

EPSON

六轴协作机器人 **AX6:** **AX6 用户手册**

翻译版

©Seiko Epson Corporation 2026

Rev. 2
SCM268R9119M

目录

使用条款.....	4
安全手册.....	4
简介.....	5
系统概述.....	6
1. 安全.....	7
1.1 约定.....	8
1.2 预期用途.....	9
1.3 安装与操作安全.....	10
1.4 断电.....	12
1.5 无驱动电源时的移动.....	12
1.6 标签.....	12
2. 规格.....	13
2.1 型号.....	14
2.2 概览与部件名称.....	14
2.3 尺寸与工作空间.....	15
2.4 技术数据.....	17
2.5 最大性能限制.....	18
2.5.1 有效负载限制.....	18
2.5.2 热限制.....	20
2.6 停止时间和停止距离.....	20
2.7 操纵器使用寿命.....	22
2.8 材料清单.....	22
2.9 排放.....	22
2.9.1 噪音.....	22
2.9.2 洁净室.....	22
3. 安装.....	23
3.1 环境.....	24
3.2 拆箱、包装和运输.....	25
3.2.1 包装位姿.....	26
3.3 安装方向.....	26
3.4 安装.....	27
3.4.1 安装区域.....	28
3.4.2 安装操纵器.....	28
3.4.3 安装表面要求.....	30
3.4.4 连接电缆.....	31
3.5 状态指示灯.....	32
3.5.1 LED 状态环.....	32
3.6 控制按钮.....	33
4. 末端执行器接口.....	34
4.1 简介.....	35
4.2 重量与惯性设置.....	35
4.3 机械末端执行器接口.....	35

4.4 连接器保护套.....	36
4.5 气动连接器.....	37
4.6 末端执行器的电气接口(工具 I/O).....	38
4.6.1 简介.....	38
4.6.2 工具连接器类型和引脚分配.....	39
4.6.3 I/O 配置.....	39
4.6.4 I/O 电源.....	40
4.6.5 数字输入(工具 I/O).....	40
4.6.6 数字输出(工具 I/O).....	43
4.6.7 模拟输入(工具 I/O).....	45
4.6.8 模拟输出(工具 I/O).....	46
4.7 以太网线路.....	47
5. 维护.....	48
5.1 简介.....	49
5.2 操纵器和控制器的清洁.....	49
5.3 维护检查.....	50
5.4 维修.....	51

使用条款

未经明确书面许可,不得以任何形式复制或翻印本说明手册的任何部分

本文档中的信息如有更改,恕不另行通知

如果您发现本文档中存在任何错误,或对其中的信息有任何疑问,请与我们联系

安全手册

安全手册中提供了以下信息:

- 制造商
- 进口商
- 联系信息
- 废弃处理

详情请参阅《AX6 & RC-A101 安全手册》。

简介

感谢您购买这款爱普生机器人系统。本手册提供了正确使用机器人系统所需的信息。

使用本系统前, 请阅读本手册及相关手册(参见《AX6 & RC-A101 安全手册》), 以确保正确使用。

阅读本手册后, 请将其存放在易于取用的位置, 以便日后查阅。

爱普生进行了严格的测试和检查, 以确保其机器人系统的性能符合其标准。请注意, 如果爱普生机器人系统在手册所述的操作条件之外使用, 产品将无法达到其基本性能。

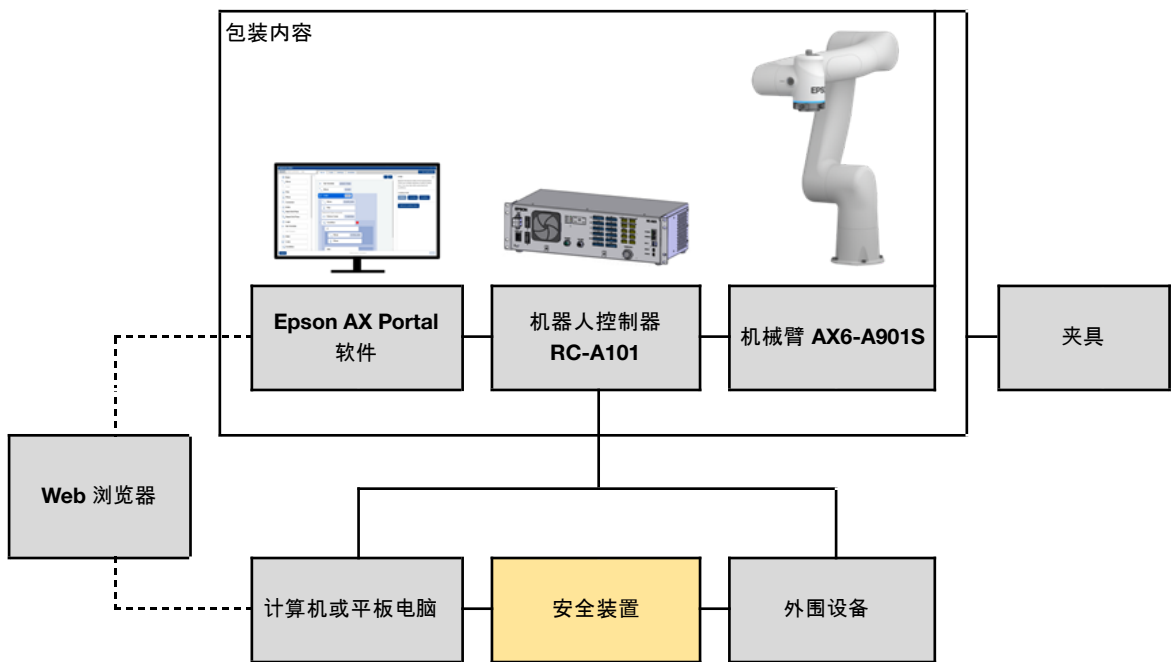
本手册描述了预见的潜在危险和问题。为了安全、正确地使用爱普生机器人系统, 请务必遵守本手册中的安全信息。

系统概述

AX6 是一款六自由度轻量级操纵器。AX6 专为与人类协作而设计。作为新一代个人化、创新且多功能的机器人, AX6 非常适合承担复杂的自动化任务、执行精密的实验室流程, 或作为研究机器人服务于高校。

功能强大且用途广泛的基于网页的 AX Portal 软件开辟了前所未有的可能性。从直观的图形化编程到复杂的 Python 代码——AX Portal 为每位程序员提供了便捷的访问途径。得益于丰富的接口, AX6可轻松集成到现有系统中。夹爪、摄像头或线性轴等外围设备均可无缝集成。支持多种工业总线以及 ROS。外部安全控制面板确保了操作员的高操作便利性。

操作 AX6 操纵器需配备控制器 RC-A101 (随 AX6 一同提供)。



概览。

1. 安全

1.1 约定

下表说明本文档及产品本身使用的符号

 警告	该符号表示如不遵守相关说明,则存在严重伤害或死亡的危险
 警告	该符号表示如不正确遵守相关说明,则存在因触电造成人身伤害或死亡的危险
 注意	该符号表示如不正确遵守相关说明,则存在人身伤害或设备及设施物理损坏的危险
	该符号表示必须佩戴安全护目镜

1.2 预期用途

AX6 通常集成在生产线上，并通常与夹爪或其他末端执行器配合使用。在首次使用 AX6 之前，必须对将要集成 AX6 的最终系统进行风险评估。该风险评估必须符合各国的安全标准和指令。在协作应用中，风险评估必须特别注意避免对人员造成危害。AX6 可用于不同行业的固定或移动应用。其主要用途是搬运或组装零件，使用末端执行器、工具或夹具执行自动化流程，并在启用协作操作的安全功能时与人员直接交互。

 警告	任何超出预期用途范围的使用均被视为误用，且不被允许。 误用示例(以下列表不完全)： • 任何可能对人类或动物造成伤害的应用。 • 任何在发生故障时可能危及人类或动物生命或造成伤害的应用程序。 • 在协作应用中处理或使用危险物体或物质。 • 超过规定的操作限制，或在超出允许的环境条件下操作机器人。 • 提升任何人类或动物。 • 在易燃易爆环境中使用。
---	---

1.3 安装与操作安全

本机器人系统的设计和安装必须由经我们或我们的供应商培训过的机器人系统人员进行。用户必须接受针对该系统的专项培训，并了解所有安全事项。

本机器人配备集成安全功能，支持协作应用。要将某项应用定义为协作应用，必须在强制性风险分析中证明该机器人不具有危险性。否则，必须对机器人的工作区域进行防护。有关机器人安全的详细信息，请参阅《AX6 & RC-A101 安全手册》。

 警告	请注意以下安全说明： ● 在使用本机器人系统前，请阅读本手册、《机器人控制器 RC-A101 — 手册》及《AX6 & RC-A101 — 安全手册》。在不了解安全预防措施的情况下操作机器人系统极其危险，可能导致严重人身伤害和/或机器人系统严重损坏。 ● 机器人系统必须按照相关手册中所述的环境条件使用在不符合这些条件的环境中使用本产品可能会缩短其使用寿命并导致严重的安全问题 ● 协作应用：尽管碰撞检测将与人体的碰撞风险降至最低，但必须防止与头部和颈部的碰撞风险。 ● 非协作应用：机器人通电时，请勿进入操纵器的操作区域，并在通电前确保该区域内无人。处于通电操纵器的操作区域内极其危险，可能会导致严重的安全问题，因为即使操纵器看似停止，也可能发生移动。 ● 如果操纵器在运行过程中出现异常移动，请立即按下急停按钮。在操纵器异常移动时继续运行极其危险，可能会导致严重的人身伤害和/或对机器人系统造成严重的设备损坏。 ● 本机器人系统的维修和布线仅可使用从本公司或合作伙伴处购买的原厂配件。使用第三方组件可能导致触电、严重人身伤害、设备故障及/或机器人系统损坏。
--	---

 警告	请注意以下关于用电的安全说明： ● 在执行任何更换操作前，请先关闭控制器及相关设备，然后将电源插头从电源插座上拔下。在通电状态下进行任何更换操作极其危险，可能导致触电和/或机器人系统故障。
 注意	除安全说明外，请注意以下事项： ● 在可能的情况下，应只允许单人操作机器人系统。若必须多人协同操作，请确保所有人员保持沟通，并采取一切必要的安全防护措施。 ● 若关节在操作角度小于 5 度的条件下反复运行，可能会导致过早损坏，因为在此情况下轴承容易造成油膜不足。为防止过早故障，请每小时至少活动每个关节一次，幅度超过30度。 ● 当操纵器移动时，根据操纵器姿态与末端执行器负载的组合，可能会产生持续振动(共振)。这些振动由操纵器的固有频率引起，可通过以下措施加以控制： ○ 调整操纵器速度 ○ 调整位置 ○ 改变末端执行器的质量

1.4 断电

在操纵器运行期间请勿关闭控制器。否则可能会缩短齿轮的使用寿命，并导致制动器磨损。

如果操纵器在运行过程中因断电而导致控制器关闭，一旦恢复供电，应检查以下几点：

- 减速齿轮是否损坏。
- 所有6个关节的制动器是否正常工作

1.5 无驱动电源时的移动

若无电源，可通过两种方式移动操纵器。在尝试以下任一方法前，请务必先确认是否可通过手动引导模式移动机器人。

1) 拉动或推动机器人连杆

如果电源断开或急停按钮被按下，各关节的制动器会将机器人固定在当前位置。在这种情况下，可以通过用手施加足够的力量，拉动或推动机器人连杆来移动关节。下表显示了大概的制动扭矩，但请注意，扭矩可能与指定值存在高达 50% 的偏差。

关节(轴)	AX6
1	200 Nm
2	
3	
4	30 牛米
5	
6	

请注意，这可能会导致 TCP 发生轻微偏移。若发现 TCP 发生偏移，请参照《机器人操纵器 AX6 服务手册》进行校准。

在紧急情况下(例如有人被困时)可能需要这样做。仅在别无选择时，才手动移动关节(轴)。

2) 卸下操纵器

在某些情况下，卸下操纵器可能比手动移动关节(轴)更方便。因此，确保固定操纵器的螺丝始终处于可触及状态(即未被遮挡)也至关重要。

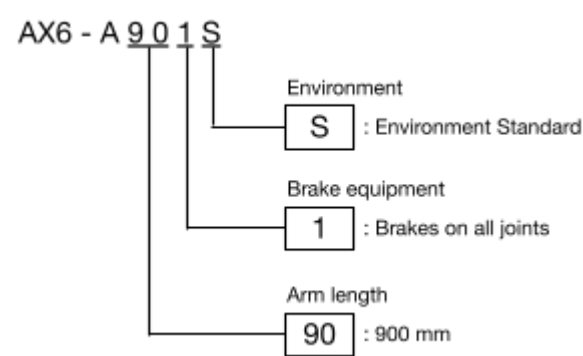
1.6 标签

请务必遵守标签上的信息和警告，以确保安全操作和维护操纵器。请勿撕毁、损坏或移除标签。

详情请参阅《AX6 & RC-A101 安全手册》。

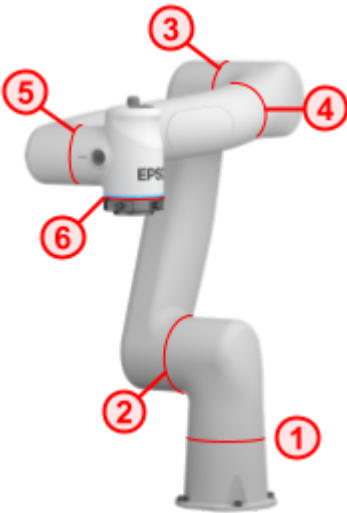
2. 规格

2.1 型号

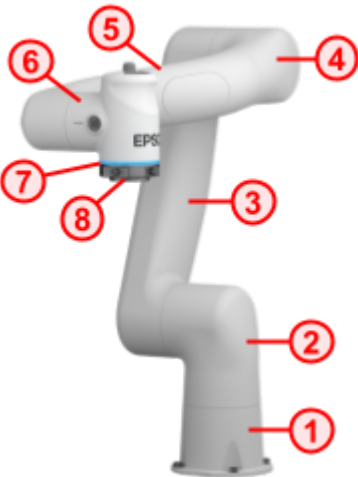


2.2 概览与部件名称

AX6 是一款具有六个自由度的操纵器。操纵器结构由坚固且轻量的碳纤维增强聚合物和铝制成。下图显示了机器人的结构概览。



- | | |
|---------|---------|
| 1. 关节 1 | 2. 关节 2 |
| 3. 关节 3 | 4. 关节 4 |
| 5. 关节 5 | 6. 关节 6 |



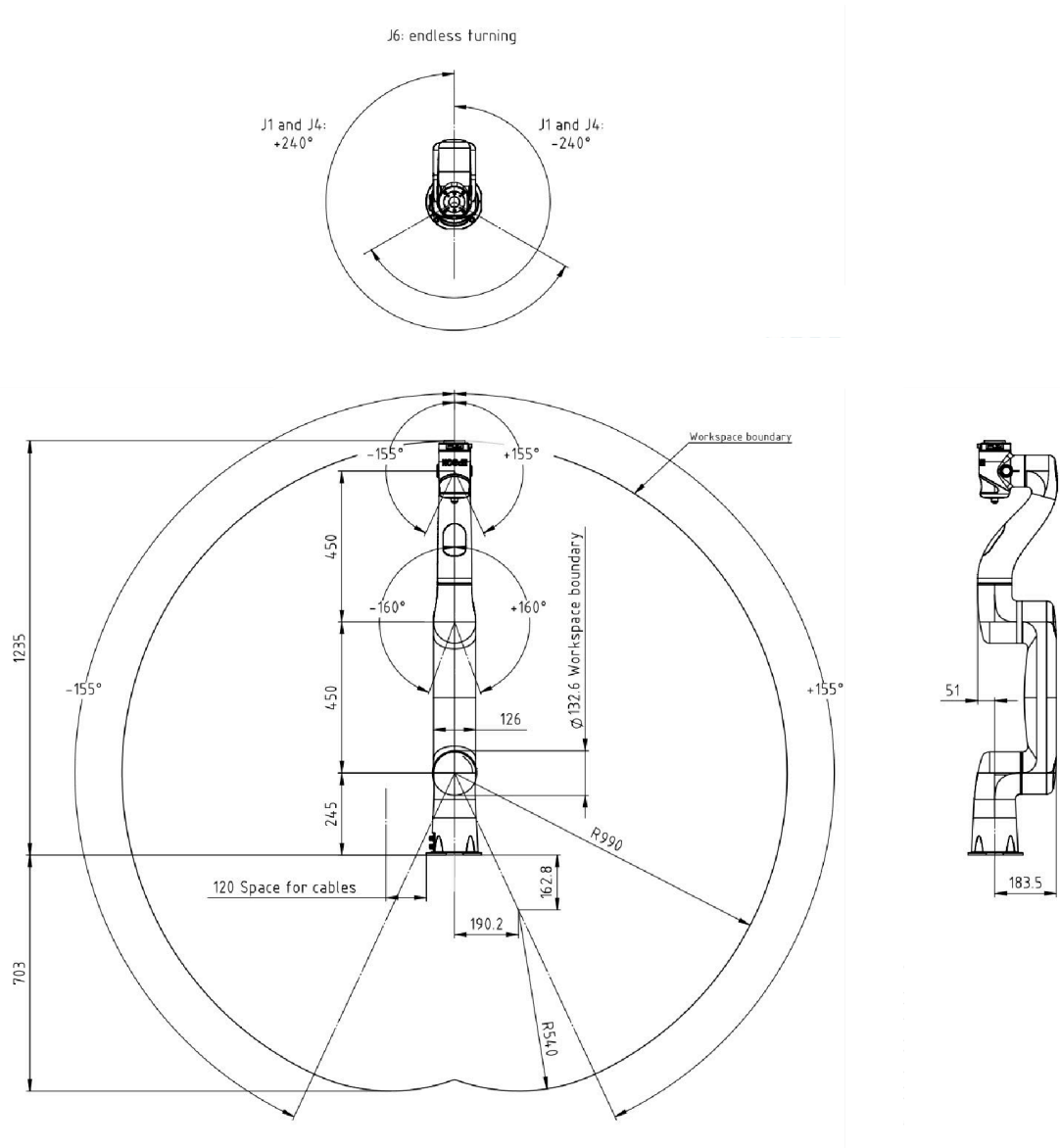
- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 底座 | 2. 连杆 1-2 |
| 2. 连杆 2-3 | 4. 连杆 3-4 |
| 5. 连杆 4-5 | 6. 连杆 5-6 |
| 7. LED 环 | 8. 工具接口 |

该机器人可通过四颗螺丝将其刚性固定在坚固表面上，同时底座上的定位销或精密定位面可确保精确对齐。

每个关节(轴)均配备了一个带安全绝对值编码器的无刷电机驱动器。应变波齿轮箱确保了最高的传动精度。先进的驱动技术保证了运行平稳且安全。

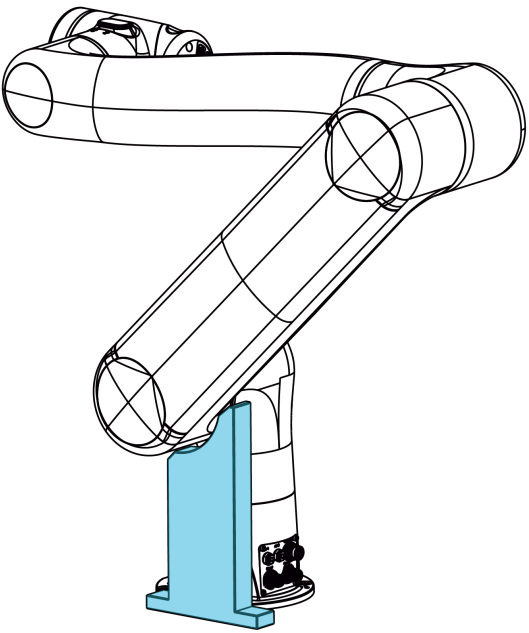
2.3 尺寸与工作空间

下图展示了AX6的工作空间。请注意，并非工作空间内的每个位置都能在末端执行器的所有可能姿态下触及。



AX6的工作范围。

若需设置机械限位，客户必须自行准备并安装相应的机械限位装置。图中阴影区域所示即为机械限位装置的示例。



机械限位器的示例

 警告	请通过合适的屏障或安全装置确保在使用机械限位器时，手指或其他身体部位不会被夹住。 此外，应将机械限位装置调整到不会损坏机器人的位置。
---	--

制作机械挡块时，请参照以下规格作为指导：

- 材料:相当于S45C
- 机械挡块厚度:30毫米或以上
- 安装螺栓:M10或更大
- 安装螺栓座厚度:15毫米或以上

2.4 技术数据

下表显示了操纵器的技术数据。

型号		AX6
伸展距离(J1中心到J5中心)		900 mm
操纵器重量(不含电缆)		18 kg
最大负载		6 公斤
最大运行速度	关节 1	180 °/s
	关节 2	180 °/s
	关节 3	180 °/s
	关节 4	240 °/s
	关节 5	240 °/s
	关节 6	240 °/s
最大工作加速度	关节 1	500 °/s ²
	关节 2	500 °/s ²
	关节 3	500 °/s ²
	关节 4	1000 °/s ²
	关节 5	1000 °/s ²
	关节 6	1000 °/s ²
最大运动范围	关节 1	±240°
	关节 2	±155°
	关节 3	±160°
	关节 4	±240°
	关节 5	±155°
	关节 6	无限制 ¹
TCP处的最大笛卡尔速度		2000 mm/s
允许力矩	第4关节	24 牛米
	关节 5	24 牛米
	关节 6	24 牛米

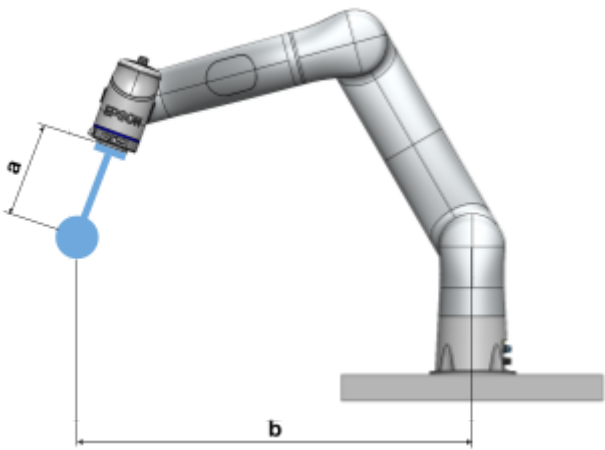
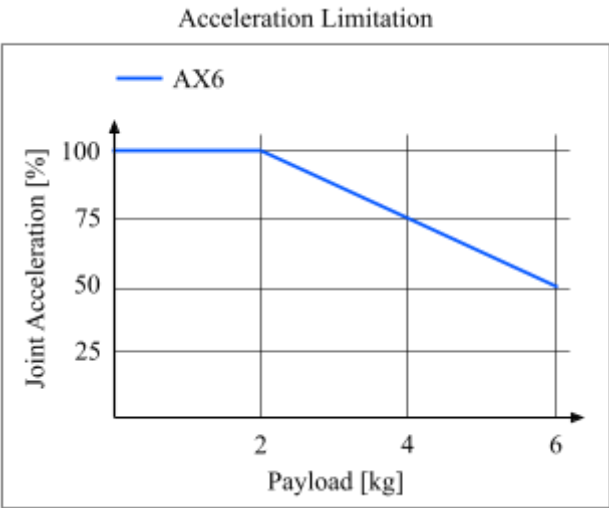
¹ 关节6设有±50圈的多圈计数器限制。超出此限制的运动将无法实现。当使用连接至末端执行器的以太网电缆和/或气管时，它们会限制关节6的运动。

允许惯性矩 (GD ² /4)	关节 4	0.6 牛米
	关节 5	0.6 牛米
	关节 6	0.6 牛米
重复定位精度		±0.03 毫米
M/C 电缆	电源线	0.5 米、1.5 米、3 米、5 米
	0.5 m、1.5 m、3 m、5 m	0.5 米、1.5 米、3 米、5 米

2.5 最大性能限制

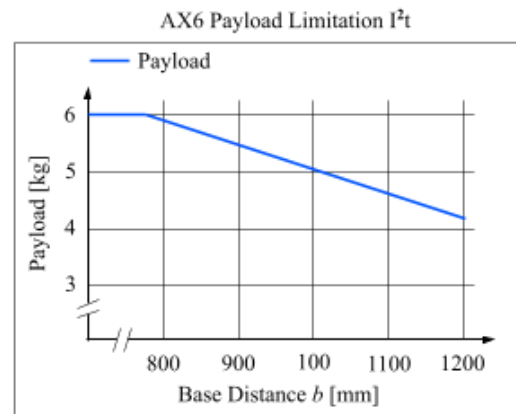
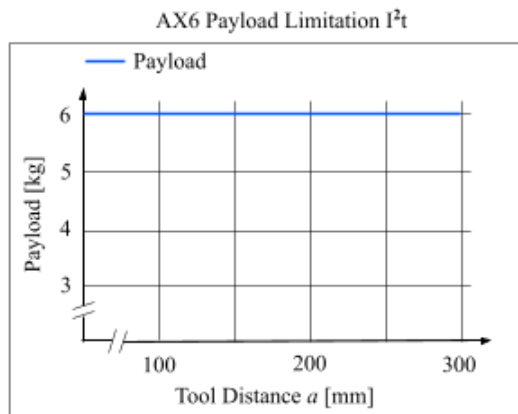
2.5.1 有效负载限制

最大可能的关节加速度取决于有效负载(工具质量和物体质量)，如下图所示。要设置正确的有效负载，请参阅《AX Portal — 用户手册》。



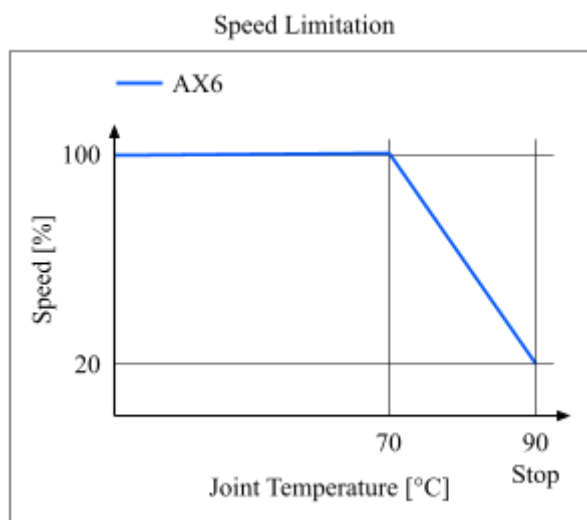
与有效载荷的距离。

如果有效负载的重心远离末端工具接口 (图中的工具距离 a) 或机器人底座 (底座距离 b)，则可能会有其他限制，如下图所示。



2.5.2 热限制

请注意存在热限制。虽然高强度动作在一定时间内可以轻松完成，但如果连续不间断地执行，可能会导致驱动器过热。当关节温度达到 70 °C 时，热保护功能会限制机器人的最大速度，从而防止机器人受损。如果温度升至 90 °C，机器人将停止运行，详见下图。可以禁用 70 °C 的速度限制。请注意，在此情况下，机器人将更快达到 90 °C 的临界温度（此时机器人无论如何都会停止）。请参阅《AX Portal — 用户手册》。



当机器人在高速或高负载应用中使用，建议通过AX Portal监控关节温度。可通过降低应用速度、减少负载或优化运动路径来降低温度。

除关节温度传感器外，系统还提供了一项保护功能，用于防止因持续高电流导致的过热。当超过机器人的最大负载或施加持续外力时，可能会发生这种情况。

2.6 停止时间和停止距离

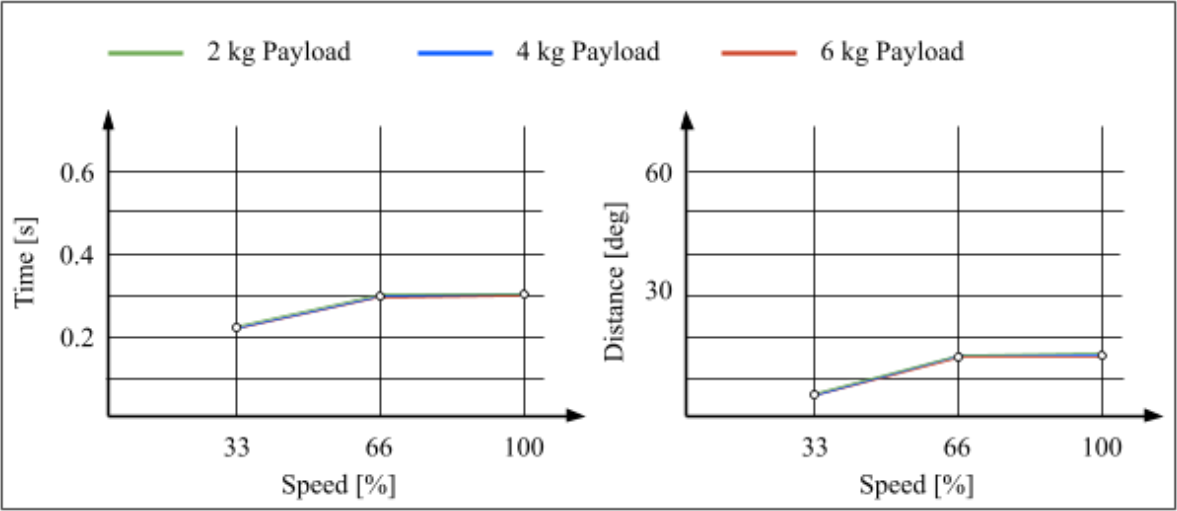
下图显示了制动时间与制动距离随关节速度变化的关系。这些图表适用于 IEC 60204-1 标准中第 1 类和第 2 类制动情况，数据记录自第 1、2 和 3 号关节(轴)。

关节测试条件如下：

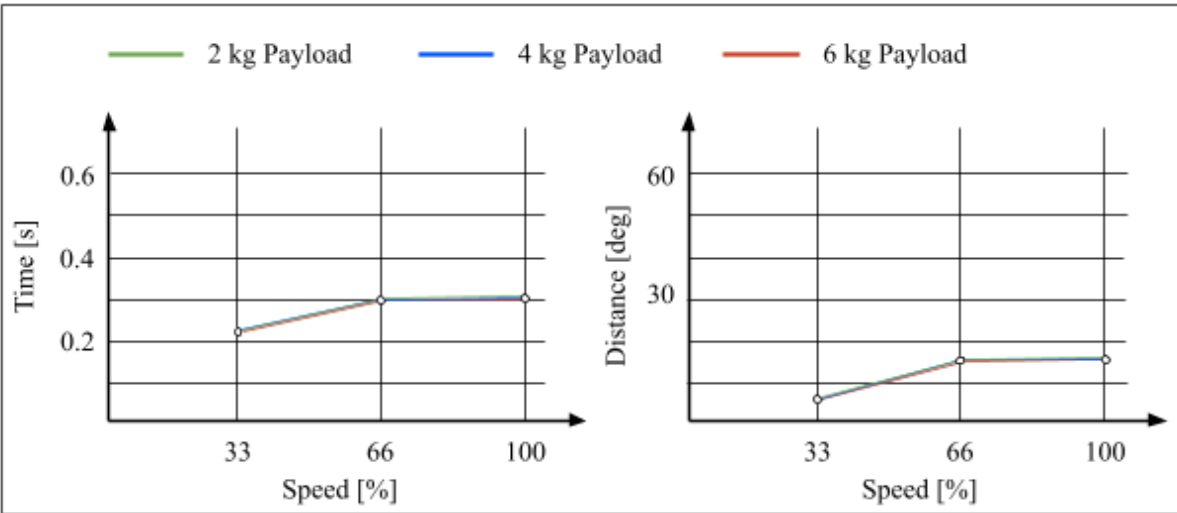
- 关节1:水平移动, TCP距关节1 900 mm
- 关节2:向下运动, TCP距关节2 900 mm
- 关节3:向下运动, TCP距离关节3为450 mm

请注意，当TCP距离关节1和关节2为900 mm时，受笛卡尔速度限制影响，这两组关节无法达到100%速度(180 %/s)。这就是为何关节3测得的数值更大的原因。若将关节与TCP之间的距离调整至不受该限制影响，则关节1和关节2的行为表现将与关节3相同。

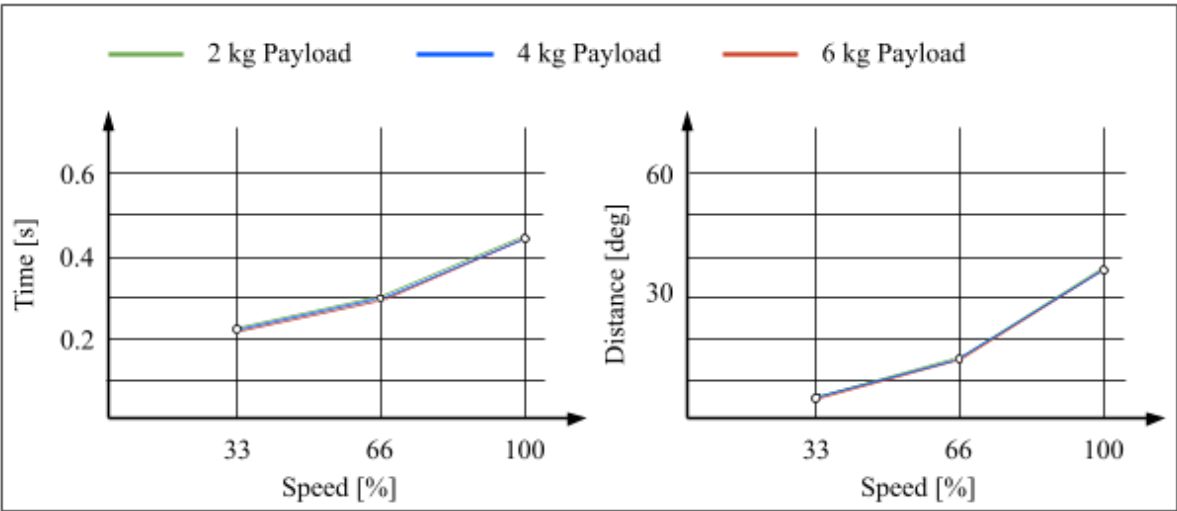
AX6: 关节1 (桌面安装、天花板安装)



AX6: 关节 2 (桌面安装、天花板安装)



AX6: 关节(轴) 3 (桌面安装、天花板安装)



2.7 操纵器使用寿命

通常，操纵器的寿命由齿轮的寿命决定。负载最大的关节通常是第2关节(轴)(或壁挂安装时的第1关节)，但这取决于具体应用。减速箱的使用寿命在很大程度上取决于关节(轴)所受的扭矩，即负载、温度、速度曲线以及编程位置。为了尽可能延长机器人的使用寿命，建议检查应用场景中是否存在不必要的过高加减速值，并保持关节(轴)温度较低。此外，定期维护检查有助于确保操纵器拥有尽可能长的使用寿命，详见“维护检查”。

对于典型应用，建议在运行约 20,000 小时后考虑更换部件(例如关节(轴))。由于长期运行导致的磨损迹象，高负载下的操纵器关节可能会导致精度下降或出现故障。如上所述，各关节(轴)的负载程度在很大程度上取决于具体应用，因此上述20,000小时仅为参考值——在重载条件下可能提前达到，但实际使用寿命往往会超过该数值。

2.8 材料清单

下表列出了操纵器外壳主要使用的材料：

- 喷漆铝材：底座、连杆1-2、连杆3-4、连杆5-6
- 铝材：底座、连杆5-6(通常被空气和以太网连接器盖板遮挡)
- 喷涂碳纤维增强聚合物：连杆2-3、连杆4-5
- 喷漆聚酰胺(PA)：第2-3节和第4-5节的盖板
- 阳极氧化铝：端部工具接口、底座底部的铝板、气动接头
- 不锈钢：连接器安装处的金属板、底座内的垫圈
- 热塑性弹性体(TPE)：第5-6节上的橡胶护套和按钮
- NBR/PVC 混合材料：第5-6节上的按钮
- 聚碳酸酯(PC)：LED 灯环
- 镀镍金属：连接器
- 镀锌和不锈钢螺丝

2.9 排放

2.9.1 噪音

通常，操纵器的噪音排放为 75 分贝，测量距离为距操纵器 1 米处。

2.9.2 洁净室

该操纵器符合 ISO 14644-1 5 级洁净室规范。

3. 安装

3.1 环境

机器人系统必须在适当的环境中才能正常、安全地运行。请确保在满足以下条件的环境中安装机器人系统：

环境	条件
环境温度 ²	运输/存储:-20 至 60 °C 运行:5 至 40 °C
环境相对湿度	运输/储存:10 至 90 %(无冷凝) 工作:10 至 80 %(无冷凝)
快速瞬态突波噪声	1 kV 或以下
静电放电	4 kV 或以下
海拔	最高 2000 米
防护等级代码	IP 54 ³

请确保：

- 安装在室内。
- 远离灰尘、含油烟雾、盐分、金属粉末或其他污染物。
- 远离易燃或腐蚀性溶剂及气体。
- 远离水(参见上表中的防护等级代码)。
- 避免受到冲击或振动。
- 远离超过规格要求的电气噪声源。
- 远离爆炸区域。
- 避免接触大量辐射。

温度和湿度的快速变化可能会导致操纵器内部产生冷凝水，从而导致损坏或性能下降。避免将冷的机器人带入温暖的区域，以防止冷凝，并且切勿在机器人潮湿时通电。

² 请注意，当机器人在接近规定最低温度的环境下使用时，用于功率和力限制的碰撞检测可能会检测到误报碰撞。在这种情况下，建议在协作操作前预热机器人。

³ IP 54 防尘和防水等级是根据相关标准对操纵器主体、电源线和信号线进行设计评估得出的。此信息仅供参考，并不保证机器人在发货时或实际安装和运行条件下的性能。

3.2 拆箱、包装和运输

拆箱、包装和运输必须由参加过我们或供应商的机器人系统培训的人员进行。必须遵守所有国家和地方法规的代码。建议始终使用原出厂包装运输机器人。

 警告	安装时，请遵守关于搬运重物的法律法规。搬运过重的货物可能导致永久性伤害。
 注意	在安装、运输或移动操纵器前，请注意以下事项： ● 操纵器在未拧紧固定于坚固表面时，绝不可进行使用(即使是临时放置)。否则可能倾倒，导致设备损坏或人员受伤。若无法拧紧固定操纵器，请将其平放于坚固的桌面上并确保位置稳定。 ● 手持操纵器时，请格外注意。首先，检查行进路线是否存在绊倒危险或类似障碍物。搬运机器人前，请将其放置在合适的位置。搬运时应采用令您感到舒适且能防止其从手中滑落的方式。 ● 放置机器人时，请小心避免夹伤手指。 ● 若需长距离运输，请使用合适的手推车搬运操纵器。确保操纵器在推车上放置稳固。 ● 如果操纵器曾存放在低于 5 °C 的环境中，安装后必须静置，直到其适应环境温度为止。

3.2.1 包装位姿

要将机器人装入原包装，应将各关节如下表所示的角度进行设置。这些数值也用作机器人的默认原点位置。

关节(轴)	角度
J1	0°
J2	-37°
J3	132°
J4	0°
J5	85°
J6	0°

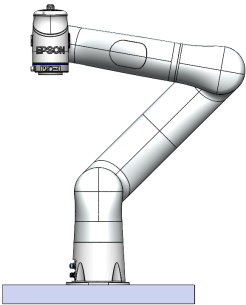
3.3 安装方向

操纵器可水平安装(通常安装在桌面上, 也可安装在机架或地面上), 也可倾斜安装, 或安装在墙壁或天花板上。每次更改安装方向后, 都需要在 AX Portal 安全用户界面中对操纵器进行配置, 请参阅《AX Portal — 用户手册》。

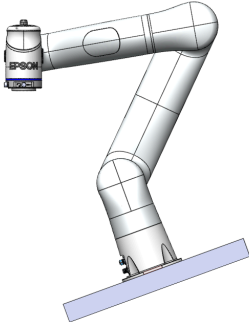


警告

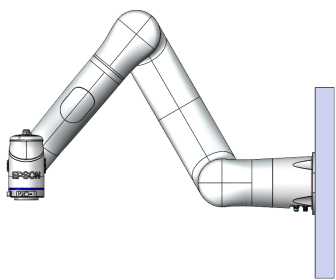
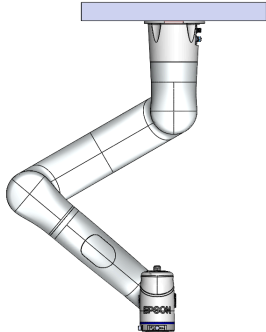
请注意, 操纵器默认配置为水平安装。任何其他安装方式或安装方向的变更, 均需在 AX Portal 中重新配置。配置错误会导致手动引导模式下设备运行不稳定及出现意外运动。配置不当极其危险, 可能导致财产损失和人身伤害。



水平安装。



倾斜安装。

	
壁挂安装。	顶部安装。

3.4 安装

 警告	操作本机器人系统时，请务必遵循以下说明： ● 切勿在未安装急停按钮的情况下操作机械臂。请确保急停按钮始终处于可触及状态。忽视此规定可能导致危险情况。有关急停按钮的接线，请查阅《机器人控制器 RC-A101 — 手册》。 ● 非协作应用：请将操纵器安装在空间充足的位置，确保其（包括夹爪和有效负载）绝不会与安全防护装置发生碰撞。在空间不足的位置安装操纵器极其危险，可能导致严重的人身伤害和/或对机械臂造成严重物质损坏。 ● 在通电或操作操纵器之前，请将其固定。若在未固定的情况下操作操纵器，由于其可能坠落，将极其危险，并可能导致严重的人身伤害和/或对机器人系统造成严重损坏。 ● 在安装和操作操纵器之前，请确保其无外部缺陷。如果操纵器的任何部件缺失或损坏，可能会导致其无法正常运行，从而造成严重的人身伤害和/或对机器人系统造成严重损坏。
---	--

3.4.1 安装区域

此外, 除安装操纵器、控制器、外围设备及其他装置所需的区域外, 还应至少预留以下空间。

- 示教空间
- 维护和检查空间 (用于安装夹具并在安全栅栏内安全作业)
- 电缆空间

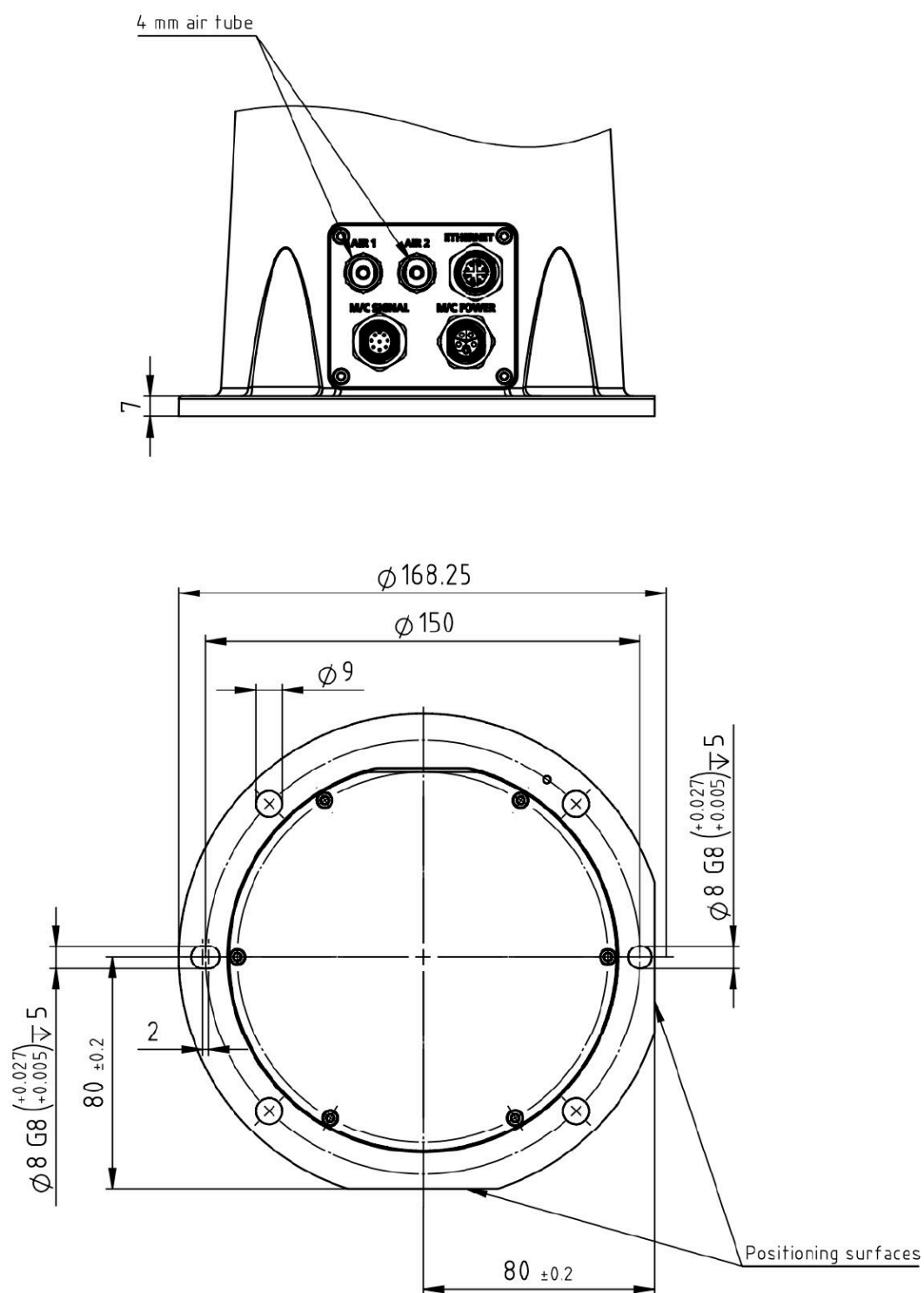
3.4.2 安装操纵器

机器人使用四颗 M8 螺钉进行固定。请注意以下事项：

- 请使用符合 ISO 898-1 标准 8.8 强度等级的 M8 螺钉。
- 紧固扭矩应为 18 Nm。
- 建议使用螺纹锁固剂。
- 请确保安装板上的螺纹能够承受相关载荷。

此外, 可通过两个定位销或利用两个定位面将操纵器精确定位, 以便于更换机器人。具体几何形状请参见下图。

 警告	请确保固定操纵器的螺钉始终处于可接触状态 (即未被遮盖)。在紧急情况下 (例如有人被操纵器卡住时), 您可能需要拆下操纵器。
---	--



AX6 的底座。

3.4.3 安装表面要求

安装面必须能够支撑操纵器的重量, 并承受操纵器的动态运动。如果安装在桌子上, 必须确保在机器人运行期间桌子不会在地面上移动。操纵器的安装面最大平整度应为 0.2 毫米。

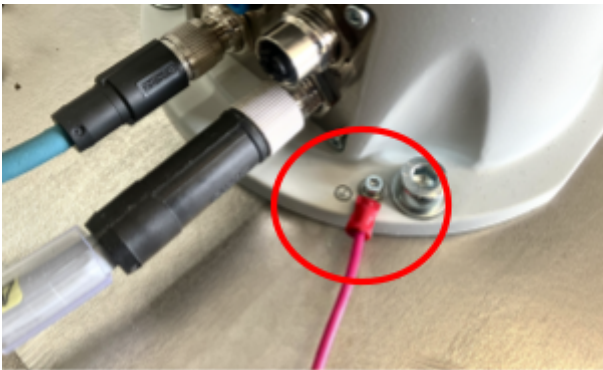
机器人的最大反作用力为:

	AX6
最大水平旋转扭矩 [Nm]	500
最大水平旋转力 [N]	500
最大垂直旋转扭矩 [Nm]	500
最大垂直旋转力 [N]	1000

3.4.4 连接电缆

 警告	连接或断开电缆时，请务必遵循以下说明： • 仅授权或经认证的人员方可进行布线。未经授权或未经认证的人员进行布线可能导致人身伤害和/或机器人系统故障。 • 连接或断开电缆前，务必关闭控制器电源。在控制器通电状态下进行此操作可能导致触电和/或损坏机器人系统。
---	--

强烈建议将操纵器底座连接至附近的接地插座(用于固定安装)，或在直流供电的移动系统中连接至主底盘，如下图所示。请使用合适的(8.8级或A2级) M3x6螺钉，拧紧扭矩为0.7 Nm。



操纵器的接地连接。

使用以下电缆连接操纵器和控制器：

- 电源线(灰色)
- 信号线(绿色)

用手将电缆拧紧。

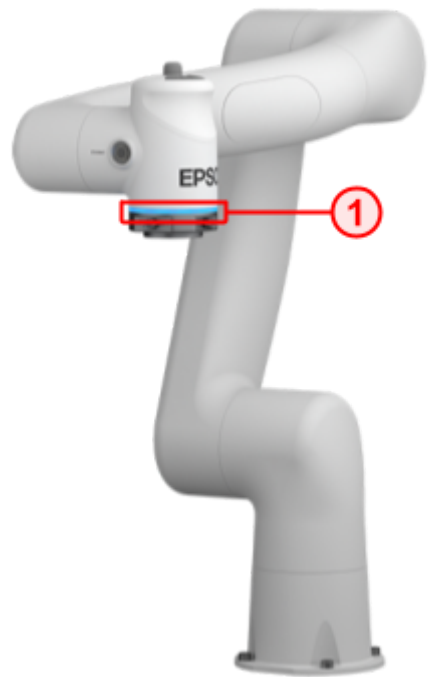
	
连接操纵器与控制器。	

3.5 状态指示灯

3.5.1 LED 状态环

接口处的 LED 环的颜色表示 AX Portal 的运行模式。

LED 状态	操作模式	电机功率	描述
绿色	自动模式	开启	—
蓝色	手动模式	开启	—
黄色	任意	开启	所有安全功能处于激活状态(例如 SS2 保护性停止、碰撞)
红色	安全扭矩关闭	关闭	因安全功能或错误而停止(例如:急停)
闪烁(任何颜色)	任意	开启	手动控制激活
熄灭	已关闭	关闭	—

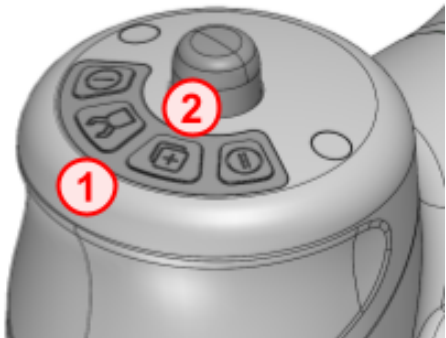


LED 状态环 (1. LED 灯环)

3.6 控制按钮

 警告	请勿使用可自定义的用户按键(I 和 II)来触发快速移动或其他潜在危险的功能。
---	---

在第 5–6 号连接处设有四个控制按钮和一个手动引导模式按钮(“手动引导控制按钮”)。其中两个控制按钮为预设功能。另外两个按钮可自定义(参见《AX Portal — 用户手册》),并可用于运行 AX Portal 的各项功能。



1. 控制按钮, 2. 手动引导控制 (HGC) 按钮。

I		用户自定义。
工具		如果配置了夹爪, 则可以通过此按钮打开和关闭夹爪。
Teach		可使用此按钮记录位姿。
II		用户自定义。
手动引导控制按钮		该按钮有三个位置:未按下、按至中间和完全按下: • 将按钮按至中间位置, 机器人将进入手动引导模式。 • 若按下到底, 机器人将立即停止。 该按钮符合性能等级 d(TÜV:EN IEC 60947-5-8:2021)。

4. 末端执行器接口

4.1 简介

AX 系列机器人与各类夹爪兼容。下文将详细介绍机械 ISO 接口，各种夹爪均支持电气 M8 连接和气动连接。如果没有现成的标准产品，机器人客户也可以开发定制解决方案。

4.2 重量与惯性设置

请注意，必须在 AX Portal 中设置已安装末端执行器的重量和惯性。请参阅《AX Portal — 用户手册》。

 警告	安装或拆卸末端执行器后，务必在AX Portal中更新夹爪设置。忽视此操作可能导致故障，特别是手动引导模式下的意外移动，并可能造成人员受伤或机器人系统损坏。
---	--

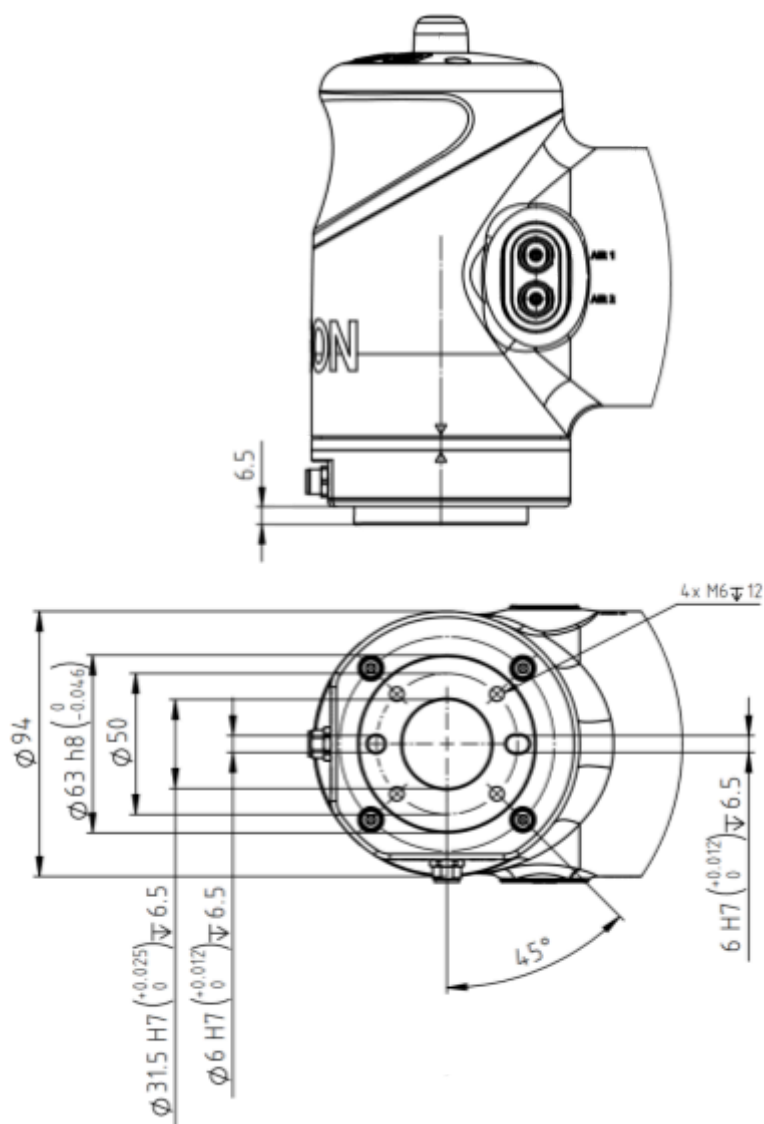
4.3 机械末端执行器接口

末端执行器接口是用于安装多种标准夹爪及其他末端执行器的接口。提供 ISO 接口 (ISO 9409-1, 规格 50-4-M6) 用于安装末端执行器。使用末端执行器时，请注意以下事项：

- 请使用符合 ISO 898-1 标准 8.8 强度等级的 M6 螺钉。
- 确保螺纹咬合深度至少为 10 毫米。
- 拧紧扭矩不得超过 6 Nm，并请查阅您的末端执行器用户手册，因为某些末端执行器只能承受较低的拧紧扭矩

下图展示了末端执行器接口。

 注意	仅在末端执行器安装正确的情况下操作机器人。否则，末端执行器可能会从机器人上脱落，从而导致财产损失或人身伤害。
---	--



末端执行器接口。

4.4 连接器保护套

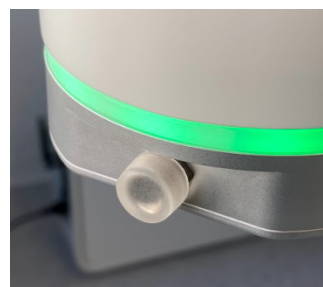
在连接线 5-6 上的气路、以太网和每个 I/O 连接器以及末端执行器接口上，均配有橡胶保护套。



以太网连接器保护套。



气路连接器保护套。



I/O 连接器保护套。

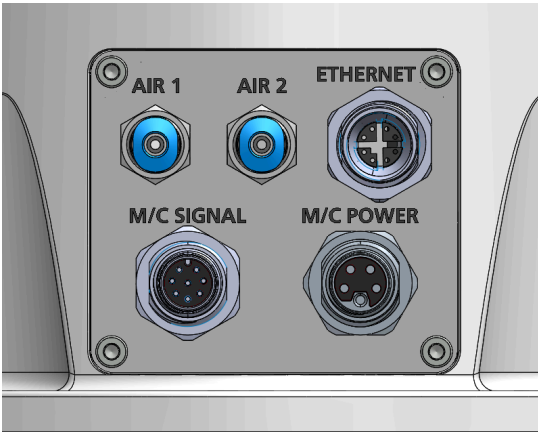
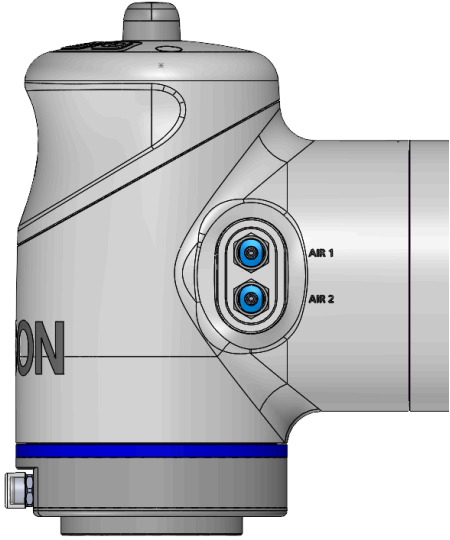
 注意	请注意，当未连接任何连接器时，必须安装橡胶保护套，以保持机器人的协作功能。在未安装保护套的情况下将操纵器用作协作机器人可能会导致受伤。
---	---

4.5 气动连接器

操纵器内部有两根气管，从底座通向末端执行器接口。连接器尺寸适用于 4 毫米管；操纵器内的软管为 3 毫米(内径 2 毫米)。它们可用于真空或压缩空气的输送。

请勿超过 6 bar (0.6 MPa, 6.11 kgf/cm²) 的最大压力。

	使用气管时请佩戴安全护目镜。
---	----------------

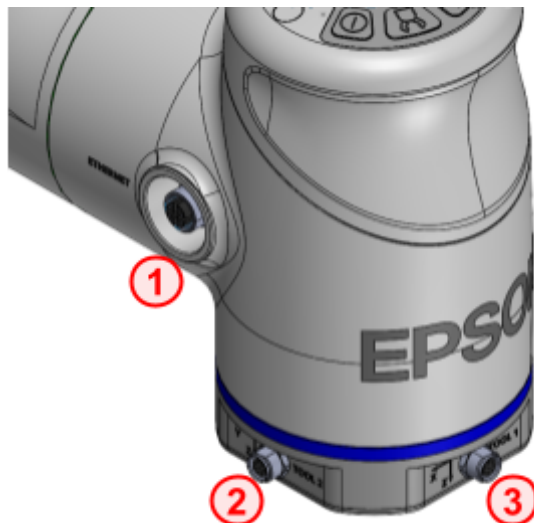
	
底座上的气动连接器。	末端工具接口处的空气连接器。

4.6 末端执行器的电气接口(工具 I/O)

4.6.1 简介

末端工具接口和连接线 5-6 上提供以下电气连接, 用于连接末端执行器(另见下图):

- 工具 1 和工具 2: 数字和模拟输入/输出, 24 V 电源。详见下一节。
- 从基座延伸至5-6号连接器的以太网线路。参见“以太网线路”章节。



末端执行器接口处的连接器。

1. Ethernet, 2. 工具 1 ("Tool 1"), 3. 工具 2 ("Tool 2")



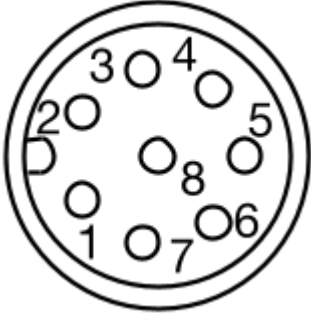
注意

请注意, 错误使用 I/O 可能会损坏机器人。请勿反接数字或模拟 I/O 的极性, 也不要超过任何电流或电压限制。

4.6.2 工具连接器类型和引脚分配

使用的连接器类型如下：

- 工具连接器为 M8 型、A 代码、8 针、母头。下表提供了适配电缆的订购信息。

工具 1	1: 模拟 I/O 2 2: 模拟 I/O 1 3: 数字输出 2 4: 数字输出 1 5: 24 V 6: 数字输入 2 7: 数字输入 1 8: GND	 连接器型号: Same Sky CDM809-08A-FW-F010-050-67 配套电缆型号: Same Sky CDM817-08A-01MRA-1M-67
工具 2	1: 模拟 I/O 4 2: 模拟 I/O 3 3: 数字输出 4 4: 数字输出 3 5: 24 V 6: 数字输入 4 7: 数字输入 3 8: GND	

4.6.3 I/O 配置

在 AX Portal 中，可以在机械臂通电前通过“*I/O 配置*”面板配置模拟和数字 I/O。

数字输入可配置为“输入”(默认，下拉电阻启用)或“输入(上拉)”，后者将禁用可切换的下拉电阻。

每个模拟 I/O 引脚都是一个可配置的电路，既可作为输入也可作为输出，并可进一步配置为电压模式或电流模式。由此产生以下模式：

- 输入 – 电压模式
- 输入 – 电流模式
- 输出 – 电压模式
- 输出 – 电流模式

后续章节将提供相关规格参数及连接示意图。

4.6.4 I/O 电源

24 V 和 GND 引脚用于为连接到数字和模拟输入/输出的电路和设备供电。

输出电压	24 V
每个引脚的最大输出	1 A (1.1 A OCP)
最大总电流	2 A (所有引脚的总和, 包括数字输出)

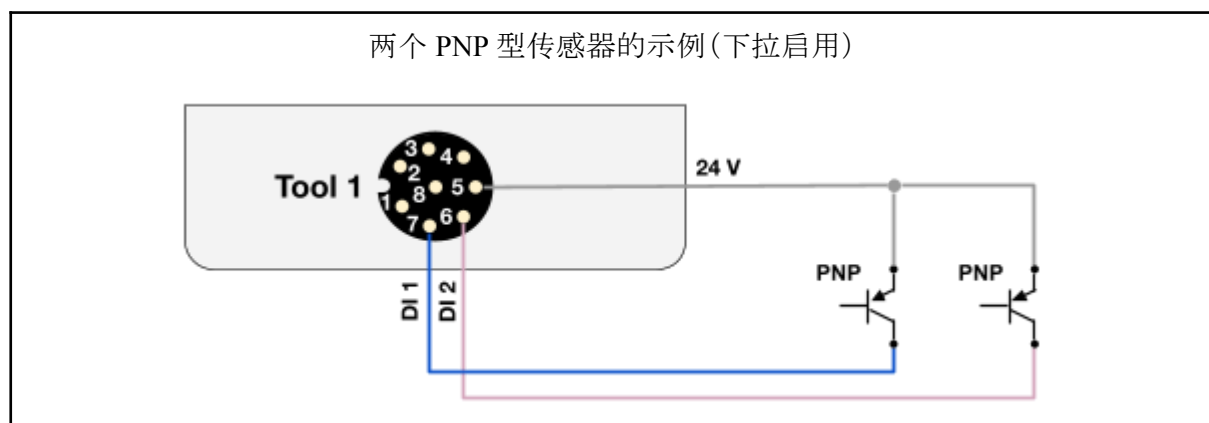
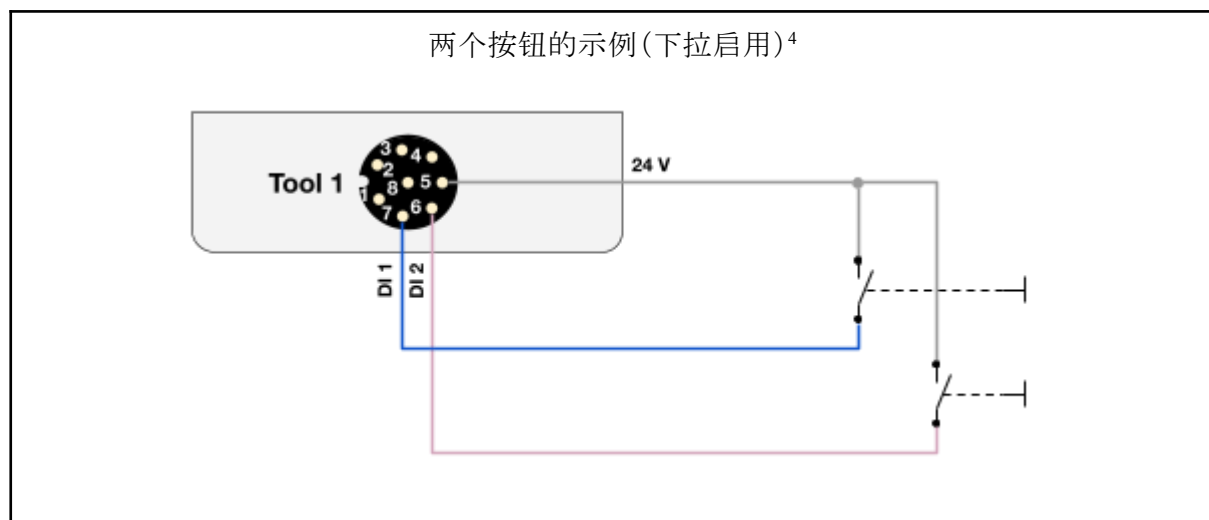
4.6.5 数字输入(工具 I/O)

每个数字输入均为高阻抗电路, 具有固定的上拉电阻和可切换的下拉电阻配置(默认启用下拉)。这些输入支持使用 PNP 和 NPN 类型的传感器。以下显示了上述每种配置的示例连接图。 请注意, 每个输入可以有不同的使用方式(例如, 数字输入 1 启用下拉, 数字输入 2 禁用下拉)。

最大输入电压	24 V
导通电压	$\geq 3\text{ V}$
关断电压	$< 1\text{ V}$
输入电阻	14.7 k Ω (下拉启用) 334 k Ω (下拉未启用)
输入电流	24 V 时为 2.17 mA(下拉启用) 24 V 时为 1.23 mA(下拉禁用)

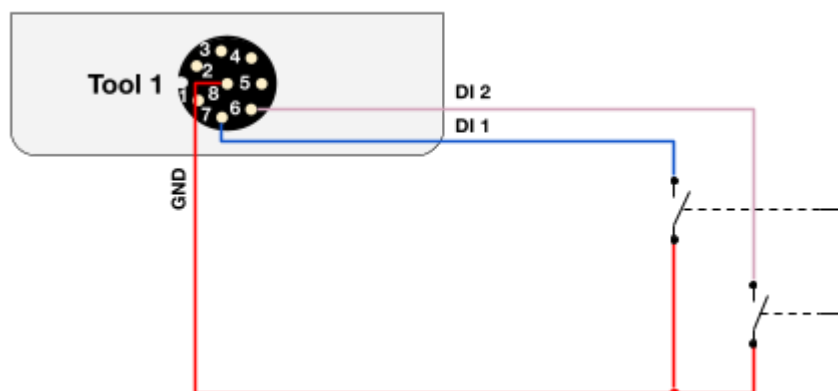
 注意	所指外部设备的 24 V 和 GND 连接应来自所用相应工具 I/O 连接器提供的对应引脚。
---	--

注:以下示例使用连接器“Tool 1”,但连接器“Tool 2”具有完全相同的功能。

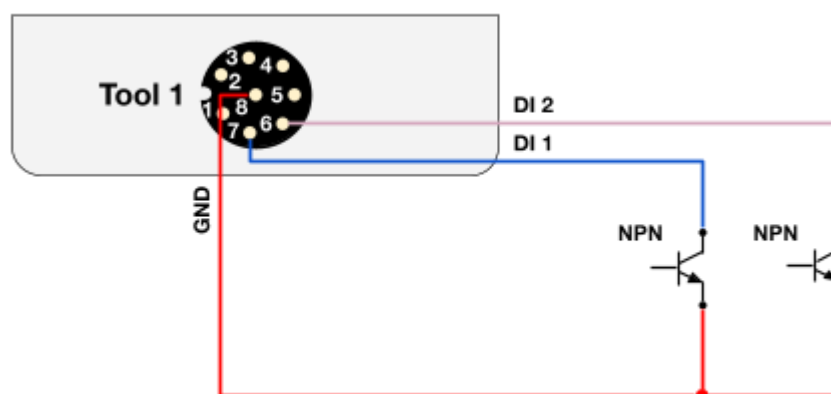


⁴ 请注意,本文档中规定的线缆颜色符合广泛使用的 DIN 47100 标准。

两个按钮的示例(下拉禁用)



两个 NPN 型传感器示例(下拉禁用)



4.6.6 数字输出(工具 I/O)

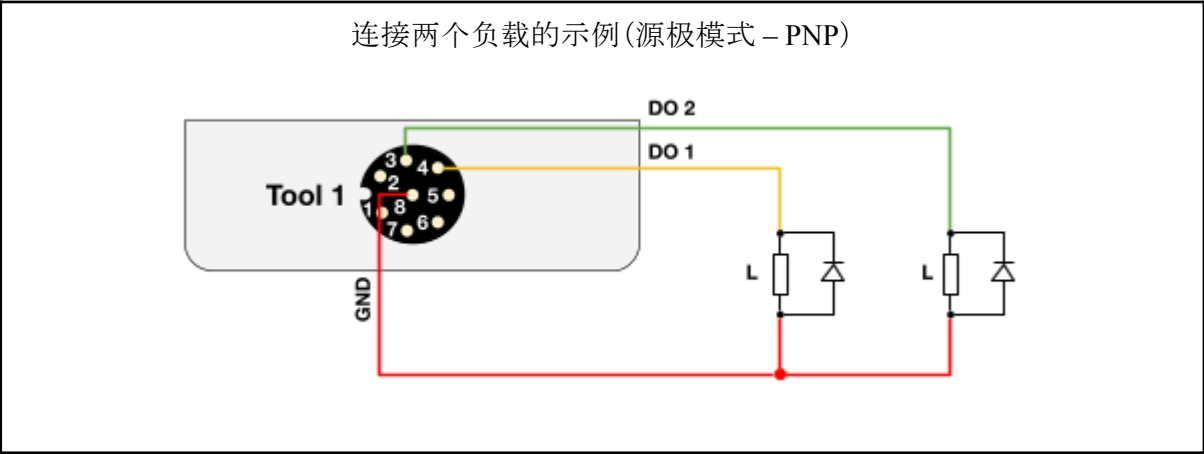
输出驱动器	半桥功率驱动器
输出电压	24 V
最大输出电流(源极或漏极)	1 A (1.1 A OCP)

每个数字输出均为带限流功能的推挽式半桥功率驱动器。该驱动器支持源极模式(PNP 型)、漏极模式(NPN 型)以及使用两个输出端实现的全桥型配置。上述各配置的示例连接图如下所示。数字输出的默认状态为低电平。有关配置详情, 请参阅《AX Portal — 用户手册》。

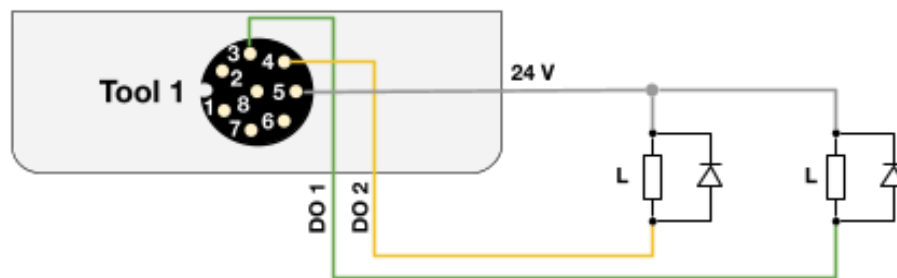


注意

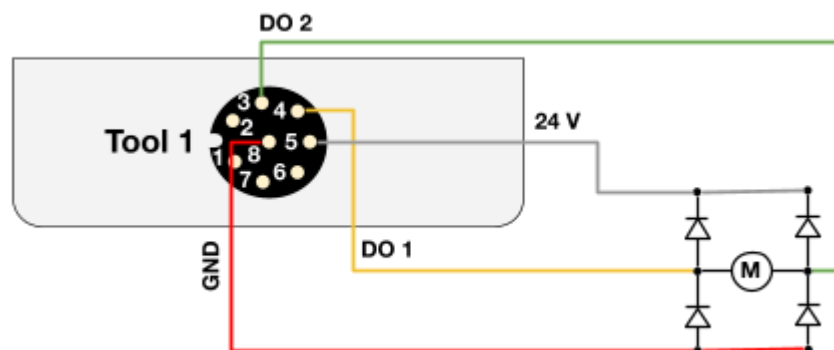
所示外部设备的 24 V 和 GND 连接应从所用工具 I/O 连接器提供的相应引脚获取电源。



连接两个负载的示例(源极模式 – PNP)



连接电机的示例(全桥模式)



注意

关于直流电机使用的警告

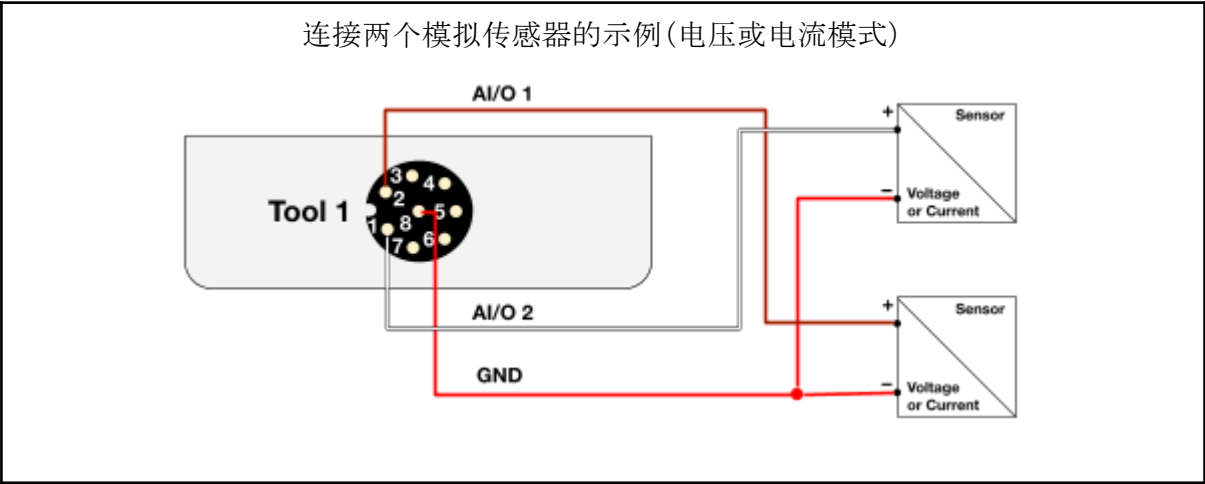
对于感性负载(例如有刷直流电机、继电器或电磁阀)的具体使用,应添加外部反激二极管,以抑制反电动势,并在电机关闭时将多余的惯性能量重新循环利用。

4.6.7 模拟输入(工具 I/O)

模拟工具 I/O 可以配置为电压或电流模式的输入。在电压模式下，模拟读数范围为 0–10 V。在电流模式下，电路中的检测电阻被激活，允许 4–20 mA 范围内的电流读数。下图显示了一个连接示例，该示例同时适用于电流和电压模式。

模拟输入配置

一般规格	最大采样频率	20 Hz
	最大输入电压	10 V
	采样分辨率	12 位
电压模式	输入电压范围	0–10 V
	输入电流消耗	< 1 mA
	最小本地阻抗	≥ 100 kΩ
电流模式	输入电流范围	4–20 mA ⁵
	检测电阻	135 Ω



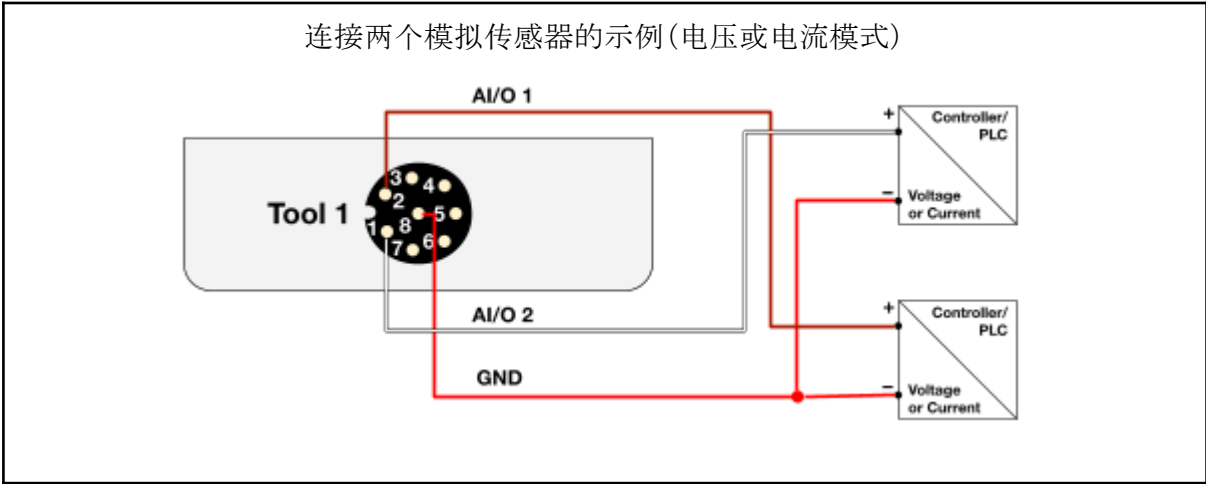
⁵ 允许在 0–20 mA 范围内运行，但无法进行故障检测。

4.6.8 模拟输出(工具 I/O)

模拟工具 I/O 可配置为电压模式或电流模式输出。在电压模式下，模拟输出范围为 0-10V。在电流模式下，可生成 0-20 mA 范围的输出。下图所示为示例连接图，该图适用于电流模式和电压模式。

模拟输出配置

一般规格	最大输出频率	20 Hz
	输出分辨率	12 位
电压模式	输出电压范围	0–10 V
	最大输出电流	1 mA
	最小远端阻抗	≥ 50 kΩ 建议≥ 100 kΩ
电流模式	最大输出电压	10 V
	输出电流范围	0–20 mA
	输出负载电阻	< 300 Ω



4.7 以太网线路

以太网线从底座穿过机器人连接至5-6号接口：

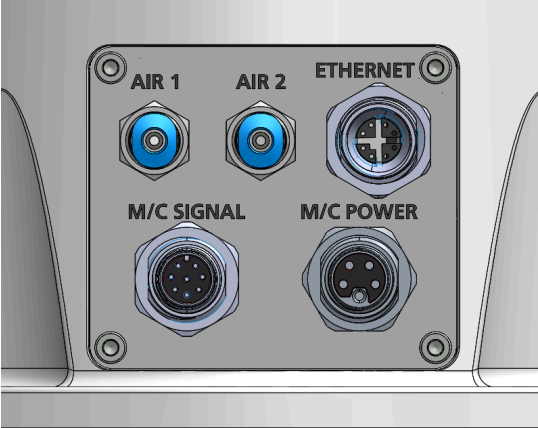
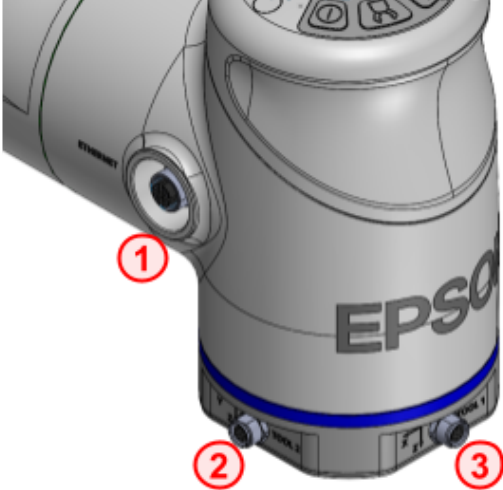
连接器类型为：

- 以太网连接器为 M12 型, X 代码, 8 针, 母头。

下表列出了以太网线路的参数。

类别	Cat 5e
数据速率	1 Gbit/s
支持以太网供电	支持符合 IEEE 802.3at(2 型) 标准的以太网供电 (PoE) ⁶

在连杆 5-6 插有以太网电缆的情况下操作操纵器时，请确保第 6 关节(轴)的角度受到限制。

	
底座上的以太网连接器。	连接 5-6 处的以太网连接器。 1. Ethernet, 2. 工具 1 ("Tool 1"), 3. 工具 2 ("Tool 2")

⁶ 需要额外的 PoE 注入器为以太网供电设备供电 (不包含在供货范围内)。

5. 维护

5.1 简介

AX6 机械臂几乎不需要维护。步骤分为维护和检查两部分。检查对于机器人系统的安全运行至关重要。

请注意，本节仅涉及操纵器，不涉及其集成所在的系统。系统集成商必须为机械臂所集成的系统定义额外的维护和检查点。

 警告	在对机械臂系统进行维护前，请注意以下事项： ● 进行任何维护工作前，请关闭系统电源。采取措施防止第三方意外开启系统，例如张贴“禁止开启”标识。在系统运行期间进行维护工作可能导致严重人身伤害或死亡。 ● 仅执行本章所列的维护工作。在任何情况下，都不得自行尝试维修故障的机械臂系统。不当的维修操作可能导致严重人身伤害或死亡。
---	---

 警告	切勿在任何情况下打开操纵器或控制器。这可能导致触电。
---	-----------------------------------

	在维护工作中需要拆卸气管时，请佩戴安全护目镜——即使已关闭气源。
---	---

5.2 操纵器和控制器的清洁

若机械臂及控制器外壳脏污，请进行清洁：

- 使用柔软的超细纤维布擦拭操纵器上的污垢。若污渍较重或需进行消毒，可用70%异丙醇浸湿布料。请小心避免刮伤操纵器的漆面。

 警告	切勿将任何液体（包括清洁剂）喷洒在控制器上。若液体溅到控制器上，可能会导致触电。
---	---

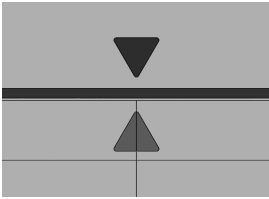
5.3 维护检查

 警告	必须遵守以下检查要点，以确保机械臂能够长期安全运行。若未遵守这些检查要点，可能会导致功能故障、人身伤害甚至死亡。
---	---

请检查以下项目。

检查项目	频率	位置	方法
螺丝松动	每月 / 250 小时 ⁷	用于固定 • 操纵器 • 末端执行器 • 接地线	使用扭力扳手检查螺钉/螺母是否已拧紧。
连接器松动	每月 / 250 小时	设备上的外部电气和空气连接器 • 基座 • 连接段 5–6 • 工具法兰	检查连接器是否松动。如果连接器松动，请将其正确重新连接，然后再次检查。
外部缺陷	每周	操纵器	如果操纵器脏了，请进行清洁，参见“操纵器和控制器的清洁”一节。
		外部电缆	检查外部电缆（例如来自控制器的供电电缆、外围设备电缆）和气管是否有外部缺陷。立即更换有缺陷的电缆和气管。
制动器操作	每月 / 250 小时	第1至6关节制动器	关闭机器人电源，手动移动操纵器时检查制动器是否接合。如果制动器工作正常，每个轴只能移动很短的距离，随后制动器会伴随咔嗒声停止运动，或者完全锁死该轴。如果能轻松移动操纵器，则说明制动器出现故障。 请同时检查：在断电状态下，操纵器是否会因自身重量而向下移动。
振动与噪音	每月 / 250 小时	—	检查机器人是否有异常运行噪音或振动（例如变速箱噪音过大）。

⁷ 如果机器人每月通电时间超过 250 小时，请每 250 小时执行所有月度项目。

零位	每年	关节 1 至关节 6 上的 零点标记。 	将每个关节移动至0°，并检查零点标记是否对齐。
----	----	---	-------------------------

5.4 维修

该机器人设计便于维修。维修工作应由受过专业培训的维修工程师进行。详情请参阅《AX6 & RC-A101 安全手册》。