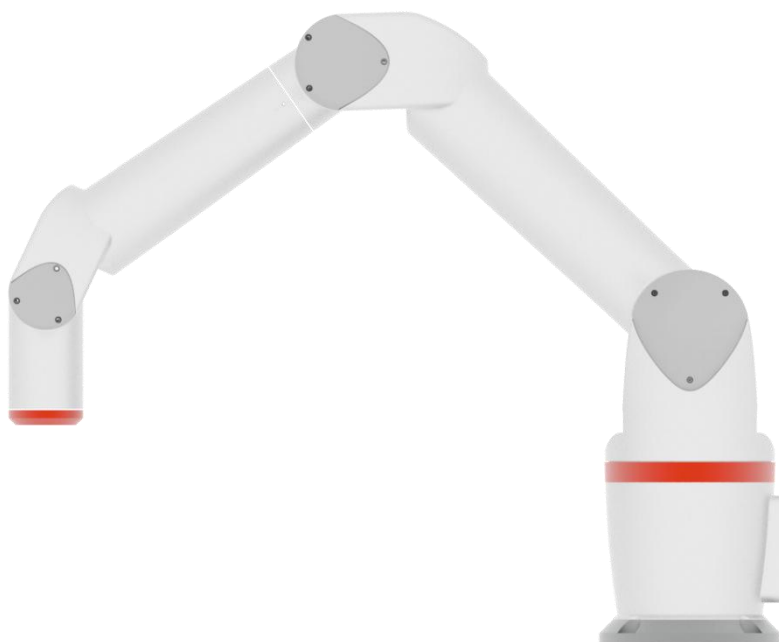


大象机器人用户手册

大象系列机器人



2.0 版本

语言：中文

2019/01 编写

© 版权所有 2017-2019 深圳市大象机器人科技有限公司

保留所有权利

版权声明

未经深圳市大象机器人科技有限公司（以下简称“大象机器人”）的书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、撰写、转译、复制本手册（技术文档、软件等）的任何内容，不得以任何形式（包括资料和出版物）进行传播。

除此以外，本手册提到的产品信息及其相关资源仅供参考，内容如有更新，恕不另行通知。

除本手册中有明确陈述之外，本手册中的任何内容不应解释为大象机器人对个人损失、财产损害和具体适用性等做出的任何担保或保证。

版权所有，侵权必究。

目录

手册概述.....	1
关于手册.....	1
手册的阅读对象.....	1
手册用法.....	1
手册主要内容.....	2
在正式阅读手册之前.....	2
1 安全.....	3
1.1 简介.....	3
1.2 安全警示符号说明.....	3
1.3 危险识别.....	4
1.4 安全注意事项.....	6
1.5 标签、铭牌介绍.....	7
1.5.1 铭牌.....	7
1.5.2 标签.....	8
1.6 避免误用.....	9
1.7 紧急停止.....	9
1.7.1 急停按钮.....	10
1.7.2 碰撞检测.....	10
1.8 紧急事项处理.....	11
2 产品介绍.....	12
2.1 机器人系统概述.....	12
2.2 机器人本体.....	12
2.2.1 机器人的特征.....	12
2.2.2 型号.....	13
2.2.3 机器人部件名称介绍.....	13
2.3 工作范围.....	14
2.4 有效负载.....	15
2.5 技术参数表.....	16
3 环境与安装.....	19
3.1 运输与保管.....	19
3.2 开箱检查.....	19
3.3 工作环境与条件.....	19
3.4 安装.....	20
3.4.1 安装要求.....	20
3.4.2 安装.....	20

3.5 电气连接.....	24
3.5.1 电缆连接.....	24
3.6 系统启动调试.....	24
3.7 IO 板卡.....	26
3.7.1 IO 板卡介绍.....	26
3.7.2 IO 端口原理与应用.....	30
4 校准.....	33
5 维护.....	34
5.1 关于维护时的安全.....	34
5.2 维护计划.....	35
5.3 可以联系的人.....	35
6 维修.....	36
附录 1 CE 认证.....	37

手册概述

关于手册

欢迎您使用大象系列机器人，并感谢您的购买。

本手册记载了正确安装和使用大象系列机器人需要注意的相关事项。

安装该机器人系统前，请仔细阅读本手册与其他相关手册。阅读之后，请妥善保管，以便随时取阅。

手册的阅读对象

本手册面向：

- 安装人员。
- 调试人员。
- 维修人员。



注意

对大象系列机器人进行安装/调试/维修工作的人员必须接受过大象机器人的培训并具备以上所述工作所需的机械和电子知识。

手册用法

本手册应在进行以下作业时使用：

- 安装工作：将机器人搬运到工作位置并按照安装说明将其固定在机座上。
- 调试工作：将机器人调试到工作状态。
- 维修工作：定期对机器人系统进行维护，以确保其功能正常发挥；当由于环境影响或使用人员的不当操作、机器人系统中某个零部件超过正常使用年限等诸多原因而导致机器人发生故障时，需要针对机器人进行维修工作。

手册主要内容

- 机器人安全使用注意事项。
- 机器人的机械、电气安装和调试。
- 机器人的维护和保养。

在正式阅读手册之前

在正式阅读手册之前，需要了解一些相关事项：

1, 关于机器人系统

大象系列机器人系统包括了协作机器人本体，控制器（Core 控制系统）、示教器（大象 RoboFlow 操作系统）。它可以与工人安全协同工作，并独立完成工业生产制造中上下料、测试、检测以及包装等工序。

2, 关于产品保修

在交付产品的保修期内，本公司仅对正常使用机器人时发生的故障进行免费修理。但在以下情况下，将对客户收取修理费用（即使在保修期内）：

- 1) 因不同于手册内容的错误使用以及使用不当而导致的损坏或故障。
- 2) 客户未经授权进行拆卸导致的故障。
- 3) 因调整不当或未经授权进行修理而导致的损坏。
- 4) 因地震、洪水等自然灾害导致的损坏。

因此，请严格遵照本手册及相关手册的指示对机器人进行操作。

3, 关于帮助

对于手册内容有任何疑问和建议，可以到登录大象机器人官方网站提交相关信息：<https://www.elephantrobotics.cn>。

1 安全

1.1 简介

1, 本章内容简介

本章详细介绍了有关对大象机器人执行安装、维护和维修工作的人员的常规安全信息。请在搬运、安装和使用前，先充分阅读和理解本章节的内容与注意事项。

根据《GB 11291.1-2011》文中所述，无论是机器人制造厂家、系统集成商，还是个人使用者，均须在使用机器人前进行危险识别和风险评估。进行危险分析，可以确定可能出现的任何危险；而针对危险识别中确定的危险，应该进行风险评估，以便最大程度地保证人身安全和财产安全。

本章通过介绍不同的安全警示符号和注意事项，提供一个基础的安全使用指南。

2, 相关术语解释

1) 协同操作

专门设计的机器人在规定的工作空间内直接与人一同工作的状态。


2) 协同工作空间





在机器人工作单元的安全防护空间中，机器人与人在生产活动中可同时完成任务。

1.2 安全警示符号说明

如表 1-1 所示，本节介绍了本手册中使用的安全警示符号。你可以在其他章节里找到和本章中对应的符号，请注意这些符号与其所代表的含义。

表 1-1 安全警示符号表

 危险	危险：即将引发危险的情况，如果不避免，可导致人员死亡或严重伤害。
---	----------------------------------

 警告	警告：有可能引发危险的情况，如果不避免，可导致人员伤害或设备严重损害。
 小心触电	小心触电：有可能引发危险的用电情况，如果不避免可导致人员伤害或设备严重损害。
 禁止	禁止：不允许做的事情。
 注意	注意：需要注意的重要事项。

1.3 危险识别

协作机器人的安全性建立在正确配置和使用机器人的前提上，并且，即使遵守所有的安全指示，操作者所造成的伤害或损伤依然有可能发生。因此，了解机器人使用的安全隐患是非常重要的，有利于防患于未然。

例如，如图 1-1 所示的“当心夹手”图片，将手放在连杆连接处（如 1-2 轴连接处的空隙）有可能会造成手指被夹。



图 1-1 当心夹手

以下表 1-2~4 是使用机器人的情境下可能存在的常见安全隐患：

表 1- 2 危险级安全隐患


 危险	
1	机器人搬运过程中的错误操作导致的人身伤害或者机器人损伤。
2	未按要求固定机器人，例如螺钉少拧或拧不紧、底座不足以稳定支撑机器人进行高速运动等造成机器人倾倒，导致人身伤害或者机器人损伤。
3	未进行机器人的正确安全功能配置，或者少安装了安全防护工具等，造成机器人安全功能未能发挥作用，从而引起危险。

表 1- 3 警告级安全隐患


 警告	
1	在机器人附近嬉戏打闹，可能被运行中的机器人碰撞，或者被电缆线等障碍物绊倒造成人身伤害。
2	未授权人员擅自更改安全配置参数，导致安全功能失效，可能引起危险。
3	因工作环境中的其他设备或者机器人末端执行器等尖锐表面造成刮伤、刺伤。
4	机器人是精密机械，踩踏可能造成机器人损伤。
5	夹持不到位或关闭机器人电源、气源前（未确定末端执行器是否牢固夹持物体而不会因为失去动力而掉下）未将夹持的物体取下，可能会引起危险，例如末端执行器损坏、人被砸伤等。
6	机器人存在意外移动的风险，在任何情况下，切勿站在机器人任何轴的下方！
7	机器人是精密机械，搬运时不能平稳放置可能会引起振动，可能会引起机器人内部部件的损伤。

表 1- 4 有可能导致触电的安全隐患

 小心触电	
1	使用非原装电缆可能会引发未知危险。
2	用电设备接触液体可能导致漏电危险。
3	电气连接错误时可能存在触电隐患。

4	请务必在关闭控制器与相关装置电源并拔出电源插头之后进行更换作业。如果在通电的状态下进行作业，则可能会导致触电或故障。
---	--

1.4 安全注意事项

一般来说，与普通机械比起来，机器人存在工作范围更大、速度更快等特点，也就伴随着普通机械没有的危险。在对机器人进行安装、使用、维护维修时，需要注意以下表 1-5~1-6 所示事项（以下只是列出了部分常见注意事项）：

表 1-5 需要禁止的安全注意事项

 禁止	
1	禁止改装机器人，或者使用非原装配件。
2	禁止未经过培训的非专业人员随意进入机器人工作区域、随意按下任意按钮或者做其他操作。
3	相关人员在饮酒、服用药品或兴奋药物而受到影响后，不得维护、维修或使用机器人。

表 1-6 一般安全注意事项

 注意	
1	任何负责安装和维护机器人的相关人员务必阅读并遵循这些安全说明。只有熟悉机器人并且经过操作和处理机器人方面培训的人员才允许安装和维护机器人。
2	确保已按照风险评估中所定义的建立安全措施，正确配置机器人安全参数，以保护程序员、操作员和旁观者。
3	生产操作人员不能松开长发（长发必须拢起）并佩戴工作帽，不能佩戴各种首饰。
4	与机器人协同操作的操作人员必须熟悉设备上各种警示标识和符号的内容及准确位置，并保证其完整度、清晰度，在打开和启动设备前，确保所有安全装置及相关附件正常工作，且无人在设备启动的危险位置。当机器人运行出现异常

	情况时应立即停机并及时报告。
5	操作人员必须明确操作，调试，维护和维修的职责范围，操作者不许随意更改操作程序和示教，其他人员不得进入协同操作空间及危险区。
6	维修作业时，必须挂警示牌后方可进入协同操作空间作业。
7	操作者进入安全防护门防护的设备安全区域内时，绝对保证在该区域内工作时安全防护门始终打开，门必须用锁扣锁定在打开位置。
8	操作者在生产作业时，应确保各启动装置正常，且不得随意启动。
9	维修、操作人员对设备进行维护保养时，必须关闭主电源开关后方可进行维护保养工作。
10	机器人工作区内不得堆放任何物品，控制箱内不准放任何杂物。
11	作业结束后，应立即关闭安全防护门，并按流程关闭好气、电各种开关，清理好工作现场。
12	禁止用力摇晃机器人及在机器人上悬挂重物。
13	在机器人周围，禁止所有危险行为或游戏。
14	在安装机器人后，确保机器人已经固定在稳定的平面上才能进行后续操作。
15	务必确保机器人在运动中不会与自身或其他物体产生剧烈碰撞。
16	如果机器人已受损，请勿继续使用，并联系相关人员处理。
17	请在机器人参数范围与使用寿命内使用机器人，否则会造成严重的安全问题。
18	解除紧急停止状态后，需再次将伺服电源开启前，需要将造成紧急停止原因的障碍物、故障去除后，再开启伺服电源。
19	请注意机器人的旋转轴，防止电缆线、气管缠绕。请与运动轴保持距离，以防止头发或衣服被缠绕。

1.5 标签、铭牌介绍

1.5.1 铭牌

机器人系统中用到的铭牌一共是两种，如图 1-2~3 所示，分别是机器人本体和控制器的铭牌。铭牌记录了产品的一些基本信息，需要注意的是铭牌上的生产编号是唯一的，也就是说，每个产品都具有独一无二的 ID，这是分辨每一个产品的重要依据，也是申请维修时需要提供的重要信息。铭牌上“CE”标志代表大象 5 机器人已经通过 CE 认证，证书附于本手册附录 1 中。



图 1-2 机器人本体铭牌



图 1-3 控制器铭牌

1.5.2 标签

1, 机器人本体上的标签

为方便操作者分辨各轴运动方向，机器人本体上贴了如图 1-4 所示的标签，指示各轴运动方向。

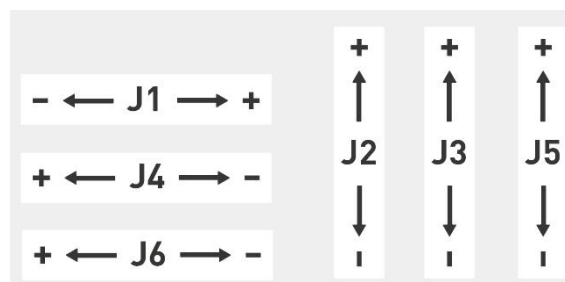


图 1-4 本体上标注各轴运动方向的标签

2, 机器人控制器上的标签

机器人是高精密设备，在不熟悉手册或者不按照手册进行操作和使用的情况下也比普通机械更有危险性。如图 1-5 所示是贴在控制器上的标签，提醒操作者使用前务必先阅读相关操作手册。

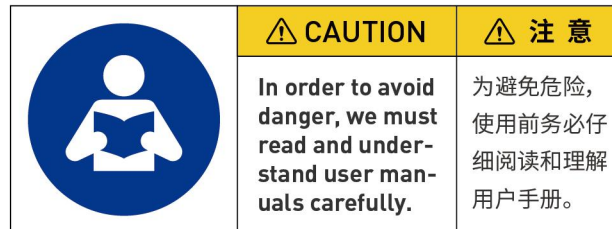


图 1-5 提示操作前阅读手册标签

控制器提供整个机器人系统的电源，使用时务必正确操作，防止触电。图示 1-6 是控制器上贴的防止触电警示标签，提醒操作者接触控制器有触电的隐患，要求正确使用，防止触电。



图 1-6 提示防止触电标签

1.6 避免误用

请不要将大象机器人用于以下用途：

- 医疗与生命攸关的应用中。
- 可能会引起爆炸的环境中。
- 未经过风险评估直接使用。
- 安全功能等级不够的使用。
- 不符合的机器人性能参数的使用。

1.7 紧急停止

本节内容介绍了机器人的两种急停方式：

- 如果在机器人动作期间察觉到异常，请立即按下紧急停止开关。
- 当机器人与人或物体碰撞所产生的力大于该阈值时，机器人会检

测到碰撞所产生的力，从而停止或移动到某个既定位置（碰撞返回）。

1.7.1 急停按钮

按下示教器的急停按钮时，驱动器将会被停止，电机电源将关闭，且制动器将会启动。电磁制动器将停止机器人的惯性运动，机器人将停止一切运动，在 RoboFlow 软件中正在运行的程序也会被停止。

正常动作时，请勿随意按下紧急停止开关。如果在动作期间按下紧急停止开关，停下之前的机器人动作轨迹则会与正常动作时的轨迹不同，可能触发例如碰撞的意外情况。

处于紧急停止以外状态时（正常时），如果要将机器人系统置于紧急停止状态，请在机器人不动作时按下紧急停止开关。

使用紧急停止开关前，需了解以下事项：

- 只有在紧急情况下才能使用紧急停止(E-STOP)开关来停止机器人。
- 若需要在非紧急情况下停止机器人运行程序，请使用 Pause（停止）或 STOP（程序停止）命令。Pause 与 STOP 命令不会关闭电机。因此，制动器也不会工作。
- 如需要同时控制机器人和其他设备的紧急停止，可以使用外部 E-STOP 双回路电路（外部 E-STOP 双回路在正常工作是导通状态，只有急停时才会被断开，因此，不使用时需要将其短接）。

1.7.2 碰撞检测

机器人在运行过程中，有可能会接触到人或物体。可以通过设定一个保护力阈值起到保护的作用。

具体作用机制如下：当机器人与人或物体碰撞所产生的力大于该阈值时，机器人会检测到碰撞所产生的力，从而停止或移动到某个既定位置（碰撞返回）。

请注意，当保护力阈值设定过高时，需要较大的力才能使机器人停止，会在一定程度上降低碰撞检测的灵敏程度；当保护力阈值设定过低时，机器人持有负载时可能会因为自身运动所产生的过高力矩而停止。因此，请在指导下设定保护力的阈值。

除此之外，用户可以对机器人的每个动作和每次运动进行保护力阈值的设定，设定包含 X-Y 平面（水平方向）与 Z 平面（竖直方向）两个保护力阈值方向的设定。

1.8 紧急事项处理



注意

如果软件跳出一个致命错误信息，请迅速激活紧急停止，写下导致该错误的情况，并联系你的供应商。

如果发生火灾，请使用二氧化碳(CO₂)灭火器！

2 产品介绍

2.1 机器人系统概述

如图 2-1 所示，大象系列机器人中，机器人系统包括三个主要组成部分：机器人本体（亦可称为操作机），控制器和示教器。



图 2- 1 机器人系统

机器人本体是用于完成机器人系统各种作业任务的机械主体。主要包括机器人外壳、传动单元以及内部传感器等部分。机器人外壳的主要材料为铝合金。机器人的运动原理是六个关节的旋转运动组合，利用运动学和动力学分析，求解算法，完成机器人末端的期望运动。

控制器为完成机器人控制功能的结构实现，是决定机器人功能和水平的关键部分。里面装载有电源、驱动装置、计算机等，可以控制机器人的整体运动。

示教器为人机交互的主要接口，其内部由一个触摸屏显示器、控制电路板和一些元器件组成。可以通过使用示教器对机器人进行编程和操作。

简单来说，如果将机器人系统比喻为人，那么控制器就像人的大脑，控制机器人本体（就像人的手）执行任务，而示教器就是机器人系统与人进行交流的人机界面。

2.2 机器人本体

2.2.1 机器人的特征

大象系列机器人具有部署时间短、易于操作，使用安全以及方便扩展

周边设备等优势，可以极大的缩短工厂对于自动化项目改造的部署时间，降低部署的总成本。具体描述如下：

1， 易部署

为缩减自动化产线改造成本与部署时间，不同于传统机器人对整条自动化产线改造的部署方式，大象系列机器人主要面向独立工位的升级与改造。客户或系统集成商可以自主选择已适配好的末端执行器、雷达或摄像头，与机器人配合使用。

2， 易操作

大象 RoboFlow 操作系统 以及我们的解决方案可以帮助工程师尽快尽早设计一个独立的工作站，安装末端执行系统、机座、摄像头以及其他配套设备。

3， 安全可靠

大象系列协作机器人除配备常见安全碰撞检测外，还可配备大象安全视觉、激光雷达、光栅等安全设备，以确保稳定可靠的安全工作环境。

2.2.2 型号

大象 5 是属于大象系列机器人中的一款，其型号名称解析如表 2-1 所示。

表 2- 1 型号说明表

大象	5
系列名称	负载能力 5kg

2.2.3 机器人部件名称介绍

大象 5 单臂协作机器人是一款负载为 5kg，活动范围 810mm 的机器人，重复定位精度为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。用于独立工位上生产：用于上下料、测试、检测以及包装等工序。大象 5 机器人可以安全地与工人协同完成工作。机器人本体的示意图如图 2-2 所示。

大象 5 机器人的机械本体可看作是一个开链式多连杆机构，始端连杆就是机器人的基座，末端连杆与末端执行器相连，相邻连杆之间用一个关节（轴）连接在一起。大象 5 机器人是一个 6 自由度工业机器人，它由

6 个连杆和 6 个关节（轴）组成。编号时，基座称为连杆 0，不包含在这 6 个连杆内，连杆 1 与基座由关节 1 相连，连杆 2 通过关节 2 与连杆 1 相连，依此类推。

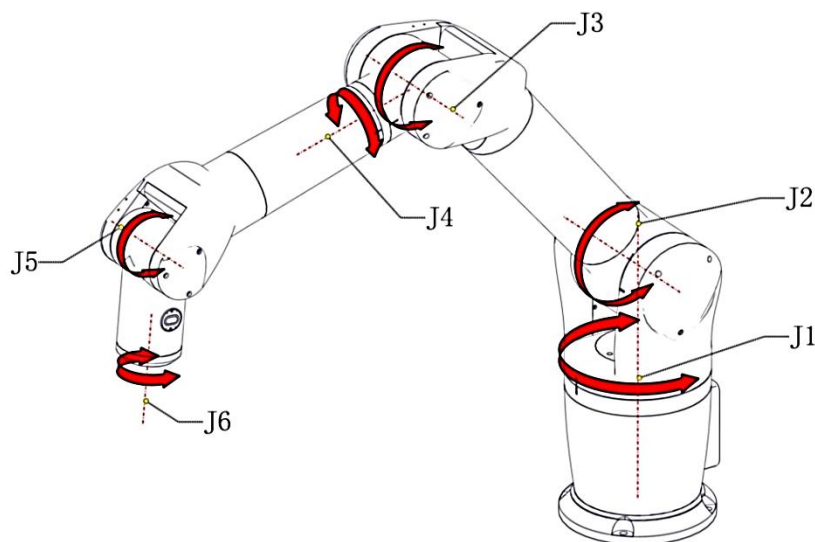


图 2-2 机器人本体示意图

J6 处的法兰盘可用于连接末端执行器，例如电动夹爪或气动吸盘等末端执行器。

2.3 工作范围

大象 5 机器人的工作空间如图 2-3 所示。机器人有效工作范围为 810mm。请在使用机器人前根据机器人的运动范围限制测量实际的范围，以免造成臂长不够或碰撞的后果。

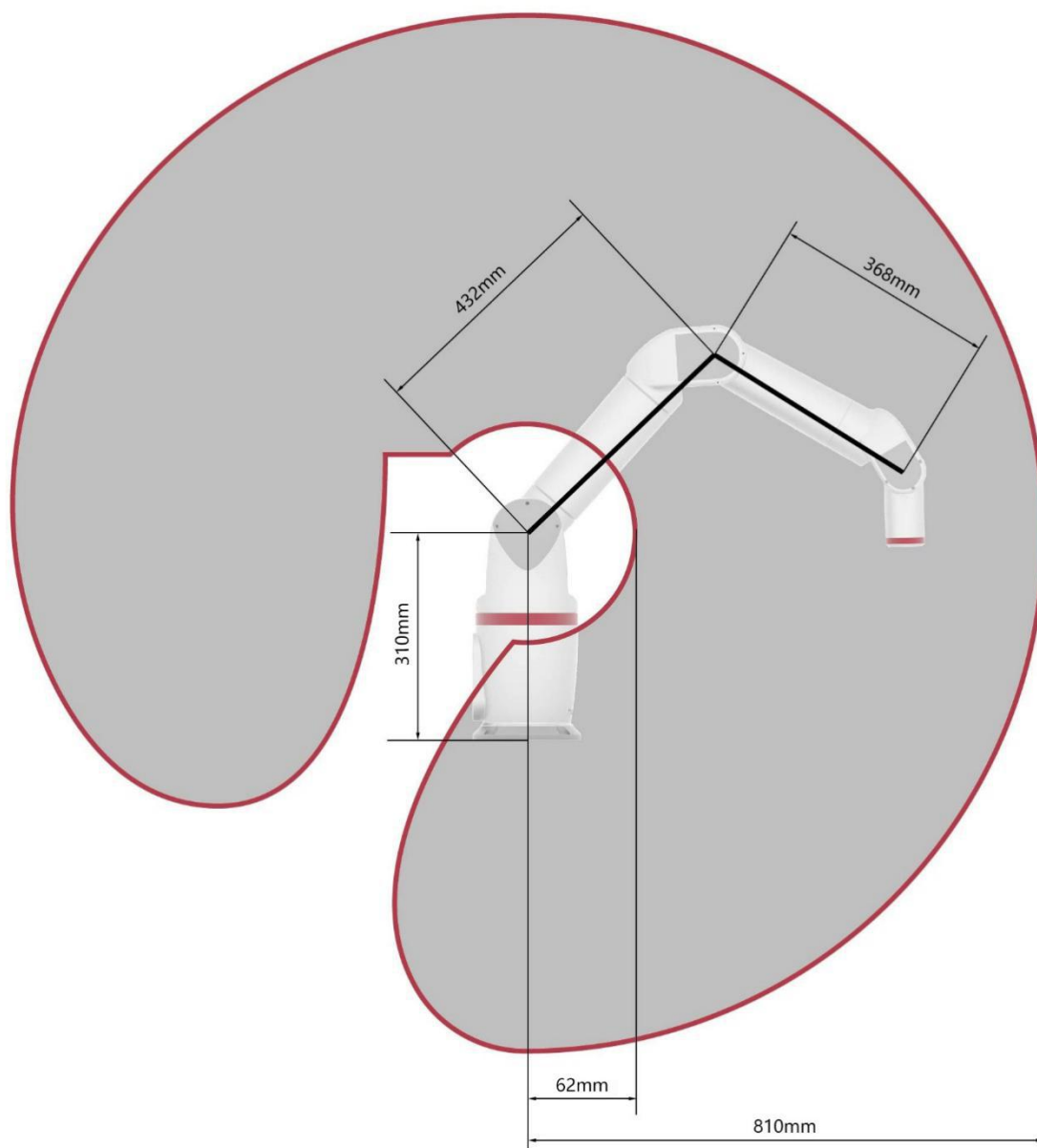


图 2- 3 机器人运动范围

2.4 有效负载

大象 5 机器人的负载表示图如图 2-4 所示，其有效负载表示图如图 2-5 所示。随着负载与 J6 法兰盘位置的距离越来越远，其有效负载也会越来越小。

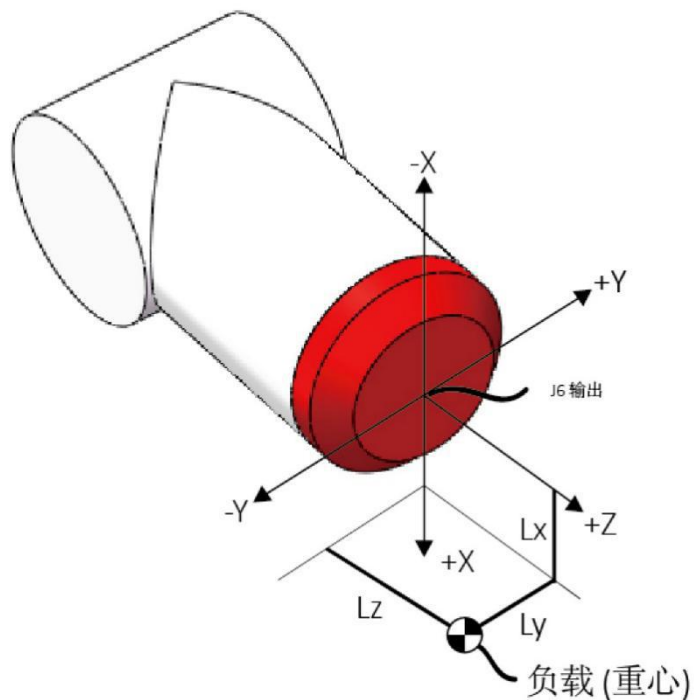


图 2-4 负载表示图

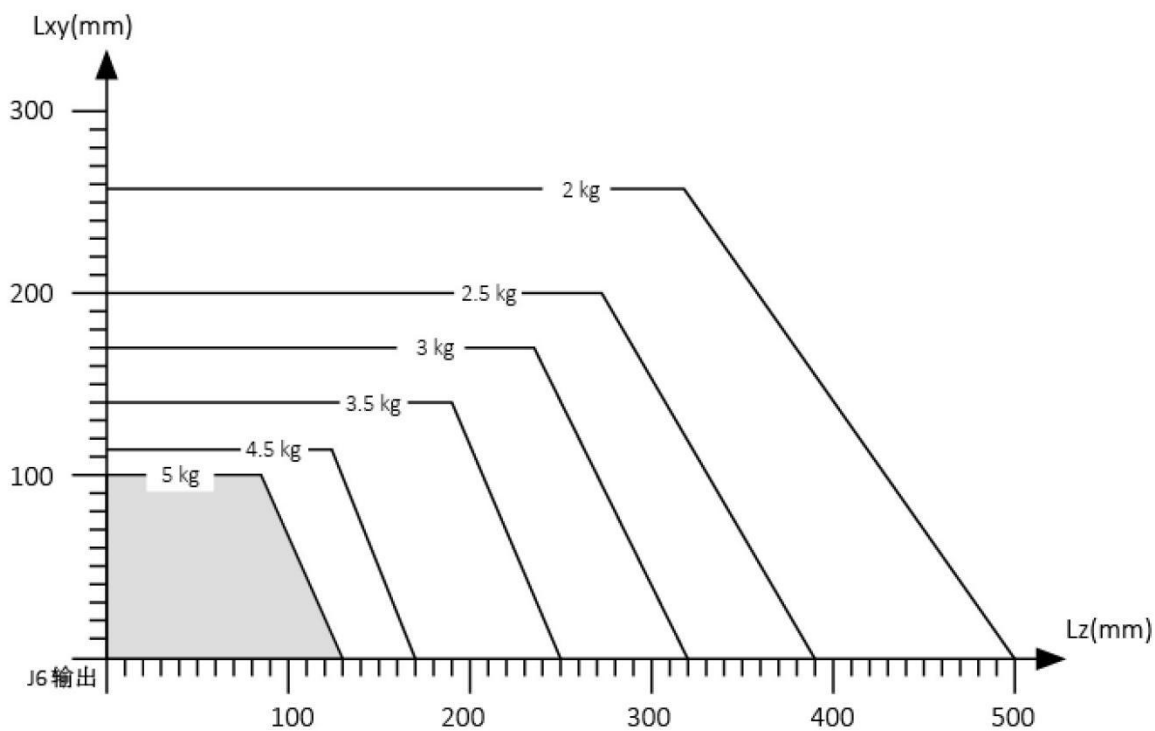


图 2-5 有效负载表示图

2.5 技术参数表

大象 5 机器人的各项规格参数如表 2-2 所示。

表 2- 2 技术参数表


大象 5 机器人	
有效负载	5kg
工作范围	810mm
自由度	6
关节范围	J1/J4/J6: $\pm 180^\circ$
	J2/J3/J5: $\pm 120^\circ$
关节最大速度	$225^\circ / \text{sec}$
重量	23kg
重复定位精度	$\pm 0.05\text{mm}$
底座安装面积	$\varphi 180\text{mm}$
编程方式	图形化编程
IP 等级	IP42
功耗	260W (典型)
材质	铝合金, ABS 塑料, 橡胶
工作温度范围	$0-50^\circ\text{C}$
协作操作	基于以下标准进行测试: EN ISO 13849:2006 PL d EN ISO 10218-1: 2011 第 5.4.3 条
噪声	<70dB
机器人安装方式	任意角度
工作环境湿度	5%-95%
控制柜	
尺寸 (长×宽×高)	545mm×285mm×433mm
重量	25kg
供电	AC 110-240V, 50-60Hz
IP 等级	IP40
认证标准	CE 认证
接口与开放性	SDK(Python, C++, JAVA), API, ROS
I/O 端口	数字量输入: 16 个
	数字量输出: 16 个
I/O 电源	24V 2A

通信方式	TCP/IP
示教器	
尺寸 (长×宽×高)	255mm×230mm×90mm
重量	1.8kg
屏幕分辨率	1024×768
IP 等级	IP20
触摸屏/显示屏尺寸	10.4"


3 环境与安装

3.1 运输与保管

机器人是精密设备，因此运输时要特别注意对设备的保护。

 注意	请避免对机器人的机器人本体和电机施加外力。
	长距离运输机器人时，需将其固定至搬运器具以防机器人倾翻。必要时，采用交货时的包装。
	如果机器人在运输/保管期间产生结露，则请在消除结露之后打开电源。

安装前搬运时，原则上应使用行车等起重设备。但本体质量不重，在没有起重设备的情况下也可以考虑人工搬运。人工搬运时需注意安全，同时轻拿轻放，以免损坏设备。

 注意	请尽量采用行车等起重设备搬运，并小心在周围站立的人员，防止机器侧翻。
	人工搬运大象 5 机器人时，人员不得少于 2 人。
	大象 5 机器人是精密设备，搬运时请避免过度振动、冲击。
	大象 5 机器人本体的重量是 23 kg。
	如果采用吊带吊升机器人，为避免机器人外观磨损，应在吊带直接接触的地方垫放厚布，并尽量避免人员站立在正被吊起的机器人本体下方。
	搬运前必须断开机器人线缆与电源。

注意，机器人储存环境温度是 0~50°C，并且是专人负责保管。

3.2 开箱检查

包装箱到位后，请先确认机器人包装完好无损，如有破损请及时与物流公司及所在地区的供应商联系。

拆封后，请根据物品清单对箱内实际物品进行核对。

3.3 工作环境与条件

请将机器人系统设置在符合如表 3-1 所述条件的环境中，以便发挥、维持本机的性能并安全地进行使用。

表 3- 1 工作环境与条件表

温度	0~+50°C
相对湿度	20%~70%
室内外要求	室内
其他环境要求	<ul style="list-style-type: none"> - 避免阳光照射。 - 远离灰尘、油烟、盐分、铁屑等。 - 远离易燃性、腐蚀性液体与气体。 - 不得与水接触。 - 不传递冲击与振动等。 - 远离强电磁干扰源。

3.4 安装

3.4.1 安装要求

大象 5 机器人实际重量为 23 kg，考虑在使用过程中，随着机器人的运动，其重心会产生移动，所以需要将机器人固定在牢固机座上才可以正常使用。机座可选择固定式机座或移动式机座。

- 机器人安装角度有竖直安装，倒立安装，侧面安装等。
- 安装环境如表 3-1 所示。
- 安装位置不得小于机器人的工作范围，详见图 2-3。

3.4.2 安装

1, 机器人基座接口尺寸

基座固定孔位是固定机器人与其他机座或平面的接口，具体孔位尺寸如图 3-1 所示，为 4 个直径为 9mm 的通孔，可以用 M8 的螺栓进行固定（包装箱内已配备 M8 螺栓及配套垫片、螺帽）。螺栓具体规格如表 3-2 所示：

表 3- 2 机器人基座固定螺丝规格

螺栓规格	M8
螺栓长度	根据机座安装机器人的平台厚度选择
强度	12.9
拧紧转矩	28Nm（建议使用扭矩扳手进行紧固）

如图 3-1 所示即为基座安装固定孔位图，请确定固定底座上有对应螺纹孔位，再进行安装。

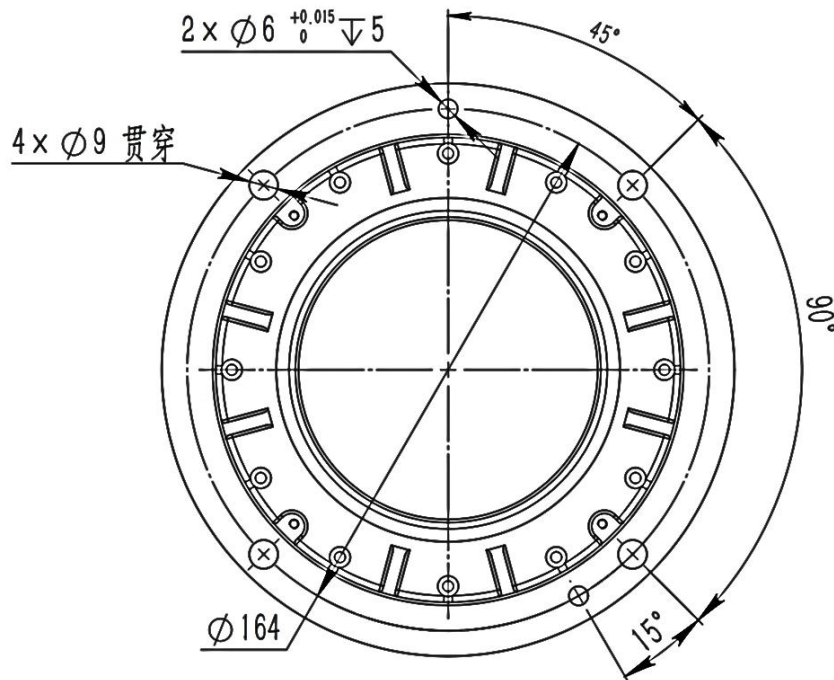


图 3-1 基座固定孔位

2, 将机器人安装到机座上

正式进行安装前，请确认：

- 待安装环境符合表格 3-1 的要求。
- 安装位置不小于机器人工作范围，且留有足够大的安装、使用、维护、维修的空间。
- 将机座放置到合适位置。
- 安装相关工具已准备好，如螺丝、扳手等。

确认以上内容后，请将机器人搬运至机座安装台面上，调整机器人位置，将机器人基座固定孔位与机座安装台面上的孔位对准。



警告

在机座安装台面上调整机器人位置时，请尽量避免在机座安装台面上直接推拉机器人，以免产生划痕。

人工移动机器人时请尽量避免对机器人本体脆弱部分施加外力，以免造成机器人不必要的损伤。

对准孔位后，将螺丝对准孔位，拧紧。



危险

只要机器人还未牢固安装到机座安装台面上，机器人都可能有随时倾倒的危险，请保持机器人的平衡。

3, 放置控制器、示教器

如图 3-2 为控制器外形尺寸图。

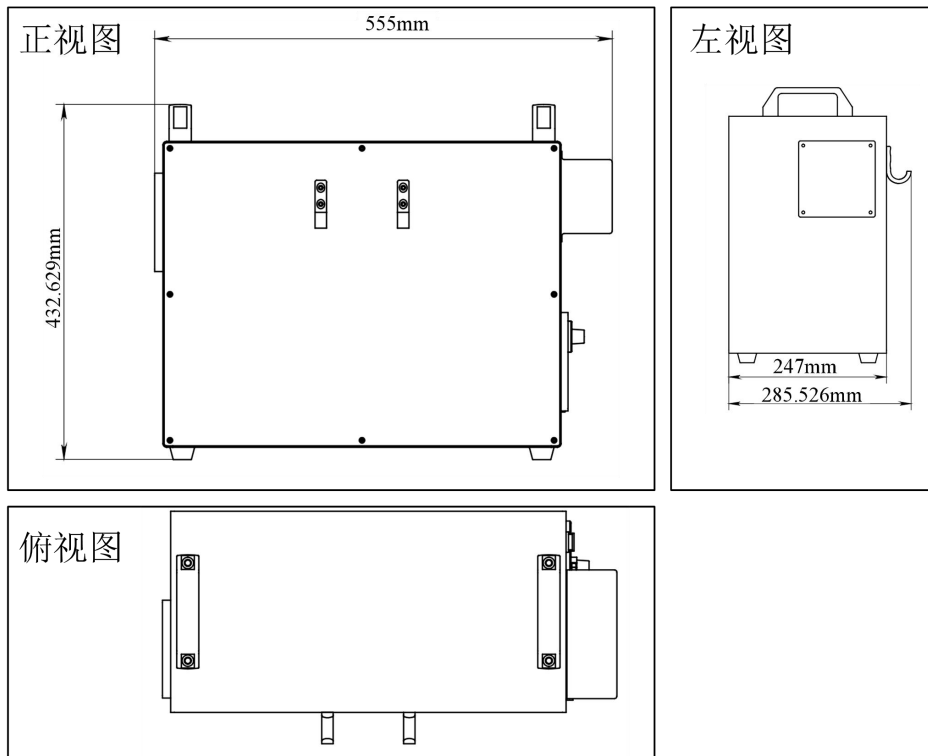


图 3- 2 控制器外形尺寸图

请根据控制器的实际尺寸确定放置位置，放置位置注意不能有任何物品遮挡控制器的散热风扇，以免影响散热效果。较好的散热效果有利于提高控制器的工作寿命。

机器人控制器的底座有四个脚杯，用于平稳的放置控制器。请平稳放置控制器，以防止机械倾斜，砸伤人员或其他物品。

示教器可以悬挂在机器人控制器的侧面，也可以放置在控制器的上面。



注意

放置机器人控制器时，请注意保持其与机器人本体的距离不得超过连接电缆的长度。

选好控制器的放置位置，尽量避免控制器被碰撞或者贴近墙面不利于散热等可能出现的问题。



图 3-3 安装示意图

4, 将末端执行器安装到机器人法兰盘

末端执行器是为使机器人完成其任务而专门设计并安装在机械接口处的装置。例如夹持器、扳手、焊枪、喷枪等。具体法兰盘尺寸如图 3-4 所示。

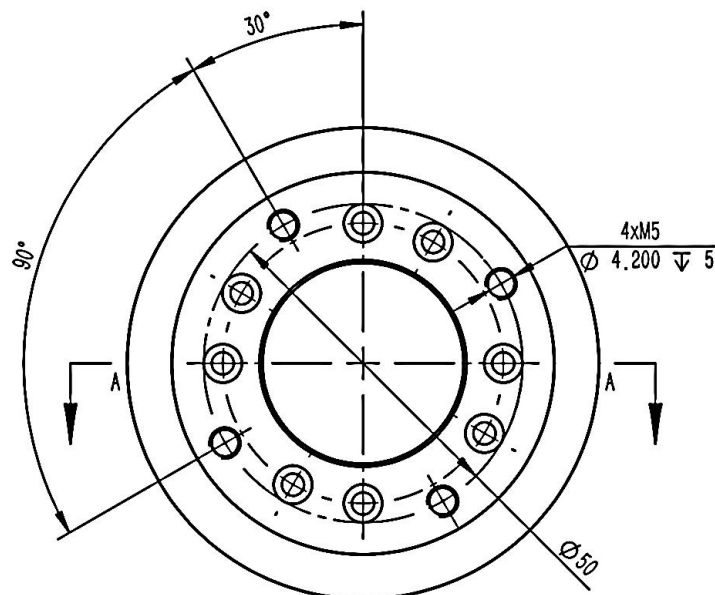


图 3-4 法兰盘尺寸

要将末端执行器安装到机器人法兰盘，有两种情况，其一是末端执行器的接口与法兰盘机械接口尺寸相对应；其二是利用符合连接接口尺寸要

求的转接件进行承接。

3.5 电气连接

3.5.1 电缆连接

机器人系统主要用到的电缆线有四条，具体信息如表 3-3 所示。

表 3-3 机器人主要电缆线

类型	连接	长度	用途描述
控制器电源线	外部电源-控制器	2m	给整个机器人系统供电。
示教器电缆线	控制器-示教器	4m	提供控制器与示教器的数据交互渠道。
机器人动力线	控制器-机器人	4m	主要是驱动机器人电机。
机器人信号线	控制器-机器人	4m	主要是采集、分析编码器信息。



注意

必须使用原装电缆线。

电缆线接口一般都比较容易损坏，拔插时请不要使用蛮力或者大力摇晃，容易造成接口松动或者变形，请对准后小心插拔。



小心触电

务必在关闭控制器与相关装置电源并拔出电源插头之后进行更换作业。如果在通电的状态下进行作业，则可能会导致触电或故障。

务必将 AC 电源电缆连接到电源插头上。切勿直接连到工厂电源上。通过按下电源插头来关闭机器人系统的电源。AC 电源电缆连接在工厂电源时进行作业极其危险，可能会导致触电和机器人系统故障。

注意不要强行弯曲电缆，以免向电缆施加负荷。另外，请勿在电缆上放置重物，强行弯曲或拉拽电缆。否则，可能会导致电缆损伤、断线或接触不良，致使触电或系统动作不正常。

配线前，需关闭控制器与相关装置电源并拉起警告标志（如：切勿接通电源）。在通电的状态下进行配线极其危险，可能会导致触电和机器人系统故障。

请保证地线连接可靠，否则可能会导致火灾或触电。

3.6 系统启动调试

安装、连接工作完成后，请插上电源线，打开控制器电源开关，按下示教器的系统启动按钮，并观察示教器按钮显示灯是否亮起。亮起则表示安装成功，可以进入下一步工作；不亮，则需要检查是否遗漏某个重要步

骤。如果根据手册排查多次无果，可能是运输途中造成故障，请勿自行拆卸零部件，正确做法是联系专业人员进行处理。

如图 3-5 所示即为机器人系统开机流程图。请严格按照手册进行操作，否则一旦操作失当造成机器人受损，将不能享受保修服务。

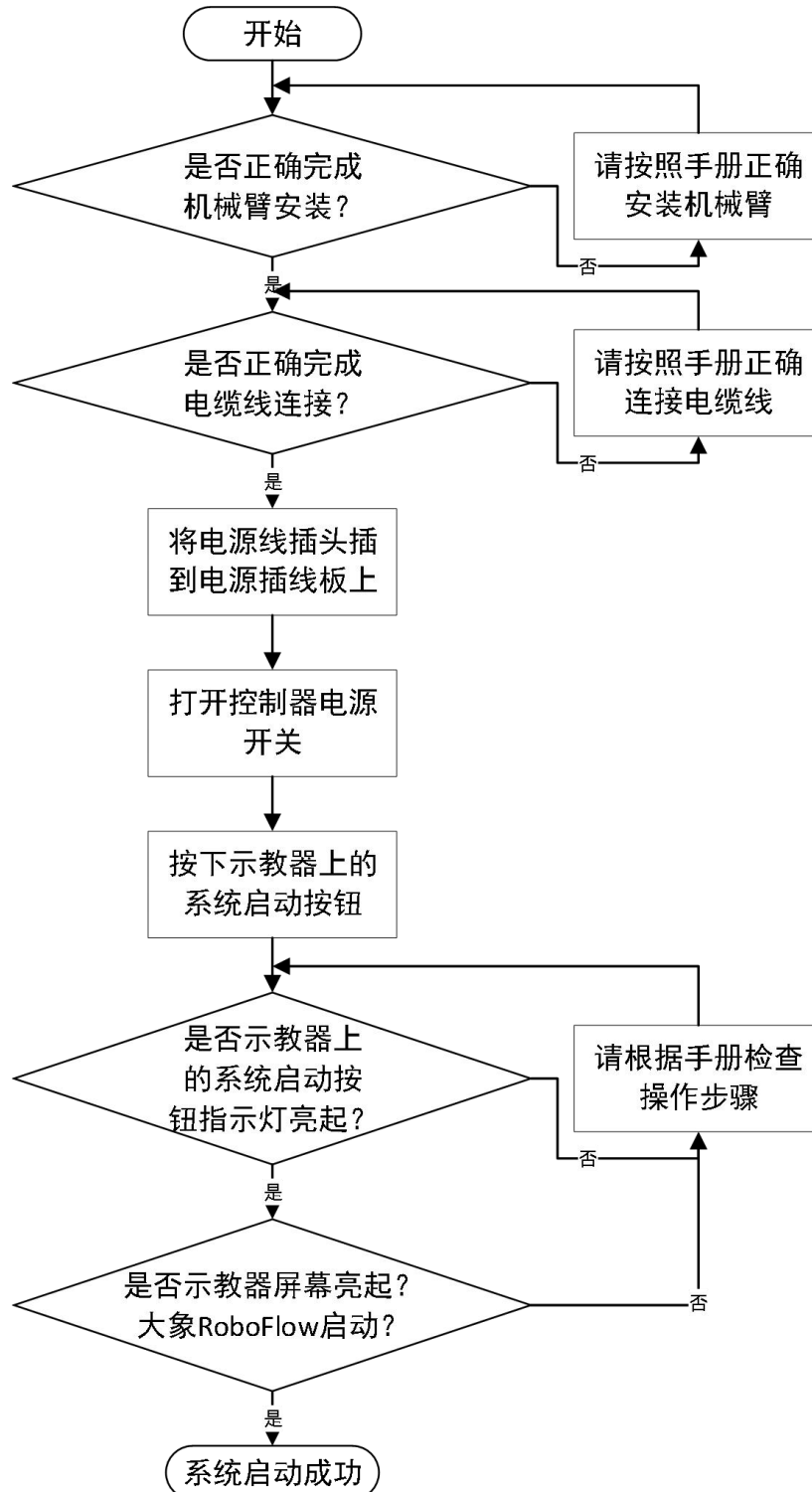
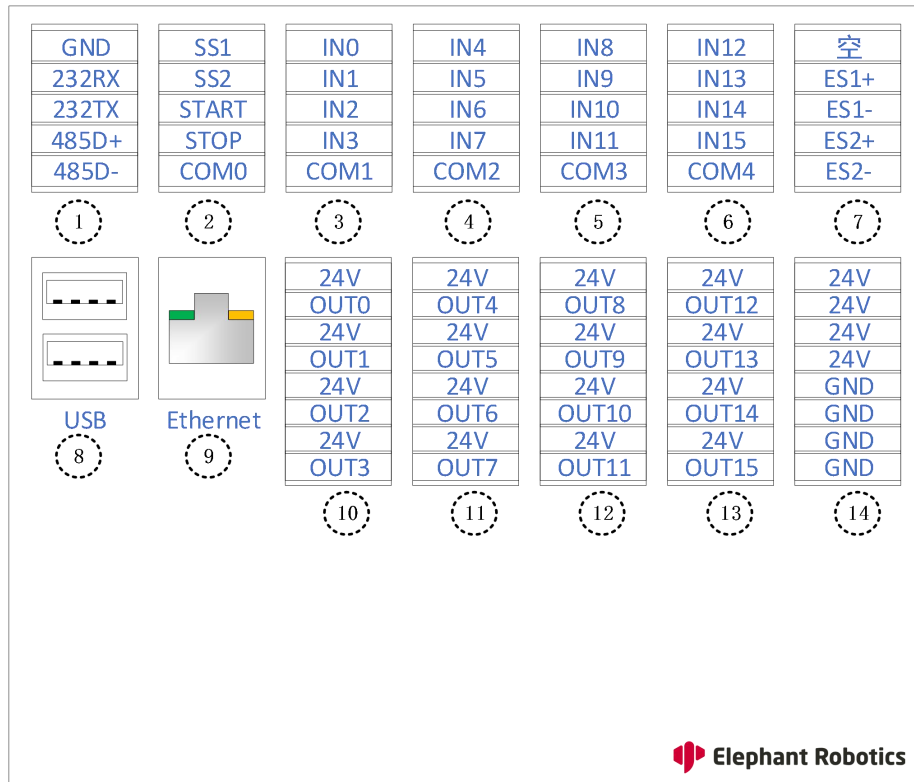


图 3-5 机器人系统开机流程图

3.7 IO 板卡

3.7.1 IO 板卡介绍

如图 3-6 所示是大象 5 机器人的 IO 板端口示意图。大象 5 机器人提供了常用通讯接口、电源接口、通用 IO 端口和专用 IO 端口。



- 1-串口通信端口 2-外部控制端口 3-数字输入 0~3 4-数字输入 4~7
 5-数字输入 8~11 6-数字输入 12~15 7-外部急停端口 8-USB 接口
 9-以太网接口 10-输出端口 0~3 11-输出端口 4~7 12-输出端口 8~11
 13-输出端口 12~15 14-直流电源端口

图 3-6 IO 板端口说明图

其中，通用 IO 端口包括 16 个数字输入信号和 16 个数字输出信号，用于与其他设备进行交互，与其他设备共同构成自动化系统中的重要组成部分。例如，用户可以使用数字输出信号控制输出法兰安装的电动夹爪，也可以与 PLC 进行连接，便于信号交互。

端口详细说明见表格 3-4~8。

1, 通信连接端口

如表格 3-4 所示，IO 板提供了三种通信方式，分别是串口通信、USB 通信和以太网通信。

表 3-4 IO 端口说明表 1（通信连接端口）

序号	类型	端口号	定义	说明
1	串口通信端口	0	GND	信号地 (RS232)
		1	232RX	接收数据 (RS232)
		2	232TX	发送数据 (RS232)
		3	485D+	接收数据 (RS485)
		4	485D-	发送数据 (RS485)
8	USB 接口	-	USB1	USB 接口 1
		-	USB2	USB 接口 2
9	以太网接口	-	Ethernet	以太网接口

1) 串口通信：串口按位 (bit) 发送和接收字节。简单并且能够实现远距离通信。

本 IO 板中，串口通信分为 RS232 和 RS485。前者占用了该端子排的前三个端口，后者占用了后两个端口。RS232 是全双工的，串口可以在使用一根线发送数据的同时用另一根线接收数据；RS485 是半双工的，任何时候只能有一点处于发送状态，因此，发送电路须由使能信号加以控制。RS485 与 RS232 仅仅是通讯的物理协议（即接口标准）有区别，RS485 采用差分传输方式，RS232 是单端传输方式，但通讯程序没有太多的差别。

用户根据实际需求选择其一即可。

2) USB 接口

用户可以使用 USB 接口拷贝程序文件，也可以使用 USB 接口连接鼠标、键盘等外设。

3) Ethernet 接口

用户使用 Ethernet 接口可以用于 PC 端与机器人系统的通信交互，也可以用于与其他设备进行以太网通信。

2, 外部设备控制端口

如表格 3-5 所示，IO 板提供了外部设备控制端口。

表 3-5 IO 端口说明表 2（控制信号端口）

序号	类型	端口号	定义	说明
2	外部控制端口	0	SS1	急停控制 1
		1	SS2	急停控制 2
		2	START	启动
		3	STOP	停止
		4	COM0	公共端 0
7	外部急停端口	0	空	未定义
		1	ES1+	外部急停控制 1
		2	ES1-	
		3	ES2+	外部急停控制 2
		4	ES2-	

利用这些端口，外部设备可以控制系统的急停回路。也可以控制程序的启动与停止。

这些端口的使用，便于用户将机器人系统作为自动控制系统中的一个环节，准确控制。

3， 通用数字输入端口

如表格 3-6 所示，是通用数字输入端口。大象 5 机器人提供了 16 个数字输入信号。

表 3-6 IO 端口说明表 3（通用数字输入端口）

序号	类型	端口号	定义	说明
3	数字输入 0~3	0	IN0	数字输入信号 0
		1	IN1	数字输入信号 1
		2	IN2	数字输入信号 2
		3	IN3	数字输入信号 3
		4	COM1	公共端 1
4	数字输入 4~7	0	IN4	数字输入信号 4
		1	IN5	数字输入信号 5
		2	IN6	数字输入信号 6
		3	IN7	数字输入信号 7
		4	COM2	公共端 2
5	数字输入 8~11	0	IN8	数字输入信号 8
		1	IN9	数字输入信号 9
		2	IN10	数字输入信号 10

		3	IN11	数字输入信号 11
		4	COM3	公共端 3
6	数字输入 12~15	0	IN12	数字输入信号 12
		1	IN13	数字输入信号 13
		2	IN14	数字输入信号 14
		3	IN15	数字输入信号 15
		4	COM4	公共端 4

需要注意的是，输入公共端需要连接 DC 24V 电源，可以根据公共端配置确定输入端口是高电平有效还是低电平有效。

4, 通用数字输出端口

如表格 3-7 所示，是通用数字输出端口。大象 5 机器人提供了 16 个数字输出信号。

与输入端口相异，内部 DC 24V 直接提供 24V，输出端不输出时是高电平，有效输出时是 0V。外设通过连接这两端，从而构成了完整的回路，通过控制输出端的状态就可以控制外设。

表 3-7 IO 端口说明表 4（输出端口）

序号	类型	端口号	定义	说明
10	输出端口 0~3	0	24V	输出端 24V
		1	OUT0	输出端口 0
		2	24V	输出端 24V
		3	OUT1	输出端口 1
		4	24V	输出端 24V
		5	OUT2	输出端口 2
		6	24V	输出端 24V
11	输出端口 4~7	0	24V	输出端 24V
		1	OUT4	输出端口 4
		2	24V	输出端 24V
		3	OUT5	输出端口 5
		4	24V	输出端 24V
		5	OUT6	输出端口 6
		6	24V	输出端 24V

		7	OUT7	输出端口 7
12	输出端口 8~11	0	24V	输出端 24V
		1	OUT8	输出端口 8
		2	24V	输出端 24V
		3	OUT9	输出端口 9
		4	24V	输出端 24V
		5	OUT10	输出端口 10
		6	24V	输出端 24V
		7	OUT11	输出端口 11
13	输出端口 12~15	0	24V	输出端 24V
		1	OUT12	输出端口 12
		2	24V	输出端 24V
		3	OUT13	输出端口 13
		4	24V	输出端 24V
		5	OUT14	输出端口 14
		6	24V	输出端 24V
		7	OUT15	输出端口 15

5, 直流电源端口

如表格 3-8 所示, IO 板提供了内部 DC 24V, 可供用户使用。

表 3- 8 IO 端口说明表 5 (直流电源端口)

序号	类型	端口号	定义	说明
14	直流电源端口	0	24V	内部电源 24V
		1	24V	
		2	24V	
		3	24V	
		4	GND	内部电源 GND
		5	GND	
		6	GND	
		7	GND	

3.7.2 IO 端口原理与应用

1, 输入端口

如图 3-7 所示, 输入信号经过限流电阻 R 驱动光耦, 从而让内部电路检测到。PNP 输入与 NPN 输入不同的地方在于 PNP 输入的一端连接 0V,

而 NPN 输入的一端连接的是 24V。

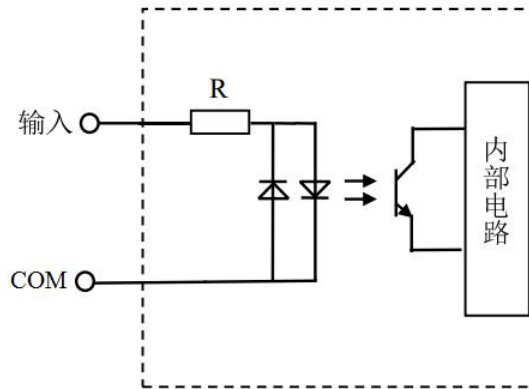


图 3-7 输入端原理图

如图 3-8 所示是输入端连接应用示例。当公共端连接 24V 时，一旦有外部设备输入 0V，则该输入信号为 High 的状态，否则是 Low 状态；反之亦然。

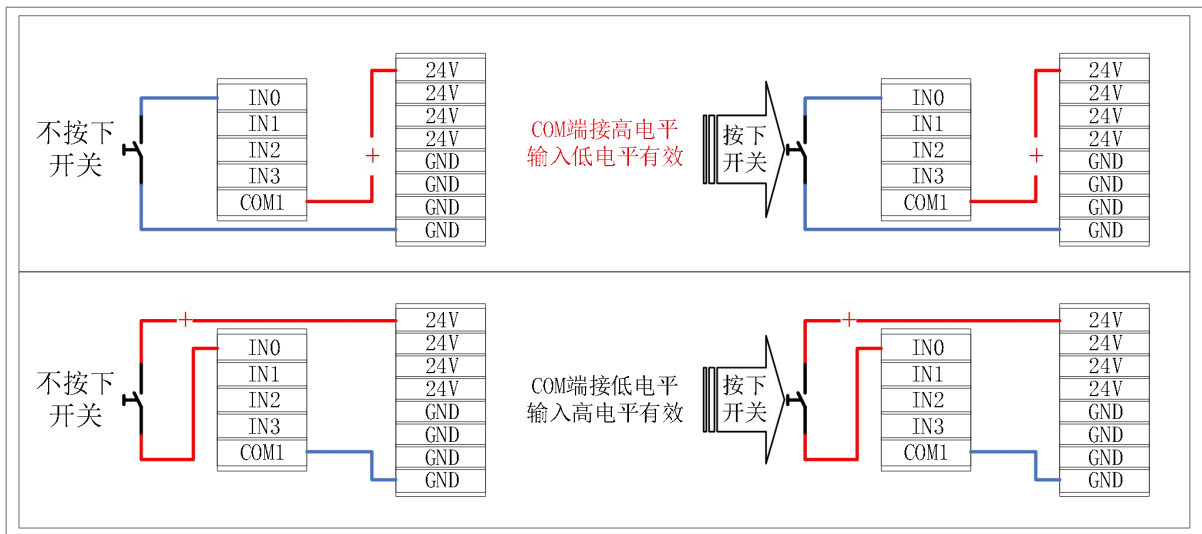


图 3-8 输入端应用示例图

2, 输出端口

如图 3-9 所示，输出端是 NPN 输出，控制信号为高时，三极管激活，输出与 GND 导通；而控制信号为低时，三极管阻断，输出处于悬浮态。

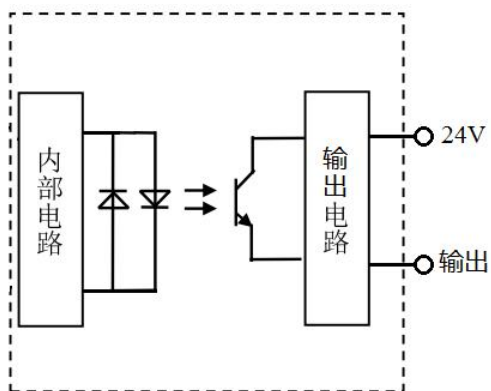


图 3-9 输出端原理图

如图 3-10 所示是输出端连接应用示例。

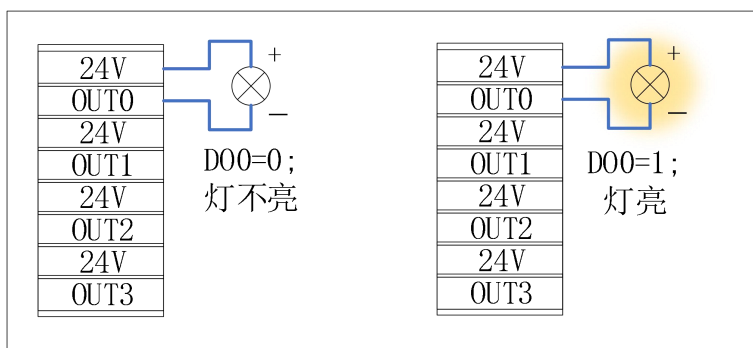


图 3-10 输出端应用示例图

4 校准

如果更换机器人的部件（电机、减速机），各电机编码器保存的原点与控制器保存的原点之间则会产生偏差，无法进行正确定位。原点是机器人坐标系的基准，没有原点，机器人就无法判断末端 TCP 的位置，所以为了获得尽可能高的绝对定位精度，必须对机器人进行校准（使这两个原点位置一致的作业称之为校准）。

一般在下述情况下，需要重新校准：

- 进行更换机器人的部件（电机、减速机）之后。
- 与工件或环境发生碰撞。
- 没在控制器控制下，移动机器人关节。
- 更换编码器数据备份电池。
- 其它可能造成零点丢失的情况。

机器人的机械原点姿态如图 4-1 所示。图中并未标注 J6 的校准刻度线，是因为 J6 可以设定任意位置为校准位置。

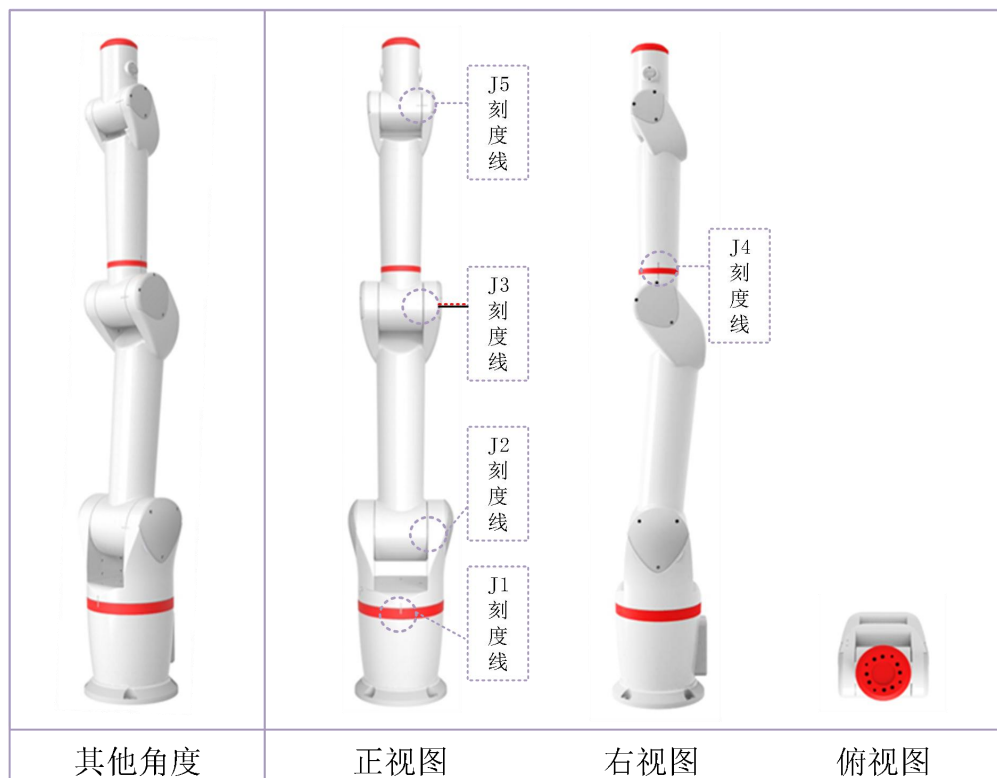


图 4-1 机械原点姿态

5 维护

5.1 关于维护时的安全

当机器人运行了一段时间后，需要进行必要的维护，以确保机器人的功能正常发挥，请联系专业人员：

- 请务必由经过安全方面培训的人员进行机器人的维护。
- 经过安全培训的人员是指接受过由各国法规与法令规定的。
- 旨在对从事工业机器人相关业务的劳动者进行的安全方面的培训（有关工业机器人的知识、操作、示教等知识、检查等业务作业相关知识、相关法令等的培训）的人员。
- 本公司进行培训的对象为已完成安装培训与维护培训的人员。

维护之前，请仔细阅读“关于维护时的安全”、本手册及相关手册，在充分理解安全维护方法的基础上进行维护。



警告

不要改变软件安全配置中的任何信息（比如力限制）。如果安全参数变更，整个机器人系统应被视为新系统，这就意味着所有安全审核过程，比如风险评估，都必须更新。

除非本手册另有说明，否则请勿拆下任何部件。根据所述内容严格遵守维护步骤。如果进行错误的拆卸或维护，不仅机器人系统会出现故障，还可能会造成严重的安全问题。

请务必在安全围栏之外确认更换部件后的机器人动作。否则，动作确认之前的机器人可能会进行意想不到的动作，并可能造成严重的安全问题。

所有拆卸后的机器人需要重新进行校准。

如果未接受过培训，请在电源接通时远离机器人。另外，请勿进入到动作区域内。即使看到机器人似乎停止了动作，但处于通电状态的机器人可能还会意外进行动作，并可能造成严重的安全问题。

进入正规运转之前，请确认紧急停止开关与安全护板开关动作状态正常。如果在开关不能正常动作的状态下进行运转，发生紧急状况时则无法发挥安全功能，可能会导致重伤或重大损害，非常危险。



小心触电

请务必在关闭控制器与相关装置电源并拔出电源插头之后进行维护、更换及配线作业，否则可能会导致触电或故障。

5.2 维护计划

为了使机器人能够长期保持高效的性能，必须定期进行维护。检修人员须编制检修计划并严格执行。大象机器人的维护计划如表 5-1 所示。

表 5-1 维护计划表

序号	活动	设备	日常	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月	
1	检查	机器人外观	√					
2		电缆接口		√				
3		电机、减速器					√	
4		电缆线束	外部		√			
5			内部				√	
6		螺丝	表面		√			
7			内部				√	
8	清洁	机器人整体	√					
9	更换	润滑油	当减速器需要更换时一起更换。					
10		电池组	出现电池低电量警告时。					

5.3 可以联系的人

1, 系统集成商

你可以直接联系负责安装和调试大象机器人的系统集成商。

2, 供应商

你可以联系大象机器人在你所在地区的供应商。具体供应商信息请查看官网：www.elephantrobotics.cn。

3, 官方网站

你可以查看大象机器人的官网（www.elephantrobotics.cn）以找寻更多的信息。

6 维修

当机器人发生故障时，请勿继续运转，应立即联系接受过规定培训的作业人员，进行实施故障分析，明确掌握现象，并判断什么部件出现异常。

有关机器人的修理、检查、调整等事项，必须由授权的系统集成商或代理商进行，请联系专业人员进行处理，切勿随意拆卸机器人。联系方式参见 5.3 节。

联系时，请事先准备好以下各项：

- 控制器名称、序列号。
- 机器人名称、序列号。
- 问题描述（最好附带图片）。

附录 1 CE 认证



VERIFICATION OF MD COMPLIANCE

No.:	GZES1711019190MDC
Applicant:	Elephant Robotics LLC Room 512, Building3, Shenzhen Software Park 1, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong, China
Manufacturer:	Same as applicant
Product Description:	Collaborative robot
Model No.:	Elephant S-5

Sufficient samples of the product have been tested and found to be in conformity with

Test Standard:	EN ISO 12100:2010 EN 60204-1:2006+A1:2009/AC:2010 EN ISO 10218-1:2011
as shown in the Test Report Number(s):	GZES171101919001 GZES171101919002 GZES171101919003

This Verification of Compliance has been granted to the applicant based on the results of tests, performed by Laboratory of **SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.** on sample of the above-mentioned product in accordance with the provisions of the relevant specific standards presumed to comply with the requirement for Partly Completed Machinery of Machinery Directive (2006/42/EC). The CE mark as shown below can be affixed, under the responsibility of the manufacturer, after completion of an EC Declaration of Conformity and compliance with all relevant EC Directives. The affixing of the CE marking presumes in addition that the conditions in the Directives are fulfilled.





 Danis Gao
 Senior Technical Manager
 SGS-CSTC

2018-05-21

Copyright of this verification is owned by SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd. and may not be reproduced other than in full and with the prior approval of the General Manager. This verification is subjected to the governance of the General Conditions of Services, printed overleaf.

Member of SGS Group (Société Générale de Surveillance)



This document is issued, on the Client's behalf, by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf. The Client's attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any other holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Clients instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents.

SGSPAPER
18803735

