

类别	Motion Control	日期	6 th Aug. 2014
反馈	q.liang@beckhoff.com.cn	部门	系统应用部

AX5000 Modulo 断电保持（自动处理编码器溢出）

问题背景:

日系绝对值伺服电机通常采用电池的方式进行位置的断电保持，而欧系绝对值伺服电机，如倍福，则不采用电池，因此，对于多圈绝对值电机转数超过 4096 圈后，若此时系统断电，再重新上电，由于编码器溢出，此时的显示当前位置往往是错误的。

针对此种情况，倍福 AX5000 通过设置相应的参数，即便编码器溢出，断电重新上电后，Modulo 位置值具备断电存储的功能（不是 ActPos），在断电后，允许正反转最大 1024 圈（不是 2048 圈）。

硬件准备:

控制器: C1020 : 1 套

驱动器: AX5203-0000-0200: 1 套

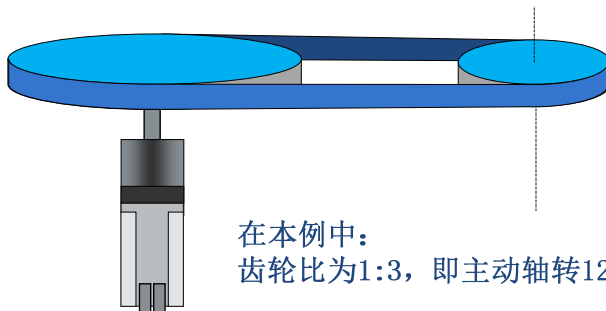
firmware: V2.06 (build 0009)

电机: AM8032-1H21-0000 : 1 套

相关参数:

Group Index	Index Offset	解释
1	S-0-0076	Enable modulo function
2	S-0-0013	Define Modulo Range
3	P-0-0270	Report of stored modulo data
4	P-0-0277	Reset modulo error
5	P-0-0010	Define if reset is possible by S-0-0099 or by P-0-0277
6	P-0-0159	Feedback position which not contain position offset
7	S-0-0051	Feedback position which contain position offset

示意图



在本例中：
齿轮比为1:3，即主动轴转120度，从动轴转360°。

操作步骤:

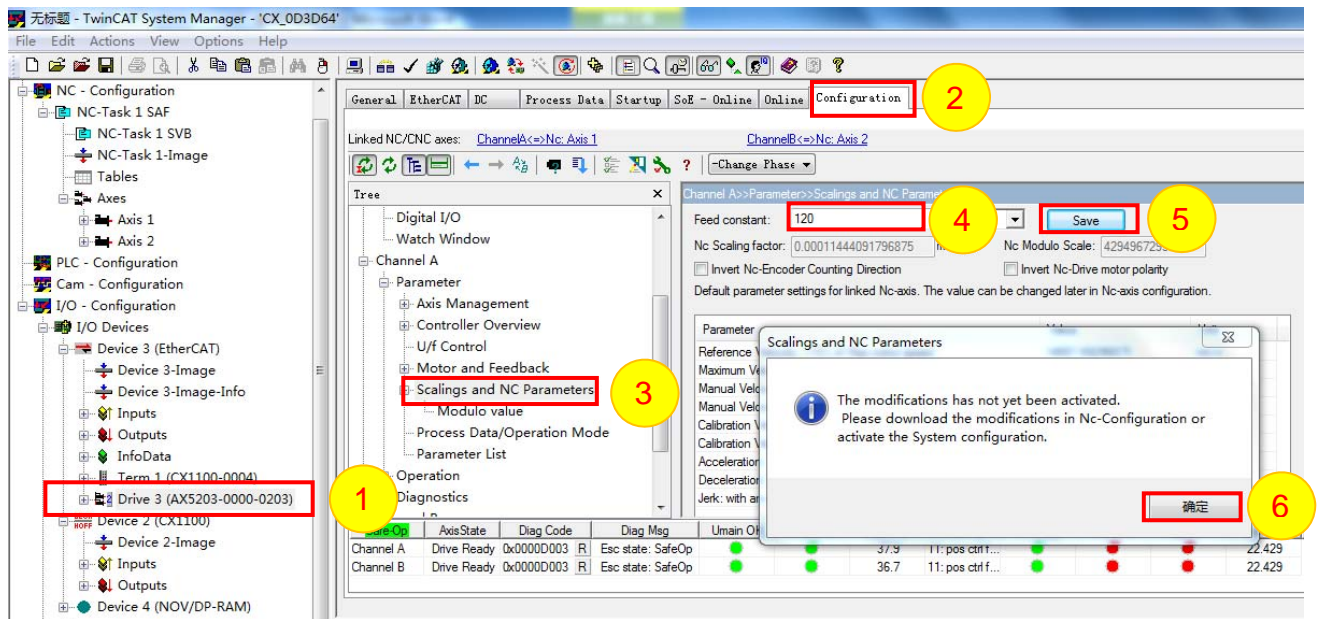
1) 配置电机及主编码器, 检测电机是否正常;

打开 TwinCAT Manager, 在 Config Mode 下进行 Scan Devices, 配置好电机和电机编码器参数。并激活配置, 检测是否可以正常电机操作。

2) 设置 NC Scaling factor (本例设置为 120° 圈);

a) 在【feed constant】中输入 360, 然后回车, 单击【Save】按钮

b) 在弹出的窗口中, 单击【确定】, 则 NC 的相应参数随之更改。



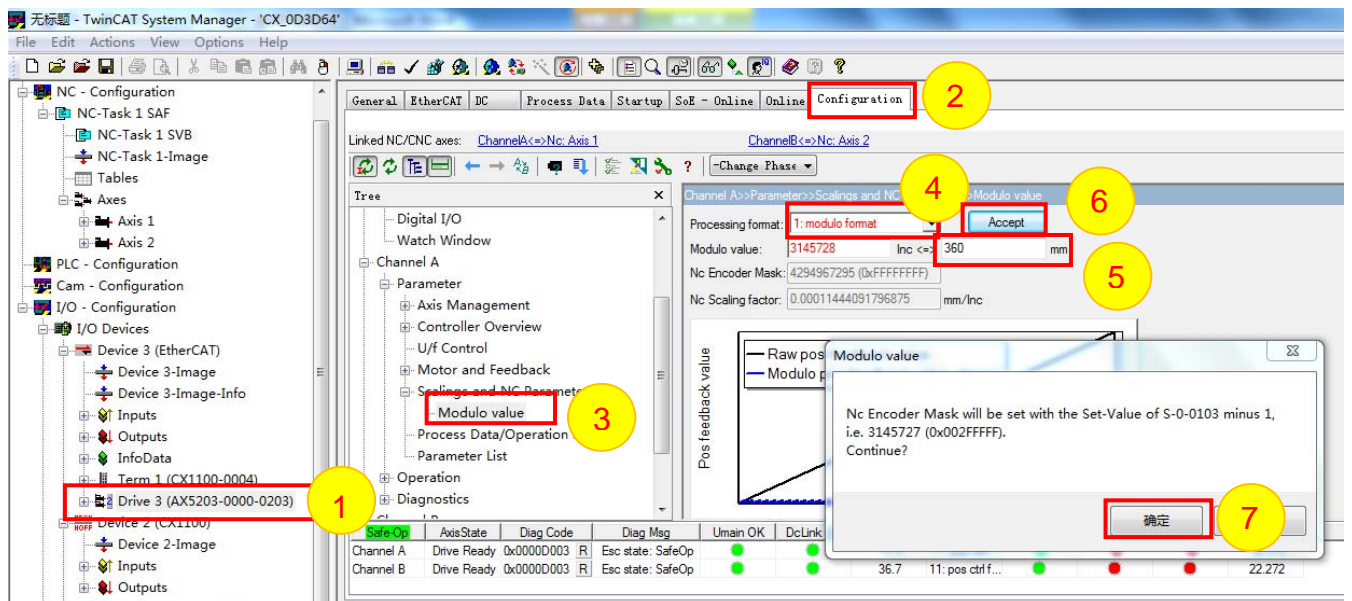
3) 配置 Modulo 功能; (假设 modulo 为 360)

a) 【Processing format】设置为“1: modulo format”

b) 在【Modulo value】中设置 360 (右边的框), 回车, TC Mangage 自动算出单位为 Inc 的 Modulo value.

c) 单击【Accept】, 并在弹出的窗口中单击确定

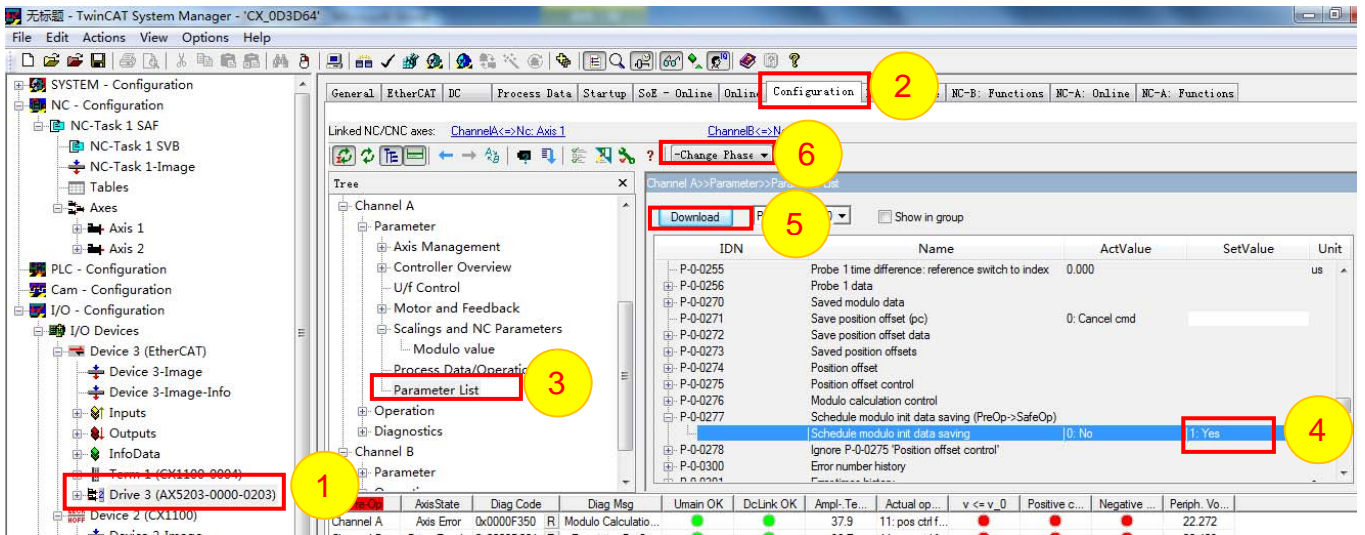
d) 激活配置。



4) 错误复位 (F350);

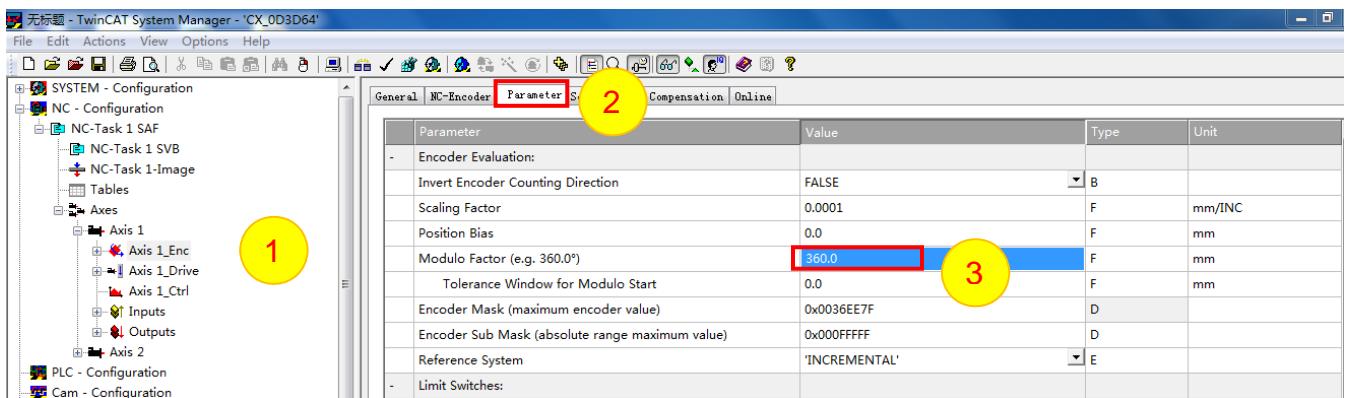
激活后会出现 0xF350 的错误代码, 该错误的产生主要是为了避免程序自动启动时有可能造成的机械破坏, 出现该错误时, EtherCAT 处于 Err-PreOP 状态, 请按照如下步骤复位:

- 在【Configuration】/【Parameter List】中选择 P-0-0277 为 Yes, 点击 Down Load 按钮;
- 在下图的步骤 6 中, 先选择【Clear Error】, 清除 EtherCAT 错误, 然后再选择【OP】。此时, 该通道应处于 EtherCAT OP 状态, 若仍有错误查看【Q & A】部分问题 1。



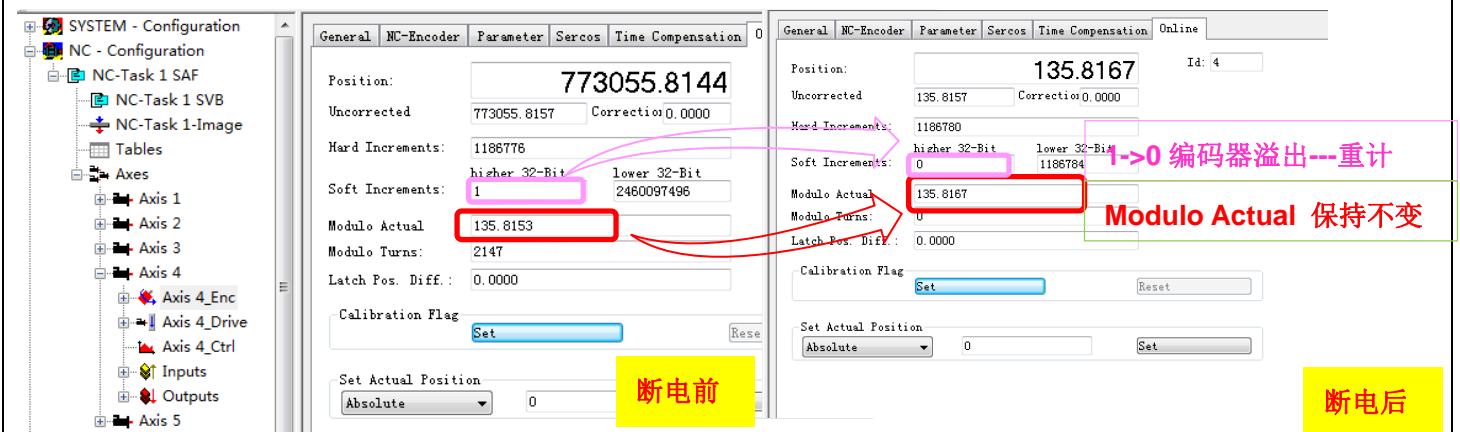
5) 设置 NC 中的 Modulo 值;

在轴编码器中设置轴的 Modulo 值为 360 度, 改值和步骤 3 的值相等, 重新激活配置。



6) 测试对比;

运行电机, 直至电机编码器溢出, 记住此时的 modulo 位置, 断电上电, 虽然 ActPos 改变, 但 modulo 位置仍然保持不变 (135.8153→135.8167)。



Q & A:

A. Modulo 断电存储对电机速度有何限制？

$V_{max} = 1/4 * S-0-0103/S-0-0001$ ，其中 S-0-0103 为 Modulo Value, S-0-0001 为 Control unit cycle time，等效于 $V_{max} = 1/4 * 360 / (\text{齿轮比}) / (\text{NC-SAF cycle})$ ；

本例中为：

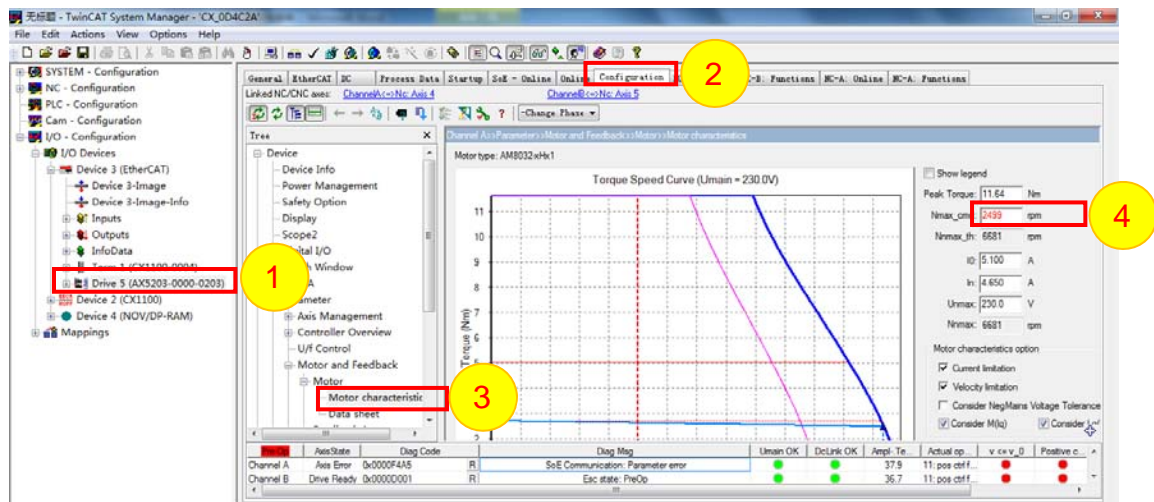
$$\begin{aligned} V_{max} &: \\ &= \frac{1}{4} * \frac{3145728 \text{ inc}}{2000 \mu\text{s}} \\ &= \frac{1}{4} * \frac{3145728}{2000} * \text{inc} / \mu\text{s} \\ &= \frac{1}{4} * \frac{3145728}{2000} * \frac{60 * 10^6}{1048576} * \text{rev} / \text{min} \\ &= 22500 \text{ rpm} \end{aligned}$$

或者：

$$\begin{aligned} V_{max} & \\ &= 1/4 * 360 / (\text{齿轮比} = 1/3) / (\text{NC - SAF cycle} = 2\text{ms}) \\ &= 22500 \text{ rpm} \end{aligned}$$

计算出最大转速后，要查看 S-0-0091 的值是否小于 V_{max} ，若大于 V_{max} 则请按照下图方式进行速度限制。若不限则会报错 0XF4A5 (SoE Communication Parameter error)。

若本例中齿轮比为 3:1，则 $V_{max} = 1/4 * 360 / (\text{齿轮比}=3) / (\text{NC-SAF cycle}=2\text{ms}) = 2500 \text{ rpm}$ ，很显然原有的 S-0-091 > V_{max} ，因此将其更改为 2499 (理论是 2500，小数精度问题，一般设置比理论稍微小一点)，回车，再按照步骤 4 操作。



B. Modulo 位置在编码器溢出后，断电重新上电可自动做溢出处理，电机的 ActPos 位置值可以吗？
不可以。

C. Modulo 溢出自动处理功能对软件的 firmware 有何要求？

Firmware2.6 (build 0008) 或 Firmware2.6 (build 0008) 以上版本。

D. Modulo 溢出自动处理功能适用于单圈绝对值吗？

只针对多圈绝对值电机。

E. 出现 F350 错误报警，有几种方式可以复位？

2 种，一种为步骤 4 的复位方式，一种将 P-0-0010 的【Explicit modulo data saving required 设置为 No】，便可直接用 S-0-0099 复位（FB-SoEReset）。

IDN	Name	ActValue	SetValue	Unit
P-0-0009	Synchronization mode	0: Use DCs	0: Use DCs	
P-0-0010	Feature flags			
	Enable adjusted velocity controller gain scaling	1: enabled	1: enabled	
	Enable adapted axis state machine	1: enabled	1: enabled	
	View enlarged error history	1: enabled	1: enabled	
	Enable excessive position deviation monitoring	1: enabled	1: enabled	
	View extended software versions list (P-0-0320)	1: enabled	1: enabled	
	Enable extended power management	1: enabled	1: enabled	
	Consider the 'Additive position command value' (S-...	1: enabled	1: enabled	
	Enable extended Umain check	1: enabled	1: enabled	
	Enable switching frequency reduction to 4 kHz	1: enabled	1: enabled	
	Enable phase clamping	1: enabled	1: enabled	
	Explicit modulo init data saving required	0: No	0: No	
	Probe unit: Hardware delay compensation	1: enabled	1: enabled	
	Feedback value sampling point: Adjusted to Sunc1	1: Yes	1: Yes	

F. Modulo 溢出自动处理功能的速度限制会导致电机转速不能太高，在某些情况下 Vmax 远远小于电机的额定转速，如何处理？

将 Modulo 的值放大，如此以来 S_0_103 的值也随之放大， Vmax 就可以放大，以便充分利用电机的速度，然后程序中再做缩小 10 倍处理。

$$V_{\max} = \frac{1}{4} * \frac{S_0_103}{S_0_001}$$

G. NC 中的 Modulo 需要作何设置吗？

驱动器的 Modulo 和 NC 中的 Modulo 值要一致。

The screenshot shows the configuration for Channel A's Modulo value. The 'Modulo value' is 3145728 and the 'Inc' is 360 mm. In the 'Tables' section, the 'Modulo Factor (e.g. 360.0)' is set to 360.0. A red box highlights the '360' in the 'Inc' field, and a red arrow points to the '360.0' in the 'Modulo Factor' field.

Parameter	Value
Processing format	1: modulo format
Modulo value	3145728
Inc	360 mm
Nc Encoder Mask	4294967295 (0xFFFFFFF)
Nc Scaling factor	0.00011444091796875 mm/Inc
Scaling Factor	0.0001
Position Bias	0.0
Modulo Factor (e.g. 360.0°)	360.0
Tolerance Window for Modulo Start	0.0
Encoder Mask (maximum encoder value)	0x0036EE7F
Encoder Sub Mask (absolute range maximum value)	0x000FFFFF
Reference System	'INCREMENTAL'
Limit Switches	