

CMMT-AS 脉冲同步功能



王金亮
Festo 技术支持
2021 年 8 月 6 日

关键词:

CMMT 同步, 脉冲同步, 飞锯, 刚性连接同步, X10, X3

摘要:

本文介绍了 CMMT 脉冲同步功能并以两轴刚性连接同步和飞锯同步进行实例调试演示。

目标群体:

本文仅针对有一定自动化设备调试基础的工程师, 需要对 Festo CMMT 伺服有一定了解。

声明:

本文档为技术工程师根据官方资料和测试结果编写, 旨在指导用户快速上手使用 Festo 产品, 如果发现描述与官方正式出版物冲突, 请以正式出版物为准。

我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境, 但现场设备型号可能不同, 软件/固件版本可能有差异, 请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容, 恕不另行通知。

目录

1	软/硬件版本.....	4
2	相关硬件接线.....	4
2.1	脉冲同步接线.....	4
2.2	从轴报错停止主轴的接线（可选）.....	5
3	同步相关参数设置及介绍.....	6
3.1	主轴 X10 口参数设置及说明.....	6
3.2	从轴的参数设置及说明.....	7
3.2.1	从轴同步口设置及说明.....	7
3.2.2	同步参数设置及说明.....	9
3.2.3	激活主/从同步设置及说明.....	10
4	同步实例演示.....	13
4.1	两轴刚性连接同步应用.....	13
4.2	飞锯同步应用.....	15

1 软/硬件版本

软/硬件	版本
Festo Automation Suite	V2.2.0.660
CMMT-AS Plug-in	V2.2.1.4
CMMT-AS Firmware	V020.0.5.78

2 相关硬件接线

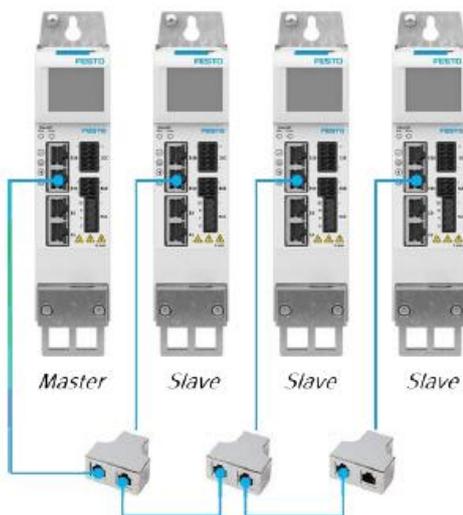
2.1 脉冲同步接线

脉冲同步接线常见有以下两种方式：

方式一：X10-X10

[X10] – [X10]

RJ45-T-Adapter

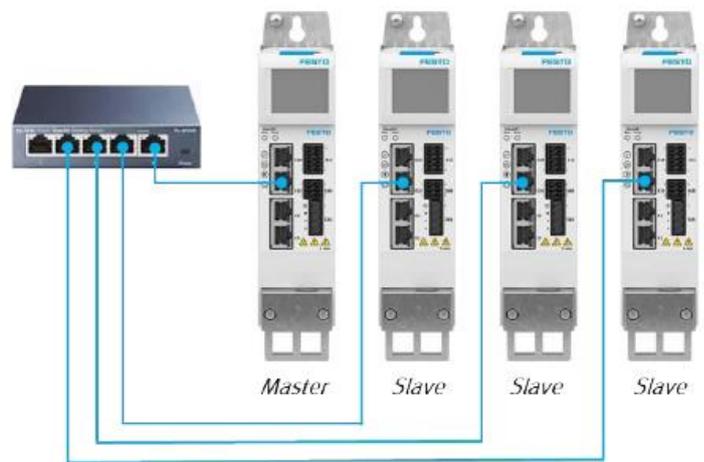


使用5类及以上的直连网线

设备之间同步线的最大长度25cm

最多连接16个从轴

Connector-Box / Hub



连接盒是无源直连

使用5类及以上的直连网线

每个分支最长100cm

最多连接16个从轴

X10-X10：这是主从同步的经典连接方式。[X10]接口既可以作为主轴脉冲发送端口也可以作为从轴脉冲接收端口。

优点：

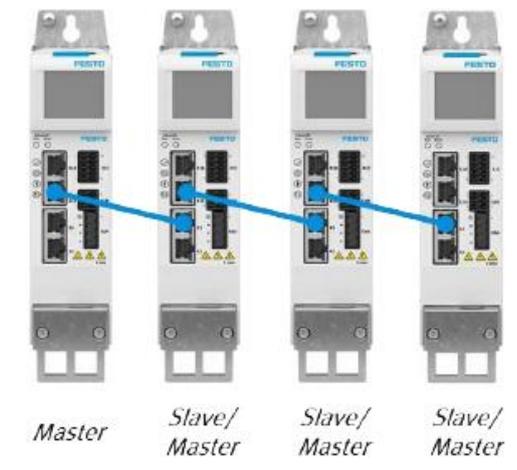
当一个主轴对应多个从轴时，主轴发出的脉冲可以同步到达每个从轴，每个从轴接收到的脉冲信号没有时差。

缺点：

1. 无法监控同步线是否断开，只能通过总线读取主从的实际位置然后进行位置对比判断；
2. 从轴驱动器无法监测[X2]编码器 1 和在[X10]检测到的主位置之间的位置差，因为这种监测只能在编码器 1 和编码器 2 [X3]之间实现。

方式二：X10-X3

Daisy-Chain [X10] – [X3]



使用5类及以上的直连网线

设备之间同步线的最大长度25cm

从站数量理论上没有限制

X10-X3：采用菊花链的连接方式。对于后面的从轴来说，它的 X3 作为接收脉冲端口，而它同时也是主轴， X10 也可以对外发送脉冲控制下一个从轴。

优点：

1. 节省连接硬件，不需要 T-adapter 或 Hub。
2. 当同步线意外断开时，从轴驱动器会报错 18 | 03 | 00235 Incremental encoder analysis invalid。
3. 从轴驱动器可以监测[X2]编码器 1 与[X3]检测到的主位置之间的位置差。

相关参数设置如下：

P1.4642.0.0	Damping time encoder monitoring	0.10	s	设定位置偏差的判断时间
P1.4643.0.0	Monitoring window encoder monitoring	0.001	m	设定位置偏差的判断区间
P1.4644.0.0	Actual value position difference encoder monitoring	0.0000003576001	m	X2口和X3口的实际位置偏差
P1.4645.0.0	Diagnostic category	Ignore (2)		当偏差超出设定后的状态设定，可根据具体应用更改为信息，警告或者错误

当偏差过大时，会有以下信息提示：

Tab. 474: Diagnostic Messages - Encoder Monitoring

ID Dx.	Name	Description
07 02 00133 (117571717)	Position difference encoder 1 to encoder 2 too large	Position difference encoder 1 to encoder 2 too large

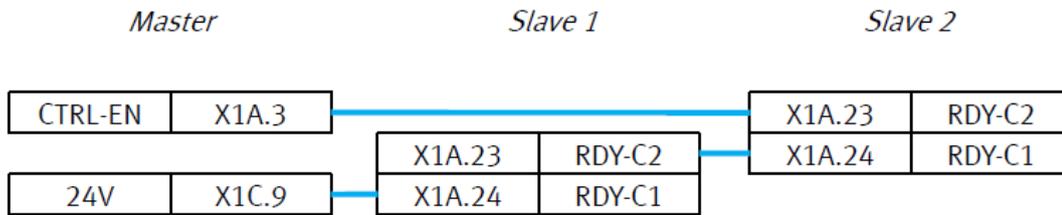
缺点：

当从轴数量过多时，主轴发出的脉冲与后面的从轴接收到的脉冲会有明显的延时。

2.2 从轴报错停止主轴的接线（可选）

在主从轴硬连接同步应用时，当从轴报错时，需要在最短的时间内停止主轴，以防止机械结构损坏。可按照以下方式接线。





当从轴报错时，它的 X1A.23 和 24 的无源触点会断开，从而切断主轴的使能（需要在 FAS 中将主轴使能方式设置为 IO 与总线）。相对于通过程序判断方式来切断使能，这种方式更加迅速，可最大限度避免机械结构损坏。

3 同步相关参数设置及介绍

3.1 主轴 X10 口参数设置及说明

X10

1	Selection of sync mode	Master (0)	
2	Encoder emulation source	Encoder 1 (0)	
3	Activate encoder emulation output	<input checked="" type="checkbox"/> Active	
4	Deactivate encoder emulation during homing	<input checked="" type="checkbox"/> Active	
5	Increments per revolution	16383	
6	Offset position	0.00 mm	
7	Activation counting direction reversal	<input type="checkbox"/> Active	

1. 设置同步主从轴模式，主轴 X10 的默认设置为 Master
2. X10 口脉冲输出来源：
Encoder 1 (0) => (Actual Position Encoder 1 [X2]) 电机编码器位置值
Encoder 2 (1) => (Actual Position Encoder 2 [X3]) 第二编码器位置值
Setpoint position (2) => 主轴位置设定值（理想信号，平滑无噪音，但没有编码器位置可靠。例如在力模式下或主轴无使能手推情况下，不会输出脉冲信号，从轴无法同步）
3. 是否激活 X10 口脉冲输出（主轴必须勾选）
4. 是否关闭主轴寻零过程时 X10 口脉冲输出（由于目前固件版本无法实现主从轴寻零同步，所以该选项必须勾选）
5. 主轴每转发送的脉冲数（针对高动态同步应用，建议设置的大一点，同时从轴同步噪声也会小一点。）
6. 设置脉冲输出的偏移量（由于主从之间是相对增量脉冲，无需设置）
7. 是否激活输出脉冲的 A/B 相反转（例如，激活后，主轴正转时，发出的是反转脉冲）

3.2 从轴的参数设置及说明

3.2.1 从轴同步口设置及说明

a. 如果采用从轴 X10 做同步

X10 口参数设置如下：

X10

1	Selection of sync mode	Slave (1)	■
2	Encoder selection	Incremental (4)	■
3	Active encoder	Incremental (4)	■
4	Absolute position	0.00 mm	■
5	Filter time constant	0.001 s	■
6	Invert encoder signal	<input type="checkbox"/> Active	■
7	Resolution	16383 incr/rev	■
8	Activate of position correction when zero pulse	<input type="checkbox"/> Active	■

1. 设置同步主从轴模式，从轴中设置为 Slave

2. 脉冲信号类型设置为 Incremental

3. 当前激活的脉冲信号类型（只读）

4. 主轴发过来的脉冲转换后的位置值（只读）

5. 滤波时间常数

滤波时间常数用于抑制接收脉冲的信号噪声。

应用的动态响应要求越高，滤波时间常数应该设置得越低(标准是 1ms)。

当同步时从轴有噪音，可适当增大滤波时间常数，但不可过大，否则脉冲信号会失真，同步变得粗糙。

6. 是否激活接收脉冲反转（例如：激活后，主轴发出正转脉冲，但从轴收到的是反转脉冲）。当主从轴的同步方向和应用需求不一致时，需要进行修改。

7. 分辨率（每转的脉冲数），与主轴中的设置保持一致

8. 是否激活零脉冲位置校准

当从轴收到的两个零脉冲之间的脉冲数和实际指定的分辨率不一致时，可激活这个参数来修正补偿。（常用于脉冲丢失的情况）

➤ 进给常量设置

Device settings	
Fieldbus	1
Digital I/O	
Analogue I/O	
Encoder interface	
Axis 1	12

当从轴采用X10口同步时，需
要在此写入主轴的进给常量

Feed constant

Encoder interface 1	90.00	mm/r	■
Encoder interface 2 (user defined)	90.00	mm/r	■
Encoder interface 3 (user defined)	90.00	mm/r	■

➤ 主从轴同步比例设置：

大部分的应用中，主从轴都是 1:1 同步，但是如果不同比例如何设置？

举例：如果要求同步时，主轴运行 3mm，从轴运行 10mm

设置如下：

P1.11591.0.1	Numerator gear unit (user defined)	10
P1.11592.0.1	Denominator gear unit (user defined)	3

b. 如果采用从轴 X3 做同步

X3 口参数设置如下（参数含义参考从轴 X10 口）：

Encoder 2 (X3)

Encoder selection	<input type="radio"/> Incremental (4)
Active encoder	Incremental (4)
Absolute position	0.0010133 mm
Filter time constant	0.001 s
Invert encoder signal	<input checked="" type="checkbox"/> Active
Resolution	16383 incr/rev
Activate of position correction when zero pulse	<input type="checkbox"/> Active

由于主轴X10口输出的脉冲类型只有增量型，所以接收的脉冲类型必须设置为增量型

➤ **进给常量设置**

Device settings	
Fieldbus	1
Digital I/O	
Analogue I/O	
Encoder interface	
Axis 1	12

当从轴采用X3口同步时，需
要在此写入主轴的进给常量

Feed constant

Encoder interface 1	<input type="radio"/>	90.00	mm/r
Encoder interface 2 (user defined)	<input checked="" type="radio"/>	90.00	mm/r
Encoder interface 3 (user defined)	<input type="radio"/>	90.00	mm/r

➤ **主从轴同步比例设置：**

举例：如果要求同步时，主轴运行 3mm，从轴运行 10mm
设置如下（注意：与采用 X10 口时设置的参数号不同）：

P1.11591.0.0	Numerator gear unit (user defined)	<input type="radio"/>	10
P1.11592.0.0	Denominator gear unit (user defined)	<input type="radio"/>	3

3.2.2 同步参数设置及说明

1. 选择脉冲同步源

- Inactive (0)：不激活主从同步
- Encoder Interface 2 [X3]：使用 X3 口作为同步口
- Encoder interface 3 [X10]：使用 X10 口作为同步口

2. 退出同步后，从轴停止在指定位置（仅当 Gear Out 模式选择为 Position1 或 2 时有效）

3. 当前同步状态。（参数号 P1.85607.0.0）PLC 通过读取该状态，来进行下一步操作。

状态	值	解释
Inactive	0	同步未激活
Waiting for Start Sync Pos.	1	等待主轴到达 Start Sync Pos.
Slave is synchronising up	2	正在同步
Slave synchronisation completed	3	同步完成
Master Sync Pos. reached	4	主轴到达 Master Sync Pos.
Slave is synchronising down	5	正在退出同步
Slave down synchronisation completed	6	同步退出完成
Gear Out Stop	8	Gear Out 模式为 STOP 时，主轴到达 End sync pos.时，从轴的状态
Error	100	同步错误

4. 同步状态达到 Slave synchronisation completed 的主从轴位置判定窗口。设置主从驱动之间的位置差的公差窗口，在这个位置差内允许从轴同步状态从 Slave is synchronising up 切换到 Slave synchronisation completed。

5. 同步状态达到 Slave synchronisation completed 的主从轴速度判定窗口。设置主从驱动之间的速度差的公差窗口，在这个速度差内允许从轴同步状态从 Slave is synchronising up 切换到 Slave synchronisation completed。

针对于以上两个参数的使用，解释如下：

在从轴追赶主轴过程中，只有当主从轴的位置和速度差值都在各自的公差判定窗口内时，才会转换为同步完成状态（立即且不需要监控时间），也就是说同步状态才会从 Slave is synchronising up 切换到 Slave synchronisation completed。

如果公差窗太大，那么同步状态（P1.85607.0.0）就会过早的切换到 Slave synchronisation completed。但主从轴此时的速度位置偏差还比较大，此时 PLC 接收到同步完成的信号后执行下一步工序，可能会导致工艺误差较大。

如果公差窗太小，导致在主轴位置到达 Master Sync Pos.之前，从轴同步状态无法完成，因为实际位置或速度差异不在给定的公差之内。最终会报错 Gear In failed。

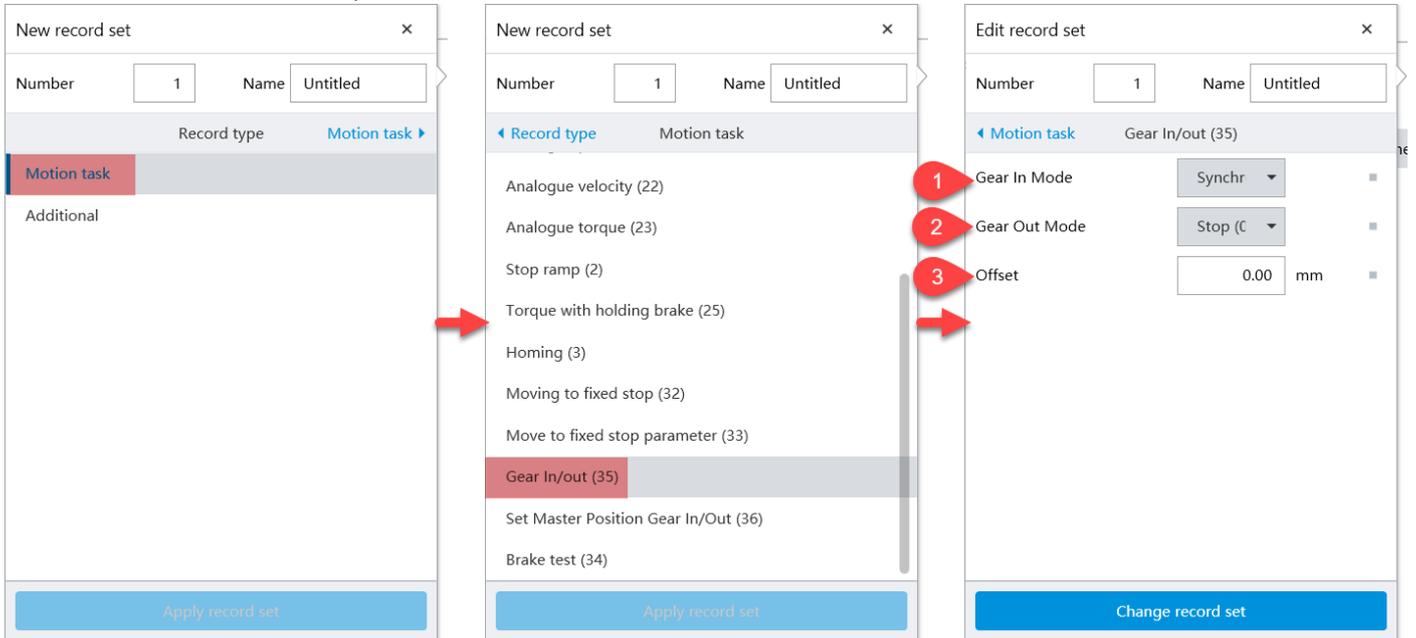
以下是推荐值，最终请客户根据实际应用进行调整。

- P1.85608.0.0 Tolerance Position <1mm
- P1.85609.0.0 Tolerance Velocity 20–40mm/s

6. 从轴建立同步（追赶主轴的过程）的动态参数
7. 从轴退出同步（脱离主轴的过程）的动态参数
8. 设定从轴在主轴超过这个位置时开始同步的位置
9. 定义在主轴通过这个位置之前，从轴同步过程必须完成的位置
10. 定义当主轴超过这个位置时开始启动退出同步的位置
11. 定义在主轴通过这个位置之前，从轴退出同步过程必须完成的位置
12. 显示当前虚拟主轴位置

3.2.3 激活主/从同步设置及说明

在 Record table 中添加 Gear In/out，如下图所示：



1. Gear In Mode 同步模式

- Synchronous Velocity:

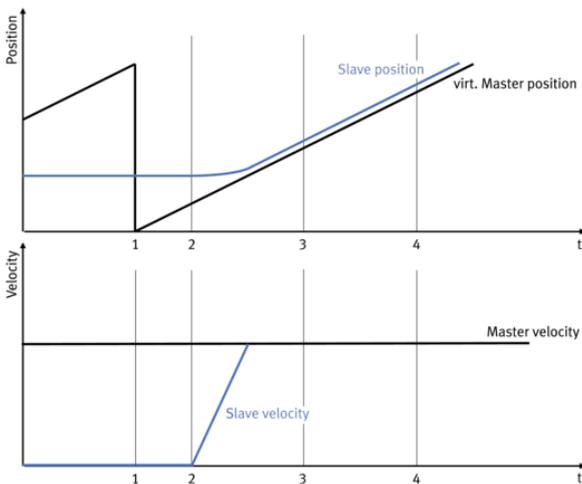


Fig. 115: Up synchronisation, "synchronous velocity" mode

Tab. 632: Legend for up synchronisation, "synchronous velocity" mode

Caption	
1	"Synchronous velocity" mode is executed.
2	Start Sync Pos (start of up synchronisation)
3	Master Sync Pos (target at which up synchronisation must be completed.)
4	End Sync Pos (start of down synchronisation)

当该模式启动时，虚拟主轴位置被设置为 0，当虚拟主轴位置到达 Start Sync Pos 时，从轴开始加速到主轴的速度，建立速度同步并保持。

● Synchronous Position Absolute:

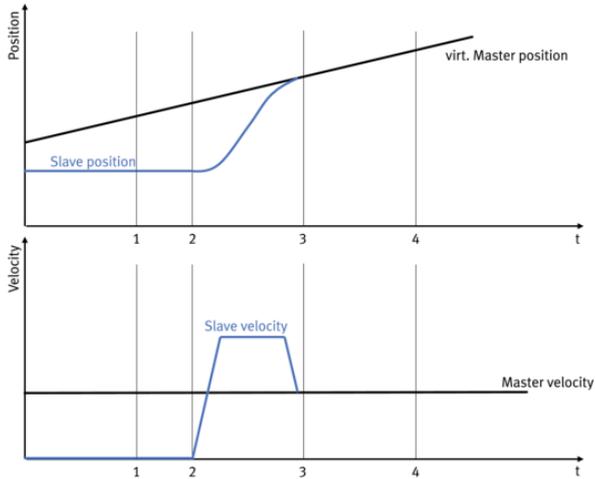


Fig. 117: Up synchronisation, "synchronous position, absolute" mode

Tab. 633: Legend for up synchronisation, "synchronous position, absolute" mode

Caption	
1	"Synchronous position, absolute" mode is executed.
2	Start Sync Pos (start of up synchronisation)
3	Master Sync Pos (target at which up synchronisation must be competed.)
4	End Sync Pos (start of down synchronisation)

当该模式启动时，虚拟主轴位置到达 Start Sync Pos，从轴开始加速追上虚拟主轴的位置，直至相等，建立位置同步并保持。

● Synchronous Position Relative 1:

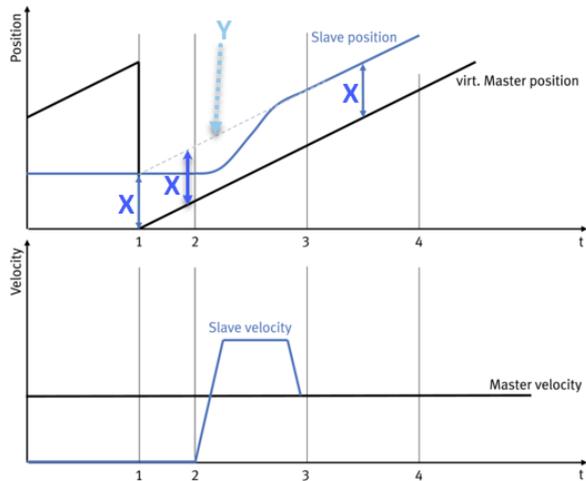


Fig. 119: Up synchronisation, "synchronous position, relative 1" mode

Tab. 634: Legend for up synchronisation, "Synchronous position, relative 1" mode

Caption	
1	"Synchronous position, relative 1" mode is executed.
2	Start Sync Pos (start of up synchronisation)
3	Master Sync Pos (target at which up synchronisation must be competed.)
4	End Sync Pos (start of down synchronisation)

当该模式启动时，虚拟主轴位置被设置为 0，并且当前的从轴位置 X 被记录。

当虚拟主轴位置达到“Start Sync Pos”时，从轴开始启动同步，追赶 Y 轨迹（ $Y = \text{虚拟主轴实时位置} + \text{同步模式触发时记录的从轴位置 } X$ ），直至相等，完成同步。

● Synchronous Position Relative 2:

Up synchronisation, "synchronous position, relative 2" mode

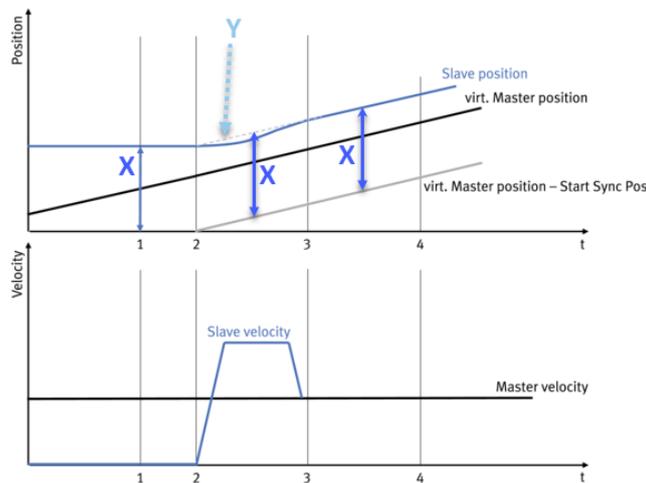


Fig. 120: Up synchronisation, "synchronous position, relative 2" mode

Tab. 635: Legend for up synchronisation, "Synchronous position, relative 2" mode

Caption	
1	"Synchronous position, relative 2" mode is executed.
2	Start Sync Pos (start of up synchronisation)
3	Master Sync Pos (target at which up synchronisation must be completed.)
4	End Sync Pos (start of down synchronisation)

当该模式启动时，虚拟主轴位置值会被保留，不会置 0，与此同时当前的从轴位置 X 被记录。

当虚拟主轴位置达到“Start Sync Pos”时，从轴开始启动同步，追赶 Y 轨迹（ $Y = \text{虚拟主轴实时位置} - \text{Start Sync Pos} + \text{同步模式触发时记录的从轴位置 X}$ ），直至相等，完成同步。

2. Gear Out Mode 退出同步模式

● Stop

当虚拟主轴位置到达“End Sync Pos.”，从轴将按照 Gear out 的动态参数进行减速直至停止。

● Position 1

当虚拟主轴位置到达“End Sync Pos.”，从轴将按照 Gear out 的动态参数运行到 Gear Out Target position（P1.85617.0.0），此过程是绝对定位，因此从轴需要寻零。

● Position 2

在同步模式激活时，从轴首先以 Gear Out 的动态参数移动到 Gear Out Target position，此过程是绝对定位，因此从轴需要寻零。

情况 1：如果从轴在虚拟主轴位置超过“Start Sync Pos”位置之前到达 Gear Out Target position，则从轴先停在 Gear Out Target position 等待，等到虚拟主轴位置到达“Start Sync Pos”位置后，开始追赶主轴发生同步。

情况 2：如果从轴在虚拟主轴位置超过“Start Sync Pos”之前没有到达 Gear Out Target position，此时从轴就不会再向 Gear Out Target position 移动，而是直接追赶主轴发生同步。

在到达“End Sync Pos”后，从轴继续以当前主轴速度向前移动。

此模式适用于飞锯应用。

● Velocity

当虚拟主轴位置到达“End Sync Pos.”，从轴将按照退出同步时主轴的速度继续运行下去。

3. Offset

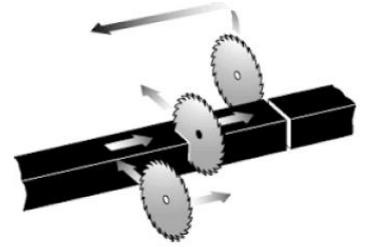
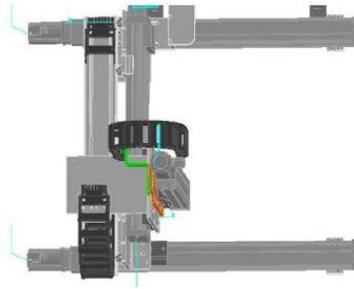
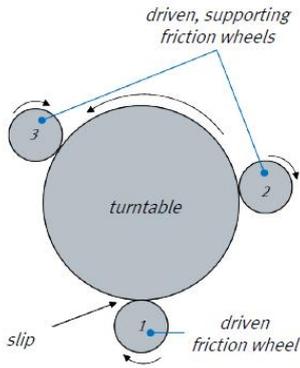
当同步模式被激活时，当前虚拟主轴的位置会加上 Offset 的值作为新的虚拟主轴位置值。

例如：当前虚拟主轴的位置值是 20mm，Offset 设置为-100。

那么当同步模式 Synchronous Position Absolute 激活时，虚拟主轴的位置会变成 $20 + (-100) = -80\text{mm}$

4 同步实例演示

在同步应用中，有以下三种常见案例：



第一种是多轴之间的速度同步，对位置无要求。

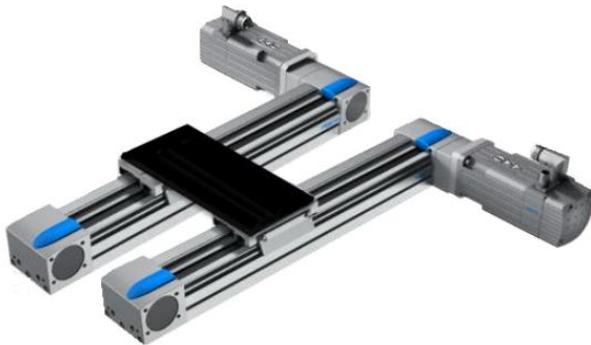
第二种是两轴之间刚性连接，固定位置同步。

第三种是飞锯应用。

针对于第一种引用只要使用速度同步模式（Synchronous Velocity）即可，这里就不展开说明。

针对于第二种和第三种，我们将在接下来的章节中详细介绍。

4.1 两轴刚性连接同步应用



要求：

- 主从轴必须都使用多圈编码器电机
- 两轴机械上对齐，保证机械零位对齐
- 每次断电后(例如:在启动 STO 或 SBC 或断开 CTRL-EN 后)，需要对两个轴进行对齐。可使用 PLC 程序读取主轴位置，然后执行从轴定位到相同的位置。
- 由 PLC 监控主从轴的状态和位置，如果观测到轴错误或位置偏差错误，则做出反应。

本例主从轴的硬件配置相同，如下图所示：

	CMMT-AS-C4-3A-PN-S1 5340815 Licenses	Maximum current 12.00 A	Intermediate circuit voltage 320.00 V	Supply voltage 230.00 V	 		
	EMMS-AS-70-M-LS-RMB 550121	Type Servo motor (2)	Holding brake Yes	Encoder protocol EnDat 2.1 (2)	Encoder type Multi turn (2)	Voltage 360.00 V	 
	ELGA-TB-KF-70-300-0H 8041851	Axis size 70	Feed constant 90.00 mm/r	Working stroke 300.00 mm	 		
	EAMM-A-N38-70A 1202331	Type Axial				 	

1. 主从轴的同步口设置（本例中从轴采用 X3 口同步）：

X10 主轴同步口设置

Selection of sync mode: Master (0)

Encoder emulation source: Encoder 1 (0)

Activate encoder emulation output: Active

Deactivate encoder emulation during homing: Active

Increments per revolution: 16383

Offset position: 0.00 mm

Activation counting direction reversal: Active

从轴同步口设置

Feed constant

Encoder interface 1: 90.00 mm/r

Encoder interface 2 (user defined): 90.00 mm/r

Encoder interface 3 (user defined): 90.00 mm/r

Encoder 2 (X3)

Encoder selection: Incremental (4)

Active encoder: Without encoder (7)

Absolute position: 0.00 mm

Filter time constant: 0.01 s

Invert encoder signal: Active

Resolution: 16383 incr/rev

Activate of position correction when zero pulse: Active

当采用X3口同步时，
将此参数设置主轴进给常量

2. 在从轴中设置同步参数设置

externdeu process data

Digital I/O

Analogue I/O

Encoder interface

Axis 1 12

Motor

Gearbox

Axis 11

Record table 1

Monitoring functions 1

Closed loop

Auto tuning

Vibration compensation

Feed forward control

Cam controller

Touch probe

Master/slave

Jog mode

Operator unit

Parameter list 12

General parameters

Source selection: Encoder interface 2 [同步接口选择X3口]

Tolerance Position: 1.00 mm

Gear Out Target position: 0.00 mm

Tolerance Velocity: 0.02 m/s

Status: Inactive (0)

Position diagram

Gear In

v: 0.10 m/s

a: 3.00 m/s²

j: 1000.00 m/s³

Sync

Gear Out

v: 0.10 m/s

a: 3.00 m/s²

j: 1000.00 m/s³

Start sync pos.: -999999. mm 比0小即可

Master sync pos.: 999999. mm 比0大即可

End sync pos.: 999999. mm 大于主轴的最大行程即可

Master stop pos.: 999999. mm 大于主轴的最大行程即可

Master axis pos.: 0.00 mm

该应用是在主轴静止下完成同步，所以Gear In参数无需设置

该应用不需要退出同步，Gear Out参数无需设置

3. 在从轴 Record Table 中添加同步命令

GearIn 模式选择 Synchronous Position Relative 1

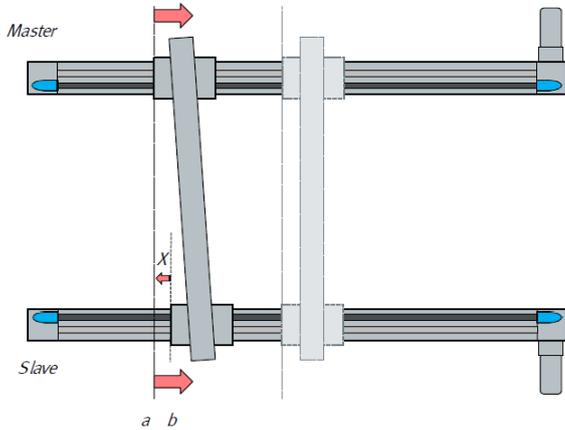
1	Untitled	Record type	Gear In Mode	Gear Out Mode	Offset	
		Gear In/out (35)	Synchronous Position Relative 1 (2)	Stop (0)	0.00 mm	▶ 🔗 ✎ 🗑️

当触发 Synchronous Position Relative 1 时，虚拟主轴位置会直接清零。结合在上一步中，已将 Start sync pos. 的值设置的比 0 小，那么此时主轴位置已经进入到同步触发区间，也就是说此时从轴可以立即与主轴建立同步。相对于绝对位置同步模式来说，这个模式可以使主从轴在任意位置立刻进入同步状态，不存在追赶过程，非常适合刚性连接同步。

4. 实际操作流程

- 在未安装硬连接之前，两轴可以分别正向点动，看运动方向是否一致，如果不一致，请将其中一个轴的电机旋转方向反转。（可通过勾选 P1.1170.0.0 参数实现）
- 两轴分别单独完成寻零（保证两轴零位 **绝对位置对齐**，例如：两轴挡块对齐，然后采用挡块寻零）

- 3) 确认主从轴无报错，都已进入 Ready 状态。通过 PLC 程序分别使能主从轴，调用并激活从轴 Record Table 中的 Gear In/out (35) 模式
- 4) 当通过 PLC (例如: 910 报文) 读取到同步状态 P1.85607.0.0=3 (Slave synchronisation completed) 时，主轴执行定位任务，观察从轴运行方向和比例是否和主轴一致。若方向不一致，需要激活从轴同步口设置里的 Invert encoder signal。
- 5) 以上确认无误，断开主从轴使能，安装硬连接机构
- 6) 安装完之后，两轴上使能，观察两轴之间是否存在位置偏差 X (一般偏差很小)。此时，可读取主轴的实际位置 a ，并将从轴执行绝对定位到位置 a ，消除偏差。偏差消除之后，同时监控两个轴的电流，如果静态电流过大，一方面考虑是否机械上存在相互憋劲的可能，需要再返回到第 5 步进行硬连接机构的调整。另一方面可考虑两轴零位有没有绝对位置对齐，在确保对齐后，再返回第 2 步进行操作。



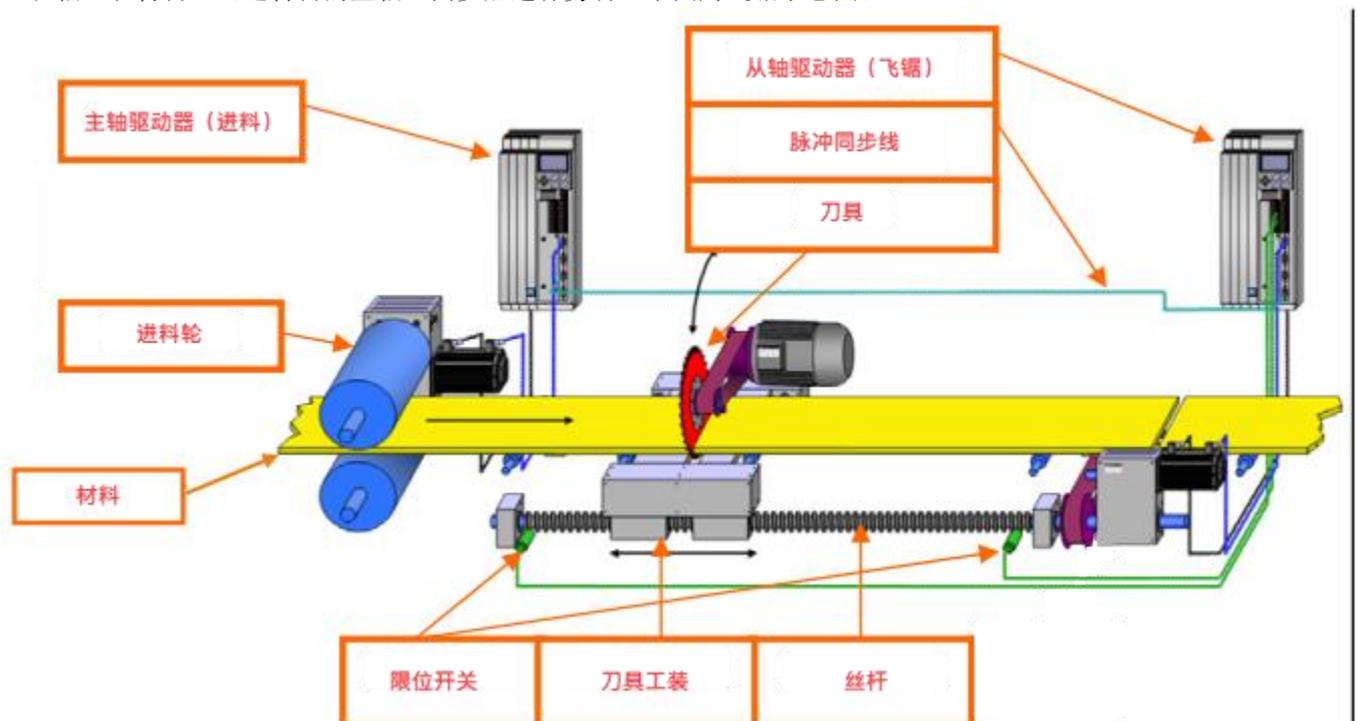
- 7) 确认两轴对齐无故障，PLC 程序激活从轴位置表中的 Gear In/out 模式，读取到同步状态为 3 (Slave synchronisation completed) 后，主轴即可执行定位任务。
- 8) 整个同步过程中，PLC 实时对比两轴的实际位置，当偏差过大时，及时停止两轴。

注意:

- 1.每次断电后(例如:在启动 STO 或 SBC 或断开 CTRL-EN 后)，都需要对两个轴进行对准(第 6 步)再同步。
- 2.以上步骤是建立在无机械打滑错位和无零位丢失的情况下。如果存在机械打滑错位或零位丢失，需要拆掉硬连接，并从第 2 步进行操作。

4.2 飞锯同步应用

在许多工业生产的切割应用中，为了提高生产效率，经常需要材料在运动中进行切割。在这种情况下，需要切割刀具(从轴)和材料(运送材料的主轴)同步后进行剪切。下图为飞锯示意图。

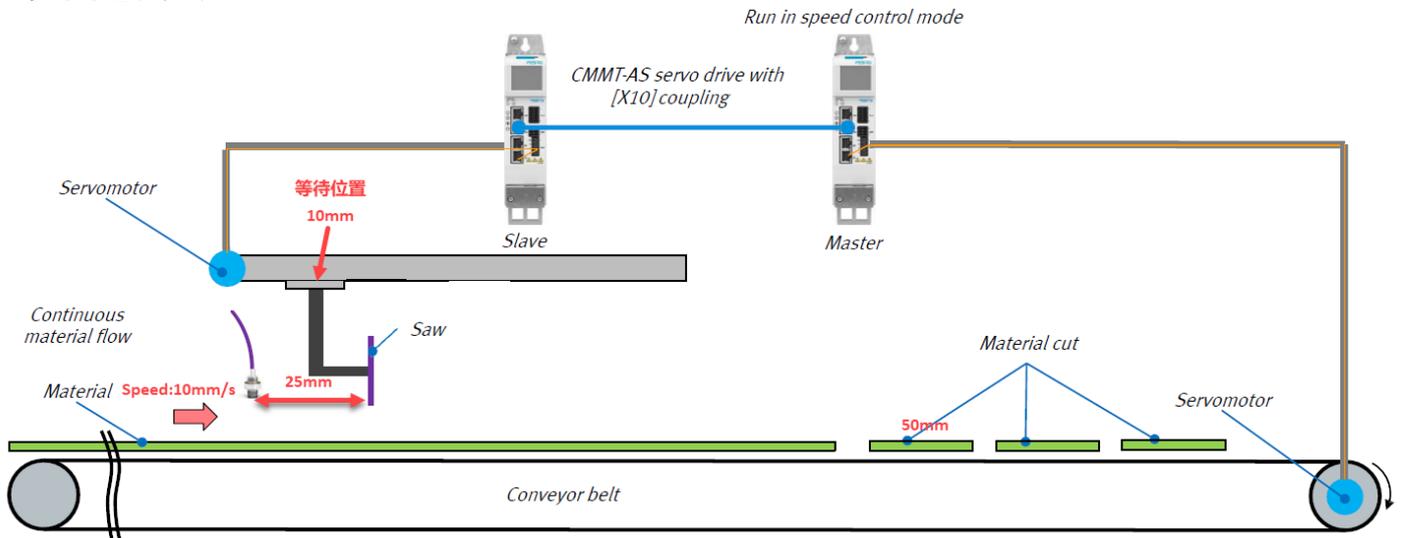


飞锯分为两种控制方式：一种是通过设定固定裁剪长度来连续自动控制的方式；另一种是通过外部传感器检测材料上的裁剪标记来控制的方式。

本例将采用通过设定固定裁剪长度来连续自动控制。

具体要求如下：

- 材料需要被连续切成 50mm 等长的小块
- 每当来新料，因其开头有毛刺，需要切掉 5mm
- 安装检测来料的传感器位置距离刀具的等待位为 25mm
- 刀具轴（从轴）的最大行程为 80mm
- 材料（主轴）的给进速度是 10mm/s
- 切割时间最大为 2s，由此计算出同步保持（相对静止）距离至少为 20mm
- 要求示意图如下：



本例主从轴的硬件配置一致，如下图所示：

	CMMT-AS-C4-3A-PN-S1 5340815 Licenses	Maximum current 12.00 A	Intermediate circuit voltage 320.00 V	Supply voltage 230.00 V	 	
	EMMS-AS-70-M-LS-RMB 550121	Type Servo motor (2)	Holding brake Yes	Encoder protocol EnDat 2.1 (2)	Encoder type Multi turn (2) Voltage 360.00 V	 
	ELGA-TB-KF-70-300-0H 8041851	Axis size 70	Feed constant 90.00 mm/r	Working stroke 300.00 mm	 	
	EAMM-A-N38-70A 1202331	Type Axial				 

1. 主从轴的同步口设置（本例中从轴采用 X10 口同步）：

X10 主轴同步口设置

Selection of sync mode: Master (0)

Encoder emulation source: Encoder 1 (0)

Activate encoder emulation output: Active

Deactivate encoder emulation during homing: Active

Increments per revolution: 16383

Offset position: 0.00 mm

Activation counting direction reversal: Active

Feed constant 从轴同步口设置

Encoder interface 1: 90.00 mm/r

Encoder interface 2 (user defined): 90.00 mm/r

Encoder interface 3 (user defined): 90.00 mm/r

X10

Selection of sync mode: Slave (1)

Encoder selection: Incremental (4)

Active encoder: Incremental (4)

Absolute position: 291.2681103 mm

Filter time constant: 0.001 s

Invert encoder signal: Active

Resolution: 16383 incr/rev

Activate of position correction when zero pulse: Active

当采用X10口同步时，
将此参数设置为主轴进给常量

2. 在从轴中设置同步参数

Prepared values

General parameters

Source selection: Encoder interface 3 [v]

Gear Out Target position: 10.00 mm

Status: Inactive (0)

同步接口选择X10口

Gear In动态参数要大于主轴的动态参数

Position diagram

这两个位置的差除以主轴的速度就是留给刀具切割的最大时间

刀具轴（从轴）等待位

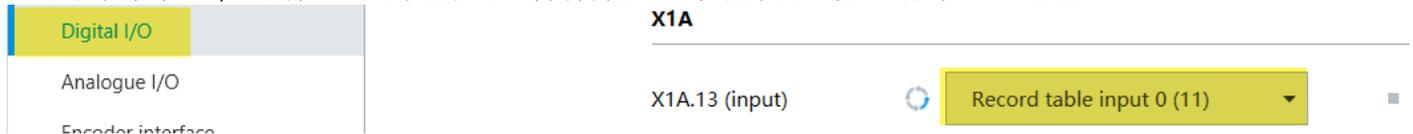
Gear Out动态参数的设置要确保刀具尽快回到等待位

开始同步的位置

退出同步的位置，在此应用中也是触发下一次同步的位置。小于刀具的最大行程，给刀具轴折返留出余量

小于/等于刀具轴的最大行程即可

3. 在从轴数字量 I/O 中将 X1A.13 设置如下，并将传感器（检测来料）接入到从轴 X1A.13 上



4. 在主从轴 Record Table 中添加命令

主轴中添加定位命令（测试实例没有传送带。如果是传送带，可以选择速度模式）

1	Untitled	Record type	Type	Target position	Velocity	Acceleration	Deceleration	Jerk	E
		Position (5)	Positioning absolute (0)	290.00 mm	0.01 m/s	1.00 m/s ²	1.00 m/s ²	1000.00 m/s ³	C

在从轴中添加控制和同步命令

1	Wait for sensor	Record type							
		Flow control (10)							
2	Untitled	Condition	Input	Status					
		Digital Input (4)	Record table 0 (11)	<input checked="" type="checkbox"/>					
2	First cut	Record type	Gear In Mode	Gear Out Mode	Offset				
		Gear In/out (35)	Synchronous Position Relative 1 (2)	Position 2 (2)	-30.00 mm				
3	Untitled	Condition							
		Execution completed (16)							
3	Cut length controlled	Record type	Gear In Mode	Gear Out Mode	Offset				
		Gear In/out (35)	Synchronous Position Relative 1 (2)	Position 2 (2)	-10.00 mm				
3	Untitled	Condition							
		Execution completed (16)							

Record 1： 等待指令。主轴运行，传感器 Record table input 0 等待材料的触发，当材料触发传感器后，跳转到 Record 2.

Record 2： 在触发同步命令后，刀具轴第一时间回到等待位。主轴继续向前运行，一旦虚拟主轴位置超过 Start Sync Pos. 的值，刀具轴开始移动，准备建立同步。同步建立后（同步状态 P1.85607.0.0=3），第一次裁剪，完成后（虚拟主轴位置达到 End sync pos.）触发下一步 Record 3 定长裁剪。

参数：

Gear In Mode = "Synchronous, position relative 1 (2)".

Gear Out Mode = "Position 2 (2)".

Offset = -(传感器到刀具等待位的距离 25mm + 期望剪裁长度 5mm)=-30mm

Record 3： 在触发同步命令后，刀具轴第一时间回到等待位。主轴继续向前运行，一旦虚拟主轴位置超过 Start Sync Pos. 的值，刀具轴开始移动，准备再次建立同步。同步建立后（同步状态 P1.85607.0.0=3）开始定长裁剪，完成后（虚拟主轴位置达到 End sync pos.）循环触发 Record 3 定长裁剪。由于每次退出同步和激活下一次同步的点都是当虚拟主轴位置达到 End sync pos. 时，所以材料的长度和 End sync pos. 有关。

关系如下：

End sync pos. - offset = 材料截取长度

参数：

Gear In Mode = "Synchronous, position relative 1 (2)"

Gear Out Mode = "Position 2 (2)"

Offset = End Sync Pos. (40mm) - 材料截取长 (50mm) = -10mm

5. PLC 控制流程：

a. 触发从轴 Record 1

b. 触发主轴 Record 1，定速移动（10mm/s）

c. 每当同步状态 P1.85607.0.0=3（Slave synchronisation completed）时（可使用 910 报文实时读取），启动裁剪。注意裁剪的最大时间控制在 2s 内。

6. 轨迹时序分析

