

用户手册

焊接工艺

工业机器人专用
版本：1.5

本手册是示教器用户手册的基本版本,我们已经尽了最大的努力确保手册的内容准确无误,但后续版本可能包含对规范和操作的更改,这些更改可能是细微的更改或重大更改,也可能是新增的本手册中不包括的全新章节和模块。

为了改进产品的可靠性、设计和功能,本手册中的信息如有更改,恕不另行通知,且本手册中的信息并不代表制造商所作的承诺。在产品或文档的使用过程中,发生的直接、间接、特殊、意外或从属损坏(即使已告知可能造成这种损坏),制造商将不承担任何责任。

本手册中提到的产品名称仅用于标识目的,可能是其各自所属公司的商标和/或注册商标。

安全须知 【请务必遵守】

为防止对人的伤害和对财产的损害，对务必遵守的事项做以下声明。

◇ 对错误使用本产品而可能带来的伤害和损坏的程度加以区分和说明



危险 该标记表示【极可能导致死亡或重伤】的相关内容



注意 该标记表示【极可能伤害或财产损失】的相关内容

◇ 对应遵守的事项用以下的图形标记进行说明



该图形标记表示不可实施的内容



该图形标记表示必须实施的内容

对于不符合“注意”或“危险”的内容，但也是用户必须严格遵守的事项，在相关地方加以记载。

危险

- 不要在有水的地方，存在腐蚀性、易燃性气体的环境内和靠近可燃性物质的地方使用。
- 不要在控制器周围放置可燃物。
- 操作机器人前，按下示教编程器上的急停键，示教编程器上的控制器处在急停停止状态。紧急情况下，若不能及时制动机器人，则可能引发人身伤害或设备损坏事故。
- 在机器人运动范围内示教时，请遵守以下事项：
 - 不要进入机器人动作范围内；
 - 遵守操作步骤以及各手册要求；
 - 考虑机器人突然向自己所处方位运动时的应变方案；
 - 确保设置躲避场所，以防万一；
 - 不慎进入机器人动作范围内或与机器人发生碰撞，都有可能引发人身伤害事故。另外，发生异常时，请立即按下急停键。

注意

- 进行机器人示教作业前要检查以下事项，有异常则应及时修理或采取其他必要措施。
 - 检查各线路是否接好；
 - 机器人动作有无异常（是否有抖动现象）；
 - 外部电线遮盖物及外包装有无破损。
 - 不要频繁开关控制器的电源。
 - 示教编程器用完后须放回原处。
- 如不慎将示教器放在机器人，工具或地上，当机器人运动时，示教器可能与机器人或工具发生碰撞，从而引发人身伤害或设备损坏事故。
- 不要自行改造、分解和修理。

目录

安全须知 【请务必遵守】	3
1. 基本焊接	7
1.1. 概述	7
1.2. 指令	7
1.3. 焊接快捷键	9
1.4. 焊接监视	10
1.5. 焊接数据	10
1.6. 焊机	11
1.7. 焊接 IO	12
1.8. 焊接系统	12
1.9. 焊接过程速度	13
1.10. 收弧抽丝	13
1.11. 断弧重续	13
1.12. 飞行起弧	14
1.13. 变位机协同	14
2. 点焊（鱼鳞焊接）	15
2.1. 概述	15
2.2. 指令	15
3. 段焊	17
3.1. 概述	17
3.2. 指令	17
4. 摆弧	18
4.1. 概述	18
4.2. 指令	18
4.3. 参数	18
5. 电弧寻位与偏移	22
5.1. 概述	22
5.2. 指令	22
5.3. 寻位	26
5.4. 偏移	28
5.4.1. 1D 偏移 OFFSET1D	28
5.4.2. 2D 偏移 OFFSET2D	29
5.4.3. 3D 偏移 OFFSET3D	29
5.4.4. 2D 偏移+1D 旋转 OFFSET2D1R	30
5.4.5. 3D 偏移+3D 旋转 OFFSET3D3R	31
5.4.6. 寻圆 OFFSETCIRCLE	32
5.4.7. 两点位计算偏移 OFFSET2POINT	32
5.4.8. 六点位计算偏移 OFFSET6POINT	33
5.4.9. 整体偏移+局部偏移	33
6. 激光跟踪	35
6.1. 概述	35

6.2. 传感器配置.....	35
6.3. 标定.....	36
6.4. 指令.....	37

1. 基本焊接

1.1. 概述

在弧焊应用中，机器人需要和焊接电源配合，完成各种焊接工艺要求动作。常规焊接应用中需要包括焊接机器人、焊枪、焊接电源，有些场合也需要清枪等其他辅助设备。

1.2. 指令

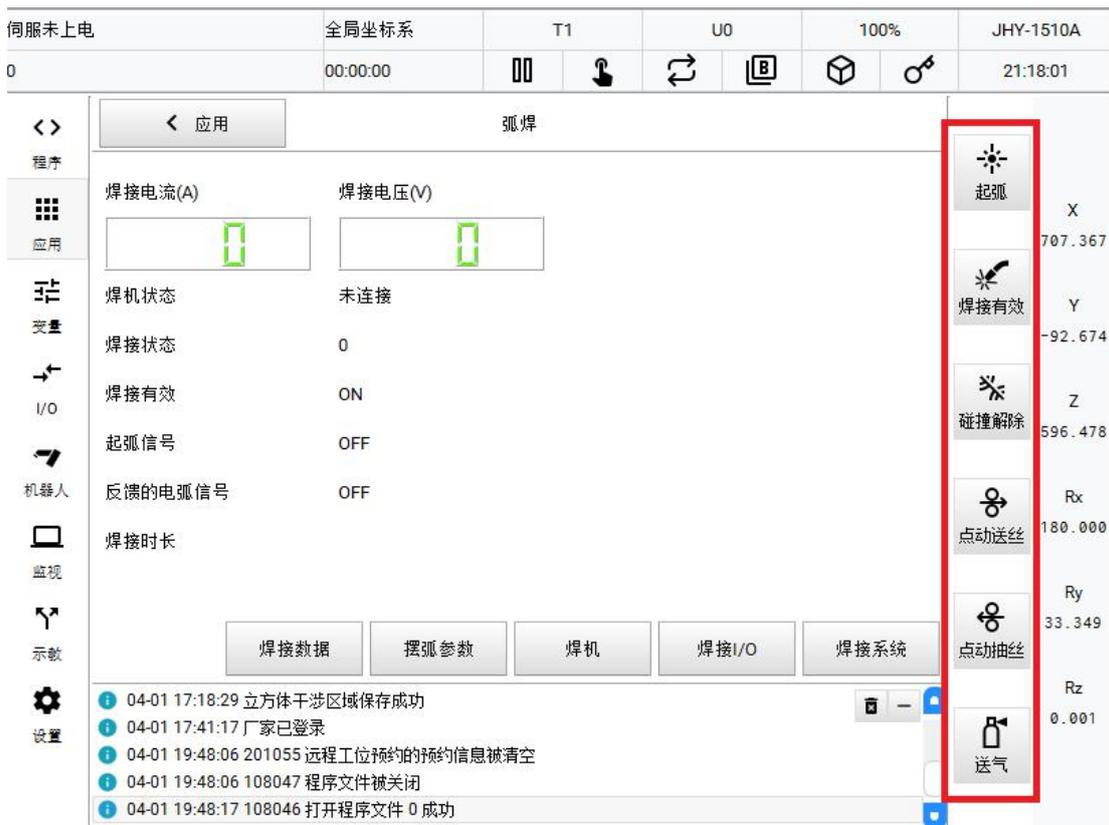
ARCON	功能	起弧，并指定焊接工艺号。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	焊接工艺，从 1 到 32。
	使用举例	ARCON ID=1	
ARCOFF	功能	收弧。	
	参数	无	
	使用举例	ARCOFF	
ARCSET	功能	设置焊接电流和电压。	
	参数	AC= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	焊接电流，单位 A。
		AV= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	焊接电压，单位 V。
	使用举例	ARCSET AC=200 AV=10	
ARCJOB	功能	设定焊机内置的 JOB 号。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号]	焊机内置的 JOB 号。

		LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	
	使用举例	ARCJOB JOB=1	
ARCCTS	功能	从起弧的位置开始，在指定距离内，实现焊接电流和电压渐变。	
	参数	AC= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	渐变目标焊接电流，单位 A。
		AV= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	渐变目标焊接电压，单位 V。
		DIS= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	渐变距离，单位 mm
使用举例	ARCCTS AC=200 AV=10 DIS=10		
ARCCTE	功能	从收弧的位置前指定距离开始，到收弧位置结束，实现焊接电流和电压渐变。	
	参数	AC= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	渐变目标焊接电流，单位 A。
		AV= I[索引号] D[索引号]	渐变目标焊接电压，单位 V。

		LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	
		DIS= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	渐变距离，单位 mm
	使用举例	ARCCTE AC=200 AV=10 DIS=10	

1.3. 焊接快捷键

如下图所示，在示教器界面右侧有 6 个焊接相关的快捷键。



起弧：为手动起弧和收弧。

焊接有效：可以切换真实焊接和虚拟焊接模式。

碰撞解除：当焊枪碰撞时，通过点击此按钮获得暂时的碰撞解除状态，从而可以通过 JOG 操作移动机器人。

点动送丝：按下状态，让送丝机送丝。

点动抽丝：按下状态，让送丝机抽丝。

送气：按下状态，让气阀送气。

1.4. 焊接监视

在工艺界面点击“焊接”，进入焊接工艺的监视界面，如下图所示。



1.5. 焊接数据

在“焊接”工艺界面点击“焊接数据”，进入焊接工艺参数配置界面，如下图所示。

焊接参数			
编号	1	描述	dianhan
起弧电流(A)	130.000	焊接电流(A)	150.000
起弧电压(V)	0.000	焊接电压(V)	0.000
起弧时间(毫秒)	100.000	粘丝解除电流(A)	120.000
飞行起弧	<input type="checkbox"/>	粘丝解除电压(V)	8.000
收弧电流(A)	130.000	粘丝解除时间(毫秒)	0.000
收弧电压(V)	0.000	提前送气时间(毫秒)	100.000
收弧时间(毫秒)	100.000	滞后送气时间(毫秒)	80.000

1.6. 焊机

在“焊接”工艺界面点击“焊机”，进入焊机配置界面，如下图所示。
 点击“焊机列表”，可以将当前设置保存到焊机列表中；或者焊机列表中读取焊机参数。
 点击“输出特性曲线”，可以配置焊机电流电压与模拟量 IO 的数值。

焊机			
焊机名称	麦格米特CAN一元		
机种	MIG/MAG	电弧检测时间(毫秒)	1000.000
工作模式	一元	电弧检测确认时间(毫秒)	100.000
通讯方式	CAN	电弧耗尽检测时间(毫秒)	500.000
主机地址	192.168.4.101		
端口	8886		
超时时间(毫秒)	1000		

1.7. 焊接 IO

在“焊接”工艺界面点击“焊机 IO”，进入焊机 IO 配置界面，如下图所示。

#	焊接信号	类型	编号	状态
1	电流	AI	0	
2	电压	AI	0	
3				
4	电弧检测	DI	1	0
5	焊机异常	DI	0	
6	粘丝检测	DI	0	

确定 取消

1.8. 焊接系统

在“焊接”工艺界面点击“焊机系统”，进入焊机系统配置界面，如下图所示。



1.9. 焊接过程速度

焊接过程中运动指令的速度将不受系统速度比的影响。例如焊接 MOVL 运动的速度是 10mm/s，当前系统速度比是 10%。焊接过程中，此 MOVL 指令实际执行速度依然是 10mm/s。

1.10. 收弧抽丝

在“焊接系统”中启用“收弧抽丝功能”。在焊接结束后，机器人开始执行后续运动开始时，焊丝会自动回缩，以避免焊丝同工件或者夹具发生碰撞，从而导致焊丝变形的情况发生。



1.11. 断弧重续

在“焊接系统”中启用“断弧后再起弧功能”。在焊接过程中如果发生起弧失败或者中途熄弧，则会按照参数配置，自动尝试重新起弧。

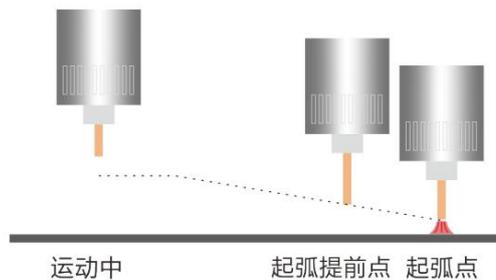
断弧后再起弧功能	<input checked="" type="checkbox"/>
再起弧次数	3
回退距离(毫米)	5
回退速度(毫米/秒)	6
再起弧抽丝时间(毫秒)	200

1.12. 飞行起弧

常规起弧过程是，当机器人运动到起弧位置，并且停止不动后，下达起弧命令，送丝机开始慢送丝，直至成功起弧。

飞行起弧是指机器人在到达起弧位置之前指定时间（飞行起弧提前时间），便提前开始送丝机慢送丝，当机器人到达起弧位置，机器人成功起弧。

此功能可有效提高焊接节拍。



1.13. 变位机协同

焊接应用中，经常会用到 1 轴或者 2 轴变位机。变位机协同意思是在变位机运动的同时，机器人在变位机（加工工件固定在变位机上）走轨迹。

示教的时候，用户需要在示教界面指定当前的外轴协同模式，如下图所示。



编程是，需要在 MOVL 或者 MOVC 指令中添加协同参数，如下图所示。

< mod2
MOVL

点位	<input style="width: 95%;" type="text" value="P*"/>	<input type="button" value="编辑"/>
速度(毫米/秒)	<input style="width: 95%;" type="text" value="V=20"/>	
融合区域(毫米)	<input style="width: 95%;" type="text" value="Z=0"/>	
加速度(%)	<input style="width: 95%;" type="text" value="ACC=0"/>	<input type="checkbox"/>
外轴协同	<input style="width: 95%;" type="text" value="COORD=1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
旋转速度(度/秒)	<input style="width: 95%;" type="text" value="VR=0"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="button" value="UNTIL"/> <input style="width: 30px;" type="text" value="DI[1]"/> <input type="button" value="="/> <input type="button" value="ON"/>	<input type="checkbox"/>

i 通过直线运动到达目标点。

2. 点焊（鱼鳞焊接）

2.1. 概述

点焊表示在连续焊缝上按照设定的间距，进行连续点焊的过程。
点焊（鱼鳞焊）示意图如下。T 为点焊的时间，GAP 为焊点间距。



实际焊接效果图如下。



2.2. 指令

SPOTON	功能	起弧，并指定焊接工艺号和点焊（鱼鳞焊）参数。
--------	----	------------------------

	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	焊接工艺，从 1 到 32。
		T= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	焊接保持时间，单位 ms。
		GAP= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	相邻焊点的间距，单位 mm。
	使用举例	SPOTON ID=1 T=100 GAP=10	
SPOTOFF	功能	点焊收弧。	
	参数	无	
	使用举例	SPOTOFF	
SPOT	功能	在当前位置起弧，保持一段时间，再完成收弧。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	焊接工艺，从 1 到 32。
		T= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	焊接保持时间，单位 ms。
	使用举例	SPOT ID=1 T=100	

3. 段焊

3.1. 概述

段焊表示在连续焊缝上按照设定的间距，焊接一段距离，空走一段距离，交替进行。段焊示意图如下。



3.2. 指令

SEGON	功能	起弧，并指定焊接工艺号和段焊参数。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	焊接工艺，从 1 到 32。
		SEG= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	焊接距离，单位 mm。
		GAP= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	空走距离，单位 mm。
VW= I[索引号]	焊接速度，单位 mm/s。		

		D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数 浮点数	
	使用举例	SEGON ID=1 SEG=10 GAP=10 VW=1	
SEGOFF	功能	段焊收弧。	
	参数	无	
	使用举例	SEGOFF	

4. 摆弧

4.1. 概述

摆弧功能是在弧焊时，焊炬面对焊接方向以特定角度周期性左右摇摆进行焊接，由此增大焊道宽度用来提高焊接强度的一种方法。

4.2. 指令

WVON	功能	开始摆弧，并指定摆弧工艺号。	
	参数	WEV= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	摆弧工艺，从 1 到 32。
	使用举例	WVON WEV=1	
WVOFF	功能	结束摆弧。	
	参数	无	
	使用举例	WVOFF	

摆弧指令，是使得机器人执行摆弧动作的必要指令。在摆焊开始和结束指令之间的动作指令，将会执行摆焊动作。

4.3. 参数

在应用的弧焊界面，点击“摆弧参数”，进入摆弧参数设置界面，如下图所示。

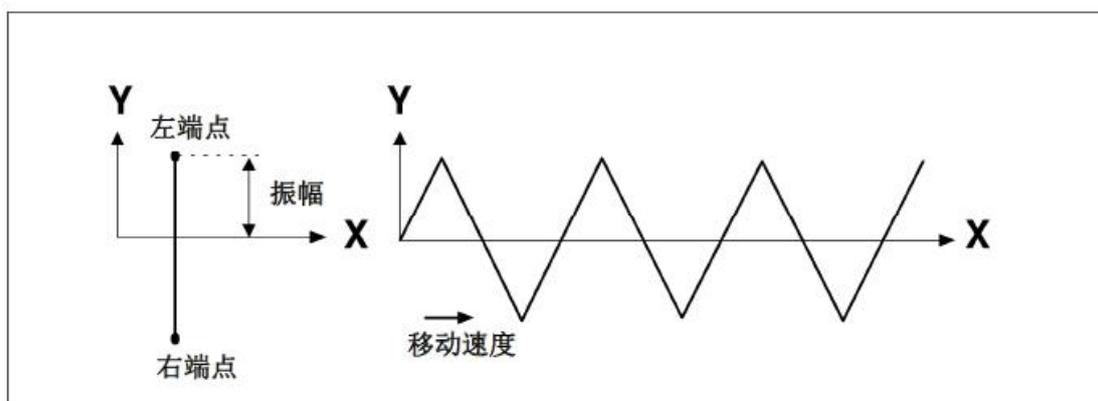
摆弧参数			
编号	1	描述	正弦摆
摆焊模式	正弦型	参考坐标系	工具-焊缝
频率(Hz)	1.5	仰角(度)	0
振幅(毫米)	2	方位角(度)	0
两端停留类型	移动	中心隆起里(毫米)	0
左停留时间(毫秒)	0	半径(毫米)	0
右停留时间(毫秒)	0	L形角度(度)	0

编号：摆焊工艺的编号。

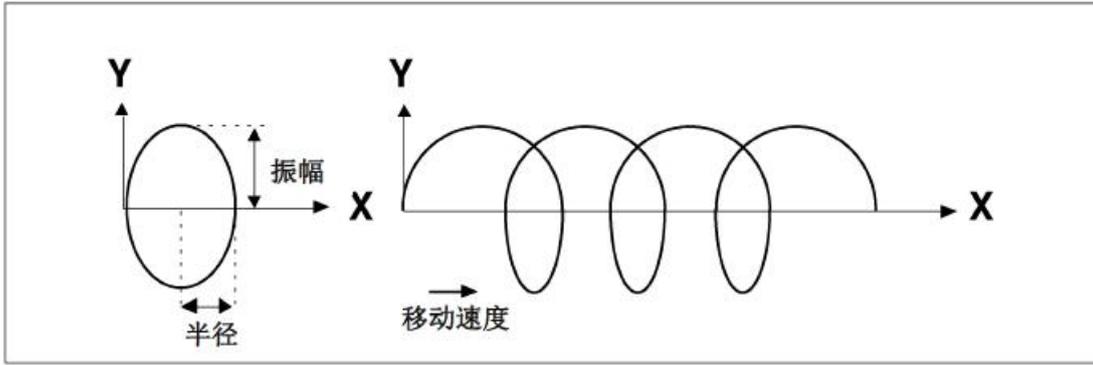
描述：用户自定义的描述性字符串信息。

摆焊模式：包括正弦波、圆形、8 字型 and L 型（未实现）。

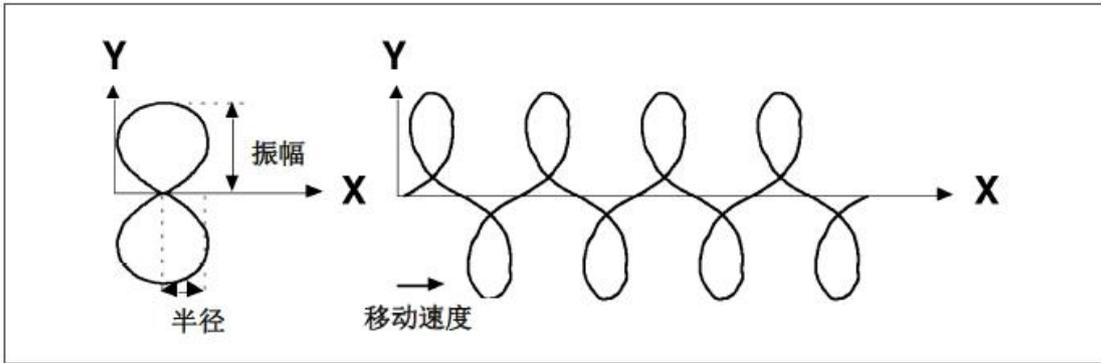
正弦波是焊接中标准的摆焊模式（也叫做三角波）。可以和电弧跟踪、多层多道功能组合使用。



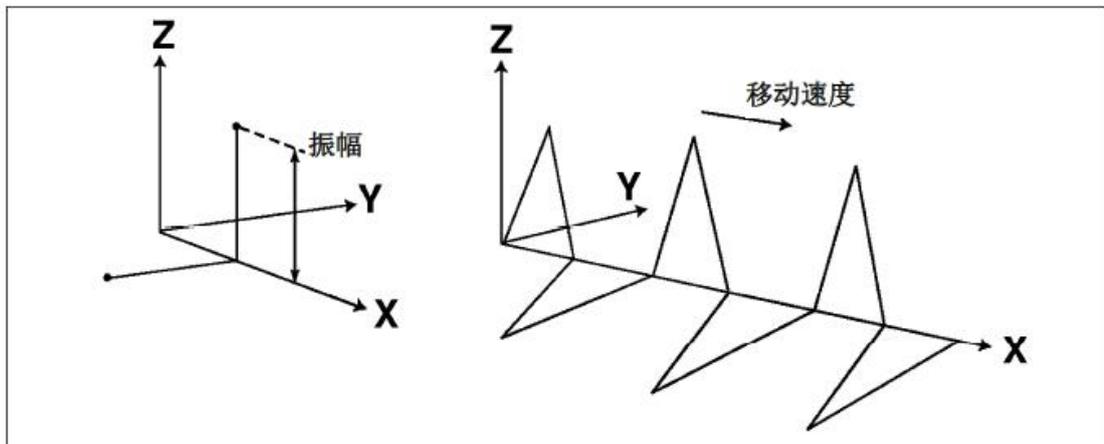
圆形是一边描绘圆一边前进的摆焊模式。主要在搭接接头和具有较大的盖帽的焊接中使用。



8 字型是一边描绘 8 字一边前进的摆焊模式。主要在厚板的焊接和表面/外装精磨、提高强度等目的中使用。



L 型主要在角焊接和 V 坡口的焊接中使用。为了与接头相对应，需要在进行摆焊的坐标系和仰角的设置后使用。（中心隆起量参数无效）



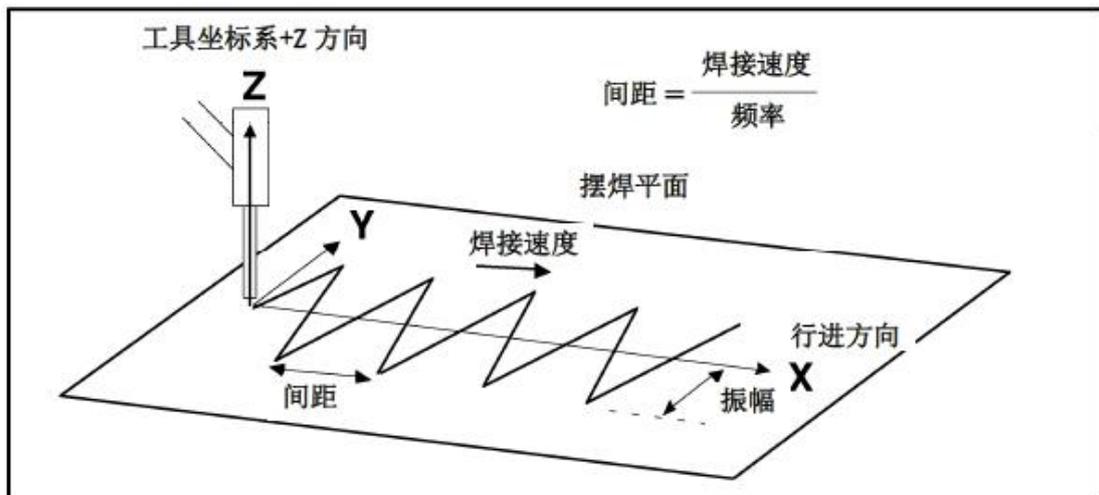
频率：摆焊中每秒摆动的次数，通常为 1Hz 到 5Hz 之间。

振幅：摆动的幅度，单位 mm。详见摆焊模式中的各种模式样图。

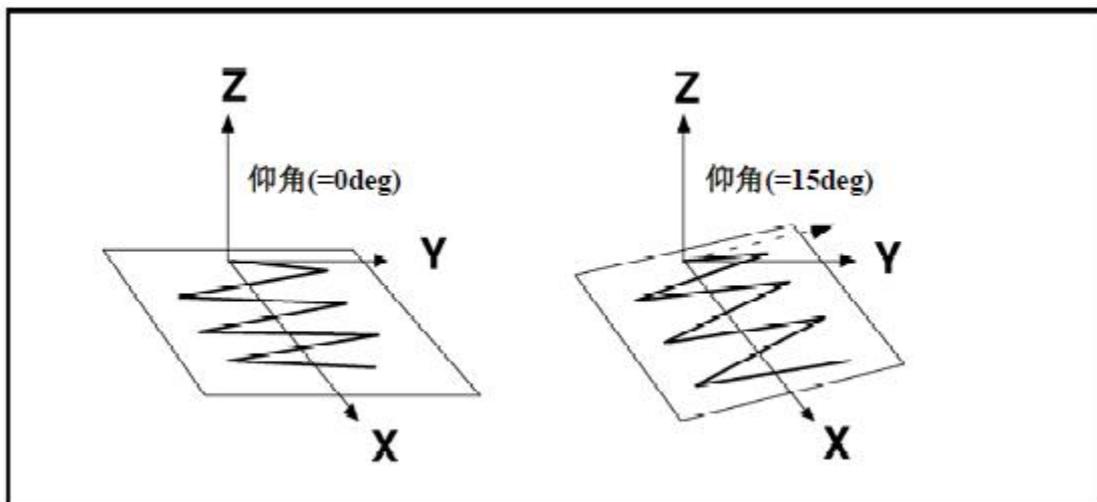
两端停留类型和左右停留时间：静止指机器人摆焊运动到两端的时候完全停止运动；运动指机器人摆焊运动到两端的时候，摆焊动作停止，但在焊接方向继续向前运动。在端点处的停留时间，由左右停留时间定。

参考坐标系：工具焊缝坐标系指工具 Z 方向和焊缝前进为 X 方向的坐标系。工具坐标系指和

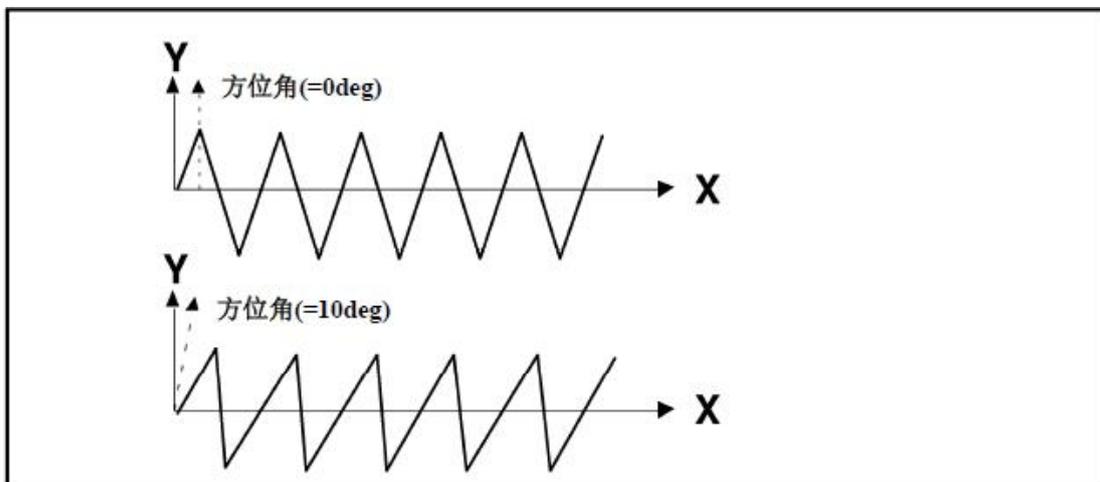
工具坐标系一致的坐标系。绝大部分场合使用工具焊缝坐标系。



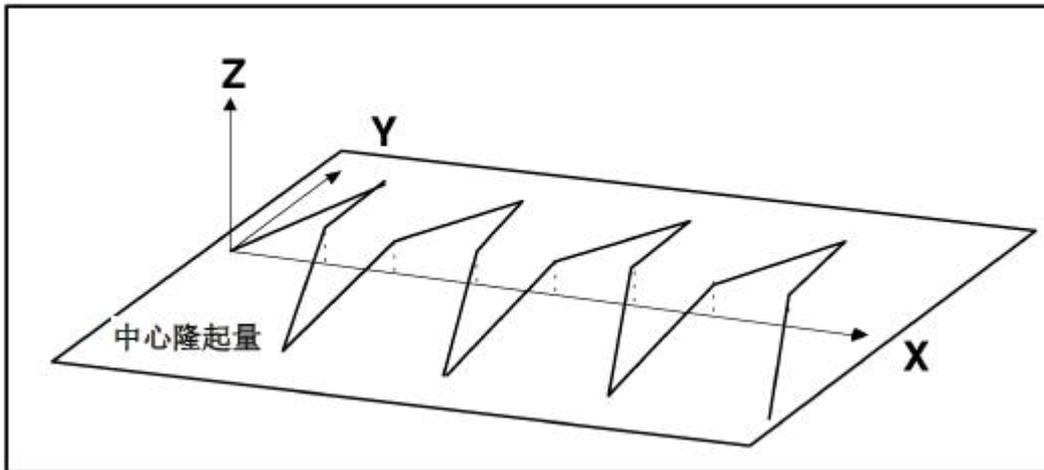
仰角：相对于摆焊坐标系，使得摆焊平面绕着参考坐标系 X 轴旋转。



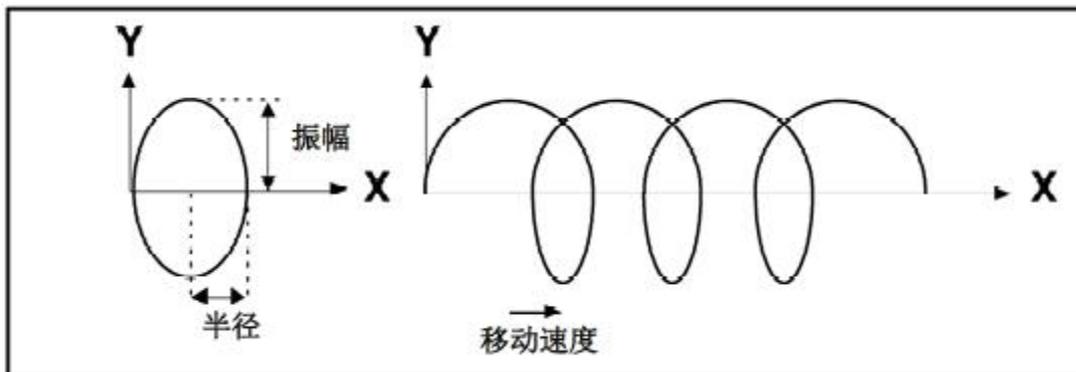
方位角：相对于摆焊坐标系，使得摆焊平面绕着参考坐标系 Z 轴旋转（只旋转 Y 轴，X 轴保持不变）。



中心隆起量：指在摆焊的中心处焊炬的隆起量。通常在执行多层多道焊接时，为了避开中心处的焊道高度，设置的中心隆起量。（L型摆焊无效）



半径：圆形摆焊或者8字型摆焊时候，设置相对于焊接方向的振幅值。



L型角度：无效。

5. 电弧寻位与偏移

5.1. 概述

在焊接、涂胶等应用中（以下以焊接为例），由于工件一致性问题会导致每个工件的焊缝位置都可能有少许偏差（几毫米到几十毫米不等）。用户可以通过寻位操作获得工件焊缝的位移信息；再通过偏移操作动态修正程序中的焊缝轨迹，解决不同工件焊缝位置不一致的位置。

相关操作指令的详细说明请参见“用户手册-编程语言”。

5.2. 指令

SEARCHON	功能	开始寻位操作，并指定寻位工艺参数。
----------	----	-------------------

	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	寻位工艺，从 1 到 16。
		TOOL[?] I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	寻位工具，从 0 到 16。0 表示使用 tool0, 1 到 16 表示工具坐标系。 此参数如果配置错误，会导致带姿态旋转的偏移指令出错。
	使用举例	SEARCHON ID=1 TOOL[1]	
SEARCHOFF	功能	结束寻位操作。	
	参数	无	
	使用举例	SEARCHOFF	
SEARCHL	功能	以直线运动方式，沿着指定方向做寻位运动	
	参数	SP[?]	寻位数据，从 1 到 16。
		DIR=?	寻位方向： +X 表示 X 轴正方向 -X 表示 X 轴负方向 +Y 表示 Y 轴正方向 -Y 表示 Y 轴负方向 +Z 表示 Z 轴正方向 -Z 表示 Z 轴负方向
	可选参数	LOCKV	LOCKV 打开表示当前执行的速度不受全局速度比影响。
使用举例	SEARCHL SP[1] DIR=+X SEARCHL SP[1] DIR=-X SEARCHL SP[1] DIR=+Y SEARCHL SP[1] DIR=-Y SEARCHL SP[1] DIR=+Z SEARCHL SP[1] DIR=-Z		
OFFSET1D	功能	计算 1D 偏移，并开始偏移。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	寻位工艺，从 1 到 16。
SP[?]		寻位数据 1，从 1 到 16。	

	使用举例	OFFSET1D ID=1 SP[1]	
OFFSET2D	功能	计算 2D 偏移，并开始偏移。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	寻位工艺，从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 1，从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 2，从 1 到 16。
使用举例	OFFSET2D ID=1 SP[1] SP[2]		
OFFSET3D	功能	计算 3D 偏移，并开始偏移。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	寻位工艺，从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 1，从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 2，从 1 到 16。
使用举例	OFFSET3D ID=1 SP[1] SP[2] SP[3]		
OFFSET2D1R	功能	计算 2D1R 偏移，并开始偏移。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号] 整数	寻位工艺，从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 1，从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 2，从 1 到 16。
使用举例	OFFSET2D1R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4]		
OFFSET3D3R	功能	计算 3D3R 偏移，并开始偏移。	
	参数	ID= I[索引号] D[索引号] LI[索引号] LD[索引号] R[索引号]	寻位工艺，从 1 到 16。

		整数	
		SP[?]	寻位数据 1, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 2, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 3, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 4, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 5, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 6, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 7, 从 1 到 16。
	使用举例	OFFSET3D3R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4] SP[5] SP[6] SP[7]	
OFFSETCIRCLE	功能	计算圆环偏移, 并开始偏移。	
	参数	ID=	寻位工艺, 从 1 到 16。
		I[索引号]	
		D[索引号]	
		LI[索引号]	
		LD[索引号]	
		R[索引号]	
		整数	
		SP[?]	寻位数据 1, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 2, 从 1 到 16。
		SP[?]	寻位数据 3, 从 1 到 16。
	使用举例	OFFSETCIRCLE ID=1 SP[1] SP[2] SP[3]	
OFFSET2POINT	功能	通过 2 点位信息计算偏移, 并开始偏移。	
	参数	P[索引号]	点位 1
		LP[索引号]	
			P[索引号]
		LP[索引号]	
	使用举例	OFFSET2POINT P[1] P[2]	
OFFSET6POINT	功能	通过 6 点位信息计算偏移, 并开始偏移。	
	参数	P[索引号]	点位 1
		LP[索引号]	
		P[索引号]	点位 2
		LP[索引号]	
		P[索引号]	点位 3
		LP[索引号]	
		P[索引号]	点位 4
LP[索引号]			
		P[索引号]	点位 5
		LP[索引号]	
		P[索引号]	点位 6
		LP[索引号]	
	使用举例	OFFSET2POINT P[1] P[2] P[3] P[4] P[5] P[6]	
OFFSETOFF	功能	偏移结束。	
	参数	无	

	使用举例	OFFSETOFF	
OFFSETLOG	功能	打开或者关闭寻位和偏移的辅助打印信息。	
	参数	ON/OFF	ON 表示打印辅助信息 OFF 表示不打印
	使用举例	OFFSETLOG ON OFFSETLOG OFF	
OFFSETGET	功能	获得当前 OFFSETXXX 的偏移数据。 注意此偏移数据相对于全局坐标系	
	参数	P[索引号] LP[索引号]	返回当前偏移的值
	使用举例	OFFSETID OFFSETGET P[1] OFFSETGET LP[1] OFFSETOFF	

5.3. 寻位

在寻位操作中（接触媒介通常为焊丝等可导电物体），机器人沿着寻位指令指定的方向向前移动。当机器人前端焊枪内的焊丝与工件接触时，由于电路接通，会触发相关 DI 信号。此时机器人会停止并立刻沿原路返回（通常来说，返回运动的速度应该远远高于向前寻位的速度，这样可以最大程度减小焊丝变形）。DI 信号被触发时的机器人位置会被记录，并且与寻位工艺保存的参考位置比较得出位置偏差值。

寻位工艺参数如下：

参数	说明
工艺 ID	寻位工艺的 ID，1 到 16。
寻位坐标系	确定寻位运动方向使用的用户坐标系，0 表示全局坐标系。
偏差范围	允许的偏差上限，0 表示没有上限，单位是 mm。如果寻位得到的偏差值超过偏差范围，则寻位失败。
寻位 DI	寻位媒介（焊丝）与目标工件接触时，此用户 DI 信号为 ON，索引号从 1 开始。
寻位距离	到达目标点后继续向前寻位运动的距离，单位 mm。
寻位速度	寻位运动的速度，单位是 mm/s。
自动返回	ON 表示寻位信号被触发时，机器人立刻返回。OFF 表示不返回。
返回距离	如果自动返回为 ON，返回运动的距离，单位 mm。
返回速度	如果自动返回为 ON，返回运动的速度，单位 mm/s。
返回 zone	如果自动返回为 ON，返回运动的 zone 大小，单位 mm。

寻位变量 SP 参数定义如下：

SP 参数	说明
基准预备	FALSE 表示基准数据无效，本次寻位操作获得的位置信息保存到基准数据中（保存之后，此开关将自动变更为 TRUE）。

	TRUE 表示基准数据有效，本次寻位操作获得的位置信息保存到当前数据中。
预留	预留参数。
基准位置 X	基准位置空间位置 X，单位 mm。
基准位置 Y	基准位置空间位置 Y，单位 mm。
基准位置 Z	基准位置空间位置 Z，单位 mm。
基准位置 RX	基准位置空间姿态 RX，单位 deg。
基准位置 RY	基准位置空间姿态 RY，单位 deg。
基准位置 RZ	基准位置空间姿态 RZ，单位 deg。
当前位置 X	当前位置空间位置 X，单位 mm。
当前位置 Y	当前位置空间位置 Y，单位 mm。
当前位置 Z	当前位置空间位置 Z，单位 mm。
当前位置 RX	当前位置空间姿态 RX，单位 deg。
当前位置 RY	当前位置空间姿态 RY，单位 deg。
当前位置 RZ	当前位置空间姿态 RZ，单位 deg。

寻位指令如下：

SEARCHON ID=1 TOOL[1]

表示寻位开始，ID 为寻位工艺号。

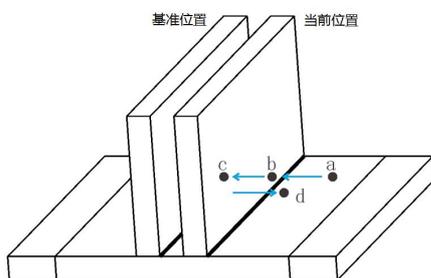
SEARCHL SP[1] DIR=+X

表示以直线运动方式沿着寻位坐标系的 X 轴正方向移动。如果寻位工艺自动返回为 ON，则在寻位成功后立刻返回。寻位获得数据保存在 SP[1]（寻位数据 1）中。如果寻位数据的基准预备参数为 FALSE，则寻位获得位置信息将同时保存在寻位数据 1 的基准数据和当前数据中；如果寻位数据的基准预备为 TRUE，则寻位获得位置信息将只保存在寻位数据 1 的当前数据中。（这里获得位置信息都是相对于全局坐标系的 too10 位置信息）

SEARCHOFF

表示寻位结束。

如下图例子的寻位程序示例如下：



```

MOVJ P* VJ=50 ZJ=0 //运动到预备位置
SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50 //运动寻位起始位置 a 点
SEARCHL SP[1] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
SEARCHOFF //寻位结束

```

焊丝寻位注意事项:

- 1) 寻位速度越大, 接触后过冲越大, 焊丝变形越大, 误差会越大。
- 2) 寻位返回速度越大, 接触后返回越迅速, 过冲越小, 焊丝变形越小, 误差会越小。
- 3) 每次寻位焊丝形状的变化, 焊丝与工件接触, 焊丝接触点的变化, 都会增加寻位的误差。
- 4) 接触良好, 是否存在锈蚀、油污、氧化膜等不易导电。
- 5) 焊枪必须配置焊丝压紧机构, 否则焊丝位置容易变化。

5.4. 偏移

寻位结束后, 用户通过偏移指令计算偏移值 (先对于全局坐标系), 并对后续持续做整体偏移 (相对于全局坐标系)。

偏移指令如下格式:

```
OFFSETXXX          //各种形式计算偏移, 并开始偏移
OFFSETOFF         //偏移结束
OFFSETLOG ON/OFF   //ON 表示 OFFSETXXX 执行成功时打印偏移值, OFF 表示不打印
```

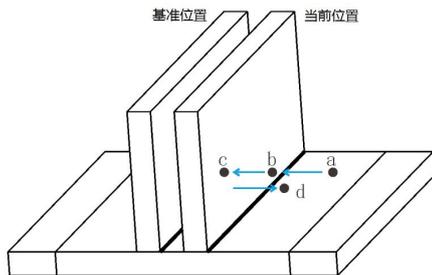
注意

1. 指令 OFFSETXXX 支持嵌套执行, 最多可以嵌套 8 层。
2. 指令 OFFSETXXX 中计算得出的偏移相对于全局坐标系。
3. 偏移指令不能和 SFTON SFTOFF 指令混合使用, 因为偏移指令在底层调用 SFTON 指令。

5.4.1. 1D 偏移 OFFSET1D

当工件在空间的一个方向上偏移时, 使用 OFFSET1D 指令实现一维偏移。作用范围在 OFFSET1D 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。

寻位可以在 X, Y, Z 中的任何一个方向进行。

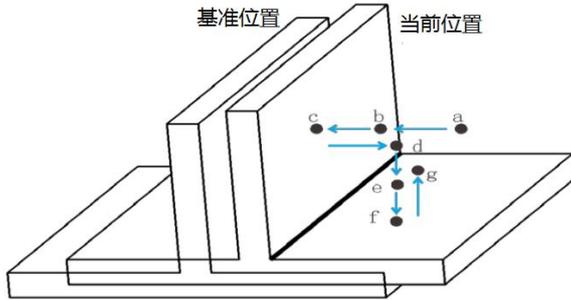


```
SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位, 采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50    //运动到 X 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[1] DIR=+X  //沿着 X 轴正方向寻位并返回, 数据记录在 SP[1] 中
SEARCHOFF             //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSET1D ID=1 SP[1]
...
OFFSETOFF
//结束偏移
```

5.4.2. 2D 偏移 OFFSET2D

当工件在空间的两个相互垂直的方向上偏移时，使用 OFFSET2D 指令实现二维偏移。作用范围在 OFFSET2D 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。

寻位可以在 X, Y, Z 中的任何两个方向进行。例如先在 X 方向寻位 SP[1]，再在 Y 方向寻位 SP[2]；也可以先在 Y 方向寻位 SP[1]，再在 X 方向寻位 SP[2]。OFFSET2D ID=1 SP[1] SP[2] 指令计算都会正常执行。

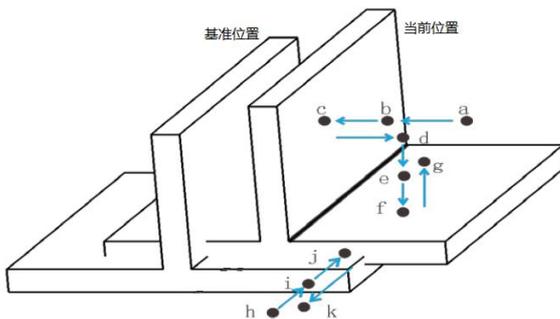


```
SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[1] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Y 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[2] DIR=+Y //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[2] 中
SEARCHOFF //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSET2D ID=1 SP[1] SP[2]
...
OFFSETOFF
//结束偏移
```

5.4.3. 3D 偏移 OFFSET3D

当工件在空间三个相互垂直的方向上都有偏移时，使用 OFFSET3D 指令实现三维偏移。作用范围在 OFFSET3D 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。

寻位在 X, Y, Z 中三个方向分别进行，任何顺序都可以。例如先在 X 方向寻位 SP[1]，再在 Y 方向寻位 SP[2]，再在 Z 方向寻位 SP[3]；也可以先在 Y 方向寻位 SP[1]，再在 X 方向寻位 SP[2]，再在 Z 方向寻位 SP[3]。OFFSET3D ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] 指令计算获得同样的偏移结果。



```

SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[1] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Y 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[2] DIR=+Y //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[2] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Z 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[3] DIR=+Z //沿着 Z 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[3] 中
SEARCHOFF //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSET3D ID=1 SP[1] SP[2] SP[3]
...
OFFSETOFF
//结束偏移

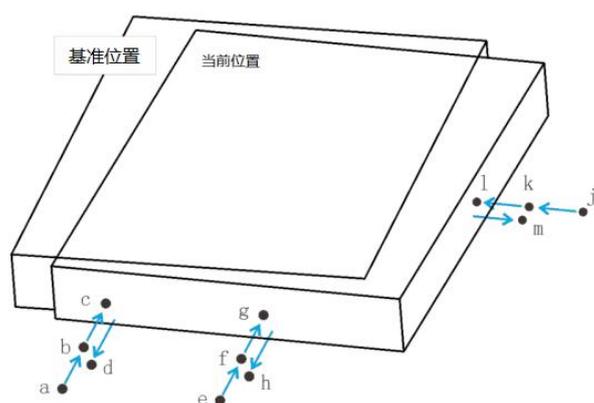
```

5.4.4. 2D 偏移+1D 旋转 OFFSET2D1R

当工件在 XYZ 空间的两个方向上偏移，剩下一个方向上旋转时，使用 OFFSET2D1R 指令实现二维偏移+旋转。作用范围在 OFFSET2D1R 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。

寻位在 X, Y, Z 中的两个方向寻位，每个方向分别进行两次寻位。例如先在 X 方向寻位 SP[1] 和 SP[2]，再在 Y 方向寻位 SP[3] 和 SP[4]；也可以先在 Y 方向寻位 SP[2] 和 SP[1]，再在 X 方向寻位 SP[4] 和 SP[3]。OFFSET2D1R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4] 指令计算获得同样的偏移结果。

OFFSET2D1R 中前两个 SP 数据必须是同一方向寻位数据，后两个 SP 数据必须是另一个方向寻位数据。



```

SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点 1
SEARCHL SP[1] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点 2
SEARCHL SP[2] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[2] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Y 方向寻位起始位置点 3
SEARCHL SP[3] DIR=+Y //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[3] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Y 方向寻位起始位置点 4
SEARCHL SP[4] DIR=+Y //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[4] 中

```

```

SEARCHOFF                                //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSET2D1R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4]
...
OFFSETOFF
//结束偏移

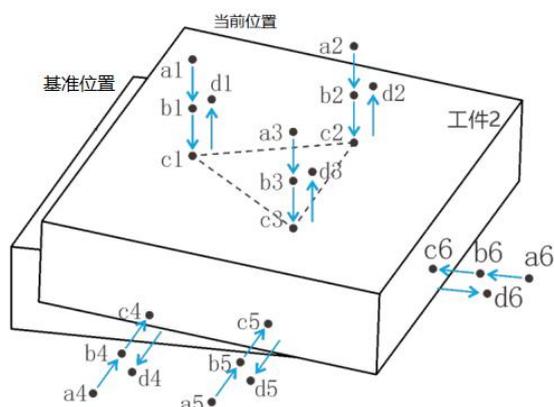
```

5.4.5. 3D 偏移+3D 旋转 OFFSET3D3R

当工件在 XYZ 的三个方向上都有偏移和旋转时，使用 OFFSET3D3R 指令实现三维偏移+旋转。作用范围在 OFFSET3D3R 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。

寻位在 X, Y, Z 三个方向分别进行寻位，其中第一个方向寻位三次（寻位的 3 点需要构成一个面，所以不能在同一直线上），另外两个方向寻位两次。例如先在 X 方向寻位 SP[1], SP[2]和 SP[3]，再在 Y 方向寻位 SP[4]和 SP[5]，最后在 Z 方向寻位 SP[6]和 SP[7]；也可以先在 Z 方向寻位 SP[1], SP[2]和 SP[3]，再在 Y 方向寻位 SP[4]和 SP[5]，最后在 X 方向寻位 SP[6]和 SP[7]。OFFSET3D3R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4] SP[5] SP[6] SP[7]指令计算获得同样的偏移结果。

OFFSET3D3R 中前三个 SP 数据必须是同一方向寻位数据，中间两个 SP 数据必须是另一个方向寻位数据，最后两个 SP 数据必须是剩余方向寻位数据。



```

SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Z 方向寻位起始位置点 1
SEARCHL SP[1] DIR=-Z //沿着 Z 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Z 方向寻位起始位置点 2
SEARCHL SP[2] DIR=-Z //沿着 Z 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[2] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Z 方向寻位起始位置点 3
SEARCHL SP[3] DIR=-Z //沿着 Z 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[3] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点 4
SEARCHL SP[4] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[4] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点 5
SEARCHL SP[5] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[5] 中
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 Y 方向寻位起始位置点 6
SEARCHL SP[6] DIR=+Y //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[6]

```

```

MOVL P* V=100 Z=50      //运动到 Y 方向寻位起始位置点 7
SEARCHL SP[7] DIR=+Y    //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[7]
SEARCHOFF                //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSET3D3R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4] SP[5] SP[6] SP[7]
...
OFFSETOFF
//结束偏移

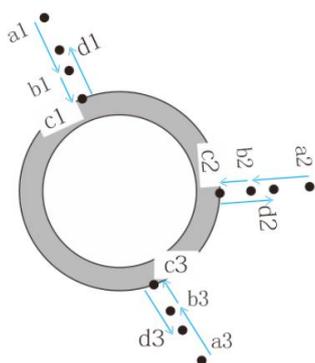
```

5.4.6. 寻圆 OFFSETCIRCLE

当圆形工件在空间的两个方向上平移时，使用 OFFSETCIRCLE 指令实现寻圆操作。作用范围在 OFFSETCIRCLE 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。

寻圆在 X, Y, Z 中的一个轴的正负方向各寻位一次，再在另外一个轴上寻位一次。例如先在 X 正方向寻位 SP[1]，在 X 轴负方向寻位 SP[2]，再在 Y 正方向寻位 SP[3]；也可以先在 Y 正方向寻位 SP[1]，在 Y 轴负方向寻位 SP[2]，再在 X 负方向寻位 SP[3]。OFFSETCIRCLE ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] 指令计算获得同样的偏移结果。

OFFSETCIRCLE 寻位只能对圆形的圆心位置纠偏，不能对姿态纠偏。



```

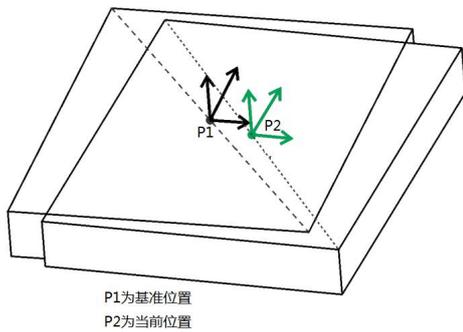
SEARCHON ID=1 TOOL[1] //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50    //运动到 X 方向寻位起始位置点 1
SEARCHL SP[1] DIR=+X  //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
MOVL P* V=100 Z=50    //运动到 X 方向寻位起始位置点 2
SEARCHL SP[2] DIR=-X  //沿着 X 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[2] 中
MOVL P* V=100 Z=50    //运动到 Y 方向寻位起始位置点 3
SEARCHL SP[3] DIR=+Y  //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[3] 中
SEARCHOFF              //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSETCIRCLE ID=1 SP[1] SP[2] SP[3]
...
OFFSETOFF
//结束偏移

```

5.4.7. 两点位计算偏移 OFFSET2POINT

通过两个位置变量 (P 或者 LP 变量) 计算出相对位移，使用 OFFSET2POINT 指令实现 XYZ

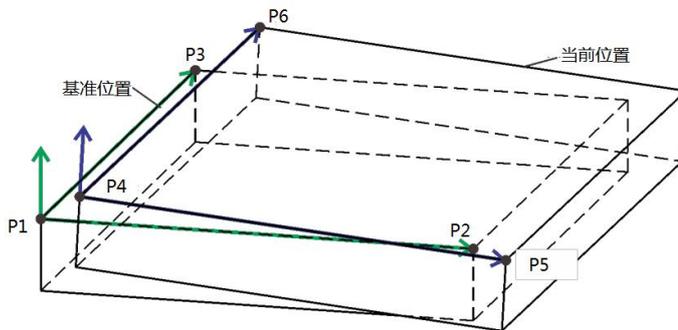
位置和姿态偏移。作用范围在 OFFSET2POINT 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。此指令通常结合视觉或者线激光扫描应用。



```
//计算并执行偏移
OFFSET2POINT P[1] P[2]
...
OFFSETOFF
//结束偏移
```

5.4.8. 六点位计算偏移 OFFSET6POINT

通过 6 个位置变量 (P 或者 LP 变量) 计算出相对位移, 使用 OFFSET6POINT 指令实现 XYZ 位置和姿态偏移。作用范围在 OFFSET6POINT 和 OFFSETOFF 之间的直线和圆弧运动指令。此指令通常结合视觉或者线激光扫描应用。

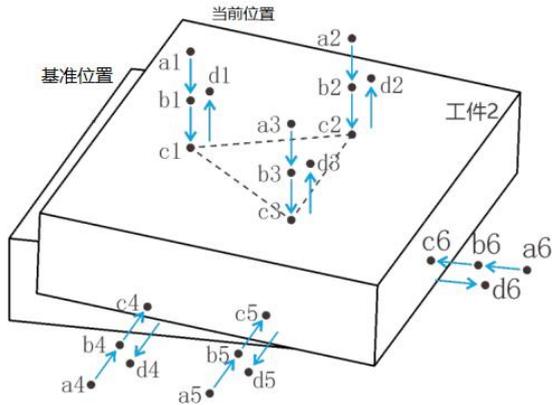


```
//计算并执行偏移
OFFSET6POINT P[1] P[2] P[3] P[4] P[5] P[6]
...
OFFSETOFF
//结束偏移
```

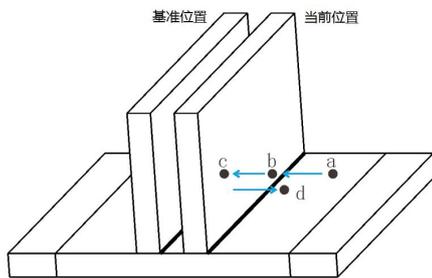
5.4.9. 整体偏移+局部偏移

对于比较大的工件, 一个工件上可能有多个焊缝。用户可以先对整个工件做寻位操作并整体偏移, 然后再针对每个焊缝做局部寻位和偏移。

如下示例先采用三维偏移+旋转的方式对工件整体进行寻位偏移。



然后再针对工件上的角焊缝采用一维寻位方式对焊缝进行寻位偏移。



示例程序分为 main 和 weld 两个文件。Main 文件实现工件整体寻位和偏移，weld 实现焊缝的寻位和偏移。Main 文件在整体偏移内部会调用 weld 文件。

main 文件如下:

```

MOVJ P* VJ=50 ZJ=0          //运动到预备位置
SEARCHON ID=1 TOOL[1]      //开始寻位，采用寻位工艺 1
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 Z 方向寻位起始位置点 1
SEARCHL SP[1] DIR=-Z      //沿着 Z 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[1] 中
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 Z 方向寻位起始位置点 2
SEARCHL SP[2] DIR=-Z      //沿着 Z 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[2] 中
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 Z 方向寻位起始位置点 3
SEARCHL SP[3] DIR=-Z      //沿着 Z 轴负方向寻位并返回，数据记录在 SP[3] 中
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 X 方向寻位起始位置点 4
SEARCHL SP[4] DIR=+X      //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[4] 中
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 X 方向寻位起始位置点 5
SEARCHL SP[5] DIR=+X      //沿着 X 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[5] 中
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 Y 方向寻位起始位置点 6
SEARCHL SP[6] DIR=+Y      //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[6] 中
MOVL P* V=100 Z=50        //运动到 Y 方向寻位起始位置点 7
SEARCHL SP[7] DIR=+Y      //沿着 Y 轴正方向寻位并返回，数据记录在 SP[7] 中
SEARCHOFF                  //寻位结束
//计算并执行整体偏移
OFFSET3D3R ID=1 SP[1] SP[2] SP[3] SP[4] SP[5] SP[6] SP[7]
CALL JOB:weld              //调用 weld 文件对焊缝寻位和偏移

```

```
OFFSETOFF
//整体结束偏移
```

weld 文件如下:

```
SEARCHON ID=2 TOOL[1] //开始寻位, 采用寻位工艺 2
MOVL P* V=100 Z=50 //运动到 X 方向寻位起始位置点
SEARCHL SP[1] DIR=+X //沿着 X 轴正方向寻位并返回, 数据记录在 SP[1] 中
SEARCHOFF //寻位结束
//计算并执行偏移并开始
OFFSET1D ID=2 SP[1]
...
OFFSETOFF
//结束偏移
```

6. 激光跟踪

6.1. 概述

焊丝寻位在解决工件一致性和焊接过程中形变问题上存在几个问题:

- 寻位速度慢: 由于焊丝碰撞容易变形, 所以寻位速度不能太快。
- 焊丝形变后导致寻位不准。
- 不能解决焊接过程中后续焊缝受热变形的问题

为了解决以上问题, 激光焊缝跟踪器应运而生, 使用激光焊缝跟踪器可以有效识别三维空间焊缝。

使用激光焊缝跟踪器之前需要配置通讯方式, 对激光焊缝跟踪器进行标定, 之后通过指令来完成寻位或者跟踪焊接。

6.2. 传感器配置

通过【应用】/【激光跟踪】/【传感器】进入激光器的配置界面, 如下所示



相应填写一下内容：

条目	描述
描述	对传感器进行简单描述，非必须
通讯协议	根据激光器具体协议进行选择，目前支持如下协议： 1、通用，MODBUS TCP 协议 2、创想 3、全视
主机地址	激光器 IP
端口	激光器通讯端口
超时时间	在连接激光器或者从激光器获取数据时，超过指定时间没有响应，则系统进入通讯错误状态，单位毫秒
采样频率	在进行跟踪焊接时，控制器每秒钟会向激光器请求的次数。默认为 30Hz，即每秒请求 30 次，每隔约 33.3 毫秒请求一次
传感器打开后的焊缝编号	在执行 SENSORON 指令时，控制器会与激光器进行连接，连接成功后会自动将焊缝编号设置为此处设置的值。当然也可以在寻位工艺或者跟踪工艺中进行相应的焊缝编号设置。

6.3. 标定

通过【应用】/【激光跟踪】/【传感器】进入激光器的配置界面，点击【标定】进入传感器标定界面



通过摆放工件制造出一个搭接焊缝，激光线照上去之后能产生清晰的轮廓，能够识别出搭接焊缝，在该焊缝点做好标记，暂且把它称为参考点。标定过程如下：

- 1) 移动机器人，使得 TCP 与参考点重合，将改点记为 TCP 点。
- 2) 移动机器人，使激光线以不同的高度和以不同的分割比例穿过参考点，记录 6 个点。
- 3) 所有点记录完成后，点击确定，系统会计算激光器视觉坐标系与 TCP 的相对位置，计算结束后会显示标定误差，点击确认后保存标定结果。

6.4. 指令

SENSORON	功能	打开激光。控制器与激光器建立连接，并打开激光线	
	参数	无	
	使用举例	SENSORON	
SENSOROFF	功能	关闭激光并断开与激光器的连接	
	参数	无	
	使用举例	SENSOROFF	
SENSORSEARCH	功能	以直线运动方式，沿着指定方向做寻位运动	
	参数	ID=	激光寻位编号
		I[索引号] LI[索引号] R[索引号]	
		P[索引号] LP[索引号]	寻位结果
可选参数	LOCKV	LOCKV 打开表示当前执行的速度不受全局速度比影响。	

	使用举例	SENSORSEARCH ID=1 LP[1], 使用激光寻位工艺 1, 寻位结果保存到 LP[1]
--	------	--