

强于大市

人形机器人行业深度报告

具身智能理想载体，奇点渐至未来可期

人形机器人作为具身智能最理想的载体，在 2025 年已经跨过量产门槛，目前阻碍其大规模商业化落地的主要瓶颈为大模型泛化能力不足等，未来随着模型、算力、数据的快速发展，有望逐步突破，国内产业链凭借着独特的政策支持、强大的产业链深度和成本优势，目前处于全球领先地位，未来有望充分受益于人形机器人的大规模放量，建议关注能够率先兑现订单和收入的核心零部件环节，给予行业强于大市评级。

支撑评级的要点

- **人形机器人是具身智能理想载体，2025 年跨过量产门槛。**随着人形机器人硬件技术的逐步成熟，叠加 AI 大模型的快速发展，在各国政策支持与投资加码等多重因素的共同驱动下，人形机器人产业迎来了历史性的拐点，国内外多个厂商在 2025 年实现规模化量产，根据 Omdia 和我们的统计，2025 年全球人形机器人出货量约 1.48 万台，同比 2024 年实现大幅增长，同时 2025 年国内机器人订单规模实现显著突破。从海内外各个本体厂商的规划来看，未来两年将是人形机器人迈向产业化的关键节点。
- **硬件运动能力提升迅速，大模型泛化能力是目前主要的商业化瓶颈。**近两年，国内外人形机器人厂商在本体运动能力上取得明显进展，以目前人形机器人展示出来的硬件水平来看，我们认为能够满足落地基本需求，阻碍人形机器人大规模商业化的瓶颈主要是以“大脑”为核心的智能化水平仍然偏低，一方面目前相对成熟的 VLA 大模型在泛化能力上存在一定瓶颈，而泛化能力较强的世界模型还处于早期阶段，另一方面具身智能模型落地需要的高密度、高质量数据严重匮乏，导致目前人形机器人下游的应用场景还停留在工业和垂类应用等结构化场景中，距离家用服务的非结构化场景应用仍有很长的距离。
- **算法、算力、数据三方面快速发展，助力突破模型泛化能力瓶颈。**模型方面，世界模型快速发展；算力方面，随着大模型的算法优化、推理工程改进和算力基础设施的扩张，算力供给快速增长，近两年推理成本迅速下降，人形机器人“大脑”训练和推理成本有望同步下降；数据方面，政府和厂商加速布局，补齐数据短板。作为物理 AI 三大要素的算法、算力、数据的快速发展，有望助力人形机器人突破模型泛化能力不足的瓶颈。
- **政策、资金、技术共振，国内产业链优势显著有望充分受益。**凭借着国内独特的政策和资金支持体系、强大的制造业基础和供应链深度，以及规模化的成本优势，目前中国人形机器人的产业化落地及零部件降本已经处于全球领先地位，2025 年全球人形机器人出货量前六位全部为中国企业，合计占据全球 87.87% 的出货量份额。未来随着人形机器人走向大规模商业化应用，国内产业链或将充分受益，尤其是核心零部件环节，将率先兑现相关订单和收入。
- **运动方案逐步收敛，灵巧手、电子皮肤、散热等环节仍在迭代。**拆解人形机器人的各个零部件来看，一个典型的人形机器人架构包括感知系统、决策及控制系统、执行系统及其他零部件，其中作为执行系统的旋转执行器、线性执行器和灵巧手占据主要的成本组成。目前来看，以电机、减速器、丝杠为主要核心零部件的电驱动执行系统，已经成为大部分厂商的选择，人形机器人的运动方案技术路线收敛，确定性较高。而灵巧手、电子皮肤、散热等环节受制于目前的技术水平、成本等因素，仍然处于技术路线的探索阶段，尽管存在一定的不确定性，但发展空间仍较为可观。

估值

- 当前人形机器人行业仍处于从技术验证向规模化量产过渡的关键阶段，重点关注有望率先兑现订单和收入的核心零部件环节。建议关注恒立液压、绿的谐波、浙江荣泰、北特科技、震裕科技、拓普集团、三花智控、五洲新春、鸣志电器、步科股份、日盈电子、汉威科技、柯力传感等。

评级面临的主要风险

- 人形机器人商业化进程不及预期的风险；技术迭代的风险；盈利能力下降的风险。

相关研究报告

《机械设备行业 2025 年年报和 2026 年一季报综述》20260525

《商业航天深度报告》20260402

《机械设备行业点评》20260306

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

机械设备

证券分析师：陶波

(8621)20328512

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

证券分析师：曹鸿生

(8621)20328513

hongsheng.cao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300523070002

目录

人形机器人跨越量产门槛，大模型泛化能力是商业化主要瓶颈	6
人形机器人是具身智能的最理想载体，跨越量产门槛进入商业化验证阶段	6
人形机器人运动能力提升迅速，大模型泛化能力是商业化主要瓶颈	10
下游场景落地以垂类应用为主，缺乏清晰且刚性的“杀手级应用”	14
运动方案逐步收敛，灵巧手、电子皮肤、散热等环节仍在迭代	17
执行器：运动执行方案逐步收敛，减速器、丝杠为核心部件	17
灵巧手：目前难度最大的核心零部件，面临低成本、高性能、高可靠性挑战	23
电子皮肤：构建机器人触觉感知的关键部件，新方案持续探索	28
散热系统：热管理有望成核心刚需，多维度挑战亟待突破	31
政策、资金、技术共振，国内产业链优势显著有望充分受益	35
政策、资金支持持续加码，加速人形机器人产业化落地	35
国内人形机器人产业链优势显著，国产人形机器人领跑全球	38
算力 AI 发展、成本下降有望加速人形机器人落地，建议关注确定性零部件环节	42
投资建议	46
风险提示	47

图表目录

图表 1. 人形机器人发展历程.....	6
图表 2. 主要人形机器人厂商的出货情况（单位：台）.....	7
图表 3. 2025 年主要人形机器人厂商的出货市占率情况.....	7
图表 4. 2025 年主要人形机器人厂商的订单情况.....	8
图表 5. 国内外主要人形机器人厂商进度及规划情况.....	9
图表 6. 宇树科技人形机器人相关高难度动作的完成情况.....	10
图表 7. 宇树科技春晚集群武术表演《武 BOT》.....	10
图表 8. 2026 年北京亦庄人形机器人马拉松.....	10
图表 9. 人形机器人大规模部署的主要瓶颈.....	11
图表 10. 人形机器人发展的能力等级.....	11
图表 11. 主要具身智能大模型分类.....	11
图表 12. VLA 具身智能大模型面临的主要挑战.....	12
图表 13. 人形机器人大模型数据金字塔.....	12
图表 14. 三种数据采集路径对比.....	13
图表 15. 人形机器人典型的下游应用场景.....	14
图表 16. Figure 03 在宝马 Spartanburg 工厂.....	14
图表 17. 优必选 Walker S 在蔚来第二先进制造总装车间.....	14
图表 18. 国网四川电力首台人形机器人“赫兹”在自主拨动空气开关.....	15
图表 19. 宇树科技 2025 年 1-9 月收入下游占比情况.....	15
图表 20. 乐聚智能 Kuavo 系列 2025 年收入下游占比情况.....	15
图表 21. 2025 年人形机器人领域订单下游应用分布.....	16
图表 22. 人形机器人的典型构造.....	17
图表 23. 特斯拉 Optimus V3 零部件成本拆分.....	17
图表 24. 特斯拉旋转执行器主要构造.....	18
图表 25. 主要精密减速器的分类和特点.....	18
图表 26. 各类旋转执行器的特点对比.....	19
图表 27. 宇树科技 G1 采用内含行星减速器的旋转关节.....	19
图表 28. 智元采用行星减速器的 PowerFlow R86-3 执行器.....	19
图表 29. 2024 年全球谐波减速器产能占比情况.....	20
图表 30. 2022 年全球精密行星减速器销售金额占比情况.....	20
图表 31. 特斯拉线性执行器主要构造.....	20
图表 32. 主要丝杠类型及特点.....	21
图表 33. 2023 年中国滚珠丝杠市场竞争格局.....	21
图表 34. 2023 年中国行星滚柱丝杠市场竞争格局.....	21
图表 35. 旋转关节和线性关节在膝关节工况下的对比.....	22
图表 36. 灵巧手的主要组成结构.....	23

图表 37. 灵巧手不同驱动方式的对比.....	23
图表 38. 不同灵巧手电机驱动源的对比.....	24
图表 39. 有刷空心杯电机结构图.....	24
图表 40. 无刷空心杯电机结构图.....	24
图表 41. 灵巧手不同传动方式的特点.....	25
图表 42. 历史上具有代表性的灵巧手情况.....	25
图表 43. 目前主要灵巧手厂商及其部分产品的参数情况.....	26
图表 44. 灵巧手的硬件端面临的低成本、高可靠性、高性能的“不可能三角”.....	27
图表 45. 特斯拉 Optimus Gen2 展示在电子皮肤的辅助下抓取鸡蛋.....	28
图表 46. 压阻式柔性触觉传感器结构及实物图.....	28
图表 47. 常见的柔性触觉传感器的分类和特点.....	29
图表 48. 全球柔性触觉传感器产业高度集中.....	29
图表 49. 柔性解耦多模触觉传感电子皮肤.....	30
图表 50. 机器人马拉松赛事中工程师进行手动降温.....	31
图表 51. 发热引发从性能衰退到安全隐患等一系列问题.....	31
图表 52. 机器人关节热源.....	31
图表 53. 机器人躯干热源.....	31
图表 54. 人形机器人主要热源情况.....	32
图表 55. 人形机器人热管理系统的多重技术挑战.....	32
图表 56. 人形机器人热管理技术路线对比.....	33
图表 57. 宇树科技 G1 的热管导热结构.....	33
图表 58. 宇树科技四足机器人腿部动力单元散热结构.....	33
图表 59. 液冷相比风冷在机器人旋转关节中表现更为优异.....	34
图表 60. 荣耀机器人“闪电”的液冷散热系统.....	34
图表 61. 智能机器人系统集成液冷模组及液冷板产品.....	34
图表 62. 我国中央层面的人形机器人产业相关政策.....	35
图表 63. 我国各地方政府对于人形机器人产业的相关支持政策.....	36
图表 64. 具身智能领域一级市场融资情况.....	36
图表 65. 具身智能领域一级市场融资轮次分布情况.....	37
图表 66. 2026 年融资金额各环节占比情况（截至 2026 年 6 月 4 日）.....	37
图表 67. 国内部分人形机器人公司上市进度（截至 2026 年 7 月 9 日）.....	37
图表 68. 主要人形机器人 OEM 成本和价格比较（截至 2026 年 7 月 23 日）.....	38
图表 69. 全球与中国人形机器人相关专利数量（单位：件）.....	39
图表 70. 人形机器人产业链.....	40
图表 71. 国内人形机器人本体制造企业所属地区统计（单位：家）.....	40
图表 72. 中国人形机器人重点产业集群发展情况.....	41
图表 73. 英伟达 Cosmos 系列物理 AI 开放模型.....	42
图表 74. 大模型推理价格快速下降.....	42
图表 75. 《关于联合开展 2026 年度人形机器人与具身智能实景实训专项行动的通	

知》	43
图表 76.北京人形的数据基地覆盖多个场景	43
图表 77. 帕西尼上线数据云商城.....	43
图表 78. 宇树科技平均售价（单位：万元/台）	44
图表 79. 乐聚各系列机器人单价情况（单位：万元/台）	44
图表 80. 宇树科技 R1 售价 2.99 万元起	44
图表 81. 松延动力 Bumi Lite 售价 9,998 元起.....	44
图表 82. 国内部分人形机器人核心零部件企业产能扩展情况.....	45

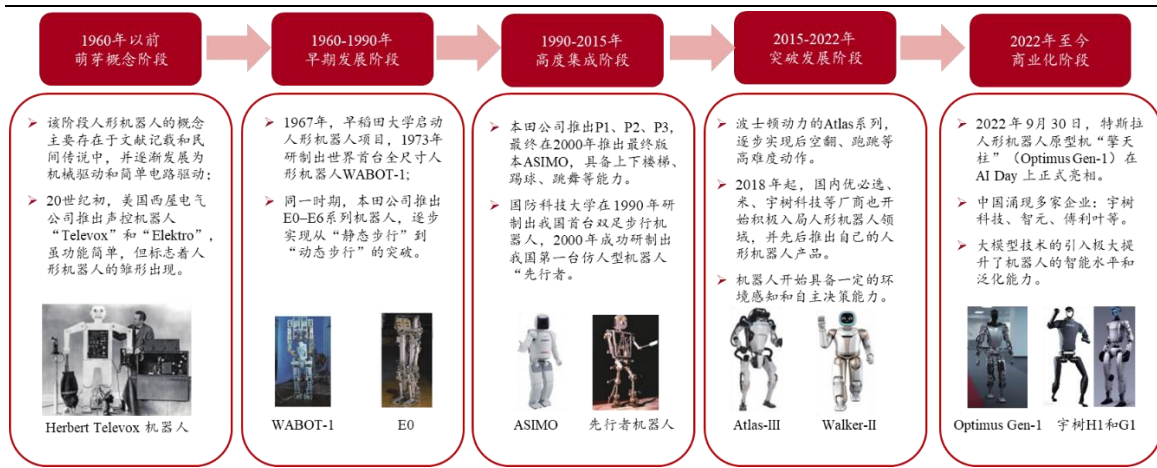
人形机器人跨越量产门槛，大模型泛化能力是商业化主要瓶颈

人形机器人是具身智能的最理想载体，跨越量产门槛进入商业化验证阶段

具身智能是人工智能与现实世界发展的交汇，人形机器人是具身智能中最理想载体。具身智能（Embodied Intelligence），是依托物理本体通过与现实世界的实时交互而产生、发展并实现自主行为与适应能力的智能形态，其核心价值在于让人工智能从“理解信息”进一步走向“改变世界”。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。

人形机器人历经数十年发展，目前已经进入商业化探索阶段。人形机器人是具有与人类类似的身体结构和运动方式（双足行走、双手协作等）的智能机器人。从 20 世纪初人形机器人的雏形开始，到 2022 年特斯拉发布人形机器人 Optimus，掀起了人形机器人走向商业化、量产化的浪潮，与此同时人工智能的快速进步为人形机器人的研发注入了新的动力。当前，全球人形机器人产业仍处于技术突破与场景验证的初级阶段，尚未形成规模化商业应用格局，但是伴随着成本的快速下降、大模型的泛化能力的提升，人形机器人行业正加速向产业化临界点迈进。

图 1. 人形机器人发展历程



资料来源：周坤等《人形机器人研究进展与挑战》，中银证券

2025 年全球机器人出货量爆发增长，多家企业跨越量产门槛。随着人形机器人硬件技术的逐步成熟，叠加 AI 大模型的快速发展，在各国政策支持与投资加码等多重因素的共同驱动下，人形机器人产业迎来了历史性的拐点，国内外多个厂商在 2025 年实现规模化量产，逐步进入小批量交付和商业化试点阶段。从全球人形机器人的出货量来看，由于目前行业内缺乏相对统一、可比的出货量、交付数量的数据来源，我们基于 Omdia 在《General-purpose Embodied Intelligent Robots, 2026》中发布的统计数字，并根据各厂商的官方公告进行修订，2025 年全球人形机器人出货量约 1.48 万台，同比 2024 年实现大幅增长，其中宇树科技、智元机器人、优必选等均实现千台以上的出货量，同比实现数倍的爆发式增长。

图表 2. 主要人形机器人厂商的出货情况（单位：台）

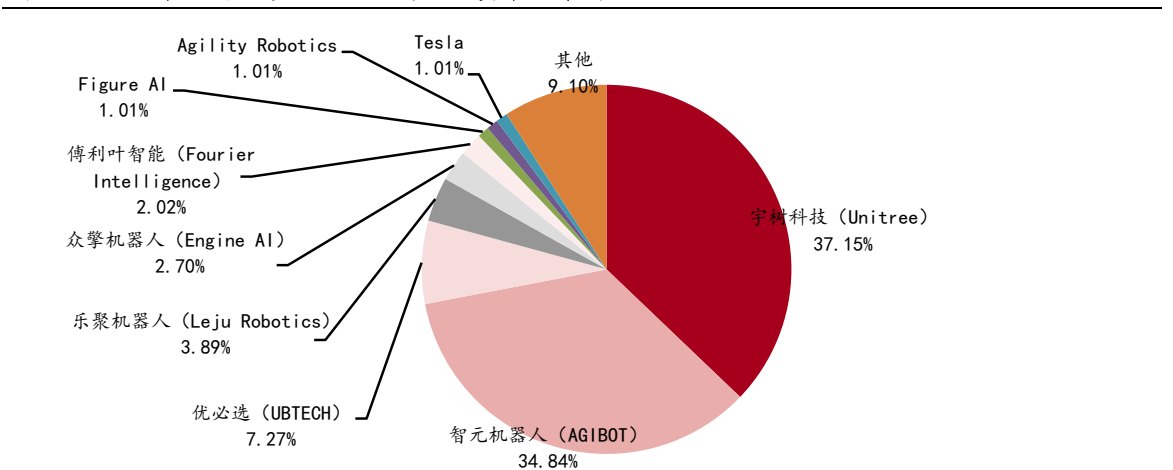
	2024 年	2025 年	同比
宇树科技（Unitree）	537	5,511	926.26%
智元机器人（AGIBOT）	700	5,168	638.29%
优必选（UBTECH）	3	1,079	35,866.67%
乐聚机器人（Leju Robotics）	32	577	1,703.13%
众擎机器人（Engine AI）	0	400	/
傅利叶智能（Fourier Intelligence）	0	300	/
Figure AI	50	150	200.00%
Agility Robotics	50	150	200.00%
Tesla	50	150	200.00%
其他	400	1,350	237.50%
合计	1,822	14,835	714.22%

资料来源：Omdia 《General-purpose Embodied Intelligent Robots, 2026》，宇树科技招股说明书，智元机器人官网，乐聚智能招股说明书，优必选公告，中银证券整理

注：本表格基于 Omdia 的统计，再根据各个公司的官方公告进行了修订，存在部分公司出货量为预估数以及以销售量代替出货量的情况

中国企业表现突出，海外厂商出货仍以小规模交付为主。从企业出货量份额来看，根据 Omdia 和我们的统计，2025 年宇树科技和智元机器人分别以 37.15%和 34.84%的出货量占比位居全球前两位，合计占比达到 71.99%，构成当前全球人形机器人量产交付的第一梯队。整体来看，国产厂商凭借供应链完整度、成本控制和产品迭代速度，在本轮量产初期表现更为突出，全球出货量前六位全部为中国企业，合计占据全球 87.87%的出货量份额。相比之下，海外人形机器人企业目前整体以原型机开发迭代、试点部署及小规模交付为主，量产出货规模显著低于国内企业。

图表 3. 2025 年主要人形机器人厂商的出货市占率情况



资料来源：Omdia 《General-purpose Embodied Intelligent Robots, 2026》，宇树科技招股说明书，乐聚智能招股说明书，优必选公告，中银证券整理

国产人形机器人订单规模实现显著突破。根据星河频率微信公众号的统计，2025 年国内人形机器人领域订单总金额超过 57 亿元，其中优必选累计订单金额超 14 亿元，智元机器人约 7.43 亿元，银河通用约 7.36 亿元。同时，大额订单数量也显著增加，统计的 51 笔订单中有 48 笔的金额达到千万元以上。进入 2026 年，该趋势仍在延续，4 月份国家电网内部印发《2026 年具身智能发展规划》，计划全年集中采购约 8500 台具身智能设备，总投资约 68 亿元，覆盖电力巡检、带电作业、应急救援、仓储物流四大场景，其中人形带电作业机器人采购量为 500 台，预算 25 亿元，人形机器人产业化落地节奏在持续提速。

图表 4. 2025 年主要人形机器人厂商的订单情况

公司	公开披露订单总金额	人形机器人订单台数	大额订单数（千万级）
优必选	超 14 亿元	/	11
智元机器人	约 7.43 亿元	/	8
银河通用	约 7.36 亿元	1,000+	2
星尘智能	/	2,000+	2
智平方	超 5 亿元	1,000+	1
星动纪元	超 5 亿元	600+	1
魔法原子	超 5 亿元（含意向订单）	/	0
众擎机器人	数亿元	3,000+	10+
原力无限	5 亿元	100+	2
加速进化	超 2 亿元（估算）	1,000+	0
乐聚机器人	超 2 亿元	/	6
松延动力	超 1 亿元	2,500+	1
优理奇	超 1 亿元	/	1
天太机器人	/	10,000	1
具脑磐石	/	1,000	1

资料来源：星河频率微信公众号，中银证券

未来两年是人形机器人迈向产业化的关键节点。海外方面，全球人形机器人的代表性企业之一特斯拉，在其 2026 年二季度财报上表示，Optimus Gen3 预计在 2026 年底之前实现量产，第一代产线设计年产能可为 100 万台；其他海外企业如 Figure AI、1X 等，也都提出了明确的产品迭代和商业验证时间表。国内方面，除了已经实现量产交付的宇树科技、智元机器人、优必选等头部厂商之外，小鹏汽车已明确其 IRON 人形机器人的量产时间表，计划在年底前实现规模化生产，中国内地主机厂商在工程化方面显著提速。整体来看，无论是海外还是国内的本体厂商，均将在未来两年内迎来产业化落地的关键节点。

图表 5. 国内外主要人形机器人厂商进度及规划情况

厂商	产品进展	产能规划	商业化进程
特斯拉	Optimus Gen3 预计于 2026 年底前实现量产	首个大规模工厂的准备工作在 26Q2 启动，第一代产线设计年产能 100 万台/年，将替代 Fremont 工厂的 Model S/X 产线，得州 Gigafactory 的第二代产线按长期 1,000 万台/年产能设计,预计 2027 年夏季投产。	目前主要用于 Tesla 内部工厂训练/测试，外部销售仍未大规模开启，Gen3 初期将用于承担工厂简单任务，随后逐步拓展能力。
Figure AI	截至 2026 年 4 月 29 日，公司第三代人形机器人 Figure 03 已经累计交付超过 350 台，最新一代 Figure 04 于 2026 年 5 月 13 日完成关键设计评审。	大规模生产基地 BotQ 的首条生产线每年可制造 1.2 万台人形机器人，未来四年可在新工厂具备年产 10 万台机器人或 300 万个执行器的生产能力。	BMW 官方称 Figure 02 在 Spartanburg 工厂 10 个月的时间累计参与超过 3 万辆 BMW X3 生产；Figure 03 已经进入场景验证。
1X Technologies	NEO 消费级人形机器人，主打家庭场景，官方预售页面显示价格为 2 万美元买断或 499 美元/月订阅。	2026 年 4 月，1X 宣布 Hayward NEO Factory 开业，工厂面积 58,000 平方英尺、员工 200+，初期年产能 1 万台，计划 2027 年底提升至 10 万台以上。	2025 年 12 月 11 日，全球第二私募股权巨头 EQT 与 1X 宣布建立战略合作伙伴关系，将在 2026-2030 年间部署 10000 台 NEO。
Agility Robotics	Agility 的机器人主要应用于制造工厂和仓储物流领域，核心产品是人形机器人 Digit，主要承担搬运、堆叠等任务。	Agility 在俄勒冈州建立了人形机器人工厂 RoboFab，全面投产后年产能可达 1 万台。	公司已经与 Mercado Libre、亚马逊、GXO、Schaeffler 等开展了合作，其中，Digit 在 GXO 的仓库中已经完成了超过 10 万个周转箱的实际搬运任务，Schaeffler 计划到 2030 年前在全球 100 家工厂部署 Digit。
宇树科技	产品线覆盖 H 系列、G 系列、R 系列人形机器人，Go 系列、A 系列、B 系列四足机器人，以及激光雷达、灵巧手等机器人组件。	2026 年 7 月 2 日，宇树科技科创板 IPO 注册生效，拟募资 42.02 亿元，用于智能机器人模型研发、机器人本体研发、智能机器人制造基地建设等项目。	2025 年出货超过 5,500 台，下游覆盖科研教育、商业消费等场景。
智元机器人	公司拥有全系列、全场景机器人产品矩阵，包括全尺寸人形远征系列、半尺寸人形灵犀系列、轮式人形精灵系列、四足机器人酷拓系列等，覆盖了工业制造、商业服务、科研研发等多元赛道。	截至 2026 年 6 月 28 日，累计下线 15,000 台具身智能机器人，目前公司订单驱动型的柔性生产和交付能力可达年 10 万台以上。	2026 年 3 月，智元机器人在上汽通用奥特能工厂等投入量产产线应用；6 月，8 台精灵 G2 在龙旗科技工厂连续 6 天产线直播作业，生产产品超 1.7 万件，成功率达到 99.99%。
小鹏	2025 年 11 月，小鹏发布新一代人形机器人 IRON, 预计首批量产版将于 2026 年三季度正式亮相。	小鹏在广州启动人形机器人量产基地建设，计划 2026 年四季度实现规模量产，年底月产能目标上千台，规划年产能 5 万台。	计划 2026Q4 实现规模量产，首批产品优先部署于小鹏汽车线下门店及园区，承担导览、导购、讲解等服务职能，2027 二季度推向海外市场，2028 年逐步拓展至家庭服务等广义场景。

资料来源：特斯拉官网，财联社，Figure AI 官网，BMW 官网，1X Technologies 官网，Agility 官网，高工人形机器人微信公众号，中国机器人网微信公众号，人形大讲堂微信公众号，宇树科技招股说明书，智元机器人官网，机器人同行圈微信公众号，中银证券整理

人形机器人运动能力提升迅速，大模型泛化能力是商业化主要瓶颈

运动能力提升迅速，多个人形机器人产品已展现出优异的运动性能。近两年，国内外人形机器人厂商在本体运动能力上取得明显进展，产品展示重点已从早期的双足行走、动态平衡，逐步延伸至跑步、跳跃、翻转、集群协同和长距离移动等更高动态任务。以宇树科技为例，其在 2026 年春晚节目《武 BOT》中，完成了翻桌跑酷、弹射空翻、单脚连续空翻、两步蹬墙后空翻、Airflare 大回旋七周半等等高难度动作，刷新多项全球记录，展现了头部厂商在运动控制、动作稳定性和本体可靠性方面持续提升。

图表 6. 宇树科技人形机器人相关高难度动作的完成情况

高难度动作	时间	事件
原地后空翻	2024 年 3 月	公司全尺寸电驱人形机器人 H1 实现原地后空翻，属于全球首例。
集群舞蹈	2025 年 1 月	公司 16 台 H1 人形机器人参加央视蛇年春晚集群舞蹈《秧 BOT》，依据舞蹈要求设计动作，通过 AI 训练来执行，并且能够全自动走位变形。
原地侧空翻	2025 年 3 月	G1 完成全球首例电动人形机器人原地侧空翻。
格斗	2025 年 5 月	公司人形机器人 G1 成为《CMG 世界机器人大赛·系列赛》机甲格斗擂台赛唯一参赛机型，开启全球人形机器人格斗竞技先河。
竞技跑、障碍赛	2025 年 8 月	公司在首届世界人形机器人运动会中共获得 11 枚奖牌，夺得 1,500 米比赛第一名、400 米比赛第一名、4×100 米比赛第一名、100 米障碍赛第一名，充分验证公司人形机器人（H1、G1）在竞技跑、障碍赛等高动态任务中的卓越运动性能与可靠性，是取得总金牌数和总奖牌数最多的公司。
伴舞、韦伯斯特空翻	2025 年 12 月	公司与 6 台 G1 人形机器人，在王力宏成都演唱会上与歌手同台表演《火力全开》，多次连续稳定完成伴舞、韦伯斯特空翻等高难度动作。
集群武术表演	2026 年 2 月	公司 25 台人形机器人参加央视总台 2026 年春晚节目《武 BOT》，刷新多项全球纪录，包括：（1）全球首次连续花式翻桌跑酷；（2）全球首次弹射空翻，空翻最大高度大于 3 米；（3）全球首次单脚连续空翻，两步蹬墙后空翻；（4）全球首次 Airflare 大回旋七周半；（5）全球首次集群快速跑位（最快任意跑位速度可达 4m/s）。

资料来源：宇树科技招股说明书，中银证券

2026 人形机器人马拉松赛事举办，充分展示机器人厂商工程能力的跃迁。2026 年 4 月 19 日，全球首个人形机器人马拉松品牌赛事—2026 北京亦庄半程马拉松暨人形机器人半程马拉松在北京经济技术开发区（北京亦庄）鸣枪开跑，超百支队伍、300 余台人形机器人参赛，最终齐天大圣队的荣耀“闪电”机器人凭借 50 分 26 秒成绩夺冠，较去年 2 小时 40 分 42 秒的机器人冠军成绩大幅提升，超过 57 分 20 秒的人类男子半马纪录，创造人机竞速新历史。本次赛事，本质上是上是对机器人运动控制、自主导航、续航散热、环境适应、系统可靠性五大核心能力的极限压力测试，检验的是在真实、复杂、不可控环境中的可靠性边界。除了最好成绩提升明显之外，多款机器人在稳定性、续航时长等关键指标上大幅提升，尤其是本届赛事人形机器人自主导航技术规模化应用，这背后是整个工程能力的系统性提升。

图表 7. 宇树科技春晚集群武术表演《武 BOT》



资料来源：CCTV，中银证券

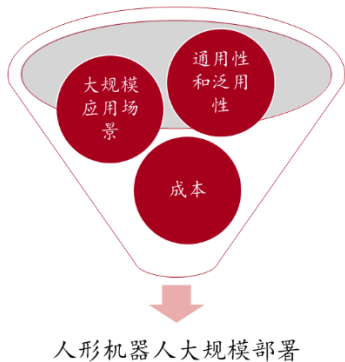
图表 8. 2026 年北京亦庄人形机器人马拉松



资料来源：证券时报，中银证券

当前大模型的泛化能力不足是阻碍人形机器人在开放、非结构化环境中可靠部署的核心障碍。以目前人形机器人展示出来的硬件水平来看，我们认为能够满足落地基本需求，阻碍人形机器人大规模商业化的瓶颈包括通用性和泛用性、成本等等，其中以“大脑”为核心的智能化能力水平仍偏低是最核心的障碍。根据乐聚智能招股说明书，从人形机器人功能实现的角度看，类比于智能驾驶，可以将人形机器人智能化技术的发展分为五个等级，当前全球大多数人形机器人产品的智能水平仅 L1-L2 阶段，可实现特定场景下的特定功能，满足结构化任务的需求，但泛化能力整体较弱，部分头部企业正在逐步向 L3 等级探索。2026 年 4 月，斯坦福 HAI 发布的《AI Index Report 2026》中，机器人操作在仿真环境中的成功率高达 89.4%，但在真实家庭场景中则骤降至 12%。这种泛化能力的缺失，使得机器人难以应对非结构化场景中的微小变化，严重限制了可部署场景的范围。

图表 9. 人形机器人大规模部署的主要瓶颈



资料来源：中银证券

图表 10. 人形机器人发展的能力等级

级别	具体内容
L1	人形机器人实现基础能力，具备稳定的走、跑、跳功能和初步的交互能力
L2	人形机器人实现初步智能，可实现特定场景下的特定功能，满足结构化任务的需求，但泛化能力整体较弱
L3	人形机器人实现场景智能，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
L4	人形机器人实现多场景适配，能够在多个场景（不少于三个场景）中完成大部分非结构化的任务
L5	人形机器人实现全面智能，能够通过简单的学习即可完成各类任务

资料来源：乐聚智能招股说明书，中银证券

目前具身智能大模型仍处于多技术路线并行探索阶段。传统人工智能更多处理文本、图像、语音等数字信息，能够完成识别、生成和推理等任务，但其能力主要停留在软件系统和虚拟空间中，具身智能的不同之处在于，它要求智能体拥有能够感知环境、理解任务并执行动作的“身体”，通过与外部世界的持续交互形成感知、决策、行动和反馈的闭环。根据焉知机器人微信公众号，当下具身智能领域主流模型包括 LBM、VLA、世界模型和其他模型四大类，其中 VLA 试图将视觉、语言和动作统一建模，使机器人能够根据图像、指令和环境信息生成动作；世界模型侧重学习环境状态变化和动作后果，为任务规划和策略决策提供依据；行为大模型则通过学习大规模行为数据，提高技能复用和跨任务迁移能力。三类路线分别对应“理解—行动”“预测—规划”和“行为复用”不同方向，但在精细操作、高频控制、物理一致性和跨场景泛化等方面仍存在不足。

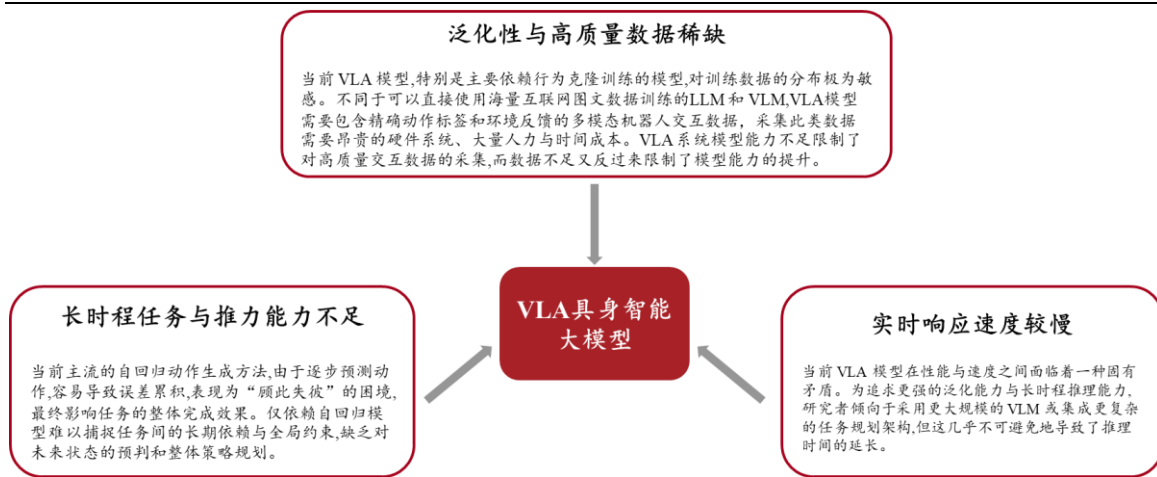
图表 11. 主要具身智能大模型分类

模型类型	焦点领域	优势	劣势	数据需求	计算资源	泛化能力
LBM (Large Behavior Models)	行为模拟和动态动作控制，如全身操纵和任务适应。	高效模拟人类行为，实现快速学习新技能；支持舰队级共享知识，提升整体效率；低延迟响应，适合实时交互。	焦点窄化于行为，忽略高级认知；依赖高质量行为数据，泛化受限；解释性差，难以调试。	高质量行为轨迹数据集（模拟+真实世界，规模 10 万-百万级）	中等（GPU 集群，训练需数周）	中等（行为泛化好，但需特定环境适应）
VLA (Vision-Language-Action Models)	多模态融合：视觉输入、语言指令到行动输出，实现端到端任务执行。	统一架构减少模块间错误；支持复杂任务即插即用；易与 LLM 集成，提升交互性。	计算密集，实时性可能差；对噪声敏感，视觉数据易出错；训练复杂，需要多模态对齐。	多模态数据集（视觉-语言-行动对，百万级样本）	高（大型 GPU/TPU，训练需月级）	高（跨任务/环境泛化强）
World Models	环境模拟和预测：构建内部世界表示，支持想象/规划/自我修正。	提升物理直觉；支持自主学习，减少外部数据依赖；高效处理不确定性环境。	模型复杂，构建准确世界表示难；计算开销大，模拟偏差导致现实差距；初期训练慢，需迭代优化	时序数据和环境交互轨迹（模拟主导，规模百万级）	高（需要强大模拟器如 NVIDIA Isaac Sim）	高（预测未来，提升长期规划）
其他典型大模型	语言/常识推理和多模态生成，支持决策和交互。	强大推理能力；易扩展到多模态；社区资源丰富，快速迭代。	非具身化，缺乏物理行动直接支持；幻觉问题多，需额外验证；数据隐私和偏见风险高。	海量文本/多模态数据（万亿 token 级）	极高（超大规模集群，训练需数月）	中高（语言泛化强，但物理任务需 fine-tune）

资料来源：焉知机器人微信公众号，中银证券

相对成熟的 VLA 模型在泛化能力上存在一定瓶颈，世界大模型有望成为主流方向，但仍处于早期阶段。根据焉知机器人微信公众号的统计，目前超过 90%的具身智能落地项目都集中在相对成熟的 VLA 路线，其核心优势是依托成熟的大语言模型（LLM）和 Vision Transformer，数据驱动强，上手快，短期能快速产生商业价值。但是 VLA 具身大模型的短板也非常明显，其在泛化能力、长时程任务与推理能力、响应速度、高质量训练数据等方面面临挑战。世界模型凭借在跨场景泛化、数据效率、长尾场景应对和决策闭环上的显著优势，有望成为接下来具身智能模型发展的主流方向，但是目前多用于模拟数据生成和策略评估，辅助 VLA 训练，部分前沿项目已尝试简单机器人任务，但整体仍处于早期。

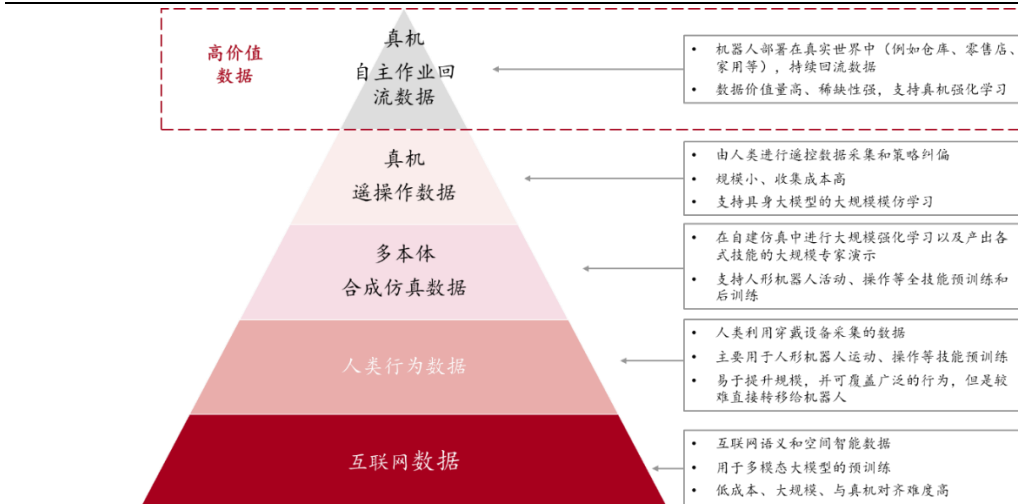
图表 12. VLA 具身智能大模型面临的主要挑战



资料来源：袁霆宇等《具身智能大模型概述与展望》，中银证券整理

具身智能模型落地需要的高密度、高质量数据严重匮乏。伴随具身智能技术架构由手工编程转向数据驱动的端到端大模型，数据需求从低量单一模态数据逐步升级为海量、多模态、高精度和跨任务长程数据，无论是 VLA 还是世界模型，其能力提升均高度依赖大规模、高质量真实交互数据。根据银河通用的分类，具身智能数据集可以按照获取成本由高到低、可规模化程度由低到高大致分为真机自主作业回流数据、真机遥操作数据、合成仿真数据、人类行为数据以及互联网数据，其中真机数据的价值量高、获取难度最大，是具身智能落地的可靠数据源。根据亿欧智库的预计，要实现具身 AI 模型真正可用，需要至少 1000 万小时级别的真实场景交互数据，然而当前全行业高质量真实物理交互数据总量仅约 50 万小时，数据缺口高达 20 倍。数据规模和数据质量不足，会使模型难以从单一任务训练迁移到更复杂的真实作业流程。

图表 13. 人形机器人数据金字塔



资料来源：钛媒体，银河通用，中银证券整理

我国具身智能数据采集面临成本、效率、标准化等困局。当下，具身智能数据的生产体系，主要分化成了三条路径，由机器人厂商自建数采体系、专门提供具身数据的第三方服务商以及来自拥有真实世界场景的产业方，三种路径各有优缺点，但是总的来说，我国具身智能数据采集行业面临五大困局，成本高企限制了数据供给的规模，效率低下拉长了产业化的时间，异构壁垒阻碍了数据的流通复用，多模态复杂度推高了技术和人才门槛，而标准化缺失则让上述问题难以在系统层面得到解决，如何解决这些难题是后续我国具身智能行业发展必须要面临的命题。

图表 14. 三种数据采集路径对比

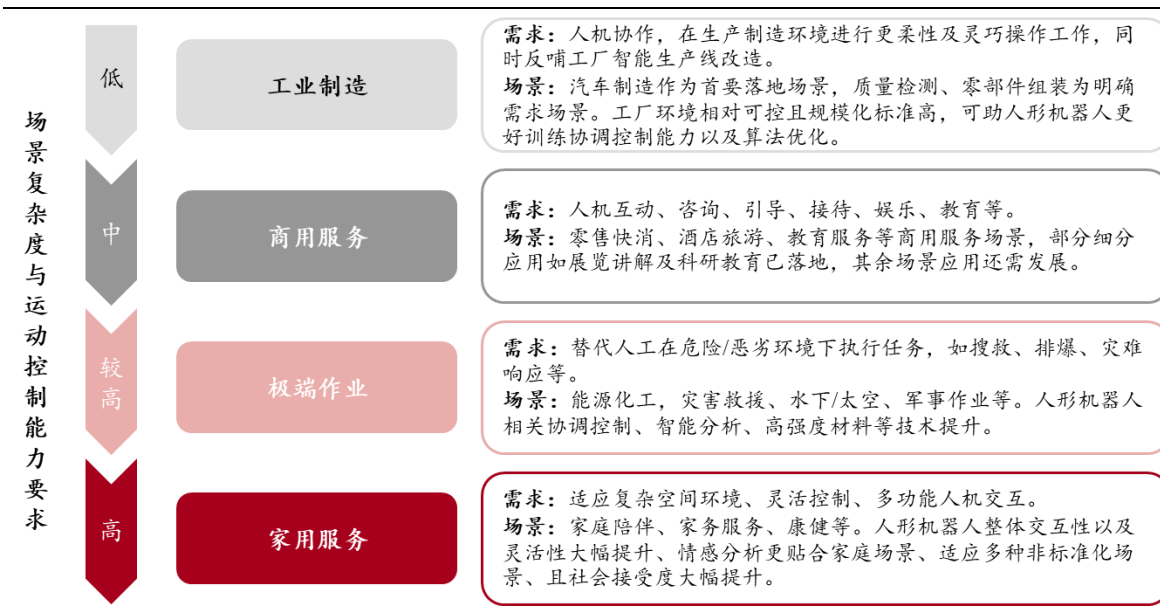
数据采集路径	自建数采体系	第三方数据服务商	真实场景方
核心方式	自建训练场，真机遥操作	通过规模化、标准化、流程化的生产方式，交付数据给机器人厂商	利用仓储、零售、物流、家政等真实场景采集数据
优势	数据质量高，与本体高度适配	模式可复制、成本更可控、效率更高	场景真实、任务复杂、规模大、数据更接近未来部署环境
局限	成本高、效率低，数据难以跨本体复用	缺乏一线任务和场景沉淀，依赖客户输入与指导	标准化难度高
代表企业	智元、乐聚、特斯拉	光轮智能、觅蜂科技	京东

资料来源：星河频率微信公众号，中银证券

下游场景落地以垂类应用为主，缺乏清晰且刚性的“杀手级应用”

人形机器人的下游应用场景覆盖工业制造、商用服务、极端作业、家用服务等，各场景的复杂度对人形机器人的运动控制能力和智能化需求提出了不同的要求。根据亿欧智库，不同应用场景在环境复杂度、任务标准化程度与安全容错要求方面存在显著差异，这决定了对人形机器人算法泛化能力的需求高低，也决定了商业化推进的先后顺序。工业制造场景因其单一性和重复性特点，属于高度结构化的场景，具备成熟的商业闭环和风险可控性，是人形机器人应用最容易实现落地的场景；商用服务和极端作业属于半标准化场景，各细分场景环境特征差异较大，人形机器人需要针对环境特点调整自身运动控制及任务执行能力，对算法的实时性要求较高，同时需要具备强的鲁棒性和容错性；家用服务是完全非标准化场景，具备高随机性和复杂性，对算法的泛化需求较高。

图表 15. 人形机器人典型的下游应用场景



资料来源：亿欧智库，中银证券

人形机器人已经开始在工业和商用领域的初步探索。2024 年初，Figure AI 便宣布与宝马签署一项商业协议，将在宝马的美国制造工厂部署 Figure 01；2025 年 11 月，Figure AI 宣布在 10 个月的时间里，Figure 02 在宝马美国 Spartanburg 工厂参与生产验证，累计运行超过 1250 小时、移动超过 9 万个零部件，并参与 3 万多辆 BMW X3 生产，后续 Figure 03 已经进入场景验证。国内，优必选的产品已经进入富士康、三一重能风电智能工厂、比亚迪、蔚来、吉利汽车等工厂承担搬运、上下料、汽车装配、质量检测等工作。

图表 16. Figure 03 在宝马 Spartanburg 工厂



资料来源：宝马集团官网，中银证券

图表 17. 优必选 Walker S 在蔚来第二先进制造总装车间



资料来源：优必选官网，中银证券

电网巡检等极端作业场景也有突破。2025 年 12 月，国家电网公司印发《关于深化推进“人工智能+”专项行动的意见》，提出聚焦人工智能驱动的科学研究的科学研究（AI4S）、具身智能等关键技术，加强人工智能要素工程化应用，满足新型电力系统建设发展的战略需要。随后，电网除冰“小黄人”上线，电网巡检机器狗“上岗”，带电作业机器人不断刷新作业次数，电网“蜘蛛”机器人频繁进入 GIS 管道执行“体检”任务。

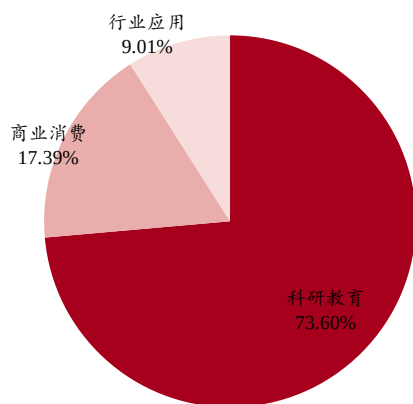
图表 18. 国网四川电力首台人形机器人“赫兹”在自主拨动空气开关



资料来源：电网头条微信公众号，中银证券

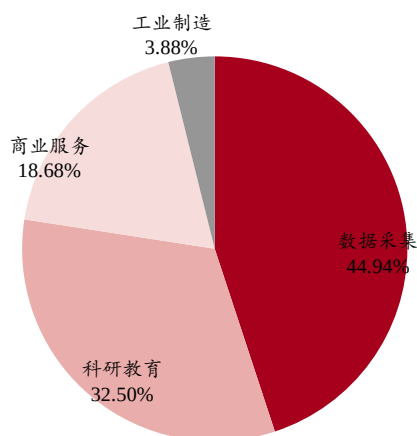
从目前人形机器人出货的下游来看，以科研教育和数据采集为主。根据宇树科技和乐聚智能的公告，宇树科技 2025 年 1-9 月份的收入，按照下游区分，主要来自科研教育，占比达到 73.60%，其次为商业消费，占比 17.39%，行业应用占比近 9.01%；乐聚智能 2025 年收入的下游需求为数据采集、科研教育、商业服务、工业制造，占比分别为 44.94%、32.50%、18.68%、3.88%，两者主要的下游应用仍较为单一，集中在科研教育和数据采集。

图表 19. 宇树科技 2025 年 1-9 月收入下游占比情况



资料来源：宇树科技公告，中银证券

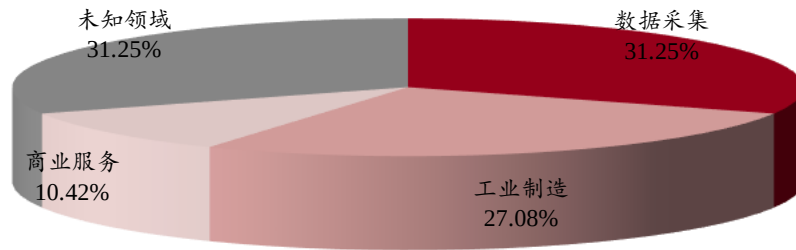
图表 20. 乐聚智能 Kuavo 系列 2025 年收入下游占比情况



资料来源：乐聚智能招股说明书，中银证券

2025 年工业领域订单占比显著增加，主要为汽车制造领域。根据星河频率微信公众号的统计，48 笔金额超千万的大额订单中，数据采集、工业制造、商业服务、未知领域分别有 15、13、5、15 笔，占比分别达到 31.25%、27.08%、10.42%、31.25%，相较于宇树科技 2025 年前三季度和乐聚智能 2025 年全年收入的占比来说，工业制造比重显著增加。13 笔工业领域订单中，有 8 笔来自汽车制造相关企业，需求高度集中于这一自动化基础成熟、落地路径相对清晰的经典场景。

图表 21. 2025 年人形机器人领域订单下游应用分布



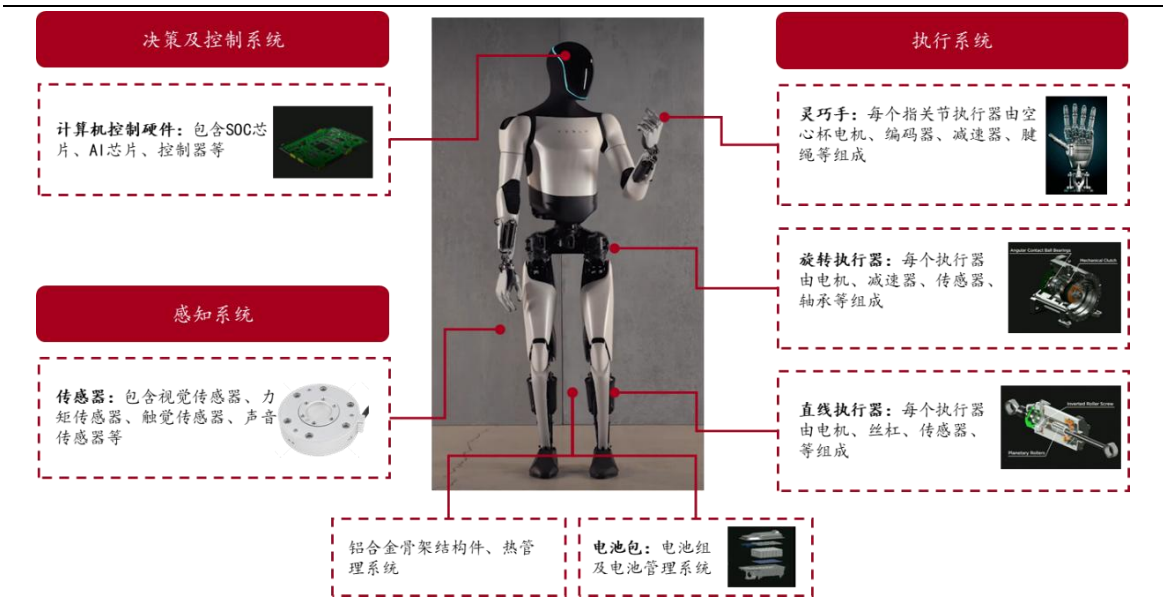
资料来源：星河频率微信公众号，中银证券整理

运动方案逐步收敛，灵巧手、电子皮肤、散热等环节仍在迭代

执行器：运动执行方案逐步收敛，减速器、丝杠为核心部件

电驱动方案成为人形机器人的主流运动执行方案。人形机器人的驱动方式，根据动力来源可以分为液压驱动、气压驱动以及电力驱动，其中电驱动凭借着结构紧凑、执行效率高、控制精度高、成本低等优点，逐步成为主流的驱动方案，直到 2024 年原本以液压驱动方案为主的波士顿动力新款 Atlas 彻底采用电驱动方案，标志着行业全面向电驱动时代。目前，以电机、减速器、丝杠为主要核心零部件的电驱动方案，已经成为大部分厂商的选择，人形机器人的运动方案技术路线收敛。目前，一个典型的人形机器人架构包括感知系统、决策及控制系统、执行系统及其他零部件。

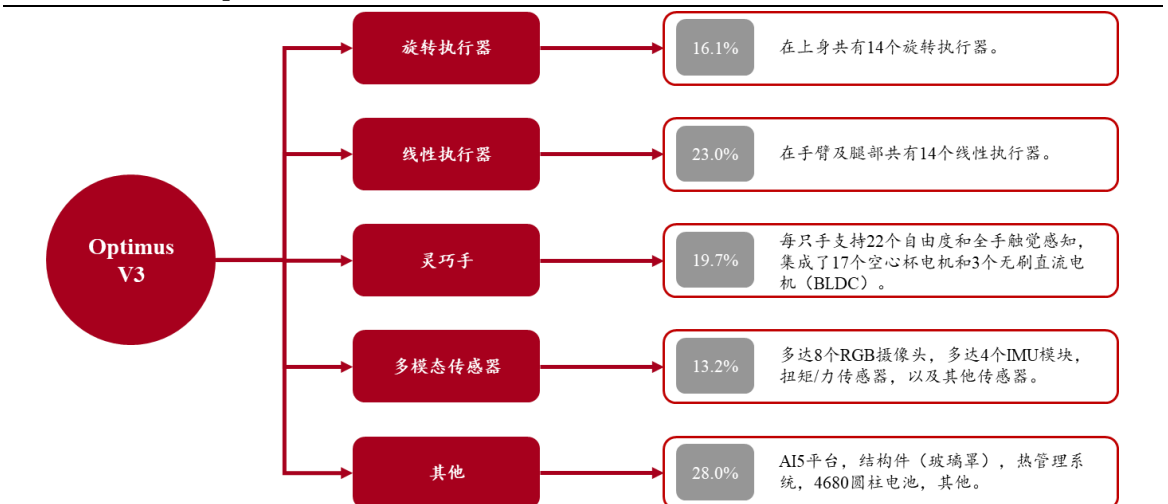
图表 22. 人形机器人的典型构造



资料来源：特斯拉官网，亿欧智库，麦肯锡，中银证券整理

负责运动执行的执行器和灵巧手是最主要的硬件成本。以特斯拉 Optimus V3 为例，根据 Counterpoint 的研究，负责人形机器人运动执行的旋转执行器、直线执行器以及灵巧手的硬件成本占比分别为 16.1%、23.0% 和 19.7%，合计占比 58.8%，其余为传感器及其他零部件，分别占比 13.2% 和 28.0%。

图表 23. 特斯拉 Optimus V3 零部件成本拆分



资料来源：Counterpoint's Robotics Research，中银证券

精密减速器为旋转执行器的核心部件。旋转执行器可实现绕单轴旋转，输出旋转运动，使人形机器人可以完成各种角度的旋转动作，通常应用在需要高扭矩的关节处，例如肩关节、腰部、髋关节等，其主要由电机、精密减速器、编码器、传感器、驱动器、轴承等组成。其中，精密减速器是连接电机和执行机构的中间机构，主要功能是将电机产生的高转速、低扭矩的动力转换成低速高扭矩的输出动力，通过实现极高的传动精度、刚度和扭矩密度，减速器赋予了机器人高精度、高可靠性和高动能响应的运动能力，使其能够完成各类复杂、精密的作业任务，因此是整个旋转执行的核心部件。从成本占比来看，根据焉知机器人公众号的估算，单个旋转执行器中精密减速器约占三分之一，为成本占比最高的单个零部件。

图表 24.特斯拉旋转执行器主要构造



资料来源：机器人全球资讯微信公众号，中银证券

精密减速器主要分为谐波减速器、行星减速器和 RV 减速器。人形机器人制造商需要能够在有限空间内提供精准运动控制和紧凑集成的关节解决方案，且不会增加不必要的体积、重量或结构复杂性。谐波减速器通过柔性齿轮与刚性齿轮之间的弹性变形啮合来传递运动和动力，具有高减速比、高定位精度、超低回程间隙、体积小和重量轻等特点，适合应用于人形机器人肘关节等对操作精细度要求高的部位。行星减速器具有较强承载能力和较高执行效率，具有一定性价比优势，多应用于人形机器人中对精度要求较低的关节部位。RV 减速器基于摆线针轮行星传动原理，具有高刚性、大负载能力以及良好的精度保持性。通常用于工业机器人的基座、肩部等大负载关节，以及其他需要承受大扭矩和高冲击力的重型传动系统。

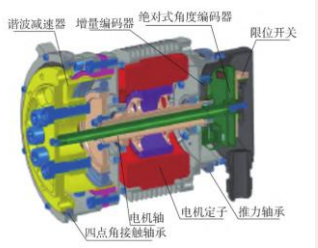
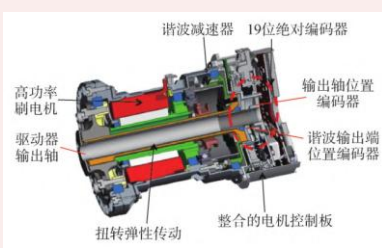
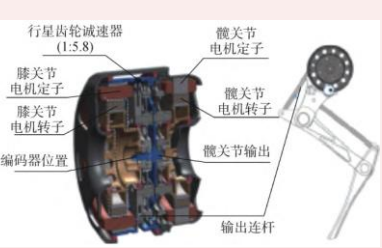
图表 25. 主要精密减速器的分类和特点

项目	谐波减速器	行星减速器	RV 减速器
结构示意图			
结构特点	主要包括波发生器、柔轮与刚轮。减速器工作时，波发生器会发生可控变形，同时依靠柔轮、刚轮的啮合传递动力	体积比较小，主要包括行星轮、太阳轮和内齿圈	主要包括两级传动装置，分别为渐开线行星齿轮传动和摆线针轮行星传动
精度	非常高，广泛应用于低速步进场景	中等，常用于重载自动化场景	高，重载下仍可以保持精度与刚性
扭矩	0.5-1,000Nm	10-10,000Nm	100-28,000Nm
减速比范围	30-160	3-512	30-250
优点	传动精度高，重量和体积小，运转平稳、传动比大	扭矩大、精度可高达 1 角分以内、单级传动效率高达 97%、质量轻、寿命可长达 2 万小时、免保养	传动比范围广，传动效率高达 85%-92%，传动平稳性高，承载能力强，刚性和耐过载冲击性能好，传动精度高
缺点	传递扭矩相对较小，传动效率低、使用寿命有限	单级传动比范围小	结构复杂、体积过大、制造难度大、成本高、精度略低于谐波减速器
应用场景	搭载伺服电机实现精密运动，应用于工业机器人、服务机器人及中小负载机器人、航空航天、精密加工设备和医疗设备等领域	适用于对成本敏感场景中的机械臂、机械设备、机床、传送机和自动化制造系统	机器人中负载较重的机座、大臂、肩部等大关节

资料来源：来福谐波招股说明书，科峰智能招股说明书，绿的谐波招股说明书，中银证券整理

旋转执行器的驱动器案包括刚性、弹性和准直驱，各方案适用的减速器有所不同。根据丁宏钰等《国内外双足人形机器人驱动器研究综述》中的表述，人形机器人的驱动单元主要有刚性驱动单元、弹性驱动单元和准直驱驱动单元三种类型，对于减速器的选择上，为了满足人形机器人关节兼具轻量化、较高额定输出扭矩的要求，刚性驱动器和弹性驱动器一般需要配置高减速比的减速器，因此主要采用的是谐波减速器，而准直驱方案多采用低传动比的精密行星减速器。

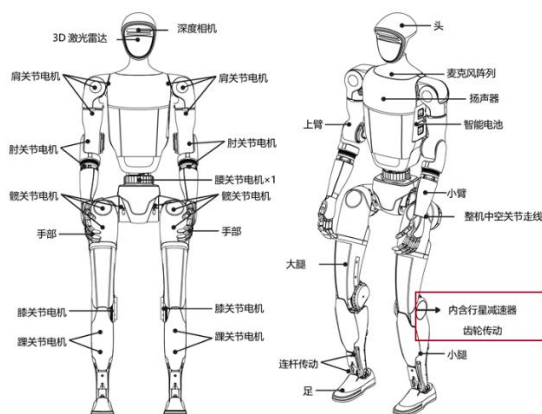
图表 26. 各类旋转执行器的特点对比

项目	刚性驱动器 (TSA)	弹性驱动器 (SEA)	准直驱驱动器 (PA)
结构示意图			
结构配置	电机+高减速比减速器+高刚性力矩传感器	电机+高减速比减速器+弹性体	高扭矩密度电机+低传动比减速器
力矩测量方式	应变片原理或电流环	编码器或应变片原理	电流
控制特点	简单、精度高	复杂、精度低	简单、精度一般
功率特点	无功率调制	功率调制好	无功率调制
能量效率	效率低	效率一般	效率高
安全性	安全性差	安全性好	安全性好
应用场景	精密系统，如精密机床、仪器仪表、传统双足机器人	安全性系统，协作机器人	四足机器人，小型双足机器人

资料来源：丁宏钰等《国内外双足人形机器人驱动器研究综述》，中银证券整理

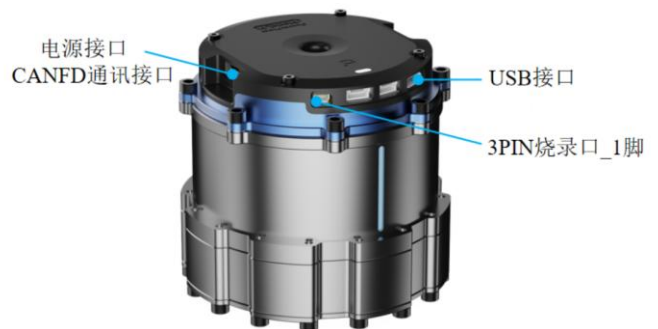
各厂商方案各异，特斯拉主要采用谐波减速器，国内厂商主要采用谐波+行星的减速器方案。根据特斯拉公布的旋转执行方案，其主要采用谐波减速器的方案。而与特斯拉不同，国内部分人形机器人主机厂采用谐波减速器和精密行星减速器两种方案，例如宇树科技就采用了准直驱的方案，用更大功率的无刷直流电机搭配低减速比的行星减速器；优必选人形机器人主要采用谐波减速器，同时自研谐波+行星减速器一体化关节。

图表 27. 宇树科技 G1 采用内含行星减速器的旋转关节



资料来源：宇树科技 G1 开发指南，中银证券

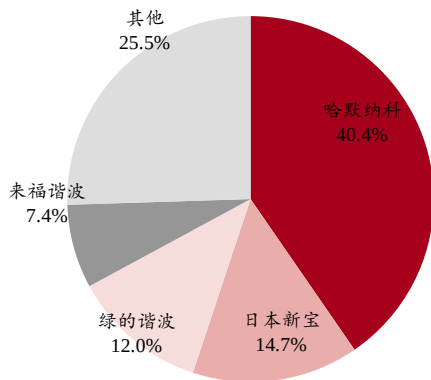
图表 28. 智元采用行星减速器的 PowerFlow R86-3 执行器



资料来源：智元机器人官网，中银证券

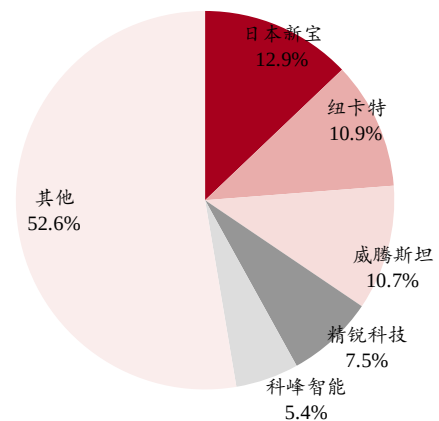
全球谐波减速机市场较为集中，行星减速器较为分散，国产替代大有可为。谐波减速器方面，根据中商产业研究院发布的报告，2024 年哈默纳科全球产能占比约 40.4%，日本新宝占比约 14.7%，绿的谐波占比约 12.0%，TOP4 厂商份额合计达 75%，市场较为集中。行星减速器方面，根据科峰智能招股说明书，全球主要的厂商包括日本新宝、纽卡特、威腾斯坦等，销售金额的占比均在 10% 左右，市场较为分散。不论是谐波还是行星减速器，日本、德国等国家具备先发优势，产品在材料、设计水平、质量控制、精度、可靠性和使用寿命等方面处于行业领先地位，国内发展相对较晚，但是近年来也涌现了绿的谐波、来福谐波、同川、科峰智能、纽氏达特等优质厂商，打破了国外的技术垄断，对国外品牌进口逐渐形成一定的替代。

图表 29. 2024 年全球谐波减速器产能占比情况



资料来源：GGII，中商产业研究院，中银证券

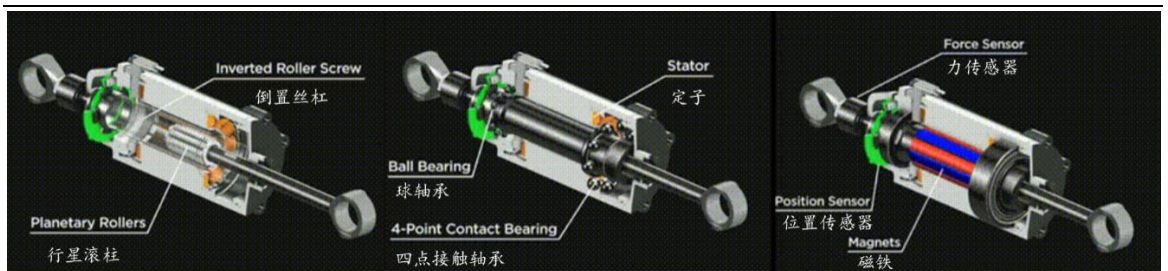
图表 30. 2022 年全球精密行星减速器销售金额占比情况



资料来源：科峰智能招股说明书，中银证券

丝杠是线性执行器的核心部件。线性执行器负责输出直线的运动，模拟“肌肉的伸缩”，驱动关节进行伸缩、摆动等动作，从而实现机器人的各种复杂姿态和动作，主要用于人形机器人的肘关节、膝关节等需要直线运动的部件，其核心通常由电机、丝杠、编码器、轴承等部分组成，其中丝杠是将电机的旋转运动转换成直线运动的核心零部件。

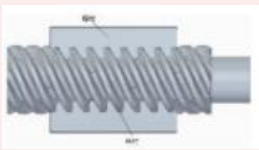
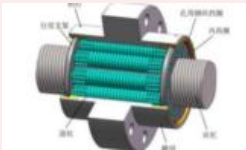
图表 31. 特斯拉线性执行器主要构造



资料来源：机器人全球资讯微信公众号，中银证券

常见的丝杠主要包括滑动丝杠、滚珠丝杠、行星滚柱丝杠等。传统的梯形丝杠依赖滑动摩擦传递推力，传动效率和精度较低，仅适用于低速场合；滚珠和滚柱丝杠具有钢球或螺杆型的滚动体，靠滚动摩擦传递推力，效率较高，但是由于滚珠丝杠受制于滚珠数量和尺寸，在高速重载下易发生滑移和碰撞，会导致振动与寿命下降，相比之下，行星滚柱丝杠采用多滚柱螺旋面多点啮合，大幅增加丝杠传动过程的接触面和受力面，在相同尺寸下可实现更高的传动精度、承载能力和寿命，并具备更优的抗冲击与集成化特性。因此，行星滚柱丝杠凭借高效率、高负载等方面的独特优势在工业领域得到广泛应用，特别是可与无框电动机集成设计的反向式行星滚柱丝杠，可满足机器人关节对小型化和轻量化的需求。

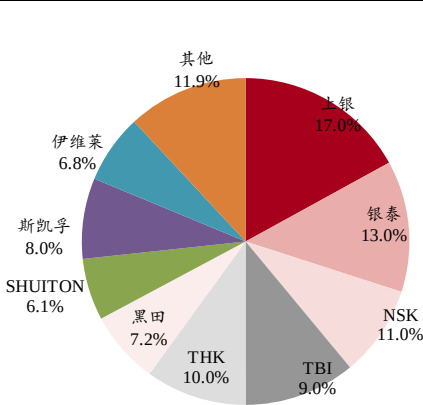
图表 32. 主要丝杠类型及特点

项目	梯形丝杠	滚珠丝杠	行星滚柱丝杠
示意图			
特点	结构简单、精度较低	传动效率高、精度较高	高承载、体积小、高精度
运动原理	通过梯形丝杠的螺纹副实现转动运动和直线运动的转换，在旋转丝杠时，螺母会随着丝杠的旋转而沿着丝杠前进或后退，实现机械传动	丝杠相对螺母旋转式，丝杠的旋转面通过滚珠的循环滚动推动螺母轴向移动，化旋转为线性，丝杠和螺母中间的滑动摩擦变为滚珠与丝杠、螺母之间的滚动摩擦	以丝杆旋转作为驱动，当丝杆旋转时，滚柱围绕丝杆作行星运动，同时通过旋转传动原理将丝杆旋转运动转化为螺母直线往复运动
传动效率	低	高	较高
转速	慢，滑动摩擦发热严重	较快，点接触滚动摩擦热效应小	快，线接触滚动摩擦热效应小且承重力强
导程精度	低	较高	高
使用寿命	短	长	很长
微进给	难以实现，滑动运动存在爬行现象	可实现，滚珠运动的启动力矩小	可实现，滚柱运动的启动力矩小
自锁性	有，与导程角大小和工作面粗糙度有关	无，需加制动装置	无，需加制动装置
成本	低	中	高
加工工艺难度	相对更低	较高	极高
适用场景	有多种方案可行，价格较低，适用于利润低、用量大、对精度要求不高的场景	适用于无自锁要求、精度要求高、成本控制要求低的场景	适用于精度要求高、高速重载工作的应用场景

资料来源：觅途咨询《2024 年人形机器人产业链白皮书》，中关村机器人产业创新微信公众号，锋行联盟微信公众号，新剑传动招股说明书，中银证券整理

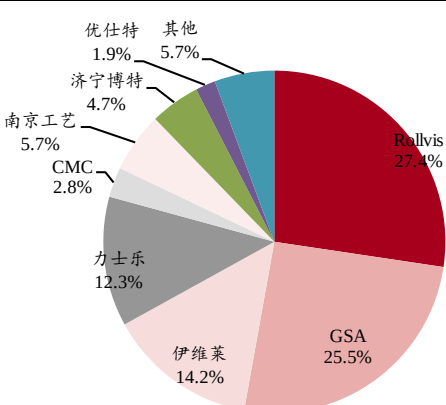
丝杠海外厂商具备先发优势，国产替代空间广阔。根据新剑传动招股说明书，无论是滚珠丝杠还是行星滚柱丝杠，欧美、日本等国外厂商起步早，在关键设备、关键工艺、产品标准等方面的技术储备较多，先发优势明显，占据了市场主导地位。国内则起步较晚，中高端的滚珠丝杠和行星滚柱丝杠与国际巨头的差距仍然存在，国产替代空间广阔。

图表 33. 2023 年中国滚珠丝杠市场竞争格局



资料来源：觅途咨询《2024 年人形机器人产业链白皮书》，中关村机器人产业创新微信公众号，锋行联盟微信公众号，中银证券

图表 34. 2023 年中国行星滚柱丝杠市场竞争格局



资料来源：觅途咨询《2024 年人形机器人产业链白皮书》，中关村机器人产业创新微信公众号，锋行联盟微信公众号，中银证券

大部分机器人关节都以旋转执行器为主，线性关节可以实现更优性能但成本较高。关节执行器的选择，本质上是在精度、负载能力、抗冲击性、成本之间的权衡，通常需要根据目标场景为不同部位选择不同技术路线。在机器人中，旋转关节应用广泛，拥有成熟的设计体系和应用方案，适合髋关节、肩关节、腰部等需要大范围连续旋转的部位；相较于旋转关节，线性关节的冲击耐受性、寿命、结构紧凑性上有着明显的优势，在空间受限且追求高能效的应用场景中，线性关节的这些特性使其成为比旋转关节更优越的选择，例如膝关节、踝关节等，但是由于滚珠/滚柱丝杠的加工难度更大，产业链成熟度较低，导致目前线性关节的成本较高。

图表 35. 旋转关节和线性关节在膝关节工况下的对比

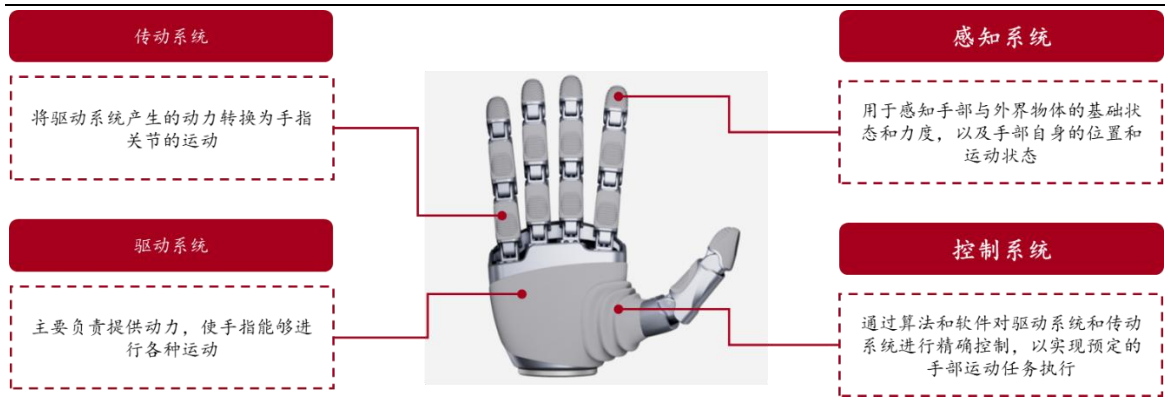
对比维度	旋转关节	线性关节
安装位置	枢轴处，冲击能量最大点	偏轴安装，受保护位置
腿部轮廓	关节处较臃肿	平行腿骨，纤薄紧凑
仿生拟合度	较低	高（模拟肌腱-杠杆机制）
膝关节冲击工况表现	受瞬时冲击影响大，实际寿命明显缩短	载荷分散，寿命显著延长，免维护周期更长
承载力	较低	高
成本	低	较高

资料来源：泰科机器人微信公众号，中银证券整理

灵巧手：目前难度最大的核心零部件，面临低成本、高性能、高可靠性挑战

灵巧手是人形机器人的末端执行器，是实现精细操作的核心部件。传统工业机器人末端执行器以夹持器、吸附装置等刚性工具为主，虽在重复性、高负载场景中表现稳定，但受限于单一自由度与固定化操作模式，难以适应复杂装配、精密操作及多样化抓取任务的需求，因此按照人类手部的复杂结构和功能进行设计和制造的仿人型多指灵巧手便成为了人形机器人选择。灵巧手使得机器人能够执行诸如抓取、操纵、甚至感知等多样化任务，并且能够使用专为人设计的工具，极大地扩展了机器人的任务边界，融合传感反馈、智能决策算法等技术，便可以使得机器人具备处理复杂的、非结构化任务的能力，是人形机器人走向通用自主操作的关键。一个典型的灵巧手系统包含驱动系统、传动系统、感知系统和控制系统。

图表 36. 灵巧手的主要组成结构



资料来源：中银证券

驱动方式多样，电机驱动为主流方案。驱动系统负责为灵巧手提供动力，主要驱动方式包括电机驱动、液压驱动、气压驱动、形状记忆合金驱动等。驱动方式的选择要综合考虑输出力矩、反应快慢、控制性能、可靠性、寿命以及成本等因素，其中电驱方案有着响应快、便于调控、稳定性好、精度高、可靠性高等优点，如今已经成为大多数灵巧手的驱动方式。

图表 37. 灵巧手不同驱动方式的对比

驱动方式	优势	劣势	适合场景
电机驱动	体积小、响应快、调控方便、稳定性好、精度高、输出力矩稳定	成本高、结构较为复杂	适合灵巧手的使用
液压驱动	可实现大力矩输出	液压系统庞大、便携性差、维护保养困难	适合大型抓取作业
气压驱动	操作方便、质量轻巧、动作迅速、价格适中、维护简便	可操作性不强、轨迹精度不够	常用在简单的抓持手
形状记忆合金驱动	反应快速、位移大、变位迅速	无法长时间工作、疲劳强度较低	适合小型、高精度机器人装配作业

资料来源：刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，蔡世波等《机器人多指灵巧手的研究现状、趋势与挑战》，中银证券整理

空心杯电机因其体积小、转速高等优势为当前灵巧手电机主流方案。电机主要分为空心杯电机、直流无刷电机、直流伺服电机三类，其中空心杯电机是一种采用无铁芯的直流永磁伺服电机，结构上空心杯电机转子是空心的杯子形状，突破了传统电机的实心铁芯转子形式，从而彻底消除了铁芯形成涡流造成的功率损耗，相较于传统铁芯电机具备高效率、快速转速、迅捷响应、长寿命、小巧便携和稳定运行等特性，因此特别适合尺寸小、精度高的使用场景，成为目前灵巧手的电机的主流方案。

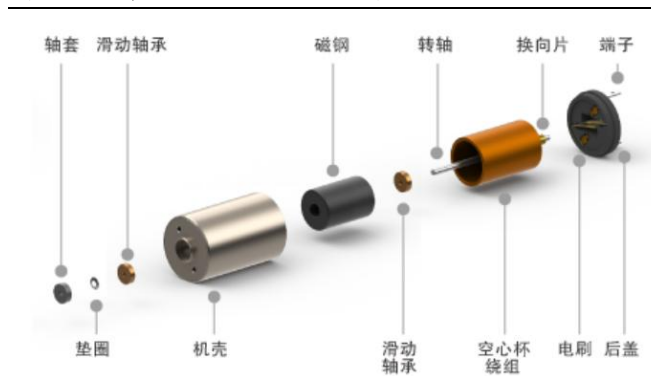
图表 38. 不同灵巧手电机驱动源的对比

电机	空心杯电机	无刷直流电机	无框力矩电机
结构	采用无铁芯转子，也叫空心杯型转子，属于直流永磁的伺服、控制电机	永磁体转子+绕组定子，无电刷	无外壳设计，转子和定子直接集成到负载轴
原理	线圈与永磁场直接作用，无铁芯摩擦，无涡流造成电能损耗，且因重量和转动惯量低而减少转子自身机械能消耗	电子换向（霍尔传感器/编码器）控制旋转磁场，实现无接触的换向	基于电磁感应，精确控制定子绕组电流产生的磁场与转子永磁体磁场相互作用，无框结构优化磁场分布和力矩传递效率
优势	超高响应速度（毫秒级）、轻量化、高效率（一般在 80% 以上）、低转动惯量	高效率（可达 90% 以上）、长寿命（无电刷磨损）、低噪音	效率在 80%-90%，转动惯量较低
转速	非常高，可达每分钟数万转	转速较高，但通常在 10000 转以下	通常在每分钟数千转以下，侧重稳定力矩输出，高转速时受散热和机械强度影响
响应速度	启动、制动迅速，相应极快，机械时间常数小于 28ms	小于无刷空心杯电机	响应速度极快，能在毫秒级甚至微秒级对控制信号进行精确力矩调整
噪音	极低	较低，无电刷摩擦及换向电流噪声	小
运行稳定性	转速波动小，作为微型电动机其转速波动能够容易地控制在 2% 以内	稳定性较好	运行稳定，能长时间保持稳定力矩输出，受干扰小，可通过闭环控制提高稳定性

资料来源：前瞻产业研究院，中银证券整理

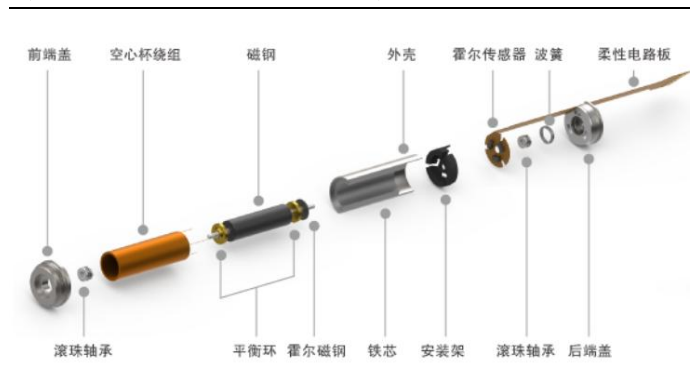
根据换向方式不同可分为有刷空心杯和无刷空心杯。无刷空心杯电机采用电子换向，线圈固定，磁极旋转，利用电子设备、霍尔元件感知永磁体磁极位置，根据检测结果使用电子线路切换电流方向，使其产生正确方向的磁力来驱动电机，无需在转子上额外增加启动绕组，采用无齿槽结构线圈，可提升效率和功率密度，适用于长时间连续运行和具备较高控制要求、可靠性要求的场景；有刷空心杯采用机械换向，磁极固定，线圈旋转，换向器和碳刷交替接触使电流方向随电机转动变化，会存在碳刷磨损、产生电火花，适用于对产品灵敏性和可靠性要求较高的行业。

图表 39. 有刷空心杯电机结构图



资料来源：鸣志电器官网，中银证券

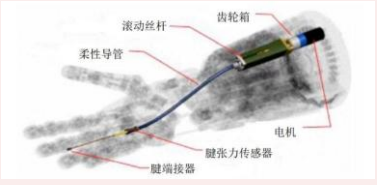
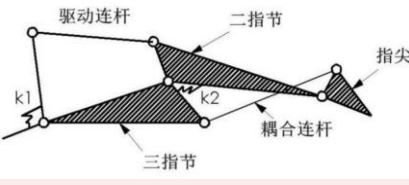
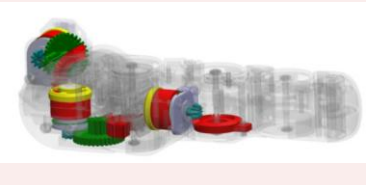
图表 40. 无刷空心杯电机结构图



资料来源：鸣志电器官网，中银证券

传动方式主要包含**腱绳传动**、**齿轮传动**、**连杆传动**等。传动方式承担了将驱动力高效、平稳地传递至多关节的任务，其性能直接影响整个机构的动作精度和工作效率。根据机械结构的不同，传动方式分为**腱绳传动**、**齿轮传动**、**连杆传动**等，早期灵巧手曾经采用**齿轮**、**连杆**等刚性传动机构，后来模仿动物肌腱的**腱绳传动**开始逐步被采用，其基本原理是通过**钢丝绳**或**高强度纤维线缆**将执行器的扭矩远程传递至手指关节，从而实现轻量化与高灵活性布局。腱绳传动可以有效减小手指末端的惯量，使其具备更快的动态响应和更好的顺应性。

图表 41. 灵巧手不同传动方式的特点

项目	腱绳传动	连杆传动	齿轮传动
示意图			
原理	通过柔性腱（如绳索或钢丝）传递力和运动的机械系统，利用腱的拉力驱动远端执行机构	使用多个连杆串并联混合的形式传递运动和力矩	利用齿轮啮合来传递力和运动。通过不同齿轮的组合，可以实现复杂的运动和力传递
优点	轻量化、灵活布置、远程传动	优良的刚度和较强的抓持力，能够抓取大型物体，结构设计紧凑	稳定的传动比，传递效率高，可靠性更强、使用寿命长
缺点	负载能力弱，预紧力变化大，负载越大效率越低	远距离控制难、容易发生弹射、抓取空间小	质量大、惯性大
适用场景	灵巧手，适合空间狭小且需要驱动自由度数目较多的传动场合	多用于工业和商业用途，可以完成包络抓取	工业机器人中应用比较广泛

资料来源：刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，蔡钰《基于腱驱的仿人五指灵巧手结构设计与抓取控制研究》，韩如雪《腱驱动空间多指灵巧手感知与控制关键技术研究》，严奎《仿人灵巧手的结构设计及其控制研究》，Giulio Cerruti《Design and Control of a Dexterous Anthropomorphic Robotic Hand》，中银证券整理

灵巧手向**高自由度**、**多模态集成**、**轻量化**方向发展。自 1974 年日本电工实验室研发了严格意义上的第一款灵巧手 Okada 灵巧手以来，经过 50 多年的发展，已经从简单的机械结构，向着更高自由度、尺寸和形态更加拟人、集成更多传感系统、更轻便、算法更先进等方向发展。

图表 42. 历史上具有代表性的灵巧手情况

灵巧手	主要研究单位	研究年份	手指个数	关节数目	自由度	传动方式
Okada Hand	日本电工实验室	1974	3	11	11	腱-滑轮
SALISBURY Hand	斯坦福大学	1983	3	9	9	腱-滑轮
UB Hand	博洛尼亚大学	1992	3	13	11	腱-滑轮
HEU Hand II	哈尔滨工业大学	2006	3	9	9	齿轮
Metamorphic Hand	牛津大学	2013	4	12	16	连杆
Washington Hand	华盛顿大学	2016	5	15	21	线绳
Shadow Hand	Shadow Robot	2019	5	24	20	腱-滑轮
Anthropomorphic Robot Hand	韩国	2021	5	15	20	线绳
ILDA Hand	韩国	2021	5	20	15	连杆

资料来源：刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，中银证券整理

目前主要的灵巧手的供应商众多，主要分为独立集成厂商、机器人本体厂商、核心零部件厂商三类，三类厂商各有优势：

- **独立集成厂商：**专注于灵巧手单品的研发与商业化，技术积累深厚，产品矩阵完整，场景适配能力强，在关节设计、力控算法、传动优化等核心环节拥有自己的核心优势，是行业技术创新的核心推动者，如 Shadow Robot（英国）、SCHUNK（德国）、Wonik Hand（韩国）、因时机器人、灵心巧手、灵巧智能等；
- **机器人本体厂商：**本体厂商自研灵巧手适配自家人形机器人，强调灵巧手与本体系统的深度协同，实现“本体+执行器”的深度融合，从硬件设计到软件算法完全适配，整机协同性能较高，另外凭借着自身的供应链资源，核心部件实现自研自产，能够大幅降低外购成本，同时提升供应链的稳定性，避免核心部件“卡脖子”，如特斯拉、Figure AI、宇树科技、智元机器人等；
- **机器人核心零部件厂商：**部分机器人零部件（如电机、减速器、丝杠、传感器等）厂商，依托传统精密制造技术优势横向切入灵巧手市场，其核心部件能够实现完全自研自产，成本控制能力远超其他厂商，另外由于这类厂商普遍采用成熟的技术路线，产品可靠性高，可快速实现量产，因此适配对成本敏感、对稳定性要求高的中低端工业场景，如兆威机电、雷赛智能、帕西尼、征和工业等。

技术路线方面，电机驱动为驱动方式的主流路线，传动方式仍有分歧。从目前主流厂商发布的灵巧手产品来看，产品性能已经达到一定水平，驱动方式基本全部都采用了以电机为驱动源的驱动方式，而在传动方式方面，则表现出多样的技术路线，尚未形成统一范式，从腱绳传动到连杆传动，从单一驱动方式到混合驱动，都有相应的产品。

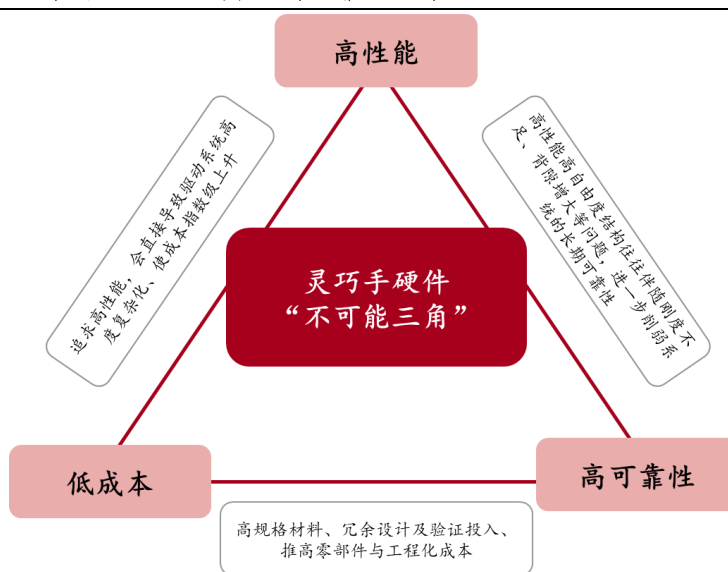
图表 43. 目前主要灵巧手厂商及其部分产品的参数情况

厂家	型号	重量	手指数	自由度	重复定位精度	最大负载	驱动方式	传动方式
特斯拉	Optimus	-	5	22DOF	-	-	电机	腱绳传动
Shadow Robot	Shadow Dexterous Hand	4300g	5	24DOF/20DOA	-	-	直流电机驱动	腱绳传动
Wonik Hand	Allegro Hand V5 Sense	1240g	4	16DOF	-	15kg	直流电机驱动	-
宇树科技	Dex3-1	710g	3	7DOF	±2mm	0.5 kg（掌心向下/向左、抓 5cm 硬质圆物体测试）	6 个微型无刷力控关节直驱	1 个微型无刷力控关节齿轮传动
	Dex5-1	1100g	5	20DOF/16DOA	±1mm	指尖力 10N，掌心向左，抓 5cm 的圆形硬性物体最大 4.5 kg	12 个自研微型力控复合传动关节	4 个微型力控关节齿轮传动
智元机器人	OmniHand 灵动款	≤500g	5	16DOF/10DOA	0.3mm	最大指尖力 5N，整手握力 50N	电机+齿轮	连杆传动
	OmniHand pro	≤750g	5	19DOF/12DOA	0.4mm	最大指尖力 20N，常温掌面向左抓 5cm 圆形硬性物体载荷 5kg	电机+丝杠	连杆传动
因时机器人	RH56DFX 系列	540g	5	6DOA	±0.2mm	拇指最大 15 N，四指最大 10 N	微型伺服电机	连杆传动
	RH56F1 系列	620±10g	5	6DOA	±0.2mm	拇指指尖≥15 N，四指指尖≥10N，静态载荷 30 kg	微型伺服电机	连杆传动
灵巧智能	DexHand021 量产	1000g	5	19DOF	±0.15mm	指尖力≥12N，抓握力≥38N，整手负载 5kg	空心杯电机	腱绳传动
	DexHand021 S	600g	3	8DOF	±0.5mm	指尖力>10N，额定/最大负载 2.5/5kg	电机驱动	齿轮+腱绳+连杆
灵心巧手	L20	1100g	5	21DOF/16DOA	±0.2mm	拇指最大 18 N，四指最大 20N，最大负载 10kg	自研电机驱动	连杆传动
	L30	1192g	5	22DOF/18DOA	±0.2mm	15kg	-	腱绳传动
雷赛智能	DH116	545g	5	11DOF/6DOA	-	整手最大负载 30kg	无刷空心杯电机	蜗轮蜗杆传动
帕西尼	DexH13	-	4	16DOF/13DOA	-	指尖力 15N，额定负载 5kg	空心杯电机	丝杠传动
	DexH5	-	4	9DOF/5DOA	-	4kg	空心杯电机	连杆传动
征和工业	臻手·CHOHO Hand	715g	5	17DOF/7DOA	±0.1mm	单手承重突破 40kg	空心杯电机	微型链条传动

资料来源：智财社微信公众号，Shadow Robot 官网，Wonik Hand 官网，宇树科技官网，智元机器人官网，因时机器人官网，灵巧智能官网，灵心巧手官网，雷赛智能官网，帕西尼官网，征和工业官网，焉知机器人微信公众号，中银证券整理

在硬件端，目前灵巧手面临低成本、高可靠性、高性能的“不可能三角”挑战。灵巧手的大规模产业化不熟，面临着机械可靠性、制造成本、功耗、与上游机械臂—机身的协同控制、模型泛化等一系列问题。在硬件层面，行业普遍面临成本、性能和可靠性之间的“不可能三角”，追求高性能意味着更高的自由度、更多的传感器、更多的电动关节，但这一设计路径会直接导致驱动系统高度复杂化、整体重量显著增加、制造与装配精度要求急剧上升，从而使成本呈指数级增长；同时，高自由度结构往往伴随刚度不足、背隙增大、热累积与疲劳失效风险加剧等问题，进一步削弱系统的长期可靠性和实际可用性。因此，在现有材料、驱动器与集成传感技术水平下，高自由度、高性能与低成本、高可靠性的多目标优化，工程上仍处于难以突破的阶段，未来就需要厂商针对不同的场景，在有限的物理空间和工程约束中，寻找三者中的系统最优解，或者通过技术的进步和迭代彻底突破这个“不可能三角”。

图表 44. 灵巧手的硬件端面临的低成本、高可靠性、高性能的“不可能三角”



资料来源：中银证券

电子皮肤：构建机器人触觉感知的关键部件，新方案持续探索

电子皮肤是人形机器人感知外接环境的桥梁。电子皮肤是模拟生物皮肤触觉感知机制的零部件，旨在赋予设备以类似人类的触觉功能，其附着在机器表面，集成先进的柔性电子材料、纳米传感器和微加工技术，实现对接触力、温度、湿度等环境变量的高灵敏度检测与实时反馈，在机器人与外界感知的过程中起到至关重要的作用。在人形机器人中，电子皮肤可辅助灵巧手在执行精细任务做到精准力控，以特斯拉 Optimus Gen2 为例，2023 年 12 月 13 日，特斯拉通过 X 平台发布 demo 视频，视频中显示 Optimus Gen2 的灵巧手指尖配备触觉传感器，能够进行捏取鸡蛋等精细化操作。

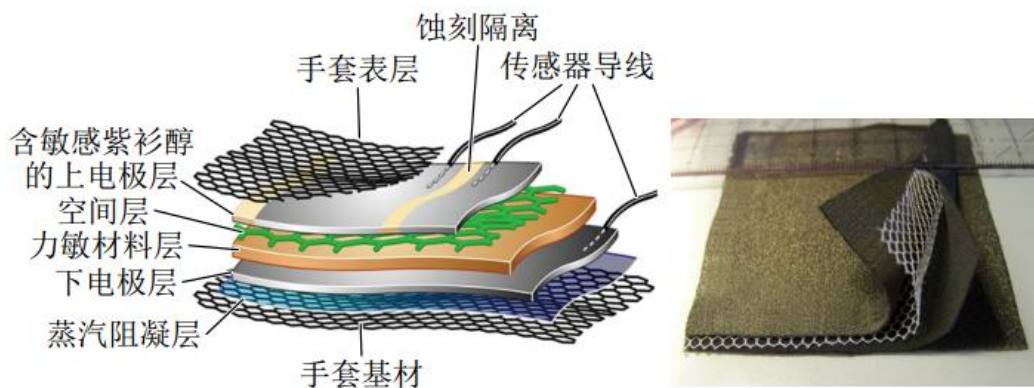
图表 45. 特斯拉 Optimus Gen2 展示在电子皮肤的辅助下抓取鸡蛋



资料来源：中国电子报微信公众号，中银证券

柔性触觉传感器是电子皮肤中最重要的传感元件，是电子皮肤真正具备感知功能的核心。电子皮肤一般由柔性基材、活性功能层和电极等组成构成。当一定的外部条件刺激到电子皮肤时，活性功能层将应变、温度等信号转换为可以检测的电信号，然后电极层接受并传输这些电信号到数据处理模块以及显示终端。在实际应用中，压力感知具有重要作用，触觉传感系统是机器人实现抓握物体等动作场景的关键。另外，为了覆盖机器人等复杂的三维表面和活动的关节部位，电子皮肤通常必须具有高柔性与高弹性等。因此柔性触觉传感器是目前电子皮肤的主要的研究方向。

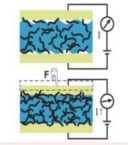
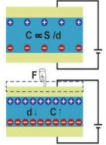
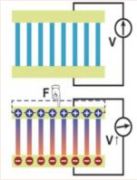
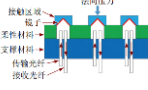
图表 46. 压阻式柔性触觉传感器结构及实物图



资料来源：朱盛鼎等《触觉传感器与电子皮肤研究进展》，中银证券

柔性触觉传感器根据原理的不同可以分为电容式、压阻式、压电式、光学式、电磁式、摩擦式等多种类型。各类型传感器具有不同的特性，在灵敏度、压力感知范围、响应时间、工作频率、阵列化集成等方面各有优劣，适用于不同的应用领域，如电容式适用于需要高灵敏度和快速响应的应用，压阻式常用于需要检测压力变化的场景，压电式适用于需要能量收集或对动态压力、振动和冲击有响应的应用，光学式适用于需要非接触式测量或对透明物体进行检测的应用。根据华经情报网的数据，因为压阻式触觉传感器制作成本低、高灵敏度等因素，其应用最为广泛，2023 年市场占比约为 37%，其次是电容式触觉传感器占比约为 28%。

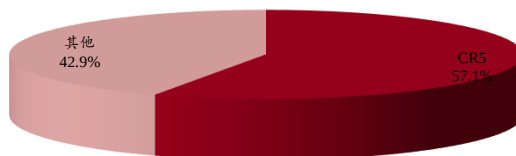
图表 47. 常见的柔性触觉传感器的分类和特点

	结构示意图	原理	优势	劣势
压阻式		利用压阻效应制备的传感器。外力作用导致材料电阻变化，通过电阻信号反映受力大小	频率响应高、空间分辨率高、噪音干扰小、易可重复性差、迟滞、功率消耗高、结构复杂	
电容式		外力改变电极间距、重叠面积或介电常数，引起电容变化，通过测量电容值的变化来获取物体与电子皮肤之间接触状态的信息	灵敏度高、空间分辨率高、动态范围大	存在寄生电容、对噪声敏感、测量电路复杂
压电式		基于压电效应的传感器。压电材料受力形变后产生电荷，将动态压力或振动转化为电信号	频率响应高、灵敏度高、可靠性高、动态范围大	空间分辨率差、测量电路复杂、仅适用动态监测
光学式		将传感器所受压力映射为光信号强度、波长等性质的变化，通过检测光学信号来检测传感器所受压力，依赖的传感原理包括光强调制、光纤布拉格光栅技术和干涉测量检测	空间分辨率高、无电气干扰、响应速度快、成整体结构缺乏柔性，对弹性体依赖性低	性强

资料来源：朱盛鼎等《触觉传感器与电子皮肤研究进展》，程斌等《柔性触觉传感电子皮肤研究进展》，何慧娟等《柔性触觉传感器在机器人上的应用综述》，胡旭东《高性能柔性触觉感知阵列系统研究》，中银证券整理

柔性触觉传感器市场国际企业具备先发优势，但机器人赛道以初创企业或新进入者居多。根据中商产业研究院的数据，柔性触觉传感器高端产能几乎被国外垄断，市场集中度高，当前全球前五大厂商 Novasentis、Tekscan、JDI、Baumer 和 Fraba 合计占据约 57.1% 的市场份额，这些企业凭借悠久的历史、雄厚的资本实力和长期的技术积累，占有先发优势。然而，头部企业技术与机器人结合较少，Tekscan、Baumer 等大型企业的技术和产品主要用于制造业等领域。中国柔性传感器起步晚于国际企业，但近年来在下游人形机器人产业增长的带动下，凭借政策支持与制造能力优势与国外技术差距快速缩小，形成“应用驱动+成本优势”的竞争策略，行业实现高速发展，代表企业有汉威科技、福莱新材、晶华新材、日盈电子、帕西尼、墨现科技等。

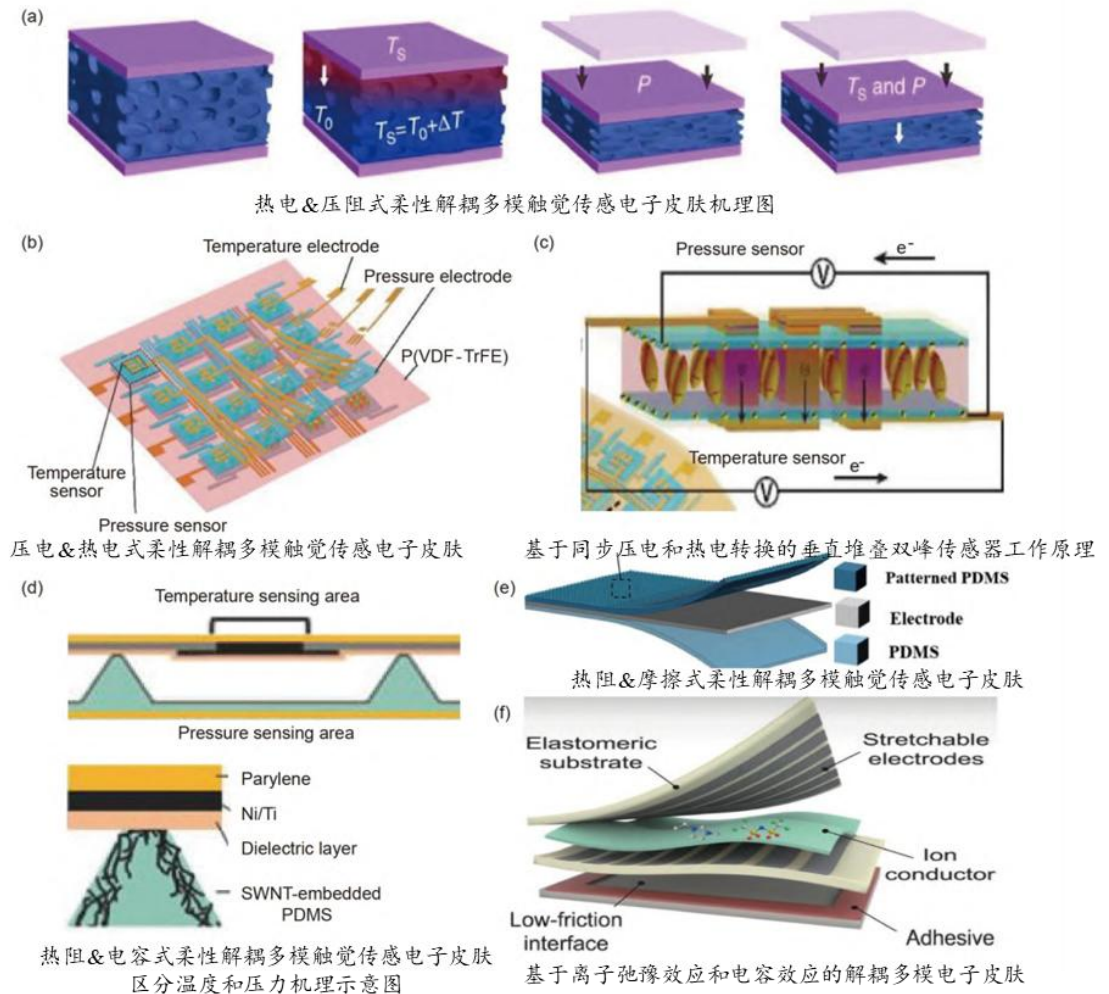
图表 48. 全球柔性触觉传感器产业高度集中



资料来源：中商产业研究院，中银证券

除了触觉信息之外，温度信息、化学信息等对于机器人操作同样至关重要，多模态感知融合是未来电子皮肤重要的迭代方向。随着柔性触觉传感器研究和应用的深入，单一传感机理的柔性触觉传感电子皮肤很难对外界多方面的刺激同时做出准确响应，参考人类的皮肤，可以同时感知压力、温度、湿度以及触觉等多种外界的刺激，并做出综合的反应。所以，研究人员不再满足于利用触觉传感器采集力信息，也模拟生物皮肤复杂属性与功能把压力传感器、温度传感器、应变传感器等多种有不同功能的传感单元集成在柔性基底上，电子皮肤就可实时获取环境与人体的多元信息，并且进行融合处理。通过集成多种传感器，可以使电子皮肤具备更复杂的感知能力，为更加丰富的应用场景提供支持。但同时，这也对电子皮肤的材料、结构设计和解耦算法提出了更高的要求。

图表 49. 柔性解耦多模触觉传感电子皮肤



资料来源：程斌等《柔性触觉传感电子皮肤研究进展》，中银证券

触觉感知作为人形机器人感知系统的重要组成部分，是走向通用化、智能化的关键一环，渗透率有望持续提升。对于人形机器人而言，电子皮肤不仅是表层防护配件，能够使机器人更好的感知和理解周围环境的物理特性，使其在动态、非结构化、不确定的环境中进行安全交互，是平衡作业安全性、操作精细度、环境适配性的核心基础设施。因此，我们认为电子皮肤或将成为人形机器人全场景商业化落地的刚需配置。

电子皮肤未来有望从手部应用实现全身覆盖。目前在人形机器人中，电子皮肤被优先应用于灵巧手中的指尖部位，来实现精准操作。除了指尖部位，机器人的脚尖、肩膀、膝盖、臀部、后背等能触碰到外界物体的部位均有可能用到电子皮肤，起到周围环境的碰撞感知、危险情形规避等作用。未来人形机器人的长期目标是成为替代劳动力的通用型机器人，高度模拟人类触感，因此参考人体触觉需求，我们认为电子皮肤在机器人机身上的应用范围或将逐渐扩大，由指尖逐步扩张到指节和手掌，再进一步覆盖四肢和躯干，进而覆盖全身，实现真正的通用型智能机器人。

散热系统：热管理有望成核心刚需，多维度挑战亟待突破

人形机器人在高负荷运行下的散热问题，成为制约其使用寿命和稳定可靠运行的核心瓶颈。随着人形机器人的越来越多的应用于高强度、高负荷的应用场景，散热问题开始越来越多的暴露出来。在2026年北京亦庄人形机器人半程马拉松中，多台机器人因关节过热导致停机，工作人员需要边陪跑边喷洒冷却剂，持续运行能力成为机器人明显的短板。根据奥迪威传感器微信公众号的测算，在百米冲刺中，人形机器人的能量转化效率仅5%-10%，远低于人类20%-25%的水平，其中90%以上的能量都以废热的形式排出，导致关节局部热流密度超过100W/cm²。若该热量不能及时散出，将导致核心部件性能退化、运动控制精度下降、使用寿命缩短等问题。发热问题是人形机器人迈向高可靠性、长时运行必须跨越的技术门槛。

图表 50. 机器人马拉松赛事中工程师进行手动降温



资料来源：艾邦机器人微信公众号，中银证券

图表 51. 发热引发从性能衰退到安全隐患等一系列问题

隐患	具体内容
核心部件性能退化	结构件发生热变形，降低材料的机械性能；润滑脂会加速氧化变质，导致齿面磨损加剧；电机磁钢退磁，磁通量不可逆下降，直接影响电机效率和输出扭矩；驱动器芯片导通电阻随温度升高而增加，每上升10℃阻值约增4%，形成“温度↑→电阻↑→I ² R损耗↑→温度更快↑”的正反馈循环，最终触发热降频，导致系统效率骤降。
运动控制精度下降	减速器、齿轮等关节零部件在高温下发生热变形，非均匀温度场引发关节结构非对称热变形，导致背隙增大，影响传动精度，造成多轴位姿偏差。
使用寿命缩短与安全风险加剧	高温运行显著缩短关键部件使用寿命，当绕组温度超过155℃，绝缘材料将加速老化，每升高10℃寿命减半；加速密封件老化，易引发润滑油泄漏与粉尘侵入，降低润滑效果；极端情况下，绕组过热可能引发电气短路甚至起火，严重威胁人机安全。

资料来源：艾邦机器人微信公众号，中银证券

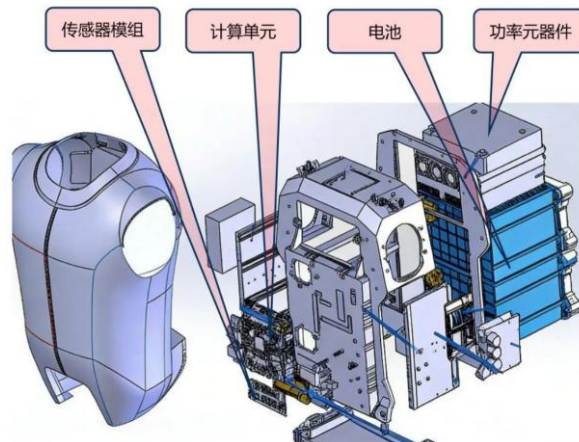
人形机器人是高度集成的复杂系统，热源遍布全身。根据温擎智控，人形机器人的热量主要来源于关节模组、芯片、锂电池和传感器四个部分。从瞬时爆发的大功率关节执行器，到持续高负荷运算的芯片，再到需严格温控的动力电池，这个热源几乎遍布全身，发热性质各异，构成了复杂的热负荷网络。

图表 52. 机器人关节热源



资料来源：温擎智控，北京精密微信公众号，中银证券

图表 53. 机器人躯干热源



资料来源：温擎智控，北京精密微信公众号，中银证券

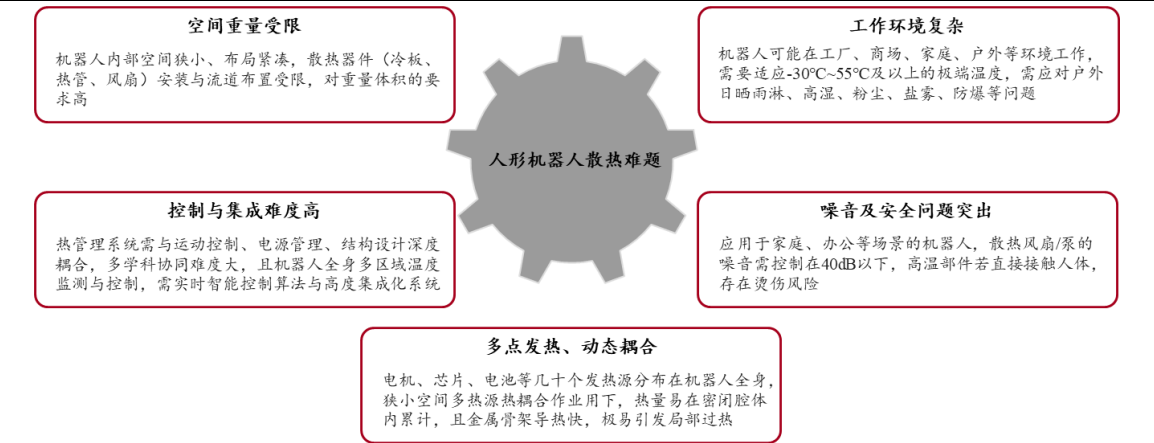
图表 54. 人形机器人主要热源情况

热源	位置分布	发热机制
关节模组/ 执行器	髋关节、膝关节、踝关节、肩关节、肘关节等关节模组/执行器	焦耳热(铜损):关节持续输出峰值扭矩(单关节扭矩可达 400N·m 以上), 定子绕组电流密度超过 20A/mm², 线圈电阻产生的焦耳热占关节总产热的 55%~65%, 部分关节持续运行时绕组温度可在 10 分钟内突破 80°C, 若不及时散热 15 分钟左右将触发过热降频保护, 这部分产生的热量被封闭在关节电机内部, 自然对流几乎无法排出。 铁损与涡流损耗:交变磁场在铁芯中产生涡流损耗, 配合高速运动下的磁滞损耗, 贡献了关节总产热的 15%~20%, 这类热量直接产生于电机内部, 被封闭在关节腔体中, 自然对流几乎无法排出。 电机驱动器:电机驱动器工作时, IGBT 功率管的开关损耗会产生热量, 单路驱动器产热功率可达 5~10W, 热量通过 PCB 板传导至关节与躯干, 若散热不良, 会导致驱动器过流保护, 直接中断关节的动力输出。 减速器摩擦热:谐波减速器的柔性齿轮与波发生器高速啮合, 摩擦系数在 0.1~0.2 之间, 持续运转产生的摩擦热占关节产热的 10%~15%, 且热量向电机定子传导, 进一步加剧了核心热源升温。
主控芯片与 AI 算力平台	躯干上部主控板区域	机器人运动时, AI 芯片需实时处理视觉感知、步态规划、平衡控制等任务, 并实时输出控制指令, 算力负载接近 80%, 芯片峰值功耗可达 150~250W, 持续产热会导致芯片结温快速上升, 进而导致系统死机、宕机等故障。控制板上的电源管理芯片、存储芯片也会产生附加热量, 在封闭的躯干空间内, 空气对流不畅, 热量易在主板区域形成“热岛效应”, 导致局部温度超过 100°C, 影响信号传输的稳定性。
锂电池及 BMS	躯干内部“电池背包”	机器人运动时, 电池持续以 1C~2C 倍率放电, 大电流通过电芯极耳、汇流排时产生焦耳热, 同时电芯内部的化学反应也会产生副反应热, 整机电池包的产热功率可达 20~30W。锂电池的安全工作温度区间为 0~35°C, 超过 40°C 会导致电解液分解、隔膜收缩, 严重时引发热失控, 导致起火/爆炸等事故。 BMS 采样电路与控制芯片会产生约 2-5W 的持续产热, 且热量集中在电池包内部, 与电芯的产热叠加。
传感器组件	头部 3D 深度摄像头、RGB 摄像头; IMU 惯性模组与足部力传感器(躯干中部、足部关节)	摄像头模组的 ISP 处理芯片持续工作时, 会产生 1~3W 的热量, 头部封闭的外壳会导致热量积聚, 影响镜头模组的光学稳定性, 同时高温会导致图像传感器的暗电流增大, 降低视觉识别精度。IMU 模组的陀螺仪与加速度计工作时产热不足 1W, 但高温会导致温漂误差增大, 影响姿态检测精度;足部力传感器靠近关节模组, 易受关节产热传导影响, 温度超过 60°C 时, 压力检测误差会从 0.5%增长至 5%以上, 直接破坏平衡控制逻辑。

资料来源: 温擎智控, 北京精密微信公众号, 中银证券

机器人的散热系统需应对多重技术挑战。由于人形机器人本身的结构特性和热源的发热特性, 给人形机器人热管理方案设计带来了较大的挑战, 主要包括: 1) 空间重量受限: 机器人内部结构紧凑, 尤其是关节和灵巧手等部位, 散热模块需在极小空间内实现高效散热, 对散热系统本身的重量和体积提出很高的要求; 2) 工作环境复杂: 机器人工作范围广, 涉及工厂、商场、家庭户外等场景, 因此机器人的环境温度和散热条件要求差异大; 3) 控制与集成难度高: 热管理系统需与运动控制、电源管理、结构设计深度耦合, 多学科协同难度大, 且机器人全身多区域温度监测与控制, 需实时智能控制算法与高度集成化系统; 4) 噪音及安全问题: 应用于家庭、办公等场景的机器人, 散热风扇/泵的噪音需控制在 40dB 以下, 高温部件若直接接触人体, 存在烫伤风险; 5) 多点发热耦合: 电机、芯片、电池等发热源分布在机器人全身, 多热源热耦合作用下, 易引发局部过热。

图表 55. 人形机器人热管理系统的多重技术挑战



资料来源: 温擎智控, 北京精密微信公众号, 中银证券

机器人热管理技术路线包括被动散热、主动风冷、液冷和仿生热管理等。与汽车、服务器、储能等热管理相似，目前主流的机器人热管理也可大体分为被动散热、风冷、液冷等方案。其中，被动散热作为最基础的方案，依赖自然对流和热辐射将热量散发到周围环境中，不消耗额外能量，具有结构简单、零功耗、高可靠性的优点。但是被动散热仅能应对低功率场景，面对高热流密度需求时存在明显局限，作为其他散热方案的辅助，因此主动散热的风冷和液冷是人形机器人热管理方案最主要的发展方向。

图表 56. 人形机器人热管理技术路线对比

技术路线	关键技术	散热效率	系统增量	成本	优势	劣势	适用场景
被动散热	热管、石墨烯、优化骨架	低	低	低	结构简单、零功耗、高可靠性、无噪音、免维护	散热能力有明确上限，无法应对持续低功率部件（如传感器、部分持续高功率热源，散热效果严重依赖外部环境对流条件产生噪音和振动，影响隐蔽性和	持续低功率部件（如传感器、部分控制器）、作为其他散热方案的辅助、服务型机器人或低动态任务
主动风冷	微型风扇、风道设计	中	中-高	中	技术成熟、散热效果显著优于被动方案，易于实现	传感器精度；消耗额外电能，降空间相对充裕、对噪音及振动不敏感；惧怕灰尘和液体，降低环境适应性；占用内部空间	高功率密度的核心热源，如高性能关节电机、高 Top 算力的 CPU/GPU，是高动态具身智能机器人的最优选择
液体冷却	微流控、液冷板、微型泵、微型阀	高	中-高	中-高	散热能力的天花板，可将热量从狭窄空间远距离转移至大型散热器；运行极为安静；可实现对核心热源的精确、高效降温	系统复杂，包括泵、管、冷板、散热排、冷却液，显著增加重量和体积；存在冷却液泄露风险，可能导致电气系统短路；泵本身消耗额外能量	高功率密度的核心热源，如高性能关节电机、高 Top 算力的 CPU/GPU，是高动态具身智能机器人的最优选择
前沿/仿生	相变材料（PCM）、蒸发冷却	特定优势	高	高	吸收瞬时热冲击能力极强，无需主动控制；蒸发散热效率极高，结构轻量化，可与机体结构深度融合	循环使用寿命、导热率较低是挑战，仅能处理瞬时热量，无法应对持续发热；蒸发需定期补充工质，散热效果受环境湿度影响，可能对内部电子元件造成影响	追求极致轻量化和高集成度的紧凑型机器人

资料来源：温智智控，北京精密微信公众号，中银证券

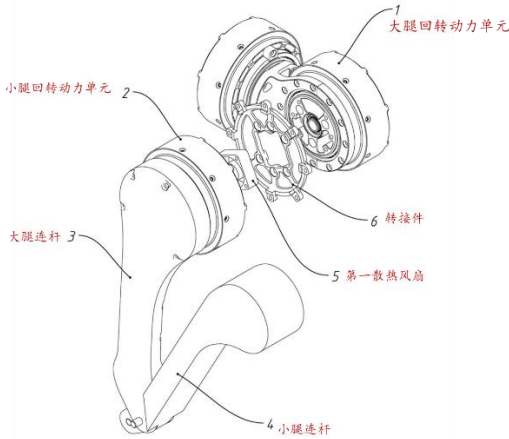
目前被动散热加主动风冷的混合方案应用最为广泛。主动风冷通过风扇强制空气流动，显著提高对流换热系数，是目前消费电子和工业设备中最成熟、应用最广泛的主动散热技术。以宇树科技为例，根据其在专利《一种腿部动力单元散热结构及应用其的四足机器人》中的结构显示，在关节的内部添加了一个微型散热风扇，并通过精心设计的风道来对旋转关节进行散热。另外，根据 AI 工业微信公众号对于宇树科技 G1 的拆解分析，可以看到采用了多种散热策略：电机外径与铝制结构件夹紧，通过结构件导热；高占空比部位使用热管，把热量从电机附近高效转移到更容易散热的区域；髋部执行器还使用离心风扇与导风结构，将气流引过执行器和电子部件。

图表 57. 宇树科技 G1 的热管导热结构



资料来源：AI 工业微信公众号，中银证券

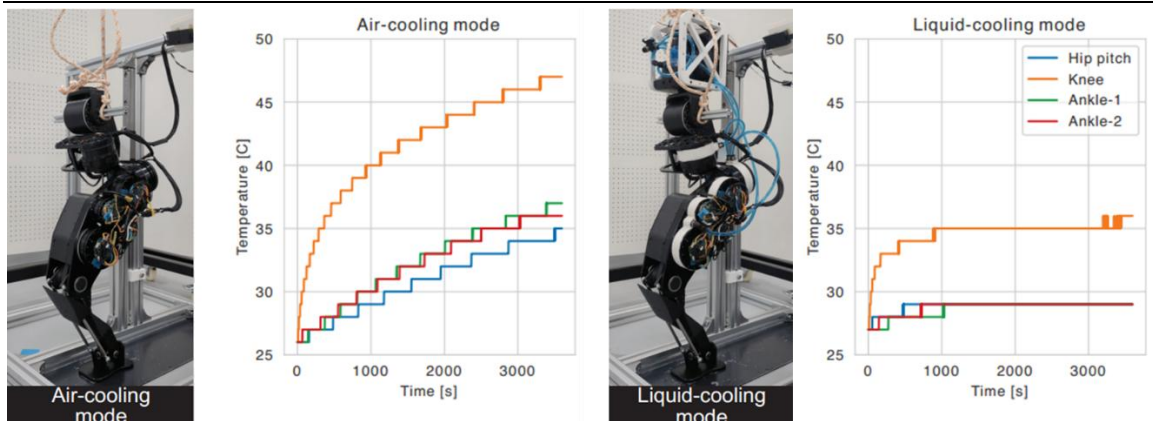
图表 58. 宇树科技四足机器人腿部动力单元散热结构



资料来源：宇树科技《一种腿部动力单元散热结构及应用其的四足机器人》，中银证券

传统散热方式面临物理极限，液冷技术成为破局的关键方向。随着人形机器人向高功率密度、长时间作业方向发展，传统的被动散热及风冷散热效率有限，面对高动态响应需求，已无法阻止热量堆积。而相较于传统的散热方案，液冷技术换热效率更高、所需散热面积更小，能够显著提升机器人的性能上限与运行可靠性，根据 Takanori Jin 等人的研究，在接近一个小时的深蹲实验中，通过液体强制循环直接带走旋转关节电机线圈产生的热量，相比传统的空气自然对流或强制风冷，在温度控制方面有更优异的表现。

图表 59. 液冷相比风冷在机器人旋转关节中表现更为优异



资料来源：Takanori Jin, et al. 《Development of the Leg Structure with Concentrated Liquid-cooling Actuators for Long-term Operation》，中银证券

液冷散热方案在工程实践中已经得到验证。在 2026 年北京亦庄人形机器人半程马拉松中夺得冠军的荣耀机器人“闪电”，搭载了荣耀自研液冷散热系统，高功率液泵每分钟换热流量超过 4 升，用于解决高负荷运动状态下的散热问题，其在马拉松全程中保持稳定的高功率输出，完成 21 公里赛程与累计约 25 万次关节往复运动，未出现任何过热降频、步态失稳等问题。

图表 60. 荣耀机器人“闪电”的液冷散热系统



资料来源：热管理 Ultra 微信公众号，中银证券

图表 61. 智能机器人系统集液冷模组及液冷板产品



资料来源：温智智控，北京精密微信公众号，中银证券

整体来看，热管理系统已经不再是可有可无的“辅助项”，而是直接关系人形机器人能否实现长时间、高强度、高可靠性商业化运行的关键技术。当前，人形机器人通过各种手段，已建立了初步的热管理体系，然而在高功率密度、长时间作业、高强度运动等趋势下还面临着各种挑战。未来，随着热电集成、仿生设计与智能材料的发展，人形机器人将实现“高功率输出、低热积累、长寿命运行”的理想状态，真正实现大规模的商业化落地。

政策、资金、技术共振，国内产业链优势显著有望充分受益

政策、资金支持持续加码，加速人形机器人产业化落地

政策支持力度持续加大，人形机器人高质量发展上升为国家战略层面。2025 年以来，中央密集出台系列文件，对具身智能及人形机器人产业链给予支持，尤其是在 2025 年的政府工作报告中，首次将“具身智能”纳入未来产业体系，明确提出“因地制宜发展新质生产力”，并将“具身智能”列为国家战略任务。同时，“十五五”规划也将具身智能列为未来五年重点布局的战略性方向之一，从战略方面为行业发展建立引导。

图表 62. 我国中央层面的人形机器人产业相关政策

时间	部门	政策	主要内容
2023 年 11 月	工信部	《人形机器人创新发展指导意见》	到 2025 年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部件安全有效供给。整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用，探索形成有效的治理机制和手段。培育 2-3 家有全球影响力的生态型企业和一批专精特新中小企业，打造 2-3 个产业发展集聚区，孕育开拓一批新业务、新模式、新业态。 到 2027 年，人形机器人技术创新能力显著提升，形成安全可靠的产业链供应链体系，构建具有国际竞争力的产业生态，综合实力达到世界先进水平。
2025 年 3 月	国务院	《政府工作报告》	建立未来产业投入增长机制，培育生物制造、量子科技、具身智能、6G 等未来产业。
2025 年 8 月	国务院	《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》	到 2027 年，率先实现人工智能与 6 大重点领域广泛深度融合，新一代智能终端、智能体等应用普及率超 70%，智能经济核心产业规模快速增长，人工智能在公共治理中的作用明显增强，人工智能开放合作体系不断完善。到 2030 年，我国人工智能全面赋能高质量发展，新一代智能终端、智能体等应用普及率超 90%，智能经济成为我国经济发展的重要增长极，推动技术普惠和成果共享。到 2035 年，我国全面步入智能经济和智能社会发展新阶段，为基本实现社会主义现代化提供有力支撑。
2025 年 10 月	中共中央	《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》	前瞻布局未来产业，探索多元技术路线、典型应用场景、可行商业模式、市场监管规则，推动量子科技、生物制造、氢能和核聚变能、脑机接口、具身智能、第六代移动通信等成为新的经济增长点。
2026 年 1 月	工信部等八部门	《“人工智能+制造”专项行动实施意见》	到 2027 年，我国人工智能关键核心技术实现安全可靠供给，产业规模和赋能水平稳居世界前列。推动 3-5 个通用大模型在制造业深度应用，形成特色化、全覆盖的行业大模型，推出 1000 个高水平工业智能体，打造 100 个工业领域高质量数据集，推广 500 个典型应用场景。培育 2-3 家具有全球影响力的生态主导型企业和一批专精特新中小企业，打造一批“懂智能、熟行业”的赋能应用服务商，选树 1000 家标杆企业。 推动具身智能产品创新，建设人形机器人中试基地和训练场，打造人形机器人标杆产线，在典型制造场景率先应用。
2026 年 3 月	国务院	《2026 年政府工作报告》	培育壮大新兴产业和未来产业。实施产业创新工程，鼓励央国企带头开放应用场景，打造集成电路、航空航天、生物医药、低空经济等新兴支柱产业。建立未来产业投入增长和风险分担机制，培育发展未来能源、量子科技、生物制造、具身智能、脑机接口、6G 等未来产业。
2026 年 3 月	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》	加快新一代信息技术、新能源、新材料、智能网联新能源汽车、机器人、生物医药、高端装备、航空航天等战略性新兴产业发展，因地制宜建设各具特色、优势互补的战略性新兴产业集群，着力打造一批成长潜力大、技术含量高、渗透领域广的新兴支柱产业。 瞄准引领未来发展重点领域，构建未来产业全链条培育体系，推动量子科技、生物制造、氢能和核聚变能、脑机接口、具身智能、第六代移动通信等成为新的经济增长点。

资料来源：中国政府网，宇树科技招股说明书，工信部官网，中银证券整理

在国家战略引领下，地方政策迅速跟进。北京、深圳、浙江等地迅速响应，密集出台人形机器人产业发展规划，围绕算法、整机、核心执行器、传感器与场景验证形成支持体系。地方政策的加码进一步强化了创新资源的集聚，推动产业链加速完善，也为企业的试点应用和量产爬坡创造了更成熟的产业环境。

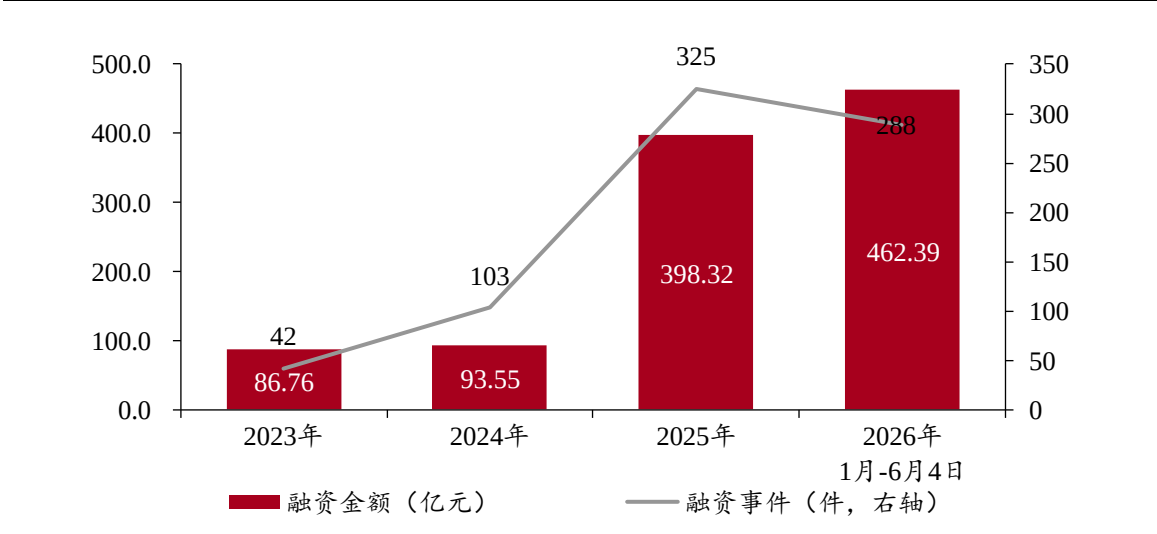
图表 63. 我国各地方政府对于人形机器人产业的相关支持政策

时间	部门	政策	主要内容
2023 年 6 月	北京市人民政府	《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023—2025 年）》	到 2025 年，本市机器人产业创新能力大幅提升，培育 100 种高技术高附加值机器人产品、100 种具有全国推广价值的应用场景，万人机器人拥有量达到世界领先水平，形成创新要素集聚、创新创业活跃的发展生态。全市机器人核心产业收入达到 300 亿元以上，打造国内领先、国际先进的机器人产业集群。
2025 年 1 月	浙江省人民政府	《2025 年浙江省政府工作报告》	布局建设未来产业，深化“人工智能+”行动，加快布局人形机器人、量子信息、类脑智能、合成生物、空天信息和低空经济等新产业新业态，建立未来产业投入增长机制，培育一批未来产业先导区。
2025 年 3 月	深圳市科技创新局	《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。
2025 年 12 月	上海市人民政府	《上海市支持先进制造业转型升级三年行动方案（2026-2028 年）》	积极引导企业投资布局低空经济、商业航天、具身智能、生物制造、智能终端等新兴领域，加速电动垂直起降飞行器（eVTOL）、商业火箭、人形机器人等创新产品突破产业规模化发展瓶颈。

资料来源：北京市人民政府官网，深圳科技创新局官网，浙江人大微信公众号，上海市人民政府网，中银证券整理

国内一级市场投融资活动保持高景气度，技术落地预期开始吸引资本快速入场。随着人形机器人技术的发展，资本从早期试探转向大规模押注，行业热度已进入加速上升通道，根据 IT 桔子微信公众号的统计，2025 年国内具身智能领域融资事件高达 325 起，金额为 398.32 亿元，相比 2024 年 103 起融资事件、93.55 亿元融资金额，分别增长 216%、326%，实现大幅增长。进入 2026 年后景气度进一步提升，截至 2026 年 6 月 4 日，2026 年国内具身智能及机器人领域共发生 288 起融资事件，涉及 226 家企业和 274 家投资机构，披露融资额达到 462.39 亿元，不到半年时间已经超过 2025 年全年总额。

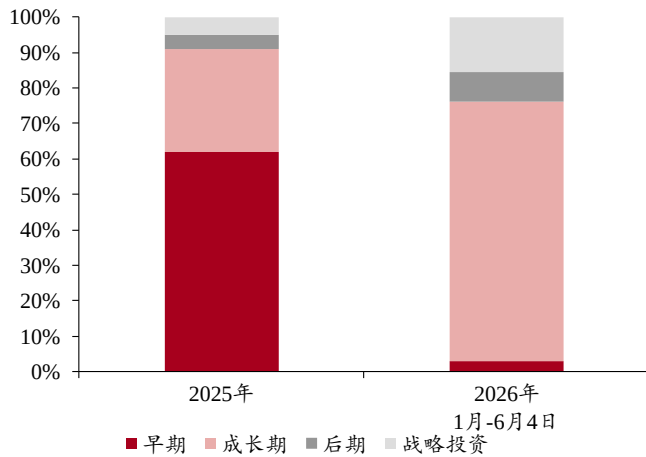
图表 64. 具身智能领域一级市场融资情况



资料来源：IT 桔子微信公众号，中银证券

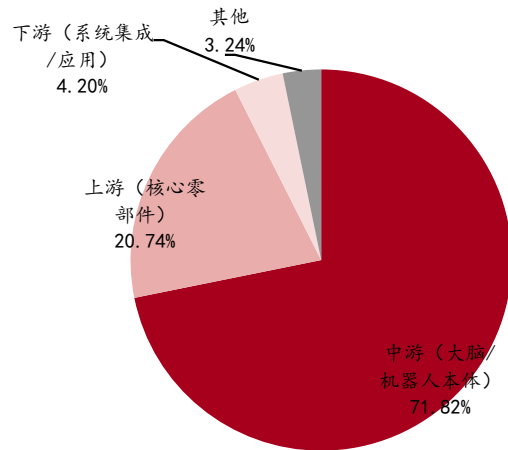
行业资源向头部企业和核心赛道聚拢。相较于 2025 年，资金广泛布局早期项目，2026 年资本开始向具备量产潜力、商业化路径清晰的中后期项目集中，根据 IT 桔子的统计，2025 年国内具身智能领域早期投资占比超过 60%，而截至 2026 年 6 月 4 日，成长期项目融资金额占比达到 73.23%，并且七成资金流入前 20 家企业，资本向头部企业集中。从各环节占比来看，中游大脑和本体环节是最受资本关注的方向，截至 2026 年 6 月 4 日，融资额总额达到 332.09 亿元，占比 71.82%，其次是上游核心零部件领域，融资规模达到 95.90 亿元，占比 20.74%。

图表 65. 具身智能领域一级市场融资轮次分布情况



资料来源：IT 桔子微信公众号，中银证券

图表 66. 2026 年融资金额各环节占比情况（截至 2026 年 6 月 4 日）



资料来源：IT 桔子微信公众号，中银证券

机器人及具身智能企业的资本化进程明显提速。2026 年 6 月 17 日，证监会主席吴清在 2026 陆家嘴论坛上明确宣布科创板两项改革措施，一是扩大第五套标准适用范围至人工智能领域，积极支持优质人工智能大模型企业上市；二是落实发展未来产业战略部署，支持量子科技、生物制造、具身智能等更多领域“硬科技”企业在科创板上市。科创板第五套上市标准完美适配机器人行业重研发、长周期、前期高投入的产业特征，为人形机器人企业打通资本化通道，国内相关公司资本化进程显著加速。除已上市的优必选、越疆科技等企业外，宇树科技、智元机器人、乐聚智能等行业代表企业正陆续进入上市辅导、递表或 Pre-IPO 阶段，并且宇树科技从受理 IPO 申请到 7 月 2 日注册生效，全程仅 104 天，创下科创板“预先审阅”机制落地以来的最快审核纪录。

图表 67. 国内部分人形机器人公司上市进度（截至 2026 年 7 月 9 日）

企业名称	上市板块	状态	进展
宇树科技	科创板	注册生效	2026 年 7 月 2 日，证监会正式批复同意宇树科技科创板 IPO 注册申请。
乐聚智能	创业板	已问询	2026 年 5 月 19 日受理，5 月 26 日问询。
云深处科技	科创板	已问询	2026 年 5 月 18 日受理，5 月 27 日问询。
优必选	港股主板	已上市	2023 年 12 月登录港交所，是全球人形机器人第一股。
越疆科技	港股主板/创业板	港股已上市/创业板已问询	2024 年 12 月在港交所上市，2026 年 4 月 27 日创业板 IPO 获受理，5 月 7 日问询。
优艾智合	港股主板	已递表	2026 年 3 月 31 日，向港交所主板递交上市申请。
银河通用	-	筹备中	2025 年 11 月完成股改。

资料来源：上交所官网，深交所官网，财经每日资讯微信公众号，中银证券整理

国内人形机器人产业链优势显著，国产人形机器人领跑全球

凭借国内强大的制造体系和供应链深度，国内人形机器人产业链优势显著。目前中国人形机器人的产业化落地及零部件降本已经处于全球领先地位，我们认为最核心的优势，来自于国内强大的制造业体系和供应链深度，尤其是国内已经处于全球领先地位的新能源汽车供应链。一方面，人形机器人核心零部件，在国内均有相关的供应商，并且与新能源汽车供应链具有较高的产业重叠度；另一方面，国内制造业长期积累的精密制造能力，尤其是车规级的质量控制、规模化经验，建立起了明显的交付能力优势。另外从商业化落地的角度看，庞大且完备的制造业体系为人形机器人的应用提供了丰富的应用场景，叠加国内在自动驾驶、工业自动化等领域积累的丰富的经验，能够快速将这些技术迁移到人形机器人的开发中，为人形机器人的规模化提供基础。

国产人形机器人厂商成本优势显著。依托国内产业链强大的制造规模效应与供应链协同优势，国产人形机器人有着显著的成本优势，根据 Humanoid Atlas 对于机器人厂商 BOM 成本和价格的估计，截至 2026 年 7 月 23 日，中国人形机器人制造厂商的成本优势非常显著，宇树科技 G1 的 BOM 成本仅 11,500 美元，量产售价仅 13,500 美元，智元、越疆等头部企业的机型的售价也能够在 4 万美元以下，而美国特斯拉 Optimus 目前的 BOM 成本都在 4 万美元左右，Agility Robotics 的工业级型号则标价高达 25 万美元。

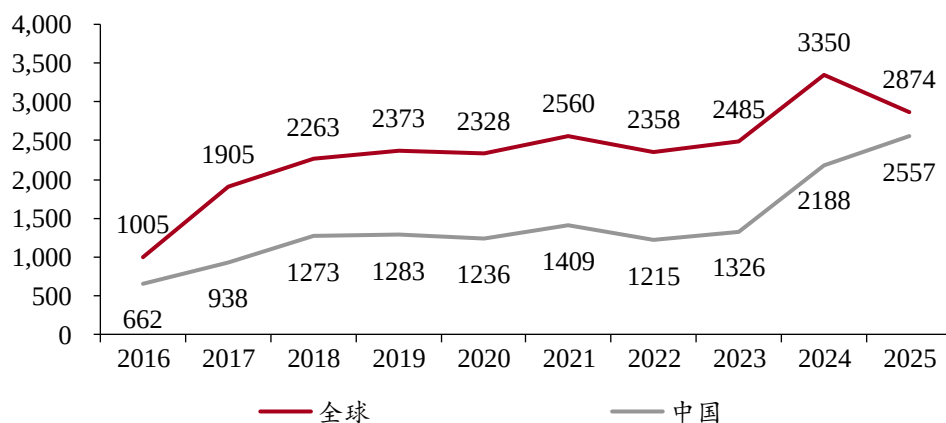
图表 68. 主要人形机器人 OEM 成本和价格比较（截至 2026 年 7 月 23 日）

公司	国家	型号	BOM 成本（美元）	售价（美元）
Vibe Robotics	美国	Vibe A1		2,000
松延动力（Noetix Robotics）	中国	N2		5,500
加速进化（Booster Robotics）	中国	T1		10,000
宇树科技（Unitree）	中国	G1	11,500	13,500
Tesla	美国	Optimus	40,000	
1X	美国	Neo		20,000
Sunday Robotics	美国	memo		20,000
普渡机器人（PUDU Robotics）	中国	D9		20,000
智元机器人（AGIBot）	中国	A2-Ultra		27,000
越疆科技（Dobot）	中国	Atom		27,500
小鹏（Xpeng）	中国	Iron	28,000	
宇树科技（Unitree）	中国	H2		29,900
众擎机器人（EngineAI）	中国	T800		40,500
FigureAI	美国	Figure 03	50,000	
逐际动力（LimX Dynamics）	中国	Oli		60,000
优必选（UBTECH）	中国	Walker S2		80,000
Dexmate	美国	Vega		80,000
小米（Xiaomi）	中国	CyberOne	89,000	
星尘智能（AstriBot）	中国	S1		96,000
Foundation Robotics	美国	MK-1		100,000
Clone Robotics	波兰	Clone alpha		100,000
Neura Robotics	德国	4NE-1		107,000
魔法原子（MagicLab）	中国	MagicBot G1		120,000
Apptronik	美国			150,000
Agility Robotics	美国	Digit		250,000
Engineered Arts	英国	Ameca		250,000

资料来源：Humanoids Atlas，中银证券

从技术积累方面来看，国内相关专利数量处于领先地位。根据 CRMA 的数据显示，自 2016 年以来全球人形机器人相关专利数快速增加，2025 年全球新增 2,874 项，其中中国新增 2,557 项，占比达到 88.97%，表明我国在人形机器人领域的自主创新能力与技术储备处于领先地位。

图表 69. 全球与中国人形机器人相关专利数量（单位：件）



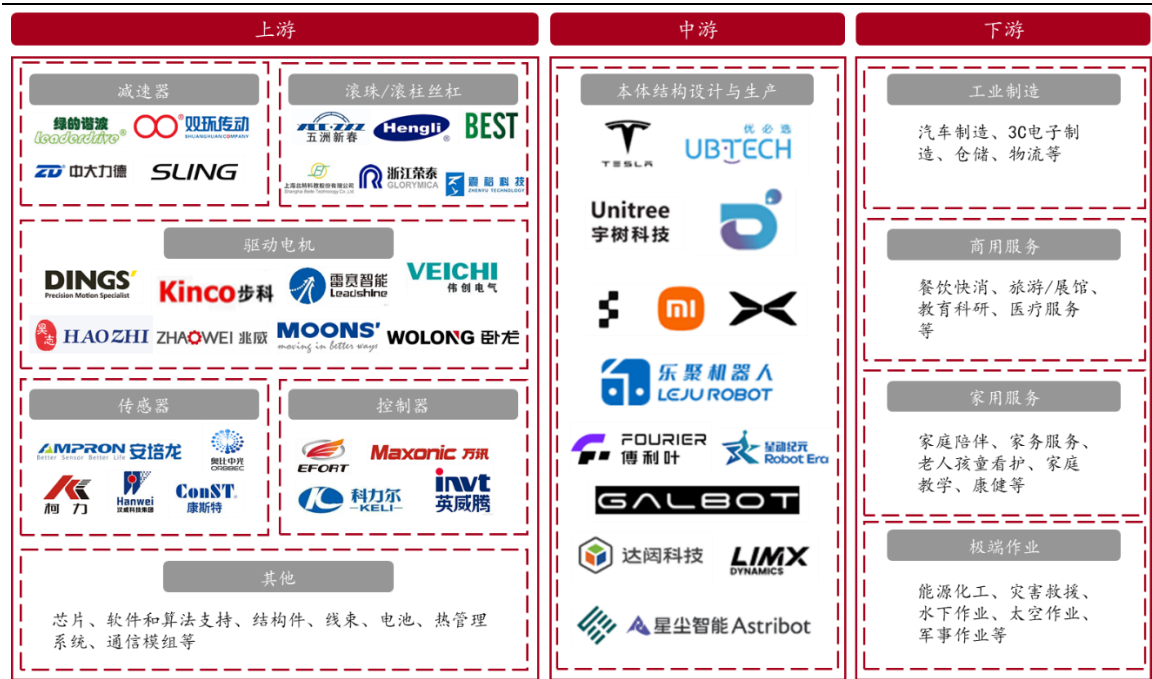
资料来源：CMRA，中银证券

注：根据 Google Patents、CNIPA 相关专利信息整理，可能存在偏差

我国已经形成了从上游核心零部件、中游人形机器人本体设计与制造及下游终端应用的全产业链覆盖：

- **上游：涵盖硬件零部件与底层软件系统，是支撑人形机器人性能与功能实现的基础。**硬件领域以高精密、高可靠性部件为核心，主要包括减速器、滚珠/滚柱丝杠、驱动电机、传感器、控制器、芯片、软件算法、结构件等等组成。目前上游领域已聚集一批具备专业研发与量产能力的企业，形成了相对成熟的细分供应体系，部分上游企业已与本体厂商建立深度合作，通过定制化开发适配人形机器人的核心需求，并协同推进产品迭代与性能持续优化；
- **中游：由本体公司组成。**本体公司作为行业的“主机厂”，承担人形机器人本体设计、系统集成与生产制造的核心职能，是产业链的核心枢纽，亦是衔接上游零部件供给与下游场景落地的关键桥梁。目前，源于运动控制算法与本体硬件的深度绑定关系，行业内大部分本体公司普遍采用“软件算法—结构设计—部件集成—产品量产”的一体化运营模式。运动控制算法是实现人形机器人行走、抓取等基础功能的核心基础，且其运行效果高度依赖于本体机械结构、重要零部件的良好适配，因此本体公司普遍同时布局运动控制算法研发，或者由深度掌握运动控制算法的企业衍生设立，形成算法研发与本体设计的核心能力架构。
- **下游：是人形机器人的应用场景，主要涵盖工业制造、商用服务、家用服务和极端作业等领域。**

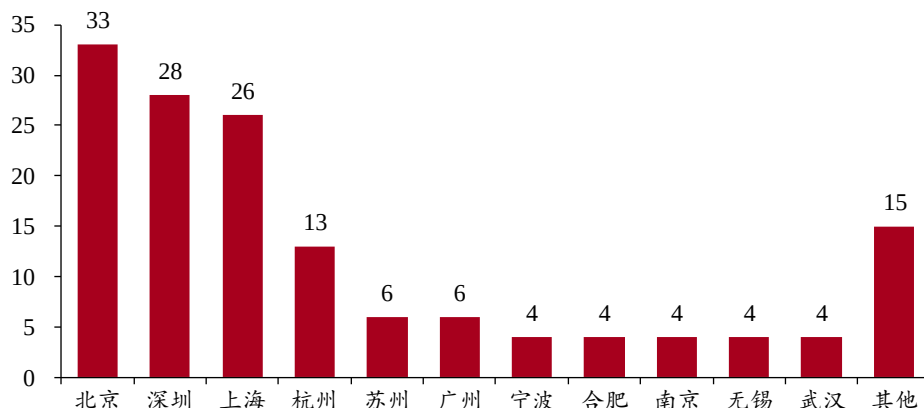
图表 70. 人形机器人产业链



资料来源：宇树科技招股说明书，乐聚智能招股说明书，亿欧智库，中银证券

从产业区域分布格局来看，我国当前已经形成京津冀、长三角、珠三角三大核心区域集群。根据机器人前瞻微信公众号不完全统计的 147 家企业样本中，中国人形机器人公司高度集中在北京、上海、深圳、杭州，分别为 33 家、26 家、28 家及 13 家，形成京津冀、长三角和珠三角三大区域集群。其中京津冀集群形成以北京为核心，以加速进化、星动纪元、松延动力等企业为代表，依托中关村创新生态打造智能决策中枢，为产业发展提供了坚实的技术支撑，同时重点突破 3C 电子制造、新能源汽车产线等智能装配示范应用场景；长三角集群以上海、杭州、苏州为核心，凭借完善的制造配套体系，成为整机量产与核心部件规模化生产的主战场，拥有智元、宇树科技、海康机器人等头部机器人企业；珠三角集群则以广佛莞为主力，以深圳为关键加速点，构建出全球人形机器人供应链生态，是国内人形机器人产业的“量产落地核心区”，核心企业包括优必选、乐聚、逐际动力等。

图表 71. 国内人形机器人本体制造企业所属地区统计（单位：家）



资料来源：机器人前瞻微信公众号，中银证券

图表 72. 中国人形机器人重点产业集群发展情况

	京津冀集群	长三角集群	珠三角集群
代表企业	加速进化、星动纪元、松延动力、银河通用、天津新松等	宇树科技、开普勒、智元、傅利叶、达闼科技、禾赛科技、步科股份、海康机器人、拓普集团等	优必选、乐聚、越疆机器人、众擎机器人、华为、中兴等
产业优势	➤ 中关村创新生态提供技术支持 ➤ 打造智能决策中枢 ➤ “揭榜挂帅”机制推进产业链自主化 ➤ 重点突破 3C 电子、新能源汽车产线应用	➤ 制造配套体系完善 ➤ 整机量产与核心部件规模化生产能力突出 ➤ 工业数字孪生平台支撑应用场景拓展 ➤ 多地协同形成“整机+零部件”生态	➤ 核心零部件高度本地化配套 ➤ 依托电子信息与精密制造基础，降本增效显著 ➤ 量产周期短，落地能力强 ➤ 5G-A、工业互联网融合优势明显

资料来源：赛迪传媒《2025 年人形机器人市场研究报告》，中银证券

算力 AI 发展、成本下降有望加速人形机器人落地，建议关注确定性零部件环节

物理 AI 三大要素，算法、算力、数据正迎来快速发展。模型方面，2026 年 6 月 1 日英伟达推出 Cosmos3 模型，面向物理 AI 的开放世界基础模型，是全球首款完全开放的全模态模型，基于突破性的混合 Transformer 架构所构建，将视觉推理、世界生成和动作预测集成至单一系统中，能够将物理 AI 的训练和评估周期从数月缩短至数天。同时，国内的在厂商在人形机器人世界模型方面也取得了不错的进步。

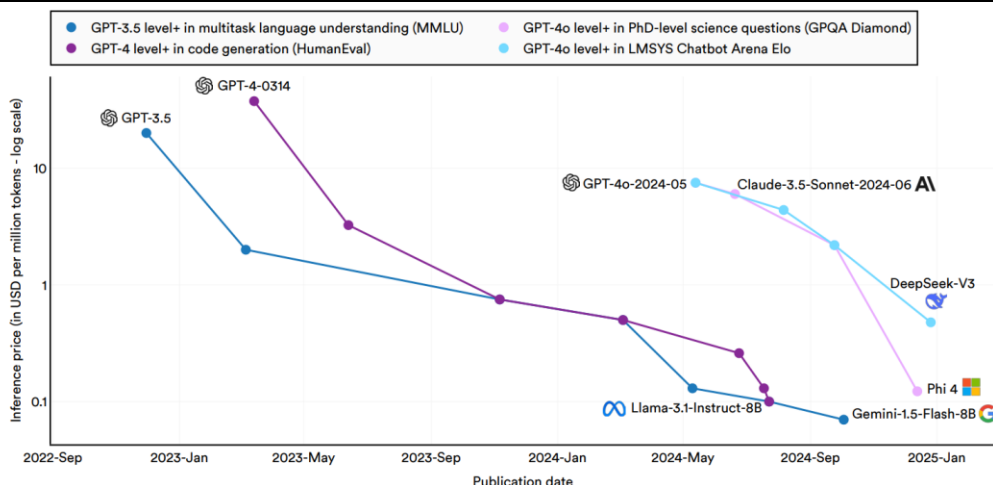
图表 73. 英伟达 Cosmos 系列物理 AI 开放模型



资料来源：英伟达官网，中银证券

算力不断增强，训练成本逐步降低。随着大模型的算法优化、推理工程改进和算力基础设施的扩张，近两年推理成本迅速下降。根据 Stanford HAI 《Artificial Intelligence Index Report 2025》中引用的 Epoch AI 数据，GPT-3.5 每百万词元的价格从 2022 年的 20 美元下降至 2024 年 10 月份的 0.07 美元，一年半的时间下降超过 280 倍。根据 Epoch AI 的估计，执行不同任务的大型语言模型（LLM）的推理成本每年下降 9 到 900 倍不等。对人形机器人而言，这意味着试错成本、调参成本、任务开发成本、场景微调成本同步下降，将加快人形机器人“大脑”的发展。

图表 74. 大模型推理价格快速下降



资料来源：Stanford HAI 《Artificial Intelligence Index Report 2025》，中银证券

国家政策助力，瞄准落地场景的行业痛点。2026 年 4 月，工信部、国务院国资委联合印发《关于联合开展 2026 年度人形机器人与具身智能实景实训专项行动的通知》，推动人形机器人与具身智能产品在真实生产生活环境中常态化部署应用，加速实现规模化发展。目标到 2026 年底，人形机器人等具身智能重点产品在一批代表性场景的应用验证和常态化部署，开启人形机器人与具身智能“作业模式”。凝练形成百个以上高价值应用场景，进一步丰富具身智能应用谱系，带动形成万台级规模落地能力。人形机器人与具身智能实景实训专项行动重点任务聚焦人形机器人与具身智能落地应用痛点卡点谋划布局，着力打通整机研发到规模化落地全链条，6 项任务路径明确、相互协同，既能推动产出数据、算法、整机解决方案等关键技术成果，又能推动实景应用迭代与规模化部署，培育典型案例与可推广路径，夯实长期发展基础。本次政策出台正是立足我国产业当前发展阶段、破解落地痛点、抢占全球竞争制高点的精准部署，有望加速我国人形机器人商业化进程。

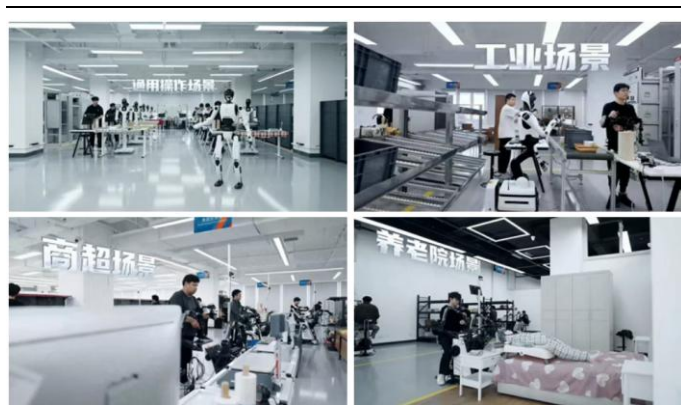
北京和上海人形机器人中心已建立具身智能的数据训练场，旨在解决机器人训练数据难题。北京人形机器人创新中心（即国家地方共建具身智能机器人创新中心）由工信部与北京市政府共同揭牌，北京人形机器人创新中心不仅牵头制定了国内首个具身智能数据集行业标准《人工智能具身智能数据采集规范》，还建成了具身智能机器人数据与训练基地一期，该数据基地一期建筑面积近 5000 平方米，覆盖家居、商超、办公等 30 多个典型场景。上海方面，2025 年 1 月“国家地方共建人形机器人创新中心”的具身智能训练场在上海正式启用，是全国首个异构人形机器人训练场，该训练基地开启了开源共享和贡献机制，旨在助力开源训练数据集且与全球实验室和企业进行合作。

图表 75.《关于联合开展 2026 年度人形机器人与具身智能实景实训专项行动的通知》



资料来源：工信部官网，中银证券

图表 76.北京人形的数据基地覆盖多个场景



资料来源：北京发布微信公众号，中银证券

部分厂商推出开源数据集或上线数据商城，共同促进行业加速发展。2026 年 3 月，具身感知驱动通用智能领域的“独角兽”企业帕西尼正式宣布，将在自贡国家高新区投建全模态超级数据采集工厂，与其他数据采集方案不同，帕西尼采用的是“以人为中心”的全模态数据采集体系，在采集现场，真人佩戴着 PMEC 触觉采集手套，执行各种日常操作，这种“以人为中心”方式下的数据采集速度，是传统遥操作方式的 3 到 6 倍，且不需要依赖昂贵的机器人本体，降低了数据采集成本。目前，帕西尼的数据云商城已经正式上线，向全行业开放数据购买。

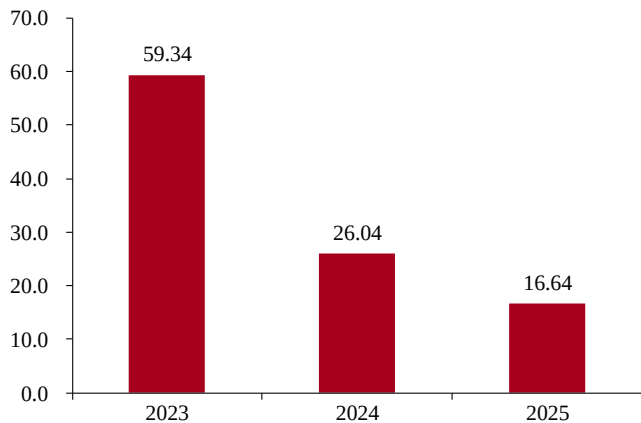
图表 77. 帕西尼上线数据云商城



资料来源：帕西尼数据云商城官网，中银证券

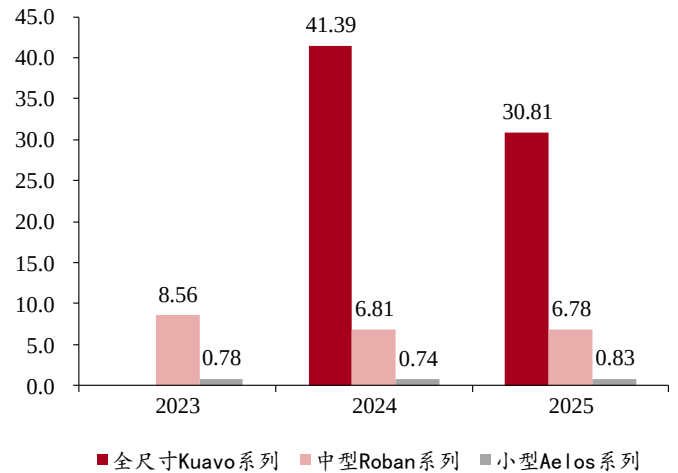
硬件成本方面，随着供应链逐步成熟以及规模效应释放，国内人形机器人展现出明显的价格下降趋势。根据宇树科技和乐聚智能的招股说明书，人形机器人平均单台售价呈现逐年下降的趋势，抛开产品结构变化的原因，主要得益于国内产业链的成熟、厂商工艺的改进、规模效应的显现。消费级市场方面，部分面向消费与科技教育市场的整机产品定价同样下降明显，例如宇树科技推出的 R1 单台售价降至 2.99 万元起，松延动力推出的 Bumi Lite 整机售价定为 9998 元起，将消费级人形机器人的准入门槛降至万元以内，表明人形机器人正在从高端工业、特种作业场景向大众消费级市场进行技术和应用渗透。我们认为，未来随着产业链的进一步成熟，制造端规模效应逐步释放，核心零部件成本有望持续下降，从而推动人形机器人的成本持续优化，提升商业化落地的可行性。

图表 78. 宇树科技平均售价（单位：万元/台）



资料来源：宇树科技招股说明书，中银证券

图表 79. 乐聚各系列机器人单价情况（单位：万元/台）



资料来源：乐聚智能招股说明书，中银证券

图表 80. 宇树科技 R1 售价 2.99 万元起



资料来源：宇树科技官网，中银证券

图表 81. 松延动力 Bumi Lite 售价 9,998 元起



资料来源：松延动力官网，中银证券

国内零部件厂商扩产，备战人形机器人本体放量。短期来看，人形机器人已经跨过量产门槛，订单规模实现显著突破；中长期来看，随着制约人形机器人大规模商业化落地的大模型泛化能力不足的瓶颈，在世界模型算法进步、训练成本下降、数据采集规模提升的带动下实现突破，人形机器人的大规模商业化落地可期，核心零部件环节有望率先完成从技术储备向订单和收入贡献的转化。近两年，国内部分相关核心零部件企业已经启动扩产。

图表 82. 国内部分人形机器人核心零部件企业产能扩展情况

公司	项目名称	计划公布时间	投资金额	建设周期	扩产内容
五洲新春	具身智能机器人和汽车智驾核心零部件研发与产业化项目	2025/6/16	10.55 亿元	36 个月	可实现年产 98 万套行星滚柱丝杠、210 万套微型滚珠丝杠、7 万组通用机器人专用轴承、100 万套汽车转向系统丝杠和 400 万套刹车驻车系统丝杠
北特科技	泰国丝杠生产基地建设项目（一期）	2025/6/26	3.49 亿元	24 个月	项目达产后将形成年产 80 万套行星滚柱丝杠的能力，主要应用于人形机器人肢体
丰立智能	新一代精密传动制造项目	2025/8/4	2.58 亿元	24 个月	预计将年产谐波减速器 18 万台、小微型减速器 20 万台、行星减速器 6 万台
震裕科技	人形机器人精密模组及零部件产业化项目（一期）	2025/12/23	5.67 亿元	24 个月	达产后可实现年产 21 万套人形机器人线性模组、56 万套行星滚柱丝杠、64 万套微型滚珠丝杠、4 万对灵巧手的传动及结构件的生产能力
富临精工	机器人集成电关节项目	2026/1/13	2.00 亿元	36 个月	将新增 50 万台/年机器人智能电关节的生产能力
美湖股份	智能执行单元及核心零部件建设项目	2026/5/6	3.87 亿元	36 个月	公司将提高智能执行单元及其减速器、电机、驱动器等核心零部件的规模化生产能力
中鼎股份	智能机器人关节总成制造测试项目	2026/5/21	3.90 亿元	24 个月	将实现年产 28 万个机器人关节、3 万套传感器配套控制硬件与线束产品的核心产能，同步具备 400 套软件授权及配套服务的交付能力
	智能机器人关节核心部件生产制造项目	2026/5/21	4.66 亿元	24 个月	将实现年产 15 万台传感器和 15 万台谐波减速器的生产能力

资料来源：各公司公告，中银证券

投资建议

人形机器人是具身智能理想载体，2025 年跨越量产门槛。随着人形机器人硬件技术的逐步成熟，叠加 AI 大模型的快速发展，在各国政策支持与投资加码等多重因素的共同驱动下，人形机器人产业迎来了历史性的拐点，国内外多个厂商在 2025 年实现规模化量产，根据 Omdia 和我们的统计，2025 年全球人形机器人出货量约 1.48 万台，同比 2024 年实现大幅增长，同时 2025 年国内机器人订单规模实现显著突破。从海内外各个本体厂商的规划来看，未来两年将是人形机器人迈向产业化的关键节点。

硬件运动能力提升迅速，大模型泛化能力是目前主要的商业化瓶颈。近两年，国内外人形机器人厂商在本体运动能力上取得明显进展，以目前人形机器人展示出来的硬件水平来看，我们认为能够满足落地基本需求，阻碍人形机器人大规模商业化的瓶颈主要是以“大脑”为核心的智能化水平仍然偏低，一方面目前相对成熟的 VLA 大模型在泛化能力上存在一定瓶颈，而泛化能力较强的世界模型还处于早期阶段，另一方面具身智能模型落地需要的高密度、高质量数据严重匮乏，导致目前人形机器人下游的应用场景还停留在工业和垂类应用等结构化场景中，距离家用服务的非结构化场景应用仍有很长的距离。

算法、算力、数据三方面快速发展，助力突破模型泛化能力瓶颈。模型方面，世界模型快速发展；算力方面，随着大模型的算法优化、推理工程改进和算力基础设施的扩张，算力供给快速增长，近两年推理成本迅速下降，人形机器人“大脑”训练和推理成本有望同步下降；数据方面，政府和厂商加速布局，补齐数据短板。作为物理 AI 三大要素的算法、算力、数据的快速发展，有望助力人形机器人突破模型泛化能力不足的瓶颈。

政策、资金、技术共振，国内产业链优势显著有望充分受益。凭借着国内独特的政策和资金支持体系、强大的制造业基础和供应链深度，以及规模化的成本优势，目前中国人形机器人的产业化落地及零部件降本已经处于全球领先地位，2025 年全球人形机器人出货量前六位全部为中国企业，合计占据全球 87.87% 的出货量份额。未来随着人形机器人走向大规模商业化应用，国内产业链或将充分受益，尤其是核心零部件环节，将率先兑现相关订单和收入。

运动方案逐步收敛，灵巧手、电子皮肤、散热等环节仍在迭代。拆解人形机器人的各个零部件来看，一个典型的人形机器人架构包括感知系统、决策及控制系统、执行系统及其他零部件，其中作为执行系统的旋转执行器、线性执行器和灵巧手占据主要的成本组成。目前来看，以电机、减速器、丝杠为主要核心零部件的电驱动执行系统，已经成为大部分厂商的选择，人形机器人的运动方案技术路线收敛，确定性较高。而灵巧手、电子皮肤、散热等环节受制于目前的技术水平、成本等因素，仍然处于技术路线的探索阶段，尽管存在一定的不确定性，但发展空间仍较为可观。

当前人形机器人行业仍处于从技术验证向规模化量产过渡的关键阶段，重点关注有望率先兑现订单和收入的核心零部件环节。建议关注恒立液压、绿的谐波、浙江荣泰、北特科技、震裕科技、拓普集团、三花智控、五洲新春、鸣志电器、步科股份、日盈电子、汉威科技、柯力传感等。

风险提示

人形机器人商业化进程不及预期：当前人形机器人仍处于从技术验证向规模化量产过渡的早期阶段，面临着续航能力、泛化能力不足等问题，若这些问题无法得到解决，将直接影响到人型机器人的商业化进程，从而影响到相关产业链公司的订单释放节奏，并对板块估值形成影响；

技术迭代的风险：目前人形机器人的技术尚未成熟、技术路线尚未完全收敛，若技术路线发生较大变化或新的技术出现，将直接影响相关零部件的使用，从而导致部分企业的产品布局、研发投入或产能规划面临调整压力；

盈利能力下降的风险：一方面，人形机器人本体仍然存在着降本的压力和诉求；另一方面，随着新进入者的增多，部分环节竞争加剧，导致产业链企业盈利能力面临下降的风险。

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20%以上；
增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不得以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担任何由此产生的任何责任及损失等。

本报告期内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告期内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371