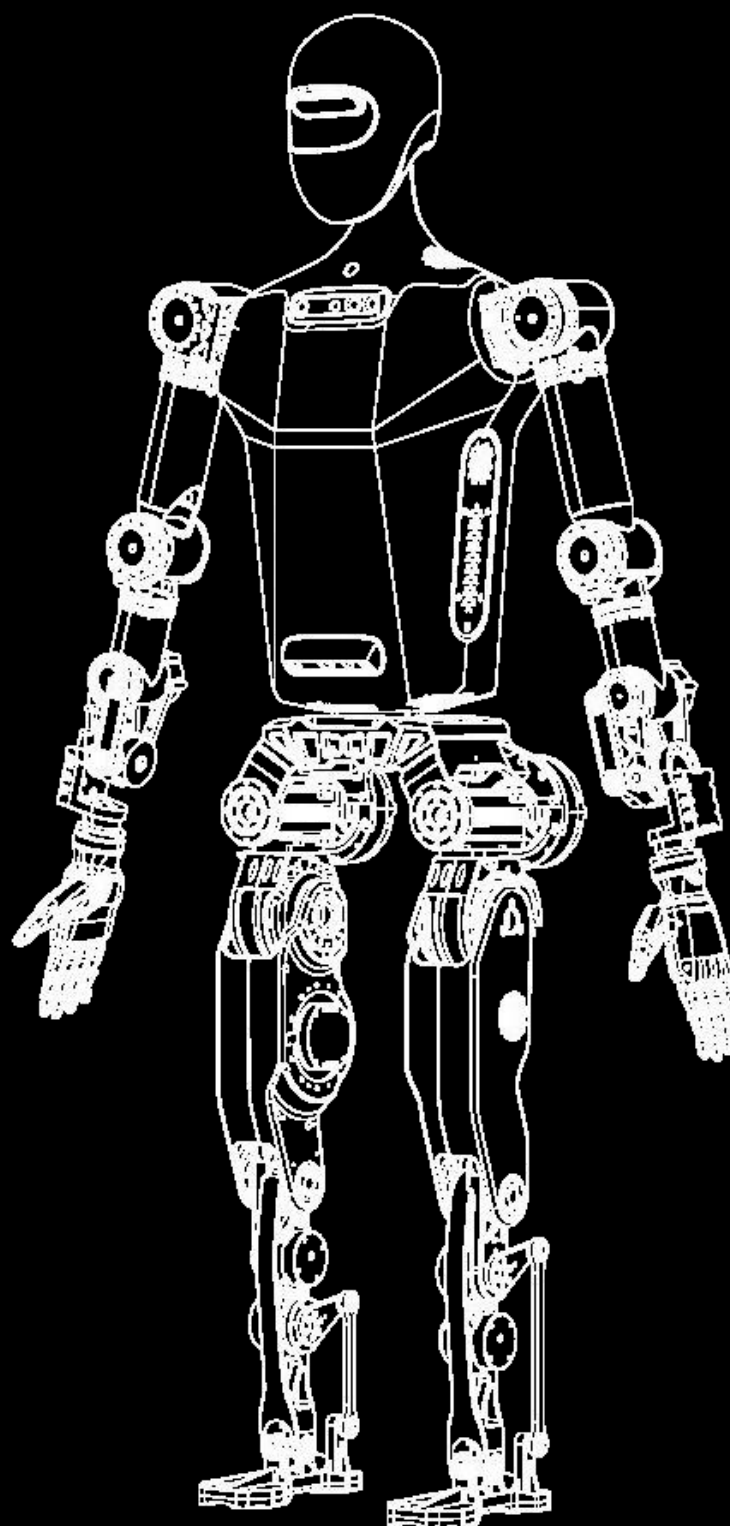




HUMANOID

天工通用人形机器人(Pro)

用户使用手册



本手册内容可能会因产品更新而有所变动，请访问
<https://zitd5je6f7j.feishu.cn/wiki/AD2LwtXMTiGmgmk7ADnc8s62nmg> 获取最新版本。

目录

前言	4
1. 法律声明	4
2. 注意事项	5
2.1. 使用条件	5
2.2. 操作安全	5
2.3. 特殊操作警示	5
2.4. 充电须知	6
3. 装箱清单	6
4. 产品概况	7
4.1. 产品信息	7
4.2. 产品介绍	7
4.3. 功能特点	7
4.4. 应用场景	8
4.5. 产品组成	9
4.6. 遥控器	9
5. 产品基本参数	10
5.1. 系统特点	10
5.1.1. 整体布局	10
5.1.2. 机械臂	10
5.1.3. 灵巧手	12
5.1.4. 底层驱动	13
5.2. 总体参数	13
5.2.1. 自由度配置与坐标系、关节旋转轴、关节零点	15
5.2.2. 关节参数	16
5.3. 机动、作业和交互能力	18
5.3.1. 机动能力	18

本手册内容可能会因产品更新而有所变动，请访问

<https://zitd5je6f7j.feishu.cn/wiki/AD2LwtXMTiGmgmk7ADnc8s62nmg> 获取最新版本。

5.3.2. 作业能力	19
5.3.3. 交互能力	19
6. 产品核心部件	19
6.1. 运动控制计算机	19
6.2. 动力电池组	20
6.3. 传感器系统	21
6.3.1. IMU	21
6.3.2. 六维力	21
6.3.3. 深度相机	21
6.4. 语音模块	22
7. 操作指南	23
7.1. 开箱指南	23
7.1.1. 开箱检验	23
7.1.2. 取出机器人	24
7.2. 使用前准备	26
7.2.1. 环境检查	26
7.2.2. 机器人检查	26
7.3. 开机上电指引	28
7.4. 主控板登录和连接	28
7.5. 程序启动	33
7.6. 落地站立	34
7.7. 基本动作及功能操作	35
7.7.1. 启动行走模式	35
7.7.2. 移动与转向控制	35
7.7.3. 停止并返回站立状态	35
7.8. 紧急停止方法	35
7.9. 关闭机器人	36
8. 日常维护与管理	38

本手册内容可能会因产品更新而有所变动，请访问

<https://zitd5je6f7j.feishu.cn/wiki/AD2LwtxMtiGmgmk7ADnc8s62nmg> 获取最新版本。

8.1. 日常检查	38
8.2. 搬运	38
8.3. 清洁	38
8.4. 电池维护	38
8.5. 存储建议	38
9. 故障排除	39
10. 售后保修	39
10.1. 保修政策	39
10.2. 非保修条款	40
10.3. 维修服务责任说明	40
保修卡	41

前言

- 感谢您选用本公司的人形机器人产品。
- 在您正式使用本产品之前，请务必认真阅读本用户手册，并严格按照说明进行操作。使用本产品即视为您已阅读并同意遵守本手册中的全部条款与规范。
- 我们致力于不断优化产品性能和用户体验，因此产品可能会进行持续迭代，手册内容也将不定期更新，恕不另行通知。若存在与实际产品功能、外观不完全一致的情况，请以实物为准。
- 感谢您的理解与支持，祝您使用愉快！

1. 法律声明

- 用户须对自身的使用行为负责，并承诺本产品仅用于合法、正当用途；
- 用户使用本产品时应遵守所在地法律法规，严禁用于伤害、恐吓他人或动物，或用作武器及其配套工具；
- 若因违反本手册使用规范造成财产损失、人身伤害或安全隐患，本公司不承担由此产生的任何责任；
- 在法律允许的最大范围内，本司不对本产品作任何明示或默示的保证，包括但不限于特定用途适用性或不侵权性的保证。
- 在法律允许的最大范围内，本司对于任何间接性、后果性、偶然性、附带性、特殊或惩罚性的损害不承担责任（即便已被提醒相关风险），其责任总额亦不超过您购买产品的金额以及支付给本司的金额；
- 本手册内容编制时已尽量详实准确，但因产品设计变更、功能迭代，仍可能与您实际使用产品存在差异；
- 本司对上述条款有最终解释权，并遵守相关法律法规。本司保留在无需事先通知的情况下更新、修改或终止这些条款的权利。

2. 注意事项

2.1. 使用条件

- 机器人仅限 18 周岁以上人士使用；
- 不建议感官、认知能力受限或缺乏经验的用户在无他人协助的情况下独立使用本产品；
- 如需维修，请联系官方售后，不建议用户自行拆机处理。

2.2. 操作安全

- 请正确使用机器人各部件及配件，禁止私自改装、拆卸；
- 请勿将手指、头发或衣物靠近机器人关节、缝隙及运动部位，以防夹伤或缠绕；
- 请勿在运行期间触碰电机表面，防止烫伤；
- 请勿覆盖传感器（躯干、头部等）区域，避免影响感知与控制；
- 避免在潮湿、高温、强磁等恶劣环境中使用机器人，正常工作温度为 0 ~ 30 °C，湿度在 80% RH 以下；
- 禁止在通电状态或电池未进入休眠状态时搬运或运输机器人；
- 机器人处于动作执行期间，人员须保持距离，避免进入机器人手臂和腿部运动范围，以防发生碰撞伤害；
- 移动机器人时，需使用专用移位机，严禁单人徒手搬运或拖拽；
- 遇到机器人飞车（运动失控）等异常情况，应立即按遥控器上的“B”键，使机器人全身关节僵停，并尽快采取保护措施；
- 若急停操作无法及时生效，应迅速按下机器人背部急停按钮，切断电源以保障安全。

2.3. 特殊操作警示

- 在无保护支架支撑的情况下，谨慎执行以下操作，否则机器人存在跌落和损坏风险：
 - 按遥控器“A”键回零；
 - 按急停按钮；

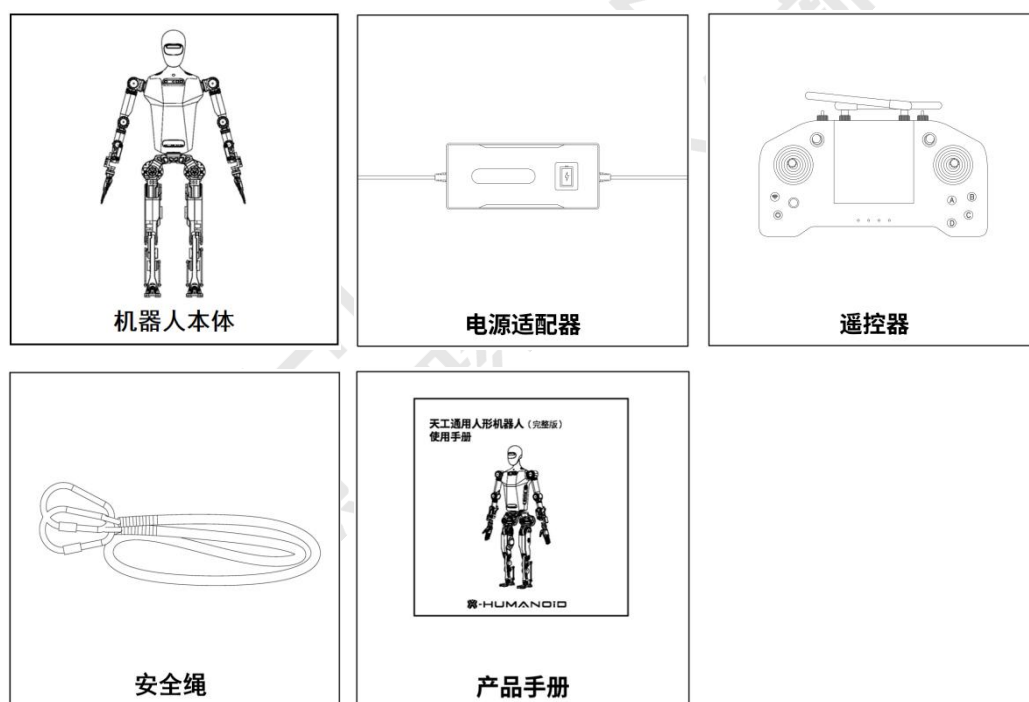
此外：

- 长时间待机之前，请使用保护支架固定机器人，避免低电量自动关机导致跌落；
- 电量过低时，请及时停止并关闭机器人，防止跌落并损坏。

2.4. 充电须知

- 充电前请关闭机器人电源，确保处于断电状态；
- 充满电后请及时拔掉充电器，避免长期连接；
- 充电环境温度应为 0~45℃，湿度在 75% RH 以下；
- 使用本司提供的原装专用充电器进行充电，禁止使用第三方电源设备；
- 建议在机器人冷却至室温后再开始充电；
- 充电过程中如出现冒烟、异味、过热、变形等异常，立即拔掉充电器并停止使用；
- 若发生电解液接触眼睛等情况，请立即用清水冲洗眼睛，并及时就医。

3. 装箱清单



- 机器人本体*1
- 电源适配器*1
- 遥控器*1
- 安全绳*1
- 产品手册*1

⚠ 注意：建议自行给机器人配备一个保护支架，购买链接如下：

https://item.taobao.com/item.htm?_u=m1n6kkt21954&id=600310142674&spm=a1z09.2.0.0.67002e8dhgnXFS&skuld=4191594956525

4. 产品概况

4.1. 产品信息

- 产品名称：天工通用机器人
- 产品型号：Pro 版

4.2. 产品介绍

- 天工是北京人形机器人创新中心发布的纯电驱拟人奔跑的全尺寸人形机器人，拥有高度仿生的躯干构型和拟人化的运动控制，全身最多达 42 个全身自由度，还具备敏捷避障、稳健上下坡、抗冲击干扰等运动功能，是该中心自主研发的通用机器人母平台，可开放给各行业使用。

4.3. 功能特点

1. 复杂地形自适应平稳行走

天工具备强大的地形自适应能力，能够在多种复杂地形上平稳行走。无论是楼梯、斜坡，还是不同材质的地面如沙子、石块、泥土和光滑的大理石，天工都能够通过其先进的传感器和智能算法实时调整步态和姿态，从而保证行走的平稳性和安全性。这使得天工在各种复杂环境下都能自如行动，适用于搜救、巡逻和工业检测等多种应用场景。

2. 动态足腿控制，自平衡抗干扰

天工的动态足腿控制系统是其核心技术之一。当机器人行走时，即使受到外力的推挤或碰撞，它也能迅速做出反应，调整身体姿态以保持平衡。这种自平衡抗干扰能力确保了机器人在复杂和动态的环境中依然能够稳定工作，极大地提高了其可靠性和安全性。

3. 柔顺物理交互，人机互动安全

天工设计了柔顺的物理交互系统，能够与人进行安全的互动。例如，它可以实现与人握手、

拍手等动作交互。这得益于其柔顺控制技术和先进的传感器系统，能够精确检测并调节互动力度，确保人机互动的安全性和自然性。这种能力不仅提高了机器人的友好性，还扩大了其在家庭服务和护理领域的应用潜力。

4. 语音识别

天工配备了本地化部署的语音识别系统，支持通过语音与其进行互动。用户可以通过语音发出指令，天工能够准确理解并执行相关操作。无论是简单的指令还是复杂的任务安排，语音识别系统都能够快速响应。这不仅提升了用户的操作便捷性，还使得天工能够在更广泛的应用场景中提供智能服务。

5. 复杂长任务执行

天工具备执行复杂长任务的能力，通过加载大模型，可以连续执行超过 10 个任务。这意味着天工能够在无人干预的情况下，自动完成一系列预定的操作步骤，如巡检、维护和数据采集等。这种能力使得天工在工业自动化和服务机器人领域表现出色，能够显著提升工作效率和任务完成的精确度。

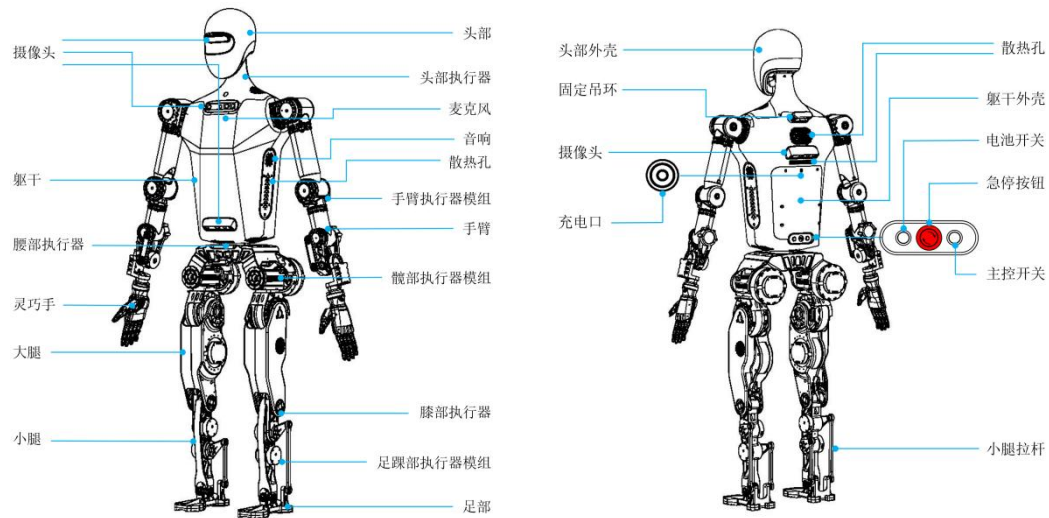
6. 开放 API

为满足不同开发者的需求，天工提供了开放的 API 接口。开发者可以通过这些接口，调用机器人本体的硬件和传感器，实现个性化的二次开发。这使得天工不仅是一个功能强大的工具，还成为一个灵活的开发平台，能够根据具体需求进行定制和扩展，广泛应用于教育、科研、工业和服务等多个领域。

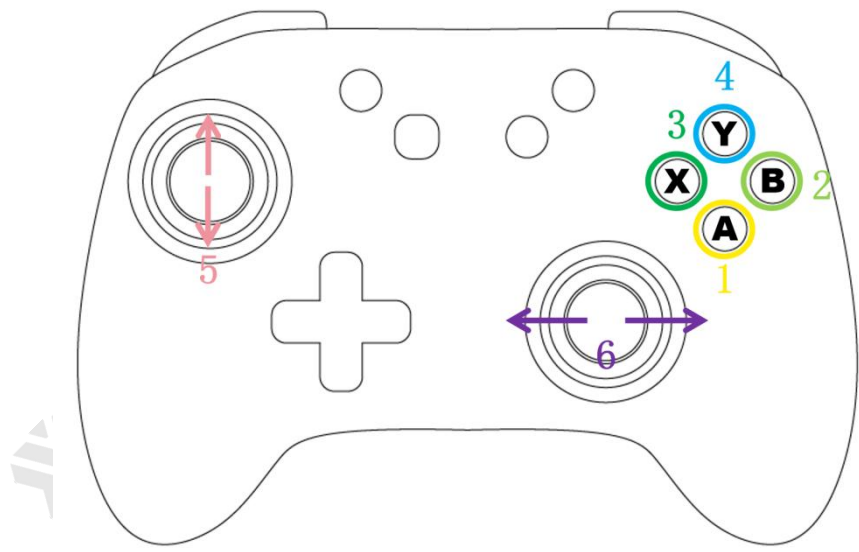
4.4. 应用场景

- 高校科研教育
- AI 具身智能本体
- 工业自动化
- 安防救援
- 康复医疗
- 演艺展览
- 迎宾接待
- 智能家居

4.5. 产品组成



4.6. 遥控器



蓝牙遥控器按键示意图

蓝牙遥控器按键功能说明		
图中序号	功能	按键
1	回零	A
2	僵停	B
3	站立	X

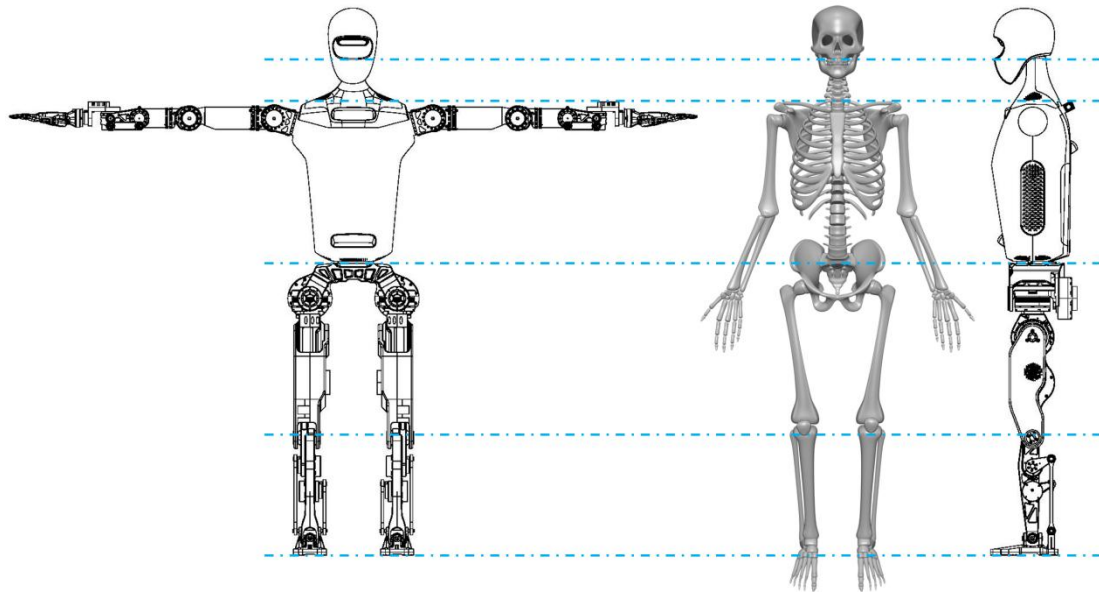
4	行走	Y
5	前后左右移动	左摇杆
6	顺时针、逆时针转弯	右摇杆

5. 产品基本参数

5.1. 系统特点

5.1.1. 整体布局

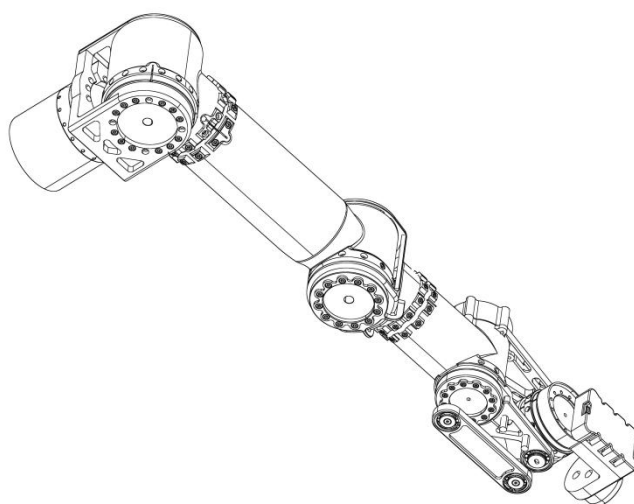
天工强对标人类关节尺寸及关节运动范围，以及强对标人感知系统，包括视觉、听觉、触觉和动觉。



关节尺寸对比图

5.1.2. 机械臂

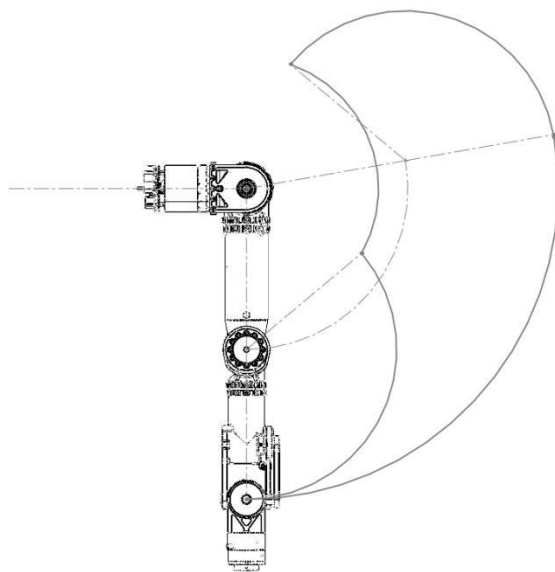
天工配备有机械臂，其强对标人类臂的高灵巧性。有效工作半径大、关节运动范围大、末端法兰与转轴距离短、负载自重比高。其广泛的关节运动范围和短距离的末端法兰与转轴设计，使得机械臂在狭小空间内也能灵活作业。同时，高负载自重比意味着机械臂能够承受较大的负载，而自身重量相对较轻，这在提升工作效率和减少能耗方面具有显著优势。



机械臂示意图

项目名称	规格参数
单臂自由度	7 个
臂展	580mm
最大工作半径	600mm
负载能力	4kg
单臂重量	6.5kg
末端重复定位精度	$\pm 0.1\text{mm}$
工具速度	$> 1\text{m/s}$

机械臂的运动范围如下图所示：

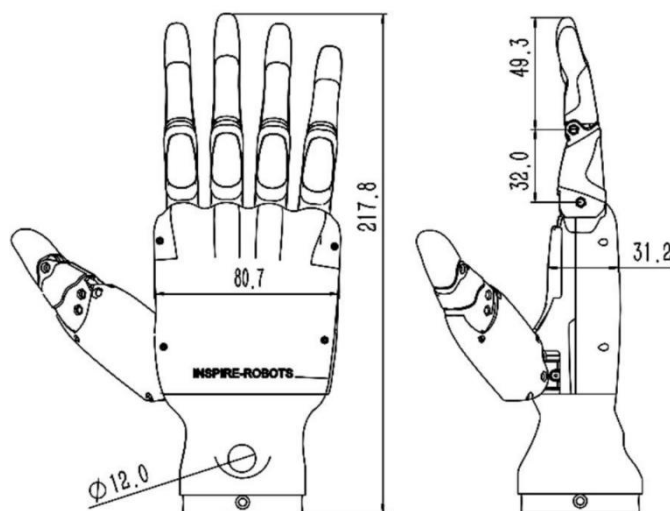


机械臂运动范围示意图

5.1.3. 灵巧手

天工配备了灵巧手，使其能够模仿人类的手部功能。这是一款集成小体积大扭矩直线伺服驱动器而设计生产的机械灵巧手。该灵巧手集成了 6 个直线伺服驱动器，用户接口采用 RS485 通信接口，内置灵敏的压力传感器，通过设置不同的阈值方便用户进行不同硬度物体的抓取，简洁高效的接口控制指令可使用户快速实现对灵巧手的操控。整体外观设计参考人手及实际抓取需求，与人手近似，简约美观。

此外，灵巧手内置六维力传感器，能够精确测量和反馈手部在三维空间中的力和力矩信息，从而实现更加精细和安全的操作。



灵巧手示意图

项目名称	规格参数
整手重量（含六维力）	1.5kg
关节总数	12 个
单手自由度	6 个
力传感器数量	6 个
力传感器分辨率	0.2N
拇指侧摆速度	235°/S
拇指弯曲速度	150°/S
四指弯曲速度	570°/S
四指握力	20N
拇指握力	20N
整手负载	3kg
末端重复定位精度	±0.1mm
工作电压	24V

5.1.4. 底层驱动

天工基于 EtherCAT 和 CAN 总线的底层驱动，具有实时性高、精确性高、扩展性强、可靠性高的特点，提供关节层控制接口，可实现对机器人的每一个关节的力矩、位置、速度控制，使机器人能够执行复杂的任务。

5.2. 总体参数

项目	规格参数
产品高度	1630mm
产品净重	56kg
产品颜色	黑色

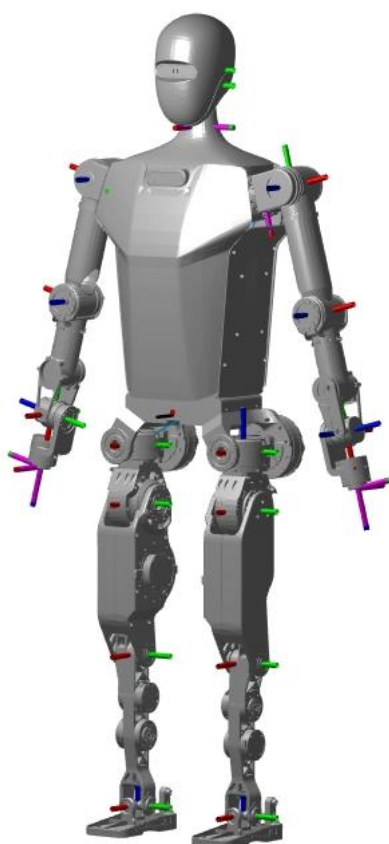
产品材料	铝合金架构，工程塑料合金外壳
电池	电池类型：三元锂； 容量：15Ah； 电压：48V
充电时间	4 小时
语音模块	MIC 阵列：线性 MIC*4； 扬声器*2； 声卡*1； 720P RGB 单目相机*1
摄像头	RGBD 摄像头*4（头部，胸腔，腰部，背部）
传感器	高精度 IMU； 高精度六维力
运控计算单元	型号：Intel x86； CPU 10 核 12 线程； 主频最高达 4.7GHz； 内存：16GB； SSD：256GB
开发计算单元	型号：Orin AGX 64 *2 算力：275 TOPS *2
系统平台/软件	操作系统：Ubuntu22.04.4 LTS； 中间件：ROS 1
外部通讯能力	WIFI6, Ethernet, Bluetooth;
内部通信网络	全身 CAN/EtherCAT 网络：500~1kHz； 灵巧手：20Hz； 机械臂：≥200Hz； IMU：> 400Hz；

	相机 (4 个 RGBD) : 30Hz
--	----------------------

5.2.1. 自由度配置与坐标系、关节旋转轴、关节零点

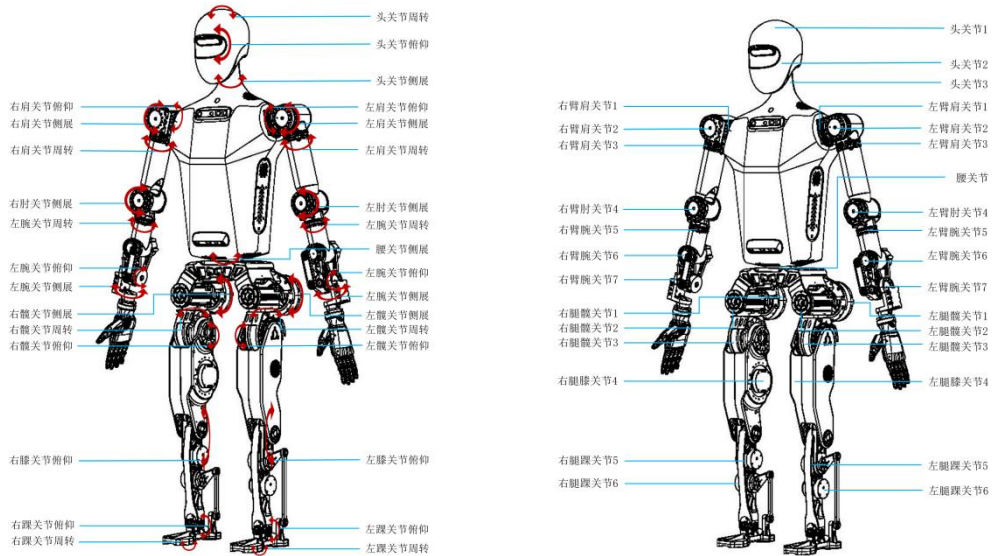
关节名称	自由度
头部	3
手臂	7*2
灵巧手	6*2
腰部	1
腿	6*2
合计: 42	

当各个关节均为零度时，各坐标系如下图所示。其中红色为 x 轴，绿色为 y 轴，蓝色为 z 轴。



自由度配置示意图

5.2.2. 关节参数



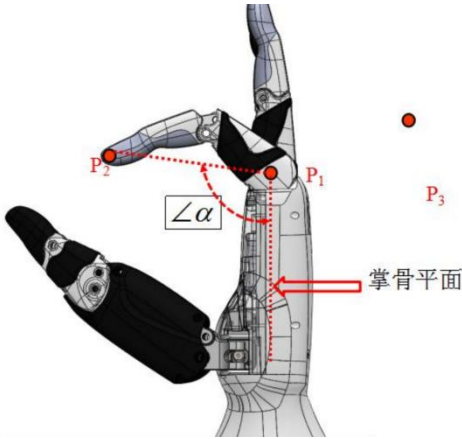
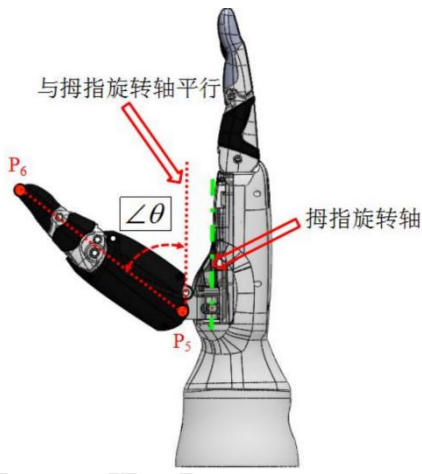
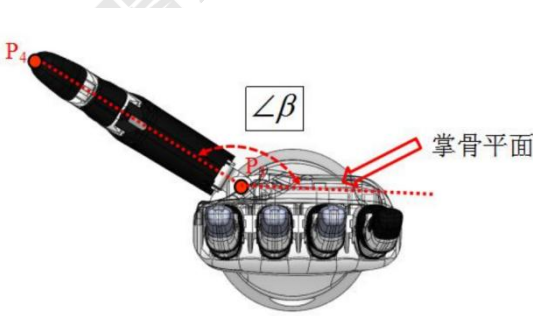
所属部位	名称	运动范围 (°)	额定转速 (rpm)	最大转速 (rpm)	额定力矩 (Nm)	峰值力矩 (Nm)	备注
头部	头关节侧展 Head Roll	-90°~+90°	30	40	1.6	3.5	/
	头关节俯仰 Head Pitch	-30°~+20°	30	40	1.6	3.5	/
	头关节周转 Head Yaw	-26°~+26°	30	40	1.6	3.5	/
腰部	腰关节侧展 Waist Roll	-90°~+90°	/	30	31	143	/
臂	肩关节俯仰 Shoulder Pitch	-170°~+45°	/	40	4.1	140	左臂向后方为正
	肩关节侧展 Shoulder Roll	0°~+100°	/	40	4.1	140	左臂向外侧为正

	肩关节周转 Shoulder Yaw	-130°~+130°	/	54	3.2	80	左臂向外转为正
	肘关节侧展 Elbow Roll	-130°~+0°	/	54	3.2	80	左小臂向外侧为正
	腕关节周转 Wrist Yaw	-130°~+130°	/	40	2.4	40	左手向外转为正
	腕关节俯仰 Wrist Pitch	-75°~+75°	/	40	2.4	40	左手向后方为正
	腕关节侧展 Wrist Roll	-75°~+75°	/	40	2.4	40	左手向外侧为正

注：右臂关节的运动范围为左臂的镜像，即右肩关节俯仰运动范围为-45°~+170°，依此类推。

腿部	髋关节周转 Hip Yaw	-45°~+45°	121	140	50	150	/
	髋关节俯仰 Hip Pitch	-90°~+45°	121	140	50	150	/
	髋关节侧展 Hip Roll	-60°~+60°	142	150	30	94	/
	膝关节俯仰 Knee Pitch	0°~+140°	121	140	50	150	/
	踝关节俯仰 Ankle Pitch	-70°~+30°	78	85	12	36	/
	踝关节周转 Ankle Yaw	-25°~+25°	78	85	12	36	/

角度	运动范围 (°)	图例说明
----	----------	------

小拇指 无名指 中指 食指	$+19^{\circ} \sim +176.7^{\circ}$	
大拇指弯曲角度	$-13^{\circ} \sim +53.6^{\circ}$	
大拇指旋转角度	$+90^{\circ} \sim +165^{\circ}$	

5.3. 机动、作业和交互能力

天工具备卓越的机动、作业和交互能力，能够在多种复杂环境中高效运行。通过先进的运动控制系统，天工不仅能够在各种地形上灵活移动，还能执行高精度、高负载的作业任务。同时，天工配备了多模态交互技术，能够实现自然流畅的人机交互。以下是天工在机动、作业和交互方面具体能力的介绍：

5.3.1. 机动能力

- 能够在多种地形和路面上灵活移动，包括楼梯、斜坡、沙子、石块、泥土和光滑大理石

等。

5.3.2. 作业能力

手臂作业能力：

- 单臂自由度 7，工作半径 $\geq 600\text{mm}$ ，肘关节折叠角度可达 130° ，末端法兰与末端旋转中心距离 $\leq 68\text{mm}$ ，整臂灵活工作空间大；
- 单臂最大负载 $\geq 4\text{kg}$ ，双臂搬运负载 $\geq 8\text{kg}$ ；
- 重复定位精度优于 $\pm 0.1\text{mm}$ ；
- 工作速度 $>1\text{m/s}$ ；
- 直臂状态下，外包络直径 $\leq \Phi 130\text{mm}$ ，整臂具有良好的狭窄空间作业能力。

手爪作业能力：

- 支持双手协同作业，具备外骨骼遥操作功能；
- 可与人进行手递手物品交接。

5.3.3. 交互能力

- 可与人进行语音/肢体动作等拟人自然交互，例如说“拿起苹果”，天工能迅速识别并抓取眼前桌子上的苹果。

6. 产品核心部件

6.1. 运动控制计算机

天工配备了三块高性能控制板：

1. X86 (Intel i7-1265UE)：作为主控板，负责整体系统的管理与协调，提供强大的计算能力和多种扩展接口。
2. Orin (NVIDIA Jetson AGX Orin)：机器人配备了两块 Orin 板子，分别用于不同的高级任务：
 - Orin 大模型：专门用于运行大规模深度学习模型，提供卓越的 AI 推理能力，支持复杂的感知和决策任务。
 - Orin 导航：专门用于机器人导航，提供实时环境感知和路径规划，确保机器人在

动态环境中的高效稳定运行。

此外，我们为 NVIDIA Jetson AGX Orin 模组搭配使用了 RTSO-2005 载板。这款工业级载板能够在-40℃至+85℃的工作温度范围内稳定运行，具备低功耗和高安全级别，适合在各种苛刻条件下使用。这样配置的硬件架构，结合高性能计算和 AI 能力，确保了机器人能够在各种应用场景中表现出色。

6.2. 动力电池组

项目	规格
电池类型	三元锂电池
标称电压	48V
工作电压范围	39~54.6V (39V、54.6V 分别为放电截止电压和充电截止电压)
额定容量	15Ah
充电模式	CC/CV (恒流/恒压)
充电电流	2-10A
最大放电电流	60A (连续放电) 峰值电流 90A (1 秒)
重量	约 3.1kg
运行温度	充电温度：0~45℃ 放电温度：-20℃~60℃
储存温度	1 个月：-20~60℃ 3 个月：-20~40℃ 1 年：-20~25℃
相对湿度	65±20%
循环寿命	>250
内阻	<160mΩ

6.3. 传感器系统

6.3.1. IMU

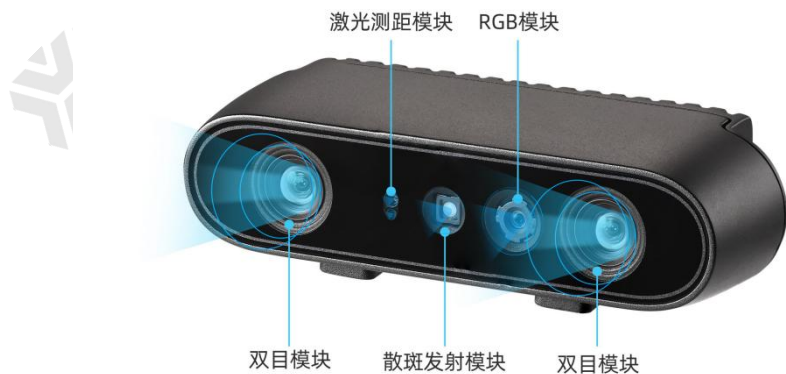
天工配备了高精度 IMU（惯性测量单元）传感器，为其提供了卓越的姿态和运动检测能力。IMU 传感器包括陀螺仪、加速度计、磁力计和气压计，通过测量角速度、线性加速度、地磁场和气压等数据，实现对机器人姿态、速度和位置的精确感知和控制。

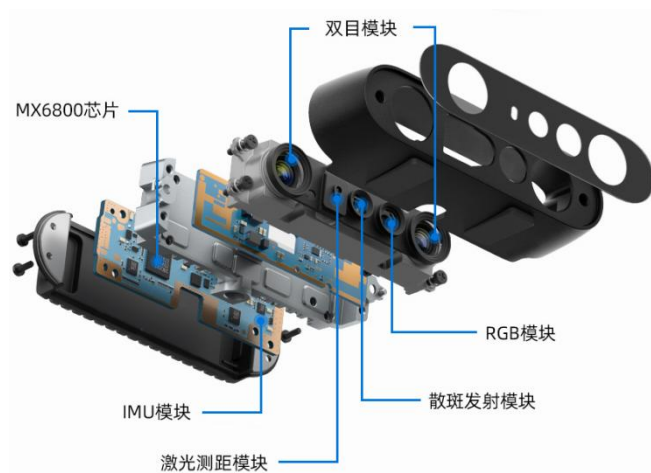
6.3.2. 六维力

天工的灵巧手配备有六维力传感器，该传感器能够同时测量 X、Y、Z 三个方向的力和力矩，从而实现对复杂操作的精确控制。因此，灵巧手不仅能执行细致的抓取和操作任务，还能在与人或物体互动时提供安全可靠的力反馈。

6.3.3. 深度相机

为了确保天工能够全面感知周围环境，我们在机器人头部、胸部、腰部和后背各配置了一个深度相机，其中头部配置的是奥比中光 335，其余部位配置的是奥比中光 335L。这些相机结合了主被动立体视觉技术，不仅提供精准的深度数据流，还支持输出高质量的彩色数据流和红外数据流。这种配置不仅能探测前方一定角度区域内的障碍物，还能有效感知后方和脚下的障碍物信息，从而提高机器人的整体感知能力和运行安全性。以下是奥比中光 330 系列相机的详细参数：





奥比中光 335 构成图



奥比中光 335L 构成图

6.4. 语音模块

天工配备有 RK3588 AIUI 多模态开发套件，具备强大的算力和全链路交互能力，适用于公共场景下的复杂高噪人机交互。RK3588 集成了多模态交互引擎，支持录制音频、回声消除、前端降噪、人脸唤醒、在线识别、语义理解、语音合成和串口通信等功能。该套件基于多麦克风阵列和图像识别，内置神经网络处理器（NPU），算力高达 6.0Tops，并兼容多种 AI 框架，提升了天工在各类复杂应用场景中的交互性能和智能化水平。

7. 操作指南

注：本章节的登录密码请联系客服获取。

7.1. 开箱指南

注：该开箱指南中的实物示意图使用的是天工 lite 版，尽管其与 pro 版外观不同，但流程完全相同，请根据流程进行开箱操作。

7.1.1. 开箱检验

1. 机器人采用航空箱包装，航空箱尺寸如下图所示：



2. 机器人运送到用户现场后，请检查航空箱并确定箱体完好无损，如有破损请及时与物流公司及所在地区的供应商联系；

3. 确认无误后，转动蝴蝶锁片打开侧面的两个方形锁；

4. 打开航空箱，箱内物品如下图所示。请根据 3. [装箱清单](#)对箱内实际物品进行核对，如有缺少请及时联系售后进行补发。



7.1.2. 取出机器人

1. 将安全绳的安全钩系上机器人后颈下方的固定吊环，并将安全绳连接到保护支架上；



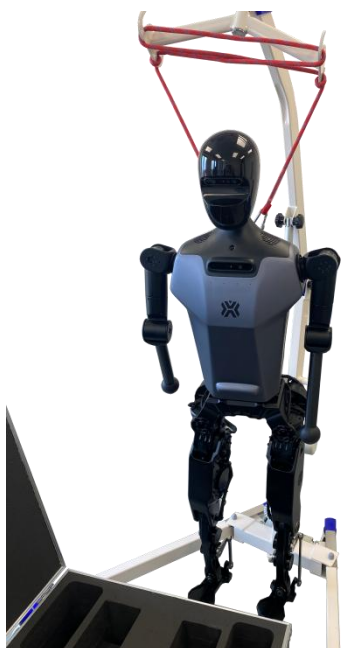
2. 控制保护支架缓慢上升，将机器人吊起；



3. 手动将机器人的足部放在航空箱边缘处；



4. 将航空箱向前轻轻推动，使机器人顺利吊上保护支架。



注意：取出机器人后，请勿丢弃运输航空箱。该航空箱专用于运输机器人及其附件。

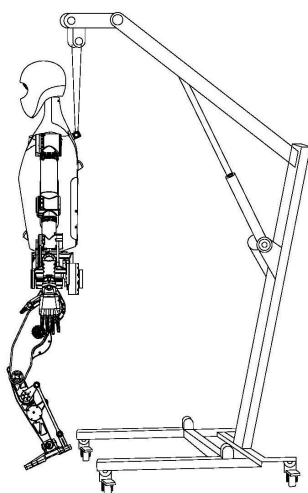
7.2. 使用前准备

7.2.1. 环境检查

1. 地面平整、不湿滑，不建议在不平坦、陡坡、泥泞、材质松散、湿滑地面等场地使用，建议四周至少有 4m 的自由活动空间；
2. 环境温湿度要求：工作温度 0~40℃，相对湿度要求：25~80%RH；
3. 环境必须没有易燃、易腐蚀液体或气体，附近不能有强的电子噪声源和磁场。

7.2.2. 机器人检查

1. 确认机器人悬吊于支架之上；



2. 检查各部分是否松散或损坏，确保运动灵活、无卡顿；
3. 为了确认机器人电池电量充足，请首先确保机器人已通电（详见 [7.3 开机上电指引](#)）。

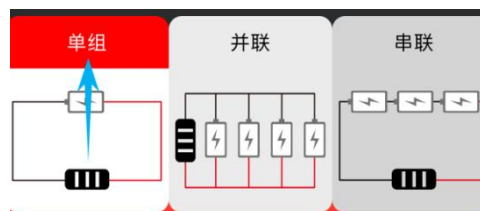
具体操作步骤如下：

- (1) 下载“SMART BMS” App，并打开手机蓝牙；

- (2) 打开 App，点“本地监控”；



- (3) 点“单组”；



- (4) 确认机器人机身上的电池编号，从显示的电池编号列表里找到该电池，并点击“+”号连接；



- (5) 点开成功连接的电池，界面仪表盘下方的数字即为电池电量；



- (6) 如果后续想查看另一块电池的电量，需点击“-”号断开与当前电池的连接，再重新通过上述步骤连接新的电池。



已添加计算的蓝牙 ID

数量: 1



DL-40180401679A

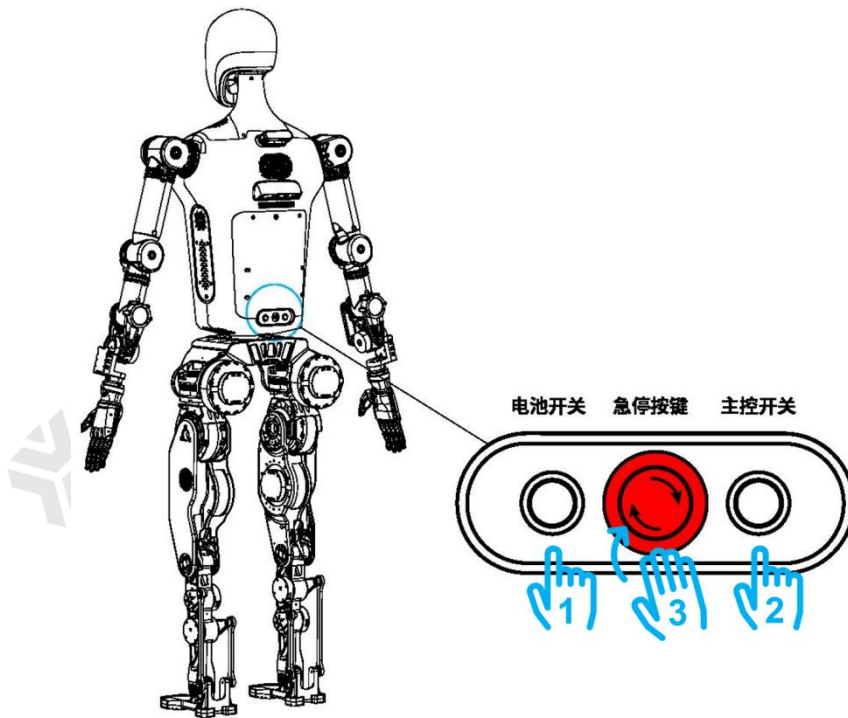


4. 确认遥控器电池是否电量充足，并将遥控器开机，具体操作步骤如下：

- (1) 遥控器处于关机状态下充电时，Home 灯以不同颜色呼吸提示充电进度，共五个比例区间，分别是：红（0%-25%），橙（25%-50%），黄（50%-75%），绿（75%-90%），绿 2 秒熄灭（90%-100%）。
- (2) 短按 Home 键 1-3 秒，打开遥控器。

7.3. 开机上电指引

1. 按下电池开关键；
2. 按下主控开关键；
3. 顺时针旋转急停按钮直到弹出。



7.4. 主控板登录和连接

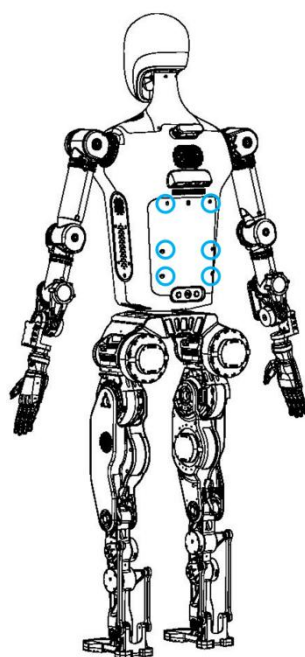
当前，天工的主控板有三块：运控 x86、大模型 orin 和导航 orin。各主控板的用户名和静态地址如下表所示。在配置 Wi-Fi 后，可通过 ssh 命令远程连接至机器人。用户可根据使用需求分别给各主控板配置 Wi-Fi。

主控模块	用户名	静态地址	Wi-Fi
运控 x86	ubuntu	192.168.41.1	独立 Wi-Fi
大模型 orin	nvidia	192.168.41.2	独立 Wi-Fi
导航 orin	nvidia	192.168.41.3	独立 Wi-Fi

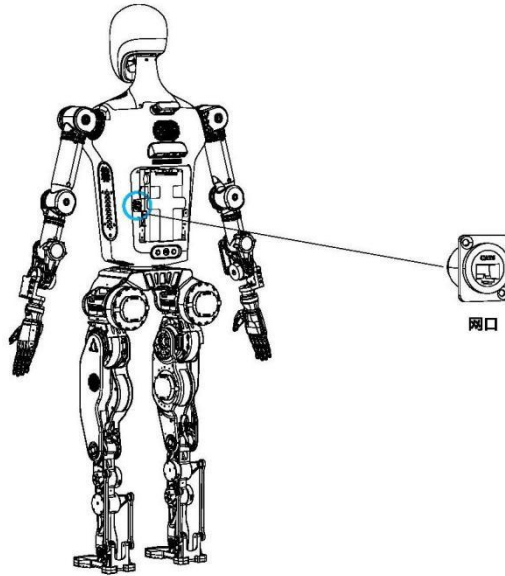
下列配置 Wi-Fi 和登录连接的具体步骤以运控 x86 为例：

● **配置 Wi-Fi 步骤如下：**

1. 如图所示拆开机器人背板的六个螺丝，取下背板；

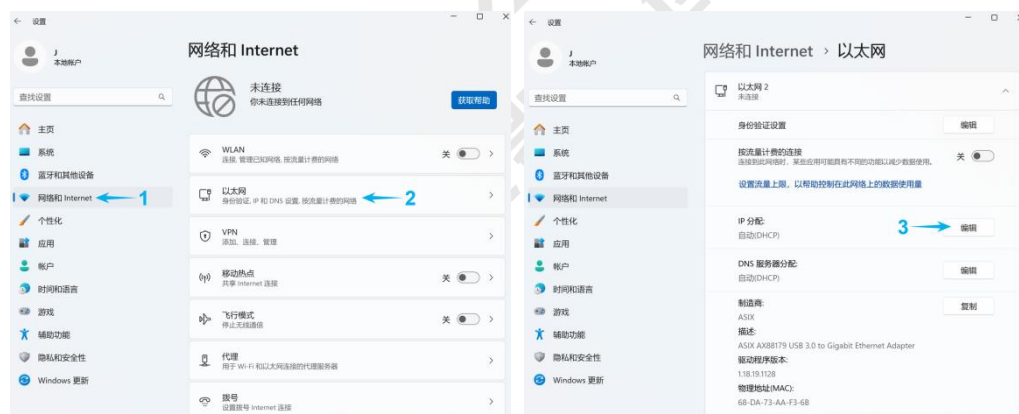


2. 用以太网线连接机器人背后的调试用以太网接口和用户电脑端；



3. 用户电脑配置以太网端口地址为 192.168.41.xx/255.255.255.0，具体步骤如下，以 Windows 系统为例：

- (1) 打开设置，点击“网络与 Internet”，随后点击“以太网”，再点击 IP 分配右侧的“编辑”；



- (2) 按下图打开 IPv4 按钮，并配置 IP 地址为 192.168.41.xx，子网掩码为 255.255.255.0；



4. 打开任意终端，输入 `ping 192.168.41.1`，显示下图则表示与 x86 工控机服务器间的网络连接正常，可进行登录操作；

```
PS C:\Users\J> ping 192.168.41.1

正在 Ping 192.168.41.1 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.41.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 192.168.41.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 192.168.41.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 192.168.41.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64

192.168.41.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 1ms, 最长 = 1ms, 平均 = 1ms
PS C:\Users\J> █
```

5. 继续在终端中输入 `ssh ubuntu@192.168.41.1`，随后输入 `yes`，以及登录密码，显示下图则表示成功登录 x86 工控机；


```

PS C:\Users\J> ssh ubuntu@192.168.41.1
The authenticity of host '192.168.41.1 (192.168.41.1)' can't be est
ED25519 key fingerprint is SHA256:x0HTXVckaFJUed/gY/0JwljVbfkw1GGpP
SeHb+Y2eAI.
This host key is known by the following other names/addresses:
  C:\Users\J/.ssh/known_hosts:10: 192.168.160.183
  C:\Users\J/.ssh/known_hosts:13: 192.168.160.79
  C:\Users\J/.ssh/known_hosts:14: 192.168.160.201
  C:\Users\J/.ssh/known_hosts:15: 192.168.31.147
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])
? yes
Warning: Permanently added '192.168.41.1' (ED25519) to the list of
known hosts.
ubuntu@192.168.41.1's password:
Welcome to Ubuntu 22.04.4 LTS (GNU/Linux 6.5.0-35-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/pro

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

55 updates can be applied immediately.
40 of these updates are standard security updates.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

23 additional security updates can be applied with ESM Apps.
Learn more about enabling ESM Apps service at https://ubuntu.com/es
m

Last login: Fri Jun 28 18:29:00 2024 from 192.168.160.91
ubuntu@ubuntu-22:~$

```

6. 在上一步的终端中继续输入以下命令以查看当前可用的 Wi-Fi 热点，并记录要连接的 Wi-Fi 的 SSID：

```
sudo nmcli device wifi list
```

7. 通过 Wi-Fi 的 SSID 及其密码连接到 Wi-Fi 网络：

```
sudo nmcli device wifi connect 'Wi-Fi SSID' password 'Wi-Fi 密码'
```

8. 输入以下命令以查看无线网络接口的当前配置和状态，以检查并确认是否已经成功连接到指定的 Wi-Fi 网络。自此 Wi-Fi 配置完成，您可以拔掉网线。

```
ifconfig
```

- **Wi-Fi 配置完成的前提下，每次机器人无需再配置，直接用 Wi-Fi 连接 x86 工控机的步骤如下：**

1. 用户电脑打开任意终端，输入命令 `ifconfig`，查看给无线网络接口配置的 IP 地址，即

‘wlan0/wlp2s0’ 的接口下的字段后的 IP 地址；

2. 输入命令 `ssh ubuntu@x.x.x.x` 直接连接 x86 工控机服务器，其中 `x.x.x.x` 为上一步获取到的 IP 地址。随后输入 `yes`，以及登录密码，自此登录成功。可进行下一步 **7.5 程序启动** 操作。

7.5. 程序启动

1. 首先，打开第一个终端，依次输入如下命令启动本体驱动程序：

```
cd rosws                                #切换到 rosws 目录
sudo -s                                #切换到 root 权限
(输入密码)
source install_isolated/setup.bash      #执行环境变量脚本
roslaunch body_control motion_evt.launch #启动本体驱动程序
```


2. 其次，打开第二个终端，依次输入如下命令启动手臂驱动程序：

```
cd catkin_ws                            #切换到 rosws 目录
sudo -s                                #切换到 root 权限
(输入密码)
source install_isolated/setup.bash      #执行环境变量脚本
roslaunch aubo_dev_plugin aubo_dev_all.launch #启动手臂驱动程序
```

3. 最后，打开第三个终端，依次输入如下命令启动运控驱动程序：

```
cd rosws                                #切换到 rosws 目录
source install_isolated/setup.bash      #执行环境变量脚本
roslaunch motion_control motion.launch  #启动运控驱动程序
```

4. 继续在打开的第三个终端中，确认所有 `current pos` 的绝对值都小于 1，才能输入 1 启动。


 注意：若舵机参数 `current pos` 的绝对值有大于 1 的，则应按 `control+C` 结束程序，检查电机是否位置偏差过大。

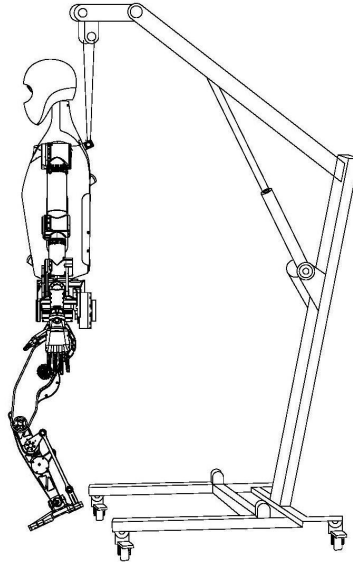
```
(enter 1:) 1                            #确认所有 current pos 的绝对值都小于 1
```

7.6. 落地站立

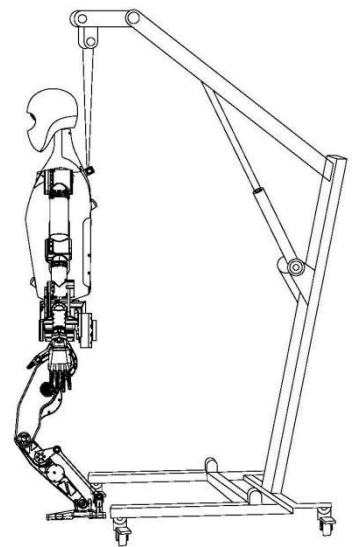
操作步骤：

1. 按遥控器上的“A”键以回零到初始状态；

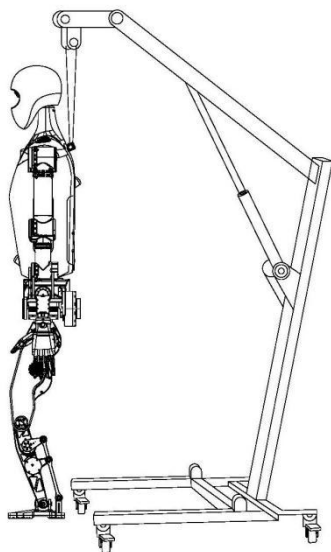
 注意：按下“A”键前，机器人必须固定在保护支架上。



2. 控制保护支架缓慢下降，下放机器人置地面，保持竖直状态 30 秒；



3. 按下遥控器上的“X”键使机器人站立。站立后，观察机器人是否站立平衡，如无抖动、前后倾倒等异常则平衡。如果不平衡，重复以上操作再次尝试。



7.7. 基本动作及功能操作

⚠ 注意：建议在保护支架的支撑下使用机器人。

7.7.1. 启动行走模式

1. 确认机器人已处于站立状态。
2. 按下遥控器上的“Y”键，机器人将进入行走模式，进行原地踏步。

7.7.2. 移动与转向控制

在行走模式下，用户可以通过遥控器上的摇杆进行移动和转向操作，其中拨动的幅度决定了速度：

- 向上或向下拨动左摇杆：控制机器人前进或后退。
- 向左或向右拨动左摇杆：控制机器人左右移动。
- 向左或向右拨动右摇杆：控制机器人逆时针或顺时针转动。

7.7.3. 停止并返回站立状态

- 按下遥控器上的“X”键，机器人将停止移动并返回站立状态。

7.8. 紧急停止方法

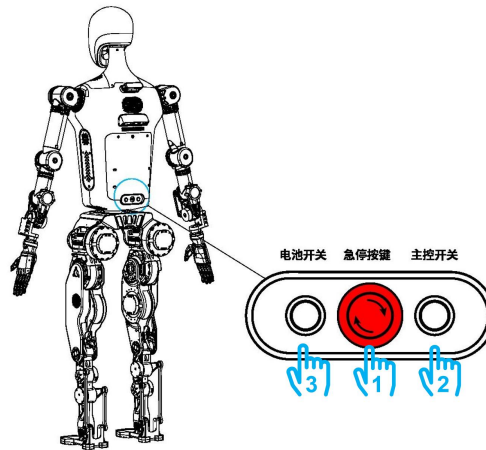
1. 僵停：

遇到以下情况，需要及时按下遥控器上的“B”键。此时机器人全身所有关节立即僵停，身体将不能保持平衡，需要防摔防护，尽可能及时扶住机器人：

- 机器人运动不正常，不符合预期：如速度或方向错误；
- 预测存在风险时：如机器人即将接近障碍物或人群而无法及时停止。

2. 急停按钮：

遇到以下危急情况，请立即按下机器人背部的急停按钮，再按主控开关与电源开关以切断所有电源，并联系本司售后。此时机器人无法保持任何姿态，会立即瘫软并倒下：



- 机器人冒烟或有焦味；
- 有水或其他异物进入机器人；
- 机器人失控，无法通过遥控器或其他方式停止；
- 机器人损坏，可能导致进一步危险；
- 紧急避险，如高空作业或危险环境中失控；
- 外部环境突变，如地震、火灾等。

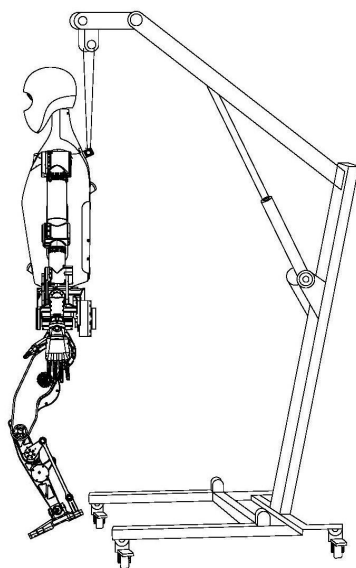
⚠ 注意：按机器人背部的急停按钮前，机器人必须固定在保护支架上。

通过以上的紧急操作指南，您可以在各种紧急情况下迅速采取行动，确保机器人和周围环境的安全。

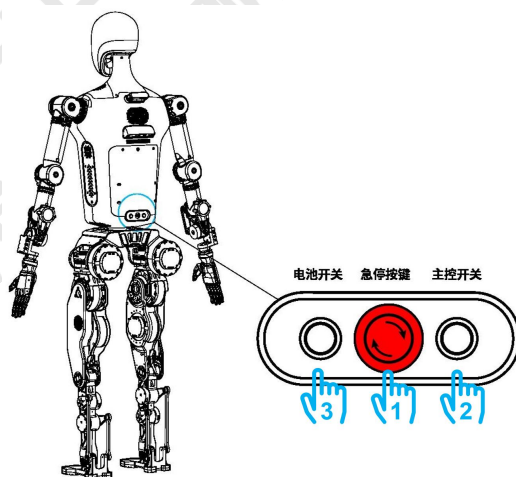
7.9. 关闭机器人

关闭机器人时，请遵循以下步骤：

1. 确认机器人已停止并返回站立状态；
2. 按下遥控器上的“B”键使机器人僵停；
3. 将机器人固定在支架上，并向上吊起；



4. 为了防止数据丢失，请按照以下顺序依次停止 7.5 程序启动中打开的程序：首先按 control+C 停止运控驱动程序，然后按 control+C 停止手臂驱动程序，最后按 control+C 停止本体驱动程序；
5. 待上述三个程序都成功停止后，在本体驱动程序的终端界面里输入命令 `poweroff`；
6. 按下急停按钮；
7. 按下主控开关键；
8. 按下电池开关键；



9. 长按 Home 键 5 秒，关闭遥控器。

8. 日常维护与管理

8.1. 日常检查

- 外壳是否有损伤、变形或松动；
- 电池与接头是否牢固；
- 各传感器是否清洁干净；
- 电机是否正常运行，有无异常抖动或噪音；
- 检查各指示灯是否常亮；
- 确保遥控器的控制功能正常。

8.2. 搬运

- 机器人装在专为机器人及其配件而设计的定制航空箱进行运输。
- 移动机器人前，请完全关机并断电，确认急停按钮处于弹出状态；
- 机器人的各个关节可能夹伤手指和身体其他部位，或缠住宽松的衣服和长发等，需格外注意。

8.3. 清洁

- 清洁机器人前，请完全关机并断电，确认急停按钮处于弹出状态，且未连接充电器；
- 禁止使用喷雾剂、酒精类溶液、水枪等直接接触机器人；
- 推荐使用柔软的干抹布擦拭外壳和传感器区域，尤其是摄像头等传感器部位。

8.4. 电池维护

- 电池应避免过充/过放，在使用结束后及时断电；
- 不建议长时间插着充电器；
- 长期停用时，贮存前请保持 50% 电量存储，并每 3 个月补充一次电，以避免电池深度放电导致电池容量迅速下降，缩短电池的循环寿命；
- 出现电池老化、鼓包或续航急剧下降，应及时联系技术支持更换。

8.5. 存储建议

- 存放环境应保持干燥、通风、无尘，温度建议为 $-4^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ ；

- 禁止与腐蚀性气体、易燃品或强电磁源接触；
- 存放时建议放入原配运输箱中。

9. 故障排除

- 当产品运行中出现异常时，请参阅下表以解决故障。

故障现象	可能故障原因	解决方法
机器人无法正常开机	电池电量耗尽	检查电池电量是否正常
机器人站立行走不稳定	IMU 积分数据需要平衡修正	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按下遥控器上的“B”键使机器人僵停； 2. 控制保护支架上升将机器人吊起； 3. 按下遥控器上的“A”键使机器人回零； 4. 控制保护支架下降，下放机器人置地面，保持竖直状态 2 分钟，以恢复 IMU 数据到平衡状态； 5. 按下遥控器上的“X”键使机器人站立，观察是否已经恢复平衡。如果没有，重复以上操作再次尝试。
机器人零位姿态不正确	原有校准数据意外丢失，或运行或搬运过程中遭受意外撞击导致零位偏移	联系售后工程师进行零位校准

- 如遇到其他使用异常，请联系售后工程师寻求专业支持。

10. 售后保修

10.1. 保修政策

- 产品自签收日起享受保修服务，保修范围仅限非人为造成的性能故障；
- 质保期间内，提供免费维修或部件更换；
- 主要保修时长如下：

类型	内容	保修期限
主机	机器人主机及构成	1 年
执行部件	关节电机等	1 年
附件	电池、电源适配器等	1 年
保护件	外壳等	无保修

- 如用户私自改装、拆装、维修，将视为自动放弃保修资格。

10.2. 非保修条款

- 超出保修期限；
- 使用方法不当，未按说明书操作造成的损坏；
- 因误操作、跌落、水渍、撞击等一切人为或意外因素造成的损坏；
- 非本司授权人员进行拆解、维修或更换部件所造成的问题。

10.3. 维修服务责任说明

- 寄回产品时，用户需自行承担运费；
- 若因地址错误或收件人拒收造成损失，用户自行负责；
- 本司检测后确认为质量问题，将承担检测费、材料费及回寄费用；
- 若问题不符合保修条件，用户可选择：
 - 付费维修（包含人工费、检测费、材料费、运输费用等）；
 - 原机寄回（回寄费用自理）；
- 产品维修可能导致数据丢失，请提前备份，否则因此造成的后果用户需自行承担；
- 维修过程中可能涉及系统操作与日志接入，默认您已授权本司访问；
- 更换下来的损坏部件归属本司，替换的新件即为用户所有；
- 更换部件可能为非全新件，但性能等同，保修期限与原件一致；
- 本司不授权任何第三方提供维修服务，如有售后需求请直接联系本司。

保修卡

- 请妥善保管本保修卡，遗失不予补发；
- 申请保修时，需提供本保修卡；
- 本保修卡所填资料属实，否则无效。

用户资料

产品型号：产品编号：

顾客姓名：购买日期：

联系电话：

保修记录

保修日期	故障及处理方法	完成日期	顾客签名

国地共建具身智能机器人创新中心有限公司

联系电话：178-0134-0147

联系邮箱：tgservice@x-humanoid.com

地址：北京市通州区经海五路 3 号院 J 区 46 号楼