

附件1 大型仪器设备采购可行性论证申请表



浙工大生态工业创新研究院
Eco-Industrial Innovation Institute, ZJU



仪器设备名称 人形机器人

申请部门(课题组) 绿色制造技术创新中心

申请人 董辉、吴祥、黄光普、梁定坤

联系电话 15100022001

项目负责人 韩龙

经费类别 省级新型研发机构平台建设经费

填表日期 2024.8.14

衢州市浙工大生态工业创新研究院

仪器设备名称	人形机器人		申购数量: 1																																
是否进口设备	否																																		
是否为主件设备	是	是否含有附件(若含附件请填写主附件明细表)	是																																
单价估计(元)	750,000.00	总价估计(元)	750,000.00																																
主要技术指标	<p>(一) 人形机器人本体</p> <p>a. 具备双臂、双手、躯干、头部、双下肢;</p> <p>b. 站立身高$\geq 170\text{cm}$; 手臂臂展$\geq 40\text{cm}$; 体重$\geq 65\text{kg}$;</p> <p>c. 总自由度(关节电机)≥ 40个;</p> <p>d. 电池容量$\geq 48\text{V } 12\text{Ah}$; 续航时间$\geq 1.5\text{h}$;</p> <p>e. 开放关节驱动协议, 支持位控、力控等二次开发;</p> <p>f. 通讯支持 EtherCAT 协议;</p> <p>g. 单臂负载$\geq 4\text{kg}$; 双臂协同搬运$\geq 8\text{kg}$; 单臂手协同抓握负载$\geq 2\text{kg}$; 双臂手协同抓握$\geq 4\text{kg}$;</p> <p>h. 最大线性速度$\geq 200\text{mm/s}$; 单臂重复定位精度$\pm 0.5\text{mm}$; 整机最快行走时速$\geq 6\text{km/h}$; 最大关节扭矩$\geq 150\text{N}\cdot\text{m}$;</p> <p>(二) 机器人配置</p> <p>a. 3D 激光雷达*1 个</p> <table border="1"> <tr><td>激光波长</td><td>905nm</td></tr> <tr><td>量程(@100klx)</td><td>40m@10%反射率、70m@80%反射率</td></tr> <tr><td>近处盲区</td><td>0.1m</td></tr> <tr><td>FOV</td><td>水平 360°, 竖直 -7° ~ 52°</td></tr> <tr><td>测距随机误差</td><td>$\leq 2\text{cm}$ (10m) $\leq 3\text{cm}$ (0.2m)</td></tr> <tr><td>角度随机误差</td><td>$< 0.15^\circ$</td></tr> <tr><td>点云输出</td><td>200000 点/秒</td></tr> <tr><td>点云帧率</td><td>10Hz (典型值)</td></tr> <tr><td>数据网口</td><td>100BASE-TX 以太网</td></tr> <tr><td>数据同步方式</td><td>IEEE 1588-2008 (PTPv2), GPS</td></tr> <tr><td>虚警率(@100klx)</td><td>$< 0.01\%$</td></tr> <tr><td>IMU</td><td>内置 IMU 型号(ICM40609)</td></tr> </table> <p>b. 人形机器人控制器*1 个;</p> <table border="1"> <tr><td>CPU</td><td>12*ARM Cortex-A78AE</td></tr> <tr><td>内存</td><td>64G LPDDR5</td></tr> <tr><td>GPU</td><td>2048 NVIDIA CUDA cores</td></tr> <tr><td>AI 性能</td><td>UP to 275 Sparse TOPS</td></tr> </table>			激光波长	905nm	量程(@100klx)	40m@10%反射率、70m@80%反射率	近处盲区	0.1m	FOV	水平 360°, 竖直 -7° ~ 52°	测距随机误差	$\leq 2\text{cm}$ (10m) $\leq 3\text{cm}$ (0.2m)	角度随机误差	$< 0.15^\circ$	点云输出	200000 点/秒	点云帧率	10Hz (典型值)	数据网口	100BASE-TX 以太网	数据同步方式	IEEE 1588-2008 (PTPv2), GPS	虚警率(@100klx)	$< 0.01\%$	IMU	内置 IMU 型号(ICM40609)	CPU	12*ARM Cortex-A78AE	内存	64G LPDDR5	GPU	2048 NVIDIA CUDA cores	AI 性能	UP to 275 Sparse TOPS
	激光波长	905nm																																	
	量程(@100klx)	40m@10%反射率、70m@80%反射率																																	
	近处盲区	0.1m																																	
	FOV	水平 360°, 竖直 -7° ~ 52°																																	
	测距随机误差	$\leq 2\text{cm}$ (10m) $\leq 3\text{cm}$ (0.2m)																																	
	角度随机误差	$< 0.15^\circ$																																	
	点云输出	200000 点/秒																																	
	点云帧率	10Hz (典型值)																																	
	数据网口	100BASE-TX 以太网																																	
数据同步方式	IEEE 1588-2008 (PTPv2), GPS																																		
虚警率(@100klx)	$< 0.01\%$																																		
IMU	内置 IMU 型号(ICM40609)																																		
CPU	12*ARM Cortex-A78AE																																		
内存	64G LPDDR5																																		
GPU	2048 NVIDIA CUDA cores																																		
AI 性能	UP to 275 Sparse TOPS																																		

网口	1 路万兆+4 路千兆，默认 2 路 EtherCAT
USB	4*USB 3.2
CAN	2 路 CANFD
摄像头	8 路 GMSL
串口	1 路 485

c. 六维力传感器*4 个；

量程	±5000N (Fxyz)、200Nm (Mxyz) 脚踝； ±1000N (Fxyz)、20Nm (Mxyz) 手腕
通讯接口	EtherCAT、RS485、CAN
分辨率	0.5(%FS) (Fxy)、0.5(%FS) (Fz)、 0.5(%FS) (Mxy)、0.5(%FS) (Mz)
数据输出频率	2000Hz (max)
可承受过载	300%
线性度	<1.25%
间串扰	<3(%FS)

d. 高精惯性测量单元 IMU*1 个；

传感器性能	纵倾、横滚 0.2deg RMS 航向角 1deg RMS
陀螺仪	满量程 450deg/s、零偏稳定性 10deg/s、带宽 415Hz
加速度传感器	满量程 20g、零偏稳定性 15ug、带宽 375Hz
磁传感器	满量程 ±8G、全部 RMS 噪声 0.5mG 非线性 0.2%、分辨率 0.25mG

e. 双目深度相机*1 个；

范围	(最小 - 最大) 0.6m-6m
深度分辨率和 FPS	1280x720 up to 90FPS
视野深度	H:87, V:58 +-3
系统接口类型	GMSL/FAKRA

f. 补盲相机*3 个；

分辨率	1920H*1536V
帧率	1920*1536@30fps
图像传感器	SONY 2.95MP ISX031 RGB ISP Built-in
连接器	Amphenol Fakra (Z Code)
输出数据格式	YUV422@8bit
串行器	MAXIM MAX96717F
快门方式	Rolling Shutter
FOV	HFOV 118°

g. 机器人辅助架子*1 个；

	<table border="1"> <tr> <td>最大吊装高度</td> <td>≥180cm</td> </tr> <tr> <td>底座最大宽度</td> <td>≥40cm</td> </tr> <tr> <td>最大承重</td> <td>≥150Kg</td> </tr> </table> <p>h. 高性能 PC 工控机*1 个；</p> <table border="1"> <tr> <td>CPU</td> <td>Intel Core Ultra 9-185H</td> </tr> <tr> <td>内存</td> <td>32GB</td> </tr> <tr> <td>硬盘</td> <td>1TB</td> </tr> <tr> <td>显卡</td> <td>RTX 4050 6GB GDDR6 显存</td> </tr> <tr> <td>屏幕分辨率、刷新率</td> <td>3072*1920、120Hz</td> </tr> </table>	最大吊装高度	≥180cm	底座最大宽度	≥40cm	最大承重	≥150Kg	CPU	Intel Core Ultra 9-185H	内存	32GB	硬盘	1TB	显卡	RTX 4050 6GB GDDR6 显存	屏幕分辨率、刷新率	3072*1920、120Hz
最大吊装高度	≥180cm																
底座最大宽度	≥40cm																
最大承重	≥150Kg																
CPU	Intel Core Ultra 9-185H																
内存	32GB																
硬盘	1TB																
显卡	RTX 4050 6GB GDDR6 显存																
屏幕分辨率、刷新率	3072*1920、120Hz																
主要功能	激光和视觉 SLAM、双足行走、双臂协作、身体姿态控制等																
应用范围	主要用于人形机器人感知与控制关键算法技术的研究与验证，包括三维建图、视觉检测、力位感知、运动轨迹规划、多轴运动控制、双臂协同控制等。																
共享专业	控制科学与工程、计算机科学与技术、机械工程、材料科学与工程等学科领域。 人形机器人的各关节运动控制和全身协同控制涉及控制专业，智能感知、大模型、深度学习算法等关键技术涉及计算机专业知识，本体结构设计、力学分析涉及机械工程专业，手指接触力、嗅觉等传感器设计材料专业。																
申购理由和必要性	研究院无同类型产品，为满足科学研究和成果转化需要申请购买。 新一轮科技革命与产业变革背景下，世界各主要经济体纷纷将机器人提升至国家战略高度。美国发布《先进制造业国家战略计划》、欧盟出台 SPARC《欧盟机器人研发计划》、中国制定“中国制造 2025”、日本发布《机器人新战略》等。习近平总书记强调，从更长远的战略需求出发，在智能制造、机器人等领域再部署一批体现国家战略意图的重大科技项目。其中，人形机器人是业界公认的技术难度最高的智能机器人，是机械设计、运动控制、人工智能等领域高精尖技术的集大成者，被誉为“机器人皇冠上的明珠”。近年来，随着全球人口老龄化问题加剧、劳动力短缺现象凸显，社会生产生活对智能机器人的需求持续上涨。人形机器人能够在以人为中心的环境中为人类提供服务，无论在生产生活、空间探索、灾害救援、国家安全等各方面都具有广阔的应用前																

景。

人形机器人的发展将不仅对机器人产业发展带来颠覆性的影响，也将对社会发展产生重要变革。近期，北京、上海、深圳等多地政府发文要求加快建设人形机器人产业创新中心，争创人形机器人国家创新中心。尽管现阶段国内外研究人员已针对人形机器人开展了一系列的研究，但仍存在许多亟待解决的难题，包括传统步态僵硬不自然、环境适应性差、自主作业能力不足、仿真与实际存在较大差距等，因此，如何具备高速、稳定、强适应的运动控制能力是机器人更加强壮的核心难点及关键所在。考虑到人形机器人结构复杂性高，软硬件平台搭建成本高昂，为了实现稳定、高效且灵活的运动控制，体现机器人的本体性能和智能水平，带动上下游产业链发展，推进落地应用，亟需采购一台人形机器人本体样机，开展一系列的教学科研工作。

引入该仪器，对于本实验室的科研有诸多益处。

(1) 教学：

- 1、机器人理论和基础知识
- 2、机器人动力学和运动学理论
- 3、现代控制理论
- 4、模型预测控制理论
- 5、人工智能算法
- 6、机器视觉理论和技术

(2) 科研：

- 1、多传感器融合感知理论与方法研究
- 2、全身鲁棒控制先进算法研究
- 3、双足行走步态控制算法研究
- 4、双臂协同作业控制算法研究
- 5、机器人机械结构和力学研究
- 6、先进传感器材料和结构研究

(3) 成果转化：

- 1、人形机器人控制系统研发与应用
- 2、人形机器人具身智能技术研发与应用

人形机器人是当下机器人产业的热门方向，是先进信息技术和人工智能的集大成者。今年县政府指导，依托学校科研团队，就人形机器人产业研究院与禾川科技开展深度院企协作，建设科创平台为双方在科研创新、人才培养、社会服务等方面提供服务。因此本设备的采购对教学、科研、成果转化将起到极大推动作用，我们亟需人形机器人，请批准采购。

主(附) 件 明 细 表

序号	标配/选配	附件名称	技术性能/用途功能	数量	单价(元) (含税)	总金额 (元) (含税)
1	标配	本体	见主要指标	1	650000	750000
2	标配	人形机器人 控制器	CPU: 12xARM Cortex-A78AE GPU: 2048 NVIDIA® CUDA® cores 内存/存储: 64GB LPDDR5 1TB SSD AI 算力: Up to 275 Sparse TOPS (INT8) 网口: 1路万兆+8路千兆 最大5路 EtherCAT 无线: 1xWifi6 1x5G 音视频: 1 x AUX 1x HDMI USB: 10x USB 3.2 串口通信: 2xRS485 CAN: 2 x CANFD 同步摄像头: 16x GMSL	1	30000	
3	标配	手臂关节电 机套件	70Nm 旋转 *1 个 100Nm 旋转*2 个 30Nm 旋转 *1 个 3900N 线性*1 个 500N 线性*2 个	1	70000	
合计						

仪器设备调研情况

本研究院已有同类设备 <u> / </u> 台，使用情况调研如下（不够可附页）：				
部门（课题组）	仪器编号	仪器名称	利用率（繁忙 /一般/闲 置）	是否开放
/				
特殊情况说明：/				
一、可供货厂商调研情况				
向市场调查情况（该类设备有哪些生产经营厂家，各主要品牌产品的市				

市场占有率，列举不同品牌同类设备主要性能、参数、价格、服务等作对比，至少3家）。

1. 厂商名称	浙江禾川科技股份有限公司	型号	YOLO 01	售价（万元）	75
调研情况说明： 1、开放关节驱动协议，支持力矩、速度、位置三环控制的二次开发。 2、属于本地企业，售后响应和服务质量更优					
2. 厂商名称	杭州宇树科技有限公司	型号	Unitree G1	售价（万元）	77
调研情况说明： 1、关节驱动协议不开放，无法支持力矩环控制的二次开发。					
3. 厂商名称	浙江人形机器人创新中心有限公司	型号	NAVIAI	售价（万元）	81
调研情况说明： 1、关节驱动协议、系统控制框架不开放，无法支持二次开发。					

预期效益及风险				
预期年有效使用机时： <u>1000</u> 小时/年 其中教学： <u>100</u> 小时/年，科研： <u>800</u> 小时/年，共享服务： <u>100</u> 小时/年				
风险预测： /				
管理人员安排及仪器安装条件				
1. 人员安排				
人员性质	姓名	职称	电话	是否专职
仪器负责人	董辉	教授		否
操作人员	吴祥	副研究员		否
操作人员	黄光普	助理研究员		否
操作人员	梁定坤	副研究员		否
2. 安装条件				

大型仪器设备可行性论证专家意见

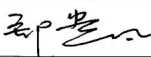
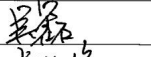
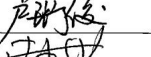
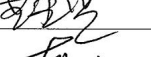
专家论证意见：（字数为600字以内）

衢州市浙工大生态工业创新研究院于2024年8月21日2楼会议室组织专家对省级新型研发机构平台建设项目购置“人形机器人”的方案进行了论证，专家组听取汇报后，经质询和讨论，形成如下意见：

人形机器人是先进信息技术和人工智能的集大成者，是龙游县与研究院的重要发展方向，设备的购置对于研究院产学研的发展具有重要意义，符合研究院的建设宗旨和要求。目前研究院没有该设备，购置十分必要。

本次购置的产品主要用于二次开发，后续需要产商提供开放授权。目前，仅浙江禾川科技股份有限公司提供的产品及后期二次开发解决方案可满足采购要求，建议采用单一来源采购方式，供应商为浙江禾川科技股份有限公司。

鉴于仪器的安装条件和使用人员均已满足，建议尽快实施采购计划。

专家姓名	工作单位	联系电话	签名
郑遗凡 (组长)	浙江工业大学		
吴磊	龙游县检验检测研究院	15157001111	
卢珩俊	浙江方圆检测集团龙游有限公司	13705707777	
贾建洪	衢州市浙工大生态工业创新研究院	13705707777	
胡俊	衢州市浙工大生态工业创新研究院		