

激光传感器说明书

LASER SENSOR MANUAL



请确保相关说明书到达本产品的最终使用者手中。

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！

2021-7-30	第一版	初稿
2021-9-07	第二版	修改内容
2022-2-16	第三版	软件界面与部分内容更新
2022-8-04	第四版	修改封底和部分图片字体

安全注意事项



不能用眼睛直视激光，否则可能会导致致盲！



不使用激光跟踪器时，需要将激光关闭！

目 录

一、概述	1
二、原理介绍	1
三、产品介绍	1
3.1 产品类型	1
3.2 命名规则	2
3.3 产品使用建议	2
3.3.1 A/B款	3
3.3.2 最佳视距的选择	4
3.3.3 H/G款的选择（以H款为例进行说明）	5
四、产品配件与连接	6
4.1 产品配件	6
4.2 主机机箱接口	6
4.3 探头的接口	7
五、安装说明	7
5.1 探头的安装	7
5.1.1 安装高度和位置	8
5.1.2 安装示意说明（夹持类夹具）	8
5.1.3 关于干涉情况的分类	10
5.2 机箱的安装	12
5.3 通讯线连接	12
六、激光传感器上位机使用	13
6.1 文件介绍	13
6.2 激光UI界面	13

6.2.1 视觉控制界面	13
6.2.2 实时界面	17
6.2.3 传感器界面	19
6.2.4 维护界面	20
七、探头指示灯说明	23
八、激光传感器识别调节	24
8.1 通用参数调节	24
8.1.1 激光强度和曝光时间	24
8.1.2 焊缝类型	25
8.1.3 焊缝参数	26
8.1.4 常用通用参数	26
8.1.5 其他通用参数说明	29
8.2 焊缝特有参数调节	33
8.2.1 对接焊缝	33
8.2.2 角接焊缝	37
8.2.3 搭接焊缝	39
8.2.4 边缘焊缝	40
8.2.5 外角接焊缝	43
8.2.6 管板焊缝	43
九、通讯设置	45
9.1 网络地址修改	45
9.2 串口设置	48

一、概述

卡诺普激光焊缝跟踪传感器（以下简称激光传感器）集合人工智能技术，可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。激光传感器属于非接触式的实时焊缝跟踪系统，能够实现焊缝曲线的实时跟踪并纠正工件在焊接过程中由于热变形造成的焊缝偏移。

激光传感器可以有效解决焊缝偏差带来的问题，大大提高了焊接设备自动化程度，更大程度地提高焊接质量及焊缝精度，降低自动焊接设备的综合制造成本。

二、原理介绍

传感器内部的激光发射器将激光发射向工件，摄像头成一定角度拍摄激光在工件形成的反射条纹（三角测量），根据反射条纹的图像特征进行计算，可以得到焊缝的高低、左右的偏差。

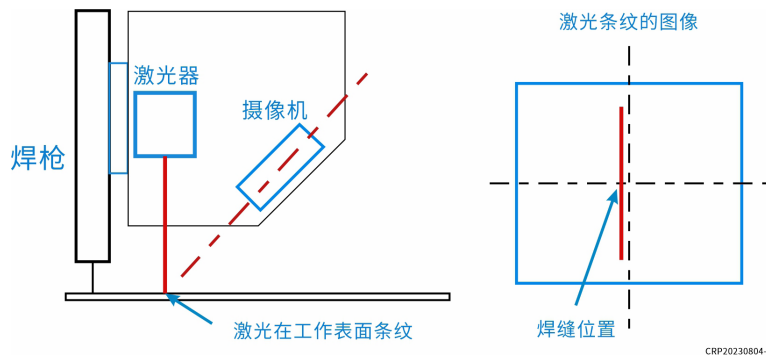


图 2.1 原理示意图

激光发射器发射一道线激光，激光线打在不同的焊缝上，会形成各种各样的反射条纹，通过相机拍照采集，然后系统算法对反射条纹进行计算，得到视野范围内的焊缝特征点的位置信息。

三、产品介绍

3.1 产品类型

针对实际的应用场景，卡诺普开发出了数款不同的激光焊缝产品。它们的性能参数和使用场景都有区别。下图所示为现有的激光传感器类型。

激光跟踪器选型表															
型号	尺寸(高*宽*厚)(mm)	最佳安装高度(mm)	冷却方式	电流条件	最小前视距离(mm)	可检测最小间距(mm)	防护等级	工作环境温度范围	湿度范围	水平方向范围(mm)	垂直方向范围(mm)	应用场景		备注	
CRP-VLS-160GA-V01	135*78*45.5	160	风冷 ($\leq 0.2MPa$) ; 水冷 ($\leq 0.07MPa$)	$\leq 300A$	35	0.1	IP64	0~50℃	10~95% 无结露	50	60	1. 适合大多数场景 前视距离 $\geq 35mm$ 2. 视场高度范围(探头底部距工件表面的高度): 130-190mm, 3. 视场宽度范围: 50mm			
CRP-VLS-160GB-V01	135*78*45.5	160	风冷 ($\leq 0.2MPa$) ; 水冷 ($\leq 0.07MPa$)	$\leq 450A$	90	0.1	IP64	0~50℃	10~95% 无结露	50	60	1. 适合允许前视距离较远 ($\geq 90mm$) 的实时跟踪场景, 抗强弧光, 抗强飞溅 2. 视场高度范围(探头底部距工件表面的高度): 130-190mm, 3. 针对管板焊等先扫后焊的情况, 在不添加挡弧装置的情况下, 实现先扫后焊。 4. 管板要求: 管直径 $> 15mm$,管厚度 $> 2mm$			
CRP-VLS-160HA-V01	135*78*45.5	160	风冷 ($\leq 0.2MPa$) ; 水冷 ($\leq 0.07MPa$)	$\leq 150A$	35	0.05	IP64	0~50℃	10~95% 无结露	40	40	1. 适合要求高精度 细焊缝场景, 前视距离 $\geq 35mm$, 2. 视场高度范围(探头底部距工件表面的高度): 145-175mm, 3. 视场宽度范围: 40mm			
CRP-VLS-160HB-V01	135*78*45.5	160	风冷 ($\leq 0.2MPa$) ; 水冷 ($\leq 0.07MPa$)	$\leq 250A$	90	0.05	IP64	0~50℃	10~95% 无结露	40	40	1. 适合允许前视距离较远 ($\geq 90mm$) 的高精度实时跟踪场景, 抗强弧光, 抗强飞溅 2. 视场高度范围(探头底部距工件表面的高度): 145-175mm, 3. 视场宽度范围: 90mm 4. 针对细小管板等先扫后焊的情况, 在不添加挡弧装置的情况下, 实现先扫后焊。 5. 管板要求: 管直径 $> 8mm$,管厚度 $> 1mm$			
CRP-VLS-240GB-V01	167*90*47	240	风冷 ($\leq 0.2MPa$) ; 水冷 ($\leq 0.07MPa$)	$\leq 450A$	100	0.2	IP64	0~50℃	10~95% 无结露	60	100	1. 适合允许前视距离较远 ($\geq 100mm$) 的实时跟踪场景及寻位, 抗强弧光, 强飞溅 2. 视场高度范围(探头底部距工件表面的高度): 210-310mm,			

图 3.1 激光传感器类型

详情可参考EXCEL文档《激光跟踪器选型表》。

3.2 命名规则

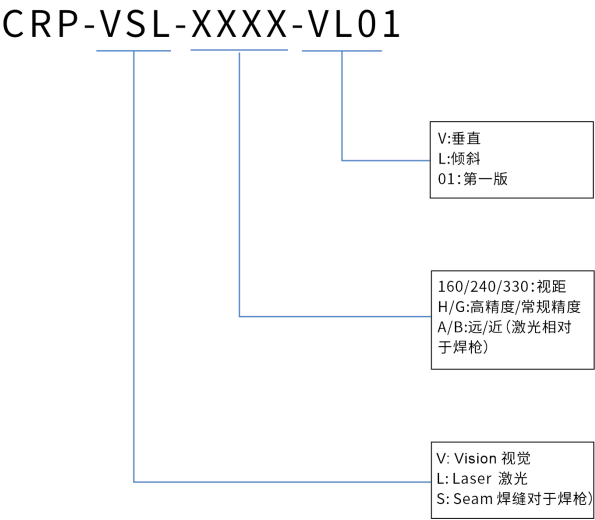


图3.2

3.3 产品使用建议

根据应用场景的不同，需要选择不同款的激光传感器。下文介绍了各自产品的差异性，以使用户进行选择。

3.3.1 A/B款

A/B款的主要区别在于探头相机结构不同，从而产生前置距离的差异性，以B款为例进行说明。

前置距离的概念：

前置距离定义为焊接机器人的TCP点（焊丝末端）到激光面的垂直距离。如下图所示：

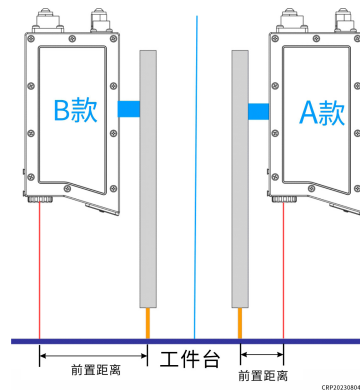


图 3.3

对于前置距离可以理解为：在跟踪过程中，激光传感器在前“看”，机器人在后面“运动”，其中存在一个滞后的过程，这个滞后的距离，就是前置距离。

B款的前置距离比A款更大，识别点距离焊接点较远，受到的弧光与飞溅的影响也较小，因此B款能够适应更大的焊接电流。如下图所示：

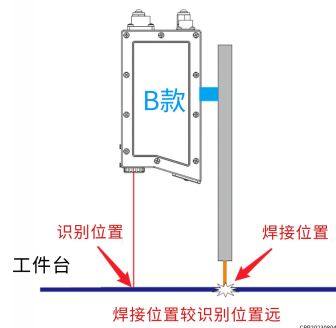


图 3.4

前置距离变大，意味着更加难以进行姿态的控制；所以B款在进行姿态变换和弧面跟踪时，适应性比A款更差。如下图所示：

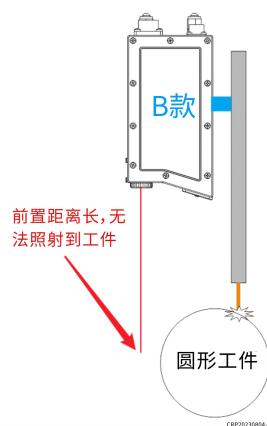


图3.5

3.3.2 最佳视距的选择

视距即激光相机的视场范围，也是激光能够识别区域。在选型时，我们主要考虑垂直方向的高度。

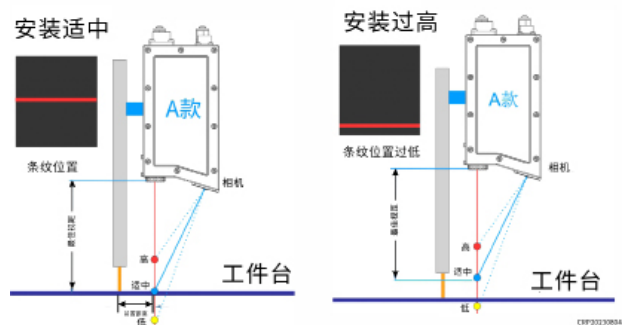


图 3.6

在焊接位置时（焊丝接触到工件），条纹正好处于相机中间位置，此时为最佳视距。

（1）实时跟踪应用：

实时跟踪由于需要在焊接过程中进行识别，所以安装位置要求在满足焊接姿态的同时，激光传感器处于“适中”的视距高度。

在实时跟踪的应用场景中，不仅需要考虑激光传感器的视距，还需要有对应的焊枪来进行匹配。

例：较短的焊枪无法匹配较长的激光视距，如下图所示：

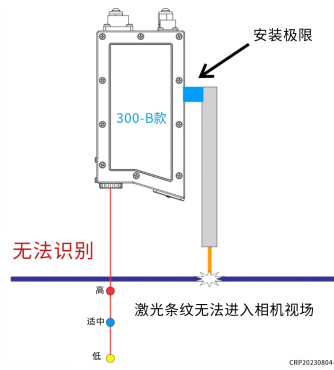


图 3.7

(2) 其他非实时跟踪应用：

非实时跟踪应用都是在焊接前已经完成了搜寻或扫描，所以在安装和旋转方面比起实时跟踪更为灵活。

非实时跟踪应用中，可以通过将激光安装位置降低或选择更大视距的激光来避开某些干涉。

3.3.3 H/G款的选择（以H款为例进行说明）

高精度款激光传感器(H)相比于普通款，它的精度更高，对焊缝细节处理更精确，在对于一些特征不明显的场景，也能够做到有效的识别。如间隙较小的对接焊缝（ $<1\text{mm}$ ），板厚较薄的搭接焊缝（板厚 $<2\text{mm}$ ）。如下图所示：

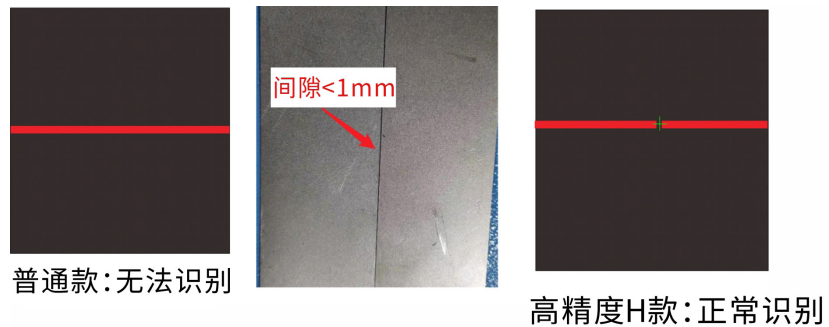


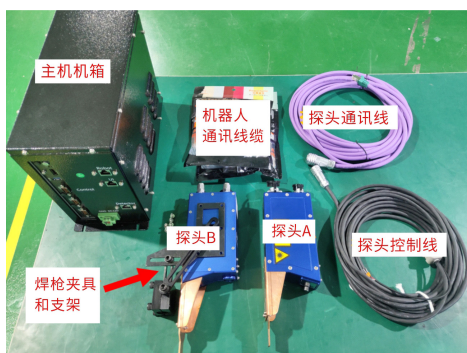
图 3.8

由于对焊缝细节更敏感，高精度激光传感器（H）更容易被异物干扰，如焊疤，飞溅等。同时，由于聚焦于细节，高精度款的视场范围比起普通款更小。

四、产品配件与连接

4.1 产品配件

一套完整的激光产品包含有以下配置：



CRP20210804-9

图 4.1

1. 主机机箱（含机箱电源通讯线）
2. 传感器探头
3. 探头通讯线
4. 探头控制线
5. 机器人通讯电缆
6. 焊枪夹具与支架（包含焊枪夹具、支架与挡弧装置）

4.2 主机机箱接口

激光跟踪传感器主机机箱，是激光传感器的核心。主机机箱处理来自于探头相机的反馈数据，同时也连接着机器人/电脑/探头的通讯。主机机箱的接口如下图所示：

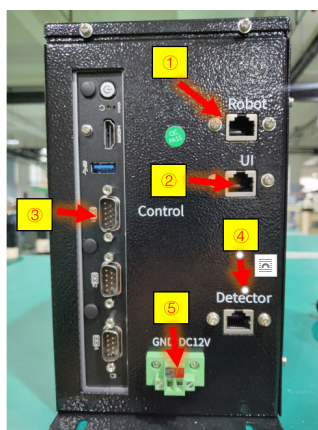


图 4.2

- ① ROBOT：机器人通讯接口
- ② UI：上位机（电脑）通讯接口
- ③ Control：探头串口控制接口
- ④ Detector：探头通讯接口
- ⑤ DC12V：探头电源

4.3 探头的接口

激光传感器的探头安装在焊枪附近，其主要接口有：

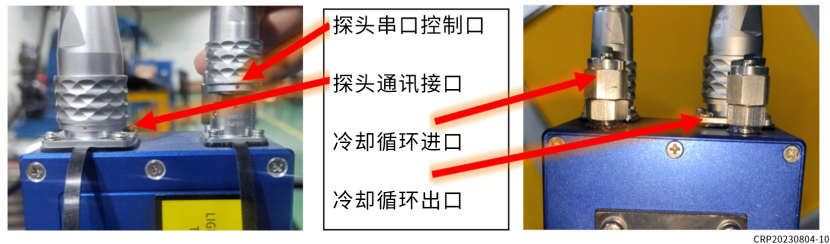


图 4.2

探头接口安装时，将接头的“红点”位置对齐插好即可。

激光跟踪传感器的工作温度为：0~45°，这里的温度指传感器内部的温度而非环境温度。该温度可由上位机软件监视得到。

在通常的焊接作业中，如果焊接电流过大，焊接时间过长，则需要考虑冷却装置。

探头提供两种方式的冷却：

空冷：气压 $\leq 0.2\text{MPa}$

水冷：水压 $\leq 0.07\text{MPa}$

不严格区分冷却循环的进出口，建议选择靠近激光发射器的一端为进出口。

五、安装说明

5.1 探头的安装

探头安装在焊枪的附近，是整个安装过程中比较复杂的一环，需要考虑到高度、角度等，以避免干涉情况等。

5.1.1 安装高度和位置

在本文的第3.3节描述到，探头的安装高度首先需要考虑探头的最佳视距（160/300），然后考虑应用场景。实时跟踪需要安装在最佳高度位置，非实时跟踪可以装得稍微低一些，搜寻时抬枪可以避免一些干涉。同时，探头的安装角度尽可能与焊枪平行。

5.1.2 安装示意说明（夹持类夹具）

下面以标准的探头安装方式为例，进行详细的安装步骤说明。

1. 夹具的结构及物料见下图所示。

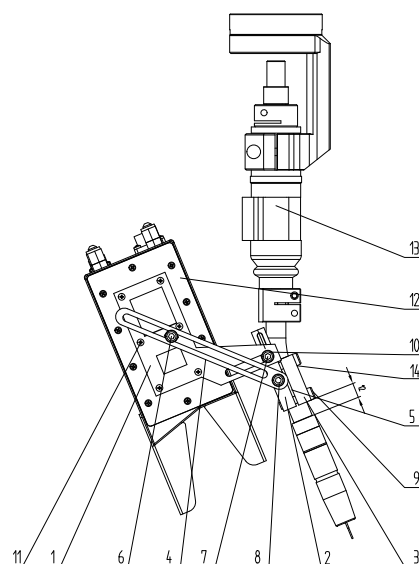


图 5.1

序号	名称	型号	数量
1	安装板	0-01	1
2	上夹套	0-02	1
3	下夹套	0-03	1
4	连杆	0-04	1
5	摩擦垫	VLS-02-300-GS-JJ-01/0-05	1
6	内六角螺钉	M6*8	1
7	内六角螺钉	M6*10	1
8	内六角螺钉	M6*14	1
9	内六角螺钉	M6*25	4
10	螺母	M6 GB/T6170	1
11	十字槽沉头螺钉	M4*8	6
12	探头	VLS-02-145*25-01	1

13	焊枪	35°中空气冷	1
14	螺钉垫片	VLS-02-300-GS- JJ-01/0-06	1

2. 安装过程

a) 将摩擦垫用手按入两块夹块内，如图所示：



图 5.2

b) 将夹块夹在焊枪的枪杆上，并对称预拧紧夹块。注意夹块应在焊枪弯头以下。夹块位置应如装配图。

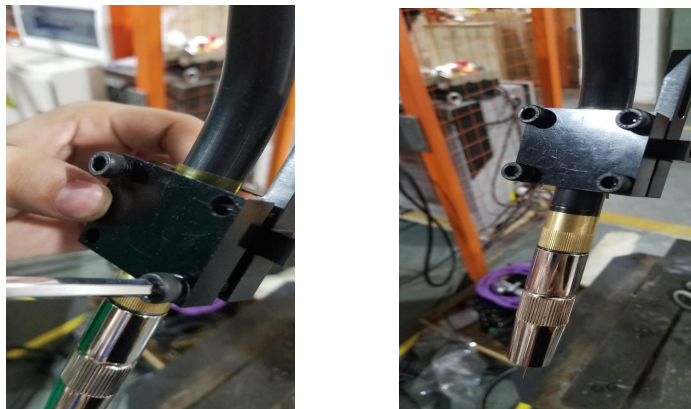


图 5.3

★注意

夹块的安装高度决定了激光视距的高度，需要提前进行测量。

c) 将安装板和探头用6颗M4*6的螺钉连接好，并紧固牢靠。再将其安装在夹套上，并用支架连接好夹套和安装板。调整位置，大概使探头激光出口处面到焊丝的端面距离为160mm,可正负偏差10mm。同时调整将探头和焊枪大概平行。如图所示。用工具拧紧各螺栓，不得有一点松动。



图 5.4

3. 安装要点

- a) 探头满足接近最佳视距的高度。
- b) 焊接时，激光与焊接面尽量平行（实时跟踪），如下图所示。

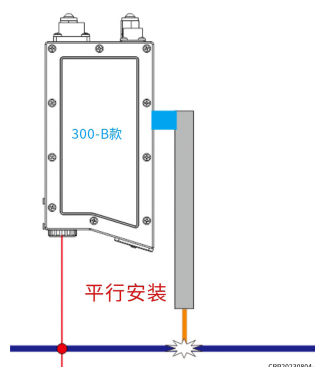


图 5.5 平行安装

5.1.3 关于干涉情况的分类

在进行激光识别时，需要考虑三种情况的干涉。

1. 激光发射器能够照射到焊缝位置

通过调节角度和姿态，使激光发射器发射的光线能够达到焊缝的位置，产生清晰的激光条纹。

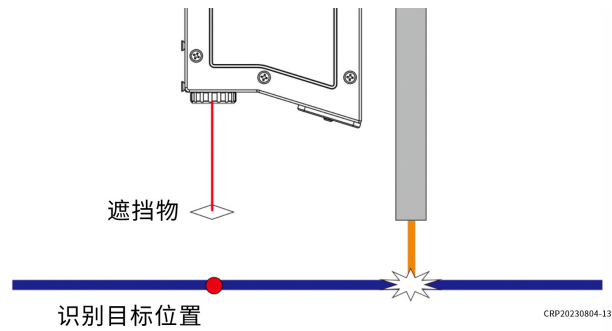


图 5.6

2. 相机可以看到激光

通过调节角度和姿态，使传感器相机能够看到工件面上的激光条纹。不能出现干涉和遮挡的情况。

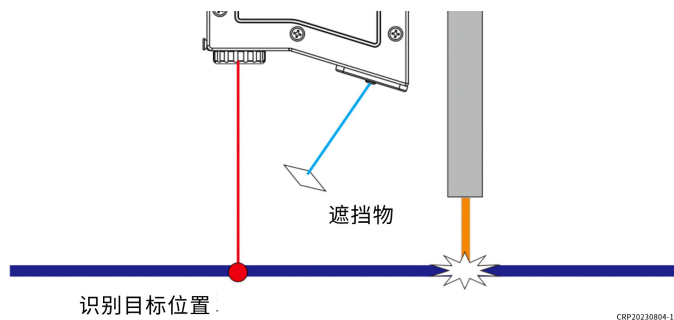


图 5.7

有时，应用现场会出现部分遮挡的情况，这时需要考虑遮挡部分的条纹是否对焊缝识别产生影响。

3. 搜寻、焊接时不会碰到激光探头

在搜寻或焊接时，要防止工件与激光探头产生碰撞。

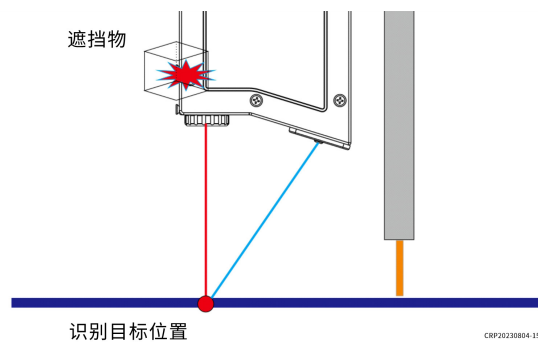


图 5.8

在考虑干涉情况时，注意要将所有的位置都考虑在内。

5.2 机箱的安装

机箱的安装较为简单，将机箱固定在水平稳定的地方即可，但需要注意远离水/油气和高磁场等环境。

此外，机箱建议单独接地，箱体与机器人电柜，焊机和焊接工件保持绝缘。



图 5.9

5.3 通讯线连接

以激光主机为中心，安装激光传感器需要按照下图进行线路连接。

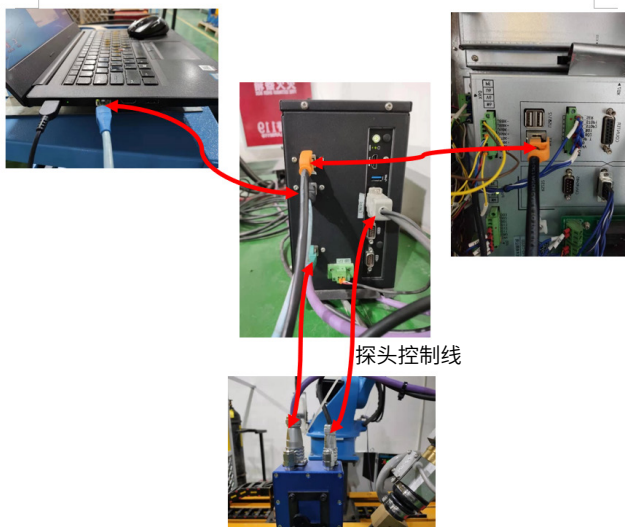


图 5.10

其中，主机箱共有3个RJ45网络接口，分别对应接机器人、电脑UI和激光探头通讯线，需要区分清楚，不能错接。探头控制线接主机箱上三个串口中的第一个，其他两个暂时未使用。

★注意：需要进行连接的接口旁边都有对应标签。

六、激光传感器上位机使用

激光传感器上位机（以下称作激光UI），是对激光传感器进行操作的重要工具。主要功能包括通讯传感设置，焊缝识别参数调节，故障信息采集处理和系统更新。

6.1 文件介绍

激光UI软件文件列表如下图所示：

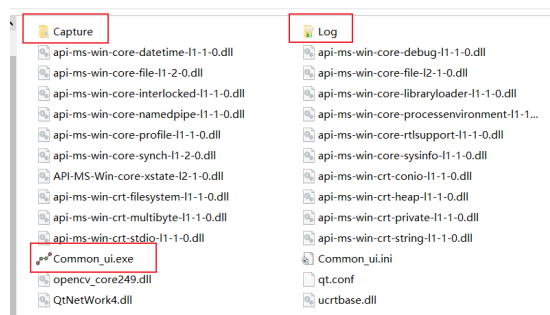


图 6.1

常用的文件有：Capture，Log文件夹，Common_ui.exe

Capture、Log文件夹分别是采集图片和日志的存储文件夹，而Common_ui.exe是激光UI的应用程序，在后续章节将会进行说明。

6.2 激光UI界面

本小结主要介绍激光UI的界面。其中包括通讯设置、基础功能及操作、图像采集、日志下载、固件更新等操作，便于读者熟悉激光UI的操作使用。

6.2.1 视觉控制界面

Common_ui.exe是激光UI的应用程序，打开后如下图所示：

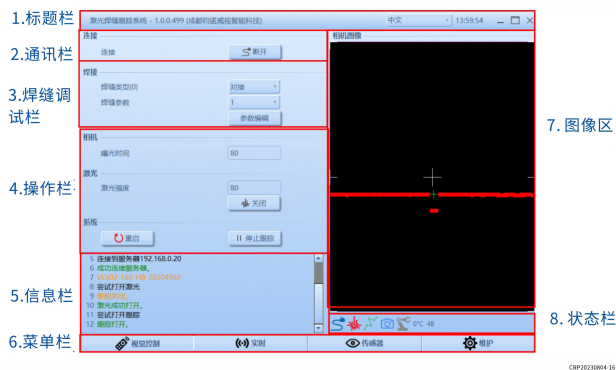


图 6.2

★注意：连接操作需要先匹配通讯设置，通讯设置操作见6.2.3小节。

1、标题栏



图 6.3

标题栏主要显示当前UI版本和时间，可进行语言切换的操作（中/英），界面最小化/放大和关闭操作。

★注意：使用时，不要将UI界面最大化，否则图像比例会失真。

2、通讯栏

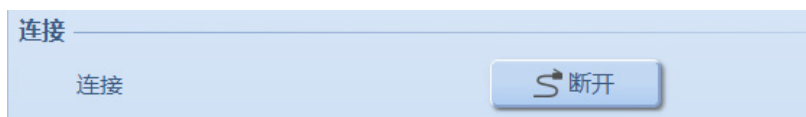


图 6.4

通讯栏可以操作电脑UI与激光主机的通讯连接/断开。

3、焊缝调试栏



图 6.5

焊缝调试栏主要进行焊缝类别的选择，同时对焊缝的识别参数进行设置。

在本文第7章节中，我们会详细的讲解如何设置焊缝参数。

4、操作栏



图 6.6

操作栏主要是对激光传感器的“系统”、“激光发射器”和“相机”进行操作。

1) 曝光时间

“曝光时间”为相机参数，曝光时间越大，相机采集能力越强，设置

太强可能会导致误识别；

建议设置范围：10~500

2) 激光强度

“激光强度”为激光发射器参数，激光强度越大，条纹越清晰，设置太大会加剧反光的情况；

建议设置范围：50~100

★注：可以通过操作开启/关闭按钮，来控制激光的打开与关闭。

3) 跟踪/停止跟踪

“操作跟踪/停止跟踪”按钮，让激光传感器进行/停止对当前图像中的焊缝位置的计算

★注：只有激光开启时，才能打开跟踪状态；当前激光关闭时，跟踪状态会强制关闭。

4) 重启

点击该按钮后，系统会重新启动。

5、信息栏

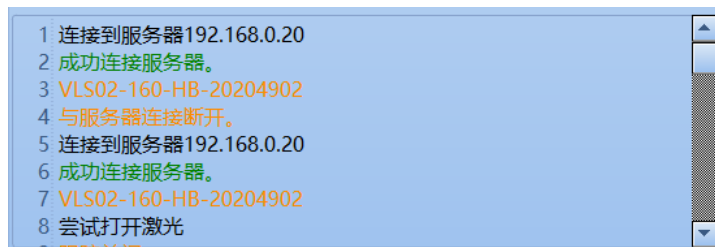


图 6.7

信息栏主要显示激光传感器的固件信息和操作信息，可以通过信息栏的信息了解激光传感器的工作状态。

6、图像区

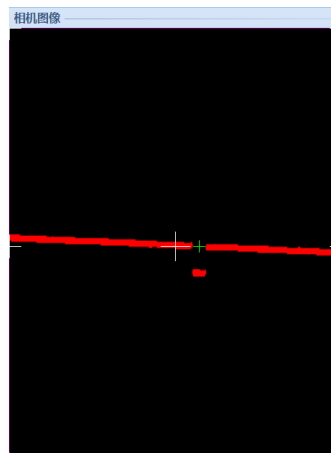


图 6.8

图像区为我们展示着激光传感器“看到”的东西，即为激光传感器相机的视场。

上图所示为激光照射在标定板上，相机视场内的条纹；通过打开跟踪，稳定识别到了当前的“对接”焊缝。

1) 操作开启/关闭按钮，将激光打开，若激光条纹在相机的视场内，那么图像显示区就会出现激光的红色条纹。

★注意
如何让激光条纹始终处于“相机”的视场，这个是激光项目调试中一个很重要的环节。

2) 操作跟踪/停止跟踪按钮，让传感器处于计算状态。若“相机”视场内有激光条纹并符合当前的焊缝特征，图像显示栏中会出现绿色的十字光标，十字光标的位置即为激光传感器的识别位置。

★注：如何让十字光标稳定不跳动，是激光项目调试中另一个很重要的环节。

7、状态栏

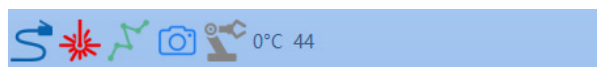


图 6.9

状态栏在连接成功后开始生效，为我们反馈着当前激光传感器的情况。

状态栏对应的状态与显示如下表所示：

序号	图标	显示状态	对应操作按钮 (UI)
1		通讯状态	连接/断开
2		激光开断	开启/关闭
3		跟踪状态	跟踪/停止跟踪
4		相机开关	常开
5		机器人通讯状态	
6		传感器温度	工作范围：0~45°
7		相机采集频率FPS	

6.2.2 实时界面

实时界面反馈着激光传感器识别到的焊缝信息，其界面如下图所示：

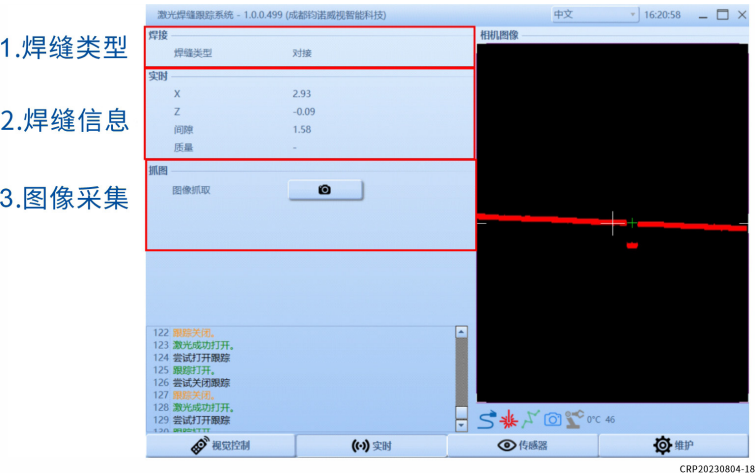


图 6.10

★注意：连接操作需要先匹配通讯设置，通讯设置操作见6.2.3小节。

1、焊缝类型



图 6.11

焊缝类型显示着当前是用何种焊缝类型去计算焊缝的位置，需要与实际识别的工件进行匹配。

2、焊缝信息

焊缝信息显示当前识别到的焊缝信息，目前主要为焊缝的位置信息。

实时	
X	0.00
Z	0.00
间隙	0.00
质量	-

图 6.12

激光传感器识别到的焊缝位置为激光所在的平面，包含两个坐标（X和Z），对于机器人来说是工具坐标的Y和Z。

某些焊缝类型可以识别到间隙参数，如对接，搭接焊缝。

当未识别到焊缝时（无绿色十字光标），焊缝信息显示为0。

2、图像采集

使用图像采集功能，可以通过激光UI软件，将当前焊缝的信息采集并保存到“Capture”文件夹（6.1小节），是用户向开发者反馈激光识别信息最有效的方法之一。

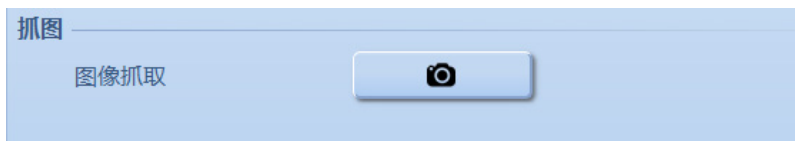


图 6.13

图像采集的操作步骤为：

- 1) 打开激光，将激光照射到对应工件焊缝位置，产生激光条纹。
- 2) 操作机器人，使激光条纹进入传感器相机的视场内，尽可能的使条纹在图像区的中间区域。
- 3) 点击相机按钮，图标变为红色，开始采集数据，界面如下图所示。

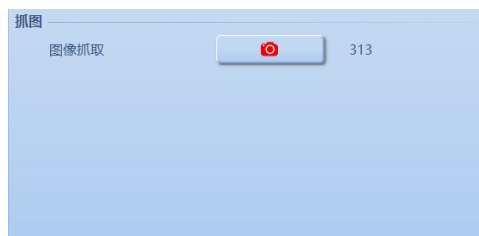


图 6.14

其中，数字代表采集的图像数。

- 4) 3~5s后，再次点击相机图标，关闭采集。然后信息栏中，会提示生成的文件名称。



图 6.15

- 5) 在“Capture”文件中，找到采集的图像信息，然后压缩打包，发送给厂家技术人员。



图 6.16

6.2.3 传感器界面

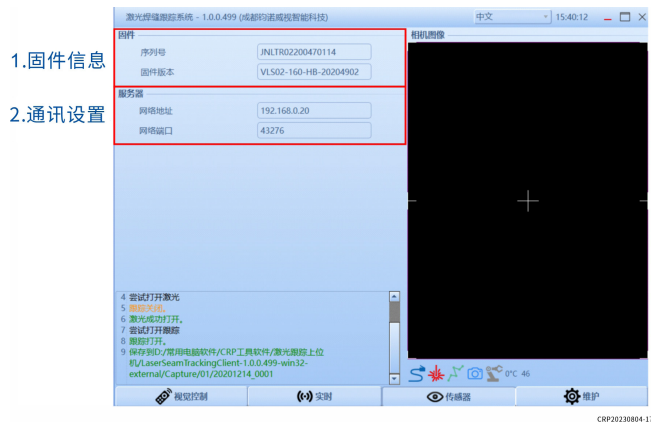


图 6.17

1、固件信息

固件	
序列号	JNLTR02200470114
固件版本	VLS02-160-HB-20204902

图 6.18

固件信息主要反馈了激光传感器的出厂序列号和当前固件版本（软件）。

序列号：出厂序列号，每一台的激光传感器序列号唯一，主机和探头无法交换使用。进行“固件升级”操作，需要用户提供该序列号给厂家技术人员。

固件版本：即为当前的软件版本，可以了解到激光传感器的类型，软件时间等信息。

2、通讯设置

服务器	
网络地址	192.168.0.20
网络端口	43276

图 6.19

在进行以太网通讯连接时，激光传感器作为服务器，需要在激光UI“传感器”中输入激光传感器对应的网络地址和网络端口。

1) 网络地址

输入激光传感器的地址，默认输入为：192.168.10.20

★注意：激光传感器的网络地址通常使用默认即可，也可以通过设置进行修改，在本文后续会有介绍。

2) 网络端口

网络端口输入为：43276

★注意：连接时，需要设置电脑的网络地址与传感器的网络地址在同一频段且不能完全一致。



图 6.20

建议设置装载激光UI的电脑的IP地址设置为：192.168.10.21

6.2.4 维护界面

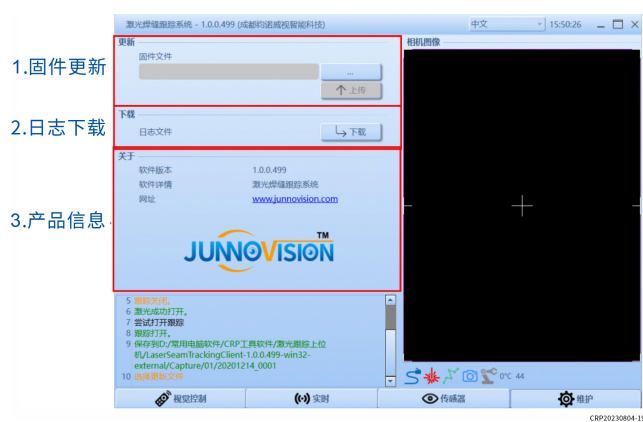


图 6.21

1、固件更新

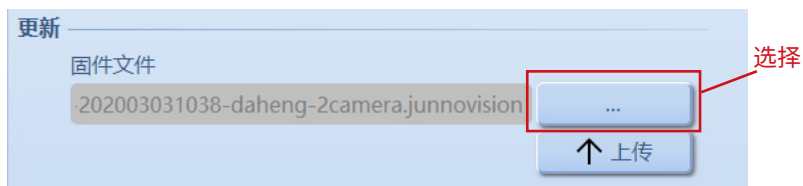


图 6.22

在一些特殊的应用场景中，标准的固件功能可能无法满足当前的需求，这个时候就会进行固件的更新操作。

固件更新的步骤为：

- 1) 接收厂家技术人员发送的固件升级包。

★注意
a、固件升级包的制作需要提供传感器的序列号。
b、固件升级软件与序列号唯一对应，升级前请联系厂家技术人员！

- 2) 确认UI与激光传感器正常连接后，操作“选择”按钮，选择对应固件升级包文件。

- 3) 选择完成后，点击“上传”按钮，激光传感器会自动重启，等待1~2分钟后，重新连接UI。

- 4) 连接完成后，查看“固件”版本是否更新，确认后，升级完成。



图 6.23

升级后如果不能正常启动或连接，请及时联系厂家技术人员！

2、日志下载

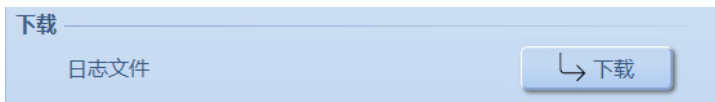


图 6.24

日志记录着激光传感器的工作状态及客户操作情况，是分析激光传感器问题的良好手段；当客户在使用过程中发生异常情况时，可以通过日志的方式像厂家技术人员反馈激光传感器的问题。

日志反馈的步骤为：

- 1) 确认UI与激光传感器正常连接。
- 2) 进入“维护”界面，点击“下载”按钮。

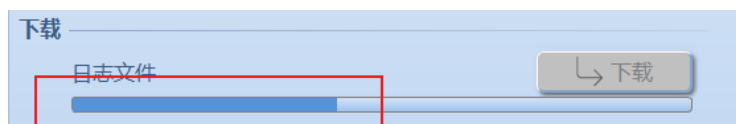


图 6.25

3) 下载完成后，信息栏会给出“下载成功”的提示，并指示出日志文件的名称和路径。



图 6.26

4) 进行UI文件，找到“LOG”文件夹，根据提示信息，选择正确的日志，并压缩打包，发送给厂家技术人员。



图 6.27

★注意

日志反馈需要注重实时性，最好是发生故障后，立刻进行日志下载操作。

3、产品信息



图 6.28

产品信息界面显示软件版本、产品名称、产品LOG等信息。

七、探头指示灯说明

探头的正面，有三个指示灯，如下图所示。



图 7.1

指示灯信息反馈着当前激光传感器的工作状态，具体表述如下：

序号	LED1	LED2	LED3	说明
1	●	●	●	三个灯同时闪烁蓝色灯，系统正在启动
2	●	●	●	LED2红色闪烁，正在连接传感器
3	●	●	●	LED2绿灯常亮，成功连接传感器
4	●	●	●	LED2红色常亮，激光打开
5	●	●	●	跟踪状态下，LED1显示为绿色，表示识别到的焊缝
6	●	●	●	跟踪状态下，LED1显示为红色，表示未识别到的焊缝
7	●	●	●	如果激光跟踪仪出现内部故障，三个灯将同时闪烁红色

在使用过程中，可以通过指示灯的状态来判断一些异常状态或故障情况。

八、激光传感器识别调节

激光识别调节是一个比较复杂且繁琐的过程，是调试激光项目最核心的内容之一。在调节过程中，我们会考虑诸如工件的材料、结构、前端下料工序、焊缝的类型、偏差度、焊接工艺对识别的影响等一系列的因素。

在《项目评估与分析》手册中，我们会详细的了解到一个项目需要考虑哪些因素。在本章节中，我们主要学习关于使用激光UI调节识别参数知识。

8.1 通用参数调节

如何调节传感器参数使激光传感器能够稳定识别到当前焊缝，是使用激光传感器最关键的操作。

在进行焊缝参数调节时，不同的焊缝类型有着不同的特征参数。本小节主要对所有焊缝类型共有的通用参数进行说明。

首先打开视觉界面，视觉控制界面如下图所示：

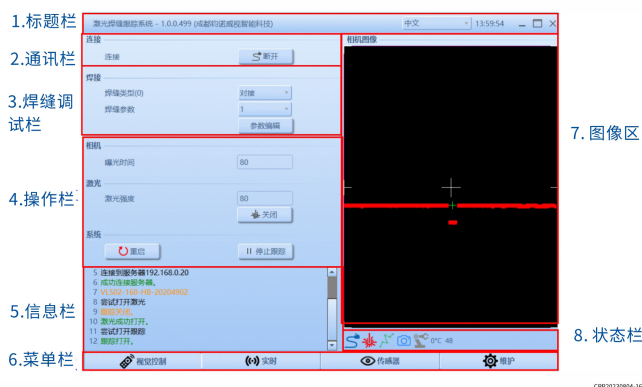


图 8.1

8.1.1 激光强度和曝光时间

在操作栏中，我们主要对激光强度和曝光时间进行调节。

曝光时间：曝光时间越大，相机采集能力越强，设置太强可能会导致误识别，建议设置范围：10~500

激光强度：激光强度越大，条纹越清晰，设置太大会加剧反光的情况，建议设置范围：50~100。

调节激光强度和曝光时间的目的是为了在“图像区”产生稳定的焊缝画面，这是识别调节的第一步。

通常，这两个参数的调节与工件表面有很大的关系。通常我们认为，工件表面越平整，不反光，参数就越好调节，图像清晰且稳定。

类似于普通的碳钢，哑光的不锈钢等，都属于不反光的工件材质。像铝合金工件，打磨抛光过的碳钢，均属于比较反光的材质，要调节出稳定的图像就比较困难。

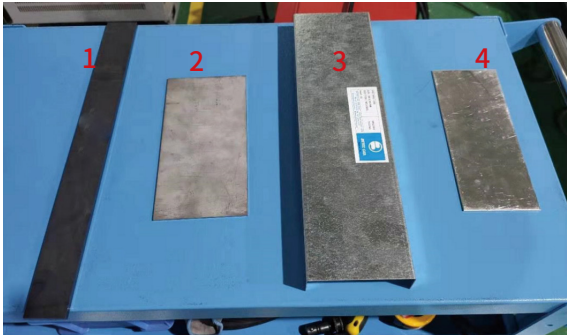


图 8.2

上图中1，2，3，4表示识别调节的难度等级，材料分别对应为：普通碳钢、哑光的不锈钢、镀锌板、铝合金。

当然，不同的焊缝类型对识别也有很大的影响，这部分内容在后面将会进行详细讲解。

8.1.2 焊缝类型

不同的焊缝类型有不同的计算方法，识别的位置也不相同。在进行激光识别调试时，我们需要确认焊缝类型。

操作激光UI界面，点击焊缝类型对应的下拉框，就会弹出“焊缝类型”的弹窗。如下图所示：

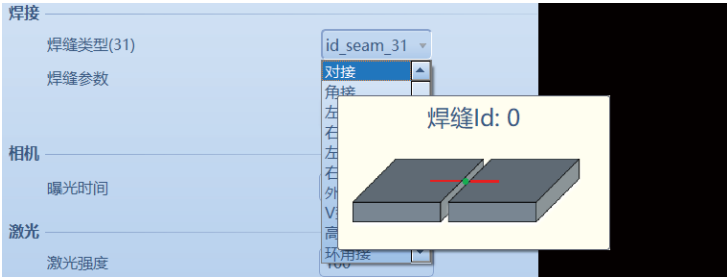


图 8.3

★注意

常见的焊缝类型可以进行模型预览，将鼠标停留在焊缝类型上1s，就会出现对应的焊缝类型的模型图。

卡诺普常见焊缝类型对照表如下表所示：

序号	焊缝类型	焊缝ID
1	对接	0
2	角接	1
3	左搭接	2

4	右搭接	3
5	左边缘	4
6	右边缘	5
7	外角接	6
9	管板焊缝	23/24
10	油箱焊缝	31/32
11	坡口焊缝	33

*焊缝ID为机器人设置焊缝时的ID号，相关内容会在《激光跟踪功能说明书》中详细介绍。

8.1.3 焊缝参数

焊缝参数为当前焊缝类型使用的参数组号，范围：1~10。即对于同一种焊缝类型，最多可以设置10组不同的参数。



图 8.4

上述图片中，使用的是对接焊缝的1号参数组，记为0-1；0为对接焊缝ID。

★注意

1号参数组为默认参数组，不可以进行参数修改。

8.1.4 常用通用参数

点击【参数编辑】，打开对应焊缝的参数列表，用户可以操作列表对当前焊缝类型—焊缝参数组下的参数进行设置，不同的焊缝类型有不同的特征参数。对接焊缝的参数列表如下图所示：

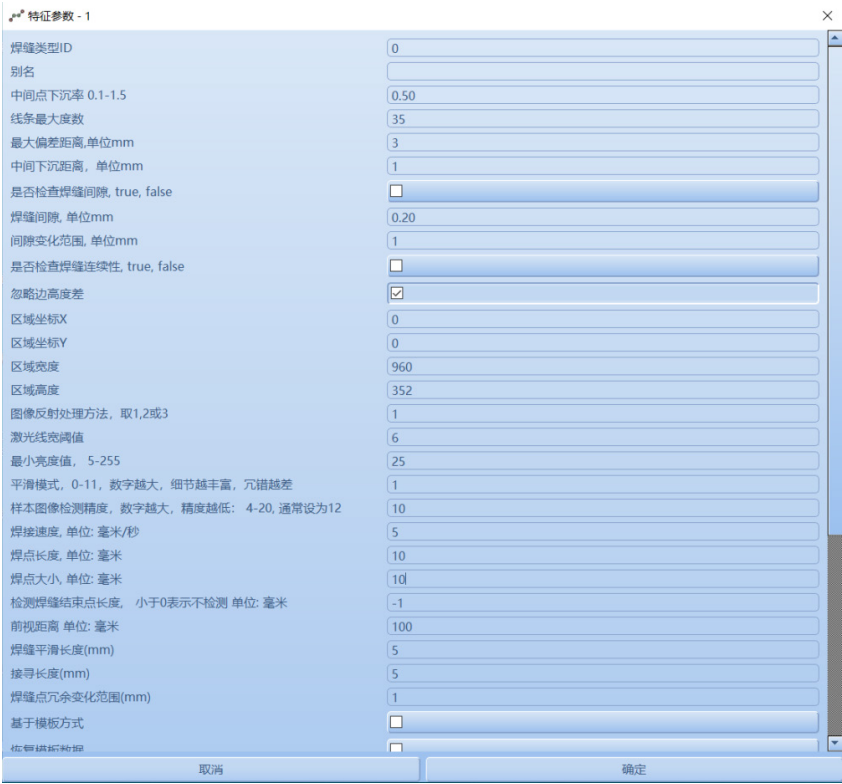


图 8.5

1) 区域限制

区域限制功能设置图像计算的区域，通常用来减小图像的计算范围，以达到排除干扰的目的。

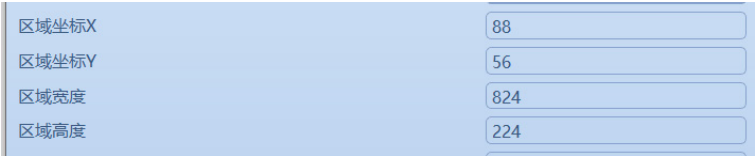


图 8.6

区域限制功能也可以在“图像区”进行可视化操作，操作步骤如下：

- ① 将鼠标移动到“图像区”，然后长按鼠标右键不放。
- ② 通过移动鼠标绘制识别的区域。
- ③ 绘制完成后，松开鼠标右键。
- ④ 区域设定完成，“图像区”显示紫色的限制框。

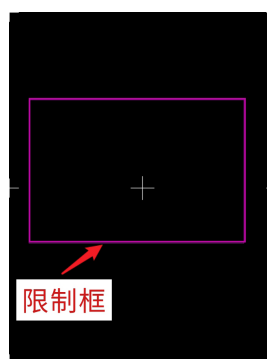


图 8.7

参数设定和限制框绘制都可以完成区域设定，通常推荐“可视化操作”。

2) 线条调节

线条调节主要有“激光线宽阈值”和“最小亮度值”两个参数。

激光线宽阈值	5
最小亮度值, 5-255	45

图 8.8

激光线宽阈值：可调节激光条纹线宽，设定值越大，激光条纹越宽。上限受“识别参数”影响。

最小亮度值：范围5-255，最小亮度值工件反光较强时，可调大最小亮度值，相反调小最小亮度值。

3) 识别调试

识别调试主要调节“激光亮度”和“曝光设置”两个识别参数。

激光亮度: 0-100	80
曝光设置: 0-1000	100

图 8.9

这两个参数即为视觉控制界面的“激光强度”和“曝光时间”参数。

相机	
曝光时间	100
激光	
激光强度	80

图 8.10

8.1.5 其他通用参数说明

上述章节描述的为常用的“通用参数”，这些参数需要用户牢牢掌握。此外，还有一些不常用的通用参数，下面对所有通用参数进行一个简单介绍。

1、焊缝ID

焊缝类型ID	0
别名	

图 8.11

2、别名

客户自定义名称

3、焊缝检测有效区域设置

区域高度	600
区域宽度	960
区域坐标X	0
区域坐标Y	0
是否图像模糊, true?false?,通常为true	☒
图像反射处理方法, 取1或2	1
激光线宽阈值, 通常不用修改	10
最小亮度值, 5-255	45
最小噪点阈值, 通常不用修改	5
平滑模式, 1-11, 数字越大, 细节越丰富, 冗错越差	7
不连续激光条阈值, 通常不用修改	20
组件间距, 单位:mm	10.0
是否组件检测	☐
样本图像检测精度, 数字越大, 精度越低: 4-20, 通常设为12	10.0
是否自动调节图像阈值, true或false	☐

图 8.12

当焊缝点在该区域外时，检测会失败。(系统设定左上角坐标为原点(0, 0))。

区域坐标X：焊缝有效区域的X；

区域坐标Y：焊缝有效区域的Y；

区域高度：焊缝有效区域的高度；

区域宽度：焊缝有效区域的高度；

4、是否图像模糊

通常需要图像模糊提高图像质量。

5、图像反射处理方法

图像反射处理方法取1或2：1表示全局图像处理，比较适合用在先扫后焊、存点等场景；2采用局部图像处理，适合实时跟踪。

6、激光线宽阈值

可调节激光条纹线宽：根据现场情况设置为6-10。

7、最小亮度值

最小亮度值取值范围为5-255：工件反光较强时，可调大最小亮度值，相反则调小最小亮度值。

8、最小噪点阈值

通常最小噪点阈值取5。

9、平滑模式

平滑模式取值范围为 1-11。数字越大，细节越丰富，冗错越差。高精度的细焊缝通常需要取较大的数值。

10、不连续激光条阈值

不连续激光条件阈值通常取20。

11、是否组件检测

仅部分激光焊缝跟踪产品具有该参数，如管板、工程围栏等。

11、组件间距（mm）

仅部分激光焊缝跟踪产品具有该参数，如管板、工程围栏，设置管板间距、各工程围栏栏杆间隔。

12、样本图像检测精度

其数值越大，精度越低，越容易丢弃一些细节，取值范围为4-20。

13、是否自动调节图像阈值

传感器将根据采集到的图像数据，自动分析调整曝光部份传感器参数（还在测试中）。

焊接速度, 单位: 毫米/秒	5
焊点长度, 单位: 毫米	10
焊点大小, 单位: 毫米	10
检测焊缝结点长度, 小于0表示不检测 单位: 毫米	-1
前视距离 单位: 毫米	100
焊缝平滑长度(mm)	5
搜寻长度(mm)	5
焊缝点冗余变化范围(mm)	1
基于模板方式	☐
恢复模板数据	☐
模板学习	☐

图 8.13

14、焊接速度

设置焊缝速度需与机器人跟踪焊接速度一致。特殊情况在管板应用中需设置与扫描速度一致（单位：毫米/秒）。

15、焊点长度

设置焊点大小（单位：毫米）

16、检测焊缝结束点长度

设置为-1表示不检测 单位：毫米。：表示当满足设置长度没有识别焊缝后判断为结束点，确认结束后不在识别焊缝。

17、前视距离

焊枪尖端到激光的前置距离。（单位：毫米）

18、焊缝平滑长度（mm）

表示学习焊缝长度；用于学习焊缝特征；在后续进行跟踪焊接时增加焊缝跟踪稳定性。

19、搜寻长度（mm）

设置参数后再搜寻长度内激光识别点位波动小于1mm;用于稳定搜寻定位。

20、焊缝点冗余变化范围（mm）

表示在焊缝学习过程中激光识别点位波动范围。

21、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。

22、恢复模板数据

重置模板数据。

23、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

（关于模板学习类参数；只能用于铁塔角）

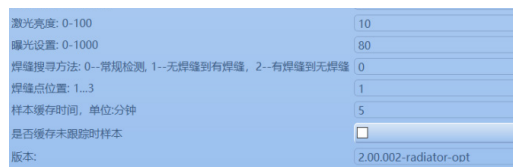


图 8.14

23、激光亮度调节

范围0-100

24、曝光设置调节

范围0-1000

25、焊缝搜寻方法

应有寻位方式

0 -常规检测：不学习直接搜寻检测

1-无焊缝到有焊缝：学习焊缝；从无焊缝寻位到有焊缝

2-有焊缝到无焊缝：学习焊缝；从有焊缝寻位到无焊缝。

26、焊缝点位置

当成像满足多个识别点位时；可以选择（1：表示左边优先）2（表示中间优先）（3：表示右边优先）

27、样本缓存时间

表示缓存日志时间，可追溯出现问题之前信息，单位：分钟。

28、是否缓存未跟踪时样本

表示是否缓存在跟踪过程中出现未跟踪到工件情况时的焊缝图片。

29、版本

当前焊缝版本信息。

8.2 焊缝特有参数调节

上一章节说明了通用焊缝参数的调节方法，通用参数的调节是焊缝识别的基础，它保证了成像的清晰和稳定。在通用参数之后，还需要对每一个焊缝类型进行单独认识和学习。

每一种焊缝类型，都有不同的焊缝计算方式和识别位置，焊缝的特有参数调节需要结合图像特征以及实际工件特征作综合分析。常见焊缝类型见下图所示。

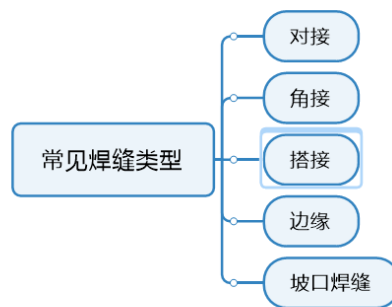


图 8.15

★注：下面介绍的参数值为默认值。

8.2.1 对接焊缝

对接焊缝如下图所示，识别的焊缝位置为两条直线条纹端点连线的中心处。

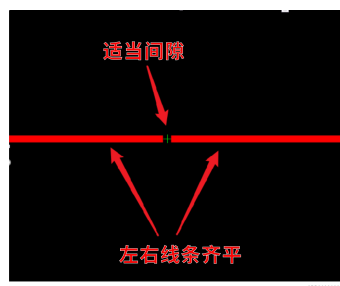


图 8.16

理想的对接焊缝成像具有以下的特征：

- ① 线条连续且清晰
- ② 左右线条齐平
- ③ 有适当的间隙
- ④ 线段水平，无较大倾角

⑤ 无其他明显干涉条纹

了解焊缝特征有助于我们对焊缝类型的判断，也为激光传感器是否能够识别做好基础性的知识储备。

在实际调试过程中，调节的方向就是将成像调节至上图所示的样子，这需要我们结合上文的通用参数，以及下面讲到的对接焊缝特有参数进行适应调节。

对接焊缝的特有参数如下图所示：

中间点下沉率 0.1-1.5	0.50
线条最大度数	35
最大偏差距离,单位mm	3
中间下沉距离, 单位mm	1
是否检查焊缝间隙, true, false	☐
焊缝间隙, 单位mm	1.50
间隙变化范围, 单位mm	1
是否检查焊缝连续性, true, false	☐
忽略边高度差	☒

图 8.17

1. 中间下沉率



图 8.18

如上图所示，部份对接焊缝类型中间线条下沉，如果小于设定的下沉率，则不会被识别。

有的对接工件下面会衬托一块底板，识别成像就如上述情况，此时，中间线条的下沉率就为对接的板厚。

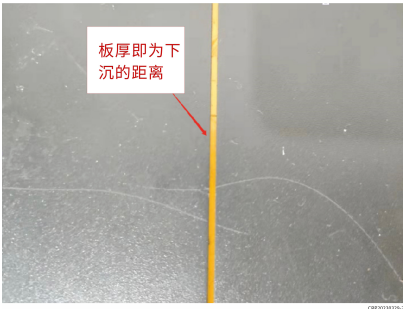


图 8.19

★注意

可以通过该参数屏蔽一些焊缝识别，做到焊缝过滤的效果。

2. 线条最大度数

线条最大度数

15

图 8.20

该参数设置对接条纹与水平线的最大角度，超过设置角度，将不进行焊缝识别。

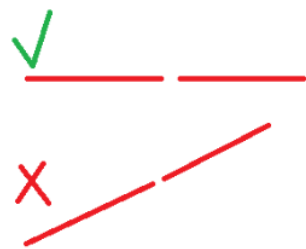


图 8.21

3. 最大偏差距离

最大偏差距离,单位mm

3

图 8.22

最大偏差距离用于检测识别焊缝的跳动情况，该值设置越大，对焊缝的稳定性要求也就越高。所以设置过高会导致焊缝变得不易识别，建议设置为3mm。

4. 中间下沉距离

中间下沉距离，单位mm

5

图 8.23

此参数暂无应用。

5. 是否检查焊缝间隙

是否检查焊缝间隙, true, false

☐

图 8.24

如果该值设为true，将检查对接焊缝间隙。只有符合条件的焊缝间隙才会检测识别。

★注意

间隙范围值设置参考“焊缝间隙”与“间隙变化范围”两个参数。

可以通过上位机的“实时”界面确认当前焊缝识别的对接焊缝间隙值，如下图所示：

实时	
X	0.34
Z	2.60
间隙	1.62
质量	-

图 8.25

间隙一般无最大限制，但有最小限制。根据探头不同建议参数如下：

高精度： $\geq 0.6\text{mm}$

非高精度： $\geq 1\text{mm}$

一些场景下，打开间隙检测可以避免点焊点等造成的误识别，但随意使用该功能可能会导致识别兼容性下降。

★注意
这里的间隙描述为传感器识别到的间隙，而非工件真实的间隙。 工件间隙 $\neq$ 识别间隙

6. 焊缝间隙

焊缝间隙, 单位mm

图 8.26

7. 间隙变化范围

间隙变化范围, 单位mm

图 8.27

如果选择检查焊缝间隙，则需要设置焊缝间隙及间隙变化范围。如焊缝间隙是设为2.0mm，间隙变化范围设为0.5mm,那么只有间隙在1.5-2.5mm之间的间隙才能被有效识别。

8. 是否检查焊缝连续性

是否检查焊缝连续性, true, false ☐

图 8.28

如果该值设为true，当激光条纹有多个断续点时，检测结果将返回失败，如下图所示：



图 8.29

★注意
当成像不清晰时，极有可能出现线段不连续的情况，从而导致焊缝识别失败。

9. 忽略高度差

激光线条不属于同一平面；上下错位；忽略此错位。

8.2.2 角接焊缝

角接焊缝的标准条纹如下图所示：

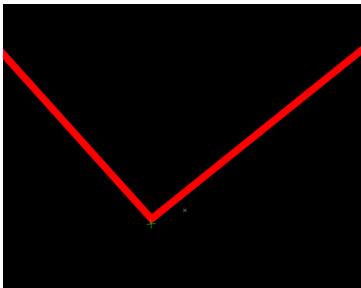


图 8.30

角接焊缝如上图所示，是由两条具有一定长度且连续的直线条纹相交构成的角，识别位置为两条直线条纹的交点处。其特征参数如下图所示：

左边偏移量(mm)	0
右边偏移量(mm)	0
卷边方式,0:无卷边;1:左卷边;2:右卷边;3:双卷边	0
最小边长(mm)	1
角接间隙(mm)	1
基于角接两边	☒

图 8.31

1. 左边偏移量

左边偏移量(mm)	0
-----------	--------------------------------

图 8.32

焊点与左边直线的相对偏移量。

2. 右边偏移量

右边偏移量(mm)	0
-----------	--------------------------------

图 8.33

焊点与右边直线的相对偏移量。用户可以通过“2”与“3”点调节角焊缝的识别位置。

3、卷边方式

卷边方式,0:无卷边;1:左卷边;2:右卷边;3:双卷边	0
------------------------------	--------------------------------

图 8.34

0: 无卷边（无曲线构成的角接）

左卷边（左边为曲线，右边为直线）

右卷边（右边为曲线，左边为直线）

双卷边（两条曲线沟通的卷边）（暂无效）

4、最小边长

A horizontal blue bar with the text '最小边长(mm)' on the left and a small input field containing the number '1' on the right.

图 8.35

识别线条最小长度

5、角接间隙

A horizontal blue bar with the text '角接间隙(mm)' on the left and a small input field containing the number '1' on the right.

图 8.36

角接焊缝最大间隙范围；超过设定值就无法识别。

6、基于角接两边

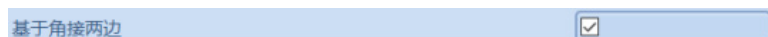
A horizontal blue bar with the text '基于角接两边' on the left and a checked checkbox on the right.

图 8.37

勾选后会基于角接两边来识别焊缝。

8.2.3 搭接焊缝

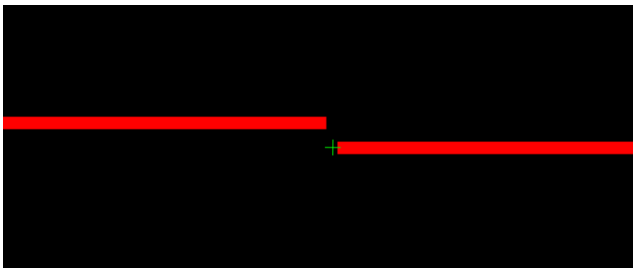


图 8.38

搭接焊缝如上图所示，由两条连续，清晰，且具有一定高度差的条纹线段构成，识别的位置由两条条纹端点计算得到。其特征参数如下：

是否检查间隙, true, false	☒
最小间隙, 单位mm	1
最大间隙, 单位mm	15
下沉边的最短边长, in mm	3
卷边方式,0:无卷边;1:左卷边;2:右卷边, 3:双卷边	3

图 8.39

1. 是否检测间隙

是否检查间隙, true, false	☒
---------------------	-------------------------------------

图 8.40

选中该选项则会检查搭接上下边的间隙，超出范围则焊缝识别失败。

2. 最小间隙

最小间隙, 单位mm	1
------------	--------------------------------

图 8.41

设置焊缝最小间隙

3. 最大间隙

最大间隙, 单位mm	15
------------	---------------------------------

图 8.42

设置焊缝最小间隙。

4、下沉边的最短边长

下沉边的最短边长, in mm	3
-----------------	--------------------------------

图 8.43

5、卷边方式：0：无卷边（无曲线构成的角接）



图 8.44

左卷边（左边为曲线，右边为直线）

右卷边（右边为曲线，左边为直线）

双卷边（两条曲线沟通的卷边）

8.2.4 边缘焊缝



图 8.45

边缘焊缝由一条清晰连续的直线条纹形成，识别的位置为线段的端点处，其特征参数如下：

最短线条长度(mm)	5
最长线条长度(mm)	1000
水平偏移(mm)	0
垂直偏移(mm)	0
线条角度(°C)	10
角度范围(°C)	35
箱体厚度(mm)	0.10
箱体边缘跳变范围(mm)	0.10
箱体边缘间隙(mm)	0.50

图 8.46

1. 最短线条长度

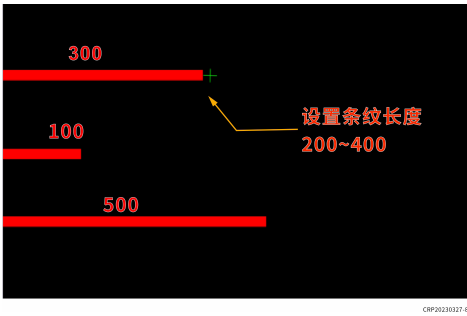


图 8.47

参数范围：箱体厚度H J的两倍以上。当组件较厚时，设置长度不能超过实际AB（图8.40）。

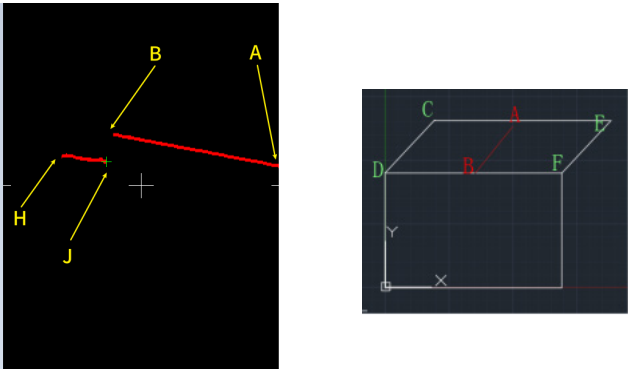


图 8.48

2. 最长线条长度

一般情况下默认1000。

当激光图象中出现三条线段时，实际焊接为C点，这时我们需要设置最长线条长度CD的长度；确认好CD的长度来区分或AB、EF的长度；并过滤。

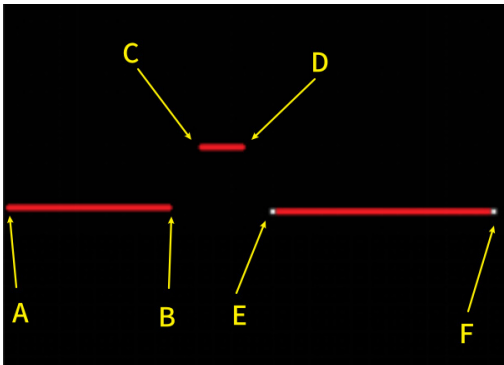


图 8.49

2. 水平偏移

水平偏移(mm)

0

图 8.50

设水平方向偏移。

3. 垂直偏移

垂直偏移(mm)

0

图 8.51

设置焊缝点在垂直方向偏移量，可与“2. 水平偏移”一起调节识别点位，如下图所示。

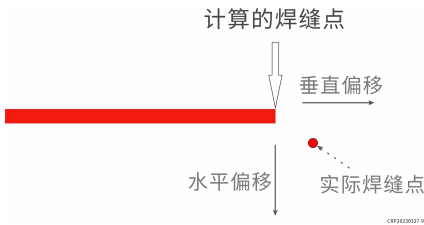


图 8.52

4. 线条角度

线条角度(°C)

0

图 8.53

激光条纹相对于水平方向的基准夹角。

5. 角度范围

角度范围(°C)

15

图 8.54

激光条纹角度变化范围，与“3. 线条角度”一起确定可识别条纹的角度范围。上图所示中，参数的角度范围为：0~15°。

6. 箱体厚度

箱体厚度(mm)

0.10

图 8.55

设置实际箱体厚度。

7. 箱体边缘跳变范围

X轴跳动范围(mm)

3

图 8.56

设置实际拼装误差值。过滤边缘不稳定的情况，边缘跳动在这个范围内的线条才会加入边缘计算。

★注意
箱体厚度、箱体边缘跳变与水平偏移、垂直偏移不同时生效，箱体厚度、箱体边缘跳变优先级更高。

10. 箱体边缘间隙

Z轴跳动范围(mm)

3

图 8.57

以实际间隙为准的情况；最大不超过1mm。

8.2.5 外角接焊缝

外角接焊缝特征参数如下图所示。

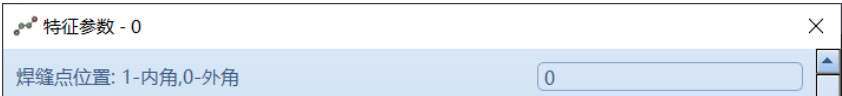


图 8.58

外角接可以设置识别的焊缝为“内角”或“外角”，如下图所示：

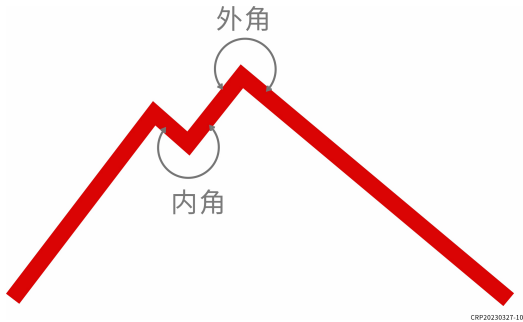


图 8.59

8.2.6 管板焊缝

管板焊缝属于组合式的扫描跟踪焊缝，与其他焊缝有所不同。管板焊缝的针对系列的管板类圆形和椭圆形工件。其特征参数如下图所示。

是否平管(凸起低于2mm)	☐
管最小高度,单位mm	5
管最大高度,单位mm	10
管壁厚, 单位mm	4
管直径, 单位mm	40
探测长度, 单位mm	1.50

图 8.60

1. 是否平管

是否平管(凸起低于2mm)	☐
---------------	--------------------------

图 8.61

勾选上后，激光识别算法为凹板算法，对应自动写入管小高度为-2mm,管最大高度为2mm。

不勾选，激光识别算法为凸板算法，对应管小高度与管最大高度需以实际工件自己写入。

2. 管最小高度

管最小高度,单位mm

5

图 8.62

3. 管最大高度

管最小高度,单位mm

5

图 8.63

4. 管半壁厚

管半壁厚, 单位mm

3

图 8.64

检测出管小线条的长度（管半壁厚）。



图 8.65

高精度：≥1.5mm

非高精度：≥3mm3. 板最小下沉距离

5. 管直径

管直径, 单位mm

40

图 8.66

设定管子直径，有助于正确判断管类工件。如果是椭圆，则根据依据移动方向确认长轴或短轴。

6. 探测长度

探测长度, 单位mm

1.50

图 8.67

激光扫描进入距离设置，用于初始数据过滤（过滤焊疤）。

管板参数说明：

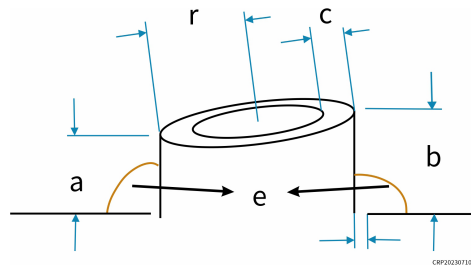


图 8.68

- 1、a表示管的凸出高度（同时是管凸出高度的最低点）
- 2、b表示管的凸出高度（同时是管凸出高度的最高点）
- 3、c表示管的厚度
- 4、d表示管与板之间的间隙
- 5、r表示管的半径
- 6、e表示管与板之间的夹角

九、通讯设置

传感器的通讯主要有以太网和串口通讯两种。在一些情况下，我们需要对传感器进行通讯设置，具体设置方法下文将进行详细说明。

★注意

修改工具为激光UI，需要连接到激光传感器后才能进行修改！

9.1 网络地址修改

网络地址修改的步骤如下：

- 1) 连接成功后，选择焊缝类型为：63。

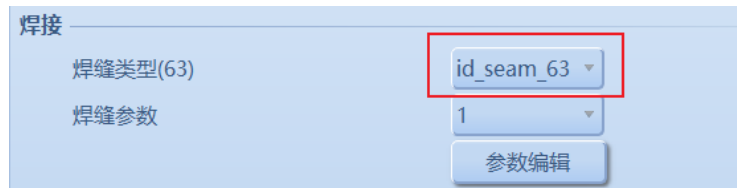


图 9.1

为防止因客户意外修改导致客户端无法联接到激光跟踪，仅支持手动IP地址模式；

- 2) 点击参数编辑，进入参数设置界面



图 9.2

3) 修改“机器人网络地址”栏的参数（图中标识①的位置），修改后点击确认（其他参数不需要设置）

4) 点击重启按钮重启相机

5) 重启后，输入修改后的网络地址进行连接

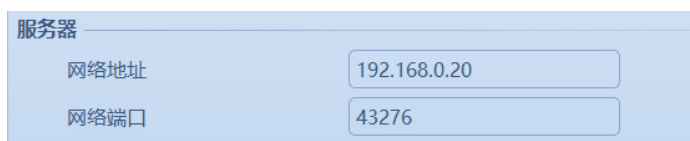


图 9.3

★注意

修改后，请务必记住新的激光传感器的网络地址！

如果网络设置不正确，或忘记设置的IP 地址，将无法通过电脑或机器人连接到激光跟踪仪，可以通过勾选“恢复机器人网络出厂设置”（如下图所示），将网络参数初始化，之后操作4~5的步骤。



图 9.4

恢复机器人网络出厂设置：选中该选择框，传感器与机器人连接的IP地址，子网掩码，默认网关等将还原为：

机器人网络地址	192.168.10.20
机器人子网掩码	255.255.255.0
机器人默认网关	192.168.10.20

图 9.5

机器人网络地址：与机器人连接的网口IP地址

机器人子网掩码：与机器人连接的网口子网掩码

机器人默认网关：与机器人连接的网口默认网关

机器人Mac地址：与机器人连接的网口Mac地址，修改无效果

机器人MTU大小：无特殊需求，保持为1500。

如果忘记设置的IP，可以通过以下2种方法找回。

方法一：

拆开主机盖，使用激光UI与激光跟踪主机网口1进行连接，将电脑IP地址修改为192.168.237.102，打开UI,设置激光跟踪IP地址如下图所示。

激光焊缝跟踪系统 - 1.0.0.499 (成都钧诺智能科技)	
固件	
序列号	
固件版本	
服务器	
网络地址	192.168.237.8
网络端口	43276

图 9.6

然后连接到主机，然后将焊缝类型参数选择为63，找回IP 地址。

方法二

(适用于激光跟踪仪已安装主机UI的情况)

连接HDMI(或HDMI转VGA)显示器，和USB鼠标，系统启动后，单接连接，【焊缝类型】选择63，【焊缝参数】选择1，点击【参数编辑】，找回IP地址。

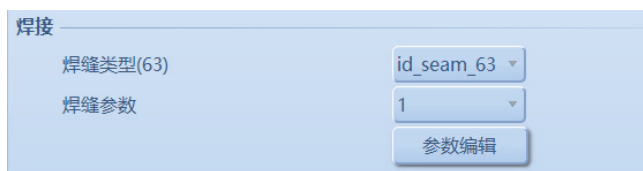


图 9.7

9.2 串口设置

激光主机与激光探头的通讯方式为串口，主机提供共3个串口以进行通讯，默认为COM1；当COM1口出现故障时，可以将串口通讯接口更换到COM2或COM4，此时，需要进行设置，具体步骤为：

- 1) 连接成功后，【焊缝类型】选择为63，【焊缝参数】选择为1。

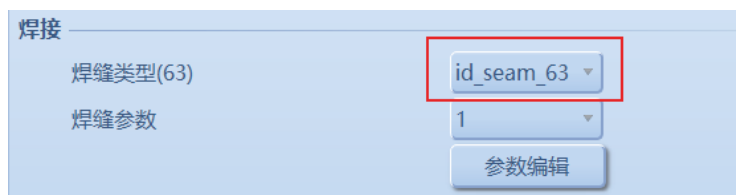


图 9.8

- 2) 点击参数编辑，进入参数设置界面。



图 9.9

- 3) 修改“串口号”栏的参数（图中标识②的位置），修改后点击确认。

串口号为设置主机连接到探头的串口，1-10为通常的串口，11为USB转485串口。串口波特率、奇偶、数据位、停止位、流控等保持默认值，不作修改。

★注意

激光跟踪仪主机至少有2个485串口，如果串口1因意外坏掉，可尝试更换为其它串口或USB转串口。

4) 点击重启按钮重启相机

5) 确认通讯后，正常使用

可以通过勾选“恢复串口出厂设置”，将串口参数初始化，之后操作4~5的步骤。

★注意

串口若设置不对应，激光便无法开闭，指示灯也无法正确显示。



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