

产业研究报告

新质生产力之重点产业链系列（三）：人形机器人发展及广东布局

核心观点

机器人被誉为“制造业皇冠顶端的明珠”，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。美国在人形机器人领域的研究起步较早，主要聚焦工业、军事等多行业用途，从政府到科技型企业主导，推动人形机器人产业飞速发展。日本机器人本体（硬件）制造实力雄厚，精密减速机、电机、控制器等核心技术形成专业壁垒，产学研用深度融合，专注于人形机器人生活服务领域应用。德国在欧盟“地平线欧洲”计划及“高科技战略 2025”计划的带动下，支持技术研发、产业升级以及机器人在实际应用中的落地。韩国是全球机器人密度最高的国家之一，每万名员工拥有 1012 台机器人，且自 2018 年以来机器人密度年均增长 5%。中国加入人形机器人赛道较晚，但发展迅速，政府出台了一系列鼓励创新、支持研发、优化营商环境的政策举措，为人形机器人产业的快速发展提供了强大的推动力。

人形机器人产业链可以分为上中下游三大部分。人形机器人产业链上游为原材料、零部件以及软件平台，核心零部件包括伺服系统、执行器、减速器、控制系统、驱动器等，成本占比最高、技术难度大，具备较高的壁垒。产业链中游为人形机器人的本体设计、制造及系统集成。产业链下游为场景应用，目前较有潜力的人形机器人发展方向主要是制造业、航天探索、生活服务业、高校科研等，已应用场景包括物流仓储、汽车自动化、巡逻等领域。

近年来，广东省政府对人形机器人产业的重视程度与日俱增，相继出台了一系列极具针对性与前瞻性的政策举措，全力助推产业高质量发展。通过财政专项资金的精准投入与产业基金的有效引导，广东成功吸引了大量社会资本踊跃参与，有力地加速了人形机器人技术创新的迭代升级以及产业化落地的进程。典型的企业包括优必选、逐际动力、乐聚机器人、众擎机器人、大象机器人等整机企业，本末科技、墨现科技、领益智造、胜蓝股份、昊志机电、拓邦股份、雷赛智能、万讯自控、英威腾等零部件企业，以及里工实业、腾讯、普渡机器人等应用企业。

总体来看，人形机器人产业正处于高速发展阶段，随着相关技术的不断突破和产业链的完善，预计未来人形机器人将凭借其高度的智能化与灵活性，创造出更为多元的应用场景，极大地拓宽市场覆盖范围，进一步释放巨大商业价值与发展潜力。考虑到成本、需求以及容错等因素，预计人形机器人将最先在工业等场景中开展示范应用，随后经过技术迭代优化和成本下降，逐步渗透到其他应用场景。展望未来，人形机器人的发展将更加注重个性化，消费者可以根据自己的需求和喜好，定制不同功能、外观和性能的人形机器人；这将使人形机器人更加普及化和个性化，为人们的生活带来更多的便利和乐趣。

风险提示：海外市场风险波动；政策效果不及预期。报告列举的公司/个股仅为案例介绍，不作为投资推荐的依据。

发展研究 · 产业研究

证券分析师：张立超
0755-81982881
zhanglichao@guosen.com.cn
S0980519050002

相关研究报告

《新质生产力之重点产业链系列（一）：DeepSeek》——
2026-08-06
《新质生产力之重点产业链系列（二）：量子计算》——
2026-09-07

内容目录

1. 人形机器人发展概述	4
1.1 基本情况	4
1.2 发展现状	5
2. 人形机器人竞争格局	7
2.1 发展综述	7
2.2 美国	9
2.3 日本	10
2.4 德国	10
2.5 韩国	10
2.6 中国	11
3. 人形机器人产业链构成	13
3.1 产业链上游	14
3.2 产业链中游	16
3.3 产业链下游	18
4. 人形机器人代表性整机企业梳理	20
4.1 国外企业	20
4.2 国内企业	24
5. 人形机器人的广东布局	29
5.1 总体布局	29
5.2 整机企业	30
5.3 零部件企业	31
5.4 应用企业	33
6. 人形机器人发展面临的挑战及趋势	34
6.1 相关挑战	34
6.2 趋势展望	35
参考文献	37
风险提示	38

图表目录

图1：人形机器人关键技术	4
图2：Gartner 移动机器人和无人机技术成熟度曲线	6
图3：人形机器人产业链	13
图4：人形机器人产业链相关企业概览	20
图5：Figure 01 示意图及相关参数	22
图6：优必选推出的 Walker X 示意图及参数	25
图7：宇树科技推出的 G1 人形机器人	26
图8：傅利叶智能推出的开源 Fourier N1 产品	27
图9：伟景机器人推出的智能人形机器人产品	29
表1：世界主要科技强国人形机器人相关支持政策	8
表2：全球主要人形机器人产品对比	9
表3：中国部分省市人形机器人相关政策	12

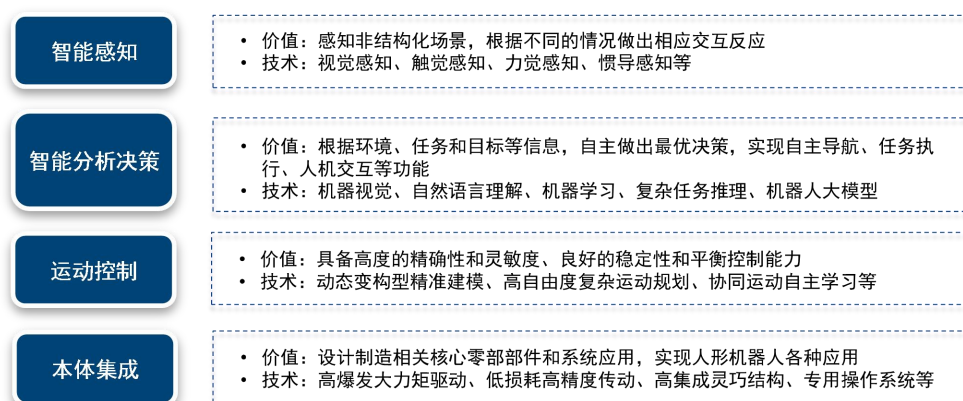
1. 人形机器人发展概述

1.1 基本情况

机器人被誉为“制造业皇冠顶端的明珠”，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。所谓人形机器人，是指一种呈现类人形态，能够适配人类工作环境，具有类人功能和行为的机器人。它具备擅长处理复杂多样任务、易于融入人类日常活动等特点，其设计功能目标是在工厂和商业活动中替代人进行工作，或在日常生活中帮助和服务人类。人形机器人建立在多学科基础之上，集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，来实现拟人化的功能，环境适应更通用、任务操作更多元、人机交互更亲和，是有望成为继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性产品，将深刻变革人类生产生活方式，成为当前全球主要国家和地区科技竞争的新高地、未来产业的新赛道、经济发展的新引擎。

人形机器人最基本的特点是具有人类的外形特征和行动能力。人形机器人与目前广泛使用的工业机器人相比拥有更高级的感知交互系统，包括传感模块和软件方面（感知技术、交互决策等），且人类的形态有利于适应目前的工厂布局 and 工业环境。但人形机器人比服务机器人更需要保持平衡，普通服务机器人有底盘，采用轮式驱动，人形机器人靠双足行走，能够适应不同的地面（地台、阶梯），但每个关节受力更加复杂，对减速器负载和电机响应速度要求更高。

图1：人形机器人关键技术



资料来源：亿欧智库，国信证券经济研究所整理

根据不同的使用需求和场景，人形机器人可分为基础版整机和功能型整机两大类。基础版整机主要面向功能深度开发和一般应用需求，打造具有类人外观、双腿行走、双臂双手灵巧操作等基础要素的通用平台，具体包括小型人形机器人和全尺寸人形机器人等类别。功能型整机是在基础版全尺寸人形机器人的基础上，主要面向民生、制造、特种等特殊应用场景，根据需求对产品特定能力进行强化，重点涉及低成本交互型人形机器人、高精度型人形机器人、高可靠型人形机器人和高运动性能型人形机器人等类别。

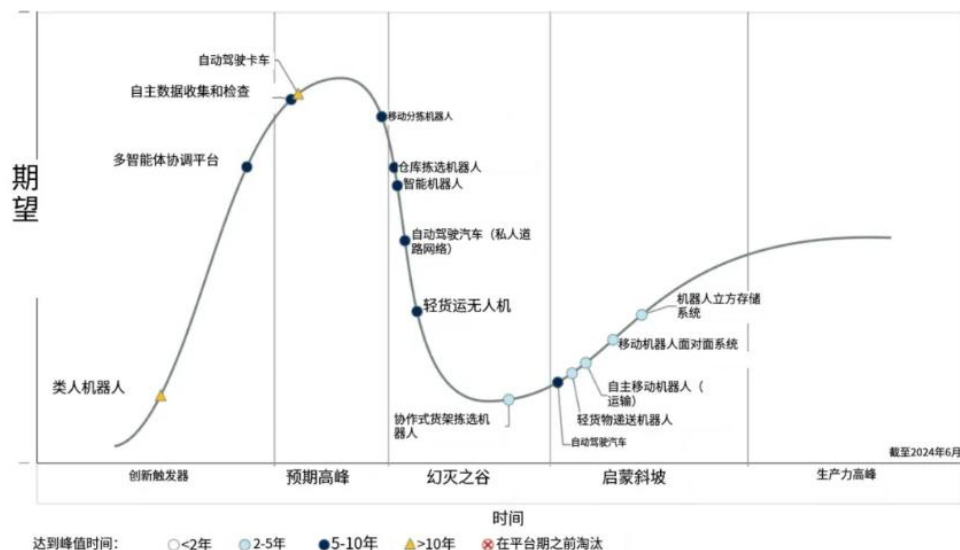
从发展历程来看，从15世纪达·芬奇绘制出世界上第一份人形机器人手稿，到1973年日本早稻田大学研发出世界第一款人形机器人WABOT-1，再到特斯拉Optimus引发对人形机器人产业化、商业化的探索，人形机器人产业发展已经从

萌芽概念阶段进入到产业化落地前期。具体来看，20 世纪 60 年代-90 年代末是人形机器人发展的早期阶段，主要是通过电机、舵机和传动装置等机械部件实现人形机器人的基本动作和姿态，但功能相对较为简单，只能进行简单的动作和姿态模拟。进入 21 世纪，随着传感器、控制器和执行器等技术的进步，人形机器人开始具备更加复杂的功能，如跑步、跳跃和与人互动，同时具备了一定的感知和认知能力。2013 年，波士顿动力公司推出了“Atlas（阿特拉斯）”，这是一款高度灵活的人形机器人，能够完成跑步、跳跃等复杂动作，并可以在不平坦的地面上行走。Atlas 标志着人形机器人在运动能力方面取得了重大突破。2014 年，日本软银推出了人形机器人 Pepper，该机器人能够与人类进行情感交互，具备了基础的自然语言处理和面部识别能力，成为商用和家庭用途的热门产品。2015 年，波士顿动力公司的 SpotMini 和 Spot 等机器人也展示了在实际环境中行走、抓取物体的能力，虽然它们并不是严格意义上的人形机器人，但它们的动作与灵活性为人形机器人技术提供了参考。2022 年，特斯拉宣布布局人形机器人，公开推出了人形机器人“Optimus（擎天柱）”的原型机。2023 年，特斯拉发布第二代人形机器人 Optimus Gen2，大幅提升行走速度与精细抓取能力，代表 Optimus 从原型机进入工程迭代阶段。2024 年，北京人形机器人创新中心发布全球首个纯电驱可拟人奔跑的全尺寸人形机器人“天工”，突破人形机器人持续奔跑的技术瓶颈。2026 年，北京人形机器人创新中心发布天工 3.0，实现全身触物交互、单手翻越障碍与颠球等高动态运动，国产人形机器人运动控制能力再上台阶。近年来伴随人工智能技术的进步，人形机器人可以进行相对复杂的决策和任务处理，并开始应用于实际场景，同时具备了更好的环境适应性和智能性。此外，大模型技术的飞速发展，为人形机器人带来了新的突破，依托深度学习和强化学习，人形机器人能够理解和执行复杂的任务，具备更高的事物处理能力和自然语言交互能力，自主感知环境、理解任务、动作编排等自主完成一套动作成为可能。

1.2 发展现状

历经多年发展及技术迭代，在潜在市场需求牵引以及人工智能技术深度赋能的带动下，人形机器人已进入到技术集中突破和应用初步试水的关键发展阶段。人形机器人作为未来产业的重要赛道，是科技自立自强的标志性成果，是人工智能、机械工程、电子工程等领域融合创新的典范，也是实现新质生产力跃升的有效途径之一。根据 Gartner 绘制的移动机器人和无人机技术成熟度曲线，目前用于运输的自主移动机器人、通道内协作式拣选机器人以及“货到人”系统等技术已经度过了“幻灭之谷”，正在“启蒙之坡”上取得显著进展。这些技术的应用正在被越来越多的社会公众所认识，并在供应链中发挥着越来越重要的作用。

图2: Gartner 移动机器人和无人机技术成熟度曲线



资料来源: Gartner 官网, 国信证券经济研究所整理

（1）已具备较为复杂的运动能力以及灵活性

目前, 通过先进的控制算法和高精度的传感器, 人形机器人能够完成各种动作, 如行走、跑步、跳跃、上下楼梯等。波士顿动力公司的 Atlas 是当前运动能力比较强的人形机器人之一。Atlas 能够完成跑步、跳跃、翻滚等高难度动作, 并且在不平坦地形或障碍物面前, 依然能维持较高的稳定性。虽然日本本田公司的 ASIMO 问世较早, 但它仍是一款经典的人形机器人, 展示了复杂的步态控制和手势互动能力, 其最新版本已经能够与人类进行多样化的交互, 如打招呼、传递物品、与人类对话等。

（2）在感知和人机互动方面的能力显著增强

随着人工智能技术的进步, 现代人形机器人在感知和人机互动方面的能力显著增强。当前业界已经能够为人形机器人配备高效的视觉、听觉、触觉等感知系统, 使得人形机器人能更自然地与人类交流。由日本软银推出的 Pepper 是一款可综合考虑周围环境, 并积极主动地作出反应的人形机器人, 具备情感识别和自然语言处理能力。Pepper 能够通过表情、语音与人类进行互动, 并且能够根据人的情感状态调整自己的行为。由 Hanson Robotics 公司开发的 Sophia（索菲亚）是一款著名的人形社交机器人。Sophia 能够识别面部表情变化、进行语音交流和自然语言理解, 甚至能与人类进行有深度的对话, 它还具有一定的人工智能和机器学习能力, 能够在互动中不断学习和适应。中国优必选推出的 Walker X 是一款搭载多通道感知系统的人形机器人, 具备情绪识别与多模态交互能力。Walker X 能够通过视觉、听觉、触觉感知理解环境与人的状态, 并且可以依托内置情绪体系做出拟人化的表情与动作反馈。由美国 Figure AI 推出的 Figure 01 是一款依托多模态大模型的人形机器人, 具备环境理解与自然对话能力。Figure 01 能够识别场景内物体、听懂人类语言指令, 并且可以结合视觉信息解释自身行为逻辑, 完成与人的实时交互。

（3）执行能力得到提升并能完成更高层次的任务

人工智能的应用使得人形机器人能够执行并完成更为复杂的任务。通过深度学习、自然语言处理、图像识别等技术, 人形机器人能够在不断的交互中提升自己

的能力，并执行更高层次的任务。比如，人形机器人 Pepper 和 Sophia 能够通过语音识别和自然语言生成与人进行流畅的对话。随着人工智能算法的进步，人形机器人的语言理解和生成能力日益接近人类。又如，一些高端人形机器人正在集成自我学习的功能，通过不断接收来自环境和用户的反馈来优化行为和决策。目前，Sophia 和一些研究型人形机器人在对话中能够识别情感并作出实时回应。智元机器人推出的启元 Q1 是一款搭载具身大模型的人形机器人，依托深度学习、图像识别与自然语言处理技术实现持续学习。

（4）拥有一定自主性及能够同时执行多项简单任务

人形机器人逐步发展成可以独立执行任务的智能体。通过高效的算法和更强大的计算能力，人形机器人可以在动态环境中作出自主决策，并完成复杂的任务。目前人形机器人能够在动态环境中进行自主导航，避开障碍物并规划路径，执行如搬运物品、送餐等任务；能够通过视觉和传感器实时感知周围环境，并实时调整自己的行为。此外，一些人形机器人已经能够同时处理语音、视觉、触觉等多模态的信息，进行复杂任务的协调。例如，它们能够识别物品、与人进行交流，同时操作机械手臂进行物品搬运。

2. 人形机器人竞争格局

2.1 发展综述

当前，全球人形机器人竞争格局呈现多元化、区域化和跨界融合的特点，中国、欧洲、北美、日本和韩国等地区在技术研发、企业培育和产业应用方面处于全球领先地位。近年来，世界各主要国家和地区针对智能机器人发展制定了一系列政策规划，围绕技术革新、行业标准、财政支持等进行全面布局。2025 年，国际机器人联合会（IFR）发布第四版《世界机器人研发计划》，梳理了全球各国人形机器人相关研发资助战略。其中，美国通过“国家机器人计划”等一系列政策文件，为机器人技术研发提供了稳定的资金支持和战略指导，特别关注机器人集成系统的开发和应用；日本通过“机器人新战略”在 2022 年投入超过 9305 亿美元，重点发展集成技术，旨在成为下一代人工智能和机器人的核心国家；日本 2026 年 3 月出台《AI 机器人战略》，替代旧版机器人新战略，将人形机器人列为核心方向，计划到 2040 年抢占全球 AI 机器人超 30% 市场份额，重点突破人形机器人核心零部件、具身基础模型与多场景社会实证；韩国公布《第四次智能机器人基本计划（2024-2028 年）》，提出“K-Robot 经济”概念，计划通过公私合作投资超 3 万亿韩元，重点攻克传感器等 5 项硬件技术和自主运动等 3 项软件技术；欧盟通过“地平线欧洲计划”在 2021-2022 年为机器人相关工作提供了总计 1985 亿美元的资金，旨在推动科技创新和跨国合作；德国通过“高科技战略 2025”，每年提供 6900 万美元的资金，至 2026 年总预算达到 3.45 亿美元，重点研究数字辅助系统；2025 年又推出《德国高科技议程》，设立人工智能机器人助推器专项，重点开展人形机器人安全控制、轻量化本体与数字辅助系统研究。

整体来看，人形机器人产业作为智能机器人领域的尖端分支，其全球产业布局呈现出“三极分布、技术集中、分工明确”的显著特点。从区域来看，这一产业主要集中于技术研发和市场应用两个层面，依托发达国家的技术创新能力及新兴市场的应用需求驱动，形成了以北美、东亚和欧洲为核心的“三极分布”格局。在北美地区，尤其是美国的硅谷和波士顿，凭借世界领先的人工智能、计算机视觉和材料技术，在技术创新与商业化方面处于领先地位；硅谷专注于人工智能技术创新，而波士顿则强调硬件和控制技术的发展。在东亚地区，日本关东地区与中国粤港澳大湾区成为高端制造和规模化发展的核心地带。日本在精密电机和减速

器领域表现出色，中国则在机器人整机制造和应用推广上取得了重要进展，形成了较为完善的产业链。在欧洲方面，德国巴伐利亚州和意大利都灵市引领着高端工业机器人与特种领域应用的发展，特别是在机械制造、动力学仿真和智能传感方面有着深厚的技术积累。

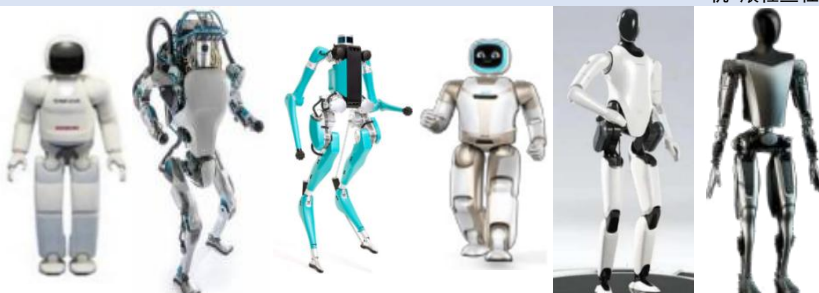
表1：世界主要科技强国人形机器人相关支持政策

经济体	发布时间	政策规划	主要内容
美国	2011 年	国家机器人计划（NRI）1.0	侧重机器人创新研究，重点是如何让协作机器人与人类伙伴建立共生关系
	2016 年	国家机器人计划（NRI）2.0	在“1 期”计划的基础上重点发展协作机器人
	2021 年	国家机器人计划（NRI）3.0	在“1 期和 2 期”计划的基础上重点关注机器人集成系统的研发
欧盟	2007 年	欧盟第七研发框架计划	2007-2013 年，直接资助 130 个机器人项目，拨款 5.96 亿美元，其他与机器人有关技术获得资金 1.89 亿美元，涵盖机器人感知、理解、动作认知和智能使能技术等
	2014 年	欧盟第八研发框架计划	2014-2020 年，累计为机器人研究和创新提供 7.8 亿美元资金
	2021 年	欧盟第九研发框架计划	为机器人相关项目提供的资金支持从 2021 年规划的 1.8 亿欧元扩大到 2.4 亿欧元
德国	2023 年	机器人技术研究行动计划	旨在挖掘基于人工智能的机器人技术创新潜力，在基础研究、前沿研究成果汇集、人才培养和应用推广等领域设计若干实施途径；每年提供超 4000 万欧元资助，包括基于人工智能的机器人算法和创新传感器、智能机器人、护理和救援机器人等；建立国家机器人研究所，整合各地机器人技术研究机构的研究成果，培养专业技术人才等
	2025 年	德国高科技议程	设立人工智能机器人助推器专项，重点支持人形机器人安全人机交互、轻量化本体、数字孪生系统研发
法国	2021 年	法国 2030 投资计划	投资 8 亿欧元发展机器人产业，制造结合人工智能技术的机器人，投资 58 亿美元支持包括机器人技术在内的颠覆性技术初创企业
日本	2015 年	新机器人战略	围绕制造业、服务业、医疗护理业、基础设施建设防灾、农林水产业等制定 5 年（2016-2020 年）行动计划，成立机器人革命和工业物联网倡议协议会，和政府一同安排机器人相关的研发项目以及跨部门的活动（全球标准化、监管改革、机器人奖项和竞赛等）
	2021 年	2021 科技创新白皮书	到 2050 年，通过人工智能与机器人的共同进化，实现自主学习、行动、与人共生的机器人，为利用科技和创新的力量应对各种社会问题推出“社会 5.0（Society 5.0）”
	2026 年	AI 机器人战略	将人形机器人列为物理 AI 核心载体，目标 2040 年抢占全球 AI 机器人 30% 市场份额，重点攻关核心零部件、具身基础模型与多场景社会实证
韩国	2008 年	智能机器人开发与普及促进法	根据该法第 5 条，于 2009 年宣布“第一个智能机器人基本计划（2009-2013 年）”
	2009 年	第一次智能机器人基本计划（2009-2013 年）	选择 3 个品类（含仿生机器人）进行市场推广，并制定推广政策；其间，政府累计投资 5369 亿美元，研发费用占比 72.7%，为 3626 亿美元
	2014 年	第二次智能机器人基本计划（2014-2018 年）	推动专业服务机器人领域的大规模研发项目，政府研发预算总计 5917 亿美元；制定“七大机器人融合商业战略路线图”，以扩展机器人技术在其他制造和服务领域的应用；加强与其他技术领先国家的合作
	2019 年	第三次智能机器人基本计划（2019-2023 年）	扩大工业机器人的推广；集中发展护理、穿戴、医疗、物流 4 大服务机器人领域；强化机器人产业生态系统，支持 3 个下一代关键组件（智能控制器、自主移动传感器、智能抓手）和 4 个关键软件组件（机器人软件平台、抓取技术软件、图像信息处理软件、人机交互）的独立性；加强对减速器、电机、运动控制器等的示范推广支持
	2024 年	第四次智能机器人基本计划（2024-2028 年）	到 2030 年，向机器人领域投资 3 万亿韩元，机器人关键零部件本地化比例提高至 80%，机器人产业规模增加到 20 万亿韩元，集中精力发展八项核心技术（伺服电机、减速器、传感器、夹具、控制器、自主运动软件、自主操作软件和人机交互）

资料来源：《国际对比视角下广州发展人形机器人的对策建议》（吕冬等，2025），国信证券经济研究所整理

美国、日本、中国等国家是全球人形机器人分布最为集中的区域，成为推动全球人形机器人产业发展的重要力量。目前全球人形机器人研究已经取得了显著的进展，多种人形机器人相继问世，如美国波士顿动力公司的 Atlas、特斯拉公司的 Optimus、Figure AI 的 Figure 02、日本本田公司的 Asimo，以及中国优必选公司的 Walker X 人形机器人、北京人形机器人创新中心的天工 3.0 等。与此同时，国外顶尖高校和科研机构也积极推动人形机器人技术的研发。麻省理工学院、东京大学和苏黎世联邦理工学院等知名学府，依托各自的研究项目，在人形机器人领域取得了突破性进展。其中，麻省理工学院在动作控制、智能感知与自主决策技术方面的创新尤为突出；东京大学和苏黎世联邦理工学院则在机器人感知与交互、运动规划与人机协作技术方面有所建树。

表2：全球主要人形机器人产品对比

产品	本田 Asimo	波士顿 Atlas	敏捷机器 Digit	优必选 WalkerX	小米 CyberOne	特斯拉 Optimus
国家	日本	美国	美国	中国	中国	美国
产业化水平	未产业化，停产阶段	未商业化	商业化早期	商业化早期	推出一代原型机	推出二代原型机
应用场景	展览	搜索、救援等特殊场景	物流、仓库远程控制 and 工业检测等	教育、物流、医疗康复、展览等	制造、物流、生活服务等	制造、物流、生活服务等
技术方案	旋转电机：伺服电机+谐波减速器	液压驱动	伺服电机+谐波减速器/摆线减速器	旋转电机：伺服电机+谐波减速器	伺服电机+谐波减速器/摆线减速器	旋转执行器为电机+谐波减速器，线性执行器为电机+滚柱丝杠
示意图						

资料来源：高工机器人产业研究所，国信证券经济研究所整理

2.2 美国

美国在人形机器人领域的研究起步较早，主要聚焦工业、军事等多行业用途，从政府到科技型企业主导，推动人形机器人产业飞速发展。美国在人形机器人领域的前期研究主要集中在航天和军事领域，早期研究资金也大多来自美国军方，典型代表为机器人宇航员和 Atlas 人形机器人。1997 年起在美国国防部高级研究计划局的资助下，美国国家航空航天局开始致力于人形机器人的研究，主要用于太空探索任务。2007 年美国国家航空航天局和通用汽车联合开发了 Robonaut 2，并于 2011 年将其运送到国际空间站，是全球首个进入太空的人形机器人。而 Atlas 是由波士顿动力公司研发的人形机器人，早期研发的主要目的是用于国防军事活动和重大灾难的救援重建。经过多年的更新迭代，Atlas 目前可以熟练地完成垂直起跳、跨越障碍、后空翻，并逐步开启手脚都参与的跑酷功能。进入 21 世纪以来，随着美国在机器人软件和人工智能领域的技术优势，人形机器人研发开始由硅谷科技公司主导，并向智能化方向发展。2013 年，谷歌母公司 Alphabet 收购包括波士顿动力在内的 8 家机器人公司以组建机器人部门。2022 年特斯拉宣布布局人形机器人，公开推出了 Optimus 的原型机。目前 Optimus 已经实现了直立行走、搬运物体、洒水等复杂任务，是业界首个没有遥控、外部电源、完全依靠 AI 算法、自身电池电控和高驱动电驱执行器驱动的人形机器人。2023 年，特斯拉发

布 Optimus Gen2 人形机器人，优化运动与灵巧操作能力，在自有工厂开展工业作业测试；2025 年，Figure AI 的 Figure 02 落地美国宝马工厂开展工业试点，实现钣金件搬运作业；2026 年，波士顿动力推出量产版 Atlas 人形机器人，结合具身大模型提升工业场景自主操作能力；美国陆军启动人形机器人专项竞赛，推进面向军事场景的原型验证。

2.3 日本

日本机器人本体（硬件）制造实力雄厚，精密减速机、电机、控制器等核心技术形成专业壁垒，产学研用深度融合，专注于人形机器人生活服务领域应用。日本被称为“机器人超级大国”，早稻田大学于 1973 年推出的 WABOT-1 被认为是全球首个全尺寸人形机器人。作为全球老龄化最严重的国家之一，人形机器人在日本市场的应用场景以娱乐社交、陪伴看护等日常生活服务为主，但日本人形机器人的发展进程并非仅依靠市场需求拉动，而是更多来自技术推动。日本人形机器人研发主体由汽车制造和电子技术厂商主导，自 20 世纪 80 年代起，本田汽车、丰田汽车、索尼、富士通、日立、软银等公司积极参与人形机器人布局，纷纷推出自己的人形机器人产品，Aibo、Asimo、Pepper 等机器人相继问世。2025 年，早稻田大学研发的 AIREC 护理人形机器人，可完成卧床老人翻身等养老护理动作；2025 年，川崎重工发布 Kaleido 9 人形机器人，强化自主行走与物体搬运能力。除此之外，日本产业技术综合研究所（AIST）在人形机器人发展方面也发挥了重要作用，多年来联合大阪大学、东京大学、川田工业、安川电机、清水建设等主体共同推进人形机器人技术研发，其中最具代表性的是人形机器人计划（HRP），旨在开发“在人类作业、生活环境中与人协调、共存，能够完成复杂作业任务的仿人机器人系统”。迄今为止，日本 HRP 系列计划共推出了 5 代人形机器人研发成果。

2.4 德国

德国在欧盟“地平线欧洲”计划及“高科技战略 2025”计划的带动下，支持技术研发、产业升级以及机器人在实际应用中的落地。德国机器人研究所致力于加强研究中心之间的合作，提升劳动力技能，并加快机器人研究成果的转化。成立于 2019 年的 Neura Robotics 专注于开发具备高级感知能力的机器人，该公司在 B 轮融资中成功筹集 1.2 亿欧元，并获得 10 亿欧元订单，客户涵盖川崎重工、欧姆龙等国际企业。2024 年，Neura Robotics 发布“4NE-1”人形机器人，配备先进传感器，具备视觉、听觉及触觉感知能力，能够精准识别物体、环境及手势，使其适应多种复杂工作场景。核心技术亮点包括：3D 视觉系统，提升机器人环境识别能力，实现精准物体与手势识别；非接触式人体检测传感器，确保人机协作安全，避免意外碰撞；力-扭矩传感器，优化操作稳定性，提高任务执行精度。“4NE-1”的发布标志着德国在人形机器人安全性、环境适应性及交互能力上取得了新的突破。这款机器人未来将进一步优化感知能力，提高信息处理及响应效率，使其能够在工业、服务及医疗等领域实现更为广泛的应用。2025 年，Neura Robotics 发布 4NE-1 Gen3 迭代机型，提升全身触觉感知与工业负载能力；德国出台新版《德国高科技议程》，设立“人工智能机器人助推器”专项，支持人形机器人技术转化与场景测试。2026 年，Neura Robotics 与博世达成技术合作，加速人形机器人工业化落地；Agile Robots 在汉诺威工业展展出 Agile ONE 人形机器人，面向汽车制造开展装配作业演示。

2.5 韩国

韩国是全球机器人密度最高的国家之一，每万名员工拥有 1012 台机器人，且自

2018 年以来机器人密度年均增长 5%。韩国政府持续加大对机器人产业的支持力度，并制定《智能机器人第 4 次基本计划（2024-2028）》，计划投入 1.28 亿美元，推动技术进步、完善机器人友好型基础设施，加速商业化进程。预计到 2030 年，韩国制造业和服务业将累计引入 100 万台机器人。为加快人形机器人技术的商业化应用，韩国产业通商资源部发起“人形机器人联盟”，汇聚整机制造企业、核心零部件供应商及 AI 软件开发公司，形成紧密的产业链协作体系。该联盟致力于提升核心技术本地化率、推动人形机器人量产、加快技术研发，推动工厂自动化、汽车物流、半导体洁净室、船舶制造等领域的人形机器人应用。多家企业宣布加入该联盟，包括 Hyzen R&M（LG 集团子公司，专注执行器量产）、Clobot（专注打造多机器人控制平台）、Doosan Robotics（全球协作机器人市场排名第四，正在研发人形机器人原型）以及 SPG（实现精密减速机国产化）。从创新突破来看，SPG 正在开发用于人形关节的制动器，即集成减速器、电机和控制器的部件；Neuromeka 推出具备仿制学习和防撞技术的智能执行器，提高机器人操作精度与安全性；三星电子控股的 Rainbow Robotics 推出自主研发减速器的四足机器人“RBQ-5”，突破核心技术壁垒，为韩国人形机器人产业提供重要支撑。2025 年 4 月韩国 K-人形机器人联盟正式启动，计划至 2030 年投入 2.3 万亿韩元，目标核心零部件国产化率达到 80%；Rainbow Robotics 推出 RB-Y2 轮式双臂人形平台，面向工业装配与物流开展场景实证。2026 年，Doosan Robotics 在 CES 展出人形机器人原型，搭载自主环境扫描与作业规划算法；LG 电子实现 AXIUM 人形执行器量产，补齐本土关节硬件供给能力；现代汽车将波士顿动力 Atlas 在海外整车工厂落地试点，探索汽车制造场景人形机器人作业方案。

2.6 中国

相对于美国、日本等国家，中国加入人形机器人赛道较晚，但发展迅速。近年来，中国政府出台了一系列鼓励创新、支持研发、优化营商环境的政策举措，为人形机器人产业的快速发展提供了强大的推动力。2021 年 12 月，工信部等 15 部门印发《“十四五”机器人产业发展规划》；2022 年 7 月，科技部等 6 部门印发《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》；2023 年 1 月，工信部等 17 部门印发《“机器人+”应用行动实施方案》；2023 年 11 月，工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》，明确了人形机器人发展目标，2025 年实现整机批量生产，2027 年要形成安全可靠的产业链供应链体系。2024 年，工信部等七部门出台《关于推动未来产业创新发展的实施意见》，将人形机器人作为未来产业标志性产品；2025 年，具身智能写入政府工作报告，国务院印发《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》，支持人形机器人多场景落地；工信部等六部门在《机械行业稳增长工作方案（2025-2026 年）》中将人形机器人列为重点攻关方向；2026 年，工信部联合国务院国资委开展人形机器人与具身智能实景实训专项行动，提出到 2026 年底，人形机器人等重点产品在一批代表性场景中率先完成应用验证和常态部署。根据国家层面发布的指导性政策，相关省市也纷纷出台地方性机器人产业规划，北京、上海、深圳、杭州等地区均明确提出大力发展人形机器人产业。其中，2022 年 6 月，深圳市工信局等三部门发布《深圳市培育发展智能机器人产业集群行动计划（2022-2025 年）》，并在《深圳市具身智能机器人技术创新与产业发展行动计划（2025-2027 年）》中提出加速构建具身智能机器人产业创新生态，推动具身智能机器人产业高质量跨越式发展，加快建设国际国内领先的具身智能机器人产业集聚区；2026 年 6 月，深圳市科创局发布《深圳市具身智能机器人技术创新与产业发展行动计划（2025-2027 年）（修订版）》，提出在机器人关键核心零部件、AI 芯片、人工智能与机器人融合技术、多模态感知技术、高精度运动控制技术、灵巧操作技术等方面取得突破；2026 年 9 月，《深圳市推动智能机器人产业高质量发展工作方案（2026-2028 年）》

印发，重点攻关人形机器人本体与具身智能模型，开展实景场景落地验证。

表3：中国部分省市人形机器人相关政策

地区	相关政策	主要内容
北京	《北京具身智能科技创新与产业培育行动计划（2025-2027年）》	到2027年，在产业规模方面，北京将培育产业链上下游核心企业不少于50家，形成量产产品不少于50款，在科研教育、工业商业、个性化服务三大场景实现不少于100项规模化应用，力争推动万台具身机器人规模落地，培育千亿级产业集群，并将建设不少于2个具身智能特色产业集聚区，打造具身智能领域产教融合基地，营造具有国际影响力的具身智能产业生态。
上海	《关于人工智能“模塑申城”的实施方案》	组织技术攻关，研发端到端、多模态、空间智能等具身智能算法模型；依托国家地方共建人形机器人创新中心，聚焦开源机器人本体及数据集、开源自主仿真平台，打造开源技术底座；开展具身智能数据采集，开放动作数据集；推进行业优质企业场景开放，试点开展百台以上机器人规模应用；依托国家人工智能创新应用先导区等区域打造人形机器人创新生态空间。
深圳	《深圳市具身智能机器人技术创新与产业发展行动计划（2025-2027年）》	到2027年，在机器人关键核心零部件、AI芯片、人工智能与机器人融合技术、多模态感知技术、高精度运动控制技术、灵巧操作技术等方面取得突破；新增培育估值过百亿企业10家以上、营收超十亿企业20家以上，实现十亿级应用场景落地50个以上，关联产业规模达到1000亿元以上，具身智能机器人产业集群相关企业超过1200家；打造公共服务平台矩阵，吸引更多上下游企业、科研机构、创新团队等加入，形成更完善的产业生态，具身智能机器人产业综合实力达到国际领先水平。
杭州	《杭州市促进人形机器人产业创新发展的若干政策措施》	建设人形机器人产业创新平台，将其纳入市级制造业创新中心管理并给予支持，力争三年内建成省级制造业创新中心，积极争创国家级创新平台。
江苏	《江苏省机器人产业创新发展行动方案》	到2027年，人形机器人“大脑、小脑、肢体”等关键核心技术取得突破，大模型等人工智能技术加快发展，典型应用场景更加丰富，争创国家级产业发展集聚区。
山东	《山东省促进人形机器人产业创新发展实施方案（2024-2027年）》	支持培育壮大人形机器人整机企业，对2025年整机年销售额首次突破5000万元的人形机器人整机生产企业给予一次性最高800万元奖励；支持机器人企业为人形机器人龙头企业提供配套，对其自主研发生产的、2025年销售额超过2000万元的人形机器人核心零部件，择优给予单户企业最高300万元奖补。

资料来源：表中所列各地方政府官网，国信证券经济研究所整理

国内企业方面，中国人形机器人产业代表性公司较多，整体产业链布局较为完善。当前，国内许多工业机器人及相关零部件供应商宣布布局人形机器人赛道，并针对人形机器人的运行特点开展相关研发工作，如三花智控、绿的谐波、拓普集团等。**三花智控**是制冷空调电器零部件全球龙头，机器人机电执行器以及电机控制技术与公司现有业务的阀、泵类产品在电机及控制技术上同源，成为其新的利润增长点。**绿的谐波**主要布局于旋转关节，包括轻量化、小型化的精密谐波减速器，高功率密度的无框力矩电机，高速高响应伺服系统等产品集成应用等。**双环传动**是减速器国产核心厂商之一，凭借自身精密减速器的研发能力和批量交付能力，能够满足人形机器人对关节的多样化需求。**拓普集团**凭借机电一体化经验以及与特斯拉长期的合作，拟投资50亿元人民币，规划在宁波经济技术开发区建设机器人核心部件生产基地，主要进行机器人电驱系统的研发生产及销售。**鸣志科技**是全球布局的运动控制领域领先者，产品覆盖多种电机、驱动器、编码器和集成模组等。**禾川科技**于2023年成立了人形机器人事业部，相关产品覆盖驱动器、无框力矩电机、空心杯电机、编码器、传感器等多个类别。**步科股份**的无框力矩电机已迭代至第三代，得到协作机器人市场充分验证和认可，未来将进一步推广至人形机器人关节应用中。**鼎智科技**主要产品为线性执行器、各类微电机及其组件，在丝杠、空心杯电机市场具有一定的领先性。

中国的人形机器人本体企业包括优必选、达闼、傅利叶、小米等，它们都相继推出了具有自主知识产权的人形机器人产品。其中，**优必选**于2018年推出大型机器人Walker，成为中国首家实现人形机器人商业化的企业；2021年发布WalkerX，是全球首个能够量产交付的人形机器人；2025年，发布Walker S2机器人，配备自适应力控关节与多模态感知算法，用于智能制造与仓储物流场景。小型机器人领域拥有悟空、Alpha Ebot等，主要用于教育领域。**达闼**于2019年推出轮式机器人Ginger，主要应用于迎宾导览、商业促销、节目表演、养老陪护等领域；2023年展出机器人小紫XR-4，拥有60+柔性关节，单腿峰值扭矩600Nm，运动性能较强。**傅利叶**的GR-1机器人搭载自主研发FSA一体化执行器，集电机、驱动器、减速器及编码器于一体，最大关节模组峰值扭矩300Nm，于2023年9月开启预售，

计划未来 1-2 年量产交付。智元的远征 A1 机器人搭载 PowerFlow 关节电机，峰值扭矩超 350Nm，率先应用于 3C 制造、汽车制造，并逐步走向家庭。2024 年 8 月，智元发布的远征 A2 机器人，搭载自研具身大模型，具备长距离行走能力，面向户外巡检、特种作业持续优化。宇树的 H1 机器人搭载 M107 关节电机，膝关节峰值扭矩 360Nm，是国内首台能跑的人形机器人，商业化进展领先。小米的机器人 CyberOne 全身 21 个自由度，髋关节电机峰值扭矩 300Nm，可感知 45 种人类语义情绪，主打服务人本身。科大讯飞将认知大模型和运动智能相结合，推出具身智能人形机器人。机器人根据自然语言指令，可以自动拆解任务并执行相关操作，实现特定任务流闭环。小鹏的 PX5 机器人拥有高负载机械臂和 11 自由度灵巧手，感知交互可以与汽车领域的 XNGP、XOS 技术打通，在感知能力方面实现核心技术复用；PX5 未来将优先在小鹏的工厂和销售场景进行实地应用，通过迭代升级提升稳定可靠性。乐聚的“夸父”机器人是国内首款可跳跃、可适应多地形行走的开源鸿蒙人形机器人，能够与鸿蒙生态设备互联互通，具备拓展万物智联场景的能力。2025 年 12 月，众擎机器人发布 T800 机器人，搭载自研固态电池，支持长时间连续作业，面向工厂、园区运维场景测试。

3. 人形机器人产业链构成

人形机器人产业链可以分为上中下游三大部分。人形机器人产业链上游为原材料、零部件以及软件平台，核心零部件包括伺服系统、执行器、减速器、控制系统、驱动器等，成本占比最高、技术难度大，具备较高的壁垒。产业链中游为人形机器人的本体设计、制造及系统集成。产业链下游为场景应用，目前较有潜力的人形机器人发展方向主要是制造业、航天探索、生活服务业、高校科研等，已应用场景包括物流仓储、汽车自动化、巡逻等领域。随着通用人工智能、感知和动力系统等方面的突破，人形机器人性能得到全面提升，成本逐渐下降，部署步伐加快，相关应用场景也将不断扩展，应用领域将全面覆盖从制造业到医疗、救援、家庭服务等各个领域。

图3：人形机器人产业链



资料来源：深企投产业研究院，国信证券经济研究所整理

在人形机器人产业链中，最具长期价值的部分在于软件，即能够自研或拥有人工智能算法等核心技术，掌控人形机器人的中枢与大脑。此外，谐波减速器、滚柱丝杠、伺服电机、传感器等硬件部分价值占比高、增量空间大、毛利可观。根据全球知名市场调查咨询公司 Markets & Markets 的预测，全球人形机器人市场规模（仅考虑单机）预计将由 2023 年的 18 亿美元提升至 2028 年的 138 亿美元，年均复合增长率为 50.2%；高盛预测，未来 10-15 年全球人形机器人市场空间至少达 60 亿美元，乐观预计 2035 年全球人形机器人市场空间有望达 1540 亿美元；根据高工机器人产业研究所（GGII）发布的《2025 中国人形机器人产业发展蓝皮书》预测，到 2030 年销量将接近 34 万台，市场规模将超过 640 亿元；到 2035 年销量将超过 500 万台，市场规模将超过 4000 亿元。此外，根据北京立德融创智能机器人技术研究院发布的报告显示，2024 年中国人形机器人市场规模为 27.6 亿元，到 2029 年达到 750 亿元，到 2035 年市场规模有望达到 3000 亿元。

3.1 产业链上游

在上游环节，全球主要经济体主要围绕人形机器人感知决策系统、算法控制系统、肢体关节系统等领域进行布局。人形机器人产业链上游具有产品附加值高的特点，因此得到世界主要经济体相关企业的前瞻布局，如美国、中国、德国、日本、韩国等全球经济体以及挪威、丹麦、瑞典、比利时等北欧创新强国的相关企业在人形机器人产业链上游均有重点布局及关键产品。

（1）感知决策系统

人形机器人的感知决策系统负责视觉、听觉和思维等更高层次的认知功能，具体表现为环境感知能力，以及包括行为控制和人机交互在内的决策执行能力，环境感知能力又包括视觉和触觉两个方面。

视觉方面，美国人形机器人相关传感器企业采用的“时间飞行法+双目视觉”方案有望成为主要的技术路径。目前大多数人形机器人使用的是三维视觉传感器，该传感器的主要技术路径有三条。第一条路径为“双目视觉+时间飞行法”方案，主要采用企业为美国的 Stereolabs 和菲力尔；第二条路径为“时间飞行法+多摄像头”方案，主要采用企业包括美国的微软、日本的索尼；第三条路径为“结构光+复杂算法”方案，主要采用企业包括挪威的 Zivid、比利时的 Pickit、美国的英特尔。为再现人眼的工作原理，人形机器人综合视觉解决方案的未来趋势将以双目视觉为主要形式，以时间飞行法、结构光技术为辅助弥补其低夜视能力和高算法功耗。

触觉方面，仿人化力控、柔性电子皮肤发展空间广阔，澳大利亚、丹麦、美国、韩国、中国均有布局。具体来看，澳大利亚的 Contactile 是机器人触觉传感器领域的初创企业，该企业致力于实现智能灵巧的机器人抓取，其触觉传感器为机器人抓取系统提供了人手的感官优势，同时没有与尺寸、强度、环境和疲劳相关的物理限制。丹麦的 OnRobot 由 OnRobot、OptoForce 和 Perception Robotics 三家创新型臂端工具企业合并而成，该企业为机器人协作应用提供了各种工具和软件，包括电动、真空和磁力夹持器、夹持技术、力/扭矩传感器、视觉系统、螺丝刀、砂光机套件和工具更换器。美国的 ATI 是世界领先的机器人配件和手臂工具的工程企业，产品包括自动工具更换器、多轴力/扭矩传感系统、实用耦合器、材料去除工具、机器人碰撞传感器、手动工具更换器和顺应性设备。韩国的 Robotous 致力于为机器人系统提供高精度和可靠的六维力传感器，以帮助机器人实现准确的触觉感知和精确的运动控制，其传感器技术可以实时捕捉机器人与环境之间的

交互力，为机器人提供精准的定位、操作和协作能力。目前人形机器人触觉的主流解决方案是六维力传感器，力传感器技术发展的三大趋势是压电/电容式、微机电系统多种感力元件的集成化运用、感力元件开发。

决策执行方面，类脑芯片和机器人大模型 RobotGPT 将推动人形机器人实现自然智能，美国和中国的企业在此领域占据主导地位。当前美国的 Alphabet、微软、英伟达、OpenAI，以及中国的百度等科技企业已经在围绕“人工智能芯片+ChatGPT 大模型”赋能人形机器人发展，依靠自然语言处理能力、机器学习、监督学习及 ChatGPT 不断迭代的技术能力实现高程度语言智能，如 OpenAI 的大模型包括 GPT 系列模型和 DALL-E 等。美国的 Neuralink，以及中国的他山科技、达闼机器人等企业正在围绕人形机器人的逻辑数学智能、空间智能、身体动觉智能、人际智能和自然智能加紧“类脑芯片+RobotGPT 大模型”研发。

（2）算法控制系统

人形机器人的算法控制系统负责协调和平衡机器人的运动，包括搭建运动控制算法库和建立网络控制系统架构两个方面。

运动控制算法方面，自研运控算法未来或成为人形机器人企业核心竞争力，韩国、美国、中国企业多采用离线行为库和实时调整相结合的方案。目前多数人形机器人企业的运动控制算法均为自研，但思路较为相似，即采用了离线行为库和实时调整相结合的方案。如韩国现代汽车公司旗下人形机器人企业波士顿动力基于离线行为库和模型预测控制实现对人形机器人 Atlas 的行为控制，使机器人能够在考虑环境的同时规划复杂的全身运动。美国特斯拉的人形机器人 Optimus 的步态规划算法思路和 Atlas 类似，运动规划器基于预期路径生成参考轨迹，控制器根据传感器实时信息对机器人进行姿态估计，对行为参数进行校正，亦有助于应对复杂的现实环境。中国乐聚的人形机器人 KUAVO 在离线全动力学规划和实时全身运动控制算法基础上，加入了在线轨迹重规划，能够在复杂地形和环境中实现高效运动和稳定控制。乐聚机器人专注于机器人关键共性技术研究，是一家专注于高端智能人形机器人研究与开发的高科技企业，2023 年该企业与深开鸿宣布合作，推出首款基于开源鸿蒙系统的人形机器人。

网络控制系统方面，目前大多数机器人基于美国斯坦福大学的机器人操作系统开发，开源鸿蒙有望成为中国人形机器人的主流操作系统。机器人操作系统起源于美国斯坦福大学，2022 年被美国 Alphabet 旗下公司 Intrinsic 收购，目前大多数机器人基于该系统开发。2023 年 11 月，中国乐聚机器人与深开鸿联合开发的基于开源鸿蒙系统的人形机器人打破了这一现状。机器人操作系统与开源鸿蒙系统在开发环境、硬件支持、生态系统等方面存在较大差异，但后者具备与外部传感设备数据互联、超级终端多设备连接的特性，安全性高，能够助力人形机器人智能、高效、精准完成工作。

（3）肢体关节系统

人形机器人的肢体关节系统是实现成本控制和效率提升的核心要素，主要包括一体化关节、轻量化本体和动力单元。

一体化关节方面，日本的哈默纳科、德国的舍弗勒集团、瑞士的 ABB 是人形机器人关节领域的龙头企业。哈默纳科是全球谐波齿轮减速器龙头企业，其减速器产品经过用户长期使用验证。舍弗勒集团是生产滚动轴承和直线运动产品的全球领先企业，也是全球知名的核心传动部件丝杆生产企业。高质量一体化关节是降低人形机器人制造成本的关键，人形机器人一体化关节约占整体成本的 50%，多数人形机器人整机有执行器超 40 个，包括直线执行器、旋转执行器和灵巧手三类，

目前执行器多采用“无框力矩电机+谐波/行星减速器+传感器+丝杠+轴承”方案，其中行星减速器具有高刚性和高强度的特点，能够用于高承载力的关节。

轻量化本体方面，美国特斯拉第二代人形机器人 Optimus Gen2 采用聚醚醚酮材料，性能大幅提升。本体轻量化可大幅提高人形机器人灵活性和工作效率，减轻其运动惯性，提高安全性，聚醚醚酮有望成为人形机器人轻量化的核心材料。英国的威格斯是生产聚醚醚酮的全球领先企业，其不断创新聚醚醚酮材料形态和部件。当前多数人形机器人使用碳纤维或镁铝合金等复合材料制作的机械臂，如德国宇航中心第三代轻型机械臂 LWR III 通过碳纤维材料达到轻量化效果。聚醚醚酮能够满足人形机器人高强度轻量化要求，在人形机器人肢体方面具有较大的应用潜力，由于采用聚醚醚酮，特斯拉第二代人形机器人 Optimus Gen2 较上一代重量减轻 10 千克，步行速度提升 30%。动力单元方面，中国的宁德时代有望成为中型电池和人形机器人领域的领导者之一。目前人形机器人普遍采用三元锂电池，相比于汽车采用的磷酸铁锂电池，三元锂电池的电流密度更高，可以满足人形机器人更大的动力续航要求。

3.2 产业链中游

人形机器人整机系统是人形机器人产业链的核心环节，也是实现人形机器人功能集成和商业化应用的关键。近几年，国内外涌现了一批优秀的整机系统企业和极具代表性的人形机器人整机产品。其中，中国、美国、日本和欧洲等国家和地区是全球人形机器人企业分布最为集中的区域，例如中国的优必选、宇树科技、傅里叶智能、小米等公司；美国的特斯拉、波士顿动力、Figure AI 等公司；日本的本田公司；欧洲的 Aldebaran Robotics SAS 公司（法国）、1X Technologies（挪威）等。这些企业的集中分布成为推动全球人形机器人产业发展的重要力量。

（1）本体设计

人形机器人的本体是指机器人的机械结构和实体硬件部分，它是机器人实现各种功能的“物理底座”，主要涵盖机械结构、电子器件集成、装配设计、驱动、控制、能源等系统，协同赋予机器人仿人运动、感知环境、自主决策及持续运行的能力。人形机器人本体设计需要考虑安全性优先、功能实用性和人机交互友好性。这些设计原则不仅关乎人形机器人能否正常运作，更直接影响着人形机器人能否真正融入人类社会。

安全性是人形机器人设计的首要准则。在工业领域，安全标准已经非常严格。以汽车制造中的机械臂为例，必须配备多重安全防护措施。而人形机器人由于需要与人类近距离互动，其安全要求更为严苛。首先，物理安全方面，机器人的机械结构需要采用轻量化材料，如碳纤维和航空铝合金，以降低意外碰撞时的冲击力。同时，关节处应设置力反馈系统，当检测到异常阻力时能立即停止动作。日本机器人协会的研究数据显示，配备力反馈系统的机器人可将意外伤害率降低 87%。其次，电子安全也不容忽视。人形机器人需要具备完善的电磁兼容设计，避免对其他电子设备造成干扰。第三是网络安全，随着机器人联网功能的普及，必须防范黑客攻击风险。2024 年发生在德国的机器人劫持事件就是惨痛教训，黑客通过漏洞控制了数十台服务型机器人。因此，人形机器人需要采用端到端加密通信，并定期进行安全更新。最后是伦理安全，机器人的行为必须符合人类道德标准，不能做出危害人类的行为。阿西莫夫机器人三定律至今仍是设计的基本遵循。

功能性是人形机器人设计的核心准则。不同于单一功能的工业机器人，人形机器人需要具备多样化的实用功能才能真正满足需求。首先，移动能力是关键。目前主流的人形机器人采用双足行走设计，但稳定性仍是挑战。波士顿动力的 Atlas

机器人展示了惊人的平衡能力，但其能耗过高。更实用的方案可能是轮足混合设计，在平坦地面使用轮子移动，复杂地形切换为步行模式。其次，操作能力同样重要。机器人手部需要具备精细的抓取能力，日本产业技术综合研究所开发的五指手能完成穿针引线的高难度动作。同时，模块化设计可以扩展功能，如通过更换末端执行器实现不同任务。感知系统是功能实现的基础，多模态传感器融合成为趋势。视觉方面，立体摄像头结合红外深度传感能实现精准的环境建模；听觉方面，麦克风阵列配合降噪算法可在嘈杂环境中识别语音；触觉方面，电子皮肤技术让机器人能感知力度和材质。值得一提的是，功能设计必须考虑实际应用场景。家庭服务机器人需要侧重家务能力，医疗护理机器人则应强化辅助功能，而教育陪伴机器人则需突出互动性。盲目追求技术炫酷而忽视实用性的设计注定难以商业化。

人机交互友好性是人形机器人设计的重要准则。机器人要融入人类社会，必须让普通人感到舒适和易于使用。外观设计上，亲和力与功能性需要平衡。研究表明，适度卡通化的面部特征配合流畅的肢体动作相对能够获得好感。语音交互系统需要自然流畅，当前基于大模型的对话系统已经能实现上下文理解，但情感表达仍有提升空间。清华大学人机交互实验室发现，带有适当语气变化的语音反馈能显著提升用户满意度。操作界面应当直观简洁，手势控制、眼动追踪等自然交互方式正在普及。更重要的是，机器人需要具备一定的情感识别和响应能力。通过面部表情识别和语音情感分析，机器人可以感知用户情绪并作出恰当反应。日本软银的 Pepper 机器人就因其情感交互能力广受欢迎。此外，个性化定制也很关键，允许用户根据喜好调整机器人声音、性格特征等，能大幅提升使用体验。值得注意的是，文化适应性不容忽视，不同地区对机器人行为的接受度存在差异，这需要在软件层面进行本地化调整。

全球知名的人形机器人企业在设计研发环节各具特色。波士顿动力公司以其卓越的仿生学设计闻名于世，旗下的 Atlas 机器人，通过对人类运动机理的深入研究，精准模拟人体关节结构与肌肉发力模式，实现了令人惊叹的奔跑、跳跃、后空翻等复杂动作，展现出超凡的运动能力，为特种作业、救援抢险等领域提供了强大助力。日本的索尼公司则凭借在消费电子领域的深厚底蕴，将娱乐互动功能融入机器人设计的每一个细节。AIBO 机器狗不仅拥有可爱俏皮的外观，还搭载了高度智能的情感交互系统，能够感知主人的情绪变化，主动撒娇、玩耍，成为众多家庭的情感寄托，为用户带来欢乐。国内的优必选同样表现亮眼，在人形机器人设计研发领域深耕多年，致力于打造具有高度智能化与广泛适用性的机器人产品。优必选推出的 Walker 系列机器人，在功能设计上兼顾了工业制造与家庭服务需求，既能在工业场景中精准完成物料搬运、设备巡检等任务，又能在家居环境里提供陪伴、教育、安防等多样化服务；外观设计简洁大方，彰显科技魅力；交互体验流畅自然，支持多模态交互，深受国内外市场欢迎。

（2）制造与集成

制造集成环节是将设计蓝图转化为实体机器人的关键一步，涉及精密机械加工、电子装配、系统集成等多个精细流程。机械加工环节，高精度的数控机床、先进的 3D 打印技术以及精密的模具制造工艺大显身手。工厂依据设计要求，对金属、塑料等原材料进行精细切割、打磨、钻孔、成型，制造出机器人的机身框架、关节连接件、手臂外壳等机械部件，确保每一个零件的尺寸精度、表面粗糙度都符合严苛标准，为后续的装配工作奠定坚实基础。电子装配环节同样要求极高的精细度，技术人员需要将电路板、芯片、传感器、电机、电池等电子元件精确地焊接、固定在相应位置，并用纤细的线缆将它们精准连接，构建起机器人的“神经系统”与“动力心脏”。系统集成阶段，需要将机械部件、电子组件、软件系统

有机融合，进行反复调试与优化，确保机器人的硬件与软件完美匹配，各关节运动顺畅、动力输出稳定，感知系统灵敏准确，智能决策及时高效。

特斯拉在机器人制造集成方面展现出强大的工程实力。其位于加州的超级工厂，引入大量自动化生产线与先进的智能制造技术，从精密减速器、高性能电机等核心零部件的自产自供，到机器人车身的冲压、焊接、涂装，再到电子系统的集成与整车测试，每一个环节都高效协同、精准把控。特斯拉将汽车制造领域的成熟经验迁移至人形机器人领域，大幅提升了生产效率与产品质量，为其人形机器人 Optimus 的快速迭代与量产奠定了坚实基础。

（3）测试质检

测试质检是对人形机器人进行全方位的“健康检查”，确保其性能可靠、运行稳定、安全无忧，能够在各种复杂环境下胜任工作。

性能测试是基础且关键的一环，它涵盖了机器人的运动性能、负载能力、操作精度、续航能力等多个维度。在运动性能测试中，机器人需在模拟的各类地形，如平坦地面、斜坡、楼梯、崎岖山路等场景下行走、奔跑、跳跃，技术人员通过高精度的运动捕捉系统与传感器，实时监测机器人的步态稳定性、速度控制精度、关节灵活性等指标，确保其运动能力符合设计要求；负载能力测试时，机器人要按照不同的任务场景，背负或抓取相应重量的物体，持续运行一段时间，检验其动力系统、关节结构在承受负载时的可靠性与耐久性；操作精度测试则针对机器人的手部、手臂等执行机构，要求它们精准完成诸如零件装配、物品抓取、书写绘画等精细任务，通过测量操作误差范围来评估其精度水平；续航能力测试模拟机器人的实际工作状态，在不同工况下连续运行，监测电池电量消耗情况，以确定其续航时长是否满足使用需求。

稳定性测试着重考察机器人在长时间运行以及复杂环境干扰下的表现。一方面，让机器人连续不间断工作数十小时甚至数天，监测其各项性能指标的波动情况，确保不会因长时间运行出现过热、卡顿、死机等故障；另一方面，模拟高温、低温、潮湿、沙尘、强电磁干扰等恶劣环境条件，观察机器人的防护能力与适应能力，验证其在极端环境下能否稳定运行，保障工作的连续性与可靠性。

安全性测试关乎人机协作的成败。工程师们通过模拟机器人与人类、周围物体的各种碰撞场景，检测其碰撞检测与避让机制是否灵敏有效；对机器人的电气安全性进行严格测试，确保在任何情况下都不会发生漏电、短路等危险情况，保障使用者的人身安全；还会对机器人的软件系统进行漏洞扫描与安全性评估，防止黑客攻击、数据泄露等安全隐患，为机器人的大规模应用筑牢安全防线。

小米公司在人形机器人测试质检方面投入了大量精力。其设立的专业测试实验室，配备了世界一流的测试设备，对每一款机器人产品进行数千项严格测试。在小米 CyberOne 机器人的研发过程中，从最初的原型机到最终量产版，历经了无数次的性能优化与稳定性提升测试，反复调整机器人的步态算法、动力分配策略，使其在复杂家庭环境下能够灵活穿梭、稳定服务；同时，针对安全性问题进行了全面细致的考量，采用多重冗余设计的碰撞检测传感器、高强度的机身防护材料，以及加密的通信协议，全方位保障用户使用安全。

3.3 产业链下游

人形机器人下游产业链是推动商业化应用的关键环节。随着技术进步和市场需求的不断增长，下游产业链正迅速扩展，成为人形机器人普及的重要驱动力。未来可通过制定不同应用下的评价标准、场景互联互通标准、应用安全标准、交互标

准等，形成人形机器人标准化应用，推动产业链各环节高效协同与资源共享，为商业化普及和产业规模化发展提供坚实的基础。

（1）工业制造领域

工业制造领域应用的人形机器人在机械结构上有类人的行走、扭腰、大臂、小臂、手腕等部件，在生产制造过程中通过自动控制来代替人类执行某些单调、频繁和重复的长时间作业，例如同一个人形机器人可以在工厂环境内实现组装、焊接、喷涂、切割、搬运、包装等多种类的任务。2024 年，特斯拉在弗里蒙特工厂投入了多台其自研自产的 Optimus 机器人，主要负责搬运和电芯分类、车身焊接和零件安装等任务。此外，3C 制造和安防巡检领域也在逐步实现“机器替人”的应用。但就现阶段来看，人形机器人在工业领域替代性较为有限，目前广泛应用的机械臂等自动化设备在成本及效率方面更具优势。

（2）家庭服务领域

家庭场景是人形机器人最具应用潜力的市场应用。从功能看，人形机器人走入家庭可分为陪伴和服务两个路线，陪伴是针对老幼的情感陪护、安全看护、教育/娱乐等，服务是整理家务、家居管理等活动。已有部分厂商尝试将人形机器人应用于家庭场景，完成简单家务、互动交流等。

（3）医疗康养领域

在人形机器人医疗康养领域，人形机器人正成为应对老龄化和提供高质量医疗服务的重要工具。它们可替代危险、高强度、精准操作的工作场景，并在看护和服务方面提供支持。例如，PARO 治疗机器人为老年人和儿童提供情感支持，缓解焦虑和孤独。此外，一些研究型人形机器人被用于辅助康复治疗，尤其是在运动功能恢复方面。这些人形机器人通过模仿人类动作帮助病人进行肢体活动，甚至可以进行心理疏导。

（4）商业服务领域

商业服务人形机器人主要应用在封闭环境下的室内场景中，迎宾接待、导览讲解等场景对机器人的运动性能要求不高，且部署周期短，将成为商业服务领域最先落地的场景。当前，商业服务人形机器人产品应用在展览展厅、商超酒店、网点大厅等场合，主要用于迎宾接待、导览讲解、需求解答、舞蹈表演等。

（5）高危作业领域

人形机器人在核、危、化、害等高危环境下的应用实现人力替代、能力互补，降低作业人员危险性，在应急救援场景的应用是与人协作共融，提高救援效率，两类场景下的地形复杂、环境极端，人形机器人在高危/救援下的应用成为最有价值的场景，也对机器人的性能和形态提出了更高的要求。

（6）教育培训领域

在教育培训领域，人形机器人可以作为教育助手或辅助教师使用，他们可以与学生进行互动，解答问题，提供个性化教学。此外，人形机器人还可以用于模拟实验、演示科学原理、编程教育等教学场景，丰富教学内容，通过互动式教学、故事讲解等方式，提高学习的趣味性和效果，为教育注入更多创新元素，激发学生的创造力和想象力。

（7）物流运输领域

人形机器人可以在仓储、装卸、分拣、包装、配送等环节提升工作效率和管理水

平。亚马逊正在测试 Agility Robotics 开发的双足机器人 Digit，用于提升仓库作业效率，包括卸货、搬运和管理货架等任务。人形机器人在物流运输行业的运用将助力物流产线的智能化升级，实现低成本、高效且智能化的物流运输体系。

(8) 其他领域

人形机器人还能在其他更多场景开展应用。例如在极端环境下开展科学探测和研究、在特殊场景下进行搬运物资、执行特定任务等。未来，随着人形机器人运动性能和智能化水平的不断提升，以及生产成本的降低，人形机器人在上述应用领域的集群化和规模化的应用将成为可能。

图4：人形机器人产业链相关企业概览



资料来源：亿欧智库，国信证券经济研究所整理

4. 人形机器人代表性整机企业梳理

4.1 国外企业

(1) 特斯拉

特斯拉成立于 2003 年，是人形机器人赛道的领跑者，也是全球电动汽车领军企业，其在电动汽车制造与自动驾驶技术研发方面的积累为人形机器人研发提供了宝贵经验。2021 年 8 月，特斯拉发布了其人形机器人计划。仅一年后的 2022 年 9 月，Optimus（擎天柱）一代原型机就被推出，其身高 173cm，重量约为 73kg，集成 2.3kWh 电池，全身 28 个关节，整个身体的自由度超过 200 个，其中手掌通过 6 个执行器可完成 11 个自由度的动作，能举起超过 20 磅的物品。随后在经历 3 次迭代后，Optimus 可完成流畅行走、物品抓取、物品分类、单脚站立、瑜伽表演等动作。特斯拉表示，Optimus 目标为代替人劳动，预计 2025 年至 2027 年量产，目标售价为 2 万美元左右，2024 年首先试用于特斯拉工厂。

Optimus 采用了与特斯拉车辆相同的自研芯片、视觉方案，软件复用特斯拉汽车

FSD（完全自动驾驶）系统，算力调用特斯拉超级计算机 Dojo 超算，并像特斯拉汽车一样通过量产与技术进步控制单体制造成本。从这一方面看，特斯拉在较早时就开始布局人形机器人。2023 年 12 月，特斯拉发布了 Optimus 2 的视频，Optimus 2 相比 Optimus 重量减少 10kg，动作更轻盈，平衡感和身体协调性得到改进，行走速度提升 30%，可完成深蹲动作，颈部有 2 个自由度，手部动作也更为灵活，所有手指布有触觉传感器，能轻松拿捏鸡蛋并实现左右手间传递以及叠衬衫等更精细化动作。2024 年 11 月，特斯拉推出 22 自由度全新灵巧手（Gen3 核心部件），手部精细操作能力显著增强。

（2）波士顿动力

波士顿动力是一家老牌的机器人设计公司，于 1992 年由马克·雷伯特教授创立于麻省理工学院，其深耕机器人领域 30 余年，是机器人技术引领者。2013 年被谷歌收购之前，该公司几十年来一直从事美国国防部高级研究计划局等政府机构的定制项目。2017 年，谷歌将波士顿动力出售给了日本的软银集团。2020 年，现代汽车集团以 11 亿美元的机器人公司估价收购了波士顿动力公司。

波士顿动力以其先进的机器人技术而闻名，以液压驱动和电液混合驱动为主。2005 年，波士顿动力与美国国防高等研究计划署合作，推出四足机器人 Big Dog，掀起了四足机器人的研究热潮，并在其后推出了 LS3、Wild Cat、Spot 等产品。在人形机器人领域，波士顿动力于 2009 年推出双足机器人 Petman，主要用于检验美军防护服性能和军事设备，2013 年发布人形机器人 Atlas，其优越的动态性能在当时掀起轰动。2024 年 4 月，波士顿动力宣布液压版 Atlas 退役，推出全新全电动 Atlas。在研发的过程中，波士顿动力注重技术的积累及系统能力的搭建，形成了一套机器人系统设计方法，并建立了各构型的机器人数据库，采用数据化驱动方法设计新的机器人构型。在功能上，波士顿动力的机器人，具有极高的灵活性，可以在多种环境中移动，尤其是在城市和复杂地形中，其动态平衡、多传感器集成以及自主学习能力和行业标杆。借助先进的传感器融合技术和实时控制算法，它能够快速调整重心，在不平坦的地面上保持稳定。

以波士顿动力开发的 Atlas 为例，其主要特点包括：一是核心技术突破，Atlas 采用并联仿生脊柱结构和强化学习策略，通过动作捕捉与深度学习融合，实现后空翻、倒地起身等高难度动作，其动态平衡算法（如模型预测控制）和柔性力控技术超过行业平均水平；二是硬件优势，Atlas 配备高精度传感器（如 LiDAR、六维力传感器）和 28 自由度关节，伺服电机响应时间达毫秒级，以能源结构感知一体化设计提升续航与稳定性；三是研发模式，波士顿动力依托长期试错迭代，积累大量非结构化环境数据，而国内企业更侧重场景适配与成本优化，部分牺牲了极端性能。尽管波士顿动力在技术上处于领先水平，但商业化道路却进展缓慢，公司于近年来先后被谷歌、日本软银与韩国现代汽车集团收购。Atlas 售价过高，单台价值为 200 万美元，目前更多作为研发平台，暂未公布商业化计划。

（3）Figure

Figure 是一家 AI 机器人公司，成立于 2022 年，专注于设计自动通用型人形机器人，成立至今共获得两轮共 7900 万美元融资。Figure 宣言“要做世界上第一个商业上可行的通用型人形机器人”，创始人 Brett Adcock 指出，Figure 与其他机器人公司如波士顿动力和亚马逊机器人的不同之处在于，Figure 开发的机器人能够处理通用任务，并最终实现机器人对环境的学习和互动。

2023 年 10 月，Figure 正式推出该公司首款人形机器人 Figure 01，对标特斯拉 Optimus。Figure 01 采用电驱动，身高 167cm，重 60kg，设计承载 20kg，步速 1.5m/s，续航达 5 小时，具有稳步行走、自主捡物品、搬运物品和自主导航的能

力。2024 年 1 月，Figure 01 一段煮咖啡的视频引起了各界关注。视频中，Figure 01 只用了 10 个小时进行端到端训练，便自主完成打开机器盖、放入咖啡、启动机器的全过程。Figure 01 还具备自主纠错的能力，例如咖啡包没有放在正确位置，它可以自行调整并继续完成任务。

图5: Figure 01 示意图及相关参数



资料来源：Figure 官网，国信证券经济研究所整理

目前 Figure 已与宝马达成合作。在 2024 年 1 月，Figure 与汽车制造商宝马签署了一项合作协议，将在宝马位于美国南卡罗来纳州的斯帕坦堡工厂部署人形机器人。初期，Figure 01 将专注于五项特定的薄板金属处理任务，经过少量测试后若达到性能目标，将扩大应用规模。2024 年 8 月，Figure 发布 Figure 02，优化整机结构、灵巧手与端侧算力，进入宝马美国工厂开展工业试点。2025 年，Figure 02 在宝马产线完成长期实地测试，搬运钣金件并参与 3 万台整车生产；同年 10 月推出面向量产的 Figure 03，升级指尖触觉感知，搭载自研 Helix 具身智能模型，支持复杂多步骤作业。2026 年，Helix02 模型实现双机器人协同完成家庭整理任务，Figure 03 在宝马工厂拓展零部件排序、物料转运等全身协同作业，持续推进工业与家用场景验证迭代。

（4）Agility Robotics

Agility Robotics 是美国俄勒冈州立大学工程学院孵化的机器人公司，成立于 2015 年，在 2020 年被福特公司收购。公司于 2017 年推出第一个双足机器人 Cassie，随后于 2020 年推出更像人类的 Digit。Digit 身高约 175cm，重 65kg，最多可承载 16kg，可以行走、跑步、爬楼梯、感知环境和手动搬运物品。

2023 年 3 月，Agility 推出新版 Digit 人形机器人，主要用于物流领域。该版 Digit 机器人身高 175cm，体重小于 65kg，最多可承载 16kg，采用可充电锂电池供电，续航能力达 16 小时。相比旧版，新版 Digit 增加了头部和手部，头部可以提供人机交互，手部呈小爪状，可以在保持平衡状态下搬运和装卸货物。根据 Agility 官网描述，新版 Digit 专为物流应用设计，目前主要用于搬运仓库的手提袋、包裹，未来还计划应用于货物卸载、配送等工作场景。同时，Agility Robotics 从 2022 年开始建造世界上首家人形机器人制造工厂。工厂位于美国俄勒冈州塞勒姆，占地 7 万平方英尺，据悉，该工厂每年可生产 1 万多台 Digit，于 2024 年开始向客户供货，2025 年全面上市。

Agility Robotics 和亚马逊、福特等多公司有深入合作。2019 年 5 月，Agility Robotics 与福特汽车公司宣布建立合作伙伴关系，开发“最后一英里”无人物流解决方案；2023 年 10 月，Digit 人形机器人与亚马逊合作，主要用于帮助亚马逊仓库员工拾取和移动空手提箱，目前已在亚马逊工厂进行应用测试。2024 年，Digit 持续在亚马逊、GX0 仓库开展试点，执行周转箱回收、料箱搬运任务。2025 年，Digit 新增自主充电、安全防护与增强抓取模块；同年 11 月，GX0 佐治亚州仓库中 Digit 累计搬运料箱突破 10 万个，完成长期作业验证；2025 年底，与拉美电商 Mercado Libre 合作拓展海外仓储试点。2026 年 9 月，Agility 发布 Digit 5，支持无隔离围栏的人机协同作业，最大负载约 23kg，支持快充，单日可连续工作 20 小时以上，计划 2027 年推向商用，应用场景从仓储拓展至汽车工厂物料转运。

（5）1X Technologies

1X Technologies 成立于 2014 年，是一家位于挪威的专注于开发具有高度灵活性和可扩展性的人形机器人制造商，其主要有两款人形机器人产品：EVE 和 NEO。EVE 是 1X 的旗舰产品，已达成商业化，用于安保。2020 年，1X 发布了 EVE 轮式人形机器人，身高 186cm，体重 86kg，最高时速为 14.4km/h，拥有 15kg 承载及 6 小时的续航能力。EVE 配备摄像头和传感器，可以感知周围环境并与之互动。EVE 的移动性、灵巧性和平衡性使其能够驾驭复杂的环境并有效地操纵物体，主要应用于物流、零售和守卫巡逻领域。2022 年，1X 首次达成商业合作，签署了至少 140 台 EVE 机器人的分销合同，为美国商业场所提供安保服务；而在公司网站上显示，其还为医院等机构提供了 250 台 EVE 机器人，用于商业建筑的夜间警卫。

NEO 为公司新一代产品，还在研发中，特点为轻量化和无齿轮设计。根据 1X 官网，NEO 身高 167 厘米，体重 30 千克，步行速度为 4 公里每小时，跑步速度为 12 公里每小时，拥有 20kg 的承载能力及 2-4 小时的续航能力。NEO 将采用“无齿轮”设计理念，采用自研的无齿轮电机，大大降低整机重量，提高敏捷性。作为通用人形机器人，NEO 可以处理物流、制造、操作机械等工业任务，同时提供清洁、整理家务以及日常陪伴等生活服务。2025 年 10 月，1X 开放 NEO 预购，定价 2 万美元，首年产能配额快速售罄，计划 2026 年交付，并启动 NEO Gamma 居家场景小规模测试。2026 年，1X 推出自研世界模型 1XWM，支持机器人通过视频自学家务任务；发布 25 自由度肌腱驱动灵巧手，在美国建成 NEO 专属人形机器人工厂。

目前 1X 获得 OpenAI 融资支持，达成合作推动双向赋能。2023 年 3 月，1X 获得了一轮由 OpenAI 创业基金领投的 2350 万美元融资，成为 OpenAI 投资的第一家硬件公司。同时，双方将在 AI 技术与机器人双向融合方面达成合作，一方面，1X 的机器人为 OpenAI 的 AI 系统提供了绝佳的物理测试环境，从而增强其泛化能力和鲁棒性；另一方面，OpenAI 的技术将全面提升机器人的智能程度，通过大模型的应用，有望创造出真正的“RobotGPT”，使 1X 机器人的学习理解能力更上一个台阶。

（6）Appttronik

Appttronik 成立于 2016 年，前身为美国得克萨斯大学奥斯丁分校的实验室，在近三年构建了超过 10 种独特的机器人。Appttronik 于 2023 年 8 月公布了人形机器人 Apollo。Apollo 高 1.7m，重 72.6kg，负载 25kg，采用电机驱动，可以在室内或室外不受束缚的情况下工作 22 个小时。Apollo 的特点在于多部件模块化设计，如腿部可更换为固定桩，以此适应不同场合的工作需要；电池支持热插拔设计，以方便人形机器人续航。预计 2025 年实现商业化，拟售价不高于 5 万美元。2026 年 4 月，Appttronik 发布迭代机型 Apollo 2，提供双足版本与轮式底座两种模块

化形态，在奥斯汀启用 Robot Park 人形机器人训练与数据采集基地；Apollo 2 集群在 Robot Park 与客户现场持续采集真实场景数据，支撑下一代 Apollo 3 机型的算法迭代。

Apollo 的短期目标是辅助物流领域，在演示视频中也展现出了其具有拿起、搬运、放下物体的能力。而作为与 NASA 深度合作的机器人公司，Appttronik 的长期目标是将 Apollo 用于太空探索，进行探测、太空作业等复杂任务，但目前来看还有较长的路要走。

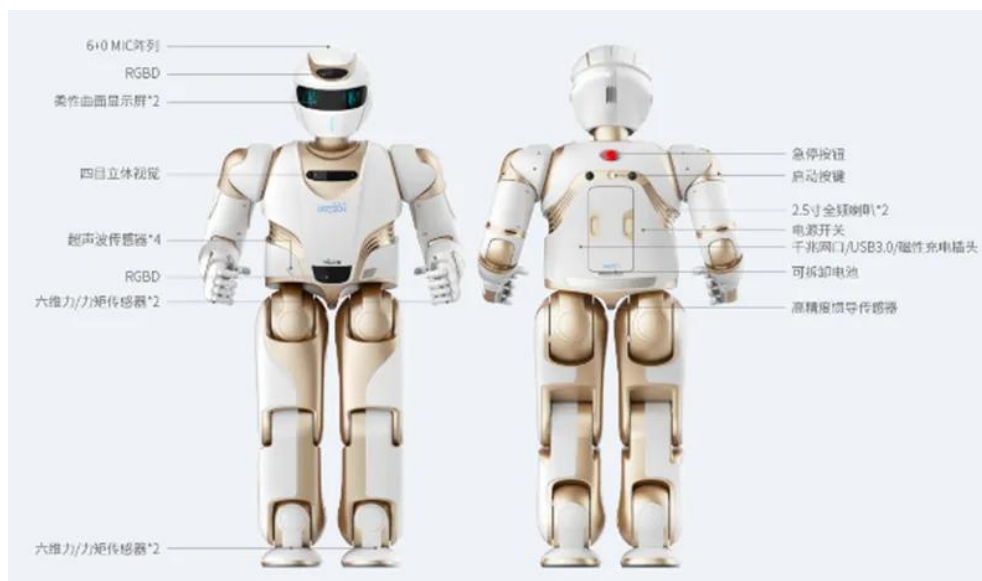
4.2 国内企业

（1）优必选

深圳市优必选科技股份有限公司成立于 2012 年 3 月，从伺服舵机研发起步，逐步推出了消费级人形机器人、教育智能编程机器人、商用服务机器人、智能巡检机器人等产品。2023 年 12 月，优必选在香港交易所主板挂牌上市，成为中国“人形机器人第一股”。

优必选是国内最早开始研究人形机器人的企业之一，于 2016 年开始研发人形机器人 Walker 系列，2018 年成功推出第一代大型双足仿人服务机器人 Walker，成为中国首家实现人形机器人商业化的企业。随后，该产品经历了几次重要的技术迭代，在 2019 年推出第二代 Walker，并在春节晚会上进行了表演。2021 年推出了 Walker X，该机器人身高 130cm，体重 63kg，拥有 41 个高性能伺服关节构成的灵巧四肢，并搭载了多维力觉、多目立体视觉、全向听觉和惯性、测距等全方位的感知系统，行走速度提升到 3km/h。拥有复杂地形自适应平稳快速行走、动态足腿控制自平衡抗干扰、自主操作家电、全身柔顺控制、U-SLAM 视觉导航、多模态情感交互、智能家居控制 6 大特性。2025 年，优必选发布工业人形机器人 Walker S2，具备自主热插拔换电能力，支持 7×24 小时不间断作业，面向智能制造、仓储分拣场景；同年 11 月 Walker S2 启动量产交付，柳州基地年底完成第 1000 台下线，样机进入比亚迪、富士康、东风柳汽等工厂开展产线测试。2026 年，优必选推出商用服务人形机器人 Walker C1 与优世界 U1 超仿生人形机器人，U1 拥有 88 个自由度，搭载情感大模型，可实现情绪识别与面部微表情交互，首发订单超 1.3 万台；公司建成万台级人形机器人超级工厂，Walker S2 落地欧洲零售物流场景，同时联合沐曦研发具身智能端侧芯片。

图6: 优必选推出的 Walker X 示意图及参数



资料来源: 优必选官网, 国信证券经济研究所整理

优必选伺服驱动器技术领先。优必选成功开发了机器人操作系统应用框架(ROSA), 是全球少数完成小扭矩到大扭矩(扭矩从 $0.2\text{N} \cdot \text{m}$ 到 $200\text{N} \cdot \text{m}$) 伺服驱动器批量生产的公司之一。

(2) 宇树科技

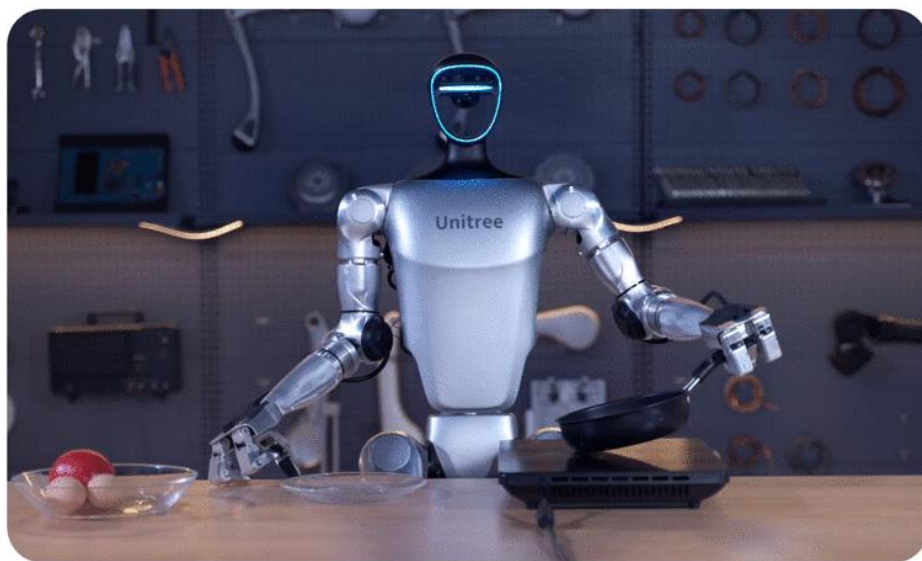
杭州宇树科技有限公司成立于 2016 年, 总部位于杭州, 专注于消费级、行业级高性能通用足式/人形机器人及灵巧机械臂的自主研发、生产, 旗下四足机器人主要应用于智能巡检、消防救援等场景。宇树科技坚持全栈自研, 深度掌握核心零部件与软件技术, 实现产品硬件性能最大化及性价比优化, 以构筑稳固的护城河。目前, 公司有 Laiakgo、Aliengo、A1、Go1、B1、H1、G1 等多款机器人产品, 累计销量数千台。

相比波士顿动力成本高、维护难的液压驱动方案, 通过多年的技术积累与商业经验, 宇树科技的消费级四足机器人采用电机驱动, 实现了低成本和高性能的融合。一方面, 宇树科技实现了核心零部件全自研, 硬件设备上坚持电机、减速器、电机驱动器、编码器、电池、主控板、感知系统等自产, 获得产品质量和交付的主动权; 软件配置上, 宇树科技掌握了机器人运动控制、环境感知、决策规划等核心算法, 实现了软件与硬件的深度融合; 另一方面, 依托 2000 多家精密制造企业形成的产业集群, 宇树科技的采购成本得以进一步压缩。宇树科能够在 3 天内能够完成从设计图纸到样机组装的全流程, 生产周期大幅缩短, 从而快速应对市场变化, 产品更新迭代速度快于行业 30%。根据高工机器人产业研究所 (GGII) 的数据, 2023 年全球四足机器人市场销量 3.4 万台, 同比增长 76.86%; 市场规模 10.74 亿元, 同比增长 42.95%。其中, 宇树科技在全球四足机器人市场中的销量份额占 69.75%, 市场规模份额占 40.65%。

在人形机器人领域, 宇树科技用半年时间, 就在四足机器人的技术基础上研发出通用型人形机器人 H1, 量产后一年内不断对其迭代更新, 使其综合性能全球领先, 成为全球首个实现原地空翻的全尺寸电驱人形机器人。H1 采用轻量化设计, 高 180cm, 重量仅有 47kg, 全身 19 个自由度, 配有 3D 激光雷达和深度相机, 具有

360° 全景感知能力，能实现自主避障。为适配大负载、高密度、大功率的需要，宇树科技为 H1 设计了大扭矩密度 M107 关节电机，应用在 H1 的两个膝关节上，峰值扭矩达到 $360\text{N} \cdot \text{m}$ ，而髌关节电机扭矩则为 $220\text{N} \cdot \text{m}$ ，踝关节为 $45\text{N} \cdot \text{m}$ ，手臂关节则为 $75\text{N} \cdot \text{m}$ 。2024 年，宇树科技发布的人形机器人 G1 在 H1 的基础上加入力控灵巧手，使用 23-43 个关节电机，实现模拟人手对物体的精准操作，并在 AI 驱动下进行模仿和强化学习，每天都在进化升级。2025 年，G1 算法迭代，完成武术、拳击等动态动作演示；H1 进入蔚来工厂开展物料搬运试点。2026 年，G1 接入自研 UnifoLM 以及腾讯 Tairos 具身大模型，落地文旅导览场景。

图7：宇树科技推出的 G1 人形机器人



资料来源：宇树科技官网，国信证券经济研究所整理

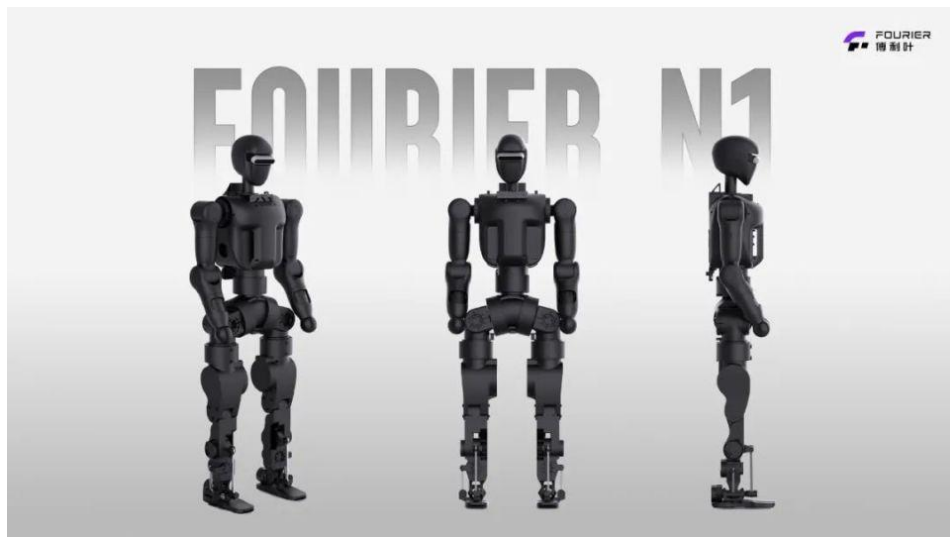
（3）傅利叶智能

上海傅利叶智能科技有限公司成立于 2015 年，总部位于上海张江机器人谷，是国内康复医疗机器人领域的领军企业，迄今为止已经成功推出了 30 多个系列产品，并服务于全球 2000 多家医疗机构。傅利叶智能早期专注于医疗康复外骨骼机器人，并实现了规模化应用，同时将其在医疗康复机器人取得的商业成果与技术积累转向通用型人形机器人。公司在 2019 年启动通用型人形机器人项目，2023 年 7 月发布首款通用双足机器人产品 GR-1，并于 9 月开启预售，商业化进展快速。GR-1 身高 165cm，体重 55kg，全身自由度 54 个，采用一体化自研关节模组作为执行器，以及直腿行走方案，模拟人类直膝行走的自然步态，其步速可达 5km/h，具备快速行走、敏捷避障、稳健上下坡、抗冲击干扰等功能，预计将应用于工业、康复、居家、科研等多种应用场景。2024 年 9 月，傅利叶推出 GR-2 人形机器人，升级自研 FSA2.0 执行器与 12 自由度触觉灵巧手，全身 53 自由度，续航提升，面向科研、工业场景落地，海外多所高校开展协同研究。2026 年，傅利叶联合海内外医疗机构推进 GR 系列康养机器人临床转化，并展示居家助手技术 Demo，依托大模型实现居家长时序任务规划，拓展康养与家庭服务场景。

2025 年以来，傅利叶已陆续开源 Fourier ActionNet 全尺寸人形机器人数据集、N1 机器人本体资源包，并计划开放覆盖全身控制、多任务协同等关键技术模块，携手全球顶级机构持续拓展具身智能技术边界。2025 年，傅利叶发布康养陪护机

型 GR-3 与开源人形机器人 N1，开放 ActionNet 动作数据集，发力康复陪护与具身智能底层生态。作为傅利叶“Nexus 开源生态矩阵”的首个落地项目，N1 将为全球机器人和具身智能开发者提供一个开放创新的技术基座，加速高泛用性运动控制器、多模态模型结合以及具身载体的未来形态推演等前沿研究开发工作的验证落地。

图8：傅利叶智能推出的开源 Fourier N1 产品



资料来源：傅利叶智能官网，国信证券经济研究所整理

（4）小米科技

小米科技有限责任公司成立于 2010 年，以智能手机和智能家居闻名，在 2021 年推出四足机器人 Cyberdog 后，又于 2022 年 8 月发布了全尺寸人形仿生机器人 CyberOne（铁大）。CyberOne 身高 177cm，体重为 52kg，全身有 5 种关节驱动，共 21 个自由度，动力峰值扭矩高达 $300\text{N} \cdot \text{m}$ ，上肢有小米自研的 $30\text{N} \cdot \text{m}$ 扭矩电机，电机重量仅为 500g，动作灵活，可单手抓握 1.5kg 的物体。下肢配合自研的人形双足控制算法，行走速度达 3.6km/h。CyberOne 的特点在于人机交互。通过自研的 Mi-Sense 深度视觉模组，可以对人脸、肢体动作等外界环境进行感知，在 8 米范围内进行三维重建，并通过自然语言处理算法感知 6 类 45 种人类语义情绪，分辨 85 种环境语义，使得其在与人交流时更为自然。脸部采用面罩设计，外层为半透明材质，内层为 OLED 与柔光特效，搭配 2D 弯曲贴合显示模组，可实时表达机器人情绪。因此，其应用场景也更偏向于生活服务。

（5）智元机器人

上海智元新创技术有限公司成立于 2023 年 2 月，创始团队包括华为“天才少年”稚晖君、彭志辉等业界资深人士，拥有较强的技术背景和产业资源。创立仅仅半年，智元机器人就于 2023 年 8 月发布了人形机器人远征 A1，A1 身高 175cm，体重 55kg，全身 49+ 个自由度，步行速度可达 7km/h，整机承重 80kg，单臂最大负载 5kg。膝盖采用反关节设计，膝盖向后弯曲可以拥有更大的空间，以应对更多的任务场景。

A1 上搭载的 PowerFlow 关节电机为自研开发，使用了准直驱关节方案，实现了低齿槽转矩设计，搭配 10 速比以内的高力矩透明度行星减速器、共轭同轴双编码器、一体液冷循环散热系统以及自研的矢量控制驱动器，峰值扭矩超过 $350\text{N} \cdot \text{M}$ ，而

重量仅为 1.6kg。搭载 RGBD 相机、激光雷达，IMU 以及麦克风阵列。灵巧手指尖集成了基于视觉的指间传感器，可以分辨被操作物体的颜色、形状甚至材质，并且基于算法可以实现近似压力传感器的效果。同时远征 A1 搭载了 TeraFlops 的高算力芯片，具备多模态感知、少样本学习、任务闭环等能力。远征 A1 于 2024 年实现商业化落地，售价控制在 20 万元以内，将首先应用于 3C 制造，汽车制造等领域，随后逐步走向家庭，协助工人、科研人员和家庭成员完成各种任务。2024 年，智元推出远征 A2，依托 ActionGPT 动作大模型实现语音驱动自然动作，获得中国移动采购订单，落地展厅、营业厅场景。2025 年 11 月，远征 A2 完成百公里跨省行走，获得吉尼斯世界纪录；当年实现 5000 台机器人量产下线，轮式双臂机型 A2-W 进入富临精工工厂开展工业试点。2026 年，轻量化远征 A3 Ultra 发布，整机 50kg，续航可达 8-10 小时，完成千台级车规量产验证；自研灵渠 OS、AGILE2.0、BFM-2 模型，在酒店、零售门店开展多机协同作业，WAIC 展示人形机器人自主乒乓球对打；截至 2026 年 6 月累计下线 15000 台，同步推进欧洲市场拓展。

（6）开普勒

上海开普勒机器人有限公司成立于 2023 年 8 月，专注于通用人形机器人的研发、生产及应用生态构建。公司主要技术团队在 2020 年就开始了人形机器人的研究与开发，并经历了 3 代的原型机迭代。

在公司成立的同年 11 月，开普勒推出了第四代机器人产品——先行者系列通用人形机器人，分为先行者 K1、S1、D1 三个型号，在人形机器人赛道正式出场。先行者机系列身高 178cm，体重 85kg，全身共 40 个关节自由度，其中灵巧手共有 12 个自由度。K1 是标准款机器人，适用于教育科研、自动化生产线、智能搬运等；S1 适用于复杂环境巡检、应急救援、户外安全作业等，主要用于户外巡检；D1 主要面向危险环境检测、安全隐患排查等高危环境作业。2024 年 10 月，开普勒发布先行者 K2（大黄蜂），采用行星滚柱丝杠混动架构，双臂协同负载可达 30kg，充电 1 小时可连续作业 8 小时，进入多家企业开展物料搬运、冲压上料等工业实测。2025 年 8 月，K2 启动量产预售；同年完成步态升级，实现直膝行走与复杂地形抗扰动能力，并完成 8 小时长时作业直播验证。2026 年，杭州柯林取得开普勒控制权；世界机器人大会发布 K3 大黄蜂与轮式版本 K3W，拓展柔性抓取等精细作业能力；江阴年产 500 套产线落地，产品持续在工业、仓储、科研场景试点交付。

开普勒的人形机器人国产化率很高，除了机器人主板等少数零部件采用国外厂商供应外，其余均为自研且已经实现国产化。先行者系列在 2024 年下半年实现量产落实，对外售价 2 万—3 万美金之间，和特斯拉擎天柱的价格相当。除了机器人，开普勒的另一大业务板块在开发者平台 Kepler OS。不同于特斯拉的平台封闭策略，Kepler OS 允许使用者进行系统集成或二次开发，平台采用模块化设计，提供丰富的示例项目和开发文档，并支持多机协同，提供强大的在线开发和调试功能。

（7）伟景机器人

陕西伟景机器人科技有限公司成立于 2017 年，是一家专注于智能人形机器人和立体智能视觉系统研发、生产及应用的高科技人工智能公司。自成立以来，公司在智能人形机器人和智能立体视觉领域坚持核心技术自主研发，形成了以自主核心算法、软件、硬件、部件及行业系统解决方案为一体的全产业价值链。目前已经申请及授权的软硬件技术专利 140 余项，发明专利 60 余项，其中多项已授权的发明及实用新型专利为人形机器人产业化技术中很重要的核心专利。公司产品包括智能人形机器人、农业采摘机器人、智能人形手、人形机器人专用 3D 视觉相机

等多款智能产品，为多领域提供了智能化的解决方案，解决了众多行业难题。

2021 年 9 月，伟景机器人推出其第一代智能人形机器人产品 ViHero 创世纪版，是一款面向社会和家庭的专业级人形智能服务机器人，其集各类智能技术于一身，包括机器人本体、机器视觉、语义解析、人机交互、运动控制、智能抓取以及自然学习、大数据、云端控制等内容，目前已实现量产。ViHero 不仅可以广泛应用于迎宾、讲解以及训练等场景，还可以进入社区和家庭，辅助老人起居及看护孩童陪伴学习等，深度参与日常工作和生活。ViHero 所融入的技术体现在“脑”“身体”“眼”“手”“听”“说”等各个功能，其中有很多创新性技术，具体体现在机器人身上的机械结构、部件设计、智能控制、视觉伺服和智慧学习等。

ViHero 创世纪版发布后，伟景机器人继续研发更为复杂的双足机器人，该款机器人具备像人一样通过双足行走，能够根据不同路面状况调整自身各关节的转角，实现在非平整路面或有障碍物等复杂路面上的步态切换，灵活自如地完成躲避障碍物、跨越沟壑、上下楼梯、爬坡等任务。这种地面适应性使得双足机器人能够在各种环境中稳定行走，尤其是在面对非连续、不规则的路面时，许多其他类型的机器人难以胜任，而双足机器人则能轻松适应。2024 年推出第二代双足人形机器人晓唯，搭载自研双目立体视觉与手眼伺服系统；同年 12 月实现双足人形机器人小批量交付。2025 年，第三代晓唯落地果园采摘场景，在陕西苹果园、雄安番茄基地开展采摘实测；同年发布第三代 16 自由度灵巧手，单只售价 1.8 万元，并与多家企业达成产业化战略合作。2026 年，伟景与蚂蚁工场签约完善供应链，展示轮式升降版本晓唯；持续迭代 Natural Learning 自然学习算法，产品覆盖双足、轮式上半身、采摘专用多种形态，面向农业、科研、工业场景开展试点交付。

图9：伟景机器人推出的智能人形机器人产品



资料来源：伟景机器人官网，国信证券经济研究所整理

5. 人形机器人的广东布局

5.1 总体布局

近年来，广东省政府对人形机器人产业的重视程度与日俱增，相继出台了一系列极具针对性与前瞻性的政策举措，全力助推产业高质量发展。2024年2月，《广东省培育未来智能装备产业集群行动计划》印发，提出依托广深建设人形机器人产业集聚区，攻关机器人感知、运动控制、本体零部件等核心技术。2025年2月，《广东省建设现代化产业体系2025年行动计划》明确规划，要加速启动人形机器人等关键领域的前沿研发项目，致力于打造粤港澳大湾区国家技术创新中心，积极推动多个制造业创新中心、产业创新中心以及国家大学科技园等高端创新平台的建设工作，并计划搭建不少于30个省级中试平台。这些政策从技术研发的源头，到成果转化的关键节点，再到产业化应用的广阔市场，全方位、深层次地为产业发展营造了得天独厚的政策环境。通过财政专项资金的精准投入与产业基金的有效引导，广东成功吸引了大量社会资本踊跃参与，有力地加速了人形机器人技术创新的迭代升级以及产业化落地的进程。2026年3月，《广东省加快培育发展新赛道引领现代化产业体系建设行动规划（2026-2035年）》发布，将智能人形机器人纳入全省新赛道培育体系，实施“机器人+”行动，深入挖掘开放应用场景；同年6月启动人形机器人与具身智能实景实训专项行动，要求各地国企开放制造、服务场景，广深、东莞等城市建设一批实景实训单元。此外，广州、佛山顺德、深圳配套出台地方政策，顺德设立全国首个具身智能发展局，以真实制造场景牵引人形机器人技术迭代与产业落地。

5.2 整机企业

（1）优必选

深圳市优必选科技股份有限公司作为全球人形机器人领域的领军企业，凭借多年持之以恒的深耕细作，成功构建起一套完备且先进的全栈式技术体系，淋漓尽致地展现出强大的技术实力与源源不断的创新活力。其Walker S系列产品已成功进驻全球多家汽车厂开展实训，在工业制造领域的应用潜力得以充分彰显。优必选科技以智能机器人作为核心载体，深度融合人工智能技术，匠心独运地打造出“硬件+软件+服务+内容”的一体化智能服务生态圈。在技术研发的前沿阵地，公司成功攻克并牢牢掌握了高性能伺服驱动器及控制算法、先进的运动控制算法，以及面向服务机器人的前沿计算机视觉算法等核心技术，为产品的卓越性能与高度稳定性筑牢了坚实根基。

（2）逐际动力

深圳逐际动力科技有限公司是一家通用机器人公司，其推出的全尺寸人形机器人TRON 1一经亮相，便如璀璨新星般吸引了广泛关注。这款机器人能够行云流水般轻松完成深蹲、360度髋关节旋转等高难度动作，将其领先的运动控制技术水平展露无遗。逐际动力凭借自身独特的技术优势与极具潜力的市场前景，成功赢得阿里巴巴等行业巨头的青睐，获得了雄厚的资本注入。这将其后续的技术研发持续注入强劲动力，加速市场拓展步伐，全力推动产品商业化进程的全面提速。

（3）乐聚机器人

乐聚（深圳）机器人技术有限公司推出的开源鸿蒙人形机器人“夸父”，具备出类拔萃的跳跃能力以及在多种复杂地形中自如行走的卓越性能，应用场景极为广泛，涵盖工业生产、家庭服务等多个关键领域。乐聚机器人与华为携手合作，共同推进AI大模型与人形机器人的深度融合，充分借助华为在人工智能领域深厚的技术积累与强大的研发实力，大幅提升机器人的智能化程度，致力于为用户带来更加智能、便捷、贴心的服务体验。

（4）众擎机器人

深圳市众擎机器人科技有限公司凭借自主研发的“自然步态”技术，在竞争白热化的人形机器人领域迅速崭露头角，并制定了在 2025 年实现千台量产的宏伟目标。其推出的价格亲民的教育机器人（仅需 3.85 万元），极大地降低了人形机器人在教育领域的应用门槛，有力推动了人形机器人在教育场景中的广泛普及，为教育方式的创新变革注入了新的活力。

（5）大象机器人

深圳市大象机器人科技有限公司成立于 2016 年，是由深创投、真格、兆易创新等一线基金领投的专精特新企业。作为轮式人形机器人开拓者，大象机器人公司首款轮式人形机器人水星 Mercury X1 目前已实现批量生产，完成上百台的订单交付。未来大象机器人规划推出 X3、Z3 两款轮式人形机器人，将具备灵活的机械结构，强大的机器性能和更便捷智能的部署、开发方式，通过稳定高效的轮式设计结合成熟的双臂+视觉应用，带来全新改变。

（6）数字华夏

普渡数字华夏（深圳）科技有限公司于 2025 年正式发布其 IP 系列第三款重点人形机器人产品星行侠®P01，这也是全球首款双形态人形机器人。星行侠®在行业内首创的“本体/飞兵模式”双形态设计，支持两种模式自由切换。其中，“飞兵模式”结合分体式“风火轮”底盘，具备 3D 地图构建、路径规划、智能避障及引导跟随功能，可轻松覆盖 1 万平方米以上的区域，适应不同室内地面，如瓷砖、木地板、毛毯等。交互方面，这款机器人搭载的具身智能系统，内置声源定位、精准拾音、语音唤醒、语音识别与声学扩展模块，不仅在对话中支持意图理解、多轮对话、打断与恢复等，还能听懂超 10 种国际语言及国内方言，包括粤语、四川话等。

5.3 零部件企业

（1）本末科技

东莞市本末科技有限公司专注于机器人关节模组的研发创新，在核心部件领域取得了突破性成果。公司研发团队大胆创新，毅然摒弃传统减速器，采用直驱电机为智能设备提供动力，这一创新之举不仅有效减轻了机器人的整体重量，还显著降低了生产成本。2024 年，本末科技直驱电机的累计交付量高达数百万台，产品不仅在国内市场广受赞誉，还积极布局海外市场，计划向韩国、日本、欧美等地出口，2025 年将正式开启其海外拓展征程，向全球展示中国机器人零部件的先进技术与卓越品质。

（2）墨现科技

墨现科技（东莞）有限公司专注于柔性触觉传感器的研发、生产与销售，致力于为机器人赋予敏锐的“触觉”感知能力。以往工业机器人在操作过程中，难以像人手一样精准感知物体的轮廓信息与局部压力变化，而墨现科技研发的传感器成功填补了这一技术空白，为机器人执行复杂、精细的操作任务提供了可靠的感知支持。自 2023 年 6 月实现量产以来，公司已累计获得 1500 万元的订单，并在成本控制方面取得重大突破，将同等面积触觉传感器的价格从 20 万元大幅降至千元级别，极大地提升了产品的市场竞争力。

（3）领益智造

广东领益智造股份有限公司总部坐落于广东江门，依托其在精密制造领域深厚的技术沉淀与丰富的经验积累，为机器人精心打造一系列高精度、高品质的精密结

构件。这些结构件广泛应用于机器人从头部到四肢的各个关键部位，为机器人的整体性能表现奠定了坚实基础。凭借在精密制造领域的卓越技术实力，领益智造确保了产品的高精度与可靠性，充分满足了人形机器人对零部件的严苛质量要求。

（4）胜蓝股份

胜蓝科技股份有限公司立足广东东莞，在连接技术领域拥有深厚的专业造诣。在人形机器人复杂的电子系统搭建过程中，胜蓝股份提供的连接配件发挥着至关重要的作用，其有效保障了机器人内部电子信号的稳定、高效传输，以及各部件之间的紧密、可靠连接，是确保机器人正常运行的关键环节之一。

（5）昊志机电

广州市昊志机电股份有限公司成立于 2006 年，是一家专业从事中高端数控机床、机器人、新能源汽车核心功能部件等的研发设计、生产制造、销售与维修服务的国家高新技术企业。公司稳步向数控机床和工业机器人等高端装备的核心功能部件领域横向扩张，目前产品涵盖 PCB 钻孔机/成型机/划片机电主轴、数控金属/玻璃雕铣机电主轴、数控车床主轴/电主轴、走芯车床电主轴、直结与皮带式机械主轴、加工中心电主轴、钻攻中心电主轴、高速内/外圆磨床主轴、木工雕铣机电主轴、高光及超精加工电主轴、超声波电主轴、液静压主轴、铣削动力头、末端执行机构、刀柄夹头、数控转台、直线电机、谐波减速器、数控系统、伺服电机、驱动器、传感器、燃料电池压缩机、曝气鼓风机、直驱类高速风机等数十个系列上百种产品。

（6）拓邦股份

深圳拓邦股份有限公司是中国智能控制领域首家上市公司，掌握电控、电机、电池三大核心技术，围绕控制器、电机（空心杯电机、无刷直流电机）、电芯三大产品为机器人、工具、家电等领域提供智能解决方案。公司是国内智能控制器龙头，控制器产品在电动工具、家电、智能家居工控领域占据重要份额。

（7）雷赛智能

深圳市雷赛智能控制股份有限公司是国内智能装备运动控制领域的头部企业。公司以步进驱动器和控制器起家。驱动器位于整个运控系统的中层，公司向上延伸拓展控制器，实现了多系列产品的量产，成长为国内领先的运动控制卡供应商；向下布局伺服电机、步进电机，向市场空间更大的伺服系统拓展。根据雷赛智能招股书，公司控制器产品的客户包括涌固精密、舜宇光学、凯格精机、鑫信腾科技、东创科技、大族激光、科瑞技术等。

（8）万讯自控

深圳万讯自控股份有限公司是掌握数控系统技术的机器人控制器供应商。公司主业为智能自动化仪表，市场地位国内领先。同时，公司自主+联合研发中高端数控系统。数控系统是数控机床的核心控制系统，是数控机床和工业机器人的底层核心技术，技术壁垒极高。自主研发数控系统体现出公司在控制器领域具备强劲技术实力。公司联营子公司视科普是 3D 视觉解决方案最有经验的供应商，专注于机器 3D 视觉控制领域最具挑战性的 Bin-Picking 技术的开发。视科普基于 3D 视觉+AI+机器人运动规划，开发能够替代专业技术工人的智能机器人解决方案及工作站，已获得特斯拉、东风本田、上海大众、中国重汽的订单，和宝马、奔驰、大众、沃尔沃、福特、雷诺等多家汽车产业巨头合作。

（9）英威腾

深圳市英威腾电气股份有限公司以低压变频器起家，是国内低压变频器的标准起草单位之一。公司较早着手布局运动控制器研发项目，目前已逐渐形成 IMPTC 及 IMC 运动控制卡及控制器为技术平台，推出工业机器人控制系统，数控系统等相关产品。公司的运动控制平台和机器人 EtherCAT 总线控制方案等机器人控制系统多次获得国际奖项。公司机器人控制系统采用机器人运动学控制算法，开放式结构，功能扩展方便，目前主要应用于四轴、六轴工业机器人领域，为客户提供全面的高性能运动控制系统解决方案。

（10）罗斯特

目前罗斯特在国内布局三家公司，分别是：深圳市罗斯特传动设备有限公司，成立于 2012 年；佛山市罗斯特传动设备有限公司，成立于 2017 年；罗斯特卡希传动设备（浙江）有限公司，成立于 2021 年。公司员工共计 280 余人，2023 年产值 1.5 亿，主要生产行星减速机、谐波减速机等高精度传动件，公司的减速机相关技术主要来源于德国和日本，拥有外籍工程师，产品对标日本、德国等，主要的客户群体包括机器人、激光设备、机床、印刷机、高端包装机、模切机等中高端行业，销售区域覆盖国内市场及多个海外市场，国外市场包括伊朗、印度、越南等亚洲国家，以及美国、德国等欧美国家。

（11）纽格尔智能

纽格尔智能传动（广东）有限公司于 2014 年在东莞建立生产基地，目前拥有 5 万平方米独立工业园区，500 多名员工，400 多台生产、检测设备，10 年专注精密传动领域，主要生产精密行星减速机、减速电机、直线模组三大系列产品。公司获得“高新技术企业”“科技型中小企业”“专精特新”认证，拥有 99 项专利，含 49 项发明专利、50 项实用新型专利，是一家“专业化、精细化、特色化、创新型”重研发的科技型企业。公司目前大力开展机电一体化产品研发与生产，涵盖关节行星减速机、减速电机、电机执行器等，主要运用在机器人关节部位。产品结构紧凑体积小，性能稳定，适配于装置空间有限的机器人。依托经验丰富，专业可靠的工程团队，纽格尔可提供项目定制解决方案，目前与机器人产业深度合作，合作产品已成功应用于包括安防巡检、勘测探索、公共救援、科技展馆、影视综艺、商演活动、政企展厅等众多场景。

5.4 应用企业

（1）里工实业

广州里工实业有限公司在工业制造场景中广泛布局，创新性地采用机器人生产机器人的先进模式。2025 年，公司计划交付超过 1000 台具身智能机器人，产品应用覆盖五金零部件生产等多个细分领域，有效提升了生产效率与产品质量，显著降低了人力成本，同时全面推动了生产过程的智能化与自动化升级。

（2）腾讯

腾讯科技（深圳）有限公司研发的“小五”机器人虽尚处于原型阶段，但已针对养老院服务场景制定了详细的应用规划，未来有望在养老护理、陪伴交流等方面发挥重要作用，为缓解老龄化社会带来的养老压力贡献力量。

（3）普渡机器人

深圳市普渡科技有限公司于 2018 年推出了初代楼宇配送机器人“闪电匣”，是酒店服务机器人行业的领军者和先行者，目前其楼宇配送机器人已在海内外众多国家的酒店客户实现了广泛落地部署。不仅如此，作为多品类产品矩阵的引领者，

凭借服务配送、专业清洁、工业配送三大产品线的全面覆盖，普渡机器人能够为酒店客户提供“清洁+配送”全场景解决方案，助力酒店客户实现全栈式的智能服务闭环。

6. 人形机器人发展面临的挑战及趋势

6.1 相关挑战

就现阶段来看，人形机器人发展尚未触达商业化临界点。一方面是价格因素，当前人形机器人生产成本高昂，普遍 10 万美元起步，核心零部件门槛高、需通过大规模量产持续降本；另一方面是技术因素，人形机器人发展涉及的相关技术包括机器人“大脑、小脑、肢体”等，被业界列为需要重点攻关的关键技术领域。例如，在计算能力方面，即便强大的诸如谷歌的 Robotic Transformer 模型，也只能达到 3 赫兹的水平，距离人形机器人需要的 500 赫兹还有很大差距。行业普遍认为，预计人形机器人要真正广泛商用，尚需十年时间。数据显示，截至 2026 年 6 月，2026 年以来中国新增机器人相关注册企业 13.07 万家，国内存续机器人相关企业总量超 117 万家。而事实是，上述机器人相关企业多数集中于硬件领域，技术同质化严重，企业盲目效仿特斯拉 Optimus，导致重复研发与资源浪费。更为关键的是，迄今为止，人形机器人仍难以找到真正大规模落地的商业化应用场景。以家政机器人为例，只有极少数人愿意花大额费用买一个机器人来完成炒菜、洗衣、搬运等工作。基于此，考虑到成本、需求以及容错等因素，预计人形机器人将最先在工业等场景中开展示范应用，随后经过技术迭代优化和成本下降，逐步渗透到其他应用场景。

（1）技术挑战

运动能力不协调和稳定性差。目前尽管一些人形机器人（如波士顿动力公司的 Atlas）在运动能力上取得了显著进展，但实现更加自然和流畅的运动仍然是一个巨大的挑战。人形机器人需要模拟人类的复杂步态、身体协调和平衡，尤其是在不平坦地面或面对外部冲击时保持稳定，这涉及到多个学科的深度融合，包括控制理论、力学、人工智能和感知技术。还有动作灵活性与平衡问题，当人形机器人需要快速奔跑、跳跃或完成复杂的动作时，如何保证其身体的稳定性以及避免摔倒，这需要依赖于高精度传感器和高级算法。还有不少人形机器人公司的双足产品虽然具备动态平衡，能够做出灵活动作，但难以实现静态站立。此外，高复杂度的运动和操作需要大量的电力支持，而现有电池技术无法满足长时间、高负荷运行的需求。这就需要开发出更高效、容量更大的能源系统。

感知能力弱和理解力差。人形机器人需要具备先进的感知系统，以便识别和理解环境中的对象、障碍物、人物和情感。这涉及到多种传感器和算法的整合，包括视觉、听觉、触觉等。通过计算机视觉来理解环境，识别物体、面部表情、动作等。即使在复杂和动态的环境中，人形机器人的视觉系统也需要快速而准确地处理大量信息。针对多模态感知的整合，如何将不同感知通道（如视觉、听觉、触觉）结合起来，以确保人形机器人能够作出更准确的判断和反应，这一过程对计算能力提出了更高的要求。

自然语言理解与生成不够准确。人形机器人需要能够理解并流畅回应自然语言，进行对话和交流。这不仅要求人形机器人能够识别语音，还要求其在对话中能够理解上下文、情感和语境，并作出适当的反应。人形机器人不仅要“听懂”人类说话的内容，还需要理解语境、情感以及潜在的意图。经济全球化的大背景下，如何让人形机器人在多种语言和方言环境下都能顺利交流，是一项技术难题。

自主决策机械化与任务执行程序化。随着人工智能技术的发展，人形机器人开始具备一定的自主决策能力，能够根据环境和任务的变化进行调整。然而，这种自主性仍然面临着许多挑战。在动态和复杂的环境中，人形机器人需要能够快速作出决策并且规划出最优的行动路径。这就要求人形机器人在运行过程中能够实时感知并处理环境变化。未来的人形机器人不仅要能够执行单一任务，还要能够同时处理多项任务。例如，在与人互动的同时执行某些动作（如搬运物品或清洁房间）。

（2）伦理与社会挑战

人机交互的伦理问题。随着人形机器人逐渐进入日常生活，如何确保人形机器人与人类之间的交互不会产生负面的社会影响，成为一个重要的伦理问题。如果人形机器人能够识别和模仿人的情感，它们有可能被用于操控人类情感或心理，特别是在医疗、教育或娱乐等领域，如何防止人形机器人在无意或恶意的情况下影响人类行为，是需要谨慎考虑的问题。人形机器人与人类的互动涉及大量的个人数据（如语音、行为、面部表情等），如何确保这些信息的安全以及隐私得到保护，防止数据泄露或滥用，是一个紧迫的问题。

社会适应性和就业影响。随着人形机器人在服务、医疗、教育等领域的应用，许多人担心人形机器人可能会取代大量人工岗位，从而引发社会和经济问题。人形机器人技术的普及可能会影响到许多传统岗位，尤其是在低技能和重复性工作领域。如何平衡自动化带来的效率提升与不减少人类劳动力的就业机会，是一个重要的社会问题。尽管人形机器人在一些领域取得了进展，但许多人仍对与人形机器人和谐共存持怀疑态度，特别是在涉及情感交互和日常生活的领域。因此，如何提高社会对人形机器人技术的接受度，以及让人形机器人更好地融入人类社会，仍然是一个需要解决的问题。

（3）成本与经济挑战

目前，人形机器人的研发和制造成本非常高，这使得人形机器人的商业化应用面临较大的经济压力。开发一款高性能的人形机器人涉及到复杂的硬件、传感器、软件和算法的研发，成本高昂，尤其是在人形机器人需要具备高精度的运动能力和感知能力时，制造过程的复杂性就会进一步提高。即使一款人形机器人成功上市，其价格也通常很高，这限制了其普及应用。即使是企业或政府采购，长时间的维护和更新也是一笔不小的开销。虽然人形机器人在一些行业（如高端服务、医疗、教育等）中逐渐有了一定的应用，但其普及程度仍然较低。如何让人形机器人技术惠及更多的普通消费者，并且具备良好的性价比，是当前商业化的难点。

（4）法律与监管挑战

随着人形机器人技术的发展，各国政府和社会需要制定相关的法律和规范来应对技术带来的新问题。当人形机器人在执行任务时发生意外或出现错误，责任应由谁来承担，是开发公司、人形机器人本身，还是使用者，关于这一问题目前尚无明确的法律框架。随着人形机器人技术的发展，如何制定和执行人形机器人安全标准，确保人形机器人在与人类互动时不会对人类造成伤害，也是未来需要解决的重要问题。

6.2 趋势展望

展望未来，人形机器人的发展将更加注重个性化，消费者可以根据自己的需求和喜好，定制不同功能、外观和性能的人形机器人；这将使人形机器人更加普及化和个性化，为人们的生活带来更多的便利和乐趣。届时，人形机器人将不仅在工

业、医疗、教育等领域得到广泛应用，还将逐渐渗透到人们的日常生活中，成为未来社会的重要组成部分。

（1）技术发展趋势

人形机器人领域将迎来大模型与具身智能融合的新浪潮。具身智能侧重于“感知-运动”回路的构建，使机器人能够感知外部环境，并依据任务目标进行有效规划与决策。大模型则以其丰富的知识储备，与具身智能的传统架构相融合，进一步增强智能体策略学习的泛化能力。大模型在决策提升、感知提升、理解提升领域赋能人形机器人，打开了通用人形机器人的可实现性。人形机器人的通用化需要解决三层技术问题，上层需要对任务做理解、定义、规划、拆分，中层需要能够增强泛化的执行层来满足不同场景的任务执行，底层是相对成熟的机器人控制，再搭配上合适的硬件本体。其中，3个层级中的顶层设计是最难实现的，而大模型的能力可完全匹配这一层的需求，其所带来多个领域的基础知识与通识、强大的内容生成能力、良好的上下文理解能力与自然语言连续对话能力，以及强大的零样本与小样本学习能力，将有效赋能人形机器人的任务描述、任务分解、运动代码生成、任务过程交互的核心需求，能够使人形机器人在复杂环境中自主决策和执行动作，不再仅限于完成某一类特定工作，使通用人形机器人具有变为现实的可能。

（2）产业发展趋势

目前全球绝大多数全能型人形机器人产品处于Lv1等级，少部分头部企业最新产品和轮式机器人等其他形态的人形机器人正在逐步向Lv2等级探索。人形机器人的能力等级可以分为以下五个等级：第一级（Lv1）基础能力实现，人形机器人具备稳定的走、跑、跳功能和初步的交互能力；第二级（Lv2）初级智能实现，人形机器人能够实现特定场景下的特定功能，执行结构化任务，但泛化能力较弱；第三级（Lv3）场景智能实现，人形机器人在特定场景下能够完成大部分非结构化任务，具备一定的泛化能力；第四级（Lv4）多场景适配，人形机器人能够在多个场景完成大部分非结构化的任务，且涉及的场景不少于3个；第五级（Lv5）全面智能实现，人形机器人能够实现真正的具身智能，通过简单的学习即可完成各类任务。根据中国信息通信研究院的预测，从现在到2028年，全能型人形机器人整体处于Lv1等级，以科学研究为主要落地场景，客户主要是从事人形机器人相关软硬件研究的高校、企业等科研团队，其他形态人形机器人则加速向Lv2等级演进；2028年到2035年，人形机器人整体进入Lv2等级，以特种场景应用为主，工业场景逐步落地；2035年到2040年，人形机器人整体进入Lv3等级，在工业场景形成规模，服务场景逐步落地；2040年到2045年，人形机器人整体进入Lv4等级，实现工业场景和服务场景规模应用；2045年后，人形机器人整体进入Lv5等级，在用人形机器人超过1亿台，进入各行业领域。

预计在不久的将来，人形机器人在工厂生产、安防巡检、物流配送以及服务业引导等多个细分市场率先实现商业化应用。从需求侧来看，随着劳动力供给的日益短缺，机器人替代人的趋势已不可避免；从供给端来看，AI大模型的持续迭代更新，正在不断拓宽人形机器人的应用领域。与此同时，AI大模型技术的革新为人形机器人的智能化发展奠定了坚实基础，使其能更精准地理解并响应人类需求，实现更为自然且高效的交互体验。此外，AI大模型还显著提升了人形机器人的环境感知能力，使其在复杂多变的环境中展现出更高的灵活性。总体来看，人形机器人产业正处于高速发展阶段，随着相关技术的不断突破和产业链的完善，预计未来人形机器人将凭借其高度的智能化与灵活性，创造出更为多元的应用场景，极大地拓宽市场覆盖范围，进一步释放巨大商业价值与发展潜力。

参考文献

- [1] 曹方, 池浩洁. 世界主要经济体人形机器人的发展研究[J]. 新经济导刊, 2025, (Z1): 124-131.
- [2] 曾凯, 王耀南, 谭浩然, 等. AI 大模型驱动的具身智能人形机器人技术与展望[J]. 中国科学: 信息科学, 2025, 55(05): 967-992.
- [3] 高工机器人产业研究所 (GGII). 2025 中国人形机器人产业发展蓝皮书[R]. 2025.
- [4] 高工咨询. 2024 中国人形机器人产业发展蓝皮书[R]. 2024.
- [5] 刘京运. 从追赶到引领: 我国机器人产业十年蝶变[J]. 机器人产业, 2025, (02): 65-69.
- [6] 刘伟. 人形机器人发展面临的挑战及未来趋势研判[J]. 人民论坛, 2025, (04): 42-47.
- [7] 吕冬, 孙秋剑, 许璐, 等. 国际对比视角下广州发展人形机器人的对策建议[J]. 科技和产业, 2025, 25(03): 255-261.
- [8] 深企投产业研究院. 2024 人形机器人行业研究报告[R]. 2024.
- [9] 徐程浩, 王耀南, 莫洋, 等. 人形机器人技术与产业发展研究[J]. 中国工程科学, 2025, 27(01): 150-167.
- [10] 徐余恒, 薛亮. 全球人形机器人的进化之路[J]. 上海人大月刊, 2025, (03): 53-54.
- [11] 亿欧智库. 2024 年人形机器人核心场景发展洞察研究报告[R]. 2024.
- [12] 中国信息通信研究院泰尔系统实验室. 人形机器人产业发展研究报告 (2024 年) [R]. 2024.

风险提示

海外市场风险波动；政策效果不及预期。报告列举的公司/个股仅为案例介绍，不作为投资推荐的依据。

免责声明

分析师声明

作者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，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票 投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业 投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司

关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编：100032