



警告

所有安装工作须由具合格资历的技师进行，
并遵守相关法律及规定。





Hi5a 控制器功能说明书

无传感器力控制





本手册内的信息为 **Hyundai Robotics** 所有。
未经 **Hyundai Robotics** 书面授权、不得复制全部或部分内容。
本手册不得提供给第三方、不得用于其它用途。

Hyundai Robotics 保留不经过事先通知而修改本手册的权利。

韩国语印刷 - 2023 年 6 月、第 3 版
Hyundai Robotics Co., Ltd. 版权所有 © 2023

地址：北京市朝阳区望京东路 8 号 锐创国际中心 A 座 1101 室

电话：010 8417-7788

主页：www.hyundai-robotics.com



目 录

1. SoftXYZ	1-1
1.1. 功能概要	1-2
1.1.1. 功能摘要	1-2
1.1.2. 注意事项	1-3
1.2. 使用方法	1-4
1.2.1. 程序结构	1-4
1.2.2. 命令语句	1-5
1.3. 示例程序	1-7
2. SoftJoint	2-1
2.1. 功能概要	2-2
2.1.1. 功能摘要	2-2
2.1.2. 注意事项	2-3
2.2. 使用方法	2-4
2.2.1. 程序结构	2-4
2.2.2. 命令语句	2-5
2.3. 示例程序	2-7







HD

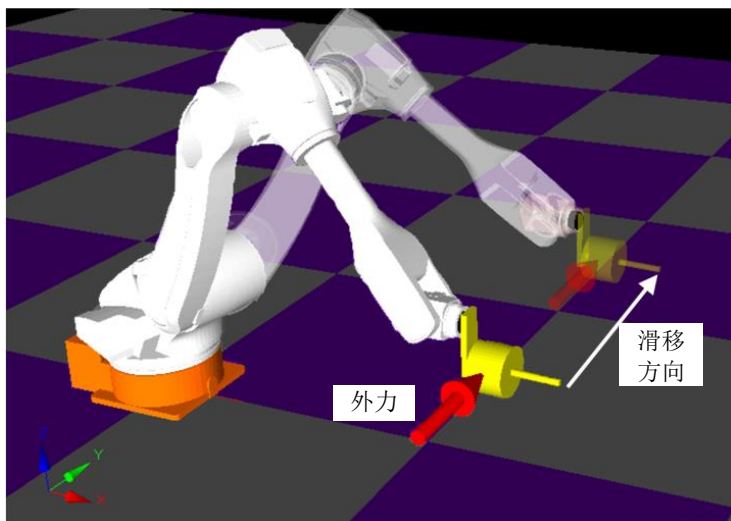
HYUNDAI
ROBOTICS

1

SoftXYZ



1.1. 功能概要



SoftXYZ 功能是在施加于机器人的外力作用下，各轴在直角坐标系（Cartesian coordinate system）中向受力方向（外力作用方向）滑移的功能。该功能以软件方式启动，因此，在使用该功能时，无需安装其他硬件，如力/扭矩传感器等。

1.1.1. 功能摘要

- 1) 在外力作用下，机器人每个轴在直角坐标系中向受力方向滑移的功能。
（即使外力消失，相关轴也不会回到原角度。）
- 2) 由该功能驱动的机器人最大行程及最大速度则由 LIMIT 指令调整。
- 3) 仅限用于机器人轴。
- 4) 可适用于低速搬运注塑件，公差较大的装配或机械加工等。
- 5) 软件版本（支持）：Main V40.01-00 以上，DSP SV6.07 以上

1.1.2. 注意事项

- 1) 对于同一个 **LIMIT** 指令，机器人越大，灵敏度越低，从而只能控制较大的外力。这是因为机器人尺寸越大，链条越重，摩擦力也会越大。
- 2) 该功能仅限用于机器人轴，而不可用于附加轴。
- 3) **SoftXYZ** 无法与 **RHemming**、**ForceCtrl**、**OnLTrack** 及输送机同步功能一起使用。
- 4) 要正常使用该功能，就需要提前通过负载推测等方式输入工具信息。
- 5) 打开（开启）**SoftXYZ** 功能时，即使在外力的状态下，机器人也会因受外扰（外部干扰）而有所移动。要降低这种灵敏度（敏感性），建议用 **LIMIT THR** 来设置高阈值即可。**LIMIT THR** 需要对每个轴分别进行设置。然而，**THR** 值越大，灵敏度则越低，因此，只有外力较大时才能感应到。从而，经过实施有关测试来寻找适当的 **THR** 值极其重要。
- 6) 在外力作用下，机器人运动由于 **LIMIT POS**、**XnR** 及 **VEL** 受到限制。请设置不受周围环境干扰的 **LIMIT** 值。



1.2. 使用方法

1.2.1. 程序结构

要正常使用 SoftXYZ 功能，首先就要设置 LIMIT，等待一定时间后使其功能激活。滑移作业都结束后，请使 SoftXYZ 功能反激活。

示例程序)

```
S1  MOVE P,S=100mm/s,A=1,T=0
    DELAY 2
    LIMIT XnR,X=50, RY=5
    LIMIT VEL,X=5,RY=0.5
    SoftXYZ ON,CRD=1 '功能开启
S2  MOVE ...
    SoftXYZ OFF ' 功能关闭
END
```

分类	说明	程序示例
设置条件	- 以 SoftXYZ 的设定坐标系为准，指定所要控制机器人的方向（XnR）及速度（VEL）的极限值（LIMIT）。 - 当设为 0 时，SoftXYZ 功能处于关闭状态（off）。 - LIMIT XnR,X=30, RY=5 : X 方向移动限制为 30mm 以 RY=5deg 限制移动 - LIMIT VEL,X=5,RY=0.5 X 方向滑移速度限制为 5mm/s RY 方向滑移加速度限制为 0.5deg/s	LIMIT XnR,X=30, RY=5 LIMIT VEL,X=5, RY=0.5
设置待机时间	为了提高机器人对外力的灵敏度，务必在打开 SoftXYZ 功能前，用 DELAY 指令使机器人停止 1-2 秒钟。	DELAY 2
功能开启	- 打开 SoftXYZ 功能（ON）。 - CRD=1:设置机器人坐标系	SoftXYZ ON,CRD=1
功能结束	- 关闭 SoftXYZ 功能（OFF）。	SoftXYZ OFF

1.2.2. 命令语句

1) LIMIT

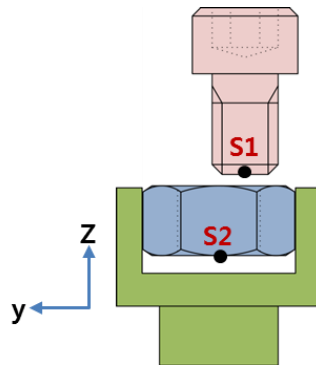
说明	该命令语句用于，由 SoftXYZ、RHemming、ForceCtrl 及 OnLTrack 功能反映增量（位移量）而控制机器人时，指定机器人可移动的距离及速度等。	
命令语法	LIMIT POS,[+X=<+X 距离>],[-X=<-X 距离>],[+Y=<+Y 距离>], [-Y=<-Y 距离>],[+Z=<+Z 距离>],[-Z=<-Z 距离>] LIMIT VEL,[X=<X 速度>],[Y=<Y 速度>],[Z=<Z 速度>], [RX=<RX 速度>],[RY=<RY 速度>],[RZ=<RZ 速度>] LIMIT THR,[S=<S 阈值>],[H=<H 阈值>],[V=<V 阈值>], [R2=<R2 阈值>],[B=<B 阈值>],[R1=<R1 阈值>] LIMIT XnR,[X=<X 距离>],[Y=<Y 距离>],[Z=<Z 距离>], [RX=<RX 角度>],[RY=<RY 角度>],[RZ=<RZ 角度>]	
参数	POS	- 类似于 XnR，但无法设置角度。 - 设置机器人可移动的最大距离（X、Y、Z 方向）。 - 与示教路径无关，限制由增量指令产生的移动距离。
	VEL	- 设置机器人运行的最大速度（X、Y、Z、Rx、Ry、Rz 方向）。 - 与示教路径无关，限制由增量指令产生的移动速度。
	THR	- 设置机器人各轴的阈值（S、H、V、R2、B、R1 轴）。 - 旨在去除因外扰而造成的多余运动。 - 值越大，灵敏度越低，从而需要设置最小值。
	XnR	- 类似于 POS，但可设置角度。 - 限制机器人可移动的最大距离及角度（X、Y、Z、Rx、Ry、Rz）。 - 与示教路径无关，限制由增量指令产生的移动距离。 - 指定值同样适用于+方向及-方向。 机器人的最大运动范围由 POS 及 XnR 的并集决定。
用例	LIMIT POS,+Z=300 '向+Z 方向移动的最大距离设置为 300mm。 LIMIT VEL,Z=40 '向 Z 方向移动的最大速度设置为 40mm/s。 LIMIT THR,H=10 'H 轴的阈值设置为最大扭矩的 10%。 LIMIT XnR,X=200 '向 X 方向移动的最大距离设置为-200mm~200mm。	

2) SoftXYZ

说明	作为无传感器力控制功能之一，在外力作用下，在直角坐标系中向受力方向滑移。	
命令语法	SoftXYZ <ON/OFF>,CRD=<基准坐标系>,[<用户坐标系编号>]	
参数	ON/OFF	ON:有效, OFF:无效
	CRD	- 机器人滑移的基准坐标系(0=基座, 1=机器人, 2=工具, 3=U, 4=Un) - 当基准坐标系为 U, Un(=3,4)时则输入用户坐标系编号。
用例	(例 1) 为了沿 Z 方向装配而使其向 X、Y、RY 方向滑移时 :以机器人坐标系为准(CRD=1), 向 X、Y 方向在-50~+50mm 范围内, 最大以 5mm/s 向 RY 方向在-3~+3 范围内, 最大以 3deg/s 滑移。 <pre> S1 MOVE P,S=100mm/s,A=1,T=0 DELAY 2 LIMIT XnR,X=50, Y=50,RY=3 LIMIT VEL,X=5,Y=5,RY=3 SoftXYZ ON,CRD=1 '功能开启 S2 MOVE ... SoftXYZ OFF ' 功能关闭 END </pre> (例 2) 注塑件搬运 :以机器人坐标系为准(CRD=1), 仅向+Y 方向最大 300mm 以最大 200mm/s 滑移。 用 LIMIT THR 指令设置为只有在 S、H、V 轴出现最大扭矩之 10%以上的扭矩时才滑移。 <pre> S1 MOVE P,S=100mm/s,A=1,T=0 DELAY 2 LIMIT POS, +Y=300 LIMIT VEL,Y=200 LIMIT THR,S=10, H=10, V=10 SoftXYZ ON,CRD=1 S2 WAIT ... SoftXYZ OFF END </pre>	

1.3. 示例程序

轴孔装配 (Peg in hole) 作业



로봇 프로그램	
	Robot: HA006A-02, 6axes, 2steps
S1	MOVE L,S=100mm/s,A=1,T=1 LIMIT XnR,X=50,Y=50,Z=0,RX=0,RY=3,RZ=0 LIMIT VEL,X=5,Y=5,Z=0,RX=3,RY=3,RZ=0 LIMIT THR,S=0,H=0,V=0,R2=0,B=0,R1=0 DELAY 2 SoftXYZ ON,CRD=1
S2	MOVE L,S=50mm/s,A=1,T=1 SoftXYZ ON,CRD=1 END

机器人运动	- 移动到接近于孔的 S1 - 打开 SoftXYZ 功能后，移动到装配完毕点 S2 - 装配完后关闭功能
位置记录	- S1:将轴 (peg) 置于接近孔的位置 - S2:轴孔装配完成的工具末端位置
LIMIT 设置	以所记录的位置为准，区分需要对齐的方向与无需对齐的方向而设置 LIMIT。轴孔装配作业 (示例) 在 X、Y、RX、RY 方向出现位置误差，从而需要相关方向的力控制。 - XnR:设置向 X、Y、RX、RY 方向作业所需的移动距离。 向 Z、RZ 方向设置为 0，以免受外扰。 - VEL:设置向 X、Y、RX、RY 方向力控制所需的最大速度。 向 Z、RZ 方向设置为 0，以免受外扰。 - THR:设置每个轴的阈值，防止机器人因受多余外扰而运动。 值越大，灵敏度越低，从而需要设置最小值。





HD

HYUNDAI
ROBOTICS

2

SoftJoint



2. SoftJoint

无传感器力控制

2.1. 功能概要

SoftJoint 功能是在施加于机器人的外力作用下，使机器人各轴就像虚拟弹簧一样运行的功能。该功能以软件方式启动，因此，在使用该功能时，无需安装其他硬件，如力/扭矩传感器等。

2.1.1. 功能摘要

- 1) 在外力作用下，使机器人各轴就像虚拟弹簧一样运行的功能。
(**Softness** 设为最小值时，若外力消失，相关轴会回到原角度。)
- 2) 各轴 **softness** 由 **AXIS** 轴号的 **Softness** 指令调节。
例 1) 1 轴的 **Softness** 设置为相关轴容量的 10%: **AXIS1.Softness=90**
例 2) 7 轴的 **Softness** 设置为相关轴容量的 80%: **AXIS7.Softness=20**
- 3) 可适用于机器人轴及附加轴。
- 4) 软件版本 (支持): **Main V40.03-00** 以上, **DSP SV6.08** 以上



2.1.2. 注意事项

- 1) 即使 Softness 值相同，机器人越大，各轴弹簧的刚性也会越大。
这是因为机器人尺寸越大，链条越重，摩擦力也会越大。
弹簧刚性越大，以相同角度滑移所需的力越大。
- 2) 要正常使用该功能，就需要提前通过负载推测等方式输入工具信息。
- 3) 当 `AXIS.Softness = 0` 时，功能处于关闭状态，
当 `AXIS.Softness = 100` 时，则对外力最为敏感（灵敏）。
- 4) 关闭功能（SoftJoint OFF）时注意事项
关闭 SoftJoint 功能时，瞬间会切换为位置控制模式，因此，务必将最终指令更新为当前位置。
否则会因急剧恢复最终指令而引起异常运动。

程序示例)

`AXIS5.Softness=90`

`SoftJoint ON`

`MOVE P,S=50mm/s,A=0`

`P1=P*` ← 务必保存当前位置

`MOVE P,P1,S=100%,A=7` ← 务必在关闭 SoftJoint 功能前输入当前位置移动指令

`SoftJoint OFF`

- 5) 如有下列情形之一，打开 SoftJoint 时易造成轴降落，请注意。
 - 输错工具信息：（例如）实际工具为 100kg 但错误输入 0kg 时
 - AXIS.Softness 输入值过大：
（例如）要防止轴降落就需要 `AXIS.Softness=70` 以下的值，但输入 `AXIS.Softness=80` 时

2.2. 使用方法

2.2.1. 程序结构

要正常使用 SoftJoint 功能，首先就要设置各轴的 **softness** 值。滑移作业都结束后，请使 SoftJoint 功能反激活。

分类	说明	设置示例
设置条件	- 设置各轴的 softness 值。 - 当 Softness 设为 0 时，SoftJoint 功能处于关闭状态 (off)。 - 当 Softness 设为 10 时，则意味着使用轴容量的 90%。 - 当 Softness 设为 100 时，则意味着使用轴容量的 100%。	AXIS5.Softness=10 AXIS8.Softness=100
功能开启	- 打开 SoftJoint 功能 (ON)。	SoftJoint ON
功能结束	- 关闭 SoftJoint 功能 (OFF)。 - 关闭 SoftJoint 功能时，所有轴的 Softness 都恢复到 0 (复位)。	SoftJoint OFF

2.2.2. 命令语句

用于 SoftJoint 功能的命令语句，可分为用于设置 softness 的“AXIS.Softness”和用于 SoftJoint 功能激活/反激活的“SoftJoint”命令语句。

1) AXIS.Softness 语句

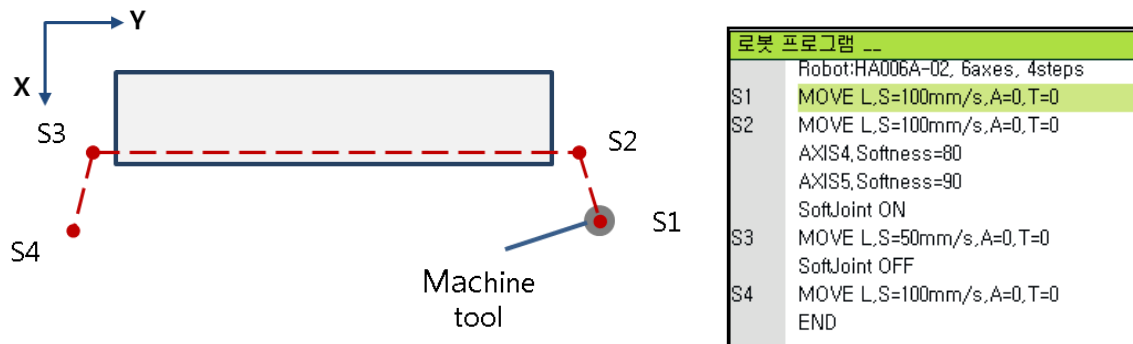
说明	设置将要用于 SoftJoint 功能的各轴 softness。	
输入方法	『[F6]:输入指令』→『[F7]:代入』→『PREV/NEXT』→『[F7]:AXIS』→『相关轴号』→『.』→『[F2]:Softness』→『ENTER』→『Softness 值』→『ENTER』→『ENTER』	
命令语法	AXIS<轴号>.Softness=<Softness 值>	
参数	轴号	将要使用 SoftJoint 的轴号
	Softness 值	输入 0~100 范围内（使用轴容量的 100%~0%）
用例	AXIS5.Softness=90 AXIS10.Softness=80	B 轴 softness 设置为 90（轴容量的 10%） 附加轴 10 轴的 softness 设置为 80（轴容量的 20%）
参考	- 打开 SoftJoint 功能前，务必用 AXIS.Softness 命令语句来设置所要滑移的轴 s oftness。 - 当 AXIS.Softness=0 时，功能处于关闭状态。（使用轴容量的 100%） - Softness 值越大，以相同角度滑移所需的力越小。	

2) SoftJoint 语句

说明	用于使 SoftJoint 功能激活（On）或反激活（Off）。	
输入方法	『[F6]:输入指令』→『[F1]:运动,I/O』→『PREV/NEXT』→『PREV/NEXT』→『PREV/NEXT』→『[F6]:SoftJoint』→『ON or OFF』→『ENTER』	
命令语法	SoftJoint <ON/OFF>	
参数	ON	SoftJoint 功能激活
	OFF	SoftJoint 功能反激活
用例	在最终指令角度与当前角度相同的状态下关闭功能时	
	AXIS5.Softness=90 SoftJoint ON MOVE P,S=50mm/s,A=0 SoftJoint OFF	B 轴 softness 设置为 90 打开功能 在移动中施加外力 关闭功能
	在最终指令角度与当前角度不同的状态下关闭功能时	
	AXIS5.Softness=90 SoftJoint ON MOVE P,S=50mm/s,A=0 P1=P* MOVE P,P1,S=100%,A=7 SoftJoint OFF	B 轴 softness 设置为 90 打开功能 在移动中施加外力 在关闭功能前，将当前角度保存在 P1 用 MOVE 指令来将最终指令更新为 P1 关闭功能
参考	在最终指令角度与当前角度不同的状态下关闭功能时，相关轴恢复到最终指令角度，在此过程中会发生碰撞。 ■ 为了防止上述问题，务必在关闭 SoftJoint 功能前，用 P*及 MOVE 指令来更新最终指令。 ■ 为此，P*应设置为当前值。 (『[F2]:系统』→『1:用户环境』→『8:P*选择=当前值』)	

2.3. 示例程序

倒角 (Chamfering) 作业



机器人运动	- 从 S1 移动到加工起始点 S2。 - 打开 SoftJoint 功能后移动 S3 而执行倒角作业。 - 关闭 SoftJoint 功能后移动到 S4。
位置记录 (S2~S3)	SoftJoint 是一种被外力滑移的功能，为了有效施压于工件，就需要将示教点置于工件内侧。
Axis.Softness	- Softness 值应基于作业方向、工件材料、加工程度的考虑进行设置。 - 如上述示例中，以机器人坐标系为准，向+X 方向滑移并向-Y 方向移动，因此，在 R2 轴与 B 轴上设置 Softness。



GRC: 477, Bundangsuseo-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do
Daegu: 50 Technosunhwan-ro 3-gil, Yuga-eup, Dalseong-gun, Daegu-si
Ulsan: Room 201-5, Automotive and Shipbuilding Engineering Hall, Maegoksaneop-ro 21, Buk-gu, Ulsan-si
Middle Region: Song-gok-gil 161, Yeomchi-eup, Asan-si, Chungcheongnam-do
Gwangju: Room 101, Building B, Pyeongdongsandan-ro 170-3, Gwangsan-gu, Gwangju-si
ARS 1588-9997 | 1 Robot Sales, 2 Service Sales, 3 Purchasing Consultation, 4 Customer Support, 5 Investment Queries, 6 Recruitment,
and Other Queries www.hyundai-robotics.com