

轮式形态将先于双足机器人实现商业化落地 ——具身智能产业深度研究（一）

摘要：轮式形态更适配落地需求，将先于双足机器人实现商业化落地。

核心观点：轮式形态有望先于双足机器人实现商业化落地

轮式人形机器人具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地需求，有望在零售、工厂等B端市场率先实现商业化落地。银河通用、智元机器人等致力于轮式人形机器人在细分任务的应用，有望领跑商业化进展。

人形机器人走向规模化量产，海内外企业快速发展

特斯拉作为行业先行者，引领技术迭代。最新一代 Optimus Gen3 于 2025 年 4 月亮相在弗里蒙特工厂试产，计划 2025 年年底发布，2026 年实现规模化量产。

政策引领产业发展，车企及初创企业纷纷入局。国内市场，小鹏、小米等车企纷纷入局；智元机器人、宇树科技等初创企业进展迅速。

本体企业占据产业链核心，上游零部件环节繁多，下游市场空间广阔

本体多种形态并行发展，车企与初创企业主导竞争。海外本体企业中，特斯拉、Figure AI 和 Agility Robotics 走在前列；国内本体企业中，智元机器人、傅里叶、宇树科技、银河通用等技术和产品领先。

零部件重点环节包括关节、灵巧手、传感器。核心组件包括减速器、电机、丝杠、轴承、力/力矩传感器、触觉传感器和视觉传感器等。

市场空间广阔，下游应用场景多样。市场空间方面，预计 2029 年全球人形机器人产业规模达 324 亿美元；应用场景方面，主要包括工业制造、物流仓储、家庭与商业服务等下游领域。

相比于双足机器人，轮式形态更容易实现商业化落地

根据下肢形态不同，人形机器人可分为足式、轮式和轮足三种，其中足式和轮式占主导。轮式形态在平衡控制上显著区别于双足形态，由于不涉及重心转移，其下肢移动部分仅需要一个移动平台，设计和制造相比双足形态更为简便。

轮式形态具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地需求。训练难度方面，轮式机器人依靠简单的驱动轮与支撑腿结合，而双足机器人下肢控制依靠复杂算法。成本方面，双足机器人双腿 BOM 成本比轮式底盘高十倍，且维护和修理成本更高。续航方面，轮式续航时间大于 5 小时，而双足形态大多不足 2 小时。落地需求方面，目前大多数应用场景仅需平面移动配合灵巧手，下肢拥有稳定性和速度来完成移动即可，轮式形态更加适配。

多家初创企业布局轮式产品，探索商业化前沿。国内轮式机器人主要参与企业包括银河通用、智元机器人、千寻智能、星海图、星尘智能等，在无人零售药店、工厂搬运、分拣等场景探索落地应用。

产业展望

轮式人形机器人有望在零售、工厂等 B 端市场率先实现商业化落地；银河通用、智元机器人等致力于轮式人形机器人在细分任务的应用，有望领跑商业化进展。

风险提示：产品研发进度不及预期风险；商业化进度不及预期风险。

产业研究中心

	王浩(分析师)
	0755-23976068
	wanghao2@ghtt.com
登记编号	S0880513090004
	鲍雁辛(分析师)
	0755-23976830
	baoyanxin@ghtt.com
登记编号	S0880513070005
	张涵(研究助理)
	0755-23976666
	zhanghan5@ghtt.com
登记编号	S0880124070046

往期回顾

【AI 产业深度】AI Agent 的技术演进与产业洞察
2025.08.07

【AI 产业深度】华为盘古大模型与昇腾 AI 计算平台，共同构建软硬一体的 AI 技术体系
2025.08.06

通往 L3 智能驾驶与具身智能之钥——视觉-语言-动作模型（VLA）产业研究 2025.08.02

低空经济系列（八）：从 Joby 和 Archer 看国内 eVTOL 产业 2025.07.17

尊界以智能定义豪华，引领汽车产业攀顶全球价值链——华为产业研究之智能汽车系列（二）
2025.07.13



人工智能产业链联盟

星主： AI产业链盟主

○ 知识星球

微信扫描预览星球详情



目录

1. 核心观点：轮式形态有望先于双足机器人实现商业化落地	3
2. 人形机器人走向规模化量产，海内外企业快速发展	5
2.1. 人形机器人从概念验证走向规模落地	5
2.2. 特斯拉作为行业先行者，引领技术迭代	7
2.3. 政策引领产业发展，车企及初创企业纷纷入局	8
3. 本体企业占据产业链核心，上游零部件环节繁多，下游市场空间广阔	10
3.1. 本体多种形态并行发展，车企与初创企业主导竞争	10
3.2. 零部件重点环节包括关节、灵巧手、传感器	13
3.3. 市场空间广阔，下游应用场景多样	18
4. 相比于双足机器人，轮式形态更容易实现商业化落地	20
4.1. 根据下肢形态不同，人形机器人可分为足式、轮式和轮足三种	20
4.2. 轮式形态具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地需求	22
4.3. 多家初创企业布局轮式产品，探索商业化前沿	23
5. 产业展望	29
6. 风险提示	29

1. 核心观点：轮式形态有望先于双足机器人实现商业化落地

人形机器人走向规模化量产，海内外企业快速发展。具身智能是人工智能与机器人技术发展的交汇，而人形机器人是具身智能中最具潜力赛道，正从概念验证走向规模落地，车企及初创企业纷纷入局。海外市场，特斯拉率先推动行业进展，Figure AI 和 Agility Robotics 专注于物流、产线和仓储场景。国内市场，小鹏、小米等车企纷纷入局；智元机器人、宇树科技等初创企业进展迅速。人形机器人产业链可分为上游零部件、中游本体企业和下游应用，中游本体企业可类比于汽车主机厂，占据产业链主导地位；上游零部件涉及范围广，多为汽车零部件、机械行业企业跨界参与；下游应用场景包含工业制造、物流仓储、家庭与商业服务等，目前处于初步探索阶段。

轮式形态具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地需求，相比双足机器人更容易实现商业化。根据下肢形态不同，人形机器人可分为足式、轮式和轮足三种。轮式形态在平衡控制上显著区别于双足形态，由于不涉及重心转移，其下肢移动部分仅需要一个移动平台，设计和制造相比于双足形态更为简便。轮式形态具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地需求。训练难度方面，轮式机器人依靠简单驱动轮与支撑腿结合，而双足机器人下肢控制依靠复杂算法，需大量训练数据且泛化性低。成本方面，双足机器人双腿 BOM 成本比轮式底盘高十倍，且维护和修理成本显著高于轮式形态。续航方面，轮式形态续航时间一般大于 5 小时，而双足形态的续航时间大多不足 2 小时，差距显著。落地需求方面，目前大多数应用场景仅需平面移动配合灵巧手，下肢拥有稳定性和速度来完成移动即可，轮式形态更加适配。银河通用、智元机器人、千寻智能、星海图、星尘智能等多家初创企业布局轮式产品，探索商业化前沿。

轮式人形机器人有望在零售、工厂等 B 端市场率先实现商业化落地；银河通用、智元机器人等致力于轮式人形机器人在细分任务的应用，有望领跑商业化进展。目前，轮式人形机器人主要在零售药房等商业服务场景、搬运和物流分拣等工厂场景进行试点落地，有望以零售和工厂等 B 端市场作为切入点，逐渐实现商业化落地，验证商业价值并提高渗透率。相比于大而全的通用型 AI，针对细分场景进行优化设计更加符合商业化进程，最接近落地的技能依旧是相对简单的移动、抓取、放置等任务。银河通用、智元机器人等专注于零售、搬运、分拣等细分任务，对轮式人形机器人的应用进行优化落地，有望领跑商业化进展，未来再进一步从易到难，朝着家庭场景、多元化任务演进。

图1：轮式形态有望先于双足机器人实现商业化落地



产业展望

- 轮式人形机器人有望在零售、工厂等B端市场率先实现商业化落地
- 银河通用、智元机器人等致力于轮式形态在细分任务的应用，有望领跑商业化进展

数据来源：银河通用官网，国泰海通证券研究

2. 人形机器人走向规模化量产，海内外企业快速发展

2.1. 人形机器人从概念验证走向规模落地

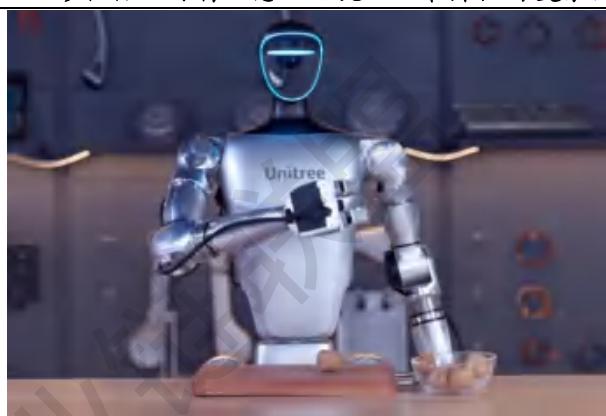
人形机器人具有类人结构，可自主感知环境、决策并执行复杂任务。与传统固定于产线、依赖精确编程、只能在结构化环境中重复单一动作的工业机器人和协作机器人不同，人形机器人以类人外形和具身智能为底层技术，关节自由度和操作空间大幅扩展，能够在家庭、商场、工厂等非结构化场景中像人一样行走、抓取、对话乃至协同；也正因其“身体”与“环境”之间的高耦合度，人形机器人成为具身智能的典型实现平台——智能体通过物理身体与真实世界持续交互，用感知-动作闭环来积累常识、习得技能。

图2：传统工业机器人用于固定产线



数据来源：智能制造 IMS

图3：人形机器人可自主感知环境、决策并执行复杂任务



数据来源：宇树科技官网

具身智能是人工智能与机器人技术发展的交汇，人形机器人是具身智能中最具潜力赛道。具身智能，即具有身体的 AI 智能，其机器大脑能够进行决策，从而支配身体对外界环境变化做出反应，核心在于实体设备与智能决策的深度融合，实现感知-决策-执行的闭环。无人驾驶汽车、四足机器狗等都是具身智能的不同表现形式，而人形机器人作为最接近人类身体形态的机器形态，天然适配人类社会的生产生活方式，成为最具应用潜力的具身智能关键赛道。人形机器人可以使用双手操作工具，用多模态传感器把视觉、力觉、听觉映射到运动控制，再通过端到端学习把每一次跌倒、抓取、对话转化为可迁移的知识。因此，人形机器人既是工业机器人技术栈向高自由度、高适应性的延伸，又是具身智能从算法走向物理世界的关键桥梁。

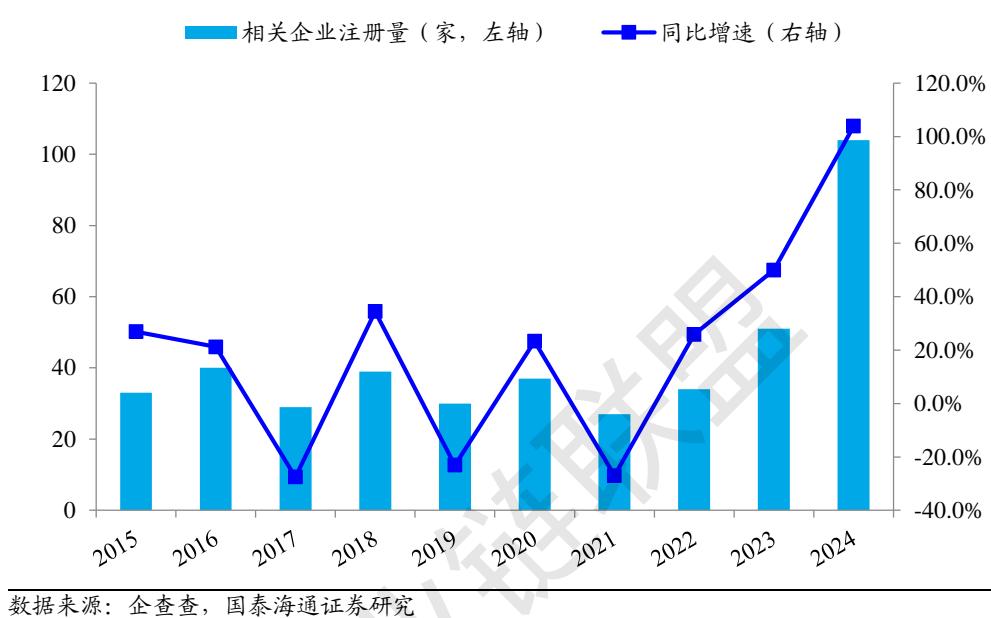
图4：具身智能是人工智能与机器人技术发展的交汇



数据来源：甲子光年

人形机器人从概念验证走向规模落地，相关企业注册量大幅增长。2022年，特斯拉作为行业先行者推出Optimus原型机，全球人形机器人产业进入快速发展期。2022-2024年，继特斯拉之后，国内外大量企业进入人形机器人领域，形成了多元化竞争格局。据企查查数据，2024年国内人形机器人企业注册量为104家，同比增速达104%，人形机器人相关企业注册量大幅增长。

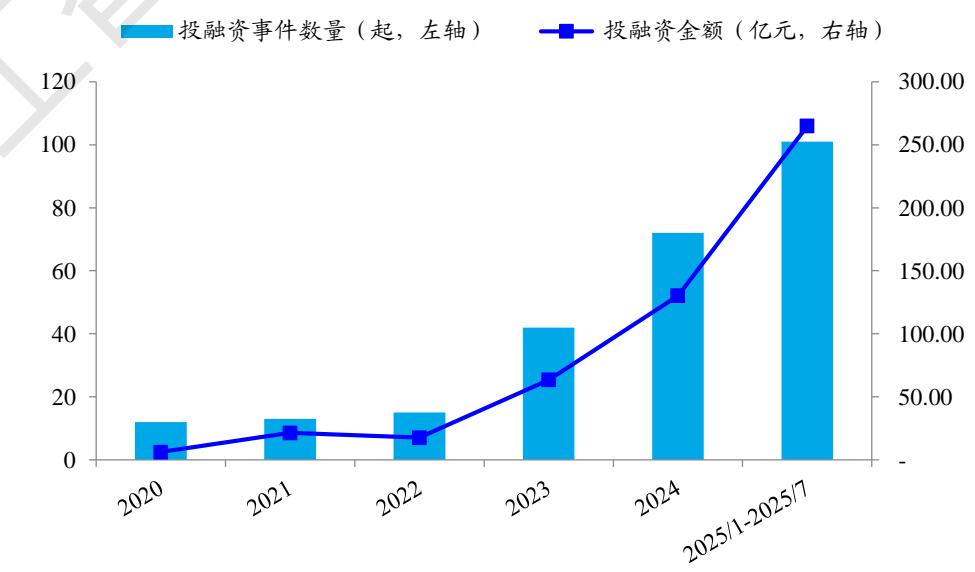
图5：近年来人形机器人相关企业注册量大幅增长



数据来源：企查查，国泰海通证券研究

资本市场方面，人形机器人成为投融资热点。2025年1-7月，国内人形机器人行业融资达101起，融资额超过260亿元，已经超过2024年全年，资本市场热度空前。其中，汽车产业龙头成为人形机器人投资的重要力量，北汽产投多次出手，投资了银河通用、智元机器人、帕西尼感知等本体和关键零部件企业；上汽集团旗下产业资本和私募股权机构也参与智元机器人、逐际动力、诺仕机器人等企业多轮融资。

图6：2025年1-7月，国内人形机器人行业融资101起，融资额超260亿元



数据来源：IT桔子，国泰海通证券研究

2.2. 特斯拉作为行业先行者，引领技术迭代

特斯拉 Optimus 作为人形机器人发展先行者，持续引领行业技术迭代。从最初 2021 年在 AI Day 上公布人形机器人计划，到 2022 年首次亮相 Gen 1 原型，特斯拉将在自动驾驶领域积累的视觉感知、AI 训练与硬件技术整合到具身平台之上。此后，特斯拉持续推进版本迭代，从 2023 年发布 Gen 2 实现轻量化与传感升级，到 2025 年 Gen3 在弗里蒙特工厂试产，其技术一直位于人形机器人行业最前沿。

2021 年特斯拉在 AI Day 首次公布 Tesla Bot 计划。按照该计划，Optimus 将依托特斯拉在自动驾驶领域的关键技术，包括 FSD 系统、Dojo 超级计算平台、AI 芯片，构建出机器人视觉感知、环境建模与动作学习的底层技术架构。

2022 年 9 月 Optimus 原型机在第二届 AI Day 亮相。Optimus 原型机无外壳装饰，周身直接裸露电线，直接呈现其内部的关节、电路板、电缆等设备，可以直观地向观众展示每个动作细节。现场展示环节，原型机从舞台后方缓缓走出，依次完成行走、停止、挥手问候、转身等亮相动作，并表演了简单的舞蹈。

2023 年 3 月，特斯拉发布 Optimus Gen1。Gen1 集成了完整的 FSD 系统与自研 D1 芯片，具备初步的环境感知与动作控制能力，可通过深度神经网络对物体进行自动识别、分拣与分类，构建出“感知—认知—行动”的闭环智能链条。

2023 年 12 月特斯拉在线上发布 Optimus Gen2，并持续进行产品和技术迭代。Gen 2 实现了机械结构轻量化、传感系统升级、手部精细动作控制能力的显著提升。2024 年 5 月，特斯拉在社交媒体上发布了机器人分拣电池的视频，实现了端到端神经网络驱动的自主分拣、动态纠错与自适应调整能力。2025 年 5 月，特斯拉公布两段 Optimus 执行跳舞动作的视频，展示其运动控制算法和肢体协调能力。

特斯拉计划于 2025 年年底正式推出 Optimus Gen3，预估 2026 年开始量产。Gen3 已于 2025 年 4 月亮相在弗里蒙特工厂试产，目前仍在持续迭代改进，计划于 2025 年年底发布，2026 年实现规模化量产，并计划在五年内达到年产 100 万台的目标。

下游应用方面，特斯拉在 2025 年一季报中首次向外界展示了位于弗里蒙特工厂的 Optimus 人形机器人试生产线。这一举措标志着特斯拉正迈出将机器人从展示走向规模化内用的关键一步，并可能在未来几年内加速向外部商业化服务过渡。

表 1：特斯拉 Optimus 发展历程

阶段	时间	主要更新内容
概念	2021/8	特斯拉首次在 AI Day 发布 Tesla Bot 的概念
原型机	2022/9	原型机在第二届 AI Day 上正式亮相。原型机需人搀扶，无外壳装饰，周身直接裸露电线，在舞台上行走并完成了挥手和搬运物品等简单任务；通过视频展现了可识别、分拣与分类物品的技术能力
Gen1	2023/3	Optimus Gen1 发布，运动能力得到了显著提升，能够更平稳地行走，转身，甚至进行一些复杂的平衡动作，如单腿站立和弯腰拾取物体；手部灵活性和抓握能力有所改进，使其能够处理较小的物体和执行更精细的操作
	2023/5	发布最新动态和演示视频，展示了多机器人同步协作、自主学习和任务执行能力
	2023/9	发布最新更新和演示视频，其自主识别物体和完成任务的能力进一步增强，使机器人能够在复杂的环境中更高效地运作；手部功能增强，能够执行更复杂的操作，如精细抓取和轻拿轻放物体
Gen 2	2023/12	Optimus Gen2 发布，各方面性能得到提升，包括结构轻量化、配备了更先进的电机和传感器系统等
	2024/1-2024/2	公布最新动态和视频，手部操作能力增强，可完成叠放柔性物体如衣服等，可抓放鸡蛋等易碎物体；下肢能力加强，步行更快更稳健，平衡性提升

	2024/5	发布最新演示视频，可精准分拣电池，迅速识别不同类型和状态的电池，并将其分类到不同的区域
	2024/10	在 We Robot 活动中，展示了舞蹈、调酒等多项技能，还展示了在室外独立行走，避开障碍物，自行上下楼梯、高坡
	2024/11	发布视频展示最新进展，可精准接住空中运动的网球，手部协调性明显提升
Gen 3	2025	Optimus Gen3 于 2025 年 4 月亮相在弗里蒙特工厂试产，目前还在持续迭代改进，计划于 2025 年年底正式发布，2026 年实现规模化量产

数据来源：特斯拉官网，人形机器人洞察，国泰海通证券研究

2.3. 政策引领产业发展，车企及初创企业纷纷入局

中央与地方政府发布产业规划与指导方案，引领人形机器人产业发展。2023 年工信部发布《人形机器人创新发展指导意见》，对相关产业发展进行了全局规划，提出要在 2025 年初步建立人形机器人创新体系，2027 年技术创新能力显著提升，综合实力达世界先进水平。2025 年以来多地政府出台产业指导方案，北京市科委联合中关村管委会出台《北京具身智能科技创新与产业培育行动计划(2025—2027 年)(征求意见稿)》，对北京市具身智能产业进行布局；广东省委、省人民政府印发的《广东省建设现代化产业体系 2025 年行动计划》中，提出要大力发展人形机器人等具身智能机器人，推进应用场景创新等。

图7：人形机器人产业获得政策重点支持

时间	政策文件	发布单位	相关内容
2025年	《北京具身智能科技创新与产业培育行动计划（2025-2027年）（征求意见稿）》	北京市	根据该计划提出的发展目标，到2027年，北京围绕具身大小脑模型、具身智能芯片、全身运动控制等方面突破不少于100项关键技术，产出不少于10项国际领先的软硬件产品，具身智能上下游产业链基本实现国产化。
2025年	《广东省建设现代化产业体系2025年行动计划》	广东省	大力开展人形机器人等具身智能机器人，加快突破机器脑、机器肢、机器体和关键核心部件，积极推动智能机器人应用场景创新；广东将高标准建设省具身智能机器人创新中心，引进和培育3~5家独角兽企业、科技型领军企业。
2024年	《关于打造消费新场景培育消费新增长点的措施》	工信部	拓展智能机器人在清洁、娱乐休闲、养老助残护理、教育培训等方面功能，探索开发基于人工智能大模型的人形机器人。
2023年	《人形机器人创新发展指导意见》	工信部	2025 年初步建立人形机器人创新体系，培育 2-3 家全球生态型企业及一批专精特新中小企业，形成 2-3 个产业集聚区，催生新业务模式；2027 年技术创新能力显著提升，构建安全可靠的产业链与国际竞争力生态，综合实力达世界先进水平。
2023年	《机器人+"应用行动实施方案》	工信部	鼓励在医疗健康、养老服务、教育、商业社区服务等社会民生领域及安全应急等领域，探索开发和应用机器人，包括推动基于人工智能等技术的机器人应用，拓展应用场景并加强相关体系建设。
2023年	《新产业标准化领航工程实施方案（2023—2035年）》	工信部	开展人形机器人运动、操作、交互、智能能力分级分类与性能评估等系统评测标准预研；开展机电系统、人机交互、数据隐私等安全标准预研；面向工业、家庭服务、公共服务、特种作业等场景，开展人形机器人应用标准预研。

数据来源：中国政府网，工信部网站，国泰海通证券研究

小鹏、小米等车企纷纷入局，小鹏汽车于 2021 年 12 月成立鹏行智能，专门负责人形机器人研发，并在 2023 年 10 月发布首款双足人形机器人 PX5，2024 年 11 月发布新一代人形机器人 IRON，该机型已于同年进入小鹏工厂生产线测试，预计 2025 年进一步在广州工厂开展试点实训。小米 CyberOne 于 2022 年 8 月正式亮相，于 2025 年 2 月进入自家制造产线分阶段落地。

智元机器人、宇树科技等初创企业进展迅速。智元机器人成立于 2023 年 2 月，

2023年8月推出“远征A1”人形机器人，具备自主路径规划与抓取能力，目前共有远征系列、灵犀系列、精灵系列等产品布局。宇树科技成立于2016年，早期以四足机器狗为主打产品，2023年发布第一款通用人形机器人H1，2024年推出的第二代G1人形机器人具备23-43个自由度，膝关节峰值扭矩达120 N·m，支持快速行走、跳跃、下蹲等复杂动作，兼顾灵活性与运动性能。

优必选作为国内人形机器人早期参与者，产品已进入工厂实训。优必选成立于2012年，经过十余年发展已成长为中国人形机器人领域的重要参与者。在整机能力上，优必选发布的Walker S1已进入比亚迪工厂实训，具备智能搬运、分拣、质检等功能，最大扭矩达250 N·m，手部配有6个触觉传感器，具备高精度工业操作能力，并与无人叉车、L4级无人物流车实现系统协同。

图8：优必选机器人进入工厂实训



数据来源：深圳市工商联公众号

图9：小鹏机器人进入工厂实训

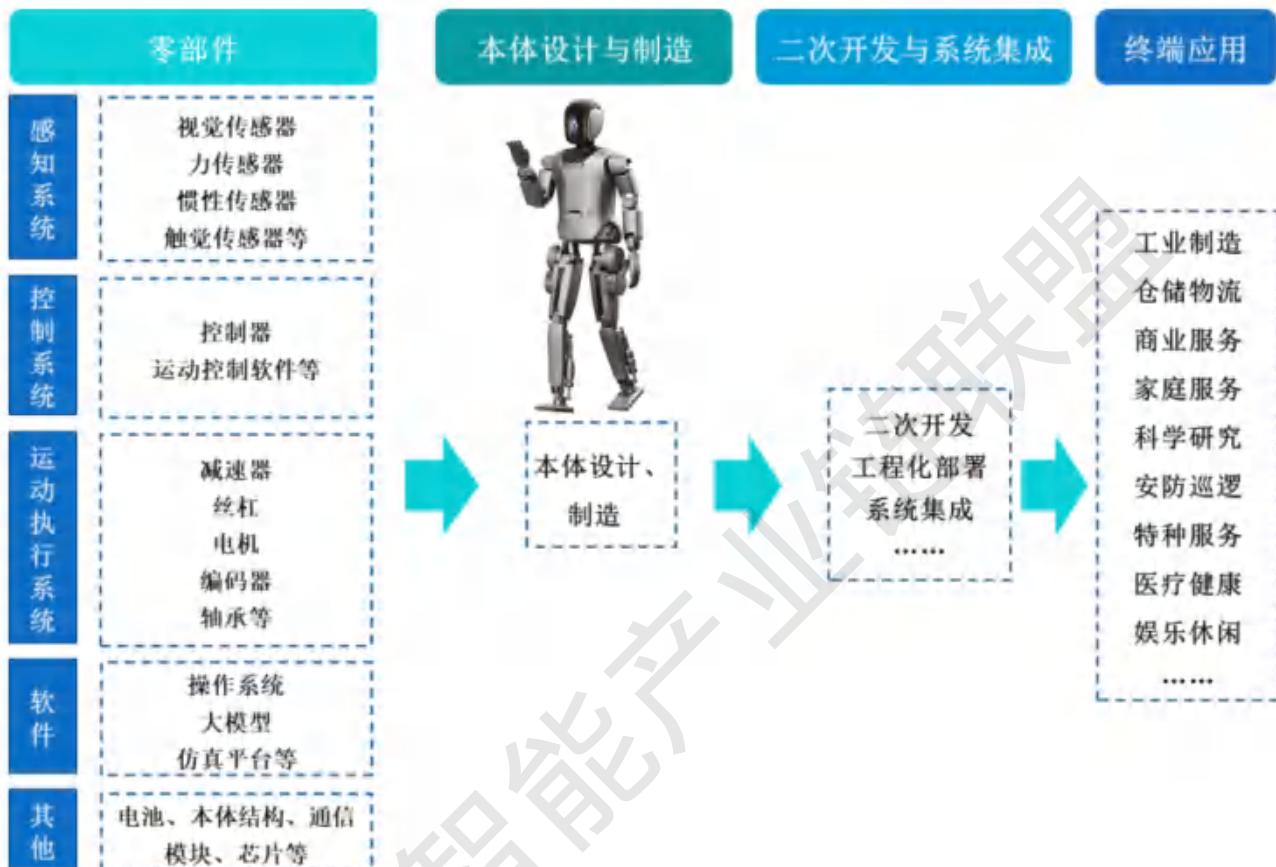


数据来源：南方日报

3. 本体企业占据产业链核心，上游零部件环节繁多，下游市场空间广阔

人形机器人产业链可分为上游零部件、中游本体企业、下游应用。中游本体企业可类比于汽车主机厂，占据产业链主导地位；上游零部件涉及范围广，多为汽车零部件、机械行业企业跨界参与；下游应用场景包含家庭服务、工业制造、特种作业等，目前处于初步探索阶段。

图10：人形机器人产业链图谱



数据来源：高工人形机器人

3.1. 本体多种形态并行发展，车企与初创企业主导竞争

海外本体企业中，特斯拉、Figure AI 和 Agility Robotics 走在前列。

特斯拉：于 2021 年推出 Optimus 项目，是首个由车企主导、基于自动驾驶技术开发的具身机器人，融合 FSD 系统、Dojo 芯片与自研感知算法，其技术与产业化能力具有标杆意义。

Figure AI：成立于 2022 年，在 2023 年发布首款产品 Figure 01，2024 年 8 月发布第二代人形机器人 Figure 02。应用方面，2025 年 2 月 Figure AI 宣布公司的 Figure 02 机器人已经学会打第二份工，在物流中心整理快递；此前在 2024 年，Figure 02 成功应用于宝马汽车的生产线，负责诸如钣金部件装配等精密工作。

Agility Robotics：成立于 2015 年，专注于双足机器人研发，2016 年推出 Cassie，随后持续迭代 Digit 系列。应用方面，Agility Robotics 聚焦于仓储场景中的搬运、卸货与货架管理，2024 年与 GXO 物流达成多年协议，为其提供物流和仓储解决方案；与亚马逊合作，将 Digit 机器人集成到其配送中心，用于优化搬运周转箱等流程。

表 2：海外本体企业中，特斯拉、Figure AI 和 Agility Robotics 走在前列

本体企业	成立时间	最新融资时间	最新融资轮次	融资金额	投后估值	产品形态	代表产品
特斯拉	美国	2021 (机器人产品)	-	-	-	足式	Optimus Gen1/Gen2
Figure AI	美国	2022	2025/2	战略投资	15 亿美元	395 亿美元	足式
Agility Robotics	美国	2015	2025/4	-	4 亿美元	17.5 亿美元 (投前)	Cassie、Digit 系列

数据来源：特斯拉官网，Figure AI 官网，Agility Robotics 官网，IT 枯子，国泰海通证券研究

国内本体企业发展速度快，迅速完成首款原型机研发及技术迭代。

智元机器人：于 2023 年成立，同年即发布首款人形机器人“远征 A1”，2024 年在上海建厂，发布“远征 A2”、“灵犀 X1”等多款人形机器人产品；2025 年 3 月推出升级款“灵犀 X2”与首个通用具身基座大模型“智元启元 GO-1”。

小米：自 2021 年起布局机器人，先后发布四足机器狗 CyberDog 和全尺寸人形机器人 CyberOne (铁大)；小米将机器人作为“人车家全生态”战略一环，注重智能硬件整合与 AI 能力。

优必选：机器人研发布局较早，在 2014 年就推出了 Alpha 型小型人形机器人，并在 2016 年以 540 台机器人参与春晚舞台；优必选自 2018 年起发布 Walker 系列双足人形机器人，并持续迭代至工业级 Walker S1 型号。应用方面，优必选自 2022 年起实现产品落地，当前 Walker S 系列已进入多家车厂实训。

傅里叶：从康复机器人起家，2017 年从下肢外骨骼 X1 切入具身智能赛道，2019 年启动通用人形机器人项目，2023 年推出首款量产人形机器人 GR-1，2024 年发布迭代产品 GR-2。

宇树科技：最初专注于四足机器狗，推出 Laikago、A1、Go1 等系列产品，广泛应用于工业、消费和科研场景；2023 年发布人形机器人 H1，2024 年推出更小型的 G1 产品。

银河通用：2024 年发布首代产品 Galbot G1，采用移动双臂和轮式下肢设计，可实现 360° 移动，能够覆盖广泛的工作区域。应用方面，G1 已在 24 小时零售药店和工业物流场景中完成取货、补货、分拣等任务。

小鹏：依托旗下小鹏鹏行开展机器人业务，在 2024 年 11 月发布首款人形机器人原型，并于 2025 年进入小鹏工厂实训，预计 2026 年实现量产。

千寻智能：2024 年成立，技术路径为通用人形机器人+具身大模型同步迭代，并于 2025 年 3 月发布自研具身大模型 VLA Spirit v1。2025 年 7 月的 WAIC 大会上，千寻智能正式推出首款机器人产品 Moz1。

乐聚机器人：以仿生教育机器人起家，推出 AELOS、ROBAN 等系列产品，曾多次亮相冬奥会。2023 年乐聚发布高动态全尺寸人形机器人 Kuavo 夸父；2024 年亮相 HDC 2024 华为开发者大会，并搭载华为云盘古具身智能大模型。

逐际动力：专注于高动态、多形态人形机器人研发，2023 年展示首款人形机器人 CL-1，2024 年发布具备点足、轮足、全足三种形态切换能力的 TRON1，为不同应用场景下的“通用型”人形机器人提供灵活切换。

星海图：在进入人形机器人赛道前已推出矢量控制底盘 X1 和准直驱机械臂 A1，后续在此基础上开发全尺寸轮式双臂机器人 R1。

众擎机器人：以开源具身智能平台为切入点，2024 年推出 SA01、文旅版 S2（小

怪兽)和科研教育版 SA01 EUD; 2024 年 10 月发布全尺寸人形机器人 SE01, 率先利用端到端神经网络实现拟人步态, 12 月推出兼容性更高的开源人形机器人 PM01。

星动纪元: 2023 年在世界机器人大会首次公开人形机器人“小星”, 2024 年 6 月“小星 Max”成为首个登上长城的人形机器人, 2024 年 8 月推出首款高性能人形机器人 STAR1 并发布自研灵巧手 XHAND1。目前, 星动纪元的产品线主要包括全尺寸人形机器人星动 L7、仿人五指灵巧手星动 XHAND1、服务机器人星动 Q5 等。

开普勒: 聚焦工业场景人形机器人研发, 已发布“先行者 K2”并在制造业中展开应用测试, 与上汽通用等多家车企建立合作, 推进人形机器人在质检、装配等环节部署。

星尘智能: 由前腾讯 RoboticsX 实验室成员创立, 2024 年发布人形机器人 S1, 聚焦家庭生活场景。

浙江人形机器人创新中心: 创立于 2023 年 12 月, 2024 年发布首代样机“领航者 1 号”与产品化机型“领航者 2 号”, 技术成果正从实验室向产品化与应用落地推进。

表 3: 国内本体企业发展速度快, 迅速完成首款原型机研发及技术迭代

本体企业	成立时间	最新融资时间	最新融资轮次	融资金额			投后估值	产品形态	代表产品
智元机器人	中国	2023	2025/8	战略投资	-	180 亿人民币	足式/轮式	远征系列、灵犀系列、精灵系列	
小米机器人	中国	2023	2024/6	战略投资	-	-	足式	CyberOne	
优必选	中国	2012	-	-	-	-	足式	Walker 系列	
傅利叶	中国	2015	2025/5	战略投资	3 亿人民币	83 亿人民币	足式	GR-1/GR-2/GR-3	
宇树科技	中国	2016	2025/7	C+轮	-	130 亿人民币	足式/四足	四足机器狗 A 系列、B 系列、Go 系列, 人形机器人 G1、H1	
银河通用	中国	2023	2025/6	B 轮	11 亿人民币	70 亿人民币	轮式	Galbot G1	
小鹏鹏行	中国	2021	2022/7	A 轮	1 亿美元	6 亿美元	足式	IRON	
千寻智能	中国	2024	2025/7	Pre-A 轮	6 亿人民币	40 亿人民币	轮式	Mozl	
乐聚机器人	中国	2016	2023/2	C 轮	-	32 亿人民币	足式	AELOS 系列、KUAVO 系列、ROBAN	
逐际动力	中国	2022	2025/7	战略投资	-	36 亿人民币	足式/轮足	LimX Oli、TRON1	
星海图	中国	2023	2025/7	A+轮	1 亿人民币	8 亿人民币	轮式	R1 系列	
众擎机器人	中国	2023	2025/7	A 轮	10 亿人民币	70 亿人民币	足式	SA01、SE01、PM01、S2	
星动纪元	中国	2023	2025/7	A 轮	5 亿人民币	25 亿人民币	足式	星动 L7、星动 Q5	
开普勒	中国	2023	2025/7	A+轮	-	-	足式	先行者 K1/K2	
星尘智能	中国	2022	2025/4	A+轮	-	15 亿人民币	轮式	S1	
浙江人形机器人创新中心	中国	2023	2025/1	战略投资	-	-	足式	领航者 1 号、领航者 2 号 NAVIAI	

数据来源: 特斯拉官网, Figure AI 官网, Agility Robotics 官网, 智元机器人官网, 小米机器人官网, 优必选官网, 傅利叶官网, 宇树科技官网, 银河通用官网, 小鹏鹏行官网, 千寻智能官网, 乐聚机器人官网, 逐际动力官网, 星海图官网, 众擎机器人官网, 星动纪元官网, 开普勒官网, 星尘智能官网, 浙江人形机器人创新中心官网, IT 桔子, 国泰海通证券研究

3.2. 零部件重点环节包括关节、灵巧手、传感器

以特斯拉 Optimus 为例拆解人形机器人零部件，重点环节包括关节、灵巧手、传感器。驱动结构主要包括旋转关节和线性关节，Optimus 的旋转关节主要由无框力矩电机、传感器和减速器等组合，分布在肩、肘、髋、膝等部位，驱动实现关节的旋转运动。线性关节则负责躯干及部分肢体直线运动控制，分布在肘部、腕部和腿部，主要由无框力矩电机、丝杠和传感器构成。旋转与线性关节的最大区别在于输出形式不同，前者侧重角度控制与灵活运动，后者用于线性推力输出。

Optimus 灵巧手主要由电机、触觉传感器等组成。2023 年 12 月发布的 Optimus 二代已配备全新双手，能够抓握更重的物体并进行更加精细的操作，展示了多项技术突破。其双手感知能力大幅提升，指尖的六维力传感器与柔性微压力阵列，可精准捕捉细微力度变化与受力方向，具备手指捏起鸡蛋的能力；硬件结构显著升级，仿人体关节设计能自适应贴合物体表面；算法协同更智能，视觉-力控闭环系统结合深度学习模型，可根据物体特征自动调整抓握策略，实现从抓取到放置的精准操作。2024 年 11 月，特斯拉展示其 Optimus 接住空中运动的网球，手部自由度增加到 22 个。目前，其灵巧手已能实现毫米级的精准工业操作。

Optimus 的机器视觉模组是其环境感知的核心。沿用特斯拉在自动驾驶领域的视觉技术体系，并针对人形机器人的应用场景进行优化，硬件层面采用了多摄像头配置并，通过视觉技术对外部实现 3D 建模感知。决策方面，搭载的 FSD 神经网络经过特斯拉 Dojo 超算训练，能通过视觉实时理解环境，模仿人类动作，进一步迈向 AGI。

图11：Optimus 零部件包括关节、灵巧手、传感器等



数据来源：Aiden 的硬科技行研公众号

图12：传感器、电机、丝杠占据零部件成本结构大头



数据来源：Aiden 的硬科技行研公众号

在关节、灵巧手、传感器三大重点环节中，核心组件包括减速器、电机、丝杠、轴承、力/力矩传感器、触觉传感器和视觉传感器等。

减速器主要用于人形机器人的旋转关节，通过降低电机转速来输出更大扭矩。目前常用的减速器主要分为 RV 减速器、谐波减速器和行星减速器。Optimus 采用谐波减速器为主，在肩、肘等部位提供高精度支持；国产人形机器人多选择成本更低的行星减速器；RV 减速器由于体积大、重量重、导致传动效率偏低且成本最高，目前使用较少。参与减速器的国内企业包括来福谐波、杉川谐波等，海外企业主要为日本哈默纳科、德国的威腾斯坦和纽卡特等。

图13：谐波减速器（左），行星减速器（中），RV减速器（右）



数据来源：绿的谐波官网，Aiden 的硬科技行研公众号

图14：减速器相关本土和海外参与企业

减速器相关企业	
本土企业	海外企业
中大力德	威腾斯坦（德国）
绿的谐波	纽卡特（德国）
双环传动	哈默纳科（日本）
国茂股份	纳博特斯克（日本）
巨轮智能	日本新宝（日本）
秦川机床	
昊志机电	
上海机电	
来福谐波	
杉川谐波	

数据来源：国泰海通证券研究

电机为人形机器人提供动能，实现旋转或线性运动，主要包括无框力矩电机和空心杯电机。无框力矩电机是一种无框架式的无刷永磁同步电机，体积小、扭矩大的特点适用于机器人旋转关节和线性关节；空心杯是采用了空心杯绕线技术的直流有刷或者直流无刷电机，属于伺服电机的一种，适用于需要快速动作、功率较大的随动系统中，格外小巧的体积让它成为灵巧手末端执行器的核心零部件。

无框力矩电机的小巧来源于其去除了传统电机的外壳和轴承结构，只保留了核心的转子和定子组件。转子：转子上装有永磁体，安装在设备的负载轴上，与负载一起旋转。定子：定子包含绕组，固定在设备的机械结构中，不旋转。无框力矩电机可以直接嵌入旋转执行器中，缩小关节体积。参与无框力矩电机的海外企业如科尔摩根、派克汉尼汾等在高端市场仍有较强竞争力，国内厂商凭借价格优势和技术进步正在逐步缩小差距。

图15：无框力矩电机结构



数据来源：科尔摩根官网

图16：无框力矩电机相关本土和海外参与企业

无框力矩电机相关企业	
本土企业	海外企业
步科股份	科尔摩根Kollmorgen(美国)
昊志机电	Parker (美国)
伟创电气	Maxon Motor (瑞士)
汇川技术	Aerotech (美国)
卧龙电驱	Allied Motion (美国)
大族电机	Tecnotion (荷兰)
雷赛智能	TQ-RoboDrive (德国)
禾川科技	
鸣志电器	
兆威机电	

数据来源：国泰海通证券研究

空心杯电机是一种采用创新转子结构的微型电机，可分为有刷无铁芯和无刷无齿槽两种，有刷空心杯电机的转子无铁芯，无刷空心杯电机的定子无铁芯。空心杯电机的转子呈中空杯状结构，完全消除了传统铁芯转子带来的涡流损耗问题。根据电磁感应原理，传统铁芯在交变磁场中会产生涡电流，导致能量以热能形式耗散，而空心杯设计则从根本上解决了这一能效难题。空心杯电机是人形机器人灵巧手的关键驱动部件。因其超紧凑的结构优势、轻量化、和卓越的能效表现，成为了末端执行器的理想选择。

图17：空心杯电机结构



数据来源：鸣志电器官网

图18：空心杯电机相关本土和海外参与企业

空心杯电机相关企业	
本土企业	海外企业
鸣志电器	Maxon Motor (瑞士)
拓邦股份	Faulhaber (德国)
鼎智科技	Portescap (瑞士)
江苏雷利	
大族电机	
禾川科技	
兆威机电	
雷赛智能	
伟创电气	

数据来源：国泰海通证券研究

丝杠、轴承是驱动传动结构的关键零部件。丝杠用于直线关节驱动，如手指伸缩、腰部升降，高精度滚珠丝杠可实现细微动作控制。根据摩擦特性，丝杠可分为三类：滑动丝杠、滚动丝杠以及静压丝杠。滚动丝杠又可以分为滚珠丝杠和滚柱丝杠，滚动丝杠中的行星滚珠丝杠加工难度最大，目前欧美和日本厂商主导全球滚珠丝杠市场，国产起步晚，在加速追赶中。轴承则是机械传动轴的支承，主要功能是传递力和运动，保障关节旋转的顺滑性，减少机械运动中产生的摩擦损失，在汽车、工业、机器人、机械设备等领域广泛使用。特斯拉人形机器人中使用 4 种轴承：角接触轴承、交叉滚子轴承、四点接触轴承、深沟球轴承，通过复用新能源汽车轴承供应链来降低成本。目前轴承市场高度集中，瑞典斯凯孚、德国舍弗勒、日本 NSK 等八大跨国企业占据轴承市场主要份额；五洲新春、长盛轴承等本土企业正在快速追赶中。

图19：丝杠（左），轴承（中），相关本土和海外参与企业（右）



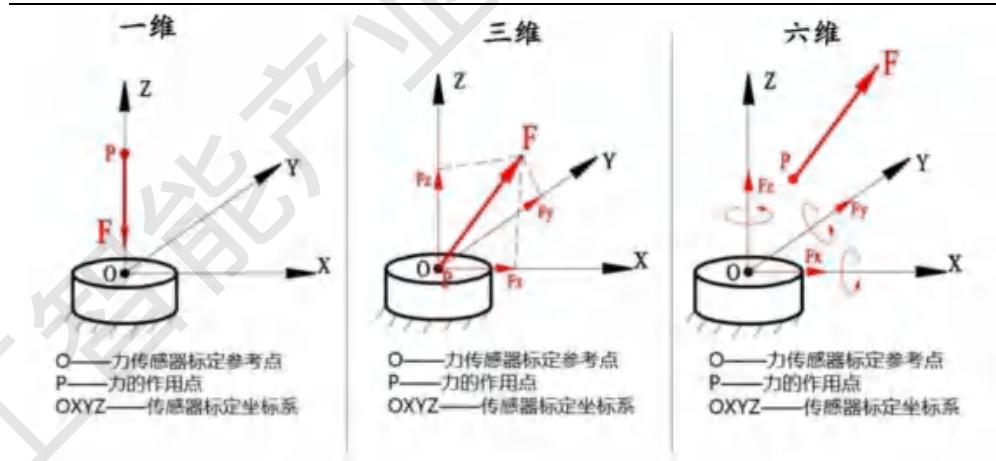
丝杠和轴承相关企业	
本土企业	海外企业
博世力士乐	舍弗勒（德国）
博特精工	斯凯孚（瑞典）
中国船舶704所	穆格（美国）
恒力液压	NSK（日本）
贝斯特	THK（日本）
五洲新春	博世力士乐（德国）
新剑传动	
长盛轴承	

数据来源：上海机器人展公众号，艾邦智造公众号

传感器是人形机器人获取外界状态和自身状态的重要途径，主要包括力/力矩传感器、触觉传感器和视觉传感器。

力/力矩传感器通过将力、力矩转换成相关电信号，来控制人形机器人的力和行动。按测量自由度，力传感器分为一维、多维（三维、六维）。一维只检测一个方向上的作用力/力矩，结构简单、成本低，多为百元级，工业场景多见。多维力传感器，尤其六维力/力矩传感器结构复杂、对多维样本空间进行标定的难度远高于一维，因此价格多为千元至万元级。三维和六维力传感器均需标定XYZ坐标轴，区别在于应变片的数量及解耦算法。

图20：六维力/力矩传感器结构



数据来源：星河频率

触觉传感器将触觉刺激转化为电信号并传导至控制器，为机器人感知外界环境提供丰富的信息。触觉传感器接收的外界信息包括温度、湿度、压力和振动等物理量，以及目标物体材质的软硬程度、物体形状和结构大小等，从而实现对物体的精准定位以及执行各种操作任务。例如，Optimus 二代灵巧手的抓放鸡蛋能力主要依靠手部触觉传感器的增加。目前，按照敏感元件原理，触觉传感器主要分为电容式、压阻式、压电式、磁敏式、光纤式。不同类型的触觉传感器各有优缺，需要根据类型和实际应用进行选择，电阻式和电容式最为常见。

图21：帕西尼感知的“触觉手”产品



数据来源：深圳商报公众号

机器人获取外界信息最主要依靠的还是“视觉”，利用环境和物体对光的反射来获取并感知信息。视觉传感器的感知分四部分—检测、分析、描绘和识别，通过将物体图像转化为数字信号，再去除信号里的杂波和无价值像素，把剩余像素排列成有像素集合，从物体图像中提取特征并标识。人形机器人领域，3D 视觉感知器运用广泛，涉及的视觉感知技术主要包括多目立体视觉和 iToF 法，如 Optimus 使用三个相机来实现多目立体视觉。

图22：奥比中光 Astra 3D 视觉传感器



数据来源：焉知人形机器人

图23：传感器供应商相关本土和海外参与企业

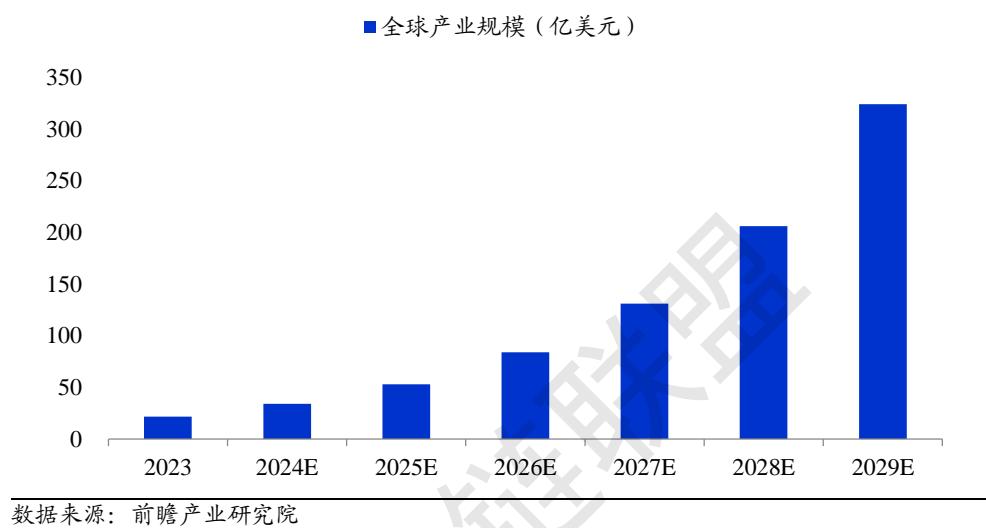
传感器相关企业	
本土企业	海外企业
海康威视	TE Connectivity (美国)
汉威科技	意法半导体 (瑞士/意大利)
华威科	基恩士 (日本)
福莱新材	ATI Inc. (美国)
蓝点触控	
柯力传感	
昊志机电	
坤维科技	
宇力仪器	
奥比中光	

数据来源：国泰海通证券研究

3.3. 市场空间广阔，下游应用场景多样

市场空间方面，预计 2029 年全球人形机器人产业规模达 324 亿美元。根据前瞻产业研究院数据，2023 年全球人形机器人市场规模约 21.6 亿美元；随着技术进步，预计未来人形机器人将在更多下游场景中实现商业化落地，到 2029 年全球人形机器人产业规模预期达 324 亿美元，2023-2029 年 CAGR 达到 57%。

图24：预计 2029 年全球人形机器人产业规模达 324 亿美元



数据来源：前瞻产业研究院

应用场景方面，主要包括工业制造、物流仓储、家庭与商业服务等下游领域。

工业制造领域，汽车工厂成为人形机器人最先实现批量部署的场景。优必选在 2024 年 5 月与东风柳汽签署合作战略，在其整车厂部署 20 台 Walker S1 提升智能化生产，为全球首例人形机器人批量进入汽车整车制造线；与比亚迪达成合作，Walker S1 进入其工厂执行搬运任务实训，实现全球首次人形机器人与无人物流车、无人叉车、工业移动机器人和智能制造管理系统的协同作业。除此之外，宇树科技、小鹏、小米、银河通用等人形机器人企业也在接触汽车工厂尝试部署产品。海外市场方面，Figure AI 与宝马合作，Figure 01 在宝马北美工厂承担钣金检查等工作，更新版本的 Figure 02 将作业速度提高 400%、任务成功率提升 7 倍；特斯拉 Optimus 在弗里蒙特工厂试点了数十台，用于电池模组搬运和托盘推送。

图25：优必选 Walker S1 部署在奥迪一汽产线



数据来源：优必选公众号

物流仓储领域，人形机器人实现搬运货物、码垛、卸载等仓库自动化日常工作。Agility Robotics 的 Digit 双足机器人专注于物流仓储场景，与电商巨头亚马逊合作在多个配送中心投入使用，已累计部署超百台。Agility 从 2015 年开始对商业化落地摸索了长达 10 年，并在近两年验证了物流仓库场景的可行性；凭借仿生鸵鸟腿设计、超低能耗和规模化生产，已率先实现了人形机器人的商业化落地。截至 2025 年 3 月，Digit 已累计在仓库执行超 1 万个订单，并在亚马逊、舍弗勒等巨头的生产线上“打工”超过 10 万小时。

图26：Agility Robotics Digit 机器人能够实现装卸载、码垛、垃圾回收等功能



数据来源：CyberRobo 公众号

家庭与商业服务领域，人形机器人可用于老年护理、医疗护理、零售、商场等场景，目前处于探索阶段，未来市场潜力巨大。家庭领域，随着全球人口老龄化趋势持续推进，能够满足老年护理、家务劳动、看护陪伴等需求的家庭机器人的需求逐步增加。2025 年 7 月海尔集团发布人形机器人产品“HIVA 海娃”，目标打造最会用家电的家庭服务机器人，采用底座移动方式，灵巧手可以使用洗地机、做饭；还能智慧联动洗衣机、熨衣、叠衣、拿取存放衣物等；此前在 2025 年 3 月，海尔智家与星动纪元举行战略签约仪式，双方共同打造基于智慧家庭场景的服务机器人。商业服务领域，人形机器人能够替代人工，显著降低成本。以银河通用为例，其最新发布的轮式双臂机器人 Galbot G1 已在北京落地 7 家无人药店，实现常态化运营和 24 小时药物供给，2025 年预计将在北京、上海和深圳开设共百家智慧药店。

图27：人形机器人在家庭场景满足家务需求



数据来源：海尔集团公众号

图28：人形机器人应用于无人商店等商业服务场景



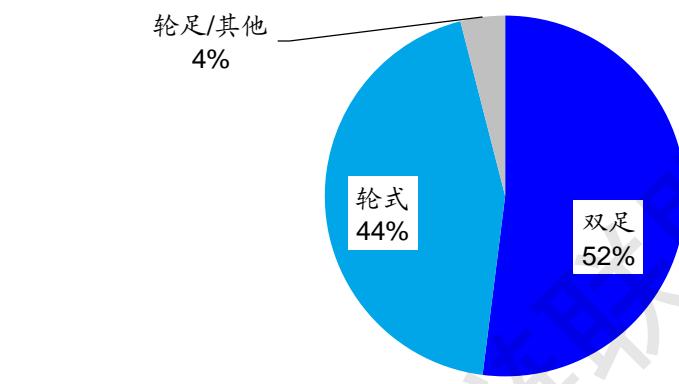
数据来源：银河通用官网

4. 相比于双足机器人，轮式形态更容易实现商业化落地

4.1. 根据下肢形态不同，人形机器人可分为足式、轮式和轮足三种

人形机器人分为足式、轮式和轮足混合三种下肢形态，足式和轮式是最主要的两种形态。根据人形机器人场景应用联盟统计数据，2025年上半年共发布双足机器人39款，占比52%；轮式机器人33款，占比44%；轮足/其他产品3款，占比4%。

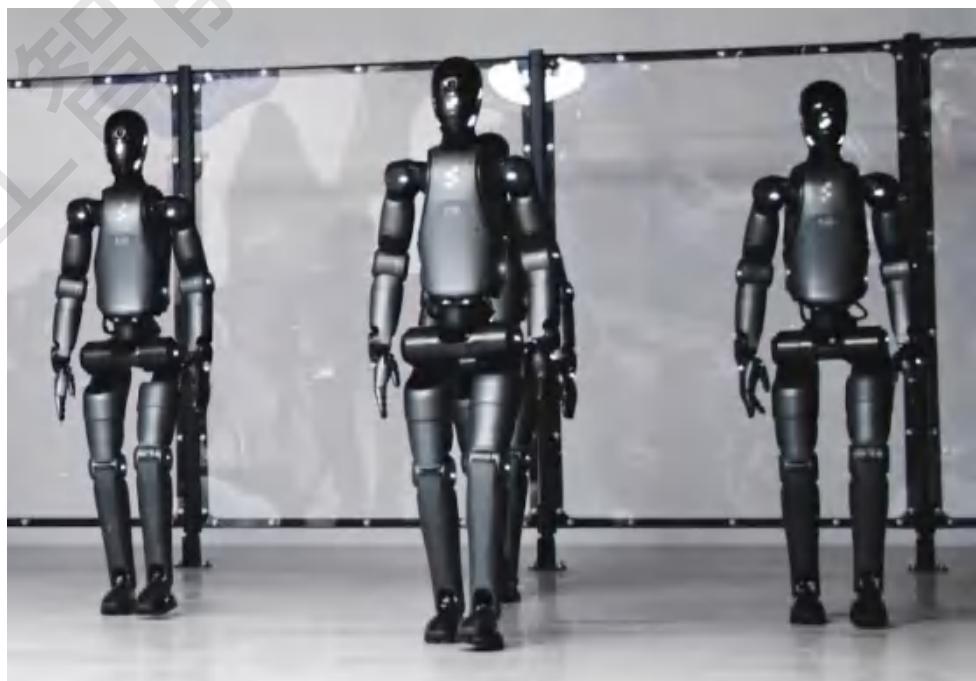
图29：2025年上半年双足/轮式占比分别为52%/44%



数据来源：人形机器人场景应用联盟公众号

足式沿用仿生双足设计，依赖多关节伺服电机和减速器精确驱动，实现类人步态的前进与转向。以特斯拉 Optimus 为例，其每条腿在髋、膝、踝关节处共配置6个自由度，依靠实时惯性测量单元 IMU、闭环力矩控制与足端传感器和摄像头，实现平衡和行走姿态切换。目前大部分人形机器人企业都致力于研发双足机器人，如特斯拉 Optimus、宇树 H1 和乐聚夸父等。

图30：Figure02 足式机器人



数据来源：Figure AI 官网

轮式人形机器人包含单轮、双轮、三/四轮移动、复合式移动（关节-履带、轮-腿-履带式）、蚂蚁机器人等多种形态。轮式形态的下肢核心在于转向机构和轮系设计，这也是区别于足式的重点部分。与足式机器人复杂的步态规划和动态稳定性要求不同，轮式机器人在结构设计上最重要的是转向机构的设计，广泛采用麦克纳姆轮等全向轮设计，从而实现高效的平面移动和快速转向。在硬件结构上，轮式机器人主要通过合理配置轮系、悬架系统和车体连接来保持平衡，而不依赖于复杂的重心转移机制，这种设计简化了结构和控制算法。

图31：轮式机器人：珞石 Helios（左）、星动 Q5（中）、千寻智能 Morz1（右）



数据来源：机器人大讲堂公众号

轮式形态在平衡控制方式上显著区别于双足机器人。轮式形态通常使用双轮、三轮或多轮的设计以保证平台的稳定性，由于不涉及重心转移，其下肢移动部分仅需要一个移动平台，设计和制造相比于双足形态更为简便。在控制系统中，轮式形态根据规划路径或需求，大多通过控制电机来驱动轮子的转动完成移动和转向。对于几何平衡较差的双轮机器人设计，则通过陀螺仪和加速度计等传感器来实时监测机器人的姿态，通过调整电机的输出来保持平衡，确保机器人在各种路况上都行驶平稳。

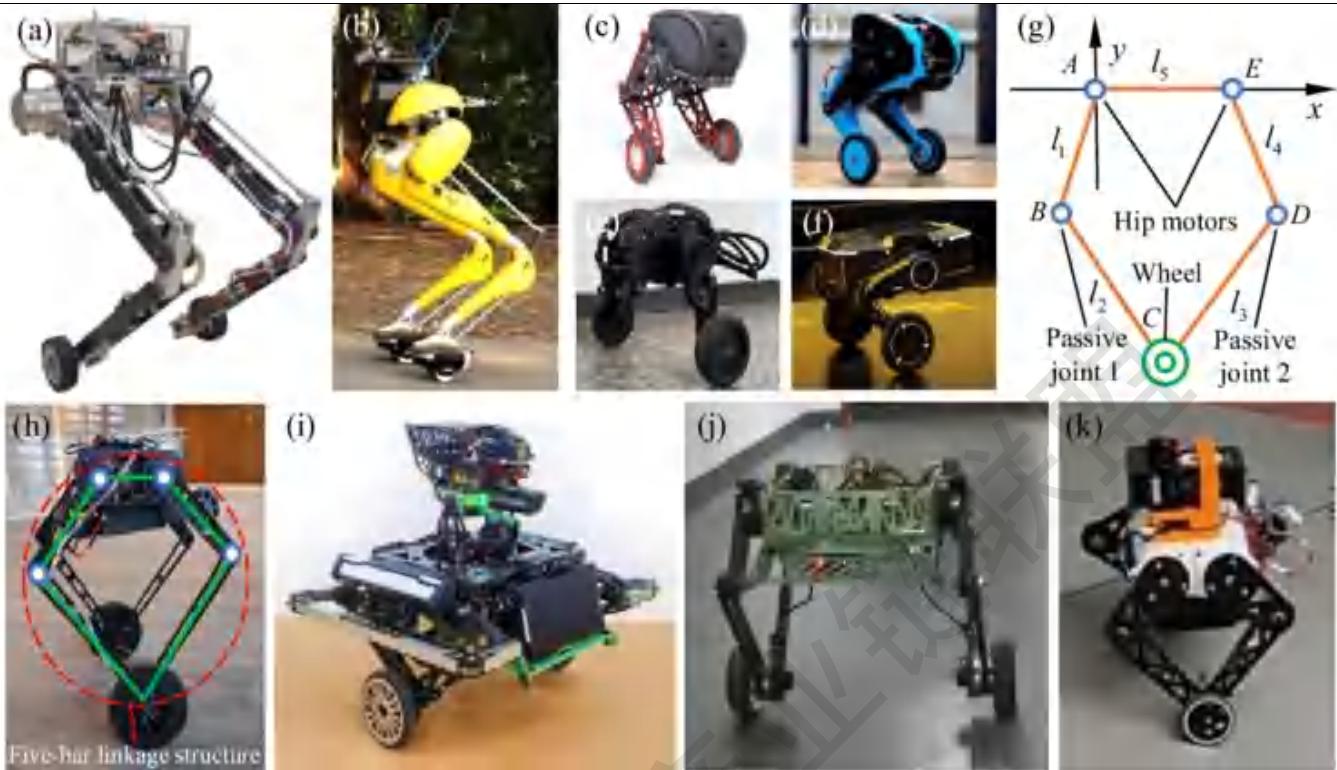
图32：轮式机器人与足式机器人的下肢部件对比

下肢部件	轮式机器人	足式机器人
多自由度关节	—	✓
伺服减速电机	—	✓
麦克纳姆 / 全向轮	✓	—
多轮悬架 / 车体连杆	✓	—
IMU (姿态传感)	✓	✓
足端力 / 触觉传感器	—	✓
摄像头 / 视觉传感器	✓	✓
轮系转向机构	✓	—
重心动态切换机制	—	✓

数据来源：国泰海通证券研究

轮足形态是足式与轮式的混合，设计较为复杂，目前使用较少。轮足结合的设计意味着该机器人需要更加复杂的至少三套控制系统——两轮动平衡控制、腿部仿生跳跃控制和轮腿一体化全身控制。另一种轮足式的设计则是将双足机器人安装在一个单独的移动底盘上，在遇到障碍时再使用双足进行跨越。

图33：轮足形态是足式与轮式的混合，设计较为复杂，目前使用较少



数据来源：亿欧网公众号

4.2. 轮式形态具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地需求

训练难度方面，轮式机器人显著小于双足机器人。双足机器人下肢控制的技术难度非常高，需要解决动态和静态稳定性问题，依赖复杂的步态规划算法保持平衡性。为了满足复杂的运动控制，双足形态所需的训练数据量也会大大增加，并且数据的泛化性较低，无法在不同高度或重量的双足机器人之间进行简单复制。相比之下，轮式机器人的下肢运动依靠简单的全向轮或驱动轮与支撑腿结合，不需要针对特定形态进行下肢运动数据搜集和训练，下肢的训练难度显著小于双足机器人。

成本方面，轮式机器人显著低于双足机器人。由于本身的结构设计已具备稳定性，轮式机器人可以减少零部件的使用并降低模型维度，降低整体制造成本；同等身高下，双腿的BOM成本比轮式底盘高十倍。在运维方面，双足机器人更需人类辅助，目前未能实现和工人相当的工作效率，并且不少机器人还需绳索辅助行走，这些必要的安全措施提高了运维成本；而轮式机器人凭借更高的稳定性，可以减少维护和修理成本。

续航方面，轮式人形机器人显著优于双足机器人。轮式形态续航时间一般大于5小时，且在轮式底座中提供了天然的大容量电池存放场所。挪威机器人公司1X打造的EVE充电一小时后可运行6个小时，银河通用Galbot G1可续航10个小时，大大提升工作效率；而双足形态的续航时间大多不足2小时，差距显著。

轮式机器人更适配商业化进度领先的下游场景。目前大多数人形机器人的商业化应用场景中，仅需平面移动配合灵巧手，在工业生产、商店运营和医疗护理等环

境中就能完成补货、巡检与辅助移动。例如，在医疗护理领域，轮式形态凭借高度的稳定性，在辅助失能人士移动时的成功率远高于足式。在家庭服务场景，轮式形态执行递送任务的效率比足式机器人更高。在制造业重载运输场景，轮式形态凭借成熟的地面稳定技术，已能胜任高效搬运；相比之下，足式机器人仍在攻克步态稳定与可靠性，目前难以作为重型搬运工具。在制造业中更精细的工作如精密装配等领域，则主要依赖上肢灵巧手的工序，与下肢形式关系较小。因此，目前灵巧手和感知-规划-执行系统的升级更为关键，而对于商业化进度领先的主要下游应用场景而言，下肢仅需拥有稳定性和速度来完成移动即可，轮式形态更适配落地需求。

4.3. 多家初创企业布局轮式产品，探索商业化前沿

国内轮式机器人主要参与企业包括银河通用、智元机器人、千寻智能、星海图、星尘智能等。银河通用 G1 机器人已在无人零售药店实现落地，商业化进度较快；智元机器人的轮式形态产品远征 A2-W 和精灵 G1 主要应用于工厂搬运、分拣等场景；星尘智能 Atribot S1 成为国内首位走进养老护理院的人形机器人；千寻智能目前主要应用在办公场景；星海图产品目前主要用于科研服务。

表 4：国内轮式机器人主要参与企业包括银河通用、智元机器人、千寻智能、星海图、星尘智能等

成立时间	轮式机器人应用进展	轮式机器人主要落地场景
银河通用 2023	G1 机器人已实现商业化落地，在北京开设 7 家无人零售药店，预计 25 年分别开设达 100 家门店，覆盖北京、深圳和上海。	零售商超、药店、制造业
智元机器人 2023	4 台智元远征 A2-W 轮式机器人在四川富临精工工厂内，已在高温环境中连续三小时无误搬运 800 多个周转箱，创下了行业纪录；精灵 G1 是目前部署在物流分拣场景内的主力型号，获德马科技数十台订单，用于仓储分拣。	工厂搬运，快递分拣
星尘智能 2022	25 年 6 月与深圳首家市属公办护理型养老机构深圳市养老护理院达成深度战略合作，Atribot S1 成为国内首位走进养老护理院的人形机器人。	生活辅助、健康监测、情感陪伴等养老场景
千寻智能 2024	目前主要应用在办公室场景，当前模型能力可胜任单一工位任务，25 年年底目标实现多任务组合，如独立完成咖啡制作全流程。	目前主要为办公室、工业场景，后续将推进购物中心、零售等，最后落地家庭场景应用
星海图 2023	2024 年 10 月开启交付，2025 年 1 月正式发布 R1 系列并入驻国地中心具身智能训练场；目前主要与科研客户合作，商业化落地方面开展了少量试点。	工业和服务业场景

数据来源：烯牛数据，银河通用官网，星尘智能官网，千寻智能官网，星海图官网，国泰海通证券研究

银河通用：合成数据驱动技术路线，发布多款不同场景具身大模型。银河通用成立于 2023 年 5 月，专注于具身多模态大模型通用机器人研发，并于 2024 年 6 月发布了首代具身大模型机器人 Galbot G1。此后，银河通用发布面向抓取、零售、导航的端到端大模型 GraspVLA、GroceryVLA 以及 TrackVLA。自创立之初起，银河通用便坚持以合成数据驱动具身智能训练的技术路线。银河通用 CEO 指出，当人形机器人的存量尚未达到自动驾驶领域百万级设备的规模时，依赖海量真实数据训练不仅成本高昂，而且周期冗长，极大制约了大模型的训练效率与场景适应能力。

银河通用在零售、药房等场景率先实现落地应用。零售药房方面，银河通用已经实现市场化运营，帮助 24 小时商店实现高效货架取货和药店运营；G1 已在北京铺设近 10 家 24 小时智慧药房，计划 2025 年覆盖北京、深圳、上海 100 家，预计带来近亿元收入。2025 年 8 月银河通用正式启动全球首个机器人全自主服务的快闪店，并同步启动“十城百店”合作伙伴计划，标志着具身智能技术在零售领域的商业化迈出坚实一步。

银河通用于 2025 年 6 月完成最新 B 轮融资，两年累计融资超 24 亿元。2025 年 6

月，银河通用正式完成由宁德时代及溥泉资本领投的 11 亿元人民币新一轮融资，本轮融资源汇聚了宁德时代上市公司战投、溥泉资本、国家开发银行国开科创、北京机器人产业基金、纪源资本等投资方。本轮核心战略投资人宁德时代的加入，也为银河通用具身智能大模型的应用和推广进一步打开了战略协同发展空间。

图34：北京智源大会上银河通用 G1 机器人展示售货场景应用



数据来源：银河通用公众号

表 5：银河通用融资历程

日期	轮次	融资金额	投资方	投后估值 (估算)
2025/6/23	B 轮	11 亿人民币	宁德时代、溥泉资本领投，国开科创、京国瑞基金、纪源资本等跟投	70 亿人民币
2024/11/18	战略投资	5 亿人民币	恒旭资本、港投公司、临港科创投、京国瑞基金、深创投等	-
2024/10/30	股权投资	未透露	北京大学科技开发部	-
2024/7/19	天使+轮	未透露	港投公司	-
2024/6/21	天使轮	7 亿人民币	美团，北汽产业投资，讯飞创投，潮汐资本，光源资本等	-

数据来源：烯牛数据，IT 桔子，国泰海通证券研究

智元机器人：多形态产品综合布局，出货量居第一梯队。智元机器人成立于2023年2月，同年8月发布首款具身智能既然远征 A1；2024年8月发布远征与灵犀系列共五款商用机器人新品——远征 A2、远征 A2-W、远征 A2-Max、灵犀 X1 及灵犀 X1-W，其中 3 款为足式，2 款为轮式形态；2024 年 12 月启动通用机器人商用量产；2025 年 1 月第 1000 台具身机器人下线，标志规模化生产能力成型；2025 年 3 月发布通用具身基座模型 GO-1，通过 ViLLA 架构实现小样本快速泛化，技术门槛显著降低。目前，智元机器人构建了机器人“本体+AI”全栈技术，拥有远征、精灵、灵犀三大产品线，技术产品布局全面，出货量居行业第一梯队。

智元轮式机器人主要运用在搬运和分拣任务。搬运任务方面，智元远征 A2-W 轮式机器人搬运一个箱子大概需要 40 秒，成功率 99.9%；4 台 A2-W 在四川富临精工工厂内的高温环境中连续三小时无误搬运 800 多个周转箱。分拣任务方面，在 2025 年 WAIC 大会上，智元机器人联合德马科技进行全球首例端到端具身智能机器人物流作业直播，智元精灵 G1 首次以真实数据驱动方式完成物流场景的端到端作业，能够灵活、熟练地分拣衣物包裹，然后精准地放到正确的位置上，并快速将包裹旋转腾挪，将条码调整到朝上的位置配合扫描。

智元机器人于2025年8月完成最新一轮战略融资，2025年以来已完成多轮融资。2025年8月1日智元机器人完成LG电子、韩国未来资产集团联合领投的新一轮战略融资，本次为LG电子在具身智能领域的全球首次投资布局。2025年以来，智元机器人在一级市场完成多轮融资，集结了强大的股东力量。

图35：智元精灵G1演示物流分拣工作



数据来源：上观新闻

表 6：智元机器人融资历程

日期	轮次	融资金额	投资方	投后估值 (估算)
2025/8/1	战略投资	-	LG电子、韩国未来资产集团联合领投	180亿人民币
2025/7/15	战略投资	-	正大集团	-
2025/5/24	股权投资		上海国投等领投，京东科技、孚腾资本、TCL创投、沃赋创投、尚颀资本、红杉中国等跟投	-
2025/3/20	B 轮	-	腾讯投资领投，华金资本、龙旗科技、卧龙电驱、张江科投、TCL创投、华发集团、蓝驰创投等跟投	150亿人民币
2024/9/3	A5 轮	-	慕华科创、软通动力，中科创星，蓝驰创投	-
2024/7/9	股权投资	-	北汽产业投资	-
2024/3/13	A4 轮	-	红杉中国，尚颀资本，M31资本	-
2023/12/1	A3 轮次	-	蓝驰创投，鼎晖投资，长飞基金，中科创星，C Ventures，高瓴创投，立景创新，三花控股集团，基石资本等	41亿人民币
2023/8/21	A2 轮	-	蓝驰创投，沃赋创投，创启开盈，奇煜投资，比亚迪	-
2023/5/26	A 轮	-	百度风投，经纬创投，鼎晖投资，高榕资本，临港新片区基金，司南园科	-
2023/4/14	股权投资	-	高瓴资本，高瓴创投，奇绩创坛	-

数据来源：烯牛数据，IT桔子，国泰海通证券研究

千寻智能：推出多款大模型系统并打造本体 Moz1。 千寻智能成立于2024年2月，并于2025年6月推出首款商用级轮式人形机器人Moz1。Moz1是国内首个高精度全身力控的具身智能机器人，拥有26个自由度（不含灵巧手），搭载全球功率密度最高的一体化力控关节，专为多任务流水线场景设计。在运动控制方面，Moz1是国内首款搭载高精度高速WBC全身运动控制系统的力控机器人，实现了全身零延迟的远程操控，动作可达到流畅且协调自然。Moz1搭载自研的具身智能大模型Spirit v1，支持多线程运动规划与视觉闭环，可在复杂生产环境中实现高效感知与精确控制。依托Spirit v1大模型，Moz1已能自动完成桌面整理、纸巾更换、垃圾收集、座椅归位及白板擦拭等工作，并率先在国内突破了柔性物体（如叠衣服）的长程操作难题。2025年5月千寻智能团队推出OneTwoVLA大模型，为Moz1注入了更强大的跨任务自学习能力，使其能够在

执行过程中即时验证并反馈操作策略，迭代速度远超行业平均水平。

千寻智能 Moz1 深度参与办公室场景全流程工作，开启迈向商业化的重要一步。在办公场景中，千寻 Moz1 机器人展现出了强大的灵活性，能自主完成会议室清洁任务，收纳笔、擦拭白板等工作，有望成为开启商业化落地的起点。后续将进一步沉淀技术复制至购物中心、零售门店等商用场景，探索更多下游领域。

千寻智能 2025 年半年融资累计超 11 亿人民币。千寻智能在 2025 年 7 月完成最新一轮约 6 亿人民币的 PreA+轮融资，投后估值达 40 亿人民币；本轮融資由京东领投，中网投、金控资本、华泰紫金投资等多家知名机构跟投。

图36：千寻智能 Moz1 机器人在办公室场景实现应用



数据来源：机器之心公众号

表 7：千寻智能融资历程

日期	轮次	融资金额	投资方	投后估值 (估算)
2025/7/21	Pre-A+轮	6 亿人民币	京东领投，中网投、金控资本、华泰紫金投资等跟投	40 亿人民币
2025/3/31	Pre-A 轮	5.28 亿人民币	Prosperity7Ventures 领投，招商局创投、广发信德、靖亚资本等跟投	32 亿人民币
2024/11/6	天使+轮	未透露	柏睿资本	-
2024/8/12	天使轮	2 亿人民币	弘晖基金领投，达晨财智、千乘资本、顺为资本、绿洲资本 Vitalbridge 跟投	-
2024/3/13	种子轮	未透露	顺为资本、绿洲资本 Vitalbridge	-

数据来源：烯牛数据，IT桔子，国泰海通证券研究

星尘智能：2024 年 8 月正式发布首款完整形态产品 Atribot S1。星尘智能成立于 2022 年 12 月，于 2024 年 4 月进行了产品首次技术展示，人形机器人执行了熨叠衣物、分拣物品、颠锅炒菜、吸尘清洁、竞技叠杯等多项复杂任务；于 2024 年 8 月正式发布新一代 AI 机器人助理 Atribot S1，基于面向 AI 的软硬件一体化系统架构，展现了业界领先的泛场景通用操作能力。

星尘智能 S1 在服务型机器人市场和康养场景加速布局。Atribot S1 具备“高价值的上半身，可落地的下半身”，关键零部件自研，具备明显成本优势，便于商业化落地。2025 年 6 月星尘智能与深圳市养老护理院达成首个公办养老机构深度战略合作，共同探索具身智能技术在生活辅助、健康监测、情感陪伴等养老场景的创新应用。Atribot S1 成为国内首款进入养老院的轮式人形机器人，能够给老人递矿泉水、分发茶点，陪伴老人打太极、跳广场舞，成为星尘智能向商业化迈出的重要一步。

星尘智能 2025 年 4 月完成 A 轮及 A+轮数亿元融资，总额数亿元。最新一轮融资由蚂蚁集团和锦秋基金领投，云启资本和道彤投资跟投。回顾星尘智能的融资历程，在 2023 年 3 月和 10 月，公司分别完成了天使轮融资，投资方包括云启资本和德迅投资；在 2024 年 6 月公司完成由经纬创投领投，清辉投资、道彤投资、云启资本、锦秋基金跟投的数千万美元 pre-A 轮融资。

图37：星尘智能机器人康养场景加速布局



数据来源：投资界

表 8：星尘智能融资历程

日期	轮次	融资金额	投资方	投后估值 (估算)
2025/4/10	A 轮/A+轮	数亿人民币	锦秋基金、蚂蚁集团领投，云启资本、道彤投资等跟投	15 亿人民币
2024/6/17	Pre-A 轮	数千万美元	经纬创投领投，清辉投资、道彤投资、云启资本、锦秋基金跟投	-
2023/10/13	天使轮	-	云启资本	-
2023/3/13	天使轮	-	德迅投资	-

数据来源：烯牛数据，IT 桔子，国泰海通证券研究

星海图：专注于打造“一脑多形”具身智能机器人。星海图成立于 2023 年 9 月，2024 年 5 月发布旗下首款产品机械臂 A1，2024 年 10 月发布全尺寸轮式双臂仿人形机器人 R1，并于 2025 年 1 月正式推出起售价 19.9 万元的 R1 系列三款机型，分别为 R1 Pro、R1 标准版和 R1 Lite，标配英伟达 Jetson AGX Orin 32GB 平台，拥有 8 核 CPU 和 200 TOPS GPU 计算能力。星海图的公司定位是打造“一脑多形”具身智能机器人，其技术护城河主要在两个关键点，一是 EFM-1 模型，融合百亿参数 VLM 模型与十亿参数 VLA 模型，可将“搬箱至 A3 工位”这种指令拆解为“导航-抓取-装配”的闭环决策；二是 RSR 引擎，用消费级摄像头扫描工厂生成厘米级精度数字孪生，一条真实数据衍生千条仿真样本，破解行业“数据荒漠”。

星海图 R1 目前主要面向科研应用。星海图在科研领域发展最快，科研客户在全球有百余家企业，例如斯坦福大学的李飞飞团队使用星海图平台开发了 BEHAVIOR Robot Suite 系统，只用五百美元的耗资便让机器人学会了擦马桶、叠衣物、捡垃圾等家务；谷歌旗下的 Physical Intelligence 公司则利用其硬件训练出通用策略模型 π 0.5。工业化落地层面，目前开展少量试点。

星海图 2025 年上半年已完成多轮 A 及 A+轮融资，共计超 13 亿人民币。2025 年 7 月，星海图宣布接连完成由美团和今日资本联合领投的 A4 与 A5 轮融资，获超

1亿美元，投后估值达8亿美元。此前在2025年4月，星海图完成A2、A3轮融资，由凯辉基金领投，联想创投、海尔资本等产业资本参投，老股东IDG资本等追投；在2025年2月，星海图完成总额近3亿元人民币的A轮融资；2025年上半年星海图已完成共计超13亿人民币的多轮A及A+轮融资。

图38：星海图R1系列机器人



表9：星海图融资历程

日期	轮次	融资金额	投资方	投后估值 (估算)
2025/7/9	A4轮/A5轮	超1亿美元	美团龙珠、美团领投，京国瑞基金、亦庄国投、IDG资本、百度风投、凯辉基金、今日资本、襄禾资本等跟投	8亿美元
2025/4/3	A2轮/A3轮	3亿人民币	凯辉基金领投，联想创投、海尔资本、IDG资本、高瓴创投、百度风投、同歌创投、正合云帆等跟投	未透露
2025/2/20	A轮	3亿人民币	蚂蚁集团领投，高瓴创投、IDG资本、京国瑞基金、百度风投、同歌创投等跟投	未透露
2024/10/30	Pre-A轮	2亿人民币	高瓴创投、蚂蚁集团领投，趣加游戏、同歌创投、米哈游、无锡创投等跟投	未透露
2024/7/16	股权投资	未透露	京国瑞投资	未透露
2023/11/13	天使轮	1000万美元	金沙江创投，百度风投，IDG资本，SEE Fund无限基金，七熹投资	未透露

数据来源：烯牛数据，IT桔子，国泰海通证券研究

5. 产业展望

轮式人形机器人有望在零售、工厂等 B 端市场率先实现商业化落地。轮式形态具备训练难度小、成本低、长续航三重优势，更适配落地场景的应用需求，相比于双足机器人更容易实现商业化落地。目前轮式人形机器人主要在零售药房等商业服务场景、搬运和物流分拣等工厂场景进行试点落地，有望以零售和工厂等 B 端市场作为切入点，逐渐实现商业化落地，验证商业价值并提高渗透率。

银河通用、智元机器人等致力于轮式形态在细分任务的应用，有望领跑商业化进展。相比于“大而全”的通用型 AI，针对细分场景进行优化设计更符合商业化进程，具身智能最接近落地的技能依旧是相对简单的移动、抓取、放置等任务。银河通用针对细分任务进行模型训练，发布了面向抓取的 GraspVLA 大模型、面向零售的 GroceryVLA 大模型和面向导航的 TrackVLA 大模型，并致力于将移动、抓取、放置技能在药店、零售等场景率先落地应用。银河通用已经在零售药房实现市场化运营，帮助 24 小时商店实现高效货架取货和药店运营，计划 2025 年覆盖北京、深圳、上海 100 家；2025 年 8 月银河通用启动全球首个机器人全自主服务的快闪店，在零售领域的商业化迈出坚实一步。智元的轮式机器人主要运用在搬运和分拣任务，已取得商业化的初步进展。搬运任务方面，智元远征 A2-W 轮式机器人能够实现高温环境连续进行搬运作业，目前已获得车企数十台采购订单，用于替代高危搬运工种。分拣任务方面，智元精灵 G1 在 2025 年 WAIC 大会上展示了物流场景的端到端作业，能够实现衣物包裹分拣、搬运、调整方位扫描条码等复杂操作，已获德马科技数十台订单，用于仓储分拣。此外，商业服务领域，智元远征 A2 获得中国移动订购 200 台，部署于全国营业厅承担导览工作。银河通用、智元机器人等专注于零售、搬运、分拣等细分任务，对轮式人形机器人的应用进行优化落地，有望领跑商业化进展，未来再进一步从易到难朝着家庭场景、多元化任务演进。

6. 风险提示

产品研发进度不及预期风险：人形机器人处于小批量试点与示范验证阶段，若本体或关键零部件研发出现延迟，将制约人形机器人开发进度与量产节奏，存在产品研发进度不及预期风险。

商业化进度不及预期风险：若轮式机器人成本下探速度放缓，与人工和传统自动化设备相比竞争优势减小，或影响市场需求释放，存在商业化进度不及预期风险。

本公司是本报告所述绿的谐波(688017)的做市券商。本报告系本公司分析师根据绿的谐波(688017)公开信息所做的独立判断。

人工智能产业链联盟

AI人工智能产业链联盟

#每日为你摘取最重要的商业新闻#

更新 · 更快 · 更精彩



Zero

AI音乐创作人

水墨动漫联盟创始人

百脑共创联合创始人

人工智能产业链联盟创始人

中关村人才协会秘书长助理

河北北大企业家分会秘书长

墨攻星辰智能科技有限公司CEO

河北清华发展研究院智能机器人中心线上负责人

中关村人才协会数字体育与电子竞技专委会秘书长助理



主要业务:AI商业化答疑及课程应用场景探索, 各类AI产品学习手册, 答疑及课程



欢迎扫码交流

提供: 学习手册/工具/资源链接/商业化案例/
行业报告/行业最新资讯及动态



人工智能产业链联盟创始人
邀请你加入星球,一起学习

人工智能产业链联盟报 告库



星主: 人工智能产业链联盟创始人

每天仅需0.5元, 即可拥有以下福利!

每周更新各类机构的最新研究成果。立志将人工智能产业链联盟打造成市面上最全的AI研究资料库, 覆盖券商、产业公司、研究院所等...

C 知识星球

微信扫码加入星球 ➤



本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰海通证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰海通证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担责任。

国泰海通证券研究所

地址 上海市黄浦区中山南路 888 号

邮编 200011

电话 (021) 38676666