

# ARC 系列工业机器人 焊接操作手册

## 声 明

感谢您购买埃夫特机器人产品，为确保对产品进行正确的设置，请您在使用本产品之前，务必仔细阅读本操作手册。本声明及手册所提及的内容涉及您的人身及财产安全，若不遵循或不按照手册的说明与警告而擅自操作，可能会给您和周围的人带来人身伤害或给埃夫特机器人或周围的其他物品造成财产损失。本声明及手册为截至本批次产品出厂前的最新版本，后续请通过访问 [www.efort.com.cn](http://www.efort.com.cn) 官方网站以获取更新的信息。

本手册仅作为对产品进行正常操作的指导，在产品使用过程中，埃夫特公司并不对除产品缺陷外的其他原因引发的人身伤害、财产损失承担责任。埃夫特公司郑重建议：参与机器人操作、示教、维护、维修、点检等相关活动的人员，在学习完毕埃夫特公司准备的培训课程前，请勿赋予其对机器人的操作使用权限。

版本号：V 3.2.3-T2

## 目 录

第 1 章 安全 .....	1
1.1 安全须知 .....	1
1.2 安全准则 .....	1
第 2 章 安装与连接 .....	3
2.1 开箱验货 .....	3
2.2 安装注意事项 .....	3
2.3 安装及接线 .....	4
2.3.1 埃夫特焊接电源及送丝机安装 .....	4
2.3.1.1 安装送丝机 .....	4
2.3.1.2 安装机器人焊枪 .....	5
2.3.2 焊接电源安装 .....	11
2.3.3 盘丝附件安装 .....	13
2.4 机器人和焊机通讯 .....	16
2.4.1 CANOPEN 通讯协议 .....	16
2.4.1.1 埃夫特焊机通讯设置 .....	17
2.4.2 模拟量通讯 .....	17
2.4.3 通讯验证 .....	18
第 3 章 焊接设置及编程 .....	19
3.1 功能包简介 .....	19
3.2 基本焊接功能 .....	19
3.2.1 设备设置 .....	20
3.2.2 特性曲线 .....	21
3.2.3 焊接设置 .....	23
3.2.4 焊接参数 .....	24
3.2.5 悬浮窗口 .....	26
3.2.6 基础指令说明 .....	28
3.2.7 焊接编程示例 .....	28

---

3.3 摆弧 .....	29
3.3.1 摆弧坐标 .....	29
3.3.2 摆弧参数设置 .....	30
3.3.3 摆弧指令和示例 .....	35
3.4 电弧跟踪 .....	36
3.4.1 电弧跟踪原理和适用范围 .....	36
3.4.1.1 电弧跟踪基本原理 .....	36
3.4.1.2 电弧跟踪适用范围 .....	37
3.4.2 电弧跟踪参数设置 .....	37
3.4.3 电弧跟踪使用简例 .....	38
3.4.3.1 电弧跟踪指令和程序示例 .....	38
3.4.3.2 电弧跟踪调试技巧 .....	39
3.5 接触寻位 .....	40
3.5.1 接触寻位原理 .....	40
3.5.2 接触寻位应用场景 .....	40
3.5.3 接触寻位参数设置 .....	41
3.5.4 接触寻位指令说明 .....	42
3.5.5 接触寻位方式使用及示例 .....	42
3.5.5.1 1D 寻位 .....	42
3.5.5.2 2D 寻位 .....	43
3.5.5.3 3D 寻位 .....	44
3.5.5.4 2D+寻位 .....	45
3.5.5.5 3D+寻位 .....	46
3.5.5.6 内外径寻位 .....	47
3.6 间断焊 .....	49
3.6.1 间断焊类型介绍 .....	49
3.6.1.1 间断点焊 .....	49
3.6.1.2 不停止间断焊 .....	49
3.6.1.3 普通间断焊 .....	50

3.6.1.4 带摆弧间断焊 .....	50
3.6.2 间断焊参数设置 .....	51
3.6.3 间断焊指令和示例 .....	52
3.7 激光跟踪 .....	53
3.7.1 激光器安装与连接 .....	53
3.7.1.1 激光器安装 .....	53
3.7.1.2 激光器连接 .....	53
3.7.2 激光器标定 .....	54
3.7.2.1 工具标定 .....	54
3.7.2.2 激光器标定 .....	55
3.7.3 参数设置 .....	61
3.7.4 激光跟踪指令说明 .....	63
3.7.5 激光寻位示例 .....	63
3.7.5.1 点寻位 .....	63
3.7.5.2 3 点坐标系寻位 .....	64
3.7.5.3 4 点坐标系寻位 .....	64
3.7.6 激光跟踪示例 .....	66
3.7.6.1 变姿态跟踪 .....	67
3.7.7 注意事项 .....	68
3.8 多层多道 .....	68
3.8.1 参数设置 .....	68
3.8.2 多层多道指令说明 .....	70
3.8.3 多层多道焊接使用示例 .....	70
3.8.3.1 单道直线单一方向多层多道焊 .....	70
3.8.3.2 多道直线单一方向多层多道焊 .....	71
3.8.3.3 直线加圆弧单一方向多层多道焊 .....	72
3.8.3.4 往复多层多道焊 .....	73

# 第 1 章 安全

## 1.1 安全须知


本手册主要面向：操作人员、设备维护人员、技术服务人员。



本手册介绍了焊接机器人工作站的安装过程，焊机、焊枪的具体参数和应用场合以自身附带的说明书为准。

此用户手册需要与以下随箱附带手册配合使用，机器人操作者必须熟悉诸如以下适用文档中描述的工业机器人的操作和处理：

- ER 系列工业机器人安全手册
- 埃夫特工业机器人操作手册
- 工业机器人快速使用手册
- 工业机器人电气使用维护手册
- 工业机器人机械使用维护手册

## 1.2 安全准则

	<p><b>禁止行为</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、不要随意改动或拆除工业机器人防护装置和安全装置。</li> <li>2、如果发生积涝情况，不要触碰机器人，应先切断所有电源、对场地进行排水。</li> <li>3、工业机器人的操作只能由受过充分的培训和指导（包括已经熟读相关手册）的专业人员进行。</li> <li>4、务必保证急停设备周围畅通，不可再急停设备前堆放杂物，妨碍紧急情况下设备的使用。</li> <li>5、不得对机器人使用不合适的材料、进行不适当的调节和改动。</li> <li>6、未经授权的人员，或者未接受过机器人使用培训来了解存在的风险的人员，不得操作机器人。</li> <li>7、以下情况时不得使用机器人：             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 机器人元件暴露</li> <li>● 安全装置被禁用</li> <li>● 保险丝和/或机械设备的全部或者部分被禁用时</li> <li>● 加工材料不符合要求</li> <li>● 同一时间不允许超过一人使用机器</li> </ul> </li> <li>8、严格禁止任何违反上述要求使用机器人的行为，特别是不得随意使用非原装配件。</li> <li>9、切勿移动安全防护装置，用户有责任确保安全防护装置固定稳当并且有序运行。</li> <li>10、只有在维修时才可以移动安全装置，但必须要遵守维修人员的操作程序，在保证机器人安全的情况下进行。</li> </ol>
---	--

	<p><b>强制性措施</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1、在启动机器前务必确认没有人在危险区域内。</li><li>2、所有操作人员必须接受专门的工业机器使用和维修培训。</li><li>3、工头要持续监控确保所有程序正常运行，确保安全防护程序应用正确到位。</li><li>4、按照手册中维护保养中的要求进行维护，保持工业机器人的整洁干净。</li><li>5、要准备合适的工具箱用来归纳清洁工具和维修工具；工作人员必须穿戴所述个人防护设备。</li><li>6、除了这些说明，试用者还必须遵守现行的健康和安全规范。</li><li>7、机器人出现故障、或疑似损坏、机器不运转或发出异样噪音时应停止机器工作。</li><li>8、一旦贵方发现机器出现火情（无论火情大小），应当立即报警，找专业队伍扑救。</li><li>9、机器的运行状态时控制柜门必须一直关闭不得打开。控制柜钥匙必须由电工保管。</li><li>10、在通电模式下操作时，人员不得进入安全防护区域。</li><li>11、在开启自动模式前，所有暂时停用的安全功能必须恢复到正常的工作状态。</li></ol>
	<p><b>警告</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1、重力和制动装置的释放可能会导致坠落危险。</li><li>2、对安全防护装置进行检查时可能会因安全防护装置无法工作给维修人员保护而造成危险。因此，维修人员必须非常小心，并做好万全的防护措施。</li></ol>

## 第 2 章 安装与连接

### 2.1 开箱验货

开箱前，请确认产品外包装是否完好。

开箱后，请确认各配件，以及安装和操作说明书是否齐全，其型号是否与订单一致，若发现配件漏发、错发，请及时与供应商联系。

表 2-1 焊接工作站清单

名称	数量	单位	备注
埃夫特焊接机器人	1	SET	含产品说明书及配套附件
埃夫特焊接工作站安装附件	1	SET	
焊接电源（含用户手册及配套附件）； 送丝机；	1	SET	含产品说明书及配套附件
焊枪	1	SET	含产品说明书及配套附件

### 2.2 安装注意事项

表 2-2 安装注意事项

1	安装、维修时，务必断开电源，以防触电。
2	水冷焊机、焊枪使用前必须检查水管进、出水口是否安装正确及水流是否顺畅。
3	如果机器人未直接安装，则必须按照机器人储存环境要求储存。
4	确保机器人的预期操作环境符合机器人操作环境要求。
5	将机器人运到其安装现场前，请确保该现场符合地面安装要求。
6	移动机器人前，请先查看机器人的稳定性。
7	满足这些先决条件后，即可按下面章节所述将机器人运到其安装现场。

## 2.3 安装及接线

埃夫特机器人可搭配多品牌焊机组建焊接工作站，下面以埃夫特焊机为例，对安装接线进行说明。

### 2.3.1 埃夫特焊接电源及送丝机安装

#### 2.3.1.1 安装送丝机

用附件内自带的四颗发黑内六角组合螺钉 M8X16 发黑的螺钉将支架安装在三轴电机座孔位内，如图所示。

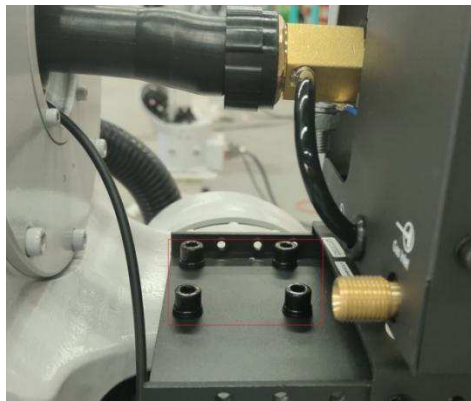


图 2-1 送丝机支架固定孔位

将送丝机固定在合适的孔位上（以 5 轴运行到极限位置枪缆不拉扯为宜）螺母锁紧，如图 2-2 所示。

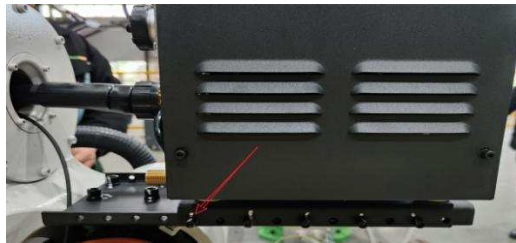


图 2-2 送丝机与支架连接处

将本体正极线电缆安装在送丝机上（铜鼻子朝上紧贴送丝机），螺母锁紧，如图 2-3 所示。

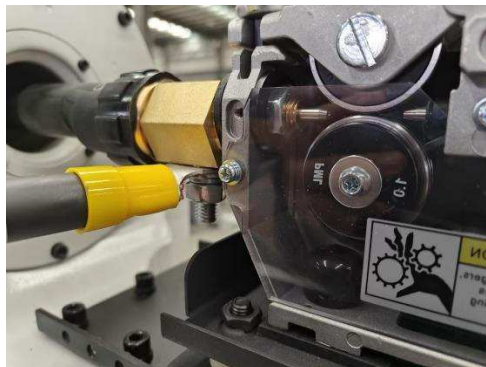


图 2-3 本体正极线固定处

焊机正极线用 M12×30MM 的螺钉紧固在底座正极端子上，如图 2-4 所示；注意与旁边重载连接器保持距离。



图 2-4 焊机正极线固定处

如需安装水冷焊机，需要将自带的水冷组件安装到送丝机侧面，如图 2-5 所示。



图 2-5 水冷组件安装位置

### 2.3.1.2 安装机器人焊枪

EFT-A35 焊枪如图 2-6 所示。



图 2-6 EFT-A35 焊枪

装配附件一览，如图 2-7 所示。

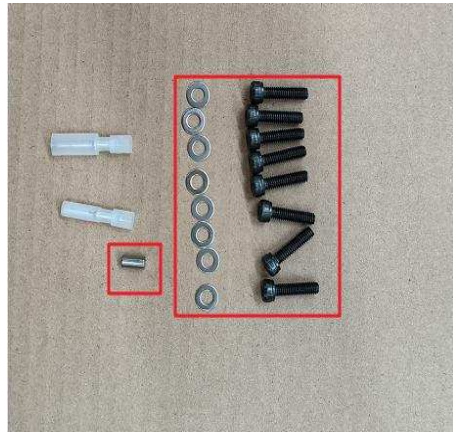


图 2-7 焊枪附件

用十字螺丝刀下焊枪保护罩的四颗螺钉，如图 2-8 所示。



图 2-8 保护罩螺丝

拆下保护罩后卸下与法兰连接的 4 颗螺丝，如图 2-9 所示。



图 2-9 安装示意图

将附件中的定位销安装到零位侧销孔中，如图 2-10 所示。



图 2-10 定位销安装位置

将法兰固定，螺丝孔内要安装垫片，如图 2-11 所示。



图 2-11 安装示意图

将焊枪固定在法兰上，用拆下的四颗螺丝紧固，如图 2-12 所示。

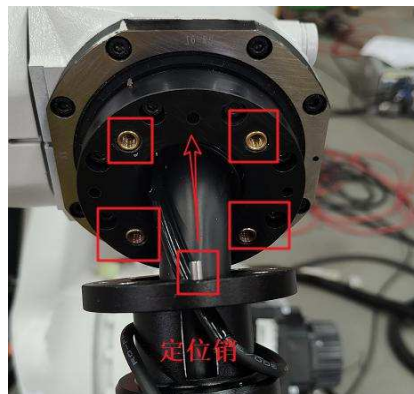


图 2-12 安装示意图

安装焊枪保护罩，焊枪 logo 朝向正前方，如图 2-13 所示。



图 2-13 安装示意图

焊枪为竖直向下姿态，如图 2-14 所示。



图 2-14 安装示意图

EFT-W50焊枪如图 2-15 所示。



图 2-15 EFT-W50 焊枪

焊枪附件及作用一览，如图 2-16 所示。



图 2-16 焊枪附件及作用

将定位销装到零位侧销孔内，如图 2-17 所示。



图 2-17 定位销安装位置

装上法兰用螺钉紧固后，装上定位销，如图 2-18 所示。

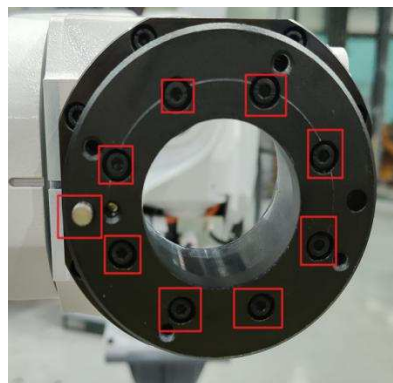


图 2-18 安装示意图

将焊枪与法兰固定，用四颗螺钉紧固，如图 2-19 所示。



图 2-19 安装示意图

将焊枪水冷管与水冷组件同色对插，焊枪水冷管盘绕后固定，如图 2-20 所示。



图 2-20 水冷焊枪走线

### 信号配置（示教器界面配置）

示教器界面默认配置 DI8（根据实际安装硬件 IO 点位配置），如图 2-21 所示：





图 2-21 防碰撞信号配置(示教器界面)

### 2.3.2 焊接电源安装

EFT-A350/W500 焊接电源安装接口一览，如图 2-22 所示。



图 2-22 焊接电源接口

分别将机器人通讯线缆（紫色）、送丝机通讯线缆插到对应位置，如图 2-23 所示。



图 2-23 安装示意图

将控制柜前面板保护罩拆下，上下共 4 颗螺丝，如图 2-24 所示。



图 2-24 安装示意图

把 CANOPEN 线从海绵中穿过，如图 2-25 所示。



图 2-25 安装示意图

把 CANOPEN 总线插到接口上，如图 2-26 所示。



图 2-26 安装示意图

把机器人送丝机端通讯线插到机器人底座对应的接口上，如图 2-27 所示。

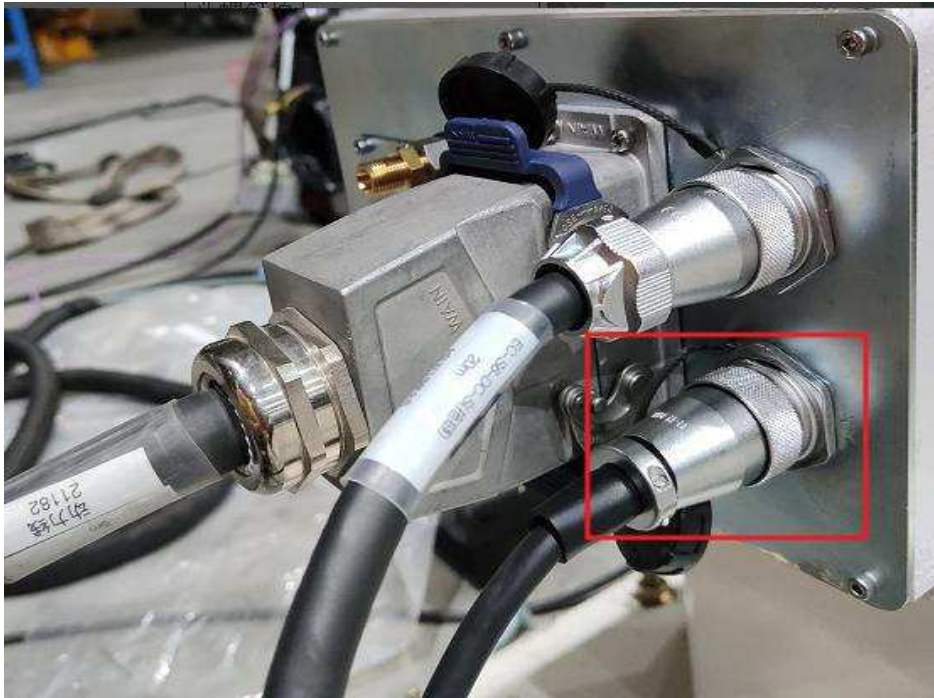


图 2-27 安装示意图

### 2.3.3 盘丝附件安装

焊丝盘部件一览，如图 2-28 所示。



图 2-28 焊丝盘部件

用扳手将四颗螺丝固定，如图 2-29 所示。

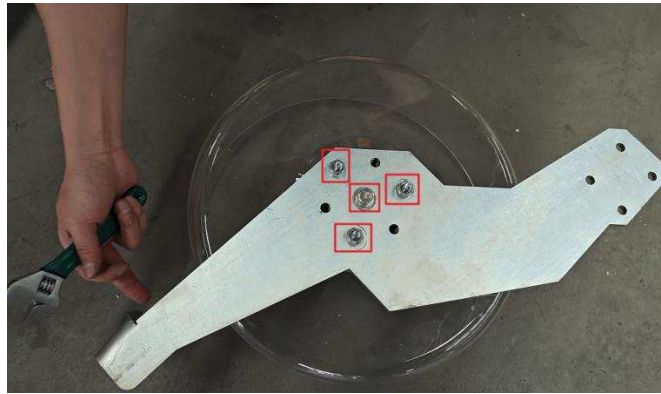


图 2-29 安装示意图

注意防尘罩缺口朝向出丝位置，如图 2-30 所示。

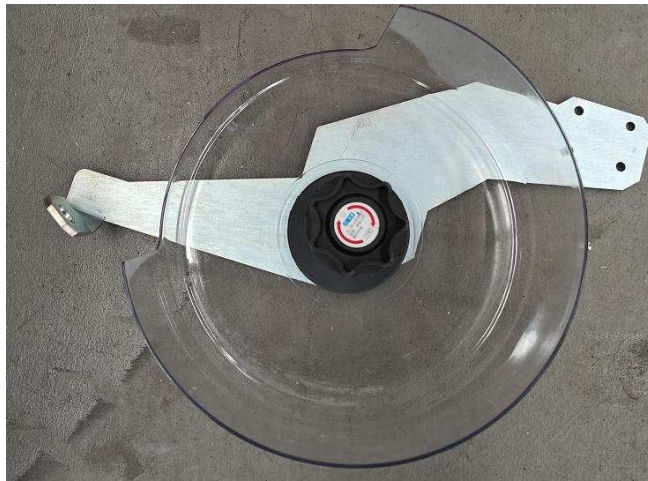


图 2-30 安装示意图

将焊丝盘固定在机器人转座上，如图 2-31 所示。

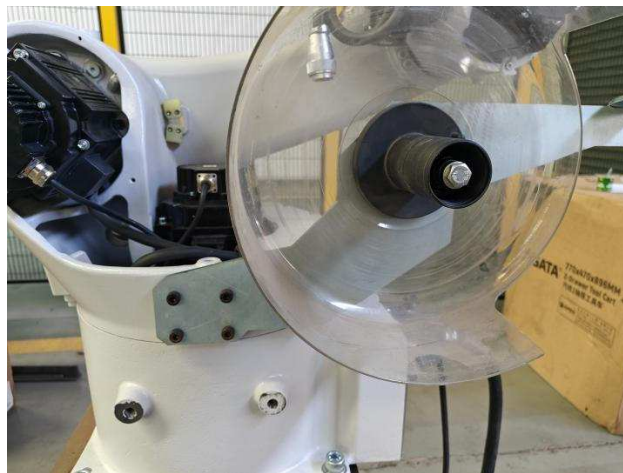


图 2-31 安装示意图

把导丝管上的绝缘垫组件拆下，如图 2-32 所示；绝缘垫松动会导致短路，有烧毁其他部件的风险，。



图 2-32 绝缘垫连接部件

安装到焊丝盘支架上，防松螺母旋紧，如图 2-33 所示。



图 2-33 安装示意图

把导丝管一端安装在送丝盘上，如图 2-34 所示。



图 2-34 安装示意图

把导丝管另一端接到送丝机上，如图 2-35 所示。

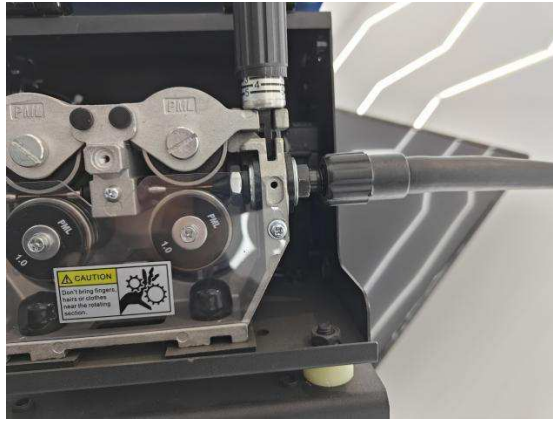


图 2-35 安装示意图

## 2.4 机器人和焊机通讯

埃夫特机器人控制系统与焊机通讯方式有两种，分别为 CANOPEN 通讯协议、模拟量通讯。

### 2.4.1 CANOPEN 通讯协议

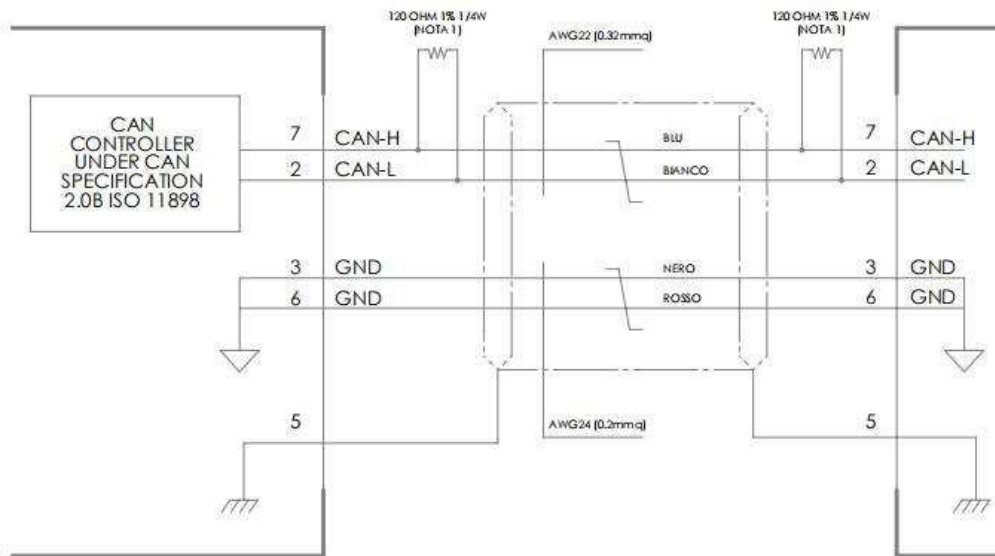


图 2-36 控制器 CANOPEN 通讯定义

注意事项：

控制器上 CANOPEN 通讯接口为 DB9 连接器（公头），用户侧使用 DB9 母头连接器，如图 2-37 所示。



图 2-37 连接器示意图

### 2.4.1.1 埃夫特焊机通讯设置

埃夫特机器人与埃夫特焊接电源通讯时，插入对应的接口即可完成硬件通讯连接。

P10 为水冷保护开关，OFF 时关闭水冷保护，ON 时开启水冷保护，使用水冷焊枪及焊机时确保水冷保护开启，水箱中防冻冷却液高于水箱标注的最低刻度。

焊机设置：等待焊机开启，同时按下存储和焊丝直径进入隐藏菜单，再按上下键设置。(旋转滑轮调 ON 和 OFF，按存储键保存)。

### 2.4.2 模拟量通讯

注意事项：

- 1) 焊机电源使用模拟量通讯时，控制柜标配无模拟量模块，需要扩展模拟量模块（请参考工业机器人快速使用手册 IO 模块扩展章节）。
- 2) 用户可根据匹配的模拟量焊机的定义，自行匹配定义，控制器支持 IO 模块点位自由配置。
- 3) 除模拟量信号线外，其他功能性 IO 信号请使用继电器隔离。

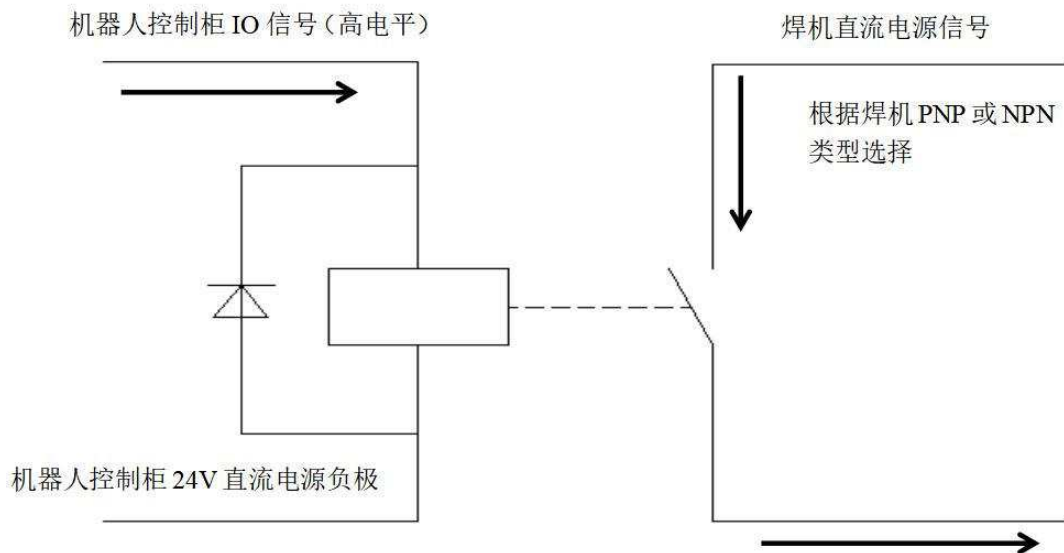


图 2-38 继电器信号隔离接线图

### 2.4.3 通讯验证

- 1) 触发焊枪防碰撞传感器，验证防碰撞功能配置及连接是否正常（轻轻掰动焊枪末端，示教器界面有防碰撞报警，恢复报警可清除，即配置连接正常）；
- 2) 如果示教器不报 CAN 通讯错误和焊机不报 E84，即表示通讯正常；
- 3) 打开焊接悬浮窗口, 进行送丝、退丝、气体检测等操作，观察送丝机情况，如图所示：



图 2-39 通讯验证

注：其他品牌焊枪、焊接电源及附件的装配方法会有所不同，请以实际为准。

## 第 3 章 焊接设置及编程

### 3.1 功能包简介

焊接工艺软件主要是指：用户通过对焊接机器人适当设置后，可以按照指令实现焊接工艺焊接。利用该软件，用户可以快速设置焊接参数及配置相关设备，以便快速实现机器人焊接。机器人焊接工艺软件要求主要有以下几点：

1. 人机交互方便，参数设置简单。
2. 可以保存不同焊接工艺，以便实现快速换产。
3. 可以匹配不同厂家的焊接设备。

### 3.2 基本焊接功能

基本焊接功能里面主要介绍焊接 app 中基础功能的设置、焊接的基本指令和基本功能的使用方法。

焊接 app 的主界面如图所示。左侧红色框为功能菜单标签，包含设备设置、特性曲线、焊接参数等标签，点击对应标签可以进入对应标签页，当标签名称后面出现“\*”表示该标签页设置参数未保存。注意不同版本的软件对应的标签可能存在不同，若无对应标签则表示该版本不支持该功能。

右侧蓝色框为具体功能页面。当焊接功能开关没开可以点击左侧查看每个功能页面，但是不可设置修改参数。



图 3-1 焊接 app 页面布局

### 3.2.1 设备设置

设备设置主要设置机器人通讯的焊机及通讯协议，同时包括一些开关功能，详情见下表所示。

表 3-1 设备设置界面介绍

步骤	图片	描述	
1.配置“设备设置”参数。		<p>进入焊接 app，首页为“设备设置”。在使用焊接 app 前，必须将焊接功能开关打开，否则界面上不允许配置相关参数，</p> <p>配置“设备设置”参数，修改界面参数完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p> <p>注意：选择模拟量焊机的时候，需要配置在“特性曲线”中设置的电流电压特性曲线。</p>	
序号	标题	描述	备注
1	焊机	选择焊机类型，目前支持模拟量、麦格米特、奥太、时代、瑞凌的焊机。	
2	协议	选择数字焊机的总线通讯协议，目前麦格米特、奥太、时代、威尔泰克支持 CANopen 协议，瑞凌支持 DeviceNet 协议。	
3	类型	目前仅奥太焊机区分焊机类型，分为	

		RL/RPL 和 RP/RPH 两大类。具体根据实际焊机选择类型即可。	
4	电流	目前仅奥太焊机区分焊机电流, 分为 500A 以下 (包含 500A) 和 600A 以上两大类。具体根据实际焊机选择电流分类即可。	
5	电流文件号	配置焊接电流文件参数, 即机器人模拟量输出电流与焊机电流的对应关系。	仅当选择模拟量焊机需要配置, 范围: 0-19
6	电压文件号	配置焊接电压文件参数, 即机器人模拟量输出电压与焊机电压的对应关系。	仅当选择模拟量焊机需要配置, 范围: 0-19
7	检查连接	开启时候正常检查机器人与焊机的总线连接状态, 出现异常则报错, 否则出现异常, 机器人不报错。	
8	连接状态	当机器人与焊机采用总线通讯时候, 表示焊机和机器人的通讯状态。红色未连接, 绿色连接成功。	
9	空运行	空运行开关, 空运行打开时, 运行程序时跳过引弧, 熄弧, 摆弧。	
10	焊接设备异常	检测焊机异常报警信号的开关。	
11	焊接开关	焊接功能使能开关, 只有将焊接开关打开, 才能正常使用焊接功能。	
12	碰撞检测开关	检测碰撞报警信号开关。	
13	悬浮窗口开关	示教器界面悬浮窗开关。	
14	取消碰撞检测	当机器人焊枪碰撞之后, 打开则临时取消碰撞检测, 此时可以清除碰撞检测报警, 然后移动机器人。打开 60s 后自动关闭。	
15	空运行笛卡尔速度	机器人空运行时候的笛卡尔速度。单位 mm/s。	范围: 1-1000
16	手动进退丝速度	手动进退丝的速度。	暂未开放
17	手动进退丝时间	手动进退丝的时间。	暂未开放, 目前悬浮窗按钮按住进/退丝, 松开停止。

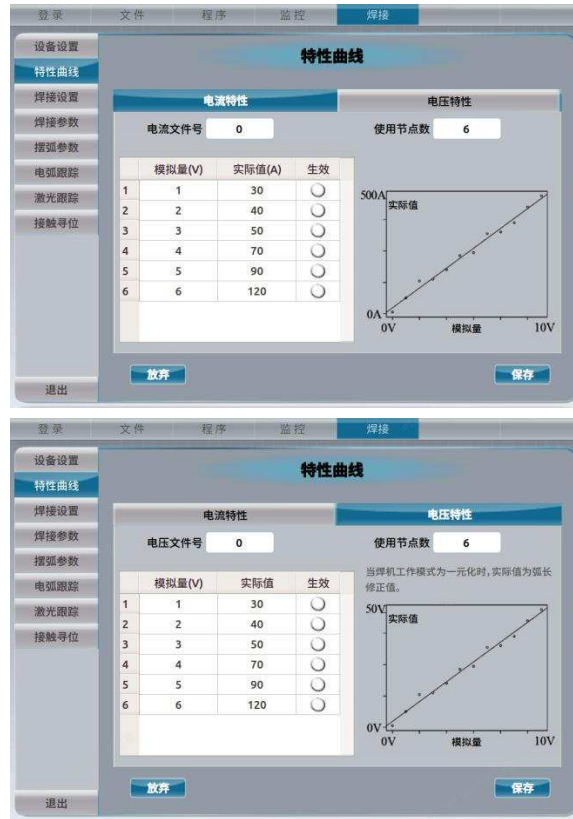
### 3.2.2 特性曲线

特性曲线分为电流特性曲线和电压特性曲线, 仅当焊接协议选择模拟量的时候, 才需要配置此参数, 主要作用是将机器人输出的模拟量等比例换算成焊机的电流电压数据, 详细使用方法见下表所示。

表 3-2 特性曲线界面介绍

步骤	图片	描述
----	----	----

1.配置“特性曲线”参数。



在焊接 app 菜单栏点击“特性曲线”按钮，然后按顺序配置相关参数：

1. 选择特性曲线类型。
2. 填写特性文件号。
3. 填写使用节点数量。
4. 在如图表格的模拟量列填写机器人模拟量模块实际输出电压值，然后点击生效栏的按钮，这时候，焊机面板上电流/电压值发生改变，将特性曲线类型的对应值手动填写到实际值一列中。

当焊机工作模式为一元化时候，实际值中填写弧长修正值。

配置完所有需要使用的节点后，点击“保存”，保存设置的参数。

序号	标题	描述	备注
1	特性曲线类型标题栏	选择当前要配置的特性曲线类型：电流特性和电压特性	蓝色表示当前的类型
2	特性文件号	电流/电压特性文件号。各自对应 20 组参数。	范围：0-19
3	使用节点数	选择有多少点来拟合特性曲线，最少两个点。在节点后填写的数据不参与曲线的拟合。	范围：2-16，点位越多，曲线准确度越高。
4	模拟量	机器人模拟量模块输出值。单位：V。注意当模拟量值太小或者太大，达到焊机下线或者上限的数据不可取，否则会影响特性曲线的精度。	建议填写的时候根据使用节点数平均分布输出值。
5	实际值	焊机实际电流电压值。当选择电流特性文件，此列代表焊机电流值，单位：A；当选择电压特性文件，此列代表焊机电压值，单位：V。	
6	生效	生效按钮，点击后输出当前行的模拟量值	绿色表示当前生效值。

### 3.2.3 焊接设置

焊接设置主要设置焊接的起收弧参数，同时存在一些基础功能的基本设置。焊接设置直接影响的机器人的焊接时序。焊接机器人时序图如下图所示，具体参数见表格焊接设置界面介绍。

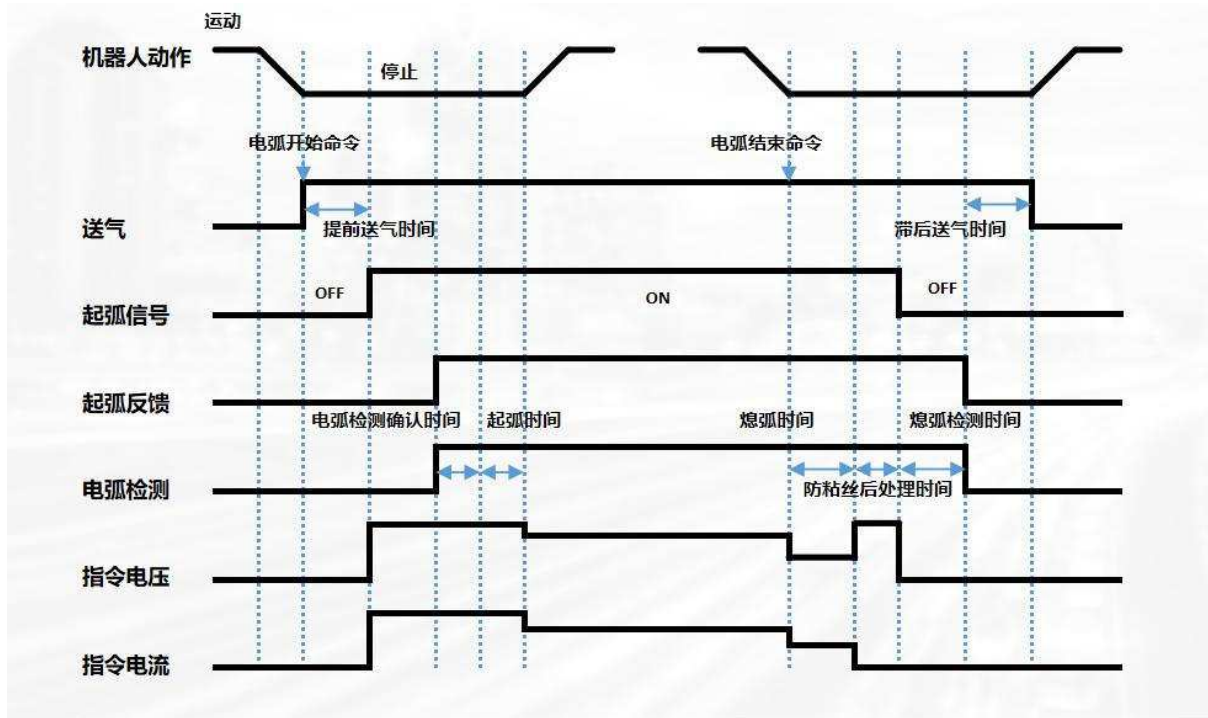


图 3-2 机器人焊接时序图

表 3-3 焊接设置界面介绍


步骤	图片	描述
1.配置“焊接设置”中的参数信息。		<p>在焊接 app 菜单栏点击“焊接设置”按钮。</p> <p>根据实际生产需要，配置相关参数。配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p>

分类	标题	描述	备注
起弧设置	提前送气时间	在起弧前，提前送气时间，单位：s。	范围：0-10
	起弧检测时间	起弧检测时间：例如输入 2s，如果超过 2s 没有引弧成功信号，则引弧失败。	范围：0-10
	起弧确认时间	起弧持续时间：例如输入 0.2s，则只有当起弧成功信号持续 0.2s，才确认起弧成功。	范围：0-10
	起弧次数	焊接起弧次数。	范围：1-10

	再起弧退丝时间	再次起弧前，焊丝后退时间：例如输入 1s，则在再次起弧前，焊丝后退 1s 后，再次开始起弧。	范围：0-10
收弧设置	滞后关气时间	在熄弧后，保护滞后关闭的时间。单位：s。	范围：0-10
	收弧检测时间	在收弧之后，检测收弧成功信号的时间，当时设置时间内未检测到收弧信号，则报错。设置为 0，则不检测信号。单位：s。	范围：0-10
	收弧退丝时间	在熄弧后，焊丝回退时间。单位：s。	范围：0-10
断弧和再启动设置	断弧检测	断弧检测功能开关：“开”：当发生断弧时，检测出断弧并根据设置进行后续处理；“关”：当发生断弧时，依然正常完成机器人示教程序，也不会报断弧错误。	
	断弧检测时间	断弧信号持续时间：例如输入 0.5s，只有当断弧持续 0.5s，才输出断弧信号。	范围：0-10
	断弧自启动	当检测到机器人断弧后，机器人自动回退一段距离，然后重新起弧一次，如果起弧失败则报错。	断弧检测开启有效。
	再启动使能	使能开时，在焊接过程中断弧或者暂停焊接，按示教器开始按键，可以再次起焊接。如果中间手动移开机器人，机器人会再次回到断弧点进行起焊接。使能关时，无此功能。	断弧后，焊接信号复位后，则不能进行再启动。
	再启动回退距离	断弧自启动和手动再启动时候，在机器人断弧点位置向焊缝方向回退的距离。单位：mm。	范围：0-100

### 3.2.4 焊接参数

表 3-4 焊接参数界面介绍

步骤	图片	描述	
1.配置“焊接参数”中的参数信息。		<p>在焊接 app 菜单栏点击“焊接参数”按钮。</p> <p>配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p> <p>注意：不同焊机所设置的焊接参数可能不同，界面可设置参数也就不同，以实际显示为准。</p>	
分类	标题	描述	备注
/	文件号	保存焊接参数的文件编号，共可以保存 100 组参数。	范围：0-99



/	注释	客户可以添加注释信息，方便辨识。	
焊接参数	电流模式	电流模式分为电流和送丝速度两个选项，电流：焊接过程中以焊机控制焊接电流参数；送丝速度：焊接过程中焊机控制送丝速度参数。	目前只开放电流值设置方式。
	电压模式	电压模式分为一元化和分别两个选项，一元化：设置焊接电流，焊接电压值焊机自动匹配，可以百分比方式进行上下调节；分别：焊接电流和焊接电压单独给定，互不影响。	
	工作模式	选择焊机的起弧工作模式，不同焊机的工作模式略有不同，请根据焊接工艺需求选择。	
	焊接电流	焊接时，焊机输出电流/送丝速度，电流模式为电流时，单位：A；电流模式为送丝速度时，单位：m/min。	
	焊接电压	焊接时，焊机输出电压强度/电压值，电压模式分别时，单位：V；电压模式一元化时，单位：根据焊机可能为%或V。	
	焊接速度	正常焊接时，焊枪末端沿焊接方向的速度，单位：mm/s。	范围：0.01-100
起弧参数	工作模式	选择焊机的起弧工作模式，不同焊机的工作模式略有不同，请根据焊接工艺需求选择。	模拟量不支持单独选择，需要和焊接参数的工作模式保持一致。
	起弧电流	起弧时，焊机输出电流/送丝速度，电流模式为电流时，单位：A；电流模式为送丝速度时，单位：m/min。	
	起弧电压	起弧时，焊机输出电压强度/电压值，电压模式分别时，单位：V；电压模式一元化时，单位：根据焊机可能为%或V。。	
	起弧时间	引弧成功后，焊机的电流电压保持在起弧电流电压的时间，在这个时间后，跳转到正常焊接的电流电压。单位：s。	
收弧参数	工作模式	选择焊机的起弧工作模式，不同焊机的工作模式略有不同，请根据焊接工艺需求选择。	模拟量不支持单独选择，需要和焊接参数的工作模式保持一致。
	收弧电流	收弧时，焊机输出电流/送丝速度，电流模式为电流时，单位：A；电流模式为送丝速度时，单位：m/min。	
	收弧电压	收弧时，焊机输出电压强度/电压值，电压模式分别时，单位：V；电压模式一元化时，	

		单位：根据焊机可能为%或 V。。	
	收弧时间	接收到收弧信号后，焊机的电流电压保持在收弧电流电压的时间，在这个时间后，切换到防粘丝电流电压（回烧功能），或者是给焊机灭弧信号。灭弧完成后，机器人移动。 单位：s。	范围：0-10
	防粘丝电压 (回烧电压)	在收弧结束之后，给出一个防粘丝的电流电压，用来防止焊丝粘接到工件上。设置的防粘丝的电流。	一般焊机自带，可不设。
	防粘丝时间 (回烧时间)	设置防粘丝电流电压的持续时间。	一般焊机自带，可不设。

### 3.2.5 悬浮窗口

要使用焊接的悬浮窗口需要在焊接 app 的设备设置中，将悬浮窗开关打开。不使用，则可以将其关闭。

表 3-5 焊接悬浮窗口使用

步骤	图片	描述
1. 打开悬浮窗功能开关。		<p>在设备设置中悬浮窗口开关配置为“开”，然后点击“保存”按钮保存参数。</p> <p>保存成功后，界面中会出现一个小机器人图标按钮，按钮可在界面上随意拖动。</p> <p>注：当图标为彩色时候，焊接开关打开。当图标为灰色时候，焊接开关关闭。</p>
2. 焊接悬浮窗口功能。		<p>点击步骤 1 中的按钮，可以切换出焊接悬浮窗口。</p>

序号	标题	描述	备注
1	焊接开关	可以在这里快速切换焊接开关，焊接功能	在切换设备设置中的

		使能开关，只有将焊接开关打开，才能正常使用焊接功能。	焊接开关，会保存相应文件，机器人如果重启，则以文件中为准。当前实际生效的焊接开关，可以在窗口中监控。
2	手动进丝（送丝）	按下按钮，焊丝前进，松开停止。	进丝速度以焊机设置为准。
3	手动退丝	按下按钮，焊丝退后，松开停止。	退丝速度以焊机设置为准。
4	检测气体	按下按钮，打开焊接保护气。松开按钮，关闭焊接保护气。	
5	复位焊接信号	按下按钮，复位焊接信号，比如焊接或者摆弧中断，这时候需要将焊接信号复位。否则会影响焊接程序再次启动。	
6	清除焊机报警	按下按钮，清除焊机的报警。	
7	在线修改参数	点击后弹窗在线修改参数窗口。	
8	关闭	隐藏当前窗口，显示悬浮按钮。	

3.在线修改参数



在线修改是指在焊接过程中，修改焊接参数，现在支持修改电流和电压参数。

先设置调节的步长，然后点击“+”或“-”可以在当前焊接参数上进行设置步长的调整。参考值中显示的是经过调整后的焊接参数。

当工作模式为一元化时，电压最小步长为1，调节的是焊接电压的百分比；当工作模式为分别时，电压最小步长为0.1，调节的是焊接电压的值。

在完成调整后，可以点击保存按钮，将修改后的参数保存到文件中，后续使用相同文件号的起弧指令生效，注意保存必须在本次焊接过程中，收弧

		<p>及后续断弧之后，数据被刷新，不能进行保存。</p> <p>在线修改支持 IO 和总线操作，步长需要在示教器上提前调整完成，具体见 io 功能部分说明书。</p>
--	--	---

### 3.2.6 基础指令说明

焊接指令，由标准的 RPL 语句组成，并且做了封装。使用时，通过 call 指令，调用焊接指令即可。常用焊接指令的内容及使用方法如下：

表 3-6 焊接指令说明

序号	函数名	说明
1	ArcOn	开始起弧。fileNum: 所使用的起弧参数文件号(0-99)
2	ArcOff	收弧指令
3	SetWeldingPar	设置焊接参数。current: 设置电流, voltage: 设置电压
4	SetArcSpeed	设置焊接速度。inWeldVelocity: 焊接速度, 单位: mm/s。该函数必须配合运动指令的变量 arcweld.speed
5	FeedOnWire	送丝指令。time: 进丝时间
6	FeedBackWire	退丝指令。time: 退丝时间
7	DetectGas	检气指令。time: 检气时间
8	WeaveOn	摆弧开始。fileNum: 所使用的摆弧参数文件号(0-99)
9	WeaveOff	摆弧结束
10	ResetVar	焊接信号复位, 通常该指令放在第一行
11	PC_Initialize	PC 变量关联初始化
12	_Init_	功能初始化, 系统函数, 程序中无需调用
13	ActivePreArcOn	激活飞行起弧, 放到程序前面, 在指令之后的 ArcOn 都会提前相应时间执行。time: 飞行起弧时间, 单位: s, 当时间为 0, 则表示关闭飞行起弧。
14	RampWeldingPar	焊接渐变开始, 在下一条运动指令中, 由当前设置值渐变到当前指令中设置值。current: 设置电流, voltage: 设置电压

### 3.2.7 焊接编程示例

以完整的焊接程序说明焊接指令的具体使用方法。假设需要焊接一条直线，机器人的运动路径如图 3-2 所示。

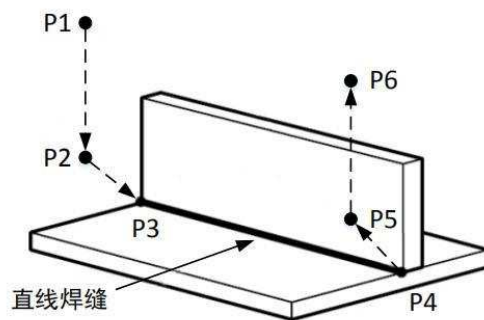


图 3-3 机器人路径示意图

表 3-7 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	焊接安全点 P1，通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	焊接起点上方 P2。
4	MLIN(P3, v200, fine, tool1, wobj0);	焊接起弧点 P3，过渡参数需要为 fine。
5	arcweld.ArcOn(1);	开始起弧，使用 1 号起弧参数。
6	MLIN(P4, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝路径，焊缝终点 P4；焊接速度以 arcweld.Speed 变量表示，如果是收弧指令前一点，过渡参数需要为 fine。
7	arcweld.ArcOff();	收弧指令。
8	MLIN(P5, v200, fine, tool1, wobj0);	运动到焊缝终点上方点 P5。
9	MLIN(P6, v200, fine, tool1, wobj0);	运动到焊接安全点 P6。

注意事项：

- (1) 起弧与收弧指令需要成对使用；摆弧打开与摆弧关闭指令需要成对使用。
- (2) 在执行焊接起弧和收弧指令之前的一点，不能使用过渡参数，需使用 fine，或者可增加 WAIT\_POS() 指令，保证机器人准确运动到预定的点位。否则，若运动指令当中设置了过渡半径 zone 后，机器人还没有运动到指定点，将提前触发该指令之后的指令。
- (3) 一般在使用焊接、摆弧及后面的电弧跟踪时候，编程时候需要按以下顺序：起弧开→摆弧开→电弧跟踪开→移动指令→电弧跟踪关→摆弧关→收弧。

### 3.3 摆弧

摆弧功能是在焊接时，焊枪对焊接方向以特定角度、特定周期左右摇摆进行焊接，主要是为了增加焊缝宽度来提高焊接强度和增加焊缝美观性的一种方法。同时，电弧功能功能也必须摆弧功能进行配合使用。

#### 3.3.1 摆弧坐标

在摆弧焊接中，会在焊缝上建立一个摆弧坐标系，摆弧坐标系分为两种，一是以机器人工具坐标系的 Z 轴方向为摆弧 Z 方向，Y 轴方向垂直于 X' 和焊枪 Z 方向形成的平面，摆弧的 X 方向垂直于 Y 和 Z 方向形成的平面，我称之为工具坐标平面。需要注意的是，如果焊接角度发生变化，或者

工具 Z 轴方向和焊枪喷嘴方向不一致，轨迹坐标都会发生相应的变化，如图所示，焊缝前进方向为 X'+，焊枪的 Z+方向倾斜，则摆弧平面为 XYZ 组成的平面。

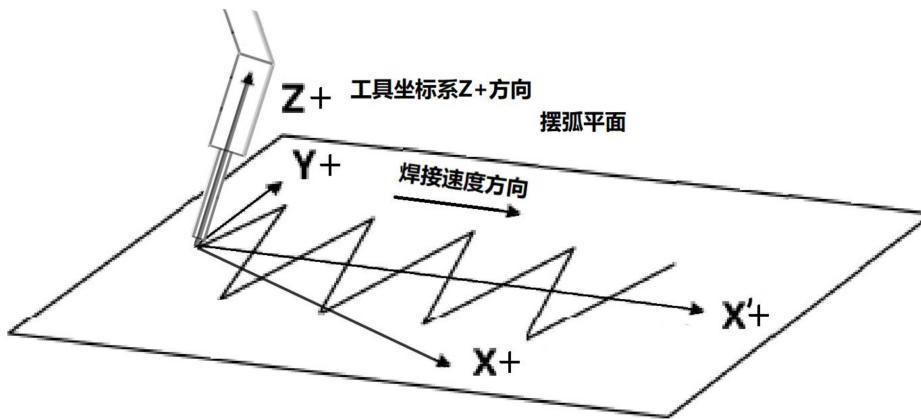


图 3-4 工具坐标的摆弧平面

另一种坐标系为路径坐标系摆弧平面，以焊缝 X'方向为摆弧的 X 方向，Y 轴方向垂直于 X'和焊枪 Z 方向形成的平面，摆弧的 Z'方向垂直于 X 和 Y 方向形成的平面，即摆弧平面为 XYZ'平面。这是改变焊枪和焊缝的夹角，摆弧平面不会发生变化，如下图所示。

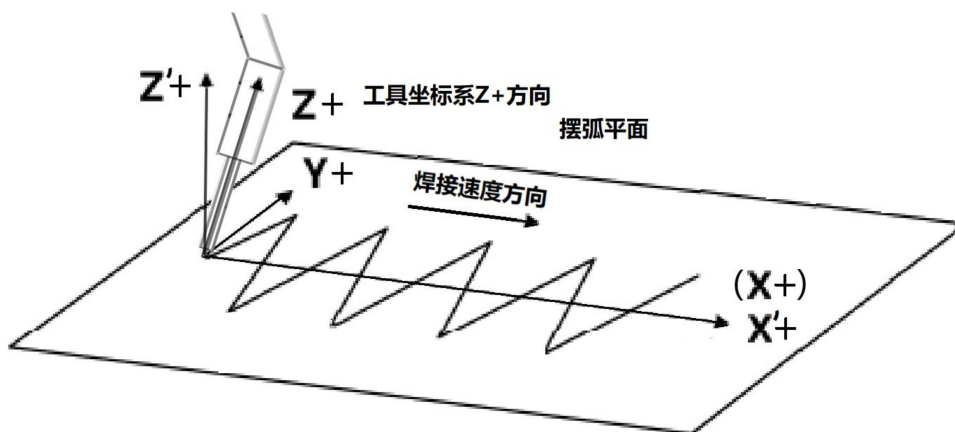


图 3-5 路径坐标的摆弧平面

### 3.3.2 摆弧参数设置

摆弧功能使用需要先在焊接 app 中进行摆弧参数设置，设置完成后在程序中调用即可。本节主要介绍摆弧类型和一些其他摆弧参数的设置，具体见下表所示。

表 3-8 摆弧参数界面介绍

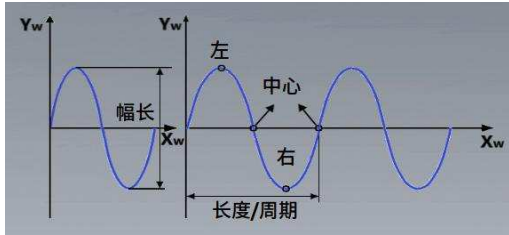
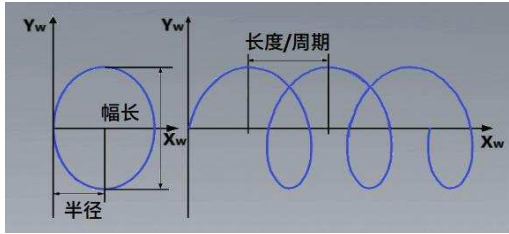
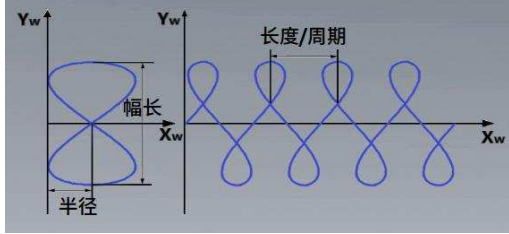
步骤	图片	描述
----	----	----

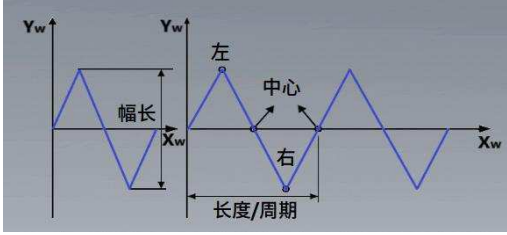
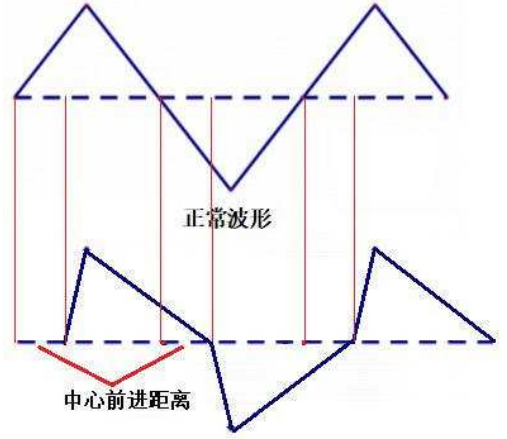
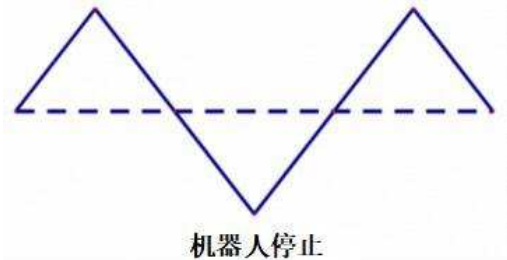
1.配置“摆弧参数”中的参数信息。

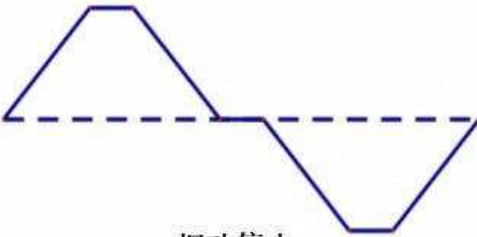
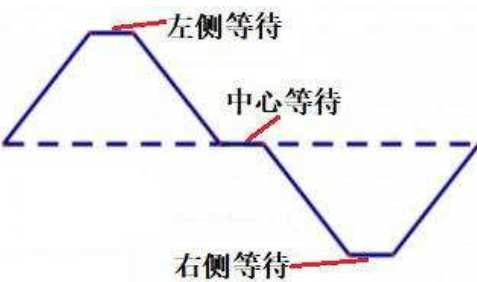
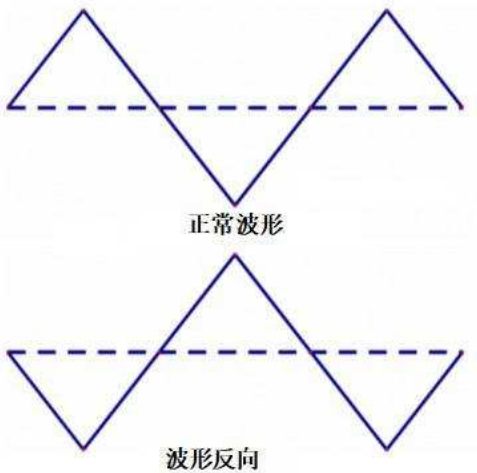


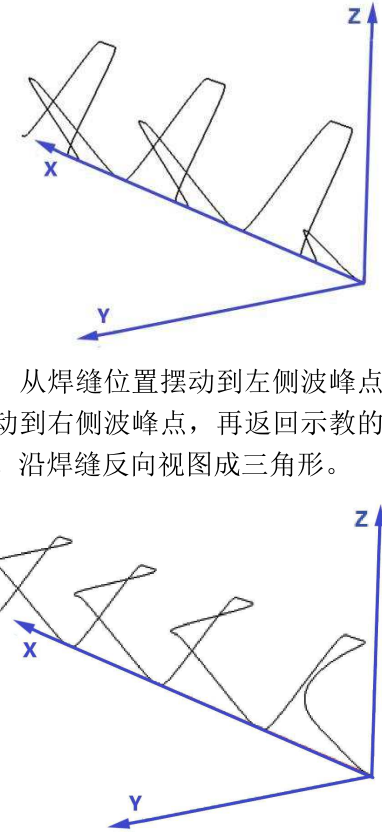
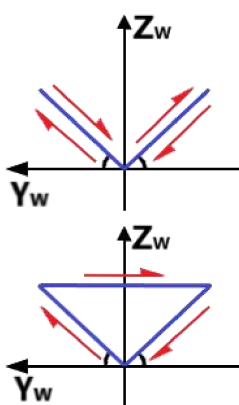
在焊接 app 菜单栏点击“摆弧参数”按钮。

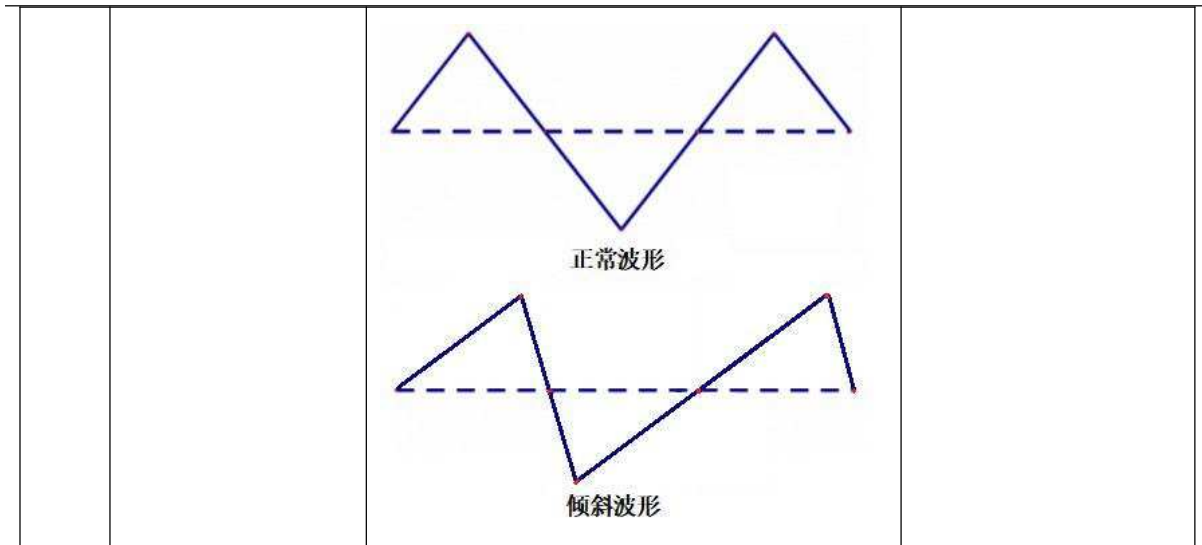
配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。

序号	标题	描述	备注
1	编号	摆弧文件编号，最多可以同时保存 100 组摆弧文件。	范围：0-99
2	摆弧基准	摆弧设置的基准，分为长度和周期，长度表示机器人周期运行的长度距离进行设置，周期表示机器人摆弧按周期运行频率进行设置。	目前只支持周期。
3	坐标系平面	分为工具和路径，详细见摆弧坐标章节。	
4	摆弧形状	<p>摆弧类型是摆弧的轨迹，分以下四种：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>正弦波                      </li> <li>圆弧波                      </li> <li>8 字型                      </li> <li>三角</li> </ol>	切换后可在示教器上查看对应波形形状。

			
5	摆弧长度/频率	<p>机器人摆动一个周期的情况下，机器人运行的长度/时间。长度时，单位为 mm，范围：1-100。频率时，单位为 Hz，范围：0.01-5。</p>	<p>焊接频率和左右振幅之和直接需要满足两者之积小于 50。不允许高频大振幅运动。</p>
6	左/右振幅	<p>指摆焊时，焊缝左边/右边的最大距离。单位：mm，范围：0.1-100。 焊缝左右区分：人面对焊缝前进方向，左手边为左边，右手边为右边。</p>	
7	中心前进	<p>在使用三角（包括立体三角）和正弦时候，中心位置沿着焊缝方向前进的距离，在左右两端位置没有焊缝方向偏移量。以三角为例，摆出形状如下：</p> 	
8	摆弧半径	<p>设置圆弧波和 8 字形摆动时候，要设置摆弧半径。单位：mm</p>	<p>范围：0.1-100</p>
9	等待类型	<p>分为机器人停止和摆动停止，选择摆动停止，只有摆动停止，前进方向的运动不停止。如果选择机器人停止，则表示在停止时间处，摆动和前进运动都停止。</p> 	

		 <p style="text-align: center;"><b>摆动停止</b></p>	
10	左侧/中心/右侧等待	<p>左侧/中心/右侧等待指的是在每个周期的左侧、中心、右侧处摆弧停止的时间，当摆弧基准选择长度且等待类型选择摆动停止单位为 mm。其他情况单位是 s。此参数只有摆弧形状为正弦和三角有效，其中正弦不支持中间等待。</p> 	
11	波形反向	<p>当前波形按焊缝方向进行轴对称翻转。</p> 	
12	仰角类型	<p>仰角类型分为 V 型和三角，仅当摆弧形状为三角时候有效。 V 型：类似于将三角波形沿着示教的焊缝位置折叠。沿焊缝反向视图成 V 型。</p>	

		 <p>三角：从焊缝位置摆动到左侧波峰点，然后摆动到右侧波峰点，再返回示教的焊缝位置。沿焊缝反向视图成三角形。</p>	
13	左/右仰角	<p>摆动的左/右平面与焊枪工具Z轴方向垂直平面的夹角。</p> 	<p>范围：-90-90； 当类型为V时候，角度设置成0度，机器人在单平面摆动。 当类型为三角时候，两个角度之和不能为0、180、-180。</p>
14	倾斜角	<p>摆动的方向与前进方向的垂直方向的角度。即摆动方向上发生倾斜。</p>	<p>范围：-90-90；当角度设置成90或者-90，机器人会变成前后摆动。</p>



### 3.3.3 摆弧指令和示例

摆弧指令使用和普通焊接指令相同，使用时，通过 call 指令调用即可。

表 3-9 摆弧指令说明

序号	函数名	说明
1	WeaveOn	摆弧开始。fileNum: 所使用的摆弧参数文件号(0-99)
2	WeaveOff	摆弧结束

摆弧设置完参数后，在程序中可以直接调用，程序示例如下：

表 3-10 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	焊机安全点 P1, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	焊接起点上方 P2。
4	MLIN(P3, v200, fine, tool1, wobj0);	焊接起弧点 P3, 过渡参数需要为 fine。
5	arcweld.ArcOn(1);	开始起弧, 使用 1 号起弧参数。
6	arcweld.WeaveOn(1);	打开摆弧功能, 并且以 1 号摆弧参数设置摆弧。
7	MLIN(P4, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝路径, 焊缝终点 P4; 焊接速度以 arcweld.Speed 变量表示, 如果是收弧指令前一点, 过渡参数需要为 fine。
8	arcweld.WeaveOff();	关闭摆弧功能。
9	arcweld.ArcOff();	收弧。
10	MLIN(P5, v200, fine, tool1, wobj0);	运动到焊缝终点上方点 P5。
11	MLIN(P6, v200, fine, tool1, wobj0);	运动到焊机安全点 P6。

注意事项：

- (1) 摆弧打开与摆弧关闭指令需要成对使用。

(2) 一般在使用焊接、摆弧及后面的电弧跟踪时候，编程时候需要按以下顺序：起弧开→摆弧开→电弧跟踪开→移动指令→电弧跟踪关→摆弧关→收弧。

### 3.4 电弧跟踪

电弧跟踪功能不需要在焊枪上附加任何装置，电弧跟踪的信号检测点就是焊接电弧点；实时性好焊枪运动的灵活性和可达性最好，尤其符合焊接过程低成本自动化要求，电弧扫描不仅可以跟踪传感，保证焊接参数的稳定，又可以达到改善成形的效果，不存在传感器位置前导误差。另外不受飞溅、烟尘、弧光等的干扰。

#### 3.4.1 电弧跟踪原理和适用范围

##### 3.4.1.1 电弧跟踪基本原理

如下图所示，使用具有恒压特性焊接电源的焊接具有焊接电流会随着焊嘴与母材间距  $L$  的变化而变化的特性。利用该特性的功能即为电弧跟踪功能。

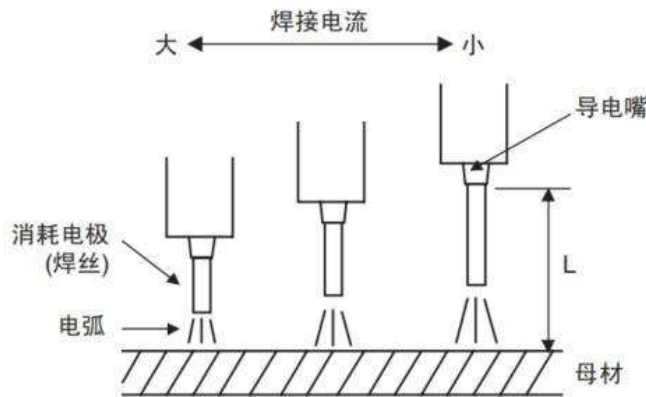


图 3-6 电流随焊嘴与母材间距变化示意图

左右摆动焊枪进行焊接时，如果两端①、②的焊嘴与母材之间的距离相等，根据上述特性，①、②的焊接电流也将相同。

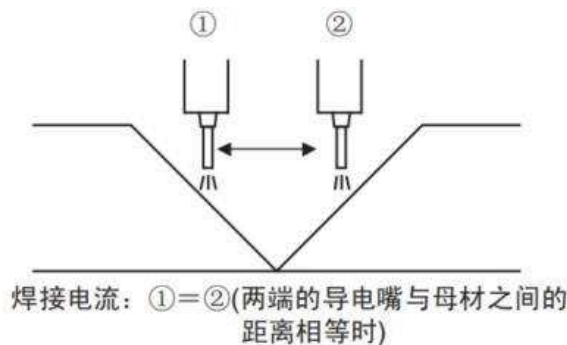


图 3-7 正常摆弧焊接示意图

此外，如下图所示，如果焊枪朝左或朝右偏移，①、②的焊接电流将不相同。对此，将通过电弧传感比较①、②的焊接电流，修正轨迹使得两者的焊接电流值相同。

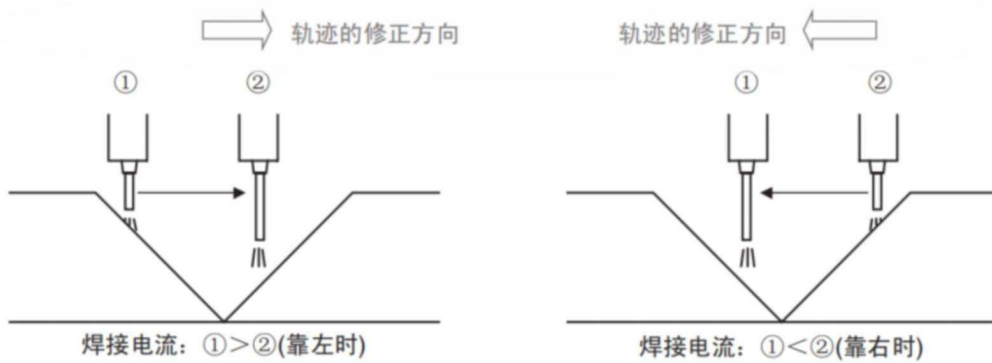


图 3-8 电弧跟踪修正轨迹示意图

上下方向的轨迹修正也将使焊接电流值保持恒定，如下图所示。

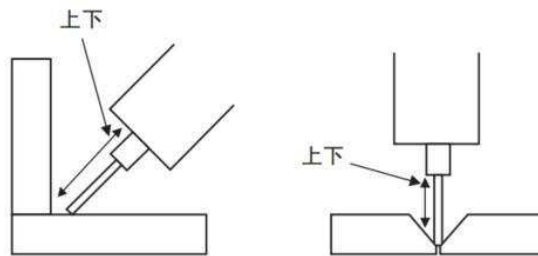


图 3-9 上下方向轨迹修正示意图

### 3.4.1.2 电弧跟踪适用范围

目前电弧跟踪使用范围为（已验证）

- (1) 支持实心焊丝和药芯焊丝；
- (2) 支持 T 型接头，内角接，外角接打底，V 型坡口打底；
- (3) 摆动单侧振幅大于焊丝直径 1.5 倍，且左右振幅相同；
- (4) 摆动频率大于 1Hz，且不超过 4Hz；
- (5) 直流恒压和脉冲模式；
- (6) 支持正弦和三角摆模式（立体三角不支持），两边等待时间必须相同，且小于 0.5s；
- (7) 焊接电流不小于 160A；

### 3.4.2 电弧跟踪参数设置

电弧跟踪功能使用需要先在焊接 app 中进行参数设置，设置完成后在程序中调用即可。具体见下表所示。

表 3-11 电弧跟踪界面介绍

步骤	图片	描述
1.配置“电弧跟踪”中的参数信息。		在焊接 app 菜单栏点击“电弧跟踪”按钮。 配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，



保存设置的参数。

序号	标题	描述	备注
1	编号	电弧跟踪文件编号，最多可以同时保存100组文件。	范围：0-99
2	注释	客户可以添加注释信息，方便辨识。	
3	焊接后保持偏移量	电弧跟踪结束后，熄弧点和示教点不同，在后面轨迹中是否清除电弧跟踪补偿的偏移量。选择否则清除偏移量，反之保持偏移量。	
4	左右/上下跟踪使能	是否开启左右/上下跟踪的功能开关。关闭则不会跟踪。	
5	左右/上下跟踪增益	跟踪过程机器人补偿灵敏度。	范围-200-200，为0不跟踪。
6	左右/上下累计最大补偿量	距离下一个目标点累计最大补偿量，即左右/上下单方向最大偏移量的值，超过设置值，则不会跟踪补偿。单位：mm。	范围：0-1000。
7	偏移比例（左边/右边）	电弧跟踪中，设置左边电流和右边电流比例，默认为100，表示左右相等，超过100则向左边偏移，按电流大小比例进行偏移。反之亦然。	范围：50-200。

### 3.4.3 电弧跟踪使用简例

#### 3.4.3.1 电弧跟踪指令和程序示例

电弧指令使用和普通焊接指令相同，使用时，通过 call 指令调用即可。

表 3-12 电弧跟踪指令说明

序号	函数名	说明
1	ArcTrackOn	打开电弧跟踪。fileNum：所使用的电弧跟踪参数文件号（0-19）
2	ArcTrackOff	关闭电弧跟踪

摆弧设置完参数后，在程序中可以直接调用，程序示例如下：

表 3-13 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine,tool1, wobj0);	焊机安全点 P1, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine,tool1, wobj0);	焊接起点上方 P2。
4	MLIN(P3, v200, fine,tool1, wobj0);	焊接起弧点 P3, 过渡参数需要为 fine。
5	arcweld.ArcOn(1);	开始起弧, 使用 1 号起弧参数。
6	arcweld.WeaveOn(1);	打开摆弧功能, 并且以 1 号摆弧参数设置摆弧。
7	arcweld.ArcTrackOn(1)	打开电弧跟踪, 使用 1 号电弧跟踪参数
8	MLIN(P4, arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝路径, 焊缝终点 P4; 焊接速度以 arcweld.Speed 变量表示, 如果是收弧指令前一点, 过渡参数需要为 fine。
9	arcweld.ArcTrackOff());	关闭电弧跟踪。
10	arcweld.WeaveOff());	关闭摆弧功能。
11	arcweld.ArcOff());	收弧。
12	MLIN(P5, v200, fine,tool1, wobj0);	运动到焊缝终点上方点 P5。
13	MLIN(P6, v200, fine,tool1, wobj0);	运动到焊机安全点 P6。

注意事项:

- (1) 电弧跟踪打开与电弧跟踪关闭指令需要成对使用。
- (2) 一般在使用焊接、摆弧及后面的电弧跟踪时候, 编程时候需要按以下顺序: 起弧开→摆弧开→电弧跟踪开→移动指令→电弧跟踪关→摆弧关→收弧。

### 3.4.3.2 电弧跟踪调试技巧

调试前需要的准备, 在电弧跟踪不开启的情况下具备稳定且合理的焊接工艺, 保证焊缝成形及焊接过程熔滴过渡相对稳定; 由于电流变化对电弧跟踪效果影响较大, 调试过程中为了稳定焊接状态减少干扰项做以下要求:

- (1) 工具坐标系标定时, +Z 方向沿着焊枪方向竖直向上;
- (2) 电弧跟踪必须与摆弧同时使用, 并且摆弧类型要求为正弦摆或者三角摆 (不支持立体三角摆弧), 摆弧两边振幅要求相同, 左右等待时间相同, 且等待时间不能超过 0.5s;
- (3) 干伸长超过 20mm 且每次一致;
- (4) 焊枪角度最好在 45 度左右;

调整方法及思路:

- (1) 延迟采样时间目前推荐使用 0.05, 且尽量不调整;
- (2) 累计最大补偿量根据实际情况调整即可;
- (3) 上下增益; 按照目前经验一般在 20-30 之间选定一个数且不过多进行调整, 在焊接长焊缝的过程中发现干伸长在起弧和收弧处长度发生明显变化后即可调整;
- (4) 左右增益; 电弧跟踪最主要的调整参数, 首次焊接设置为 20, 观察焊缝成形, 如焊缝出现明显 S 型弯曲 (例: 10cm 的焊缝长度内就出现 S 型), 说明增益偏大灵敏度过高, 需要调小;

如焊缝出现调整不到位的情况，（例：如在跟踪焊前明显弯曲的焊缝时，焊接轨迹整体缓慢偏向一个方向又缓慢偏回），说明增益偏小灵敏度过小，需要调大；可能需要多次调整找到适合参数，才能稳定焊接。

注意：目前调试经验只根据已有测试使用情况总结，如有跟实际情况不符，以实际情况为准。

## 3.5 接触寻位

首次安装工件后，打开旗标，机器人按照寻位程序进行寻位，当焊丝碰到工件后，焊机或寻位装置发给机器人信号，机器人停止运动，记录下基础位置，后面更换同种产品后，关闭旗标，进行寻位，条件满足后，记录下当前位置；根据当前位置和基准位置计算出偏差值，实现焊接轨迹基于基准轨迹的偏移。

### 3.5.1 接触寻位原理

在寻位模式下，系统给喷嘴或焊丝施加电压，工件接地。在机器人沿寻位轨迹移动过程中，一旦喷嘴或焊丝和工件接触时会产生接触信号，机器人停止移动。利用当前位置与旗标设定位置的偏差值对路径进行修正，从而得出真实目标位置，如图所示。

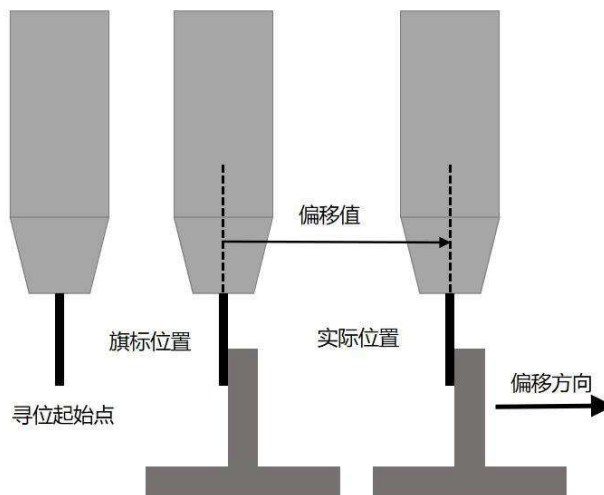


图 3-10 接触寻位原理图

### 3.5.2 接触寻位应用场景

寻位需满足以下条件：

- (1) 工件一致性高，只有安装位置的偏差；
- (2) 示教准确的基准焊接轨迹；
- (3) 提前获取工件放置的偏差方向，用于确定使用哪种寻位；
- (4) 工件导电性良好；
- (5) 目前支持角焊缝 1D、2D、3D、2D+、3D+寻位，内外径圆心寻位方式；
- (6) 焊机需支持寻位功能或有外部寻位装置；
- (7) 支持带插补附加轴寻位。

### 3.5.3 接触寻位参数设置

接触寻位功能使用需要先先在焊接 app 中进行参数设置，设置完成后在程序中调用即可。具体见下表所示。

表 3-14 接触寻位界面介绍

步骤	图片	描述
1.配置“接触寻位”中的参数信息。		<p>在焊接 app 菜单栏点击“接触寻位”按钮。</p> <p>配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p>

序号	标题	描述	备注
1	编号	接触寻位文件编号，最多可以同时保存 20 组文件。	范围：0-19
2	注释	客户可以添加注释信息，方便辨识。	
3	基准旗标	<p>程序中工艺号对应的相关寻位点基准位置数据写入开关。开启时，寻位到的位置作为基准数据保存；关闭后，基准数据被保护，不再写入。</p> <p>使用时，在第一次示教好的程序，基准旗标打开，记录基准位置。然后关闭基准旗标，后续程序运行与基准旗标对比，进行偏移。</p>	如果基准旗标没关，对偏移工件进行了寻位，那么偏移工件上的寻位数据会保存，覆盖之前准确数据，则后续偏移都会失败，需要重新编写轨迹部分程序。
4	搜寻信号类型	接收搜寻到焊机反馈的寻位成功信号，分为总线和 IO，如果使用 IO 信号，需要配合 IO 功能配置使用。	数字量通讯焊机协议中具备此信号，可以选择使用。
5	信号沿	机器人检测寻位成功信号的信号沿类型。分为上升沿和下降沿。	总线一般都选择上升沿。
6	搜寻距离	从寻位开始点往工具方向的寻位距离，超过这个距离，系统将报警。	范围：0-200。
7	搜寻速度	从寻位开始点往工件移动寻位的速度，寻位速度越小，精度越高。	范围：0.01-200，建议设置 5mm/s
8	停止方式	机器人接收到寻位信号的停止方式。	
9	自动返回	设置为开，寻位接触到工件后，机器人将参考自动返回距离和速度，沿之前运动路径返回。设置为关，接触到工件后暂停，按“start”键继续。	建议选择开。

10	返回距离	设定自动返回距离，当这个距离超过寻位开始点时，机器人运动到寻位开始点就结束，不在运行。	范围：0-200。
11	返回速度	设定寻位时，寻到工件后的返回速度。	范围：0.01-200。
12	超偏差范围	计算结果的工件偏移量限制。当计算结果里面的偏差范围超过设置值，机器人报错。	范围：0-500。

### 3.5.4 接触寻位指令说明

接触寻位指令使用和普通焊接指令相同，使用时，通过 call 指令调用即可。

表 3-15 接触寻位指令说明

序号	函数名	说明
1	TouchSearchStart	调用寻位工艺号（0-19）
2	TouchSearchEnd	接触寻位结束
3	TouchSearch	接触寻位开始。toolC: 工具坐标系。refsysC: 用户坐标系。dir: 设置寻位方向（±X, ±Y, ±Z）。searchingId 寻位点序号（0-6），单次寻位按顺序填写
4	CalculateOffset	计算寻位偏移。searchtype: 焊接类型分为 FILLET_1D, FILLET_2D, FILLET_3D, FILLET_2D_PLUS, FILLET_3D_PLUS, CIRC_2D, CIRC_CENTER, V_SHAPE。 offsetid: 存储偏移量序号（0~39）
5	OffsetStart	寻位偏移开始。offsetid: 存储偏移量序号（0~39）
6	OffsetEnd	寻位偏移结束

### 3.5.5 接触寻位方式使用及示例

目前接触接触寻位暂支持角焊缝寻位，包含 1D、2D、3D、2D+、3D+ 的角焊缝寻位和圆环的内外径寻位。

#### 3.5.5.1 1D 寻位

应用场景：工件安放位置较基准位置只有一个方向上的位置偏移。

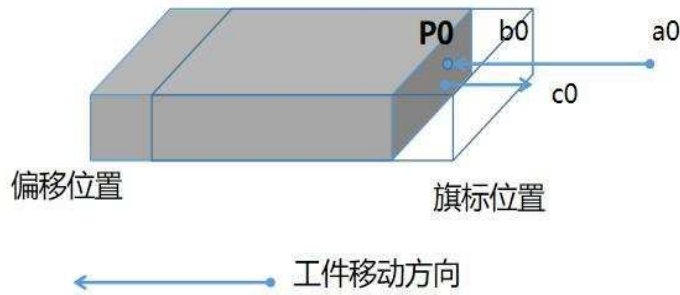


图 3-11 1D 寻位

操作流程：在一个方向确定 1 个寻位点（P0）；编写寻位程序是寻位点严格按照这个顺序进行。

表 3-16 1D 程序举例说明

序号	程序	说明
1	MJOINT (*, v50perc, fine, tool1) ;	机器人起始位置
2	TouchSearchStart(0) ;	开启寻位，工艺号 0（可设置 0~19）
3	MLIN (*, v500, fine, tool1) ;	P0 寻位起始点
4	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Z", 0) ;	P0 寻位点，沿-Z 方向寻位
5	MLIN (*, v500, fine, tool1) ;	过渡点
6	TouchSearchEnd() ;	寻位结束
7	CalculateOffset(arcweld.FILLET_1D, 0) ;	计算偏移量； 参数 1：寻位方式设置为 1D； 参数 2：偏置保存的索引（0~39）
8	OffsetStart(0) ;	偏置开始；
9	MLIN (*, v500, fine, tool1) ;	焊接准备点
10	MLIN (*, v500, fine, tool1) ;	焊接起始点
11	MLIN (*, v500, fine, tool1) ;	焊接结束点
12	MLIN (*, v500, fine, tool1) ;	焊接离开点
13	OffsetEnd() ;	偏置结束

### 3.5.5.2 2D 寻位

应用场景：工件安放位置较基准位置仅在两个方向上的位置偏移。

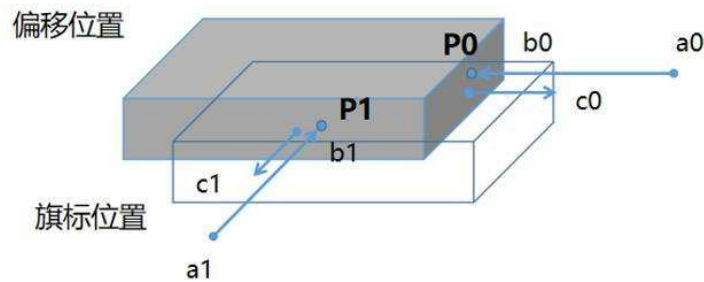


图 3-12 2D 寻位

操作流程：在一个方向确定 1 个寻位点（P0）；在另一个方向确定 1 个寻位点（P1）；编写寻位程序是寻位点严格按照这个顺序进行。

表 3-17 2D 举例说明

序号	程序	说明
1	MJOINT (*, v50perc, fine, tool1);	机器人起始位置
2	TouchSearchStart(0);	开启寻位, 工艺号 0 (可设置 0~19)
3	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P0 寻位起始点
4	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Z", 0);	P0 寻位点, 沿-Z 方向寻位
5	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
6	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P1 寻位起始点
7	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 1);	P1 寻位点, 沿+X 方向寻位
8	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
9	TouchSearchEnd();	寻位结束
10	CalculateOffset(arcweld.FILLET_2D, 0);	计算偏移量; 参数 1: 寻位方式设置为 2D; 参数 2: 偏置保存的索引 (0~39)
11	OffsetStart(0);	偏置开始;
12	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接准备点
13	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接起始点
14	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接结束点
15	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接离开点
16	OffsetEnd();	偏置结束

### 3.5.5.3 3D 寻位

应用场景：工件安放位置较基准位置仅在三个方向上位置偏移。

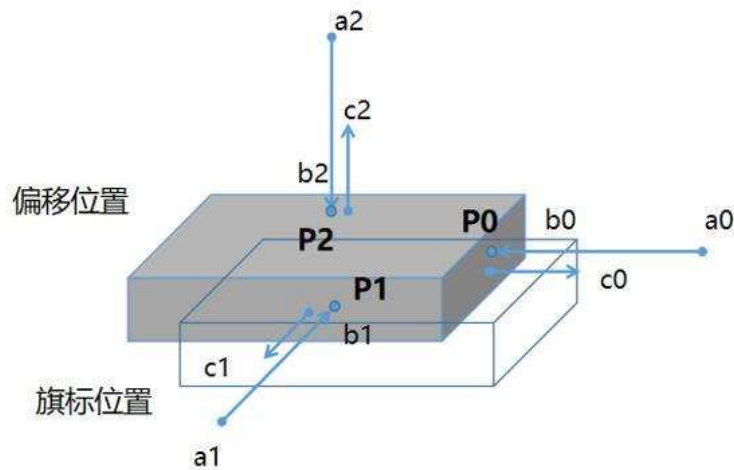


图 3-13 3D 寻位

操作流程：操作流程：在一个方向确定 1 个寻位点 (P0)；在另一个方向确定 1 个寻位点 (P1)；在剩余一个方向确定 1 个寻位点 (P2)；编写寻位程序是寻位点严格按照这个顺序进行。

表 3-18 3D 程序举例说明

序号	程序	说明
1	MJOINT (*, v50perc, fine, tool1);	机器人起始位置
2	TouchSearchStart(0);	开启寻位, 工艺号 0 (可设置 0~19)

3	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P0 寻位起始点
4	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Z", 0);	P0 寻位点, 沿-Z 方向寻位
5	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
6	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P1 寻位起始点
7	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 1);	P1 寻位点, 沿+X 方向寻位
8	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
9	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P2 寻位起始点
10	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Y", 2);	P2 寻位点, 沿-Y 方向寻位
11	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点
12	TouchSearchEnd();	寻位结束
13	CalculateOffset( arcweld.FILLET_3D, 0);	计算偏移量; 参数 1: 寻位方式设置为 3D; 参数 2: 偏置保存的索引 (0~39)
14	OffsetStart(0);	偏置开始;
15	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接准备点
16	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接起始点
17	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接结束点
18	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接离开点
19	OffsetEnd();	偏置结束

### 3.5.5.4 2D+寻位

应用场景：绕工件上的 X、Y、Z 任意 1 个轴（或机器人坐标系）旋转和任意 2 个方向的移动。

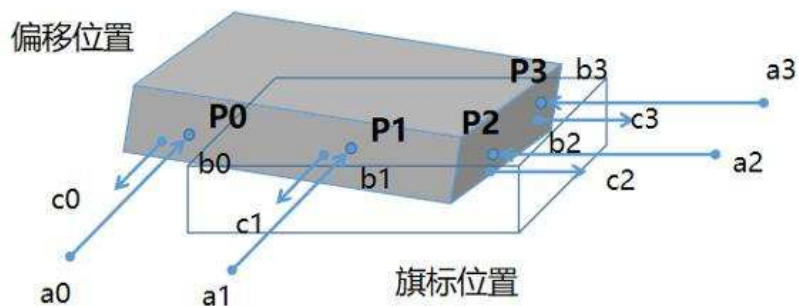


图 3-14 2D+寻位

操作流程：在一个方向确定 2 个点（P0、P1）确定一条线；在另一个方向确定 2 个点（P2、P3）确定另一条线；编写寻位程序是寻位点严格按照这个顺序进行。

表 3-19 2D+举例说明

序号	程序	说明
1	MJOINT (*, v50perc, fine, tool1);	机器人起始位置
2	TouchSearchStart(0);	开启寻位, 工艺号 0 (可设置 0~19)
3	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P0 寻位起始点
4	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 0);	P0 寻位点, 沿+X 方向寻位
5	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P1 寻位起始点
6	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 1);	P1 寻位点, 沿+X 方向寻位

7	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
8	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
9	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P2 寻位起始点
10	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Y", 2);	P2 寻位点, 沿-Y 方向寻位
11	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P3 寻位起始点
12	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Y", 3);	P3 寻位点, 沿-Y 方向寻位
13	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点
14	TouchSearchEnd();	寻位结束
15	CalculateOffset(arcweld.FILLET_2D_PLUS, 0);	计算偏移量; 参数 1: 寻位方式设置为 2D+; 参数 2: 偏置保存的索引 (0~39)
16	OffsetStart(0);	偏置开始;
17	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接准备点
18	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接起始点
19	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接结束点
20	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接离开点
21	OffsetEnd();	偏置结束

### 3.5.5.5 3D+寻位

应用场景：绕工件上的 X、Y、Z 任意旋转（或机器人坐标系）和 3 方向的移动。

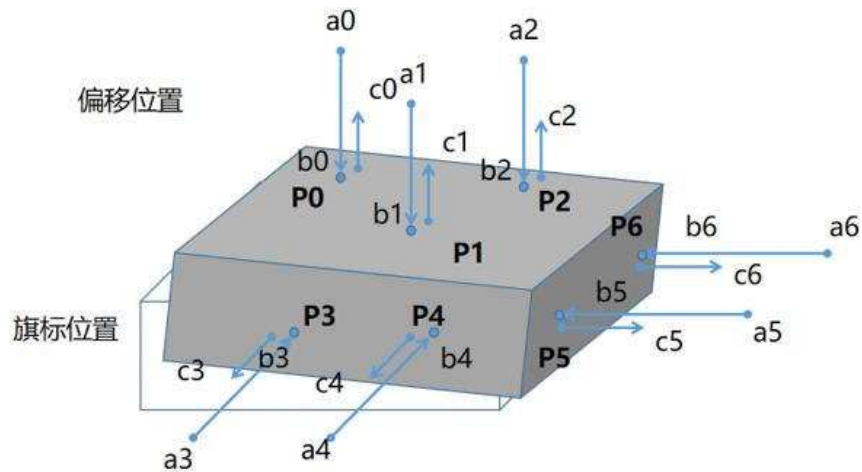


图 3-15 3D+寻位

操作流程：在工件平面的 1 个方向找 3 个不共线的点（P1、P2、P3）确认一个面；在另一个方向确定 2 个点（P4、P5）确定一条线；在最后一个方向确定 2 个点（P6、P7）确定另一条线；编写寻位程序是寻位点严格按照这个顺序进行。

举例说明 3D+寻位程序，如下表

表 3-20 3D+举例说明

序号	程序	说明
1	MJOINT (*, v50perc, fine, tool1);	机器人起始位置
2	TouchSearchStart(0);	开启寻位, 工艺号 0 (可设置 0~19)
3	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P0 寻位起始点
4	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Z", 0);	P0 寻位点, 沿-Z 方向寻位
5	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P1 寻位起始点
6	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Z", 1);	P1 寻位点, 沿-Z 方向寻位
7	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P2 寻位起始点
8	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Z", 2);	P2 寻位点, 沿-Z 方向寻位
9	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
10	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P3 寻位起始点
11	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 3);	P3 寻位点, 沿+X 方向寻位
12	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P4 寻位起始点
13	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 4);	P4 寻位点, 沿+X 方向寻位
14	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
15	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点 (根据实际需要添加)
16	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P5 寻位起始点
17	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Y", 5);	P5 寻位点, 沿-Y 方向寻位
18	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P6 寻位起始点
19	TouchSearch(tool1, wobj0, "-Y", 6);	P6 寻位点, 沿-Y 方向寻位
20	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点
21	TouchSearchEnd();	寻位结束
22	CalculateOffset(arcweld.FILLET_3D_PLUS, 0);	计算偏移量; ; 参数 1: 寻位方式设置为 3D+; 参数 2: 偏置保存的索引 (0~39)
23	OffsetStart(0);	偏置开始;
24	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接准备点
25	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接起始点
26	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接结束点
27	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接离开点
28	OffsetEnd();	偏置结束

### 3.5.5.6 内外径寻位

应用场景: 圆柱形工件安放位置较基准位置仅存在圆柱中心线位置偏差。

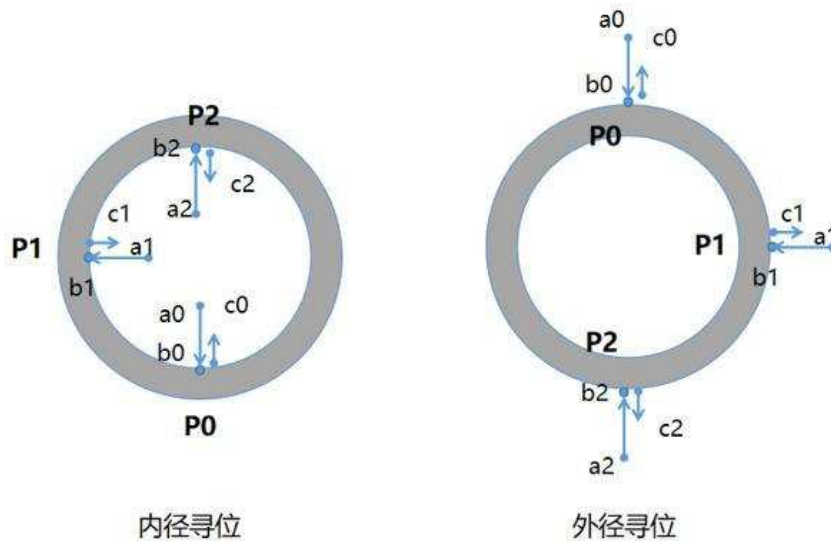


图 3-16 3D 寻位

操作流程：操作流程：在一个方向确定 2 个寻位点（P0、P2）；在另一个方向确定 1 个寻位点（P1）；编写寻位程序是寻位点严格按照顺序进行。

表 3-21 内外径寻位程序举例说明

序号	程序	说明
1	MJOINT (*, v50perc, fine, tool1);	机器人起始位置
2	TouchSearchStart(0);	开启寻位，工艺号 0（可设置 0~19）
3	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P0 寻位起始点
4	TouchSearch(tool1, wobj0, "+X", 0);	P0 寻位点，沿-Z 方向寻位
5	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点（根据实际需要添加）
6	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P1 寻位起始点
7	TouchSearch(tool1, wobj0, "+Y", 1);	P1 寻位点，沿+X 方向寻位
8	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点（根据实际需要添加）
9	MLIN (*, v500, fine, tool1);	P2 寻位起始点
10	TouchSearch(tool1, wobj0, "-X", 2);	P2 寻位点，沿-Y 方向寻位
11	MLIN (*, v500, fine, tool1);	过渡点
12	TouchSearchEnd();	寻位结束
13	CalculateOffset( CIRC_CENTER, 0);	计算偏移量； 参数 1：寻位方式设置为 CIRC； 参数 2：偏置保存的索引（0~39）
14	OffsetStart(0);	偏置开始；
15	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接准备点
16	MLIN (*, v500, fine, tool1);	焊接起始点
17	MCRIC (*,*, v500, fine, tool1);	焊接圆弧
18	MCRIC (*,*,v500, fine, tool1);	焊接离开点
19	OffsetEnd();	偏置结束

## 3.6 间断焊

间断焊就是焊接方式为焊接时焊缝不连续、用于焊缝很长不需要满焊焊接死的非重要连接件焊接，或是为了减少焊接变形以及预留焊接变形空间（焊接件上开剖口）采用的焊接方式，也被称为断续焊。

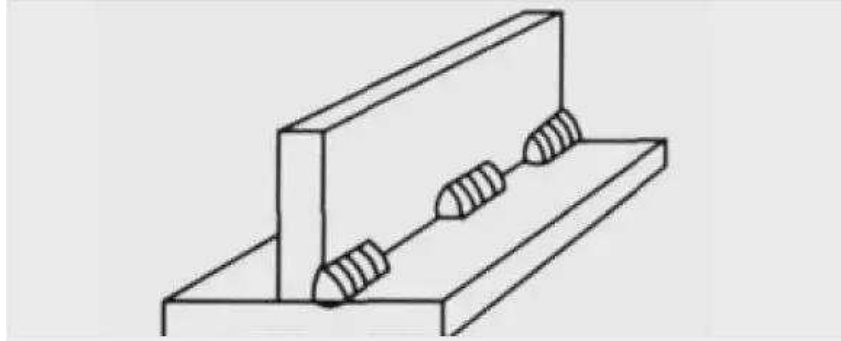


图 3-17 间断焊示意图

### 3.6.1 间断焊类型介绍

间断焊功能目前提供四种间断方式，分别为：间断点焊、不停止间断焊、普通间断焊和带摆弧间断焊。

#### 3.6.1.1 间断点焊

间断点焊的焊接信号处理不采用基础焊接起弧收弧过程，直接给焊机发送起弧收弧信号。如果设置了间断步数。完成指定步数后，运动没有结束，TCP 以非间断焊速度运动，直到间断焊结束指令行，如图所示。

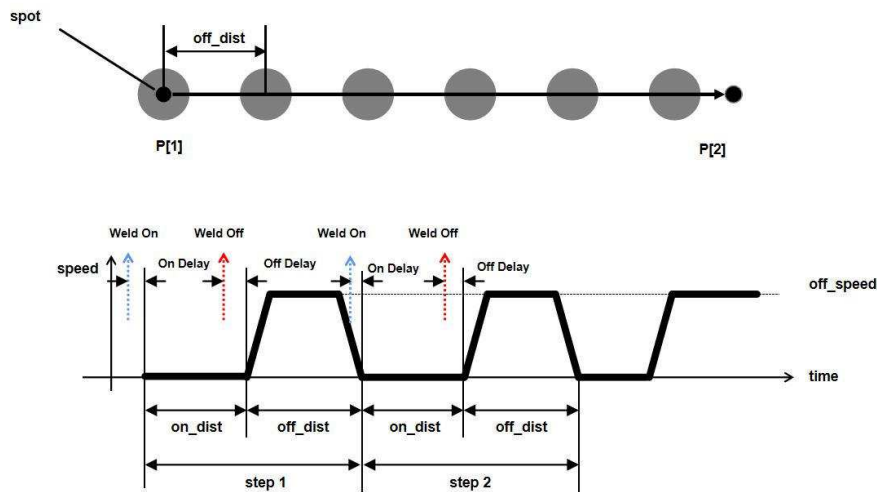


图 3-18 间断点焊示意图

#### 3.6.1.2 不停止间断焊

不停止间断焊方式的焊接信号处理不采用基础焊接起弧收弧过程，直接给焊机发送起弧收弧信号。如果设置了间断步数。完成指定步数后，运动没有结束，TCP 以非间断焊速度运动，直到间断焊结束指令行，如图所示。

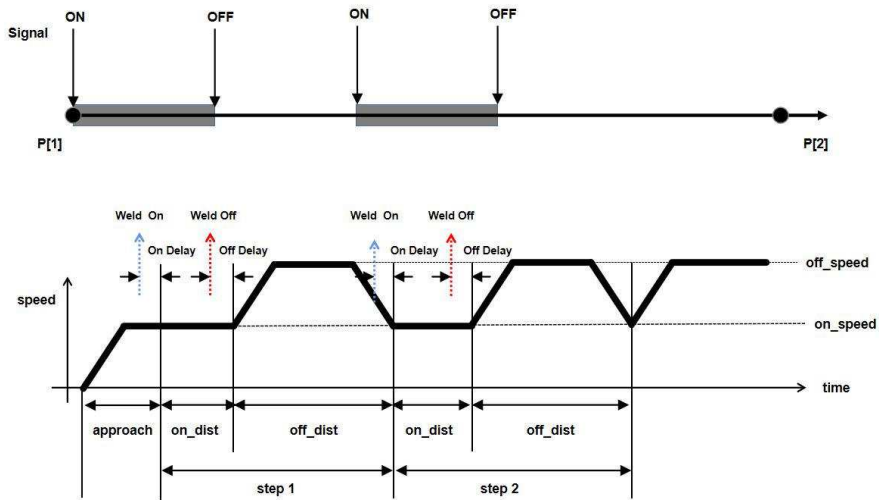


图 3-19 不停止间断焊示意图

### 3.6.1.3 普通间断焊

普通间断焊方式的焊接信号处理采用基础焊接起弧收弧过程。如果设置了间断步数。完成指定步数后，运动没有结束，TCP 以非间断焊速度运动，直到间断焊结束指令行，如图所示。

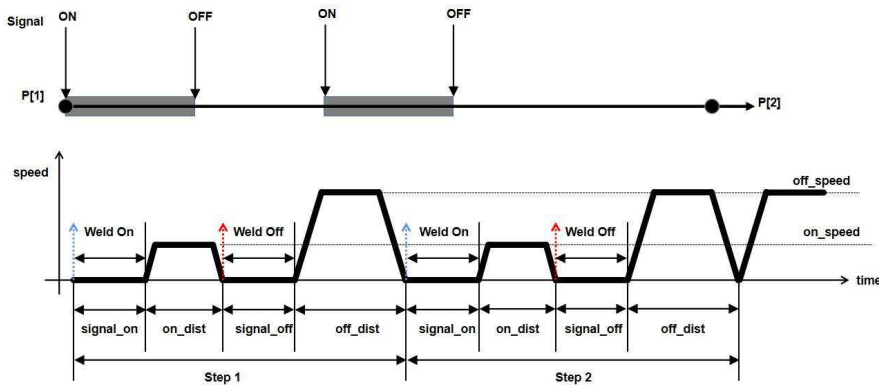


图 3-20 普通间断焊示意图

### 3.6.1.4 带摆弧间断焊

带摆弧间断焊方式的焊接信号处理采用基础焊接起弧收弧过程，同时在焊接过程中执行摆弧动作。如果设置了间断步数。完成指定步数后，运动没有结束，TCP 以非间断焊速度、无摆弧运动，直到间断焊结束指令行，如图所示。

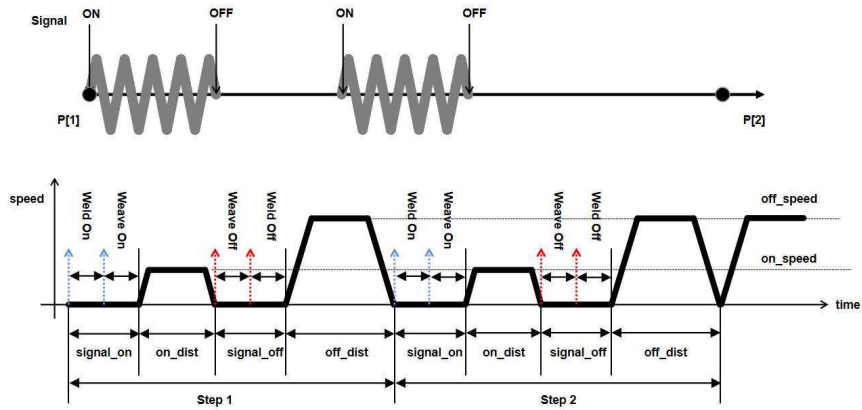


图 3-21 不停止间断焊示意图

### 3.6.2 间断焊参数设置

间断焊功能使用需要先在焊接 app 中进行参数设置，设置完成后在程序中调用即可。具体见下表所示。

表 3-22 间断焊界面介绍

步骤	图片	描述	
1.配置“间断焊”中的参数信息。		<p>在焊接 app 菜单栏点击“间断焊”按钮。</p> <p>配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p>	
序号	标题	描述	备注
1	编号	间断焊文件编号，最多可以同时保存 20 组文件。	范围：0-19

2	注释	客户可以添加注释信息，方便辨识。	
3	间断焊类型	间断焊现在具备四种间断焊类型，分别为：间断点焊、不停止间断焊、普通间断焊和带摆弧间断焊。	
4	焊接参数文件号	间断焊中使用的焊接参数文件号。	范围：0-99
5	摆弧参数文件号	间断焊中使用的摆弧参数文件号。只要当间断焊类型选择带摆弧间断焊时候有效。	范围：0-99
6	非焊接段速度	间断焊中非焊接段的速度，单位 mm/s。	范围：1-2000
7	焊接段距离/时间	间断焊中焊接段的距离或者时间，当点焊时候为时间，单位 s；其他类型为距离，单位 mm。	时间范围：0.01-9999； 距离范围：1-9999；
8	非焊接段距离	间断焊中非焊接段的距离。单位 mm。	距离范围：1-9999；
9	焊接段数量	间断执行次数，设置为 0，不指定次数。	范围：0-99
10	起弧至焊机响应时间	起弧信号发出到焊机执行延时时间，间断点焊和不停止间断焊有效。单位 ms。	范围：10-9999
11	熄弧至焊机响应时间	收弧信号发出到焊机执行延时时间，间断点焊和不停止间断焊有效。单位 ms。	范围：10-9999
12	稳定焊接接近距离	到达稳定焊接速度接近距离，不停止间断焊有效。单位 mm。	范围：1-999

### 3.6.3 间断焊指令和示例

间断焊指令使用和普通焊接指令相同，使用时，通过 call 指令调用即可。

表 3-23 间断焊指令说明

序号	函数名	说明
1	IntermittentOn	间断焊开始。fileNum: 所使用的参数文件号 (0-19)
2	IntermittentOff	间断焊结束

间断焊设置完参数后，在程序中可以直接调用，程序示例如下：

表 3-24 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	安全点 P1, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	焊接起点上方 P2。
4	MLIN(P3, v200, fine, tool1, wobj0);	焊接起弧点 P3, 过渡参数需要为 fine。
5	arcweld.IntermittentOn(1);	开始间断焊，使用 1 号文件参数。
6	MLIN(P4, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝路径，焊缝终点 P4; 焊接速度以 arcweld.Speed 变量表示，如果是收弧指令前一点，过渡参数需要为 fine。
7	arcweld.IntermittentOff();	间断焊结束。
8	MLIN(P5, v200, fine, tool1, wobj0);	运动到焊缝终点上方点 P5。

9	MLIN(P6, v200, fine,tool1, wobj0);	运动到安全点 P6。
---	------------------------------------	------------

## 3.7 激光跟踪

埃夫特激光跟踪功能是结合激光焊缝跟踪传感器，激光器实现自动识别焊缝类型及焊缝特征，并将焊缝信息反馈给机器人，能够实现焊缝曲线的实时跟踪，纠正工件在焊缝上的偏移。同时利用激光跟踪器扫描焊缝位置，可以对焊缝上的点进行定位确定焊缝位置；更进一步的，可以利用焊缝上的多个点计算出相应坐标系，以达到对整个工件上焊缝进行定位，这就是线激光寻位功能。

### 3.7.1 激光器安装与连接

#### 3.7.1.1 激光器安装

激光器安装分为正装和侧装，正装方式激光器安装与焊枪的正前方；侧装方式激光器安装与焊枪的侧面。安装方式示意图如下所示。

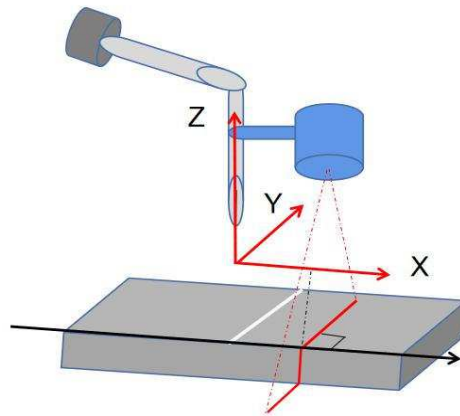


图 3-22 激光器正装图

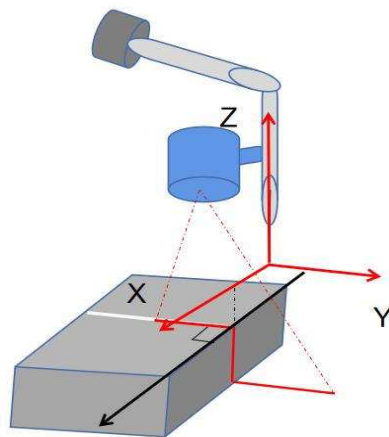


图 3-23 激光器侧装图

#### 3.7.1.2 激光器连接

进入激光跟踪的通讯界面进行激光器连接设置，如下图所示。



图 3-24 激光跟踪通讯界面

- 1) 目前支持创想智控、睿牛、全视、敏越等激光跟踪器协议，在激光器厂家栏进行选择，非特定厂家机器人，选择埃夫特通讯协议；
- 2) IP 地址为激光器端的 IP 地址，使用时需要根据激光器端的 IP 地址进行设置；
- 3) 目前创想的端口号是 5020，全视采用的是埃夫特标准协议，端口号为 5050；睿牛激光器根据现场实际端口号进行设置。

## 3.7.2 激光器标定

### 3.7.2.1 工具标定

激光器标定前，必须先标定工具坐标系。标定需要注意以下事项：

- 1) 工具坐标系标定采用 ZX 标定法，标定的工具的 X 方向与激光线在空间上基本垂直。
- 2) 工具标定时，1-3 点，使得工具末端与标定尖点在不同姿态接触；
- 3) 第 4 点，工具末端在标定尖点的正上方，使得工具与尖点垂直；
- 4) 第 5 点，使得工具沿着垂直方向远离尖点一定距离；
- 5) 第 6 点，移动机器人远离参考尖点，该方向作为工具坐标系的 X 正方向；

注意：激光器安装完毕后，工具的标定需要使得激光线与工具的 X 方向在空间上垂直，工具具体标定方法详见操作说明书工具标定章节。



图 3-25 工具标定

### 3.7.2.2 激光器标定

激光标定界面如图所示。





图 3-26 激光器标定界面

标定主要步骤如下：

- 1) 进入激光器标定界面，选择标定序号，范围 0-9；
- 2) 点击“标定”按钮进入标定界面；
- 3) 选择标定方法，4 点法或者 10 点法；
- 4) 正确选择标定点序号，选中点序号外面有红色圆圈。4 点法对应 4 个点，10 点法对应 10 个点；
- 5) 点击“记录”按钮，记录对应点位，记录成功，点序号对应状态灯为蓝色；
- 6) 当所有点记录完成，点击“计算”按钮计算结果；
- 7) 点击坐下角“取消”按钮返回，并点击主界面“保存”按钮，保存结果数据。
- 8) 使用时候需要选择使用标定数据，然后点击“激活”按钮激活对应的标定数据；
- 9) 点击“验证”按钮可以进入验证界面，查看标定结果是否理想，如果误差过大需要重新标定。

标定方法主要分为 4 点法和 10 点法，10 点法标定精度结果更加可靠，一般跟踪过程中涉及到姿态变化，需使用 10 点法标定激光器。

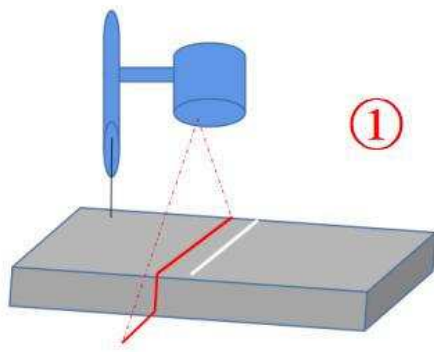
#### 3.7.2.2.1 4 点法标定

按照激光器标定步骤，选择 4 点法开始标定，然后按如下步骤进行标定。

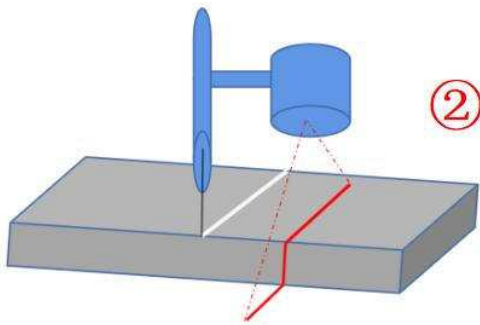
表 3-25 4 点法标定步骤

步骤	图片	描述
----	----	----

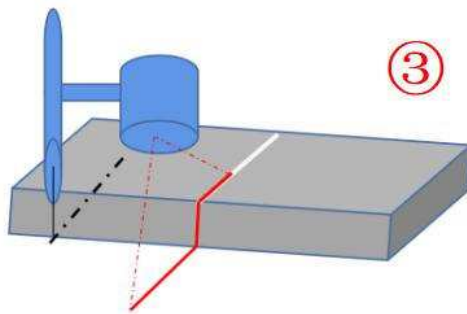
1. 标定板取搭接焊缝，如图所示，识别位置为矩形板的上边沿焊缝，红色线条表示激光线，白色表示参考线。



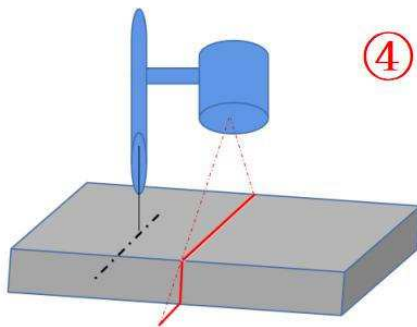
2. 调整机器人姿态，使得焊枪末端与标定板平面垂直，激光线与参考线平行，机器人焊枪末端运动至参考线与焊缝的交叉点，此时选择点序号 1，点击记录，图 2 所示；

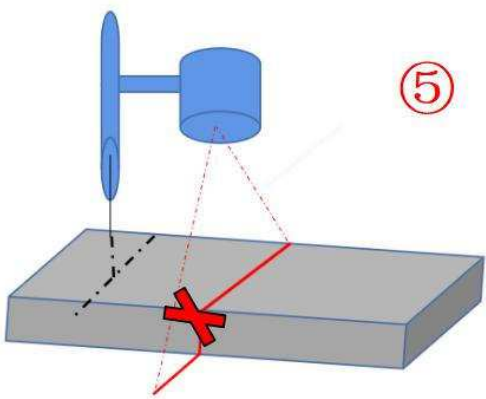


3. 移动机器人使得激光线与参考线重合，同时使得激光线的左边偏多，右边偏少，如右图所示，选择点 2，记录，如图 3；



4. 移动机器人使得激光线右边偏多，左边偏少，如图 4 所示，选择点 3，记录；

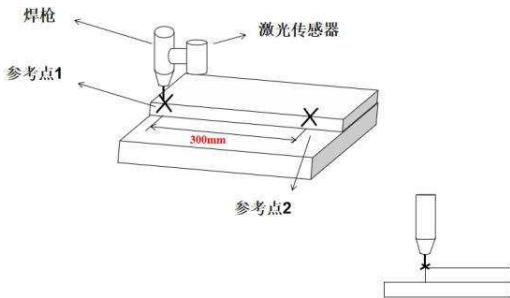
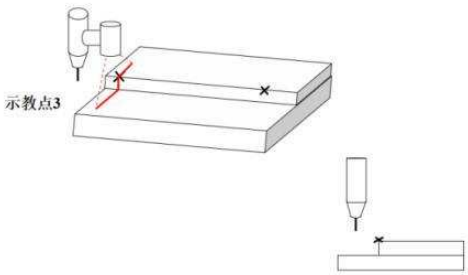


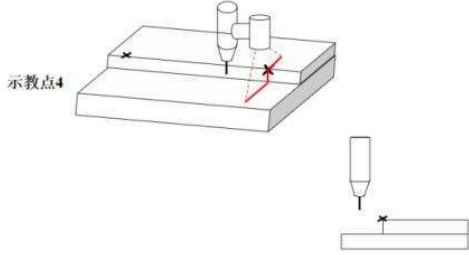
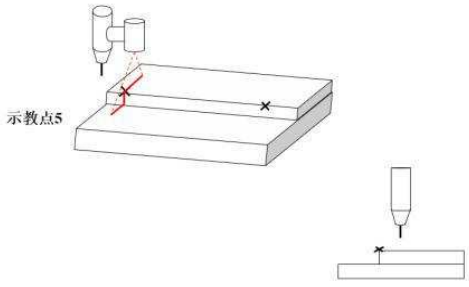
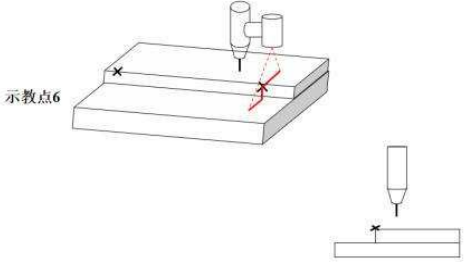
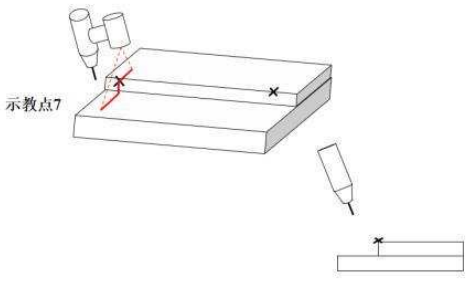
<p>5. 在第4步的基础上，将机器人太高一定距离，同时保证激光线仍与参考线重合。选择点4，点击记录；</p>		<p>4 个点全部正确记录后，点击计算按钮，会显示计算成功或失败，成功后保存，即获取到激光器标定数据。如果失败，检查标定时是否都能够获取机器人和激光器的数据。</p>
<p>6. 标定计算结束后，保存数据。</p>		

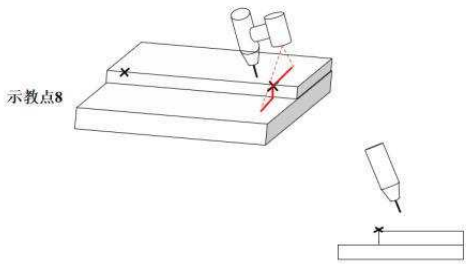
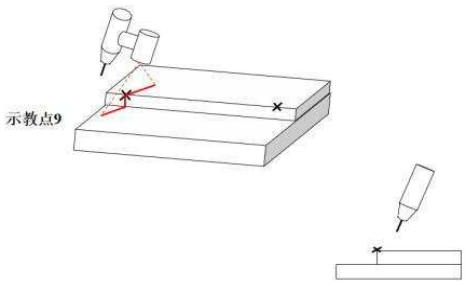
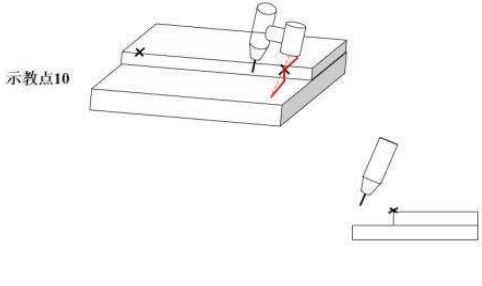
### 3.7.2.2.2 10 点法标定

按照激光器标定步骤，选择 10 点法开始标定，然后按如下步骤进行标定。

表 3-25 10 点法标定步骤

步骤	图片	描述
<p>1. 使用焊丝尖端 (TCP) 精确地在焊缝的结合线上示教参考位置，参考位置有两个，推荐相距 300mm。焊枪末端、焊缝、参考点、传感器位置关系如图所示。</p>		<p>点动机器人使得 TCP 末端位于参考点 1，激光传感器的光线与焊缝相交于参考点 1 和参考点 2 之间。激光线的大致与焊缝垂直。尽量使得光线的中心与焊缝相交。记录参考点 1。同样方法记录参考点 2。</p>
<p>2. 记录激光线对准两个参考点的位置，示教点 3 和示教点 4。</p>		<p>点动机器人使得激光线与参考点 1 重合，且只点动 X、Y、Z 使得 TCP 末端不在焊缝的结合线上，记录示教点 3。</p> <p>点动机器人，使得激光线与参考点 2 重合。记录示教点 4。</p>

		
<p>2. 激光线的中心位于焊缝结合线的一侧，示教点 5 和示教点 6.</p>	 	<p>返回示教点 3，只移动 X、Y、Z 使得激光线与参考点 1 重合，激光线的中心位于焊缝结合线的另一侧，记录示教点 5。</p> <p>只移动 X、Y、Z 使得激光线与参考点 2 重合，激光线的中心位于焊缝结合线的另一侧，记录示教点 6。</p>
<p>3. 旋转+5 到+10 度记录示教点 7 和示教点 8。</p>		<p>一键返回示教点 3，在 XYZ 方向移动一定距离，并围绕 TCP 的 Y 轴和 Z 轴旋转+5 到+10 度。记录示教点 7。</p> <p>仅移动机器人的 X、Y、Z，使得光标与参考点 2 重合，且光线的中心位于焊缝结合线的另一侧，记录示教点 8。</p>

		
<p>4. 旋转-5 到-10 度 记录示教点 9 和示教点 10。</p>	 	<p>一键返回示教点 5，移动机器人的 X、Y、Z，使得光标与参考点 1 重合，TCP 绕 Y 和 Z 旋转-5 到-10 度，记录示教点 9。</p> <p>仅移动机器人的 X、Y、Z，使得光标与参考点 2 重合，且光线中心位于焊缝另一侧，记录示教点 10。</p> <p>10 个点全部正确记录后，点击计算按钮，会显示计算成功或失败，成功后保存，即获取到激光器标定数据。如果失败，检查标定时是否都能够获取机器人和激光器的数据。</p>

### 3.7.2.2.3 标定数据验证

标定计算完成后，需要保存参数，然后激活对应的标定序号数据。点击“验证”按钮进入结果验证界面，如图所示。勾选锁定激光，中间栏的激光位置即为识别后计算得到的目标点位，将此点与标定第 1 个点进行比较，观察误差情况。



图 3-27 标定数据验证界面

### 3.7.3 参数设置

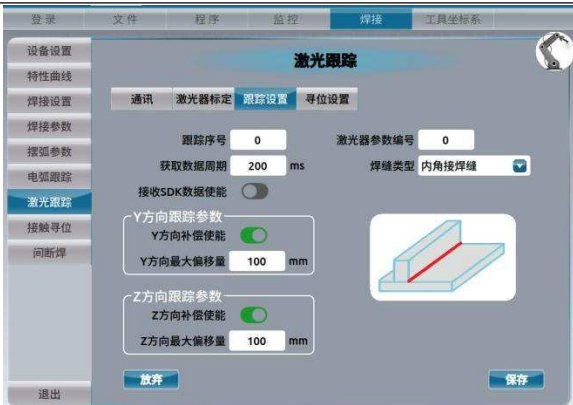
激光跟踪功能使用，标定完成后，需要进行参数设置，设置完成后在程序中调用即可。具体见下表所示。

表 3-26 寻位参数设置

步骤	图片	描述	
1. 配置寻位参数信息。		<p>在激光跟踪界面中点击“寻位”按钮。</p> <p>配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p>	
序号	标题	描述	备注
1	搜寻序号	当前设置参数编号。	范围：0-49。
2	搜寻类型	分为点寻位，3点坐标系寻位，4点坐标系寻位。	
3	单次搜寻距离	当第一次未搜寻到焊缝进行搜寻运动的距离。	范围：0-200。
4	搜寻速度	当第一次未搜寻到焊缝进行搜寻运动时候的速度。	范围：0-50。
5	搜寻运动开关	当开关开启时候，到激光寻位开始的位置点时候，未搜寻到焊缝，机器人会往下个	

		目标点运动一段距离进行再次搜寻。仅当点寻位时候可开启。	
6	接收 SDK 数据使能	激光寻位功能使用当前文件时候，此开关开启，则位置数据由 SDK 接口提供，关闭则由正常激光器提供。	SDK 需要自行开发相关软件，详细内容参见 SDK 接口说明书。
7	激光器参数编号	激光跟踪器内部参数编号，根据激光器软件设置的参数进行匹配。	范围：0-63。
8	焊缝类型	激光器对应识别的焊缝类型，包括角接、搭接、对接等。	

表 3-27 寻位参数设置

步骤	图片	描述
1.配置跟踪参数信息。		<p>在激光跟踪界面中点击“跟踪”按钮。</p> <p>配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。</p>

序号	标题	描述	备注
1	跟踪序号	当前设置参数编号。	范围：0-49。
2	获取数据周期	激光跟踪过程中，机器人获取激光器的时间周期，单位：ms。 经测试比较，大多数激光器的可靠数据周期要求大于 80ms，实际情况与适配的激光器相关。	范围：20-1000。
3	接收 SDK 数据使能	激光跟踪功能使用当前文件时候，此开关开启，则位置数据由 SDK 接口提供，关闭则由正常激光器提供。	SDK 需要自行开发相关软件，详细内容参见 SDK 接口说明书。
4	Y/Z 方向补偿使能	机器人根据激光数据计算出偏移量后，开启测机器人进行轨迹偏移补偿，关闭测保存原轨迹不进行偏移补偿。	
5	Y/Z 方向最大偏移量	单方向上的最大累计偏移量，超过后则不再继续补偿，单位：mm。	范围：0-1000。
6	激光器参数编号	激光跟踪器内部参数编号，根据激光器软件设置的参数进行匹配。	范围：0-63。
7	焊缝类型	激光器对应识别的焊缝类型，包括角接、搭接、对接等。	

### 3.7.4 激光跟踪指令说明

激光类的指令使用和普通焊接指令相同，使用时，通过 call 指令调用即可。

表 3-28 激光跟踪指令说明

序号	函数名	说明
1	ConnectLaser	连接激光器
2	CloseConnect	断开连接
3	OpenLaser	打开激光器
4	CloseLaser	关闭激光器
5	LaserSearchOn	开启激光寻位。LaserCalibNum: 激光标定文件号(0-19)。 LaserSearchNum: 激光寻位文件号(0-19)
6	LaserSearchOff	关闭激光寻位，并计算位置。LaserSearchSaveIndex: 寻位点序号(1-5)。
7	LaserTrackOn	开启激光跟踪。LaserCalibNum: 激光标定文件号(0-19)。 LaserTrackParNum: 激光跟踪文件号(0-19)。
8	LaserTrackOff	关闭激光跟踪。
9	calSearchFrame	寻位坐标系计算。
10	LaserSearch	激光寻位，LaserCalibNum: 激光标定文件号(0-19)； LaserSearchNum: 激光寻位文件号(0-19)； LaserSearchSaveIndex: 寻位点序号(1-15)。 (对应老版本中 LaserSearchOn 和 LaserSearchOff 两条指令)

### 3.7.5 激光寻位示例

#### 3.7.5.1 点寻位

点寻位流程如下图所示，寻位获取的点存储在 arcweld.SP1 中，通过 MLIN 指令，机器人可以运动到寻到的目标点。当需要存储多个寻位点时，重复上述程序，同时将第 6 行指令中的参数按序号填写，则数据分别存储在 arcweld.SP1-SP15 中。

表 3-29 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	安全点 P1, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
4	arcweld.LaserSearch(0, 0, 1);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP1 中。
5	MLIN(P3, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
6	arcweld.LaserSearch(0, 0, 2);	开始激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP2 中。
7	MLIN(POINTC(arcweld.SP1[0], arcweld.SP1[1], arcweld.SP1[2], -0.01, 0, -180, CFG0), v20, )	运行到寻到的 SP1 位置点。 (姿态和 cfg 数据按示教数据)

	fine,tool1, wobj0);	
8	MLIN(POINTC(arcweld.SP2[0],arcweld.SP2[1],arcweld.SP2[2],-0.01,0,-180,CFG0), v20, fine,tool1, wobj0);	运行到寻到的 SP2 位置点。 (姿态和 cfg 数据按示教数据)
9	MLIN(P3, v200, fine,tool1, wobj0);	运动到安全点 P6。

### 3.7.5.2 3 点坐标系寻位

3 点法坐标系寻位例程如下所示，通过寻位计算所得寻位用户坐标系为 wobj\_search，应用中，根据此坐标系进行机器人运动。

表 3-30 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine,tool1, wobj0);	安全点 P1,通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine,tool1, wobj0);	激光寻位点。
4	arcweld.LaserSearch(0, 0, 1);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP1 中。
5	MLIN(P3, v200, fine,tool1, wobj0);	激光寻位点。
6	arcweld.LaserSearch(0, 0, 2);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP2 中。
7	MLIN(P4, v200, fine,tool1, wobj0);	激光寻位点。
8	arcweld.LaserSearch(0, 0, 3);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP3 中。
9	arcweld.calSearchFrame();	计算坐标系寻位结果。
10	MLIN(P5, v200, fine,tool1, wobj_search);	运动到起弧点 P5。
11	arcweld.ArcOn(1);	开始起弧。
12	MLIN(P6, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj_search);	焊接轨迹点。
13	MLIN(P7, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj_search);	
14	arcweld.ArcOff());	焊接熄弧。
15	MLIN(P8, v200, fine,tool1, wobj_search);	抬起焊枪到安全位置 P8。

### 3.7.5.3 4 点坐标系寻位

4 点法坐标系寻位例程如下所示，4 点法所得的坐标系与 3 点法应用场景不同，3 点法在垂直的边进行寻位，4 点法用于不是垂直的边的寻位。

表 3-31 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine,tool1, wobj0);	安全点 P1,通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine,tool1, wobj0);	激光寻位点。
4	arcweld.LaserSearch(0, 0, 1);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位

		文件，并将结果存放到 SP1 中。
5	MLIN(P3, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
6	arcweld.LaserSearch(0, 0, 2);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP2 中。
7	MLIN(P4, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
8	arcweld.LaserSearch(0, 0, 3);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP3 中。
9	MLIN(P5, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
10	arcweld.LaserSearch(0, 0, 1);	激光寻位，使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件，并将结果存放到 SP4 中。
11	arcweld.calSearchFrame();	计算坐标系寻位结果。
12	MLIN(P6, v200, fine, tool1, wobj_search);	运动到起弧点 P5。
13	arcweld.ArcOn(1);	开始起弧。
14	MLIN(P7, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj_search);	焊接轨迹点。
15	MLIN(P8, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj_search);	
16	arcweld.ArcOff();	焊接熄弧。
17	MLIN(P9, v200, fine, tool1, wobj_search);	抬起焊枪到安全位置 P10。

特别注意：使用坐标系寻位，寻位参数类型要设置正确，4 点法选择“4 点坐标系寻位”，在寻位设置界面进行设置，具体使用方法如下：

4 点法坐标系寻位示意图如下所示，蓝色代表两块有搭接焊缝的板材，红色线条表示激光线位置，序号代表扫描时的顺序，红色交叉点即激光采到的焊缝位置，交点为两条焊缝相交的位置，注意寻位顺序必须按照图示顺序进行扫描。

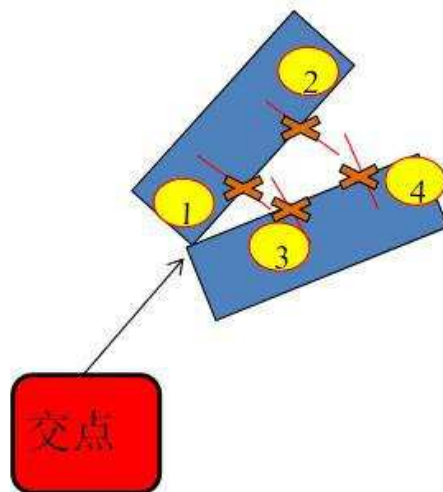


图 3-28 4 点法的交点

取交点的方法：

首先新建 EPointC 类型变量 p1;

按照示例程序将计算获取到的交点数据赋值给 p1，通过使用 GETUFRAME 完成交点数据获取，

p1 :=GETUFRAME(wobj\_search), 将 p1.x, p1.y, p1.z 放入 mlin 指令中, 执行 mlin 指令, 机器人走到交点位置; 4 点法获取交点例程如下所示。

表 3-32 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	安全点 P1, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
4	arcweld.LaserSearch(0, 0, 1);	激光寻位, 使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件, 并将结果存放到 SP1 中。
5	MLIN(P3, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
6	arcweld.LaserSearch(0, 0, 2);	激光寻位, 使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件, 并将结果存放到 SP2 中。
7	MLIN(P4, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
8	arcweld.LaserSearch(0, 0, 3);	激光寻位, 使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件, 并将结果存放到 SP3 中。
9	MLIN(P5, v200, fine, tool1, wobj0);	激光寻位点。
10	arcweld.LaserSearch(0, 0, 4);	激光寻位, 使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件, 并将结果存放到 SP4 中。
11	arcweld.calSearchFrame();	计算坐标系寻位结果。
12	p1 := GETUFRAME(wobj_search);	获取交点坐标 1。
13	MLIN(EPOINTC(p1.pose.x,p1.pose.y,p1.pose.z,-2.96,0.16,177.03), v100, fine, tool1, wobj_search);	运行到坐标系交点。

### 3.7.6 激光跟踪示例

使用激光在线跟踪功能时候, 激光线要在焊接点前方对焊缝进行扫描, 所有跟踪开始位置是激光线在起弧点位置, 而焊枪并未到达起弧点, 如下图所示。激光寻位和激光跟踪需要同时使用, 否则无法跟踪, 例程如表格所示。



图 3-29 激光跟踪示意图

表 3-33 程序举例说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	安全点 P1, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	跟踪开始点。
4	arcweld.OpenLaser();	
5	arcweld.LaserSearch(0, 0, 1);	激光寻位, 使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件, 并将结果存放到 SP1 中。
7	arcweld.LaserTrackON(0,0)	开始激光跟踪, 使用 0 号标定文件和 0 号寻位文件。
8	MLIN(POINTC(arcweld.SP1[0],arcweld.SP1[1],arcweld.SP1[2],-2.96,0.16,177.03), v100, fine, tool1, wobj0);	运行到寻位点, 也是起弧点。
9	arcweld.ArcOn(1);	开始焊接起弧。
10	MLIN(P3, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	焊接轨迹。
11	arcweld.ArcOff();	焊接熄弧。
12	arcweld.LaserTrackOff();	关闭激光跟踪。
13	arcweld.CloseLaser();	关闭激光。
14	MLIN(P2, v200, fine, tool1, wobj0);	运行到安全点。

### 3.7.6.1 变姿态跟踪

变姿态跟踪的使用方法同上, 只是在姿态变化的示教上需要注意, 目前针对半径较大的圆弧可实现跟踪, 圆弧半径比较小且姿态变化剧烈的圆弧无法支持稳定跟踪, 在实际使用时当遇到姿态变化较大或圆弧半径较小无法满足跟踪条件的情况会直接报警并停机。

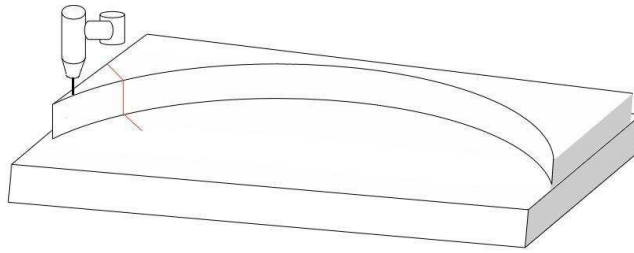


图 3-30 变姿态激光跟踪示意图

如上图所示，姿态的变化需要根据具体焊缝形状进行示教调整。在实际使用中，经过偏移后姿态的变化与实际示教姿态的变化存在一定的差异，这种差异是跟踪时对应位置前移或滞后造成，属于正常情况，一般应用变姿态需要允许一定程度姿态变化前移或滞后，否则不可使用变姿态跟踪。

### 3.7.7 注意事项

激光跟踪功能使用中，指令中的速度使用焊接速度，速度大小设置在合理范围，速度过大会存在跟踪失败的情况，目前激光跟踪通用速度在 0-20mm/s 之间。

激光跟踪前，焊缝的识别参数需要设置准确，且激光器需要在跟踪模式下，否则会出现跟踪失败。激光跟踪对工具和激光标定精度有要求，精度太差会造成跟踪失败。

## 3.8 多层多道

多层多道焊功能分为多道焊和多层焊，其中多层焊又分为多层单道和多层多道工艺，是厚板对接焊缝和角接焊缝的常见焊接形式。多层多道功能在程序中编写根部焊道，并以此为基础，进行循环调用不太的多层多道参数即可。目前第一版本，需要注意以下：

- 1) 多层多道偏移过程中仅可使用 CMOVE 类的指令。
- 2) 多层多道不支持和电弧跟踪一起使用。
- 3) V3.2.3 标准版本目前不支持此功能，功能上线以实际机器人为准。

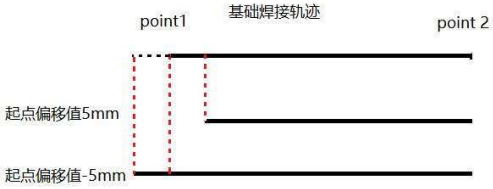
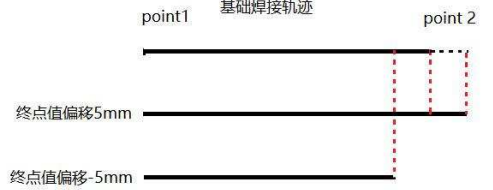
### 3.8.1 参数设置

多层多道功能使用需要先焊接 app 中进行参数设置，设置完成后在程序中调用即可。具体见下表所示。

表 3-34 多层多道界面介绍

步骤	图片	描述
1.配置“多层多道”中的参数信息。		在焊接 app 菜单栏点击“多层多道”按钮。  配置相关参数，配置完成后，点击“保存”，保存设置的参数。



序号	标题	描述	备注
1	编号	多层多道文件编号，最多可以同时保存 50 组文件。	范围：0-49
2	注释	客户可以添加注释信息，方便辨识。	
3	多层多道模式	多层多道焊的模式，分为普通多层焊、跟踪多层焊、跟踪回放多层焊。	目前仅支持普通多层焊。
4	摆弧开关	决定当道轨迹是否开启摆弧。	
5	焊前等待时间	在焊接前等待的时间，不包括运动从熄弧结束到等待点的时间。单位：s。	范围：0-999
6	焊接文件号	设置当前焊道的焊接参数文件号。	范围：0-99
7	摆弧文件号	当打开摆弧开关后有效，设置不同的摆弧文件号。	范围：0-99
8	跟踪文件号	设置电弧跟踪文件号，当选择跟踪多层焊时候有效。（目前不可使用）。	范围：0-19
9	起点偏移值	起始点 X 方向偏移数值，单位 mm。 	范围：-50-50
10	终点偏移值	终止点 X 方向偏移数值，单位 mm。 	范围：-50-50
11	Y 方向偏移值	整体运动轨迹向 Y 方向偏移，单位 mm。垂直于工具 Z 方向和焊缝前进方向，由右手定则确定正负。正值为正方向前进距离。	范围：-150-150

12	Z 方向偏移值	整体运动轨迹向 Z 方向偏移，单位 mm。偏移和工具方向相同，正值为正方向前进距离。	范围：-150-150
13	绕 X 轴偏移角	整体运动轨迹 X 方向旋转度数，单位°。	范围：-90-90
14	绕 Y 轴偏移角	整体运动轨迹 Y 方向旋转度数，单位°。	范围：-90-90
15	绕 Z 轴偏移角	整体运动轨迹 Z 方向旋转度数，单位°。	范围：-90-90

### 3.8.2 多层多道指令说明

多层多道的指令使用和普通焊接指令相同，使用时，通过 call 指令调用即可。

表 3-35 多层多道指令说明

序号	函数名	说明
1	MultipassOn	多层多道开始指令。fileNum:所使用的多层多道偏移轨迹号（0-49）。
2	MultipassWeld	MultipassWeld:多层多道开始焊接指令。（若开了摆弧开关，则同时起弧及开摆。若未开摆弧开关，只进行起弧操作）。
3	MultipassOff	MultipassOff:多层多道关闭指令。（若开了摆弧开关，则同时收弧停摆。若未开摆弧开关，则只进行收弧操作）。

### 3.8.3 多层多道焊接使用示例

#### 3.8.3.1 单道直线单一方向多层多道焊

单道直线单一方向多层多道焊指的是：整个焊接轨迹只有一道直线，并且一道焊接完成后，收弧回到最初的起始点，再进行下一道直线的焊接。具体如下图所示，程序包括起始轨迹共用 6 道轨迹，其中轨迹号 0，没有加偏移值，为示教时的焊接轨迹，1-5 根据实际需求设置不同的偏移参数。每次 for 循环自加，从 1-5 依次进行不同的轨迹偏移焊接，同样也可以设置 8 为基础轨迹，然后 9-15 为不同轨迹偏移。程序如表格所示。

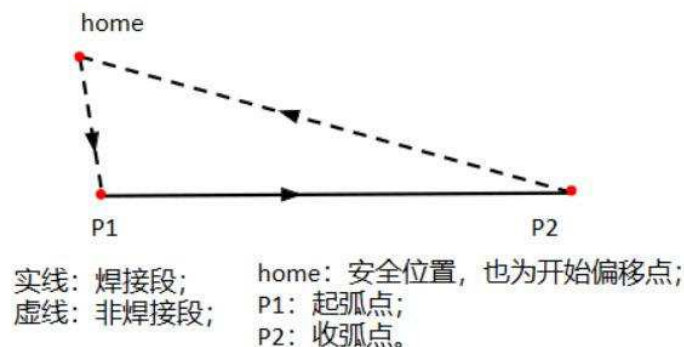


图 3-31 单道直线单一方向多层多道焊示意图

表 3-36 单道直线单一方向多层多道焊程序说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(safe, v500, fine, tool1, wobj0);	安全点，通常先以关节运动的形式运动到

		该点。
3	FOR z :=0 TO 5 BY 1 DO	for 循环语句, z 值从 0 开始自加, 每次加 1, 大于 5 跳出循环。
4	MLIN(home, v500, fine,tool1, wobj0);	运动回到 home 点
5	arcweld.MultypassOn(z);	多层多道偏移开, 注意后面的值为 z, 与 for 循环设置的值保持一致。
6	CMLIN(P1, v500, fine,tool1, wobj0);	CMLIN 指令移动到起弧点。
7	arcweld.MultypassWeld();	多层多道起弧指令, 若摆弧开关打开, 同时开启摆弧。
8	CMLIN(P2,arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
9	arcweld.MultypassOff());	多层多道关指令, 收弧以及停摆。 注意多层多道结束指令后一条运动指令暂不能为 CMOVE 指令, 否则影响收弧位置的偏移。
10	END_FOR	for 循环语句, 若条件不满足继续回到 home 点, 进行下一次偏移轨迹焊接。
11	MJOINT(safe, v500, fine,tool1, wobj0);	回到 home 点, 不在进行下次偏移。

### 3.8.3.2 多道直线单一方向多层多道焊

多道直线单一方向多层多道焊指的是: 焊接轨迹由多段直线组成, 并且一次偏移焊接完成后, 收弧回到 home 点, 再进行下一次轨迹偏移, 具体如下图所示。如果多直线焊接过程中不需要变焊枪姿态, 且无姿态偏移, 则 P2 和 P4 点可以省略。如果存在姿态变化, 必须增加点位于焊枪姿态变化, 否则会在 P3-P5 整段直线中调整姿态。如果偏移指令为向 Y 方向收缩的话, P2-P3 和 P3-P4 的长度要大于偏移的值。

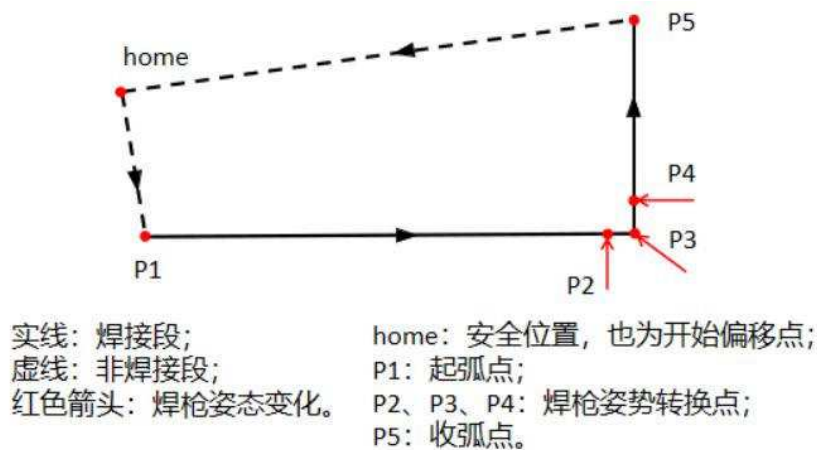


图 3-32 多道直线单一方向多层多道焊示意图

表 3-37 多道直线单一方向多层多道焊程序说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(safe, v500, fine,tool1, wobj0);	安全点, 通常先以关节运动的形式运动到该点。
3	FOR z :=0 TO 5 BY 1 DO	for 循环语句, z 值从 0 开始自加, 每次加

		1, 大于 5 跳出循环。
4	MLIN(home, v500, fine, tool1, wobj0);	运动回到 home 点
5	arcweld.MultypassOn(z);	多层多道偏移开, 注意后面的值为 z, 与 for 循环设置的值保持一致。
6	CMLIN(P1, v500, fine, tool1, wobj0);	CMLIN 指令移动到起弧点。
7	arcweld.MultypassWeld();	多层多道起弧指令, 若摆弧开关打开, 同时开启摆弧。
8	CMLIN(P2, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
9	CMLIN(P3, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
10	CMLIN(P4, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
11	CMLIN(P5, arcweld.Speed, fine, tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
12	arcweld.MultypassOff();	多层多道关指令, 收弧以及停摆。 注意多层多道结束指令后一条运动指令暂不能为 CMOVE 指令, 否则影响收弧位置的偏移。
13	END_FOR	for 循环语句, 若条件不满足继续回到 home 点, 进行下一次偏移轨迹焊接。
14	MJOINT(safe, v500, fine, tool1, wobj0);	回到 home 点, 不在进行下次偏移。

### 3.8.3.3 直线加圆弧单一方向多层多道焊

多道直线单一方向多层多道焊指的是: 焊接轨迹由直线和圆弧组成, 并且一次偏移焊接完成后, 收弧回到 home 点, 再进行下一次轨迹偏移。注意, 圆弧偏移如果要内缩, 则偏移量值要小于圆弧半径, 具体如下图所示。对应程序见表格。

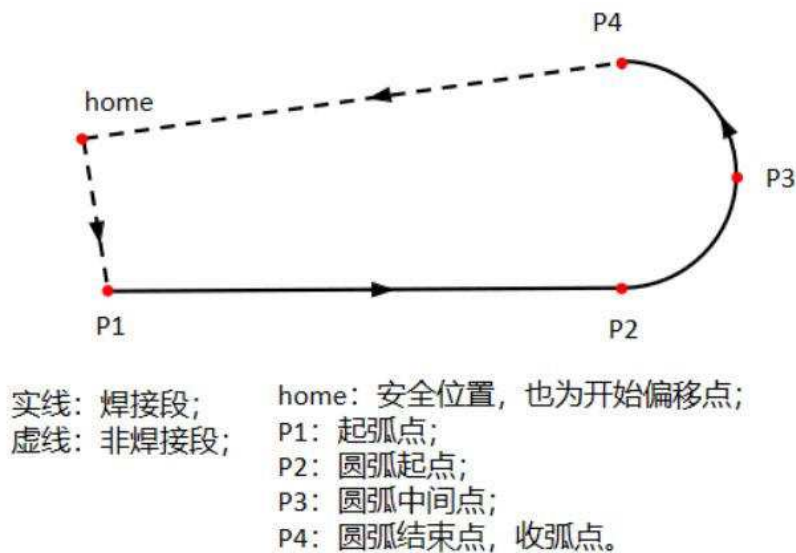


图 3-33 直线加圆弧单一方向多层多道焊示意图

表 3-38 直线加圆弧单一方向多层多道焊程序说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(safe, v500, fine, tool1, wobj0);	安全点, 通常先以关节运动的形式运动到该点。

3	FOR z :=0 TO 5 BY 1 DO	for 循环语句, z 值从 0 开始自加, 每次加 1, 大于 5 跳出循环。
4	MLIN(home, v500, fine,tool1, wobj0);	运动回到 home 点
5	arcweld.MultipassOn(z);	多层多道偏移开, 注意后面的值为 z, 与 for 循环设置的值保持一致。
6	CMLIN(P1, v500, fine,tool1, wobj0);	CMLIN 指令移动到起弧点。
7	arcweld.MultipassWeld();	多层多道起弧指令, 若摆弧开关打开, 同时开启摆弧。
8	CMLIN(P2,arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
9	CMARC(P3,arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
10	CMARC(P4,arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
11	arcweld.MultipassOff());	多层多道关指令, 收弧以及停摆。 注意多层多道结束指令后一条运动指令暂不能为 CMOVE 指令, 否则影响收弧位置的偏移。
12	END_FOR	for 循环语句, 若条件不满足继续回到 home 点, 进行下一次偏移轨迹焊接。
13	MJOINT(safe, v500, fine,tool1, wobj0);	回到 home 点, 不在进行下次偏移。

### 3.8.3.4 往复多层多道焊

多层多道往复焊接是指：一道焊接轨迹完成后进行收弧，不回到最初的起始点。以该方向的一个点作为新的起始点，进行下一道轨迹的焊接回到原先的起始点。其示教方法与单方向示教类似，只是将返回路径点再次调用一遍。需要注意的是，往复一次，两次运动的方向相反，注意设置偏移的方向。下面以单道直线往复多层多道焊为例，如图所示，整个焊接轨迹只有一条直线，并且一道焊接轨迹完成后进行收弧，不回到最初的起始点。以该方向的一个点作为新的起始点，进行下一道直线轨迹的焊接，示例程序如表格所示。多道直线或者圆弧加直线与之相同，将中间焊接轨迹部分示教为多道直线和圆弧即可。

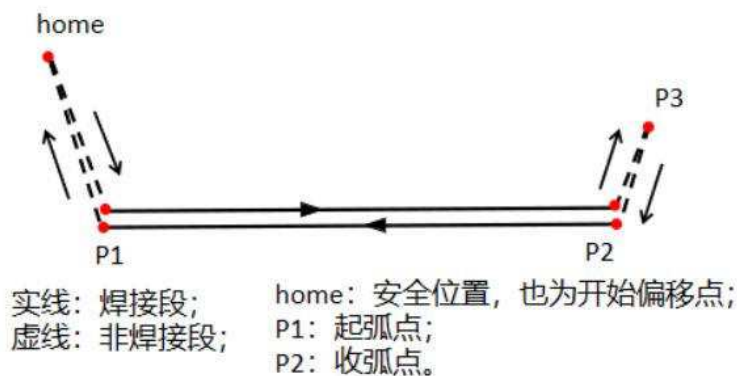


图 3-34 单道直线往复多层多道焊示意图

表 3-39 单道直线往复多层多道焊程序说明

序号	程序	说明
1	arcweld.ResetVar();	焊接信号复位。
2	MJOINT(safe, v500, fine,tool1, wobj0);	安全点, 通常先以关节运动的形式运动到

		该点。
3	FOR z :=0 TO 5 BY 2 DO	for 循环语句, z 值从 0 开始自加, 每次加 2, 大于 5 跳出循环。
4	MLIN(home, v500, fine,tool1, wobj0);	运动回到 home 点
5	arcweld.MultipassOn(z);	多层多道偏移开, 注意后面的值为 z, 与 for 循环设置的值保持一致。
6	CMLIN(P1, v500, fine,tool1, wobj0);	CMLIN 指令移动到起弧点。
7	arcweld.MultipassWeld();	多层多道起弧指令, 若摆弧开关打开, 同时开启摆弧。
8	CMLIN(P2,arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
9	arcweld.MultipassOff());	多层多道关指令, 收弧以及停摆。 注意多层多道结束指令后一条运动指令暂不能为 CMOVE 指令, 否则影响收弧位置的偏移。
10	MLIN(P3, v500, fine,tool1, wobj0);	抬起焊枪, 类似终止位置的 home 点, 此点不能使用 CMOVE, 否则影响 P2 点的偏移。
11	arcweld.MultipassOn(z+1);	多层多道偏移开, 注意后面的值为 z+1。
12	CMLIN(P2, v500, fine,tool1, wobj0);	CMLIN 指令移动到起弧点。
13	arcweld.MultipassWeld();	层多道起弧指令, 若摆弧开关打开, 同时开摆。
14	CMLIN(P1, arcweld.Speed, fine,tool1, wobj0);	运行焊缝轨迹。速度设置为焊接速度。
15	arcweld.MultipassOff());	多层多道关指令, 收弧以及停摆。
16	END_FOR	for 循环语句, 若条件不满足继续回到 home 点, 进行下一次偏移轨迹焊接。
17	MJOINT(safe, v500, fine,tool1, wobj0);	回到 home 点, 不在进行下次偏移。

服务热线：400-052-8877

本产品的额定功率、规格、外部尺寸等如需改良而进行变更，恕不另行通告。技术数据和插图仅作为供货参考，保留更改权利。

**EFORT**

埃夫特智能装备股份有限公司

EFORT INTELLIGENT EQUIPMENT CO., LTD

中国（安徽）自由贸易试验区芜湖片区万春东路 96 号

No. 96 East Wanchun Road, China (Anhui) Pilot

Free Trade Zone Wuhu Area, Wuhu, Anhui Province, China

网址：<http://www.efort.com.cn>

