

海外人形机器人：特斯拉引领 迈向具身智能新纪元

2025 年 09 月 19 日

➤ **引言：大模型赋能，迈向具身智能新纪元。**本篇报告为《人形机器人系列深度报告》第四篇，从发展历程、技术路线、竞争格局、发展趋势等多个维度解读海外人形机器人的产业化进程。具身大模型持续突破感知-决策-执行闭环技术瓶颈，海外人形机器人在工业制造、物流分拣、家庭服务等核心场景落地加速。我们认为海外人形机器人产业已迈入智能化发展的新阶段，技术研发、量产落地及商业应用等多维度迎来跨越式发展。

➤ **特斯拉 Optimus 研发进展迅速，软件与硬件端同步突破。**软件端，2024 年特斯拉 Optimus 已具备上肢重物搬运、动态抓握，以及下肢复杂地形自主运动能力，预计 2025 年将进一步优化崎岖地形步态、速度响应及跌倒恢复功能，未来有望依托算力优势加速逼近人类运动水平；硬件端，Optimus 3 将在 2025 年底推出，并在 2026 年开始量产，搭载 22 自由度灵巧手（预计采用微型丝杠+腱绳传动），预计采用轻量化解决方案。马斯克表示，Optimus 设计持续演进，特斯拉将以最快速度来扩大 Optimus 的生产规模，预计在 5 年内实现年产 100 万台的目标。Optimus 3 拥有精妙绝伦的设计，将成为特斯拉史上最畅销的产品。马斯克预估 Optimus 售价在 2-3 万美元，关注强降本诉求之下高壁垒、高价值量环节的国产替代机遇。

➤ **海外人形机器人硬件百花齐放，头部厂商产业化进展不断加速。**1) Figure AI：推出首个人形 VLA 模型 Helix，开启双机协作新时代；发布 BotQ 人形机器人工厂，成为全球融资最多、估值最高的人形机器人初创企业；2) Boston Dynamics：深耕机器人领域四十载，缔造人形机器人领域传奇；从液压转向电驱，Atlas 惊艳世界；积极与英伟达、RAI 研究所、本田研究所开展合作；3) 1X Technologies：NEO Gamma 全新发布，软硬件迎来全面升级；1X 是首家实现商业化销售的人形机器人公司，备受资本市场青睐；4) Sanctuary AI：Phoenix 8 采用轮式设计，搭载全新触觉传感器；拥有 21 个自由度的液压灵巧手，能够实现手内操作；5) Agility Robotics：Digit 加速量产，开启物流自动化新篇章；6) Apptronik：估值仅次于 Figure AI 的海外人形机器人独角兽，谷歌参投 3.5 亿美元 A 轮融资；与谷歌、奔驰、GXO 和捷普战略合作，推动 Apollo 商业化加速落地。

➤ **投资建议：**特斯拉引领海外人形机器人产业发展趋势，Figure、Agility、1X 等明星初创公司进化不断加速，2025 年有望成为海外人形机器人量产元年。客户维度，重视特斯拉量产确定性主线，以及明星初创公司的国内供应链；产品维度，看好 Optimus V3 潜在边际变化最大的硬件环节，包括灵巧手传动方案/触觉传感器构型、PC/ABS 机甲外壳、类 RV 替代腕部/肩部谐波减速器、轻量化以塑代钢、万向节替代关节轴承等。

建议关注：汽车零部件公司具有强客户拓展能力、强批量化生产能力，且主业产品与机器人高度相通。具备海外产能布局的优质汽车零部件公司，能够为海外机器人主机厂提供本地化配套服务，有效保障供应链安全。推荐海外链汽配机器人标的【拓普集团、均胜电子、新泉股份、银轮股份、旭升集团、北特科技】，建议关注【浙江荣泰、万向钱潮】。

➤ **风险提示：**AI 技术发展不及预期、硬件降本不及预期、市场需求不及预期。

推荐

维持评级



分析师 崔琰

执业证书：S0100523110002

邮箱：cuiyan@glms.com.cn

分析师 完颜尚文

执业证书：S0100525050001

邮箱：wanyanshangwen@glms.com.cn
n

相关研究

- 1.汽车和汽车零部件行业周报 20250914：机器人 Q4 迎重磅催化 看好 T 链核心主线-2025/09/14
- 2.汽车行业系列深度十一：2025Q2：盈利分化加剧 优质赛道韧性突显-2025/09/14
- 3.摩托车行业深度报告：本田百年复盘 自主摩企探径-2025/09/11
- 4.汽车和汽车零部件行业周报 20250907：海内外龙头共振 机器人催化可期-2025/09/07
- 5.汽车行业系列深度十：自主冲击豪华市场 高端定义增量空间-2025/09/02

目录

1 引言	3
2 海外人形机器人：大模型赋能 迈向具身智能新纪元	5
2.1 发展历程：发轫于传统运控 迈向具身智能新时代	5
2.2 技术路线：仿生与功能方向并行 技术探索多元化	6
2.3 竞争格局：科技巨头持续入局 美国初创公司领跑	9
2.4 发展趋势：大模型深度赋能 应用落地持续加速	11
2.5 小结	13
3 特斯拉：Optimus 量产在即 2027 年有望出货百万台	15
3.1 软件端：运动能力显著提升 功能有望快速迭代	15
3.2 硬件端：Optimus V3 发布在即 灵巧手/轻量化为优化方向	16
3.3 小结	18
4 其他核心主机厂：大模型加速赋能 应用场景持续落地	20
4.1 Figure AI：首个人形 VLA 模型 Helix 开启双机协作新时代	21
4.2 Boston Dynamics：从液压到电驱 Atlas 惊艳世界	25
4.3 1X Technologies：NEO Gamma 全新发布 软硬件全面升级	28
4.4 Sanctuary AI：Phoenix 8 采用轮式设计 搭载全新触觉传感器	31
4.5 Agility Robotics：Digit 加速量产 开启物流自动化新篇章	36
4.6 Apptronik：谷歌参投 3.5 亿美元融资 Apollo 商业化加速落地	39
4.7 小结	41
5 投资建议	43
6 风险提示	46
插图目录	47
表格目录	47

1 引言

本篇报告为《人形机器人系列深度报告》第四篇，详细解读海外人形机器人产业化发展历程，梳理拆解多元化技术路线探索，分析研判海外科技巨头、头部初创公司技术布局与商业化路径。我们认为，当前人形机器人产业化奇点已至，看好海外机器人产业链长期增量空间。

海外人形机器人产业化加速，迈向量产新纪元。海外人形机器人产业历经萌芽探索、集成发展、高动态发展及智能化发展四大阶段，技术路线呈现仿生模拟与功能学习双轨并行格局。日本侧重形态仿生与服务应用，而美国引领功能学习与复杂环境操作产业化。欧洲多国则多元化创新。竞争格局上，科技巨头通过全栈布局、内生发展及外延拓展三线并进，美国凭借 AI 积累强势领跑，初创公司数量与中国持平，近 10 年融资额达 13.7 亿美元居全球首位。发展趋势凸显大模型深度赋能，Figure AI 的 Helix VLA 模型突破跨场景泛化，Physical Intelligence 的 Hi Robot 分层架构提升指令跟随准确率 40%，端到端模型加速执行效率质变；应用落地聚焦工业制造、物流仓储及家庭服务三大场景，产业化拐点已至，建议关注强客户卡位与量产能力的汽配供应链企业。

特斯拉 Optimus 研发进展迅速，软件与硬件端同步突破。软件端，2024 年 Optimus 已具备上肢重物搬运、动态抓握，以及下肢复杂地形自主运动能力，预计 2025 年将进一步优化崎岖地形步态、速度响应及跌倒恢复功能，未来有望依托算力优势加速逼近人类运动水平；硬件端，Optimus 3 将在 2025 年年底推出，并在 2026 年开始量产，搭载 22 自由度灵巧手（预计采用微型丝杠+腱绳传动），预计采用轻量化解决方案。马斯克表示 2025 年特斯拉 Optimus 出货量有望达 5 千-1 万台，2027 年有望实现百万台级别量产，商业化落地进程显著提速。特斯拉将以最快速度来扩大 Optimus 的生产规模，预计在 5 年内实现年产 100 万台的目标。Optimus 3 拥有精妙绝伦的设计，将成为特斯拉史上最畅销的产品。马斯克预估 Optimus 售价在 2-3 万美元，关注强降本诉求之下高壁垒、高价值量环节的国产替代机遇。

海外人形机器人硬件百花齐放，头部厂商产业化进展不断加速：1) **Figure AI:** 推出首个人形 VLA 模型 Helix，开启双机协作新时代；发布 BotQ 人形机器人工厂，是全球融资最多、估值最高的人形机器人初创企业；2) **Boston Dynamics:** 深耕机器人领域四十载，缔造人形机器人领域传奇；从液压转向电驱，Atlas 惊艳世界；积极与英伟达、RAI 研究所、本田研究所开展合作；3) **1X Technologies:** NEO Gamma 全新发布，软硬件迎来全面升级；1X 是首家实现商业化销售的人形机器人公司，备受资本市场青睐；4) **Sanctuary AI:** Phoenix 8 采用轮式设计，搭载全新触觉传感器；拥有 21 个自由度的液压灵巧手，能够实现手内操作；5) **Agility Robotics:** Digit 加速量产，开启物流自动化新篇章；6) **Apptronik:** 全球估值仅次于 Figure AI 的人形机器人独角兽，谷歌参投 3.5 亿美元 A 轮融资；

与谷歌、奔驰、GTXO 和捷普合作，推动 Apollo 商业化加速落地。

本篇报告与市场不同之处：

- 1) 梳理海外人形机器人由萌芽探索、集成发展、高动态发展到智能化发展阶段的完整发展历程；
- 2) 对海外人形机器人的多元化技术路线进行分析梳理，详解海外各国在人形机器人领域技术路径差异；
- 3) 对海外代表性人形机器人主机厂进行分析，总结各玩家产业化进展、技术路线、应用场景。

2 海外人形机器人：大模型赋能 迈向具身智能新纪元

2.1 发展历程：发轫于传统运控 迈向具身智能新时代

海外人形机器人发展历程已经历了萌芽探索、集成发展、高动态发展、智能化发展四个阶段：

1) 萌芽探索阶段（20 世纪 60 年代末至 90 年代）

以实现基本的双足行走功能为主要目标。以日本早稻田大学为代表，开发了一系列机器人，如 WAP、WL、WABIAN 和 WABOT 等。这一阶段的主要特点是基本实现双足行走功能和控制能力，初步具备了拟人化的结构，但整体上运动能力较弱。

2) 集成发展阶段（21 世纪初至 2010 年）

以感知和智能控制整合为主要特点，本田公司的 ASIMO 系列人形机器人代表了这一阶段的重大进展，通过感知和智能控制技术的整合，机器人具备了初步的感知系统，能够感知周围环境的基本信息，并根据感知输入做出简单判断并调整动作。ASIMO 200 是其中的代表作，不仅外观类人，还能预测未来动作并主动调整重心，实现转弯时的流畅行走。

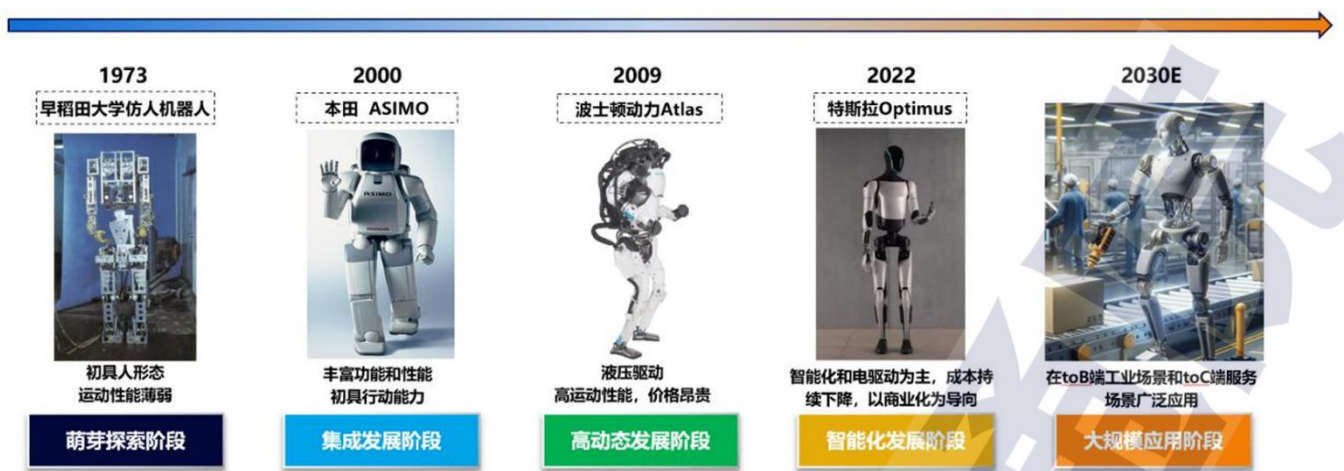
3) 高动态发展阶段（2010 年至 2022 年）

控制理论和技术的进步提升了机器人的认知能力，使其能够独立、稳定地执行复杂动作，且此阶段人形机器人已经具备了较强的运动能力。如本田的升级版 ASIMO 机器人采用电驱动的技术路线，并通过整合视觉和触觉物体识别技术，能够精确完成抓取物体和倒液体等精细任务。波士顿动力的 ATLAS 机器人采用液压驱动的技术路线，能够在具有挑战性的场景中保持平衡并实现高动态运动。

4) 智能化发展阶段（2022 年至今）

2023 年，大型语言模型的快速进步加速了具身智能的出现。在人工智能技术的赋能下，机器人具有了更加智能化的感知、交互和决策能力。同时，电驱动成为“肢体”主流技术路线，实现了更加精准的行走和操作，并提高了研发迭代速度。如特斯拉 Optimus 机器人，基于人工智能技术和自研的 FSD 芯片，通过端到端的神经网络模型实现任务级和动作级的决策，以及复杂环境中物体、人脸和手势等的识别。同时，通过其全身压力计算和实时反馈机制，使机器人的四肢运动更加灵敏，能够实现流畅和自然的动作。

图1：海外人形机器人主机厂发展历程



资料来源：《人形机器人产业发展研究报告（2024年）》中国信通院，民生证券研究院

2.2 技术路线：仿生与功能方向并行 技术探索多元化

海外人形机器人的主要研究方向可分为仿生模拟、功能学习两大类，其中日本以形态模拟见长，为人形机器人行业开创者；美国以功能学习见长，引领人形机器人产业化落地：

1) 日本：对人形机器人的研究主要侧重于仿生模拟，重点开发复杂且逼真的仿生机器人，主要面向家庭和服务应用。

早稻田大学 1976 年开创性地推出了 WABOT 系列机器人，首次成功实现了双足行走技术，并通过与东京大学和国家先进工业科学技术研究所 (AIST) 合作，在双足运动、控制算法和人机交互领域持续保持领先地位；

本田著名的 ASIMO 机器人源自 P2 人形步行机器人，尺寸更小，同时进一步提升了行走和工作能力。2011 年的 ASIMO 改进版展示了在崎岖地面行走、语音识别、避开静态和动态障碍物以及多指协调能力；

索尼开发了娱乐性人形机器人 SDR 和 QRIO（2003 年推出），能够唱歌、跳舞、踢球并进行人机交互。

2) 美国：人形机器人研究主要侧重于理解人脑的机制和功能学习，在复杂环境中机器人操作方面取得重大进展，为潜在的实际应用奠定了坚实基础。

Willow Garage 的双臂服务机器人 PR2 展示了执行复杂操作的能力，如叠衣服、叠毛巾、开门和自主寻找充电插座；

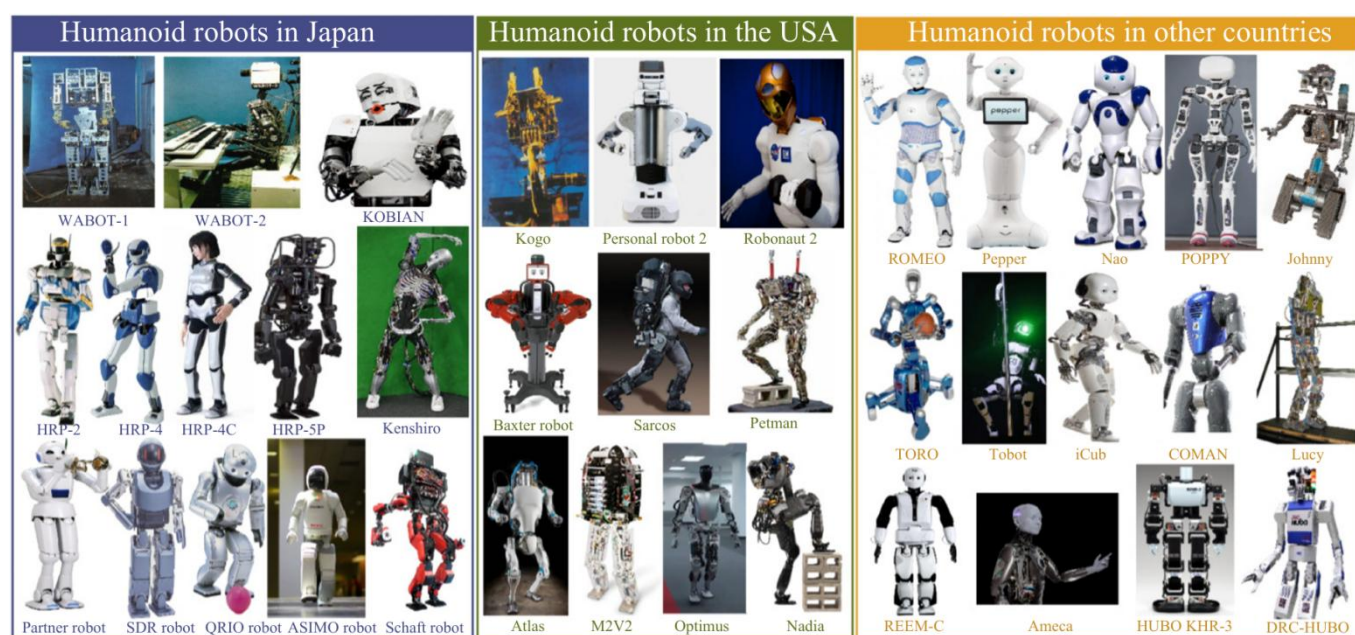
美国国家航空航天局 (NASA) 开发了人形双臂机器人 Robonaut 2，在国际

空间站上替代宇航员执行危险太空环境中的重复性任务；开发了各种动态且高度移动的机器人；

波士顿动力的 Atlas 机器人具备类似人类的感知、判断和决策技能，展示了穿越传送带、避开障碍物和维持平衡等动态能力；

特斯拉 Optimus 展示了类似人类的灵巧性、平稳行走、弯腰、向观众挥手以及表演简单舞蹈动作的能力。

图2：海外人形机器人代表性产品一览



资料来源：《Advancements in Humanoid Robots: A Comprehensive Review and Future Prospects》Yuchuang Tong 等，民生证券研究院

3) 其他国家：法国、德国、意大利等国在人形机器人领域也展开了多元化创新探索，Pepper、Ameca 等行业明星产品。

法国 Aldebaran Robotics 开发了各种人形机器人，包括 ROMEO、Pepper 和 NAO。NAO 机器人广泛应用于学术领域，享誉全球。ROMEO 主要为个人护理设计，能够观察周围环境并与人类交谈。Pepper 机器人旨在与人类互动，特别是通过人脸表情和声音识别情感并相应调整对话模式。

德国 航空航天中心（DLR）开发了 TORO 人形机器人，强调机器人手臂的协调控制和步态控制，以实现安全的人机交互。

意大利 理工学院开发的 iCub 人形机器人在人类认知和人工智能研究中发挥重要作用，旨在加深我们对人类认知过程的理解。

西班牙 PAL Robotics 推出了 REEM-C 人形机器人，具备行走、视觉识别和

人机交互能力。

英国 Engineered Arts 创造了一个以逼真表情和先进交互能力著称的人形机器人 Ameca，被誉为最像人类的机器人之一。

韩国科学技术院（KAIST）开发的 KHR 系列人形机器人获得了高度认可。HUBO KHR-3 机器人能以直膝步态以 1.4 公里/小时的速度行走，并能以 3.6 公里/小时的速度奔跑。

表1：海外各国家人形机器人代表性产品梳理

机器人	年份	研究机构	自由度	体重(kg)	身高 (m)	类型	被动自由度
WABIAN-2	2005	早稻田大学, 日本	41	64.5	1.53	双足	无
TMSUK-One	2007	早稻田大学, 日本	47	111	1.47	轮式	有
H7	2001	JSK, 日本	30	57	1.46	双足	无
Kengoro	2016	JSK, 日本	68	56	1.7	双足	有
HRP-2	2004	AIST, 日本	30	58	1.54	双足	无
HRP-4C	2009	AIST, 日本	42	43	1.58	双足	无
ASIMO2011	2011	Honda Giken, 日本	57	48	1.3	双足	无
HUMANOID	2005	Toyota, 日本	31	40	1.48	双足	无
HERB	2012	CMU, 美国	2×7	--	--	轮式	有
Robonaut 2	2010	NASA, 美国	58	223	2.4	双足	有
Valkyrie	2013	NASA, 美国	44	424	1.9	双足	有
PR2	2010	Willow Garage, 美国	2×7	--	1.26	轮式	有
Meka M1	2011	Meka Robotics, 美国	2×7	165	1.75	轮式	有
ATLAS	2016	Boston Dynamics, 美国	28	82	1.65	双足	无
Optimus Prime	2023	Tesla, 美国	40	56	1.73	双足	有
iCub	2004	IIT, 意大利	53	25	1.04	双足	无
WALK-MAN	2013	IIT, 意大利	33	120	1.85	双足	无
COMAN	2015	IIT, 意大利	25	31	0.95	双足	有
Justin	2007	DLR, 德国	43	45	1.7	轮式	有
ARMAR-IV	2003	KIT, 德国	63	70	1.7	轮式	无
RoboThespian	2007	Engineered Arts, 英国	30	33	1.75	固定	有
REEM-C	2014	Pal Robotics, 西班牙	68	70	1.6	双足	无
Pepper	2012	Aldebaran, 法国	20	28	1.28	轮式	无
ROMEO	2012	Aldebaran, 法国	37	44	1.4	双足	有
Albert-HUBO	2006	KAIST, 韩国	66	57	1.37	双足	无
DRC-HUBO	2015	KAIST, 韩国	33	80	1.75	双足 轮式	无
DARwin-OP	2011	UTokyo, 日本	20	2.8	0.45	双足	无
NAO	2009	Aldebaran, 法国	25	4.5	0.57	双足	无
Poppy	2014	INRIA, 法国	25	3.5	0.83	双足	有
Igus	2015	IAS, 德国	20	6.6	0.92	双足	有
Surena-Mini	2017	CAIST, Iran	23	3.3	0.53	双足	无
NimbRo-OP2	2018	AST, 德国	20	19	1.35	双足	无

Lola	2009	TUM, 德国	25	55	1.8	双足	无
------	------	---------	----	----	-----	----	---

资料来源:《Advancements in Humanoid Robots: A Comprehensive Review and Future Prospects》Yuchuang Tong 等, 民生证券研究院

2.3 竞争格局：科技巨头持续入局 美国初创公司领跑

海外科技巨头正通过多元化策略加速人形机器人领域布局, 内部研发+战略投资+合作赋能三线并行:

1) 全栈布局: 谷歌于 2025 年 2 月投资 Apptronik, 旗下 Deepmind 于 2024 年 12 月与 Apptronik 达成战略合作; 微软于 2024 年 2 月投资 Figure AI, 2024 年 5 月与 Sanctuary AI 达成战略合作, 2025 年 2 月发布 Magma 多模态基础模型; 英伟达 2024 年 2 月发布人形机器人基础模型 GR00T、投资 Figure AI, 2025 年 2 月与富士康达成合作;

2) 内生发展: 报道称, 苹果 2025 年 2 月开始人形机器人领域探索; Meta 于 2025 年 2 月, 在 Reality Labs 硬件部门下组建人形机器人专项研发团队; 特斯拉自研 Optimus 通用人形机器人, 目标为内部应用与商业化销售;

3) 外延拓展: 亚马逊于 2022 年 4 月投资 Agility、2024 年 7 月投资 Skild AI, 并于 2023 年 10 月开始在仓库中应用 Agility 的 Digit 人形机器人; 英特尔 2023 年 7 月投资 Figure AI; Open AI 于 2023 年 1 月通过 OpenAI Startup Fund 投资 1X Technologies, 并成为其合作伙伴, 2025 年 3 月开始发力人形机器人自研; 三星 2023 年 1 月收购 Rainbow Robotics 的少数股权, 2024 年 1 月通过三星 NEXT 投资 1X Technologies。

当前海外科技巨头布局方式呈现两大特征: 头部企业侧重技术融合与场景落地, 通过资本纽带绑定创新主体; 多数玩家避免单一路径依赖, 以内外兼修方式降低试错风险。行业仍处资源整合与技术验证阶段, 生态协同效应将加速商业化拐点到来。

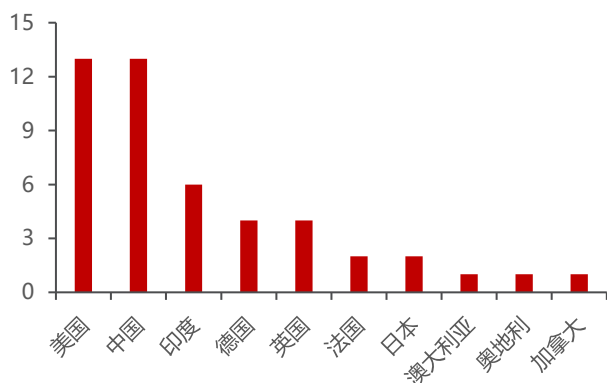
图3：海外科技巨头人形机器人领域布局

Company	Internal	Investment	Partnership / Pilot	Key Relationship ²	Details
					Invested in Skild AI (July 2024) and Agility Robotics (April 2022); piloting Agility's Digit robot in warehouses (Oct. 2023)
				N/A	Exploring humanoid per reports (Feb. 2025)
					Invested in (Feb. 2025) and entered strategic partnership with Apptроник via Google DeepMind (Dec. 2024)
				FIGURE	Intel Capital invested in Figure (July 2023)
				N/A	Formed new unit under its Reality Labs hardware division to develop humanoids (Feb. 2025)
					Invested in Figure (Feb. 2024); partnered with Sanctuary AI (May 2024); released Magma multimodal foundation model (Feb. 2025)
					Released Project GR00T foundation model for humanoids; invested in Figure (Feb. 2024); partnered with Foxconn (Feb. 2025)
					OpenAI Startup Fund invested in 1X and listed as a partner (Jan. 2023); exploring building its own humanoids (March 2025)
					Acquired a minority stake in Rainbow Robotics (Jan. 2023); Samsung NEXT invested in 1X (Jan. 2024)
				N/A	Developed its Optimus general-purpose humanoid robot for internal uses and to sell commercially

资料来源：CBInsights，民生证券研究院

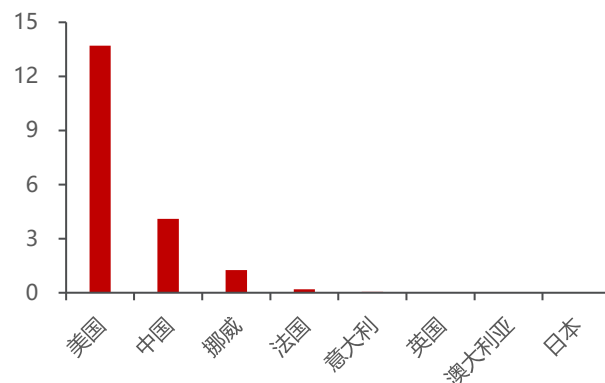
美国凭借 AI 领域强大积累，领跑人形机器人赛道。2020 年以前，以 ASIMO 为代表的日本人形机器人虽然也能做出端茶倒水动作，但使用的是传统运控算法，只能执行程序设定好的特定动作。而在 AI 时代，人形机器人的动作执行更多基于 AI 大模型和强化学习，能够一定程度上实现场景泛化和自主决策。美国开始凭借 AI 领域强大技术积累，强势领跑人形机器人赛道。截至目前，美国有 13 家人形机器人初创公司，与中国持平；过去 10 年中，美国人形机器人初创公司总融资额达 13.7 亿美元，远超其他国家。

图4：各国人形机器人初创公司数量（个）



资料来源：Tracxn，民生证券研究院

图5：过去 10 年各国人形机器人投资金额（亿美元）

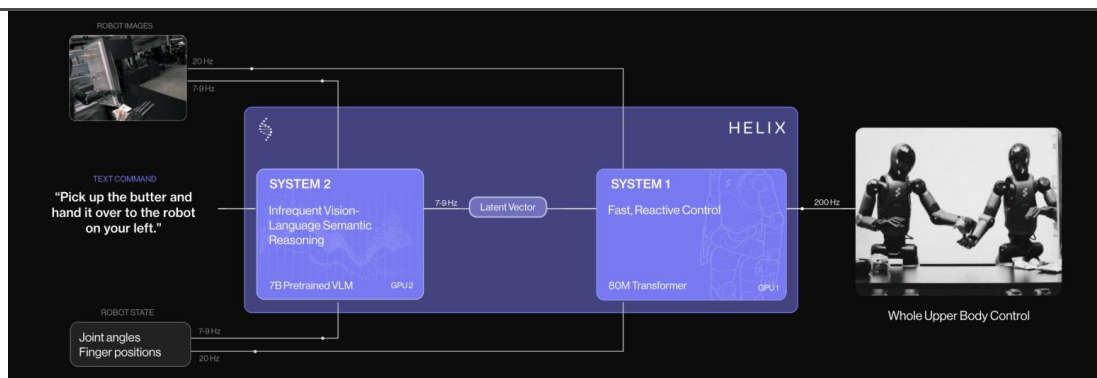


资料来源：Tracxn，民生证券研究院

2.4 发展趋势：大模型深度赋能 应用落地持续加速

具身大模型作为人形机器人智能化的核心引擎，正持续赋能海外主机厂突破感知-决策-执行闭环的技术瓶颈。Figure AI 自研的视觉-语言-动作（VLA）模型 Helix 已实现跨场景任务泛化，支持机器人在物流分拣中完成从零样本学习到动态包裹处理的升级；1X Technologies 依托 OpenAI 投资强化具身学习架构，通过 VR 远程操作积累真实动作数据训练 Neo 机器人，结合世界模型仿真优化家庭场景的咖啡制作、洗衣等长周期任务泛化能力；Physical Intelligence 推出的分层交互系统 Hi Robot 创新性整合高层推理 VLM 与底层执行 VLA 模型，在开放式指令跟随准确率上超越 GPT-4o 达 40%，为 Agility Robotics 等合作伙伴提供动态纠错与复杂任务分解能力。技术路径上，分层架构因模块化与可解释性优势暂居主流，但端到端模型随数据积累（如谷歌 RT-2）正推动执行效率质变，2025 年成为人形机器人智能化跃迁的关键拐点

图6: Figure Helix 模型架构



资料来源: Figure AI 官网, 民生证券研究院绘制

海外人形机器人应用端落地加速, 核心场景包括工业制造、物流分拣、家庭服务等场景:

1) 工业制造: 以标准化工业场景为切入点, 解决劳动力短缺与高危工种替代需求。Figure AI 与宝马达成深度合作, 其人形机器人 Figure 02 在汽车生产线承担装配、物料搬运等任务, 通过自研 Helix 模型实现任务快速迁移 (新场景部署周期从 12 个月压缩至 30 天), 目标未来四年交付 10 万台; Agility Robotics 建成全球首座人形机器人量产工厂 “RoboFab”, 年产 1 万台 Digit 机器人, 已与德国舍弗勒集团合作部署全球工厂物流网络, 优化仓储周转效率。

图7: Figure 02 在宝马汽车产线工作



资料来源: 宝马官网, 民生证券研究院

图8: Digit 在亚马逊工厂工作



资料来源: 亚马逊官网, 民生证券研究院

2) 物流分拣: 依赖环境适应性与末端操作泛化能力, 以柔性操作突破场景瓶颈。Figure AI 旗下 Figure 02 机器人在物流中心实现包裹分拣从 “零样本” 到落地应用的重大突破。通过 Helix 模型 (视觉-语言-动作 VLA 架构) 支持立体视觉感知与跨机器人策略迁移, 可处理扁平包裹、条码识别及漏拣校正; 亚马逊推进人形机器人 “最后一公里” 配送测试, 采用定制化方案解决窄通道通行与避障问题,

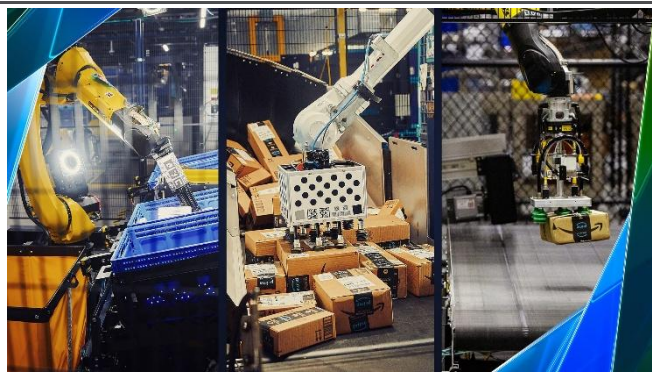
推动分拣流程自动化渗透率提升。

图9：Figure 02 物流中心包裹分拣



资料来源：Figure 官网，民生证券研究院

图10：亚马逊已在运营中大量部署机器人



资料来源：亚马逊官网，民生证券研究院

3) 家庭服务：以人性化设计打开 C 端市场，依赖安全性与情感化交互。1X Technologies 旗下 Neo Gamma 机器人专为家庭场景设计，采用针织尼龙外壳与 3D 打印鞋降低物理伤害风险，噪音控制至冰箱级（<30 分贝）。通过 20 自由度灵巧手与 VLA 模型实现煮咖啡、洗衣等泛化操作，情感交互模块（头部“情感耳环”灯光反馈、自研 LLM）增强陪伴属性，目标售价 3 万美元，计划 2025 年进入 10 万家庭。

图11：Neo Gamma 执行家庭场景任务



资料来源：宝马官网，民生证券研究院

图12：Neo Gamma 执行家庭场景任务



资料来源：亚马逊官网，民生证券研究院

2.5 小结

发轫于传统运控，迈向具身智能新时代。海外人形机器人产业已历经四个清晰的发展阶段：萌芽探索以日本早稻田大学 WABOT 系列为代表，核心目标是实现

基础双足行走功能；集成发展标志性事件是本田 ASIMO 的推出，其整合了初步感知系统，实现了环境交互与动作预测；高动态发展期（2010-2022 年）得益于控制理论的进步，机器人的运动能力显著提升，本田升级版 ASIMO 与波士顿动力 Atla 分别在电驱与液压路线上实现了复杂环境下的精细操作与高动态平衡；智能化发展阶段则深度融合大型语言模型，赋予机器人智能化感知、交互与决策能力。

仿生与功能方向并行，技术探索多元化。全球人形机器人技术路线呈现出多元化探索格局，核心分野在于“仿生模拟”与“功能学习”两大方向。日本作为行业开创者，长期侧重于形态仿生与服务应用，致力于开发复杂逼真的仿生机器人，早稻田大学、东京大学与 AIST 持续引领双足运动及控制算法研究。美国则引领功能学习路线，聚焦理解人脑机制与复杂环境操作产业化，在机器人操作领域取得重大进展。欧洲及其他国家则在人机交互、认知研究、情感识别等领域展开了丰富的创新实践，共同构成了全球人形机器人技术生态的多样性。

科技巨头持续入局，美国初创公司领跑。当前海外科技巨头正通过多元化策略加速布局人形机器人领域，主要形成全栈布局、内生发展及外延拓展三条路径。谷歌采取全栈策略，微软与英伟达亦积极卡位。苹果、Meta 与特斯拉则侧重内生发展。亚马逊、英特尔、OpenAI、三星则主要通过外延投资拓展生态。头部企业普遍注重 AI 技术融合与场景落地，通过资本纽带绑定创新主体，多数玩家避免单一路径依赖以降低试错风险，行业整体仍处资源整合与技术验证阶段，生态协同效应将加速商业化拐点到来。凭借在 AI 领域的深厚积累，美国在人形机器人赛道强势领跑，其初创公司数量与中国持平，但过去十年融资总额远超其他国家。

大模型深度赋能，应用落地持续加速。具身大模型作为人形机器人智能化的核心引擎，正持续赋能海外企业突破感知-决策-执行闭环的技术瓶颈。Figure AI 自研的 VLA 模型 Helix 已实现跨场景任务泛化，显著提升物流分拣效率并支持零样本学习到动态包裹处理的升级。1X Technologies 依托 OpenAI 强化具身学习架构，结合世界模型优化家庭场景的长周期任务泛化能力。Physical Intelligence 的分层交互系统 Hi Robot 创新整合高层推理 VLM 与底层执行 VLA 模型，在开放式指令跟随准确率上实现突破。技术路径上，分层架构因模块化与可解释性优势暂居主流，但端到端模型随数据积累正推动执行效率质变，2025 年被视为人形机器人智能化跃迁的关键拐点。应用端落地呈现加速态势，核心场景聚焦工业制造、物流分拣等。

3 特斯拉：Optimus 量产在即 2027 年有望出货百万台

3.1 软件端：运动能力显著提升 功能有望快速迭代

2023 年以来，Optimus 软件端进展迅猛，运动能力显著提升，功能性有望持续快速迭代：

1) **上肢能力**：进化主要在 2023 年，2024 年初已经能够实现柔性物体叠放的复杂功能，2024 年底进一步迭代了重物搬运、运动物体抓握能力；

2) **下肢能力**：2024 年突飞猛进，行走协调性、流畅度大幅提升，已具备类人行走能力，并且能够完成室外行走、自主爬高坡楼梯、复杂地形盲跑和平衡保持等复杂功能，2025 年 5 月已经能够完成流畅舞蹈能力展示，而 2023 年行走步态还较为机械、行走范围仅限于室内；

3) **模型训练**：2024 年成效显著，Optimus 可用功能丰富度提升明显，2024 年已经具备电池单元精确分类、未知空间自主探索与避障、自主充电并返回工位、与人类流畅对话并精确分发物品等一系列能力，2025 年 5 月进一步迭代了倒垃圾、撕厨房纸、操作微波炉等家庭场景任务能力，而 2023 年端到端神经网络训练刚刚开始，仅实现了根据颜色分类物品等基础能力。

图13：特斯拉 Optimus 历次更新情况一览

更新日期	2023年5月17日	2023年9月24日	2023年12月13日	2024年1月16日	2024年1月31日	2024年2月25日	2024年5月5日	2024年10月10日	2024年10月17日	2024年11月29日	2024年12月10日	2025年5月14日	2025年5月21日
上肢能力	精准扭矩控制 硬质物体抓放	校准能力提升	易碎物体抓放	柔性物体叠放				搬运 11kg 的托盘		精准抓握飞来的网球			
下肢能力	缓慢机械行走	单腿站立 身体舒展	步速提升 30% 平衡性提升 躯体控制能力提升	行走协调性提升	流畅类人行走	步速提升 行走距离提升	室外公共空间 独立行走	自主爬高坡楼梯		复杂地形盲跑和平衡 保持	流畅跳舞能力展示		
模型训练	端到端神经网络 人类动作训练	按照颜色分类物品 自动将歪倒物体摆正					准确分发电池单元 能够定位空闲槽位	准确地将特定物体递 给人类 与人类流畅对话	自主探索未知空间、避障 多机器人共享环境记忆 自主充电并返回工位 自主与人互动并分发物品			Optimus 顺利完成 倒垃圾、撕厨房纸、 操作微波炉等任务	

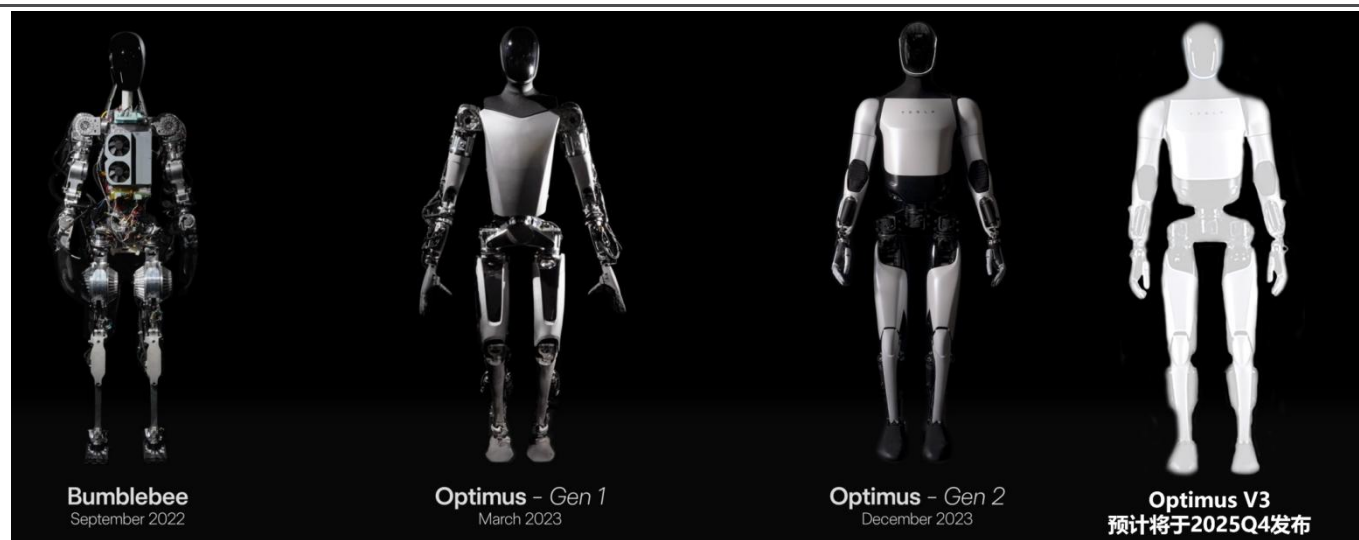
资料来源：CyberRobo，量子位等，民生证券研究院

展望 2025 年，我们认为：1) Optimus 运动能力有望进一步提升，崎岖地形步态、速度方向响应、跌倒爬起能力将持续迭代，不断接近人类能力；2) Optimus 功能性有望不断趋于完善，在特斯拉强大算力储备加持之下，Optimus 有望能够执行更多有用任务。

3.2 硬件端：Optimus V3 发布在即 灵巧手/轻量化为优化方向

Optimus 研发进展迅猛，预计 2030 年 Optimus 年产量达 100 万台。特斯拉 Optimus 研发进展迅猛，持续超市场预期：1) 2021 年 8 月，在特斯拉首届 AI Day 上，马斯克发布了人形机器人概念机 Tesla Bot，并宣布将于 2022 年推出人形机器人原型机；2) 2022 年 9 月，在特斯拉第二届 AI Day 上，人形机器人 Optimus 正式推出，已经能够完成能够完成搬运货物、给植物浇水和移动金属棒等工作，但行走还不稳定；3) 2023 年 12 月，Tesla Optimus 官方推特发布视频，第二代 Optimus 首次亮相，外观发生较大变化，行走速度、柔顺性、平稳性、操控性能大幅提升。马斯克表示，Optimus 3 将在 2025 年年底推出，并在 2026 年开始量产。

图14：Optimus 硬件方案变化时间轴

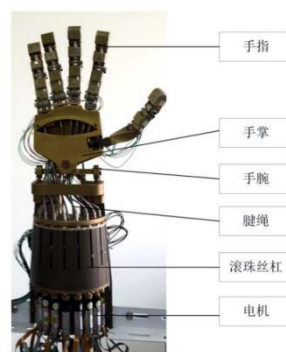


资料来源：informa，民生证券研究院

全新灵巧手拥有 22 个自由度，微型丝杠+腱绳或为传动方案。Optimus 副总裁 Milan Kovac 表示，全新灵巧手手部有 22 个自由度，手腕/前臂有 3 个，年底前新灵巧手仍需进行改进，方向包括扩展触觉传感集成（比之前的双手覆盖面积更大）、通过肌腱进行非常精细的控制、减轻前臂重量等。Optimus 新灵巧手具体传动方案尚未公开，参考外观类似的灵巧手方案，我们预计 Optimus 新灵巧手采用微型丝杠+腱绳进行传动，由微电机进行驱动。

图15: Optimus 全新灵巧手方案


资料来源：特斯拉官网，民生证券研究院

图16: 空间五指灵巧手结构设计


资料来源：韩运峥《空间五指灵巧手控制系统设计》，民生证券研究院

轻量化可大幅优化人形机器人性能。2023 年 12 月，Optimus Gen2 发布，与上一代相比重量减轻 10kg，特斯拉尚未其公开轻量化技术方案。人形机器人轻量化将带来显著性能提升：

- 1) 运动性能。大幅提高运动的机动性和工作效率，提高机器人负载，进而改善操作速度和动作准确度，减轻运动惯性
- 2) 工作效率。轻量化后的人形机器人工作效率会更高，对控制或关节的要求可能会下降，所需的执行功能的难度也可能会降低；
- 3) 续航能力。轻量化能够带来人形机器人续航能力提升，使其能够有限电量前提下完成复杂动作。

我们认为，铝/镁合金、PEEK 材料是可能的轻量化材料路径。

1) 铝/镁合金：铝合金、镁合金是工程应用中密度较小的金属结构材料，具有比强度和比刚度高、导热性好、尺寸稳定、减振降噪能力突出、电磁屏蔽性好，以及优异的铸造、焊接、切削加工性能，且易于回收，广泛应用于航空航天、汽车、通信电子和军工等领域；

2) PEEK 材料：PEEK 半结晶性、热塑性特种工程塑料，具有耐高温性、自润滑性、耐腐蚀性、阻燃性、耐水解性、耐磨损性以及抗疲劳性等优良的综合性能，最初应用于国防军工领域，后逐渐扩展至民用领域，包括工业制造业、航空航天、汽车工业、电子电气和医疗器械等。

表2: 轻量化材料物理性能对比

材料	密度 (g/cm ³)	抗拉强度 (Mpa)	弹性模量 (E 10 ⁴ Mpa)	硬度 (BHN)	熔点 (°C)
铝合金	2.7	110-270	7.15	75-120	660
锌合金	6.7	280-440	7.05	65-140	385
镁合金	1.8	250-343	4.41	40-75	650
钛合金	4.5	580-1646	11.76	270-310	1668

PEEK 1.3 90-110 3.6-4.1 80-85 343

资料来源：国家新材料产业资源共享，干塑网，上氟新材，民生证券研究院

马斯克表示，Optimus 设计持续演进，特斯拉将以最快速度来扩大 Optimus 的生产规模，预计在 5 年内实现年产 100 万台的目标。Optimus 3 拥有精妙绝伦的设计，将成为特斯拉史上最畅销的产品。马斯克预估 Optimus 售价在 2-3 万美元，关注强降本诉求之下高壁垒、高价值量环节的国产替代机遇。

表3：T 链人形机器人市场空间测算

Optimus 产量 (万台)		1	10	50	100	300	500	重点标的
关节总成	单价 (元)	5,000	3,000	2,500	2,000	1,800	1,500	拓普集团、三花智控
	配置数 (个)	28	28	28	28	28	28	
	市场空间 (亿元)	14	84	350	560	1,512	2,100	
谐波减速器	单价 (元)	2,500	2,000	1,500	1,000	800	700	哈默纳科、尼得科、绿的谐波、斯菱股份、中大力德等
	配置数 (个)	14	14	14	14	14	14	
	市场空间 (亿元)	4	28	105	140	336	490	
行星滚柱丝杠	单价 (元)	3,000	2,000	1,500	1,000	800	700	舍弗勒、北特科技、恒立液压、双林股份、浙江荣泰等
	配置数 (个)	10	10	10	10	10	10	
	市场空间 (亿元)	3	20	75	100	240	350	
梯形丝杠	单价 (元)	500	400	300	200	180	150	同上
	配置数 (个)	4	4	4	4	4	4	
	市场空间 (亿元)	0	2	6	8	22	30	
六维力传感器	单价 (元)	10,000	5,000	2,000	1,000	800	700	均胜电子、安培龙、柯力传感、凌云股份等
	配置数 (个)	4	4	4	4	4	4	
	市场空间 (亿元)	4	20	40	40	96	140	

资料来源：财联社、民生证券研究院测算（注：价值量数据为假设值，以上数据为测算）

3.3 小结

软件端：运动能力显著提升 功能有望快速迭代。Optimus 软件端进展迅猛，运动能力显著提升，功能性有望持续快速迭代。2024 年，Optimus 上肢已具备重

物搬运、运动物体抓握能力，下肢已具备自主爬高坡楼梯、复杂地形盲跑和平衡保持等复杂功能，功能丰富度明显提升。我们认为 Optimus 运动能力有望进一步提升，崎岖地形步态、速度方向响应、跌倒爬起能力将持续迭代，不断接近人类能力；Optimus 功能性有望不断趋于完善，在特斯拉强大算力储备加持之下，有望能够执行更多有用任务。

硬件端：方案趋于锁定 灵巧手/轻量化为优化方向。随着量产时间渐行渐进，我们预计 Optimus 硬件方案将趋于锁定，产业链供应关系有望进一步明确。Optimus 全新灵巧手拥有 22 个自由度，我们预计 Optimus 新灵巧手采用微型丝杠+腱绳进行传动，由微电机进行驱动。轻量化可大幅优化人形机器人性能，特斯拉尚未公开轻量化技术方案，我们认为铝/镁合金、PEEK 材料是可能的轻量化材料路径。

马斯克表示，Optimus 设计持续演进，特斯拉将以最快速度来扩大 Optimus 的生产规模，预计在 5 年内实现年产 100 万台的目标。随着量产时间渐行渐进，我们预计 Optimus 硬件方案将趋于锁定，产业链供应关系有望进一步明确。马斯克预估 Optimus 售价在 2-3 万美元，关注强降本诉求之下高壁垒、高价值量环节的国产替代机遇。

4 其他核心主机厂：大模型加速赋能 应用场景持续落地

海外人形机器人硬件百花齐放，头部厂商产业化进展不断加速：1) **Figure AI**：推出首个人形 VLA 模型 Helix，开启双机协作新时代；发布 BotQ 人形机器人工厂，与 Open AI、宝马等开展商业化合作；斩获多轮融资，是全球融资最多、估值最高的人形机器人初创企业；2) **Boston Dynamics**：深耕机器人领域四十载，缔造人形机器人领域传奇；从液压转向电驱，Atlas 惊艳世界；积极与英伟达、RAI 研究所、本田研究所开展合作；3) **1X Technologies**：NEO Gamma 全新发布，软硬件迎来全面升级；1X 是首家实现商业化销售的人形机器人公司，备受资本市场青睐；4) **Sanctuary AI**：Phoenix 8 采用轮式设计，搭载全新触觉传感器；拥有 21 个自由度的液压灵巧手，能够实现手内操作；5) **Agility Robotics**：Digit 加速量产，开启物流自动化新篇章；全球首家人形机器人工厂 RoboFab 已正式投产，目标年产能 1 万台；与亚马逊、舍弗勒、GXO 开展商业合作，是第一家能赚钱的人形机器人企业；6) **Apptronik**：全球估值仅次于 Figure AI 的人形机器人独角兽，谷歌参投 3.5 亿美元 A 轮融资；与谷歌、奔驰、GXO 和捷普合作，推动 Apollo 商业化加速落地。

表4：海外代表性人形机器人主机厂梳理

公司名称	Figure AI	Boston Dynamics	1X Technologies	Sanctuary AI	Agility Robotics	Apptronik
产品图示						
成立时间	2022 年	1992 年	2014 年	2018 年	2015 年	2016 年
所在地	美国加利福尼亚州	美国马萨诸塞州	挪威奥斯陆	加拿大温哥华	美国俄勒冈州	美国得克萨斯州
产品系列	Figure 01、Figure 02	Atlas（人形）、Spot（四足）	Eve（轮式）、NEO（人形）	Phoenix	Digit（双足）	Apollo
应用场景	工业装配（宝马工厂）、仓储物流	工业巡检、军事、高危作业	家庭服务（如家务、陪伴）、工业物流（搬运、巡逻）	工业制造（装配、质检）、零售服务（货架整理、客户引导）	物流仓储（货物搬运、分拣）	仓库自动化、制造工厂（零件装配、物料运输）
核心技术	Helix 端到端 VLA 模型、多模态自主决策	动态平衡与运动控制算法、电驱动技术、液压驱动技术	高扭矩低转速电机、肌腱驱动系统、仿生运动结构设计	Carbon 人工智能系统（自然语言处理 + 任务规划）、液压驱动与柔性控制技术	腿部运动控制算法、低功耗设计	串联弹性扭矩控制执行器、多模态传感器融合、与英伟达 GROOT 模型结合的 AI 系统
产业化进展	2025 年计划量产，已与宝马等企	2024 年宣布 Atlas 退役，新一	2025 年发布 NEO Gamma 原	2024 年发布第七代 Phoenix，计	2024 年与 GXO 签署多年协议，	2025 年与 Jabil Inc. 合作量产

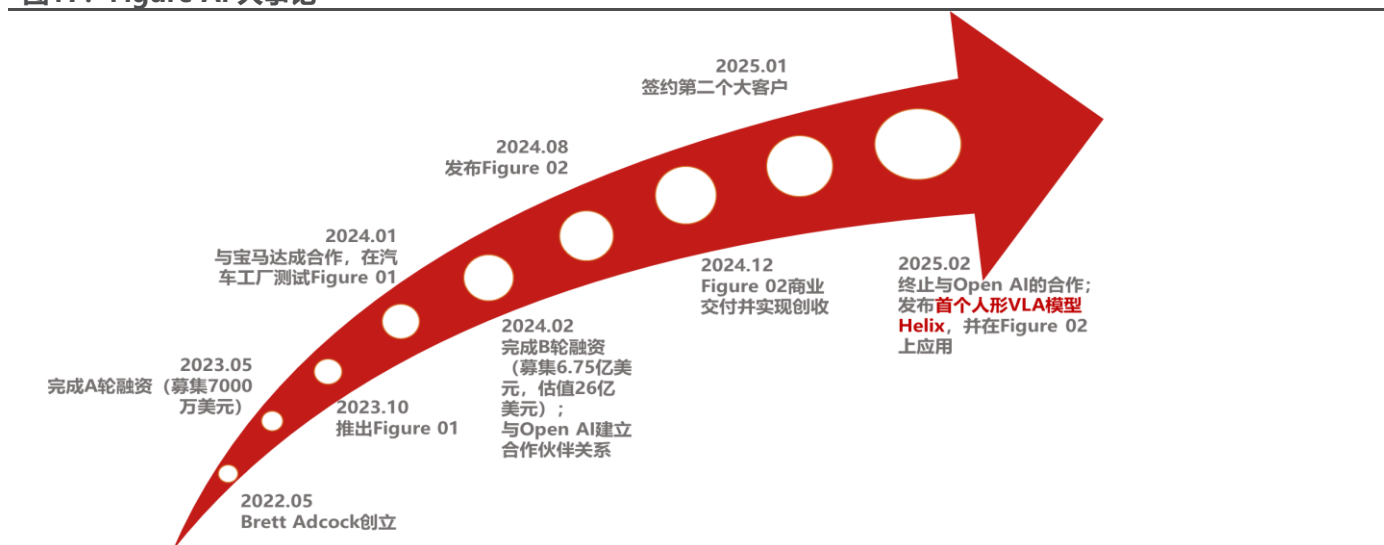
	业达成合作，目标 年产能数千台	代电动 Atlas 在 开发中；与 DHL 合作部署 Stretch 装卸机器人，计划 2030 年前全球部 署超 1,000 台	型机，开始家庭环 境测试；与英伟达 合作开发世界模 型，提升自主学习 能力	划部署 1000 台 轮式机器人，合作 方包括加拿大轮胎 公司	Digit 在仓库完成 1 万次订单搬 运；RoboFab 工 厂年产能目标 1 万台，成本降至行 业可接受水平	Apollo，目标成 本低于 10 万美 元，计划 2030 年交付 100 万台
最新估值	2025 年估值 400 亿美元，完 成 C 轮 15 亿美 元融资（投后估 值）	2020 年被现代汽 车收购时估值约 11 亿美元， 2025 年末披露最 新估值	2023 年估值 3.75 亿美元， 2024 年获得 600 万美元战略 投资，2025 年估 值未明确	2024 年获得 BDC Venture Capital 等战略投 资，估值约 2.29 亿美元（2023 年 数据）	2025 年估值 17.5 亿美元，完 成 4 亿美元融资 （投前估值）	2025 年完成 3.5 亿美元 A 轮融资 ，估值未披露

资料来源：各公司官网，民生证券研究院

4.1 Figure AI：首个人形 VLA 模型 Helix 开启双机协作 新时代

Figure AI 是全球领先的人形机器人独角兽企业。Figure AI 由 Brett Adcock 于 2022 年创立，总部位于美国硅谷，旨在开发具有自主能力的通用人形机器人，以解决劳动力短缺问题，并在制造业、物流、仓储和零售等领域实现广泛应用。在产品技术方面，Figure AI 推出了 Figure 01 和 Figure 02 以及首个人形 VLA 模型 Helix；在投融资方面，Figure AI 是全球融资最多、估值最高的人形机器人初创企业；在商业化落地方面，Figure AI 发布人形机器人工厂 BotQ，并与 Open AI、宝马等开展合作，积极推动人形机器人的应用。

图17：Figure AI 大事记



资料来源：机器人大学，亿欧网，每日经济新闻，民生证券研究院

在产品技术方面，从 Figure 01 到 Figure 02 更新迭代，首个人形 VLA 模型 Helix 开启双机协作新时代。

从 Figure 01 到 Figure 02，Figure AI 打造人形机器人从概念到原型、商业化应用的奇迹。

2023 年 10 月，Figure AI 推出首款人形机器人 Figure 01。Figure 01 为全电动机器人，重 60Kg（132 磅），有效载荷 20Kg（44 磅），步速 1.5m/s，电池续航时间 5 小时。Figure 01 具备基础运动能力，能够实现稳定的行走；拥有先进的感知交互能力，配备了摄像头、激光雷达和触觉传感器，能够自主执行物品抓取、搬运等任务；具有强大的学习思考能力，仅用 10 个小时的端到端训练，就可以自主完成煮咖啡的全流程。

2024 年 8 月，Figure AI 推出第二代机器人 Figure 02，语音交互、摄像头、VLM（视觉语言模型）、电池、CPU/GPU 等六大方面迎来全新升级。Figure 02 通过定制 AI 模型驱动的板载麦克风和扬声器，实现了与人类语音对话；搭载 6 个板载 RGB 摄像头，通过 AI 驱动的视觉系统感知和理解物理世界，并在内置 VLM 的支持下快速常识性视觉推理；采用自研的拥有 16 个自由度的第四代手，灵活度大幅提升；内置 2.25 KWh 的大容量电池，每天能够完成约 20 小时的有效工作；板载的 CPU/GPU 提供比上一代高 3 倍的计算和推理能力，具备自我修正的学习能力。

图18：Figure 01 与 Figure 02 对比图



资料来源：Figure AI，民生证券研究院

表5：Figure 01 和 Figure 02 关键参数对比

关键参数		Figure 01	Figure 02
设计目标		专注于基础任务自动化，例如物流搬运和工业流水线操作	以模拟人类形态和行为为核心，专注于高灵活性任务和人机交互
机械性能	自由度 (DOF)	10-15 个自由度 ，主要集中于臂部和抓取设备	20-40 个自由度 ，覆盖头部、手臂、腿部及手部关节
	承重能力	可搬运高达 100 千克的负载，适用于重工业	每个关节最大承重 5 千克，更适合精细任务
传感器系统	视觉传感器	单目相机，分辨率为 720p，用于简单环境识别	Intel RealSense 双目相机，1,080p 分辨率，支持深度图生成
	触觉传感器	无	手部和脚底覆盖多个触觉传感点，灵敏度达 10 克力
	激光雷达	基础 2D 激光雷达，扫描范围 10 米	Velodyne 360° 激光雷达，检测范围达 30 米
算力	处理器	低功耗处理器，支持简单的运动规划	Intel Core i7 和 NVIDIA Jetson GPU，支持复杂实时计算
	数据处理能力	每秒数据处理量 <10 GB	每秒数据处理量高达 100 GB
应用场景		适用于重复性任务，如工厂流水线、物资搬运	适用于需要人机交互和复杂决策的场景，如服务业、教育和医疗

资料来源：AI 技术与应用，民生证券研究院

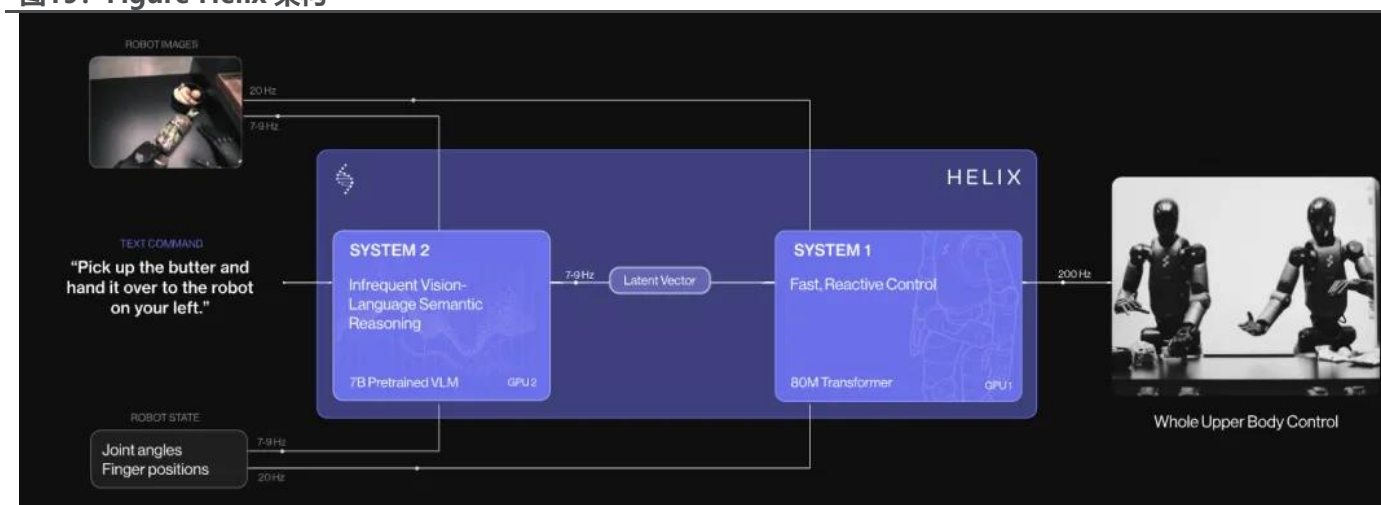
2025 年 2 月，Figure AI 推出首个 VLA 模型 Helix，开启双机协作新时代。

Helix 具有三大创新性：1) 开创性：首个人形 VLA 模型、多机器人协作。

Helix 是首个能输出高频连续控制信号的 VLA 模型，完整操控人形机器人上半身（包括手腕、躯干、头部及单个手指），并且是首个支持双机器人同步运行的 VLA 系统，使其能协作完成需长期操作的复杂任务；2) 泛化性：数据利用率提升、加速模型迭代。训练仅需传统 VLA 不到 5% 的数据量，突破数据依赖瓶颈，且无需依赖多机器人实体数据收集或多阶段训练，能够在有限数据下实现高维动作空间（35-DoF 控制）的稳定泛化；3) 落地性：嵌入式 GPU 运行、支持商业化部署。首个完全在嵌入式低功耗 GPU 上运行的 VLA 模型，满足实时控制需求，直接支持商业部署。

Helix 系统由 System 2 (S2) 和 System 1 (S1) 两大核心组件构成，二者协同实现语义理解与高频控制的统一，进行端到端训练：1) S2：语义理解中枢，VLM 主干网络。开源、开放权重的 70 亿参数量端侧互联网预训练视觉语言模型，接收图像、机器人姿态、语言等多模态信息输入，实现场景理解与语言解析，生成连续潜向量传递给 S1；2) S1：高频控制引擎，Visuomotor Transformer。8,000 万参数量的快速反应视觉运动策略，将 S2 生成的语义潜向量，实时转化为每秒 200 次精准连续动作。

图19: Figure Helix 架构



资料来源: Figure AI, 财联社, 民生证券研究院

Figure AI 是全球融资最多、估值最高的人形机器人初创企业。2023 年 4 月, Figure AI 完成 7,000 万美元 A 轮融资, 投资方包括 Parkway Venture Capital、Aliya Capital 和 Bold Ventures 等 10 家投资者, 估值超过 4 亿美元; 2023 年 7 月, 获得来自 Big Sky Partners 和 Intel Capital 等的 900 万美元融资; 2024 年 2 月, 斩获 6.75 亿美元 (近 50 亿元) 的 B 轮融资, 投资方包括英伟达、微软、亚马逊、OpenAI 等, 估值达到 26 亿美元 (约 188 亿元); 目前, Figure AI 正在洽谈 15 亿美元的 C 轮融资, 本轮融资由 Align Ventures 与 Parkway Venture Capital 领投, 估值将达到 400 亿美元, 估值比上轮融资增长超过 15 倍。

表6: Figure AI 融资情况

时间	融资	融资金额	投资方	估值
2023 年 4 月	A 轮	7,000 万美元	Parkway Venture Capital、Aliya Capital 和 Bold Ventures 等 10 家投资者	超过 4 亿美元
2023 年 7 月		900 万美元	Big Sky Partners 和 Intel Capital 等	
2024 年 2 月	B 轮	6.75 亿美元 (近 50 亿元)	Explore Investments LLC (1 亿美元)、Parkway Venture Capital (1 亿美元)、微软 (9500 万美元)、Align Ventures (9000 万美元)、英伟达 (5000 万美元) 和亚马逊 (5000 万美元)、OpenAI (500 万美元)、英特尔、三星、LG、Tamarack、Boscolo Intervest、ARK Venture Fund	26 亿美元 (约 188 亿元)
正在洽谈	C 轮	15 亿美元	Parkway Venture Capital 和 Align Ventures	400 亿美元 (约 2,900 亿元)

资料来源: 投中网, 民生证券研究院

Figure AI 发布人形机器人工厂 BotQ, 并与 Open AI、宝马等开展合作, 商

业化应用加速落地。

2025 年 3 月, Figure AI 发布了人形机器人工厂 BotQ。工厂预计年产能 12,000 台人形机器人;未来四年内计划将年产能扩展至 10 万台机器人和 300 万个执行器。工厂采用垂直整合制造模式,将关键生产环节内部化,自主把控从原材料采购到最终产品组装的全流程;引入先进的软件平台,涵盖制造执行系统(MES)、产品生命周期管理(PLM)、企业资源规划(ERP)以及仓库管理系统(WMS),实现生产流程的数字化、智能化管理,有效提升生产效率与资源利用率。此外,BotQ 工厂让“机器人制造机器人”,让人形机器人参与生产过程,提高自动化水平。

Figure AI 与宝马和北美大客户达成合作,已实现营收。2024 年 1 月, Figure AI 与宝马达成合作协议,计划在南卡罗来纳州斯巴达堡的 BMW 工厂开始部署 Figure 01 人形机器人;2024 年 12 月, Figure AI 实现创收,向客户交付的 Figure 02 已正式执行工作任务;2025 年 1 月, Figure AI 签约北美大客户,计划未来四年交付 10 万台人形机器人。

4.2 Boston Dynamics: 从液压到电驱 Altas 惊艳世界

波士顿动力 (Boston Dynamics) 深耕机器人领域四十载,缔造人形机器人领域传奇。

波士顿动力的发展历程可以大致分为以下四个阶段:

1) 军方合作: 诞生 BigDog 四足机器人和 Altas 原型机。1983 年,创始人马克·雷伯特造出了一台单足机器人,可以蹦跳移动,平衡性极好。1992 年,马克·雷伯特成立了波士顿动力。早期,波士顿动力主要服务美国军方,获得美国军方超千万美元投资,推出四足机器人 BigDog、阿尔法狗 LS3、四足机器人 Cheetah (猎豹)和可自由跳跃旋转的 Wildcat (野猫)等产品。2009 年,波士顿动力改进出人形双足机器人 Petman。2013 年,由 Petman 迭代而成的 Altas 原型机正式亮相。

2) 谷歌阶段: Altas 进一步进化,推出 Spot 四足机器人。2013 年,波士顿动力被谷歌收购,停止与军方的合作。2016 年 2 月,第二代 Altas 正式亮相,采用激光雷达和机器视觉,实现自主导航、定位和行走。2015 年 2 月,波士顿动力发布 Spot 四足机器人;后续推出 Spot Mini 版本。

3) 软银阶段: Altas 飞速进化,开启商业化进程。2017 年,软银集团获得波士顿动力的控制权。在软银控股期间,Altas 飞速进化,2017 年完成后空翻,2020 年完成跑酷,2021 年完成体操。2020 年 6 月,波士顿动力开启商业化之路,Spot Mini 以 7.45 万美元 (折合约 50 万元) 的价格发售。2020 年 H2,波士顿动力宣

布 Spot 四足机器人进军加拿大和欧洲市场。

4) 现代汽车阶段：探索人机协作新可能。2020 年底，现代汽车以 9.21 亿美元的价格接手波士顿动力，2021 年 6 月完成收购。2022 年 9 月，现代汽车和波士顿动力启动新的波士顿动力人工智能研究所，初始投资超过 4 亿美元。2024 年 4 月，液压版 Atlas 宣布退役，波士顿动力推出电驱版 Atlas。2024 年 10 月，波士顿动力发布电驱版 Atlas 进厂实训视频，全程自主完成任务。

图20：波士顿动力大事记



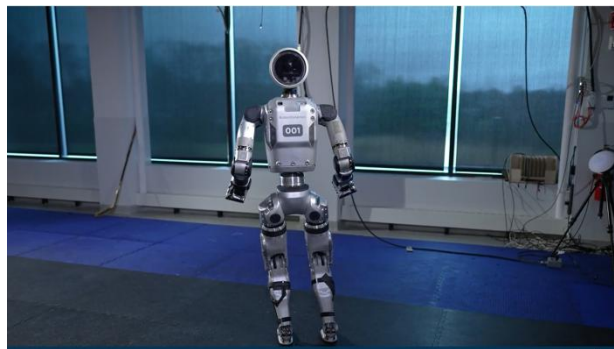
资料来源：波士顿动力官网，高工移动机器人，钛媒体，新智元，每日经济新闻，民生证券研究院

在产品方面，Atlas 历经多次迭代，从液压转向电驱，Atlas 惊艳世界。

2009 年，波士顿动力推出人形双足机器人 Petman，这是 Atlas 的前身；2013 年，Atlas 原型机正式亮相，可以实现走路、跳跃等基本动作，但仍需要电缆、钢缆等加以辅助；2016 年，第二代 Atlas 正式亮相，第二代 Atlas 配备了激光雷达和立体传感器，能够进行室内外自我导航、定位和行走；2017 年，Atlas 能够在跳跃时转动 180 度，并完成后空翻；2020 年，Atlas 可以完成整个跑酷过程；2021 年，Atlas 能够完成平衡木、跳马等高难度体操动作；2024 年，液压版 Atlas 宣布退役，全电动 Atlas 隆重亮相。

图21：波士顿动力历代液压版 Atlas


资料来源：波士顿动力官网，每日经济新闻，民生证券研究院

图22：波士顿动力电驱版 Atlas


资料来源：波士顿动力官网，民生证券研究院

Atlas 从液压转向电驱，推动商业化加速落地。据 36 氪消息，由于液压版本维护费用高昂，对客户不友好；以及近年来电机功率的大幅提升，波士顿动力选择从液压全面转向电驱，进一步推动商业化进程。与历代 Atlas 相比，电驱版 Atlas 在功能、硬件和软件方面均有显著提升：

1) 功能：电驱版 Atlas 更强大，更灵巧，更敏捷。电驱版 Atlas 的大多关节上安装了定制的高功率和非常灵活的致动器，大部分关节都比人类甚至精英运动员更强壮，头部和躯干能够实现 180 度旋转，运动范围更广泛；

2) 硬件：据机器人大讲堂消息，电驱版 Atlas 中设计一套封装几位紧凑的执行器，将力量融入到微小部件中，实现巨大的爆发力；

3) 软件：电驱版 Atlas 配备了新的人工智能和机器学习工具，例如强化学习和计算机视觉，以确保能够有效运行和适应复杂的现实情况。此外，波士顿动力推出了 Orbit™ 数字化软件平台，能够管理多个机器人车队、实现多个站点地图构建和标记，数字转换数据等功能。

表7：液压版 Atlas 和电驱版 Atlas 的关键参数对比

关键参数	液压版 Atlas	电驱版 Atlas
外形	高 1.75 米，重 80Kg	高 1.5 米，重 75Kg
自由度	28 个	28 个
动力系统	液压驱动，28 个液压执行器	电池驱动，28 个伺服电机
电池续航	无内置电池，需要外接电源	单次充电支持约 60 分钟高强度运动任务
步行速度	1.5m/s	1.5m/s
负载能力		可实现约 10Kg 的物品搬运
噪音水平	噪音较大	更安静
维护复杂度	维护复杂，需要专门团队维护	维护相对简单
成本	制造成本高 单台成本高达 200 万美元（约合 1,447 万元）	成本较低 单台成本约几十万人民币

资料来源：AI 技术与应用，静液压，量子位，中国机器人网，民生证券研究院

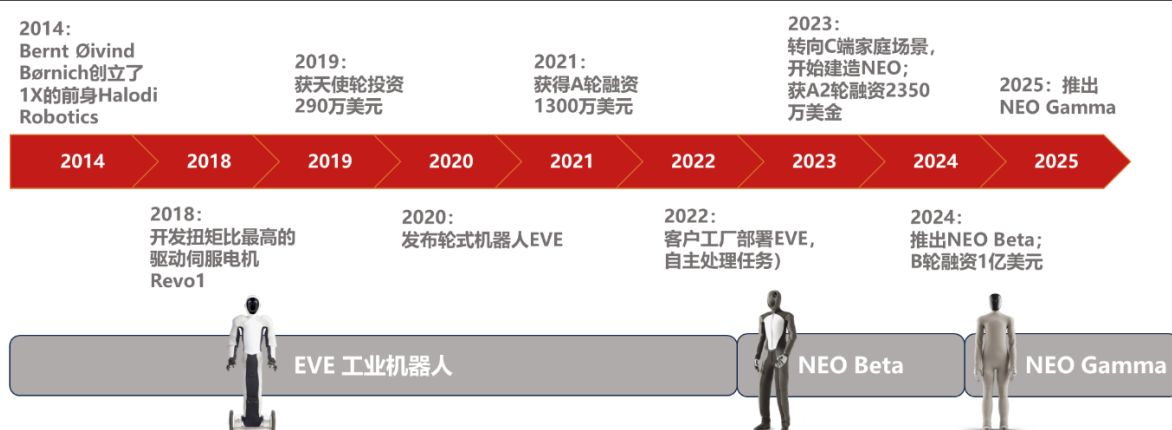
波士顿动力积极开展与英伟达、RAI 研究所、本田研究所 (TRI) 的合作。

2025CES 大会上, 英伟达公开合作展示的 14 家人形机器人企业就包括波士顿动力; 2025 年 3 月, 波士顿动力进一步拓展与英伟达的合作, Atlas 采用英伟达 Thor 平台, 并在英伟达 Isaac Lab 上学习新技能。2025 年 2 月, 波士顿动力与 RAI 研究所达成合作, 提升 Atlas 人形机器人学习能力, 此次合作的重点是 Atlas 的动态奔跑和全身操作重物。2024 年 10 月, 波士顿动力与丰田研究所 (TRI) 展开合作。该合作伙伴关系将丰田研究院在基于机器的大型行为模型学习方面的专业知识与波士顿动力公司的类人形机器人 Atlas 全面结合起来。丰田和波士顿动力之间的合作将侧重于基础研究, 着眼于最终的商业化用途。

4.3 1X Technologies: NEO Gamma 全新发布 软硬件全面升级

1X Technologies (以下简称 1X) 是全球知名的人形机器人科技公司, 也是首家实现商业化销售的人形机器人公司。2014 年, Bernt Øivind Børnich 创立 1X 的前身 Halodi Robotics, 旨在打造于人类一起劳动的通用机器人。2018 年, 1X 开发世界上扭矩比最高的驱动伺服电机 Revo1, Revo1 专为低传动比机器人何柔性机械装置量身打造。2020 年, 1X 发布了轮式人形机器人 EVE。2022 年, 1X 在全球客户的工厂中部署了轮式人形机器人 EVE, 开始自主处理工业任务。2023 年, 1X 转向 C 端家庭场景, 开始建造人形机器人 NEO。2024 年, 1X 推出专为家庭设计的双足机器人原型 NEO Beta。2025 年, 1X 推出最新款家用机器人 NEO Gamma。

图23: 1X 大事记



资料来源: 1X 官网, CSDN, 澎湃新闻, 上海证券报, 民生证券研究院

在产品技术方面，1X 发布轮式机器人 EVE 和双足机器人 NEO Beta、NEO Gamma，拥有仿生驱动技术、Revo1 运动马达、AI 系统等核心技术。轮式通用机器人 EVE 高约 1.86 米，重约 86Kg，最高时速可达 4m/s，可负载 15Kg，续航 6 小时，主要应用于物流、零售和巡逻等工业应用场景。双足机器人原型 NEO Beta 是家庭全能助手，高约 1.65 米，重 30Kg，步行速度 1.12m/s，奔跑速度 3.35m/s，续航 2-4 小时，可负载 20Kg，能够完成清洁地面、整理物品、传递包裹等基础家务以及厨房协作、紧急响应等任务。

与 EVE 和 NEO Beta 相比，NEO Gamma 在软硬件方面实现了全面升级：

1) 软件层面：类人控制+通用操作+LLM 三大更新

①**类人控制能力**：搭载 1X 全新自研多功能全身控制器，动态控制可达 100Hz，能够以自然的人类步态行走并摆动双臂，完成下蹲拾取地面物品、自主坐椅等动作；②**通用操作能力**：采用经过专门训练的神经网络，直接从原始传感器数据预测远程操控动作，能够在不同场景（包括训练数据未涵盖的环境）中抓取多种物体；③**自研新型大语言模型**：采用自研大语言模型（LLM），支持自然对话和肢体语言交互。集成的“伴侣功能”包含对话式语音界面，在人机交互友好性方面更贴近人类需求。

2) 硬件层面：尼龙外壳+肌腱关节+声学系统

①**尼龙编织外壳**：针织外衣、鞋子，由日本针织设备巨头岛精机（SHIMA SEIKI）设备 3D 打印成型，采用尼龙材质通过全成型编织工艺制成，确保服装完美贴合机身轮廓且不影响运动性能；②**肌腱驱动关节**：采用肌腱驱动关节技术（与主流电动驱动方案形成差异化），所有关节均配备软质保护外壳以增强被动安全性，创新性加入的“情感耳环”模块通过实时反馈机制，显著提升了人机交互的直观性；③**声学交互系统**：音频系统配备四组具备波束成形与回声消除功能的麦克风阵列（前/后/左/右方位），配合三扬声器系统（胸部内置 AI 语音交互单元），骨盆部位双外置低音单元（可呈现 360 度环绕声场）。

表8：EVE、NEO Beta 和 NEO Gamma 关键参数对比

关键参数	EVE	NEO Beta	NEO Gamma
类型	轮式人形机器人	双足人形机器人	
外形	高 1.86 米，重 86Kg	高 1.65 米，重 30Kg	
手部自由度	-	20 个	
负载能力	15Kg	20Kg	
电池续航	6h	2-4h	
移动速度	最高时速 4m/s	步行速度 1.12m/s； 跑步速度 3.35m/s	
定位	工业机器人	家庭机器人	
应用场景	物流、零售和守卫巡逻领域等	基础家务、厨房协作和紧急响应等	日常家务、个性化陪伴、厨房协作

外壳材质	-	-	编织尼龙材质
噪音水平	-	-	噪音降低 10 分贝
样式			

资料来源：1X 官网，电子工程专辑，AIGC 新知，CyberRobo，民生证券研究院

1X 拥有仿生驱动技术、Revo1 运动马达和 AI 系统三大核心技术：

1) 仿生驱动技术：仿生驱动技术：采用类似人体肌腱的柔性驱动系统，通过钢丝绳传递力量，避免传统齿轮的刚性摩擦，提升安全性和运动效率；

2) Revo1 运动马达：基于哈尔巴赫阵列磁铁设计的高扭矩直驱执行器，实现高负载与轻量化（扭矩重量比优化 30%）；

3) AI 系统：与 OpenAI 合作开发的世界模型，支持多模态感知、任务规划与自主学习，结合具身智能（Embodied AI）技术，解决机器人训练中的“sim2real 差距”问题。

1X 是首家实现商业化销售的人形机器人公司，广受资本市场青睐。

1X 积极推动人形机器人的商业化应用的落地。2020 年，1X 与 ADT Commercial 的 Everon 建立合作伙伴关系，部署 150-250 个人形机器人在美国商业建筑中进行夜间守卫；1X 计划 2025 年底前启动 NEO Gamma 的早期测试，该测试覆盖数百至数千个家庭。

1X 获得多轮融资，备受资本市场青睐。2019 年，1X 获得 290 万美元的天使轮融资；2021 年，1X 获得 1300 万美元的 A 轮融资；2023 年，1X 完成 2350 万美元的 A2 轮融资，投资方包括 Open AI 和老虎环球基金；2024 年，1X 获得 1 亿美元的 B 轮融资，EQT Ventures 领投。

1X 与 Open AI 和英伟达深度绑定，让 AI 赋能人形机器人。2022 年，1X 与 Open AI 合作，接入 GPT-4o 模型，用于提升机器人的语言识别和动作规划能力。英伟达给予 1X 底层技术支持，自 2023 年起，英伟达为 1X 提供 CUDA 加速库和 Isaac Sim 仿真平台，帮助其训练机器人完成复杂任务；2024 年，1X 和英伟达联合举办了“世界模型挑战赛”，利用英伟达 Cosmos 视频分词器压缩机器人动作数据，显著降低训练成本；2025 年 GTC 大会上，英伟达发布了全球首款开源人形机器人功能模型 GR00T N1，1X 已接入 GR00T N1，并利用该基础模型及其配套工具链开发新一代机器人产品。1X 在 NEO Gamma 上全面部署 GR00T N1，GTC 大会上英伟达 CEO 黄仁勋还展示了 NEO Gamma 使用基于 GR00T N1 模型构建的后训练策略执行自动整理工作。

表9：1X 融资情况

时间	融资	融资金额	投资方
2019 年	天使轮	290 万美元	
2021 年	A 轮	1,300 万美元	
2023 年	A2 轮	2,350 万美元	OpenAI 和老虎环球基金
2024 年	B 轮	1 亿美元	EQT Ventures 领投, Sandwater、Skagerak Capital 和 Nistad 集团跟投, Samsung NEX 参投

资料来源：1X 官网, Robot 猎场备忘录, 民生证券研究院

4.4 Sanctuary AI: Phoenix 8 采用轮式设计 搭载全新触觉传感器

Sanctuary AI 是一家领先的加拿大科技公司，致力于打造世界上第一个类人智能通用体。Sanctuary AI 由 Geordie Rose, Suzanne Gildert, Olivia Norton 和 Ajay Agrawal 于 2018 年共同创立，总部位于加拿大温哥华。Sanctuary 团队的成员创立了 D-Wave（量子计算行业的先驱）、Kindred（首次在生产机器人中使用强化学习）和 Creative Destruction Lab（开创了科学商业化的革命性方法，以改善人类生活）。公司现已拥有约 200 名优秀员工，他们均来自亚马逊、微软、软银机器人等知名科技企业，具备丰富的行业经验和专业技能。2024 年 11 月，前 CEO Geordie Rose 离职，目前由 James Wells 接替 CEO 一职，联合创始人 Olivia Norton 担任 CTO 和 CPO，Philip Smith 担任 CFO。

表10：Sanctuary AI 核心高管团队

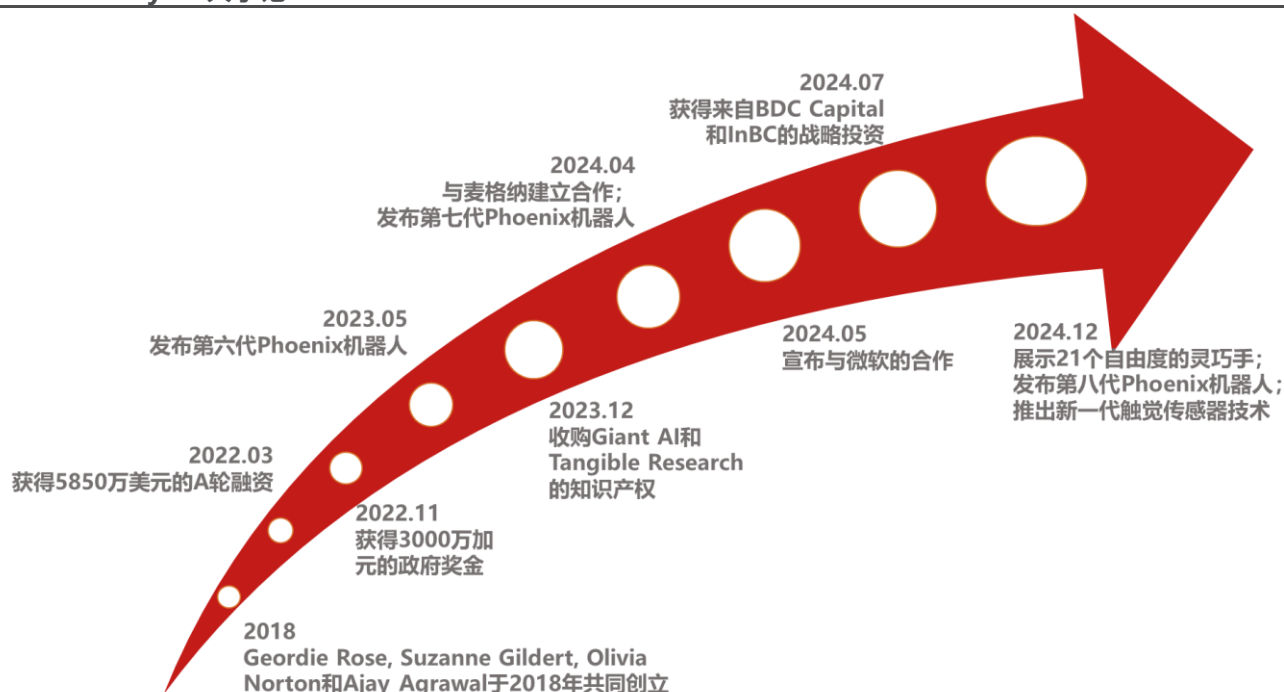
姓名	职位	相关履历
James Wells	CEO	- 2018 年加入 Sanctuary AI; - 开拓通用类人机器人的新市场，以应对全球日益严峻的劳动力挑战; - 曾与他人共同创建了三家公司，并进行了创始投资; - 曾投资三家处于早期阶段的科技公司，目前估值超过 10 亿美元; - 他专注于在全球范围内影响世界的突破性硬件技术的商业化、战略和融资; - 英属哥伦比亚大学的生物化学学士学位。
Olivia Norton	联合创始人、CTO、CPO	- 2018 年联合创立 Sanctuary AI; - 曾领导了位于温哥华的 Kindred AI 人工智能团队; - 曾在苏黎世联邦理工学院生物力学研究所为能源行业和研发部门提供咨询服务; - 温哥华经济委员会顾问委员会的成员; - Frontier Collective 的创始成员; - 不列颠哥伦比亚大学、西蒙弗雷泽大学、卡尔加里大学和科学世界的定期客座演讲者; - 2018 年 BC Business 30 under 30 奖获得者; - 2019 年 Schulich 工程学院校友奖获得者;

Philip Smith	CFO	- 不列颠哥伦比亚大学电气和计算机工程硕士学位, 卡尔加里大学生物医学工程专业的计算机工程学士学位。
		- 2021 年加入 Sanctuary AI;
		- 拥有 30 年的银行和资本市场经验;
		- 曾任投资者关系主管、债务和股权资本市场的全球主管;
		- 曾任全球银行和市场的首席运营官和首席财务官;
		- 芝加哥大学分析金融工商管理硕士学位、约翰霍普金斯大学国际关系学士学位。

资料来源: Sanctuary AI 官网, 民生证券研究院

Sanctuary AI 专注于类人智能人形机器人的开发, 引领行业发展。在产品技术方面, 人形机器人 Phoenix 历经八次迭代, 手臂和灵巧手的灵敏度行业领先。在投融资方面, 截至目前 Sanctuary AI 已经完成了超过 1.4 亿美元的融资。在商业化方面, Sanctuary AI 与加拿大轮胎公司 (CTC) 和麦格纳国际公司展开合作, 商业化落地加速推进。

图24: Sanctuary AI 大事记



资料来源: Sanctuary AI 官网, 机器人大讲堂, 民生证券研究院

在产品技术方面, 人形机器人 Phoenix 历经八次迭代, 新型触觉传感器让人形机器人“指尖生智”, 新一代液压灵巧手具有 21 个自由度。

2024 年 12 月, Sanctuary AI 发布第八代 Phoenix 机器人, 用于捕捉高质量数据。第八代 Phoenix 采用了轮式底座, 改进了视野和遥测系统, 增强了人机

交互。第八代 Phoenix 的主要改进包括：

- 1) 改进遥测系统，增强数据采集和训练；
- 2) 改进深度和视觉摄像机，增加视野和分辨率；
- 3) 改进 Phoenix 的传感套件和音频、视频系统；
- 4) 成本节约和设计方面的改进，提高制造速度和调试时间。

图25：Phoenix 第八代



资料来源：Sanctuary AI 官网，民生证券研究院

2025 年 2 月，Sanctuary AI 将新型触觉传感器技术集成到第八代 Phoenix 机器人上。新型触觉传感器技术的核心在于模仿人类触觉感知机制，为人形机器人配备能够灵敏感知压力、纹理、温度等物理信息的传感器。新型触觉传感器的加入使得 Phoenix 机器人能够进行更精准的操作、更灵敏的防滑检测与控制 and 更智能的力度控制，拥有更高的操作准确性、更可靠的盲操作能力和更广泛的任务适应性。

- 1) **更精准的操作：**触觉传感器能够提供实时的力度反馈和位置信息，人形机器人能够更精确地控制抓取力度和运动轨迹，从而完成更加精细的操作任务。例如，人形机器人可以轻轻拿起一个鸡蛋而不会将其捏碎，也可以稳稳地握住一个光滑的金属零件进行装配；
- 2) **更高的操作准确性：**触觉传感器帮助人形机器人更准确地判断物体的位置、形状和姿态，提高操作的准确性和成功率。例如，在盲操作场景中，人形机器人可以通过触觉“摸索”出零件的方向，将其准确地插入到目标位置；

- 3) **更可靠的盲操作能力**: 触觉传感器使得人形机器人在视觉受限的环境中依然能够可靠地工作。例如, 在黑暗环境中, 或者当物体被遮挡时, 人形机器人可以通过触觉感知物体的存在和状态, 并进行相应的操作;
- 4) **更灵敏的防滑检测与控制**: 触觉传感器能够实时监测物体是否发生滑动, 并及时调整抓握力度, 防止物体滑落。这对于抓取光滑或者不规则形状的物体尤为重要;
- 5) **更智能的力度控制**: 触觉传感器能够帮助人形机器人感知并控制施加在物体上的力度, 避免因用力过猛而损坏物体。这对于处理易碎品或者精密零件至关重要;
- 6) **更广泛的任务适应性**: 触觉传感器的加入, 使得 Phoenix 人形机器人能够胜任更多种类的任务, 拓展了其应用范围。例如, 人形机器人可以进行更加复杂的装配、打磨、抛光、清洁等操作, 甚至可以参与到一些需要高度灵巧性的服务行业工作中。

图26: Phoenix 搭载全新触觉传感器



资料来源: Sanctuary AI 官网, 民生证券研究院

图27: 全新触觉传感器



资料来源: Sanctuary AI 官网, 民生证券研究院

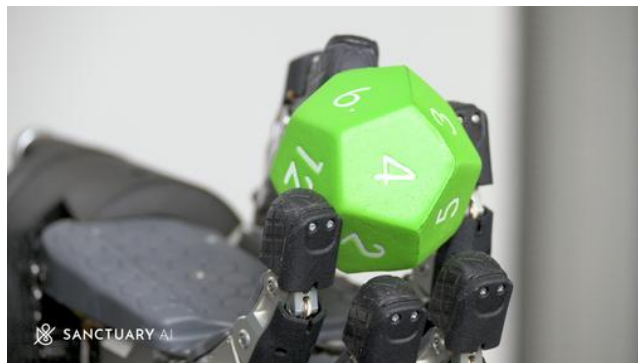
2024 年 12 月, Sanctuary AI 宣布新一代具有 21 个自由度的液压灵巧手能够进行手内操作。新一代灵巧手能够同时握住和操作一个物体, 能够执行翻转游戏模具, 缩小活动扳手的钳口宽度等精细任务, 这得益于集成在每个推杆中的力反馈系统。此外, 该灵巧手采用微型液压阀驱动器, 兼具精度、速度和力量, 比传统电缆和电机具有更长的使用寿命、更强的抗冲击能力和更佳的热管理能力。更重要的是, 液压阀执行器经过了 20 多亿次测试, 没有出现任何退化或泄漏迹象。

图28：灵巧手同时握住并调整扳手



资料来源：Sanctuary AI 官网，民生证券研究院

图29：灵巧手翻转游戏模具



资料来源：Sanctuary AI 官网，民生证券研究院

在投融资方面，截至目前 Sanctuary AI 已完成了超过 1.4 亿美元的融资。

2022 年 3 月，Sanctuary AI 获得来自 Bell, Evok Innovations 等投资方的 A 轮融资，共计 5850 万美元（约 7550 万加元）。2022 年 11 月，Sanctuary AI 获得来自加拿大政府战略创新基金（SIF）的 3000 万美元的投资。2024 年 7 月，Sanctuary AI 获得来自 BBC Capital 和 InBC 的战略投资。截至目前，Sanctuary AI 已经获得了超过 1.4 亿美元的融资。

表11：Sanctuary AI 融资情况

时间	融资	融资金额	投资方
2022 年 3 月	A 轮	5850 万美元 (7550 万加元)	Bell, Evok Innovations, Export Development Canada, Magana, SE Health, Verizon Ventures 和 Workday Ventures
2022 年 11 月	政府资金	3000 万美元	加拿大政府战略创新基金（SIF）
2024 年 7 月	战略融资	未公开	BBC Capital, InBC

资料来源：Sanctuary AI 官网，民生证券研究院

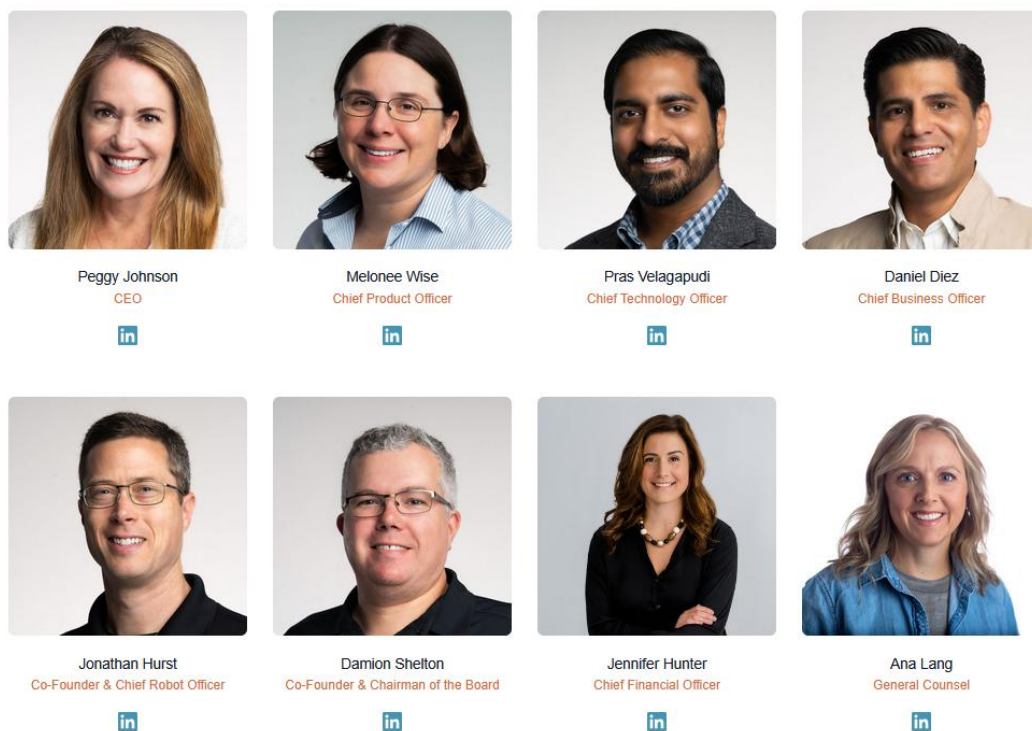
在商业化落地方面，Sanctuary AI 积极与加拿大轮船公司（CTC）和麦格纳展开合作，推动人形机器人的商业化进程。2022 年 3 月，Sanctuary AI 与 CTC 达成合作，完成了首个通用机器人商业部署。2024 年 4 月，Sanctuary AI 与麦格纳达成战略合作伙伴关系，计划将 Phoenix 机器人部署到麦格纳零部件工厂中。2024 年 7 月，Sanctuary AI 前 CEO Geordie Rose 在接受采访时表示，Sanctuary AI 即将部署首批 1000 台人形机器人，这些机器人很可能采用轮式结构。此外，Sanctuary AI 与微软展开合作，利用微软的 Azure 云资源开发通用机器人 AI 模型，在大语言模型（LLM）的基础上朝着大型语言模型（LLM）迈进；Sanctuary AI 参与英伟达 GR00T 项目，借助 NVIDIA Isaac Lab 加速灵巧手的学习。

4.5 Agility Robotics: Digit 加速量产 开启物流自动化新

篇章

Agility Robotics 是专注于双足机器人开发的物流自动化先锋。Agility Robotics 成立于 2015 年，由卡内基梅隆大学的计算机领域专家 Jonathan Hurst 和 Damion Shelton 联合创立，团队核心成员来自俄勒冈州立大学动态机器人实验室。该公司专注于开发双足人形机器人，致力于解决物流、仓储等场景中重复性高、劳动强度大的问题。

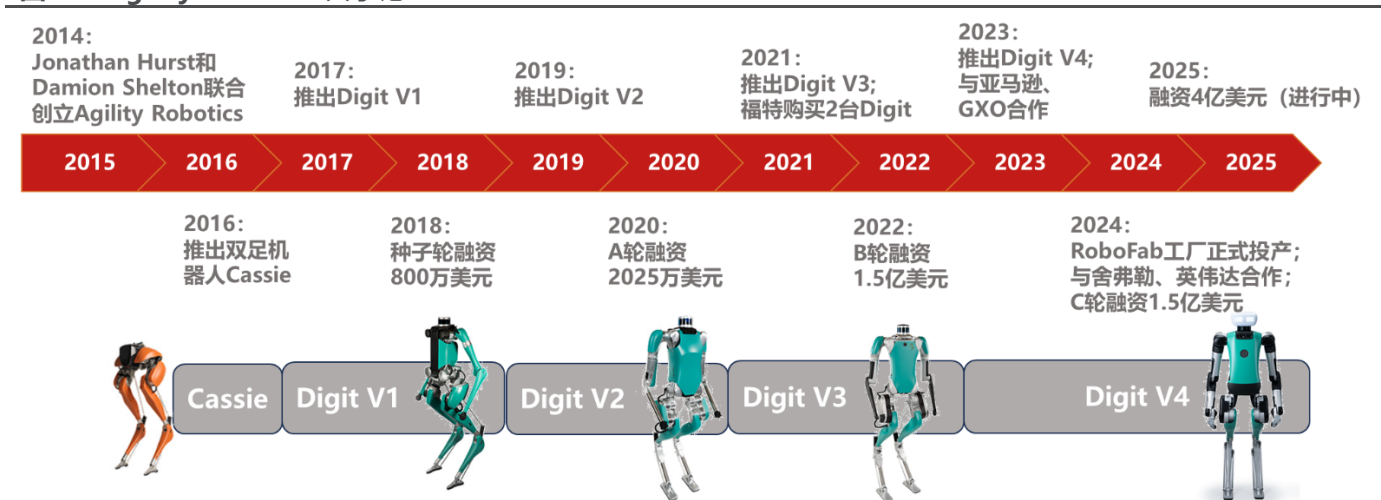
图30: Agility Robotics 核心高管团队



资料来源：Agility Robotics 官网，民生证券研究院

Agility Robotics 是专注于物流仓储自动化的人形机器人商业化先锋。在产品技术方面，人形机器人 Digit 历经四个版本的迭代更新；在投融资方面，Agility Robotics 陆续完成了种子轮、A 轮、B 轮、C 轮融资，目前估值达到 17.5 亿美元；在商业化落地方面，与亚马逊、GXO、舍弗勒等全球知名企业展开合作，是第一家能赚钱的人形机器人企业；在量产计划方面，全球首家人形机器人工厂 RoboFab 已正式投产，预计未来几年实现年产能 1 万台的目标。

图31: Agility Robotics 大事记



资料来源: Agility Robotics 官网, 机器人前瞻, CyberRobo, 雷锋网, 民生证券研究院

在产品技术方面,人形机器人Digit历经四个版本的更新迭代。Digit是Agility Robotics 的旗舰产品,身高约175cm,重65公斤,能举起16公斤重物。2023年3月,Agility Robotics 推出了第四代Digit。相较于前几代版本, Digit V4 增加了用于移动周转箱的末端执行器,优化了头部与眼睛,支持人机互动。2025年3月,Agility Robotics 在芝加哥 ProMat 展厅中展示了第四代高性能Digit, 该版本Digit可以协同完成卸垛、嵌堆、卸载和拆垛等物料搬运流程。

表12: Digit V4 和 Digit V3 的关键参数对比

关键参数	Digit V4	Digit V3
运行	待定;	GXO、亚马逊
部署数量	比例将逐渐增加到 4:1, 甚至可能增加到 10:1, 以提高客户的投资回报率	小批量, 数量未披露。采用 2: 1 的比例, 即客户获得两个单位的操作时间, 而另一个单位正在充电
续航	充电 1 小时, 运行 8 小时	充电 1 小时, 运行 2 小时
负重	22.68Kg (50 磅)	15.88Kg (35 磅)
成本	目标 2 美元-3 美元/小时	满载每小时 30 美元; 亚马逊试运营: 10 美元-12 美元/小时
收入	随部署数量而定	每个 Digit: 125,000 美元/两年
ROI	随部署数量而定	2 年
产能	RoFab2024 年正式投产, 首年产能几百台, 目标 10,000 台/年	
目标	将员工从体力劳动者转变为机器人管理者	

资料来源: CyberDaily, 民生证券研究院

在投融资方面, Agility Robotics 陆续完成了种子轮、A 轮和 B 轮融资, 目

前估值达到 17.5 亿美元。2018 年 3 月, Agility Robotics 获得来自 Playground Global 和索尼创新基金的种子轮融资, 融资金额达 800 万美元; 2020 年 4 月, 获来自 Playground Global、DCVC 等投资方的 A 轮融资, 融资额为 2025 万美元; 2022 年 4 月, 获得来自 Playground Global、亚马逊产业创新基金等投资方的 B 轮融资, 融资额高达 1.5 亿美元。据 The Information 报道, Agility Robotics 目前正以 17.5 亿美元 (约 127.18 亿元) 的估值融资 4 亿美元 (约 29.07 亿元)。

表13: Agility Robotics 融资情况

时间	融资	融资金额	投资方
2018 年 3 月	种子轮	800 万美元	Playground Global 领投, 索尼创新基金跟投
2020 年 4 月	A 轮	2025 万美元	DCVC 和 Playground Global 领投, MFV Partners、TDK Ventures、ITIC、Sony Innovation Fund 和 Safar Partners 跟投
2022 年 4 月	B 轮	1.5 亿美元	DCVC、Playground Global 领投, 亚马逊产业创新基金、MFV Partners、ITIC、Robotics Hub、Safar Partners、索尼创新基金和 TDK 参投
正在进行中		4 亿美元	WP Global 领投, 软银、DCVC、Playground Global、亚马逊产业基金、索尼创新基金等参投

资料来源: 高工人形机器人, CSDN, 智东西, 民生证券研究院

在商业化落地方面, 与亚马逊、GXO、舍弗勒等全球知名企业展开合作, 是第一家能赚钱的人形机器人企业。

1) 与亚马逊的合作: 2023 年 10 月, 亚马逊在位于西雅图南部的物流中心引入 Digit 进行测试, 机器人在该物流中心主要执行筛选、搬运物料箱的工作;

2) 与 GXO 的合作: 2023 年 12 月, Agility Robotics 与全球最大的纯合同物流供应商 GXO 达成合作, Digit 在 GXO 旗下的 Spanx 仓库中进行试点测试, 执行包括从 AMR 上移动货箱并将其放置在传送带上等任务。2024 年 6 月, 双方签署多年期协议, 正式将 Digit 机器人部署到 GXO 的物流运营中。这既是人形机器人在物流领域的首次正式商业化应用, 也是全球首次以机器人即服务 (RaaS) 模式部署人形机器人。截至 2024 年 8 月, Digit 已在 GXO 仓库完成了 10,000 个订单的搬运;

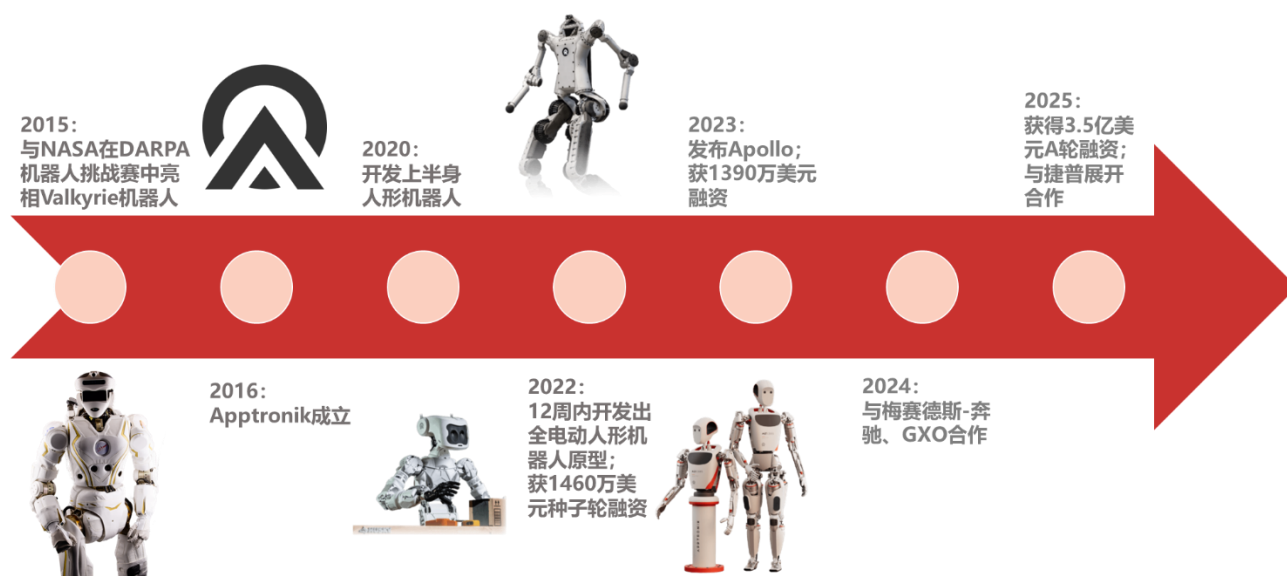
3) 与舍弗勒的合作: 2024 年 11 月, Agility Robotics 获得德国汽车零部件巨头舍弗勒投资, 同时签订采购协议, 计划在其全球 100 家工厂部署 Digit, Digit 将在这些工厂中执行搬运和运输货物到装配区及包装区的任务;

在量产计划方面, 全球首家人形机器人工厂 RoboFab 已正式投产。2024 年 10 月, Agility Robotics 建造的全球首家人形机器人工厂 RoboFab 已正式投产, 首年生产能力已达数百台, 预计未来几年将实现年产能 1 万台的目标。

4.6 Apptronik：谷歌参投 3.5 亿美元融资 Apollo 商业化加速落地

Apptronik 是一家备受资本青睐的人形机器人初创公司。Apptronik 成立于 2016 年，由德克萨斯大学奥斯丁分校人本机器人实验室团队创立，致力于开发能够改变人民生活和工作方式的下一代机器人。Apptronik 开发了多种机器人相关的产品，包括外骨骼、人形躯干、双足移动平台和独特机械臂等，其中有些机械臂的负载量超过了自身重量。

图32：Apptronik 大事记



资料来源：Apptronik 官网，高工人形机器人，美股之家，民生证券研究院

在产品技术方面，Apollo 是首个交互友好、批量生产、承载力高且安全的商用**人形机器人**。2023 年 9 月，Apptronik 推出专为工业场景设计的人性机器人 Apollo，目前已迭代至第八代。Apollo 实现了三大核心技术突破：

1) 超轻量化运动系统：Apollo 身高 1.72 米，体重 72Kg，负载 25Kg，可持续工作 4 小时。采用仿生肌腱驱动技术，电机能耗降低 40%，且无需液压装置，大幅减少故障率；

2) 类人脑决策架构：搭载自研的 Athena AI 系统，可在本地端完成复杂环境感知和实时路径规划。测试数据显示，Apollo 在杂乱仓库中搬运货物的效率比传

统机械臂高 300%；

3) 模块化设计革命：用户可根据需求更换机械手、视觉模块甚至“大脑”。例如，物流企业可配备夹爪和货箱识别系统，家庭场景则切换为柔性手掌和情感交互模块。

图33: Apollo 基础参数



资料来源：Apptronik 官网，高工人形机器人，民生证券研究院

在投融资方面，Apptronik 是全球估值仅次于 Figure AI 的人形机器人独角兽。2022 年 6 月，Apptronik 获 1460 万美元种子轮融资，Capital Factory、Perot Jain 和 Grit Ventures 参投；2023 年 2 月，Apptronik 获得来自 Terex 和 Scrum Venture 的 1390 万美元融资；2025 年 2 月，Apptronik 完成 3.5 亿美元（约合 25.4 亿元人民币）的 A 轮融资，估值达到 24 亿美元，B Capital 和 Capital Factory 共同领投，谷歌参投。Apptronik 表示 A 轮融资资金主要用于：

1) 加速下一代人形机器人的开发。快速推进 Apollo 的迭代，使其能够在物流、工业制造、养老和医疗保健等场景的广泛应用；

2) 突破人形机器人设计和开发的界限。Apptronik 采用全栈式方法设计人形机器人平台，实现用户友好、成本低廉与维护简单的行业需求，为大规模生产铺平道路；

3) 满足不断增长的客户需求。Appttronik 正在扩大 Apollo 的生产规模，以满足优先垂直行业日益增长的订单，包括汽车、电子制造、第三方物流供应商、饮料装瓶和配送以及消费包装商品。

表14：Appttronik 融资情况

时间	融资	融资金额	投资方
2022 年 3 月	种子轮	1460 万美元	Capital Factory、Perot Jain 和 Grit Ventures
2023 年 2 月		1390 万美元	Terex 和 Scrum Venture
2025 年 2 月	A 轮	3.5 亿美元 (25.4 亿元)	B Capital 和 Capital Factory 共同领投，谷歌参投

资料来源：高工人形机器人，美股之家，民生证券研究院

在商业化合作方面，Appttronik 积极开展与谷歌、奔驰、GXO 和捷普的合作，商业化进程加速推进。2024 年 12 月，Appttronik 与谷歌 DeepMind 达成合作，Appttronik 可以利用谷歌具备物理世界认知和推理的 Gemini2.0 加速训练 Apollo。2024 年 3 月，Appttronik 与梅赛德斯-奔驰达成合作，在美国德州奥斯汀总部工厂试点 Apollo 执行搬运、装配等任务；奔驰匈牙利工厂的试点数据则显示，Apollo 将零部件配送效率提升 40%，人力成本降低 32%。2024 年 6 月，Appttronik 与 GXO 达成合作，共同对人形机器人 Apollo 开展概念验证。2025 年 2 月，Appttronik 与全球工程制造巨头捷普（Jabil）合作，Apollo 将在捷普装配线上工作，甚至直接参与 Apollo 机器人生产。

4.7 小结

头部初创公司呈现“硬件百花齐放、大模型深度赋能”特征。Figure AI 推出全球首个人形 VLA 模型 Helix，实现双机器人协同作业，其训练数据利用率较传统模型提升 20 倍；第二代 Figure 02 通过定制 AI 模型强化人机交互，与宝马合作推进汽车产线应用，目标四年交付 10 万台。Boston Dynamics 完成液压向电驱技术转型，电驱版 Atlas 采用仿生肌腱结构，扭矩密度提升 40%，依托 Orbit™ 软件平台实现多机调度。1X Technologies 的 NEO Gamma 首创尼龙编织外壳与情感交互模块，结合 OpenAI 技术实现家庭场景长周期任务泛化；Sanctuary AI 的 Phoenix 8 搭载 21 自由度液压灵巧手及新型触觉传感器，力控精度达 10 克级，已落地工业精密装配场景。

产业化落地呈现“物流主导、工业渗透、家庭探索”三级推进格局。Agility Robotics 建成全球首座人形机器人工厂 RoboFab，Digit 机器人通过 RaaS 模式在 GXO 仓库完成超万次订单搬运，年产能目标 1 万台；其第四代产品负载能力提升至 22.7kg，目标成本压缩至 2-3 美元/小时。Appttronik 与奔驰合作试点显示，

Apollo 机器人将产线零部件配送效率提升 40%，获谷歌参投 3.5 亿美元加速量产进程。当前应用仍以标准化场景为主：物流领域聚焦货箱转运与 AMR 协同 (Figure 02 分拣效率达人工 1.8 倍)，工业场景延伸至汽车装配线 (宝马)、电子制造 (捷普) 等高精度领域，家庭服务处于功能验证阶段 (1X NEO Gamma 厨房协作任务完成率突破 85%)。

资本驱动下行业估值中枢持续上移，美国领跑优势进一步巩固。 Figure AI C 轮融资估值达 400 亿美元 (15 个月内增长 15 倍)，Agility Robotics 投前估值 17.5 亿美元，Appten A 轮融资规模居行业前列。技术路线呈现 “分层架构主导、端到端突破” 并行态势：Physical Intelligence 的 Hi Robot 模型通过 VLM+VLA 分层设计提升指令跟随准确率 40%，而特斯拉端到端神经网络依托算力优势未来有望加速逼近人类运动水平。

5 投资建议

人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，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，重塑全球产业发展格局。当前，海外人形机器人产业已迈入智能化发展的新阶段，以特斯拉、Figure AI、Boston Dynamics等为代表的企业正从技术研发、量产落地及商业应用等多维度推动行业跨越式发展，产业化拐点已然显现。

我们认为，当前海外人形机器人产业奇点已至，应用端、成本端、软件端迎来三重突破，产业化关键瓶颈正在打开：

应用端：人形机器人正从实验室走向真实场景，逐步在工业制造、物流仓储、家庭服务等领域实现功能验证与初步商用。 特斯拉Optimus依托自有超级工厂提供天然落地场景，已具备复杂物品操作、动态行走与多任务执行能力；Figure AI与宝马达成合作，推进汽车装配线自动化；Agility Robotics旗下Digit机器人已通过RaaS模式在GXO仓库完成超万次订单搬运；1X Technologies聚焦家庭场景，推出NEO Gamma实现情感化交互与长周期任务泛化。人形机器人的应用正从“单点演示”迈向“系统集成”，场景泛化能力和实用价值显著提升。

成本端：受益于技术迭代与供应链成熟，降本空间持续打开。 传统人形机器人因定制化程度高、核心部件昂贵等原因，单台成本多在数十万至百万美元级别，严重制约商业化推广。特斯拉凭借其在电动汽车领域积累的规模化生产与供应链管理经验的，有望将Optimus最终售价控制在2-3万美元区间。同时，传感器、执行器、轻量化材料等关键零部件的国产化进程加速，也将为全球机器人企业提供更具备性价比的供应链选择。铝镁合金、PEEK材料、行星滚柱丝杠、六维力传感器等核心环节，有望在批量生产背景下实现成本快速下降。

软件端：大模型赋能具身智能，推动感知-决策-执行闭环能力质变。 Figure AI推出全球首个视觉-语言-动作（VLA）模型Helix，支持跨场景任务泛化与多机器人协同；1X依托OpenAI强化具身学习架构；Physical Intelligence研发的Hi-Robot系统在指令跟随准确率上显著提升。端到端控制模型正在逐步替代传统预编程脚本，使机器人具备应对未知环境、理解模糊指令、自主纠错的能力。特斯拉更凭借自研FSD芯片与超算集群，加速神经网络训练与行为泛化，推动机器人智能水平逼近人类。

美国人形机器人公司处于全球领先地位，中国零部件公司具备显著降本优势。 从全球竞争格局来看，美国凭借在人工智能领域的深厚积累和资本市场支持，处于领先地位。Figure AI、Boston Dynamics、Agility Robotics等头部企业融资规模领先，估值迅速攀升；特斯拉、英伟达、谷歌等科技巨头则通过自研、投资与合作多路径切入赛道，推动生态成熟。与此同时，中国在零部件供应链、智能化应用与政策支持方面亦具备显著优势，有望在全球人形机器人产业中扮演关键角色。

我们认为，机器人产业正在加速期，产业端的变化会持续向市场映射，引领行情走向新高度。推荐方向：客户维度-重视特斯拉确定性主线，产品维度-看好灵巧手、类 RV、轻量化、万向节等边际变化大的硬件环节：

1) 客户维度：重视特斯拉确定性主线。马斯克表示今年目标生产数百台 Optimus V3 原型机，Optimus 产量提升速度将超过特斯拉任何其他产品，5 年内能够达到百万台量级。特斯拉将于 11 月 6 日将举办 2025 年股东大会，将就 Optimus 相关内容进行更多分享。机器人长期 Beta 看 T 链，特斯拉新进展可以期待。

2) 产品维度：看好边际变化最大的硬件环节。从产业链进展来看，潜在变化大的环节包括灵巧手传动方案/触觉传感器构型、PC/ABS 机甲外壳、类 RV 对髋部/肩部谐波的替代、轻量化以塑代钢、万向节替代关节轴承等。

建议关注：

汽车零部件公司具有强客户拓展能力、强批量化生产能力，且主业产品与机器人高度相通。具备海外产能布局的优质汽车零部件公司，能够为海外机器人主机厂提供本地化配套服务，有效保障供应链安全。推荐海外链汽配机器人标的【拓普集团、均胜电子、新泉股份、银轮股份、旭升集团、北特科技】，建议关注【浙江荣泰、万向钱潮】。

表15：汽车零部件重点机器人标的

证券代码	证券简称	产品	股价 (元)	EPS				PE			
				2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
601689.SH	拓普集团	执行器	1,417.20	81.55	1.79	1.91	2.36	2.85	46	43	35
000887.SZ	中鼎股份	执行器	329.78	25.05	0.95	1.29	1.47	1.70	26	15	13
300432.SZ	富临精工	执行器	271.51	15.88	0.32	0.79	1.23	1.68	49	20	13
002126.SZ	银轮股份	执行器	367.31	44.00	0.96	1.25	1.58	1.95	46	20	16
603179.SH	新泉股份	执行器	380.05	77.99	2.00	2.47	3.15	3.81	39	20	16
002472.SZ	双环传动	减速器	432.21	50.89	1.22	1.54	1.79	2.23	42	33	28
603809.SH	豪能股份	减速器	145.82	16.69	0.63	0.45	0.62	0.79	26	37	27
301261.SZ	恒工精密	减速器	82.78	94.19	0.79	1.61	2.06	2.56	119	59	46
300258.SZ	精锻科技	减速器	97.12	16.60	0.33	0.33	0.42	0.54	50	50	40
603596.SH	伯特利	丝杠	320.72	52.88	1.99	2.49	3.08	3.82	27	21	17
300580.SZ	贝斯特	丝杠	152.92	30.55	0.58	0.68	0.79	0.90	53	45	39
603009.SH	北特科技	丝杠	194.75	57.53	0.20	0.35	0.56	1.00	288	164	103
600699.SH	均胜电子	传感器	514.72	36.88	0.68	1.07	1.31	1.51	54	34	28
0425.HK	敏实集团	传感器	376.85	35.48	2.00	2.39	2.83	3.38	18	15	13
603197.SH	保隆科技	传感器	91.47	42.82	1.44	1.87	2.36	3.01	30	23	18
600933.SH	爱柯迪	轻量化	213.28	21.65	0.98	1.22	1.51	1.82	22	18	14
603305.SH	旭升集团	轻量化	161.11	16.90	0.45	0.52	0.64	0.81	38	33	26
605319.SH	无锡振华	轻量化	88.17	35.26	1.53	1.99	2.58	3.17	23	18	14

603348.SH	文灿股份	轻量化	69.94	22.24	0.41	0.40	0.92	1.38	54	56	24
300680.SZ	隆盛科技	灵巧手	142.78	62.70	0.97	1.11	1.49	2.10	65	56	42
605333.SH	沪光股份	线束	153.53	35.15	1.53	1.78	2.16	2.68	23	20	16
002997.SZ	瑞鹄模具	零部件	83.77	40.02	1.70	2.17	2.78	3.46	24	18	14
9660.HK	地平线机 器人-W	芯片	1,326.12	10.45	0.18	-0.14	-0.07	0.00	19	-	-
2533.HK	黑芝麻智 能	芯片	111.58	19.13	0.50	-1.66	-1.15	0.12	49	-	-
1274.HK	知行科技	控制器	20.83	8.85	-1.19	-0.74	-0.38	0.25	-	-	-

资料来源：民生证券研究院预测

注：广东鸿图、敏实集团、恒工精密、富临精工为 iFind 一致预期，其他为民生证券研究院预测

6 风险提示

1) AI 技术发展不及预期。具身智能与人形机器人依赖 AI 算法持续突破（如端到端 VLA 模型、多模态交互优化），若全球 AI 技术迭代速度放缓，可能导致感知决策能力停滞，延缓商业化进程。

2) 硬件降本不及预期。人形机器人零部件（如柔性电子皮肤、仿生关节）规模化生产难度高，若良品率提升缓慢，将导致单位成本居高不下。

3) 市场需求不及预期。人形机器人应用场景（工业、医疗、家庭）渗透率受用户接受度、经济性制约，若实际需求增速低于测算，将导致产能过剩。

插图目录

图 1: 海外人形机器人主机厂发展历程.....	6
图 2: 海外人形机器人代表性产品一览.....	7
图 3: 海外科技巨头人形机器人领域布局	10
图 4: 各国人形机器人初创公司数量 (个)	11
图 5: 过去 10 年各国人形机器人投资金额 (亿美元)	11
图 6: Figure Helix 模型架构.....	12
图 7: Figure 02 在宝马汽车产线工作.....	12
图 8: Digit 在亚马逊工厂工作.....	12
图 9: Figure 02 物流中心包裹分拣.....	13
图 10: 亚马逊已在运营中大量部署机器人.....	13
图 11: Neo Gamma 执行家庭场景任务.....	13
图 12: Neo Gamma 执行家庭场景任务.....	13
图 13: 特斯拉 Optimus 历次更新情况一览	15
图 14: Optimus 硬件方案变化时间轴.....	16
图 15: Optimus 全新灵巧手方案	17
图 16: 空间五指灵巧手结构设计.....	17
图 17: Figure AI 大事记.....	21
图 18: Figure 01 与 Figure 02 对比图	22
图 19: Figure Helix 架构	24
图 20: 波士顿动力大事记.....	26
图 21: 波士顿动力历代液压版 Atlas.....	27
图 22: 波士顿动力电驱版 Atlas	27
图 23: 1X 大事记.....	28
图 24: Sanctuary AI 大事记.....	32
图 25: Phoenix 第八代.....	33
图 26: Phoenix 搭载全新触觉传感器.....	34
图 27: 全新触觉传感器	34
图 28: 灵巧手同时握住并调整扳手	35
图 29: 灵巧手翻转游戏模具.....	35
图 30: Agility Robotics 核心高管团队	36
图 31: Agility Robotics 大事记.....	37
图 32: Apptronik 大事记.....	39
图 33: Apollo 基础参数.....	40

表格目录

表 1: 海外各国家人形机器人代表性产品梳理.....	8
表 2: 轻量化材料物理性能对比.....	17
表 3: T 链人形机器人市场空间测算	18
表 4: 海外代表性人形机器人主机厂梳理	20
表 5: Figure 01 和 Figure 02 关键参数对比	23
表 6: Figure AI 融资情况	24
表 7: 液压版 Atlas 和电驱版 Atlas 的关键参数对比.....	27
表 8: EVE、NEO Beta 和 NEO Gamma 关键参数对比.....	29
表 9: 1X 融资情况.....	31
表 10: Sanctuary AI 核心高管团队	31
表 11: Sanctuary AI 融资情况.....	35
表 12: Digit V4 和 Digit V3 的关键参数对比.....	37
表 13: Agility Robotics 融资情况.....	38
表 14: Apptronik 融资情况.....	41

表 15： 汽车零部件重点机器人标的	44
--------------------------	----

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑获取本报告的机构及个人的具体投资目的、财务状况、特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，进行独立评估，并应同时考量自身的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代自身的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市虹口区杨树浦路 188 号星立方大厦 7 层； 200082

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 1 座 10 层 01 室； 518048