

灯哥开源 FOC V3.0

使用说明文档 V5

2022.4.23 更新

目录

| | |
|--|----|
| 1 概述..... | 2 |
| 2 性能简介 | 2 |
| 2.1 总体性能 | 2 |
| 2.2 驱动板支持的电机选型 | 3 |
| 3 基础配置及运行 | 4 |
| 3.1 线路连接及其实例..... | 4 |
| 3.1.1 开环控制接线示意图 | 5 |
| 3.1.2 闭环控制接线图（基于 AS5600） | 6 |
| 3.1.3 闭环控制接线图（基于 AS5047） | 6 |
| 3.2 编程环境配置..... | 7 |
| 4 Simple FOC Studio 在线调参工具 | 10 |
| 4.1 简介 | 10 |
| 4.2 安装及配置..... | 11 |
| 5 例程及其注释 | 13 |
| 6 从 0 开始焊接电路板（针对自行 DIY 此 FOC 驱动的爱好者） | 15 |
| 7 常见问题及其解决 | 15 |
| 7.1 电机不转 | 15 |
| 7.2 电机抖动 | 15 |
| 7.3 电机或芯片剧烈发热 | 15 |
| 7.4 编码器读数跳变..... | 16 |

1 概述

灯哥开源 FOC 控制器是一个由灯哥开源的，基于 GPL-3.0 开源协议和 ESP32 主控的低成本无刷电机双路 FOC 驱动控制板。双路总功率 240W，单路最大功率 120W，支持绝大部分的云台电机 FOC 位置、速度、力矩开闭环控制。编码器方面支持常见 IIC 和 ABI、PWM、Hall、SPI 制式。加入在线电流检测模块，实现真正完整的 FOC 控制。总的来说，灯哥开源 FOC 控制器是一个好用又便宜的双路无刷 FOC 驱动器。

在 V3 版本中，加入电流检测放大器 INA240A2，通过采样与电机相串联的采样电阻电压获得 A、B 相电流，应用于电流环控制，构建出真正，完整的 FOC 算法。

灯哥开源无刷 FOC 目前的发展受到灯哥开源团队的深度支持，目前已经针对这块控制板开发出了灯哥开源无刷四足机器人，后面更会开发出更多好玩的应用，例如平衡车，倒立摆等等，敬请关注。

2 性能简介

2.1 总体性能

目前灯哥开源双路 FOC 的具体技术性能指标如下：

| | |
|-----------|----------------|
| 单路最大功率 | 120W（双路 240W） |
| 支持电压 | 12V-24V |
| 支持的无刷电机类型 | 云台电机（相电阻>10 欧） |

| | |
|-------------|----------------------------------|
| 支持同时驱动的电机数量 | 2 |
| 支持的编码器通讯方式 | IIC ABI PWM Hall SPI |
| 支持的外部控制方式 | 串口控制 WIFI 无线控制 |
| 支持的电流检测方式 | <u>在线电流检测</u> |
| 电流检测电压 | <u>3.3V</u> |
| 电流检测最大电流 | <u>3.3A</u> |

2.2 驱动板支持的电机选型

灯哥开源 FOC 目前支持常见的云台电机，具体选型指标主要有两点：

- 电机相电阻 $>10\Omega$
- 最大运行电流在 5A 左右

这两个选型指标基本上能够覆盖大部分的云台电机，所以基本上只要选择云台电机就可以正常的使用这个板子，若按照 KV 数进行选择，建议选择 200KV 以下的电机。

若对云台电机的选型有疑问，或者需要验证选型是否正确，可以加

入 Q 群: [778255240](#) 详细询问, 热心的群友将会给你解答, 灯哥我看到了也会及时回复。

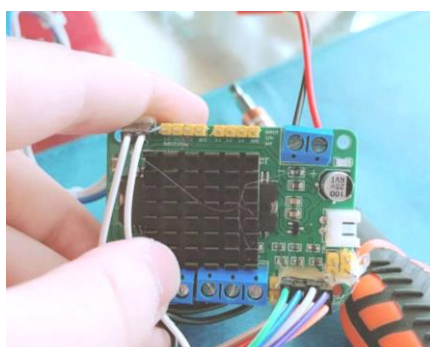
3 基础配置及运行

3.1 线路连接及其实例

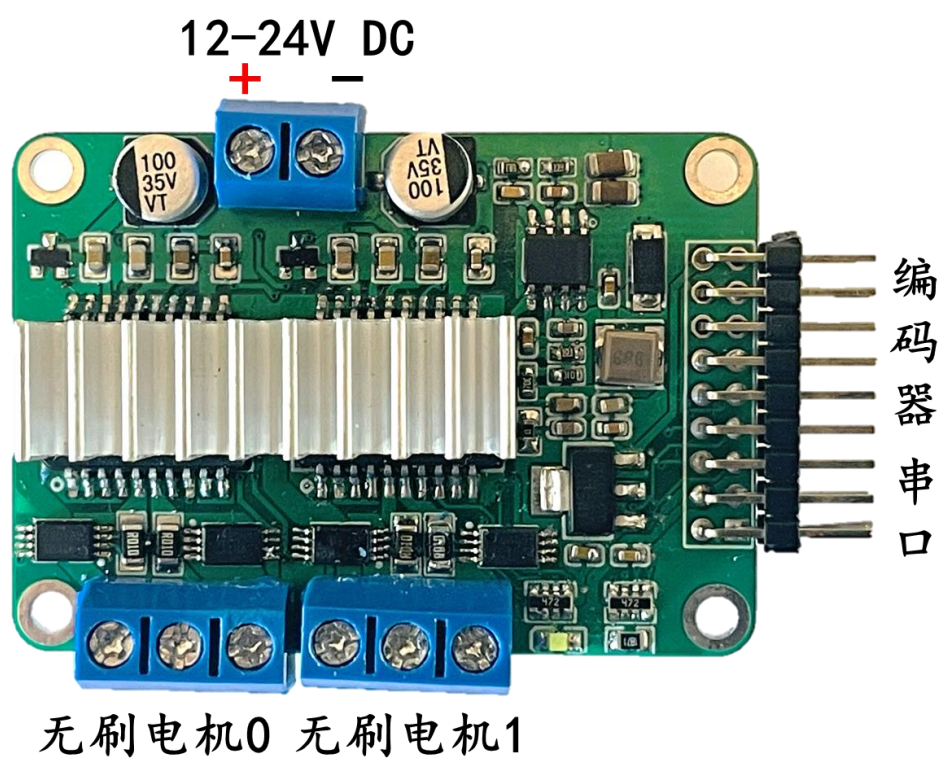
灯哥开源 FOC V3 的线路连接与 V2 相同, 极其简单, 只需要连上电源线和电机线, 就已经可以使得板子正常的运行开环控制; 在此基础上, 再连接上编码器, 就可以使 FOC 控制板实现闭环控制。

注意: 若需要长时间调试或使用, 你得加上散热片, **良好的散热能够使得 FOC 的性能得到充分发挥!** 实验证明, 大部分运行过程中突然的卡顿。震动都来自于 FOC 散热不良!! 在高电压电流的情况下, 不良的 FOC 散热有可能导致驱动芯片烧毁。在默认情形下, 灯哥官方建议一般都必须加上散热片使用!

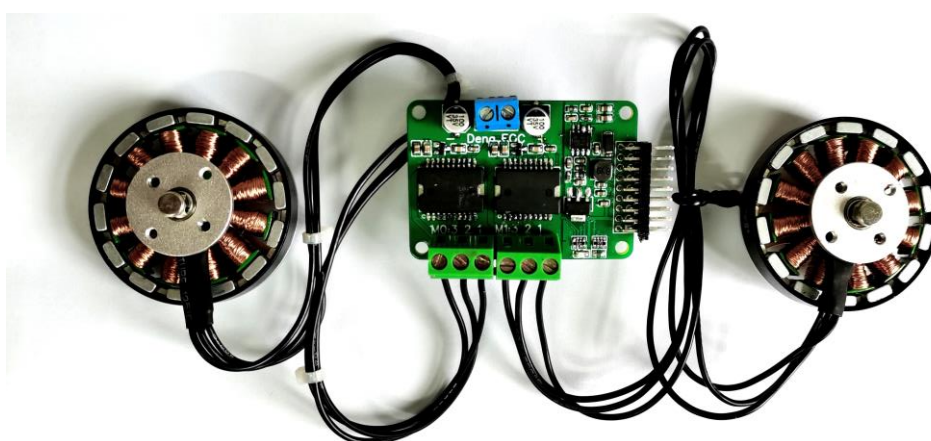
推荐的散热片尺寸为 25x25 铝制散热片, 安装效果如下图所示:



3.1.1 开环控制接线示意图

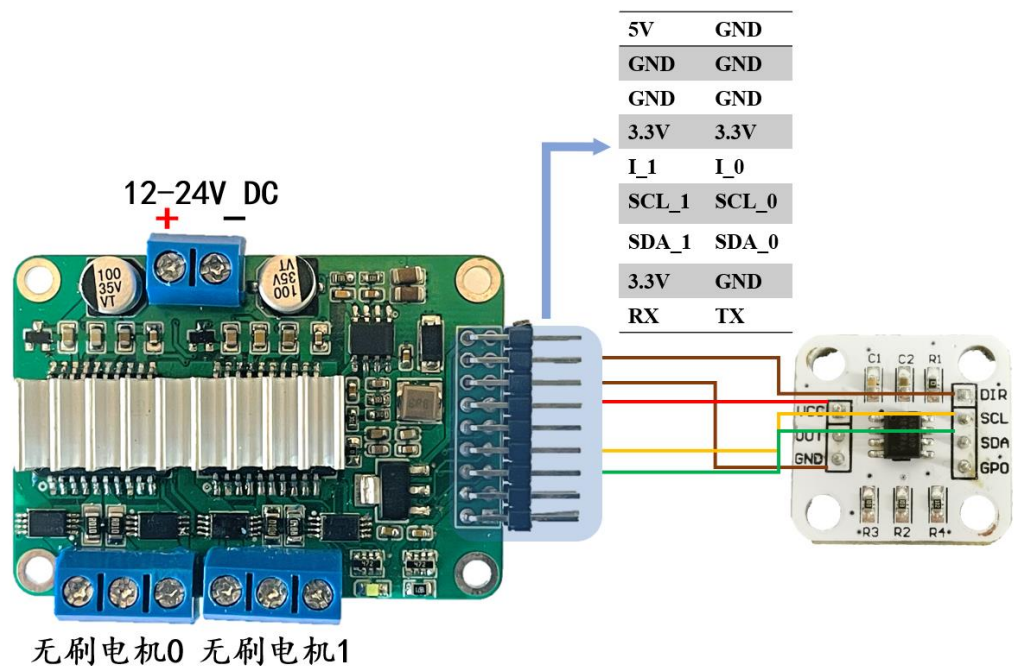


* 单纯的电机连接示意



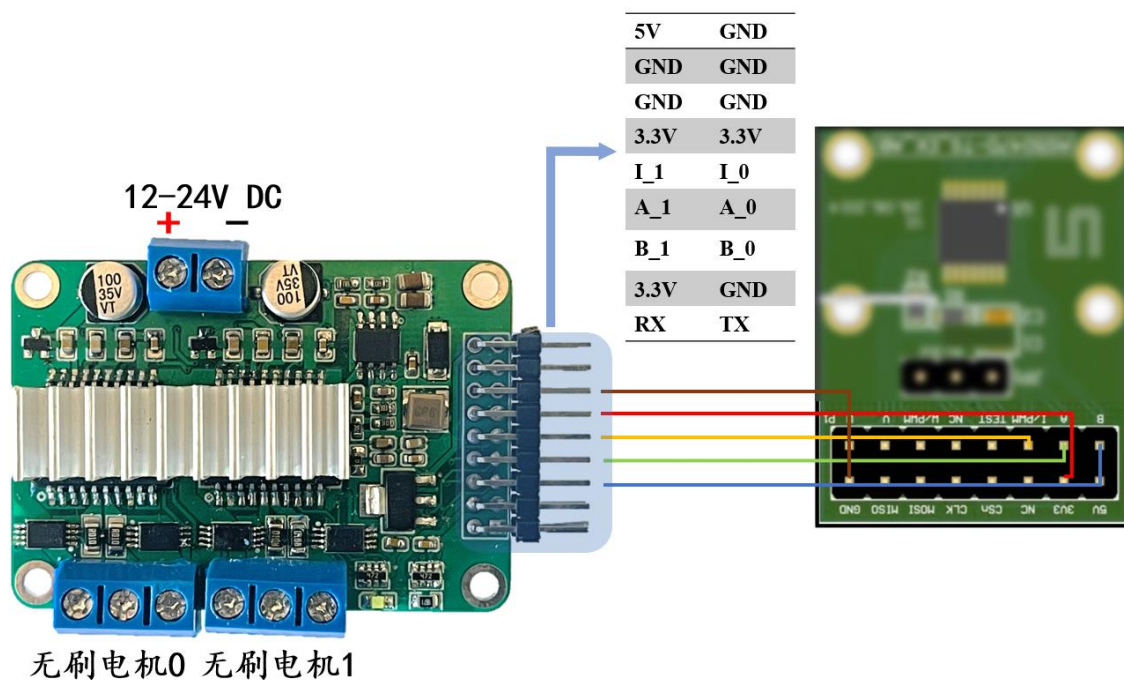
3.1.2 闭环控制接线图（基于 AS5600）

由于图幅限制，只展示一个电机配合一个编码器的接线，两个电机的接线亦同理，具体例程请参照例程文件夹。



3.1.3 闭环控制接线图（基于 AS5047P）

由于图幅限制，只展示一个电机配合一个编码器的接线，两个电机的接线亦同理，具体例程请参照例程文件夹。



* 底面均有引脚示意



在完成了对应的接线，通电确定驱动板灯亮之后，就可以进入我们的下一步：编程环境配置

3.2 编程环境配置

灯哥开源 FOC 由于使用基于 SimpleFOC 的库运行，因此软件环境配

置也与 SimpleFOC 库相同，默认都采用 [Arduino IDE](#) 作为主程序编程/编译软件。

最新测试过能够完美支持灯哥开源 FOC 的软件版本为：

- ✓ Arduino IDE 1.8.19
- ✓ [SimpleFOC Library 2.2.1](#)
- ✓ ESP32 Arduino Libiary 2.0.2

针对上面的软件版本，我已经做好整合包，大家直接下载解压就可以使用，避免繁杂的环境配置，下载地址：

● 链接：

<https://pan.baidu.com/s/13VfSVINak0wqCzG9hRQUYA?pwd=wumh>

● 提取码：wumh

当完成下载后，解压下载的文件，点击文件中的 `arduino.exe` 即可打开软件，开始编译例程，愉快的玩耍。

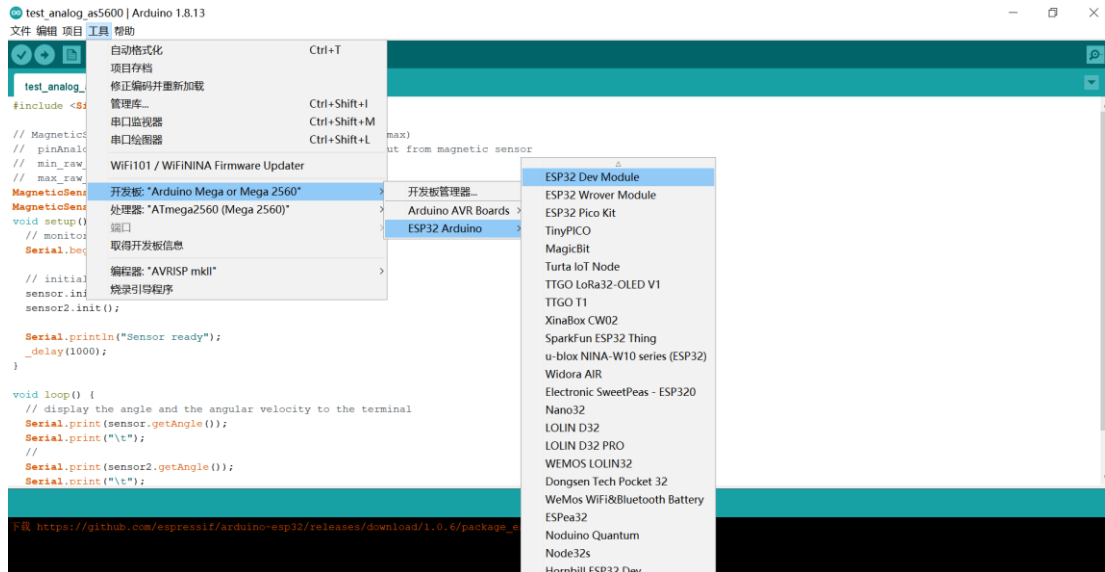
注意：解压前建议清除原有 Arduino 的环境；解压路径不要有中文路径。

完成安装后，即可编译本项目提供的例程。并且进行程序的编写。

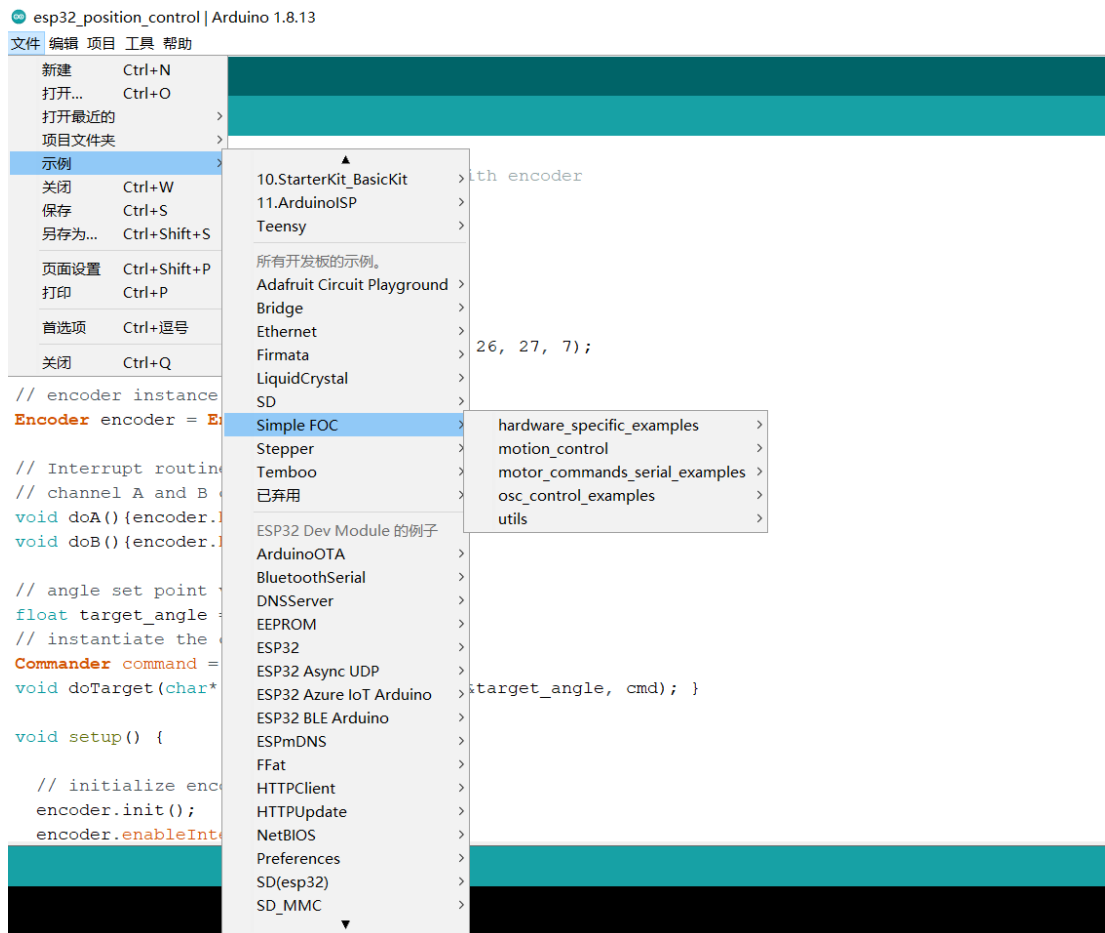
在下幅图中，点击左上角的“✓”进行程序的编译，当电脑连接了 FOC 控制板后，点击左上角的“→”进行程序上传，接下来就可以畅快的玩耍了。



注意，开发板必须选择：[ESP32 DEV Module](#),具体选择方式如下，必须如图上设置好之后才能编译并且使用：



而 SFOC 的官方例程会显示在这：



注意：想直接用此 FOC 板请直接使用我的例程！SFOC 官方的例程是

针对官方板子的，引脚不一样！不修改不能直接用在此板子上！而我给大家的例程都是已经改好调试过的！！

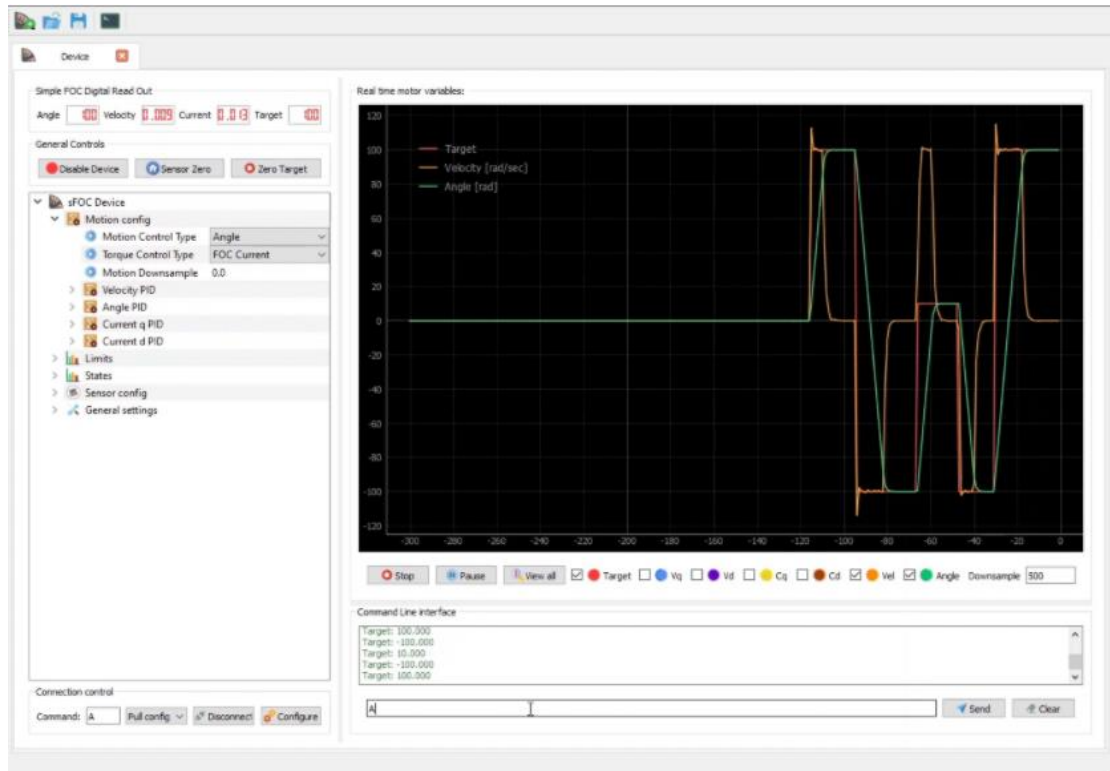
4 Simple FOC Studio 在线调参工具

4.1 简介

SimpleFOC Studio 是一个可用于图形化配置 SimpleFOC，并且对电机进行在线 PID 调参的工具，非常好用，主要特性包括：

1. 电机参数的实时调整和配置
2. 电机状态的实时绘图和监控
3. 可以根据配置好的参数自动生成代码，以植入到自己的程序中
4. 基于 PyQT5 安装配置简单，兼容性好。

软件的操作界面如下图所示，在本章中，将会详细讲述它的配置方式。



4.2 安装及配置

4.2.1 方法 1

SimpleFOCStudio 的安装非常简易，就算你没有使用过终端的，也只需以下几步：

1. 如果你还没有安装 Python,安装 Python

- 我们建议用 Anaconda，这样安装起来会更方便 [点击查看如何安装](#)
- 当你的 Anaconda 开始成功运行时，打开 CMD 命令提示符，输入：

conda create -n simplefoc python=3.6.0

- 运行完这一句后，再运行下面的这条指令：

conda activate simplefoc

2. 进入 [SimpleFOCStudio](#) 页面，克隆仓库或者再首页下载 zip 文件，

解压

3. 用 CMD 进入解压后的文件夹，命令应该长得像下面这样

```
cd some_path_on_disk/SimpleFOCStudio
```

4. 最后一步是安装 *SimpleFOCStudio* 的必须库，用如下命令：

```
pip install -r "requirements.txt"
```

当你完成了安装后，需要启动软件，只需要再 *SimpleFOCStudio* 文件夹中运行代码如下：

```
python simpleFOCStudio.py
```

或者在 Anaconda 中输入：

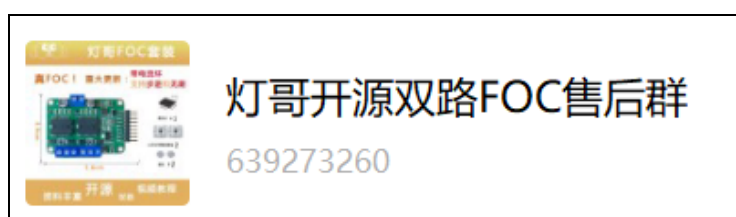
```
conda activate simplefoc
```

```
python simpleFOCStudio.py
```

即可启动软件，更多用法请见：[SimpleFOCStudio](#)

4.2.2 方法 2

如果你是在淘宝店购买板子的客户，可以进入到我们的售后群中：



在“群文件”中，可以找到已经编译为 EXE，可直接使用的版本，如下图红色框框住的文件所示，直接解压后即可使用：



5 例程及其注释

注释详见例程文件夹中的程序,实例程序列表如下:

| 灯哥开源 FOC 海量例程代码合集 | |
|-------------------|---------------------------------------|
| 1 | 双电机 开环速度 控制 |
| 2 | 双电机 开环位置 控制 |
| 3 | IIC 双编码器测试(AS5600) |
| 4 | ABI 双编码器测试(AS5047P) |
| 5 | 双电机 闭环速度 控制 |
| 6 | 双电机 闭环位置 控制 |
| 7 | 双电机 闭环位置力矩互控 |
| 8 | 灯哥 开源机器狗专用程序 (通过串口控制此 FOC 驱动板) |

| | |
|----|--|
| 9 | 双电机 电流环 FOC 力矩控制 |
| 10 | 一个电机作为旋钮，另外一个电机输出速度 |
| 11 | SimpleFOC Studio 快速调节 PID-驱动板端例程— M0 端 |
| 12 | SimpleFOC Studio 快速调节 PID-驱动板端例程— M1 端 |
| 13 | 双电机 在线电流检测 测试 |
| 14 | 步进电机开环 速度测试 |
| 15 | SPI 编码器测试(AS5047P) |
| 16 | 步进电机闭环速度 测试(AS5600) |
| 17 | 步进电机闭环位置 测试(AS5600) |
| 18 | 步进电机闭环速度 测试(AS5047P) |
| 19 | 步进电机闭环位置 测试(AS5047P) |
| 20 | 步进电机 StepDir 信号 接收测试 |
| 21 | 步进电机改无刷 例程（StepDir 信号控制无刷电机测试） |
| 22 | 霍尔编码器 测试(5 线) |
| 23 | 双霍尔电机闭环 测试(5 线) |
| 24 | 应用实例项目- 动量轮自平衡倒立摆 |
| 25 | 应用实例项目- 灯哥无刷四足机器人 |

例程运行标准效果视频：

[效果运行视频](#)

测试自己板子时可以根据此视频查看自己的板子是否达到标准效果。

6 从0开始焊接电路板(针对自行DIY此FOC驱动的爱好者)

[手把手焊接教学](#)

7 常见问题及其解决

7.1 电机不转

1. 检查电机的接线是否正常
2. 检查电源是否没电
3. 检查程序是否正确
4. 检查电机内部是否断线

7.2 电机抖动

1. 检查电机接线，是否存在缺相
2. 检查程序中的极对数设置是否正确（一般震动现象大部分来源于极对数设置错误）
3. 测试开环速度例程，如果由于速度设置过高引起震动，可以把速度设置低些

7.3 电机或芯片剧烈发热

1. 电机不要运动在震动状态下

2. 开环速度例程，速度不要长期设置为 0（否则类似堵转，会发热），若要取得实用效果，建议闭环
3. 开环位置例程，位置不要长期不变（否则类似堵转，会发热），若要取得实用效果，建议闭环

7.4 编码器读数跳变

1. 检查编码器磁铁安装是否正确（轴向，径向磁铁要分清）
2. AS5600 的话，检查是否 dir 接入高电平或者低电平（GND）
3. 检查磁铁和编码器得距离是否过远