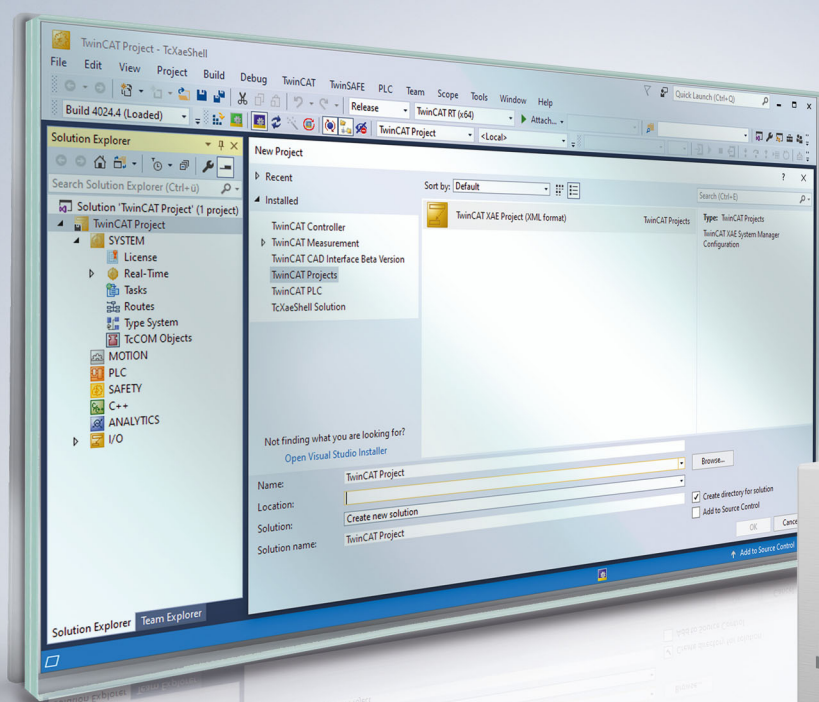


BECKHOFF New Automation Technology

手册 | ZH

TF5055

TwinCAT 3 | NC Flying Saw



2025-07-11 | 版本: 1.5.3

目录

1 前言 5

1.1 文档说明 5

1.2 安全信息 6

1.3 信息安全说明 6

2 概述 8

3 PLC 库概述 9

4 飞锯 10

4.1 MC_GearInVelo 10

4.2 MC_GearInPos 12

4.3 MC_ReadFlyingSawCharacteristics 14

5 数据类型 16

5.1 ST_SyncMode 16

5.2 E_GearInSyncMode 18

5.3 MC_FlyingSawCharacValues 18

5.4 ST_GearInPosOptions 19

5.5 ST_GearInVeloOptions 20

6 示例程序 21

7 技术支持和服务 22

8 附录 23

8.1 错误代码 23

8.2 主轴运动反转/反向运动禁止 32

8.3 计算同步阶段 35

1 前言

1.1 文档说明

本说明仅适用于熟悉国家标准且经过培训的控制和自动化工程专家。
在安装和调试组件时，必须遵循文档和以下说明及解释。
操作人员应具备相关资质，并始终使用最新的生效文档。

相关负责人员必须确保所述产品的应用或使用符合所有安全要求，包括所有相关法律、法规、准则和标准。

免责声明

尽管本文档经过精心编制，然而，所述产品正在不断开发中。
我们保留随时修订和更改本文档的权利，恕不另行通知。
不得依据本文档中的数据、图表和说明对已供货产品的修改提出赔偿。

商标

Beckhoff®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TC/BSD®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 是德国倍福自动化有限公司的注册商标并已获得授权。

本文档中所使用的其它名称可能是商标名称，任何第三方为其自身目的而引用，都可能触犯商标所有者的权利。

正在申请的专利

涵盖 EtherCAT 技术，包括但不限于以下专利申请和专利：
EP1590927、EP1789857、EP1456722、EP2137893、DE102015105702
并在多个其他国家进行了相应的专利申请或注册。



EtherCAT® 是注册商标和专利技术，由德国倍福自动化有限公司授权使用。

版权所有

© 德国倍福自动化有限公司。
未经明确授权，不得复制、分发、使用和传播本文档内容。
违者将被追究赔偿责任。德国倍福自动化有限公司保留所有发明、实用新型和外观设计专利权。

1.2 安全信息

安全规范

为了确保您的使用安全，请务必仔细阅读并遵守本文档中每个产品的安全使用说明。

责任免除

所有组件在供货时都配有适合应用的特定硬件和软件配置。严禁未按文档所述修改硬件或软件配置，否则，德国倍福自动化有限公司对由此产生的后果不承担责任。

人员资格

本说明仅供熟悉适用国家标准的控制、自动化和驱动工程专家使用。

警示性词语

文档中使用的警示信号词分类如下。为避免人身伤害和财产损失，请阅读并遵守安全和警告注意事项。

人身伤害警告

⚠ 危险

存在死亡或重伤的高度风险。

⚠ 警告

存在死亡或重伤的中度风险。

⚠ 谨慎

存在可能导致中度或轻度伤害的低度风险。

财产或环境损害警告

注意

可能会损坏环境、设备或数据。

操作产品的信息



这些信息包括：
有关产品的操作、帮助或进一步信息的建议。

1.3 信息安全说明

Beckhoff Automation GmbH & Co.KG (简称 Beckhoff) 的产品，只要可以在线访问，都配备了安全功能，支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。尽管配备了安全功能，但为了保护相应的工厂、系统、机器和网络免受网络威胁，必须建立、实施和不断更新整个操作安全概念。Beckhoff 所销售的产品只是整个安全概念的一部分。客户有责任防止第三方未经授权访问其设备、系统、机器和网络。它们只有在采取了适当的保护措施的情况下，方可与公司网络或互联网连接。

此外，还应遵守 Beckhoff 关于采取适当保护措施的建议。关于信息安全和工业安全的更多信息，请访问本公司网站 <https://www.beckhoff.com/secguide>。

Beckhoff 的产品和解决方案持续进行改进。这也适用于安全功能。鉴于持续进行改进，Beckhoff 明确建议始终保持产品的最新状态，并在产品更新可用后马上进行安装。使用过时的或不支持的产品版本可能会增加网络威胁的风险。

如需了解 Beckhoff 产品信息安全的信息，请订阅 <https://www.beckhoff.com/secinfo> 上的 RSS 源。

2 概述

在许多工厂，工件要在输送过程中进行加工。为此，需要同步刀具与工件的位置和速度，这样刀具就可以像对静止工件一样进行加工。此类应用的一个示例是，在输送过程中的锯子（飞锯）切割输送过程中的材料。TwinCAT 提供了飞锯功能，以实现此类应用。

TwinCAT PLC 库 Tc2_MC2_FlyingSaw 作为 *附加产品* 提供，可轻松管理飞锯。一个使用飞锯的示例程序采用了此功能库。

3 PLC 库概述

以下是 TF5055 TC3 MC Flying Saw PLC 库的概述。

飞锯

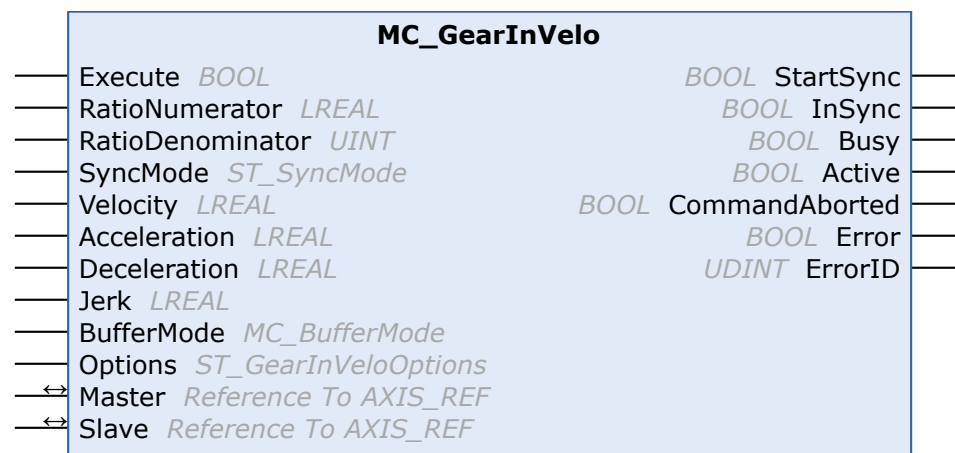
功能块	描述
MC_GearInVelo [► 10]	激活线性主从耦合。
MC_GearInPos [► 12]	精确同步从轴与主轴（飞锯）。
MC_ReadFlyingSawCharacteristics [► 14]	读取通用飞锯同步阶段的特征数据。

数据类型

数据类型	描述
ST_SyncMode [► 16]	各个位的设置。
MC_FlyingSawCharacValues [► 18]	飞锯同步特征参数的类型定义。

4 飞锯

4.1 MC_GearInVelo



功能块 *MC_GearInVelo* 激活线性主从耦合（齿轮耦合）。如果主轴在运动中，从轴将与主轴速度同步。该功能块接受分子/分母格式的固定齿轮比。

可以通过功能块 *MC_GearOut* 解除从轴的耦合。如果从轴在运动过程中解耦，其速度将保持不变，可以使用 *MC_Stop* 或 *MC_Halt* 停止其运动。

输入

```
VAR_INPUT
    Execute          : BOOL;
    RatioNumerator    : LREAL;
    RatioDenominator  : UINT;
    SyncMode          : ST_SyncMode;
    Velocity          : LREAL;
    Acceleration      : LREAL;
    Deceleration      : LREAL;
    Jerk              : LREAL;
    BufferMode         : MC_BufferMode;
    Options           : ST_GearInVeloOptions;
END_VAR
```

名称	类型	描述
Execute	BOOL	命令在 <i>Execute</i> 输入的上升沿执行。
RatioNumerator	LREAL	齿轮比分子。或者，如果分母为 1，可以在分子中以浮点值指定齿轮比。
RatioDenominator	UINT	齿轮比分母
SyncMode	ST_SyncMode	在数据结构 <i>SyncMode</i> [► 16] 中，同步过程的边界条件是通过各个标志指定的。
Velocity	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大速度。如果未指定速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认速度。 信息提示： 只有通过 <i>SyncMode</i> [► 16] 变量已激活速度检查时，才会检查此处所指定的速度。
Acceleration	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大加速度。如果未指定加速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认加速度。 信息提示： 只有通过 <i>SyncMode</i> [► 16] 变量已激活加速度检查时，才会检查此处所指定的加速度。
Deceleration	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大减速度。如果未指定减速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认减速度。 信息提示： 只有通过 <i>SyncMode</i> [► 16] 变量已激活减速度检查时，才会检查此处所指定的减速度。

名称	类型	描述
Jerk	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大加加速度。如果未指定加加速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认加加速度。 信息提示： 只有通过 SyncMode [► 16] 变量已激活加加速度检查时，才会检查此处所指定的加加速度。
BufferMode	MC_BufferMode	当前未实现
Options	ST_GearInVeloOptions	ST_GearInVeloOptions [► 20] 包含 2 个位置限值。可以激活对这些位置限值的检查。为此，必须在 SyncMode [► 16] 结构中设置 2 个标志 (GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos, GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos)。 分子必须为 1，分母必须为 4，才能达到 1:4 的比率。或者，分母可以为 1，并且可以在分子中将齿轮比指定为浮点数 0.25。分子可以是负数。

输入/输出

AXIS_REF 类型的轴数据结构，应当在系统中对应到唯一的轴。诸多其他参数中，轴数据结构还包含了轴的当前状态：位置、速度或错误状态等信息。

```
VAR_IN_OUT
  Master : AXIS_REF;
  Slave  : AXIS_REF;
END_VAR
```

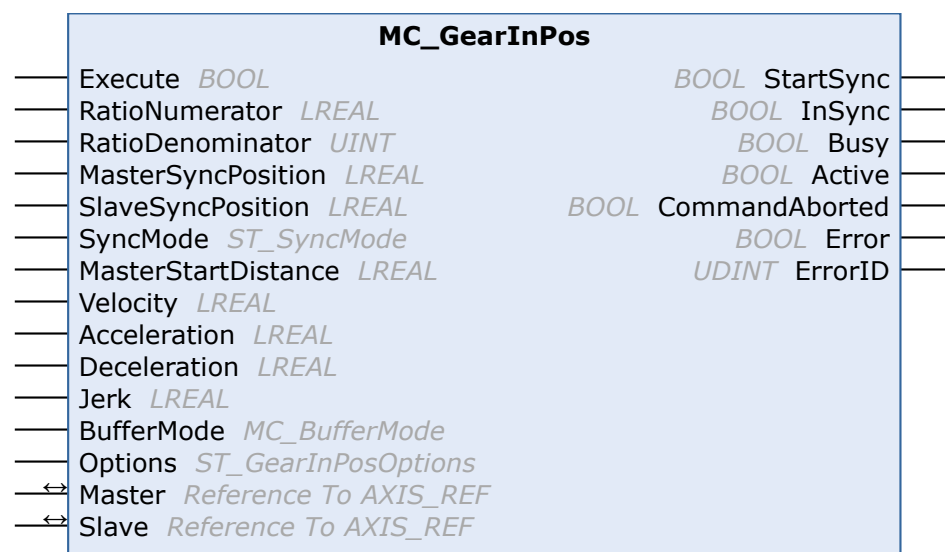
名称	类型	描述
Master	AXIS_REF	主轴
Slave	AXIS_REF	从轴

输出

```
VAR_OUTPUT
  StartSync      : BOOL;
  InSync         : BOOL;
  Busy           : BOOL;
  Active         : BOOL;
  CommandAborted : BOOL;
  Error          : BOOL;
  ErrorID        : UDINT;
END_VAR
```

名称	类型	描述
StartSync	BOOL	若已开始与主轴同步，则变为 TRUE。
InSync	BOOL	如果成功完成耦合且从轴与主轴实现同步，则变为 TRUE。
Busy	BOOL	当用 Execute 开始执行命令时，Busy 输出变为“TRUE”，并且在命令执行过程中保持“TRUE”状态。如果 Busy 再次变成“FALSE”，功能块就可以重新执行。同时，会对其中的 1 个输出进行设置：InSync、CommandAborted 或 Error。
Active	BOOL	true 表示该命令已执行。（当前为 Active=Busy，请参见 BufferMode）。
CommandAborted	BOOL	如果命令不能被完全执行，则变为“TRUE”。在耦合过程中，轴可能已解耦（发生了多个命令同时执行的情况）。
Error	BOOL	一旦发生错误，则变为“TRUE”。
ErrorID	UDINT	如果已设置错误输出，此参数可提供错误代码。

4.2 MC_GearInPos



功能块 *MC_GearInPos* 可使从轴与主轴（飞锯）精确同步。在主轴和从轴的同步位置点准确达到同步速度。

主轴必须已开始运动，否则无法实现同步。

可以通过功能块 *MC_GearOut* 解除从轴的耦合。如果从轴在运动过程中解耦，其速度将保持不变，可以使用 *MC_Stop* 或 *MC_Halt* 停止其运动。

输入

```
VAR_INPUT
Execute          : BOOL;
RatioNumerator   : LREAL;
RatioDenominator : UINT;
MasterSyncPosition : LREAL;
SlaveSyncPosition : LREAL;
SyncMode         : ST_SyncMode;
MasterStartDistance : LREAL;
Velocity         : LREAL;
Acceleration     : LREAL;
Deceleration     : LREAL;
Jerk             : LREAL;
BufferMode       : MC_BufferMode;
Options          : ST_GearInPosOptions;
END_VAR
```

名称	类型	描述
Execute	BOOL	命令在 <i>Execute</i> 输入的上升沿执行。
RatioNumerator	LREAL	齿轮比分子。或者，如果分母为 1，可以在分子中以浮点值指定齿轮比。
RatioDenominator	UINT	齿轮比分母
MasterSyncPosition	LREAL	主轴的同步位置
SlaveSyncPosition	LREAL	从轴的同步位置
SyncMode	ST_SyncMode	在数据结构 <i>SyncMode</i> [► 16] 中，同步过程的边界条件是通过各个标志指定的。
MasterStartDistance	LREAL	当前未实现。
Velocity	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大速度。如果未指定速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认速度。 信息提示： 只有通过 <i>SyncMode</i> [► 16] 变量已激活速度检查时，才会检查此处所指定的速度。

名称	类型	描述
Acceleration	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大加速度。如果未指定加速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认加速度。 信息提示： 只有通过 SyncMode [► 16] 变量已激活加速度检查时，才会检查此处所指定的加速度。
Deceleration	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大减速度。如果未指定减速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认减速度。 信息提示： 只有通过 SyncMode [► 16] 变量已激活减速度检查时，才会检查此处所指定的减速度。
Jerk	LREAL	从轴在未达到同步前的同步过程阶段的最大加加速度。如果未指定加加速度，则使用 System Manager 数据中轴的默认加加速度。 信息提示： 只有通过 SyncMode [► 16] 变量已激活加加速度检查时，才会检查此处所指定的加加速度。
BufferMode	MC_BufferMode	当前未实现
Options	ST_GearInPosOptions	ST_GearInPosOptions [► 19] 包含 2 个位置限值。可以激活对这些位置限值的检查。为此，必须在 SyncMode [► 16] 结构中设置 2 个标志 (GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos, GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos)。



分子必须为 1，分母必须为 4，才能达到 1:4 的比率。或者，分母可以为 1，并且可以在分子中将齿轮比指定为浮点数 0.25。分子可以是负数。

输入/输出

AXIS_REF 类型的轴数据结构，应当在系统中对应到唯一的轴。诸多其他参数中，轴数据结构还包含了轴的当前状态：位置、速度或错误状态等信息。

```
VAR_IN_OUT
    Master : AXIS_REF;
    Slave  : AXIS_REF;
END_VAR
```

名称	类型	描述
Master	AXIS_REF	主轴
Slave	AXIS_REF	从轴

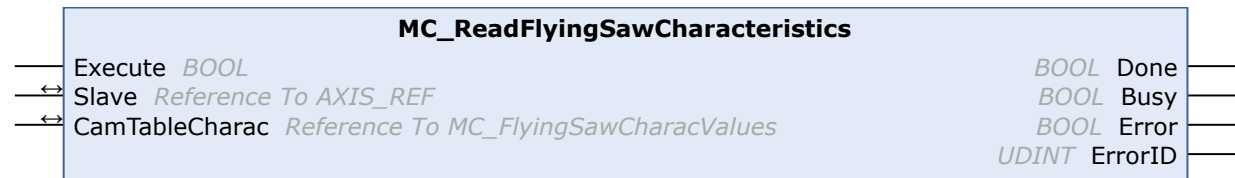
输出

```
VAR_OUTPUT
    StartSync : BOOL;
    InSync    : BOOL;
    Busy      : BOOL;
    Active    : BOOL;
    CommandAborted : BOOL;
    Error     : BOOL;
    ErrorID   : UDINT;
END_VAR
```

名称	类型	描述
StartSync	BOOL	若已开始与主轴同步，则变为 TRUE。
InSync	BOOL	如果成功完成耦合且从轴与主轴实现同步，则变为 TRUE。
Busy	BOOL	当用 Execute 开始执行命令时，Busy 输出变为“TRUE”，并且在命令执行过程中保持“TRUE”状态。如果 Busy 再次变成“FALSE”，功能块就可以重新执行。同时，会对其中的 1 个输出进行设置：InSync、CommandAborted 或 Error。

名称	类型	描述
Active	BOOL	true表示该命令已执行。（当前为 Active=Busy，请参见 BufferMode）。
CommandAborted	BOOL	如果命令不能被完全执行，则变为“TRUE”。在耦合过程中，轴可能已解耦（发生了多个命令同时执行的情况）。
Error	BOOL	一旦发生错误，则变为“TRUE”。
ErrorID	UDINT	如果已设置错误输出，此参数可提供错误代码。

4.3 MC_ReadFlyingSawCharacteristics



功能块 *MC_ReadFlyingSawCharacteristics* 可读取通用飞锯同步过程阶段的特征值。

输入

```

VAR_INPUT
    Execute : BOOL;
END_VAR
  
```

名称	类型	描述
Execute	BOOL	上升沿触发从 TwinCAT NC 读取特征值。



计算出的数据需等到通用飞锯启动后才能使用。

输入/输出

AXIS_REF 类型的轴数据结构，应当在系统中对应到唯一的轴。诸多其他参数中，轴数据结构还包含了轴的当前状态：位置、速度或错误状态等信息。

```

VAR_IN_OUT
    Slave : AXIS_REF;
    CamTableCharac : MC_FlyingSawCharacValues;
END_VAR
  
```

名称	类型	描述
Slave	AXIS_REF	从轴
CamTableCharac	MC_FlyingSawCharacValues	包含特征值 [► 18] 的结构。

输出

```

VAR_OUTPUT
    Done : BOOL;
    Busy : BOOL;
    Error : BOOL;
    ErrorID : UDINT;
END_VAR
  
```

名称	类型	描述
Done	BOOL	若数据集读取成功，则设置为“TRUE”。

名称	类型	描述
Busy	BOOL	当用 <i>Execute</i> 开始执行命令时， <i>Busy</i> 输出变为 “TRUE”，并且在命令执行过程中保持 “TRUE” 状态。如果 <i>Busy</i> 再次变成 “FALSE”，功能块就可以重新执行。同时，其中一个输出被设定： <i>Done</i> 或 <i>Error</i> 。
Error	BOOL	一旦发生错误，则变为 “TRUE”。
ErrorID	UDINT	如果已设置错误输出，此参数可提供错误代码。

5 数据类型

5.1 ST_SyncMode

```

TYPE ST_SyncMode :
STRUCT
  (* mode *)
  GearInSyncMode                                     : E_GearInSyncMode;

  (* 32 bit check mask ... *)
  GearInSync_CheckMask_MinPos                       : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_MaxPos                       : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_MaxVelo                     : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_MaxAcc                       : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_MaxDec                       : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_MaxJerk                     : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos               : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos               : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_OvershootPos                 : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_UndershootPos                 : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_OvershootVelo                : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_UndershootVelo                : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_OvershootVeloZero            : BOOL;
  GearInSync_CheckMask_UndershootVeloZero            : BOOL;

  (* operation masks ... *)
  GearInSync_OpMask_RollbackLock                    : BOOL;
  GearInSync_OpMask_InstantStopOnRollback            : BOOL;
  GearInSync_OpMask_PreferConstVelo                 : BOOL;
  GearInSync_OpMask_IgnoreMasterAcc                  : BOOL;
  GearInSync_OpMask_IgnoreSlaveAcc                   : BOOL;
  GearInSync_OpMask_DetailedErrorCodes               : BOOL;
END_STRUCT
END_TYPE

```

参数化边界条件，指定运行模式

在通用飞锯的同步阶段，可以为从轴运动指定多种边界条件。根据这些边界条件，可以为从轴指定下表所列的限制幅值。*SyncMode* 位掩码可用于检查各个限制值是否被监测。为同步过程阶段指定的边界条件也会影响同步的设定值曲线。边界条件是否会影响设定值曲线，以及以何种方式影响设定值曲线，可参见附件中的图表 [► 35]。

名称	描述
GearInSyncMode	参见 E_GearInSyncMode [► 18]

SyncMode 的位掩码

名称	值（十进制）	值（十六进制）	描述	边界条件
GearInSync_CheckMask_MinPos	1	0x0000 0001	检查从轴是否已超过其最小软限位值（机器数据）。另请参见 ST_GearInPosOptions [► 19]	$\text{pos}_{\text{Slave}} \geq \text{pos}_{\text{SlaveMin}}$
GearInSync_CheckMask_MaxPos	2	0x0000 0002	检查从轴是否已超过其最大软限位值（机器数据）。另请参见 ST_GearInPosOptions [► 19]	$\text{pos}_{\text{Slave}} \leq \text{pos}_{\text{SlaveMax}}$
GearInSync_CheckMask_MaxVelo	4	0x0000 0004	检查是否已超过允许的最大从轴速度（机器数据）。另请参见 ST_GearInVeloOptions [► 20]	$ \text{v}_{\text{Slave}} \leq \text{v}_{\text{SlaveMax}}$
GearInSync_CheckMask_MaxAcc	8	0x0000 0008	检查是否已超过最大从轴加速度（机器数据）	$\text{acc}_{\text{Slave}} \leq \text{acc}_{\text{SlaveMax}}$
GearInSync_CheckMask_MaxDec	16	0x0000 0010	检查是否已超过最大从站减速度（机器数据）	$\text{dec}_{\text{Slave}} \leq \text{dec}_{\text{SlaveMax}}$
GearInSync_CheckMask_MaxJerk	32	0x0000 0020	检查是否已超过最大从轴加加速度（机器数据）。	$\text{j}_{\text{Slave}} \leq \text{j}_{\text{SlaveMax}}$

名称	值（十进制）	值（十六进制）	描述	边界条件
GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos			还将检查 GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos 是否设置为“TRUE”。另请参见 ST_GearInVeloOptions [► 20]	
GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos			还将检查 GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos 是否设置为“TRUE”。另请参见 ST_GearInVeloOptions [► 20]	
GearInSync_CheckMask_OvershootPos	256	0x0000 0100	检查从轴位置是否超调。	
GearInSync_CheckMask_UndershootPos	512	0x0000 0200	检查从轴位置是否欠调。	
GearInSync_CheckMask_OvershootVelo	1024	0x0000 0400	检查从轴加速度是否超调。	
GearInSync_CheckMask_UndershootVelo	2048	0x0000 0800	检查从轴加速度是否欠调。	
GearInSync_CheckMask_OvershootVeloZero	4096	0x0000 1000	检查从轴速度是否超过 0.0。	
GearInSync_CheckMask_UndershootVeloZero	8192	0x0000 2000	检查从轴速度是否低于 0.0	
GearInSync_OptMask_DetailedErrorCodes			启用检查的详细错误代码。	

运行模式的位掩码

名称	值（十进制）	值（十六进制）	描述
GearInSync_OpMask_RollbackLock	65536	0x0001 0000	位 = 0: (默认值) 当从轴达到同步阶段后，所有后续的主轴运动均将保持同步耦合，直至耦合解除。当主轴改变方向并向后运动超过耦合位置，也同样如此，请参见 主轴运动反转/反向运动禁止 [► 32]。 位 = 1: 设置此位可激活反向运动禁止，在运动反转后，当主轴向后运动并超过耦合位置时，反向运动禁止会使从轴停止运动，请参见“主轴运动反转/反向运动禁止”。
GearInSync_OpMask_InstantStopOnRollback	131072	0x0002 0000	位 = 0: (默认值) 到达耦合位置后，从轴速度会按照五阶多项式平稳减速。该多项式经过优化，可尽快停止从轴运动，请参见“主轴运动反转/反向运动禁止”。 位 = 1: 根据设定值，从轴会在到达耦合位置后的 1 个 NC 时钟周期内停止运动。从轴速度设置为 0.0，位置保持不变。 这种突然停止会触发跟随错误监测系统！ 请参见“主轴运动反转/反向运动禁止”

名称	值（十进制）	值（十六进制）	描述
GearInSync_OpMask_PreferConstVelo	1048576	0x00100000	位 = 0: (默认值) 默认设置 位 = 1: 系统将尝试使用匀速阶段，而非仅适用 1 个五阶多项式。这样会导致五阶多项式、同步阶段和另一个五阶多项式（P5-P1-P5）组合在一起，请参见“主轴运动反转/反向运动禁止”。使用给定的最大加速度和减速度。为了控制和限制加加速度，建议在位掩码中设置 MAXJERK。
GearInSync_OpMask_IgnoreSlaveACC	2097152	0x00200000	位 = 0: (默认值) 默认设置 位 = 1: 在进行耦合计算时，将忽略主轴的加速度，即设置为零。这样导致使用内部优化。在中等加速度下，此规格会导致可容忍的跟随误差。在跟随误差减小后，相对位置精度便与此设置无关。



上述检查仅适用于同步过程阶段（GEARINSYNCSTATE_SYNCHRONIZING），不适用于同步运动阶段。这些计算和检查也只有在假定主轴在耦合时间后继续以恒定速度运动（即不受加速度影响）的情况下才可以进行。对主轴进行其他假设没有任何意义，因为在耦合时，一般不清楚主轴将来会如何运动。

另请参见：

- [错误代码 \[► 23\]](#)

5.2 E_GearInSyncMode

```

TYPE E_GearInSyncMode :
(
    GEARINSYNCMODE_POSITIONBASED,
    GEARINSYNCMODE_TIMEBASED
);
END_TYPE

```

参数	描述
GEARINSYNCMODE_POSITIONBASED	在此模式下，通用飞锯会根据主轴位置生成一个曲线，使从轴与主轴同步。
GEARINSYNCMODE_TIMEBASED	在此模式下，通用飞锯会生成一个随时间变化的运动曲线，以便将从轴与主轴同步，从而确保符合从轴的所有动态限值。此模式目前只适用于速度耦合。



基于时间的运动曲线（GEARINSYNCMODE_TIMEBASED）目前仅适用于功能块 MC_GearInVelo。

5.3 MC_FlyingSawCharacValues

```

TYPE MC_FlyingSawCharacValues :
STRUCT
    (* Master Velocity*)
    fMasterVeloNom      : LREAL; (* 1. master nominal velocity (normed:=> 1.0) *)

    (* characteristic slave data *)
    (*=====*)

    (* Start of cam table *)
    fMasterPosStart     : LREAL; (* 2. master start position*)
    fSlavePosStart      : LREAL; (* 3. slave start position *)

```

```

fSlaveVeloStart      : LREAL; (* 4. slave start velocity *)
fSlaveAccStart       : LREAL; (* 5. slave start acceleration *)
fSlaveJerkStart      : LREAL; (* 6. slave start jerk *)

(* End of cam table*)
fMasterPosEnd        : LREAL; (* 7. master end position *)
fSlavePosEnd         : LREAL; (* 8. slave end position *)
fSlaveVeloEnd        : LREAL; (* 9. slave end velocity *)
fSlaveAccEnd         : LREAL; (* 10. slave end acceleration *)
fSlaveJerkEnd        : LREAL; (* 11. slave end jerk *)

(* minimum slave position *)
fMPosAtSPosMin       : LREAL; (* 12. master position AT slave minimum position *)
fSlavePosMin         : LREAL; (* 13. slave minimum position *)

(* minimum slave velocity *)
fMPosAtSVeloMin      : LREAL; (* 14. master position AT slave minimum velocity *)
fSlaveVeloMin        : LREAL; (* 15. slave minimum velocity *)

(* minimum slave acceleration *)
fMPosAtSAccMin       : LREAL; (* 16. master position AT slave minimum acceleration *)
fSlaveAccMin         : LREAL; (* 17. slave minimum acceleration *)
fSVeloAtSAccMin      : LREAL; (* 18. slave velocity AT slave minimum acceleration *)

(* minimum slave jerk and dynamic momentum *)
fSlaveJerkMin        : LREAL; (* 19. slave minimum jerk *)
fSlaveDynMomMin      : LREAL; (* 20. slave minimum dynamic momentum (NOT SUPPORTED YET !) *)

(* maximum slave position *)
fMPosAtSPosMax       : LREAL; (* 21. master position AT slave maximum position *)
fSlavePosMax         : LREAL; (* 22. slave maximum position *)

(* maximum slave velocity *)
fMPosAtSVeloMax      : LREAL; (* 23. master position AT slave maximum velocity *)
fSlaveVeloMax        : LREAL; (* 24. slave maximum velocity *)

(* maximum slave acceleration *)
fMPosAtSAccMax       : LREAL; (* 25. master position AT slave maximum acceleration *)
fSlaveAccMax         : LREAL; (* 26. slave maximum acceleration *)
fSVeloAtSAccMax      : LREAL; (* 27. slave velocity AT slave maximum acceleration *)

(* maximum slave jerk and dynamic momentum *)
fSlaveJerkMax        : LREAL; (* 28. slave maximum jerk *)
fSlaveDynMomMax      : LREAL; (* 29. slave maximum dynamic momentum (NOT SUPPORTED YET !) *)

(* mean and effective values *)
fSlaveVeloMean       : LREAL; (* 30. slave mean absolute velocity (NOT SUPPORTED YET !) *)
fSlaveAccEff         : LREAL; (* 31. slave effective acceleration (NOT SUPPORTED YET !) *)

(* reserved space for future extension *)
reserved             : ARRAY[32..47] OF LREAL;

(* organization structure of the cam table *)
CamTableID           : UDINT;
NumberOfRows          : UDINT; (* number of cam table entries, e.g. number of points *)
NumberOfColumns       : UDINT; (* number of table columns, typically 1 or 2 *)
TableType             : UINT; (* MC_TableType *)
Periodic              : BOOL;

reserved2             : ARRAY[1..121] OF BYTE;
END_STRUCT
END_TYPE

```

飞锯同步特征参数的类型定义。

5.4 ST_GearInPosOptions

```

TYPE ST_GearInPosOptions :
STRUCT
    PositionLimitMin:      LREAL ;
    PositionLimitMax:      LREAL ;
END_STRUCT
END_TYPE

```

参数	描述
PositionLimitMin	还将检查 GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos 是否设置为“TRUE”。
PositionLimitMax	还将检查 GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos 是否设置为“TRUE”。

另请参见：

- [ST_SyncMode](#) [► 16]

5.5 ST_GearInVeloOptions

```
TYPE ST_GearInVeloOptions :  
STRUCT  
    PositionLimitMin:          LREAL ;  
    PositionLimitMax:          LREAL ;  
END_STRUCT  
END_TYPE
```

参数	描述
PositionLimitMin	还将检查 GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos 是否设置为 “TRUE” 。
PositionLimitMax	还将检查 GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos 是否设置为 “TRUE” 。

另请参见：

- [ST_SyncMode \[► 16\]](#)

6 示例程序

有关此的文档

📄 https://infosys.beckhoff.com/content/1033/TF5055_TC3_NC_Flying_Saw/Resources/2573794443.zip

7 技术支持和服务

倍福公司及其合作伙伴在世界各地提供全面的技术支持和服务，对与倍福产品和系统解决方案相关的所有问题提供快速有效的帮助。

下载搜索器

我们的下载搜索器包含我们供您下载的所有文件。您可以通过它搜索我们的应用案例、技术文档、技术图纸、配置文件等等。

可供下载的文件格式多种多样。

倍福分公司和代表处

若需要倍福产品的本地支持和服务，请联系倍福分公司或代表处！

倍福遍布世界各地的分公司和代表处地址可在倍福官网上找到：<http://www.beckhoff.com.cn>

该网页还提供更多倍福产品组件的文档。

倍福技术支持

技术支持部门为您提供全面的技术援助，不仅帮助您应用各种倍福产品，还提供其他广泛的服务：

- 技术支持
- 复杂自动化系统的设计、编程和调试
- 以及倍福系统组件的各种培训课程

热线电话：+49 5246 963-157

电子邮箱：support@beckhoff.com

倍福售后服务

倍福服务中心提供所有售后服务：

- 现场服务
- 维修服务
- 备件服务
- 热线服务

热线电话：+49 5246 963-460

电子邮箱：service@beckhoff.com

倍福公司总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Huelshorstweg 20
33415 Verl
Germany

电话：+49 5246 963-0

电子邮箱：info@beckhoff.com

网址：www.beckhoff.com

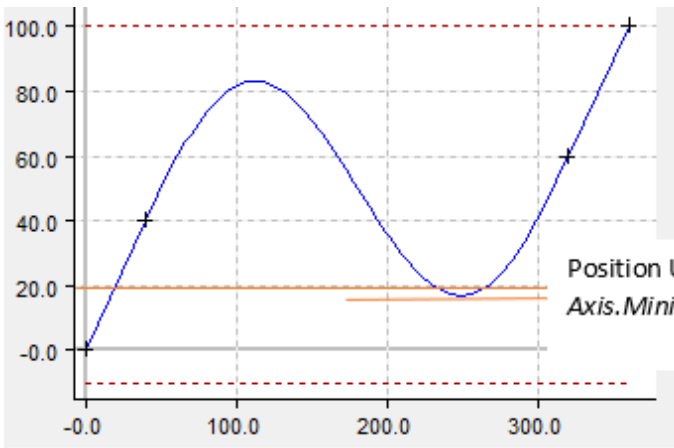
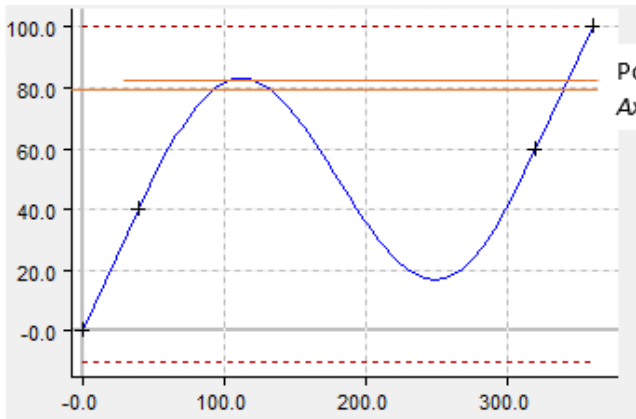
8 附录

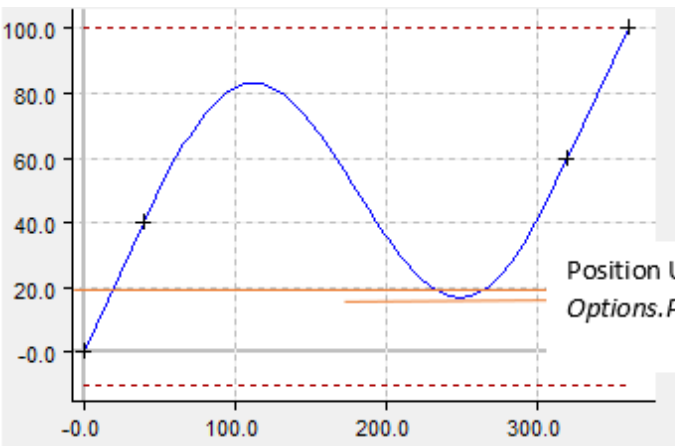
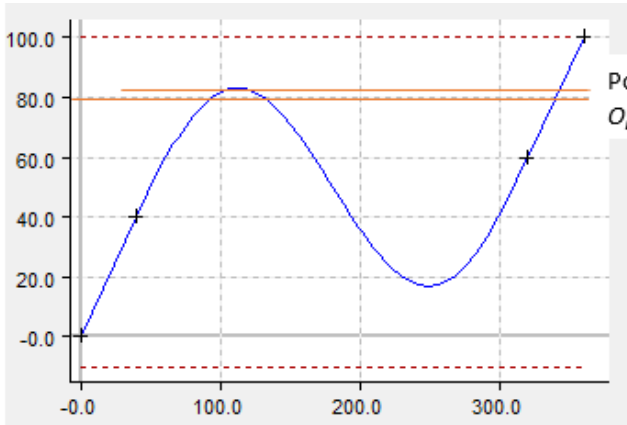
8.1 错误代码



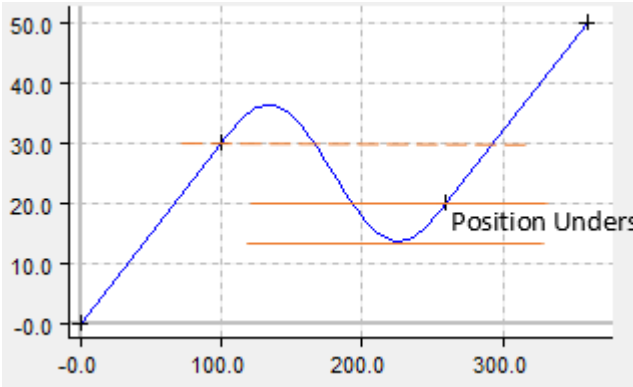
如果设置了 `GearInPos.SyncMode.GearInSync_OpMask_DetailedErrorCodes := TRUE`，飞锯检查将返回下述详细消息。否则，所有检查情况都会输出错误编号 42DF。

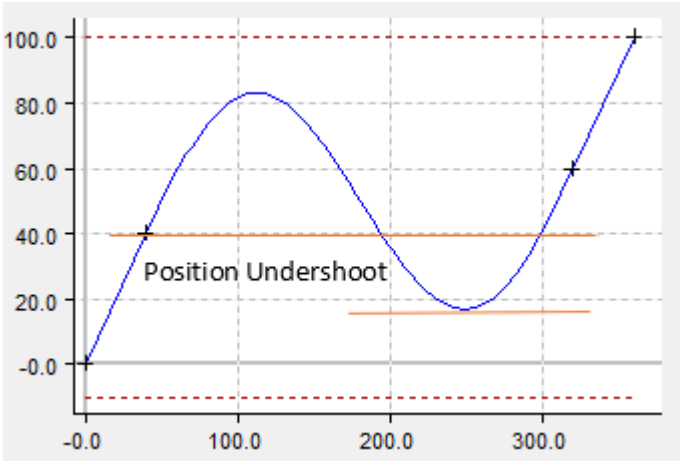
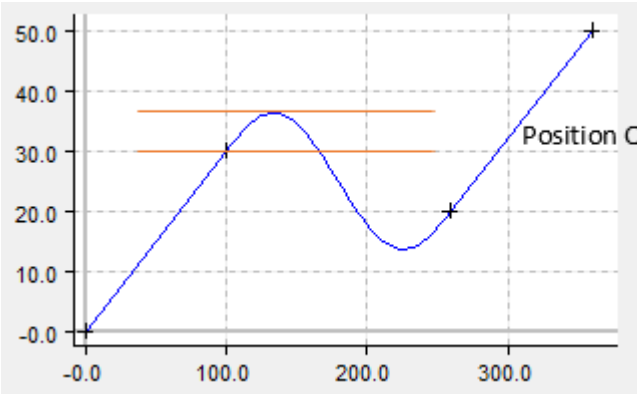
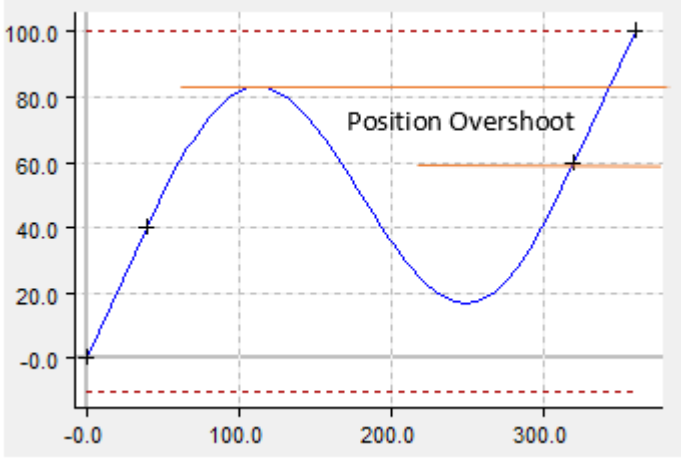
位置限值检查

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
4372	17266	同步曲线将偏离从轴的下限值。  Position Undershoot below <i>Axis.MinimumPosition</i> 在 <code>GearInSync_CheckMask_MinPos</code> 激活时进行检查。
4373	17267	同步曲线将偏离从轴的上限值。  Position Overshoot above <i>Axis.MaximumPosition</i> 在 <code>GearInSync_CheckMask_MaxPos</code> 激活时进行检查。
4374	17268	同步曲线将偏离用户位置限值 <code>Options.PositionLimitMin</code>。

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		 Position Undershoot below <i>Options.PositionLimitMin</i> 在 GearInSync_CheckMask_OptionalMinPos 激活时进行检查。
4375	17269	同步曲线将偏离用户位置限值 <i>Options.PositionLimitMax</i>。  Position Overshoot above <i>Options.PositionLimitMax</i> 在 GearInSync_CheckMask_OptionalMaxPos 激活时进行检查。

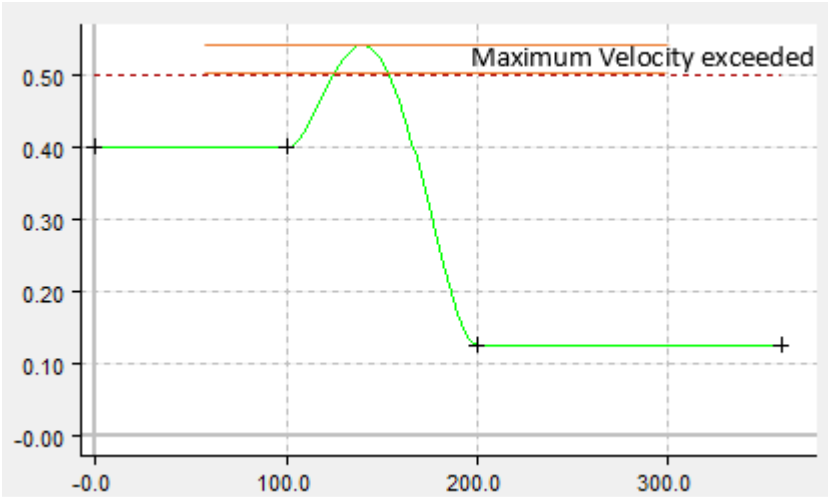
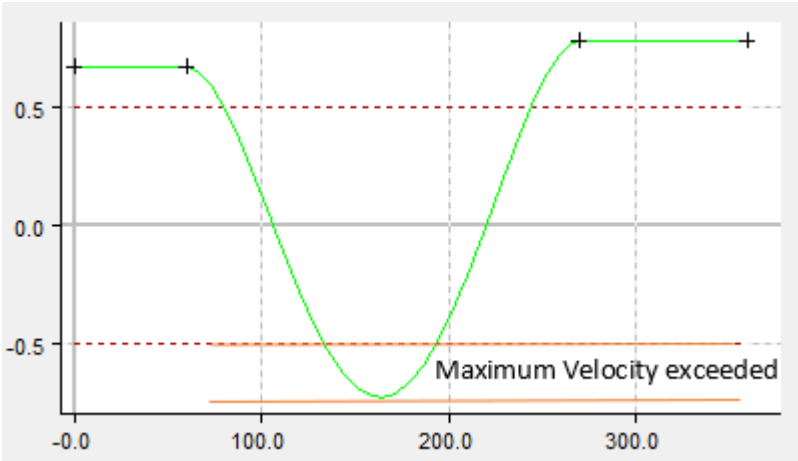
位置超调/欠调情况检查

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
4376	17270	同步点位于起点下方。因此，曲线在起始位置和同步位置下波动。  Position Undershoot 在 GearInSync_CheckMask_UndershootPos 激活时进行检查。
4377	17271	同步曲线将在飞锯的从轴起始位置下方回旋。

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		A line graph showing a blue curve representing position over time. The y-axis ranges from -0.0 to 100.0 with increments of 20.0. The x-axis ranges from -0.0 to 300.0 with increments of 100.0. A horizontal dashed red line is at 100.0. A horizontal solid orange line is at 40.0. The blue curve starts at (0,0), rises to a peak of approximately 85 at x=100, falls to a trough of approximately 20 at x=250, and then rises to 100 at x=350. A black cross marks the point (350, 100). The text 'Position Undershoot' is written in the center of the graph area. 在 GearInSync_CheckMask_UndershootPos 激活时进行检查。
4378	17272	同步点位于起点下方。同步曲线的波动将超出飞锯的从轴起始位置。 A line graph showing a blue curve representing position over time. The y-axis ranges from -0.0 to 50.0 with increments of 10.0. The x-axis ranges from -0.0 to 300.0 with increments of 100.0. Two horizontal solid orange lines are at 30.0 and 40.0. The blue curve starts at (0,0), rises to a peak of approximately 40 at x=150, falls to a trough of approximately 15 at x=250, and then rises to 50 at x=350. A black cross marks the point (350, 50). The text 'Position Overshoot' is written in the center of the graph area. 在 GearInSync_CheckMask_OvershootPos 激活时进行检查。
4379	17273	同步曲线的波动将超出飞锯的从轴同步位置。 A line graph showing a blue curve representing position over time. The y-axis ranges from -0.0 to 100.0 with increments of 20.0. The x-axis ranges from -0.0 to 300.0 with increments of 100.0. A horizontal dashed red line is at 100.0. A horizontal solid orange line is at 85. The blue curve starts at (0,0), rises to a peak of approximately 85 at x=100, falls to a trough of approximately 20 at x=250, and then rises to 100 at x=350. A black cross marks the point (350, 100). The text 'Position Overshoot' is written in the center of the graph area. 在 GearInSync_CheckMask_OvershootPos 激活时进行检查。

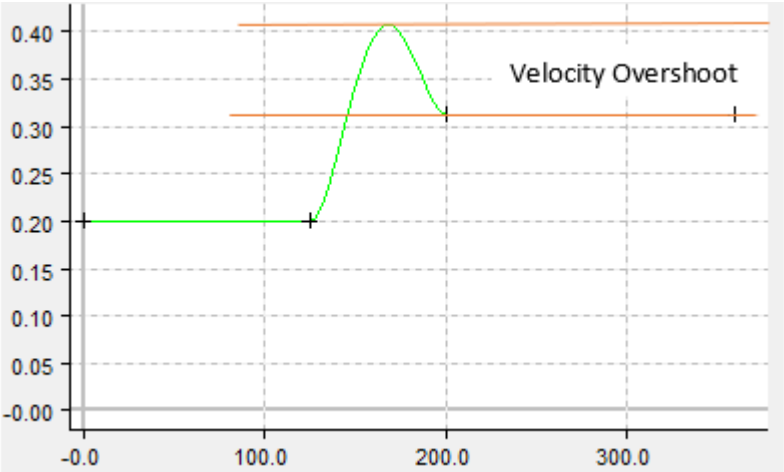
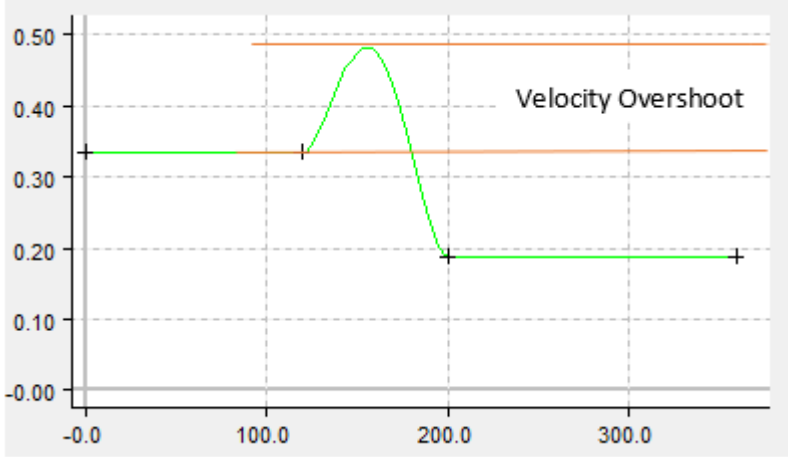
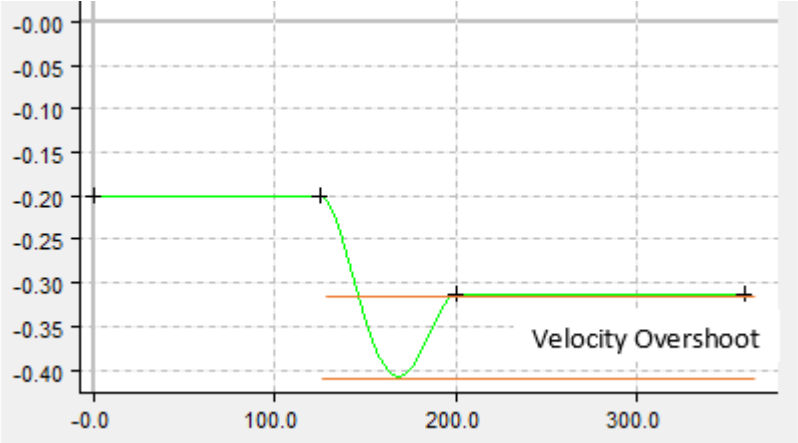
最大速度检查

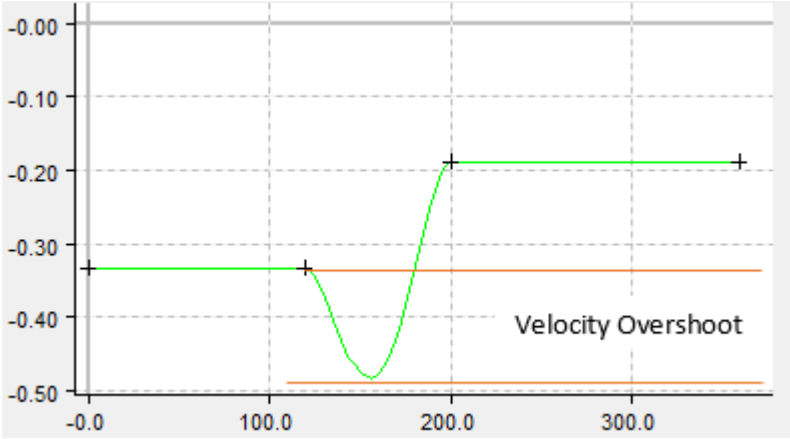
错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
437A	17274	同步曲线的最大速度高于从轴的最大速度。

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		 在 GearInSync_CheckMask_MaxVelo 激活时进行检查。
437B	17275	同步曲线的最大速度高于从轴的最大速度。  在 GearInSync_CheckMask_MaxVelo 激活时进行检查。

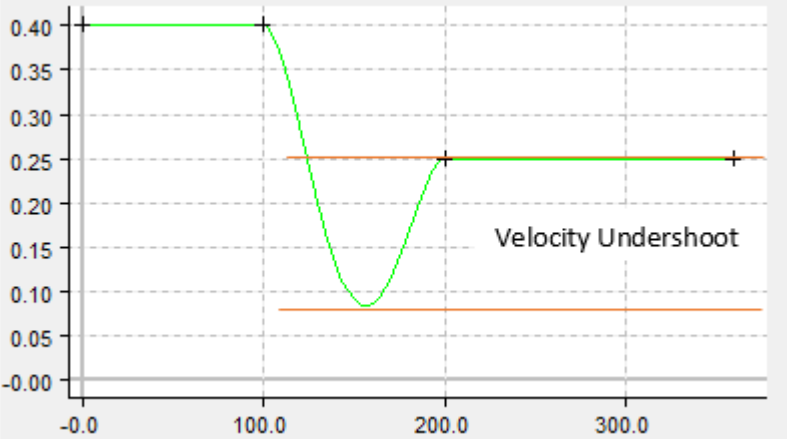
速度超调情况检查

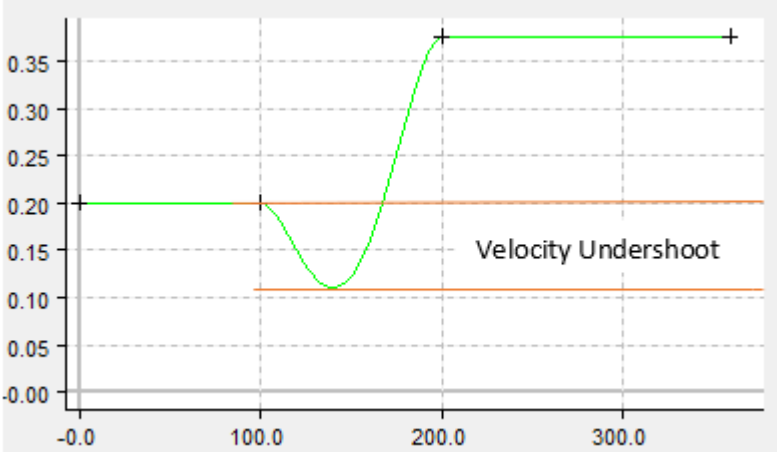
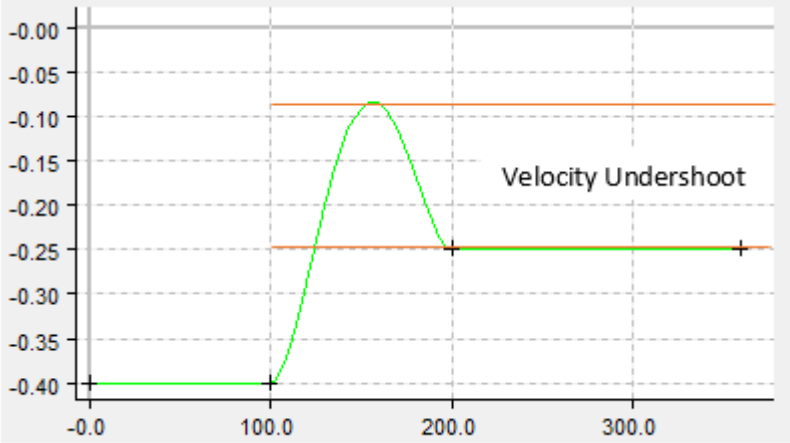
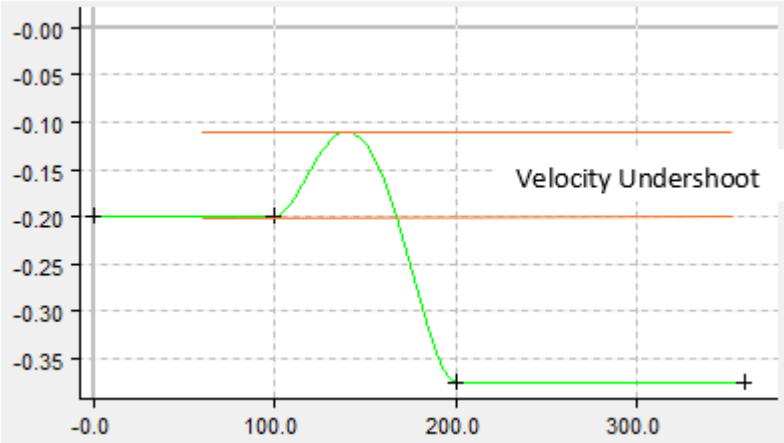
错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
437C	17276	同步曲线的最大速度将高于同步速度。 (正向运动，且起始速度低于同步速度)

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		 在 GearInSync_CheckMask_OvershootVelo 激活时进行检查。
437D	17277	同步曲线的最大速度将高于起始速度和同步速度。 (正向运动，且起始速度高于同步速度)  在 GearInSync_CheckMask_OvershootVelo 激活时进行检查。
437E	17278	同步曲线的最大速度将高于同步速度。 (反向运动，且起始速度低于同步速度)  在 GearInSync_CheckMask_OvershootVelo 激活时进行检查
437F	17279	同步曲线的最大速度将高于起始速度和同步速度。

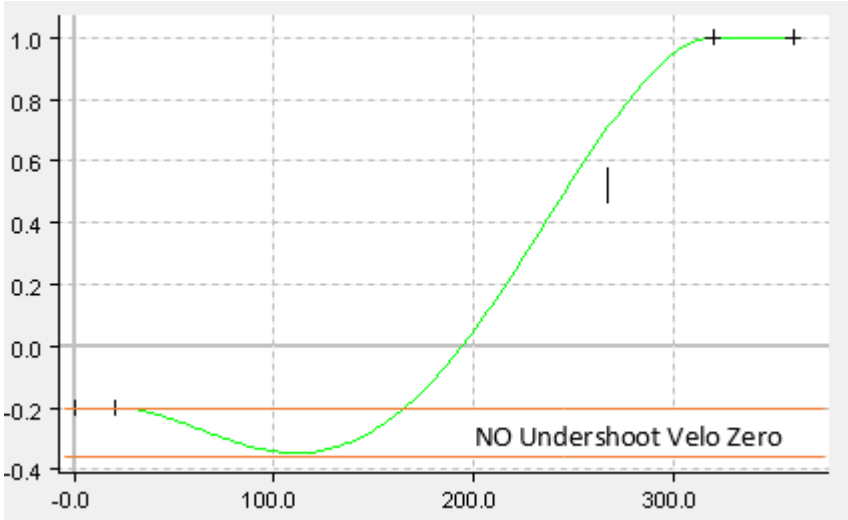
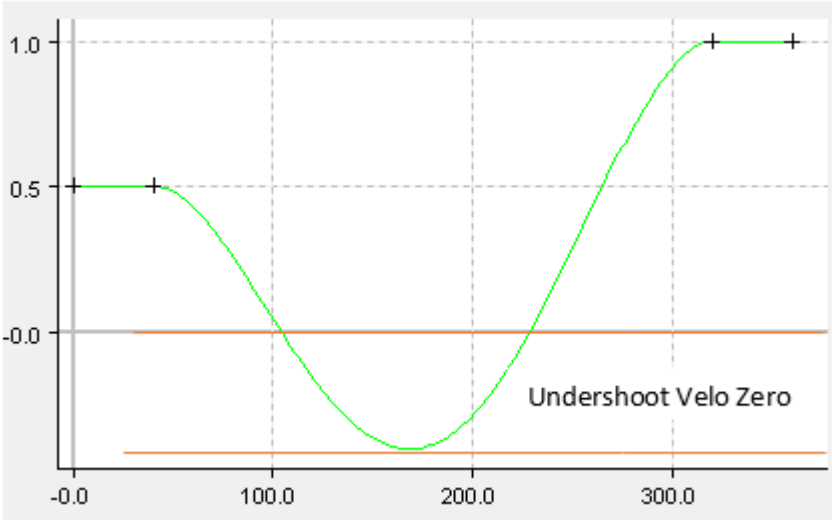
错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		（反向运动，且起始速度高于同步速度）  在 GearInSync_CheckMask_OvershootVelo 激活时进行检查。

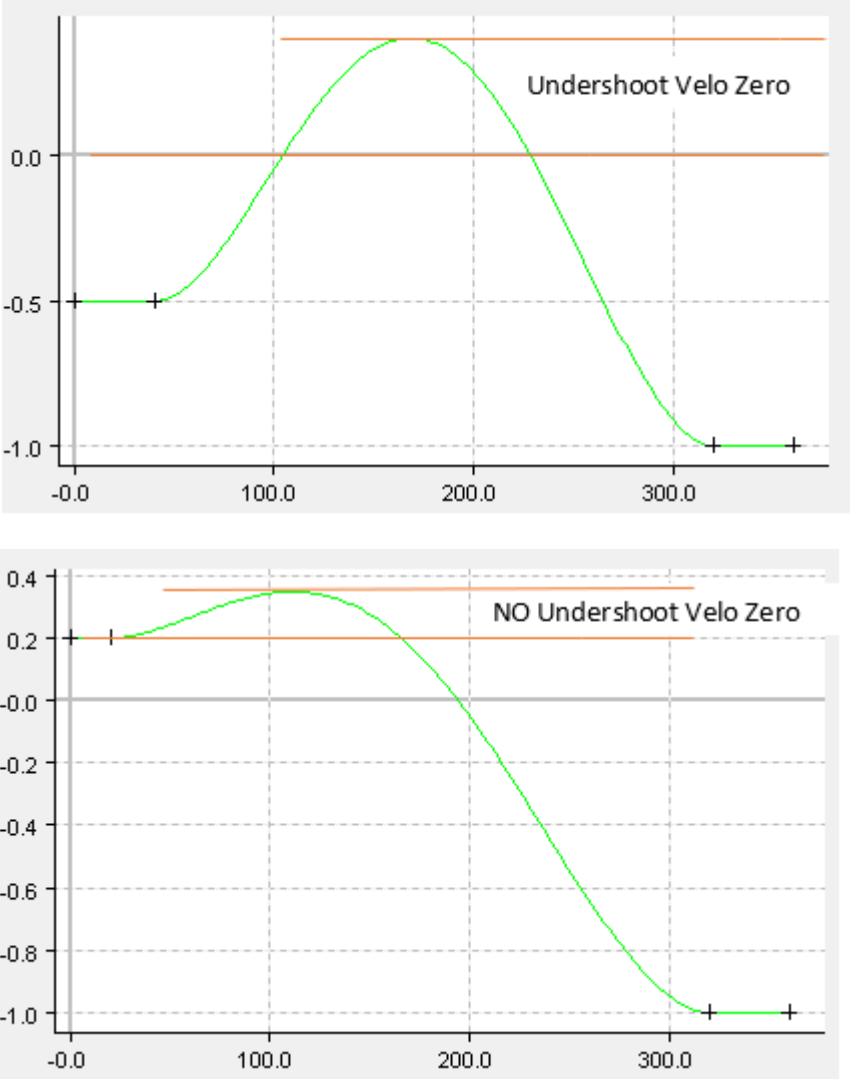
速度欠调情况检查

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
4380	17280	同步曲线的最小速度低于同步速度。 （正向运动，且起始速度高于同步速度）  在 GearInSync_CheckMask_UndershootVelo 激活时进行检查。
4381	17281	同步曲线的最小速度低于起始速度。 （正向运动，且起始速度低于同步速度）

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		 在 GearInSync_CheckMask_UndershootVelo 激活时进行检查。
4382	17282	同步曲线的最小速度低于同步速度。 (反向运动，且起始速度高于同步速度)  在 GearInSync_CheckMask_UndershootVelo 激活时进行检查。
4383	17283	同步曲线的最小速度低于起始速度。 (反向运动，且起始速度低于同步速度)  在 GearInSync_CheckMask_UndershootVelo 激活时进行检查。

运动方向反转情况检查

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
4386	17286	飞锯的速度在零以下波动；运动方向发生反转。 如果从轴一开始便向相反方向运动，则不会视其为“UndershootVeloZero”。（主轴正向运动）  在 GearInSync_CheckMask_UndershootVeloZero 激活时进行检查。
4387	17287	飞锯的速度在零以下波动；运动方向发生反转。 如果从轴一开始便向相反方向运动，则不会视其为“UndershootVeloZero”。（主轴反向运动）

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		 在 GearInSync_CheckMask_UndershootVeloZero 激活时进行检查。

最大加速度检查

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
4388	17288	同步曲线的最大加速度将高于从轴的最大加速度。 在 GearInSync_CheckMask_MaxAcc 激活时进行检查。
4389	17289	同步曲线的最大减速度将高于从轴的最大减速度。 在 GearInSync_CheckMask_MaxDec 激活时进行检查。

最大加加速度检查

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
438A	17290	同步曲线的最大加加速度将高于从轴的最大加加速度。 在 GearInSync_CheckMask_MaxJerk 激活时进行检查（检查 SlaveJerkMax）。
438B	17291	同步曲线的最大加加速度将高于从轴的最大加加速度。

错误（十六进制）	错误（十进制）	描述
		在 GearInSync_CheckMask_MaxJerk 激活时进行检查（检查 SlaveJerkMin）。

8.2 主轴运动反转/反向运动禁止

当主轴运动反转时，可通过 SyncMode中的2 位掩码 来定义通用飞锯的行为。
GEARINSYNC_OPMASK_ROLLBACKLOCK 位可激活反向运动禁止，当主轴在运动反转后向后运动并超过耦合位置（通用飞锯的启动位置）时，反向运动禁止可使从轴固定。第二个位
GEARINSYNC_OPMASK_INSTANTSTOPONROLLBACK可管理从轴从运动到停止的动态过程。

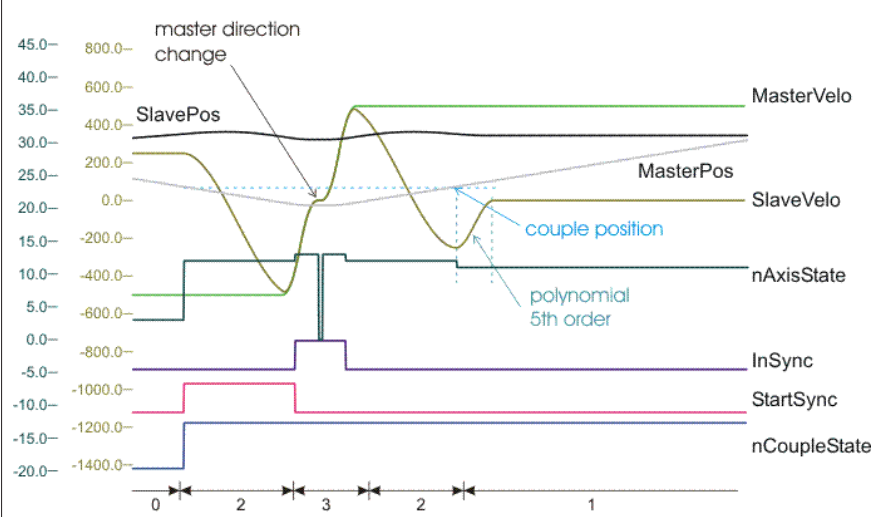
注意

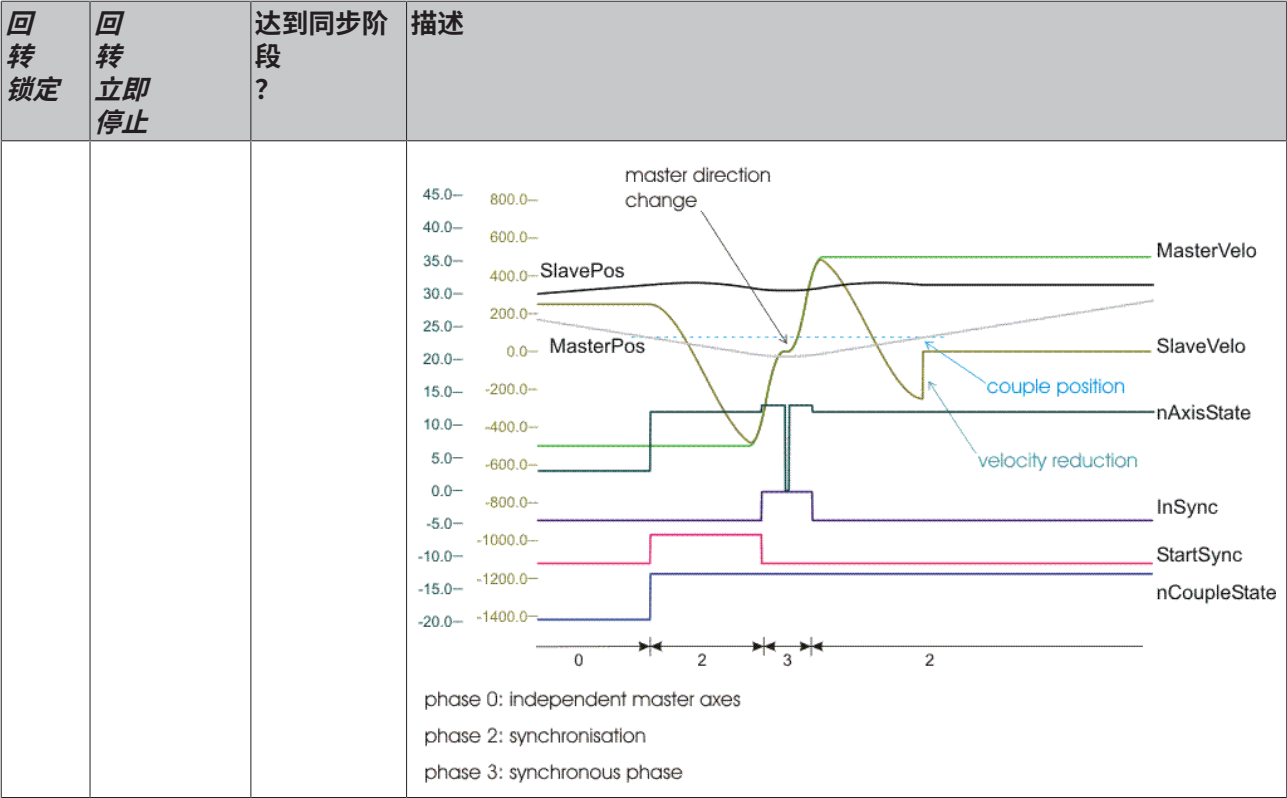
必须根据同步阶段是在运动反转之前到达，还是在同步阶段已经出现运动反转来区分这两个位的作用。

下文的概述将详细介绍 GEARINSYNC_OPMASK_ROLLBACKLOCK 和
GEARINSYNC_OPMASK_INSTANTSTOPONROLLBACK 位的作用。

回转 锁定	回转 立即 停止	达到同步阶段 ？	描述
0	0	是	案例 1: 使用左侧指定的位组合时，一旦通用飞锯进入同步阶段，所有主运动都将保持同步耦合。在下图中，主轴在同步阶段发生了运动反转，从而向后运动并超过耦合位置。此时正处于保持同步耦合的状态，因此从轴也向后运动并超过耦合位置。 The diagram illustrates the behavior of the system during a master direction change. It shows multiple signals over time, divided into three phases: phase 0 (independent master axes), phase 2 (synchronisation), and phase 3 (synchronous phase). Key signals include master direction change (yellow), SlavePos (black), MasterPos (grey), SlaveVelo (green), MasterVelo (blue), nAxisState (light blue), InSync (purple), StartSync (pink), and nCoupleState (dark blue). A horizontal dashed line indicates the 'couple position'. The diagram shows that during phase 2, the master direction changes, and the slave position follows the master position, maintaining synchronization. phase 0: independent master axes phase 2: synchronisation phase 3: synchronous phase
0	0	否	案例 2: 在完成同步之前，主轴的运动在同步阶段发生反转，从而向后运动并超过耦合位置。由于此时尚未达到同步阶段，因此，当到达耦合位置时，从轴的速度会以五阶多项式降低，最终达到静止状态。

回 转 锁 定	回 转 立 即 停 止	达 到 同 步 阶 段 ?	描 述
			phase 0: independent master axes Phase 1: pre phase Phase 2: synchronisation
0	1	否	案例 3: 与案例 2 类似，不同之处在于，从轴在到达耦合位置后，其速度会在 1 个时钟周期内降为零。 1 个时钟周期内的速度降低会触发该轴的跟随错误监测。 phase 0: independent master axes phase 2: synchronisation
0	1	是	案例 4: 行为与案例 1 相同。
1	0	否	案例 5: 行为与案例 2 相同。
1	0	是	案例 6:

回转 锁定	回转 立即 停止	达到同步阶段 ？	描述
			左侧所示的位组合用于激活通用飞锯的反向运动禁止。在下图中，主轴在同步阶段发生了运动反转，从而向后运动并超过耦合位置。在主轴向后运动的过程中，一旦到达耦合位置，从轴的速度就会以五阶多项式降为零。因此，一旦到达耦合位置，从轴的速度就会持续降低，从而防止从轴发生反转运动。  phase 0: independent master axes phase 1: pre phase phase 2: synchronisation phase 3: synchronous phase
1	1	否	案例 7： 行为与案例 3 相同。
1	1	是	案例 8： 左侧所示的位组合用于激活通用飞锯的反向运动禁止。在下图中，主轴在同步阶段发生了运动反转，从而向后运动并超过耦合位置。在主轴向后运动的过程中，一旦到达耦合位置，从动轴的速度就会在 1 个时钟周期内降为零。因此，一旦到达耦合位置，从轴的速度就会降低，从而防止从轴发生反转运动。 1 个时钟周期内的速度降低会触发该轴的跟随错误监测。



8.3 计算同步阶段

在计算同步过程阶段时，系统会尝试在遵守用户指定的边界条件的同时找到最优解。如果无法遵守指定的边界条件，则会拒绝进行耦合，并发出相应的错误消息。

优化

从下方的流程图可以看出，个别位掩码会对曲线计算的内部优化步骤产生一些影响，因为系统会根据预定义的规则（参见“可设置参数的边界条件”）搜索最佳值。本质上，使用的是五阶多项式或五阶多项式与一阶多项式的组合。五阶多项式一般不会出现超调，但与五阶多项式与一阶多项式的组合相比，加速度则更为适中。一阶多项式与五阶多项式的组合以始终避免出现超调的方式进行计算。但是，使用该组合会产生较高的加速度和减速度。例如，如果实际速度与同步速度一致，但必须补偿一定的位置偏差，则系统会在内部以最大加速度为函数来计算最佳速度。结果是一个五次多项式以及一个与计算速度有关的一阶多项式和一个五次多项式的组合。2 个五次多项式中至少有 1 个会利用最大加速度。为避免出现极端加加速度值，应开启加加速度检查功能。



只有在主轴和从轴耦合时均无加速度的情况下才能进行所示的优化。对于加速轴，使用五阶多项式进行同步，并检查其是否符合指定的边界条件，但无法进行优化。

注意

如果主轴为编码器轴（“外部编码器系统”），通常情况下，该轴在数学上必然存在加速度，必须特别注意对实际的加速度进行滤波。或者，也可以在编码器中取消选择确定实际加速度的选项，即设置为零。NC 内部也针对这一组合（主编码器轴与通用飞锯作为从轴的组合）内置了一套算法。该算法会在耦合时将量级小于 $(2.0 \cdot \text{比例因子}/\text{周期时间}^2)$ 的主轴加速度设置为零。

优化步骤 1:

目标：“速度曲线无超调或欠调”

首先尝试计算一个能使速度同步且不会出现超调或欠调的曲线（一阶多项式和五阶多项式的组合，或反之：简写形式为多项式1+多项式5或多项式5+多项式1）。如果在此阶段开启了加速度检查，并且超过了其中的1个或多个限值（加速度、减速度），随后计算生成另一条曲线，该曲线通常存在超调（基于5次多项式）。如果该曲线仍然超过其中的1个有效限值（加速度、减速度），系统最终会拒绝同步命令并显示错误代码。

优化步骤 2:

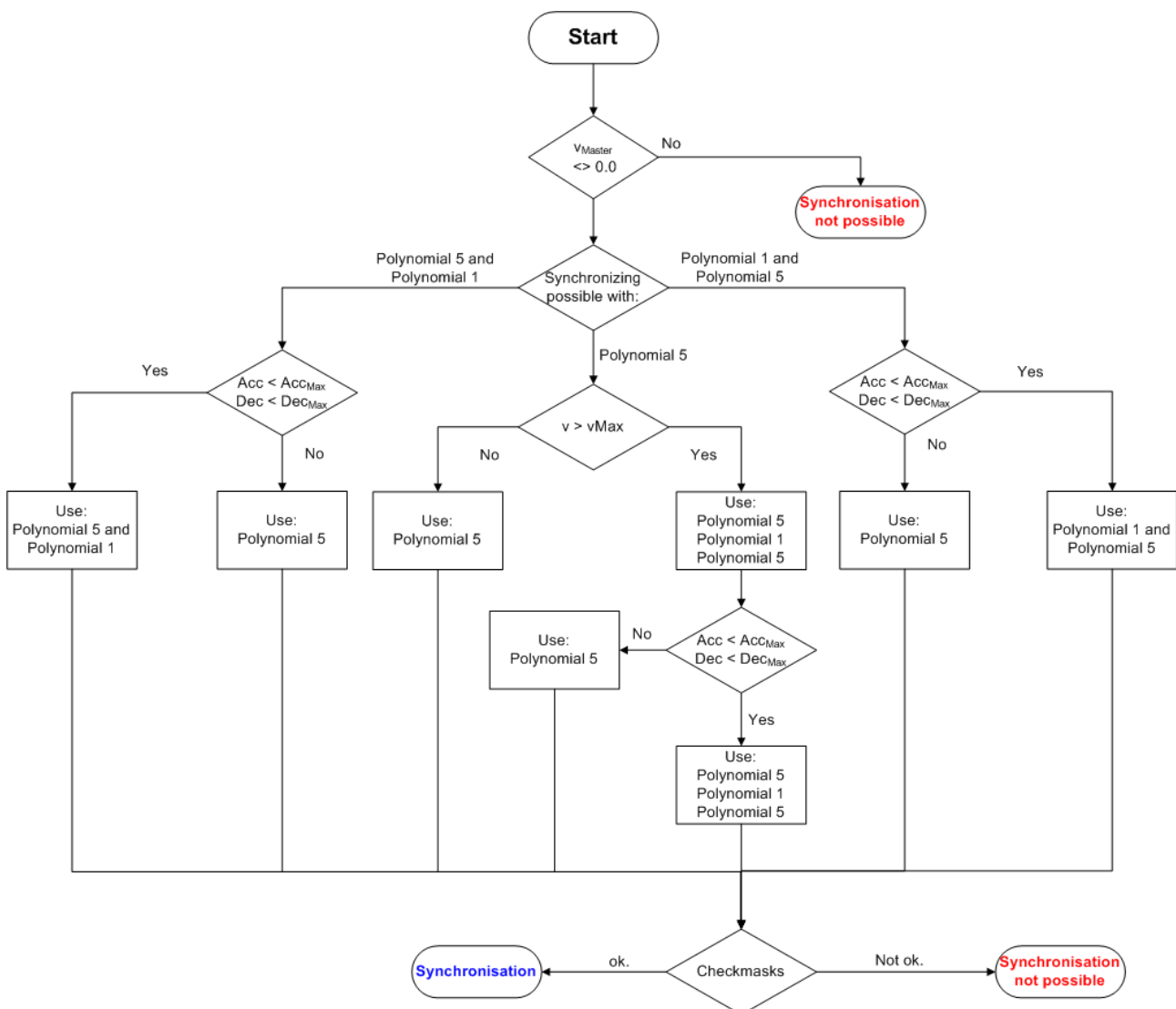
目标：“限制最大允许速度”

如果第一个优化步骤无法完成，第二个优化步骤将检查通用标准曲线是否超过从轴的最大允许速度（多项式5）。如果是，则尝试生成一个曲线，其中的最大曲线速度恰好等于从轴（机器数据）的最大允许速度（多项式5+多项式1+多项式5）。需要注意的是，这种优化尝试通常会导致更大的加速度或减速度值。

如果在此阶段开启了加速度检查，并且超过了其中的1个或多个限值，系统会拒绝此优化步骤2，最终对一个通常存在超调的曲线进行计算（多项式5）。如果该曲线仍然超过其中的1个有效限值（加速度、减速度），系统最终会拒绝同步命令并显示错误代码。

优化流程图:

下方的流程图说明了我们在内部进行的优化。从轴设定值曲线一般是以五阶多项式进行计算的。可将该五阶多项式与一阶多项式结合使用，以便满足已完成参数设置的边界条件。从下方的流程图中可以看出各个边界条件如何影响多项式的选择，进而影响设定值曲线的形式。“多项式 n 和多项式 m” 标签表示在同步阶段首先使用多项式 n，然后使用多项式 m。



Trademark statements

Beckhoff®, ATRO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, MX-System®, Safety over EtherCAT®, TC/BSD®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TwinSAFE®, XFC®, XPlanar®, and XTS® are registered and licensed trademarks of Beckhoff Automation GmbH.

更多信息:
www.beckhoff.com/tf5055

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
电话号码: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

