



控制器占据半壁江山的机器人品牌

让客户用好机器人

铁塔脚焊接方案说明书

WELDING INSTRUCTIONS FOR IRON
TOWER FOOT



请确保相关说明书到达本产品的最终使用者手中。

CROBOTP相关说明书：

卡诺普机器人安全手册

卡诺普编程指令说明书

CRP使用说明书(触屏版)

CRP-G4-CD60 电柜说明书

CRP-G4-CD80 电柜说明书

RH机器人机械说明书

RC机器人使用说明书

RA轻负载机器人机械说明书

RA中负载机器人机械说明书

机器人维护保养手册

CRP-RH机器人保养单

十分感谢您选用本公司产品！

本产品相关手册请妥善保管，以备需要时查阅！




如设备需要转手，请将相关资料一并转交对方！

机器人相关手册未做说明的按键、功能、选项视为不具备，请勿使用！

修订说明：

2021-07-20	第一版	初稿
2021-09-18	第二版	内容修订
2022-02-23	第三版	内容更新与补充
2023-07-12	第四版	修订图片字体与封底

安全标志

标志	说明
 危险	表示如果无视该标识并进行错误使用，则可能会导致死亡或重伤等。
 警告	误操作时有危险，可能发生中等程度伤害或轻伤事故及设备故障。
 小心	不遵守本标志内容可能会引起人身伤害和/或机械损伤。
★ 注意	表示关于机器人规格、操作和维护的注意信息。

说明：即使是“小心”所记载的内容，也会因情况不同而产生严重后果，因此任何一条注意事项都极为重要，请务必严格遵守。

甚至在有些地方连“警告”或“危险”等内容都未记载，也是用户必须严格遵守的事项。

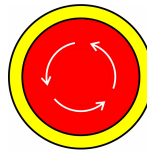
安全注意事项



危险

★操作机器人前，按下示教编程器上的急停按钮，并确认伺服主电源被切断，电机处于失电并抱闸状态。伺服电源切断后，示教编程器上的伺服电源指示按钮为红色。

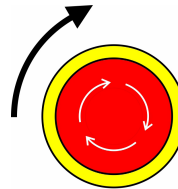
紧急情况下，若不能及时制动机器人，则可能引发人身伤害或设备损坏事故。



CRP-20220318-2

★解除急停后再接通伺服电源时，要解除造成急停的事故后再接通伺服电源。

由于误操作造成的机器人动作，可能引发人身伤害事故。



CRP-20220318-1

★在机器人动作范围内示教时，请遵守以下原则：

保证机器人在视野范围内。

严格遵守操作步骤。

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。

由于误操作造成的机器人动作，可能引发人身伤害事故。

★进行以下作业时，请确认机器人的动作范围内操作人员和障碍物：

机器人控制电柜接通电源时。

用示教编程器操作机器人时。

试运行。

自动再现时。

不慎进入机器人动作范围内或与机器人发生接触，都有可能引发人身伤害事故。发生异常时，请立即按下急停按钮。

**注意****★操作机器人必须确认。**

操作人员是否接受过机器人操作的相关培训。

对机器人的运动特性有足够的认识。

对机器人的危险性有足够的了解。

未酒后上岗。

未服用影响神经系统、反应迟钝的药物。

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。

机器人动作有无异常。

原点是否校准正确。

与机器人相关联的外部辅助设备是否正常。

★示教器用完后须放回原处，并确保放置牢固。

如不慎将示教编程器放在机器人、夹具或地上，当机器人运动时，示教编程器可能与机器人或夹具发生碰撞，从而引发人身伤害或设备损坏事故。

防止示教器意外跌落造成机器人误动作，从而引发人身伤害或设备损坏事故。

示教器IP防护等级较低

目 录

一、基础说明 1

二、概述..... 2

三、硬件说明 2

 3.1 机器人.....3

 3.2 激光传感器.....4

 3.3 焊枪6

 3.4 焊机7

 3.5 外部轴.....9

 3.6 清枪站.....10

 3.7 PLC11

 3.8 焊接材料12

 3.9 辅助设备12

 3.9.1 气动阀.....12

 3.9.2 气动传感器.....13

 3.9.3 激光水箱13

 3.10 机械安装注意事项.....14

四、软件说明 14

 4.1 软件版本14

 4.2 软件功能15

五、铁塔脚工件介绍..... 16

 5.1 简要介绍16

 5.2 铁塔脚规格.....16

 5.3 工艺介绍17

六、准备工作	18
6.1 工件安装	18
6.2 标定	19
七、铁塔脚参数一体化功能说明	20
7.1 简介	20
7.2 铁塔脚象限划分及标定塔脚坐标系	20
7.3 船型焊接介绍	21
7.4 铁塔脚参数设置	21
7.5 铁塔焊接参数组调用	24
7.6 变量参数说明	24
八、指令说明	25
8.1 塔脚计算指令	25
8.2 塔脚焊缝计算指令	26
8.3 结束塔脚计算指令	26
九、激光传感器说明	26
9.1 焊缝类型识别	26
9.2 坡口深度计算	27
9.3 多层多道焊接（参数自适应）	29
9.4 等级焊缝打底焊接点计算	30
9.5 激光焊缝参数说明	31
9.6 焊缝模板学习方法（用于焊缝寻位）	35
9.7 激光记点、焊缝类型识别参数设置方法	35
十、程序说明	39
10.1 编程要点	39

10.1.1 焊枪角度 39

10.1.2 干伸长.....40

10.1.3 其他注意事项40

10.2 程序逻辑41

10.3 示例程序41

10.3.1 主程序.....41

10.3.2 功能化子程序42

10.3.2 焊接子程序.....45

十一、故障处理 53

一、基础说明

在阅读本文档前，请先了解并熟悉以下功能。

机器人操作	文件操作	升级/备份
	程序编辑	新建程序
		程序运行
		插入/修改指令
		程序复位
	监视查看	坐标
		I/O
		软件信息
	运行准备	工具/用户标定
		协同设置
		编码器复位
		GP/GD/GI/OP变量
	指令	运动
		逻辑
		运算
		辅助
	远程预约	
	Modbus通讯	
焊接	焊接工艺	
	Moudbus	
	弧焊匹配	
	摆弧	
传感器	激光传感器	激光标定
		激光存点
		激光寻位
		角点计算

二、概述

卡诺普的参数一体化—铁塔脚功能，是专门针对焊接电力塔脚的一个功能。该功能具有轨迹自适应、焊接参数自适应的特定，免去繁琐的人工示教流程，只需要示教一个模板程序，就能对大小各类的塔脚工件进行焊接。



图 2.1 工作站

三、硬件说明

以下硬件配置清单为推荐配置，若需采用其他配置请联系卡诺普技术人员，安装请查看各硬件相关说明书。

序号	设备名称	型号	单位	数量
1	6轴多关节机器人	CRP-RH18-20-w	台	1
2	激光传感器	VLS02-240/330-GB	个	1
3	焊枪	阿波罗水冷22度短/长款	把	1
4	焊机	OTC D-Arc(并联)	台	1
5	外部轴电机	130MSL09620MZA1 130MSL14320MZA1	台	1
6	清枪器	AT01	台	1
7	PLC	信捷 XD	个	1
8	双轴旋转变位机		台	1
9	激光水冷箱	CW-3000	台	1
10	气压传感器	PSE300	个	2
11	气动电磁阀	正泰 N4v210-08	个	2

3.1 机器人

CRP-RH18-20-W				
类型	垂直多关节串联机器人			噪音等级测量条件： • 机器人牢牢地固定在平坦的地面上。 • 在距离关节1(J1)旋转中心2900 mm的地方测量。 [噪音等级依条件变化而改变。]
运动自由	6			
运动范围和大速度	J	运动范围	最大速度	
	1	正装/倒装±165°，壁挂±30°	160 °/s	
	2	-155°～+105°	160 °/s	
	3	-175°～+240°	169 °/s	
	4	-190°～+190°	301 °/s	
	5	-90°～+110°	342 °/s	
	6	-210°～+210°	708 °/s	
最大负载	20 kg			
手腕负载能力	J	力矩	惯性矩	
	4	55.0 N·m	2.1 kg·m ²	
	5	55.0 N·m	2.1 kg·m ²	
	6	24.0 N·m	0.9 kg·m ²	
重复定位精度	±0.08 mm			
质量	285 kg			
噪音等级	<70 dB (A)			

3.2 激光传感器



型号		CRP-VLS-240GB-V01	CRP-VLS-330GB-V01
尺寸（高*长*厚）（mm）		135*78*45.5	125*145*50
最佳安装高度（mm）		240	330
冷却方式		风冷（ $\leq 0.2\text{MPa}$ ）	
电流条件		$<450\text{A}$	$<500\text{A}$
最小前视距离（mm）		120	150
识别精度（mm）		0.2	0.2
可检测最小焊缝间隙（mm）		1	1.2
工作环境	防护等级	IP64	
	工作温度范围	0—50℃	
	湿度范围	10-95%无结露	
视场范围	水平方向（mm）	60	80
	垂直方向（mm）	80	110

应用场景	<p>1、主要适用于需要高视距、大视场的场景，如风机、箱体内部等存点焊接的场景，也适合需要大视场高视的实时跟踪，抗飞溅能力强；</p> <p>2、视场高度范围（探头底部距工件表面的高度，210-290mm）；视场宽度：35mm；</p> <p>3、受限的应用场景：部分空间限制的场景。</p>	<p>1、主要适用于需要高视距、大视场的场景，如风机、箱体内部等存点焊接的场景，也适合需要大视场高视的实时跟踪，抗飞溅能力强；</p> <p>2、视场高度范围（探头底部距工件表面的高度，280-390mm）；视场宽度：80mm；</p> <p>3、受限的应用场景：部分空间限制的场景。</p> <p>4、如铁塔脚等需要长时间、高强度焊接的场景。</p>
------	--	--

该方案可使用240B和330B两款激光，不同的激光具有不同的挡弧装置。以下简要介绍了两种激光的结构。

240GB激光传感器如下图所示。

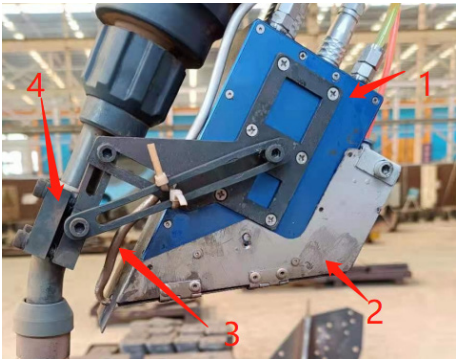


图 3.1 CRP-VLS-240GB-V01

- 1、探头(240B)
- 发射激光及接收焊缝信息
- 2、挡弧装置(240B)
- 阻挡电弧飞溅，保护镜片
- 3、风刀（铝管）
- 吹走焊烟，降低镜头温度
- 4、夹具
- 固定探头在焊枪上

240GB激光传感器如下图所示。

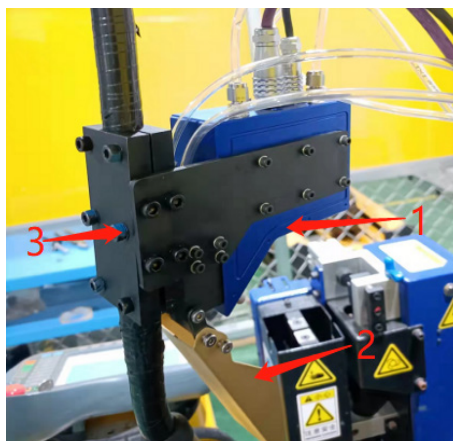


图 3.2 CRP-VLS-330GB-V01

1、探头(330B)

发射激光及接收焊缝信息

2、挡弧装置(330B)

阻挡电弧飞溅，保护镜片

3、夹具

固定探头在焊枪上

3.3 焊枪

该方案推荐选用内置式阿波罗水冷22度焊枪，焊枪如下图所示。



ARH01350/02350/03350	
额定电流/暂载率	CO ₂ 600A/100%
	MAG 550A/100%
冷却方式	双路水冷（可扩展三路水冷）
焊丝直径	0.8—1.6mm
内置防撞器复位精度	±0.03mm

3.4 焊机



D-Arc 焊接系统 半自动构成		
【双电源 水冷】		
焊接电源		WB-DPS
送丝装置		CMW-7403-C
水冷焊枪 (5m)	5mm	BTW500-50
通信控制电缆		BKCDP-01
送丝侧焊接电缆 (电源 并联用)	70mm ² ×2mm	BKPT-7002
母材侧焊接电缆 (电源 并联用)	70mm ² ×2mm	BKPT-7002
母材侧焊接电缆 (并 联)	70mm ² ×7mm	BKPT-7007
母材侧焊接电缆 (并 联)	70mm ² ×7mm	BKPT-7007
模拟遥控盒	中文	K8116D00
CO2流量调整器		FCR-50-220V
水箱		CU-113

10m	送丝侧焊接 线缆（并 联）	$70\text{mm}^2 \times 12\text{mm}$	BKPT-7012
	送丝侧焊接 线缆（并 联）	$70\text{mm}^2 \times 12\text{mm}$	BKPT-7012
	10芯控制线 缆	10芯 \times 10m	BKCPJ-1010
	遥控盒用延 长线	6芯 \times 10m	BKCPJ-0610
	气管	10m	BKGG-0610
	水管	10m	BKWR-0610

★适用焊丝

实芯碳钢，1.2/1.4/1.6规格

★保护气体

二氧化碳100% 流量 不低于30t/分

★注意

普通焊缝使用单电源焊接，等级焊缝使用双电源焊接。

3.5 外部轴



小回转技术参数	8轴	大回转技术参数	7轴
最大负载	1.0T	最大负载	1.5T
最大输出扭矩	1500NM	最大输出扭矩	2400NM
旋转范围	±360°	旋转范围	±110°
重复定位精度	0.1	重复定位精度	0.1
电机型号	迈信 130MSL09620MZA1	电机型号	迈信 130MSL14320MZA1

3.6 清枪站



剪丝过程：

1、移动焊枪到开始位置进行剪丝 机器人控制器发出“剪丝”指令，电气激活剪丝过程。（+24V，信号应持续大约 0.2 秒）

清枪喷油过程：

- 2、焊枪移到清枪位置
- 3、机器人控制系统给清枪器发出“开始清理”指令。（+24V 信号）
- 4、夹紧焊枪喷嘴，“夹紧气缸打开”信号停止（0V）。
- 5、开始信号控制清枪时间。只要“开始清理”信号继续，铰刀就旋转上升，滑移机构推动铰刀上升。信号持续 2-5 秒钟即可。
- 6、铰刀停止转动，自动从焊枪喷嘴中退出。
- 7、防飞溅剂自动喷射到焊枪上，持续时间约为 0.5 秒。
- 8、焊枪喷嘴夹紧气缸自动打开。
- 9、将焊枪移出清枪位置。清枪过程完成。

3.7 PLC



PLC: 信捷 XD



HMI: TouchWin

3.8 焊接材料

焊丝材质：碳钢

焊丝直径：1.2、1.4mm（普通焊缝1.2，等级焊缝1.4）

气体：CO₂或80%CO₂+20%Ar

★注意

等级焊缝焊接时，需在送丝机增加焊丝矫正器。

3.9 辅助设备

3.9.1 气动阀



作用：

- 1、控制激光防护装置打开与关闭。
- 2、控制风刀打开与关闭。

★注意

使用330GB探头时无风刀，不需要增加控制风刀的电磁阀，仅需要挡弧装置电磁阀。

3.9.2 气动传感器



作用：

- 1、检测压缩气压力。
- 2、检测保护气压力。

★注意

传感器信号需连接至机器人PLC，压力过低时停止机器人运动并报警。

3.9.3 激光水箱



外形尺寸：47*27*37CM

工作原理：

冷水机的工作原理是蒸气压缩式制冷——利用液态制冷剂汽化时吸热，蒸汽凝结时放热的原理进行制冷的。在制冷技术中，蒸发是指液态制冷剂达到沸腾时变成气态的过程。液态变成气态必须从外界吸收热能才能实现，因此是吸热过程，液态制冷剂蒸发汽化时的温度叫做蒸发温度，凝结是指蒸汽冷却到等于或低于饱和温度，使蒸汽转化为液态。

★注意

焊枪与激光的水冷装置必须分离，否则不能达到冷却激光的目的。

3.10 机械安装注意事项

- 1、安装完成后，工作站调平并固定安装基板，避免基板扭曲、移动
- 2、激光管线包留足够的长度，避免工作时拉扯
- 3、强弱电分离，防止激光识别受影响
- 4、减速机添加润滑油

四、软件说明

4.1 软件版本

1、检查路径

【监视】→【软件信息】

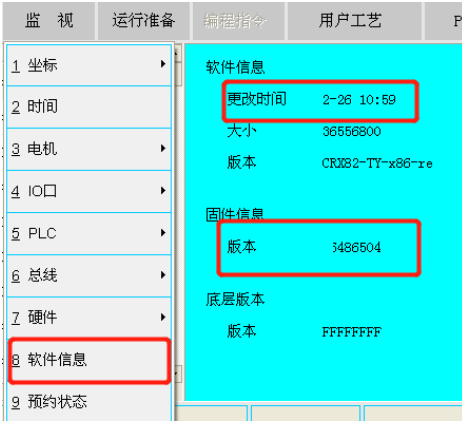


图 4.1

2、检查项目

*软件信息：更改时间

*固件信息：版本

版本不一致时，可能会缺少功能或存在不可预料的BUG。

4.2 软件功能

需要使用到的软件功能如下表所示。

序号	功能名称	备注
1	参数化编程—铁塔脚	参数/轨迹计算
2	激光功能包	搜寻存点/焊缝识别/焊缝间隙传感
3	多层多道焊接工艺包	多层多道轨迹计算
4	基础弧焊工艺包	焊接控制
5	摆弧工艺包	摆弧轨迹计算
6	通讯功能	mudbus通讯连接
7	协同功能	改变摆放工件姿态
8	寻位功能	激光寻位、偏移计算

五、铁塔脚工件介绍

5.1 简要介绍

铁塔塔脚，其主要由底板、筋板和连接板等通过焊接的型式连接而成，它是铁塔的基础，同时又是整个铁塔的支撑部件，承受着来自塔身的重力，塔身由于风、雪、地震等载荷对塔脚所产生的拉（压）力等，其结构加工质量决定着整基铁塔质量的一个关键点，连接板上有几组平行度要求的孔，主要用于与连接角钢的连接，因此，塔脚焊接具有焊接量大、焊接难度高、易产生焊接变形等诸多特点。



图 5.1

5.2 铁塔脚规格

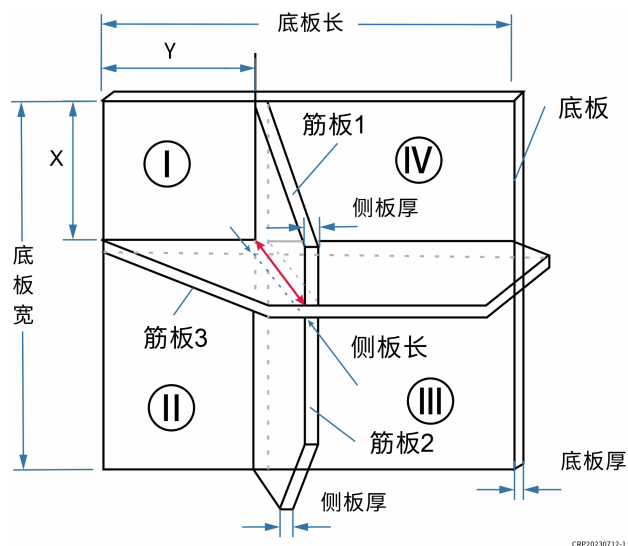


图 5.2

序号	参数名称	变化范围 (mm)	详细描述
A	底板长/宽	300~1200	底板的长度
B	底板宽	300~1200	底板的宽度
C	底板厚度	20~90	底板的板厚
D	侧板倾角1	0~10°	筋板1与底板1的钝角-90度
E	侧板倾角2	0~10°	筋板3与底板1的钝角-90度
F	侧板长度	300~1200	筋板的高度，上图红色箭头处长度
G	侧板厚度	6~36	筋板的厚度
H	偏中X轴	0~200	筋板在底板十字交点距底板中心的距离
I	偏中Y轴	0~200	筋板在底板十字交点距底板中心的距离

5.3 工艺介绍

1. 下料工艺

主要为火焰切割，部分为激光切割及剪板机。

每个厂的设备不一致，使用激光切割在逐渐增多，剪板机逐渐被火焰或激光替代。



图 5.3

2. 组队工艺

组队方式为人工组队，通过国家电网图纸，在工件上画线对齐组装，组队间隙0~4mm，侧板倾角误差 $\pm 1^\circ$ 。

3. 焊接工艺



图 5.4

- 1、焊接时需要将焊缝放置到船型，如上图。
- 2、焊缝分为角接焊缝与坡口焊缝，坡口焊缝需要打底焊接后再盖面焊接，角接焊缝直接盖面。
- 3、焊高以焊缝较薄的板为准，且多为多层多道焊接。各个厂家对焊高有不同的要求，有的厂家要求焊高为板厚的1.4倍，有的焊高与板厚无关，由生产管理人员根据电网要求指定。
- 4、焊接顺序为先焊侧板再焊底板焊缝，其焊接顺序是为了减少过程中的变形。

六、准备工作

6.1 工件安装



图 6.1

1、铁塔脚

安装时与底板与变位机贴合，底边分别与机器人基坐标系X、Y方向基本平行，安装完成后，面向人手右侧的部分为铁塔脚的最小区域部分。

2、工装

工装的高度与铁塔脚底板厚度相关联，铁塔脚安装完成后，工装突出部分不超过铁塔脚底板10mm，否则需更换工装，避免焊接过程中的干涉。

3、变位机

双轴变位机，通过旋转两侧的转盘，调节工装在丝杆上的位置，使其对齐工件的定位孔。

6.2 标定

1、工具标定

焊丝干伸长30mm进行标定，建议使用专用针尖进行标定，针尖长度为导电嘴加30mm的长度，详见《机器人简易操作说明书》。

2、用户标定

ORG点位于变位机中心，XX方向与铁塔脚底板宽平行，YY方向与铁塔脚底板长平行。

3、激光标定

使用标定好的TCP进行标定（激光标定详见《激光传感器功能使用说明书》），标定完成后建立程序进行检测标定精度。

```
1  MOVJ VJ=30.0% PL=9 TOOL=1
2  OPENLASER#(1)
3  SETLASERPARA#(0) 1
4  SEARCHLASER#(0) 1 11 0
5  CLOSELASER
6  MOVL VL=600.0MM/S GP#11 PL=9 TOOL=1
```

图 6.2

检测方式1: 记录的GP点与拍照点姿态一致，用以检查激光标定的精度。

检测方式2: 记录的GP点与拍照点姿态变化较大，用以检查TCP精度。

4、协同标定

使用标定好的TCP进行标定，在变位机上安装一个固定尖点，可以将清枪站上的尖点安装在变位机进行标定，安装前需在变位机打孔，用以安装尖点。

★注意

标定干伸长低于30mm时，在焊接过程中容易出现干涉，焊丝过长容易出现气孔。

七、铁塔脚参数一体化功能说明

7.1 简介

本系统需要选择一个基准铁塔脚工件，通过输入铁塔脚的特征参数，来对示教的原轨迹进行偏移，再通过激光寻位、存点进行轨迹确认，从而实现轨迹自适应的目的。通过外部设备（如PLC），输入铁塔脚特征参数，焊接工艺号，从而实现参数匹配的目的。

7.2 铁塔脚象限划分及标定塔脚坐标系

铁塔脚坐标系根据塔脚工件摆放的位置不同也就不同。建立用户坐标系需同时满足以下条件：

1. 以铁塔脚中心为原点。
2. 侧板交点所在位置位于X轴与Y轴 正方向之间。
3. Z轴方向需向上（依照右手法则）。

铁塔脚象限以侧板交点为象限中心，侧板与底板的交线为界划分出四个象限，根据上述建立的用户坐标系确定四个象限的方向，如下图所示。

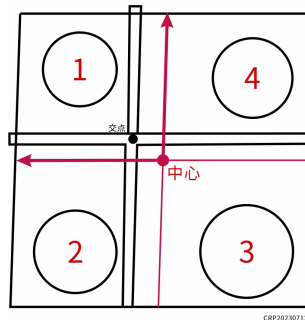


图7.1

每一条塔脚焊缝都有了唯一的标注。以象限+坐标轴的方式来划分。

如2-Y，表示第二象限，Y方向的焊缝。

如4-Z。表示第四象限，Z方向的焊缝。

7.3 船型焊接介绍

在焊接时，每一条焊缝需要变换不同的变位机位置，这就需要建立的用户坐标系（铁塔脚坐标系）根据协同关系进行随动。在编程时，通过带上协同指令COORD来告知系统，需要将用户坐标换算到协同下。

关于船型焊接的变位机位置计算：

系统会根据焊接前输入的“角度参数”和当前焊接的焊缝，塔脚焊缝计算指令计算出J7、J8轴的角度值，并将角度赋值给运动指令，达到船型焊接的目的。

★注意

示教点时的外部轴角度与变化后的外部轴计算的位置角度若超过40度，系统会报警。

7.4 铁塔脚参数设置

点击以下路径进入参数一体化界面，如下图所示。

路径：【用户工艺】—【7 参数化编程】-【1 铁塔脚】

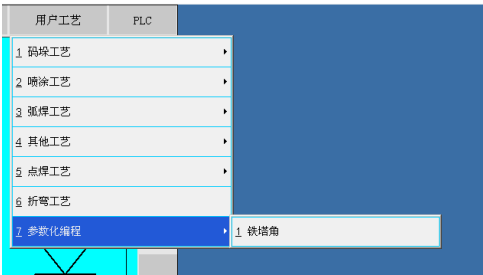


图 7.2

铁塔脚参数界面如下：



图 7.3

- 1、参数组号：设置需要焊接铁塔脚的参数组。
- 2、注释：设置标注。
- 3、拷贝到：配合拷贝操作，可以将参数复制到其他参数组。

参数设置完成后，点击模板参数，进行铁塔脚模板设置。



图 7.4

- 1. 模板号：设定当前选择的塔脚模板号。
- 2. 注释：模板号注释。
- 3. 塔脚坐标系号：在变位机上建立的用户坐标系号。
- 4. 设置模板铁塔脚的参数。

设置完成后，点击【返回】到主界面，然后进入铁塔参数界面，如下图所示。



图 7.5

- 1. 参考模板号：选择建立模板程序时的模板塔脚号。

2. 铁塔脚参数：输入实际焊接的铁塔脚参数。
3. 铁塔偏移量（OP100~OP105）根据实际参数和模板参数，对比计算得出。
4. 设置完成后，点击【返回】进入【焊接参数】界面。



图 7.6

在相应焊接参数组中选择要将使用到的焊接工艺号、摆弧工艺号和多层多道工艺号。



图 7.7

7.5 铁塔焊接参数组调用

参数组号：40~46

选择一个参数组，如40号，设置焊接、摆弧，多层多道工艺号；

当使用铁塔脚参数化编程时，焊接指令，摆弧指令和多层多道指令调用工艺号时，都设置为40，系统会根据40号参数组中设置的值，进行对应调用。

例如：

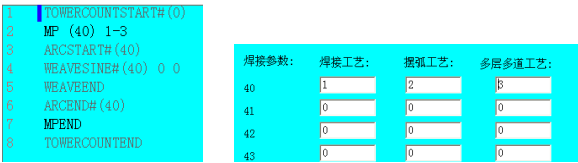


图 7.8

上图中程序中使用了塔脚计算指令，调用的焊接参数为铁塔脚参数界面设置的参数，分别是焊接1号工艺，摆弧2号工艺和多层多道3号工艺。

如果未使用塔脚计算指令，则调用的焊接参数分别是焊接40号工艺，摆弧40号工艺和多层多道40号工艺。

7.6 变量参数说明

铁塔脚参数及多层多道工艺参数组号可通过外部PLC输入，PLC输入数据至通讯变量GI320-GI334，对应关系如下。

铁塔脚参数设置（实际焊接塔脚参数）

参数名称	通讯变量	参数名称	通讯变量
通讯标志	GI320	侧板2倾角	GI325
底板长	GI321	侧板长	GI326
底板宽	GI322	偏中X轴	GI327
底板厚	GI323	偏中Y轴	GI328
侧板1倾角	GI324		

如上表所示，GI320=1时，铁塔脚的参数使用上表所示变量值，GI320=0时，铁塔脚的参数使用参数界面设置值。

★注意

输入值为实际值的10倍。

多层多道参数号

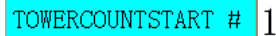
参数名称	多层多道工艺	通讯变量
40	X	GI331
41	X	GI332
42	X	GI333
43	X	GI334

注意事项：

- ① 铁塔脚坐标系需要建立在工件夹具上，不要建立在铁塔脚底板上。
- ② 双轴变位机关节的方向：J7+方向为外翻，J8+为逆时针旋转，协同关系已经标定后，再建立铁塔脚坐标系，建立时需要J7,J8轴在零位。
- ③ 示教出来的轨迹坐标，想要通过变换后得到较为精确的位置，需要进行两次偏移。第一次是OP100~OP105的塔脚偏移，第二次是激光寻位存点，其中塔脚偏移通过“运动程序中带OP变量”实现。
- ④ 运行“TOWERCOUNTSTART”指令后，程序保持“铁塔计算”状态，此时，不能修改原有程序点位（能够操作但不能保存）；如需退出此状态，只能运行“TOWERCOUNTENDt”指令。

八、指令说明

8.1 塔脚计算指令

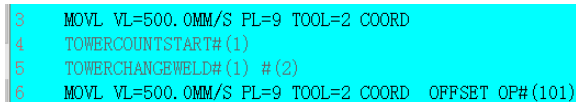


```
TOWERCOUNTSTART # 1
```

图 8.1

“TOWERCOUNTSTART”为计算塔脚偏移值指令，1表示塔脚参数组号1，通过该指令计算出当前焊接塔脚与模板塔脚的偏移值，并赋值给OP100-OP105，运行该指令后，进入塔脚计算状态，通过退出程序或结束指令，清除状态。

程序在塔脚计算状态且处于协同状态时，运动轨迹偏移方向为用户坐标系方向。



```
3  MOVL VL=500.0MM/S PL=9 TOOL=2 COORD
4  TOWERCOUNTSTART#(1)
5  TOWERCHANGEWELD#(1) # (2)
6  MOVL VL=500.0MM/S PL=9 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(101)
```

图 8.2

如上图所示，第6行程序“OP#（101）”是以塔脚用户坐标系方向进行偏移。

8.2 塔脚焊缝计算指令

```
TOWERCHANGEWELD # 4 1
```

图 8.3

“TOWERCHANGEWELD”为计算当前焊缝在船型状态时外部轴的角度值，使后面运动程序强制外部轴到达计算出的角度位置。指令后的参数分别为象限和坐标方向。上图指令后的参数表示为焊缝4-Z（第二个参数设置：1（Z）；2（X）；3（Y））。

8.3 结束塔脚计算指令

```
TOWERCOUNTEND
```

图 8.4

“TOWERCOUNTEND”结束塔脚计算状态。

九、激光传感器说明

9.1 焊缝类型识别

焊缝类型分为角接及坡口，图像如下所示。

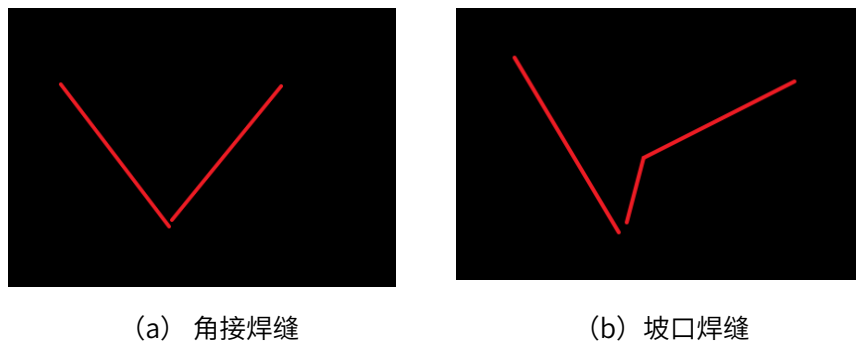


图 9.1

两种焊缝在图像上具有较大的差异，且两种焊缝的焊接工艺也不一致，因此需要区分。

通过“SEARCHLASER”指令进行焊缝类型识别。



图 9.2

使用激光搜寻指令，变量GI进行接收焊缝类型，运行该指令后，GI0的值会发生变化。

GI0=0 表示角接焊缝，GI0=1 则表示左坡口焊缝，GI0=2 表示右坡口焊缝。

9.2 坡口深度计算

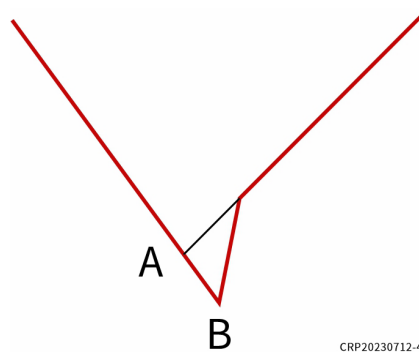


图 9.3

激光分别记录A、B两点，A点为角接点，B点为坡口点。

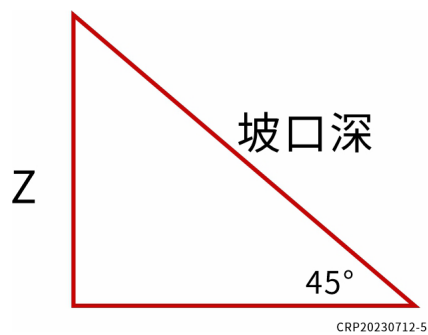


图 9.4

对比A、B两点后，通过三角函数，可得出坡口深度，示例程序如下所示。

- 1 TIME T=100 /延时
- 2 COUNTOFFSET 点 输出OP#(228) GP#(588) GP#(409) /点位对比
- 3 DIV OP#(228(3)) 0.700 /计算坡口深度

端点寻位点计算 (Z向焊缝)

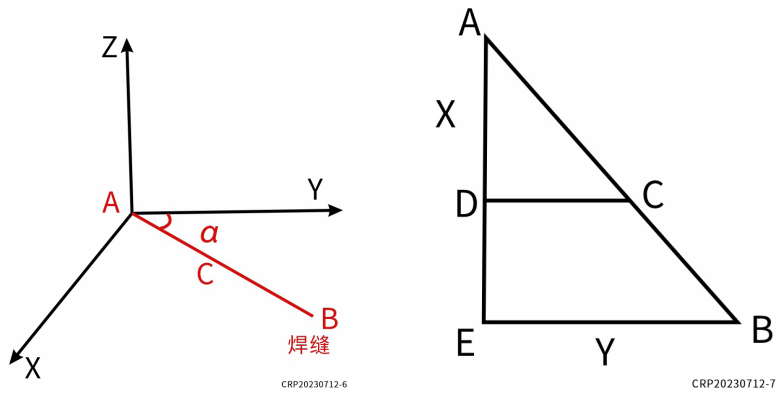


图 9.5

角度 α 会随着侧板倾角的变化而变化，因此Z向焊缝的寻位轨迹也要发生变化

步骤：

- 1、激光在焊缝AB上记录C点。
- 2、通过角点计算指令，找到A点。
- 3、通过对比A、C点，得出AD、CD的值。
- 4、已知AB的长度为侧板长度，利用相似三角形，计算出AE、BE,即从A点偏移到B点在X,Y方向上的偏移值，同理可计算出Z方向的偏移值。
- 5、由于计算方式存在误差，因此需要用激光寻位来找到准确的B点。
- 6、A点是焊枪TCP的位置，需要使激光照射到A点。
- 7、通过对比激光记点时的位置与记录点位的位置，计算当前激光搜寻角度下，焊枪与激光的相对关系，用OP变量存储。
- 8、将计算出的B点加上OP变量，即可得到激光照射在B的机器人位置。

9.3 多层多道焊接（参数自适应）

1、焊接轨迹偏移计算

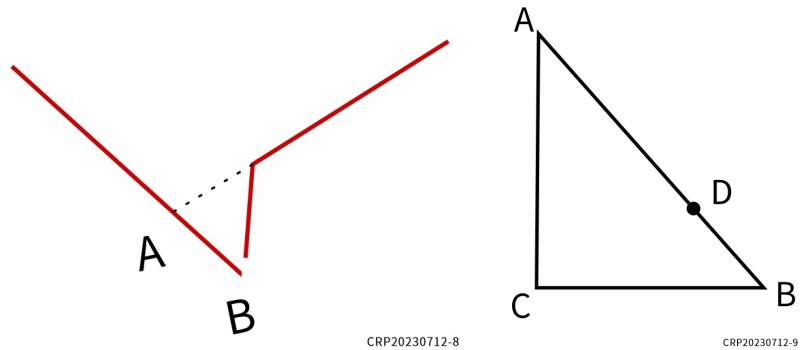


图 9.6

焊接时需要打底后盖面，即在B点焊接将坡口填满，再到A点焊接。

焊接起点有焊疤，焊接结束点是通过角点计算得到，因此记录点位通常在A点即角接点，B点为坡口点。

步骤：

- 1) 通过激光存点，找到A、B两点的相对关系，记录在OP变量，得到坡口深度；
- 2) 通过寻位、角点计算找到焊接起点及结束点；
- 3) 根据坡口深度，将OP变量减去一个固定值，使B点向D点偏移2mm；
- 4) 将坡口打底焊接起点及结束点加上OP值，使坡口打底点偏移至D点位置。

2、焊接逻辑

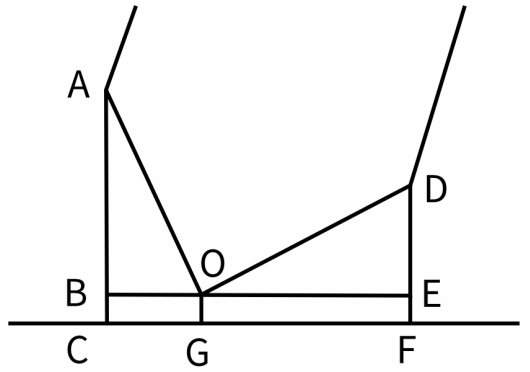
焊接参数自适应：

编辑参数库→参数自适应→调用焊接

- 1) 在多层多道工艺中，记录符合要求的多个工艺号参数；
- 2) 焊接前根据坡口深度，设置打底参数工艺号；
- 3) 根据板厚，设置盖面参数工艺号；
- 4) 工艺号更改需要用到通讯功能，即需要在塔脚运行状态运行多层多道。

9.4 等级焊缝打底焊接点计算

等级焊缝塔脚侧板坡口开45°，因此侧板与底板的夹角在35°~55°，焊缝间隙在±2.5mm，下图为塔脚实例，线段OG为焊缝间隙。



CRP20230712-10

图 9.7

通过激光可识别出焊缝间隙，即线段AC与DF,焊缝间隙通过指令从激光传输至机器人并保存至GD变量。



图 9.8

步骤：

1、AO、DO的长度与板厚相关， $\angle AOB$ 、 $\angle DOE$ 与倾角相关，以此可计算出AB、DE

$$AB = \sqrt{2}t / 2 * \sin(45 + \vartheta) \quad DE = \sqrt{2}t / 2 * \sin(45 - \vartheta)$$

注：t为侧板厚， ϑ 为侧板倾角

2、线段AB、DE为无间隙时的理论间隙值，使用激光实测值减去理论值，即当前焊缝间隙OG

$$OG = AC - AB = DF - DE$$

3、根据OG及 $\angle AOB$ 或 $\angle DOE$ ，以及当前的坡口点即可找到G点的位置，等级焊缝打底焊接点从G点向C或F点偏移2mm,根据倾角可计算出偏移的OP值

$$\text{焊接大倾角时偏移值 } Z = (OG / \tan(45 + \vartheta) + 2) * \sin(45 - \vartheta/2)$$

$$X = (OG / \tan(45 + \vartheta) + 2) * \cos(45 - \vartheta/2)$$

焊接小倾角时偏移值 $Z = (OG / \tan(45 + \vartheta) + 2) * \sin(45 + \vartheta/2)$

$X = (OG / \tan(45 + \vartheta) + 2) * \cos(45 + \vartheta/2)$

焊接侧板时 $X = (OG + 2) * \sin(45^\circ)$

$Z = (OG + 2) * \cos(45^\circ)$

通过以上步骤，实现等级焊缝的间隙计算，打底点位计算，等级焊缝塔脚的自适应焊接，因机器人无法计算三角函数，编写子程序根据倾角赋值提前计算好的值。

9.5 激光焊缝参数说明

焊缝参数界面如下图所示。



图 9.9

1、检查模式

1: 基于边偏移, 跟踪点位在角接位置(A点)。

3: 角焊缝, 跟踪点位在坡口位置 (B点) 。

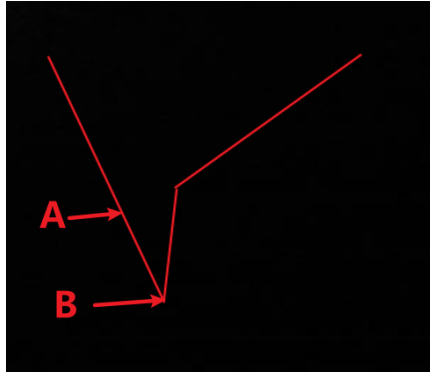


图 9.10

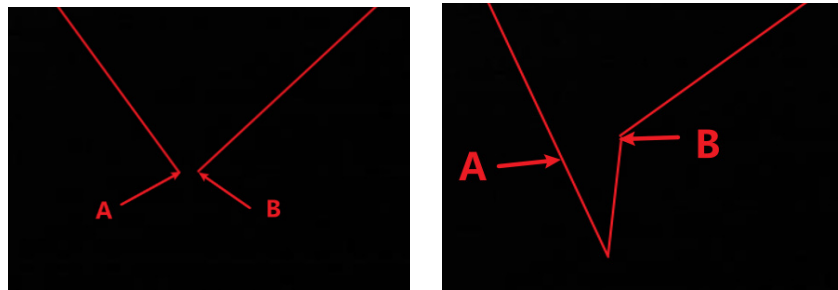
2、边偏移量

使用基于边偏移记录点位时, 设置为0。

3、最小/最大间隙阈值

设置A、B两点间的距离范围值, 激光测量的间隙值若小于最小间隙阈值, 或大于最大间隙阈值则识别为角接焊缝; 若测量的间隙值在设定的范围内, 识别为坡口焊缝。

角接焊缝间隙通常在0-4mm, 坡口焊缝间隙通常在6-20mm。角接焊缝设置4/6, 坡口焊缝设置6/20。



(a) 角接焊缝

(b) 坡口焊缝

图 9.11

4、最小/最大坡口角度

最小/最大坡口角度为角A的角度变化范围。

角接焊缝无坡口, 设置为0; 坡口焊缝角度变化在10-60度。

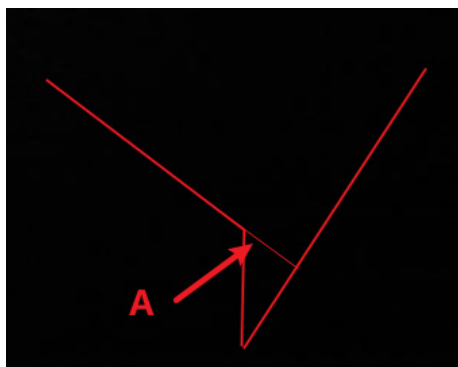
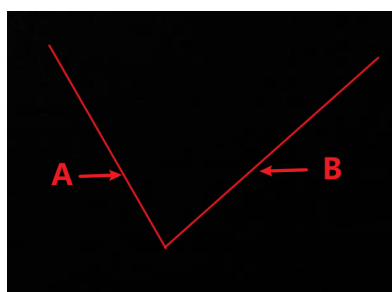


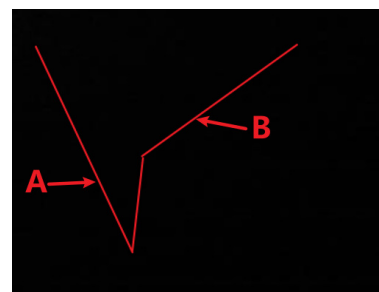
图 9.12

5、最小/最大夹角

最小/最大夹角为组成角接焊缝的AB两条线段的夹角，实际塔脚焊接面两块板之间的夹角，角度变化范围为70-110度。



(a) 角接焊缝



(b) 坡口焊缝

图 9.13

6、最短边长

边长描述：线AB与线CD为边长。

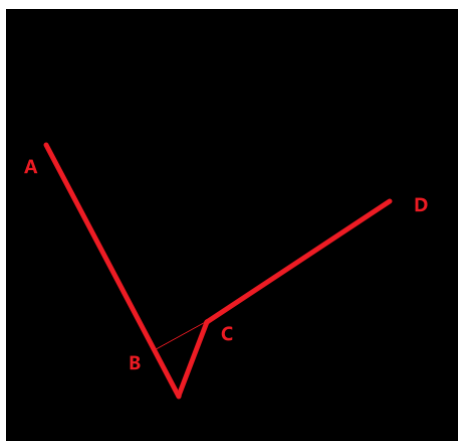


图 9.14

该参数描述两条边识别的最短长度，超过此长度才认为是正常图像。

7、坡口可见

坡口边为线段BC，如下图所示。

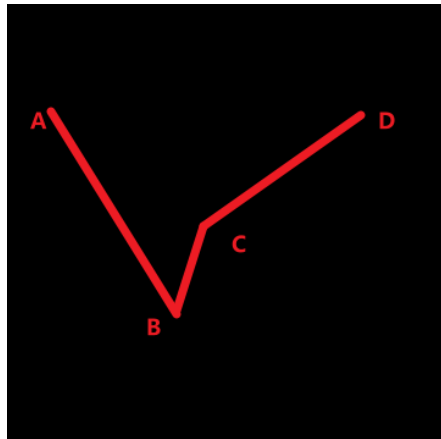


图 9.15

该参数描述图像是否具有线段BC，勾选后图像有线段BC才认为是坡口焊缝，线段BC显示部分即坡口边。

8、坡口可见

坡口焊缝焊接前的人工焊接打底深度（H）。

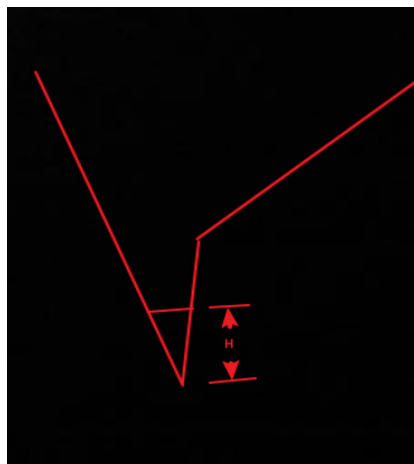


图 9.16

9、图像处理方式

普通焊缝使用1或2，高反光焊缝使用3；方式3包含了方式1、2的功能，一般选择方式3进行调试。

10、基于模板方式

设定跟踪时是否基于模板，一般用于寻位，需先学习模板。

11、模板学习

设定当前参数所识别的焊缝类型，学习后当前参数只能识别设定的焊缝类型。勾选后进行模板学习，学习成功后自动取消勾选。

12、焊缝搜寻方法

0：常规检查。进行记录点位或寻位跟踪。

1、2：焊缝实时学习。

9.6 焊缝模板学习方法（用于焊缝寻位）

1、移动机器人至焊缝位置，然后打开激光，使激光稳定照射在焊缝上，UI图像清晰显示当前焊缝；

2、根据焊缝实际变化范围，设置焊缝特征参数，勾选模板学习参数；

3、点击跟踪后激光开始学习焊缝，直到UI界面显示绿色加号，跟踪到焊缝；

4、进入参数设置界面，焊缝特征参数显示为当前焊缝各参数范围，将特征参数更改为当前类型焊缝实际变化范围，勾选参数基于模板方式，焊缝搜寻方法改为0；

5、完成以上步骤后，点击跟踪，测试是否能搜寻成功，焊缝模板学习设置结束。

9.7 激光记点、焊缝类型识别参数设置方法

- 不使用模板，固定点搜寻；
- 设置焊缝特征参数使其包含所有焊缝类型；
- 图像检测模式选择基于边偏移。

1、角接焊缝

角接焊缝有两种形式：

1) 两条线段不相交，有一点间隙，间隙范围通常在0-4mm，此间距是由塔脚下料组装误差形成,间隙太大会导致焊接时焊液流动到其它焊缝。

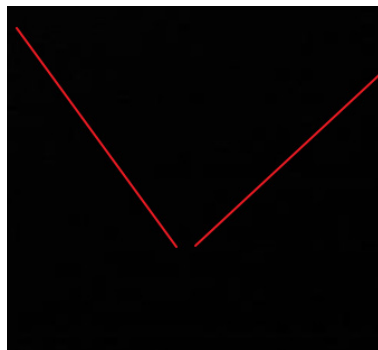


图 9.17

2) 两条线段相交，无间隙。

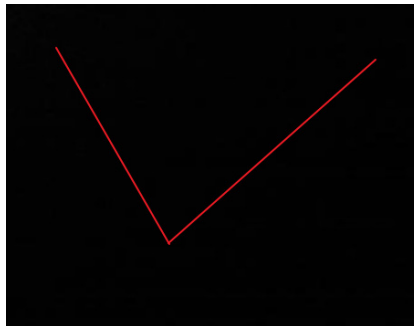


图 9.18

焊缝特征参数设置如下图所示。

特征参数 - 4

别名	jjaojie
检测模式: 1-- 基于边偏移, 2 -- 边偏移和角焊缝,角焊缝优先, 3 -- 角焊缝, 4 -- 边缘	1
边偏移量(mm)	0
最小间隙阈值(mm):	4
最大间隙阈值(mm):	6
最小坡口角度:	0
最大坡口角度:	0
最小夹角:	70
最大夹角:	110
打底深度(mm):	1
区域坐标X	24
区域坐标Y	64
区域宽度	640
区域高度	200
图像反射处理方法, 取1,2或3	3
是否图像模糊, true?false?,通常为true	<input checked="" type="checkbox"/>

取消 确定



图 9.19

2、坡口焊缝

坡口焊缝特点：存在坡口边

坡口长度：线AB

坡口间隙：线AC

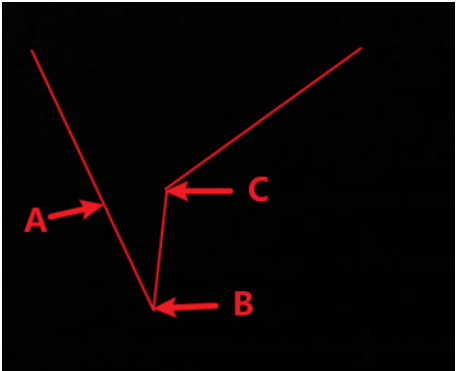


图 9.20

焊缝特征参数如下图所示。

特征参数 - 2

别名

zuopokou

检测模式: 1-- 基于边偏移, 2 -- 边偏移和角焊缝,角焊缝优先, 3 -- 角焊缝, 4 -- 边缘

1

边偏移量(mm)

0

最小间隙阈值(mm):

5

最大间隙阈值(mm):

25

最小坡口角度:

10

最大坡口角度:

60

最小夹角:

70

最大夹角:

110

打底深度(mm):

1

区域坐标X

72

区域坐标Y

8

区域宽度

712

区域高度

264

图像反射处理方法, 取1,2或3

3

是否图像模糊, true?false?,通常为true

☒

取消

确定

特征参数 - 2

平滑模式, 0-11, 数字越大, 细节越丰富, 冗错越差

1

样本图像检测精度, 数字越大, 精度越低: 4-20, 通常设为12

12

焊接速度, 单位: 毫米/秒

5

焊点长度, 单位: 毫米

3

检测焊缝结束点长度, 小于0表示不检测 单位: 毫米

5

前视距离 单位: 毫米

0

焊缝学习长度(mm)

5

焊缝点冗余变化范围(mm)

1.50

基于模板方式

☒

恢复模板数据

☐

模板学习

☐

是否自动调节图像阈值, true或false

☐

激光亮度: 0-100

100

曝光设置: 0-1000

180

焊缝搜寻方法: 0--常规检测, 1--无焊缝到有焊缝, 2--有焊缝到无焊缝

0

版本:

3.01.040-qf-opt

取消

确定

图 9.21

记点、焊缝识别参数设置如下图所示。

特征参数 - 1

别名

xunwei

检测模式: 1-- 基于边偏移, 2 -- 边偏移和角焊缝,角焊缝优先, 3 -- 角焊缝, 4 -- 边缘

1

边偏移量(mm)

0

最小间隙阈值(mm):

5

最大间隙阈值(mm):

25

最小坡口角度:

0

最大坡口角度:

0

最小夹角:

0

最大夹角:

0

打底深度(mm):

20

区域坐标X

8

区域坐标Y

0

区域宽度

848

区域高度

280

图像反射处理方法, 取1,2或3

3

是否图像模糊, true?false?,通常为true

☒

取消

确定



图 9.22

十、程序说明

10.1 编程要点

10.1.1 焊枪角度

在焊接不同部分，焊枪的角度也需要作相应的调整，焊枪角度如下图所示。

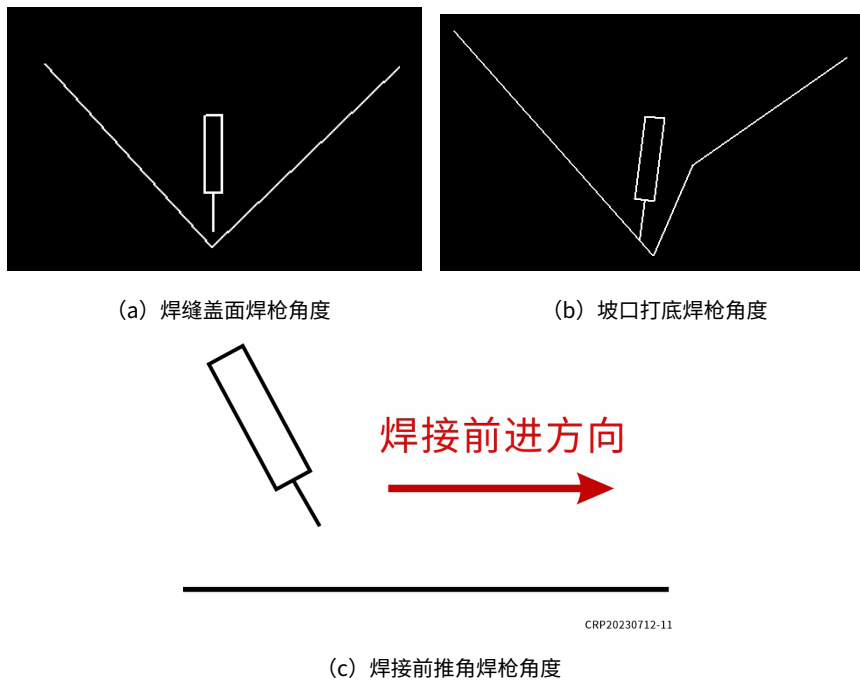


图 10.1

10.1.2 干伸长

干伸长在进行标定时即决定为30mm,小于30mm时,容易在坡口打底焊接时焊枪与工件干涉,大于30mm后,保护气效果变差,容易出现气孔。

10.1.3 其他注意事项

1、铁塔脚坐标系可使用铁塔脚底板的第三象限快速标定。双轴变位机关节的方向: J7+方向为外翻, J8+为逆时针旋转, 协同关系已经标定后, 再建立铁塔脚坐标系, 建立时需要J7,J8轴在零位。

2、示教出来的轨迹坐标, 想要通过变换后得到较为精确的位置, 需要进行两次偏移, 第一次是OP100~OP105的塔脚偏移。第二次是激光寻位存点; 其中塔脚偏移通过“运动程序中带协同和OP变量”实现。

3、运行“TOWERCOUNTSTART”指令后, 程序保持“铁塔计算”状态, 此时, 不能修改原有程序点位(能够操作但不能保存), 如需退出此状态, 运行“TOWERCOUNTSTART”指令或退出当前程序进行状态复位。

4、焊接后不能进行准确的搜寻点位, 因此, 用于包边的点位需要提前搜寻

5、角点计算需要至少4个点, 使用当前焊缝两个点及相交一条焊缝两个点, 可使用协同转换功能, 将已记录的点位转换至当前外部轴角度, 再进行角点计算, 减少点位搜寻次数

6、程序中断后, 手动运行时应禁止7、8轴运动, 防止外部轴状态变化

7、焊接后会有焊高影响当前象限其余焊缝搜寻, 其余焊缝搜寻时, 需避开已焊接位置, 可通过偏移实现

8、焊接点位记录的是角接位置, 坡口塔脚打底焊接点位通过角接点偏移获得, 偏移值通过坡口深度或间隙等方式进行计算获得。

10.2 程序逻辑

序号	底板焊缝	侧板焊缝	包边焊缝	清枪
1	安全点	安全点	安全点	安全点
2	计算塔脚变化值	计算塔脚变化值	计算塔脚变化值	禁止外部轴
3	将焊缝旋转至船型	将焊缝旋转至船型	将焊缝旋转至船型	吐丝
4	焊缝类型识别	记录角点计算点1、2	焊缝类型识别	剪丝
5	记录角点计算点	判断铁塔脚正反倾角	焊缝起点寻位记点	清枪
6	焊缝起点寻位记点	记录角点计算3	计算焊缝终点	喷油
7	坡口深度计算	焊缝类型识别	焊缝偏移计算	回到安全点
8	计算焊接结束点	记录角点计算4	焊接	解除禁止外部轴
9	焊缝偏移计算	计算焊接结束点	回到安全点	
10	多层多道焊接	端点寻位点计算		
11	回到安全点	端点寻位		
12		坡口深度计算		
13		焊缝偏移计算		
14		多层多道焊接		
15		回到安全点		

10.3 示例程序

10.3.1 主程序

CALL 初始化 N1	初始化变量
MOVJ VJ=50.0 PL=0 TOOL=2	原点
CALL 初始化 N2	初始化变量
CALL 运算 N3	包边焊接的偏移值
CALL 焊前寻点op105 N4	焊接前提前搜寻焊接点
CALL 焊前寻点3x N5	
CALL 焊前寻点2y N6	
CALL 焊前寻点1yop101 N7	
CALL 焊前寻点4xop104 N8	
CALL 焊前寻点3yop102 N9	
CALL 焊前寻点2xop103 N10	

CALL 3z N11	调取塔脚主要焊缝焊接程序
CALL 1z N12	
CALL 清枪站 N13	
CALL 4z N14	
CALL 清枪站 N15	
CALL 2z N16	
CALL 清枪站 N17	
CALL 1x N18	
CALL 清枪站 N19	
CALL 4y N20	
CALL 清枪站 N21	
CALL 1y N22	
CALL 清枪站 N23	
CALL 2x N24	
CALL 清枪站 N25	
CALL 3y N26	
CALL 清枪站 N27	
CALL 4x N28	
CALL 清枪站 N29	
CALL 3x N30	
CALL 清枪站 N31	
CALL 2y N32	
CALL 包边焊接op105 N33	调取塔脚各顶点位置包边焊接程序
CALL 包边焊接1yop101 N34	
CALL 包边焊接4xop104 N35	
CALL 包边焊接3yop102 N36	
CALL 包边焊接2xop103 N37	
CALL 清枪站 N38	调取清枪程序

10.3.2 功能化子程序

初始化	初始化变量
SET OP#100(1) 0.000 N10	初始化偏移值
SET OP#100(2) 0.000 N11	
SET OP#100(3) 0.000 N12	
SET OP#101(1) 0.000 N13	
SET OP#101(2) 0.000 N14	
SET OP#101(3) 0.000 N15	
SET OP#102(1) 0.000 N16	

SET OP#102(2) 0.000 N17	初始化偏移值
SET OP#102(3) 0.000 N18	
SET OP#103(1) 0.000 N19	
SET OP#103(2) 0.000 N20	
SET OP#103(3) 0.000 N21	
SET OP#104(1) 0.000 N22	
SET OP#104(2) 0.000 N23	
SET OP#104(3) 0.000 N24	
SET OP#105(1) 0.000 N25	
SET OP#105(2) 0.000 N26	
SET OP#105(3) 0.000 N27	
RET N28	
z向搜寻偏移计算	计算Z向寻位时的方向（偏移值）
IF GI#(320)==1.000 0 N1	判断是否处于通讯状态
SET GI#(341) GI#(326) N2	存储侧板长度
SET GD#(80) GI#(8) N3	赋值焊高
SET GD#(81) GD#(80) N4	
SET GD#(82) GD#(80) N5	
MUL GD#(81) 0.000 N6	将值赋为0
SET GI#(326) GD#(81) N7	使侧板长度为0
TOWERCOUNTSTART#(1) N8	计算塔脚偏移值
SET OP#206(0) OP#105(0) N9	将当前OP105存储
TOWERCOUNTEND N10	结束塔脚计算
MUL GD#(82) 10.000 N12	将焊高放大10倍
SET GI#(326) GD#(82) N13	放大后的焊高赋值为侧板长
TOWERCOUNTSTART#(1) N14	计算塔脚偏移值
SET OP#207(0) OP#105(0) N15	将当前OP105存储
TOWERCOUNTEND N16	结束塔脚计算
SUB OP#207(1) OP#206(1) 0 0 0 0 N17	计算侧板变化前后的偏移值差值，该偏移值即可用于寻位，用做寻位方向
SUB OP#207(2) OP#206(2) 0 0 0 0 N18	
SUB OP#207(3) OP#206(3) 0 0 0 0 N19	
SET GI#(326) GI#(341) N20	将侧板长恢复至真实数据
ELSE 0 N21	未通讯则偏移值为0
SET OP#207(1) 0.000 N22	
SET OP#207(2) 0.000 N23	
SET OP#207(3) 0.000 N24	

ENDIF 0 N25	
RET N26	

运算	用于计算角接点偏移至坡口点的偏移值
TIME T=100 N1	
SET GD#(4) GI#(4) N2	将坡口深度赋值，计算，得出焊接打底时的偏移值
SET GD#(6) GD#(4) N3	
SET GD#(7) GD#(4) N4	
SET GD#(8) GD#(4) N5	
MUL GD#(6) 0.500 N6	
MUL GD#(7) -0.400 N7	
MUL GD#(8) -0.500 N8	
SET GD#(10) GI#(15) N9	将板厚进行赋值，计算，得出包边焊接时的偏移值
SET GD#(12) GI#(8) N10	
DIV GD#(12) 4.000 N11	
CALL z向搜寻偏移计算新 N12	调取偏移计算程序
RET N13	
清枪	清枪处理
FORBIDAXIS#(7) N26	
FORBIDAXIS#(8) N27	
CHANGETOOL#(2) N1	
MOVJ VJ=50.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
DOUT M#{191}=ON N4	吐丝
TIME T=1000 N5	
DOUT M#{191}=OFF N6	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	剪丝点
DOUT Y#(9)=ON N10	剪丝
TIME T=500 N11	
DOUT Y#(9)=OFF N12	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	

MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	清枪点
TIME T=500 N17	清枪
DOUT Y#(8)=ON N18	
TIME T=3000 N19	
DOUT Y#(8)=OFF N20	
TIME T=1000 N21	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
MOVL VL=300.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0	
FORBIDAXISEND#(7) N28	
FORBIDAXISEND#(8) N29	
RET N25	

10.3.2 焊接子程序

1X	
CHANGETOOL#(2) N1	改变工具坐标系为2
MOVJ VJ=70.0 PL=0 TOOL=2 COORD	安全点，此点远离塔脚，防止在变位机转动过程中碰撞
TOWERCOUNTSTART#(1) N3	开始塔脚计算，塔脚参数号1
TOWERCHANGEWELD#(1) # (2) N4	写入塔脚焊接焊缝位置1X,1表示1象限，2表示X方向，运行指令后，轨迹点必须是直线，否则外部轴角度会发生变化
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(101)	过渡点
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(100)	角接计算记录点1
DOUT Y#(10)=ON N7	打开挡弧装置
OPENLASER#(1) N8	记录用于角点计算的点1
SETLASERPARA#(33) 1 N9	
SEARCHLASER#(33) 1 555 0 N10	
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(100)	角接计算记录点2
OPENLASER#(1) N12	记录用于角点计算的点2
SEARCHLASER#(33) 1 554 0 N13	

DOUT Y#(10)=OFF N14	关闭挡弧装置
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(100)	过渡点
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(100)	
DOUT Y#(10)=ON N17	打开挡弧装置
OPENLASER#(1) N18	寻位，用以判断当前焊缝坡口类型
SETLASERPARA#(33) 10 N19	
SEACHSTART#(1) 1 33 N20	
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(100)	
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 SEACH NP#(0) 0 0 COORD OFFSET OP#(100)	
SEACHEND N23	
CALL 焊缝种类判断 N24	焊缝类型判断子程序
TIME T=200 N25	记录用于角点计算的点3
SETLASERPARA#(33) 1 N26	
SEARCHLASER#(33) 1 544 0 N27	
OPENLASER#(1) N28	寻位，找到当前焊缝焊接起点
CALL 激光参数自适用 N29	
SEACHSTART#(1) 1 33 N30	
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(101)	
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 SEACH NP#(0) 0 0 COORD OFFSET OP#(101)	
SEACHEND N33	
OPENLASER#(1) N34	记录焊接盖面点及坡口打底点
SETLASERPARA#(33) 1 N35	
SEARCHLASER#(33) 1 423 0 N36	
OPENLASER#(1) N37	
SEARCHLASER#(33) 1 447 0 N38	记录坡口深度计算点
OPENLASER#(1) N39	
SETLASERPARA#(33) 5 N40	
SEARCHLASER#(33) 1 581 0 N41	
CLOSELASER N42	进行坡口深度计算
CALL 1x坡口深度计算 N43	
DOUT Y#(10)=OFF N44	关闭挡弧装置

TIME T=2000 N45	角点计算，计算焊接结束点的盖面点及坡口打底点
DOUT M#(601)=OFF N46	
COUNTOFFSET 6 1 0 448 -1 -1 423 544 554 555 0 0 0 0 N47	
COUNTOFFSET 6 1 0 424 -1 -1 423 544 554 555 0 0 0 0 N48	
TOWERCOUNTEND N49	塔脚计算结束
CALL 1x焊接偏移计算 N50	焊接点位计算
TOWERCOUNTSTART#(1) N51	再次进行船型计算，防止船型状态变化
TOWERCHANGEWELD#(1) #(2) N52	
MOVJ VJ=70.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(101)	过渡点
MOVJ VJ=70.0 PL=0 TOOL=2 COORDOFFSET OP#(101)	
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2 COORD OFFSET OP#(101)	
TOWERCOUNTEND N56	
FORBIDAXIS#(7) N57	禁止外部轴运动
FORBIDAXIS#(8) N58	
TOWERCOUNTSTART#(1) N59	进入塔脚计算状态
IF GI#(0)==2.000 2 N60	判断焊缝类型是否为右坡口，不为坡口时不进行打底焊接
MP (43) 1-2 N61	坡口打底焊接过程
MOVL VL=1400.0 GP#350 PL=0 TOOL=2	
MOVL VL=500.0 GP#447 PL=0 TOOL=2	
ARCSTART#(43) 0 100.00 N64	
WEAVESINE#(43) 0 0 N65	
MOVL VL=100.0 GP#448 PL=0 TOOL=2	
ARCEND#(43) N67	
WEAVEEND N68	
MOVL VL=1400.0 GP#351 PL=0 TOOL=2	
MPEND N70	
ENDIF 2 N71	
MP (46) 1-6 N72	盖面焊接过程
MOVL VL=1400.0 GP#350 PL=0 TOOL=2	
MOVL VL=500.0 GP#423 PL=0 TOOL=2	

ARCSTART#(46) 0 100.00 N75	盖面焊接过程
WEAVESINE#(46) 0 0 N76	
MOVL VL=100.0 GP#424 PL=0 TOOL=2	
ARCEND#(46) N78	
WEAVEEND N79	
MOVL VL=1400.0 GP#351 PL=0 TOOL=2	
MPEND N81	
TOWERCOUNTEND N82	结束塔脚计算状态
MOVL VL=1400.0 PL=0 TOOL=2	过渡点
FORBIDAXISEND#(7)	结束轴禁止
FORBIDAXISEND#(8)	
RET	返回上一级程序
1Z	
JUMP *1z IF GI#(2)==2.000 N1	判断是否需要焊接，GI2=2则不焊接
MOVJ VJ=50.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	过渡点
SET GD#(50) 1.000 N2	赋值GD50=1，表示当前焊缝为1z
CHANGETOOL#(2) N3	更改工具坐标系号2
MOVJ VJ=50.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	安全点
MOVJ VJ=50.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	过渡点
TOWERCOUNTSTART#(1) N6	开始塔脚计算，塔脚参数号1
TOWERCHANGEWELD#(1) #(1) N7	写入塔脚焊接焊缝位置1z,1表示1象限，第2个1表示z方向，运行指令后，轨迹点必须是直线，否则外部轴角度会发生变化
MOVL VL=500.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	焊缝类型识别点
CALL 识别1 N9	调取焊缝类型识别程序
MOVL VL=500.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	在焊缝类型识别点向X方向移动2-3mm，记录此点
CALL 识别2 N11	调取识别2程序，该程序用以计算X方向移动后，YZ方向的偏移值，得出的偏移值有于寻位

MOVJ VJ=50.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	
TOWERCOUNTEND N13	
IF GI#(0)==1.000 0 N14	判断焊缝类型是否为左坡口
CALL 1z正倾角 N15	调用正倾角程序
ELSEIF GI#(0)==2.000 0 N16	判断焊缝类型是否为右坡口
CALL 1z反倾角 N17	调用反倾角程序
ELSE 0 N18	GI0不满足以上两种情况时
CALL 1z角接 N19	调用角接焊缝程序
ENDIF 0 N20	结束IF语句
* 1z N21	
RET N22	
1Z正倾角	
CHANGETOOL#(2) N1	改变工具坐标系为2
TOWERCOUNTSTART#(1) N2	开始塔脚计算，塔脚参数号1
TOWERCHANGEWELD#(1) #(1) N3	写入塔脚焊接焊缝位置1z,1表示1象限， 1表示z方向，运行指令后，轨迹点必须是 直线，否则外部轴角度会发生变化
MOVL VL=100.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	过渡点
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0 OFFSET OP#(209)	过渡点，该点距离OP100处约160mm
DOUT Y#(11)=ON N6	打开激光防护罩
TIME T=500 N7	延时，防止下一次搜寻记点失败
OPENLASER#(1) N8	激光记点，用于角点计算及OP105处位 置计算
SETLASERPARA#(33) 1 N9	
SEARCHLASER#(33) 1 415 0 N10	
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0 OFFSET OP#(208)	过渡点，该点距离OP100处约110mm
OPENLASER#(1) N12	激光记点，用于角点计算及OP105处位 置计算
SEARCHLASER#(33) 1 547 0 N13	
TOWERCOUNTEND N16	结束塔脚焊缝计算，带GP点的程序不能 在塔脚焊缝计算指令状态下运行
COUNTOFFSET 6 1 0 482 -1 -1 415 547 560 561 0 0 0 0 N17	角点计算，包括OP100处的焊接点及用 与计算OP105处的过渡点
COUNTOFFSET 6 1 0 483 -1 -1 415 547 560 561 0 0 0 0 N18	

COUNTOFFSET 6 1 0 484 -1 -1 415 547 560 561 0 0 0 0 N19	角点计算，包括OP100处的焊接点及用 与计算OP105处的过渡点
COUNTOFFSET 6 1 0 416 -1 -1 415 547 560 561 0 0 0 0 N20	
COUNTOFFSET 6 1 0 440 -1 -1 415 547 560 561 0 0 0 0 N21	
COUNTOFFSET 3 0 -1 150 -1 -1 10 547 12 415 0 0 0 0 N22	
CALL 1z正倾角自寻位中间值计算 N23	调取寻位中间点计算程序，该程序用于 计算激光照射在一半侧板长位置时，机 器人位置
TOWERCOUNTSTART#(1) N24	开始塔脚计算
FORBIDAXIS#(7) N25	轴禁止
FORBIDAXIS#(8) N26	
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0 OFFSET OP#(100)	过渡点
MOVL VL=500.0 GP#482 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	该点为激光照射在一半侧板长位置时， 机器人位置
OPENLASER#(1) N31	激光记点
SEARCHLASER#(33) 1 17 0 N32	
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0 OFFSET OP#(105)	过渡点
COUNTOFFSET 3 0 -1 150 -1 -1 10 483 12 17 0 0 0 0 N36	点计算，计算塔脚中间记录点与OP100 点的偏差
CALL 1z正倾角自寻位端点值计算 N37	调取寻位中间点计算程序，该程序用于 计算激光照射OP105位置附近时，机器 人位置
FORBIDAXIS#(7) N39	轴禁止
FORBIDAXIS#(8) N40	
OPENLASER#(1) N43	激光寻位，找OP105处焊接点位置
CALL 激光参数自适用 N44	
SEACHSTART#(1) 1 33 N45	
MOVL VL=500.0 GP#482 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2	
MOVL VL=500.0 GP#483 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2	
SEACHEND N48	
OPENLASER#(1) N49	
SETLASERPARA#(33) 1 N50	

SEARCHLASER#(33) 1 415 0 N51	激光寻位，找OP105处焊接点位置
OPENLASER#(1) N52	
SEARCHLASER#(33) 1 439 0 N53	
CLOSELASER N54	
DOUT Y#(11)=OFF N55	
TIME T=500 N56	
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0 OFFSET OP#(105)	过渡点
TOWERCOUNTEND N60	塔脚计算结束
FORBIDAXIS#(7) N61	禁止7轴运动
FORBIDAXIS#(8) N62	禁止8轴运动
TOWERCOUNTSTART#(1) N63	塔脚计算开始
MOVJ VJ=60.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0	过渡点
CALL 1z正倾角焊接偏移计算 N65	坡口打底及过渡点偏移计算
IF GI#(0)==1.000 1 N66	判断是否是坡口焊缝
MP (41) 1-1 N59	多层多道焊缝打底
MOVL VL=1000.0 GP#350 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
MOVL VL=300.0 GP#439 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
ARCSTART#(41) 0 100.00 N70	
WEAVESINE#(41) 0 0 N71	
MOVL VL=100.0 GP#440 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
WEAVEEND N73	
ARCEND#(41) N74	
MOVL VL=1000.0 GP#351 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
MPEND N76	
ENDIF 1 N77	
PAUSE N94	
MP (42) 1-6 N78	多层多道焊缝盖面
MOVL VL=1000.0 GP#350 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	

MOVL VL=300.0 GP#415 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	多层多道焊缝盖面
ARCSTART#(42) 0 100.00 N81	
WEAVESINE#(42) 0 0 N82	
MOVL VL=100.0 GP#416 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
WEAVEEND N84	
ARCEND#(42) N85	
MOVL VL=1000.0 GP#351 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	
MPEND N87	
MOVL VL=1000.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COORD COUNT=0 OFFSET OP#(105)	
TOWERCOUNTEND N89	
MOVJ VJ=60.0 PL=0 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	回到安全位置
FORBIDAXISEND#(7) N91	结束轴禁止
FORBIDAXISEND#(8) N92	
RET N93	
1XR孔寻位	
TIME T=1000 N1	
FORBIDAXIS#(7) N2	轴禁止
FORBIDAXIS#(8) N3	
COUNTOFFSET 6 0 0 494 -1 -1 423 544 554 555 0 0 0 0 N4	计算角点OP100处位置
SET GD#(80) GI#(8) N5	赋值焊高给变量
SET GP#600(0) GP#494(0) N6	赋值，两个点用作寻位
SET OP#213(0) OP#111(0) N7	赋值偏移值，OP111即在当前姿态下， 焊枪与激光的相对位置
SUB OP#213(2) GD#(80) 0 0 0 0 N8	防止寻位时识别到已焊接位置，偏移焊 高长度。底板偏移与侧板偏移值的计算 方式有一点区别
ADD GP#494(1) OP#111(1) 0 0 0 0 N9	对角点进行偏移，计算出寻位点
ADD GP#494(2) OP#111(2) 0 0 0 0 N10	
ADD GP#494(3) OP#111(3) 0 0 0 0 N11	
ADD GP#600(1) OP#213(1) 0 0 0 0 N12	
ADD GP#600(2) OP#213(2) 0 0 0 0 N13	

ADD GP#600(3) OP#213(3) 0 0 0 0 N14	对角点进行偏移，计算出寻位点
OPENLASER#(1) N15	打开激光
CALL 激光参数 N16	调用激光参数
SEACHSTART#(2) 1 33 N17	开始寻位
MOVL VL=500.0 GP#494 PL=9 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 COUNT=0	寻位点
MOVL VL=500.0 GP#600 PL=9 ACC=0.0 DEC=0 TOOL=2 BASE=0 USE=0 SEACH NP#(0) 0 COUNT=0	寻位方向点
SEACHEND N20	结束寻位
SETLASERPARA#(33) 1 N22	设定激光参数
SEARCHLASER#(33) 1 424 0 N23	记录点位为盖面焊接结束点
TIME T=500 N24	延时，防止记录点位失败
OPENLASER#(1) N25	打开激光
SETLASERPARA#(33) 1 N26	设定激光参数
SEARCHLASER#(33) 1 448 0 N27	记录点位为打底焊接结束点
CLOSELASER N28	关闭激光
RET N29	返回上一级程序

十一、故障处理

故障点	故障分析
1. 激光搜寻失败	检查镜片是否被污染
	检查镜片是否被污染
	检查激光成像是否清晰
	检查程序记点前是否缺少延时指令
	检查激光参数是否正确
2. 激光寻位失败	检查寻位轨迹是否正确
	检查激光参数是否正确
	检查焊缝是否存在大间隙、不规则打底
	检查焊缝坡口角度是否不一致
3. 焊接点位偏移	检查TCP是否准确（1mm）
	检查激光是否松动
	检查工作台是否未调平
	检查清枪位置是否贴合固定
	检查管线包是否拉扯
	检查焊接偏移是否正确

4. 焊接不到头	检查焊缝端点处是否存在长距离不规则焊疤
	检查焊接偏移是否正确
	检查寻位姿态是否正确
	检查是否焊接起弧未成功时，机器人向前移动，导致起弧点偏移
5. 起弧失败	检查焊接起弧参数
6. 过渡点报错	将过渡点平滑改为0
7. 起弧点淌焊液	减小起弧电流



微信公众号



抖音号



资料下载

成都卡诺普机器人技术股份有限公司 CHENGDU CRP ROBOT TECHNOLOGY CO.,LTD

☎ 400-668-8633

✉ crobotp@crprobot.com

🌐 www.crprobot.com

📍 四川成都市成华区华月路188号