

A man in a light blue shirt is seen from the side, looking at a tablet. The background is a blurred industrial factory floor with overhead lights and machinery. Overlaid on the image are several digital graphics: a Siemens logo in the top right, a '24/7' circular icon, a 'NEWS' section with a person icon, a 'Home' button, and a large 'Industry Online Support' text. There are also icons for a folder, a network of people, and a magnifying glass over a document.

SIEMENS

S7-200 SMART 在灌装设备上的应用

STEP 7-Micro/WIN SMART V2.8

法律信息

应用实例的使用

应用实例说明了通过文本、图形和/或软件模块形式的几个组件的交互来实现自动化任务的解决方案。本应用程序示例是由西门子公司和/或西门子公司(以下简称“西门子”)的子公司提供的免费服务。它们是非约束性的,并且不声明关于配置和设备的完整性或功能性。应用程序示例仅提供典型任务的帮助;它们并不构成客户特定的解决方案。您有责任按照适用的法规,对产品的正确和安全操作负责,并必须检查相应的应用示例的功能,并为您的系统定制它。

西门子授予您非排他性、不可再授权和不可转让的权利,让经过技术培训的人员使用应用示例。对应用程序示例的任何更改都由您负责。与第三方共享应用示例,或复制应用示例或摘录,仅允许与您自己的产品结合使用。该应用实例无须接受收费产品的惯常测试和品质检验;它们可能有功能和性能缺陷以及错误。您有责任使用它们,使任何可能发生的故障不会导致财产损失或人身伤害。

免责声明

由于任何法律原因, Siemens 不承担任何责任,包括但不限于对应用示例的可用性、完整性和不存在缺陷以及相关信息、配置和性能数据以及由此造成的任何损害承担责任。这个不适用强制责任的情况下,例如在德国的产品责任法,或意图的情况下,重大过失,或有罪的生命损失,人身伤害或损坏健康,不符合担保,欺骗性的非披露缺陷或有罪的违反合同义务。但因违反重大合同义务而提出的损害赔偿要求应限于协议类型的典型可预见损害,但因故意或重大过失或基于生命损失、身体伤害或健康损害而产生的责任除外。上述规定并不意味着对您不利的举证责任的任何改变。对于第三方在此方面的现有或未来索赔,您应向西门子作出赔偿,除非西门子负有强制责任。

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。

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出版物(如目录)之间存在差异,则应优先考虑其他文件的内容。

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 Feed: <https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

目录

1 应用概述 4

1.1 通用描述 4

1.2 硬件及软件需求 4

2 控制思路 5

2.1 测量灌装针到达灌装起始点需要的时间 t 5

2.2 生成灌装针启动命令 6

3 PLC 编程 7

3.1 程序架构 7

3.2 核心程序块 8

3.3 示例项目运行流程 12

3.4 触摸屏画面 14

4 更新日志 16

© Siemens AG 2024 All rights reserved

1 应用概述

1.1 通用描述

灌装机广泛用于食品饮料、医药、化工等领域。如图 1 所示，以 S7-200 SMART PLC 作为控制器，由 SINAMICS V20 变频器控制传送带从左向右传送，由 SINAMICS V90 伺服驱动器控制灌装针，可实现自动灌装功能。

如图 1 所示，正常生产时，传送带匀速前进，灌装针从原点启动，在灌装起始点开始灌装，完成灌装后，灌装针回到原点。详细的控制思路，将会在下文方案概述部分介绍。

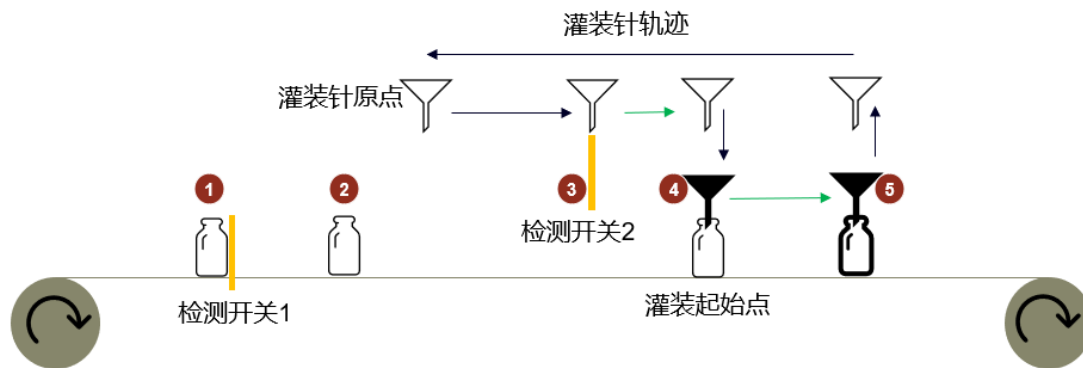


图 1

1.2 硬件及软件需求

本应用软硬件的需求

为了使得本应用案例成功运行，建议使用以下硬件和软件。

硬件

- ST20/ST30/ST40/ST60 固件版本 V2.8
- SINAMICS V90 PTI 伺服驱动器
- SINAMICS V20 变频器

软件

- STEP 7-Micro/WIN SMART V2.8
- V-ASSISTANT V1.06

2 控制思路

2.1 测量灌装针到达灌装起始点需要的时间 t

如下图 2 所示，在检测开关 1 处检测到瓶子后，通过编码器或者定时器结合传送带线速度，计算出瓶子前进的距离。当瓶子运行到位置②处，灌装针从原点启动，在瓶子行进到位置③处之前，灌装针线速度和瓶子的线速度达到一致。在灌装起始点（位置④），开始灌装，在位置⑤完成灌装，灌装针返回到原点。

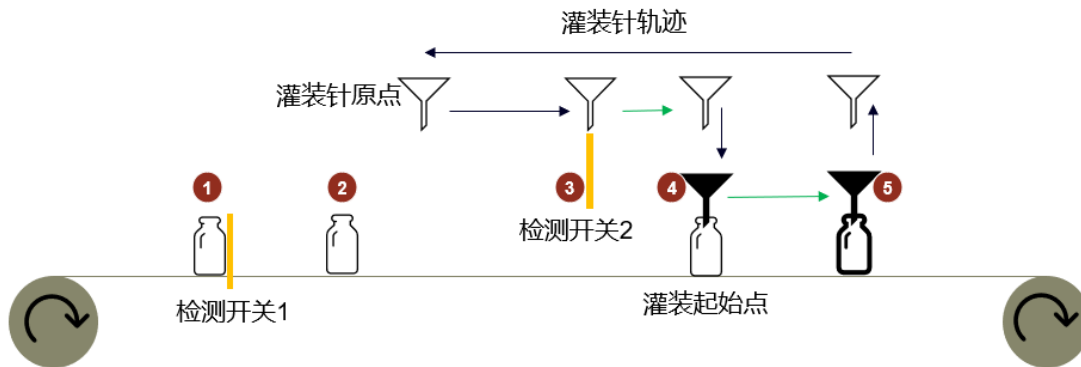


图 2

上述控制逻辑的难点在于：如何确定位置②，换个角度就是说，如何满足灌装针在运行到位置③时，灌装针的线速度等于传送带速度，并且灌装针和瓶子的位置关系能满足灌装要求。

S7-200 SMART PLC 控制 V90 伺服驱动器，运动控制的重复精度很高，可以理解为，每次灌装针从原点启动，到运行至位置③处，需要的时间 t 是相同的。因为灌装时，灌装针和瓶子的线速度相同，所以要确保在位置③之前，灌装针已完成加速阶段，进入匀速运行阶段。为确保灌装针在位置③之前就已经进入匀速运行阶段，可将位置③设置在尽量靠近灌装起始点（位置④）处，位置③和位置④可以直接作为同一个位置使用。

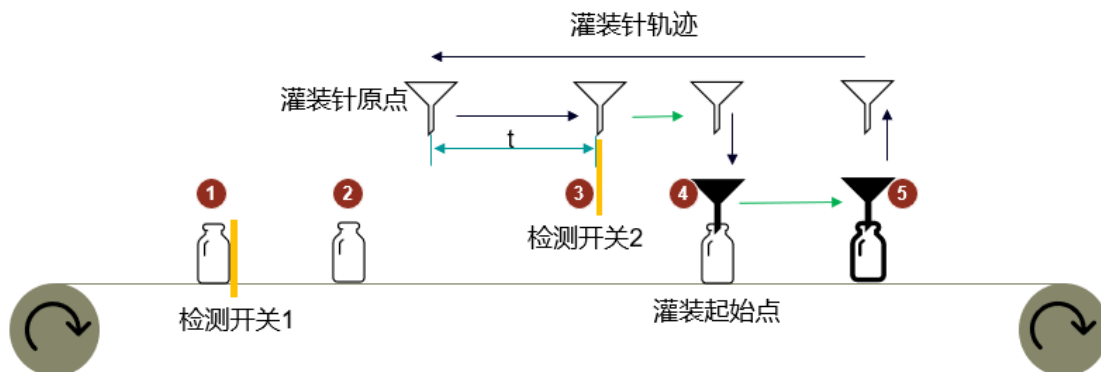


图 3

接下来就要计算出灌装针从原点运行到位置③或④处所需要的时间，有两种模式供选择，因为只能选择其中一种，所以这两种方法计算出的时间，统一用符号 t 表示。

- mode =1 通过编码器判断灌装针行进到了灌装起始位④；
- mode =2 通过检测开关 2 判断灌装针行进到了位置③

本应用案例中，在周期时间为 1ms 的定时中断中执行 Axis_GOTO 指令，触发 Axis_GOTO 指令后，开始计时：

mode =1 时

使用 HC0 值换算得到灌装针的实际位置，当灌装针的实际位置 \geq 灌装起始点时，得到时间 t 。

mode =2 时

检测开关 2 到来时，停止计时，这样即可得到时间 t 。

不考虑其他的误差，单纯考虑计算方法，时间 t 的测量误差，理论上小于 1ms。

Axis_GOTO 指令的速度给定值为传送带速度给定值，位置给定值可根据机械设置，只要保证机械安全，不发生碰撞，并且能有充足的时间完成灌装即可。

2.2 生成灌装针启动命令

生成灌装针的启动命令，也有两种模式。

mode =1 通过检测开关 1+编码器判断瓶子的位置；

mode =2 通过检测开关 1+定时中断+传送带给定速度计算瓶子的位置

下面结合图 8 介绍这两种模式，图 8 中时间 t 由章节 2.1 中使用时间测量模式 2 这种方式计算得到。也就是说， t 对应的是灌装针从原点运行到检测开关 2 处所需的时间。

mode =1 时

设传送带的线速度为 v ，测量得到时间 t 后， $L1=v*t+\Delta L$ ，位置①和④之间的距离 L 可直接测量，则 $L2= L-L1 = L- v*t- \Delta L$ 。

使用 HC2 值换算得到瓶子经过检测开关 1 后行进的距离，当瓶子的行进距离 $\geq L2$ 时，启动灌装针。

mode =2 时

设传送带的线速度为 v ，测量得到时间 t 后， $L1=v*t+\Delta L$ ，位置①和④之间的距离 L 可直接测量，则 $L2= L-L1 = L- v*t- \Delta L$ 。

使用定时中断计算，瓶子经过检测开关 1 后，行进的时间 $t1$ 。通过 $v*t1$ 计算瓶子的行进距离，瓶子的行进距离 $\geq L2$ 时，启动灌装针。

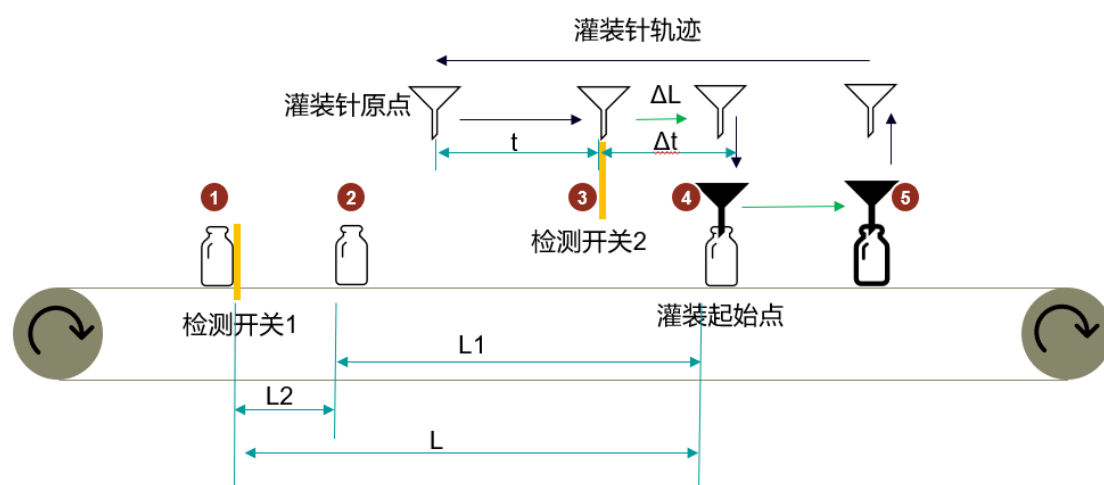


图 4

3 PLC 编程

3.1 程序架构

本案例中使用的程序块如图 5 所示：

MAIN：主程序

HSC0_FillingNeedle：灌装针高速计数器初始化程序，在 MAIN 中调用一次。HSC0 的计数值用于计算灌装针实际的运行位置，根据 CatchUpTimeMeasure SBR87 程序的 mode 模式设置，可选择使用或者不使用 HSC0。

HSC2_BeltPosition：传送带高速计数器初始化程序，在 MAIN 中调用一次。HSC2 的计数值用于计算传送带前进的距离，根据 Filling SBR88 程序的 mode 模式设置，可选择使用或者不使用 HSC2。

AxisCtrl：轴 0 的基本控制指令在 AxisCtrl 中调用

CatchUpTimeMeasure：测量灌装针从启动，到运行至灌装起始点所需要的时间 t 。在定时中断程序 Time_Interrupt 中调用，对应特定的传送带速度给定值，通常只调用一次，测量得到时间 t 即可。

Filling：根据 CatchUpTimeMeasure 测得的时间 t ，结合传送带的线速度，生成灌装针启动命令。Filling 在定时中断程序 Time_Interrupt 中调用。

Time_Interrupt：1ms 定时中断程序。

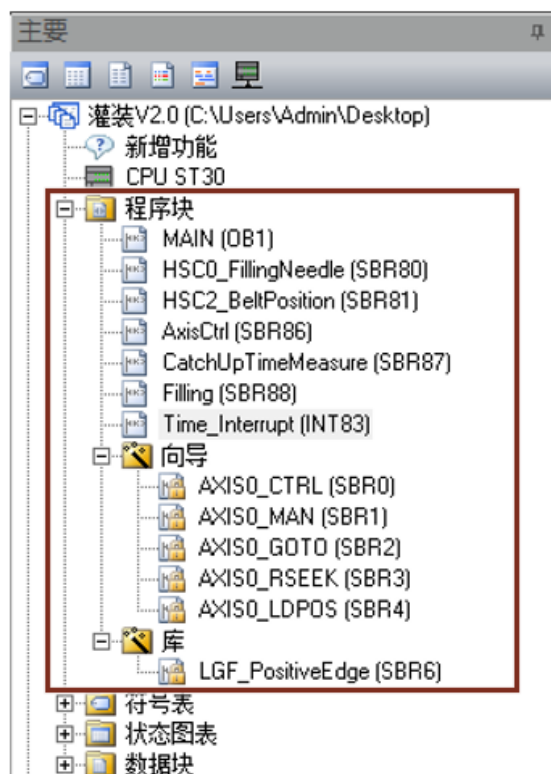


图 5

程序调用架构如图 6 所示

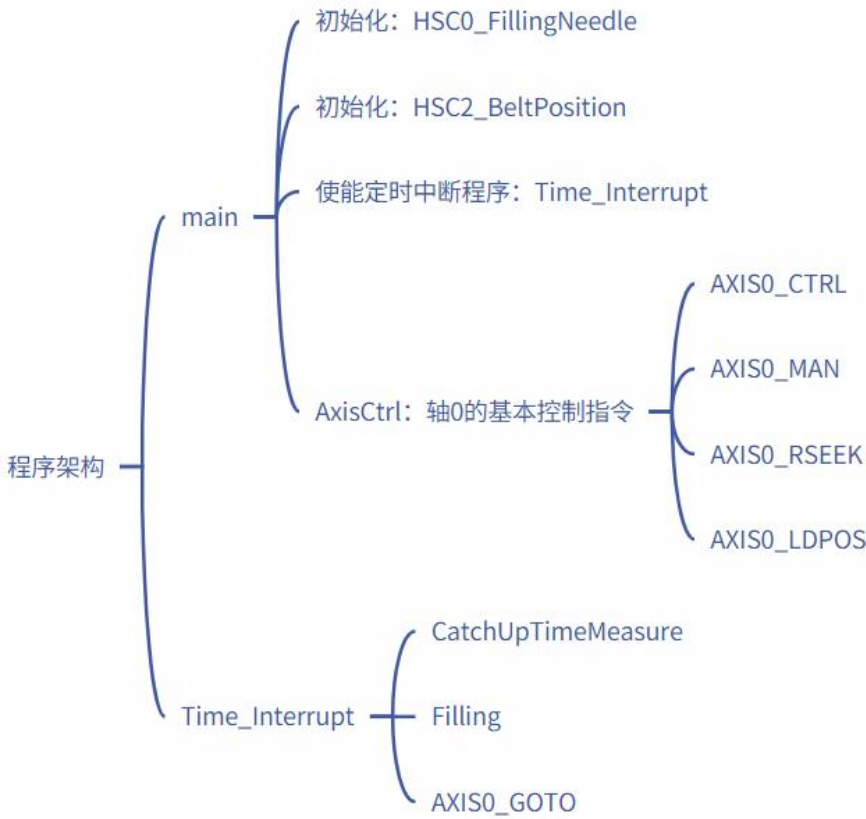


图 6

3.2 核心程序块

简要说明

本应用案例的核心程序块为 CatchUpTimeMeasure 和 Filling。这两个功能块都在 1ms 定时中断 Time_Interrupt 中调用

CatchUpTimeMeasure



图 7

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
fillingPosReached	IN	BOOL	灌装起始位检测开关, mode=2 时使用
converyVelocitySet	IN	REAL	传送带给定速度, mm/s 为单位
mode	IN	BYTE	mode =1 通过编码器判断灌装针行进到了灌装起始位; mode =2 通过检测开关 2 判断灌装针行进到了位置③;
cycleTime	IN	DINT	ms 为单位, 应与定时中断的周期相等
gotoCurPos	IN	REAL	goto 指令的当前位置, mm 为单位
gotoCurSpeed	IN	REAL	goto 指令的当前速度, mm/s 为单位
reset	INOUT	BOOL	复位错误及中间状态
startMeasure	INOUT	BOOL	测量灌装针从停止位到灌装起始位需要的时间
startGoto	OUT	BOOL	启动 GOTO 指令
measureDone	OUT	BOOL	测量完成
error	OUT	BOOL	测量过程中报错
status	OUT	WORD	错误代码
fillPosReachTime	OUT	REAL	灌装针从启动到到达灌装起始点所需要的时间, ms 为单位
gotoSpeedSetpoint	OUT	REAL	灌装针速度给定
beltPosOfStartFilling	OUT	REAL	灌装针启动时, 物料行进的距离, mm 为单位

表 1

Filling



图 8

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
enable	IN	BOOL	启用灌装功能
materialDetect	IN	BOOL	物料检测开关
beltPosOfStartFilling	IN	REAL	灌装针启动时, 物料行进的距离, mm 为单位
mode	IN	BYTE	模式: 1, 编码器作为位置反馈; 2, 传送带位置=传送带速度*时间
cycleTime	IN	DINT	ms 为单位, 应与定时中断的周期相等
converyVelocitySet	IN	REAL	传送带前进速度, mm/s
encoderResolution	IN	REAL	编码器每转脉冲数
beltDisPerEncoderRevo	IN	REAL	编码器每转对应的传送带行进距离, mm 为单位
reset	INOUT	BOOL	复位错误及中间状态
staticForCycleCount	INOUT	DINT	运行周期计数, 统计经过的定时中断周期数, Dint 类型
staticForOutput	INOUT	DWORD	用作静态变量, 存储程序中间结果
startGoto	OUT	BOOL	启动 GOTO 指令
inMaterialLenCalc	OUT	BOOL	灌装针启动前, 传送带行进距离计算中
error	OUT	BOOL	灌装过程中报错
status	OUT	WORD	错误代码

表 2

本应用案例中的程序块 CatchUpTimeMeasure 和 Filling, 可以作为单独的库程序使用, 作为库程序使用时, 这两个程序块内部使用了 68 个字节的 V 区数据。在本案例中, 直接使用了这两个程序块, 不是作为库程序使用。本案例中, 这两个程序块使用了从 VB4000 到 VB4067 这 68 个字节。

内部使用的 V 区定义

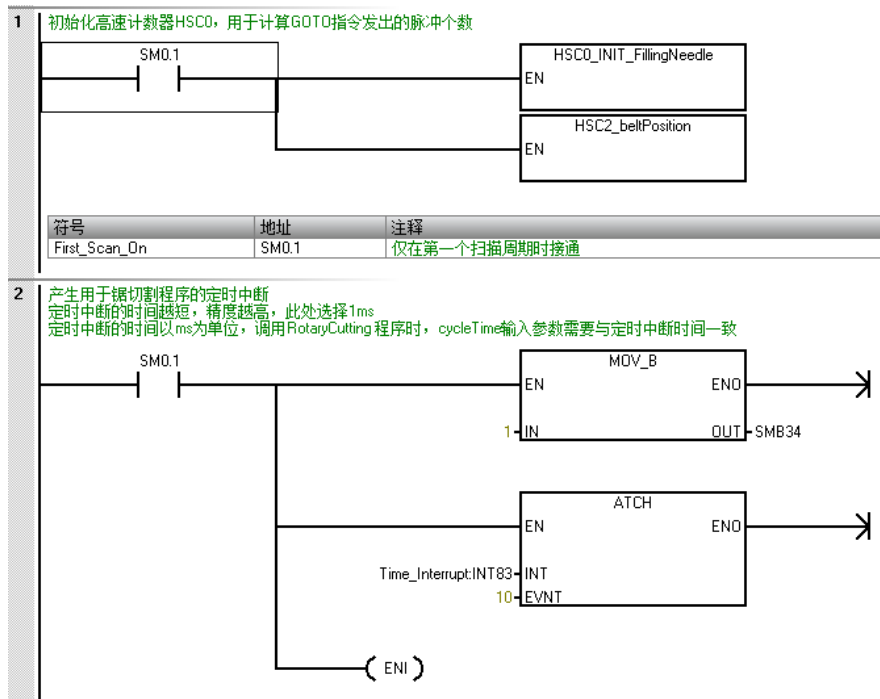
变量名称	地址	数据来源	数据类型	
bottlePosOffst	VD4000	用户设置	REAL	瓶子位置偏移量, mm 为单位; 不同的瓶子尺寸, 可以通过该参数调整灌装位置偏差。默认为 0.0mm。
lightBeamDistance	VD4004	用户设置	REAL	光电开关 1 到灌装点的距离, mm 为单位, 在本文档中对应距离 L
fillingPosOffset	VD4008	用户设置	REAL	仅模式 2 时有效; 单位 mm, 灌装针从检测开关 2 到灌装点的距, 检测点在灌装点之前, offset 为正值; 在本文档中对应标号③和④之间的距离
startFillingPosOfNeedle	VD4012	用户设置	REAL	灌装针从原点运行到灌装起始位置的距离, mm 为单位;

				仅用于模式 1 时； 用于和高速计数器计算得到灌装针位置比较，判断灌装针是否到达灌装起始位； 在本文档中对应从灌装针原点到标号④之间的距离
fillingFinishPos	VD4016	用户设置	REAL	灌装完成时灌装针的位置，mm 为单位；用于产生灌装完成信号； 在本文档中对应标号⑤的位置
runCycleCount	VD4020	程序计算	DINT	运行周期计数，统计经过的定时中断周期数
fillingTimeOffset	VD4024	程序计算	REAL	仅模式 2 时有效； 灌装针从检测开关 2 处运行到灌装起始点需要的时间，ms 为单位
detectPosReachTime	VD4028	程序计算	DINT	仅模式 2 时有效；灌装针到达检测开关 2 处需要的时间，ms 为单位
fillingNeedleAccTime	VD4032	程序计算	DINT	灌装针加速到传送带给定速度需要的时间，ms 为单位
fillingNeedleAccDis	VD4036	程序计算	REAL	灌装针加速阶段经过的距离，mm 为单位
fillingFinishTime	VD4040	程序计算	DINT	灌装针从启动到到达停止位所需要的时间，ms 为单位
fillingStartPosAdv	VD4044	程序计算	REAL	根据灌装针到达灌装起始位置所需要的时间，计算出的传送带行进距离，mm 为单位； 在本文档中对应距离 L1
fillingPosOfBelt	VD4048	程序计算	REAL	灌装针启动时，瓶子在传送带上经过检测开关后，行进的距离； 在本文档中对应距离 L2
encoderResolution	VD4052	程序计算	REAL	编码器每转脉冲数
beltDisPerEncoderRevo	VD4056	程序计算	REAL	编码器每转对应的传送带行进距离
static1	V4060.0	程序计算	BOOL	作为静态变量使用，存储灌装针线速度到达设定速度沿信号中间状态
static2	V4060.1	程序计算	BOOL	作为静态变量使用，存储灌装针到达切割位置沿信号中间状态
static3	V4060.2	程序计算	BOOL	作为静态变量使用，存储灌装针到达停止位沿信号中间状态
static4	V4060.3	程序计算	BOOL	作为静态变量使用，存储 GOTO 指令 done 位沿信号中间状态
staticMeasureDone	V4060.4	程序计算	BOOL	作为静态变量使用，存储 measurDone
staticError	V4060.5	程序计算	BOOL	作为静态变量使用，存储 error 位
staticStatus	VW4062	程序计算	WORD	作为静态变量使用，存储 status
fillPosReachTime	VD4064	程序计算	REAL	作为静态变量使用，存储灌装针从启动到到达灌装起始点所需要的时间，ms 为单位

表 3

3.3 示例项目运行流程

1. 上电后，进行 HSC0、HSC2 以及定时中断的初始化，这部分不需要用户操作

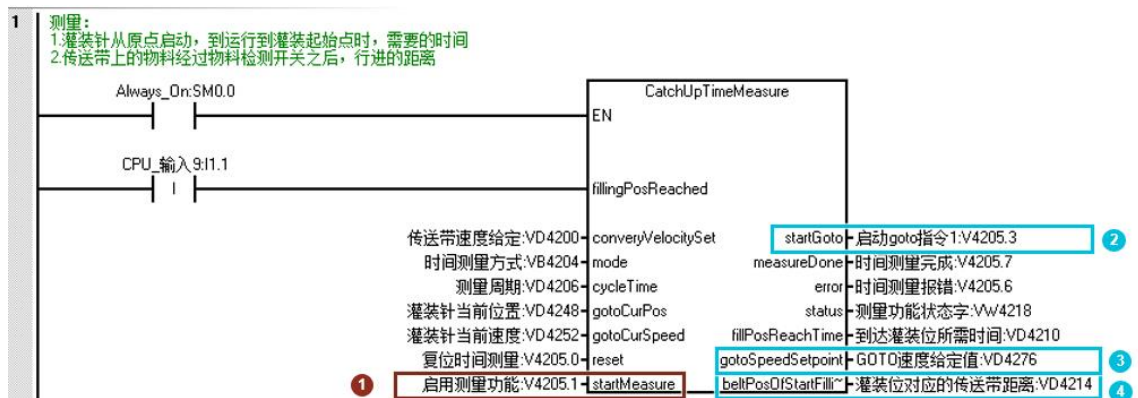


2. 在 AxisCtrl 中执行轴 0 的使能，点动，回原点等操作，需要用户在触摸屏或程序中操作



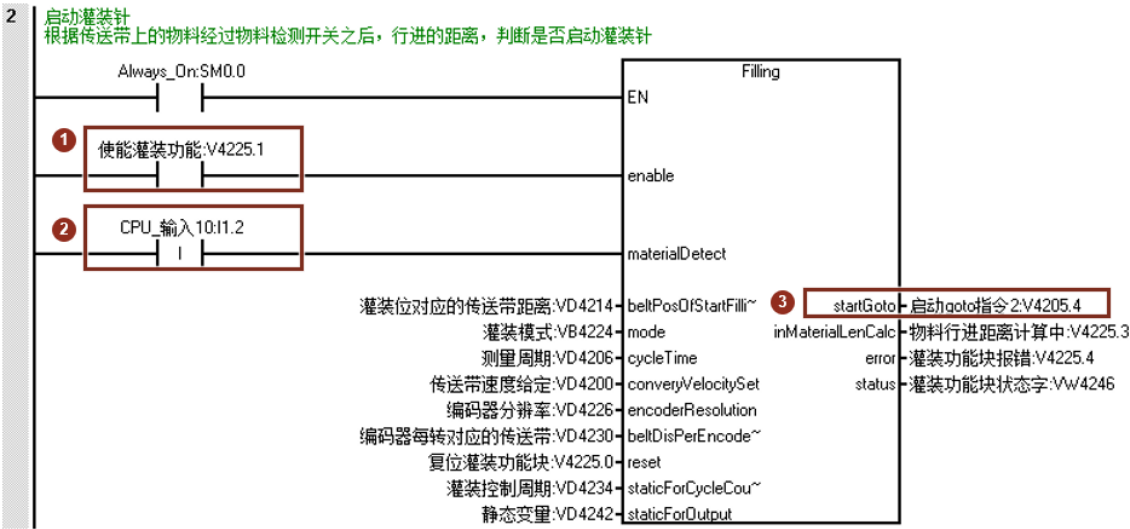
3. 在 Time_Interrupt 中执行 CatchUpTimeMeasure。设定好程序管脚参数以及 VD4000 到 VD4016 之间的参数。如下图中标号①所示，置位 V4205.1（置位一次即可，测量完成后会自复位）；如标号②和③所示，程序会计算灌装针的给定速度，并启动灌装针；程序检测到检测开关 2 对应的 I1.1 到来时（模式 2）或者 HCO 的计数值大于用户设定的灌装起始位时（模式 1），完成测量，得到标号④所示，灌装位对应的瓶子在传送带上行进的距离。

- 4.

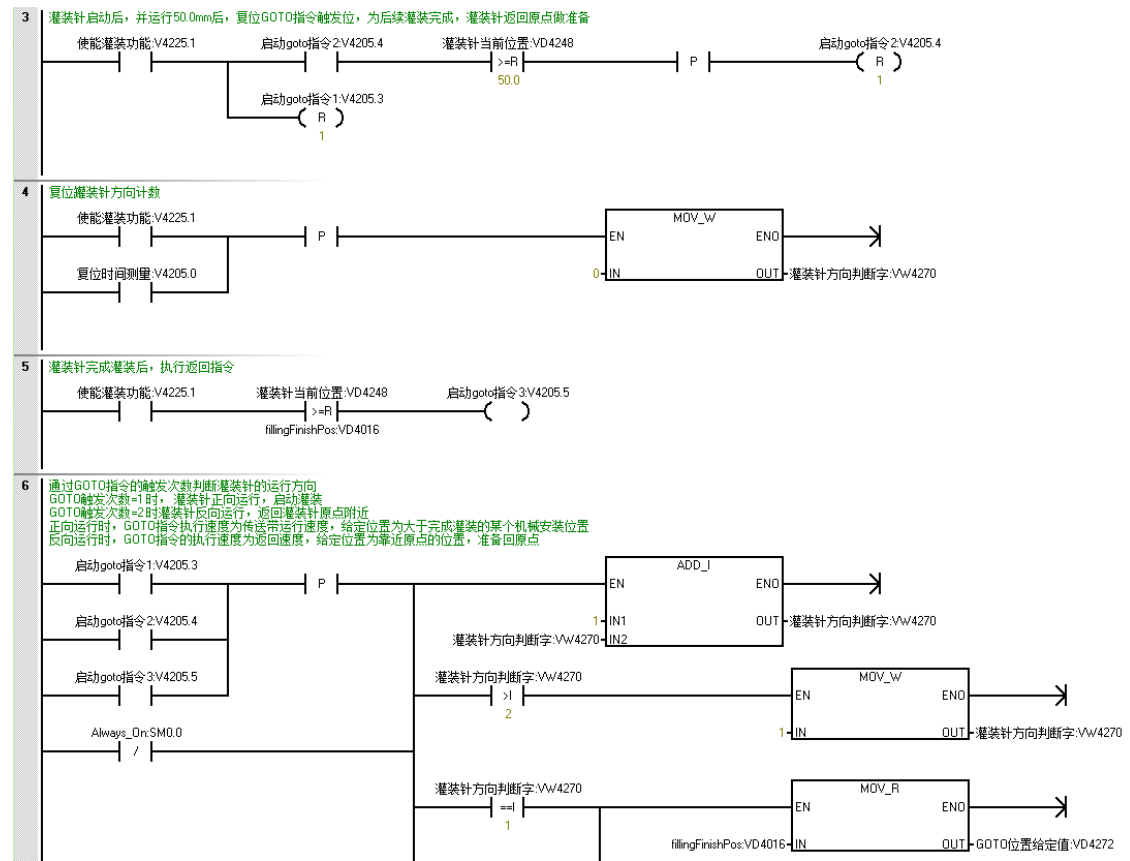


在 Time_Interrupt 中执行 Filling。如下图中标号①所示，置位 V4225.1；程序检测

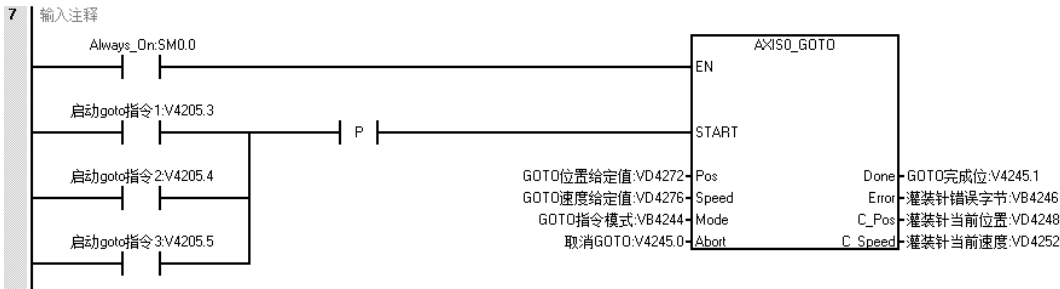
到检测开关 1 对应的 I1.2 信号到来时，开始计算瓶子行进的距离，并根据瓶子行进的距离与步骤 3 中测量得到的值 VD4214 比较，置位标号③所示启动指令 2 对应的 V4205.4，启动灌装针。



5. 其他辅助程序，用于灌装完成后，灌装针返回等操作



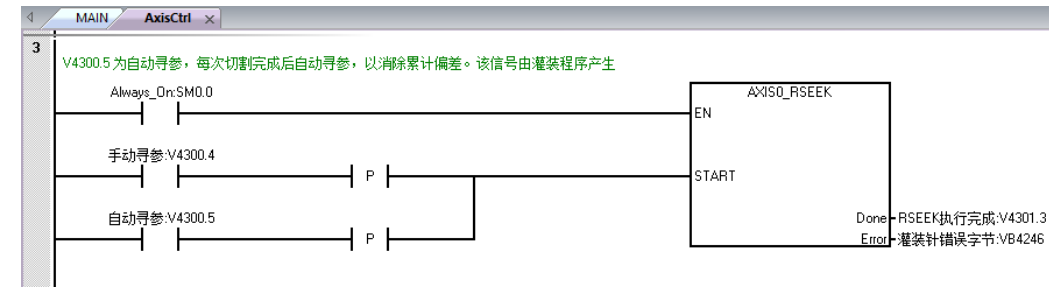
6. AXIS0_GOTO 指令也要在 Time_Interrupt 中调用。AXIS0_GOTO 的管脚参数完全由上序程序生成，不需要用户单独控制。



7. 根据需要选择是否执行 AXIS0_RSEEK 指令，进行重新寻找参考点。重新寻找参考点可以避免灌装针往复运动产生的累积误差。整体思路为，灌装完成后，灌装针不回到原点，而是回到一个接近原点的位置，例如 2mm 处，避免自动寻参消耗过长时间。此时根据 GOTO 指令的完成位，触发寻参功能。



本案例中 AXIS0_RSEEK 指令在 AxisCtrl 子程序中调用，这样是为了尽量减小对 CPU 性能的消耗。如有必要，AXIS0_RSEEK 指令也可以在 Time_Interrupt 中调用。



3.4 触摸屏画面

触摸屏画面主要包括两部分：系统主页和参数控制界面。
系统主页中包含模式选择、灌装计数、灌装启动按钮以及相关参数设置。



参数控制页面中包含轴的手动控制和测量数据两部分。

西门子SMART智库

2024-2-22 16:19:57

测量数据

启动测量

复位测量

位置偏移:

0

当前位置:

0

当前速度:

0

到位时间:

0

启动位移:

0

手动控制

轴使能

轴禁用

Jog P

Jog N

设原点

回原点

点动速度:

0

系统主页

参数控制

报警信息

用户管理

触摸屏操作步骤，请参考随本项目一起下载参考视频。

4 更新日志

版本& 日期	更新描述
V1.0.0 02/2024	