

# PM01 开发指南



持续更新中.....

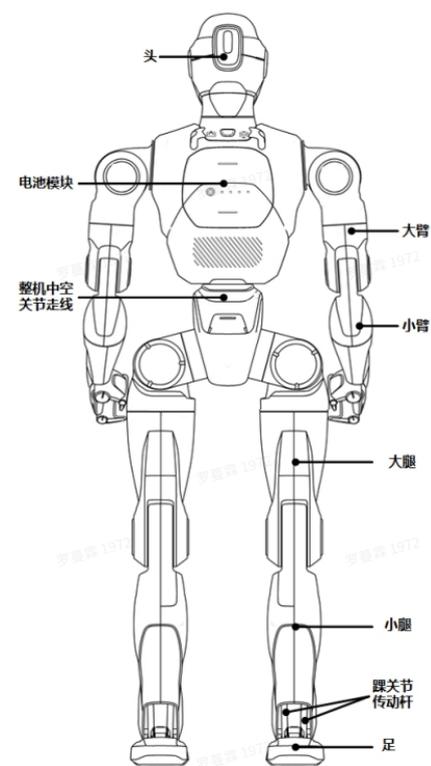
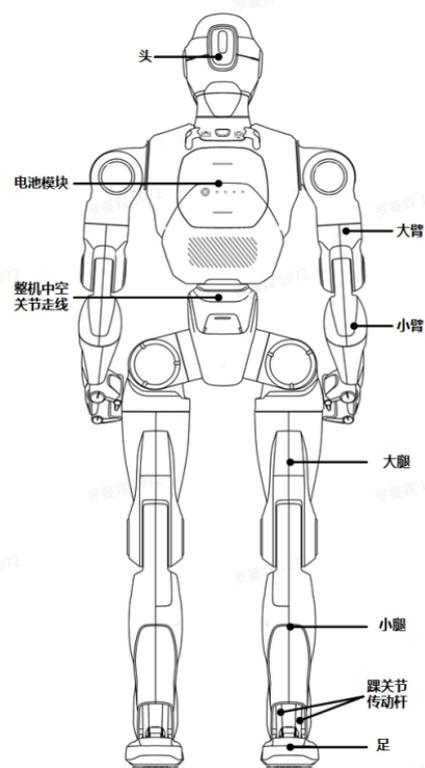
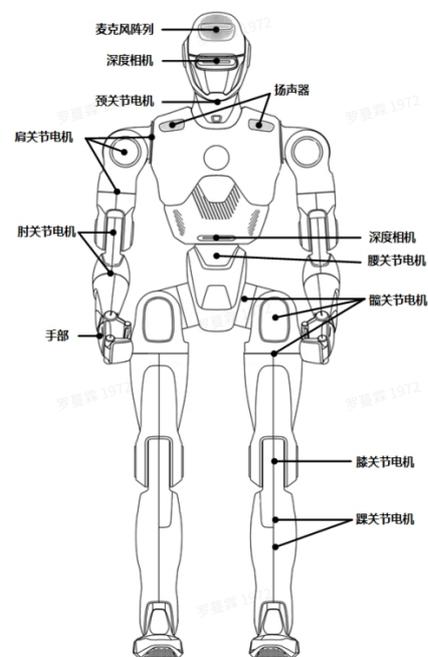
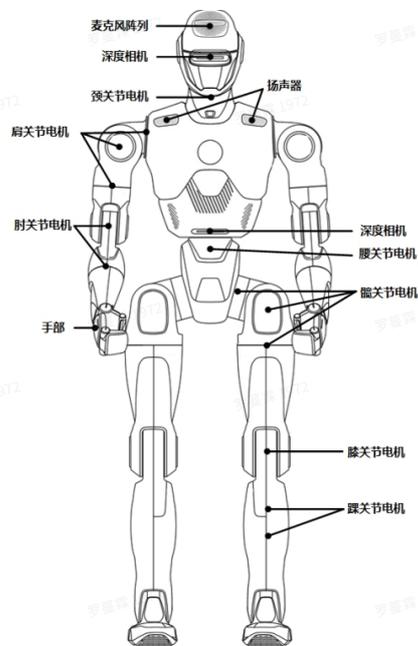
## 关于PM01

众擎PM01是一款全开放的通用具身智能体，专为科研、教育及工业应用开发设计。作为全球首款完成前空翻、跑步等高动态动作的人形机器人，PM01为开发者提供了一个灵活、强大的硬件和软件基础平台。

## 部件名称

PM01整机分为上半身和下半身，具备多个自由度。单手臂拥有5个自由度（肩关节2+大臂关节1+肘关节1+小臂关节1），单腿拥有6个自由度（髋关节3+膝关节1+踝关节2），腰部具备1个自由度（腰关节）。根据版本不同，PM01商业版总自由度为23，PM01教育版总自由度为24（增加颈部1自由度）。通过145N·m关节扭矩及5%力控精度的高性能关节电机，机器人能够实现精确的运动和姿态控制。

类型	PM01	PM01-EDU
总自由度	23	24~30
单腿自由度	6	6
腰部自由度	1	1
颈部自由度	0	1
单手臂自由度	5	5
部件说明		



## 机器人规格

型号	PM01	PM01-EDU
产品尺寸	1400(H)×535.55(W)×252.66(D)	1400(H)×535.55(W)×252.66(D)
带电重量	约42kg	约43kg
小腿+大腿长度	686.5mm	686.5mm

手臂伸展	1.44m	1.44m
总自由度	23	24-30
颈部自由度	0	1
单臂自由度	6	6
腰部自由度	1	1
单手臂自由度	5	5
全关节中空走线	✓	✓
关节运动空间	<p>腰关节：-230°~90°</p> <p>髋关节：R（横滚角）-29°~+134°、P（俯仰角）-180°~+140°、Y（偏航角）-90°~+230°</p> <p>膝关节：-30°~+1370</p>	<p>腰关节：-230°~90°</p> <p>髋关节：R（横滚角）-29°~+134°、P（俯仰角）-180°~+140°、Y（偏航角）-90°~+230°</p> <p>膝关节：-30°~+1370</p>
运动速度	>2m/s(硬件支持)	>2m/s(硬件支持)
感知传感器	/	深度相机2个（头部和腰部）
基础算力	4核高性能CPU	4核高性能CPU
商业力模组	/	NVIDIA Jetson Orin NX(16G)
二次开发	不支持	支持
智能电池（快充）	10000mAh	10000mAh
续航时间	约2小时	约2小时
充电功率	54.6V4.5A	54.6V4.5A
充电速度	约2h充满	约2h充满
灯光配置	眼部灯，臀部灯	眼部灯、臀部灯
手持式遥控器	✓	✓
触控屏幕	×	✓

## 电气接口



序号	接口类型	接口简称	接口说明
1	USB 2.0 Type-A	USB A	内部连接 ORIN NX, 5V/0.5A 电源输出
2	USB 2.0 Type-A	USB A	内部连接 NeZha N97, 5V/0.5A 电源输出
3	RJ45	RJ45	100Base-T 百兆以太网

## 机载计算机

PM01-EDU 机载标配 1 块【基础算力模组】，并且标配一块【高算力模组】

参数	应用计算单元	运控计算模组
型号	Jetson Orin NX	Nezha
CPU	Arm® Cortex®-A78AE	Intel® N97 (Alder Lake-N)
内核数	8	4
线程数	8	4
最大睿频频率	2GHz	3.6GHz
显存	16G	\

内存	16G	1LPDDR5 8GB
存储	2T	eMMC 64GB
英特尔® 图像处理单元	6.0	\
GPU	搭载 32 个 Tensor Core 的 1024 核 NVIDIA Ampere 架构 GPU	Intel® UHD Graphics Gen12
显卡最大动态频率	918MHz	\
高斯和神经加速器	3.0	Intel® UHD Graphics支持 AI推理
指令集	64bit	x86-64
OpenGL	4.6	支持
OpenCL	3.0	支持
DirectX	12.1	支持
IP 地址	192.168.0.162	192.168.0.163
运行操作系统	Linux	Linux

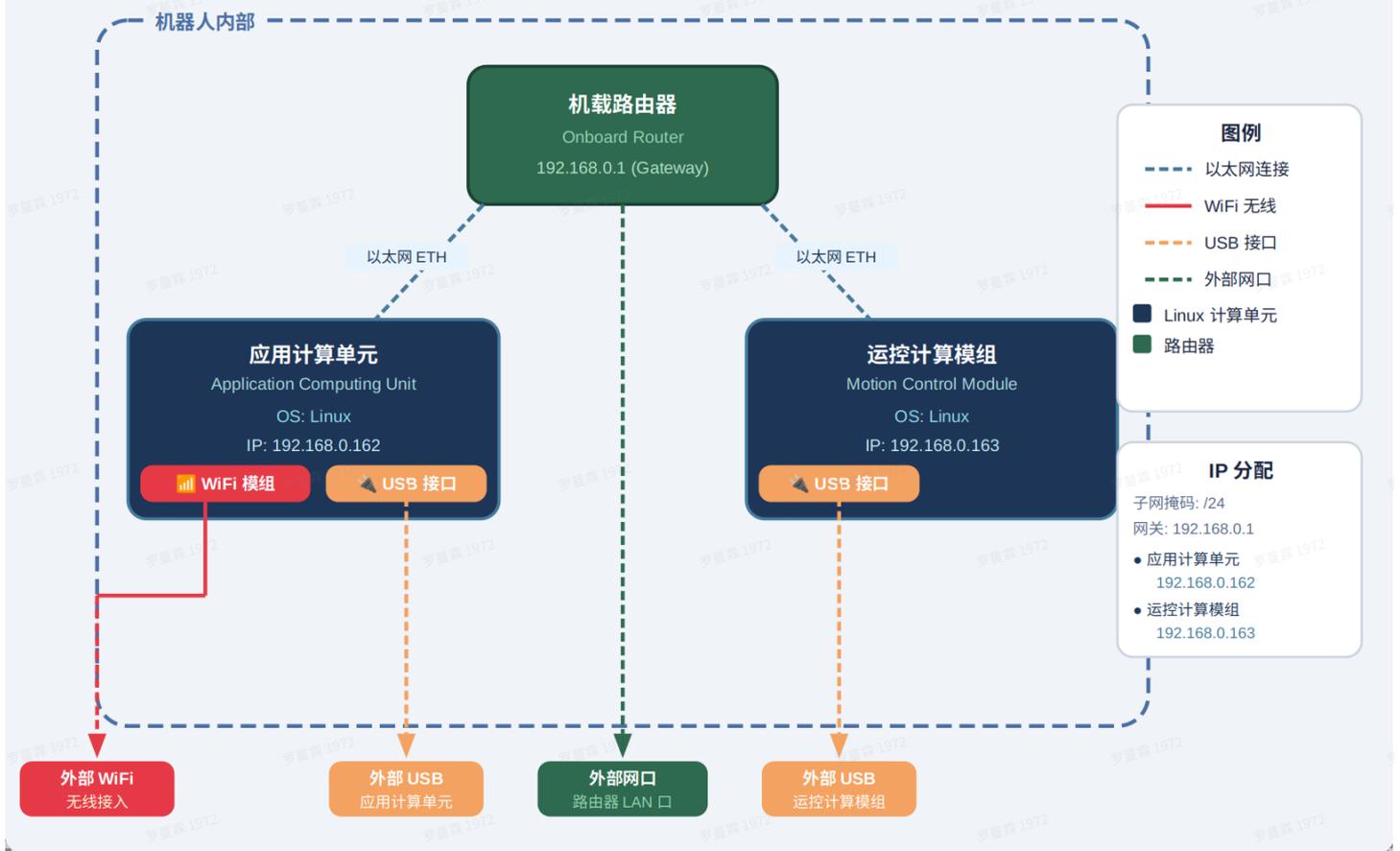
- 【运控计算单元】及【开发计算单元】初始用户名和密码、IP地址如下图列表所示。

Device	IP	SSH Username	SSH Password
Nezha	192.168.0.163	user	1
Jetson Orin	192.168.0.162	ubuntu	ubuntu

## 网络架构图

## 机器人网络架构图

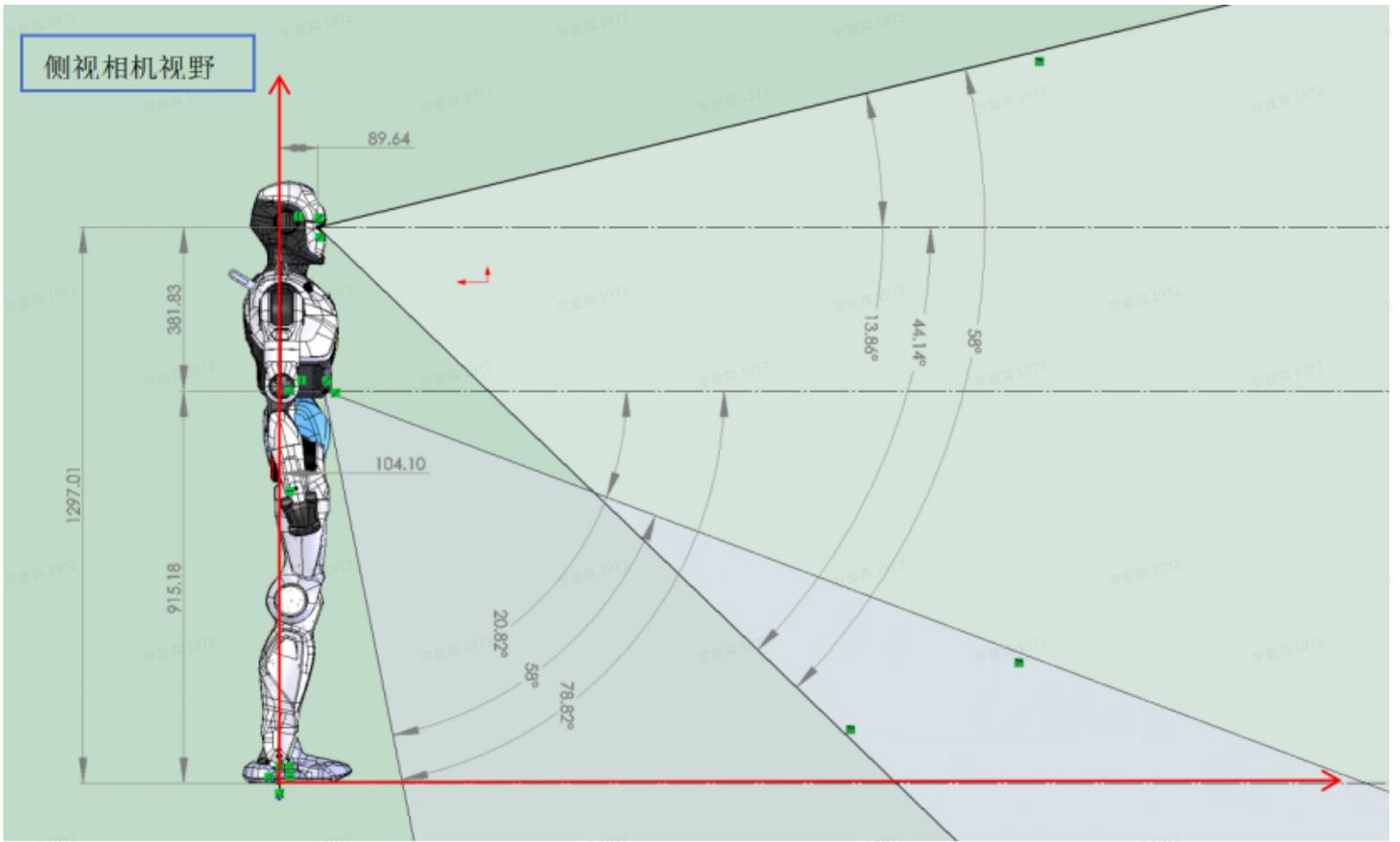
子网网段: 192.168.0.X



## PM01 传感器构型

深度相机的视场角:

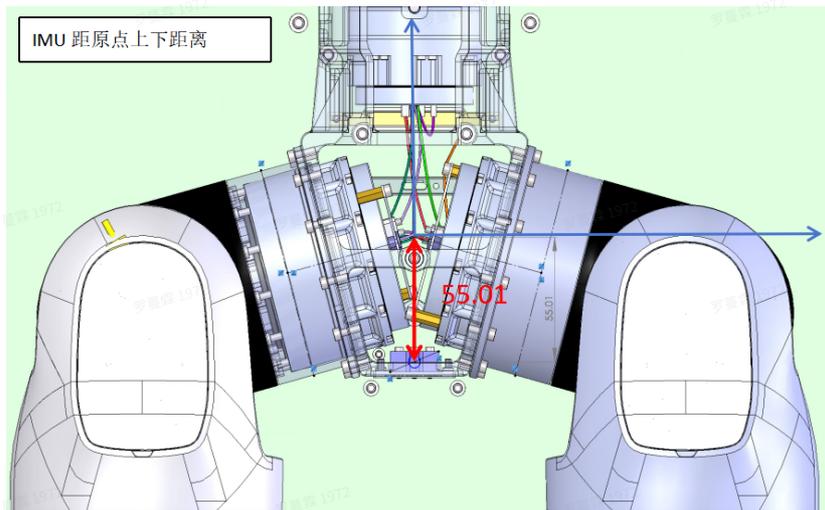
PM01教育版头部搭载D435i深度相机, 为机器人提供了卓越的视觉感知能力, 能够更准确地感知和理解周围环境, 实现精确的空间感知和障碍物检测, 使机器人能够更智能、灵活地与环境进行交互和应对各种场景。

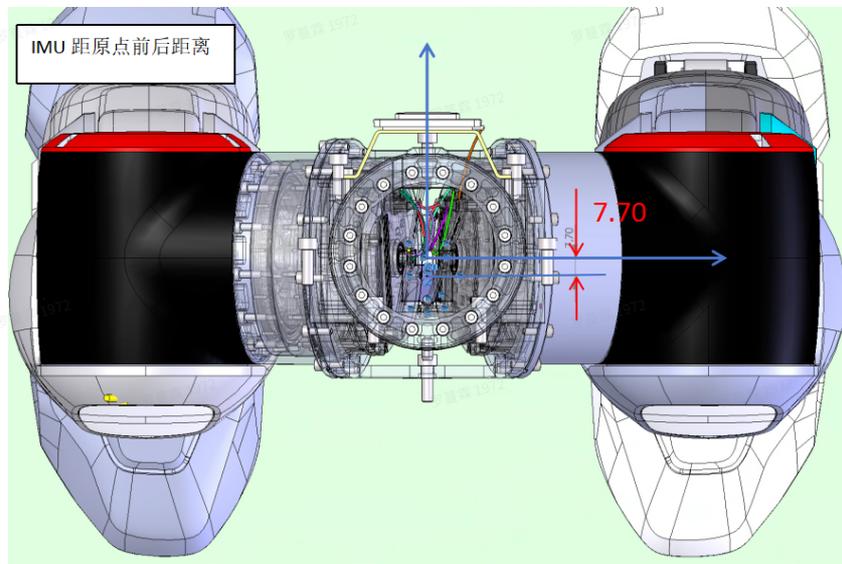


## IMU模组安装位置与参数

### 安装位置

- 距原点上下距离：55.01mm
- 距原点前后距离：7.70mm





## 核心参数

### 姿态角参数

参数	子项	典型值	备注
横滚角	精度	0.05°	1 $\sigma$ RMS, 25°C测量, 静态/无长时间加速下
	量程	±180°	
俯仰角	精度	0.05°	1 $\sigma$ RMS, 25°C测量, 静态/无长时间加速下
	量程	±90°	
无参考航向角	精度	0.2°	1 $\sigma$ RMS, 25°C测量, 上电时航向角默认为0°
	量程	±180°	
磁参考航向角	精度	1°	1 $\sigma$ RMS, 需在稳定磁场中且磁传感器经过现场校准
	量程	±180°	
角度分辨率		0.001°	传感器在量程内可检测的最小变化值

### 陀螺仪参数

--	--	--	--

参数	典型值	备注
量程	$\pm 450^\circ/\text{s}$	
非线性度	$\pm 0.05\% \text{FS}$	
噪声密度	$0.015^\circ/\text{s}/\sqrt{\text{Hz}}$	
零偏不稳定性	$5^\circ/\text{h}$	Allan variance, $1\sigma$
带宽(-3dB)	50Hz	
零点偏移	$\pm 0.5^\circ/\text{s}$	$1\sigma$ RMS
零点温漂	$\pm 1^\circ/\text{s}$	$1\sigma$ RMS, $-40\sim 85^\circ\text{C}$

## 加速度计参数

参数	典型值
量程	$\pm 16\text{g}$
非线性度	$\pm 0.1\% \text{FS}$
噪声密度	$100\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
零偏不稳定性	0.035mg
带宽(-3dB)	50Hz
零点偏移	$\pm 20\text{mg}$
零点温漂	$\pm 10\text{mg}$

## 磁传感器参数

参数	典型值	备注
量程	$\pm 8\text{Gauss}$	
非线性度	$\pm 0.1\% \text{FS}$	$\text{FS} = \pm 8\text{G}$
噪声	0.4mGauss	RMS

## 物理与电气指标

--	--	--

参数	典型值	备注
输入电压	5VDC	噪声 $\leq$ 30mV peak-peak
功耗	190mW	@5V
通信接口	UART / USB	UART对应货号YIS320-E11, USB对应YIS320-E30
输出协议	Yesense YIS protocol	Yesense私有协议
输出频率	200Hz	最高400Hz
尺寸	22.4 $\times$ 22.4 $\times$ 9.4mm	
重量	7.7g	$\pm$ 1g
外壳材质	铝合金	

## 环境适应性指标

参数	典型值	备注
工作温度	-40~85 $^{\circ}$ C	
存储温度	-45~85 $^{\circ}$ C	相对湿度 $\leq$ 65%
抗冲击性	2000g	

## 关节电机

PM01关节采用了众擎自研的Q系列高性能伺服电机（包含Q90H主关节电机和Q25H轻量关节电机），具备出色的性能和特点。其中Q90H主关节电机最大扭矩为145N·m，Q25H轻量关节电机最大扭矩为50N·m，均采用了中空轴线的的设计，使得电机在结构上更加轻量化、紧凑化。

电机还配备了双编码器系统，集成高精度位置编码器和力矩/电流传感器，提供更准确的位置和速度反馈，以满足高精度控制的需求，同时其低惯量转子设计确保了快速响应和优异的动态性能，优化的散热设计还能支持电机长时间高负载运行。

电机型号	Q90H	Q25H
关节编码器	双编码	双编码
关节类型	全行星	全行星
最大力矩(Nm)	145	50

峰值扭矩密度	130Nm/kg	100 Nm/kg
最高转速(rpm)	6400	8400
减速比	25	25
质量(kg)	1.1	0.5
直径(mm)	86	62
高度(mm)	62	60
额定电压(V)	48	48
力控精度	5%	5%

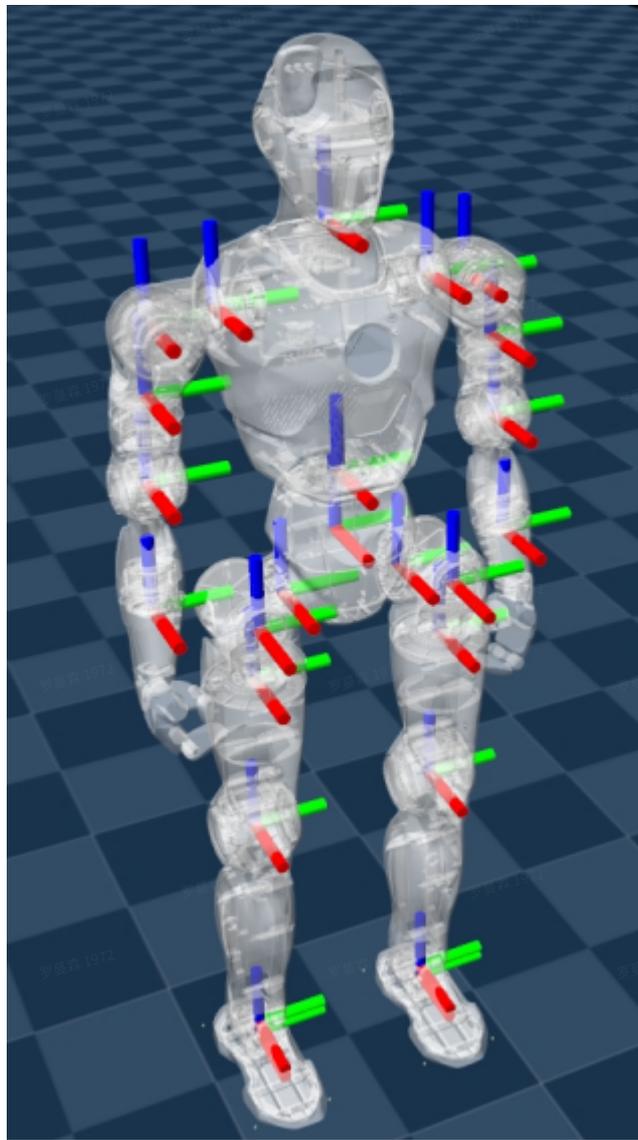
## 关节序号与关节限位

序号	连杆	连杆、meshes命名	关节命名	关节型号	关节端角度下限 (rad)	关节端角度上限 (rad)
1	左髋俯仰	LINK_HIP_PITCH_L	J00_HIP_PITCH_L	Q90H	-3.141	2.443
2	左髋横滚	LINK_HIP_ROLL_L	J01_HIP_ROLL_L	Q90H	-0.436	2.094
3	左髋偏航	LINK_HIP_YAW_L	J02_HIP_YAW_L	Q25H-L	-1.57	4.014
4	左膝俯仰	LINK_KNEE_PITCH_L	J03_KNEE_PITCH_L	Q90H	-0.2618	2.3562
5	左踝俯仰	LINK_ANKLE_PITCH_L	J04_ANKLE_PITCH_L	Q25H	-0.6807	0.7243
6	左踝横滚	LINK_ANKLE_ROLL_L	J05_ANKLE_ROLL_L	Q25H	-0.2618	0.2618
7	右髋俯仰	LINK_HIP_PITCH_R	J06_HIP_PITCH_R	Q90H	-3.141	2.443
8	右髋横滚	LINK_HIP_ROLL_R	J07_HIP_ROLL_R	Q90H	-2.094	0.436
9	右髋偏航	LINK_HIP_YAW_R	J08_HIP_YAW_R	Q25H-L	-4.014	1.57
10	右膝俯仰	LINK_KNEE_PITCH_R	J09_KNEE_PITCH_R	Q90H	-0.2618	2.3562
11	右踝俯仰	LINK_ANKLE_PITCH_R	J10_ANKLE_PITCH_R	Q25H	-0.6807	0.7243
12	右踝横滚	LINK_ANKLE_ROLL_R	J11_ANKLE_ROLL_R	Q25H	-0.2618	0.2618

23	左肩俯仰	LINK_SHOULDER_PITCH_L	J13_SHOULDER_PITCH_L	Q25H	-2.9671	2.7925
24	左肩横滚	LINK_SHOULDER_ROLL_L	J14_SHOULDER_ROLL_L	Q25H	-0.6108	2.3562
25	左肩偏航	LINK_SHOULDER_YAW_L	J15_SHOULDER_YAW_L	Q25H	-2.618	2.618
26	左肘俯仰	LINK_ELBOW_PITCH_L	J16_ELBOW_PITCH_L	Q25H	-2.1948	0.7374
27	左肘偏航	LINK_ELBOW_YAW_L	J17_ELBOW_YAW_L	Q25H	-2.618	2.618
29	右肩俯仰	LINK_SHOULDER_PITCH_R	J18_SHOULDER_PITCH_R	Q25H	-2.9671	2.7925
30	右肩横滚	LINK_SHOULDER_ROLL_R	J19_SHOULDER_ROLL_R	Q25H	-2.3562	0.6108
31	右肩偏航	LINK_SHOULDER_YAW_R	J20_SHOULDER_YAW_R	Q25H	-2.618	2.618
32	右肘俯仰	LINK_ELBOW_PITCH_R	J21_ELBOW_PITCH_R	Q25H	-2.1948	0.7374
33	右肘偏航	LINK_ELBOW_YAW_R	J22_ELBOW_YAW_R	Q25H	-2.618	2.618
35	腰偏航	LINK_TORSO_YAW	J12_WAIST_YAW	Q25H-L	-4.014	1.57
36	头偏航	LINK_HEAD_YAW	J23_HEAD_YAW	Q25H	-0.6109	0.6109

## 坐标系，关节旋转轴与关节零点

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



## 屏幕

### 关键技术参数

#### (一) 绝对最大额定值

参数名称	符号	数值范围	单位	备注
逻辑电源电压	VDD	0.3~4.8	V	超出可能损坏 IC
输入电压	Vin	VDD+0.3	V	相对 VSS=0V
工作温度	Topr	-20~70	°C	正常工作环境温度
存储温度	Tstg	-30~80	°C	-30°C 存储不超过 48 小时，80°C 不超过 120 小时
工作湿度	RH	≤75% (Ta≤70°C)	-	Ta>70°C 时需低于 70°C 下 75% RH 的绝对湿度

#### (二) 电气特性 (测试条件: Ta=25°C)

## 1. 逻辑与驱动电路

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
工作电压	VDD	2.5	2.8	4.8	V	-
工作电流	IDD	-	-	50	mA	VDD=2.8V
高电平输入电压	VIH	0.8VDD	-	VDD	V	-
低电平输入电压	VIL	0	-	0.2VDD	V	-
输入泄漏电流	IIL	-1	-	1	$\mu$ A	VIN=VDD 或 VSS

## 2. 背光 (LED) 特性

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
正向电流	IF	-	80	88	mA	4 颗 LED 并联
正向电压	VF	-	3.2	-	V	工作电压基准
LED 数量	-	-	4	-	颗	并联连接方式

## 灯光

采用集控制电路与发光电路于一体的智能外控LED光源，每个元件即为一个像素点。像素点内部包含了智能数字接口数据锁存信号整形放大驱动电路，还包含有高精度的内部振荡器和可编程定电流控制部分，有效保证了像素点光的颜色高度一致

## 最大额定值

参数	符号	范围	单位
电源电压	VDD	+3.7~+5.3	V
逻辑输入电压	VI	-0.3V~ $V_{DD}+0.7$	V

## 电气参数

参数	符号	最小	最大	单位	测试条件
----	----	----	----	----	------

输入电流	$I_I$	—	$\pm 1$	$\mu\text{A}$	$V_I = V_{DD}/V_{SS}$
高电平输入	$V_{IH}$	$0.7 V_{DD}$	$V_{DD} + 0.7$	V	$D_{IN}, SET$
低电平输入	$V_{IL}$	-0.3V	0.7V	V	$D_{IN}, SET$

## 开关特性

参数	符号	最大	单位	测试条件
传输延迟时间	$t_{PLZ}$	300	ns	CL=15pF, DIN→DOUT, RL=10KΩ
下降时间	$t_{PHZ}$	120	$\mu\text{s}$	CL=300pF, OUTR/OUTG/OUT B
输入电容	$C_I$	15	pF	—

## LED 特性参数

参数	符号	颜色	静态电流 <0.6mA - 最小值	静态电流 <0.6mA - 典型值	静态电流 <0.6mA - 最大值	单位	工作电流
发光强度	$I_V$	Red	260	320	380	mcd	12.5mA
		Green	850	1000	1200	mcd	12.5mA
		Blue	90	110	130	mcd	12.5mA
波长	$\lambda_d$	Red	620	623	625	nm	12.5mA
		Green	520	523	525	nm	12.5mA
		Blue	449	451	454	nm	12.5mA

## 电池

## 核心参数

--	--	--	--	--	--

序号	项目	技术参数
1	电池类型	圆柱型锂离子电池（三元锂体系）
2	标称容量	10Ah
3	最小容量	9.5Ah
4	电池成组方案	13串2并
5	标称电压	46.8V
6	工作电压范围	33.8V ~ 54.6V (@ $\geq 0^{\circ}\text{C}$ )
7	SOC 工作范围	0% ~ 100%
8	最大放电可持续电流	20A
9	短时峰值放电电流	300A
10	最大持续充电电流	10A
11	最高充电限制电压	54.6V
12	PACK 设计循环寿命	600 @75%SOH
13	PACK 下线 SOC	30% $\pm$ 5%
14	热管理方式	自然散热
15	IP防护等级	NA
16	系统总质量	$\approx$ 2.95KG
17	PACK 外壳材质	铝合金
18	工作环境温度	电池充电： $0^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 电池放电： $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$
19	存储环境温度	一年： $-20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C} \leq 70\%$ 3个月： $-20^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C} \leq 70\%$
20	工作环境湿度	$\leq 95\%$
21	工作海拔要求	$\leq 4000\text{M}$

## 存储要求

### 1. 电池在不完全充电状态下贮存

2. **存放温度**：存放时间<3个月时，-20°C~45°C;存放时间≥3个月时，-20°C~25°C;
3. **存放湿度**：湿度为2%RH~90%RH，推荐在不超过85%RH范围内贮存；
4. **存放环境**：产品应存储在干净、干燥、通风、阴凉的环境中，避免阳光直射、高温、雨淋、腐蚀性气体、剧烈震动、机械冲击和重压等状况；远离火源和热源；海拔高度小于1500米，大气压为86kPa~106kPa。
5. **存放SOC及维护**：20%~50% SOC条件下存储，并每隔2个月监控SOC状态，若低于20%，需进行补电调整SOC到40%~50%，**使用前需进行满充。**

## 运输要求

电池在不完全充电状态下运输，一般要求处于20%~50%SOC。在运输过程中，应小心轻放，避免碰撞敲击、剧烈振动、冲击、日晒、雨淋，确保不会发生短路，严禁与酸碱等腐蚀物品放在一起。在装卸过程中，应轻搬轻放，严防摔掷，翻滚和重压。