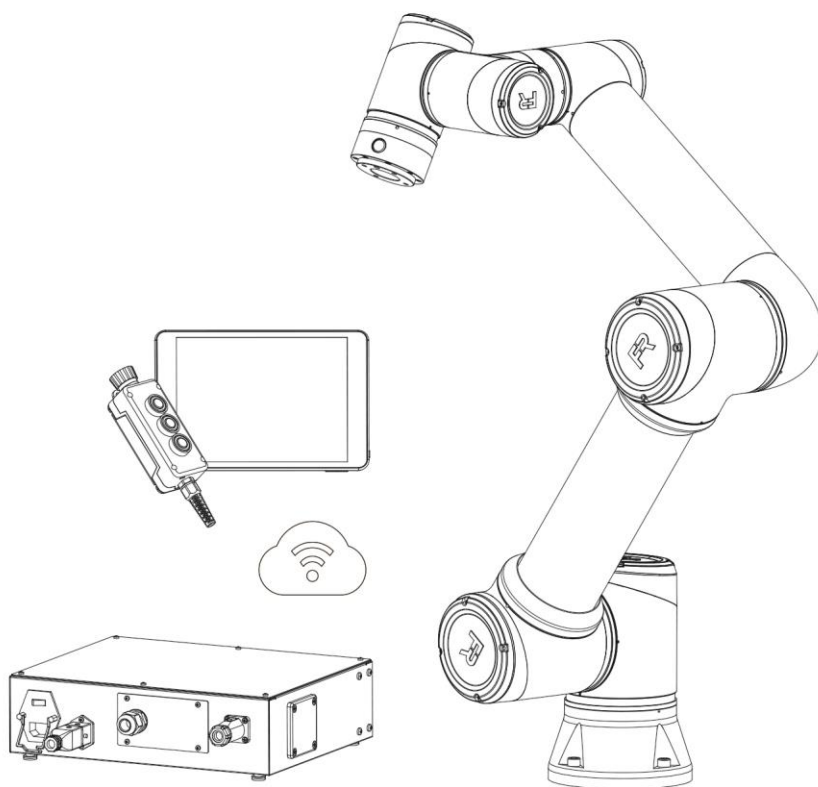


名称	实例	中英文字体搭配		字号
		中文	英文	
一级标题	<b>第一章 硬件安装</b>	黑体	Arial	三号（18pt），加粗
二级标题	<b>1.4 安装规范</b>	黑体	Arial	四号（14pt），加粗
三级标题	<b>1.1.2 有效性和责任</b>	黑体	Times New Roman	（13pt），加粗
正文段落	机器人手臂的最大允许有效载荷	宋体	Times New Roman	小四号（12pt）
表题与图题	图 3-4 工具坐标	宋体	Times New Roman	（11pt）
页眉	<b>2.2 快速启动机器人</b>	黑体	Arial	五号（10.5pt），加粗
页码	<b>1 / 116</b>	黑体	Arial	五号（10.5pt），加粗
文献		宋体	Times New Roman	五号（10.5pt）



# FR5智能协作机器人

## 用户手册



法奥（淄博）智能装备有限公司

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
第一章 硬件安装 .....	2
1.1 安全须知 .....	2
1.1.1 简介 .....	2
1.1.2 有效性和责任 .....	2
1.1.3 责任有限 .....	3
1.1.4 该手册中的警告标志 .....	3
1.1.5 使用前评估 .....	3
1.1.6 紧急停止 .....	4
1.1.7 无电力驱动的移动 .....	4
1.2 设备运输 .....	5
1.2.1 运输 .....	5
1.2.2 搬运 .....	5
1.3 机器人简介 .....	6
1.3.1 基本参数 .....	6
1.3.2 限位角度 .....	7
1.3.3 机器人坐标系 .....	8
1.4 安装规范 .....	9
1.4.1 机器人手臂安装 .....	9
1.4.2 工具末端安装 .....	10
1.4.3 安装环境 .....	11
1.4.4 最大有效载荷 .....	11
1.5 控制连接 .....	12
1.5.1 控制器接口 .....	12

1.5.2 控制器 I/O 面板 .....	13
1.5.3 末端版 .....	13
1.5.4 所有数字 I/O 的通用规范 .....	14
1.5.5 安全 I/O .....	16
1.5.6 通用数字量 I/O .....	18
1.5.7 从按钮进行的数字输入 .....	18
1.5.8 与其他设备或 PLC 交互 .....	19
1.5.9 模拟量 I/O .....	19
1.6 示教器及末端 LED .....	21
1.6.1 示教器简介 .....	21
1.6.2 末端 LED 定义 .....	22
第二章 快速启动机器人 .....	23
2.1 安装机器人手臂和控制箱 .....	23
2.2 启动机器人 .....	23
2.3 按钮盒控制机器人运动 .....	24
2.3.1 未搭配示教器 .....	24
2.3.2 搭配示教器 .....	26
2.4 示教器控制机器人运动 .....	29
第三章 示教器软件解析 .....	30
3.1 基础信息 .....	30
3.1.1 系统简介 .....	30
3.1.2 启动软件 .....	30
3.1.3 用户登录及权限管理 .....	30
3.2 系统初始界面 .....	33
3.2.1 控制区 .....	33
3.2.2 状态栏 .....	34
3.2.3 菜单栏 .....	35
3.2.4 操作区 .....	35

3.3 三维模拟机器人 .....	36
3.3.1 虚拟/实体机器人切换 .....	36
3.3.2 三维虚拟轨迹和模型阴影 .....	36
3.4 机器人设置 .....	37
3.4.1 工具坐标 .....	37
3.4.2 外部工具坐标 .....	38
3.4.3 扩展轴坐标 .....	40
3.4.4 碰撞等级 .....	41
3.4.5 软限位 .....	41
3.4.6 末端负载 .....	42
3.4.7 运动参数 .....	42
3.4.8 速度缩放 .....	43
3.4.9 机器人安装 .....	43
3.4.10 摩擦力补偿 .....	44
3.4.11 配置导入导出 .....	44
3.5 控制箱 I/O .....	45
3.5.1 I/O 设置 .....	45
3.5.2 I/O 状态显示 .....	45
3.5.3 I/O 滤波 .....	46
3.5.4 I/O 配置 .....	46
3.6 机器人操作 .....	49
3.6.1 示教点记录 .....	49
3.6.2 Joint 运动 .....	50
3.6.3 Base 点动 .....	51
3.6.4 Tool 点动 .....	52
3.6.5 TPD（示教编程） .....	52
3.7 示教模拟 .....	55
3.7.1 简介 .....	55

3.7.2 工具栏 .....	56
3.7.3 程序命令 .....	57
3.7.4 示教管理 .....	71
3.8 状态信息 .....	72
3.8.1 系统日志 .....	72
3.8.2 状态查询 .....	73
3.9 辅助应用 .....	74
3.9.1 机器人校正 .....	74
3.9.2 系统升级 .....	75
3.9.3 数据备份 .....	76
3.10 系统设置 .....	77
3.10.1 通用设置 .....	77
3.10.2 账户设置 .....	78
3.10.3 关于 .....	79
第四章 机器人外设 .....	80
4.1 夹爪外设配置 .....	80
4.1.1 夹爪程序示教步骤 .....	80
4.1.2 夹爪程序示教 .....	81
4.2 喷枪外设配置 .....	82
4.2.1 喷枪外设配置步骤 .....	82
4.2.2 喷涂程序示教 .....	83
4.3 焊机外设配置 .....	84
4.3.1 焊机外设配置步骤 .....	84
4.3.2 焊机程序示教 .....	85
4.4 激光跟踪传感器外设配置 .....	86
4.4.1 激光跟踪传感器外设配置步骤 .....	86
4.4.2 激光跟踪传感器程序示教 .....	88
4.5 扩展轴外设配置 .....	89

4.5.1 扩展轴外设配置步骤 .....	89
4.5.2 扩展轴配合激光跟踪焊接程序示教 .....	92
4.6 姿态自适应配置 .....	93
4.6.1 姿态自适应配置步骤 .....	93
4.6.2 姿态自适应配合扩展轴和激光跟踪焊接程序示教 .....	95
附录 .....	96
附录 1: 运动控制器错误及处理方式 .....	96
附录 2: 伺服驱动器故障代码表 .....	100
附录 3: 末端板 485 升级 .....	104
附录 4: 控制箱 485 升级 .....	107
术 语 .....	108

# 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；
- 示教盒一个（用户选购项）；
- 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。



# 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 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

### 1.1.3 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。

### 1.1.4 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。

### 1.1.5 使用前评估

首次使用机器人或进行任何修改之后，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。

### 1.1.6 紧急停止

激活紧急停止按钮，立即停止机器人的一切运动。

---

**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。

### 1.1.7 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，请联系您的机器人经销商。

## 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 40kg，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亡或者其他事故。
- ◆ 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。

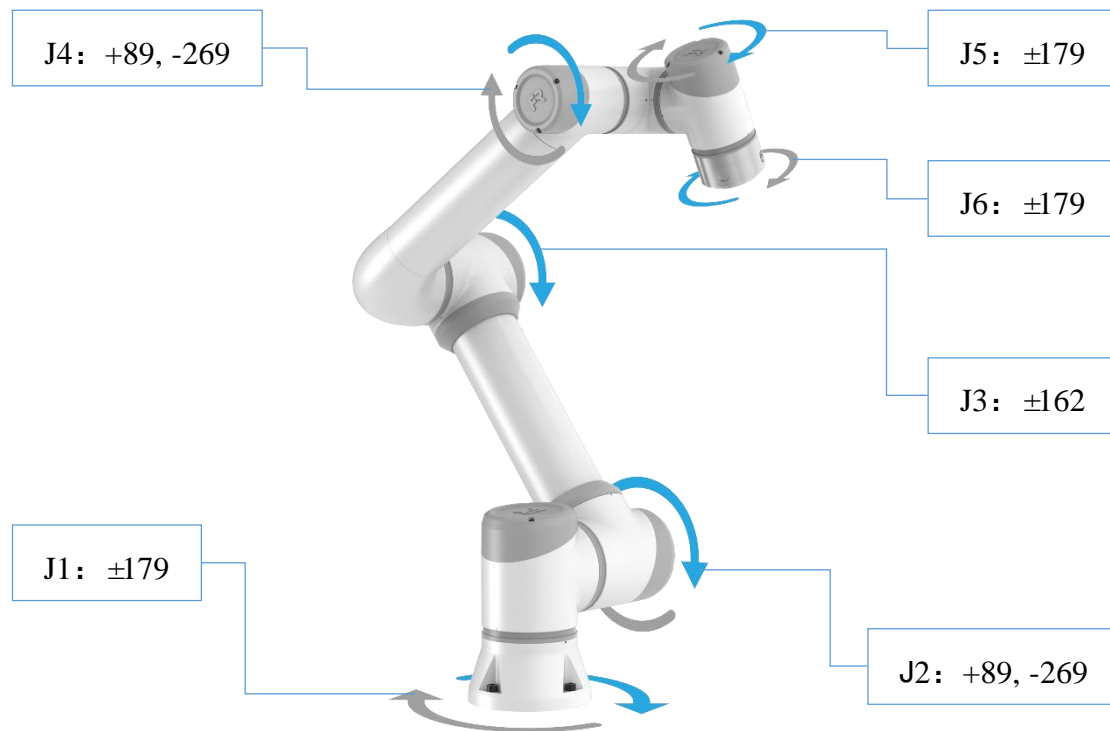
## 1.3 机器人简介

### 1.3.1 基本参数

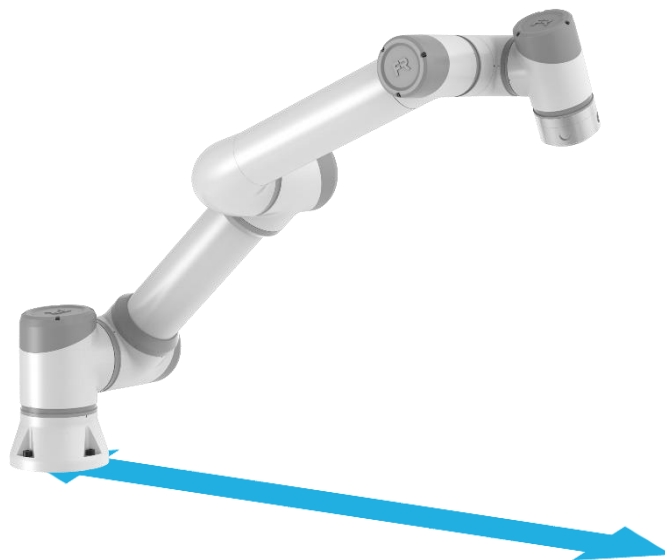
表格 1.3-1 机器人基本参数

名称	FR5
负载	5kg
最大工作范围	922mm
自由度	6 个旋转自由度
重复定位精度	正负 0.1mm
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	正负 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 度
整机重量	约 20.6kg

### 1.3.2 限位角度



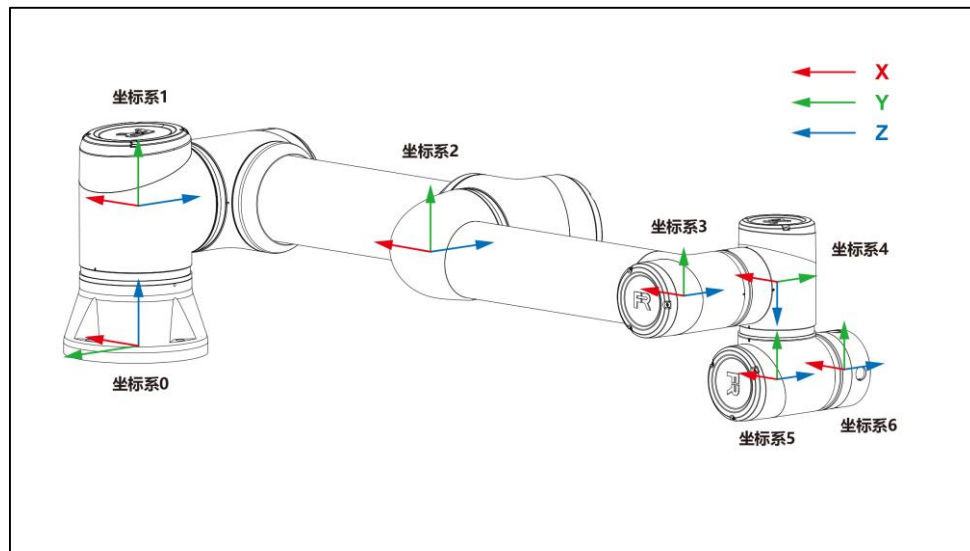
图表 1.3-1 机器人机械限位



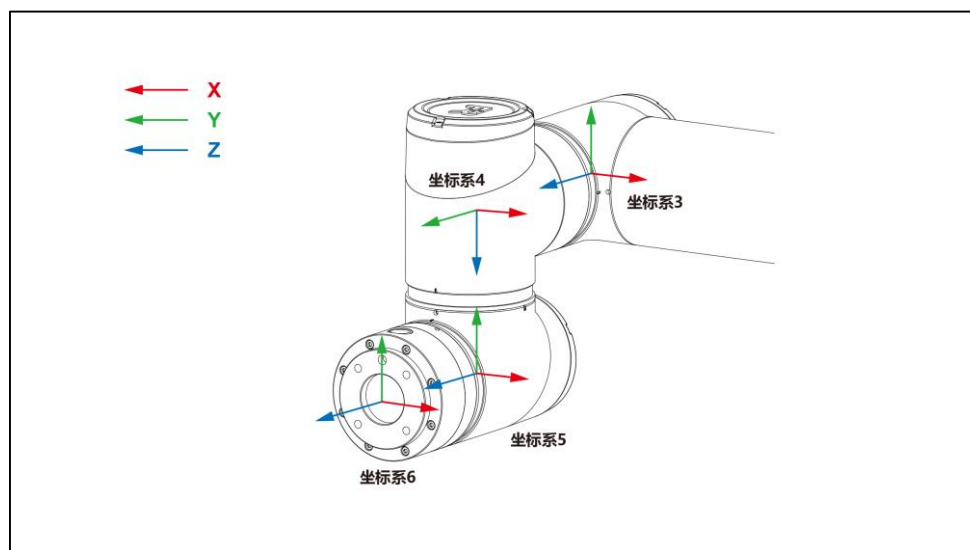
机器人最大空间延伸: 922mm

图表 1.3-2 机器人工作范围

### 1.3.3 机器人坐标系



图表 1.3-3 机器人坐标系



图表 1.3-4 机器人末端法兰坐标系

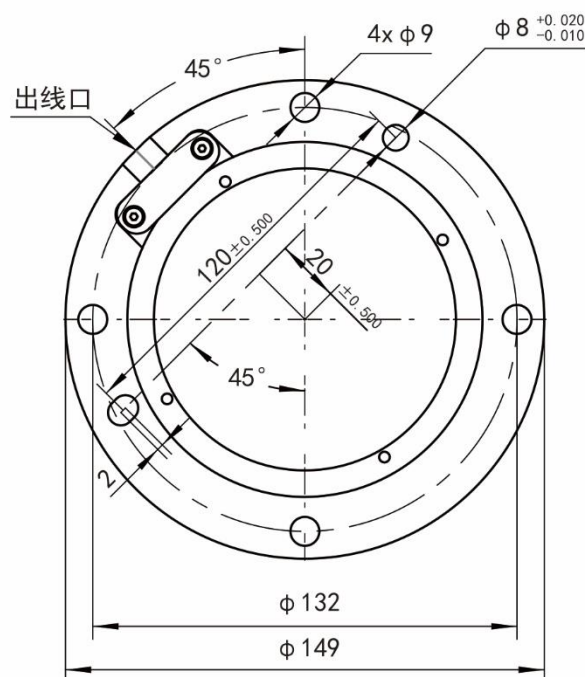
## 1.4 安装规范

### 1.4.1 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 Ø8 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 1.4-1 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 1.4-1 机器人安装尺寸

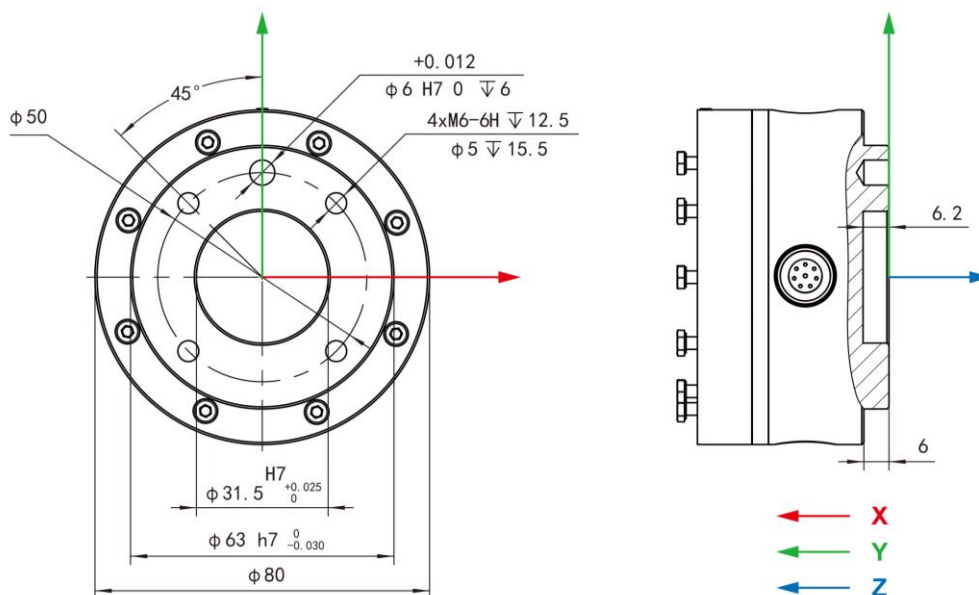
#### 注意：

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。



### 1.4.2 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 1.4-2 显示了工具法兰的图纸。



图表 1.4-2 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。

### 1.4.3 安装环境

在安装及使用协作机器人时，确保满足以下要求：

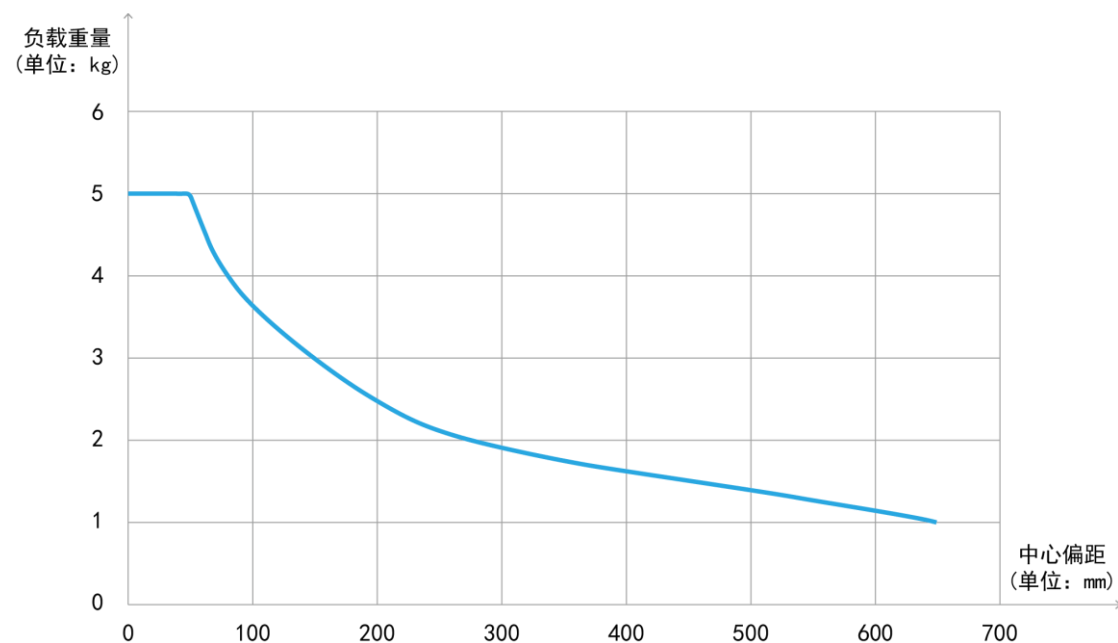
- 环境温度 0-45℃
- 湿度 20-80RH 不结露
- 远离振动，且振动强度不高于 0.5G
- 远离腐蚀性气体、液体及爆炸性气体
- 避免尘土、烟雾及水
- 避免设备在电流的不稳定条件下工作

#### 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。

### 1.4.4 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 5kg 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 1.4-3 负载偏距示意图

## 1.5 控制连接

### 1.5.1 控制器接口

本系列机器人采用单相 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。

#### 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 1.5-1 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；
- 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；

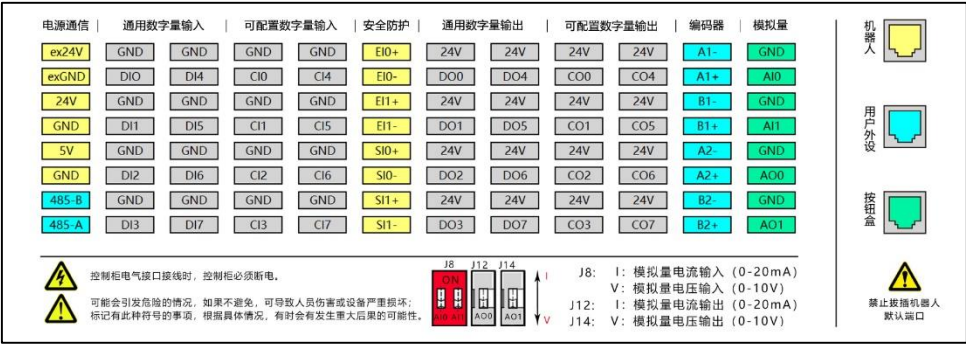


图表 1.5-1 控制箱接线面板



1.5.2 控制器 I/O 面板

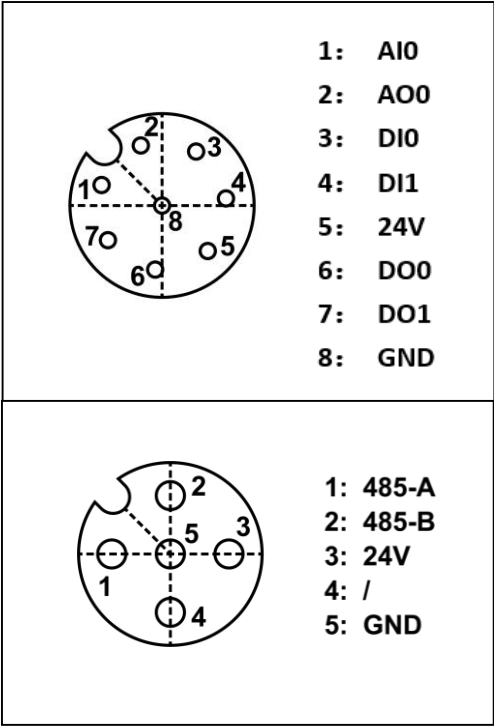
您可以使用控制箱内的 I/O 来控制各种设备，包括气动继电器、PLC 和紧急停止按钮。如图表 1.5-2 显示了控制箱内部的电气接口组，图右侧为控制箱的网络接口组。



图表 1.5-2 控制箱电气接口示意图

1.5.3 末端版

您可以使用末端版的 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 1.5-3 所示。



图表 1.5-3 末端版电气接口示意图

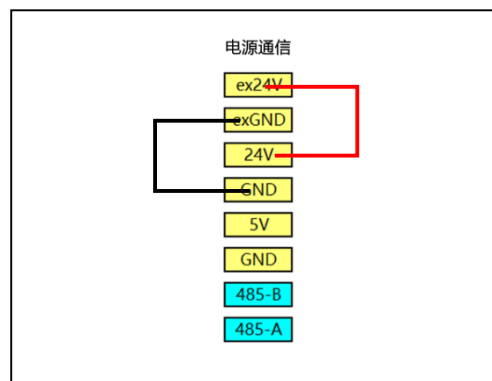
### 1.5.4 所有数字 I/O 的通用规范

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

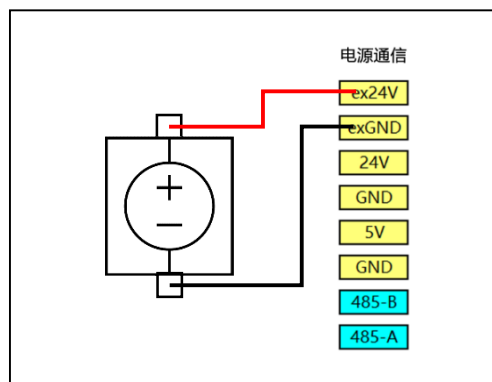
机器人必须按照电气规范进行安装。

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 1.5-4 所示。



图表 1.5-4 电源通信示意图 01

如果负载功率较大，可以按如图 1.5-5 连接外部电源。



图表 1.5-5 电源通信示意图 02

内部和外部电源的电气规格如表格 1.5-1 内外部电气规格所示：

表格 1.5-1 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 1.5-2 数字量 I/O 电气规格所示：

表格 1.5-2 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					
[Elx/SIx/CIx/DIx]	OFF	-3	-	5	V
[Elx/SIx/CIx/DIx]	ON	11	-	30	V
[Elx/SIx/CIx/DIx]	电流(11-30V)	2	-	15	mA
[Elx/SIx/CIx/DIx]	功能	-	PNP	-	Type



1.5.5 安全 I/O

本节描述了安全 I/O 的电气规范，必须遵守第 1.5.4 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 1.5-3 功能差异所示：

表格 1.5-3 功能差异

	紧急停止	安全停止
机器人停止移动	是	是
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

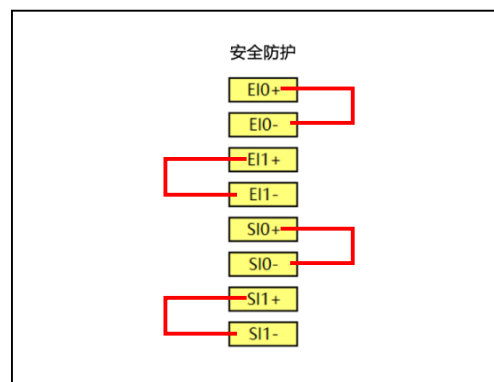
危险：

- ◆ 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，必须验证安全功能。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

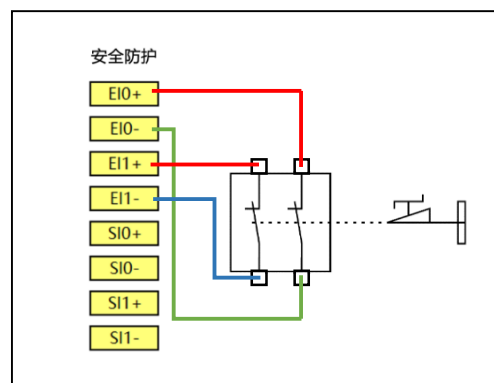
机器人出厂时带有默认配置，无需任何附加安全设备即可进行操作，请参见图表 1.5-6。



图表 1.5-6 安全防护示意图 01

### 连接紧急停止按钮

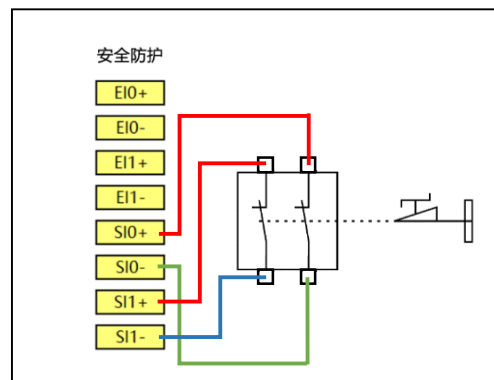
在大多数应用中，需要使用一个或多个额外的紧急停止按钮。见图表 1.5-7。



图表 1.5-7 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 1.5-8。



图表 1.5-8 安全防护示意图 03



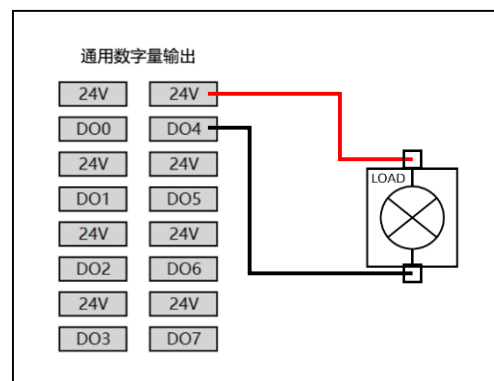
### 1.5.6 通用数字量 I/O

本节描述了通用数字量 I/O 的电气规范，必须遵守第 1.5.3 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

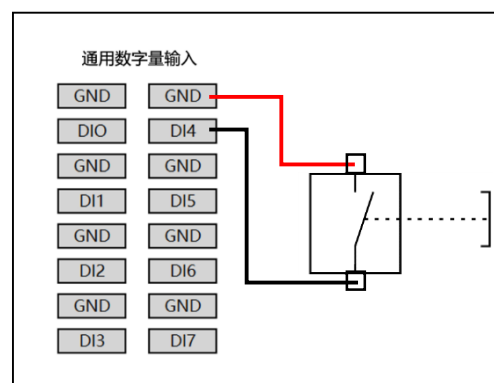
此示例演示如何连接数字量输出从而控制负载，请参见图表 1.5-9。



图表 1.5-9 通用数字量输出示意图 01

### 1.5.7 从按钮进行的数字输入

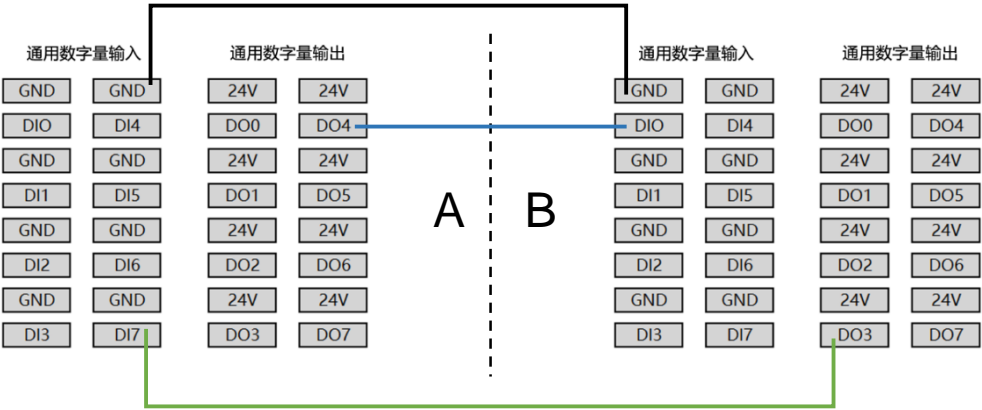
下面的示例演示如何将简单按钮连接到数字量输入。



图表 1.5-10 通用数字量输入示意图 02

1.5.8 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 1.5-11 与其他设备或 PLC 交互示意图

1.5.9 模拟量 I/O

表格 1.5-4 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）。

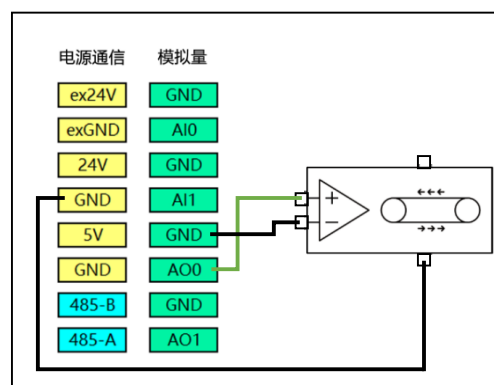
为了达到高精度，建议采用以下方法。

- 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

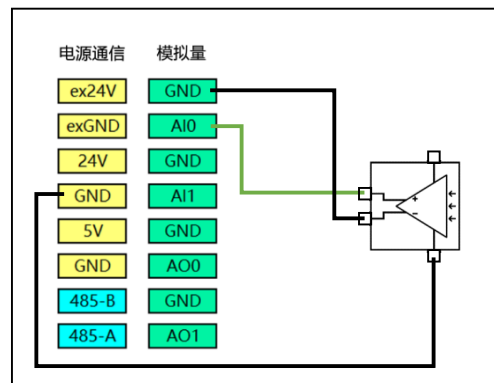
下面的示例是演示使用模拟量输出控制传送带。



图表 1.5-12 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 1.5-13 模拟量输入示意图

## 1.6 示教器及末端 LED

### 1.6.1 示教器简介



图表 1.6-1 示教器与按钮盒

**显示屏：**示教器的触摸操作与显示界面。

**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，长按开机/关机。



1.6.2 末端 LED 定义

表格 1.6-1 末端 LED 定义表

功能	LED 颜色
开机初始化	绿色闪烁
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	紫色闪烁三下
进入未搭配按钮盒状态	青蓝色闪烁三下
开始运行	黄色闪烁三下
停止运行	红色闪烁三下
报错	红色长亮

## 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 1.4 和 1.5 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，该表面应当足以承受至少 10 倍的机座关节最大扭矩，以及至少 5 倍的机器人手臂重量；
- 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 启动机器人

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。

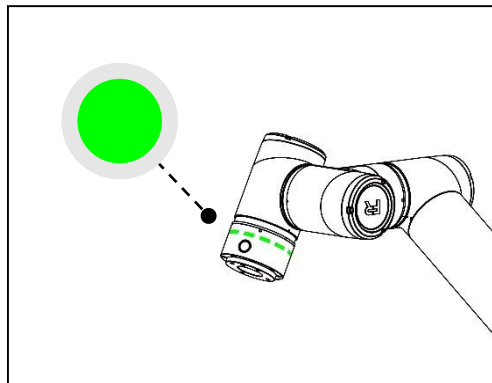
- 按下控制箱的电源按钮开启控制箱；
- 开启示教器，请参考第三章节的 3.1.2，打开 chrome 浏览器，访问网址 192.168.58.2，输入用户名和密码并点击登录进入系统，参考本章节 2.3.2 来运动机器人。若未搭配示教器，则参考本章节 2.3.1 来运动机器人；
- 当无法正常打开网址时，请查看设备连接是否正常。

## 2.3 按钮盒控制机器人运动

参照第一章的 1.6.2 末端 LED 定义来控制机器人

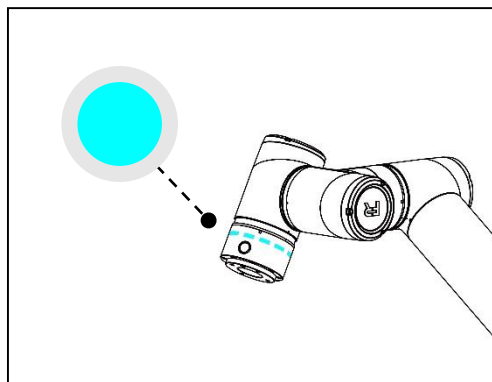
### 2.3.1 未搭配示教器

- **Step1**, 长按按钮盒“按键 3”, 启动机器人, 等待末端 LED 绿色停止闪烁, 方可操作机器人如图表 2.3-1。



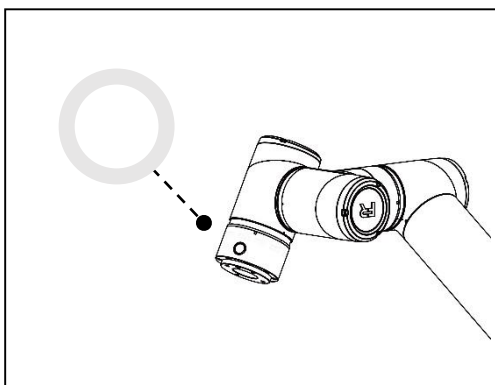
图表 2.3-1 末端 LED 绿色示意图

- **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。

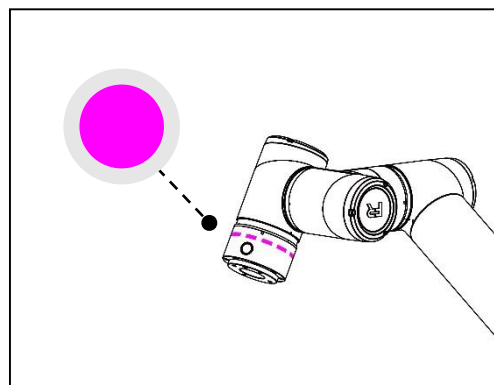


图表 2.3-2 末端 LED 青蓝色示意图

- **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, 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。

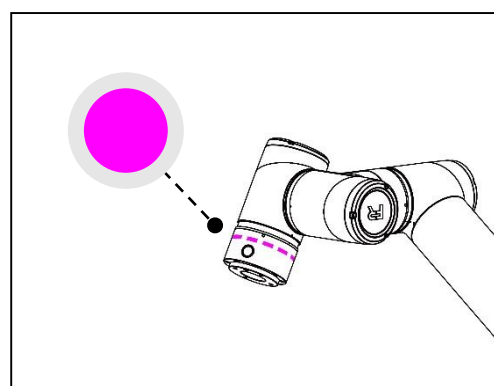


图表 2.3-3 末端 LED 白青色示意图



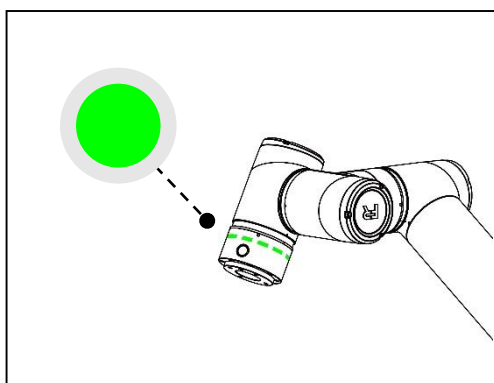
图表 2.3-4 末端 LED 紫色示意图

- **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。

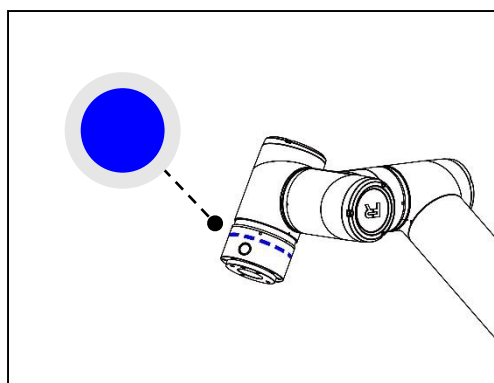


图表 2.3-5 末端 LED 紫色示意图

- **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, 按切换机器人到自动模式, 此时末端 LED 为蓝色, 如图表 2.3-7。



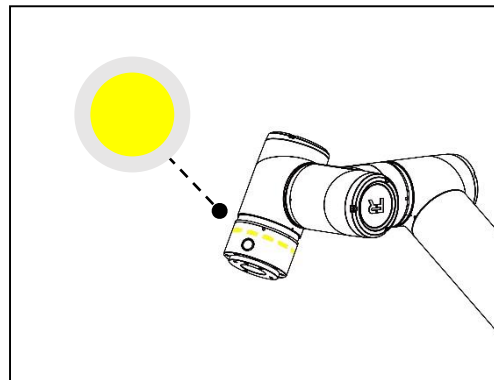
图表 2.3-6 末端 LED 绿色示意图



图表 2.3-7 末端 LED 蓝色示意图

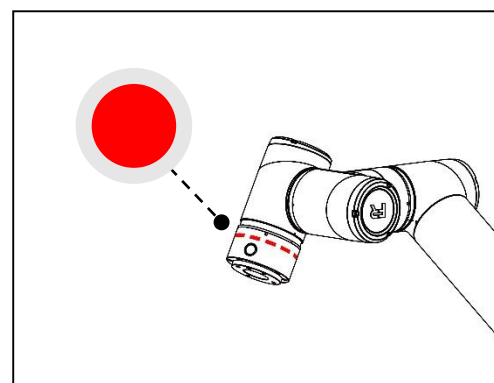


- **Step6**, 短按按钮盒“按键 3”运行该程序, 末端 LED 黄色闪烁三下, 如图表 2.3-8。



图表 2.3-8 末端 LED 黄色示意图

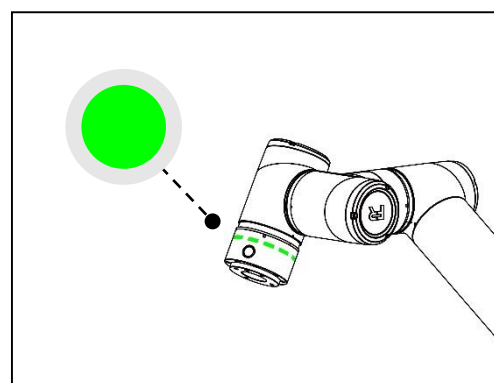
- **Step7**, 短按按钮盒“按键 3”停止运行该程序, 末端 LED 红色闪烁三下, 如图表 2.3-9。



图表 2.3-9 末端 LED 红色示意图

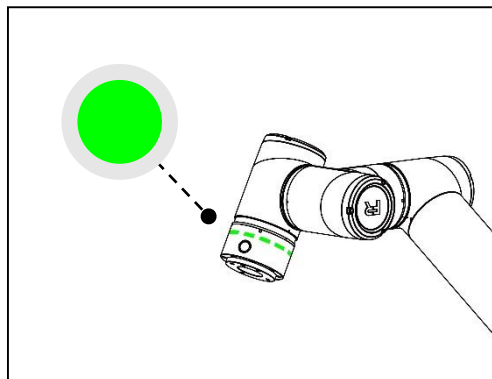
### 2.3.2 搭配示教器

- **Step1**, 长按按钮盒按键 3, 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。



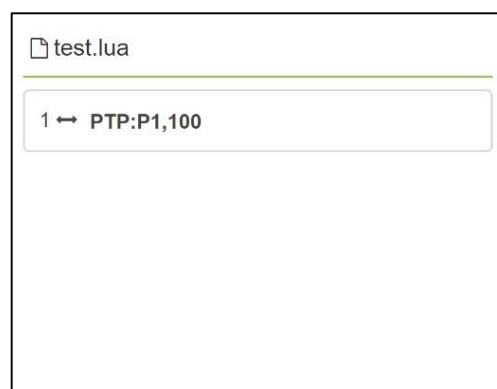
图表 2.3-10 末端 LED 绿色示意图

- **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。



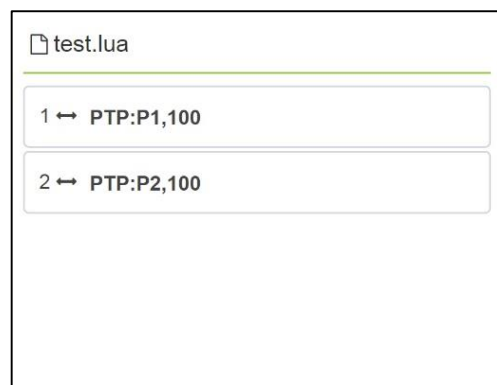
图表 2.3-11 末端 LED 绿色示意图

- **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, 并添加“PTP”指令到程序文件中。



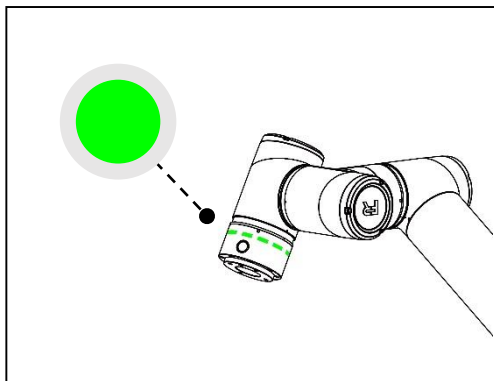
图表 2.3-12 记录并添加点 P1

- **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, 并添加“PTP”指令到程序中。

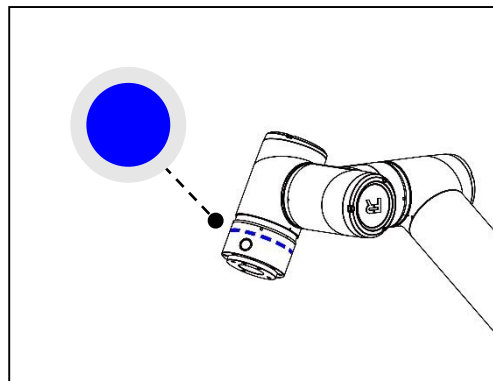


图表 2.3-13 记录并添加点 P2

- **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。

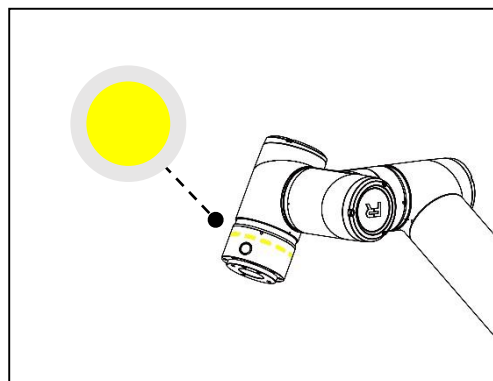


图表 2.3-15 末端 LED 绿色示意图



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 黄色闪烁三下, 如图表 2.3-16。

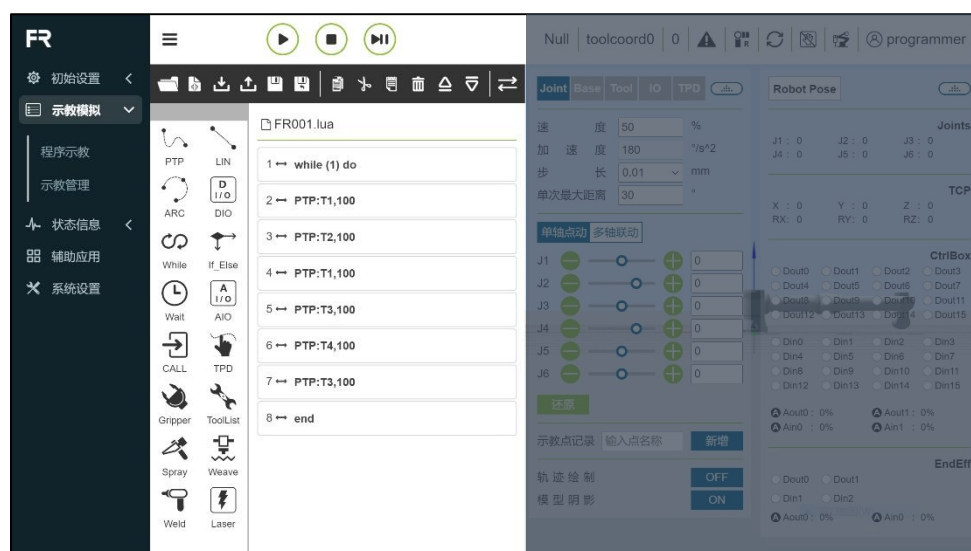


图表 2.3-16 末端 LED 黄色示意图

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

用户账户主要分为三个等级，操作员部分功能无权限使用；程序员除账户管理外，可使用所有功能，管理员只能进行账户管理。具体权限如表格 3.1-1 权限管理

表格 3.1-1 权限管理

用户权限	权限类	权限功能
管理员/0	用户管理	账户设置
程序员/1	/	除账户设置外都可执行
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
		选择外部轴坐标系并应用
		设置机器人碰撞等级
		设置机器人软限位
		设置机器人负载
		设置定位完成阈值
		设置摩擦力补偿
		设置机器人速度缩放
		设置 IO 滤波
		设置 DO 配置
		设置 DI 配置
		设置机器人安装方式
		配置导出
	用户外设设置	夹爪配置
		喷枪配置
		焊机配置
		激光跟踪配置
		扩展轴配置
		跟踪姿态配置
	示教模拟	示教文件导入导出
	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
	示教管理	示教点信息导入导出操作
	状态信息	系统日志查看及导出
	辅助应用	系统升级
		数据备份
	系统设置	时间设置
		配置导出

登录界面如图表 3.1-1 登录界面所示。

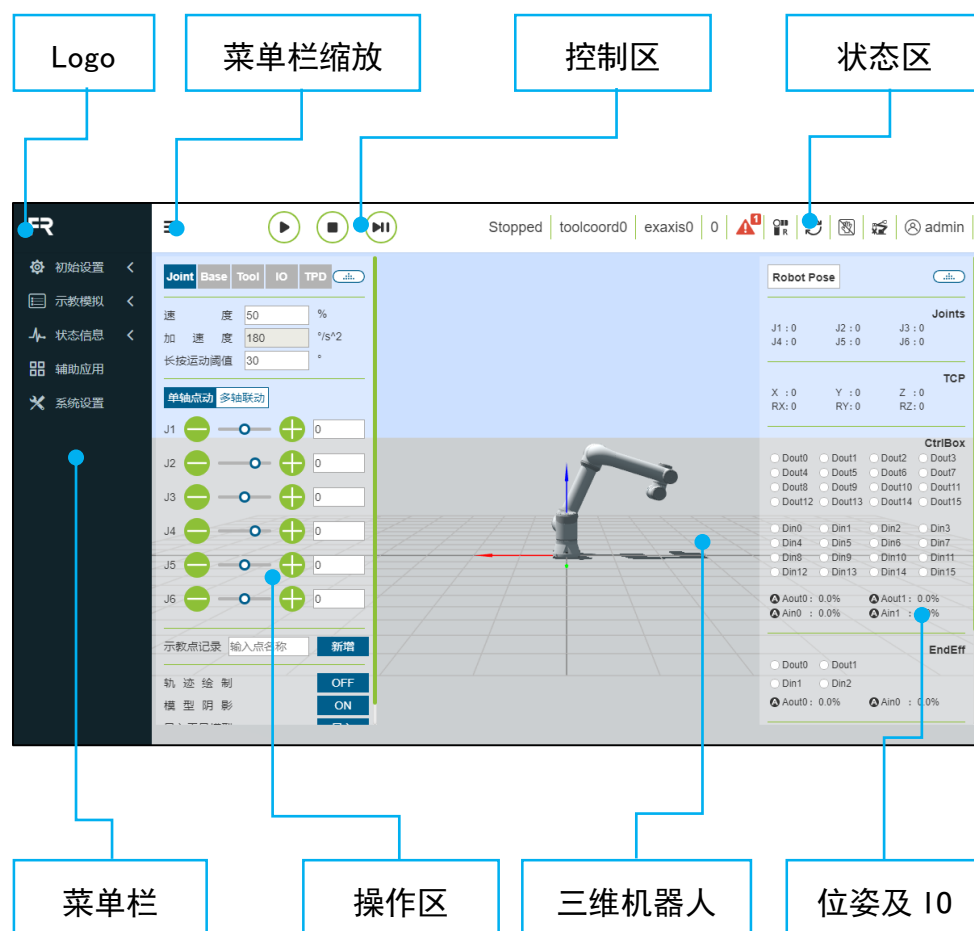


图表 3.1-1 登录界面

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。

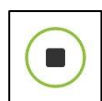


图表 3.2-1 系统初始界面示意图

### 3.2.1 控制区



**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


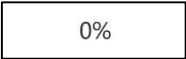








**暂停/恢复按钮：**暂停和恢复当前示教程序





3.2.2 状态栏

	<b>机器人状态:</b> Stopped 停止 Running 运行 Pause 暂停 Drag 拖动
	<b>Toolcoord1:</b> 当前应用 1 号工具坐标系
	<b>运行速度百分比:</b> 机器人当前模式运行时速度
	<b>机器人运行正常状态:</b> 当前机器人正常运行
	<b>机器人运行错误状态:</b> 当前机器人运行有错误
	<b>虚拟实体机器人:</b> 当前为实体机器人
	<b>虚拟实体机器人:</b> 当前为虚拟机器人
	<b>自动模式:</b> 机器人自动运行模式
	<b>示教模式:</b> 机器人示教运行模式
	<b>机器人拖动状态:</b> 当前机器人可拖动
	<b>机器人拖动状态:</b> 当前机器人不可拖动
	<b>连接状态:</b> 机器人已连接
	<b>未连接状态:</b> 机器人未连接
	<b>账户信息:</b> 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
	示教管理
状态信息	系统日志
	状态查询
辅助应用	/
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）

点击状态栏“虚拟实体机器人切换”按键，如图表 3.3-1 所示，查看当前机器人类型，若当前为“实体机器人”，点击“切换类型”按钮，即可切换示教器控制的机器人。

当虚拟机器人生效时，示教器展示的状态信息和示教器控制的机器人运动都为虚拟机器人，与实体机器人无关。

当客户对机器人即将运行的程序不熟悉或机器人运行环境较为复杂危险时，可切换到虚拟机器人运行一遍该程序，了解该程序大致运动轨迹，提前规避风险。

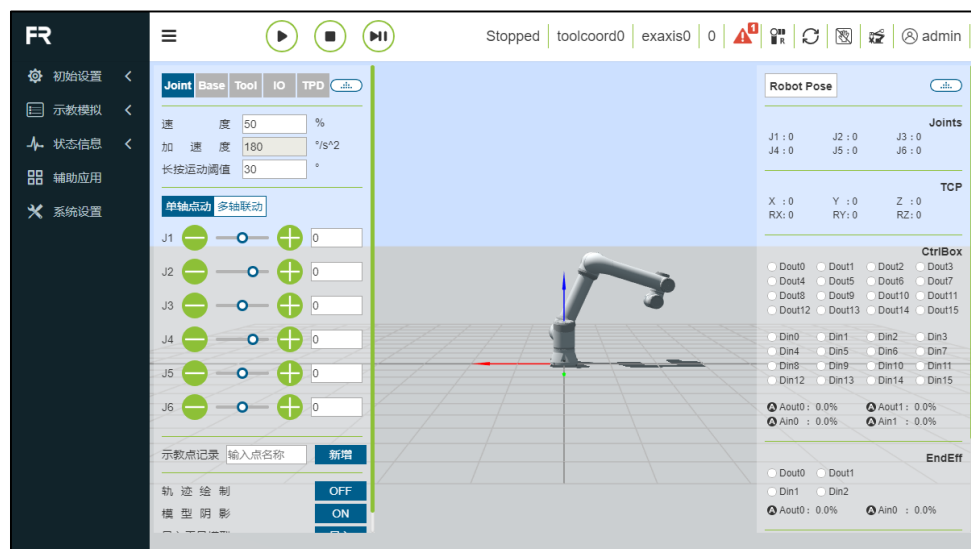


图表 3.3-1 切换虚拟机器人

### 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每一行指令运动的轨迹路线。

**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 3.3-2 虚拟轨迹及模型阴影

## 3.4 机器人设置

### 3.4.1 工具坐标

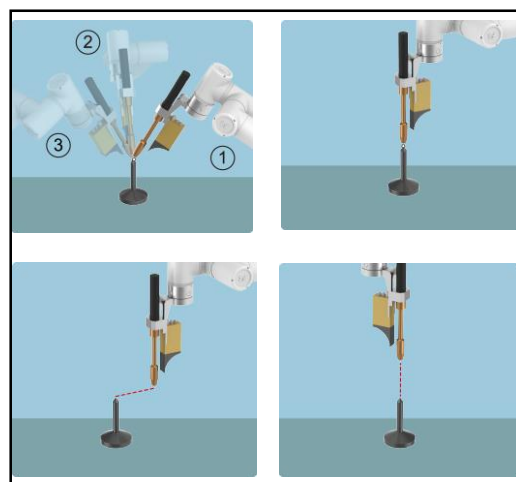
在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“工具坐标”进入工具坐标界面。工具坐标可实现工具坐标的修改、清空与应用。工具坐标系的下拉列表中共有 15 个编号，选择对应的坐标系

(toolcoord0~ toolcoord14)，后会在下方的“相对基础坐标系坐标”中显示对应相对坐标值，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 toolcoord4 ▼					
X	-163.602	Y	-19.565	Z	77.552
RX	14.674	RY	81.601	RZ	16.283
坐标系设置					
修改		清空		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。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 3.4-2 左上方所示。将工具垂直移至固定点设置点 4，如图 3.4-2 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 3.4-2 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的“相对基础坐标系坐标”中显示对应相对坐标值，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 3.4-3 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 3.4-3 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 3.4-4 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 3.4-4 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 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 2 个编号，从 exaxis0~ exaxis1，选择对应的坐标系后会在下方的“相对基础坐标系坐标”中显示对应相对坐标值，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 3.4-5 所示。

扩展轴坐标系设置

当前扩展轴坐标系

坐标系名称 exaxis0

X 0.000 Y 0.000 Z 0.000

RX 0.000 RY 0.000 RZ 0.000

扩展轴编号 0

坐标系设置

修改 清空 应用

图表 3.4-5 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 3.4-6 所示。清空扩展轴坐标系 exaxi1 后，应用此扩展轴坐标系。在扩展轴零点处，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，计算坐标系并保存即可。

扩展轴坐标系设置

当前扩展轴坐标系

坐标系名称 exaxis1

X 0.000 Y 0.000 Z 0.000

RX 0.000 RY 0.000 RZ 0.000

扩展轴编号 1

坐标系设置

取消修改 清空 应用

修改向导

扩展轴编号 1

去除使能 伺服使能

设置点1 下一步

图表 3.4-6 扩展轴标定



3.4.4 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。

碰撞等级可分为一级、二级和三级三部分，设定碰撞一级时，机器人对碰撞检测较为敏感。其碰撞检测的灵敏度可在用户配置文件中设置，用户可以根据具体使用需求来设定碰撞等级。如图表 3.4-5。

碰撞等级设置

碰撞等级 2

应用

图表 3.4-7 碰撞等级示意图

3.4.5 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。

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 3.4-8 所示。

机器人软限位设置

	Min	Max
J1	-175	175
J2	-265	85
J3	-160	160
J4	-265	85
J5	-175	175
J6	-175	175

应用

图表 3.4-8 机器人限位示意图





3.4.6 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 3.4-9 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 3.4-9 负载设定示意图

3.4.7 运动参数

在“初始设置”中的“机器人设置”的菜单栏下，点击“运动参数”进入运动参数界面。

运动参数包含了定位完成阈值参数的设置，如图表 3.4-10，该参数是在机器人运动结束时，判断机器人是否完成运动的范围（参数的输入范围为 0~0.5 °）。

运动参数设置

定位完成阈值  °

应用

图表 3.4-10 运动参数设置

### 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，左侧标签为“速度缩放”，框内显示数字“50”，右侧为百分号“%”。在输入框右侧有一个蓝色的“应用”按钮。

图表 3.4-11 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，左侧标签为“安装方式”，当前选中的选项为“水平安装”。在菜单右侧有一个蓝色的“应用”按钮。界面下方有一个示意图，显示了一个工业机器人手臂以水平方式安装在底座上。

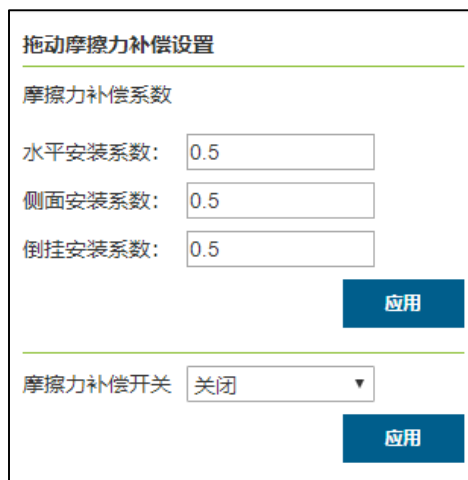
图表 3.4-12 机器人安装设置

### 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。

**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。



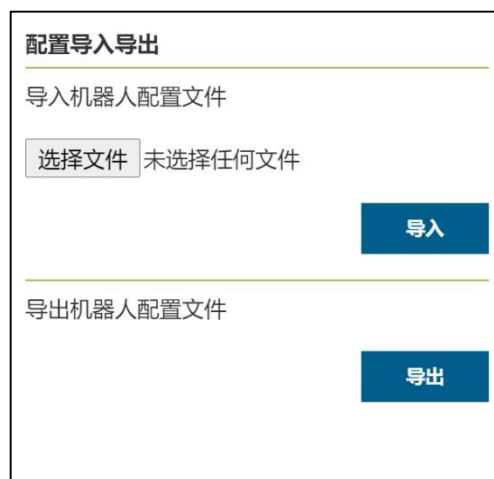
图表 3.4-13 摩擦力补偿设置

### 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。



图表 3.4-14 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。

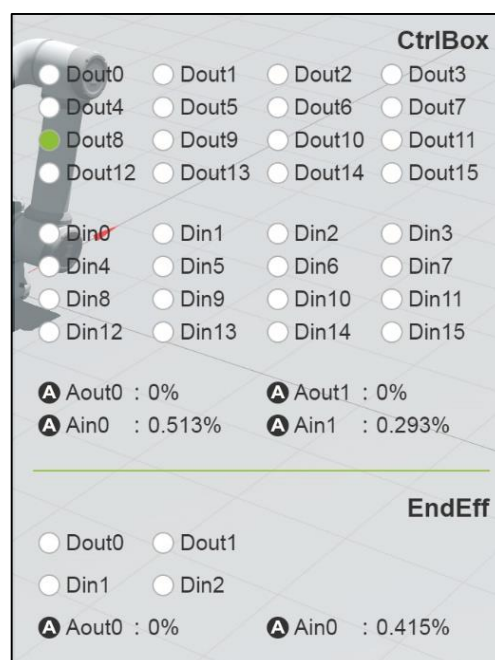
- AO 操作，选择端口号，右侧输入框输入值（0-100），该数值为百分比，设置 100 即表示设置该 AO 端口为 10v。



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。

IO滤波

控制箱 DI

0

MS

设置

工 具 DI

0

MS

设置

控制箱 AI0

0

MS

设置

控制箱 AI1

0

MS

设置

工 具 AI

0

MS

设置

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 DI8-DI15 可配置和 DO8-DO15 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，实现声光报警提示如表格 3.5-2 输出可配置功能，输入可配置功能如表格 3.5-1 输入可配置功能。

表格 3.5-1 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	安全门检测
5	安全门恢复检测
6	脚踏拖动开关

输出可配置功能如表 3.5-2 所示。

表格 3.5-2 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



其中默认配置：DO8 为 1-机器人报错，DO9 为 2-机器人运动中。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）

DI配置

DI8 安全门开关 ▼

DI9 无 ▼

DI10 无 ▼

DI11 无 ▼

DI12 无 ▼

DI13 无 ▼

DI14 无 ▼

DI15 无 ▼

应用

DI8 低电平有效 ▼

DI9 低电平有效 ▼

DI10 低电平有效 ▼

DI11 低电平有效 ▼

DI12 低电平有效 ▼

DI13 低电平有效 ▼

DI14 低电平有效 ▼

DI15 低电平有效 ▼

应用

图表 3.5-4 DI 配置

DO配置

DO8 报错 ▼

DO9 运动 ▼

DO10 喷涂启停 ▼

DO11 喷涂清枪 ▼

DO12 无 ▼

DO13 无 ▼

DO14 无 ▼

DO15 无 ▼

应用

DO8 高电平有效 ▼

DO9 高电平有效 ▼

DO10 高电平有效 ▼

DO11 高电平有效 ▼

DO12 高电平有效 ▼

DO13 高电平有效 ▼

DO14 高电平有效 ▼

DO15 高电平有效 ▼

应用

图表 3.5-5DO 配置



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 1.3-1 机器人参数）。



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。

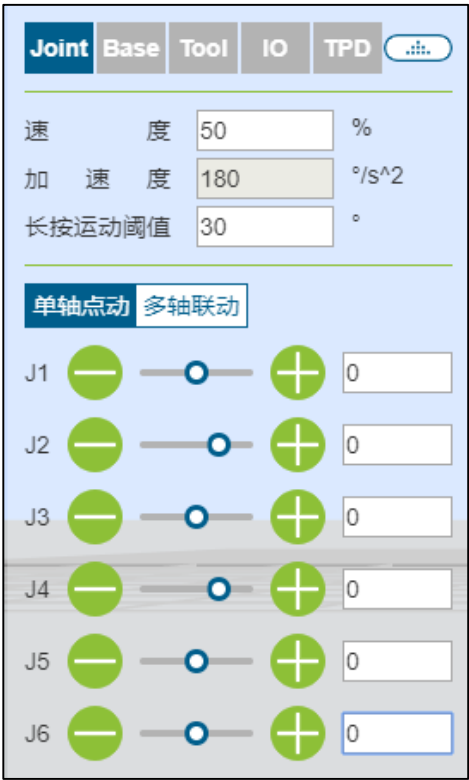


3.6.2 Joint 运动

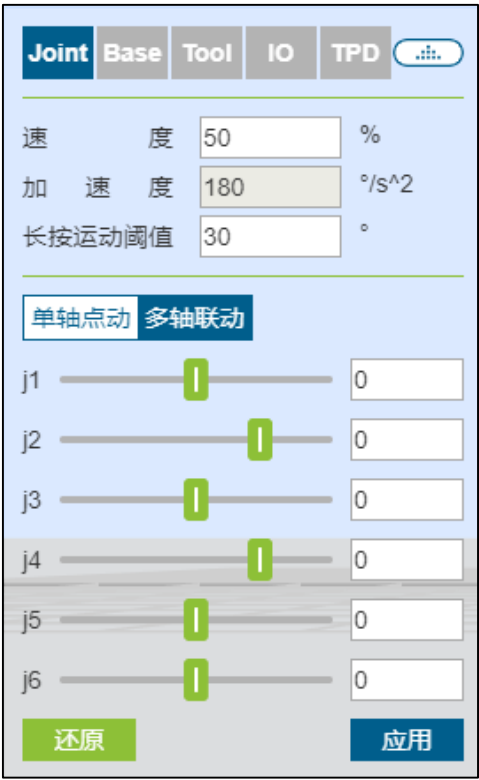
Joint 运作下，中间的 6 个滑块条分别表示对应轴的角度，joint 运动分单轴点动和多轴联动

**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。



图表 3.6-5 Tool 点动示意图

### 3.6.5 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 3.6-6；



图表 3.6-6 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：

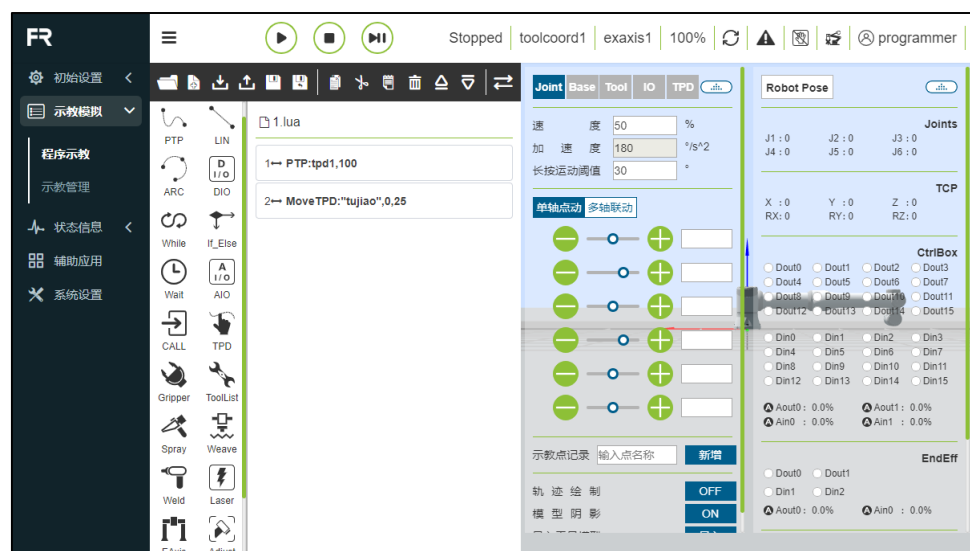


图表 3.6-7 机器人模式

**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 3.6-8 所示；



图表 3.6-8 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。

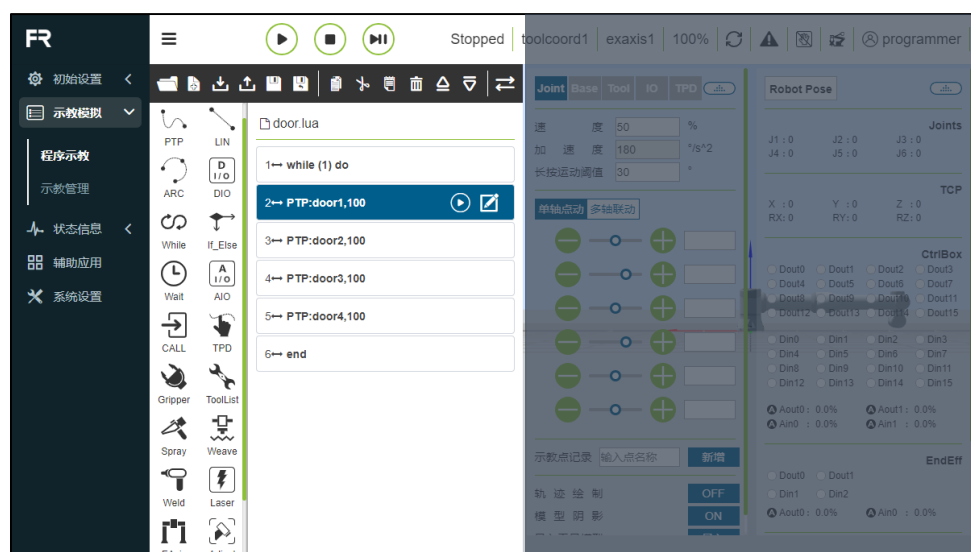
## 3.7 示教模拟

### 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蓝色高亮显示。














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。

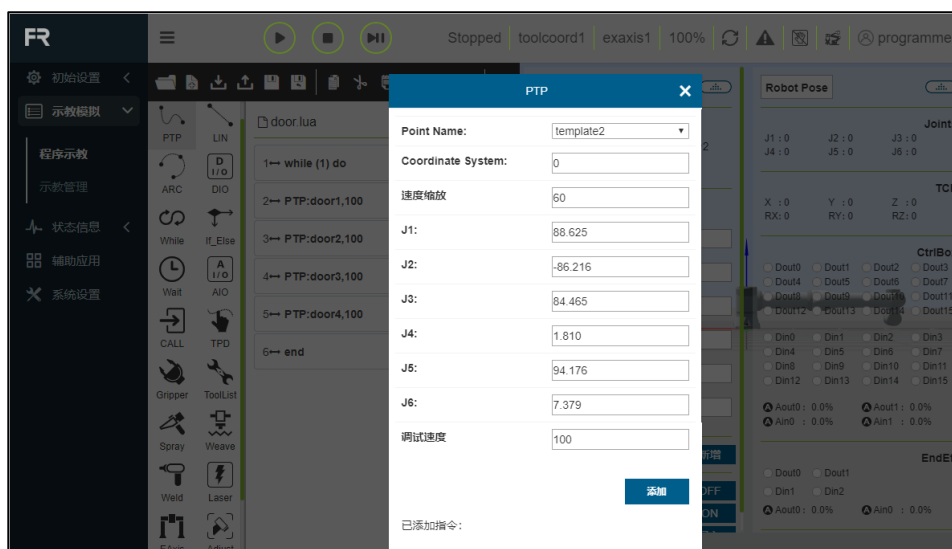
	<b>打开：</b> 打开用户程序文件
	<b>新建：</b> 选择模板新建程序文件
	<b>导入：</b> 导入文件到用户程序文件夹中
	<b>导出：</b> 导出用户程序文件到本地点。
	<b>保存：</b> 保存文件编辑内容
	<b>另存为：</b> 给文件重命名存放到用户程序或模板程序文件夹中。
	<b>复制：</b> 复制一个节点，并允许将其用于其他操作（例如：将其粘贴到程序树的其他位置）。
	<b>粘贴：</b> 允许您粘贴之前剪切或复制的节点。
	<b>剪切：</b> 剪切一个节点，并允许将其用于其他操作（例如：将其粘贴到程序树的其他位置）。
	<b>删除：</b> 从程序树中删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

### 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，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。

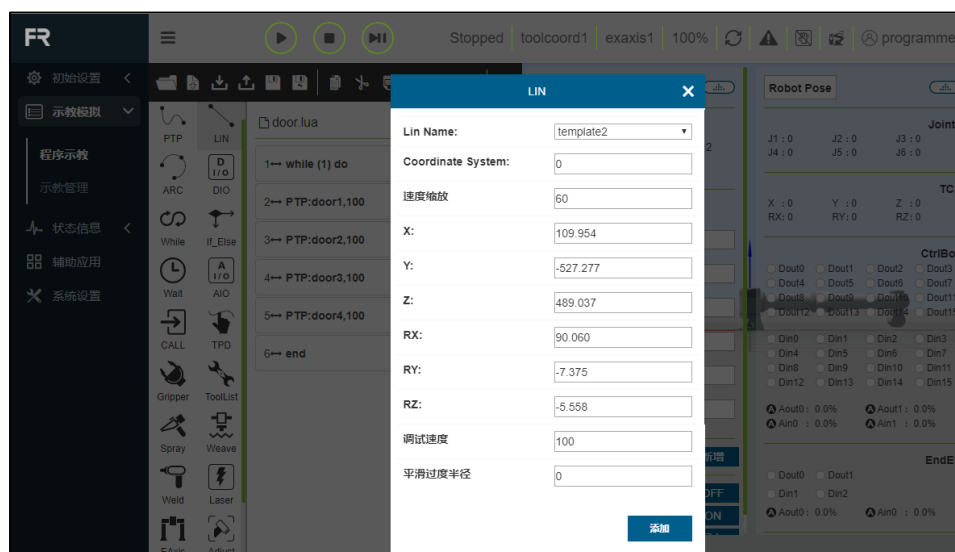


图表 3.7-2 PTP 指令界面



**Lin 命令：** 点击“Lin”图标进入 Lin 命令编辑界面

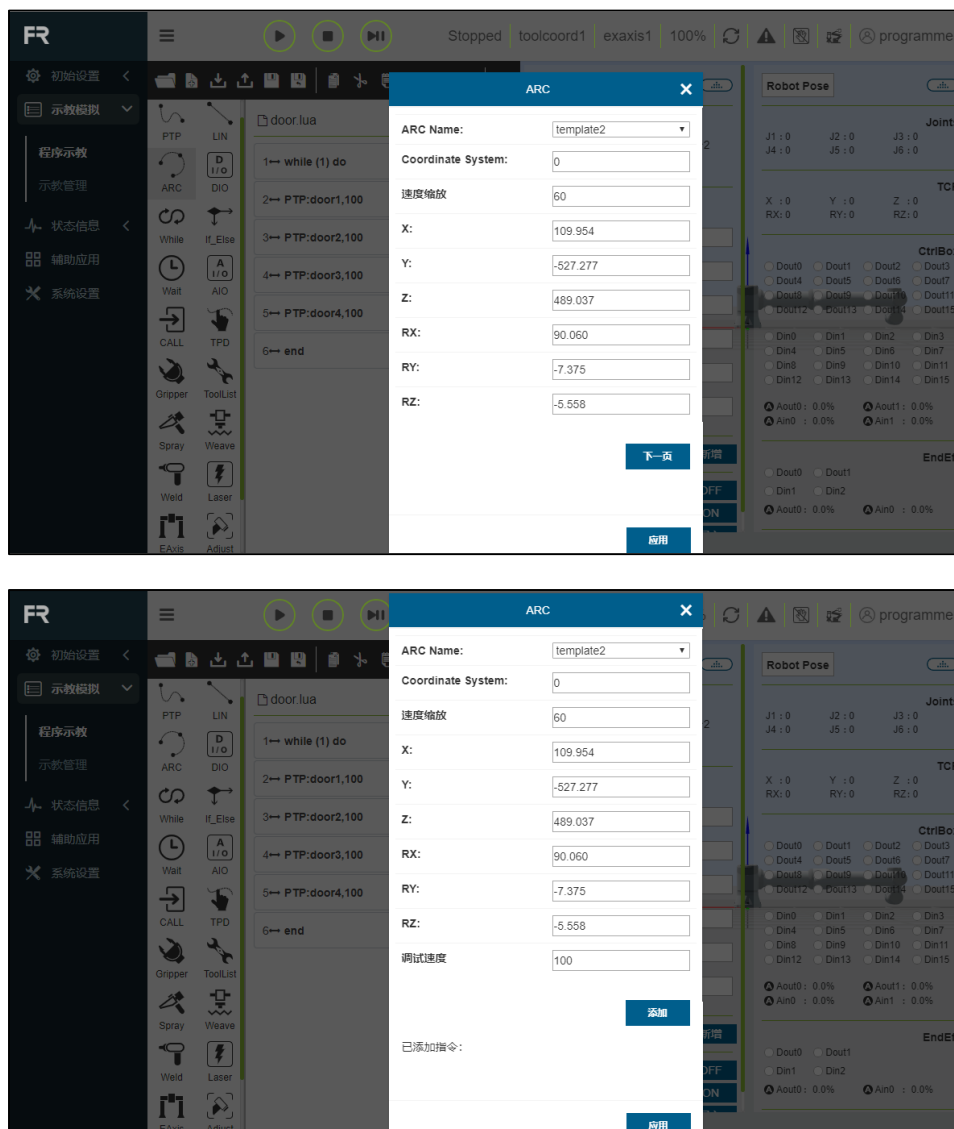
该指令功能与“PTP”指令相似，但该指令所到达点的路径为直线。



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。

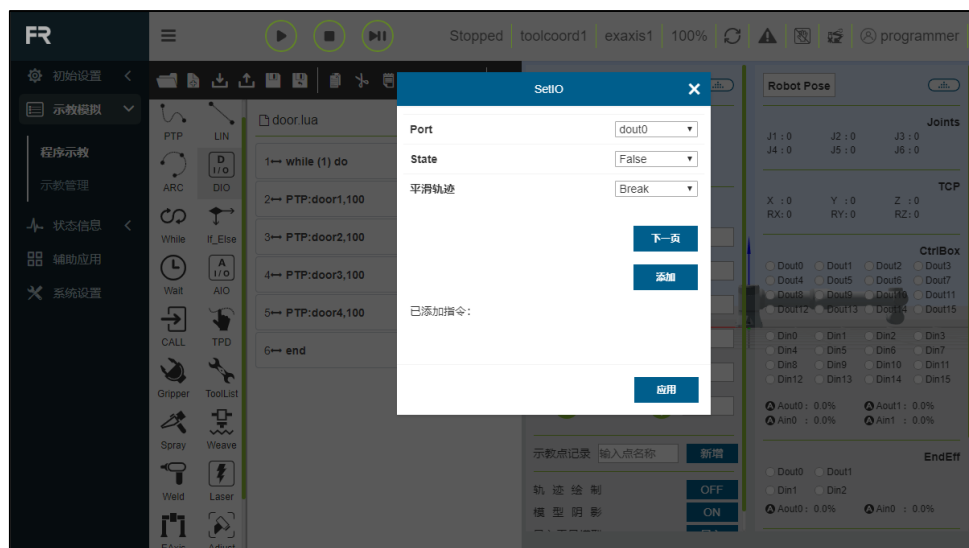


图表 3.7-4 Arc 指令界面

**IO 命令：** 点击“IO”图标进入 IO 命令编辑界面

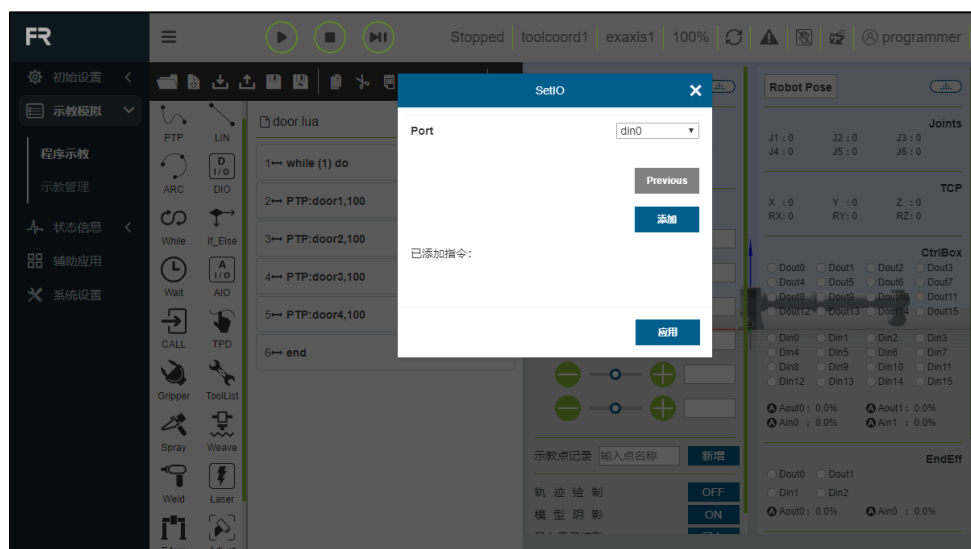
“IO”指令分为设置 IO（SetDO）和获取 IO（GetDI）两部分。

“SetDO”该指令可设定指定的输出 IO 状态，包括 16 路控制箱数字输出和 2 路工具数字输出，“STATE”为状态，“MODE”选项选择“BREAK”表示运动停止后设置 IO 状态，“MODE”选项选择“SERIES”表示运动连续过程中设置 IO 状态。并且可等待指定的输出 IO 状态，点击“添加”、“应用”即可，如图表。



图表 3.7-5 SetDO 指令界面

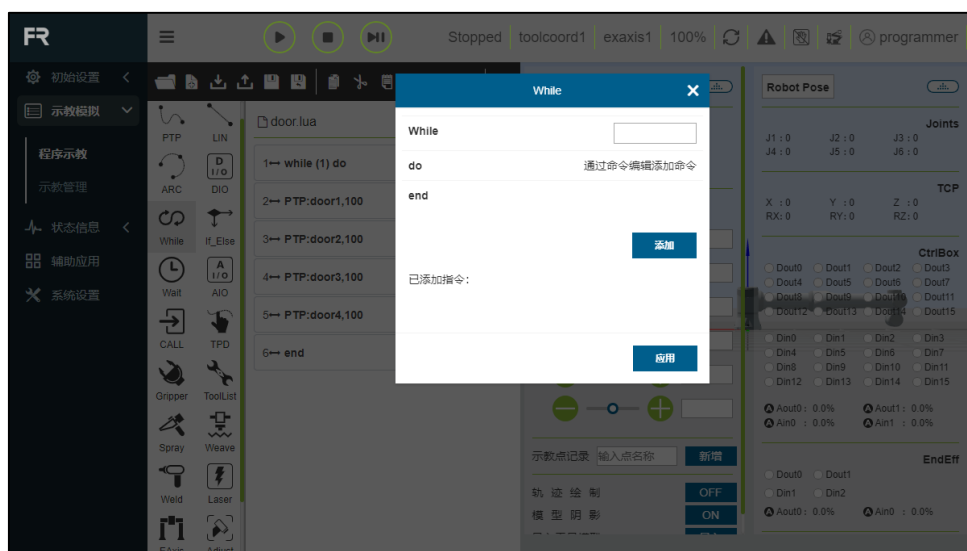
在“GetDI”指令中，选择想要获取端口号的数值，选择完毕后点击“添加”、“应用”按钮即可。



图表 3.7-6 GetDI 指令界面

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

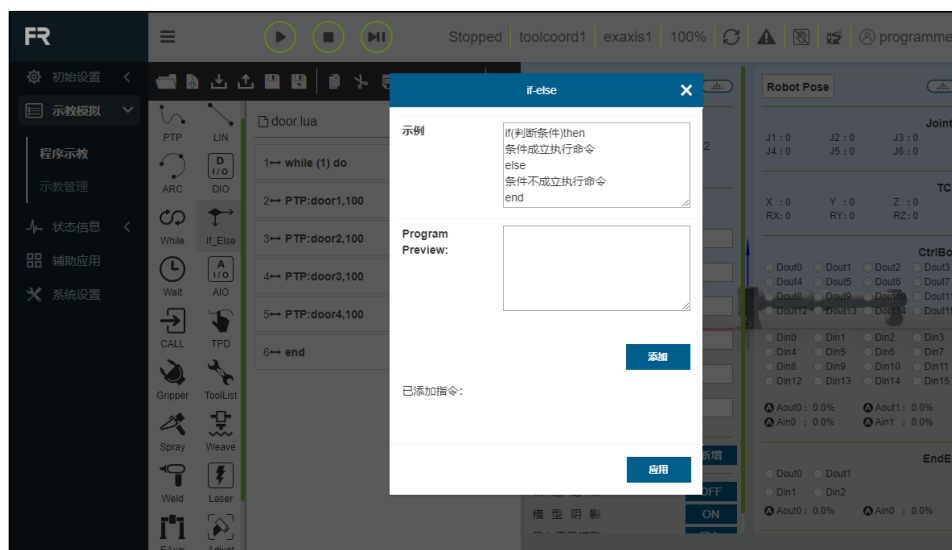
在 While 后方的输入框中输入等待条件，在 do 后方的输入框中输入循环期间的动作指令，点击保存即可。（为方便操作，可任意输入 do 内容，在程序中编辑其他指令插入代替）



图表 3.7-7 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）

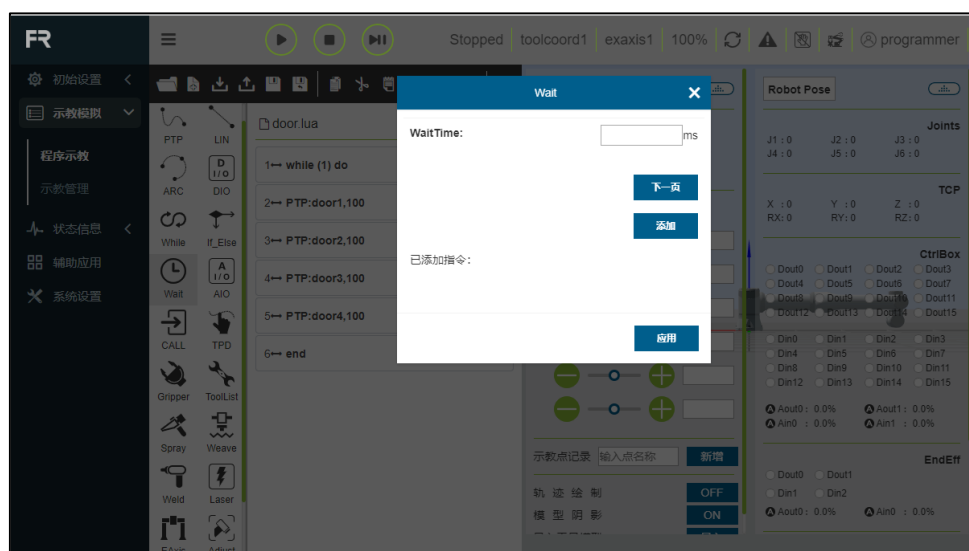


图表 3.7-8 if...else 指令界面

**Wait 命令：**点击“Wait”图标进入 Wait 命令编辑界面

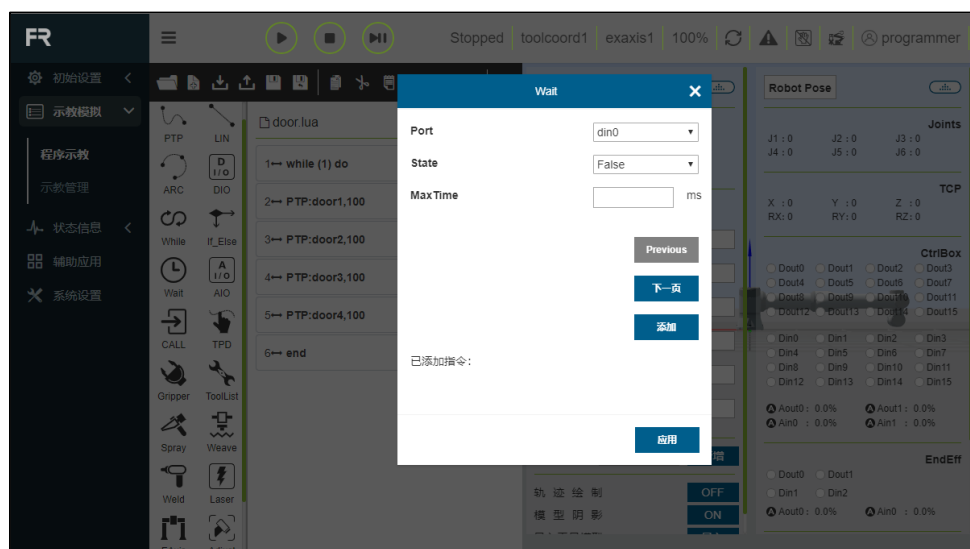
该指令为延时指令，分为“WaitMs”、“WaitDI”和“WaitAI”三部分。

“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。



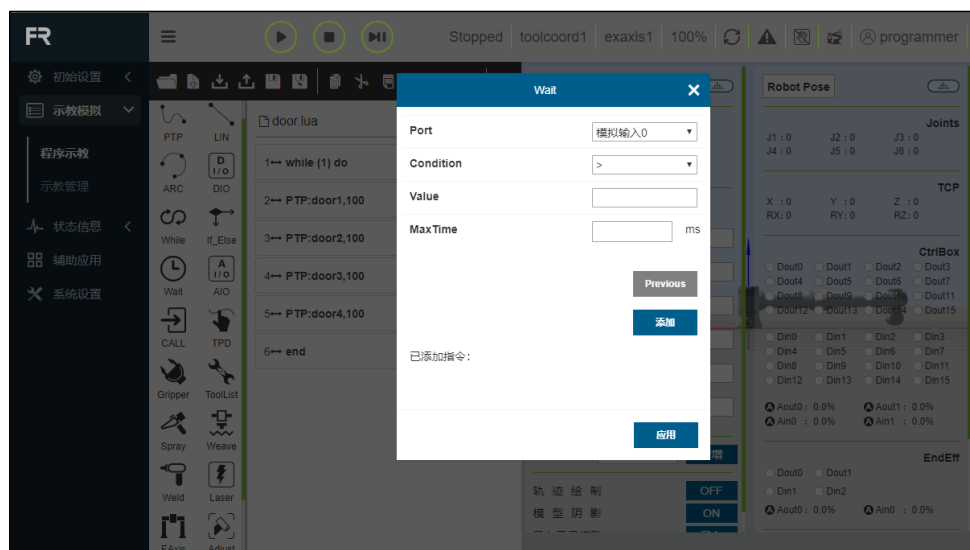
图表 3.7-9 WaitTime 指令界面

“WaitDI”指令，选择需要等待的 IO 端口号、等待状态以需要等待最大时间，点击“添加”、“应用”即可。若在最大等待时间内未能满足等待的条件，程序将停止运行。



图表 3.7-10 WaitDI 指令界面

“WaitAI”指令，选择需要等待的模拟量、数值以及需要等待的最大时间，点击“添加”、“应用”即可。若在最大等待时间内未能满足等待的条件，程序将停止运行。

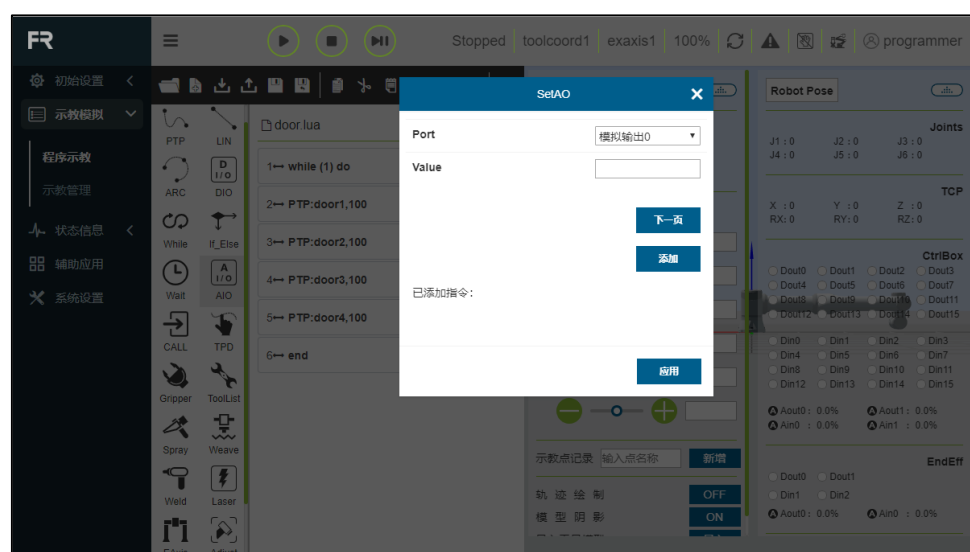


图表 3.7-11 WaitAI 指令界面

**AI 命令：** 点击“AI”图标进入 AI 命令编辑界面

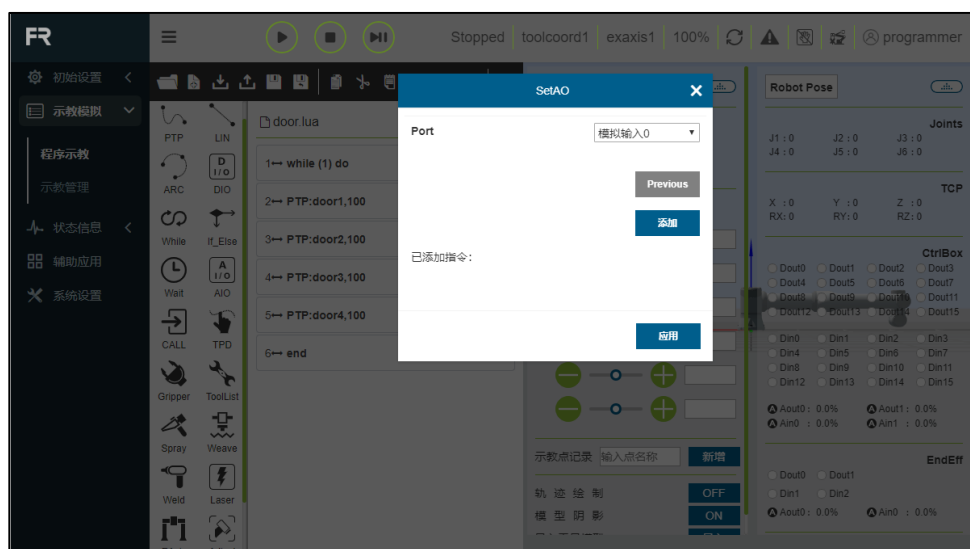
在该指令中，分为设置模拟输出（SetAO）和获取模拟输入（GetAI）两部分功能。

“SetAO”选择需要设置的模拟输出，输入需要设置的值，范围为 0-10，点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-12 SetAO 指令界面

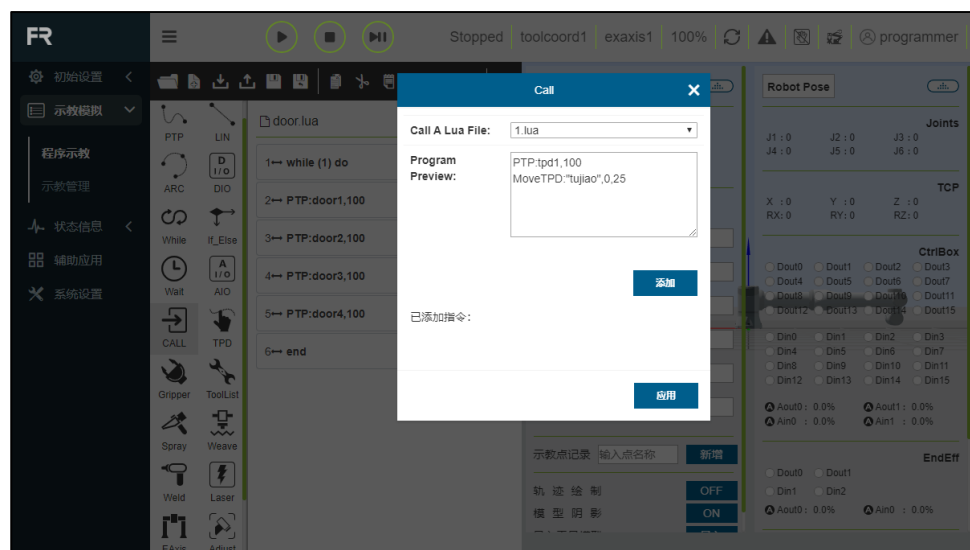
“GetAI” 选择需要获取的模拟输入，点击“添加”、“应用”即可。



图表 3.7-13 AI 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 3.7-14 call 指令界面

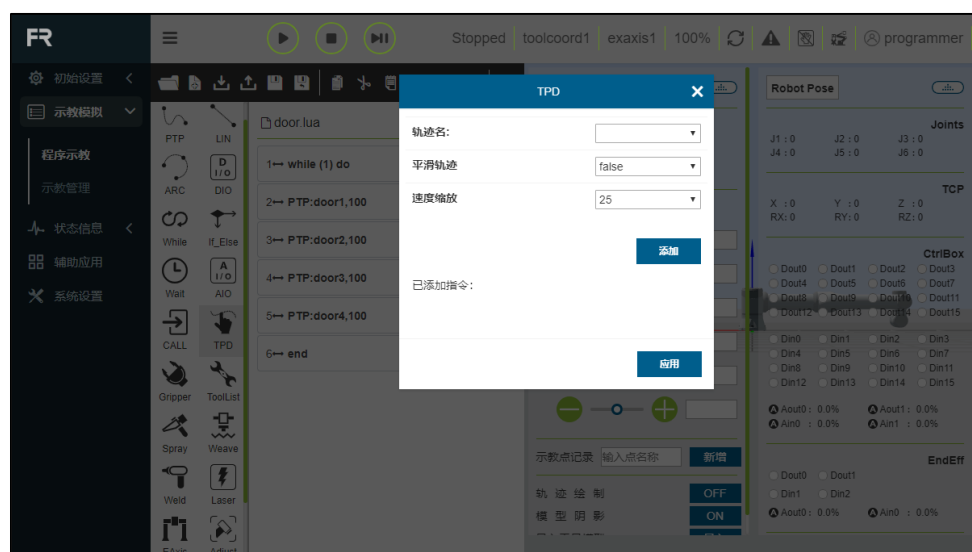
**TPD 命令：**点击“TPD”按钮进入 TPD 命令编辑界面

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，选择位姿类型，位姿类型包含末端位姿（记录末端工具法兰位姿），关节位姿（记录关节角度），工具 TCF（记录工具中心点位姿），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 指令中选择轨迹。选择是否平滑，在已有轨迹中选择需要重现的轨迹，依次点击“添加”、“应用”，即可插入程序。长期无用的轨迹可以通过删除轨迹按钮进行删除操作。

（注：关于 TPD 详细操作可见示教编程（TPD）功能操作说明模块。）

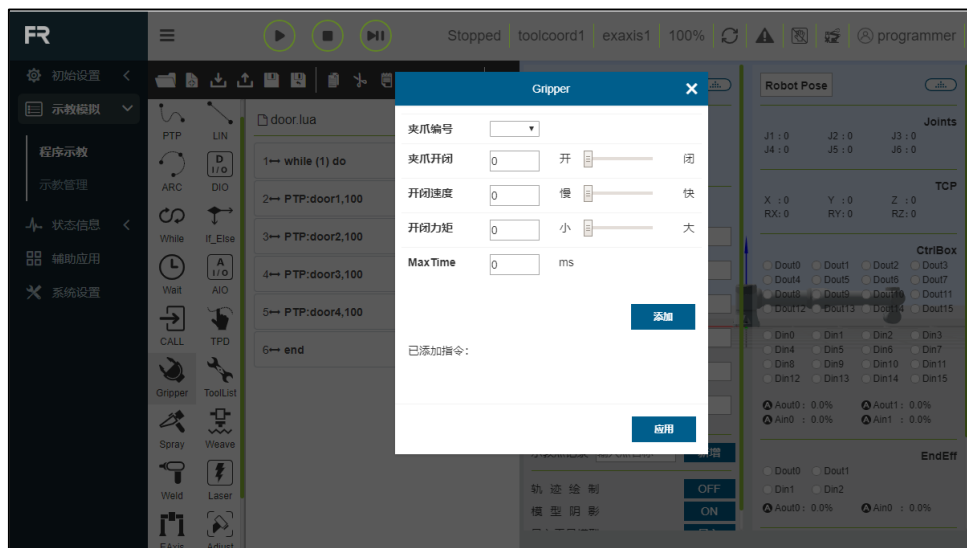


图表 3.7-15 TPD 指令界面



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

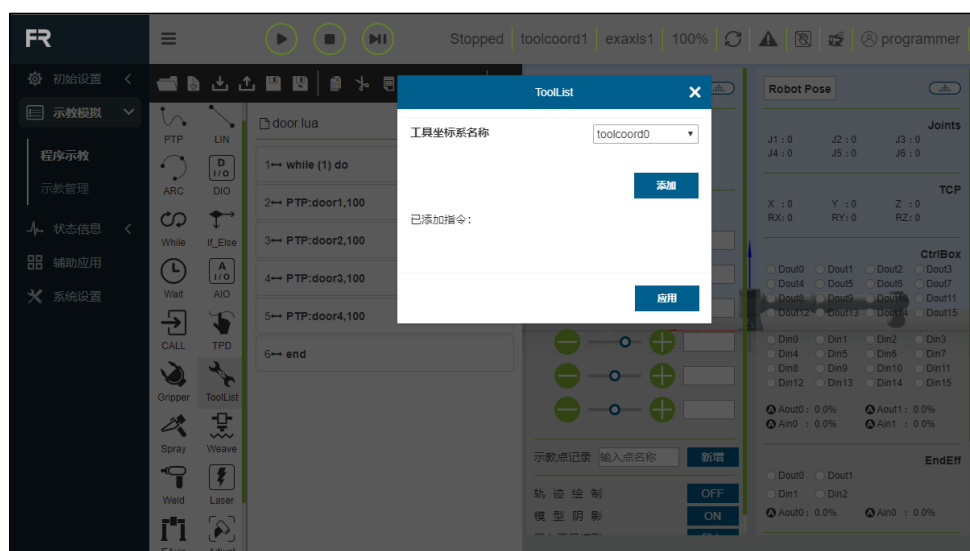
在该指令中，夹爪编号的选择框会显示完成配置并且已被激活的夹爪编号，用户可以通过编辑框编辑，或者滑动条滑动至所需的值来完成对夹爪开闭、开闭速度和开闭力矩的设置，点击“添加”、“应用”按钮，即可将设置的值保存至示教文件中。



图表 3.7-16 Gripper 指令界面

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

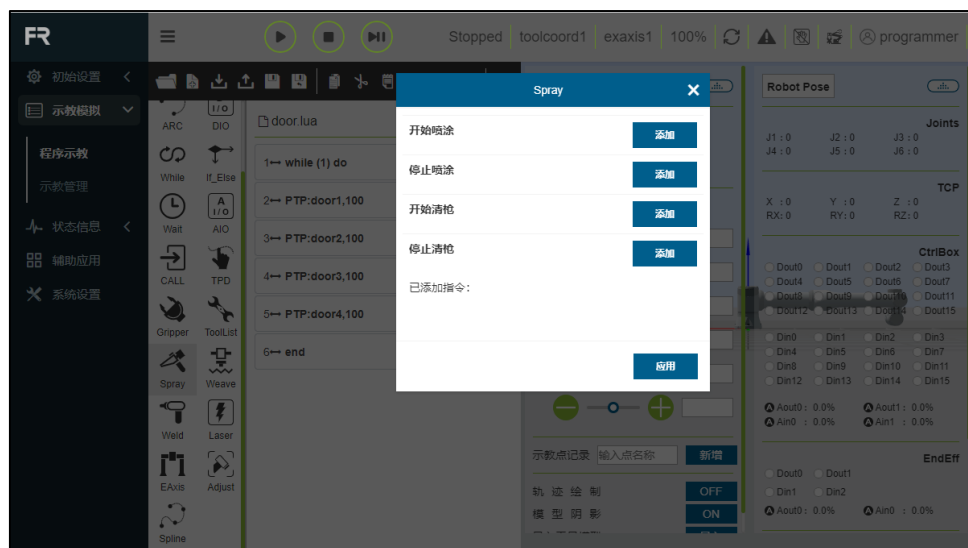
选择工具坐标系名称，点击“应用”添加该指令到程序中，当程序运行该语句，会设定机器人的工具坐标系。



图表 3.7-17 TOOL 指令界面

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

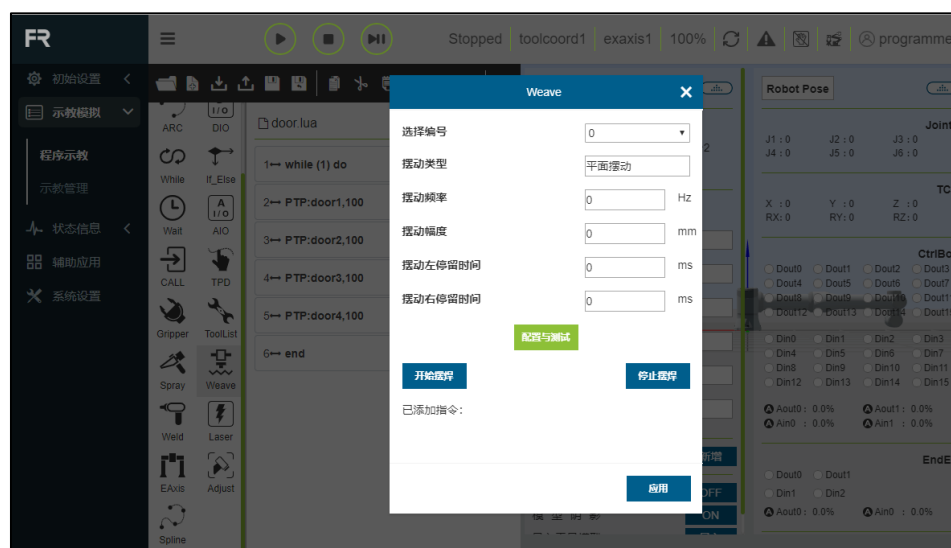
该指令为喷涂相关指令，控制喷枪“开始喷涂”、“停止喷涂”、“开始清枪”和“停止轻枪”。在编辑该程序命令时，需确认已经配置好喷枪外设，详见机器人外设章节。



图表 3.7-18 Spray 指令界面

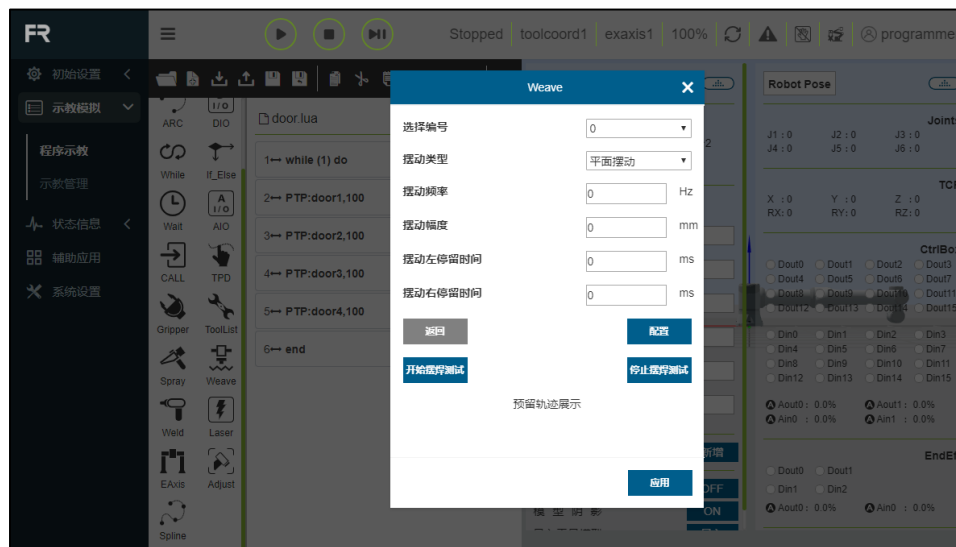
**Weave 命令：**点击“Weave”图标进入 Weave 命令编辑界面

“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 3.7-19 Weave 指令界面

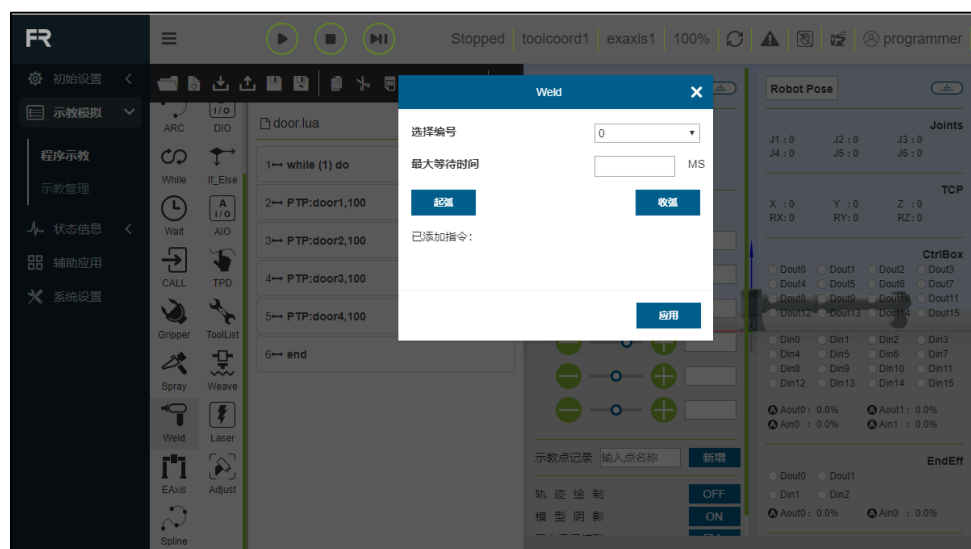
点击“配置与测试”，可以对摆焊的参数进行配置，配置完成后可通过开始摆焊测试和停止摆焊测试按钮测试该摆焊轨迹。



图表 3.7-20 Weave 配置与测试指令界面

**Weld 命令：** 点击“Weld”图标进入 Weld 命令编辑界面

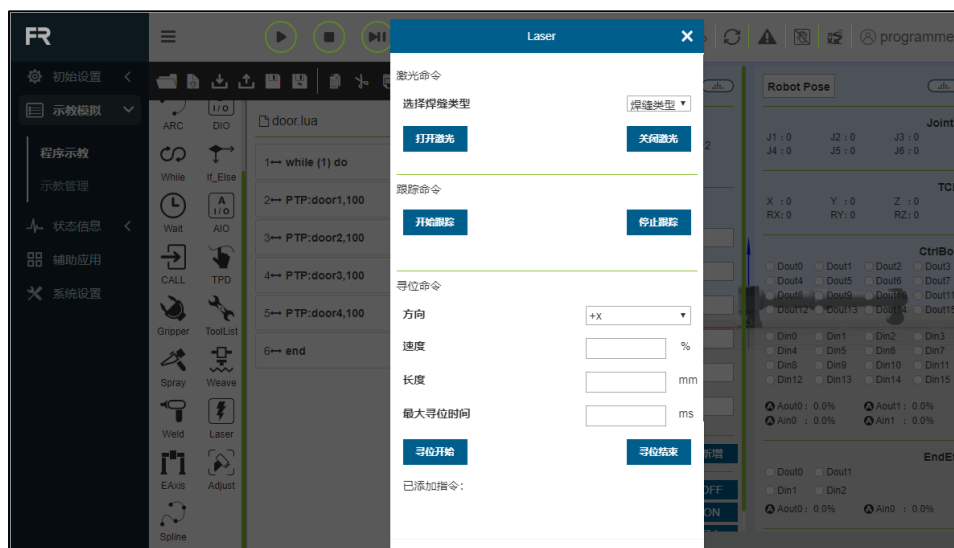
该指令主要用于焊机外设，在添加该指令前请确认在用户外设中焊机配置是否完成，详见机器人外设章节。



图表 3.7-21 Weld 指令界面

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

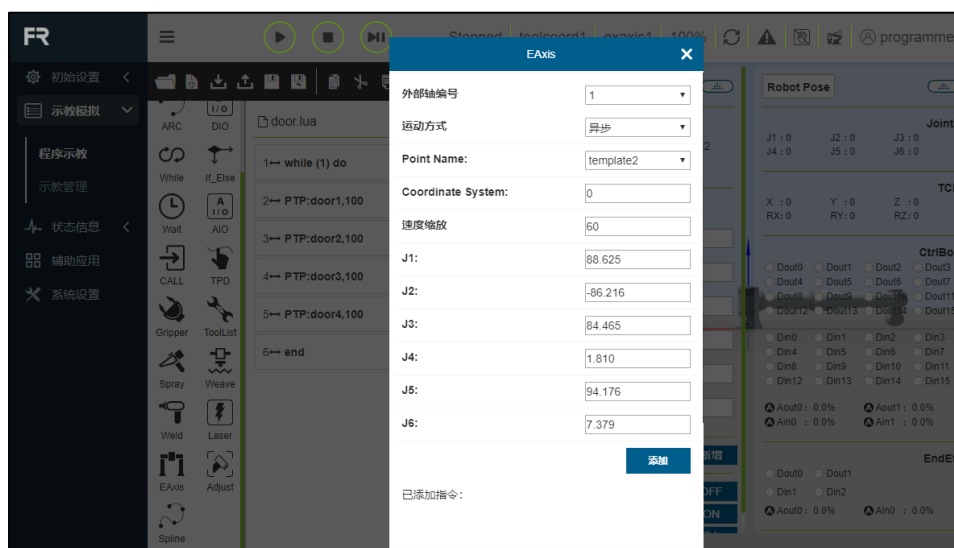
该指令包含激光命令、跟踪命令和寻位命令三部分，在添加该指令前，请确认用户外设中激光跟踪传感器是否已经配置成功。详见机器人外设章节。



图表 3.7-22 Laser 指令界面

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

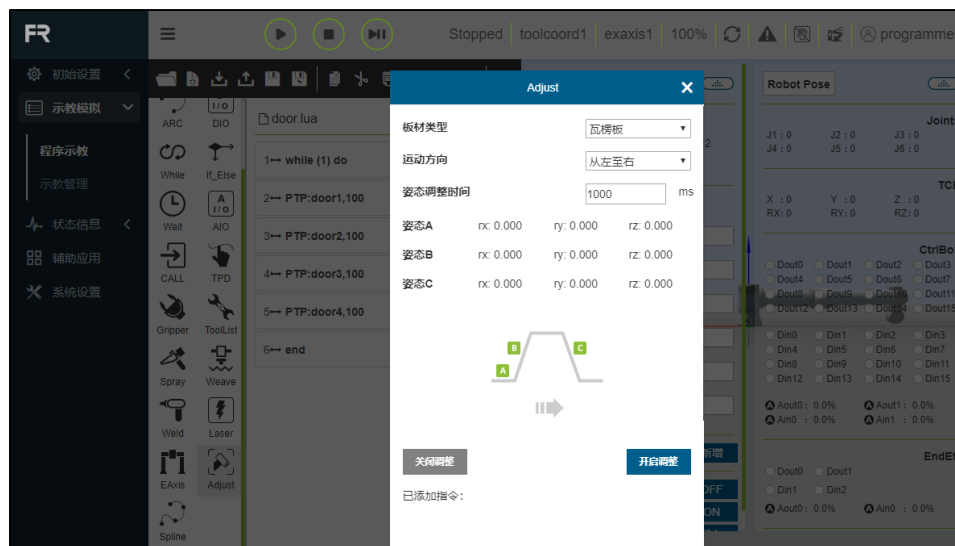
该指令针对使用外部轴的场景，与 PTP 指令组合使用，可将空间上一点 X 轴方向上的移动分解到外部轴运动。选择外部轴编号，运动方式选同步，选择需要到达的点，点击“添加”、“应用”后可保存该条指令。。



图表 3.7-23 EAxis 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 3.7-24 Adjust 指令界面



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。

示教管理

导入	导出	删除																	
<input type="checkbox"/>	name	x	y	z	rx	ry	rz	j1	j2	j3	j4	j5	j6	coord	v	jv	a	ja	E1
<input type="checkbox"/>	temp late2	109. 954	-527. 277	489. 037	90.0 60	-7.37 5	-5.55 8	88.6 25	-86.2 16	84.4 65	1.81 0	94.1 76	7.37 9	0	60	60	180	180	0
<input type="checkbox"/>	temp late3	-236. 751	-486. 917	486. 410	90.0 30	-7.37 8	-43.0 05	50.9 40	-85.8 60	84.4 72	1.41 9	93.9 41	7.38 0	0	60	60	180	180	0
<input type="checkbox"/>	temp late4	-330. 321	-615. 766	224. 583	89.2 73	-7.37 0	-38.3 11	50.9 75	-56.6 14	84.4 72	-28.5 79	89.3 79	7.37 9	0	60	60	180	180	0
<input type="checkbox"/>	temp late1	117.5 27	-685. 042	242. 379	88.3 82	-7.33 6	1.05 9	88.6 22	-58.3 14	84.6 38	-27.9 31	87.7 71	7.40 1	0	60	60	180	180	0
<input type="checkbox"/>	sea mPos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Post ureA	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0	50	50	180	180	0.00 0
<input type="checkbox"/>	Post ureB	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0	50	50	180	180	0.00 0
<input type="checkbox"/>	Post ureC	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0	50	50	180	180	0.00 0

图表 3.7-25 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。

FR

初始设置

示教模拟

状态信息

系统日志

状态查询

辅助应用

系统设置

Stopped | toolcoord4 | 50 | programmer

系统日志

日期选择 2001-2-9.txt 导出

全部

错误

普通操作

应用操作

机器人操作

时间	分类	内容	操作者
20:35:8	机器人操作	机器人配置文件生效	programmer
20:27:51	机器人操作	读取夹爪配置信息	programmer
20:25:54	机器人操作	机器人配置文件生效	programmer
20:22:33	错误	TPD指令点错误	programmer
20:22:32	机器人操作	单步执行指令	programmer
20:21:26	应用操作	save_lua_file	programmer
20:20:56	应用操作	save_point	programmer
20:13:6	机器人操作	读取夹爪配置信息	programmer
20:11:25	普通操作	用户登录成功	programmer
20:10:30	普通操作	用户登录成功	programmer
20:7:25	机器人操作	读取夹爪配置信息	programmer

图表 3.8-1 系统日志界面

### 3.8.2 状态查询

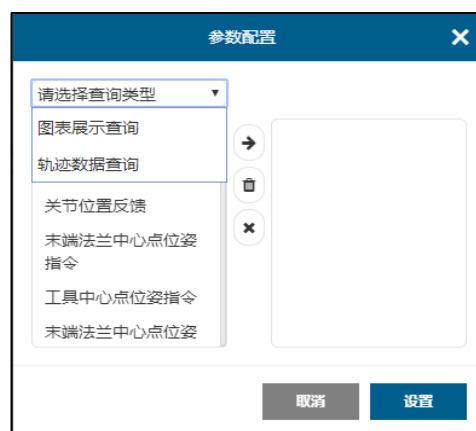
点击左侧菜单栏“状态信息”中“状态查询”菜单进入状态查询界面，如图表 3.8-2 状态查询。



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。经测试，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

点击左侧菜单栏“辅助应用”中“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

点击左侧菜单栏“辅助应用”中“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

点击左侧菜单栏“辅助应用”中数据备份菜单，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。

#### 用户数据备份

备份恢复

\*备份恢复会替换掉当前所有的用户数据，请谨慎操作。

选择文件

未选择任何文件

上传备份包

---

备份下载

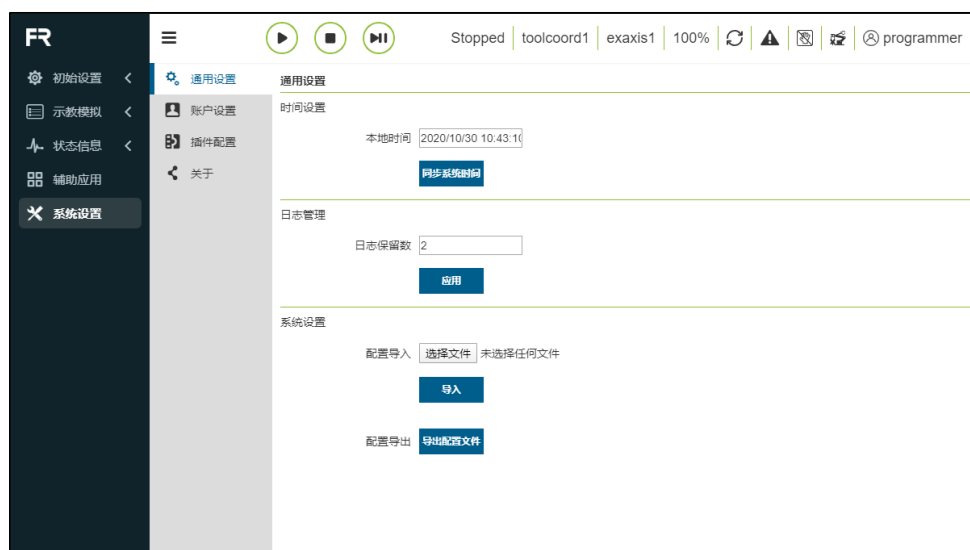
下载备份包

图表 3.9-3 数据备份界面

## 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同步机器人系统时间，以便记录日志内容时间准确。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。

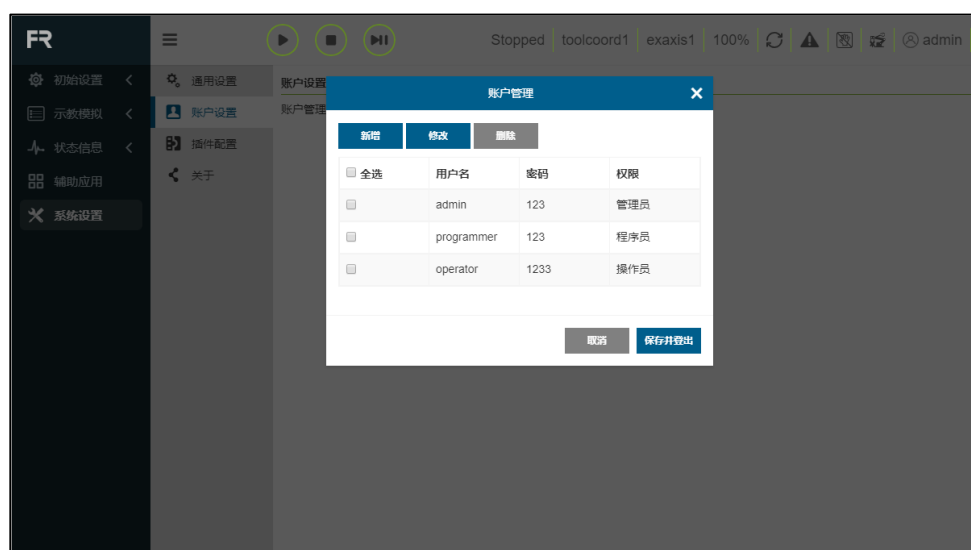


图表 3.10-1 通用设置示意图

### 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,并罗列了公司的联系方式。



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。

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

MaxTime

0

ms

添加

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	#等待夹取点
2	PTP:template1,100	#夹取点
3	MoveGripper(1,255,255,0,1000)	#夹爪闭合
4	PTP:template2,100	/
5	PTP:template3,100	#等待放件点
6	PTP:template3,100	#放件点
7	MoveGripper(1,255,255,0,1000)	#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	#开始喷涂点
2	SprayStart()	#开始喷涂
3	Lin:template2,100,0	#喷涂路径
4	Lin:template3,100,0	#停止喷涂点
5	SprayStop()	#停止喷涂
6	Lin:template4,100,0	#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	#开始起弧点
2	ARCStart:0,1000	#开始起弧
3	ARCEnd:0,1000	#停止起弧



## 4.4 激光跟踪传感器外设配置

### 4.4.1 激光跟踪传感器外设配置步骤

**Step1:** 在用户外设配置界面中选择“激光跟踪传感器”按钮，用户首先对传感器固定方式设置，分为机器人末端和外部固定两种方式，本小节以机器人末端为例说明，传感器扫描偏差点数最大差值建议默认设置为 4。控制器 IP 默认为 192.168.58.2，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，选择睿牛通信协议，加载激光即可。加载完成后，可通过“打开激光”和“关闭激光”按钮测试传感器。

激光跟踪传感器配置

传感器配置

传感器固定外部固定位置应用

最大差值4配置

通信配置

控制器IP配置

传感器IP配置

端口5020配置

采样周期25配置

通信协议睿牛RRT-SV2

卸载加载

激光跟踪传感器测试

关闭激光打开激光

图表 4.4-1 激光跟踪传感器 IP 配置

**注意：**

使用激光跟踪传感器功能之前，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。焊机功能通常与激光跟踪传感器配合使用。

**Step2:** 使用六点法配置传感器参考点, 点击修改, 在机器人工作空间中选择一固定的点, 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, 得到激光传感器的位姿, 点击应用, 即可完成。

传感器参考点配置

X	104.025	Y	-1.917	Z	177.936
RX	-3.040	RY	11.720	RZ	-175.611

☒ 六点法 ☐ 八点法 ☐ 十点法 ☐ 三点法



图表 4.4-2 激光跟踪传感器配置



**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

×

激光命令

选择焊缝类型

焊缝类型

打开激光

关闭激光

跟踪命令

开始跟踪

停止跟踪

寻位命令

方向

+x

速度%

长度mm

最大寻位时间ms

寻位开始

寻位结束

已添加指令：

图表 4.4-3 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	PTP:template1,100,0	#激光传感器起始点
2	LTSearchStart:1,20,100,10000	#开始寻位
3	LTSearchStop()	#停止寻位
4	Lin:seamPos,20,0	#焊缝起点
5	LTTrackOn()	#激光跟踪
6	ARCStart:0,10000	#焊机起弧
7	Lin:SeamEnd11,10,0	#焊缝终点
8	ARCEnd:0,10000	#焊机收弧
9	LTTrackOff	#激光跟踪关闭



## 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，编码器分辨率和起点偏置，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

0

编码器分辨率

10000

起点偏置

0

mm

\*分辨率设置值，0：开环，其他值：有反馈。

配置

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

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

清除错误

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

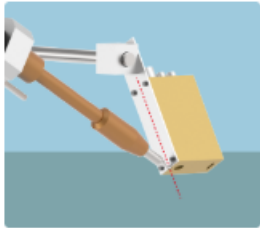
应用

☐ 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	#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	#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	#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 姿态自适应配置

### 4.6.1 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 4.6-1 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 4.6-2 姿态调整指令编辑

## 4.6.2 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	#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	#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	#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

## 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		
	TPD 指令点错误		
	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；	
	下一指令关节配置发生变化	1. 修改示教程序，运动停止时当前行的下一程序修改为 PTP 指令；	
	当前指令关节配置发生变化	1. 自动模式时，修改示教程序，运动停止时当前程序修改为 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；	
	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区域或切换到拖
	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;	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;
	轴 1-轴 6 关节空间内指令速度超限	1. 指令存在问题;	联系开发人员;
	笛卡尔空间内指令超速		
	关节空间内扭矩指令超限		
驱动器故障	1 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;
	2 轴驱动器故障		
	3 轴驱动器故障		
	4 轴驱动器故障		
	5 轴驱动器故障		
	6 轴驱动器故障		
超出软限位	1 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;
	2 轴超出软限位故障		
	3 轴超出软限位故障		
	4 轴超出软限位故障		
	5 轴超出软限位故障		



	6 轴超出软限位故障		
碰撞故障	1 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；
	2 轴碰撞故障		
	3 轴碰撞故障		
	4 轴碰撞故障		
	5 轴碰撞故障		
	6 轴碰撞故障		
从站错误	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		
IO 错误	从站邮箱通信初始化错误		
	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 用，需更换为其他通道；	当前通道已配置 功能，示教编程 中不能使用，需 更换为其他通 道；	

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;	联系开发人员;
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;
	user 配置文件版本错误	1. user.config 配置文件版本错误;	
	zbt 配置文件加载失败	1. zbt.config 配置文件加载错误;	检查是否有 zbt.config 配置文件; 重新上电, 仍报错的话联系售后人员;
	user 配置文件加载失败	1. user.config 配置文件加载错误;	检查是否有 zbt.config 配置文件; 重新上电, 仍报错的话联系售后人员;
参数错误	工具号超限错误	1. 工具号超出允许范围;	检查确认, 修改程序后, 重新点击 START 按钮即可执行新程序;
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;

## 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

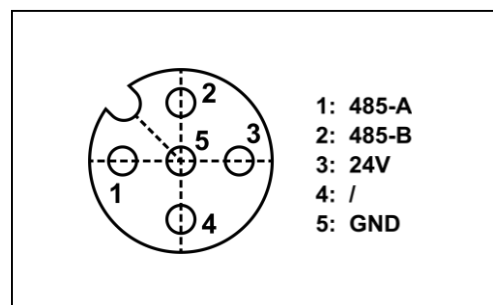
31	EtherCAT_SM_DOG 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
32	EtherCAT_FATALSYNC 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
33	EtherCAT_SYNC 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
34	EtherCAT_RFT 故障	1、检查网线是否插接牢固，有无短路、断路 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
35	驱动器轴地址故障	1、重新进行驱动器轴地址配置 2、若故障仍未排除，维修或更换驱动板
36	机器人校零故障	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	<ol style="list-style-type: none"><li>1、检查光编码盘是否被污染或未粘牢</li><li>2、若故障仍未排除，维修或更换磁编组件</li></ol>
----	-------------	---

## 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：

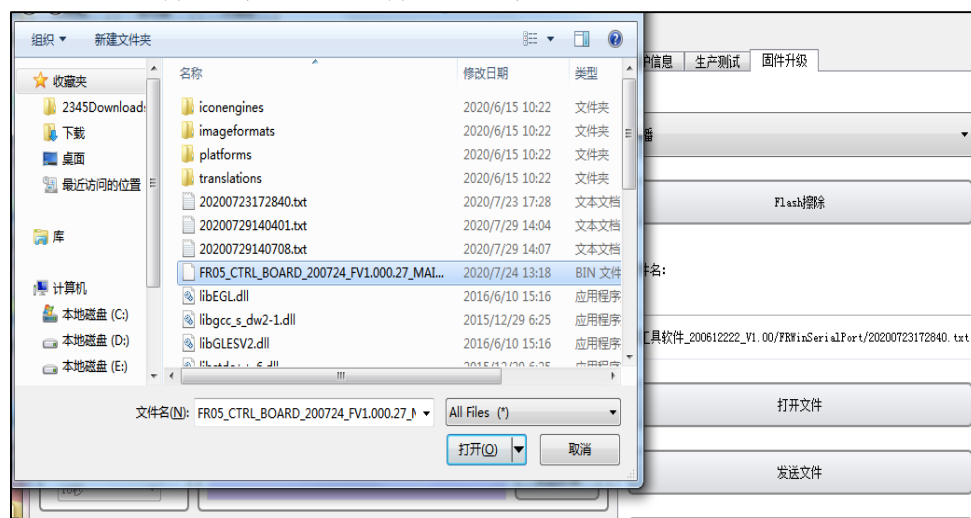


图表 4 末端板固件升级

- 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。

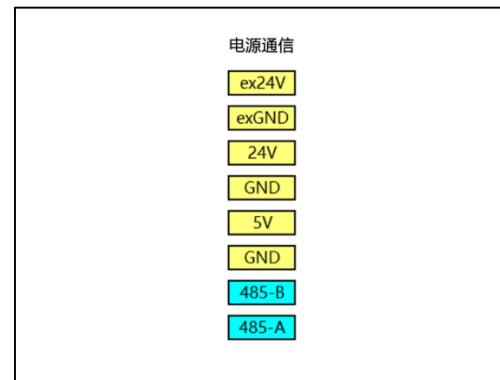


图表 6 查询固件版本信息

## 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

## 术 语

**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。