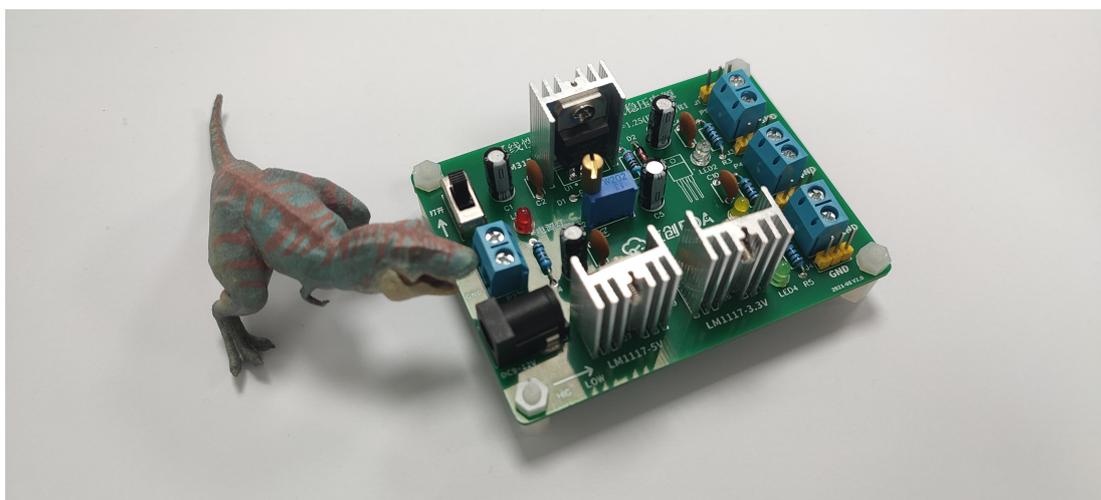


【立创 EDA 案例推荐】

直流稳压电源学习手册



版本记录	编写人	修改时间
V1.0	莫志宏	2021-09-30

1 项目介绍

在模拟电路的学习过程中，我们会学到线性稳压电源的设计。一个好的电源在平时的学习过程中尤其重要，除了性能之外，便携性也是需要考虑的。结合课程学习内容，我们设计了一款集实用性与功能性为一体的直流稳压电源案例。

应用场景

- 模拟电路仿真教学
- 电路原理图及 PCB 设计教学
- 电子元器件识别与焊接课程
- 在平时学习和实验中作为电源提供模块

电路特性

- 输入电压为 DC9-30V
- 输出固定电压 5V、3.3V 以及可调电压值
- 当输入输出电压差不超过 10V 时应保证工作电流小于 600mA，压差超过 10V 时请保持输出电流小于 400mA
- 工作温度范围:0-100℃ (为防止过温损坏，可自行加大散热片或其它散热方式)

2 总体设计方案

在电路设计之前，我们先来思考一下对这个电源有什么基本要求。由于常用的单片机和芯片都能在 5V 和 3.3V 工作，所以需要有一个稳定的 5V 和 3.3V 的电源输出。在一些特殊场合也可能用到 9V 或者是其它电压的电源，这时候我们想要有一路可以调整输出电源电压的输出。大致的电路框图如下：



图 1 直流稳压电源系统框图

结合线性电源结构简单、输出纹波小、高频干扰小以及便于维修的优势，该电路采用三端稳压器进行设计。根据三端稳压器输入特性分为正极性与负极性两种分别输出正负电源，这里以正电源输入稳压为例。常用正极性三端稳压器固定输出的有 LM78XX 系列和 LM1117-XX 以及可调 LM317 和 LM1117-ADJ 等相关芯片。经选型最终选用了意法半导体的 LM317T、LM7805 以及 LD1117V33 进行设计。

电路设计的流程应该分为以下几个阶段，该项目可以先进行仿真验证后再对原理图及 PCB 进行设计。

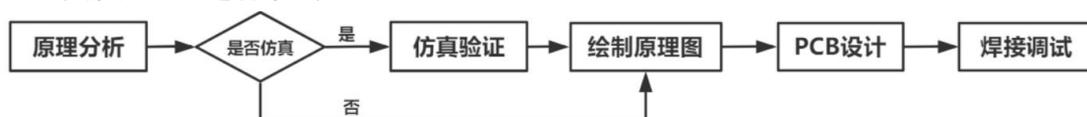


图 2 电路设计流程说明

3 原理分析

在设计电路之前一定要查看该器件所提供的数据手册，可以帮助我们更好的了解选用芯片的特性。注意，数据手册最好是在所选器件的官网中进行下载，其它厂商提供的数据手册不一定与所选器件符合，部分器件可能名字一样但引脚排列不同和参数差异。

在 LM317 的数据手册开头我们可以了解到该芯片可以做到 1.2V 到 37V 的可调输出，能提供超过 1.5A 的输出电流；线性和负载调整率仅为 0.1%，还支持高压浮空保护、电流限制和内部电压短路保护功能。

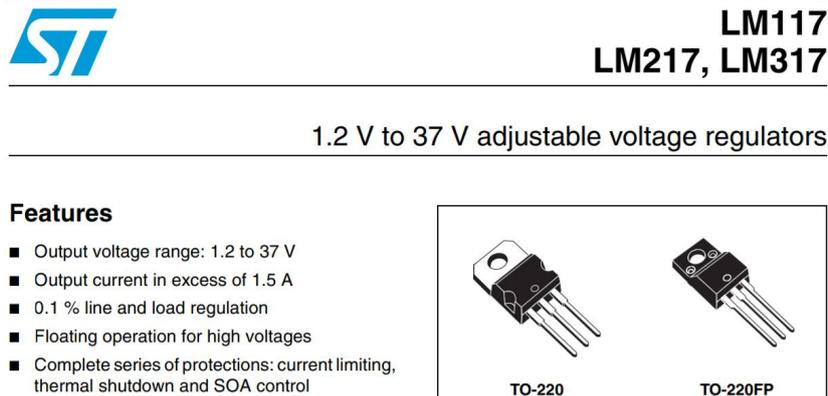


图 3 LM317 数据手册截图

数据手册上的芯片引脚定义和参考电路对于我们设计电路必须要查看的。LM317 有三个引脚，分别为 INPUT(输入引脚)、OUTPUT(输出引脚)和 ADJUST(调整引脚)，设计电路过程中注意引脚排布，避免接错导致电源短路。结合手册中提供的参考电路以及设计经验，我们设计出以下电路：

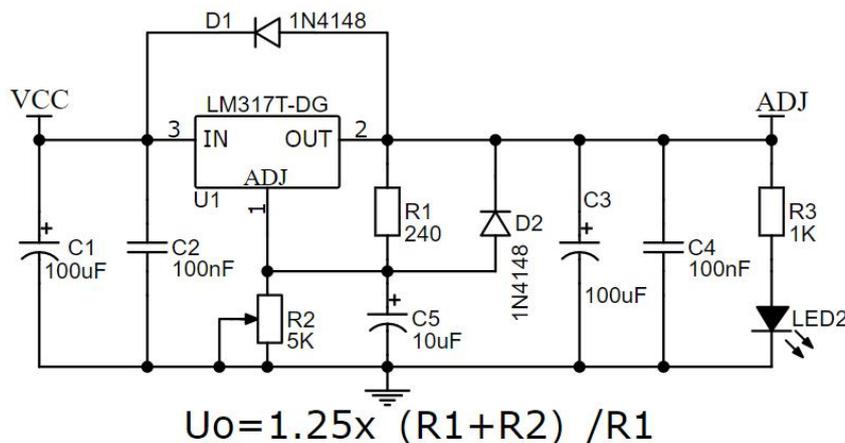


图 4 LM317 应用电路

该电路中 C1 和 C2 是输入滤波电容，C3 和 C4 是输出滤波电容，其中大电容用于滤除信号中的低频分量，小电容滤除高频噪声。电路中用了两个二极管，其中 D1 二极管起着防止断电时由于电容储能作用输出引脚电压大于输入电源；D2 二极管防止 ADJ 引脚电压高于输出引脚，都是为了防止芯片损坏，起着保护作用。R1 和 R2 共同作用，调整 R2 电位器的阻值可以改变输出电压的大小。R3 电阻与 LED2 起着输出电源指示的作用。

参考对应的数据手册设计出 LM7805 以及 LD1117V33 的电路如下所示：

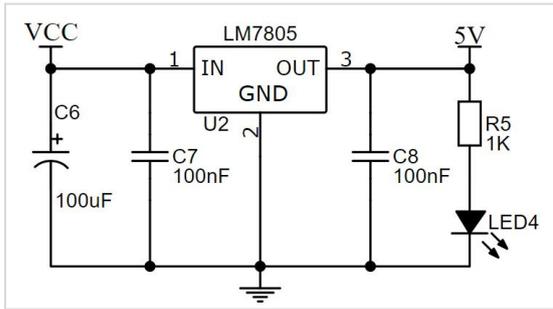


图 5 LM7805 应用电路

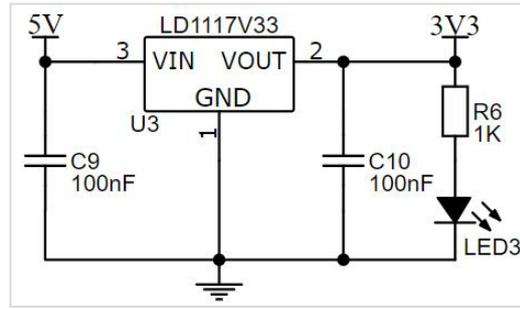


图 6 LD1117V33 应用电路

4 仿真图设计

4.1 仿真图创建

将立创 EDA 标准版模式切换到仿真模式，创建一个工程文件夹，新建一个仿真图纸并保存到工程文件夹中。

在仿真基础库中找到电源分类下的电压源_直流源(DC)作为电源输入，将电压设置为 12V；在稳压器件分类中找到 LM317 和 7805 两个器件；点击仿真库，搜索 LM1117_3V3，在系统库中选择 LM1117_3V3 并放置到画布中；接下来在基础库中的仪器列表中找到万用表放置四个，并并联到电路里面测量电压值；二极管分类中找到发光二极管，放置四个，点击二极管，在右侧的二极管设置可以将颜色设置为红色、蓝色、绿色和黄色代表不同的几路输出；通用器件中找到电阻器、可变电阻、电容器和电解电容器按照以下仿真图中参数进行放置并进行连线。

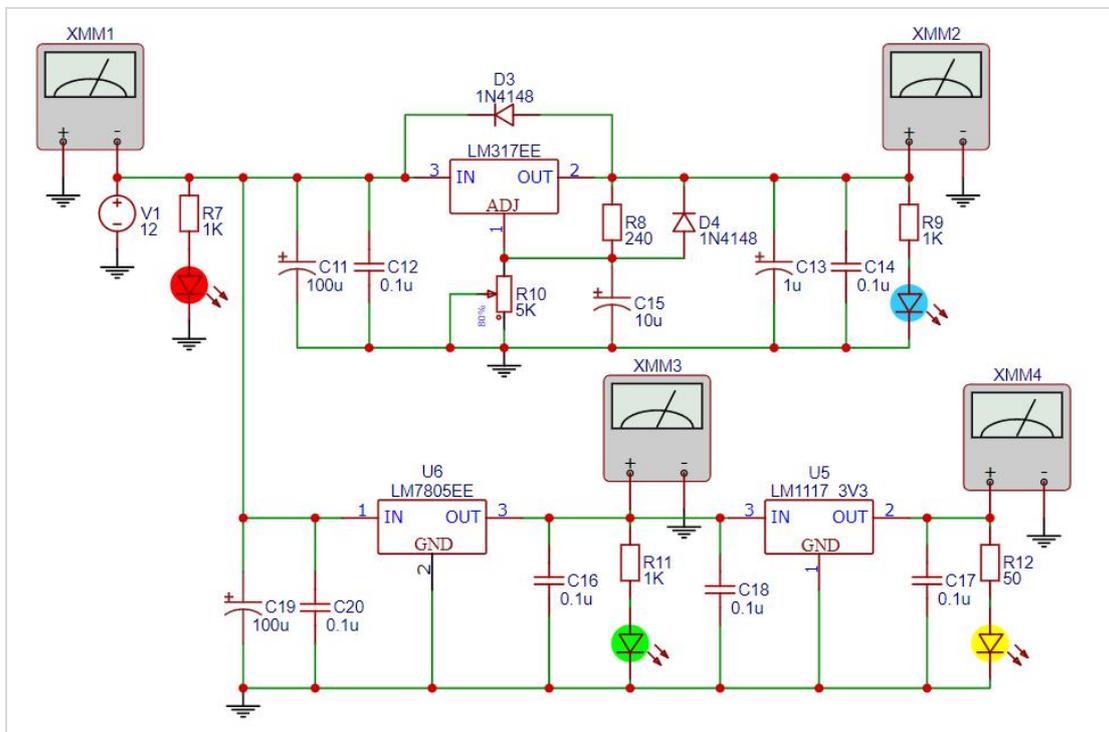


图 7 实验用直流稳压电源仿真图

4.2 仿真验证

点击仿真后 5V 和 3.3V 输出的电压直接显示出来，改变 LM317 电路中的滑

动变阻器比例因子为 80%（连接到电路中电阻为 $1K\Omega$ ），查看万用表读数，当比例因子调整为 20%，这时仿真结果是否与理论计算一致，如果不一致请思考原因。

5 原理图设计

5.1 添加原理图

仿真验证通过后相信大家都迫不及待的想开始进行原理图的设计，先把仿真图保存后将仿真模式切换到标准模式，开始准备原理图的设计。由于一个工程中我们需要最终参与到 PCB 设计的器件来源于原理图中，仿真图中的器件不应该参与到 PCB 里面，所以需要先打开仿真图，将里面的器件设为不转到 PCB 和不加入 BOM，这点非常重要！选择创建的工程文件夹，右键，新建原理图，开始原理图的设计。

5.2 电源输入电路

电源输入可以采用多种方式，这里我们选择了常用的 DC 插座以及接线端子两种方式进行供电，可以根据实际情况选择其一进行使用。

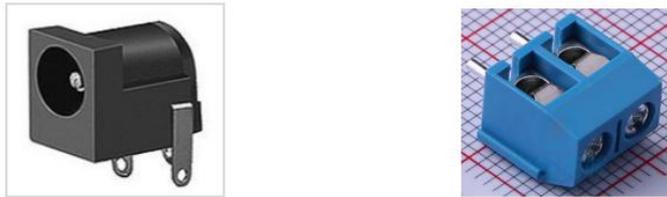


图 8 DC 电源插座以及接线端子图示

在基础库中的电源分类中选择 DC005-T20；连接器分类中选择 CONN-TH_2P-5.00 接线端子；然后在电阻分类中放置一个电阻，封装下拉选择 R_AXIAL-0.4_EU 或 R_AXIAL-0.4_US 这个选项；在二极管分类中选择发光二极管，封装类型选择 LED-TH-3mm_R。在电气悬浮窗中放置一个 VCC 标识符和 GND 标识符。电路连接如下图所示：

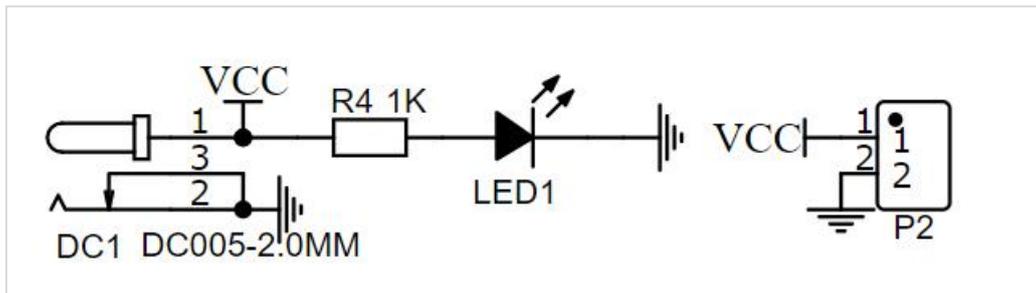


图 9 电源输入电路

5.3 三端稳压器电路

根据图 10 绘制三端稳压器电路，考虑到焊接方便和功率大小统一采用插件封装，每一路输出用一个接线端子和三根排针引出。

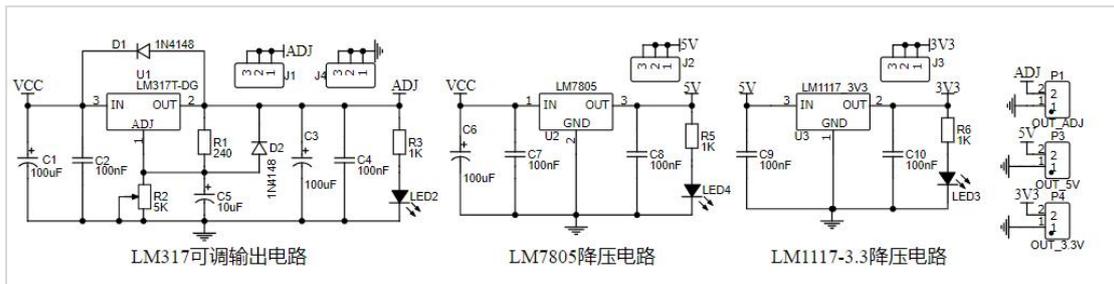


图 10 三端稳压器电路

5.4 元器件选型说明

每个元器件的符号选择性很多，实际应用过程中需要考虑实用性以及可维护性进行选择。作为一名电子工程师，我们应该在设计原理图的时候进行选型。不同厂家提供的器件各有差异，所以最佳的器件选择思路是在元件库中搜索我们所需要的器件，选择需要的封装、厂商，查看所选器件的价格、品牌与库存等相关信息。这里以 LM317 进行举例，在立创 EDA 标准版的元件库中搜索 LM317，搜索结果如下图所示：

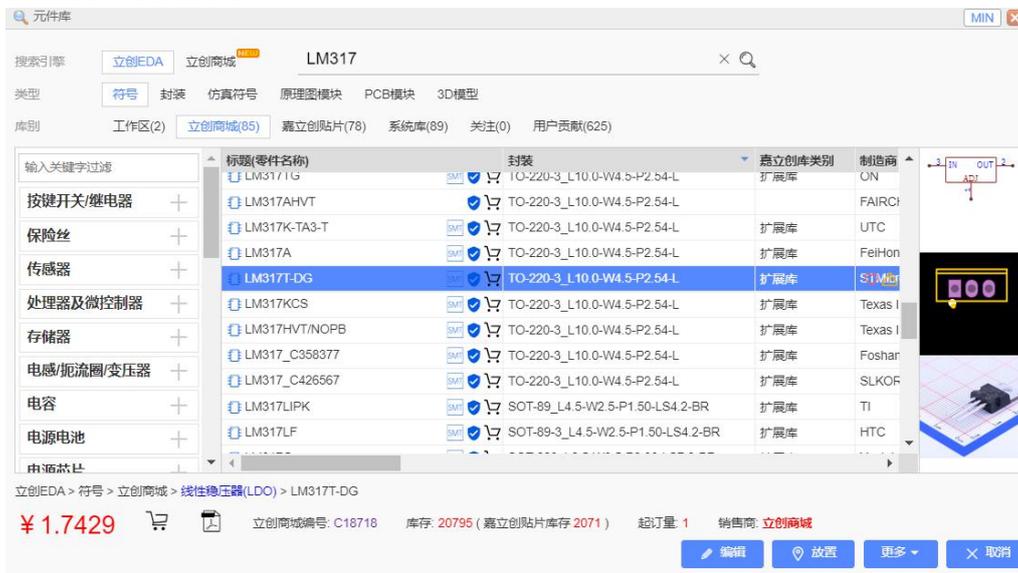


图 11 器件搜索选型

可以看到在库别一列有大量相关的器件被搜索出来，建议选择立创商城库以及嘉立创贴片库，在其中找一款符合我们要求的芯片，考虑库存与价格和封装可以选择封装为 TO-220-3 的 LM317T-DG 这款来自 ST 公司的芯片。在选择其它芯片和阻容感器件都可以用相同方式进行搜索。

6 PCB 设计

完成原理图设计之后先注意检查电路是否连接对，网络是否有缺失没有接上的情况。全部检查无误后点击原理图顶部菜单栏中的设计-原理图转 PCB 开始 PCB 的设计。

6.1 外形设计

生成 PCB 后需要设定一个 PCB 外形，外形的大小需要根据元器件的数量大小以及外壳或个人意愿进行设计，秉承着大小合适，美观的原则，该项目可以设

定一个长 80mm，宽 60mm 的长方形作为 PCB 板的大小。注意在设计 PCB 外形时尽量不要超过 10cm*10cm，超过后价格会稍微偏高。

6.2 元器件布局

原理图中的器件转到 PCB 后元器件布局比较乱，在设计 PCB 的第二步需要对元器件进行分类和布局，分类的依据是将各个电路模块的器件放置到一起，使用立创 EDA 提供的布局传递功能可以很快地对每个电路模块进行布局，注意接口器件应放置在板子边缘，方便接线与操作。

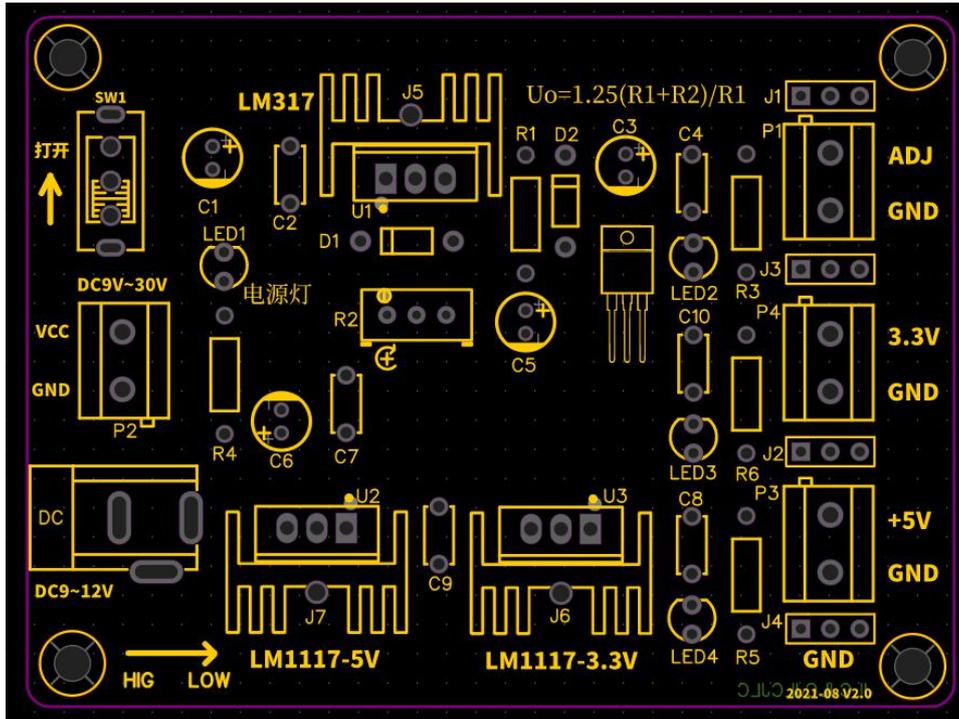


图 12 布局参考图

6.3 PCB 走线

来到这一步，再回头看看你已经完成了直流稳压电源的仿真图、原理图和 PCB 元器件的布局，就差最后一个步骤：PCB 走线了。

PCB 走线在设计双层电路板时分为顶层走线和底层走线，其中顶层走线默认是红色线，底层为蓝色线，走线也就是在电路板中连接铜线。选择层与元素中的层，然后将两个相同网络的焊盘连接起来就可以了。看似简单的连连看，其实其中需要我们耐心的进行调整，元器件的摆放布局也会影响走线的难度。在该项目的走线中提供以下几点参考建议：

- (1) 电源线设置为 35mil，信号线设为 25mil 宽度
- (2) 走线使用底层走线，便于在校内自制 PCB
- (3) GND 不用接线，使用底层覆铜即可
- (4) 走线过程中优先走直线，需要拐弯的地方以钝角或圆弧拐弯为主
- (5) 完成走线后添加合适的丝印标记说明该 PCB 板的用途以及接口功能。

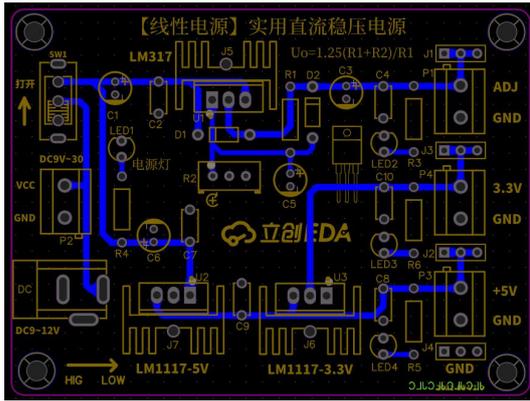


图 13 走线参考图（覆铜已隐藏）

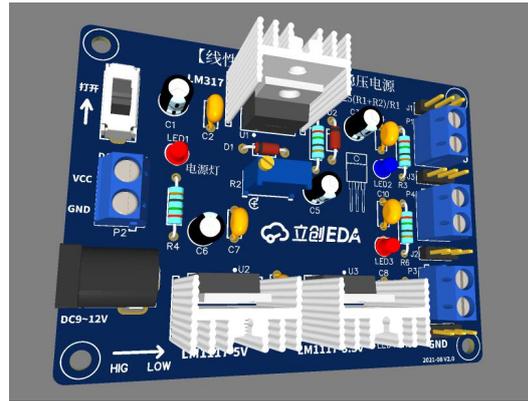


图 14 PCB3D 预览图

7 调试注意事项

PCB 设计完成之后导出 Gerber 文件到工厂进行 PCB 打样，购买相关元器件后准备进行焊接调试。在焊接调试过程中有以下几点注意事项：

- (1) 焊接过程中注意用电安全，手不要接触到烙铁头，免得烫伤
- (2) 焊接过程中先按元器件的低到高进行焊接
- (3) 芯片与散热片先用螺丝钉固定在一起后再进行焊接，使得紧密靠近
- (4) 测试过程中使用直流电源进行输入，可以使用 DC 电源插座或者直接接到 P2 接线柱上，打开开关进行测试，使用万用表测试各输出电压是否符合仿真结果。

至此，直流稳压电源设计流程结束。该电路大家也可以用在平时的电子学习中给其它电路进行供电，简单又方便。如需负电源输出，欢迎大家自行设计，将正负电源做到一块电路板上，相信聪明的大家能设计出一款属于自己的实验用直流稳压电源电路板。