

Collaborative Robot Elfin Series

Elfin 电气安装说明书

(E03/E05/E10 机器人通用)
V1 版本



前言

如何使用本手册

本手册面向 Elfin 系列机器人的操作者，应具备一定的电气与编程知识。手册将从以下几个方面指导操作者对 Elfin 的使用：

- 安全事项：操作者应牢记所有安全指示。
- 机械安装：指导操作者对机器人的安装。
- 电气接口：介绍 Elfin 的开放接口，方便二次开发。
- 软件控制：指导操作者进行软件安装与运行。
- 安全配置：介绍基本的安全设定。

目 录

前言.....	I
如何使用本手册.....	I
技术支持.....	I
联系方式.....	I
第 1 章 电气接口.....	1
注意事项.....	1
1.1 连接电缆.....	8
1.2 外部接口及连接说明.....	9
1.3 控制器 I/O 概要.....	11
1.4 所有数字 I/O 的通用规范.....	12
安全 I/O.....	13
默认安全配置.....	14
连接紧急停止按钮.....	14
急停复位功能.....	15
与其他机器共享紧急停止.....	15
安全保护停止.....	16
带复位的保护性停止.....	16
1.5 构建通用数字 I/O.....	17
1.6 通用模拟 I/O.....	18
使用模拟输出.....	19
使用模拟输入.....	19
远程开关机控制.....	20
1.7 安全护栏.....	20
1.8 机器人末端 IO 接口说明.....	21
第 2 章 手持示教器.....	25
第 3 章 开机流程.....	26

第 1 章 电气接口

本章描述了机器人手臂和控制箱的所有电气接口。这些接口分为五类，每类接口有不同的用途和属性：

- 控制器 I/O
- 工具 I/O
- 以太网
- 电源连接
- 机器人连接

“I/O”一词是指进出接口的数字及模拟控制信号；

下文对这五类接口进行说明，大部分类型的 I/O 都提供了示例。

注意事项



- 安装电控箱前请阅读 Elfin 电控箱接口说明。
- 电控箱放置位置，配线电缆尽量远离噪声源。离噪声源过近的情况下有可能导致位置偏差或误动作。
- 不要对连接器施加过大的力，也不要过度弯曲电缆。否则可能导致接触不良或断线。
- 请确保设备接地良好。
- 连接电缆后请使用配件尼龙夹对电缆进行固定。
- 请不要自行拆解电控箱，否则可能导致漏电，触电。
- 电控箱两端配有风扇，安装时请勿堵塞，保持良好通风。

1.1 警告标识

本手册会出现以下不同等级的安全标识：



危险：

- 如不按照指示操作可导致人员死亡或严重伤害。



警告:

- 如不按照指示操作可导致人员伤害或设备严重损坏。



小心:

- 如不按照指示操作可导致设备损坏。

1.2 通用安全提醒

根据不同的安全等级列举了一部分可能造成危险的情况，其余部分在各章节中详细说明。



危险:

- 请务必按照机械安装与电气接口两个章节中的说明和警告检查机器人及所有电气,此操作需断电进行。



警告:

- 确保机器人的手臂和工具都正确并安全地安装到位。
- 确保机器人的手臂有足够的空间来自由活动。
- 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。
- 操作机器人时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。
- 如果机器人已损坏，请勿使用。
- 如果软件跳出一个致命错误信息，请迅速激活紧急停机，写下导致该错误的情况，在代码页面找出相关的错误代码，并联系我们。
- 不要将安全设备连接到正常的 I/O 接口上。只能使用安全型接口。
- 确保进行正确的安装设置（例如机器人的安装角度、TCP 中的重量、TCP 偏移、安全配置）。将安装文件保存并载入程序内。
- 只有通过风险评估，才允许在安装过程中使用自由驱动功能（阻抗/逆向驱动）。工具及障碍物不得有尖角或扭点。确保所有人的头和脸在机器人可触及的范围之外。
- 注意使用示教器时机器人的运动。
- 不要进入机器人的安全范围，或在系统运转时触碰机器人。
- 任何撞击将释放大量的动能，这些动能比高速和超载情况下的动能大得多。
- 将不同的机械连接起来可能加重危险或引发新的危险。始终对整个安装进行全面的风险评估。当需要不同的安全和紧急停机性能等级时，始终选择最高的性能等级。始终都要阅读和理

解安装中使用到的所有设备的手册。

- 切勿改动机器人。对机器人的改动有可能造成集成商无法预测的危险。机器人授权重组需依照最新版的所有相关服务手册。如果机器人以任何方式被改变或改动，我们拒绝承担一切责任。
- 机器人和电控箱在运作的过程中会产生热量。切断电源并等待一小时，机器人才可冷却下来。

小心:



- 当机器人与能够造成机器人损坏的机械连接在一起或是在一起工作时，强烈推荐单独对机器人的所有功能以及机器人程序进行检查。推荐使用其他机械工作空间以外的临时路点来检测机器人程序。
- 不要将机器人一直暴露在永久性磁场。强磁场可损坏机器人。

1.3 其他潜在风险

请注意，特定机器人设备可能还存在其他重大危险：

- 手指被夹在机器人支脚和机座之间。
- 手指被夹在大臂与小臂之间。
- 工具或工具连接器上的锐边和尖点刺伤皮肤。
- 机器人轨迹附近障碍物上的锐边和尖点刺伤皮肤。
- 被机器人碰撞而受伤。
- 因机器人有效负载与坚固表面之间的冲击而导致扭伤或骨折。
- 因用于固定机器人手臂或工具的螺栓松动而导致的后果。
- 物品从工具上掉落，例如因夹持不到位或断电。
- 因不同机器上紧急停机按钮不同而出现的操作错误。

1.4 风险评估

风险评估是集成商必须完成的最重要任务之一。机器人本身是一个部分完成的机械，而机器人安装的安全性取决于该机器人是如何集成的（例如，工具、障碍物及其他机械）。

建议集成商使用 ISO12100 和 ISO10218-2 中的指南执行风险评估。

风险评估需考虑两种情形：机器人安装时的风险；机器人示教以及机器人运行时的风险。

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，启动设备）来保护自己。

1.5 急停机制

激活紧急停机按钮，机器人的全部运动部件停机。释放急停按钮后，不会启动机器人的任何动作。紧急停机不可用作风险降低措施，但是可作为次级保护设备。如果必须连接多个紧急停止按钮，必须纳入机器人应用的风险评估。

1.6 维修维护须知

维护维修工作务必严格遵守本手册的所有安全指示。



危险：

- 从电控箱底部移除主输入电缆以确保其完全断电。断开机器人手臂或电控箱连接的其他能源。采取必要的预防措施以避免其他人在维修期间重新接通系统能源。
- 重新开启系统前请检查接地连接。
- 拆分机器人手臂或电控箱时请遵守 ESD 法规。
- 避免拆分电控箱内的供电系统。电控箱关闭后其供电系统仍可留存高压（高达 600V）达数小时。
- 避免水或粉尘进入机器人手臂或电控箱。
- 维护维修后，必须进行核对以确保服务要求的安全级别。核对时必须遵守有效的国家或地方性安全法律法规。同时应检测所有安全功能是否都正常。

第 2 章 机械安装

2.1 开箱

步骤 1

打开纸箱，检查里面物品是否与包装清单上的物品相符。如有缺失或多余，请及时与当地销售办事处联系。

步骤 2

取出机器人，检查机器人外观是否完整，是否有划伤等明显缺陷。如发现有外观质量问题，请及时与当地销售办事处联系。

步骤 3

将机器人搬运到指定的安装工位。



警告：

- 避免暴力开箱取机，防止开箱过程造成机器人表面划伤或者对机器人造成冲击和碰撞。
- 请在干燥清洁的外部环境进行开箱。
- 取机出箱时，请注意保护机器人外观，避免碰撞和划伤。
- 机器人在包装及运输过程中需要采取保护措施，防止碰撞，导致机器人表面划伤或内部结构损坏。建议在运输过程中使用机器人原装木箱或者泡棉包裹机器人表面。
- 起吊机器人时，要确保吊装设备能承受机器人各个部件的重量，防止跌落，导致机器人表面划伤，内部结构损坏和人员伤亡。人工搬运机器人时，要用手拖住机器人的底座，并由两名及以上的人员进行搬运。
- 使用其他工具搬运机器人时，要保证机器人固定在搬运工具上，防止机器人翻倒。

2.2 安装环境要求

机器人应安装在室内，且满足以下要求：

- 室温 0-50°C（防止过大的温度变化）。
- 相对湿度 10-80%(不得结露)。
- 避免阳光直射。
- 避免灰尘、油烟、盐分、金属粉末和水等。
- 避免冲击和振动。
- 远离易燃易爆和腐蚀性的气固液体。
- 远离电气干扰源。
- 机器人的安装空间范围详见机器人尺寸图，和电控箱的规格表。

2.3 安装空间

请参考[机器人工作区域](#)及[电控箱尺寸规格](#)确认安装空间。



警告：

- 除了安装机器人和电控箱等所需的空间之外，请确保以下条件所需的最低空间：机器人末端夹具的安装和工作空间；机器人示教的空间；操作人员安装，检查和维修的活动空间；气路的空间。
- 机器人电源线的最小弯曲半径为 90mm。安装线缆时，请确保保留给电源信号线和其他电缆足够的安装空间，防止电缆被过度弯曲。
- 请确保安全距离比机器人末端安装夹具后的最大工作空间至少大于 100mm。

2.4 连接电缆

如下图所示，该线为电控箱电源线，电缆线长 5 米。要使机器人通电，控制箱必须与电源相连。这个过程必须使用相应的 IEC C13 电线连接控制箱底部的标准 IEC C14 插头来完成。

注意：

电源至少应配备以下附件：

- 接地；
- 市电保险丝；
- 剩余电流断路器；

建议对机器人应用中的所有设备的电源安装电源开关，以便在维修时上锁挂牌。

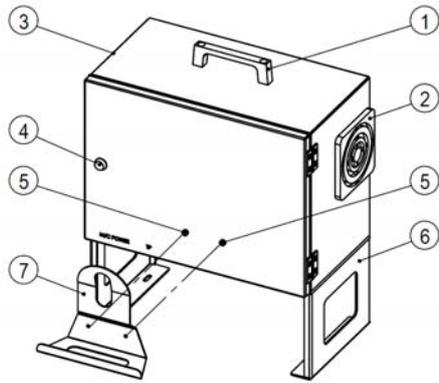


如下图所示，该线为连接本体和电控箱的电缆，电缆线长 5 米，分别连接机械手和电控箱。灰色一端连接机器人底座的插头，黑色一端连接电控箱的航空插头。



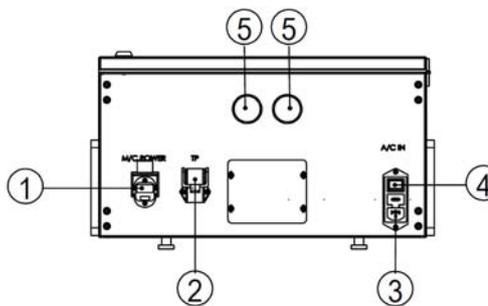
2.5 外部接口及连接说明

正面:



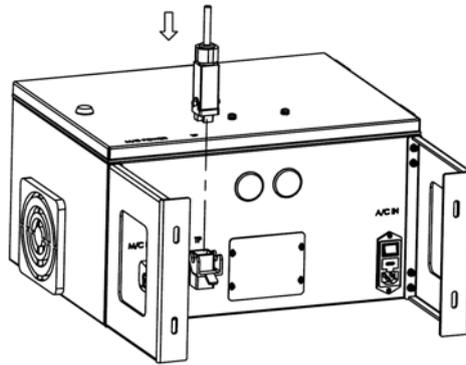
编号	名称
1	搬运手柄
2	排气口
3	进气口
4	机柜锁孔
5	螺丝
6	固定脚架
7	示教器固定板

底面:

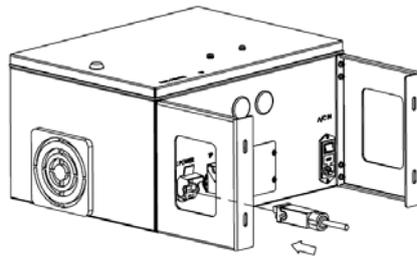


编号	名称
1	机器人连接器
2	示教器连接器
3	控制器电源开关
4	AC 电源插座
5	护线环

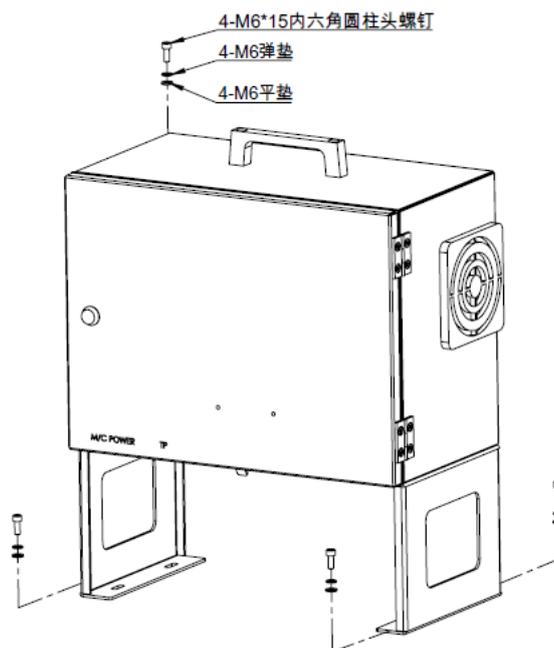
控制器连接示教器



控制器连接机器人



控制器固定：



2.6 控制器 I/O 概要

控制器提供了一系列外部接口，可将控制器 I/O 与外部继电器、PLC、传感器、紧急停止装置等多种设备连接使用。

控制器面板 I/O 接口布局如下：

Analog I/O	AI0-	AI0+	General I/O	24V	DI0	Emergency	GND	24V_IN
	AI1-	AI1+		24V	DI1		GND	24V_IN
	AO0-	AO0+		24V	DI2		24S	ESI1
	AO1-	AO1+		24V	DI3		24S	ESI2
Power I/O	GND	ON/OFF	24V	DI4	EI12		EI11	
	NC	NC	24V	DI5	EI22		EI21	
Flexible I/O	GND	CO4	24V	DI6	24S		SDI1+	
	CO7	CO3	24V	DI7	GND		SDI1-	
	CO6	CO2	GND	DO0	24S		SDI2+	
	CO5	CO1	GND	DO1	GND		SDI2-	
	GND	CO0	GND	DO2	24S		SDI3+	
	24V	CI4	GND	DO3	GND		SDI3-	
	CI7	CI3	GND	DO4	24S		RST+	
	CI6	CI2	GND	DO5	GND		RST-	
	CI5	CI1	GND	DO6	EO3	EO1		
	24V	CI0	GND	DO7	EO4	EO2		

2.7 所有数字 I/O 的通用规范

本节说明控制器提供的 24V 数字 I/O 的电气规范。

- 通用 I/O (类型: PNP)
- 安全 I/O (类型: PNP)
- 可配置 I/O (类型: PNP)

数字 I/O 电源由控制器内部提供, 当需要时也可以由外部提供。内部/外部电源使用时电流限制在 2A。数字 I/O 可以按照下图连接外部电源。可配置 I/O 可以配置为通用型 I/O。



内部和外部电源的电气规范如下所示:

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
内部 24V 电源					
INT_24 - INT_GND	电压	23	24	25	V
INT_24 - INT_GND	电流	0	-	2	A
外部 24V 电源					
24D - GND	电压	20	24	29	V
24D - GND	电流	0	-	2	A

数字 I/O 遵循 IEC61131-2。电气规范如下。

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
数字输出					
COx / DOx	电流	0	-	1	A
COx / DOx	电压下降	0	-	0.5	V
COx / DOx	泄漏电流	0	-	0.1	mA
COx / DOx	功能	-	PNP	-	类型
COx / DOx	IEC 61131-2	-	1A	-	类型
数字输入					
SIx / DIx	电压	-3	-	30	V
SIx / DIx	OFF 区域	-3	-	5	V
SIx / DIx	ON 区域	11	-	30	V
SIx / DIx	电流 (11-30V)	2	-	15	mA
SIx / DIx	功能	-	PNP	-	类型
SIx / DIx	IEC 61131-2	-	3	-	类型

安全 I/O

本节介绍专用安全输入（红色文本字体），使用时请遵循 24V 数字 I/O 通用规范。

安全输入有紧急停止和安全保护停止。紧急停止输入仅用于紧急停止设备。安全保护停止输入用于所有类型的安全型保护设备。功能差异如下。

终端	紧急停止	安全保护停止
机器人停止运动	是	是
运行程序	停止	暂停
机器人电源	关闭	开
初始化	手动	自动或手动
使用频率	低	普通
需重新初始化	只释放制动器	否
停机类别 (IEC 60204)	1	2
性能等级 (ISO 13849-1)	PLd	PLd



危险：

- 切勿将安全信号与非安全 PLC 连接。不遵守此警告，可能会导致因安全功能失效而引起的伤亡事故。务必将安全信号与普通 I/O 接口信号分开。
- 所有安全 I/O 均具备冗余性（两个独立通道）。保持两个通道独立，可以确保在某一通道失效时，不会丧失安全功能。
- 机器人在使用前一定要进行安全功能检查，必须定期测试安全功能。

默认安全配置

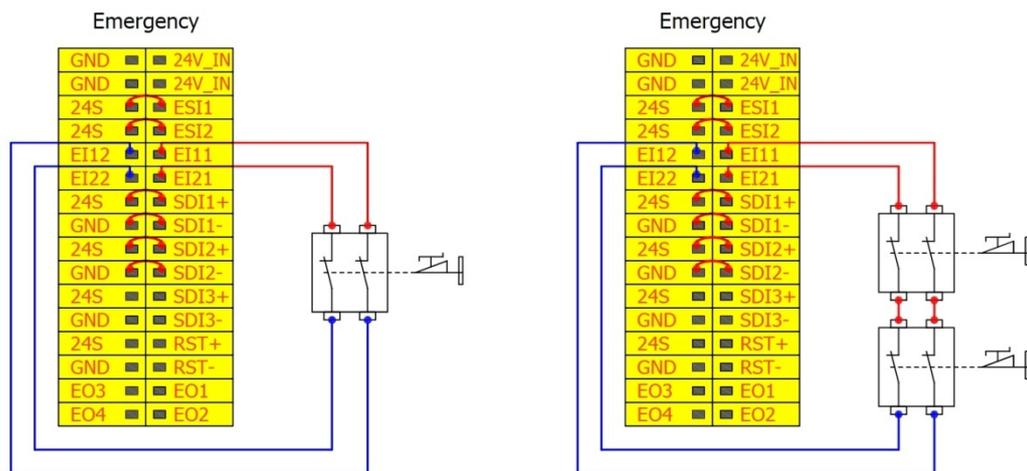
机器人在交付时是处于默认安全配置，没有接入其他安全设备，配置方式如下：

Emergency

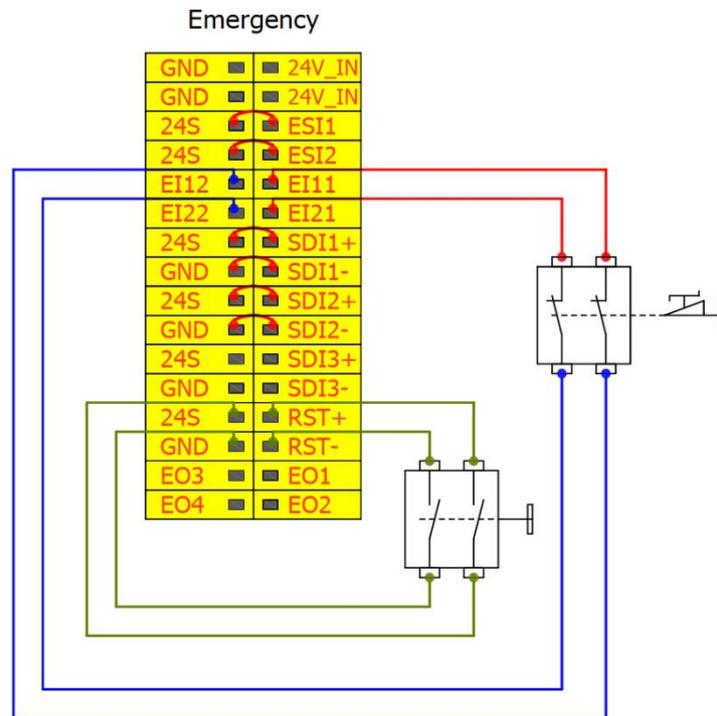
GND	■	■	24V_IN
GND	■	■	24V_IN
24S	■	■	ESI1
24S	■	■	ESI2
EI12	■	■	EI11
EI22	■	■	EI21
24S	■	■	SDI1+
GND	■	■	SDI1-
24S	■	■	SDI2+
GND	■	■	SDI2-
24S	■	■	SDI3+
GND	■	■	SDI3-
24S	■	■	RST+
GND	■	■	RST-
EO3	■	■	EO1
EO4	■	■	EO2

连接紧急停止按钮

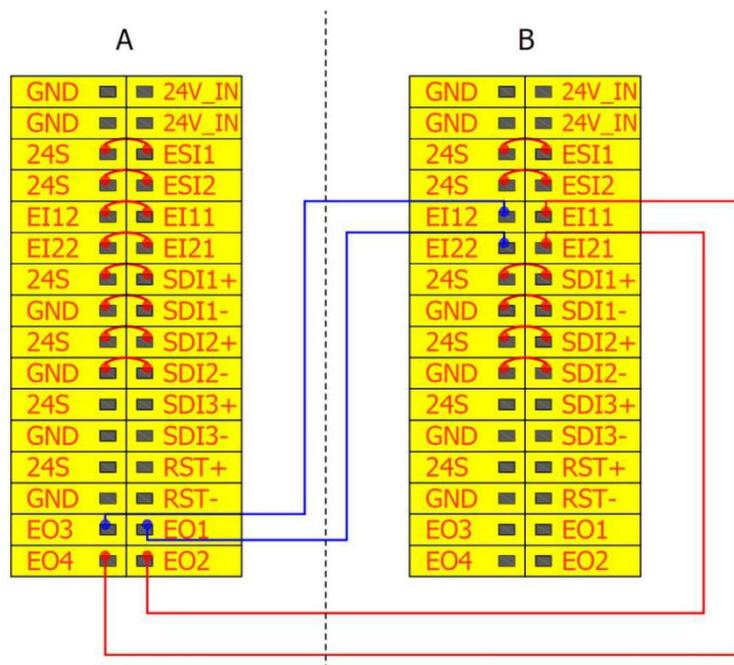
下图列举了连接一个或多个急停按钮的外接图示：



急停复位功能

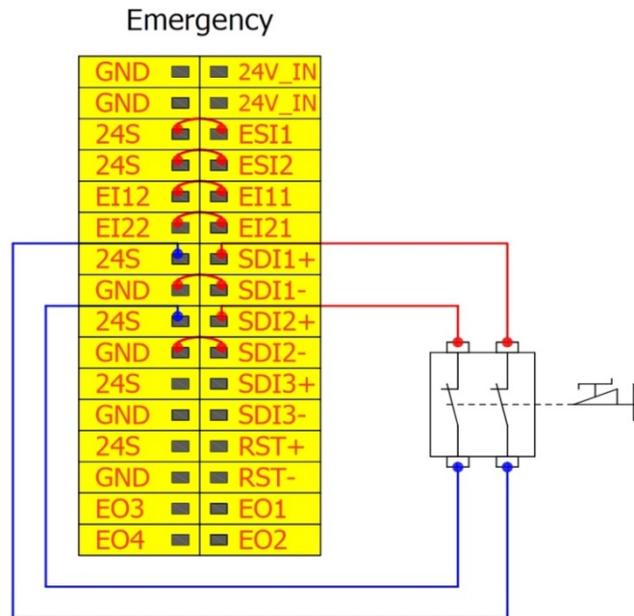


与其他机器共享紧急停止



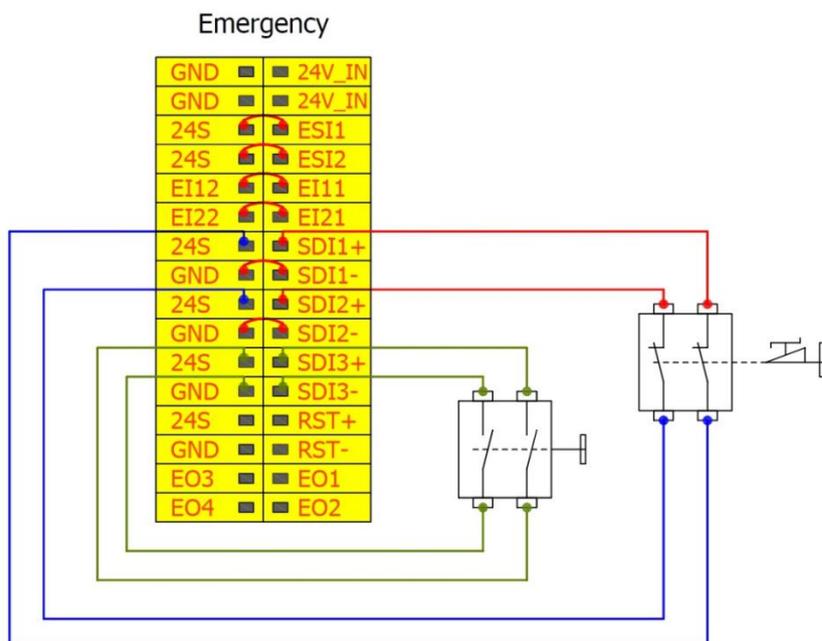
安全保护停止

下图以门开关为例，说明基本防护停止功能的构建，当门打开时，机器人停止。



带复位的保护性停止

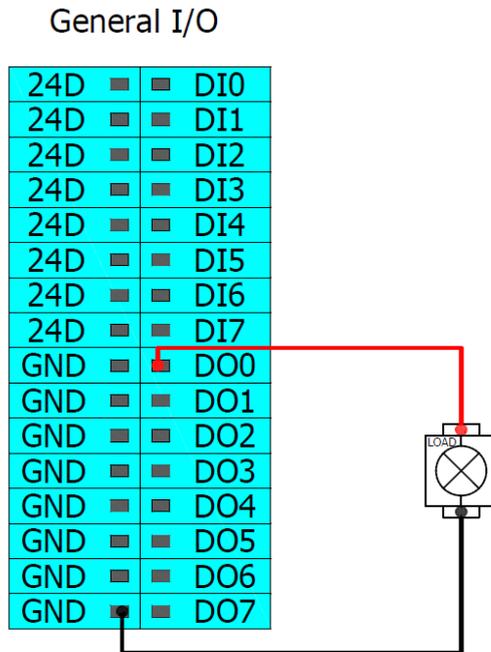
当保护性停止触发后，可以有如下双通道按钮进行复位，也可以通过示教器软件复位。构建方式如下：



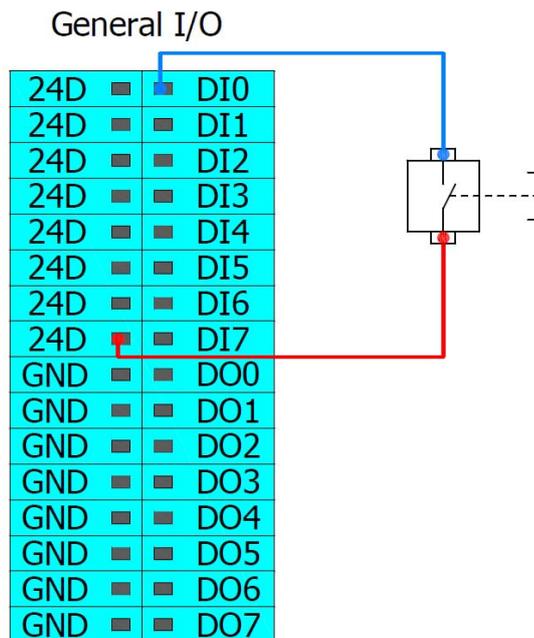
2.8 构建通用数字 I/O

通用数字 I/O 必须遵循数字 I/O 的通用配置。不用于安全功能的 Flexible I/O 可作通用数字 I/O 使用。

数字输出的使用：



利用按钮控制数字输入：



2.9 通用模拟 I/O

用于设置或测定设备间的电压 (0-10V) 或电流 (4-20mA)。

为了获得高精度度，使用时请遵循以下规则：

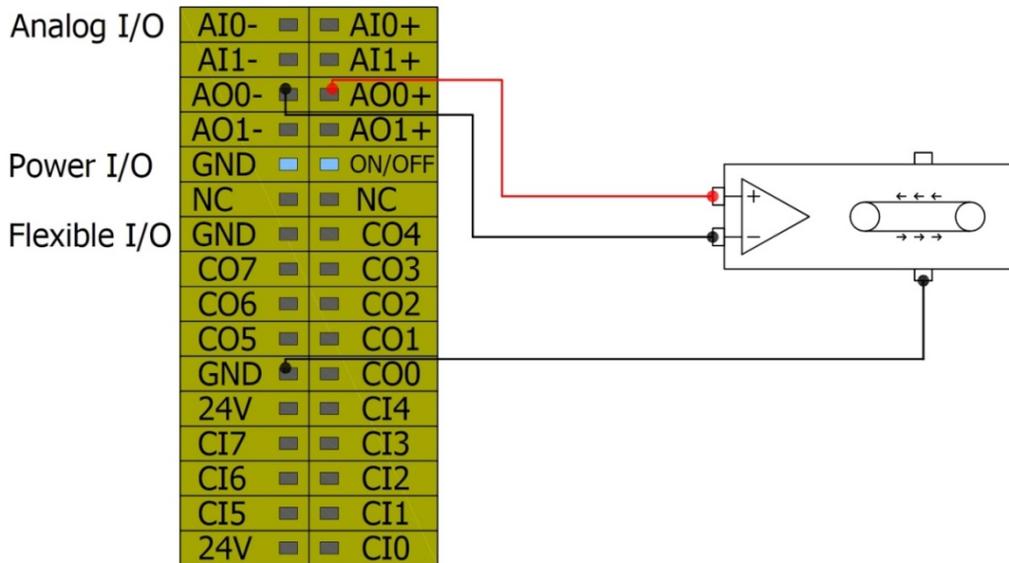
- 使用与 I/O 最近的 GND。
- 测量设备和控制器使用相同的接地 (GND)，模拟 I/O 与控制器不进行电位隔离。
- 使用屏蔽线或双绞线。将屏蔽线与通用 I/O 端子上的“GND”相连。
- 电流信号对噪声不敏感，优先使用电流模式下运行设备。

对应 I/O 配置如下：

电压模式输入					
AIx - AG	电压	0	-	10	V
AIx - AG	电阻	-	12	-	Kohm
AIx - AG	分解能	-	12	-	比特
电流模式输出					
AOx - AG	电流	4	-	20	mA
AOx - AG	电压	0	-	10	V
AOx - AG	分解能	-	16	-	比特
电压模式输出					
AOx - AG	电压	0	-	10	V
AOx - AG	电流	0	-	20	mA
AOx - AG	电阻	-	43	-	ohm
AOx - AG	分解能	-	16	-	比特

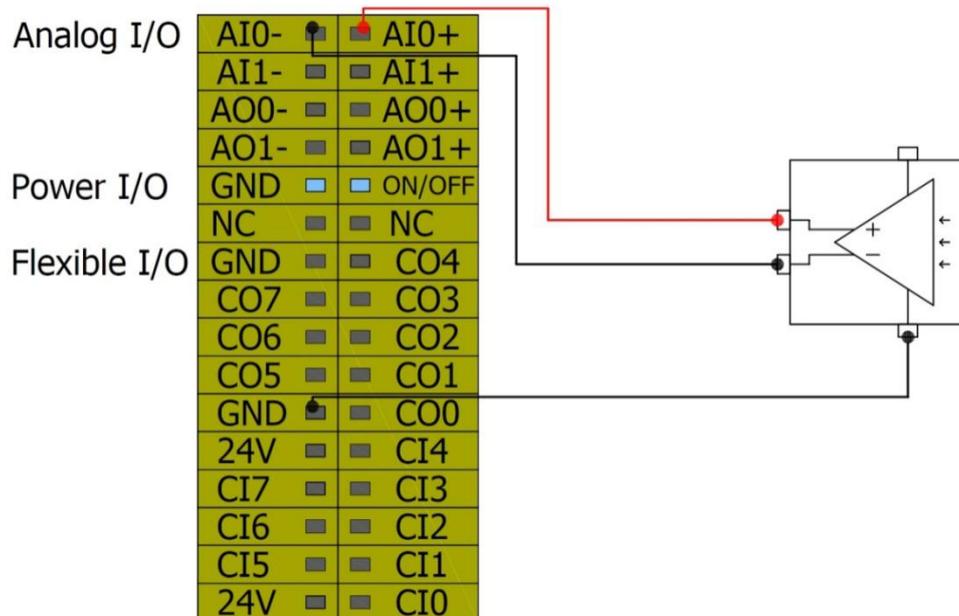
使用模拟输出

下例说明了如何利用模拟输出控制传送带速度。



使用模拟输入

下图说明了如何连接模拟传感器。

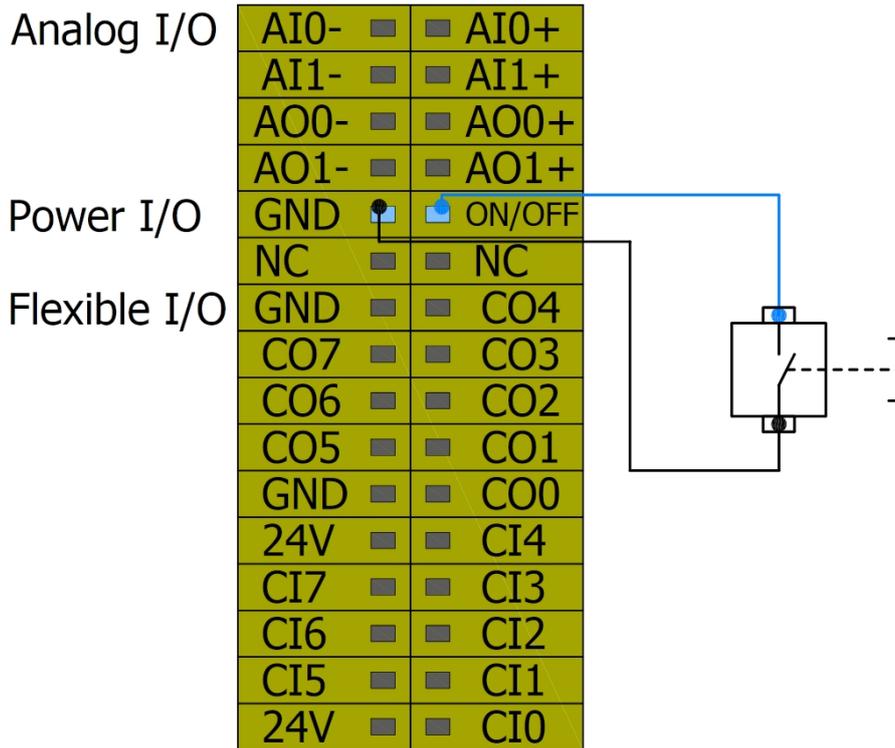


远程开关机控制

利用 Power IO 可以不通过示教器开关机按钮，实现控制箱的开启和关闭。构建方式如下：

开机：接触性触发；

关机：保持短接 2.5 S--3 S

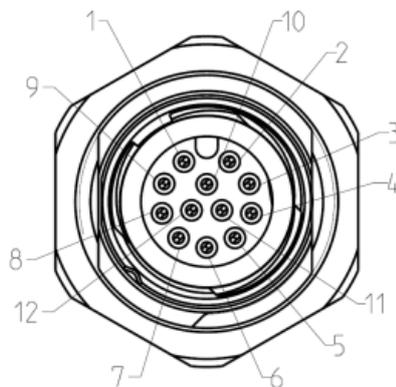


2.10 安全护栏

用户应当针对特定的机器人应用进行风险评估，以确定实际操作环境中是否要安装安全护栏。如果需要安装安全护栏，需谨慎计算安全护栏空间的大小。

建议：护栏空间圆半径 > 机械臂的臂长 + 机械臂末端夹具的长度。

2.11 机器人末端 IO 接口说明



1、工具 IO 外接线束定义如下：

连接器插头			
PIN	定义	线色	信号说明
1	INPUT_0	棕	数字输入 0
2	INPUT_1	蓝	数字输入 1
3	INPUT_2	白	数字输入 2
4	OUTPUT_0	绿	数字输出 0
5	OUTPUT_1	粉	数字输出 1
6	OUTPUT_2	黄	数字输出 2
7	485_A	黑	485 通信 A 引脚
8	485_B	灰	485 通信 B 引脚
9	AIO	红	模拟输入 0
10	A11	紫	模拟输入 1
11	24V	灰粉	电源 (24V)
12	GND	红蓝	接地 (0V)

2、内部电源规格:

参数	最小值	典型值	最大值	单位
24V电源电压		24		V
24V电源电流		1	1.5	A

如果电流超过其限值，软件将会保护并关断输出，内部控制系统将生成错误消息并显示在机器人日志中;二个端口的电源输出为同一路电源的输出。

3、数字输出端 (类型: PNP)

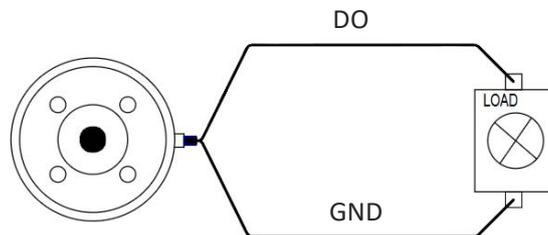
数字输出					
终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
DOx	电流	0	-	0.4	A
DOx	电压降	0	-	0.5	V
DOx	漏电流	0	-	0.5	MA
DOx	功能	-	PNP	-	类型
DOx	IEC 61131-2	-	0.4A	-	类型

数字输出端的实现方式是，只能将电流灌入到 GND (0V)，而非采用拉电流。数字输出端激活后，相应的接头即会被驱动接通 GND，数字输出端禁用后，相应的接头将处于开路（开集/开漏）。

注意:工具中的数字输出端没有电流限制，若超过所规定的数值，可能会导致永久性损坏。

使用数字输出端示例:

此示例说明的是采用 IO 板的电源来给外部设备供电，如果要采用外部系统自己的电源供电，则要求共地处理。

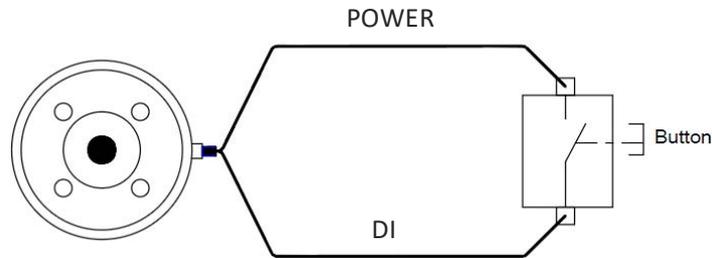


4、数字输入 (PNP)

数字输入					
终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
DIx	电压	-3	-	30	V
DIx	OFF 区域	-3	-	5	V
DIx	ON 区域	11	-	30	V
DIx	电流(11-30V)	2	-	15	MA
DIx	功能	-	PNP	-	类型
DIx	IEC 61131-2	-	3	-	类型

数字输入配有弱下拉电阻器。这意味着浮置输入的读数始终为低。

使用数字输入端示例：



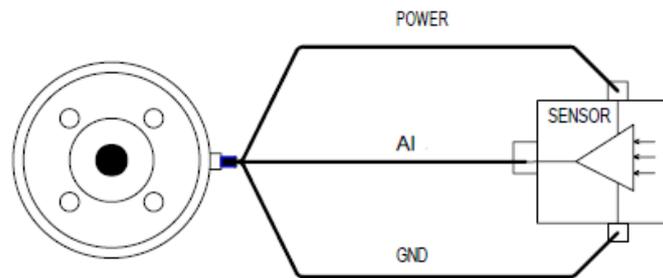
上面的示例说明如何连接简单按钮或开关，此示例说明的是采用 IO 板的电源来给外部设备供电，如果要采用外部系统自己的电源供电，则要求共地处理。

5、模拟输入

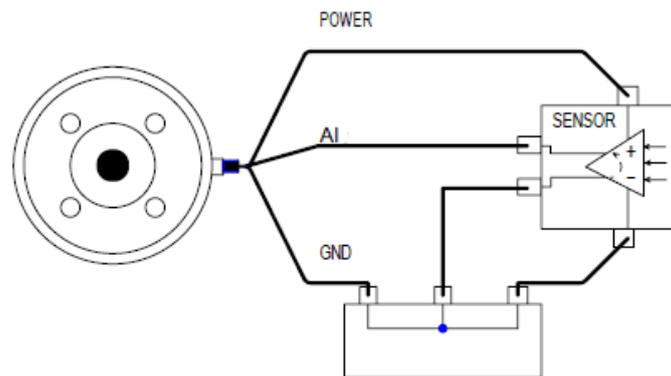
参数	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	0		10	V
输入电阻		15K		欧姆

工具的模拟输入采用的是非差分输入，共用接地接头的电流如有任何变化，都可能会导致模拟输入出现干扰信号，因为接地线上及连接器内部将存在压降，认识这一点非常重要。

为清晰说明使用模拟输入的简易性，下面举一些简单示例：



上图是在用户输出端也为单端输出模拟信号时与本机接法



上图是用户输出端为差分输出的模拟信号时与本机的接法，采用差分输出的传感器的使用也比较简单直接。只需使用接线条将输出端负极连接至 GND (0V) 即可，差分传感器工作方式与非差分传感器工作方式相同。

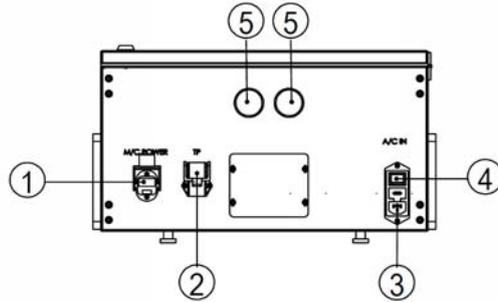
第 3 章 手持示教器

如下图所示为 Elfin 的手持示教器，左边的按钮为机器人的上电按钮，右边为急停按钮；

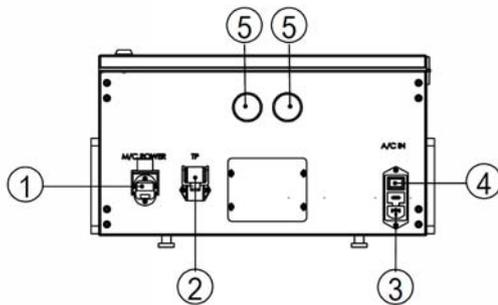


第 4 章 开机流程

1、连接手持示教器：将手持示教器的接口连接到下图所示的②端口（电控箱底面）：



2、连接电控箱电源：将下图的④接口插上电控箱的电源线，电源线的另外一端连接 220V 电源；



3、按下电控箱的开关电源③，然后按下手持示教器上左边的电源按钮，给电控箱上电。电控箱上电过程中，机器人同时也上电，HansRobot 软件自动启动。

