

(NT-00119-A1)激光传感器功能使用手册

安全

简介

安全责任说明

安全标志

拟定用途

急停按钮

使用前安全须知

安全操作规程

操作前注意事项

紧急停止

机器人操作注意事项

1. 概述

2. 系统连线说明

3. 使用前准备

a. 通讯连接

i. IP地址设置

ii. 通讯参数设置

iii. 连接激光传感器

b. 激光传感器标定

i. 标定介绍

ii. 标定步骤

iii. 标定位置示意

iv. 详细标定说明

1. 前期准备

3.2.4.2 P1点标定

3.2.4.3 P2点标定

3.2.4.4 P3点标定

3.2.4.5 P4点标定

v.  标定计算

vi.  标定检测

c. 参数设置

d. 焊缝说明

4. 激光传感器跟踪功能指令与应用简介

a. 激光跟踪指令列表

b. OpenLaser

c. CloseLaser

d. SearchLaser

i.  程序示例1：点位搜寻，直接到点

ii.  程序示例2：存入GP，进行调用

iii.  程序示例3：获取焊缝特征数据

e. 动态寻位相关指令

i.  概述

ii.  SearchStart

iii.  SearchEnd

iv.  MoveL/Search

v.  寻位功能界面参数简介

vi.  寻位程序示例

f. OpenLaserTrack

g. CloseLaserTrack

h. Set/CountNode 计算交点

i. CreateUser 计算用户坐标系

5. 激光焊缝跟踪系统常用场景应用说明

a. 概述

b. 场景1：先扫后焊-动态寻位+连续存点

c. 场景2：先扫后焊-连续存点+L角交点计算

d. 场景3：先扫后焊-坐标系偏移

e. 场景4：实时跟踪

6. 常见故障说明-待完善

附录：CrobotpOS系统笛卡尔空间坐标简介

a. 位置变量的构成

- b. 位置变量的获取(程序或GP/LP)
- c. 位置变量的参考说明
- d. 外部轴的概念以及对坐标位置的影响
- e. 编程习惯建议
- f. CFG的概念
- g. CFG在场景应用中的作用
- h. 机器人位置计算方法及作用简介
 - i.  演算指令
 - ii.  坐标偏移指令：基于原有点位产生相对偏移
 - iii.  其他算法类指令

[点击下载](#)

[\(NT-00119-A1\)激光传感器功能使用手册.pdf](#)

卡诺普

CROBOTP

控制器 占据半壁江山的机器人品牌

让客户用好机器人



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](#)

[CrobotpOS 编程指令说明书](#)

[CrobotpOS 系统通讯说明书](#)

[CrobotpOS 系统PLC说明书](#)

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！

请确保相关说明书到达本产品的最终使用者手中。

修订记录		
日期	版本	说明
2024-12-26	A0	初稿(新平台激光跟踪工艺相对于X8，在标定界面增加了滤波相关参数，在开启激光跟踪指令增加了点云方式)。
2025-06-10	A1	修正编号，拼写错误，优化格式

安全

简介

- 本节主要介绍在使用机器人时需要注意的安全原则和流程，在使用机器人之前，请务必熟读并理解本章中所述内容，并按安全操作规程操作机器人。且使用前（安装、运转、保养、检修），请务必熟读并全部掌握本说明书和其他相关资料。
- 本手册给出的图表、顺序和详细解释可能并不绝对正确。所以，在使用本手册去作业时，有必要投以最大的注意力。一旦出现未说明的问题或麻烦，请与卡诺普联系。
- 为保证每项工作的安全，请阅读并完全理解本手册和《机器人安全手册》、相关法律法规及其相关资料中各种有关安全的解释和描述，同时请为各项工作采取合适的安全措施。
- 除安全章节外，请注意在文档的必要部分有其他的安全提示。

安全责任说明

本手册并不对使用非本公司机器人的应用做担保。同时，我司将不会对使用这样的机器人而可能导致的故事、损害和(或)与工业产权相关的任何问题承担责任。

我司尽可能提供出可靠的安全信息，但不对因使用本手册及其中所述产品引起的意外或间接事故承担责任。

安全标志

除本手册中有明确陈述之外，本手册的内容不应解释为卡诺普对个人损失、财产损坏或具体适用性做出任何担保或保证。

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，可能发生轻伤事故、中等程度伤害或设备故障。
 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。

拟定用途

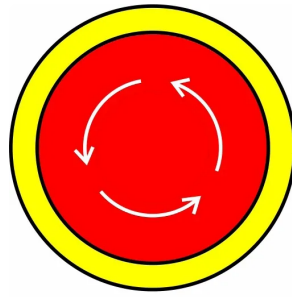
机器人控制器以及机器人只限于一般工业设备使用，不可用于与预定用途违背的应用，禁止用途包括但不限于以下情况：

- 用于易燃易爆等危险环境中；
- 用于移动或搬运人或其他动物的装置；
- 用于涉及人命的医疗设备等装置；
- 用于对社会性及公共性有重大影响的装置；
- 用于车载、船舶等受到振动环境；
- 用于攀爬工具使用。

急停按钮

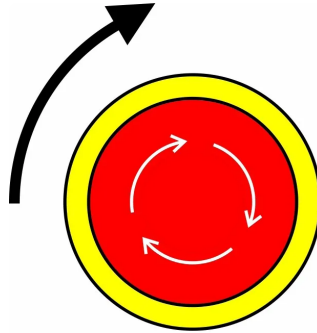
紧急停止属于安全停止的一种，是机器人系统中优先级最高的功能。在示教器、电柜、工位盒等均安装有急停按钮。如遇紧急情况，用户可按下急停按钮，立即切断机器人电源。

紧急停止用的急停按钮大多数使用红色的操作主体，最常见的外形是蘑菇头型。如下图所示。



CRP-20220318-2

若需复位，则需按照急停按钮上的箭头方向旋转（如下图所示），急停按钮将弹起复位。



CRP-20220318-1

使用前安全须知

1. 搬运和安装机器人时，请务必按照卡诺普公司说明书中所示的方法进行。否则可能导致机器人翻倒，引发事故；
2. 请务必在机器人安装前划分出安全区域。可在机器人工作区域周围安装栅栏及警示牌保证机器人安全工作，防止闲杂人等进入以及防止机器人伤人；
3. 机器人上方不能有悬挂物，以防掉落砸坏机器人等设备；
4. 严禁倚靠电控柜，或者随意触动按钮，以防机器人产生未预料的动作，引起人身伤害或者设备损坏；
5. 拆分机器人时，注意机器人上可能掉落的零件会砸伤人员；
6. 在进行外围设备的个别调试时，务必断开机器人电源后执行；
7. 外围设备均应连接适当的地线；
8. 初次使用机器人操作时，请务必先以低速运行，待运行无误后再逐渐加速。
9. 请注意对电控柜与机器人、外围设备间的配线及配管采取防护措施，以免被人踩坏或被叉车碾压而坏；

10. 任何工作的机器人都可能有不可预料的动作，会对工作范围内的人员造成严重的伤害或者对设备造成破坏。在准备机器人工作前，需测试各安全措施（栅栏门、抱闸、安全指示灯）的可靠性；
11. 在开启机器人前，确保机器人工作范围内没有其他人员；
12. 通过软件设定的动作范围及负载条件切勿超出产品规格表中的规定值，设置不当可能造成人员伤害或机器损坏；
13. 在进入操作区域内工作前，即便机器人没有运行，也要关掉电源或者按下急停按钮；
14. 当在机器人工作区内编程时，设置相应看守，保证机器人能在紧急情况下迅速停止。示教和点动机器人时不要戴手套操作，点动机器人时要尽量采用低速操作，遇到异常情况时可有效控制机器人停止；
15. 必须知道机器人控制器和外围控制设备上的紧急停止按钮的位置，以便在紧急情况下能准确地按下这些按钮；
16. 永远不要认为机器人处于静止状态时其程序就已经完成。此时机器人很有可能是在等待让它继续运动的输入信号；

安全操作规程

操作前注意事项

注意

★进行机器人示教作业前要检查以下事项，有异常则应及时修理或采取其他必要措施。

- 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。

★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。

紧急停止

危险

★ 操作机器人前，请按下急停键，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，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。

★ 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。

机器人操作注意事项

★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。

★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

1. 概述



警告

请不要直视激光，本说明使用前，建议先熟读《[激光传感器说明书](#)》

激光焊缝跟踪系统包括机器人与激光焊缝传感器两部分，激光传感器扫描工件，可以得到准确的焊缝位置，并反馈给机器人执行动作。激光焊缝跟踪系统能够实现对工件焊缝的特征进行提取、点位纠正与实时跟踪，可以有效的解决工件的组对误差、下料误差以及焊接过程中产生的形变。

2. 系统连线说明

不同品牌的激光焊缝传感器硬件有所差异，本文将以卡诺普激光传感器为例进行介绍。卡诺普的激光焊缝传感器包括激光主机与激光探头、它们的接线说明详见《[激光传感器说明书](#)》。在连接完成后，用网线连接上位机与激光焊缝跟踪主机的UI接口，可以进行激光传感器的参数调试，如图2.1.1。



图2.1.1：激光焊缝跟踪主机—卡诺普

3. 使用前准备

a. 通讯连接

i. IP地址设置

硬件接线完成后，需要设置通讯参数，进行机器人与激光传感器的连接。

设置步骤：

1. 依次点击【菜单】-【系统设置】-【IP设置】，进入到IP设置页面。
2. 根据接线对应的控制网口，设置LAN1/LAN2的相关参数。
3. IP地址：检查机器人IP地址，如卡诺普激光传感器的默认地址为192.168.10.20，则将网口对应的IP地址设置为192.168.10.XX（XX≠20）。如果显示为127.0.0.1，检查网线和以太网接口是否正常。
4. 子网掩码：默认设置为255.255.255.0。
5. 默认网关：与IP地址和激光传感器的地址设置在同一网段下，如某卡诺普激光传感器的默认地址为192.168.10.20，示教器上设置的IP地址为192.168.10.167，则将网口对应的IP地址设置为192.168.10.XX（XX≠20，XX≠167）。

The screenshot displays the 'IP设置' (IP Settings) screen. At the top, there's a header 'IP设置'. Below it, a section for 'LAN2' is highlighted with a red box. Inside this section, the '状态' (Status) is '已连接' (Connected). Below the status, there are three input fields: '自动获取地址' (Automatic IP acquisition) with an unchecked checkbox, 'IP地址' (IP Address) set to '192.168.100.100', '子网掩码' (Subnet mask) set to '255.255.255.0', and '默认网关' (Default gateway) set to '192.168.100.1'. Below the LAN2 section, there's a section for 'LAN3' with '状态' (Status) set to '断开' (Disconnected) and '自动获取地址' (Automatic IP acquisition) with an unchecked checkbox. At the bottom of the screen, there's a dark blue bar with buttons for '修改' (Modify), '退出' (Exit), and a timestamp '17:33 22/07/07'.

图3.1.1: IP地址设置

ii. 通讯参数设置

IP地址设置完成后，需要进入到通讯连接界面设置相关的参数进行连接。

设置步骤：

- 1. 依次点击【菜单】-【用户工艺】-【激光跟踪】，进入到激光跟踪工艺主页面，如图3.1.2。



图 3.1.2： 激光跟踪工艺主界面

表3.1： 激光跟踪参数

参数/图标	说明
工艺号	范围0~9，独立保存不同的激光跟踪参数
注释	为工艺添加注释说明

- 2. 点击改页面左下角的“通讯设置”图标，进入到修改界面，如图3.1.3。
- 3. 设置相关通讯参数，如表3.2。



图3.1.3：通讯参数设置界面

表3.2：通讯设置相关参数说明表

参数/图标	说明
激光跟踪厂家	无论是何种品牌的传感器，都选择卡诺普。
IP地址	设置激光传感器的IP地址。卡诺普激光传感器默认值为：192.168.10.20(机器人控制器IP地址需要设置为192.168.10.XX，XX≠20)。
端口号	设置激光传感器的端口号，卡诺普激光传感器默认值为23463。
连接时间	机器人与激光传感器连接超时时间，超时报警“连接失败”，建议设置1000ms。
读写超时时间	机器人获取激光传感器数据超时时间，超时报警“搜寻失败”，建议设置2000ms。
激光通讯状态	红色：未建立与激光器连接。 绿色：已建立与激光器连接。

打开激光/关闭激光	打开激光：参数设置完成后，点击“打开激光”图标，信息提示栏提示结果(连接成功!/连接失败!)。 关闭激光：点击“关闭激光”图标，断开与激光器连接，同时激光通讯状态灯变为X。 两个状态互斥：当点击“打开激光”图标连接并打开激光器成功后，“打开激光”图标变为“关闭激光”图标。当点击“关闭激光”图标，激光器被断开连接成功后，“关闭激光”图标变为“打开激光”图标。
主界面	点击该图标后，回到激光跟踪工艺主界面，如图3.1.2。

iii. 连接激光传感器

在上述动作完成后，在当前界面左下角点击“打开激光”图标(如图3.1.4)。



图3.1.4：通讯参数设置界面

- 1. 如果上述操作无异常，则界面信息提示区显示“激光打开成功”且激光通讯状态图标由红色变为绿色，如图3.1.4(且“打开激光”图标变为“关闭激光”图标)。



图3.1.3.2：激光打开成功界面

2. 若上述相关操作中有异常，则界面信息提示区显示“激光打开失败”。请对相关接线及通讯参数设置进行检测。

b. 激光传感器标定

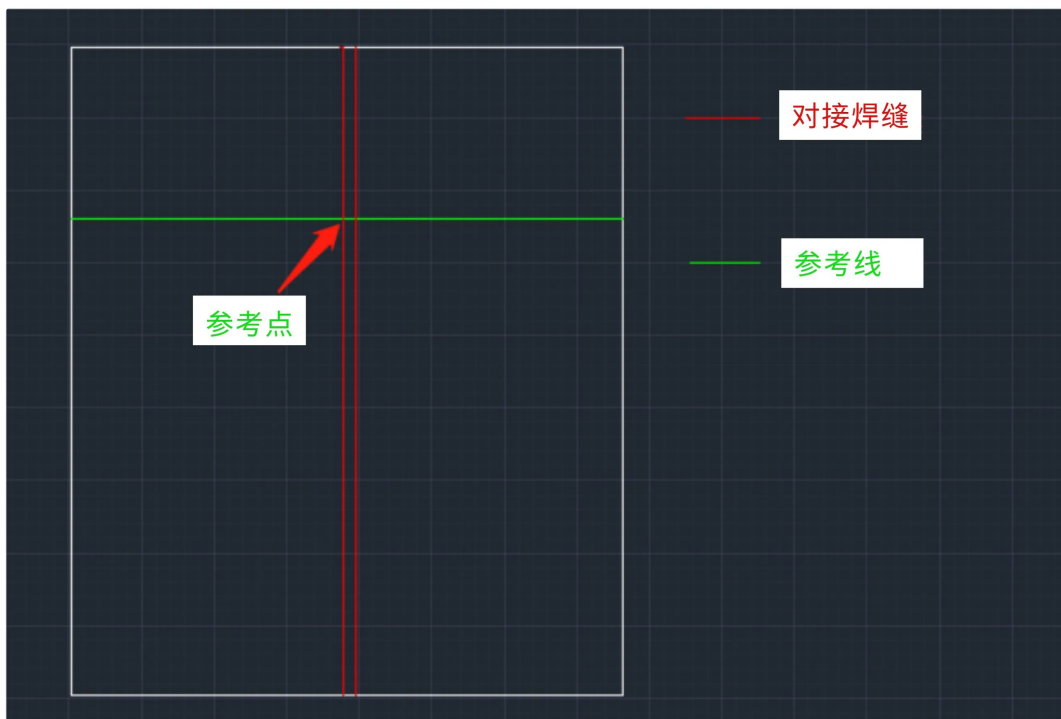
标定前，请先确认机器人TCP精度良好。建议机器人出厂前，机器人在厂家完成50点标定。若精度不够，需要在现场通过50点校验方法进行校验。

i. 标定介绍

标定工具：

1. 一台电脑（带激光跟踪上位机软件）
2. 激光标定板。

激光标定板的介绍如下图所示：



CRP20230811-1

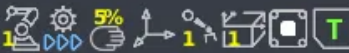
图3.2.1: 标定界面介绍

ii. 标定步骤

设置步骤：

1. 依次点击【菜单】-【用户工艺】-【激光跟踪】，进入到激光跟踪工艺主页面。
2. 点击改页面左下角的“标定界面”图标，进入到标定界面，如图3.2.2。
3. 设置标定相关参数。
4. 记录标定点位，计算标定结果。
5. 同步参数到工具。

菜单



激光跟踪参数

标定模式绝对

轨迹获取周期(ms)30

前置距离36.96

4点简易标定

焊缝类型0

工具坐标1

选择记录点

P1●P2●P3●P4●

X36.96Y-12.27Z-1.21

A-0.31B-42.01C-0.45

拟合参数

线性拟合点个数31

平均滤波40

低通滤波阶次60

低通滤波频率1.00

记录清除计算修改同步到工具主界面

17:4624/12/12

图3.2.2：激光标定界面

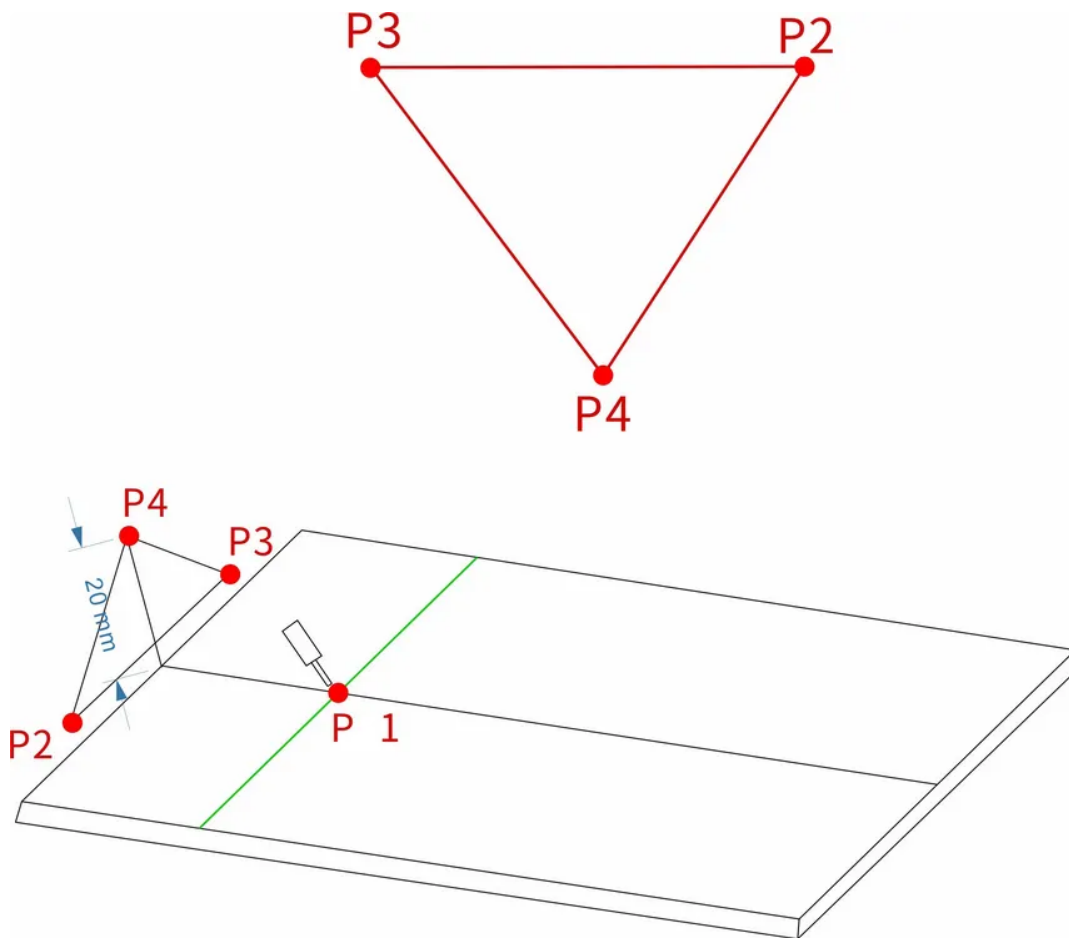
表3.3：标定界面说明表

参数/图标	说明
标定模式	目前默认为绝对式。
轨迹获取周期	根据所需轨迹精度和相机采集帧率进行设置，推荐设置为1000/相机帧率。
前置距离	焊丝末端与激光器发射的激光之间的最短距离，可用于判断标定结果是否正确(标定完成后自动填入)。
4点简易标定	通过记录4个点，标定机器人与激光传感器的位置关系。
焊缝类型	根据标定板的焊缝类型进行选择，卡诺普默认选择0号。
工具坐标	选择标定后需要写入的工具坐标。
P1/P2/P3/P4	需要记录的标定点位。
X、Y、Z、A、B、C	计算的标定结果，表示激光传感器与机器人工具坐标的位姿关系。

拟合参数	拟合参数只影响实时跟踪功能，对激光数据进行滤波处理。通常来说，滤波效果越强，对激光识别数据波动的容忍性越强，但过强会导致数据延迟和轨迹精度降低。 线性拟合点个数：激光识别数据波动大导致轨迹抖动时，可以将该值设大，但过大会导致轨迹精度变差，出厂默认为31。 平均滤波：减少数据的噪声和波动。设置过大会导致数据延迟和精度变差，过小会导致运动抖动。出厂默认为40。 低通滤波阶次：低通滤波段的数据个数，设置越大滤波效果越强。出厂默认为60。 低通滤波频率：低通滤波段的截止频数，设置越小滤波效果越强。出厂默认为1.0。
记录	光标选中P1/P2/P3/P4点，点击示教器中“F1”按键或该“记录”图标，可记录机器人当前位置到光标选择的P1/P2/P3/P4点中。P1点不需要激光传感器反馈数据。
清除	光标选中P1/P2/P3/P4点，点击示教器中“F2”按键或该“清除”图标，可删除光标选择的P1/P2/P3/P4点中存储的机器人点位数据。
试运行	P1~P4点已记录的情况下，可以在手动模式下试运行到记录点位。
计算	P1~P4点记录完成后，点击示教器中“F3”按键或该“计算”图标，进行标定计算。计算成功后前置距离与标定数据会自动刷新。
修改	修改计算后的标定数据，可用于标定补偿调节。
同步到工具	点击示教器中“F5”按键或该“同步到工具”图标，将标定后的A、B、C值写入到该界面中设置的工具坐标中。
主界面	点击示教器中“F7”按键或该“同步到工具”图标，回到激光标定工艺的主界面。

iii. 标定位置示意

标定的P1~P4点，记录了机器人与激光传感器两组数据，对应的位置示意如下图所示：



CRP20230811-2

图3.2.3.1: 标定点位说明

在激光传感器的UI界面中，P2,P3,P4会形成一个三角形，在该三角形区域工作内工作，点位精度最高。

iv. 详细标定说明

1. 前期准备

1. 将标定板放置在水平的工作台。
2. 操作机器人末端接近标定板，调整A、B姿态，使激光传感器尽量与标定板垂直。
3. 操作机器人，使激光传感器发射的激光线与标定板的参考线重合。过程中不能操作A、B姿态，只能动X、Y、Z、C（此过程为姿态调节，目的是调整标定时激光传感器的姿态）。

注意：

上述操作完成后，机器人标定姿态已经确认，后续的标定过程只能操作X、Y、Z，不允许进行姿态或者单关节变化。



图3.2.4.1: 标定准备阶段位置说明

3.2.4.2 P1点标定

1. 移动机器人，使得机器人TCP对准参考点。
2. 在【标定】界面选择P1点，点击F1按键或"记录"图标，记录机器人点位到P1。
3. 等待信息提示栏显示“记录成功”，P1点图标变为绿色。



图3.2.4.2: 标定说明图1

3.2.4.3 P2点标定

1. 相对于P1点往后移动机器人，调整左右距离，使得激光线在焊缝左边的激光线长度大于焊缝右边的

- 激光线长度(参考UI上的条纹), 然后使激光线与参考线重合,
2. 在【标定】界面选择P2点, 点击F1按键或"记录"图标, 记录机器人点位到P2。
 3. 等待信息提示栏显示“记录成功”, P2点图标变为绿色。



图3.2.4.3: 标定说明图2

3.2.4.4 P3点标定

1. 调整左右距离, 使得激光线在焊缝**右边**的激光线长度**大于**焊缝**左边**的激光线长度(以UI上的条纹为主), 然后使**激光线与参考线重合**。
2. 在【标定】界面选择P3点, 点击F1按键或"记录"图标, 记录机器人点位到P3。
3. 等待信息提示栏显示“记录成功”, P3点图标变为绿色。



图3.2.4.4: 标定说明图3

3.2.4.5 P4点标定

1. 抬高机器人，使激光线位于图像底部位置(UI界面观察)
2. 调整机器人位置，使得激光线与参考线重合，且焊缝两侧激光线长度相等。
3. 在【标定】界面选择P4点，点击F1按键或"记录"图标，记录机器人点位到P4。
4. 等待信息提示栏显示“记录成功”，P4点图标变为绿色。



图3.2.4.5：标定说明图4

要点补充：

1. P1点不需要激光传感器数据，是记录机器人TCP与焊缝的相对位置关系。P2、P3、P4都需要激光线与参考线重合。
2. P2、P3点需要在同一水平面。
3. 部分的三方传感器的P2与P3定义有区别，如果标定完成后前置距离为0，标定数据中X为负数，则将P2与P3点交换。

v. 标定计算

完成上述标定过程后，P1~P4点都将被记录更新，完成后P1~P4点状态如图 3.2.5 所示。

菜单

5%

T

激光跟踪参数

标定模式绝对

轨迹获取周期(ms)30

前置距离36.96

4点简易标定

焊缝类型0

工具坐标1

选择记录点

P1P2P3P4

X36.96

A-0.31

Y-12.27

B-42.01

Z-1.21

C-0.45

拟合参数

线性拟合点个数31

平均滤波40

低通滤波阶次60

低通滤波频率1.00

记录清除计算修改同步到工具主界面

17:4624/12/12

图3.2.5：激光标定界面

vi. 标定检测

- 前置距离应该为正数，数值测量方法：机器人在标定点P1时，TCP点距离激光线的垂直距离。
- 当前置距离为负数时，可以检查标定点P2,P3点是否记反。
- 可以通过编辑以下程序对标定结果进行检测。

▼ Plain Text

```
1 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P4点
2 OpenLaser 0 OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 // 打开激光
3 SearchLaser WType=0 SType=Move Speed=10 // 进行点位搜寻
4 CloseLaser // 关闭激光
```

第一次运行程序，将P4点的位置记录为第一行的运动位置。

第二次可以变化一定姿态，再次运行程序。

两次程序都能准确到点，则标定操作正确。

c. 参数设置

标定完成后，还需要设置搜寻相关参数，参数说明见表3.3。

设置步骤：

- a. 依次点击【菜单】-【用户工艺】-【激光跟踪】，进入到激光跟踪工艺主页面。
- b. 点击该页面左下角的“搜寻参数”图标或F3按键，进入到标定界面，如图3.3.1。
- c. 设置搜寻相关参数。



图3.3.1：搜寻参数设置界面

表3.4：搜寻相关参数说明表

参数/图标	说明
搜寻次数	设置搜寻时的重复次数，适当得增加大搜寻次数可以过滤波动的点位识别。该参数影响定点搜寻时的直接搜寻、存入GP功能，默认设置为1。
搜索间隔时间	设置搜索的间隔时间，影响定点搜寻功能与动态寻位功能，默认设置为50ms。
搜寻超时时间	使用搜寻指令时，机器人发出搜寻请求到收到返回数据的持续时间。若该时间大于设置时间，系统将报警“搜寻失败”。参数影响定点搜寻时的直接搜寻、存入GP功能，默认设置为2000。

d. 焊缝说明

卡诺普激光焊缝传感器对于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，需要确认焊缝类型。CrobotpOS平台激光工艺中支持查看典型的焊缝模型。

路径：

- 1. 依次点击【菜单】－【用户工艺】－【激光跟踪】，进入到激光跟踪工艺主页面。
 - a. 点击该页面左下角的“焊缝说明”图标或F4按键，进入到焊缝模型图，如图3.4.1。

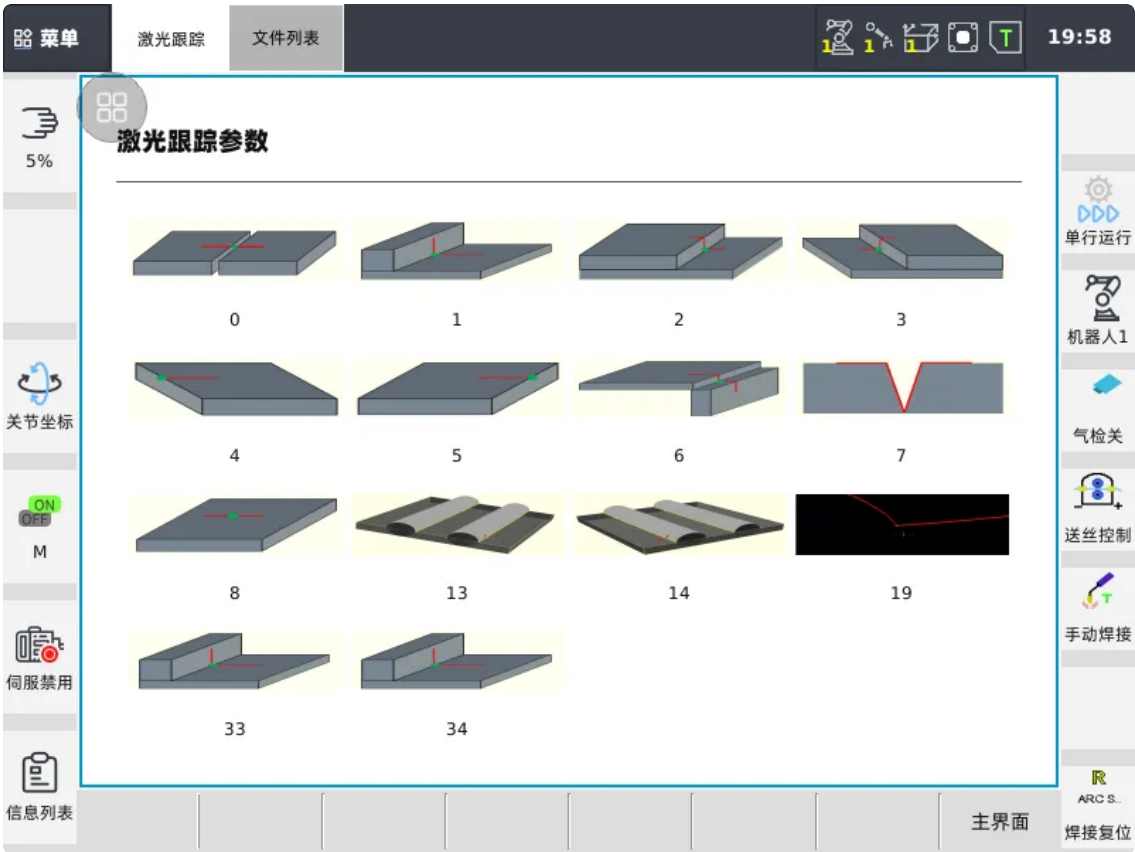


图3.4.1：焊缝说明界面

表3.5：焊缝类型说明表

焊缝ID	焊缝类型
0	对接
1	角接

2	左搭接
3	右搭接
4	左边缘
5	右边缘
6	外角接
7	V型坡口
8	
13	
14	
19	坡口焊缝
33	
34	

补充说明

- 对于其他厂商的激光传感器产品，焊缝定义可能有区别，需要根据实际情况进行设置

4. 激光传感器跟踪功能指令与应用简介

CrobotpOS平台常见的激光跟踪功能包括**焊缝定位搜寻**，**焊缝实时跟踪**，**焊缝动态寻位**，**焊缝特征提取**，**焊缝二次计算**，**焊缝点云扫描**六大功能。它们是激光应用的基石，熟练的掌握激光的基础功能，并根据项目合理的组合和应用，才能应对各种复杂多变的实际场景。

a. 激光跟踪指令列表

涉及到激光传感器使用的相关指令如下表所示：

表4.1：激光相关指令说明表

指令集	指令名称	中文名称	功能描述
焊接	OpenLaser	打开激光	打开激光源

	CloseLaser	关闭激光	关闭激光源
	SearchLaser	激光搜寻	用于焊缝定位搜寻，焊缝实时跟踪，焊缝特征提取
	OpenLaserTrack	开启激光跟踪	打开激光跟踪状态，用于焊缝实时跟踪，焊缝点云扫描
	CloseLaserTrack	关闭激光跟踪	关闭激光跟踪状态
	SearchStart	寻位开始	开始激光起始点寻位，用于焊缝动态寻位
	SearchEnd	寻位结束	结束激光起始点寻位
其他	Set/CountNode	交点计算	计算两条线/三条线的交点
	CreateUser	创建用户坐标	计算新的用户坐标系，用于坐标系整体偏移

b. OpenLaser

指令简介：

该指令效果为建立与激光传感器的连接并且打开激光光源。

指令路径：

【编程指令】 – 【焊接】 – 【OpenLaser】

指令元素：

指令元素是如图 4.2.1所示的指令相关变量参数。参数说明见下表所示。



图4.2.1: OpenLaser指令界面

表4.2: 指令元素说明表

元素	说明
编号	调用的激光工艺号。可下拉选择常数或变量UI。 • 常数：直接需输入所需工艺号，数据类型-int，数据范围：0~9。 • UI：输入UI变量号，通过使用变量值调用对应的工艺。
X偏移量	对OpenLaser和CloseLaser指令之间的SearchLaser指令搜寻到的目标点位叠加X方向的偏移。偏移效果为基于运动指令设置的工具坐标系，将点位的X坐标值加上偏移量，如$X_{\text{偏移后}} = X_{\text{偏移前}} + X_{\text{偏移量}}$。
Y偏移量	对OpenLaser和CloseLaser指令之间的SearchLaser指令搜寻到的目标点位叠加Y方向的偏移。偏移效果为基于运动指令设置的工具坐标系，将点位的Y坐标值加上偏移量，如$Y_{\text{偏移后}} = Y_{\text{偏移前}} + Y_{\text{偏移量}}$。
Z偏移量	对OpenLaser和CloseLaser指令之间的SearchLaser指令搜寻到的目标点位叠加Z方向的偏移。偏移效果为基于运动指令设置的工具坐标系，将点位的Z坐标值加上偏移量，如$Z_{\text{偏移后}} = Z_{\text{偏移前}} + Z_{\text{偏移量}}$。

注意

1. 偏移的叠加方向为当前使用的工具坐标系。
2. X、Y、Z偏移量的数据类型为float，数据范围为-1000~1000，精确到小数点后两位。
3. 在OpenLaser指令中设置的X、Y、Z偏移量数据非0后，所有获取的激光点位数据都会叠加偏移量。如图4.2.2所示。

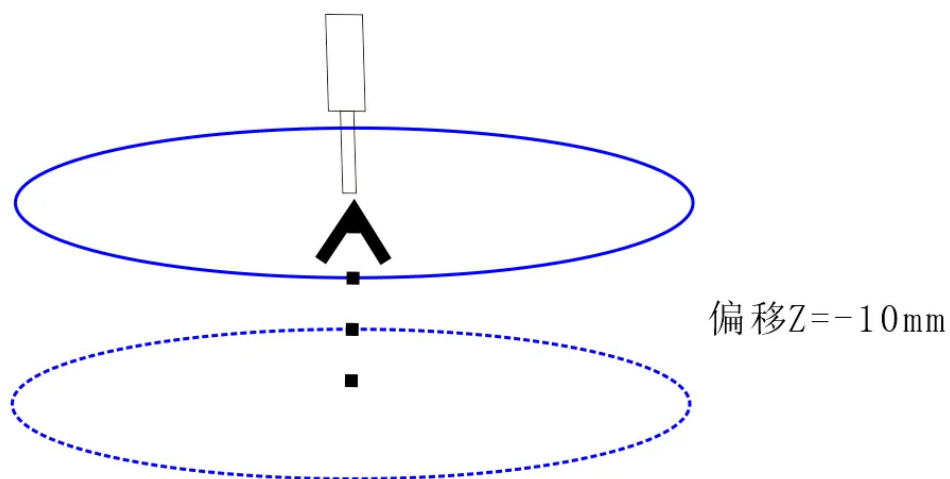


图4.2.2：偏移

c. CloseLaser

指令简介：

该指令效果为关闭激光光源并且断开与激光传感器的连接。

指令路径：

【编程指令】 - 【焊接】 - 【CloseLaser】

指令元素：

指令界面如图 4.3.1 所示。指令中无可变元素。



图4.3.1: 关闭激光指令界面

d. SearchLaser

指令简介:

该指令功能如下:

- **定位搜寻:** 获取当前激光传感器识别到的工件位置, 并转化为机器人的位置变量。
 1. 点位搜寻模式下, 机器人会使用MoveL直线运动到该位置。
 2. 存入GP模式下: 将转换后的位置变量存入GP/LP变量中, **不会执行运动。**
- **焊缝特征提取:** 提取激光传感器反馈的焊缝特征值, 并存储于机器人寄存器变量。
 1. 焊缝识别: 获取当前当前激光传感器识别到的焊缝类型。
 2. 焊缝宽度识别: 获取当前当前激光传感器识别到的焊缝宽度。

指令路径:

【编程指令】 – 【焊接】 – 【SearchLaser】

指令元素:

指令元素是指令界面, 如图4.4.1所示的指令相关参数。参数说明见下表所示。



图4.4.1：激光搜寻指令界面1

图4.4.2：激光搜寻指令界面2

图4.4.3：激光搜寻指令界面3



图4.4.4：激光搜寻指令界面4

表4.3：指令元素说明表

元素	说明
焊缝类型	每一种扫描的焊缝类型都有唯一对应的ID，应用时需要设置正确，如对接焊缝类型的ID为“0”(焊缝类型详见《激光传感器说明书》或激光跟踪工艺主界面点击“焊缝说明”图标进行该界面进行查看)。可下拉选择常数和UI。 - 常数：直接需输入所需焊缝类型号，数据类型-int，数据范围：0~99。 - UI：输入UI变量号，通过使用变量值选择对应的焊缝类型。 *三方品牌的激光传感器对焊缝类型的定义各有不同，需要基于品牌进行确认

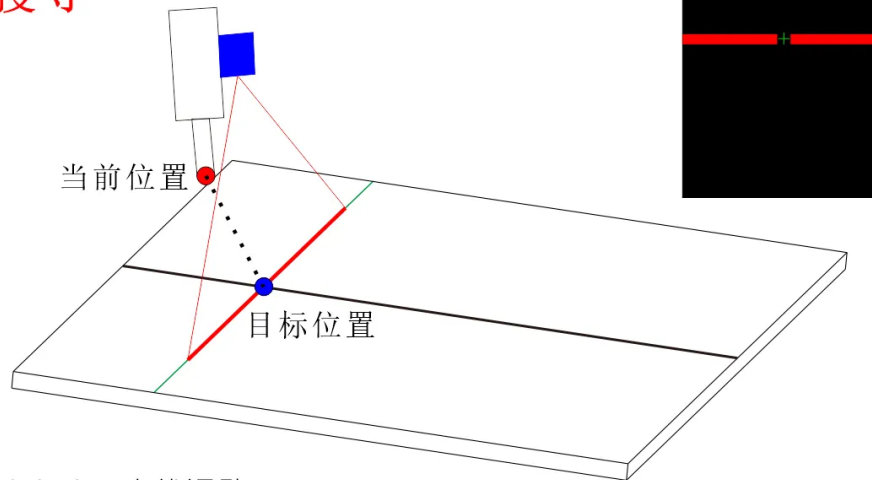
焊缝参数	激光传感器软件中设置的对应焊缝类型的特征参数。可下拉选择：不使用、常数、UI。 - 不使用：不使用设置的特征参数。 - 常数：直接需输入所需焊缝参数号，数据类型-int，数据范围：0~99。 - UI：输入UI变量号，通过使用变量值调用对应的焊缝参数。 *三方品牌的激光传感器没有该参数时，不需要设置
搜寻类型	可下拉选择：点位搜寻、存入变量、获取焊缝类型、获取焊缝宽度等搜寻类型。 点位搜寻：机器人通过与激光传感器通讯，获取当前激光传感器识别到的工件绝对位置，并使用MoveL直线运动到该位置。 存入变量：机器人通过与激光传感器通讯，获取当前激光传感器识别到的工件绝对位置，并将获取到的位置存储在位置变量中。 获取焊缝类型：机器人通过与激光传感器通讯，获取当前激光传感器识别到焊缝类型。 获取焊缝宽度：机器人通过与激光传感器通讯，获取当前激光传感器识别到焊缝宽度。
速度	设置进行点位搜寻时的搜寻速度，单位为mm/s，数据类型：int，范围：1~100。（只有搜寻类型选择“点位搜寻”时才可进行设置，如图4.4.1）
位置变量	进行存入变量搜寻时，将搜寻的点位存入位置变量。（只有搜寻类型选择“存入变量”时才可进行设置，如图4.4.2）。 可下拉选择：GP、LP。变量号可选择常数/UI。
实时跟踪	在进行GP存点动作后，下一步动作为实时跟踪时，设置为ON；其他情况设置为OFF。（只有搜寻类型选择“存入变量”时才可进行设置，如图4.4.2）
整型变量	获取焊缝类型搜寻时，将搜寻的焊缝类型存入整型变量。（只有搜寻类型选择“获取焊缝类型”时才可进行设置，如图4.4.3） 可下拉选择：GI、LI。变量号可选择常数/UI。
浮点型变量	获取焊缝宽度搜寻时，将搜寻的焊缝宽度存入整型变量。（只有搜寻类型选择“获取焊缝宽度”时才可进行设置，如图4.4.4） 可下拉选择：GI、LI。变量号可选择常数/UI。

指令效果：

1. 机器人建立与激光传感器的连接；
2. 控制打开激光光源；
3. 根据选择的搜寻类型进行相应动作。

i. 程序示例1：点位搜寻，直接到点

直接搜寻



运动方式：直线运动
运动速度：设置搜寻速度

图4.4.5：直接搜寻

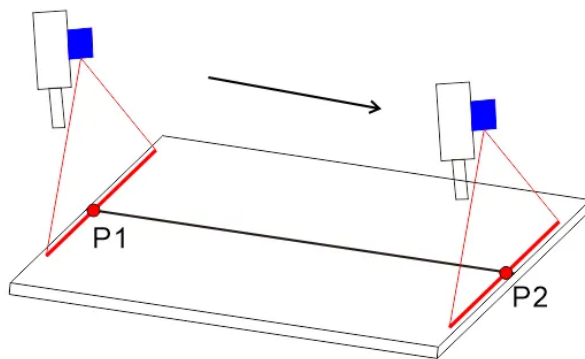


Plain Text

```
1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1           //直线运动到当前位置
2  OpenLaser 0 OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光，且使用0号跟踪工艺
3  SearchLaser Wtype=2 Para=0 Stype=Move Speed=20 //开始激光搜寻，搜寻类型为点位搜寻，焊缝类型设置为2，搜寻速度为20mm/s
4  Time=1000
5  CloseLaser //关闭激光
6  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1           //直线运动回到初始位置
```

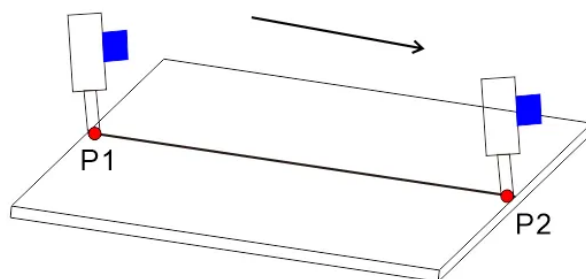
ii. 程序示例2：存入GP，进行调用

存点搜寻



搜寻过程

激光搜寻P1,P2点



焊接过程

运动到搜寻的P1,P2点，进行焊接

图4.4.6：存点搜寻

Plain Text

```
1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1           //直线运动到P1点上方
2  OpenLaser 0 OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光，且使用0号跟踪工艺
3  SearchLaser Wtype=2 Para=0 Stype=Save GP0 Track=OFF //开始激光搜寻，搜寻类型为
   存入变量，将搜寻到的点位存入GP0，实时跟踪关闭
4  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1           //直线运动到P2点上方
5  SearchLaser Wtype=2 Para=0 Stype=Save GP1 Track=OFF //开始激光搜寻，搜寻类型为
   存入变量，将搜寻到的点位存入GP1，实时跟踪关闭
6  CloseLaser //关闭激光
7  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1           //直线运动回到当前按位置
8  MoveL GP0 VL=100 PL=0.0 T=1       //运动到GP0
9  MoveL GP1 VL=100 PL=0.0 T=1       //运动到GP1
```

iii. 程序示例3：获取焊缝特征数据

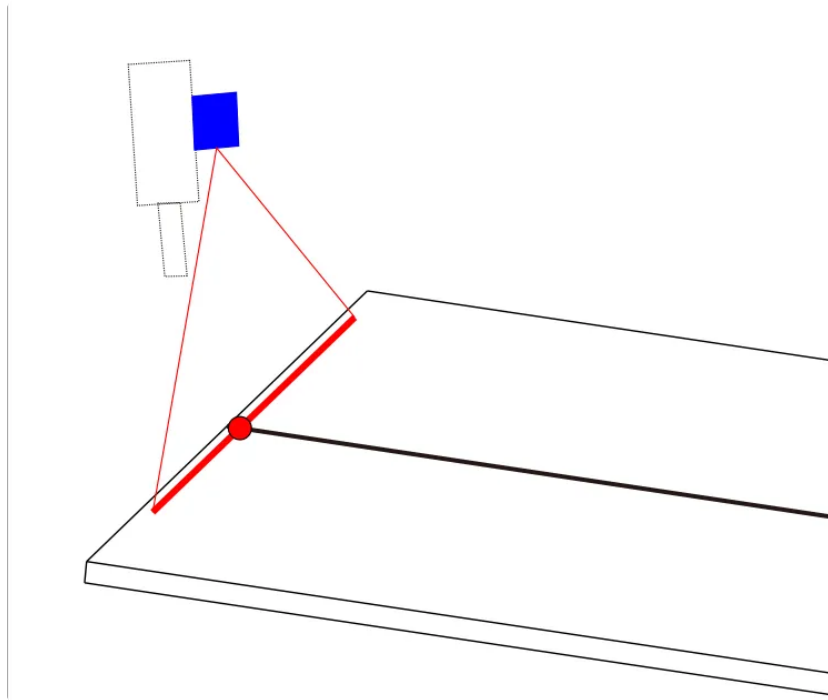


图4.4.7: 获取焊缝特征数据

Plain Text

```

1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //直线运动到目标点
2  OpenLaser 0 OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光，且使用0号跟踪工艺
3  SearchLaser Wtype=0 Para=2 Stype=WeldType GI(UI1) //开始激光搜寻，搜寻类型为获取焊缝类型，将搜寻到的类型存入变量GI(UI1)中。
4  SearchLaser Wtype=0 Para=2 Stype=WeldWidth GR3 //开始激光搜寻，搜寻类型为获取焊缝宽度，将搜寻到的点位存入GR3中。
5  CloseLaser //关闭激光
6  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //直线运动回到初始点

```

e. 动态寻位相关指令

i. 概述

SearchStart, SearchEnd, 以及MoveL中的Search模块指令，可以实现**焊缝动态寻位功能**，用户可以使用该功能找到准确的焊接起始点和终点。

激光动态寻位过程描述：在刚开始没有焊缝特征时，无法通过“**定位搜寻**”指令获取焊缝点位。此时需要使用到**焊缝动态寻位功能**，机器人带着激光器向**某个方向**运动一段距离，使得焊缝起点能够进入激光传感器的视场范围内。然后再通过“**定位搜寻**”功能获得点位，如下图4.5.1所示。

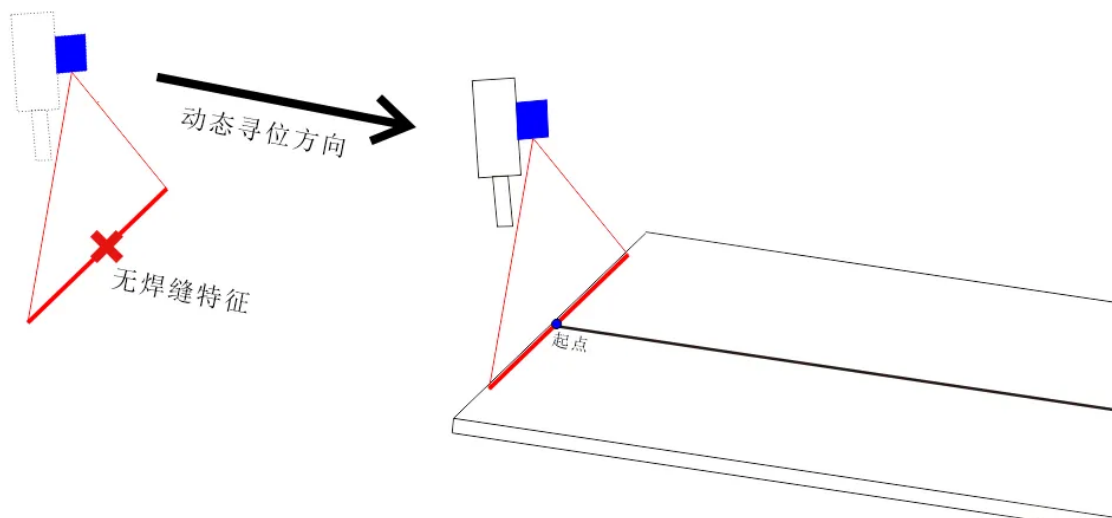


图4.5.1: 寻点介绍图2

ii. SearchStart

指令简介:

用于寻找移动后工件特征点的位置数据，需要与SearchEnd指令配合使用。

指令路径:

【编程指令】 - 【焊接】 - 【SearchStart】

指令元素:

指令元素是指令界面，如图 4.5.2 所示的指令相关参数。参数说明见下表所示。

当前指令:SearchStart

功能号:

0

传感器类型:

接触

接触

线激光

注释:

图4.5.2：寻位开始界面1

当前指令:SearchStart

功能号:

0

传感器类型:

线激光

焊缝类型:

UI

0

焊缝参数:

UI

0

位置返回:

激光检测

寻位过滤:

不使用

注释:

图4.5.3：寻位开始界面2

当前指令:SearchStart

功能号:

0

传感器类型:

线激光

焊缝类型:

UI

0

焊缝参数:

UI

0

位置返回:

激光检测

寻位过滤:

检测个数

5

间隔时间:

200

注释:

图4.5.4：寻位开始界面3

表4.4：指令元素说明表

元素	说明
----	----

功能号	寻位功能调用的寻位工艺号。
传感器类型	可下拉选择：接触、线激光。 • 接触：使用焊丝触碰工件寻位。 • 线激光：使用激光传感器。
焊缝类型	进行线激光寻位时参考的焊缝类型，同SearchLaser指令。当传感器类型选择“线激光”，如图4.5.2。
焊缝参数	焊缝类型对应的激光传感器特征参数组号，控制器将下发参数到激光器，进行寻位时激光器将使用该组号对应的特征参数。可选择“不使用”/“常数”/“UI”，其中选择“不使用”时，控制器不下发参数到激光器，并且该参数隐藏。焊缝参数同SearchLaser指令。 数据类型：Int (0-99)
位置返回	寻位成功时点位记录类型，可选择记录激光检测到的焊缝点或者机器人末端TCP位置。可选择“激光检测”/“机器人TCP”(Laser：激光检测。TCP：机器人TCP)。
寻位过滤	寻位时，针对存在噪声数据，必须达到设置的检测个数以上点位数据，才认为寻位成功。两个采集数据之间的采集时间需小于寻位滤波时间。可选择“不使用”/“检测个数”，其中选择“不使用”时，该参数隐藏。
寻位时间	寻位时采集的两个点位数据之间的最大间隔时间，相邻点位数据超过该时间，则认为点位不连续，单位ms，出厂默认使用200。当参数6选择“不使用时”该参数隐藏。

iii. SearchEnd

指令简介：

用于停止寻位功能，与SearchStart指令配合使用。

指令路径：

【编程指令】 – 【焊接】 – 【SearchStart】

指令元素：

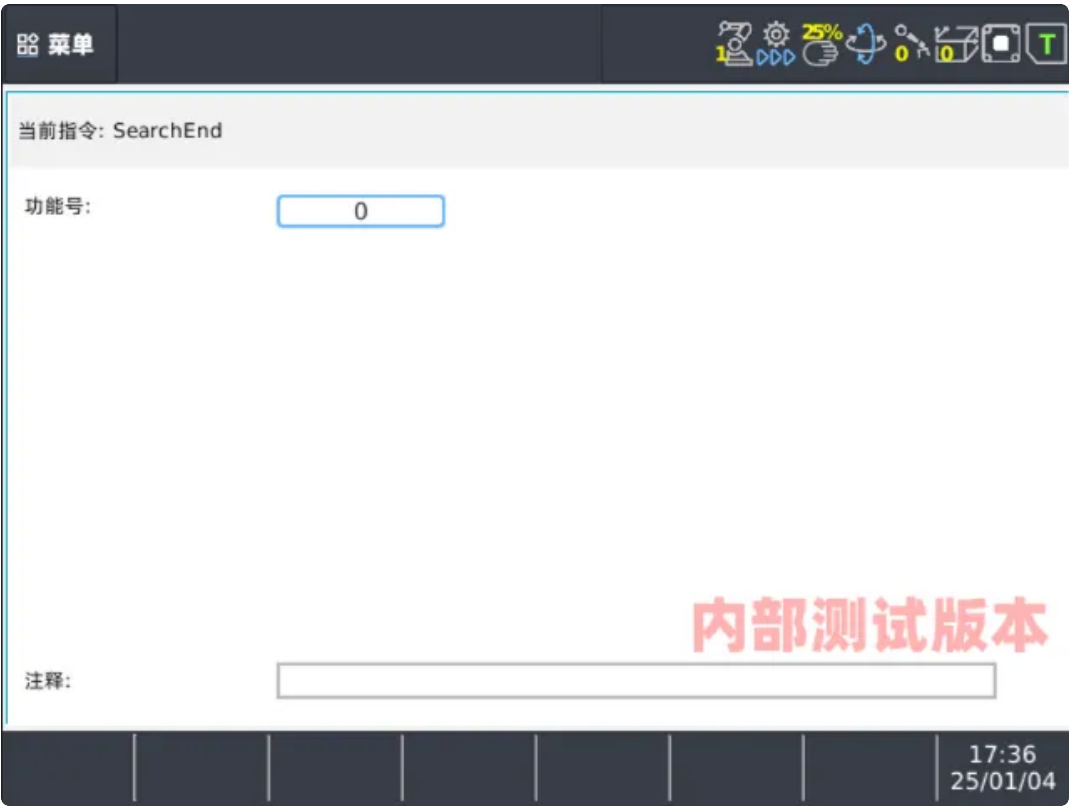


图4.5.5: SearchEnd指令界面

表4.5: 指令元素说明表

元素	说明
功能号	寻位功能调用的寻位工艺号。

iv. MoveL/Search

指令简介:

用于设置寻位的相关参数。

指令路径:

【编程指令】 – 【运动】 – 【MoveL】

指令元素:

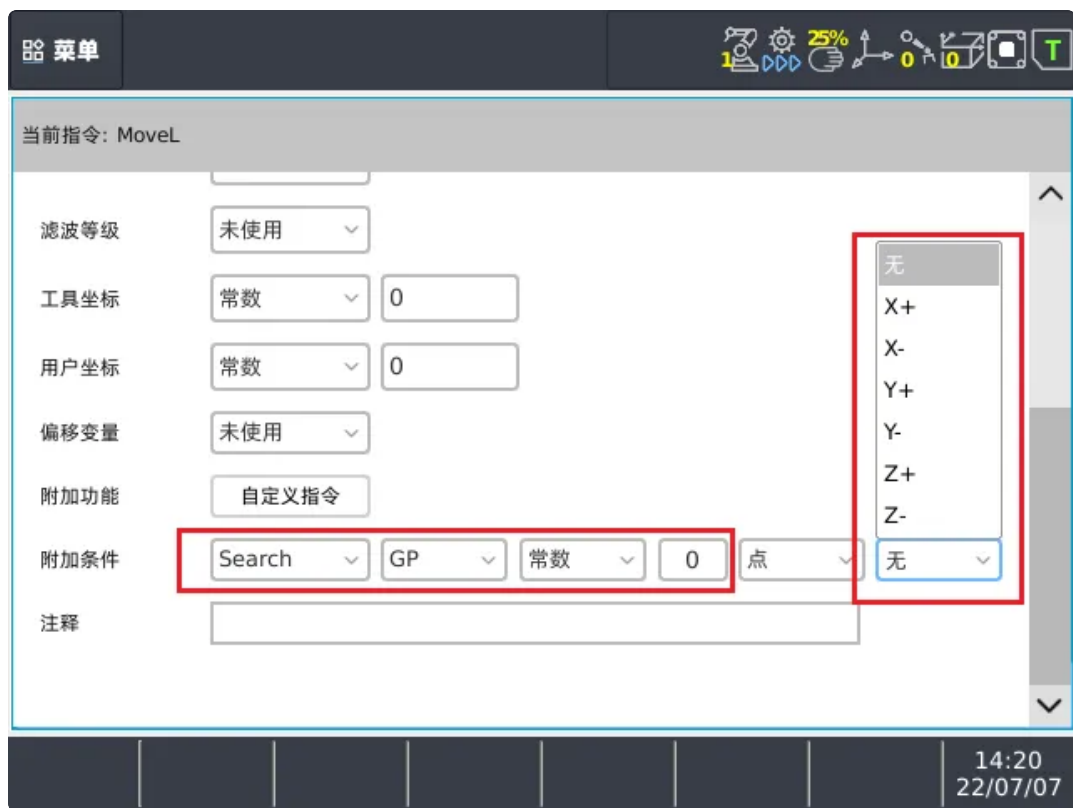


图4.5.6：MoveL Search指令元素

使用说明：

- 该指令用于设置寻位的开始位置，机器人运行到该点位后，开始寻位动作；
- 设置寻位结果保存的变量GP/LP；
- 设置寻位坐标系方向，当使用坐标系方式时，向量方向无效。

v. 寻位功能界面参数简介



图 4.5.7



图 4.5.8

激光动态寻位功能是在**寻位功能基础**上拓展的功能，它的逻辑与寻位功能一致，需要对寻位功能了解，才能更好的使用激光动态寻位功能。

影响激光动态寻位的参数包括：功能号，寻位方向参考坐标系，寻位距离，寻位速度，自动返回，其他参数设置为默认即可。

要点说明：

1.寻位距离应该设置一个实际的值，如100mm；不能设置一个特别大的值(如999)，否则容易出现“反解错误”的报警；

2.当使用激光寻位时，需要**关闭“自动返回”功能**。

参数详细介绍请参考 [《CrobotpOS》寻位功能说明书](#)。

vi. 寻位程序示例

通过动态寻位获取焊缝起点

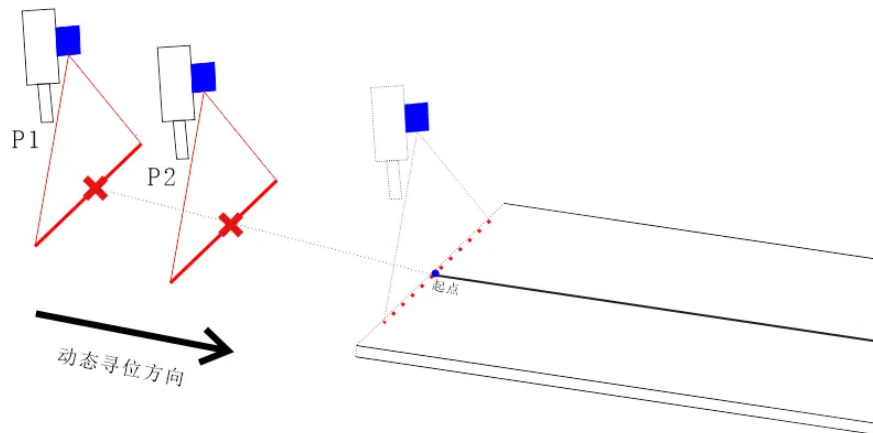


图4.5.9：寻位示例图

▼ 寻位获取焊缝起点 Plain Text |

```
1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // 1. 过渡点
2  OpenLaser 0 OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 // 2. 打开激光
3  SearchStart TN=1 SS=1 WS=0 Para=5 SPoint=laser SNum=5 STime=200 // 3. 寻位开始，调用寻位工艺号1，使用线激光寻位，焊缝类型为5，焊缝参数使用5号参数，寻位返回激光检测点数据，寻位检测个数是5，寻位滤波时间是200。
4  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // 4. 图示P1点，寻位准备点
5  MoveL VL=5 PL=0.0 T=1 Search LP0 point None // 5. 图示P2点，寻位开始点，寻位成功后返回激光检测的点位数据P1到LP0
6  SearchEnd // 6. 寻位结束
```

- 要点说明：
- 1. 寻位开始点是图中的P2点，而不是P1点；
 - 2. 寻位方式为从无到有，机器人在P2时，激光不能在焊缝上，否则会出现寻位不准的情况；
 - 3. 寻位方向由P1->P2点，也可以通过坐标系方向指定；
 - 4. LP0用于存储寻到的点位，可以通过SearchStart指令中“位置返回”进行设置。

f. OpenLaserTrack

指令简介：

用于连续获取激光传感器的采集数据，需要配合关闭激光跟踪指令使用。

指令路径：

【编程指令】 – 【焊接】 – 【OpenLaserTrack】

指令元素：

指令元素是指令界面，如图4.6.1所示的指令相关参数。参数说明见下表所示。

表4.6：指令元素说明表

元素	说明
焊缝类型	每一种扫描的焊缝类型都有唯一对应的ID，应用时需要设置正确，如对接焊缝类型的ID为“0”。(焊缝类型详见《激光传感器说明书》或激光跟踪工艺主界面点击“焊缝类型”图标进行该界面进行查看)。

跟踪模式	设置激光跟踪的跟踪模式，可选择“实时”/“记录”/“点云”（Real：实时；Record：“记录”；Pcloud：“点云”）。实时模式时将激光传感器反馈的焊缝轨迹数据采集，且机器人随采集数据移动；；记录模式时将激光传感器反馈的焊缝轨迹数据采集，但不改变机器人运动轨迹；点云模式是进行扫描焊缝轨迹，生成焊缝轨迹数据，常用于智能化焊接应用中。
焊缝参数	激光跟踪的跟踪模式，选择“点云”时设置的焊缝参数(焊缝类型对应的激光传感器特征参数，控制器将下发参数到激光器)。 数据类型：int (0~99)
点云状态	激光跟踪的跟踪模式，选择“点云”时检测时返回的点云状态值。 数据类型：int (0~99)

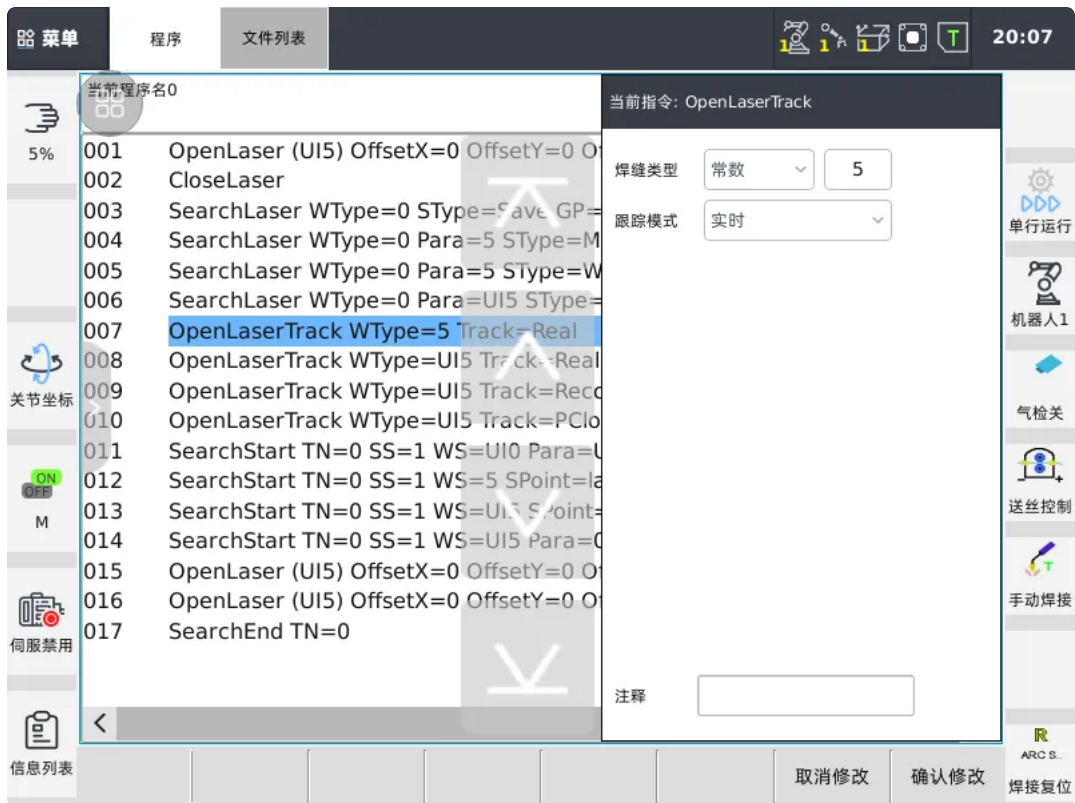


图4.6.1: OpenLaser界面参数

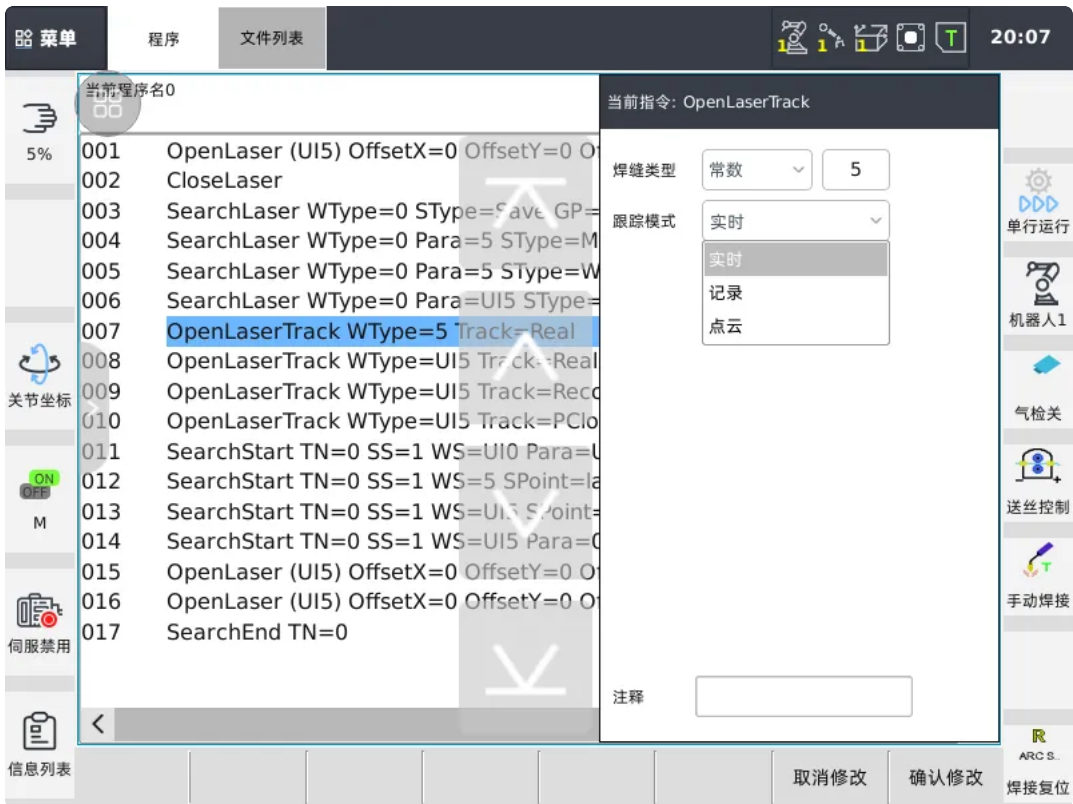


图4.6.2: OpenLaser界面参数

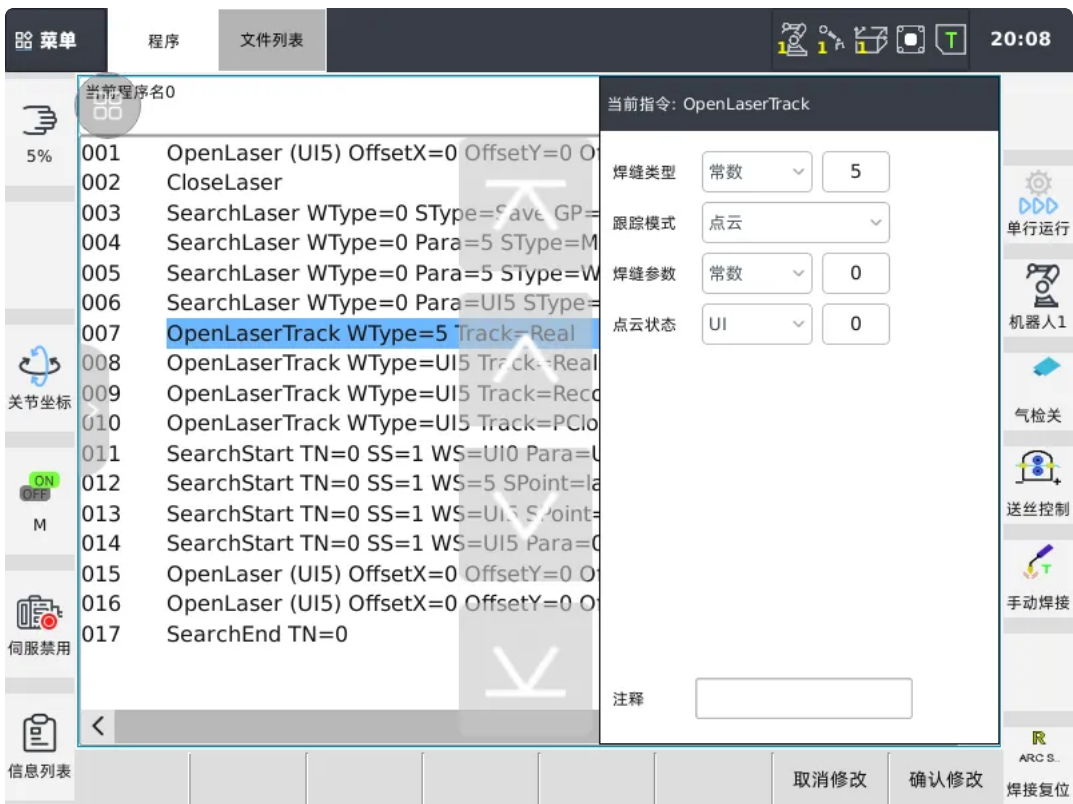


图4.6.3: OpenLaser界面参数

g. CloseLaserTrack

指令简介：

用于关闭激光跟踪的状态，需要配合打开激光跟踪指令使用。

指令路径：

【编程指令】 – 【焊接】 – 【CloseLaserTrack】

指令元素：

无。



图4.7：关闭激光跟踪指令

h. Set/CountNode 计算交点

指令简介：

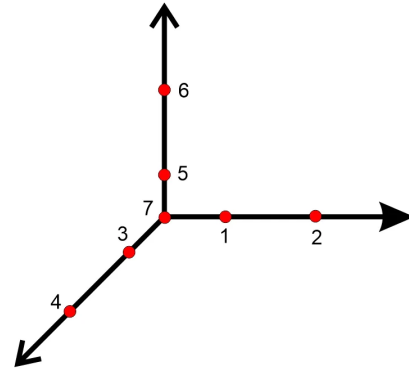
通过两条直线或三条直线计算一个交点，通常应用于L转角、箱体等工件。

指令路径：

【编程指令】 – 【运算】 – 【Set】



图4.8.1: set指令说明



通过12,43,65三条直线，计算出交点7

图 4.8.2

使用说明：

1. 设置赋给为“GP/LP”变量后，才能选择”CountNode”功能；
2. 通过设置“线3”为不使用，可以使用两条直线计算交点；
3. 最后计算出的GP/LP点，只影响其X,Y,Z值，外部轴和姿态需要提前记录。

i. CreateUser 计算用户坐标系

指令简介：

通过ORG、X、Y三个点，计算一个用户坐标系。

指令路径：

【编程指令】 – 【运算】 – 【CreateUser】

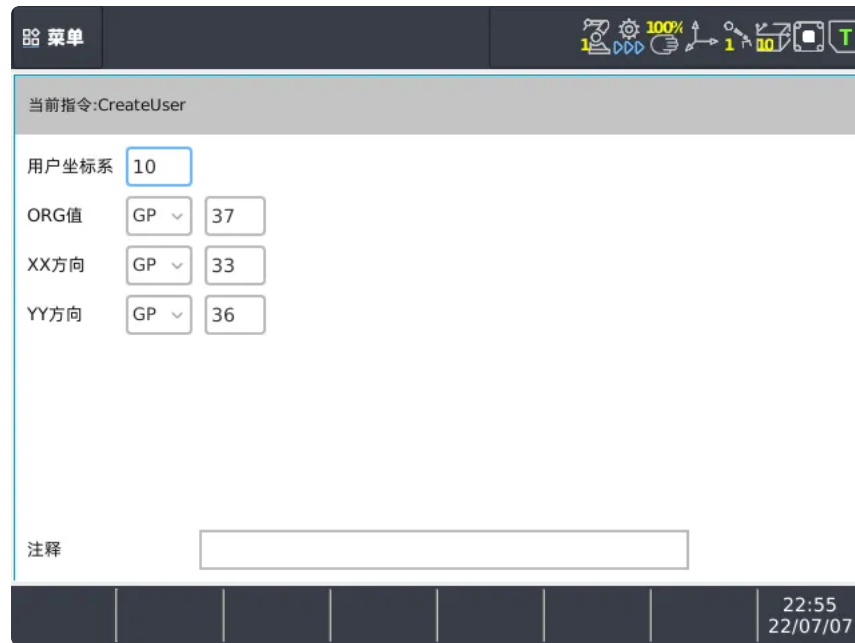


图4.9.1: 计算用户指令

使用说明：

该指令功能等效于“用户坐标系”界面的三点校准法。

5. 激光焊缝跟踪系统常用场景应用说明

a. 概述

- 激光焊缝跟踪系统在焊接中最常见的作用是**纠正偏差**，通常不能够提高生产效率。因此，对于**焊缝短小，姿态变化大**的工件，传统的激光焊缝跟踪系统**不适用**。激光焊缝跟踪常用场景可以大致分为“先扫后焊”与“实时跟踪”两大类。
- **先扫后焊**通过各种功能先将焊缝轨迹计算完成，然后再进行焊接，**灵活性性强，适用范围广**。
- **实时跟踪**在焊接过程中进行跟踪，可以有效**处理焊接变形**的问题，**提高效率**，但受弧光干扰，姿态限制，焊缝轨迹等影响，**使用难度大大高于先扫后焊**。

b. 场景1：先扫后焊-动态寻位+连续存点

适应场景：

工件焊缝简单、连续，有一定焊接长度的工件。

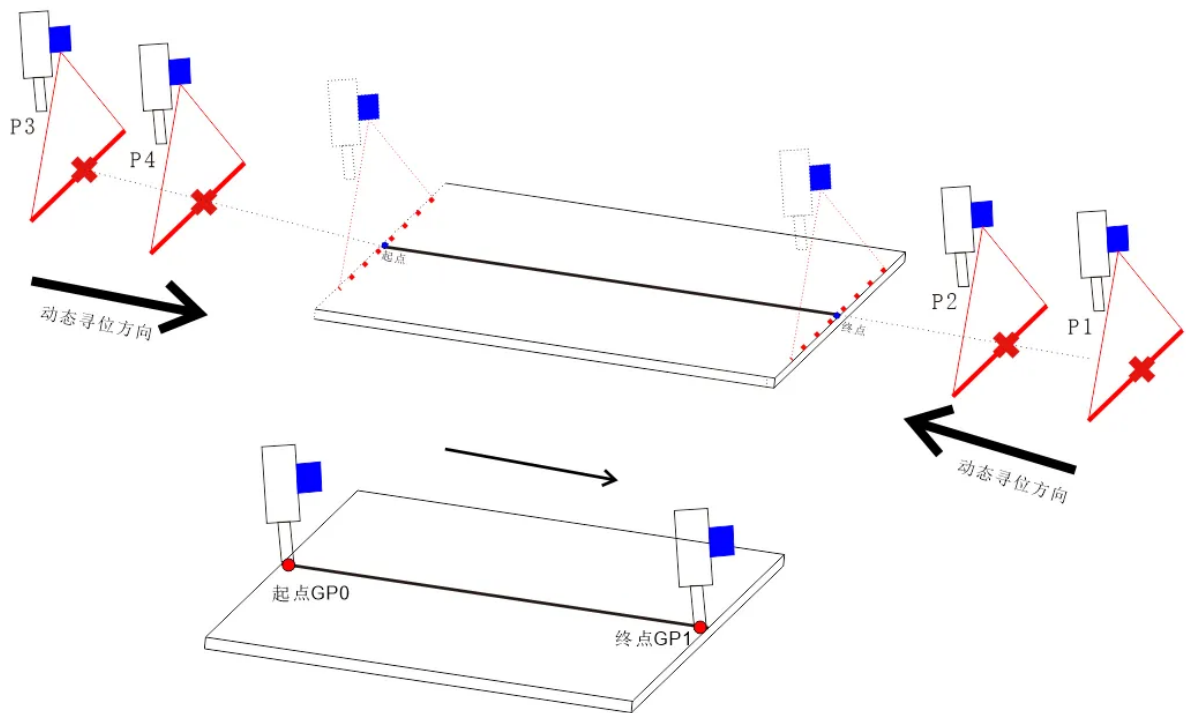
前置工作：

需提前记录好GP0和GP1的姿态。

```

1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    //安全点
2  OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光
3  SearchStart TN=1 SS=1 WS=1 Para=0 SPoint=laser //启动激光寻位程序, 焊缝类型1
4  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //P1点
5  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 Search GP1 Point None //运动到P2点, 开始寻位, 寻位结果
   存储到GP1
6  SearchEnd TN=1 //寻位结束
7  SearchStart TN=1 SS=1 WS=1 Para=0 SPoint=laser //启动激光寻位程序, 焊缝类型1
8  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //P3点
9  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 Search GP0 Point None //运动到P4点, 开始寻位, 寻位结果
   存储到GP0
10 SearchEnd TN=1 //寻位结束
11 CloseLaser //轨迹获取阶段结束, 关闭激光
12 MoveL GP0 VL=100 PL=0.0 T=1 //运动到焊接起点GP0
13 ArcOn (0)
14 MoveL GP1 VL=10 PL=0.0 T=1 //运动到焊接终点GP1
15 ArcOff
16 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    //安全点

```



焊接过程

运动到搜寻的GP0, GP1点, 进行焊接

图5.2.1: 示例图

要点说明：

- a. 该方法通过点来构建直线、圆弧轨迹，适用于焊缝长，变化规律的工件；
- b. GP0,GP1点的姿态通常需要提前手动记录，如果不记录，则会使用当前的姿态；
- c. 手动记录的点与实际点位的位置尽量接近，否则可能会出现反解错误；
- d. 先寻焊接终点，再寻起点，可以减少过渡点位，提高效率；
- e. 动态寻位的两个点，间隔不需要太大，大于10mm有明确的方向指定即可；
- f. 该场景可以组合协同功能，外部轴的参数需要提前记录到对应的位置变量中。
- g.

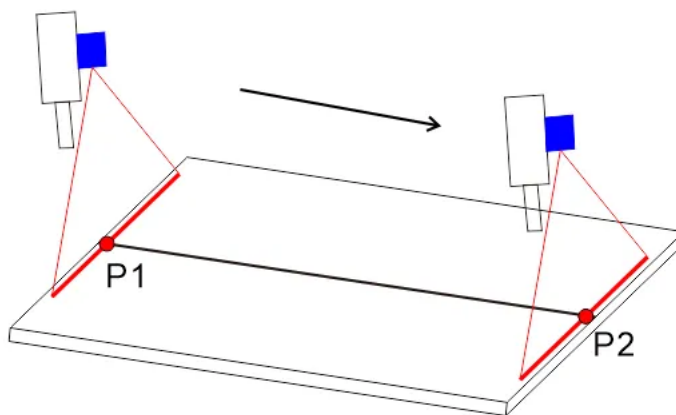
简化场景

当工件的起点和终点在焊缝方向变化不大时，可以不使用动态寻位功能，改为固定示教点，从而简化编程。

▼ Plain Text

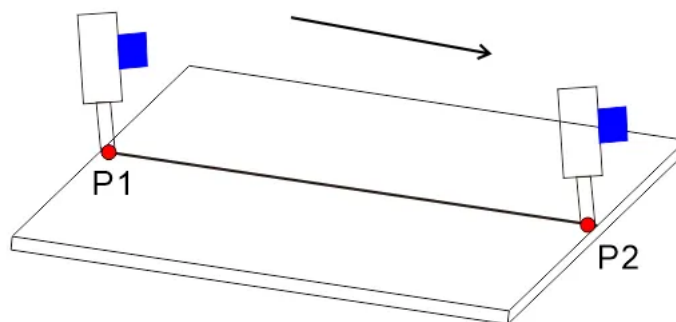
```
1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    // 安全点
2  OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 // 打开激光
3  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    // 焊接终点上方
4  SearchLaser WType=0 SType=Save GP=1 Track=OFF
5  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    // 焊接起点上方
6  SearchLaser WType=0 SType=Save GP=0 Track=OFF
7  CloseLaser
8  MoveL GP0 VL=100 PL=0.0 T=1 // 运动到焊接起点GP0
9  ArcOn (0)
10 MoveL GP1 VL=10 PL=0.0 T=1 // 运动到焊接终点GP1
11 ArcOff
12 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    // 安全点
```

存点搜寻



搜寻过程

激光搜寻P1,P2点



焊接过程

运动到搜寻的P1,P2点，进行焊接

图5.2.2: 示例图

要点说明:

在没有实时跟踪的场景中，一定需要将**实时跟踪状态关闭(Track=OFF)**，否则可能会造成点位计算异常。

简化思路:

当**焊接起点的姿态与激光扫描姿态一致**时，可以直接对P1点进行“点位搜寻”，简化编程。

```
1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    //安全点
2  OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光
3  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //焊接终点上方
4  SearchLaser WType=0 SType=Save GP=1 Track=0FF
5  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //焊接起点上方
6  SearchLaser Wtype=0 Para=2 SType=Move Speed=20 //直接搜寻到焊接起点，开始焊接
7  CloseLaser
8  ArcOn (0)
9  MoveL GP1 VL=10 PL=0.0 T=1 //运动到焊接终点GP1
10 ArcOff
11 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1    //安全点
```

c. 场景2：先扫后焊-连续存点+L角交点计算

适应场景：

有**转角点**的场景，如箱体、网格工件。

前置工作：

需**提前记录好GP1~GP5的姿态**。

```
1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P1点
2  OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0
3  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=1 Track=0FF
4  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P2点
5  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=2 Track=0FF
6  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P3点
7  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=3 Track=0FF
8  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P4点
9  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=4 Track=0FF
10 CloseLaser
11 Set GP5=CountNode(GP1 GP2 GP3 GP4) // 通过GP1-GP2,GP3-GP4两条直线, 计算交点GP
   5
12 Set GP5=CalcCfg(GP2 user 1 0) // 计算交点GP5的CFG值
13 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1
14 MoveL GP1 VL=100 PL=0.0 T=1 // 焊接起点
15 ArcOn (0)
16 MoveL GP2 VL=10 PL=9.0 T=1
17 MoveL GP5 VL=10 PL=9.0 T=1
18 MoveL GP3 VL=10 PL=9.0 T=1
19 MoveL GP4 VL=10 PL=9.0 T=1 // 焊接终点
20 ArcOff
21 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1
```

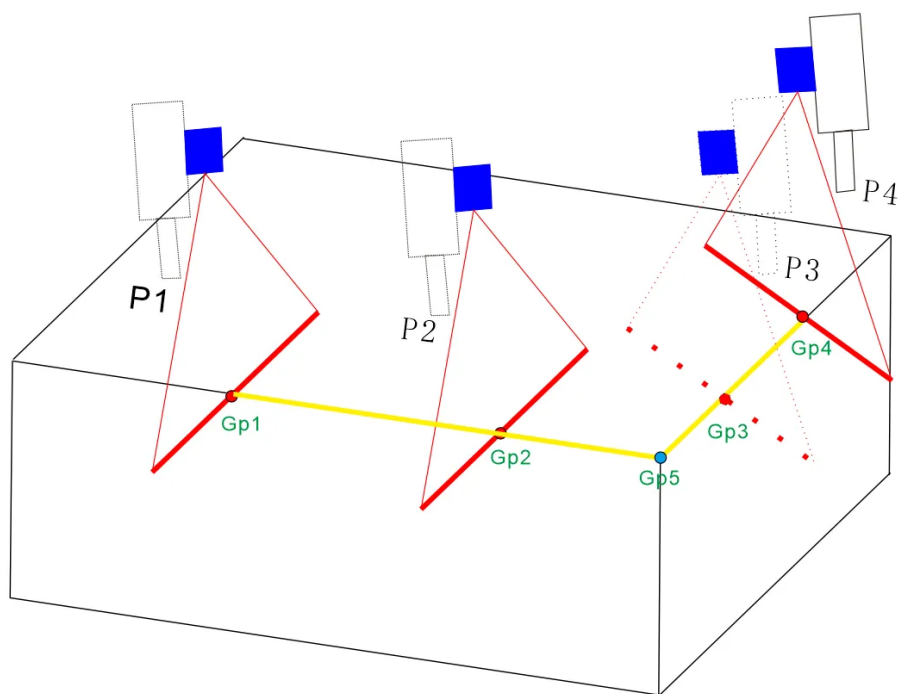


图5.3.1: 示例图

要点说明：

1. GP2.GP3尽量靠近GP5，可以使计算交点的结果更加准确；
2. 当点位是通过计算得到的，建议使用CFG计算指令对其CFG值进行更新（就近原则）；
3. 交点计算指令只会修改对应点位的X，Y，Z值，外部轴和姿态需要根据场景要求提前给定。

d. 场景3：先扫后焊-坐标系偏移

- 场景3：先扫后焊-坐标系偏移

1. 适应场景：

工件轨迹固定且相对复杂，在小范围内发生了偏移或旋转。

2. 概述：

坐标系偏移通过“改变用户坐标系”的方法，使原始轨迹在空间中发生整体平移或旋转，从而简化编程工作。使用该功能需要先熟悉卡诺普“用户坐标系”三点校准的方法。

3. 坐标系整体偏移的操作步骤

- ①在一个直角两条边进行四次激光存点，得到GP1~GP4；

- ②使用GP1~GP4四个点，通过两条线求交点计算出ORG点GP5；
- ③选择与GP5相距较远的GP1与GP4，作为用户坐标系X与Y方向；
- ④通过用户坐标创建指令，创建用户坐标系；
- ⑤在该用户坐标系下记录“示教轨迹”；
- ⑥工件出现偏差后，使用激光存点，重复①~④操作。

坐标系整体偏移

Plain Text

```

1  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P1点
2  OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0
3  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=1 Track=0FF
4  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P2点
5  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=2 Track=0FF
6  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P3点
7  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=3 Track=0FF
8  MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 // P4点
9  SearchLaser WType=1 SType=Save GP=4 Track=0FF
10 CloseLaser
11 Set GP5=CountNode(GP1 GP2 GP3 GP4) // 通过GP1-GP2,GP3-GP4两条直线，计算交点GP
    5
12 CreateUser 1 GP=5 GP=4 GP=1 // 通过三个点创建用户坐标系1 ORG=GP5,XX=GP4,YY=GP1
13 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 U=1 // 焊接安全点，使用用户坐标系1
14 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 U=1 // 焊接起点，使用用户坐标系1
15 ArcOn (0)
16 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 U=1 // 焊接终点，使用用户坐标系1
17 ArcOff
18 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 U=1 // 焊接过渡点，使用用户坐标系1

```

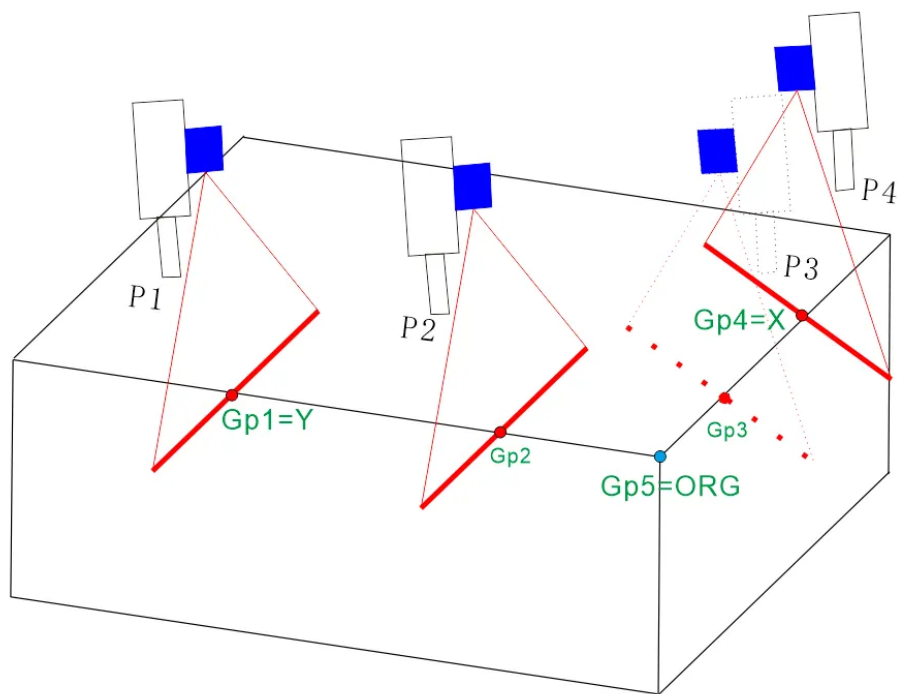


图5.4.1示例图

要点说明：

1. 该方法要求工件的焊接轨迹不能有变化，如长度，直径等需要一致；
2. 第一次编程时，先将用户坐标系计算完成，再进行轨迹示教，需要偏移的轨迹点位都需要带上该用户；
3. 偏移轨迹在用户坐标系附近时，有较好的精度，轨迹离用户坐标系原点越远，轨迹偏差通常越大；
4. 该方法适用于工件在小范围的移动，如果偏差过大，需要进行合理的CFG值规划；
5. 在第一次创建用户坐标系时，一定要试运行创建用户坐标系的三个点(GP1,GP5,GP4),保证位置正确。然后将需要偏移的点位全部使用创建的用户进行记录；
6. 当出现较大偏差时，通过检查创建用户坐标系的三个点(GP1,GP5,GP4)是否异常，建议将第一次计算出的正确用户坐标值拍照保存，方便后续出现异常时进行对比。

e. 场景4：实时跟踪

适应场景：

可以有效针对焊接变形，适用于干涉小，轨迹姿态变化小的场景。

前置工作：

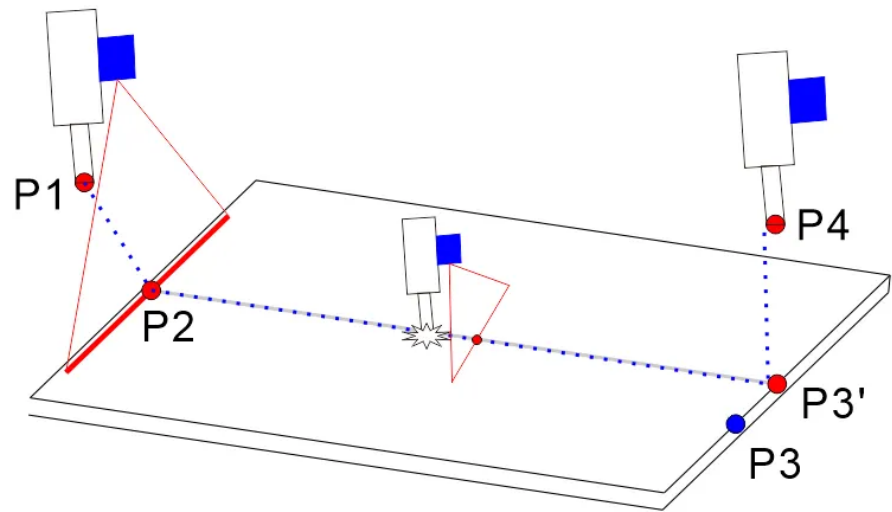
需提前示教工件的轨迹，且需要准确的终点。

```

1 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 //运动到P1点
2 OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光
3 SearchLaser WType=0 SType=Move Speed=10 //使用点位搜寻，获取并运动到焊接起点P2，
  速度10mm/s
4 ArcOn (0) VL=10 //开始焊接，速度10mm/s
5 OpenLaserTrack WType=0 Track=Real //开始实时跟踪
6 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //运动到焊接终点P3，过程轨迹根据激光反馈实时纠正
7 CloseLaserTrack //关闭实时跟踪
8 ArcOff //焊接结束
9 CloseLaser //关闭激光
10 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 //返回安全点P4

```

机器人实际运动轨迹P1→P2→P3'→P4



P3：示教结束点
P3'：实际焊接结束点

图5.5.1：示例图

要点说明：

1. 示教的终点影响焊接的长度，需要在焊缝方向准确，当焊缝终点在焊缝方向发生偏移时，需要用“动态寻位”进行获取；
2. P1-P2的过程已经开始获取激光数据，该阶段运动的绝对速度需要与焊接速度一致；
3. 实时跟踪场景对激光传感器识别的稳定性要求很高，弧光、焊点等因素都可能会造成识别波动，从而使机器人偏离焊缝轨迹，在调试过程中，需要时刻关注焊缝识别的情况。

场景拓展1: 部分场景中, 由于干涉或其他原因, **P1-P2运动需要变姿态**, 此时可以使用“存入GP”功能。

▼ Plain Text

```
1 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 //运动到P1点
2 OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0 //打开激光
3 SearchLaser WType=1 SType=Save GP=1 Track=ON //将焊接开始点存入GP1, 姿态提前给定, 同时将实时跟踪状态开启
4 MoveL GP1 VL=100 PL=0.0 T=1 // 运动到GP1
5 ArcOn (0) VL=10 //开始焊接, 速度10mm/s
6 OpenLaserTrack WType=0 Track=Real //开始实时跟踪
7 MoveL VL=100 PL=0.0 T=1 //运动到焊接终点P3, 过程轨迹根据激光反馈实时纠正
8 CloseLaserTrack //关闭实时跟踪
9 ArcOff //焊接结束
10 CloseLaser //关闭激光
11 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 //返回安全点P4
```

场景拓展2: 焊接**起点与终点在焊缝方向有偏差**的情况, 需要通过“动态寻位”来获取准确的起点与终点。

▼ Plain Text

```
1 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 //安全点
2 OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0
3 SearchStart TN=1 SS=1 WS=1 Para=0 SPoint=laser //进行终点寻位, 存储激光反馈位置, 结果保存于GP1
4 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1
5 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 Search GP1 Point None
6 SearchEnd TN=1
7 SearchStart TN=1 SS=1 WS=1 Para=0 SPoint=TCP //进行起点寻位, 存储TCP位置, 结果保存于GP0
8 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1
9 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 Search GP0 Point None
10 SearchEnd TN=1
11 CloseLaser //动态寻位阶段结束
12 MoveL GP0 VL=100 PL=0.0 T=1 //运动到起点上方
13 OpenLaser (0) OffsetX=0 OffsetY=0 OffsetZ=0
14 SearchLaser WType=0 SType=Move Speed=10 //使用点位搜寻, 获取并运动到焊接起点, 速度10mm/s
15 ArcOn (0) VL=10 //开始焊接, 速度10mm/s
16 OpenLaserTrack WType=0 Track=Real //开始实时跟踪
17 MoveL GP1 VL=100 PL=0.0 T=1 //向示教焊接终点P3运动, 过程轨迹根据激光反馈实时纠正
18 CloseLaserTrack //关闭实时跟踪
19 ArcOff //焊接结束
20 CloseLaser //关闭激光
21 MoveL VL=100 PL=9.0 T=1 //安全点
```

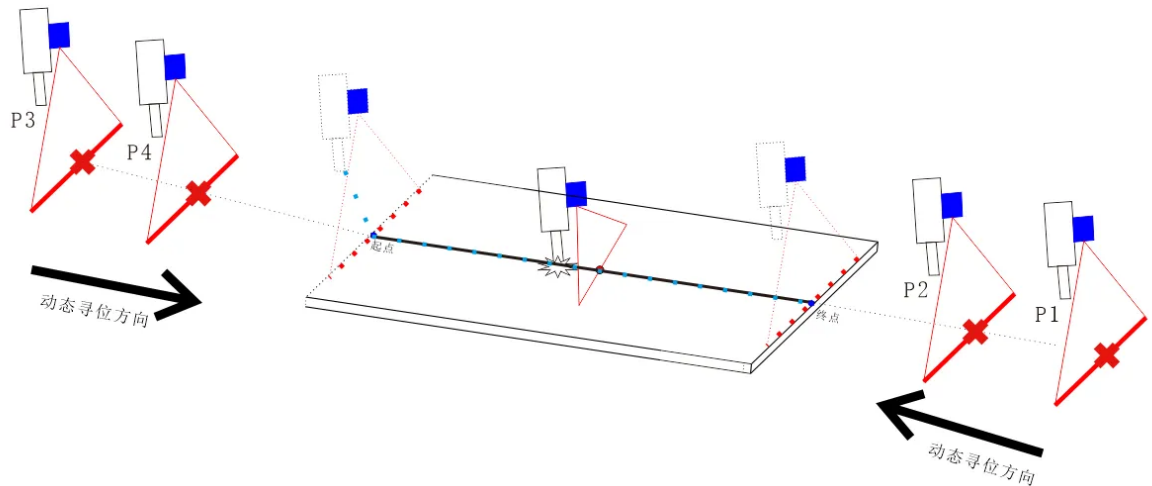


图5.6.1：示例图

6. 常见故障说明–待完善

附录：CroboTP OS系统笛卡尔空间坐标简介

机器人的轨迹由多个空间坐标点构成，通过对坐标点的操作，可实现对轨迹的平移、缩放、旋转等操作。

a. 位置变量的构成

- posture:[X,Y,Z,Rx,Ry,Rz]，笛卡尔空间坐标值；
- cfg:[cf1,cf4,cf6,cfx]，关节轴配置；
- extJoint:[E1,E2,E3,E4,E5,E6]，外部轴关节坐标值。

说明

位置信息由笛卡尔空间坐标值，关节轴配置和外部轴关节坐标值构成；其数值本身可以被任意修改，当带入工具–用户坐标系后，可以表示空间中的一个绝对点位。

b. 位置变量的获取(程序或GP/LP)

- a. 手动记录当前点，参考当前状态栏的工具和用户坐标系，可以存储于GP/LP或程序指令中；



- a. 进入点位设置界面，进行手动修改；
b. 通过指令进行赋值，常见的如Set指令；
c. 通过外部传感器进行赋值，如激光传感器。

除第一种方式外，其他方式都需要考虑轴关节配置与点位不匹配的问题。

c. 位置变量的参考说明

卡诺普机器人位置变量始终描述的是机器人末端工具基于用户坐标系下的值；在没有基座轴的场景下，用户坐标参考世界坐标系构建。

- 直角坐标系：位于机器人轴1位置的坐标系，是机器人最基础的坐标系。
- 世界坐标系：参考直角坐标系建立，可以定义在空间中任意位置。
- 用户坐标系：参考世界坐标系建立，可以定义在空间中任意位置。

记录点位时会参考状态栏的工具和用户，运行程序时，参考运动指令中的工具和用户，两者需要匹配。

d. 外部轴的概念以及对坐标位置的影响

外部轴种类：基座轴，工装轴和独立轴。

- 基座轴：标定完成后，建议基座轴坐标系，基座轴协同默认生效。
- 工装轴：标定完成后，建立活动用户坐标系，与用户进行绑定后，通过使用用户坐标系进行协同运动。
- 独立轴：对坐标系关系无影响。

e. 编程习惯建议

先确定机械单元、确定零位、工具、用户，再开始编程。

常用场景：双轴变位机双工位协同(活动用户U1,U2)。

要点说明：

1. 编程时，请仔细确认点位与坐标系的对应，通常建议：工位之间的过渡点-不使用用户，工位1-用户1；工位2：用户2；
2. 当使用活动用户时，外部轴旋转一定角度后，即使机器人本体不动，用户坐标系下的点位也会变化。

f. CFG的概念

CFG轴配置定义当前轴的象限，主要由cf1 cf4 cf6 cfx4个参数组成。其中cf1描述1轴角度范围，cf4描述4轴角度范围，cf6描述6轴角度范围，cfx描述机器人的形态。

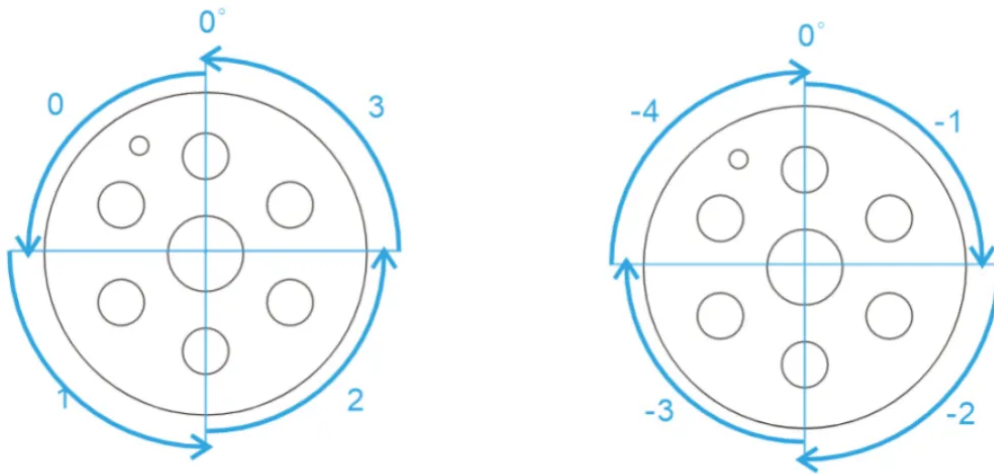


图1: CFG图

以J1轴为例：

-180~90°: Cfg1=-2

-90~0: Cfg1=-1

0~90°: Cfg1=0

90~180°: Cfg1=1

g. CFG在场景应用中的作用

通过CFG参数，在进行轨迹和姿态规划时，可以设置唯一路径规划。

1. 所有**非示教点位**，CFG都有可能出现不匹配的情况从而导致出现“反解错误”报警。
2. 大小圆轨迹规划：可以通过三个点走出350°的圆弧。
3. 大小姿态规划：可以控制运动中的大小姿态变化。

案例说明：在变姿态的整圆的存点应用中，起点和终点不能是同一个点。

4. Cfg的计算方法

使用Set指令，基于参考点计算CFG值。



图2

当参考点与目标点姿态变化过大或距离过远，可能导致CFG计算失败。

h. 机器人位置计算方法及作用简介

CrobotpOS平台提供很多用于空间坐标点位计算的指令，活用这些指令可以更加方便灵活的完成对轨迹的运算。

i. 演算指令

包括四则运算，赋值指令，用户坐标系计算指令，用于坐标点位的计算。

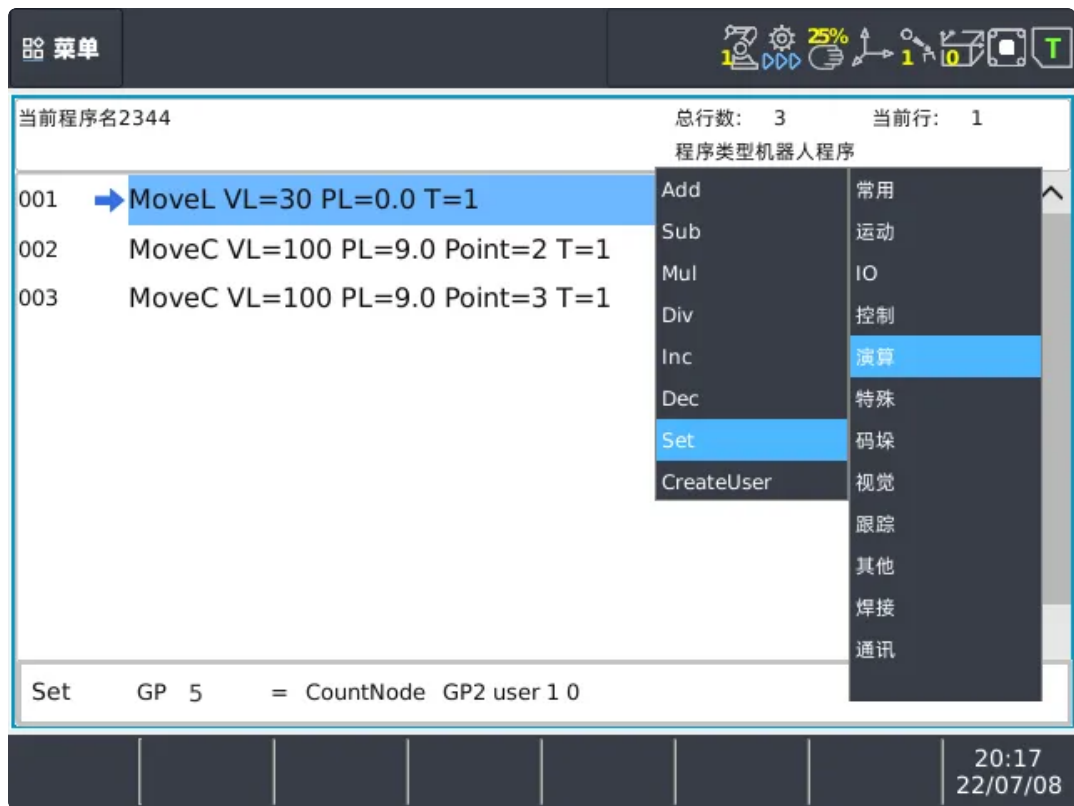


图3

ii. 坐标偏移指令：基于原有点位产生相对偏移

包括运动中的偏移变量和附加功能的自定义偏移，Set指令中的Offset偏移。

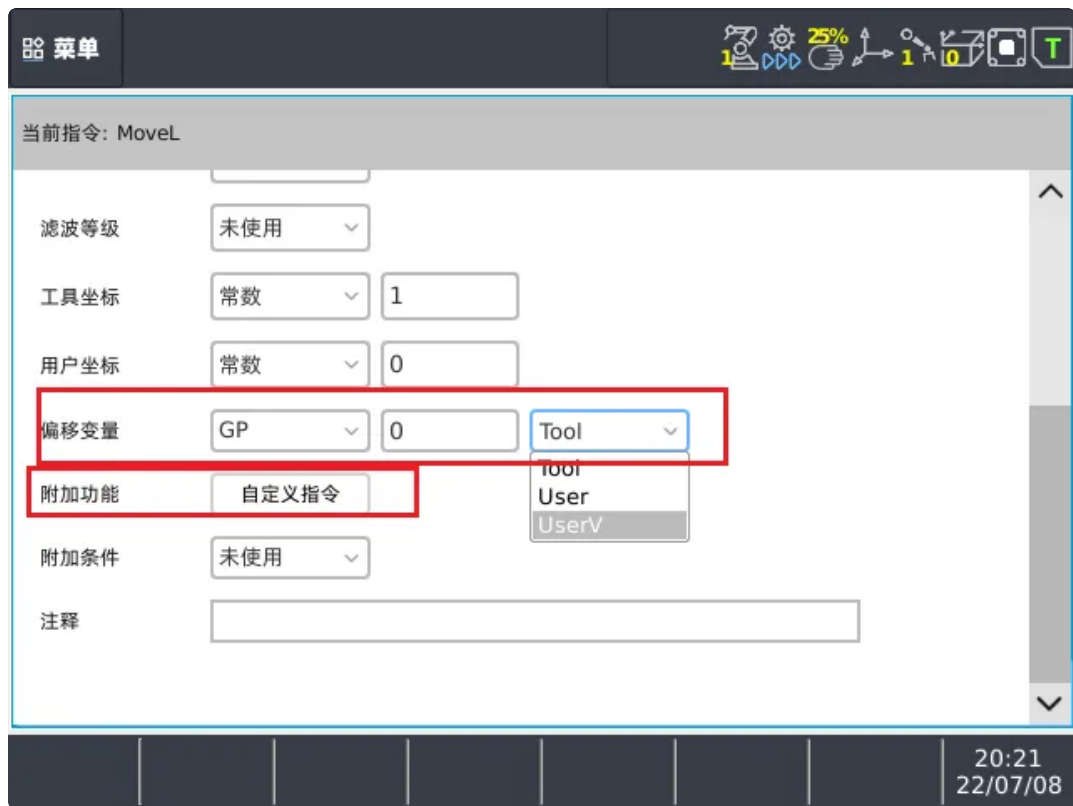


图4

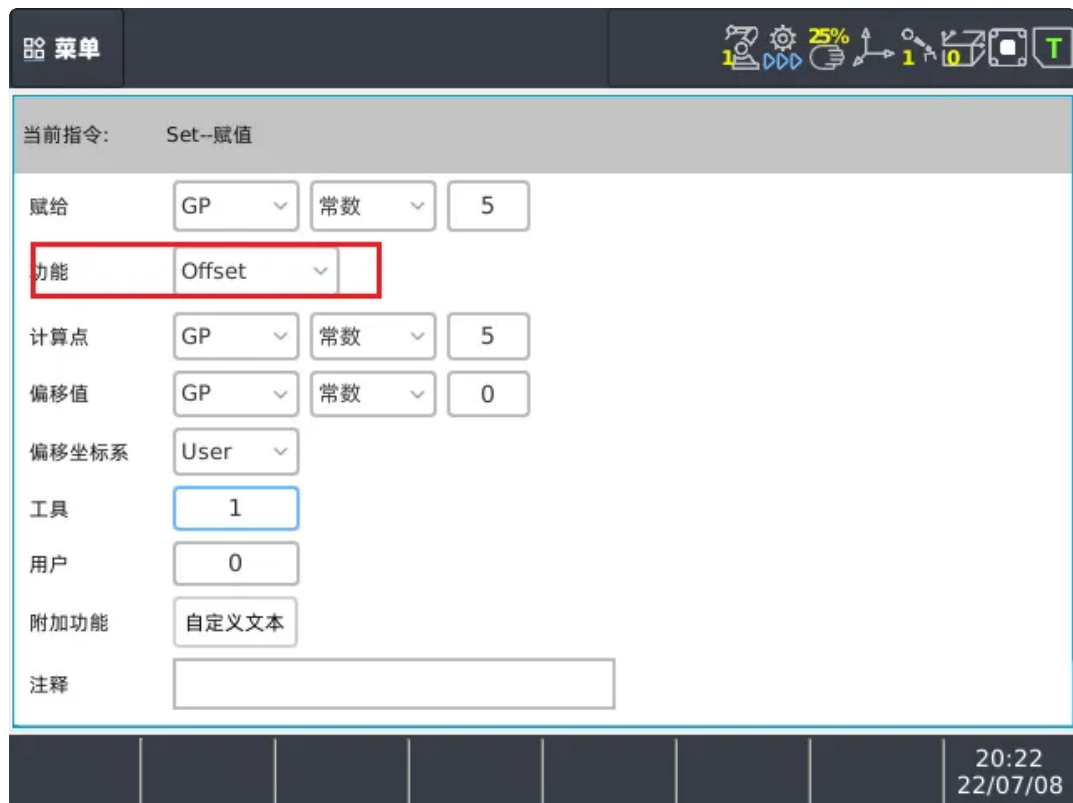


图5

偏移计算指令适用于多个偏移量叠加的场景。

iii. 其他算法类指令

包括Set指令中的求交点，关节-笛卡尔空间转换指令。



图6

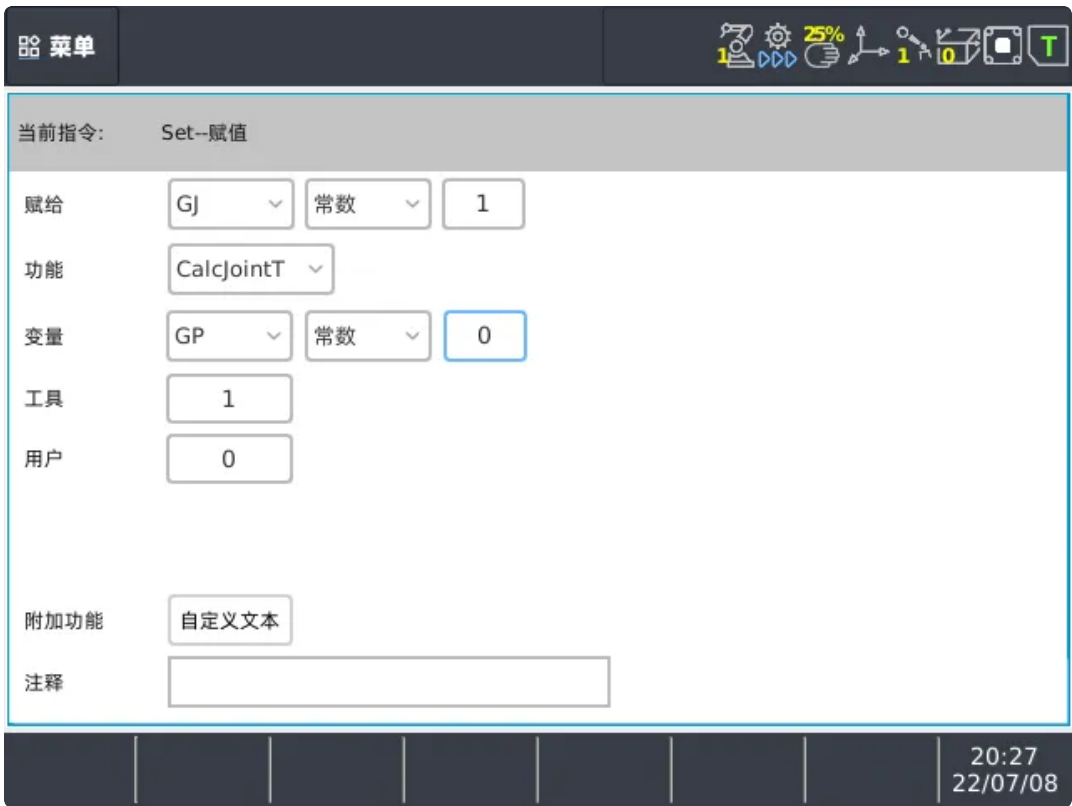


图7



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



crrobotp@crprobot.com



www.crprobot.com



四川成都市成华区华月路188号

因产品不断改进，产品设计、内容及规格如有变更，恕不另行通知。

本手册内容未经许可严禁复制、拷贝。

本手册一切解释权归本公司所有（Ver2.0：2025-06-10）

Copyright © 2025 Chengdu CRP Robot Technology CO.,TLD.All rights reserved.