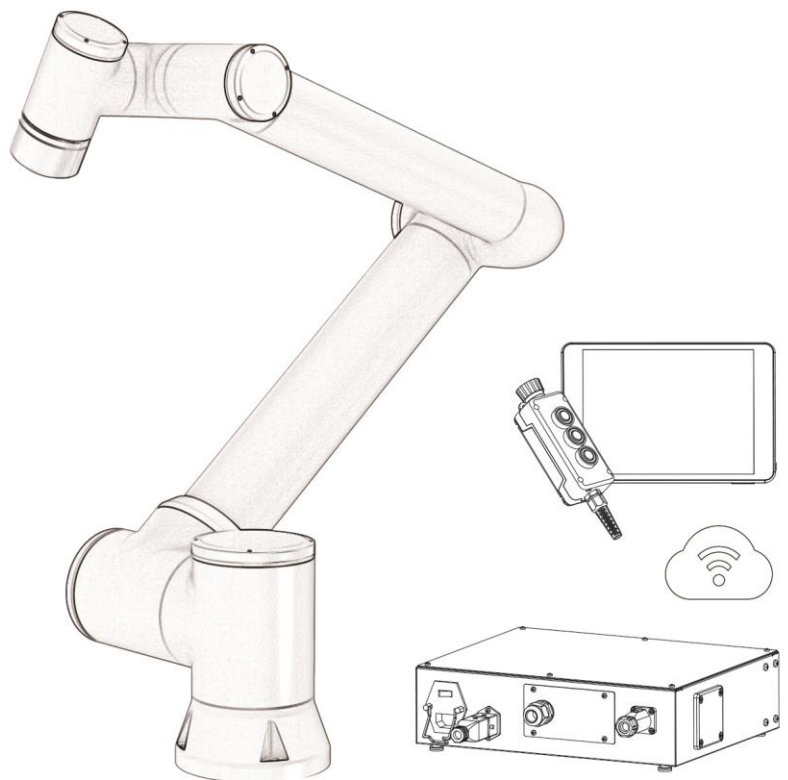




FR10智能协作机器人

用户手册



法奥意威(苏州)机器人系统有限公司

资料编码 20200310



目 录

前 言	1
箱子里面装的什么	1
重要安全说明	1
如何使用本手册	1
遵循的相关标准	1
第一章 硬件安装	3
1.1 安全须知	3
1.1.1 简介	3
1.1.2 人员安全	3
1.1.3 安全设置	4
1.1.4 危险识别	5
1.1.5 铭牌信息	6
1.1.6 有效性和责任	6
1.1.7 责任有限	7
1.1.8 该手册中的警告标志	7
1.1.9 使用前评估	7
1.1.10 紧急停止	9
1.1.11 无电力驱动的移动	11
1.2 设备运输	11
1.2.1 运输	11
1.2.2 搬运	11
1.2.3 存放	11
1.3 维护、报废处理	12
1.3.1 维护处置	12
1.3.2 废弃处置	12
1.4 机器人简介	13
1.4.1 基本参数	13

1.4.2 限位角度	14
1.4.3 运动范围	15
1.4.4 机器人坐标系	16
1.5 安装规范	17
1.5.1 机器人手臂安装	17
1.5.2 工具末端安装	18
1.5.3 安装环境	19
1.5.4 地板承载能力	19
1.5.5 最大有效载荷	19
1.6 控制连接	20
1.6.1 控制器接口	20
1.6.2 控制器 I/O 面板	22
1.6.3 RJ45 网络接口组	22
1.6.4 末端板	23
1.6.5 接地说明	24
1.6.6 所有数字 I/O 的通用规范	25
1.6.7 安全 I/O	27
1.6.8 通用数字量 I/O	29
1.6.9 从按钮进行的数字输入	29
1.6.10 与其他设备或 PLC 交互	30
1.6.11 模拟量 I/O	30
1.7 示教器及末端 LED	32
1.7.1 按钮盒简介	32
1.7.2 FR-HMI 示教器简介	33
1.7.3 末端 LED 定义	35
第二章 快速启动机器人	36
2.1 安装机器人手臂和控制箱	36
2.2 示教器启动控制机器人	36

2.3 按钮盒控制机器人运动.....	37
2.3.1 未搭配示教器.....	37
2.3.2 搭配示教器	40
2.4 示教器控制机器人运动.....	42
第三章 示教器软件解析	43
3.1 基础信息.....	43
3.1.1 系统简介	43
3.1.2 启动软件	43
3.1.3 用户登录及权限管理.....	43
3.2 系统初始界面	46
3.2.1 控制区	46
3.2.2 状态栏	47
3.2.3 菜单栏	48
3.2.4 操作区	48
3.3 三维模拟机器人	49
3.3.1 虚拟/实体机器人切换.....	49
3.3.2 三维虚拟轨迹和模型阴影	49
3.4 机器人设置.....	50
3.4.1 工具坐标	50
3.4.2 外部工具坐标.....	52
3.4.3 工件坐标	54
3.4.4 扩展轴坐标	55
3.4.5 碰撞等级	58
3.4.6 软限位	58
3.4.7 末端负载	59
3.4.8 速度缩放	61
3.4.9 机器人安装	61
3.4.10 摩擦力补偿.....	62

3.4.11 配置导入导出	62
3.5 控制箱 I/O	63
3.5.1 I/O 设置	63
3.5.2 I/O 状态显示	64
3.5.3 I/O 滤波	64
3.5.4 I/O 配置	65
3.6 机器人操作	69
3.6.1 示教点记录	69
3.6.2 Joint 运动	70
3.6.3 Base 点动	71
3.6.4 Tool 点动	72
3.6.5 Wobj 点动	73
3.6.6 Move 移动	74
3.6.7 Eaxis 移动	75
3.6.8 TPD（示教编程）	76
3.7 示教模拟	78
3.7.1 简介	78
3.7.2 工具栏	79
3.7.3 程序命令	80
3.7.4 示教管理	111
3.8 状态信息	112
3.8.1 系统日志	112
3.8.2 状态查询	113
3.9 辅助应用	114
3.9.1 机器人校正	114
3.9.2 系统升级	115
3.9.3 数据备份	116
3.9.4 10s 数据记录	116

3.9.5 示教点配置	117
3.9.6 矩阵移动	117
3.9.7 作业原点	119
3.9.8 干涉区配置	120
3.9.9 末端 LED 配置	123
3.9.10 外设协议	124
3.9.11 主程序配置	126
3.9.12 拖动锁定	127
3.9.13 焊接专家库	128
3.9.14 安全速度设置	133
3.10 系统设置	134
3.10.1 通用设置	134
3.10.2 账户设置	135
3.10.3 关于	136
第四章 机器人外设	137
4.1 夹爪外设配置	137
4.1.1 夹爪程序示教步骤	137
4.1.2 夹爪程序示教	139
4.2 喷枪外设配置	140
4.2.1 喷枪外设配置步骤	140
4.2.2 喷涂程序示教	141
4.3 焊机外设配置	142
4.3.1 焊机外设配置步骤	142
4.3.2 焊机程序示教	143
4.4 传感器外设配置	144
4.4.1 传感器外设配置步骤	144
4.4.2 激光跟踪传感器程序示教	148
4.5 扩展轴外设配置	149

4.5.1 扩展轴外设配置步骤	149
4.5.2 扩展轴配合激光跟踪焊接程序示教	152
4.6 传送带跟踪配置	153
4.6.1 传送带跟踪配置步骤	153
4.6.2 传送带跟踪程序示教	157
4.7 姿态自适应配置	158
4.7.1 姿态自适应配置步骤	158
4.7.2 姿态自适应配合扩展轴和激光跟踪焊接程序示教	160
4.8 力/扭矩传感器外设配置	161
4.8.1 力/扭矩传感器程序示教步骤	161
4.8.2 力/扭矩传感器程序示教	164
附录	165
附录 1: 运动控制器错误及处理方式	165
附录 2: 伺服驱动器故障代码表	172
附录 3: 末端板 485 升级	176
附录 4: 控制箱 485 升级	179
附录 5: 备件、易损件清单	180
术 语	181

前言

箱子里面装的什么

当您预订一个机器人时，您会收到一个箱子。里面包含：

- 协作机器人一台；
- 按钮盒一个；
- 控制箱一个，含控制箱线缆一根；

重要安全说明

机器人是一种涉及人身安全的设备，因此每次安装机器人后都必须执行安全评估。您必须遵守第 1 章中的所有安全说明。

如何使用本手册

本手册包含机器人安装编程的指导信息。手册包括：

- 硬件安装部分：机器人的机械安装和电气安装。
- 示教器软件解析部分：机器人示教及编程。

本手册面向的机器人集成商，集成商应接受过基本的机械电气培训，并熟悉初级编程概念。

遵循的相关标准

标准	定义
2006/42/EC:2006	Machinery Directive: Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC(recast)
2004/108/EC:2004	EMC Directive: Directive 2004/108/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States

	relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC
EN ISO 13850:2008	Safety of machinery: Emergency stop - Principles for design
EN ISO 13849-1:2008	Safety of machinery: Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles of design
EN ISO 13849-2:2012	Safety of machinery: Safety-related parts of control systems - Part 2: Validation
EN ISO 12100:2010	Safety of machinery: General principles of design, risk assessment and risk reduction
EN ISO 10218-1:2011	Industrial robots: Safety Note: Content equivalent to ANSI/RIA R.15.06- 2012, Part 1
ISO/TS 15066: 2016	Safety requirements for collaborative industrial robot Robots and robotic devices —Collaborative robots

第一章 硬件安装

1.1 安全须知

1.1.1 简介

本说明书会使用到以下警示，这些警示的作用是确保人身及设备的安全，当您在阅读本说明书时，必须遵守并执行本手册其他章节中的所有组装说明和指南，这一点非常重要。应特别注意与警告标志相关的文本。

注意：

如果机器人（机器人本体、控制箱、示教盒）因人为原因被损坏、更改或修改，法奥拒绝承担所有责任；法奥对由于客户编写的程序出错而对机器人或任何其他设备造成的任何损坏概不负责。

1.1.2 人员安全

在运行机器人系统时，首先必须要确保作业人员的安全，下面列出一般性的注意事项，请妥善采取确保作业人员安全的相应措施。

1. 使用机器人系统的各作业人员，应通过法奥意威（苏州）机器人系统有限公司主办的培训课程接受培训。用户需确保其充分掌握安全、规范的操作流程，具备机器人操作资格。培训详情请向我公司查询，邮箱为 jiling@frtech.fr。

2. 使用机器人系统的各作业人员请不要穿宽松的衣服，不要佩戴珠宝。操作机器人时请确保长头发束在脑后。

3. 在设备运转之中，即使机器人看上去已经停止，也有可能是因为机器人在等待启动信号而处在即将动作的状态。即使在这样的状态下，也应该将机器人视为正在动作中。

4. 应在地板上画上线条来标清机器人的动作范围，使操作者了解机器人包含握持工具（机械手、工具等）的动作范围。

5. 确保在机器人操作区域附近建立安全措施（例如，护栏、绳索、或防护屏幕），保护操作者及周边人群。应根据需要设置锁具，使得负责操作的作业人员以外者不能接触机器人电源。

6. 在使用操作面板和示教器时, 由于戴上手套可能会出现操作上的失误, 务必在摘下手套后进行作业。

7. 在人被机器人夹住或围在里面等紧急和异常情况下, 通过用力 (至少 700 N) 推动或拉动机器人手臂, 迫使关节移动。无电力驱动情况下手动移动机器人手臂仅限于紧急情况, 并且可能会损坏关节。

1.1.3 安全设置

在“辅助应用”中的“安全性设置”的菜单栏下, 点击“安全停止设置”进入安全停止设置功能界面。

启用安全停止模式, 当机器人报错或警告停止后, 机器人会自动去使能, 起到安全防护的作用。



图表 1.1-1 安全停止设置

- **降速模式:** 该模式被激活后, 机械臂在关节空间中的运动速度将受到限制, 相应文本框中的数值即为各关节运动速度的极限值, 其中 1, 2, 3 关节的设定范围为 15~150 %, 4, 5, 6 关节的设定范围为 15~180 %; 机械臂在笛卡尔空间的运动速度极限即为 TCP 速度限制值, 设定范围为 0~80mm/s。

1.1.4 危险识别

风险评估应考虑正常使用期间操作人员与机器人之间所有潜在的接触以及可预见的误操作。操作人员的颈部、脸部和头部不应暴露，以免发生碰触。在不使用外围安全防护装置的情况下使用机器人需要首先进行风险评估，以判断相关危险是否会构成不可接受的风险，例如

- 使用尖锐的末端执行器或工具连接器可能存在危险；
- 处理毒性或其他有害物质可能存在危险；
- 操作人员手指有被机器人底座或关节夹住的危险；
- 被机器人碰撞发生的危险；
- 机器人或连接到末端的工具固定不到位存在的危险；
- 机器人有效负载与坚固表面之间的冲击造成的危险。

集成商必须通过风险评估来衡量此类危险及其相关的风险等级，并且确定和实施相应的措施，以将风险降低至可接受的水平。请注意，特定机器人设备可能还存在其他重大危险。

通过将 FR 机器人所应用的固有安全设计措施与集成商和最终用户所实施的安全规范或风险评估相结合，将与 FR 协作性操作相关的风险尽可能降低至合理可行的水平。通过此文档可将机器人在安装前存在的任何剩余风险传达给集成商和最终用户。如果集成商的风险评估测定其特定应用中存在可能对用户构成不可接受风险的危险，集成商必须采取适当的风险降低措施，以消除或最大限度降低这些危险，直至将风险降低至可接受的水平为止。在采取适当的风险降低措施（如有需要）之前使用是不安全的。

如果对机器人进行非协同性安装（例如，当使用危险工具时），风险评估可能推断集成商需要在其编程时连接额外的安全设备（例如，安全启动设备）确保人员及设备安全。

1.1.5 铭牌信息

法奥机器人		法奥机器人	
产品名称:	控制箱	产品名称:	协作机器人
产品型号:	FR10	产品型号:	FR10
额定电压:	220VAC/单相/50Hz	负载能力:	10kg
防护等级:	IP54 (IO引出版为IP20)	工作半径:	1400mm
使用温度:	0-45°C	本体质量:	41kg
输入:	数字量: 16 模拟量: 2	额定输入电压:	220VAC/单相/50Hz
输出:	数字量: 16 模拟量: 2	额定输出电压:	48VDC
		输出短路额定值	48V44A
序列号:	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	序列号:	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
生产日期:	2021.05.06	生产日期:	2021.05.06
制造商: 法奥机器人(苏州)机器人系统有限公司 地址: 江苏省苏州市高新区竹园路209号 山东省淄博市高新区尊贤路5888号 服务电话: 0512-68562005 网址: www.frtech.fr		制造商: 法奥机器人(苏州)机器人系统有限公司 地址: 江苏省苏州市高新区竹园路209号 山东省淄博市高新区尊贤路5888号 服务电话: 0512-68562005 网址: www.frtech.fr	

图表 1.1-2 机器人铭牌信息

1.1.6 有效性和责任

本手册中的信息不包含设计、安装和操作一个完整的机器人应用，也不包含所有可能对这一完整的系统的安全造成影响的周边设备。该完整系统的设计和安装需符合该机器人安装所在国的标准和规范中确立的安全要求。

法奥的集成商有责任确保遵循相关国家的法律法规，确保完整的机器人应用中不存在任何重大危险。这包括但不限于以下内容：

- 对完整的机器人系统做一个风险评估
- 将风险评估定义的其他机械和附加安全设备连接在一起
- 在软件中建立适当的安全设置
- 确保用户不会对任何安全措施加以修改
- 确认整个机器人系统的设计和安装准确无误
- 明确使用说明
- 在机器人上标明集成商的相关标志和联系信息
- 收集技术文件中的所有文档，包括本手册

1.1.7 责任有限

本手册所包含的任何安全信息都不得视为通用的机器人安全保证，即使遵守所有安全说明，依然有可能引起人员伤害或设备损坏。

1.1.8 该手册中的警告标志

下面的标志定义了本手册中所包含的危险等级规定说明。产品上也使用了同样的警告标志。



危险：

这指的是即将引发危险的用电情况，如果不避免，可导致人员死亡或严重伤害。



触电危险：

这指的是即将引发危险的触电情况，如果不避免，可导致人员触电死亡或严重伤害。



烫伤危险：

这指的是可能引发危险的热表面，如果接触了，可造成人员伤害。

1.1.9 使用前评估

首次使用机器人或进行任何修改之后，机器人默认速度低于 250mm/s，请勿登录管理员修改速度进入高速模式，之后必须进行以下测试。确认所有安全输入和输出是正确的，并且连接正确。测试所有连接的安全输入和输出（包括多台机器或机器人共有的设备）是否功能正常。因此您必须：

- 测试紧急停止按钮和输入是否可以停止机器人并启动刹车。
- 测试防护输入是否可以停止机器人的运动。如果配置了防护重置，请在恢复运动之前检查是否需要激活。
- 测试操作模式是否可以切换操作模式，参见用户界面右上角的图标。
- 测试 3 档位使动装置是否必须按下才能在手动模式下启动动作，并且机器人处于减速控制下（机器人软件版本 V3.0 前不支持该功能）。

- 测试系统紧急停止输出是否能够将整个系统带到安全状态。

1.1.10 紧急停止

紧急停止按钮为 0 类停机，按下紧急停止按钮，立即停止机器人的一切运动。

下表显示触发 0 类停机的停止距离和停止时间。这些测量结果对应于机器人的以下配置：

- 延伸：100%（机器人手臂完全水平展开）
- 速度：100%（机器人一般速度设为 100%，以 180 %s 的关节速度移动）
- 有效负载：最大有效负载（10kg）

关节 1，关节 6 测试机器人水平移动，旋转轴垂直于地面。关节 2，关节 3，关节 4，关节 5 测试机器人遵循垂直轨迹，旋转轴平行于地面，并在机器人向下移动时停止。

表格 1.1-1 0 类停止时间和停止距离

	停止距离（rad）	停止时间（mms）
关节 1	0.51	420
关节 2	0.63	500
关节 3	0.60	480
关节 4	0.33	310
关节 5	0.16	150
关节 6	0.10	120

紧急停止后，关闭电源，旋转紧急停止按钮，打开电源即可重新启动机器人。

同时机器人安全停止和软限位停止的停止时间和停止距离，见下表。这些测量结果对应于机器人的以下配置：

- 延伸：100%（机器人手臂完全水平展开）
- 速度：100%（机器人一般速度设为 100%，以 180 %s 的关节速度移动）
- 有效负载：最大有效负载（10kg）

关节 1，关节 6 测试机器人水平移动，旋转轴垂直于地面。关节 2，关节 3，关节 4，关节 5 测试机器人遵循垂直轨迹，旋转轴平行于地面，并在机器人向下移动时停止。

表格 1.1-2 安全停止时间和停止距离

	停止距离 (rad)	停止时间 (mms)
关节 1	0.64	460
关节 2	0.70	540
关节 3	0.69	510
关节 4	0.42	330
关节 5	0.25	170
关节 6	0.13	140

表格 1.1-3 软限位停止时间和停止距离

	停止距离 (rad)	停止时间 (mms)
关节 1	0.69	480
关节 2	0.74	570
关节 3	0.75	550
关节 4	0.46	340
关节 5	0.28	190
关节 6	0.20	150

注意：

- ◆ 根据 IEC 60204-1 和 ISO 13850，紧急停止设备不是安全防护装置。它们是补充性防护措施，并不用于防止伤害。

1.1.11 无电力驱动的移动

如果发生必须移动机器人关节但无法为机器人供电或者其他紧急情况，请联系机器人经销商，必要时可以使用暴力手段强制移动机器人以解救被困人员。

1.2 设备运输

1.2.1 运输

机器人和控制箱已作为成套设备校准。请勿将它们分开，那样将需要重新校准。

只能将机器人放在原包装中运输。如果今后要搬运机器人的话，请将包装材料保存在干燥处。

将机器人从包装移动到安装空间时，同时托住机器人的两个臂体。扶住机器人直至机器人机座的所有安装螺栓全部紧固好。

1.2.2 搬运

协作机器人总质量（含包装）大概为 50kg，当人力对协作机器人进行搬运或转移时，需要两人抬，不推荐单人搬运，在运输过程中务必平稳，避免设备倾翻或者滑落。

注意：

- ◆ 若采用专业设备进行搬运，请务必由具有相应操作资格的专业人员使用吊车或者叉车对协作机器人进行运输或者搬运，否则有可能会引起人员伤害或者其他事故。
- ◆ 若采用人工搬运，请注意搬运途中人身安全；
- ◆ 协作机器人包含精密零部件，在运输或者搬运过程中应该避免剧烈的振动或者晃动，否则有可能降低设备的性能。

1.2.3 存放

协作机器人应在-25~60℃，无凝霜环境下存放。

1.3 维护、报废处理

1.3.1 维护处置

请用户间隔 1 个月对急停和保护性停止进行检测。判断安全功能是否有效。
急停和保护性停止接线请参考接线章节。

1.3.2 废弃处置

FR 机器人需要根据适用的国家法律法规及国家标准处置，详情可联系厂商。



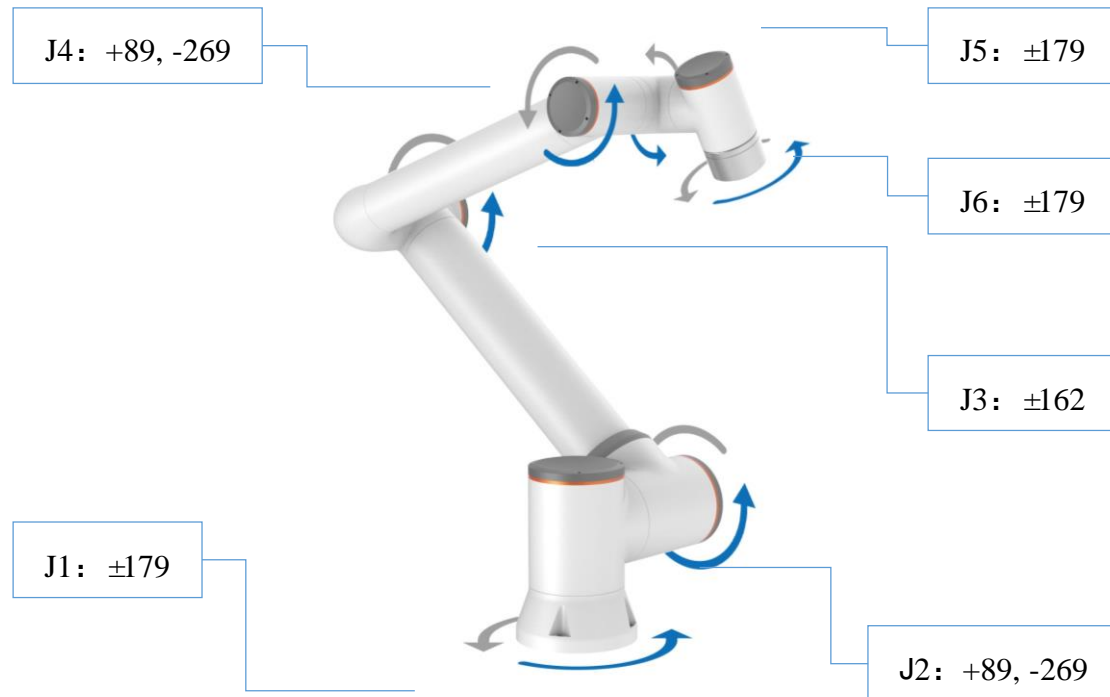
1.4 机器人简介

1.4.1 基本参数

表格 1.4-1 机器人基本参数

名称	FR10
负载	10kg
最大工作范围	1400mm
自由度	6 个旋转自由度
重复定位精度	正负 0.06mm
关节活动范围 软件限位极限	1 轴: +175, -175; 2 轴: +85, -265; 3 轴: +160, -160; 4 轴: +85, -265; 5 轴: +175, -175; 6 轴: +175, -175;
关节最快速度	1 轴&2 轴 120 度/s, 3-6 轴 180 度/s
防护等级	IP54
噪音	<65dB
安装方向	任何方向
输入输出	电源 (24V, 1.5A)、数字 IO, 模拟 IO, 485 通信
使用温度	0-45℃
整机重量	约 40kg
设备存放	-25~60℃ (无结霜)
平均故障修复时间	2h

1.4.2 限位角度



图表 1.4-1 机器人机械限位

1.4.3 运动范围

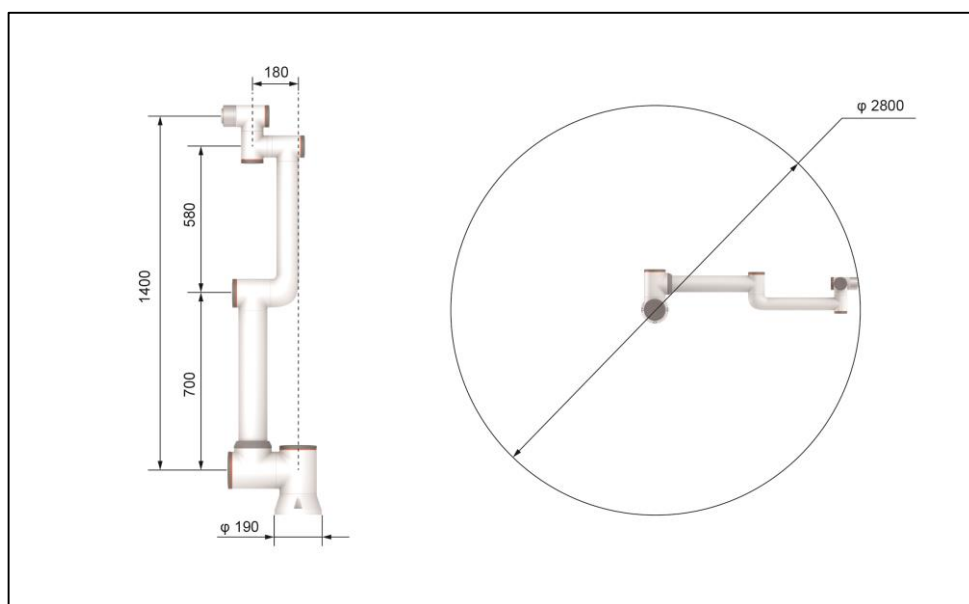
机械臂安装空间：

机器人本体安装需要 $3\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m}$ （长 \times 宽 \times 高）的空间，以满足机器人最大臂展下的运动；若用户自行增加末端负载，请确保安装空间留有最少 500mm 间隙。

注：高度空间受安装底座高度的影响，此处 2m 是指高出安装基准面的距离；

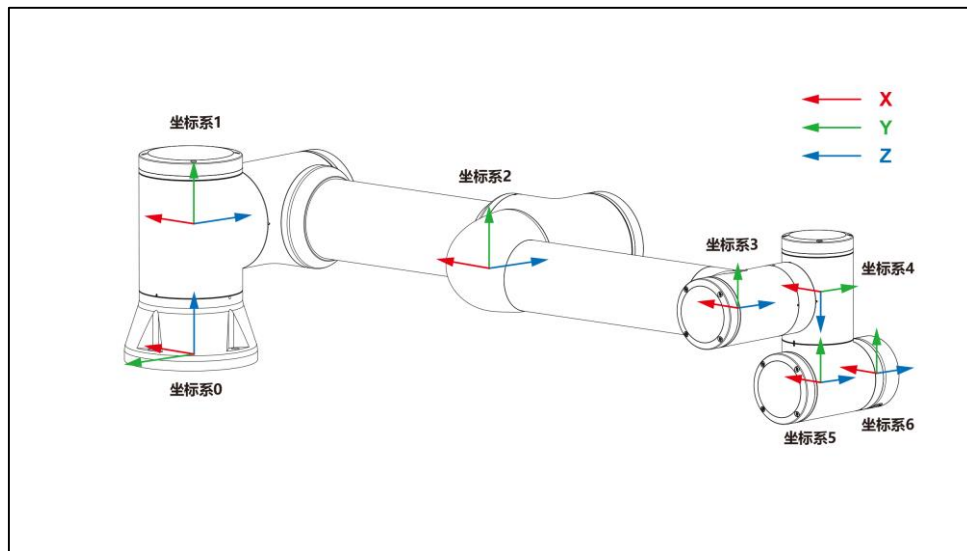
控制柜安装空间：

- 1.控制箱应放在易于操作，防止水淹触电，距离地面 0.6m-1.5m。
- 2.柜体必须远离热源。
- 3.控制箱重载线一侧应满足 150mm 以内无遮挡，其余侧满足 100mm 以内无遮挡，便于散热和取放。

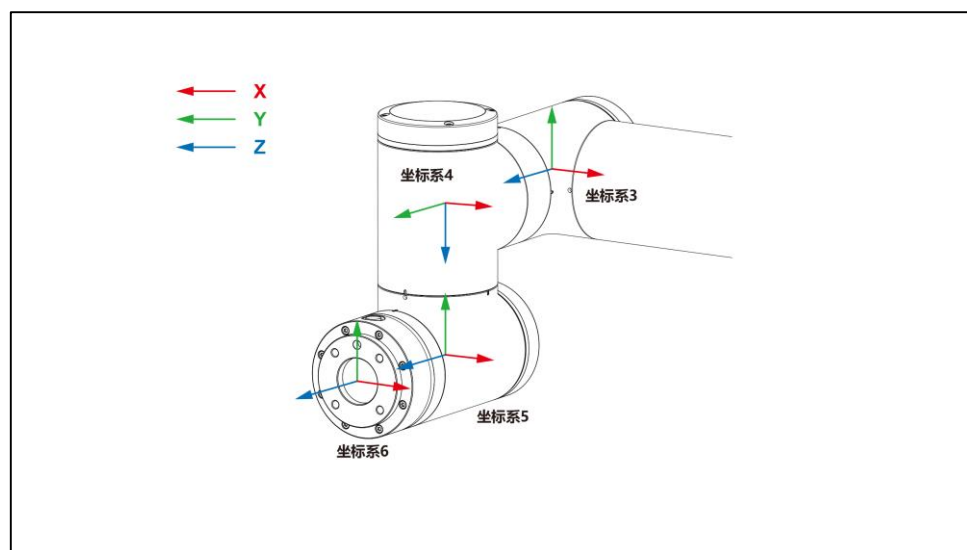


图表 1.4-2 机器人运动范围

1.4.4 机器人坐标系



图表 1.4-3 机器人坐标系



图表 1.4-4 机器人末端法兰坐标系

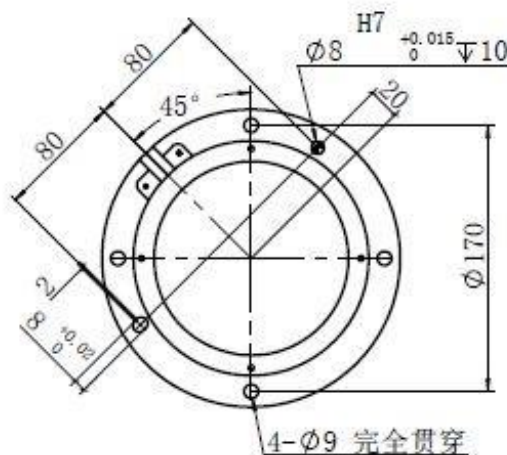
1.5 安装规范

1.5.1 机器人手臂安装

机器人手臂使用 4 颗强度不低于 8.8 级强度的 M8 螺栓安装机器人手臂。螺栓必须使用 20 N·m 扭矩拧紧。

使用预留的两个 $\varnothing 8$ 销孔来准确地重新定位机器人手臂。注意：可以采购精确的基座作为附件来使用。图表 1.5-1 显示了销孔位置和螺丝安装位置。

将机器人安装在一个坚固、无震动的表面，该表面应当足以承受至少 10 倍的基座关节的完全扭转力，以及至少 5 倍的机器人手臂的重量。如果机器人安装在线性轴上或是活动的平台上，则活动性安装基座的加速度非常低。高加速度会导致机器人发生安全停机。



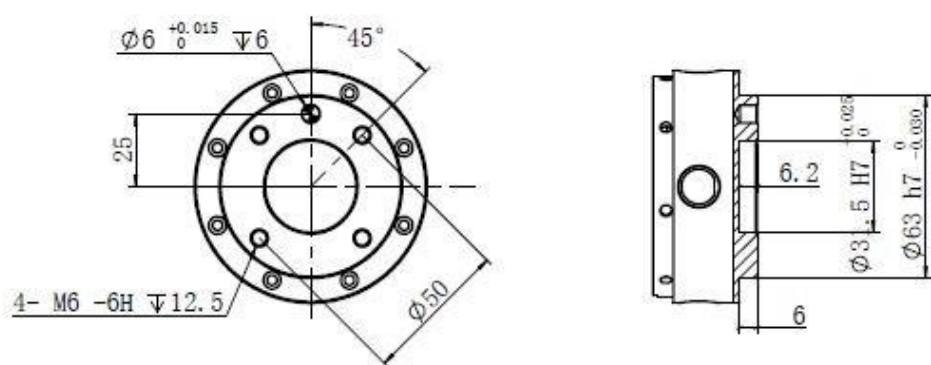
图表 1.5-1 机器人安装尺寸

注意：

确保机器人手臂正确并安全地安装到位。安装不稳定会导致事故。

1.5.2 工具末端安装

机器人工具法兰有四个 M6 螺纹孔，可用于将工具连接到机器人。M6 螺栓必须使用 8 N·m 的扭矩拧紧，其强度等级不低于 8.8 级。为了准确地重新定位工具，请在预留的 $\varnothing 6$ 销孔中使用销钉。图表 1.5-2 显示了工具法兰的图纸。



图表 1.5-2 机器人末端法兰尺寸

注意：

- ◆ 确保工具正确并安全地安装到位。
- ◆ 确保工具安全架构，不会有零件意外坠落造成危险。
- ◆ 在机器人上法兰上安装长度超过 8 毫米的 M6 螺栓可能会破坏工具法兰并造成无法修复的损坏，从而导致必须更换工具法兰。

1.5.3 安装环境

在安装及使用协作机器人时，确保满足以下要求：

- 环境温度 0-45℃
- 湿度 20-80RH 不结露
- 无机械冲击和震动
- 海拔要求 2000m 以下
- 无腐蚀性气体，无液体，无爆炸性气体，无油污，无盐雾，无尘埃或金属粉末，无放射性材料，无电磁噪声，无易燃物品
- 避免设备在电流的不稳定条件下工作
- 用户需要在机器人电源前增加不小于 10A/250V 关断能力的空气开关。

注意：

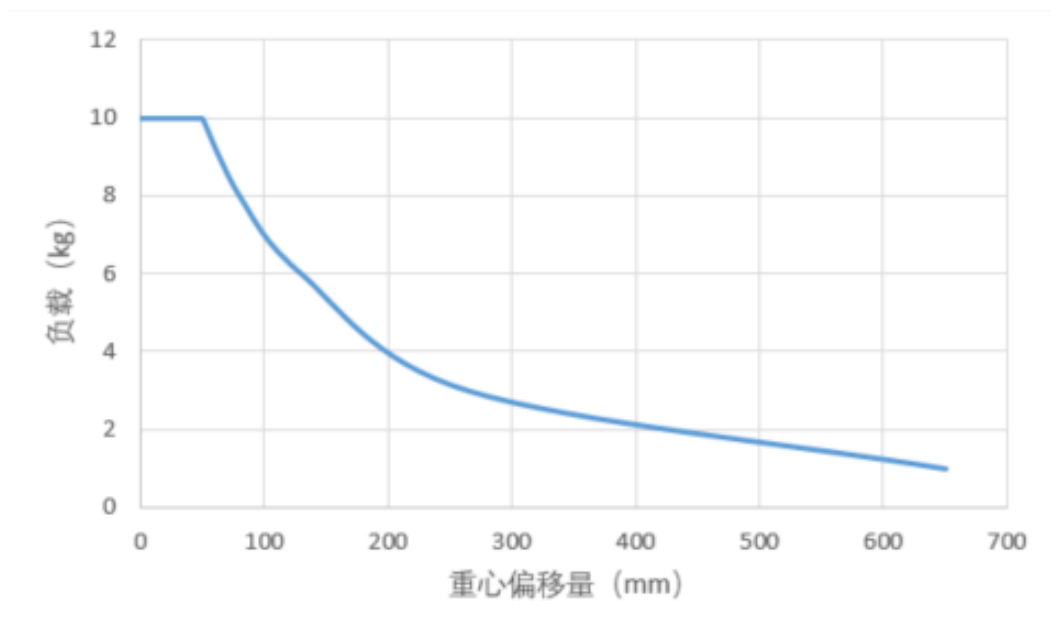
如果要将协作机器人吊装或者装到竖直面时，请联系我们。

1.5.4 地板承载能力

将机器人安装在一个坚固的表面，该表面应足以承受至少 5 倍的机器人手臂的重量，而且，该表面不能有震动。

1.5.5 最大有效载荷

机器人手臂的最大允许有效载荷取决于重心偏移。最大的 10kg 负载为重心距末端中心 30mm 处的载荷值。当负载重心距离变远，机器人承受的负载会变小。



图表 1.5-3 负载偏距示意图

1.6 控制连接

1.6.1 控制器接口

本系列机器人采用 TN-S 单相 220V 交流电源供电，设备自带 5 米电源线，三脚插头端插入现场提供的交流 220V 插座，机器人电气接地。

- 额定输入电压：6A/220VAC
- 额定输出电压：48V/21A
- 相数：单相
- 频率：50Hz
- 输出短路额定值：48V/22A

警告：

在接线前，请务必确保电源处于关闭状态，并在旁边挂放安全警示牌。

本系列机械手控制系统的外部连线均使用可插拔可快速安装的插头进行连接。协作机器人接线面板如图表 1.6-1 所示。

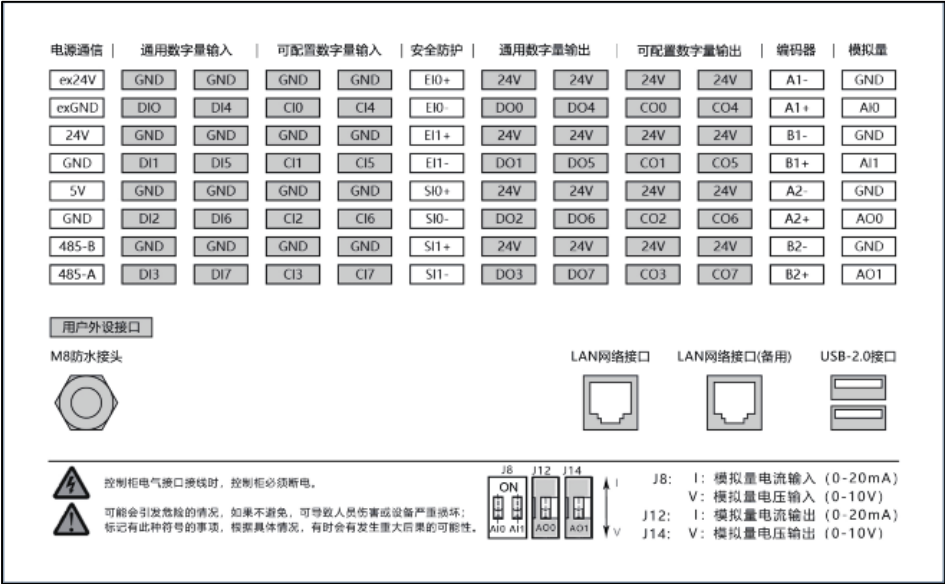
- 确保控制箱电源按钮关闭情况下（按钮打到 0）将 220V 电源线接到电源插口(满载输入电压为 6A/220VAC~7A/210VAC)；
- 将机器人本体重载线缆连接到控制箱重载接口；
- 将按钮盒航空插头插到控制箱示教器接口；
- 控制箱两侧散热口，间隔距离不少于 15CM；
- 控制箱正面（用户钣金，开关电源键、重载与示教器线束）处，间隔距离不少于 25CM；
- 控制箱距离地面 0.6-1.5m；
- 不允许用户自行更换电源线缆；



图表 1.6-1 控制箱接线面板

1.6.2 控制器 I/O 面板

您可以使用控制箱内的 I/O 来控制各种设备，包括气动继电器、PLC 和紧急限位装置止按钮。如图表 1.6-2 显示了控制箱内部的电气接口组，图右侧为控制箱的网络接口组，其中 LAN 网络接口（备用）已接到用户网口（192.168.57.2）。



图表 1.6-2 控制箱电气接口示意图

1.6.3 RJ45 网络接口组

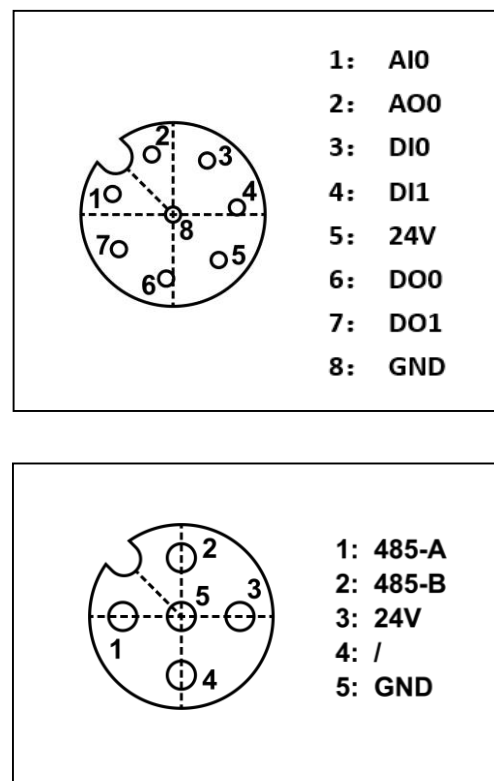
控制箱内的网络接口组地址如图表 1.6-3 所示，注意该图与控制箱内部网口地址顺序对应，机器人默认端口禁止插拔。用户网口可以用来与相机等设备通信，IP 地址为 192.168.57.2。按钮盒接口默认为示教器控制端口，IP 地址为 192.168.58.2，使用网线连接按钮盒接口与电脑，电脑 IP 地址设为 192.168.58.10 或与之同一网段，打开谷歌浏览器输入 192.168.58.2 即可访问示教器页面。



图表 1.6-3 网络接口组示意图

1.6.4 末端板

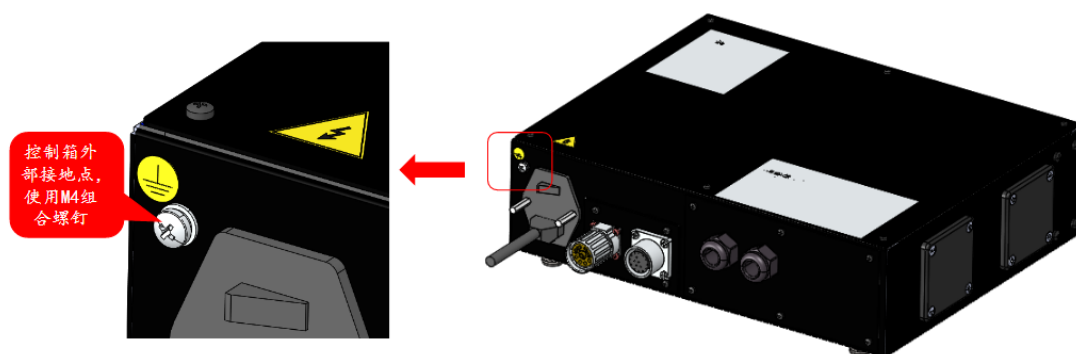
您可以使用末端板的 I/O 和 485 通讯接口来控制各种设备，包括气动继电器、PLC 和紧急停止按钮。Pin 脚分布及其 pin 脚说明如图表 1.6-4 所示。I/O 连接器型号为 M12 连接器 8 芯母头。



图表 1.6-4 末端版电气接口示意图

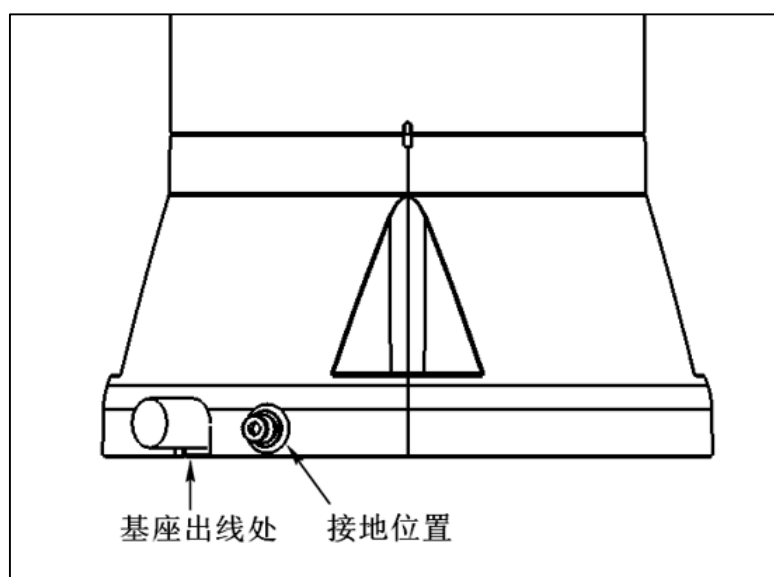
1.6.5 接地说明

1. 控制箱接地位于电源开关左上方 M4 组合螺钉处，如图表 1.6-5 所示。



图表 1.6-5 控制箱接地示意图

2. 本体接地位于基座出线处的右侧位置，如如图表 1.6-6 所示。



图表 1.6-6 本体接地示意图

单独使用的保护导线，截面积不应小于：

- 2.5mm² 铜或 16mm² 铝，如果提供机械损伤防护（导线管、管道等）
- 4mm² 铜或 16mm² 铝，如果没有提供机械损伤防护

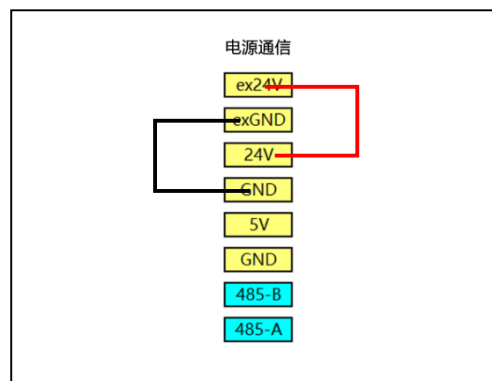
1.6.6 所有数字 I/O 的通用规范

本节规定了下列控制箱 24 伏数字输入/输出的电气规范：

- 安全 I/O
- 通用数字量 I/O

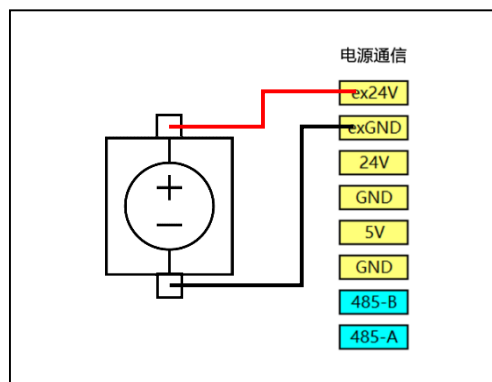
机器人必须按照电气规范进行安装。

通过配置 “电源通讯” 接口，可以使用内部或外部 24V 电源为数字 I/O 供电。该接口中上面两个端子（ex24V 和 exGND）为外部电源的 24V 和地，下面两个端子（24V 和 GND）为内部电源的 24V 和地。默认配置是使用内部电源，如图表 1.6-7 所示。



图表 1.6-7 电源通信示意图 01

如果负载功率较大，可以按如图 1.6-8 连接外部电源。



图表 1.6-8 电源通信示意图 02

内部和外部电源的电气规格如表格 1.6-1 内外部电气规格所示：

表格 1.6-1 内外部电源电气规格

端子	参数	最小值	典型值	最大值	单位
内部24V电源					
[ex24V – exGND]	电压	23	24	25	V
[ex24V – exGND]	电流	0	-	2	A
内部24V电源					
[24V – GND]	电压	23	24	25	V
[24V – GND]	电流	0	-	1.5	A

数字量 I/O 的电气规格如表格 1.6-2 数字量 I/O 电气规格所示：

表格 1.6-2 数字量 I/O 电气规格

端子	参数	最小值	典型值	最大值	单位
数字量输出					
[COx / DOx]	电流	0	-	1	A
[COx / DOx]	压降	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	漏电流	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	功能	-	NPN	-	Type
数字量输入					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	OFF	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	ON	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	电流(11-30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	功能	-	NPN	-	Type

1.6.7 安全 I/O

本节描述了安全 I/O 的电气规范，必须遵守第 1.6.6 节中的通用电气规范。

安全装置和设备必须按照安全说明和风险评估进行安装，见第 1.1。所有安全 I/O 都是成对的（冗余），必须作为两个独立的分支保存。单一故障不应导致安全功能丧失。

安全 I/O 包括紧急停止和安全停止。紧急停止输入仅用于紧急停止设备，安全停止输入用于各种安全相关保护设备。功能差异如表格 1.6-3 功能差异所示：

表格 1.6-3 功能差异

	紧急停止	安全停止
机器人停止移动	是	是
停止类别	类别 0	类别 1
程序执行	停止	暂停
机器人电源	关闭	打开
重启	手动	自动或手动
使用频率	不频繁	经常
需要重新初始化	需要	不需要

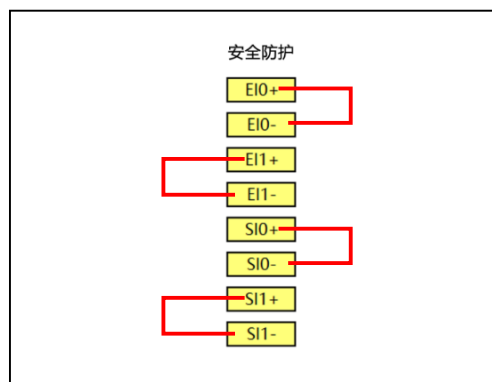
危险：

- ◆ 切勿将安全信号连接到不具有正确安全级别的 PLC。如果不遵守此警告，则可能导致严重伤害或死亡，因为其中一个安全停止功能可能被覆盖。必须将安全接口信号与正常 I/O 接口信号分开。
- ◆ 所有与安全相关的 I/O 都是冗余构建的（两个独立通道）。必须保持两个通道分开，以便单个故障不会导致安全功能丧失。
- ◆ 在将机器人投入运行之前，必须验证急停安全功能（机器人通电使能，按下急停按钮，机器人断电停止，关闭电源，旋转急停按钮，打开电源，机器人重新上电使能）。必须定期测试安全功能。
- ◆ 机器人安装应符合这些规范。否则可能导致严重伤害或死亡，因为安全停止功能可能被越过。

以下小节给出了一些如何使用安全 I/O 的示例。

默认安全配置

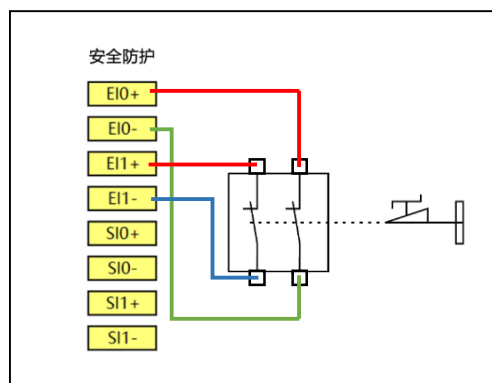
机器人出厂时带有默认配置，无需任何附加安全设备即可进行操作，请参见图表 1.6-9。



图表 1.6-9 安全防护示意图 01

连接紧急停止按钮

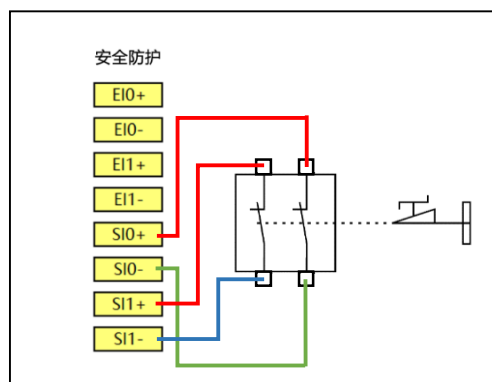
在大多数应用中，需要使用一个或多个额外的紧急停止按钮。见图表 1.6-10。



图表 1.6-10 安全防护示意图 02

连接安全停止按钮

安全停止装置的一个例子是当门打开时机器人停止的门开关，见图表 1.6-11。



图表 1.6-11 安全防护示意图 03

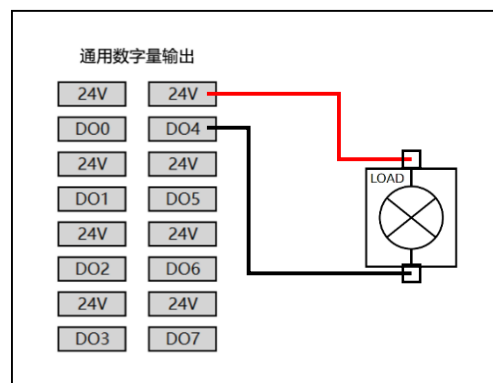
1.6.8 通用数字量 I/O

本节描述了通用数字量 I/O 的电气规范，必须遵守第 1.6.6 节中的通用电气规范。

通用数字量 I/O 可用于驱动继电器、电磁阀等设备或与其他 PLC 进行交互。

数字量输出控制负载

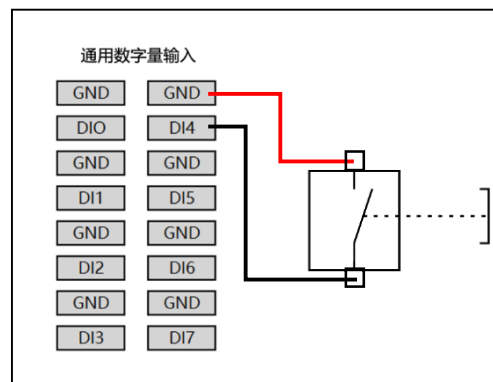
此示例演示如何连接数字量输出从而控制负载，请参见图表 1.6-12。



图表 1.6-12 通用数字量输出示意图 01

1.6.9 从按钮进行的数字输入

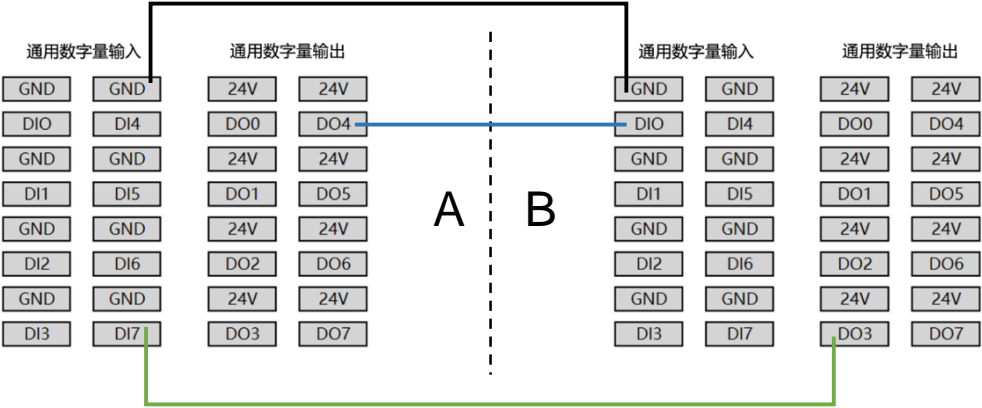
下面的示例演示如何将简单按钮连接到数字量输入。



图表 1.6-13 通用数字量输入示意图 02

1.6.10 与其他设备或 PLC 交互

下面的示例演示如何与其他设备或 PLC 进行数字量输入输出交互。



图表 1.6-14 与其他设备或 PLC 交互示意图

1.6.11 模拟量 I/O

表格 1.6-4 模拟量电流电压

端子	参数	最小值	典型值	最大值	单位
模拟量电流输入					
[AIx - END]	电流	0	-	20	mA
[AIx - END]	阻抗	-	500	-	ohm
[AIx - END]	分辨率	-	12	-	bit
模拟量电压输入					
[AIx - END]	电压	0	-	10	V
[AIx - END]	阻抗	-	510	-	Kohm
[AIx - END]	分辨率	-	12	-	bit
模拟量电流输出					
[AOx - END]	电流	0	-	20	mA
[AOx - END]	电压	0	-	10	V
[AOx - END]	分辨率	-	12	-	bit
模拟量电压输出					
[AOx - END]	电压	0	-	10	V
[AOx - END]	电流	0	-	20	mA
[AOx - END]	阻抗	-	100	-	ohm
[AOx - END]	分辨率	-	12	-	bit



模拟量 I/O 用来设置或测量其它设备的电压（0-10V）或电流（0-20mA）。

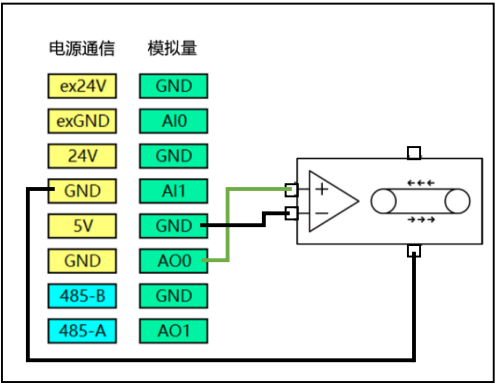
为了达到高精度，建议采用以下方法。

- 设备和控制箱使用相同的地（GND）。
- 使用屏蔽电缆或双绞线。

下面的示例演示如何使用模拟量 I/O。

使用模拟量输出

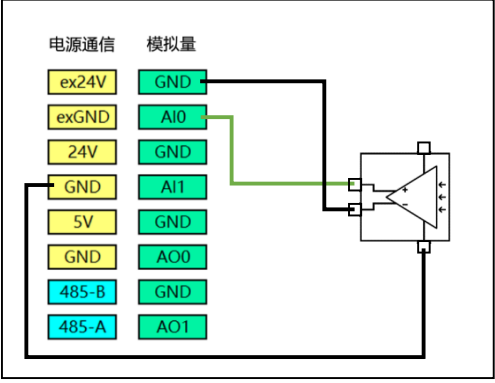
下面的示例是演示使用模拟量输出控制传送带。



图表 1.6-15 模拟量输出示意图

使用模拟量输入

下面的示例是演示使用模拟量输入连接模拟传感器。



图表 1.6-16 模拟量输入示意图

1.7 示教器及末端 LED

机器人示教器可以使用一台电脑或者平板访问并控制机器人，连接方式可参考 1.6.3 节说明，此外用户也可以使用我们的 FR-HMI 示教器，该款示教器是选配件。

1.7.1 按钮盒简介



图表 1.7-1 示教器与按钮盒

急停开关：当按下急停开关，机器人进入紧急停止状态。

Type-c 接口：连接触屏版示教器的端口。

按键 1：短按自动/手动模式切换，长按进入/退出拖动模式。

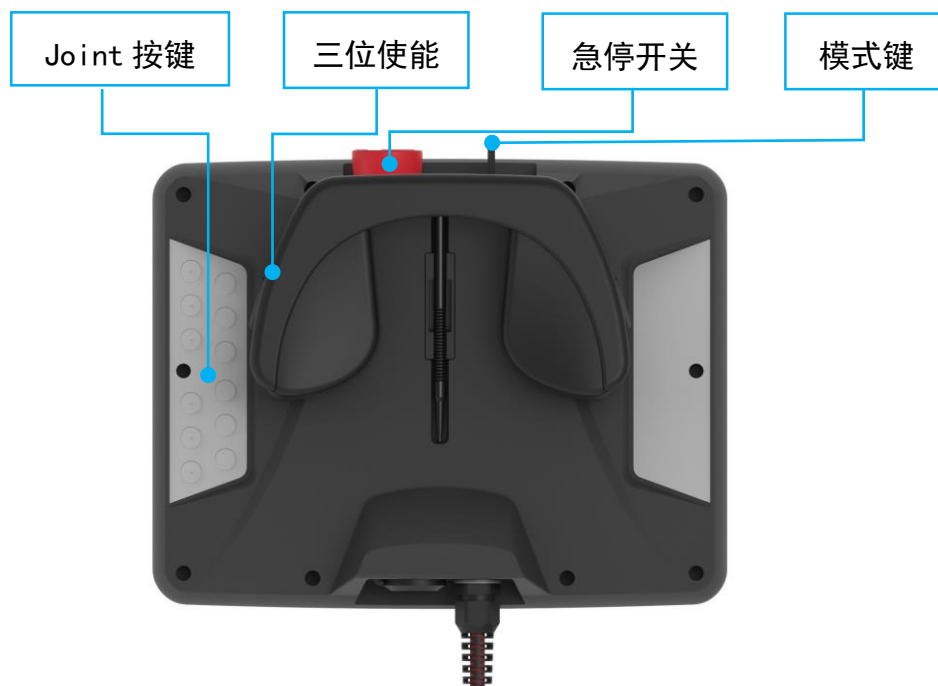
按键 2：短按记录示教点，长按进入/退出不搭配示教器状态。

按键 3：短按开始/停止运行程序。

1.7.2 FR-HMI 示教器简介



图表 1.7-2 FR-HMI 示教器正面



图表 1.7-3 FR-HMI 示教器背面

显示屏：示教器的触摸操作与显示界面。

启动键：启动程序。

停止键：停止当前运行的程序。

F4 按键：输入键盘调用按键。

Joint 按键：机器人关节点动。

三位使能：手动模式使能机器人

急停开关：当按下急停开关，机器人进入紧急停止状态。

模式键：旋转按钮切换手自动模式。



1.7.3 末端 LED 定义

表格 1.7-1 末端 LED 定义表

功能	LED 颜色
通信未建立时	“灭” “红” “绿” “蓝” 交替
自动模式	蓝色长亮
手动模式	绿色长亮
拖动模式	白青色长亮
按钮盒记录点（仅在使用按钮盒时）	紫色闪烁两下
进入未搭配按钮盒状态（仅在使用按钮盒时）	青蓝色闪烁两下
开始运行（仅在使用按钮盒时）	蓝色闪烁两下
停止运行（仅在使用按钮盒时）	红色闪烁两下
报错（仅在使用按钮盒时）	红色长亮
校零完成	白青色闪烁三下
去使能	黄色闪烁两下

第二章 快速启动机器人

2.1 安装机器人手臂和控制箱

根据第一章中的 1.5 和 1.6 安装连接机器人手臂和控制箱。

- 开箱取出机器人手臂，使用 4 颗强度不低于 8.8 级强度的 M8 螺栓安装机器人手臂。将机器人手臂安装在一个坚固且防震的表面，若用铝板固定，铝板厚度不小于 16mm，若用铁板固定，铁板厚度不小于 8mm；
- 将控制箱放置在其支脚上；
- 将机器人手臂本体重载线缆连接到控制箱重载接口；
- 将按钮盒航空插头插到控制箱示教器接口，若配备有触摸屏版示教器，还需要使用一根两端都为 Type-c 接口的数据线，分别插入按钮盒与示教器的 Type-c 接口；
- 确保控制箱电源按钮关闭情况下（按钮打到 0）将 220V 电源线接到电源插口；
- 插上电源控制箱插头。

危险：

如果机器人没有安全地放置在坚固的表面上，机器人有可能会倾倒并造成伤害。

2.2 示教器启动控制机器人

控制箱连接机器人手臂、示教盒和任何周边设备的物理电气输入/输出端。必须打开控制箱才能给机器人手臂通电。

- 按下控制箱的电源按钮开启控制箱；
- 启动机器人后，此时机器人为手动模式且未使能，若需要在手动模式下操作机器人，需要按压示教器上三位使能开关 OFF（放开）⇒ ON ⇒ OFF（按压），当开关处于 ON 状态时，拖动或控制机器人运动。
- 若无需在手动模式操作机器人，可用示教器上钥匙开关旋转按钮切换机器人工作模式：自动、手动、自定义；

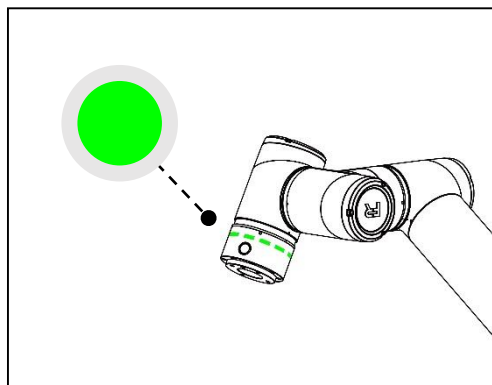
- 当切换机器人手动状态时，应检查安全空间内外是否存在异常并谨慎操作机器运行；
- 当切换机器人自动状态时，应检查安全措施并恢复到正常状态下并谨慎操作机器运行；
- 当无法正常打开示教器时，请查看设备连接是否正常。

2.3 按钮盒控制机器人运动

参照第一章的 1.7.3 末端 LED 定义来控制机器人

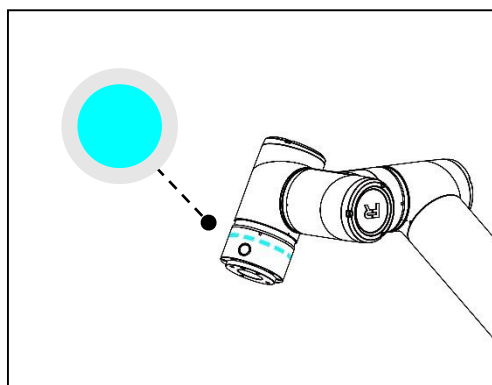
2.3.1 未搭配示教器

- **Step1**，打开机器人控制箱电源开关，启动机器人，等待末端 LED 长显绿色后，方可操作机器人如图表 2.3-1。



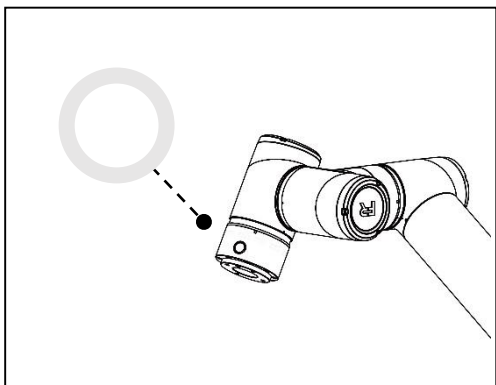
图表 2.3-1 末端 LED 绿色示意图

- **Step2**，长按按钮盒“按键 2”，进入未搭配示教器模式，末端 LED 青蓝色闪烁三下，如图表 2.3-2。

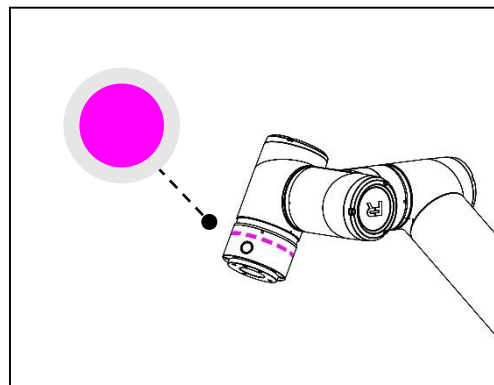


图表 2.3-2 末端 LED 青蓝色示意图

- **Step3**, 长按按钮盒“按键 1”切换机器人到拖动模式, 此时末端 LED 为白青色, 如图表 2.3-3, 移动机器人至任意位置, 长按“按键 1”退出拖动模式, 短按按钮盒“按键 2”记录 P1 点, 末端 LED 紫色闪烁三下, 如图表 2.3-4。

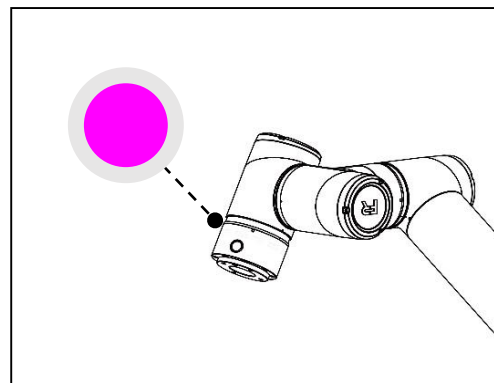


图表 2.3-3 末端 LED 白青色示意图



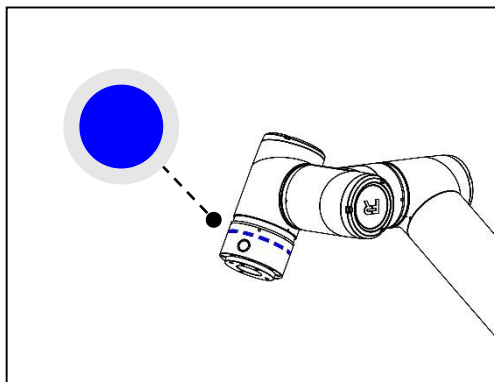
图表 2.3-4 末端 LED 紫色示意图

- **Step4**, 移动机器人, 短按按钮盒“按键 2”记录 P2 点, 末端 LED 紫色闪烁三下, 如图表 2.3-5。

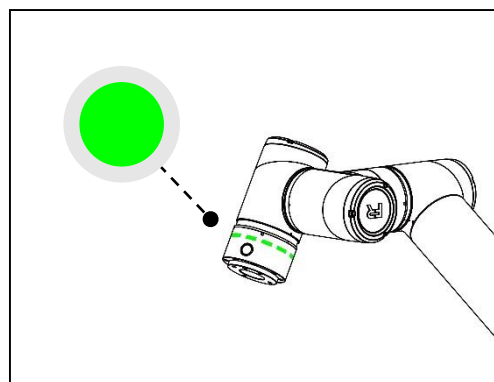


图表 2.3-5 末端 LED 紫色示意图

- **Step5**, 长按按钮盒“按键 1”退出拖动模式, 此时为手动模式, 末端 LED 为绿色, 如图表 2.3-6, 短按“按键 1”切换机器人到自动模式, 此时末端 LED 为蓝色, 如图表 2.3-7。

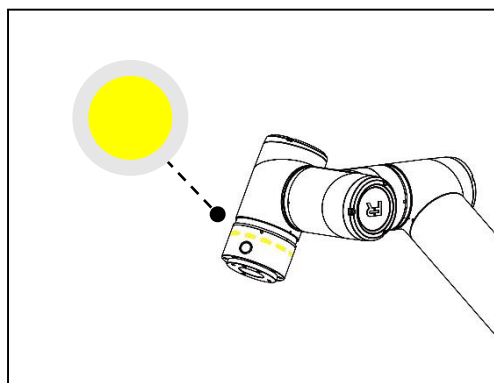


图表 2.3-6 末端 LED 绿色示意图



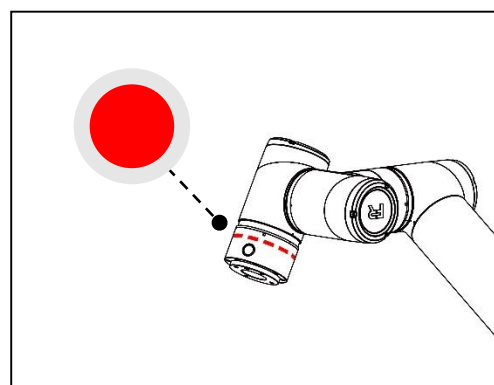
图表 2.3-7 末端 LED 蓝色示意图

- **Step6**, 短按按钮盒“按键 3”运行该程序, 末端 LED 蓝色闪烁两下, 如图表 2.3-8。



图表 2.3-8 末端 LED 黄色示意图

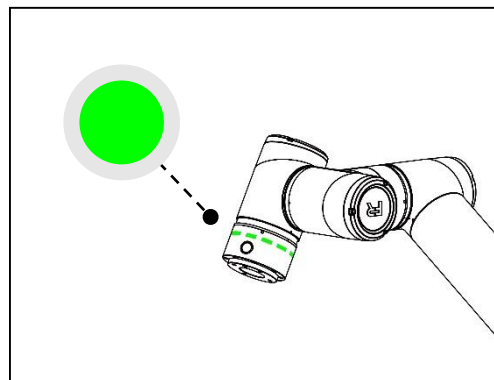
- **Step7**, 短按按钮盒“按键 3”停止运行该程序, 末端 LED 红色闪烁三下, 如图表 2.3-9。



图表 2.3-9 末端 LED 红色示意图

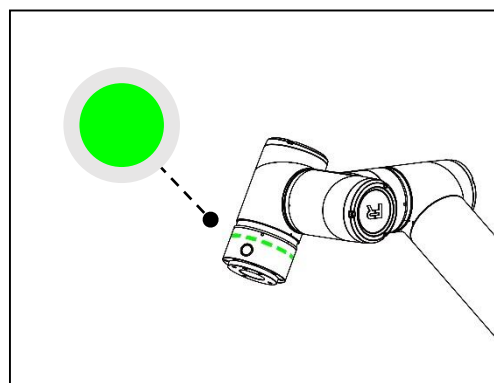
2.3.2 搭配示教器

- **Step1**, 启动机器人, 等待末端 LED 绿色停止闪烁, 如图表 2.3-10, 方可操作机器人。



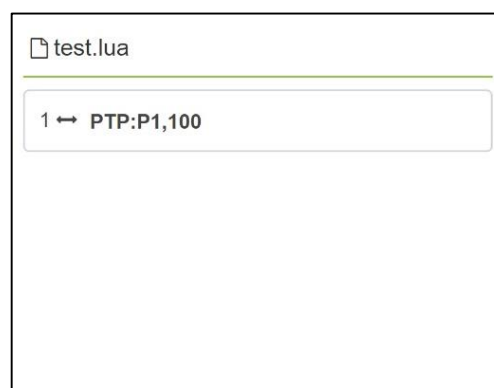
图表 2.3-10 末端 LED 绿色示意图

- **Step2**, 打开示教器进入到程序编辑界面。
- **Step3**, 选择空白模板新建一个程序文件。
- **Step4**, 短按按钮盒按键 1 切换机器人到手动模式, 此时末端 LED 为绿色, 如图表 2.3-11。



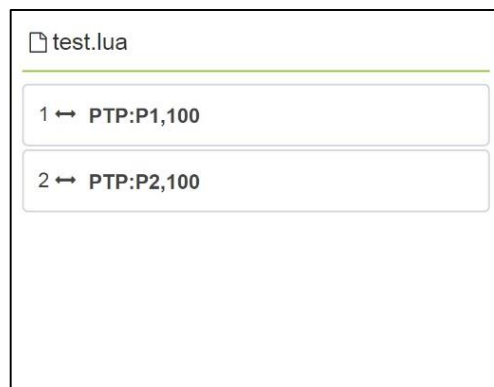
图表 2.3-11 末端 LED 绿色示意图

- **Step5**, 长按按钮盒按键 1 切换机器人到拖动模式, 此时末端 LED 为白青色, 移动机器人至任意位置, 短按按钮盒按键 2 记录 P1 点, 末端 LED 紫色闪烁三下, 手动添加“PTP:P1”指令到程序文件中。



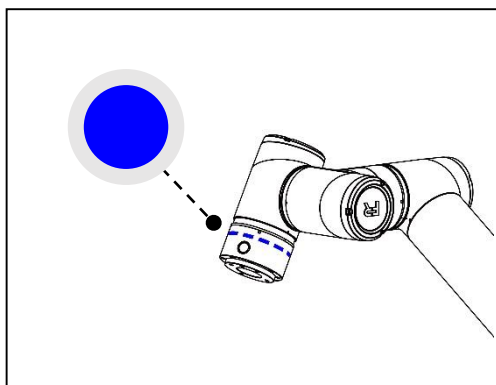
图表 2.3-12 记录并添加点 P1

- **Step6**, 移动机器人, 短按按钮盒按键 2 记录 P2 点, 末端 LED 紫色闪烁三下, 手动添加“PTP: P2”指令到程序中。

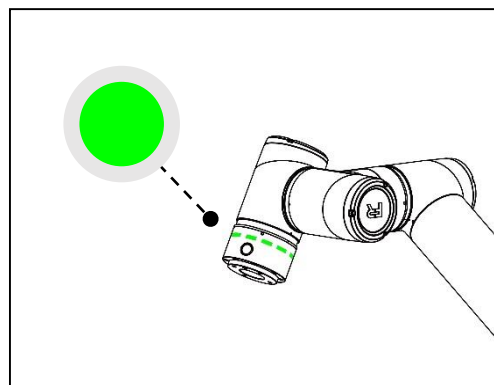


图表 2.3-13 记录并添加点 P2

- **Step7**, 保存程序文件内容。
- **Step8**, 长按按钮盒按键 1 退出拖动模式, 此时为手动模式, 末端 LED 为绿色, 如图表 2.3-14, 短按按钮盒按键 1 切换机器人到自动模式, 此时末端 LED 为蓝色, 如图表 2.3-15。

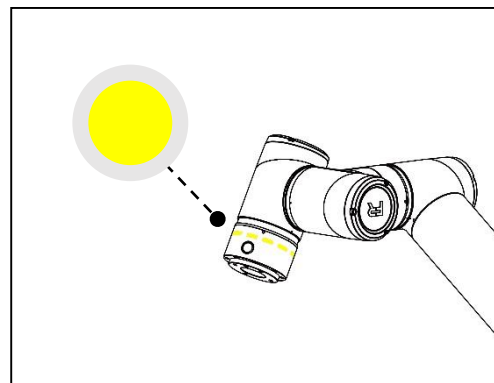


图表 2.3-15 末端 LED 绿色示意图



图表 2.3-14 末端 LED 蓝色示意图

- **Step9**, 短按按钮盒按键 3 运行该程序, 末端 LED 蓝色闪烁两下, 如图表 2.3-16。

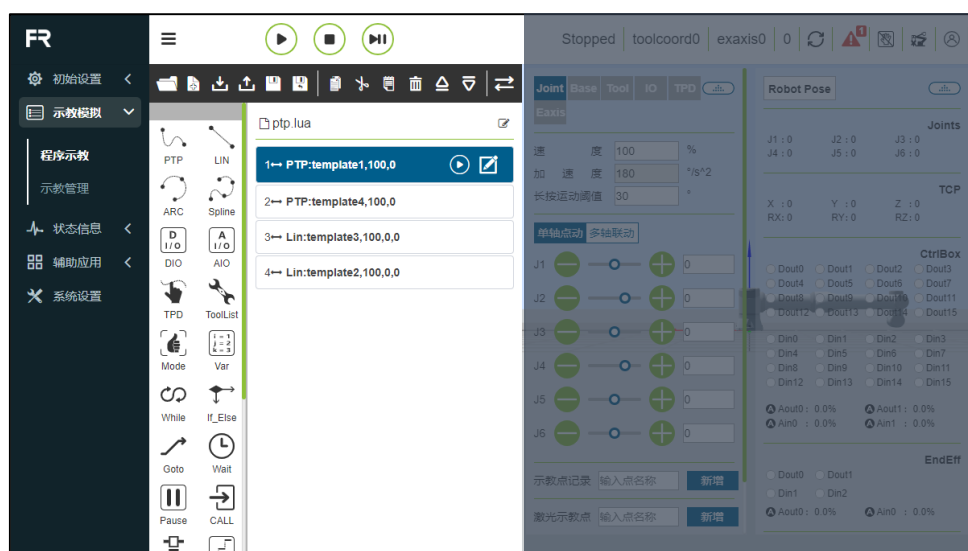


图表 2.3-16 末端 LED 黄色示意图

2.4 示教器控制机器人运动

点击示教器左侧一级菜单中的“示教模拟”按钮，点击其子菜单“程序示教”进入程序示教界面，该界面中主要实现机器人示教程序的编写以及修改。

点击“新建”图标按钮后，用户命名该文件，并选择一个模板作为该新建文件的内容，点击新建即可创建成功并打开该程序文件。



图表 2.4-1 示教程序运行示意图

警告：

您的头和躯干不能位于机器人可接触到的范围（工作区）。
请不要将您的手指放在机器人可抓住的地方。

注意：

- ◆ 不要让机器人移到自身或其他物体中，因为这会对机器人造成损害。
- ◆ 这只是一个快速启动指南，教您如何轻松地使用 FR 机器人。该指南的前提是环境安全无害，用户谨慎小心。请不要将速度或者加速度上调至默认值之上。在使机器人进入操作之前，始终进行风险评估。

第三章 示教器软件解析

3.1 基础信息

3.1.1 系统简介

示教器软件是针对机器人开发的配套软件，运行于示教器操作系统中，其主要功能和技术特点如下：

- 能够对机器人进行示教程序的编写；
- 能够实时显示机器人位置坐标，三维模拟实体机器人，并能控制机器人运动；
- 能够实现对机器人的单轴点动以及各轴联动操作；
- 能够查看控制 IO 状态；
- 用户可以修改密码、查看系统信息等。

3.1.2 启动软件

- 控制箱上电；
- 示教器打开浏览器访问目标网址 192.168.58.2；
- 输入用户名和密码点击登录即可登录系统。

3.1.3 用户登录及权限管理

- 操作员（初始用户名：operator 密码：123）
- 程序员（初始用户名：programmer 密码：123）
- 管理员（初始用户名：admin 密码：123）

用户账户主要分为三个等级，操作员少部分功能可以使用，程序员部分功能限制，管理员无功能限制。其中手动高速功能作为比较重要的安全保护功能，只有程序员和管理员可以使用，操作员没有手动高速功能，即操作员在手动模式下控制机器人运动，机器人可以达到的最高速度为 250mm/s，以起到保护的作用，具体权限如下表所示。

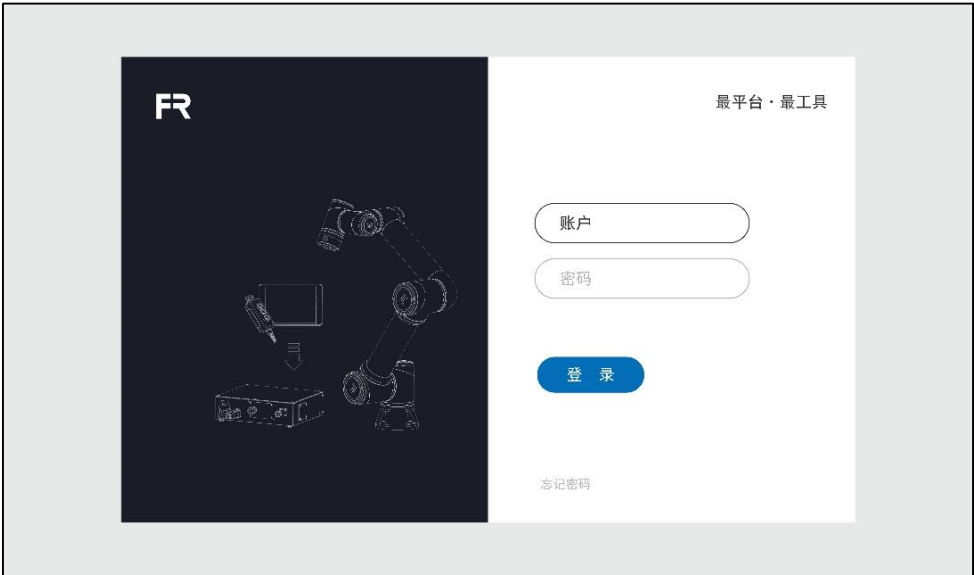
表格 3.1-1 权限管理

用户权限	权限类	权限功能
管理员/0	/	无限制
程序员/1	/	除账户设置，碰撞等级，软限位设置，摩擦力补偿系数，机器人安装方式，零点设定，编码器类型切换，末端 LED 设置，系统时间，系统语言，自定义信息配置，恢复出厂值，控制器兼容，网络配置，系统升级以及导入文件功能外都可执行。
操作员/2	机器人设置	选择工具坐标系并应用
		选择外部工具坐标系并应用
		选择工件坐标系并应用
		选择外部轴坐标系并应用
		设置机器人负载
		摩擦力补偿开关
		设置机器人速度缩放
	用户外设设置	夹爪复位，激活
		喷枪调试
		焊机调试
		传感器调试
		扩展轴测试
		传送带测试
		跟踪姿态测试
		力传感器复位，激活
	示教模拟	示教文件导出
	机器人操作	开始执行示教程序
		停止执行示教程序
		暂停执行示教程序
		恢复执行示教程序
		单步执行



		机器人点动
		机器人 Joints 应用操作
		示教点记录
		清除控制器错误
		更改机器人模式
	示教管理	示教点信息导出操作
	状态信息	系统日志查看及导出
	辅助应用	数据备份导出
	系统设置	配置导出

登录界面如图表 3.1-1 登录界面所示。

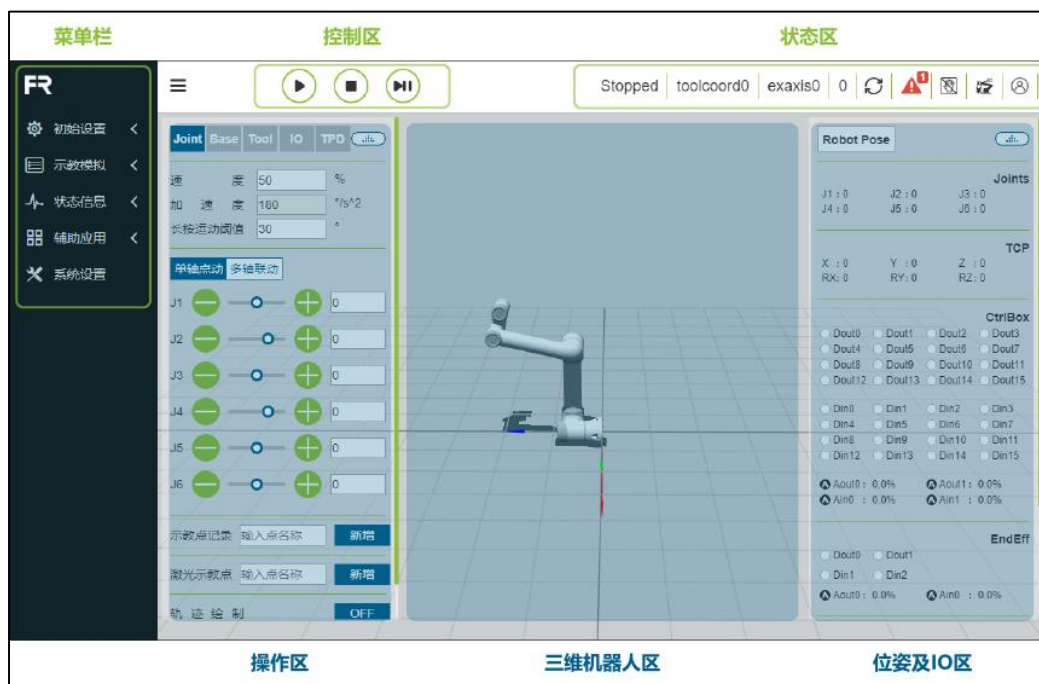


图表 3.1-1 登录界面

登录成功后，系统会加载模型等数据，加载完毕后进入初始页面。

3.2 系统初始界面

登录成功后系统进入“初始界面”，初始界面展示了示教器主要包含法奥 LOGO 及返回初始页面按钮、菜单栏、菜单栏缩放按钮、机器人操作区、控制区、状态区、三维模拟机器人以及位姿及 IO 信息区，一共八个区域。如图表 3.2-1 系统初始界面示意图所示。



图表 3.2-1 系统初始界面示意图

3.2.1 控制区



使能按钮：使能机器人



开始按钮：上传并开始运行示教程序



停止按钮：停止当前示教程序运行



暂停/恢复按钮：暂停和恢复当前示教程序



3.2.2 状态栏

	机器人状态: Stopped 停止 Running 运行 Pause 暂停 Drag 拖动
	Toolcoord1:当前应用 1 号工具坐标系
	运行速度百分比:机器人当前模式运行时速度
	机器人运行正常状态:当前机器人正常运行
	机器人运行错误状态:当前机器人运行有错误
	虚拟实体机器人:当前为实体机器人
	虚拟实体机器人:当前为虚拟机器人
	自动模式:机器人自动运行模式
	示教模式:机器人示教运行模式
	机器人拖动状态:当前机器人可拖动
	机器人拖动状态:当前机器人不可拖动
	连接状态:机器人已连接
	未连接状态:机器人未连接
	账户信息:显示用户名和权限及登出用户



3.2.3 菜单栏

菜单栏如表格 3.2-1 示教器菜单分栏

表格 3.2-1 示教器菜单分栏

一级	二级
初始设置	机器人设置
	用户外设配置
示教模拟	程序示教
	图形化编程
	示教管理
状态信息	系统日志
	状态查询
辅助应用	机器人本体
	焊接专家库
	安全性设置
系统设置	/

3.2.4 操作区

IO 设置可参考 3.5 控制箱 I/O 中的 3.5.1 I/O 设置。

Joint、Base 等功能可参考 3.6 机器人操作。

3.3 三维模拟机器人

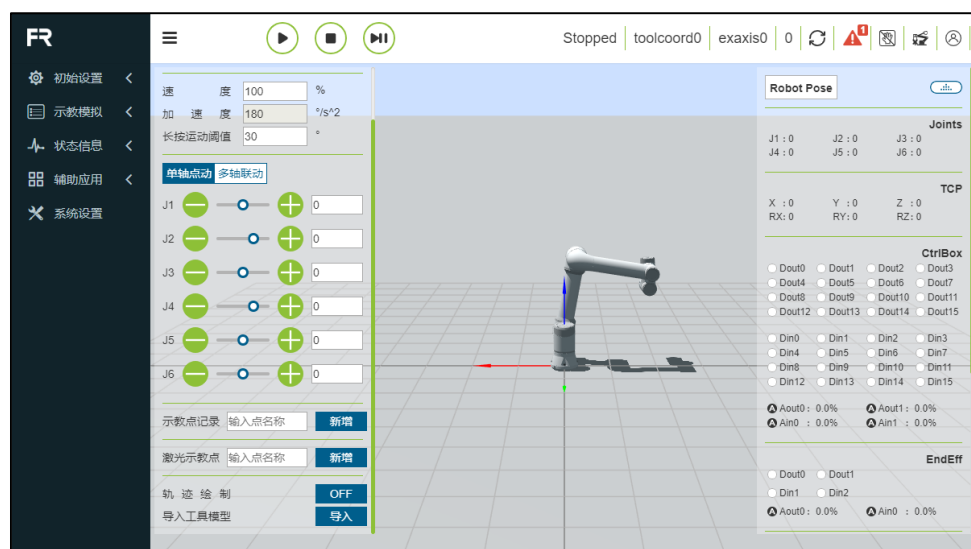
3.3.1 虚拟/实体机器人切换

（该功能目前未启用）

3.3.2 三维虚拟轨迹和模型阴影

轨迹绘制：运行示教程序时，打开轨迹绘制功能，机器人三维模型会描绘机器人运动的轨迹路线。

模型阴影：打开状态，三维模型机器人下方有其阴影，关闭则不显示阴影。



图表 3.3-1 虚拟轨迹及模型阴影



3.4 机器人设置

3.4.1 工具坐标

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“工具坐标”进入工具坐标界面。工具坐标可实现工具坐标的修改、清空与应用。工具坐标系的下拉列表中共有 15 个编号，选择对应的坐标系（坐标系名称可自定义）后会在下方显示对应坐标值，工具类型以及安装位置（仅在传感器类型工具下显示），选择某一坐标系后点击“应用”按钮，当前使用的工具坐标系变为所选择的坐标，如图表 3.4-1 所示。

工具坐标系设置

当前工具坐标系

坐标系名称

toolcoord2

X

0.000

Y

0.000

Z

0.000

RX

0.000

RY

0.000

RZ

0.000

工具类型

0

0:工具,1:传感器

安装位置

0

0:末端,1:外部

坐标系设置

修改

清除数据

应用

图表 3.4-1 设置工具坐标

点击“修改”可根据提示对该编号的工具坐标系进行重新设置。工具标定方法分为四点法和六点法，四点法只标定工具TCP，即工具中心点的位置，其姿态默认与末端姿态一致，六点法则在四点法的基础上增加了两点，用于标定工具的姿态，这里我们以六点法为例进行讲解。

工具类型

工具

修改向导

四点法

六点法

设置点1

设置点2

设置点3

设置点4

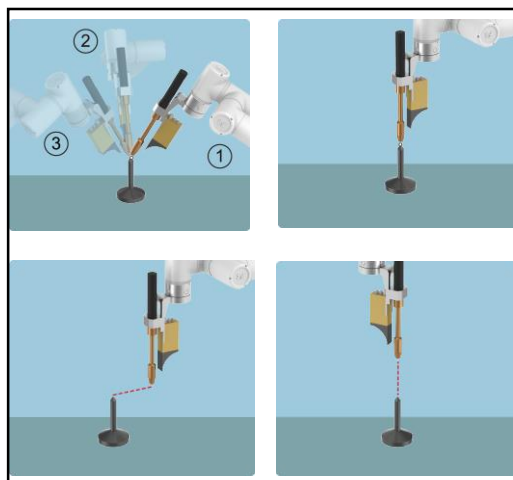
设置点5

设置点6

计算

图表 3.4-2 设置工具坐标

在机器人空间选择一个固定的点，将工具以三个不同的姿态移至固定点，依次设置 1-3 点。如图 3.4-3 左上方所示。将工具垂直移至固定点设置点 4，如图 3.4-3 右上方所示。保持该姿态不变，利用基坐标移动，在水平方向移动一段距离，设定点 5，该方向即设定的工具坐标系 X 轴方向。回到固定点，垂直往上移动一段距离，设定点 6，该方向即工具坐标系 Z 轴方向。点击计算按钮计算工具位姿，若需重新设置，点击取消按修改钮重新进行新建工具坐标系步骤。



图表 3.4-3 六点法示意图

完成最后步骤后，点击“完成”可返回工具坐标界面，点击“保存”即可存储刚才建立的工具坐标系。



3.4.2 外部工具坐标

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“外部工具坐标系”进入外部工具坐标系界面。

外部工具坐标系设置界面中可实现外部工具坐标的修改、清空与应用。

外部工具坐标系的下拉列表中共有 15 个编号，从 etoolcoord0~ etoolcoord14，选择对应的坐标系后会在下方显示对应坐标值，选择某一坐标系后点击“应用”按钮，当前使用的工具坐标系变为所选择的坐标，如图 3.4-4 所示。

外部工具坐标系设置

当前外部工具坐标系

坐标系名称

etoolcoord0

EX

0.000

EY

0.000

EZ

0.000

ERX

0.000

ERY

0.000

ERZ

0.000

TX

0.000

TY

0.000

TZ

0.000

TRX

0.000

TRY

0.000

TRZ

0.000

备注名

外部工具坐标系0

坐标系设置

修改

清空

应用

图表 3.4-4 外部工具坐标

点击“修改”可根据提示对该编号的工具坐标系进行重新设置，如图 3.4-5 所示。

坐标系设置

取消修改

清空

应用

修改向导

设置点1

下一步

图表 3.4-5 六点法示意图

1. 三点法确定外部 TCP:

设置点 1: 已测量工具的 TCP 移动至外部 TCP, 点击设置点 1 按钮;

设置点 2: 由点 1 沿外部 TCF 坐标系 X 轴移动一段距离, 点击设置点 2 按钮;

设置点 3: 回到点 1, 由点 1 沿外部 TCF 坐标系 Z 轴移动一段距离, 点击设置点 3 按钮;

计算: 点击计算按钮得到外部 TCF;

2. 六点法确定工具 TCF:

设置点 1-4: 在机器人空间选择一个固定的点, 将工具从四个不同的角度移至所选的点上, 依次设置 1-4 点;

设置点 5: 回到固定的点沿工具 TCF 坐标系 X 轴移动一段距离, 点击设置点 5 按钮;

设置点 6: 回到固定的点沿工具 TCF 坐标系 Y 轴移动一段距离, 点击设置点 6 按钮;

计算: 点击计算按钮得到工具 TCF;

若需重新设置, 点击取消按钮重新进去新建工具坐标系步骤。

完成最后步骤后, 点击“完成”可返回工具坐标界面, 点击“保存”即可存储刚才建立的工具坐标系。



3.4.3 工件坐标

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“工件坐标”进入工件坐标界面。工件坐标可实现工件坐标的修改、清空与应用。工件坐标系的下拉列表中共有 15 个编号，选择对应的坐标系（wobjcoord0~ wobjcoord14），后会在下方的“坐标系坐标”中显示对应坐标值，选择某一坐标系后点击“应用”按钮，当前使用的工件坐标系变为所选择的坐标，如图表 3.4-6 所示。

工件坐标系设置

当前工件坐标系

坐标系名称

wobjcoord1

X

0.000

Y

0.000

Z

1500.000

RX

0.000

RY

0.000

RZ

0.000

坐标系设置

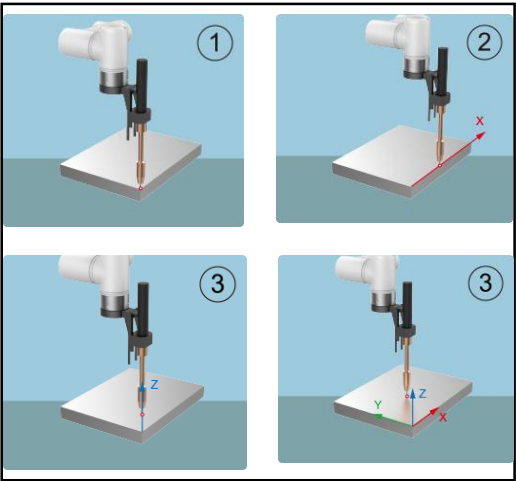
修改

清空

应用

图表 3.4-6 设置工件坐标

工件坐标系一般是基于工具基础上进行标定的，需要在已建立工具坐标系的基础上进行工件坐标系的建立。点击“修改”可根据提示对该编号的工件坐标系进行重新设置。固定好工件，选择标定方法“原点-X 轴-Z 轴”或“原点-X 轴-XY+平面”，两种标定方法前两点的选取都是一致的，第三点有所区别，选第一种方法标定的是工件坐标系的 Z 方向，选第二种方法标定的是 XY+平面上一点，根据图示标定即可。点击计算按钮计算工件位姿，若需重新设置，点击取消按修改钮重新进行新建工件坐标系步骤。



图表 3.4-7 三点法示意图

完成最后步骤后，点击“完成”可返回工件坐标界面，点击“保存”即可存储刚才建立的工件坐标系。

3.4.4 扩展轴坐标

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“扩展轴坐标系”进入扩展轴坐标系界面。扩展轴坐标系设置界面中可实现扩展轴坐标的修改、清空与应用。

扩展轴坐标系的下拉列表中共有 5 个编号，从 eaxis0~ eaxis4，选择对应的坐标系后会在下方显示对应坐标值，选择某一坐标系后点击“应用”按钮，当前使用的扩展轴坐标系变为所选择的坐标，如图 3.4-8 所示。

扩展轴坐标系设置

当前扩展轴坐标系

坐标系名称

eaxis0

X

0.000

Y

0.000

Z

0.000

RX

0.000

RY

0.000

RZ

0.000

扩展轴编号

0

标定标志

0:否,1:是

坐标系设置

修改

清除数据

应用

图表 3.4-8 扩展轴坐标

点击“修改”可根据提示对该编号的扩展轴标系进行重新设置，如图 3.4-9 所示。标定之前先清空需要标定的扩展轴坐标系，应用此扩展轴坐标系。先看第一种扩展轴方案-直线导轨的标定方法。选择扩展轴的编号，获取信息可以获取对应扩展轴的驱动器信息，我们可以根据该信息进行参数配置。配置完后设置 DH 参数，直线导轨方案默认为 0。设置机器人相对扩展轴位置，直线导轨为扩展轴上。若不标定，点击保存即可，此时扩展轴只能异步运动。

扩展轴方案

0-直线滑轨

自由度1

扩展轴编号

1

获取信息

零点设置

参数配置

DH参数配置

d1

0

mm

a1

0

mm

应用

机器人相对扩展轴位置

扩展轴上

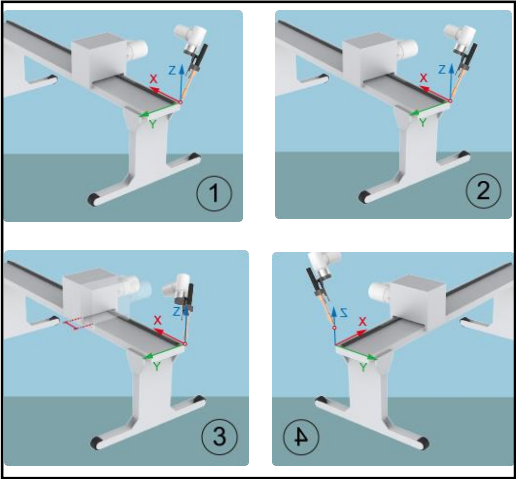
应用

标定

保存

图表 3.4-9 直线导轨配置

若需跟机器人同步运动，点击标定，进入标定界面，在扩展轴零点处，点击操作区 Eaxis 使能扩展轴，将机器人末端中心（应用工具坐标系下用工具末端点）以两个不同姿势对准扩展轴上固定一点，分别设定点 1 和点 2。去除使能，将扩展轴移动一段距离，使能后，同样将机器人末端中心点对准之前固定点，设定点 3。去除使能，将扩展轴移至零点，使能扩展轴。将机器人末端中心点移至固定点垂直往上空间一点，设定点 4，计算坐标系并保存。



图表 3.4-10 直线导轨标定

接下来看第二种扩展轴方案-变位机的标定方法。变位机由两个扩展轴组成，选择扩展轴的编号，获取信息可以获取对应扩展轴的驱动器信息，我们可以根据该信息进行参数配置。配置完后设置 DH 参数，根据图示测量出变位机的 DH 参数，输入到输入框中。设置机器人相对扩展轴位置，变位机为扩展轴外。若不标定，点击保存即可，此时扩展轴只能异步运动。

扩展轴方案

1-变位机

自由度1

扩展轴编号

1

获取信息

零点设置

参数配置

自由度2

扩展轴编号

1

获取信息

零点设置

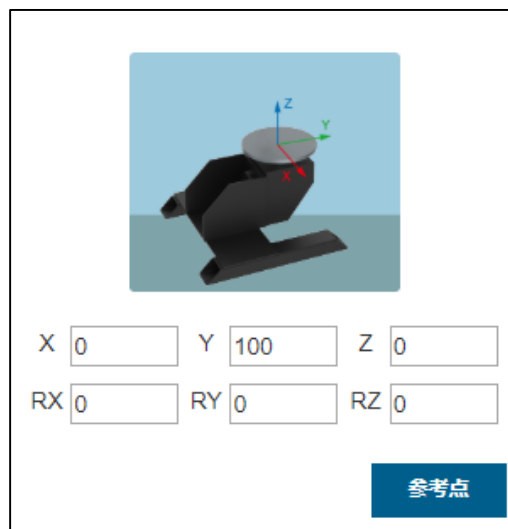
参数配置

DH参数配置



图表 3.4-11 变位机配置

若需跟机器人同步运动，点击标定，进入标定界面，在扩展轴零点处，点击操作区 Eaxis 使能扩展轴，在变位机上建立坐标系，选择一点，输入该点在该坐标系下的笛卡尔位姿，比如选择 Y 正向一点，测出 Y 为 100mm，则输入如图所示数值，点击参考点，即可设定参考点。后续四个标定点都需将机器人末端中心（应用工具坐标系下用工具末端点）对准该参考点。



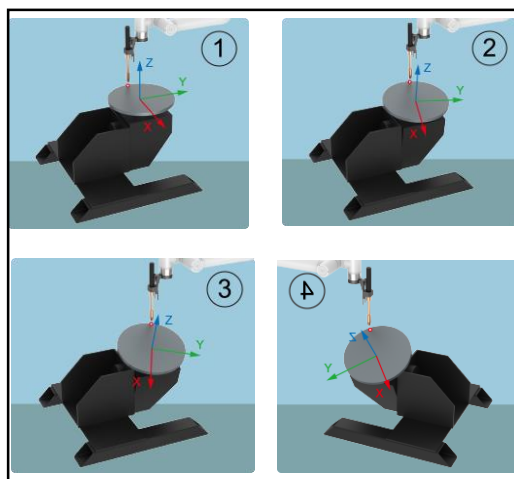
X Y Z

RX RY RZ

参考点

图表 3.4-12 变位机参考点配置

将机器人末端中心（应用工具坐标系下用工具末端点）对准该参考点，设定点 1，点击操作区 Eaxis 点动两个轴一小段距机器人末端中心对准参考点，设定点 2，继续点动两个轴，机器人末端中心对准参考点，设定点 3，最后继续点动两个轴，将机器人末端中心对准参考点，设定点 4，点击计算，得到坐标系结果，点击保存，应用即可。



图表 3.4-13 变位机标定

3.4.5 碰撞等级

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“碰撞等级”进入碰撞等级界面。

碰撞等级分为一到十级，一到三级检测比较灵敏，机器人需要在推荐速度下运行。碰撞策略可以设置机器人碰撞后的处理方式，分为报错停止和继续运动，用户可以根据具体使用需求来设定。如图表 3.4-14。

碰撞等级设置

碰撞等级 1(25N)

1级推荐速度10%，2级20%，3级30%

应用

碰撞策略 报错停止

应用

图表 3.4-14 碰撞等级示意图

3.4.6 软限位

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“软限位”进入软限位界面。

机器人行程内可能存在其它设备，限位角度可对机器人进行软限位，使机器人运动不超过某个坐标值，防止机器人碰撞。触发软限位机器人停止为机器人自动触发，无停止距离。

管理员可使用默认值也可输入角度值。输入角度值，可分别对机器人关节正负角度进行限位，当输入值超出表 1.3-1 节所列出的机器人关节软限位角度值，会将限位角度调整为所能设定最大值。当机器人报出超出指令超限时，需要进入拖动模式，将机器人关节拖动至限位角度之内。界面如 3.4-15 所示。

机器人软限位设置

	Min	Max
J1	0	0
J2	0	0
J3	0	0
J4	0	0
J5	0	0
J6	0	0

恢复默认值

应用

图表 3.4-15 机器人限位示意图



3.4.7 末端负载

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“末端负载”进入末端负载界面。

用户可以根据所使用工具的参数设定对应参数，负载重量为 0~5kg，质心坐标的范围为 0~1000，如 3.4-16 所示。

负载重量设置

负载重量

kg

应用

负载质心坐标设置

X

Y

Z

*质心坐标输入范围0~1000，单位mm

应用

图表 3.4-16 负载设定示意图

用户对工具质量或质心不确定的情况下，可以通过负载辨识功能对工具数据测定。

在进行测定之前，确保负载已安装。点击“工具数据测定”按键，进入负载运动测试界面。

负载自动辨识

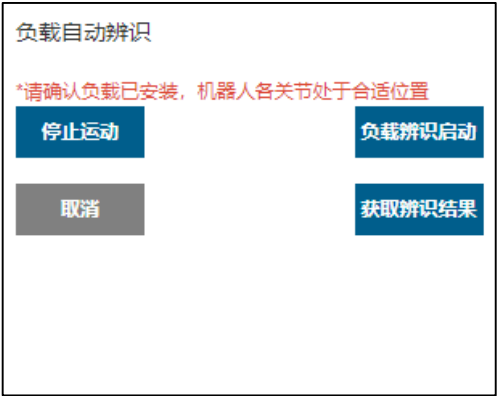
*请确认负载已安装，机器人各关节处于合适位置

工具数据测定

图表 3.4-17 负载辨识关节设置

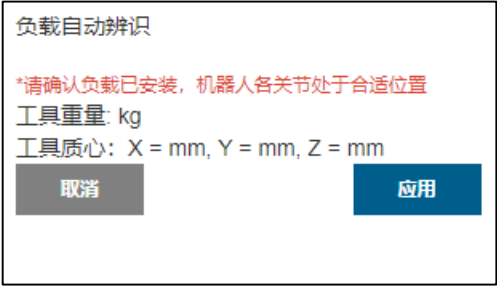


点击“负载辨识启动”进行测试，如遇紧急情况请及时停止运动。



图表 3.4-18 负载辨识启动

运动结束后，点击“获取辨识结果”按钮，获取计算出的工具数据，并显示在页面上，如需应用到负载数据中，点击应用即可



图表 3.4-19 负载辨识结果

3.4.8 速度缩放

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“速度缩放设置”进入速度缩放设置界面。

该功能是设置手动/自动下机器人运行的速度，若当前为自动运行模式，则设置的速度为机器人自动运行速度，若当前为手动运行模式，则设置的速度为机器人手动运行速度。设置数值为机器人标准速度百分比，若设置 100，即标准速度的百分之百（标准速度请翻阅表格 1.3-1 机器人参数）。

速度设置成功后，相应的速度状态栏会更改为设置的数值，速度值设置的范围是 0~100。

该截图显示了“速度缩放设置”界面。顶部标题为“速度缩放设置”。下方有一个输入框，显示“速度缩放 50”，右侧有一个百分号“%”。在输入框右侧有一个蓝色的“应用”按钮。

图表 3.4-20 速度缩放设置

3.4.9 机器人安装

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“机器人安装”进入机器人安装方式设置界面。

机器人安装方式分为水平安装，侧面安装和倒挂安装，默认安装方式为水平安装。当机器人安装方式更改时，需及时在此页面设置机器人的实际安装方式，以保证机器人正常工作。

该截图显示了“机器人安装方式设置”界面。顶部标题为“机器人安装方式设置”。下方有一个下拉菜单，显示“安装方式 水平安装”。在菜单右侧有一个蓝色的“应用”按钮。在界面下方有一个示意图，显示了一个机器人手臂以水平方式安装在基座上。

图表 3.4-21 机器人安装设置



3.4.10 摩擦力补偿

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“摩擦力补偿”进入摩擦力补偿设置界面。

摩擦力补偿系数：摩擦力补偿所针对的使用场景仅在拖动模式下，摩擦力补偿系数可设置范围为 0~1，数值越高，拖动时补偿的力就越大。摩擦力补偿系数根据安装方式的不同需要单独设置每个轴的补偿系数。

摩擦力补偿开关：用户可根据实际机器人及使用习惯开启或关闭摩擦力补偿。

拖动摩擦力补偿设置

摩擦力补偿系数

安 装 方 式

水平安装

J10.4J20.3J30.9

J40.5J50.7J60.6

应用

摩擦力补偿开关

关闭

应用

图表 3.4-22 摩擦力补偿设置

3.4.11 配置导入导出

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“配置导入导出”进入配置导入导出界面。

配置导入：用户导入文件名为 user.config 的机器人配置文件，该文件包含机器人设置功能中的各个参数。点击“选择文件”按钮，选中修改完且内容符合规范的配置文件，点击“导入”按钮，当出现导入完成的提示时，文件中的参数即被成功设置。

配置导出：点击“导出”按钮，即可将机器人配置文件 user.config 导出到本地。

配置导入导出

导入机器人配置文件

选择文件

未选择任何文件

导入

导出机器人配置文件

导出

图表 3.4-23 配置导入导出

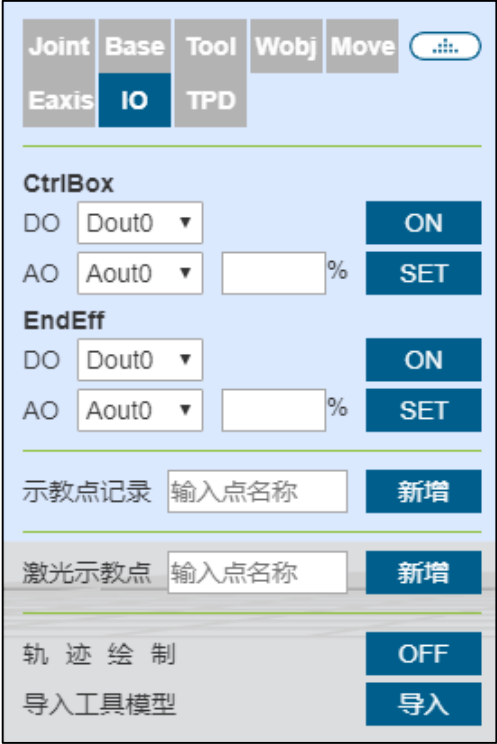


3.5 控制箱 I/O

3.5.1 I/O 设置

点击三维模型左侧操作区 “IO” 按钮可进入 IO 设置界面，如图表 3.5-1 所示，该界面中可实现对机器人控制箱中数字输出、模拟输出（0-10v）和末端工具数字输出、模拟输出（0-10v）进行手动控制：

- DO 操作，选择端口号，若该 DO 为低电平，则右侧操作按键显示 ON，点击按键即设置该 DO 为高电平。
- AO 操作，选择端口号，右侧输入框输入值（0-100），该数值为百分比，设置 100 即表示设置该 AO 端口为 10v。

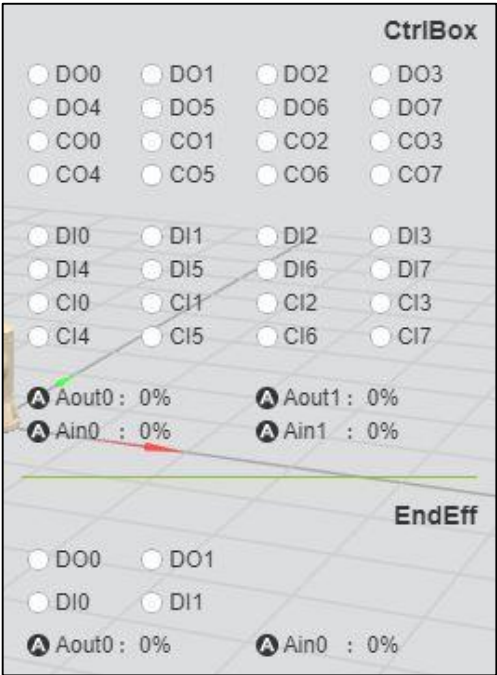


图表 3.5-1 I/O 设置界面



3.5.2 I/O 状态显示

三维模型右侧状态显示区会显示当前 IO 的状态，数字输入与数字输出中，若该端口电平为高，则该点显示为绿色，若为低，则显示为白色；模拟输入和模拟输出显示值为 0-100，100 即表示 10v。



图表 3.5-2 状态显示界面

3.5.3 I/O 滤波

点击左侧菜单栏“初始设置”中“机器人设置”，点击“IO 滤波”子菜单进入 IO 滤波时间设置界面，滤波时间设置界面包括：控制箱 DI 滤波时间，末端板 DI 滤波时间、控制箱 AI0 滤波时间、控制箱 AI1 滤波时间、末端板 AI0 滤波时间，如图表 3.5-3 所示。用户可以根据自己的需求来设定对应的参数，点击相应的设置按钮即可。



图表 3.5-3 I/O 滤波界面



3.5.4 I/O 配置

点击左侧菜单栏“初始设置”中“机器人设置”，分别点击“DI 配置”和“DO 配置”子菜单进入 DI 和 DO 配置界面。其中控制箱 CI0-CI7 和 CO0-CO7 可配置，末端 DI0 和 DI1 可配置。在生产中协作机器人需要连接外设时或因故障或者其它因素突然停止，需要输出 DO 信号，实现声光报警提示，输入可配置功能如表格 3.5-1 控制箱输入可配置功能。

表格 3.5-1 控制箱输入可配置功能

功能编号	功能名称
0	无
1	起弧成功信号
2	焊机准备信号
3	传送带检测
4	暂停
5	恢复
6	启动
7	停止
8	暂停/恢复
9	启动/停止
10	脚踏拖动开关
11	移至作业原点
12	手自动切换
13	焊丝寻位成功
14	运动中断
15	启动主程序
16	启动倒带
17	启动确认

输出可配置功能如表 3.5-2 和表 3.5-3 所示。

表格 3.5-2 控制箱输出可配置功能

功能编号	功能名称
0	无
1	报错
2	运动
3	喷涂启停
4	喷涂清枪
5	起弧
6	送气
7	正向送丝
8	反向送丝
9	JOB 输入口 1
10	JOB 输入口 2
11	JOB 输入口 3
12	传送带启停
13	暂停
14	到达作业原点
15	进入干涉区
16	焊丝寻位启停控制
17	机器人启动完成

表格 3.5-3 末端输出可配置功能

功能编号	功能名称
0	无
1	拖动模式
2	示教点记录
3	手自动切换

其中控制箱默认配置：CO0 为 1-机器人报错，CO1 为 2-机器人运动中。



DI配置

控制箱输入

CI0	无	CI1	无
CI2	无	CI3	无
CI4	无	CI5	无
CI6	无	CI7	无

应用

CI0	高电平有效	CI1	高电平有效
CI2	高电平有效	CI3	高电平有效
CI4	高电平有效	CI5	高电平有效
CI6	高电平有效	CI7	高电平有效

应用

图表 3.5-4 控制箱 DI 配置

DO配置

CO0	无	CO1	无
CO2	无	CO3	无
CO4	无	CO5	无
CO6	无	CO7	无

应用

CO0	高电平有效	CO1	高电平有效
CO2	高电平有效	CO3	高电平有效
CO4	高电平有效	CO5	高电平有效
CO6	高电平有效	CO7	高电平有效

应用

图表 3.5-5 控制箱 DO 配置

末端 DI 默认配置：DI0 拖动示教，DI1 示教点记录。

末端输入

DI0	无	DI1	无
-----	---	-----	---

应用

DI0	高电平有效	DI1	高电平有效
-----	-------	-----	-------

应用

图表 3.5-6 末端 DI 配置

配置完成后，可在对应状态下，于控制箱 I/O 页面中查看相应的输出 DO 状态。（注意：已配置 DI、DO 不能出现于示教编程页面）



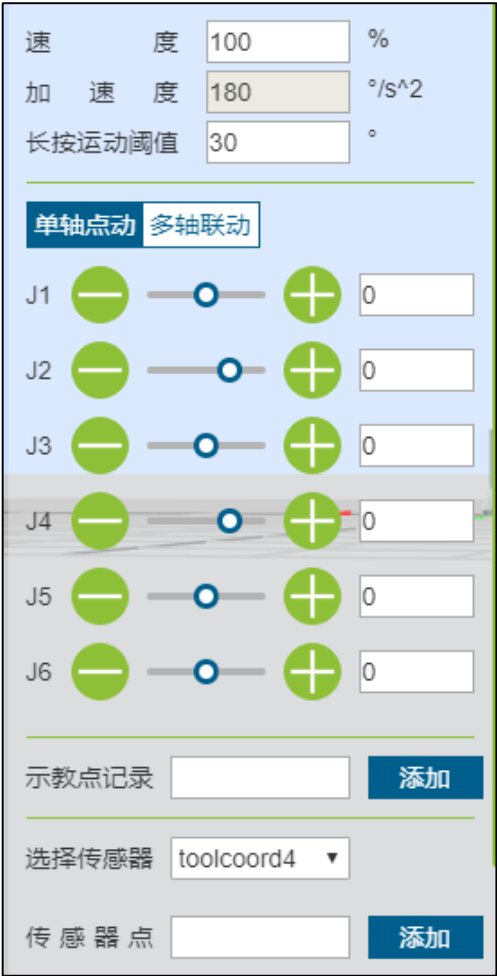
3.6 机器人操作

3.6.1 示教点记录

手动示教控制区主要是在示教模式中对坐标系进行设定，并实时显示机器人各轴角度与坐标值，并可对示教点进行命名保存。

保存示教点时，该示教点的坐标系为当前机器人应用的坐标系。在该操作区上方可以对示教点速度，加速度设置，设置数值为机器人标准速度百分比，若设置 100，即标准速度的百分之百（标准速度请翻阅表 1.4-1 机器人参数）。

传感器示教点，选择已经标定的传感器类型工具，输入点名称，点击添加，保存的点的位置为传感器识别到点的位置。



图表 3.6-1 手动操作示意图

注意：

第一次使用时，请设置 30 这样较小的速度值，熟悉机器人运动，以免发生意外情况。

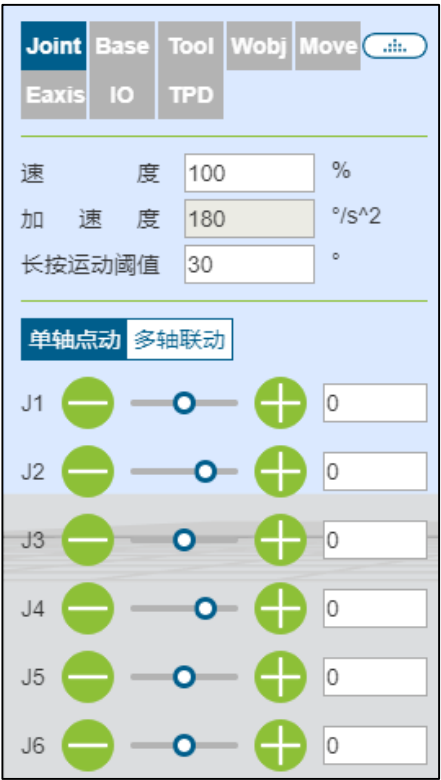


3.6.2 Joint 运动

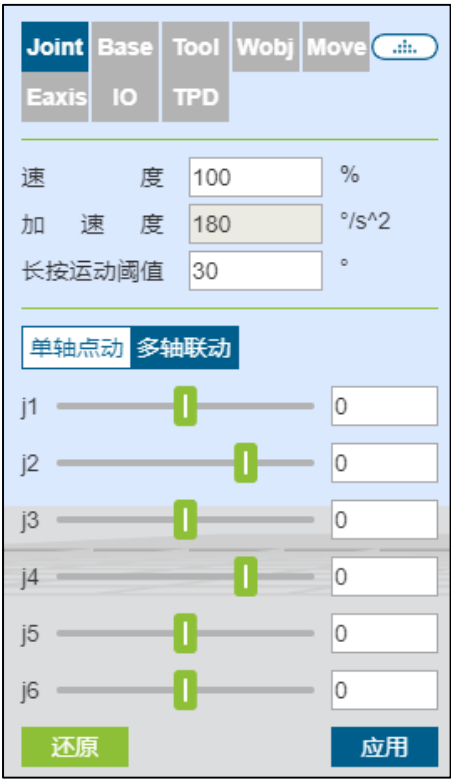
Joint 运作下，中间的 6 个滑块条分别表示对应轴的角度，joint 运动分单轴点动和多轴联动

单轴点动：用户可通过操作左右两边圆形按钮来控制机器人运动，如图表 3.6-2。在手动模式和关节坐标系下，对机器人某一关节进行转动操作。当机器人超出运动范围（软限位）而停止时，可以利用单轴点动进行手动操作，将机器人移出超限位置。单轴点动在进行粗略定位和较大幅度移动时，会比其他操作模式更快捷方便。

设置“长按运动阈值”（长按按钮时，机器人运行的最大距离，输入值得范围 0~300）参数，长按圆形按钮控制机器人运行，若在机器人运行中松开按钮，机器人会立即停止运动，若一直按住不松开按钮，机器人会运行长按运动阈值所设置的值后停止运动。



图表 3.6-3 Joint 单轴点动示意图



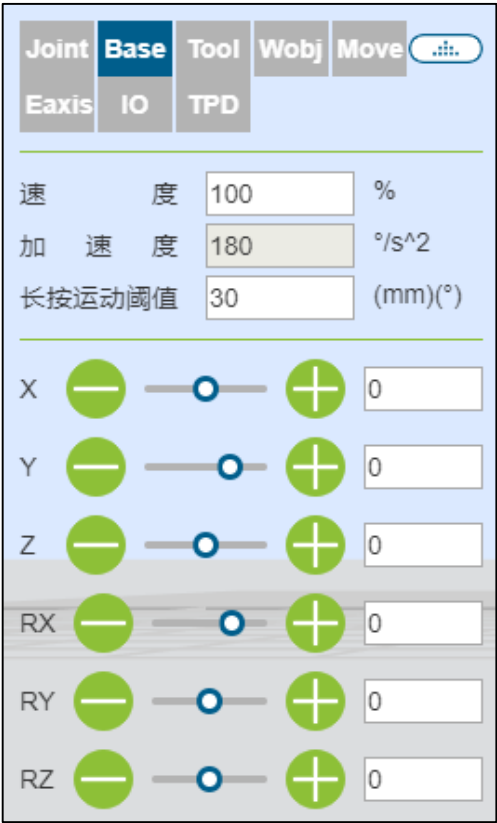
图表 3.6-2 Joint 多轴联动示意图



多轴联动：用户可操作中间六个滑块来调整机器人相应的目标位置，如图表 3.6-3，可通过观察三维虚拟机器人来确定目标位置，若调整的位置不符合自己的预期，点击“还原”按钮，使得三维虚拟机器人回到初始的位置。当用户确定目标位置后，可点击“应用”按钮，实体机器人便会进行相应的运动。

3.6.3 Base 点动

在基坐标系下，可以操作左右两边圆形按钮控制机器人，在 X，Y，Z 轴上直线移动或绕着 RX，RY，RZ 旋转，中间的 6 个滑块条分别表示在对应坐标轴上的位置与运动范围，如图表 3.6-4。Base 点动的功能与 Joint 运动中单轴点动的功能相似。



图表 3.6-4 Base 点动示意图

注意：

可随时释放该按钮，使机器人停止运动。在必要情况下，按急停按钮使机器人停止。



3.6.4 Tool 点动

选择工具坐标系，可以操作左右两边圆形按钮控制机器人，在 X，Y，Z 轴上直线移动或绕着 RX，RY，RZ 旋转，中间的 6 个滑块条分别表示在对应坐标轴上的位置与运动范围，如图表 3.6-5。Tool 点动的功能与 Joint 运动中单轴点动的功能相似。

Joint	Base	Tool	Wobj	Move	
Eaxis	IO	TPD			

速度

100

%

加速度

180

°/s^2

长按运动阈值

30

(mm)(°)

X

—

+

0

Y

—

+

0

Z

—

+

0

RX

—

+

0

RY

—

+

0

RZ

—

+

0

图表 3.6-5 Tool 点动示意图



3.6.5 Wobj 点动

选择工件点动，可以操作左右两边圆形按钮控制机器人，在工件坐标系下，沿着 X，Y，Z 轴上直线移动或绕着 RX，RY，RZ 旋转，中间的 6 个滑块条分别表示在对应坐标轴上的位置与运动范围，如图表 3.6-6。Wobj 点动的功能与 Joint 运动中单轴点动的功能相似。

JointBaseToolWobjMove

EaxisIOTPD

速度

100

%

加速度

180

°/s^2

长按运动阈值

30

(mm)(°)

X

—

+

0

Y

—

+

0

Z

—

+

0

RX

—

+

0

RY

—

+

0

RZ

—

+

0

图表 3.6-6 Wobj 点动示意图



3.6.6 Move 移动

选择 Move 移动，可以直接输入笛卡尔坐标值，点击“计算关节位置”，关节位置显示为计算后结果，确认无危险，可以点击“移至该点”控制机器人运动至输入的笛卡尔位姿。

JointEaxisBaseIOToolTPDMobjMove

工具坐标位置

X0mmRX0°
Y0mmRY0°
Z0mmRZ0°

计算关节位置

关节位置

J10°J40°
J20°J50°
J30°J60°

还原移至该点

图表 3.6-7 Move 移动示意图



3.6.7 Eaxis 移动

选择 Eaxis 移动,该功能为扩展轴的点动功能,需要在配置好扩展轴的前提下,使用该点动功能控制扩展轴,详见“第四章机-器人外设-扩展轴外设配置”。

JointBaseToolWobjMove

EaxisIOTPD

扩展轴编号

1

运行速度

100

%

加速度

100

%

最大距离

50

(mm)(°)

去除使能

伺服使能

停止转动

反向转动

正向转动

示教点记录

输入点名称

新增

激光示教点

输入点名称

新增

轨迹绘制

OFF

导入工具模型

导入

图表 3.6-8 Eaxis 移动示意图



3.6.8 TPD（示教编程）

示教编程（TPD）功能操作步骤如下：

Step1 记录初始位置：进入三维模型左侧操作区，记录机器人当前位置。在编辑框内设定好点的名称，点击“保存”按钮，若保存成功，则提示“保存点成功”；

Step2 配置轨迹记录参数：点击 TPD 进入“TPD”功能项配置轨迹记录参数，设定好轨迹文件的名称、位姿类型以及采样周期，如图表 3.6-9；



图表 3.6-9 TPD 轨迹记录

Step3 检查机器人模式：检查机器人模式是否处于手动模式下，若不处于则切换至手动模式，在手动模式下可通过两种方式切换到托动示教模式，一种是长按末端按钮，一种是界面拖动模式切换按键，在 TPD 记录是推荐从界面切换机器人进入托动示教模式。如图表 3.6-7 所示；



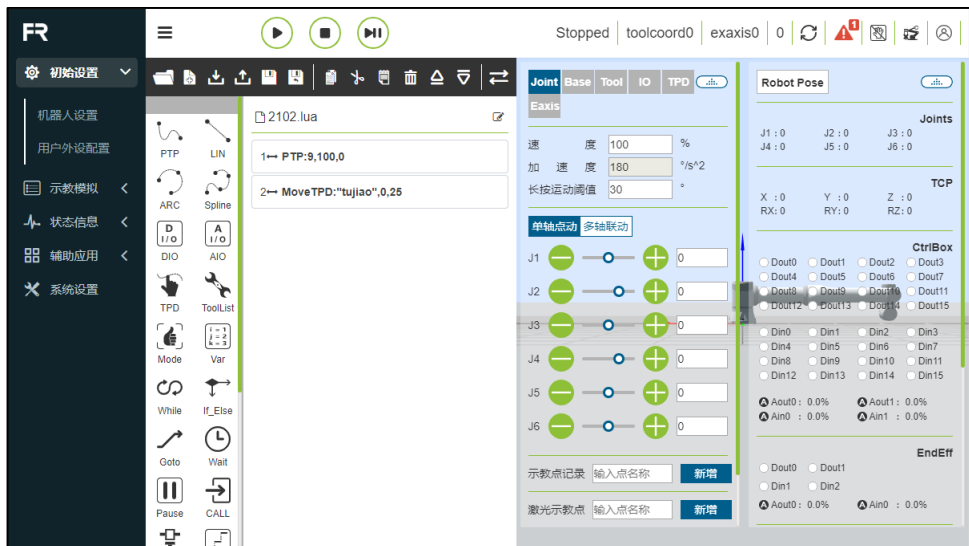
图表 3.6-10 机器人模式

Step4 开始记录：点击“开始记录”按钮开始轨迹记录，拖动机器人进行动作示教。

Step5 停止记录：动作示教完成后，点击“停止记录”按钮，停止轨迹记录，然后通过拖动示教切换按键使机器人退出拖动示教模式。示教器接收到“停止轨迹记录成功”即表示轨迹记录成功。

Step6 示教编程：点击新建，选择空白模板，点击进入 PTP 功能编程项，选择刚保存的初始位置点，点击“添加”按钮，应用完成后，在程序文件中会显示

一条 PTP 指令；然后点击进入 TPD 功能编程项，选择刚刚记录的轨迹，设定是否平滑以及速度缩放比例，点击“添加”按钮，应用完成后，在程序文件中会显示一条 MoveTPD 指令，如图表 3.6-9 所示；



图表 3.6-11 TPD 编程

Step7 轨迹复现：示教程序编辑完成后，切换至自动运行模式，点击界面上方“开始运行”图标开始运行程序，机器人开始复现示教的动作。

TPD 文件删除与异常处理：

轨迹文件删除：点击进入 TPD 功能项，选择需要删除的轨迹文件，点击“删除轨迹”按钮，若删除成功，则会收到删除成功提示。

异常处理：

- ◆ **指令点数超限：**一条轨迹最多可记录 2 万个点数，当超过 2 万个点时，控制器不再记录超过的点数，并向示教器发出“指令点数超限”告警提示，此时需点击停止记录；
- ◆ **TPD 指令间隔过大：**若示教器报错 TPD 指令间隔过大，则应检查机器人是否回到了记录前的初始位置，若机器人回到了初始位置依然报错 TPD 指令间隔过大，则删除当前轨迹重新记录一条新的轨迹；
- ◆ **TPD 操作过程中若出现其他异常情况，**则应通过示教器或急停按钮立即停止机器人操作，检查原因。

注意：

TPD 功能操作过程中应严格按照示教器上相应的提示进行操作。

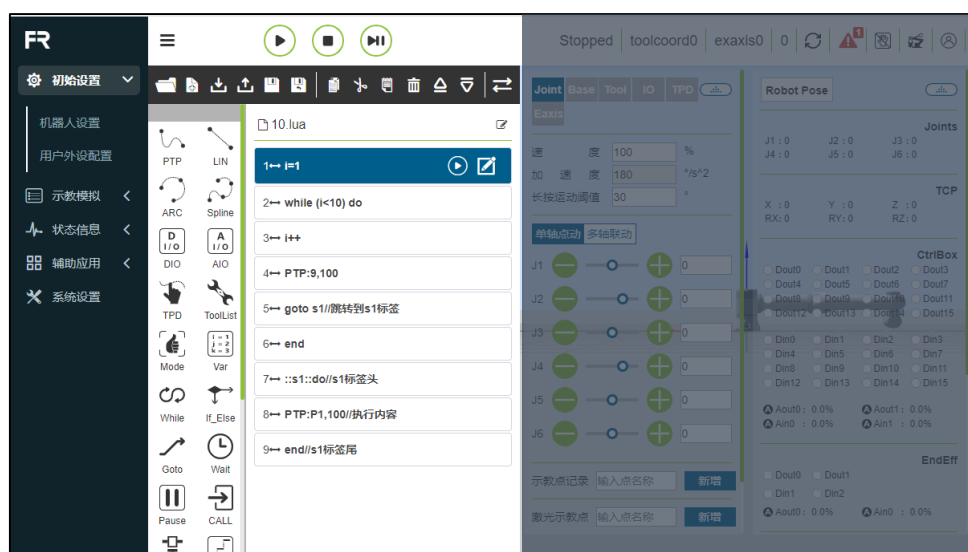
3.7 示教模拟

3.7.1 简介

点击左侧命令可以向程序树添加程序节点。

程序运行时，当前执行的程序节点灰色高亮显示。














在手动模式下，点击节点右侧第一个图标可以使机器人单独执行该指令，第二个图标为编辑该节点内容。



图表 3.7-1 程序树界面

3.7.2 工具栏

使用程序树底部的工具栏修改程序树。

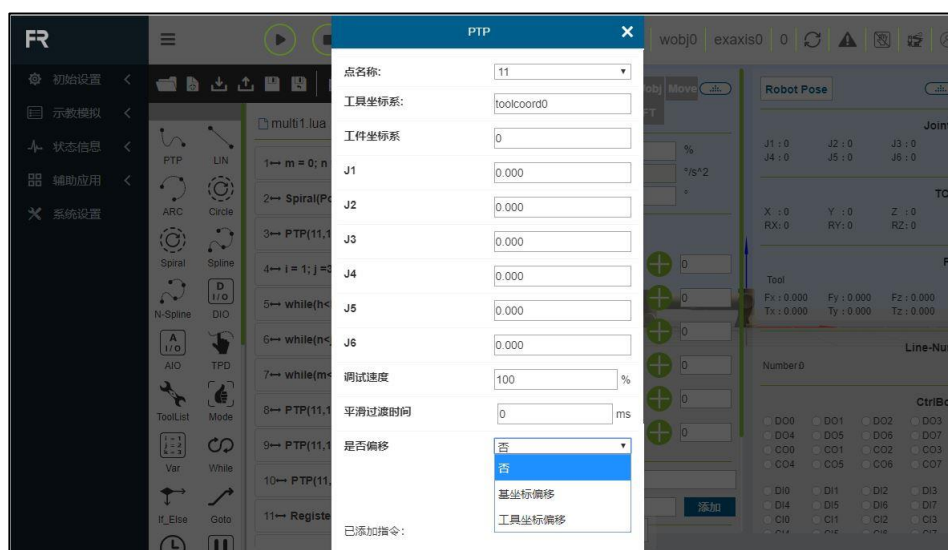
	打开： 打开用户程序文件
	新建： 选择模板新建程序文件
	导入： 导入文件到用户程序文件夹中
	导出： 导出用户程序文件到本地点。
	保存： 保存文件编辑内容
	另存为： 给文件重命名存放到用户程序或模板程序文件夹中。
	复制： 复制一个节点，并允许将其用于其他操作（例如：将其粘贴到程序树的其他位置）。
	粘贴： 允许您粘贴之前剪切或复制的节点。
	剪切： 剪切一个节点，并允许将其用于其他操作（例如：将其粘贴到程序树的其他位置）。
	删除： 从程序树中删除一个节点。
	上移： 向上移动该节点。
	下移： 向下移动该节点。
	切换编辑模式： 程序树模式和 lua 编辑模式互相切换。

3.7.3 程序命令

左侧主要是程序命令的添加，点击各关键字上方图标进入详细界面，程序命令添加到文件中的操作主要分为两种，一种方式打开相关指令点击应用按钮即可将该指令添加到程序中，另一种方式为先点击“添加”按钮，此时命令并未保存到程序文件中，需要再点击“应用”方可将命令保存到文件中。第二种方式多出现在同类型指令多条下发的情况，我们对该类型命令增加添加按钮和显示已添加指令内容功能，点击添加按钮可添加一条指令，已添加指令显示所有已添加的指令，点击“应用”即可将添加的指令保存到右侧已打开的文件中。

PTP 命令：点击“PTP”图标进入 PTP 命令编辑界面

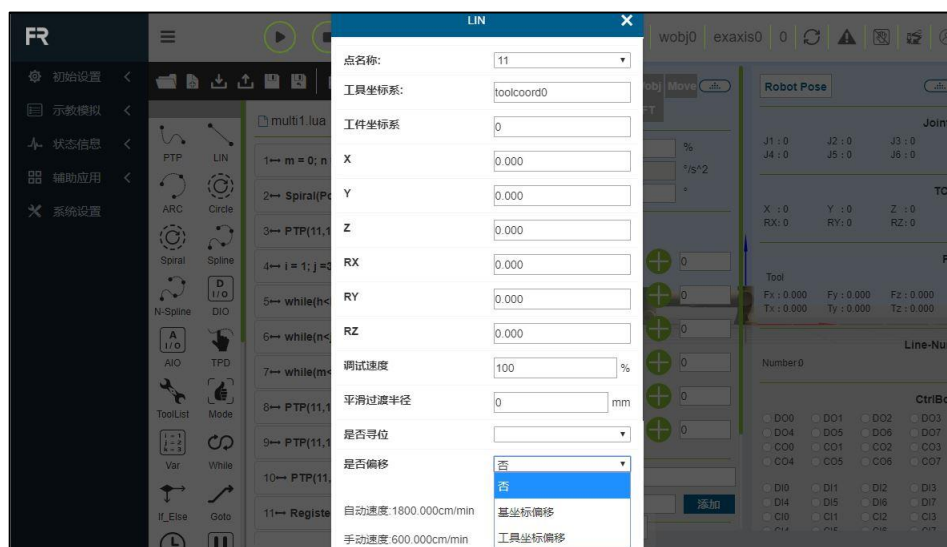
可以选择需要到达的点，平滑过渡时间设置可以实现该点到下一点的运动是连续的，是否偏移设置，可以选择基于基坐标系偏移和基于工具坐标偏移，并弹出 x,y,z,rx,ry,rz 偏移量设置，PTP 具体路径为运动控制器自动规划的最优路径，点击“添加”、“应用”后可保存该条指令。



图表 3.7-2 PTP 指令界面

Lin 命令： 点击“Lin”图标进入 Lin 命令编辑界面

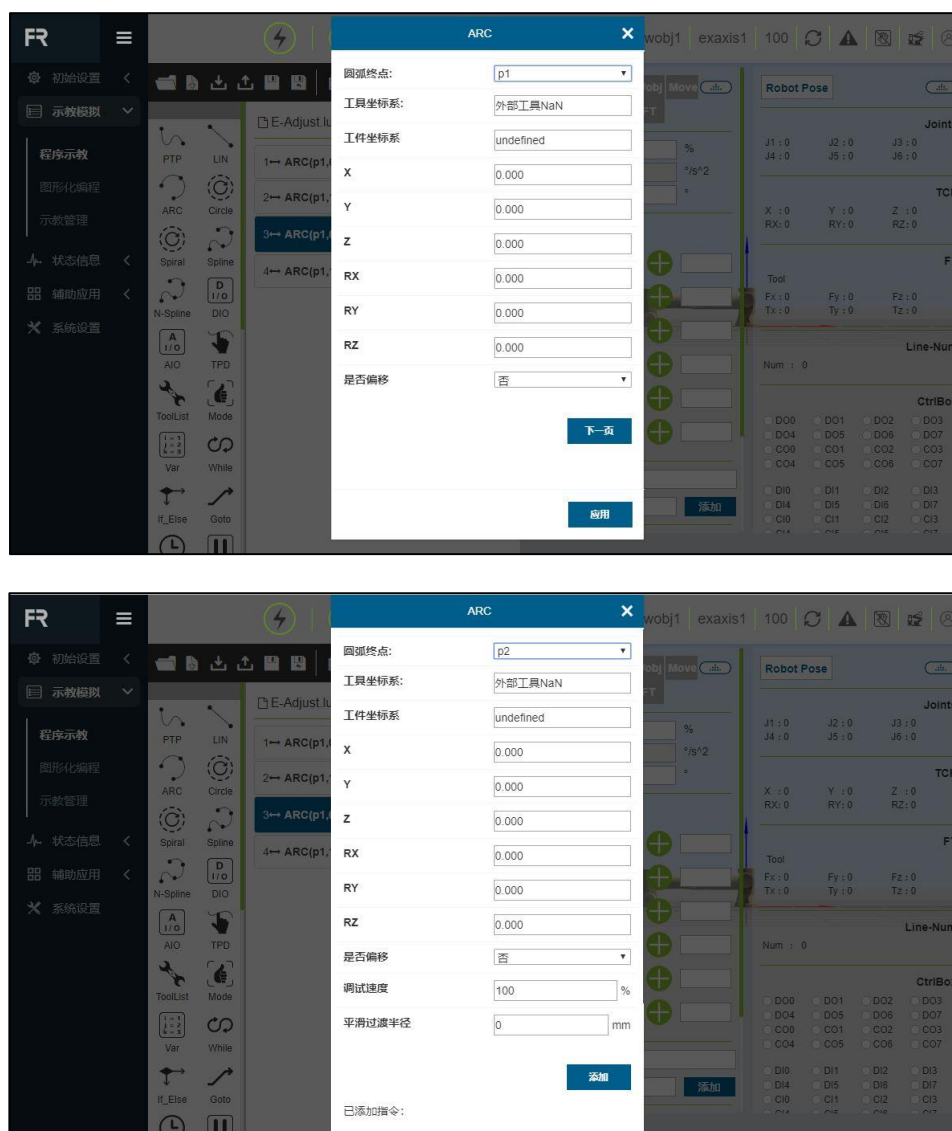
该指令功能与“PTP”指令相似，但该指令所到达点的路径为直线。



图表 3.7-3 Lin 指令界面

Arc 命令： 点击“Arc”图标进入 Arc 命令编辑界面

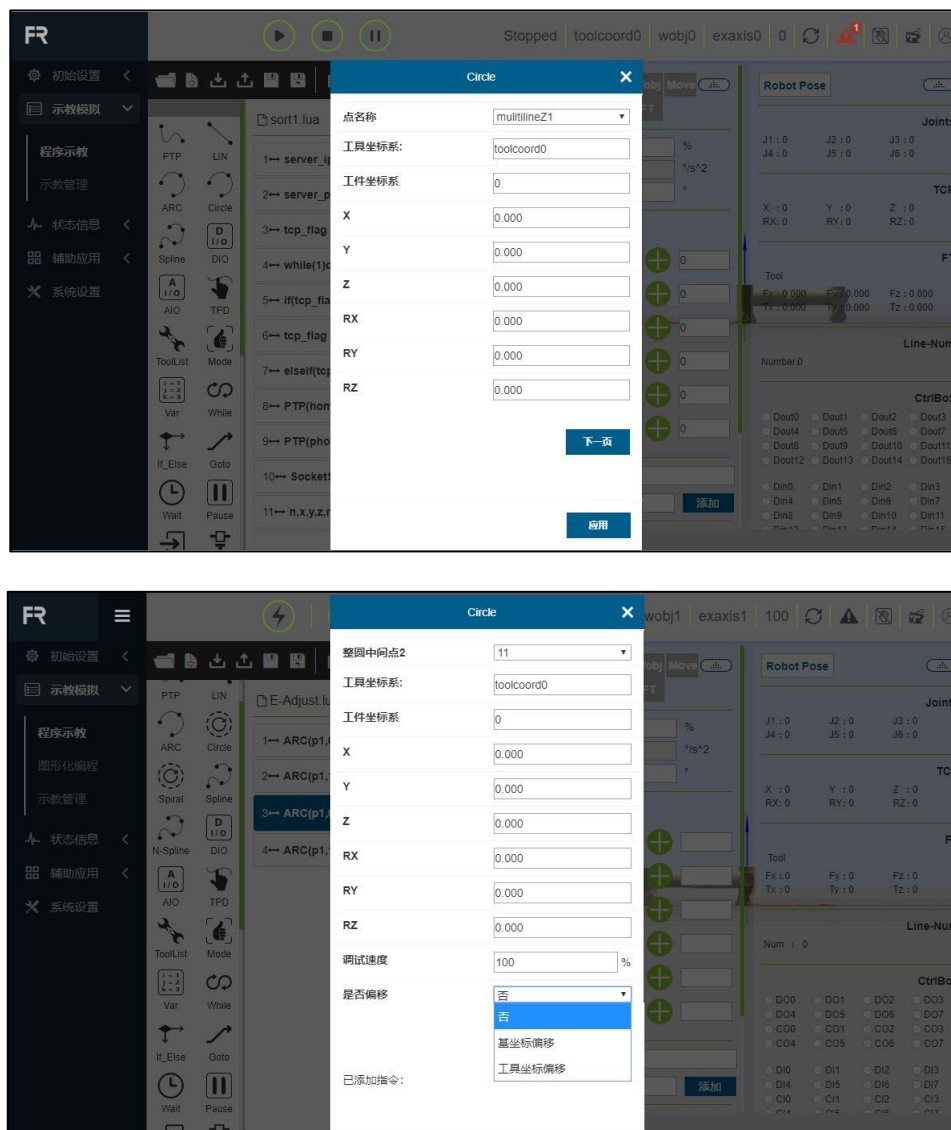
“Arc”指令为圆弧运动，包含两个点，第一点为圆弧中间过渡点，第二点为终点，过渡点和终点都可以对是否偏移进行设置，可以选择基于基坐标系偏移和基于工具坐标偏移，并弹出 x,y,z,rx,ry,rz 偏移量设置，终点可以设置平滑过渡半径，实现运动连续效果。



图表 3.7-4 Arc 指令界面

Circle 命令： 点击“Circle”图标进入 Circle 命令编辑界面

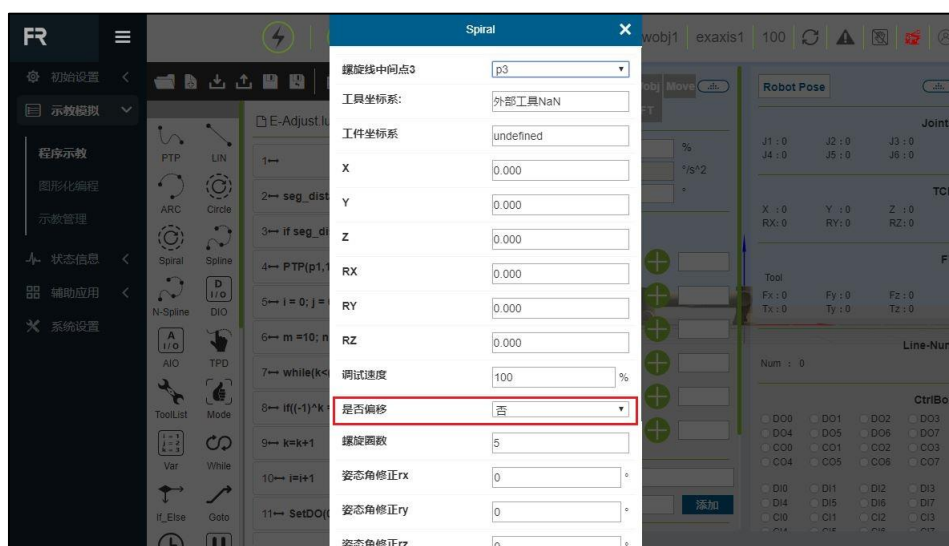
“Circle”指令为整圆运动，包含两个点，第一点为整圆中间过渡点 1，第二点为整圆中间过渡点 2，过渡点 2 可以设置是否偏移，该偏移量同时生效于过渡点 1 和过渡点 2。



图表 3.7-5 Circle 指令界面

Spiral 命令： 点击“Spiral”图标进入 Spiral 命令编辑界面

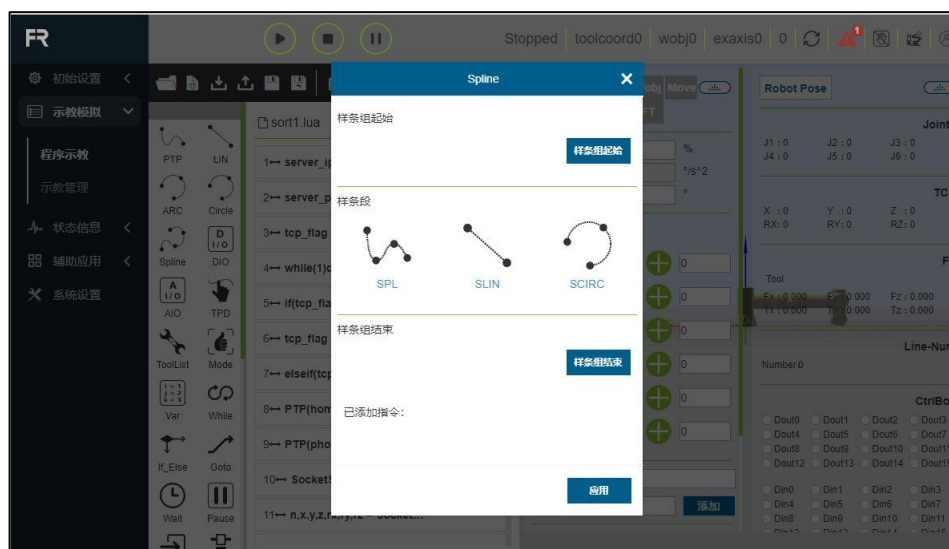
“Spiral”指令为螺旋线运动，包含三个点，该三个点组成一个圆，在第三点设置页面，包含螺旋圈数，姿态修正角，半径增量和转轴方向增量这几个参数设置，螺旋圈数即该螺旋线的运动圈数，姿态修正角修正的是螺旋线结束时的姿态与螺旋线第一点的姿态，半径增量即每一圈半径的增量，转轴方向增量即螺旋轴方向的增量。设置是否偏移，该偏移量生效于整个螺旋线的轨迹。



图表 3.7-6 Spiral 指令界面

Spline 命令： 点击“Spline”图标进入 Spline 命令编辑界面

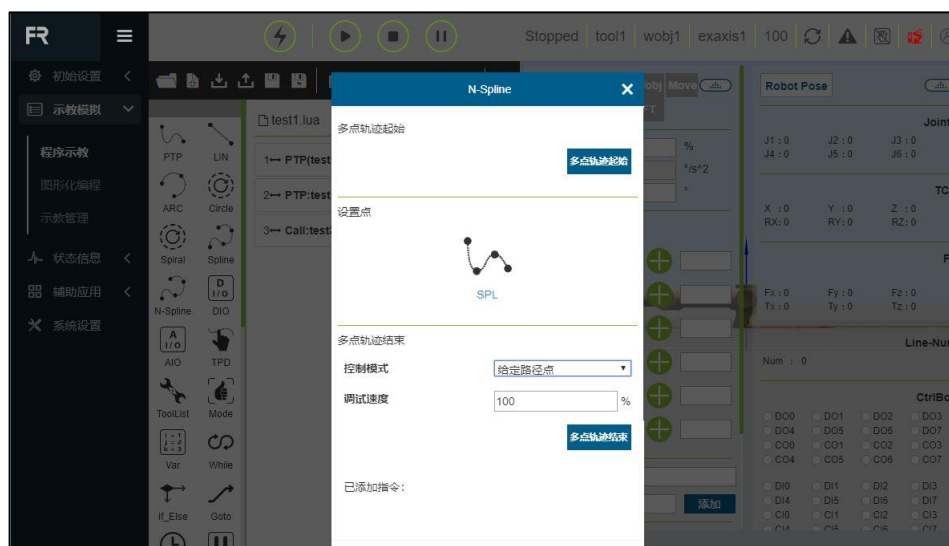
该指令分为样条组起始，样条段和样条组结束三部分，样条组开始是样条运动的起始标志，样条段包含 SPL、SLIN 和 SCIRC 段，点击对应图标进入指令添加界面，样条组结束是样条运动的结束标志。



图表 3.7-7 Spline 指令界面

N-Spline 命令： 点击“N-Spline”图标进入 N-Spline 命令编辑界面

该指令为 Spline 指令算法优化指令，后续会替代现有的 Spline 指令，该指令分为多点轨迹起始，多点轨迹段和多点轨迹结束三部分，多点轨迹开始是多点轨迹运动的起始标志，多点轨迹段即设置各个轨迹点，点击图标进入点位添加界面，多点轨迹结束是多点轨迹运动的结束标志，在此可以设置控制模式和调试速度，控制模式分为给定控制点和给定路径点。

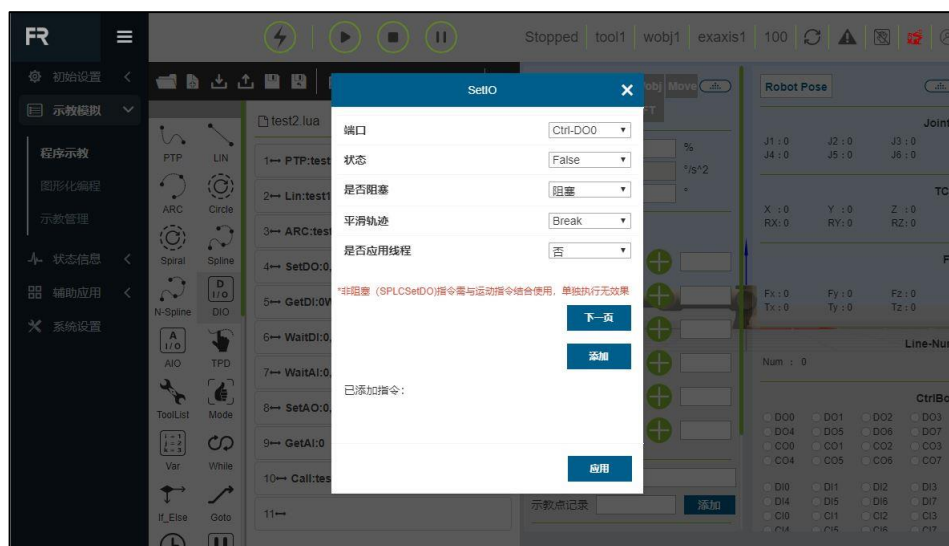


图表 3.7-8 N-Spline 指令界面

IO 命令：点击“IO”图标进入 IO 命令编辑界面

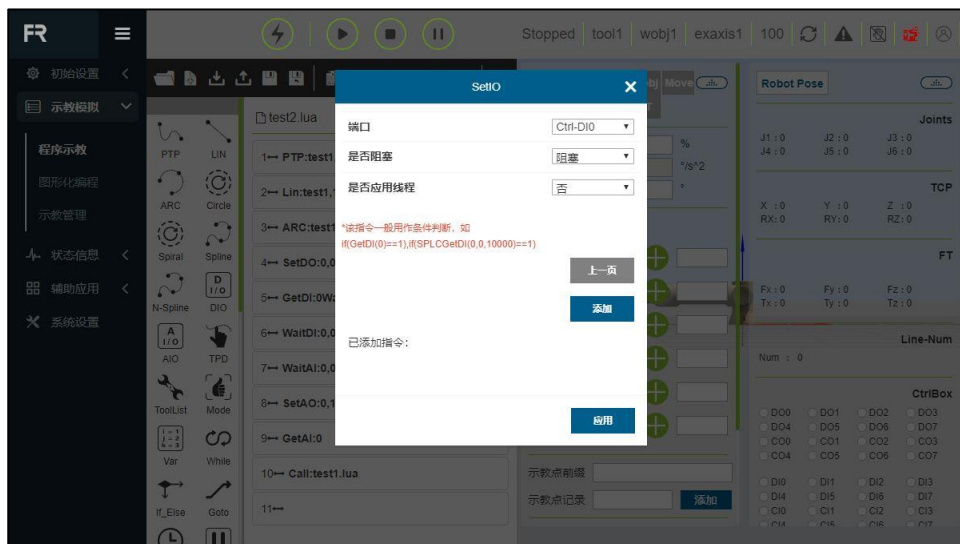
“IO”指令分为设置 IO(SetDO/ SPLCSetDO)和获取 IO(GetDI/ SPLCGetDI)两部分。

“SetDO/ SPLCSetDO”该指令可设定指定的输出 DO 状态，包括 16 路控制箱数字输出和 2 路工具数字输出，状态选项“False”为闭，“True”为开，是否阻塞选项选择“阻塞”表示运动停止后设置 DO 状态，选择“非阻塞”选项表示在上一条运动过程中设置 DO 状态。平滑轨迹选项选择“Break”表示在平滑过渡半径结束后设置 DO 状态，选择“Serious”表示在平滑过渡半径运动过程中设置 DO 状态。当该指令是添加在辅助线程中，是否应用线程需要选择是，其他地方使用该指令选择否。点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-9 SetDO 指令界面

在“GetDI/SPLCGetDI”指令中，选择想要获取端口号的数值，是否阻塞选项选择“阻塞”表示运动停止后获取 DI 状态，选择“非阻塞”选项表示在上一条运动过程中获取 DI 状态。当该指令是添加在辅助线程中，是否应用线程需要选择是，其他地方使用该指令选择否。选择完毕后点击“添加”、“应用”按钮即可。

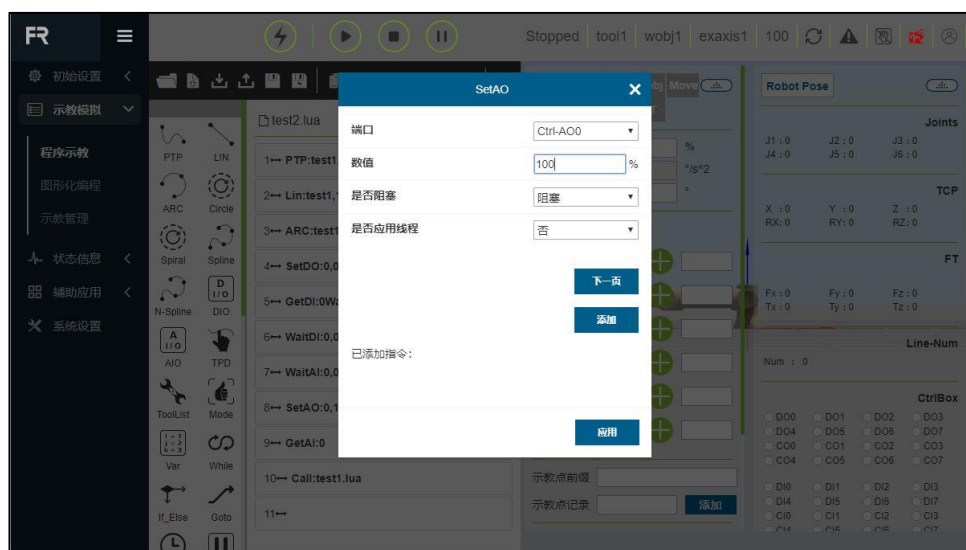


图表 3.7-10 GetDI 指令界面

AI 命令： 点击“AI”图标进入 AI 命令编辑界面

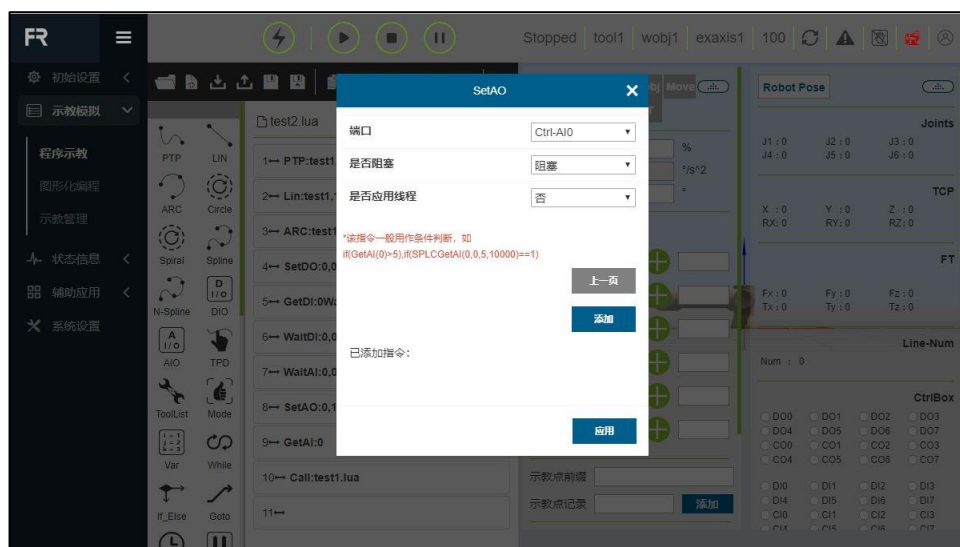
在该指令中，分为设置模拟输出（SetAO/SPLCSetAO）和获取模拟输入（GetAI/ SPLCGetAI）两部分功能。

“SetAO/SPLCSetAO”选择需要设置的模拟输出，输入需要设置的值，范围为 0-10，是否阻塞选项选择“阻塞”表示运动停止后设置 AO 状态，选择“非阻塞”选项表示在上一条运动过程中设置 AO 状态。当该指令是添加在辅助线程中，是否应用线程需要选择是，其他地方使用该指令选择否。点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-11 SetAO 指令界面

“GetAI/ SPLCGetAI”选择需要获取的模拟输入，是否阻塞选项选择“阻塞”表示运动停止后获取 AI 状态，选择“非阻塞”选项表示在上一条运动过程中获取 AI 状态。当该指令是添加在辅助线程中，是否应用线程需要选择是，其他地方使用该指令选择否。点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-12 GetAI 指令界面

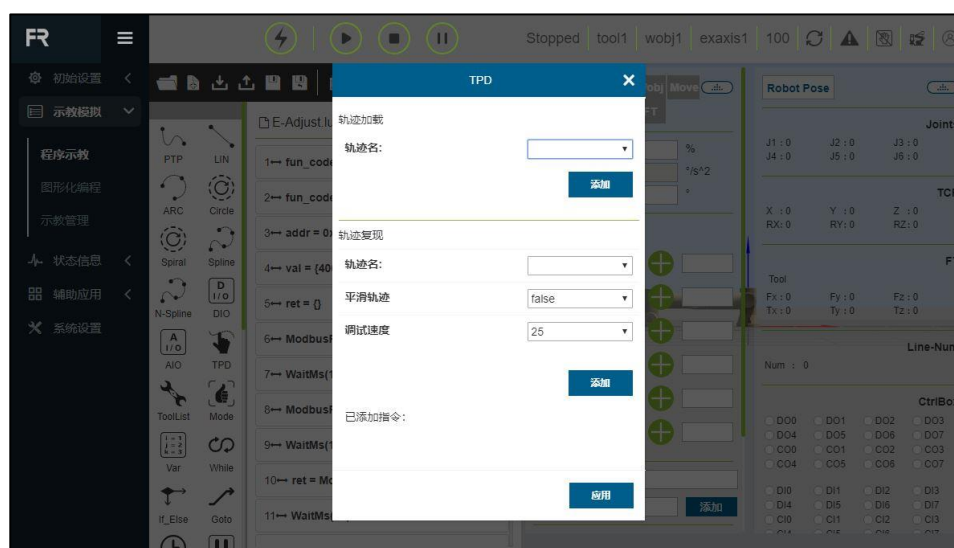
TPD 命令：点击“TPD”按钮进入 TPD 命令编辑界面

在该指令中，用户首先需要有记录好的轨迹。

关于轨迹记录：在准备记录轨迹之前，先保存下轨迹的起始点。在机器人处于拖动模式下，输入文件名，选择周期（假设数值为 x，即每隔 x 毫秒记录一个点，推荐 4 毫秒记录一个点），点开始记录，用户可以根据需求拖动机器人进行指定运动，记录完成后，点击停止记录，即可保存之前机器人的运动轨迹。当一条运动无法完全记录，会提示记录点数超限提示，用户需要将运动分几次进行记录。

进行程序编程时，首先用 PTP 指令到达对应轨迹起始点，然后在 TPD 轨迹复现指令中选择轨迹，选择是否平滑，设置调试速度，依次点击“添加”、“应用”，即可插入程序。轨迹加载指令主要用于预先读取轨迹文件，提取成轨迹指令，更好的应用于传送带跟踪场景。

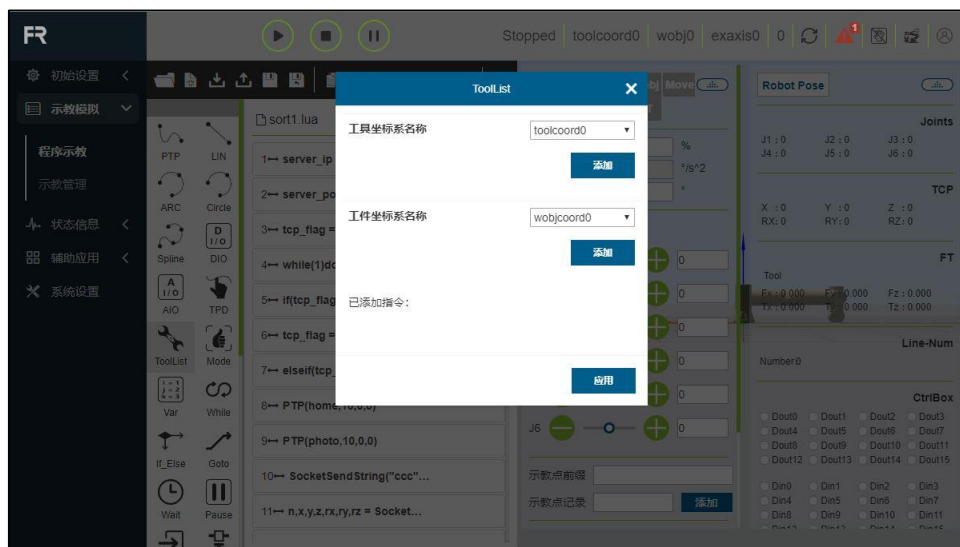
（注：关于 TPD 详细操作可见示教编程（TPD）功能操作说明模块。）



图表 3.7-13 TPD 指令界面

ToolList 命令： 点击“ToolList”图标进入 ToolList 命令编辑界面

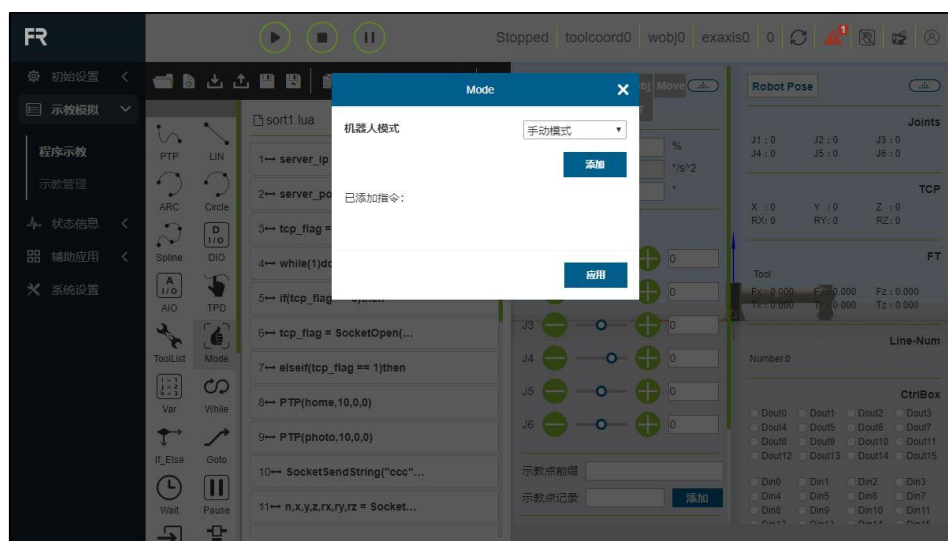
选择工具坐标系名称，点击“应用”添加该指令到程序中，当程序运行该语句，会设定机器人的工具坐标系。



图表 3.7-14 ToolList 指令界面

Mode 命令： 点击“Mode”图标进入 Mode 命令编辑界面

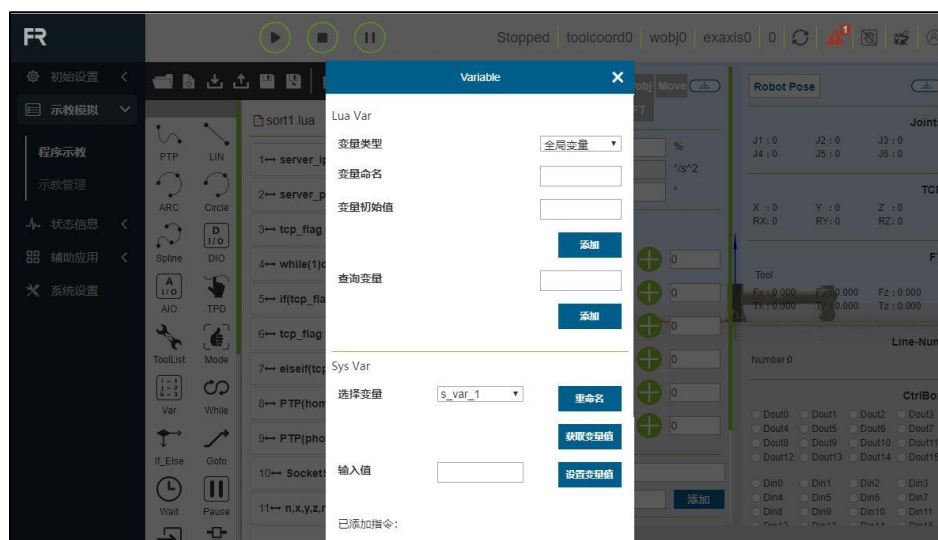
该指令可切换机器人到手动模式，通常在一个程序结尾处添加，以便用户在程序运行结束后，使机器人自动切换到手动模式，拖动机器人。



图表 3.7-15 Mode 指令界面

Var 命令： 点击“Var”图标进入 Var 命令编辑界面

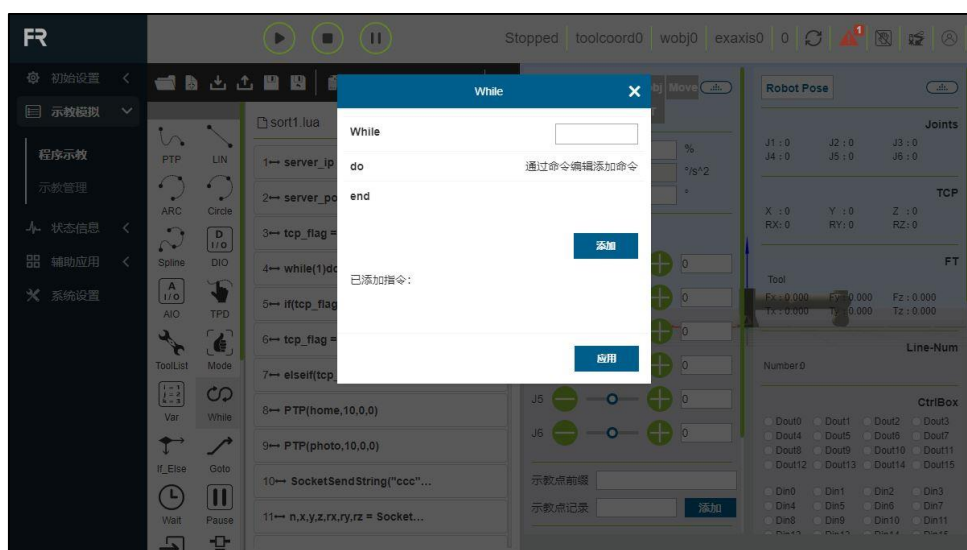
该指令为变量系统指令，分为 Lua 变量定义，变量查询和 Sys 变量重命名，获取值,设置值两部分,Lua 变量定义可以声明一个变量并赋予初始值,与 while, if-else 等指令配合使用, Lua 变量查询指令可以实时查询输入的变量名称的值,显示在状态栏。Sys 变量个数是固定的,可以对其重命名,获取变量值以及设置变量值。(该指令需要一定编程基础,如需帮助,请联系我们)



图表 3.7-16 Var 指令界面

While 命令： 点击“While”图标进入 While 命令编辑界面

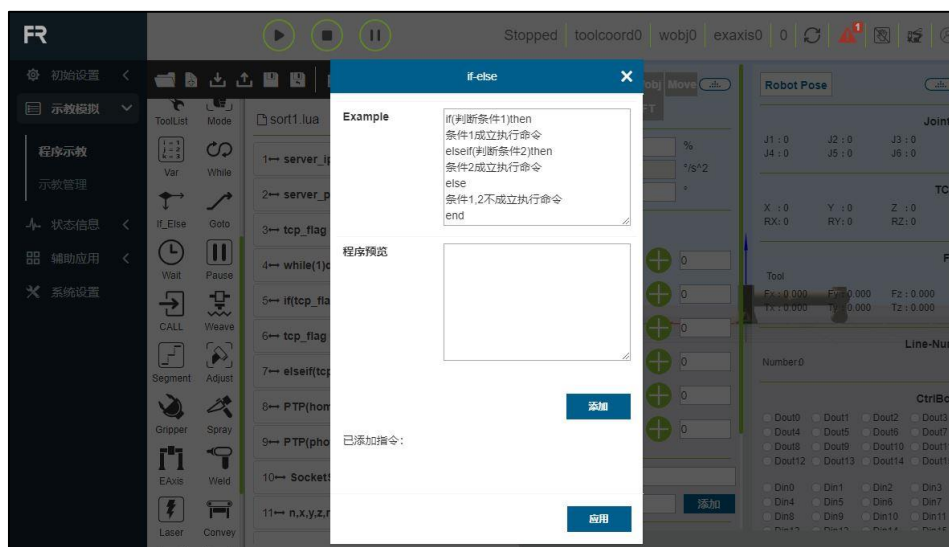
在 While 后方的输入框中输入等待条件,在 do 后方的输入框中输入循环期间的动作指令,点击保存即可。(为方便操作,可任意输入 do 内容,在程序中编辑其他指令插入代替)



图表 3.7-17 While 指令界面

if...else 命令： 点击“if...else”按钮进入 if...else 命令编辑界面

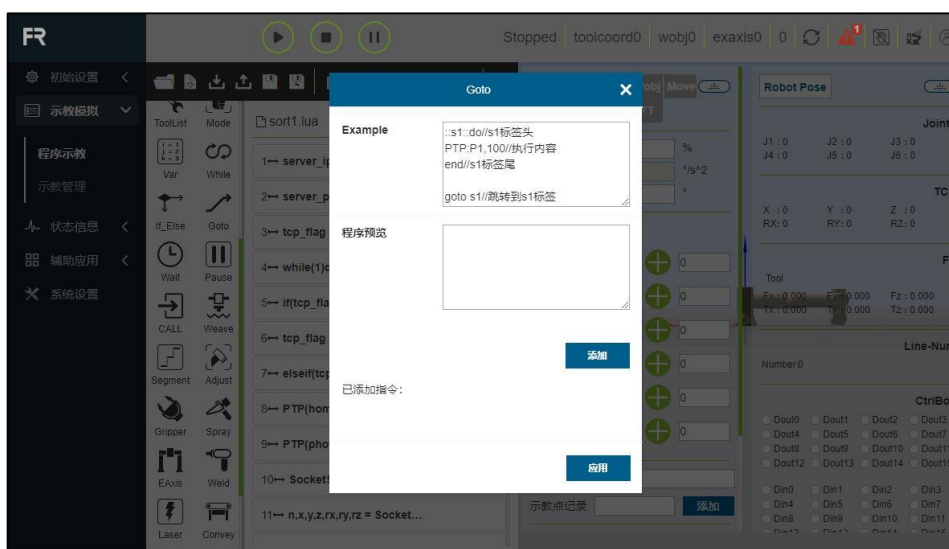
在右侧输入框中输入语句，编辑完毕后点击“添加”、“应用”即可。（该指令需要一定编程基础，如需帮助，请联系我们）



图表 3.7-18 if...else 指令界面

Goto 命令： 点击“Goto”按钮进入 Goto 命令编辑界面

Goto 指令为跳转指令，在右侧输入框中输入语句，编辑完毕后点击“添加”、“应用”即可。（该指令需要一定编程基础，如需帮助，请联系我们）

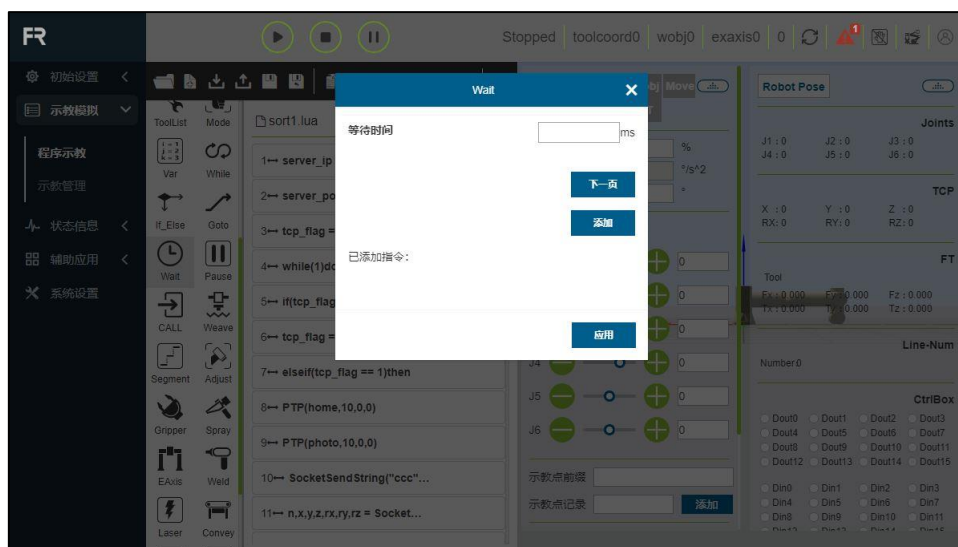


图表 3.7-19 Goto 指令界面

Wait 命令：点击“Wait”图标进入 Wait 命令编辑界面

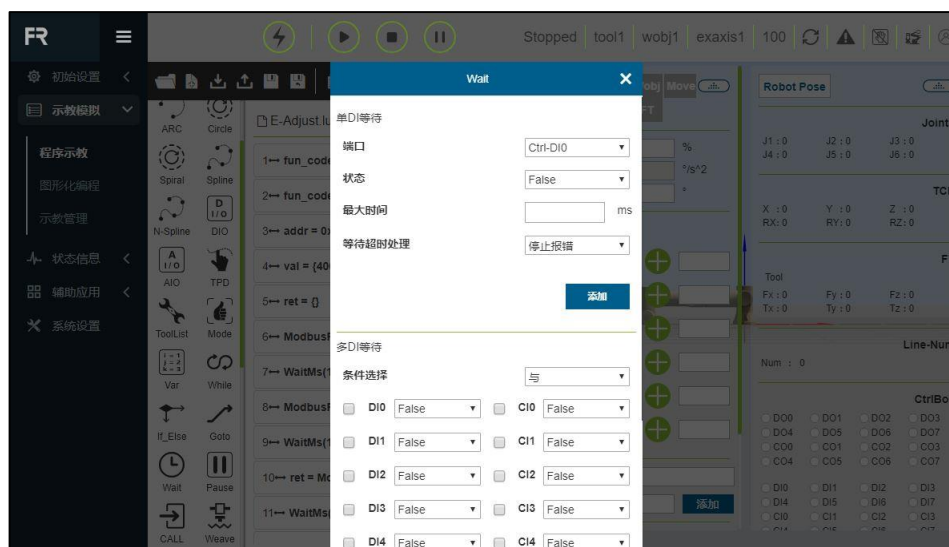
该指令为延时指令，分为“WaitMs”、“WaitDI”和“WaitAI”三部分。

“WaitTime”指令延时等待时间单位为毫秒，输入需要等待的毫秒数，点击“添加”、“应用”即可。



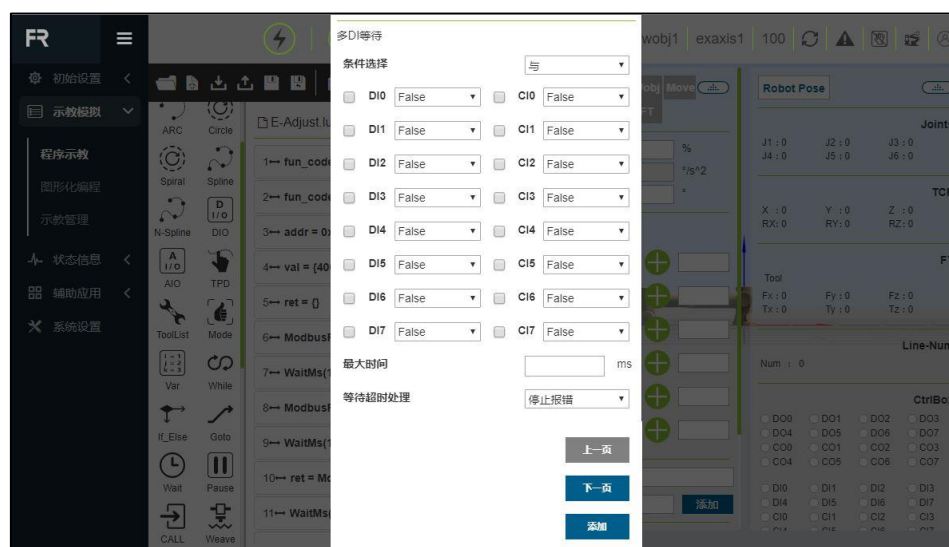
图表 3.7-20 WaitTime 指令界面

“WaitDI”指令，即单DI等待，选择需要等待的IO端口号、等待状态、等待最大时间和等待超时处理方式，点击“添加”、“应用”即可。



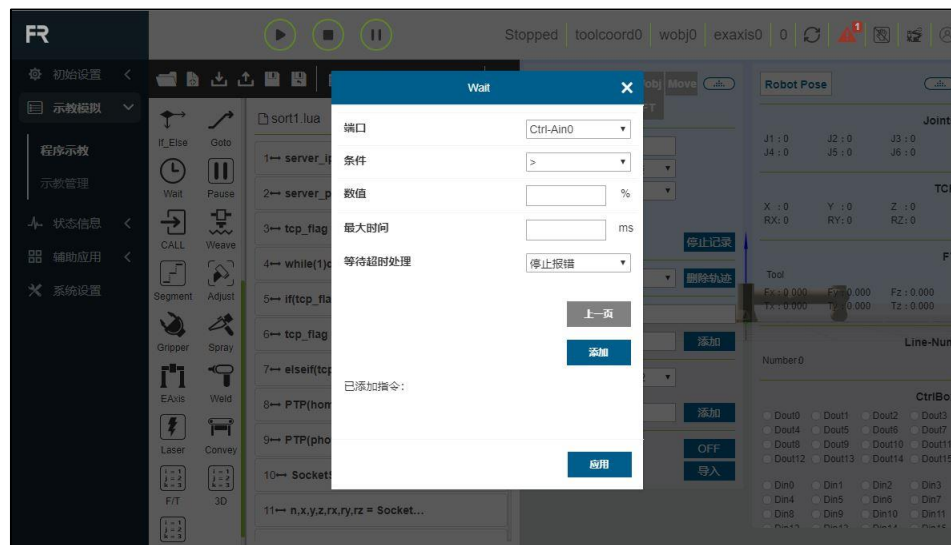
图表 3.7-21 WaitDI 指令界面

“WaitMultiDI”指令，即多DI等待，首先选择多DI成立条件，其次勾选需要等待的DI端口和状态，最后设置等待最大时间和等待超时处理方式，点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-22 WaitMultiDI 指令界面

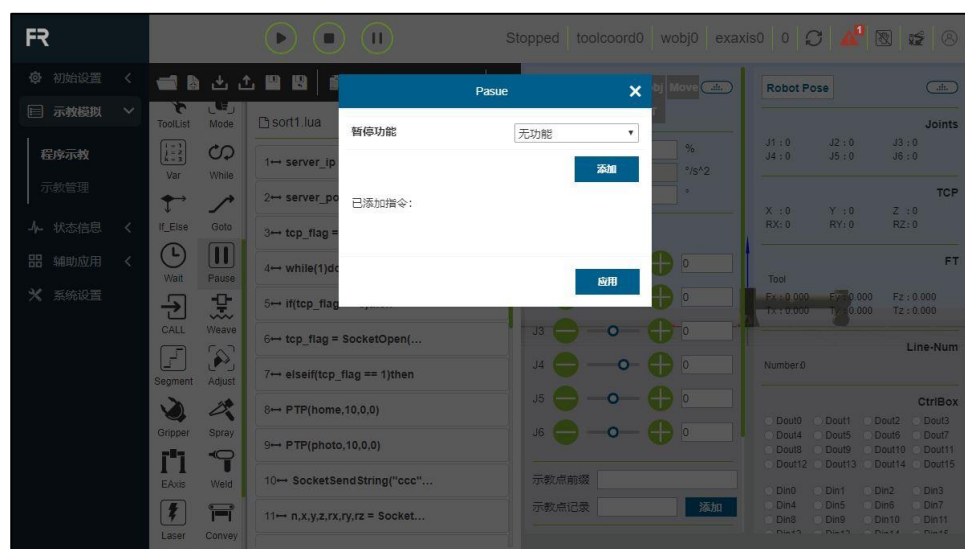
“WaitAI”指令，选择需要等待的模拟量、数值、等待的最大时间以及等待超时处理方式，点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-23 WaitAI 指令界面

Pause 命令：点击“Pause”图标进入 Pause 命令编辑界面

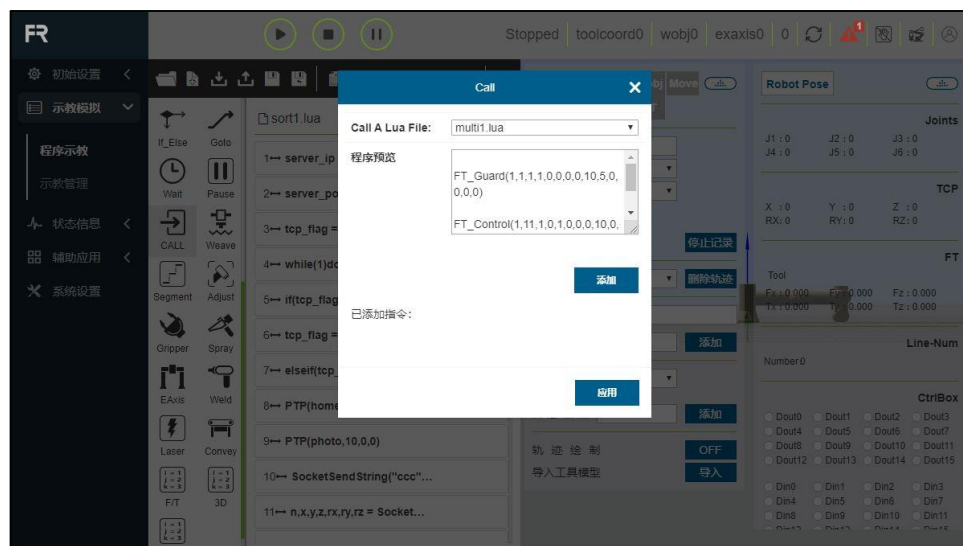
该指令为暂停指令，在程序中插入该指令，当程序执行到该指令时，机器人会处于暂停状态，若想继续运行，点击控制区“暂停/恢复”按键即可。



图表 3.7-24 Pause 指令界面

CALL 命令：点击“CALL”图标进入 CALL 命令编辑界面

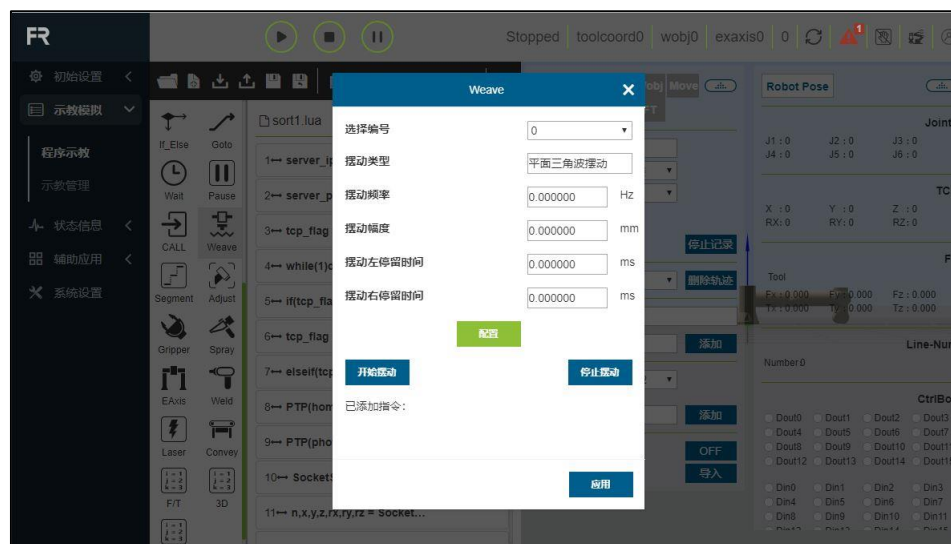
点击文件名选择框选择要插入的子程序，选择完毕后可在下方的显示框中会显示该子程序内容，若无问题点击插入即可。（注意 call 文件中不能出现 call 命令）



图表 3.7-25 call 指令界面

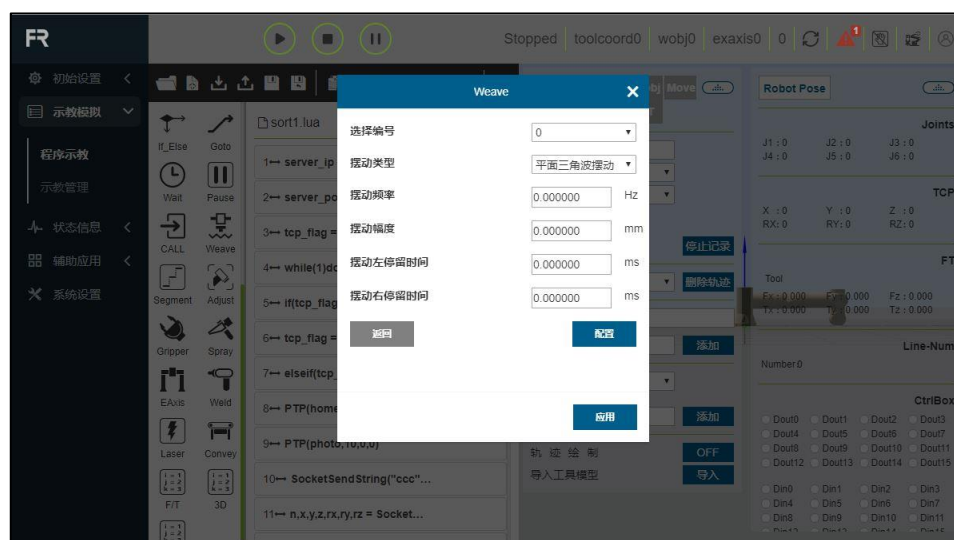
Weave 命令： 点击 “Weave” 图标进入 Weave 命令编辑界面

“Weave” 指令包含两部分，第一部分选择配置好参数的摆焊编号，点击“开始摆焊”和“停止摆焊”并应用可将相关指令添加到程序中。



图表 3.7-26 Weave 指令界面

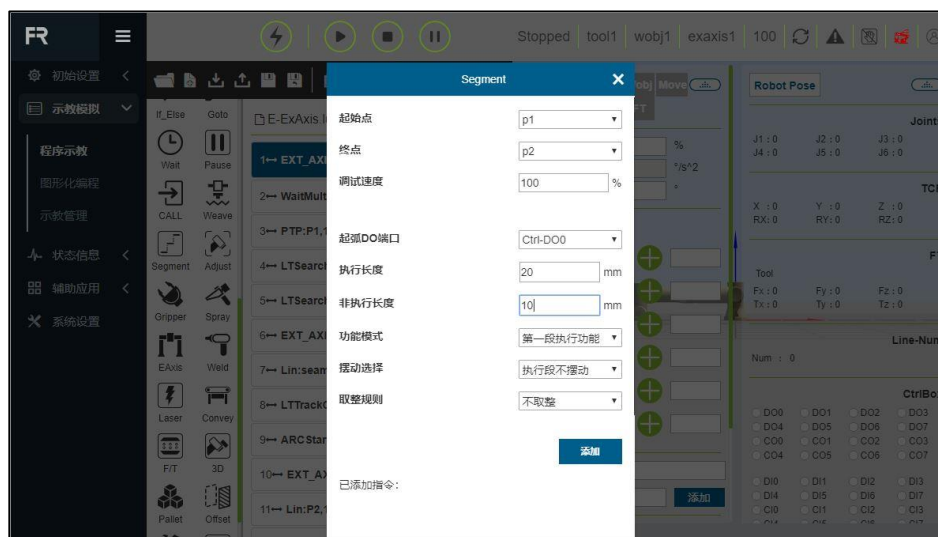
点击“配置与测试”，可以对摆焊的参数进行配置，配置完成后可通过开始摆焊测试和停止摆焊测试按钮测试该摆焊轨迹。



图表 3.7-27 Weave 配置与测试指令界面

Segment 命令： 点击“Segment”图标进入 Segment 命令编辑界面

该指令为焊接专用指令，主要用于一段焊，一段不焊的循环间断焊接场景。在起点与终点之间，使用该指令，选择起点和终点，设置调试速度，设置起弧的 DO 端口，执行长度，非执行长度，根据实际应用场景设置功能模式，摆动选择和取整规则即可实现段焊功能。



图表 3.7-28 Segment 指令界面

Adjust 命令： 点击“Adjust”图标进入 Adjust 命令编辑界面

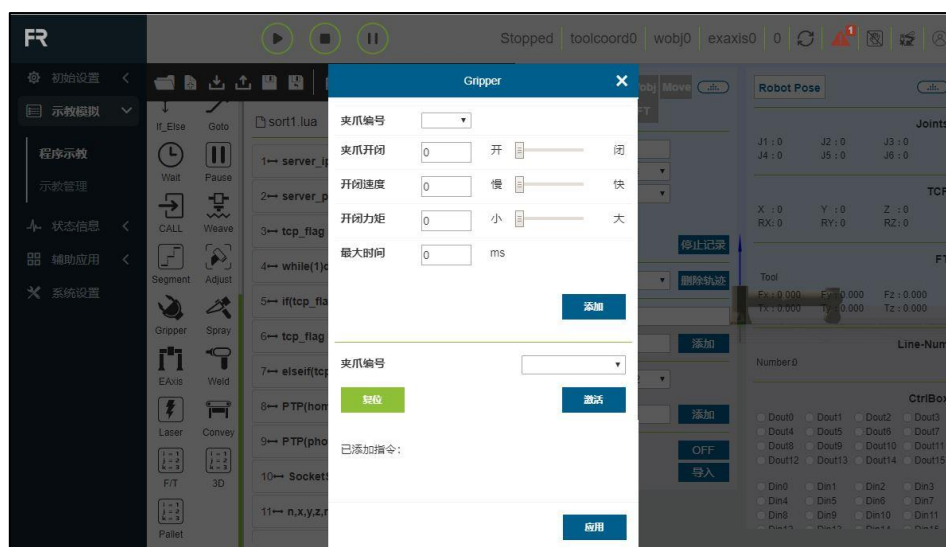
该指令针对焊接跟踪自适应调整焊枪姿态场景，记录好三个对应的姿态点后，根据机器人实际运动方向，添加姿态自适应调整指令。详见机器人外设章节。



图表 3.7-29 Adjust 指令界面

Gripper 命令： 点击“Gripper”图标进入 Gripper 命令编辑界面

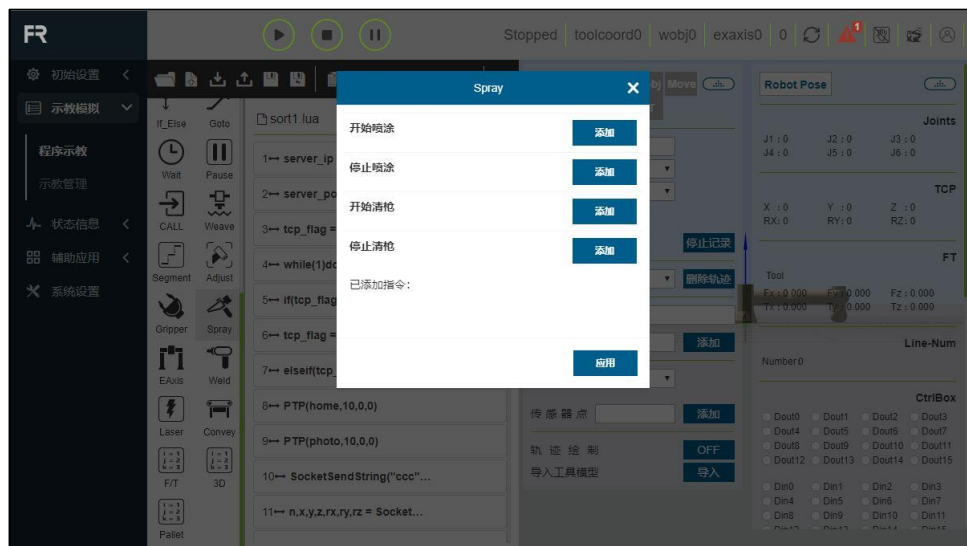
在该指令中，分为夹爪运动控制指令和夹爪激活/复位指令，夹爪控制指令中，显示完成配置并且已被激活的夹爪编号，用户可以通过编辑框编辑，或者滑动条滑动至所需的值来完成对夹爪开闭、开闭速度和开闭力矩的设置，数值为百分比，点击“添加”、“应用”按钮，即可将设置的值保存至示教文件中。夹爪复位/激活指令，显示已经配置的夹爪编号，可以添加复位/激活指令到程序中。



图表 3.7-30 Gripper 指令界面

Spray 命令： 点击“Spray”图标进入 Spray 命令编辑界面

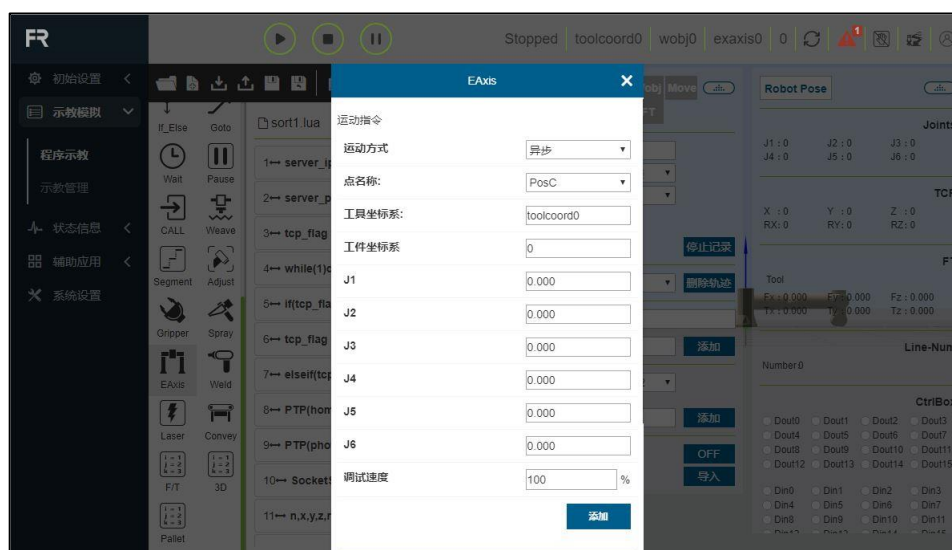
该指令为喷涂相关指令，控制喷枪“开始喷涂”、“停止喷涂”、“开始清枪”和“停止轻枪”。在编辑该程序命令时，需确认已经配置好喷枪外设，详见机器人外设章节。



图表 3.7-31 Spray 指令界面

EAxis 命令： 点击“EAxis”图标进入 EAxis 命令编辑界面

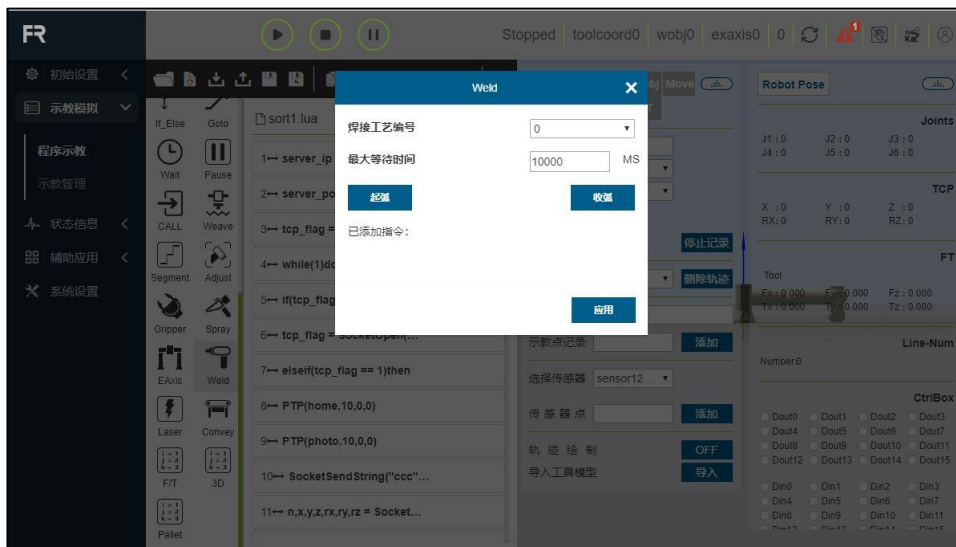
该指令针对使用外部轴的场景，与 PTP 指令组合使用，可将空间上一点 X 轴方向上的移动分解到外部轴运动。选择外部轴编号，运动方式选同步，选择需要到达的点，点击“添加”、“应用”后可保存该条指令。。



图表 3.7-32 EAxis 指令界面

Weld 命令： 点击“Weld”图标进入 Weld 命令编辑界面

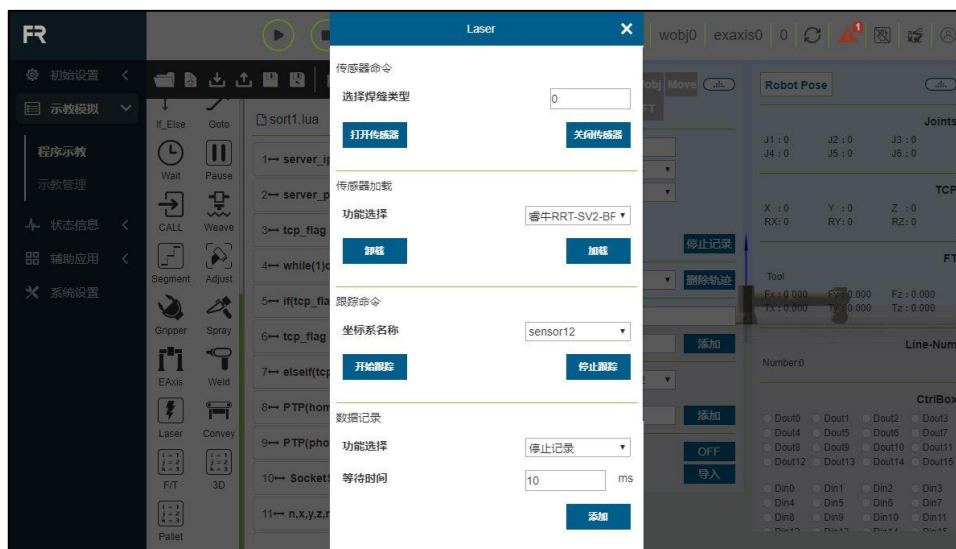
该指令主要用于焊机外设，在添加该指令前请确认在用户外设中焊机配置是否完成，详见机器人外设章节。



图表 3.7-33 Weld 指令界面

Laser 命令： 点击“Laser”图标进入 Laser 命令编辑界面

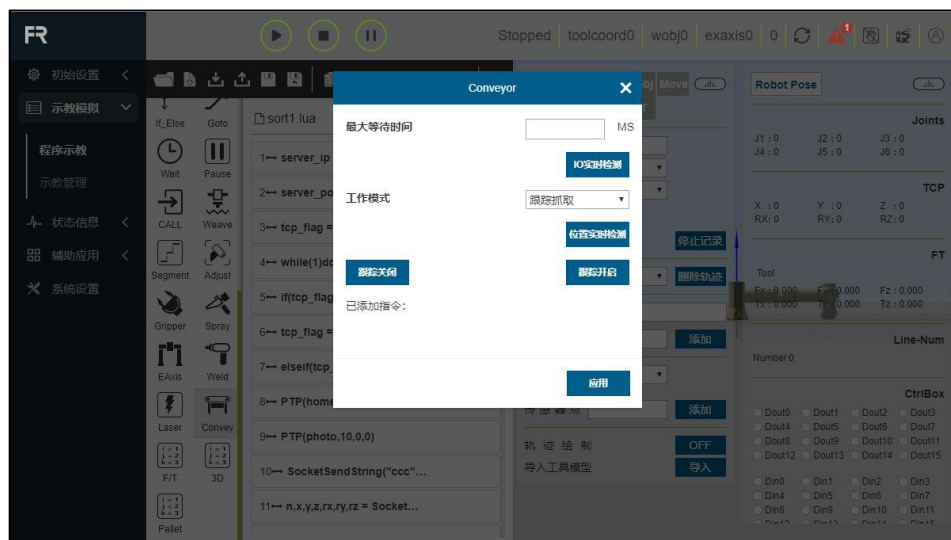
该指令包含激光命令、跟踪命令和寻位命令三部分，在添加该指令前，请确认用户外设中激光跟踪传感器是否已经配置成功。详见机器人外设章节。



图表 3.7-34 Laser 指令界面

Convey 命令：点击“Convey”图标进入 Convey 命令编辑界面

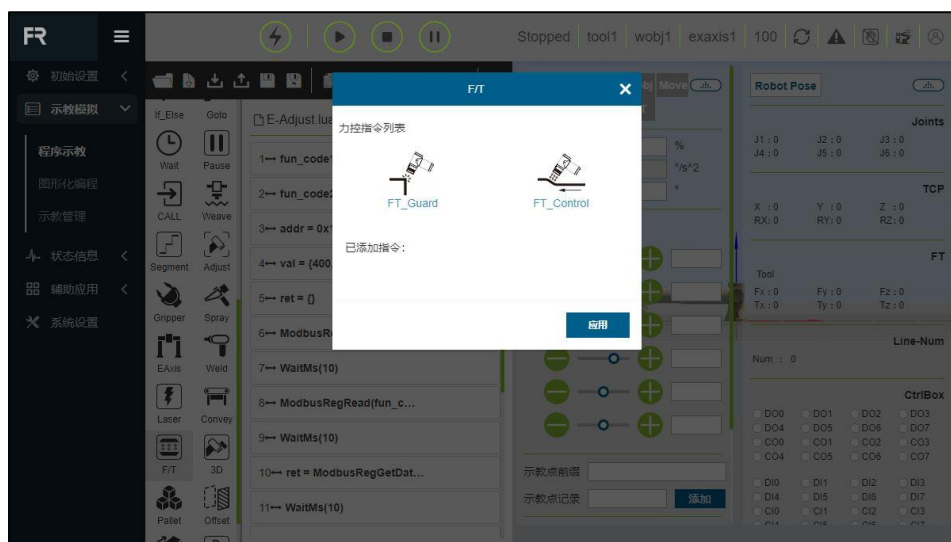
该指令包含位置实时检测，IO 实时检测，跟踪开启和跟踪关闭四条命令。
详见机器人外设章节。



图表 3.7-35 Conveyor 指令界面

F/T 命令：点击“F/T”图标进入 F/T 命令编辑界面

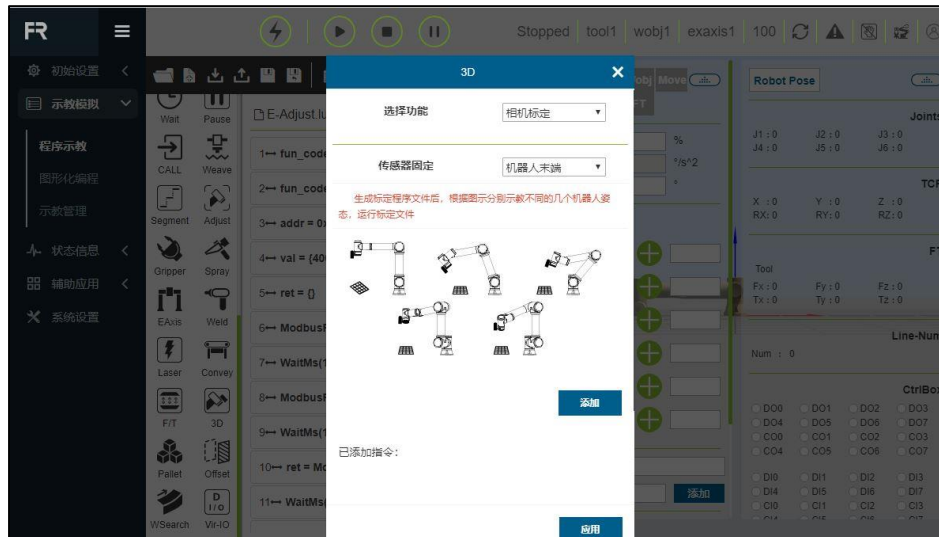
该指令包含 FT_Guard(碰撞检测)和 FT_Control(恒力控制)两个指令，详见机器人外设章节。



图表 3.7-36 F/T 指令界面

3D 命令：点击“3D”图标进入 3D 命令编辑界面

该指令为 3D 视觉程序实例生成指令，用户可以根据生成的程序进行参考，与其他视觉设备进行通讯工作，包含相机标定和相机抓取两个程序案例参考。



图表 3.7-37 3D 指令界面

Pallet 命令：点击“Pallet”图标进入 Pallet 命令编辑界面

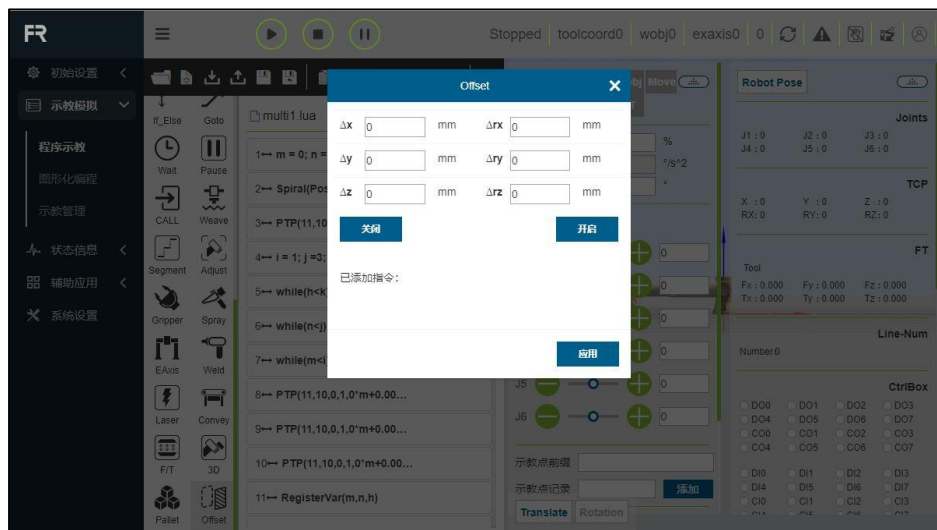
该指令为码垛程序生成指令，与 3.9.6 节矩阵移动功能是一致的，详细说明参考那一章节。



图表 3.7-38 Pallet 指令界面

Offset 命令： 点击“Offset”图标进入 Offset 命令编辑界面

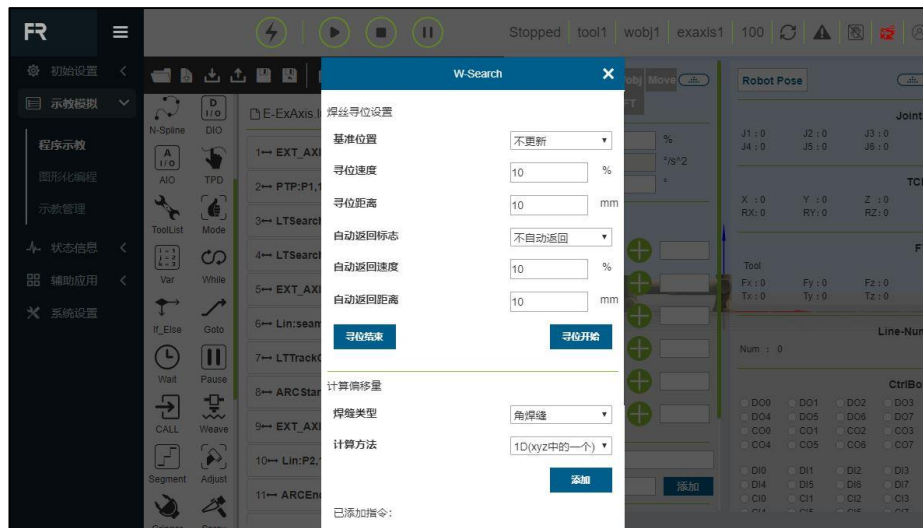
该指令为整体偏移指令，输入各个偏移量，将开启指令和关闭指令添加到程序中，在开始和关闭中间的运动指令会基于基坐标（或工件坐标）进行偏移。



图表 3.7-39 Offset 指令界面

W-Search 命令： 点击“W-Search”图标进入 W-Search 命令编辑界面

该指令为焊丝寻位指令，包含寻位开始，寻位结束和计算偏移量三个指令，该指令一般应用于焊接场景中，需要焊机与机器人 IO 和运动指令相结合使用。



图表 3.7-40 W-Search 指令界面

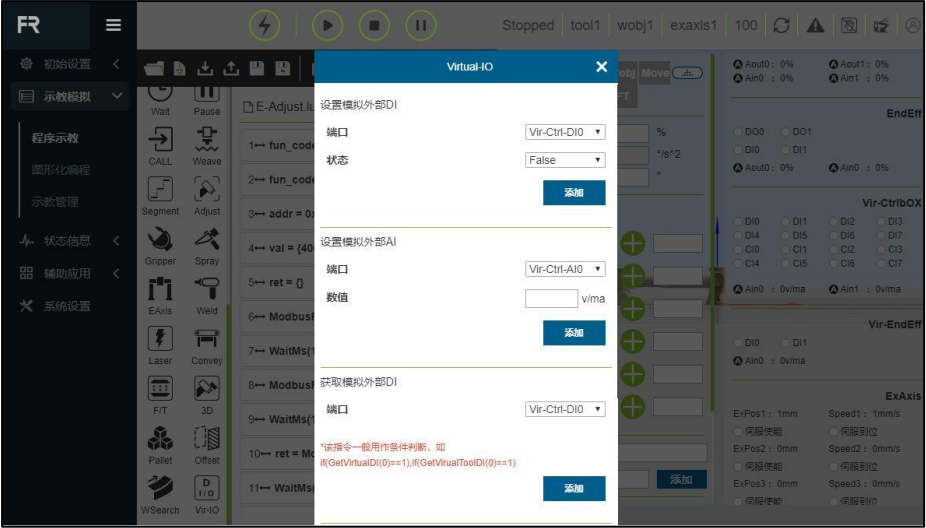
在编写程序中，通常先设置寻位开始指令，之后添加两条 LIN 指令，确定寻位的方向，寻位成功后，获取计算出来的偏移量，将该偏移量通过整体偏移指令，生效到真正的焊接运动指令中，程序示例如下。



图表 3.7-41 W-Search 示例（1D）

Vir-IO 命令： 点击“Vir-IO”图标进入 Vir-IO 命令编辑界面

该指令虚拟的 IO 控制指令，可以实现设置模拟外部 DI 和 AI 状态，获取模拟 DI 和 AI 状态。



图表 3.7-42 Vir-IO 指令界面

Thread 命令：点击“Thread”图标进入 Thread 命令编辑界面

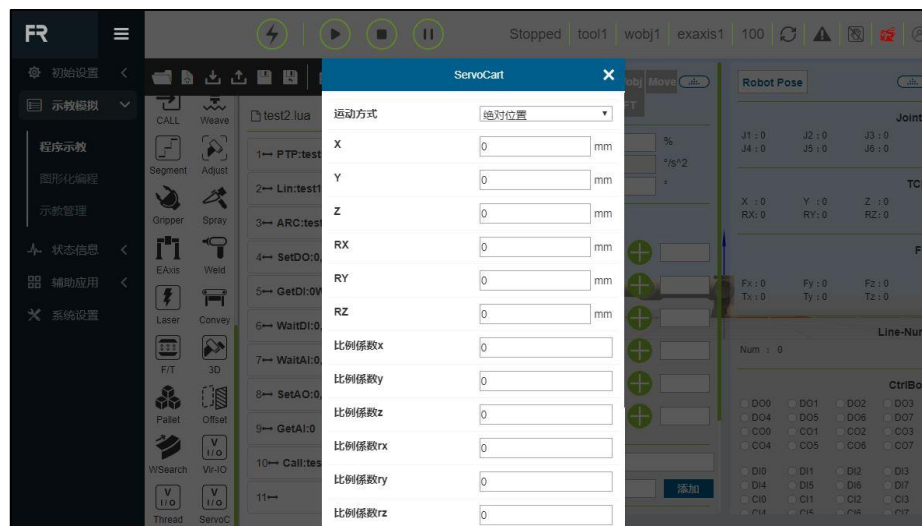
Thread 命令为辅助线程功能，用户可以定义一个辅助线程与主线程同时运行，辅助线程主要与外部设备进行数据交互，支持 socket 通信，机器人 DI 状态获取，机器人 DO 状态设置，机器人状态信息获取，与主线程数据交互，主线程通过辅助线程获取的数据用于控制机器人运动逻辑的判断，用户程序示例截图：

```
1  --辅助线程函数定义
2  function auxThread_TCPCom(ip, port)
3      local flag = 0
4      SetSysNumber(1, 0)//系统变量1赋值0
5  while(1) do
6      if flag == 0 then
7          flag = SocketOpen(ip,port, "socket_0");//与服务端建立连接
8      elseif flag == 1 then
9          SocketSendString("hello world","socket_0",1)
10         n,svar = SocketReadAsciiFloat(1,"socket_0",0)//与服务端交互数据
11         if n == 1 then
12             SetSysNumber(1, svar)//系统变量1赋值svar
13         end
14     end
15 end
16 end
17 --创建辅助线程
18 NewAuxThread(auxThread_TCPCom, {"127.0.0.1",8010})
19 WaitMs(100)
20 while(1) do
21     v = GetSysNumber(1)//获取系统变量1值
22     if v == 100 then
23         PTP(P1,10,0,0)
24     elseif v == 200 then
25         PTP(P2,10,0,0)
26     end
27 end
28
```

图表 3.7-43 Thread 程序示例

ServoCart 命令： 点击“ServoC”图标进入 ServoCart 命令编辑界面

ServoCart 伺服控制（笛卡尔空间运动）指令，该指令可以通过绝对位姿控制或基于当前位姿偏移来控制机器人运动。



图表 3.7-44 ServoCart 指令界面

绝对位姿控制程序实例：

```

1 PTP(p1,100,0,0)
2 x,y,z,rx,ry,rz = GetActualTCP()
3 while 1 do
4   if type(x) == "number" then
5     x = x+1
6     WaitMs(8)
7     ServoCart(0,x,y,z,rx,ry,rz,0,0,0,0,0,0,180,100,0.008,0,0)
8   end
9 end

```

此例中，x,y,z,rx,ry,rz（笛卡尔位置）是获取的机器人当前位置，此外，用户可以通过读取轨迹数据文件，socket 通讯发送轨迹数据等方式，控制机器人运动。

基于当前位姿偏移（基坐标偏移）控制程序实例：

```

1 PTP(p1,100,0,0)
2 while 1 do
3   WaitMs(8)
4   ServoCart(1,0,1,-1,0,0,0,0.4,0.4,0.4,0.2,0.2,0.2,180,100,0.008,0,0)
5 end

```



3.7.4 示教管理

点击“示教管理”可显示所有保存的示教点信息，在该界面中可对示教点文件导入和导出，选中一个示教点后点击“删除”按钮即可将该点信息删除，示教点 x,y,z,rx,ry,rz 和 v 数值可进行修改，输入修改值，勾选左侧勾选兰，点击上方修改即可修改示教点信息。

示教管理										
导入		导出		修改		删除				
<input type="checkbox"/>	name	x	y	z	rx	ry	rz	j1	j2	j3
<input type="checkbox"/>	222	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	ccc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	bbb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	aaa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	lineseamendtransit	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	lineseamstarttransit	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	lineseamend	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<input type="checkbox"/>	lineseamstart	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

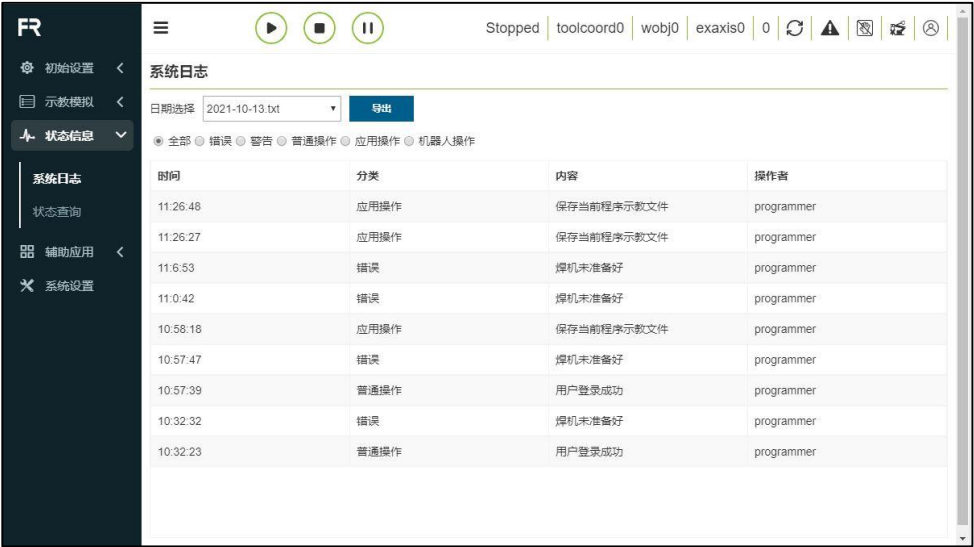
图表 3.7-45 示教管理界面



3.8 状态信息

3.8.1 系统日志

点击左侧菜单栏“状态信息”中“系统日志”按钮，进入日志显示界面。日志中记录着示教器的一些重要操作记录，如登录者、示教点增减等，点击进入后默认显示当天的日志记录，若要查询以前的记录，则在“日期选择”中选择目标日期，下方会实时显示当天日志记录，日志记录份数设置详见系统设置中。用户日志信息过多时，用户可以根据类型去查找相关日志信息。



图表 3.8-1 系统日志界面

3.8.2 状态查询

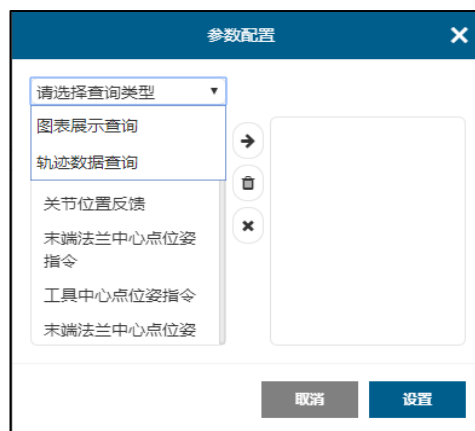
点击左侧菜单栏“状态信息”中“状态查询”菜单进入状态查询界面，如图表 3.8-2 状态查询。



图表 3.8-2 状态查询

状态查询操作步骤：

Step1: 点击“图表”按钮弹出图表设置弹出框如图表 3.8-3 图表设置所示，查询类型选择图表展示查询，在图表设置中选择所需查询的参数以及参数放入的图表，点击“右移”按钮即可将参数配置到图表中。点击“设置”则下发设置图表指令。目前只能支持一张表格中最多包含四个待查参数并且最多设置一张图表；



图表 3.8-3 图表设置

Step2: 触发功能暂时不需要设置，点击“查询”按钮即可查询数据。

3.9 辅助应用

3.9.1 机器人校正

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“机器人校正”，进入机器人校正界面，此功能主要是对机器人进行零点位置校正。点击“去使能”按钮，拖动机器人各轴，移动到机器人到机械上的零点位置，点击“零点设定”按钮，设定机器人零点。



图表 3.9-1 机器人校正示意图

零点设定：机器人出厂时会预设一个初始姿态，在该姿态下各个关节的角度为0。零点设定时机器人各关节运动到特定位置时所对应的机器人姿态。零点是机器人坐标系的基准，没有零点，机器人就无法判断自身的位置，所以为了获得尽可能高的绝对定位精度，就需要对机器人进行零点标定。

一般在以下情况下，需要对机器人进行零点标定：

- 更换机器人机械系统零部件后；
- 与工件或者环境发生剧烈碰撞后；
- 建立坐标系等操作与实际位置相差较大时；
- 整个系统重新安装后；
- 编码器电池更换之后；
- 长途运输搬运机器人之后。

注意：

在机器人出厂时零点会设置好，如需再次设定零点，请联系我们提供技术支持。



3.9.2 系统升级

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“系统升级”按钮，进入系统升级界面。系统升级分为软件升级、驱动器升级和系统关机。

软件升级：在软件升级下点击“上传文件”，选择 U 盘中的 software.tar.gz 升级包，点击上传升级包，升级按钮旁显示“上传中...上传百分比”。待后台文件下载完成，界面显示“上传完成，正在升级中”，进行文件 MD5 和版本号检测，通过后，解密解压升级文件，并提示"升级成功，请重新启动控制箱！"，如果其中检测，解压或发生其他错误，升级按钮旁显示“升级失败”。



图表 3.9-2 系统升级

驱动器升级：功能预留。

系统关机：功能预留。

3.9.3 数据备份

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“数据备份”进入数据备份界面，如 3.9-3 所示。

备份包数据中包含工具坐标系数据，系统配置文件，示教点数据，用户程序，模板程序和用户配置文件，当用户需要将本机器人相关数据移到另一台机器人上使用时，可通过此功能快速实现。

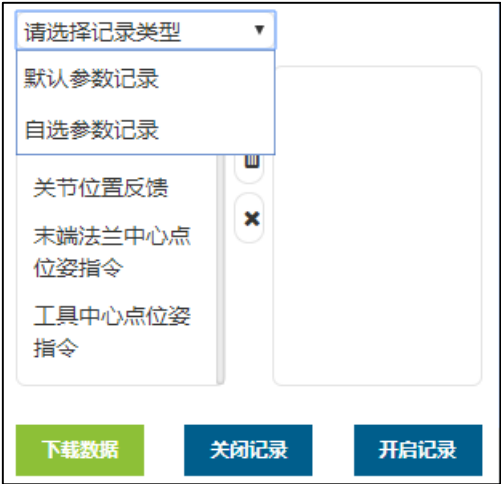


图表 3.9-3 数据备份界面

3.9.4 10s 数据记录

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“10s 数据记录”进入 10s 数据记录功能界面。

首先选择记录类型，分为默认参数记录和自选参数记录，默认参数记录为系统自动设置记录的数据，自选参数记录用户可自行选择需要记录的参数数据，参数个数最多为 15 个。选定参数列表后，选择记录参数，点击“右移”按钮即可将参数配置到参数列表中。点击“开始记录”机器人开始记录数据，点击“停止记录”机器人停止记录数，点击“下载数据”可下载最后 10s 的数据。



图表 3.9-4 10s 数据记录



3.9.5 示教点配置

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“示教点配置”进入示教点配置功能界面。

用户在使用按钮盒或其它 IO 信号记录示教点功能前，首先对示教点名称前缀，编号上限和示教方法进行配置，名称前缀支持自定义前缀和以当前程序名作为前缀两种模式。例如，自定义名称前缀“P”，编号上限“3”，示教方法“机器人示教”，记录机器人当前末端（工具）点依次为：P1、P2、P3，再次记录将覆盖之前记录点。

示教点配置

示教点配置

名称前缀 自定义前缀 ▼

自定义前缀 P

编号上限 3

示教方法 机器人示教 ▼

设置

图表 3.9-5 示教点配置

3.9.6 矩阵移动

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“矩阵移动”进入矩阵移动配置功能界面。

此功能通过设定三点坐标及行列层和层高等数值，来控制机器手规则移动，适用于常见的码垛应用。第一步选择机器人运动方式，“PTP”或者“Line”，第二步设定机器人运动路径，“头到尾走法”或“弓字形走法”，第三步设定堆叠方式，“堆垛”或“卸垛”。

矩阵移动

机器手运动方式

运动选择 PTP ▼

机器手运动路径

路径选择 头到尾走法 ▼

堆叠方式设定

方式选择 堆垛 ▼

图表 3.9-6 矩阵移动



第四步根据路径示教三个点，第一点为第一排起点，整个运动过程手臂姿态由该点决定，第二点为第一排终点，第三点为最后一排终点。第五步设点行数和列数，第六步设定层数和每一层高度，最后一步，命名该矩阵运动程序文件，一个矩阵移动程序生成成功。

根据路径示教三点

第一点

输入点名称

记录此点

第二点

输入点名称

记录此点

第三点

输入点名称

记录此点

行数和列数





层数和高度



I

mm

矩阵程序文件命名

示教程序名:

输入点名称

保存

图表 3.9-7 矩阵移动

3.9.7 作业原点

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“作业原点”进入作业原点配置功能界面。

该页面显示作业原点的名称和关节位置信息，作业原点命名为固定名 pHome，点击“设置”以当前机器人位姿作为作业原点，点击“移至该点”机器人会运动到作业原点。此外 DI 配置中增加移动至作业原点可配置选项，DO 配置中增加到达作业原点可配置选项。

作业原点配置

作业原点

点名称：pHome

J130.156

J250.245

J338.888

J446.666

J536.456

J658.987

移至该点

设置

图表 3.9-8 作业原点

3.9.8 干涉区配置

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“干涉区配置”进入干涉区配置功能界面。

首先我们需要对干涉方式和进入干涉区操作进行配置，干涉方式分为“轴干涉”和“立方体干涉”，当开启后，会显示激活标志。进入干涉区后机器人会报警，此时机器人会根据配置的进入干涉区处理方式执行下一步操作，“继续运动”或者“停止”。

干涉区配置

干涉方式配置

干涉方式

轴干涉

未激活

关闭

开启

进入干涉区

继续运动

设置

图表 3.9-9 干涉区配置

选择轴干涉，需要对轴干涉的参数进行配置，检测方法分为“指令位置”和“反馈位置”两种，干涉区模式分为“范围内干涉”和“范围外干涉”两种，接下来设置每个关节的范围以及各个关节范围是否使能，可以输入数值，也可以通过“机器人示教”按钮将当前机器人的位置记录到当中，最后点击应用即可。

范围设置

检测方法

指令位置

干涉区模式

范围内干涉

	Min	Max	Enable
J1	<div>0</div>	<div>0</div>	<div>不使能</div>
J2	<div>0</div>	<div>0</div>	<div>不使能</div>
J3	<div>0</div>	<div>0</div>	<div>使能</div>
J4	<div>0</div>	<div>0</div>	<div>不使能</div>
J5	<div>0</div>	<div>0</div>	<div>不使能</div>
J6	<div>0</div>	<div>0</div>	<div>使能</div>

机器人示教

机器人示教

应用

图表 3.9-10 轴干涉配置

选择立方体干涉，需要对立方体干涉的参数进行配置，检测方法分为“指令位置”和“反馈位置”两种，干涉区模式分为“范围内干涉”和“范围外干涉”两种，参考坐标系分为“基坐标”和“工件坐标”，根据实际使用选择设置。接下来设进行范围设置，范围设置分为两种方法，首先看第一种方法“两点法”，即立方体的两个对角的顶点组成，我们可以通过输入或者机器人示教记录位置。最后点击应用即可。

参数配置

检测方法

指令位置

干涉区模式

范围内干涉

参考坐标

基坐标

应用

范围设置

示教方式

两点法

输入最小值点

X

0

Y

0

Z

0

机器人示教

输入最大值点

X

0

Y

0

Z

0

机器人示教

应用

图表 3.9-11 立方体干涉配置

接下来看第二种方法“中心点+边长”，即立方体的中心位置点和立方体的边长构成干涉区，我们可以通过输入或者机器人示教记录位置。最后点击应用即可。

参数配置

检测方法

指令位置

干涉区模式

范围内干涉

参考坐标

基坐标

应用

范围设置

示教方式

中心点+边长

中心点

X

0

Y

0

Z

0

机器人示教

各轴边长

X

Y

Z

应用

图表 3.9-12 立方体干涉配置

3.9.9 末端 LED 配置

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“末端 LED 配置”进入末端 LED 颜色配置功能界面。

可配置 LED 颜色为绿色，蓝色和白青色，用户可以根据需求对自动模式，手动模式和拖动模式的 LED 颜色进行配置，不同模式不可配置同一种颜色。



末端LED颜色配置	
模式颜色配置	
自动模式	绿色 ▼
手动模式	蓝色 ▼
拖动模式	白青色 ▼
配置	

图表 3.9-13 末端 LED 配置

3.9.10 外设协议

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“外设协议”进入外设协议配置功能界面。

该页面是对外设协议的配置页面，用户可以根据当前使用的外设进行协议配置。



图表 3.9-14 外设协议配置

在程序示教中增加基于 Modbus-rtu 通讯的读写寄存器 lua 接口，输入寄存器地址 0x1000 寄存器数量为 50 个，共 100 字节数据内容；保持寄存器地址 0x2000，寄存器数量为 50 个，共 100 字节数据内容。

1) ModbusRegRead (fun_code, reg_add, reg_num): 读寄存器;

- fun_code: 功能码，0x03-保持寄存器，0x04-输入寄存器
- reg_add: 寄存器地址
- reg_num: 寄存器数量

2) ModbusRegWrite (fun_code, reg_add, reg_num, reg_value): 写寄存器;

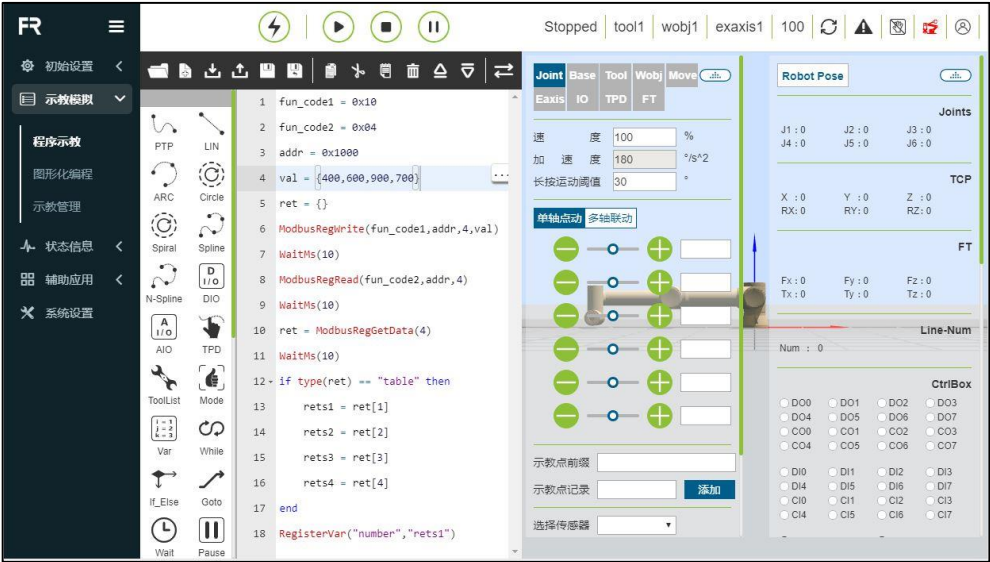
- fun_code 功能码，0x06-单个寄存器，0x10-多个寄存器
- reg_add: 寄存器地址
- reg_num: 寄存器数量
- reg_value: 字节数组

3) ModbusRegGetData (reg_num): 获取寄存器数据;

- reg_num: 寄存器数量

返回值说明：
reg_value: 数组变量

程序示例截图：



图表 3.9-15 Modbus-rtu 通讯 lua 程序示例

3.9.11 主程序配置

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“主程序配置”进入主程序配置功能界面。

配置主程序可以与 DI 配置主程序启动配合使用，配置的主程序需要先试运行以确保安全，在机器人设置中配置对应 DI 为启动主程序信号功能后，用户可以控制该 DI 信号实现运行主程序。

主程序配置

主程序

当前无默认配置程序

是否配置

是

选择主程序

E-ExAxis.lua

EXT_AXIS_PTP:1,1,P1//外部轴运动激光传感器起始点

PTP:P1,10,0//机器人运动激光传感器起始点

LTSearchStart:3,20,10,10000//开始寻位

*配置该主程序前请先在程序示教中试运行

设置

图表 3.9-16 主程序配置



3.9.12 拖动锁定

在“辅助应用”中的“机器人本体”的菜单栏下，点击“拖动锁定”进入拖动示教锁定配置功能界面。

针对拖动示教增加了锁定自由度功能，当拖动示教功能开关设置为使能状态时，各自由度参数在用户拖动机器人时生效。例如，当参数设置为 X:10, Y:0, Z:10, RX:10, RY:10, RZ:10 时，在拖动模式下拖拽机器人，可以限制机器人只移动 Y 方向，假如需要在拖动时保持机器人姿态不变，只移动 X, Y, Z 方向，可以将 X, Y, Z 设置为 0, RX, RY, RZ 设置为 10。

拖动示教锁定配置

各自由度参数设置

X

Y

Z

RX

RY

RZ

应用

拖动示教功能开关

去使能

应用

图表 3.9-17 拖动示教锁定配置

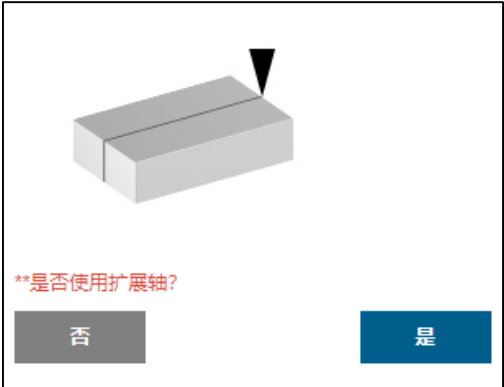


3.9.13 焊接专家库

点击“辅助应用”中的“焊接专家库”的菜单栏，进入焊接专家库功能界面。
焊接专家库分为焊件形状，零件设计，夹具结构和配置四部分功能。

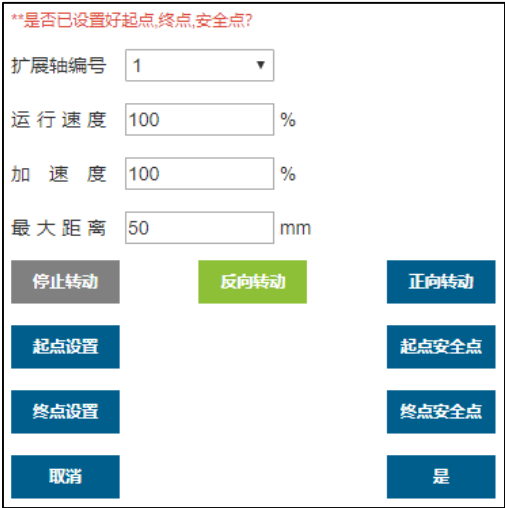
点击“焊件形状”下的“直焊”，进入直焊指导界面。在各项机器人基础设置配置完成的基础上，我们可以通过几个简单的步骤快速生成焊接示教程序。主要包含以下五个步骤，由于功能间存在互斥，所以实际生成一个焊接示教程序的步骤少于五步。

步骤一，是否使用扩展轴，如果使用扩展轴需要配置好扩展轴相关坐标系以及使能扩展轴。



图表 3.9-18 扩展轴配置

步骤二，标定起点，起点安全点，终点，终点安全点。若第一步选择了扩展轴，会加载扩展轴移动功能，配合相关点的标定。



图表 3.9-19 标定相关点

步骤三，选择是否需要激光，如果是的话，需要编辑激光寻位指令的参数。

****是否需要激光跟踪?**

方 向

速 度 %

长 度 mm

寻 位 时 间 ms

图表 3.9-20 激光寻位配置

步骤四，选择是否需要摆焊，如果需要摆焊，需要编辑摆焊相关参数。

****是否需要摆焊?**

选 择 编 号

摆 动 类 型

摆 动 频 率 Hz

摆 动 幅 度 mm

左停留时间 ms

右停留时间 ms

图表 3.9-21 摆焊配置

步骤五，给程序命名，并在程序示教界面中自动打开该程序。



****焊接程序已就绪，请将程序起名，并在程序示教中打开试运行**

示教程序名:

图表 3.9-22 保存程序

点击“焊件形状”下的“圆弧焊”，进入圆弧焊指导界面。在各项机器人基础设置配置完成的基础上，我们可以通过两个简单的步骤快速生成焊接示教程序。主要包含以下两个步骤。

步骤一，标定起点，起点安全点，圆弧过渡点，终点和终点安全点。



图表 3.9-23 标定点

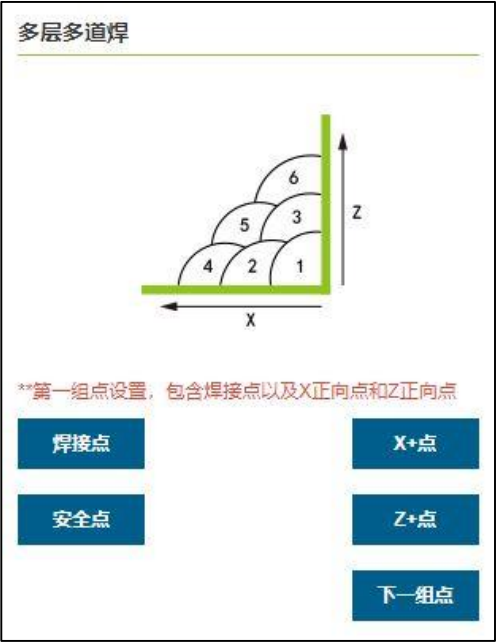
步骤二，给程序命名，并在程序示教界面中自动打开该程序。



图表 3.9-24 保存程序

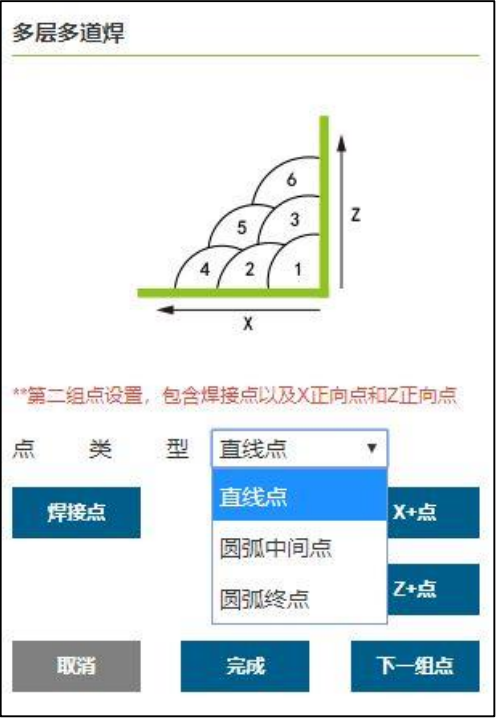
点击“焊件形状”下的“多层多道焊”，进入多层多道焊指导界面。在各项机器人基础设置配置完成的基础上，我们可以通过四个简单的步骤快速生成焊接示教程序。主要包含以下五个步骤。

步骤一，根据提示设置第一组点，即焊接点，X+点，Z+点以及安全点。



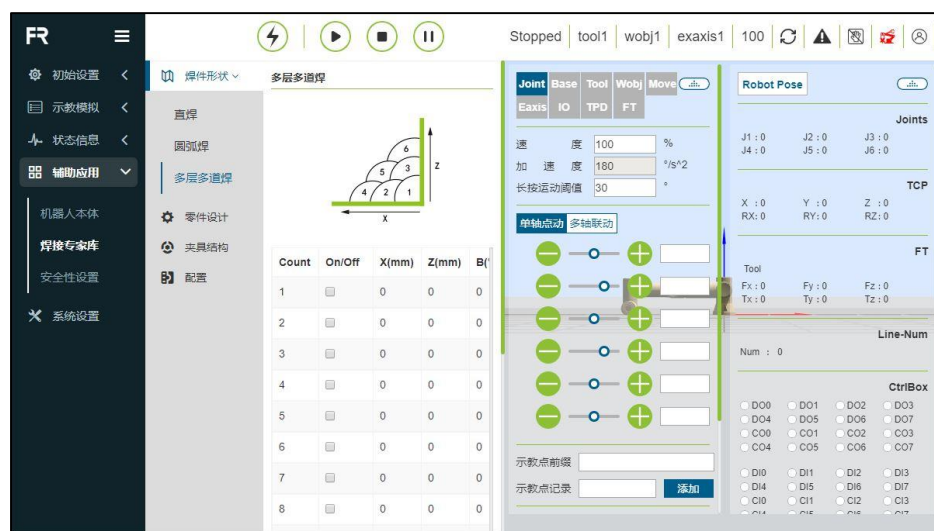
图表 3.9-25 第一组点设置

步骤二，第二组点设置，可以设置路径点的类型，支持直线和圆弧路径，包括焊接点，X+点和Z+点，。



图表 3.9-26 第二组点设置

步骤三，所有组点设置完成后，点击“完成”进入各个焊道偏移量设置功能页面，依次设置所需焊道的偏移量，界面如下图所示。



图表 3.9-27 焊道偏移量设置

步骤四，当所需设置焊道参数都设置完成后，点击“完成”跳转到程序生成页面，输入文件名，即可生成该多层多道焊程序，之后用户可在程序示教中打开该程序，进行调试，界面如下图所示。



图表 3.9-28 保存程序

3.9.14 安全速度设置

在“辅助应用”中的“安全性设置”的菜单栏下，点击“安全速度设置”进入安全速度设置功能界面。

启用安全速度并设置速度限制值，当用户在手动模式下调试机器人或者拖动模式下拖拽机器人，速度超过该设置阈值时，机器人会停止并警告提示用户，起到安全防护的作用。



安全速度设置

安全速度

是否启用 启用

手动速度 100 mm/s

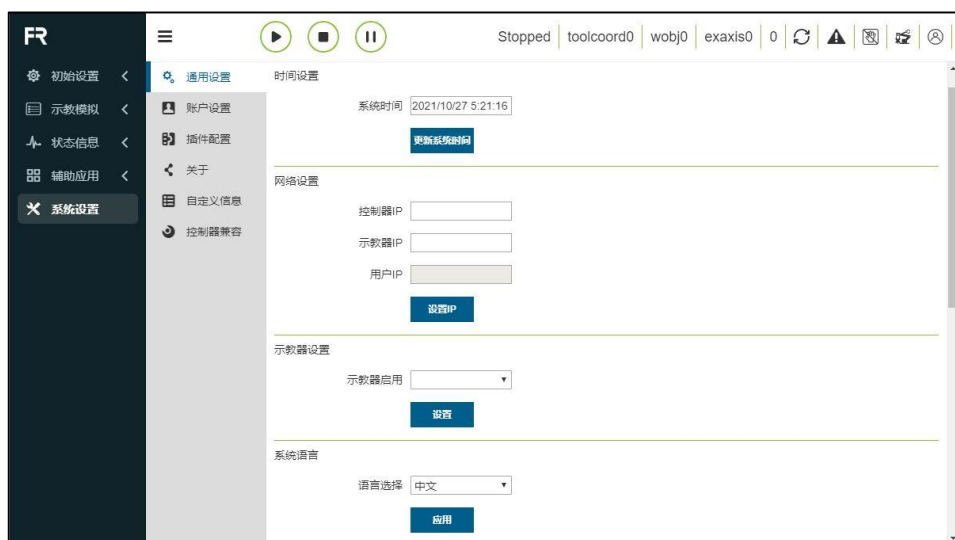
设置

图表 3.9-29 安全速度设置

3.10 系统设置

3.10.1 通用设置

点击左侧菜单栏“系统设置”，点击二级菜单栏“通用设置”，进入通用设置界面。通用设置可以根据当前电脑时间更新机器人系统时间，以便记录日志内容时间准确。网络设置可以设置控制器 IP，示教器 IP(使用我们的 FR-HMI 示教器情况下该 IP 有效，在使用 FR-HMI 示教器情况下需要配置示教器启用状态为启用)，方便客户使用场景。客户可以根据需求选择示教器语言为中文，英文或日文。另外还可以对日志保留数进行设置和系统配置文件的导入导出，日志保留数最大为 30，系统配置文件记录着该设置数值。系统恢复下恢复出厂设置可以清除用户数据，使机器人恢复到出厂配置。控制器日志导出功能为下载控制器一些重要的状态或报错的记录文件，方便排查机器人问题。

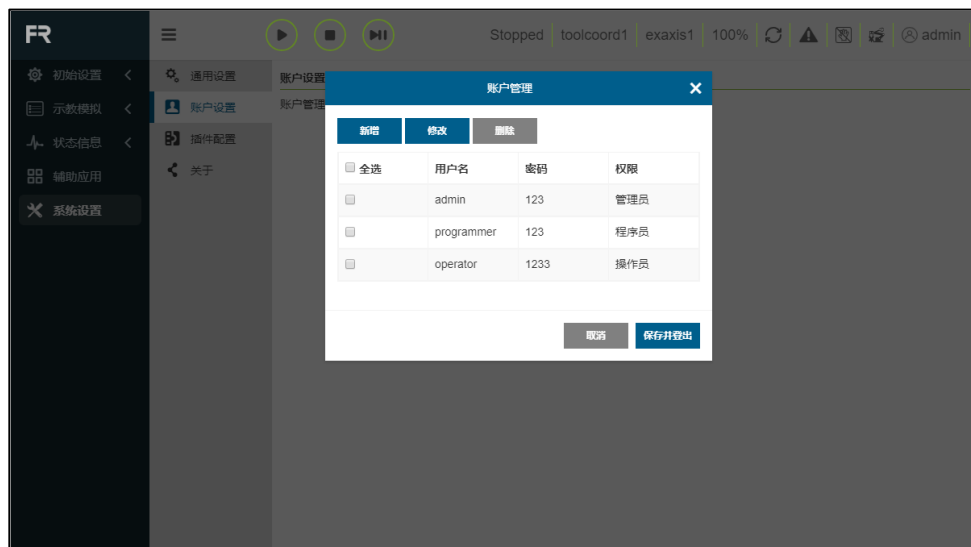


图表 3.10-1 通用设置示意图

3.10.2 账户设置

点击二级菜单栏账户设置，进入账户设置界面。账户管理功能仅限管理员可使用。其中默认的管理员账户不可删除、管理员的用户名和权限不可修改。

- **修改用户名、密码和用户权限：**选中需要修改数据行的选择框（即行首的白色选择框），再选择需要修改的数据，对其进行修改，修改完成后点击“保存并登出”，系统会进入登录界面，使用修改完的用户名和密码登录即可。
- **新增用户：**点击“新增”按钮，这时账户管理弹框中的底部会出现新的一行，选中这一行行首的选择框，再点击“修改”按钮，输入新增的用户信息，选中用户权限，点击“保存并登出”，系统会重新进入登录界面，使用新用户登录即可。
- **删除用户：**选中想要删除行的选择框，点击“删除”按钮，最后点击“保存并登出”按钮即可。

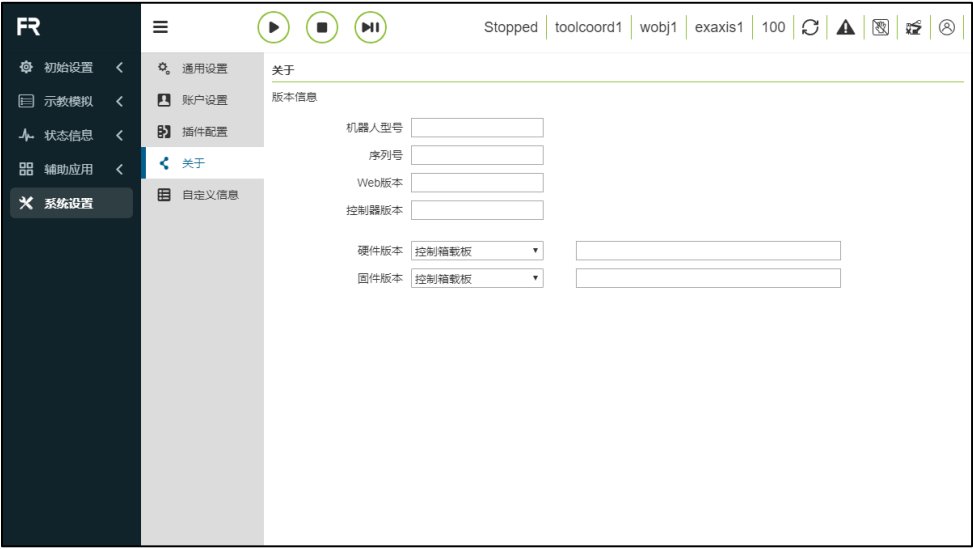


图表 3.10-2 账户设置示意图



3.10.3 关于

点击二级菜单栏关于，进入关于界面。该页面展示了机器人的型号和序列号，机器人运行使用的 Web 版本和控制箱版本，硬件版本和固件版本。



图表 3.10-3 关于示意图

第四章 机器人外设

4.1 夹爪外设配置

4.1.1 夹爪程序示教步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“夹爪配置”按钮，夹爪的配置信息分为夹爪编号、夹爪厂商、夹爪类型、软件版本和挂载位置，用户可根据具体的生产需求来配置相应的夹爪信息。若用户需要更改配置，可先选择相应的夹爪编号，点击“清除”按钮，来清除相应的按钮，并重新根据需求配置：

夹爪配置

夹爪编号

1

夹爪厂商

ROBOTIQ

夹爪类型

2F-85

软件版本

R2.0

挂载位置

末端1号口

清除

配置

图表 4.1-1 夹爪配置

注意：

点击清除配置前，相应的夹爪应处于未激活状态。

Step2: 夹爪配置完成后，用户可在页面下方的夹爪信息表中查看相应的夹爪信息，若发现配置错误，可点击“清除”按钮，重新配置夹爪：

激活已配置夹爪

1

复位

激活

夹爪编号	1	3	5
夹爪厂商	ROBOTIQ	ROBOTIQ	ROBOTIQ
夹爪类型	2F-85	2F-85	2F-85
软件版本	R2.0	R2.0	R2.0
挂载位置	1	1	1
激活状态	0	0	0

图表 4.1-2 夹爪配置信息



Step3: 选择配置完成的夹爪，点击“复位”按钮，页面弹出命令发送成功后，再点击“激活”按钮，可查看夹爪信息表中的激活状态，来判断是否激活成功；

注意：

激活夹爪时，夹爪不可有夹持物

Step4: 程序示教命令界面中选择“Gripper”命令。在夹爪命令界面中，用户可以选择想要控制的夹爪编号（已经完成配置并且被激活的夹爪），设置相应的开闭状态、开闭速度、开闭力矩已经等待夹爪动作的最大时间。完成设置后点击添加应用即可。此外还可以添加夹爪激活和复位指令，以便于在运行程序时去激活/复位夹爪。

Gripper

夹爪编号

夹爪开闭

0

开

闭

开闭速度

0

慢

快

开闭力矩

0

小

大

最大时间

0

ms

添加

夹爪编号

复位

激活

已添加指令:

应用

图表 4.1-3 夹爪指令编辑

4.1.2 夹爪程序示教

序号	指令格式	注释
1	PTP:template2,100,0,0	#等待夹取点
2	PTP:template1,100,0,0	#夹取点
3	MoveGripper:1,255,255,0,1000	#夹爪闭合
4	PTP:template2,100,0,0	/
5	PTP:template3,100,0,0	#等待放件点
6	PTP:template3,100,0,0	#放件点
7	MoveGripper:1,0,255,0,1000	#夹爪开启



4.2 喷枪外设配置

4.2.1 喷枪外设配置步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“喷枪配置”按钮，用户可以通过喷涂功能一键配置按键，对喷涂所需 DO 进行快速配置（默认配置 DO10 为喷涂启停，DO11 为喷涂清枪）。用户也可以根据自己的需求在“IO 配置”界面，自定义配置 DO；

注意：

使用喷涂功能之前，需要先建立相应的工具坐标系，并在程序示教时应用建立好的工具坐标系。

Step2: 配置完成后，点击“开始喷涂”、“停止喷涂”、“开始清枪”和“停止清枪”四个按钮，进行喷枪调试；



图表 4.2-1 喷枪配置

Step3: 在程序示教命令界面选择“spray”命令。根据具体的程序示教需求，在相应的地方添加应用“开始喷涂”、“停止喷涂”、“开始清枪”和“停止清枪”四个指令。



图表 4.2-2 喷枪指令编辑

4.2.2 喷涂程序示教

序号	指令格式	注释
1	Lin:template1,100,0,0	#开始喷涂点
2	SprayStart()	#开始喷涂
3	Lin:template2,100,0,0	#喷涂路径
4	Lin:template3,100,0,0	#停止喷涂点
5	SprayStop()	#停止喷涂
6	Lin:template4,100,0,0	#清枪点
7	PowerCleanStart()	#开始清枪
8	WaitTime:5000	#清枪时间 ms
9	PowerCleanStop()	#停止清枪



4.3 焊机外设配置

4.3.1 焊机外设配置步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“焊机配置”按钮，用户可以通过配置焊机 IO 按键，对焊机所需 DI 和 DO 进行快速配置（默认配置 DI12 起弧成功信号，DO9 送气信号，DO10 起弧信号，DO11 点动送丝，DO12 反向送丝，DO13 JOB 选择 1，DO14 JOB 选择 2，DO15 JOB 选择 3）。用户也可以根据自己的需求在“IO 配置”界面，自定义配置；

注意：

使用焊机功能之前，需要先建立相应的工具坐标系，并在程序示教时应用建立好的工具坐标系。焊机功能通常与激光跟踪传感器配合使用。

Step2: 配置完成后，选择编号，设定等待时间，点击“收弧”、“起弧”、“送气”、“关气”、“正向送丝”和“反向送丝”六个按钮，进行焊机调试；

焊机配置

IO接口配置

配置焊机IO

焊机调试

选择编号

0

等待时间MS

收弧

起弧

关气

送气

停止正向送丝

正向送丝

停止反向送丝

反向送丝

图表 4.3-1 焊机配置



Step3: 在程序示教命令界面选择“Weld”命令。根据具体的程序示教需求，在相应的地方添加应用“起弧”和“收弧”指令。

Weld

选择编号

0

最大等待时间

MS

起弧

收弧

已添加指令：

应用

图表 4.3-2 焊机指令编辑

4.3.2 焊机程序示教

序号	指令格式	注释
1	Lin:template1,100,0,0	#开始起弧点
2	ARCStart:0,1000	#开始起弧
3	Lin:template2,100,0,0	#停止起弧点
4	ARCEnd:0,1000	#停止起弧



4.4 传感器外设配置

4.4.1 传感器外设配置步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“传感器配置”按钮，本小节以机器人末端为例说明，用户首先对最大差值进行设置，传感器扫描偏差点数最大差值建议默认设置为 4，数据处理根据实际使用场景选择原始数据或者 YZ 数据。控制器 IP 默认为 192.168.57.2，传感器 IP 配置为同一网段即可，端口为 5020，采样周期建议值 25，通信协议目前适配为睿牛通信协议，加载对应协议即可。加载完成后，可通过“打开传感器”和“关闭传感器”按键测试传感器。

传感器跟踪配置

传感器配置

最大差值

0

配置

数据处理

原始数据

配置

通信配置

控制器 IP

配置

传感器 IP

端口

配置

采样周期

配置

通信协议

睿牛RRT-SV2

卸载

加载

跟踪传感器测试

关闭传感器

打开传感器

图表 4.4-1 激光跟踪传感器 IP 配置

注意：

使用传感器功能之前，需要先建立相应的工具坐标系，并在程序示教时应用建立好的工具坐标系。焊机功能通常与传感器配合使用。



Step2: 标定传感器参考点。

在工具坐标系设置功能中，我们标定传感器类型工具，使用六点法配置传感器坐标系。在机器人工作空间中选择一个固定的点，将传感器中心点从三个不同的角度移至所选点上，分别设置点 1，2，3。将传感器中心点垂直移至所选点正上方，记录点 4。将传感器中心点由固定点移至传感器坐标系的 X 轴方向上一点，设置点 5。回到固定点，垂直向上移动，将传感器中心点由固定点移至传感器坐标系的 Z 轴方向上一点，设置为点 6。点击计算，得到传感器工具的位姿，点击应用，即可完成。

工具类型

传感器

传感器固定

机器人末端

修改向导

● 六点法

○ 八点法



设置点1

设置点2

设置点3

设置点4

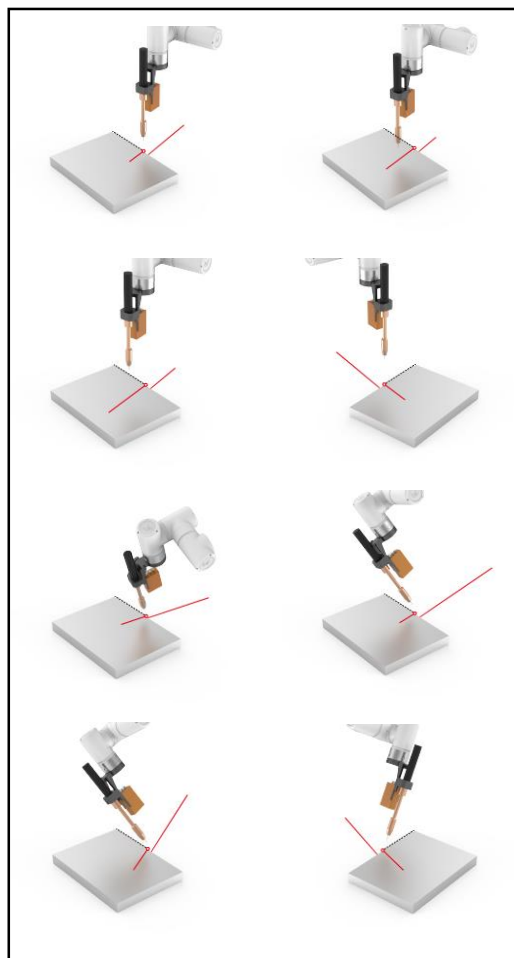
设置点5

设置点6

计算

图表 4.4-2 参考点配置-六点法

在工具坐标系设置功能中，我们标定传感器类型工具，使用八点法配置传感器坐标系，选择八点法，移动传感器激光线使其与标定板上的标定线重合，尽量使得传感器与标定线保持较近距离且识别到标定点，记录点 1，移动- $y/+y$ 20mm 左右，调整机器人使激光识别到标定点，记录点 2，移动- $x/+x$ 20mm 左右，调整机器人使激光识别到标定点，记录点 3，移动- $y/+y$ 20mm 左右，调整机器人使激光识别到标定点，记录点 4，移动- rx 5mm 左右，调整机器人使激光识别到标定点，记录点 5。移动- ry 5mm 左右，调整机器人使激光识别到标定点，记录点 6，移动- rz 5mm 左右，调整机器人使传感器识别到标定点，记录点 7，移动- rz 5mm 左右，调整机器人使激光识别到标定点，记录点 8。点击计算，得到传感器位姿，点击应用，即可完成。



图表 4.4-3 参考点配置-八点法



Step3: 在程序示教命令界面选择“Laser”命令。根据具体的程序示教需求，在相应的地方添加指令。

Laser

传感器命令

选择焊缝类型

0

打开传感器

关闭传感器

传感器加载

功能选择

睿牛RRT-SV2-BF

卸载

加载

跟踪命令

坐标系名称

开始跟踪

停止跟踪

数据记录

功能选择

停止记录

等待时间

10

ms

添加

图表 4.4-4 激光跟踪传感器指令编辑

4.4.2 激光跟踪传感器程序示教

序号	指令格式	注释
1	LTLaserOn(2)	#打开传感器
2	PTP:template1,100,0,0	#传感器起始点
3	LTSearchStart:1,20,100,10000,2	#开始寻位
4	LTSearchStop()	#停止寻位
5	Lin:seamPos,20,0,0,0,0	#焊缝起点
6	LTTrackOn(2)	#激光跟踪
7	ARCStart:0,10000	#焊机起弧
8	Lin:SeamEnd11,10,0	#焊缝终点
9	ARCEnd:0,10000	#焊机收弧
10	LTTrackOff()	#传感器跟踪关闭
11	LTLaserOff()	#关闭传感器



4.5 扩展轴外设配置

4.5.1 扩展轴外设配置步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“扩展轴”按钮，进入扩展轴界面，选择扩展轴编号 1，点击“参数配置”按键进入右侧界面。设置轴类型，轴方向，运行速度，加速度，正方向限位，反方向限位，导程，编码器分辨率，起点偏置，厂家，型号和模式，点击配置即可配置完成。

扩展轴配置

轴类型

直线导轨

轴方向

正

运行速度

1000

mm/s

加速度

2000

mm/s2

正方向限位

1000

反方向限位

-1000

导程

14.130

编码器分辨率

10000

起点偏置

200

mm

厂家

禾川

型号

SV-XD3EA040L-E

模式

增量系统

*分辨率设置值，0：开环，其他值：有反馈。

图表 4.5-1 扩展轴参数配置

注意：

使用扩展轴功能之前，需要先建立相应的扩展轴坐标系，并在程序示教时应用建立好的工具坐标系。扩展轴功能主要与焊机功能和激光跟踪传感器功能配合使用。



Step2: 使点击“零点设置”按钮进入零点设置弹窗，如右侧图片所示。设定回零方式，寻零速度，零点箍位速度和轴方向，点击“设置”按钮，扩展轴开始回零，回零状态会显示在轴方向下方空白处，当出现“回零已完成”提示表明扩展轴零点设置成功。

零点设置

回零方式

当前位置回零

寻零速度

100

mm/s

零点箍位速度

10

mm/s

轴方向

正

设置

图表 4.5-2 扩展轴零点设置

Step3: 选择已经配置好参数的扩展轴编号，点击“伺服使能”后，设置运行速度，加速度和单次运行最大距离，可以进行正向转动和反向转动测试扩展轴。

扩展轴配置

扩展轴参数配置

扩展轴编号

1

获取信息

零点设置

参数配置

扩展轴测试

扩展轴编号

1

运行速度

100

%

加速度

100

%

最大距离

50

(mm)(°)

去除使能

伺服使能

停止转动

反向转动

正向转动

图表 4.5-3 扩展轴测试



Step4: 扩展轴通常于激光传感器配合使用，此时激光传感器通常采用外部安装方式，传感器参考点配置需要采用三点法标定，而不是之前使用的六点法标定。将工具中心对准右侧横截面底部中间点（靠近相机那一侧）设定点 1，将工具中心点对准另一截面即左侧横截面底部中间点，设定点 2，将工具中心点移至传感器右侧横截面上边缘中间点，设定点 3，计算并保存，点击应用完成三点法标定。

传感器参考点配置

X

Y

Z

RX

RY

RZ

取消修改

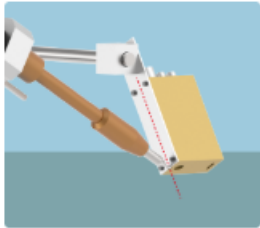
应用

☐ 六点法

☐ 八点法

☐ 十点法

☒ 三点法



设置点1

设置点2

设置点3

计算

图表 4.5-4 传感器三点法标定

Step5: 在程序示教命令界面选择“EAxis”命令。根据具体的程序示教需求，在相应的地方添加指令。

EAxis

外部轴编号

1

运动方式

同步

Point Name:

template2

Coordinate System:

0

速度缩放

60

J1:

88.625

J2:

-86.216

J3:

84.465

J4:

1.810

J5:

94.176

J6:

7.379

添加

已添加指令:

应用

图表 4.5-5 扩展轴指令编辑

4.5.2 扩展轴配合激光跟踪焊接程序示教

序号	指令格式	注释
1	EXT_AXIS_PTP:1,1,laserstart	#外部轴运动激光传感器起始点
2	PTP:laserstart,10,0,0	#机器人运动激光传感器起始点
3	LTSearchStart:3,20,10,10000	#开始寻位
4	LTSearchStop()	#停止寻位
5	EXT_AXIS_PTP:1,1,seamPos	#外部轴运动焊缝起点
6	Lin:seamPos,20,0,0,0,0	#机器人运动焊缝起点
7	LTTrackOn()	#激光跟踪
8	ARCStart:0,10000	#焊机起弧
9	EXT_AXIS_PTP:1,1,laserend	#外部轴运动焊缝终点
10	Lin: laserend,10,0,0	#机器人运动焊缝终点
11	ARCEnd:0,10000	#焊机收弧
12	LTTrackOff	#激光跟踪关闭



4.6 传送带跟踪配置

4.6.1 传送带跟踪配置步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“传送带跟踪”按钮，进入传送带跟踪配置界面，点击“配置传送带 IO”按钮快速配置传送带功能所需 IO，之后根据实际使用功能情况配置对应的参数，此处以无视觉跟踪抓取功能为例，需要配置传送带编码器通道，分辨率，导程，视觉搭配选择否，点击配置。

传送带跟踪配置

IO配置

配置传送带IO

功能配置

功能选择 跟踪抓取

参数配置

编码器通道 通道1

分辨率 10000

导程 200 mm

视觉搭配 否

配置

图表 4.6-1 传送带配置



Step1: 在用户外设配置界面中选择“传送带跟踪”按钮，进入传送带跟踪配置界面，点击“配置传送带 IO”按钮快速配置传送带功能所需 IO，之后根据实际使用功能情况配置对应的参数，此处以无视觉跟踪抓取功能为例，需要配置传送带编码器通道，分辨率，导程，视觉搭配选择否，点击配置。

传送带跟踪配置

IO配置

配置传送带IO

功能配置

功能选择跟踪抓取

参数配置

编码器通道通道1

分辨率10000

导程200mm

视觉搭配否

配置

图表 4.6-2 传送带配置

Step2: 接下来设置抓取点补偿值，为 X,Y,Z 三个方向上的补偿距离，可在调试过程中根据实际情况设置。

抓取点补偿

X:

mm

Y:

mm

Z:

mm

配置

图表 4.6-3 传送带抓取点补偿配置



Step3: 开启传送带，将标定的物体移动到定义的 A 点位置，停止传送带。移动机器人，将机器人末端的标定杆尖点与所标定的物体尖点对齐，点击起始点 A 按键，跳出对话框，显示当前编码器值和机器人位姿，点击标定完成起始点 A 标定。

起始点A

X0

Y0

Z0

RX0

RY0

RZ0

编码器值0

标定

图表 4.6-4 起始点 A 配置

Step4: 点击参考点按键，进入参考点标定，记录参考点时记录机器人抓取时的高度和姿态，每次跟踪时都会以记录参考点的高度和姿态区跟踪抓取，可以和 AB 点不在一个高度，点击标定完成参考点标定。

机器人参考点

X0

Y0

Z0

RX0

RY0

RZ0

标定

图表 4.6-5 参考点配置



Step5: 开启传送带，将标定的物体移动到定义的 B 点位置，停止传送带。移动机器人，将机器人末端的标定杆尖点与所标定的物体尖点对齐，点击终点 B 按键，弹出对话框，显示当前编码器值和机器人位姿，点击标定完成终点 B 标定。

终点B

X

0

Y

0

Z

0

RX

0

RY

0

RZ

0

编码器值

0

标定

图表 4.6-6 终点 B 配置

4.6.2 传送带跟踪程序示教

序号	指令格式	注释
1	PTP:conveyorstart,30,0,0	#机器人抓取起点
2	While(1) do	#循环抓取
3	ConveyorIODetect:10000	#IO 实时检测物体
4	ConveyorGetTrackData(1)	#物体位置获取
5	ConveyorTrackStart(1)	#传送带跟踪开始
6	Lin:cvrCatchPoint,10,0,0,0	#机器人到达抓取点
7	MoveGripper:1,255,255,0,10000	#夹爪抓取物体
8	Lin:cvrRaisePoint,10,0,0,0	#机器人提起
9	ConveyorTrackEnd()	#传送带跟踪结束
10	PTP:conveyorraise,30,0,0	#机器人到达等待点
11	PTP:conveyorend,30,0,0	#机器人到达放置点
12	MoveGripper:1,0,255,0,10000	#夹爪松开
13	PTP:conveyorstart,50,0,0	#机器人再次回到抓取起点, 等待下一次抓取
14	end	#结束

4.7 姿态自适应配置

4.7.1 姿态自适应配置步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“跟踪姿态配置”按钮，进入姿态调整配置界面，选择板材类型和机器人实际工作运动方向，调整机器人姿态，分别设置姿态点 A，姿态点 B 和姿态点 C，通常 A 为平面姿态点，B 为上升沿姿态点，C 为下降沿姿态点。



图表 4.7-1 姿态调整配置

注意：

A 姿态和 B 姿态, A 姿态和 C 姿态之间的姿态变化在满足应用需求下姿态变化越小越好。姿态自适应功能为辅助应用功能，通常配合焊缝跟踪使用。



Step2: 在程序示教命令界面选择“Adjust”命令。根据具体的程序示教需求，在相应的地方添加指令。

Adjust

板材类型

瓦楞板

运动方向

从左至右

姿态调整时间

1000

ms

姿态A

rx: 0.000

ry: 0.000

rz: 0.000

姿态B

rx: 0.000

ry: 0.000

rz: 0.000

姿态C

rx: 0.000

ry: 0.000

rz: 0.000

A

B

C

关闭调整

开启调整

已添加指令:

应用

图表 4.7-2 姿态调整指令编辑

4.7.2 姿态自适应配合扩展轴和激光跟踪焊接程序示教

序号	指令格式	注释
1	EXT_AXIS_PTP:1,1,laserstart	#外部轴运动激光传感器起始点
2	PTP:laserstart,10,0,0	#机器人运动激光传感器起始点
3	LTSearchStart:3,20,10,10000	#开始寻位
4	LTSearchStop()	#停止寻位
5	EXT_AXIS_PTP:1,1,seamPos	#外部轴运动焊缝起点
6	Lin:seamPos,20,0,0,0,0	#机器人运动焊缝起点
7	LTTrackOn()	#激光跟踪
8	ARCStart:0,10000	#焊机起弧
9	PostureAdjustOn:0,PosA,PosC,PosB,1000	#姿态自适应调整开启
10	EXT_AXIS_PTP:1,1,laserend	#外部轴运动焊缝终点
11	Lin: laserend,10,0,0	#机器人运动焊缝终点
12	ARCEnd:0,10000	#焊机收弧
13	PostureAdjustOff:0	#姿态自适应调整关闭
14	LTTrackOff	#激光跟踪关闭



4.8 力/扭矩传感器外设配置

4.8.1 力/扭矩传感器程序示教步骤

Step1: 在用户外设配置界面中选择“力传感器”按钮，力传感器配置信息分为编号、厂商、类型、软件版本和挂载位置，用户可根据具体的生产需求来配置相应的力传感器信息。若用户需要更改配置，可先选择相应的编号，点击“清除”按钮，来清除相应的信息，并重新根据需求配置；

力传感器配置

编 号

1

厂 商

kunwei

类 型

KWR75

软 件 版 本

K1.0

挂 载 位 置

末端1号口

清除数据

配置

图表 4.8-1 力/矩传感器配置

注意：

点击清除配置前，相应的传感器应处于未激活状态。

Step2: 力传感器配置完成后，用户可在页面下方的信息表中查看相应的力传感器信息，若发现配置错误，可点击“清除”按钮，重新配置。

激活已配置力传感器

复位

激活

去除零点

零点修正

编号	1	1	1	1	1	1	5
厂商	1	1	1	1	1	1	6
类型	1	1	1	10	1	1	7
软件版本	1	1	1	1	1	1	8
挂载位置	1	1	1	1	1	1	9
激活状态	1	1	1	1	1	1	10

图表 4.8-2 力/矩传感器配置信息

Step3: 选择配置完成的力传感器编号，点击“复位”按钮，页面弹出命令发送成功后，再点击“激活”按钮，可查看力传感器信息表中的激活状态，来判断是否激活成功；此外，力传感器会有初始值，用户根据使用需求选择“零点矫正”和“去除零点”。力传感器零点矫正需要确保力传感器水平垂直向下，且机器人未配置负载。

Step4: 程序示教命令界面中选择“FT”命令。目前该指令包含 FT_Guard(碰撞检测)和 FT_Control(恒力控制)两个指令，首先我们看 FT_Guard 指令，选择对应的传感器坐标系，勾选生效的力矩方向检测，设置检测阈值，将“开启”和“关闭”指令加入到程序中在。

F/T

坐标系名称: sensor12

☒ Fx: 10 ☐ Tx: 0

☐ Fy: 0 ☐ Ty: 0

☐ Fz: 0 ☐ Tz: 0

关闭 开启 返回

已添加指令:

应用

图表 4.8-3 FT_Guard 指令编辑



Step4: 接下来我们看 FT_Control 指令，选择对应的传感器坐标系，勾选生效的力矩方向检测，设置检测阈值，以及各个方向上 PID 比例系数，设置最大调整距离（对应 X,Y,Z）和最大调整角度（对应 RX,RY,RZ），将“开启”和“关闭”指令加入到程序中在。

F/T

坐标系名称

sensor12

☒ Fx

0

☐ Tx

0

☐ Fy

0

☐ Ty

0

☐ Fz

0

☐ Tz

0

F_P_gain

0

T_P_gain

0

F_I_gain

0

T_I_gain

0

F_D_gain

0

T_D_gain

0

最大调整距离

0

mm

最大调整角度

0

°

关闭

开启

应用

图表 4.8-4 FT_Control 指令编辑

4.8.2 力/扭矩传感器程序示教

序号	指令格式	注释
1	FT_Guard(1,1,1,1,0,0,0,10,5,0,0,0)	#力/矩碰撞检测开启
2	PTP(template1,100,0,0)	#运动指令
3	FT_Guard(0,1,1,1,0,0,0,10,5,0,0,0)	#力/矩碰撞检测关闭
4	FT_Control(1,11,1,0,1,0,0,10,0,5,0,0,1,0,3,0,0,10,5)	#力/矩运动控制开启
5	Lin(template3,100,0,0)	#运动指令
6	FT_Control(0,11,1,0,1,0,0,10,0,5,0,0,1,0,3,0,0,10,5)	#力/矩运动控制关闭

附录

附录 1：运动控制器错误及处理方式

错误分类	错误名（示教器显示）	处理方式	处理后操作
指令点错误	关节指令点错误	1. 检查指令点是否有误； 2. 检查工具是否与记录指令点时一致； 3. 重新记录指令点，修改示教程序；	检查确认，修改程序后，重新点击 START 按钮即可执行新程序；
	直线目标点错误		
	圆弧中间点错误		
	圆弧目标点错误		
	圆弧指令点间距过小		
	整圆/螺旋线中间点 1 错误（包括工具不符）		
	整圆/螺旋线中间点 2 错误（包括工具不符）		
	整圆/螺旋线中间点 3 错误（包括工具不符）		
	整圆/螺旋线指令点间距过小		
	TPD 指令点错误		
	TPD 指令工具与当前工具不符		
	TPD 当前指令与下一指令起始点偏差过大	1. 检查是否记录 TPD 轨迹起点，示教程序中 TPD 指令前是否有运动指令(PTP/LIN)运动到 TPD 轨迹的起点； 2. 修改示教程序；	
	内外部工具切换错误	1. 重新记录指令点，修改示教程序；	

	PTP 关节指令超限	1. 运动过程指令超出软限位, 需要修改程序;	反向点动, 使机器人离开软限位
	TPD 关节指令超限	1. 运动过程指令超出软限位, 需要修改程序;	区域或切换到拖动模式, 拖动机器人离开软限位区域;
	LIN\ARC 下发关节指令超限	1. 运动过程指令超出软限位, 需要修改程序;	修改程序后, 重新点击 START 按钮即可执行新程序;
	JOG 关节指令超限	1. 运动过程指令超出软限位;	反向点动, 使机器人离开软限位区域或切换到拖动模式, 拖动机器人离开软限位区域;
	笛卡尔空间内指令超速	1. 指令存在问题;	联系售后人员;
	关节空间内扭矩指令超限		
	轴 1-轴 6 关节空间内指令速度超限		
	下一指令关节配置发生变化 (下一指令中存在奇异位姿)	1. 修改示教程序, 运动停止时当前行的下一行程序修改为 PTP 指令;	
	当前指令关节配置发生变化 (当前指令中存在奇异位姿)	1. 自动模式时, 修改示教程序, 运动停止时当前行程序修改为 PTP 指令; 2. 手动模式时, 重新上电后切换关节坐标再进行点动;	
	指令错误, ARCSTART		

	和 ARCEND 间只允许 LIN 和 ARC 指令	1. 检查指令, 修改示教程序;	
	指令错误, WEAVESTART 和 WEAVEEND 间只允许 LIN 指令		
	摆焊参数错误	1. 检查摆焊参数, 修改示教程序;	
	激光传感器指令偏差过大	1. 使用激光传感器配套软件, 检查激光传感器数据是否有跳变;	
	激光传感器指令中断, 焊缝跟踪提前结束	1. 使用激光传感器配套软件, 检查激光传感器数据是否中断;	
	外部轴指令速度超限	1. 指令存在问题;	联系售后人员;
	外部轴指令与反馈偏差过大		
	传送带跟踪-起始点与参考点姿态变化过大	1. 重新标定传送带位姿点;	
	恒力控制- (X,Y,Z,RX,RY,RZ) 方向 超过最大调整距离	1. 调整恒力控制 PID 数值, 修改示教程序;	
驱动器故障	1-6 轴驱动器故障	1. 驱动器发生故障, 查看驱动器故障表, 检查驱动器故障原因;	重新上电;
超出软限位	1-6 轴超出软限位故障	1. 运动过程超出软限位;	切换到拖动模式, 拖动机器人离开软限位区域;
碰撞故障	1-6 轴碰撞故障	1. 运动过程发生碰撞;	检查碰撞原因, 需要再开始运动

			时点击示教编程界面 RESUME 按钮；
文件错误	zbt 配置文件版本错误	1. zbt.config 配置文件版本错误；	联系售后人员；
	zbt 配置文件加载失败	1. zbt.config 配置文件加载错误；	重新上电，仍报错的话联系售后人员；
	user 配置文件版本错误	1. user.config 配置文件版本错误；	联系售后人员；
	user 配置文件加载失败	1. user.config 配置文件加载错误；	重新上电，仍报错的话联系售后人员；
	exaxis 配置文件版本错误	1. exaxis.config 配置文件版本错误；	联系售后人员；
	exaxis 配置文件加载失败	1. exaxis.config 配置文件加载错误；	重新上电，仍报错的话联系售后人员；
	机器人型号不一致，需要重新设置		联系售后人员；
IO 错误	通道错误	1. 检查程序中 IO 指令通道是否设置错误；	检查确认，修改程序后，重新点击 START 按钮即可执行新程序；
	数值错误	1. 检查程序中 IO 指令数值是否设置错误；	
	WaitDI 等待超时	1. 检查是否有有效的输入信号；	
	WaitAI 等待超时		
	WaitToolDI 等待超时		
	WaitToolAI 等待超时		
	通道已配置功能错误	1. 当前通道已配置功能，示教编程中不能使	当前通道已配置功能，示教编程

		用, 需更换为其他通道;	中不能使用, 需更换为其他通道;
	起弧超时	1. 检查起弧成功信号;	
	收弧超时	1. 检查收弧成功信号;	
	寻位超时	1. 调整寻位参数, 修改示教程序;	
	传送带 IO 检测超时, 可复位	1. 检查 IO 触发信号;	
	起弧成功 DI 未配置	1. 检查 DI 配置;	
夹爪错误	夹爪运动超时错误	1. 等待夹爪运动完成信号超时;	联系售后人员;
	485 超时		
	指令格式错误		
	运动延迟、运动前必须先激活		
	运动时, 激活位必须为激活		
	温度过高		
	电压过低		
	正在自动释放		
	内部故障		
	激活失败		
	过流		
	自动释放结束		
警告	肩关节配置变化	暂未实现;	
	肘关节配置变化		

	腕关节配置变化		
	RPY 初始化失败	1. RX、RY、RZ 初始化失败，移动机器人，使 RY 不等于 $\pm 90^\circ$ ；	移动机器人后，重新上电；
	1min 后切入普通示教模式警告		
活动从站数量错误	活动从站数量错误	1. 从站出现错误，检查 EtherCAT 线缆是否正常；	重新上电，若未解决，联系售后人员；
从站错误	从站掉线		
	从站状态与设置值不一致		
	从站未配置		
	从站配置错误		
	从站初始化错误		
	从站邮箱通信初始化错误		
安全门警告	安全门触发		
运动警告	LIN 指令姿态变化过大	暂未实现；	
干涉区警告	进入干涉区		
参数错误	工具号超限错误	1. 导出备份包；	联系售后人员
	定位完成阈值错误		
	碰撞等级错误		
	负载重量错误		
	负载质心 (X,Y,Z) 错误		
	DI 滤波时间错误		
	AxleDI 滤波时间错误		
	AI 滤波时间错误		
	AxleAI 滤波时间错误		
	DI 高低电平范围错误		

	DO 高低电平范围错误		
	工件号超限错误		
	外部轴号超限错误		
	传送带跟踪-编码器通道错误		
	传送带跟踪-工件轴号错误		
八点法	第 1 组数据姿态变化过大	1. 重新标定；	
	数据错误，计算失败		
按钮盒状态反馈	记录点信号		
	开始运行		
	停止运行		
外部轴超出软限位故障	外部轴 1-4 轴超出软限位故障	1. 运动过程超出软限位；	反向点动外部轴，离开软限位区域；
示教器（树莓派）通信	Webapp 与示教器（树莓派）通信失败	1.检查是否需要启用示教器（树莓派），若不需要启用，进入 Web 页面，系统设置—通用设置—示教器设置，关闭示教器启用； 2.检查示教器（树莓派）与控制器网线连接是否正常；	
原点错误	原点已发生改变，需要重新设置原点	1.进入 Web 页面，辅助应用—机器人本体—作业原点，重新设置作业原点；	

附录 2：伺服驱动器故障代码表

故障码	故障名称	处理方法
1	软件过流故障	1、检查关节负载或阻力是否变大或异常 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
2	过压故障	降低机器人运行速度或加速度
3	欠压故障	1、检查控制箱 48V 电源电压输出是否异常 2、检查驱动板和关节外壳是否短路 3、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
4	过热故障	减小机器人负载或降低机器人运行速度
5	过载故障	减小机器人负载或降低机器人运行速度
6	超速故障	1、检查磁编组件和电机轴固定顶丝是否松动 2、重新进行编码器校零 3、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
7	参数异常故障	维修或更换驱动板
8	飞车故障	1、检查磁编组件和电机轴固定顶丝是否松动 2、重新进行编码器校零 3、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
9	位置误差故障	1、检查关节负载或阻力是否变大或异常 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
10	位置溢出故障	1、检查硬限位是否松动 2、重新进行机器人校零
11	硬件过流故障	维修或更换驱动板
12	驱动禁止故障	未启用
13	电机堵转故障	1、检查刹车电磁铁是否吸合 2、检查是否撞到硬限位

		3、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
14	功率电源故障	未启用
15	STO 故障	未启用
16	相电流 AD 调零故障	维修或更换驱动板
17	EEPROM 故障	维修或更换驱动板
18	霍尔故障	1、检查霍尔线束是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换关节
19	编码器故障	维修或更换磁编组件
20	编码器调零故障	1、重新进行编码器校零 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
21	编码器 Z 相信号丢失故障	未启用
22	编码器计数故障	未启用
23	编码器多圈数据溢出故障	未启用
24	外部时钟故障	维修或更换驱动板
25	UVW 相序故障	未启用
26	FPGA 故障	未启用
27	回零故障	未启用
28	磁编码器故障	1、检查磁编组件和电机轴固定顶丝是否松动 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
29	电机动力线断线故障	1、检查电机动力线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
30	EtherCAT 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板

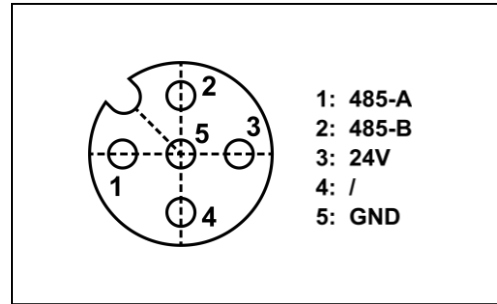
31	EtherCAT_SM_DOG 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
32	EtherCAT_FATALSYNC 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
33	EtherCAT_SYNC 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
34	EtherCAT_RFT 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
35	驱动器轴地址故障	1、重新进行驱动器轴地址配置 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
36	机器人校零故障	1、重新进行机器人校零 2、先使用 JLINK 擦除 FLASH，再重新下载程序并校零 3、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
37	编码器通讯故障	1、检查编码器线束是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
40	磁编模块故障-校零故障	1、重新进行磁编组件校零 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
41	磁编模块故障-多圈故障	1、检查磁编组件和电机轴固定顶丝是否松动 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
42	磁编模块故障-多圈小磁编故障	1、检查多圈小磁编芯片是否异常 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
43	磁编模块故障-多圈大磁编故障	1、检查多圈大磁编芯片是否异常 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
44	磁编模块故障-单圈磁编故障	1、检查单圈磁编芯片是否异常 2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件

45	磁编模块故障-光编故障	<ul style="list-style-type: none">1、检查光编码盘是否被污染或未粘牢2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件
----	-------------	---

附录 3：末端板 485 升级

现场使用时，有可能更新固件，满足新的要求，会提供新的升级文件 (XX_XX_MAIN.bin)，通过 485 接口对末端板进行升级（需要借助 USB 转 485 模块）。升级步骤如下：

Step1：485 接线，在机器人末端处有 5Pin 通信航空接头，航空接头 Pin 脚分布及其 pin 脚说明如图表 1 所示。将机器人末端的 485-A、485-B 与 USB 转 485 工具的 A、B 使用双绞线连接。



图表 1 航空接头 Pin 脚分布

Step2，硬件连接，将 USB 转 485 工具的 USB 端与 PC 连接，在 PC 设备管理器中，如果识别到 USB&485 工具，会出现如下界面。



图表 2 USB&485 端口识别说明



Step2: 升级工具，在完成接线后，打开“法奥串口调试助手”， 点击“末端板”按钮，在“串口参数设置”功能中选择上述识别的串口，波特率 115200，数据位 8 位，校验位无，停止位 1，然后打开串口，成功之后会出现“串口打开成功”的提示。



图表 3 串口参数设置

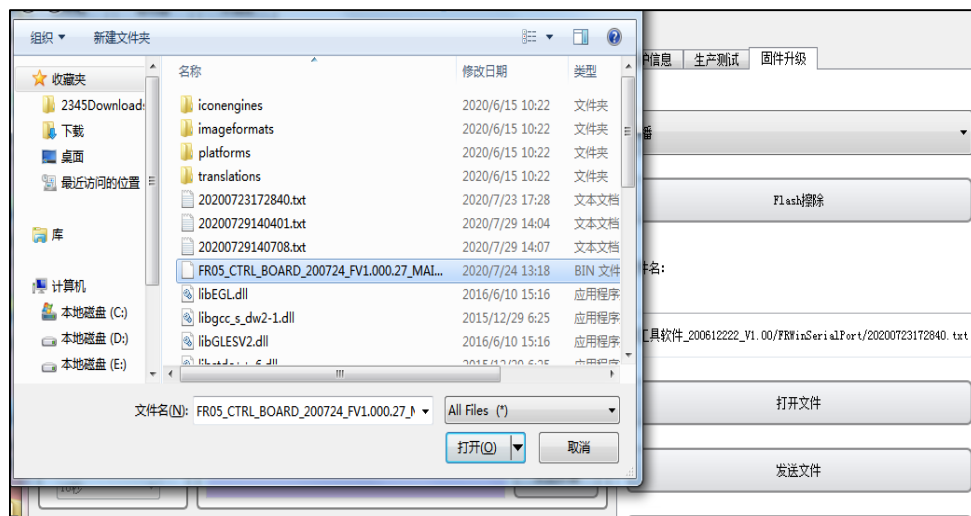
Step3: 固件升级，选择“末端板”，点击“固件升级”，如图表所示：



图表 4 末端板固件升级

- 首先点击“Flash 擦除”，擦除成功之后，会在接收数据区提示擦除成功。

- 打开文件(待升级文件)，选择存放的路径，如下所示，选择完成后，待升级文件名会出现在文件名显示框中。



图表 5 选择升级文件

- 点击“发送文件”，当进度条显示 100%时，表示已经完成发送升级文件。

Step4: 升级验证，系统重启上电，在“维护信息”栏，选择“查询末端板固件版本信息”，在“接收数据区”会显示固件版本信息，如果和升级的文件版本信息一致，说明升级成功，否则升级失败。

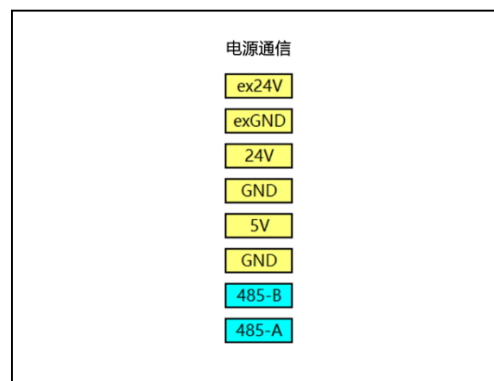


图表 6 查询固件版本信息

附录 4：控制箱 485 升级

在机器人控制箱板有“电源通信”接口，将 USB&485 工具 A、B 分别接入其接口的“485-A”、“485-B”。

其升级过程操作同末端板，软件对应选择即可，此处不在赘述。



图表 1 电源通信接口



附录 5：备件、易损件清单

零件	编号	数量
M8*30 螺钉	4.0.08.2006185	4
圆柱销 A 型 8*20	4.5.00.2013076	2
保险丝 5x20 6A		1

术 语

停止类别:

0 类停机:当机器人的电源被切断后,机器人立刻停止工作。这是不可控的停止,由于每个关节会以最快的速度制动,因此机器人可能偏离程序设定的路径。当超过安全评定极限,或当控制系统的安全评定部分出现错误的情况下方可使用这种保护性停止。要了解更多信息,请参阅 ENISO13850:2008 或 IEC60204-1:2006。

1 类停机:当为机器人供电使其停止时,机器人就停止,当机器人实现停止后切断电源。这是可控性停止,机器人会遵循程序编制的路径。一秒钟之后或一旦机器人停稳后就将电源切断。要了解更多信息,请参阅 ENISO13850:2008 或 IEC60204-1:2006。

2 类停机:机器人通电时的可控性停止。机器人在一秒钟时间内停止所有动作。安全评定控制系统的操控可使机器人停留在停止的位置。要了解更多信息,请参阅 IEC60204-1:2006。

诊断覆盖率 (DC):用于衡量为了达到评定的性能等级而实施的诊断的有效性。要了解更多信息,请参阅 ENISO13849-1:2008。

集成商:集成商即设计机器人最终安装的机构。集成商负责进行最终风险评估,必须确保最终安装遵循当地的法律法规。

平均危险失效时间 (MTTFd):平均危险失效时间 (MTTFd) 指的是为了达到评定的性能等级而进行计算和检测所得的值。要了解更多信息,请参阅 ENISO13849-1:2008。

风险评估:风险评估即识别所有风险并将风险降低到适当程度的整个过程。风险评估应进行记录存档。详情请参考 ISO12100。

性能等级:性能等级 (Performance Level, PL) 是一个分离的等级,它用于说明控制系统中各个与安全相关的部分在可预测的条件下执行安全功能的能力。PLd 是第二高的可信度分类,它意味着安全功能相当值得信赖。要了解更多信息,请

参阅 EN ISO13849-1:2008。

连接法兰：用于连接外部工具的结构，一般称为法兰盘。

机器人末端：机器人最后一个轴或连接法兰的中心点。

工具中心点 (TCP)：工具中心点即机器人工具的特征点，是机器人系统的控点，出厂时默认于最后一个运动轴或连接法兰的中心。每个工具的工具中心点都包含相对于工具输出法兰中心而设定的转换和旋转。位置坐标 X、Y、Z 决定了工具中心点的位置，RX、RY、RZ 决定了工具中心的方向。当其值均为零时，工具中心与连接法兰中心点重合。

工具位姿点 (TCF)：在工具中心点 TCP 的基础上，反应工具坐标系相对于末端连杆坐标系的姿态。

基坐标系：基坐标系的原点一般定义在机器人第一轴与安装面的中心点，x 轴向前，在轴向上，y 轴按右手规则确定。

世界坐标系：建立在工作单元或工作站中的固定坐标系。当只有一个机器人时，该坐标系可认为与基坐标系重合；当有多个机器人或外部设备时，世界坐标系可为这些设备提供一个唯一的参考系，在满足方便标定其他设备的坐标系前提下，其具体位置可以任意指定。

关节坐标系：关节坐标系是机器人关节中的坐标系，在关节坐标系下，机器人各轴均可实现在限位范围内的单独的正向或反向运动。适用于需要对机器人进行大范围的运动且不要求机器人 TCP 姿态。机器人手动模式下的单轴点动就是在关节坐标系下进行的。

工具坐标系：用于定义工具中心点的位置和工具姿态的坐标系，未定义时，工具坐标系默认在连接法兰的中心处。安装工具后，TCP 将发生变化，变为工具末端的中心。

外部工具坐标系：用于定义固定在机器人外部的工具位姿的坐标系。

扩展轴：除去机器人本体上的轴，为了工作需要额外增加的轴，扩展轴主要包含滑轨，翻转台和外加伺服设备等类型。

手动模式：在该模式下，机器人的所有运动均由用户手动控制，并且安全光栅、安全门等外部安全设施不起作用，以便近距离调试。

自动模式：该模式一般用于机器人运行示教程序，此时外部安全设施启用。

重复定位精度：机器人在同一条件下，用同一方法操作时，重复 n 次所测得



的位置与姿态的一致程度。

示教器：对机器人进行编程或使机器人运动，并与控制系统相连接的手持式单元。