

A man in a light blue shirt is seen from the side, holding a tablet. He is in a factory environment with various industrial equipment and conveyor belts in the background. Overlaid on the image are several digital graphics: a '24/7' icon with a circular arrow, a 'NEWS' section with a person icon, a 'Home' button, and a network diagram with three people icons. The overall theme is industrial digitalization and online support.

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

# SMART 凸轮库

STEP 7-Micro/WIN SMART V2.8

# 法律信息

## 应用示例的使用

应用示例说明了通过文本、图形和/或软件模块形式的几个组件的交互来解决自动化任务。应用示例是西门子（中国）有限公司或其子公司（“西门子”）提供的免费服务。所有应用示例均“按现状”予以提供，且不提供保修、赔偿、支持或其他承诺。应用程序示例仅对典型任务提供帮助；它们不构成客户特定的解决方案。您有责任按照适用的法律法规正确和安全操作产品，还必须检查相应应用示例的功能并根据您的系统进行定制。您亦应当遵循警告、安全说明以及任何其他依法使用的信息（如适用），例如通用条件、文档或操作说明。

西门子授予您非排他性的、不可再许可的和不可转让的权利，由经过技术培训的人员、为您的内部业务目的使用应用示例。未经西门子书面许可，您不得将应用示例用于任何外部或商业用途，亦不得(i)转售、转移、分许可、发布、出借或出租任何应用示例或为任何第三方的利益使用；(ii) 修改、更改、篡改、修复；(iii) 逆向工程（reverse engineer）、反汇编（disassemble）、反编译（decompile）或以其他方式试图发现任何应用示例的源代码；(iii) 将任何应用示例用于开发或增强与该产品有竞争关系的任何竞争产品；或 (vi) 删除任何产品中包含或随附的任何专有声明或图例。您对应用示例的使用还应遵守附件的“可接受的使用政策”。

对应用程序示例的任何更改都由您负责。该应用实例无须接受收费产品的习惯测试和质量检验；它们可能具有功能和性能缺陷以及错误，其所包含的功能未必能满足您的要求。您有责任据此设计您的使用机制并以恰当的方式使用它们，从而确保可能发生的故障均不会导致环境、财产损失或人身伤害。

## 免责声明

西门子不基于任何法律原因而对应用示例的使用承担任何责任，包括但不限于应用示例的可用性、完整性和无缺陷性以及相关信息、配置和性能数据及其造成的任何损害。这不适用于适用法律有强制性规定的情况，或故意、重大过失造成的人身伤害。上述规定并不意味着对您不利的举证责任的任何改变。对于第三方因您使用应用示例而提出的任何索赔，您应向西门子作出赔偿，除非西门子负有法定赔偿责任。

通过使用应用示例，您承认西门子对上述责任条款之外的任何损害不承担责任。

## 知识产权

应用示例及其所有权利，但不限于其中的专有权利(包括但不限于应用示例中包含的源代码、目标代码、图片、照片、动画、视频、音频、音乐、文本和小程序)、随附材料和每份副本，以及其中的所有知识产权(包括任何版权、专利、商标、商业秘密和公开权)均归西门子、其许可方或关联公司所有。除非本文件明确规定，西门子未就上述知识产权向您明示或默示授予任何权利。您同意，对于任何因您使用应用示例而引发的知识产权侵权索赔或诉讼或与之相关的任何其他损害，应由您(而非西门子)全权负责。

## 其他信息

西门子保留随时更改应用示例的权利，无需另行通知。如果应用实例中的建议与其他西门子文档(如目录)之间存在差异，则应优先考虑其他文件的内容。

如您发现应用示例的任何问题或缺陷，请及时与西门子取得联系。西门子会在技术可行和商业合理的范围内，自行决定调查和修复任何问题或缺陷，为您提供支持。

## 安全信息

西门子提供具有工业安全功能的产品和解决方案，支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了保护工厂、系统、机器和网络免受网络威胁，有必要实施——并持续维护——一个整体的、最先进的工业安全概念。西门子的产品和解决方案构成了这一概念的一个元素。

客户有责任防止对其工厂、系统、机器和网络未经授权的访问。

这些系统、机器和组件只应在必要的情况下连接到企业网络或 Internet，并且只有在适当的安全措施(例如防火墙和/或网络分割)到位的情况下才应连接到这种连接。有关可能实施的工业保安措施的其他资料，请浏览 <https://www.siemens.com/industrialsecurity>。

西门子的产品和解决方案经过不断的发展，使其更加安全。西门子强烈建议，一旦产品更新可用，就立即应用产品更新，并使用最新的产品版本。使用不再受支持的产品版本以及未能应用最新更新可能会增加客户遭受网络威胁的风险。

了解产品更新，请订阅西门子工业安全 RSS <https://www.siemens.com/industrialsecurity>。

西门子已建立接收西门子产品和解决方案安全漏洞信息的平台。您可以通过向 [productcert@siemens.com](mailto:productcert@siemens.com) 或 [src.cyscn.cn@siemens.com](mailto:src.cyscn.cn@siemens.com) 发送邮件的方式报送您发现或遇到的西门子产品和解决方案的安全漏洞。西门子将在 <https://www.siemens.com/industrialsecurity> 上不时公布西门子产品和解决方案的安全漏洞和修补措施（如有）。用户应定期访问上述网站并及时采取

相关修补措施。西门子强烈建议用户在上述网站登记并订阅 **Security Advisory**，从而以获取关于最新的安全漏洞和修补措施的及时推送。

目录

1 应用概述..... 5

1.1 通用描述 ..... 5

1.2 硬件及软件需求 ..... 5

2 库功能介绍..... 6

2.1 凸轮库..... 6

2.2 CamLine ..... 7

2.3 CamSine..... 8

2.4 CamPoly3Curve ..... 8

2.5 CamPoly5Curve ..... 9

2.6 AxisCloseLoop ..... 11

3 样例程序..... 12

3.1 样例程序架构 ..... 12

3.2 样例程序的曲线规划 ..... 13

3.3 样例程序运行步骤..... 14

4 更新日志..... 17

© Siemens AG 2024 All rights reserved

# 1 应用概述

## 1.1 通用描述

电子凸轮广泛应用于诸如汽车制造、冶金、机械加工、纺织、印刷、食品包装、水利水电等各个领域。本文档中的库程序，适用于对精度无苛刻要求的凸轮应用场景。

S7-200 SMART 凸轮库包括以下库指令：AxisCloseLoop、CamLine、CamSine、CamPoly3Curve、CamPoly5Curve。

## 1.2 硬件及软件需求

### 本应用软硬件的需求

本应用开发及测试环境基于以下版本，仅供参考：

#### 硬件

- SIMATIC S7-200 SMART V2.8

#### 软件

- STEP 7-Micro/WIN SMART V2.8



## 2 库功能介绍

### 2.1 凸轮库

#### 简要说明

该程序库主要可以实现如下功能：

CamLine：基于起点和终点的坐标，按照直线轨迹生成从轴的给定位置和速度

CamSine：基于起点和终点的坐标，按照谐波轨迹生成从轴的给定位置和速度

CamPoly3Curve：基于起点和终点的坐标、速度，按照 3 次多项式描述的轨迹，生成从轴的给定位置和速度

CamPoly5Curve：基于起点和终点的坐标、速度、加速度，按照 5 次多项式描述的轨迹，生成从轴的给定位置和速度

AxisCloseLoop：通过高速计数器读取 PLS 指令发出的脉冲个数，从而实现半闭环轴功能。

凸轮库指令块，需要在定时中断中调用。

本文档默认 x 坐标轴为主轴，y 坐标轴为从轴。

根据工艺需求，基于主轴的位置，确定使用哪些库指令进行组合，组合成的曲线需要是连续的，中间不能断开。例如下图所示，主轴的位置从 0 运行到 36000 的过程中，从轴的位置曲线为：

直线-5 次多项式-直线-5 次多项式-直线-3 次多项式-直线-5 次多项式-谐波轨迹

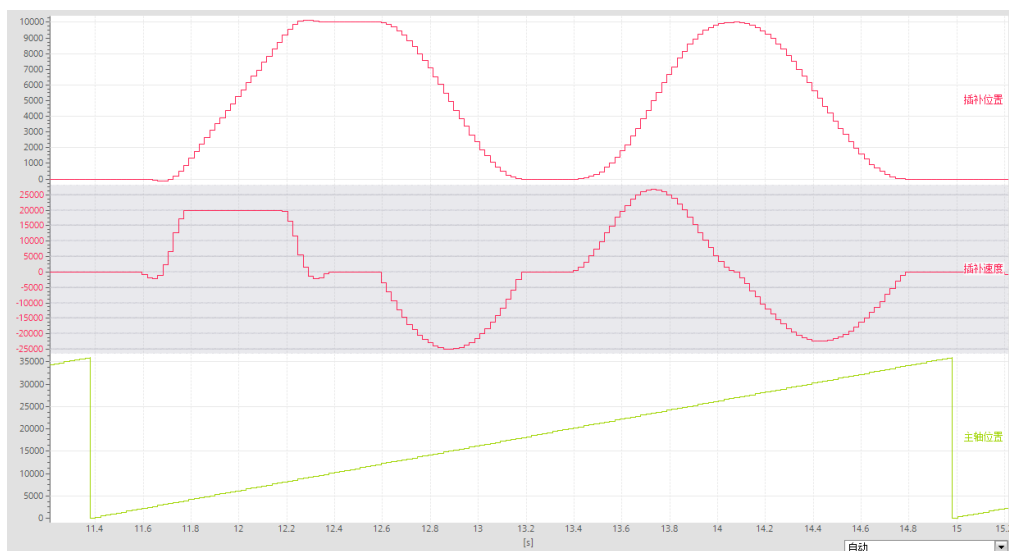


图 2-1 库生成的曲线示意

指令库

添加指令库后，可以在指令树中找到如下指令

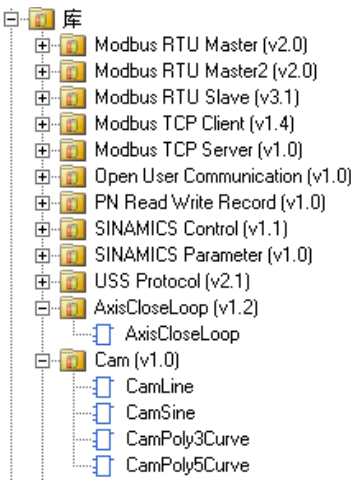


图 2-2 指令库

2.2 CamLine

指令块调用

CamSine 指令适用于起始点和终止点处，从轴的加速度为 0 的场景。

根据主轴位置，调用 CamLine 指令。

下图所示为主轴位置在 x2 和 x3 之间时，使用 CamLine 插补生成从轴位置和速度给定值。

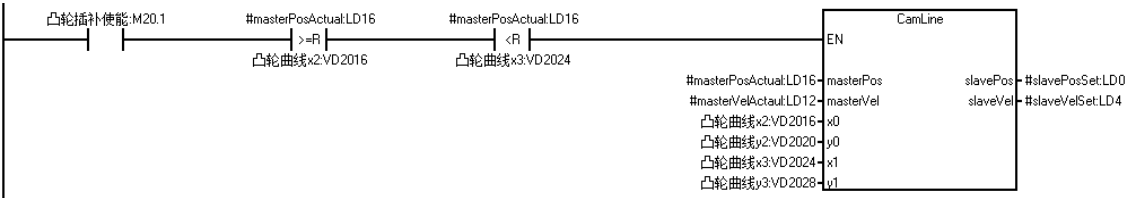


图 2-3 调用 CamLine

程序块引脚

参数 &类型		数据类型	描述
EN		BOOL	程序块使能,一般使用 SM0.0。
masterPos	IN	REAL	主轴当前位置
masterVel	IN	REAL	主轴当前速度
x0	IN	REAL	直线起始点的 x 坐标值
y0	IN	REAL	直线起始点的 y 坐标值
x1	IN	REAL	直线结束点的 x 坐标值
y1	IN	REAL	直线结束点的 y 坐标值
slavePos	OUT	REAL	从轴位置设定值
slaveVel	OUT	REAL	从轴速度设定值

## 2.3 CamSine

### 指令块调用

CamSine 指令适用于起始点和终止点处，从轴的速度和加速度为 0 的场景。

根据主轴位置，调用 CamSine 指令。

下图所示为主轴位置在 x8 和 x9 之间时，使用 CamSine 插补生成从轴位置和速度给定值。

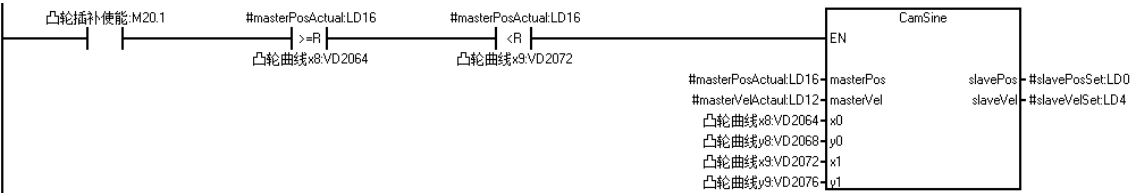


图 2-4 调用 CamSine

### 程序块引脚

参数 & 类型		数据类型	描述
EN		BOOL	程序块使能, 一般使用 SM0.0。
masterPos	IN	REAL	主轴当前位置
masterVel	IN	REAL	主轴当前速度
x0	IN	REAL	谐波轨迹起始点的 x 坐标值
y0	IN	REAL	谐波轨迹起始点的 y 坐标值
x1	IN	REAL	谐波轨迹结束点的 x 坐标值
y1	IN	REAL	谐波轨迹结束点的 y 坐标值
slavePos	OUT	REAL	从轴位置设定值
slaveVel	OUT	REAL	从轴速度设定值

## 2.4 CamPoly3Curve

### 指令块调用

CamPoly3Curve 指令适用于需要指定起始点和终止点处，位置和速度的场景。

根据主轴位置，调用 CamPoly3Curve 指令。

下图所示为主轴位置在 x5 和 x6 之间时，使用 CamPoly3Curve 插补生成从轴位置和速度给定值。

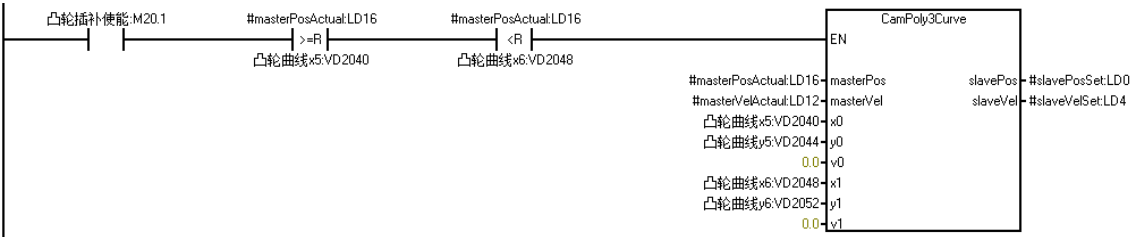


图 2-5 调用 CamPoly3Curve



程序块引脚

参数 &类型		数据类型	描述
EN		BOOL	程序块使能,一般使用 SM0.0。
masterPos	IN	REAL	主轴当前位置
masterVel	IN	REAL	主轴当前速度
x0	IN	REAL	3 次多项式起始点的 x 坐标值
y0	IN	REAL	3 次多项式起始点的 y 坐标值
v0	IN	REAL	3 次多项式起始点的从轴速度系数设定值。 该速度设定值为从轴和主轴的速度之比。例如主轴速度为 100mm/s，从轴速度为 200mm/s，则 v0 需设置为 2.0。
x1	IN	REAL	3 次多项式结束点的 x 坐标值
y1	IN	REAL	3 次多项式结束点的 y 坐标值
v1	IN	REAL	3 次多项式结束点的从轴速度系数设定值。 该速度设定值为从轴和主轴的速度之比。例如主轴速度为 100mm/s，从轴为-200mm/s，则 v1 需设置为-2.0。
slavePos	OUT	REAL	从轴位置设定值
slaveVel	OUT	REAL	从轴速度设定值

2.5 CamPoly5Curve

指令块调用

CamPoly5Curve 适用于需要指定起始点和终止点处，位置、速度和加速度的场景。

根据主轴位置，调用 CamPoly5Curve 指令。

下图所示为主轴位置在 x3 和 x4 之间时，使用 CamPoly5Curve 插补生成从轴位置、速度和加速度给定值。

与前面几条库指令不同的地方在于：

- 为了便于程序封装，指令使用输入参数 deltaX、deltaY 替代之前的 x1、y1。  
deltaX 代表 5 次曲线在 x 轴方向上的长度。  
deltaY 代表 5 次曲线在 y 轴方向上的长度
- 下图所示的程序，代表的场景为：从轴和主轴按照特定的速比运行，当主轴运行到 x3 位置处时，从轴按照 5 次多项式描述的位置关系减速停止。  
下图中第二行程序计算的是 5 次多项式前面的直线指令的斜率，该斜率作为 5 次多项式起始点处的速度给定值。
- 曲线起始点处的加速度通常为 0。如果需要设置为特定的数值，则需要计算 a/masterVel，将计算结果填写到 a0 或 a1 处。例如主轴速度为 200mm/s，加速度为 1000mm/s<sup>2</sup>，则需要填写 5.0 到指令的引脚 a 处。

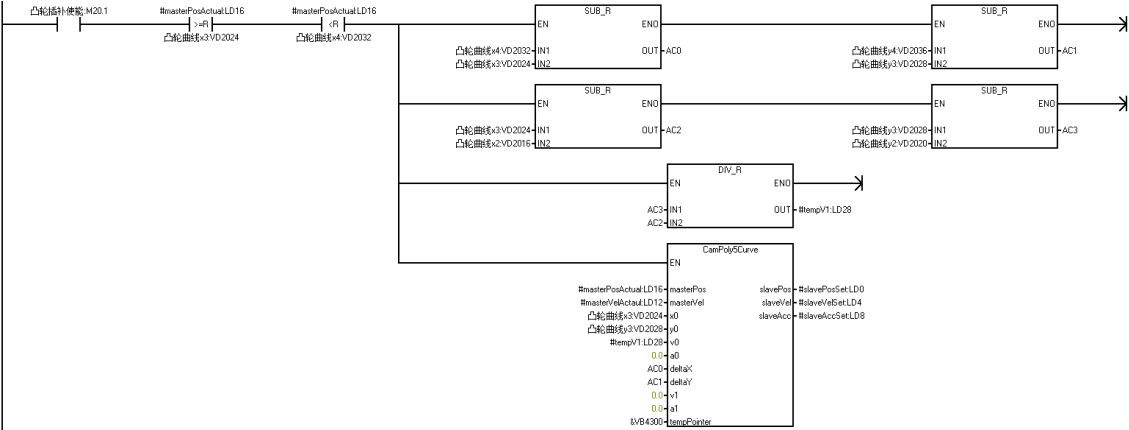


图 2-6 调用 CamPoly3Curve

程序块引脚

参数 &类型		数据类型	描述
EN		BOOL	程序块使能,一般使用 SM0.0。
masterPos	IN	REAL	主轴当前位置
masterVel	IN	REAL	主轴当前速度
x0	IN	REAL	5 次多项式起始点的 x 坐标值
y0	IN	REAL	5 次多项式起始点的 y 坐标值
v0	IN	REAL	5 次多项式起始点的从轴速度系数设定值。 该速度设定值为从轴和主轴的速度之比。例如主轴速度为 100mm/s, 从轴速度为 200mm/s, 则 v0 需设置为 2.0。
a0	IN	REAL	5 次多项式起始点的从轴加速度系数设定值。 曲线起始点处的加速度通常为 0。如果需要设置为特定的数值, 则需要计算 $a/\text{masterVel}$ , 将计算结果填写到 a0 处。例如主轴速度为 200mm/s, 加速度为 1000mm/s <sup>2</sup> , 则需要填写 5.0 到指令的引脚 a0 处
deltaX	IN	REAL	5 次多项式结束点的 x 坐标值
deltaY	IN	REAL	5 次多项式结束点的 y 坐标值
v1	IN	REAL	5 次多项式结束点的从轴速度系数设定值。 该速度设定值为从轴和主轴的速度之比。例如主轴速度为 100mm/s, 从轴为 -200mm/s, 则 v1 需设置为 -2.0。
a1	IN	REAL	5 次多项式结束点的从轴加速度系数设定值。 曲线起始点处的加速度通常为 0。如果需要设置为特定的数值, 则需要计算 $a/\text{masterVel}$ , 将计算结果填写到 a1 处。例

			如主轴速度为 200mm/s,加速度为 -1000mm/s2, 则需要填写-5.0 到指令的引脚 a1 处
slavePos	OUT	REAL	从轴位置设定值
slaveVel	OUT	REAL	从轴速度设定值
SlaveAcc	OUT	REAL	从轴加速度设定值

2.6 AxisCloseLoop

指令块调用

AxisCloseLoop 指令用于构建半闭环轴。通过 HSC 读取 PLS 发出的脉冲个数，然后引入闭环轴的概念，通过位置偏差分量对插补生成的从轴给定速度进行修正，从而提高脉冲输出的响应速度。

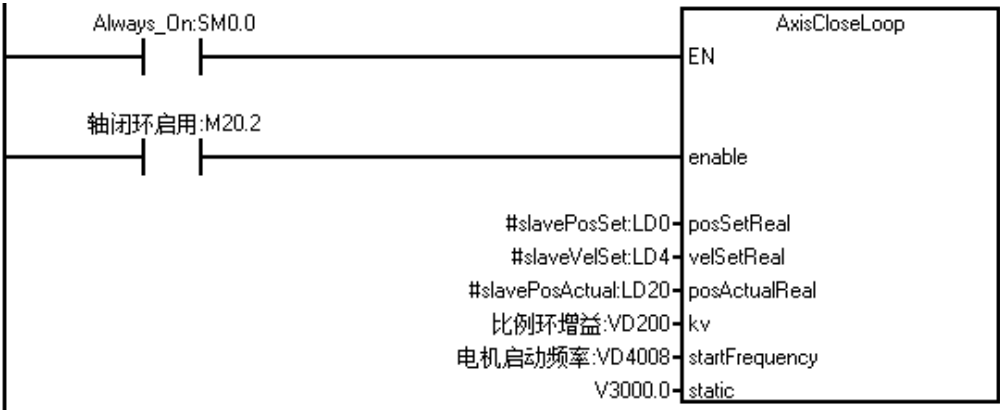


图 2-7 调用 AxisCloseLoop

程序块引脚

参数 &类型		数据类型	描述
EN		BOOL	程序块使能,一般使用 SM0.0。
posSetReal	IN	REAL	插补生成的从轴位置给定值
velSetReal	IN	REAL	插补生成的从轴速度给定值
posActualReal	IN	REAL	高速计数器计回的从轴位置实际值
kv	IN	REAL	位置环比例系数
startFrequency	IN	REAL	PLS 启动脉冲
static	IN	REAL	静态变量，存储程序中间结果

## 3 样例程序

### 3.1 样例程序架构

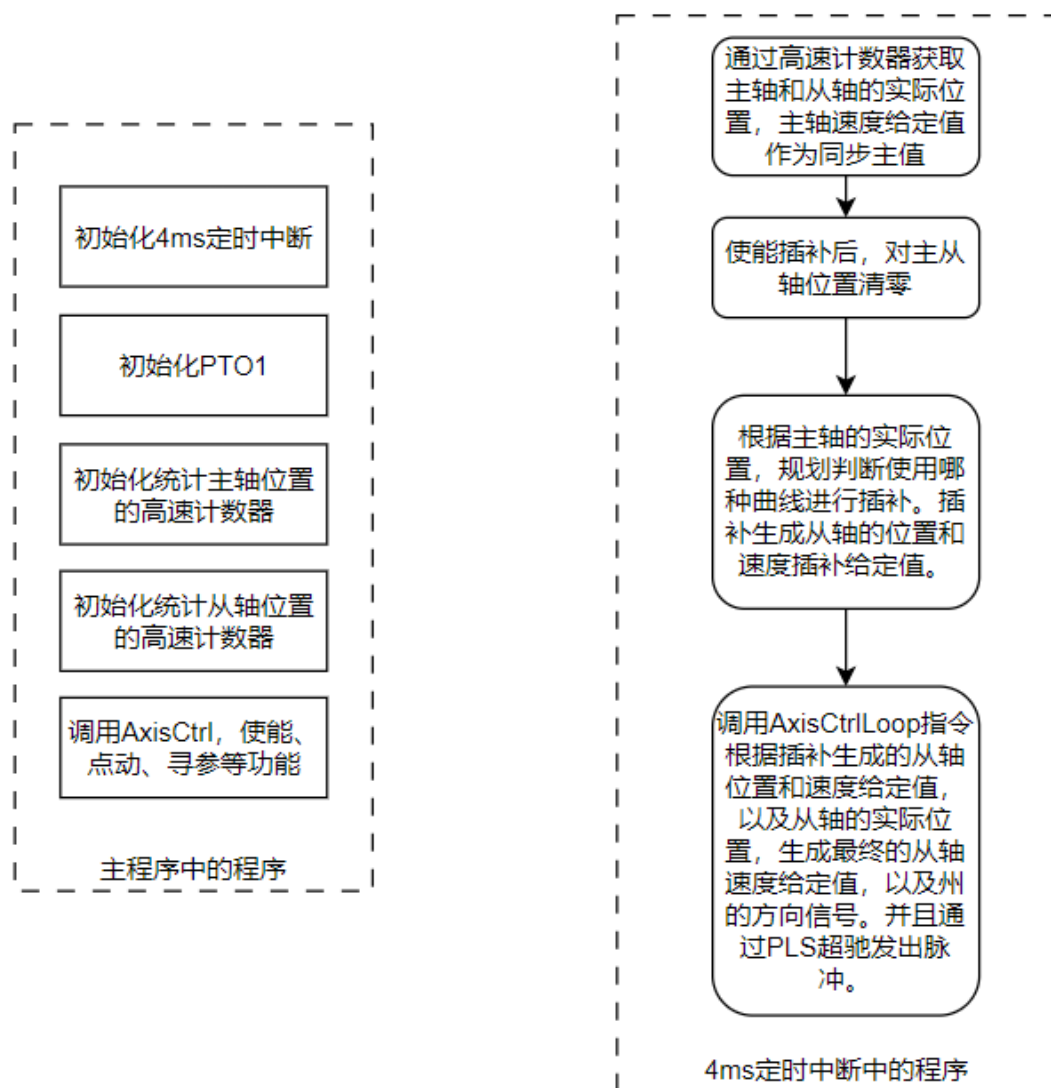


图 3-1 样例程序架构

3.2 样例程序的曲线规划

样例程序曲线规划

下图所示为样例程序插补生成的位置和速度给定值曲线。主值范围为 0-36000。

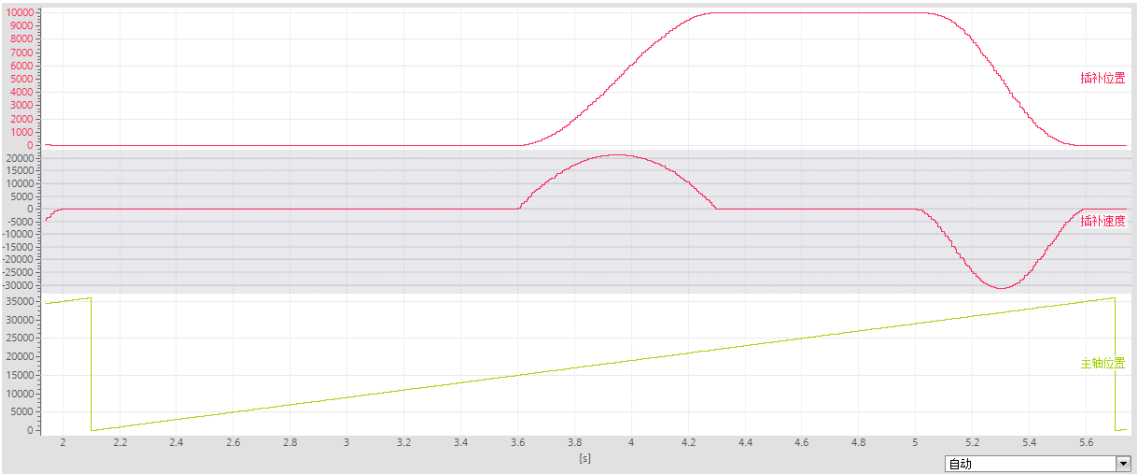


图 3-2 S7-200 SMART 插补生成的从轴位置和速度给定值

- 曲线按照下图所示：
- 在 x0 到 x1 之间，从轴停止；
  - 在 x1 到 x2 之间，使用 3 次多项式插补；
  - 在 x2 到 x3 之间，使用直线插补；
  - 在 x3 到 x4 之间，使用 5 次多项式插补；

凸轮曲线x0:VD2000	浮点	0.0
凸轮曲线y0:VD2004	浮点	0.0
凸轮曲线x1:VD2008	浮点	15000.0
凸轮曲线y1:VD2012	浮点	0.0
凸轮曲线x2:VD2016	浮点	22000.0
凸轮曲线y2:VD2020	浮点	10000.0
凸轮曲线x3:VD2024	浮点	29000.0
凸轮曲线y3:VD2028	浮点	10000.0
凸轮曲线x4:VD2032	浮点	35000.0

图 3-3 样例程序插补节点坐标

3.3 样例程序运行步骤

3.3.1 通过状态图表运行样例程序

下图所示为样例程序的状态图表，依次执行：主轴使能---主轴 LDPOS---凸轮插补使能、轴闭环启用---设置比例环增益、电机启动频率---设置主轴 goto 速度，最后执行主轴 goto 触发，程序即可正常执行。

状态图表				
	地址	格式	当前值	新值
1	主轴使能:M0.0	位	2#1	
2	主轴LDPOS:M0.3	位	2#1	
3	凸轮插补使能:M20.1	位	2#1	
4	轴闭环启用:M20.2	位	2#1	
5	主轴goto触发:M0.5	位	2#0	1
6	比例环增益:VD200	浮点	10.0	
7	电机启动频率:VD4008	有符号	+100	
8	主轴goto速度给定值:VD1004	有符号	+10000	

图 3-4 样例程序状态图表

3.3.2 通过画面运行样例程序

下图所示为样例程序的 HMI 操作界面，轴 0 为主轴，轴 1 为从轴。依次执行：主轴使能---主轴回零---从轴清零、启用闭环、插补跟随---设置比例环增益、电机启动频率---设置主轴 goto 位置、速度和模式，最后点击激活 goto，程序即可正常运行。

SIEMENS 项目名称

2024-6-13 10:02:59

轴0手动

基本控制

主轴使能

当前位置: 4748

主轴回零

当前速度: 1000

激活goto

AXIS\_GOTO

目标位置: 999999

目标速度: 1000

模式

1: 相对位置

轴1手动

基本控制

从轴清零

当前位置: 5

启用闭环

给定速度: +0

插补跟随

位置环Kv: 10

启动频率Hz: 100

» 凸轮

用户管理

趋势

轴控

曲线

图 3-5 样例程序 HMI 轴控界面



3.3.3 通过画面修改凸轮曲线边界点坐标

下图所示曲线界面可用于修改凸轮曲线的边界点坐标。下图中粉色曲线为 3 次和 5 次多项式，蓝色为直线，可以在本界面修改曲线的起始点位置。

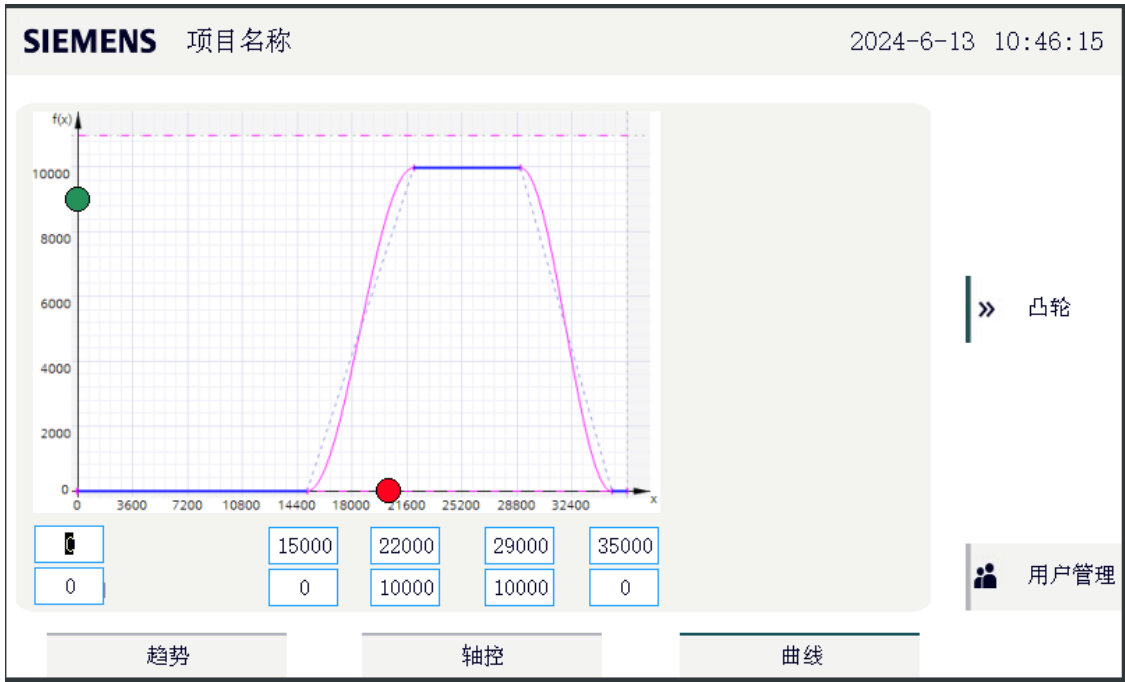


图 3-6 样例程序 HMI 曲线画面

3.3.4 通过趋势曲线调试

样例程序包含三个趋势曲线。下图所示为位置趋势，在位置趋势中，可以查看主轴的实际位置，从轴插补产生的给定位置，以及从轴的实际位置。

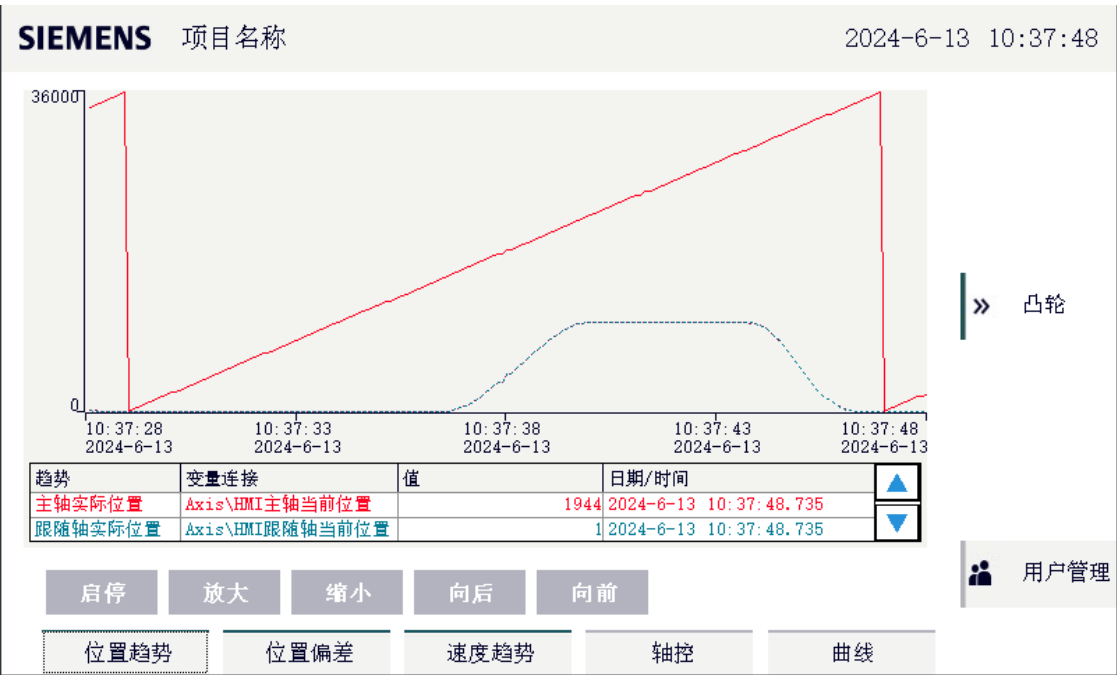


图 3-7 样例程序位置趋势

下图所示为位置偏差趋势，在位置偏差趋势中，可以查看从轴插补产生的给定位置与从轴实际位置的偏差值。

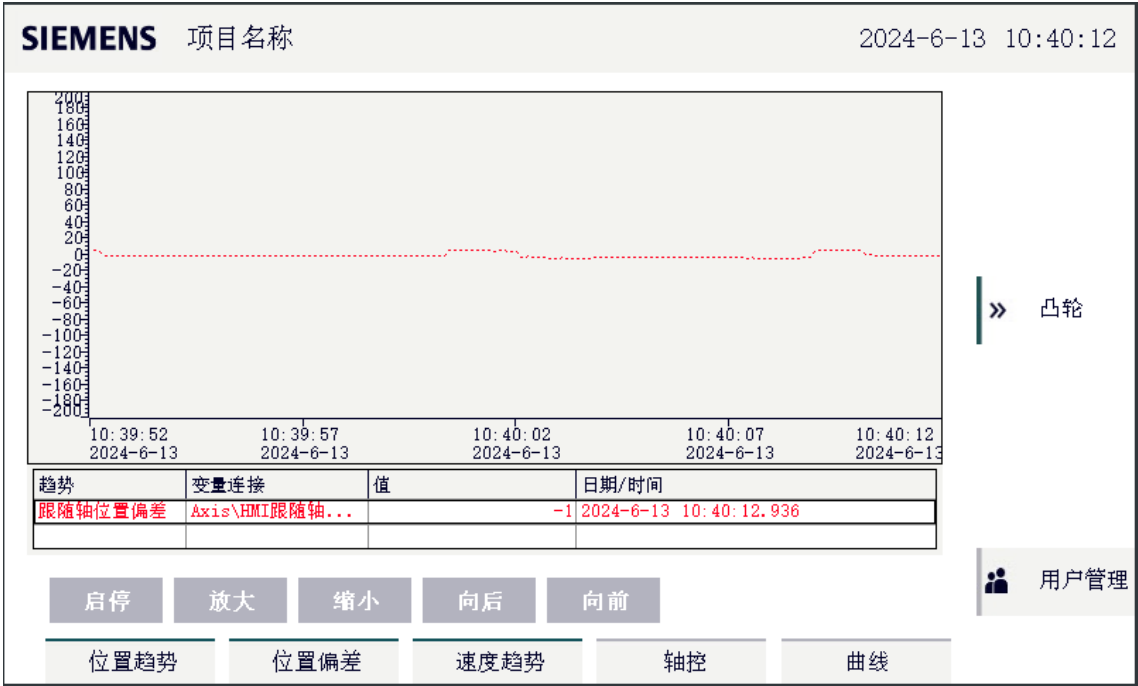


图 3-8 样例程序位置偏差趋势

下图所示为速度趋势，可以查看主轴的速度，从轴插补产生的给定速度，以及从轴启用闭环之后的给定速度。

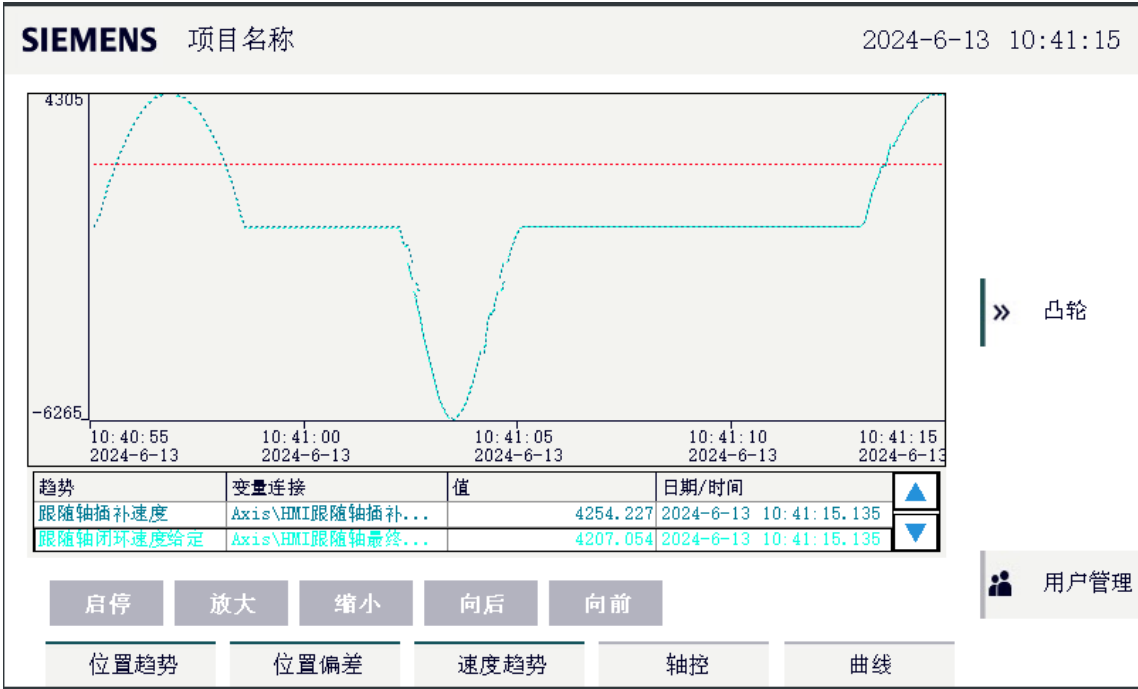


图 3-9 样例程序速度趋势

# 4 更新日志

版本& 日期	更新描述
V1.0.0 02/2024	