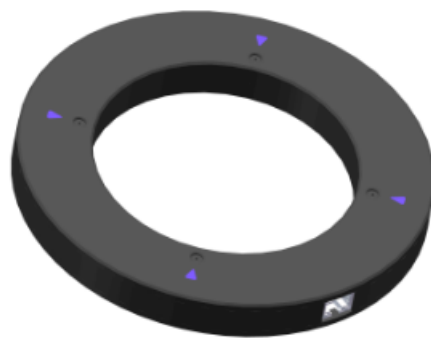


CaliRing快速操作指南

使用说明

V1.5_2025.10



3D修正场景

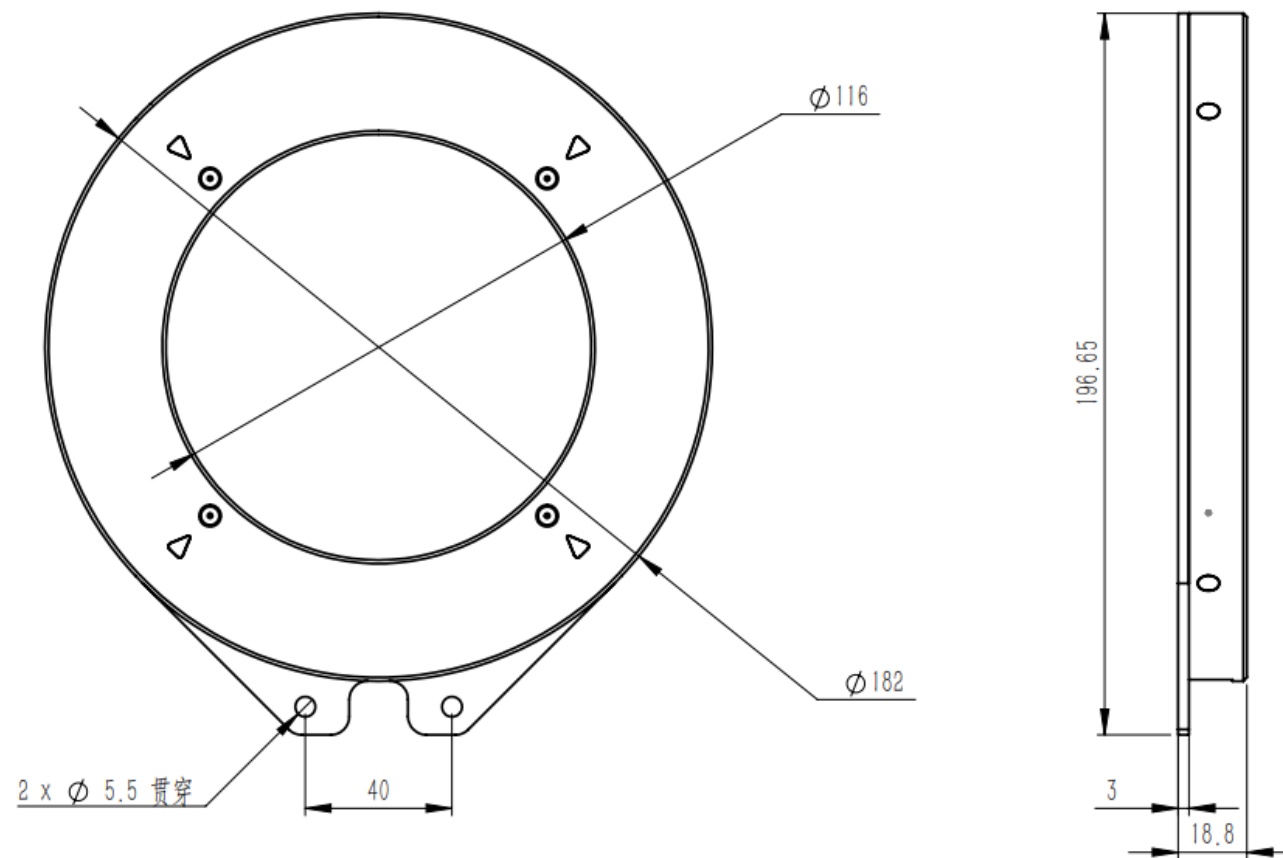
- 行业背景：在焊接行业中，出现撞枪的几率非常高，撞枪会导致焊丝头（工具TCP）的改变，从而影响曾经示教的点位和轨迹，也包括离线编程生成的轨迹。这往往需要工程师花费大量时间进行点位修复，耽误生产进度。
- 可行性分析：撞枪造成的工具偏差往往在正负5mm，而且姿态偏差可忽略，并且焊丝长度方向可以不用进行修正，我们采用3D修正的可以达到非常好的恢复效果，具有无人化（自动检测和修正），快速化（仅需几十秒钟）的特点。

简介

- CaliRing是一款可以帮助机器人自动修正工具参数的标定系统。
- 支持5D修正，可以进行工具的XY偏移（2D）修正，在XY移偏差基础上增加高度或长度（3D）修正，在位移和姿态偏差的基础上（5D）修正
- 主要识别物体为圆柱特征的工具
- 可实现自动检测工具参数是否正确
- 可实现工具参数的自动修复
- 价值在于实现机器人作业的闭环检测，节省人力，提高可靠性
- 在机器人焊接，雕刻，锁螺丝等行业应用具有巨大应用前景

1.安装和接线

物理尺寸



接线方法

1. caliRing的网口和路由器的PoE口连接
2. 路由器5号口连接机器人控制器
3. 连接好后确认caliRing有红色激光亮起，手放在caliRing中间LED状态指示灯会亮起



连接参数设置

- CaliRing IP:
192.168.1.88，内部已设置，无需修改
- 机器人控制器IP:
192.168.1.100，默认情况下接控制器LAN2口
- 网络检测
在机器人控制器上ping 192.168.1.88可以正常ping通

2.初始化设置

文件拷贝

- 还原系统备份的程序文件

`imf_backup_20240221_113707_teachfiles.tar.gz`

导入后确认

工程名称: caliRing

程序名称: 3d - 3d矫正

5d - 5d矫正

setpcs – 初始化pcs

initvar- 初始化字符串变量

字符型变量

序号		序号		序号		#Str 76	JW21
#Str 1	0.000000	#Str 16	JRY	#Str 61	AW1	#Str 77	KW
#Str 2	1	#Str 17	JRZ	#Str 62	AW0	#Str 78	HR
#Str 3	calire	#Str 18		#Str 63	BW15.0	#Str 79	GW
#Str 4	EW	#Str 19	GW	#Str 64	CR	#Str 80	HS
#Str 5	calire	序号		#Str 65	DR	#Str 81	
#Str 6	calire	#Str 31	GRX	#Str 66	FR	#Str 82	
#Str 7		#Str 32	GRY	#Str 67	EW	#Str 83	IWX
#Str 8	ST-Cail	#Str 33	GRZ	#Str 68	ER	#Str 84	IWY
#Str 9	calire	#Str 34	-0.15431	#Str 69	EC	#Str 85	IWZ
#Str 10	IC	#Str 35	0.046893	#Str 70	HW-0.5	#Str 86	JRX
#Str 11	JC	#Str 36	-0.25295	#Str 71	HW0.1	#Str 87	JRY
#Str 12	IRX	#Str 37	-0.30000	#Str 72	HC	#Str 88	JRZ
#Str 13	IRY	#Str 38	KS	#Str 73	AC	#Str 89	jw14
#Str 14	IRZ	#Str 39	0.017032	#Str 74	HW2	#Str 90	
#Str 15	JRX	#Str 40		#Str 75	IW16		

增量位置

增量位置序号 #IncP1

机器人位置

注释		世界坐标系	1
坐标系	工件坐标系	工件坐标系	1
姿态	AUTO	工具	29
X	0.0000	Roll	0.0000
Y	0.0000	Pitch	0.0000
Z	-0.5000	Yaw	0.0000

增量位置序号 #IncP3

机器人位置

注释		世界坐标系	1
坐标系	工件坐标系	工件坐标系	1
姿态	AUTO	工具	1
X	0.0000	Roll	0.0000
Y	0.0000	Pitch	0.0000
Z	2.0000	Yaw	0.0000

工程增量位置序号 #IncP2

机器人位置

注释		世界坐标系	1
坐标系	工件坐标系	工件坐标系	30
姿态	AUTO	工具	29
X	0.0000	Roll	0.0000
Y	0.0000	Pitch	0.0000
Z	0.1000	Yaw	0.0000

导入后确认

工程位置 记录工件坐标系下(工具坐标系21，工件坐标系 21)

P1 (-10.6067,-10.6067,0,0,0,0)

P2 (15,0,0,0,0,0)

P3 (0,15,0,0,0,0)

P4 (0,0,0,0,0,0)

P5 (0,0,0,0,0,0)

P6 (-10.6067,-10.6067,-5,0,0,0)

P7 (15,0,-5,0,0,0)

P8 (0,15,-5,0,0,0)

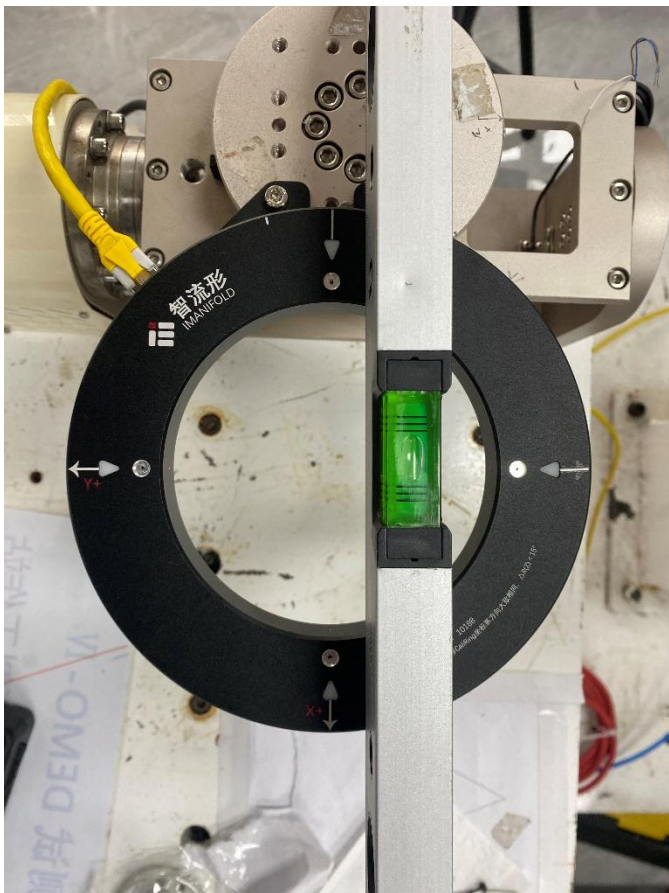
P9 (0,0,-5,0,0,0)

P10 (0,0,-5,0,0,0)

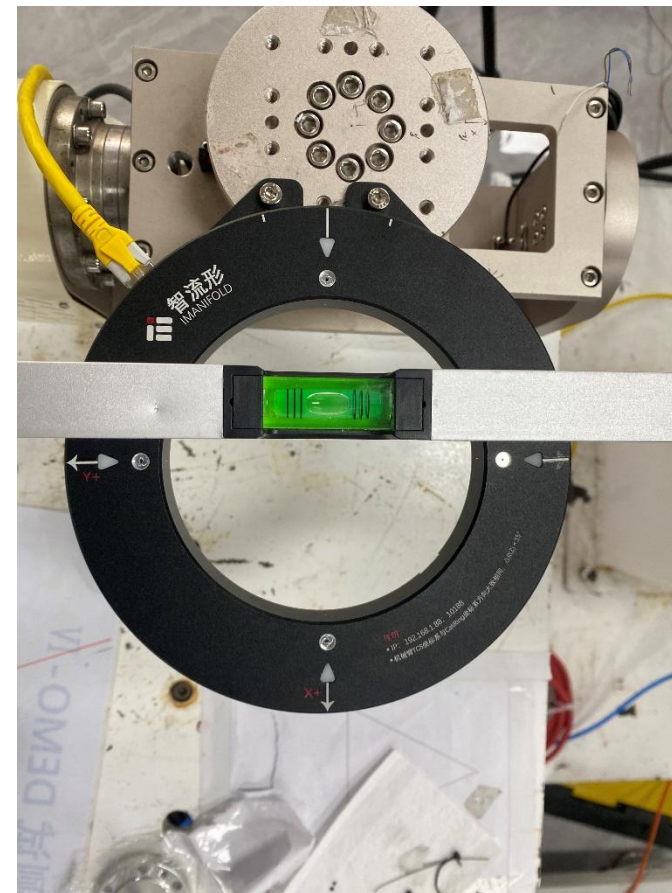
P13 (0,0,120,0,0,0)

调整水平

1. caliRing在工作台上固定安装后使用水平仪调整XY方向水平



X方向



Y方向

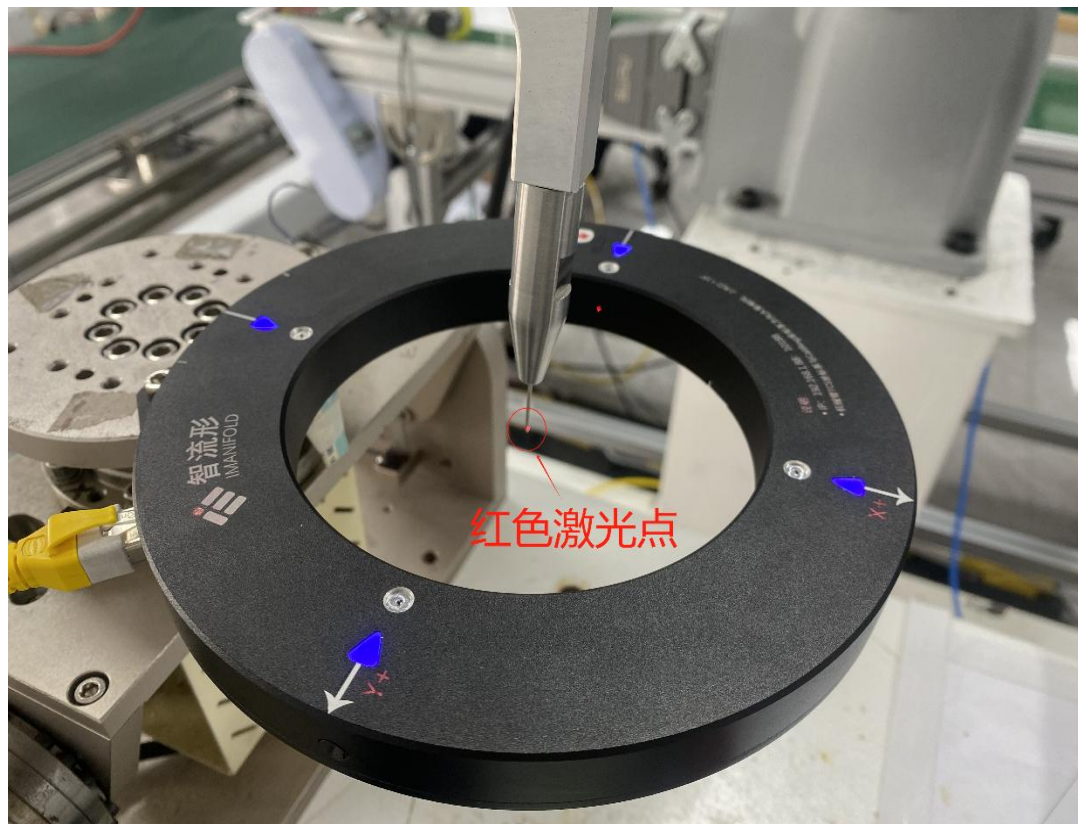
3.示教坐标系



坐标系标定重要说明

1. 标定设备激光线交点是工件坐标系的中心，我们使用机器人末端和激光线焦点来标定坐标系。
2. PCS标定要求要和TCS末端竖直向上时的方向大致一致。
3. 在运行示教程序前，需要先标定出一个工具坐标系TCS，设为当前使用；再用当前的TCS标定出一个工件坐标系PCS，并把PCS也设为当前使用。
4. 标定TCS和PCS必须严格按照后续的说明进行标定，标定完成后，PCS即标定设备不可挪动，否则需要重新进行PCS的标定。

工具坐标系标定（焊枪坐标系）



一、标定工具偏置

1. 使用6点法或者20点法，如果偏置已标定，步骤省略

二、调整焊丝垂直度

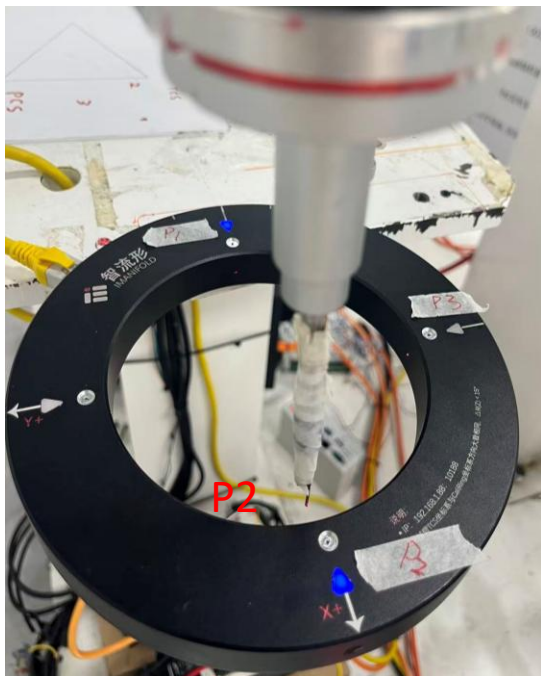
1. 把焊枪调整姿态为焊丝竖直向下，垂直于标定设备表面。
2. 移动焊枪至**红色激光中心点**，可用机器人坐标系快速调整z轴，上下运动，运动过程中四个led灯常亮，表示，焊丝竖直向下已经调整完毕。

工具坐标系标定（焊枪坐标系）

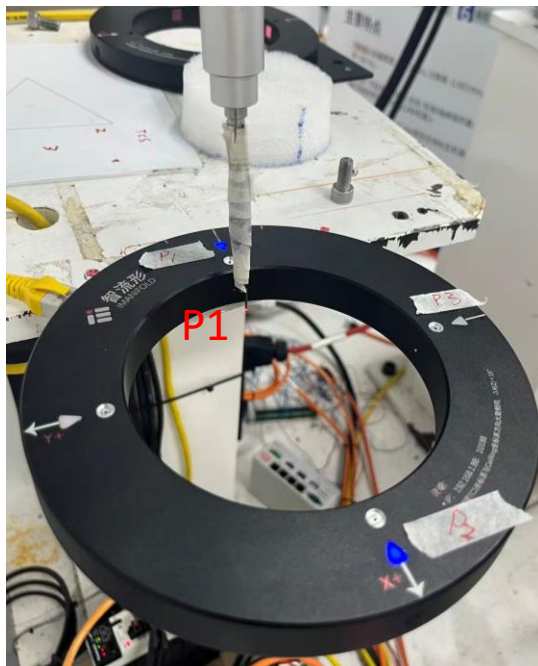
三、标定工具姿态

1. 选择工具坐标系序号（21号）→ 重新标定 → 姿态 → XY平面
 2. 按照左图，保持焊丝姿态不变，移动X和Y，依次运动到P2,P1,P4，在激光线方向，标定点P2,P1,P4，工具末端距离激光点打在焊丝上的位置一致，标定方法参考标定视频。
 3. 点击计算保存
 4. 设为当前使用
- 示教文件和位置点默认使用21号坐标系，如使用其他ID，需要修改示教文件以及位置点id
 - 标定完成后建议将当前坐标复制到22号坐标系，防止矫正失败，导致原数值丢失
 - 标定完成后需保持机器人姿态不变，再标定PCS

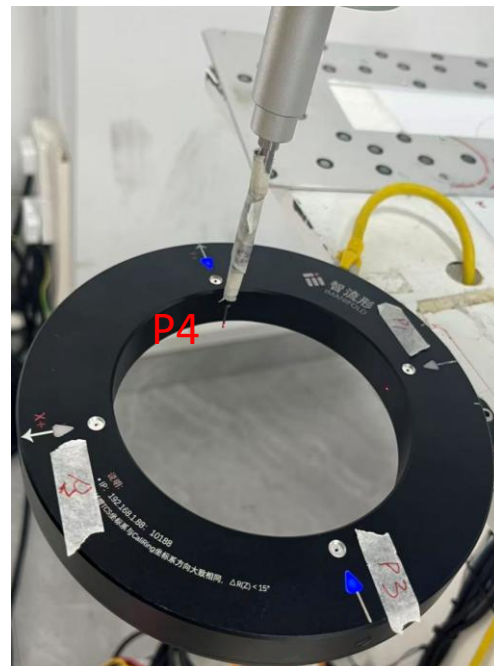
第一个点



第二个点



第三个点

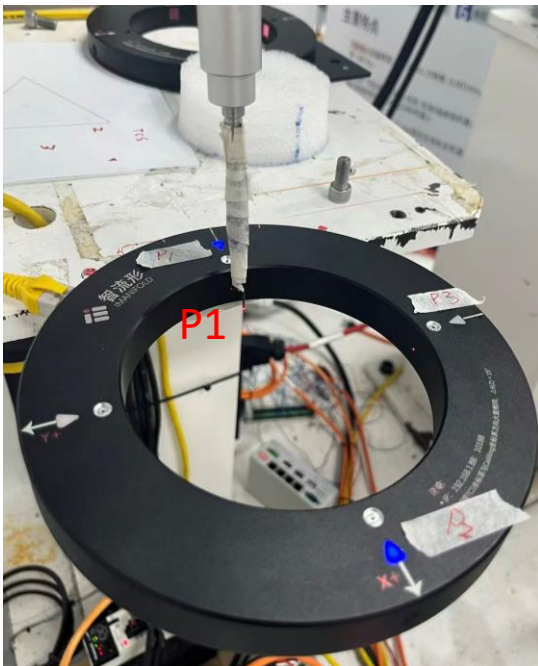


工件坐标系标定（传感器坐标系）

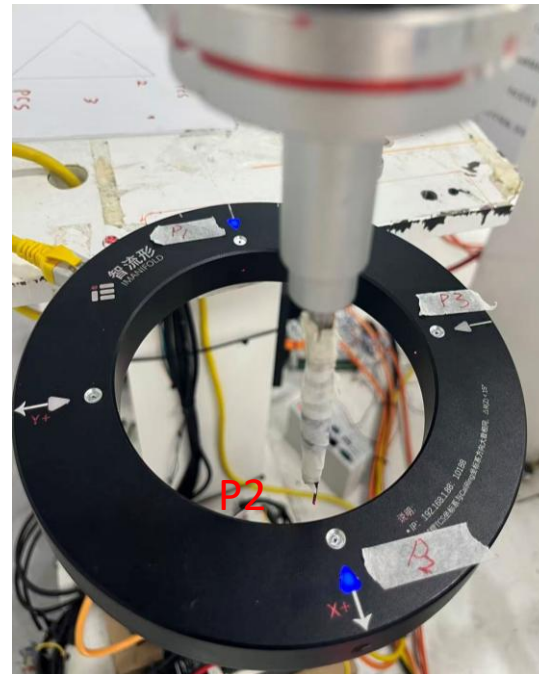
一、标定工件坐标系

1. 选择工件坐标系序号（21号） → 重新标定 → 三点法模式2 → XY平面
 2. 按照左图，机器人依次运动到P1,P2,P3，在激光线方向，标定位置P1,P2,P3工具末端距离激光点打在焊丝上的位置一致，标定方法参考标定视频。
 3. 点击计算保存
 4. 设为当前使用
- 标定完成后建议将当前坐标复制到22号坐标系，防止矫正失败导致原数值丢失

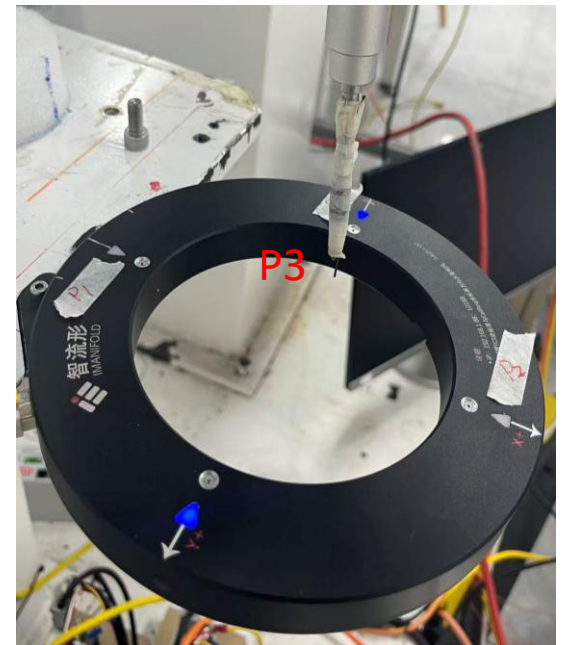
第一个点



第二个点



第三个点



坐标系标定效果确认



1. 控制机器人运行到工件坐标系下的P5点
(0, 0, 0, 0, 0, 0)，可以到工程位置运行P4 点
(0, 0, 0, 0, 0, 0)再运行P5 (0, 0, 16, 0, 0, 0)
2. 两路激光线遮挡，四个蓝灯亮起，说明TCS和PCS标定准确。
3. 如果只亮两个蓝灯，或者都不亮灯，则需要检查TCS和PCS的标定步骤，甚至检查机器人的本体精度是否正常。
4. 切换到PCS坐标系，在P5点，点动Z+ Z-（焊丝尖端到焊枪口），四个LED灯常亮。
5. 切换到PCS坐标系，在P5点，点动X+ X-（正负20mm），两个LED灯常亮。
6. 切换到PCS坐标系，在P5点，点动Y+ Y-（正负20mm），两个LED灯常亮。
7. 切换到工具坐标系，在P5点，点动Z+ Z-（焊丝尖端到焊枪口），四个LED灯常亮。
8. 切换到工具坐标系，在P5点，点动X+ X-（正负20mm），X方向两个LED灯常亮。
9. 切换到工具坐标系，在P5点，点动Y+ Y-（正负20mm），Y方向两个LED灯常亮。

坐标系验证

1. 依次切换坐标到工件坐标系，点动XYZ方向，机器人的运动方向应当与左图一致，否则需要重新检查坐标系的标定步骤是否错误。
2. 验证标定出来的工件坐标系和工具坐标系正方向
 - X+: 朝前（和机器人坐标系X方向一致）
 - Y+: 朝右（背对机器人）
 - Z+: 朝下



位置点确认

1. 检查工程位置点P1-P9均正常

- P1 P2 P3 是画圆的点
- P4是 $(0, 0, 16)$ 点
- P5是 $(0, 0, 0)$ 检测点，检测激光是否遮挡
- P6 P7 P8 是下移5mm后的画圆点
- P9是 $(0, 0, -5)$ 检测点，检测激光是否遮挡
- P13是P5上方的安全过渡点。



4.运行程序

PCS初次修正

1. 移动机器人到标定设备的上方，确保机器人向下运动无干涉。
2. 打开示教程序 `setpcs`，自动运行。
3. 程序运行一遍，即可标定出工件坐标XYZ方向的偏差，并且自动修改，可以对比坐标系21号与22号当前PCS的值是否被修改。
4. 在示教模式下使用工具坐标点动XY轴，验证运动方向是否与蓝灯方向一致。

坐标系序号: 21/32

坐标系类型: 工件坐标系/PCS TCS:21 PCS:21 WCS:1

标定结果: 工件坐标系/PCS

注释: ☐ 作为外部工具

X:	874.6891	Roll:	179.8491
Y:	760.3238	Pitch:	-0.0005
Z:	442.3754	Yaw:	-89.8609

复制 粘贴

手动标定的工件坐标

运行程序

坐标系序号: 21/32

坐标系类型: 工件坐标系/PCS TCS:21 PCS:21 WCS:1

标定结果: 工件坐标系/PCS

注释: ☐ 作为外部工具

X:	874.0353	Roll:	-179.9420
Y:	785.7054	Pitch:	0.1374
Z:	446.2460	Yaw:	0.4369

复制 粘贴

标定设备补偿修改TCP数值进行矫正

TCS初次修正

1. 打开示教程序 5d，自动运行。
2. 程序运行一遍，即可标定出工具XYZ、ABC方向的偏差，并且自动修改，可以对比坐标系21号与22号当前PCS的值是否被修改。
3. 在示教模式下使用工具坐标点动XY轴，验证运动方向是否与蓝灯方向一致。
4. 检查矫正后与初始标定的XYZ值，如果偏差在0.1mm以内表示矫正完成；如果偏差超过0.1mm则需进行二次矫正。

坐标系序号: < 21/32 >

坐标系类型: 工具坐标系/TCS ▼ TCS:21 PCS:21 WCS:1

标定结果: 工具坐标系/TCS

注释:		
X:	24.7972	Roll: -4.0356
Y:	-51.8775	Pitch: -37.3315
Z:	288.8404	Yaw: 132.2592

复制 粘贴

运行程序

坐标系序号: < 21/32 >

坐标系类型: 工具坐标系/TCS ▼ TCS:21 PCS:21 WCS:1

标定结果: 工具坐标系/TCS

注释:		
X:	24.9540	Roll: -3.2478
Y:	-51.8472	Pitch: -38.3491
Z:	288.7840	Yaw: 132.3410

复制 粘贴

初始标定的工具坐标系

初次矫正后X的值超过0.1mm

TCS二次修正

1. 由于是目测的焊丝垂直度，所以矫正后与标定的值大概率会有偏差。
2. 取标定的XYZ值与矫正后的ABC值组合。
3. TCS数值组合 → 运行 " setpcs程序 " → 运行 " 5D " 程序

坐标系序号: 21/32

坐标系类型: 工具坐标系/TCS

TCS:21 PCS:21 WCS:1

标定结果: 工具坐标系/TCS

注释:		
X:	24.7972	Roll: -3.2478
Y:	-51.8775	Pitch: -38.3491
Z:	288.8404	Yaw: 132.3410

取上页左图XYZ值

取上页右图ABC值

复制 粘贴

TCS数值组合

运行程序

坐标系序号: 21/32

坐标系类型: 工具坐标系/TCS

TCS:21 PCS:21 WCS:1

标定结果: 工具坐标系/TCS

注释:		
X:	24.8324	Roll: -2.9015
Y:	-51.8474	Pitch: -38.4188
Z:	288.8420	Yaw: 132.3460

复制 粘贴

矫正后XYZ值偏差在0.1mm以内

注意事项

1. tcs焊丝垂直与caliRing表面时xy的方向和pcs的xy方向大致一致。
2. pcs标定完成后，要确认pcs的xy和传感器方向是否重合。
3. 矫正过程一旦进入画圆流程后，不能中止，如果中止会导致矫正失败，需要重启caliRing。
4. 如果机器人运动到画圆的起点P1（P6）和终点，任何一路指示灯LED亮起，会导致矫正失败，不能正常检测。
5. TCS、PCS矫正完后移动末端尖点到caliRing中心点，在TCS、PCS坐标下移动Z轴检查是否垂直，移动XY轴检查是否与蓝灯方向一致，Z轴不垂直会导致矫正后的值与标定的值相差较大，精度效果不好
6. 运行矫正程序时在chehttcp程序下出现暂停，请检查caliRing通讯TCP是否连接