

AI加速具身智能落地，关注电机、传感器部件

——人形机器人行业深度报告

报告要点：

● 硬件具备对应商业化产品，算法迭代持续增强具身智能落地确定性

从各大厂商 demo 机目前进度来看，人形机器人硬件方案对各核心零部件的要求基本定型，主要硬件均存在市场对应商业产品，痛点在于降本，后续有望通过大规模量产实现；而当前难点则是对应算法以及软件层面仍未有理想表现，2023 年仍未出现真正意义上符合终端消费者需求、具备较强通用性的“具身智能”。软件及算法端，2024 年 3 月 9 日，Figure01 的展示让我们意识到大语言模型对具身智能的催化作用显著，而且 TC 大会上英伟达推出的 Groot 项目系人形机器人学习提供的通用基础模型，有望降低具身智能诞生的门槛。

● 国内侧重硬件更新，国外注重算法迭代，整体预计量产时间在 2024-2025 年

国内厂商：商用量产进度集中在近两年，成本集中控制在几十万元内，工业、生活端均存潜在应用场景，demo 机更侧重运动性能、硬件性能的突破。从现有最新产品来看，国内厂商（除小米外）基本都推出了最新的人形机器人 demo 机。从商用化进度来看，目前优必选 Walker X、宇树 H1、傅利叶 GR-1 已经开始出售交付，开普勒先行者计划将于 2024 年下半年进行量产出售，达闼 XR4 预计进入消费者家庭的时间则预计在 2025 年。从远期售价来看，国内厂商预计量产以后整机成本控制在几十万元以内，其中宇树预计零售价在几十万人民币以内，智元远征 A1 希望将成本控制在 20 万元以内，开普勒先行者预估对外售价为 2-3 万美元。从应用场景来看，目前国内厂商产品面对工业和消费端场景均存，其中优必选 WalkerS、小鹏 PX5、智元远征 A1、开普勒先行者主要面对工业化场景，优必选 Walker X、小米 Cyber One、达闼 XR4 更多偏生活场景，傅利叶 GR-1 在两种场景都具备应用机会。

国外厂商：量产时间集中在 2025 年及以后，应用场景主要在工业领域，产品进展侧重具身智能的流畅度、交互能力。从商业化进度来看，海外量产交付进度整体较不明朗，其中 Digit 拟于 2024 年交付第一批，2025 年全面上市出售；特斯拉在 2023Q4 业绩交流会表明 Optimus 拟于 2025 年批量交付，Atlas 在 2024 年进入汽车工厂之前均作为人形机器人研究平台存在，商用化进程较慢。从远期售价来看，Digit 当前售价为 25 万美元，Optimus 远期拟在 2 万美元以下，拟执行危险、重复无聊的任务。从应用场景来看，国外人形机器人厂商目前主要以工业场景为主，其中 Digit 专注物流行业，Atlas、Optimus 目前在工厂制造场景训练较多，而 Sanctuary AI 公司的 Phoenix 除了工业场景以外，亦在医疗场景有所应用。

● 具身智能落地之后，我们该关注哪些部件量产投资机会

国内外人形机器人厂商批量交付乃至量产预期集中在 2024-2025 年，我们认为伴随 AI 的飞速发展，具身智能到来的时间可能提前。软件、算法是决定第一台符合消费者需求具身智能人形机器人落地的必要条件，而量产后的规模化降本是机器人渗透率提升的关键。因此我们对目前人形机器人厂商的硬件应用进行梳理，寻找具身智能人形机器人量产目前厂商共同核心零部件潜在的投资机会。

执行器共性集中在电机以及灵巧手方案。电机层面无框力矩电机需求广阔，建议关注**步科股份**。当前时点来看，灵巧手既是人形机器人参与精密活动的必备条件，也是现在大多数厂商的共同选择，其中空心杯电机具备结构紧凑、高精度、高能量密度等特点，能够适配机器人灵巧手，建议关注**鸣志电器**、**江苏雷利**。

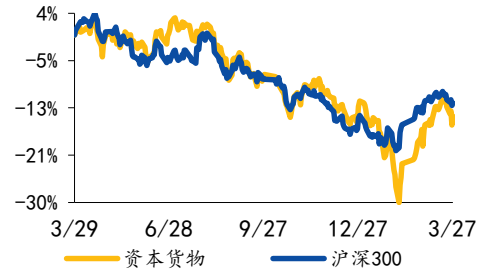
感知层共性集中在视觉及传感，视觉以 TOF 法与多目视觉方案为主，部分厂商辅以激光雷达/超声波传感器；力感知方面，六维力传感器具备较大投资价值，建议关注**柯力传感**。

风险提示

研发进度不及预期、降本不及预期、全球宏观经济景气度不及预期、相关政策不及预期

推荐|维持

过去一年市场行情



资料来源：Wind

相关研究报告

《国元证券行业研究-机械设备行业 2024 年投资策略：拥抱成长赛道，关注科技主线》2023.12.31

《国元证券行业研究-人形机器人行业点评：多事件催化发展，期待英伟达成果展示》2024.02.26

报告作者

分析师 龚斯闻
执业证书编号 S0020522110002
电话 021-51097188
邮箱 gongsiwen@gyzq.com.cn

分析师 许元琨
执业证书编号 S0020523020002
电话 021-51097188
邮箱 xuyuankun@gyzq.com.cn

联系人 冯健然
电话 021-51097188
邮箱 fengjianran@gyzq.com.cn

附表：重点公司盈利预测

| 公司代码 | 公司名称 | 投资评级 | 昨收盘 (元) | 总市值 (百万元) | EPS | | | PE | | |
|--------|------|------|------------|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | | | | 2022A | 2023E | 2024E | 2022A | 2023E | 2024E |
| 300660 | 江苏雷利 | 买入 | 27.06 | 8578.52 | 0.82 | 1.10 | 1.33 | 33.48 | 24.85 | 20.53 |
| 002747 | 埃斯顿 | 买入 | 18.7 | 16260.24 | 0.19 | 0.29 | 0.49 | 100.02 | 66.65 | 39.32 |
| 603667 | 五洲新春 | 增持 | 18.4 | 6781.89 | 0.40 | 0.41 | 0.57 | 46.18 | 44.93 | 32.21 |

资料来源：Wind，国元证券研究所

注：股价采用 2024 3 月 29 日数据

目 录

| | |
|--|----|
| 1.硬件具备对应商业化产品，算法迭代持续增强具身智能落地确定性..... | 4 |
| 2.国内侧重硬件突破，国外注重算法迭代，整体预计量产时间在 2024-2025 年..... | 8 |
| 2.1 国内厂商：demo 机侧重硬件、运动性能展示，量产预期集中在近两年.... | 8 |
| 2.2 国外厂商：demo 机侧重流畅度、交互能力，Tesla 商业进程预期较快 ... | 13 |
| 3.具身智能落地之后，我们该关注哪些部件量产投资机会..... | 16 |
| 3.1 执行层：无框力矩电机确定性较强，灵巧手有望带动空心杯电机需求..... | 16 |
| 3.2 感知层：视觉关注 TOF 与多目视觉方案，传感中六维力传感价值较高... | 19 |
| 4.风险提示..... | 22 |

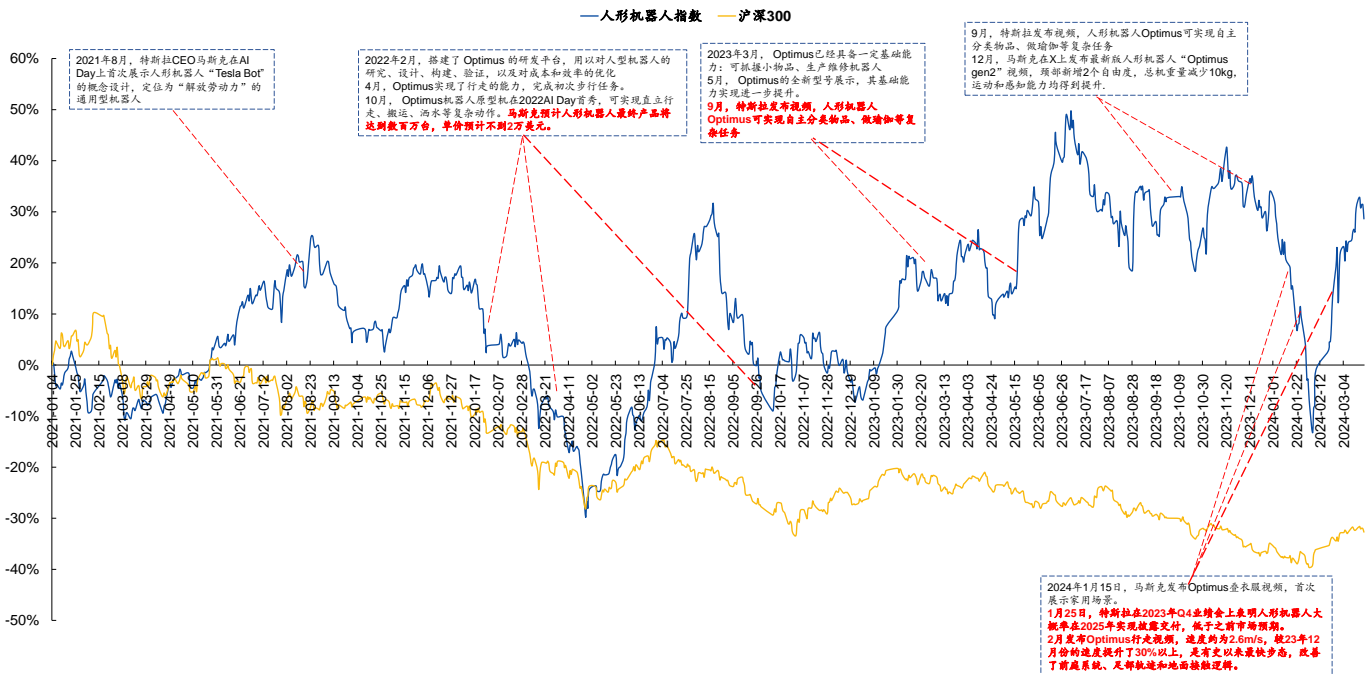
图表目录

| | |
|------------------------------------|----|
| 图 1：人形机器人指数及 Optimus 主要发展历程图..... | 4 |
| 图 2：特斯拉人形机器人性能不断迭代..... | 5 |
| 图 3：特斯拉人形机器人不同执行器零部件构成情况..... | 5 |
| 图 4：人形机器人硬件发展阶段..... | 6 |
| 图 5：人形机器人 AI 发展阶段情况 | 6 |
| 图 6：Figure01 架构流程图 | 7 |
| 图 7：英伟达 Groot 模型架构流程图 | 7 |
| 图 8：连接大模型后人形机器人可以通过自然语言指令生成动作..... | 7 |
| 图 9：国内厂商主要产品以及应用场景梳理 | 8 |
| 图 10：国内主要人形机器人公司发展历程 | 12 |
| 图 11：国外厂商主要产品以及应用场景梳理..... | 13 |
| 图 12：国外主要人形机器人公司发展历程 | 15 |
| 图 13：无框力矩电机只有转子和定子 2 个部件..... | 17 |
| 图 14：步科 FMC 无框力矩电机..... | 17 |
| 图 15：Optimus 用灵巧手捏起鸡蛋 | 18 |
| 图 16：无刷空心杯电机结构图 | 18 |
| 图 17：空心杯电机具备结构紧凑、高能量密度等特性..... | 19 |
| 图 18：空心杯电机适配机器人灵巧手应用场景..... | 19 |
| 图 19：人形机器人各部位力传感器方案..... | 21 |
| 图 20：一维、三维、六维力传感器对比..... | 21 |
| 图 21：六维力传感器能用在协作机器人末端 | 21 |
| | |
| 表 1：各厂商 demo 机执行器部件性能对比 | 16 |
| 表 2：无框电机具备占用空间小，单位体积扭矩高等优势..... | 17 |
| 表 3：各厂商所用感知部件对比..... | 19 |
| 表 4：不同视觉方案对比..... | 20 |

1. 硬件具备对应商业化产品，算法迭代持续增强具身智能落地确定性

人形机器人未来有望替代复杂的人类运动，马斯克预计量产以后人形机器人产品将达到数百万台，单价在 2 万美元以下，打开对应市场想象空间。人形机器人指形状及尺寸与人体相似，能够模仿人类运动、表情、互动及动作的机器人。人形机器人作为一种相对较新的智能服务机器人，预期将在日常工作中与人类形成密切的关系。自 2021 年马斯克提出 Tesla Bot 概念设计以来，市场持续发酵，其中 2022 年 10 月 1 日，马斯克预计量产以后人形机器人产品将达到数百万台，单价在 2 万美元以下，自此打开了对应市场的想象空间。

图 1：人形机器人指数及 Optimus 主要发展历程图



资料来源：公司官网，Nasdaq，Insideevs，BBCnews，Electrek，Youtube，CNET 官网，36 氪，国元证券研究所

特斯拉人形机器人样机迭代速度极快，在应用场景和运动性能方面均展现出较大突破。特斯拉人形机器人自概念机亮相以来进展迅速，从 2021 年 8 月 AI Day 首次展示人形机器人概念开始，仅一年就推出 Optimus Gen-1 概念机（2022 年 10 月），且已具备基本运动能力，随后在 2023 年 3 月（运动能力、感知能力增强）、5 月（运动控制能力显著提高）、9 月（视觉和感知能力明显提升）均获得不同程度的进步；2023 年 12 月，Optimus Gen-2 视频发布，二代在运动性能（更快的移速）、灵巧手的感知（二指捏鸡蛋）、轻量化（减重 10kg）方面均有所突破。2024 年 1-2 月，特斯拉发布视频，展示 Optimus Gen-2 首次应对家居测试场景（叠衣服对应的 to c 场景）时的出色表现及更高水平的运动性能（有史以来最快步速以及更流畅的表现）。

图 2：特斯拉人形机器人性能不断迭代



资料来源：CNET, Youtube, Insideevs., 机器之心, 国元证券研究所

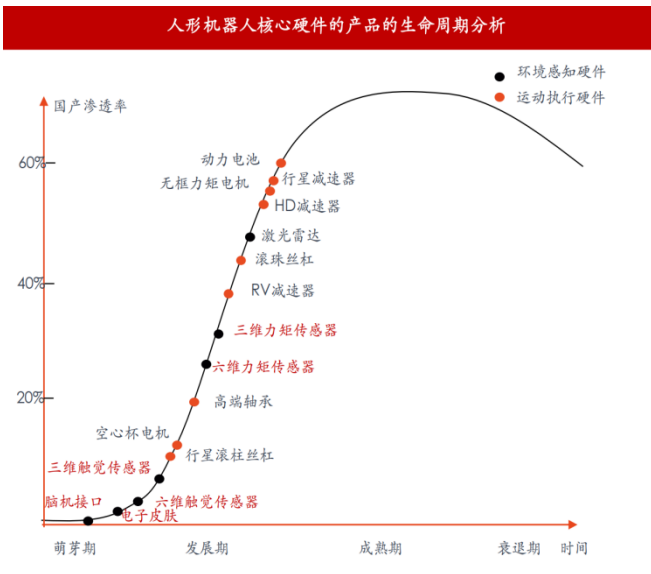
特斯拉的入局带来鲶鱼效应，众多厂商快速迭代，硬件层面具备对应商业产品，当前痛点在于量产后的降本增效，软件和算法层面成为决定终端需求主要难点。自特斯拉入局后，各大厂商也纷纷推出 demo 机展示，从目前进度来看，人形机器人硬件方案对各核心零部件的要求基本定型，对应关节执行器、传感器等硬件均存在市场对应商业产品，主要痛点在于降本，后续有望通过大规模量产实现；而当前主要难点则是对应算法以及软件层面仍未有理想表现，2023 年仍未出现真正意义上符合终端消费者需求、能表现出较强通用性的“具身智能”。

图 3：特斯拉人形机器人不同执行器零部件构成情况



资料来源：特斯拉 AI day, 国元证券研究所

图 4：人形机器人硬件发展阶段



资料来源：觅途咨询，国元证券研究所

图 5：人形机器人 AI 发展阶段情况

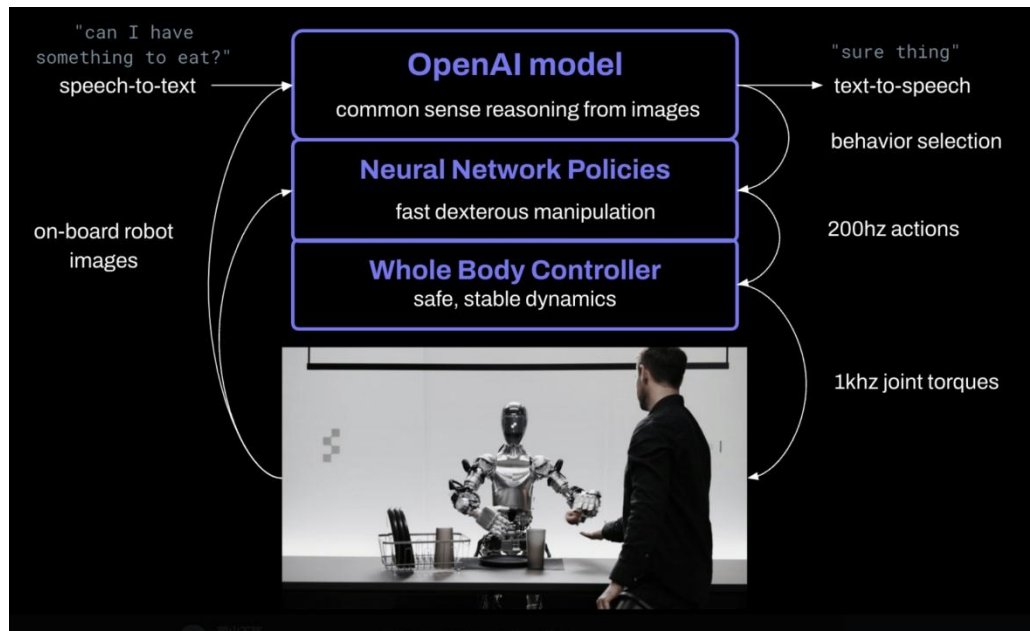


资料来源：Gartner，觅途咨询，国元证券研究所

FigureAI 与 OpenAI 合作表明大模型对具身智能具备催化作用。2024 年 3 月 9 日，在 OpenAI 宣布与 Figure 合作后 13 天，Figure 发布 Figure 01 最新视频，主要在人机交互、任务拆解完成等方面有较好表现：1) 视频中，Figure 01 能够详细描述周围环境；2) 在面对“我能吃点东西吗”的含糊指令时，自主判断桌面上唯一的食物（苹果），并将其准确放入人类手心，并能用简短语言解释自己的行为；3) 能根据目前的环境进行常识推理，并指导自身行为；4) 视频原速播放，动作流畅，语音清晰自然，甚至模仿了人类说话时的迟疑等习惯。根据 Figure 的工程师 Corey Lynch 公布的架构图，OpenAI 接收到的语言文本以及机器人观察到的图像同时被 OpenAI 模型接收，一方面可以与用户对话，另一方面可以给人形机器人本体提供行为选择。具身智能是人形机器人通用的必要条件，针对不同场景、不同任务均能表现出通用性和泛化性，Figure 此次 demo 展示让我们意识到大语言模型对具身智能的催化。

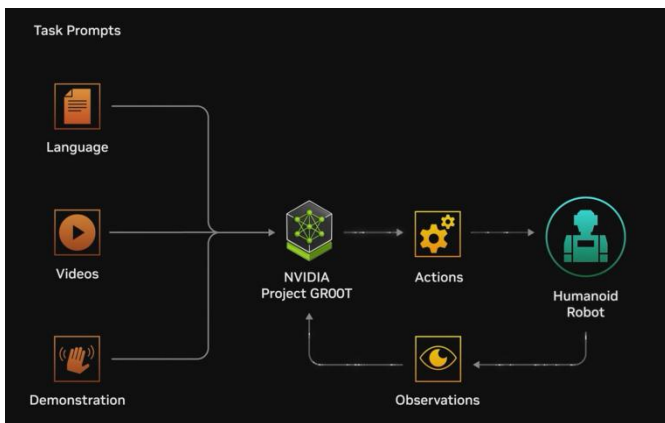
英伟达推出的 Groot 项目有望降低具身智能诞生门槛，AI 快速发展推动具身智能落地的确定性不断增强。GTC 大会上英伟达宣布推出人形机器人项目 Groot，主要为 人形机器人制造商提供 AI 平台，在 GTC 中出现的合作厂商有 Boston Dynamics、Agility、1X Technologies、Figure AI、Sanctuary AI、傅利叶、宇树、小鹏等多家 人形机器人厂商。我们认为英伟达为人形机器人学习提供的通用基础模型，降低了具身智能诞生的门槛，并且伴随 AI 的加速发展，具身智能落地的确定性不断增强，且符合消费者需求的具身智能人形机器人有望加速落地。

图 6: Figure01 架构流程图



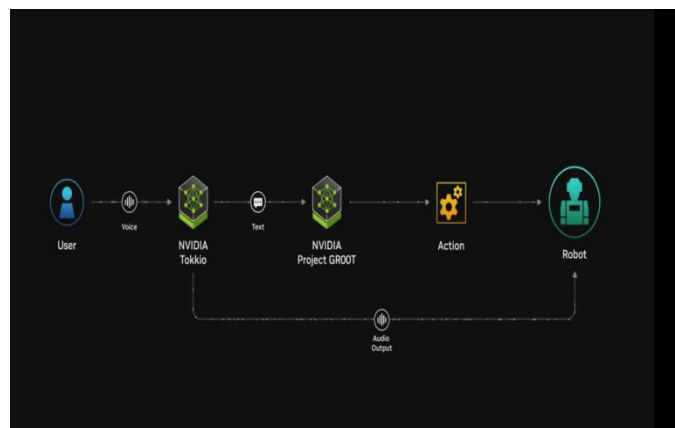
资料来源: FigureAI, 国元证券研究所

图 7: 英伟达 Groot 模型架构流程图



资料来源: 英伟达官网, 国元证券研究所

图 8: 连接大模型后人形机器人可以通过自然语言指令生成动作



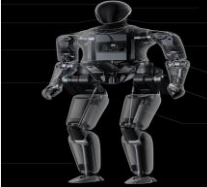


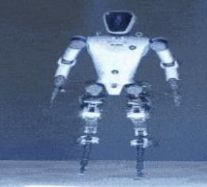


资料来源: 英伟达官网, 国元证券研究所

2.国内侧重硬件突破，国外注重算法迭代，整体预计量产时间在 2024-2025 年

2.1 国内厂商：demo 机侧重硬件、运动性能展示，量产预期集中在近两年

国内厂商总结：商用量产进度集中在近两年，成本集中控制在几十万元内，工业、生活端均存潜在应用场景，demo 机更侧重运动性能、硬件性能的突破。从现有最新产品来看，国内厂商（除小米外）基本都推出了最新的人形机器人 demo 机。从商用化进度来看，目前优必选 Walker X、宇树 H1、傅利叶 GR-1 已经开始出售交付，开普勒先行者计划将于 2024 年下半年进行量产出售，达闼 XR4 预计进入消费者家庭的时间则预计在 2025 年。从远期售价看，国内厂商预计量产以后整机成本控制在几十万元以内，其中宇树预计零售价在几十万人民币以内，优必选预计未来零售价格潜力在小几十万人民币区间，智元远征 A1 希望将成本控制在 20 万元以内，开普勒先行者预估对外售价为 2-3 万美元。从应用场景来看，目前国内厂商产品面对工业和消费端场景均存，其中优必选 WalkerS、小鹏 PX5、智元远征 A1、开普勒先行者主要面对工业化场景，优必选 Walker X、小米 Cyber One、达闼 XR4 更多偏生活场景，傅利叶 GR-1 在两种场景都具备潜在应用机会。

图 9：国内厂商主要产品以及应用场景梳理

| 厂商 | 小米 | 宇树科技 | 傅利叶智能 | 智元机器人 | 开普勒 | 优必选 |
|---------|---|---|---|--|---|---|
| 机器人名称 | CyberOne | H1 | Fourier GR-1 | 远征A1 | 开普勒先行者K1/S1/D1 | Walker X |
| 图例 |  |  |  |  |  |  |
| 国家 | 中国 | 中国 | 中国 | 中国 | 中国 | 中国 |
| 身高 | 177CM | 180CM | 165CM | 175CM | 178CM | 130CM |
| 重量 | 52KG | 47KG | 55KG | 55KG | 85KG | 63KG |
| 运动及负载能力 | 时速：3.6km/h； 最大模组峰值扭矩300Nm； 峰值扭矩密度96Nm/Kg | 行走速度>5.4km/h（潜在运动能力>18km/h）； 负载：伸展状态单臂1.5kg； 关节最大扭矩360N.m | 步速：5km/h； 全身由32个FSA关节构成，最用反关节设计。 大模组峰值扭矩230NM | 实现核心关节的自研——PowerFlow关节电机，膝盖采用反关节设计。 步速：7km/h； 整机承重80KG，单臂最大负载5KG | 肘关节执行器：自研行星滚柱丝杠执行器推拉控制； 腰部组合执行器：自研旋转型执行器组合峰值扭矩200N.m； 核心运动模组：自研行星滚柱丝杠执行器推力8000N | 最大行走速度：3km/h； 负载：伸展状态单臂1.5kg； 视觉/导航：定位精度10cm，导航精度20cm，精定位精度1cm |
| 自由度 | 21 | 单腿自由度：5； 单手自由度：4（可拓展） | 44（腿6*2；臂7*2；手6*2；头*3；腰*3） | 全身自由度49+ 自研灵巧手拥有12个主动自由度，5个被动自由度 | 40 | 41个自由度（腿6*2；臂7*2；手6*2；颈*3） |
| 发布时间 | 2022年8月发布 | 2023年8月发布 | 2023年7月发布 | 2023年8月发布 | 2023年11月发布 | 2021年7月发布 |
| 售价/成本 | / | 几十万人民币以内 | / | 20万元以内（整机成本） | 2-3万美元 | / |
| 商用化阶段 | / | 2023年下半年（已实现小批量量产和发货） | 2024年（预计将实现上千台人形机器人量产） | / | 2024年下半年 | 已经进行出售 |
| 应用场景 | 居家生活，工作办公，交通出行，睡眠休息 | / | 接待引导、安防巡检、工业制造、医疗康复、科研教育、科研、特种替身，仓储物流，家庭服务 | 柔性智造，交互服务，教育机器人管家等 | K1：教育科研、自动化生产线、智能搬运等； S1：复杂环境巡检、应急救援、户外安全作业等； D1：危险环境检测、安全隐患排查等高危险环境作业 | 展馆展厅，影视综艺，科研高校，服务，仓储物流，办公场景 |
| 公司愿景 | “服务人”，围绕人的工作生活，更好为人服务，紧密连接人和万物 | 国内首台能跑的全尺寸通用机器人，全球最高性价比 | 可以商业化量产的人形机器人 | 以智能机器创造无限生产力 | 未来可商业化量产的通用机器人，工业化生产好帮手 | 在多种场景下提供智能化、有温度的服务 |

资料来源：各公司官网、公众号，量子位，张江科投，机器之心，人形机器人视界，国元证券研究所

我们对国内厂商发展历程进行复盘以及对应产品进行分析：

- **优必选 Walker X：五年四代产品，商业化程度高，目标是在成本可控的平台上让机器人走进家庭服务，未来零售价格潜力在小几十万人民币价格区间内。** 优必选科技自 2015 年开始研发双足机器人 Walker 系列。最初的原型机于 2016 年出现，只有下半身，验证了步态行走、斜坡自适应等算法。2018 年 1 月，发布第一代 Walker 机器人，实现了中国双足机器人行走能力的突破。2019 年 1 月，发布第二代 Walker 机器人，增加了人机交互能力；2021 年 7 月，发布第三代 Walker X，实现了更快更稳定的运动能力，更轻更安全的交互，同时 AI 能力提升，更聪明更亲和，2023 年，公司研发工业版人形机器人 Walker S（已进入蔚来工厂实训）。公司创始人兼 CEO 周剑表示：“优必选的目标是在成本可控的平台上让机器人走进家庭服务。Walker 目前的单位成本可控，未来的零售价格潜力会在在一台普通家用中型轿车小几十万人民币价格区间内。”
 - Walker X 于 2021 年发布，身高 1.3m，重量 63kg，拥有 41 个自由度，最大行走速度为 3km/h。Walker X 通过设计优化提高了稳定性和灵活性，增强了抓握能力和感知，采用了六自由度手掌，手臂的操作速度提速 40%，手臂操作空间增大 50%。在导航避障方面，Walker X 搭载了优必选自主研发的三维立体视觉定位系统，支持 2.5D 避障，同时通过 Coarse-to-fine 多层规划算法，实现自动规划全局最优路径。Walker X 可以同时检测出物体的类别和空间位姿，从而完成更加复杂的抓取动作。Walker 机器人适用于展览、娱乐、教育、服务业、物流和办公环境。
- **小米 Cyber One：2022 年 8 月发布，构建未来科技生态，关注多种应用场景服务功能。** 公司 2018 年成立小米机器人实验室，2021 年对外发布第一代四足机器人 Cyber Dog，2022 年 8 月正式对外发布人形机器人 Cyber One。Cyber One 身高 177cm，体重 52kg，拥有 21 个关节自由度。最大模组峰值扭矩可达 300N·m，配合双足控制算法，实现 3.6km/h 的行走速度和稳定的姿态平衡。感知方面，Cyber One 搭载了视觉、听觉、触觉等多种传感器。深度相机和 AI 相机通过计算机视觉算法建立三维环境模型，实现视觉避障、目标识别与跟随。通过自然语言处理算法，可识别 45 种语义和 85 种环境音。
- **宇树科技 Unitree H1：2023 年 8 月发布，国内第一台能跑的全尺寸通用机器人，自研自产核心零部件（伺服电机、减速器和控制器等），于 2023 下半年完成小批量量产和发货，零售价几十万人民币以内。** 创始人王兴兴于 2016 年创立宇树科技，在全球高性能四足机器人领域，宇树实现了一系列重要里程碑：最早提出技术方案，最早将其商业化，并且多年来一直处于全球出货最多、销量领先的位置，全球出货量至少占 60% 以上。公司 2023 年 8 月发布全尺寸通用机器人 Unitree H1，H1 高 180cm，重 47kg，拥有 19 个自由度。其核心零部件（伺服电机、减速器和控制器等）均为自研自产，包括大扭矩密度 M107 关节电机，峰值扭矩高达 360N·m。H1 是国内第一台能跑的全尺寸通用机器人，拥有稳定的步态和高度灵活的动作能力，能够在复杂地形和环境中自主行走和奔跑；公司在 2023 上半年研发成功并且在下半年完成了小批量量产和发货，

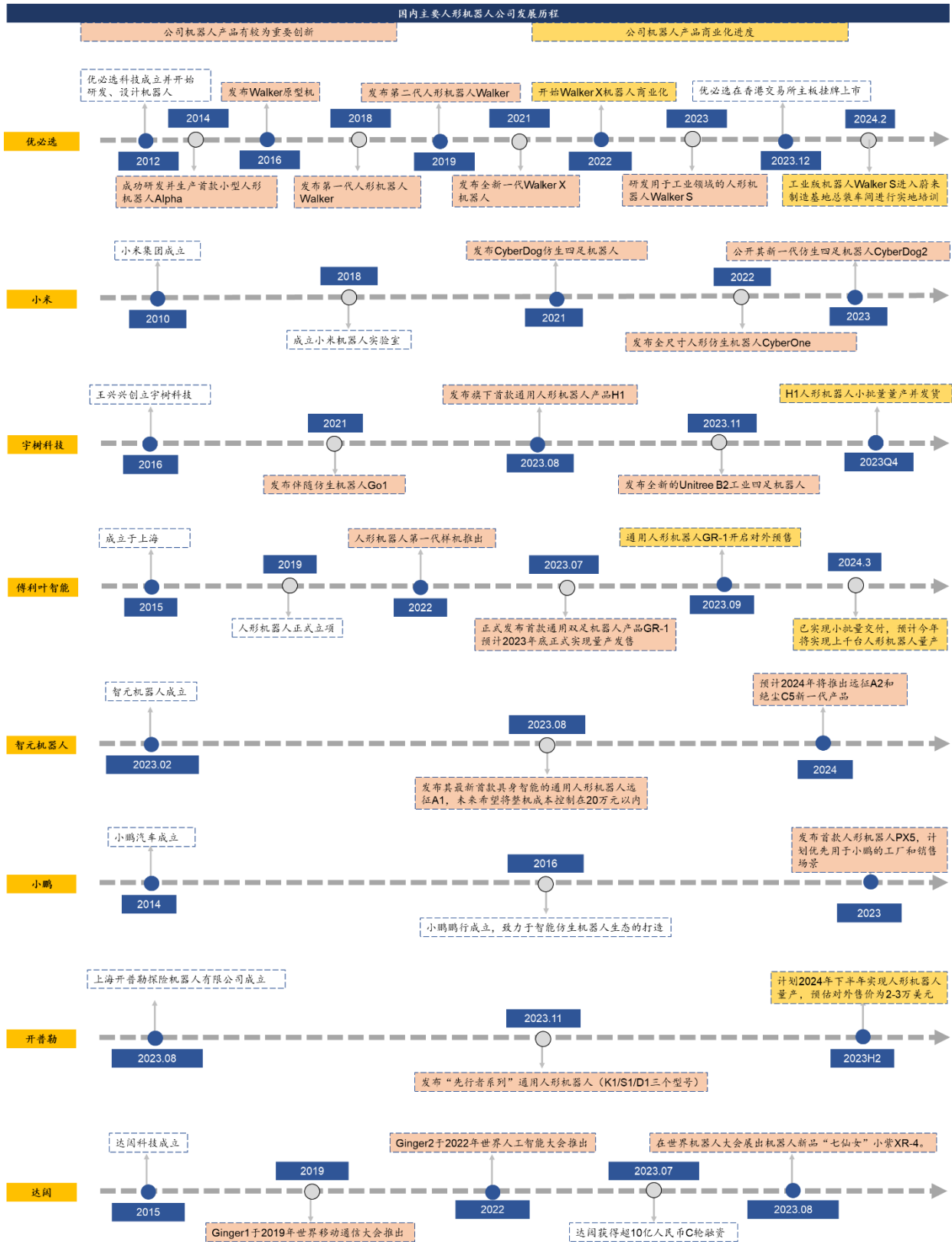
2024年1月美国拉斯维加斯“科技春晚”CES上，宇树H1作为全场唯一能现场自动运行的人形机器人备受瞩目。

- **傅利叶智能 Fourier GR-1:2023年7月发布,自研FSA高性能一体化执行器,目前已实现小批量交付,预计2024年量产上千台人形机器人。**傅利叶智能2015年在上海正式成立,于2019年6月正式立项人形机器人项目;2023年7月,傅利叶智能发布了首款通用双足机器人产品GR-1,GR-1身高1.65m,重55kg,最多拥有高达54个自由度(灵巧手11*2个自由度),最大关节峰值扭矩达230N·m,步行速度可达5km/h,负重能力为50kg。它采用电驱动技术,内置32个自研FSA高性能一体化执行器,确保了高度的精确性和灵活性。GR-1具备快速行走、敏捷避障、稳健下坡、抗冲击干扰等运动功能,可应用于接待引导、安防巡检、工业制造、医疗康复、科研教育和家庭服务等场景。GR-1于2023年9月开始预售,据张江科投,截至2024年3月份傅利叶人形机器人目前已实现小批量交付,正加紧对其“大脑、小脑、肢体”等核心系统进一步研发攻关,预计今年将实现上千台人形机器人量产。
- **智元机器人远征 A1:2023年8月发布,目前面向工业制造领域,未来希望将整机成本控制在20万元以内。**智元机器人于2023年8月发布了其首款具身智能的通用型人形机器人远征A1。该机器人身高175cm,重55kg,整机承重80kg,单臂最大负载量为5kg。它拥有49个自由度,关节电机峰值扭矩为350N·m,并采用水冷散热技术。远征A1腿部采用反关节设计,步速可达7km/h。它的灵巧手拥有12个主动自由度和5个被动自由度,并配有末端相机,可模拟触感。在感知方面,远征A1配备了RGBD相机、激光雷达、IMU(惯性传感器)和麦克风阵列。远征A1主要面向工业制造领域,在发布会上展示了汽车制造总装线、分装线上进行装配、搬运与检测等精密操作。在工业落地后,“远征A1”才会考虑进军to C端,在包括照护、做饭、清洁等家庭场景落地。
- **小鹏PX5:2023年10月发布,“直腿”行走步态自然,超轻量级类人手臂驱控一体,计划优先用于小鹏的工厂和销售场景。**2023年10月,小鹏发布首款人形机器人PX5,展示了越障行走、踢足球、骑平衡车等动作。PX5具备卓越的稳定性,能够适应多种复杂地形,并具有平衡能力;采用“直腿”、大跨步的行走方式,步态更自然。PX5配备超轻量级类人手臂,单手11自由度,双指保持力1kg,采用刚柔混合驱动,提供对不同形状物体的抓取包覆姿态,实现了驱控一体化。目前该项目仍处于早期,未来计划优先在小鹏的工厂和销售场景进行实地应用,并将智能汽车同源技术应用于智能机器人,将其与AI汽车深度链接。
- **开普勒先行者 K1/S1/D1:2023年11月发布,自研行星滚柱丝杠执行器及旋转型执行器,三型号满足多元场景需求,计划于2024年下半年实现人形机器人量产,预估对外售价为2-3万美元。**开普勒于2023年11月发布了“先行者系列”通用型人形机器人,包括K1、S1和D1三个型号。先行者系列身高178cm,重85kg,拥有12个自由度的智能灵巧手和40个关节自由度。具备复杂地形行走、智能规避障碍、手部灵活操控、强力负重搬运、手眼协同操作和智能交互沟通等功能。开普勒自主研发了行星滚柱丝杠执行器和旋转型执行器,前者集成了滚柱丝杠、驱动器、减速器和编码器,比普通电机定位更精准、爆发力更迅速,后者

峰值扭矩达 200N·m，高扭矩电机结合智能算法，提供强大动力驱动支持，持久输出，重复定位精度达到 0.01 度。先行者系列机器人还搭载了 100TOPS 高算力主板和自研星云系统，并通过视觉 SLAM 实现 3D 建模和视觉识别，感知周围环境。应用方面，先行者 K1 适用于教育科研、自动化生产线和智能搬运等场景；S1 专为户外巡检设计，具备防水、防尘和防辐射能力，适用于复杂环境巡检、应急救援和户外安全作业；D1 适用于危险环境检测和安全隐患排查等高危环境作业。

- **达闼“七仙女”XR4:2023 年 8 月发布，60+个柔性关节，主要面对 C 端场景，希冀 2025 年走进千家万户。**达闼科技先后推出了 Ginger1、Ginger2 和 XR4 三款人形机器人。Ginger1 于 2019 年推出，拥有 34 个自由度的柔性关节，搭载多个传感器，可实现智能抓取、自主行走、自动避障和自动平衡，主要应用于迎宾导览、商业促销、教育科研、养老陪护等领域。Ginger2 于 2022 年推出，身高 158cm，重 62kg，41 个柔性关节，灵巧手 7 个自由度，抓取能力为 5kg，主要应用于康养陪护、教育科研、直播卖货等更广泛场景。2023 年 8 月，达闼在北京亦创国际会展中心首次推出 XR4，身高 165cm，重 65kg，全身大量采用轻质高强度的碳纤维复合材料，拥有 60 多个智能柔性关节，采用并联驱动结构和高扭矩密度电机，单腿峰值扭矩高达 600N·m，灵敏度和动态性更高。XR4 通过多模态大模型 RobotGPT 赋能，具备多模态融合感知、认知、决策和行为生成能力，从而实现高性能的具身智能。此外，它还基于数字孪生的深度强化学习完成自主智能训练，可以生成机器人多种步态和动作。达闼的初心是，到 2025 年，七仙女（XR4）能够走进千家万户，为人类提供智能化服务，实现“机器保姆”的梦想。

图 10：国内主要人形机器人公司发展历程








资料来源：各公司官网、公众号，科技行者，中国证券网，张江科技，小鹏资讯，中国机器人网，高工移动机器人，国元证券研究所

2.2 国外厂商：demo 机侧重流畅度、交互能力，Tesla 商业进程预期较快

国外厂商总结：量产时间集中在 2025 年及以后，应用场景主要在工业领域，产品进展侧重具身智能的流畅度、交互能力。从商业化进度来看，海外量产交付进度整体较不明朗，其中 Digit 拟于 2024 年交付第一批，2025 年全面上市出售；特斯拉在 2023Q4 业绩交流会表明 Optimus 拟于 2025 年批量交付，Atlas 在 2024 年进入汽车工厂之前均作为人形机器人研究平台存在，商用化进程较慢。从远期售价来看，Digit 售价为 25 万美元/套，而 Optimus 拟在 2 万美元以下，拟通过量产为人类执行危险、重复无聊的任务。从应用场景来看，国外人形机器人厂商目前主要以工业场景为主，其中 Digit 专注物流行业，Atlas、Optimus 目前在工厂制造场景训练较多，而 Sanctuary AI 公司的 Phoenix 除了工业场景以外，亦在医疗场景有所应用。

图 11：国外厂商主要产品以及应用场景梳理

| 厂商 | Boston Dynamics | TESLA | Agility Robotics | Sanctuary AI | Figure AI |
|---------|--|--|--|---|--|
| 机器人名称 | ATLAS | Optimus Gen 2 | DIGIT | Phoenix | Figure 01 |
| 图例 |  |  |  |  |  |
| 国家 | 美国 | 美国 | 美国 | 加拿大 | 美国 |
| 身高 | 150CM | 约172CM | 175CM | 170CM | 约168CM |
| 重量 | 89KG | 63KG | 65KG | 70KG | 60KG |
| 运动及负载能力 | 最大行走速度：9km/h 可轻松完成慢跑、空翻、三级跳等动作，并跳过木箱、木板等障碍物 | 仿生手指非常灵活，能够自然行走。 | 负载：16kg | 最大行走速度：5km/h； 最大负载：25kg | 最大行走速度：1.2m/s； 最大负载：20kg |
| 自由度 | 28 | 躯干：28个基础自由度 颈部：2个自由度 灵巧手：11个自由度 | / | / | 41个自由度（手臂7*2；腰3；腿6*2；手6*2） |
| 发布时间 | 2013年发布初代机并不断改进 最新视频发布于2023年1月 | 2022年首次展示原型机 2023年12月发布最新版本 optimus gen2视频 | 2019年2月推出初代Digit 最新版本于2023年3月发布 | 2023年5月发布 | 2023年3月发布 |
| 售价/成本 | 未商业化 | 预计不到2万美元/台（售价） | 25万美元/套（售价） | 未市售 | / |
| 商用化阶段 | / | 2025年部分批量交付 | 2024年交付第一批，2025年全面上市 | / | 2024年将在真实仓库环境中搭建由50台机器人组成的试点 |
| 应用场景 | 工厂制造、建筑工地、家居 | 工厂制造、家居 | 物流 | 物流、家居、医疗等多种场景 | 工厂制造、物流、家居 |
| 公司愿景 | 探索人形机器人的运动潜力 | 能够执行危险、重复无聊的任务 | 能够执行危险、重复或肮脏的任务 | 通用机器人 | 可商业化的自主人形通用机器人 |

资料来源：各公司官网、公众号，Tesla，YouTube，NewAtlas，哔哩哔哩，CNET，IEEE，Popsci，RobotReport，腾讯网，新浪财经，AGV网，国元证券研究所

我们对国外厂商发展历程进行复盘以及对应产品进行分析：

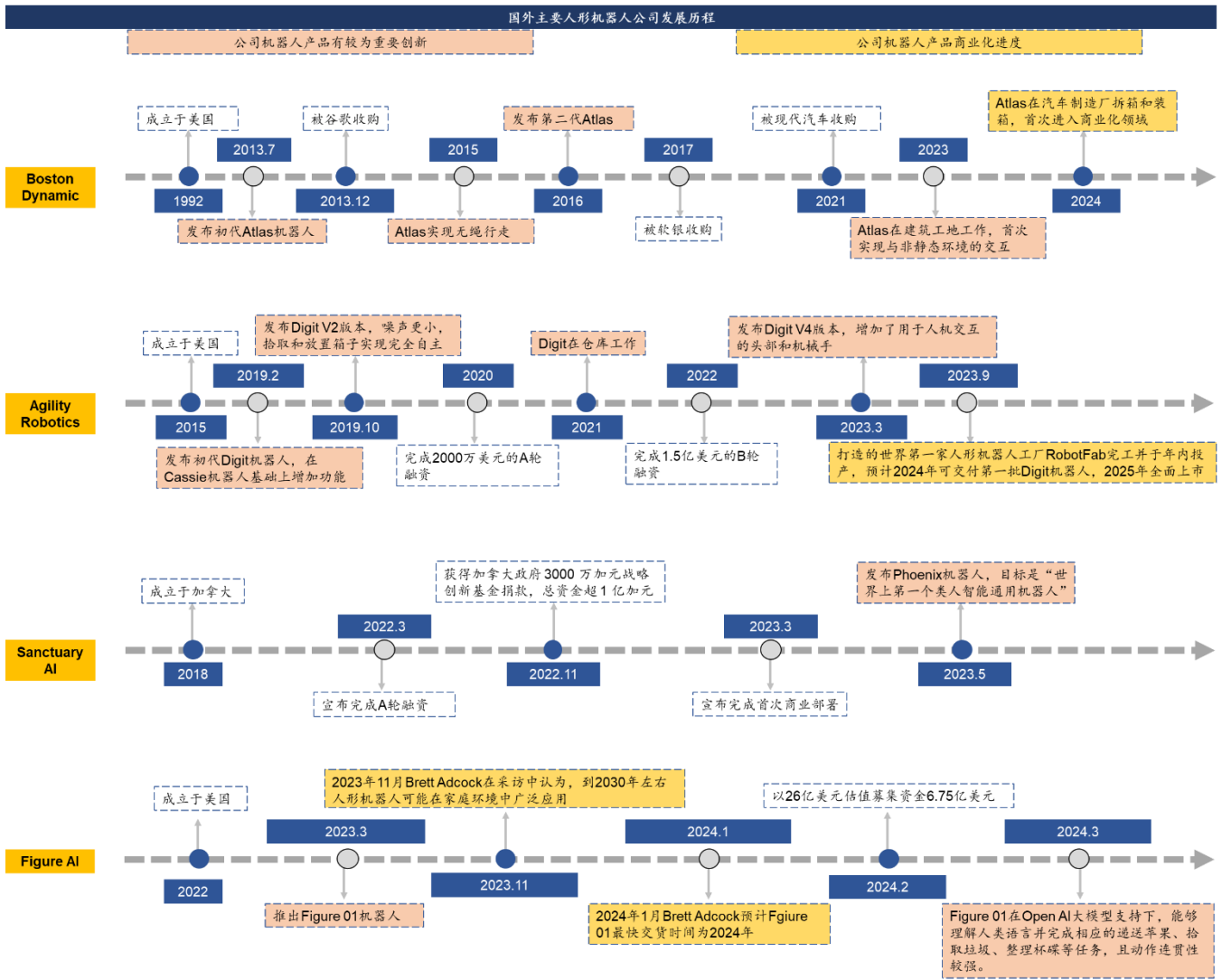
- **波士顿动力—Atlas：自 2013 年推出后持续更新，实现动静态环境自主避障，探索人形机器人运动潜力，主要作为人形机器人研究平台，商业化进程缓慢。** 2013 年 7 月，波士顿动力发布初代人形机器人 Atlas，电源与网络连接需要系绳，非常耗电，且需要人工提前输入程序。2015 年 DARPA 比赛中，Atlas 加入锂离子电池组，实现无绳行走。2016 年 1 月，波士顿动力发布新视频，Atlas 能够完成移动家具、清理地板等家务工作，但执行任务仍非自主，且操作速度较慢；

2月，波士顿动力发布新版本 Atlas。2016-2021年，波士顿持续发布新视频，视频中 Atlas 逐渐掌握后空翻、跑酷、树丛慢跑、跳舞等高难度动作。2023年，Atlas 实现与非静态环境交互，能够自主判断物体重量并调整自身平衡。与跑酷阶段处理的静态障碍相比，它迈出了重要一步。2024年2月，Atlas 进入汽车制造场景工作，涉足商业化领域，此前 Atlas 一直是一个人形机器人研究平台而非商业化产品。最新版 Atlas 使用液压驱动，能够在室外工作，最大优势是平衡性大大改善。最新版 Atlas 身高 150cm，重 89kg，全身共有 28 个自由度。

- **Agility Robotics—Digit: 2019 年推出首代，多次迭代后，专为仓储物流场景打造，售价 25 万美元/套，预计将于 2024 年交付第一批，并且于 2025 年全面上市销售。** Agility Robotics 成立于 2015 年。2019 年 2 月，Agility Robotics 发布初代 Digit 机器人，在 Cassie 机器人设计的基础上增加了上躯干、手臂、传感器和额外的计算能力。10 月，发布新版本 DigitV2，噪声更小，视频中两台机器人协作完成拾取和放置箱子，实现完全自主。2023 年 3 月，发布 Digit V4 版本，增加了用于人机交互的头部和机械手。2023 年 9 月，Agility Robotics 打造的世界第一家人形机器人工厂 RobotFab 接近完工，并预计于年内投产。最新版 Digit 机器人身高 175cm，重 65kg，最大运动速度可达 1.5m/s，最大负重 16kg，售价 25 万美元/套，Digit 机器人预计将于 2024 年交付第一批，并且于 2025 年全面上市销售。Digit 作为 Agility Robotics 精心打造的物流机器人，用途多样，可以执行多种任务并适应不同的工作流程，身形非常适合在仓库内工作，便于部署在现有仓库或基础设施中而无需改造。目前，Digit 已经能在非平坦的地面上行走、抓取和运送塑料手提袋、整理包装箱等，在提高仓库效率方面潜力巨大。
- **Sanctuary AI—Phoenix: 2023 年发布，配备世界顶尖灵巧手，配备智能控制平台 Carbon。** Sanctuary AI 成立于 2018 年。2023 年 5 月发布 Phoenix 机器人，目标是“世界上第一个人形智能通用机器人”。Phoenix 机器人高 170cm，重 70kg，最大负重 25kg，虽然设计了双腿但是在轮式平台上滚动，最高速度可达 1.4m/s。目前虽然有自主工作能力，但主要由人类远程操控。全身自由度 20 个，配有世界领先水平的灵巧手，兼顾速度、精度和力度，可与人类的手部灵活性和精细操作相媲美，并具有模仿触觉的专有触觉技术。此外，Phoenix 配备智能控制平台 Carbon，该平台不仅包含了试点学习和强化内容，还加入了大型语言模型人工智能，集成现代 AI 技术，将自然语言转化为现实世界中的行动，未来有望像 ChatGPT 一样进行对话并接受自然语言的指令。2023 年，Phoenix 入选《时代》杂志 2023 年度最佳发明名单，成为榜单上唯一的人形通用机器人。
- **Figure—Figure 01: 2023 年 2 月发布初代机，OpenAI 大模型加持下体现具身智能属性。** Figure 是一家成立于 2022 年的新兴公司，2023 年 2 月，推出人形机器人 Figure 01，demo 机已完成行走任务。2024 年 2 月，Figure 表示正在与 ChatGPT 制造商 Open AI 合作，“为人形机器人开发下一代 AI 模型”。此外，Figure 还表示，它还将使用 Microsoft 的 Azure 云服务进行 AI 基础设施，训练和存储。3 月，Figure 发布 Figure01 新视频，Figure01 在 OpenAI 大模型支持下，展示出较高的具身智能水平：1) 视频中，Figure01 能够详细描述周围环境；2) 在面对“我能吃点东西吗”的含糊指令时，自主判断桌面上唯一的食

物(苹果),并将其准确放入人类手心,并能用简短语言解释自己的的行为;3)能根据目前的环境进行常识推理,并指导自身行为;4)视频原速播放,动作流畅,语音清晰自然,甚至模仿了人类说话时的迟疑等习惯。这一事件具有重大意义,表明语言大模型对具身智能的催化作用。

图 12: 国外主要人形机器人公司发展历程



资料来源: 各公司官网、微信公众号, techspot, newatlas, Youtube, Newatlas, popsci, CNBC, IEEE, 国家邮政局, FastCompany, 36 氪, 腾讯网采访, 机器人技术与应用, 国元证券研究所

3. 具身智能落地之后，我们该关注哪些部件量产投资机会

从国内外人形机器人厂商进度来看，批量交付乃至量产预期集中在 2024-2025 年，我们认为伴随 AI 的飞速发展，具身智能到来的时间可能提前。软件、算法是决定第一台符合消费者需求具身智能落地的必要条件，而量产后的硬件规模化降本是人形机器人渗透率提升的关键。因此我们对目前人形机器人厂商的硬件应用进行梳理，寻找具身智能量产后将会带来目前厂商潜在共同核心零部件带来的投资机会。

3.1 执行层：无框力矩电机确定性较强，灵巧手有望带动空心杯电机需求

对比国内外厂商执行器主要零部件，共性集中在电机以及灵巧手方案。电机层面，国内外人形机器人对电机的峰值扭矩要求在 180N.m 以上，其中国内厂商集中要求在 200N.m 及以上，对应无框力矩电机（结构紧凑、大扭矩）需求广阔，建议关注步科股份。手部部件来看，从当前时点来看，灵巧手既是人形机器人参与精密活动的必备条件，也是现在绝大多数厂商的共同选择，而空心杯电机具备结构紧凑、高精度、高能量密度等特点，能够适配机器人灵巧手，建议关注鸣志电器、江苏雷利。

表 1：各厂商 demo 机执行器部件性能对比

| | 开普勒 | 优必选 | 小米 | 宇树 | 傅利叶 GR-1 | 智元 | 达闼 | TESLA |
|-------|------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|---|---------------------------|---------------|------------------|
| | 先行者系列 (K1/S1/D1) | Walker X | CyberOne | H1 | Fourier GR-1 | 远征 A1 | XR4 | Optimus |
| | | | | Unitree M107 关节电机 | | | | |
| 关节—电机 | 自选旋转执行器-高扭矩电机 | 峰值扭矩: 4.5N.m | 峰值扭矩: 300N.m | 膝关节约 360N.m | 自研高性能 FSA 执行器 (集成电机、驱动器、 减速器及编码器) | PowFlow 关节电机, 准直驱 关节方案 | 单推峰值扭矩 600N.m | 20N.m |
| | 峰值扭矩达到 200N.m | 200N.m | 峰值扭矩密度: 96Nm/kg | 髋关节约 220N.m | 最大关节扭矩: 230N.m | 峰值扭矩 > 350N.m | | 110N.m 180N.m |
| | | | | 踝关节约 45N.m | | | | |
| | | | | 手臂关节约 75N.m | | | | |
| | | | | 峰值扭矩密度 189N.m/Kg | | | | |
| 灵巧手 | 12 自由度, 高精度精准、强大力量、智能控制、灵活多变 | 6 自由度手掌 | 非灵巧手 | 选配 (正在开发) | 11 自由度 | 12 主动自由度+5 被动自由度 | - | 11 自由度 |

资料来源：各公司官网，Tesla，国元证券研究所

无框力矩电机能够给予机械设计师更灵活的结构设计权限以及更大的扭矩，适配于机器人关节。机器人关节需要高度集成的解决方案，其中就包括结构紧凑的电机；不同于传统的伺服电机，无框力矩电机没有机壳，只有定子和转子 2 个部件，相较于有框电机，无框电机配置灵活，安装方便，着眼于目前驱动系统的高度集成化趋势，可以说无框电机更贴合工程师的目标期望；工程师无需像传统设计那样考虑电机接口，只需要在系统设计中给予电机相当小的空间位置预留即可，可以最大限度的缩小驱动系统中动力输出单元的空间占用，以此来达到更高的系统集成。

图 13：无框力矩电机只有转子和定子 2 个部件

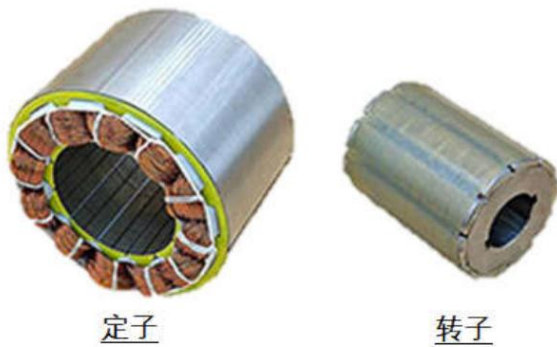


图 14：步科 FMC 无框力矩电机



资料来源：研一机械，国元证券研究所

资料来源：步科股份官网，国元证券研究所

表 2：无框电机具备占用空间小，单位体积扭矩高等优势

| 优势 | 无框电机优势 |
|--------|-------------|
| 提升机器性能 | 直接耦合（无背隙） |
| | 更高的系统带宽 |
| | 提高机器效率 |
| 结构更紧凑 | 机器占用空间更小 |
| | 单位体积扭矩最高 |
| 减少维护 | 更少的机械部件 |
| | 无易磨损或需维护的组件 |

资料来源：科尔摩根官网，国元证券研究所

灵巧手既是人形机器人参与精密活动的必备条件，也是现在绝大多数厂商的共同选择。手是人类的核心器官，是上肢的依托，不仅能完成许多基础动作，而且还能从事与日常生活密切联系的各种精细活动。人形机器人也对应具备灵巧手部件，国内开普勒、优必选、傅利叶智元等厂商 demo 机均具备多自由度灵巧手，特斯拉 Optimus 在演示时用灵巧手抓捏起鸡蛋环境也表明其后续参与精密场景工作的潜力。站在当前时点，我们认为灵巧手既是后续人形机器人参与精密活动的必备条件，也是现在绝大多数厂商的共同选择。

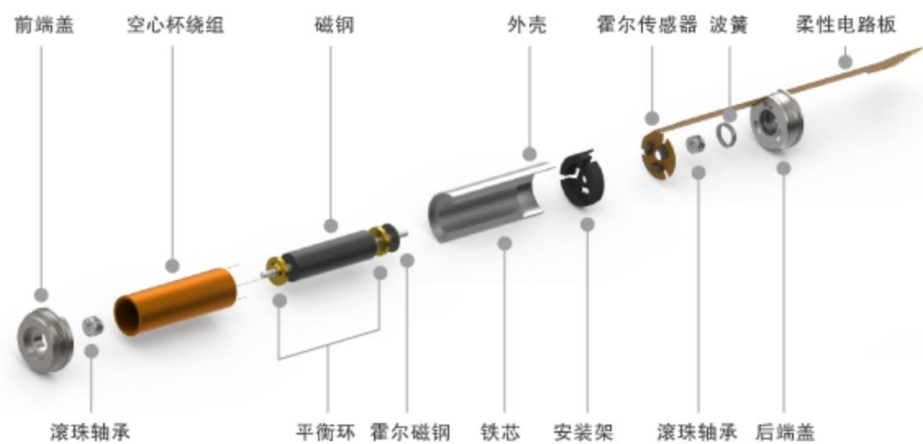
图 15: Optimus 用灵巧手捏起鸡蛋



资料来源: Tesla, 国元证券研究所

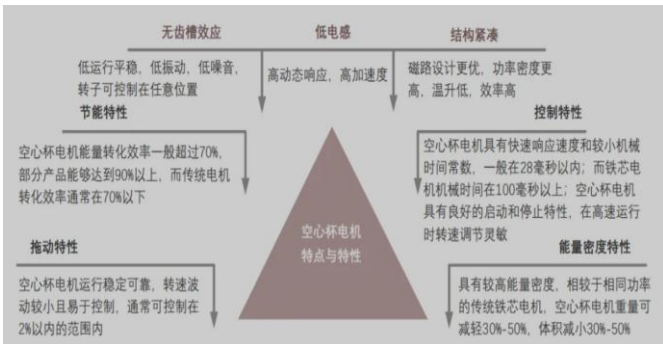
空心杯具备结构紧凑、高精度、高能量密度等特点，适配机器人灵巧手。空心杯电动机（又称无铁芯电机、无齿槽电机）在结构上突破了传统电机的转子结构形式，采用的是无铁芯转子。这种新颖的转子结构彻底消除了由于铁芯形成涡流而造成的电能损耗。同时其重量和转动惯量大幅降低，从而减少了转子自身的机械能损耗。由于转子的结构变化而使电动机的运转特性得到了改善，不但具有突出的节能特点，更为重要的是具备了铁芯电动机所无法达到的控制和拖动特性。空心杯电动机属于直流永磁的伺服、控制电动机，也可以将其归类为微特电机。空心杯电动机具有灵敏方便的控制特性和稳定的运行特性，技术优势明显。

图 16: 无刷空心杯电机结构图



资料来源: 鸣志电器, 国元证券研究所

图 17：空心杯电机具备结构紧凑、高能量密度等特性



资料来源：香磁磁业，国元证券研究所

图 18：空心杯电机适配机器人灵巧手应用场景



资料来源：鸣志电器，国元证券研究所

3.2 感知层：视觉关注 TOF 与多目视觉方案，传感中六维力传感价值较高

对比国内外厂商感知层主要零部件，共性集中在视觉以及感知方面，其中视觉方面，TOF 与多目视觉方案为主，部分厂商辅以激光雷达/超声波传感器；力感知方面，六维力传感器具备较大投资价值，建议关注柯力传感。

表 3：各厂商所用感知部件对比

| | 开普勒 | 优必选 | 小米 | 宇树 | 傅利叶 GR-1 | 智元 | TESLA |
|----|---|-------------------|---------------------------|---|--------------------------------|---------------|---------|
| | 开普勒先行者系列 (K1/S1/D1) | Walker X | CyberOne | H1 | Fourier GR-1 | 远征 A1 | Optimus |
| 视觉 | RGBD 摄像头+鱼眼摄像头 | RGBD 摄像头+超声波传感器*4 | Mi Sense 自研空间视觉模组 AI 交互相机 | 3D 激光雷达 (LIVOX-MID360)+深度相机 (Intel RealSense D435i) | 深度相机 Intel® RealSense™；可拓展激光雷达 | RGBD 摄像头+激光雷达 | - |
| 听觉 | 麦克风+智能语音大模型 | - | 双麦克风识音系统 | - | 环形麦克风识音系统 | 麦克风阵列 | - |
| 感知 | 拉压力传感器、速度六维力/力矩传感器*4 传感器、姿态传感器+高精度惯导传感器 | - | - | - | IMU；可拓展六维力传感器 | IMU | 六维力传感器 |

资料来源：各公司官网，国元证券研究所

视觉方面：TOF 与多目视觉方案为主，部分厂商辅以激光雷达/超声波传感器。目前的视觉方案主要分为 TOF、双目、结构光三种，目前国内外人形机器人厂商主流选择 TOF 与多目视觉法为主，部分厂商会在选用 RGBD 摄像头的同时辅以激光雷达/超声波传感器进行辅助。

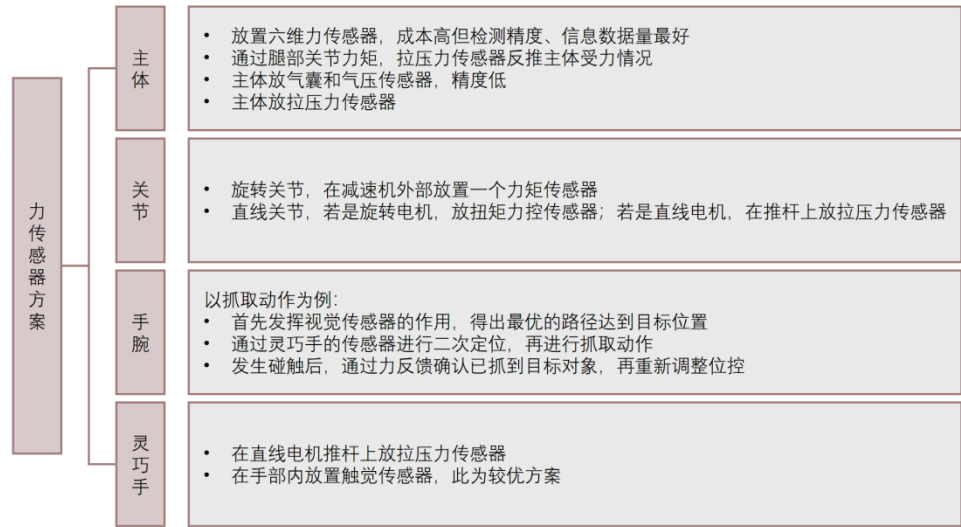
表 4：不同视觉方案对比

| 算法方案 | 飞行时间法 TOF | 双目视觉 Stereo Camera | 结构光 Structured Light |
|------|---|--|--|
| 测量方式 | 主动式 | 被动式 | 主动式 |
| 工作原理 | 根据红外光、激光的飞行时间(相位差异)直接测量距离 | 双相机，基于视差原理进行 RGB 图像特征点匹配，三角测量法 | 主动投射已知编码图案，提升特征匹配的效果，三角测量法 |
| 优点 | 1、检测距离远。在激光能量够的情况下可达几十米。 2、受环境光干扰比较小，适用于动态场景。 3、TOF 的深度计算精度不随距离改变而变化，基本能稳定在 cm 级，这对于一些大范围运动的应用场合非常有意义。 4、不像双目相机、结构光需要经过算法处理才能输出三维数据，TOF 可以直接输出被测物体三维数据 | 1、硬件要求低，成本也低。普通 CMOS 相机即可。但比较消耗计算资源。 2、室内外都适用。只要光线合适，不能太昏暗。 3、主动光源，夜晚也可使用。 | 1、方案成熟，相机基线可以做的比较小，方便小型化。 2、资源消耗较低，单帧 IR 图就可计算出深度图，功耗低。 3、主动光源，夜晚也可使用。 4、在一定范围内精度高，分辨率高，分辨率可达 1280x1024，帧率可达 60FPS。 |
| 缺点 | 1、对设备要求高，特别是时间测量模块，资源消耗大。 2、该方案在检测相位偏移时需要多次采样积分，运算量大。 3、边缘精度低。 4、限于资源消耗和滤波，帧率和分辨率都没办法做到较高。目前消费类最大也就是 VGA。 | 1、对环境光照非常敏感。光线变化导致图像偏差大，进而会导致匹配失败或精度低。 2、不适用单调缺乏纹理的场景。双目视觉根据视觉特征进行图像匹配，没有特征会导致匹配失败。 3、计算复杂度高。该方法是纯视觉的方法，用到复杂的相关性算法，对算法要求高，计算量较大。 4、基线限制了测量范围。测量范围和基线（两个摄像头间距）成正比，导致无法小型化。 | 1、容易受环境光干扰，室外、强光下体验差。 2、随检测距离增加，精度会变差。 |

资料来源：AIoT 工业检测，CSDN，国元证券研究所

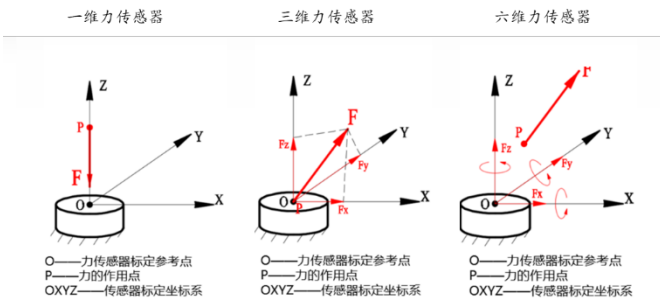
力感知：六维传感器主要用于人形机器人的手腕和脚踝等关键部位，具备较高价值量。通过六维力传感器，机器人可以感知自身的重量和外界的交互，从而实现更加灵活、自然的运动。双足机器人在行走时，需要根据脚掌的接触情况调整姿态，因此需要通过六维力传感器来测量脚踝处的力和力矩，并将数据传输给控制器进行分析和处理。六维力传感器安装在人形机器人的手腕上，使机械手能够执行精细的操作，如抓取、装配、缝纫等机器人各部位根据实际需求有不同的力传感器解决方案，如主体的力控方案需考虑使用场景和成本，腕部的力控需根据机器人的工作性能要求来确定。

图 19：人形机器人各部位力传感器方案



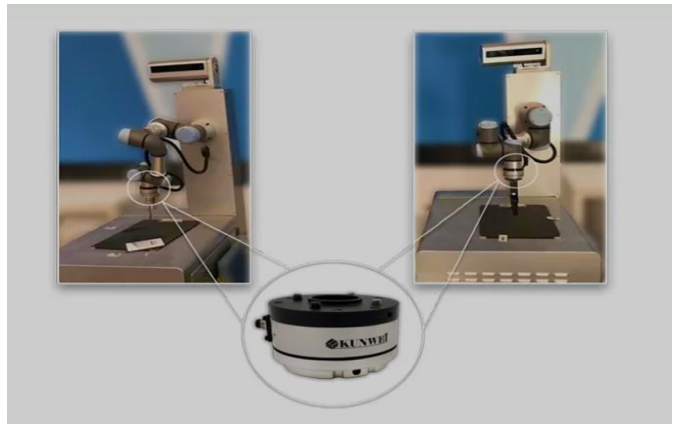
资料来源：头豹研究院，国元证券研究所

图 20：一维、三维、六维力传感器对比



资料来源：坤维科技，国元证券研究所

图 21：六维力传感器能用在协作机器人末端



资料来源：坤维科技，国元证券研究所

4.风险提示

(1) 研发进度不及预期

人形机器人目前还处于起步阶段，技术路线等尚未明确，研发进程中不确定性因素较多，发展进度可能不及市场预期。

(2) 降本不及预期

人形机器人依赖于多种原材料，包括各种核心零部件、定制机加工件及研发过程中所需芯片等，由于机器人产业在未来几年预计有较大的成长，供应商产能可能无法匹配行业的需求，原材料价格可能有所提升，人形机器人降本可能不及市场预期。

(3) 全球宏观经济景气度不及预期

人形机器人需求弹性较大，宏观经济周期性波动可能会对所属行业公司业绩产生影响。如果全球宏观经济增长大幅放缓，或行业景气度下滑，下游厂商需求可能延缓或减少。

(4) 相关政策不及预期

各国汇率政策、税收政策等政策变动人可能对行业内公司的经营业绩和现金流造成不利影响。人形机器人所配备的人工智能系统开发可能受到政策监管限制，不及市场预期。

投资评级说明:

| (1) 公司评级定义 | | (2) 行业评级定义 | |
|------------|---------------------------------|------------|--------------------------------|
| 买入 | 预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅优于上证指数 20%以上 | 推荐 | 预计未来 6 个月内, 行业指数表现优于市场指数 10%以上 |
| 增持 | 预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅优于上证指数 5-20%之间 | 中性 | 预计未来 6 个月内, 行业指数表现介于市场指数±10%之间 |
| 持有 | 预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅介于上证指数±5%之间 | 回避 | 预计未来 6 个月内, 行业指数表现劣于市场指数 10%以上 |
| 卖出 | 预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅劣于上证指数 5%以上 | | |

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力, 以勤勉的职业态度, 独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道, 分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力, 本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论, 结论不受任何第三方的授意、影响。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000), 国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议, 并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式, 指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向客户发布的行为。

一般性声明

本报告由国元证券股份有限公司(以下简称“本公司”)在中华人民共和国内地(香港、澳门、台湾除外)发布, 仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告, 则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议, 国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或间接损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息, 但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、意见及推测只提供给客户作参考之用, 并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的投资建议或要约邀请。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期, 本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况, 以及(若有必要)咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下, 本公司及其所属关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易, 还可能为这些公司提供或争取投资银行业务服务或其他服务。

免责条款

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠, 但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有, 未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅, 如需引用或转载本报告, 务必与本公司研究所联系。 网址: www.gyzq.com.cn

国元证券研究所

| 合肥 | 上海 |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 地址: 安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心 A 座国元证券 | 地址: 上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼国元证券 |
| 邮编: 230000 | 邮编: 200135 |
| 传真: (0551) 62207952 | 传真: (021) 68869125 |
| | 电话: (021) 51097188 |