杭州海康机器人股份有限公司

垂直多关节机器人 HAR16-950

硬件操作手册

HIKROBOT

关于本产品

本手册描述的产品仅供中国大陆地区销售和使用。本产品只能在购买地所在国家或地区享受售后服务及维保方案。

关于本手册

本手册仅作为相关产品的指导说明，可能与实际产品存在差异，请以实物为准。因产品版本升级或其他需要，海康机器人可能对本手册进行更新，如您需要最新版手册，请您登录海康机器人官网查阅（www.hikrobotics.com）。除非另有约定，海康机器人不对本文档提供任何明示或默示的声明或保证。

知识产权声明

- 海康机器人对本文档中所描述产品包含的技术享有相关的著作权和/或专利权，其中可能包括从第三方处获得的许可。
- 本文档的任何部分，包括文字、图片、图形等的著作权均归属于海康机器人。未经书面许可，任何单位或个人不得以任何方式摘录、复制、翻译、修改本文档的全部或部分。
- HIKROBOT 为海康机器人的注册商标。
- 本手册涉及的其他商标由其所有人各自拥有。

责任声明

- 在法律允许的最大范围内，本手册以及所描述的产品（包含其硬件、软件、固件等）均“按照现状”提供，可能存在瑕疵或错误。海康机器人不提供任何形式的明示或默示保证，包括但不限于适销性、质量满意度、适合特定目的等保证；亦不对使用本手册或使用海康机器人产品导致的任何特殊、附带、偶然或间接的损害进行赔偿，包括但不限于商业利润损失、系统故障、数据或文档丢失产生的损失。
- 您知悉互联网的开放性特点，您将产品接入互联网可能存在网络攻击、黑客攻击、病毒感染等风险，海康机器人不对因此造成的产品工作异常、信息泄露等问题承担责任，但海康机器人将及时为您提供产品相关技术支持。
- 使用本产品时，请您严格遵循适用的法律法规，避免侵犯第三方权利，包括但不限于公开权、知识产权、数据权利或其他隐私权。您亦不得将本产品用于大规模杀伤性武器、生化武器、核爆炸或任何不安全的核能利用或侵犯人权的用途。
- 如本手册所涉数据可能因环境等因素而产生差异，本公司不承担由此产生的后果。
- 您必须按照本操作手册要求正确使用、保存、维护本产品，不得对产品进行修改、改装，否则导致的一切后果均由您承担。
- 如本手册内容与适用的法律相冲突，则以法律规定为准。

版权所有©杭州海康机器人股份有限公司 2025。保留一切权利。

前　言

本节内容的目的是确保用户通过本手册能够正确了解并使用产品，以避免操作中的危险或财产损失。在使用此产品之前，请认真阅读产品手册并妥善保存以备日后参考。

概述

本手册适用于垂直多关节机器人 HAR16-950-3 和 HAR16-950-4。

手册用途

用户通过阅读本手册，能够了解该产品的组成以及操作，指导您完成产品使用调试。

适用对象

本用户手册适用于垂直多关节机器人相关行业使用该产品的技术人员或工程人员。

主要内容

本手册由 8 章内容组成，详细介绍了该产品的组成、功能、调试、使用等。

符号约定

对于文档中出现的符号，相关说明请见下表。

符号	说明
说明	说明类文字，表示对正文的补充和解释。
注意	注意类文字，表示提醒用户一些重要的操作或者防范潜在的伤害和财产损失危险。
警告	警告类文字，表示有潜在风险，如果不加避免，有可能造成伤害事故、设备损坏或业务中断。
危险	危险类文字，表示有高度潜在风险，如果不加避免，有可能造成人员伤亡的重大危险。

目 录

第 1 章 安全指南 1
1.1 安全声明 1
1.2 安全警示标识 1
1.3 风险说明 2
1.4 安全特性 2
1.5 紧急停止 2
1.5.1 急停状态触发 3
1.5.2 从急停状态恢复 3
1.6 工作中的安全事项 4
1.6.1 安全注意事项 4
1.6.2 安装时的安全事项 5
1.6.3 启动前的安全事项 6
1.6.4 操作时的安全事项 6
1.6.5 编程时的安全事项 7
1.6.6 自动运行的安全事项 7
1.6.7 维护作业时的安全事项 8
1.6.8 维修时的安全事项 8
第 2 章 产品概述 10
2.1 产品型号 10
2.2 关节机器人系统 10
2.3 基本构成 11
2.4 技术规格 14
2.4.1 技术参数 14
2.4.2 工作空间 15

2.4.3 机械限位 15
2.4.4 基座尺寸 16
2.4.5 输出法兰 17
2.4.6 负载曲线图 18
2.5 使用环境要求 19
2.5.1 长期储存环境.....19
2.5.2 工作环境 19
2.5.3 低温环境中启动.....19
第 3 章 运输及搬运 20
3.1 运输及拆箱 20
3.1.1 包装箱尺寸 20
3.1.2 带包装运输 20
3.1.3 拆箱检查 21
3.2 搬运.....22
3.2.1 搬运姿态 23
3.2.2 叉车搬运 23
3.2.3 吊装搬运 25
第 4 章 安装 26
4.1 安装准备工作 26
4.1.1 检查项目 26
4.1.2 安装工具 26
4.2 本体安装.....26
4.2.1 安装条件 26
4.2.2 固定方式 29
4.2.3 安装方式 29
4.3 机械接口 31
4.4 附属件连接 32

4.5 本体电气连接 33
4.5.1 接口类型 33
4.5.2 本体接线 35
4.5.3 管线配置 36
4.5.4 控制柜连接 37
4.6 试运行 38
第 5 章 零点标定 39
5.1 机械零点 39
5.2 各轴标定位置 39
5.3 标定方式 41
第 6 章 维护保养 42
6.1 维护总则 42
6.2 维护项目及计划 42
6.2.1 首次维护项目 42
6.2.2 日常维护项目 43
6.2.3 定期维护项目 43
6.3 维护项目流程 46
6.3.1 维护流程 46
6.3.2 清洁 46
6.3.3 螺钉紧固 46
6.3.4 更换电池 47
6.3.5 同步带维护 48
6.3.6 油脂补充 49
6.4 维护后确认 52
第 7 章 故障处理 53
7.1 产生振动或出现异常噪音 53
7.2 晃动 55

7.3 电机过热 55
7.4 润滑脂泄漏 56
7.5 轴落下 57
7.6 位置偏移 58
第 8 章 停用 60
8.1 产品材料信息 60
8.2 废弃机器人 60
附录 A 螺钉紧固力矩表 61
附录 B 修订记录 62

第1章 安全指南

本章介绍在使用本公司关节机器人时需要注意的安全原则和流程。在安装、操作、维护设备时，请先阅读并遵守本手册中的安全注意事项。

与机器人外部安全防护装置的设计、安装有关的内容不在本章描述范围之内，请与您的系统集成商联系以获得此类信息。

1.1 安全声明

- 为保障人身和设备安全，在安装、操作、维护设备时，请遵循设备上标识及手册中说明的所有安全使用注意事项。
- 手册中提到的任何安全注意事项，以及说明类、注意类、警告类、危险类文字等任何相关信息都不能视为海康机器人对“如果完全遵守各项使用说明，就不会对人身和财产造成任何损失和侵害”的保证。
- 本手册仅作为本产品的硬件操作指导说明，未介绍可能影响机器人系统和人身财产安全的一切外围设备。如需使用相关产品(运输、搬运、安装、调试、维护、维修等)，请务必熟读并掌握本手册和其余全部附属资料，在完全掌握全部设备知识、安全知识、注意事项，并且取得相关使用资格的使用人员方可开始使用。
- 应在符合设计规格要求的环境下使用机器人，否则可能造成故障，因未遵守相关规定引发的功能异常或部件损坏等不在设备质量保证范围之内。
- 因违规操作设备引发的人身安全事故、财产损失等，我司将不承担任何法律责任。

1.2 安全警示标识

在机器人运行时，可能会对进入其工作范围的人员造成伤害。本公司关节机器人系统在设备表面配有安全警示标识，请于充分理解安全警示标识的基础上使用机器人。标识如下表所示：

表1-1 安全警示标识说明

标识	说明
	机器人高速运动过程中携带较大的能量，碰撞会造成严重损害，因此请勿靠近正在运动中的机器人。

标识	说明
	机器人通过各关节轴的配合完成运动，因此请注意各关节轴在运动中的旋转。
	机器人操作与安全息息相关，请仔细阅读相关说明文档。
	踩踏设备可能会影响机器人的运行，同时随意踩踏也可能影响人身安全。

1.3 风险说明

使用者应负责确保遵守所在国家/地区的适用安全法律和法规，并且用于保护机器人系统操作者的必要安全设备设计合理且安装正确。

使用者应阅读和理解使用说明书及相关的文件，并遵循各种规程，以免造成人身伤害或设备事故。

不慎进入机器人动作范围内或与机器人发生接触，都有可能引发人身伤害事故。如发生异常时，请立即按下急停键。

1.4 安全特性

本公司关节机器人系统配备了专门的安全模块用来处理安全相关信号，并提供了安全门、安全光栅等外部安全信号接口。具体参见关节机器人控制系统操作手册中有关安全 IO 的介绍。

本公司关节机器人系统的设计符合国际安全标准。

1.5 紧急停止

紧急停止是机器人系统中优先级最高的功能，用于紧急状况下的停止操作。

紧急停止按钮包括示教器急停按钮、控制柜急停按钮和外部急停按钮，三种按钮具有相同优先级。示教器和控制柜急停按钮在设备出厂时已安装，外部急停按钮需要连接到控

制柜中的安全 IO 上（安全 IO 的接线方式可参见对应控制柜的硬件操作手册）。在发生异常情况需要立即按下紧急停止按钮，使机器人立刻停止运动。

1.5.1 急停状态触发

按下紧急停止按钮将触发急停。触发急停后，控制系统会以电机最大功率执行减速，快速停止，之后闭合电机制动器，机器人最终将停在原有路径附近。控制系统切换紧急停止状态，在被手动复位之前紧急停止状态将一直保持。

注意

- 紧急停止功能用于在遇到紧急状况时立即停止设备。不能将紧急停止作为正常的程序停止，否则将对机器人的制动器系统和传动系统造成不必要的磨损，降低机器人的使用寿命。
- 操作机器人前，按下机器人控制柜及示教器上的急停键，并确认伺服电源被切断。确保在紧急情况下，能够及时制动机器人。

1.5.2 从急停状态恢复

紧急停止状态意味着除手动制动器释放电路外，其他所有通往机器人本体的电源将被切断。必须执行手动复位操作才能将系统恢复到正常状态。

操作步骤

1. 确认造成急停的危险状况已经被处理，危险源已经不存在。
2. 复位引起急停的安装装置。

   引起急停的安全装置包括示教器或控制柜上的急停按钮以及所有外部急停装置。

   - 复位示教器和控制柜上的急停按钮需顺时针旋转。
   - 因外部急停装置都有某种类型的安全锁机制，如工作站中使用了外部急停装置，请咨询系统集成商来获得装置复位信息。
3. 清除告警信息。

   本公司关节机器人可以通过示教器、IO 和 Socket 命令三种方式清除告警信息。当机器人处于手动模式时，仅能在示教器上清除告警信息。当机器人处于自动模式时，三种方式均可清除告警信息，急停告警需先手动复位后清除。

危险

再次接通伺服电源前，要先解除造成急停的事故，否则误操作造成的机器人动作，可能引发人身伤害事故。

1.6 工作中的安全事项

1.6.1 安全注意事项

机器人不能单个进行作业，只有安装上末端执行器，构架起外围设备和系统才可以进行作业。一般来说，机器人具有不同于其他机械的优良特点，例如动作范围比安装面积大、高速、高输出的臂运动、多样且自主的动作等，因而伴随着普通机械所没有的危险。不论运动速度如何，关节机器人都具有很大的潜在危险性。因此，在进入机器人的工作范围时必须要遵守安全规范。

关节机器人的操作只能由受过充分培训和指导（包括已经熟读本手册）的专业人员来进行。未经授权人员，或者未接受过机器人使用培训了解存在风险的人员不得操作机器人。

危险

- 不要随意改动或拆除关节机器人防护装置和安全装置。
- 如果发生积涝情况，不要触碰机器人，应先切断所有电源、对场地进行排水。
- 留意机器人和控制柜内的电力部件。即使已经断电，器件内留存的能量仍然非常危险。
- 不要在下面所示情形下使用机器人。否则，不仅会给机器人和外围设备造成不良影响，而且还可能导致作业人员伤亡：
  - 在可燃性环境中使用
  - 在爆炸性环境中使用
  - 在存在大量辐射的环境中使用
  - 在水中或高湿度环境中使用
  - 以运输人或动物的目的使用
  - 作为脚架使用（如爬在机器人上面，或悬垂在下面）

警告

- 务必保证急停设备周围畅通，不可在急停设备前堆放杂物，妨碍紧急情况下设备的使用。
- 不得随意使用非原装配件。
- 机器人系统仅用于应用场景下特定的用途。应禁止将其用于其他用途，如人员站立在本体或控制柜上、人员在控制柜上办公等。
- 在连接或断开相关外围设备（如安全门等）和机器人各类信号时，务必确认机器人处于停止状态，以避免错误连接。
- 进行以下作业时，请确认机器人的动作范围内没人，并且操作者处于安全位置操作：
  - 电机使能上电时
  - 用示教器操作机器人时

- 试运行时
- 自动再现时

- 本设备容易受静电放电的影响。静电放电是电势不同的两个物体之间的静电传导，可通过直接接触或感应电场传导，在使用中如不有效避免，可能会对电子设备或人员安全造成危害。

  可通过下列方案可适当进行静电放电危害的规避，如有需请合理选择：

  - 合理使用机器人防静电腕带。
  - 合理使用静电放电隔离垫/防静电桌垫，隔离垫必须通过限流电阻接地，防静电桌垫必须接地。

注意

- 工作人员必须穿戴个人防护设备。
- 应将从控制柜上取下来的示教器存放在远离机器人工作站或者控制柜的地方，以免出现危险时试图使用没有连接的示教器来停止机器人。
- 不要挤压示教器电缆，否则可能会损坏内部线芯。
- 不要把示教器电缆放在尖锐的边缘处，否则可能会损坏电缆护套。
- 确保示教器电缆的弯曲半径大于 100mm，否则可能会损坏电缆。
- 标准示教器的模式选择开关是配备钥匙的，即手动低速/手动高速/自动模式只能通过钥匙进行切换，请妥善保管钥匙，且仔细考虑钥匙的使用权限。通常经过安全培训、基础操作培训的人员才有权限使用钥匙。

1.6.2 安装时的安全事项

安装前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和本公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

选择一个区域安装机器人，并确认此区域足够大，以确保装有工具的机器人转动时不会碰着墙、安全围栏或控制柜。同时，需确保有足够的空间来维修机器人、控制柜和其它外围设备，否则可能会在维修期间造成伤害事故。

危险

连接输入电源电缆时，请务必确定主电源为关断状态。同时为防止输入电源或断路器被误合上，请在所有的电源单元、断路器上放置清晰的关断标志，表示检查/保养、维修进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关。

警告

- 针对各种机器人，应按说明书中规定的螺钉大小及类型来安装机器人。否则可能会造成人身伤害和设备损坏。
- 在搬运中，不可靠近或走到提起的机器人本体、控制柜下方。
- 当往机器人上安装一个工具时，务必先切断（OFF）控制柜及所装工具上的电源并锁住其电源开关，而且要挂一个警示牌。

- 为防止造成与已通电的机器人发生意外接触，在机器人周围设置安全围栏，并且在安全围栏的入口处要张贴一个“远离作业区”的警示牌，安全围栏的门必须加装可靠的安全联锁装置。
- 控制柜应安装在机器人动作范围的安全围栏之外，否则可能会由于接触机器人而造成人身伤害和设备损坏。
- 确保控制柜和周边设备的正确接地。机器人控制柜的接地线和周边设备的接地线应分开接地，不能连在一起。

注意

- 在进行控制柜与机器人、外围设备间的配线及配管时须采取防护措施，如将管、线或电缆从坑内穿过或加保护盖予以遮盖，以免被人踩坏或被叉车辗压而坏。
- 工具和散乱的器材不要遗留在机器人本体、控制柜或系统（如焊接夹具）等周围，如果机器人撞击到作业区中这些遗留物品，可能会发生人身伤害或设备事故。
- 如果在机器人工作环境中存在废料、金属尘粒、细小粒子等，请在机器人本体、控制柜、周边装置上罩上合适的罩壳。

1.6.3 启动前的安全事项

危险

在设备启动前务必确认没有人处于机器人手臂的运动范围内。

注意

在机器人启动前需检查下列事项：

- 检查机器人运动有无异常、异响，同时需检查外部电缆的绝缘及外包是否破损。
- 检查机器人的紧急停止装置是否工作正常。
- 检查所有机器人操作必须的开关、显示以及信号的名称及其功能。
- 当启动机器人和从故障状态恢复运行时，在开启控制柜电源后，请把你的手放在紧急停止开关上，以便在出现异常情况时，可以立即切断电机电源。

1.6.4 操作时的安全事项

危险

- 操作者需要注意伺服电机的动力线、连接夹具和其他装置的动力线的高电压危险。
- 确认机器人的运动范围，禁止接近机器人手臂下方。

警告

- 在操作期间，绝不允许非工作人员触动控制柜和示教器。否则可能会造成机器人产生未预料的动作，从而引起人身伤害和设备损坏。
- 无论何时如有可能的话应在作业区外进行示教工作。
- 示教员进入安全围栏前，必须把示教器上的模式选择开关切换到手动模式，以防自动模式下引发事故。
- 在机器人动作范围内示教时，请遵守以下事项：

- 保持从正面观看机器人。
- 遵守操作步骤。
- 考虑机器人突然向自己所处方位运动时的应变方案。
- 确保设置躲避场所，以防万一。

注意

- 在手动模式下，外部安全装置如安全门、安全光栅等信号将被旁路，即在手动模式下即使安全门被打开系统也不会处于停止状态。
- 在校验示教数据时，尽量将运行速度降到最低。

1.6.5 编程时的安全事项

警告

编程时尽可能在安全围栏外进行，因不得已情形而需要在安全围栏内进行时，应注意下列事项：

- 仔细查看安全围栏内情况，确认没有危险后再进入围栏内部。
- 请清楚的标识机器人示教工作正在进行中，以免有人通过控制器、示教器等误操作任何机器人系统装置。
- 示教员在进入安全围栏前，必须把示教器上的示教开关打到手动位置，以防机器人自动运行而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下急停按钮。
- 要做到随时都可以按下急停按钮。
- 应以低速运行操作机器人。
- 应在确认整个系统的状态后进行作业，避免由于针对外围设备的遥控指令或动作等而导致作业人员陷入危险境地。

1.6.6 自动运行的安全事项

危险

如果工件的抓握力不够，在机器人自动运行中，工件有可能会被甩脱。务必采用失效安全系统，来确保一旦设备的驱动力被突然断开时，工件不被弹出。

警告

在通电模式下操作时，人员不得进入安全防护区域。

注意

- 外部安全信号如安全门、安全光栅等在自动模式下会启用，安全门打开会触发设备停止。
- 程序运行中的一个暂停或者等待之后可能接着一个非常快速、危险的运动指令。即便您已经熟悉当前机器人的运动轨迹和模式，但是在自动模式下机器人的运动轨迹仍然可能会被外部信号在毫无预警的情况下改变。

- 如果因故障导致机器人在自动运行中停止，请检查显示的故障信息，按照正确的故障恢复顺序，来恢复和重启机器人。

1.6.7 维护作业时的安全事项

危险

- 在进入安全围栏前，请切断控制电源，并放置清晰的信号显示关断、维护进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关，以免有人误开电源。
- 进行正式运行前，请确认紧急停止开关与安全门开关动作状态正确。
- 请务必在安全防护栏之外确认更换部件后的机器人动作。
- 务必由经过安全方面培训的人员对机器人系统进行维护（经过安全培训的人员是指通过关节机器人的知识、操作、示教等相关知识和相关法规培训的人员）。

警告

- 进行维护工作前，请确认机器人周围足够的空间，以避免与周边设备发生干涉。
- 机器人刚停止运行时，散热片或电阻元件可能还是存在较高温度的，需小心不要触摸任何可能发热的部件。
- 务必使用本公司指定的维护配件，配件的型号规格不符会导致的设备损坏。

注意

- 在检查与维护工作前，清除不要的物体。
- 如果整条线不能停止，请在目标机器人与任何相邻机器人之间安装临时安全围栏。
- 在完成维护工作后,请确认安全防护装置（安全门、安全插销、急停止开关等)、周边设备工作正常。
- 当应用装置(水、压缩空气、保护气体等）使用时，在进行维护前，请关闭其供应源，清除管路中的剩余压力。

1.6.8 维修时的安全事项

危险

- 对安全防护装置进行检查时可能会因安全防护装置无法工作给维修人员保护而造成危险。因此，维修人员必须非常小心，并做好万全的防护措施。
- 在进入安全围栏前，请切断控制电源。并放置清晰的信号显示关断、维修进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关，以免有人误开电源。
- 在维修机器人时，禁止爬上机器人，以防摔落。

警告

- 在维修工作前，确认机器人周围具备足够的空间，以免与周边设备干涉。同时将周边装置于固定状态，防止它们出现任何的突然动作。
- 当控制柜进行了维修、器件更换等操作后，请务必检查柜内是否有可导电的异物，这些物体很可能在机器人使用过程中造成控制柜的短路，进而引发其他危险。

- 在确认齿轮等内部零件不再旋转、运动后打开盖子或保护装置，在齿轮、轴承等旋转时不能打开保护装置。
- 如果有必要，使用辅助装置使内部不再固定的零件保持它的原来的位置。
- 在拆除任何关节轴的伺服电机前，请用合适的提升装置支撑好机器人手臂。拆除电机，将使该轴的刹车机构失效，如果没有可靠的支撑，手臂将会下坠。
- 务必使用本公司指定的零部件进行更换。

注意

- 正常运作的机器人部分部件会发热，尤其是伺服电机，减速机部分，靠近或触碰容易造成烫伤。在发热的状态下必须触碰部件时，应佩戴耐热手套等保护用具。
- 当应用装置(水、压缩空气、保护气体等）使用时，在进行维修前，请关闭其供应源，清除管路中的剩余压力。

第2章 产品概述

2.1 产品型号

本手册适用型号：HAR16-950-3、HAR16-950-4。

产品型号信息如下图所示：

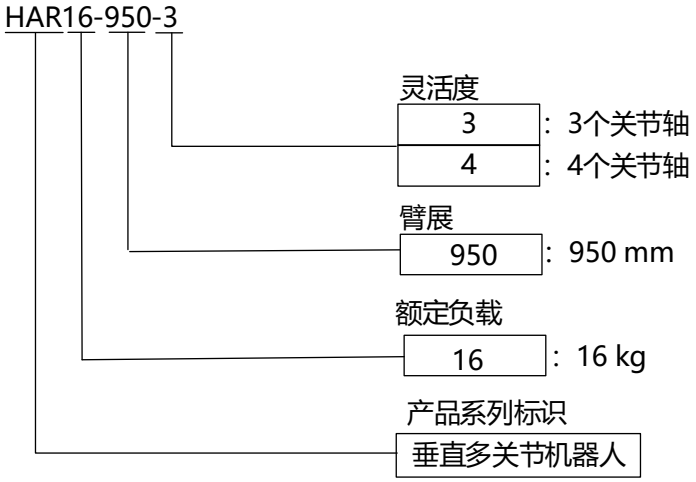


图2-1 产品型号说明

2.2 关节机器人系统

PCB 专用关节机器人系统包含下列三部分：

- **机器人本体**：机器人实际运动单元。
- **控制柜**：机器人控制单元，含主控制系统及驱动单元等。
- **示教器**：用于操作机器人运行及编程等操作。

系统构成及连接如图所示：

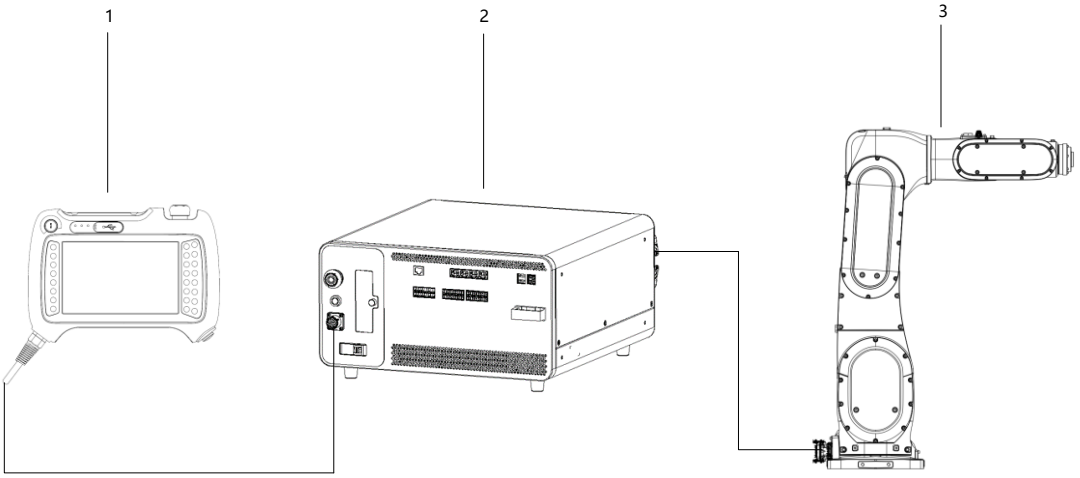


图2-2 关节机器人系统构成及连接

表2-1 关节机器人系统说明

序号	名称
1	示教器
2	控制柜
3	机器人本体

2.3 基本构成

机器人本体是指机器人系统中用来抓取或移动物体（工具或工件）的部件。HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 由以下几个部分构成：

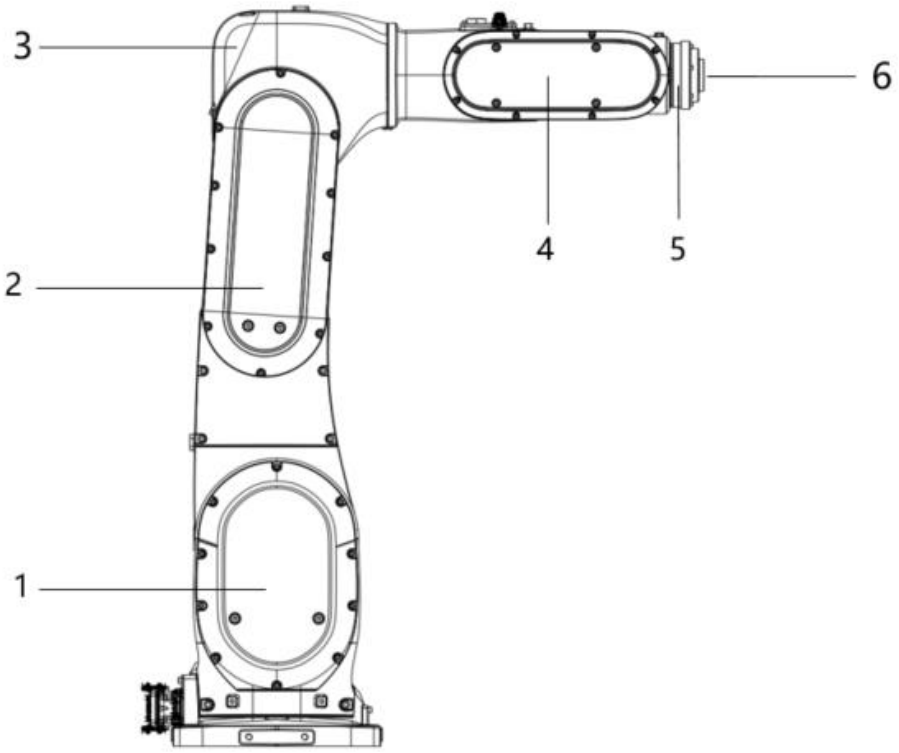


图2-3 机器人本体构成

表 2-1 机器人本体构成说明

序号	名称	序号	名称
1	基座+肩部	2	大臂
3	肘部	4	小臂
5	腕部	6	末端法兰

机器人本体各方向轴的运动方向如图所示。

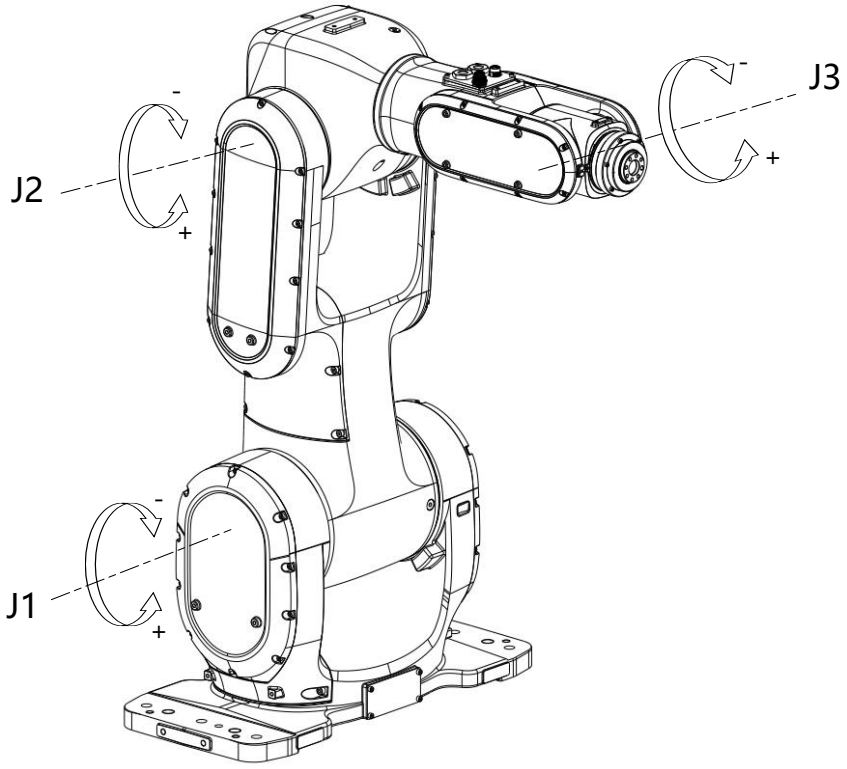


图2-4 HAR16-950-3 各关节轴运动方向

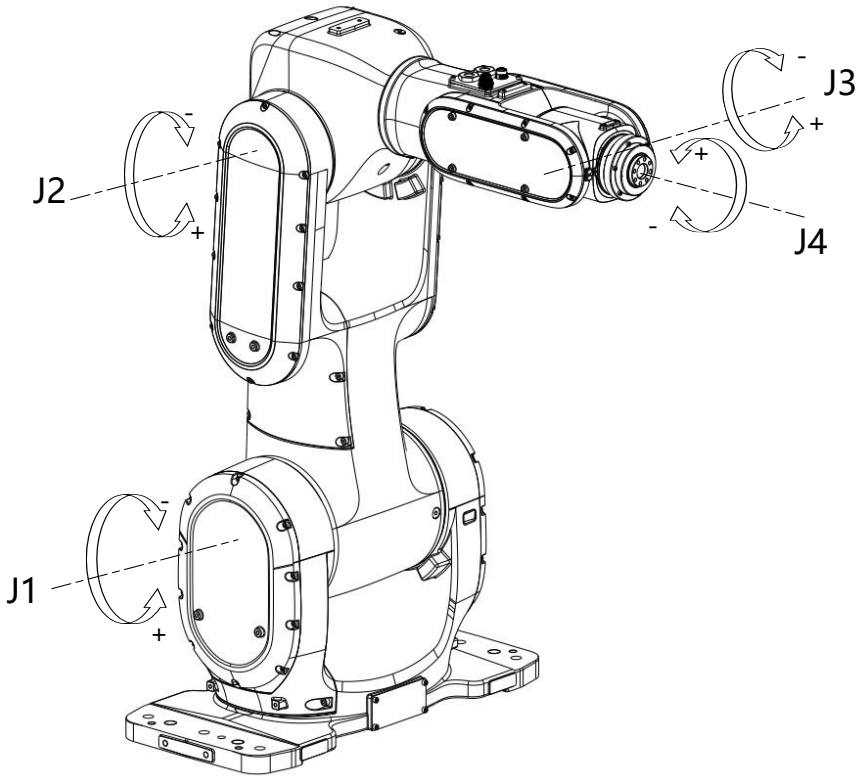


图2-5 HAR16-950-4 各关节轴运动方向

2.4 技术规格

2.4.1 技术参数

HAR16-950 系列机型各项参数规格如表所示：

表2-2 参数规格

型号		HAR16-950-3	HAR16-950-4
基本参数	自由度	3	4
	最大工作半径	950 mm	
	额定负载 [1]	16 kg	
	最大负载 [2]	25.2 kg	
	重复定位精度	±0.03 mm	
	防护等级 [3]	IP67	
	噪音水平 [4]	≤75 dB	
	安装方式	落地安装、倒置安装	
	质量	68 kg	69kg
	工作温度	0°C ~ 45°C	
	储存温度	-10°C ~ 55°C	
	湿度	≤95%（无凝露）	
	适配控制柜型号	HRC-C（专用）	
运动范围及最大速度	J1	-130°~+92°，265°/s	
	J2	-75°~+210°，355°/s	
	J3	-130°~+130°，450°/s	
	J4	/	-360°~+360°，700°/s
内部集成	气源	2 路，外径 10mm	
	信号源	12 路，额定电压 DC30 V，额定电流 1 A	
	网络接口	8 芯，Cat5e，千兆以太网	
允许力矩	J3	26 N·m	26 N·m
	J4	/	12 N·m
允许惯量	J3	1.81 kg·m²	1.81 kg·m²
	J4	/	0.31 kg·m²

*1：额定负载指机器人在所能达到的任何位置和姿态下的负载能力。

*2：最大负载指机器人在 3 轴垂直向下摆动±10 度范围时可负载的最大质量。

*3：通过正压吹气孔加强密封时，机器人本体防护等级可达 IP67。

*4：根据 GB/T37242—2018 标准要求，工业机器人噪音水平数据在机器人满载满速，最大臂展外一米处测得。

2.4.2 工作空间

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的工作空间如图所示。

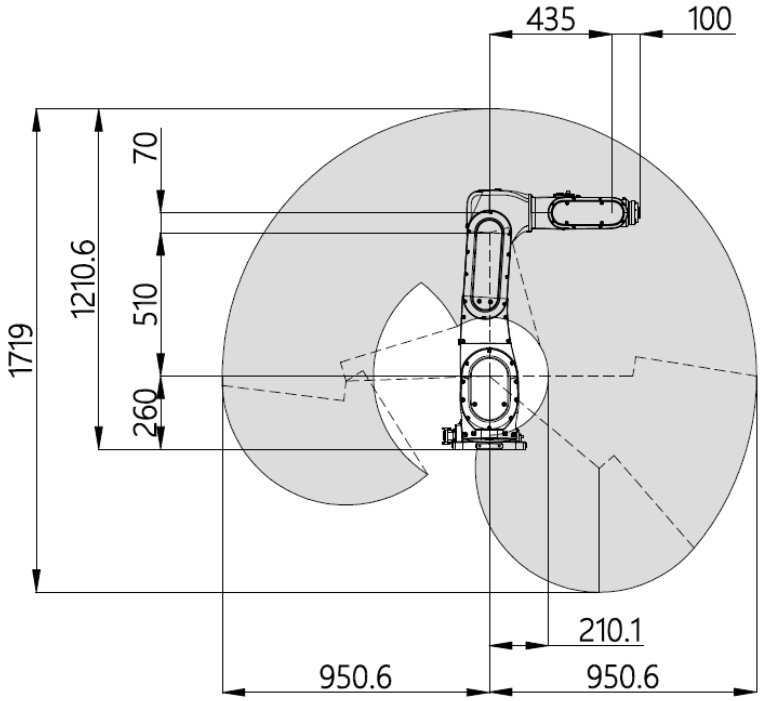


图2-6 工作空间

2.4.3 机械限位

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 在 1 轴和 2 轴均设有机械限位装置，避免机器人因零点位置丢失导致超出许可的运动范围。机械限位位置如图所示。

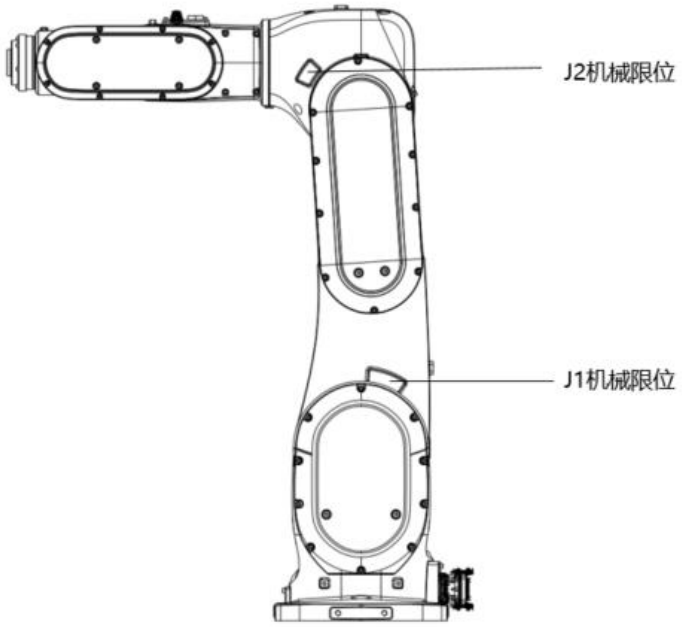


图2-7 机械限位

2.4.4 基座尺寸

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的基座尺寸如图所示。

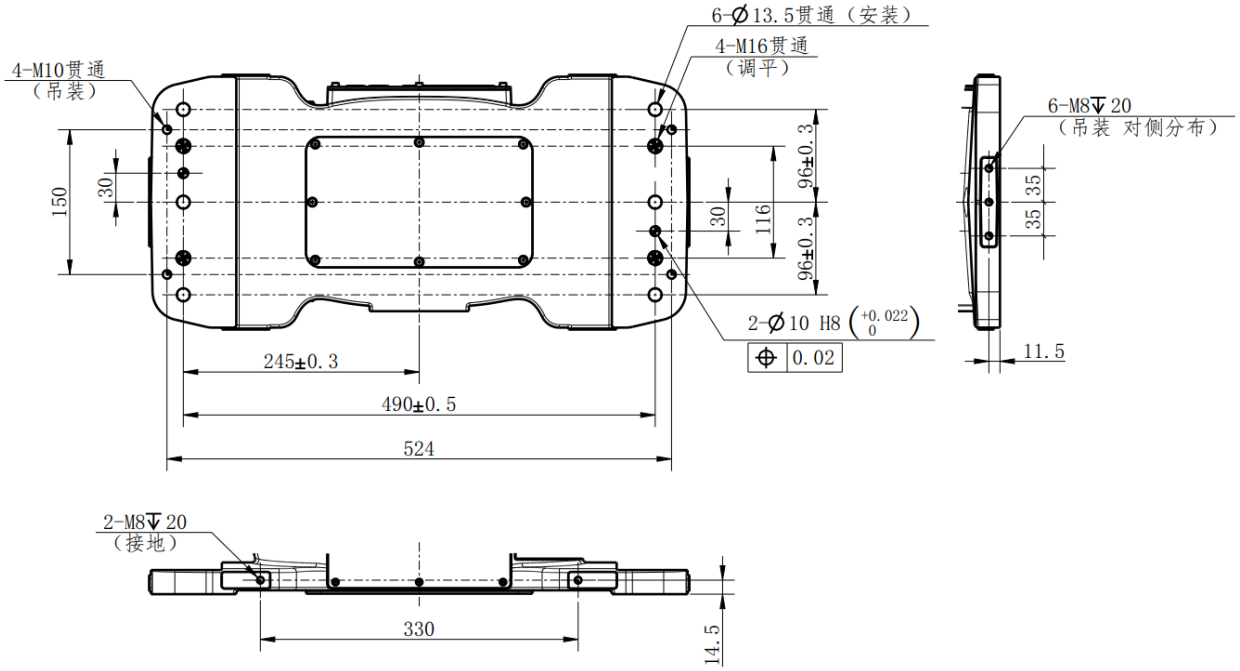


图2-8 基座尺寸

2.4.5 输出法兰

根据用户的业务场景，可在机器人本体末端法兰装配合适的工具，使其完成相应的工作。机器人本体输出法兰规格尺寸如图所示。

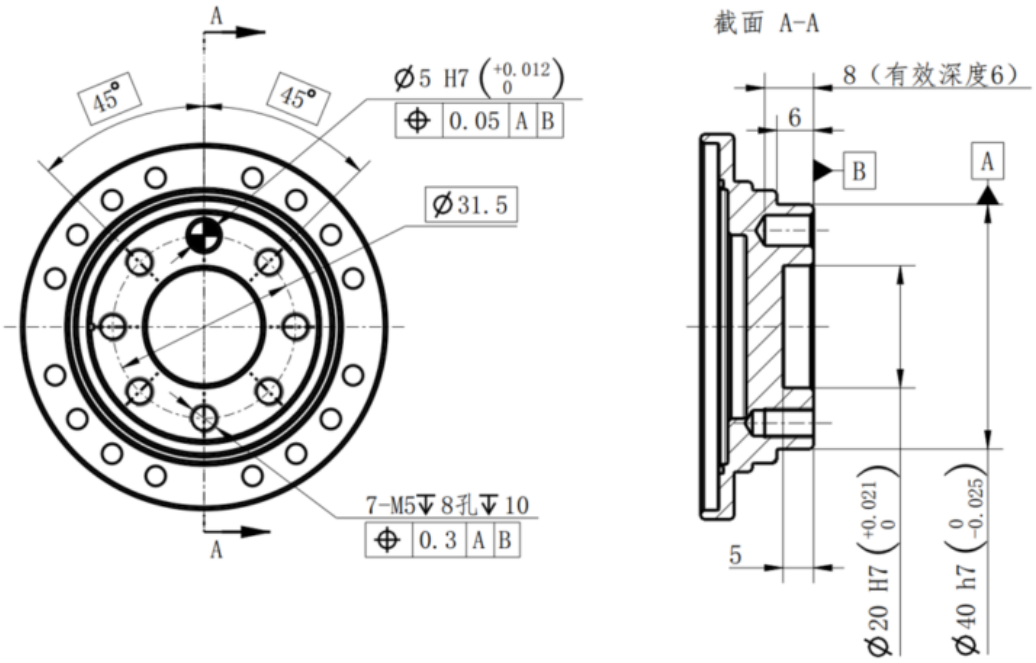


图2-9 法兰尺寸

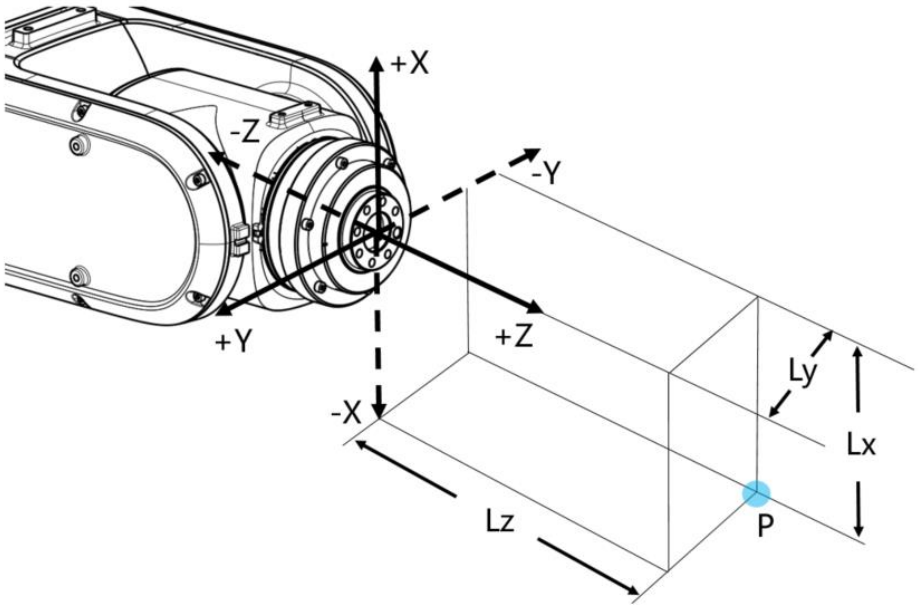


图2-10 腕部质心示意图

2.4.6 负载曲线图

额定负载指机器人在所能达到的任何位置和姿态下的负载能力。HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的额定负载曲线图如图所示。

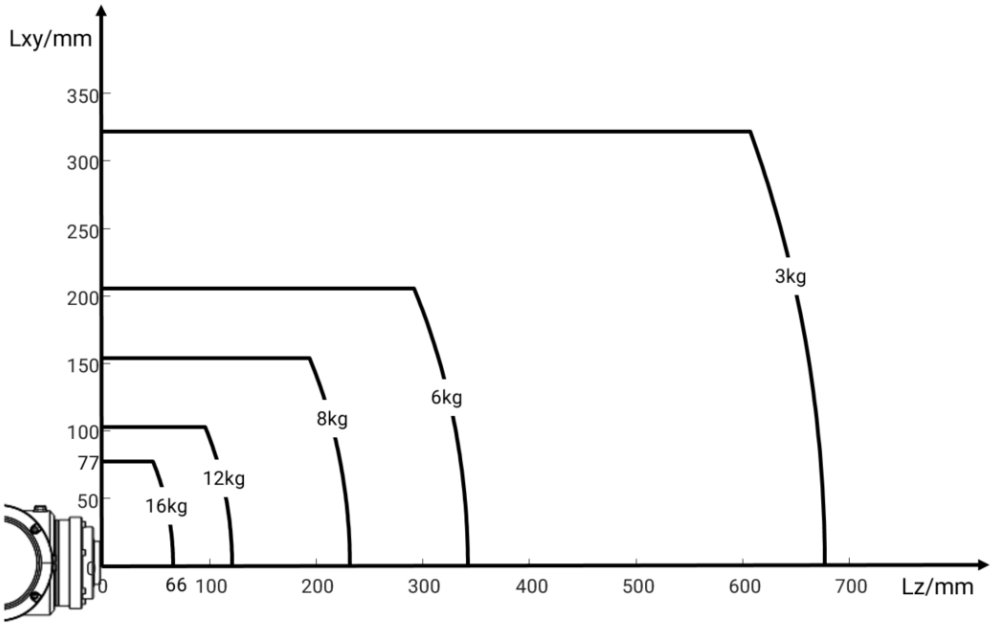


图2-11 额定负载曲线图

最大负载指机器人在 3 轴垂直向下摆动±10 度范围时可负载的最大质量。在 Lz 为 0 时，机器人可负载的最大重量可达 25.2 kg。HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的最大负载曲线图如下所示。

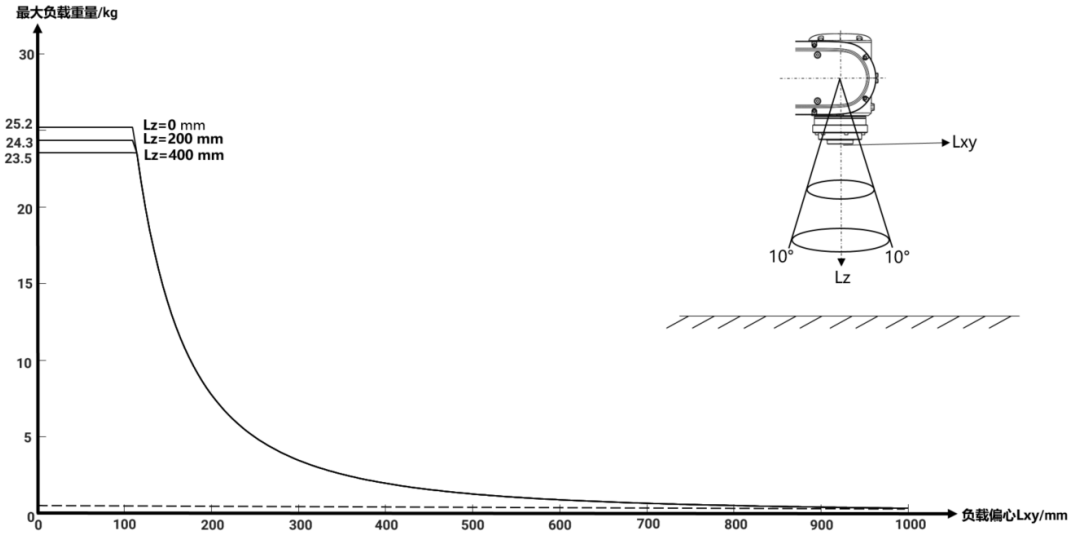


图2-12 最大负载曲线图

当负载不是重量而是作用力时，机器人本体允许的力矩/惯量见 *2. 4. 1 技术参数*所示。

2.5 使用环境要求

2.5.1 长期储存环境

如机器人长期不使用，应切断电源，拔除连接线，并使用遮盖物或包装箱进行适当防护。避免长期接受光照、长时间处于高粉尘环境、接触腐蚀性液体等。具体储存环境参数要求如下表所示：

表2-3 长期存储环境要求

环境参数	要求
储存温度	-10°C ~ 55°C
相对湿度	≤95%，无凝露
最大振动条件	0.5 g

长期存储后，如果因电池消耗导致机器人零位丢失，应重新进行零点标定，见*第 5 章 零点标定*。

2.5.2 工作环境

关节机器人系统须在室内安装使用，不可接触易燃易爆气体和粉尘，不可接触腐蚀性液体，远离强电强磁干扰源。工作环境参数要求如表中所示：

表2-4 工作环境要求

环境参数	要求
工作温度	0°C ~ 45°C
相对湿度	≤95%，无凝露
最大振动条件	0.5 g

2.5.3 低温环境中启动

当使用环境温度低于 5°C，减速机内的润滑脂可能处于凝固或粘性较高状态，导致机器人运行异常。请启动并充分预热机器人本体后（建议 50%速度以下运行 10 分钟或更长时间）再进行作业，在预热过程中降低并逐步提高机器人的运行速度百分比，直至充分预热。

第3章 运输及搬运

3.1 运输及拆箱

3.1.1 包装箱尺寸

根据产品发货需求，包装箱装有整套机器人系统：机器人本体、示教器、控制柜。

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的机器人系统包装尺寸为 776mm×626mm×1137.7mm (L×W×H)，如图所示。

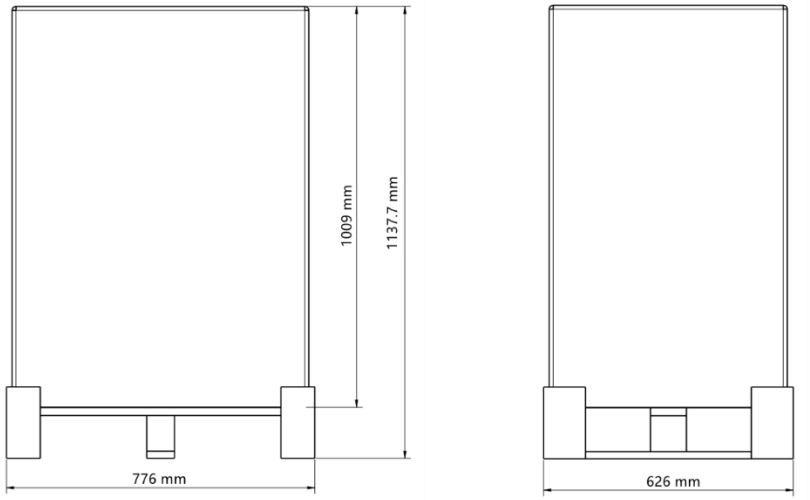


图3-1 机器人系统包装尺寸

3.1.2 带包装运输

关节机器人系统采用纸箱包装运输，包装分为箱体和底托两部分，且包装内覆盖有防水内包装。箱体在运输过程中可起到防护作用，机器人本体通过 6-M12×55 螺栓固定于底托上。

在运输机器人时，应注意以下事项：

- 务必确保包装向上放置，不可将重物置于箱体上。
- 运输时须避免淋雨。

警告

- 运输过程中人为导致的损坏不在保修范围之内。
- 运输过程中进水导致的机器人损坏不在保修范围之内。

3.1.3 拆箱检查

拆除包装前请检查包装是否有破损。如发现破损，请留存相关证据并及时联系运输公司。

操作步骤

1. 使用剪刀或美工刀打开箱体的绑带，取下箱盖和箱体四周的护角，并将箱体从下向上托起，如图所示。

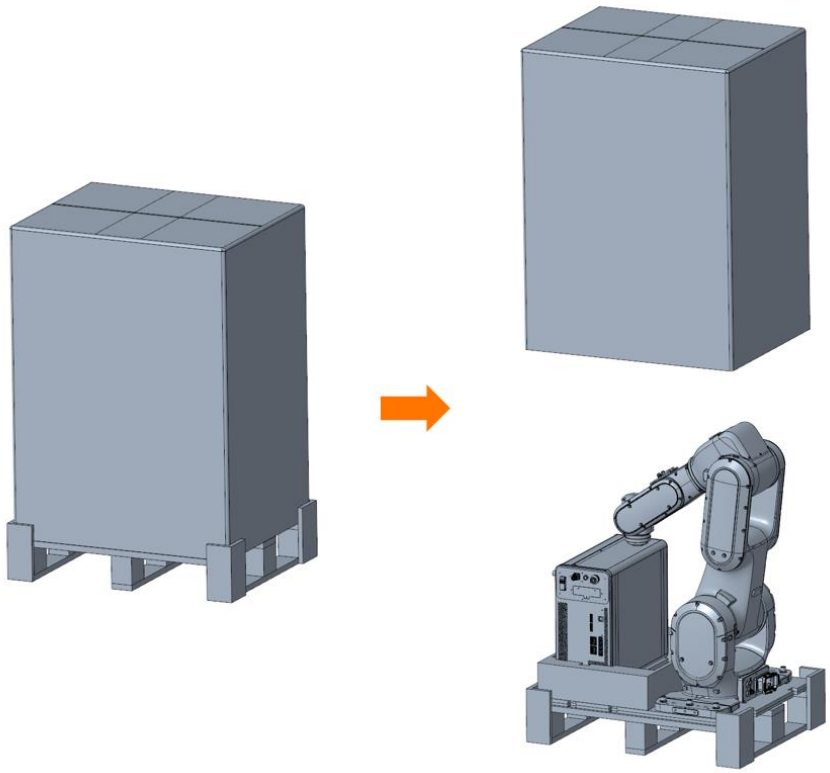


图3-2 包装拆除示意

2. 拆除固定机器人本体的 M12 螺栓。
3. 将吊绳系于机器人本体上的 4 个 M10 吊环，并按照下图虚线位置增设辅助绑带以增强稳定性。

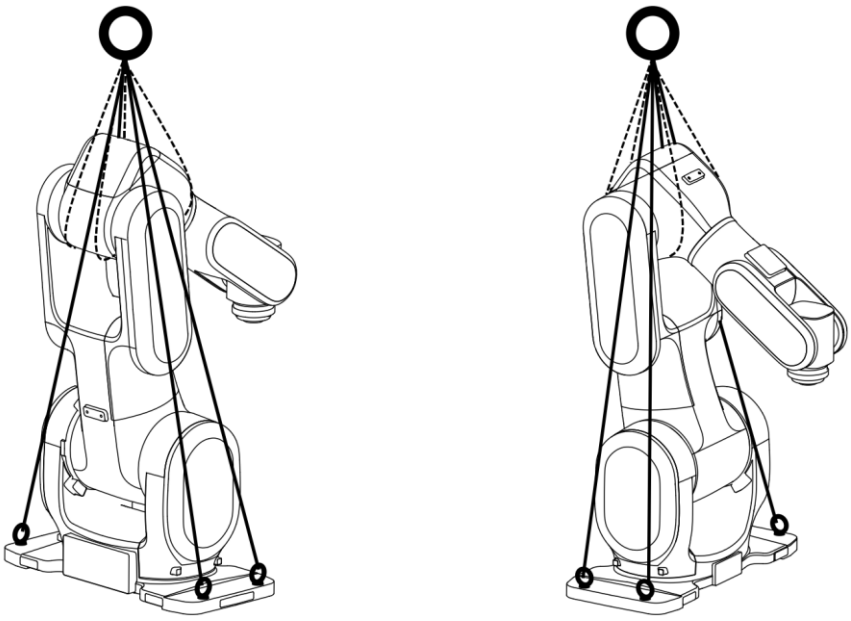


图3-3 吊装示意

4. 使用龙门架、起重机或相应吊装设备将机器人本体平稳吊起后将其取出。

警告

- **起吊时，先缓慢起吊，确保无重心偏移后再进行正常起吊。**
- **请务必选用足够强度的钢丝绳或吊带将设备吊起，并于操作前确认钢丝绳或吊绳没有松动。**

5. 产品信息确认：

- 对照装箱清单核对设备和配件。如发现缺失，请及时联系本公司售后人员。
- 将设备上的铭牌信息与外包装箱上的铭牌信息进行核对，确认产品型号是否一致。如发现信息不一致，请及时联系本公司售后人员。

3.2 搬运

在搬运机器人时，应注意以下事项：

- 机器人本体的搬运，须由持起重或叉车等作业资格的人员进行作业，并与搬运前充分确认产品的重量和操作步骤。
- 如在装配结束后进行搬运，请对设备、附件和配线做好保护措施，以免对其造成损坏。
- 吊起设备前，请确认不要让除吊环等吊装位置以外的部分受力，避免设备损坏。

3.2.1 搬运姿态

机器人本体在搬运时，为确保不因重心偏移而倾倒，务必使机器人本体保持搬运姿态。机器人本体的搬运姿态和各轴角度如下所示：

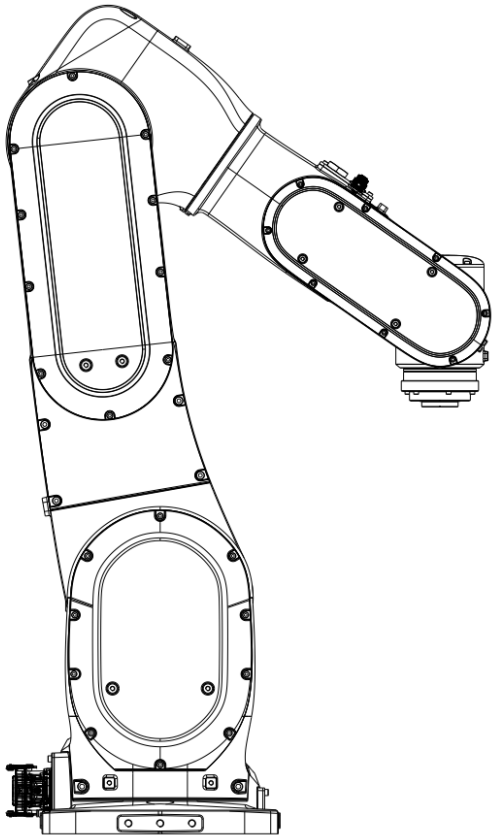


图3-4 搬运姿态

表3-1 搬运姿态各轴角度

轴号	HAR16-950-3	HAR16-950-4
J1	10°	10°
J2	-45°	-45°
J3	-55°	-55°
J4	/	0°

3.2.2 叉车搬运

如采用叉车搬运，需安装适配的叉车搬运支架（用户自备），并使用 M10 螺钉安装于机器人本体的基座，安装孔位如图所示。

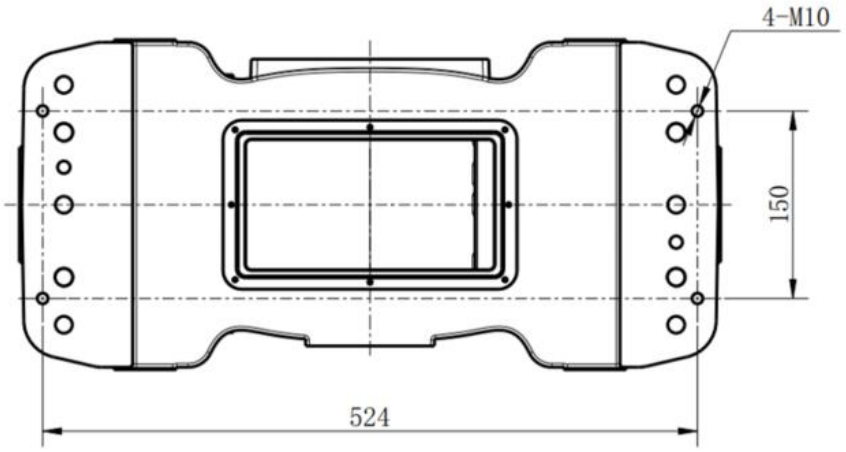


图3-5 叉车搬运支架基座安装孔位

安装后的形态及尺寸如图所示。

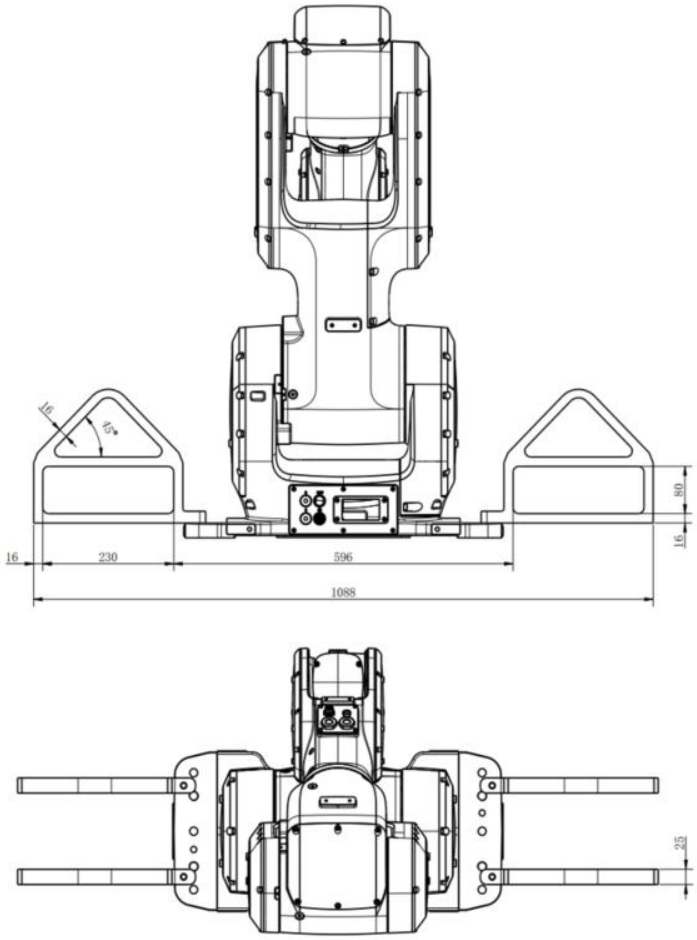


图3-6 叉车搬运支架尺寸

叉车搬运支架安装完成后，选择货叉尺寸合适的叉车，将叉车货叉插入支架内搬运机器人本体，如图所示。

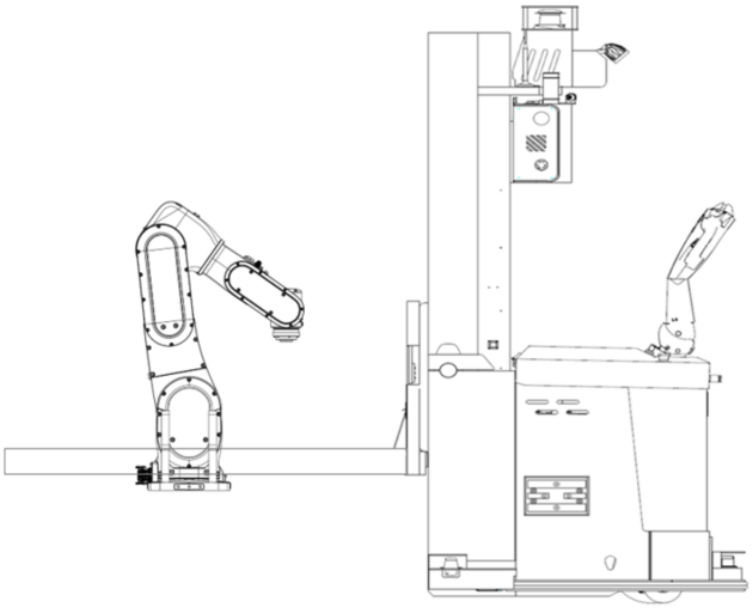


图3-7 叉车搬运示意

3.2.3 吊装搬运

吊装搬运可通过将吊绳系于机器人本体上的 4 个 M10 吊环进行搬运，具体请参考 *3. 1. 3 拆箱检查*中的吊装操作，需要增设辅助绑带以确保吊装搬运的稳定性。起吊前可在大臂、肘部、小臂等与吊带接触位置增加软垫，以防止起吊过程中对机器人表面造成划伤。

警告

- 起吊时，先缓慢起吊，确保无重心偏移后再进行正常起吊。
- 请务必选用足够强度的钢丝绳或吊带将设备吊起，并于操作前确认钢丝绳或吊绳没有松动。

第4章 安装

4.1 安装准备工作

4.1.1 检查项目

在安装设备之前，请务必遵守以下所列规则：

- 确保已阅读并理解安全使用须知中的信息；
- 确保安装人员通过本公司的相关培训，安装过程必须遵守国家和当地的法律法规；
- 确保安装环境必须符合安装条件要求（详见 *4.2.1 安装条件*）；
- 确保机器人安装地点能够承受机器人及其负载带来的压力或者拉力。

4.1.2 安装工具

安装所需工具如下：

表4-1 安装工具

工具名称	数量（pcs）
内六角扳手（H5）	1
十字头螺丝刀（PH2）	1
内六角螺钉 M12（强度等级 12.9）	若干
（可选）内六角螺钉 M16	依实际需求而定

说明

实际安装环境和方式不同，可能需要更多工具。

4.2 本体安装

4.2.1 安装条件

安装机器人时应充分考虑地基/支架安装面强度。HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 正装运动时对地基的作用力及力矩见如下图表所示。

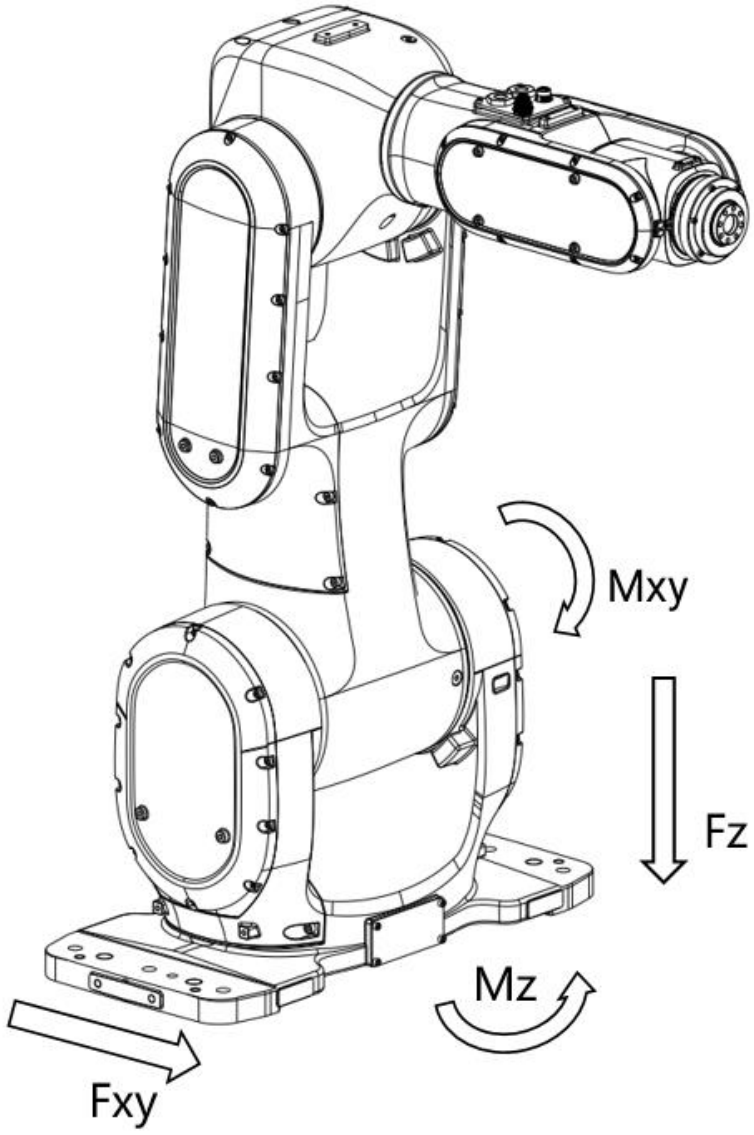


图4-1 正装作用力示意

表4-2 落地安装作用力及力矩

负载类型	力/力矩
Z 方向的作用力 Fz	1618 N
XY 平面上任意方向的力 Fxy	1227 N
Z 方向的弯曲转矩 Mz	148 N·m
XY 平面上的任意方向的弯曲转矩 Mxy	923 N·m

倒置安装的机器人本体运动时对安装平面的作用力及力矩如下图表所示。

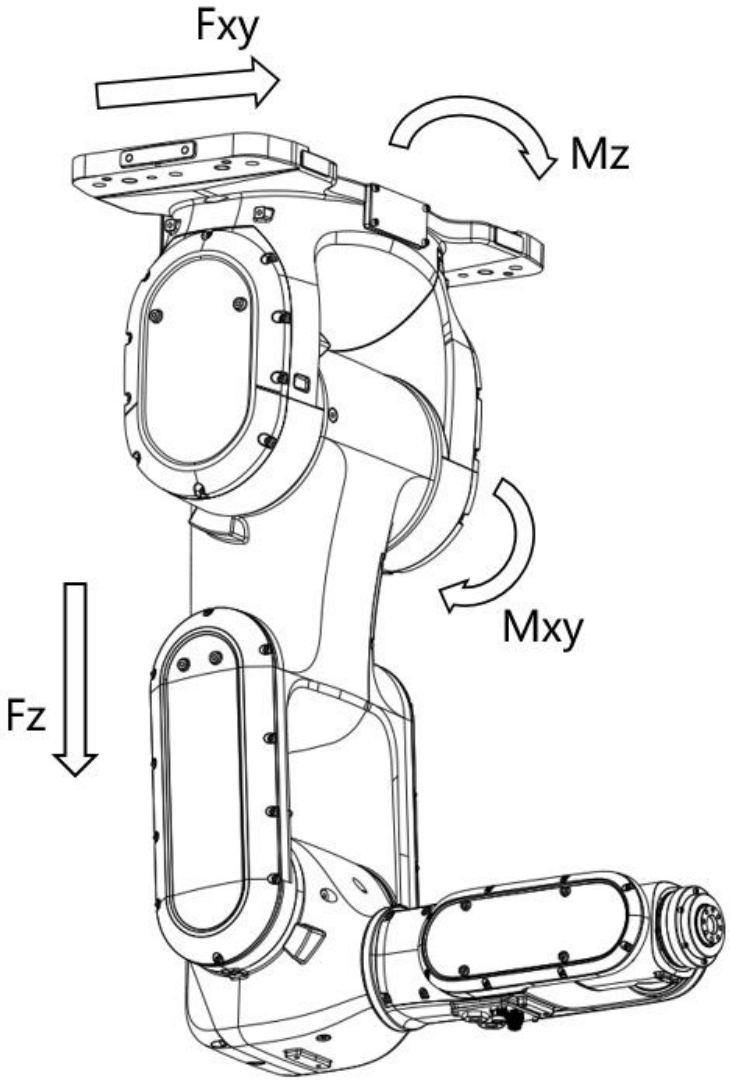


图4-2 倒装作用力示意

表4-3 倒置安装作用力及力矩

负载类型	力/力矩
Z 方向的作用力 Fz	1687 N
XY 平面上任意方向的力 Fxy	1142 N
Z 方向的弯曲转矩 Mz	148 N·m
XY 平面上的任意方向的弯曲转矩 Mxy	904 N·m

4.2.2 固定方式

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 支持 2 种固定方式：地面固定和支架固定。具体固定方式应根据用户所使用的环境进行适当选择。

固定机器人本体时所需零部件及其规格如下表所示。

表4-4 零部件规格

零部件名称	规格及数量	地面固定	支架固定
固定螺栓	6 个 M12 螺栓（强度等级：12.9）	√	√
地脚螺栓	4 个 M16 螺栓（强度等级：12.9）	√	√
机器人固定板	1 块；厚度可根据需求定制	√	

有“√”标志的代表需要此零件。

注意

- 机器人固定板及安装支架与机器人、混凝土间不得有绝缘层物质。
- 支架需稳固安装在地面上，强度应不小于地面固定方式中机器人固定板与地面的固定强度。
- 地脚螺栓搭配固定板使用。
- 地脚螺栓强度受到混凝土强度的影响，地脚螺栓施工，应参照各制造商设计指南，充分考虑安全后使用。

4.2.3 安装方式

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 支持落地安装和倒置安装。不同的安装方式和角度的关系如下表所示。

表4-5 安装方式说明

安装方式	安装角度
落地安装	0°
倒置安装	180°

落地安装

落地安装以应用固定板为例进行说明，实际安装时，应根据现场情况选择固定板或支架。

安装步骤

1. 将基座固定板紧贴安装平面，推荐用 M16×190（强度等级 12.9）以上的地脚螺栓固定。

   固定板必须具备足够强度，建议使用厚度大于 30mm 的固定板。

2. 机器人基座上有 6 个安装孔，使用 6 个 M12×55 螺栓（强度等级 12.9）将机器人固定安装在固定板上。

注意

请按照规定力矩拧紧螺栓和地脚螺栓，防止在机器人运行过程中螺栓松动。螺钉紧固力矩见*附录 A* 螺钉紧固力矩表。

安装示意请参考下图。

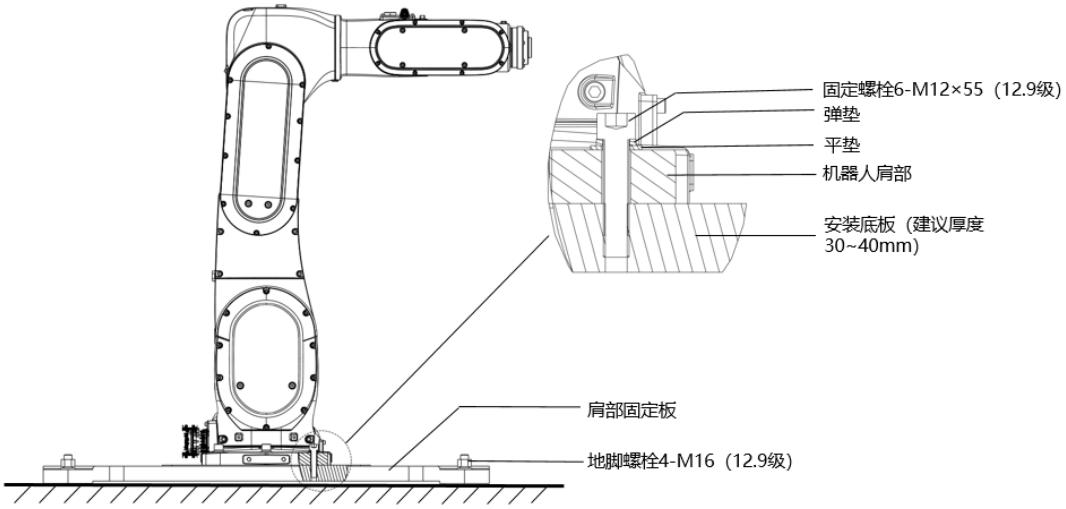


图4-3 落地安装

倒置安装

机器人本体基座上有 6 个安装孔，倒置安装时使用 6 个 M12×55 螺栓（强度等级 12.9）对机器人本体进行固定，按照规定力矩拧紧。螺钉紧固力矩见*附录 A 螺钉紧固力矩表*。

倒置安装（倒装）示意如下图所示。

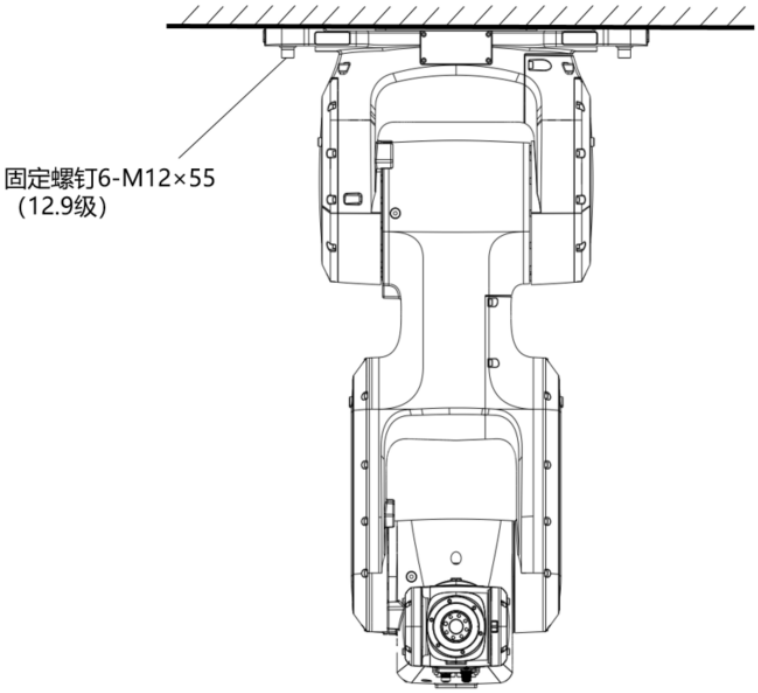


图4-4 倒置安装

注意

- 倒置安装应确保安装位置的结构足够坚固，以免过度的振动和偏斜，从而影响机器人性能。
- 安装基准面平整度应小于 0.5 mm。
- 倒置安装需要对机器人进行多重保护措施，以防基座固定螺钉松脱产生危险。

4.3 机械接口

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的基座、大臂、小臂为了方便固定线束和附加负载，均设计有机械接口，其安装接口如下图所示。

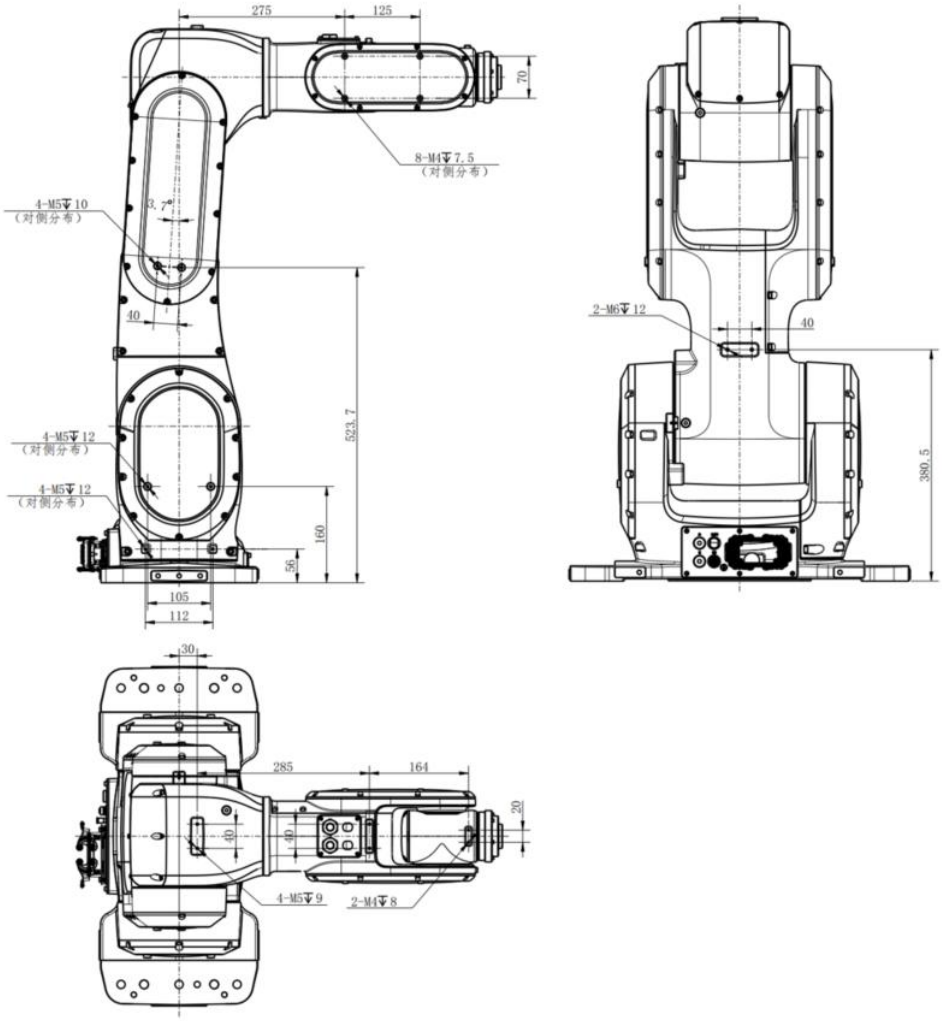


图4-5 机械接口

为保证螺纹使用寿命，请不要频繁拆卸接口安装螺钉。固定在机器人上的负载总和不得超过最大总负载。

注意

外部设备安装时需充分考虑安装的可靠性，建议采用 12.9 级螺钉按照规定力矩安装，螺纹处涂抹螺纹胶（推荐使用乐泰 243 或类似型号螺纹锁固胶），否则长期运转可能会出现松动甚至断裂，造成事故。

4.4 附属件连接

HAR16-950 系列机型附属件连接接口位置和螺钉要求如 *4.3 机械接口*所示。具体要求如下：

- 在机器人固定安装线缆、气管时，注意避免与机器人本体发生干涉，且需避免将外部设备的线缆、气管与本体线缆捆扎在一起，否则可能造成本体线缆损坏导致机器人损坏。
- 进行线束、气管安装固定时，所使用的螺钉应充分考虑螺纹孔深度，禁止安装长度超出螺纹孔深度，否则会损害机器人内部构件或线缆等。
- 设备安装时需充分考虑安装的可靠性，建议采用 12.9 级螺钉按照规定力矩安装，螺纹处涂抹螺纹胶，否则长期运转可能会出现松动甚至断裂，造成事故。
- 固定在机器人上的负载总和不得超过最大总负载。

机器人系统中所用到的内六角圆柱头螺钉（GB/T 70.1/ISO 4762），按照*附录 A 螺钉紧固力矩表*内的数值施加扭矩。

注意

- 所有螺钉都必须采用适当扭矩紧固。
- 对内六角矮圆柱头螺钉（DIN 7984），螺钉扭矩按照低一强度等级螺栓的拧紧扭矩执行（如 M4、强度等级为 10.9 级的螺钉，按照 M4、强度等级为 8.8 级螺钉的 2.8N·m 进行拧紧）。
- 去除螺钉及螺纹孔内异物后再拧紧螺钉。
- 力矩适用于轻度润滑的螺钉。
- 螺钉应均匀对称逐步拧紧。
- 按减速器等运动部位安装需求，在部分螺钉啮合部涂适量螺纹胶。

4.5 本体电气连接

4.5.1 接口类型

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 的基座和小臂处均设计有多个接口，如下图所示。其中，基座的 A、B 气管接口分别与小臂的 A、B 气管接口连通。

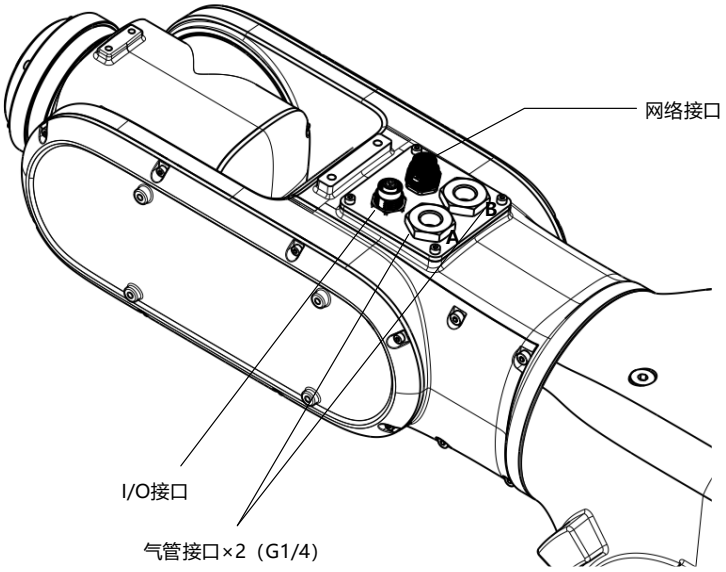


图4-6 小臂接口

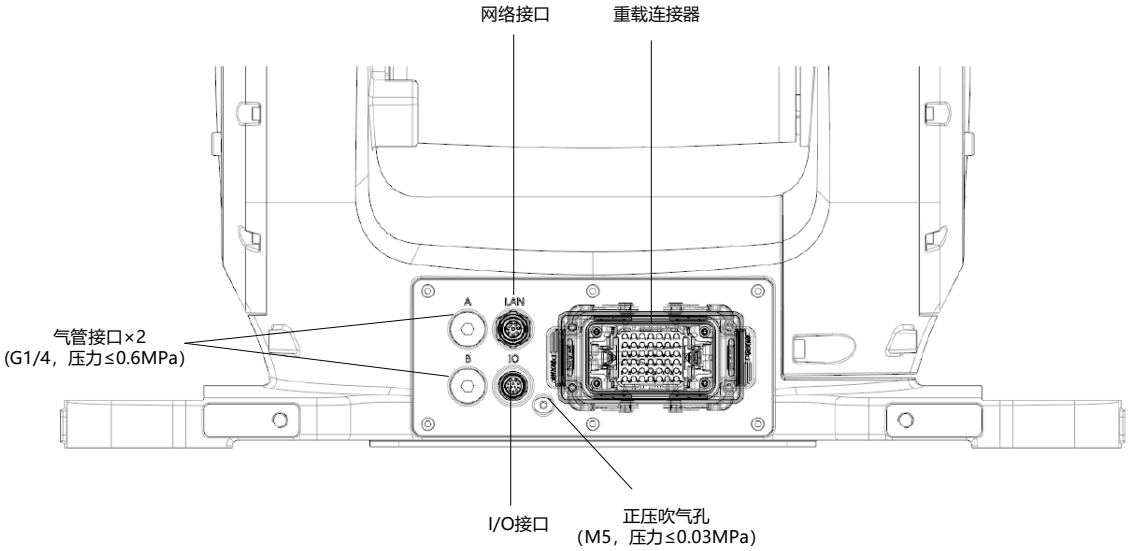


图4-7 基座接口

说明

- 使用气管接口时，需确保其压力小于 0.6MPa。
- 可通过正压吹气孔施加正压加强本体密封效果，使用时需加装精密减压阀，控制气压小于 0.03MPa。

4.5.2 本体接线

内部接线

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 机器人本体小臂和基座的 I/O 接口、网络接口通过机器人本体内部的特定线缆连接，如下图所示。

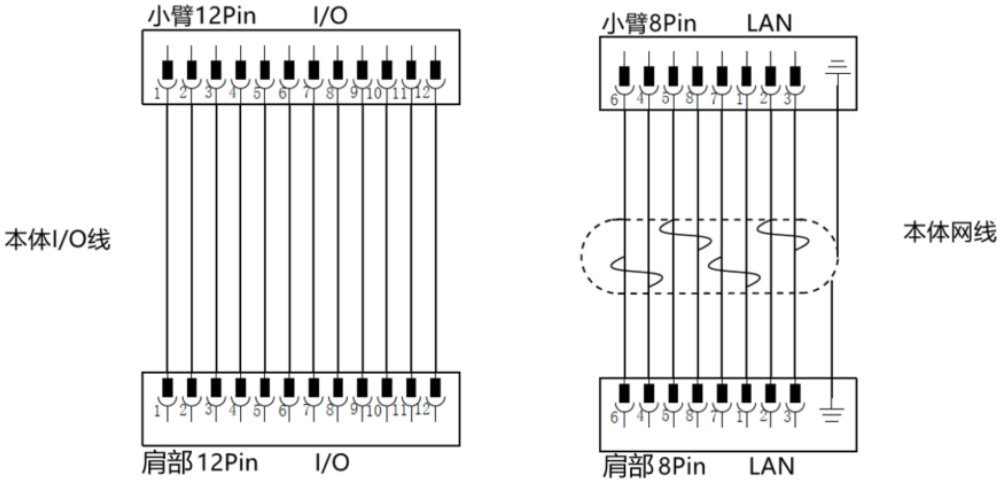


图4-8 内部连接示意图

外部接线

小臂 I/O 端子及网线对外连接示意图如下所示。

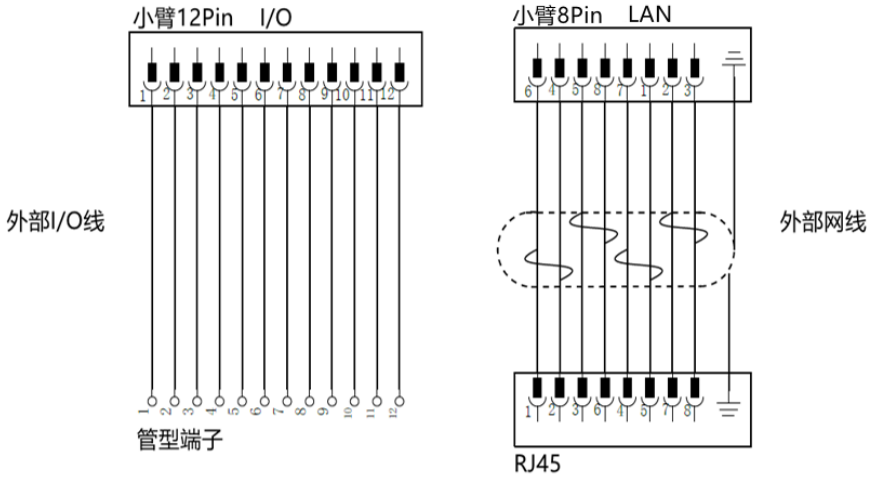


图4-9 小臂接口外部连接示意图

基座 I/O 端子及网线对外连接示意图如下所示。

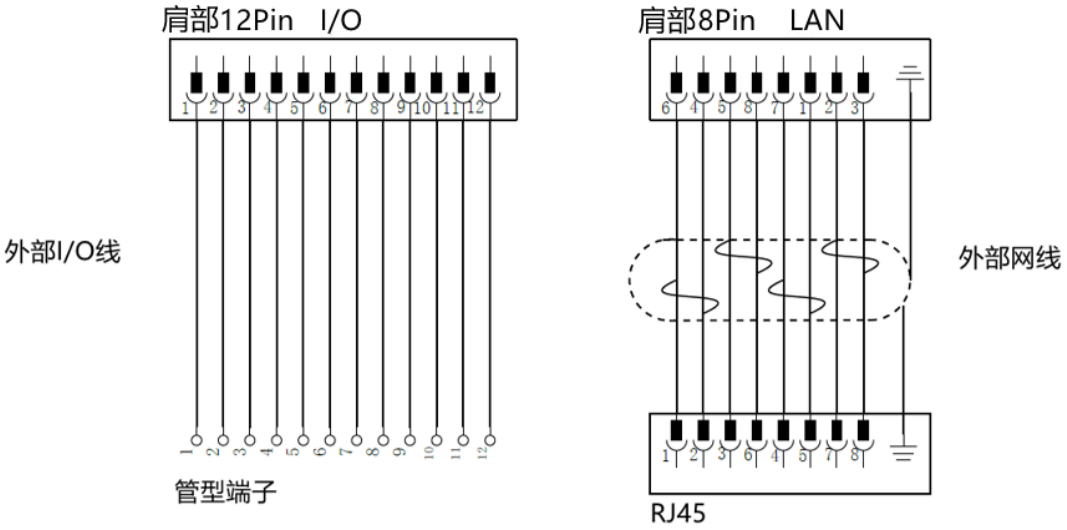


图4-10 基座接口外部连接示意图

4.5.3 管线配置

配线请参照*图 4-6*和*图 4-7*中各个管线接口的位置，其中 I/O 电缆插头、气管、网络接口的规格见下表。

表4-6 HAR16-950 系列机型管线规格

名称	规格
I/O 电缆插头	12 芯，额定电压 DC30 V，额定电流 1 A
气管	2*Φ10
网络接口	8 芯，额定电压 AC30 V，额定电流 2 A；可作为扩展 I/O 接口

如有需要，可选配对应的 I/O 端子或网络接口连接器，规格要求如下图所示。

表4-7 选配连接器规格

连接器名称	插针数	长度
I/O 端子连接器（基座）	12	5/10/15/20 m 可选，柔性可选
I/O 端子连接（小臂）	12	1 m
LAN 网络连接器（基座）	8	5/10/15/20 m 可选，柔性可选
LAN 网络连接器（小臂）	8	1 m

危险

- 接地端子务必与接地极连接（D 种接地，推荐使用 4.0 mm²直径以上接地线），否则有可能发生火灾，触电等事故。
- 配线前，需关闭控制器与相关装置电源并标记警告标志（如：请勿接通电源）。在通电的状态下进行配线极其危险，可能会导致触电和/或机器人系统故障。

警告

请由经过培训的作业人员或有从业资格的人员进行配线作业。如果由不具备相关知识的人员进行配线作业，则可能会导致受伤或故障。

注意

内置 I/O 电缆不能用来驱动外部负载，仅用来传递信号，使用过程中请勿超过线缆规格标准，否则可能导致触电和/或机器人系统故障。

4.5.4 控制柜连接

HAR16-950 系列机器人本体与其配套的控制柜通过中继线连接，机器人本体端的插头为母插头，控制柜端的插头为公插头。中继线两端采用的重载连接器有防呆设计，避免插错。连接后效果如下图所示。



图4-11 本体—控制柜连接

说明

中继线标配长度为 5 米，可根据实际情况，选配长度为 10 米的线缆。

危险

- 电缆连接前，请务必断开电源。在通电的状态下连接电缆极其危险，可能会导致触电或系统故障。
- 请将电缆连接牢固。请勿在电缆上放置重物或强行弯曲、拉拽电缆，否则可能会导致电缆损伤、断线或接触不良，致使触电或系统故障。

警告

- 连接机器人与控制柜时，请勿弄错连接关系。如果弄错连接关系，不仅机器人系统无法正常工作，还可能会造成安全问题；
- 请由经过认定的作业人员或有资格的人员进行配线作业。如果由不具备相关知识的人员进行配线作业，则可能会导致受伤或故障。

4.6 试运行

当关节机器人在安装、维护、维修之后，在自动运行之前都应该低速模式下手动/自动试运行一次完整程序，在确认无误后才能正式工作。

注意

- 初次安装后，应开机检查机械零点和各轴关节转动方向无误后，再开始示教器编程和后续试运行等操作。
- 对机器人运动指令编程/修改时，应注意工作区域内的工具和外部环境、以及自身关节轴限位和奇异点，在开始运动之前找出潜在风险并合理规避。

第5章 零点标定

零点标定是把机器人每个关节轴的角度与圈数及脉冲计数值关联起来的动作，其目的是获得对应于零点位置的圈数及脉冲计数值，让控制器中的理论零点与机器人的实际机械零点重合，使机器人可以精准的实现控制系统要求的位置和速度。

5.1 机械零点

机械零点是机器人在特定的姿态下，机器人编码器记录此时的圈数及脉冲计数值，将各关节的轴角度定义为 0°。

机器人在出厂前已完成零点标定。在如下情况需要重新进行零点标定:

- 电机的编码器线松动或重新安装过。
- 编码器电池没电，导致零点全部丢失。
- 机器人发生撞机，可能导致部分轴的零点发生偏移。
- 某一轴关节减速机或者电机拆装或维修后重新安装，导致该轴零点丢失。
- 本体和控制柜不匹配，导致零点错误。
- 机器人系统机械数据恢复至零点不匹配的备份，或修改零点后做了恢复出厂设置。

5.2 各轴标定位置

若机器人零点数据丢失，则需要将机器各轴分别移动到对应的零点位置，通过对齐各关节零点凹槽的方式，重新标定各轴的零点。

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 各轴标定点位置分别如下图所示。

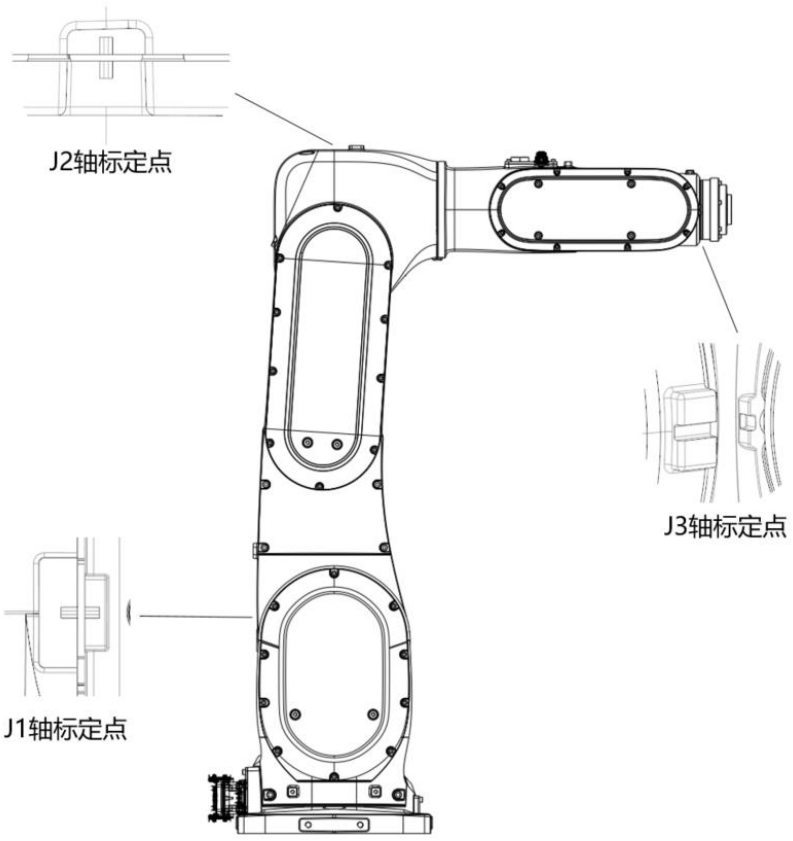


图5-1 HAR16-950-3 各轴零点示意图

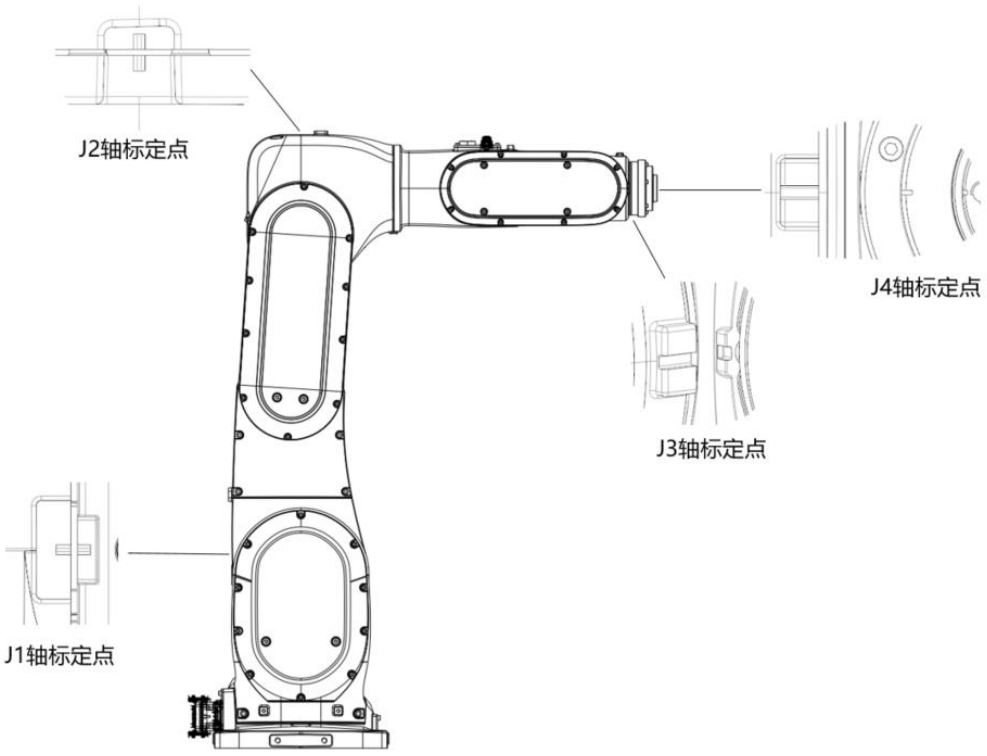


图5-2 HAR16-950-4 各轴零点示意图

5.3 标定方式

对机器人本体进行零点标定时，缓慢转动对应关节至轴部凹槽对齐，此时的位置即为该轴的零点位置。

支持普通标定、零点寻回、高精度标定方式进行零点标定。一些场景下，如碰撞或维修后导致机器人零点丢失，通过前两种方式标定误差较大，可使用高精度标定。

停止正在运行的程序，切换到手动模式，使用示教员以上级别的用户登录系统，进入零点标定界面。选择需要的标定方式，按照标定方式要求进行标定操作。具体操作请查看对应版本的控制系统操作手册的相应内容。

注意

不同版本的以下界面可能有所差异，使用时请以实际界面为准。



图5-3 示教器零点标定界面示例

注意

通过凹槽对齐标定零点的方式会存在一定误差，建议对重复定位精度要求较高的点位重新示教；若需要确保绝对定位精度，上述操作可能无法再次满足该本体的绝对定位精度，请联系技术支持。

第6章 维护保养

6.1 维护总则

由于环境的温度、湿度、粉尘及振动的影响，会导致器件老化，降低产品的使用寿命。因此，有必要实施日常和定期的保养及维护，特别是针对高温环境、频繁启停场合、存在交流电源和负载波动环境、存在大震动或冲击的环境、存在、酸碱类腐蚀性环境中应该缩短定期检查周期间隔。

在执行所有的维护行为之前，需要认真阅读并遵守*第 1 章 安全指南*。

6.2 维护项目及计划

6.2.1 首次维护项目

机器人首次运行一个月或者 320 小时后（以较短时间为准），需要进行下列所示项目的检查与维护。

表6-1 首次维护项目

序号	检查项目	检查说明
1	机器人线缆及线缆护套是否损伤，电机连接器是否松动	机器人线缆活动部位，检查线缆是否损伤，是否发生局部弯曲或扭曲 检查线缆护套是否损伤 检查电机接头、接地端子等是否松动
2	紧固外部主要螺钉	参照螺钉紧固力矩表（见*附录 A 螺钉紧固力矩表*），使用力矩扳手对负载安装螺钉以及外部主要螺钉进行加固拧紧
3	负载线缆是否损伤	检查线缆是否损伤，线缆护套是否损伤
4	同步带是否磨损	需要拆开小臂盖板，检查同步带是否出现磨损、伸长、断裂
5	机械限位模块检查	检查机械限位装置是否发生碰撞损伤

6.2.2 日常维护项目

在每天运转系统时，应就如下表所示的项目随时进行检修。

表6-2 本体日常维护项目

序号	检查项目	检查说明
1	渗油检查	检查是否有油脂从机器人产品中渗出来。如有，请排查原因后将其擦拭干净，并与本公司技术支持联系。对应处理措施请参考 *7.4 润滑脂泄漏*
2	定位精度检查	检查与上次启动位置是否偏离，停止位置是否存在偏差
3	外围线缆固定件检查	是否完整齐全，有无磨损，有无锈蚀
4	外围电气附件检查	检查机器人外部线路连接是否正常，有无破损，按键是否正常
5	外围设备动作检查	检查外围设备是否根据指令切实执行动作
6	振动及异响检查	检查机器人是否发生异常振动或响声。如有，处理措施请参考 *7.1 产生振动或出现异常噪音*
7	告警检查	检查示教器上是否提示异常告警。如有，请联系本公司技术支持

6.2.3 定期维护项目

机器人本体每运行一定时间（以较短时间为准），需要进行下表所示项目的维护，“✓”为对应检查周期下需要检查的项目。

表6-3 本体定期维护项目

检查项目	检查说明	检查周期					
		3 个月（1500 小时）	6 个月（3000 小时）	1 年（6000 小时）	2 年（12000 小时）	4 年（24000 小时）	5 年（30000 小时）
机器人清洁	检查机器人本体是否有飞溅物、尘埃、粉尘、切屑等物体的附着或堆积。如有，请参考 *6.3.2 清洁*进行处理。	✓	✓	✓	✓	✓	✓

检查项目	检查说明	检查周期					
		3 个月（1500 小时）	6 个月（3000 小时）	1 年（6000 小时）	2 年（12000 小时）	4 年（24000 小时）	5 年（30000 小时）
外伤，油漆脱落检查	确认机器人是否有由于跟外围设备发生干涉而产生外伤或者油漆脱落。如果有发生干涉的情况，要排除原因。另外，如果由于干涉产生的损坏比较大以至于影响使用的时候，需要对相应部件进行更换。	✓	✓	✓	✓	✓	✓
是否沾水	请检查机器人是否溅上水或者切削油液体。如有，请排除原因后擦掉液体。	✓	✓	✓	✓	✓	✓
机器人线缆及线缆护套	请检查机器人线缆是否过度扭曲，是否有磨损、掉皮、裂纹等情况。如有，请更换。	✓	✓	✓	✓	✓	✓
末端工具线缆是否损坏	请检查末端工具线缆是否过度扭曲，是否有磨损、掉皮、裂纹等情况；检查线缆护套是否损伤。如有，请更换。	✓	✓	✓	✓	✓	✓
各轴电机的线缆接口及其他的外露接口是否松动	检查各轴电机线缆接口和其他的外露的连接接口是否松动。	✓	✓	✓	✓	✓	✓

检查项目	检查说明	检查周期					
		3 个月（1500 小时）	6 个月（3000 小时）	1 年（6000 小时）	2 年（12000 小时）	4 年（24000 小时）	5 年（30000 小时）
紧固外部主要螺钉	参照螺钉紧固力矩表(见*附录 A 螺钉紧固力矩表*)，使用力矩扳手对负载安装螺钉以及外部主要螺钉进行加固拧紧。	✓	✓	✓	✓	✓	✓
机械限位模块检查	检查机械限位装置是否发生碰撞损伤	✓	✓	✓	✓	✓	✓
同步带是否磨损	需要拆开小臂盖板，检查同步带是否出现磨损、伸长、断裂，如有上述现象需更换同步带。详见 *6.3.5 同步带维护*。		✓	✓	✓	✓	✓
电池更换	对机器人本体电池进行更换。详见 *6.3.4 更换电池*。 **注意** 此处 12000 小时是指关机状态下电池工作的累计时长。				✓	✓	
更换机器人内部线缆	更换机器人线缆，更换方法请向本公司技术支持咨询。					✓	
机器人大修	具体请与本公司技术支持联系。						✓

6.3 维护项目流程

6.3.1 维护流程

机器人本体维护应按照下表所示的流程进行操作。

表6-4 维护流程

流程顺序	维护项目
1	机器人本体清洁维护
2	机器人本体螺钉检查维护
3	机器人编码器电池检查维护
4	机器人同步带检查维护
5	机器人油脂检查维护

6.3.2 清洁

操作步骤

1. 调整机器人到零点位置状态。
2. 为预防危险发生，关闭连接到机器人的电源、气压源。
3. 采用真空吸尘器清洁机器人，或者采用布擦拭。
4. 确保所有安全条件满足后，进行机器人的后续清洁工作。

注意

- 禁止采用水射流在机器人上，特别是接头、密封件或线缆出入口。
- 禁止采用压缩空气对机器人清洁。
- 禁止拆除任何机器人保护装置。
- 禁止采用溶剂清洁机器人。

6.3.3 螺钉紧固

表6-5 螺钉紧固检查

序号	检查部位	序号	检查部位
1	基座安装位	3	末端负载安装位
2	腕部部件安装位	4	其他附加负载安装位

注意

进行螺钉的拧紧和更换，必须用扭矩扳手以正确扭矩紧固后，再行涂漆固定。此外，应注意未松动的螺钉不得以所需扭矩以上的扭矩进行紧固。

6.3.4 更换电池

机器人各轴位置数据，通过编码器电池供电保存。当以下任何一种情况发生时，请及时更换电池：

- 机器人运行 2 年。
- 电池工作 12000 小时。
- 示教器显示电池欠压告警。

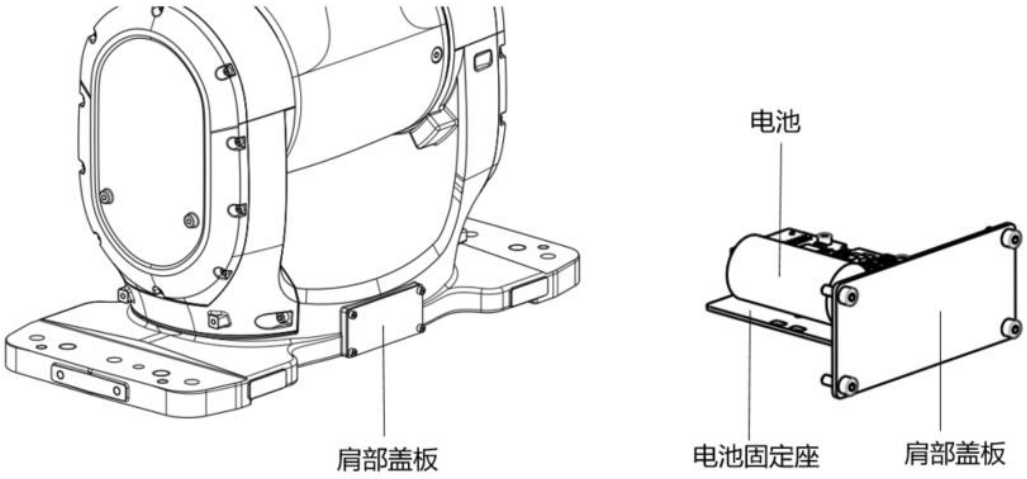


图6-1 电池更换示意图

更换步骤

1. 调整机器人到零点位置状态。
2. 为预防危险发生，关闭连接到机器人的电源、气压源等。
3. 拆卸机器人基座盖板（4-M4×10，强度等级 12.9），拆卸电池扎带，如上图所示。
4. 先将新电池线缆插入电池电源座，再取下旧电池，注意电池正负极性。
5. 重新整理电池线缆。
6. 安装电池扎带。
7. 安装基座盖板。
8. 确保所有安全条件满足后，进行机器人校准及测试工作。

注意

- 先接通新电池电源，再取下旧电池，否则机器人零点位置会丢失。
- 连接新电池后，请立即取下旧电池。否则，新电池的电流会流向旧电池，新电池电压有可能会下降。

6.3.5 同步带维护

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 均由 J3 轴同步带传动，需要定期对同步带进行维护。

维护姿态

为了保证同步带在测量和更换时不被机械臂自重张紧，产生松紧边，需要把机械臂调整为如图所示姿态（J2 轴角度为 90°）。

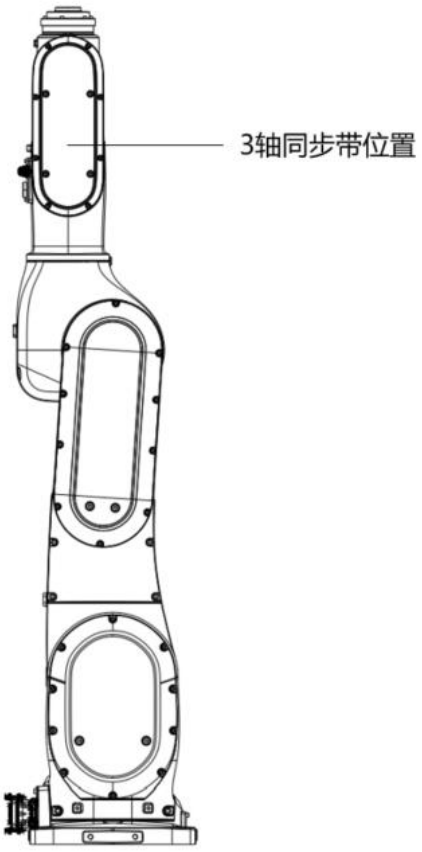


图6-2 同步带维护姿态

J3 轴同步带维护

使用内六角扳手将小臂盖板螺钉（8-M3×8）松动，卸下小臂前段盖板，J3 轴同步带如下图所示。用频率计或张力仪测量皮带的张紧力，同步带张紧后振动频率的标准值为

146 Hz ~156 Hz，张力标准值为 26.7 N ~ 30.1 N。若测量结果不在此范围内，则按照如下步骤进行调整：

1. 松开电机法兰固定螺钉（4-M5×18），松至带轮可以自由移动；
2. 使用 7 mm 开口扳手拧紧同步带调整工具，以调整 J3 轴电机组件，使同步带张紧，并通过频率计或张力仪测量并观察该同步带张紧后的频率和张力，直至频率和张力达到标准值；
3. 将法兰固定螺钉拧紧（拧紧力矩 9 N·m）；螺钉上涂抹适量的螺纹胶（可先预装螺钉，再调整同步带，使同步带张紧后的频率符合要求后，再上力矩）；
4. 安装小臂前段左侧盖板，并使用内六角扳手拧紧螺钉（拧紧力矩 2 N·m）。

注意

如若发现同步带已经损坏，请及时联系技术支持进行更换，更换后需重新对机器人进行零点标定。调整皮带张力时不可撬同步带轮。

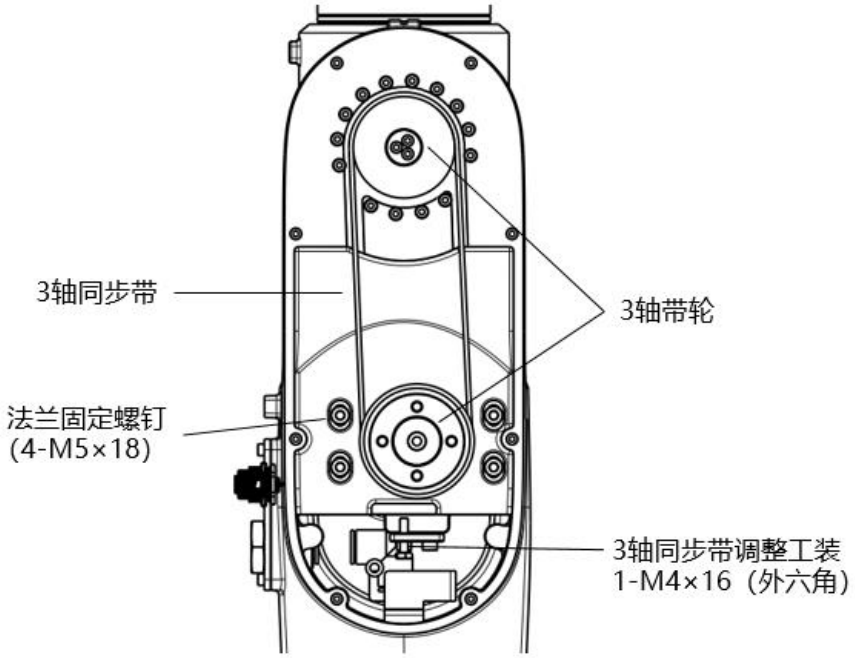


图6-3 3 轴同步带示意图

6.3.6 油脂补充

注油方式

建议客户使用手动油泵对机器人进行注油作业。使用手动油泵时，注油速度不能太快（不超过 150 g/min），油泵压力设置在 0.03 Mpa 以下。为了防止因注油速度过快而导致减速机内部压力过大，在手动注油时下压动作最好维持在每秒一次。另外，使用手动油泵

时，为了确保减速机内部的旧油顺利排出，建议注油一段时间后，停顿一段时间，等出油口没有油脂排出时再继续注油。

HAR16-950-3 和 HAR16-950-4 注油方式、注油量、注油位置、注油步骤相同，以下内容对 2 种型号的机器人均适用。

说明

- 注油之前先打开出油口，否则注油速度太快会导致减速机内部压力瞬间变高，高压的油脂可能会对油封造成损坏。油封一旦被破坏后，油脂可能会进入电机内部，模组可能会出现漏油现象。
- 注油前先将机器人各轴移动到对应的零点位置。

注意

- 在进行油位检测之前需运行机器人 10~20 分钟。
- 机器人结束运行后，电机和减速机的温度可能会显著升高，存在烫伤风险。
- 关掉所有的电源、气压源。
- 机器人停止运行后的一段时间内，油腔温度升高导致油腔内压增大，在拆下检修口螺塞的一瞬间，润滑油可能会喷出，应缓慢地将减速机内部压力释放后再进行注油。在打开螺塞前需要戴上防护眼镜和手套，以防高温油喷出，造成烫伤。

加脂量

为充分发挥机器人的使用性能，请在相应部位使用指定型号的定量润滑脂，各轴润滑脂使用情况如下表所示。

表6-6 各轴加脂量及油脂型号

轴号	油量（g）	油量（ml）	油脂型号
1 轴	131.2	145.8	Finemo E00 V1 / Vigogrease RE0
2 轴	70.7	78.5	Finemo E00 V1 / Vigogrease RE0
3 轴	免维护	/	/
4 轴（仅适用于 HAR16-950-4）	免维护	/	/

说明

机器人在出厂时已经加注指定量的润滑脂，请勿与其它润滑脂混合使用，否则可能造成减速机长期使用后发生故障。

加脂步骤

- 1 轴减速机补充油脂和更换步骤：
  1）将各轴角度调至零度；
  2）取下 1 轴注油口（G1/4）和 2 个出油口（G1/8）的螺塞；
  3）在注油口安装 G1/4 油嘴；
  4）用油枪从注油口注油，注油速度不超过 150 g/min，直到旧油完全排出，新油流出；若看到旧的润滑脂与新的润滑脂呈现一半一半混合状态时，请停止注油；
  5）安装出油口螺塞前，将 1 轴按照±60°的运动范围，V100 50%的速度运行 20 min，排出多余的油脂和气体；
  6）更换油脂完成，在注油口上安装螺塞；
  7）用布擦净从 2 个出油口排出的多余的油脂，并安装螺塞。

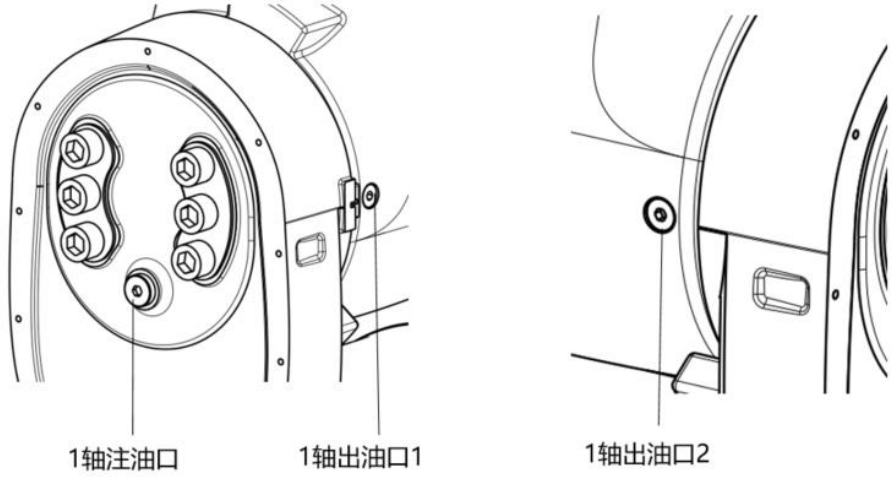


图6-4 1 轴注油示意

- 2 轴减速机油脂补充和更换步骤：
  1）将各轴角度调至零度；
  2）取下 2 轴注油口（G1/4）和 2 个出油口（G1/8）的螺塞；
  3）在注油口安装 G1/4 油嘴；
  4）用油枪从注油口注油，注油速度不超过 150 g/min，直到旧油完全排出，新油流出；若看到旧的润滑脂与新的润滑脂呈现一半一半混合状态时，请停止注油；
  5）安装出油口螺塞前，将 2 轴按照±60°的运动范围，V100 50%的速度运行 20 min，排出多余的油脂和气体；
  6）更换油脂完成，在注油口上安装螺塞；
  7）用布擦净从出油口 1 排出的多余的油脂，在出油口 1 上安装螺塞。

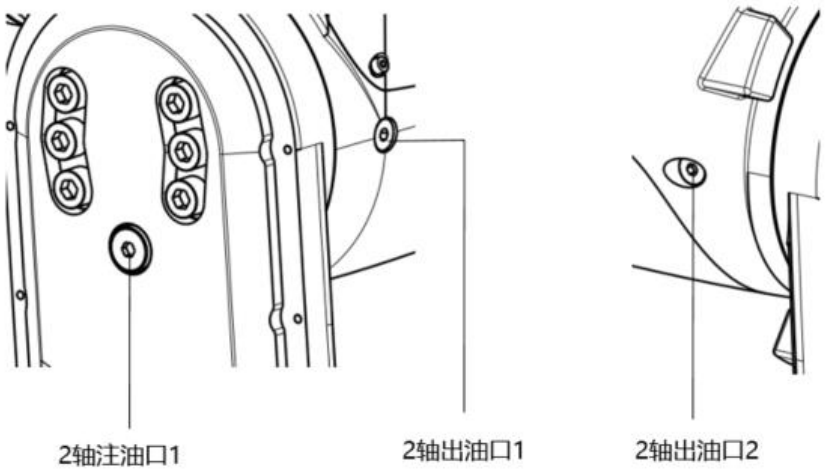


图6-5 2 轴注油示意

6.4 维护后确认

每次对机器人系统进行维护后，需按照如下表所示的项目进行检查，确认机器人状态无误后，才可开通电源操控。

表6-7 维护后检查项目

序号	检查项目
1	机器人系统外观是否完好
2	机器人本体是否固定牢靠
3	机器人系统线缆是否正确连接
4	检查工作环境是否对机器人的工作空间产生影响
5	机器人零点是否丢失，当前是否位于零点

第7章 故障处理

机器人本体发生故障，也许是由多个不同原因造成的，如果采用错误的处理方法，可能会导致故障影响进一步加大。因此一旦出现故障，必须立马停止工作，关闭电源，详细分析故障情况，查出真正的原因，确认故障处理完成后，才可继续上电工作。

在执行所有的故障处理或者维修行为之前，需认真阅读*第 1 章 安全指南*要求并遵守。

7.1 产生振动或出现异常噪音

机器人产生振动或出现异常噪音的原因及处理措施如下表所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表7-1 振动或出现异常噪音的原因及处理措施

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
产生振动出现异常噪音	● 机器人运动时，本体基座从固定板上浮起 ● 基座与固定板间有空隙 ● 基座与固定板连接螺钉松动	基座的固定： ● 可能因为机器人基座没有牢固的固定在固定板上 ● 可能因为螺钉松动、基座平面度不够、夹杂异物导致机器人运动时，基座从固定板上浮起，冲击产生振动	● 螺钉松动时，使用力矩扳手以适当的力矩拧紧 ● 修整基座平面度，使其公差符合要求 ● 确认是否夹杂异物，如存在异物，将其去除 ● 可咨询本公司
	机器人运动时，固定板振动	固定板： ● 可能因为固定板与地基没有完全固定，操作及运动时，固定板产生振动 ● 可能因为固定板刚性不足，由于机器人运动时产生反作用力及力矩，致使其变形，产生振动	● 采用相应办法完全固定机器人固定板 ● 加工固定板，提高其刚性，难以加工的固定板，通过改变运动程序，可以缓和振动 ● 可咨询本公司
	● 在动作时的某一特定姿态下产生振动 ● 放慢动作速度时不产生振动 ● 加减速时振动明显 ● 多个轴同时振动	● 可能因为机器人负载超出允许值，产生振动 ● 可能因为动作程序对机器人过于严格，产生振动 ● 可能因为加速度设置不合适，产生振动	● 确认机器人负载是否超出允许值，减少负载或改变动作程序 ● 可通过减低速度、降低加速度、改变动作程序，缓和特定部分的振动

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
产生振动出现异常噪音	机器人碰撞后，或长期在过载状态下运行，产生振动	● 可能因为碰撞或过载，造成机械传动系统受到过大的外力，致使齿轮、轴承、减速机的齿轮面或滚动面损伤，或因疲劳而剥落 ● 可能因为齿轮、轴承、减速机内部进入异物，致使齿轮、轴承、减速机的齿轮面或滚动面损伤 ● 上述原因会导致周期性振动或异常响声	● 使机器人单轴运动，确认产生振动和噪音的轴 ● 需要更换齿轮、轴承、减速机部件的情况下，请咨询本公司 ● 避免机器人在过载状态下使用 ● 可咨询本公司
产生振动出现异常噪音	不能通过机械部分来确定的原因	● 控制链路的回路发生故障，指令没有正确传递至电机的情况下，或电机信息没有正确传递至控制柜，致使机器人振动 ● 脉冲编码器发生故障，电机的位置没有正确传递至控制装置，致使机器人振动 ● 电机主体部分发生故障，不能发挥其原有性能，致使机器人振动 ● 机器人内部电机线缆破损将断裂，指令值不能正确传递至电机和控制系统，致使机器人振动 ● 电压下降而不能保证规定电压，致使机器人振动 ● 输入了不正确动作控制参数，致使机器人振动	● 有关控制柜故障，请咨询本公司 ● 更换振动轴的电机，确认是否振动 ● 确认机器人本体线缆、机器人本体与控制柜间线缆、控制装置内部线缆是否损伤，如有损伤，更换线缆 ● 确认线缆接头处接触是否良好，如接触不良，存在松动，重新拧紧或采取相应措施保证接触良好 ● 确认动作控制参数是否正确，如有错误，重新输入正确参数 ● 可咨询本公司
产生振动出现异常噪音	机器人附近的机械动作状况与机器人的振动密切相关	● 来自机器人附近的机械电气噪声 ● 没有切实连接地线时，电气噪声会混入地线，致使机器人指令受到干扰而振动 ● 地线连接场所不合适的情况下，会导致接地不稳定，致使机器人因电气噪声干扰而振动	● 切实连接地线，避免电气噪声混入机器人 ● 可咨询本公司

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
	● 长期停机后运转机器人，发生异常噪音 ● 低速运转时发生异常噪音	机器人在低速运转下会发生异常噪音	观察 1-2 天机器人的运转情况，通常异常噪音会随之消失

7.2 晃动

机器人晃动的原因及处理措施如下表所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表7-2 机器人晃动原因及处理措施

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
机器人晃动	● 切断机器人电源后，用手可晃动机器人的部分零部件，机器人的连接面存在空隙 ● 切断机器人电源，确认螺钉拧紧后，用手可晃动机器人的整体头部	● 机器人的螺栓松动 ● 可能因为过载、碰撞等原因，导致机器人上某些连接螺钉松动产生晃动 ● 可能因为过载、碰撞等原因，使得机器人内部齿轮磨损或损坏产生较大侧隙	针对各轴，确认下列部位螺钉是否松动，如松动，采用力矩扳手以合适力矩将其拧紧 ● 电机固定螺钉 ● 减速机外壳固定螺钉 ● 减速机输出轴固定螺钉 ● 基座固定螺栓 ● 手臂间固定螺钉 ● 外壳固定螺钉 ● 负载固定螺钉 需要更换内部齿轮的情况下，需咨询本公司

7.3 电机过热

电机过热的原因及处理措施如下表所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表7-3 电机过热的原因及处理措施

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
电机过热	● 机器人安装环境温度上升，电机过热 ● 电机上安装盖板后，电机过热 ● 改变机器人动作程序和负载条件后，电机过热	环境温度：环境温度上升或安装电机盖板后，电机散热情况恶化，导致电机过热 负载动作：可能因为负载及动作程序使得电机电流值超过其额定值	● 降低环境温度，可有效预防电机过热 ● 改善电机周边的通风条件，即电机的散热情况，可有效预防电机过热 ● 电机周围有热源时，设置一块防辐射的屏蔽板，可有效预防电机过热 ● 通过减缓动作程序、降低负载条件，电机平均电流值会下降，从而防止电机过热 ● 可咨询本公司
	改变机器人动作控制参数后，电机过热	控制参数：输入参数不合适时，会导致机器人加减速不合适，使得电机平均电流值增加，电机过热	● 按照相关说明书输入合适的参数 ● 可咨询本公司
	不符合上述分类情况下，电机过热	机器人机械故障： 可能因为机器人机械系统发生故障致使电机承受过大负载，电机过热 电机故障： ● 可能是电机制动器故障，致使电机始终在收制动的情况下动作，由此导致电机承受过大负载，电机过热 ● 可能是电机主体故障，致使电机自身不能发挥其性能，使过大的电流流过电机，电机过热	● 请参照*表 7-1* 和*表 7-2*，排除机械故障 ● 请确认电机通电启动时，制动器是否松开 ● 更换电机后，电机过热消除，可确认此情况为异常 ● 可咨询本公司

7.4 润滑脂泄漏

润滑脂泄露的原因及处理措施如下表所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表7-4 润滑脂泄露的原因及处理措施

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
润滑脂泄漏	润滑脂从机械部件内泄露出来	密封不良: ● 可能因为碰撞产生过大的外力致使铸件龟裂，润滑脂泄露 ● 可能因为拆解、重新组装时 O 型圈（位于电机连接部、减速机连接部、所有侧盖等处）破损，润滑脂泄露 ● 可能因为粉尘侵入，油封（位于减速机内部）划伤，润滑脂泄露 ● 可能因为盖板与铸件间密封不良（密封螺栓位于基座、大臂、肘部供脂口），润滑脂泄露	● 铸件龟裂等情况，作为应急措施，可采用密封剂堵住润滑脂，但考虑到龟裂可能进一步扩展，需要尽快更换部件 ● 可咨询本公司

注意

首次观察到油封部位有少量油脂析出属于正常现象，使用无尘布擦拭油封周围析出的油脂，并松开油腔排气孔释放内压。

7.5 轴落下

机器人轴落下的原因及处理措施如下表所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表7-5 机器人轴落下的原因及处理措施

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
机器人轴落下	● 制动器完全失效，轴快速落下 ● 制动器制动后，轴缓慢落下	● 可能因为制动器驱动继电器损坏，制动器一致处于通电状态，不起制动作用 ● 可能因为制动器磨损，制动器主体破损使得制动效果降低 ● 可能因为润滑脂进入电机内部，使得制动器滑动	● 确认制动器驱动继电器是否损坏，如果是，更换继电器 ● 制动器磨损、制动器主体破损、润滑脂进入电机内部的情况下，请更换电机 ● 可咨询本公司

7.6 位置偏移

机器人位置偏移的原因及处理措施如下表所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表7-6 机器人位置偏移的原因及处理措施

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
位置偏移	● 机器人动作偏离示教位置 ● 机器人重复定位精度大于允许值	机械故障: ● 重复定位精度不稳定的情况，可能因为机械系统异常、螺钉松动等故障导致 ● 位置偏移后，重复定位精度稳定，可能因为碰撞等有过大负载作用致使基座面、各轴铸件与减速器连接面滑动 ● 可能由于电机编码器异常导致	● 重复定位精度不稳定时，请参照*表 7-1* 和*表 7-2*，排查机械故障 ● 重复定位精度稳定时，请修改示教程序，如不再发生碰撞，就不会出现位置偏移 ● 电机编码器异常的情况下，请更换电机或编码器 ● 可咨询本公司

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
	位置仅对特定的外围设备偏移	外围设备位置偏移：可能因为外围设备受到外力，致使其相对机器人产生偏移	● 请改变外围设备的位置 ● 请修改示教程序 ● 可咨询本公司
	改变参数后，发生了位置偏移	可能因为修改标定数据致使操作机零点位置丢失	● 重新输入以前正确的标定数据 ● 不确定的标定数据的情况下，请重新标定机器人 ● 可咨询本公司

第8章 停用

为了防止对环境造成危害，促进资源综合利用和循环经济发展，需要正确处理废弃停用的机器人。可联系有资质的公司回收机器人；也可将废弃的机器人进行拆解，从中提取有价值的物质，并消除其危害成分。

8.1 产品材料信息

下表所介绍了机器人各部件所使用的材料，方便对机器人拆解后进行分类处理。控制柜内器件及示教器限制材料，见***错误!未找到引用源。***。

表8-1 机器人系统各部件材料

处理方式	材料	产品部件
可回收	铸铝	肘部、大臂、基座、小臂、腕部
	钢	减速机、螺钉、支架、控制柜外壳
	钕	电机、制动闸
需特殊处理	橡胶	电缆
	润滑脂	减速机润滑脂、齿轮润滑脂
	电池	编码器电池

8.2 废弃机器人

废弃机器人必须遵照国家及地方的法律和有关规定进行处理。如果需要拆解废弃机器人，需要遵循以下事项：

- 务必将机器人的编码器电池拆除，并归类为有害垃圾处理。
- 润滑油/润滑脂会对环境造成污染，不可直接排入水中或土壤中，建议交给专业人员根据当地法规进行处理。
- 拆除机器人前，需将机器人牢靠固定，以防止其倾倒。
- 拆除电机前需固定好机器人的相关部位，如大臂、小臂和腕部，避免其突然掉落。
- 控制柜内器件及示教器处理可参见《废弃电器电子产品回收处理管理条例》及当地法律法规。

附录A 螺钉紧固力矩表

序号	螺纹公称直径/mm	8.8 强度等级扭矩/Nm	10.9 强度等级扭矩/Nm	12.9 强度等级扭矩/Nm
1	2.5	0.68	0.93	1.1
2	3	1.2	1.6	2
3	4	2.8	3.8	4.4
4	5	5.6	7.5	9
5	6	9.5	12.5	15
6	8	23	31	36
7	10	45	60	70
8	12	78	104	125
9	14	125	165	195
10	16	195	250	305
11	20	370	500	600
12	24	640	860	1030
13	30	1330	1700	2000

附录B 修订记录

版本号	日期	修订内容
1.0.0	2025/7/23	初版发行

HIKROBOT

让机器更智能，让智能更普惠

扫一扫，欢迎关注

“HIKROBOT”官方微信！

杭州海康机器人股份有限公司

电话：400-989-7998

网站：www.hikrobotics.com