



www.flexiv.com

RIZON

ADAPTIVE ROBOT

Flexible

Universal

目 录

前 言	1
1.1 装箱物品.....	1
1.2 重要安全须知.....	3
1.3 手册阅读指南.....	3
1.4 查找更多信息.....	3
安 全	5
2.1 简介.....	5
2.2 验证与责任.....	5
2.3 责任范围.....	6
2.4 手册所用警告标识.....	6
2.5 通用警告和注意事项.....	7
2.6 预期用途.....	9
2.7 风险评估.....	9
2.8 使用前功能评估.....	10
2.9 紧急停止.....	10
2.10 无动力移动.....	10
安全相关功能和接口	13
3.1 简介.....	13
3.2 故障处理与停止类别.....	13
3.3 安全功能.....	14
3.3.1 动作相关监测.....	14
3.3.2 安全输入.....	14
3.3.3 安全输出.....	15
3.4 工作区、安全区和危险区.....	17
3.5 机器人状态.....	19
3.5.1 系统恢复状态.....	19
3.5.2 在正常状态和减速状态之间切换.....	20
3.5.3 平面约束.....	20
运 输	22

机械接口.....	25
5.1 简介.....	25
5.2 机器人工作区.....	25
5.3 机器人手臂底座安装.....	26
5.4 末端工具的安装.....	27
5.5 控制箱、操作手柄和示教器.....	28
5.6 最大有效载荷.....	28
5.7 接地.....	29
电气接口.....	31
6.1 简介.....	31
6.1.1 控制箱接口.....	31
6.2 工业通信.....	33
6.3 控制器数字输入/输出.....	33
6.3.1 适用于所有数字输入/输出的规范.....	34
6.3.2 安全输入/输出.....	35
6.3.3 默认安全配置.....	36
6.3.4 安全输入/输出针脚定义.....	37
6.3.5 系统急停输入.....	38
6.3.6 保护性停止输入.....	38
6.3.7 保护性重置输入.....	39
6.3.8 系统急停输出.....	39
6.3.9 移动、未停止、减速状态、非减速状态输出.....	39
6.3.10 动力指示灯输出.....	39
6.3.11 通用数字输入/输出.....	40
6.4 维护与修理.....	41
6.4.1 安全说明.....	41
6.4.2 维护计划.....	42
软 件.....	44
7.1 简介.....	44
7.2 操作手柄.....	44
7.3 模式.....	45
7.3.1 手动模式.....	45

7.3.2 自动模式.....	45
7.4 状态.....	46
7.5 操作.....	46
7.6 工作流程.....	48
7.6.1 执行.....	48
7.6.2 停止与重启.....	48
7.6.3 错误清除.....	48
7.6.4 绕开障碍物.....	48
技术规范.....	52
A.1 机器人手臂.....	52
A.2 控制箱.....	53
A.3 操作手柄.....	54
A.4 示教器.....	54
停止距离与停止时间.....	56
声明与认证.....	59

前言

第一章

本手册是您新购入的非夕机器人拂晓不可或缺的一部分。您可以对本款机器人进行编程，使其移动工具并通过电气信号与其他机器通信。拂晓机器人是一款关节机器人，由多个以关节相连的铝制连杆组成。

拂晓设有七个由扭矩控制的关节，执行起任务来更为灵活，并且对末端力/力矩的控制非常精确。借助我们基于工作流程的编程接口，用户可以轻松地将复杂的任务转化为可重复使用的动作基元。适用范围广泛的输入/输出接口和工业现场总线通信技术也为完成整体集成工作创造了有利条件。

1.1 装箱物品

包装清单

- 机械臂
- 控制箱
- 操作手柄
- 机器人-控制箱连接线缆

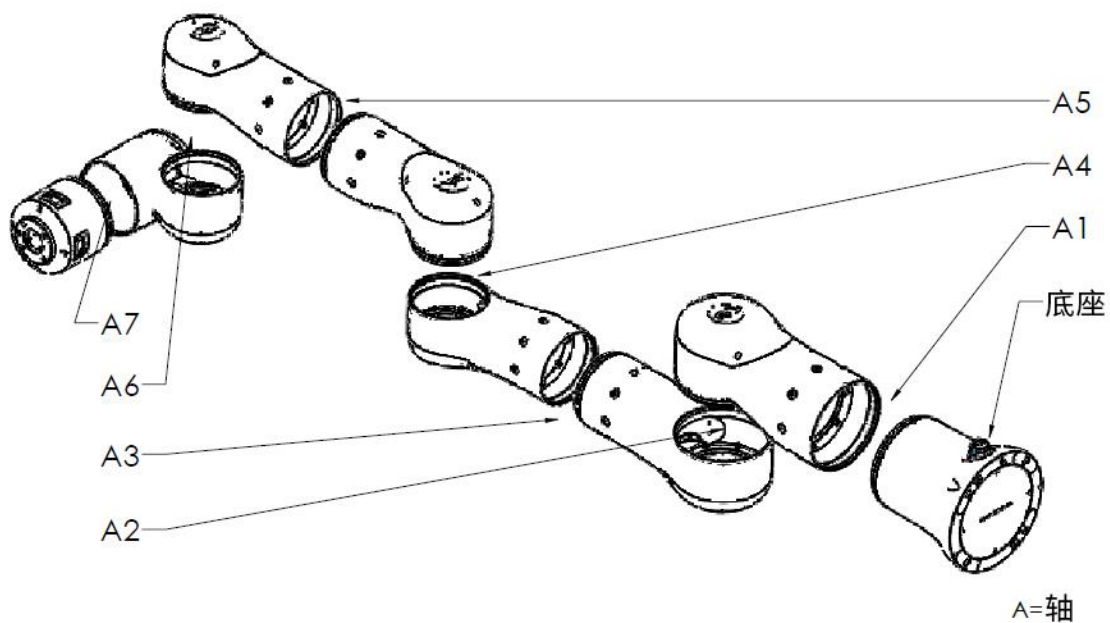


图 1.1: 机械臂爆炸图

1.2 重要安全须知

本款机器人为半成品机械，因此，每次安装本机器人时必须进行风险评估。

注意：您必须按照第 2 章列出的所有安全说明进行操作。

1.3 手册阅读指南

本手册包含非夕拂晓机器人的安装和编程说明。本手册的内容包括：

- 安全相关设置
- 硬件安装指南
- 软件指南

本手册适用于经过培训的机器人装配人员。

1.4 查找更多信息

官网：www.flexiv.com

电话：+86 400 8888 105

安全

第二章

2.1 简介

本章节介绍了在操作非夕拂晓机器人系统时必须遵守的安全要求。装配人员和用户在首次操作拂晓机器人之前，必须仔细阅读本手册，全面了解相关安全功能及潜在危险。

下面先对本手册所用的警告标识简单加以介绍，然后详细阐明关于拂晓机器人系统的设置和编程的重要信息。第 3 章将对本系统涵盖的安全功能进行介绍和定义。

相关人员必须遵守本手册中的所有说明和指导信息，并特别注意警告标识附带的文字信息。



若机器人系统（机器人手臂、控制箱、操作手柄和/或示教器）因任何形式的误用、修改或更改而遭到损害，非夕机器人科技有限公司拒绝承担任何责任。对于因机器人的编程错误或故障而对机器人或任何其他设备造成的任何损害，非夕机器人科技有限公司概不负责。

2.2 验证与责任

本手册中的信息并不包括如何设计、安装、设置和运行一个完整的机器人应用。同样，本手册中的信息也不涉及可能会影响完整拂晓系统安全等级的周边设备。用户和装配人员有责任确保整个系统的设计和安装符合机器人安装所在国家/地区的标准和法规中规

定的安全要求。此外，装配人员有责任确保充分遵守有关国家/地区的适用安全法律和法规，并确保消除整个系统中的任何潜在危害或将其减轻到所要求的水平。这些责任包括但不限于



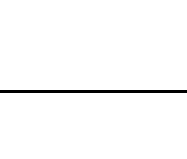
- **针对整个机器人系统组织一次全面的风险评估**
- **在风险评估的要求下连接其他机器人和/或附加安全设备**
- **在软件中进行相应安全设置**
- **确保用户不会在未经适当授权的情况下修改任何安全措施**
- **验证系统的设计和安装是否正确无误**
- **指定详细的使用说明**
- **对装配人员的相关标识和联系信息进行标示**
- **将所有相关文档（包括风险评估和本手册）汇总为一份技术文档。**

2.3 责任范围

本手册中提供的安全信息并不构成非夕对机器人系统不会造成损害或伤害的保证，即使系统遵守了所有的安全说明。

2.4 手册所用警告标识

下表界定了本手册中所用的警告标识，并对相关风险进行了介绍。用户必须遵守这些安全相关警告信息。

符号	说明
 <p style="text-align: center;">危险</p>	<p>这一标识表示存在紧迫的电气危害，如果不加以避免，可能会导致死亡或重伤。</p>
 <p style="text-align: center;">危险</p>	<p>这一标识表示存在紧迫的危害，如果不加以避免，可能会导致死亡或重伤。</p>
 <p style="text-align: center;">危险</p>	<p>这一标识表示存在潜在的电气危害，如果不加以避免，可能会导致死亡或重伤。</p>



警告

这一标识表示存在潜在的危害，如果不加以避免，可能会导致死亡或重伤。



警告

这一标识表示存在某种情况，如果不加以避免，可能会导致设备受损。



警告


这一标识表示存在某种情况，如果不加以避免，可能会导致设备受损。



注意事项

2.5 通用警告和注意事项

本手册涵盖旨在保护用户人身安全和防止机器受到损害的通用安全注意事项。我们会在本手册的各个部分重申这些注意事项。

符号	说明
 <p>危险</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 请确保按照本机器人的技术规范安装机器人和所有电气设备。 ● 安装完毕后进行彻查，确定所有零部件的安装正确无误。 ● 请在所有塑料罩壳已安装到位后再接通机器人的电源。 <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ● 请确保机器人手臂和手臂端部工具安装得当，且机器人手臂有足够的工作空间。 ● 请根据风险评估中的定义确保安全配置参数的设置正确无误，以便保护所有操作人员。 ● 请勿穿着宽松的服饰或佩戴容易在使用机器人时四处摇荡的物品。确保将长发扎在脑后。 ● 使用前请先对机器人进行检查。如果机器人已损坏，请勿操作



危险

机器人。

- 如果软件提示存在错误，请立即按下紧急停止按钮。并记下错误码，然后联系供应商。
- 请不要将任何安全设备连接到通用输入/输出接口。仅使用专用安全输入/输出接口。
- 请确保使用正确的安装参数。这包括但不限于：底座安装角度、有效载荷、工具中心点 (TCP) 偏移量和安全配置。
- 机器人手臂末端不应存在尖锐的边缘和夹点。
- 使用示教器时，应记住机器人的动作。请务必同时通过程序性警告和口头警告通知协作工作区内的其他人员，然后再执行示教器和操作手柄上的动作命令。
- 切勿更改机器人。更改可能会导致装配人员不可预见的危害。
- 组合使用不同机器可能会增加危险或带来新的危险。因此，请务必针对整个安装装置进行全方位的风险评估。
- 请注意，在自动模式下，机器人工具中心点速度最高可达 2000 毫米/秒。进入协作区后，请小心不要被机器人挤压，即使是在装有安全光栅的情况下。
- 机器人过载可能会导致机械零部件受损并造成人身伤害。
- 操作和急停时需要考虑停止距离。需要针对机器人的装配展开相关风险评估。
- 如果维护期间需要接触带电零件和连接件，请小心不要触电。
- 请注意机器人手臂和示教器相关的发光颜色和指示灯，因为它们表明了机器人当前所处的模式。如果对指示灯理解有误，可能会导致人身伤害。



警告

- 机器人及其控制箱均会在运行期间产生热量。请勿在机器人运行期间或运行结束后立即触摸机器人。此类触摸可能会让人产生不适。
- 机器人可能会在运行期间产生噪音。虽然噪音相对较小，但长期接触仍然可能损害听力。在恶劣的工作环境下（例如砂光和研磨时），必须使用耳塞。



注意事项

- 请勿将机器人系统暴露在强电场和强磁场中，因为这样可能会损害本系统。
- 如果机器人系统合并了其他机器，我们强烈建议您先对所有功能进行一次综合测试，然后再运行本系统。
- 当机器人断电后，请等待至少五秒钟，然后再启动，以避免本机器人系统中存在多余的电荷。

2.6 预期用途

非夕拂晓机器人手臂适用于操纵物体、传送零部件和装配零件。如需了解机器人应当在哪些环境条件下运行，请查阅附录 C 和附录 A，分别了解相关认证和相关技术规范。

本机器人手臂设有安全相关功能，旨在实现协作式运行，让机器人系统能够在没有围栏的情况下和/或在有人的情况下运行。

协作式运行仅适用于无危险应用，即根据已展开的风险评估，整个应用设置（含末端工具、工件和其他相关机器）不会造成严重危害。

不得背离预期用途，背离预期用途的行为均视为存在危险。这些行为包括但不限于：

- **将机器人置于可能易燃易爆的环境**
- **将机器人置于涉及人类的医疗环境**
- **将机器人用在易于振动的环境中**
- **将机器人用于技术规范的范围之外**
- **不展开风险评估便使用机器人**

2.7 风险评估

机器人本身为半成品机械，因为其安装安全与否取决于机器人的装配方式。

建议装配人员根据 ISO 12100 和 ISO 10218-2 标准展开风险评估。

装配人员在展开风险评估时，应考虑到在机器人整个应用生命周期内执行的所有作业任务，包括但不限于：

- **在安装机器人期间为其编程**
- **排除故障和维护**
- **正常操作机器人**

在第一次接通机器人手臂的电源之前，必须先展开风险评估。在风险评估期间，装配人员需要确定合适的安全配置设置，并鉴别是否需要针对具体的机器人应用增设急停按钮和/或其他防护性措施。

潜在危害清单：

- **机械危害：因接触机器人或其尖锐工具而导致压伤、撞伤或擦伤。**
- **电气危害：因接触带电零件而导致电烧伤或触电。**
- **高温危害：因长时间接触机器人高温表面而导致热辐射伤或皮肤烧伤。**
- **噪音危害：因长时间处在高载荷高速机器人噪音环境下而导致对声学信号的感**

知能力下降。

- **振动危害：无。**
- **辐射危害：无。**
- **材料/物质危害：无。**
- **人体工程学危害：因长时间操作各种机器人配件而导致疲劳、精神压力或身体不适。**
- **环境危害：无。**
- **危害组合：因多位操作员协调不当或系统故障而导致上述危害结合出现。**

2.8 使用前功能评估

在开始任何操作之前，用户有责任核实是否已根据情况正确连接所有安全输入和输出。用户还需进行测试，进一步确保这些安全输入的相关安全功能按计划发挥作用。必须特别注意那些需要将机器人的安全功能连接到其他机器的测试。这类测试可能包括：

- **测试能否通过机器人本身及系统急停输入接口让机器人断电并触发刹车。**
- **测试能否借助保护输入停止功能让机器人停止动作。然后，如果已对保护重置功能进行配置，则请核实在触发重置后机器人能否恢复动作。**
- **测试能否通过减速模式输入接口将机器人切换到减速模式。**
- **测试能否通过切换运行模式来切换操作模式。测试能否通过示教器读取机器人的运行模式。**
- **测试是否必须将三位使能开关按到中间位置，才能够让机器人在手动模式下运动起来。**
- **测试能否通过系统急停输出接口让包括互连机器在内的整个系统进入安全状态。**
- **对与安全输出接口相连的各系统的表现加以测试**

2.9 紧急停止

拂晓机器人操纵臂的操作手柄上附带了一个一体式机器人急停按钮。激活急停按钮后，各关节将断电，然后刹车将立即启动。

注意：根据 IEC 60204-1 和 ISO 13850 标准，急停按钮并非保障措施，其作用不是防止人员受伤。机器人应用风险评估最终应表明是否需要增设急停按钮。急停按钮必须符合 IEC 60947 5-5 标准。

2.10 无动力移动

如果发生紧急情况，需要在无动力的情况下移动机器人，可以执行以下操作：

- 强制反向驱动：在没有动力的情况下，可以对第一轴和第二轴施加 150 Nm 以上的扭矩、对第三轴和第四轴施加 90 Nm 以上的扭矩并对第五轴、第六轴和第七轴施加 52 Nm 以上的扭矩来实现反向驱动。关节的刹车系统设有摩擦离合器，能够以较大的反向驱动扭矩进行移动。
- 手动释放刹车：对于 A2、A4、A6 和 A7 轴，可以取下机器人外的塑料罩壳并拔出刹车活塞，从而手动脱开刹车（请见图 2.1）。考虑到机器人手臂的重力问题，如果没有外部支撑，脱开的关节预计会加速下坠。因此，脱开刹车时应当寻求其他人员的帮助。



请注意，在手动释放刹车时，机器人手臂可能会因为重力而下坠并击中操作员。释放刹车时，应当由至少两人进行操作。

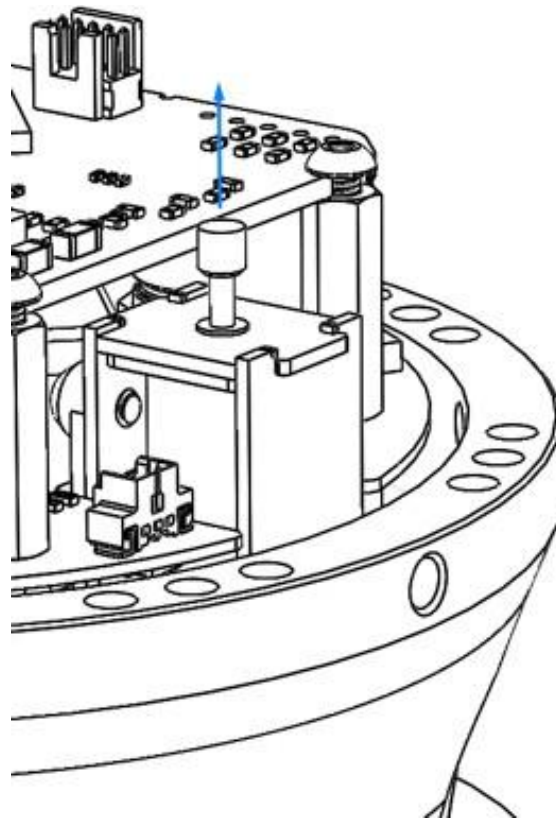


图 2.1：拔出刹车插销，以此手动释放刹车。

安全相关功能和接口

第三章

3.1 简介

拂晓机械臂具备内置安全相关功能，并配备安全相关电气接口，可连接其他机器和附加安全设备。这些安全相关功能和接口符合 ISO 13849-1 标准，性能等级为 d(即 PLd)。

请查阅第 7 章，了解如何在用户界面中配置这些安全功能、输入和输出接口。有关如何连接安全输入接口的说明，请参见第 6 章。



1. 在配置安全设置时，必须严格遵守每个应用的风险评估最终得出的结论。
2. 如果安全系统检测到重大故障或违规情况，将触发类别为 0 的停止。请注意，由于断电存在延时，因此在风险评估时需要考虑机器的停止时间。

3.2 故障处理与停止类别

在机器人运行期间，控制系统会定期执行安全相关检查。这些检查包括评估安全功能、

系统运行状况和安全输入接口的状态。根据检查结果, 可将机器人的停止分为三种类型。停止类别是按照 IEC 60204-1 标准划分的, 具体总结请见表 3.1。

停止类别	说明
0	机器人立即断电停止。
1	机器人以可控方式放慢速度。当机器人停止时, 断开电源。
2	机器人以可控方式放慢速度并停在原位。并保持电机驱动。

表 3.1: 拂晓机械臂的停止类别

3.3 安全功能

机器人手臂的安全功能分为三种类型, 即动作相关监测、安全输入和安全输出。这些功能确保了机器人及其附属工具在安全限制范围内移动, 另外, 这些功能还可以降低风险评估时发现的危险。

3.3.1 动作相关监测

动作相关监测功能通过机器人接收传感器反馈, 可确保机器人正常运行。只能通过示教器使用安全访问代码来编辑这些安全功能的配置。表 3.2 列出了所有可用的监测功能。

3.3.2 安全输入

从物理上看, 安全输入接口由双通道输入接口组成, 这些接口将由控制箱上的安全软件处理。完整的安全输入接口列表分为两类, 即可以连接到外部安全设备的安全输入接口, 以及操作手柄上的安全输入接口。相关输入接口的信息分别请见表 3.3 和表 3.4。工具中心点 (TCP) 相关信息请见《软件用户界面说明书》。

代码	安全功能	说明
SF3	关节位置限制	超出关节位置许可限值会触发类别 0 停止。
SF4	关节速度限制	超出关节速度许可限值会触发类别 0 停止。
SF5	关节转矩限制	超出关节转矩许可限值会触发类别 0 停止。
SF6	工具中心点位置限制	监测工具中心点位置并检查其是否符合安全平面约束。根据已激活平面的配置，超出约束范围会触发类别 0 停止或进入减速状态。
SF7	工具中心点速度限制	超出工具中心点速度许可限值会触发类别 0 停止。
SF8	工具中心点力度限制	超出工具中心点力度或转矩许可限值会触发类别 0 停止。 <i>请参见下文中的警告了解例外情况。</i>
SF9	动量限制	超出机器人手臂动量许可限值会触发类别 0 停止。 <i>本功能可监测机器人的总动量，总动量需使用质量矩阵和关节角速度进行计算。</i>
SF10	功率限制	超出机器人手臂功率许可限值会触发类别 0 停止。 <i>本功能可监测机器人的总工作输出，此输出为关节转矩之和与所有关节的关节角速度相乘得出的结果。</i>

表 3.2: 拂晓机械臂的动作相关监测



警告

当机器人处于图 3.1 所示的姿势时，“工具中心点力度限制”安全功能被禁用。在这些姿势下，机器人邻近奇异点，能够朝特定方向生成较大的力或转矩。请采取预防措施来防止压伤风险，例如，可以移除相应区域内的物品、重新摆放机器人的位置或使用工具中心点或关节位置限制功能。

3.3.3 安全输出

本机器人配备安全输出接口，是为了通过接口将机器人手臂的安全功能扩展到其他机器上。这些输出均为双通道输出，目的是在其中一个通道发生故障时提供冗余性。表 3.5 列出了所有可用的安全输出。

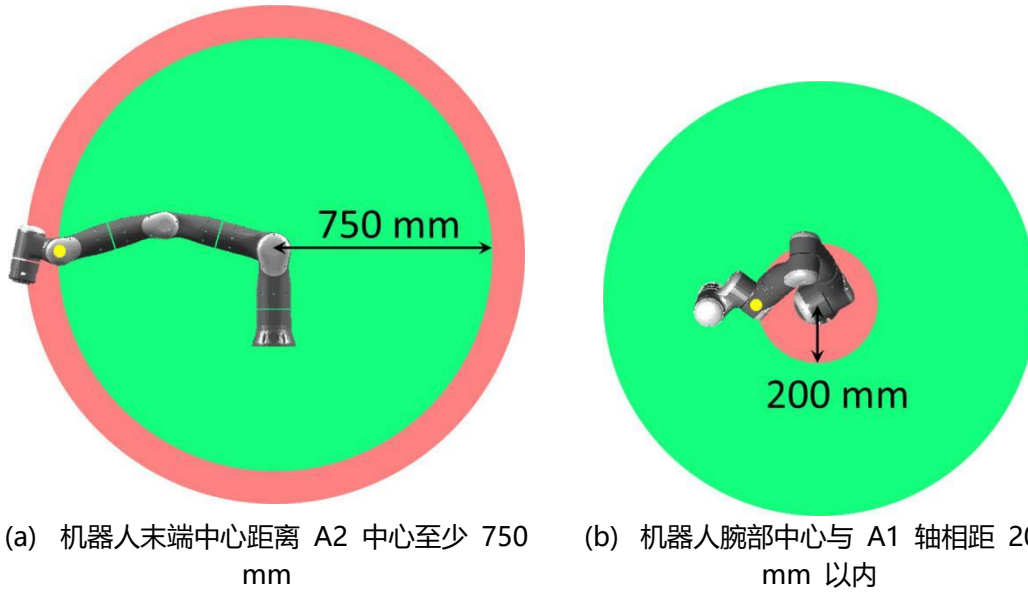


图 3.1: (A) 如果末端中心 (A5 轴和 A6 轴的交点, 以黄点表示) 距离 A2 关节较远, 则可以以较低的速度生成较大的径向力。由于机器人的特殊配置, 工具中心点力度限制已禁用。(b) 如果末端中心紧邻 A2 轴, 则机器人可以生成较大的切向力。工具中心点力度限制已禁用。在这两种情况下, 建议组合使用安全平面或关节限制, 以防机器人移动到其工作区的相应区域内。

代码	安全功能	说明
SF0	紧急停止 (类别 0 停止)	按下操作手柄上的机器人急停按钮或外部系统急停按钮, 会导致类别 0 停止。 此功能会在机器人出现 SF1 故障时启用, SF1 故障表示机器人未能在按下急停按钮后 700 毫秒内停止。此功能启用后, 动力立即被切断。
SF1	紧急停止 (类别 1 停止)	按下操作手柄上的机器人急停按钮或外部系统急停按钮, 会导致类别 1 停止。 按下急停按钮后, 系统便会在出现 SF0 故障之前启用此功能。启用此功能后, 机器人需要在 700 毫秒内减速并完全停止, 最后再切断动力。

表 3.3: 机器人操作手柄上的安全输入功能

代码	安全功能	说明
SF2	保障停止 (保护性停止)	外部防护设备连接控制箱的安全输入接口后, 一经启用, 便会触发类别 2 停止。
SF11	保护性重置输入	如果安全控制系统检测到保护性重置输入接口存在信号下降沿, 则应重置保护性停止安全功能 SF2。
SF12	减速状态输入	当减速状态输入信号较弱时, 进入减速状态。在减速状态下, 多个安全功能的限制设置均会受到影响。

表 3.4: 控制箱上可供用户使用的安全输入功能

代码	安全功能	说明
SF13	急停输出	紧急停止时, 此数字输出信号较弱, 非紧急停止时, 此数字输出信号较强。
SF14	机器人移动输出	机器人移动时, 此数字输出信号较弱, 机器人不移动时, 此数字输出信号较强。
SF15	机器人未停止输出	机器人既不是正在停止也不是已停止时, 此数字输出信号较弱。
SF16	机器人减速状态输出	机器人处于减速状态时, 此数字输出信号较弱。
Sf17	机器人未减速状态输出	机器人未处于减速状态时, 此数字输出信号较弱。

表 3.5: 控制箱上可供用户使用的安全输出功能

3.4 工作区、安全区和危险区

为了防止伤害人类或损坏材料, 需要将工作区限制在必要的最小范围内。

工作区和人类操作员可到之处均为危险区。操作员可以在危险区与处于减速状态的机器人互动。停止时, 操纵臂将减速并在危险区内停止运行。安全区为危险区之外的区域。图 3.2 显示了工作区、危险区和安全区。图 3.3 显示的是人类操作员和机械臂之间的位置关系。

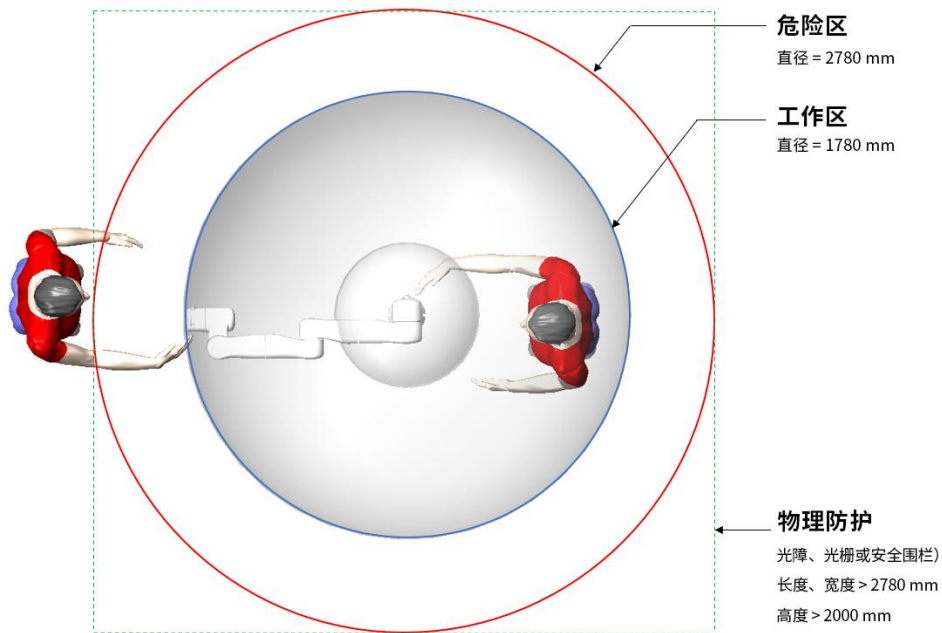


图 3.2: 工作区、危险区和安全区

必须通过物理安全设施（例如光障、光栅或安全围栏）对危险区加以保护。如果现场没有物理安全设施，则必须达到 EN ISO 10218 标准规定的协作式操作要求。装载区和中转区不得存在剪切或挤压风险。

下面列出了一些场景来展示常规设置和机器人状态：

场景 A：人类操作员在危险区外作业时，物理安全设施必须如图 3.3 所示。机械臂可以在正常状态下运行。

场景 B：人类操作员进入危险区，安全设施检测到人类操作员的的存在后，让机器人在减速状态下运行。



危险

即使是在减速状态下，如果人类操作员在危险区内与机械臂互动，机械臂仍然可能会对人类操作员构成危险。尽量不要以脆弱的人体部位（例如头部、面部和眼部）直接接触机械臂，即可降低此风险。

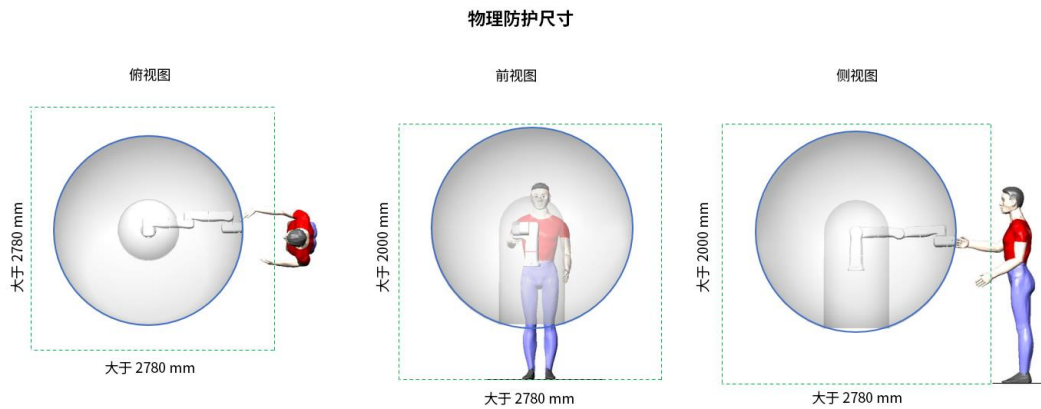


图 3.3: 人类操作员和机械臂

3.5 机器人状态

机器人可在正常状态、减速状态和系统恢复状态下运行。可通过示教器分别为正常状态和减速状态分配安全限值。系统恢复状态的限值固定不变。各状态由安全控制系统自动切换。

3.5.1 系统恢复状态

如果超出安全限值，安全系统将触发停止类别 0。然后必须重启系统，才能继续操作。启动时，如果系统不在安全限值范围内（例如超出关节限值），则系统将进入系统恢复状态。在这一状态下，不得进行编程。但可以使用示教器将机器人手动移回限值范围内。为这一状态配置的安全限值如下表 3.6 所示。如果在系统恢复状态下存在任何超出限值的现象，则触发停止类别 0。

安全功能	限值
关节速度限制	30°/s
工具中心点速度限制	250 毫米/秒
工具中心点力度限制	100 牛
工具中心点力矩限制	10 牛米
动量限制	5 千克米/秒
功率限制	80 瓦

表 3.6: 为恢复状态配置的安全限值



在系统恢复状态下，关节位置限制和工具中心点位置限制等安全功能被禁用。移动机器人时请务必小心。

3.5.2 在正常状态和减速状态之间切换

可以通过两种方法触发正常状态和减速状态之间的切换：

- 减速状态输入：减速状态输入信号变为低时，安全控制系统切换至减速状态。
- 平面约束：通过平面约束来指定工具中心点位置限值。可以对这些约束进行配置，从而在工具中心点穿过平面时自动切换到任一状态。请查阅第 3.5.3 节了解更多详细信息。

3.5.3 平面约束

一共可以通过示教器配置八个平面约束。可以将这些平面约束配置为以下行为：

- 空间限制触发：使用这一特性配置的平面约束将被视为硬性空间约束。当机器人的工具中心点进入平面的硬性空间约束侧时，将触发类别 0 停止。
- 状态开关触发：一旦工具中心点过使用此特性配置的平面约束，运行状态将从当前正常/减速状态切换到减速/正常状态。

可以在示教器上启用或禁用平面约束。已禁用的平面约束不会触发上述任何功能。

运输

第四章

包装箱内装有机器人和控制箱，两者构成一个经过校准的组合套装。请勿拆分，否则机器人无法正常运转。

请将包装材料放在干燥之处，切勿按压、折叠包装材料或将其展平。机器人和包装箱均经过设计，互相匹配。请勿使用其他任何包装设计来运输机器人。

拆开机器人的包装时，请将包装箱底面稳稳地放在地面上。抓住机器人手臂的底座（A1 与 A2）和弯头（A4 与 A5），慢慢地从包装箱中取出机器人手臂。搬运机器人和控制箱时一定要小心。切勿撬开、抖动、拖拽机器人和控制箱或使其掉落、弯曲变形。几个人一起轻轻地托住机器人，直到机器人底座的所有装配螺栓都牢牢地固定到位为止。

在运送机器人之前，必须先将调整为运输状态。请勿用力将机器人塞进包装。运输时，机器人的姿势和包装布置应如图 4.1 和图 4.2 所示。包装箱外尺寸如下，供参考：

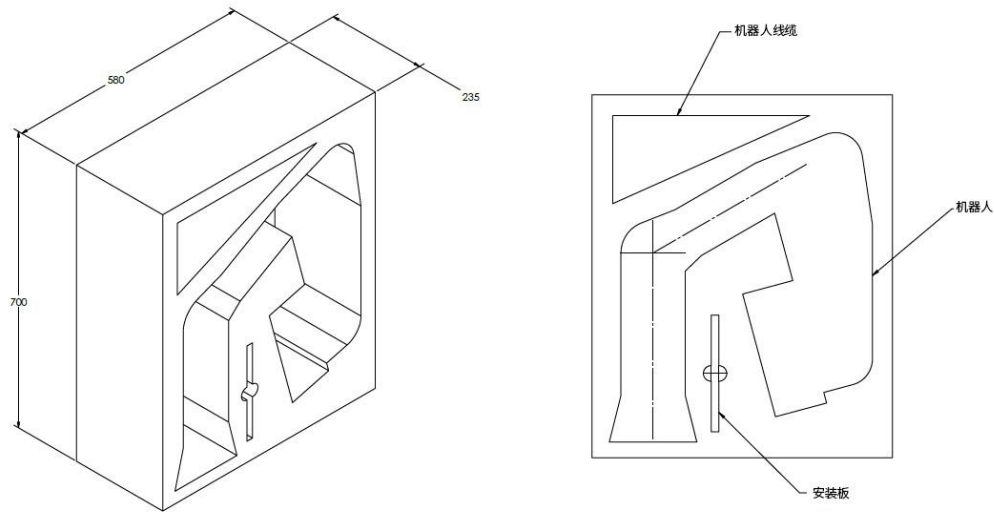


图 4.1: 拂晓机械臂外包装

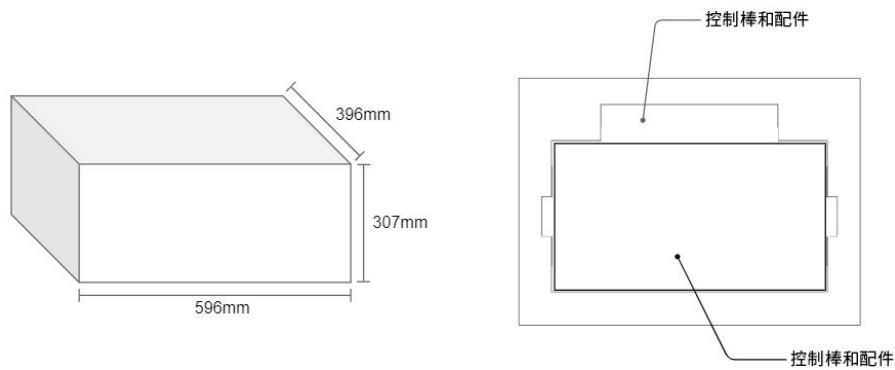


图 4.2: 拂晓控制箱外包装



警告

1. 搬运前请咨询医师，任何时候都不要让身体承受太重的负担。请借助适当的工具移动和安装零件。对于因运输和安装操作而导致的任何财产损害或人身伤害，非夕概不负责。
2. 请确保根据本章说明安置机器人。请采取所有安全措施，包括但不限于使用护目镜、防护手套和劳保鞋等。
3. 切勿摇晃、敲击外包装、使其掉落或将其底面以外的面放在地上。

机械接口

第五章

5.1 简介

本章介绍了有关安装机器人和控制箱的基本信息。

5.2 机器人工作区

尺寸	数值
1	1255 毫米
2	1145 毫米
3	365 毫米
4	395 毫米
5	385 毫米
6	330 毫米
7	780 毫米

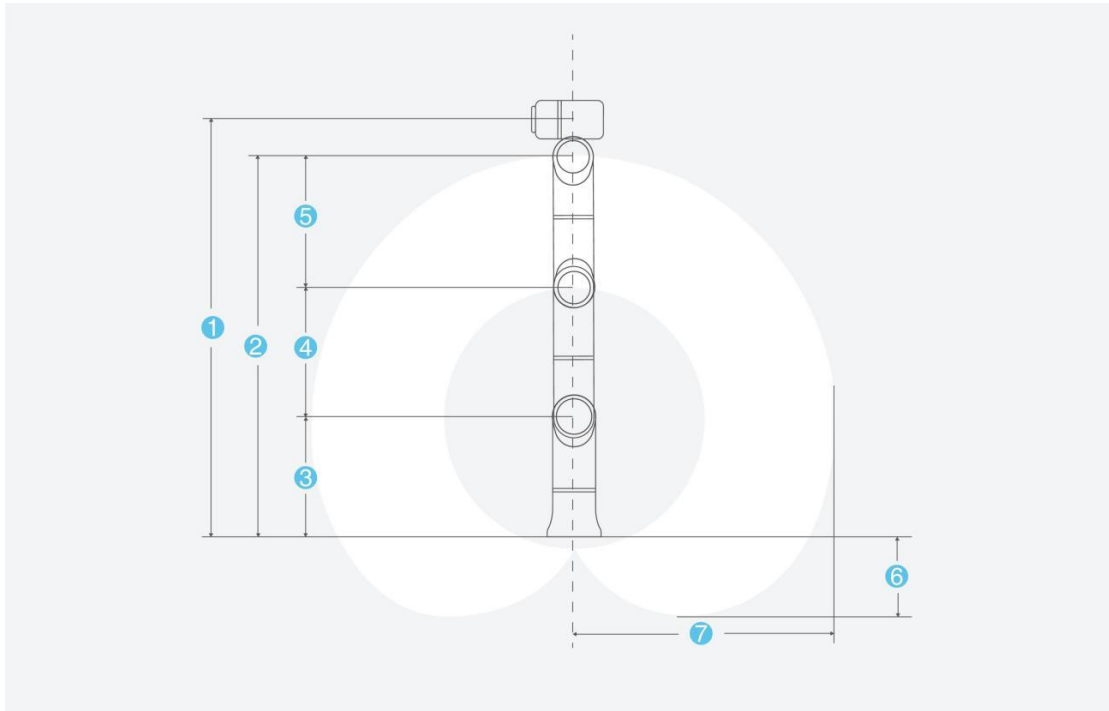


图 5.1: 拂晓机械臂的工作区

5.3 机器人手臂底座安装

底座所在表面应当是水平的，平面度为 0.05 mm。表面设有六个 6.5mm 的通孔，用于固定 M6 螺栓。另外还有一个 8mm 的定位销孔和一个 8mm 的定位销，用于定位。建议安装条件如下：

安装	建议值
螺钉长度	16 毫米
平台	金属找平平台



警告

- 确保用螺栓将机器人牢牢地固定到固定装置上。紧固装置松动可能会导致机械伤害。
- 本机器人只能用在与其 IP 等级 (IP54/IP65) 相应的环境中。

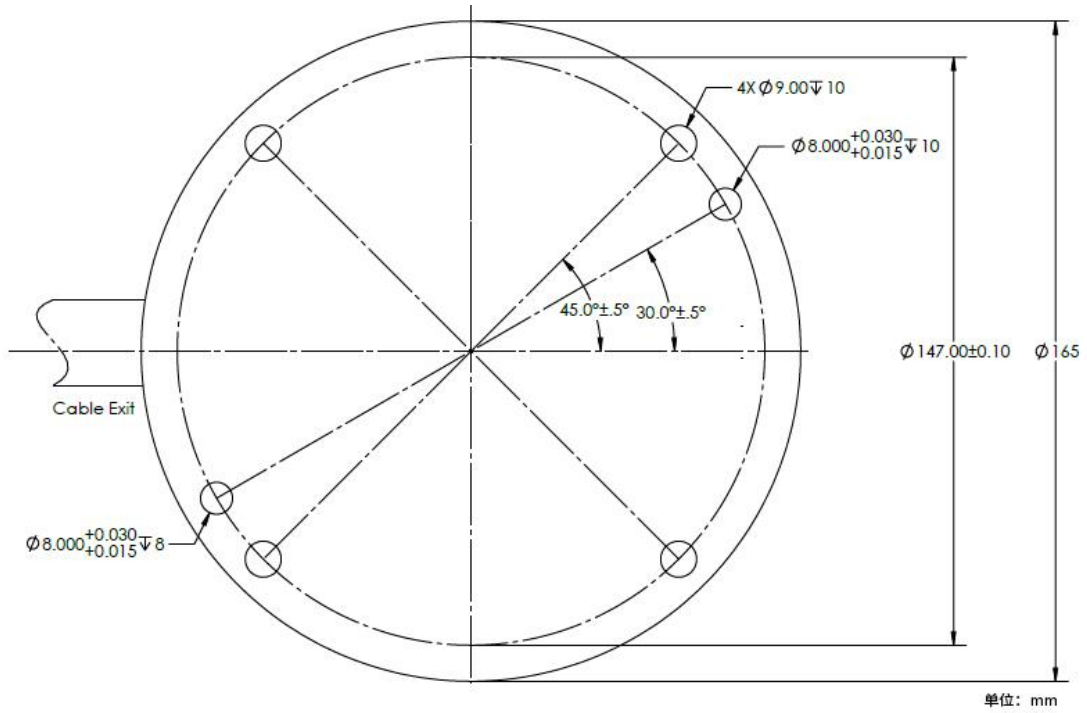


图 5.2: 拂晓机械臂底座的安装

5.4 末端工具的安装

本机器人的输出法兰应符合 ISO 9409-1-50-4-M6 标准对于螺钉孔眼分布的规定。相关尺寸如下图 5.3 所示。



确保用螺栓将工具牢牢地固定到机器人的末端执行器上。紧固装置松动可能会导致工具掉落并造成机械伤害。

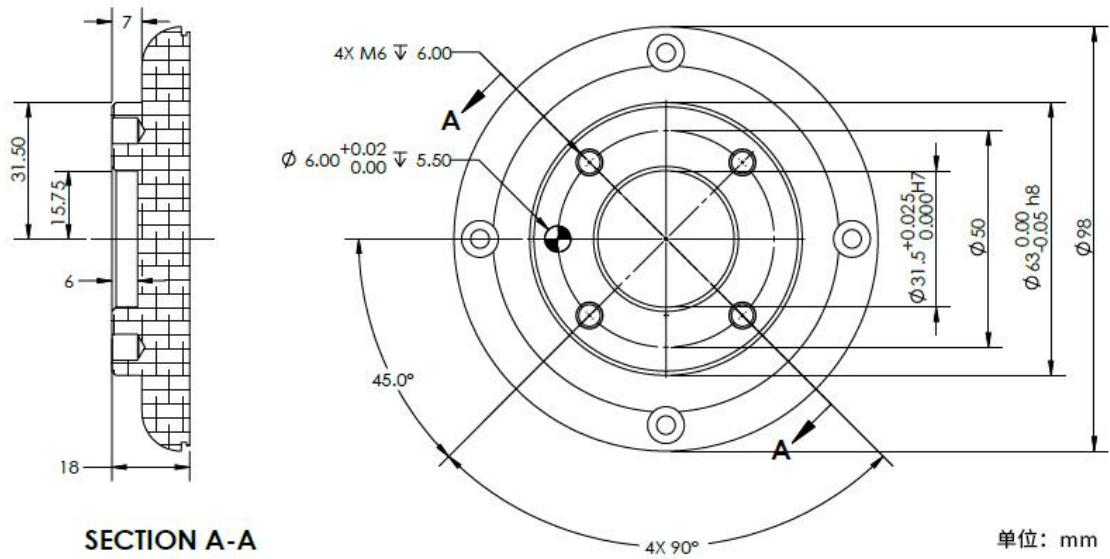


图 5.3: 拂晓机械臂的末端执行器安装法兰

5.5 控制箱、操作手柄和示教器



- 确保机器人手臂、控制箱、操作手柄和示教器之间的所有接头都不会接触任何液体。
- 所有零件只能用在与其 IP 等级 (控制箱为 IP20, 操作手柄为 IP40, 示教器为 IP 20) 相应的环境中。

5.6 最大有效载荷

有效载荷: 水平放置机器人手臂并使其完全伸展开来时, 与机器人手臂相连的机器人可处理的最大有效载荷为 4 kg。在质量中心的位置上, 有效载荷装载能力的波动范围如图 5.4 所示。

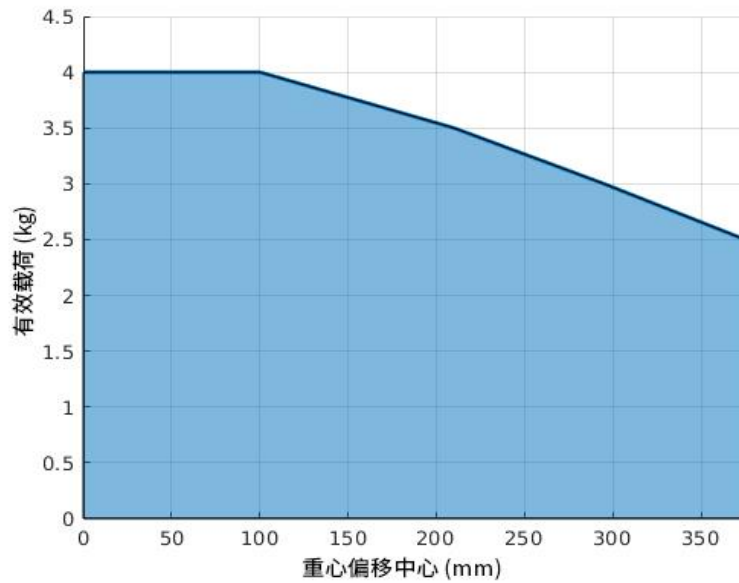


图 5.4: 最大许可有效载荷和重心偏移中心之间的关系

5.7 接地

如果在没有接地线的情况下将机器人控制器连接到电源系统,可能会导致机器人控制器发生故障并对供电单元造成实质性破坏。电压可能会造成伤害。只能在电源系统设有接地线的情况下操作机器人控制器。

如果机器人系统需要使用外部接地,相关外部接地位置(螺钉孔眼)请见图 5.5。用户可能需要使用外接线缆将控制箱和/或机械臂接地。

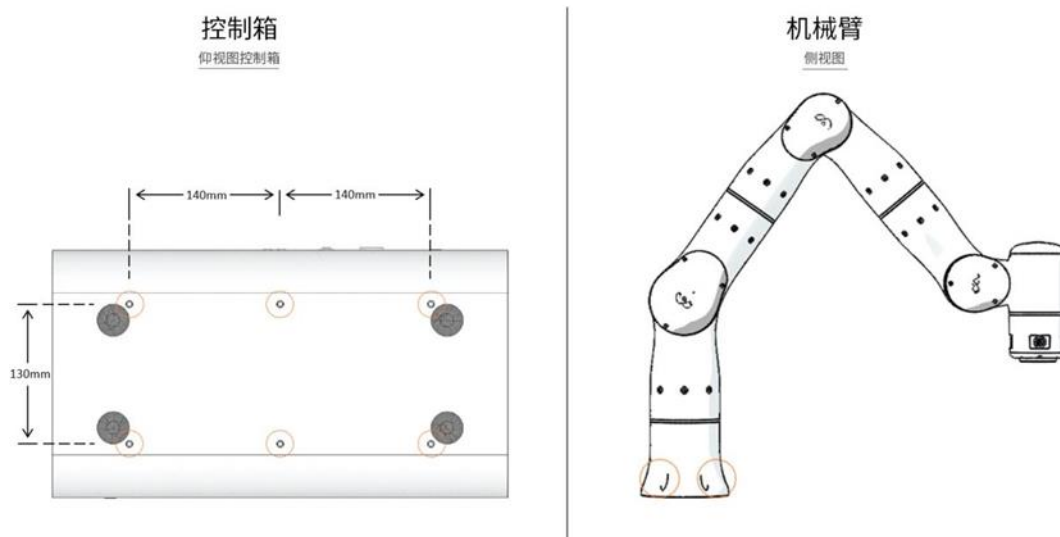


图 5.5: 控制箱和机械臂的可选外部接地位置 (以橙色圆圈表示)

电气接口

第六章

6.1 简介

本章介绍了控制箱上的电气接口, 并给出了通用数字输入/输出的典型用法。另外, 本章还提供了通信接口相关信息。

6.1.1 控制箱接口

控制箱正面设有通用 24 伏数字输入/输出接口和多个通用通信接口。除了这些接口之外, 控制箱还纳入了一个 Wi-Fi 开关。图 6.1 和表 6.1 给出了所有这些接口的详细信息。

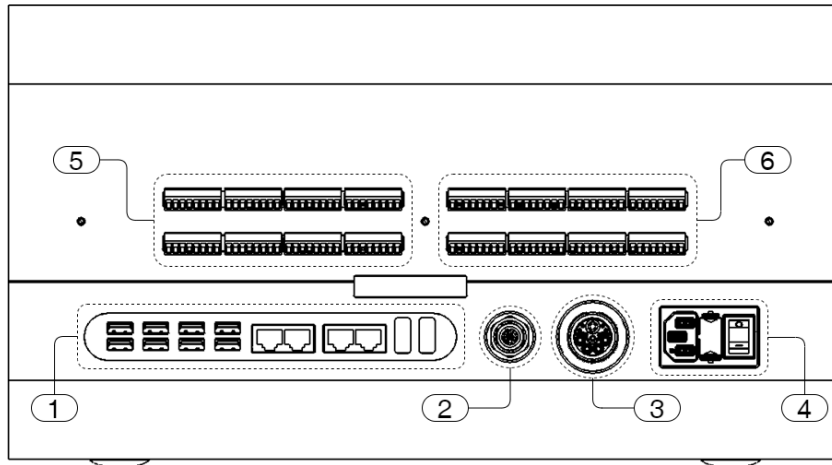


图 6.1: 控制箱上的接口

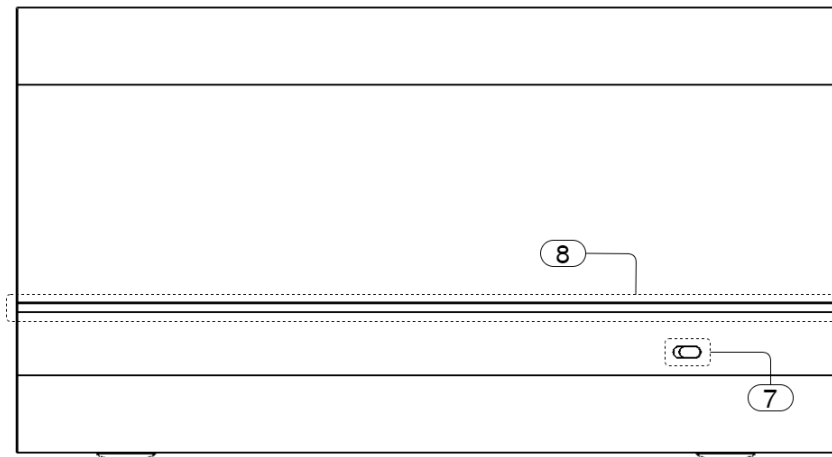


图 6.2: 控制箱上的接口

项目	说明
1	显示和通信接口
2	操作手柄连接接口
3	机器人连接接口
4	交流电接口
5	通用 24 伏数字输入/输出
6	安全输入/输出
7	WiFi 开关
8	LED 指示灯带

表 6.1: 控制箱电气接口

显示和通信接口配有 USB 和以太网接口，可利用 U 盘传送文件并分别建立实时工业

通信。图 6.3 介绍了每个端口的具体用途。由于控制箱设有选配人工智能计算机以便用于计算机视觉应用，因此部分附带的 USB 端口专用于外接摄像头和其他相关配件。以太网端口可用于对本地计算机和工业通信进行维护、TCP/IP 保养，以及最终在连接广域网 (WAN) 时接入互联网以更新系统。除了这些连接之外，控制箱还集成了 HDMI 接口。

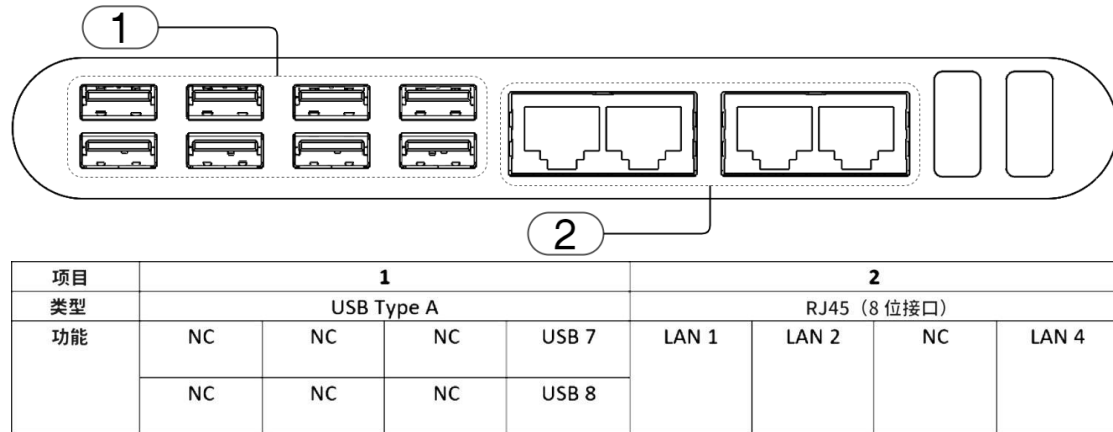


图 6.3: 控制箱 USB 和以太网接口

6.2 工业通信

机器人控制箱采用基于以太网的可配置实时协议，包括 Profinet 输入输出设备、Modbus TCP 和 EtherNet/IP 协议。默认情况下，这些协议是不可用的，需要作为选配服务单独购买。安装成功后，用户即可通过示教器选择所需协议（请参见第 7 章）。选中后，需要重新连接系统电源。工业通信接口将使用相应的通信驱动程序进行加载。

6.3 控制器数字输入/输出

控制箱附带 24 伏数字输入/输出，可支持包括可编程逻辑控制器、继电器、电磁阀和液压阀在内的众多设备。图 6.4 为通用数字输入/输出的布局。

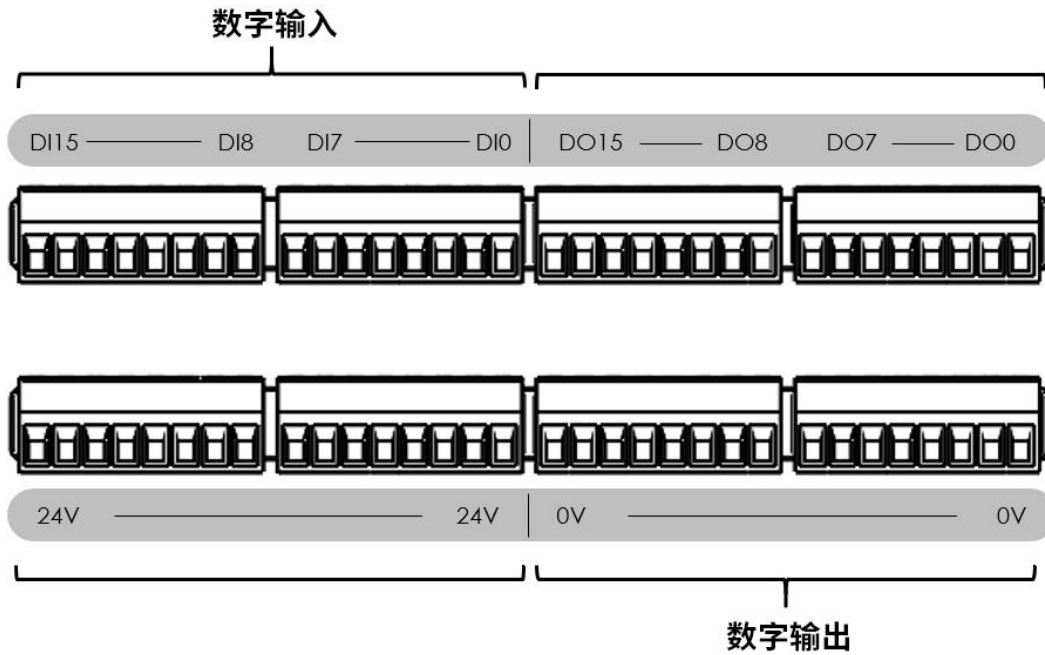


图 6.4: 控制箱上的通用数字输入/输出

6.3.1 适用于所有数字输入/输出的规范

控制箱数字输入/输出规范适用于通用和安全输入/输出。24 伏内部电源的电气特性如表 6.2 所示。

项目	最低值	类型	最高值
电压 (V)	23	24	25
电流 (A)	0	-	2
输入类型		PNP	

表 6.2: 24 伏内部电源规范

数字输入/输出根据 IEC 61131-2 标准进行设计。电气规范如表 6.3 所示。

项目	最低值	类型	最高值
数字输出			
压降 (单位: 伏)	0	-	0.5
电流 (单位: 安培)	0	-	0.625
数字输入			
电压 (单位: 伏)	-3	-	30
高压区 (单位: 伏)	11	-	30
低压区 (单位: 伏)	-3	-	5

电流 (单位: 毫安)	2	-	15
输出类型		PNP	
IEC 61131-2 型		3	

表 6.3: 24 伏数字输入/输出电源规范

6.3.2 安全输入/输出

本节介绍了控制箱上的专用安全输入/输出接口。相关电气规范请见上一章节。必须按照第 2 章介绍的安全说明和风险评估要求来安装与这些安全输入/输出接口相连的安全设备。这些安全输入/输出接口结构为双通道输入/输出，在控制箱上标志为“安全输入 A”和“安全输入 B”。因此，互连设备必须将其作为两个独立的通道。因此单一故障并不会导致安全功能失效。

安全功能通过内部接线的方式与控制箱的专用安全输入/输出相连接。安全输入/输出接口的完整布局如图 6.5 所示。请注意，目前仅使用了安全输入/输出接口的一个子集，剩余留待未来开发之用。未使用的输入/输出接口必须保持未连接状态。

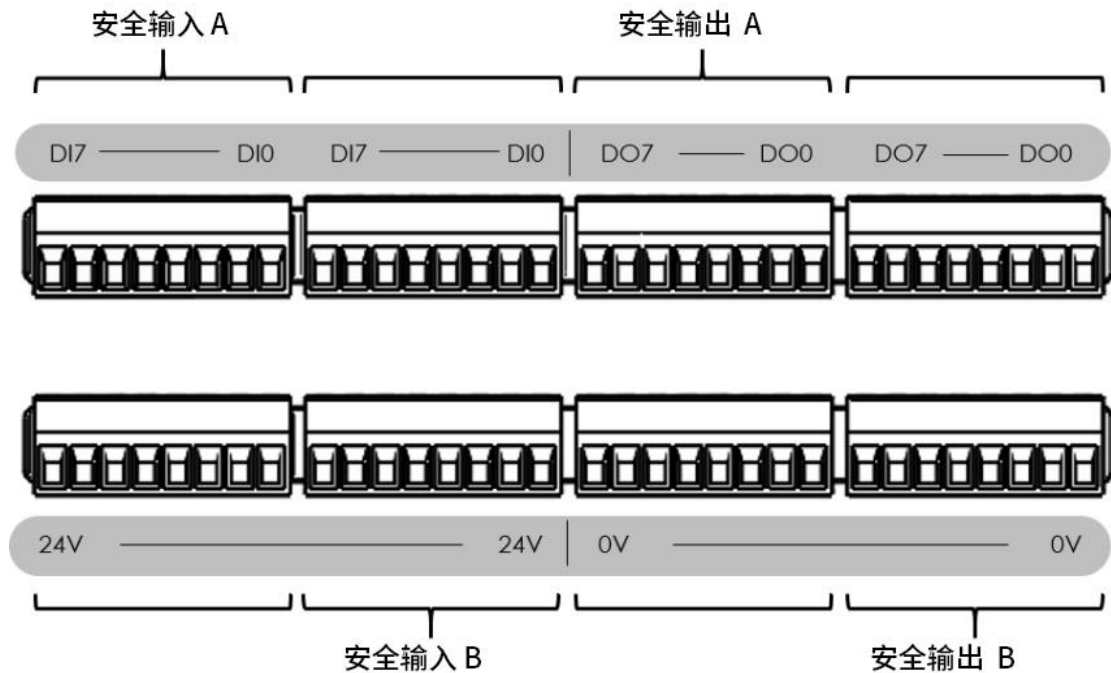


图 6.5: 控制箱上的安全输入/输出

三个专用安全输入接口与操作手柄相连接。用户可借助操作模式输入接口在手动和自动模式之间切换。机器人急停和使能设备的输入接口请见表 6.5。

机器人急停	使能设备
-------	------

触发	按下	不在中间位置
机器人运动	停止	停止
程序	暂停	暂停
使用频率	不频繁	编程期间频繁
恢复运行	刹车松开	无
停止类别	1	2
性能等级	PLd	PLd

表 6.4: 安全输入设备简介



DANGER

1. 仅可将具有安全等级的设备连接到安全输入/输出接口,同时确保安全等级与风险评估结果相匹配。
2. 一定要将安全信号与常规输入/输出信号分离开来。
3. 所有安全输入/输出接口都被构造为双通道信号。因此,这些通道必须分离开来,以免单一故障导致安全功能失效。
4. 所有安全输入/输出通道在控制箱上都标志为 A 和 B。
5. 目前仅使用了安全输入/输出接口的一个子集,映射到特定的安全功能。所有未使用的安全输入/输出接口必须保持未连接状态。
6. 机器人的安装应符合本手册中的安全规范。不这样做可能会导致严重伤亡,因为安全功能可能会在无意中被推翻。

6.3.3 默认安全配置

机器人出厂时的默认配置如图 6.6 所示,无需进一步安装安全装置即可操作。请查阅第 7 章,了解如何将外部安全设备连接到安全输入接口。

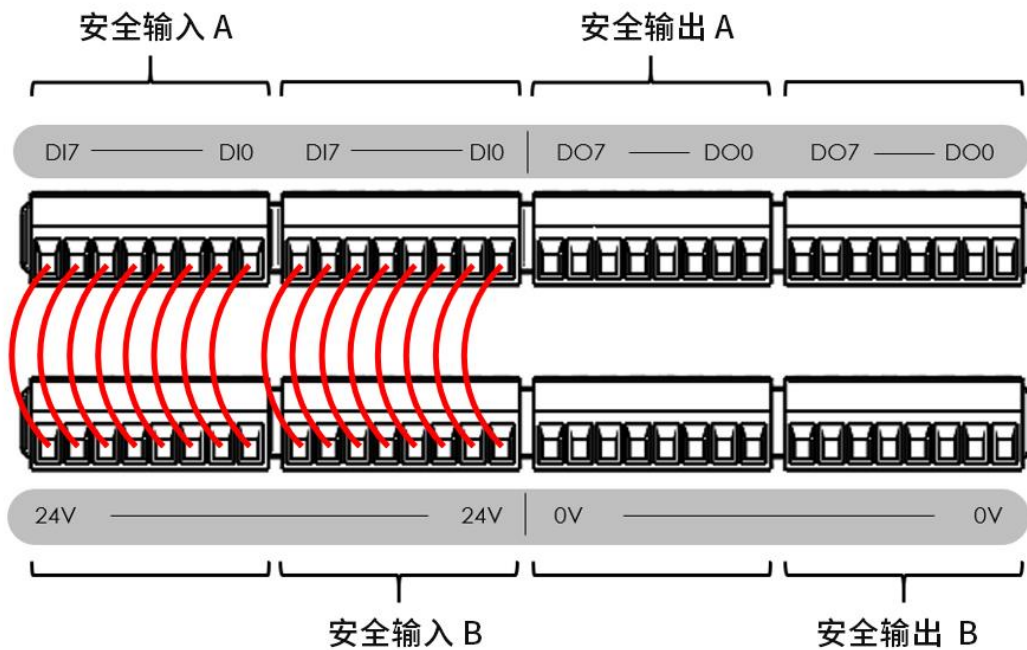


图 6.6: 默认安全输入/输出接口布局

6.3.4 安全输入/输出引脚定义

如第 6.3.2 节所述，所有安全输入/输出接口必须为双通道连接，以满足安全功能的要求，这意味着安全设备必须连接两个通道才能与拂晓的安全控制系统协同合作。然而，并非所有安全输入/输出接口都用于安全功能，其中一些也用于非安全功能，如表 6.5 所示。

数字输入接口	安全功能
DI0	紧急停止
DI1	减速状态输入
DI2	保护性重置输入
DI3	保护性停止
D14-D17	已预留
数字输出接口	安全功能
DO0	急停输出
DO1	机器人移动输出
DO2	机器人未停止输出
DO3	机器人未减速状态输出
DO4	机器人未减速状态输出
DO6-DO7	已预留

数字输出接口	非安全功能
DO5	动力指示灯输出

表 6.5: 安全输入设备简介

6.3.5 系统急停输入

系统急停输入接口的构造是为了允许将额外的急停连接到机器人控制器上, 这样就可以通过任何一个连通的急停让机器人停止。图 6.7 提供了一个示例。请注意, 可以通过串联安装来增加更多急停装置。

6.3.6 保护性停止输入

保护性停止输入的作用是让用户能够在不断电的情况下让机器人停止运动。保护性停止输入是一种水平触发功能。这样便能够在停止后自动恢复。图 6.8 和 6.9 分别给出了两个常用的示例。

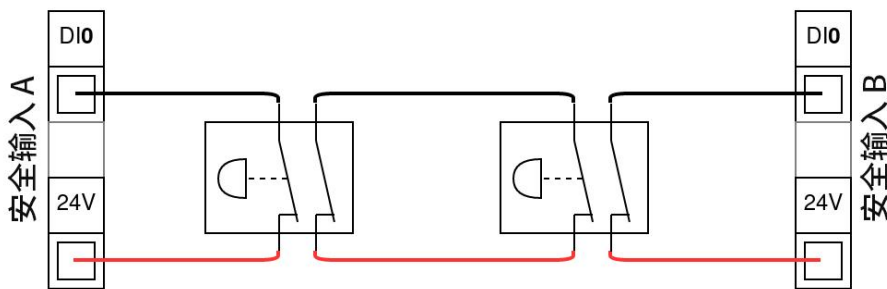


图 6.7: 串联额外的急停装置

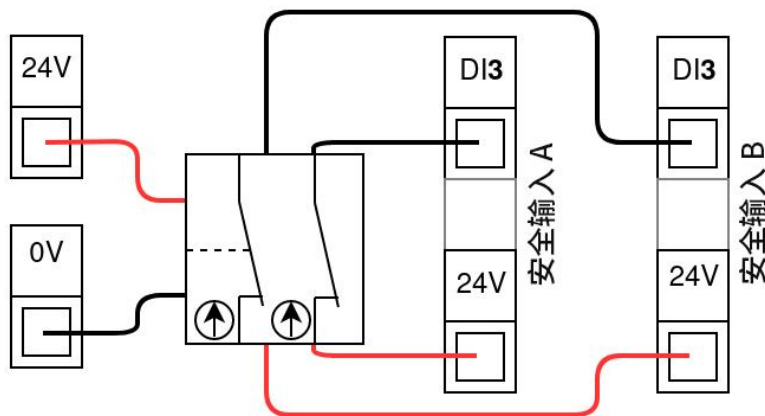


图 6.8: 接线安全门切换至保护性输入接口



DANGER

由于机器人会在保护性停止功能停用后会自动恢复移动, 因此, 如果可以在安全范围内停用, 请不要停用保护性停止功能。

6.3.7 保护性重置输入

如果不允许在诸如安全光栅等范围内自动恢复保护性停止，则必须在该范围外进行重置。借助保护性重置按钮即可实现此操作。

6.3.8 系统急停输出

系统急停输出接口为双通道数字输出接口，可连接其他机器以触发该机器停止。请先为整个应用进行一次风险评估，然后再使用系统急停输出接口。系统急停输出对由安全输出接口 A 和 B 上的 DO0 提供。

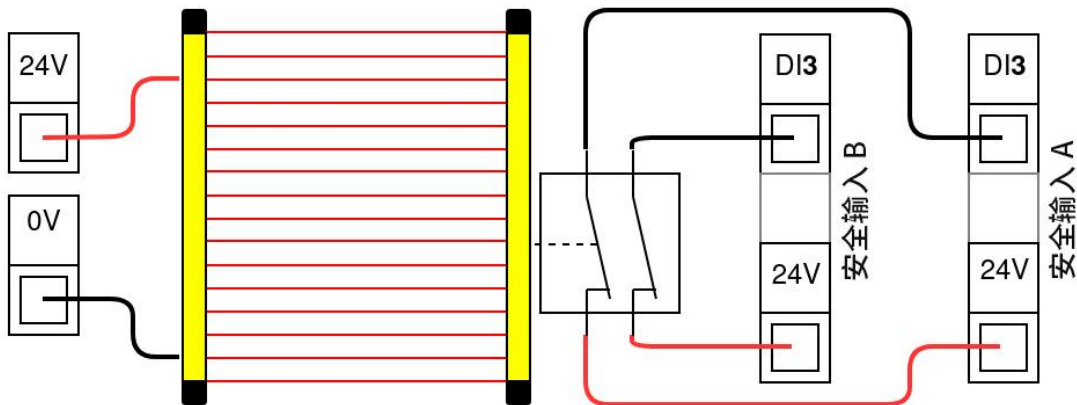


图 6.9: 将安全光栅连接至保护性输入接口

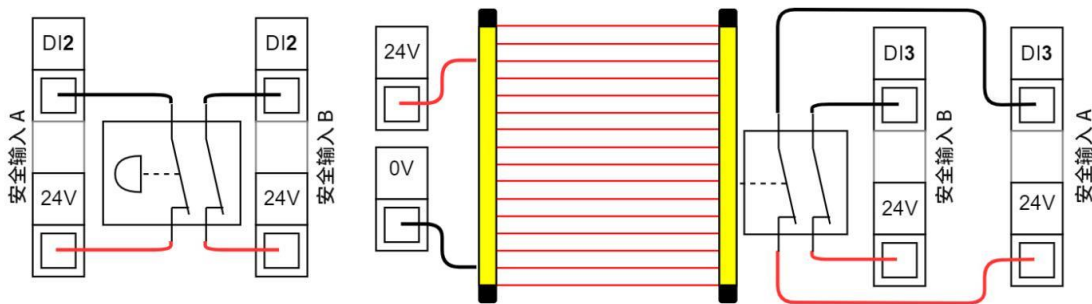


图 6.10: 使用安全重置功能重置安全光栅后，触发了保护状态

6.3.9 移动、未停止、减速状态、非减速状态输出

除了安全急停输出接口之外，还没有多个其他安全输出接口。有关这些输出的详细信息请见第 3.3.3 节。“移动”和“未停止”输出接口表示系统的运动状态，分别通过安全输出接口 A 和 B 上的 DO1 和 DO2 提供。“减速”和“非减速”状态输出表示系统是否处于减速状态。这些输出接口由 DO3 和 DO4 提供。

6.3.10 动力指示灯输出

为指示机器人是否正在接收驱动装置的电源，系统还通过安全输出 A 和 B 上的 DO5

提供了一个双通道安全输出接口。此类输出通常连接至琥珀色信号灯。该信号灯不得为旋入式或灯丝型, 因为这样可能会导致机器人手臂振动并发生故障。根据风险评估结果, 可以采用单通道接线。请见图 6.11 所示。

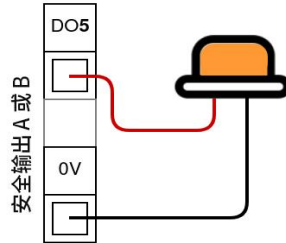


图 6.11: 将动力指示灯输出接口连接到琥珀色指示灯

6.3.11 通用数字输入/输出

本节介绍了控制箱上的 24 伏通用数字输入/输出接口。在设置输入/输出接口时, 必须遵守第 6.3.1 节中介绍的通用规范。

这些输入/输出可以用来驱动继电器、电磁阀和液动阀等外部设备。程序停止执行时, 这些数字输入/输出将进入被动状态 (即低位)。图 6.12 介绍了这些输入/输出的若干用法示例。



(a) 使用数字输入接口和开关。

(b) 使用数字输出接口和载荷。

图 6.12: 数字输入/输出示例

数字输入/输出还可以作为一种连通其他机器的通信形式, 只要双方建立起共同基础且对方机器配有即插即用输入/输出接口。图 6.13 介绍了一个连接可编程逻辑控制器的示例。

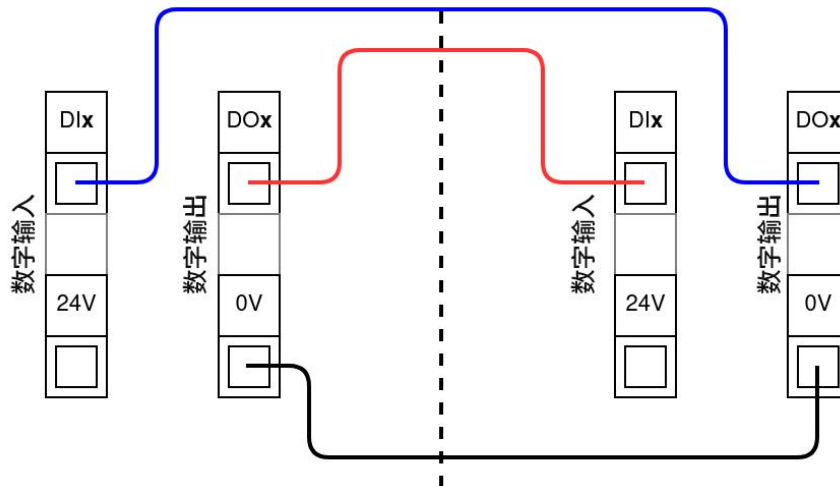


图 6.13: 将数字输入/输出与可编程逻辑控制器相连

6.4 维护与修理

6.4.1 安全说明

确保机器人符合所有安全要求。用户必须按照安全说明进行操作。使用不当或调整不当会使机器人陷入危险或对其造成永久损害。下面的警告和规程介绍了可启用/禁用安全功能的指令。用户应在使用机器人前仔细阅读和查看这些指令。

1. 请勿拆除机器人上的任何分解零件，包括电线、电路板、电源、盖子、螺丝和机械零件。
2. 请勿更改软件的任何安全配置。一旦任何安全参数发生变化，整个机器人系统都应视为新系统。
3. 如需维护或清洁机器人，请确保切断系统电源。在接通电源和使用机器人之前，请确保所有设置与之前的状态相同。
4. 当用户需要拆卸机器人或控制箱时，应考虑遵守静电放电法规并确保环境干燥。适当的静电放电保护或佩戴静电放电保护腕带可以防止静电放电造成的永久性损害。
5. 请先确保所有连接正确无误，然后再接通系统电源。
6. 请先确保交流电源输出电压正确无误，然后再接通系统电源。
7. 请先确保接地连接正确无误，然后再重新接通系统电源。
8. 应防止水和灰尘进入机器人操纵臂或控制箱。
9. 每周必须至少重启一次机器人，确保机器人系统正常运转。

6.4.2 维护计划

建议请专业技术人员每年为拂晓机器人进行一次维护。

软件

第七章

7.1 简介

本章介绍了如何使用非夕软件完成基本的机器人操作和使用。非夕示教器包括两个模块。其中一个为用户界面平板电脑，另一个则是操作手柄。用户界面平板电脑是一个图形用户界面，用于展示详细的机器人状态，调整高级设置和实施操作。借助用户界面平板电脑的无线通信功能，用户可以通过无线网络轻松连接不同的机器人。由于用户界面主要用于信息可视化，因此用户界面平板电脑可以随时与机器人断开连接而不影响机器人运动。另一方面，操作手柄硬连线至控制箱，用于执行安全相关操作，例如切换自动/手动模式、执行任务和拖拽等。操作手柄和系统必须始终连接在一起。

7.2 操作手柄

操作手柄上设有 5 个功能按钮和一个机器人状态指示灯。基本功能概括如下。

机器人状态指示灯：分布在操作手柄边沿的 LED 灯环。指示灯通过不同颜色来表示机器人当前所处状态。

急停按钮：用于在运行时切断电源并立即停止机器人的动作。按下急停按钮时，系统将切换到“停止类别 1”。

使能按钮：此三位按钮主要用于手动模式。如果使能按钮为半按住状态，系统启用并可

在手动模式下移动。否则系统将一直处于“停止类别 2”。

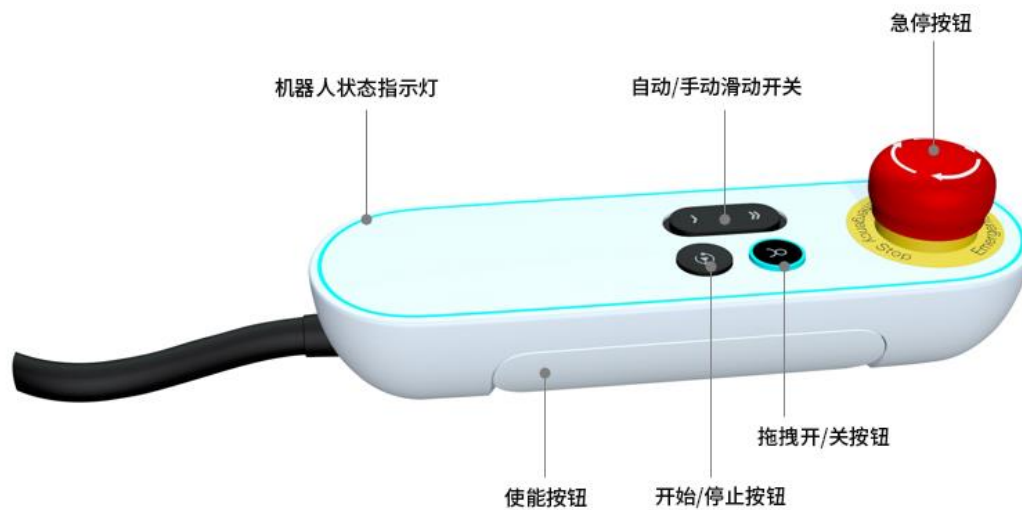


图 7.1: 操作手柄

自动/手动滑动开关：滑动开关有两种状态。使用滑动开关可在自动和手动模式之间切换。

开始/停止按钮：用于在运行期间启动或（软）停止机器人。

拖拽开/关按钮：用于启用或禁用拖拽功能。内置 LED 灯环，用于指示拖拽状态。拖拽功能仅适用于手动模式，在自动模式下拖拽按钮处于禁用状态。

7.3 模式

有两种运行模式：手动模式和自动模式。

7.3.1 手动模式

在手动模式下，机器人动作受到的限制较多。在此模式下，人类操作员仅可在危险区内与机器人互动。因此，人机交互（例如拖拽）仅适用于手动模式。在执行计划时，必须始终按住操作手柄上的使能按钮。如果松开使能按钮，机器人将立即停止并切换到“停止类别 1”。

7.3.2 自动模式

在自动模式下，机器人能够全速运行，人类操作员必须留在危险区外。必须通过光障等安全设施对危险区加以保护。如果在自动模式下，安全系统检测到危险区有人类存在，

则安全系统将自动放慢机器人的动作。在自动模式下，操作手柄上的使能按钮处于禁用状态。

	手动	自动
动作设置	受限	正常
速度限制	低	高
操作	必须按住使能按钮	使能按钮被禁用
拖拽	允许	不允许
有人留在危险区内	允许	不允许

表 7.1: 自动模式和手动模式的对比

用户可以使用操作手柄上的“自动/手动”滑动开关切换模式。要从自动模式切换到手动模式，用户只需将开关滑动到手动模式即可；而要从手动模式切换到自动模式，用户需要将开关滑动到自动模式并在用户界面应用程序上加以确认。

7.4 状态

本机器人共有 6 个状态。每个状态都对应一种 LED 指示灯颜色。LED 指示灯位于操作手柄上。

黄色	已锁定	机器人关节已锁定
白色	已停止	机器人在休眠中，但在开始位置上
绿色	就绪	机器人在开始位置上，随时可执行任务
绿色	工作中	机器人正在执行任务（手动和自动模式）
红色	故障	发生错误
蓝色	拖拽	拖拽模式已启用

表 7.2: 机器人状态及其相应的 LED 指示灯颜色

7.5 操作

手动模式：拖拽

如需使用拖拽功能，请先确保机器人处于手动模式且状态为“已停止” (Stopped)，然后用户需要单击拖拽按钮，方可启动此功能。之后机器人将进入拖拽状态，围绕在拖拽按钮四周的 LED 指示灯环将亮起。现在用户可以按住操作手柄上的使能按钮，将机器人拖拽至所需位置。如果松开使能按钮，机器人将继续处于“停止类别 2”，只有再次触发使能按钮，机器人才会进入拖拽状态。如需终止拖拽功能，用户只需再次单击拖拽按钮即可。

手动模式：执行和停止

在手动模式下执行计划前，机器人需要处于“已停止” (Stopped) 状态，且用户应松开急停按钮，以便释放刹车，然后在用户界面应用程序中单击“分配计划” (Assign plan) 键，将计划分配出去。要开始执行分配到的计划，用户需要半按住使能按钮，然后单击操作手柄上的“开始/停止”按钮。如果用户在分配的计划中指定了准备就绪的关节配置，则机器人会先移动至准备就绪的位置 (状态从“已停止” (Stopped) 变为“准备就绪” (Ready))。到达准备就绪的位置后，机器人便会立即开始执行分配到的计划 (状态从“准备就绪” (Ready) 变为“工作中” (Working))。当机器人处于“工作中” (Working) 状态时，用户应始终按住使能按钮。如果在“工作中” (Working) 状态下松开使能按钮，机器人将立即停止执行计划 (状态从“工作中” (Working) 变为“已停止” (Stopped))。如需重新执行计划，用户需要重复上述步骤。如需终止执行计划，用户可松开使能按钮或单击“开始/停止”按钮。

自动模式：执行和停止

在自动模式下执行计划前，机器人需要处于“已停止” (Stopped) 状态，且用户需要在操作手柄上切换到自动模式，然后在用户界面应用程序中确认切换模式。在自动模式下，使能按钮自动禁用，且无需进行机器人安全检查。但是，在自动模式下，用户应先离开危险区，然后再执行计划。通过用户界面应用程序分配计划之后，用户可以单击“开始/停止”键来触发执行计划。和在手动模式下类似，如果指定了准备就绪的关节位置，机器人会先移动至这一准备就绪的位置 (状态从“已停止” (Stopped) 变为“准备就绪” (Ready))，然后再开始执行计划。如需让机器人停止执行计划，用户只需再次单击“开始/停止”按钮即可。

手动模式	拖拽	启动拖拽按钮并一直按住使能按钮
切换模式	执行	按住使能按钮并按下“开始/停止”按钮
	停止	释放使能按钮或按下“开始/停止”按钮
	手动到自动	在操作手柄上切换到自动模式并在用户界面应用程序上予以确认
自动模式	自动到手动	在操作手柄上切换到手动模式
	执行	留在危险区外，然后按下“开始/停止”按钮
	停止	按下“开始/停止”按钮

表 7.3: 操作手柄操作

7.6 工作流程

7.6.1 执行

用户可以在用户界面应用程序上选择操纵任务,然后单“编辑/执行”(Edit/Execute)键,切换到执行页面。不得在执行页面编辑计划。请参见表 7.4 中的详细工作流程。

7.6.2 停止与重启

在机器人进入自动模式时停止,然后再重启。请参见表 7.5 中的详细工作流程。

7.6.3 错误清除

如果机器人遭遇小故障,请在用户界面应用程序中排除故障并重新在自动模式下执行计划。请参见表 7.6 中的详细工作流程。

7.6.4 绕开障碍物

如果机器人在执行计划期间遇到障碍物,请让机器人停止并拖拽其离开障碍物。请参见表 7.7 中的详细工作流程。

步骤	用户界面应用程序	操作手柄	机器人的反应	状态	模式
1. 连接到用户界	打开平板电脑。通过 Wi-Fi 连接机器人。		连接到用户界面应用程序	已停止	手动
2. 打开计划	在文件列表中选择计划			已停止	手动
3. 分配计划	切换到执行页面,单击“分配计划”(Assign plan)		计划被分配给机器人	已停止	手动
4. 手动操作		确保开关为手动模式		已停止	手动
		触发使能按钮: 单击“开始/停止”按钮	机器人移动到“准备就绪”位置(如果没有指定“准备就绪”位置,机器人会直接开始执行计划)	工作中	手动
		继续按住使能按钮	机器人到达“准备就绪”位置	准备就绪	手动
		继续按住使能按钮	机器人开始执行计划	工作中	手动
		计划执行完毕后松开使能按钮	执行完毕	已停止	手动
5. 切换模式		切换到自动模式并留在危险区外		已停止	手动

	确认切换		已切换到自动模式	已停止	自动
6. 自动执行		单击“开始/停止”按钮	机器人移动到“准备就绪”位置(如果没有指定“准备就绪”位置,机器人会直接开始执行计划)	工作中	自动
			机器人已到达“准备就绪”位置	准备就绪	自动
			机器人开始执行计划	工作中	自动
			执行完毕	已停止	自动

表 7.4: “执行计划” 工作流程

步骤	用户界面应用程序	操作手柄	机器人的反应	状态	模式
			移动中	工作中	自动
1. 让机器人停止		单击“开始/停止”按钮	停止工作	已停止	自动
2. 在自动模式下重启		单击“开始/停止”按钮	机器人移动到“准备就绪”位置(如果没有指定“准备就绪”位置,机器人会直接开始执行计划)	工作中	自动
			机器人到达“准备就绪”位置	准备就绪	自动
			机器人开始执行计划	工作中	自动
			执行完毕	已停止	自动

表 7.5: “停止和重启” 工作流

步骤	用户界面应用程序	操作手柄	机器人的反应	状态	模式
1. 机器人遭遇故障			机器人刹车已锁定, 停止移动。	故障	自动
2. 查看错误	查看错误消息			故障	自动
3. 清除错误		如果处于自动模式, 则切换至手动模式	切换至手动模式	故障	手动
	单击“清除错误”(Clear fault) (必须)		故障已排除	已停止	手动

	在手动模式下)				
4. 切换模式		切换至自动模式并留在危险区外		已停止	手动
	确认切换		切换至自动模式	已停止	自动
5. 在自动模式下重启		单击“开始/停止”按钮	机器人移动到“准备就绪”位置(如果没有指定“准备就绪”位置,机器人会直接开始执行计划)	工作中	自动
			机器人到达“准备就绪”位置	准备就绪	自动
			机器人开始执行计划	工作中	自动
			执行完毕	已停止	自动

表 7.6: “错误清除” 工作流程

步骤	用户界面应用程序	操作手柄	机器人的反应	状态	模式
			手动执行计划时遇到障碍物	工作中	手动
1. 绕开障碍物		松开使能按钮以停止执行计划	停止移动	已停止	手动
		按下拖拽按钮	拖拽功能已启用	拖拽	手动
		触发使能按钮,将机器人手动驱动到一个没有障碍物的位置	拖拽中	拖拽	手动
		松开使能按钮	已移动至安全位置	拖拽	手动
		再次按下拖拽按钮以关闭拖拽功能	拖拽功能已被关闭	已停止	手动
2. 切换模式		切换到自动模式并留在危险区外		已停止	手动
	确认切换		已切换到自动模式	已停止	自动
3. 在自动模式下重启		单击“开始/停止”按钮	机器人移动到“准备就绪”位置(如果没有指定“准备就绪”位置,机器人会直接开始执行计划)	工作中	自动
			机器人到达“准备就绪”位置	准备就绪	自动
			机器人开始执行计划	工作中	自动
			执行完毕	已停止	自动

表 7.7: “拖拽机器人以绕开障碍物” 工作流程

技术规范

附录 A

A.1 机器人手臂

规范	值
机器人型号	拂晓 4
重量	20 千克
负载	4 千克
自由度	7 个旋转关节
臂展	780 毫米
重复定位精度	0.1 毫米 (ISO 9283)
关节范围	A1: -160°至+160° A2: -130°至+130° A3: -170°至+170° A4: -154°至+107° A5: -170°至+170° A6: -80°至+260° A7: -170°至+170°
最大关节速度	A1 至 A2: 120°/s A3 至 A4: 140°/s

最大关节扭矩	A5 至 A7: 280°/s A1 至 A2: 123 牛米 A3 至 A4: 64 牛米 A5 至 A7: 39 牛米
工具中心点常规线速度	1 米/秒
功耗	通常 500 瓦
安装位置	任意
空气湿度	20%至 80%，非凝结
IP 等级	IP54/IP65
噪声	相对静音
运行温度	0 至 45 摄氏度
存放温度	-10 至 60 摄氏度
工具安装	ISO 9409-1-50-4-M6

A.2 控制箱

规范	值
尺寸	423 毫米×230 毫米×230 毫米
重量	11 千克
电源	100 至 240 伏交流电, 50 至 60 赫兹
通用输入输出	24 伏数字输入: 16 24 伏数字输出: 16
安全输入/输出 (双通道)	24 伏数字输入: 4 个启用, 4 个预留 24 伏数字输入: 5 个启用, 3 个预留
输入/输出电源	24 伏, 2 安
通信接口	可配置 Profinet 或 Modbus TCP/IP
空气湿度	20%至 80%，非凝结
IP 防护等级	IP20
噪声	相对静音
运行温度	0 至 45 摄氏度
存放温度	-10 至 60 摄氏度
布线	机械臂和控制箱之间: 3 米 操作手柄和控制箱之间: 7 米

A.3 操作手柄

规范	值
尺寸	175 毫米×55 毫米×40 毫米
重量	0.15 千克
空气湿度	20%至 80%非凝结
IP 防护等级	IP40
运行温度	0 至 45 摄氏度
存放温度	-10 至 60 摄氏度



警告

如果将本产品从温度较低的地方拿到温暖潮湿的地方，或者观察到本产品上有任何凝结物，请至少等待 120 分钟后再接通电源，以降低因产品内部潜在的水凝结而导致电路短路的风险。

A.4 示教器

可以通过以太网电缆或 Wi-Fi 将轻型计算机或平板电脑连接到控制箱。

停止距离与停止时间

附录 B

下表列出了触发停止类别 1 时测得的停止距离和停止时间。这些测量数据与机器人的以下配置相对应：

- 伸展度：100% (机器人手臂完全伸展开来)
- 速度：100% (机器人的常规速度设为 100%)
- 载荷：工具中心点附着的最大有效载荷 (4 千克)

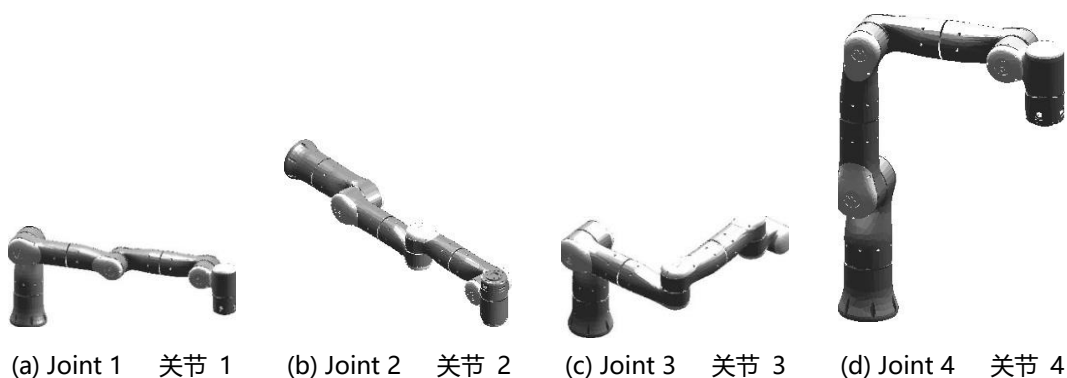


图 B.1: 100% 伸展, 关节 1 - 关节 4

分别给出了轴 A1、A2、A3 和 A4 的数据。这些轴会导致工具中心点上的速度较高。请注意，运行期间经常会出现多轴同步移动的现象，如果它们都以峰值速度运行，可能会导致较长的停止距离。

关节	停止距离	停止时间
关节 1 (底座)	24.17 度	0.513 秒
关节 2 (肩部)	36.72 度	0.517 秒
关节 3	33.81 度	0.436 秒
关节 4 (弯头)	30.47 度	0.368 秒

表 B.1: 全速, 100% 伸展, 载荷为 4 千克

声明与认证

附录 C

待认证结束后再行添加。



关于非夕

Flexiv（非夕）是一家全球技术领先的通用智能机器人公司，专注于研发、生产集工业级力控、计算机视觉和人工智能技术于一体的自适应机器人产品，为不同行业的客户提供基于非夕机器人系统的整体、创新性的解决方案和服务。非夕于2016年成立，核心创始团队来自斯坦福大学机器人和人工智能实验室，在硅谷、上海、北京、深圳、佛山、台湾、新加坡等地区设有办公室。

Copyright © 2021 Flexiv Ltd.

✉ business@flexiv.com www.flexiv.com