

| | | | |
|----|---|----|----------------------------|
| 类别 | Motion Control | 日期 | 18 th Jan. 2017 |
| 测试 | h.kong@beckhoff.com.cn m.cai@beckhoff.com.cn | 部门 | 系统应用 |

第三方直线电机调试总结

问题背景:

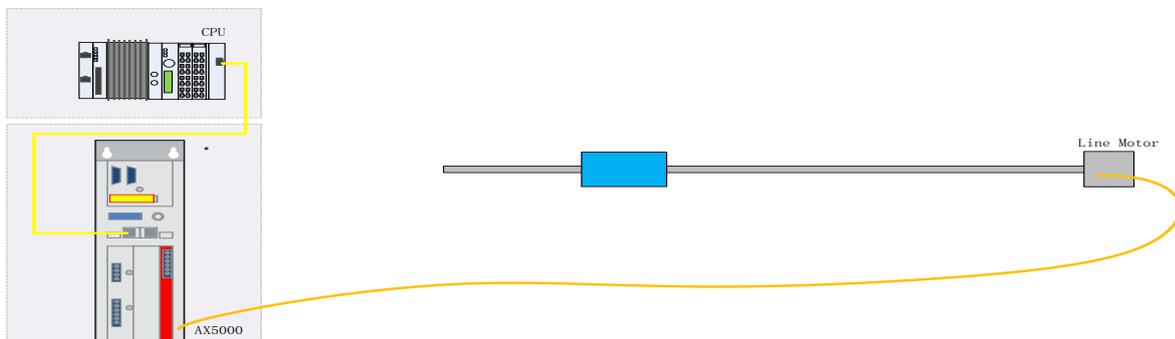
众所周知，AX5000 不仅可以驱动 BECKHOFF 的伺服电机，也可以驱动第三方伺服电机、直线电机，甚至三相异步电机。下面我们讨论的就是 AX5000 驱动第三方直线电机的操作步骤以及一些注意事项。

测试硬件:

控制器：C5130-0130 : 1 套

驱动器：AX5000-0000-0210 : 1 套

直线电机：Tecnotion UL9N : 1 套



配置:

1) 将制作好的电机 XML 文件放到相应的文件夹

路径如下:

TC2 :C:\TwinCAT\Io\TcDriveManager\MotorPool

TC3: C:\TwinCAT\3.1\Components\Base\Addins\TcDriveManager\MotorPool

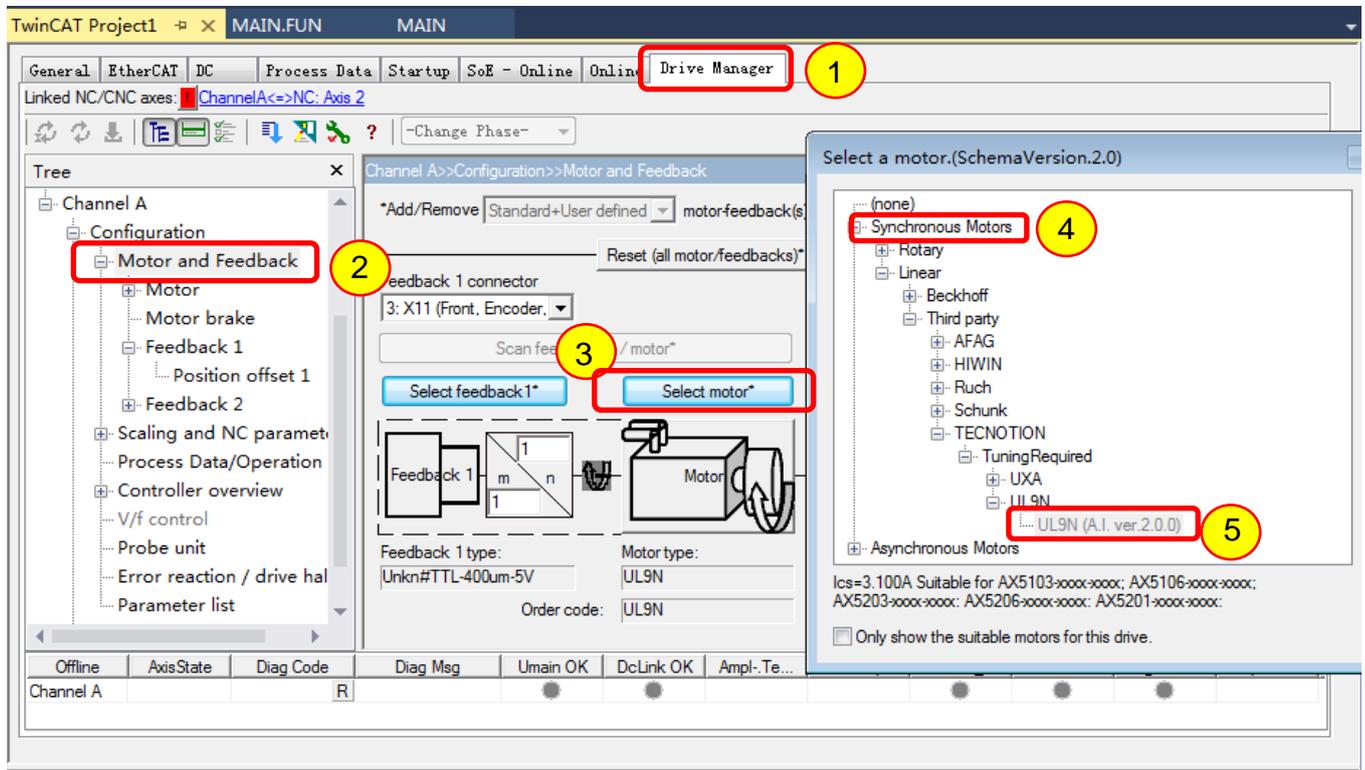
2) 确认接线正确后, 扫描伺服

打开 TwinCAT Manager, 在 Config Mode 下进行 Scan Devices, 配置驱动参数。

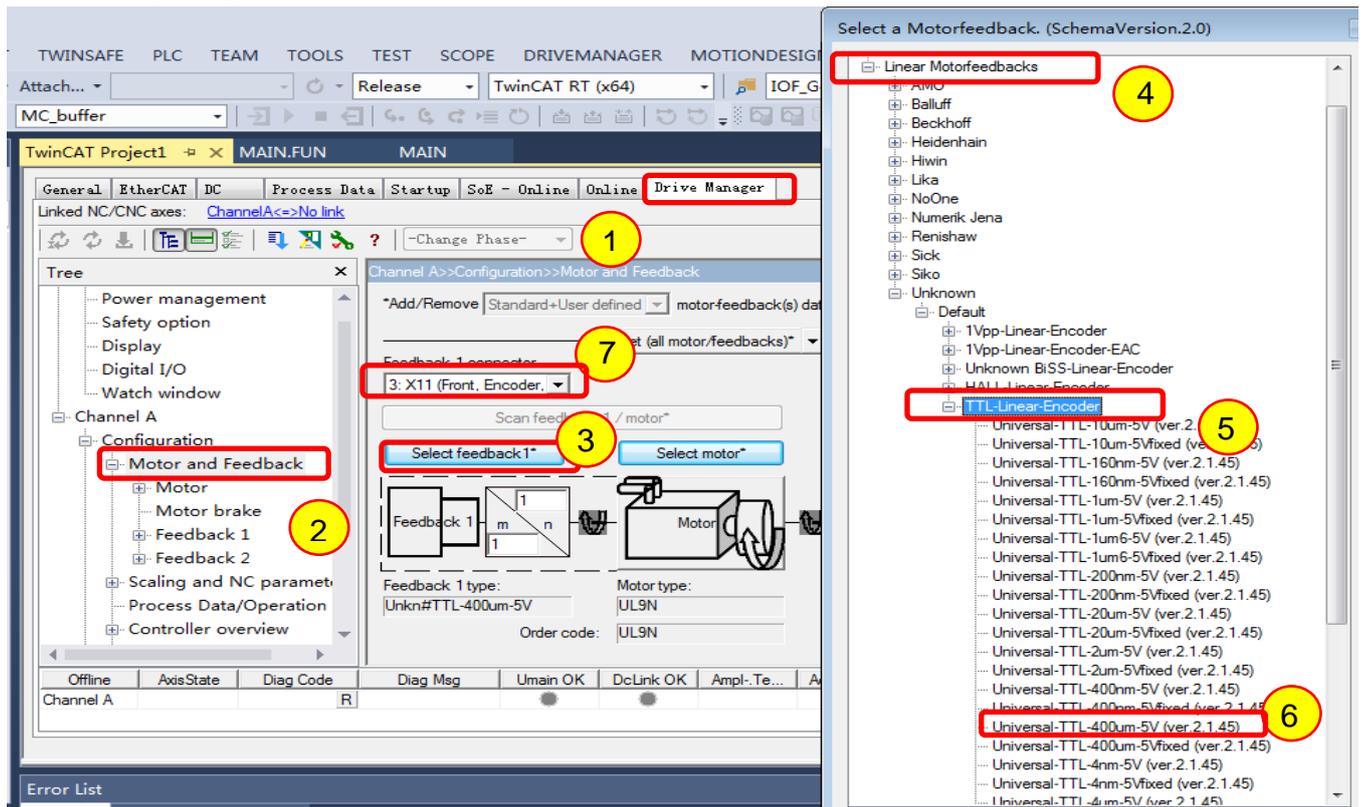
3) 配置电机和编码器

在制作电机 XML 或 XEDS 文件的时候建议不要选配编码器, 这样方便我们修改编码器, 本例当中的 XML 文件未配置编码器, 电机和编码器均需要手动添加。

① 添加电机。按照如图步骤添加电机 UL9N, 本电机极距为 42mm。

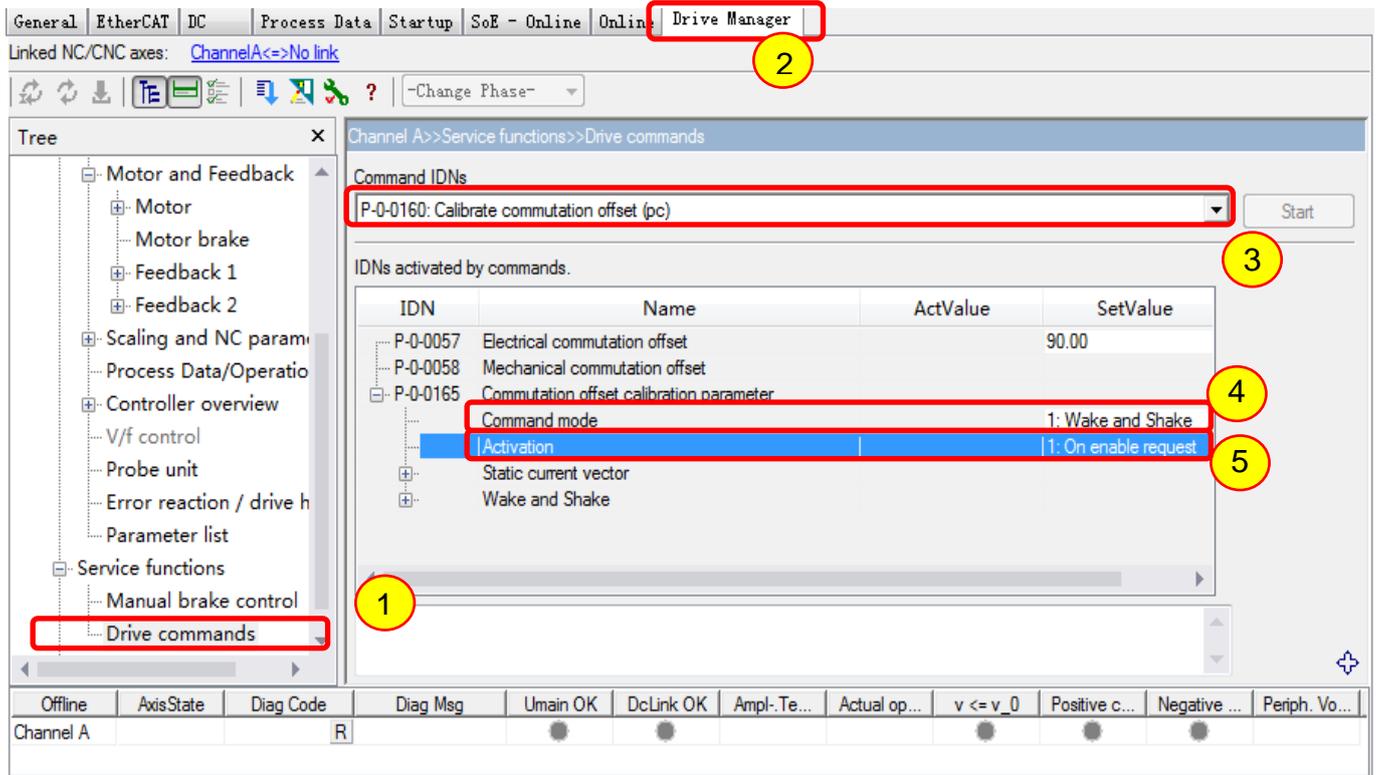


② 添加编码器。根据如图顺序找到需要的编码器, 本例中使用的是 TTL-400um-5V 光栅尺。最后要记得步骤⑦, 按照编码器所连接的端口如实选择。



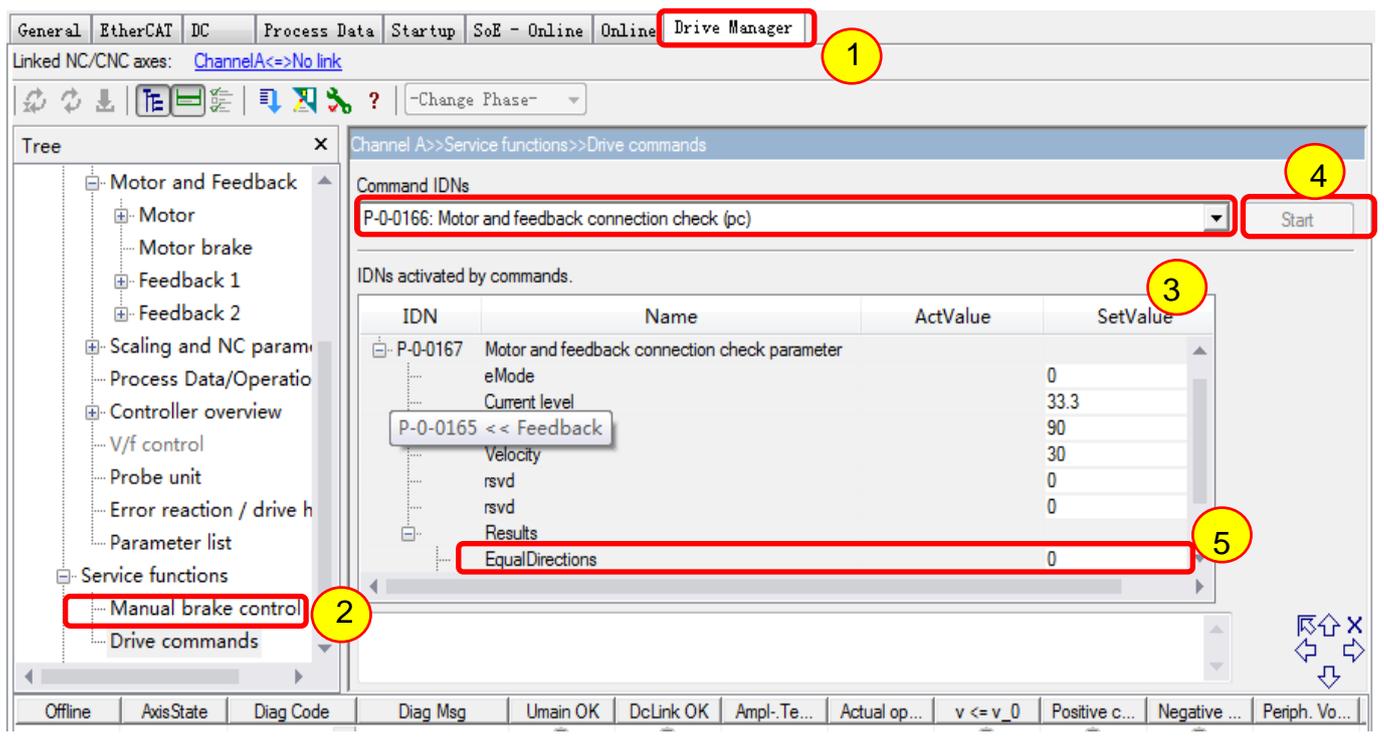
4) 设置电机的 Wake and Shake

按照如图所示的步骤设置电机的 Wake And Shake 功能，激活配置后，在 NC 界面中使能 Axis，Axis 会在有一个小的抖动后进入 Rready 状态。



5) 检查电机和编码器的相位

按照如图所示的步骤进行相位检测，若最终在步骤⑤处 EqualDirection 显示 TRUE，则电机和编码器相位正确，若 EqualDirection 显示 False，则需要调整电机 UVW 之中的任意两相的线序或者调整编码器线序。之后电机即可正常操作！



Q & A:

A. 配置完驱动和电机之后，激活配置文件驱动器报警 FD15，且报警无法复位怎么办？

FD15 报警的含义：The maximum feedback frequency is too high，即编码器反馈的最大速度过高。

一般情况下这个报错会伴随另外一个报错：F4A5，即 SOE 通讯参数错误。

这个报错出现的原因是 AX5000 对编码器的反馈频率有一个最高限制：

| 编码器类型 | 最大频率 |
|-------|--------|
| 1Vpp | 270KHz |
| TTL | 10MHz |
| MES | 500Hz |

假设 XML 文件中电机的最高速度为 5m/s，光栅尺类型为 TTL-400nm-5V，则该电机在最高转速时候反馈的脉冲频率为： $5*1000*1000*1000/400=12500000=12.5\text{MHz}$ 。这个频率就超过了 AX5000 规定的 10MHz。

建议处理办法为重新制作电机 XML 文件，降低电机最高速度，重新导入配置文件中。

B. 配置完驱动和电机之后，激活配置文件，在轴使能时候驱动器报警 F107，怎么办？

F107 报警的含义：Current control not ready to enable，即电流环未准备好。

其原因有多种：

其一可能电机线圈损坏等等电机本身的原因。

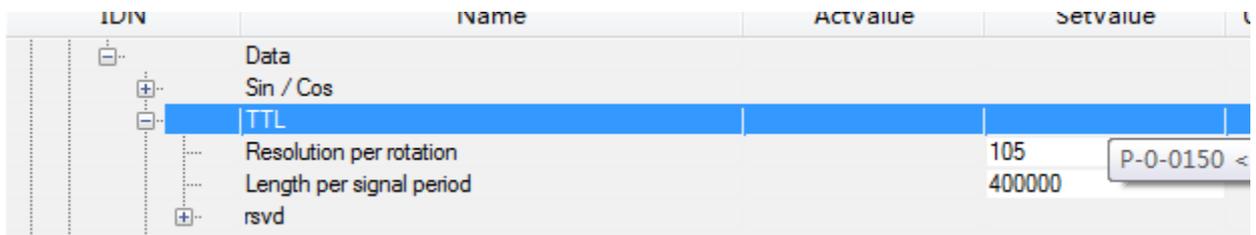
其二就是没有设置电机在使能的时候执行 Wake And Shake 指令，需要执行步骤 5 所示。

C. 在轴使能以后，电机可以正常运动，但是在定位控制时候会出现位置偏差，可能是什么原因？

机械和电气都有可能是产生这种现象的原因，这里只提电气方面原因可能有二：

其一就是轴的 ScalingFactor 设置错误，对于 AX5000 来说不管多少分辨率的编码器都被处理为 20 位的，即 1048576。ScalingFactor 的值等于极距除以 1048576。极距就是直线电机相邻两极之间的距离。

其二就是 P150 参数设置错误。如下图，路径为：Drive Manager/Chanel A/B /Configuration /Motor and Feedback/Feedback1/P150/Process Chanel/Data/TTL。



| ID/IN | Name | Actvalue | Setvalue |
|-------|--------------------------|----------|----------|
| | Data | | |
| | Sin / Cos | | |
| | TTL | | |
| | Resolution per rotation | 105 | |
| | Length per signal period | 400000 | |
| | rsvd | | |

Resolution per rotation：每圈的脉冲数，对于直线电机来说就是每个极距的脉冲数，单位为 1。

Length per signal period：每个脉冲代表的距离，单位 nm。

本例中使用编码器为 TTL-400um-5V，即每个脉冲代表 400um，而电机的极距为 42mm 故：Resolution per rotation 应为： $42*1000*1000/400*1000=105$ 。总之这两个变量之积应

为极距的长度。

注意：P150 参数导致定位不准的原因在于，对 AX5000 的 0203 版本的 Firmware 的驱动器来说 Resolution per rotation 的最大值为 131072，假如电机极距为 42mm，编码器分辨率为 80nm，则 Resolution per rotation 的值为 525000，显然大于 131072。

处理方法为升级驱动器的 Firmware 到 210b8 版本。

D. 在调试直线电机时候为防止意外，是否可以利用驱动器的 I/O 点断开驱动硬件使能来作为急停？

可以分为两种情况来讲：

① 已经完成 Wake And Shake，这种情况下 AXIS 处于 READY 状态，通过 I/O 断开电机使能是可行的。

② 尚未完成 Wake And Shake，这种情况下需要急停一般是由于在 Wake And Shake 过程中产生了剧烈震荡，需要急停，但是当 Wake And Shake 没有完成时，Axis 尚未处于 READY 状态，所以这种情况来说，通过 I/O 断使能是没有任何意义的，无法起到保护作用。

建议使用驱动的 STO 功能，或者保证安全的情况下切断驱动 24V 电源。

E. Wake And Shake 振幅过大，动子抖动厉害该如何处理？

►Wake And Shake 的过程一般分为两步：

① 小幅抖动以便粗略确定动子位置

② 再次以较大幅抖动以便精确确定动子位置，然后保持一段时间静止之后，指令完成，AXIS 进入 READY 状态。

►了解 Wake And Shake 各项参数含义以及震动过大时如何调节

| Wake and Shake | |
|-----------------------------|------|
| First phase current level | 50.0 |
| First phase ramp up time | 100 |
| Second phase current level | 50.0 |
| Second phase ramp up time | 500 |
| Commutation pos control: Kp | 0.04 |

| Wake and shake expert | |
|-------------------------------------|------|
| First phase pos monitoring limit | 0.5 |
| First phase step width | 22.5 |
| First phase waiting time after step | 150 |
| Second phase duration | 3000 |
| Error monitoring (range of motion) | 90.0 |

以下 5 个参数为 Wake And Shake 的基本参数，可做适当修改

First Phase current level: 指定第一阶段抖动的电流，这个值是百分数，50 代表额定电流的百分之 50，如果抖动过大可以适当减小该值。

First Phase ramp up time: 类似于第一阶段抖动的 ACC，适当加大可以使抖动平缓。

Second Phase current level: 指定第二阶段抖动的电流，这个值是百分数，50 代表额定电流的百分之 50，如果抖动过大可以适当减小该值。

Second Phase ramp up time: 类似于第二阶段抖动的 ACC，适当加大可以使抖动平缓。

Commutation pos control: Kp: 换相的增益，抖动大的时候可以减小该值，直至其为 0。

以下 5 个参数为 Wake And Shake 的专家参数，在没有确切指导下切勿更改

First phase pos monitoring limit: 指定第一阶段的需要检测到抖动的最小值，若在执行 Wake And Shake 指令后，没有发现大于改值设定的动子位置移动，则 Wake And Shake 失败。一般情况下第一阶段的最大抖动幅度为 8 倍 First phase pos monitoring limit 的值，在极端情况下可以通过修改该值来减小第一阶段的抖动幅度。

First phase step width: 第二阶段的抖动幅度最大值一般为该值的一半。

First phase waiting time after step: 指定第一阶段抖动完成后，等待的该值时间再开始第二阶段的抖动。

Second phase duration: 指定第二阶段抖动完成后所保持静止的时间。

Error monitoring (range of motion): 指定 Wake And Shake 过程中所不能超过的最大角度。

注意: 以上所指的角度均为电气角度，对于旋转电机来说，机械周期可能不同于电气周期，但是直线电机的电气周期和机械周期总是相同的。

如果 Wake And Shake 根本无法启动，则调节这些参数是无意义的，这些只关乎 Wake And Shake 成功之后的抖动幅度。

F. 是否所有直线电机每次上电都需要进行 Wake And Shake?

对于增量型编码器的直线电机来说，必须每次上电都要执行一次 Wake And Shake，而对于绝对值编码器的直线电机来说，只需要第一次执行一次 Wake And Shake，以后就不需要了。

所以建议最好能给直线电机选配绝对值编码器，只是绝对值编码器的价格略高。

G. 垂直轴的直线电机能否做 Wake And Shake?

不能。任何有垂直方向移动的电机都不允许使用 Wake and Shake 功能（包括旋转电机），也就是说，有垂直方向移动的电机都不能选增量式编码器。

因为在直线电机没有成功完成 Wake And Shake 之前，电机的 PID 还没有起作用，可能无法形成锁住负载所需要的力。

H. 在步骤 4 中，执行 P166 后，不同的位置 EqualDirection 有 TRUE 也有 FALSE，是什么原因?

建议检查电机动力线，可能是由于动力电缆松动或者接触不良引起。

I. 在步骤 2 中，添加编码器 TTL-400um-5V 和 TTL-400um-5VFixed 有何区别?

TTL-400um-5VFixed 的编码器不带 5V 反馈，编码器口的 10 号引脚（5V Sensor）和 12 号引脚（GND Sensor）不需要接线。

TTL-400um-5V 的编码器带 5V 反馈，编码器口的 10 号引脚（5V Sensor）和 12 号引脚（GND Sensor）需要接线，选此模式的情况下，不接 10/12 号引脚，会报 F707 编码器

断线错误。

J. 对于 1Vpp 类型的编码器接线上有何特殊?

对于海德汉的 1VPP 编码器来说需要反接，即：驱动器的 SIN 对应编码器的 COS，驱动器的 COS 对应于编码器的 SIN。

K. 如果直线电机定位需要 1um 的精度，应该如何选择 TTL 或者 1Vpp?

在 TCManager 中选择直线编码器的时候，是依据信号的周期而不是信号的分辨率，例如：一个 TTL 的编码器的信号周期是 4um，其分辨率经过 4 差分后精度为 1um，所以选一个信号周期 4um 的编码器。