



ECR5 协作机器人

-----用户手册



使用前请仔细阅读本手册



埃夫特智能装备股份有限公司

EFORT INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD.

ECR5 用户手册

(机械与电气)



版本号：V1.1

-----服务热线 (Tel) : 4000528877-----

声明

感谢您购买埃夫特机器人产品，为确保已对产品进行正确的设置，请您在使用本产品之前，务必仔细阅读本操作手册。本声明及手册所提及的内容涉及您的人身及财产安全，若不遵循或不按照手册的说明与警告而擅自操作，可能会给您和周围的人带来人身伤害或给埃夫特机器人或周围的其他物品造成财产损失。本声明及手册为截至本批次产品出厂前的最新版本，后续请通过访问 www.efort.com.cn 官方网站以获取更新的信息。

本手册仅作为对产品进行正常操作的指导，在产品使用过程中，埃夫特公司并不对除产品缺陷外的其他原因引发的人身伤害、财产损失承担责任。埃夫特公司郑重建议：参与机器人操作、示教、维护、维修、点检等相关活动的人员，在学习完毕埃夫特公司准备的培训课程前，请勿赋予其对机器人的操作使用权限。



目录

前言	1
第 1 章： 安全	3
1.1 简介	3
1.2 警告标志	3
1.3 注意事项	4
1.3.1 使用须知	4
1.3.2 人员安全	7
1.4 风险评估	7
1.5 责任规范	8
1.6 应用场景	8
1.7 紧急停止及紧急情况处置	9
1.7.1 紧急停止装置	9
1.7.2 从紧急状态恢复正常	9
1.7.3 断电强制移动	9
1.7.4 断电松刹车	9
第 2 章： 系统组成	11
2.1 简介	11
2.2 机器人本体	12
2.2.1 工具法兰	13
2.3 控制柜	14
2.4 示教器	17
第 3 章： 接口与安装	19
3.1 简介	19
3.2 机械接口	21
3.2.1 底座安装尺寸	21
3.2.2 控制柜安装尺寸	22
3.2.3 末端执行器安装尺寸	22
3.3 电气接口	24
3.3.1 控制柜电气接口	24
3.3.2 控制柜与机器人本体间连接	32
3.3.3 工具法兰电气接口	33
第 4 章： 运输	37



4.1 吊装与搬运	37
第 5 章： 检修与维护	38
5.1 维护维修	38
5.1.1 定期检修	38
5.1.2 关节滑移补偿	38
5.2 废弃处置	39
第 6 章： 质保	40
6.1 产品质量保证	40
6.2 免责声明	40
第 7 章： 使用入门	41
7.1 机器人上电	41
7.1.1 上电前检查	41
7.1.2 上电	41
7.2 机器人关机	41
7.2.1 关机前检查	41
7.2.2 关机	41
7.3 拖动示教	41
7.3.1 点位拖动示教流程	41
7.3.2 路径拖动示教流程	42
附录	43
A 安装螺钉拧紧力矩	43
A.1 内六角螺钉紧固扭矩	43
B 术语	44
C 制动时间与制动距离	44
D 最大有效载荷	45
E 技术规格	45



前言

感谢您购买本公司研发的 5Kg 级 6 自由度协作机器人 ECR5

ECR5 是埃夫特自主开发的一款协作机器人，整机采用模块化设计，关节无机械限位，理论可达 $\pm 360^\circ$ （软件限位见技术规格），机械臂自重 20.5kg，额定负载 5kg，工作范围 928mm，底座安装尺寸 $\phi 140\text{mm}$ ，末端接口尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，末端功能按键简化操作，最大工具端运行速度达 2.5m/s，重复定位精度 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

ECR5 基于模块化理念设计，采用开放型软件架构，安全协作、轻量美观、编程简单、拆装便捷、部署灵活，具有灵敏的碰撞检测功能和良好的拖动示教功能，是安全、效率综合之选。

ECR5 适用于汽车、3C、食品饮料、医药、物流仓储等行业的装配、检测、上下料、分拣、搬运、包装、码垛等领域。

打包清单：

当您订购一套完整的 ECR5 协作机器人，您将接收到两个包装箱：

箱 A：长 725 mm × 宽 435 mm × 高 397.5 mm

ECR5 机器人本体	1 台
示教器（含线）	1 台
末端 IO 插头	1 个

箱 B：长 560 mm × 宽 475 mm × 高 317.5 mm

控制柜	1 台
盘间线	1 套
电源线缆	1 套
光盘（内含用户手册）	1 张





拆箱指导：

拆箱前请仔细检查包装外观与标签内容。

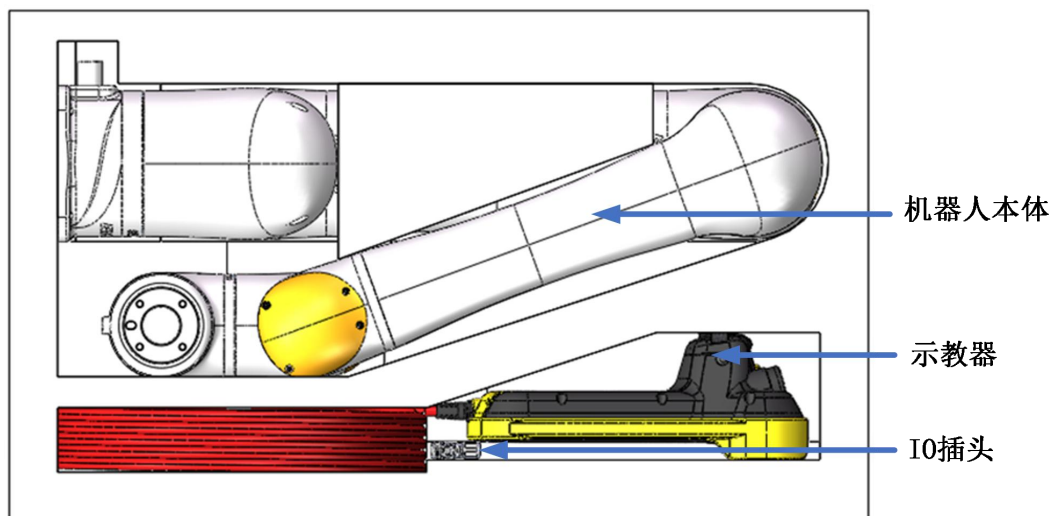


图 0.1 箱 A 打包内容图示

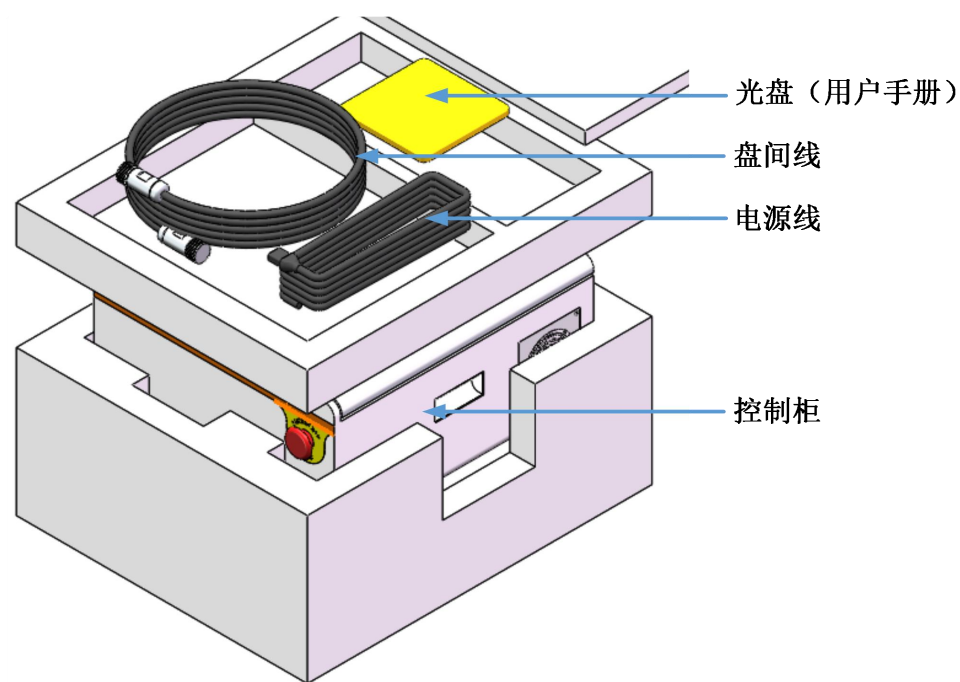


图 0.2 箱 B 打包内容图示



第 1 章：安全

1.1 简介

本章包含 ECR5 协作机器人的重要安全信息，集成商及用户务必认真阅读并理解本手册中的使用规则和安全规范，带有警告标志的内容应重点掌握并严格遵守。

本章内容涉及人员及设备的安全，请仔细阅读。

1.2 警告标志

本手册中使用了大量的警告标志，表示使用过程中的重要信息，警告标志的定义内容如下，请仔细阅读：



警告！

表示可能发生危险的情况，如果不采取相应的预防措施，将导致死亡或者严重的身体伤害。

小心！

在没有警告标示的情况下，出现小心提醒，表示可能发生危险的情况，如果不采取相应的预防措施，将导致财产损失。



警告！

表示可能发生危险的用电情况，如果不采取相应的预防措施，将导致人员伤害或者设备的严重损坏。



警告！

表示可能发生危险的发热表面，如果不采取相应的预防措施，将导致人员伤害。



1.3 注意事项

ECR5 应用场合较广泛，本手册中尽可能地描述了使用中的可行和禁止事项，但无法做到所有使用情况的全覆盖。用户使用前应仔细阅读本手册，并完全熟知和掌握应用的安全事项，以保护人员和设备不受损伤。

1.3.1 使用须知

在首次启动机器人系统时需要严格遵循以下规范，其余使用安全相关信息在相应的章节予以介绍。不过，也不可能全面覆盖，在实际应用中，需要做到具体问题具体分析。



危险！

1. 请严格按照本手册中的要求和规范进行机器人及相关电气设备的安装；
2. 在投入生产前，请对机器人进行全面的安全防护检查；
3. 首次使用设备时，务必充分检查机器人系统各部分是否完整并无损坏，操作是否安全。设备的安装搭建是否符合当地安全生产规章制度，务必测试机器人的各项安全功能与各安全信号回路的通断；
4. 用户必须确保机器人各项安全功能参数设置和程序的正确性。并由具有操作资质的人员检查并确保各安全功能可以正常工作。在确保机器人系统状态达到应用所需的安全级别时方可进行启用。



危险！

1. 机器人的安装与调试工作需要由专业人员进行；
2. 当机器人系统构建完成后，需再次进行全面的风险评估，并保留记录文件



危险！

1. 机器人的安全功能参数设置和更改应由具有授权的专业人员进行，应使用密码或者其他防护措施防止未授权人员编辑和修改安全功能参数，编辑和修改安全功能参数后需要综合分析可能造成的影响；
2. 在机器人发生意外或者其他紧急情况，可以拍下急停按钮来停止机器人动作，急停按钮被按下后机器人本体电源会被切断；
3. ECR5 内部包含刹车，但刹车存在间隙，机器人断电后刹车系统可使机器人各关节保持在一定的运动范围内（0.5° 以内），请勿频繁开闭电源；
4. ECR5 具备碰撞检测功能，并可设置灵敏度，在机器人受到大于设置的灵敏度的碰撞力时，机器人自动停止，以防止人员和设备损伤，此功能是面向协作应用场合设计的，要求机器人处于正常的工作范围内，并配合使用 CRC10 型控制柜。安全功能为基于本控制柜开发的，若用户自行配置控制柜则不具备该功能。由此带来的风险需用户自己承担。
5. ECR5 具备手动降速模式，当示教模式选择档位处于“T1”档位（手动低速模式），机器人末端执行器安装法兰和工具中心点（TCP）的速度不超过 250mm/s。



警告！

1. 机器人在较高运行速度工作中，可能会产生较高热量。机器人在工作中或刚停止工作时，请勿直接触摸机器人。
2. 控制柜侧面有进风口和出风口，放置时请勿遮盖，且与障碍物保持一定距离（不少于 20cm），以确保良好的通风和散热。
3. 机器人工作时或者刚停止工作时，请勿触摸控制柜内发热元件。



警告！

1. 确保机器人及末端执行器连接的紧固与可靠；
2. 变更安装方式时需要在相应的界面里进行安装方式的设定，安装方式可能会影响碰撞检测和拖动示教等功能，请在变更安装方式后，低速谨慎操作验证机器人；
3. ECR5 机器人外观具有光滑流线造型以降低操作者使用过程中受伤的风险，但在安装末端执行工具与外围管线等附件时需要保证无尖锐点以降低安全风险；
4. 请勿改动机器人，私自对机器人进行的改动可能造成无法预知的安全问题，由此产生的一切后果埃夫特拒绝承担责任；
5. 请勿将机器人置于强磁场环境，强磁场环境将会对机器人造成不可逆的损伤；
6. 确保机器人的安装环境有足够的空间供机器人运行；
7. 安装或更换末端执行器时需要正确设置或者标定工具端的质量和惯量属性，并对程序进行低速运行检查。涉及协作操作时需要重新进行风险评估，并对安装的末端设备特性进行充分了解，全面考虑运行中可能带来的风险；
8. 转移搬运机器人时，需对机器人做好充分的防护，避免磕碰和擦伤，并尽量折叠机器人降低机器人的重力矩和惯量。条件允许的话可以将机器人运动至打包姿态并拆下放置到原厂打包箱内进行转运操作，打包箱内配有缓冲垫，可以极大程度降低运输过程中的冲击，并保护机器人；
9. 请勿将机器人置于高温高湿的环境，否则可能使机器人无法正常工作；
10. 请勿使用已损坏的机器人；
11. 使用机器人前请确保电柜供电的充分接地和机器人安装底座的充分接地。
12. 本机器人使用时允许的海拔高度为 1000 米以下，如果海拔高度超过 1000 米，请联系埃夫特销售人员。



小心！

1. 机器人程序的编制需要由专业人员进行。对于编制程序出错或者使用者操作不当等造成的人员伤害和设备损伤，埃夫特概不承担责任。
2. 当在机器人系统中加入新的设备时，需要对机器人的各项功能及程序进行系统全面的检查已降低使用风险。



1.3.2 人员安全

在使用机器人时，务必确保操作人员的安全，请仔细阅读本节所列注意事项，并采取妥善的安全措施确保操作人员的安全。



小心！

1. 所有使用 ECR5 机器人系统的操作人员，应通过埃夫特本部或授权的培训机构提供的培训课程接受培训。用户应确保所有操作人员充分掌握机器人操作的所有安全规范，并经过埃夫特认定具备操作资格。
2. 操作人员在操作机器人时应按照安全规范着装，不得穿宽松衣服，不得佩戴项链、首饰等，留有长发的人员应将长发束于脑后，避免缠绕进机械臂造成危险。
3. ECR5 末端配有状态灯带，可显示机器人运行状态，当状态灯带为黄色呼吸时，表明机器人处在非协作模式，此时不可接近机器人；
4. 机器人停在某一位置时，可能是程序设置的等待指令，此时不可接近机器人；
5. 机器人安装位置周边应设置清晰的标识指示机器人正常工作的活动范围，原则上当机器人应用于协作场合时，并开启协作模式时可以不设置围栏，但需经过全面的风险评估；
6. 在紧急情况下机器人断电后可以拆关节端盖以转动关节（详情见 1.7.3 节），在不拆卸端盖的情况下使用较大力也可转动机器人关节，但会对关节造成损伤；

1.4 风险评估

ECR5 协作机器人在使用时，原则上可以不设置外围栏，但必须评估操作及正常运行时的风险，风险评估必须在机器人投入使用前完成，集成商及用户务必全面考虑机器人在实际使用时其整个生命周期内的所有工作任务，来衡量风险等级及可接受程度，评估风险时，可从以下方面开始，但不限于：

1. 末端执行器/工件等尖锐边角对人员造成伤害；
2. 机器人工作空间内障碍物对人员与设备造成伤害；
3. 机器人运行时可能会与人员碰撞造成伤害；
4. 机器人在操作危险物品时可能存在风险；
5. 不同的安全参数设置应用场景中可能存在风险；
6. 末端执行器的安装不可靠存在风险；
7. 机器人与刚性边界/障碍较近时存在风险；

机器人在非协作场合下集成/应用时，可关闭机器人内部安全模式，内部安全设置失效，集成商及用户须考虑额外的安全设备，并评估其安全性风险。

机器人在更改配置及更换末端执行器后，应重新进行风险评估，并在使用前完成评估。



1.5 责任规范

ECR5 协作机器人可以与其他设备、执行器等组成完整的机器人应用，由于应用场景复杂性和多样性，本文档不包含机器人应用系统的设计、安装和操作内容。

完整的机器人应用系统的设计需要遵守相关应用场景的国家及行业规定，并进行充分的风险评估（[见章节 1.4](#)）。

ECR5 的系统集成商应遵守国家相关规定进行应用设计，并完成完整应用系统的风险评估。系统集成商的职责范围包括但不限于：

1. 完整应用系统的充分的风险评估；
2. 明确使用说明；
3. 确保机器人应用系统设备设计和安装的准确性；
4. 确保软件系统的可靠性，确保用户不会对重要的安全配置进行更改；
5. 对用户进行充分的操作培训；
6. 尽最大可能降低应用系统的风险；
7. 将潜在风险传达给用户；
8. 在机器人及附属设备上标明集成商相关标志和通讯信息；
9. 收集并存档所有技术文档，包括风险评估和本手册；

本手册中所包含的任何安全信息都不得视为埃夫特智能装备股份有限公司的保证，即使遵守手册规定的所有安全说明，依然有可能引起伤害或损坏。

1.6 应用场景

ECR5 为工业机器人，拟应用于工业场景，可配合相应的末端执行器进行搬运、上下料等通用工作。此外，本机器人具有协作特性，配置了一系列协作安全功能，可在人机协作的工况下使用，但须进行风险评估（[见章节 1.4](#)），以评估机器人工作时可能对人员及设备造成伤害的风险是否在可接受范围内。

ECR5 应用于一般的工业场景，切勿将机器人应用于与拟定应用相违背的场景，禁止的应用场景包括但不限于如下几点：

1. 存在爆炸风险的场景；
2. 涉及人员及动物生命的场景，如医疗；
3. 超出规格使用的场景；
4. 违反所在地规定条文的应用场景；
5. 涉及公众安全的场景；
6. 车辆、船舶等振动不可控的场景；
7. 应用于行走、攀爬工具的场景；



1.7 紧急停止及紧急情况处置

本机器人急停方式采用**停机类型 0**（见附录 B）。

紧急停止设备用于紧急情况下停止机器人的运行，不可作为降低风险的措施，可作为次级保护设备（参考 IEC 60204-1 和 ISO 13850）。

1.7.1 紧急停止装置

机器人控制柜与示教器上均有一个紧急停止装置，即急停按钮。如需增加紧急停止装置，需符合 IEC 60947-5-5 的要求，并纳入风险评估。



警告！

当机器人附带额外的设备及末端执行器时，如存在潜在风险，须接入急停回路中。

1.7.2 从紧急状态恢复正常

一般的急停装置，可通过旋转按钮释放按压状态，使机器人恢复正常状态。



危险！

此步骤简单但是至关重要，操作前务必确保危险性完全得到排除。

1.7.3 断电强制移动

紧急情况下，可通过使用较大推力或拉力使机器人关节转动。



警告！

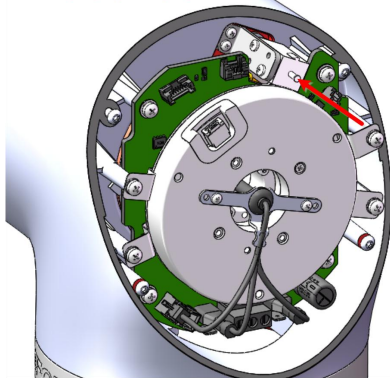
该情况仅应用于紧急场合，可能会对设备造成损害。

1.7.4 断电松刹车

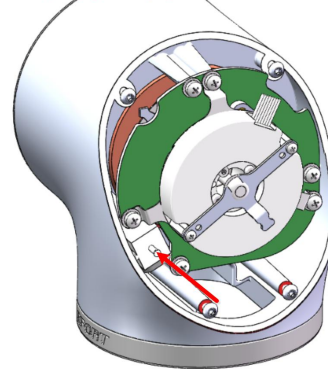
断电并且紧急情况下，可拆卸机器人关节端盖，如图箭头方向所示推动推杆，可以释放当前关节刹车。



J1~J3关节松刹车示意



J4~J6关节松刹车示意



危险！

仅用于紧急场合，操作前务必确保各即将松开刹车的臂杆受到可靠支撑，请充分考虑臂杆及负载的重力，否则可能导致臂杆受重力快速转动，对设备及人员造成伤害。



第 2 章：系统组成

2.1 简介

一套完整的 ECR5 机器人系统包含机器人本体、控制柜和示教器，如下图所示，各组成部分之间通过相应线缆连接，实现通讯、供电等功能。

机器人

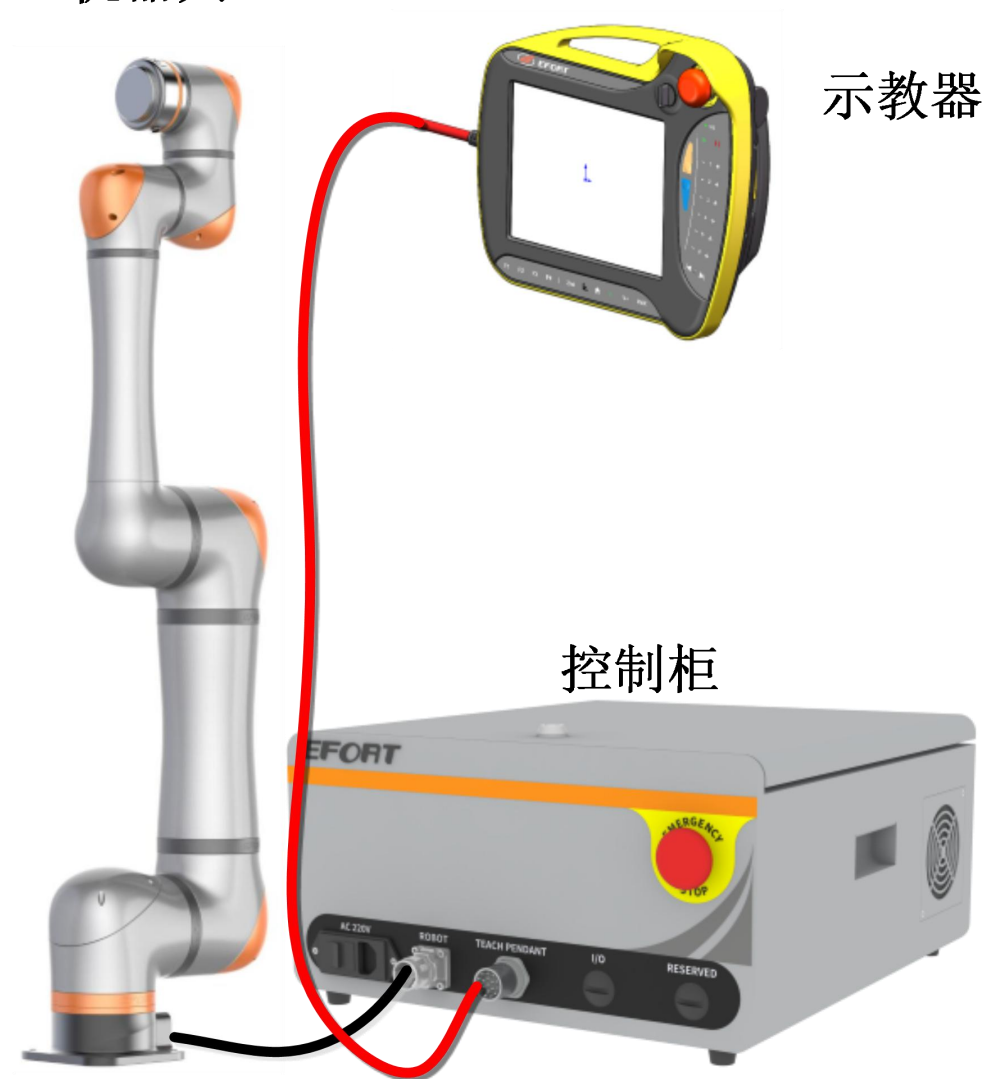


图 2.1 ECR5 机器人系统组成



2.2 机器人本体

机器人本体由 6 个模块化关节，2 个臂杆，1 个底座和 1 个工具端法兰组成。各关节独立运动，提供机器人的 6 个自由度；底座用于固定连接机器人；工具法兰用于安装末端执行器，同时提供 I/O 与通讯接口。

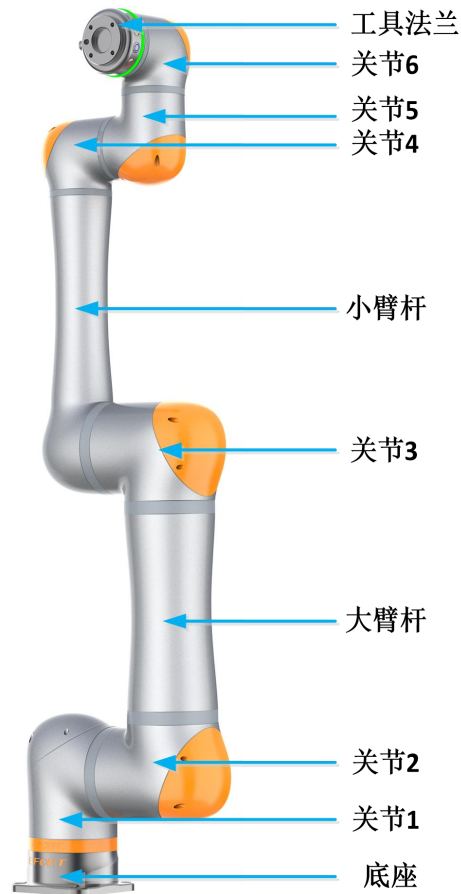


图 2.2 ECR5-机械系统

2.2.1 工具法兰

工具法兰上配备有 4 个快捷操作按钮，功能如下：

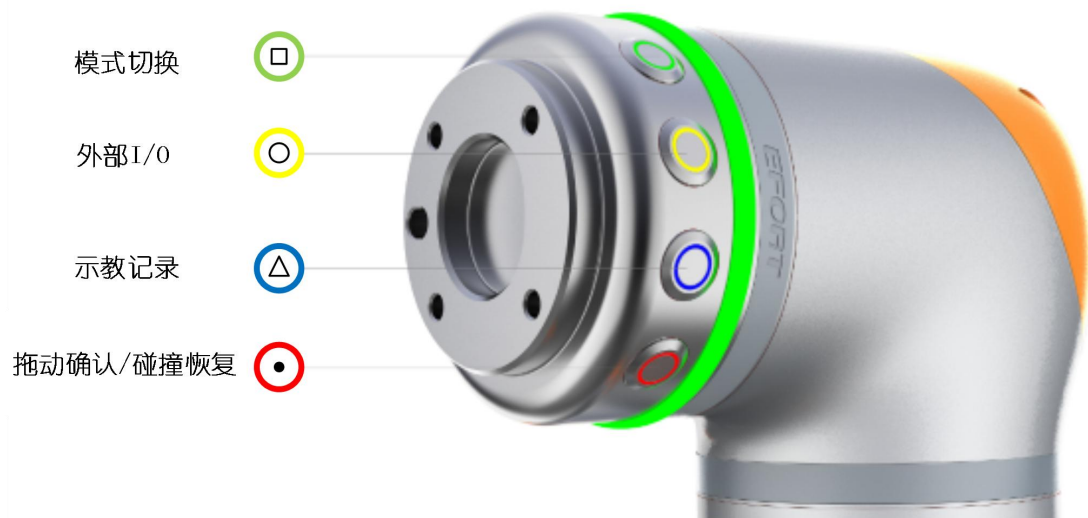


图 2.3 工具法兰操作按钮图示

模式切换：单击此按钮用于切换机器人的操作模式。正常模式（熄灭）；点位拖动示教模式（闪烁），路径拖动示教模式（常亮）

外部 I/O：单击此按钮用于控制末端法兰 IO 输出的开关。关（熄灭）；开（常亮）

示教记录：在点位拖动示教模式下，按下此按钮，机器人会记录下当前的位置点。在路径拖动示教模式下，按下此按钮，灯亮起，此时机器人将开启轨迹记录功能，当此按钮再次被按下时，蓝灯熄灭，此时控制器将停止轨迹的记录工作，并生成一个可执行的轨迹文件。在正常模式下，此按钮不起作用，将一直处于熄灭状态。

拖动确认/碰撞恢复：在点位拖动示教模式或路径拖动示教模式下，当此按钮被按下时，红灯亮起，此时机器人可以被拖动。当按钮被松开时，红灯熄灭。此时机器人将不允许被用户拖动。在正常模式下，若机器人发生碰撞并停下来，此灯将亮起。此时按下此按钮可清除报警，并在 5 秒之后恢复机器人的运动。

工具法兰上配备有 1 个环形状态灯，其状态说明如下：

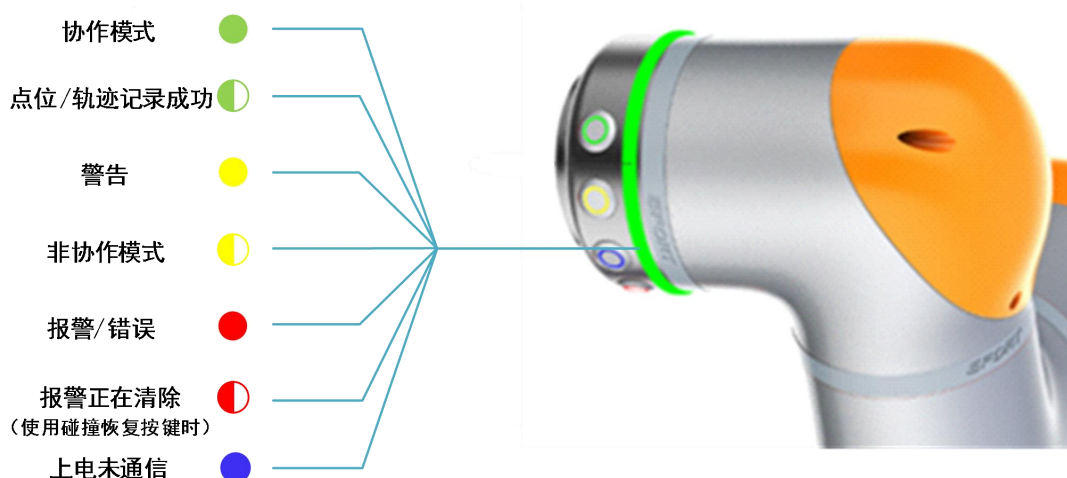


图 2.4 工具法兰环形状态灯



绿色（常亮）：当机器人处于协作模式正常运行时，环形状态灯为绿色常亮；
绿色（呼吸）：当进行拖动示教操作时，在记录点或轨迹成功时，环形状态灯为绿色闪烁，持续时间 3 秒；
黄色（常亮）：当机器人处于警告状态时，环形状态灯为黄色常亮，此时操作人员应查看并处理警告信息；
黄色（呼吸）：当机器人处于非协作模式正常运行时，环形状态灯为黄色呼吸，此时操作人员不可进入协作机器人的工作区域；
红色（常亮）：当机器人处于报警或错误状态时，环形状态灯为红色常亮，此时操作人员需排查并清除报警；
红色（呼吸）：当机器人发生碰撞停机时，在使用碰撞恢复按键时，环形状态灯为红色呼吸，持续 5 秒，此时操作人员需远离机器人，之后机器人逐渐恢复正常运行；
蓝色（呼吸）：一般为机器人刚上电期间状态，表示机器人上电成功，但未建立通讯，与控制器建立通讯后，状态变为黄色呼吸状态。

2.3 控制柜

控制柜是 ECR5 机器人的控制中心，其内部含有控制器、通用 IO 接口板、开关电源和安全防护元件等。控制柜由电压为 127V-240V，频率为 50Hz-60Hz 的交流电供电，其内部的开关电源为控制柜内负载和机器人供电。所以使用前必须检查机器人和示教器与控制柜之间的连线是否牢靠。

控制柜的控制面板和示教器上都有急停开关，用户可以在最短时间内停止机器人运动并切断机器人电源，保护人员和设备的安全。

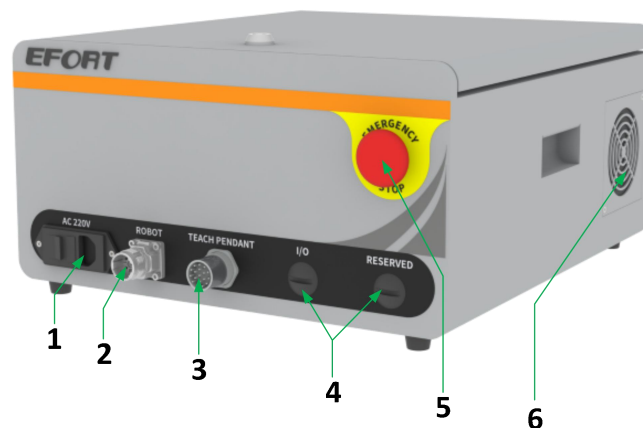


图 2.5 控制柜组成



序号	名称	描述
1	电源开关	总电源开关，打开给机器人系统供电
2	本体供电接口	通过线缆给ECR5机器人本体供电
3	示教器接口	通过线缆给示教器供电和通讯
4	备用扩展IO线缆接口	预留扩展IO的外部接线
5	面板急停按钮	用于控制机器人处于急停状态
6	散热风扇	用于电柜热量散发

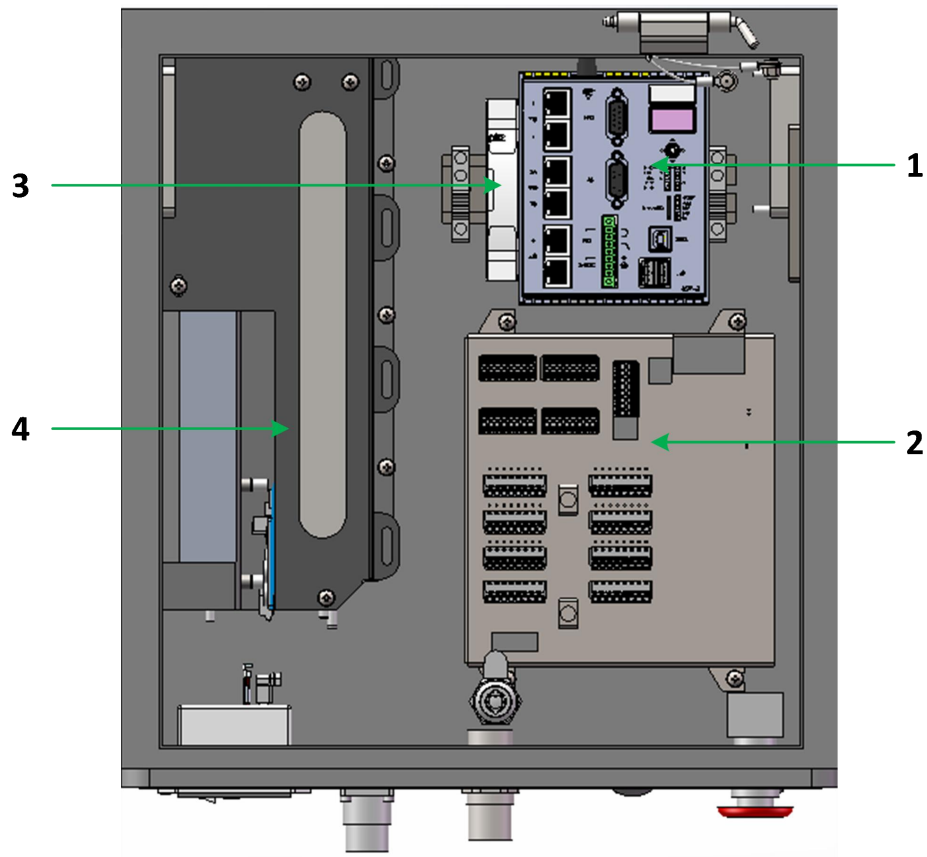


图 2.6 控制柜内布局

序号	名称	描述
1	控制器	机器人控制模块
2	柜内IO接口板	预留IO扩展接口
3	安全继电器	保护机器人本体及电柜安全
4	24V/48V电源模块	本体及控制器供电电源



2.4 示教器



图 2.7 示教器

序号	名称	描述
1	薄膜面板3	公司LOGO彩绘
2	触摸屏	8寸电阻式触摸屏
3	液晶屏	8寸TFT液晶屏，分辨率1024*768
4	薄膜面板2	含有10颗按键
5	急停开关	双回路急停开关
6	模式旋钮	三段式模式旋钮
7	薄膜面板1	含有18颗按键和1颗红黄绿三色LED

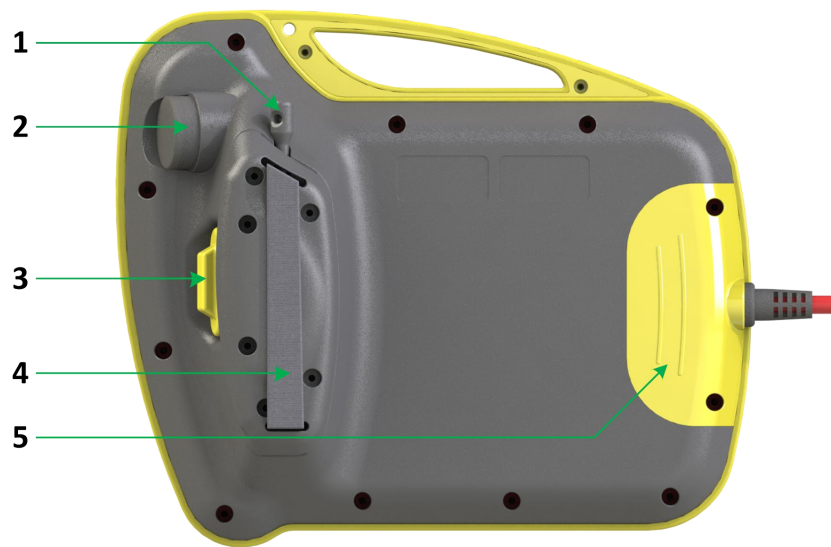


图 2.8 示教器

序号	名称	描述
1	触摸笔	用于操作触摸屏
2	USB防护盖	揭开后，可以在此处插入USB设备
3	使能开关	双回路使能开关
4	手带	防止示教器在使用中脱手
5	出线盖板	安装线束时，需要打开此盖板



第 3 章：接口与安装

3.1 简介

机器人安装时，需充分考虑到机器人的工作空间（SR 928mm），合理布局机器人才能最大化应用其工作空间，特别地，布置机器人时应当注意不要让末端工具接近机器人底座正上方和正下方的 R 147mm 的圆柱空间，因为将导致工具端速度过慢和关节速度过快的问题，机器人的工作空间如图 3.1 所示：

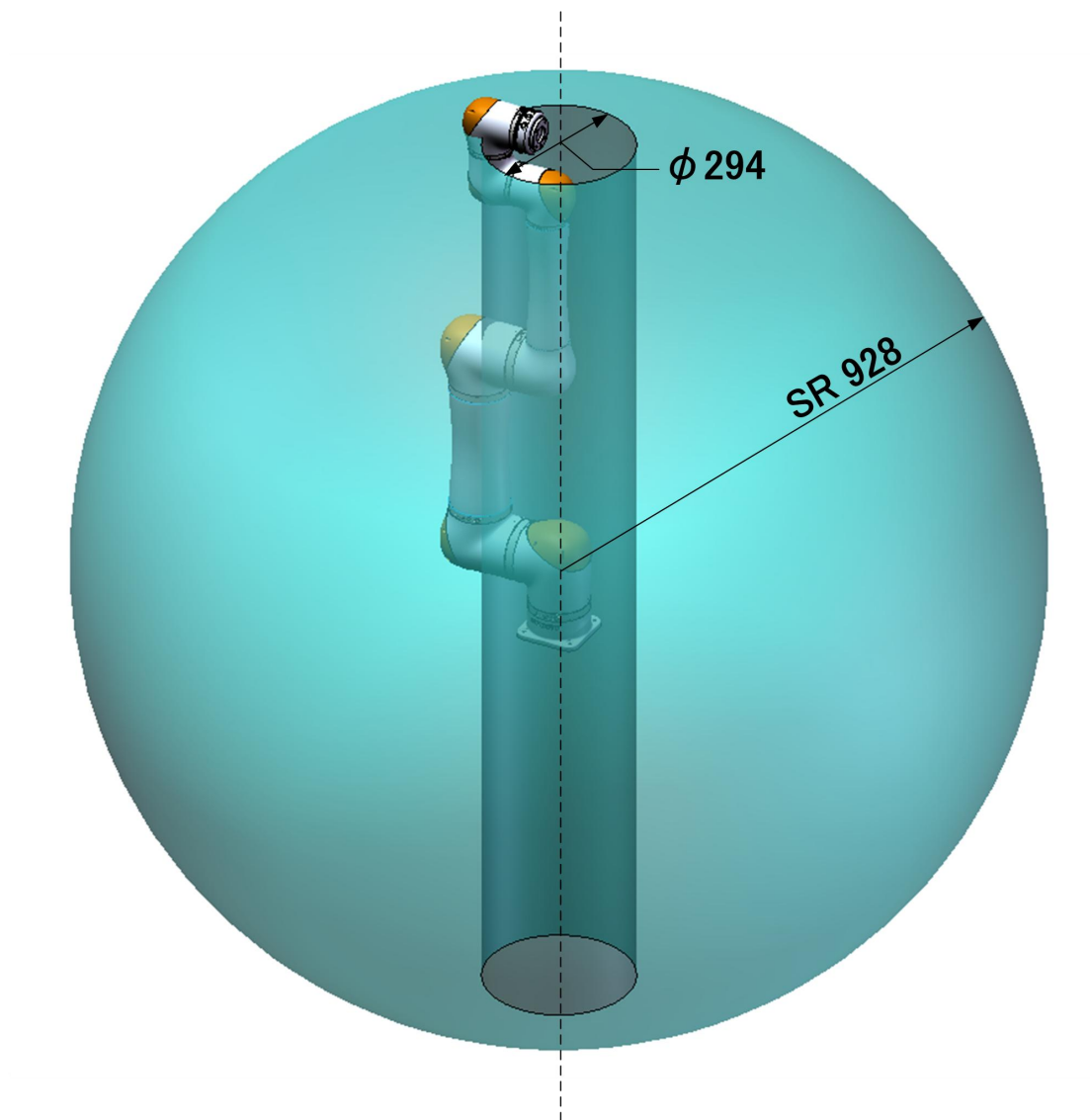


图 3.1 ECR5 最大工作空间，单位 mm



危险!

机器人安装务必安装牢固可靠，安装松动将会导致危险!



小心!

请将机器人安装在合适的 IP 等级环境中，不得将机器人、示教器、控制柜等安装在超出产品标明的 IP 等级环境中运行，否则可能会对机器人及操作人员产生伤害!

ECR5 机器人理论杆长如图 3.2 所示:

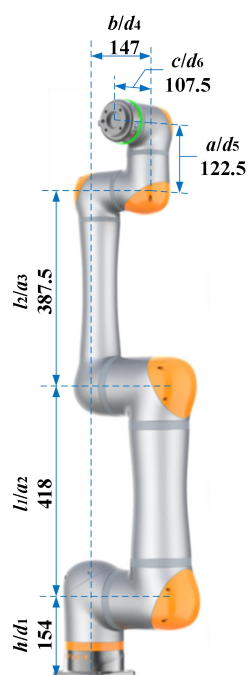


图 3.2 ECR5 杆长参数，单位 mm

ECR5 协作机器人可以以多种姿态进行安装，例如立装、倒装、壁装、倾斜装等，如图 3.3 所示:



图 3.3 ECR5 允许的安装姿态



警告！

若需要调整机器人的安装姿态，需要重新进行风险评估！

3.2 机械接口

3.2.1 底座安装尺寸

ECR5 底座上有 4 个 $\phi 9$ 的通孔，均布在 $\phi 140$ 的分度圆上，用于配合 4 个 M8 螺钉连接机器人至机座上，此外 ECR5 底座上还加工有 1 个 $\phi 6$ 定位销孔和 1 个 6×8 定位槽孔，建议安装时用这两处特征进行准确定位，具体尺寸如图 3.4 所示：

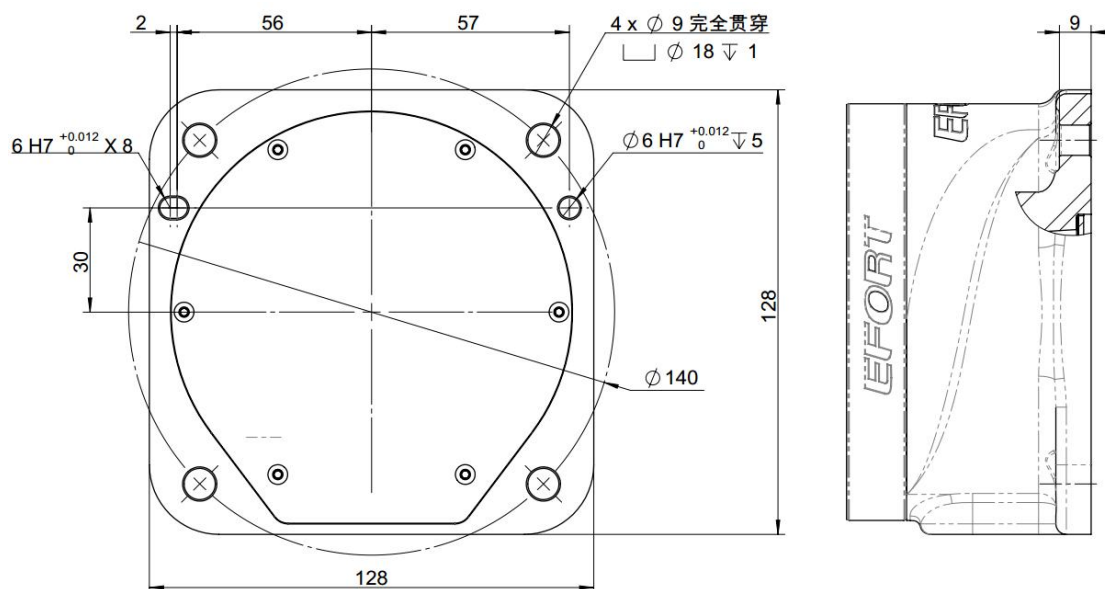


图 3.4 ECR5 底座安装尺寸，单位 mm



3.2.2 控制柜安装尺寸

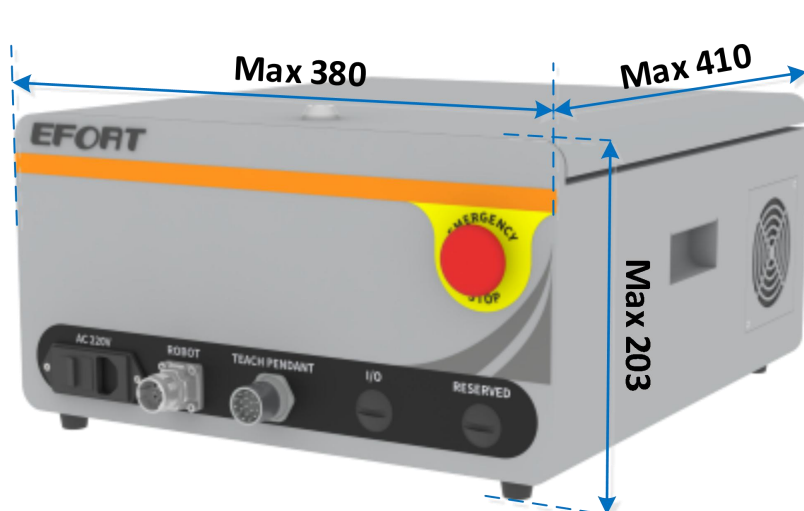


图 3.5 ECR5 控制柜尺寸，单位 mm

控制柜所需最小安装空间为 380 mm×410 mm×203 mm，如图所示。

3.2.3 末端执行器安装尺寸

末端执行器可以通过 4 个 M6 螺钉安装于 ECR5 工具法兰上，ECR5 工具法兰的详细机械接口如图所示，建议对于安装精度较高的工具，配合 $\phi 6$ 的销钉进行安装，并配合止口 $\phi 31.5$ 和 $\phi 63$ 进行装配。

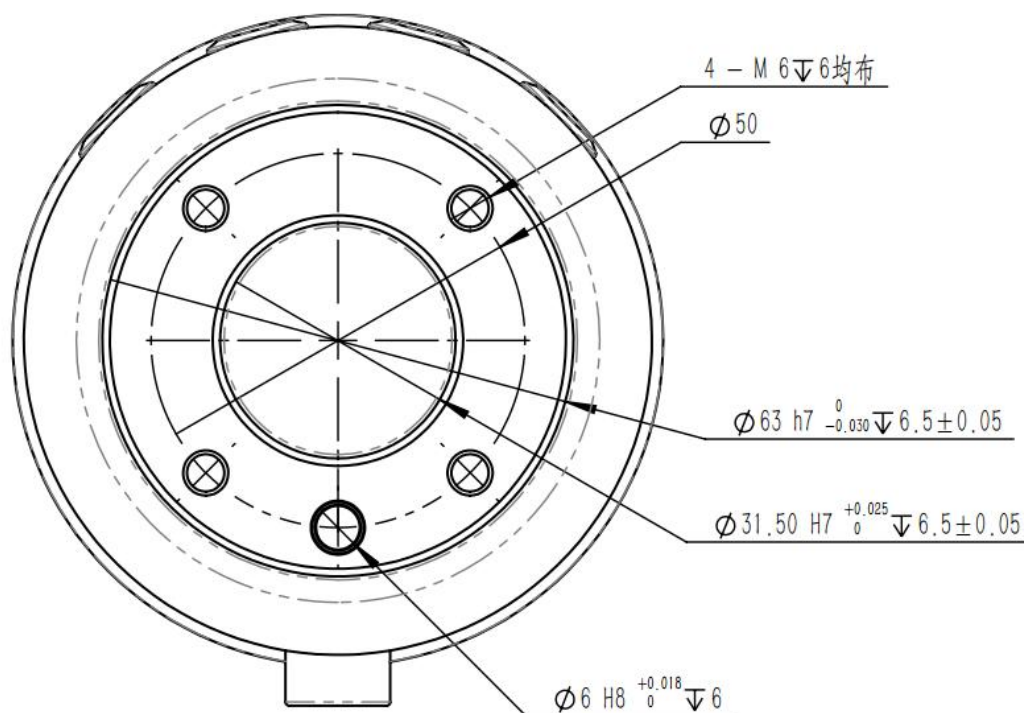


图 3.6 ECR5 工具法兰安装尺寸，单位 mm



危险！

机器人末端执行器的安装务必安装牢固可靠，安装松动将会导致危险！



警告！

当更换末端执行器时，需要重新进行风险评估！



3.3 电气接口

3.3.1 控制柜电气接口

3.3.1.1 电源接口

本控制柜使用 AC220V 市电，要求供电的断路器大小为 8A 及以上，本控制柜的电源接口采用通断开关、熔断丝、滤波器三合一结构，接入主电源时和排除控制柜故障时予以注意。

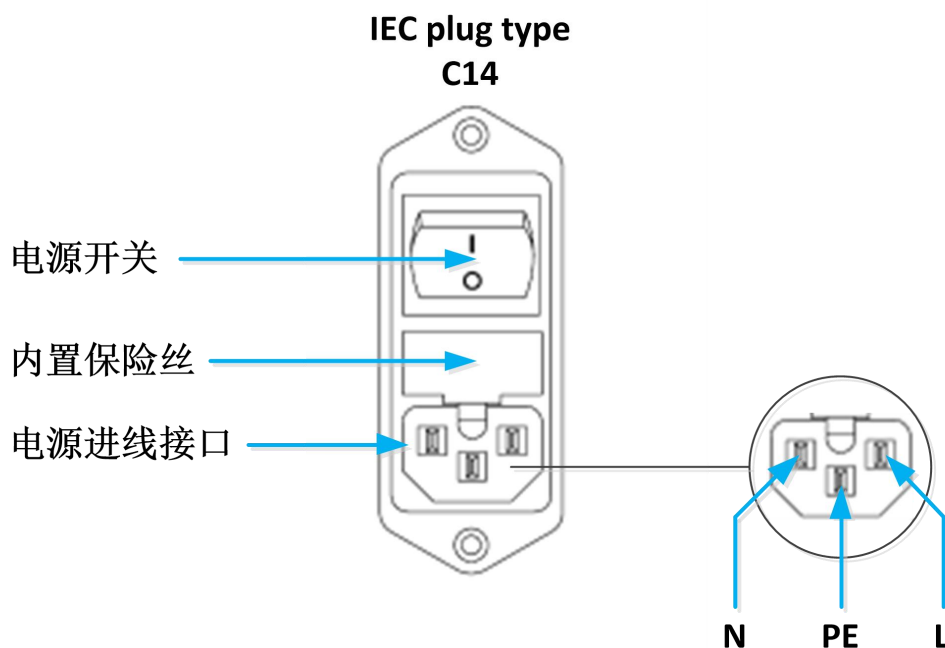


图 3.7 控制柜电源接口

当接入主电源后无反应时注意检查内置保险丝是否有烧坏情况，请在断电情况下使用一字螺丝刀去除保险丝放置盒，然后更换保险丝。保险丝限制电流 8A，保险丝规格为普通 $\phi 5 \times 20\text{mm}$ 玻璃保险丝。



警告！

检查及更换保险丝务必在断电情况下进行。

- 输入电源线
- 市电保险丝



建议对机器人应用中的所有设备的电源安装电源开关，以便于在维修时上锁挂牌。电气规范如下表所示。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压 (交流)	-	220	-	V
外部市电保险丝	-	8	-	A
输入频率	-	50	-	Hz
额定工作功率	-	-	1200	W



危险！

1. 确保机器人以正确的方式接地（电气接地）。请使用未用的且与控制箱内接地标志相连的插销来为系统内的所有设备建立通用接地。接地连接器应至少有该系统内最高电流的额定电流。
2. 确保控制箱的输入电源受到剩余电流断路器(RCD)和正确的保险丝保护。
3. 确保所有的电缆在控制箱通电前都正确连接。务必使用原装电源线。



小心！

1. 切勿在机器人手臂开启时断开机器人电缆。
2. 切勿延长或改装原装电缆。

3.3.1.2 I/O 接口板

ECR5 机器人标准控制柜提供了多种电气接口，用来连接外部设备及工具端，用户可方便地使用这些接口。

控制柜的电气接口主要分为：安全 I/O、通用 I/O 和末端工具 I/O。控制柜上共有 16 个通用数字输入接口、16 个通用数字输出接口、4 对模拟输入接口、4 对模拟输出接口，模拟 IO 可以通过软件设置其工作于电压模式或电流模式状态。

您可以使用控制箱内的 I/O 来控制各种设备，包括继电器、PLC 和紧急停止按钮。下图显示了控制箱内部扩展 I/O 接口板各端子位置及功能定义：

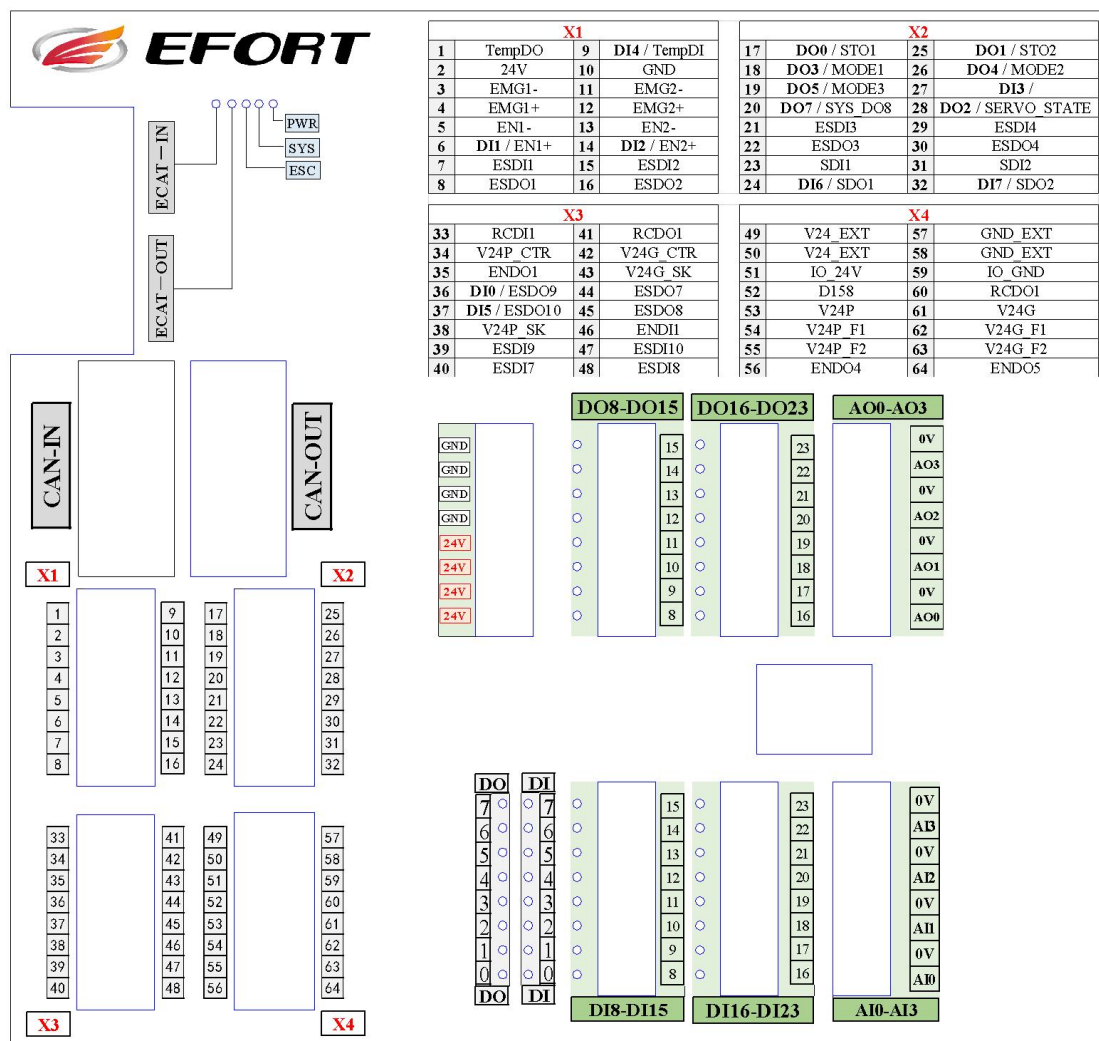


图 3.8 I/O 板布局

供电方式

本节主要介绍通用 IO 可以选择的供电方式：1、内部自供电，2、外部电源供电。

电源接口的连接器为图 3.8I/O 板布局中 X4 端子，具体供电介绍见下文。



默认配置为使用内部电源(参见下图)。

X4					
V24_EXT	49	■	■	57	GND_EXT
V24_EXT	50	■	■	58	GND_EXT
IO_24V	51	■	■	59	IO_GND
DI58	52	■	■	60	RCD01
V24P	53	■	■	61	V24G
V24P_F1	54	■	■	62	V24G_F1
V24P_F2	55	■	■	63	IO_GND
END04	56	■	■	64	END05

图 3.9 内部电源默认接线

注意：如果需要更大的电流，可如下图所示连接外部电源。步骤如下：

- ① 拔掉 51 与 52 之间的短接条
- ② 将外部 24V+接到 51；外部 24V-接到 59。

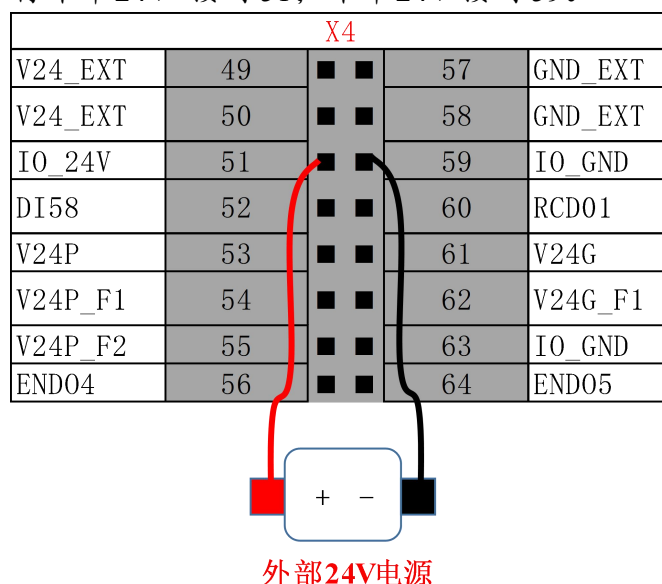


图 3.10 外部电源接线图

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
内置24V电源 [PWR - GND]	电压	23	24	25	V
	电流	0	-	4	A
外部24V输入要求 [24V - 0V]	电压	20	24	29	V
	电流	0	-	8	A

1) 安全 I/O

本节介绍了专用安全输入。所有安全 I/O 成对存在（冗余），必须保留成两个独立的分支。单一故障不会导致丧失安全功能。在使用时，安全装置及设备必须按照安全说明安装，并经过全面的风险评估后，方可使用。



警告！

1. 请勿将安全信号连接到安全等级不合适的非安全型 PLC。
2. 务必将安全接口信号与普通 I/O 接口信号分开。
3. 机器人使用前，务必检查安全功能，必须定期测试安全功能。



控制柜通用 I/O 接口面板上，X1 端子为外部接口，其中功能定义如下：

X1					
1	TempDO	制动电路24V信号	9	DI4/TempDI	制动电阻/变压器高温
2	24V	TPU 24V+	10	GND	TPU 24V-
3	EMG1-	TPU急停输入1	11	EMG2-	TPU急停输入2
4	EMG1+	TPU急停输出1	12	EMG2+	TPU急停输出2
5	EN1-	TPU手压输入1	13	EN2-	TPU手压输入2
6	DI1/EN1+	TPU手压输出1	14	DI2/EN2+	TPU手压输出2
7	ESDI1	面板急停输出1	15	ESDI2	面板急停输出2
8	ESDO1	面板急停输入1	16	ESDO2	面板急停输入2

外部电源的电气规范如下图所示。

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
外部24V输出 [24V - 0V]	电压	-	24	-	V
[24V - 0V]	电流	-	-	1.8	A

X2 端子中 2、3、4、5、10、11、12、13 端口为安全 IO 接口，分别外部预留紧急停止和保护性停止接口。

默认安全配置

出厂的机器人均进行了默认安全配置，如下图所示，机器人可以在不添加附加安全设备的情况下安全的使用。

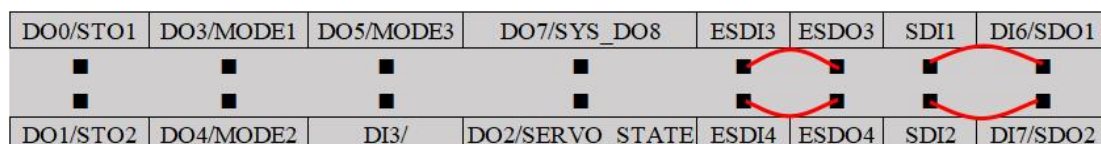


图 3.11 安全配置 X2 端子默认接线图

外部紧急停止输入（X2 端子）

需要使用一个或多个额外的紧急停止按钮时，用户可参考如下示例连接紧急停止按钮。

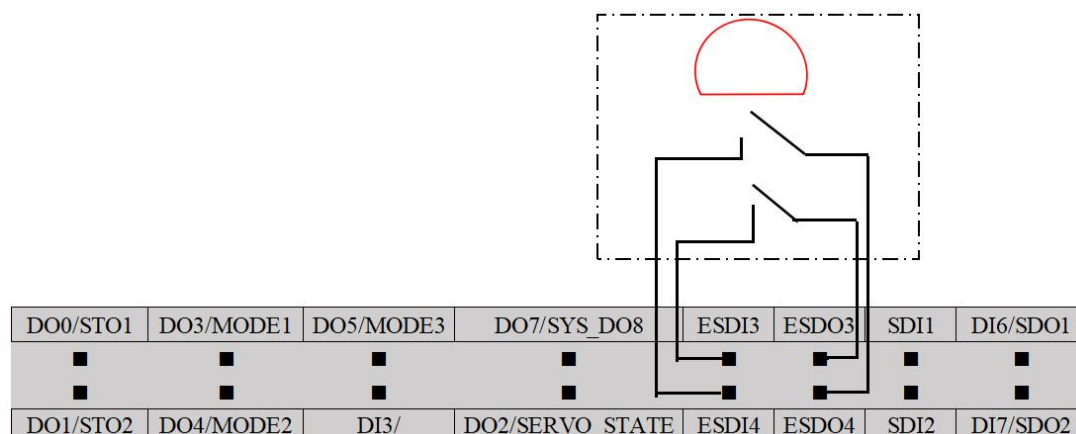


图3.12 外部急停接线图

防护性停止输入（X2 端子）

用户可通过此接口，连接外部安全设备（如安全光幕、安全激光扫描仪等），控制机械臂进入防护停止状态,停止运动。在配置可自动重置的防护停止时，用户可参考如下示例，使用安全门连接至防护停止输入接口。请参见下图。

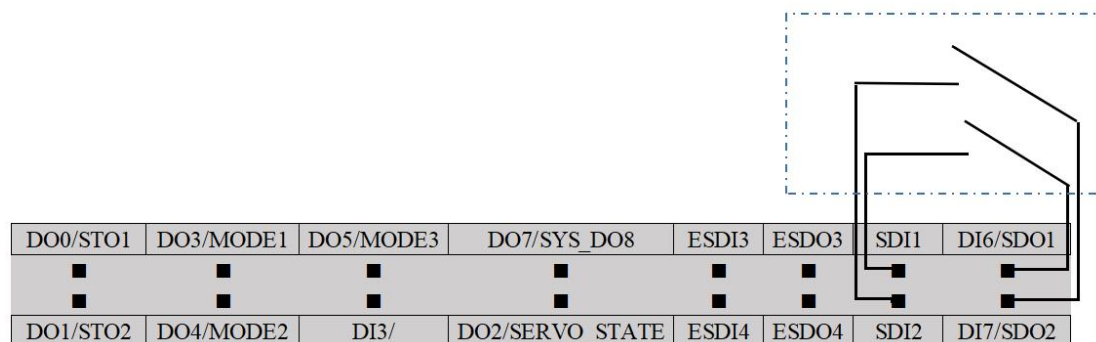


图 3.13 外部防护性停止接线图

2) 通用数字 I/O

本节介绍了通用 24V I/O 的使用方式和相关电气参数，

通用 I/O 可用于直接驱动气动继电器等设备，或用于与其他 PLC 系统通信。下面的章节举了几个例子。这些示例使用的是常规数字输出。

数字 I/O 的构建遵循 IEC 61131-2。电气规范如下所示。

名称	数字输出(DO)		
输出电流	最小值0	典型值0.5A	最大值0.7A
输出类型	PNP		
电压降	最小值0	-	最大值0.67V
输入名称	数字输入(DI)		
输入低电平范围	-3~5V		
输入高电平范围	11~30V		
额定输入电流	2.32mA		
输出类型	PNP		
IEC 61131-2	Type3		



由数字输出控制的负载，本例说明了当负载连接时，如何由数字输出进行控制。

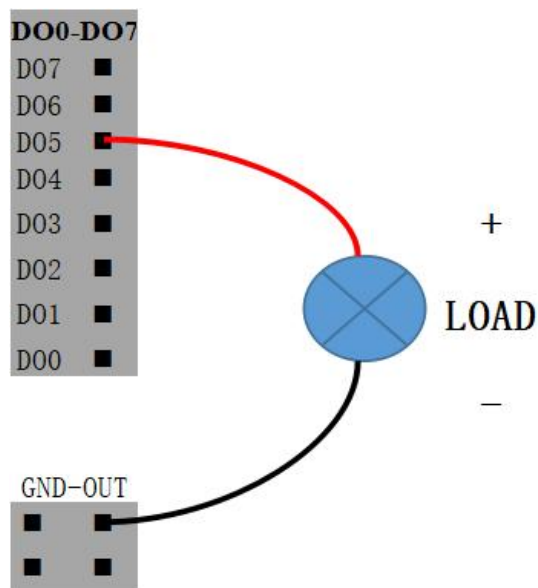


图 3.14 负载数字连接示例

从按钮进行的数字输入，本例说明了简单按钮与数字输入的连接方式。

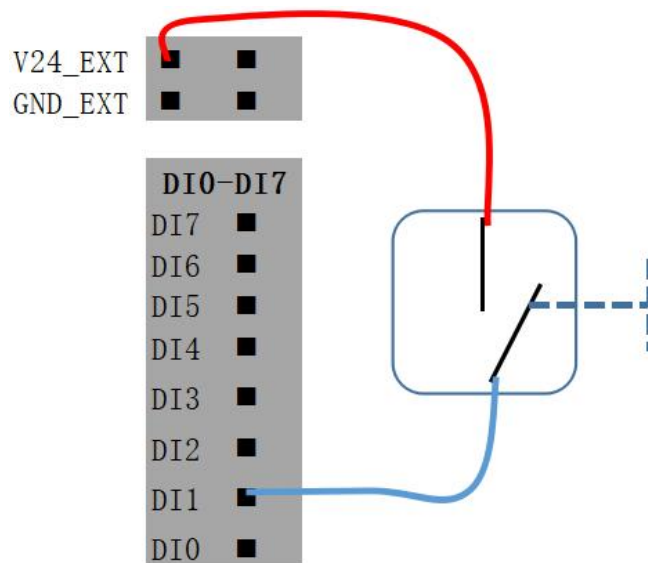


图 3.15 按钮数字连接示例



3) 模拟 I/O

模拟I/O 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)。为获得最高准确度，建议遵循以下说明：

- 设备和控制箱使用相同的接地端(0V)。模拟I/O 没有与控制箱作电位隔离。
- 使用屏蔽电缆或双绞线。将屏蔽线与电源端子处的接地端子相连。
- 使用在电流模式下工作的设备。电流信号的敏感度低于接口。

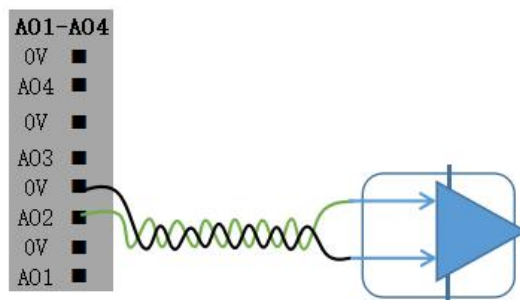
可以在图形用户界面选择输入模式。电气规范如下所示。

名称	模拟输入(AI)
分辨率	12位
电压输入	0~10V
精度	0.20%
电压输入阻抗	10.07M Ω
电流输入	0~20mA
精度	0.20%
电流输入阻抗	251.2 Ω

使用模拟输出电气规范如下所示。

名称	模拟输出(AO)
DA分辨率	12位
电压输出	0~10V
电压输出负载电阻	$\geq 1k\Omega$
电压输出阻抗	2k Ω
电压输出精度	0.2%
电流输出	0~20mA
电流输出负载电阻	$\leq 1k\Omega$
电流输出阻抗	∞
电流输出精度	0.20%

本例说明了如何利用模拟信号控制外围设备。



The diagram shows a vertical strip of eight AI modules labeled AI1 through AI4, with 0V labels in between. A green wire connects the AI2 module to the non-inverting input of a blue op-amp. A black wire connects the AI4 module to the inverting input of the op-amp. The op-amp is represented by a blue triangle with a circle around it. The output of the op-amp is shown as a blue line on the right.

32



3.3.3 工具法兰电气接口

ECR5 工具法兰配备有通讯、I/O 及供电接口如下：

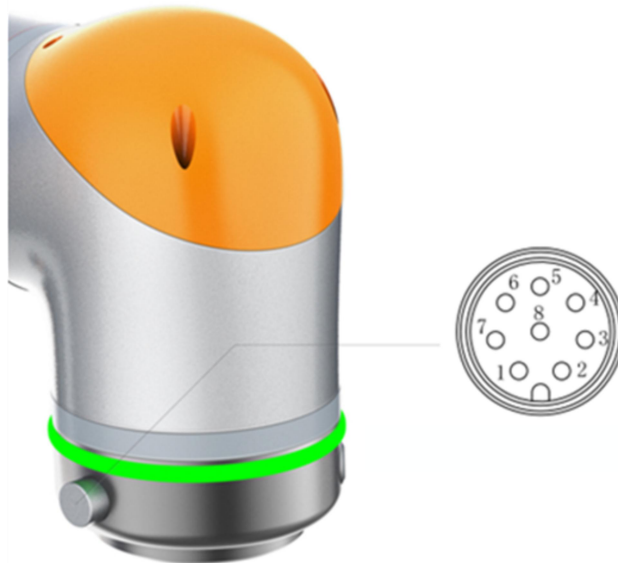


图 3.19 工具法兰电气接口示意

ECR5 工具法兰电气接口数量、规格及引脚定义如下：

功能	数量, 参数	引脚定义
数字输出	2, 600mA	PIN3、PIN4
模拟输入	2, 4-20mA/0-24V	PIN7、PIN8
供电输出	DC12V/24V,1A	PIN2 (GND) 、PIN1 (12V/24V)
数字输入	2, 0-24V	PIN5、PIN6



警告！

请使用机器人装箱配件提供的连接器，如自行适配，请选择合适的连接器，否则可能造成设备损坏！



警告！

请严格按照引脚定义接线，否则可能造成设备损坏及人员伤害！

在图形用户界面的 I/O 选项卡中，将内部电源设为 0V、12V 或 24V。电气规范如下所示：

参数	最小值	典型值	最大值	单位
24V模式下的电源电压	—	24	—	V
12V模式下的电源电压	—	12	—	V



两种模式下的电源电流*	—	—	1000	mA
-------------	---	---	------	----

* 强烈推荐为电感性负载使用保护二极管

工具数字输出

数字输出以 NPN 的形式实现。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）。电气规范如下所示：

参数	最小值	典型值	最大值	单位
开路时电压	0	-	电源电压	V
输入1A电流时电压	-	2.6	-	V
输入电流	0	-	600	mA
通过GND的电流	0	-	600	mA



小心！

当更换末端执行器时，需要重新进行风险评估！

本例说明如何打开使用内部 12V 或 24V 电源的负载。必须定义 I/O 选项卡的输出电压。即使负载已关闭，电源接头和防护罩/地面之间仍存在电压。

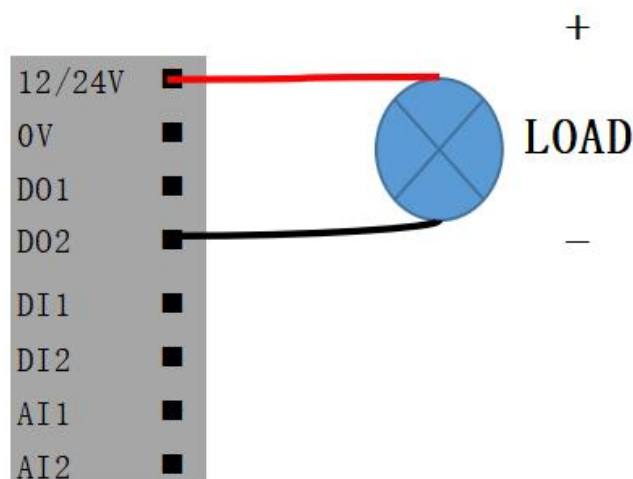


图3.20 工具输出负载接线示意

工具数字输入端

数字输入配有上拉电阻，这意味着浮置输入的读数始终为高。电气规范如下所示。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
----	-----	-----	-----	----



输入电压	-0.5	-	24	V
逻辑低电压	-	2.1	-	V
逻辑高电压	-	4.1	-	V
输入电阻	-	106K	-	Ω

使用工具数字输入，本例说明了如何连接一个简单的按钮。

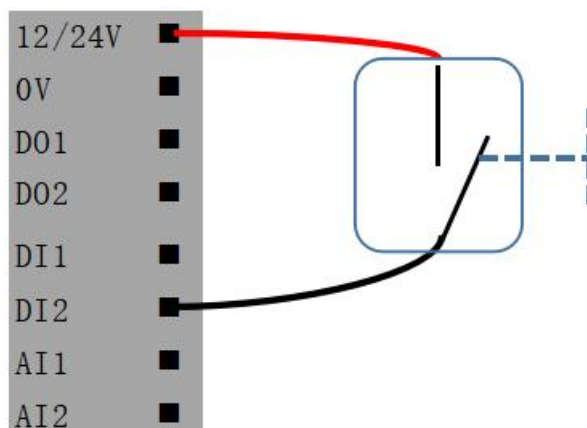


图 3.21 工具数字输入接线示意

工具模拟输入

末端工具模拟输入为非差分输入，可在示教器上配置为电压(0-24V) 或电流(4-20mA)。电气规范如下所示。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电压模式下输入电压	0	-	24	V
0V-24V电压范围内的输入电阻	-	11.5K	-	Ω
电流模式下输入电流	4	-	20	mA
电流模式下输入电压	0.8	-	4	V
4mA-20mA电流范围内的输入电阻	-	200	-	Ω

下面的小节中举出了关于如何使用模拟输入的示例。



小心！

1. 在电流模式下，模拟输入没有提供过电压保护。超过电气规范中的极限可能导致输入端永久损坏。



本例显示了带有非差分输出的模拟传感器连接。模拟输入的输入模式设置可设置为电流模式或电压模式。出厂默认模式为电压输入模式。



注意：

可以检查并确保带有电压输出端的传感器可以驱动工具的内部电阻，否则测量值可能无效。

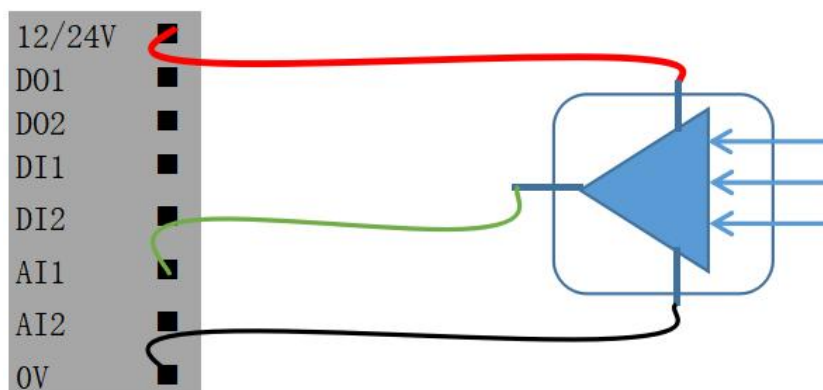


图 3.22 工具模拟输入接线示意



第 4 章：运输

4.1 吊装与搬运

ECR5 在吊装时应注意将各关节固定牢靠，避免吊装过程中的磕碰、刮擦等，吊装时应避免缆绳和机器人本体直接接触，可用纸、胶垫等将本体与缆绳隔离开，以免对外观造成损害。

ECR5 本体质量较轻，在没有相应吊装设备时可以人工搬运，搬运时应轻拿轻放，防止磕碰，将机器人轻放在安装底座上，应扶稳机器人本体，待底座安装螺钉拧紧后松开机器人本体。

ECR5 进行长距离运输时推荐使用原装包装箱。原装包装箱具有充分的防护功能，可有效抑制运输过程中的振动，减少长途运输对机器人造成损害。



小心！

机器人在长途运输时，务必考虑振动抑制，否则可能会对机器人本体产生损害！



第 5 章：检修与维护

5.1 维护维修

为了使机器人能够长期保持较高的性能，必须进行维修检查。

ECR5 协作机器人的维修与维护，必须严格执行本手册中的所有安全规定。

ECR5 的维修工作须由埃夫特授权的集成商及本部售后团队进行，切勿私自维修或交由未授权维修单位或个人维修。

5.1.1 定期检修

5.1.1.1 季度检查

序号	检查项目	检查点
1	控制单元电缆	检查示教器电缆是否存在不恰当扭曲
2	控制单元的通风单元	如果通风单元脏了，切断电源，清理通风单元
3	机械单元中的电缆	检查机械单元插座是否损坏，弯曲是否异常，检查机器人本体到控制柜线缆连接器连接是否可靠
4	各部件的清洁和检修	检查部件是否存在问题，并处理

5.1.1.2 年度检查

序号	检查项目	检查点
1	各部件的清洁和检修	检查部件是否存在问题，并处理
2	外部主要螺钉的紧固	上紧末端执行器螺钉、外部主要螺钉

5.1.2 关节滑移补偿

ECR5 具有关节滑移补偿功能，当机器人长期处于振动环境中，在充分进行定期检修后，同样需要机器人进行关节滑移补偿，关节滑移补偿功能是机器人本体对关节精度的校准操作，可保证机器人在长期运行过程中的重复精度（参考《ECR5 机器人用户手册——示教器系统篇》安装设置选项卡/通用/关节滑移补偿功能）。



警告！

自维护功能的使用，请按照用户手册使用，否则可能造成设备严重损坏或人员伤害！



5.2 废弃处置



小心！

请勿将控制装置的基板、组件等分解后再废弃。
破裂或切口等尖锐部分及电线等可能会造成伤害。



小心！

电缆线、外部接线从连接器、接线盒拆除后，请勿作进一步分解再废弃。否则可能因导体等导致伤害。



小心！

进行废弃作业时，请充分注意不要被夹伤、受伤。



小心！

废弃品应在安全状态下废弃。



第 6 章：质保

6.1 产品质量保证

埃夫特智能装备股份有限公司（下称“埃夫特”）为 ECR5 型协作机器人提供 12 个月的有效保修期。

ECR5 在正式投入使用后的 12 个月内（如包含运输时间则最长不超过 15 个月），出现由于机器人制造或/和材料不良导致的故障/缺陷，埃夫特应向用户（客户）提供必要的备件或维修相应部件。

如产品已超出有效保修期，埃夫特保留向用户（客户）收取更换或维修费用的权利。

在保修期外，如果设备出现故障/缺陷，埃夫特不承担由此引起的任何损害或损失，例如生产损失或对其他生产设备造成的损坏。

6.2 免责声明

“产品质量保证”的前提是正确适当的使用机器人的情况，若由非正常操作或处理不当造成的设备缺陷，则质量保证失效。

以下情况导致的机器人故障与缺陷不包含在本保修范围内：

1. 安装使用不符合工业标准的其它控制设备；
2. 未按照用户手册安装、连接其它控制设备；
3. 使用用途和工况超出本手册中指定的规格和标准范围；
4. 未经授权许可，自行改装、拆卸机器人的情况；
5. 存放、运输不当造成的产品损坏；
6. 由未经授权的第三方进行的设备维修、改装、调试等造成的产品损坏；
7. 事故或碰撞导致的产品损坏；
8. 火灾、地震、海啸、雷击、大风和洪水等不可抗力导致的产品损坏；
9. 其它非埃夫特智能装备股份有限公司责任导致的产品缺陷和故障；

以下情况不属于保修范围：

1. 无法识别生产日期或保修起始日期；
2. 未经授权对软件或内部数据进行的更改；
3. 故障无法再现或无法由埃夫特智能装备股份有限公司识别；
4. 在强磁设备、放射性设备、生物危化设备或埃夫特智能装备股份有限公司判定为危险的用途中使用本产品。

根据产品质量保证协议，埃夫特智能装备股份有限公司只对授权经销商出售的产品和零部件中出现的缺陷和瑕疵进行质保承诺。

其它任何明示或暗示的担保或责任，包括但不限于对适销性或特定用途的默示担保，埃夫特智能装备股份有限公司不承担相关担保责任。此外，埃夫特智能装备股份有限公司对由相关产品产生的任何形式的间接损害或后果不承担相关责任。



第7章：使用入门

7.1 机器人上电

7.1.1 上电前检查

由于机器人系统特性，机器人上电前须检查机器人本体及外部设备之间的空间，伺服上电前机器人各关节会进行小幅度调整。



小心！

伺服上电之前，请确保机器人与外围设备及操作人员之间有足够的间隙 10cm 以上。

7.1.2 上电

完成机器人上电前检查后，先将控制柜上主电开关打开，然后等待控制器和示教器启动成功，登录系统后，点击示教器上的“PWR”按键，机器人本体完成上电、伺服上使能操作。

7.2 机器人关机

7.2.1 关机前检查

由于机器人系统特性，机器人制动器存在制动间隙，下伺服前应充分检查机器人本体及外部设备之间的空间。



小心！

务必在下伺服前移动末端执行器至精细操作区之外，并与其它障碍物保持一定距离，以避免下伺服时造成设备、工件的损坏。

7.2.2 关机

机器人空间检查完毕后方可下伺服（点击示教器上的“PWR”按键），然后将控制柜上主电开关关闭。

7.3 拖动示教

7.3.1 点位拖动示教流程

- ① 确保机器人的钥匙开关选择在自动档位，机器人已上伺服；
- ② 确保机器人的安装方式、负载的选择及质量等参数正确；



- ③ 按下模式切换按钮切换至点位拖动示教模式（绿灯闪烁）。
- ④ 按下拖动确认按钮，开启拖动。若因操作设置或动力学参数不准确，将无法拖动并弹出报警。同时机器人将切换回正常模式，按钮灯熄灭。
- ⑤ 当拖动到合适的位置处，可以按下示教记录按钮，机器人将在程序里插入当前位置，插入的形式（关节或笛卡尔）取决于界面设置；插入完灯带将以绿色呼吸灯的形式闪烁 3 秒后自动熄灭。
- ⑥ 在完成拖动示教后，可以通过点击模式切换按钮回到正常模式下。

7.3.2 路径拖动示教流程

- ① 确保机器人的钥匙开关选择在自动档位，机器人已上伺服；
- ② 确保机器人的安装方式、负载的选择及质量等参数正确；
- ③ 按下模式切换按钮切换至点位拖动示教模式（绿灯常亮）。
- ④ 按下拖动确认按钮，开启拖动。若因操作设置或动力学参数不准确，将无法拖动并弹出报警。同时机器人将切换回正常模式，按钮灯熄灭。
- ⑤ 当拖动到需要记录轨迹的位置处，按下示教记录按钮，绿灯常亮，机器人将实时保存机器人各关节的位置至轨迹数据文件中。
- ⑥ 在完成轨迹的拖动示教后，再次按下示教记录按钮，按钮灯熄灭，完成轨迹数据文件的保存。同时程序中将会自动插入此段轨迹运动指令。
- ⑦ 完成整个拖动示教后，可以通过按下模式切换按钮回到正常模式下。



附录

A 安装螺钉拧紧力矩

A.1 内六角螺钉紧固扭矩

12.9 级	钢件紧固力矩 (N·m)	铝件紧固力矩 (N·m)
M3	2 ± 0.18	1.57 ± 0.18
M4	4.5 ± 0.33	3.63 ± 0.33
M5	9.01 ± 0.49	7.35 ± 0.49
M6	15.6 ± 0.78	12.4 ± 0.78
M8	37.2 ± 1.86	30.4 ± 1.86
M10	73.5 ± 3.43	59.8 ± 3.43
M12	128.4 ± 6.37	104 ± 6.37



小心！

请勿超出紧固规定紧固力矩，否则可能造成设备损坏！



B 术语

风险评估：风险评估即识别所有风险并将风险降低到适当程度的整个过程。

风险评估应进行记录存档。详情请参考 EN ISO 12100。

集成商：集成商即负责设计机器人最终安装的机构。

集成商负责进行最终风险评估，必须确保最终安装遵循当地的法律法规。

C 制动时间与制动距离

制动时间：拍急停后，限制机器人从运行到停止需要花费的最长时间。

制动距离：拍急停后，限制机器人从运行到停止需要运行的距离。

当用户设置停止时间后机器人的最大运行速度将被限制，以使机器人在设定的制动时间内完全停止。

下表显示了拍急停时测得的制动时间和制动距离。其测试工况为机器人手臂完全展开到最大臂展，机器人的速度设为 100%，以最大的关节速度执行移动，末端安装的最大有效载荷为 5Kg。

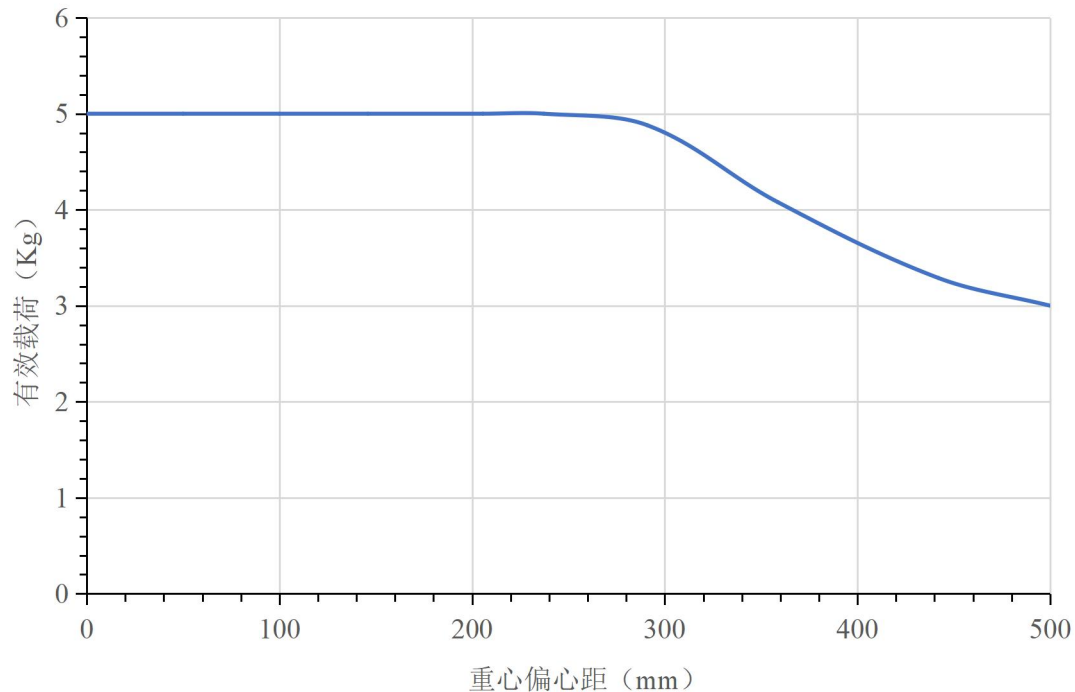
对于关节 1 的测试通过水平移动进行，即旋转轴垂直于地面。在关节 2 和关节 3 测试过程中，机器人遵循垂直轨迹，旋转轴平行与地面，并在机器人向下移动时执行了停止操作。

	关节 1（底座）	关节 2（肩部）	关节 3（肘部）
停止时间（s）	0.33	0.33	0.32
停止距离（°）	30	27	27



D 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心距，请参见附图 1。重心偏心距是指工具法兰的中心与附加的有效载荷重心之间的距离。



附图 1 最大允许有效载荷和重心偏心距之间的关系

E 技术规格

机器人本体/Robot Body	
型号/Type	ECR5
自由度/DOF	6
有效负载/Payload	5kg
本体重量/Weight	20.5kg
工作半径/Reach	928mm
重复定位精度/Position repeatability	±0.03mm
工具端最大速度/TCP Maximum speed	2.5m/s
供电电源/Power supply	DC48V
待机功耗/stand-by power consumption	≤200W
满载最大功耗/maximum power consumption	≤1.2kW
环境要求/environmental requirement	0-50℃, 5-95%(无结露)



本体防护等级/IP Grade	IP54	
运动范围/work range	基座(轴1)/Axis 1 rotation	$\pm 180^\circ$
	肩部(轴2)/Axis 2 arm	$\pm 180^\circ$
	肘部(轴3)/Axis 3 arm	$\pm 160^\circ$
	腕部(轴4)/Axis 4 wrist	$\pm 180^\circ$
	腕部(轴5)/Axis 5 wrist	$\pm 180^\circ$
	腕部(轴6)/Axis 6 wrist	$\pm 360^\circ$
额定速度/Rated speed	基座(轴1)/Axis 1 rotation	150°/S
	肩部(轴2)/Axis 2 arm	150°/S
	肘部(轴3)/Axis 3 arm	150°/S
	腕部(轴4)/Axis 4 wrist	180°/S
	腕部(轴5)/Axis 5 wrist	180°/S
	腕部(轴6)/Axis 6 wrist	180°/S
末端工具/End tool	数字输入	2
	数字输出	2, 12V/24V, 600mA
	模拟输入	2, 4-20mA/0-24V
	供电输出	DC12V/24V,1A
控制柜/Cabinet		
控制柜型号/Cabinet Type	CRC10	
尺寸/Dimension	430mmx380mmx210mm	
重量/weight	17kg	
通讯方式/communication mode	支持EtherCAT, ProfiNET, Modbus/TCP, Ethernet/IP等协议	
供电电源/power supply	AC220V $\pm$ 10%, 50~60Hz	
输入输出端口/IO ports	数字输入/Digital Inputs	16, PNP
	数字输出/Digital outputs	16, Max600mA
	模拟输入/Analog inputs	4, 0-20mA/0-10V
	模拟输出/Analog outputs	4, 0-20mA/0-10V

服务热线：4000528877

本产品的额定功率、规格、外部尺寸等
如需改良而进行变更，恕不另行通告。技术
数据和插图仅作为供货参考，保留更改权利。



埃夫特智能装备股份有限公司

Efort Intelligent Equipment Co.,Ltd

地址：安徽省芜湖市鸠江经济开发区万春东路 96 号

Address: No.96 Wanchun East Road, Jiujiang Economic Development Zone, Wuhu, Anhui.

网址：<http://www.efort.com.cn>

