



警告

所有安装作业必须由具备资格的
安装技师执行，
且遵守相关法规及规定。



Hi5a 控制器功能说明书

LVS 焊接线跟踪功能





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
Copyright © 2023 by Hyundai robotics Co., Ltd





目录

1. 概要..... 1-2

..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.	
1.1. LVS 焊接线跟踪功能介绍	1-3
1.2. LVS 焊接线跟踪功能的了解及传感器的安装方法.....	1-4
1.2.1. 传感器安装及 LVS 焊接线跟踪的过程.....	1-4
1.2.2. 使用 LVS 功能前准备阶段.....	1-6
1.3. LVS 条件设置.....	1-10
1.4. LVS 指令.....	1-14
1.5. 基于 LVS 功能的 Job 程序示教.....	1-15
1.6. LVS 功能的故障排除.....	1-21

图目录

图 1.1 使用探测起点的 LVS 焊接线跟踪示例.....	1-3
图 1.2 LVS 传感器的安装	1-4
图 1.3 LVS 跟踪的原理	1-4
图 1.4 TCP-LVS 传感器的校准	1-5
图 1.5 开通传感器-控制器通信	1-6
图 1.6 LVS 条件编辑框.....	1-10
图 1.7 LVS 起点探测设为有效(示例)	1-11
图 1.8 LVS 起点探测设为无效(示例)	1-11
图 1.9 LVS 终点探测示例	1-11
图 1.10 基于 LVS 功能的 Job 程序示教.....	1-15



HD

HYUNDAI
ROBOTICS

VS 功能

1

1.1. LVS 焊接线跟踪功能介绍

LVS 是“Laser Vision Sensor”（激光视觉传感器）的简称。LVS 功能用于在焊接时自动补偿工件位置及扭曲误差以跟踪焊接线。Hi5a 当前支持的传感器包括：Oxford 公司生产的 OSL 传感器、RENUE 传感器、Riftek RF627 传感器。

若使用 LVS 功能，如图 1.1 所示，因工件扭曲而造成示教轨迹不准时，就可沿着实际工件的焊接线来进行焊接。因此，不需经过变更而直接使用已示教的 Job 程序。

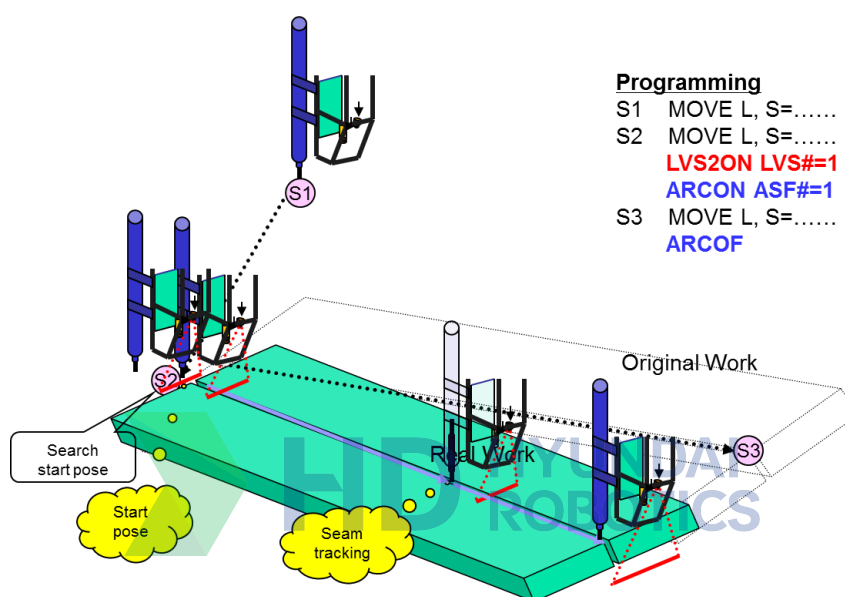


图 1.1 使用探测起点的 LVS 焊接线跟踪示例

图 1.1 显示使用起点探测功能的 LVS 焊接线跟踪示例。若探测起点，一边向 TCP 的+Tool X 方向移动，一边寻找无效的焊接线。若发现无效的焊接线，就会自动移动到起点并存储补偿量。

* 注意：LVS2ON 指令必须位于 ARCON 指令的上面。ARCOF 指令语句必须存在于一个或多个 MOVE 语句的后面。

1.2. LVS 焊接线跟踪功能的了解及传感器的安装方法

LVS 传感器主要用于传感由用户在条件编辑框中设置的类型 (Seam type) 的焊接线位置。LVS 传感器安装于焊枪附近，将这种信息传输到机器人控制器。机器人使用这种信息来使得 TCP 沿着已传感的焊接线移动。因此，即使工件出现扭曲，也不需经过变更作业程序，机器人就能沿着焊接线移动。就是说，既在工件出现扭曲时，又在所要焊接的工件存在误差是都可有效使用。

1.2.1. 传感器安装及 LVS 焊接线跟踪的过程

若熟知 LVS 功能就能最大限度地减少可能在现场发生的问题。如图所示，在焊枪上安装支架来使传感器固定住。此时，若 look ahead 过大则会导致性能下降。 α 通常为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 度。

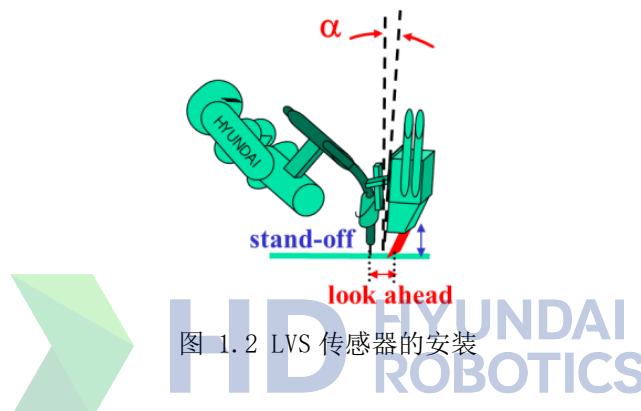


图 1.2 LVS 传感器的安装

LVS 传感器安装着可更换的保护盖，在产生飞溅时保护激光受光部及发光部。LVS 跟踪在焊接过程中，反复执行如下图所示的过程：传感焊接线→计算目标点→队列 (Queue) 相关处理→计算位置及姿势误差→跟踪焊接线

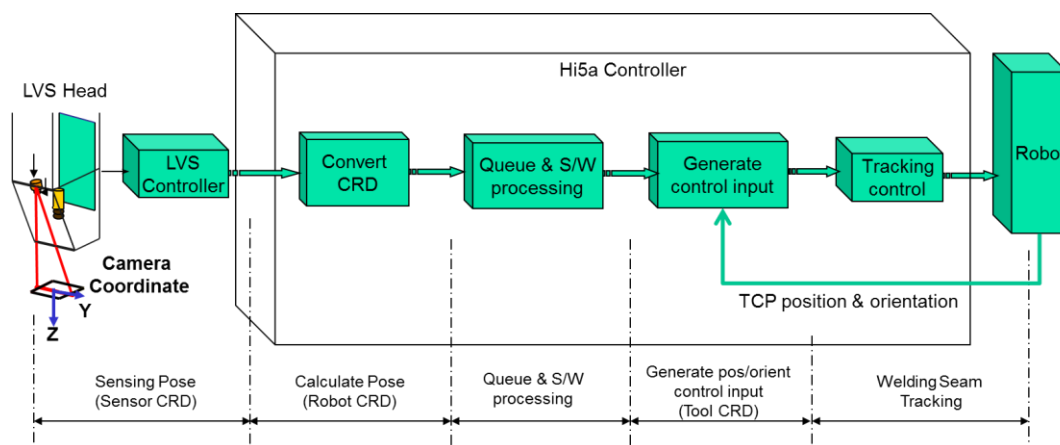


图 1.3 LVS 跟踪的原理

队列(Queue)是一种存储器，主要存储这种序列的目标点。S/W processing 意味着 LVS 功能所需要的多种处理，例如：探测起点、探测终点，防飞溅功能、监测功能、干伸长度补偿、跟踪量限制功能、电弧重试、电弧重启、

多道焊、seam finding 等。

LVS 功能不仅能跟踪位置，也能设置自动补偿姿势（方位）的选项。

此时，可设置 Yaw、Pitch、Yaw/Pitch 选项。

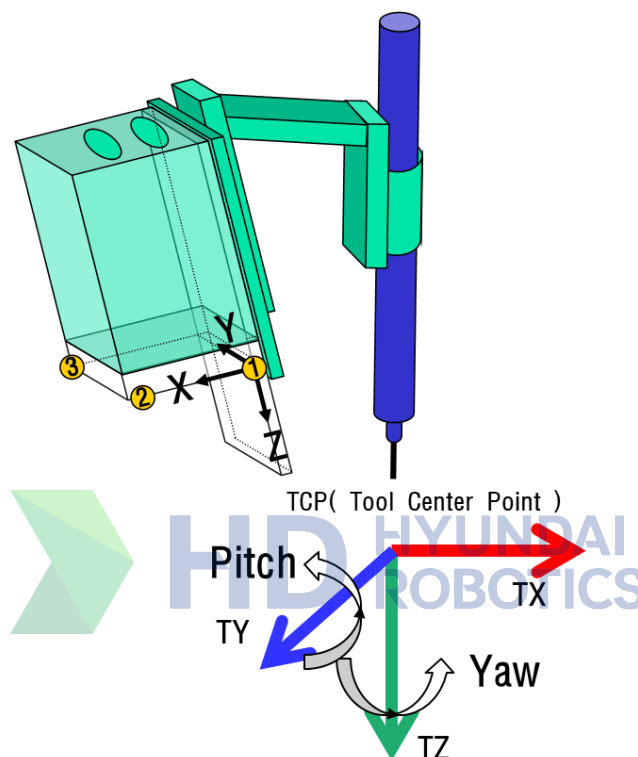


图 1.4 TCP-LVS 传感器的校准

*安全须知：因为 LVS 生成增量指令，可能导致机器人沿着与已示教的路径不同的路径移动，因此，需要适当设置跟踪量限制功能，才能保障安全，同时，示教时，请勿在机器人附近进行作业。

1.2.2. 使用 LVS 功能前准备阶段

要正常使用 LVS 功能，就需要提前取得许可。请向本公司申请办理相关许可。要使用 LVS 功能，就需要使用由本公司提供接口的 LVS 传感器，当前支持的 LVS 传感器如下。

当前支持的 LVS 传感器：Meta SLS 传感器、Oxford OLS50 传感器、RIFTEK RF627 传感器、RENUE 传感器

要使用基于本公司机器人的 LVS 功能，就需要提前经过以下准备流程：

- 1) 开通传感器通信 (IP、PORT 设置)
- 2) 传感器控制器设置 (seam、激光强度、快门、过滤器 (MA、Mediandeng 等)、失配等)
- 3) 传感器-TCP 校准
- 4) 对焊接工件进行示教后，确认手动模式 (GUN off) 的动作。
- 5) 运行自动模式后验证焊接质量。

1.2.2.1. 开通传感器通信 (IP、PORT 设置)

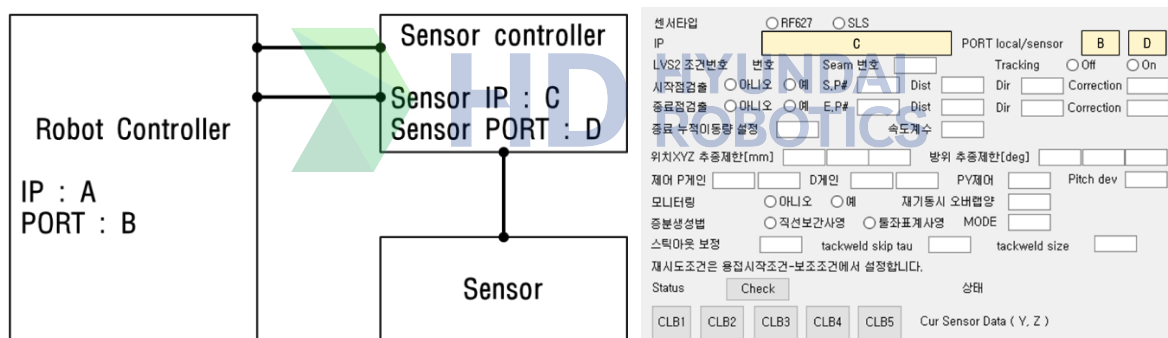


图 1.5 开通传感器-控制器通信

在 LVS2ON 指令中，点击 QuickOpen 键，即会进入条件设置编辑画面。选择传感器类型并设置传感器的 IP 地址。就 PORT 设置而言，local 设置控制器侧的 PORT；sensor 设置传感器的 PORT。

1.2.2.2. 传感器控制器设置(seam、激光强度、快门、滤清器、失配等)

在传感器控制器中，设置相当于 seam 编号的 seam 类型、激光强度、快门、过滤器、失配等并储存在传感器中。

根据焊接工件的表面状态适当地设置激光强度、快门值，传感器才能识别到 seam。设置过滤器。为了降低飞溅误识别率，建议使用 median 过滤器。设置失配。失配就像 Gap 一样，检查相关 seam 的特征。LVS 传感器对焊接光及飞溅(splatter)很敏感。为了避免产生很多飞溅(splatter)，就需要使用焊接条件及 airblow 等周边设备，还要安装用于遮蔽焊接光的屏蔽盖。

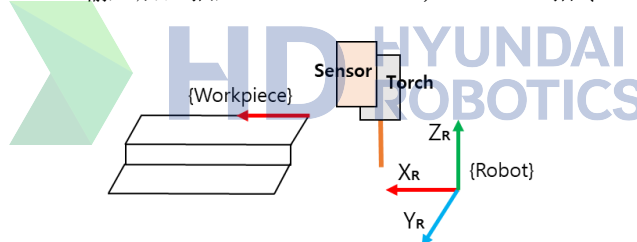
若将这些项目都设置好并存储到传感器中，当 LVS 运行时，将以相当于条件编辑框的 seam 编号的条件，与传感器进行通信。

1.2.2.3. 传感器-TCP 校准

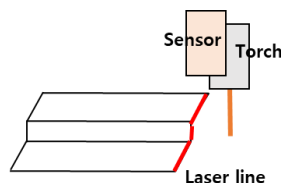
执行传感器-TCP 校准前，应提前执行工具校准及工具角度补偿。

请将 TCP 垂直于校准试样上。此时，校准试样应平行于机器人 X 轴方向。

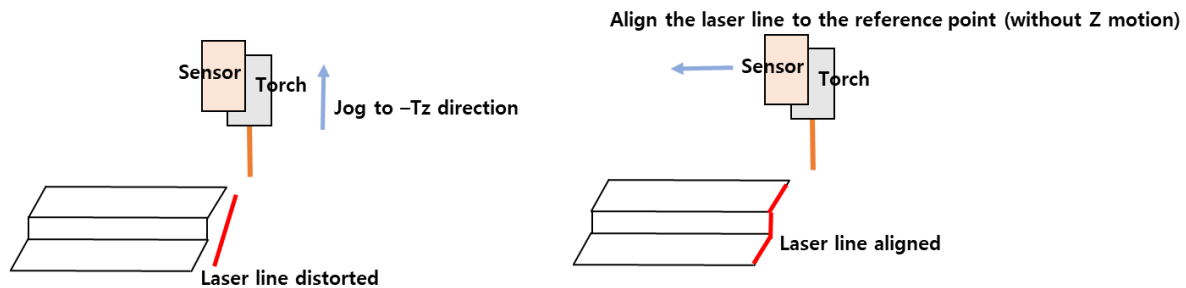
步骤 1：输入指令-电弧-LVSON 输入后，插入 LVSON COND#=1, OPT=TRK 指令。



步骤 2：在 LVSON 指令中，点击 QuickOpen 键来进入条件编辑框中。点击 CLB1 键即会打开激光(ON)，并在条件编辑框下方显示传感器数据。若无反应或未显示传感器数据，请再次确认通信设置状态。



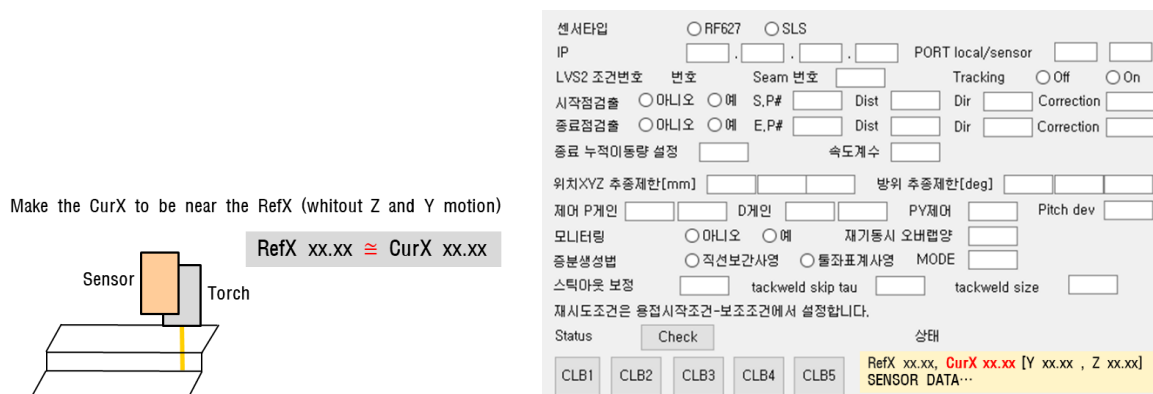
用直角坐标系进行 JOG，以校准试样的基准点为准调整激光。



步骤 3: 向+Z 方向进行 JOG。激光会脱离基准点。此时，请在 XY 平面上进行 JOG，将激光调整为基准点。然后点击 CLB2 键。

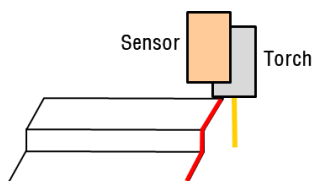


步骤 4: 先将 TCP 移动到基准点后，再点击 CLB3。该作业需要精密执行。点击 CLB3 即会显示 RefX 值。



1. 概要

步骤 5: 点击 CLB4 即会显示 CurX 值。向 X 方向以直角进行 JOG 并点击 CLB4。点击 CLB4 即会更新 CurX。该作业需要反复进行直至 CurX 充分接近于 RefX 为止。



步骤 6: 请以直角进行 JOG 直至激光与基准点对齐为止。此时, 请进行 JOG 直至[Y **xx.xx**, Z **xx.xx**]的 Y 接近于 0.0 为止。然后, 点击 CLB5 键就会完成校准过程。

*参考: 校准完成后, 移动到条件编辑框中相当于 S. P#的姿势时, 若其移动到基准点, 可视为校准成功。



1.3. LVS 条件设置

在 LVS20N 指令中，点击 QuickOpen 即会进入条件编辑框中。

센서타입 ☐ RF627 ☐ SLS

IP (1) . (1) . (1) . (1) PORT local/sensor (1) (1)

LVS2 조건번호 번호 Seam 번호 (2) Tracking ☐ Off (3) ☐ On

시작점검출 (4) ☐ 마니오 ☐ 예 S.P# (5) Dist (6) Dir (7) Correction (8)

종료점검출 ☐ 마니오 ☐ 예 E.P# Dist Dir Correction

종료 누적미동량 설정 (9) 속도계수 (10)

위치XYZ 추종제한[mm] (11) (11) 방위 추종제한[deg] (11) (11)

제어 P계인 (12) (12) D계인 (12) (12) PY제어 (13) Pitch dev

모니터링 (14) ☐ 마니오 ☐ 예 재기동시 오버랩양 (15)

증분생성법 (16) ☐ 직선보간사영 ☐ 톨좌표계사영 MODE (17)

스틱아웃 보정 (18) tackweld skip tau (19) tackweld size (20)

재시도조건은 용접시작조건-보조조건에서 설정합니다.

Status Check 상태

CLB1 CLB2 CLB3 CLB4 CLB5 Cur Sensor Data (Y, Z)

图 1.6 LVS 条件编辑框

(1) IP, PORT

IP: 设置传感器或传感器控制器的 IP。

PORT: local 为控制器侧的 PORT; sensor 为传感器侧的 PORT。

(2) Seam 编号

Seam 编号为已在 LVS 传感器中注册的 seam 编号。指令 LVS 传感器以这里所设置的 seam 编号进行传感。

(3) Tracking

设置跟踪(tracking)的有效、无效。此 Tracking Off 功能可在执行 MULTIPASS 焊接时有效使用。

(4) 检测起点、终点

设置是否探测起点及终点。

起点的检测流程请参考下图。

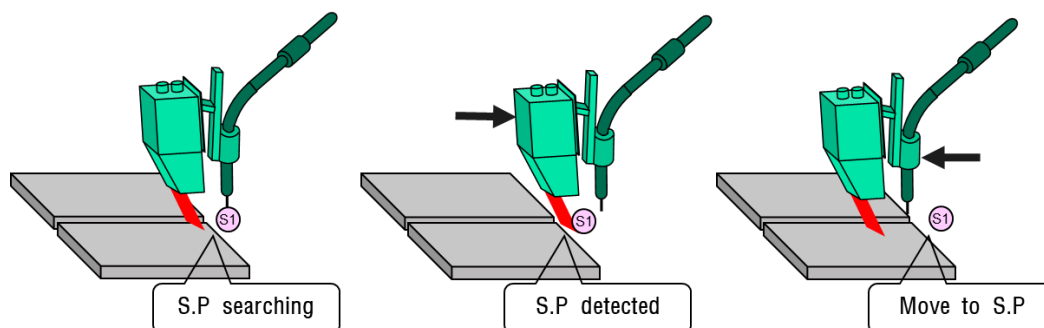


图 1.7 LVS 起点探测设为有效 (示例)

当将起点检测设置为有效时，若执行 LVSON 指令，就会开始进行探测 (见图 1.7)。

探测起点后，机器人将移动到起点，并存储今后所要跟随的焊接线信息。

当将起点检测设为无效时，如下图所示，从传感起点向激光看到的方向移动后，开始进行跟踪。

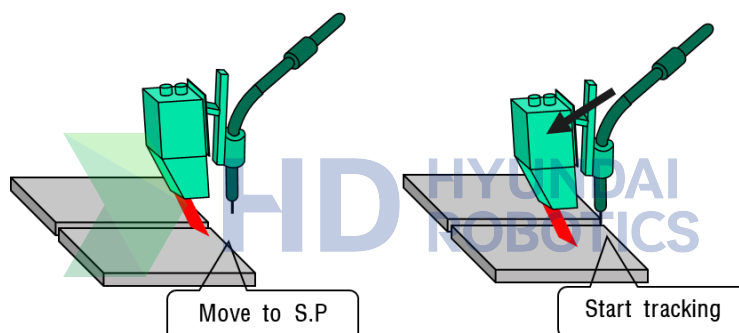


图 1.8 LVS 起点探测设为无效 (示例)

终点的检测流程请参考下图。若使用终点检测功能，以 TCP-Laser stripe (激光条纹) 距离 L_{Ts} 为准，可对终点的误差进行补偿。检测终点时，将终点延长至由传感器判断为不属 seam 的那一点后执行焊接。

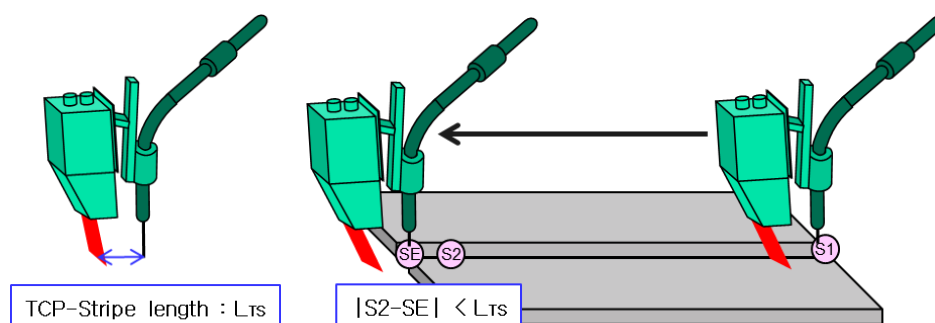


图 1.9 LVS 终点探测示例

(5) 分配姿势编号 (S. P#, E. P#)

起点、终点探测完后，将姿势记录于相关姿势编号。

(6) 探测距离 (Dist)

设置探测起点、终点时的最大探测距离。

(7) 探测方向 (Dir)

当为+1 时则向+TooIX 方向进行探测；当为-1 时则向 - TooX 方向进行探测。

(8) Correction (探测补偿量)

在探测起点、终点时，若在姿势上出现位置误差，用探测补偿量来进行补偿。

(9) 终止累计移动量设置

在 MODE4 的状态下，按已设置的距离 [mm] 移动时，跟踪将会终止。

(10) 速度系数

当终点探测设为有效时，设置移动到终点的速度。在 MODE4 的状态下，则为前进方向的移动速度。

(11) 位置 XYZ 跟踪限制，方位跟踪限制

设置与已示教的程序之间的误差。若跟踪超出此限值则会出现错误。

(12) 控制 P 增益，D 增益

设置 10~30 范围的值。(通常将所有的值都设为 15)

(13) PY 控制

当为 0 时，则仅对位置进行补偿，而不使用方位控制。当为 1 时则将 Pitch；当为 2 时则将 Yaw；当为 3 时则将 Pitch&Yaw 沿着焊接线进行跟踪。使用 MODE4 时，PY 控制请使用 4。

(14) 监测

使监测功能激活时，就可将跟踪数据收集到 0001.GDT 文件中。

(15) 重启时重叠量

指定重启时所重叠 (Overlap) 的距离。

(16) 增量生成法

请使用直线插值映射。

(17) MODE

作为 LVS 功能的一种版本，MODE1 为一般跟踪，MODE3 为停止跟踪，MODE4 为无 MOVE 语句的跟踪。

(18) 干伸长度补偿

用于调整焊丝干伸长度。

(19) tack 焊接检测灵敏度

设置 tack 焊接检测灵敏度。通常设置为 0.7 ~ 1.0 之间的值。

(20) tack 焊接长度

设置 tack 焊接长度。根据设定的距离忽略跟踪并进行插值。

(21) 重启条件可在焊接开始条件-补助条件中设置。

(22) 弧坑处理可在焊接终止条件的弧坑后退距离项目中设置。

(23) 执行 LVSON 指令后点击 Check 键，即可查看当前状态。



1.4. LVS 指令

LVSON 指令的基本形式如下：

LVSON COND#=1, OPT=TRK

同时，还提供如下表所示的多种形式。

OPT	用例	用途
TRK	LVSON COND#=1, OPT=TRK	一般跟踪 (MODE1) 停止跟踪 (MODE3) 无 MOVE 语句运行的跟踪 (MODE4)
TRK, Side=2.0, Updown=-2.3	LVSON COND#=1, OPT=TRK, Side=2.0, Updown=-2.3	MODE 1、3、4 都支持。 将左右方向和垂直方向移位而跟踪。
SEAMF	LVSON COND#=1, OPT=SEAMF	基于 LVS 功能的触摸传感。 将当前激光辐射的点转换为姿势而存储。
FMINZ	LVSON COND#=1, OPT=FMINZ	圆筒形扫描时，寻找圆筒的顶点，将其顶点转换为姿势而存储。
EPS	LVSON COND#=1, OPT=EPS	优先探测终点，扫描终点并将其转换为姿势而存储。
TRK_TRJSAVE	LVSON COND#=1, OPT=TRK_TRJSAVE, S=100, RN=V1%, TCRDSFT=0, 10, 0	基于 LVS 功能的多道焊跟踪功能



1.5. 基于 LVS 功能的 Job 程序示教

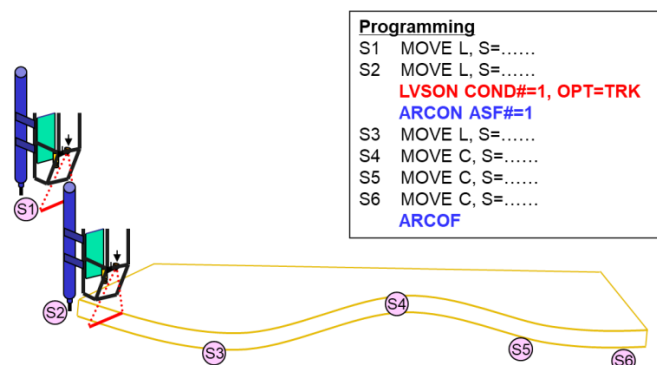


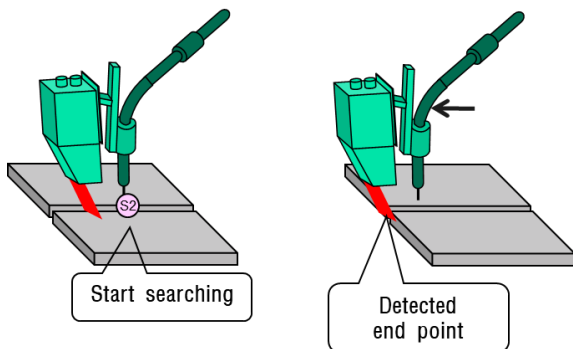
图 1.10 基于 LVS 功能的 Job 程序示教

如图所示，LVSON 指令必须总是记录在 ARCON 指令的上面。这是为了在探测起点后，从起点开始焊接。对多个 STEP 的焊接线进行示教后，遇到 ARCOF 指令时，就会终止 LVS 跟踪。此时，若使用终点探测选项，就会焊接直至终点，并执行电弧终止条件。请注意，探测终点时，从已示教的轨迹中，只能以激光条纹 (Laser stripe) 与 TCP 之间的距离为准对终点进行补偿。(请参考图 1.8)

同时，若在终点附近继续识别到 seam，可能会焊接不属焊接线的地方。

为了解决上述问题，最好使用 LVSON COND#=1, OPT=EPS 的 EPS 选项。

使用这种选项时，就可检测出终点并将其存储在姿势变量中。此时，探测距离及姿势变量的编号可在 QuickOpen 的 dist 及 E.P#中设置。

**Programming**

S1 MOVE L, S=.....

S2 MOVE L, S=.....

LVS2ON COND#=1, OPT=EPS

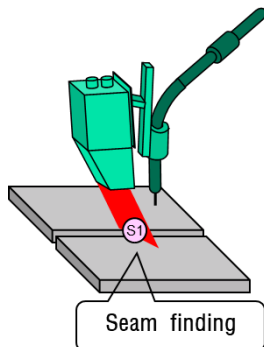
OPT=EPS option makes the robot search the end point and save the end point to the pose variable with assigned pose number (E.P#). EPS is an abbreviation of End Point Search.

上述的 OPT=EPS 方法可以说起到焊丝触摸传感的作用。就是说，提前计算终点姿势后，用此值来明确指定姿势并执行示教，如 MOVE L, P11, S=50mm/min, A=3, T=1。

若使用 OPT=SEAMF，即可将已传感的点存储到姿势变量中。

编程示例 1.

基于 Seam Finding 功能存储传感姿势的机器人编程

**Programming**

S1 MOVE L, S=.....

LVS2ON COND#=1, OPT=SEAMF

OPT=SEAMF option makes the robot search the sensing point and save the point to the pose variable with assigned pose number, S.P#.

S1 MOVE L, S=20%, A=0, T=0

DELAY 0.2

LVS2ON LVS#=1, OPT=SEAMF

END

‘移动到所要 Seam Finding 的位置

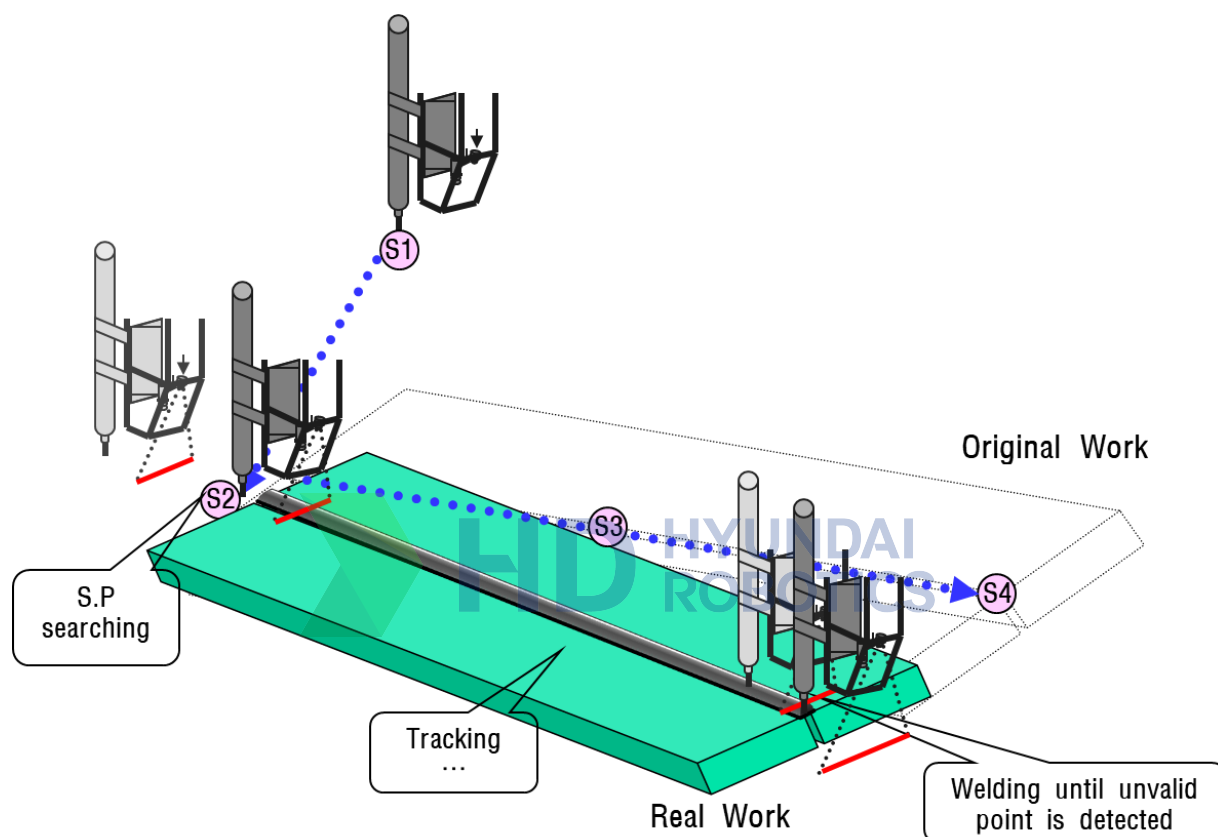
‘延迟 0.2 秒

‘执行 Seam Finding(在 S.P#中存储传感姿势)

编程示例 2.

基于起点/终点探测功能的机器人编程

在 LVS 条件编辑框中，将起点探测和终点探测均设为“有效”后，输入探测距离。

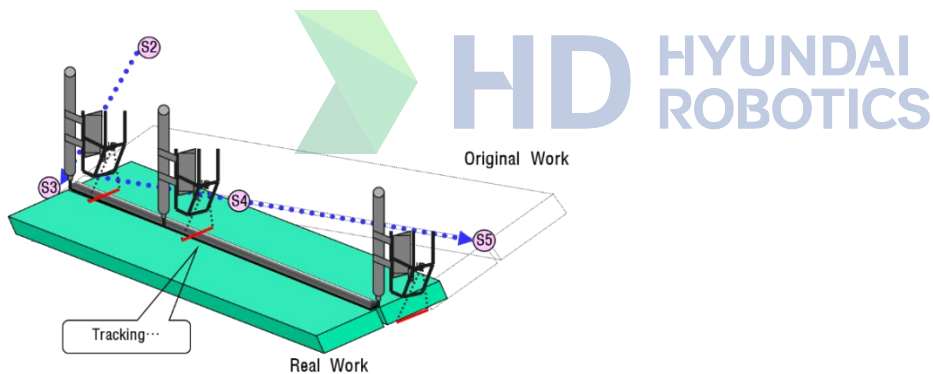
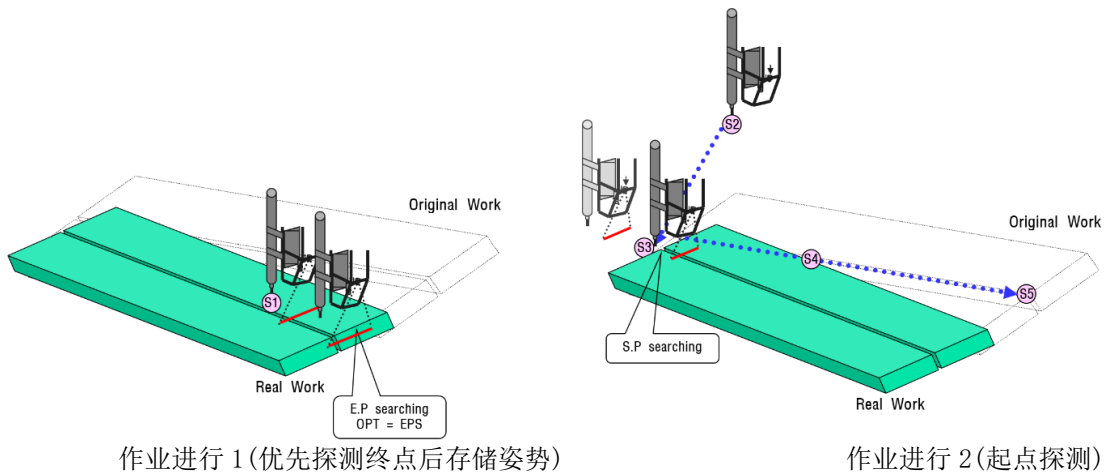


```

S1 MOVE L, S=20%, A=0, T=0
S2 MOVE L, S=20%, A=0, T=0      ‘移动到起点探测位置
  DELAY 0.3
  LVSON COND#=1, OPT=TRK      ‘探测起点并移动到起点后开始跟踪
  ARCON ASF#=1
S3 MOVE L, S=80cm/min, A=3, T=0 ‘焊接轨迹点 1
S4 MOVE L, S=80cm/min, A=3, T=0 ‘焊接轨迹点 2
  ARCOF                      ‘移动到已传感的终点后进行焊接
END
  
```

编程示例 3.

基于起点/终点优先探测功能的机器人编程
在 LVS 条件编辑框中，将起点探测和终点探测分别设为“有效”和“无效”后，输入探测距离。



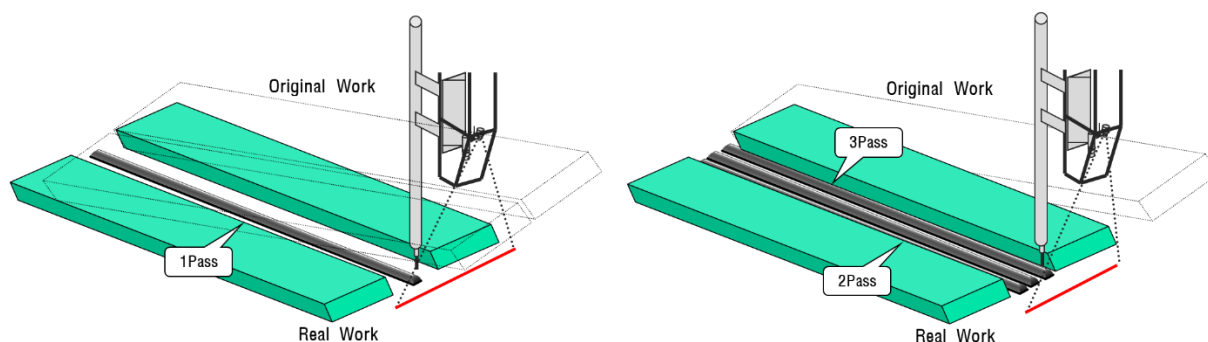
```

S1 MOVE L, S=80cm/min, A=3, T=0 ‘焊接终止点附近, S4 附近
  DELAY 0.3
  LVS2ON COND#=1, OPT=EPS ‘探测终点后设置为 LVS 条件的 E.P#=100, 存储在 P100 中。
S2 MOVE L, S=20%, A=0, T=0
S3 MOVE L, S=20%, A=0, T=0 ‘移动到起点探测位置
  LVS2ON COND#=1, OPT=TRK ‘探测起点并移动到起点后开始跟踪
  ARCON ASF#=1
S4 MOVE L, S=80cm/min, A=3, T=0 ‘焊接轨迹点 1
S5 MOVE L, P100, S=80cm/min, A=3, T=0 ‘焊接轨迹点 2
  ARCOF
  END
  
```

编程示例 4.

基于 LVS 多道焊功能的机器人编程

只焊接 1pass 时将跟踪设为“有效”，焊接 2pass 以上时则将跟踪设为“无效”。



```

MOVE L, ...                                'move to SP search position
DELAY 0.3
LVSON COND#=1, OPT=TRK_TRJSAVE, S=10, RN=V100%, TCRDSFT=0, 10, 0
  '1PASS, tracking with tracking to 'VALID' and multipass trj will be saved in P[10]~ P
  1[0+V100%]
ARCON ASF#=1
M ...
L, ...
                                '1PASS welding

ARCOF
MOVE P10, ...                            'Move to 2PASS multipass start position
DELAY 0.3
LVSON COND#=1, OPT=TRK_TRJSAVE, S=1000, RN=V101%, TCRDSFT=0, -20, 0
  '2PASS, and save 3PASS with tracking to 'INVALID', multipass trj will be saved in P[1
  000]~ P1[1000+V101%]
ARCON ASF#=1
FOR V50%=10 TO 10+V100% STEP 1
M ...
L, ...
                                '2PASS welding
NEXT
ARCOF
M ...
L, ...
                                'Move to 3PASS multipass start position
ARCON ASF#=1
FOR V50%=1000 TO 1000+V101% STEP 1
MOVE L, P[V50%], ...                    '3PASS welding
NEXT
ARCOF

```



1. 6. LVS 功能的故障排除

若出现问题，请首先进入 LVSON 指令的 QuickOpen 窗口并点击 Check 键。
若在焊接现场上难以进行跟踪，请考虑以下原因。

- (1) 过度飞溅或焊接光
通过适当地设计 CASING，降低传感器对焊接光及飞溅的灵敏度。
请使用 air blow。
请确认传感器控制器是否在焊接过程中正常识别到实际 seam。
- (2) 传输到传感器的 seam 位置与所要指定的 seam 位置不同时：
此时，在传感器控制器中设置 seam 后，在传感器中存储 seam 后进行测试。
- (3) 传感器无法检测 seam 时：
请确认 Seam 注册及 seam 编号设置是否正确。
请在焊接过程中确认实时传感画面。
调整 Mismatch、gap、angle、激光强度等。
- (4) 通信错误
请检验传感器、传感器控制器、机器人控制器的 IP、PORT 及电缆类。
- (5) 控制增益问题
基本值为 P 增益 15, 15 D 增益 15, 15。





● **Daegu Office (Head Office)**

50, Techno sunhwan-ro 3-gil, yuga, Dalseong-gun, Daegu, 43022, Korea

● **GRC**

477, Bundangsuseo-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea

● **ARS : +82-1588-9997 (A/S center)**

● **E-mail : robotics@hyundai-robotics.com**

