

# 灯哥开源 FOC V3.0

使用说明文档 V1.1

2021.10.27 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 .....                             | 12 |
| 6 从 0 开始焊接电路板（针对自行 DIY 此 FOC 驱动的爱好者） ..... | 13 |
| 7 常见问题及其解决 .....                           | 13 |
| 7.1 电机不转 .....                             | 13 |
| 7.2 电机抖动 .....                             | 14 |
| 7.3 电机或芯片剧烈发热 .....                        | 14 |
| 7.4 编码器读数跳变.....                           | 14 |

# 1 概述

灯哥开源 FOC 控制器是一个由灯哥开源的，基于 Apache 2.0 开源协议和 ESP32 主控芯片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。编码器方面，支持常见 IIC、PWM 以及 ABI 制式编码器，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            |

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
|           | 模拟方式<br><br>ABI<br><br>PWM |
| 支持的外部控制方式 | 串口控制<br><br>WIFI 无线控制      |
| 支持的电流检测方式 | 在线电流检测                     |
| 电流检测电压    | 3.3V                       |
| 电流检测最大电流  | 3.3A                       |

## 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。

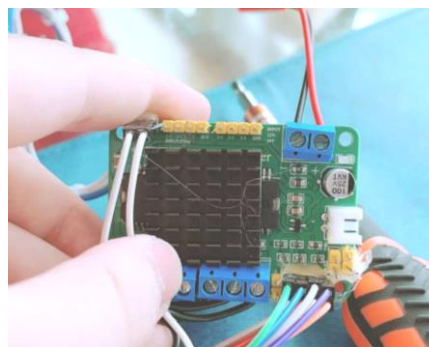
## 3 基础配置及运行

### 3.1 线路连接及其实例

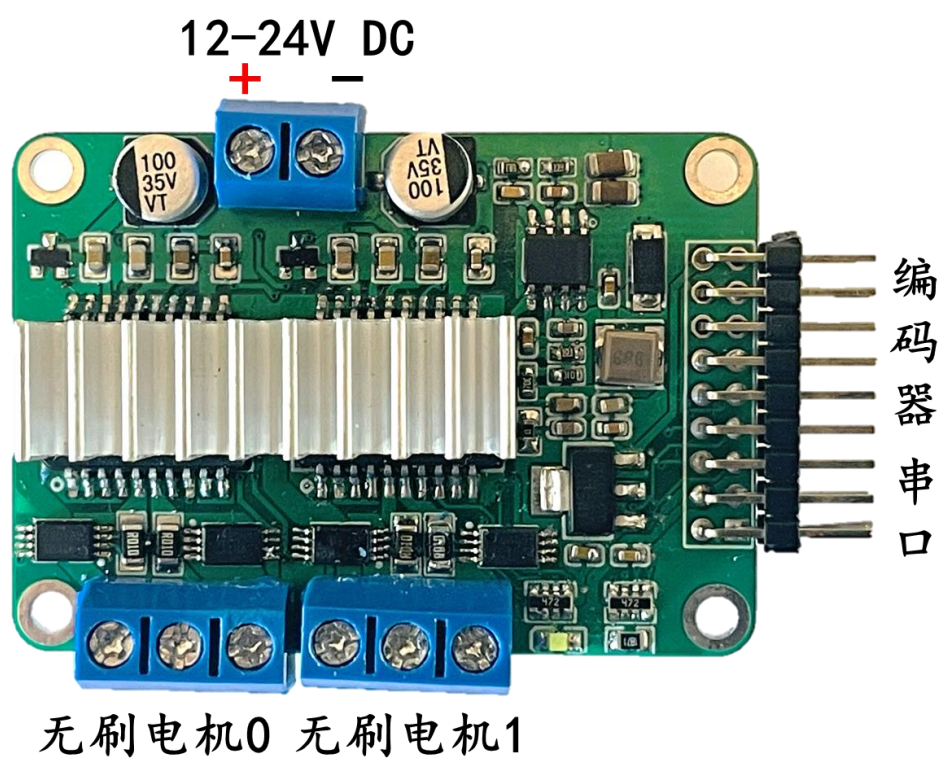
灯哥开源 FOC V3 的线路连接与 V2 相同，极其简单，只需要连上电源线和电机线，就已经可以使得板子正常的运行开环控制；在此基础上，再连接上编码器，就可以使 FOC 控制板实现闭环控制。

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！

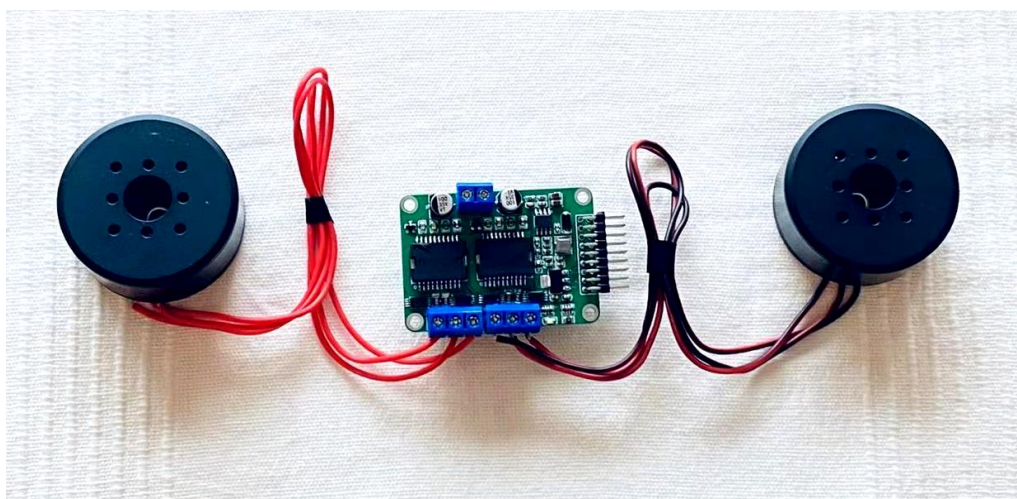
推荐的散热片尺寸为 25x25 铝制散热片，安装效果如下图所示：



### 3.1.1 开环控制接线示意图



\* 单纯的电机连接示意

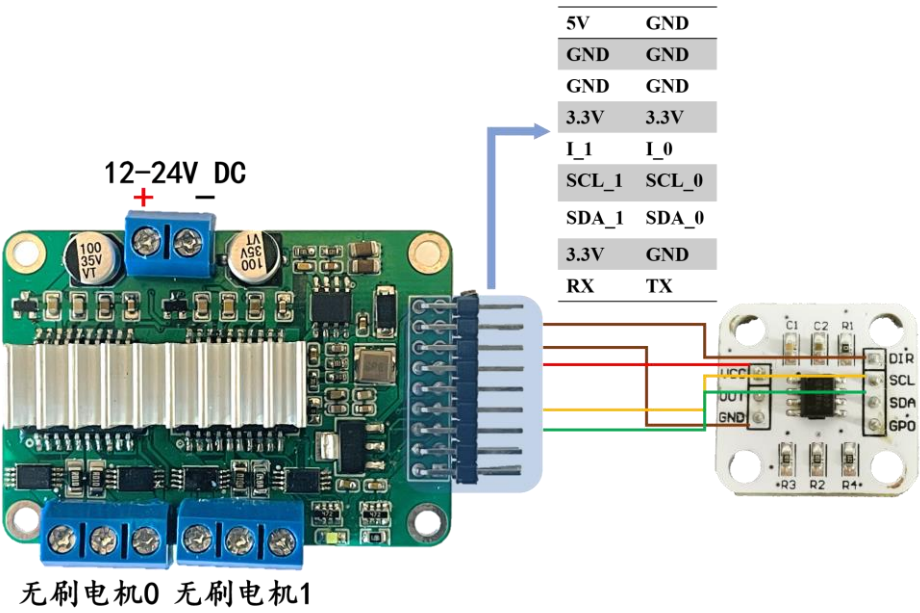




### 3.1.2 闭环控制接线图（基于 AS5600）

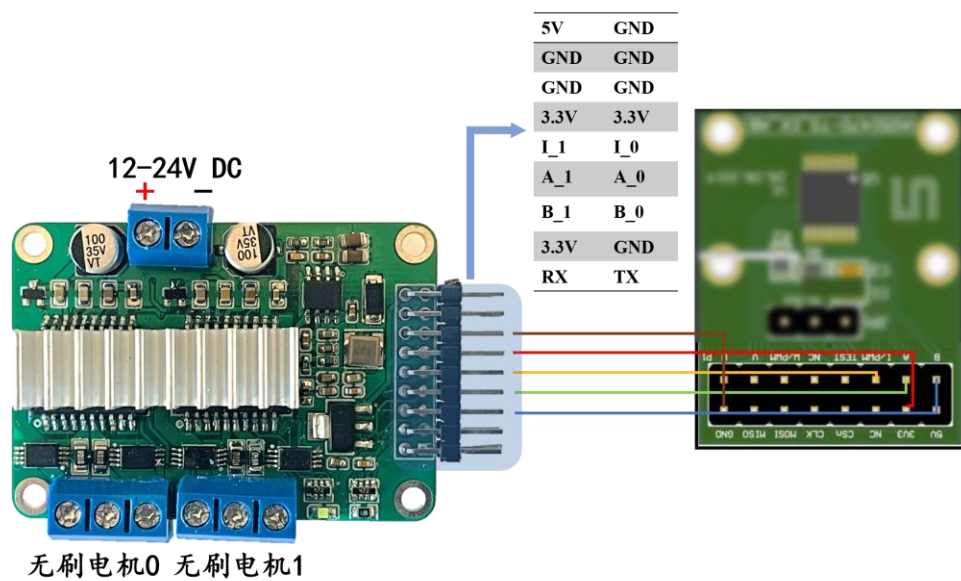
由于图幅限制，只展示一个电机配合一个编码器的接线，两个电机的接线亦同理，具体例程请参照例程文件夹。

0



### 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 1.8.13](#)
- ✓ [SimpleFOC Library 2.1.1](#)
- ✓ [ESP32 Arduino Libiary 1.0.4](#)

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：

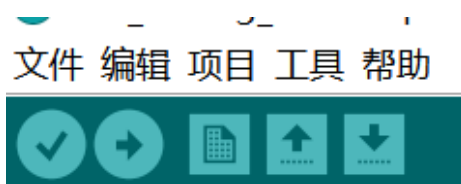
- Github: [Github 下载地址](#)
- Gitee（国内访问速度最快）：[Gitee 下载地址](#)

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。

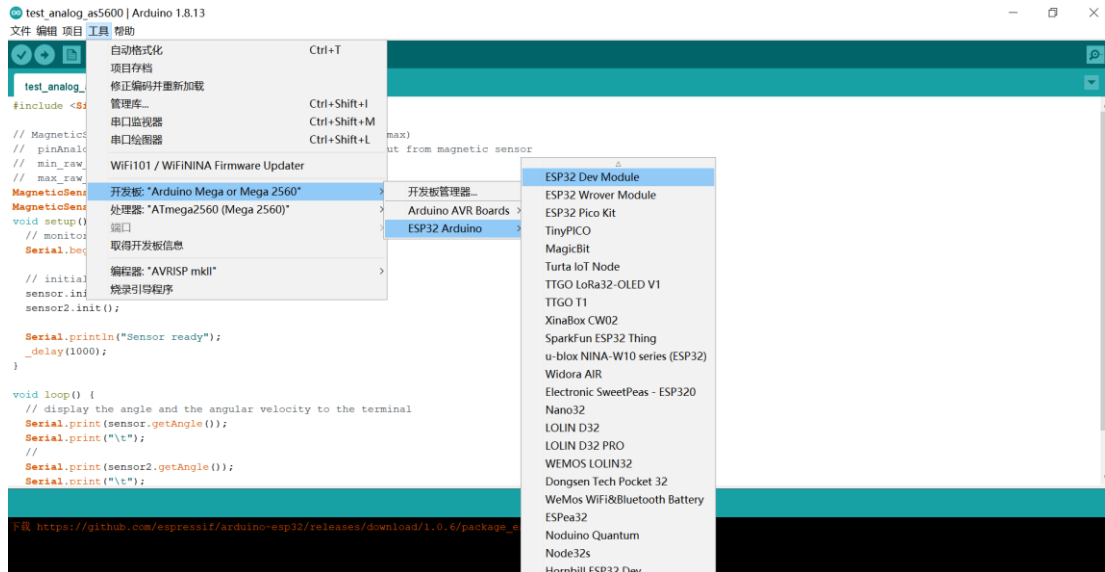
**注意：**解压前建议清除原有 **Arduino** 的环境；解压路径不要有中文路径。

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。

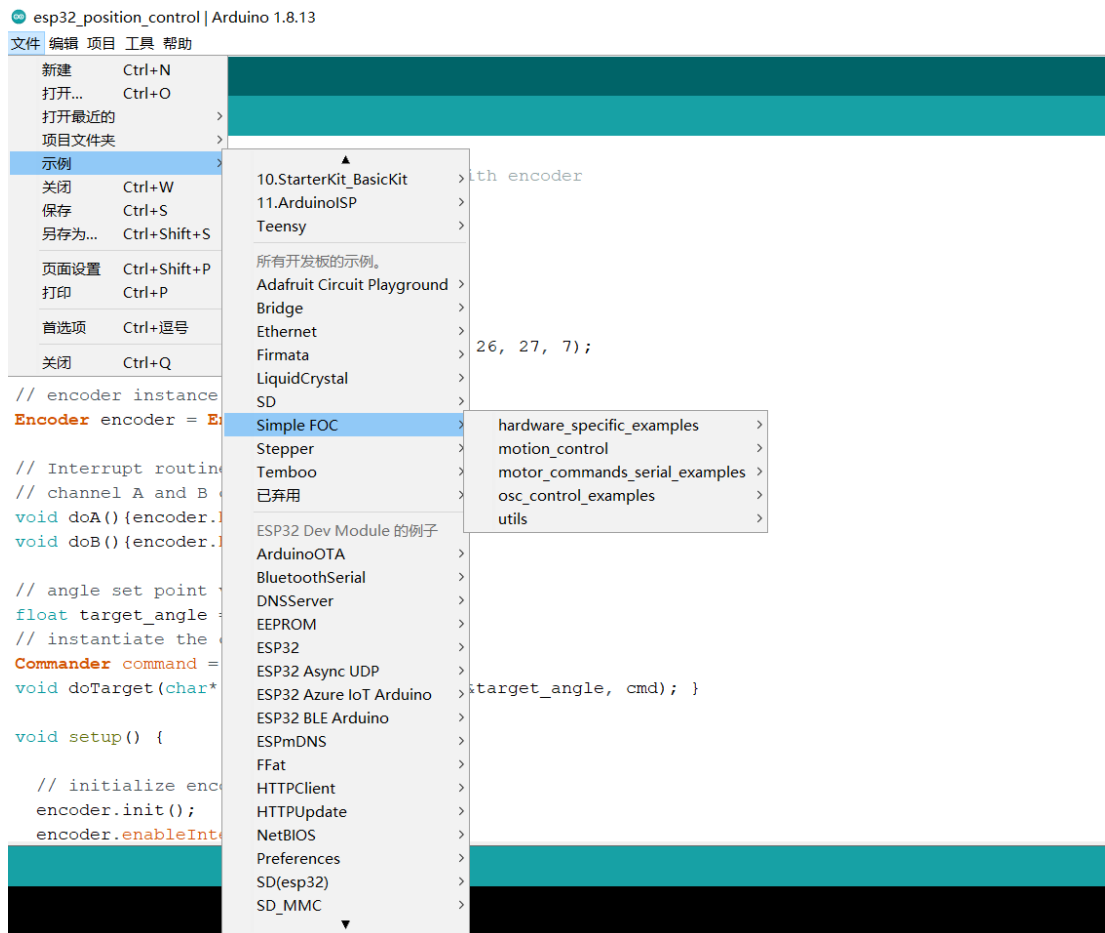
在下幅图中，点击左上角的“✓”进行程序的编译，当电脑连接了 FOC 控制板后，点击左上角的“→”进行程序上传，接下来就可以畅快的玩耍了。



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！！

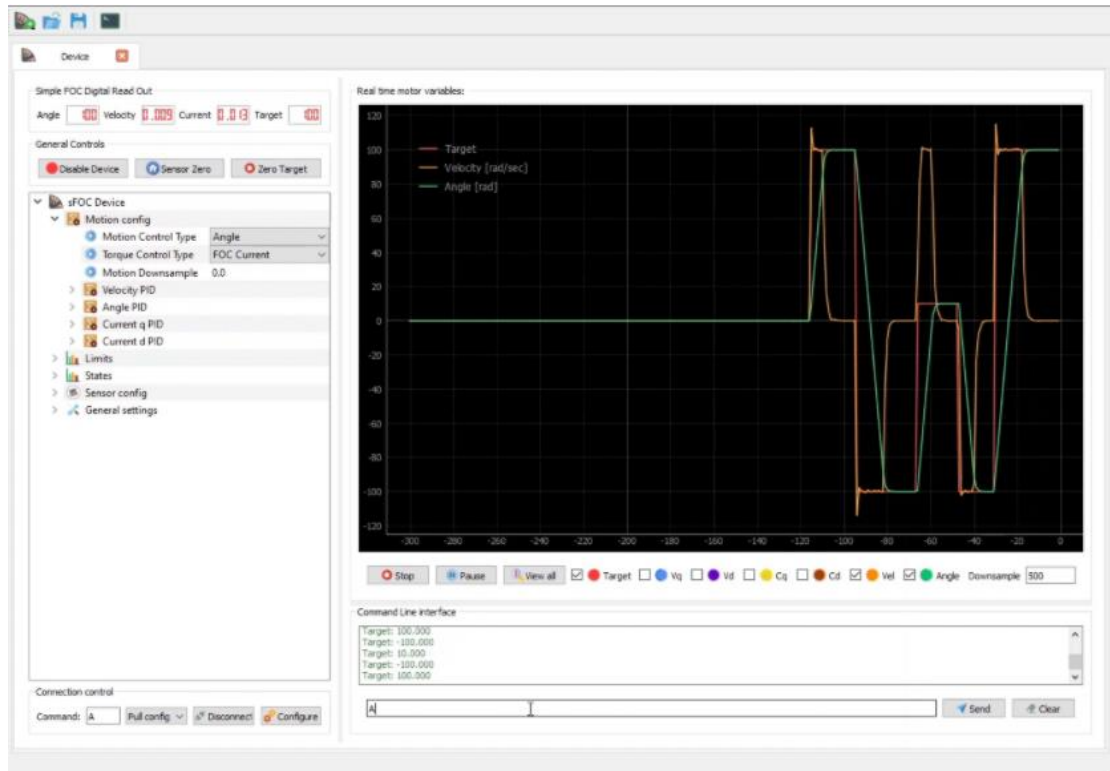
## 4 Simple FOC Studio 在线调参工具

### 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

*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](#)

## 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：

| 编号 | 例程详情                         |
|----|------------------------------|
| 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  | 双电机完整 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                            |

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 驱动爱好者)

[手把手焊接教学](#)（当前 V2.0 版本的焊接教程仍在准备中，目前连接直接去的是 V1.0 版本的焊接教程）

## 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