



FSWELD 智能焊接控制系统

硬件安装准备工作指南

文档版本号：V1.0.2



前言

感谢您使用柏楚 FSWELD 智能焊接控制系统!

FSWELD 智能焊接系统集成了数字孪生、机器人控制和视觉技术，是面向弧焊应用领域深度开发的一体式解决方案。该系统基于模型+专家库驱动的离线编程方式，实现了免示教自动生成寻位路径和焊接路径。

本手册仅作为 FSWELD 智能焊接控制系统的硬件安装准备工作指南，软件使用等内容请参考其他手册或联系技术支持人员。

由于系统功能不断更新，您所使用的 FSWELD 智能焊接控制系统在某些方面可能与本手册的陈述有所出入，在此谨表歉意。我司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做通知。

如您在使用过程中有任何的疑问或建议，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焊接效果与焊接材料、所使用的焊机、所使用的气体、气压以及您所设置的各项参数有直接的关系，请根据您的焊接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焊接效果下降、焊枪或其他部件损坏甚至人身伤害。FSWELD 智能焊接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。

柏楚电子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造成的损失。

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

楚电子不对因此产生的任何附带或相关损失负责。

文档修订记录

文档版本号	修订日期	修订描述
V1.0.1	2025/11/22	修订格式和部分内容。
V1.0.2	2026/03/05	<ol style="list-style-type: none">1. 修改 1.1 机器人品牌选择。2. 新增第 8 章系统接线参考及线长选型。3. 新增第 9 章各机型工作范围推荐。4. 新增第 10 章悬臂机械验收建议标准。

目录

第 1 章 机器人选择和相关参数准备	1
1.1 机器人品牌选择	1
1.2 机器人相关参数准备	2
1.2.1 机器人 D-H 参数	2
1.2.2 机器人行程参数	3
1.2.3 机器人电机最大速度和最大加速度	4
1.2.4 机器人运动参数	5
1.2.5 机器人零点	6
第 2 章 驱动器选择和相关参数准备	7
2.1 外部轴驱动器品牌选择	7
2.2 驱动器相关参数准备	7
第 3 章 焊机品牌选择	8
第 4 章 焊枪选择	9
第 5 章 法兰盘准备	10
第 6 章 其他准备	11
6.1 24 V 电源	11
6.2 其他外设	11
第 7 章 CypWeld 场景制作模型文件说明	12
7.1 机械臂	12
7.2 外部轴（地轨、龙门）	16
7.3 多机协同产线（地轨双机、地轨四机）	18
第 8 章 系统接线参考及线长选型	19

8.1 2800C/2800M 系统接线参考	19
8.2 3800E 系统接线参考	19
8.3 2800T 系统接线参考	20
8.4 BCW600P-E 接线参考	20
第 9 章 各机型工作范围推荐	22
9.1 七轴地轨工作范围推荐	22
9.2 七轴悬臂工作范围推荐	23
9.3 八轴悬臂工作范围推荐	25
9.4 九轴悬臂工作范围推荐	26
第 10 章 悬臂机械验收建议标准	29
10.1 轨道	29
10.2 立柱	30
10.3 悬臂	31

第 1 章 机器人选择和相关参数准备

1.1 机器人品牌选择

表 1-1 适配机器人品牌表

库卡机器人（上海）有限公司	上海发那科机器人有限公司
	
安川电机（中国）有限公司	浙江钱江机器人有限公司
	
埃夫特智能机器人股份有限公司	芜湖摩卡机器人科技有限公司
	
川崎机器人（天津）有限公司	倍可机器人（无锡）有限公司
	
上海柴孚机器人有限公司	深圳市启玄科技有限公司
	

 **注意：**

1. 表格中仅列举部分机器人品牌，其他品牌机器人可以询问柏楚技术人员。
2. 目前支持中空腕加内置焊枪的机器人组合。

3. 目前仅完成了发那科 M-10iD8L 型号机器人的适配。使用该型号时，需向发那科采购通讯模块并刷写定制软件。对于其他型号，需联系发那科技术支持人员进行系统评估，以确认兼容性或进行必要的系统升级。
4. 目前已完成库卡机器人 KR 6 R2100-2、KR 8 R1440-2arc 两款型号的适配，且支持 C5 控制柜。使用上述型号时，需向库卡采购通讯模块。其他型号则需联系库卡技术支持人员进行系统评估与确认。
5. 目前仅支持安川 MSHOMAN-AR2010 型号。

1.2 机器人相关参数准备

每台机器人的以下参数均需向原厂获取。为获得最佳性能，请务必采用经激光跟踪仪标定后的参数。

1.2.1 机器人 D-H 参数

如下图所示，为 FSWELD 系统的 D-H 参数的名称定义，不同品牌机器人对 D-H 参数的命名不同，需要对照下方图片进行对应。

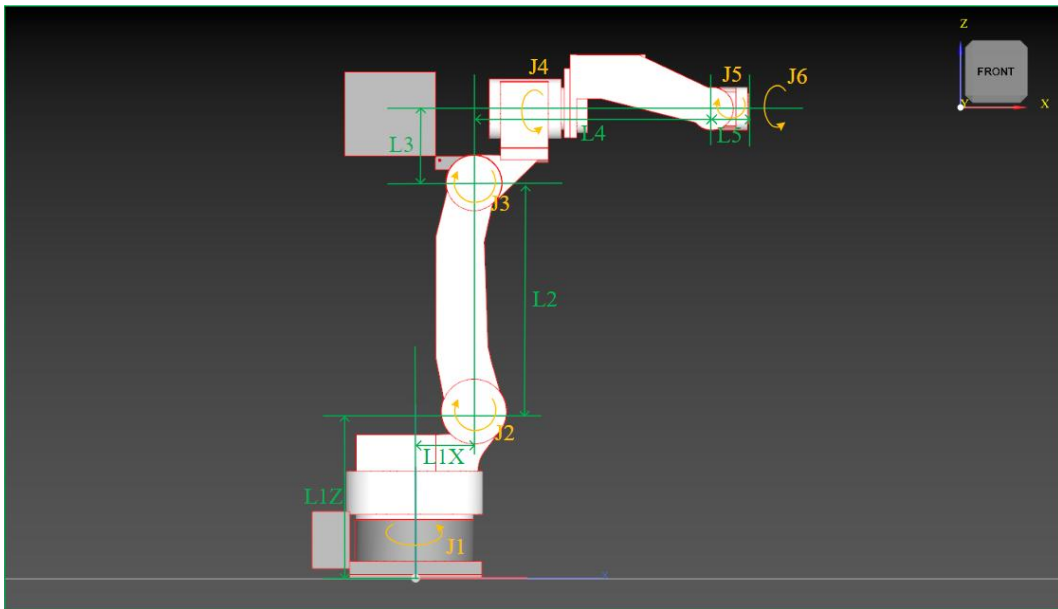


图 1-1 机器人本体 D-H 参数示意图-1

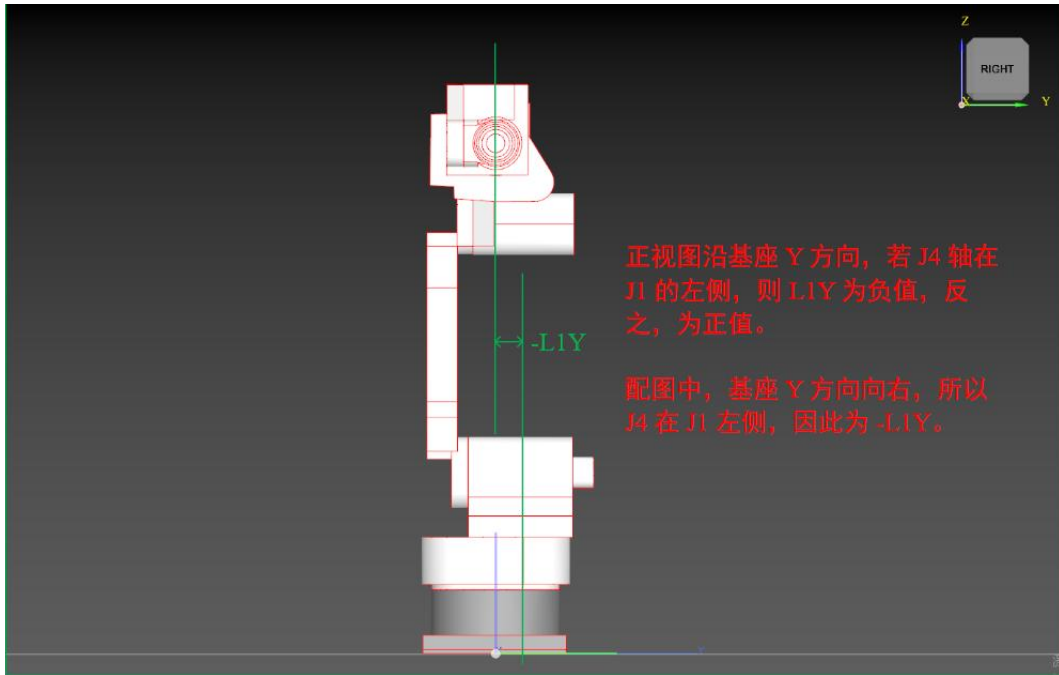


图 1-2 机器人本体 D-H 参数示意图-2

1.2.2 机器人行程参数

机器人 J1 - J6 轴的出厂行程为初始硬限位，在实际应用中，需根据工作场景重新调整以避免运动干涉，并将最终确认的行程参数填入【平台配置工具】→【场景配置】→【机器人配置】→【行程参数】中。



图 1-3 确认机器人行程参数

1.2.3 机器人电机最大速度和最大加速度

该参数需联系机器人厂家提供， $1 \text{ RPM} = 1 \text{ r/min} = 2\pi/60$ 。

表 1-2 最大速度示例

轴号	最大速度	最大速度
1 轴	3.3 rad/s	189.1 °/s
2 轴	3.3 rad/s	189.1 °/s
3 轴	3.3 rad/s	189.1 °/s
4 轴	6.6 rad/s	378.2 °/s
5 轴	6.6 rad/s	378.2 °/s
6 轴	17 rad/s	974 °/s

表 1-3 最大加速度示例

轴号	最大速度	最大速度
1 轴	13 rad/s	744.8 °/s
2 轴	10 rad/s	572.9 °/s
3 轴	30 rad/s	1718.8 °/s
4 轴	50 rad/s	2864.8 °/s
5 轴	35 rad/s	2005.3 °/s
6 轴	80 rad/s	4583.6 °/s

1.2.4 机器人运动参数

机器人运动相关参数有单圈脉冲数和减速比，J1 - J6 各轴均不同，需联系机器人厂家提供。

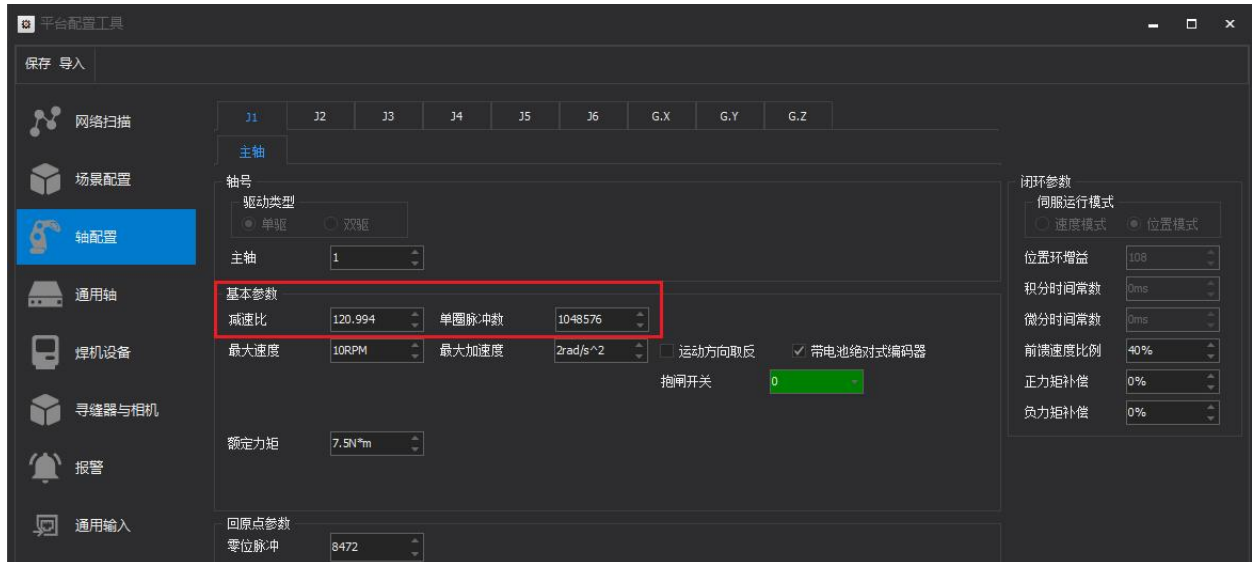


图 1-4 机器人运动参数

1.2.5 机器人零点

机器人零点是所有运动轨迹坐标计算的基准；若零点存在偏差，将导致机器人精度出现问题。

柏楚焊接系统提供零点脉冲输入口。需依据柏楚规定的零位姿态（如下图所示），向机器人厂家获取该姿态下对应的零点脉冲值。

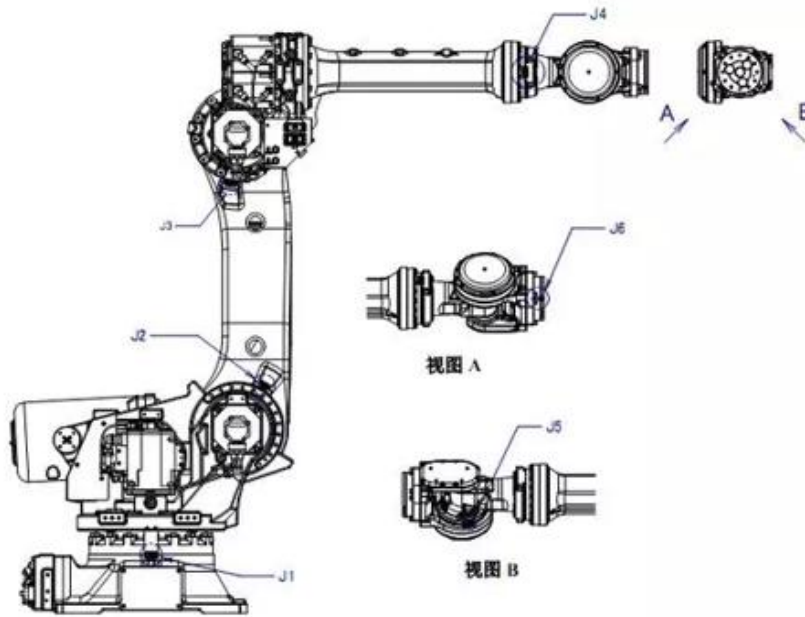


图 1-5 零位姿态

第 2 章 驱动器选择和相关参数准备

2.1 外部轴驱动器品牌选择

通常情况下，FSWELD 兼容所有支持 EtherCAT 通讯的驱动器。下表列举了系统支持的部分驱动器品牌与型号。如有疑问，请咨询柏楚技术人员。

表 2-1 系统支持驱动器品牌与型号

驱动器品牌	驱动器型号
松下	单轴全系列
安川	单轴全系列
禾川	Y7
摩通	D800
迈信	EP3、EP5
柏楚	S9

2.2 驱动器相关参数准备

软件需要驱动器提供单圈脉冲数和减速比，单圈脉冲数需咨询驱动器厂家，不同驱动器品牌其单圈脉冲数有所不同，减速比参数则需咨询减速机厂家。

 **注意：**


1. 驱动器需要支持绝对式编码器类型。
2. 驱动器的功率需要根据具体机型和重量进行配置，避免电机选型过小导致速度无法提高。

第 3 章 焊机品牌选择

下表所列为柏楚已适配的焊机品牌。所有配置的焊机型号均须支持 EtherCAT 通讯。若需选用其他品牌或型号，请务必联系柏楚技术人员。

表 3-1 系统适配焊机品牌和型号

品牌	型号
奥太	NBC500RP Plus、MIG500、NBC630RP
伊萨	Transmig 500P
CLOOS	Start502P、NEXT602P、A500 NA、A500 FG
麦格米特	Dex2、Artsen II、Artsen Plus/Pro
沪工	NB350WE
松下	500FT3、500GS

 **说明：**表格中松下 500FT3、500GS 型号的焊机需提供 ECAT-IN 口的通讯盒，并且出厂前刷写定制软件。

第 4 章 焊枪选择

建议使用内置水冷焊枪，焊枪鹅颈角度和长度根据现场工件类型进行调整。寻缝器的最佳视距在 550 mm – 750 mm 之间，因此焊枪不宜选择过长，避免寻位时出现寻位路径规划困难等情况，例如下图 36°和 45°焊枪均支持。

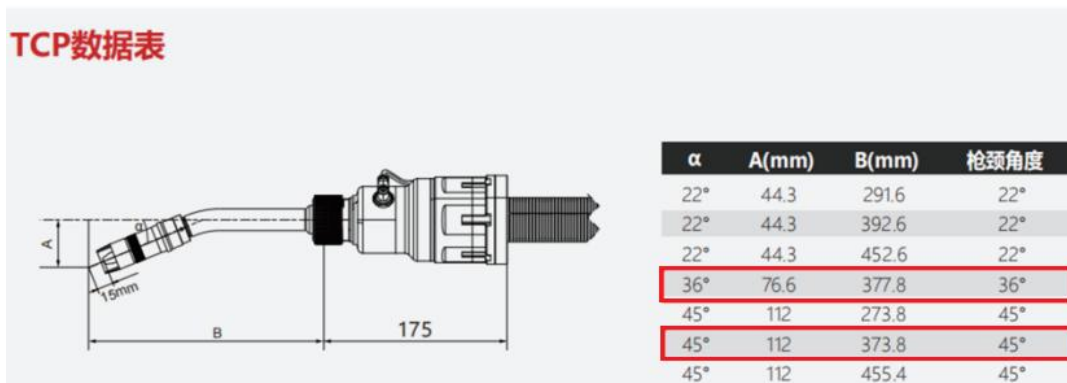


图 4-1 焊枪选择

第 5 章 法兰盘准备

柏楚提供相机支架，支架需要装在机器人 J6 法兰盘和焊枪之间，因此需要根据机器人 6 轴孔位和焊枪孔位加工定制法兰盘，法兰盘材质建议为铝，同时相机安装应平行于焊枪鹅颈。




图 5-1 法兰盘准备

第 6 章 其他准备

6.1 24 V 电源

24 V 电源功率选择应大于柏楚各产品功率的总和。

 **注意：**主机和 BCW181P 线激光立体相机需要分别单独使用 24 V 电源供电。

6.2 其他外设

客户需自备显示器、键盘、鼠标与电脑柜。其中，显示器须具备 HDMI 接口并支持 1080P 分辨率。

第 7 章 CypWeld 场景制作模型文件说明

使用 CypWeld 场景制作工具制作工作站场景时对模型文件有一定要求，需要将各个模型按轴、关节、连杆、基座等要素拆分成子元素，分别在 Solidworks (优先 2019 版) 中打包为各个文件 (装配体)，最后合成为一个*.step 文件。

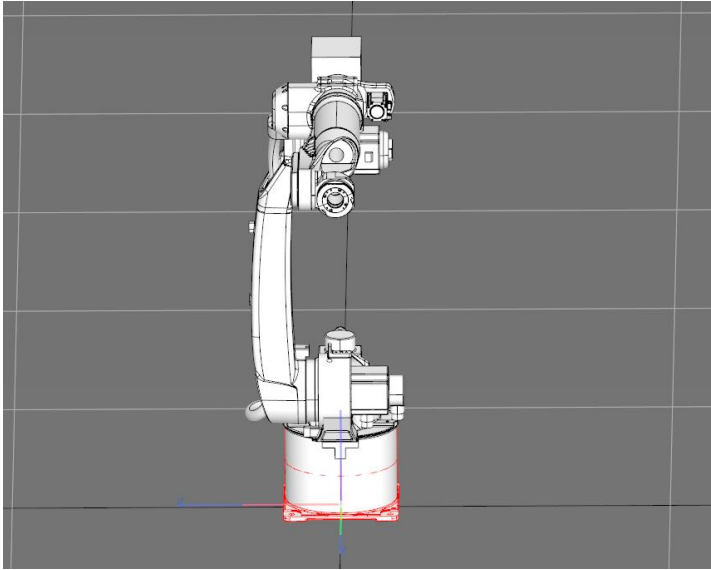
机器人本体及外部轴模型需分开打包，分成两个单独的*.step 文件。

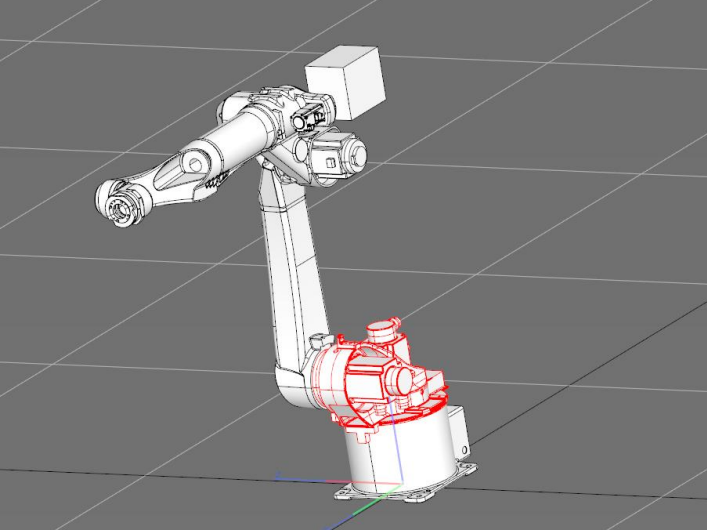
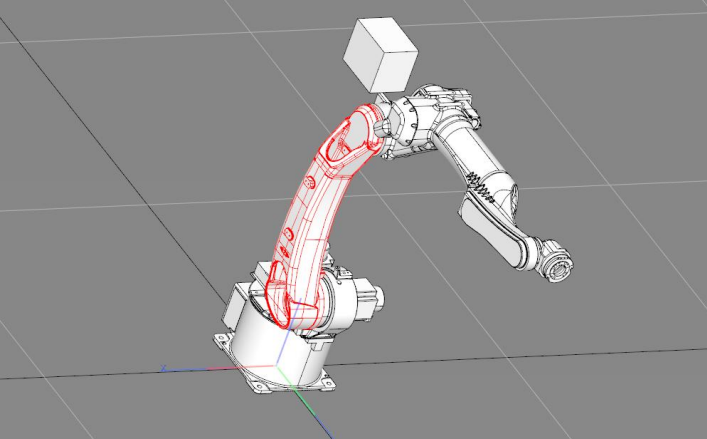
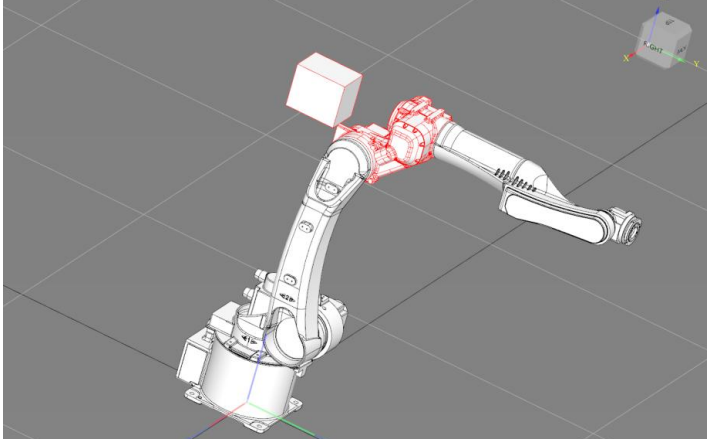
场景中各种模型分类如下。

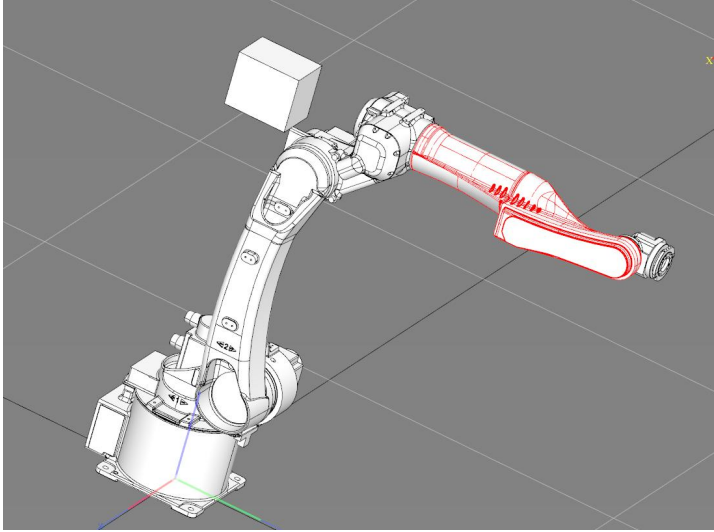
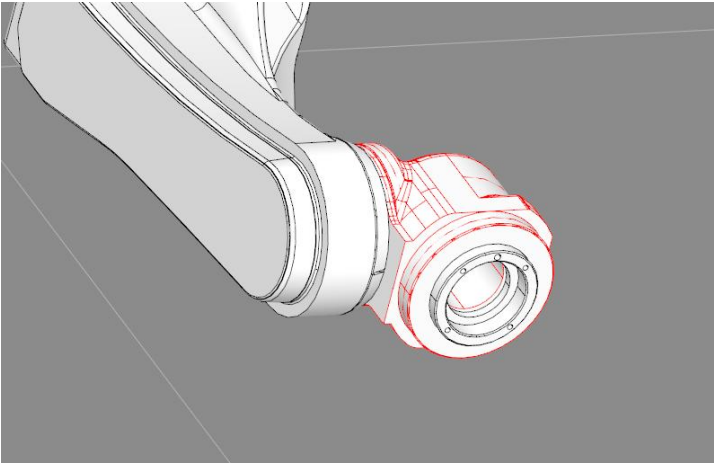
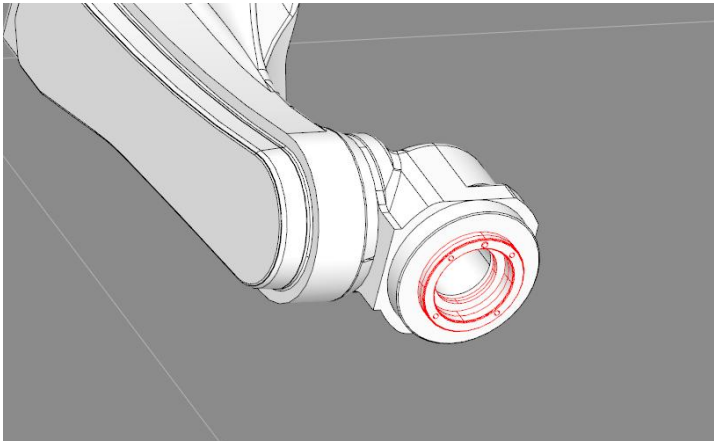
7.1 机械臂

机械臂需要按 6 个轴拆分为 1 个基座+ 6 个连杆，共 7 个子元素。机器人各轴需要在零位，并且添加送丝机模型 (若是 3800 系统需添加 3800 支架)。

表 7-1 机械臂子元素示例表

序号	子元素	示意图
1	基座	

序号	子元素	示意图
2	轴 1 - 轴 2 连杆	
3	轴 2 - 轴 3 连杆	
4	轴 3 - 轴 4 连杆	

序号	子元素	示意图
5	轴 4 - 轴 5 连杆	
6	轴 5 - 轴 6 连杆	
7	末端法兰	

注意事项:

- 若适配系统为 FSWELD3800 系统, 则需将支架及大线扫模型打包到机器人轴 1 - 轴 2 连杆的模型文件中。

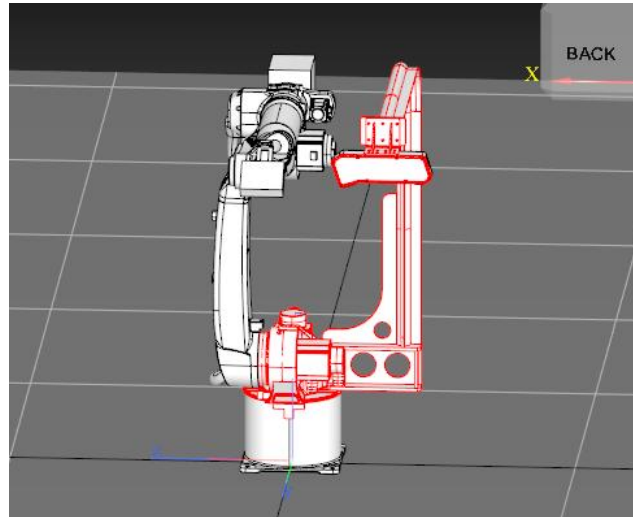


图 7-2 7 轴地轨正装

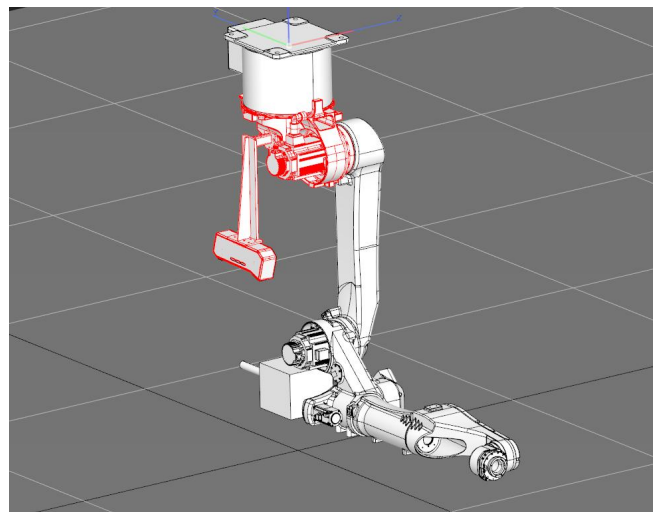


图 7-3 悬臂倒装

- 若需要将送丝机模型打包至轴 3 - 轴 4 连杆的子元素中, 送丝机模型可用同等大小的方块代替。
- 若需要额外设置加高基座、线材、送丝盘等模型, 可以直接根据运动牵连关系配置在上述子元素中或者额外打包为一个子元素。

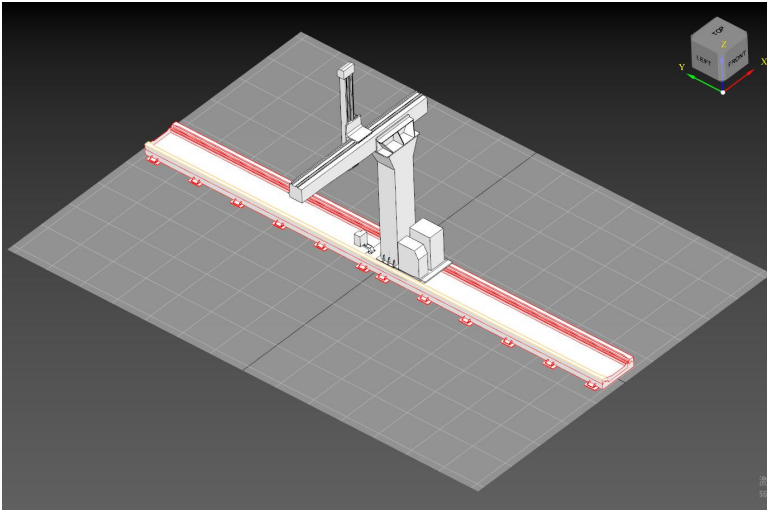
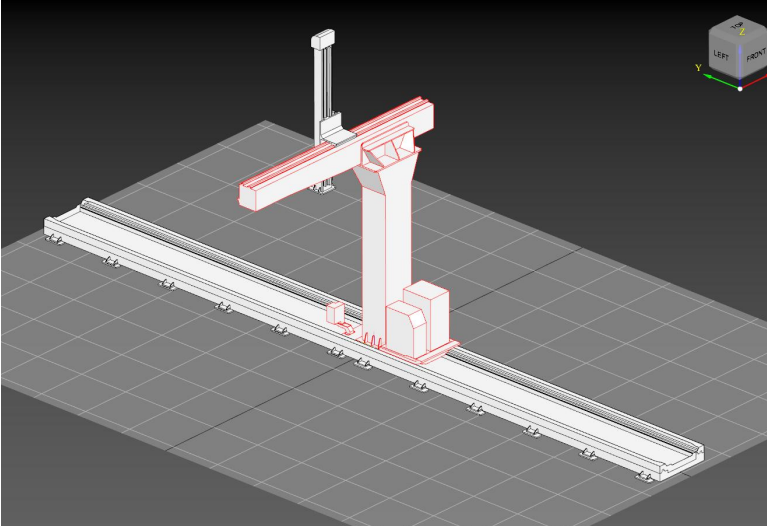
7.2 外部轴（地轨、龙门）

同理，需要根据轴的运动关系及外部轴个数（7轴、8轴、9轴）分别打包（2个、3个、4个）子元素，最后统一以*.step文件输出。


需要删减地轨/悬臂模型中不必要的内部结构，焊机、机器人控制柜、清枪站模型可以用等比例方块代替。

以9轴地轨悬臂为例。

表 7-2 外部轴子元素示例表

序号	子元素	示意图
1	地轨底座	
2	立柱和悬臂	

序号	子元素	示意图
3	悬臂和底座之间的连接平台	
4	移动底座	

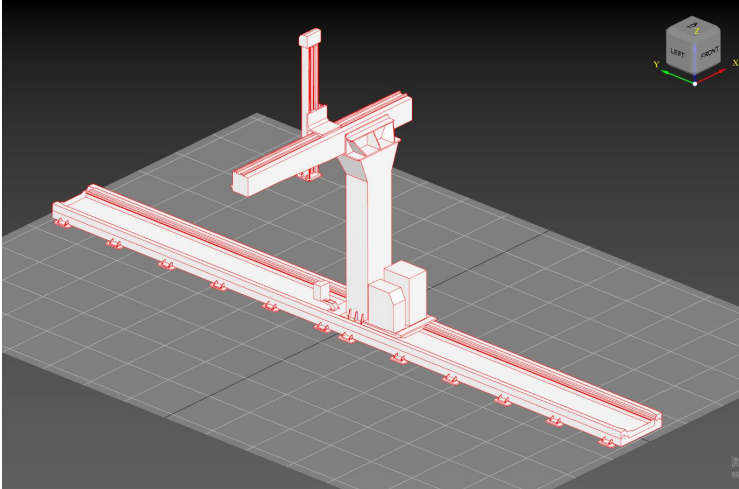
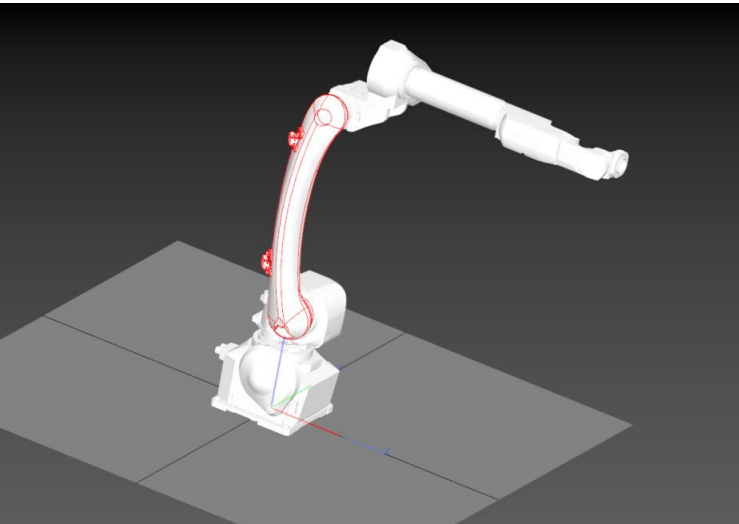
 **说明：**焊机、清枪站、焊丝桶、支架等其他元件若有需要，也根据运动关系配置在各个子元素上。

7.3 多机协同产线（地轨双机、地轨四机）

多机协同产线由多个独立的单机模型组成，每个单机模型的配置和前面的机械臂、外部轴配置步骤完全一致，最后几个独立的单机模型组成整条多机协同产线。

以地轨悬臂 4 机为例，最后输出 4 个外部轴*.step 文件，4 个机器人*.step 文件。

表 7-3 地轨悬臂 4 机子元素示例表

序号	子元素	示意图
1	单个悬臂×4	
2	单个机器人×4	

第 8 章 系统接线参考及线长选型

8.1 2800C/2800M 系统接线参考

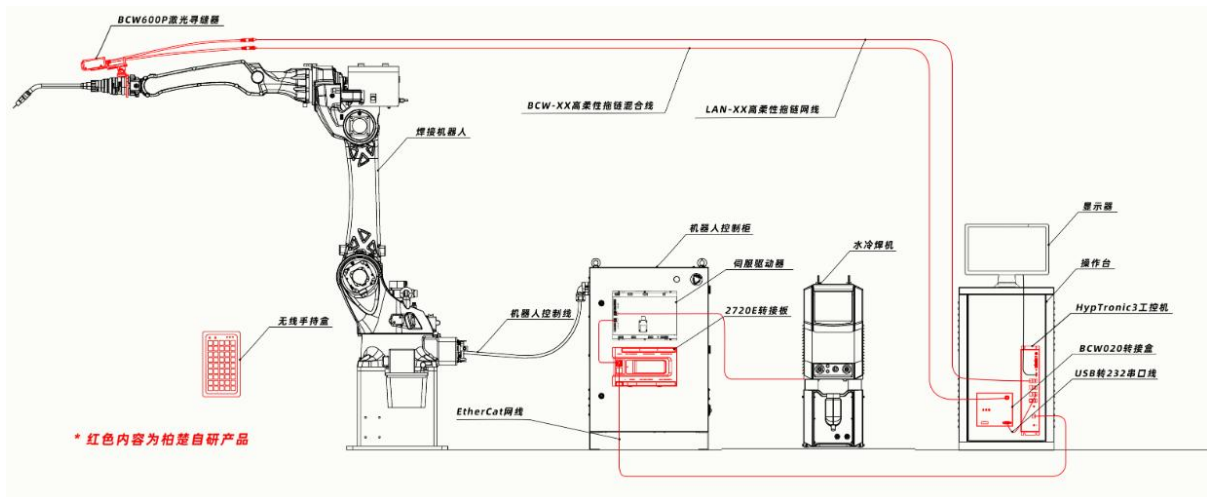


图 8-1 2800C/2800M 系统接线参考

8.2 3800E 系统接线参考

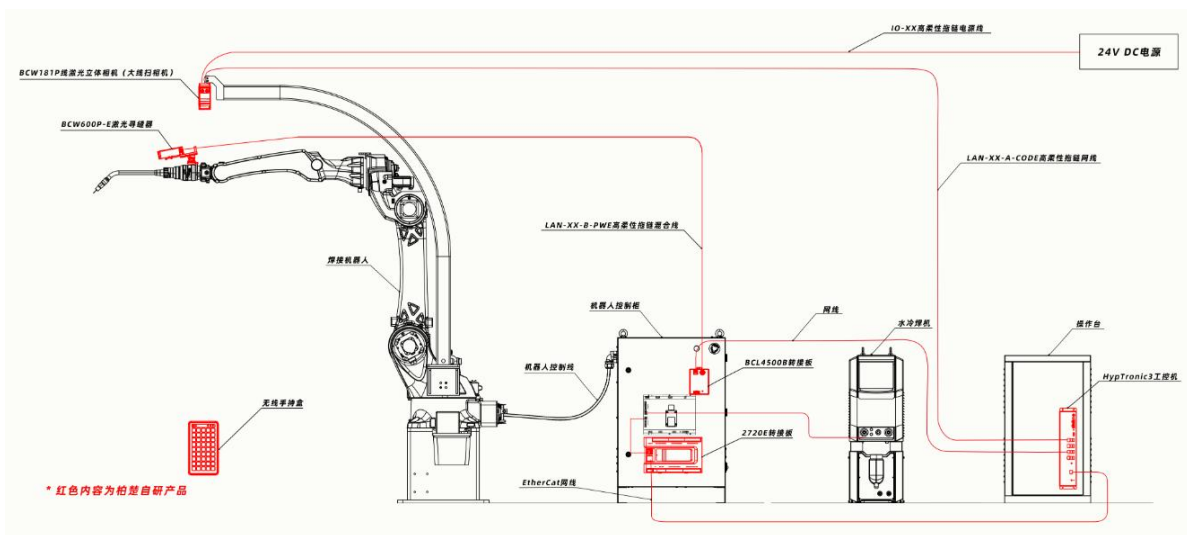


图 8-2 3800E 系统接线参考

8.3 2800T 系统接线参考

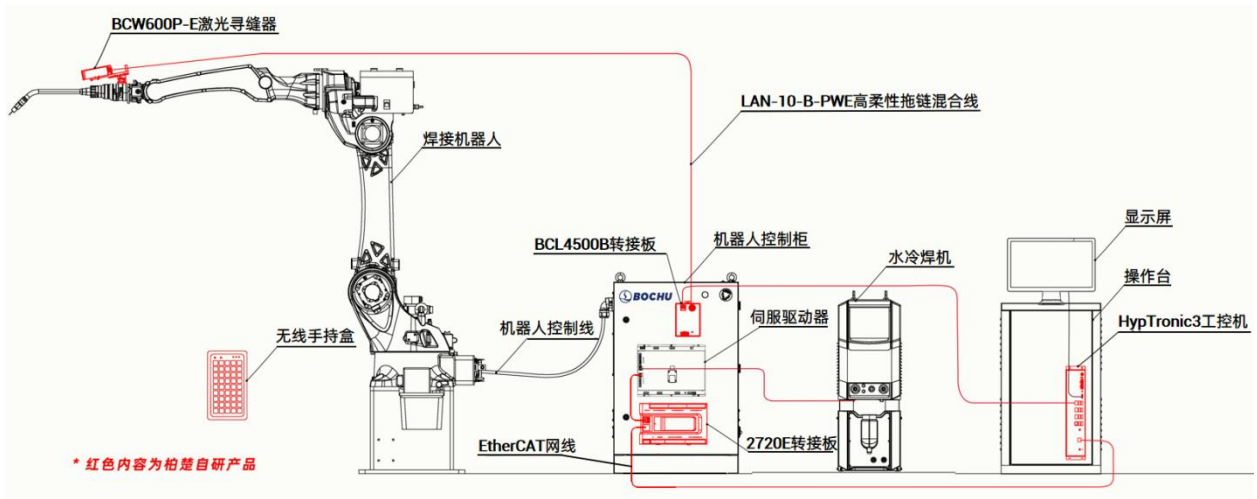


图 8-3 2800T 系统接线参考

8.4 BCW600P-E 接线参考

BCW600P-E 寻缝器需要连接两根线缆：

- 标准网线：长度有 0.3 m、1 m、3 m、7 m、15 m、20 m、25 m、30 m 和 35 m；
- LAN-XX-B-PWE 高柔性拖链混合线：长度有 10 m 和 20 m。

两根线缆总长不能超过 50 m，否则会影响通讯。

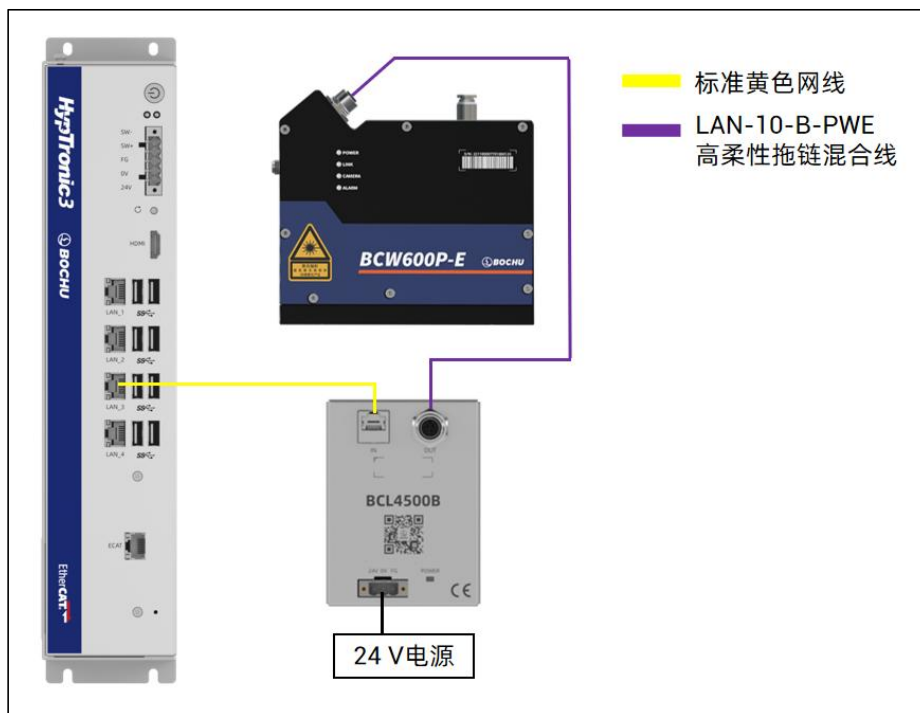


图 8-4 BCW600P-E 接线参考

 **说明:**

1. BCW181P 线激光立体相机对应线材为 LAN-XX-A-COOE 高柔性拖链网线和 IO-XX 高柔性拖链网线，长度有 20 m、30 m、40 m 和 50 m。
 2. BCW600P 激光寻缝器对应线材为 LAN-XX 高柔性拖链网线和 BCW-XX 高柔性拖链混合线，长度有 15 m、20 m、25 m 和 30 m。
-

第 9 章 各机型工作范围推荐

9.1 七轴地轨工作范围推荐

- 大线扫相机安装要求（3800 系统大线扫逆向建模）
 - 安装高度：大线扫相机镜头下表面距加工位置平面的垂直距离推荐为 1.7 m。
 - 安装姿态：大线扫相机安装时必须保证与地面平行。
- 机器人台架高度：机器人台架高度平面建议与机器人的零点平面平齐或略低 50 mm。台架水平距离则是距离地轨位置为工作空间最小的位置，如图 9-2 所示为 160 mm。

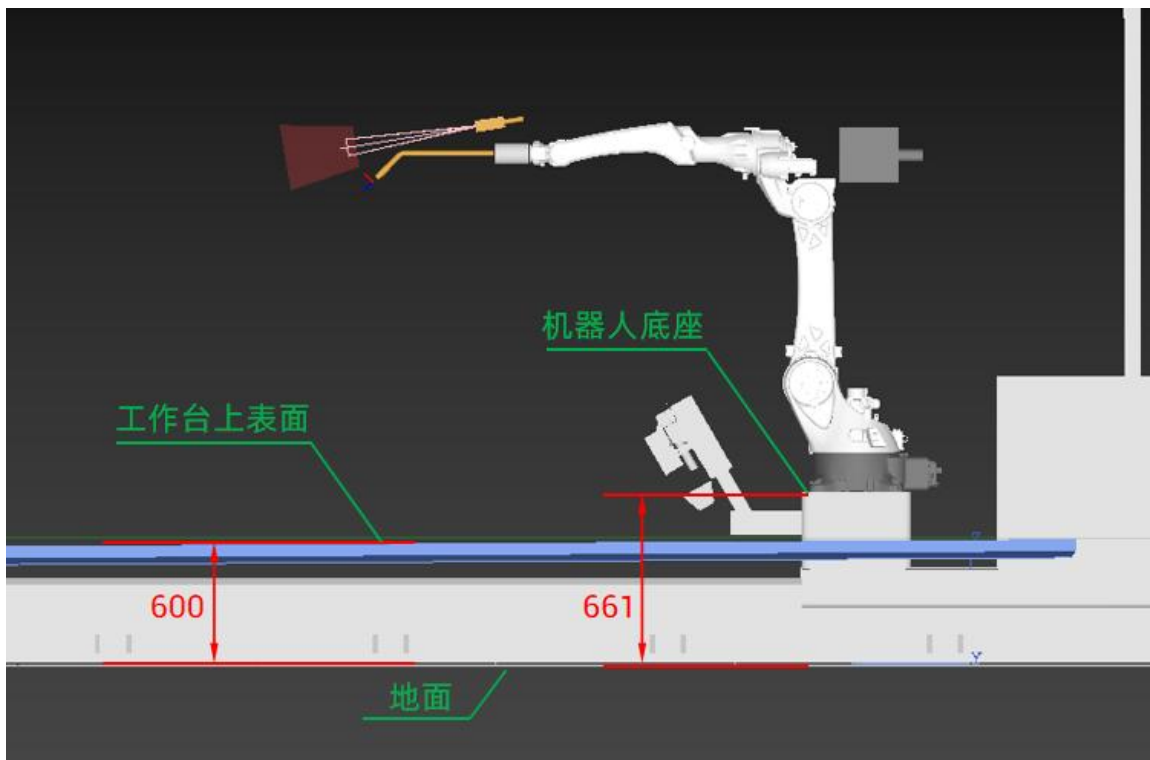


图 9-1 七轴地轨工作站工作台高度位置（单位：mm）

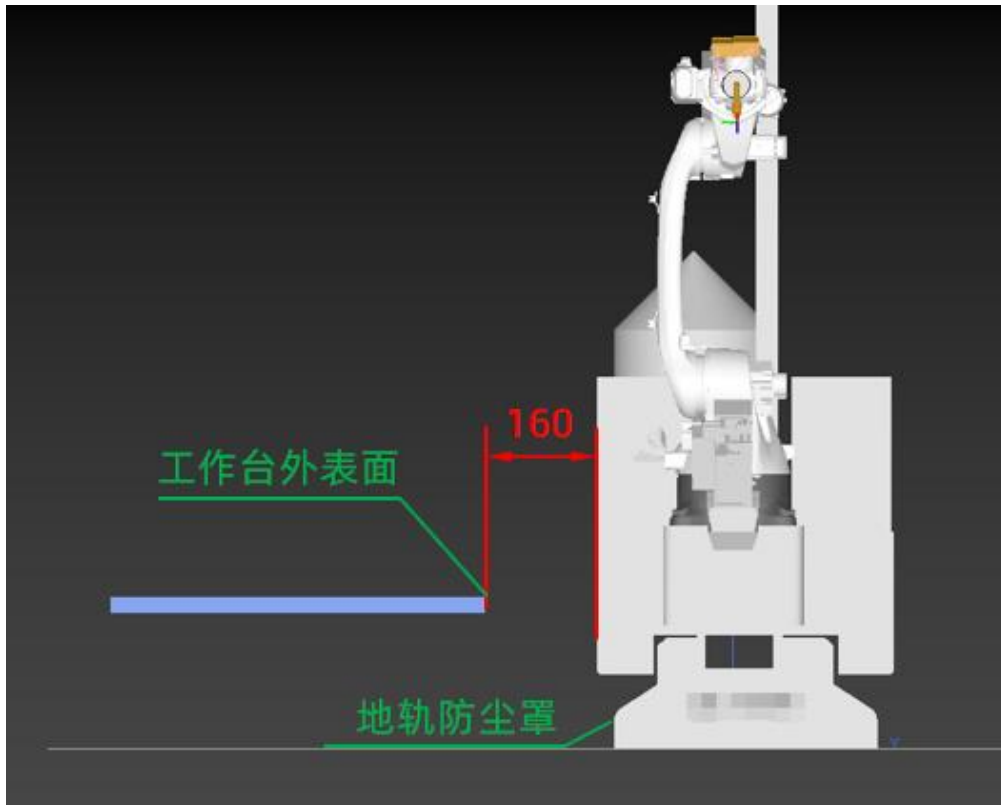


图 9-2 七轴地轨工作站工作台水平距离位置 (单位: mm)

- 机器人安装角度: 建议机器人回零时, 焊枪的朝向与地轨的运动方向保持一致。

9.2 七轴悬臂工作范围推荐

- 适用工件范围: H 型钢、板单元。
- 焊枪长度: 该场景使用的焊枪长度 (喷嘴至焊枪安装法兰盘位置的垂直距离) 约为 700 mm。焊枪长度调整时, 加工高度需按 1:1 的比例同步变化, 即焊枪长度每增减 100 mm, 加工高度相应增减 100 mm。需注意, 此调整与大线扫相机安装高度无关。
- 大线扫相机安装要求 (3800 系统大线扫逆向建模)
 - 安装高度: 大线扫相机镜头下表面距加工位置平面的垂直距离推荐为 1.7 m。
 - 安装姿态: 大线扫相机安装时必须保证与地面平行。

➤ 七轴悬臂 1400 机械臂

- 机器人基座至加工位置距离是 1.8 m – 2.1 m，如果需要垫高，该高度需要增加。

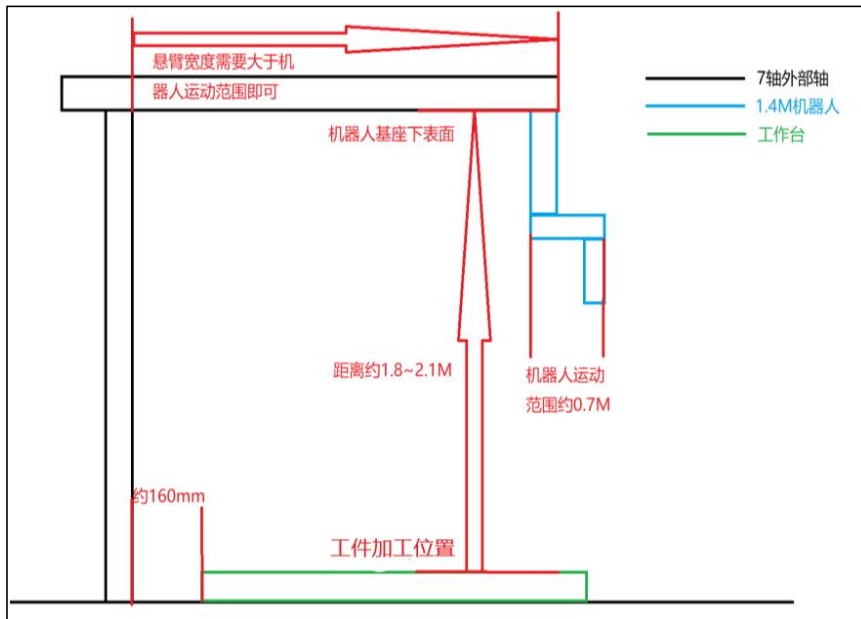


图 9-3 七轴悬臂工作站配 1.4 m 机器人加工范围

- 机器人安装角度建议：机器人回零时焊枪朝向顺着地轨运动方向即可。

➤ 七轴悬臂 2000 机械臂

- 机器人基座至加工位置距离是 2.3 m – 2.5 m，如果需要垫高，该高度需要增加。

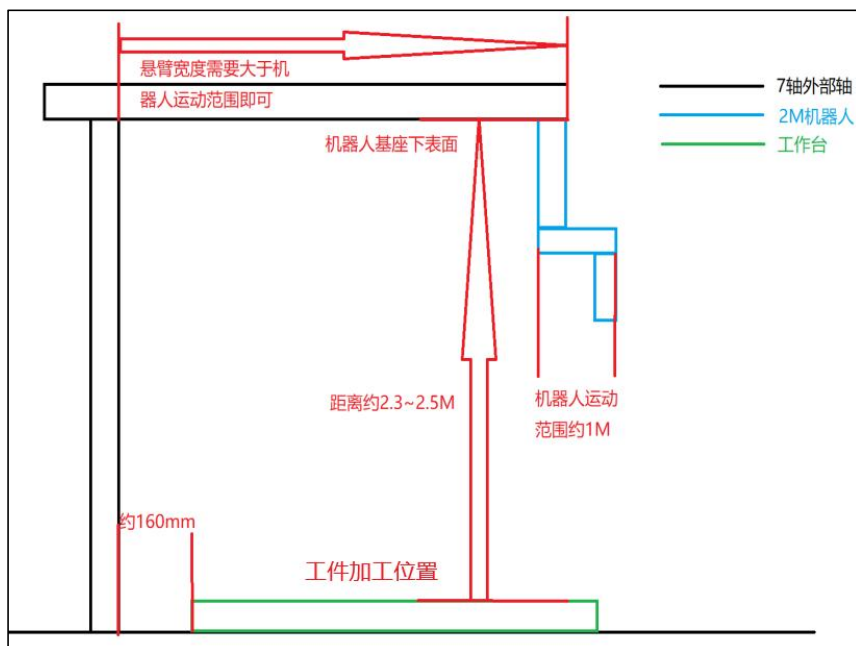


图 9-4 七轴悬臂工作站配 2 m 机器人加工范围

- 机器人安装角度建议：机器人回零时焊枪朝向顺着地轨运动方向即可。

9.3 八轴悬臂工作范围推荐

- 支持机型：YX 型。
- 焊枪长度：该场景使用的焊枪长度（喷嘴至焊枪安装法兰盘位置的垂直距离）约为 700 mm。焊枪长度调整时，加工高度需按 1:1 的比例同步变化，即焊枪长度每增减 100 mm，加工高度相应增减 100 mm。需注意，此调整与大线扫相机安装高度无关。
- 大线扫相机安装要求（3800 系统大线扫逆向建模）
 - 安装高度：大线扫相机镜头下表面距加工位置平面的垂直距离推荐为 1.7 m。
 - 安装姿态：大线扫相机安装时必须保证与地面平行。
- 八轴悬臂 1400 机械臂
 - 机器人基座至加工位置距离是 1.8 m - 2.1 m，如果需要垫高，该高度需要增加。

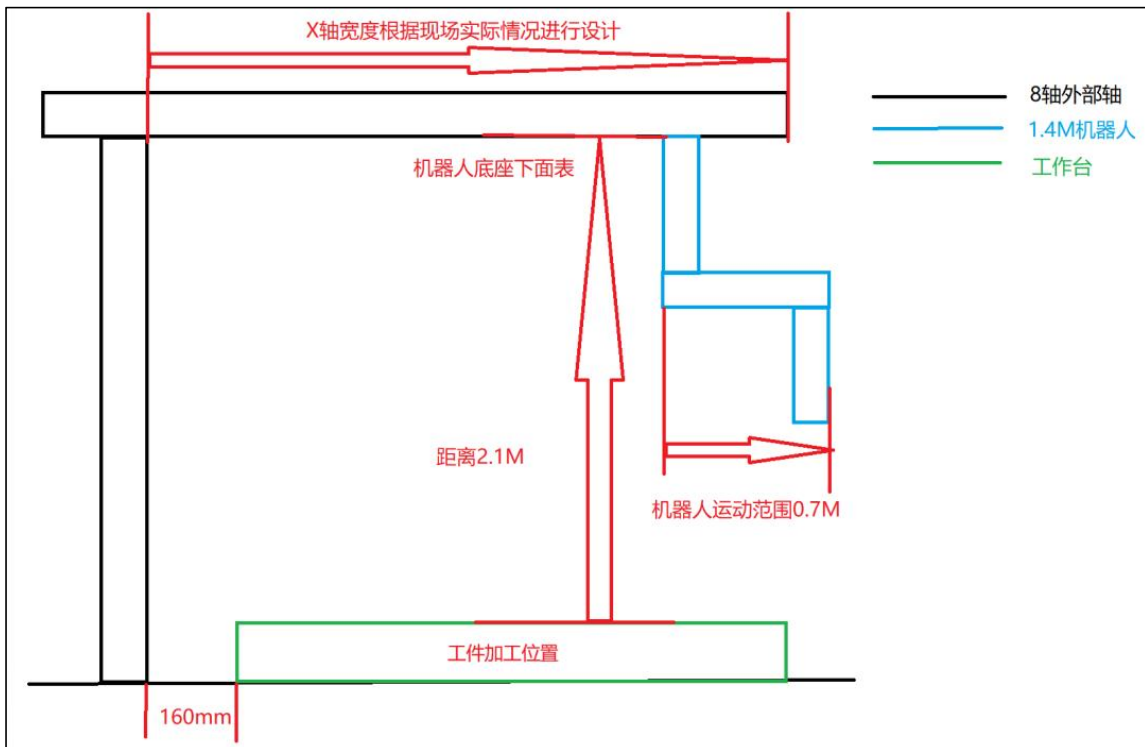


图 9-5 八轴悬臂工作站配 1.4 m 机器人加工范围

- 机器人安装角度建议：机器人回零时焊枪朝向顺着地轨运动方向即可。

➤ 八轴悬臂 2000 机械臂

- 机器人基座至加工位置距离是 2.3 m – 2.5 m，如果需要垫高，该高度需要增加。

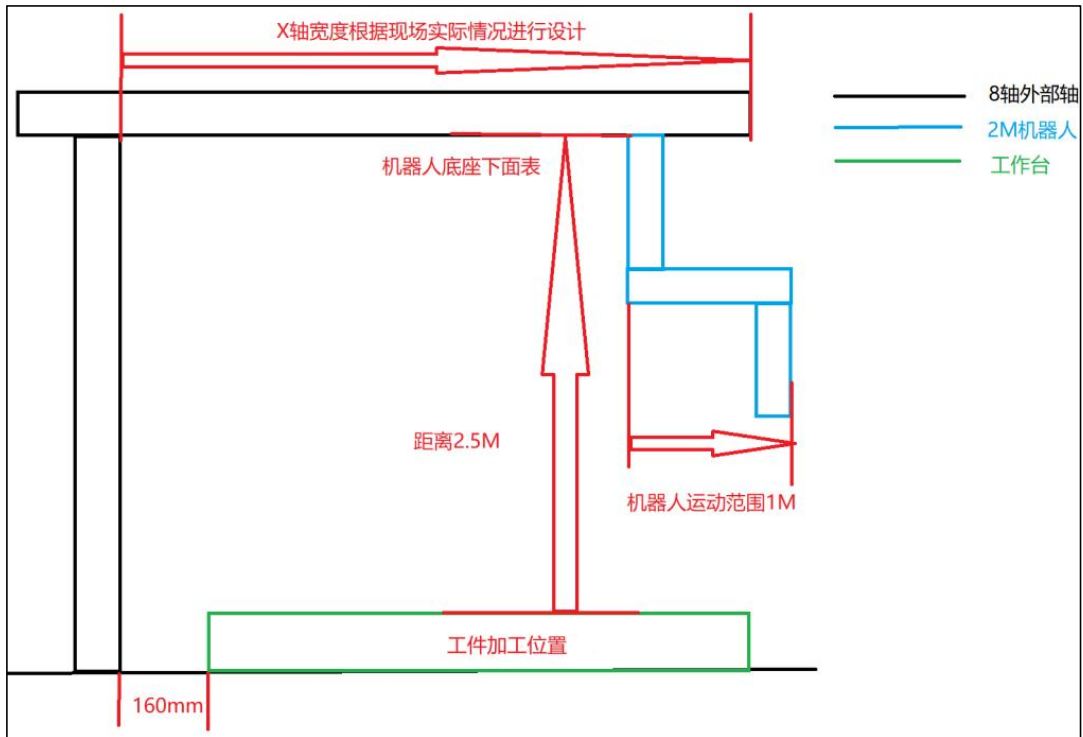


图 9-6 八轴悬臂工作站配 2 m 机器人加工范围

- 机器人安装角度建议：机器人回零时焊枪朝向顺着地轨运动方向即可。

9.4 九轴悬臂工作范围推荐

➤ 支持机型：YXZ 型、YZX 型。

- 焊枪长度：该场景使用的焊枪长度（喷嘴至焊枪安装法兰盘位置的垂直距离）约为 700 mm。焊枪长度调整时，加工高度需按 1:1 的比例同步变化，即焊枪长度每增减 100 mm，加工高度相应增减 100 mm。需注意，此调整与大线扫相机安装高度无关。

➤ 大线扫相机安装要求（3800 系统大线扫逆向建模）

- 安装高度：大线扫相机镜头下表面距加工位置平面的垂直距离推荐为 1.7 m。
- 安装姿态：大线扫相机安装时必须保证与地面平行。

➤ 九轴悬臂 1400 机械臂

- 机器人 Z 轴降至最低位置时，机器人基座至加工位置距离为 1.8 m – 2.1 m。如需垫高，该距离相应增大；如需焊接工作台表面上的焊缝，该距离需减小，减小量根据现场工况确定。图示机型为 YXZ 型，YZX 型工作范围与 YXZ 型基本一致。

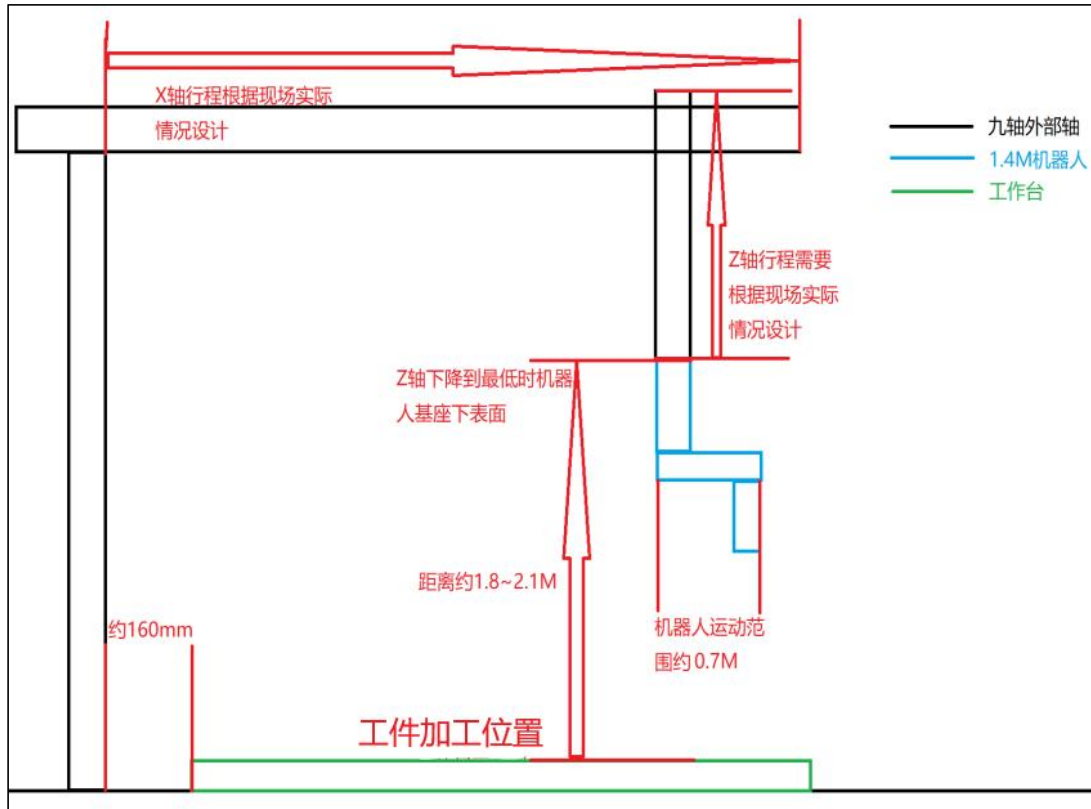


图 9-7 九轴悬臂工作站配 1.4 m 机器人加工范围

- 机器人安装角度建议：机器人回零时焊枪朝向顺着地轨运动方向即可。

➤ 九轴悬臂 2000 机械臂

- 机器人 Z 轴降至最低位置时，机器人基座至加工位置距离为 2.3 m – 2.5 m。如需垫高，该距离相应增大；如需焊接工作台表面上的焊缝，该距离需减小，减小量根据现场工况确定。图示机型为 YXZ 型，YZX 型工作范围与 YXZ 型基本一致。

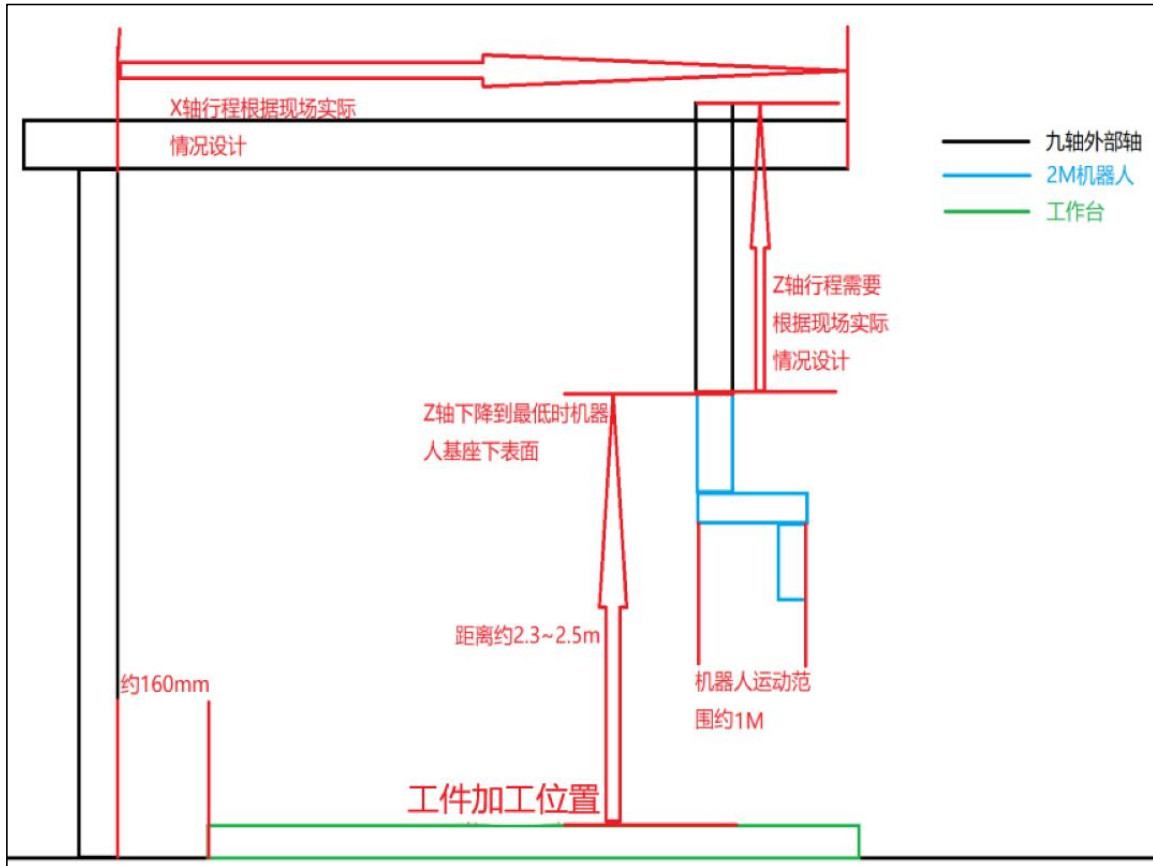


图 9-8 九轴悬臂工作站配 2 m 机器人加工范围

- 机器人安装角度建议：机器人回零时焊枪朝向顺着地轨运动方向即可。

第 10 章 悬臂机械验收建议标准

10.1 轨道

表 10-1 悬臂机械 - 轨道验收建议标准

内容	检验标准	检验工具	检验方法	判定
水平度	1 mm/30 m	卡尺、水准仪	两人配合，从轨道侧面摆放水准仪，沿轨道方向每隔 1 m 观测卡尺读数，卡尺底端放置轨道上表面，调节顶丝调平地轨高度。	每两个读数误差不超过 1 mm。
平行度	0.2 mm/1 m	千分表	千分表吸附于地轨轨道一侧滑块上，探头紧贴指向对向轨道内表面，滑行 1 m 获取滑行过程中的最大读数与最小读数的差值。	手推滑台无明显顿挫。
直线度	± 0.2 mm/1.5 m ± 0.5 mm/15 m	激光准直仪、 千分表	使用十字激光线，沿地轨方向打平行直线，将千分表吸附于滑台一侧，探头在起始段指向十字激光线，沿地轨方向滑行激光线有效测量距离，测试滑行过程中探头与激光线之间最大差值。	-
重复运动精度	0.05 - 0.1 mm	千分表	千分表吸附于地轨轨道一侧滑块上，探头紧贴指向对向轨道内表面，滑行 1 m 获取滑行过程中的最大读数与最小读数的差值。	-

10.2 立柱

表 10-2 悬臂机械 - 立柱验收建议标准

内容	检验标准	检验工具	检验方法	判定
上下安装面平行度	角度差不超过 0.1°	三坐标数显倾角仪	加工后检测方法如下，检测方式三选一均可。 <ul style="list-style-type: none"> ● 数控机床碰数，提供检测报告。 ● 三坐标检测，提供检测报告。 ● 悬臂站立于大理石平台，打倾角仪器，角度差不超过 0.1°。 	GB/T1184-1996 标准。
与轨道垂直度	$\leq \arctan$ (点云测量容忍的悬臂偏转的最大误差/悬臂有效行程) 标准 $< 1/5000 \text{ rad}$ (0.01°)	千分表、十字激光线	直立柱：十字激光沿地轨 X 轴方向打出水平方向激光，对齐地轨 Y 轴，垂直方向激光对齐立柱立面长边，千分表安装于悬臂滑台，滑行 1 m，测试起始端与滑行过程中探头距离激光线最大差值。	GB/T1184-1996 标准。

10.3 悬臂

表 10-3 悬臂机械 - 悬臂验收建议标准

内容	检验标准	检验工具	检验方法	判定
静态平行度	与立柱的垂直度小于 1/1000 rad	-	-	GB/T1184-1996 标准。
动态平行度差值 / 负载变形量	≤ 0.3 (5/1000 rad)	千分表、十字激光线	千分表装于机器人末端, 使用十字激光线做出地轨 ZX 平面, 测量千分表在 ZX 平面的变形量计算平行度。选取靠悬臂侧、悬臂中间位置以及悬臂最外侧三个点做测量, 对比其最大差值, 不超过 3 mm。	-
重复运动精度	0.05 - 0.1 mm	千分表	千分表吸附于地轨轨道一侧滑块上, 探头紧贴指向对向轨道内表面, 滑行 1 m 获取滑行过程中的最大读数与最小读数的差值。	-

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

