**TwinCAT 3通过电机多圈绝对值编码器保存绝对位置**

|  |  |
| --- | --- |
|  | 作者：牛凯、唐胜强  职务：华西南区 技术工程师  邮箱：kai.niu@beckhoff.com.cn  日期：2024-1-9 |
| **摘 要：**  对于电机反馈形式选择，现在很多客户选择多圈绝对值编码器方式，如何解决绝对值驱动器长时间单方向旋转导致编码器溢出，重启后出现位置突变的问题。本文探讨通过修改编码器参数Position bias的方法，实现断电后保持编码器位置。  注：本文原理上采用写掉电保持型数据文件将计算好的Position Bias数值保存，上电自动写入轴参数，所以无法确保掉电瞬间能将数据完全保存，具有一定的风险性。参考本文时需要实际测试确认效果，建议结合本文第四节的内容，使用UPS/Novram方式实现。  此外本文是基于Position Bias参数写入以实现位置补偿，所以面对设备事先需要修改Position Bias参数设置机械原点的情况，有一定的冲突。大家可以根据实际情况适当调整计算公式。 | |
| **附 件：**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序 号 | 文件名 | 备注 | | 1 | ABSOLUTE MULTITURN ENCODER\_test.tnzip | 写文件方式实现位置保存的例程 | | 2 | TwinCAT Project51.tnzip | UPS实现位置保存的例程 | |  |  |  | |  |  |  | | |
| **历史版本：**   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  | | |
| **免责声明：**  我们已对本文档描述的内容做测试。但是差错在所难免，无法保证绝对正确并完全满足您的使用需求。本文档的内容可能随时更新，如有改动，恕不事先通知，也欢迎您提出改进建议。 | |
| **参考信息：**  《TwinCAT 3通过电机单圈编码器保存绝对位置》——解宏博  《驱动器反馈计数单次溢出解决方法》——邵伟栋 | |

目 录

[1. 软硬件版本 3](#_Toc201735492)

[1.1. 倍福Beckhoff 3](#_Toc201735493)

[1.1.1. 控制器硬件 3](#_Toc201735494)

[1.1.2. 控制软件 3](#_Toc201735495)

[2. 准备工作 3](#_Toc201735496)

[2.1. 网络接线 3](#_Toc201735497)

[3. 操作步骤 3](#_Toc201735498)

[3.1. 设置驱动器工作模式和轴编码器参数 3](#_Toc201735499)

[3.2. 样例程序说明 5](#_Toc201735500)

[3.2.1. 添加库文件 5](#_Toc201735501)

[3.2.2. 溢出圈数计算 5](#_Toc201735502)

[3.2.3. 计算Position bias值 6](#_Toc201735503)

[3.2.4. 使用WritePersistentData记录保持变量 6](#_Toc201735504)

[3.2.5. 使用MC\_WriteParameterPersistent写参数 6](#_Toc201735505)

[3.3. 运行效果 7](#_Toc201735506)

[3.3.1. 正常断电情况 7](#_Toc201735507)

[3.3.2. 异常断电情况 8](#_Toc201735508)

[4. 通过UPS方式实现位置断电保存 11](#_Toc201735509)

[4.1. NC-Task SAF中的Retain Data设置 11](#_Toc201735510)

[4.2. 编码器参数设置 12](#_Toc201735511)

[4.3. EL7201-9014驱动器参数设置 13](#_Toc201735512)

[4.4. Ups功能块实现 13](#_Toc201735513)

[4.5. 运行效果 14](#_Toc201735514)

[5. 常见问题 15](#_Toc201735515)

# 软硬件版本

## 倍福Beckhoff

### 控制器硬件

嵌入式控制器CX5140-0122

伺服驱动器EL7201-0010

伺服电机AM8111-0F20-0000

### 控制软件

笔记本基于TwinCAT 3.1 Build 4024.32版本

控制器基于TwinCAT 3.1 Build 4024.35版本

# 准备工作

## 图形用户界面 低可信度描述已自动生成网络接线

C:\Users\henryxie\AppData\Local\Temp\1596767222(1).png



如图所示，调试笔记本通过网口和CX5140-0122网口连接，更改两个网卡在一个网段，添加ads路由； EL7201-0010挂在CX5140-0122后面；AM8111-0F20-0000通过OCT电缆和EL7201-0010连接。

# 操作步骤

## 设置驱动器工作模式和轴编码器参数

设置的驱动器工作模式为位置模式。

图形用户界面

描述已自动生成

Scaling Factor Numerator：中文含义为“标度因子分子项”也可译为“比例系数分子项”。

Scaling Factor Denominator：中文含义为“标度因子分母项”也可译为“比例系数分母项”。

这两个参数配合使用用来进行单位换算，用来把实际编码器反馈值的增量换算成NC中显示的位置值增量，通常把Scaling Factor Denominator设置为电机转动一圈时编码器的反馈上来的脉冲值，Scaling Factor Numerator设置为电机转动一圈时所对应的工件位移量（注意这个参数的单位是mm/INC，即每个脉冲值对应的位移量）。

本次测试Scaling Factor Numerator设置为360（后面通过轴当前位置，推算旋转圈数需要用到这个参数），Scaling Factor Denominator设置为单圈编码器分辨率1048576。

默认设置reference system模式为incremental。incremental实际上可以支持使用增量型编码器和绝对值型编码器，而且在编码器计数值溢出时，NC不会报错，而是继续计数（NC自动处理过零问题）。

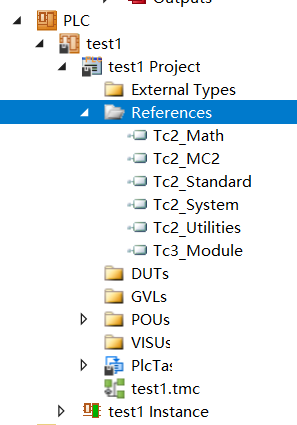
图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

## 样例程序说明

### 添加库文件

手动添加Tc2\_Math 、Tc2\_MC2 、Tc2\_Utilities 库文件。添加后如下图：



### 溢出圈数计算

首先读取每一圈的进给量，如下图：

图形用户界面, 文本, 应用程序

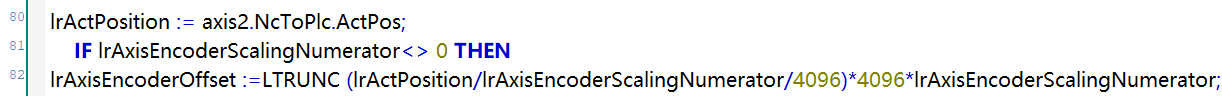
描述已自动生成

即编码器参数的Scaling Factor Numerator项，此处注意样例中填的是360，Scaling Factor Denominator项填的是1048576（默认Scaling Factor Denominator是1，如果客户采用默认Scaling Factor Denominator值，而将分子项Scaling Factor Numerator填写为类似0.00034332275390625这样的小数，注意区分）。

计算多圈绝对值编码器溢出次数，LTRUNC (lrActPosition/lrAxisEncoderScalingNumerator/4096)，LTRUNC为Lreal型数据取整函数，来自Tc2\_Math库，轴当前位置除以每一圈进给量，算出总圈数，再除以4096（对应多圈绝对值编码器为4096圈）取整，得到多圈绝对值编码器溢出次数。

### 计算Position bias值

定义一个掉电保持变量lrAxisEncoderOffset，用来保持每次上电需要写入参数Position bias的值。通过实时的溢出次数，计算掉电保持变量lrAxisEncoderOffset的值，如下图：



运用IF语句判断只在溢出次数不为0的情况下计算Position Bias的数值。

### 使用WritePersistentData记录保持变量

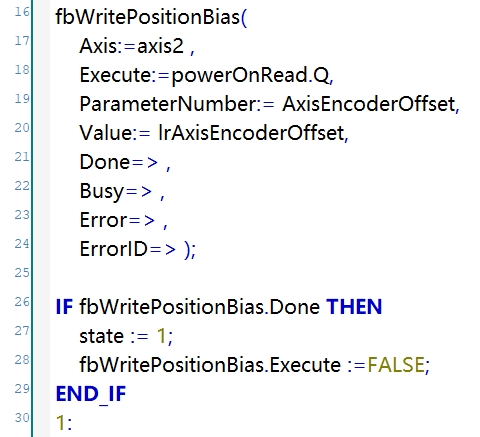
这里为了突出一般性没有使用CX5000系列控制器的1s UPS掉电保持功能块，使用WritePersistentData功能块，周期性（周期writeHz为20s，客户可以根据需要灵活修改）触发记录保持数据且并联了一个电机断使能的下降沿触发，如下图：

图形用户界面, 文本, 应用程序, 聊天或短信

描述已自动生成

### 使用MC\_WriteParameterPersistent写参数

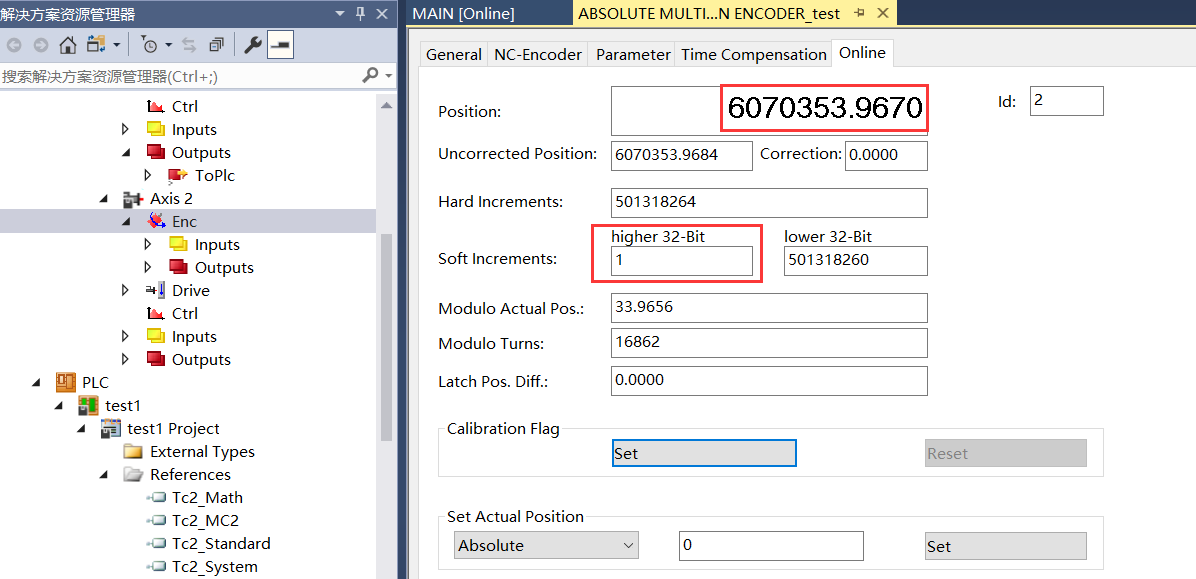
通过MC\_WriteParameterPersistent功能块，每次伺服上使能之前写入参数Position bias，相当于编码器值初始化，如下图：



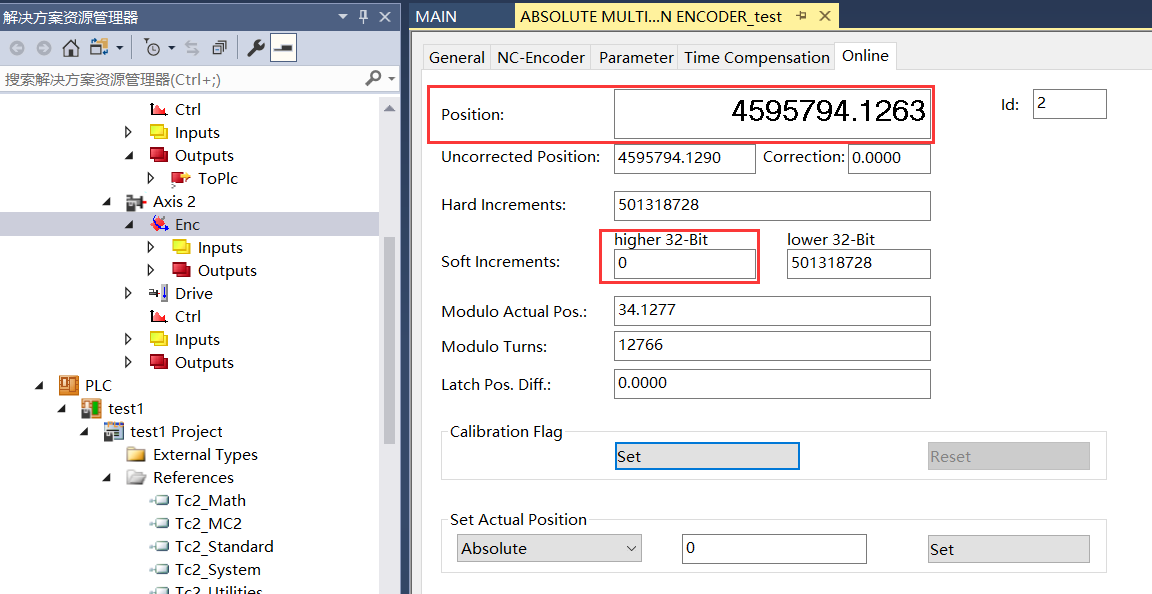
## 运行效果

### 正常断电情况

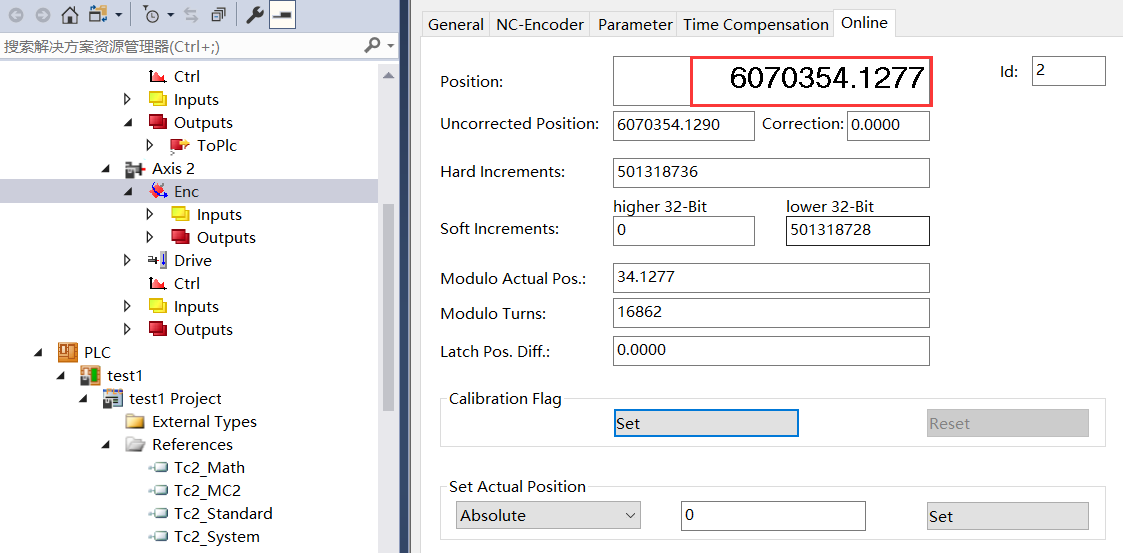
通过程序使轴单方向运动，并监视多圈绝对值编码器值溢出，然后记录编码器当前位置。



轴断开使能信号，然后控制器断电关机。再次上电，且此时轴没有上使能信号，编码器位置如下图：



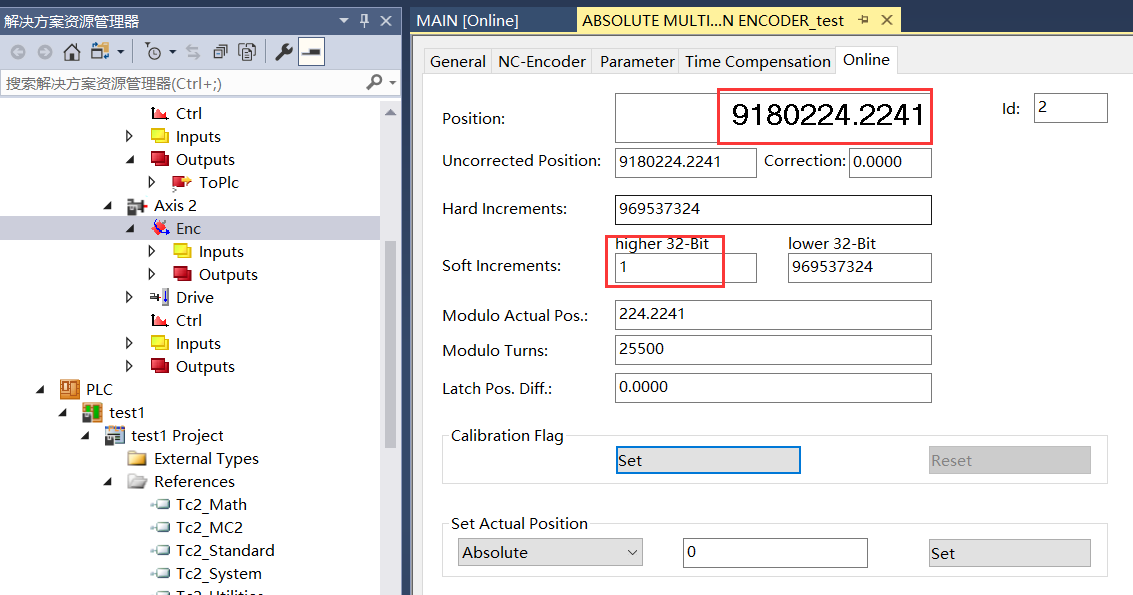
轴上使能，在线监视编码器当前位置如下图：



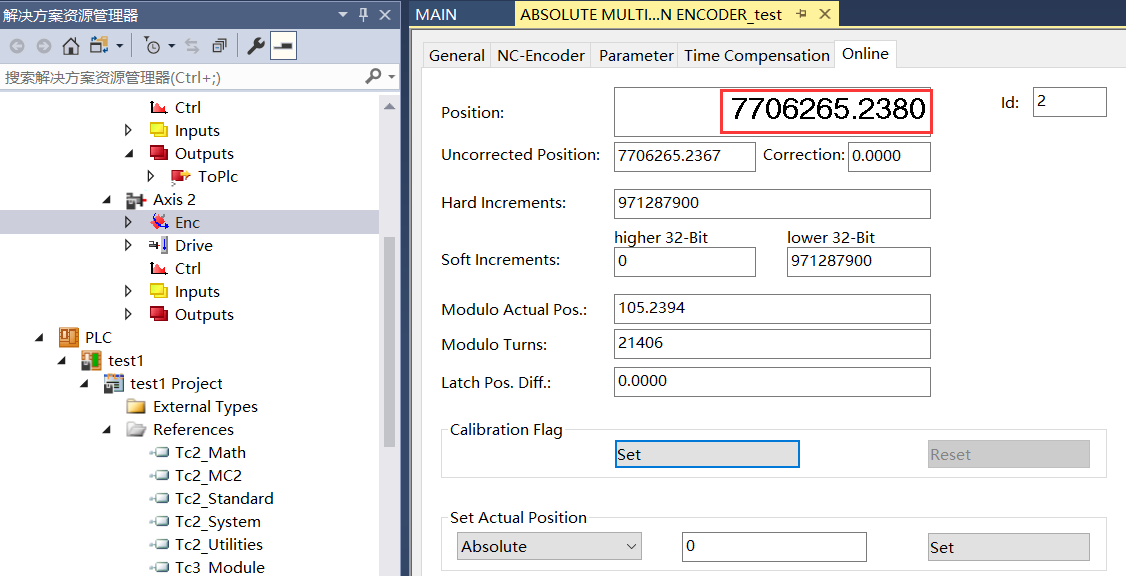
多次实验发现，确实能够保存多圈绝对值编码器值绝对位置值。

### 异常断电情况

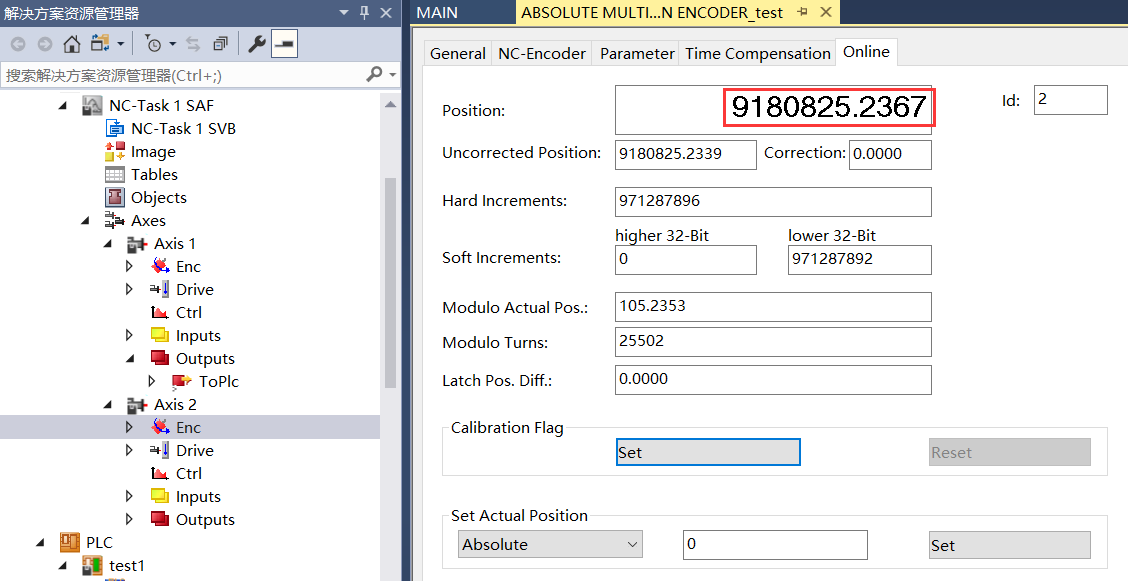
通过程序使轴单方向运动，并监视多圈绝对值编码器值溢出后，然后突然给控制器和驱动器同时断电，模拟现场设备突然断电的情况，记录编码器当前位置，如下图：



然后再给控制器和驱动器上电，且此时轴没有上使能信号，编码器位置如下图：



轴上使能，在线监视编码器当前位置如下图：

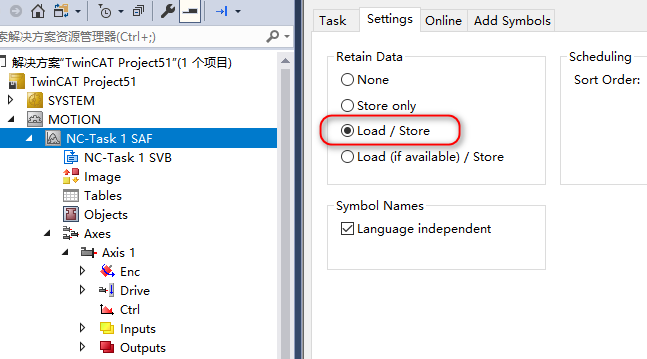


多次实验发现，异常断电的情况下也能够保存多圈绝对值编码器值绝对位置值。

# 通过UPS方式实现位置断电保存

## NC-Task SAF中的Retain Data设置

通过轴SAF中Retain Data的设置及相关轴参数中Data Persistence参数开启后，通过PLC调用控制器的1s ups功能块执行相关保存操作后，保证TwinCAT 3软件能执行相关的保存数据并上电后再次加载的过程。



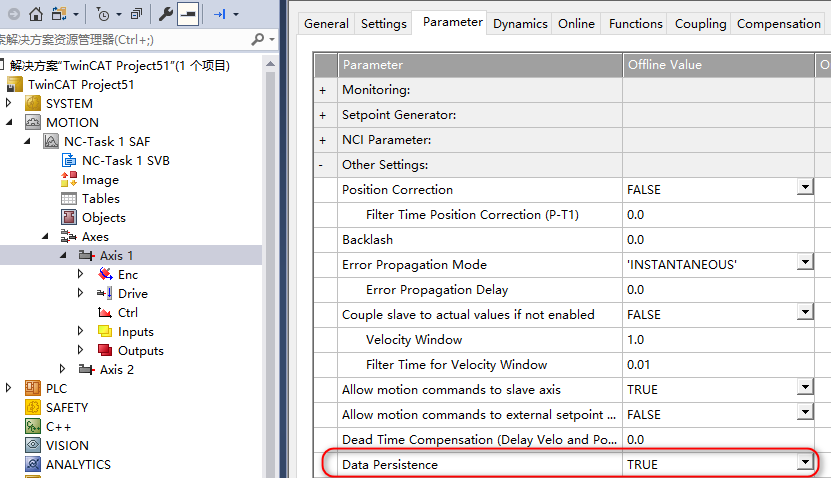
如果选择Load/Store 模式，在出现系统未完全保存NC数据的情况下再次上电，TwinCAT不能切换到运行模式。

图形用户界面, 应用程序

AI 生成的内容可能不正确。

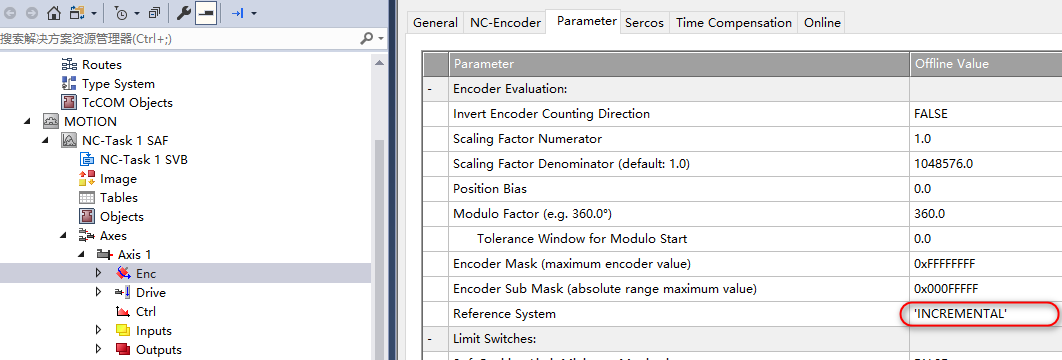
建议选择Load（if available）/Store 模式，此设置同样会在上电时，加载掉电保持的NC轴数据。即便在有轴的位置未保存的情况下，TwinCAT也能正常切换到运行模式。

轴参数中设置 Data Persistent 为TRUE。



## 编码器参数设置

对于电机编码器反馈参考系统的设置，如果电机是增量编码器，则Reference System选择 INCREMENTAL；



如果电机是单圈绝对值反馈 则Reference system选择 INCREMENTAL(singleturn absolute)；

如果电机是多圈绝对值编码器 Reference system选择 INCREMENTAL 或 INCREMENTAL（singleturn absolute）这2种设置方式同样在超圈后，通过FB\_S\_UPS\_CX51x0功能块和TC\_Stop配合的方式记录下超圈后的轴位置。

注意多圈反馈类型，如果需要记录超圈后位置不能设置为以下4种模式，否则记不住超圈位置：

表格

AI 生成的内容可能不正确。

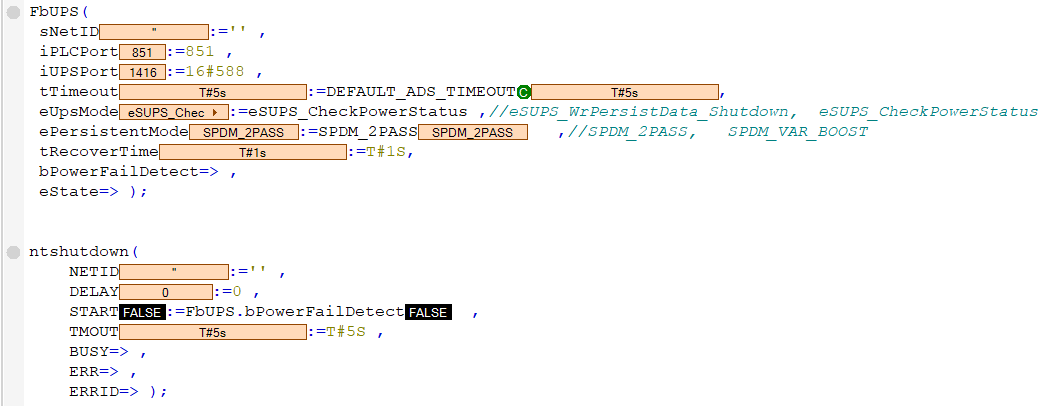
## EL7201-9014驱动器参数设置

需要注意必须将NC轴编码器的Encoder Sub Mask参数，设置为32位。Reference System设置为INCREMENTAL（singleturn absolute）。

图形用户界面, 文本, 应用程序

AI 生成的内容可能不正确。

## Ups功能块实现



FB\_S\_UPS\_CX51x0 功能块中eUpsMode 设置eSUPS\_WrPersistData\_Shutdown后会存在控制器1s Ups不能保证软件完成轴位置保存并加载的过程。通过切换到eSUPS\_CheckPowerStatus 此模式只是检测外部电源的状态（不执行写保持型数据和关机）且执行完成的时间大大小于以上模式，为后面完全执行保存NC Retain数据提供时间。

当eUpsMode模式设置为 eSUPS\_WrPersistData\_Shutdown 或 eSUPS\_WrPersistData\_Shutdown模式时，即便控制器意外断电再次执行NT\_Shutdown功能块也不会记录下超圈后轴位置。但当eUpsMode模式设置为 eSUPS\_WrPersistData\_NoShutdown 或 eSUPS\_CheckPowerStatus模式时，控制器意外断电再次执行NT\_Shutdown功能块后，系统会记录下超圈后轴位置。

所以需要注意，用FB\_S\_UPS\_CX51x0功能块和NT\_Shutdown功能块配合使用时，需要切换为以上eSUPS\_WrPersistData\_NoShutdown 或 eSUPS\_CheckPowerStatus模式才可以记住超圈后的位置。

文本

AI 生成的内容可能不正确。

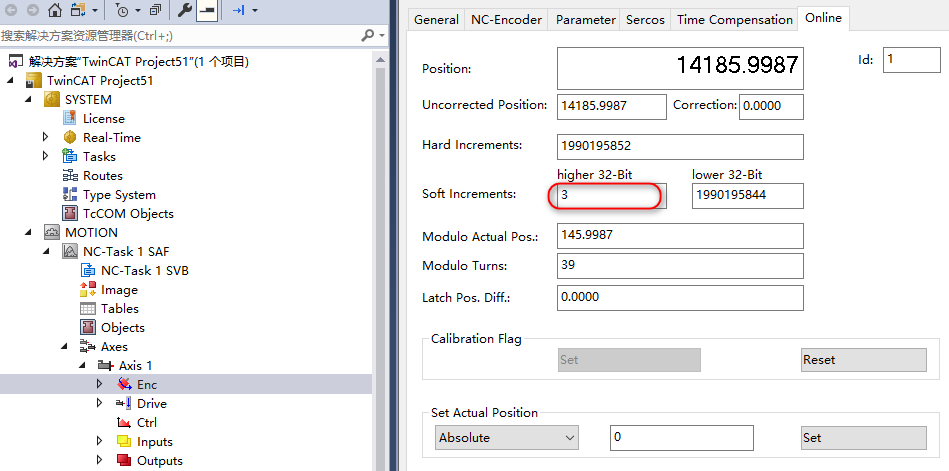
用FB\_S\_UPS\_CX51x0功能块和TC\_Stop功能块配合使用时，当eUpsMode模式设置为以上4中模式任何一种，都能在断电后过程中记录下超圈后的轴位置。

建议将上文所提到的2种功能块组合，来实现轴超圈后断电记录下超圈位置情况。

TC\_Stop功能块的调用，当系统检测到Powerfail后执行是为了确保1s时间内执行NC的写Retain Data的完成，避免没有保存数据成功导致上电后TwinCAT不能正确加载保存的数据，而导致系统不能记录超圈后的high 32位数据。

## 运行效果

根据以上SAF及轴参数相关参数设置后，加上FB\_S\_UPS\_CX51x0功能块和TC\_Stop功能块配合执行，可以完成AX5000驱动器超圈后位置值的记录。



# 常见问题

1. 由于WritePersistentData功能块触发条件为20s周期性触发或正常断使能触发写保持数据，所以在异常断电的情况下，可能会出现恰好多圈绝对值编码器圈数溢出，且没有被记录下来，导致绝对位置出现突变。

这样的情况可以通过将触发周期时间缩短，降低出现数据丢失的概率，却不能完全避免。

最好的解决办法是：工控机选择外加UPS电源，或者选用自带1s UPS的嵌入式控制器，采用UPS的方式对数据进行掉电保持，可以确保数据不丢失。

1. 如果系统在异常断电后没有正常存储retain数据的话，再次上电后Twincat不能切换到运行模式，且出现4002报警。此时需要需要将saf—setting—retain data---load（if available）/store 再次激活测试。

图形用户界面, 应用程序

AI 生成的内容可能不正确。

**上海（ 中国区总部）**

中国上海市静安区汶水路 299 弄 9号（市北智汇园）

电话: 021-66312666

**北京分公司**

北京市西城区新街口北大街 3 号新街高和大厦 407 室

电话: 010-82200036 邮箱: beijing@beckhoff.com.cn

**广州分公司**

广州市天河区珠江新城珠江东路32号利通广场1303室

电话: 020-38010300/1/2 邮箱: guangzhou@beckhoff.com.cn

**成都分公司**

成都市锦江区东御街18号 百扬大厦2305 室

电话: 028-86202581 邮箱: chengdu@beckhoff.com.cn

|  |  |
| --- | --- |
| 请用微信扫描二维码  通过公众号与技术支持交流 | 倍福官方网站：  https://www.beckhoff.com.cn  在线帮助系统：  https://infosys.beckhoff.com/index\_en.htm |
| 倍福虚拟学院：  https://tr.beckhoff.com.cn/ |
| 招贤纳士：job@beckhoff.com.cn  技术支持：support@beckhoff.com.cn  产品维修：service@beckhoff.com.cn  方案咨询：sales@beckhoff.com.cn |
|  |