

BASECAM

电子

使用带SimpleBGC 32控制器的编码器

最后编辑日期： 20.09.2016

版本： 0.11

目录

1. 总说明.....	3
2. 安装编码器.....	4
3. 测试编码器.....	9
4. 校准编码器.....	10
5. 常见问题解答.....	13

1. 总说明

1. 总说明

使用带SimpleBGC32控制器电板的编码器具有以下优势：

1. 防止马达失去同步或跳过步骤。
2. 提供有关摄像机相对于框架位置的完整信息，提供比第二IMU更好的模型，并利用了过时的第二IMU。这个信息扩展了平衡环的工作位置和功能的范围。
3. 通过使用磁场定向的控制策略来驱动马达，可以显著地降低功耗。
4. 以相同的方式增加瞬间扭矩。
5. 提供获取摄像机平衡信息并进行自动平衡的可能性（借助额外的直流伺服马达和移动配重）。
6. 能够手动调整摄像机位置。
7. 提高平衡环能够补偿的稳定精度和最大旋转速度。

编码器提供了操作系统的全新感觉，并推荐在专业级产品中使用。

带常规SimpleBGC32控制器的固件不支持编码器。要使用编码器，需要特殊的固件。您可以在这里获得试用或购买全功能编码器固件：<http://www.basecamelectronics.com/encoders/>

平衡环制造商，请联系我们于info@basecamelectronics.com

注意，使用这种特殊固件，所有马达都应该安装编码器！一个马达带编码器而另外两个不带这是不可行的。

支持的编码器列表

AMT203 - 绝对（电容技术）12bit，SPI通讯

AS5048A,B - 绝对（磁）14bit，PWM，I2C或SPI通讯，未组装。

MA3 - 绝对（磁）10-12bit，组装。支持PWM 1kHz和244Hz接口。

Analog - 电位器或模拟输出与角度成比例的任何其他类型

AS5600 - 支持带模拟的，PWM 460Hz或I2C接口的绝对磁编码器（请注意，对于I2C连接，无法进行地址选择）

SBGC32_I2C_Drv扩展电板 - 作为外部马达驱动器与编码器接口相结合，由I2C总线控制。更多详细信息，请参阅 http://www.basecamelectronics.com/sbgc32_i2c_drv/。

RLS Orbis (版本2.61+) - 绝对离轴磁编码器。支持PWM 549Hz和SPI接口。

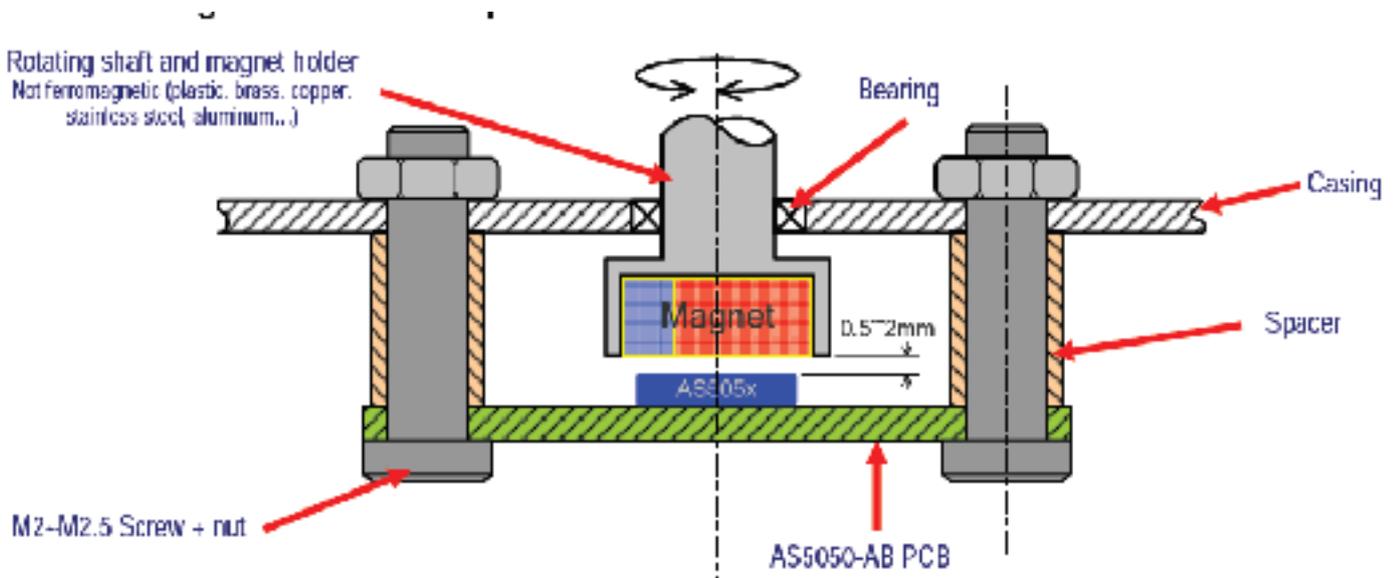
可以在GUI的调整过程中选择编码器的类型。

12位和14位分辨率没有太大差别，因为编码器不用于闭环PID控制器，因此不需要高分辨率。但绝对角度误差应该尽可能低，尤其是与具有大量极对的马达配合使用时。

2. 安装编码器

2. 安装编码器

AS5048A,B版本作为IC芯片，应使用简单的电路（2个电容器和连接器）在定制的PCB上焊接，数据表中提供了示例。该IC应放置在特殊极化磁铁上方，安装在马达的轴杯上。关于选择磁体和位置公差建议可以在数据表中找到。



对于连接到I2C总线的AS5048B，应根据其安装的马达选择设备地址：

ROLL: 0x40 (A1=0, A2=0)

PITCH: 0x41 (A1=HIGH, A2=0)

YAW: 0x42 (A1=0, A2=HIGH)

此外，您稍后可以在GUI中将地址分配给轴。

重要提示：AS5048B与“高速I2C”选项不兼容！

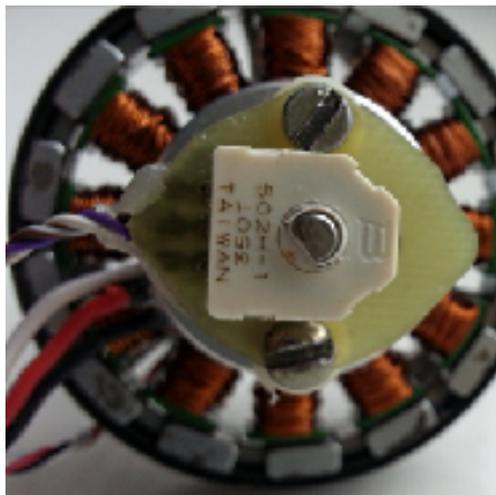
AMT203编码器有通过孔，并配有各种轴适配器和定心工具。您只需要进行布线（不包括电缆和连接器）。



MA3磁编码器是10位和12位的版本（10位有1kHz刷新率，12位有244Hz刷新率）。<http://www.usdigital.com/products/encoders/absolute/rotary/shaft/ma3>



模拟类型可能是电位器，磁性或其他具有模拟输出的类型，其中电压与轴的旋转角成线性比例。基于电位器的编码器是最便宜的。模拟编码器不允许有360度的轴旋转，因为在其范围的两端都有禁区。



这种类型的编码器可以从许多制造商处获得，例如在digkey.com上的类别[Sensors, Transducers > Position Sensors - Angle, Linear Position Measuring](#)

模拟类型提示：

- 最好选择较低的电阻（约1..3k）以最小化对EMI噪声的敏感性
- 如果电缆长，扭曲或屏蔽它，以尽量减少EMI噪声的影响
- 您必须在轴上添加机械限位器，以防止进入编码器不提供测量的禁止区域。请参见数据表以找到所选型号的工作角度。另外，在GUI中指定一个软件限制器，以轻松停止附近的机械限位器，以免与其对抗（参见参数限制（最小值，最大值））
- 马达极的数量越多，编码器就越需要绝对的精度。由于精度是由电位器的线性度定义的，所以请始终检查所选模型的规格，并将保证的线性度与单极（360 /极数）的扇区尺寸进行比较。对于正常工作，最大绝对误差应明显小于扇区大小。

在正常的校准过程中，模拟类型的灵敏度（刻度）和偏移量将自动设置，就像其他类型的编码器一样。

AS5600磁性编码器可以通过其OUT引脚连接，默认情况下配置为模拟输出，并在GUI中配置为“模拟”类型。此外，您可以将其重新编程到PWM输出模式，并在GUI中选择“AS5600 PWM”类型。但请注意，在这两种模式下，编码器不支持360度旋转，因为它具有零点角度（1.75度）附近的滞后+ - 40点。

提示：对于PWM输出模式，必须通过I2C接口对CONF注册*进行编程：

```
CONF= {WD(0)FTH(001)SF(11)},{PWMF(10)OUTS(10)HYST(00)PM(00)}={xx000111},  
{10100000}=0x07, 0xA0 - PWM为460Hz，响应最快，无看门狗，无迟滞，正常电源模式。
```

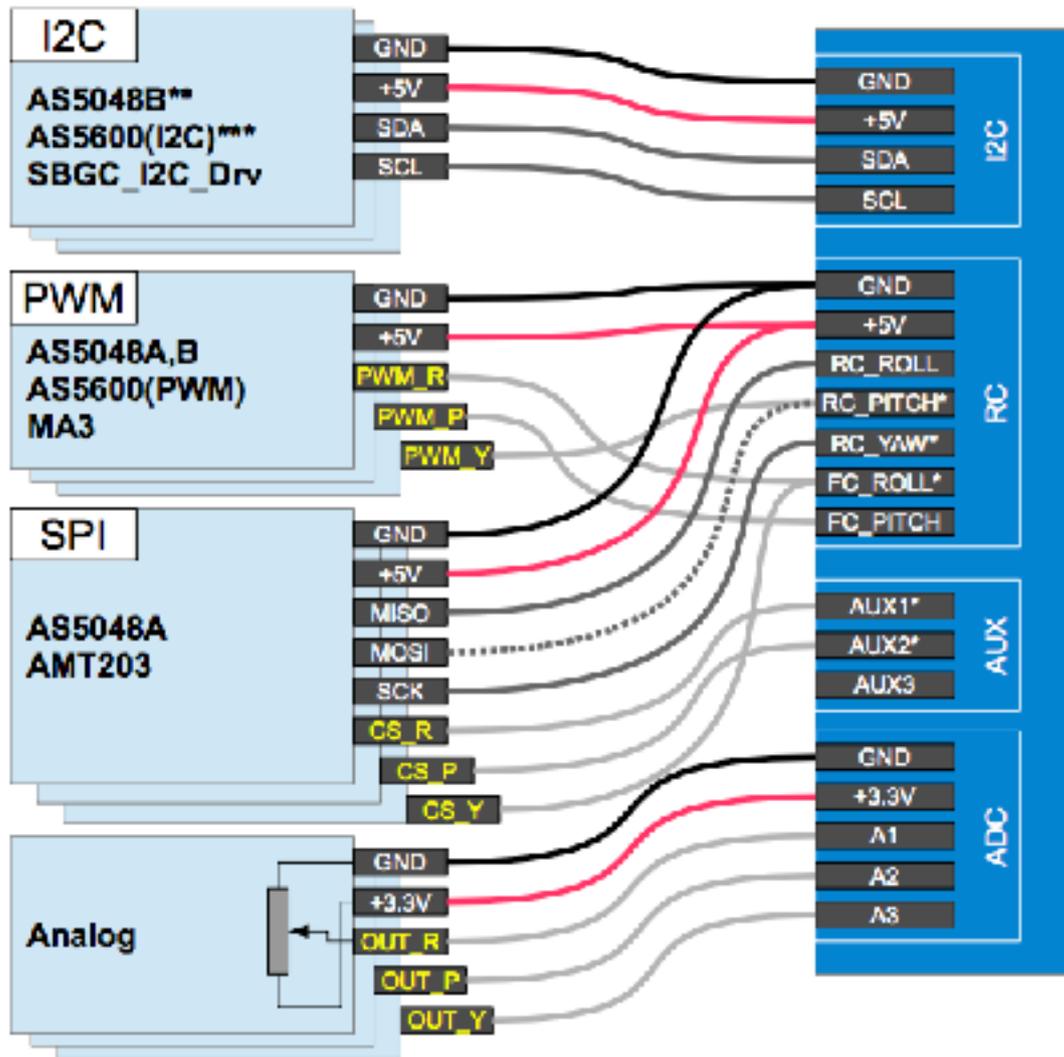
编程后*，CONF应被写入非易失性存储器。更多详细信息，请参见AS5600数据表。

*如果从3.3V供电，VDD3V3引脚上需要10uF缓冲电容接地以将设置烧录到OTP存储器中。

注意：从2.60固件开始，当第一次通过I2C总线连接并在GUI中选择“AS5600（PWM）”时，AS5600编码器将被自动编程到PWM模式中。一次只能有1个编码器通过I2C连接。编程完成后，I2C线路可能会断开连接。**警告！编程完成后，不可以在模拟模式下使用编码器！**

最好的方法是通过I2C接口连接 - 在这种情况下，它将支持全360度旋转。但I2C总线上只能存在单个AS5600编码器。如果与2x I2C_Drv扩展模块结合使用，你可以为所有三个马达使用AS5600编码器。

连接编码器到常规SimpleBGC 32位电板



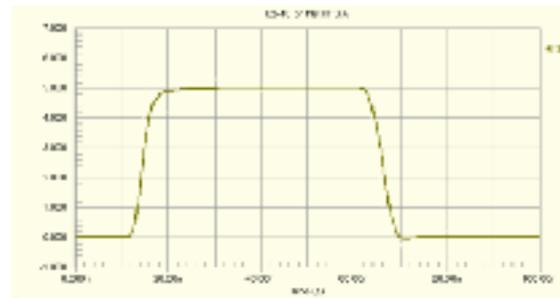
* 这些引脚在SPI连接的情况下用作输出。请小心并避免与其他设备造成短路或不正确的连接。

** AS5048B与“I2C高速”选项不兼容。

*** 只有单个AS5600单元能被连接 - 它的地址是固定的。

连接提示

- SPI或PWM优于I2C。I2C只能用于短电缆系统。
- 对于AS5048A，可以选择使用3-线SPI：MOSI线可以被省略并连接到编码器方面的VDD3（高水平）。但是在此配置中，将无法使用编码器的诊断信息。
- 对于SCK上的长SPI电缆（超过30cm）的电阻，MOSI线是严格要求的！在任意输出线上使用33.60欧姆电阻（来自电板的SCK，MOSI，来自编码器的MISO）。您可以通过观察接收机端的示波器的信号斜率来更准确地调整其值。它应该是平坦和足够锋利的，没有由信号反射引起的尖峰（见下图）。
- AS5048 PWM连接提供较低的分辨率（12位比较14位优于I2C或SPI），并且可以提供更低的精度，但PWM是一种最简单的连接方式。
- 模拟信号对EMI噪声非常敏感，建议在长距离使用屏蔽电缆（针对大型平衡环，最好选择不同类型的编码器）。
- 针对所有PWM编码器类型，最好这样设置它们，零界点（原始数据越过零的地方）远离正常工作角度，因为靠近这一点，PWM信号可以在0%到100%的占空比之间快速抖动，这可能会导致PWM捕获中的问题。



信号不良（直接连接）和良好信号（与电阻串联）

重要注释：

- 在“常规”和“微型”控制器及其修改中，此版本固件中的RC_ROLL输入由SPI总线占用，因此其替代功能（Sum-PPM和串行）被移动到AUX3输入。“串行功能”包括Spektrum，S-bus和SBGC串行API接口。
- 如果RC_ROLL输入未被SPI总线占用，从固件2.60开始，您可以将所有串行功能返回到其原点。为此，请禁用“高级”选项卡中的“交换RC_SERIAL↔UART2端口”复选框
- 对于“Extended”和“Pro”版本的控制器，有用于SPI和PWM接口的专用端口，因此RC_ROLL引脚功能不受影响。

4. 校准编码器

4. 校准编码器

1. 校准电角偏移和方向

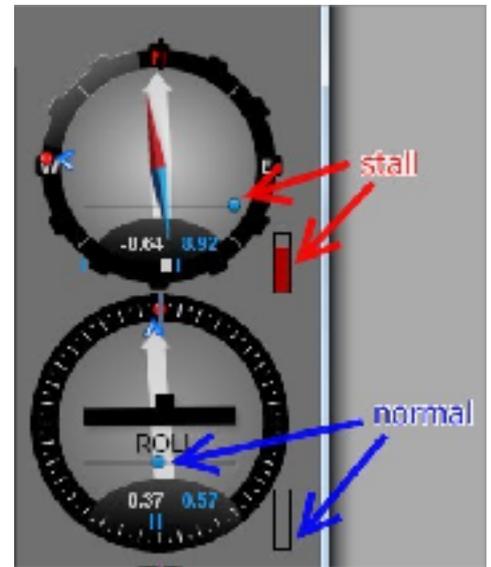
- 调整机制。完美的平衡对于进行良好的校准非常重要。
- 在“硬件”选项卡中输入每个马达极的精确数量。错误的极数会导致校准后功能不良。
- 将“编码器”选项卡中的所有校准值重置为零。
- 在“正常”位置上启动平衡环（框架调平，摄像机调平）。从固件版本262b6开始，如果无法放置正常位置，可以将编码器校准在框架和摄像机的其他位置 - 请参见下文。
- 调整PID。此时不需要大的稳定精度，但不允许振荡和抖动。
- 禁用跟随模式或任何类型的RC控制。
- 按**CALIB.EL FIELD**按钮。
 - 2.60之前的固件版本：对于每个轴，您有大约20秒非常慢地倾斜框架+ -10..30度，所有轴都有几次。如果任何轴同步松动，请重置控制器并重新启动校准。您可以通过RC控制器倾斜摄像机而不是框架，但也很慢。
 - 固件版本 2.60之后：你不需要移动框架。只需要固定或牢牢握住 - 校准将自动完成，每个马达串联。
- 完成后，校准数据将传输到GUI，编码器将开始工作。
- 检查参数“**Encoder/motor gearing ratio**”等于1.0或非常接近该值。否则，编码器和马达的比例因子不匹配。这意味着马达配置不正确（检查极数）或校准完成不当。
- 有一个简单的错误检查存在：如果估计的比例因子与指定值（默认值为1.0）有很大差异，将产生“紧急停止”错误，马达将被关闭。您需要检查结果值并接受它们，或者清除它们并重新启动系统后重新进行校准。
- 当**EL. FIELD OFFSET**被校准，马达开始工作于新的磁场定向控制（FOC）模式，如果系统平衡，电流消耗接近零。在这种模式下，您可以显著地增加**功率**参数而没有马达过热的风险。设置**加热系数**，**冷却系数**为0，以禁用电流限制。但请记住，在失速状态下的长时间运行仍然可能导致马达或控制器过热。为了防止它，您可以设置加热冷却模式，以允许短时间的大电流，但在一段时间后将限制在失速状态，或完全切断电源。

这是一个简短的视频，显示了编码器的校准过程（针对旧版本的固件）：

<http://www.youtube.com/watch?v=sAnWG2ipavE>

检查校准

“平衡错误”值（在GUI中显示为在角度面板上的蓝色球）应在工作期间为每个轴的中立位置，并在压力下达达到极限。该指示灯显示平衡的变化，可用作参考以帮助平衡摄像机。正常情况下电源指示灯为零，马达阻抗时会在失速状态下达到最大值。



重新使用校准数据

如果编码器安装方式相同，数据偏移量相同，马达与前一个马达完全匹配（包括安装转子，定子，绕组，连接），您可以批量使用此数据给其他平衡环。

备份校准数据

始终为发送给客户的每个项目进行EEPROM备份。如果系统意外松开所有设置，或者客户将制动某物，能够恢复出厂默认设置和校准是很有用的，特别是在难以重复的复杂校准程序情况下。

2. 校准偏移

- 您可以保持平衡环工作，或关闭马达。不需要稳定。
- 将摄像机放置在相对于框架的“正常”位置，其中所有马达与一个框架形成零角度。
- 按**CALIB. OFFSET**按钮。由编码器读取的当前角度将被设置为零偏移。
- 新设置将被写入EEPROM并传输给GUI。

3. 校准编码器处于异常位置

需要固件版本2.62b6及以上。

可能需要将编码器校准在异常位置，如果系统被设计用于某些马达顺序（从摄像机平台计算的马达作用），固件不支持，或系统具有非常有限的工作角度范围。例如，我们需要建立一个具有“CAM - YAW - PITCH - ROLL”马达顺序的系统。但最接近的可支持顺序是“CAM - YAW - ROLL - PITCH”。很明显，通过将YAW马达旋转90度，可以将此顺序转换为所需的顺序。在编码器校准完成后，我们

可以简单地将“跟随偏移YAW”参数设置为+ -90度，以将中性点/原点位切换到所需位置。但首先，我们需要校准编码器。它可以在自然支持的位置，如“CAM - YAW - ROLL - PITCH”中轻松地完成。但假设YAW工作范围有限，系统不能放在这个位置。事实上，除了正常位置之外，系统在任何位置都不会开始工作，直到编码器被校准！

下面是一个按步骤来的方法，教您如何解决这个问题：

1. 将“编码器偏移”参数调整到所需的位置（但是马达仍应为90度对齐，不允许中间角度）。
2. 手动更改YAW轴的“偏移”字段中的值，加或减4096，等于切换偏移90度（我们更新YAW为我们的示例案例，在您的案例下可能是不同的轴）。
3. 检测编码器是否需要反转。如何检查：当偏移校准时，为每个轴启用“跟随”模式。如果系统完全不稳定，则很可能编码器被反转。要反转编码器，请为“Fld. offset”参数分配一个特殊值“-32767”，并重复步骤1，2。
4. 此时系统应该开始正常工作，因为现在可以在框架的任何位置将扭矩分配给马达。
5. 调整PID，确保系统准备好进行“El. field offset”校准。
6. 按照上述部分的说明校准“El. field offset”参数。

检查校准

在GUI中，白色箭头显示每个马达相对于框架的角度。当摄像机相对于框架处于“home”位置时，它们应该指出，这意味着零角度。当马达旋转时，白色箭头移动。

齿轮设置注意事项

控制器支持2种传动装置：编码器/马达和马达/框架。在任何情况下，如果齿轮比不等于1.0，则在系统启动时检测马达的初始角度存在潜在问题。编码器/马达齿轮传动不等于1.0时，也可能是电场偏移检测的问题。使用以下规则让系统正常启动：

- 启动时将框架保持在正常位置（编码器已校准）。
- 连接并配置第二个IMU。如果存在，其数据将与主IMU结合并被用于检测每个马达的相对角度。但是通过这种方法不可能检测到YAW马达角度，因为IMU不是全局由YAW轴引用。
- 选择最低的传动比率，如果可能的话。请记住，直接驱动是此应用程序的最佳选择。
- 尽量减少背睫毛。否则，很难获得良好的PID值和良好的精度。

设置，与编码器的系统操作有关

手动设定时间 - 如果摄像机被手旋转并固定在新位置，固件等待一段时间。如果在此期间保持摄像机，则新位置被固定为目标位置。默认值为0.5秒。要禁用任何轴的此功能，将其设置为0。在这种情况下，摄像机可以无限时间抵抗任何外部干扰。

加热因子，冷却因子 - 这些是简单的“热累积/衰减模型”的设置。升压功率在施加时，根据加热因子增加模型中马达的虚拟温度。当温度升高时，会切断输出功率。冷却因子指定排放到外空的热量。调整这些值，使模型接近现实生活。它可以在短时间内为马达提供大功率，而不会导致过热。

要控制模型的实际状态，您可以在“监视”选项卡中检查HEAT_T_X调试变量。它显示虚拟的“温度”，其中0表示功率根本不受限制，100表示电源完全关闭。为了测试模型的工作原理，对马达施加力以使其处于“锁定”状态，并了解POWER_X和HEAT_T_X图形的演变。调整型号设置，以在“锁定”条件下提供安全的马达温度。

从2.42b7版本的固件开始，一种新的马达控制算法被应用 - 针对功耗和线性度进行了优化的磁场定向控制（FOC）的简易版本。在稳定状态（无运动和完美平衡）马达几乎为零电流。GUI中的POWER设置定义了马达处于锁定状态的最大功率，并且PID增益的速率（如前所述，如果增加POWER，总体PID增益按比例增加）。BOOST POWER不再被使用，应该设置为0。

马达的磁力联动 - 该参数用于在FOC算法中制作更精确的马达模型。它取决于马达的尺寸，极数，绕组匝数。

从2.60版本的固件开始，该参数被移到“高级”选项卡，可以被自动校准。更多详细信息，请参阅SBGC32用户手册。

马达/框架传动比率 - 如果使用齿轮传动装置驱动任何轴，编码器应直接安装在马达轴上。将“极数”参数设置为马达实际的极数，并将适当的传动比率设置到该字段。

编码器/马达传动比率 - 该参数用于模拟类型的编码器，用于校准其灵敏度（比例因子）。对于所有其他类型，除机械传动比率不等于1.0外，应禁用。如果禁用，它将在校准过程中更新，并允许检测可能的问题，如果它与1.0有很大差异。

限制（最小，最大） - 软件限制应用于由编码器测量的相对角度。如果指定，当马达达到此限制时，将被锁定以保持相对角度。如果马达在达到极限之前有很大的转速，它可能会超出极限而不是返回。在硬件（机械）限制之前，稍微地设置软件限制是有用的，否则马达将对抗硬限制，应用全部电力来克服它。

选择马达

为了从您的设置中获得最大的效果，建议选择具有较低绕组电阻的马达，相较于目前市场上的常规平衡环无刷马达（大多数被设计为与恒流工作并且具有过大阻力）。因为通常没有电流的直流分量，马达可以具有较小的电阻，较小的尺寸，并且工作时不会过热。在外部干扰下，这种马达可能会产生较大的电流，并提供更大的扭矩来对抗它。在锁定状态下，最大电压被施加（由POWER设置设置，其中255表示电池电压的70%），马达提供最大扭矩。为了限制马达在高电流下运行的时间，请使用加热冷却模式，它在锁定模式下工作几秒钟后将切断电流。

但电阻不应低于常规无刷马达，其中失速模式超出正常工作条件。相反，在我们的案例中，在有限的时间段内，失速模式应被视为正常运行条件。通过该参数，可以将平衡环马达与用于机器人和工业的直流伺服马达进行比较。

5. 常见问题解答

编码器只能用于偏航吗？（在空中平衡环上，我现在使用偏航电位器，但是想用编码器替换它，但不要增加太多的复杂性，比如不使用编码器进行俯仰和滚动）目前的电板将来会支持这种“简单”的使用吗（也不是测试使用）？

是的，从2.56版本的常规固件开始，可以仅在YAW马达上使用单个编码器（您不需要更新到“编码器”许可证）。编码器仅用于读取马达角度，而不改变马达控制算法。

如果您使用编码器启用的固件，所有轴都应安装并配置编码器。

我有GB90和GB85马达。阅读文档后，我明白，它们可能不是与编码器使用的理想选择。它们能工作吗，高电阻/电感有什么负面影响？

编码器将与它们一起工作，但角度读数的精度更为重要。例如，使用磁编码器，要求在IC上精确安装磁体更大。

如果电感高，则KV因数低。这意味着这种马达不会补偿快速转速（速度受电池电压* KV限制）

GB90马达的理想阻力是什么？

全部取决于控制器可能提供的最大电流。对于常规的SimpleBGC 32位电板，其电流受多个安培限制，它们的实际电阻10-20欧姆是好的。对于更强大的电板，电阻3-10欧姆更适合获得最大扭矩和高KV因子。任何其他马达也是一样。

用编码器能得到什么样的结果？我当前手持设备中最大的问题是平衡环移动时，尤其是跟随模式或带操纵杆，以某种（中等）速度移动时，会产生抖动。

使用编码器的所有优点在本文档中列出。但是它不会有助于克服抖动，如果它是由于齿轮效应而引起的，是马达的特性，并且仍然会留在编码器上。在这种情况下，降低极数可以帮助（抖动频率下降，并且在PID回路的到达范围内），选择具有均匀的O形环磁体的不同马达而不是分离磁体。

我正确地校准了编码器，但是即使POWER设置为最大，扭矩还是远远小于无编码器的设置。

案例1：用手推动马达。如果GUI中的电源指示灯没有达到最大值，那么加热冷却模式就会限制它。设置冷却系数，所有轴的加热系数 = 0。

案例2：在推动下，电源指示灯变为最大，但扭矩仍然很低。重复校准。检查校准后“编码器/马达齿轮比率”是否接近1.0。在“监控”选项卡中检查编码器角度读数是否正确（ENC_RAW_x值反映轴旋转，平滑，无步骤，尖峰等）

在所有校准之后，马达仅在很小的角度范围内工作良好，并开始在其外部不稳定地旋转。

检查“极数”参数设置是否正确。即使1点的误差也会导致FOC算法的错误运行。另一个可能的问题可能是非线性的编码器读数，这是由于磁铁类型编码器的磁铁不正确放置在磁片上。

我无法用编码器获得可靠的结果，而且校准也没有帮助。

首先，检查编码器是否提供一致的数据，并分配给正确的轴。在“监控”选项卡中，查看来自编码器的原始值，并检查它们是否精确反映了实际角度：用双手将马达旋转固定角度（例如90度），并观察编码器原始值的增量是4096点。