

# **ER 系列工业机器人 传送带跟随功能操作手册**

**RCS2V2.2**

南京埃斯顿自动化股份有限公司  
南京埃斯顿机器人工程有限公司

## 文档修订记录

| 序号 | 版本号  | 修订日期       | 修订概述                                                                                                                                                                                                                                       | 修订人 |
|----|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | V1.0 | 2021.04.22 | 新建文档                                                                                                                                                                                                                                       | 赵臻晖 |
| 2  | V2.0 | 2022.01.20 | 1、新增第 2 章：动坐标系标定；<br>2、修改第 3.1 节：传送带参数配置；<br>3、修改第 3.2 节：脉冲当量标定；<br>4、修改第 3.6 节：视觉协议；<br>5、新增第 4.8 节：WaitConvDis 指令；<br>6、修改第 4.9 节：跟随支持的指令集；<br>7、修改第 5 章：跟随轨迹点位生成；<br>8、修改第 6.1 节：使用步骤；<br>9、新增第 6.4 节：场景示例 3；<br>10、新增第 7.4 节：跟随丢弃信息显示。 | 赵臻晖 |
| 3  | V2.1 | 2022.05.06 | 1、修改第 3.2 节：脉冲当量标定；<br>2、新增第 4.9 节：SimConveyorOn 指令；<br>3、新增第 4.10 节：SimConveyorOff 指令；<br>4、新增第 6.5 节：场景示例 4。                                                                                                                             | 赵臻晖 |
| 4  | V2.2 | 2022.07.26 | 1、修改第 3 章：配置说明总述；<br>2、修改第 3.4 节：触发参数配置；<br>3、修改第 3.5 节：视觉参数配置；<br>4、新增第 3.6 节：虚拟传送带配置；<br>5、新增第 4.11 节：ReceiveWObj 指令；<br>6、新增第 4.12 节：ResetWObjBuf 指令；<br>7、修改第 4.13 节：跟随支持的指令集。                                                         | 黎伟伟 |
|    |      |            |                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|    |      |            |                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|    |      |            |                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|    |      |            |                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|    |      |            |                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|    |      |            |                                                                                                                                                                                                                                            |     |

## 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 前言 .....                       | 1  |
| 读者对象 .....                     | 1  |
| 注意事项 .....                     | 1  |
| 安全说明 .....                     | 1  |
| 第 1 章 概述 .....                 | 2  |
| 第 2 章 动坐标系标定.....              | 4  |
| 2.1 跟随坐标系关系 .....              | 4  |
| 2.2 动坐标系标定 .....               | 4  |
| 2.2.1 直线传送带动坐标系标定.....         | 5  |
| 2.2.2 圆盘传送带动坐标系标定.....         | 6  |
| 第 3 章 配置说明 .....               | 7  |
| 3.1 传送带参数配置 .....              | 7  |
| 3.2 脉冲当量标定 .....               | 8  |
| 3.2.1 直线传送带脉冲当量标定.....         | 9  |
| 3.2.2 圆盘传送带脉冲当量标定.....         | 10 |
| 3.2.3 脉冲当量验证 .....             | 10 |
| 3.3 跟随参数配置 .....               | 11 |
| 3.4 触发参数配置 .....               | 11 |
| 3.5 视觉参数配置 .....               | 13 |
| 3.6 虚拟传送带配置 .....              | 14 |
| 3.7 视觉协议 .....                 | 15 |
| 第 4 章 指令说明 .....               | 16 |
| 4.1 WaitWObj.....              | 16 |
| 4.2 MovLSync .....             | 17 |
| 4.3 MovJSyncQuit .....         | 18 |
| 4.4 MovLSyncQuit .....         | 19 |
| 4.5 SetTargetPos.....          | 20 |
| 4.6 SetSyncoord .....          | 20 |
| 4.7 SynCToUserC .....          | 21 |
| 4.8 WaitConvDis .....          | 21 |
| 4.9 SimConveyorOn.....         | 22 |
| 4.10 SimConveyorOff .....      | 22 |
| 4.11 ReceiveWObj.....          | 22 |
| 4.12 ResetWObjBuf.....         | 22 |
| 4.13 跟随支持的指令集 .....            | 23 |
| 第 5 章 跟随轨迹点位生成.....            | 24 |
| 第 6 章 现场配置说明.....              | 26 |
| 6.1 使用步骤 .....                 | 26 |
| 6.2 场景示例 1——使用视觉获取目标点位.....    | 27 |
| 6.3 场景示例 2——使用非视觉获取特定点位.....   | 28 |
| 6.4 场景示例 3——相机视野在机器人工作空间外..... | 30 |
| 6.5 场景示例 4——使用虚拟传送带.....       | 32 |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>第 7 章 跟随调试诊断</b> ..... | <b>34</b> |
| 7.1 EScope 跟随数据采集 .....   | 34        |
| 7.2 跟随信息打印 .....          | 34        |
| 7.3 跟随状态查看 .....          | 35        |
| 7.4 跟随丢弃信息显示 .....        | 36        |
| 7.5 跟随运动性能调试 .....        | 37        |
| 7.6 跟随常见问题及解决措施.....      | 37        |

# 前言

本手册适用于控制系统 **RCS2 V1.28.00**，介绍埃斯顿 ER 系列机器人传送带跟随功能使用方法。

## 读者对象

本手册仅供埃斯顿机器人相关技术支持人员使用。

## 注意事项

- 在安装和调试这些组件时，操作人员必须严格遵循本文档的说明和解释。
- 相关负责人员必须确保所述产品的应用或使用满足所有安全要求，包括相关法律、法规、准则和标准。
- 尽管本文档经过精心编制，但由于其中所描述的产品仍处于不断更新换代中，我们可能不会在每次更新后都检查文档中所描述的产品性能数据、标准或其它特性总是与实际产品相一致。
- 本文档中难免会出现一些技术或者编辑错误，我们保留随时对文档信息做出修改之权力，恕不另行通知。对于已经变更的产品，如果本文档中的数据、图表以及文字描述没有修改，我们将不再特别加以声明。
- 任何人不得对软、硬件配置进行文本档中规定之外的修改，ESTUN 公司对因此而造成的一切后果不承担任何责任。
- 本文档中出现图示单位在没有特别标注说明时，默认单位为毫米 mm。

## 安全说明

|                                                                                               |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|  <b>警告</b> | <b>受伤的危險</b><br>不遵守本标志相关的安全说明将危及个人生命和健康安全。     |
|  <b>注意</b> | <b>对环境和设备有危險</b><br>不遵守本标志相关安全说明可能明显危害环境和设备安全。 |
|  <b>说明</b> | <b>说明或提示</b><br>该标志表示这些信息能够帮助您更好的理解安全说明。       |

## 第 1 章 概述

机器人传送带跟随功能，是指机器人通过视觉系统或传感器获取工件的位置信息，跟随传送带上运动的工件，在同步状态下完成作业动作，如动态抓取、动态涂胶等。目前支持直线传送带和圆盘传送带跟随，其应用场景示意分别如图 1-1 和图 1-2 所示。

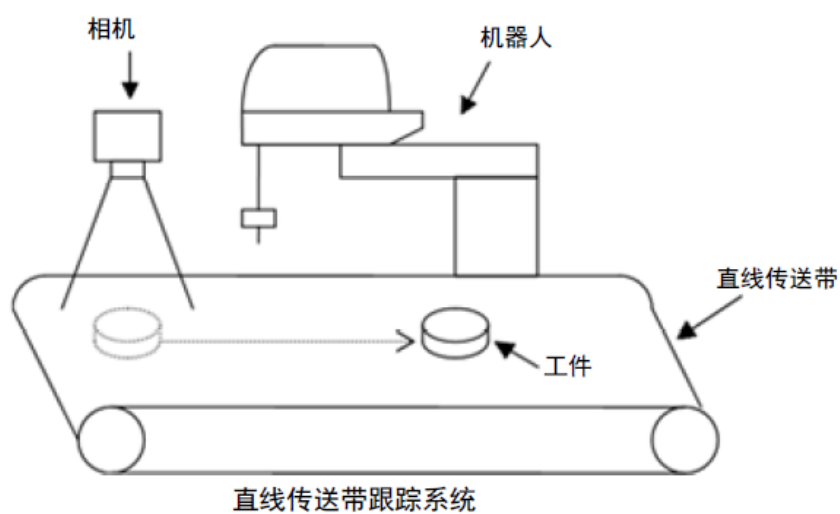


图 1-1

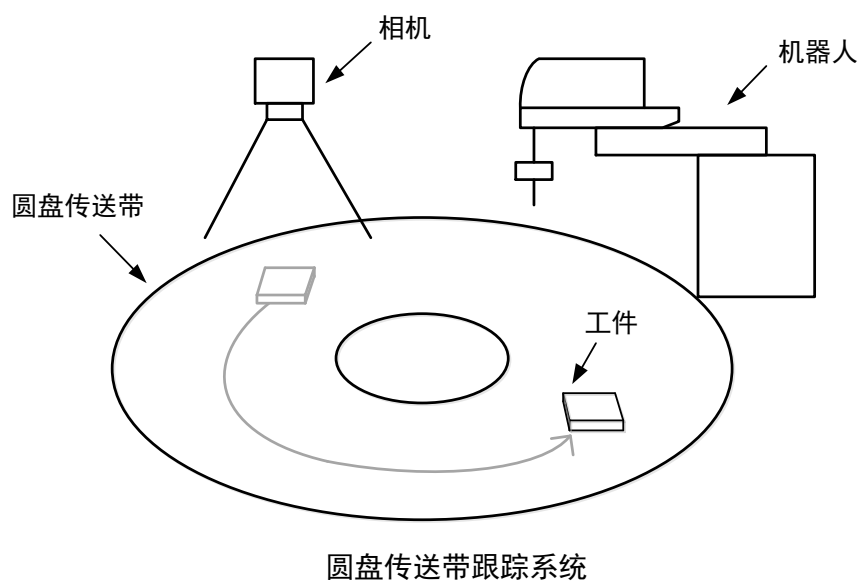


图 1-2

使用机器人动态跟随功能时，首先需要标定动坐标系，通过界面设置传送带相关参数，然后示教动坐标系下的点位和指令，最后进行轨迹试运行。下文将对各关键步骤进行详细说明：

第 2 章介绍跟随各坐标系之间的关系以及动坐标系的标定方法；

第 3 章介绍传送带脉冲当量的标定方法以及传送带相关参数配置；

第 4 章和第 5 章介绍跟随相关指令及跟随点位生成方法；

第 6 章介绍跟随功能的完整使用步骤，并给出几个典型场景的示例；

第 7 章介绍跟随调试诊断方法。

## 第 2 章 动坐标系标定

### 2.1 跟随坐标系关系

下图为跟随系统中各坐标系及点位之间的相对关系。

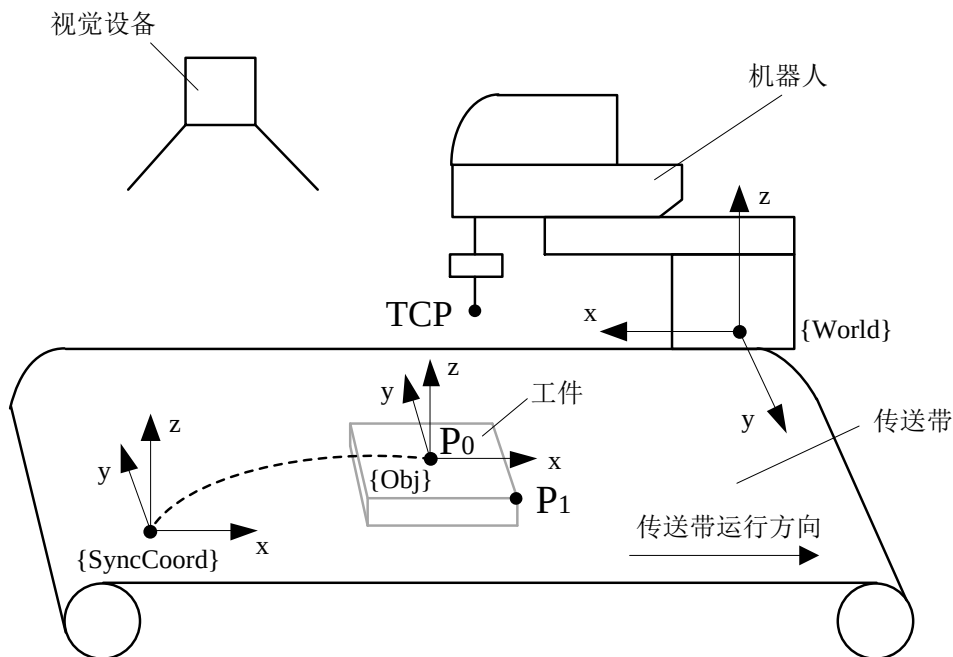


图 2-1

| 序号 | 名称              | 说明                                                                                                         |
|----|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 世界坐标系{World}    | 机器人的默认参考坐标系，与基坐标系重合；                                                                                       |
| 2  | 动坐标系{SyncCoord} | 跟随功能使用的参考坐标系；<br>跟随边界参数基于动坐标系设置；                                                                           |
| 3  | 目标物体坐标点 P0      | 基于动坐标系{SyncCoord}描述；<br>坐标为 $(X_0, Y_0, 0, A_0, 0, 0)$ ；<br>带视觉时通过视觉拍照获得；<br>非视觉触发方式时通过 SetTargetPos 指令获得； |
| 4  | 工件坐标系{Obj}      | 原点在 P0 处的参考坐标系；<br>跟随同步后的运动指令点 P1 基于该坐标系示教。                                                                |

### 2.2 动坐标系标定

使用传送带跟随功能时，首先应标定动坐标系。在变量界面新建动坐标系类型的变量，点击【修改】根据当前传送带的类型，选择【直线型】或【圆盘型】



进行标定，如图 2-2 所示。



图 2-2

### 2.2.1 直线传送带坐标系标定

选择【直线型】进行标定时，标定方法与用户坐标系相同。

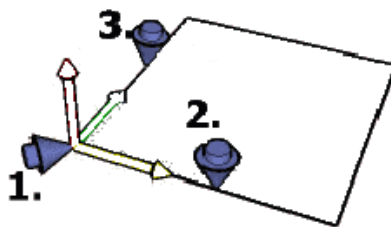


图 2-3

(1) 如图 2-3 所示，在静止的传送带上选定基准点 1，点动机器人使 TCP 与点 1 重合，点击【示教】进入下一步；

(2) 开启传送带运行一段距离后停止传送带，此时基准点在位置 2 处，点动机器人使 TCP 与点 2 重合，点击【示教】进入下一步；

(3) 在传送带平面内选择基准点 3，点动机器人使 TCP 与点 3 重合，点击【示教】进入下一步；

(4) 点击【确认】，完成标定。



说明

- 标定时的基准点 1、基准点 2、基准点 3 应当互不相同。
- 在标定时应确保直线传送带的运行方向与动坐标系的 X 正方向相同, XOY 平面为传送带所在平面。

## 2.2.2 圆盘传送带动坐标系标定

选择【圆盘型】进行标定时, 标定方法如下:

(1) 如图 2-4 所示, 在静止的传送带上选定基准点 1, 点动机器人使 TCP 与点 1 重合, 点击【示教】进入下一步;

(2) 开启传送带旋转一定角度后停止传送带, 此时基准点在位置 2 处, 点动机器人使 TCP 与点 2 重合, 点击【示教】进入下一步;

(3) 开启传送带再旋转一定角度后停止传送带, 此时基准点在位置 3 处, 点动机器人使 TCP 与点 3 重合, 点击【示教】进入下一步;

(4) 点击【确认】, 完成标定。

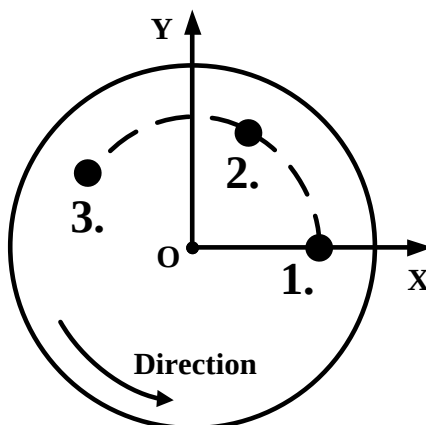


图 2-4



说明

- 标定时的基准点 1、基准点 2、基准点 3 应当互不相同。
- 使用圆盘型标定方法, 基准点 1、2、3 在一圈之内旋转时, 按照上述步骤确定的坐标系, X 轴正方向由圆心 O 与基准点 1 确定, 圆盘逆时针旋转时 Z 轴朝上, 圆盘顺时针旋转时 Z 轴朝下。
- 动坐标系标定完成后, 圆盘表面将对应坐标系的四个象限。标定时应尽量让机器人开始跟随的位置位于第一象限, 以便后续有充足的范围执行跟随同步动作, 跟随时右边界在一圈内不能超过第四象限。

## 第 3 章 配置说明

通过点击示教器【用户应用-传送带跟随】即可进入传送带配置界面，对传送带参数进行配置，目前最多支持 2 个传送带。在该界面可以进行传送带使能、脉冲当量查看与标定、传送带位置与速度查看、一键开启/关闭显示未跟随原因，并通过页面切换分别转至“传送带参数”、“跟随参数”、“触发参数”、“视觉参数”、“虚拟传送带”五个界面进一步配置。

### 3.1 传送带参数配置

选择【传送带参数】，在“类型”一栏中选择【直线型】或【圆盘型】，分别进入直线传送带（图 3-1）或圆盘传送带（图 3-2）的配置界面，界面中各参数说明如下。

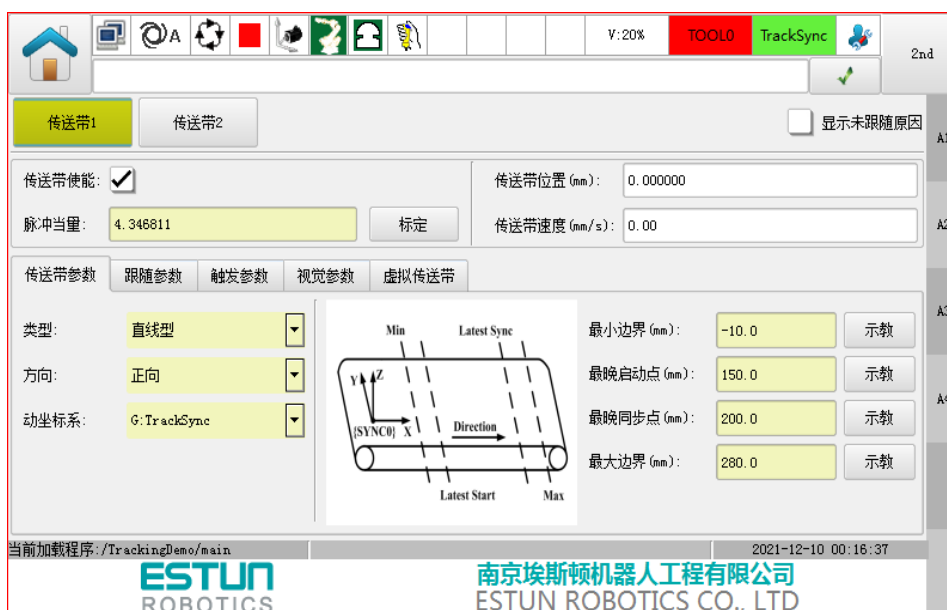


图 3-1



图 3-2

- 类型：直线型或圆盘型。
- 方向：设置传送带的方向。
- 动坐标系：与该传送带绑定的动坐标系。
- 最小边界/最大边界/最晚启动点/最晚同步点：直线传送带时表示在对应动坐标系下 X 方向的坐标值；圆盘传送带时表示在对应动坐标系 XOY 平面内的圆心角度。

#### 说明

- 直线传送带设置方向时，动坐标系 X 正方向与传送带运动方向相同，传送带运动时位置越变越大。
- 圆盘传送带设置方向时，动坐标系 Z 正方向与传送带旋转轴正方向（使用右手法则判定）相同，传送带运动时位置越变越大。
- 边界参数基于所标定的动坐标系，必须结合机器人、工件以及动坐标系的相对位置关系设置合理的数值。

## 3.2 脉冲当量标定

脉冲当量表示编码器脉冲值与传送带位置之间的转换关系，在脉冲当量标定界面可以查看当前的脉冲当量值、传送带的位置与速度，如图 3-3 所示，若使用虚拟传送带，则无需标定脉冲当量。



图 3-3

### 3.2.1 直线传送带脉冲当量标定

直线传送带时脉冲当量的单位为 pulse/mm。以下结合图 3-4 说明标定直线传送带脉冲当量的方法：

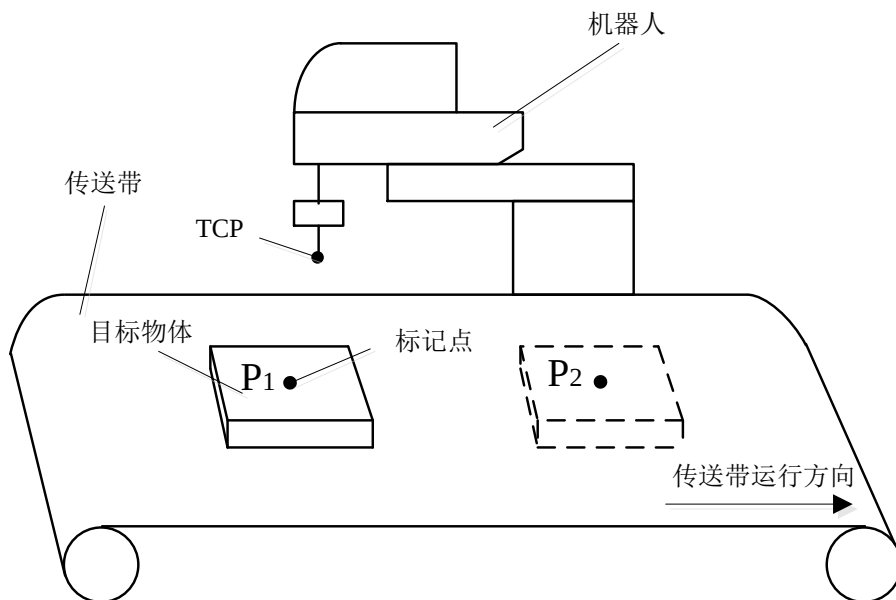


图 3-4

- （1）根据当前的真实工具设置工具坐标系（建议使用针尖标定工具）；
- （2）执行 SetSyncoord 指令，将机器人的参考坐标系切换为与当前传送带绑定的动坐标系；

（3）切换至传送带跟随界面，点击“脉冲当量”【标定】弹出标定界面，在静止传送带上机器人臂展范围内选择一个标记点 P1，点动机器人使 TCP 与 P1 重合，点击【标定起始点】记录当前位置并点击【下一步】，如图 3-5 所示；



图 3-5



图 3-6

- （4）点动机器人至安全位置，开启传送带，使其向前运动一段距离后停止，此时标记点位于 P2 处，点动机器人，使 TCP 与点 P2 重合，点击【标定结束点】记录当前位置，如图 3-6 所示；

(5) 点击【计算】，系统将自动计算并显示脉冲当量值，点击【确定】完成标定。

### 3.2.2 圆盘传送带脉冲当量标定

圆盘传送带时脉冲当量的单位为 pulse/deg。圆盘传送带脉冲当量的标定方法与直线传送带类似，区别在于直线传送带时标记点 P1 和 P2 由直线运动生成，圆盘传送带时标记点 P1 和 P2 由旋转运动生成，如图 3-7 与图 3-8 所示。

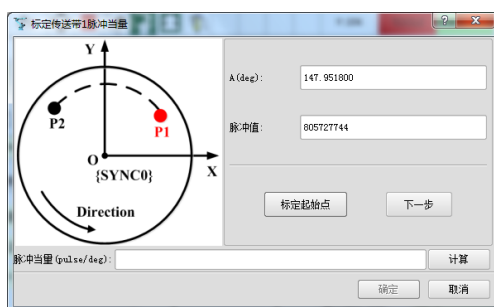


图 3-7



图 3-8

### 3.2.3 脉冲当量验证

标定完成后可通过 EScope 采集传送带数据（位移、速度、反馈脉冲），通过观测曲线判断目前的编码器性能是否满足应用需求。

正常情况下的传送带数据如图 3-9 所示，其速度存在一定波动。

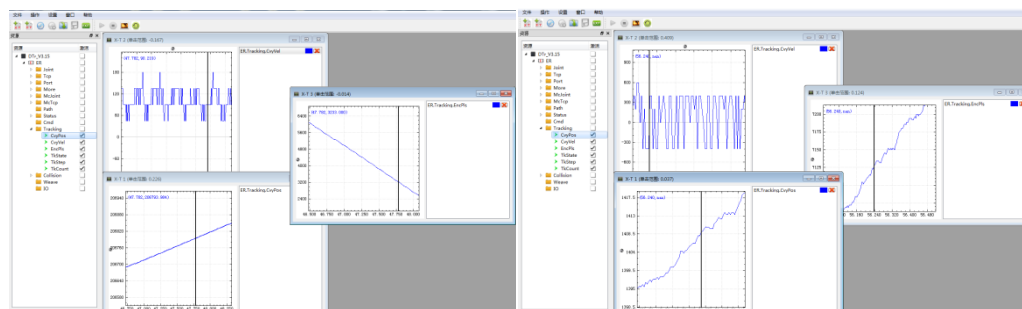


图 3-9

图 3-10

恶劣情况下的传送带数据如图 3-10 所示，其速度时正时负跳变，此时需要检查编码器与电机轴是否同轴、接线是否正确以及是否有信号干扰，必要时需及时更换编码器。

为进一步验证标定值是否正确，可以在传送带停止时记录当前跟随配置界面上显示的传送带位置 Pos1，然后开启传送带使其向前移动一段距离（圆盘传送带时为旋转角度）后停止，再次记录传送带位置 Pos2，如果计算值 (Pos2-Pos1)

≈测量值（可使用尺子测量），即表示脉冲当量标定正确。

### 3.3 跟随参数配置

选择【跟随参数】如图 3-11 所示，界面中各参数说明如下。



图 3-11

- 速度系数/加速度系数/减速度系数：跟随同步过程中的速度/加速度/减速度的比率。
- 跟随允差：跟随同步到位的判断阈值，表示机器人与目标物体的最大位移允许误差。
- X 方向补偿：相对于目标点位 X 方向的工件偏移补偿。
- Y 方向补偿：相对于目标点位 Y 方向的工件偏移补偿。
- A 方向补偿：相对于目标点位 A 方向的工件偏移补偿。

### 3.4 触发参数配置

选择【触发参数】如图 3-12 所示，界面中各参数说明如下。



图 3-12

- 触发类型：
  - 定时触发：该方式适用于带视觉的跟随应用，系统会根据配置的触发时间(ms)，周期设置触发输出端口输出高电平信号触发视觉拍照，高电平保持时间为触发时间的 1/2。
  - 外部 IO 触发：该方式适用于带视觉的跟随应用，当系统检测到触发输入端口有上升沿信号时（检测周期为 4ms），设置触发输出端口输出高电平信号触发视觉拍照，高电平保持时间与触发输入端口保持同步。
  - 非相机触发：无视觉操作方式，需要创建一个任务程序：检测输入信号、下发目标信息等模拟视觉下发的位置点。可使用 RUN 程序，编写指令检测触发输入端口有上升沿信号时，调用 SetTargetPos 指令发送工件位置信息。
- 触发时间：“触发类型”为“定时触发”时，该设定生效。表示设置指定触发输出端口输出高电平信号的间隔时间。
- 触发输入端口：用于指定系统检测的触发输入端口。“触发类型”为“外部 IO 触发”或“非相机触发”时，该设定生效。
- 触发输出端口：用于指定系统输出的触发输出端口，使得相机进行拍照动作。“触发类型”为“定时触发”或“外部 IO 触发”时，该设定生效。
- 触发信号校验类型：
  - 无：该方式不会对触发信号进行任何校验处理，即只要信号触发就认为是有效信号。
  - 时间：时间校验方式，即在上一个有效信号触发后的一段时间内，系统将屏蔽信号接收功能。屏蔽对象不同，屏蔽接收的数据也不同。
  - 距离：距离校验方式，即在上一个有效信号触发后的一段距离内（该距离指的是传送带运动距离），系统将屏蔽信号接收功能。屏蔽对象不同，屏蔽接收的数据也不同。
- 屏蔽对象：



- 位置接收：当触发信号校验类型为时间或者距离时，系统对上一次有效信号触发后的一段时间或距离内从视觉或者 SetTargetPos 指令发送过来的工件信息进行丢弃处理，即该段区间内接收到的所有工件信息均为无效数据。
- 信号检测：当触发信号校验类型为时间或者距离时，系统对上一次有效信号触发后的一段时间或距离内不再进行触发信号检测，即该段区间内接收到的工件信息均以上一次有效触发信号记录的编码器位置来执行跟随运动。
- 校验时间：用于指定上一次有效信号后屏蔽信号接收的时间，单位为 ms。“触发信号校验类型”设为“时间”时，该参数有效。
- 校验距离：用于指定上一次有效信号后屏蔽信号接收的距离，直线传送带时单位为 mm，圆形传送带时单位为 deg。“触发信号校验类型”设为“距离”时，该参数有效。

#### 说明

- 使用不同的触发方式时，需要正确设置触发端口并确保其对应的 IO 接线正确。
- 选择非相机触发类型时，传送带的速度要保持恒定，不能随意调整，否则可能会导致下发的目标位置有偏差，影响跟踪同步精度。
- 选择定时触发类型时，在确定触发时间  $T$  时，可以参考示意图 3-13 进行计算，此时已知相机的视野宽度  $L$ ，目标工件的有效长度  $d$ ，传送带运行速度  $v$ ，计算公式为  $T = \frac{L-d}{v}$ ，通过该公式可以获取触发时间  $T$  的参考值，在实际调试时需要根据现场情况对该值进行适当调节。

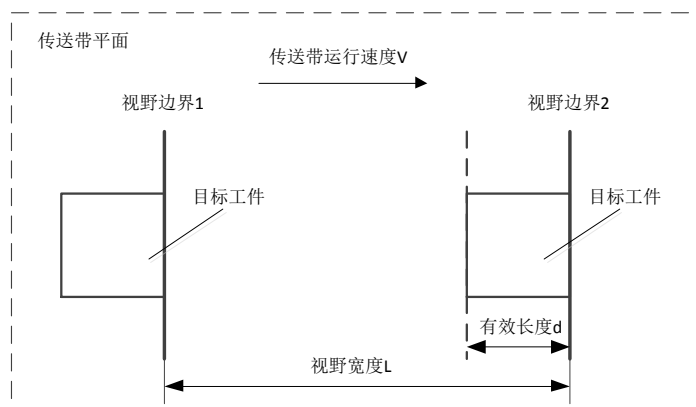


图 3-13

## 3.5 视觉参数配置

选择【视觉参数】如图 3-14 所示，界面中各参数说明如下。



图 3-14

- 视觉 IP：设定为相机的 IP 地址。
- 端口号：默认端口号为 5500。
- 连接状态：显示与相机服务器的连接状态。绿色表示已连接。灰色表示已断开。无色表示未连接。
- 清空：点击该按钮，可清空上方数据栏中已接收到点位信息显示。

### 3.6 虚拟传送带配置

选择【虚拟传送带】如图 3-15 所示，界面中各参数说明如下。



图 3-15

- 虚拟传送带使能：控制虚拟传送带开启/关闭。
- 虚拟传送带使能状态：显示当前虚拟传送带的开启/关闭状态。绿色表示已开启。灰色表示关闭。注意，虚拟传送带开启/关闭指令的执行也会影响该状态的显示。

- 虚拟传送带速度：设置/显示虚拟传送带的速度。

### 3.7 视觉协议

在跟随过程中，可以通过视觉拍照的方式获得目标物体的位置。

依据视觉协议，机器人控制器为 TCP 客户端，视觉设备作为 TCP 服务器端。机器人控制器作为客户端，在与视觉设备连接成功后，每隔 1s 会周期性的向服务器端发送""字符数据，用于检测两者的连接状态，同时机器人控制器可以读取视觉设备发送的数据并进行解析，数据格式协议如下：

```
Image
[X:<x>;Y:<y>;A:<a>;ARRT:<ATTR>;ID:<id>]
.....
Done
```

其中：

- X：浮点型，目标物体在参考坐标系下 X 轴坐标；
- Y：浮点型，目标物体在参考坐标系下 Y 轴坐标；
- A：浮点型，目标物体在参考坐标系下绕 Z 轴旋转的角度；
- ATTR：整型，目标物体的属性，可由用户自定义；
- ID：整形，序号，可以作为工件的编号，此编号将在 WaitWObj 指令中返回。

示例如下：

```
Image
[X:1;Y:1;A:1;ATTR:1;ID:1]
[X:2;Y:2;A:2;ATTR:2;ID:2]
[X:3;Y:3;A:3;ATTR:3;ID:3]
[X:4;Y:4;A:4;ATTR:4;ID:4]
[X:5;Y:5;A:5;ATTR:5;ID:5]
Done
```

## 第 4 章 指令说明

传送带跟随指令列表如图 4-1 所示。

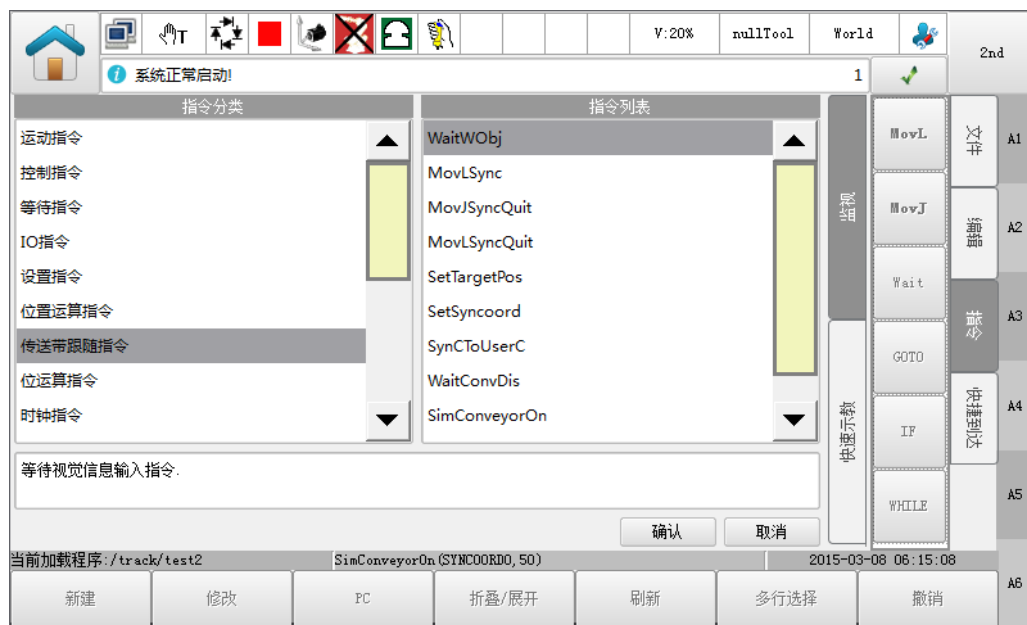


图 4-1

### 4.1 WaitWObj

等待视觉信息指令，用于获取视觉发来的目标工件位置，该指令一般编写在 MovLSync 指令的上一行，其参数编辑界面如图 4-2 所示。

|          |              |
|----------|--------------|
| 动坐标系     | G: SYNCOORD0 |
| 工件id     | L: INT0      |
| 时长(ms)   | 1000         |
| 超时判断值    | L: INT1      |
| 超时跳转的标签名 | Start        |

图 4-2

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。
- 工件 id：INT 类型变量，用来返回当前接收到的工件 id 号。
- 时长：表示执行等待时所需的时间，单位为 ms。
  - 如果该参数的值为 0，将强制等待，直至收到工件位置信息数据，才继续执行下一条指令。

- 如果该参数的值非 0，如果未收到数据，系统将在等待给定时长后跳过该指令，并继续执行下一条指令。
- 超时判断值：选择一个变量并在如下两种情况下为其赋值。
  - 当该指令在等待时间内执行完成时，对该变量赋值 0；
  - 当该指令由于超时执行完成时，对该变量赋值 1。
- 超时跳转的标签名：当执行超时时，选择跳转的标签名所在行。

## 4.2 MovLSync

传送带同步跟随启动指令，通过该指令可以使机器人 TCP 跟随传送带同步运动到达目标位置，该指令参数编辑界面如图 4-3 所示。

|              |                                                                                         |   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 相对于目标物体的偏移量  |  L: P0 | ⌵ |
| 目标速度         | S: V2000                                                                                | ⌵ |
| 工具参数         | DEFAULT                                                                                 | ⌵ |
| 坐标系参数        | G: SYNCOORD0                                                                            | ⌵ |
| 工件负载         | DEFAULT                                                                                 | ⌵ |
| 同步过程中放弃时跳转标签 | SyncFail                                                                                | ⌵ |
| 同步后放弃时抬升高度   | 15                                                                                      | ⌵ |
| 同步后放弃时跳转标签   | TrackFail                                                                               | ⌵ |
| AddDo        |                                                                                         | ⌵ |

图 4-3

执行该指令前，机器人控制系统会通过 IO 触发视觉拍照并接收视觉系统发送的目标位置。通过执行该指令，机器人从当前位置运动到目标位置，并与运动的目标物体保持同步。

- 相对于目标物体的偏移量：相对于跟随目标物体的偏移量，只能为 CPOS 类型变量，在下拉列表中可选择已有的点。
- 目标速度：指令运行速度。
  - 设置为“DEFAULT”，表示使用默认值 V4000。
  - 设置为 SPEED 类型变量时，可以选用系统预定义，也可以自行创建。
- 工具参数：机器人执行该轨迹时使用的工具参数。
  - 设置为“DEFAULT”，表示沿用最近一次设置的工具参数。
- 坐标系参数：机器人执行该轨迹时使用的坐标系参数。仅可设置为 SYNCOORD 类型的变量，并且需要与传送带配置界面设置的动坐标系一致。
- 工件负载：机器人执行该轨迹时使用的工件负载参数。
  - 设置为“DEFAULT”，表示沿用最近一次设置的工件负载参数。

- 设置为 PAYLOAD 类型变量时，可以选用系统预定义，也可以自行创建；使用与当前工件负载参数不同的负载参数时，系统会将工件负载参数切换成设置的工件负载参数。若本段与前后段轨迹的工件负载变化，则不支持过渡。
- 同步过程中放弃时跳转标签：用于跟随丢弃功能，当机器人与目标工件同步过程中无法实现同步，即 MovLSync 指令执行失败时，程序指针会转至跳转标签所在行以执行丢弃操作，在该 Label 标签下用户可根据现场工况加入相应的指令。
  - 该值可缺省，设置为缺省时会跳转到“同步后放弃时跳转标签”所用的 Label 处执行。
- 同步后放弃时抬升高度：同步后放弃时边跟随边抬升的距离，该值为相对于动坐标系 Z 轴正方向的偏移量。
- 同步后放弃时跳转标签：用于跟随丢弃功能，当机器人在跟随运动的过程中无法继续跟随，即 MovLSync 指令后续的指令执行失败时，程序指针会转至跳转标签所在行以执行丢弃操作，在该 Label 标签下用户可根据现场工况加入相应的指令。
  - 该值不可缺省，此处需要特别注意。
- AddDo：机器人执行完该指令后，可进行 IO 操作。
  - NULL：无任何操作。
  - IO 指令：执行 IO 操作，目前支持的 IO 指令有 SetDO、SetAO、SetSimDO、SetSimAO、PulseOut、PulseSimOut、SetDO8421、SetSimDO8421、SetDIEdge、SetSimDIEdge。

### 4.3 MovJSyncQuit

传送带同步跟随退出指令，通过该指令可以使机器人退出跟随状态并以速度最快方式到达目标位置，该指令参数编辑界面如图 4-4 所示。

|       |                                                                                              |   |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 目标位置  |  L: P0    | ▼ |
| 目标速度  | DEFAULT                                                                                      | ▼ |
| 过渡类型  | DEFAULT                                                                                      | ▼ |
| 坐标系参数 |  S: World | ▼ |
| 工件负载  | DEFAULT                                                                                      | ▼ |
| AddDo |                                                                                              | ▼ |

图 4-4

执行该指令时，机器人与上一条运动指令平滑过渡并且退出跟随状态，之后恢复常规用户坐标系下的运动。

- 目标位置：指令终点位置，APOS 或 CPOS 类型变量。在下拉列表中选择已有的点或在弹出的对话框中新建并示教一个变量。
- 目标速度：指令运行速度。
  - 设置为“DEFAULT”，表示使用默认值 V4000。
  - 设置为 SPEED 类型变量时，可以选用系统预定义，也可以自行创建。
- 过渡类型：机器人逼近终点时的过渡方式。

- DEFAULT: 使用默认的过渡方式 FINE, 即无过渡。
- FINE: 无过渡。
- RELATIVE: 相对过渡。
- ABSOLUTE: 绝对过渡。
- 坐标系参数: 机器人执行该轨迹时使用的坐标系参数。
  - 该参数无法设为“DEFAULT”, 必须强制输入一个坐标系参数。
  - 设置为 USERCOOR 类型变量时, 可以选用系统预定义, 也可以自行创建; 使用与当前坐标系不同的坐标系时, 系统会将坐标系切换到设置的坐标系。
- 工件负载: 机器人执行该轨迹时使用的工件负载参数。
  - 设置为“DEFAULT”, 表示沿用最近一次设置的工件负载参数。
  - 设置为 PAYLOAD 类型变量时, 可以选用系统预定义, 也可以自行创建; 使用与当前工件负载参数不同的负载参数时, 系统会将工件负载参数切换到设置的工件负载参数。若本段与前后段轨迹的工件负载变化, 则不支持过渡。
- AddDo: 机器人执行完该指令后, 可进行 IO 操作。
  - NULL: 无任何操作。
  - IO 指令: 执行 IO 操作, 目前支持的 IO 指令有 SetDO、SetAO、SetSimDO、SetSimAO、PulseOut、PulseSimOut、SetDO8421、SetSimDO8421、SetDIEdge、SetSimDIEdge。

#### 4.4 MovLSyncQuit

传送带同步跟随退出指令, 通过该指令可以使机器人退出跟随状态并以直线运动方式到达目标位置, 该指令参数编辑界面如图 4-5 所示。

|       |                                                                                              |                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 目标位置  |  L: P0    |  |
| 目标速度  | DEFAULT                                                                                      |  |
| 过渡类型  | DEFAULT                                                                                      |  |
| 坐标系参数 |  S: World |  |
| 工件负载  | DEFAULT                                                                                      |  |
| AddDo |                                                                                              |  |

图 4-5

执行该指令时, 机器人与上一条运动指令平滑过渡并且退出跟随状态, 之后恢复常规用户坐标系下的运动。

- 目标位置: 指令终点位置, APOS 或 CPOS 类型变量。在下拉列表中选择已有的点或在弹出的对话框中新建并示教一个变量。
- 目标速度: 指令运行速度。
  - 设置为“DEFAULT”, 表示使用默认值 V4000。
  - 设置为 SPEED 类型变量时, 可以选用系统预定义, 也可以自行创建。
- 过渡类型: 机器人逼近终点时的过渡方式。
  - DEFAULT: 使用默认的过渡方式 FINE, 即无过渡。



- FINE：无过渡。
- RELATIVE：相对过渡。
- ABSOLUTE：绝对过渡。
- 坐标系参数：机器人执行该轨迹时使用的坐标系参数。
  - 该参数无法设为“DEFAULT”，必须强制输入一个坐标系参数。
  - 设置为 USERCOORD 类型变量时，可以选用系统预定义，也可以自行创建；使用与当前坐标系不同的坐标系时，系统会将坐标系切换成设置的坐标系。
- 工件负载：机器人执行该轨迹时使用的工件负载参数。
  - 设置为“DEFAULT”，表示沿用最近一次设置的工件负载参数。
  - 设置为 PAYLOAD 类型变量时，可以选用系统预定义，也可以自行创建；使用与当前工件负载参数不同的负载参数时，系统会将工件负载参数切换成设置的工件负载参数。若本段与前后段轨迹的工件负载变化，则不支持过渡。
- AddDo：机器人执行完该指令后，可进行 IO 操作。
  - NULL：无任何操作。
  - IO 指令：执行 IO 操作，目前支持的 IO 指令有 SetDO、SetAO、SetSimDO、SetSimAO、PulseOut、PulseSimOut、SetDO8421、SetSimDO8421、SetDIEdge、SetSimDIEdge。

## 4.5 SetTargetPos

工件目标位置设置指令，用于设置工件进入传送带上被检测到的位置信息，该指令参数编辑界面如图 4-6 所示。

|      |                                                                                           |   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 动坐标系 | G: SYNCOORD0                                                                              | ⌵ |
| 目标位置 |  L: P0 | ⌵ |

图 4-6

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。
- 目标位置：CPOS 类型变量，表示工件进入传送带的位置相对于动坐标系原点的偏移量。

### 说明

- 目前系统仅支持 2D 视觉数据，在该变量中仅 X、Y、A 三个数据有效。

## 4.6 SetSyncoord

动坐标系设置指令，通过该指令可以将机器人当前的参考坐标系切换成动坐标系，从而示教跟随过程中的点位，该指令参数编辑界面如图 4-7 所示。

|       |              |   |
|-------|--------------|---|
| 坐标系参数 | G: SYNCOORD0 | ⌵ |
|-------|--------------|---|

图 4-7



- 坐标系参数：当前机器人所参考的坐标系参数，仅可设置为 SYNCOORD 类型的变量。

#### 说明

- 切换至动坐标系后，仅能在切换前所设定的点动坐标系下点动。例如：切换动坐标系前的点动坐标系为世界坐标系，则执行该指令后仅能在世界坐标系下点动。如需在其它坐标系下点动，需要再切换回用户坐标系。

## 4.7 SynCToUserC

参考坐标系转换指令，用于计算出用户坐标系的值以便在示教跟随同步后的轨迹点位时使用，该指令参数编辑界面如图 4-8 所示。

|       |                |   |
|-------|----------------|---|
| 动坐标系  | G: SYNCOORD0   | ⌵ |
| 目标位置  | L: DCPOS3      | ⌵ |
| 坐标系参数 | U G: USERCOORD | ⌵ |

图 4-8

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。
- 目标位置：DCPOS 类型变量，表示工件进入传送带的位置相对于动坐标系原点的偏移量。
- 坐标系参数：USERCOORD 类型变量，指示教跟随同步后轨迹点位时参考的坐标系。

## 4.8 WaitConvDis

跟随位移等待指令，使机器人与目标物体同步运动指定位移后再执行后续的指令。该指令与 Wait 指令的区别是，该指令等待固定距离，而 Wait 指令等待固定时间。该指令参数编辑界面如图 4-9 所示。

|      |              |   |
|------|--------------|---|
| 动坐标系 | G: SYNCOORD0 | ⌵ |
| 增量   | 0            |   |

图 4-9

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。
- 增量：机器人与目标物体保持同步的位移，直线传送带时单位是 mm；圆盘传送带时单位是 deg。

## 4.9 SimConveyorOn

虚拟传送带开启指令，用于使能虚拟传送带，并指定其运行的速度，该指令参数编辑界面如图 4-10 所示。

|       |              |   |
|-------|--------------|---|
| 动坐标系  | G: SYNCOORD0 | ⌵ |
| 传送带速度 | 50           | ⌵ |

图 4-10

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。
- 传送带速度：虚拟传送带的运行速度，直线传送带时单位是 mm/s；圆盘传送带时单位是 deg/s。

## 4.10 SimConveyorOff

虚拟传送带关闭指令，用于禁能虚拟传送带，该指令参数编辑界面如图 4-11 所示。

|      |              |   |
|------|--------------|---|
| 动坐标系 | G: SYNCOORD0 | ⌵ |
|------|--------------|---|

图 4-11

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。

## 4.11 ReceiveWObj

设置工件数据的接收状态指令，通过组合使用该指令可以让机器人系统在某一轨迹内不接收视觉或 run 程序中发来的工件位置信息，该指令参数编辑界面如图 4-12 所示。

|        |              |   |
|--------|--------------|---|
| 动坐标系   | G: SYNCOORD1 | ⌵ |
| 使能接收状态 | "OFF"        | ⌵ |

图 4-12

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。
- 使能接收状态：使能机器人系统对工件位置信息的接收状态。

## 4.12 ResetWObjBuf

复位已接收到的工件数据队列指令，该指令可以将系统中已接收且未被执行的工件信息清空，该指令参数编辑界面如图 4-13 所示。

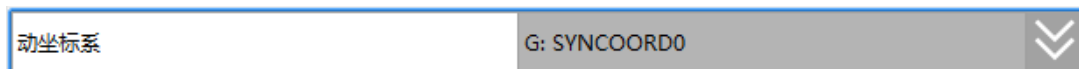


图 4-13

- 动坐标系：SYNCOORD 类型变量，设置的动坐标系需与传送带配置界面启用的动坐标系一致。

### 4.13 跟随支持的指令集

在跟随过程中只允许部分指令执行，依据指令列表说明如下：

- 运动指令：MovL、MovLRel、MovC、MovCircle
- 传送带跟随指令：MovJSyncQuit、MovLSyncQuit、WaitConvDis、SimConveyorOn、SimConveyorOff、ReceiveWObj、ResetWObj
- 控制指令：全部的流程控制指令
- 等待指令：Wait、WaitCondition
- IO 指令：全部支持
- 设置指令：SetJointDyn、SetCartDyn、GetCurOverRide、CalcTool、CalcCoord、SetRtToErr、SetRtInfo、SetRtWarning、Stop
- 时钟指令：CLKStart、CLKStop、CLKRead、CLKReset
- 区域指令：AreaActivate、AreaDeactivate、PolyhedronAreaActivate、PolyhedronAreaDeactivate。

## 第 5 章 跟随轨迹点位生成

在某些跟随应用中，由于现场的特殊工艺需求（例如：动态拾取、动态涂胶、动态装配等），需要机器人在完成与目标工件同步的基础上继续实现复杂的轨迹运动。跟随过程中系统支持以下运动指令：**MovL**、**MovC**、**MovLRel**，且使用 **MovL** 与 **MovC** 指令时，引用的位置点必须为 **CPOS** 类型变量。

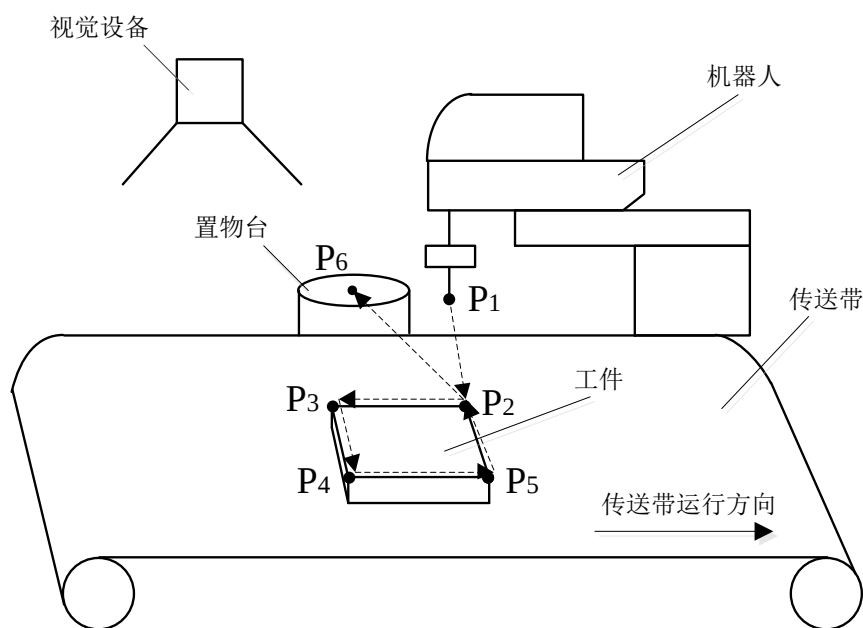


图 5-1

以直线传送带为例，如图 5-1 所示，机器人从等待点 **P1** 开始运动，到 **P2** 点时达到同步，根据工艺需求继续沿着轨迹 **P3->P4->P5->P2** 运动，最后退出到 **P6** 点完成整道工序。在实际应用中，轨迹点 **P2**、**P3**、**P4**、**P5** 可以通过三种方式获取，包括：视觉生成、测量赋值以及轨迹示教。

### （1）视觉生成

该方法通过视觉拍照的方式生成目标工件的轨迹点序列，依据视觉协议发送给机器人控制系统使用。

### （2）测量赋值

该方法适用于形状规则的目标工件（如：矩形、正方形目标工件），其轮廓点坐标可以通过测量或运算推导获取，在程序中结合赋值指令可以直接确定各轨迹点，在运行时使用 **MovLRel** 指令即可实现同步后轨迹点位的运动。

### (3) 轨迹示教

为了实现轨迹点信息的灵活调节,可以通过轨迹示教的方式获取跟随同步后的轨迹点。

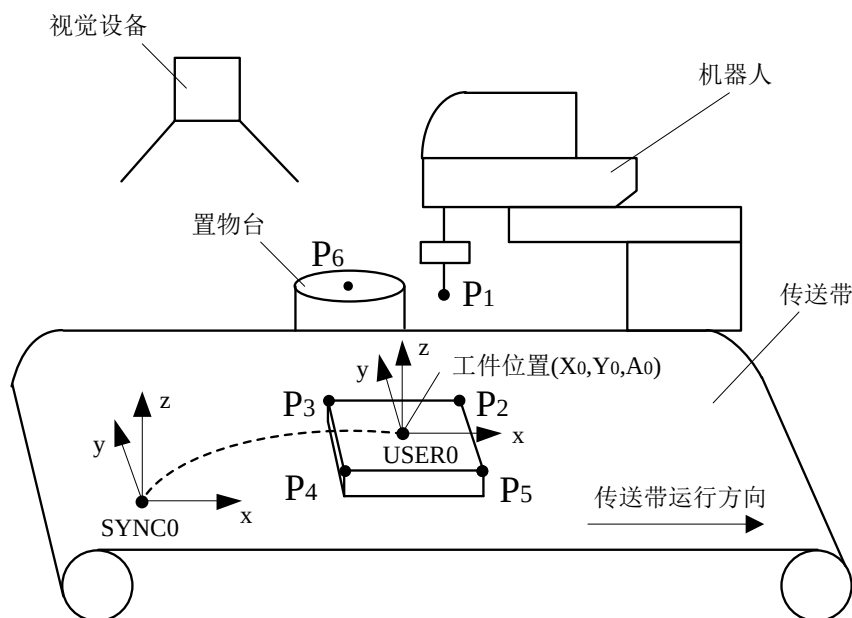


图 5-2

当相机视野在机器人工作空间内时,以图 5-2 为例说明获得轨迹示教点的方法。示教前需要先完成动坐标系 SYNC0 的标定及视觉设备的调试,此时示教轨迹点 P2、P3、P4、P5 的方法如下:

- 1) 停止传送带,将工件放置在机器人视野范围内;
- 2) 通过视觉拍照获得此时的工件位置  $(X_0, Y_0, A_0)$ ;
- 3) 新建 DCPOS 类型的变量 DCPOS0,并赋值为工件位置  $(X_0, Y_0, A_0)$ ;
- 4) 新建用户坐标系类型的变量 USER0,并执行 `SynCToUserC(SYNC0, DCPOS0, USER0)`指令,通过该指令获得用户坐标系 USER0;
- 5) 将当前参考坐标系切换至用户坐标系 USER0 下,示教轨迹点 P2、P3、P4、P5,此时示教所得的轨迹点位信息可在跟随同步过程中直接使用。

#### 说明

- 若触发方式为非视觉触发,则步骤2)时应根据现场工况自行确定工件位置  $(X_0, Y_0, A_0)$ 。
- 当相机视野在机器人工作空间外时,示教方法与上述步骤类似,具体可参考第 6.4 节场景示例 3。

## 第 6 章 现场配置说明

---

本章介绍跟随功能的完整使用步骤，并给出两种单机单传送带应用场景中可参考的工艺流程模板，最后介绍相机视野在机器人工作空间外的处理方法。

### 6.1 使用步骤

在使用跟随功能时，具体使用步骤如下：

#### STEP 1 标定工具坐标系

根据现场使用情况标定工具坐标系，并执行 SetTool 指令设置该工具坐标系。

#### STEP 2 标定动坐标系

新建动坐标系变量，并进行标定。

#### STEP 3 配置跟随相关参数

##### （1）标定脉冲当量并验证

进入传送带跟随配置界面，绑定正确的动坐标系，使能当前使用的传送带，标定脉冲当量并验证；

##### （2）配置传送带参数

在传送带参数配置界面，结合现场应用情况正确设置边界参数；

##### （3）配置跟随参数

在跟随参数配置界面，结合现场应用情况正确设置轨迹参数、允差参数与补偿参数；

##### （4）配置触发参数

在触发参数配置界面，结合现场应用选择触发类型并合理配置触发参数；

##### （5）配置视觉参数

跟随使用视觉设备时，需要配置视觉参数；

触发类型为非视觉触发时，无需配置视觉参数；

#### STEP 4 新建工艺程序

根据现场应用情况，针对不同的触发方式新建工艺程序，具体可参考本章的模板程序；

## STEP 5 试运行与调试

完成上述操作后，应当根据现场情况停止传送带进行定点跟随，或低速运行传送带进行低速跟随，验证整个流程点位的正确性，并结合实际运行情况修正跟随相关参数。

### 6.2 场景示例 1——使用视觉获取目标点位

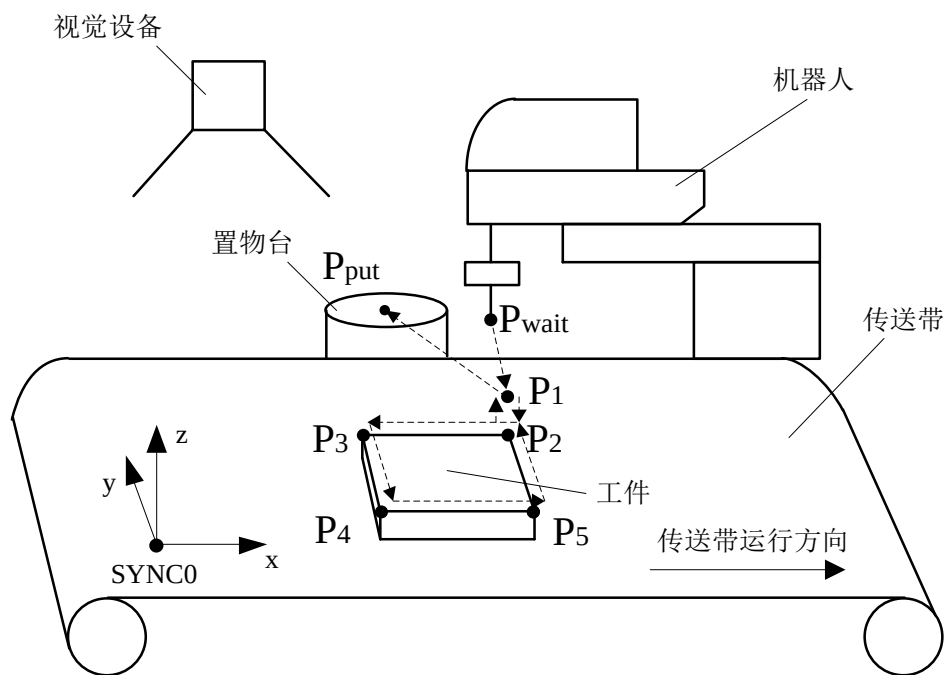


图 6-1

如图 6-1 所示，该应用中通过相机拍照获取工件的点位信息，触发类型需要设置为“定时触发”或“外部 IO 触发”。

机器人由等待点  $P_{wait}$  开始跟随，当运动至同步点  $P_1$  实现同步后，以相对位移下探至  $P_2$  点、经  $P_3$  点、 $P_4$  点、 $P_5$  点沿工件边缘运动后回到  $P_2$  点，以相对位移抬升至  $P_1$  点后结束跟随运动退出至放置点  $P_{put}$ 。

在跟随过程中，若机器人在同步时失败，则程序跳转至 Label "SyncFail"，以常规运动退出至等待点  $P_{wait}$ ；若机器人在同步后失败，则程序跳转至 Label "TrackFail"，边跟随边抬升 10mm 后以常规运动退出至放置点  $P_{put}$ 。

此应用案例可参考以下模板编写工艺程序：

//Main

```
Start:
SetPayload(PayLoad0)
```

```

SetTool (Tool10)                // 结合现场情况设置负载与工具信息
MovJ (Phome)                    // 运动至原点

aaa:
SetDO (DO0,0)
MovL (Pwait,World)              // 运动至跟随等待点 Pwait
WaitWObj{SYNC0,INT0,0,INT1}     // 等待视觉发送工件位置信息
MovLSync (P1,V2000,SYNC0,"Goto SyncFail",10,"Goto TrackFail")
                                // 开始跟随至同步点 P1, 并加入跟随放弃时的跳转标签及抬升高度
MovLRel (DP0,V500)
MovL (P3,V1000)
MovL (P4,V1000)
MovL (P5,V1000)
MovL (P2,V1000)
SetDO (DO0,1)
Wait (50)                      // 跟随中的动作可根据现场应用添加相应的指令
MovLRel (DP1,V500)
MovJSyncQuit (Pput,V2000,World) // 退出跟随, 运动至 World 下的退出点 P6
GOTO aaa

SyncFail:
MovL (Pwait,World)              // 同步中失败, 退出至跟随等待点 Pwait
GOTO aaa

TrackFail:
MovL (Pput,World)               // 同步后失败, 退出至跟随放置点 Pput
GOTO aaa
End;

```

### 6.3 场景示例 2——使用非视觉获取特定点位

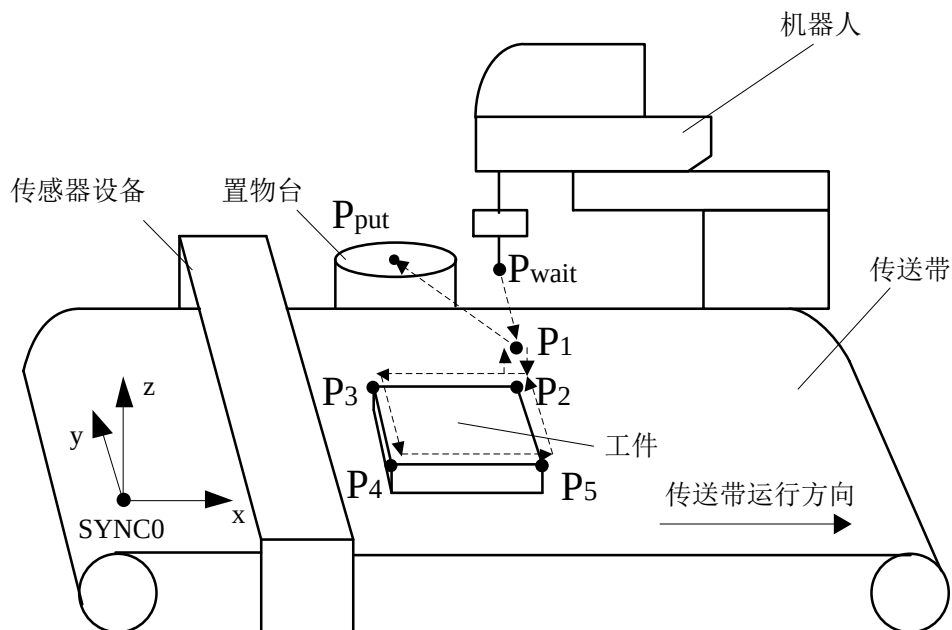


图 6-2

如图 6-2 所示, 该应用中通过传感器检测工件的位置以获取特定的目标点位信息, 触发类型需要设置为“非相机触发”。

机器人由等待点  $P_{wait}$  开始跟随, 当运动至同步点  $P_1$  实现同步后, 以相对位移下探至  $P_2$  点、经  $P_3$  点、 $P_4$  点、 $P_5$  点沿工件边缘运动后回到  $P_2$  点, 以相对位移抬



升至  $P_1$  点后结束跟随运动退出至放置点  $P_{put}$ 。

在跟随过程中，若机器人在同步时失败，则程序跳转至 Label "SyncFail"，以常规运动退出至等待点  $P_{wait}$ ；若机器人在同步后失败，则程序跳转至 Label "TrackFail"，边跟随边抬升 10mm 后以常规运动退出至放置点  $P_{put}$ 。

此应用案例，需要新建一个并程序（runProg）及一个主程序（Main），然后在主程序 Main 中通过 run 指令调用并程序 runProg，并编写相关的跟随指令，该模板程序如下：

```
//Main

Start:
SetPayload(PayLoad0)
SetTool(Tool0)           // 结合现场情况设置负载与工具信息
RUN runProg              // 并程序以检测 IO 状态
MovJ(Phome)               // 运动至原点

aaa:
SetDO(DO0,0)
MovL(Pwait,World)         // 运动至跟随等待点 Pwait
WaitWObj{SYNC0,INT0,0,INT1} // 等待视觉发送工件位置信息
MovLSync(P1,V2000,SYNC0,"Goto SyncFail",10,"Goto TrackFail")
// 开始跟随至同步点 P1，并加入跟随放弃时的跳转标签及抬升高度

MovLRel(DP0,V500)
MovL(P3,V1000)
MovL(P4,V1000)
MovL(P5,V1000)
MovL(P2,V1000)
SetDO(DO0,1)
Wait(50)                  // 跟随中的动作可根据现场应用添加相应的指令
MovLRel(DP1,V500)
MovJSyncQuit(Pput,V2000,World) // 退出跟随，运动至 World 下的退出点 P6
GOTO aaa

SyncFail:
MovL(Pwait,World)         // 同步中失败，退出至跟随等待点 Pwait
GOTO aaa

TrackFail:
MovL(Pput,World)          // 同步后失败，退出至跟随放置点 Pput
GOTO aaa
End;
```

```
//runProg

Start:
IF DI0.riseSts == true THEN // DI 变量的值为参数界面触发输入口
SetDIEdge(DI0,"riseEdge",0) // 将 DI0 端口的上升沿状态设置为 0
SetTargetPos(SYNC0,P0)      // 设置工件位置
ENDIF
Wait(50)
GOTO Start
End;
```

#### 说明

- DI0 变量中的 port 值必须与传送带配置界面中使用的触发输入口一致。

## 6.4 场景示例 3——相机视野在机器人工作空间外

在某些现场应用中，相机视野范围在机器人臂展可达空间外，或因工装限制机器人无法运动至相机视野范围内，此时可按照以下方法进行视觉标定、视觉点位验证及轨迹示教。

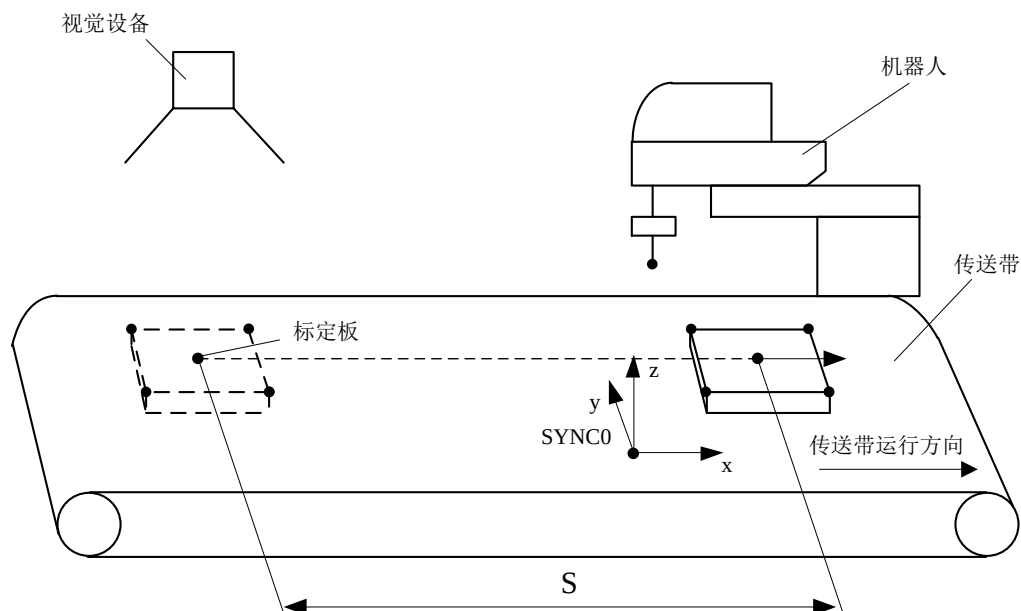


图 6-3

### ➤ 视觉标定

以下结合图 6-3，以九点标定法为例介绍视觉标定的方法：

- 1) 在机器人工作空间内标定动坐标系 SYNC0；
- 2) 停止传送带，在相机视野范围内放置标定板，相机拍照获取图像，记录当前传送带位置 Pos1；
- 3) 保持标定板在传送带上不动，开启传送带使其移至机器人工作空间内，停止传送带，记录当前传送带位置 Pos2，计算偏差  $S = |Pos2 - Pos1|$ ；
- 4) 获得机器人在 SYNC0 下九个参考点的坐标，将各点 X 值减去偏差 S 后输入视觉软件，完成标定后视觉发送的坐标基于动坐标系 SYNC0 描述。

### ➤ 视觉点位验证

验证视觉发送的坐标是否正确，可参考以下方法：

- 1) 停止传送带，在相机视野范围内放置工件，由视觉设备获取工件坐标  $(X_0, Y_0, A_0)$ ，记录当前传送带位置 Pos1；

2) 开启传送带，当工件移至机器人工作范围内后停止传送带，记录当前传送带位置  $Pos2$ ，计算两点之间的偏差  $ds=|Pos2-Pos1|$ ；

3) 将机器人移动到工件处，将参考坐标系切换为动坐标系 SYNC0，查看用户坐标系下的位置，应为  $(X_0+ds, Y_0, A_0)$ 。

#### ➤ 轨迹点位生成

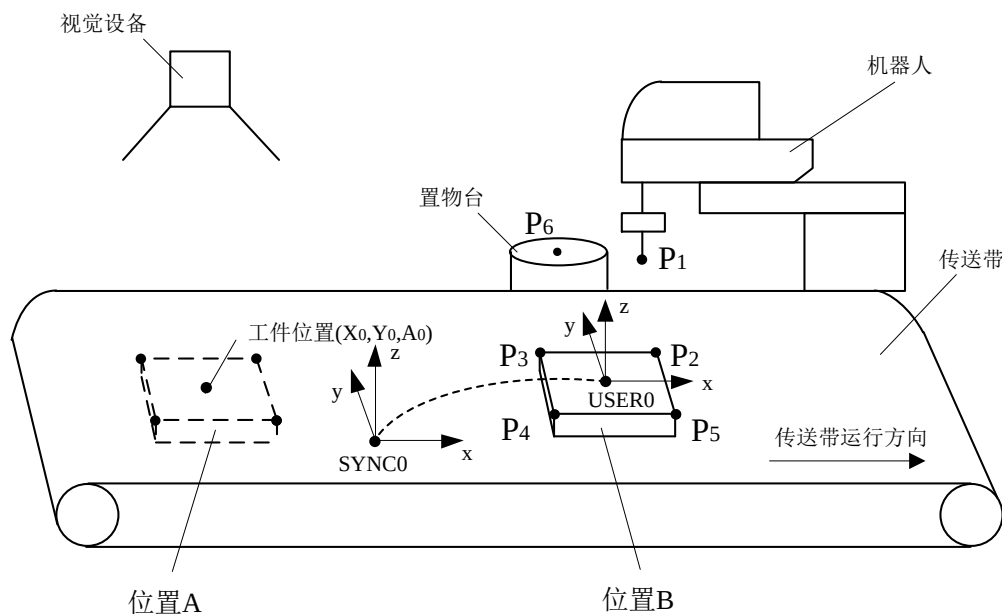


图 6-4

以图 6-4 为例，示教轨迹点 P2、P3、P4、P5 的方法如下：

1) 停止传送带，将工件放置在相机视野范围内的位置 A 处，记录此时传送带的位置  $Pos1$ ；

2) 通过视觉设备获得此时的工件位置  $(X_0, Y_0, A_0)$ ；

3) 开启传送带，当工件移动至机器人工作空间内的位置 B 时，停止传送带，记录此时传送带的位置  $Pos2$ ，计算两点之间的偏差  $ds=|Pos2-Pos1|$ ；

4) 新建 DCPOS 类型变量， $DCPOS0=(X_0+ds, Y_0, 0, A_0, 0, 0)$ ；

5) 新建用户坐标系类型的变量 USER0，并执行 `SynCToUserC (SYNC0,DCPOS0,USER0)` 指令，获得用户坐标系 USER0；

6) 将当前参考坐标系切换至用户坐标系 USER0 下，示教轨迹点 P2、P3、P4、P5，此时示教所得的轨迹点位信息可在跟随同步过程中直接使用。

## 6.5 场景示例 4——使用虚拟传送带

在某些现场应用中，因设备条件有限无实际传送带，或因设备限制机器人无法直接获取实际传送带的编码器数据，此时可通过配置虚拟传送带实现跟随功能。

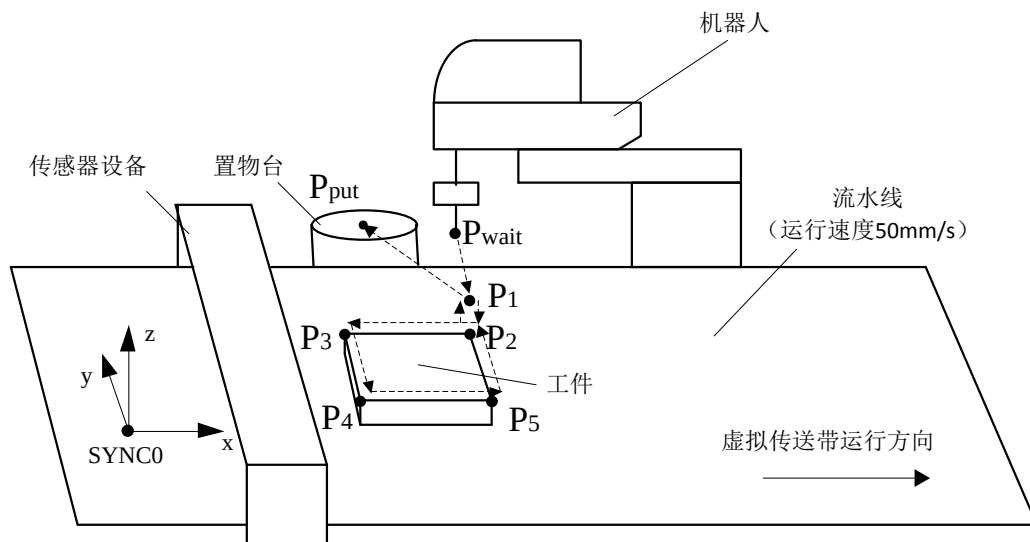


图 6-5

如图 6-5 所示，流水线与机器人控制系统是相互独立的，其运行速度为 50mm/s，并且一端安装有传感器以检测工件的位置，此应用要求机器人由等待点  $P_{wait}$  开始跟随，当运动至同步点  $P_1$  实现同步后，以相对位移下探至  $P_2$  点、经  $P_3$  点、 $P_4$  点、 $P_5$  点沿工件边缘运动后回到  $P_2$  点，以相对位移抬升至  $P_1$  点后结束跟随运动退出至放置点  $P_{put}$ 。

在跟随过程中，若机器人在同步时失败，则程序跳转至 Label "SyncFail"，以常规运动退出至等待点  $P_{wait}$ ；若机器人在同步后失败，则程序跳转至 Label "TrackFail"，边跟随边抬升 10mm 后以常规运动退出至放置点  $P_{put}$ 。

此应用案例，需要配置虚拟传送带以实现跟随功能，触发类型需要设置为“非相机触发”，同时新建一个并程序（runProg）及一个主程序（Main），然后在主程序 Main 中通过 run 指令调用并程序 runProg，并编写相关的跟随指令，该模板程序如下：

//Main

```
Start:
SetPayload(PayLoad0)
SetTool(Tool0)
SimConveyorOn(SYNC0,50)
```

// 结合现场情况设置负载与工具信息  
// 使能虚拟传送带，设定其运行速度为 50mm/s

```

RUN runProg                                // 并行程序以检测 IO 状态
MovJ (Phome)                                // 运动至原点

aaa:
SetDO (DO0,0)
MovL (Pwait,World)                          // 运动至跟随等待点 Pwait
WaitWObj {SYNC0,INT0,0,INT1}                // 等待视觉发送工件位置信息
MovLSync (P1,V2000,SYNC0,"Goto SyncFail",10,"Goto TrackFail")
// 开始跟随至同步点 P1, 并加入跟随放弃时的跳转标签及抬升高度

MovLRel (DP0,V500)
MovL (P3,V1000)
MovL (P4,V1000)
MovL (P5,V1000)
MovL (P2,V1000)
SetDO (DO0,1)
Wait (50)                                  // 跟随中的动作可根据现场应用添加相应的指令
MovLRel (DP1,V500)
MovJSyncQuit (Pput,V2000,World)           // 退出跟随, 运动至 World 下的退出点 P6
GOTO aaa

SyncFail:
MovL (Pwait,World)                          // 同步中失败, 退出至跟随等待点 Pwait
GOTO aaa

TrackFail:
MovL (Pput,World)                           // 同步后失败, 退出至跟随放置点 Pput
GOTO aaa

//SimConveyorOff (SYNC0)                 // 需要关闭虚拟传送带时执行该指令
End;

```

#### //runProg

```

Start:
IF DI0.riseSts == true THEN                // DI 变量的值为参数界面触发输入口
SetDIEdge (DI0,"riseEdge",0)              // 将 DI0 端口的上升沿状态设置为 0
SetTargetPos (SYNC0,P0)                  // 设置工件位置
ENDIF
Wait (50)
GOTO Start
End;

```

#### 说明

- DI0 变量中的 port 值必须与传送带配置界面中使用的触发输入口一致。

## 第 7 章 跟随调试诊断

为方便跟随功能现场调试及问题排查，现将跟随相关的调试诊断做如下说明。

### 7.1 EScope 跟随数据采集

**应用场景：**需要通过 EScope 采集跟随相关数据。

**操作方法：**点击【内核诊断-功能输入】，勾选【MntEn】与【MntExc】，如图 7-1 所示。

**说明：**此时 EScope 采集的各通道数据会自动由标准数据切换为跟随数据。

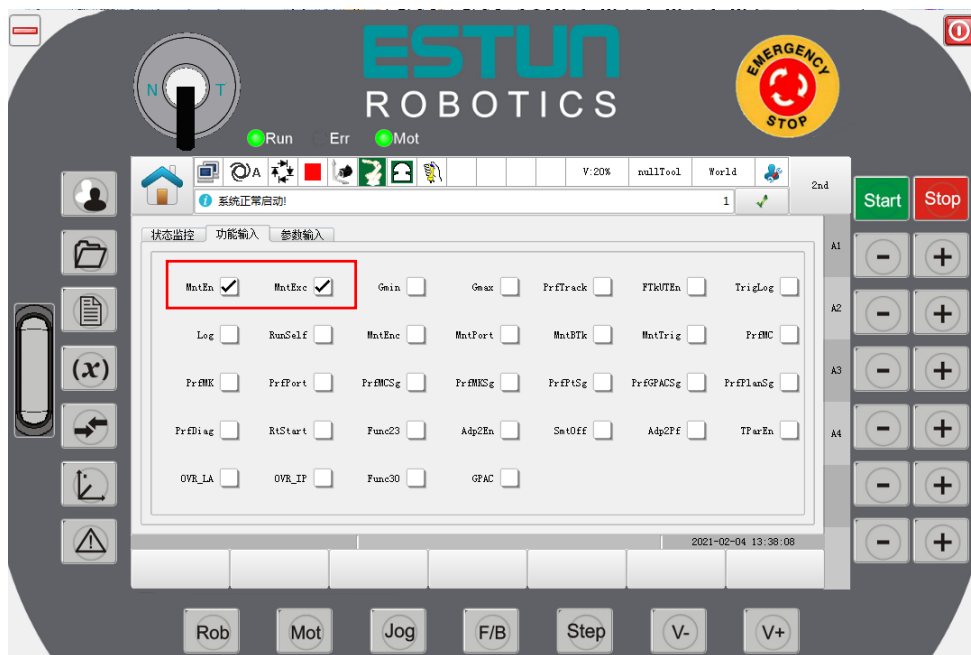


图 7-1

### 7.2 跟随信息打印

**应用场景：**需要分析跟随执行过程。

**操作方法：**点击【内核诊断-功能输入】，勾选【PrfTrack】，如图 7-2 所示。

**说明：**此时可通过 VNC 查看控制台窗口打印的跟随过程信息。

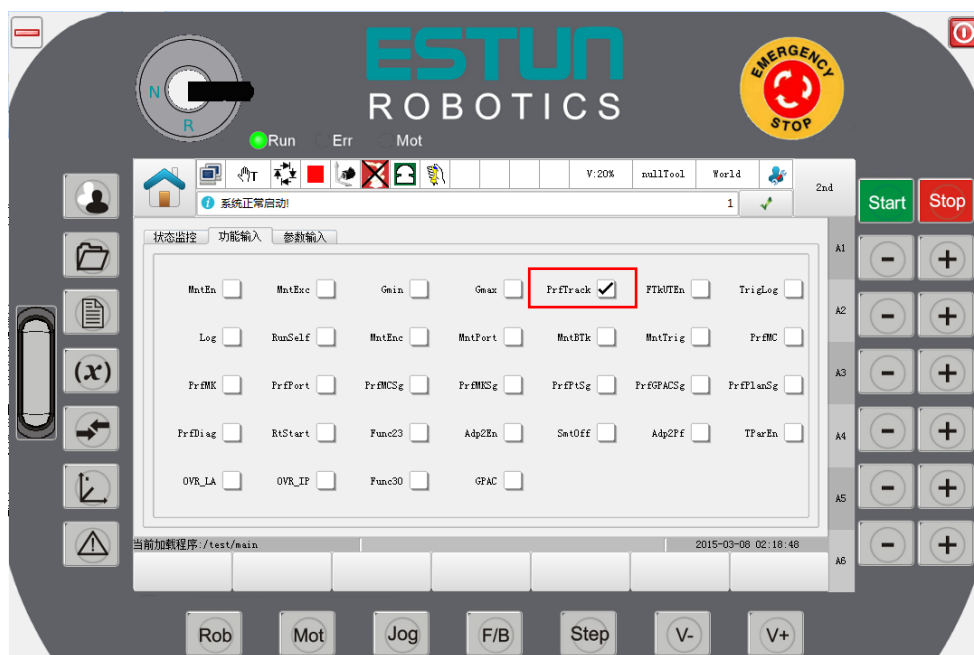


图 7-2

### 7.3 跟随状态查看

**应用场景：**需要快速查看系统运行状态、传送带位置、速度、编码器脉冲值等数据。

**操作方法：**点击【内核诊断-状态监控】，在界面中查看跟随相关数值，如图 7-3 所示。

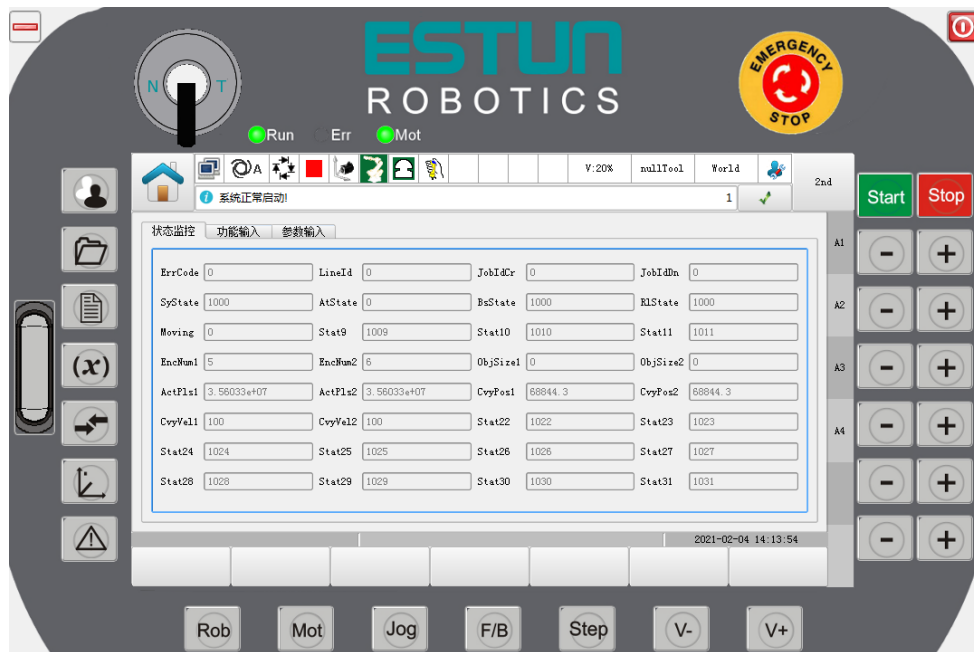


图 7-3

## 7.4 跟随丢弃信息显示

**应用场景：**跟随出现丢弃情况后，需要查看本次跟随丢弃原因并进一步调试。

**操作方法：**

- 1) 点击【内核诊断-功能输入】，勾选【FtkUTEn】，如图 7-4 所示；
- 2) 点击【内核诊断-参数输入】，将 Para12 设为 1，如图 7-5 所示。

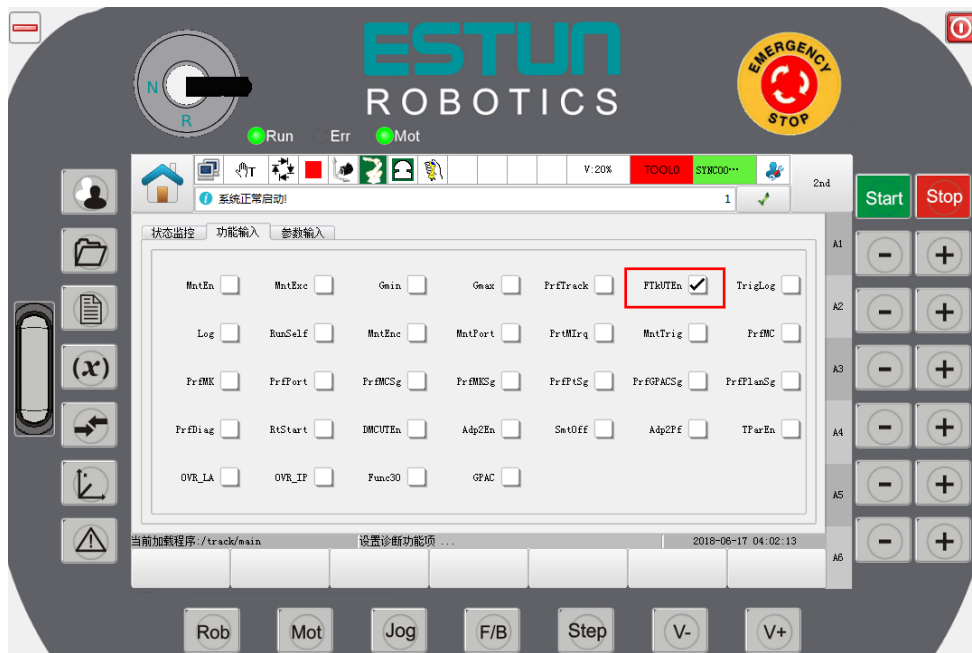


图 7-4

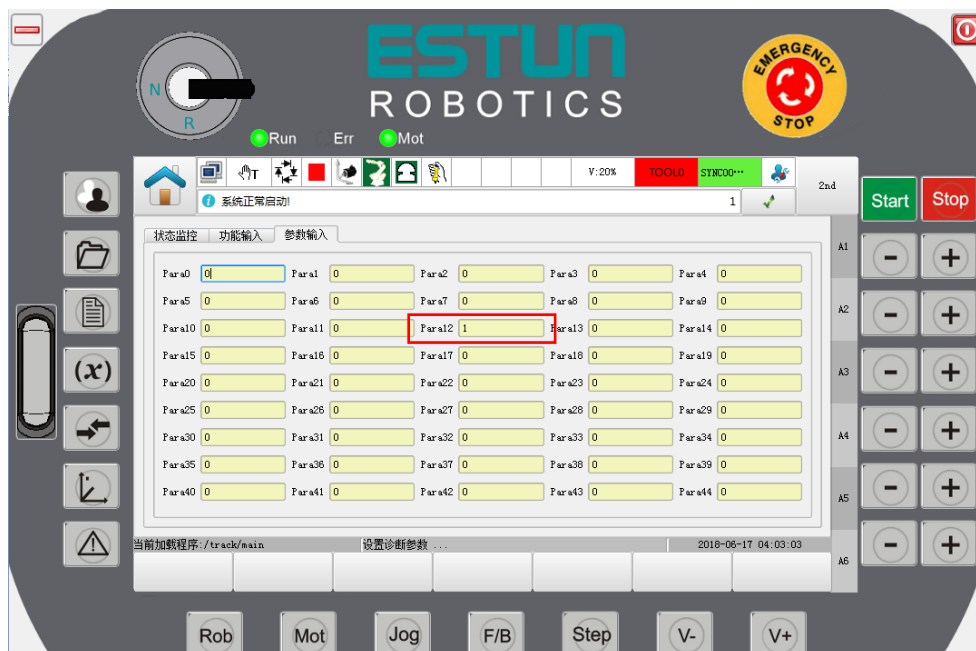


图 7-5



## 7.5 跟随运动性能调试

**应用场景：**现场工况较为复杂，当前默认的跟随参数无法满足现场需求，需要修改参数以达到更好的运动性能。

**操作方法：**

- 1) 修改运动指令的速度；
- 2) 通过 SetCartDyn 指令修改运动指令的加速度、加加速度；
- 3) 通过示教器“用户应用-传送带跟随”界面修改“速度、加速度、减速度、跟随允差”参数；
- 4) 若以上步骤仍无法满足要求，可通过在 configFiles 对应机型文件夹内增加 EConveyParam.ini 参数文件调节，详询研发人员。

## 7.6 跟随常见问题及解决措施

| 序号 | 常见问题                       | 解决措施                                                                                                                                                             |
|----|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 动坐标系对应的传送带 ID 号错误          | 检查 SyncCoord 是否关联正确，包括：传送带界面、WaitWObj 指令、MovLSync 指令、SetTarget 指令。                                                                                               |
| 2  | 动坐标系对应的传送带未使能              | 1、检查传送带参数界面中传送带是否使能；<br>2、检查 SyncCoord 是否关联正确，包括：传送带界面、WaitWObj 指令、MovLSync 指令、SetTarget 指令。                                                                     |
| 3  | 在跟随过程中总是跳转至丢弃后的点位，没有执行本次跟随 | 1、先停止传送带，使用定点跟随验证点位的正确性；若点位设置有问题，则检查 MovLSync 指令及其后续运动指令中设置的点位是否正确，例如示教时是否参考正确的坐标系；<br>2、若点位无误，则进一步排查触发设置问题：①当采用视觉检测时，检查传送带速度与拍照频率是否匹配，检查视觉物体是否去重，特别注意本次跟随过程中是否使 |

|   |                 |                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                 | <p>用的是上一次下发的视觉点位信息；②当触发方式为非相机触发时，检查 SetTargetPos 指令中设置的目标点位是否合理；</p> <p>3、通过试运行进一步排查目标点位下发的时机是否与传感器信号正确匹配，是否存在误触发的情况；</p> <p>4、检查同步过程的轨迹速度与传送带速度是否匹配；</p> <p>5、检查跟随边界参数设置是否按实际情况正确设置；</p> <p>6、检查传送带信号是否波动过大，编码器性能优劣、传送带方向是否正确设置。</p> |
| 4 | 在跟随过程中发现实际轨迹有偏差 | <p>1、停止传送带，使用定点跟随检查点位及所参考的坐标系是否正确；</p> <p>2、在跟随参数配置界面中将跟随允差的数值调小；</p> <p>3、在跟随参数配置界面中调整补偿量（X，Y，A）。</p>                                                                                                                                |