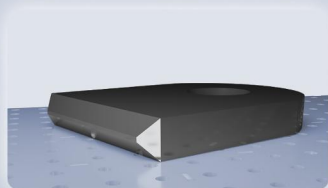
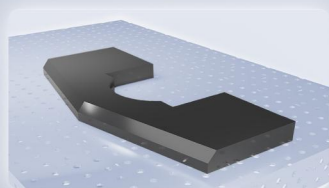


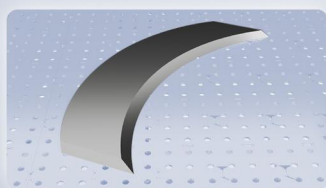
K坡



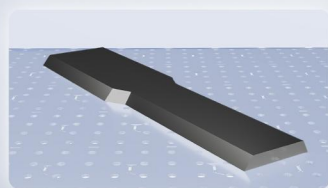
Y坡



曲线坡



折线坡



FB-HX 智能切割控制系统

硬件安装手册

文档版本号: V1.0.0

www.bochu.com



官方网站



官方公众号

前言

感谢您使用柏楚 FB-HX 智能切割控制系统!

柏楚 FB-HX 智能切割控制系统（以下简称“FB-HX 系统”）集成了机器人控制和视觉技术，是面向中厚板坡口切割领域深度开发的一体式解决方案。

该系统基于二维图纸与视觉感知的驱动方式，实现了免示教自动生成寻位及切割路径，可精确完成圆弧与直线的 V 型、Y 型及 K 型坡口切割。通过自主研发的智能切割控制软件，系统支持多边连续切割、多工件加工与高精度补偿，能够适应复杂多变的工况，高效满足小批量非标件的加工需求。

本手册仅作为 FB-HX 系统的硬件安装手册，其他工具或高级权限内容请参考其他手册或与柏楚技术支持联系。

由于系统功能的不断更新，您所使用的 FB-HX 系统在某些方面可能与本手册的陈述有所出入，柏楚尽力确保手册内容适用，但保留最终解释权。本手册内容变动恕不另行通知。

如您在使用过程中有任何疑问或建议，请按本手册中提供的联系方式与我们联系。

约定符号说明

说明：表示对本产品使用的补充或解释。

注意：表示如果不按规定操作，则可能导致轻微身体伤害或设备损坏。

警告：表示如果不按规定操作，则可能导致死亡或严重身体伤害。

危险：表示如果不按规定操作，则导致死亡或严重身体伤害。

声明

机器人/外部轴的运行及最终的切割效果与工件材质、割枪、气体、气压以及您所设置的各项参数有直接的关系，请根据您的切割工艺要求谨慎设置各项参数!

不恰当的参数设置和操作可能导致切割效果下降、割枪或其他部件损坏甚至人身伤害。FB-HX 智能切割控制系统已尽力提供了各种保护措施，设备制造商及最终用户仍应严格遵守操作规程，以降低安全风险。

柏楚对以下情形导致的直接或间接损失不承担责任：因用户不当使用本手册或本产品而造成的

损失；因用户未遵循安全操作规程而造成的损失；因自然灾害等不可抗力因素导致的损失。

此外，使用中的设备存在潜在风险，用户须确保设备具备完善的故障处理和安全防护机制。柏楚不对因此产生的任何附带或相关损失负责。

本系统单独使用不能满足 ISO10218 工业机器人的一般安全要求，需要根据实际应用场景，配合安全模块、安全 PLC、安全门等相关安全部件使用；如因未使用合适的安全部件所引发的安全事故，不属于本切割系统质量问题，柏楚不承担相关责任。

文档修订记录

文档版本号	修订日期	修订描述
V1.0.0	2026/03/13	首次发布。

目录

第 1 章 产品概述	1
1.1 产品介绍	1
1.2 产品明细	2
第 2 章 接线说明	3
2.1 BMC228B_Ecat 接线说明	3
2.1.1 技术参数	3
2.1.2 以太网端子说明	4
2.1.3 PCIe 接口说明	4
2.1.4 安装操作	5
2.1.5 尺寸图	6
2.2 BCW101H 接线说明	7
2.2.1 技术参数	7
2.2.2 接口布局	8
2.2.3 电源及 I/O 接口定义	10
2.2.4 硬件接线图	11
2.2.5 安装位置	12
2.2.6 尺寸图	13
2.3 BCW400H 接口说明	14
2.3.1 技术参数	14
2.3.2 接口布局	15
2.3.3 J01 电源及串口	15
2.3.4 J02 冷却气输入	16

2.3.5 J03 相机通讯	16
2.3.6 L1 – L4 指示灯	17
2.3.7 尺寸图	17
2.4 HPL2720E 接线说明	18
2.4.1 技术参数	18
2.4.2 接口布局	19
2.4.3 J01 电源输入接口	20
2.4.4 J02 PWM 输出接口	20
2.4.5 J03 DA 输出接口	21
2.4.6 J04/J05 通用输出接口	22
2.4.7 J06/J07/J08 通用输入接口	22
2.4.8 J09/10 EtherCAT 网络接口	23
2.4.9 J11 跳线区	23
2.4.10 J12 指示灯	24
2.4.11 尺寸图	24
2.5 BCW020 接线说明	25
2.5.1 技术参数	25
2.5.2 接口布局	25
2.5.3 J01 电源输入端子说明	26
2.5.4 J02 RS232 通讯接口说明	26
2.5.5 J03 RS422 通讯接口说明	26
2.5.6 尺寸图	26
2.6 系统接线图	27
2.6.1 单机工作站	27

2.6.2 地轨工作站	27
第 3 章 系统配置	28
3.1 软件安装	28
3.2 平台配置	29
3.2.1 网络扫描	30
3.2.2 场景配置	31
3.2.3 轴配置	35
3.2.4 报警	36
3.2.5 通用输出	37
3.2.6 资源列表	38
第 4 章 系统标定	39
4.1 TCP/零点标定	39
4.2 TCP 姿态标定	41
4.3 粗定位标定	43
4.4 精定位标定	48
4.5 点火位置标定	53
4.6 装配矩阵标定	54
4.7 粗定位配置	56
第 5 章 注意事项	57
5.1 电源规范	57
5.1.1 电源线规格	57
5.1.2 柏楚系统功率	58
5.2 接地规范	58
5.2.1 接地概述	58

5.2.2 地桩规范	59
5.2.3 接地规范	59
5.3 布线规范	62
5.3.1 强弱电设备分离规范	62
5.3.2 线材布线规范	63
5.3.3 拖链线布线规范	64
5.3.4 BCW 系列产品布线规范	68
5.4 其他	69
5.4.1 线材安装运输注意事项	69
5.4.2 线束穿坦克链注意事项	69
5.4.3 使用线材进行设备互联注意事项	71

第 1 章 产品概述

柏楚推出的 FB-HX 智能切割控制系统集成了机器人控制和视觉技术，是面向中厚板坡口切割领域深度开发的一体式解决方案。

1.1 产品介绍

FB-HX 智能切割控制系统基于二维图纸与视觉感知的驱动方式，实现了免示教自动生成寻位及切割路径，可精确完成圆弧与直线的 V 型、Y 型及 K 型坡口切割。通过自主研发的智能切割控制软件，系统支持多边连续切割、多工件加工与高精度补偿，能够适应复杂多变的工况，高效满足小批量非标件的加工需求。

1.2 产品明细

FB-HX 智能切割控制系统的配件主要包含：BMC228B_Ecat 主站卡、BCW101H 线激光立体相机、BCW400H 高精度线激光传感器、HPL2720E 转接板、BCW020 转接盒、WKB SW 焊接手持盒、BCW400H 寻缝器夹具和相关配套线材。

表 1-1 FB-HX 智能切割控制系统物料清单（部分）

BMC228B_Ecat 主站卡*1	BCW101H 线激光立体相机*1	HPL2720E 转接板*1
		
BCW400H 高精度线激光传感器*1		BCW020 转接盒*1
		
BCW400H 寻缝器夹具*1	WKB SW 焊接手持盒*1	
		

⚠说明：不同套餐包含的配件和数量可能略有不同，上述产品明细仅供参考，请以最终实际情况为准。

第 2 章 接线说明

本章主要介绍了系统所需硬件设备的技术参数、接口说明和尺寸图，并提供了系统的接线图，旨在帮助用户准确理解各设备的接口定义与连接方式，确保系统正确安装与稳定运行。

2.1 BMC228B_Ecat 接线说明

BMC228B_Ecat 主站卡是一款基于 EtherCAT 总线的运动控制卡。采用 766 MHz 主频的主芯片，整体性能优异。

2.1.1 技术参数

表 2-1 BMC228B_Ecat 技术参数

参数	说明
总线协议	EtherCAT 主站协议
PCI Express 标准	PCI Express2.0 (Gen2)
电源	PCIe 主板供电, Max 12 V/1 A, 不支持热插拔
抗干扰等级	<ul style="list-style-type: none"> ESD 国标三级 (接触 ± 6 kV, 空气 ± 8 kV) EFT 国标四级 (电源 ± 4 kV, 信号 ± 2 kV) 浪涌国际二级 (交流线地 ± 2 kV, 直流线地 ± 1 kV)
尺寸 (长×宽×高)	127.6 mm × 121.0 mm × 21.45 mm (L × W × H)
重量	约 80 g
冷却方式	自然冷却
运行环境温度	0°C – +60°C
存储环境温度	-20°C – +70°C
湿度	0% – 90% (无凝露)
认证	CE
防水防尘等级	IP00, 无防护
安装环境要求	请注意将电脑主机放置于比较干净无粉尘的环境中。

2.1.2 以太网端子说明

BMC228B_Ecat 主站卡为标准 RJ45 接口，可以用于连接 EtherCAT 从站设备（如 HPL2720E 等）。

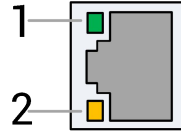


图 2-1 以太网端子

以太网端子不同连接状态说明如下：

表 2-2 RJ45 连接状态说明

标签	描述	LED 颜色	状态	描述
1: Speed	以太网通讯连接速度	绿色	熄灭	10 Mbps 连接
			常亮	100 Mbps 连接
2: Link	以太网通讯链路状态	黄色	熄灭	无连接
			闪烁	数据通讯中
			常亮	已连接

2.1.3 PCIe 接口说明

BMC228B_Ecat 主站卡 PCIe 物理接口为 X4（下图中①），可用于 X4、X8、X16 接口，BMC228B_Ecat 主站卡 PCI Express 协议标准为 V2.0（Gen2）。

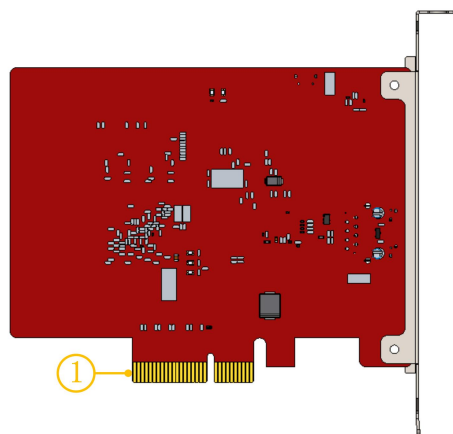


图 2-2 金手指接口图

2.1.4 安装操作

第 1 步 将 BMC228B 主控卡安装至 X4 或者 X16 的 PCIe 插槽。

第 2 步 插拔时需对整卡均匀施力（见标注②），并固定挡板螺丝（见标注①）。

第 3 步 为保证散热效果，请尽可能与其他板卡保持距离。

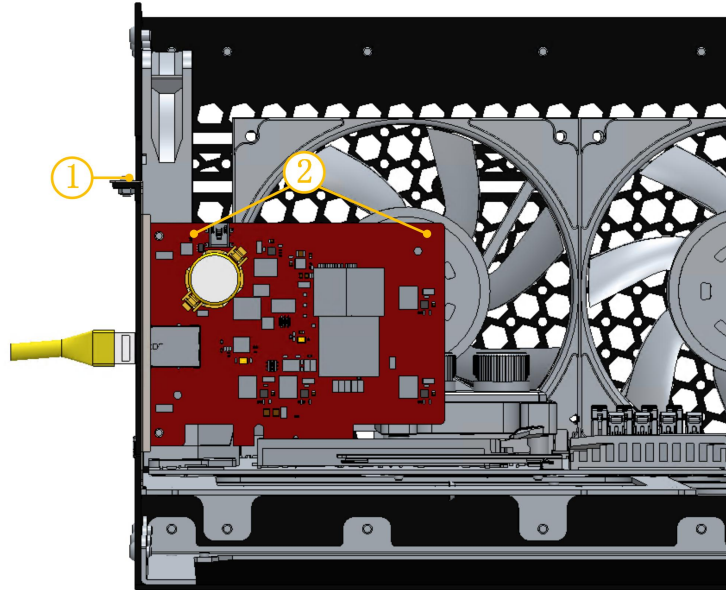


图 2-3 BMC228B 主站卡安装示意图

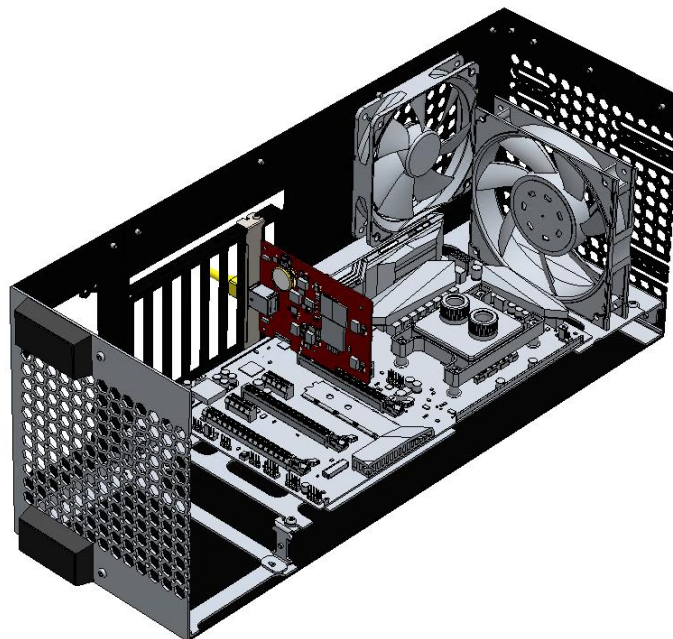


图 2-4 BMC228B 主站卡安装效果图

2.1.5 尺寸图

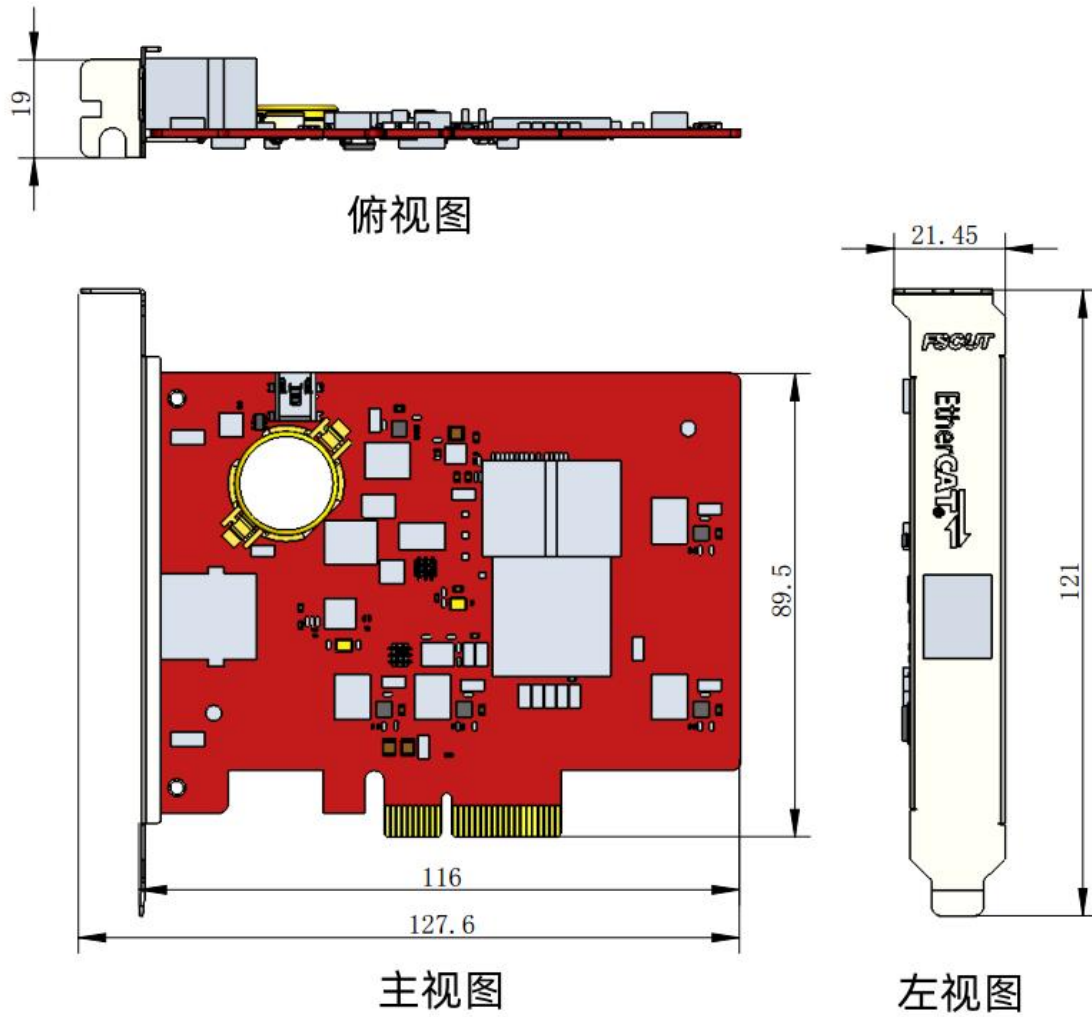


图 2-5 BMC228B 主站卡尺寸图 (单位: mm)

2.2 BCW101H 接线说明

BCW101H 线激光立体相机，通过内置线激光扫描进行初定位，得到工件精准位置信息，以此指导后续的坡口切割操作。

2.2.1 技术参数

表 2-3 BCW101H 线激光立体相机技术参数

参数	说明
近视场	1000 mm
远视场	2600 mm
净距离 (CD)	700 mm
测量范围 (MR)	1000 mm
检测精度	± 5 mm (规则件)
检测速度	3 m/s @ ± 5 mm 检测精度
扫描帧率	600 fps @ 1 m ³ 测量范围
触发模式	外触发, 编码器触发
激光安全等级	Class 3B
数据接口	Gigabit Ethernet (1000 Mbit/s)
数字 I/O	12-pin M12 接口提供 I/O, 包含 3 路光耦隔离输入 (Line 0/3/6), 3 路光耦隔离输出 (Line 1/4/7), 1 路 RS-232 串口
供电	12 V DC – 24 V DC
典型功耗	20 W @ 24 V DC
外形尺寸	354.1 mm × 65 mm × 123.4 mm
重量	1.6 kg
工作温度/储藏温度	0°C – 45°C/-30°C – 80°C
湿度	20% – 85% RH 无凝结

2.2.2 接口布局

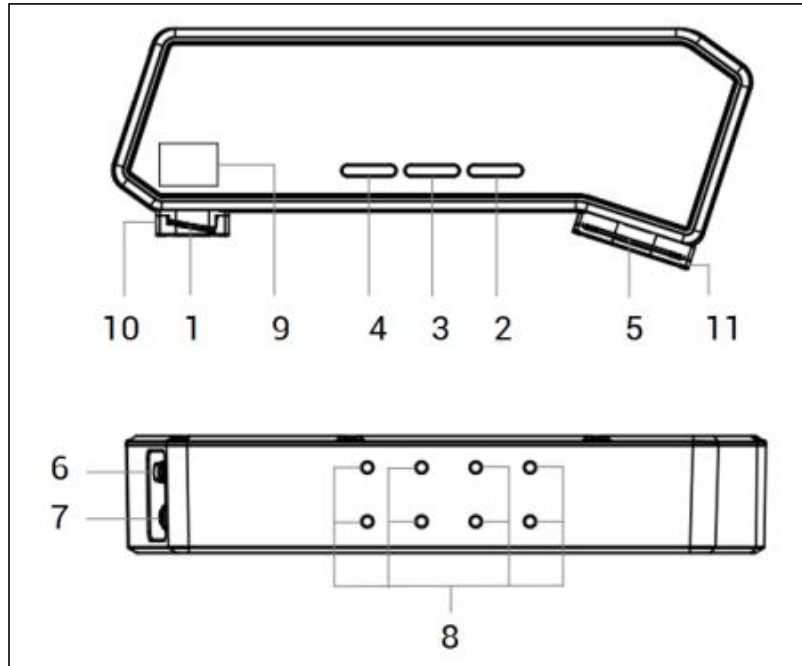


图 2-6 接口布局及指示灯示意图

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1. 激光器 | 7. 千兆网口 |
| 2. 激光指示灯 | 8. 安装螺孔 |
| 3. 状态指示灯 | 9. 激光标签 |
| 4. 电源指示灯 | 10. 激光器保护镜片快换装置 |
| 5. 相机 | 11. 相机保护镜片快换装置 |
| 6. 电源及 IO 口 | |

表 2-4 各接口及指示灯说明

序号	名称	说明
1	激光器	用于发出激光线至被测物表面。
2	激光指示灯	用于判断激光器是否正常工作。当激光器正常工作时，该指示灯颜色为绿色。
3	状态指示灯	用于判断设备内部系统是否正常工作。当设备系统正常工作时，该指示灯颜色为黄色。
4	电源指示灯	用于判断设备当前供电是否正常。当设备正常上电后，该指示灯颜色为蓝色。

序号	名称	说明
5	相机	获取被测物体表面漫反射的激光轮廓线。
6	电源及 I/O 接口	提供供电、I/O 以及串口功能。接口带有螺纹，可将接口旋紧以减少现场震动等对接口造成的松动。
7	千兆网口	航插转 RJ45 接头千兆网线插口，接口带有螺纹，用来固定设备与线缆的连接，可将接口旋紧以减少现场震动等对接口造成的松动。
8	安装螺孔	设备顶部有 8 个 M6 安装螺孔，可用来将设备固定到支架上。安装时建议使用内六角螺钉。若需要使用其他螺钉，建议选择沉头螺钉使用，螺钉长度应小于安装板厚度与螺孔深度之和。
9	激光标签	呈现设备激光信息及警示说明，标签上黄色三角形所指位置为激光发射窗口位置。
10	激光器保护镜片快换装置	快换装置起到支撑、固定激光器保护镜片的作用，同时支持保护镜片插拔，方便现场快速更换。
11	相机保护镜片快换装置	快换装置起到支撑、固定相机保护镜片的作用，同时支持保护镜片插拔，方便现场快速更换。

2.2.3 电源及 I/O 接口定义

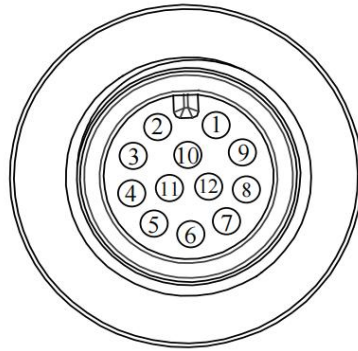


图 2-7 电源及 I/O 接口

电源及 I/O 接口包含 3 对输入输出管脚 12-pin M12 接口，具体管脚定义如下表所示：

表 2-5 电源及 I/O 接口管脚定义

管脚	信号	I/O 信号源	说明
1	DC-PWR	—	直流电源正
2	GND	—	电源地
3	OPTO_OUT0	Line 1 信号线	I/O 隔离输出 1
4	OPTO_OUT1	Line 4 信号线	I/O 隔离输出 4
5	OPTO_OUT2	Line 7 信号线	I/O 隔离输出 7
6	OUT_COM	Line 1/4/7 信号地	输出共端
7	OPTO_IN0	Line 0 信号线	I/O 隔离输入 0
8	OPTO_IN1	Line 3 信号线	I/O 隔离输入 3
9	OPTO_IN2	Line 6 信号线	I/O 隔离输入 6
10	IN_COM	Line 0/3/6 信号地	输入共端
11	RS232_R	—	232 串口输入
12	RS232_T	—	232 串口输出

2.2.4 硬件接线图

线激光立体相机需要连接两根线缆：

- 高柔性拖链网线：一端连接线激光立体相机，另一端连接主机。
- 高柔性拖链电源线：一端连接线激光立体相机，另一端需连接 24 V 电源开关盒。电源线的棕色线应连接到 24 V 电源的 V-端，白色线连接到 24 V 电源的 V+端，如下图所示。

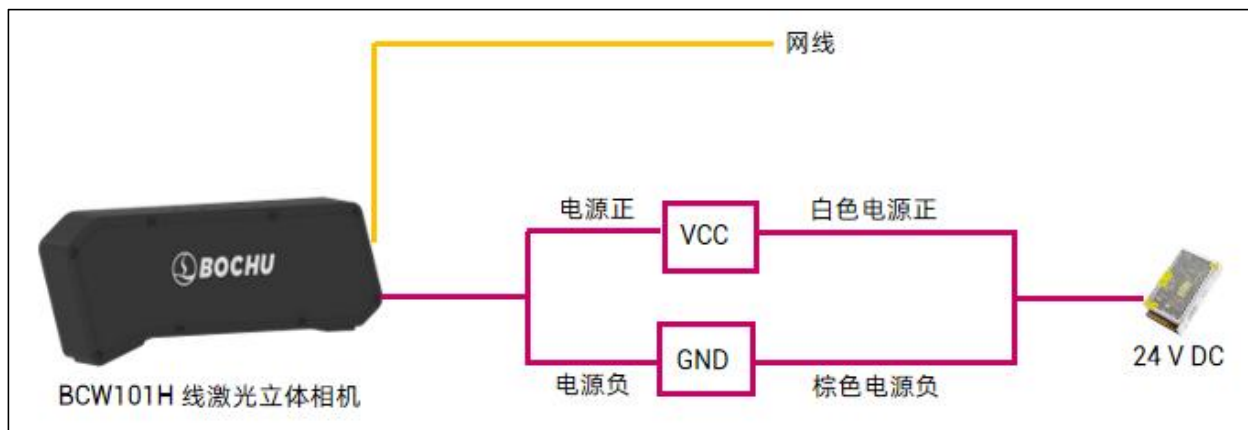


图 2-8 BCW101H 线激光立体相机电源接线示意图

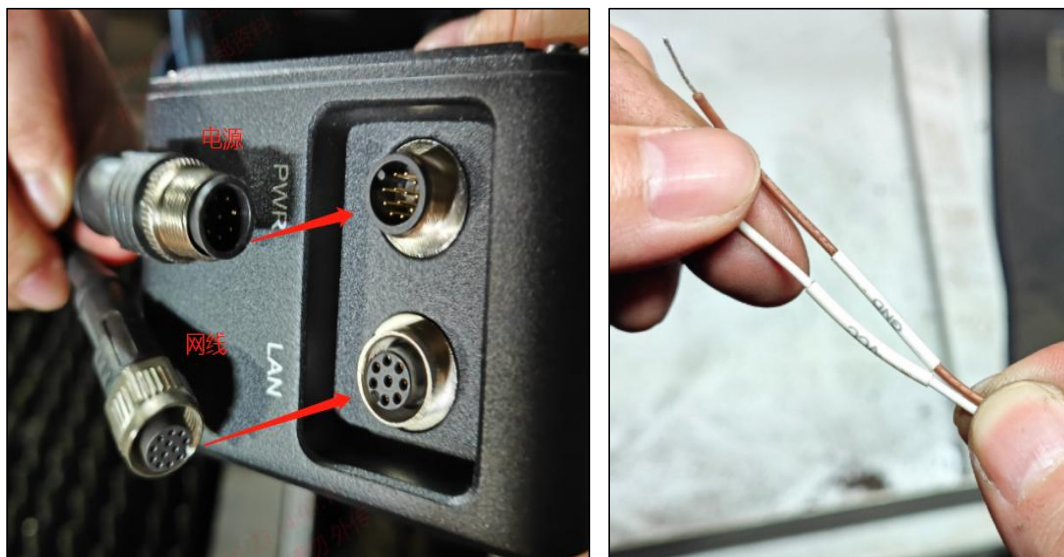


图 2-9 BCW101H 线激光立体相机电源接线实物示意图

⚠ 注意：

1. 网线和电源线均为 BCW101H 线激光立体相机配套的线束。
2. 24 V 电源盒子仅供 BCW101H 线激光立体相机使用，禁止连接其他负载！否则会导致 BCW101H 线激光立体相机无法正常工作。

2.2.5 安装位置

BCW101H 线激光立体相机与工作台的距离最大视距为 1.5 m，推荐 1.2 m – 1.4 m 的视距范围最优。

1.2 m – 1.4 m 视距对应线激光立体相机的视场宽度在 1.4 m 附近。

⚠注意：若安装距离超出此范围，可能导致相机标定误差增大、取图不清晰，影响正常使用。

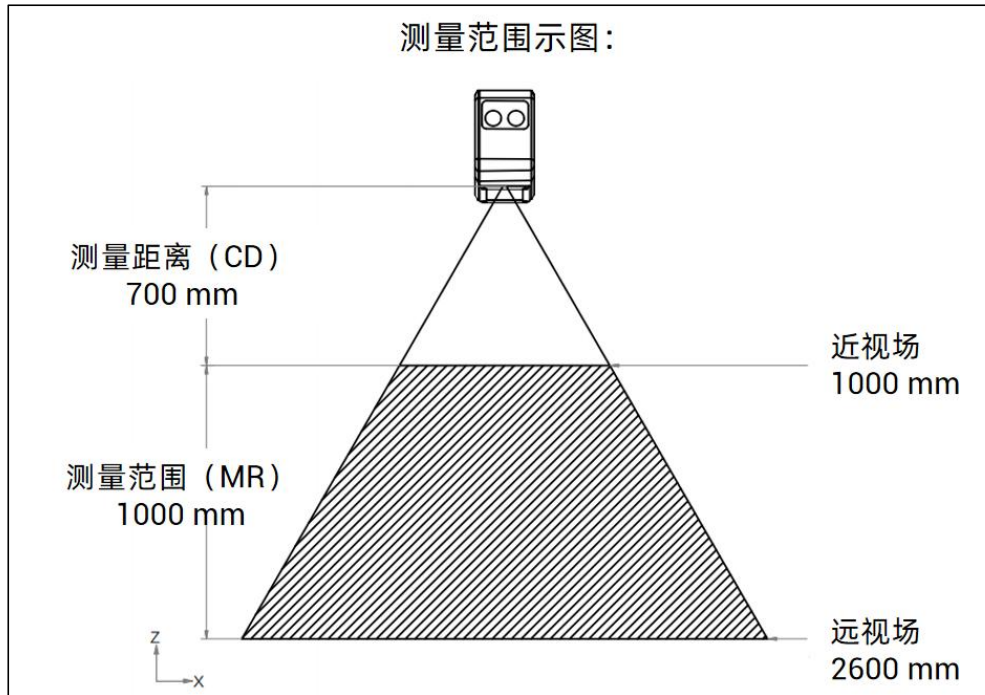


图 2-10 BCW101H 线激光立体相机安装位置参考

2.2.6 尺寸图

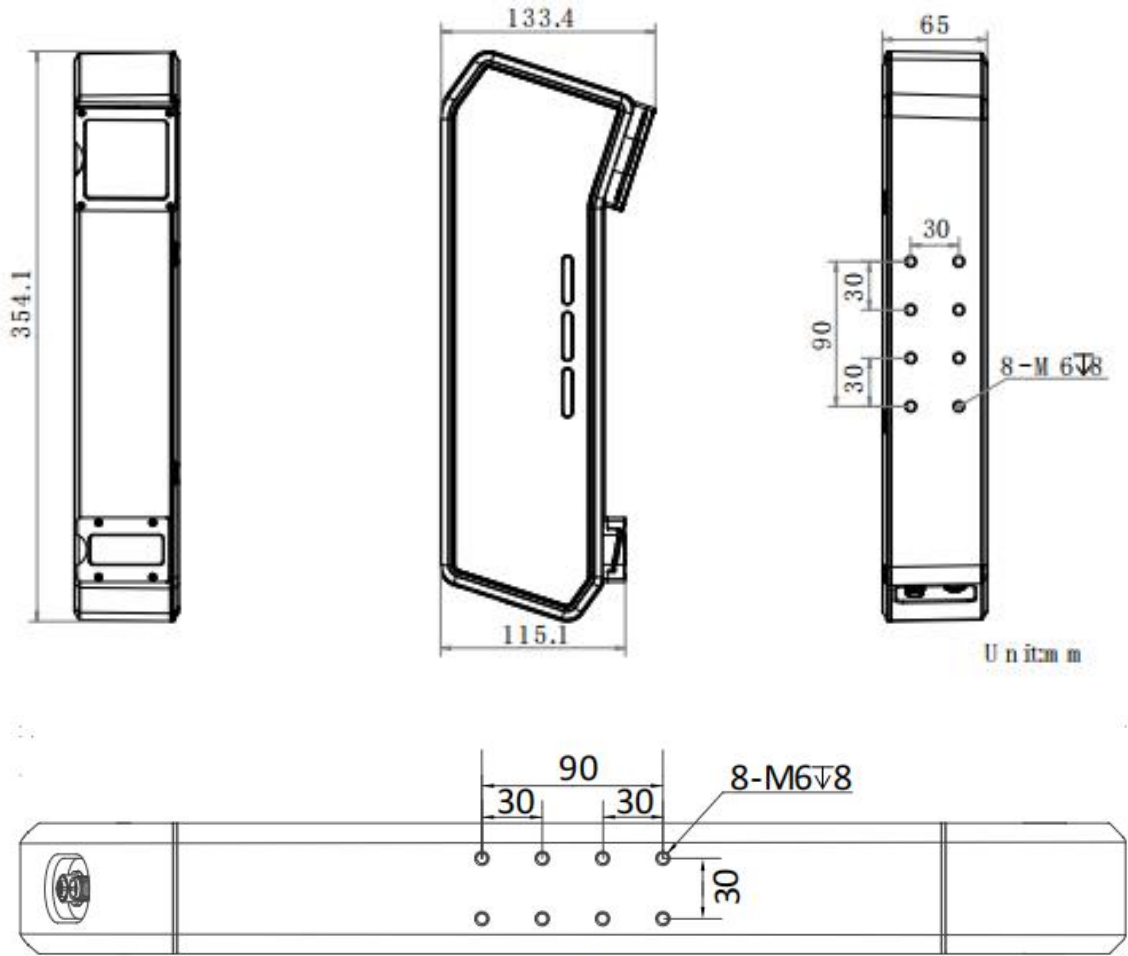


图 2-11 BCW101H 线激光立体相机尺寸图 (单位: mm)

2.3 BCW400H 接口说明

BCW400H 高精度线激光传感器，是一款应用于 FB-HX 智能切割控制系统的高精度线激光传感器。采用线激光扫描工件，实现了非接触式的切割路径定位，具有机械尺寸小、视野宽、精度高、识别速度快、复杂工况场景稳定等优势。

2.3.1 技术参数

表 2-6 BCW400H 技术参数

参数名称	说明
激光光源等级	Class 3B
最近视距	325 mm
最佳视距	400 mm
最远视距	560 mm
最近视野	52 mm
最佳视野	65 mm
最远视野	90 mm
Y 方向平均分辨率	0.025 mm/pixel
Z 方向平均分辨率	0.177 mm/pixel
安装方式	正装/侧装
尺寸（长×宽×高）	98 mm × 51 mm × 142 mm（包含端子高度）
帧率	23 fps
重量	1.0 kg
工作温度	0°C – 50°C
湿度范围	0% – 95% RH
连接线数量	2
防护等级	IP64
冷却方式	风冷（气压建议 0.3 MPa，需接入外径 6 mm 气管）
减少镜片污染装置	气动保护罩（气压建议 0.3 MPa – 0.5 MPa，需接入外径 4 mm 气管）

2.3.2 接口布局

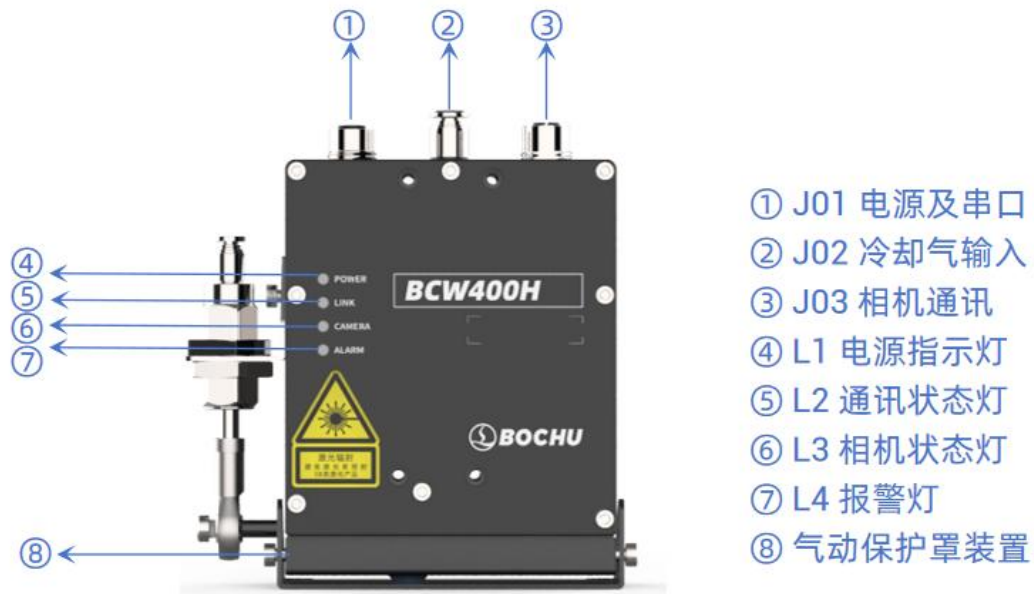


图 2-12 BCW400H 接口布局说明

2.3.3 J01 电源及串口

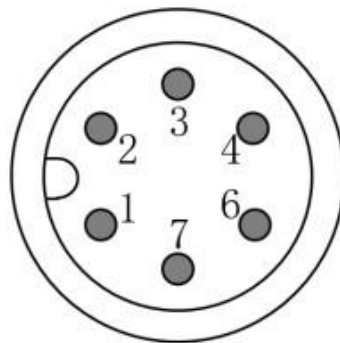


图 2-13 电源接口端子

电源及串口接口，用于给 BCW400H 供电及实现高精度线激光传感器与上位机的串口通讯。需使用柏楚标准的 BCW-x 高柔性拖链混合线（x 代表线长），从 BCW400H 连接至 BCW020 转接盒的【SENSOR】接口。

2.3.4 J02 冷却气输入

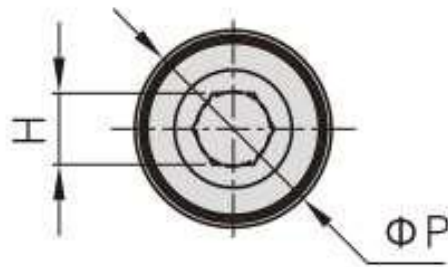


图 2-14 冷却气输入接口

该接口是 BCW400H 冷却气的输入接口。当高精度线激光传感器内部温度高于 50°C 时，应开启气冷散热（气压建议值 0.3 MPa，需要接入外径 6 mm 气管），对 BCW400H 的核心器件降温，从而保证系统的正常工作。

2.3.5 J03 相机通讯

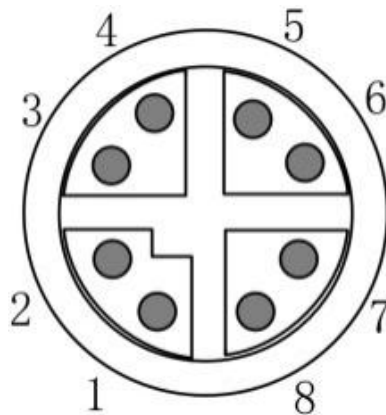


图 2-15 相机通讯线接口

该接口用于 BCW400H 内部的相机和上位机进行以太网通讯。需使用柏楚标准 LAN-x 高柔性拖链网线（x 代表线长），从 BCW400H 连接至上位机的 EtherNet 网口。

如有网络断连或网口速率达不到千兆等问题，可以检查 RJ45 端子内是否有异物。

2.3.6 L1 – L4 指示灯

以下是关于 BCW400H 指示灯的连接状态详细说明：

表 2-7 指示灯连接状态说明

指示灯	名称	状态	功能
POWER	L1 电源指示灯	绿灯	供电正常
		熄灭	供电异常
		红绿混色	BCW400H 固件升级中（升级成功后，该灯红绿色交替闪烁 3 次，然后恢复正常）
LINK	L2 通讯状态灯	绿灯	BCW400H 与上位机通讯正常
		红灯	BCW400H 与上位机通讯失败
CAMERA	L3 相机状态灯	绿灯	上位机软件开启，相机正常工作
		红灯	相机与上位机断连
ALARM	L4 报警灯	绿灯	BCW400H 正常工作
		红灯	BCW400H 内部异常

2.3.7 尺寸图

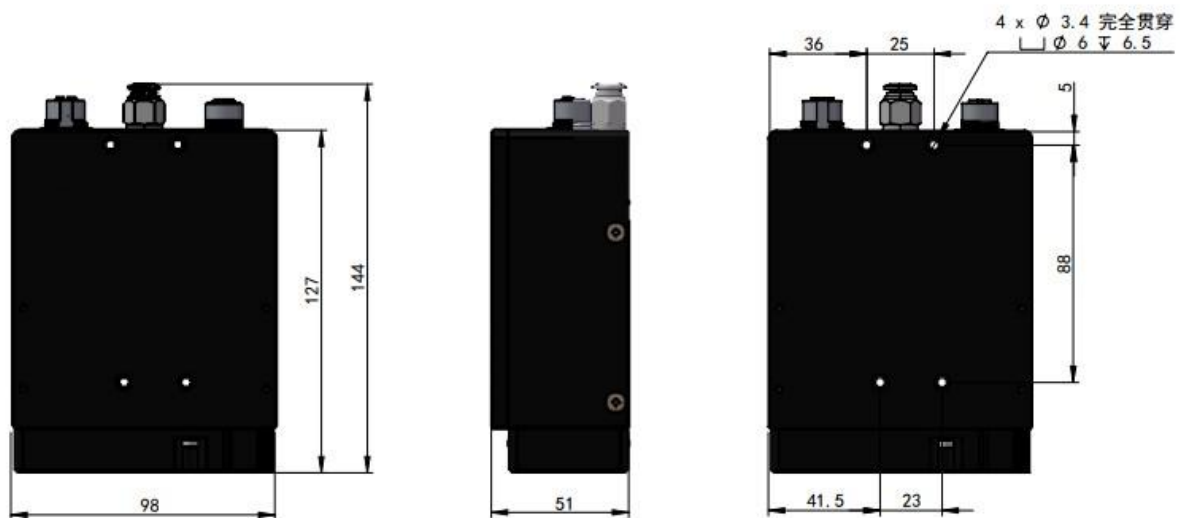


图 2-16 BCW400H 高精度线激光传感器尺寸图（单位：mm）

2.4 HPL2720E 接线说明

HPL2720E 是一款基于 EtherCAT 总线的 I/O 扩展板, 支持 FB-HX 智能切割控制系统所需的外设资源。

2.4.1 技术参数

表 2-8 HPL2720E 技术参数

模块	数量	说明
供电电源	/	24 V DC/3.5 A
PWM	1	24 V, 精度 5 kHz, 0.3%
DA	4	0 V – 10 V, 12 bit, 精度 ± 20 mV
通用输出	20	高电平 24 V 输出, 有两个要求: 1. 单路输出不超过 0.7 A 2. 输出口总电流不超过 2.5 A, 否则会触发短路保护 推荐接法: 输出口外接 24 V 继电器
通用输入	27	24 V 电平, 低电平有效 (< 15.6 V); 其中 IN1 – IN3 可切换为高电平有效 (> 5.8 V)
工作温度	/	0°C – 60°C
工作湿度	/	10% – 90% (无凝露)
尺寸 (长×宽×高)	/	195 mm × 118 mm × 45.2 mm (L × W × H)
重量	/	480 g

2.4.2 接口布局

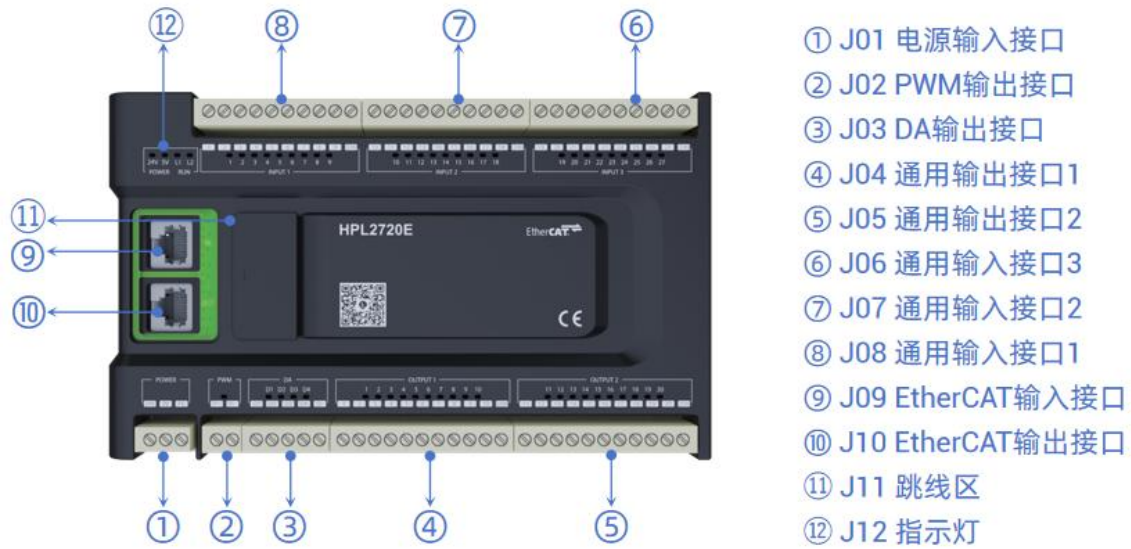


图 2-17 HPL2720E 端子接口布局

J01 – J08 接口模块均可插拔，拆卸如下图所示。

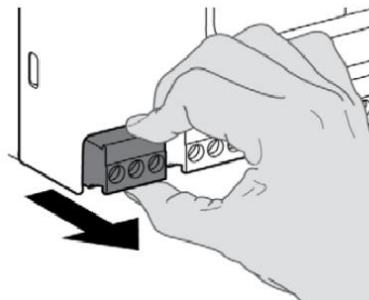


图 2-18 拆卸接口模块

⚠说明：接线可不用拔下接口模块。

2.4.3 J01 电源输入接口

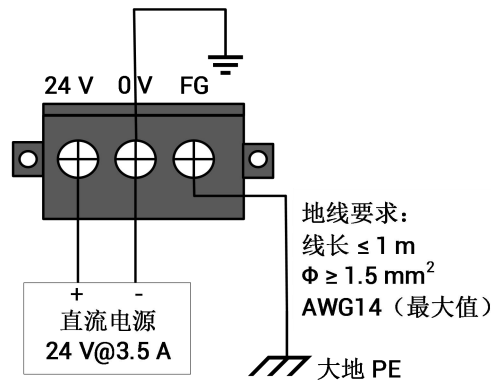


图 2-19 电源输入接口

24 V、0 V 分别接 24 V DC 电源模块的正、负极，FG 需与大地可靠连接，地线要求尽可能短且粗。

2.4.4 J02 PWM 输出接口

HPL2720E 提供 1 路 PWM 脉宽调制信号。

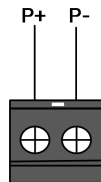


图 2-20 PWM 输出接口

PWM 信号电平为 24 V，占空比 0% – 100%可调，最高载波频率 50 kHz。信号输出方式如下图所示。

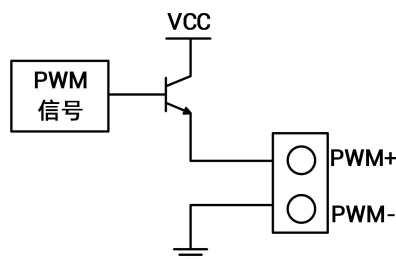


图 2-21 PWM 输出电路

!说明：PWM+、PWM-的信号已有专用的使能继电器，无需外接继电器隔离。

2.4.5 J03 DA 输出接口

HPL2720E 提供 4 路 0 V – 10 V 的模拟量输出。DA1、DA2、DA3、DA4 为模拟量正极端，D-为模拟量负极端。

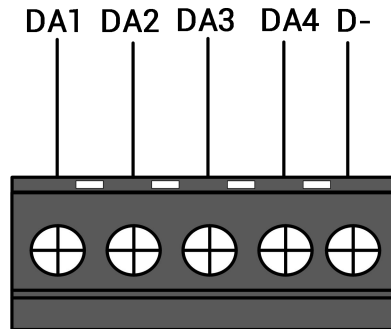


图 2-22 DA 输出接口

DA 接口参数说明如下表所示。

表 2-9 DA 接口参数说明

参数	说明
输出信号范围	0 V – +10 V
最大输出负载能力	50 mA
最大误差	± 20 mV
分辨率	2.7 mV
转化速度	400 μs

2.4.6 J04/J05 通用输出接口

J04 – J05 接口共提供 20 路高电平（24 V 电平）输出。以 J04 为例，接口示意图如下所示，其中 1 – 10 为输出端正极，COM 为输出端负极。可通过软件自带的平台配置工具将 20 路输出口配置为与【火焰气路】、【相机保护罩】、【自动点火开关】等相关的控制接口。

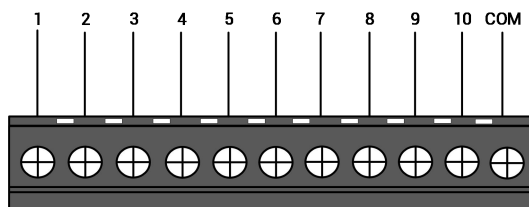


图 2-23 通用输出接口

⚠ 注意:

1. 单路输出口最大电流为 0.7 A，否则会触发短路保护。
2. 输出口总电流不能超过 2.5 A，否则会触发短路保护。

2.4.7 J06/J07/J08 通用输入接口

J06 – J08 接口共提供 27 路通用输入。以 J08 为例，接口示意图如下所示，其中 1 – 9 为输入端正极，COM 为输入端负极。

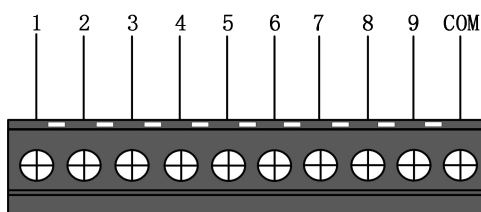


图 2-24 通用输入接口

2.4.8 J09/10 EtherCAT 网络接口

J09 为 EtherCAT 输入接口，J10 为 EtherCAT 输出接口，支持 100 Mbps 网络通信，建议使用 Cat5e（或以上）标准 RJ45 网线进行总线通信。

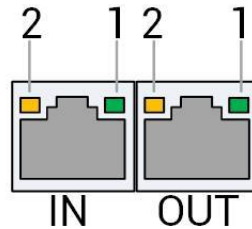


图 2-25 J09/10 EtherCAT 网络接口

下表为 EtherCAT 网络接口连接状态说明。

表 2-10 EtherCAT 网络接口连接状态说明

标签	描述	LED 颜色	状态	描述
1: Link	EtherCAT 总线连接及通讯状态	绿色	熄灭	无连接
			常亮	有连接，无通讯
			闪烁	有连接，有通讯
2: Status	EtherCAT 总线链路状态	黄色	熄灭/闪烁	未进入工作状态
			常亮	进入工作状态

2.4.9 J11 跳线区

IN 1 – IN 3 可以通过硬件跳线调整有效电平的极性。

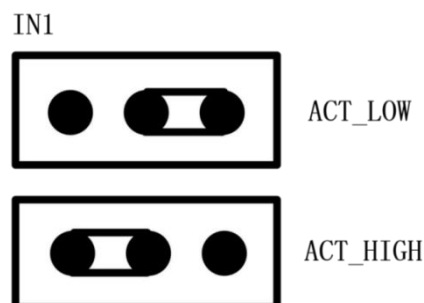


图 2-26 跳线说明

- 跳线帽跳到 ACT_LOW 状态，输入信号低电平有效（0 V 输入有效），默认 ACT_LOW 状态。
- 跳线帽跳到 ACT_HIGH 状态，输入信号高电平有效（24 V 输入有效）。

2.4.10 J12 指示灯



图 2-27 指示灯

HPL2720E 的指示灯说明如下：

表 2-11 指示灯状态说明

标签	描述	LED 颜色	状态	描述
24 V	24 V 电源指示灯	黄绿色	常亮	24 V 供电正常
			熄灭	24 V 电源未连接或电源异常
5 V	5 V 电源指示灯	黄绿色	常亮	5 V 电源正常
			熄灭	5 V 电源异常
L1/L2	ARM 指示灯	黄绿色	交替闪烁	ARM 运行正常

⚠说明：正常情况下，L1 闪烁一次，L2 闪烁一次。如果出现其他闪烁方式，说明 ARM 运行异常。

2.4.11 尺寸图

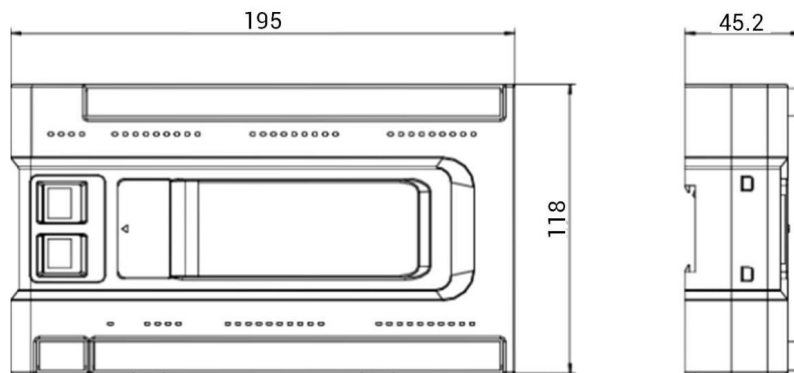


图 2-28 HPL2720E 转接板尺寸图（单位：mm）

2.5 BCW020 接线说明

BCW020 转接盒为 BCW400H 提供串口转接的功能，并提供电源。

2.5.1 技术参数

表 2-12 BCW020 转接盒技术参数表

参数	说明
供电电源	24 V DC/1 A
RS422 通讯	与 BCW400H 通讯，并提供电源
RS232 通讯	与主机进行通讯
工作温度	0°C – 60°C
工作湿度	10% – 90% (无凝露)
尺寸 (长×宽×高)	136 mm × 126 mm × 34 mm (L × W × H)
冷却方式	风冷散热

2.5.2 接口布局

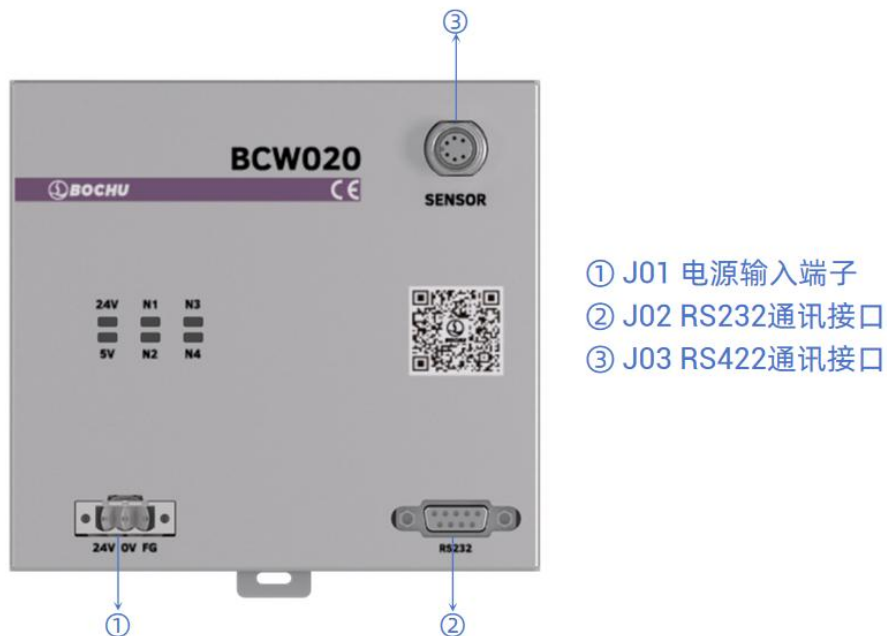


图 2-29 BCW020 转接盒接口布局

2.5.3 J01 电源输入端子说明

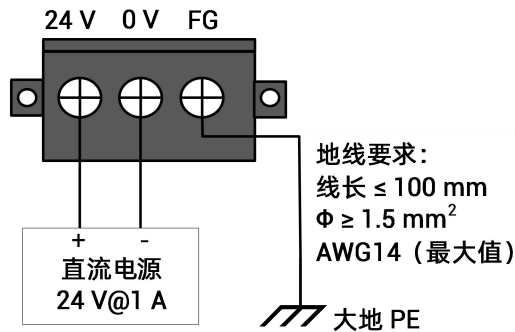


图 2-30 J01 电源输入端子说明

⚠注意: 24 V 和 0 V 分别接直流 24 V 开关电源的正、负极；FG 需与大地可靠连接，地线要求尽可能短且粗。

2.5.4 J02 RS232 通讯接口说明

J02 为标准的 RS232 接口，与主机进行通讯。

2.5.5 J03 RS422 通讯接口说明

与 BCW400H 通讯，并为其提供 24 V/0.5 A 电源。

2.5.6 尺寸图

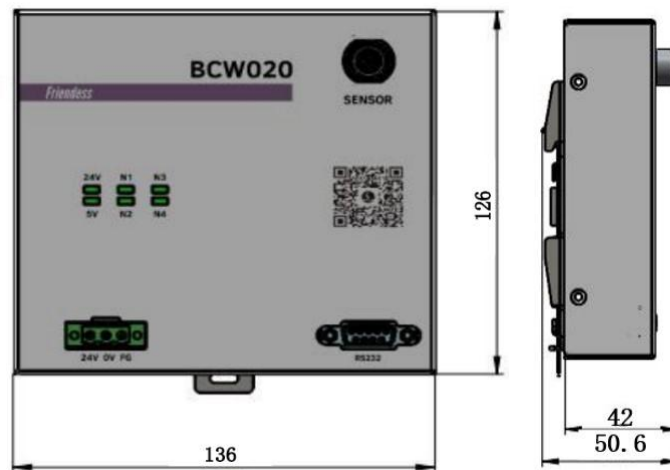


图 2-31 BCW020 转接盒尺寸图（单位：mm）

2.6 系统接线图

2.6.1 单机工作站

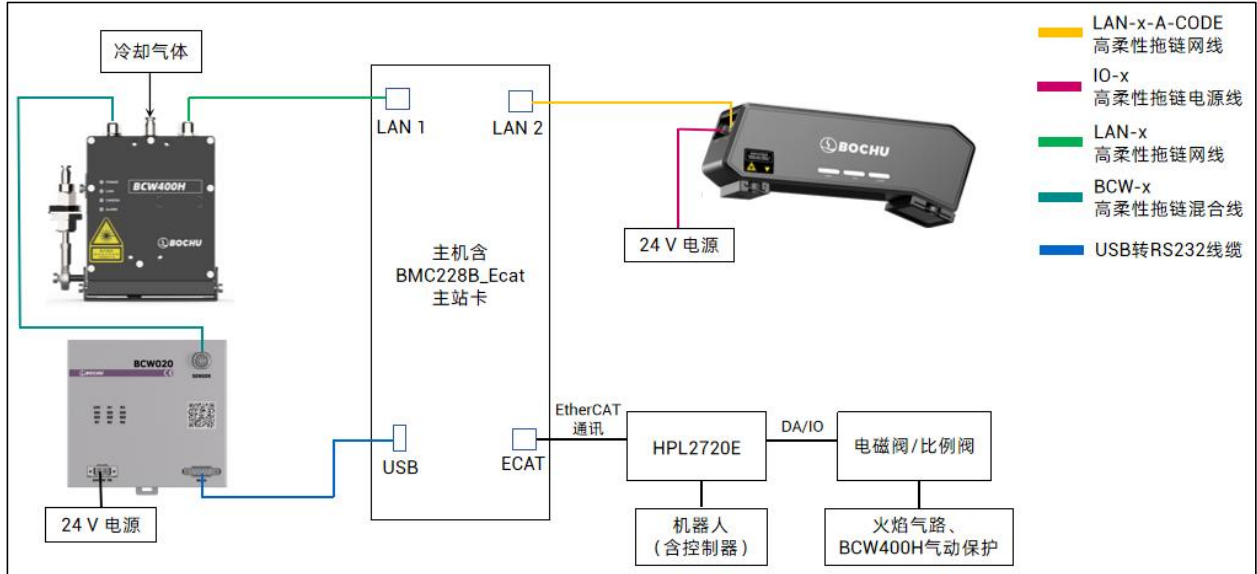


图 2-32 单机工作站接线示意图

2.6.2 地轨工作站

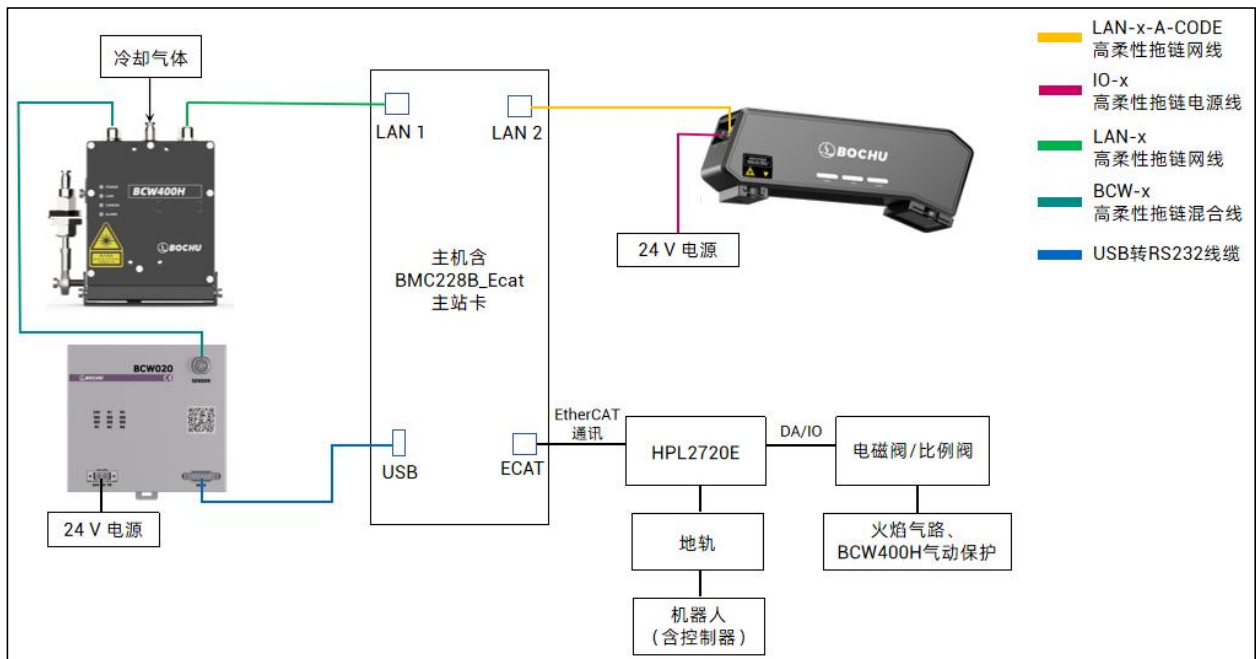


图 2-33 地轨工作站接线示意图

! 说明： 单机工作站和地轨工作站接线示意图中的主机、HPL2720E 转接板、BCW020 转接盒、BCW101H 线激光立体相机、电磁阀/比例阀都使用 24 V 电源供电。

第 3 章 系统配置

本章主要介绍系统所需的软件安装教程以及平台配置方法,帮助用户完成加工前的各项准备工作。

3.1 软件安装

联系技术支持人员获取 CypBevel 智能切割控制软件安装包,根据提示依次完成安装步骤,当弹出【CypBevel 安装程序结束】窗口,点击【完成】即可。



图 3-1 CypBevel 安装完成界面

3.2 平台配置

在桌面上找到 CypBevel 软件图标单击鼠标右键, 点击【打开文件所在位置】, 双击【CypConfig】程序文件进入平台配置工具界面。



图 3-2 CypBevel 图标

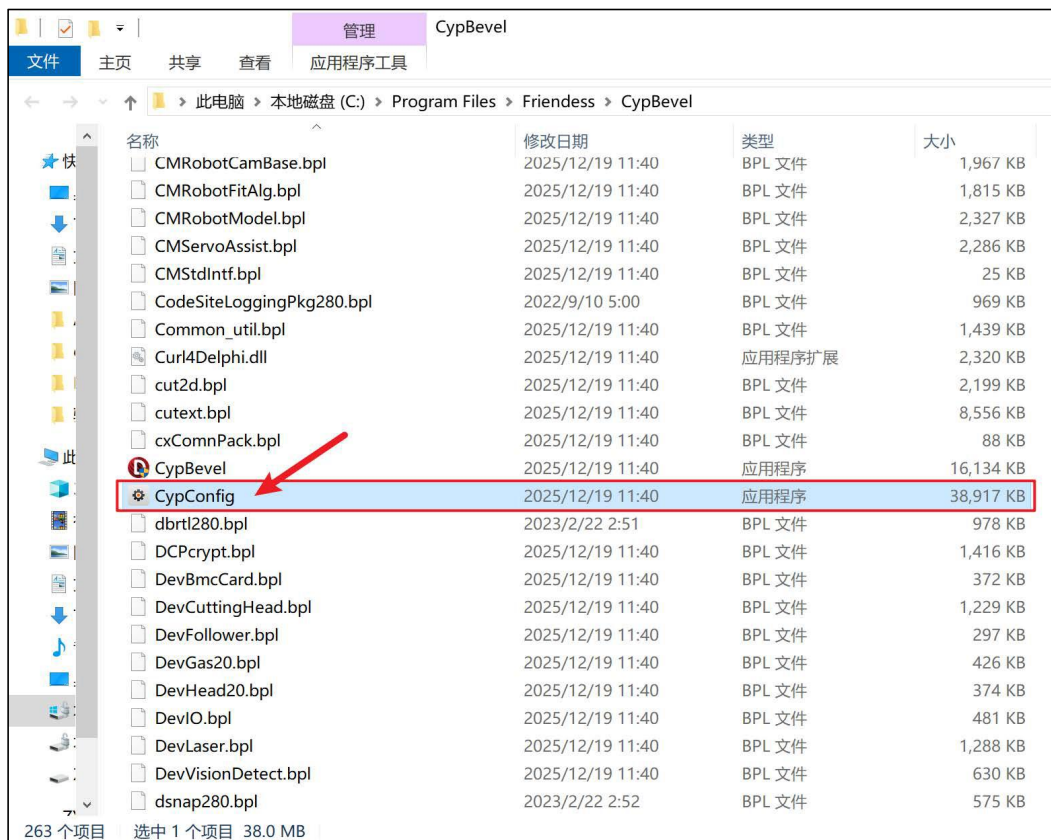


图 3-3 双击 CypConfig 程序文件

3.2.1 网络扫描

网络扫描配置步骤如下：

第 1 步 总线扫描前，先确认各个从站采用串联的方式通过网线与主机通讯，并且上电成功无报警。

第 2 步 点击【扫描从站】出结果后，确认显示的从站数量与实际连接数量是否吻合。如果扫描出数量少于实际连接数量，则检查缺少部分的从站连接与状态是否正常。

第 3 步 扫描成功并正确识别所有从站后，即可进行下一步各个轴的具体参数配置。

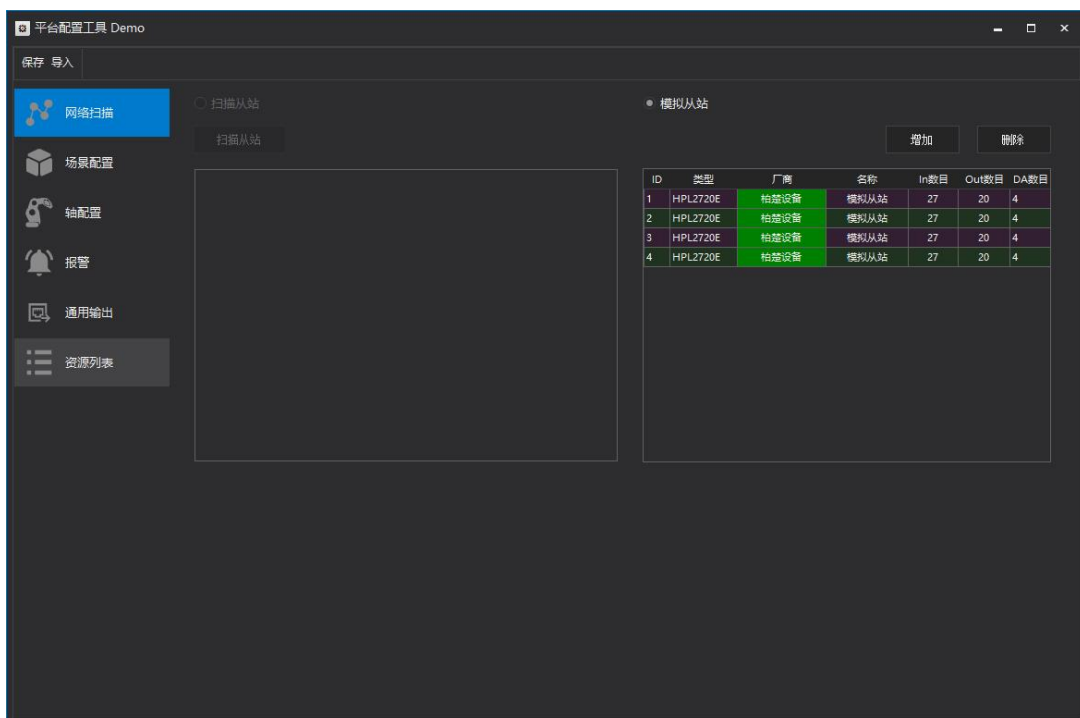


图 3-4 网络扫描

3.2.2 场景配置

- 基座配置：选择实际所用的基座类型如地轨、固定基座等。

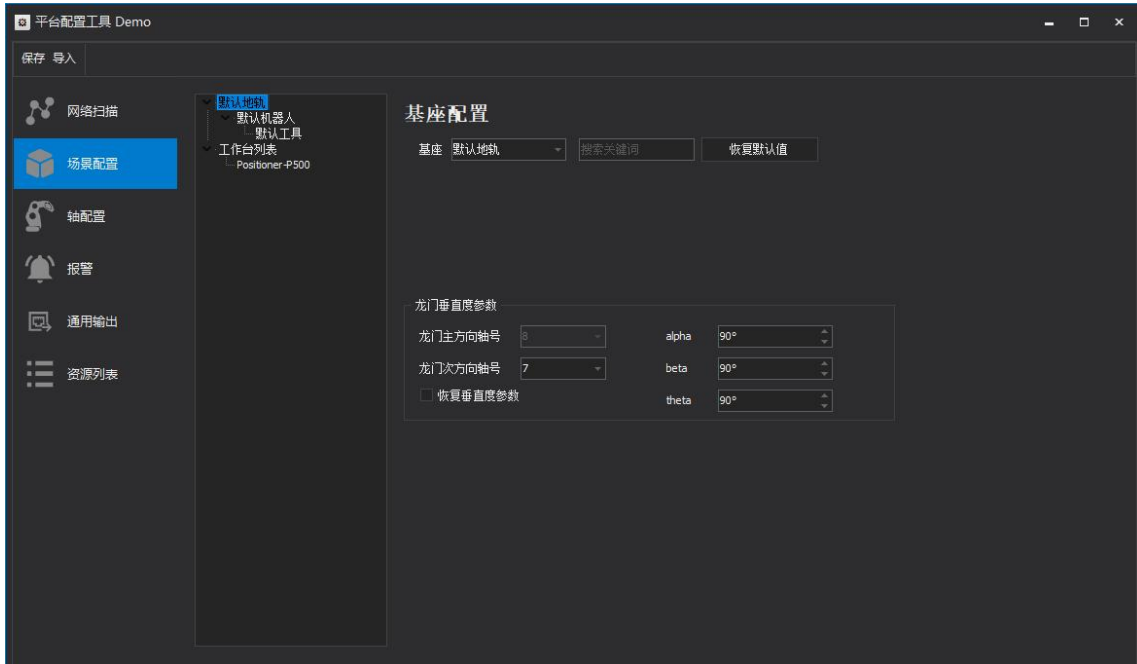


图 3-5 基座配置

- 机器人配置：选择机器人型号，分别设置机器人六轴行程参数与 D-H 参数。



图 3-6 机器人配置

- 机器人本体的 DH 参数参考图示：

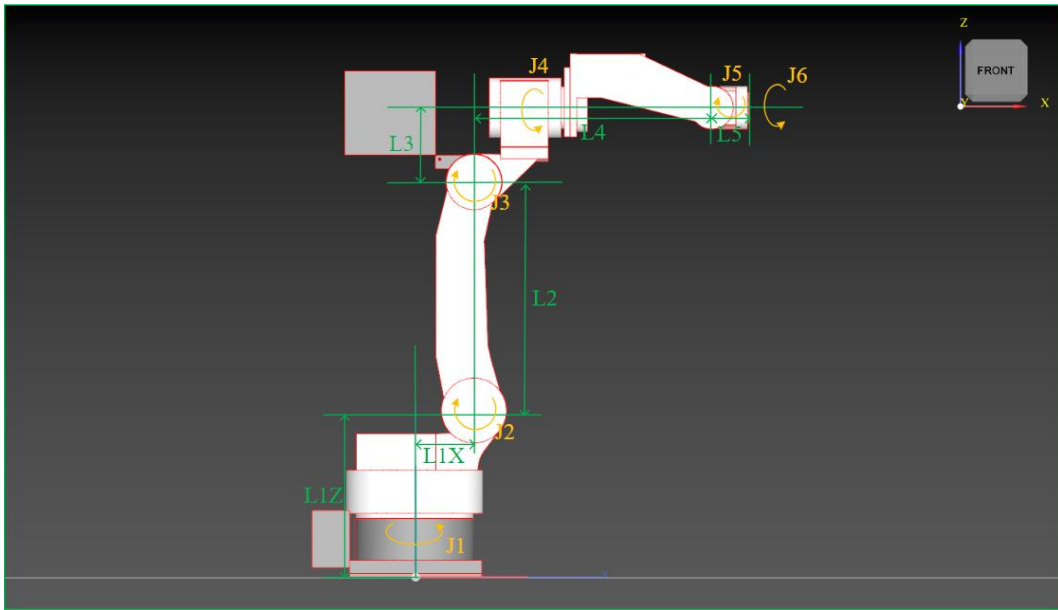


图 3-7 机器人本体 DH 参数示意图-1

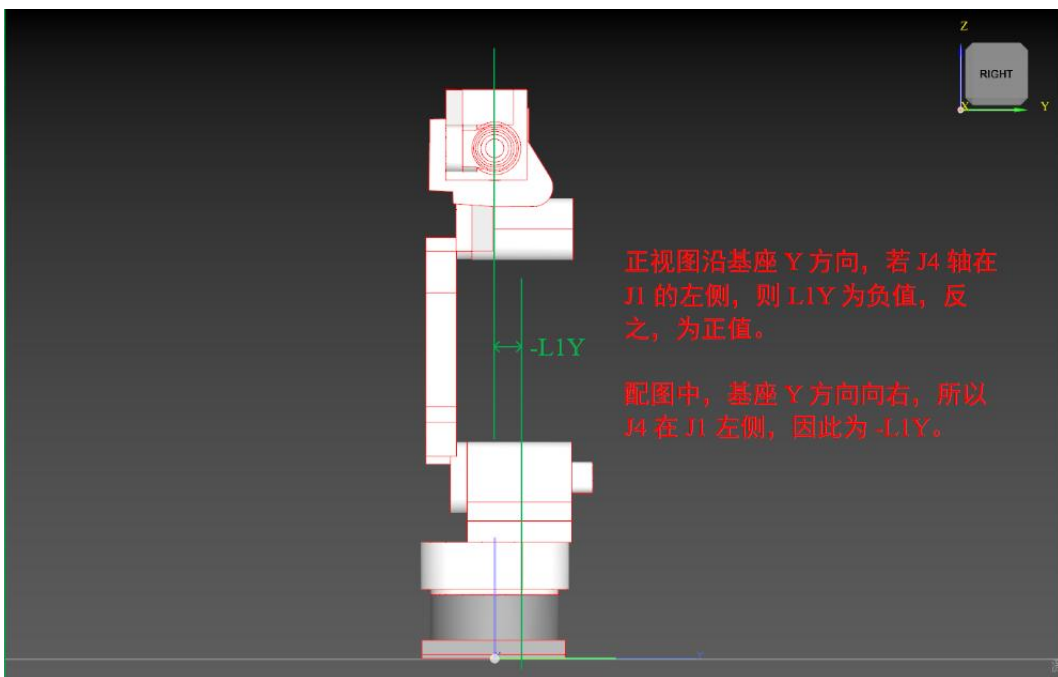


图 3-8 机器人本体 DH 参数示意图-2

- 由于不同型号机器人各轴正负运动方向定义不同，本产品统一定义各轴的正负运动方向如下图所示：以机器人零位时机械手臂指向为 X+方向，竖直向上为 Z+方向，并以右手定则确认 Y+方向（下图中所示 Y+方向为纸面向里），以此建立机器人的三维直角基坐标系。

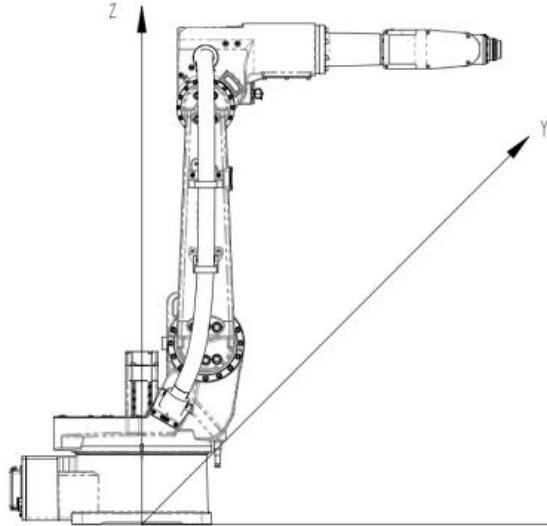


图 3-9 各轴的正负运动方向示意图-1

- 右手定则：使用右手定则，右手握着关节的旋转轴，大拇指指向坐标系的正方向，四指自然弯曲方向即为机器人关节旋转的正方向。

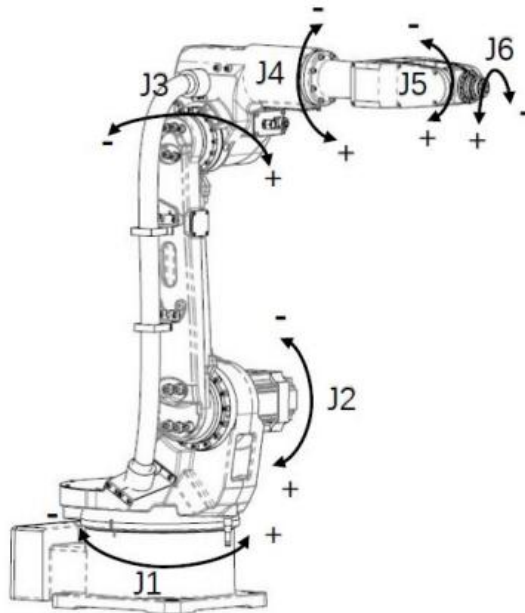


图 3-10 各轴的正负运动方向示意图-2

⚠注意：各轴行程应保证在其他轴均在零位时，任意点动某轴均不会发生碰撞，否则应该修改行程参数。

- 工具配置：选择【默认工具】。

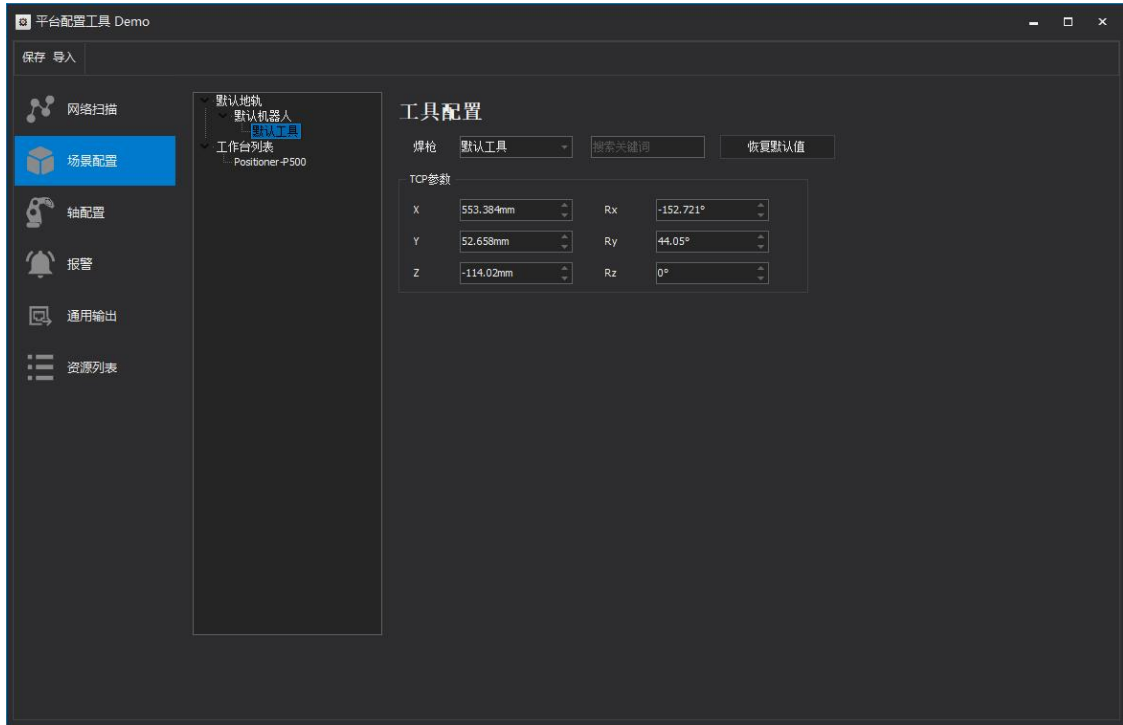


图 3-11 工具配置

- 工作台配置：根据实际所用选择固定工作台

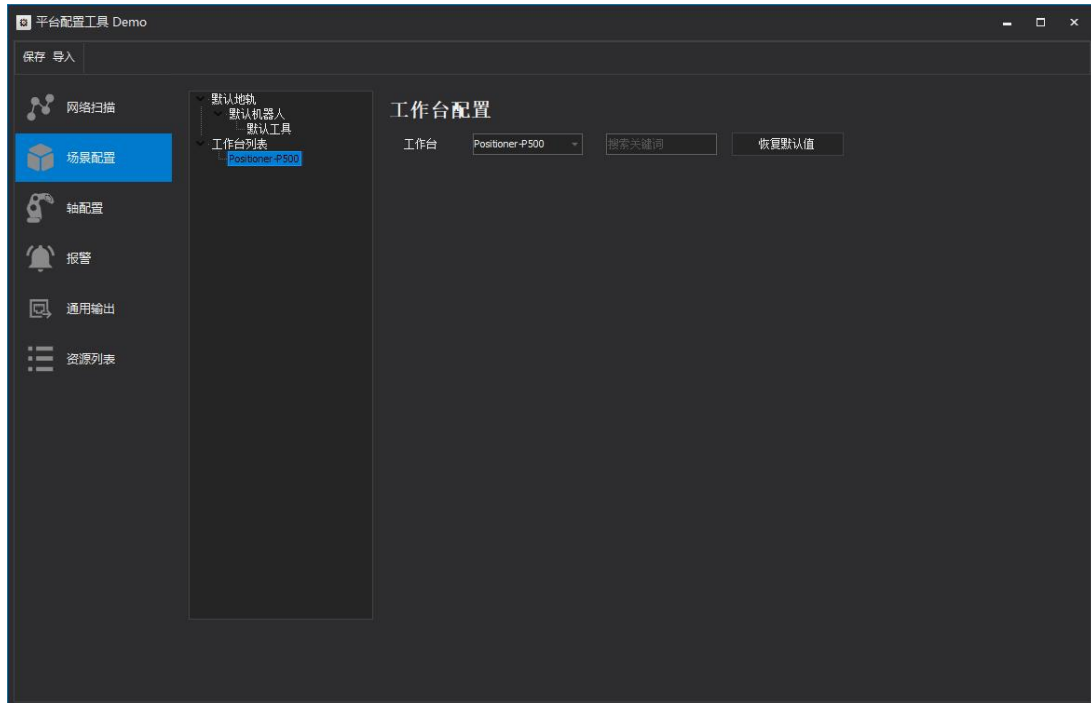


图 3-12 工作台配置

3.2.3 轴配置

用于配置机械臂和外部轴的运动参数，轴配置中的参数主要和驱动器等硬件相关，参数可参照机器人示教器参数，如无示教器请联系机器人或驱动器厂家获得相关参数。

➤ 机器人关节运动参数：

- 主轴：根据网络扫描结果显示的轴号进行选择。
- 减速比：根据机器人厂家提供参数进行填写。
- 单圈脉冲数：2N（N = 编码器位数）。
- 最大速度/最大加速度：根据机器人厂家设计的最大速度与最大加速度进行填写。
- 运动方向取反：机器人各关节的运动方向根据右手定则进行选择是否取反。

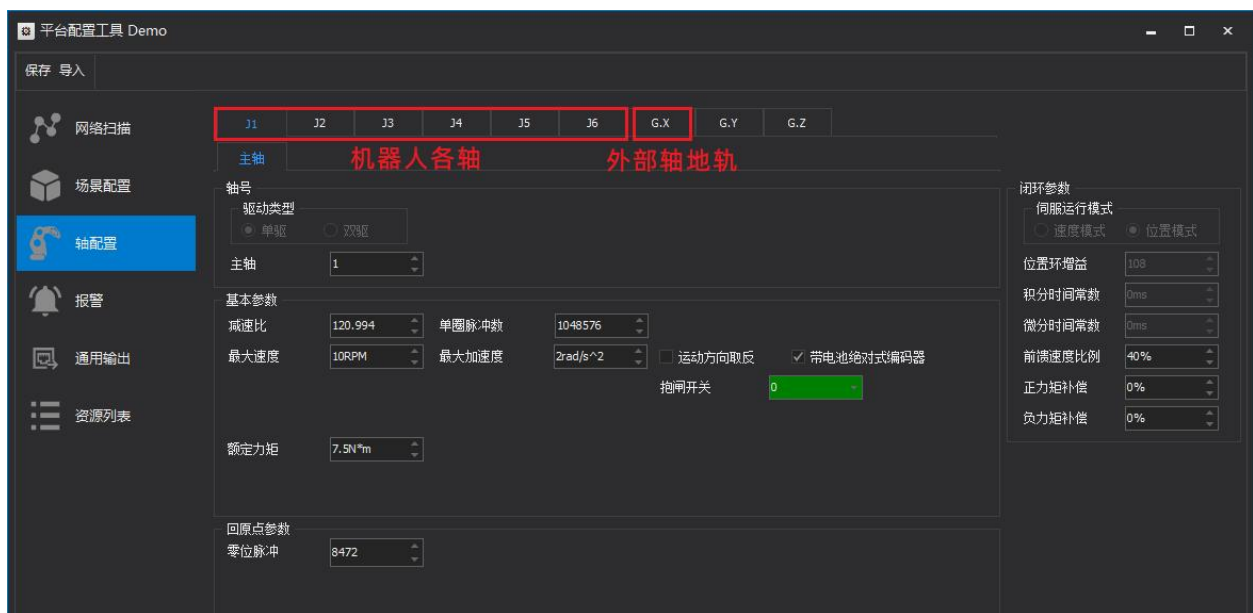


图 3-13 轴配置

➤ 地轨外部轴运动参数：

- 主轴：根据网络扫描结果显示的轴号进行选择。
- 每运动：
$$\frac{\text{模数} \times \text{齿数} \times \pi}{\text{斜齿余弦值} \times \text{减速比}}$$
- 单圈脉冲数：2N（N = 编码器位数）。
- 最大速度/最大加速度：根据设计的最大速度与最大加速度进行填写。
- 运动方向取反：根据设计的方向选择是否取反。

- 正/负行程：根据对应轴的有效行程进行设置（须保证任意点动时外部轴不会发生自碰撞）。
- 抱闸开关：用于控制带抱闸轴的电机的抱闸信号，防止断使能或者断电后，对应轴受外力作用继续运动。推荐使用驱动器内部抱闸！
- 正/负限位：硬限位开关信号，推荐使用 NPN 型（低电平有效）常闭信号传感器。

3.2.4 报警

用于急停信号、割枪碰撞检测信号及自定义报警/警告信号输入口的配置。



图 3-14 报警

3.2.5 通用输出

- 配置火焰气路：电磁阀接入 HPL2720E 转接板的 I/O 输出端口，比例阀接入 HPL2720E 转接板的 DA 输出端口，然后在配置工具中输入每种气体阀门对应的端口号。
- 配置相机保护罩：将保护气体（通常是压缩空气）的电磁阀接入 HPL2720E 转接板的 I/O 输出端口，然后配置端口号。
- 配置自动点火：将自动点火装置连接至 HPL2720E 转接板的 I/O 输出端口，然后配置端口号。



图 3-15 通用输出

3.2.6 资源列表

可在此表检查与修订 I/O 及通用轴自定义命名。



图 3-16 资源列表

第 4 章 系统标定

本章主要介绍系统标定的具体流程与方法，详细说明了 TCP/零点标定、TCP 姿态标定、粗定位标定、精定位标定等关键步骤的操作规范。确保后续加工时的定位精度与工艺准确性。

4.1 TCP/零点标定

TCP/零点标定操作步骤如下：

第 1 步 准备一个带尖端的标定件（例如 TCP 标定针），将标定件尖端朝上，稳定放置在机器人运动范围内。

第 2 步 点击【自动化】→【Tcp】→【Tcp 标定】，进入 TCP/零点标定界面。

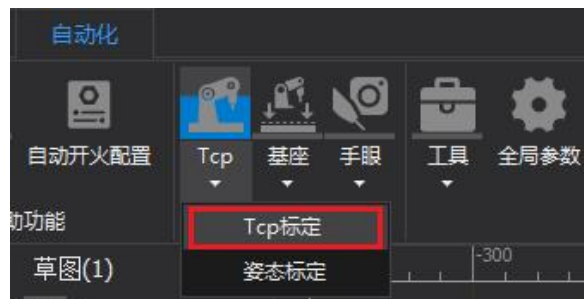


图 4-1 TCP/零点标定路径

第 3 步 在割枪末端安装 TCP 标定针，点动机械臂使标定针指向竖直方向，末端对准标定件尖端，点击【记录当前坐标】。



图 4-2 割枪垂直并且末端对准标定件尖端



图 4-3 记录竖直坐标位置

第 4 步 改变标定针的水平俯仰角度，在四个不同角度将标定针尖对准标定件尖端，并分别选中并记录 P1 – P4 四个不同角度下的坐标。



图 4-4 记录不同姿态坐标

第 5 步 若仅标定 4 个点，点击【仅标定 TCP】→【确定】即可；如需标定零点，则需要记录至少 8 个点，点击【标定 TCP 与零点】→【确定】即可。



图 4-5 计算标定结果

第 6 步 精度验证。调整机械臂使标定针尖竖直指向标定件尖端，在世界坐标系下分别点动 J4 – J6 进行绕点运动，观察绕点运动时标定针尖与标定件尖端的最大直线距离，该距离即为 TCP 最大误差，要求误差在 1 mm 以内。

4.2 TCP 姿态标定

TCP 姿态标定操作步骤如下：

第 1 步 准备一个带尖端的标定器（如 TCP 标定针），将标定器尖端朝上，稳定放置在机器人运动范围内。

第 2 步 准备两个长度不一致的标定针，要求长度相差 25 mm。

第 3 步 点击【自动化】→【Tcp】→【姿态标定】，进入 TCP 姿态标定界面。

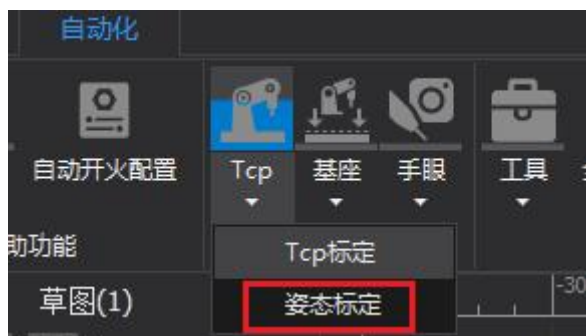


图 4-6 TCP 姿态标定路径

第 4 步 将短标定针安装至割枪末端，点动机械臂使标定针尖戳准标定件尖端，点击【记录】，记录短锥尖坐标。



图 4-7 短标定针对准标定件尖端



图 4-8 记录短锥尖坐标

第 5 步 保持机械臂姿态不变（仅在世界坐标系下点动 J1、J2、J3 轴），上抬机器，将短标定针更换为长标定针。

第 6 步 继续保持机械臂姿态不变，点动机械臂使标定针尖戳准标定件尖端，点击【记录】，记录长锥尖坐标。

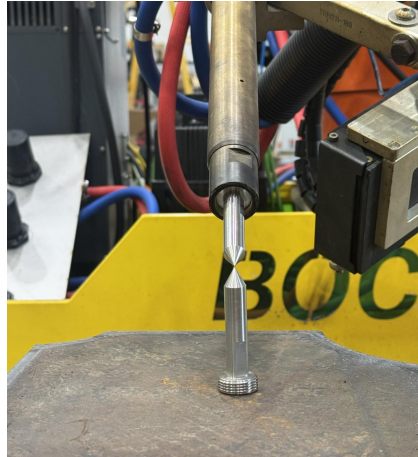


图 4-9 长标定针对准标定件尖端

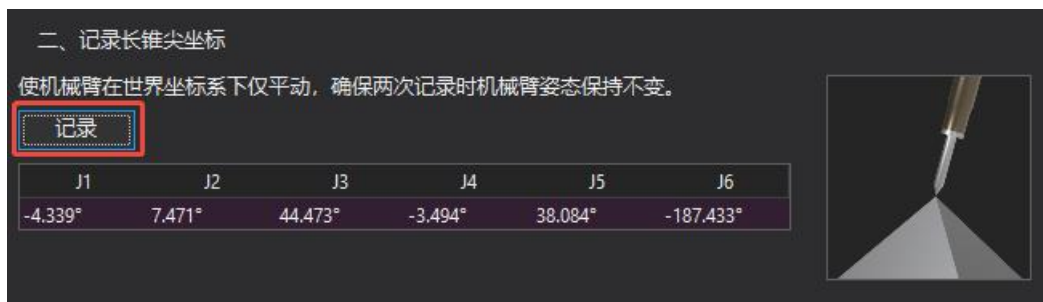


图 4-10 记录长锥尖坐标

第 7 步 点击【标定 Tcp 姿态】计算标定结果，若锥尖长度误差小于 1 mm，则可点击【确定】保存标定结果。



图 4-11 生成标定结果

4.3 粗定位标定

粗定位天眼手眼标定操作步骤如下：

第 1 步 标定前准备：

1. 准备 4 个相同的圆盘，要求圆盘直径大于 200 mm，表面不发光，边缘清晰没有豁口。若 BCW101H 线激光立体相机和工作台面距离超过 1.7 m，则要求圆盘直径大于 300 mm。
2. 将四个圆盘放置在不同的高度，错落分布，不得位于同一直线上，圆盘之间的高度差需覆盖实际工件的工作高度范围。
3. 每个圆盘顶面和工作台面的高度差不得小于 40 mm，且底部支撑物尺寸不应大于圆盘底部面积。
4. 将标定针安装至割枪末端。

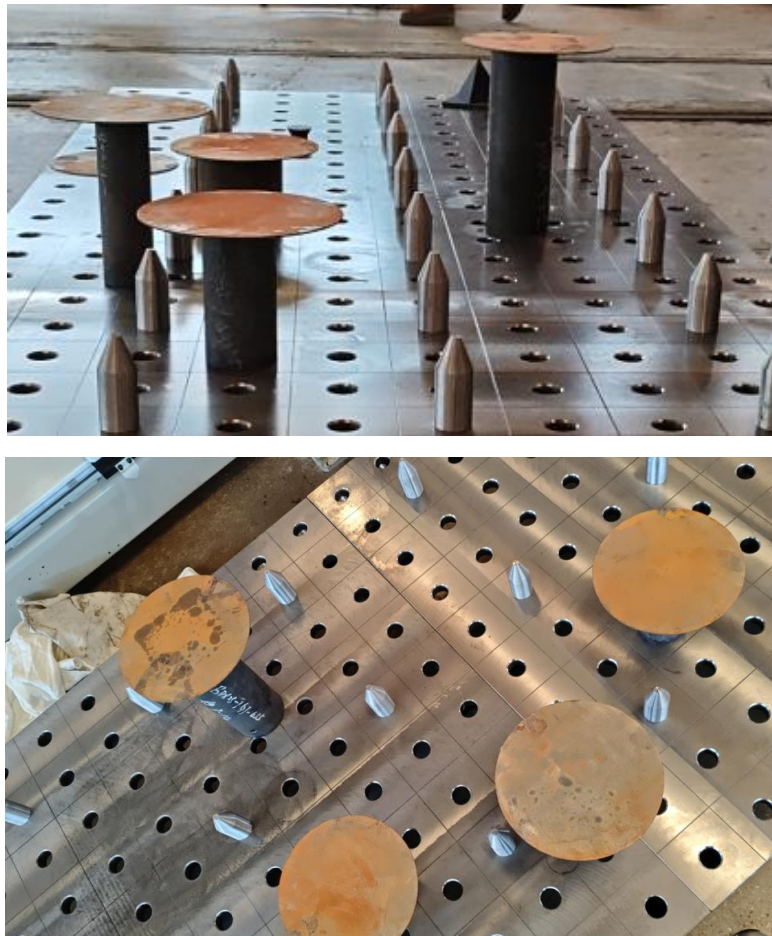


图 4-12 圆盘摆放实物图

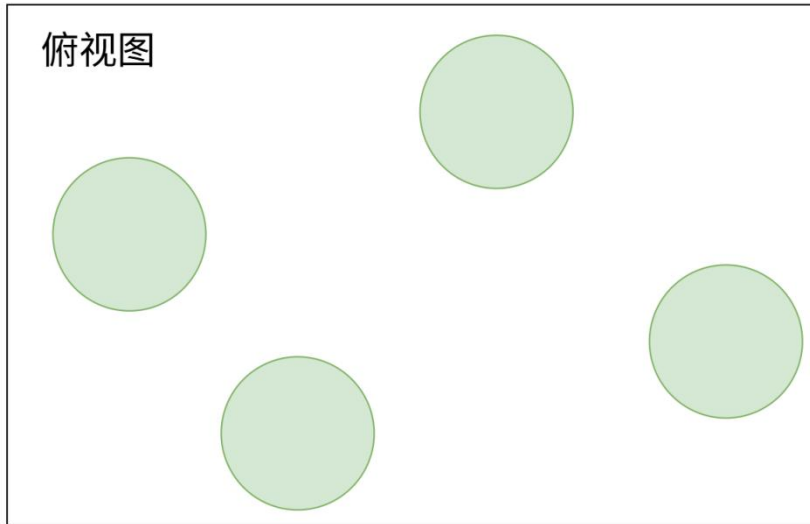


图 4-13 圆盘摆放俯视图

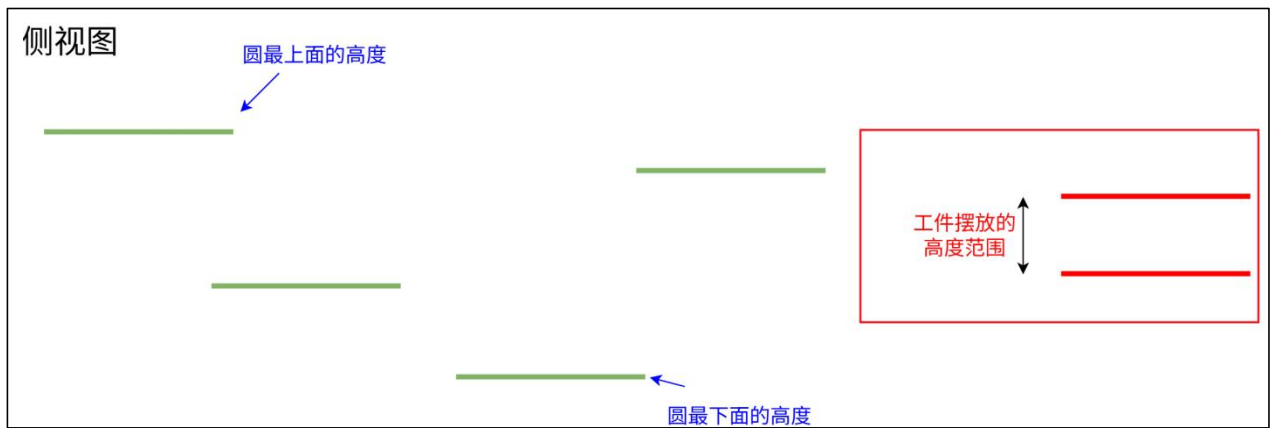


图 4-14 圆盘摆放侧视图

第 2 步 在 CypBevel 界面，点击【自动化】→【手眼】→【天眼标定】，进入粗定位天眼手眼标定界面。

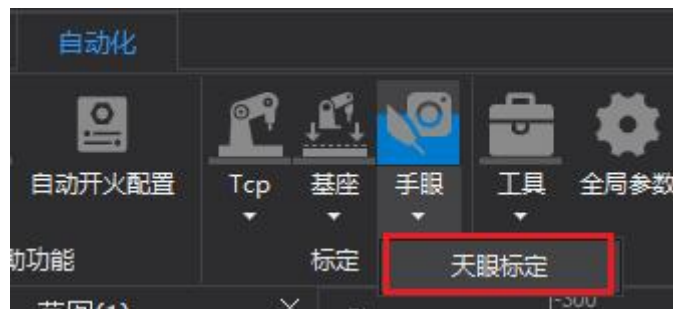


图 4-15 粗定位天眼标定路径

第 3 步 移动机械臂末端锥尖戳到 4 个圆的圆心，并点击上位机的【记录点】，记录圆心坐标（无顺序要求），并输入圆盘半径。

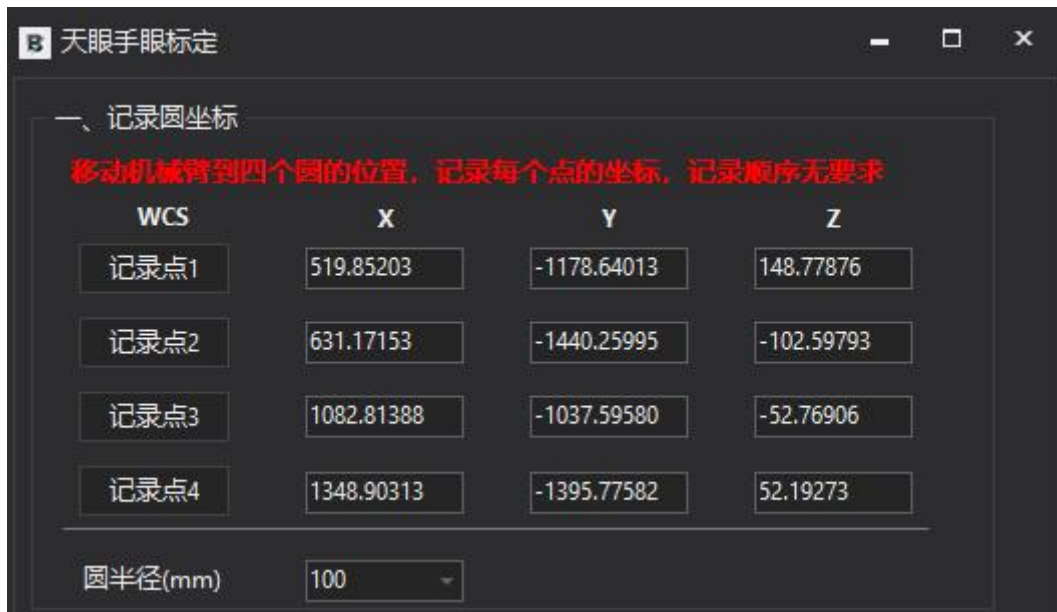


图 4-16 记录圆坐标

第 4 步 观察 BCW101H 线激光立体相机，填写【相机朝向】，朝向判断方法如下所示。

1. 在机械臂零位状态下，面向机械臂 J4 轴伸出方向观察线激光立体相机，指示灯所在侧即为朝向侧。

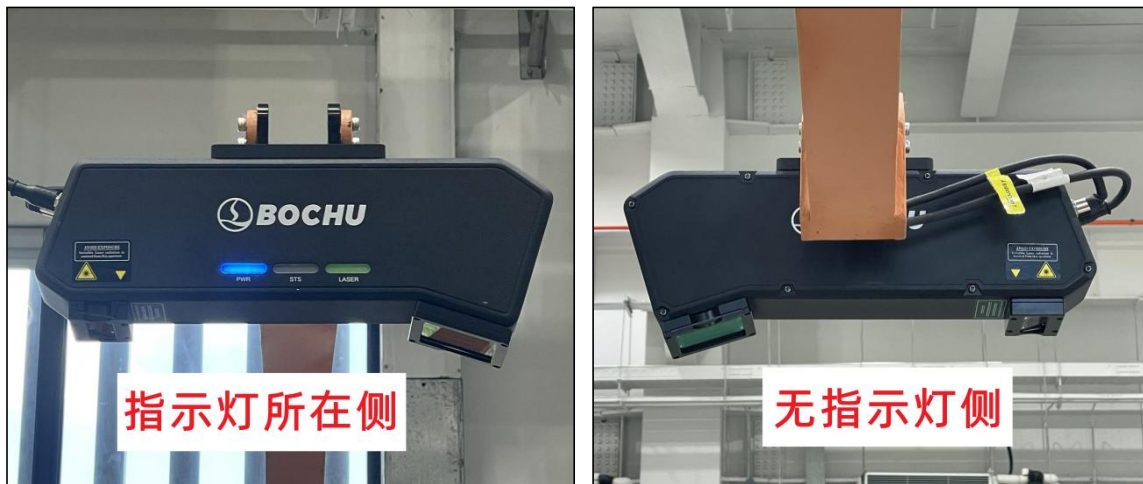


图 4-17 指示灯位置确认

2. 观察指示灯的朝向（如下图所示），填写线激光立体相机安装姿态。

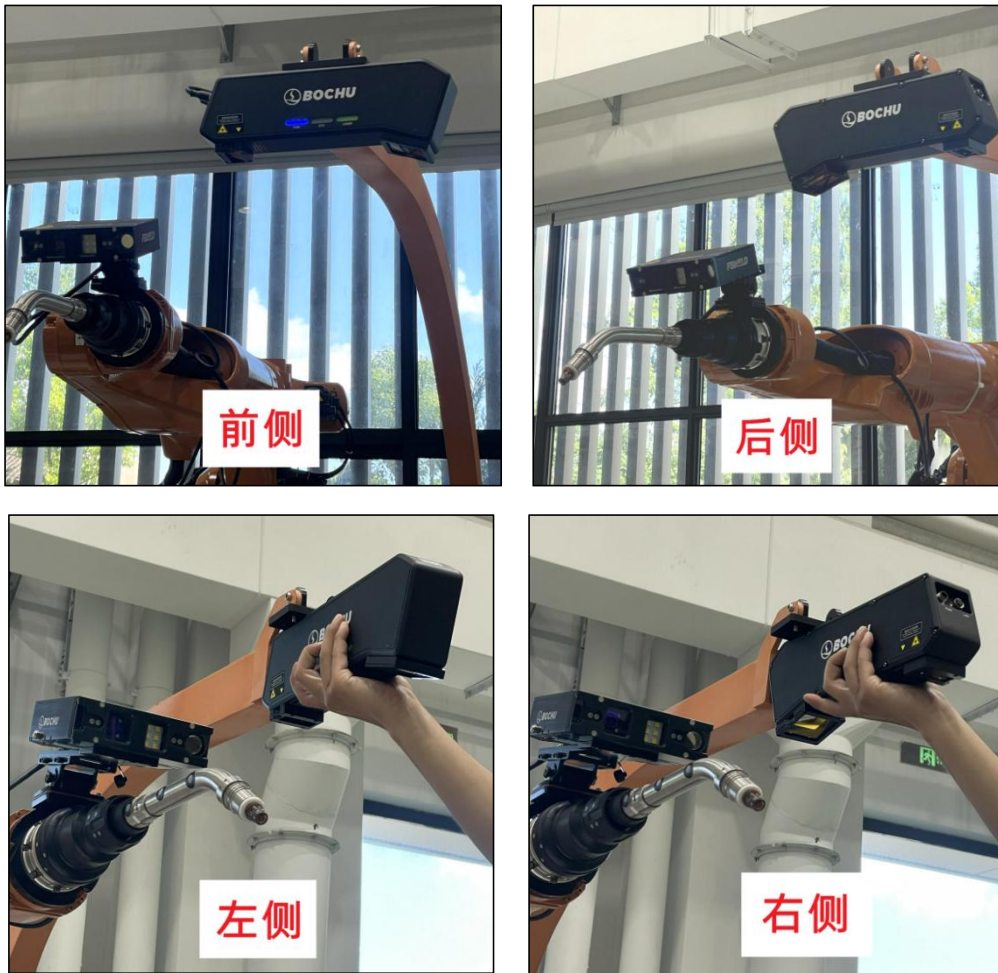


图 4-18 线激光立体相机安装姿态

第 5 步 测量线激光立体相机在基座坐标系下的大致位置，输入 XYZ 坐标。

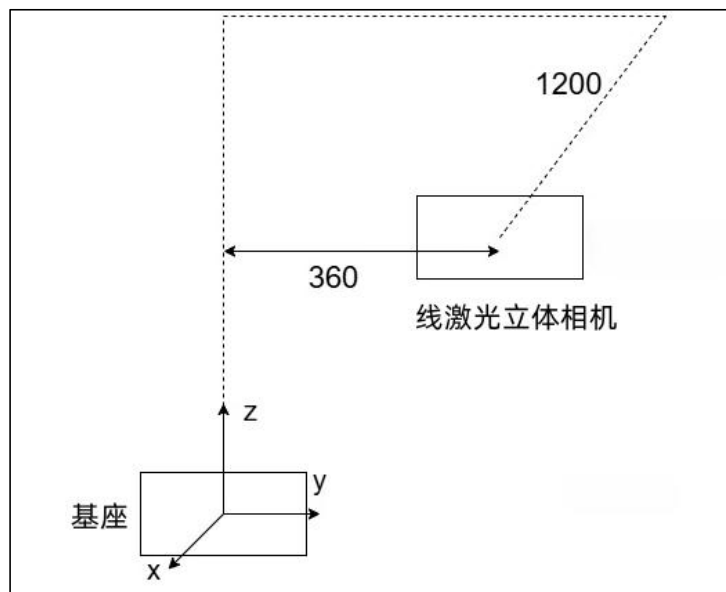


图 4-19 测量方式（图中数据仅为示例）

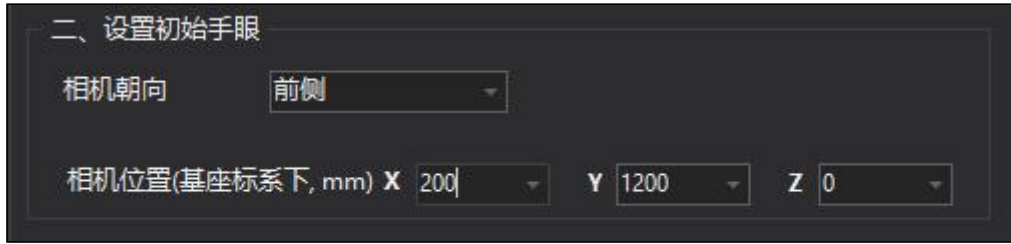


图 4-20 设置初始手眼

第 6 步 点击【发送初值】。

第 7 步 点击【扫描开始】，机器人 J1 轴转动线激光立体相机扫描 4 个圆盘后，点击【扫描结束】。

第 8 步 点击【工具】→【视觉软件】→【天眼界面】，在此界面的日志中查看标定结果，一般标定误差在 2 mm 内。

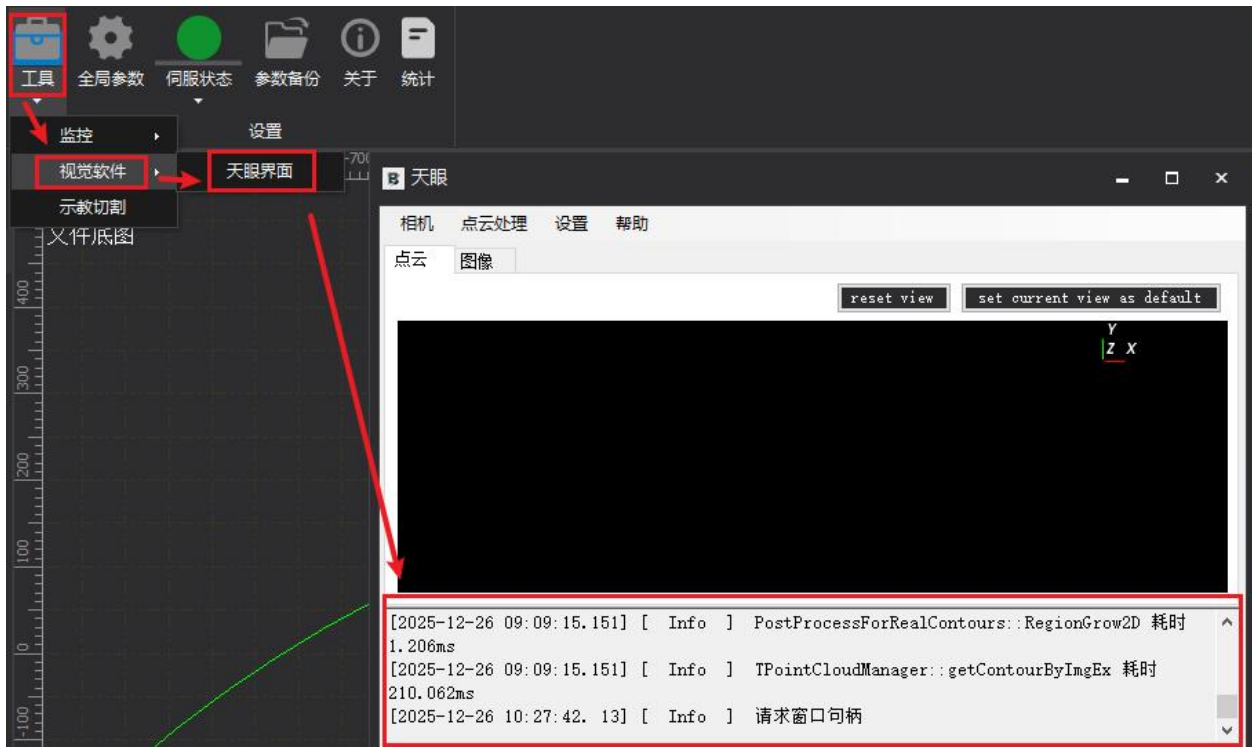


图 4-21 查看标定结果路径



图 4-22 粗定位标定结果

第 9 步 标定完成后关闭【天眼手眼标定】页面再重启，此时手眼标定才会生效。

! 注意:

1. 扫描时必须为低速，推荐 0.2 RPM。
2. 无论是否配置地轨，扫描时都是机器人 J1 轴转动。

4.4 精定位标定

若是装机首次标定，需先检查 FACUTContour 设置是否正确，修改后点击【保存】即可。

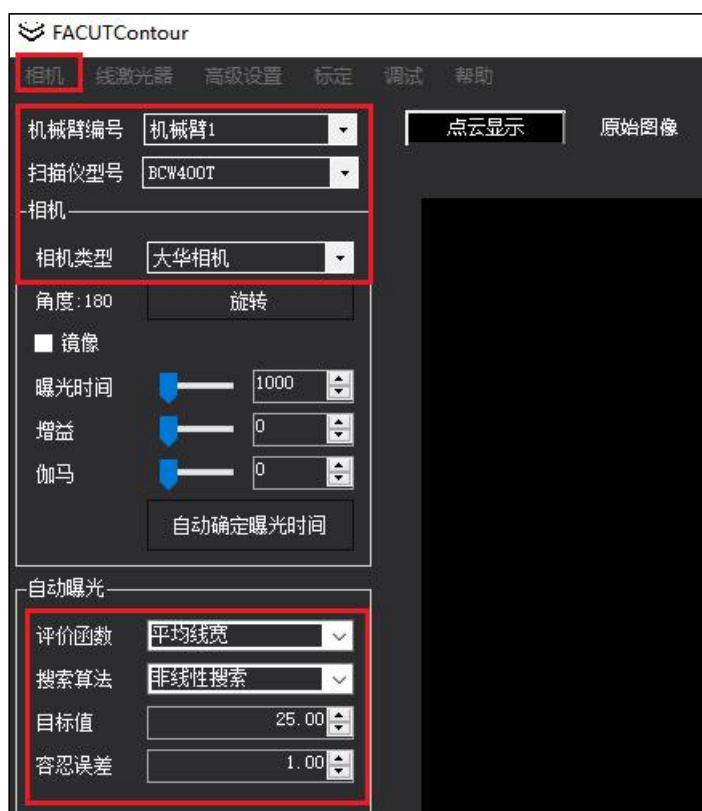


图 4-23 相机参数设置

- 机械臂编号：机械臂 1。
- 扫描仪型号：BCW400T。
- 相机类型：大华相机。
- 评价函数：平均线宽。
- 目标值：25。
- 容忍误差：1。

- 端口号：点击【线激光器】，端口号选择设备管理器中对应的端口编号。



图 4-24 端口号选择

精定位手眼标定操作步骤如下：

第 1 步 标定前准备：

1. 将标定针安装至割枪末端。
2. 将圆盘标志物放置在机器人的可动区域内，确保周围不反光。



图 4-25 圆盘标志物

- 调整机器人姿态，使高精度线激光传感器发出的激光线平行于标记线，高精度线激光传感器下表面与割枪夹角呈 V 型角。



图 4-26 调整机器人姿态

第 2 步 双击桌面上 FACUTContour 图标，点击【标定】→【机器人手眼标定】，进入标定页面，若页面中已存有数据，则需进行清空。



图 4-27 机器人手眼标定路径

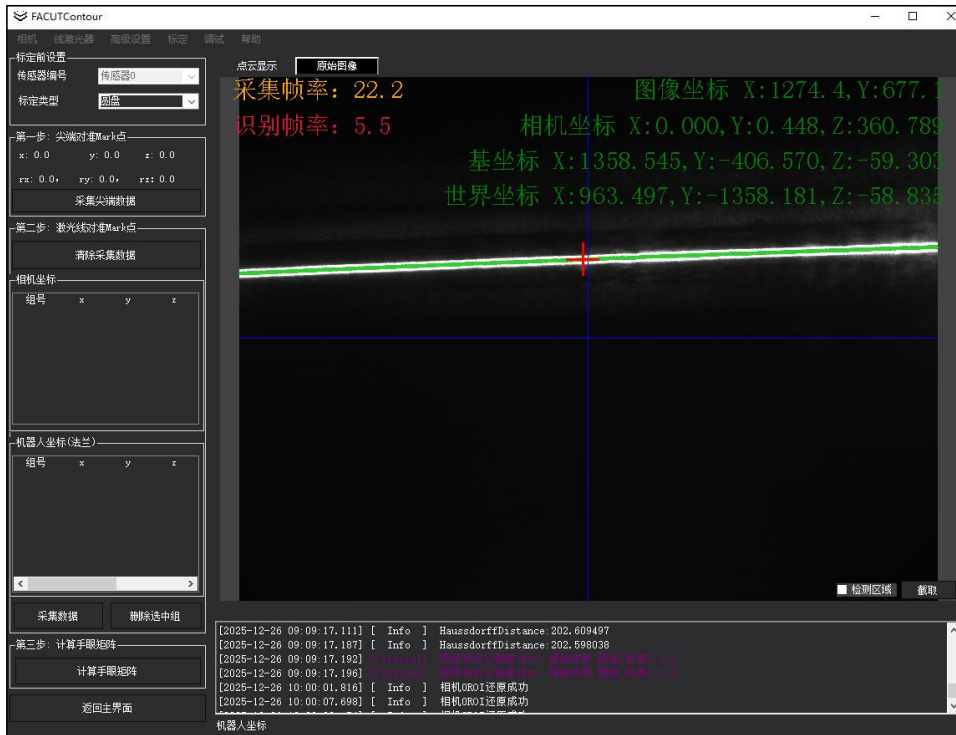


图 4-28 机器人手眼标定界面

第 3 步 尖端对准圆盘中心的 Mark 点，点击【采集尖端数据】记录 Mark 点坐标。



图 4-29 采集尖端数据

第 4 步 移动机器人末端（仅 XYZ 方向平移，不进行转动），使软件相机视野清晰捕捉“凸起直线段”的标定件特征，并使得激光线经过圆盘 Mark 点。

第 5 步 当采集点出现在如下图所示的 6 个推荐位置时，点击【采集数据】记录相机坐标。依次采集如图所示的六点处的数据。

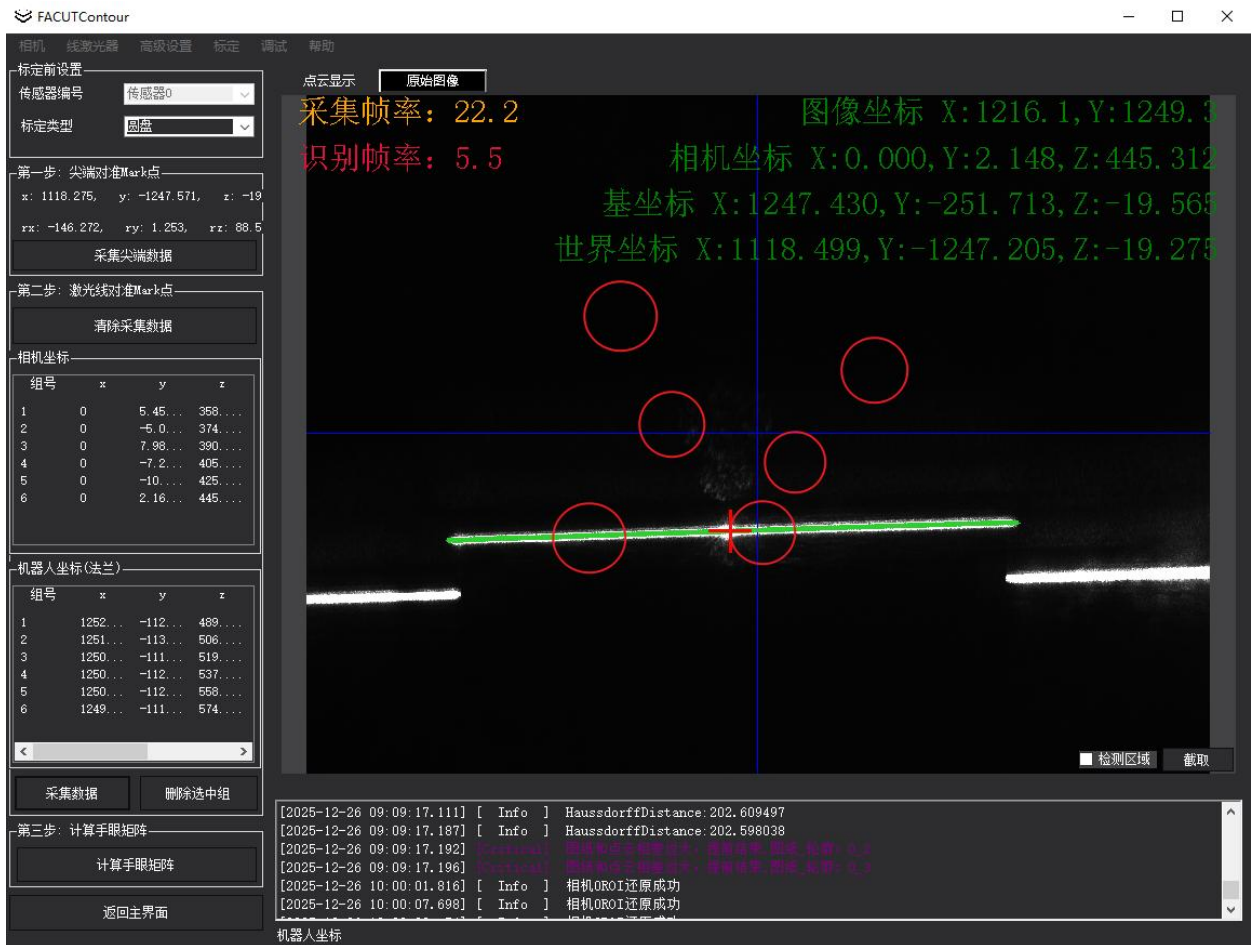


图 4-30 采集数据

第 6 步 点击【计算手眼矩阵】，日志会显示标定结果，若误差超过 0.5 mm 则要重新标定。

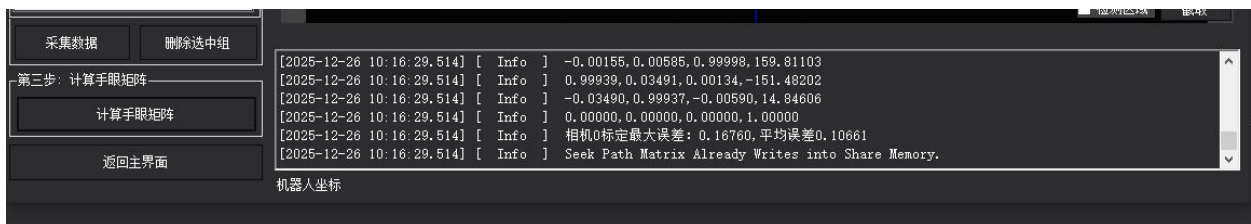


图 4-31 标定结果

4.5 点火位置标定

点火位置标定操作步骤如下：

第 1 步 点击【自动化】→【自动开火配置】，打开自动点火标定页面。



图 4-32 自动开火配置

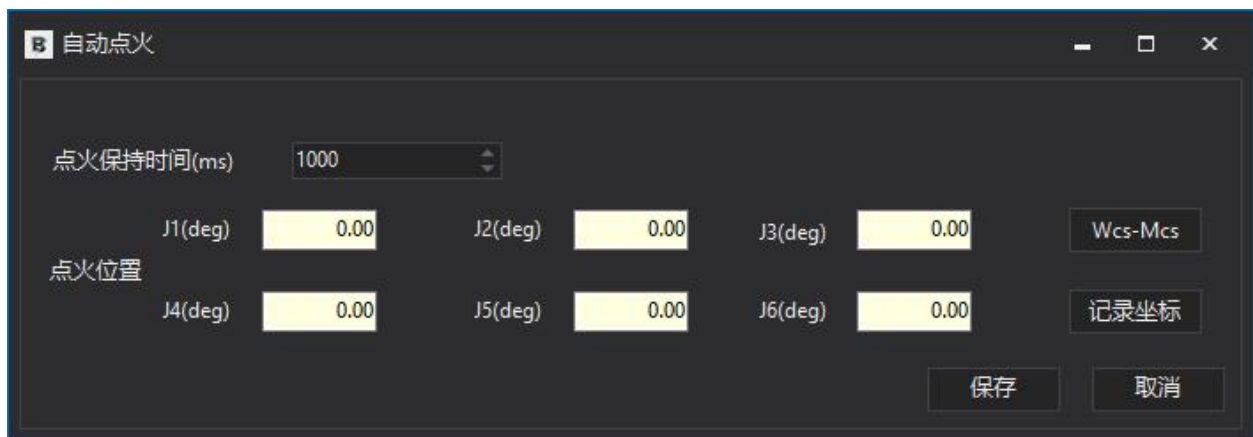


图 4-33 自动点火标定界面

第 2 步 使用手持盒控制机器人运动，将割嘴移动至点火装置附近，确保距离合适能点火成功。

第 3 步 在自动点火页面点击【记录坐标】，然后再点击【保存】即可完成标定。

4.6 装配矩阵标定

若外部轴为地轨型，则需要进行装配矩阵标定，标定步骤如下：

第 1 步 在 CypBevel 界面，点击【自动化】→【基座】→【装配矩阵标定】，进入地轨装配矩阵标定界面。



图 4-34 装配矩阵标定路径

第 2 步 选择机器人的安装方式。

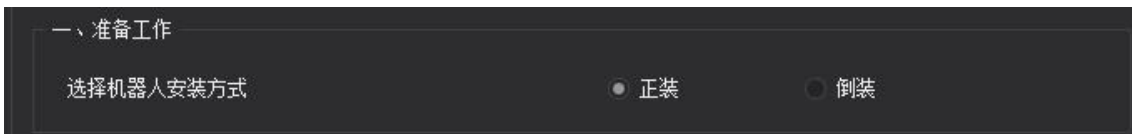


图 4-35 选择机器人安装方式

第 3 步 将标定件（例如 TCP 标定针）稳固放置一平面上，点动机器人使得标定针尖对准标定件尖端，记录坐标。

第 4 步 控制地轨移动至少 1000 mm 以上，重复第 3 步，至少采集 2 个坐标点。



图 4-36 记录位置

! 说明： 单地轨场景点动 GX 轴移动需要超过 1000 mm。

第 5 步 点击【标定】，当装配矩阵和欧拉角发生变化后，点击【保存】。当出现装配矩阵生效的弹窗时，装配矩阵标定完成。



图 4-37 标定

第 6 步 精度验证。通过【基座】→【零空间点动】，打开零空间点动界面进行精度验证，外部轴运动 1 m 直线误差最大在 2 mm 左右即可。



图 4-38 零空间点动

4.7 粗定位配置

通过【粗定位配置】可以控制 BCW101H 线激光立体相机的扫描区域和扫描速度。

第 1 步 点击【开始粗定位】下拉框→【粗定位配置】，打开配置页面。

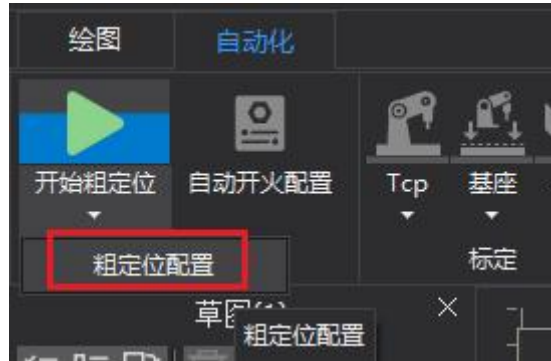


图 4-39 粗定位配置路径

第 2 步 使用手持盒控制机器人分别移动到扫描的起点位置和终点位置。

第 3 步 点击【记录坐标】记录两个位置坐标值，并在【末端扫描速度】输入合适的速度值。

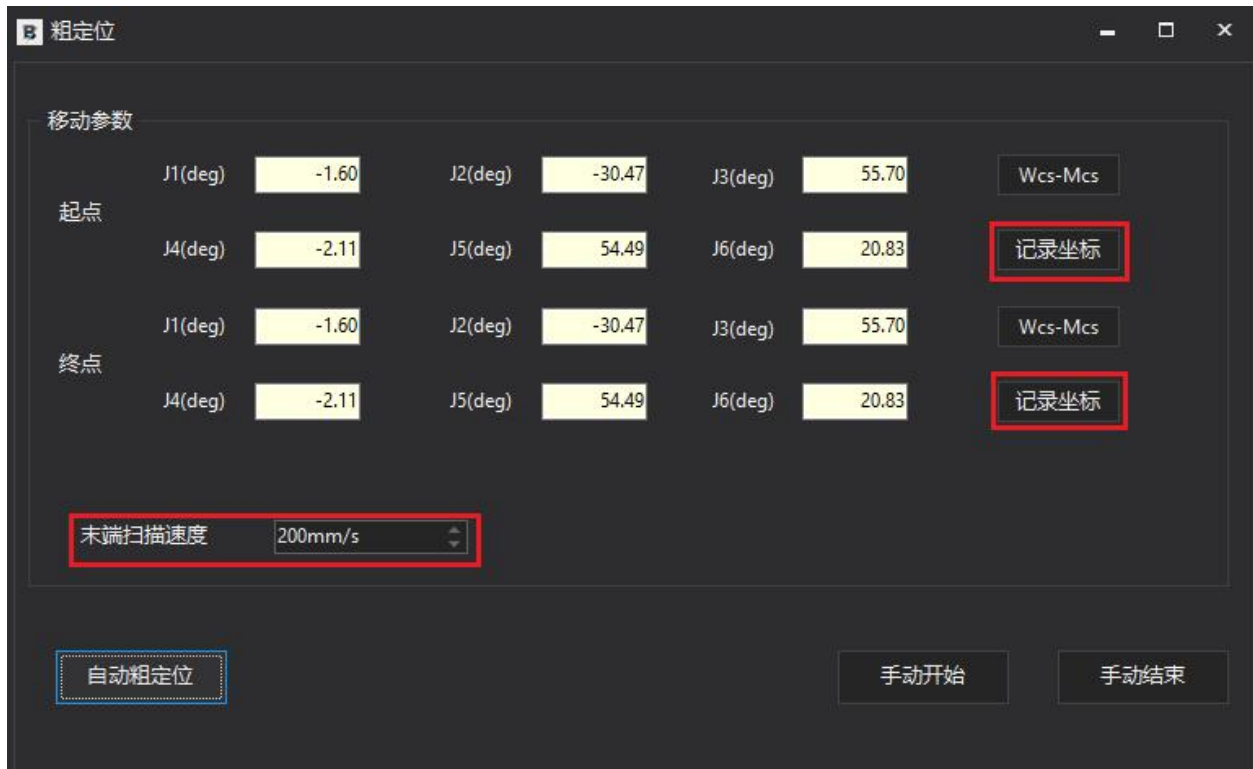


图 4-40 记录起点和终点坐标

第 4 步 点击【开始粗定位】查看实际扫描效果。

第 5 章 注意事项

本章主要介绍系统安装与使用过程中需遵循的各类注意事项，涵盖电源规范、接地规范、布线规范及其他相关规范。帮助用户规避潜在风险，确保系统安全、稳定及可靠运行。

5.1 电源规范

电源是维持系统正常工作的关键。电源失效或故障的直接后果是整个系统的停机或毁坏。在焊接系统中，无论是 380 V、220 V 交流电，还是 24 V、12 V 的直流电源，合理布线和隔离都尤为重要！

5.1.1 电源线规格

不同品牌、不同材料、不同环境下，电源线的载流量不一样。电源线根据功率大小选取合适的线径，下表为线缆直径、功率对照表。

表 5-1 线缆直径、功率对照表

电线、电缆规格 (mm ²)	线缆截面 (mm ²)	25°C铜线载流量 (A)	单相 220 V 负载功率 (W)	三相 380 V 负载功率 (W)
1.5	1.38	15	3300	9476.8
2.5	1.78	25	5500	13163.2
4	2.25	32	7040	16848.8
6	2.85	45	9900	23693.6
10	7 × 1.35	60	13200	31591.2
16	7 × 1.7	80	17600	42121.6
25	7 × 2.14	110	24200	57917.6

5.1.2 柏楚系统功率

FB-HX 智能切割控制系统产品对电源功率要求如下：

表 5-2 FB-HX 智能切割控制系统产品电源功率要求表

产品	电压	功率要求
BCW101H	24 V	最大 15 W
BCW400H + BCW020	24 V	最大 15 W
HPL2720E	24 V	最大 120 W

 **危险：**

1. 请关闭电源再进行接线、连接或断开接头操作。
2. 请勿擅自连接或断开带电接头，否则可能会损坏机器或造成严重人身伤害等危险情况。
3. 请使用专业电源供应商提供的 24 V 开关电源，满足 FB-HX 智能切割控制系统所需功率。不合格的电源会影响系统稳定性甚至损坏设备。

5.2 接地规范

5.2.1 接地概述

- 地：理想“地”是指零电位、零阻抗的实体，不会存在压降。实际应用是通过一个或一组导体形成接地极与大地紧密接触并形成电气连接。若干接地体在大地中互相连接。
- 接地：将系统或装置的某一部分经接地线连接到接地极称为接地。
- 接地线：连接到接地极的导线。
- 接地作用：保证电气设备正常工作和人身安全而采取的安全措施。本文主要为保证设备正常稳定运行。

5.2.2 地桩规范

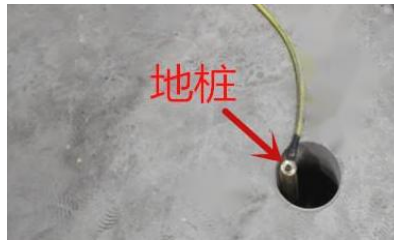


图 5-2 地桩实物图

- 地桩材质：外径碳钢；内径合金钢；螺距不锈钢。
- 地桩接地要求：
 - 焊接系统采用镀锌接地螺钉。
 - 接地线采用截面积不少于 10 mm^2 的铜线或者不少于 16 mm^2 的铝线。
 - 接地的金属主体与主接地点之间的电阻不能大于 0.1Ω 。
 - 独立地线要求尽可能短且粗，对地电阻不大于 4Ω 。

5.2.3 接地规范

- 多点接地：接线采用星型连接，不推荐使用串行连接。



图 5-3 多点接地实物图

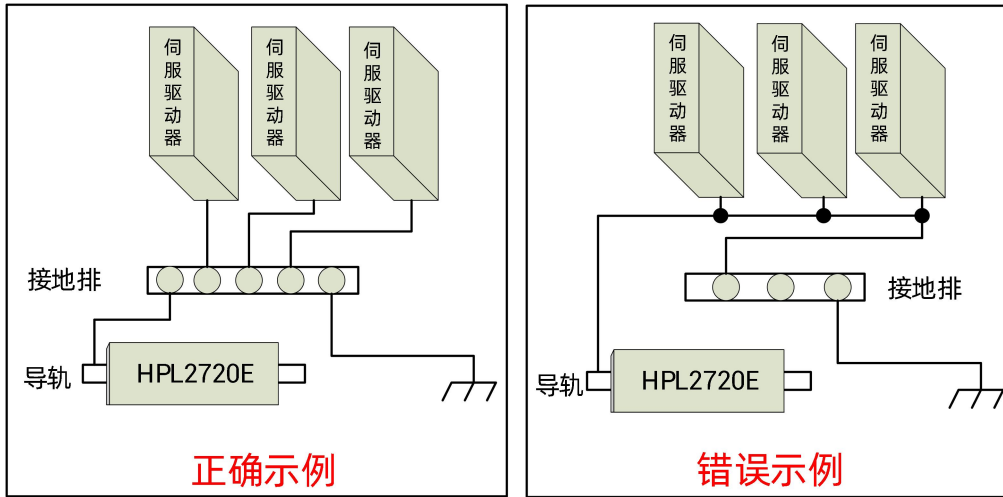


图 5-4 多点接地示例

- 分离接地：强弱电及干扰较大的负载（如伺服、电磁阀）需要分开接地。

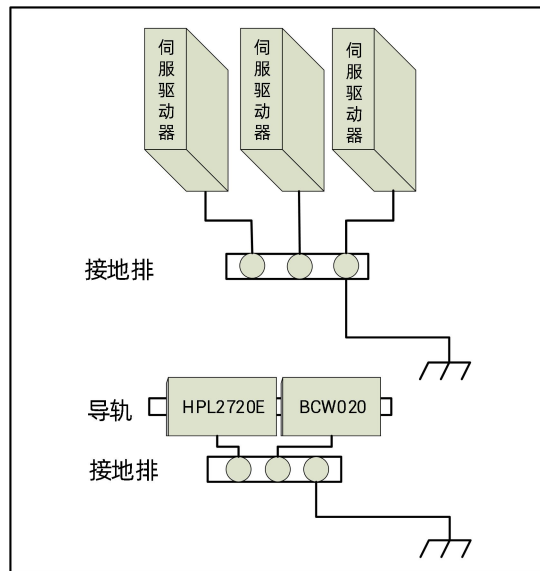


图 5-5 分离接地

➤ 单端接地与双端接地：根据不同信号选择单端接地或者双端接地。

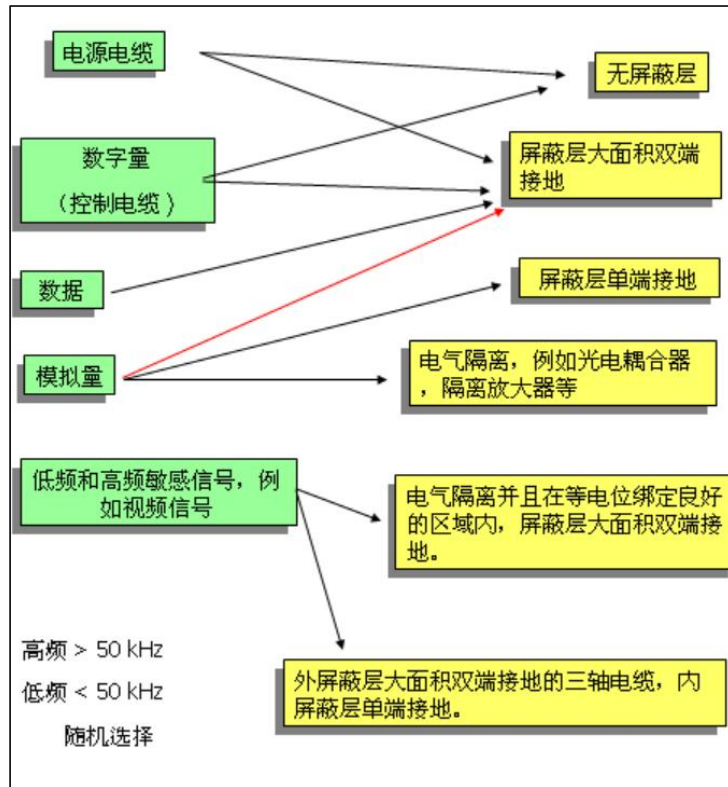


图 5-6 不同信号对应不同接地方式

表 5-3 单端接地与双端接地的适用情景对比

单端接地	双端接地
避免低频电场干扰有效	数字信号、高频干扰等双端接地更好
低频干扰敏感电路（模拟量电路）效果较好	某些模拟量模块也需双端接地

⚠说明： 无论是单端还是双端，以上原则仅作为参考。应以实效为目的，以能解决现场问题和保证设备稳定可靠运行为重，灵活处理。

5.3 布线规范

不规范布线会导致整个系统的不稳定运行，不间断地报错。所以合理布线及电气柜布局对于系统长期稳定运行极其重要。

5.3.1 强弱电设备分离规范

- 线缆尽可能短：为了最小化天线效应，所有线缆需要尽可能短。
- 强电弱电分离：
 - 强弱电设备严格分离，距离至少 300 mm，建议有牢固间隔物。
 - 强弱电设备分开布线，禁止共使用同一个线槽，并且两者之间的线路平行间距不能小于 300 mm（如伺服动力线与编码器线、网线等）。
 - 强电需加短路保护器、滤波器等辅助器件。



图 5-7 强电弱电分离示意图

- 干扰较大的负载（如伺服、电磁阀）分离：
 - 干扰较大的负载与 FB-HX 产品分离，距离至少 300 mm，建议有牢固间隔物。
 - 分开供电及接线，禁止共使用同一个线槽，同时两者之间的线路平行间距不能小于 300 mm。



图 5-8 错误示范（干扰较大负载未与 FB-HX 产品分离）

⚠注意：FB-HX 产品（HPL2720E、BCW400H、BCW020）均为弱电设备，布局 and 接线应远离强电设备及干扰较大的负载。

5.3.2 线材布线规范

➤ 平行布线与交叉布线：

- 线与线之间应平行排列，线束、线管的布置要平直。
- 如果必须交叉布线，交叉角度最好为 90° ，减少线与线间的串扰。动力线与信号线间距至少 200 mm，否则需屏蔽保护，如带有隔离的电缆桥架或者在线槽内使用接地金属板隔离。

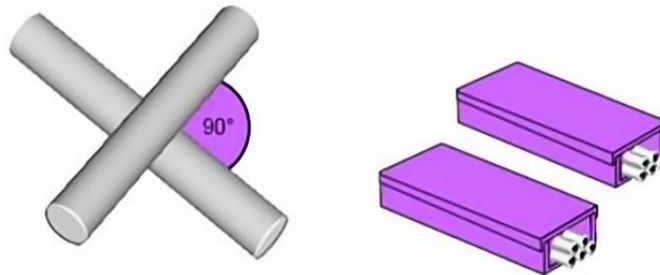


图 5-9 交叉布线与平行布线

- 输入电缆同侧输入。电气柜布线尽量减少干扰回路的面积。信号源、传输线、负载之间的电流环路会形成磁场天线，导致干扰，布线时应避免此类情况。应将所有输入电缆都安排在电气柜的一侧。

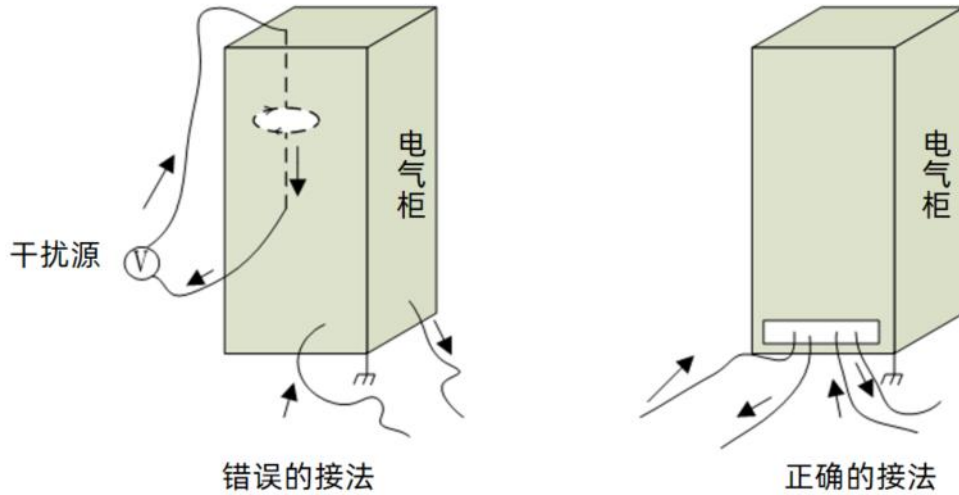


图 5-10 电气柜接线

- 所有接线必须牢靠，不能松动，防止产生打火现象。
- 每根线材标识、标记清晰准确。
- 选用柏楚的配线时，根据布局空间选用适当型号的线材，切勿堆积盘旋。

5.3.3 拖链线布线规范

- 从线圈中取出航插电缆时，应沿切线方向放直，以防电缆发生扭曲。此操作应在电缆敷设之前完成，以便为电缆提供必要的应力释放时间。由于制造工艺无法完全保证电缆呈直线状并且无任何扭曲，电缆表面的打印标识沿微小的螺旋状旋转。

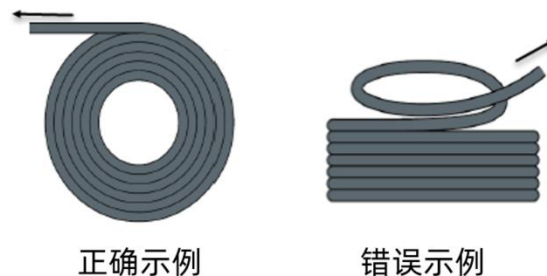


图 5-11 电缆放线示例

- 电缆在封闭空间内安装时，严禁发生扭曲。扭曲可能导致芯线的绞合结构过早损坏。在使用过程中，扭曲效应可能会加剧，产生退扭现象，最终引发芯线断裂并导致设备故障。

- 电缆应松弛并排地敷设在拖链支架内。使用隔离片将电缆分开，确保电缆和隔离片、分离器、相邻电缆之间的间距不小于其直径的 10%。

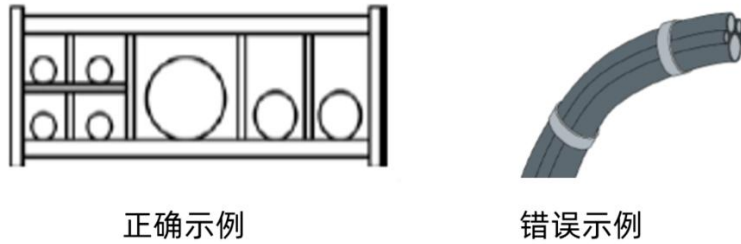


图 5-12 拖链线敷设示意

- 电缆应根据重量和尺寸对称安装。较重、直径较大的电缆应放置在拖链外侧；较轻、直径较小的电缆应放置在拖链内部。也可以按照电缆尺寸递减的顺序，从内至外排列。避免在未使用隔板或分隔器的情况下，将一根电缆直接叠放在另一根电缆上，防止电缆间摩擦或相互干扰。
- 对于垂直悬挂的拖链，垂直支架中必须留有更多的自由空间，因为电缆在运行过程中会拉长。经过短时间运行后，必须检查电缆是否沿中心区域运行，必要时对它们进行调整。对于自承式拖链结构，电缆应紧固至移动点和固定点，并使用拖链供应商提供的合适电缆支撑件。高加速度运行时，电缆扎带的适用性有限，应避免将多根电缆捆绑在一起，同时确保电缆不被固定或捆绑至拖链的移动部件。固定点与弯曲区域之间的间隙应足够宽，以保证电缆在运行时不会受到过度挤压或弯曲。



图 5-13 自承式/滑动式拖链结构

- 对于滑动式拖链，建议仅将电缆固定在移动点上，并在固定点设置一个小型电缆保护区（具体要求参考拖链供应商的装配说明书）。

- 请确保电缆在适当的弯曲半径范围内沿拖链中心区域运行。避免对电缆施加过大张力（即不要拉得过紧），否则拖链内部的摩擦可能导致电缆护套磨损；同时，避免让电缆在拖链内过于松散，否则可能导致电缆与拖链内壁摩擦，或与其他电缆发生缠绕。

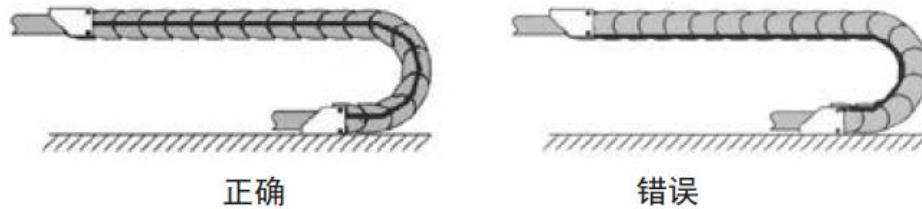


图 5-14 拖链线敷设示意

- 如果电缆运行不顺畅，检查电缆是否在纵轴方向发生了扭曲，电缆通常会在某个固定点逐渐旋转，直至恢复顺畅运行。
- 鉴于电缆和拖链的绝对尺寸，它们的长度变化特性差异较大。电缆在初期运行几小时内会自然拉长，而拖链则需要经过长时间运行后才会发生类似变化。为应对此差异，建议定期检查电缆的安装位置。在运行的第一年，每三个月检查一次，之后可在每次维护时检查。检查内容应包括确保电缆在正确的弯曲半径内自由运动，并根据需要进行调整。
- 线束尽量保持平整、拉直放置。
- 如果无法全部使用隔离片，则每隔一段距离线束间需用隔板固定。

- 强电（动力线）弱电（信号线）分开走线。如下图所示，强电线放置于拖链靠外位置；中间位置放置气路、水路、光纤等传输通道；弱电线放置于拖链靠内位置。

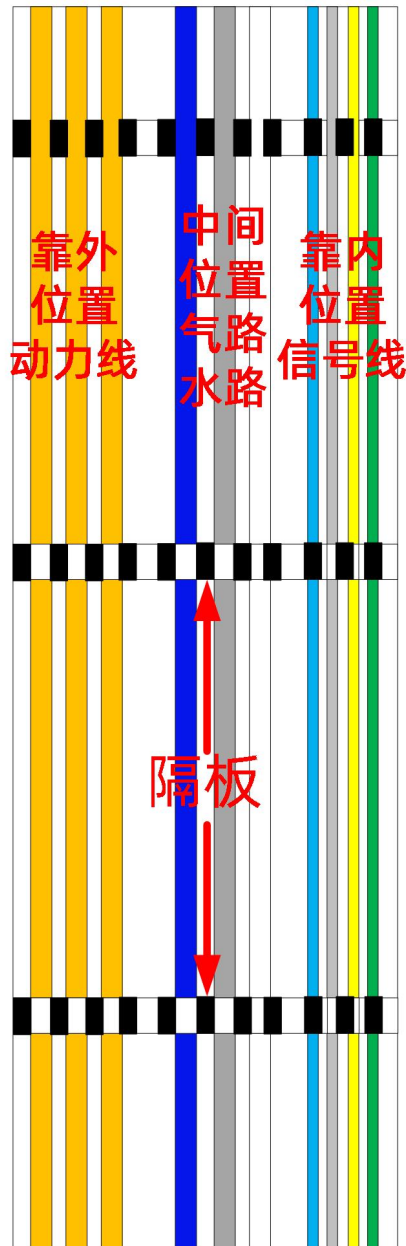


图 5-15 走线示意图

5.3.4 BCW 系列产品布线规范

如果在安装高精度线激光传感器时，走线不规范，接线缠绕到机器人的运动关节上，不仅会导致线材损坏，更严重的甚至会损坏高精度线激光传感器，如下图所示。

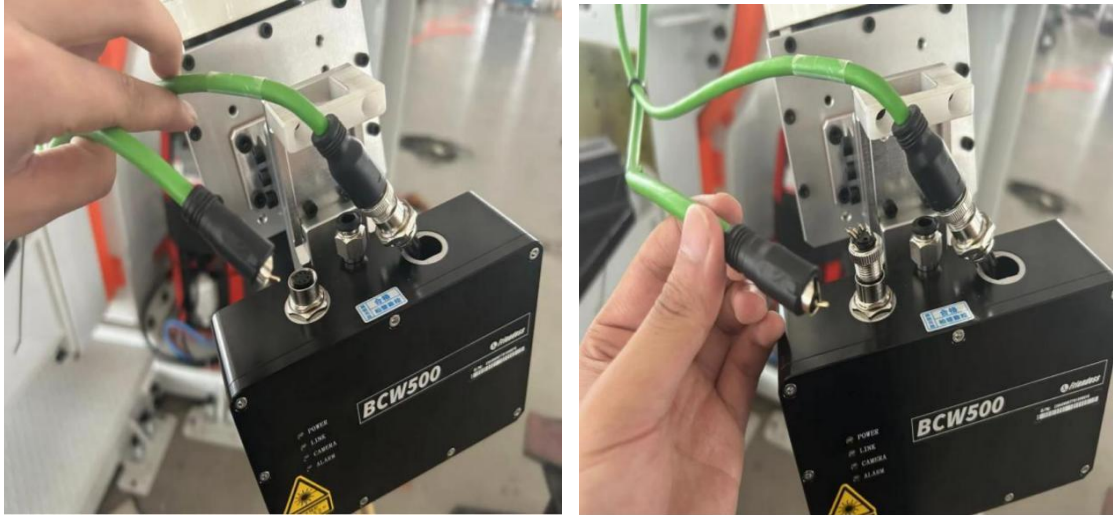


图 5-16 高精度线激光传感器损坏

为了优化走线，减少高精度线激光传感器及其线材在客户现场使用的损坏概率，提高产品使用寿命，可参考下图布线。两拖链线缆建议胶带缠绕在一起，作为整体布局布线。固定点可根据现场实际布局调整。



图 5-17 实际布线参考

5.4 其他

5.4.1 线材安装运输注意事项

- 若拆开包装后需将线材两端放入圈内侧进行运输，以免线材两端插头磕碰变形。



图 5-18 线材运输包装示例

- 切勿将线束拖在地面移动，避免线材本身和插头磨损。

5.4.2 线束穿坦克链注意事项

- 切勿摘除 RJ45 端防尘帽：建议水晶头端固定并留有足够的可移动线身余量，用圆形连接端穿坦克链。



图 5-19 RJ45 端防尘帽

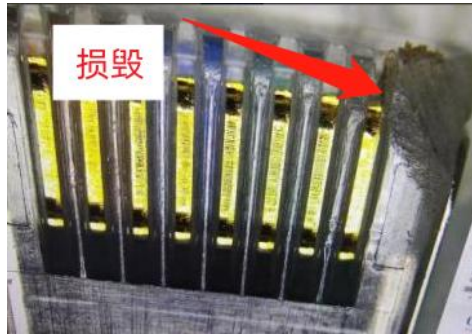



图 5-20 没有防尘帽导致 RJ45 端损毁

 **说明：** 防尘帽取下需要按下弹片。

- 在穿坦克链时，应尽量避免金属碎屑进入圆形连接器端口，避免造成端口连接异常。



图 5-21 圆形连接器

5.4.3 使用线材进行设备互联注意事项

- 互联时需先检查设备两端接口是否存在异物，若存在异物需及时清洁后再对接。
- 插头位置应注意弯曲半径需大于最小弯曲半径（通常为 8 倍的线束外径），低于最小半径安装会破坏内部结构，大幅缩小线束寿命。

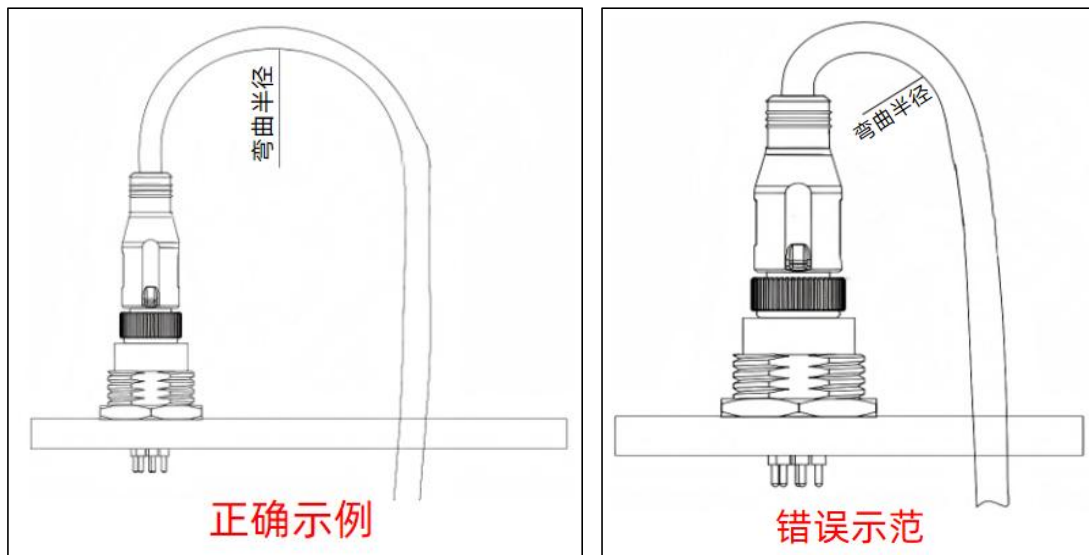


图 5-22 弯曲半径示意

- 插头尾部线材应留足够的活动余量，避免过度扭曲，同时保证应力释放。

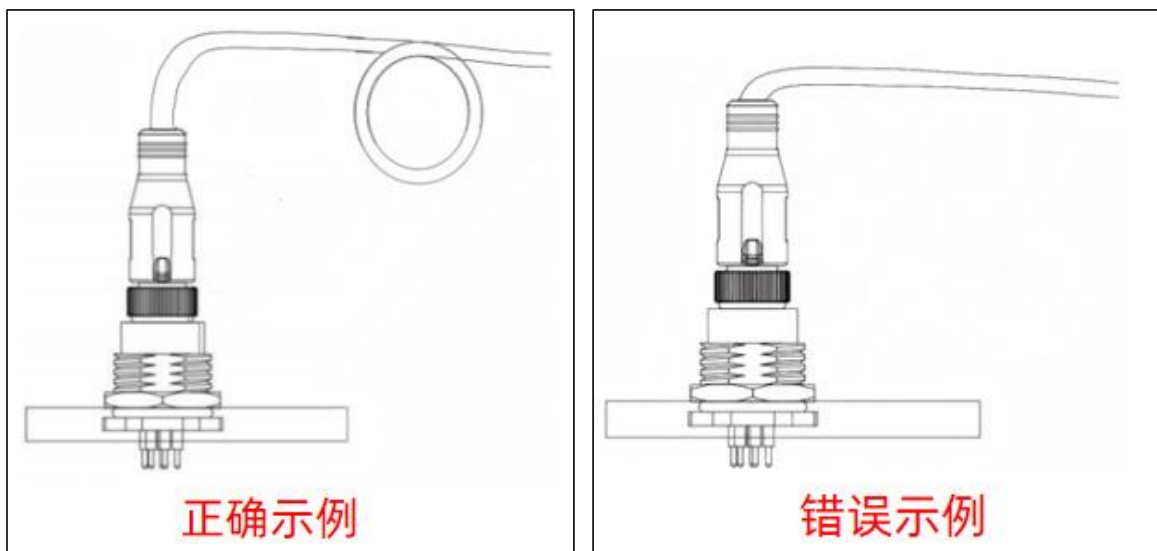


图 5-23 插头尾部线材活动余量示意

上海柏楚电子科技股份有限公司版权所有



上海柏楚电子科技股份有限公司

Shanghai BOCHU Electronic Technology Co., Ltd.

官方网址: www.bochu.com

电 话: +86(21)64309023

传 真: +86(21)64308817

地 址: 上海市闵行区兰香湖南路1000号

