

2025 年度武汉市人形机器人领域重点研发计划项目申报指南

一、支持重点

支持围绕武汉市人形机器人整机发展需求，聚焦人形机器人“大脑”“小脑”“肢体”“感知”等开展关键技术攻关和产业化应用，突出自主创新和产业带动，预期能形成产品化、场景化的标志性成果，加强部组件本地生产配套，有效提升人形机器人产业集群整体竞争力。标志性成果为人形机器人零部件的，原则上要至少为 1 家本地整机企业提供配套服务。

二、指南方向

1.面向人形机器人大小脑应用的 SoC 芯片研发与应用

针对当前机器人大脑、小脑芯片多沿用通用芯片，以及算力、能效及适配性不足等问题，开展基于 7nm 工艺的国产高性能 AI 芯片技术及核心 IP 的自主研发与攻关，其中大脑芯片 AI 算力不低于 200TOPS，CPU 逻辑算力不低于 250K DMIPS；小脑芯片 AI 算力不低于 32TOPS，CPU 逻辑算力不低于 150K DMIPS。通过开发人形机器人的大脑、小脑计算单元，构建并部署一套参数不低于 14B 的端到端具身多模态大模型，完成 AI 通用工具链研发，实现低功耗和高性能的端侧推理。

2.人形机器人精确力感知高力矩密度一体化关节模组

针对人形机器人关节模组精确力感知和高扭矩密度需求，研究高精度力感知与力控技术、非线性摩擦力辨识、实时电机内阻检测、外部负载惯量辨识等核心技术，打造模块

化、低成本、轻量化的高可靠力控关节模组，其中，旋转关节模组峰值扭矩 $>500\text{Nm}$ 、扭矩重量比 $>120\text{Nm/kg}$ ，直线关节模组峰值推力 $>10000\text{N}$ ，推力重量比 $>5800\text{N/kg}$ ，体积优化至同功率等级产品的 80%。旋转关节位置跟踪误差 $\leq 0.01\text{rad}$ ，直线关节重复定位精度达到 $\pm 0.05\text{mm}$ ，接触力检测精度 $\pm 1\text{N}$ ，适用于抓取操作、人机交互等多应用场景。

3.感规控一体化集成的柔性灵巧手系统研发

针对人形机器人领域中的柔性抓取需求，研发感规控一体化集成的柔性灵巧手，通过开发自适应学习算法，实现自动调整抓取策略，具备高效的自适应能力，能针对 1000 种以上日常物品实现精准抓取与高效操作，抓取重量比 >5 ，传感器分辨率 $\geq 0.3\text{N}$ 、单指响应时间 ≤ 0.1 秒，产品可广泛应用于智能制造、精准医疗、物流配送等场景。

4.基于具身智能的口腔护理人形机器人灵巧手系统研发

针对口腔手术中传统人工护理存在效率低、标准化不足等问题，结合具身智能、多模态感知和仿生机械设计，开发面向医疗机构临床口腔护理配合应用场景的口腔护理人形机器人，开发不少于 19 个自由度的仿生灵巧手，基于视觉-语言-动作模型（VLA）机器人操作技术，支持口腔狭窄空间内毫米级操作精度，定位误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ，研究动态场景下的路径规划与避障技术，实现自主导航决策，导航成功率 $\geq 80\%$ ，推动人形机器人灵巧手在医疗健康领域的深度应用，提升口腔护理效率与质量。

5.高性能人形机器人关节用新型电感式编码器研发

针对人形机器人关节定位等高精度需求，突破差分线圈

阵列设计、锁相环、温度自补偿等技术，适用于恶劣环境下的高精度角度测量，实现内置温度漂移补偿 $0.001\% \text{ FS}/^{\circ}\text{C}$ ，非线性修正误差 $\pm 0.05^{\circ}$ ，支持 $-40^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 全温域自动校准，同时具备超采样与噪声抑制功能，信噪比 $\geq 75\text{dB}$ ，分辨率 $\geq 21\text{bit}$ 。

6.人形机器人谐波减速器研发及应用

针对人形机器人对高精度、轻量化和长寿命谐波减速器的需求，开展人形机器人谐波减速器的研发，突破人形机器人谐波减速器齿形设计、制造工艺和功能检测等关键技术，研制的人形机器人谐波减速器传动误差小于 1 弧分，传动比 30-200，较国内外同类产品重量减轻 20%，使用寿命不少于 15000 小时，在人形机器人领域进行应用示范。

7.面向人形机器人姿态控制应用的高性能 MEMS 惯性传感技术研究

面向人形机器人姿态控制对高性能、小型化惯性传感器的需求，突破三轴加速度计、陀螺仪结构设计、工艺制造、IMU 标定、组合导航等关键技术，研制具有较强抗振动和抗抖动性能的高性能 MEMS 惯性传感器，俯仰角和横滚角静态精度 $\leq 0.1^{\circ}$ ，陀螺零偏稳定性（ 1σ ，10s 平滑） $\leq 0.2^{\circ}/\text{h}$ ，三轴加速度计零偏稳定性（ 1σ ，10s 平滑） $\leq 100\mu\text{g}$ 。

8.人形机器人高性能六维力传感器的研发与应用

针对人形机器人六维力传感器过载能力低、稳定性及可靠性低等问题，开展低温漂半导体应变计及其粘贴工艺、低耦合六维力传感器弹性体、人形机器人力感知与力控制方法等研究，研制面向人形机器人手腕和足底的高性能六维力传

感器，过载能力 $\geq 2000\%F.S.$ 、测量误差 $\leq 0.2\%F.S.$ 、维间耦合 $\leq 0.3\%F.S.$ 、采样频率 $\geq 3000\text{HZ}$ 以及可承受人形机器人奔跑、跳跃等剧烈运动冲击力。

9.人形机器人电子鼻关键材料和器件研究

针对人形机器人在抢险救灾、矿井安全等特种作业场景中环境气体探测能力不足的问题，开展超敏复合气敏材料研发、MEMS 集成化电子鼻器件制备及智能算法开发工作，达到对 $\text{CH}_4 \leq 100 \text{ ppm}$ ，响应时间 $\leq 3\text{min}$ ， $\text{NO}_2 \leq 10 \text{ ppb}$ ， H_2 、 $\text{CO} \leq 5 \text{ ppm}$ ，响应时间 $\leq 30\text{s}$ ，工作寿命 ≥ 2 年，在锂离子燃爆、化学品泄漏等混合气体复杂工况中实现稳定服役的工程化应用。

10.面向人形机器人的三维运动姿态传感系统

针对人形机器人多关节电机的多维监测需求，利用分布式光纤传感技术结合高密度光纤光栅，建立机器人的运动姿态感知与抓取应力监测系统，提升人形机器人在复杂动态环境中的多维感知水平和精细操作能力，系统的应变测量范围： $\pm 8000 \mu\epsilon$ ，应变测量精度： $\pm 1 \mu\epsilon$ ，应变传感分辨率 $\leq 1 \text{ mm}$ ，三维传感空间分辨率 $\leq 10 \text{ mm}$ ，系统三维运动姿态传感误差小于 1%，并在人形机器人上实现应用。

11.多模态传感技术在人形机器人机械手的融合应用

针对人形机器人机械手依赖传统单一传感器、感知维度有限、复杂环境适应性不足等问题，开展多模态传感技术、时空同步融合算法等攻关，通过融合可见光视觉、激光测距、红外感知等至少 3 种传感器，形成集成化微型感知单元，实现对物体颜色、形状、深度、温度等多维度信息的精准感知与环

境参数自适应补偿，测量距离 10-2000mm，全量程测量精度优于 5mm，近距离测量精度优于 1mm，视觉与深度对准偏差 not 高于 1mm，在工业生产、物流仓储、高危环境下生产作业等实现场景应用。