



华安证券  
HUAAN SECURITIES

# 从科幻到现实，人形机器人进入量产元年

## ——人形机器人行业2025年度策略

分析师：张志邦（S0010523120004）邮箱：[zhangzhibang@hazq.com](mailto:zhangzhibang@hazq.com)

分析师：刘千琳（S0010524050002）邮箱：[liuqianlin@hazq.com](mailto:liuqianlin@hazq.com)

2024年12月18日

华安证券研究所

## 2025年人形机器人将迎来量产元年，产业链发展前景广阔

- **人形机器人是AI应用落地的主要载体。**大模型问世是人工智能发展的分水岭，以人工智能大模型为代表的人工智能第三发展阶段未来会有一段较长的发展红利期，将成为新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量。人形机器人作为人工智能落地物理世界的优质载体，将受益于人工智能的快速发展，其拥有感知、思考、决策等能力不再遥不可及。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。
- **2025年人形机器人将进入量产元年，优秀企业有望逐步显现。**2025年，特斯拉Optimus有望进入小批量量产阶段，将有数千台人形机器人落地在内部工厂运行，2026年有望对外销售。英伟达在GTC 2024大会推出人形机器人通用基础模型Project GR00T。2024年11月，华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营。Figure、1X、宇树、智元、开普勒、优必选等国内外机器人领先企业已经先后开启人形机器人的量产。
- **人形机器人产业链空间广阔，未来或达到万亿市场空间。**马斯克在2024年股东大会上表示，到2040年人形机器人未来数量将超过人类，可以替代人类完成无聊、危险和人类不愿意做的工作，成为工业主力，预计有望达到100亿台。我们预计当人形机器人年产量达到1000万台时，售价2万美元，对应市场空间可以达到2000亿美元，拥有超万亿人民币的市场空间。高工机器人产业研究所（GGII）预测，2024年全球人形机器人市场规模为10.17亿美元，到2030年全球人形机器人市场规模将达到151亿美元，2024-2030年CAGR将超过56%，全球人形机器人销量将从1.19万台增长至60.57万台。
- **建议投资价值量高且有技术壁垒的人形机器人关键零部件环节。**我们认为2025年人形机器人行业进入量产阶段，获得头部厂商定点和技术认可的企业有望取得超额表现。可结合产业链进度投资价值量高且有技术壁垒的关键零部件，如执行器、灵巧手、行星滚柱丝杠、六维力传感器等。此外可前瞻布局灵巧手、触觉皮肤和peek轻量化材料有技术进步可能性的环节。

## 2025年人形机器人将迎来量产元年，产业链发展前景广阔

➤ 人形机器人产业链空间广阔，未来或达到万亿市场空间。

- 马斯克在2024年股东大会上表示，到2040年人形机器人未来数量将超过人类，可以替代人类完成无聊、危险和人类不愿意做的工作，成为工业主力，预计有望达到100亿台。特斯拉目标年产10亿台人形机器人，占10%以上市场份额。Optimus成本控制在1万美元左右，若以每台2万美元出售，特斯拉将赚取丰厚利润。我们预计当人形机器人年产量达到1000万台时，售价2万美元，对应市场空间可以达到2000亿美元，拥有超万亿人民币的市场空间。
- 高工机器人产业研究所（GGII）通过测算人形机器人在不同领域的渗透率预测，2024年全球人形机器人市场规模为10.17亿美元，到2030年全球人形机器人市场规模将达到151亿美元，2024-2030年CAGR将超过56%，全球人形机器人销量将从1.19万台增长至60.57万台。

图表1：人形机器人市场规模预测

全球人形机器人市场空间测算							
年份	2024E	2025F	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
全球人形机器人市场规模预测（亿美元）	10.17	16.32	26.36	41.47	64.88	100.64	151.42
全球人形机器人均价预测（万美元）	8.57	6.26	5.03	4.17	3.56	3.15	2.50
全球人形机器人销量预测（台）	11867	26070	52405	99448	182247	319492	605680

资料来源：高工产业研究院，华安证券研究所

## 目录

1人形机器人行业复盘和投资方法总结



2人形机器人本体厂商技术进展

3人形机器人产业链

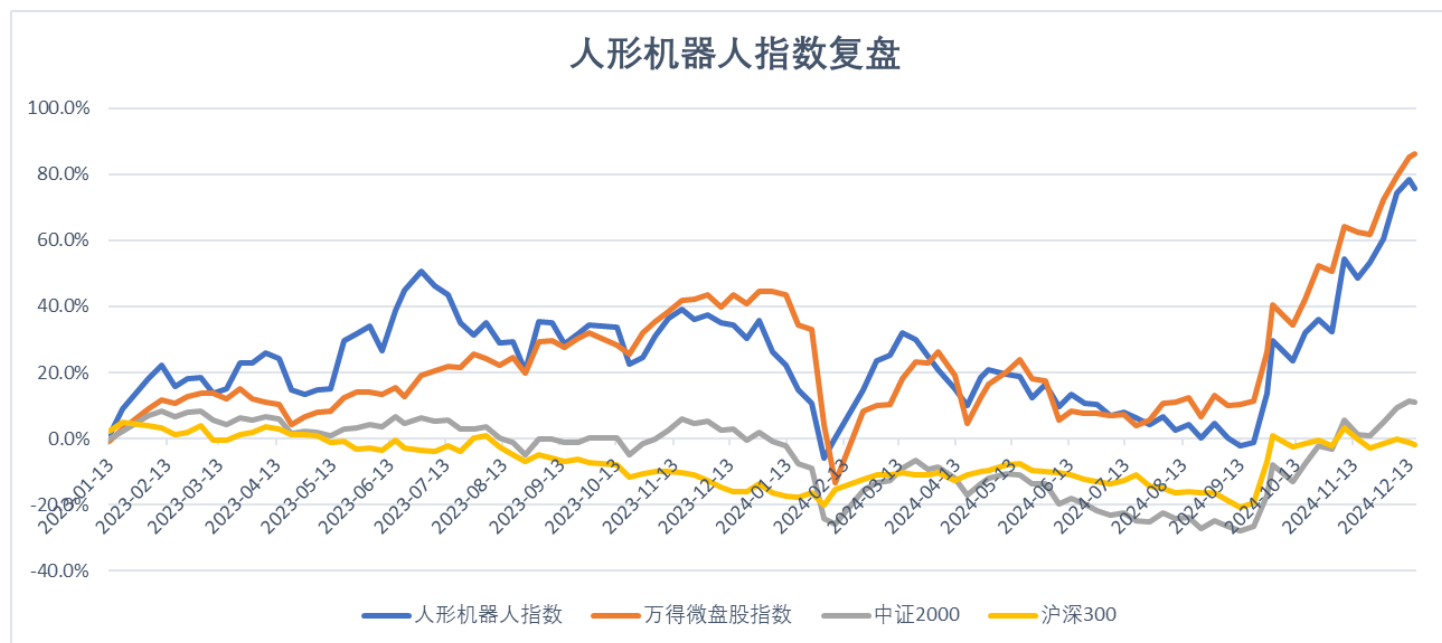
4投资建议

5风险提示

## 1.1 小盘股表现较好时，人形机器人板块有超额表现

- 人形机器人板块工控和汽车零部件行业公司较多，市值较小。
- 人形机器人产业前景广阔，想象空间较大，因此当市场流动性充裕，小盘股表现较好时，人形机器人板块有超额表现。

图表2：人形机器人指数复盘

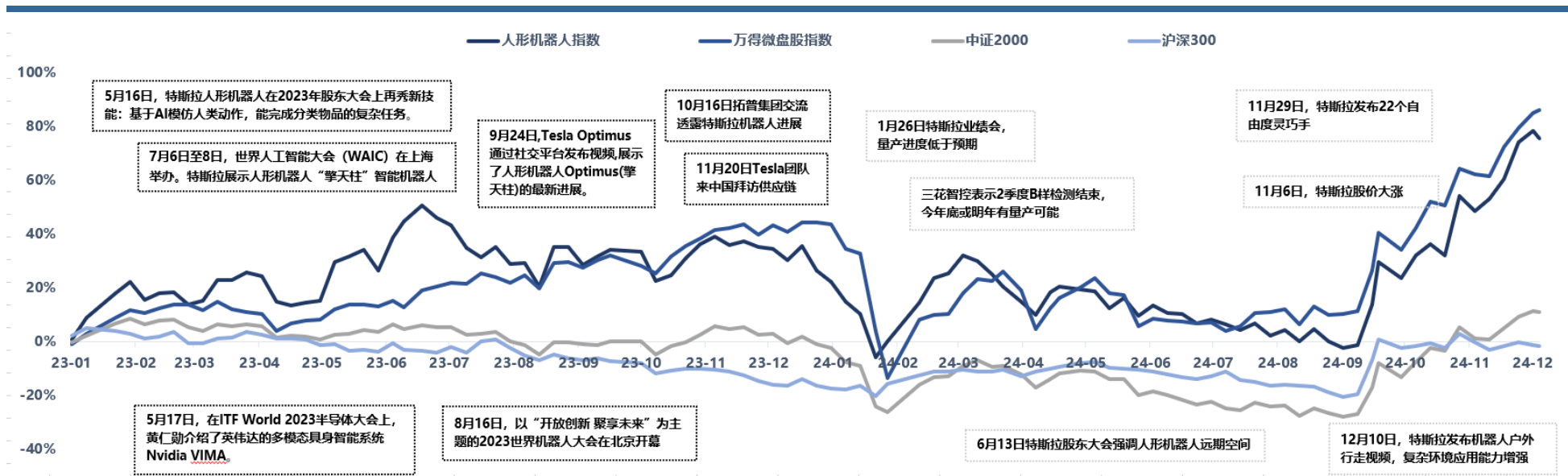


资料来源：Wind，华安证券研究所

## 1.2 本体厂商有显著技术突破时，板块表现超额

- 事件驱动型投资，关注头部厂商技术突破。人形机器人属于强预期板块，主要是事件驱动，板块行情和特斯拉、英伟达、华为等本体头部厂商进展高度相关。

图表3：人形机器人指数与万得微盘股、中证1000、沪深300指数对比分析



资料来源：Wind，华安证券研究所，截至2024年12月16日

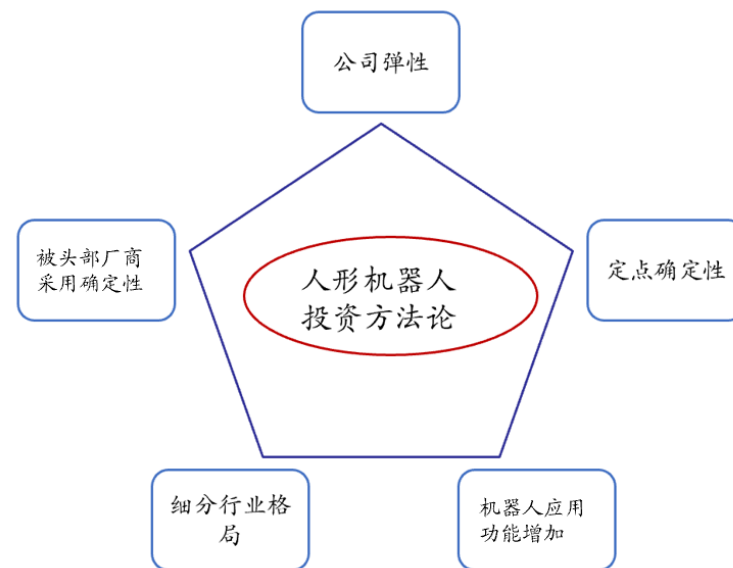
## 1.3 催化剂：关注特斯拉、英伟达、华为的技术进展

- 2024年3月18日，英伟达GTC大会发布GT001机器人平台
- 2024年3月29-31日，中国具身智能大会（CEAI2024）在上海市徐汇区西岸智塔召开
- 2024年4月，中国人形机器人生态大会在上海举行
- 2024年5月，特斯拉发布二代optimus最新进展
- 2024年6月，特斯拉召开股东大会
- 2024年7月，世界人工智能大会在上海举办
- 2024年Q2末，特斯拉Optimus的零部件B样测试结束，可能会有公司定点，然后再进入C样
- 2024年8月15日-8月19日，2024年世界机器人大会（北京）博览会将在北京举办
- 2024年11月15日，华为宣布成立具身智能产业创新中心
- 2024年11月29日，特斯拉发布22个自由度灵巧手
- 2024年12月8-9日，ROSCon China 2024大会12月7~8日在上海召开
- 2024年12月10日，特斯拉发布机器人户外行走视频，复杂环境应用能力增强
- 2024年底或者2025年初，特斯拉Optimus准备量产，25年预计厂内1000多台使用
- 2025年1月7~10日，在美国内华达州拉斯维加斯举办的 CES 2025
- 2025年3月15~18日，英伟达GTC2025大会举办

## 1.4 人形机器人投资方法论——五大维度择选优质公司

- 复盘总结：人形机器人产业链表现为事件驱动和小市值和新进入行业的标的相对表现较好，主要原因是行业远期空间大，但是短期没有量产落地，业绩上暂未有表现。股价上涨的核心都是围绕增加的期权价值，我们总结了五大维度帮助把握人形机器人产业链的投资机会。
- 机器人应用功能增加：事件催化背后是头部厂商技术进步，增加机器人应用功能，增加潜在销量和加快量产进展，确定性和行业潜在空间提升，股价上涨；
- 被头部厂商采用确定性：环节被头部厂商采用的概率增加增强了确定性和潜在空间，股价上涨；
- 细分行业格局：细分环节的壁垒越高，格局越好，最终落实到终局可以获得较高的市占率以及净利率；
- 定点确定性：过往与头部厂商有合作的企业获得定点概率更大；
- 公司弹性：机器人业务占比高，受其他业务影响越小的公司，弹性更大。

图表4：五大维度择选优质公司



资料来源：华安证券研究所整理



## 目录

1人形机器人行业复盘和投资方法总结

2人形机器人本体厂商技术进展



3人形机器人产业链

4投资建议

5风险提示



## 2.1 人形机器人关键技术：运控算法

- **人形机器人对工业机器人的优势：**工业机器人和机械臂等更多在标准工业场景下使用，功能有限。现在社会的基础设施都是以人为服务对象建设的，设计人形机器人的意义在于机器人可以像人一样，使用各种基础设施。同时人形机器人可以实现多种功能的整合，相对工业机器人更具有通用性。
- **运控算法是人形机器人大规模量产的关键要素。**运动控制能力又称机器人的“小脑”是人形机器人的核心能力，在机器人执行具体任务时候，需要解决准确性和实时性问题，AI在机器人的任务和步态规划是其中最大的难点，其他的比如人形机器人行动的速度、步幅、稳定性和路径规划也都是难点。
- **人形机器人算法可供练习数据相对较少。**人形机器人最终仍然需要往与人交互的层面上发展，要确保人形机器人在与人类做物理交互的安全不能仅依靠纯位置控制，最终能决定机器人人机交互能力的主要是AI算法及软件平台能力。相对自动驾驶和ChatGPT等人工智能算法，人形机器人的算法难度在于可获取用于练习的数据较少。
- **技术发展遵循“工业——2B商业——2C家用”的路线。**完全2C需要应用的场景太多样，算法和AI技术都难以满足要求。全通用场景的人形机器人实现难度较大，2B工业是最先应用的场景。2B场景更标准化、更简单，场景结构化程度高，尤其是工业场景，它更加标准，有利于标准数据收集及算法和产品迭代。



# 2025年是人形机器人量产元年，产业进入从0到1转折点

图表5：各本体厂商量产进展

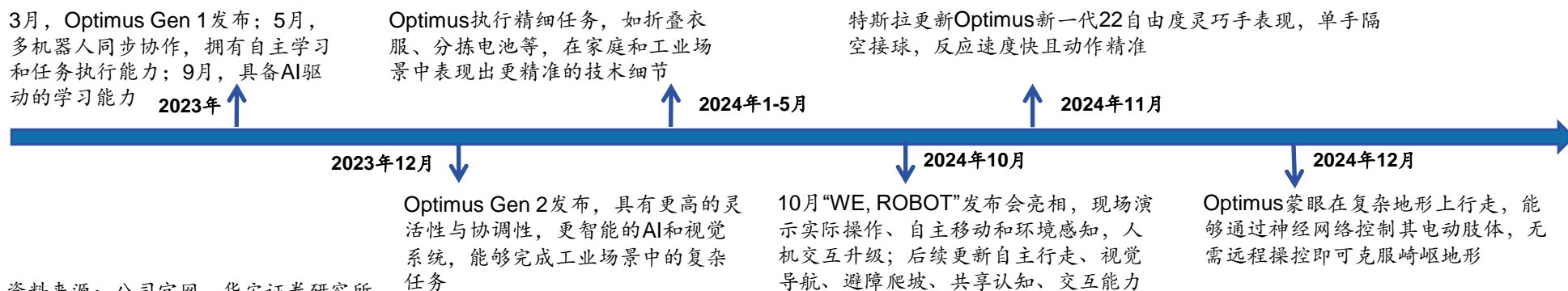
本体厂商	最新进展
特斯拉	技术新进展包括自主行走、视觉导航、避障爬坡、共享认知、与人互动等，搭载新一代22自由度灵巧手，能够处理复杂地形；计划从2024年底开始小批量试产Optimus机器人，预计2025年全年生产数千台
英伟达	3月18日，GTC 2024大会推出人形机器人通用基础模型Project GR00T；12月2日，人形机器人开发团队已开始寻求在台湾建立人形机器人供应链；完善机器人生态系统如ROS、NVIDIA Jetson、NVIDIA Isaac等加速赋能技术创新与应用
Figure	2月，获得贝索斯、微软、英伟达、OpenAI等联投约6.75亿美元融资；8月6日，发布第二代人形机器人Figure 02，有望在未来两到五年内将自主双足机器人推向商业应用和家庭市场；目前Figure 02在美国南卡罗来纳州的宝马汽车工厂进行用例训练
1X	1月11日，公司完成1亿美元B轮融资；8月30日，推出专为家庭设计的双足人形机器人NEO的原型机NEO Beta；11月，NEO解锁厨房场景，能够在家庭场景中处理复杂任务；目前，公司正在挪威莫斯工厂进行批量生产的准备工作，公司研发日程下一步预计为快速移动能力
华为	6月23-24日，华为开发者大会展示搭载盘古具身智能大模型的夸父人形机器人；11月15日，华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营，与16家企业签署合作备忘录
宇树科技	5月13日，发布Unitree G1，整合UnifoLM机器人模型、AI深度学习技术、计算机视觉能力和语音识别系统，赋予机器人自我学习和环境适应能力；8月20日，G1量产版发布，9.9万元起售
智元机器人	8月18日，新品发布会推出“远征”与“灵犀”两大系列共五款商用人形机器人新品，预估双足人形机器人远征A2今年发货量约200台，轮式人形机器人远征A2-W则在100台左右；5-7月分别与均普智能、科大讯飞、软通电力签署战略合作协议，10月10日，与富临精工、巨星新材料等签订《人形机器人应用项目合作框架协议》
开普勒	10月，先行者K2全球发布；通过基于云端大模型的大脑+具身小脑的组合，模仿学习+强化学习的技能训练，开普勒已经启动K2人形机器人在客户实际场景中的应用测试，应用场景包括物料搬运、样品处理、巡逻巡检、冲压收料、质量检测等
优必选	10月14日，正式发布Walker S1，已经在多家车厂实训中取得了超过500台的意向订单；Walker S1成为全球第一个可以与无人物流车、无人叉车、工业移动机器人和智能制造管理系统的协同作业的人形机器人

资料来源：公司官网，华安证券研究所

## 2.3 特斯拉Optimus将进入量产阶段，运控能力快速进步

- 特斯拉Optimus持续迎来技术新进展。**自10月10日“WE, ROBOT”发布会后，特斯拉Optimus持续迎来新进展。据财联社报道，10月17日，特斯拉更新Optimus最新训练进展，行动方面展示其自主行走、视觉导航、避障爬坡、自主充电能力，感知方面展示其共享认知、与人互动能力；11月28日，特斯拉更新Optimus新一代22自由度灵巧手表现，单手隔空接球，反应速度快且动作精准；12月10日，特斯拉官方账号展示Optimus蒙眼在复杂地形上行走的最新进展，Optimus目前并没有使用视觉系统，而是能够通过神经网络控制其电动肢体，无需远程操控即可克服崎岖地形。特斯拉将在未来为其增加视觉系统，提升规划能力，并进一步改进其行走姿态、响应速度、跌倒恢复能力。
- Optimus进入量产阶段，从2024年底开始小批量试产。**据凤凰网科技报道，特斯拉预计到今年年底，Optimus将在工厂执行一系列实际有效任务，并在2025年底之前对外销售Optimus机器人，即计划从2024年底开始小批量试产Optimus机器人，预计2025年全年生产数千台，用于内部场景使用及训练，计划在2026年大规模生产，2027年之前开始向外部客户交付。

图表6：特斯拉Optimus技术进展时间轴

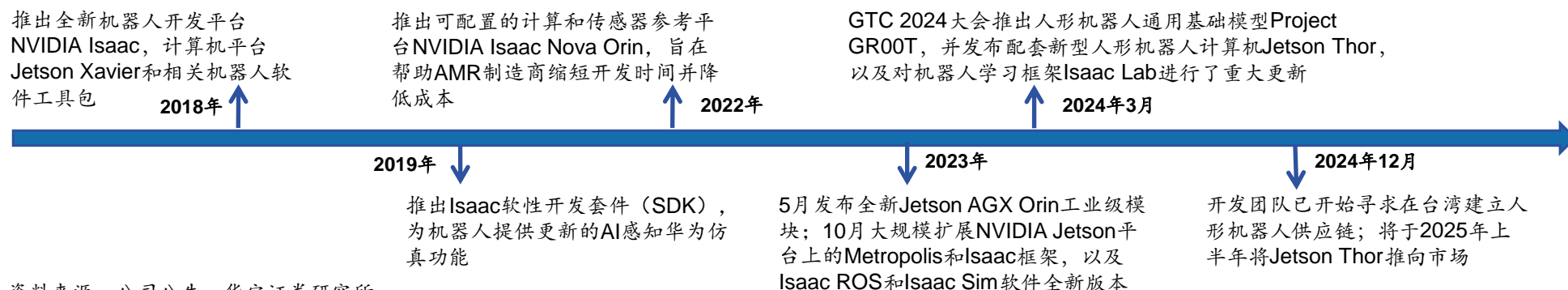


资料来源：公司官网、华安证券研究所

## 2.4 英伟达加速赋能技术创新与应用，完善机器人生态系统

- 英伟达致力于为全球机器人制造商、AI 模型开发者和软件制造商提供工具和平台以助力加速研发、训练人形机器人。包括ROS生态系统、NVIDIA Jetson合作伙伴网络、NVIDIA Isaac机器人开发平台、NVIDIA Metropolis视觉AI应用框架、NVIDIA Isaac Sim传感器与物理仿真应用、NVIDIA OSMO机器人开发运维系统等。
- 据华尔街日报报道，3月18日，GTC 2024大会推出人形机器人通用基础模型Project GR00T，并发布配套新型人形机器人计算机Jetson Thor，以及对机器人学习框架Isaac Lab进行了重大更新，将于2025年上半年将其为人形机器人提供动力的新技术Jetson Thor推向市场。
- 据科创板日报报道，12月2日，英伟达人形机器人开发团队已开始寻求在台湾建立人形机器人供应链，已获和大、盟立、盟英、罗升等工具机厂商证实，不排除设立组装基地。终端产品瞄准人形机器人、专业型机器人。
- 据科创板日报报道，12月7-8日，ROSCon China 2024大会上，NVIDIA 通过技术分享，展示了 ROS 在机器人领域的最新进展与成果，重点展示了NVIDIA Isaac Lab加速机器人学习、NVIDIA 机器人软件栈助力工业无序拣选解决方案开发，该技术突破将有助于推动下一波 AI 机器人技术发展。

图表7: 英伟达人形机器人生态系统布局时间轴



资料来源: 公司公告、华安证券研究所

## 2.5 Figure 02 发布，Figure AI更近量产销售目标

- **Figure AI融资及合作进展顺利。**据华尔街见闻报道，2月，Figure AI获得亚马逊创始人贝索斯，以及微软、英伟达、OpenAI等大型科技公司联投的约6.75亿美元融资，估值达到26亿美元。此外，Figure AI正与OpenAI合作开发下一代人形机器人的人工智能模型，还将使用微软的Azure云服务进行人工智能基础设施、培训和存储。
- **Figure 02 有望推向商业应用和家庭市场。**据上证报中国证券网报道，8月6日，Figure AI发布第二代人形机器人Figure 02。Figure 02将人体形态的灵活性与先进的人工智能相结合，配置16个自由度第四代手部装置，采用集成布线便于工业环境实操，较Figure 01的机载计算与AI推理能力提高三倍，并且能与人类进行实时的语音与语音对话，有望在未来两到五年内将自主双足机器人推向商业应用和家庭市场。目前Figure 02在美国南卡罗来纳州的宝马汽车工厂进行用例训练。

图表8: Figure 02 汽车工厂实训情况



资料来源：Figure AI 官方视频



## 2.6 1X机器人NEO面向家用，尝试量产准备

1X Technologies现有两款人形机器人，EVE（轮足）和 NEO（双足）：

- **EVE已在欧美部分地区投入商业化应用。**据1X官网，EVE是公司早期一款专为工作环境设计的轮式自平衡人形机器人，主要用于工业、物流、零售和安全领域。2022年，公司首次取得商业突破，签署了至少140台EVE机器人的分销合同，为美国商业场所提供安保服务。
- **NEO面向家用市场，正尝试量产准备。**据财联社和中国机器人网报道，继2023年3月Open AI领投实现2350万美元的A2轮融资后，1月11日，公司完成1亿美元B轮融资。8月30日，1X推出专为家庭设计的双足人形机器人NEO的原型机NEO Beta。11月，公司发布NEO解锁厨房场景的视频，展示其在家庭场景中处理复杂任务的潜力。目前，公司正在挪威莫斯工厂进行批量生产的准备工作，公司研发日程下一步预计为快速移动能力。

图表9：EVE实现语音指令集体协作



资料来源：1X Technologies 官方视频

图表10：双足人形机器人NEO

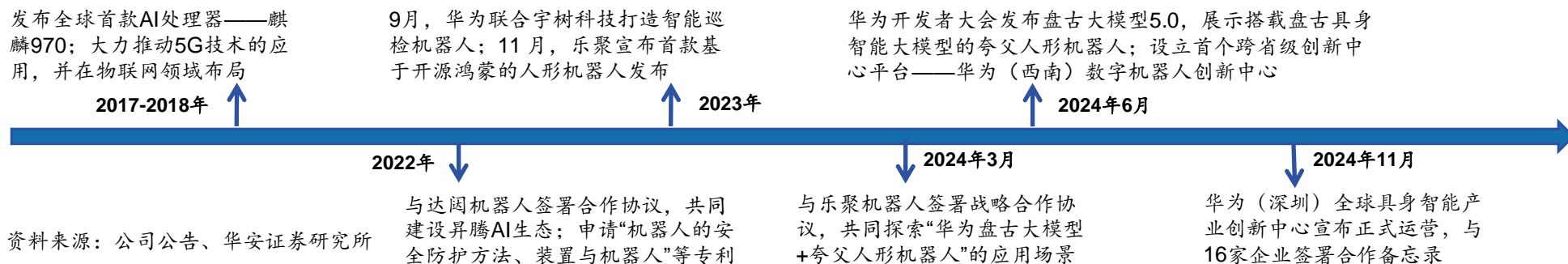


资料来源：1X Technologies 官网

## 2.7 华为牵头建立具身智能生态中心，联合产业链加速布局

- 早期探索、研发专利及业态布局阶段：**华为早期AI处理器、5G技术以及物联网领域等技术积累为其深入布局具身智能奠定坚实基础；据公司公告，2022年以来与达闼机器人、宇树科技、乐聚机器人等本体厂商合作，进入人形机器人领域研发专利及业态布局阶段，开展多模态大模型开发、机器人创新应用等领域协作，将AI、5G、云计算等技术整合到新的机器人解决方案中，致力于为企业提供机器人平台和不同应用场景。
- “大模型+机器人”成果推进阶段：**据华为官网，2024年6月23-24日，华为开发者大会展示搭载盘古具身智能大模型的夸父人形机器人，系华为云与乐聚机器人战略合作以来取得的阶段性成果。目前已经实现人形机器人小样本下的泛化操作，在工业、家庭场景中展开测试，是人形机器人泛化能力提升的标志性成果。
- 联合产业链深入布局阶段：**据证券日报网报道，11月15日，华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营，与乐聚机器人、大族机器人、拓斯达、中坚科技、中软国际、禾川人形机器人、兆威机电等16家企业签署合作备忘录。该中心首期方案计划由具身智能基础实验室提供共性技术底座、大脑根技术研发及产品化，涉及具身智能大模型、多模态大模型、算力，小脑关键技术研发，包括多机器人协同制造以及通用双臂精细制造等。此外，通过华为赋能具身智能技术，联合本体厂商及制造企业共同解决企业技术难题，打造解决企业实际问题的具身产品。

图表11：华为人形机器人布局时间轴





## 2.8 宇树科技G1迎来量产，价格优势凸显

- 宇树科技现有两款通用的人形机器人，H1和G1。
- H1已面向市场销售。**据公司官网，2023年8月16日，宇树发布首款通用的人形机器人Unitree H1。发布7个月后Unitree H1 3.0奔跑速度达3.3m/s，打破全尺寸人形机器人运动的世界纪录。H1售价9万美元，截至今年上半年通过代理商等渠道已向市场销售出100多台，主要面向大学、科研机构。
- G1迎来量产，价格优势凸显。**据公司官网，5月13日，宇树发布人形机器人Unitree G1，身高127cm，体重35kg，移动速度2m/s，续航时间约2h，搭载Dex3-1力控灵巧手，单手臂最大负载3kg，可实现较强的灵活性。G1机器人整合UnifoLM机器人模型、AI深度学习技术、计算机视觉能力和语音识别系统，赋予机器人自我学习和环境适应能力。8月20日，G1量产版发布，9.9万元起售。

图表12：宇树科技H1、G1技术参数



资料来源：宇树科技官网、华安证券研究所

## 2.9 智元机器人多方合作布局，新产品预计年交付300台

- 智元“远征”、“灵犀”系列产品预计年交付300台。据公司官网，8月18日，“智元远征 商用启航”的2024年度新品发布会上，推出了“远征”与“灵犀”两大系列共五款商用人形机器人新品，包括远征A2、远征A2-W、远征A2-Max、灵犀X1及灵犀X1-W，并展示了其在机器人动力、感知、通信、控制四大领域的自主研发成果，分享了具身智能G1到G5技术路线图和AIDEA具身智能数据系统。预估双足人形机器人远征A2今年发货量约200台，轮式人形机器人远征A2-W则在100台左右，其他型号暂未安排发货计划。9月25日，智元机器人开源高性能通信框架AimRT；10月24日，面向全球开源“灵犀X1”。
- 积极开展多方合作，布局智能制造、应用场景等多领域。据公司公告，5-7月分别与均普智能、科大讯飞、软通电力签署战略合作协议，分别在通用机器人本体智能制造领域、依托大模型实现智能体与机器人本体的集成、以及通用机器人产品创新和场景示范等领域展开合作；10月10日，与富临精工、巨星新材料、文宏杰、安努创想、安努创和签订《人形机器人应用项目合作框架协议》。

图表13：智元人形机器人产品矩阵

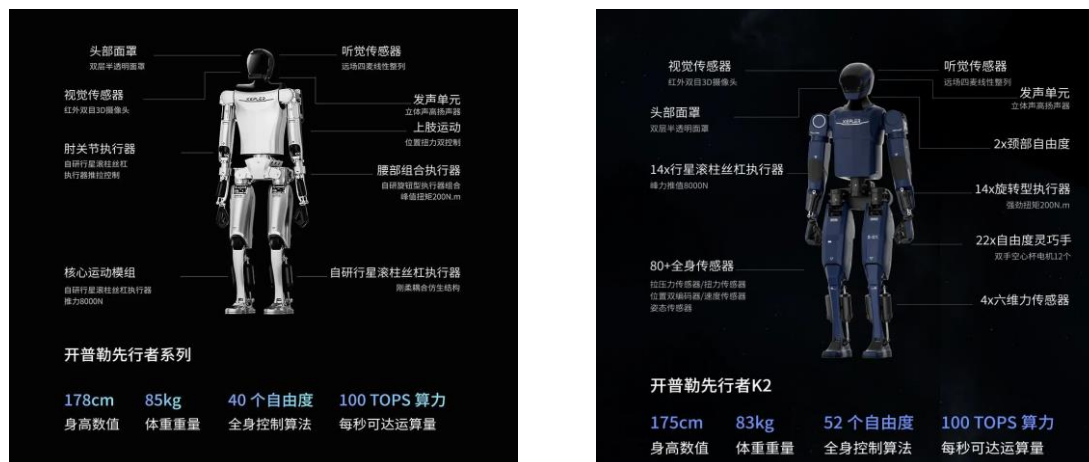


资料来源：智元机器人官网，华安证券研究所

## 2.10 开普勒发布先行者K2，开启商业化进程

- ▶ 开普勒先行者系列上新并迎来商业化。据开普勒官方公众号，开普勒于2023年11月发布先行者系列机器人K1、S1、D1三个型号，预计2024年年底完成落地量产，预估对外售价为2-3万美元；10月14日，开普勒自主研发的全尺寸通用机器人先行者K2在GITEX GLOBAL 2024上首度公开亮相，随后，先行者K2全球发布。
- ▶ 先行者K2基本实现自主完成特定场景工作任务的能力。据科创板日报，先行者K2全身52个自由度，单手11个自由度，单手负载能力达15公斤，每个指尖配备96个触点的柔性传感器；使用2.33KWh大容量电池，保证8小时不间断续航；每秒可达运算量为100TOPS。通过基于云端大模型的大脑+具身小脑的组合，模仿学习+强化学习的技能训练，开普勒已经启动K2人形机器人在客户实际场景中的应用测试，应用场景包括物料搬运、样品处理、巡逻巡检、冲压收料、质量检测等。

图表14：开普勒先行者系列产品参数



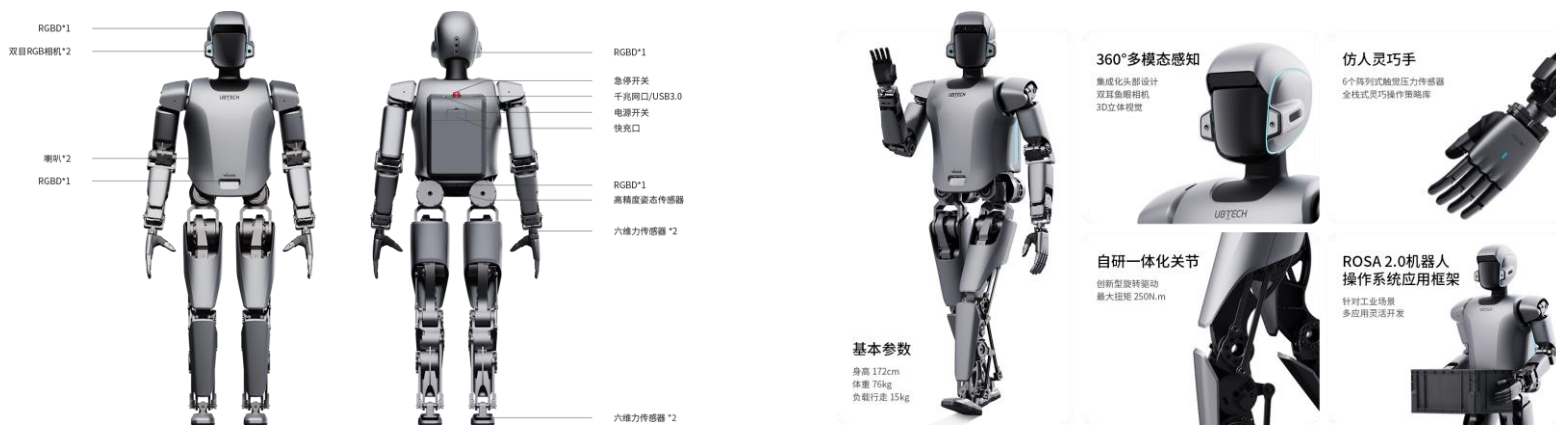
资料来源：开普勒公众号，华安证券研究所



## 2.11 优必选Walker S1 获超500台意向订单，工厂实训成果显著

- 具身智能技术突破成绩亮眼。据优必选官方公众号，优必选在面向通用任务的规划大模型、语义VSLAM、学习型运动控制等具身智能关键技术领域实现了突破，赋予Walker S系列“聪明的大脑”和“敏捷的小脑”，可以完成搬运、分拣和质检等工业场景任务。4月1日，百度和优必选宣布达成战略合作，共同探索中国AI大模型+人形机器人的相关应用。截至6月30日，优必选获授权专利数量已达2,450项，相较于2023年底新增超12%。
- 汽车工厂实训进展顺利，订单情况良好。据优必选官方公众号，10月14日，优必选正式发布全新一代工业人形机器人Walker S1，并已进入汽车工厂实训，包括东风柳汽、吉利汽车、一汽红旗、一汽大众青岛分公司、奥迪一汽、富士康、顺丰等，已经在多家车厂实训中取得了**超过500台的意向订单**。Walker S1也成为全球第一个可以与无人物流车、无人叉车、工业移动机器人和智能制造管理系统的协同作业的人形机器人。

图表15: Walker S1产品参数



资料来源：优必选官网，华安证券研究所

## 目录

1人形机器人行业复盘和投资方法总结

2人形机器人本体厂商技术进展

3人形机器人产业链

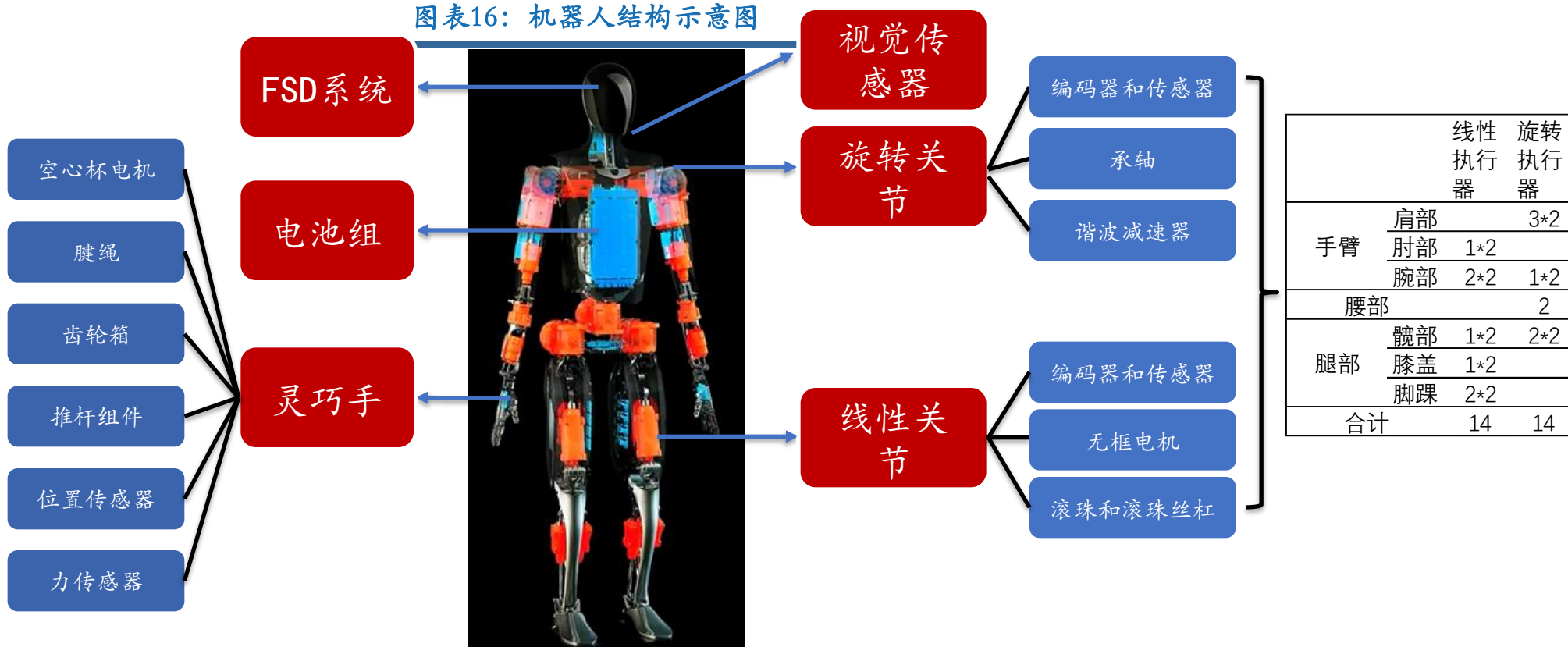


4投资建议

5风险提示

### 3.1 机器人构成：14个旋转执行器和14个直线执行器

图表16：机器人结构示意图



资料来源：汽车之家，华安证券研究所

## 3.2 灵巧手价值量高，是人形机器人应用落地的关键

- 灵巧手有多种驱动路线，差异主要体现在驱动形式和传动形式。驱动源是影响灵巧手体积和重量的重要因素，灵巧手模组的驱动方式包括电机驱动、气压驱动、液压驱动和形状记忆合金驱动。灵巧手的操作稳定性和灵活性指标主要取决于传动系统，传动模式包括连杆传动、腱绳传动、齿轮传动等。特斯拉目前驱动方案采用的空心杯+行星减速箱+编码器+驱动器+传感器的结构，传动方案采用的是金属腱绳+蜗轮蜗杆传动的结构。
- 灵巧手电驱动采用的电机方案路线众多，不同电机方案的模组构成不同。最常用的是空心杯电机，其特点是轻量高效，因扭矩相对较低常需要搭配行星齿轮减速器使用，主要供应厂商有Maxon、Faulhaber。无框力矩电机，无背隙可以直接驱动负载，不需要皮带、齿轮等传动装置；无刷有齿槽电机，相比空心杯电机模组转速更低可以节省齿轮箱。除电机方案之外，灵巧手模组其他结构件路线各异，减速器包括谐波减速器、行星减速器等，传感器有力传感器、触觉传感器等多种形式。

图表17：特斯拉灵巧手结构拆分



资料来源：特斯拉AI DAY，华安证券研究所

### 3.3 PEEK材料综合性能优势突出，助力机器人产业链轻量化

- PEEK聚醚醚酮是综合性能和产品附加值最高的特种工程塑料，其不仅兼具刚性、韧性、耐腐蚀性、耐冲击性、耐热性和耐磨性等优点，还可以通过使用碳纤维改性提升其机械强度、耐摩擦和抗磨损性能，并具备易于注塑成型、挤出成型和切削加工等优异的加工特性，适用于机器人机械臂、关节连杆等部位。
- PEEK材料在人形机器人领域潜在应用空间宽广：PEEK齿轮和轴承应用于人形机器人的关节部位，可以提供稳定的传动和支撑，并因其优异的耐磨性和自润滑性能够减少摩擦和磨损，提高机器人的使用寿命。PEEK骨架应用于人形机器人的躯体和四肢，相比金属材料能够减重40%，同时保持足够的强度和刚性，满足机器人的负载和灵活性需求。

图表18: PEEK材料特性

主要特性	特性说明	代表性指标
机械特性	PEEK 兼具优异的刚性和较好的韧性，对交变应力下的抗疲劳性非常突出，可与合金材料相媲美。	1、拉伸模量 2、缺口冲击强度 3、比强度
耐热特性	PEEK 具有较高的玻璃化转变温度和熔点，其负载热变形温度和瞬时使用温度也较高。	1、长期使用温度 2、导热系数
阻燃性	PEEK 具有自身阻燃性，不加任何阻燃剂即可达到最高阻燃等级（UL94V-0）。	阻燃等级
耐磨性	PEEK 可在 250℃ 的高温条件下保持较高的耐磨性。	摩擦系数
耐腐蚀性	PEEK 具有优异的耐化学药品性，在通常的化学药品中，能溶解或者破坏它的只有浓硫酸，其耐腐蚀性与镍钢相近。	耐化学性能
耐水解	PEEK 吸水率很小，23℃ 的饱和吸水率只有 0.4%，且耐热性好，可在 200℃ 的高压热水和蒸汽中长期使用。	吸水率
耐剥离性	PEEK 与各种金属的粘附力与剥离性很好，因此可做成包覆很薄的电线、电缆和电磁线，并可在苛刻的条件下使用。	剥离强度
生物相容性	PEEK 具有优异的生物相容性，可作为医疗器械植入人体。此外，PEEK 可被 X 射线穿透，具有良好的可视性，能够避免在 X 光片上造成伪影，同时可以实现在 CT 扫描或核磁共振成像辅助下进行手术，帮助医生在手术过程中调整植入体的位置，术后轻松跟踪愈合过程，从而能对骨生长和愈合实现良好的监控。同时，PEEK 的弹性模量与骨骼更接近，可以有效缓解应力遮蔽效应，使骨骼更健康、更长久。	-

资料来源：中研股份招股说明书，华安证券研究所

图表19: 国内生产PEEK材料主要厂商一览

主要公司	简介
中研股份	公司是行业第4家PEEK年产能达千吨级的企业，是继龙头英国威格斯后全球第2家具备5000L反应釜PEEK聚合生产能力的企业，也是目前国内PEEK年产量最大的企业。公司的PEEK产品下游应用领域包括汽车产业、电子信息产业、高端制造及能源产业、医疗健康产业、航空航天领域等，尚未直接涉及人形机器人应用领域
浙江鹏孚隆	公司旗下聚合物事业部已在聚芳醚酮PAEK化学合成、精制提纯、造粒改性、注塑加工、型材加工、应用技术等领域积累了丰富的经验。同时，公司成立子公司浙江中聚生物，专注聚合物生物材料研发、制造和销售等业务。在母公司基础上，中聚生物将PAEK的应用拓展至医用生物材料领域，实现了PAEK医用生物材料国产化
沃特股份	公司LCP、PTFE、PPA、PPSU、PES、PSU、PEEK、PEKK等特种高分子材料从合成到改性的整体配置，可为5G通讯、电子电器、汽车交通、半导体、医疗健康等行业提供可参与全球化竞争的供应链自主可控产品。公司PEEK一期合成树脂产线顺利投产。公司聚芳醚酮（PAEK）产品主要包括聚醚醚酮（PEEK）和聚醚酮酮（PEKK）等，规划建设聚芳醚酮（PAEK）合成树脂产能1,000吨
凯盛新材	公司的 PEKK 产品与 PEEK 均属于聚芳醚酮类高分子材料，在某些功能特性上存在共同之处，在特定领域可以相互替代使用。公司现有1000吨/年PEKK产能，在PEEK材料领域表现突出
同益股份	公司复合材料板棒材生产产品涵盖PEEK、PPS、PA6、ABS、PC、POM、HDPE、PP等的板材及棒材，目前公司生产加工的PEEK板材及棒材销量占比较小

资料来源：各公司官网，各公司公告，华安证券研究所



### 3.4 触觉皮肤仿生材料，辅助人形机器人实现精细操作

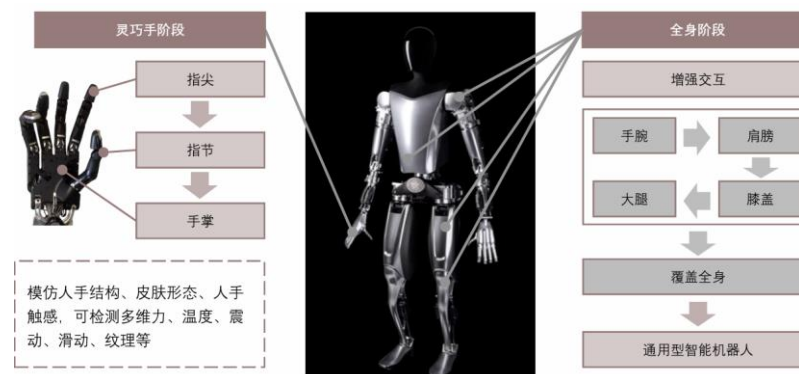
- 仿生电子皮肤可以将形变、温度等外部刺激转换为电信号，送达数据处理终端，在机器人感知、智能假肢、医疗监测等领域展现出广阔的应用前景。电子皮肤技术的核心在于模拟人类皮肤的特性，包括柔韧性、自愈能力、高机械韧性和触觉感知能力。基底材料对电子皮肤性能影响较大，其成本约占电子皮肤总成本的25%。
- 电子皮肤常用的材料包括柔性基底、碳材料、无机半导体材料等。柔性基底材料是为电子皮肤提供机械柔韧性和可穿戴性，传统基底材料如硅胶、聚酰亚胺等具有优异的机械特性和化学稳定性，已经被广泛应用；碳纳米管、石墨烯等碳材料有助于提升信号传输效率，从而提高电子皮肤的灵敏度和稳定性；无机半导体材料可以用于电子皮肤的传感器和晶体管当中，来实现对压力、温度和光线等不同刺激响应。

图表20：机器人触觉皮肤仿生材料



资料来源：头豹研究院，华安证券研究所

图表21：触觉皮肤在人形机器人上的主要应用



资料来源：头豹研究院，华安证券研究所



### 3.5 百花齐放，新进入者涌入人形机器人行业

图表22: 各本体厂商合作企业梳理

供应链	厂商	具体细分	人形机器人领域合作/投资情况
英伟达链	奥比中光	3D视觉传感器/方案	集成NVIDIA Isaac Perceptor, 发布即开即用的自主移动机器人 (AMR) 解决方案 (奥比中光Perceptor开发套件)
	九号公司	机器人智慧移动平台 (移动底盘)	与英伟达共同开发Nova Cater AMR搭载九号公司移动平台RMP Lite 220
	天准科技	具身智能控制器	首款具身智能控制器星智001基于英伟达Jetson Orin平台打造
	麦格米特	AI服务器电源	电源解决方案与NVIDIA MGX™平台和GB200系统相结合
	伟创电气	低压伺服系统、伺服一体轮、旋转关节模组、空心杯电机、无框电机等核心零部件	9月27日, 与科达利、上海盟立深度合作, 共同投资设立深圳市伟达立创新科技有限公司提升谐波制造、大规模机加工、海内外客户开拓能力, 共拓机器人产业发展
	科达利	谐波减速器、关节模组	4月23日, 与台湾盟立、台湾盟英合资创立深圳科盟, 经营范围为谐波减速机、谐波传动设备、精密机械零部件、机器人关节等; 9月27日, 与伟创电气、上海盟立合资设立伟达立, 聚焦机器人关节模组研发销售
华为	兆威机电	微型传动及驱动系统、灵巧	基于精密减速箱、高性能电机和电控系统模组、灵巧手产品, 华为 (深圳) 全球具身智能产业创新中心合作签约
	禾川科技	电机、关节执行	线性关节及旋转关节执行器、无框力矩电机及空心杯电机, 华为 (深圳) 全球具身智能产业创新中心合作签约; 发布通用型人形机器人“YOLO”游龙01
	拓斯达	工业机器人 (SCARA机器人、六轴多关节机器人、直角坐标机器人等)、运动控制平台	作为工业机器人和运动控制合作方与华为云就具身智能领域签署合作协议; 控股子公司矩阵智控拟开展通用机器人“感-算-控”一体化高性能运动控制平台的相关研发工作
	埃夫特	工业机器人整机和系统集成	12月3日, “超级工厂暨全球总部项目”已获得芜湖市有关主管部门同意批复, 华为 (深圳) 全球具身智能产业创新中心合作签约
	中坚科技	工业机器人及自动化应用系统、智能机器人	股权投资人工智能机器人公司1X Holding AS, 华为 (深圳) 全球具身智能产业创新中心合作签约, 设立上海中坚高瓴机器人有限公司、江苏坚米智能机器人有限公司
	柯力传感	六维力传感器	六维力传感器已于9月给华为送样, 样品测试顺利, 将完成验收
赛力斯	雷赛智能	运动控制核心部件: 伺服系统、步进系统、控制技术类产品及组合型解决方案	12月2日, 与东莞滨海湾新区管理委员会签署投资协议, 计划投资不低于5亿元, 建设华南区域总部及人形机器人核心零部件研发智造基地
	蓝黛科技	减速器齿轴类核心零部件	向赛力斯下属企业金康动力供应减速器齿轴零部件
	豪能股份	机器人用高精度减速机及关节驱动总成	全资子公司重庆豪能正在建设智能制造核心零部件项目, 其中包含了机器人用高精度减速机及关节驱动总成等产品, 目前产品有配套赛力斯
军工机器人	富临精工	整合减速器、智能控制及电机技术, 拓展谐波减速器和行星减速器	10月10日, 与智元机器人、巨星新材料、文宏杰、安努创和签订《人形机器人应用项目合作框架协议》; 在机器人关键硬件智能电关节上已布局预研产业, 即整合减速器、智能控制及电机技术, 拓展谐波减速器和行星减速器两个平台的电关节产品, 已进行小批量生产和交付
	新兴装备	工业机器人 (机器人关节、高承载机械臂)、智能机器人整机	成立长兴动力机器人子公司, 智能机器人整机研发进行中, 预计今年年底前完成第一代智能机器人整机试制
	晶品特装	特种机器人 (两轮、侦查、多用途)	围绕超人脑, 从多维感知和智能决策两个维度进行重点研发
	建设工业	多功能足式机器人、小型室内清剿机器人、小型智能察打机器人等	珠海航展展出“机器狼”, 小型室内清缴机器人、小型智能察打机器人侦察和清缴机器人

资料来源: 各公司公告, 华安证券研究所

## 目录

1人形机器人行业复盘和投资方法总结

2人形机器人本体厂商技术进展

3人形机器人产业链

4投资建议



5风险提示

## 4.投资建议

- 根据机器人应用增加、技术被头部厂商采用确定性、细分行业格局、定点确定性、公司弹性，择选出优质标的。
- 执行器总成：三花智控、拓普集团；空心杯电机：兆威机电、鸣志电器、伟创电气；行星滚柱丝杠：北特科技、震裕科技、贝斯特、双林股份；力传感器：凌云股份、柯力传感、安培龙；减速器：科达利。

图表21：主要标的机器人业务空间测算

产业链环节	证券代码	公司	总市值 (亿元)	市占率假设	单价 (万元)	人形机器人用量 (个/台)	总价值量 (万 元/台)	机器人业务营收 (亿元)
旋转/线性关节集成	002050.SZ	三花智控	883	40%	0.25	28	7.00	280
	601689.SH	拓普集团	846	40%	0.25	28	7.00	280
空心杯电机	603728.SH	鸣志电器	230	30%	0.12	12	1.44	43.2
	688698.SH	伟创电气	92	10%	0.06	12	0.72	7.2
无框力矩电机	003021.SZ	兆威机电	175	20%	0.12	12	1.44	28.8
	688160.SH	步科股份	48	10%	0.04	28	0.98	9.8
谐波减速器	002979.SZ	雷赛智能	97	10%	0.04	28	0.98	9.8
	002850.SZ	科达利	276	10%	0.08	14	1.12	11.2
行星减速器	688017.SH	绿地谐波	187	10%	0.08	14	1.12	11.2
	002896.SZ	中大力德	56	30%	0.01	12	0.12	3.6
丝杠	688017.SH	蓝黛股份	187	10%	0.08	14	1.12	11.2
	002472.SZ	豪能科技	243	10%	0.08	14	1.12	11.2
	603667.SH	五洲新春	105	20%	0.12	8	0.96	19.2
	300953.SZ	震裕科技	75	10%	0.12	8	0.96	9.6
	603009.SH	北特科技	124	30%	0.12	8	0.96	28.8
	300580.SZ	贝斯特	120	10%	0.12	8	0.96	9.6
力传感器	300100.SZ	双林股份	113	20%	0.12	8	0.96	19.2
	301550.SZ	斯菱股份	77	10%	0.12	8	0.96	9.6
	603662.SH	柯力传感	197	10%	0.04	28	3.12	31.2
	600480.SH	凌云股份	107	10%	0.04	28	3.12	31.2
IMU	301413.SZ	安培龙	54	10%	0.04	28	3.12	31.2
	300354.SZ	东华测试	52	10%	0.04	28	3.12	31.2
	688071.SH	华依科技	26	10%	0.02	28	0.56	5.6
	688582.SH	芯动联科	201	10%	0.02	28	0.56	5.6

资料来源：Wind，华安证券研究所，总市值截至2024年12月16日

注：以上测算基于人形机器人出货量为2030年人形机器人销量为100万台的假设进行测算

## 目录

1人形机器人行业复盘和投资方法总结

2人形机器人本体厂商技术进展

3人形机器人产业链

4投资建议

5风险提示





## 5. 风险提示

- **产业政策不及预期：**人形机器人产业发展尚处于早期，政策扶持起到重要作用。如果后续政策支持力度不及预期，则可能导致行业发展迟滞。
- **技术创新不及预期：**技术研发创新是行业不断发展壮大的基础，如果人工智能技术、运控水平、零部件核心技术进步不及预期，将影响行业未来发展的持续性和稳定性。
- **人形机器人渗透率不及预期：**人形机器人行业发展尚处于早期，技术方案仍未完全确定。除产品性能外限制机器人商业化的核心原因仍然是成本问题，若技术方案达不到降本增效的预期，或影响人形机器人的渗透率。
- **相关零部件无法大规模量产：**部分核心零部件生产需要用到海外高端工艺设备。受制于国际关系的影响，相关设备可能面临无法买入或延期交货的风险，导致核心零部件无法大规模量产。
- **市场竞争加剧：**国内布局相关核心零部件企业众多，有可能面临未来竞争加剧的风险。



## 重要声明

### 分析师声明

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，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

### 免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

## 投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

### 行业评级体系

增持：未来6个月的投资收益率领先沪深300指数5%以上；

中性：未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持：未来6个月的投资收益率落后沪深300指数5%以上；

### 公司评级体系

买入：未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持：未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性：未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持：未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；

卖出：未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深300指数。



# 谢谢！