互式布差分对连接

的功能,具有更强大的堆挤功能,在布线或移动现有走线时,可对现有走线进行平滑处理,有利于提高信号的质量。

1. 任意角度布线

在走线的状态下,按 Tab 键,在 Properties 面板中进行如图 5-45 所示的设置。其中 Routing Mode 用于设置布线模式,Corner Style 用于设置布线角度,Routing Gloss Effort 用于设置优化程度。面板的右侧为相关功能循环切换的快捷键。

以 BGA 出线为例,出线效果如图 5-46 所示。



图 5-45 设置任意角度布线

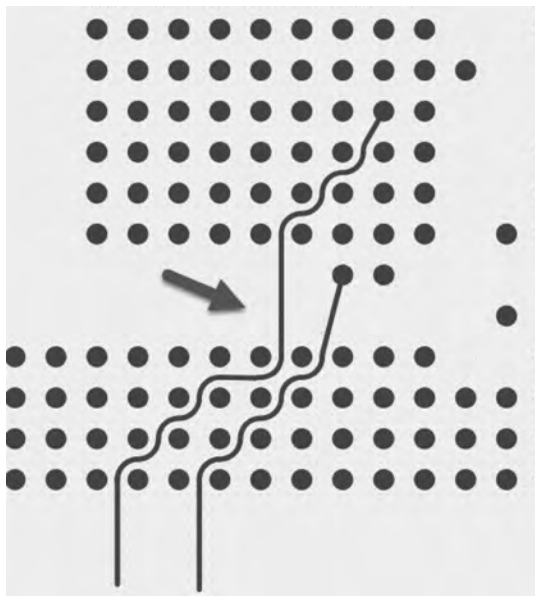


图 5-46 任意角度出线效果

2. 自动优化修线

(1) 若想使用软件的优化修线(Gloss Selected)功能,须对走线进行平滑处理。

① 单击选择一个需修改的线段,按住 Ctrl+鼠标左键并尝试拖动线段,然后按 Tab 键进入 Properties 属性面板进行设置,如图 5-47 所示。

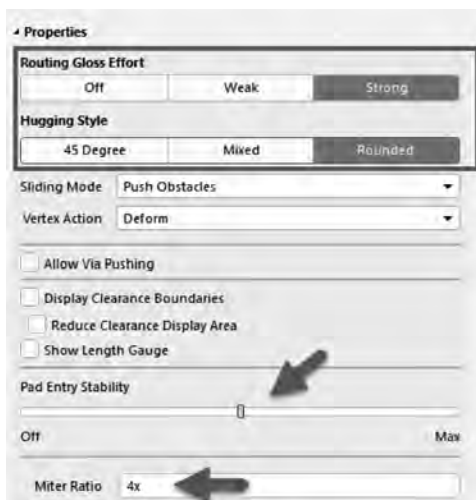


图 5-47 走线平滑处理设置

② 然后按快捷键 S+C(或单击选中一截线,再按 Tab 键)选中需要优化的整段走线,接着执行菜单栏中的“布线”→“优化选中走线”(或按快捷键 Ctrl+Alt+G)命令即可实现现有走线的平滑处理。走线优化前后对比如图 5-48 所示。

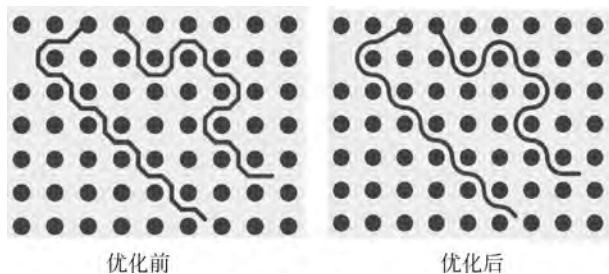


图 5-48 走线优化前后对比

(2) 针对大批量走线的优化修改。

① 在布线状态下修改布线设置属性,如图 5-47 所示,若不需要拐角圆弧处理,则将 Hugging Style 改为 45 Degree。

② 首先按 Shift+鼠标左键单击选择一部分要优化的线段,然后再按 Tab 键,这时会选中全部对应的网络,如图 5-49 所示。

③ 执行菜单栏中的“布线”→“优化选中的走线”命令。优化后的走线如图 5-50 所示。

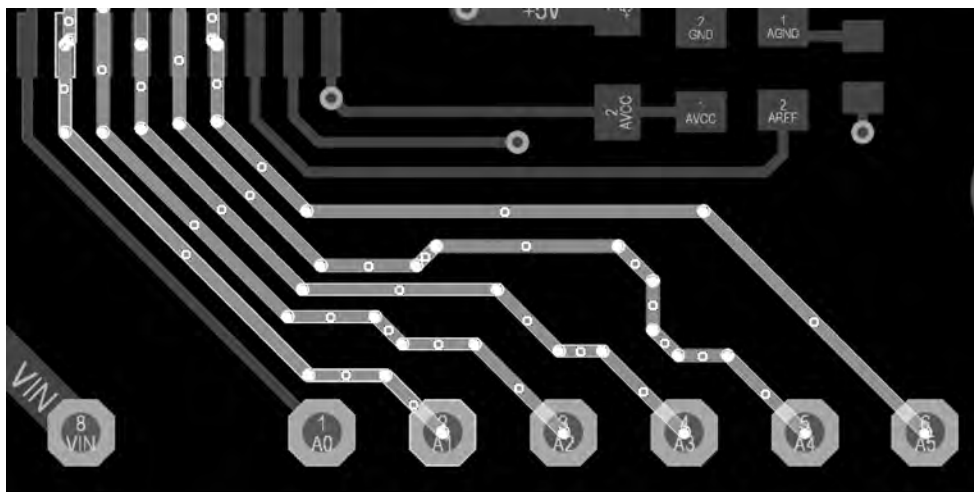


图 5-49 选中需要优化的走线

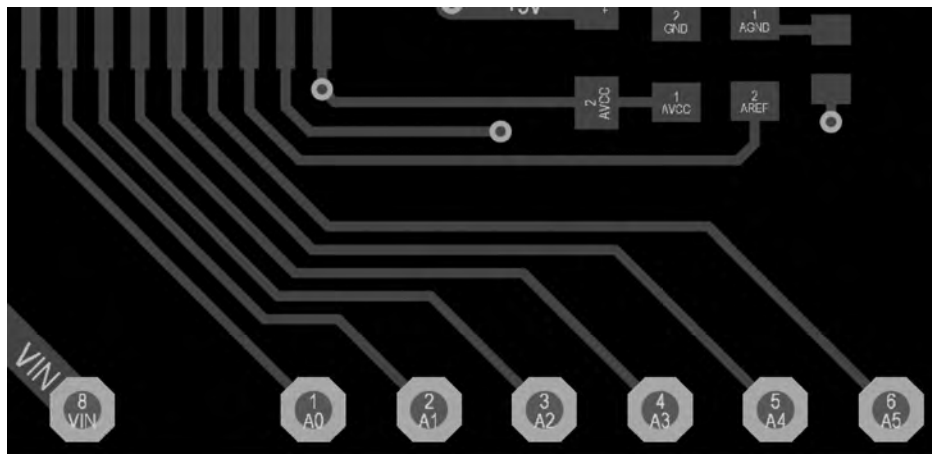


图 5-50 优化后的走线

5.9.3 差分对的添加

Altium Designer 20 中提供了针对差分对布线的工具,不过,在进行差分对布线前需要定义差分对网络,即定义哪两条信号线需要进行差分对布线。差分对的定义既可以在原理图中实现,也可以在 PCB 中实现。下面对在 PCB 中添加差分对的方法进行介绍。

(1) 打开 PCB 文件,在 PCB 编辑环境中单击右下角的 **Panels** 按钮,在弹出的菜单中选择 **PCB** 选项,打开 PCB 面板,在上方的下拉列表框中选择 **Differential Pairs Editor**(差分对编辑)选项,如图 5-51 所示。

(2) 单击“添加”按钮,在弹出的“差分对”对话框中选择差分对的正网络和负网络,并定义该差分对的名称,如图 5-52 所示。



图 5-51 PCB 面板



图 5-52 “差分对”对话框

(3) 完成 PCB 编辑环境下的差分对设置后,在 PCB 编辑区中差分对将呈现灰色,说明处于筛选状态。

5.9.4 飞线的显示与隐藏

网络飞线是指两点之间表示连接关系的线。飞线有利于理清信号的流向,便于有逻辑地进行布线。布线时可以显示或隐藏网络飞线,或者选择性地对某类网络或某个网络的飞线进行显示与隐藏操作。

在 PCB 编辑界面中按快捷键 N,打开快捷飞线开关,如图 5-53 所示。

- Net(网络): 针对单个或多个网络操作。
- On Component(器件): 针对元器件网络飞线操作。
- All(全部): 针对全部飞线操作。



图 5-53 快捷飞线开关

5.9.5 网络颜色的更改

为了便于区分不同信号的走线,用户可以对某个网络或者网络类别进行颜色设置,可以很方便地理清信号流向,识别网络。

设置网络颜色的方法如下:

(1) 打开 PCB 文件,在 PCB 编辑环境中单击右下角的 Panels 按钮,在弹出的菜单中选择 PCB 选项,打开 PCB 面板。在上方的下拉列表框中选择 Nets 选项,打开网络管理器。

(2) 选择一个或者多个网络右击,在弹出的快捷菜单中选择 Change Net Color(改变网络颜色)命令,对单个网络或者多个网络进行颜色的更改,如图 5-54 所示。



图 5-54 选择 Change Net Color 命令

(3) 执行改变网络颜色命令后,右击,在弹出的快捷菜单中执行“显示替换”→“选择的打开”命令,对修改过颜色的网络进行使能。

(4) 这样就完成了网络颜色的修改。如果在 PCB 编辑界面中看不到颜色的变化,需要按键盘上的 F5 键打开颜色开关。

5.9.6 滴泪的添加与删除

添加滴泪是指在导线连接到焊盘时逐渐加大其宽度,因为其形状像滴泪,所以称为补滴泪。采用补滴泪的最大好处是提高了信号完整性,因为在导线与焊盘尺寸差距较大时,采用补滴泪连接可以使得这种差距逐渐减小,以减少信号损失和反射,并且在电路板

受到巨大外力的冲撞时,还可以降低导线与焊盘或者导线与过孔的接触点因外力而断裂的风险。

进行 PCB 设计时,如果需要补滴泪操作,可以执行菜单栏中的“工具”→“滴泪”命令,在弹出的如图 5-55 所示的“泪滴”对话框中进行滴泪的添加与删除等操作。

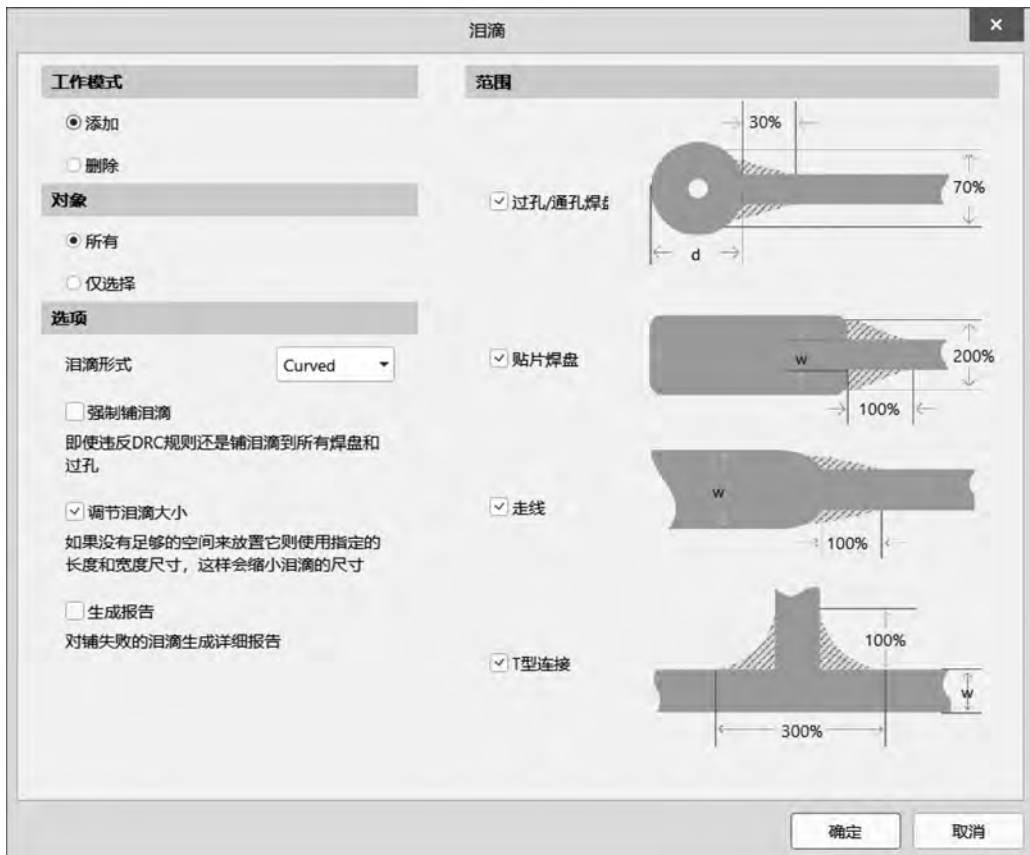


图 5-55 “泪滴”对话框

设置完毕后单击“确定”按钮,完成对象的滴泪添加操作。补滴泪前后焊盘与导线连接的变化如图 5-56 所示。

5.9.7 过孔盖油处理

1. 单个过孔盖油设置

双击过孔,弹出过孔属性编辑面板,在 Solder Mask Expansion 栏下勾选 Top 和 Bottom 右边的 Tented 复选框,即为过孔顶部和底部盖油,如图 5-57 所示。

2. 批量过孔盖油设置

批量过孔盖油设置可使用 Altium Designer 软件的全局操作方法实现:选中任意一个过孔,右击,在弹出的快捷菜单中选择 Find Similar Objects(查找相似对象)命令,打开

“查找相似对象”对话框；根据筛选条件在右边栏的对象列中选择 Same，如图 5-58 所示。设置好筛选条件后，单击 OK 按钮，完成过孔的相似选择。

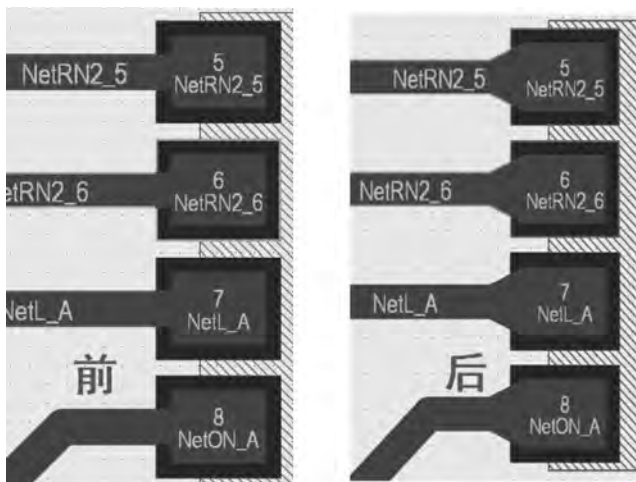


图 5-56 补滴泪前后焊盘与导线连接的变化



图 5-57 单个过孔盖油设置

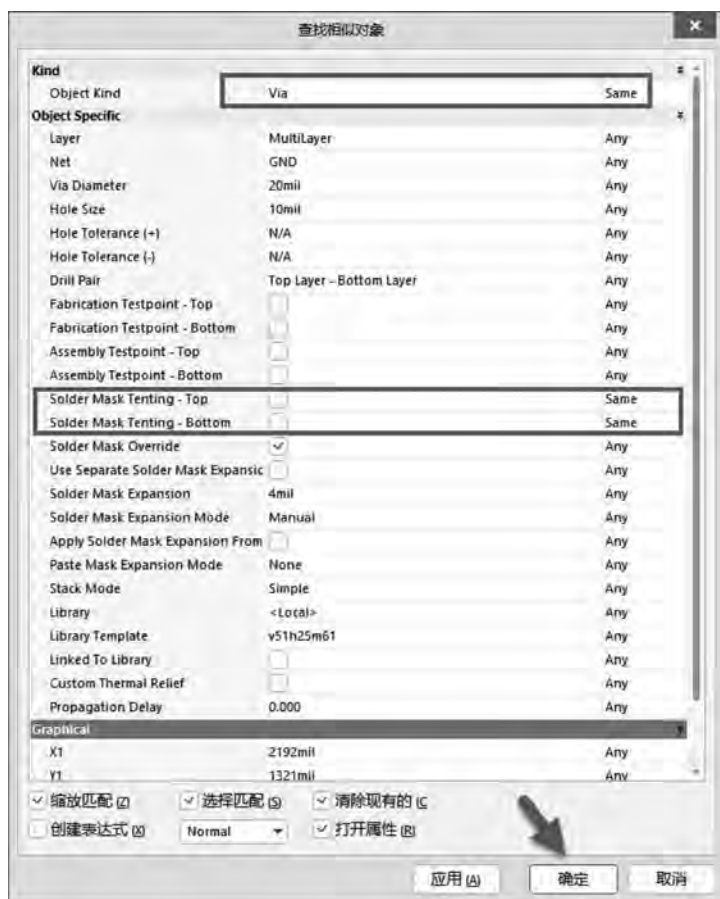


图 5-58 查找相似对象

在弹出的 Properties 面板中,根据需求勾选 Top(顶部盖油设置)和 Bottom(底部盖油设置),如图 5-59 所示。选择完成后,关闭该面板,即可完成批量过孔盖油设置。



图 5-59 批量过孔盖油设置

5.9.8 全局编辑操作

进行 PCB 设计时,如要对具有相同属性的对象进行操作,全局编辑功能便派上了用场。利用该功能,可以实现快速调整 PCB 中相同类型的丝印大小、过孔大小、线宽大小,以及元器件锁定等。

下面以修改过孔网络为例,说明全局编辑的操作过程。

(1) 在 PCB 空白区域打上过孔,这时的过孔是没有网络属性的。

(2) 单击选中其中一个过孔,然后单击鼠标右键,在弹出的快捷菜单中选择“查找相似对象”命令,打开“查找相似对象”对话框,如图 5-60 所示。



图 5-60 打开“查找相似对象”对话框

(3) 将 Via 和 Net 属性更改为 Same,然后单击“确定”按钮,在弹出的 Properties 面板中更改需要全局编辑的属性,如将 Net(过孔网络)属性改为 GND,如图 5-61 所示。

5.9.9 铺铜操作

铺铜是指在电路板中空白位置放置铜皮,一般作为电源或地平面。在 PCB 设计的布局、布线工作结束之后,就可以在 PCB 空白位置铺铜了。

(1) 执行菜单栏中的“放置”→“铺铜”命令,或者单击工具栏中的“放置多边形平面”按钮 ,按 Tab 键打开铺铜属性编辑面板,在 Fill Mode 栏中选择 Hatched(Tracks/Ares)动态铺铜方式(铺铜方式可根据自身需求选择),如图 5-62 所示。

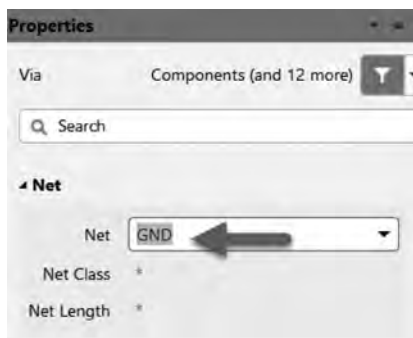


图 5-61 过孔的全局属性修改

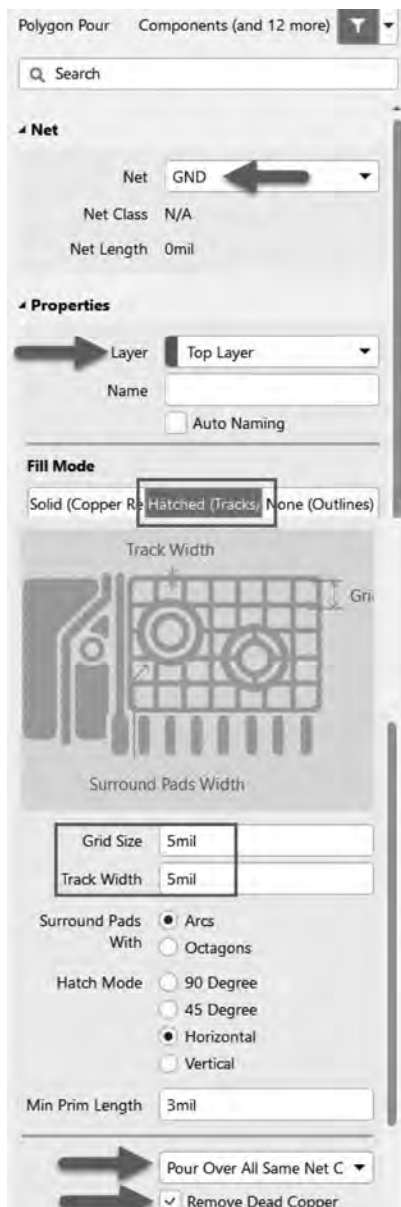


图 5-62 铺铜属性编辑面板

(2) 在 Polygon Pour 面板中对铺铜属性进行设置。在 Net 下拉列表框中选择铺铜网络,在 Layer 下拉列表框中选择铺铜的层,在 Grid Size 和 Track Width 文本框中输入网格尺寸和轨迹宽度(建议设置成较小的相同数值,这样铺铜则为实心铜),在右下角的下拉列表框中选择 Pour Over All Same Net Objects 选项,并勾选 Remove Dead Copper (死铜移除)复选框。

(3) 按 Enter 键,关闭该面板。此时光标变成十字形状,准备开始铺铜操作。

(4) 用光标沿着 PCB 的板框边界线画一个闭合的矩形框。单击确定起点,然后将光标移动至拐角处单击,直至确定板框的外形,单击鼠标右键退出。这时软件在框线内部自动生成了铺铜,效果如图 5-63 所示。

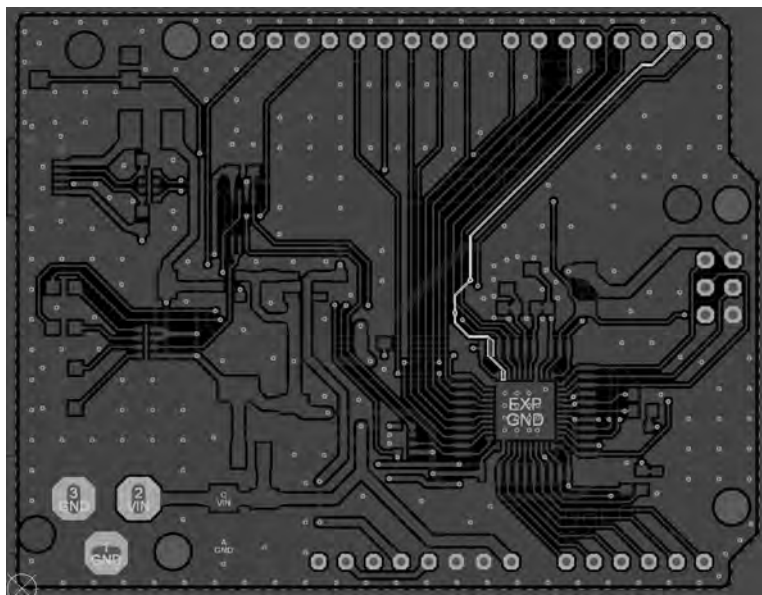


图 5-63 PCB 铺铜效果

5.9.10 放置尺寸标注

为了使设计者更加方便地了解 PCB 的尺寸信息,通常需要给设计好的 PCB 添加尺寸标注。标注方式分为线性、圆弧半径、角度等。下面以最常用的添加线性尺寸标注为例进行详细介绍。

(1) 执行菜单栏中的“放置”→“尺寸”→“线性尺寸”命令,如图 5-64 所示。

(2) 在放置尺寸标注的状态下按 Tab 键,打开尺寸标注属性编辑面板,如图 5-65 所示。

- Layer: 放置的层。
- Primary Units: 显示的单位,如 Millimeters、mm(常用)、inch。
- Value Precision: 显示的小数点后的位数。
- Format: 显示的格式,常用(mm)。



图 5-64 放置线性尺寸



图 5-65 尺寸标注属性编辑面板

线性尺寸放置好的效果如图 5-66 所示。

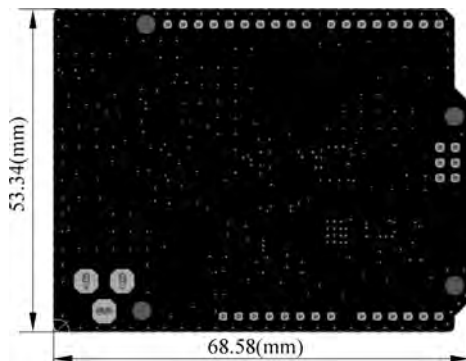


图 5-66 线性尺寸放置好的效果