

应用说明

产品间距（PLCopen 运动）

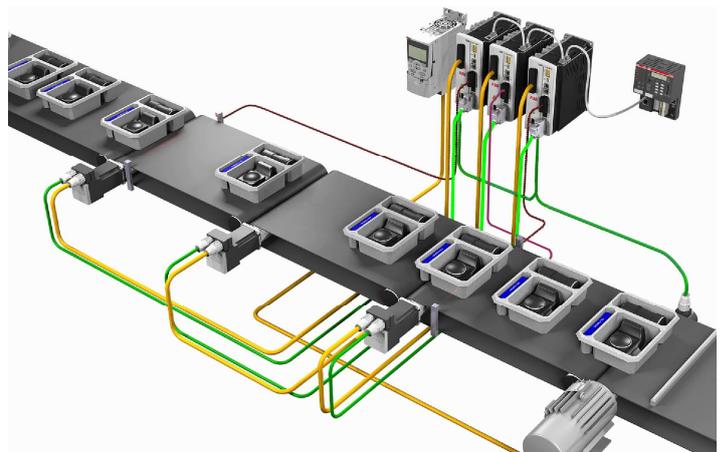
AN00248
Rev C (CN)

ABB PLCopen 运动提供了一系列功能模块，以简化产品需要位置偏移或相移的应用。

典型应用是包装机的“智能传送带”或“定相输送机”。它们用于确保为随机间隔的产品产生整齐的间距，以为包装过程的下一步做好准备。

引言

本文档将深入说明如上图所示的一些可用于轻松实现产品间距机器的技术。



本文档附带的代码是针对“产品间距”动画所示的硬件。通过微小的更改，就可以将代码运行在支持 PS552-MC 运动控制库的 AC500 PLC。代码在修改后也适用于仅需要控制单个定相传送带的简单系统。

在其他文档中，例如 [AN00205](#)（AC500 - EtherCAT 快速入门指南）和 [AN00241](#)（使用运动驱动编码器通道进行主编码器输入），讲述了本文档引用的一些基本原理。在使用本文档之前，应阅读并理解相关内容。

本文档中描述的定相传送带，位于，上游（给料）输送机（它以不规则的间距输送产品）和下游出料输送机（它以整齐的间距将产品传送给下一部分过程）之间。上图所示的刮板输送机由 ABB ACS 变频器控制，但在大多数情况下，定相系统是一个独立系统，刮板输送机由另一个机器/系统控制。在任何一种情况下，定相系统都需要编码器信号（来自刮板输送机的电机，或来自输送机本身）作为主位置参考。

定相系统包括三个伺服轴，每个伺服轴驱动一个传送带：

- 主定相传送带
- 中间传送带
- 次定相传送带

每个轴通过 EtherCAT 在循环同步位置（CSP）模式下运行，由具有运动功能的 AC500 PLC 规划轨迹。

产品间距示例

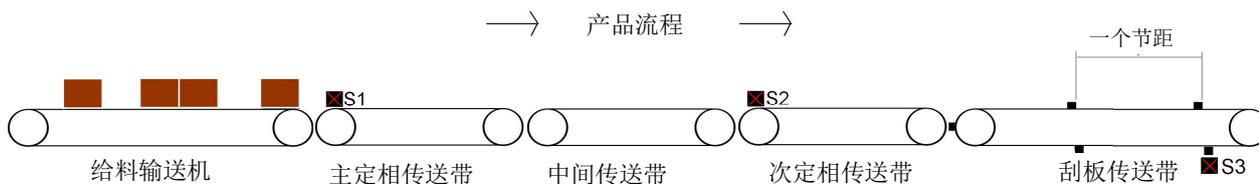
产品间距示例程序（可根据 cn-motionsupport@cn.abb.com 的要求提供）需要以下硬件才能运行：

- ABB AC500 运动型 PLC (PM585, PM59x, 带 2.5.1 或更高版本的固件)
- CM579-ETHCAT 通讯卡 (带 2.6.9 或更新的固件)
- 三个 MicroFlex e190 交流伺服驱动器 (5868 或更高固件版本)，每个定相传送带使用一个，中间传送带使用一个。在示例程序中，中间传送带用虚拟轴实现。
- 两个 OPT-MF-200 编码器接口选件 (用于主 (刮板) 输送机位置锁存)。
- 两台 ABB 交流伺服电机 (本例中: SmartABS 编码器, 分辨率为 131072)
- 两个 NPN 光电开关 (用于产品检测) 连接到配有 OPT-MF-200 的两个 e190 驱动器的 DIN 1, 用于在产品穿过定相传送带时高速捕获刮板输送机的位置。
- 在刮板输送机上有一个 NPN 光电接近开关 (S3), 用于检测输送机刮板的“零”位置。
- 一个“主编码器”。为了让我们锁存下方刮板的位置, 我们必须在其上安装一个编码器, 并与传送带传动装置连接。通常采用增量编码器, 连接到每个 OPT-MF-200 卡上。(将其布置成刮板输送机每行进一个节距, 编码器就转一圈或转整数圈)。

在我们的例子中, 我们假设定相系统不控制刮板输送机/传送带, 它只是通过与其连接的编码器监控传送带的位置。

操作原理

产品以不规则的间距到达主定相传送带 (或组合在一起)。主定相传送带以一定的比率与刮板输送机 (在输出处) 啮合。在该比率下, 刮板输送机每行进一个节距, 主定相传送带就行进一个产品长度。



为了达到这个比率, 系统必须知道**默认的产品长度** (可以通过 HMI 输入系统), 也可以通过现场总线从另一台机器输入。

主相位传送带上的**传感器 (S1)** 检测输入产品的前缘时, 会调节传送带的速度/位置。这样, 在产品之后通过机器的其余部分而不进行任何进一步调整的情况下, 产品就能以正确的位置落入刮板输送机。

为了获得这种结果, 系统提供调节“**主要目标位置**”的参数, 即, 当在主定相传送带检测到产品时, 刮板输送机处于一个周期内的位置。该系统还有一个参数, 用于调整**主定相传送带校正距离**, 在这段距离上进行速度/位置校正。同样, 这些参数既可以通过本地 HMI 输入, 也可以通过现场总线从任何其他系统传递给 PLC。

中间输送机必须以与刮板输送机相同的速度 (以 1:1 的比率) 持续行进。这个比率有两个目的。它确保在离开主定相传送带时被正确放置的产品依然保持正确的位置, 同时能隔开输入产品之间的间距。

次定相传送带必须以与刮板输送机相同的基本速度行进 (以 1:1 的比例), 但其速度可根据校正需求增加或减少。它确保在离开中间传送带时被正确放置的产品保持正确的位置, 同时能保持输入产品之间的间距。如果需要可以进行校正, 则可以从与中间输送机匹配的起始速度开始校正, 从而不会使产品猛烈地抖动。

次定相传送带也配备有检测产品前缘的**传感器 (S2)**。调整次传送带的速度/位置, 以确保产品最终确实位于刮板输送机的正确位置上。这些调整通常非常小, 因为它们仅校正在上游传送带之间转移产品期间产生的小误差。

为了获得这种结果, 系统提供调节“**第二目标位置**”的参数, 即, 当在次定相传送带上检测到产品时, 刮板输送机应在一个周期内的位置。该系统还有用于调整**次定相传送带校正距离**的参数, 可在此距离上进行速度/位置校正。同样, 这些参数既可以通过本地 HMI 输入, 也可以通过现场总线选件卡传递给系统。

本示例显示了具有两个定相传送带的机器。通常，随着机器速度的增加，定相传送带的数量也会增加。产品在多条传送带上逐步完成校正，而不是在主传送带执行全部校正。这限制了每条传送带所需的速度变化，并有助于避免干扰产品本身。可能需要的传送带数量取决于产品间距、传送带长度与速度、系统响应时间等因素，但两条传送带是常见的配置 - 一条用于“大部分”校正，第二条用于微小的校正。

为了让 PLC 了解刮板输送机的绝对位置（在每个节距内），系统必须在刮板输送机上使用传感器（S3）（布置用于检测每个节距），以在最开始时把刮板输送机的位置重置为零（只需上电后清零一次）。如果对每个刮板节距对应编码器圈，也可以使用编码器 Z 脉冲来实现此功能。在我们的示例中，我们使用中间输送机驱动器的 DIO 来读取传感器状态。

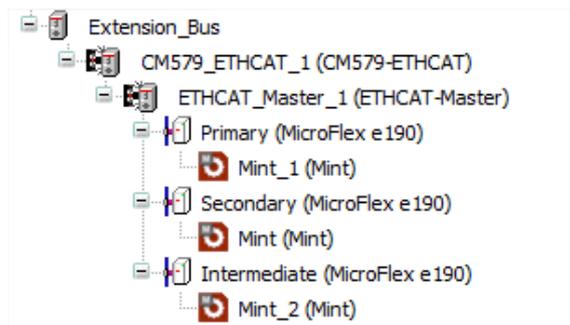
示例代码说明了这些主要的操作原理。根据输入产品的布置方式，一些离开的刮板可能仍然是空的（下游机器需要能够应对“缺少产品”的情况）。重要的是，输入产品最终会放在特定的刮板中。

Automation Builder -EtherCAT 硬件配置

在示例应用程序中，我们使用以下轴...

刮板传送带	虚拟轴：该轴的位置来自安装在该传送带上的编码器
主定相传送带	MicroFlex e190
中间传送带	MicroFlex e190
次定相传送带	MicroFlex e190

因此，对于我们的示例项目，我们在设备树中为 CM579-ETHCAT EtherCAT 模块添加了三个 MicroFlex e190 驱动器；



以下通用对象已经通过 PDO 映射到三个传送带驱动器，并为各个驱动器都提供了适当的变量名称；

对象描述	主驱动器变量	次驱动器变量	中间驱动器变量
AX0_ControlWord_U16	PrimPhaseConvCW	SecondaryPhaseConvCW	IntermediateConvCW
AX0_TargetPosition_I32	PrimPhaseConvPosRef	SecondaryPhaseConvPosRef	IntermediateConvPosRef
AX0_TouchProbeFunction_U16	wAxis0TPFunction	wAxis0TPFunction_2	不可用
AX0_StatusWord_U16	PrimPhaseConvSW	SecondaryPhaseConvSW	IntermediateConvSW
AX0_ActualPosition_I32	PrimPhaseConvPosAct	SecondaryPhaseConvPosAct	IntermediateConvPosAct
AX0_TouchProbeStatus_U16	wAxis0TPStatus	wAxis0TPStatus_2	不可用
AX0_TouchProbePositionPos1_I32	diAxis0TPPos1	diAxis0TPPos1_2	不可用
AX0_TouchProbePositionNeg1_I32	diAxis0TPNeg1	diAxis0TPNeg1_2	不可用
AX0_TouchProbePositionPos2_I32	diAxis0TPPos2	diAxis0TPPos2_2	不可用
AX0_TouchProbePositionNeg2_I32	diAxis0TPNeg2	diAxis0TPNeg2_2	不可用
EncoderPosition_I32	diMasterEncoder	不可用	不可用
InputState_U32	不可用	不可用	IntermediateConvInputs

有关 AC500 EtherCAT 配置的更多信息，请访问：new.abb.com/drives/low-voltage-ac/motion - 点击“支持”链接，从支持网站的“文档”部分打开应用说明 AN00205。

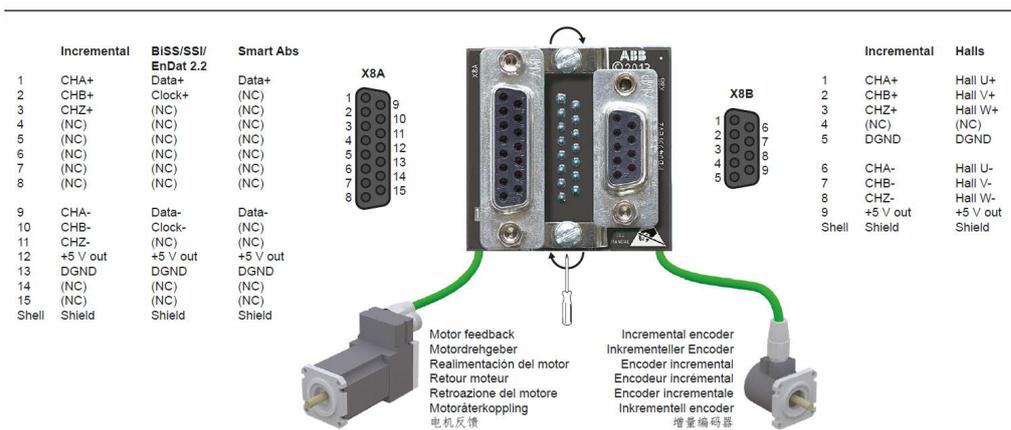
驱动器接线

在使用 EtherCAT 时, EtherCAT 从站的接线顺序定义了各站的地址, 第一个设备的地址为 1001, 第二个设备为 1002, 依此类推。因此, 重要的是驱动器要按照它们在 Automation Builder 设备树中的配置顺序进行接线 (即 EtherCAT 网络中的第一个驱动器应该是主传送带轴, 依此类推)。

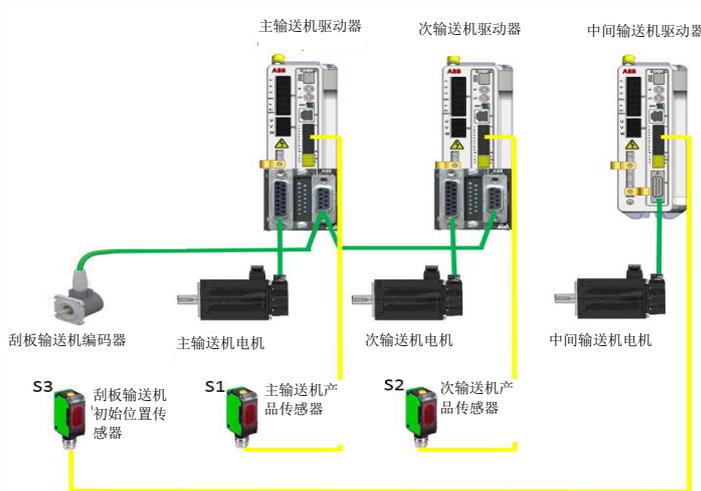
OPT-MF-200 的接线和配置

我们要使用 OPT-MF-200, 因此不需要预先配置。我们将用于配置锁存的功能块将使用我们已映射的 PDO 对象。

OPT-MF-200 的接线方式如下图所示, 左侧 (X8A) 是电机反馈装置。下图显示了兼容的编码器类型 (除了下面显示的类型外, 还包括使用 OPT-MF-201 旋转变压器适配器的旋转变压器)。在右侧 (X8B) 显示了主 (或次) 编码器的不同选项 - 其中的增量式变型是最常见且最具成本效益的变型。



系统概览图将如下所示:



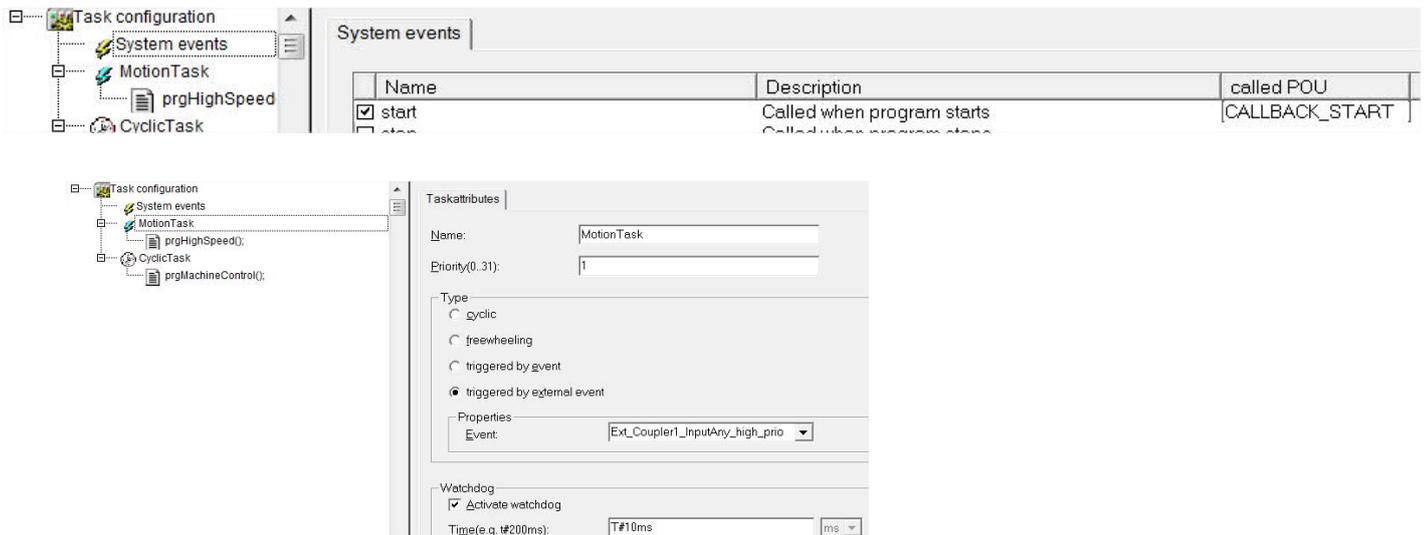
第二个次编码器位置将与前面提到的传感器匹配, 因此这将是刮板输送机的编码器的安装位置。

注: 在 e190 中, 也可以使用内置的附加 X7 编码器输入/输出, 而不是使用 OPR-MF-201 (需在驱动器中正确配置)。

一般应用原则

在 AC500 PLCopen 运动程序中, 通常有一个事件触发的任务, 处理运动相关程序 (POU) 和另一个低速循环任务 (或多个此类任务), 进行非同步操作。根据应用要求, 也可配置一个启动时只执行一次的任务。

事件驱动 (运动) 任务应配置为由外部事件触发 (此事件通常是安装 EtherCAT 耦合器的插槽的 InputAny_high_priority) :



使用 InputAny 将任务与 EtherCAT 报文的接收同步。它与 Input2Any 相比略有优势，Input2Any 可使任务与 EtherCAT 报文的发送同步。

在我们的示例中，事件驱动的任务 (MotionTask) 调用名为 prgHighSpeed 的程序，该程序又调用所有与运动相关的 POU...

```

0001 PROGRAM prgHighSpeed
0002 VAR
0003
0004 END_VAR
0005
0001 (* Add axes programs here *)
0002 prgFlightedConv();
0003 prgPrimPhaseConv();
0004 prgIntermediateConv();
0005 prgSecPhaseConv();
0006 prgPrimPhaseConvTP();
0007 prgSecPhaseConvTP();
0008 prgErrorCheck();
    
```

调用名为
辑。

我们的示例还包括一个 10ms 循环任务 (名为 CyclicTask)，它 prgMachineControl 的程序。该程序用于实时性要求不高的逻辑。

“启动”系统事件通常调用 POU 一个 (程序)，该 POU 在程序首次启动时计算或设置初始值 (即仅用于代码的第一次扫描)。请注意，此 POU 必须被命名为“CALLBACK_START”。



在本示例中，用此 POU 初始化每个输送带的齿轮比的起始值。

一般运动原则

下表总结了示例应用程序轴的运动要求:

描述	刮板输送机的编码器	主定相传送带	中间传送带	次定相传送带
轴的类型	虚拟	e190	e190	e190
地址	不可用	1001	1003	1002
主/从	主站	从站	从站	从站
轴名称	axFlightedConv	axPrimPhaseConv	axIntermediateConv	axSecondaryPhaseConv
关键运动	该轴的位置用作所有从轴的主参考	MC_GearIn: 对于刮板输送机行进的每个节距, 传送带行进一个产品长度 MC_SetPositionContinuous: 轴位置调整超过已知主行程, 由主产品传感器触发	MC_GearIn: 对于刮板输送机行进的每个节距, 传送带行进一个刮板输送机节距(即 1:1)	MC_GearIn: 对于刮板输送机行进的每个节距, 传送带行进一个刮板输送机节距(即 1:1) MC_SetPositionContinuous: 轴位置调整超过已知主行程, 由次产品传感器触发
每转的计数 (PPR x 4)	10000 (Cpr 编码器)	131072 (Cpr 编码器)	10000 (Cpr 编码器)	10000 (Cpr 编码器)
使能模数	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
模数范围	' IFlightedPPR' (20000)	2^30	2^30	2^30
换算为	计数	mm	mm	mm
方法	编码器 1 转 = 1 个节距 = 20000 次计数	电机旋转一周 = 产品长度	电机旋转一周 = 200mm 的传送带行程	电机旋转一周 = 200mm 的传送带行程

有关 EtherCAT 轴配置的更多信息, 请参见应用说明 AN00205。有关配置和使用从编码器输入获得的主轴的更多信息, 请参考应用说明 AN00241。

通常使用英制节链传动 (具有 $\frac{1}{4}$ " 或 $\frac{1}{2}$ " 英寸链节节距) 来传动刮板输送机。因此, 刮板节距通常为 4.5"、6" 或 12" 英寸。在我们的示例中, 我们假设节距为 12", 但所有其他单位都是 mm。因此, 我们的代码包括将 12" 节距转换为等效距离 (mm) 的逻辑。为了能够轻松地转换代码以适用于任何刮板输送机节距, 其中包含一个全局变量 (IFlightedPitch) 用于定义使用的节距...

IFlightedPitch: LREAL := 12; (*12inch pitch*) Global_Var

MC_GearIn 的使用

我们应用中的所有三个轴都使用 MC_GearIn 来匹配刮板输送机的编码器 (如上表所示)。

由于对刮板输送机的每个节距, 主定相输送机必须行进一个产品长度, 并且产品长度可能因产品而异, 我们定义了一个可保持全局变量 (IProdLength)。用户可以使用它来匹配正在通过系统的任何长度的产品 (这可以通过 HMI 输入, 也可以通过适当的现场总线由上游系统提供)。

对所有轴, MC_GearIn 使用的齿轮比由以下方式定义...

比率 = " 从站行进的距离" / " 主站行进的距离"

如下文所示, 我们可以由此计算出所有轴的齿轮比:

IPrimaryRatio := IProductLength / IFlightedPPR; (*计算主传送带比率*)

IIntermediateRatio := (IFlightedPitch * 25.4) / IFlightedPPR; (*计算中间传送带比率*)

ISecondaryRatio := (IFlightedPitch * 25.4) / IFlightedPPR; (*计算次传送带比率*)

注意, 刮板输送机节距常量乘以 25.4, 以把 12" 传送带的节距转换为 mm

注意, 在示例程序中, 比率计算是在首次启动 CPU 时在 **CALLBACK_START POU** 中执行的。如果需要在正常运行期间修改它们, 则需要将此代码移动到循环执行的 POU 中。

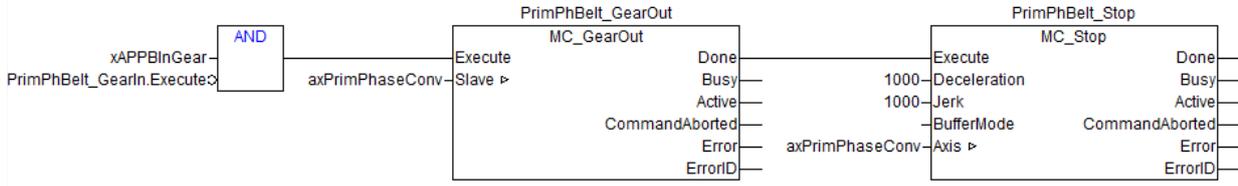
我们的总体比率都是小数 (LREAL)，但 MC_GearIn 要求通过两个整数输入值 (RatioNumerator 和 RatioDenominator) 定义所需的比率。这连个数的最大值都是 32767，因此在配置 MC_GearIn 代码时必须考虑这一点。解决此问题的最简单方法是使用如下所示的代码...



RatioDenominator 的值应该是 1,10,100,1000 或 10000。选择仍然不会导致 RatioNumerator 超过 32767 的可能的最高值。这将确保为整体比率使用最多的小数位。

一旦 MC_GearIn 激活，轴将与定义的主轴保持连接，直到执行 MC_GearOut 或发生错误。在执行 MC_GearOut 后，轴将继续按其最后的速度运行，直到执行 MC_Stop 以使其进入受控停车状态。下文显示了我们的应用程序示例中的代码片段以供参考...

(*Define gear in ratio for primary phasing axis*)



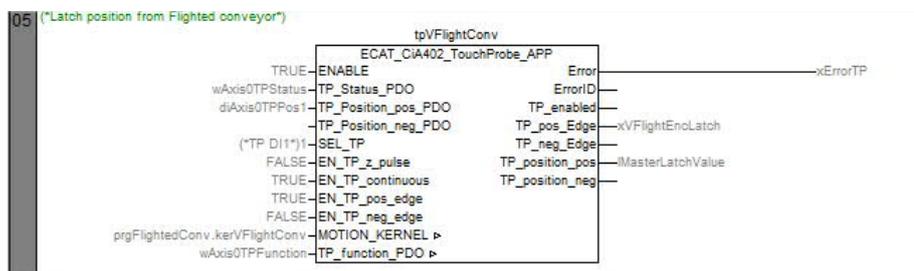
在 e190 上使用编码器分配器 OPT-MF-100 和主编码器

一旦完成驱动器接线，并配置为使用 OP1-MF-100 或 e190 上的主编码器输入以及连接到 DI1 的相关传感器输入，我们必须配置驱动器上的“锁存”事件。为此，必须在程序中添加“ECAT_CiA402_TouchProbe_APP”功能块，并将它们配置为使用 DI1 传感器的上升沿（如果需要也可以使用 DI2）。有关模式信息，请参阅 AN00241（为主编码器输入使用 e190 或 e180 编码器通道）。

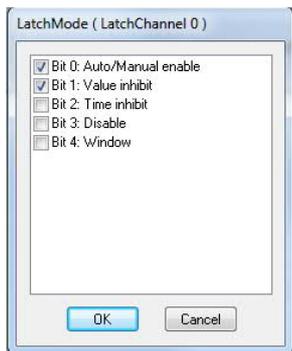
在运行的程序中配置并使用 ECAT_CiA402_TouchProbe_APP 后，您将看到锁存通道 0 的驱动器中的设置将根据您的配置改变。

锁存位置

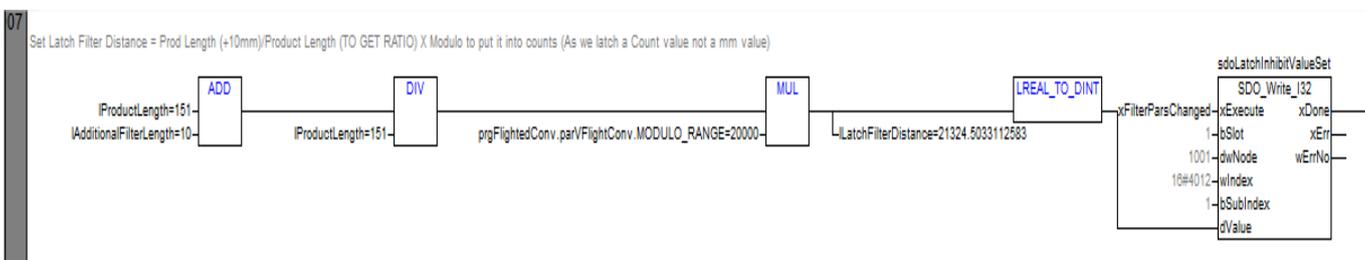
在我们的应用示例中，刮板输送机的编码器的这两个锁存由 ECAT_CiA402_TouchProbe_APP 功能模块内置的功能执行。该功能模块与我们的 PLC 系统中 e190 编码器分配器 OPT-MF-100 的辅助编码器的输入结合使用。用于主定相传送带的传感器连接到 e190 上的输入 DIN1（并且所有锁存值与锁存通道 0 相关），而用于次定相传送带的传感器连接到输入 DIN2（并且所有锁存值与锁存通道 1 相关）。有关配置和使用 e190 快速锁存功能的更多详细信息，请参阅应用说明 AN00221。



为了避免编码器的假锁存导致定相传送带的误操作（例如，可能由于产品封装的性质，在产品的后缘上错误地检测到上升沿），应用程序使用 e190 驱动器内部的锁存过滤代码。我们通过将锁存设置为使用禁止值（必须经过一段有效锁存值的编码器计数）来完成此操作。（更多详情见 AN00241）。



还必须提供方法滤除产品传感器上不需要的信号。我们通过设置 Latch Inhibit 值来完成此操作。该值将设置编码器值必须增加的距离，然后才能认为新的锁存信号有效。下文代码将通过写入被换算为计数的锁存值来实现这一目的。因此，从第一个产品的前沿开始，它必须等待，直到达到主编码器的一个模数加上另一个以 mm 为单位、但转换为脉冲数的额外过滤器长度。



然后，SDO 写入模块（在执行时）根据计算改变锁存通道禁止值的设置。

Parameter	Active
LatchEnable (LatchChannel 0)	<input checked="" type="checkbox"/> 1
LatchInhibitTime (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> 0 ms
LatchInhibitValue (LatchChannel 0)	<input checked="" type="checkbox"/> 21325.0000
LatchMode (LatchChannel 0)	<input checked="" type="checkbox"/> 0x0003
LatchSource (LatchChannel 0)	<input checked="" type="checkbox"/> Encoder value
LatchSourceChannel (LatchChannel 0)	<input checked="" type="checkbox"/> 2
LatchTriggerChannel (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> 1
LatchTriggerEdge (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> Positive edge
LatchTriggerMode (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> Digital input
LatchValue (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> RO 0.0000
LatchWindowStart (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> FD 0.0000
LatchWindowDistance (LatchChannel 0)	<input type="checkbox"/> FD 0.0000

MCA_SETPOSITIONCONTINUOUS 的使用

主次定相传送带都用于移动产品的相对位置，以便最终正确地落入刮板输送机中。这是通过由每条传送带上的传感器（即，每条传送带上一个）检测产品的前沿，同时锁存刮板输送机的位置（包裹每个节距），并将此值与预先配置的“理想位置”进行比较来实现的（测量出刮板输送机位置的误差，从而推算出定相传送带所需的移相距离）。

一旦获得了有效的锁存值，就将其与操作员先前配置的“理想”值进行比较（即，传送带的传感器检测到产品前沿时，刮板输送机在一个节距内的位置）。定相传送带自身位置的相应误差，可以通过考虑定相传送带和刮板输送机之间的标称齿轮比来计算...

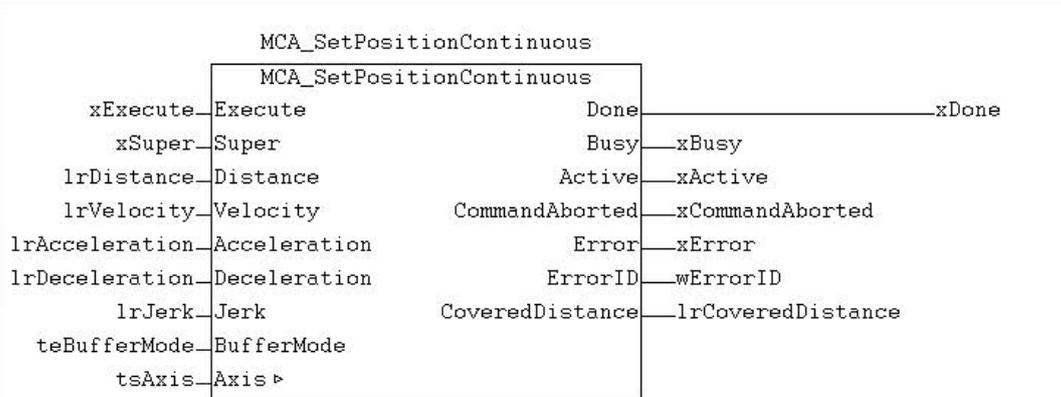
$$\text{主定相误差} = \text{测量的刮板输送机误差} * (\text{产品长度} / \text{刮板输送机节距})$$

$$\text{次定相误差} = \text{测量的刮板输送机误差} * 1$$

在对这些误差进行校正时，代码必须考虑“最短方向”（即，与让传送带快进一段长距离相比，不如使传送带减速等待）。我们稍后将解释为什么必须根据测量的刮板输送机的位置误差来计算传送带行程。

现在我们已经看到主定相传送带和次定相传送带如何使用 MC_GearIn 来建立所需的齿轮传动式运动，以及如何使用两个定相传送带上的产品传感器来计算确保产品保持在适当位置，以使其正确落入刮板输送机的校正量。我们可以看看用于应用这些修正的 PLCopen 运动命令...MC_SetPositionContinuous。

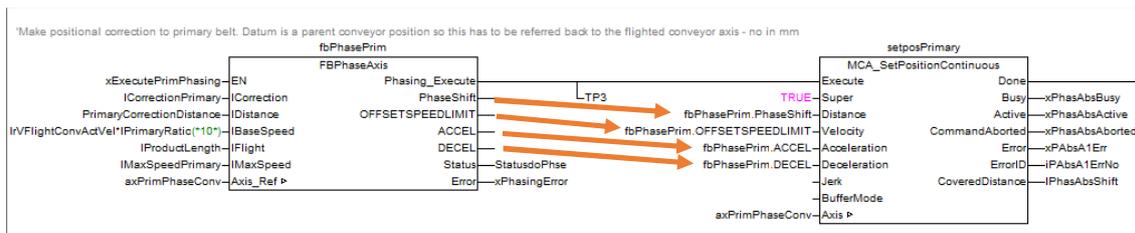
MCA_SETPOSITIONCONTINUOUS 的解释



此功能模块通过操纵轴的设定位置来移动轴的坐标系（因为我们使用 SUPER = TRUE）。例如，这可以用于在不允许突然改变位置的场合“在运行中”更改参考位置，比如，当从轴被链接到修改后的轴时。此功能模块也可以在运动期间使用，而无需更改命令位置。定位运动运行在移相的坐标系统中。在定义的运动轨迹上可实现连续轨迹修正。当 Super = TRUE 时，轴将保持设定点位置，同时将偏移“phase shift”应用于实际位置。因为位置环会使设定位置和实际位置之间的距离保持恒定，所以这会引发运动。从轴将不会看到这一运动，故不会跟随运动。在模块准备就绪后，轴会实际发生物理运动，但 AXIS_REF 中的位置值不会改变。

我们的主定相传送带和次定相传送带应用程序代码捕获刮板输送机的编码器的值，并将其与存储的“理想值”进行比较。因此，我们就获得了 MC_SetPositionContinuous 功能模块设置 PhaseShift 输入参数所需的信息。但是，之前我们还计算了传送带本身（即从轴）需要行走的等效行程。我们需要这些数据来计算速度、加速度和减速度输入参数的值，以便在已知的主轴行程上进行相移。

我们的应用程序通过名为 FBPhaseAxis 的功能块计算这些轨迹参数。此功能模块的用法示例如下所示...



对于 IMaxSpeed，使用了两个变量 IMaxSpeedPrimary 和 IMaxSpeedSecondary。它们都被设置为 2000mm/sec，但可以调整它们以适应机器的机械部件的机械限值。

下表描述了 FBPhaseAxis 功能模块使用的输入和输出：

	数据类型	描述
输入		
EN	BOOL	如果本输入为 TRUE，则处理功能模块
ICorrection	LREAL	从轴需要调整的距离
IDistance	LREAL	应执行从轴调整的主距离
IBaseSpeed	LREAL	从轴的当前速度（不进行任何调整）(uu/s)
IFlight	LREAL	刮板输送机间距的大小
IMaxSpeed	LREAL	调整期间允许从轴达到的最大速度 (uu/s)
Axis_Ref	AXIS_REF	需要调整的轴
输出		

Phasing_Execute	BOOL	当功能模块计算出所有必要的轨迹参数时激活
PhaseShift	LREAL	主轴需要移动的距离
OffsetSpeedLimit	LREAL	MC_SetPositionContinuous 功能模块使用的最大速度变化
Accel	LREAL	MC_SetPositionContinuous 功能模块使用的加速度
Decel	LREAL	MC_SetPositionContinuous 功能模块使用的减速度
Status	BYTE	表示所需的调整类型 (位 0 = 三角形, 位 1 = 梯形, 位 2 = 正调整, 位 3 = 负调整)

有关程序示例和进一步支持, 请联系您当地的 ABB 办事处。

联系我们

要了解更多信息, 请联系您的当地的 ABB 代表, 或以以下方式:

new.abb.com/drives/low-voltage-ac/motion
new.abb.com/drives
new.abb.com/channel-partners
new.abb.com/plc

© ABB 公司, 2019 年, 版权所有。保留所有权利。
 技术规格如有变更, 恕不另行通知。