Gento Luna 规格说明书



机型：Gento Luna
机型版本：V2.1
最后更新日期：2026 年 8 月 12 日

法规认证进展：
Gento Luna 已符合 FCC Part 15B 要求，符合美国市场无线通信及电磁兼容相关法规要求。

注意事项

重要安全说明

在安装、操作、维护或维修本产品之前，请务必仔细阅读本说明书中的全部内容，并严格遵守相关安全要求。

本说明书适用于 Gento Luna 轮式折叠人形机器人产品。由于产品型号、软件版本及配置可能存在差异，部分功能和操作界面可能与实际产品略有不同，请以实际产品为准。

未经本公司书面授权，请勿对机器人进行任何硬件改装、软件修改或安装未经认证的第三方设备。本公司保留实时对本说明书内容进行更新、修改及最终解释的权利。

注意（NOTICE）：首次使用机器人前，请完整阅读本说明书。

警告（WARNING）：请严格遵守本说明书中的所有安全警告和操作要求。违反相关规定可能导致设备损坏、机器人失控、人员受伤或其他安全事故。

使用环境

请确保机器人在符合以下环境条件下使用：

1. 环境温度应保持在 **-10°C～40°C**，相对湿度应低于 **90%RH（无冷凝）**。
2. 建议在室内平整、坚固且防滑的地面上运行机器人。
3. 请避免在雨雪、积水、强腐蚀性、易燃易爆或大量粉尘等环境中使用机器人。
4. 请确保机器人周围具有充足的运行空间，避免人员密集或障碍物复杂区域。

使用前检查

每次启动机器人前，请完成以下检查：

1. 检查机器人整体结构是否完好，各连接部件、机械臂、轮组及末端执行器无松动、变形或损坏。
2. 检查急停按钮功能是否正常，并确认能够可靠触发和释放。
3. 检查电池电量是否满足当前作业需求，电源连接是否正常。
4. 检查控制终端或遥操作终端是否存在故障报警、通信异常或系统错误提示。
5. 检查机器人是否安装未经授权的硬件、软件或第三方附件。
6. 检查机器人周围环境是否满足安全运行条件。

使用过程中

机器人运行过程中，请遵守以下要求：

1. 请确保机器人始终在额定载荷范围内运行，禁止超负载作业。
2. 请根据末端执行器的设计用途进行操作，避免因误用导致设备损坏或安全风险。
3. 请确保机器人在平整地面运行；如需跨越坡面，建议坡度不超过产品规定的最大爬坡能力。
4. 请勿在机器人运动过程中推拉、碰撞或人为阻碍机器人运动。
5. 非专业人员不得修改机器人运动控制参数或关闭主动安全保护功能。
6. 当机器人出现异常运动、碰撞风险或其他紧急情况时，请立即按下急停按钮，并切断机器人动力输出。
7. 机器人运行期间，请与机器人保持安全距离，避免进入机械臂、轮组及其他运动部件的工作范围。
8. 请勿将手、脚或身体其他部位置于机器人机械臂关节、折叠机构、轮组及其他可能产生夹伤、挤压或碰撞风险的区域。
9. 在机器人执行自主导航、遥操作或自动任务期间，请确保周围人员已知晓机器人运行状态，并避免进入机器人规划路径。

第 1 章 核心部件参数

1.1 Gento Luna 机械双臂参数

○ 1.1.1 末端法兰 8Pin 插头接线

■ Gento Luna 配置 Marvin 系列 M6 Lite 机械双臂，其末端法兰集成供电接口及通信接口，采用标准 8Pin 插头进行连接。

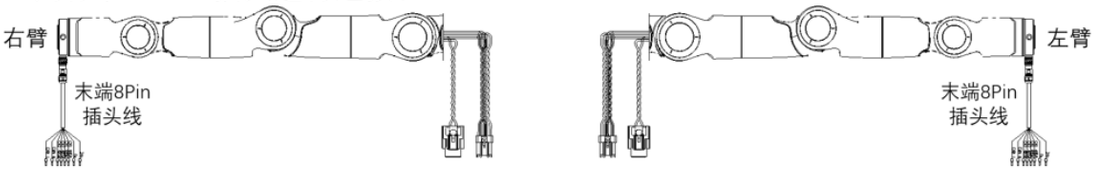


图 1.1.1Gento Luna 手臂末端法兰 8Pin 插座及插头接线图

○ 1.1.2 末端 8Pin 接口

■ Gento Luna 配置 Marvin 系列 M6 Lite 机械双臂，其末端法兰 8Pin 接口如图所示：

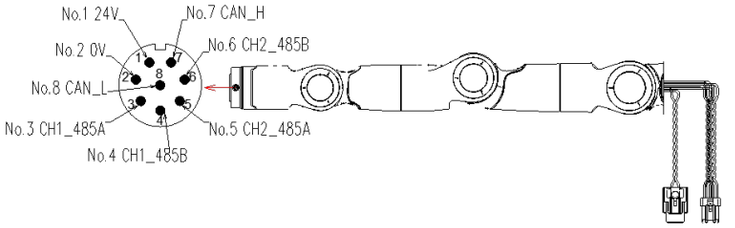


图 1.1.2 Gento Luna 手臂末端法兰 8Pin 接口图

○ **重要：**

■ 手臂末端·8Pin 接口 NO.1/NO.2 为 DC24V 供电输出接口，额定输出电流 3A；

■ 手臂末端 8Pin 接口 NO.3/NO.4 为 485 通道 1 通讯接口；

■ 手臂末端 8Pin 接口 NO.5/NO.6 为 485 通道 2 通讯接口；

■ 手臂末端 8Pin 接口 NO.7/NO.8 为 CAN 通信接口，默认为 CANFD 通讯。

1.2 Gento Luna 全向移动底盘

Gento Luna 采用高性能人形机器人专用移动底盘，作为整机核心行走部件。底盘基于先进的运动控制算法与轻量化结构设计，为机器人提供稳定、灵活、高效的移动能力，可轻松应对平坦地面、轻微坡度等常见室内外环境。

核心特性

- **运动性能**：独立四转四驱架构，支持原地 360° 旋转调头，具备出色的狭窄空间适应能力；定位精度最高可达 ±10 mm。
- **智能感知**：多传感器融合方案，支持快速建图、巡线导航及自主避障，实现智能路径规划与精准定位。
- **续航与补能**：搭载双磷酸铁锂电池，标准工况续航超过 8 小时；支持 1.5 小时快速补能，并具备智能巡回充电及电池热插拔功能，保障连续作业能力。
- **系统集成**：基于 ROS2 架构设计，具备实时通信、低延迟特性，支持多关节机械臂协同、分布式发现机制及多机器人协同作业；无缝衔接底层传感器驱动与上层域控，显著简化复杂系统集成。

1.2.1 底盘接口介绍

电池接口

Gento Luna 于底盘处搭载两块磷酸铁锂电池，电池与底盘的接触点位如下：

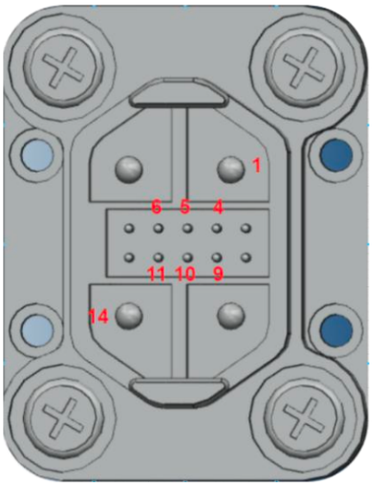
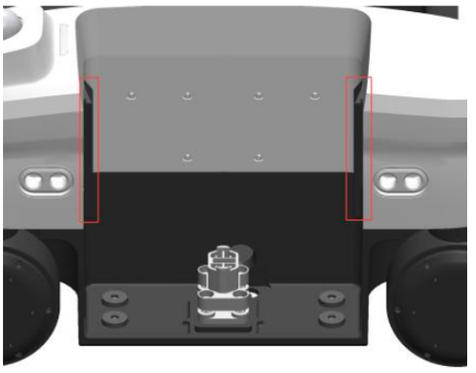
接插件图片	接插件型号	PIN 脚	标识及定义
	格瑞达 94102-XX	1	P+充放电接口正
		2	/
		3	/
		4	K+ 电池激活开关正
		5	/
		6	CANH
		7	/
		8	/
		9	K- 电池激活开关负
		10	/
		11	CANL
		12	/
		13	/
		14	P-充放电接口负

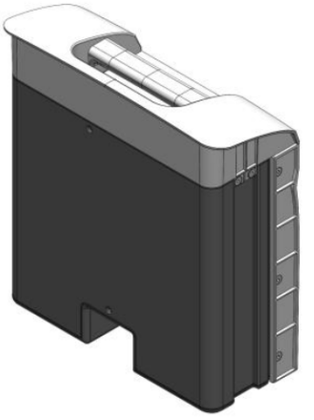
图 1.2.1 Gento Luna 底盘电池接触点位示意图

开机&遥控 Gento Luna 出仓

1. **插入两块电池：** 将电池限位轨道对准小车的限位槽，沿垂直方向顺势垂直插入即可。



小车电池限位块

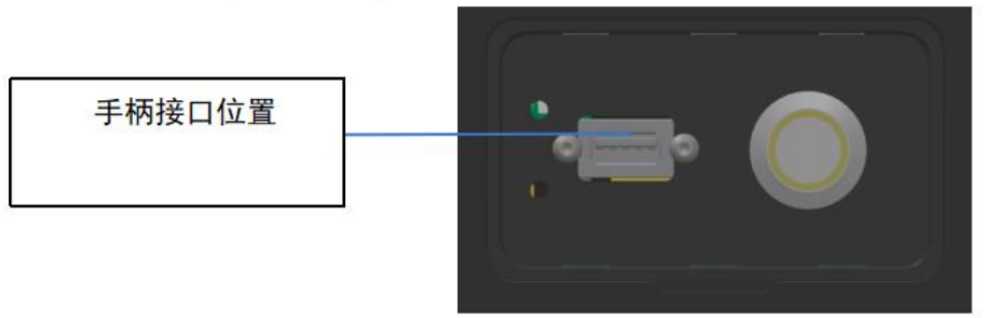


电池限位轨道

2. 找到电源切换开关按钮，当按下按钮亮起绿光即表示开机完成。



3. 开机后进行手柄连接，将手柄公头连接至小车车尾处手柄母头,连接成功手柄绿灯闪烁。



4. 连接成功手柄指示灯闪烁,如下图，按住 home 键进入开机状态)



同时两次长按下+和—，第一次会变成第一个灯常亮，第二次会变成后三个灯常亮。 手柄进入 D 模式，配置完成。



底盘初始的移动速度为 0.6m/s，使用主控盘后退方向键可使 Gento Luna 移动出舱。





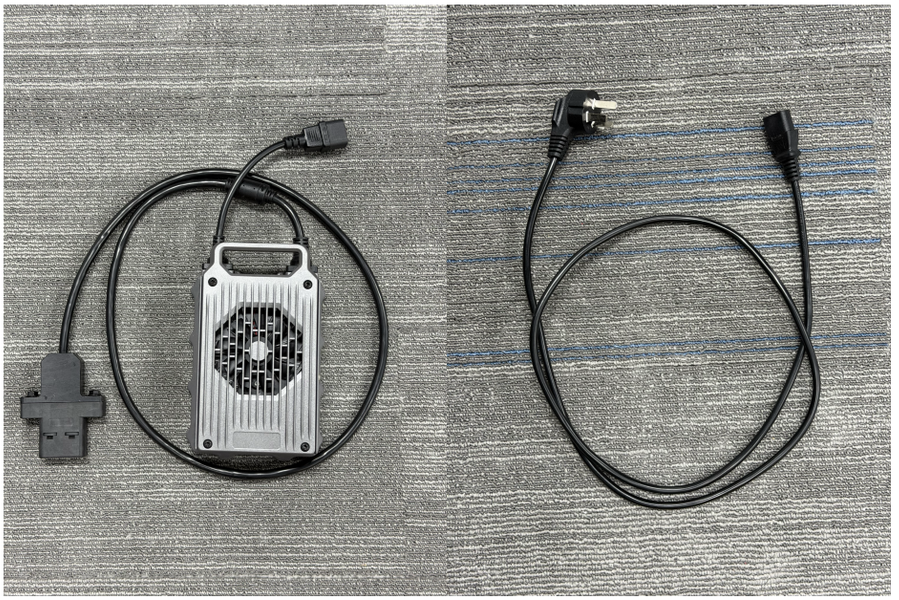
Gento Luna 于底盘搭载的指示灯颜色状态如下：

底盘状态	呼吸灯颜色
工作中	蓝色呼吸灯 1Hz
充电中	黄色呼吸灯 1Hz
无任务时	绿色呼吸灯 1Hz
低电量提示	橙色呼吸灯 1Hz
避障减速中	橙色呼吸灯 2Hz
避障停止	红色呼吸灯 1Hz
故障报警	红色呼吸灯 2Hz
无线手柄	白色呼吸灯 1Hz
软件控制	紫色呼吸灯 1Hz
开机中	蓝色常亮
关机中	橙色常亮
没有上层域控	紫色常亮
OTA 升级中	白色流水
OTA 升级成功	蓝色常亮
OTA 升级失败	红色常亮

底盘充电：
Gento Luna 提供三种充电方式：手动充电，智能移动充电桩回充，电池充电仓充电

手动充电：
Gento Luna 配备专用手动充电器，用于机器人电池的日常有线充电。
充电器采用智能充电管理技术，支持恒流（CC）和恒压（CV）多阶段充电模式，可根据电池状态自动调整充电过程，在保证充电安全的同时提升充电效率。
充电器防护等级为 **IP65**，适用于常规室内及工业应用环境。充电参数已针对 Gento Luna 电池系统进行匹配，可提供稳定、可靠的充电性能。

随机附赠的线缆如下：



电池&连接线

将连接线和电池连接后，将电源接口插入到底盘接口，此时呼吸灯变更为黄色(1 Hz 频率闪烁)
请注意充电口插入的正反方向

于软件界面显示“充电中”的示意图如下：



输入特性如下

序号	项目	规格	备注
1	额定输入电压	120Vac，220-240Vac	
2	输入电流	≤12A	
3	输入频率范围	45~65Hz	
4	功率因数	≥0.98	
5	效率	≥90%@220VAC	
6	待机功耗	≤5W	

输出特性如下

序号	项目	规格	备注
1	输出电压范围	36-54.75VDC	
2	额定输出电压	48VDC	
3	最大输出电流	15A	
4	最大输出功率	840W	
5	输出电压纹波系数	≤5%	

智能移动充电桩回充（选装配置）

Gento Luna 支持选配智能移动充电桩，可实现机器人自主回充，降低人工干预，提高设备连续运行能力。充电系统采用高频开关电源架构，内置微处理器进行充电过程管理，支持恒流（CC）与恒压（CV）多阶段智能充电策略。系统可根据电池状态实时调整充电参数，对充电过程进行动态监测与保护，在保障充电安全性的同时兼顾充电效率与电池使用寿命。

当自动回充功能启用，且机器人电池电量（SOC）低于设定阈值，同时当前无执行任务时，机器人将自动导航至充电站，完成自动对接并开始充电，全程无需人工干预。

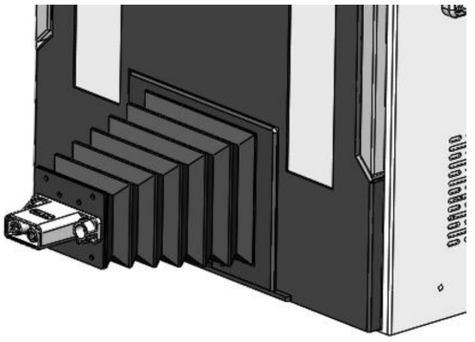
使用前提

- 自动充电桩已完成安装及调试；
- 地图已完成充电站配置；
- 自动回充功能已启用。

产品外型参数如图所示



输出接口-浮动机构：AMR 小车到达充电位置，并与浮动机构接触上，充电机与电源板建立通讯连接后，充电机检测到电池开始充电。



智能移动充电桩

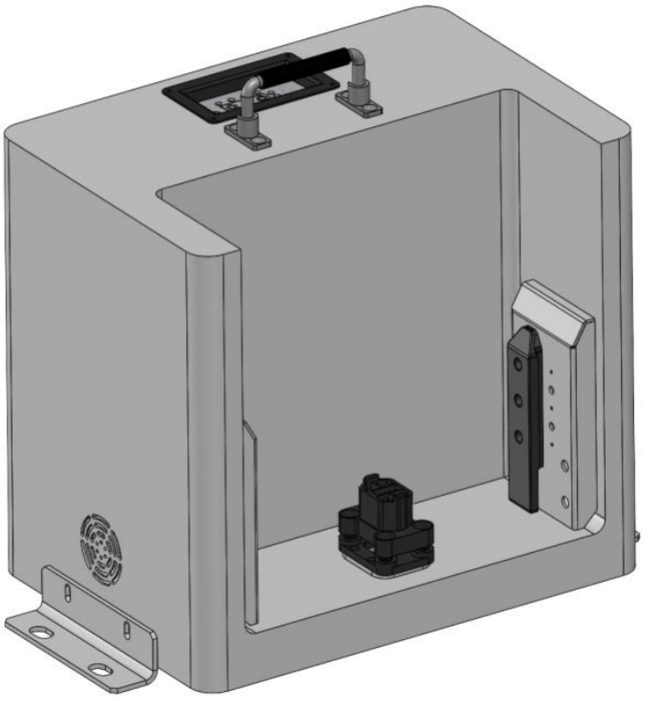
产品主要规格如下:

产品名称	Gento Luna 移动充电桩
额定输入电压范围	AC 120Vac，220~240Vac
输入电流	≤12A
额定输入电压	48V
最高输出电压	54V
输出最大电流	30A
功率因数	≥0.99
效率	≥91%
最大输出功率	1300W@120Vac 1500W@220Vac

独立电池充电仓(选装配置)

Gento Luna 支持选配独立电池充电仓，用于机器人电池的离线充电与快速轮换。充电仓兼容 AC 90–240 V 宽电压输入，适用于 48V 电池系统，并采用智能充电管理策略，根据电池状态自动调节充电过程，实现安全、稳定、高效的充电。产品集成充满自动停止及多重保护机制，可满足长期连续运行场景下的电池管理需求。

充电仓外形图如下：



输入特性如下：

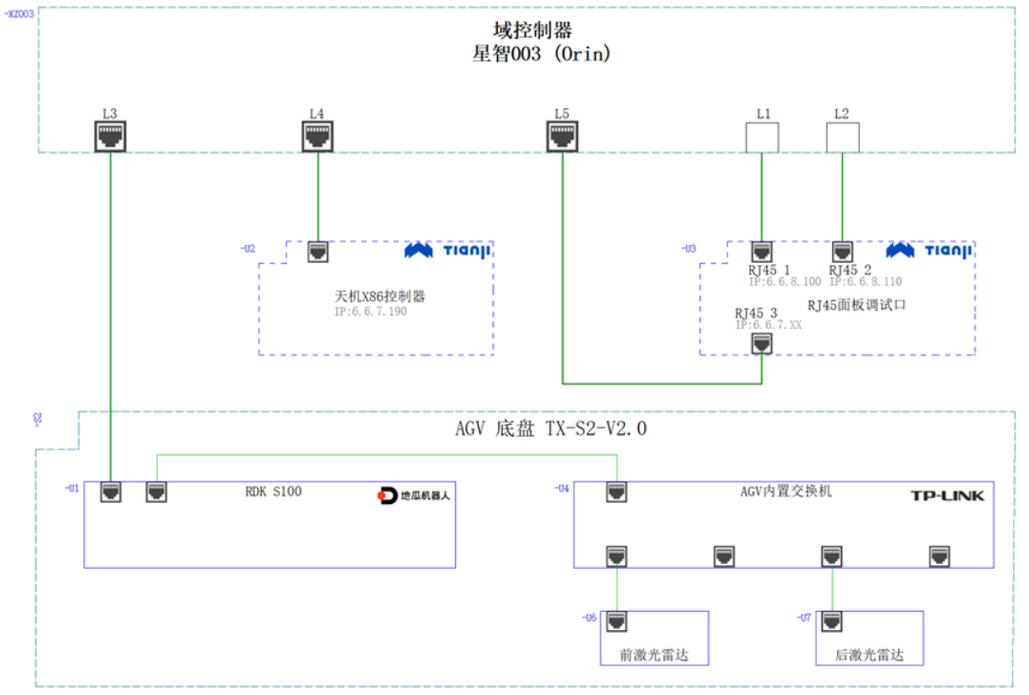
序号	项目	规格	备注
1	额定输入电压	90Vac-264Vac	兼容全球电压范围
2	额定输入频率	50Hz/60Hz	
3	输入电流	10A Max	
4	输入频率范围	45~65Hz	
5	功率因数	≥0.98	半载以上满足（输出最大功率的一半以上）
6	效率	≥92%	额定电压条件
7	高压防护特性	最高 420V AC 输入不损坏。	

输出特性如下：

序号	项目	规格	备注
1	输出电压	6-68VDC	
2	额定输出电压	48VDC	
3	最大输出电流	18A	
4	最大输出功率	850W	
5	输出电压精度	±2%	
6	输出电流精度	±3%	半载以上满足(输出最大功率的一半以上)
7	输出电压纹波	±2%	
8	防短路	有,机器短路不损坏。	
9	防反接	有,电池反接不损坏机器。	

1.3 Gento Luna Ethernet 通信架构

Gento Luna Ethernet 通信架构—NVIDIA Orin 边缘 AI 计算平台



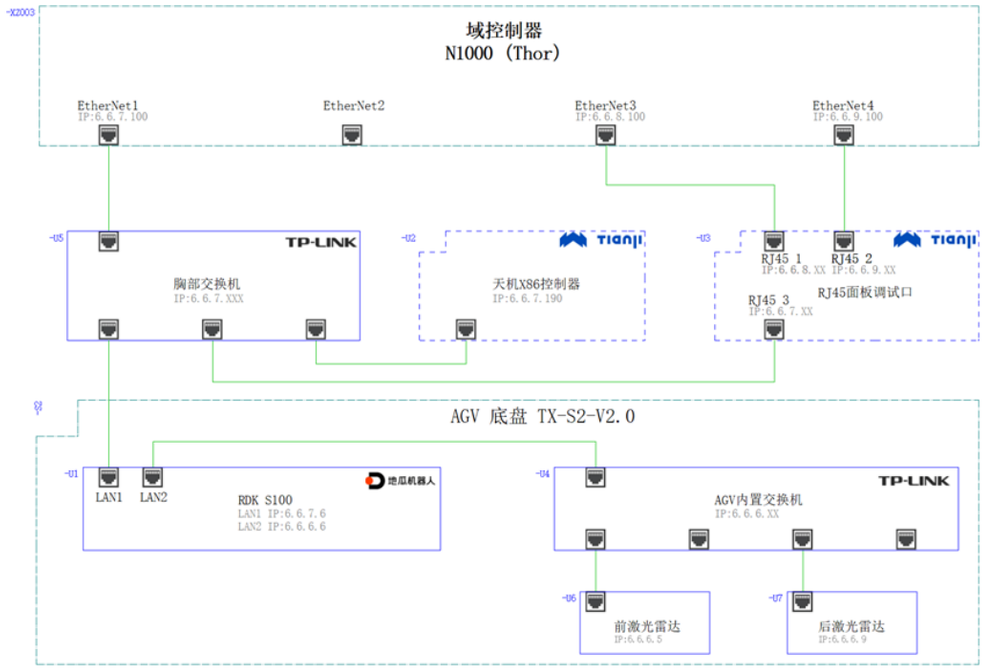
Gento Luna 采用基于 **NVIDIA Orin 边缘 AI 计算平台**的千兆以太网通信架构，以 NVIDIA Orin 边缘 AI 计算平台作为整机大模型控制中心，构建统一的高速数据通信网络。AGV 底盘控制器、激光雷达、天机运动控制计算平台及外部调试接口等支持 Ethernet 通信的设备均通过千兆网络互联，实现感知数据、运动控制指令及系统状态信息的高速交换，为机器人自主导航、环境感知、运动控制及智能决策提供稳定可靠的数据通信基础。

系统主要包括：

- **NVIDIA Orin 边缘式 AI 计算平台** ：作为机器人中央计算平台，负责人工智能算法运行、多传感器数据融合、设备管理及网络通信调度。
- **天机运动控制计算平台**：负责机器人躯干及机械双臂的运动控制、扩展计算及外围设备管理，并作为 EtherCAT 主站实现各关节驱动器的实时控制。
- **RJ45 面板调试口**：提供以太网调试与维护接口，用于设备配置、软件升级、网络诊断及系统调试。
- **RDK S100**：作为 AGV 底盘控制器，负责移动底盘运动控制、状态反馈及底盘系统管理。
- **AGV 内置交换机**：构建 AGV 底盘内部千兆以太网，实现底盘控制器、激光雷达及域控制器之间的高速数据交换。
- **前/后激光雷达**：通过千兆以太网接口接入 AGV 内置交换机，实现环境感知、定位建图、导航及避障功能。

所有设备模块通过统一的 Ethernet 网络进行通信，可支持高带宽传感器数据传输、实时控制及多控制器协同工作，为机器人提供稳定、高效的网络通信能力。

Gento Luna Ethernet 通信架构—NVIDIA Thor 边缘 AI 计算平台(高算力配置)



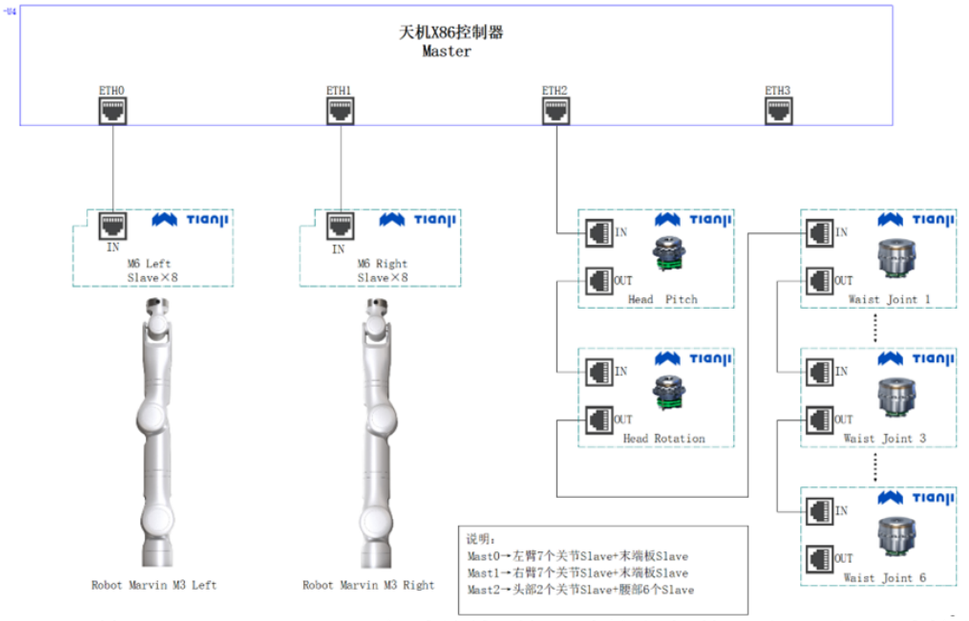
Gento Luna **可选装**基于 **NVIDIA Thor 边缘 AI 计算平台**的千兆以太网通信架构，以 NVIDIA Thor 作为整机智能计算中心，统一管理机器人感知、规划、决策与运动控制等核心计算任务。AGV 底盘控制器、激光雷达、视觉相机、天机运动控制计算平台及外部调试接口等支持 Ethernet 通信的设备均通过千兆网络互联，实现感知数据、运动控制指令及系统状态信息的高速交换，为机器人自主导航、多模态环境感知、全身运动控制、大模型推理（VLA）、智能决策及具身智能应用提供高带宽、低时延、稳定可靠的数据通信基础。

系统主要包括：

- **NVIDIA Thor 边缘式 AI 计算器** ：作为机器人中央计算平台，负责人工智能算法运行、多传感器数据融合、设备管理及网络通信调度。
- **胸部交换机**：构建机器人上半身内部高速以太网通信网络，实现域控制器、x86 控制器及底盘系统之间的数据交换与网络互联。
- **天机运动控制计算平台**：负责机器人运动控制、扩展计算及外围设备管理，并作为 EtherCAT 主站实现各关节驱动器的实时控制。
- **RJ45 面板调试口**：提供以太网调试与维护接口，用于设备配置、软件升级、网络诊断及系统调试。
- **RDK S100**：作为 AGV 底盘控制器，负责移动底盘运动控制、状态反馈及底盘系统管理。
- **AGV 内置交换机**：构建 AGV 底盘内部千兆以太网，实现底盘控制器、激光雷达及域控制器之间的高速数据交换。
- **前/后激光雷达**：通过千兆以太网接口接入 AGV 内置交换机，实现环境感知、定位建图、导航及避障功能。

所有设备模块通过统一的 Ethernet 网络进行通信，可支持高带宽传感器数据传输、实时控制及多控制器协同工作，为机器人提供稳定、高效的网络通信能力。

Gento Luna EtherCAT 运动控制架构



Gento Luna 采用基于 **EtherCAT 工业实时总线** 的运动控制架构，由 **天机运动控制计算平台** 作为 EtherCAT Master，对全身关节驱动模块进行统一管理，实现机器人各关节的高精度同步控制。

系统主要包括：

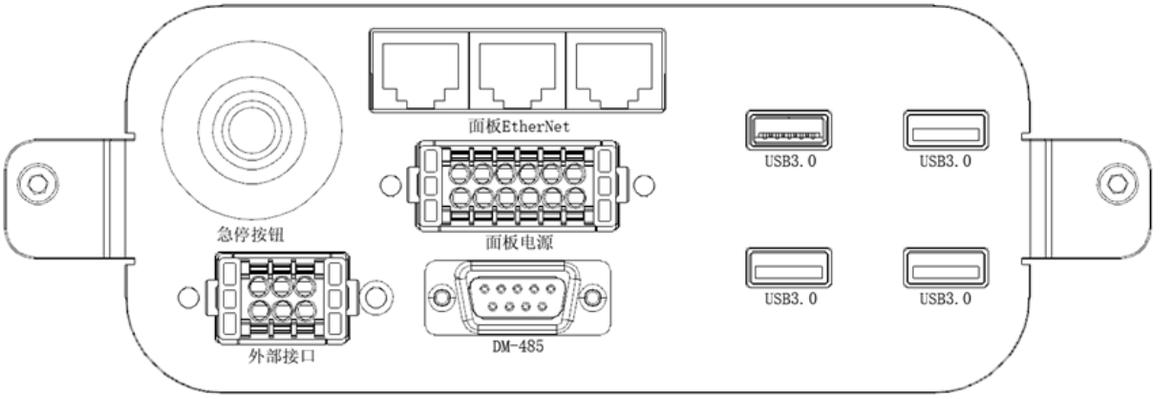
- **天机运动控制计算平台**：作为 EtherCAT Master，负责机器人运动规划、实时控制及各 EtherCAT Slave 的通信管理，实现全身关节的协同控制。
- **M6 Left Slave ×8**：负责左臂 7 个关节驱动模块实时控制，第 8 个从站为末端 IO 板，实现左臂各自由度的精确运动。
- **M6 Right Slave ×8**：负责右臂 7 个关节驱动模块实时控制，第 8 个从站为末端 IO 板，实现右臂各自由度的精确运动。

针对适配灵巧手的缩短款腕部相机法兰套件
M6 Left Slave ×7: 负责左臂 7 个关节驱动模块的实时控制，实现左臂各自由度的精确运动
M6 Right Slave ×7: 负责有右臂 7 个关节驱动模块的实时控制，实现右臂各自由度的精确运动

- **Head Pitch**：负责机器人头部俯仰（Pitch）自由度的运动控制，实现头部上下姿态调节。
- **Head Rotation**：负责机器人头部旋转（Rotation）自由度的运动控制，实现头部左右转动。
- **Waist Joint 1–6**：负责机器人腰部 6 个关节的协同运动控制，实现腰部多自由度姿态调整及整机运动协调。

所有 EtherCAT Slave 均通过 EtherCAT 总线进行实时通信，实现控制指令与状态反馈的高速同步传输，可满足机器人多自由度关节同步控制、高动态响应及高精度运动控制需求。

Gento Luna 后背控制面板示意图：



Gento Luna 后背控制面板接口说明

后背控制面板集中了设备所需的电源输入、控制通信、数据传输及安全互锁等硬件接口，面板布局及功能定义如下：

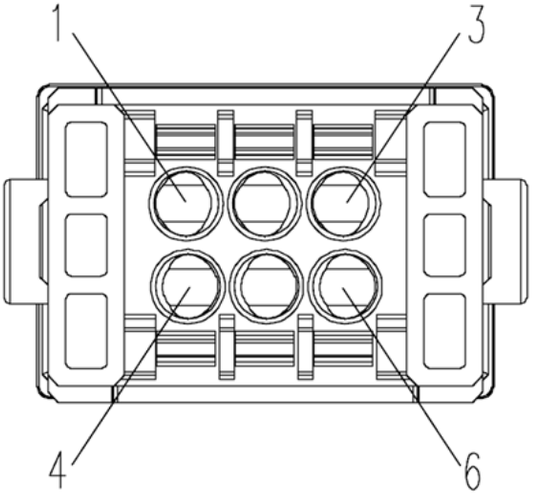
急停按钮： 蘑菇头自锁式紧急停止开关。用于紧急情况下直接切断设备关键动作电源（硬件安全互锁）。按压触发断路，顺时针旋转复位。

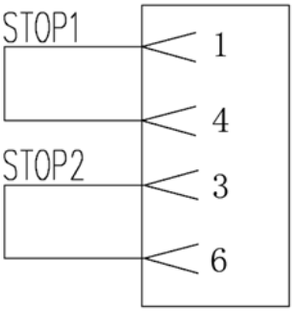
面板 EtherNet： RJ45 以太网接口（共 3 个）。用于设备内部控制器交换、外部上位机通讯或局域网数据交互。

接口	默认 IP 地址
RJ45 1	6.6.7.XX
RJ45 2	6.6.8.XX
RJ45 3	6.6.9.XX

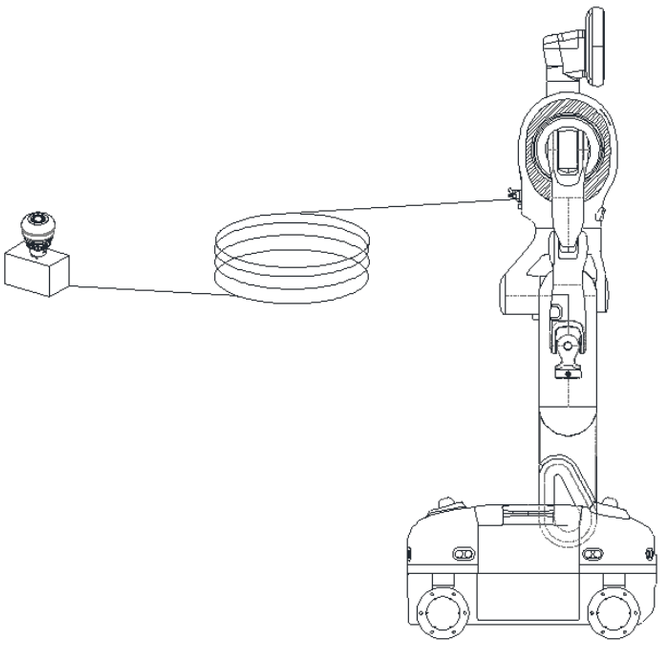
USB 3.0： USB 3.0 Type-A 高速数据接口（共 4 个）。用于连接外部存储设备、外接设备扩展或系统固件更新，最高支持 5 Gbps 传输速率。
外部接口： 多芯工业信号连接器。用于连接外部急停装置。
DM-485： DB-9 工业串行通信接口。采用标准 RS-485 差分信号传输，用于工业总线设备交互与特定控制协议通信，用于连接关节模组伺服驱动（用于 Debug 调试）
面板电源：多芯工业电源输入接口，用于机器人整机电源接入，为控制系统、驱动系统及各功能模块提供稳定供电。

外部接口示意图：





外部急停—Gento Luna 出货的默认状态为 1 引脚和 4 引脚短接，3 引脚和 6 引脚短接
如需外部急停，14，36 引脚分别接入外部急停盒常闭触点，如下图所示：

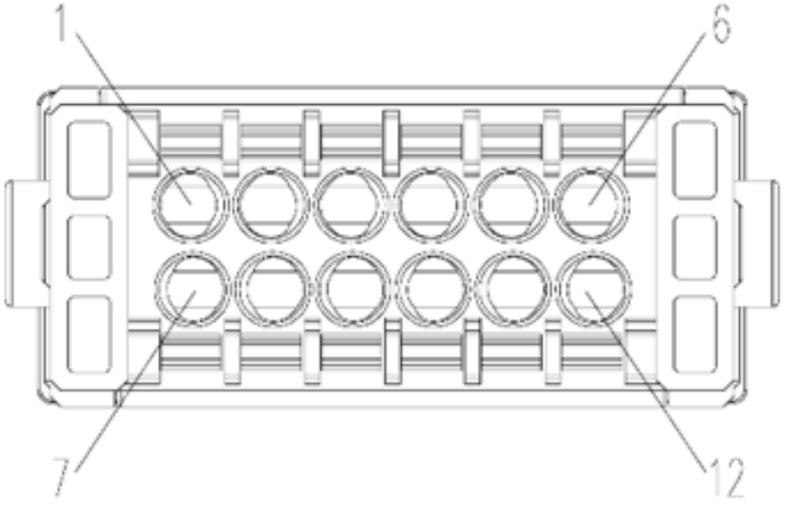


外部急停按钮示意图

外部急停按钮引脚定义:

引脚	定义	备注
1	485A	左臂驱动 Debug 调试
2	485B	
7	485A	右臂驱动 Debug 调试
9	485B	
8	485A	头部&腰部 Debug 调试
5	485B	

面板电源输出口



面板接口引脚定义

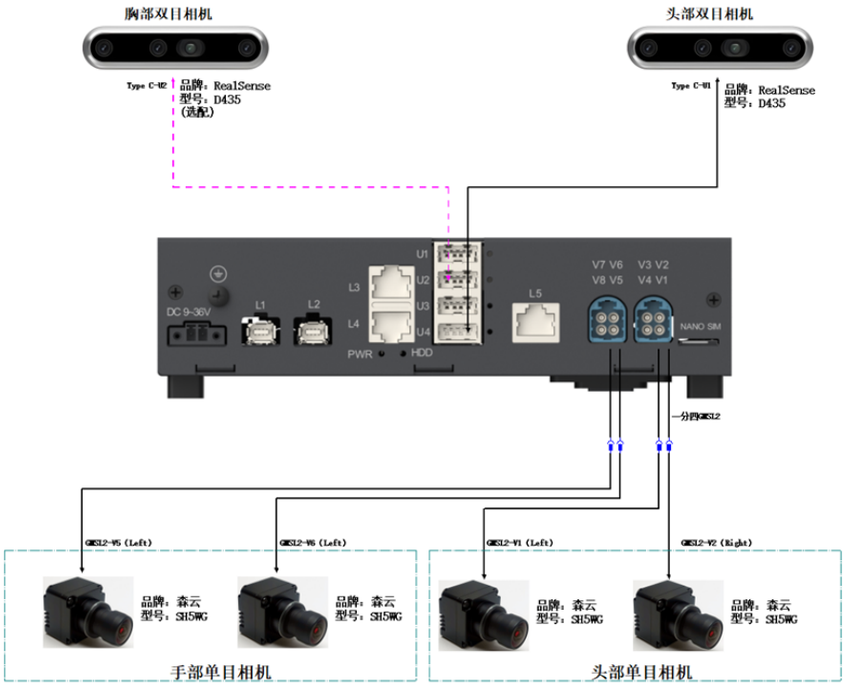
引脚	定义	功率	说明
1	48V	200W	电池供电，电压波动范围:48V~60V
7	0V		
2	24V	150W	电压波动范围:24V±5%
8	0V		
3	24V	150W	
9	0V		
4	12V	150W	电压波动范围:24V±5%
10	0V		
5	12V	150W	
11	0V		
6	5V	30W	电压波动范围:24V±5%
12	0V		

Gento Luna 于全身搭载的相机规格参数如下

GentoLuna	版本号	**V2.1**				
机身位置	头部 1(标配)	头部 2(标配)	胸腔(选配)	腕部(标配)	腕部(选配)	底盘
相机名称	英特尔 D455C	森云智能 SHW5G	英特尔 D435	森云智能 SHW5G	英特尔 D405GA	灵猴机器人 LH-DS-51
分辨率@帧率	1280x720@30 fps; 848x480@90 fps	2560x1984@30 fps	1280x720@30 fps; 848x480@90 fps	2560x1984@30 fps	1280x720@30 fps; 848x480@90 fps	640×400@30fps
视场角	深度: 87°(H)x58°(V) RGB: 90°(H)x65°(V)	130°(H)x 102°(V)	深度: 85.2°(H)x58°(V) RGB: 69.4°(H)x42.4°(V)	130°(H)x 102°(V)	深度: 84°(H)x58°(V) RGB: 84°(H)x58°(V)	深度: 78°(H)x53°(V) RGB: 63.05°(H)x41.93°(V)
传输接口	USB 3.0	GMSL 2	USB 3.0	GMSL 2	GMSL	USB 2.0

Gento Luna 搭载 NVIDIA Orin 边缘 AI 计算平台 的配置架构接线示意图：

手腕部搭载 SHW5G 相机支架套件(标准配置)：

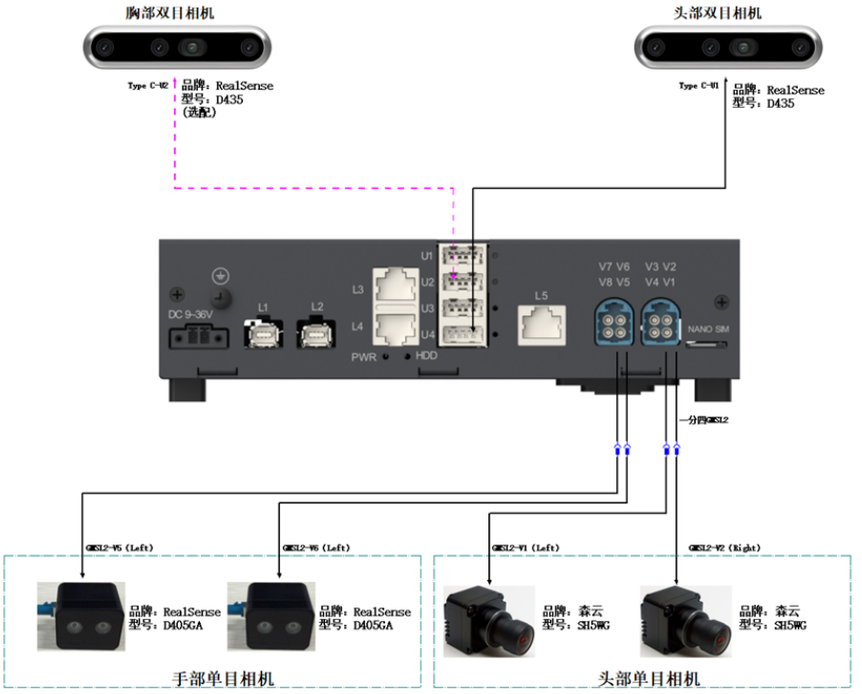


视觉感知系统连接配置说明

上述配置架构接线示意图以**手腕部搭载 SHW5G 相机支架套件**为标准配置，通过机载工控主机的多元化接口实现多路视觉传感器的接入与数据采集：

1. **USB 相机接入（深度视觉）：**
   - **头部双目相机（标配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，通过 USB 3.0 Type-A 连接至主机的 **U4** 端口。
   - **胸腔双目相机（选配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，以虚线标识为可选扩展配置，选配时通过 USB 3.0 Type-A 接口预留线路连接至主机的 **U2** 接口。
2. **GMSL2 协议以 Fraka 接口连接道边缘式 AI 计算器（高精单目视觉）：**
   - 系统下方搭载 **4 路森云智能 SHW5G 单目相机**，采用 **一分四 GMSL2 专有转接线缆** 统一接入主机的 GMSL 接口（V1~V8 区域）：
     - **手部单目相机：**配置 2 台 **森云 SHW5G** 单目相机，分别通过 GMSL2-V5(Left) 和 GMSL2-V6(Left) 信号线接入主机。
     - **头部单目相机：**配置 2 台 **森云 SHW5G** 单目相机，分别通过 GMSL2-V1(Left) 和 GMSL2-V2(Right) 信号线接入主机。

手腕部搭载 D405GA 相机支架套件(选装配置)：



视觉感知系统连接配置说明

本套件通过机载工控主机的多元化接口实现多路视觉传感器的接入与数据采集:

1. **USB 相机接入（深度视觉）：**
   - **头部双目相机（标配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，通过 USB 3.0 Type-A 连接至主机的 **U4** 端口。
   - **胸部双目相机（选配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，以虚线标识为可选扩展配置，选配时通过 USB 3.0 Type-A 接口预留线路连接至主机的 **U2** 接口。
2. **GMSL2 高速相机接入（手部与头部视觉）：**
   - 系统下方传感器采用 **一分四 GMSL2 专有转接线缆** 统一接入主机的 GMSL 接口（V1~V8 区域）:
     - **手部双目/高精度相机：** 配置 2 台 **RealSense D405GA** 相机，分别通过 GMSL2-V5(Left) 和 GMSL2-V6(Left)信号线接入主机。
     - **头部单目相机：** 配置 2 台 **森云 SHW5G** 单目相机，分别通过 GMSL2-V1(Left) 和 GMSL2-V2(Right) 信号线接入主机。

Gento Luna 搭载 NVIDIA Thor 边缘 AI 计算平台 的配置架构接线示意图：

Gento Luna (NVIDIA Thor) 视觉感知系统连接配置说明（手腕部搭载 SHW5G 相机支架套件)：



该示意图以手腕部搭载 SHW5G 相机支架套件（标准配置）为例，展示基于 **NVIDIA Thor 边缘式 AI 计算器**的多元化视觉传感器接入与数据传输拓扑关系：

1. **USB 相机接入（深度视觉）：**
   - **头部双目相机（标配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，通过 Type C-U1 接口线缆直接连接至 Thor 控制主机的通讯接口。
   - **胸部双目相机（选配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，以虚线标识为可选扩展配置，选配时通过 Type C-U2 接口预留线路连接至 Thor 控制主机。
2. **GMSL2 高速相机接入（高精单目视觉）：**
   - 系统下方搭载 **4 路森云 SHW5G 单目相机**，采用 **一分四 GMSL2 专有转接线缆** 统一接入 Thor 处理单元的高速 FAKRA 接口：
     - **手腕部单目相机：** 配置 2 台 **森云 SHW5G** 单目相机，分别通过 A-GMSL2-V3(Left) 和 A-GMSL2-V4(Left) 信号线接入主机。
     - **头部单目相机：** 配置 2 台 **森云 SHW5G** 单目相机，分别通过 A-GMSL2-V1(Left) 和 A-GMSL2-V2(Right) 信号线接入主机。

Gento Luna (NVIDIA Thor) 视觉感知系统连接配置说明（手腕部搭载 D405GA 相机支架套件)：



Gento Luna (NVIDIA Thor) 视觉感知系统连接配置说明

本配置展示基于 **NVIDIA Thor 边缘式 AI 计算器** 处理单元的多元化视觉传感器接入与数据传输拓扑关系：

1. **USB 相机接入（深度视觉）：**
   - **头部双目相机（标配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，通过 Type C-V1 接口线缆直接连接至 Thor 控制主机的通讯接口。
   - **胸部双目相机（选配）：** 配置 RealSense D435 深度相机，以虚线标识为可选扩展配置，选配时通过 Type C-V2 接口预留线路连接至 Thor 控制主机。
2. **GMSL2 高速相机接入（头部与手腕部视觉）：**
   - 系统下方传感器采用 **一分四 GMSL2 专有转接线缆** 统一接入 Thor 处理单元的高速 FAKRA 接口：
     - **头部单目相机 ：**配置 2 台 **森云 SHW5G** 单目相机，分别通过 A-GMSL2-V1(Left) 和 A-GMSL2-V2(Right) 信号线接入主机。
     - **手腕部深度相机：**配置 2 台 **RealSense D405GA** 相机，分别通过 B-GMSL2-V1(Left)和 B-GMSL2-V2(Left) 信号线接入主机。

第 3 章 软件操作说明

3.0 通讯连接

机器人平台整体通过以太网进行连接，并留有对外接口，各个模块 IP 地址设置如下：

底盘 IP：6.6.7.6

控制器 IP：6.6.7.100

运控控制器 IP：6.6.7.190

NVIDIA Orin 边缘 AI 计算平台

用户名：nvidia，密码：nvidia

NVIDIA Thor 边缘 AI 计算平台(高算力配置)

用户名：user，密码：1

3.1 调试准备

3.1.1 软件获取与安装运行

- **软件获取**

FXPlatform 是天机机器人控制调调试软件；支持 LINUX_x86 和 WINDOWS_64 双平台；跟随 SDK 发布，此软件仅使用 Gento 系列产品，且目前版本基于控制器主版本 1004；
SDK 详情请访问：https://github.com/tianjizn/tianji-robot-SDK/tree/Gento_Skye%2BLuna

- **安装运行**

我们测试并提供在 WINDOWS 和 UBUNTU20.04_X86 下可执行的软件,如果与您的环境不一致，请下载源码后编译库，直接运行或者生成可执行 APP，运行前请确认：

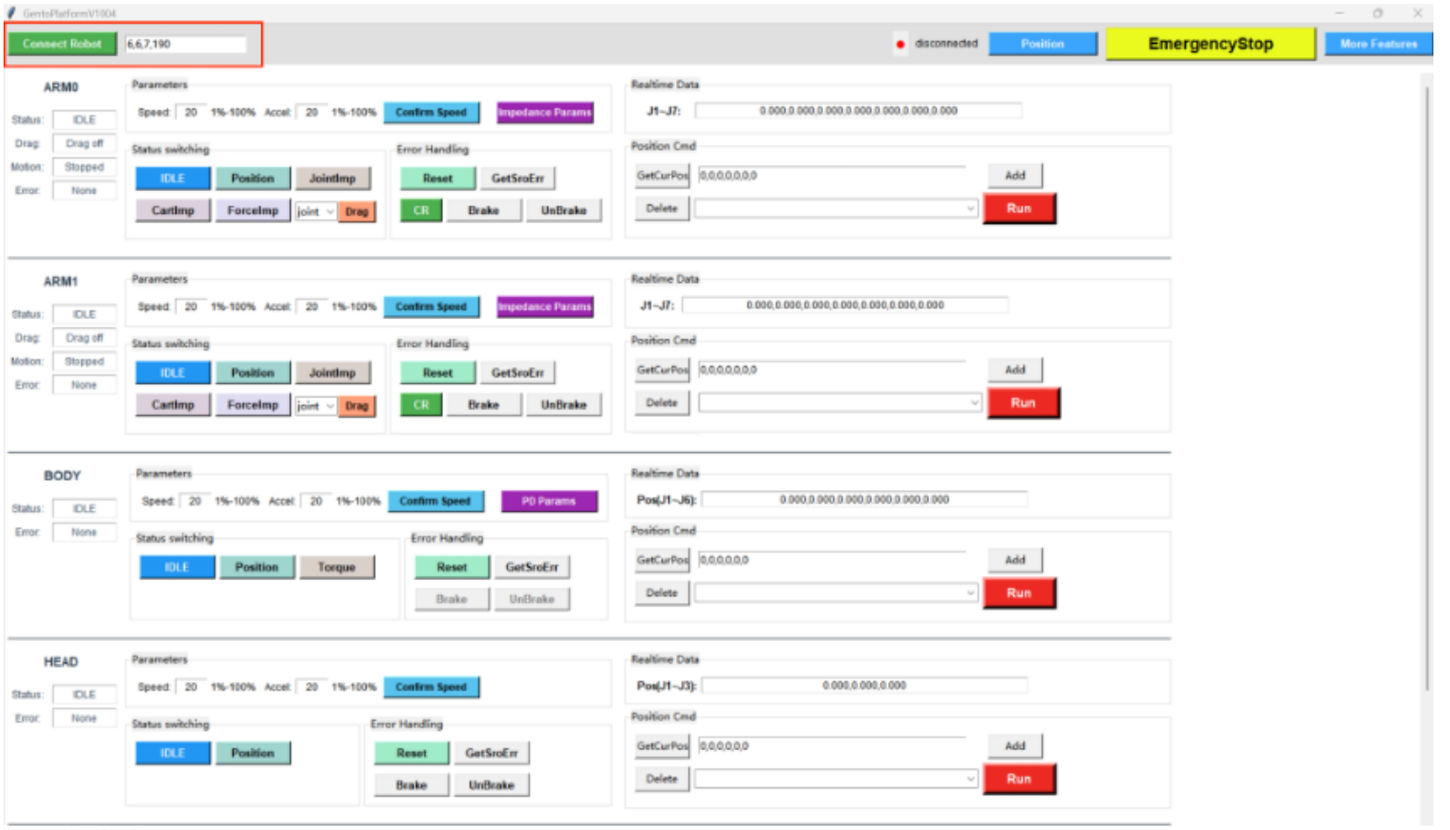
基础环境：python3.10 及以上, pyinstaller,pillow
确保 SDK_PYTHON 文件夹下为./contrlSDK 和 ./kinematicsSDK 下编译的最新的动态库 SO：
libMarvinSDK.so 和 libKine.so
运行 APP：

源码运行：ui.py
生成可执行文件后运行，以便于分发到其他无 PY 环境的电脑上：python setup.py

3.1.2 连接机器人与排查

在进行软件连接前，请确认以下物理连接已正确建立：

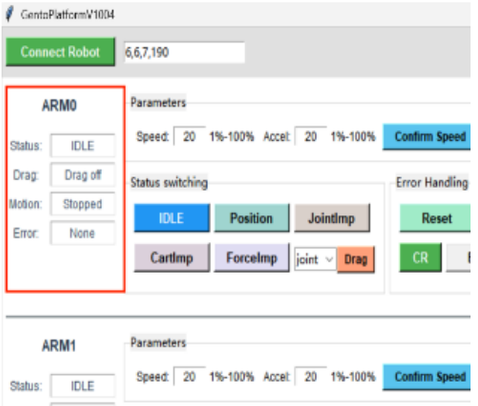
- 控制器电源已接通
- 以太网线缆连接牢固：一端插入控制器网口（标注为 CAT.6），另一端插入电脑网口或交换机
- 机器人本体急停按钮处于释放状态



- **操作步骤**
  - 在界面左上角找到连接设置区域
  - 在 IP 地址输入框中，准确输入机器人控制器的 IP 地址
  - 点击“连接机器人”按钮，发起连接请求
  - 成功后，按钮状态会自动更新为绿色的“已连接”
- **排查**
  - 网络连接：请确保电脑与机器人控制器处于同一个局域网内
  - IP 校验：输入前请再次核对 IP 地址，避免因地址错误导致连接失败
  - 故障排查：若失败，请优先检查机器人电源状态及网络配置是否正确

3.2 界面功能概览

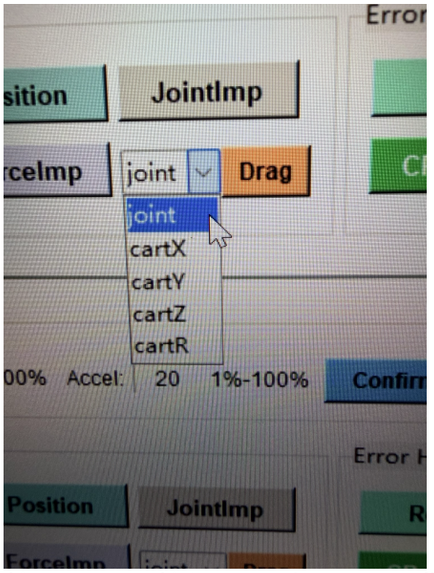
3.2.1 左侧状态栏



状态显示：实时反馈机器人运行状态（如空闲模式、位置模式、阻抗模式等）
拖动按钮状态：清晰指示拖动示教功能的启用/禁用状态
运动状态：直观展示机器人当前是否处于完全静止状态

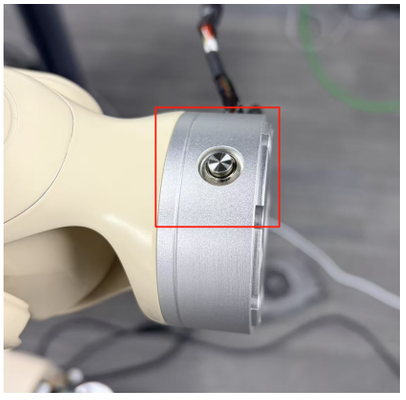
错误码显示：实时提示系统当前错误代码，便于快速排查问题

拖动示教操作：



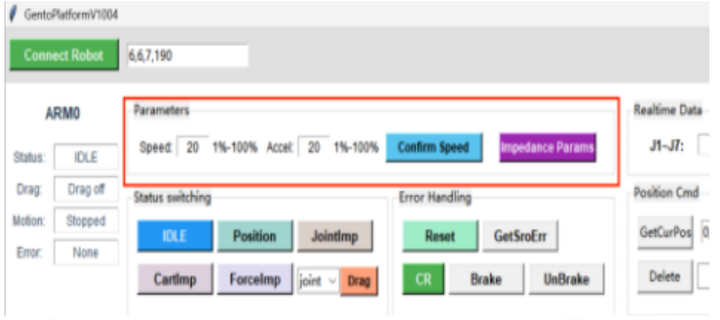
按下“Drag 按钮”后，机器人即进入拖拽示教模式，可通过手动引导机器人完成拖动，操作便捷高效，支持基于 X 轴笛卡尔拖拽、Y 轴笛卡尔拖拽、Z 轴笛卡尔拖拽、旋转拖拽；

开启拖拽示教模式之后，用户在末端法兰处按住此物理按钮，即可跟随拖动；



3.2.2 参数设置栏

- **速度与加速度设置**

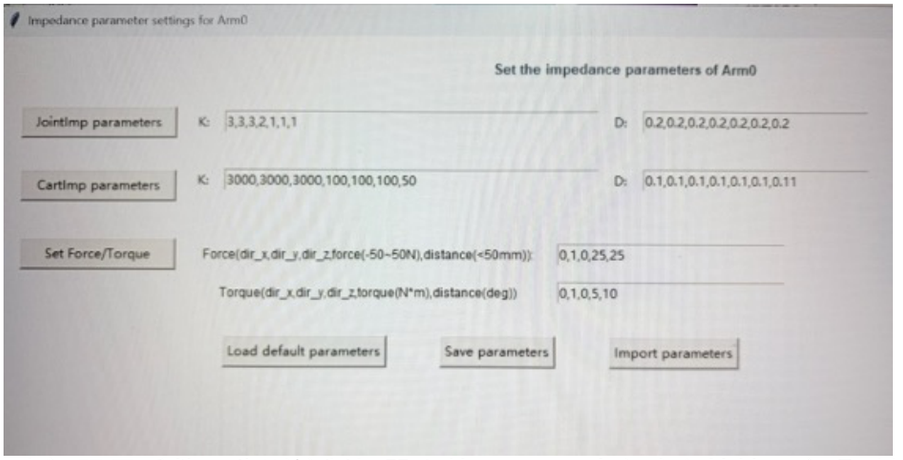


速度(%)：通过输入框，可在 0-100% 的范围内调节

加速度(%)：配合速度进行联动设置，同样支持 0-100% 的自由调节

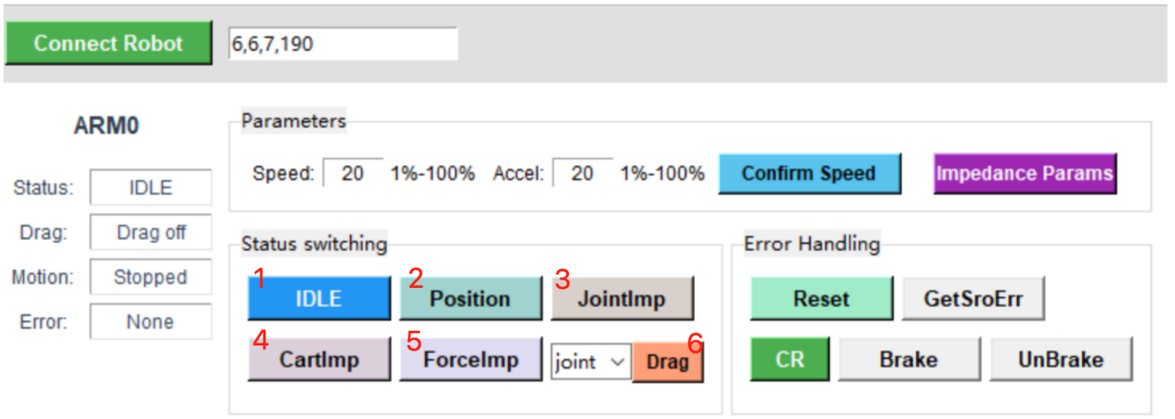
建议设置：初次使用或测试阶段，推荐将速度和加速度值设定在 5-10% 的较低区间，确保操作安全

- **阻抗参数设置**



刚度/阻尼系数：分别控制机器人的 K，D；动态响应特性，实现对机械臂行为的精细微调
力 / 力矩设置值及最大检测距离：
xyz 方向，-50 ~ 50 的力，检测距离
xyz 方向，扭矩，检查角度
典型应用场景：适用于精密零件装配、曲面力控打磨等，需要机械臂与环境保持柔性接触与互动的专业作业场景

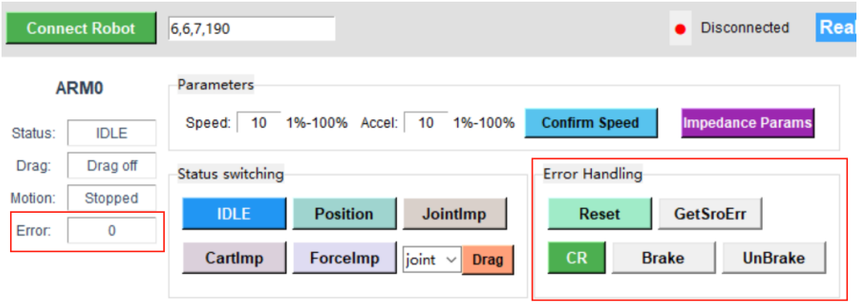
3.2.3 状态转化模式



1、空闲状态(IDLE)：下使能状态，不响应运动指令；此状态下主要用于初始化配置、参数修改或模式切换
2、位置模式（Position)：标准的位置控制模式；机器人精确接收并执行绝对或相对位置指令，适用于路径固定的常规作业
3、关节阻抗模式（JointImp)：在关节空间实现阻抗控制，提供良好的关节柔顺性；非常适合需要人机物理协作、力控打磨或柔性装配的场景
4、笛卡尔阻抗模式（CartImp)：在机器人末端笛卡尔空间进行阻抗控制，保持末端姿态的柔顺性，适用于需要恒定接触力的任务（如去毛刺、曲面贴合）
5、力控模式（ForceImp)：直接对机器人进行高精度的力/力矩闭环控制，专为精密打磨、抛光、装配等需要精确控制输出力的场景设计
拖动示教模式（Drag)：支持用户手动牵引机器人进行拖动示教

3.3 核心操作模块

3.3.1 错误处理

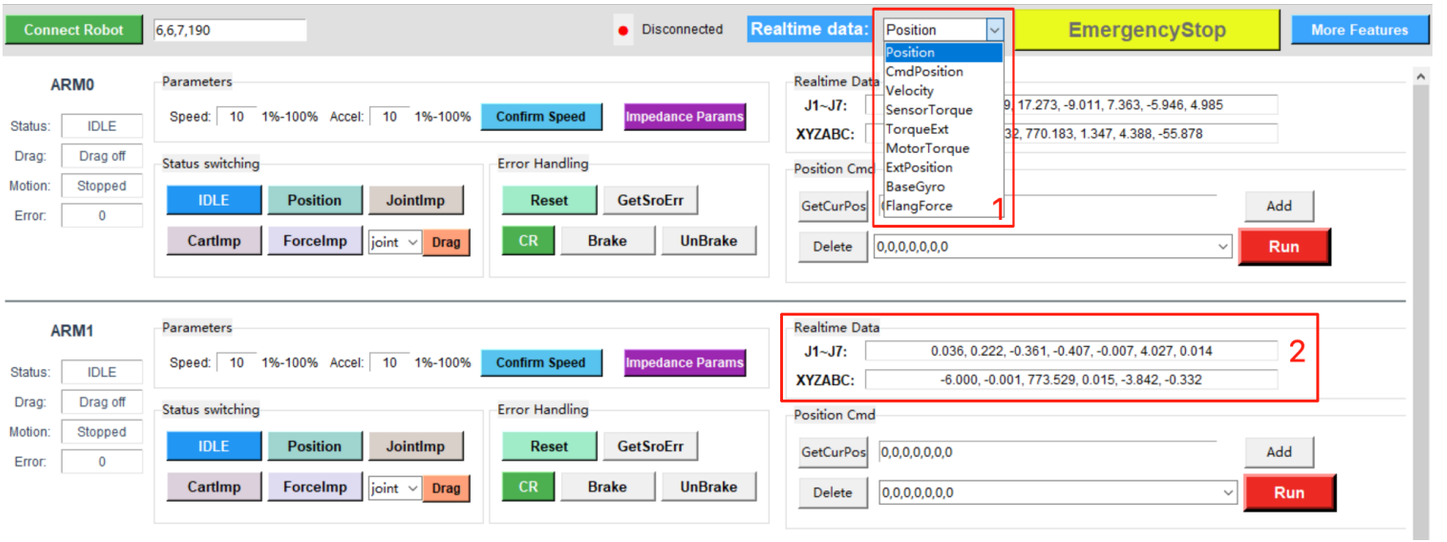


- **关键功能按钮**
  - 重置（Reset）：清除伺服错误状态，尝试恢复正常运行
  - 获取伺服错误（Get Error）：读取并显示各轴详细的伺服电机报错代码，便于排查
  - 抱闸/松抱闸：锁定或释放电机刹车，用于维护及拖动示教
  - CR 协作释放：提供力补偿，用于轻松释放机器人
- **标准错误处理流程**
  - 查看代码：获取具体故障码
  - 手册排查：对照说明分析
  - 恢复操作：执行重置或复位

操作提示：

状态栏实时反映机器人系统的运行状态与故障代码。遇到报错时，切勿随意操作，建议优先查阅官方手册对照错误代码排查原因，再进行复位或恢复操作

3.3.2 实时数据显示

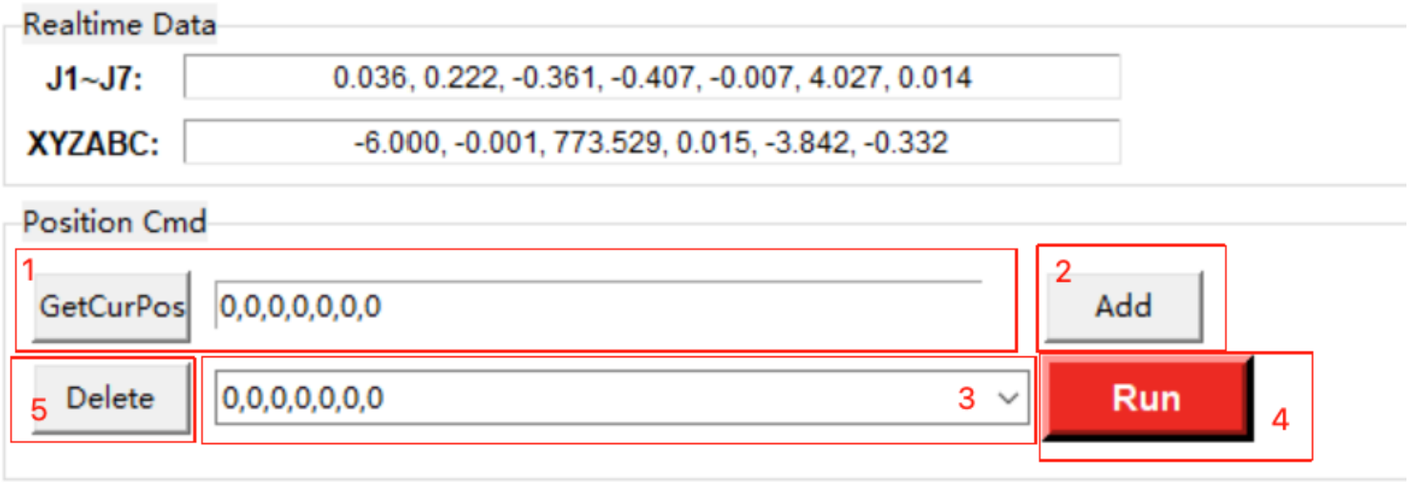


1、选择切换实时数据项，包括以下内容：

位置，命令位置，速度，传感器扭矩，外部扭矩，电机扭矩，外部位置，基座陀螺仪，法兰力

2、数据显示区，因为所显示的实时数据都具体到某个轴，所以用逗号隔开

3.3.3 关节角度命令



操作步骤：

1、 获取当前位置：点击界面中的“GetCurPos”按钮，系统将自动读取当前所有关节的实时角度数据，并将其保存至点位列表中，形成一个可复用的点位数据

2、添加点位 ： 可直接在软件界面输入框中填写各轴关节的目标角度数值；点击“Add”后即可将其加入点位列表中

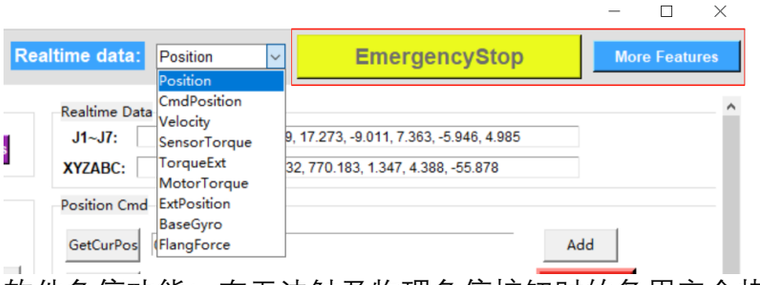
3、选择点位：点击下拉框选择目标点位

4、运行点位：控制器将自动读取界面上的运动参数（速度、加速度），点击“run”即可单点运行

5、删除点位：从点位列表中选中想要删除的点位，点击“delete”按钮，在弹出的确认框中确认操作即可完成删除

3.4 工具操作区

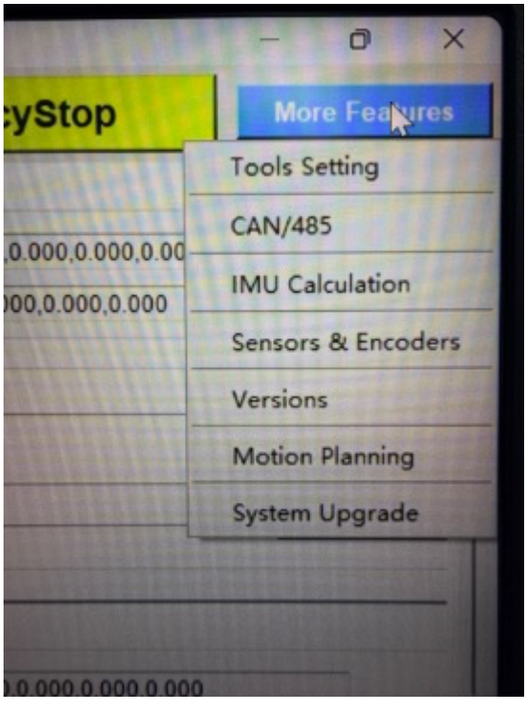
3.4.1 软急停操作



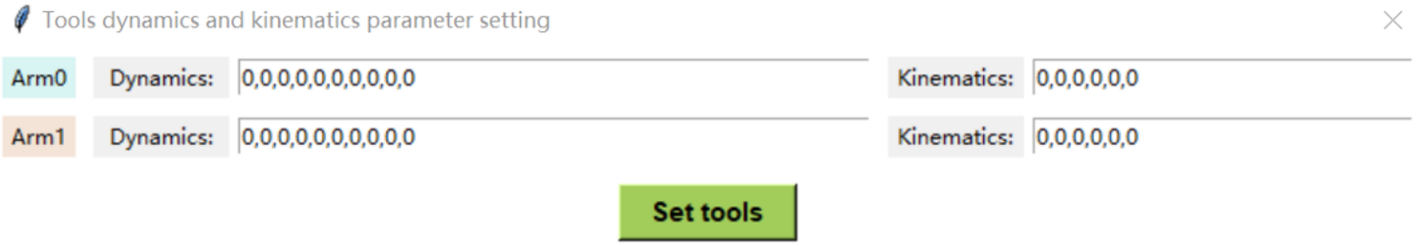
软件急停功能：在无法触及物理急停按钮时的备用安全措施

急停复位：各机械单元有 Reset 复位功能，解决急停后快速恢复设备待机状态的需求

3.4.2 更多功能



3.4.2.1 动力学/运动学参数设置



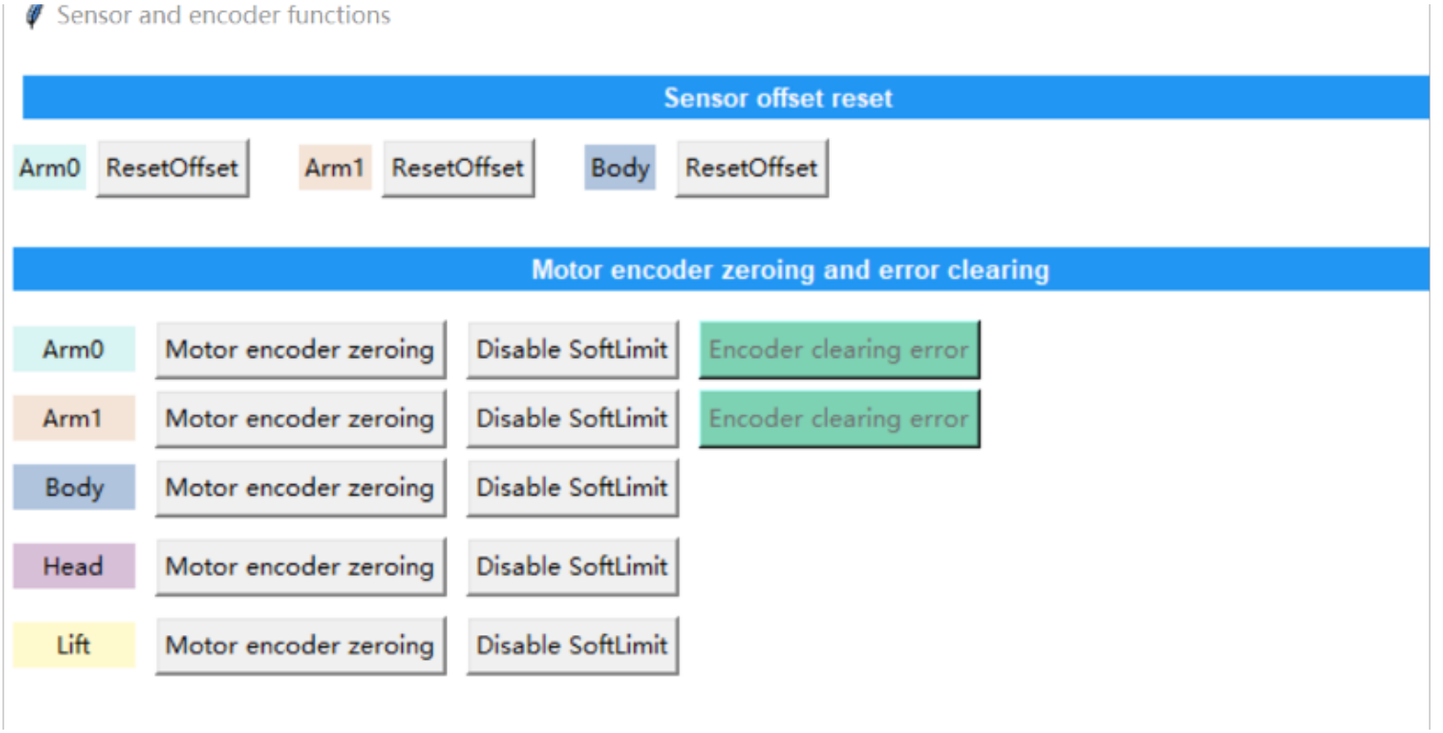
Dynamics 10 个参数分别为工具质量 M，相对于末端法兰盘中心的质心位置 Mx,My,Mz，惯量积 Ixx，Ixy，Ixz，Iyy，Iyz，Izz，设置该参数从而提供高可靠的阻抗功能，Kinematics6 个参数分别为工具坐标系相对于末端法兰盘坐标系的位姿 X，Y，Z，Rx，RY，Rz；Rx，Ry，Rz 为 X-Y-Z 欧拉角，设置该参数从而可以关注 TCP 的运动，方便 FK 和 IK，完成任务。

3.4.2.2 CAN/485 通讯测试



①点击末端透传按钮，选择串口（CAN/COM1/COM2，COM1 和 COM2 对应 485 CH1 和 485 CH2）；
②输入 HEX 数据，左右臂加指令，下拉列表查看历史指令；
③左右臂发送数据，接受内容框显示接受数据；内容框可编辑
④左右臂接收数据

3.4.2.3 传感器/编码器



- **传感器重置**

  首次启动控制器并连接控制器后，在机器人的机械零点位置时，切换查看“传感器数据”，如果机器人传感器反馈数值和理论数值不一致，应进行传感器重置

- **编码器清零和清错**

  日常调试中注意零点编码器值是否正常，如不正常，机械臂应回到机械零点位置后，进行内外编码器清零和清错

- **取消软限位**

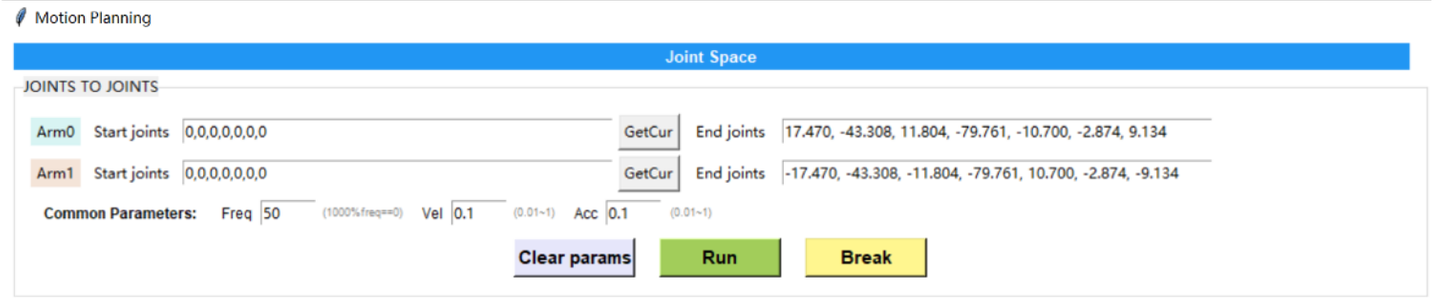
  在下使能的情况下，允许用户对各机械单元进行关节限位解除，再一次上使能时，软限位将重新生效

以上 3 个功能均需要机械单元处于下使能状态，即空闲状态（IDLE）

3.4.2.4 运动规划

- **关节空间运动**

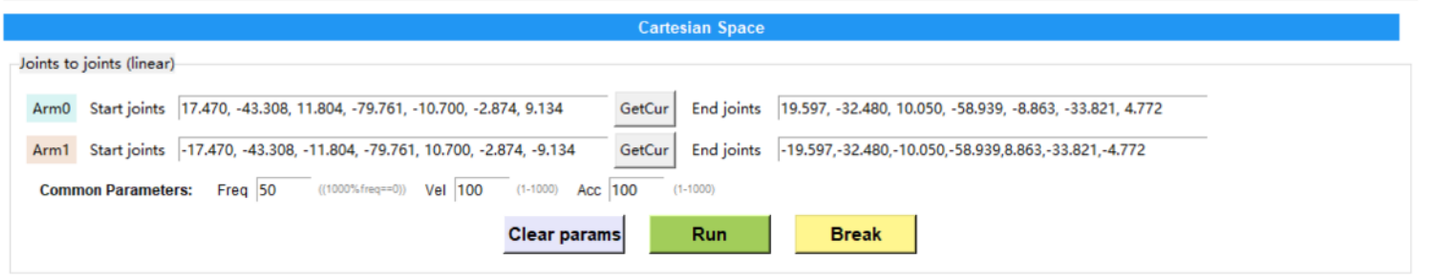
核心原理：不控制末端走直线，直接对各电机关节角度做插值运动，每个轴独立匀速转动，末端轨迹是曲线，速度快、计算简单，适合大范围快速移位



Start joints：运动起始的 6 个关节角度，GetCur 一键读取机器人当前实时关节角度
End joints：目标关节角度

Freq 50：运动控制周期 50Hz；备注代表频率上限规则
Vel / Acc ： 关节空间速度、加速度

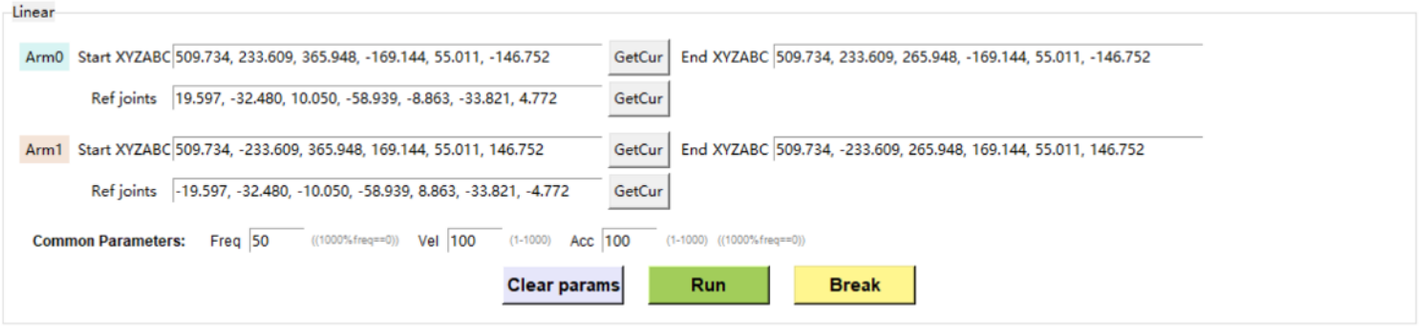
- **Joints to joints （linear）关节点位映射笛卡尔直线**



输入起点、终点关节角度，控制器自动逆解，保证机械臂末端 TCP 工具走空间直线
Vel 100 / Acc 100：笛卡尔空间速度加速度，量程 1~1000

- **Linear 单段笛卡尔直线插补**

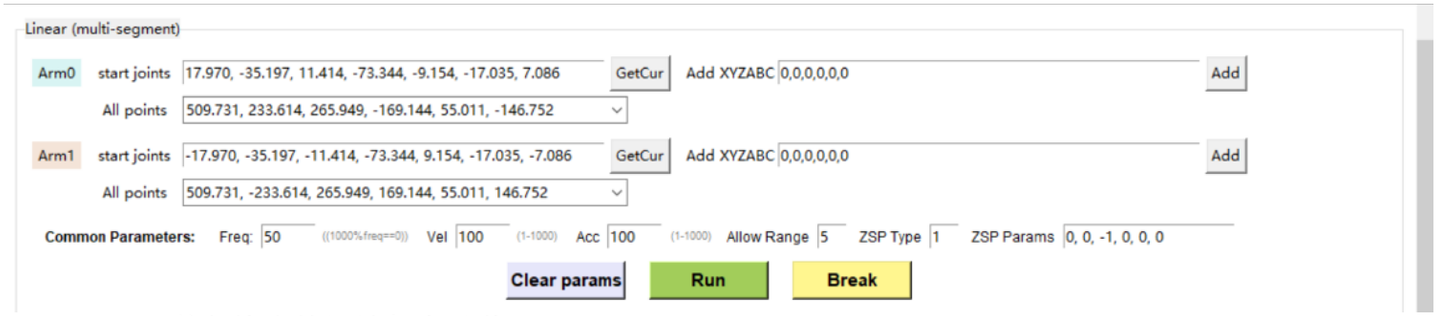
直接输入末端位姿 XYZABC（X/Y/Z 空间坐标 + A/B/C 欧拉角姿态），两点之间走标准空间直线，姿态同步平滑过渡



Start XYZABC：直线起点末端坐标姿态
End XYZABC：直线终点末端坐标姿态
Ref joints：对应点位的参考关节角度，可通过 GetCur 读取当前点位匹配的关节值

- **Linear (multi-segment) 多段连续直线**

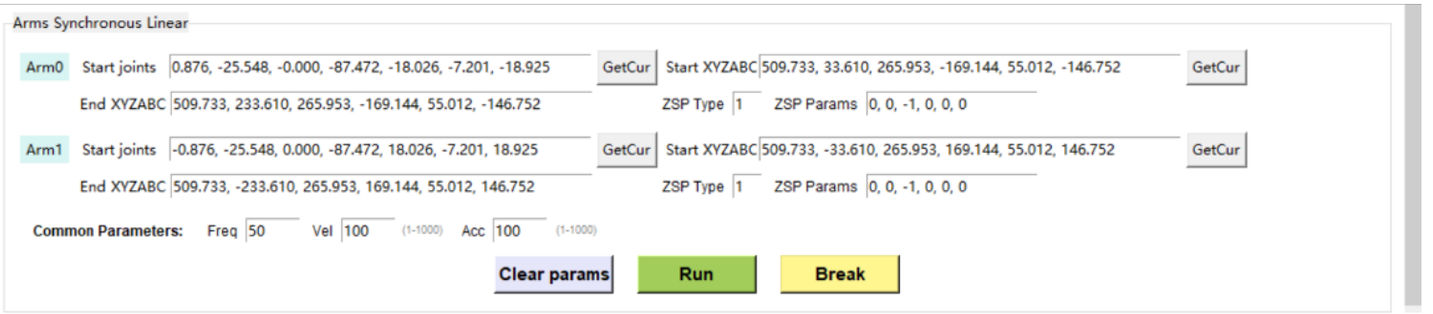
用于连续多拐点作业，可依次添加多个点位，机械臂连续走完整条折线，不用分段点 Run



start joints：整条轨迹的初始起点关节
Add XYZABC + Add 按钮：输入点位后点击 Add，追加到轨迹列表
All points：下拉框查看所有已存入的轨迹点位
Allow Range：点位到达允许误差阈值
ZSP Type / ZSP Params [0,0,-1,0,0,0]：零空间类型 / 零空间参数，约束手臂使得 4 关节的角度尽量靠近零，然后使得手臂尽可能伸直

- **Arms Synchronous Linear 双臂同步直线运动**

左臂右臂同步启动、同步走完直线，保证双臂运动时序完全对齐（用于协同抓取、对称作业）



start joints：双臂各自起始关节角
Start XYZABC：双臂起始笛卡尔位姿
End XYZABC：双臂各自目标终点位姿
ZSP Type / Params：零空间类型 / 零空间参数设置

3.5 安全操作指引

3.5.1 安全操作注意事项

- **区域安全：**操作前务必确认机器人工作区域内没有人员或障碍物
- **低速测试：**首次运行新程序或调整参数后，务必使用低速进行测试
- **紧急停止：**任何紧急情况下，立即使用红色的物理急停按钮
- **参数备份：**定期备份系统参数，以防数据丢失
- **专业培训：**操作员必须经过专业培训，熟悉操作流程和安全规范

第 4 章 SDK 快速入门

4.1 SDK 简述

我们提供了一套运动控制 SDK，用于控制、监控和编程天机机器人。它封装了底层通信（L0），为系统管理、运动控制、状态切换、参数配置、运动学和轨迹规划提供了直观的接口

4.2 SDK 包获取

- **获取**

github 地址：https://github.com/tianjizn/tianji-robot-SDK/tree/Gento_Skye%2BLuna

- **文件结构**

```
GENTO_SDK/
├──── C_SDK/                          # SDK 源码
|     ├──── Common/                     # 公共头文件
|     ├──── FileClient/                 # 文件传输客户端
|     ├──── Kinematics/                 # 运动学子模块
|     |     ├──── ArmKinematics/        # 机械臂运动学
|     |     ├──── BaseMath/             # 基础数学库
|     |     ├──── DynaIdent/            # 动力学辨识
|     |     ├──── KineCommon/           # 运动学通用类型
```

```
│   │   ├── MotionPlanner/          # 轨迹规划器
│   │   └── SkyeBodyKinematics/     # 机身运动学
│   ├── L0Control/                  # 底层通信与控制
│   └── L1Robot/                    # 上层 API
├── C_EXAMPLE/                      # C++ 示例 — 直接调用 C_SDK 源码
├── C_EXAMPLE_USE_DLL_SO/           # C++ 示例 — 调用编译后的 DLL/SO 库
│   ├── build_windows.bat           # Windows 示例编译脚本
│   └── build_linux.sh              # Linux 示例编译脚本
├── PYTHON_SDK/                     # Python 封装层（基于 DLL/SO）
│   └── GentoRobot.py               # Python 主入口类
├── PYTHON_EXAMPLE/                 # Python 示例程序
├── win_auto_compile.bat            # Windows 一键编译脚本（源码 → DLL）
├── linux_auto_compile.sh           # Linux 一键编译脚本（源码 → SO）
├── compile_methods.txt             # 各平台编译命令参考
└── README.md                       # SDK 详情说明
```

- **API 文档入口**

链接地址：https://tianjizn.github.io/api/

4.3 版本管理与兼容性

控制器版本和 SDK 版本由 **MAJOR_VERSION、MINOR_VERSION、PATCH_VERSION** 三部分组成
MAJOR 和 MINOR 一致情况下，SDK 可以和控制器连接
SDK 和控制器版本不兼容时，连接会报错误 - 4： "Version incompatible"，可先调用获取 SDK 版本接口，再根据 SDK 版本对控制器进行升降级

接口	C 接口	Python 接口
获取 SDK 版本	int FX_L1_System_GetSDKVersion()	get_sdk_version()

4.4 核心功能

模块	说明
系统管理	连接/断开机器人控制器、设置日志级别、重启、固件升级、文件传输
状态机	在位置、阻抗（关节/笛卡尔/力）、拖拽示教（关节/X/Y/Z/R）和协作释放模式之间切换
实时反馈	获取 1 kHz 实时数据（关节位置、速度、力矩、IMU、F/T 传感器）和 500 Hz 慢组数据（配置、诊断）
参数管理	按名称读写整型、浮点型和字符串型参数
终端通信	通过 CAN FD 或 RS485 与外部设备收发数据
硬件配置	刹车锁定/解锁、编码器偏移复位、软件限位禁用
运行时运动	急停、关节位置指令、力/力矩控制、缩放比例、刚度/阻尼调节
运动学与规划	正/逆运动学、雅可比矩阵、工具变换、机身运动学（Skye）、MoveJ/MoveL 规划、多段笛卡尔规划、双臂同步规划
动力学辨识	从记录数据中辨识负载质量、质心和惯量

4.5 核心类型与结构体

- **FXObjType** — 标识机器人部件：左臂（FX_OBJ_ARM0）、右臂（FX_OBJ_ARM1）、头部、躯干、升降台
- **FXStateType** — 高层控制状态：空闲、位置、关节/笛卡尔/力阻抗、拖拽模式、释放、错误
- **ROBOT_RT** — 实时反馈（关节位置/速度/力矩、IMU、F/T 传感器）
- **ROBOT_SG** — 慢组配置和扩展反馈

- **FXFuncReturn** — 标准化返回值（0 = 成功，负值表示具体错误）

4.6 使用须知

- 请先熟练使用 FXPlatform 软件，参考第三章节的内容，操作 APP 可以让您更加了解机器人的操作使用逻辑，便于后期用代码开发
- SDK 包里的 demo 使用逻辑和使用参数为研发测试使用开发的，仅供参考，并非实际生产代码
- 刚度系数和阻尼系数的设置也是参考值，不同的控制器版本可能值会有提升，详询技术人员
- SDK 使用可靠协议的 UDP；请确保防火墙允许配置端口（默认 50000–50010）上的 UDP 通信
- `FX_L1_System_Link()` 成功时返回正延迟值（微秒），而非零值，负值视为错误
- 务必在程序退出前调用 `FX_L1_System_Unlink()` 释放套接字和资源
- 更多详情内容请查看 SDK 包里的 README 文档，包含快速开始，编译构建，常见问题等

第 5 章 遥操快速入门

5.1 产品说明

我们提供基于 VR 套件进行机器人遥操作，支持多种机器人型号；并且同时提供面向机器人模仿学习数据集的转换工具链；您可以通过 VR 遥操作套件采集到相机数据，采用我们提供的转换工具链（KM Data Converter）生成数据集，再通过数据集到模型训练到真机推理的完整流程。整体操作说明可查阅详细文档：https://klmmotion.github.io/Apex_doc_center/

5.2 产品获取

如果您采购了我们的摇操套件，我们会提前安装好软件程序，收到货即可快速上手
若您需要产品的软件更新或获取各版本的软件安装包，可访问：
https://github.com/Gento-Teleoperation-Apex/KernelMind_Apex_Deb

5.3 核心功能

- **VR 沉浸式遥操作** - 通过 VR 头显提供第一视角实时画面，实现低延迟的机器人精细作业控制
- **多机型支持** - 兼容 Marvin、Gento 机器人系列，统一部署流程
- **开放扩展** - 提供 ROS2 SDK 和多平台上位机软件，可选接入 Manus 数据手套和 Wuji Hand，快速对接现有 ROS 2 系统

5.4 软件架构

- **前端：**我们提供上位机软件，基于 ROS，支持 Ubuntu、Windows 平台；用于连接后端、启动机器人、切换模式、录制和回放数据等，可自行安装在自己的 PC 电脑上，机器人域控制器也提前预装好了该上位机软件
- **后端：**运行在 Orin 域控制器上，提供 ROS 2 节点、运动控制、相机与录制服务等
- **VR 头显：**我们支持 Meta Quest 和 Pico 头显，并提供相应的 VR 遥操作 APP，已提前预装好在 VR 设备中，在开始遥操作之前，请访问详细文档查看穿戴说明

5.5 服务说明

服务	systemd 单元	说明
后端 API	apex-backend.service	统一 HTTP/WebSocket 入口
摄像头	apex-camera.service	GMSL 四路摄像头
机器人控制	apex-robot.service	ROS 控制与状态发布
遥操作	apex-teleop.service	IK、规划、指令多路复用

5.6 使用须知

- 不建议头显通过 WiFi 进行遥操，优先使用有线网络连接
- 若上位机无法连接机器人，请优先检查电源是否接通；网线、路由器 / 交换机是否接对；IP 网段是否一致
- 遥操前确认急停按钮、控制器供电、通信网线、U 盘、头显电量均正常
- 不遥操时切换待机模式，避免误触
- 修改 IP、负载、刚度、阻尼、Home 点、TCP 偏移前，应备份原始配置文件
- 头显没电、异常断电或关机后，应立即停止遥操操作

第 6 章 产品基本规格参数

6.1 机械性能参数

整机基础参数	说明
外形尺寸	L670mm*W548mm*H1700mm (站立状态) L850mm*W548mm*H790mm (折叠状态)
垂直工作空间	0-2100mm
整机重量	144 Kg
续航时间	4-6h
通信接口	WIFI/EtherNet
自由度	整机 26 DoF (不含末端执行器) 头部 2DoF 双臂 7DoF *2 腰部 3DoF 腿部 3DoF 底盘 4DoF
移动底盘	四轮驱动+四个舵轮，全向移动
力控	整机标配
机械双臂结构	**说明**

型号	标准双臂 M6 Lite
额定负载(单臂)	5 Kg
工作半径(J2 轴线到末端法兰)	615mm
TCP 最大速度	1.5m/s
重复定位精度	±0.03 mm
作用力重复精度	≤0.15N
运动范围	J1：±178°，J2±120°，J3±178°，J4：+60°/-145° J5：±178°，J6：±60°，J7：±90°
最大速度	J1 ~ J7:180°/s
通讯协议	1Khz Ethercat
抱闸控制(制动方式)	J1-J4 带抱闸
功能	位置控制，阻抗控制，负载自动辨识，力位混合控制
手臂末端就接口	RS485，CAN fd，Ethercat，CAN，24V(3A)，48V
手臂末端相机	森云智能 SHW5G 单目相机 RealSense D405GA 深度相机(选装配置)
腰部结构	**说明**
运动范围	JB3 旋转: ±170°; JB4 俯仰: ±30°; JB5 侧摆:55°/-110°
腿部结构	**说明**
运动范围	JB6 折叠: 60°/-140°; JB7 旋转: ±90°; JB8 侧摆:±11°
移动底盘结构	**说明**
底盘尺寸	L670mm*W548mm*H386mm
额定载重	100Kg
供电	磷酸铁锂电池 DC48V 34.4Ah
充电方式	手动充电/自动充电/快换电池
充电时间	≤1.5h
速度	1.5m/s
爬坡角度	≤10°
停止精度	±20mm (位置); ±1°(角度)
导航系统	3D SLAM 导航 3D 激光雷达 对角安装 超声波分布 前/后/左/右，各 2 个
功能	3D 激光雷达，含算法，支持导航规划，动态避障，自主定位，地图构建，自动充电，支持跨楼层或自动门解锁

6.2 Luna 三维尺寸图

6.2.1 外形尺寸图

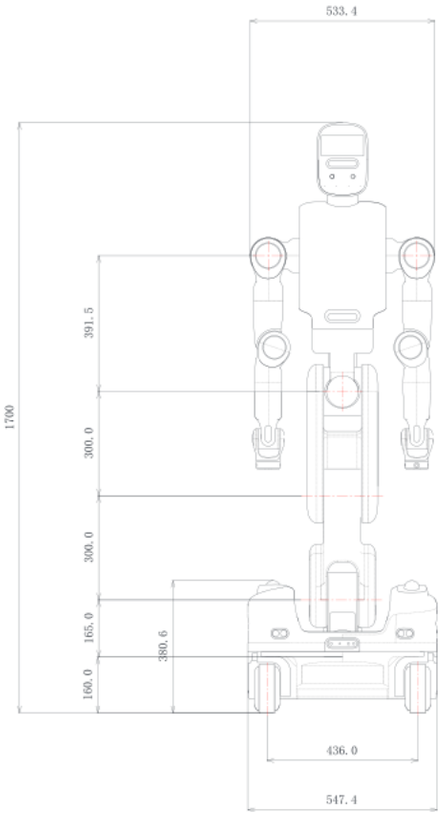


图 1.1 正视图

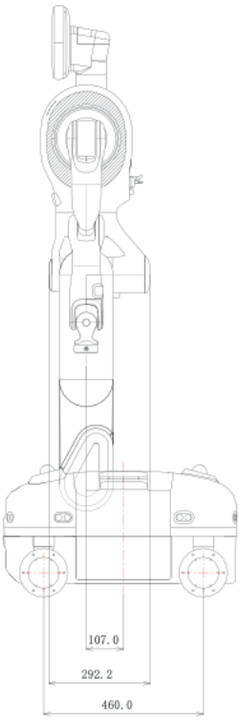


图 1.2 侧视图

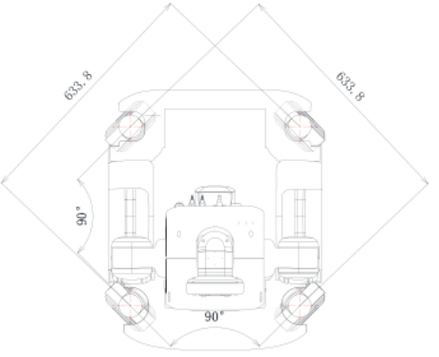
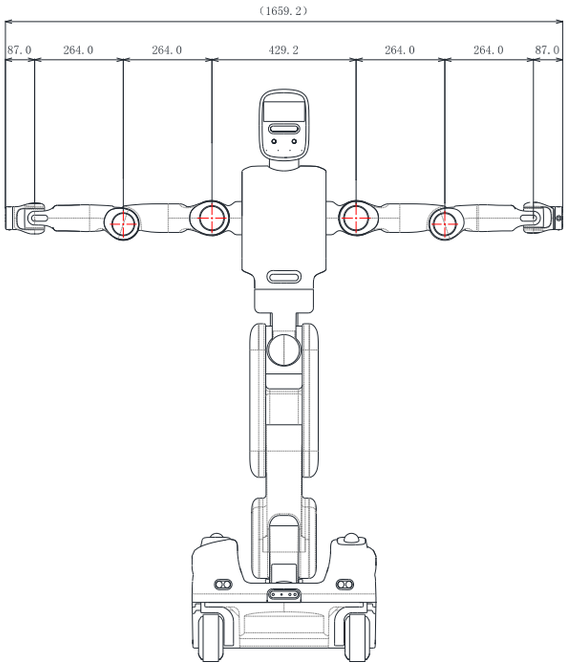


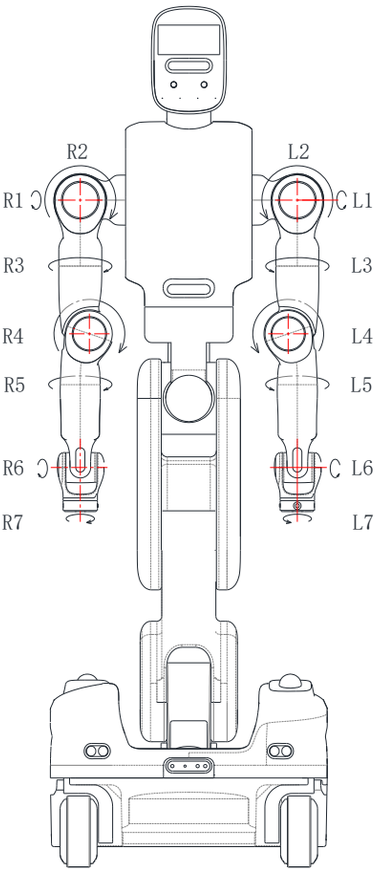
图 1.3 俯视图

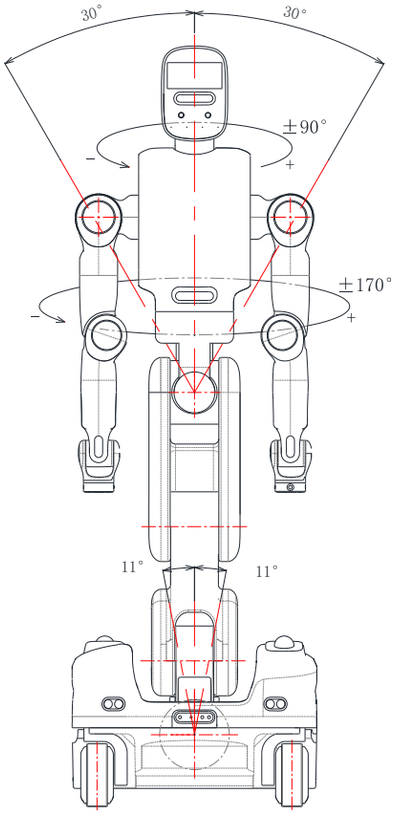
6.2.2 关节尺寸图

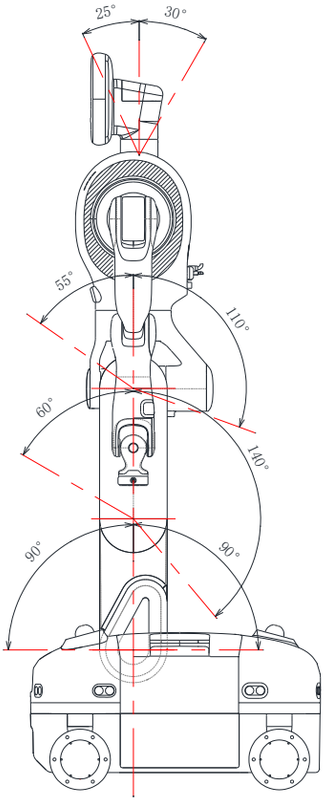


6.2.3 运动范围图

关节	关节运动范围
J1	±178°
J2	±120°
J3	±178°
J4	+60°/-145°
J5	±178°
J6	±60°
J7	±90°

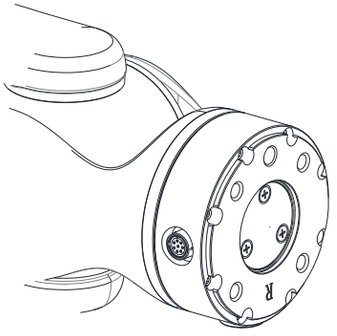


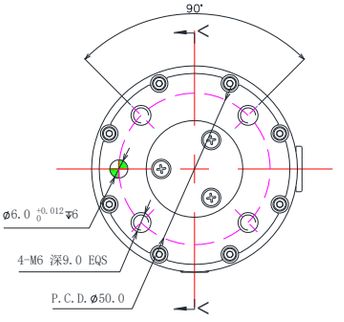


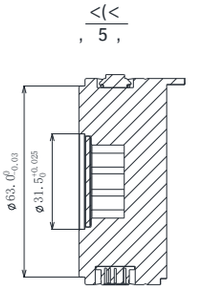


6.2.4 末端接口尺寸

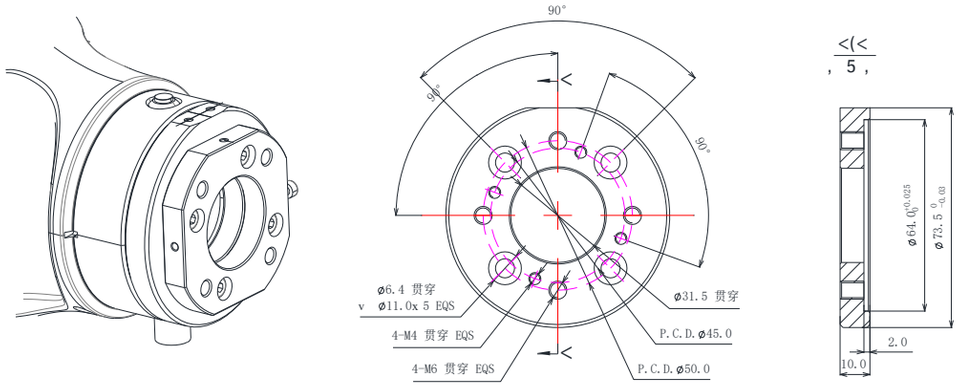
Gento Luna 机械臂末端接口细节如图所示





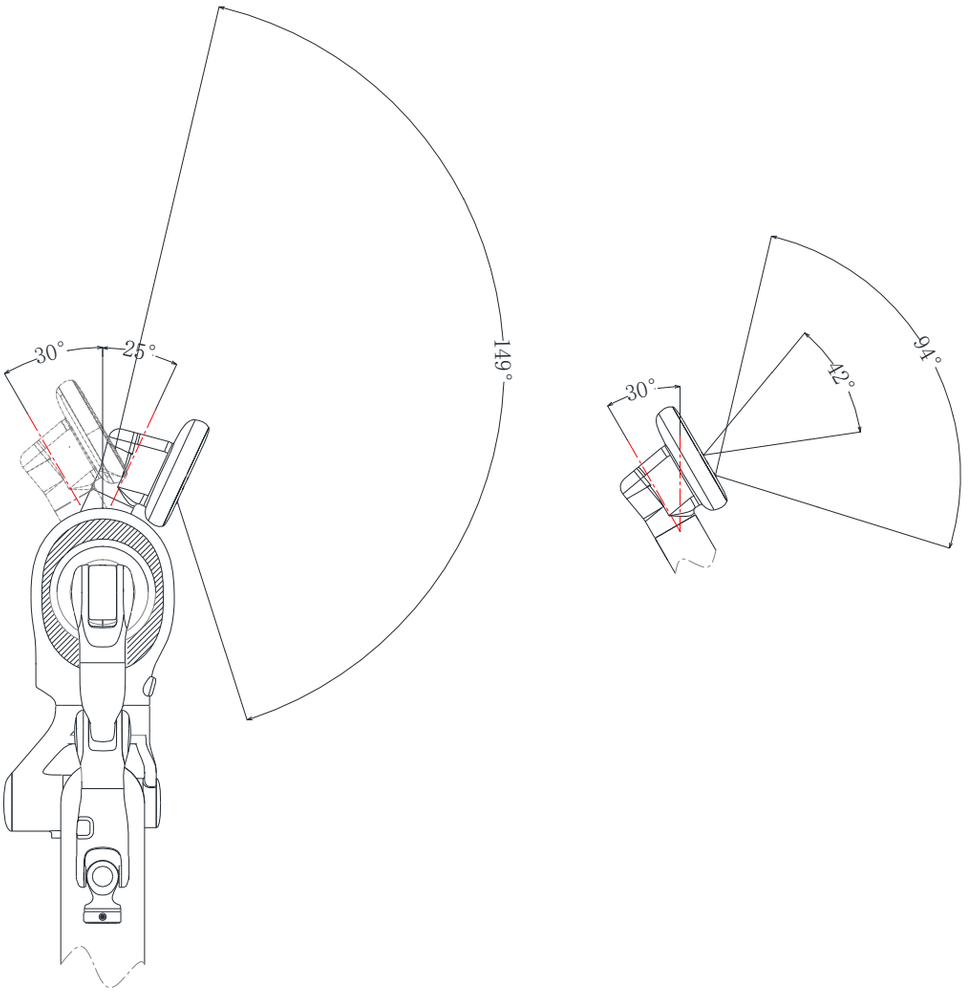


Gento Luna 适配森云智能 SHW5G / RealSense D405GA 相机支架的末端法兰接口细节如图所示



6.2.5 视角范围图

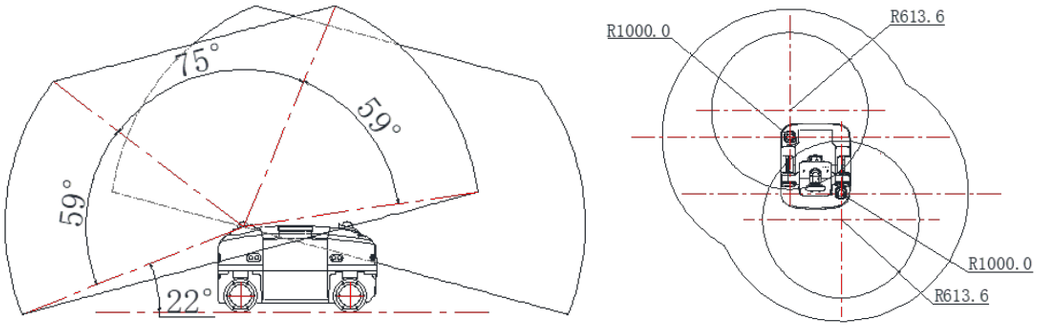
6.2.5.1 头部相机视角范围



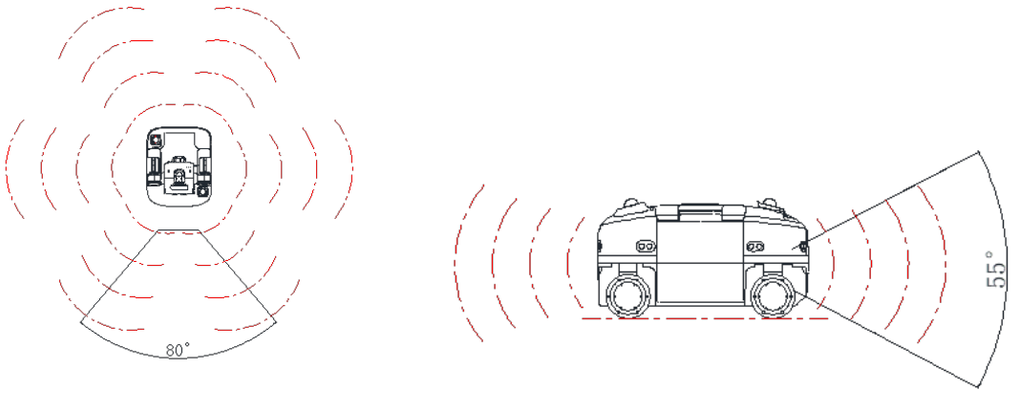
Gento Luna 产品于头部配备 1 颗深度相机和 2 颗单目相机(水平放置)：深度相机的垂直视野角度为 42°，单目相机的垂直视野角度为 94°.

Gento Luna 头部机械结构的最大运动范围为:俯视 25°，仰视 30°, Gento Luna 产品的最大垂直视野角度为 149°.

6.2 底盘视野范围图



Gento Luna 产品于底盘配备两颗激光雷达，分别位于底盘正向左前方和右后方。
雷达探测的视野范围如上图所示。



Gento Luna 于底盘正向前方配备一颗双目相机，其在水平和垂直角度的视场角如图。
红色点弧线为在底盘周围配备的超声波雷达的探测示意图。

6.3 电气性能参数

- 工作电压范围

磷酸铁锂电池 DC48V 34.4 Ah （工作电压范围：DC 36V~60V)

- 通讯方式与通讯周期

Gento Luna 于机身外部通过 WIFI/EtherNet 通讯方式，实现机器人与外部设备之间的数据交互。
Gento Luna 于机身内部采用 1kHz EtherCAT 实时通讯总线，实现运动控制系统内部高速，低延迟的信息传输。

6.3 编码器、抱闸配置

- Gento Luna 当前所有关节(包含机械双臂以及躯干所有转动关节) 均配置内外圈编码器
- 机械双臂：仅 J1-J4 带抱闸配置，末端最后三个转动关节(J5, J6, J7)不包含。

第 7 章 产品日常维护与保养

7.1 常见维护项目及周期

为确保 Gento Luna 的正常运行并延长机器使用寿命，请按照以下维护项开展定期检查和保养工作

维护项目	描述	推荐周期
外观检查	检查机器人有无明显的损坏，磨损和磕碰	每日
外观清洁	使用干净，干燥的软布清洁机器人部件，保持外观清洁，避免水分和侵蚀性清洁剂	每日
紧急停止功能测试	定期测试紧急停止功能，确保其可靠性	每日
紧固件升级	检查并紧固所有螺钉和连接件	每日
电气连接检查	确保所有电气连接牢固，无虚接或损坏	每月
软件更新	检查并更新控制软件和应用程序	每次更新时
软件数据备份	定期备份关键软件配置和数据	每月
固件更新	定期检查并更新固件	每次更新时
传感器和器件检查	检查传感器和相关关键器件，确保正常工作	每月

7.2 产品保修期限

- 自产品签收之日起，整机及随机配套产品享有 **1 年有限保修服务**。在保修期内，如产品在正常使用条件下因非人为因素导致性能故障，本公司将根据实际情况提供免费维修或更换故障部件服务。
- 保修期内，未经本公司书面授权，对产品进行擅自拆卸、改装、维修或其他可能影响产品性能和安全性的操作，将导致保修资格自动失效。
- 产品超过保修期限后，用户仍可联系本公司获取售后技术支持，并可根据需要购买延长保修服务。保修期外的维修、更换部件及相关服务将按照本公司现行售后服务标准收取相应费用。