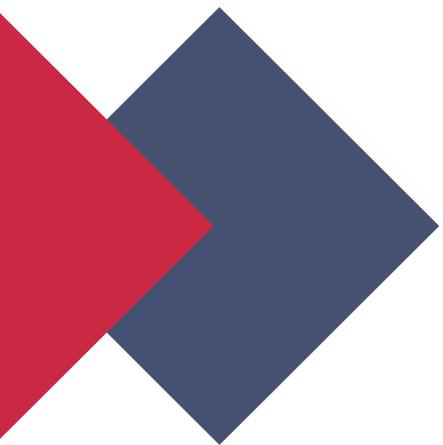


2025

任务 3 交通信号灯原理图制作
P C B 的 制 作

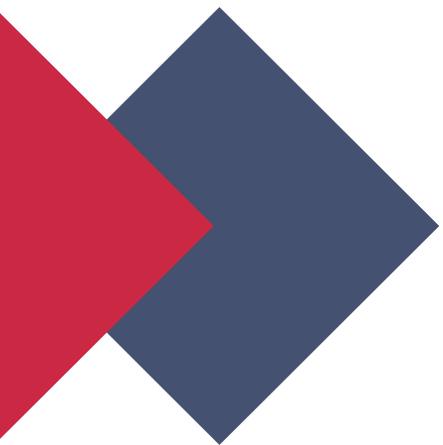
陈学平

2025-06-24



01

任务 3 交通信号灯原理图和 PCB 的制作



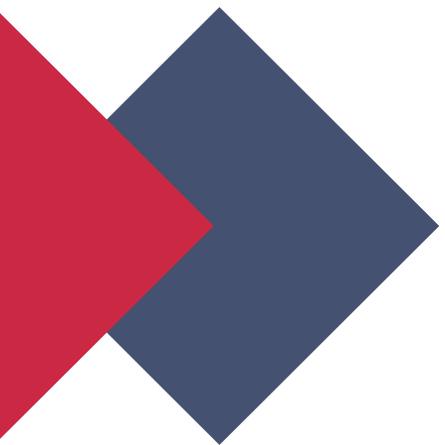
02

任务描述



本任务要求学习者基于 Altium Designer 20.1 软件，完成交通信号灯的原理图绘制以及 PCB 设计与制作。在原理图绘制方面，需依据交通信号灯的控制逻辑和功能需求，将之前制作的原理图元件合理布局并正确连接，构建出完整且准确的电路原理图。这不仅要确保各元件之间的电气连接正确无误，还要考虑信号流向、电路可读性等因素，以便于后续的电路分析和调试。

在 PCB 设计环节，首先要根据原理图生成 PCB 文件，接着对元件进行合理布局。考虑到交通信号灯系统的特点，布局时需重点关注信号干扰、散热以及安装要求等因素。例如，将发热量大的元件放置在利于散热的位置，把易受干扰的元件与干扰源隔离开来。布局完成后，设置合适的布线规则，包括线宽、间距、过孔大小等参数，运用自动布线和手动布线相结合的方式完成 PCB 布线工作。最后，进行泪滴添加和覆铜操作，增强 PCB 的电气性能和稳定性，从而完成一个完整的交通信号灯 PCB 设计与制作流程，实现从电路原理到实际物理电路板的转化。



03

任务分析

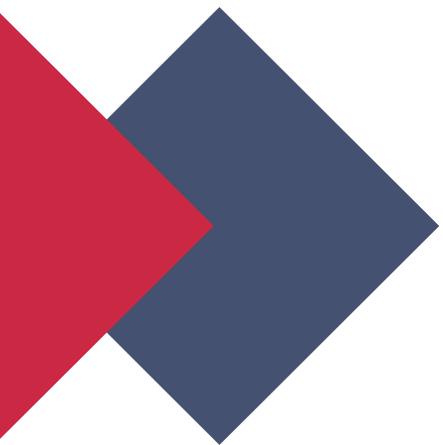


完成交通信号灯原理图和 PCB 的制作，需要学习者具备多方面的知识和技能，并且要对每个环节进行细致处理。在原理图绘制过程中，理解交通信号灯的控制逻辑是关键。交通信号灯的控制涉及到多种信号的时序变化，如红灯、黄灯、绿灯的交替点亮，以及倒计时显示等功能，这要求学习者能够将这些逻辑转化为具体的电路连接。同时，合理布局元件也十分重要，若元件布局不合理，会导致连线复杂、信号交叉，增加电路出错的概率，也不利于后续的调试和维护。

在 PCB 设计阶段，元件布局需要综合考虑多个因素。信号干扰是一个重要问题，例如，微控制器的时钟信号可能会对其他弱电信号产生干扰，因此要将微控制器与敏感元件保持一定距离，并采取相应的屏蔽措施。散热方面，对于功率较大的信号灯元件，要确保其周围有足够的空间散热，或者设计专门的散热通道。安装要求也不容忽视，要预留出合适的安装孔位，确保 PCB 能够正确安装到交通信号灯设备中。



布线规则的设置直接影响 PCB 的电气性能。线宽的选择要根据电路中的电流大小来确定，电流较大的线路需要较宽的线宽，以避免线路发热甚至烧毁。间距的设置要满足电气安全要求，防止线路之间出现短路现象。过孔大小则要根据电路板的层数、电流承载能力等因素来确定。自动布线虽然方便快捷，但可能无法完全满足设计要求，因此需要结合手动布线进行优化，确保布线的合理性和可靠性。泪滴添加和覆铜操作也需要掌握正确的方法和参数设置，以达到增强电气性能和稳定性的目的。



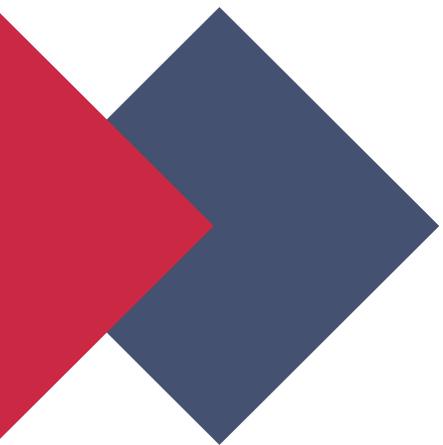
04

相关知识



交通信号灯原理图绘制是按区域绘制，我们将元件库安装后，将元件拖动到原理图中进行布局，然后用导线或网络标号来连接就行了。具体的过程我们参考下面的介绍。PCB的制作我们主要是元件封装的选择不要选错了，元件在PCB板中的位置的布局按我们提供的练习文件进行布局和布线。





05

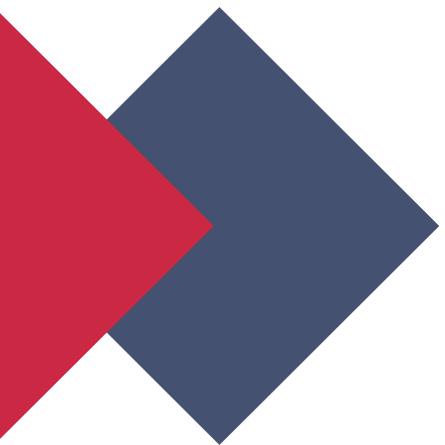
任务导入



在完成交通信号灯的原理图元件和封装元件制作后，已经为交通信号灯系统的设计搭建好了“零件库”。接下来，就如同将各个零件组装成一台完整的机器一样，要把这些元件组合起来，绘制出交通信号灯的原理图，并进一步设计和制作出实际的 PCB。

交通信号灯的原理图就像是一份详细的施工蓝图，它清晰地展示了各个元件之间的连接关系和信号流向，是实现交通信号灯功能的基础。而 PCB 则是承载这些元件的物理载体，它的设计质量直接影响到交通信号灯系统的性能和可靠性。想象一下，一个布局合理、布线规范的 PCB，能够使交通信号灯系统稳定运行，准确地指挥交通；反之，一个设计糟糕的 PCB 可能会导致信号灯闪烁异常、控制逻辑错误，给交通安全带来严重隐患。

通过本任务的学习和实践，将学会如何将抽象的电路原理转化为实际的物理电路板。这不仅能够让深入理解电子电路设计的流程和方法，还能培养解决实际问题的能力。现在，就让运用所学知识，开始绘制交通信号灯的原理图，并设计和制作出高质量的 PCB 吧！



06

任务规划



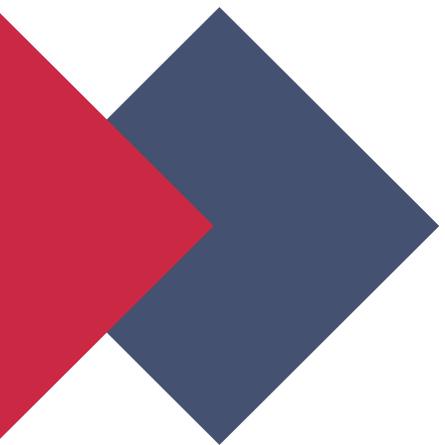
- 1.原理图绘制阶段：打开 Altium Designer 20.1 软件，创建一个新的原理图文件，并将之前制作的原理图元件添加到原理图中。根据交通信号灯的控制逻辑，合理布局元件，使信号流向清晰、电路结构紧凑。使用导线和网络标号等工具，正确连接各元件的引脚，完成电路原理图的初步绘制。绘制完成后，仔细检查电路连接是否正确，进行电气规则检查（ERC），根据检查结果修改错误，确保原理图的准确性。
- 2.PCB 文件生成与布局阶段：在原理图设计完成并通过检查后，使用 Altium Designer 20.1 的“Design”菜单中的“Update PCB Document”命令，将原理图信息导入到 PCB 文件中。在 PCB 文件中，根据交通信号灯系统的特点和设计要求，对元件进行布局。先将主要元件（如微控制器、信号灯驱动芯片等）放置在合适的位置，再逐步安排其他辅助元件。布局过程中，充分考虑信号干扰、散热和安装要求等因素，调整元件位置，确保布局合理。布局完成后，对元件的布局进行检查和优化，确保元件之间的间距合适，便于后续的布线工作。



布线规则设置与布线阶段：根据交通信号灯电路的电气特性和性能要求，设置 PCB 的布线规则。在 “Design” 菜单中选择 “Rules” 命令，打开 “PCB Rules and Constraints Editor” 对话框，设置线宽、间距、过孔大小等参数。对于电源线路，设置较宽的线宽以满足电流承载要求；对于信号线，根据信号的频率和抗干扰要求，设置合适的线宽和间距。设置完成后，先进行自动布线操作，使用软件的自动布线功能快速生成初步的布线结果。自动布线完成后，检查布线情况，对于不合理的布线（如过长的导线、过多的过孔、信号交叉等），使用手动布线工具进行调整和优化，确保布线的合理性和可靠性。

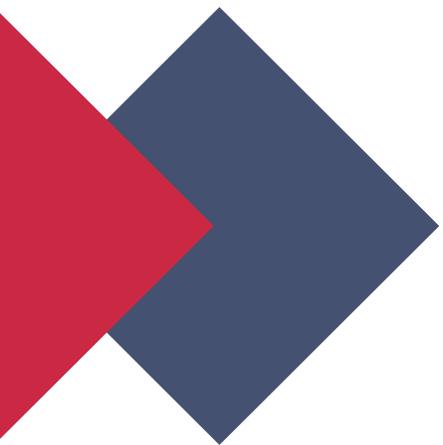


3.泪滴添加和覆铜阶段：布线完成后，对 PCB 进行泪滴添加操作。在 Altium Designer 20.1 中，选择 “Tools” 菜单中的 “Teardrops” 命令，打开 “Teardrop Options” 对话框，设置泪滴的形状、大小等参数，然后点击 “OK” 按钮添加泪滴。泪滴添加完成后，进行覆铜操作。选择 “Place” 菜单中的 “Polygon Pour” 命令，打开 “Polygon Pour” 对话框，设置覆铜的网络、层、间距等参数，然后在 PCB 上绘制覆铜区域，完成覆铜操作。覆铜完成后，检查泪滴和覆铜的效果，确保其符合设计要求。



07

任务实施



08

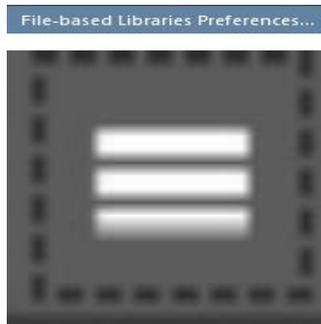
2.1 任务实施1 交通信号灯 原理图绘制



2.1 任务实施1 交通信号灯原理图绘制

微课：扫描学一学交通信号灯原理图的绘制

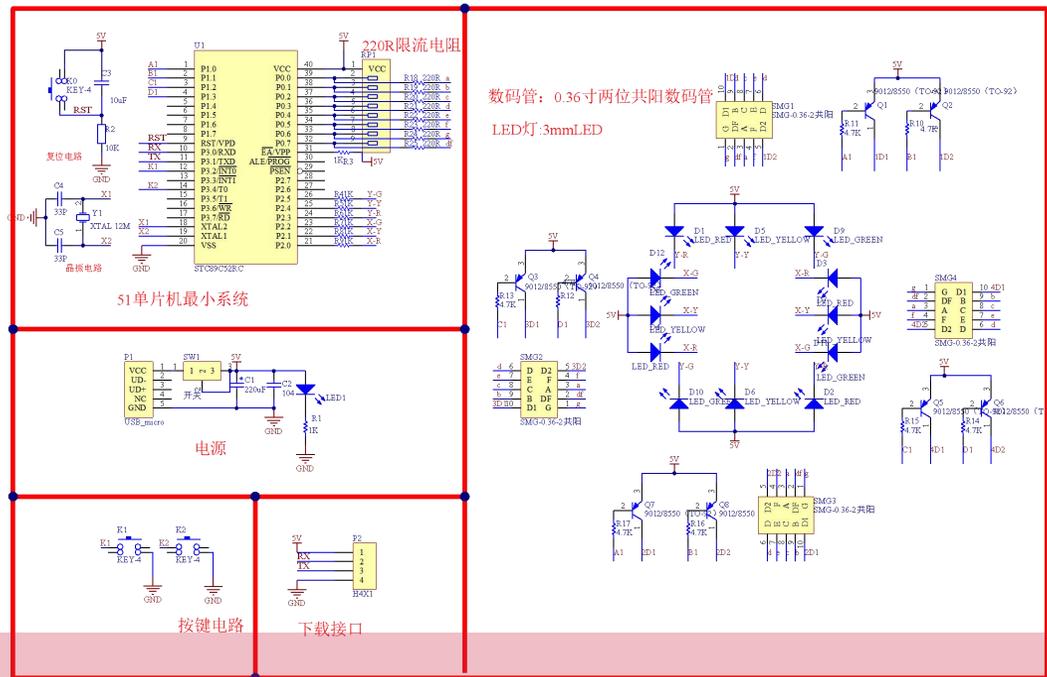
元件库的加载或安装



我们首先通过组件面板中的 按钮，选择 ，打开“库面板”。然后切换到安装库，进行库文件的安装。

2、我们在原理图的窗口中，我们可以通过“查看”菜单下面的百分比来选择来视图大小，

元件库的加载或安装



我们也可以按键盘上的PAGEUP,PUDOWN来放大缩小原理图的视图窗口。我们打开我们已经完成的原理图，我们可以看到一些红色的区域分割线，我们单击画线工具，然后在绘制线条时，按住Tab键，出现线设置的对话框，在其中我们可以改变线条的颜色为红色，然后我们就可以绘制红色区域。

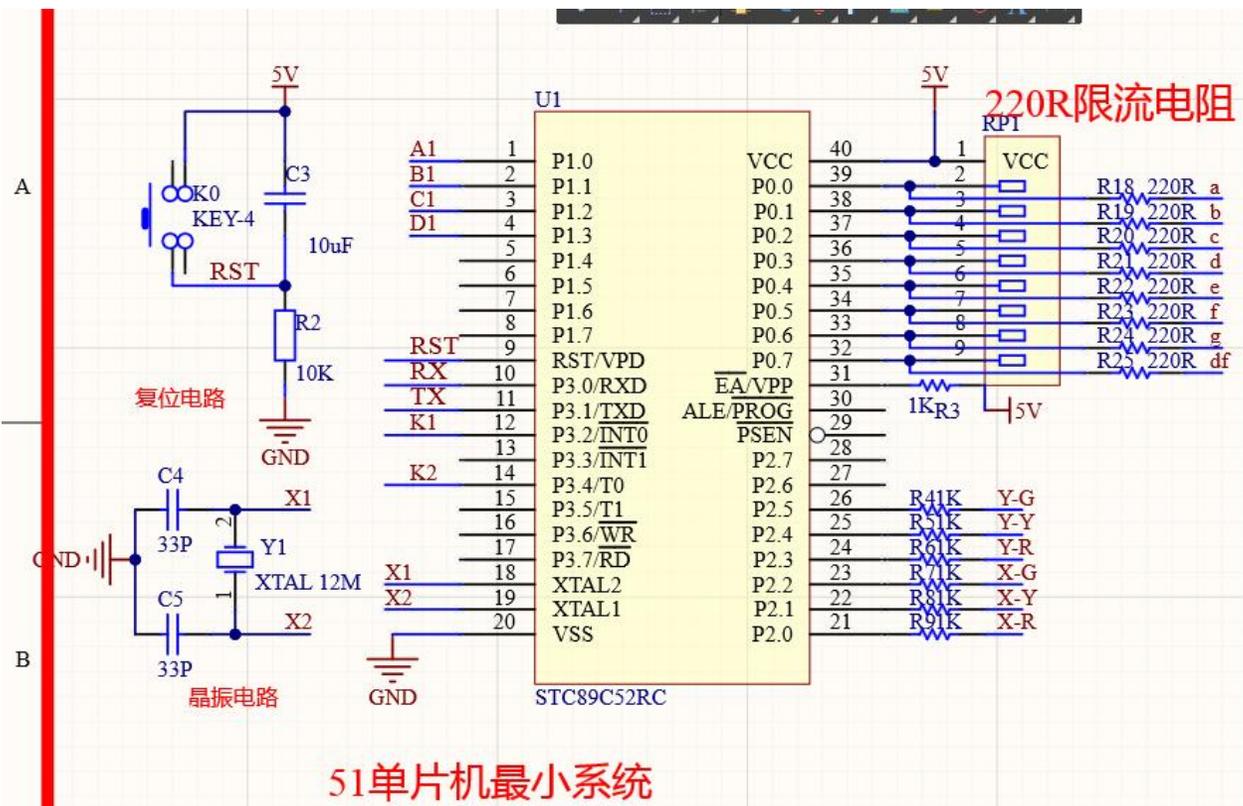
图6-63原理图整图



3、整个原理图如图6-63所示。

我们实际上这个原理图是看不清楚的，我们可以参考我们的视频或者我们提供的练习文件查看清晰的文件。

原理图的分区域显示

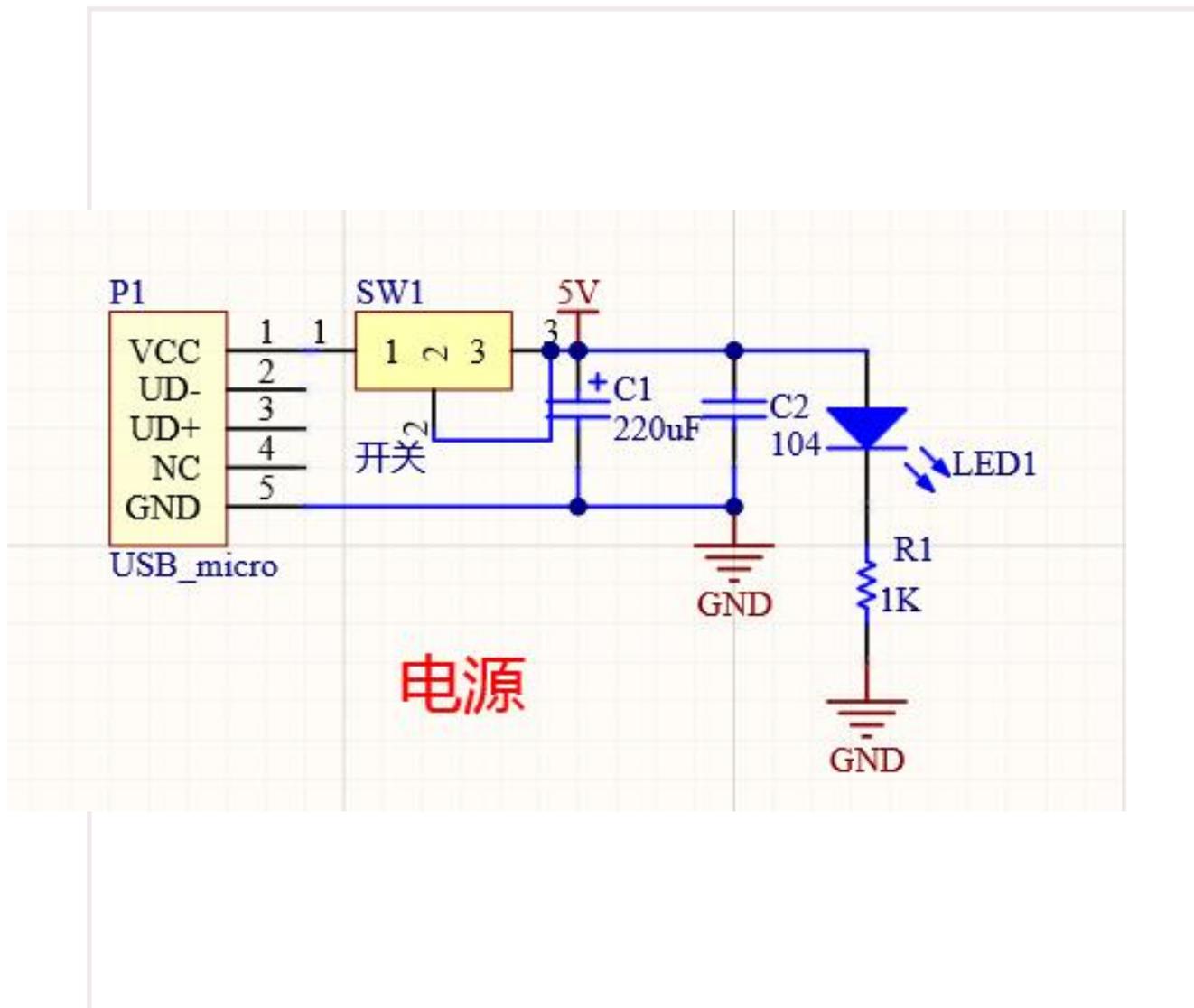


下面我们将原理图分区域进行切割，按从上到下，从左到右的顺序，切出的图片如图6-64 到6-67所示。我们在绘制时，将已经制作完成的元件拖动到原理图的相关区域中，然后进行调整布局 and 连接导线即可，没有导线直接相连接的，则是通过网络标号和电源端口来连接的。

原理图的分区域显示

这是51单片机最小系统，里面有单片机，排电阻、按键、晶振、里面的导线较少，注意网络标号的连接。

图 6-64 51单片机最小系统
这是电源电路，里面有USB电源供电电路，每个元件的标识在图中已经标出来了，注意这是元件标识，而不是说明文字，5V和GND是电源端口。



原理图的分区域显示

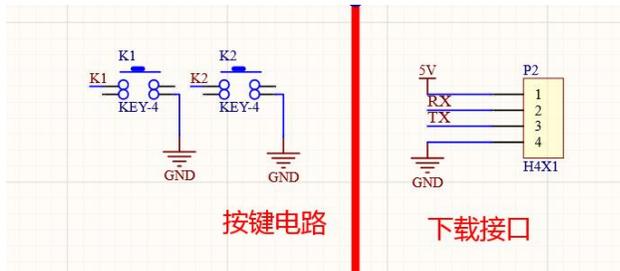


图 6-65 电源电路

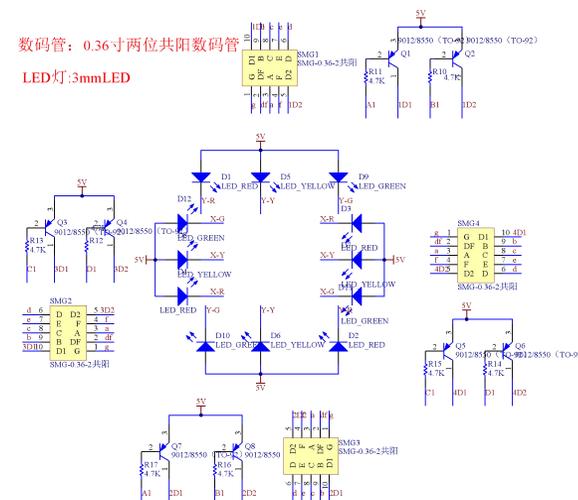
这是按键电路和下载接口电路，每个元件的标识在图中已经标出来了，注意这是元件标识，而不是说明文字，K1,K2, RX,TXJ是网络标签，5V, GND是电源端口。

图 6-66 按键及下载接口原理图

原理图的分区域显示

这个是数码管和发光二极管驱动电路。在该部分电路中，只有少数的导线连接，其他是网络标签来进行连接的。要注意这部分电路分为四个方向，每个方向的原理图元件的名称不要混乱，元件的标识不要写错了。

图 6-67 数码管驱动原理图



用网络标号来连接原理图元件

上面各部分中放置网络标号的方法是单击菜单工具栏中的NET，按TAB键会出现“网络标签”对话框，我们在其中更改网络的名称即可。

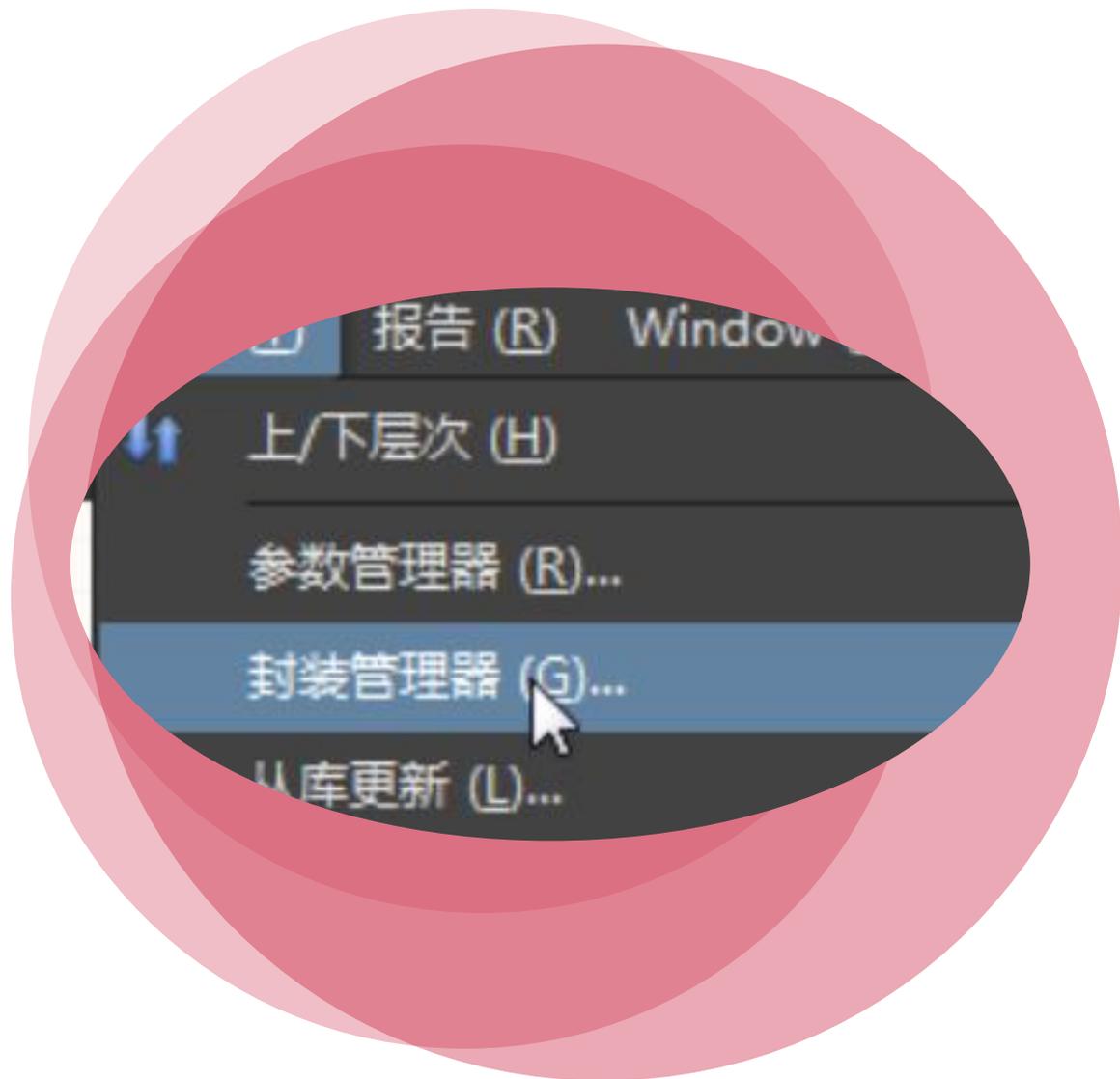
在放置网络标号到元件的引脚上面的时候一定要注意：要出现一个蓝色的叉标记X，这才表明具有了电气特性。两个相同的网络标号，则这两个网络具有电气连接。在转换到PCB中后，这两个网络会出现飞线连接。

原理图的封装检查

(1) 完成元件的放置布局和电气连接后，要通过工具里的“封装管理器”，可以检查它的每一个元件是否有封装，或者封装是否正确。单击“工具”|“封装管理器”，如图6-68所示。

图 6-68选择封装管理器

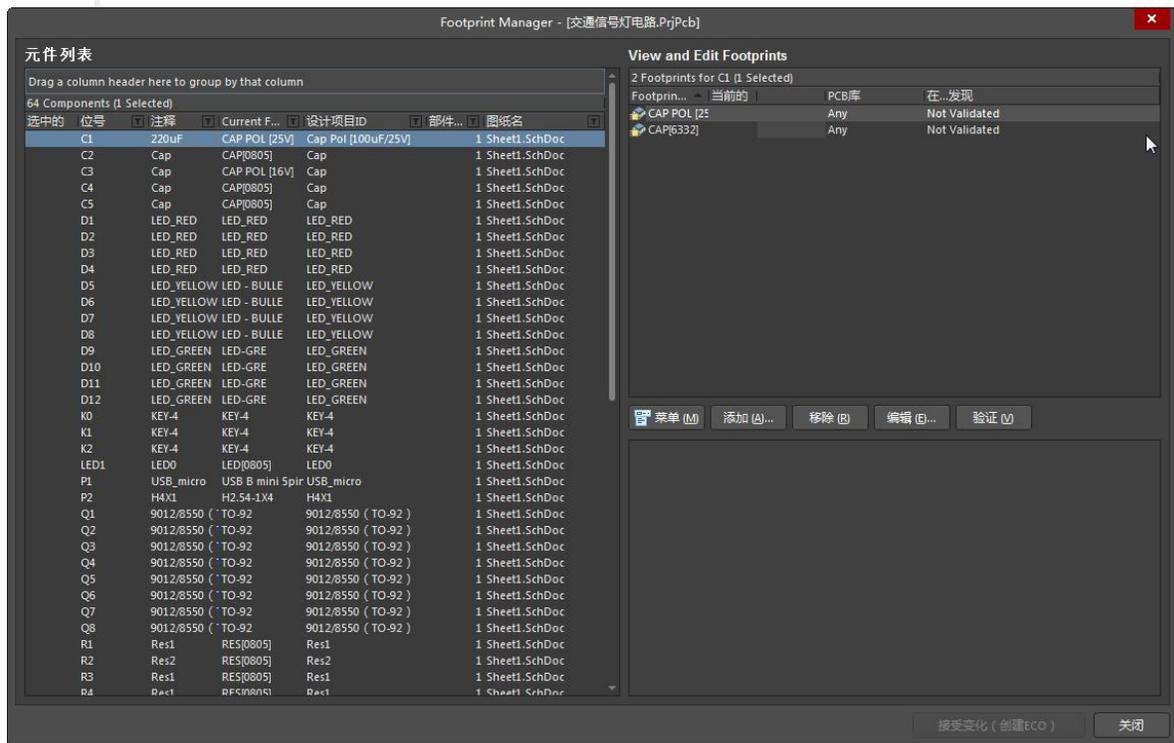
(2) 弹出封装管理器的对话框，我们一个一个检查封装，查看元件和封装的对应关系。如图6-69所示。



原理图的封装检查

图 6-69封装管理器

(3) 我们在这个图中可以元件列表栏中列出了元件的标识，元件的封装名，右侧的上面区域显示封装名称，右侧下面区域显示封装预览。我们看这个图中的第一和第二元件，没有添加标识，这种情况是转到PCB后，这个元件的引脚是找不到飞线的。因此，通过这个对话框我们可以发现原理图中的错误。如果我们检查元件时发现没有封装，我们需要先安装封装库。



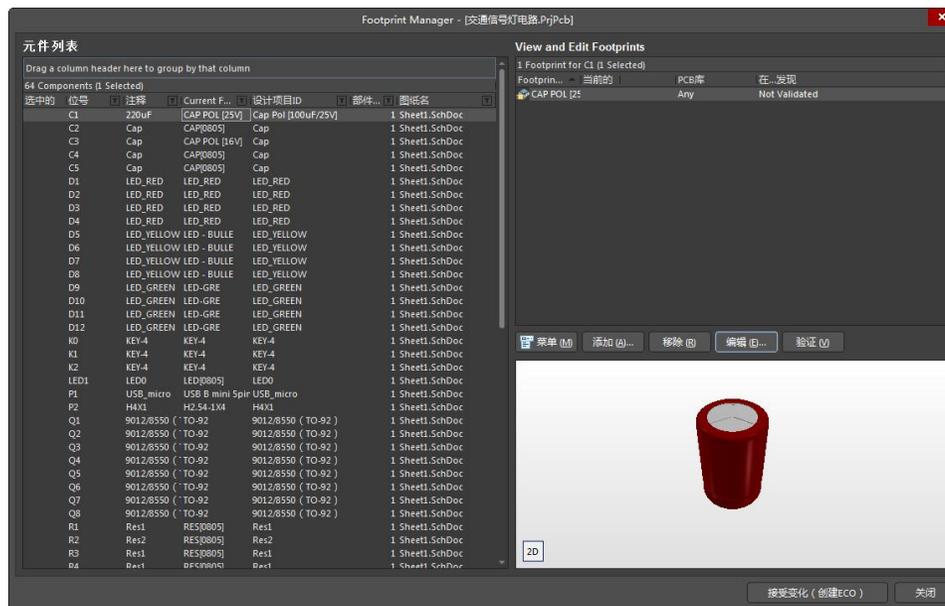
原理图的封装检查



(4) 安装封装后，再次打开“封装管理器”，我们对元件一个一个检查封装，读者可以参考我录制的单片机元件和封装的对应关系的视频，一个一个检查并修改封装。

(5) 我们此处只列出几个元件的封装对应关系如图6-70、6-71所示。

图6-70 CAP POL 25V的封装



原理图的封装检查

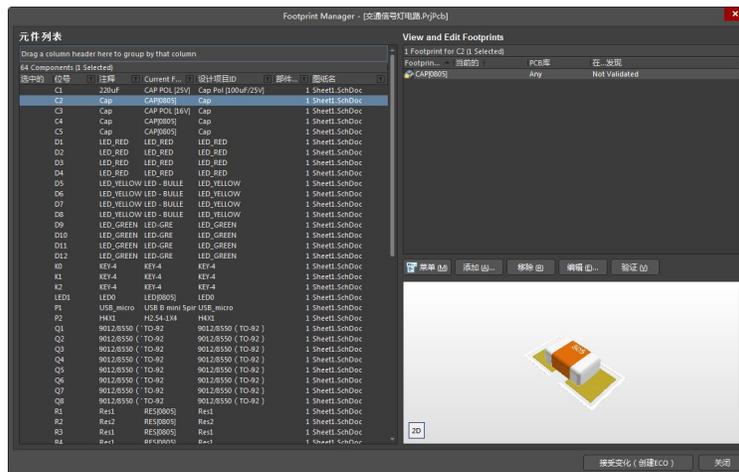
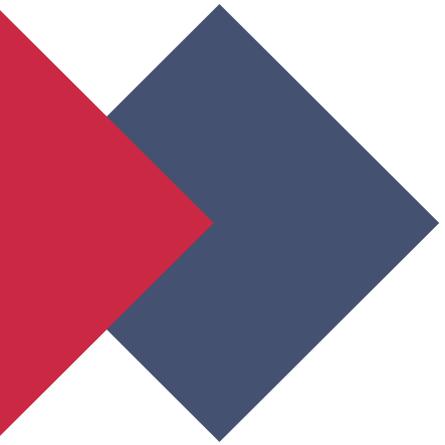


图6-71 CAP0805的封装

其他还有很多封装，我们不再一一介绍，读者自己参考视频和我们提供的练习文件进行查找。



09

2.2 任务实施2 绘制PCB板子形状

2.2 任务实施2 绘制PCB板子形状

微课:扫描学一学PCB板子的形状
操作步骤如下:

建立PCB文件

在项目文件上右键鼠标，选择“添加新的...到工程”中的PCB，即可增加一个新的PCB文件。单击“保存”按钮，保存文件。



(1) 在编辑中找到原点中的设置，如图6-72所示。

图6-72 原点设置

(2) 放置在左下角,如图6-73所示。

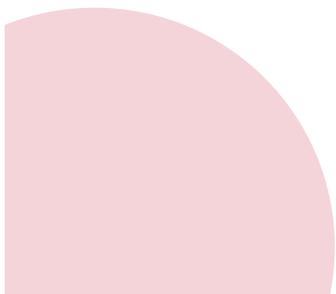
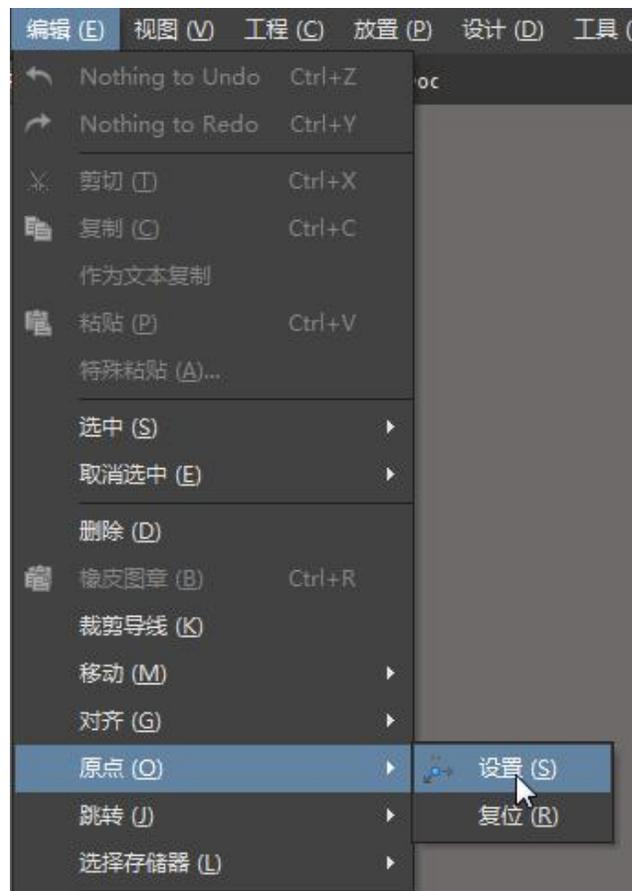
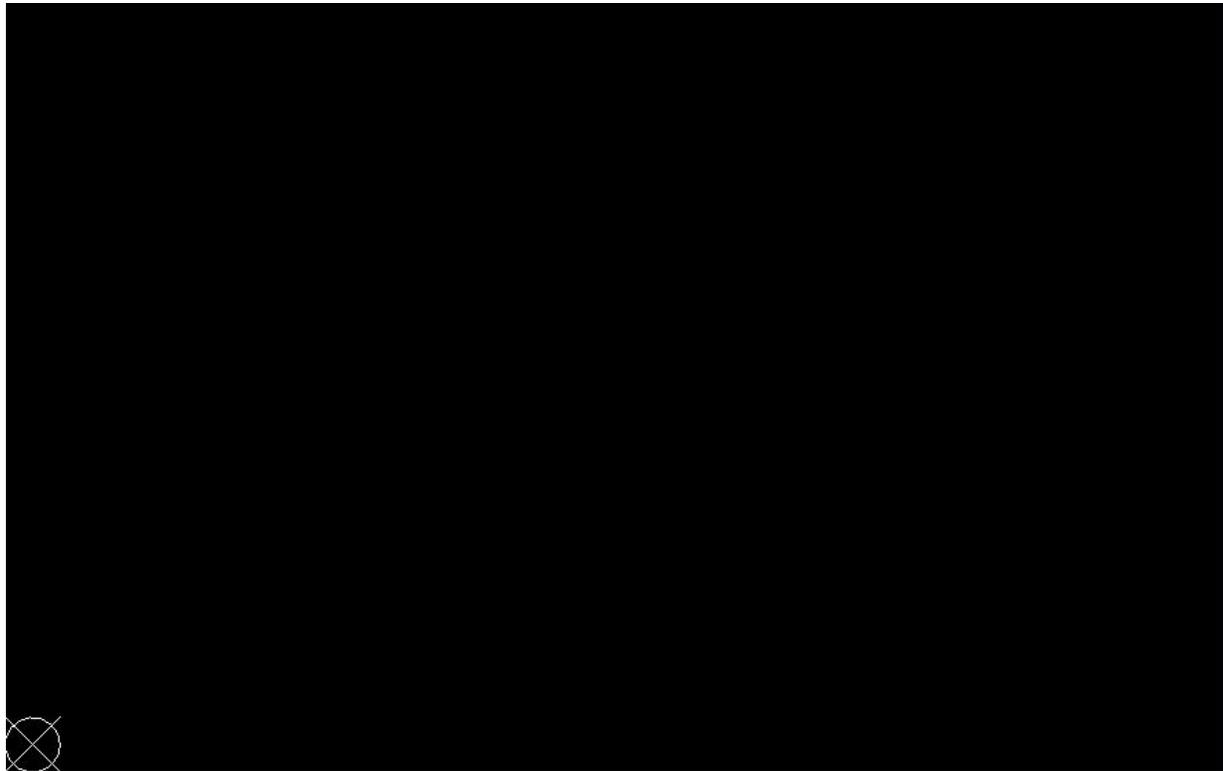




图6-73 放置在左下角



在机械层绘制走线

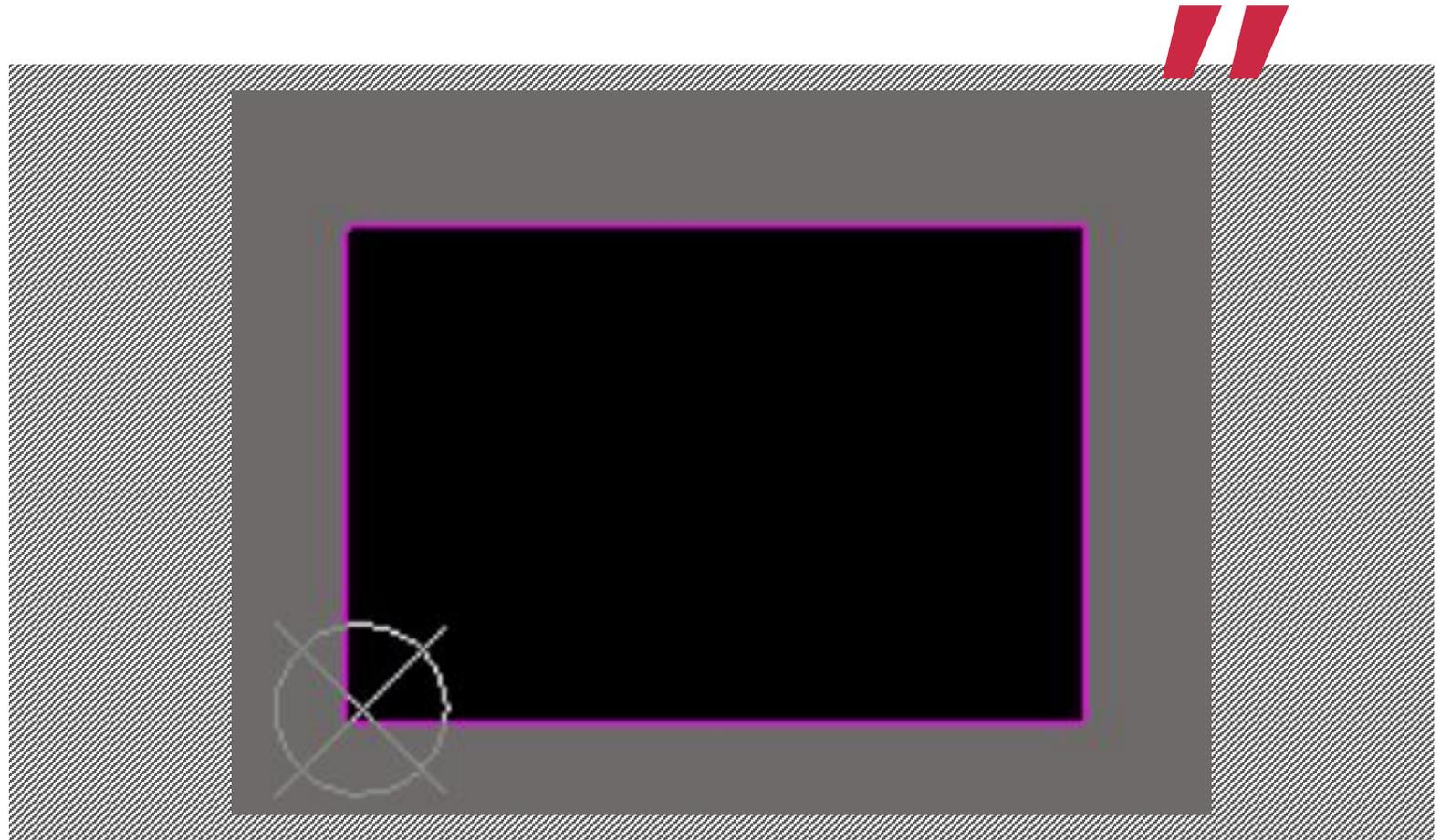
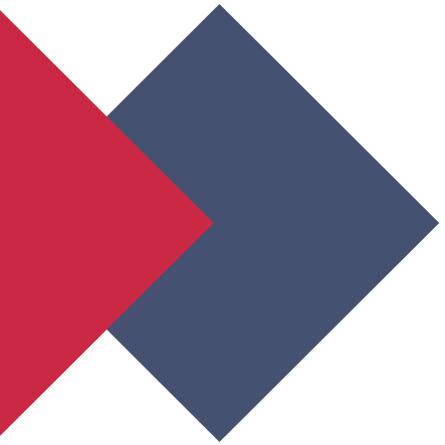


图 6-74 绘制走线



10

2.3 任务实施3 原理图更新
到PCB

2.3 任务实施3 原理图更新到PCB



微课:扫描学一学原理图更新到PCB文件

1、选择将原理图更新PCB。

2、会出现“工程顺序对话框”，先单击“验证变更”，如图6-75所示。

图6-75验证变更

(3) 然后，再单击“执行更改”，会出现状态区域的检测与完成出现了绿色的勾，说明正确。如图6-76所示。

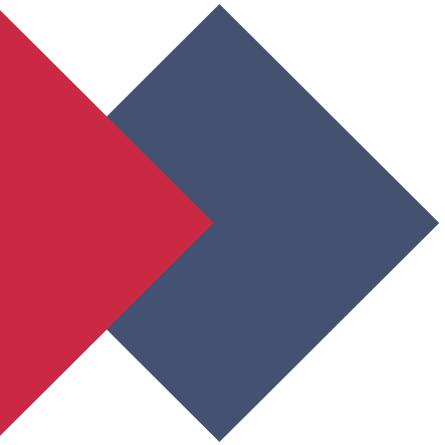
2.3 任务实施3 原理图更新到PCB

图6-76 正确的元件

注意：

如果我们检查有元件没有封装和引脚没有电气连接，则需要
在原理图中去继续查找错误，直到没有错误为止，如果没有封装则在原理图中去检查元件的封装，如果没有引脚，则需要我们在元件库中去查找元件的标识是否已经添加，元件的引脚序号是否和封装的引脚是一一对应的。



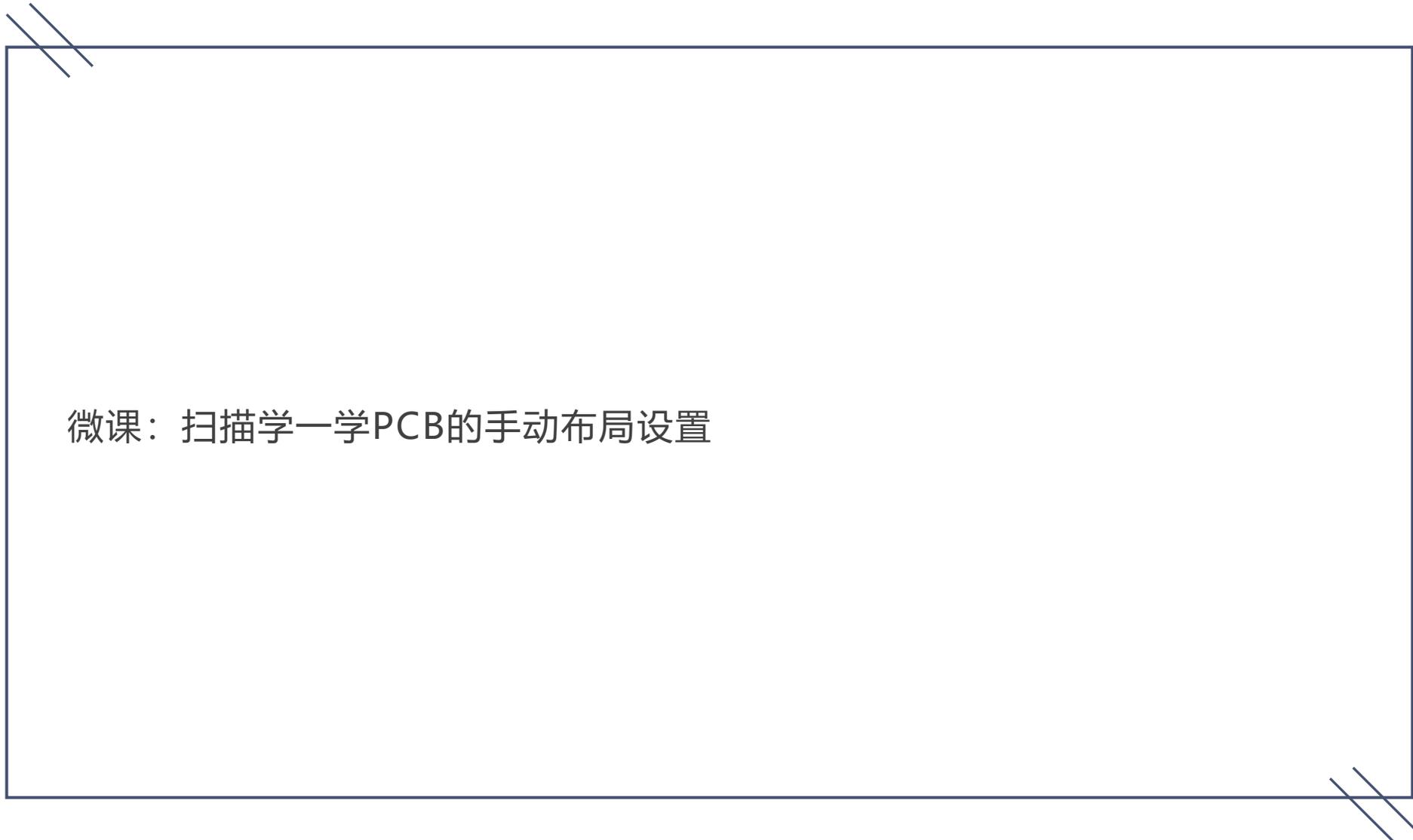


11

2.4 任务实施4 PCB布线规则设置和自动布线



2.4 任务实施4 PCB布线规则设置和自动布线



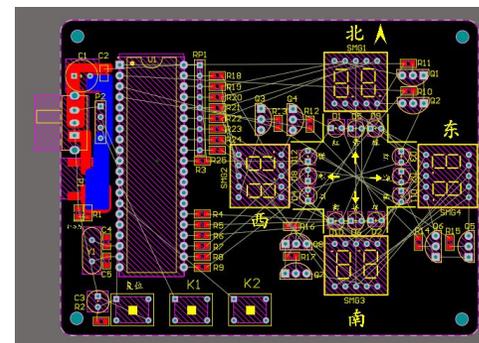
微课：扫描学一学PCB的手动布局设置

元件的手动布局

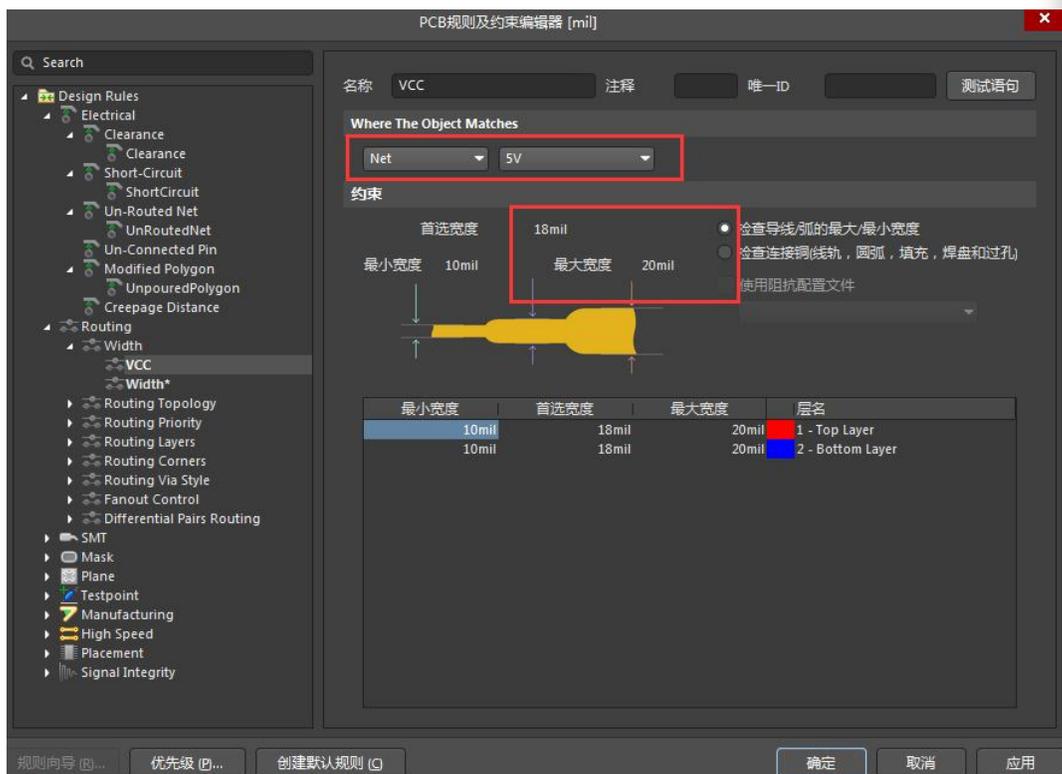
我们将原理图更新到PCB后，我们可以将元件拖动到紫色布线方框中。

首先是元件要手动布局进行调整，手动布局要对照我们提供的源文件进行位置布局，如图6-77所示。

图6-77 元件的布局



PCB的布线规则



微课：扫描学一学PCB布线规则设置
我们找到“设计”中的“规则”，设置我们的布线规则。

(1) 我们主要是设置Routing下面的Width线宽规则，如图6-78到6-79所示。

图6-78 设置5V网络的布线规则

PCB的布线规则

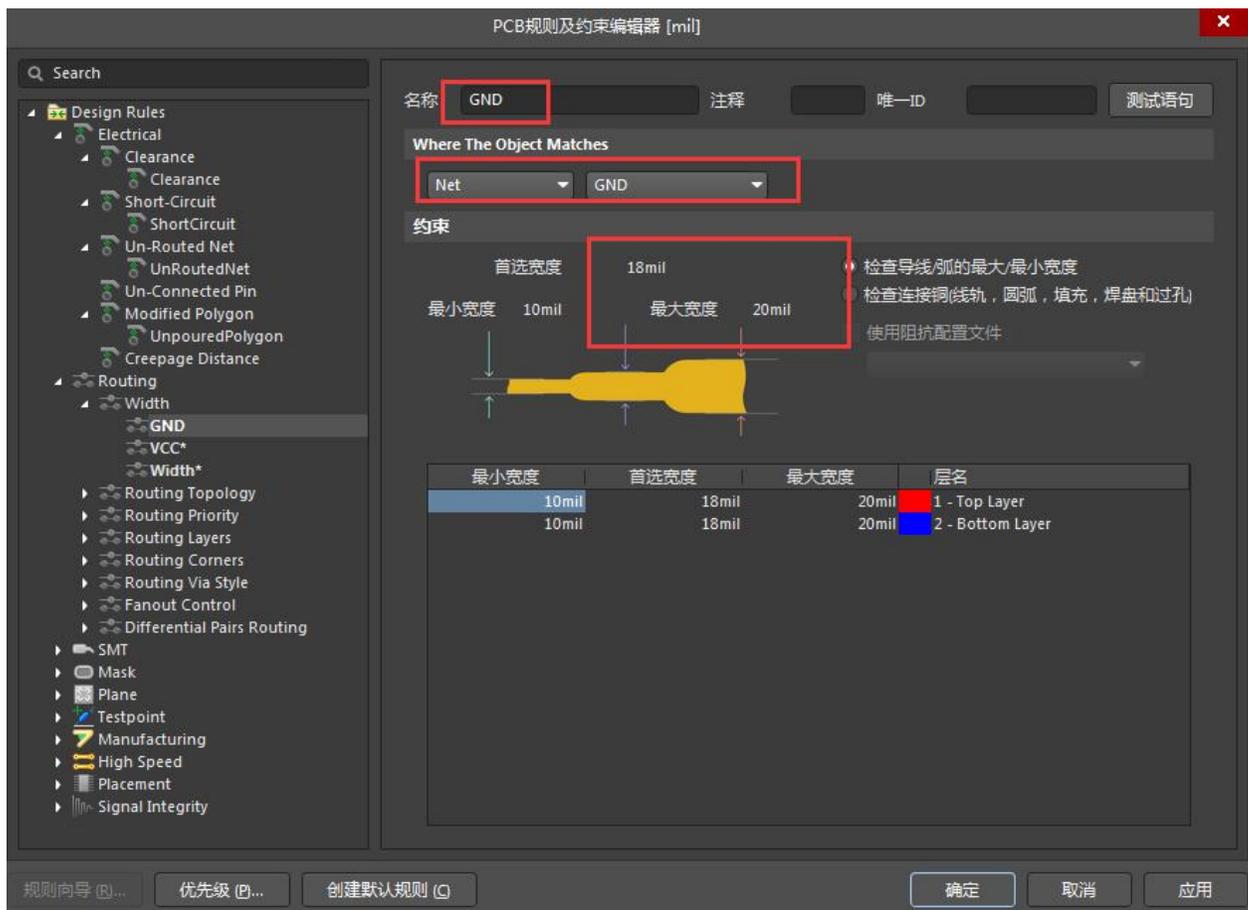


图6-79 设置增加的GND网络规则

(2) 设置规则完成后，我们单击“布线”|“自动布线”|“全部”，弹出一个对话框，我们勾选“锁定已有布线”和“布线后消除冲突”，然后单击Route All就可以直接进行布线。如图6-80所示。

PCB的布线规则

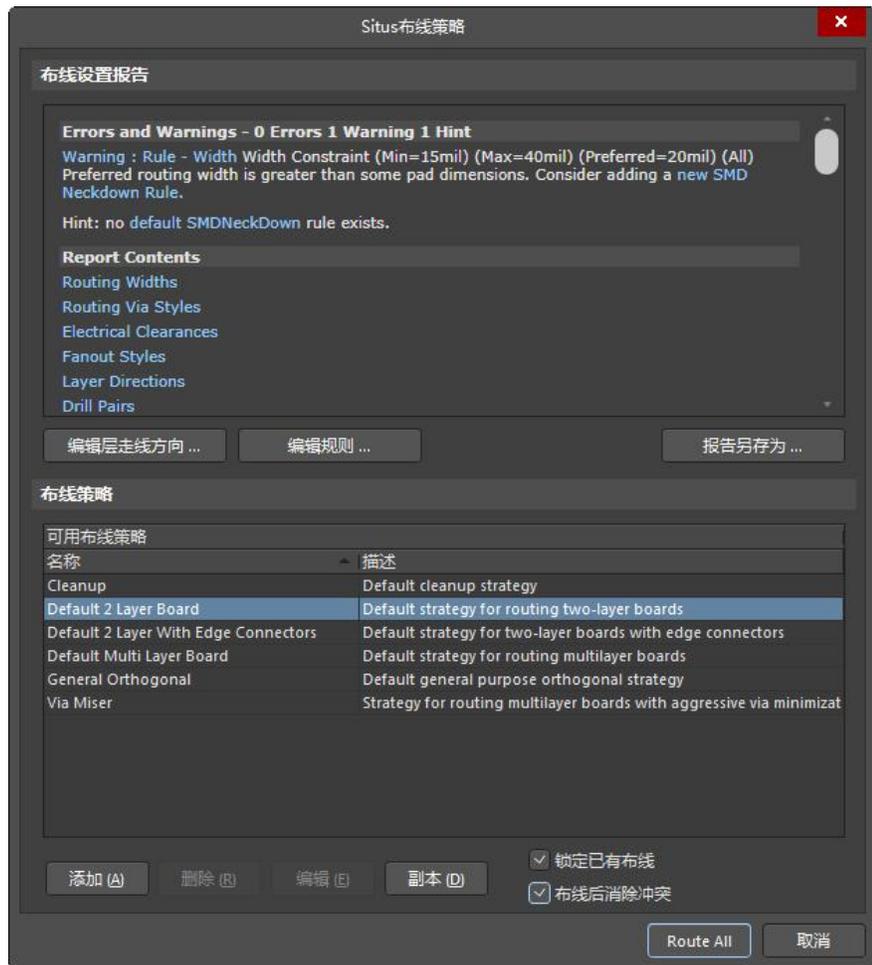


图6-80 设置自动布线

(3) 然后执行自动布线，这样PCB中的元件将会自动布线。如图6-81所示。

PCB的布线规则

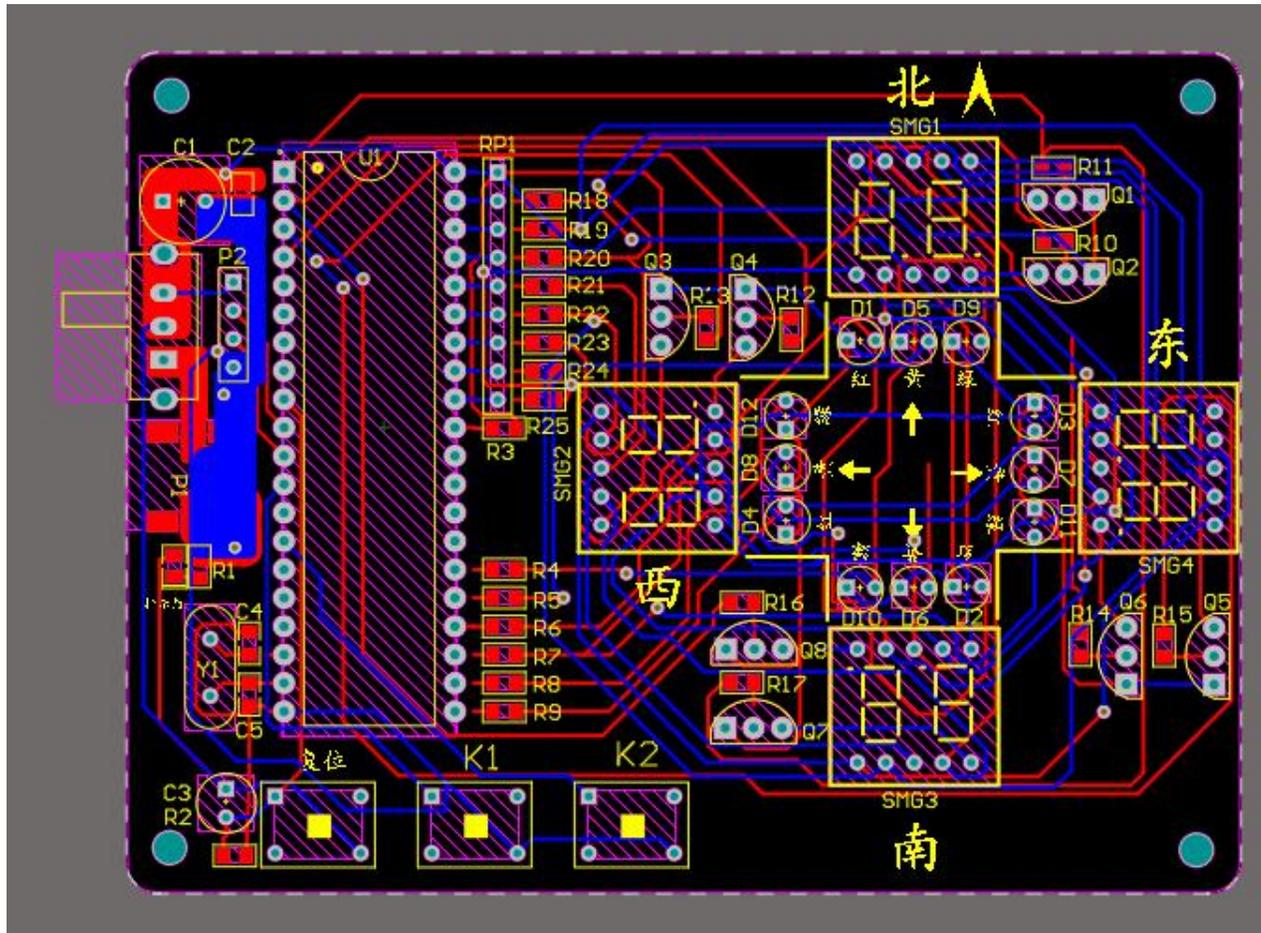
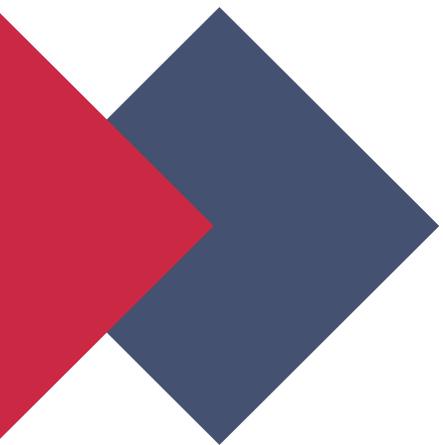


图6-81自动布线的效果



12

2.5 任务实施5 PCB添加泪滴和敷铜

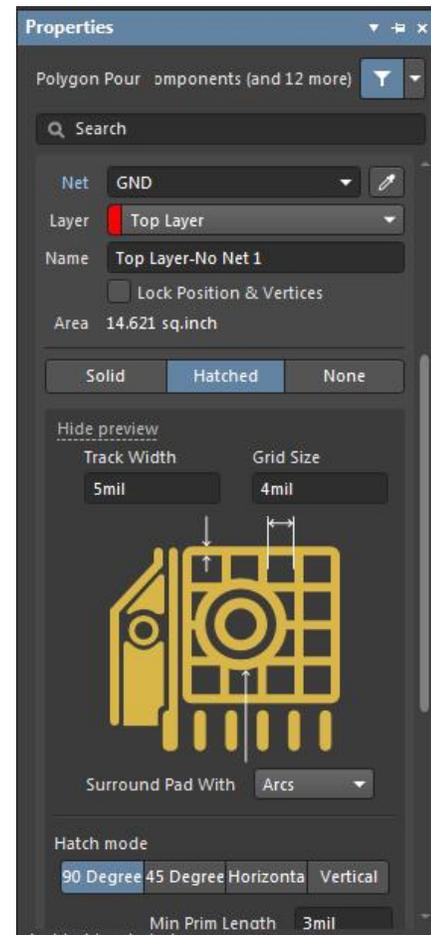
2.5 任务实施5 PCB添加泪滴和敷铜

(1) 单击工具里的“滴泪”，我们给焊盘添加“滴泪”。

(2) 然后找到“放置”里的“敷铜”命令，在弹出的对话框中我们选择第一种模式，按第一种模式进行参数设置，如图6-82所示。

图6-82设置敷铜

(3) 从左上方开始拖至一个长方形就可以绘制成敷铜，完成后的效果如图6-83、6-84所示。



2.5 任务实施5 PCB添加泪滴和敷铜

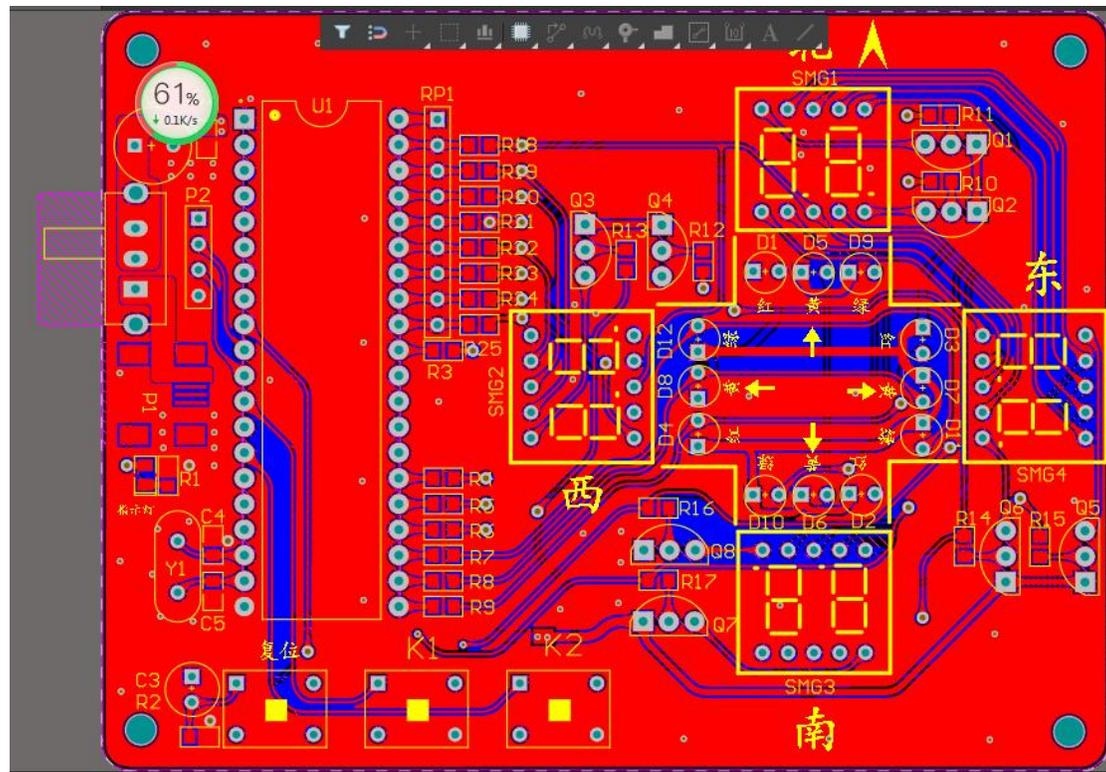
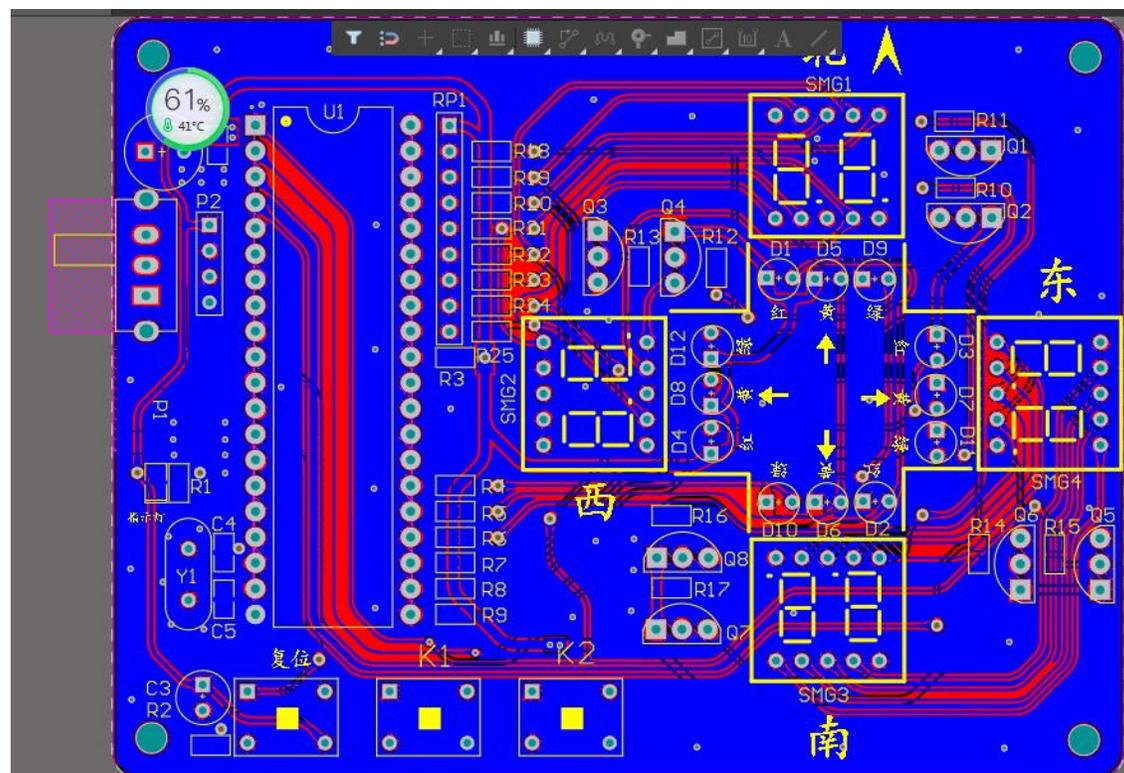


图 6-83 敷铜效果

2.5 任务实施5 PCB添加泪滴和敷铜

图6-84 底层敷铜

我们最后给出一张PCB3D显示的效果图，如图6-85所示。



2.5 任务实施5 PCB添加泪滴和敷铜

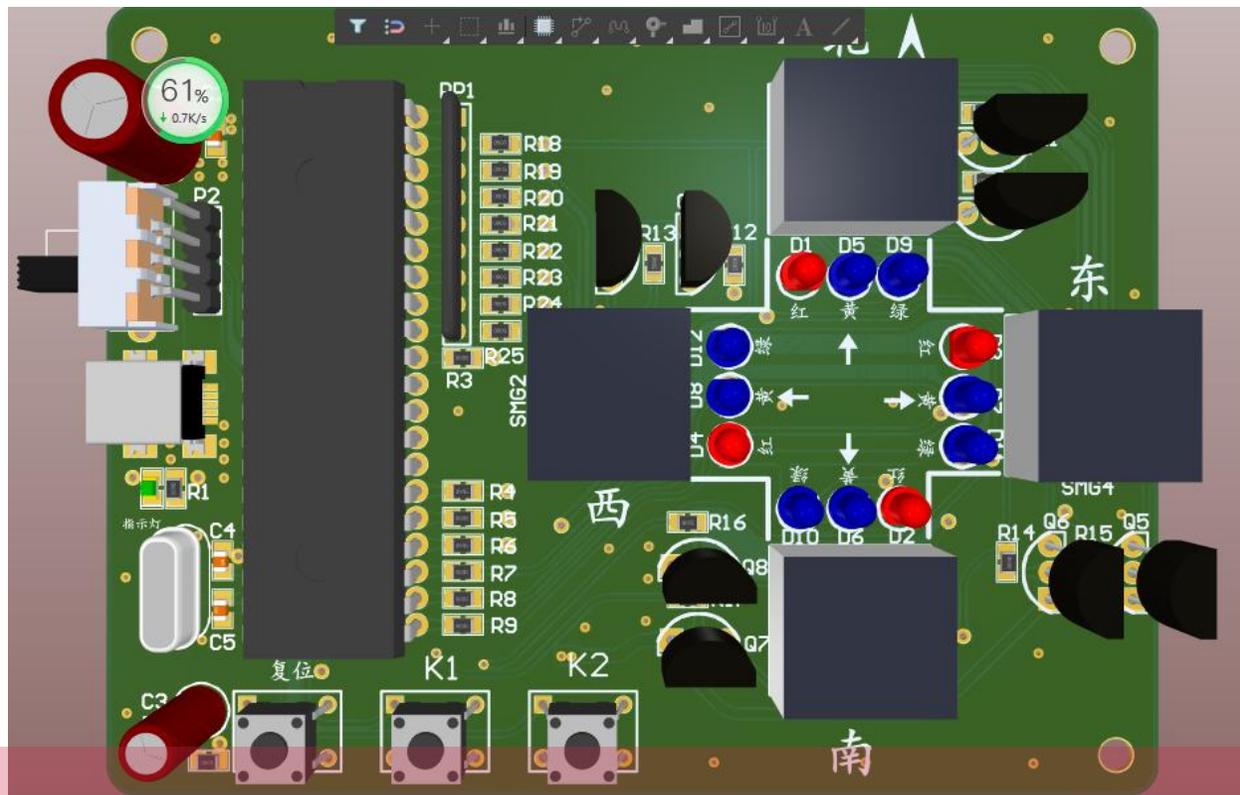
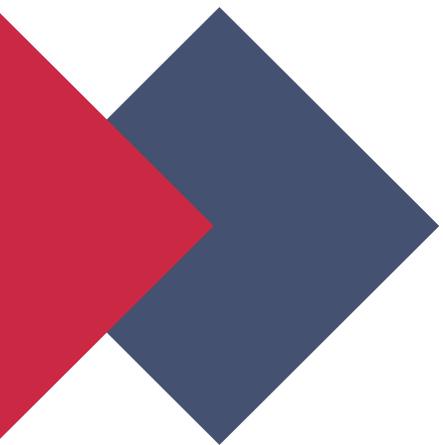


图 6-85 交通信号灯的3D显示

对于有兴趣的读者可以将PCB制作成3D显示的效果，这需要将元件的封装更改为3D元件，我们可以提供给上课的老师，有需求的读者可以给作者联系。



13

任务验证



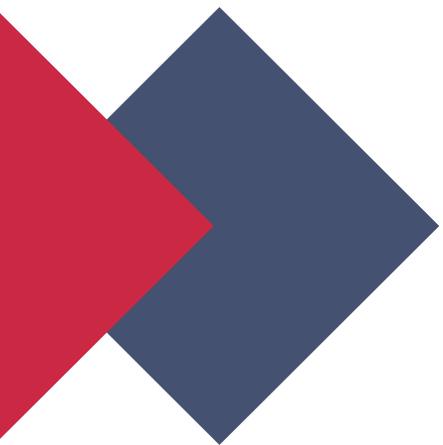
完成交通信号灯原理图和 PCB 的制作后，需要对制作成果进行全面验证，以确保交通信号灯系统能够正常工作。

1.电气规则检查（ERC）复查：在完成 PCB 设计后，再次进行电气规则检查（ERC），确保 PCB 的电气连接符合设计要求。ERC 会检查是否存在未连接的引脚、短路、开路等电气错误。如果发现错误，根据软件提示进行修改，直到通过 ERC 检查。这一步骤能够有效避免因电气连接错误导致的电路故障。

2.DRC 检查：利用 Altium Designer 20.1 的设计规则检查（DRC）功能，对 PCB 进行全面检查。DRC 会检查 PCB 的布局、布线是否符合之前设置的规则，如线宽是否满足要求、间距是否符合标准、过孔大小是否合适等。若存在违反规则的情况，软件会给出详细的错误信息，根据这些信息对 PCB 进行调整和优化，确保 PCB 的设计质量。



3.3D 预览检查：使用软件的 3D 预览功能，查看 PCB 的三维模型。通过 3D 预览，可以直观地检查元件布局是否合理，是否存在元件相互干涉的情况。同时，还可以检查安装孔的位置是否正确，PCB 的整体结构是否符合实际安装要求。如果发现问题，及时返回 2D 设计界面进行修改。



14

任务小结



通过本次交通信号灯原理图和 PCB 制作任务，经历了从电路原理设计到实际 PCB 制作的完整流程，收获颇丰。在原理图绘制过程中，深入理解了交通信号灯的控制逻辑，并将其转化为准确的电路连接，同时学会了合理布局元件，提高了原理图的可读性和可维护性。

在 PCB 设计环节，综合考虑了信号干扰、散热、安装要求等多方面因素，完成了元件布局和布线工作。通过不断调整和优化，掌握了布线规则的设置和手动布线技巧，提高了 PCB 的电气性能和可靠性。泪滴添加和覆铜操作进一步增强了 PCB 的稳定性，让对 PCB 制作工艺有了更深入的认识。



在任务过程中，也遇到了不少问题，如电气规则检查不通过、布线不合理等。但通过查阅资料，成功解决了这些问题，锻炼了自己解决实际问题的能力。同时，也认识到团队协作和沟通的重要性，在讨论和交流中，能够获取更多的思路和方法，提高工作效率。

2025

谢

谢