

Collaborative Robot Elfin Series

# Elfin 电气安装说明书

(P03/P05/P10 机器人通用)  
V1.0.0 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。

本手册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：

1. 控制器 I/O；
  2. 工具 I/O；
  3. 以太网；
  4. 电源连接；
  5. 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。

# 目 录

前言.....	II
如何使用本手册	II
技术支持	II
联系方式	II
第 1 章 安全事项.....	1
1.1 警告标识	1
1.2 安全	2
1.3 责任及规范	6
1.4 预定用途	7
1.5 紧急情况处理	8
1.6 搬运及注意事项	9
1.7 其他潜在风险	10
1.8 维修维护须知	10
第 2 章 机械安装.....	12
2.1 开箱	12
2.2 安装环境要求	13
2.3 安装空间	13
2.4 连接电缆	14
2.5 外部接口及连接说明	15
2.6 控制器 I/O 概要	19
2.7 所有数字 I/O 的通用规范	20
安全 I/O	20
默认安全配置	21
连接紧急停止按钮	21
急停复位功能	22
与其他机器共享紧急停止	22
安全保护停止	23
带复位的保护性停止	23

<b>2.8 构建通用数字 I/O</b>	<b>24</b>
<b>2.9 通用模拟 I/O</b>	<b>25</b>
使用模拟输出	26
使用模拟输入	26
远程开关机控制	27
<b>2.10 安全护栏</b>	<b>27</b>
<b>2.11 机器人末端 IO 接口说明</b>	<b>28</b>
<b>第 3 章 手持示教器</b> .....	<b>32</b>
<b>第 4 章 开机流程</b> .....	<b>33</b>

# 第 1 章 安全事项

## 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 安全

### 简介

本章介绍了操作机器人或机器人系统时应该遵守的安全原则和规范。集成商及用户必须认真阅读本手册，带有警示标识的内容需要重点掌握并严格遵守。由于机器人系统复杂且危险性较大，使用人员需要充分认识操作的风险性，严格遵守并执行本手册中的规范及要求。用户及集成商需要具备充分的安全意识并且遵守工业机器人安全规范 ISO 10218。

Elfin 机器人搭载多种内置安全功能以及进出电气接口的安全 I/O、数字和模拟控制信号，用于连接其他机器及附加保护装置。

### 注意:



1. 安全功能和接口的使用和配置必须遵循每个机器人应用程序的风险评估程序。
2. 如果机器人发现安全系统中存在故障或违例（例如紧急停止电路中的一条线被切断或发生安全极限违例）机器人将立即切断电源并停止。
3. 停止时间应考虑作为应用风险评估的一部分。

### 危险:



1. 使用的安全配置参数与风险评估所确定的不同可导致无法合理消除的危险或无法充分减少的风险。
2. 确保工具和夹爪连接正确，以免在电源中断的情况下发生危险。
3. 末端执行器不受深圳市大族机器人有限公司安全系统保护。末端执行器和/或连接电缆功能不受监控。

# 安全注意事项

## 概述

本手册包含保护使用人员及预防机器损坏的安全措施。用户需要阅读说明书里的所有相关描述并且完全熟知安全事项。本手册中，我们尽量描述各种情况，但是由于有太多的可能性，所有不能做或者不可以做的情况不可能都被记录下来。

## 使用须知

在首次启动机器人或机器人系统时需要理解并遵循以下基本信息，其他安全相关信息在手册的其他部分予以介绍。不过，也不可能面面俱到，在实际应用中，需要具体问题具体分析。

### 安装操作方面：



1. 请务必按照本说明书中的要求和规范安装机器人及所有电气设备。
2. 在第一次使用机器人及投入生产前需要对机器人及其防护系统进行初步测试和检查。
3. 首次启动系统和设备前，必须检查设备和系统是否完整、操作是否安全、是否检测到任何损坏。本次检测中需观察到是否符合国家或地区有效的安全生产规章制度，必须测试所有的安全功能。
4. 用户必须检查并确保所有的安全参数和用户程序是正确的，并且所有的安全功能工作正常。需要具有操作机器人资格的人员来检查每个安全功能。只有通过全面且仔细的安全测试且到达安全级别后才能启动机器人。
5. 需要有专业人员按照安装标准对机器人进行安装和调试。
6. 当机器人安装完成和构建完成后，需再次进行全面的风险评估并保留文件记录。
7. 由具有授权许可的人员来设置和更改安全参数，使用密码或者隔离措施来防止未被授权的人员更改或设置安全参数。安全系数修改后，相关的安全功能需要被分析。
8. 机器人在发生意外或者运行不正常等情况下，可以按下急停开关，停止机器人动作。
9. Elfin 系列机器人关节模块内安装有刹车，断电时保持机器人姿态，切勿人为频繁开断供电系统，建议每次开关机时间间隔应大于 10s。
10. Elfin 系列机器人具备碰撞检测功能，当机器人上电外力超过用户安全设置的正常受力范围时，机器人自动停止，以防机器人或操作人员碰撞受伤。此功能是 Elfin 系列机器人特别为人机协同工作安全性而



设定，但要求机器人系统必须在正常运作范围内，且使用 Elfin 系列的控制柜。如果使用者自己开发控制器，机器人就不具备以上功能。由此带来的危险后果由使用者自己承担。

## 运行及发热方面



1. 机器人本体和控制柜在运作的过程中会产生热量。机器人正在工作时或刚停止工作时，请不要操作或触摸机器人。
2. 切断电源并等待一小时，机器人才可冷却下来。
3. 切勿将手指伸到控制柜发热处。

## 使用方面



1. 确保机器人的手臂和工具都正确并安全地安装到位。
2. 确保机器人的手臂有足够的空间来自由活动。
3. 如果机器人已损坏，请勿使用，请及时联系深圳市大族机器人有限公司技术支持人员。
4. 不要将安全设备连接到正常的 I/O 接口上，只能使用安全型的 I/O 接口。
5. 确保进行正确的安装设置（例如机器人本体的安装角度、TCP 中的重量、TCP 刀具坐标、安全配置）。将安装文件保存并载入程序内。
6. 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。
7. 注意使用示教器时机器人的运动。
8. 任何撞击将释放大量的动能，这些动能比高速和高有效负载的情况下的高得多。

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。

9. 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，深圳市大族机器人有限公司拒绝承担一切责任。

## 应用环境方面



1.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。

2.深圳市大族机器人公司对由于脚本出错或机器人的不当操作而对机器人造成的损坏或人员伤害概不承担责任。

3.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。

## 人员安全方面



1.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。

2.使用机器人系统的各作业人员，应通过深圳市大族机器人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，联系方式见官网<http://www.hansrobot.com>

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

4.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。

5.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。

6.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。

7.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。

8.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 500 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。

## 1.3 责任及规范

Elfin 系列机器人可以与其他设备组成完整的机器，其本身并不完整。因此本手册信息中并不包含如何全面的设计、安装和操作一个完整的机器人，也不包含所有对这一完整的系统的周边设备的安全造成影响的可能性。完整机器人安装的安全性取决于该机器人是如何集成的。集成商需要遵循所在国的法律法规及安全规范和标准对该完整的系统的设计和安装进行风险评估。风险评估是集成商务必完成的最重要任务之一，集成商可参考以下标准执行风险评估流程。风险评估是集成商务必完成的最重要任务之一，集成商可参考以下标准执行风险评估流程。

ISO 12100:2010 机械安全 - 设计通则 - 风险评估与风险降低。

ISO 10218-2:2011 机器人与机器人设备 - 安全要求 - 第 2 部分：工业机器人系统与集成。

RIA TR R15.306-2014 工业机器人与机器人系统的技术报告 - 安全要求、任务型风险评估方法。

ANSI B11.0-2010 机械安全；一般要求与风险评估。

Elfin 机器人的集成商需要履行但不限于以下责任：



- 对完整的机器人系统做全面的风险评估；
- 确认整个系统的设计安装准确无误；
- 向用户及工作人员提供培训；
- 创建完整系统的操作规范，明确使用流程说明；
- 建立适当的安全措施；
- 在最终安装时使用适当的方法消除危险或最大限度降低一切危险至

可接受水平；

- 将剩余风险传达给最终用户；
- 在机器人上标示集成商的标志和联系信息；
- 存档相关技术文件。

有关查阅适用的标准和法律指南，请登陆网站：[www.hansrobot.com](http://www.hansrobot.com)

该手册所包含的所有安全方面的信息均不得视为深圳市大族机器人有限公司的保证，即使遵守所有的安全指示，操作人员造成的人员伤害或设备损坏依然有可能发生。

深圳市大族机器人有限公司致力于不断提高产品的可靠性和性能，并因此保留升级产品的权利，恕不另行通知。深圳市大族机器人有限公司力求确保本手册内容的准确性和可靠性，但不对其中的任何错误或遗漏信息负责。

## 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

1. 使用尖锐的末端执行器或工具连接器可能存在危险；
2. 处理毒性或其他有害物质可能存在危险；
3. 操作人员手指有被机器人底座或关节夹住的危险；
4. 被机器人碰撞发生的危险；
5. 机器人或连接到末端的工具固定不到位存在的危险；
6. 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 Elfin 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 Elfin 系列机器人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。

## 1.4 预定用途

以下用途声明，当 Elfin 机器人只做一般工业设备使用，如用作操作或固定工具、

设备，加工或传递零件、产品。Elfin 机器人仅允许在规定的条件下使用，有关操作环境及操作条件的具体信息，请参阅附录部分。

Elfin 机器人具有特殊的安全等级特性，可进行协作性操作，即在不设置外围安全防护装置的情况使用，但仅限于经过风险评估无危险的情况，即在不使用任何安全防护装置和现场感应装置的前提下，工作人员与 Elfin 机器人或其末端执行器或部件之间的预期或意外接触不会构成不可接受的风险，与工作区内其他物体（工具设备、表面等）的预期或意外接触也不会构成不可接受的风险。

机器人控制器以及机器人只限于一般工业设备使用，不可用于与预定用途违背的应用，禁止用途包括但不限于以下情况：



- 用于易燃易爆等危险环境中；
- 用于移动或搬运人或其他动物的装置；
- 用于涉及人命的医疗设备等装置；
- 用于对社会性及公共性有重大影响的装置；
- 用于车载、船舶等受到振动环境；
- 用于攀爬工具使用。

## 1.5 紧急情况处理

### 紧急停止装置



按下紧急停机按钮，会停止机器人的一切运动。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。紧急停止按钮符合 IEC 60947-5-5 的要求。

Elfin 系列机器人在控制柜以及示教器上都置有紧急停机按钮，该按钮须在危险情况或紧急情况时按下，如下图所示。控制柜上配有外接紧急停机按钮端口，集成商或用户可根据实际情况使用。

连接到末端的工具或者设备如果构成潜在威胁必须集成到系统的急停回路中，未遵守本警告事项可能会导致死亡，严重人身伤害或重大财产损失。

### 从紧急状态恢复



所有按键形式的紧急停止设备都有“上锁”功能。这个“锁”必须打开，才能结束设备的紧急停止状态。

旋转紧急停机按钮可以打开“锁”。

从紧急停止状态恢复是一个简单却非常重要的步骤，此步骤只有在确保机器人系统危险完全排除后才能操作。

### 强制关节的紧急移动



在极少数情况下，可能需要在机器人电源失效或不想使用电源的紧急状况下移动一个或多个机器人关节，这可以通过以下方法来迫使机器人关节移动：

- 强制反向驱动：用力（至少 500N）推动或拉动机器人手臂，迫使关节移动。
- 强制手动移动机器人手臂仅限于紧急情况，并且有可能会损坏关节。

### 机器人本体过大力安全保护



机器人本体具备过大力安全保护功能。机器人本体上电静止状态下，当操作人员或其他物体误碰机器人本体，且碰撞力超过安全阈值时，机器人本体会顺着碰撞力的方向被动移动。此功能可以保证操作人员或其他物体与机器人本体发生碰撞时，减少对人员、其他物体以及机器人本体的伤害。

此功能可降低碰撞伤害，作为其他用途时需进行风险评估。安全紧急情况处理。

## 1.6 搬运及注意事项

机器人吊装时，运动部件应采取恰当的措施进行定位，不使其在吊装和运输过程中产生意外的运动，造成危害。



包装运输时，应按包装标准进行包装，并在包装箱外打上所需标记。运输时，需要保证机器人是稳定的，而且需保持其固定在适当的位置上。控制柜应使用手柄抬升。从机器人的包装材料中将机器人移至安装位置时，扶住机器人直至机器人机座的所有螺栓全部紧固好。

固定好后给机器人上电，运用机器人拖动示教功能将机器人姿态调整到合适位置。运输完成后保持好原包装。将包装材料保存在干燥处，以备将来需要重新包装并移动机器人。



- 确保抬升设备时你的背部或其他身体部位不过分负重。

- 应遵守所有地区性和国家性指南。深圳市大族机器人有限公司不对设备运输过程中产生的损害负责。
- 确保安装机器人时严格遵守说明书中的安装指示。

## 1.7 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。

## 1.8 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。

### 注意



- 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。



### 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，防止电缆被过渡弯曲。
- 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。

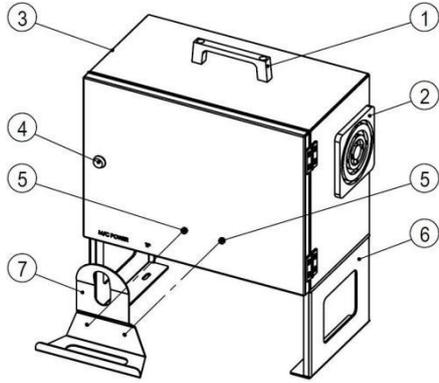


如下图所示，该线为连接本体和电控箱的电缆，电缆线长 5 米，分别连接机械手和电控箱。灰色一端连接机器人底座的插头，黑色一端连接电控箱的航空插头。



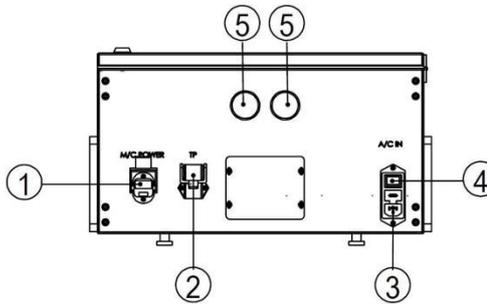
## 2.5 外部接口及连接说明

正面:



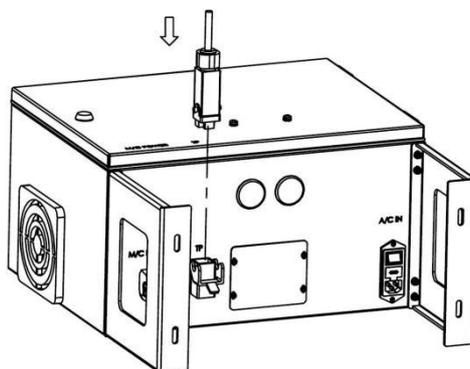
编号	名称
1	搬运手柄
2	排气口
3	进气口
4	机柜锁孔
5	螺丝
6	固定脚架
7	示教器固定板

底面:

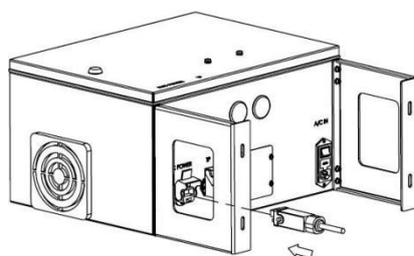


编号	名称
1	机器人连接器
2	示教器连接器
3	控制器电源开关
4	AC 电源插座
5	护线环

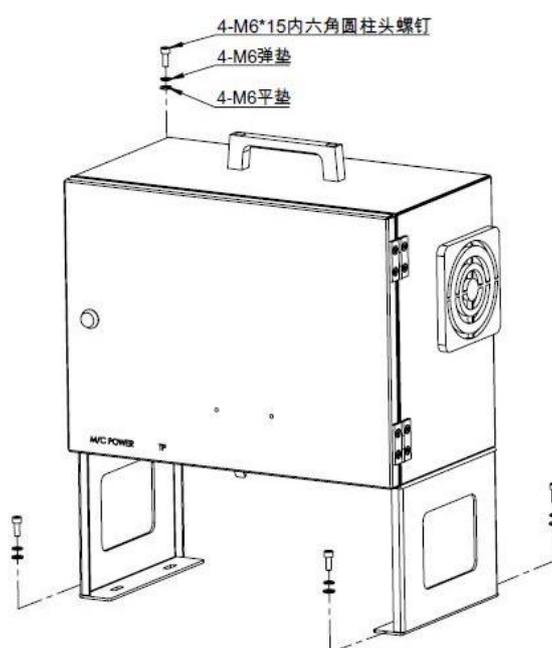
### 控制器连接示教器



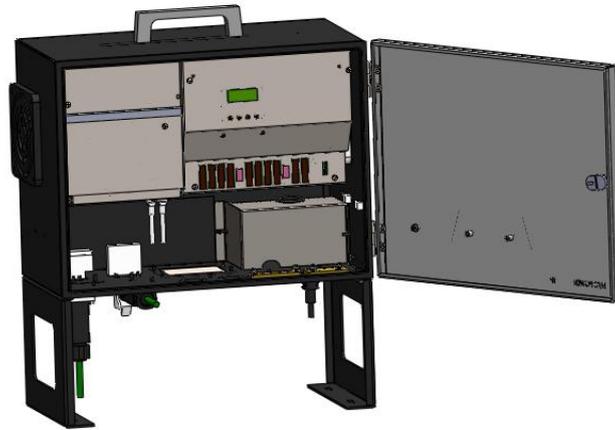
### 控制器连接机器人



### 控制器固定:



控制电箱内部整体:

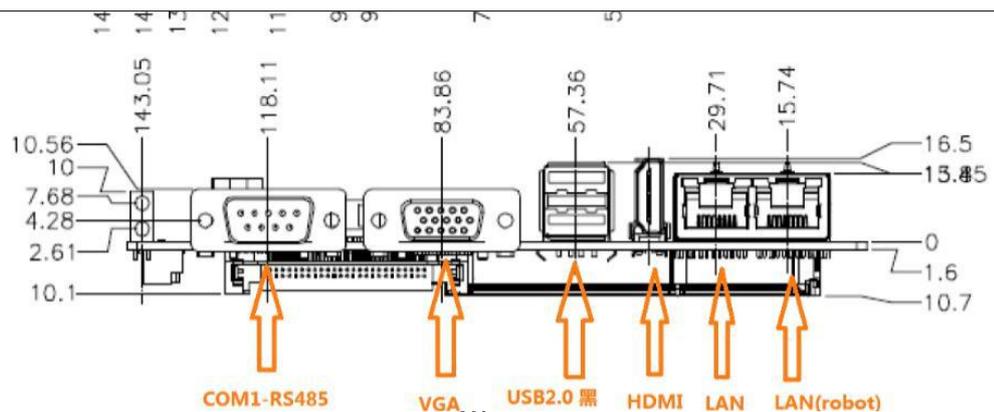


控制箱内部接口

在电箱内部左下方, 提供对外连接显示 VGA 接口、USB 外部设备接口、HMI 设备接口, VGA 接口可实现对示教器同步显示, 2 个对外开放的以太网接口 (用于连接外部设备)。

这两个以太网接口适用于

- Modbus TCP、Ethernet TCP/IP

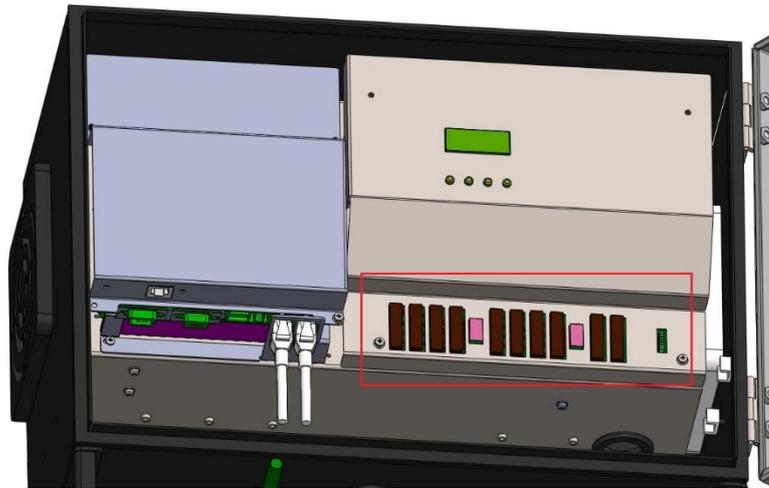


## 2.6 控制器 I/O 概要

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：

从左到右依次位：可配置 IO、电源接口、通用 IO、远程信号接口、模拟输入输出接口、安全信号。



Configurable Outputs				Configurable Inputs				Power		Digital Outputs				Digital Inputs				Remote		Analog		Safety			
0V	■	0V	■	CI0	■	CI4	■			0V	■	0V	■	DI0	■	DI4	■			Analog Inputs	AI0	■	Safeguard Stop Emergency Stop	24V	■
C00	■	C04	■	24V	■	24V	■			D00	■	D04	■	24V	■	24V	■				AG	■		24V	■
0V	■	0V	■	CI1	■	CI5	■	PWR	■	0V	■	0V	■	DI1	■	DI5	■	ON	■		AI1	■		EIO	■
C01	■	C05	■	24V	■	24V	■	GND	■	D01	■	D05	■	24V	■	24V	■	GND	■		AG	■		EI1	■
0V	■	0V	■	CI2	■	CI6	■	24V	■	0V	■	0V	■	DI2	■	DI6	■	OFF	■	AG	■	SA0	■		
C02	■	C06	■	24V	■	24V	■	0V	■	D02	■	D06	■	24V	■	24V	■	GND	■	AG	■	SB0	■		
0V	■	0V	■	CI3	■	CI7	■			0V	■	0V	■	DI3	■	DI7	■			AG	■	SA1	■		
C03	■	C07	■	24V	■	24V	■			D03	■	D07	■	24V	■	24V	■			AG	■	SB1	■		

## 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。

### 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

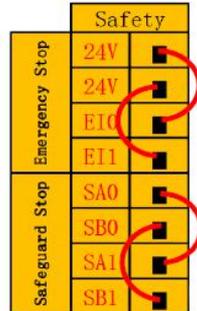


### 危险：

- 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。

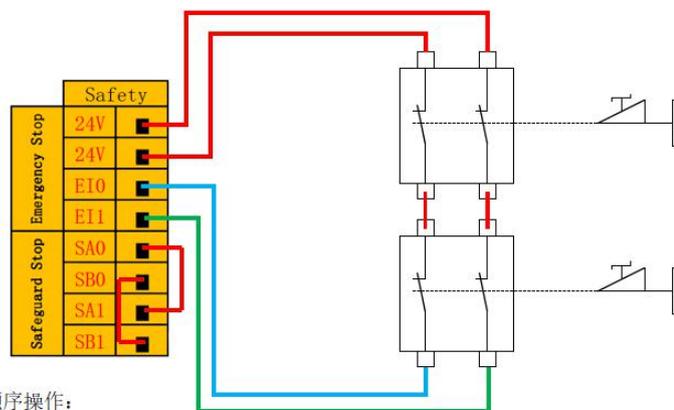
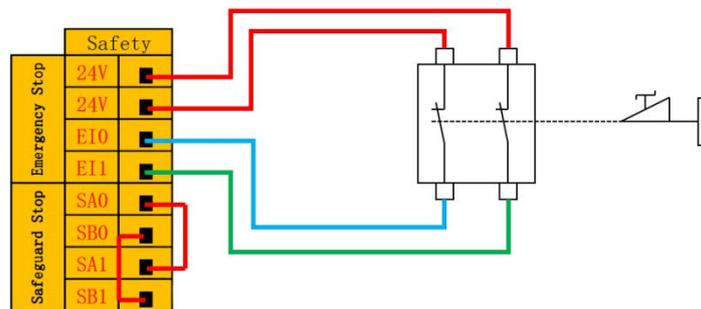
## 默认安全配置

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：



## 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：

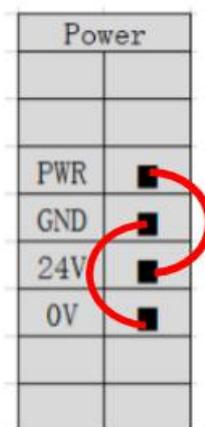


需要激活机器人，则需要按如下先后顺序操作：

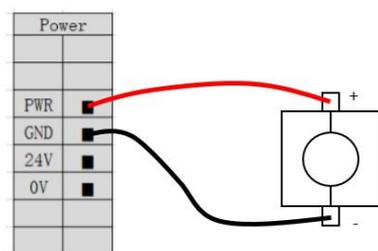
1. 急停开关旋起
2. 在示教器上复位安全继电器，让本体上电。
3. 使能
4. 运行轨迹

## 数字I/O的24V电源

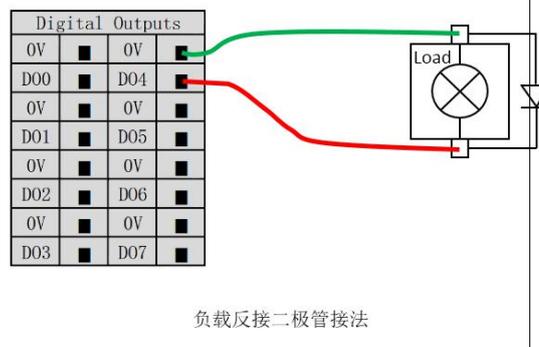
数字I/O可由24V电源供电，也可通过配置“电源”接线盒由外部电源供电。终端盒由四个终端组成。（PWR和GND）为外部电源供应24V，（24V和0V）为内置电源供应24V，默认配置为使用内部电源，如果由内部电源供24V，接线图参见下图。



**注意：**当使用默认配置的24V内部电源时，带载的IO电流不能超过2A。如果IO需要更大的电流，需要使用24V外部电源接入，例如从OUTPUT接夹爪或者瞬间电流大于2A的负载，如果OUTPUT接感性负载并且没有自带反向二极管的，例如继电器，电磁阀等，则在负载两端建议加上反向二极管，以避免关断时反向电压上升过高而损坏电控箱内元件。



外部电源接法



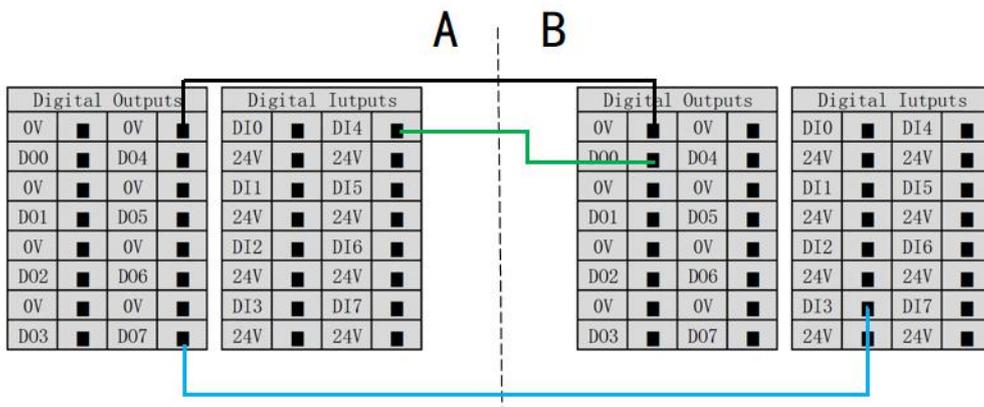
负载反接二极管接法

## 电气规范

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
外部24V电源					
PWR-GND	电压	20	24	29	V
PWR-GND	电流	0	-	6	A
内置24V电源					
24V-0V	电压	23	24	25	V
24V-0V	电流	0	-	2	A

## 与其他机器或PLC通信

本例显示了简单按钮与数字输入的连接方式。

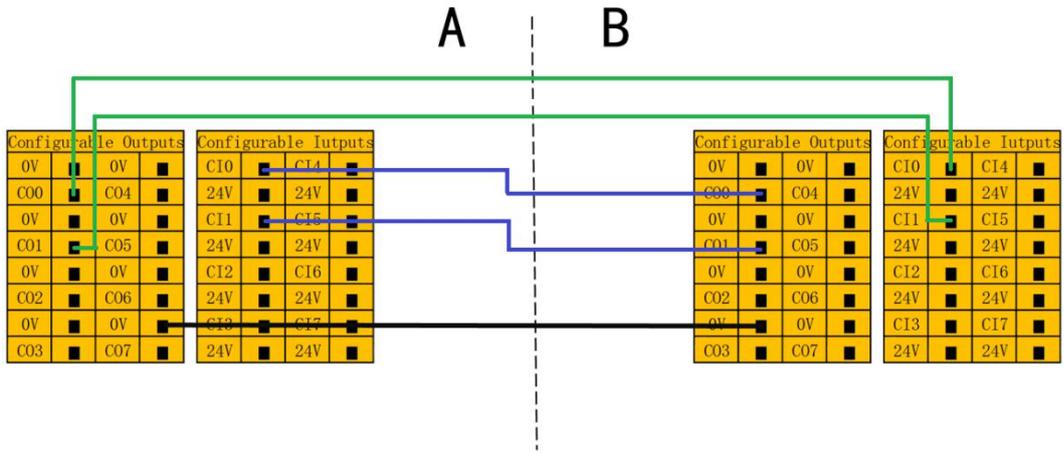


## 与其他机器共享紧急停止

当机器与其他机器发配使用时，往往需要设置一条公共的紧急停止电路，通过设置一条公共路线，操作员就不必思考使用哪一个紧急停止按钮。由于这两台机器都需要等待彼此跳出紧急停止条件，因此标准紧急停止输入不能用于共享。

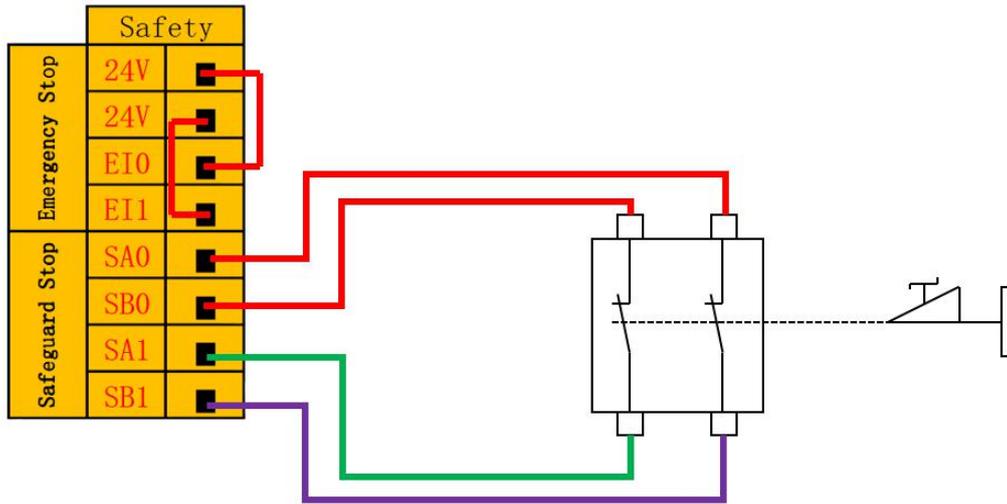
- 可配置的输入对：外部紧急停止。
- 可配置的输出对：系统紧急停止。

下图显示了机器人如何共享紧急停止功能，在本例中，使用的配置I/O为“CI0-CI1”和“CO0-CO1”



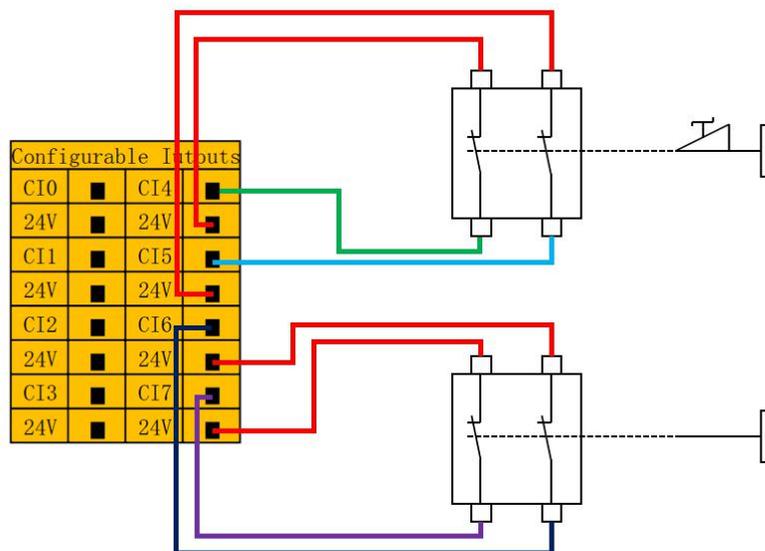
## 不可自动回复的防护停止

此应用于机器人本体断电的1类防护停止（掉电），重新激活机器人运动的方法与机器人急停一样。



## 带重置按钮可自动恢复的防护停止

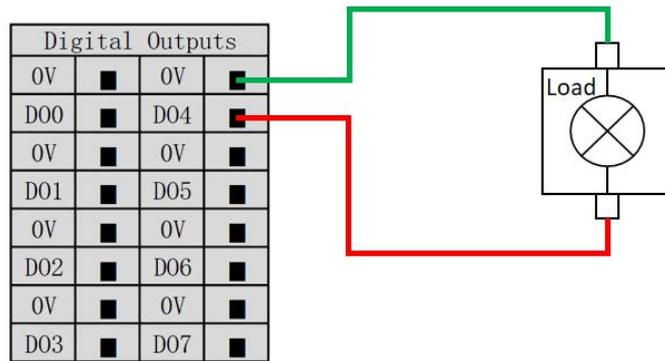
此类停止从可配置IO的输入中去配置，如果使用防护接口与光幕交互，需要从安全地带外部进行重置。重置按钮必须为双通道型按钮。在本例中，重置配置的I/O为“CI6-CI7”，配置IO“CI4-CI5”为防护输入：



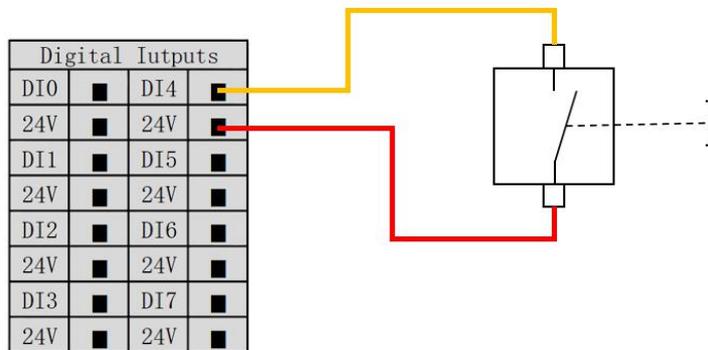
## 2.8 构建通用数字 I/O

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，使用时请遵循以下规则：

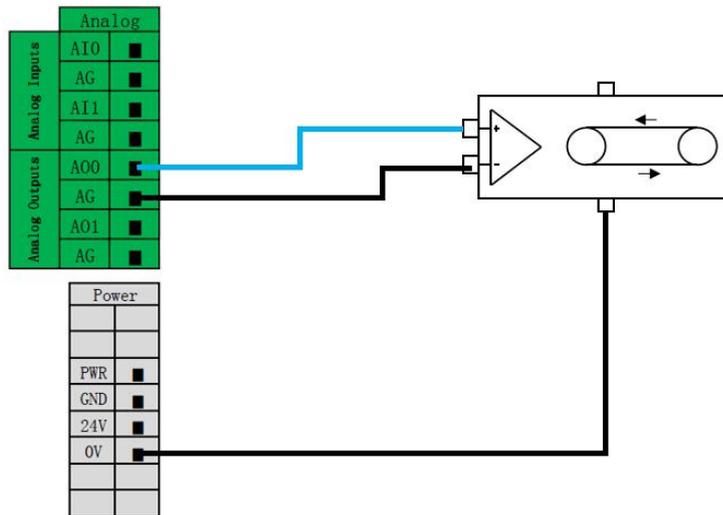
- 使用与 I/O 最近的 GND。
- 测量设备和控制器使用相同的接地 (GND)，模拟 I/O 与控制器不进行电位隔离。
- 使用屏蔽线或双绞线。将屏蔽线与通用 I/O 端子上的“GND”相连。
- 电流信号对噪声不敏感，优先使用电流模式下运行设备。

对应 I/O 配置如下：

电压模式下的	参数	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟输入</b>					
AIx - AG	电压	0	-	10	V
AIx - AG	电阻	-	12	-	Kohm
AIx - AG	分辨率	-	12	-	位
电流模式下的	参数	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟输出</b>					
AOx - AG	电流	4	-	20	mA
AOx - AG	电压	0	-	10	V
AOx - AG	分辨率	-	12	-	位
电压模式下的	参数	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟输出</b>					
AOx - AG	电压	0	-	10	V
AOx - AG	电流	0	-	20	mA
AOx - AG	电阻	-	43	-	ohm
AOx - AG	分辨率	-	12	-	位

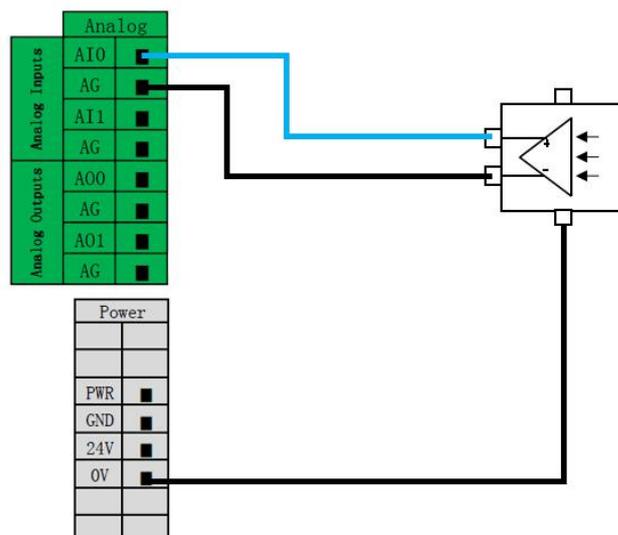
## 使用模拟输出

下例说明了如何利用模拟速度控制输入来控制传输带。



## 使用模拟输入

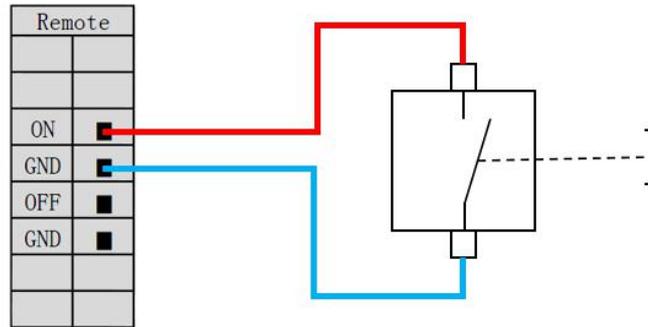
模拟I/O接口为绿色终端。此类接口可用于设置或测量进出其他设备的电压（0-10V）或电流（4-20mA）。下例说明了如何连接模拟传感器。



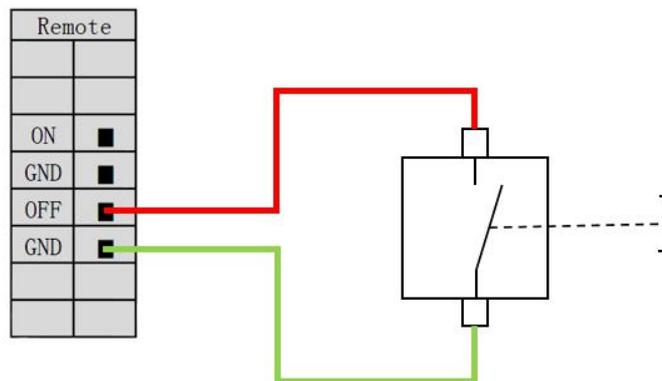
## 远程开关机控制

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：



关机：

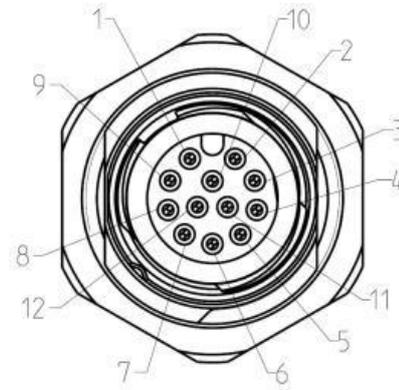


## 2.10 安全护栏

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	线色定义	线色定义	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)

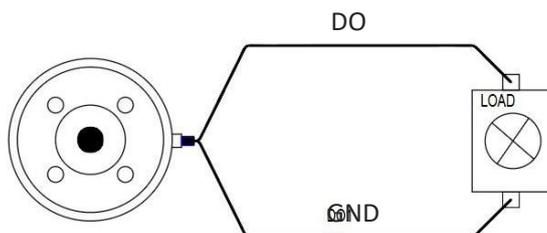
数字输出					
终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
DOx	电流	0	-	0.4	A
DOx	电压降	0	-	0.5	V
DOx	漏电流	0	-	0.5	MA
DOx	功能	-	PNP	-	类型
DOx	IEC 61131-2	-	0.4A	-	类型

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，若超过所规定的的数据，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。

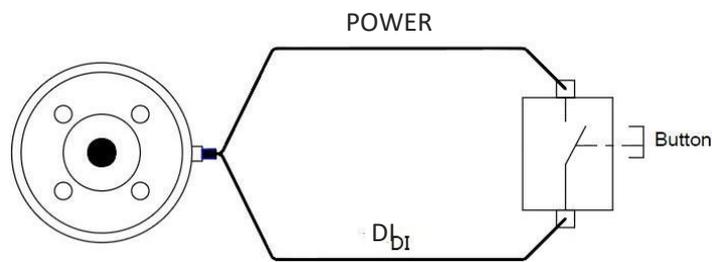


#### 4、数字输入 (PNP)

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：**



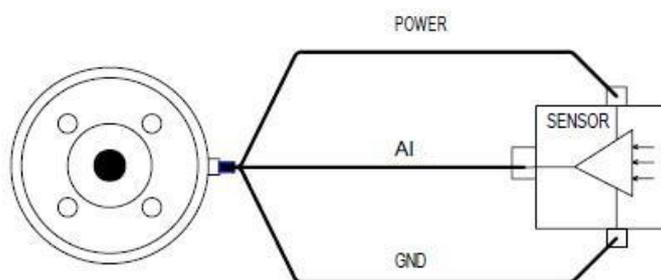
上面的示例说明如何连接简单按钮或开关, 此示例说明的是采用 IO 板的电源来给外部设备供电, 如果要采用外部系统自己的电源供电, 则要求共地处理。

## 5、模拟输入

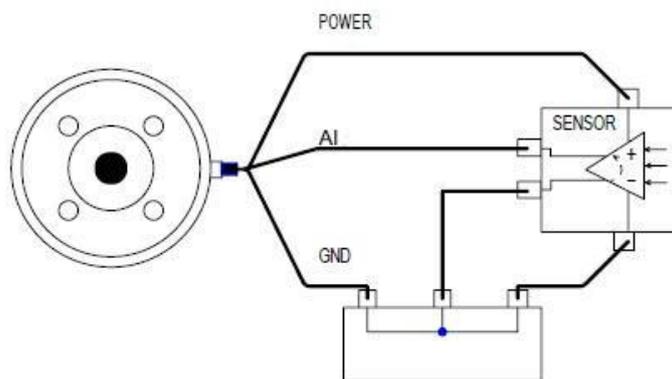
参数	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	0		10	V
输入电阻		15K		欧姆

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。

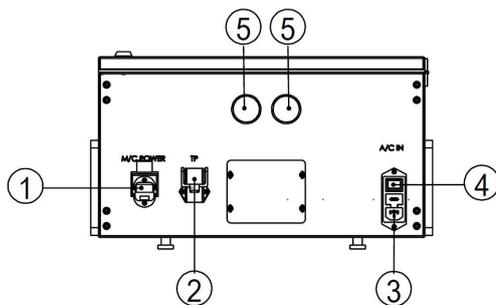
### 第 3 章 手持示教器

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，背后为三段使能开关；

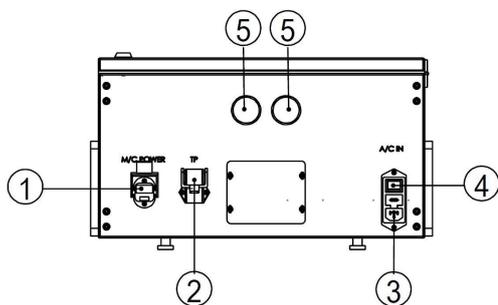


## 第 4 章 开机流程

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（电控箱背面）：



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。