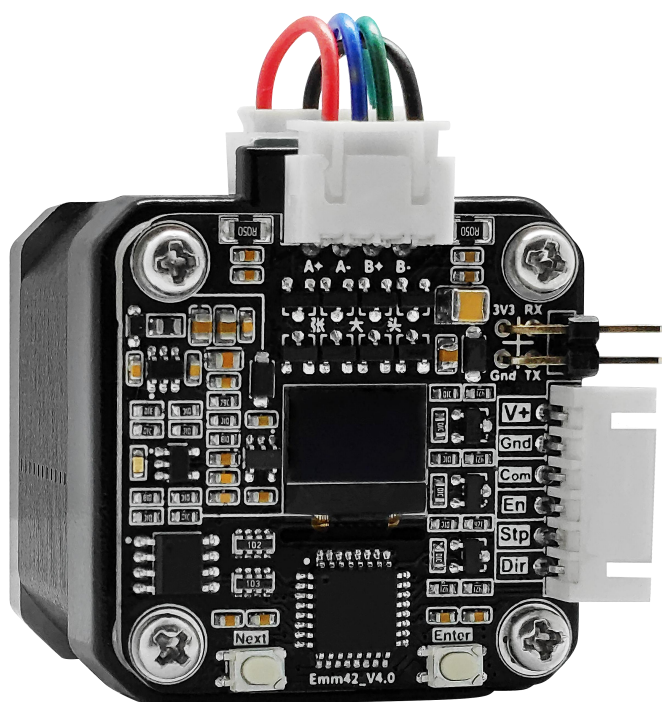




张大头智控
ZHANG DA TOU Magic Control

Emm42_V4. x 步进闭环驱动器说明书 Rev1. 1



群名称:张大头42步进闭环交流群
群 号:262438510

目录

一、产品介绍.....	3
1.1 产品简介.....	3
1.3 产品特点.....	4
1.4 产品参数.....	5
1.5 版本对比.....	6
1.6 套餐说明.....	7
1.7 产品尺寸.....	8
二、闭环 PCBA 安装.....	9
2.1 硬件清单.....	9
2.2 安装步骤.....	10
三、第一次上电校准.....	11
3.1 模块供电接线.....	11
3.2 上电自检提示.....	12
3.3 按键操作说明.....	14
3.4 校准编码器.....	14
四、主板控制接线.....	15
4.1 3D 打印主板接线.....	15
4.2 STM32 控制接线.....	15
4.3 Arduino 控制接线.....	16
4.5 PLC 控制接线.....	17
4.6 EN+/EN-/PUL+/PUL-/DIR+/DIR-差分接线.....	17

4.7 通讯控制接线.....	18
4.7.1 串口 TTL 通讯控制接线.....	18
4.7.2 RS232 通讯控制接线.....	19
4.7.3 RS485 通讯控制接线.....	20
4.7.4 CAN 通讯控制接线.....	21
五、OLED 显示与菜单功能介绍.....	22
5.1 参数显示说明.....	22
5.2 菜单功能介绍.....	23
5.2.1 主菜单功能.....	23
5.2.2 CAN 通讯菜单功能.....	29
六、脉冲控制.....	31
6.1 基础知识.....	31
6.2 脉冲控制.....	31
七、通讯控制.....	33
7.1 通讯控制说明.....	33
7.2 串口通讯控制.....	33
7.2.1 触发动作命令.....	35
7.2.3 修改参数命令.....	39
7.2.4 运动控制命令.....	40
7.3 CAN 通讯.....	43
7.3.1 触发动作命令.....	44
7.3.2 读取参数命令.....	44

7.3.3 修改参数命令.....	48
7.3.4 运动控制命令.....	48
八、单圈上电自动回零操作说明.....	52
8.1 准备工作.....	52
8.2 设置单圈上电自动回零.....	52
九、技术支持及保证.....	53
十、FAQ.....	54
十一、修改记录.....	55

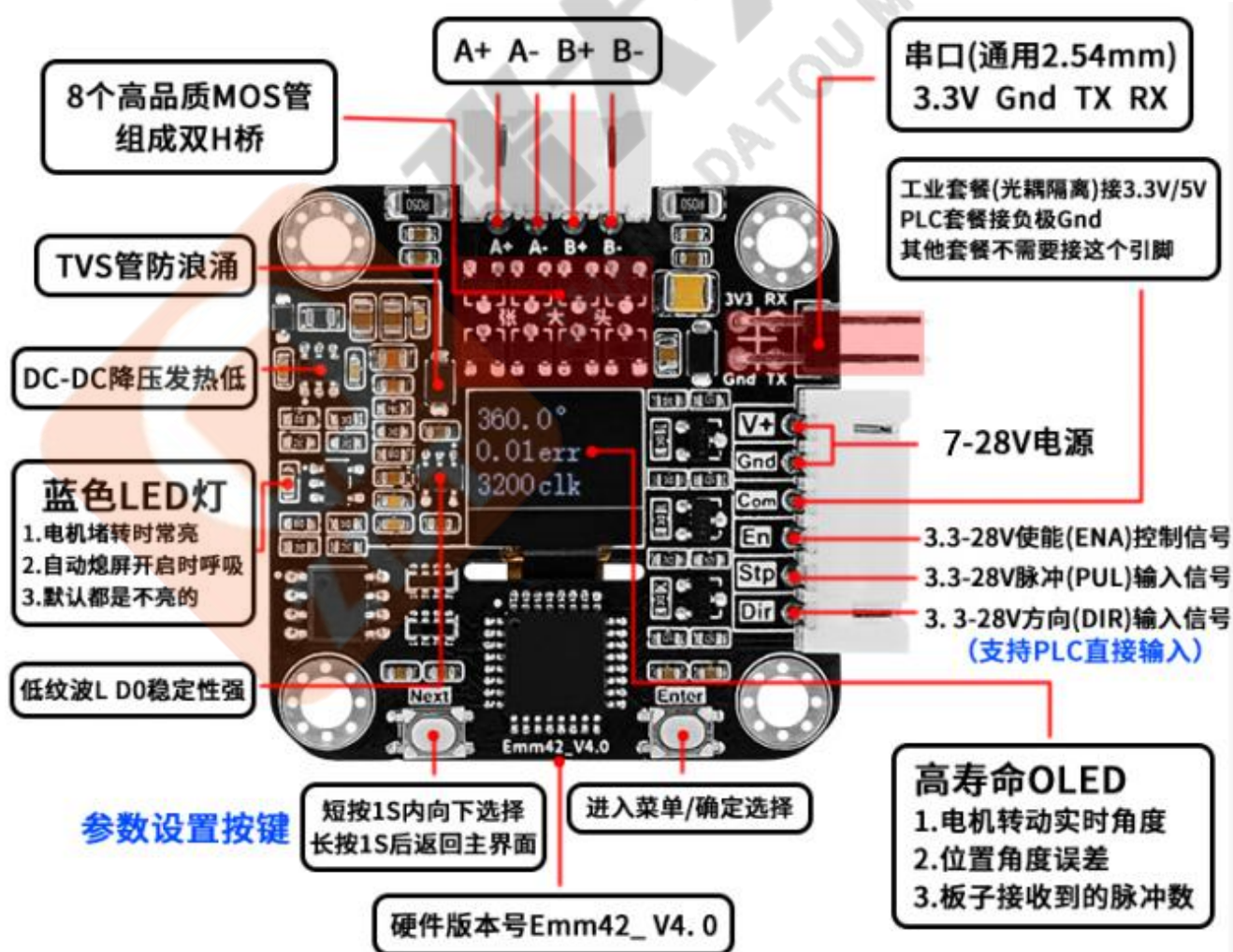


一、产品介绍

1.1 产品简介

Emm42_V4.x 步进闭环驱动器是张大头智控为满足广大用户需求而自主研发的一款稳定可靠的产品，它是基于上一代 Emm42_V3.6 版本升级而来，不仅延续了其优秀的 FOC 矢量闭环控制算法，更在其传统的 Dir/Step 控制模式基础上拓展了通过 UART、RS232、RS485、CAN 等总线通讯方式来精准的控制电机，满足了更广大的用户需求，适合 3D 打印、写字机、雕刻机、PLC 控制、机械臂、小车比赛等用户使用。

1.2 硬件介绍



1.3 产品特点

- 优秀的 FOC 矢量闭环控制算法，力矩、速度、位置三环控制；
- 板载工业级高精度 16384 线磁编码器；
- 支持开环模式、vFOC 矢量闭环、UART/RS232/RS485/CAN 通讯等控制模式；
- 支持多机通讯；
- 支持通讯方式进行速度/位置控制、读取电机位置和状态、修改系统参数；
- 带有曲线加减速算法，使电机启动和停止更加顺畅；
- 支持 1~256 任意细分步数；
- 内部有细分插补算法，效率提升 5.2 倍，改善 3D 打印直角打圆角的问题；
- 可支持共阳、共阴信号输入
- 可支持 PLC 的 NPN 或 PNP 的 24V 信号直接输入；
- 支持 0.9° 和 1.8° 的 42 步进电机；
- 板载小屏幕实时显示系统信息、一键修改系统参数，自动保存，立即生效；
- 最大转速约 2200 转+；
- 电机位置实时更新；
- 带有线序识别功能；
- 带有编码器自校准功能；
- 带有堵转保护功能；
- 带有自动熄屏功能；
- 带有恢复出厂设置功能；
- 提供上位机、外壳文件、STM32/Arduino 控制例程、使用说明书等详细资料；

1.4 产品参数

主板型号	Emm42_V4.0
主控芯片	高性能 32 位 ARM 处理器
驱动电路	8 个高品质 MOS 管组成双 H 桥驱动
传感器	工业级高精度 16384 线磁编码器
供电电压	7-28V
工作电流	0-3000mA
信号输入	3.3-24V 支持共阳/共阴输入、支持 PLC 的 NPN/PNP 的 24V 输入
闭环反馈频率	力矩环 20KHz+ 速度环 10KHz+ 位置环 10KHz+
最大脉冲频率	约 120KHz
最高转速	2200 转+
最大打印速度	180-220mm/s
控制精度	小于 0.08°
细分支持	1-256 任意细分
串口功能	速度/位置模式控制、读取/修改参数
电机线序识别	有，线序识别更加准确
堵转检测	有，检测方式更加合理
恢复出厂设置	有
静音/震动	中低速超静音、超低震动

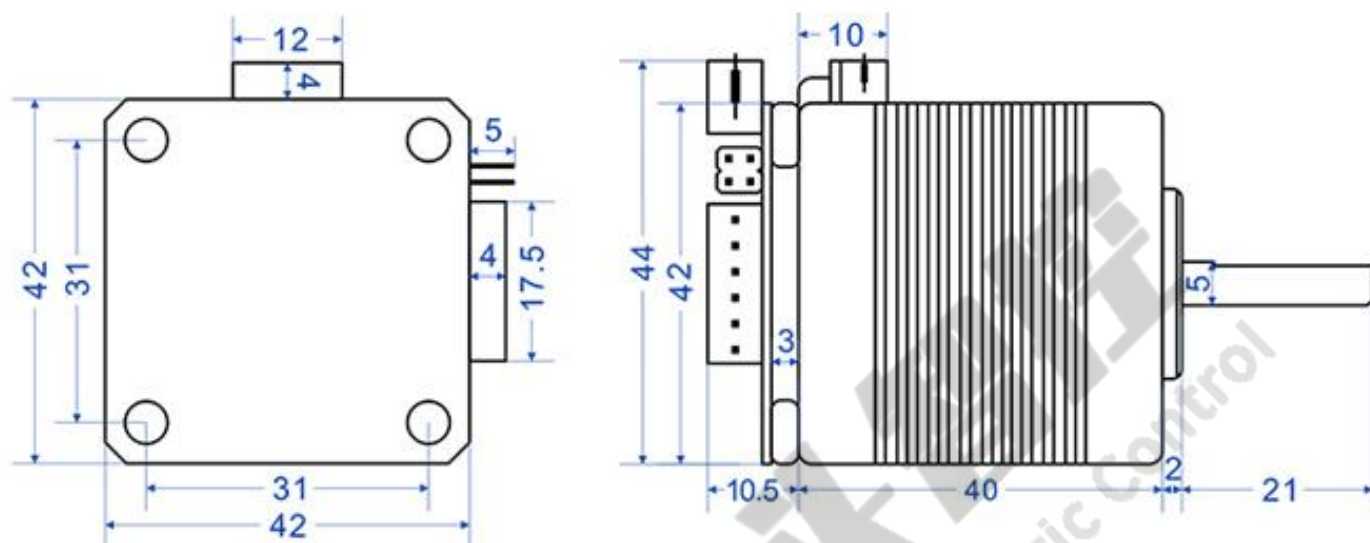
1.5 版本对比

品名	Emm42_V4.0	Emm42_V3.6
外观		
发布时间	2022 年 5 月	2021 年 3 月
处理器	高性能 32 位 ARM 处理器	HC32L130F8UA (48MHz)
闭环反馈频率	力矩环 20KHz+ 速度环 10KHz+ 位置环 10KHz+	力矩环 20KHz 速度环 10KHz 位置环 10KHz
控制模式	CAN/485/232/串口/脉冲	串口/脉冲
细分插补算法	算法效率提升 5.2 倍，改善转角	有
最高转速	2200 转+	1000 转+
最大打印速度	180-220mm/s	150-180mm/s
串口功能	速度/位置模式控制、读取/修改参数	读取参数、修改细分
通讯针座	通用 2.54mm 插针	2.0mm 插针
通讯地址	1-247 (0 作为广播地址)	0xE0-0xE9 (无广播地址)
通讯校验	可选 0x6B、XOR、CRC-8 三种	无
曲线加减速	有	无
速度档位	1279 个	127 个
电机位置	不使能用手转动，电机位置仍更新	不使能电机位置不更新

1.6 套餐说明

自带配件（每个套餐都包含）		
	Emm42_V4.0 PCBA（默认不包含电机）	×1
	默认配 M3*40mm 螺丝，需要其他长度可备注	×4
	默认配 7*3mm 垫片，凹槽型电机请备注 7*5mm	×4
	5*3mm 径向磁铁	×1
	50mm 电机线接电机和闭环 PCBA	×1
	1 米通讯线接闭环 PCBA 和主板	×1
套餐配件说明		
PCL 套餐	全套自带配件×1	
3D 打印套餐	全套自带配件×1、3D 打印转接板×1	
工业套餐	全套自带配件×1 注：PCBA 的 En/Step/Dir 端口带光耦，只支持 3.3V/5V 共阳输入	
485 套餐	全套自带配件×1、485 转 TTL 模块×1	
CAN 套餐	全套自带配件×1、CAN 收发器模块×1	
232 套餐	全套自带配件×1、232 转 TTL 模块×1	

1.7 产品尺寸



单位: MM

42 步进电机参数:

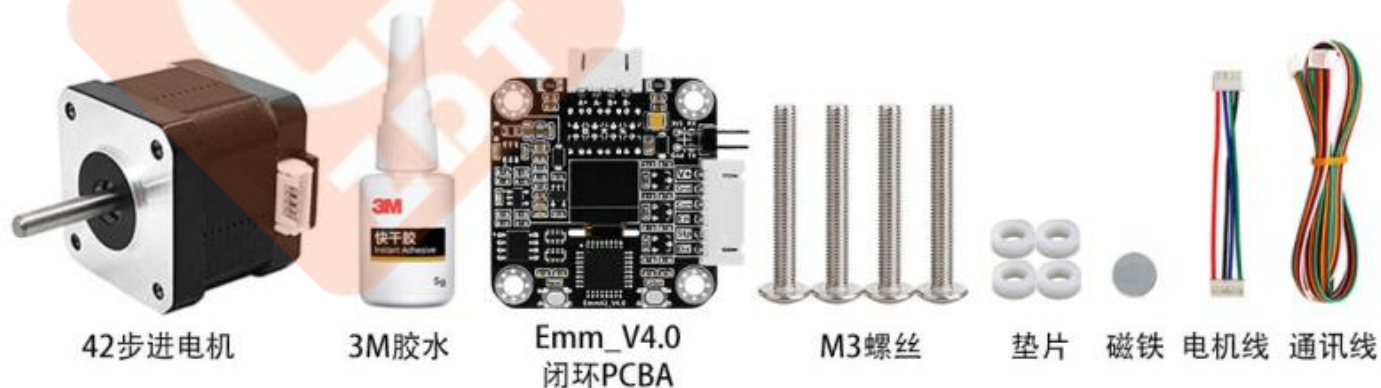
特性	规格	特性	规格
相数	2	步距角	$1.8^{\circ} \pm 0.09^{\circ}$
额定电压	DC 36V	额定电流	DC 1.5A/相
相电阻 (20℃)	$2.4 \times (1 \pm 15\%) \Omega / \text{相}$	相电感 (1KH)	$3.7 \times (1 \pm 20\%) \text{mH} / \text{相}$
保持转矩	$\geq 420 \text{mN} \cdot \text{m}$	定位转矩	15mN. m REF.
转向 (轴伸向看)	A-AB-B 顺时针	最大空载启动频率	$\geq 1500 \text{ PPS}$
最大空载运行频率	$\geq 1900 \text{ PPS}$	绝缘电阻	$\geq 100 \text{ M}\Omega$ (DC 500V)
电气强度	AC600V/1mA/1S	绝缘等级	B 级
转动惯量	$57.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$	质量	255 g REF.

二、闭环 PCBA 安装

2.1 硬件清单

序号	品名	数量
1	Emm42_V4.0 闭环 PCBA	1
2	42 步进电机	1
3	7*3mm 垫片	4
4	5*3mm 径向磁铁	1
5	M3*40mm 螺丝	4
6	3M 胶水	1
7	50mm 电机线	1
8	1 米通讯线	1
9	螺丝刀（自备）	1

硬件清单如下图所示：



2.2 安装步骤



1.用胶水(推荐3M胶、502胶),在电机背部轴上滴一小滴胶水即可
注意不能太多,否则会损坏电机。



2.磁铁尽量粘在轴上居中,不能偏太多,也不要不水平、翘一边等
模块上电会自动检测位置,保证高精度。



3.粘好磁铁后拧开电机螺丝,放入垫片。

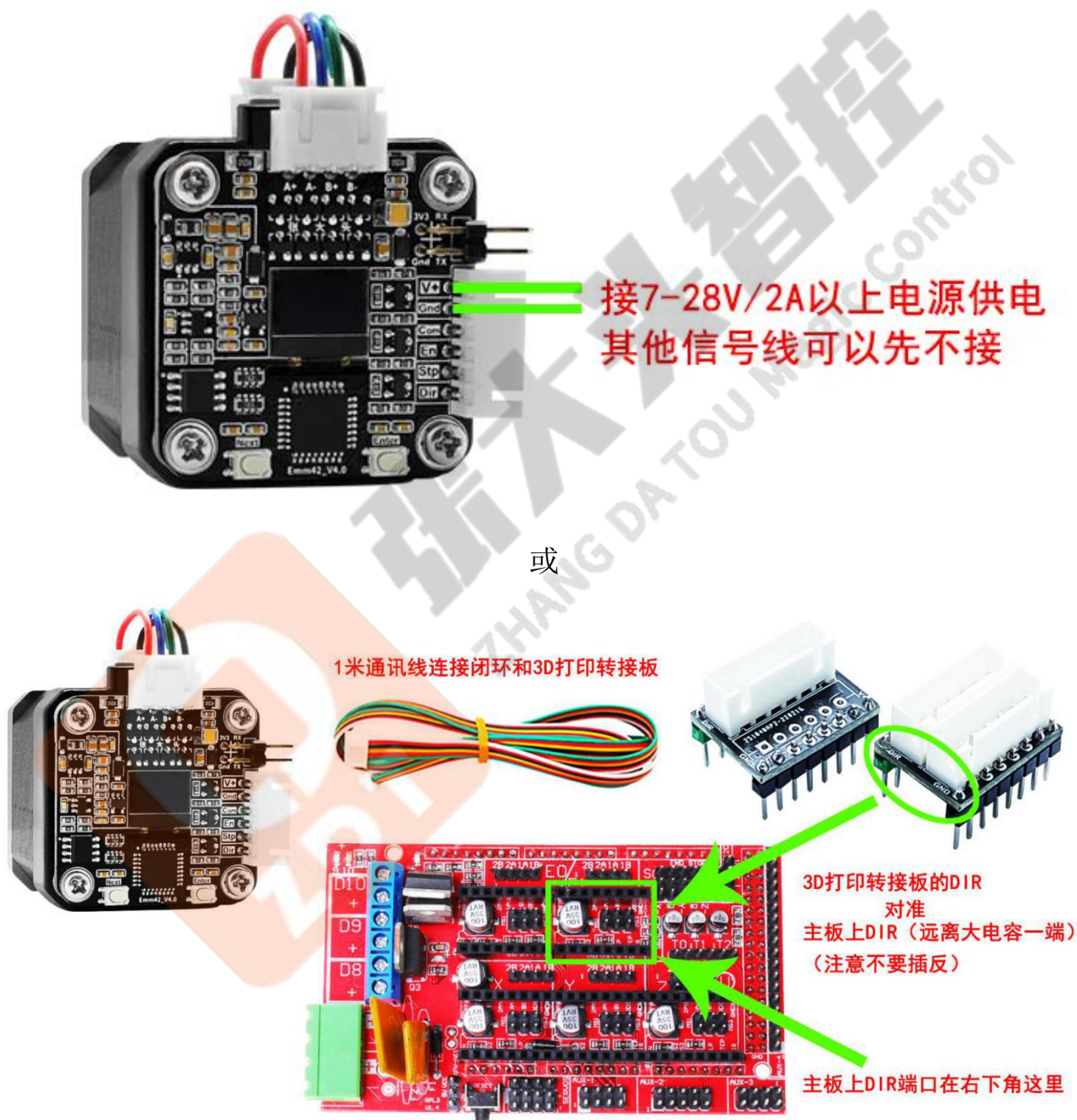


4.放好模块, 拧上螺丝即可使用。

三、第一次上电校准

3.1 模块供电接线

闭环 PCBA 安装完成后，首先要先空载通电对编码器进行校准，供电接线如下图所示：



3D 打印主板：直插 3D 打印转接板到主板，这样供电和信号线就都接好了

3.2 上电自检提示

接好供电线后上电，闭环驱动板第一次上电会进行自检，可能会出现以下几种情况的提示，请按照相应的步骤进行操作：

(1)提示“Phase A+ A- Error!”或“Phase B+ B- Error!”或“Phase AA BB Error!”

- **错误类型：**电机线序错误；
- **错误原因：**不同品牌的 42 步进电机所定义的电机线序不一样，市面上通常有以下两种电机线序：



- **操作步骤：**请先断电重新调整电机的线序（A+ A- B+ B-），默认配送的电机线是线序 1，如果你的 42 步进电机的线序和我们配送的不一样，请自行调整一下。

电机线序调整方法：用牙签/镊子等尖物把短线 6P 一头端子戳出来，再按图中的另一种电机线序插回去，重新上电观察屏幕不再提示电机线序错误即可。

(2)提示 1 秒 “Not Cal”，然后进入校准菜单（此时只有 4 行菜单项，含 Exit 项）

- **错误类型：**提示编码器未进行校准，属于正常现象；
- **错误原因：**未进行编码器校准；
- **操作步骤：**点击 Cal 进行编码器校准，此时正常情况下电机会一步一步的正转一圈，然后再反转一圈，如果出现来回转一下，说明线序不对，断电重新调整线序；

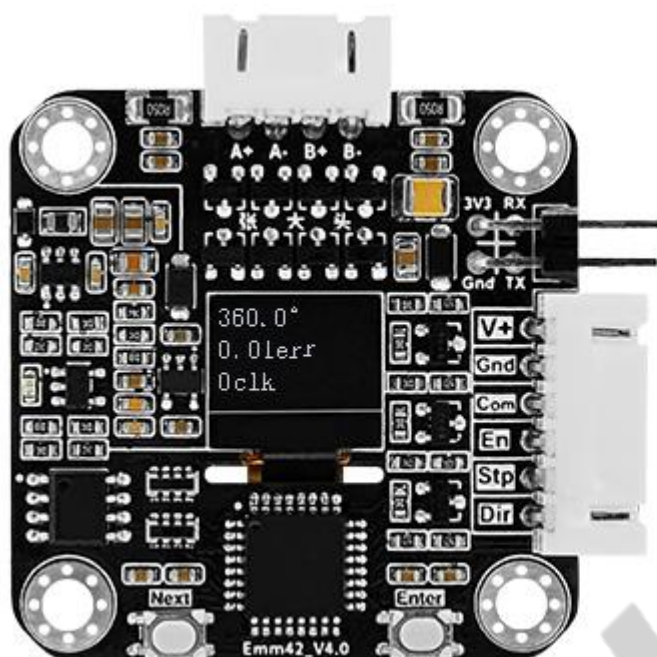
(3)提示 “Motor Type Error！”

- **错误类型：**电机类型错误；
- **错误原因：**闭环驱动板检测到你的 42 步进电机不是 0.9° / 1.8° 的步距角，原因可能是：
 - 第一次上电，电机就带了负载/减速器；
 - 编码器太靠近磁铁，没有 1-3mm 的间隙；
 - 粘磁铁的时候，胶水滴到步进电机轴里面；
 - 步进电机是坏的；
- **操作步骤：**卸掉电机带的负载/减速器、垫高驱动板，让编码器和磁铁有 1-3mm 的间隙、更换一个新的 42 步进电机，然后重新上电进行测试；

(4)提示 “Magnet Loss! Enter...”

- **错误类型：**编码器没检测到磁铁；
- **错误原因：**没粘磁铁到电机轴上，没把驱动板固定到电机背后；
- **操作步骤：**按照 2.2 章节安装步骤进行磁铁的安装和驱动板的固定；

3.3 按键操作说明



板载两个小按键，分别是：

- * 左边的Next按键
- * 右边的Enter按键

显示屏有两种界面，分别是：

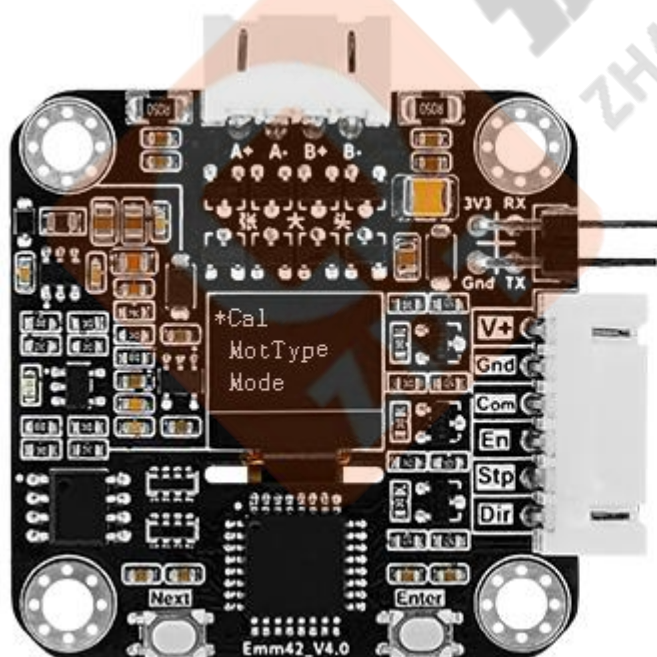
- * 参数显示界面（默认界面，如左图所示）
- * 菜单设置界面

按键操作方法：

按Enter可以进入菜单设置界面

快速按Next是向下选择，按Enter确认选择
长按住Next按键1秒会返回参数显示界面

3.4 校准编码器



如左图所示，

正常情况下，第一次上电会出现三行菜单；
此时，点击Enter确认进行Cal编码器校准；

编码器校准时，电机会一步一步正转一圈，
然后再一步一步的反转一圈，如果出现电机
来回转一下，则说明线序不对，断电重新调
整电机线序；

等待校准完成，即可接入信号线进行控制；
如果提示“Reverse Lookup Error!”，说
明校准数据有问题，请断电拆开重新粘贴磁
铁，重新上电进行编码器的校准；

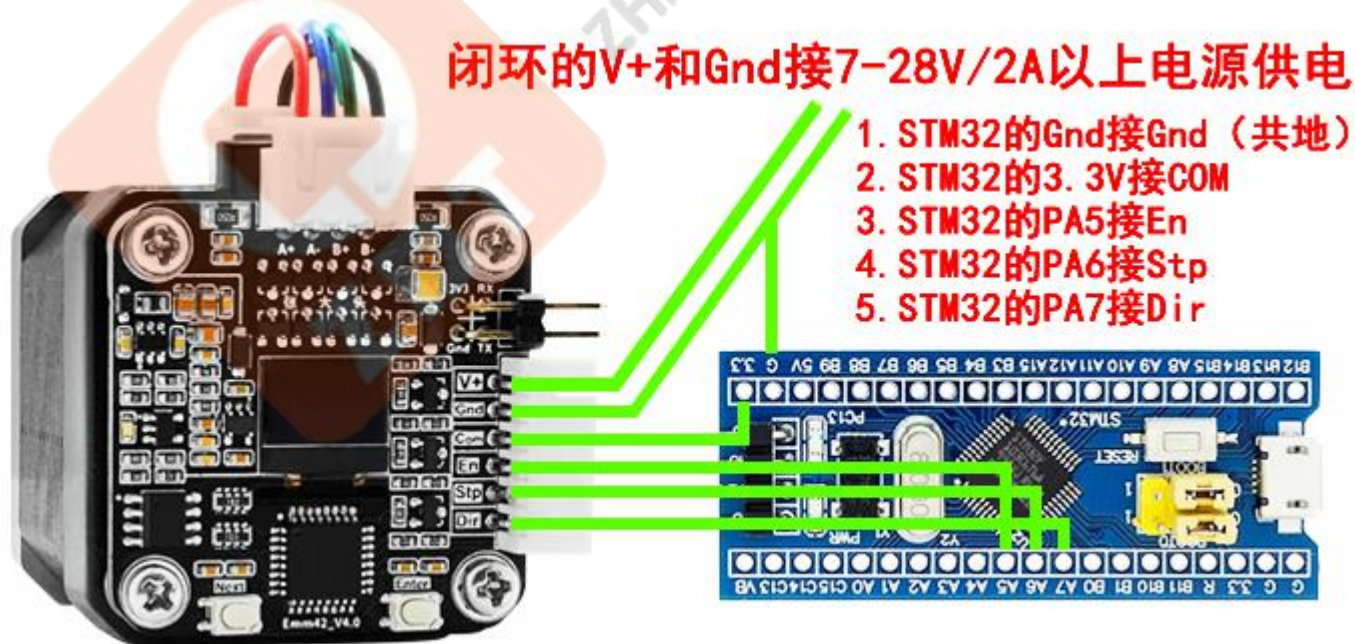
四、主板控制接线

4.1 3D 打印主板接线

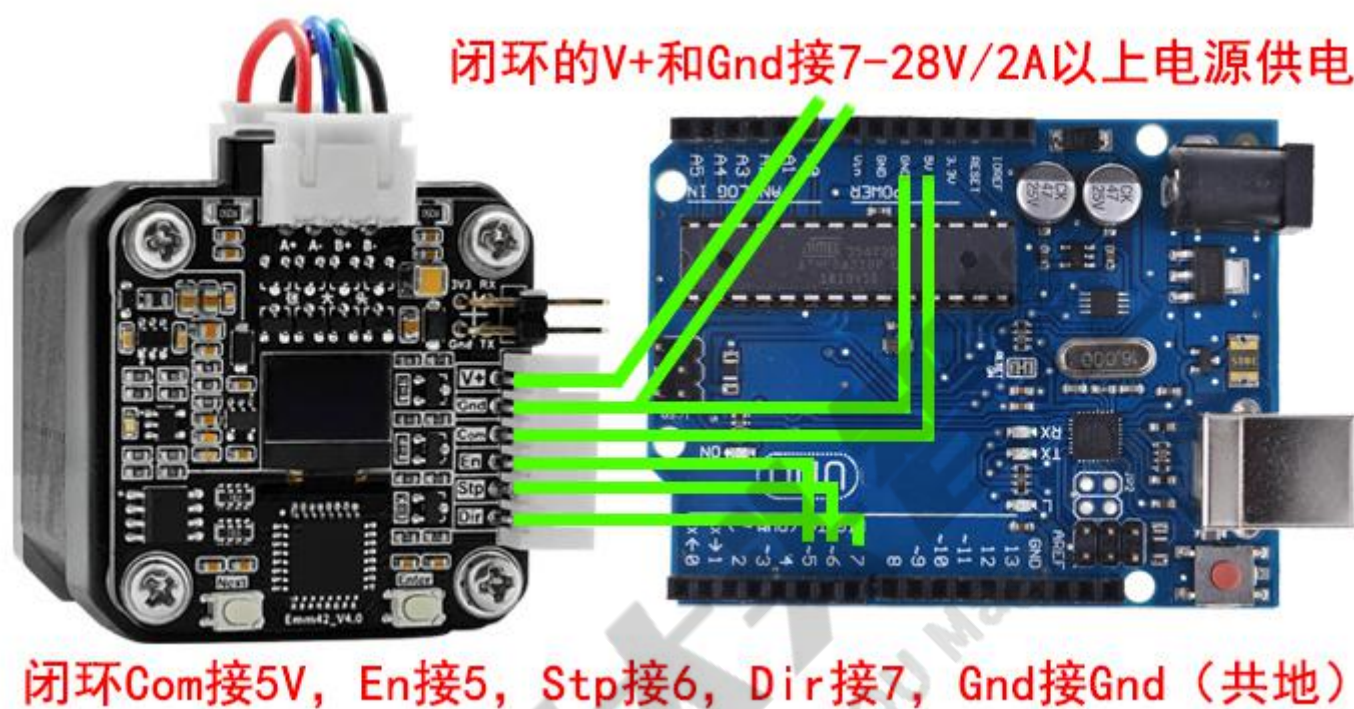


（注意：如果需要关闭电机，用手能够拧得动电机的功能，可以在 En 选项里设置为 L，默认是 Hold）

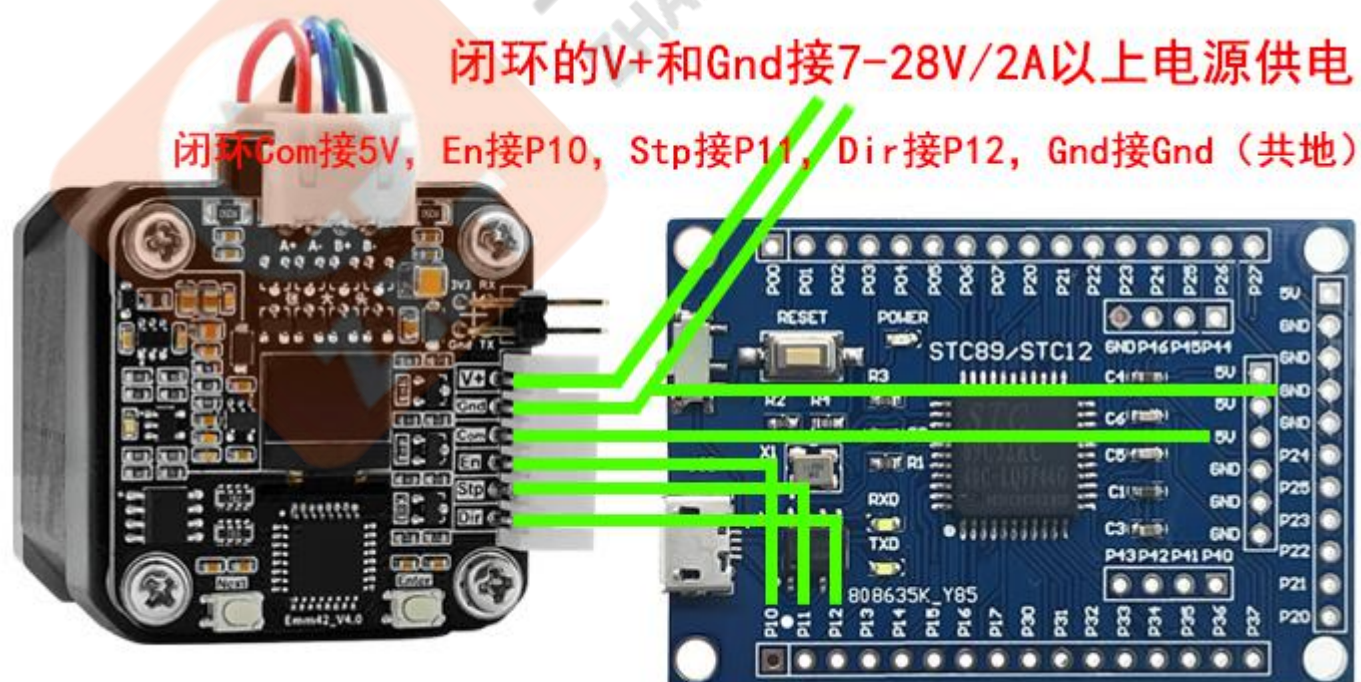
4.2 STM32 控制接线



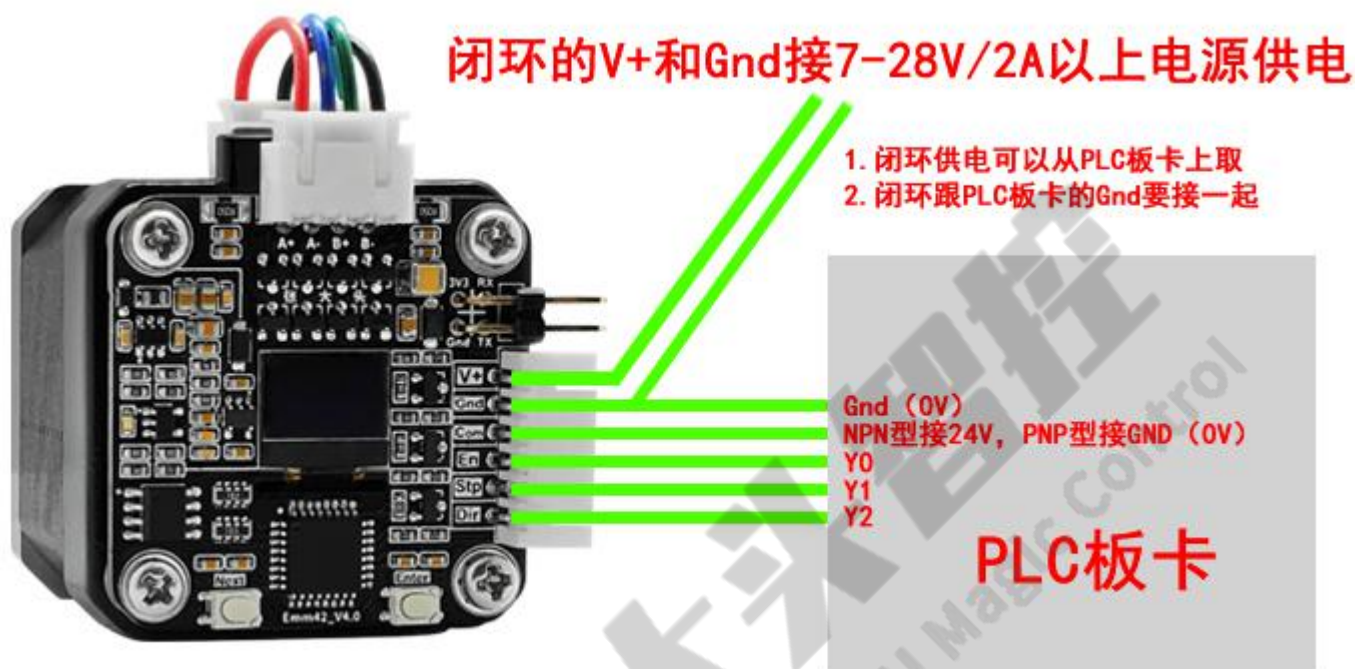
4.3 Arduino 控制接线



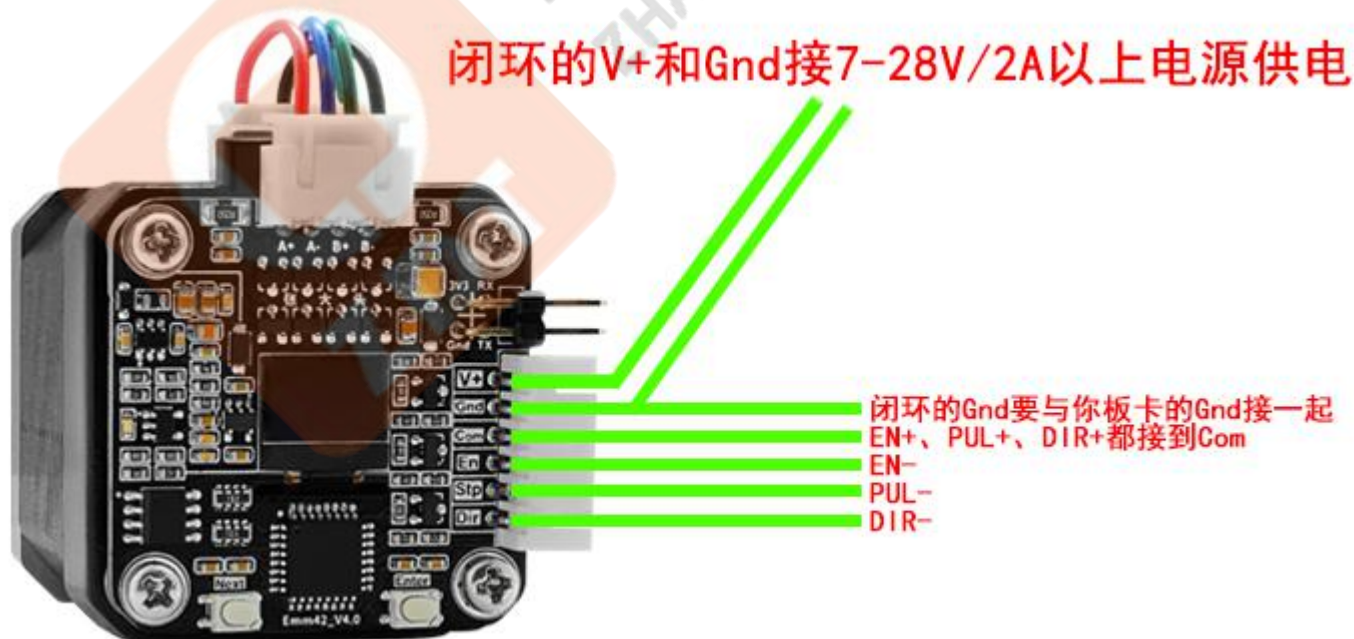
4.4 51 单片机控制接线



4.5 PLC 控制接线

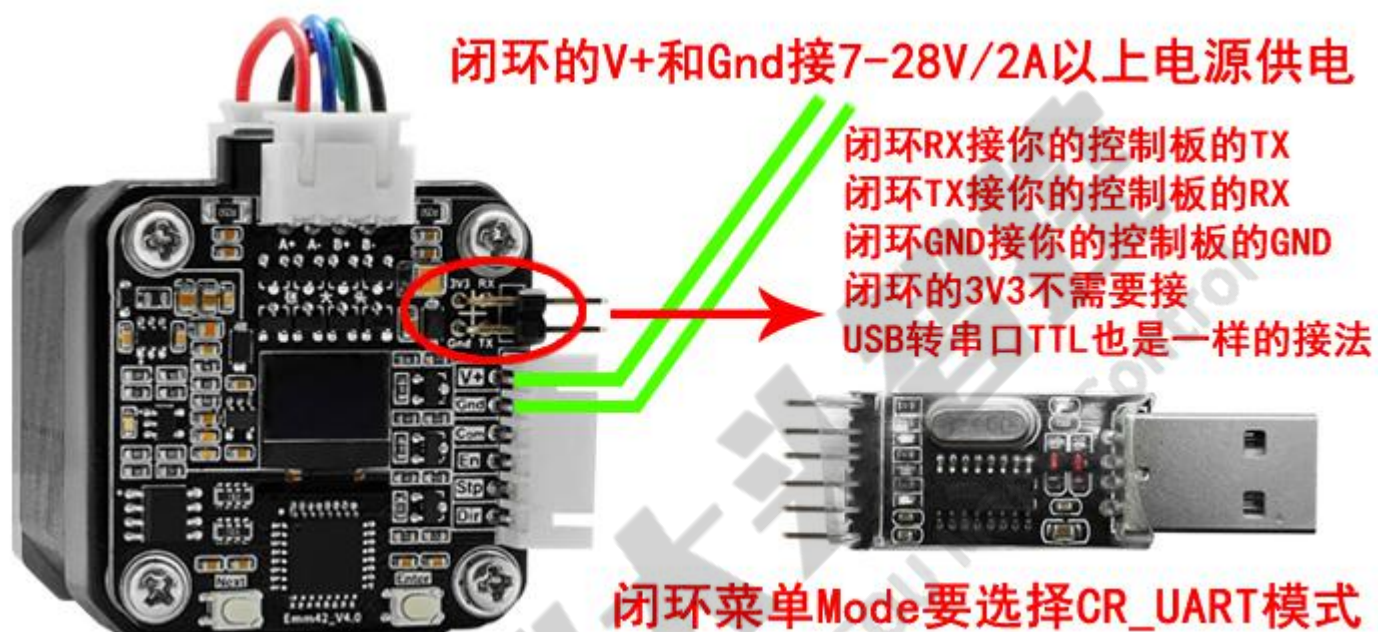


4.6 EN+/EN-/PUL+/PUL-/DIR+/DIR-差分接线

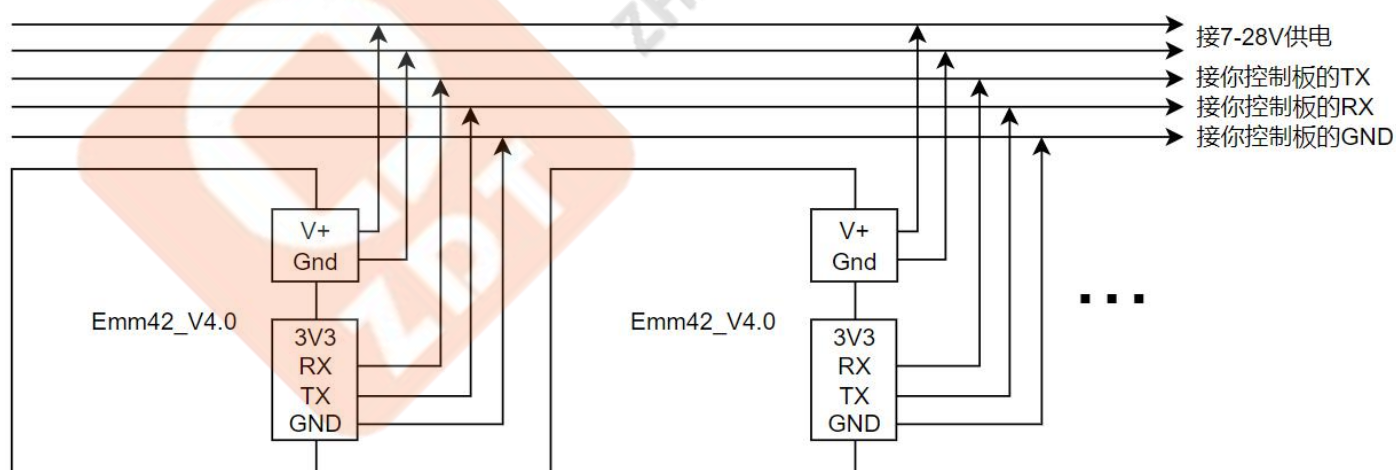


4.7 通讯控制接线

4.7.1 串口 TTL 通讯控制接线

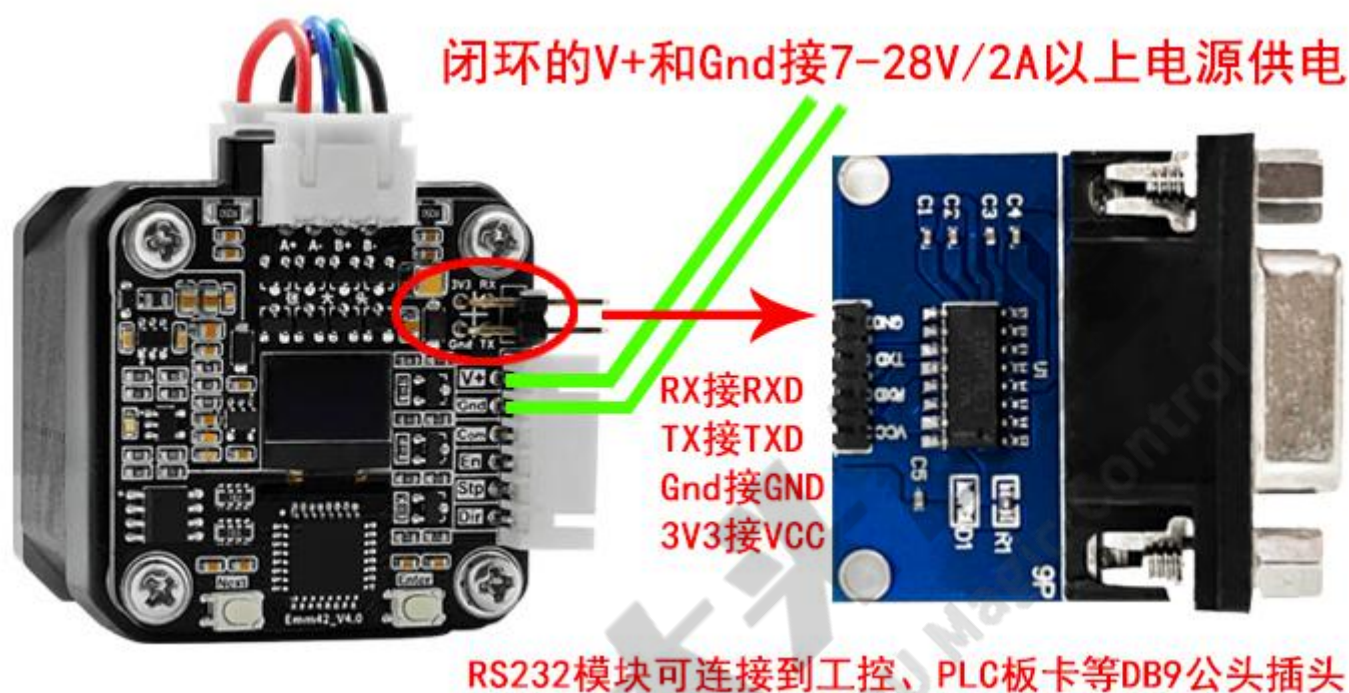


串口 TTL 多机通讯控制接线：

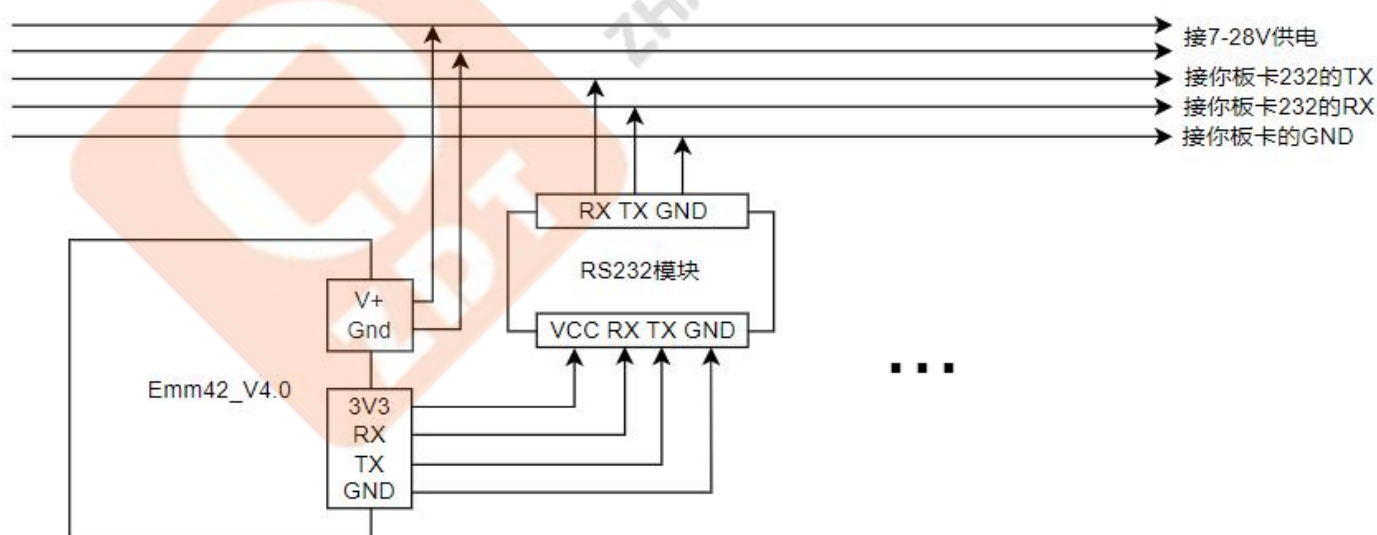


接线：RX 接 TX，TX 接 RX，Gnd 接 Gnd

4.7.2 RS232 通讯控制接线

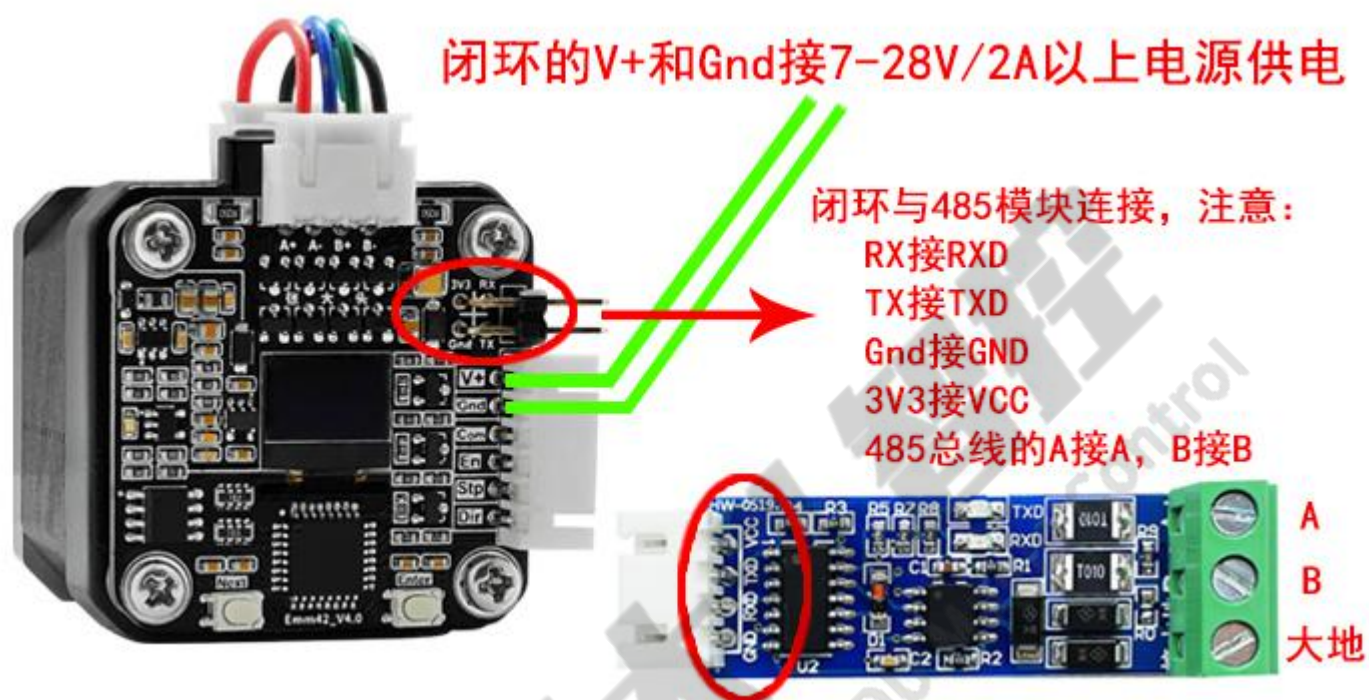


RS232 多机通讯控制接线：

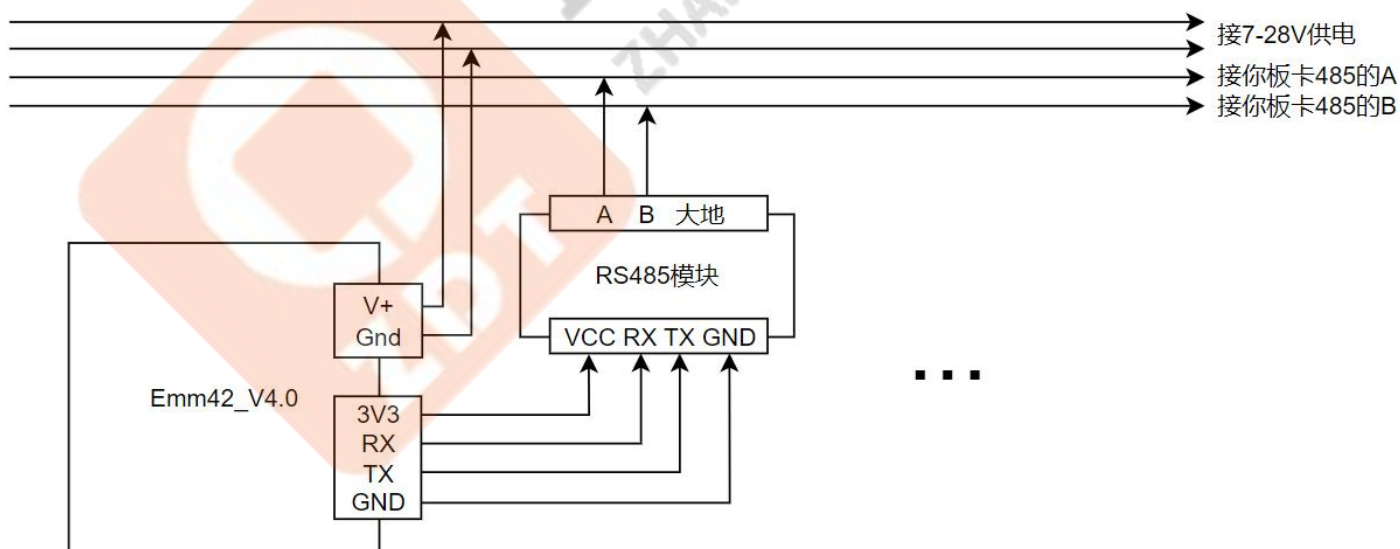


接线：RX 接 RX，TX 接 TX，Gnd 接 Gnd

4.7.3 RS485 通讯控制接线



RS485 多机通讯控制接线：

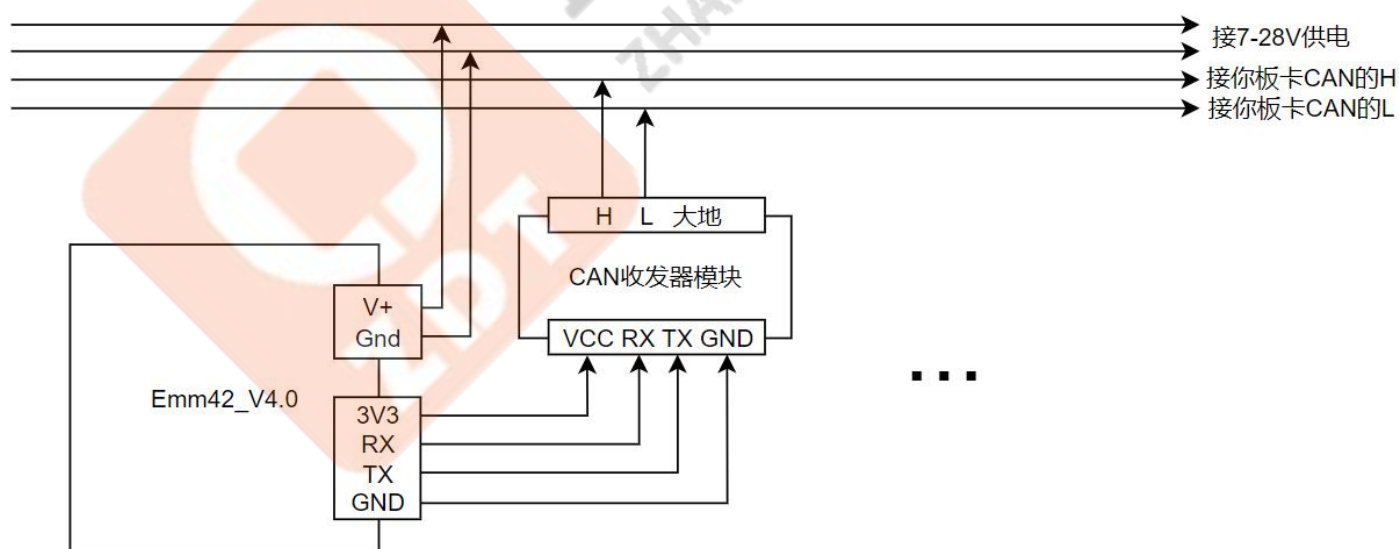


接线：RX 接 RX，TX 接 TX，Gnd 接 Gnd

4.7.4 CAN 通讯控制接线



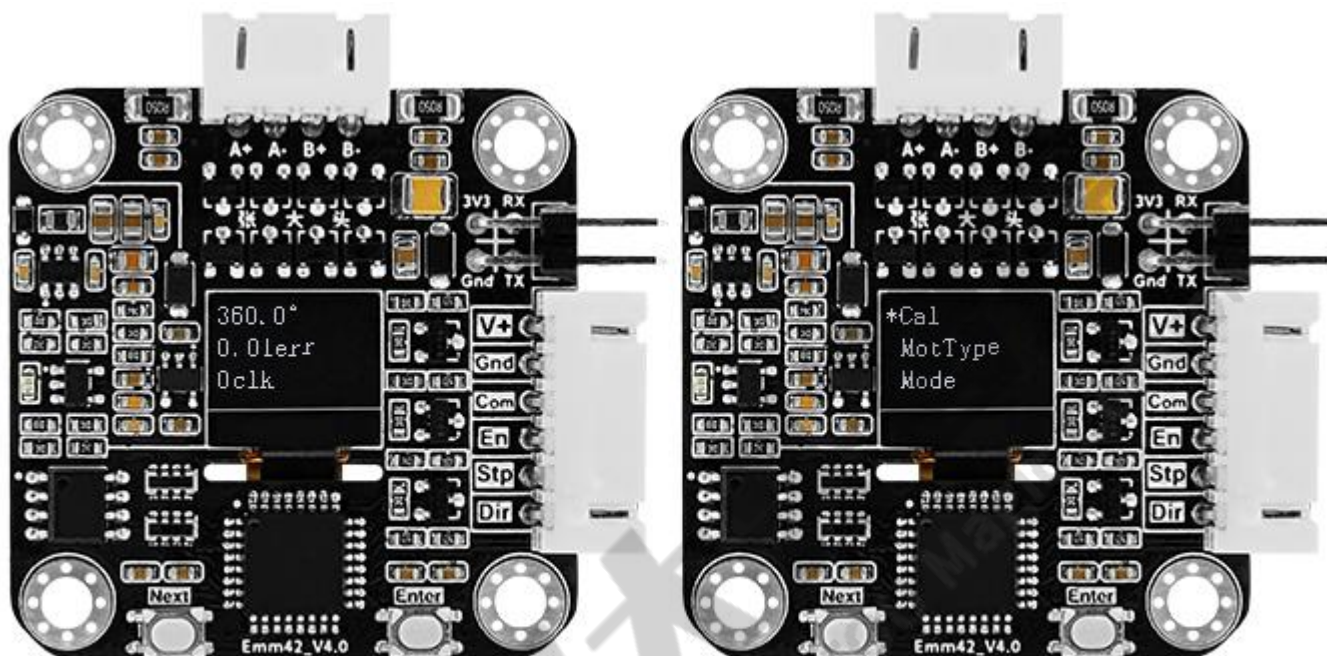
CAN 多机通讯控制接线：



接线：RX 接 RX，TX 接 TX，Gnd 接 Gnd

五、OLED 显示与菜单功能介绍

5.1 参数显示说明



参数显示界面

菜单设置界面

如上图所示，Emm42_V4.0 步进闭环驱动有两种界面，一种是参数显示界面，另一种是菜单设置界面，它们之间相互切换的关系如下：

- (1) 按 Enter 按键，可以从参数显示界面切换到菜单设置界面；
- (2) 在菜单设置界面，按 Next 按键，可以向下选择下面一项菜单；按 Enter 按键，可以确认选择当前菜单，进入到选项里面，再按 Enter 按键，就是确认选择当前选项；
- (3) 长按 Next 按键 1 秒/确认选择 Exit，可以从菜单设置界面返回参数显示界面。

参数显示界面一共有 3 行显示数据，分别是：

- (1) 360°：电机转过的实时位置，在不使能下用手转动电机轴，位置仍更新；
- (2) 0.01err：转动的位置误差角度，这是一个实时值，跟速度快慢有关系。
- (3) 0clk：驱动板接收到的脉冲数，意味着你主板发送了多少个脉冲。

5.2 菜单功能介绍

5.2.1 主菜单功能

➤ 菜单项目：Cal

菜单功能：编码器校准

菜单选项：无

菜单作用：闭环模式下对编码器进行线性化插值和电角度对齐，可以提高编码器的线性精度，校准前请确保电机类型（MotType 菜单）选择正确，并且确保电机空载校准；

➤ 菜单项目：MotType

菜单功能：步进电机类型选择

菜单选项：0.9°、1.8°

菜单作用：选择你的 42 步进电机类型，是 0.9° 步进电机，还是 1.8° 步进电机；

➤ 菜单项目：Mode

菜单功能：控制模式选择

菜单选项：CR_OPEN、CR_vFOC、CR_UART、CR_CAN（只有 CAN 套餐有这个选项）

菜单作用：选择一种控制模式运行：

- CR_OPEN：开环模式，不需要编码器和校准就能工作，但速度很低，约 100 转；
- CR_vFOC：脉冲 FOC 矢量闭环模式，默认工作模式，最大转速约 2200+转；
- CR_UART：串口 TTL 通讯控制模式，在 CR_vFOC 模式基础上封装成总线通讯控制；
- CR_CAN：CAN 通讯控制模式，在 CR_vFOC 模式基础上封装成 CAN 总线通讯控制；

➤ 菜单项目：Ma

菜单功能：设置开环模式的工作电流档位

菜单选项：0、200、400、...、3000

菜单作用：设置开环模式的工作电流档位，闭环模式会根据负载大小自动调整电流的大小，变电流技术。

➤ 菜单项目：MStep

菜单功能：设置细分步数

菜单选项：1、2、4、8、16、32、64、128、256

菜单作用：设置闭环驱动的细分，要与你的主板设置的细分相同，默认 16 细分。此外，常规细分 1、2、4、8、16、32、64、128、256 可以在菜单上修改，其他细分如 67 细分，需要通过串口/上位机发送命令进行修改；

➤ 菜单项目：En

菜单功能：设置 En 端口的有效电平

菜单选项：H、L、Hold

菜单作用：选择 En 端口的有效电平：

■ H： En 端口高电平有效，即 En 端口控制到高电平电机使能，低电平不使能；

■ L： En 端口低电平有效，即 En 端口控制到低电平电机使能，高电平不使能；

■ Hold： En 端口一直有效，即不管 En 端口是高电平还是低电平，电机一直使能；

注意：En 端口不接线情况下，En 端口默认是高电平状态；

➤ 菜单项目：Dir

菜单功能：设置电机旋转的正方向

菜单选项：CW、CCW

菜单作用：选择一种电机旋转的正方向，对于 3D 打印用户来说，电机移动方向不对，可以在修改主板固件的情况下，修改这个选项来调整电机旋转的方向；

➤ 菜单项目：StpEdge

菜单功能：设置闭环电机接收脉冲的边沿检测方式

菜单选项：Rising、Falling、BothEdge

菜单作用：设置闭环电机接收脉冲的边沿检测方式，默认 Rising（上升沿检测），可以修改为 Falling（下降沿检测）或者 BothEdge（双边沿检测）。

➤ 菜单项目：StpEdge

菜单功能：设置闭环电机接收脉冲的边沿检测方式

菜单选项：Rising、Falling、BothEdge

菜单作用：设置闭环电机接收脉冲的边沿检测方式，默认 Rising（上升沿检测）。

➤ 菜单项目：StpBuf

菜单功能：启用/不启用闭环电机接收脉冲的缓冲器，缓冲器为 128 的长度

菜单选项：Disable、Enable

菜单作用：启用/不启用闭环电机接收脉冲的缓冲器，缓冲器为 128 的长度；

➤ 菜单项目：Protect

菜单功能：设置堵转保护功能

菜单选项：OnlySta、Enable

菜单作用：设置电机堵转后自动关闭，保护电机和闭环驱动器不受破坏；

■ OnlySta：不开启电机堵转保护，电机发生堵转时，LED 常亮提示；

■ Enable： 开启电机堵转保护，电机发生堵转时，电机自动关闭且 LED 常亮提示；

➤ 菜单项目：MPlyer

菜单功能：设置内部 256 细分插补功能

菜单选项：Disable、Enable

菜单作用：使能(Enable)选项后，闭环驱动器会将你设置的当前细分值，如 16 细分，内部自动插补到最高 256 细分去运行，这将有效的减少电机低速运动时的震动和噪音；

➤ 菜单项目：UartBaud

菜单功能：设置串口 TTL 通讯波特率

菜单选项：Disable、9600、19200、25000、38400、57600、115200

菜单作用：设置串口 TTL 通讯波特率，默认是 38400；

➤ 菜单项目：UartAddr

菜单功能：设置串口 TTL 多机通讯地址

菜单选项：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10

菜单作用：设置串口 TTL 多机通讯地址，常规地址 1-10 可以在菜单上修改，其他地址如 67 地址，需要通过串口/上位机发送命令进行修改，支持 1-247 的地址，0 为广播地址，发送命令时，如果地址为 0，则所有连接到通讯上的闭环驱动都会执行该命令；

➤ **菜单项目：DatCheck**

菜单功能：设置串口 TTL 通讯校验字

菜单选项：0x6B、XOR、CRC-8

菜单作用：设置串口 TTL 通讯校验字，用于在每条命令的最后加上一个字节的该校验字，保证通讯的准确。0x6B 为固定校验字，XOR 和 CRC-8 校验见“通讯控制”一节；

➤ **菜单项目：Protocol**

菜单功能：设置通讯控制协议

菜单选项：Custom

菜单作用：选择一种通讯控制协议，目前仅支持自定义协议，用于后面拓展支持更多的通讯协议，如 Modbus 等；

➤ **菜单项目：PCmdRet**

菜单功能：设置串口通讯位置控制指令，内部发送完成脉冲后，是否返回 01 9F 6B

菜单选项：Disable、Enable

菜单作用：设置串口通讯位置控制指令，内部发送完成脉冲后，是否返回 01 9F 6B，默认返回，指示闭环电机已经全部更新完成该位置控制指令。

➤ 菜单项目：0_Mode

菜单功能：设置单圈上电自动回零模式

菜单选项：Disable、DirMode、NearMode

菜单作用：Emm42_V4.0 闭环驱动支持单圈上电自动回零功能，有下面两种模式；

■ Disable：不开启单圈上电自动回零功能；

■ DirMode：方向模式单圈上电自动回零，根据 0_Dir 设置的方向进行回零；

■ NearMode：就近模式单圈上电自动回零，根据靠近零点方向进行回零；

注意：这是单圈上电自动回零，并非多圈，回零成功/失败，可通过通讯读取标志位；

➤ 菜单项目：Set 0

菜单功能：设置单圈上电自动回零的零点

菜单选项：无

菜单作用：开启 0_Mode 后，需要通过该选项设置单圈上电自动回零的零点，设置成功后，会提示“Origin Set Done!”；

➤ 菜单项目：0_Speed

菜单功能：设置单圈上电自动回零的速度档位

菜单选项：1、2、3、4、5

菜单作用：选择一种单圈上电自动回零的速度档位，档位越大，回零速度越快，相应的自动回零时的扭矩就越少，默认是 3 档位的回零速度；

➤ 菜单项目：0_Dir

菜单功能：设置方向模式单圈上电自动回零的方向

菜单选项：CW、CCW

菜单作用：设置方向模式单圈上电自动回零的方向；

➤ 菜单项目：ACC

菜单功能：设置闭环驱动器内部的加速度

菜单选项：Disable、286、412、538、664、790、916、1042

菜单作用：电机运行过程中观察 OLED 屏幕的第 2 行误差数据变化，如果该数据一直在较大值上（8. 多以上）跳动，可以将 ACC 增加至 538 或者更高，可以提高打印速度，但应该要确保 XY 轴的 ACC 选项值保持一样，并且不宜设置过大，令误差数据变化维持在 6. 多以下跳动比较合适；

5.2.2 CAN 通讯菜单功能

➤ 菜单项目：CAN_FrTy

菜单功能：设置 CAN 通讯数据帧的帧类型

菜单选项：Standard、Extended

菜单作用：设置 CAN 通讯数据帧的帧类型，Standard 为标准帧，Extended 为扩展帧；

➤ 菜单项目：CAN_FrID

菜单功能：设置 CAN 通讯数据帧的帧 ID

菜单选项：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10

菜单作用：设置 CAN 通讯数据帧的帧 ID，类似于串口 TTL 通讯的地址；

➤ 菜单项目：CAN_Rate

菜单功能：设置 CAN 通讯数据帧的帧速率

菜单选项：50K、250K、500K、1MHz

菜单作用：设置 CAN 通讯数据帧的帧速率，类似于串口 TTL 通讯的波特率；

➤ 菜单项目：DatCheck

菜单功能：设置 CAN 通讯的校验字

菜单选项：0x6B、XOR、CRC-8

菜单作用：与串口 TTL 通讯的 DatCheck 功能一样，见主菜单“DatCheck”说明；

➤ 菜单项目：Protocol

菜单功能：设置 CAN 通讯的控制协议

菜单选项：Custom

菜单作用：与串口 TTL 通讯的 Protocol 功能一样，见主菜单“Protocol”说明；

六、脉冲控制

6.1 基础知识

两相 42 步进电机，通常有 0.9° 和 1.8° 两种类型，后者最为常用。

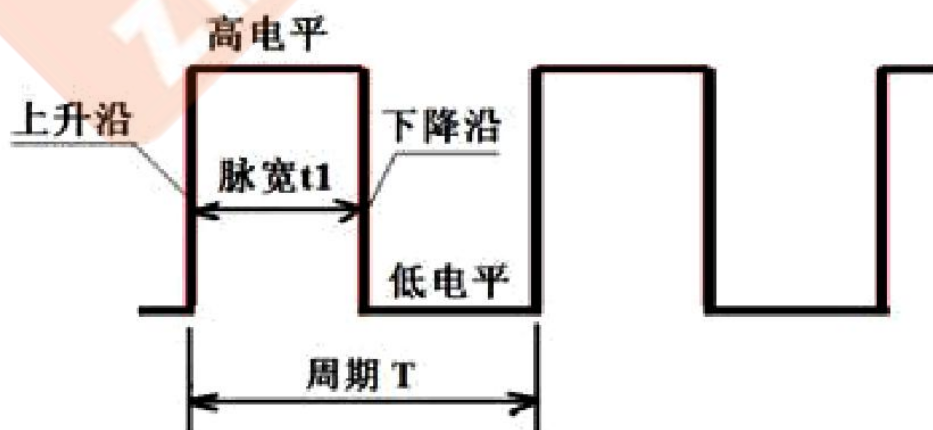
以 1.8° 电机类型为例， 1.8° 是指步进电机的步距角，通俗的含义是，在不进行细分（即 1 细分）的情况下，发送 1 个脉冲，步进电机就转动一个步距角，即 1.8° ，因此，发送 200 个脉冲就可以让电机转动一圈，即 $200 \times 1.8^\circ = 360^\circ$ 。

然而，通常情况下，驱动器厂商为了减少步进电机运行时的震动和噪音，提高运行质量，都会采用细分驱动技术，也就是将一个步距角拆分成更小的角度去驱动和控制。例如 16 细分下，你需要发送 16 个脉冲才能让电机转动一个步距角 1.8° ，也就是说，16 细分下，你发送 1 个脉冲，电机转动 $1.8^\circ / 16 = 0.1125^\circ$ ，发送 3200 个脉冲，电机才会转动一圈。

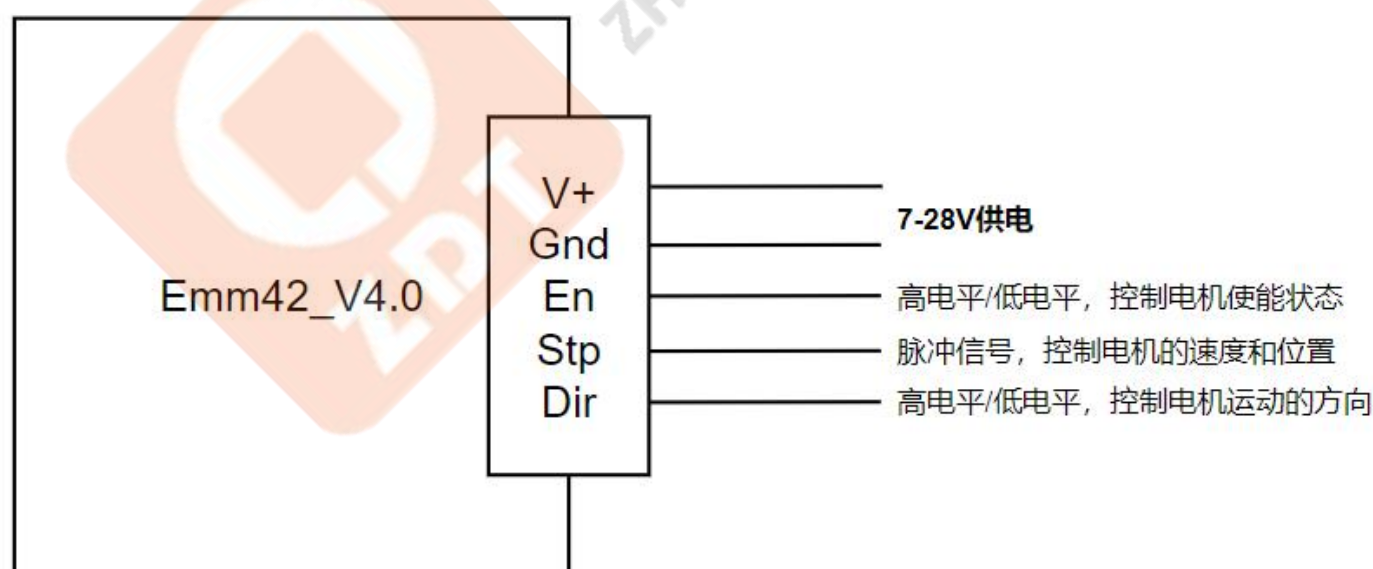
步进电机的细分驱动技术，能够有效减少步进电机运行时的震动和噪音，并在一定程度上提高了精度，但受限于实际情况的影响，精度并不会随着细分数增大而继续提高。

6.2 脉冲控制

脉冲信号，相当于控制器的一个 IO 取反两次，标准的脉冲信号如下图所示：



脉冲控制，简而言之，就是通过向闭环电机的 Stp 引脚发送脉冲来精确的控制电机运行的速度和角度。其中，可以通过改变脉冲周期 T 的持续时间来改变闭环电机运行过程中的速度，脉冲周期 T 的时间越短，闭环电机运行越快。其次，可以通过发送的脉冲数量来控制闭环电机最终运行的角度，以 1.8° 步进电机，16 细分为例，就可以通过向闭环电机发送 3200 个脉冲来让电机旋转一圈。此外，如果需要控制电机的方向，可以通过控制 Dir 引脚的电平状态来控制，高电平一个方向，低电平就是另一个方向。另外，如果还想要控制闭环电机的使能状态，可以通过控制 En 引脚的电平状态来控制，对于 Emm42 闭环电机来说，控制 En 使能引脚的电平状态之前，需要先在 En 菜单选项里设置 En 端口的有效电平，以设置 L 为例，就是低电平有效的意思，那可以控制 En 引脚为低电平状态，闭环电机就处于使能状态，可以正常接收外部发送的方向和脉冲信号，如果控制 En 引脚为高电平状态，闭环电机就处于不使能状态，此时可以用手拧动电机轴，闭环电机也不会响应外部发送的方向和脉冲信号。脉冲控制如下图所示：



注意：你的控制器中的Gnd需要与Emm42闭环的Gnd接一起，即两者共地

七、通讯控制

7.1 通讯控制说明

按照前面的章节安装并校准好 Emm42 闭环，再根据对应的接线图接好线路后，就可以对闭环电机进行通讯控制。

通讯控制是指使用另一个单片机/PLC 板卡/电脑等上位机，通过发指令的形式对闭环电机进行控制，发指令又是指按照既定通讯协议的数据格式发送一串十六进制数据，发送的这一串十六进制数据就是一条命令。

Emm42 闭环电机的通讯协议是自定义协议，通讯协议每一条命令的格式会在下面的章节分别给出，根据通讯协议对闭环电机下发不同的命令，就可以对其进行读取/修改系统参数，也可以进行速度/位置模式的控制。

7.2 串口通讯控制

使用串口通讯控制之前，需要先对闭环电机进行一些参数的设置：

首先，在 Mode 菜单中选择 CR_UART，表示使用串口通讯进行控制；

接着，在 UartBaud 菜单中选择与你上位机相同的波特率，默认是 38400；

再者，在 UartAddr 菜单中选择当前闭环电机的通讯地址，默认是 1；

然后，在 DatCheck 菜单中选择通讯的校验方式，默认是固定校验，即 0x6B；

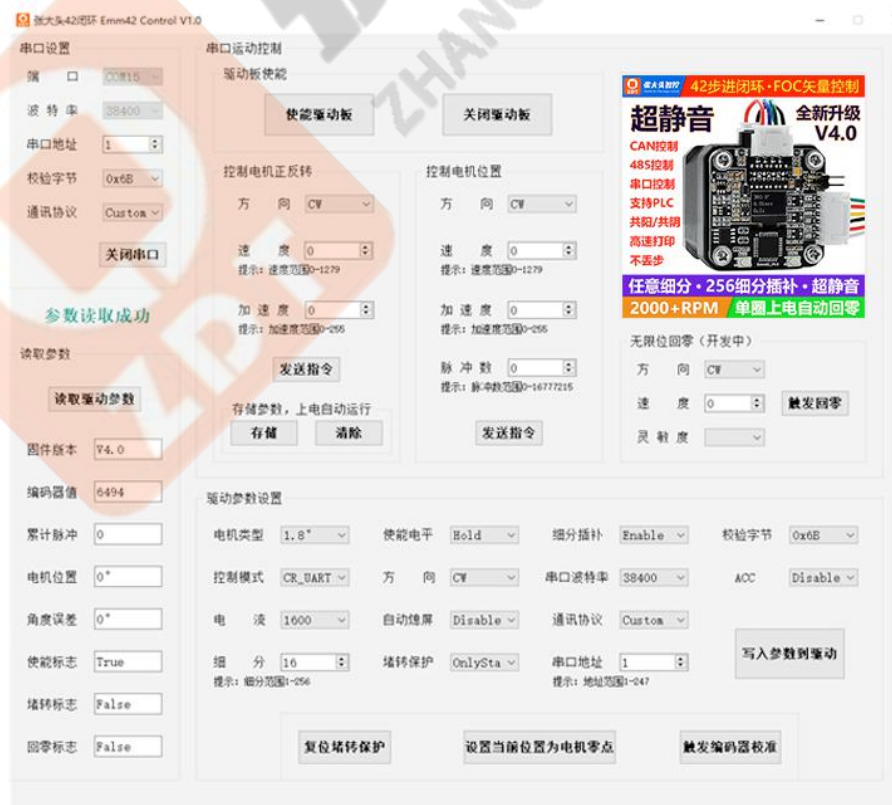
最后，在 Protocol 菜单中选择一种通讯协议，当前仅支持自定义协议，暂不用设置；

设置完成后，就可以通过串口通讯的方式对 Emm42 闭环电机进行控制。例如，可以使用通用的串口助手软件，或者使用张大头智控提供的上位机软件，对 Emm42 闭环电机下发命令，如图所示：

串口助手：



上位机软件：



返回命令说明:

上位机向闭环电机下发命令后，它会根据不同的情况返回不同的命令:

- 收到并确认命令正确，返回：地址 + 02 + 校验字节，如返回 01 02 6B
- 收到但确认命令错误，返回：地址 + EE + 校验字节，如返回 01 EE 6B
- 收到但确认地址不对，返回：不返回。

注意：Emm42 闭环电机可设置的地址为 1-247，地址 0 作为广播地址，上位机以 0 地址下发命令后，所有连接到上位机的闭环电机都会执行这条命令，如果其中有地址为 1 的闭环电机，则它会返回命令，其他地址的闭环电机不返回命令。

下面以默认的设置，即通讯地址 UartAddr 为 1，通讯校验 DatCheck 为 0x6B 为例，说明串口通讯协议中每一条命令的数据格式:

7.2.1 触发动作命令

- **命令功能：**触发编码器校准

命令格式：地址 + 0x06 + 0x45 + 校验字节

命令示例：发送 01 06 45 6B

命令作用：下发该命令后，可以触发闭环电机进行编码器校准，对应屏幕上的 Cal;

- **命令功能：**设置当前位置为零点

命令格式：地址 + 0x0A + 0x6D + 校验字节

命令示例：发送 01 0A 6D 6B

命令作用：下发该命令后，可以将闭环电机的当前电机位置清零，即设置为零点;

➤ 命令功能：解除堵转保护

命令格式：地址 + 0x0E + 0x52 + 校验字节

命令示例：发送 01 0E 52 6B

命令作用：只有触发了堵转保护功能后，下发该命令才有效，可以解除堵转保护；

7.2.2 读取参数命令

➤ 命令功能：读取编码器值

命令格式：地址 + 0x30 + 校验字节

命令示例：发送 01 30 6B

命令作用：读取位置传感器的数值，数据类型为 `uint16_t`，范围为 0-65535，例如返回 01 23 15 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

```
编码器数值 = (uint16_t)(  
                ((uint16_t)0x23 << 8) |  
                ((uint16_t)0x15 << 0)  
                );
```

➤ 命令功能：读取输入脉冲数

命令格式：地址 + 0x33 + 校验字节

命令示例：发送 01 33 6B

命令作用：读取输入脉冲的数值，即对应小屏幕上的第 3 行的数据，数据类型为 `int32_t`，范围为 -2147483647-2147483647，例如返回 01 14 63 33 51 6B 后，上位机

可以对数据进行拼接：

```
输入脉冲数 = (int32_t)(  
    ((int32_t)0x14 << 24) |  
    ((int32_t)0x63 << 16) |  
    ((int32_t)0x33 << 8) |  
    ((int32_t)0x51 << 0)  
);
```

➤ 命令功能：读取电机实时位置

命令格式：地址 + 0x36 + 校验字节

命令示例：发送 01 36 6B

命令作用：读取电机的实时位置，即对应小屏幕上的第 1 行的数据，数据类型为 int32_t，范围为-2147483647~2147483647，例如返回 01 56 23 75 04 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

```
电机位置 = (int32_t)(  
    ((int32_t)0x56 << 24) |  
    ((int32_t)0x23 << 16) |  
    ((int32_t)0x75 << 8) |  
    ((int32_t)0x04 << 0)  
);
```

转换成角度的计算方式： 电机转过的角度 = （电机位置 * 360） / 65536;

➤ **命令功能：读取位置误差**

命令格式：地址 + 0x39 + 校验字节

命令示例：发送 01 39 6B

命令作用：读取电机设定位置与实际位置的差值，即对应小屏幕上的第 2 行的数据，数据类型为 int16_t，范围为-32767~32767，例如返回 01 75 84 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

```
位置误差 = (int16_t)(  
                ((int16_t)0x75 << 8) |  
                ((int16_t)0x84 << 0)  
            );
```

转换成角度的计算方式：**电机转过的角度 = (位置误差 * 360) / 65536;**

➤ **命令功能：读取使能状态**

命令格式：地址 + 0x3A + 校验字节

命令示例：发送 01 3A 6B

命令作用：读取闭环电机的使能状态，数据类型为 uint8_t，数值为 00 或 01，例如：

返回 01 00 6B 表示闭环电机处于不使能状态；

返回 01 01 6B 表示闭环电机处于使能状态；

➤ **命令功能：读取堵转标志**

命令格式：地址 + 0x3E + 校验字节

命令示例：发送 01 3E 6B

命令作用：读取闭环电机的堵转标志，数据类型为 `uint8_t`，数值为 00 或 01，例如：

返回 01 00 6B 表示闭环电机当前没发生堵转；

返回 01 01 6B 表示闭环电机当前处于堵转状态；

➤ **命令功能：**读取单圈上电自动回零状态标志

命令格式：地址 + 0x3F + 校验字节

命令示例：发送 01 3F 6B

命令作用：读取闭环电机的堵转标志，数据类型为 `uint8_t`，数值为 00 或 01，例如：

返回 01 00 6B 表示上电时闭环电机触发单圈上电自动回零状态正常；

返回 01 01 6B 表示上电时闭环电机触发单圈上电自动回零状态不正常，如回零过程堵转、回零方向设置错误等；

7.2.3 修改参数命令

➤ **命令功能：**修改当前细分步数

命令格式：地址 + 0x84 + 细分值 + 校验字节

命令示例：发送 01 84 10 6B

命令作用：修改当前细分步数为 16，该命令可以将闭环电机当前的细分步数修改为 1-256 任意细分步数，例如：

发送 01 84 00 6B 修改闭环电机当前细分步数为 256；

发送 01 84 03 6B 修改闭环电机当前细分步数为 3；

发送 01 84 FF 6B 修改闭环电机当前细分步数为 255；

➤ **命令功能：修改当前串口通讯地址**

命令格式：地址 + 0xAE + 串口通讯地址 + 校验字节

命令示例：发送 01 AE 10 6B

命令作用：修改当前串口通讯地址为 16，该命令可以将闭环电机当前的串口通讯地址修改为 1-247 任意数值，例如：

发送 01 84 04 6B 修改闭环电机当前串口通讯地址为 4；

发送 01 84 46 6B 修改闭环电机当前串口通讯地址为 70；

7.2.4 运动控制命令

➤ **命令功能：控制闭环电机的使能状态**

命令格式：地址 + 0xF3 + 使能状态 + 校验字节

命令示例：发送 01 F3 00 6B

命令作用：控制闭环电机的使能状态，例如：

发送 01 F3 00 6B 可以控制闭环电机处于不使能状态；

发送 01 F3 01 6B 可以控制闭环电机处于使能状态；

➤ **命令功能：控制闭环电机的正反转，即速度模式控制**

命令格式：地址 + 0xF6 + 方向和速度（共用 2 个字节） + 加速度 + 校验字节

命令示例：发送 01 F6 14 FF 00 6B

其中，0x14 0xFF 两个字节表示方向和速度，最高的半字节 0x1 表示方向，剩下的 0x4FF 表示速度档位，最大为 4FF，即 1279 个速度档位；方向和速度后面的字节 0x00

表示加速度档位，即启动和停止时的曲线加减速档位，加速度值如果是 0xFF，即 255，则不启用曲线加减速功能，直接以指定的速度去运行。如果需要控制闭环电机停止，可以将速度档位设置为 0 发送命令，例如，发送 01 F6 10 00 00 6B 或 01 F6 00 00 00 6B 都可以使闭环电机停止运动。

命令作用：控制闭环电机按照设定的方向、速度和加速度进行一直旋转，加速度是指设置启动和停止时曲线加减速档位，可以减少电机启动和停止的震动，例如：

发送 01 F6 12 FF 00 6B 可以使闭环电机以逆时针方向，0x2FF 速度档位，0x00 加速度档位一直旋转；

发送 01 F6 02 FF FF 6B 可以使闭环电机以顺时针方向，0x2FF 速度档位，0xFF 加速度档位一直旋转；

发送 01 F6 10 00 00 6B 可以使闭环电机以 0x00 加速度档位缓慢停止；

发送 01 F6 10 00 FF 6B 可以使闭环电机立即停止；

➤ **命令功能：**存储/清除闭环电机正反转，即速度模式当前的参数，上电会自动运行

命令格式：地址 + 0xFF + 存储/清除 + 校验字节

命令示例：发送 01 FF C8 6B（存储）、发送 01 FF CA 6B（清除）

命令作用：存储/清除闭环电机正反转，即速度模式当前运行的的方向/速度/加速度参数，存储后下次上电会按照这些参数自动运行，例如：

发送 01 FF C8 6B 存储闭环电机正反转，即速度模式当前的参数；

发送 01 FF CA 6B 清除闭环电机上一次存储的参数；

➤ **命令功能：**控制闭环电机相对运动的角度，即位置模式控制

命令格式：

地址 + 0xFD + 方向和速度（2 字节） + 加速度 + 脉冲数（3 字节） + 校验字节

命令示例：01 FD 14 FF 00 00 0C 80 6B

其中，0x14 0xFF 两个字节表示方向和速度，最高的半字节 0x1 表示方向，剩下的 0x4FF 表示速度档位，最大为 4FF，即 1279 个速度档位；方向和速度后面的字节 0x00 表示加速度档位，即启动和停止时的曲线加减速档位，加速度值如果是 0xFF，即 255，则不启用曲线加减速功能，直接以指定的速度去运行。如果需要控制闭环电机缓慢停止，可以将速度档位设置为 0，如果需要控制闭环电机立即停止，可以将速度档位设置为 0，加速度档位设置为 255；加速度档位后面的 3 个字节是脉冲数，例如 16 细分下发送 3200 个脉冲就可以让 1.8° 的电机转动一圈。

命令作用：控制闭环电机按照设定的方向、速度和加速度进行相对位置运动，例如：

发送 01 FD 02 FF 00 00 0C 80 6B 可以使闭环电机以顺时针方向，0x2FF 速度档位，0x00 加速度档位运动 0x000C80 个脉冲，即 3200 个脉冲；

发送 01 FD 12 FF 45 00 19 00 6B 可以使闭环电机以顺时针方向，0x2FF 速度档位，0x45 加速度档位运动 0x001900 个脉冲，即 6400 个脉冲；

发送 01 FD 10 00 FF 00 19 00 6B 可以使闭环电机缓慢停止（速度档位为 0）；

发送 01 FD 12 FF FF 00 00 00 6B 可以使闭环电机立即停止（脉冲为 0，加速度为 255）；

注意：发送该命令后，闭环电机收到指令，会先返回 01 02 6B 的命令进行应答；紧接着，闭环电机内部更新完全部的脉冲（位置），会返回 01 9F 6B 的命令，表示闭环电机已经全部更新完脉冲（位置），如果不想返回，可在 PcmdRet 选项设置为 Disable。

7.3 CAN 通讯

使用 CAN 通讯控制之前，需要先对闭环电机进行一些参数的设置：

首先，在 Mode 菜单中选择 CR_CAN，表示使用 CAN 通讯进行控制；

接着，在 CAN_FrTy 菜单中选择与你上位机相同的帧类型，默认是标准帧类型；

再者，在 CAN_FrID 菜单中选择当前闭环电机的帧 ID，默认是 1；

接着，在 CAN_Rate 菜单中选择与你上位机相同的 CAN 通讯速率，默认是 500K；

然后，在 DatCheck 菜单中选择通讯的校验方式，默认是固定校验，即 0x6B；

最后，在 Protocol 菜单中选择一种通讯协议，当前仅支持自定义协议，暂不用设置；

设置完成后，就可以通过 CAN 通讯的方式对 Emm42 闭环电机进行控制。需要注意的是，在 CAN 通讯上，闭环电机返回命令时，除帧 ID 外，数据段的第一个字节仍是帧 ID。

返回命令说明：

上位机向闭环电机下发命令后，它会根据不同的情况返回不同的命令：

- 收到并确认命令正确，返回：硬件帧 ID + 02 + 校验字节，如返回：帧 ID 02 6B
- 收到但确认命令错误，返回：硬件帧 ID + EE + 校验字节，如返回：帧 ID EE 6B
- 收到但确认硬件帧 ID 不对，返回：不返回。

注意：Emm42 闭环电机可设置的帧 ID 为 1-247，帧 ID 0 作为广播帧，上位机以 0 为帧 ID 下发命令后，所有连接到上位机的闭环电机都会执行这条命令，如果其中有帧 ID 为 1 的闭环电机，则它会返回命令，其他帧 ID 的闭环电机不返回命令。

下面以默认的设置，即帧 ID CAN_FrID 为 1，通讯校验 DatCheck 为 0x6B 为例，说明 CAN 通讯协议中每一条命令的数据格式：

7.3.1 触发动作命令

➤ 命令功能：触发编码器校准

命令格式：硬件帧 ID + 0x06 + 0x45 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 06 45 6B

命令作用：下发该命令后，可以触发闭环电机进行编码器校准，对应屏幕上的 Ca1；

➤ 命令功能：设置当前位置为零点

命令格式：硬件帧 ID + 0x0A + 0x6D + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 0A 6D 6B

命令作用：下发该命令后，可以将闭环电机的当前电机位置清零，即设置为零点；

➤ 命令功能：解除堵转保护

命令格式：硬件帧 ID + 0x0E + 0x52 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 0E 52 6B

命令作用：只有触发了堵转保护功能后，下发该命令才有效，可以解除堵转保护；

7.3.2 读取参数命令

➤ 命令功能：读取编码器值

命令格式：硬件帧 ID + 0x30 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 30 6B

命令作用：读取位置传感器的数值，数据类型为 uint16_t，范围为 0-65535，例如返回 01 23 15 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

```
编码器数值 = (uint16_t)(  
    ((uint16_t)0x23 << 8) |  
    ((uint16_t)0x15 << 0)  
);
```

➤ **命令功能：读取输入脉冲数**

命令格式：硬件帧 ID + 0x33 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 33 6B

命令作用：读取输入脉冲的数值，即对应小屏幕上的第 3 行的数据，数据类型为 int32_t，范围为-2147483647-2147483647，例如返回 01 14 63 33 51 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

```
输入脉冲数 = (int32_t)(  
    ((int32_t)0x14 << 24) |  
    ((int32_t)0x63 << 16) |  
    ((int32_t)0x33 << 8) |  
    ((int32_t)0x51 << 0)  
);
```

➤ **命令功能：读取电机实时位置**

命令格式：硬件帧 ID + 0x36 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 36 6B

命令作用：读取电机的实时位置，即对应小屏幕上的第 1 行的数据，数据类型为 int32_t，范围为-2147483647-2147483647，例如返回 01 56 23 75 04 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

电机位置 = (int32_t)(

((int32_t)0x56 << 24) |

((int32_t)0x23 << 16) |

((int32_t)0x75 << 8) |

((int32_t)0x04 << 0)

);

转换成角度的计算方式： 电机转过的角度 = (电机位置 * 360) / 65536;

➤ 命令功能：读取位置误差

命令格式：硬件帧 ID + 0x39 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 39 6B

命令作用：读取电机设定位置与实际位置的差值，即对应小屏幕上的第 2 行的数据，数据类型为 int16_t，范围为-32767-32767，例如返回 01 75 84 6B 后，上位机可以对数据进行拼接：

位置误差 = (int16_t)(

((int16_t)0x75 << 8) |

((int16_t)0x84 << 0)

);

转换成角度的计算方式： 电机转过的角度 = (位置误差 * 360) / 65536;

➤ **命令功能：读取使能状态**

命令格式：硬件帧 ID + 0x3A + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 3A 6B

命令作用：读取闭环电机的使能状态，数据类型为 uint8_t，数值为 00 或 01，例如：

返回 01 00 6B 表示闭环电机处于不使能状态；

返回 01 01 6B 表示闭环电机处于使能状态；

➤ **命令功能：读取堵转标志**

命令格式：硬件帧 ID + 0x3E + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 3E 6B

命令作用：读取闭环电机的堵转标志，数据类型为 uint8_t，数值为 00 或 01，例如：

返回 01 00 6B 表示闭环电机当前没发生堵转；

返回 01 01 6B 表示闭环电机当前处于堵转状态；

➤ **命令功能：读取单圈上电自动回零状态标志**

命令格式：硬件帧 ID + 0x3F + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 3F 6B

命令作用：读取闭环电机的堵转标志，数据类型为 uint8_t，数值为 00 或 01，例如：

返回 01 00 6B 表示上电时闭环电机触发单圈上电自动回零状态正常；

返回 01 01 6B 表示上电时闭环电机触发单圈上电自动回零状态不正常，如回零过程堵转、回零方向设置错误等；

7.3.3 修改参数命令

➤ **命令功能：修改当前细分步数**

命令格式：硬件帧 ID + 0x84 + 细分值 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） 84 10 6B

命令作用：修改当前细分步数为 16，该命令可以将闭环电机当前的细分步数修改为 1-256 任意细分步数，例如：

发送 01 84 00 6B 修改闭环电机当前细分步数为 256；

发送 01 84 03 0x6B 修改闭环电机当前细分步数为 3；

发送 01 84 FF 0x6B 修改闭环电机当前细分步数为 255；

➤ **命令功能：修改当前串口通讯地址**

命令格式：硬件帧 ID + 0xAE + 串口通讯地址 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） AE 10 6B

命令作用：修改当前串口通讯地址为 16，该命令可以将闭环电机当前的串口通讯地址修改为 1-247 任意数值，例如：

发送 01 84 04 6B 修改闭环电机当前串口通讯地址为 4；

发送 01 84 46 6B 修改闭环电机当前串口通讯地址为 70；

7.3.4 运动控制命令

➤ **命令功能：控制闭环电机的使能状态**

命令格式：硬件帧 ID + 0xF3 + 使能状态 + 校验字节

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） F3 00 6B

命令作用：控制闭环电机的使能状态，例如：

发送 01 F3 00 6B 可以控制闭环电机处于不使能状态；

发送 01 F3 01 6B 可以控制闭环电机处于使能状态；

➤ **命令功能：**控制闭环电机的正反转，即速度模式控制

命令格式：硬件帧 ID + 0xF6 + 方向和速度（共用 2 个字节） + 加速度 + 校验字

命令示例：发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） F6 14 FF 00 6B

其中，0x14 0xFF 两个字节表示方向和速度，最高的半字节 0x1 表示方向，剩下的 0x4FF 表示速度档位，最大为 4FF，即 1279 个速度档位；方向和速度后面的字节 0x00 表示加速度档位，即启动和停止时的曲线加减速档位，加速度值如果是 0xFF，即 255，则不启用曲线加减速功能，直接以指定的速度去运行。如果需要控制闭环电机停止，可以将速度档位设置为 0 发送命令，例如，发送 01 F6 10 00 00 6B 或 01 F6 00 00 00 6B 都可以使闭环电机停止运动。

命令作用：控制闭环电机按照设定的方向、速度和加速度进行一直旋转，加速度是指设置启动和停止时曲线加减速档位，可以减少电机启动和停止的震动，例如：

发送 01 F6 12 FF 00 6B 可以使闭环电机以逆时针方向，0x2FF 速度档位，0x00 加速度档位一直旋转；

发送 01 F6 02 FF FF 6B 可以使闭环电机以顺时针方向，0x2FF 速度档位，0xFF 加速度档位一直旋转；

发送 01 F6 10 00 00 6B 可以使闭环电机以 0x00 加速度档位缓慢停止；

发送 01 F6 10 00 FF 6B 可以使闭环电机立即停止；

➤ **命令功能：**存储/清除闭环电机正反转，即速度模式当前的参数，上电会自动运行

命令格式：硬件帧 ID + 0xFF + 存储/清除 + 校验字节

命令示例：

发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） FF C8 6B（存储）

发送 01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） FF CA 6B（清除）

命令作用：存储/清除闭环电机正反转，即速度模式当前运行的的方向/速度/加速度参数，存储后下次上电会按照这些参数自动运行，例如：

发送 01 FF C8 6B 存储闭环电机正反转，即速度模式当前的参数；

发送 01 FF CA 6B 清除闭环电机上一次存储的参数；

➤ **命令功能：**控制闭环电机相对运动的角度，即位置模式控制

命令格式：

硬件帧 ID + 0xFD + 方向和速度（2 字节） + 加速度 + 脉冲数（3 字节） + 校验字

命令示例：01（设置你的 CAN 通讯的硬件帧 ID 为 01） FD 14 FF 00 00 0C 80 6B

其中，0x14 0xFF 两个字节表示方向和速度，最高的半字节 0x1 表示方向，剩下的 0x4FF 表示速度档位，最大为 4FF，即 1279 个速度档位；方向和速度后面的字节 0x00 表示加速度档位，即启动和停止时的曲线加减速档位，加速度值如果是 0xFF，即 255，则不启用曲线加减速功能，直接以指定的速度去运行。如果需要控制闭环电机缓慢停止，可以将速度档位设置为 0，如果需要控制闭环电机立即停止，可以将速度档位设置为 0，加速度档位设置为 255；加速度档位后面的 3 个字节是脉冲数，例如 16 细分下发送 3200 个脉冲就可以让 1.8° 的电机转动一圈。

命令作用：控制闭环电机按照设定的方向、速度和加速度进行相对位置运动，例如：

发送 01 FD 02 FF 00 00 0C 80 6B 可以使闭环电机以顺时针方向，0x2FF 速度档位，0x00 加速度档位运动 0x000C80 个脉冲，即 3200 个脉冲；

发送 01 FD 12 FF 45 00 19 00 6B 可以使闭环电机以顺时针方向，0x2FF 速度档位，0x45 加速度档位运动 0x001900 个脉冲，即 6400 个脉冲；

发送 01 FD 10 00 FF 00 19 00 6B 可以使闭环电机缓慢停止（速度档位为 0）；

发送 01 FD 12 FF FF 00 00 00 6B 可以使闭环电机立即停止（脉冲为 0，加速度为 255）；

注意：发送该命令后，闭环电机收到指令，会先返回 01 02 6B 的命令进行应答；紧接着，闭环电机内部更新完全部的脉冲（位置），会返回 01 9F 6B 的命令，表示闭环电机已经全部更新完脉冲（位置），如果不想返回，可在 PcmdRet 选项设置为 Disable。



八、单圈上电自动回零操作说明

8.1 准备工作

按照前面章节安装好模块，接好线，并校准好闭环电机，确保闭环电机在闭环模式/串口模式/CAN 模式下能够正常的工作。

8.2 设置单圈上电自动回零

首先，上电后先设置 En 选项为 H，关闭电机；然后用手拧动电机到零点位置；

接着，设置 0_Mode 选项为 DirMode 方向回零模式（NearMode 为就近回零模式）、设置 0_Speed 选项为 3 档为回零速度、设置 0_Dir 选项为 CW 顺时针回零方向；

然后，点击 Set 0 设置当前位置为单圈零点。

紧接着，设置 En 选项为原来的 Hold 模式。

最后，断电，用手拧开电机轴到别处，重新上电，可观察到电机自动回到设置零点。

注意：如果屏幕显示“Back to”，“Origin”，“Fail!”，回零失败，请将 0_Dir 选项设置为 CCW，重新测试。

九、技术支持及保证

1. 发货前都会做通电测试，保证可以正式使用才发货。
2. 欢迎各位朋友加入张大头 42 步进闭环交流群：262438510
3. 欢迎光临 CSDN 博客交流：<https://blog.csdn.net/zhangdatou666>
4. 有问题可联系我们的客服或技术支持人员，我们将竭诚为您服务。

技术支持 QQ:

424116966

QQ 交流群:



群名称:张大头42步进闭环交流群
群号:262438510

技术联系电话:

张工 17138650002

十、FAQ

1. 请不要带电拔插 6P 的通讯线和 4P 的电机线，以免损坏闭环驱动器。
2. 上电校准电机的时候电机左右抖动，或者提示“Reverse”，“Lookup”，“Error!”，请先断电，将 A+A-或 B+B-两根线对调一下，重新上电校准。
3. 闭环电机运行的时候，出现 Err17.99° 或抖动，请先断电，检查一下磁铁是否粘偏或粘歪，请重新粘平磁铁到电机轴中心，然后重新上电校准。
4. 串口通讯，用上位机发送指令，提示指令下发失败，请检查串口的接线方式：
 - (1) 闭环电机与串口 TTL 模块接线：RX 接 TX，TX 接 RX，Gnd 接 Gnd。
 - (2) 闭环电机与 RS232 模块的接线：RX 接 RX，TX 接 TX，Gnd 接 Gnd，3V3 接 VCC。
 - (3) 闭环电机与 RS485 模块的接线：RX 接 RX，TX 接 TX，Gnd 接 Gnd，3V3 接 VCC。
5. 串口通讯，用上位机发送指令，提示指令参数错误，请将 Mode 选项改为 CR_UART。
6. 3D 打印模型倾斜，请确保 XY 两个轴都加装了闭环驱动，保证运行速度的一致性。

十一、修改记录

日期	版本	内容
2022/6/22	Rev0.1	初版
2022/7/3	Rev1.0	加入“通讯控制”一章说明
2022/9/24	Rev1.1	修正部分细节错误，加入“单圈回零”和“FAQ”