

量产渐行渐近，未来不远

——2024年人形机器人专题策略

国投证券研究中心

国投证券机械研究团队

郭倩倩：S1450521120004

赵梦妮：S1450523120001

2024年1月6日



核心观点

- **人形机器人：行业0-1阶段，投资逻辑偏向事件催化型主题投资，核心关注人形机器人行业量产节奏。**2022年9月，随着特斯拉AI DAY发布其人形机器人原型机，人形机器人板块事件催化明显股价大幅上涨，而后四季度开始回调。不同于2022年的纯主题投资，2023年以来，催着**AI进步+政策催化+多方入局**，行业发展加速，人形机器人进入真正的0-1节点，关注头部企业量产节奏。2023年11月工信部发布的《人形机器人创新发展指导意见》中指出到2025年培育2-3家有全球影响力的生态型企业，人形机器人实现批量生产。结合特斯拉人形机器人多次视频展示出的技术的快速迭代、性能的不断优化，我们预计当前已进入机器人量产前夕关键技术定型阶段，**2024年有望进入小批量量产阶段**。从投资机会来看，我们建议关注两个方向：

1、机器人上游机加工设备（卖铲人）：核心零部件上游机加工设备相关的磨床、刀具、绕线机等有望优先受益。投资逻辑类似于2021-2022年新能源行业“跑马圈地扩产能”催化下成长起来的海天精工、纽威数控。从价值量排序来看，机床>刀具>绕线设备，从国产替代进度来看，绕线设备>刀具>机床。人形机器人放量下，上游生产设备有望优先受益。建议关注：①车床：浙海德曼；②磨床：日发精机、华辰装备、秦川机床；③刀具：沃尔德；④绕线设备：田中精机。

2、长期具备确定性的零部件（必不可少的硬件环节）：①电机：重点关注灵巧手用的空心杯电机数量及供应格局；②减速器：关节用谐波/行星减速器及手部用微型谐波的进展；③**丝杠**：关注国内行星滚柱丝杠及梯形丝杠送样进度；④**传感器**：关注力传感器（六维力矩传感器）、IMU惯导、视觉传感器方案使用进展。



核心观点

● 投资建议：结合人形机器人产业链发展及市场认知来看，当下投资重点在于

①产业链卡位，把握已经是特斯拉供应链以及潜在进入供应链的厂商，比如原有特斯拉汽车供应链企业，或者Tier1三花/拓普的供应商，将有望绑定龙头客户，享受产业放量成长机会，可以容忍短期高估值。

②主业相对稳定，不大幅拖累业绩，机器人业务可以带来较大弹性。

● 四大零部件中重点关注两个方向：

1、电机+减速机：主要差别在于#好与不好和#进不进Tesla。两类产品目前国产化率较高，技术已完成突破，竞争格局激烈，会呈现格局分化，重点关注客户和产能两个维度，即供应链送样进展及产能供应情况。

2、传感器+行星滚柱丝杆：主要差别在于#有与没有。两类产品都有较高技术、工艺壁垒。行星滚柱丝杆国产化率极低，产品精度及良率是重点考量。六维力矩传感器虽然在航天军工领域已有较好突破，但民用场景尚未形成上市公司龙头。

综上，以上两个方向，目前市场认知及产业进度阶段不同：

①减速机和电机领域看好具备卡位优势的龙头；

②传感器和丝杆领域格局暂不确定，可沿产业链上下游寻找具备潜力的标的，我们认为传感器和行星滚柱丝杆是2024年关注的重点方向，也是人形机器人方向投资的胜负手。

● 重点关注：

①滚珠丝杆：【恒立液压】、【贝斯特】、【五洲新春】、【北特科技】。②传感器：【东华测试】、【柯力传感】。③减速器：【绿的谐波】、【双环传动】。④空心杯电机：【鸣志电器】。⑤无框力矩电机：【步科股份】、【德昌股份】。⑥生产设备：【华辰装备】、【浙海德曼】、【日发精机】、【秦川机床】、【沃尔德】。

● 风险提示：人形机器人产业进度不及预期、行业竞争加剧、政策风险。





复盘

2023年以来人形机器人产业发生了
哪些变化？

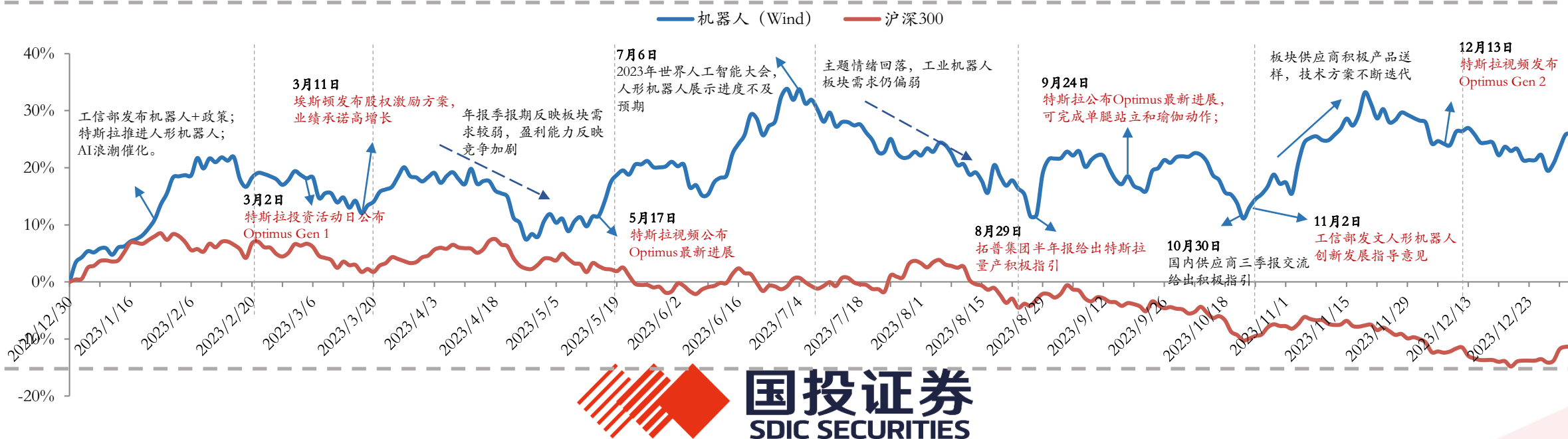


国投证券
SDIC SECURITIES

股价复盘：人形机器人主题性明显，事件催化较多

- 2023年，在AI进步+政策催化+多方入局的带动下，机器人板块整体涨幅25.82%。以机器人（Wind）指数为参考，年初以来沪深300指数震荡下行，机器人板块波动上行，2023年全年整体涨幅25.82%，大幅跑赢市场。
- 业绩真空期事件催化整体上涨，业绩期板块回调明显。2023年机器人板块股价涨跌呈规律性的涨跌，主要呈现出业绩期回调，非业绩期催化的趋势，其中业绩期主要系2023年机器人产业链公司主业受通用制造业景气影响，需求弱复苏业绩承压，在3-4月（年报一季报期）、7-8月（中报期）时，10月（三季报期）幅度调整都分别达到了-7.36%、-7.79%、-3.94%。业绩真空期时受特斯拉公布Optimus最新进展，政策出台等催化呈现上涨趋势。因此，**建议重视行业因需求未恢复带来的业绩期股价回调时的低位布局投资机会。**

图：2023/1/1-2023/12/13机器人（Wind）指数走势



股价复盘：人形机器人主题性明显，事件催化较多

- 人形机器人板块催化主要围绕特斯拉Optimus量产进度。自从5月以来，每一波板块的上涨基本都来自tesla bot的事件催化，一般是特斯拉视频发布其人形机器人最新进展或者国内供应商给出量产指引及送样进度。

表：2023/1/1-2023/12/31机器人（Wind）指数走势分析

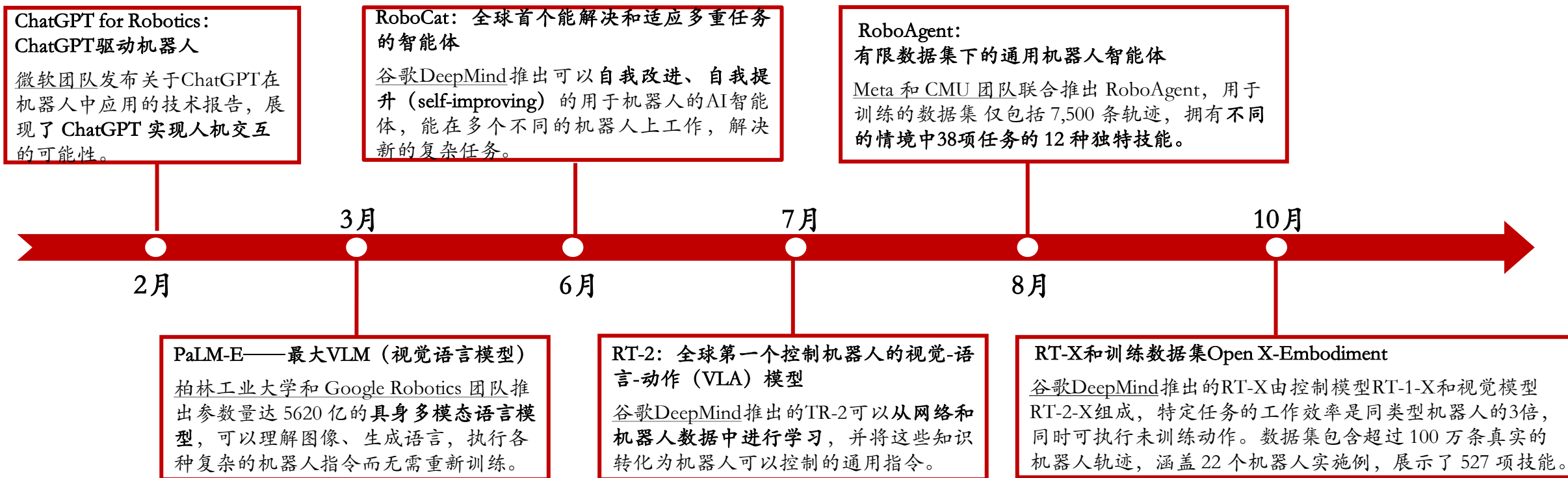
| 交易日期 | 交易日 | 涨幅 | 重大事件 |
|-----------------------|-----|--------|---|
| 2023/1/1-2023/3/1 | 38 | 19.40% | AI浪潮催化，叠加工信部发布机器人+政策 |
| 2023/3/2-2023/5/16 | 50 | -6.05% | 年报一季报业绩期，反映行业需求尚未恢复，板块回调，盈利能力反映竞争加剧 |
| 2023/5/17-2023/7/5 | 34 | 14.95% | 特斯拉股东大会上视频公布Optimus最新进展 ，性能优化，运控能力提升 |
| 2023/7/6-2023/8/29 | 39 | -9.83% | 中报业绩期，需求仍然偏弱，影响盈利能力，股价回调 2023年世界人工智能大会开幕，人形机器人展示进度不及预期，情绪回落 |
| 2023/8/30-2023/10/11 | 25 | 0.91% | 拓普集团半年报给出 特斯拉量产积极指引 特斯拉视频公布Optimus最新进展 ，可进行色块分类，完成瑜伽动作 |
| 2023/10/12-2023/10/30 | 13 | -2.83% | 三季报业绩普遍不及预期，行业需求未恢复，股价回调 |
| 2023/10/31-2023/12/31 | 49 | 7.0% | 国内供应商三季报交流给出 特斯拉量产积极指引 工信部发文人形机器人创新发展指导意见，特斯拉供应商 送样加快 特斯拉视频公布Optimus Gen 2 ，传感器确定性增强，可完成深蹲 |



催化一：AI大模型不断升级，人形机器人应用场景更加广泛

- AI大模型不断升级推动人形机器人应用。自2月以来，人形机器人模型陆续实现人机交互能力、视觉语言能力以及自我学习能力；8月，用于训练的数据集拥有12种独特技能，应用场景泛化到100种；10月，控制模型RT-X实现特定任务的工作效率是同类机器人的3倍。

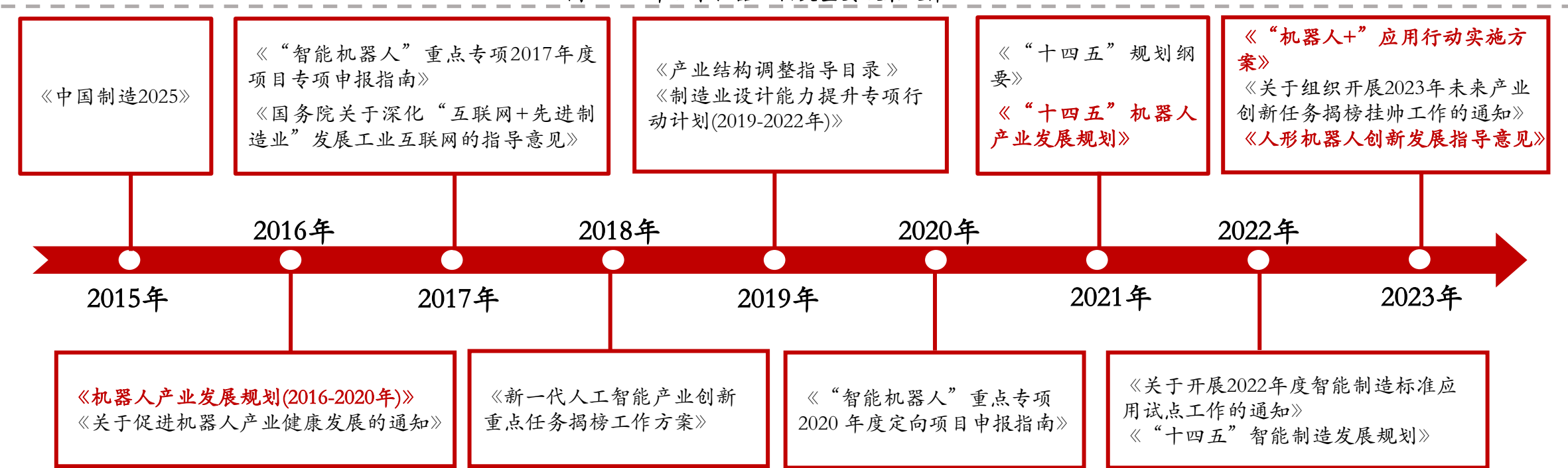
图：2023年以来机器人模型发展



催化二：专项政策频出，人形机器人提上国家层次

- 机器人专项政策逐步出台，人形机器人战略地位上升。2015年以来，国家陆续出台相关机器人的产业发展规划，或者在制造业整体战略方向中重点提出机器人板块的发展指引，2021年国家发布“十四五”机器人产业发展规划，2023年1月发布机器人+应用行动实施方案，同年11月发布人形机器人创新发展指导意见，首次将人形机器人上升至国家层面专项行动指导意见层次。

图：2015年以来机器人相关重要政策文件



催化二：专项政策频出，人形机器人提上国家层次

- **国家政策：明确工业机器人密度2025年较2020年翻番，人形机器人顶层指导意见出台。**2023年1月发布的《“机器人+”应用行动实施方案》重点明确到2025年我国制造业机器人密度较2020年实现翻番。同年9月发布未来产业创新人物揭榜挂帅工作中指出要重点发展人形机器人、培养具备核心技术和创新能力的企业。

图：2023年机器人领域重要政策内容

2023年1月

《“机器人+”应用行动实施方案》

主要目标：

- 到2025年，制造业机器人密度较2020年实现翻番。
- 服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升。
- 突破100种以上机器人创新应用技术及解决方案，推广200个以上具有较高技术水平、创新应用模式和显著应用成效的机器人典型应用场景，打造一批“机器人+”应用标杆企业，建设一批应用体验中心和试验验证中心。

2023年9月

《关于组织开展2023年未来产业创新任务揭榜挂帅工作的通知》

主要目标：

- 发展人形机器人，培育一批掌握核心技术、具备创新能力的优势单位，加速新技术、新产品落地应用。

重点发展方向：

- 强调技术包括全身动力学控制算法、电机驱动器、力传感器、MEMS姿态传感器、触觉传感器、旋转型电驱动关节、直线型电驱动关节、机械臂与灵巧手、高算力主控制器、高能量密度电池、人形机器人的端到端仿真开发平台、人形机器人的标准、测试与评估、机器脑智能控制。
- 应用场景包括工业制造、灾害救援、危险作业、智慧物流安防巡逻、服务娱乐。



国投证券
SDIC SECURITIES

催化二：专项政策频出，人形机器人提上国家层次

- **地方政策：三地政策频出，地方人形机器人创业中心有望接连落地。**2023年，北京、上海和深圳均发布了为期2-3年左右的机器人相关产业发展行动方案，并出台相应的奖励支持政策。同时，10月德昌股份公告与5家产业相关企业共同建设广东省人形机器人创新中心，11月上海通用机器人产业研究院、临港机器人产业基地揭牌，研究院由上海人工智能研究院、临港集团、智元机器人等发起共建。

表：北京、上海、深圳三地机器人相关地方政策

| 地区 | 时间 | 政策 | 主要内容 |
|-----|------------|---|---|
| 北京市 | 2019/12/18 | 《北京市机器人产业创新发展行动方案（2019—2022年）》 | 核心目标： 打造具有全球影响力的机器人产业创新策源地和应用示范高地。 阶段性目标： 2022年围绕医疗健康机器人、特种机器人、协作机器人等领域，培育3个以上国内有影响力的创新平台，培育2-3家国际领先企业、10家国内细分领域领军企业，打造1-2个特色产业基地，全市机器人产业收入超过120亿元。 |
| | 2023/6/16 | 北京市机器人产业创新发展行动方案（2023—2025年） | 阶段性目标： 1.到2025年，培育100种 高技术高附加值机器人产品 、100种具有全国推广价值的 应用场景 ，万人机器人拥有量达到世界领先水平， 全市机器人核心产业收入达到300亿元以上 。2.加紧布局 人形机器人 ，打造北京市人形机器人产业创新中心，巩固提升协作、特种、物流、医疗健康领域优势机器人，推动百项机器人新品工程。 |
| | 2023/8/16 | 《北京市促进机器人产业创新发展的若干措施》 | 主要措施： 1.通过“揭榜挂帅”（最高投入支持3000万元）聚力解决 机器人操作系统、高性能专用芯片和伺服电机、减速器、控制器、传感器 等关键零部件，以及人工智能、多模态大模型等相关技术。2.对首次“升规”和产值 首次突破1亿元 的“专精特新”机器人企业予以支持。3.对 机器人产品中试验证平台、共享加工中心 等公共平台建设单位，按照不超过建设项目投资的30%予以补贴，最高3000万元；纳入 市级中小企业公共服务示范平台 的，根据服务绩效予以奖励。4.支持机器人企业在京津冀地区布局，对参加“ 强链补链 ”行动且符合条件的企业，按照不超过实际履约金额的5%予以奖励，最高3000万元。5.对建设“ 机器人生产机器人 ”标杆工厂，按照不超过建设项目投资的30%予以奖励，最高3000万元；对具有全局性、战略性，且获得项目贷款的建设类重大项目，按照不超过人民银行公布的同期中长期贷款市场报价利率（LPR）予以贴息，贴息期限不超过3年，年度最高3000万元。6.设立 100亿元规模的机器人产业基金 ，首期规模不低于20亿元。 |
| 上海市 | 2023/5/19 | 《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划（2023-2025年）》 | 主要目标： 1.工业增加值超过1.3万亿元，占地区生产总值比重达25%+，工业投资年均增长5%。到2025年 工业机器人使用密度力争达360台/万人 。2.加快建设智能工厂，打造20家标杆性智能工厂、200家示范性智能工厂， 新增应用工业机器人不少于2万台 ； |
| | 2023/10/26 | 《上海市促进智能机器人产业高质量发展创新发展行动方案（2023-2025年）》 | 主要目标： 1.打造10个行业一流的机器人“ 上海品牌 ”。2.打造100个标杆示范的 应用场景 重点工作： 1.提升 RV减速器和谐波减速器 的工艺制程，研制新型精密减速器；优化 伺服驱动控制 ，提升机器人伺服电机及高性能制动器的精度和能量密度；研发高实时性、高可靠性、多处理器并行工作的 控制器硬件系统 ，突破 多关节高精度运动控制 ；重点攻关研制 高性能传感器 ；加快 智能芯片 自主攻关，前瞻布局 类脑神经元计算芯片 。 2.推动机器人进工厂，带动 工业机器人应用量新增20000台 。 |
| | 2023/11/14 | 上海智能机器人产业大会临港峰会 | 通用 机器人产业研究院、临港机器人产业基地 揭牌，研究院由上海人工智能研究院、临港集团、智元机器人等发起共建 |
| 深圳市 | 2023/5/31 | 深圳市加快推动人工智能高质量发展高水平应用行动方案（2023-2024年） | 行动方案： 1.支持科研机构与企业共建 5家以上人工智能联合实验室 ，加快组建 广东省人形机器人制造业创新中心 ，开展人形机器人 规模化应用 。2.形成规模 1000亿元的人工智能基金群 。 |
| | 2023/10/24 | 德昌电机审议通过《关于对外投资设立合资公司的议案》 | 德昌股份公告拟与五家产业相关企业开展战略合作，共同建设 广东省人形机器人创新中心 ，设立“深圳人形机器人国创中心有限公司”作为创新中心的实际运营载体，合资公司注册资本为6,500万元。 |



催化二：专项政策频出，人形机器人提上国家层次

- 国家层面人形机器人专项指导意见：确立人形机器人经济发展引擎地位，明确人形机器人阶段发展目标。2023年11月发布的《人形机器人创新发展指导意见》重点明确：
 - 到2025年，培育2-3家有全球影响力的生态型企业和一批专精特新中小企业，人形机器人创新体系初步建立，实现批量生产。
 - 到2027年，产业加速实现规模化发展，丰富应用场景。人形机器人技术创新能力显著提升，形成安全可靠的产业链供应链体系。

图：《人形机器人创新发展指导意见》政策内容

人形机器人创新发展指导意见

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，人形机器人技术加速演进，已成为科技竞争的新高地、未来产业的新赛道、经济发展的新引擎，发展潜力大、应用前景广。为推动人形机器人产业高质量发展，培育形成新质生产力，高水平赋能新型工业化，有力支撑现代化产业体系建设，制定本指导意见。

(二) 发展目标

到2025年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部组件安全有效供给。整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用，探索形成有效的治理机制和手段。培育2-3家有全球影响力的生态型企业和一批专精特新中小企业，打造2-3个产业发展集聚区，孕育开拓一批新业务、新模式、新业态。

到2027年，人形机器人技术创新能力显著提升，形成安全可靠的产业链供应链体系，构建具有国际竞争力的产业生态，综合实力达到世界先进水平。产业加速实现规模化发展，应用场景更加丰富，相关产品深度融入实体经济，成为重要的经济增长新引擎。

国投证券
SDIC SECURITIES

催化二：专项政策频出，人形机器人提上国家层次

- 专栏内容提到重点产品和部组件攻关，包括基础版整机、功能型整机、传感器、执行器、控制器和动力电源等。

图：《人形机器人创新发展指导意见》专栏内容

专栏2 重点产品和部组件攻关

基础版整机。面向类人外观、双腿行走和双臂双手灵巧操作的基本形态功能，建立人形机器人基础软硬件架构，打造“公版”通用平台，支持不同场景需求下的结构改造、算法优化以及特定能力强化。

功能型整机。开发低成本交互型人形机器人，强化人类生活环境适应能力、多模态人机交互能力。开发高精度型人形机器人，强化双臂双手精细操作、工件鲁棒识别、轨迹智能规划等上肢作业能力。开发高可靠型人形机器人，强化恶劣环境生存、复杂地形适应、外力冲击防护等能力。

传感器。面向复杂环境感知需求，开发集成高精度仿生眼与类脑处理算法的视觉传感器，推出宽频响、高灵敏的仿生听觉传感器，开发高分辨率和具有多点接触检测能力的仿人电子皮肤，推出高灵敏检测多种气体的仿生嗅觉传感器，**形成人形机器人专用传感器产品谱系。**

执行器。突破高功率密度液压伺服执行器，打造高紧凑液压马达、缸、泵、阀及一体化单元系列产品。突破高力矩密度减速器、高功率密度电机、伺服驱动器等高精度电驱动执行器，打造电驱旋转关节、电推杆产品。

控制器。面向高实时协调运动控制需求，研发具有高动态运动驱动、高速通信等功能的专用芯片，研制“感-算-控”一体化的高性能运动控制器。面向人形机器人认知与决策需求，研发具有多模态空间感知、行为规划建模与自主学习等能力的智能芯片，提升人形机器人协调控制能力。

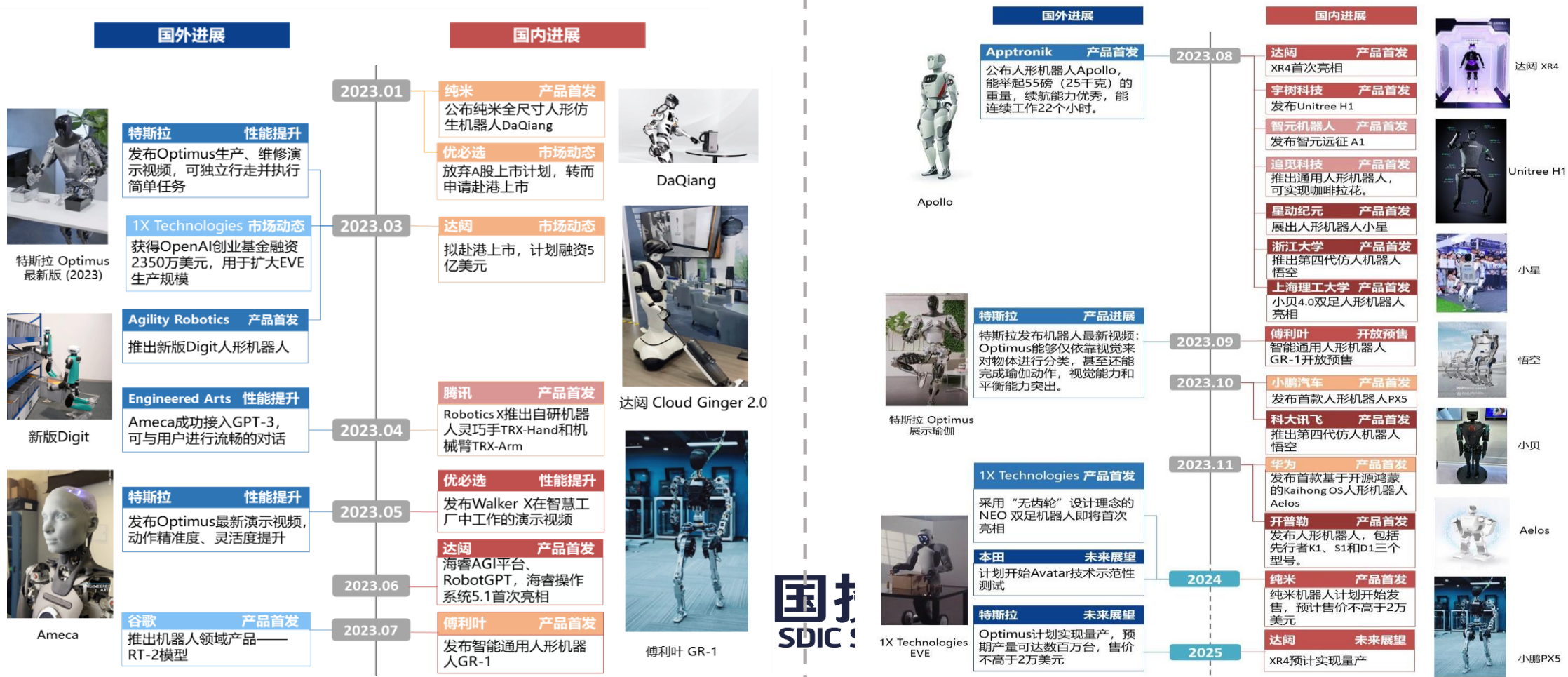
动力能源。面向人形机器人高动态、长续航能量需求，突破高能量密度电池、智能电源管理、电池组优化匹配等关键技术，开发高能效、高紧凑动力能源总成产品，提升人形机器人的续航与环境适应能力。



催化三：产业多方入局，预计行业2年左右可实现量产

- 从政策到产业：2023年以来，国内外多家人形机器人企业发布新品。其中优必选于2023年12月29日登陆港股市场。

图.2023年起人形机器人重大事件梳理



催化三：产业多方入局，预计行业2年左右可实现量产

- 国内机器人创业公司：预计未来2年内可实现量产，初步商业化场景集中在工业、科研导览。国内机器人创业公司以优必选、达闼为代表，2023年傅利叶智能、宇树科技、追觅科技、智元机器人等亦纷纷发布通用型人形机器人产品。

表. 国内机器人创业公司产品进度一览

| 厂商 | 产品情况 | 发布节奏 | 预计售价 | 量产节奏 | 应用场景 | 主要型号 |
|-------|-----------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|-------------|
| 优必选 | 大型人形机器人及小型人形机器人 | 2018年：第一代Walker机器人，系中国 首款商业化 的双足真人尺寸人形机器人，可实现上下楼梯等动作。 2019年：第二代Walker，实现自主导航行走。 2021年：新一代Walker X，拥有41个高性能伺服关节构成的灵巧四肢，搭载了全方位的感知系统。 2021年：熊猫机器人悠悠，为迪拜世博会中国馆专属定制，具备导览讲解、舞蹈表演、写字画画等功能。 | 全球首家将双足真人尺寸人形机器人成本降低至10万美元以下 | Walker X是全球首个能够量产交付的人形机器人，22年成功出口到沙特，截止到2022年9月30日共售出50万台机器人。 | 科技展馆、影视综艺、商演活动、政企展厅、科研开发等场景。 | 优必选Walker X |
| 达闼 | 轮式机器人Cloud Ginger、人形机器人XR-4 | 2019年：Cloud Ginger 1，自主研发的云端智能机器人。 2022年：Cloud Ginger 2，可实现高精度智能抓取、精准定位和自主行走。 2023年8月：展出人形机器人“七仙女”小紫XR-4，实时接入达闼云端大脑，拥有60+个智能柔性关节，通过多模态大模型RobotGPT赋能。 公司已完成逾10亿人民币C轮融资，计划赴香港IPO，募资或达5亿美元。 | Cloud Ginger京东售价69.8万元 | 人形机器人XR4将在2024年正式发布， 2025年规模量产 。 | 科研展览、家用服务 | “七仙女”小紫XR-4 |
| 傅利叶智能 | 医疗机器人，通用机器人 | 2023年7月傅利叶智能发布首款通用双足机器人产品GR-1，身高165cm，体重55kg，全身自由度44个，步速可达5km/h，负荷可达50kg。 2023年9月，傅利叶智能第一代通用人形机器人GR-1正式开启预售。 | | 未来 1-2年 量产交付，计划3年左右完成一些通用任务。 | 工业、康复、居家、科研 | 傅利叶GR-1 |
| 宇树科技 | 四足机器人及全尺寸通用人形机器人 | 自2016年成立以来推动四足机器人在商用场景中的应用。 2023年8月发布首款人形机器人Unitree H1，研发仅用半年时间，国内首款可跑机器人。 | 预计售价将在9万美元以内 | H1处于可预订采购阶段，将于 23年Q4 完成量产发货，实现百台级机器人量产。 | 陪跑、散步、兴趣教育和表演等生活场景 | Unitree H1 |
| 追觅科技 | 四足机器人、通用人形机器人 | 2021年10月，第一代四足机器人完成研发。 2023年3月，消费级仿生四足机器人DreameDog在发布会上亮相。 2023年8月，在世界机器人大会推出通用型人形机器人，可实现咖啡拉花。 | | | 商用、工厂 | |
| 智元机器人 | 通用型具身智能机器人 | 2023年8月发布第一代通用型具身智能机器人，远征A1人形机器人，机器人身高175cm，体重55kg，全身共有49个自由度，步行速度可达7km/h，整机承重80kg，单臂最大负载5kg。 2023年成立，华为天才少年创业，比亚迪投资。 | 成本控制在20万元以内 | 计划 2024年二季度或下半年 发布商用人形机器人 | 3C制造、汽车制造 | 远征A1 |
| 钢铁侠 | 双足机器人 | 2015-2017年，两年研发了三代双足机器人产品。2018-2020年，更新研发了两代机器人。2021至今已成功研发五代双足大仿人机器人ART。 | | | 高校科研、机器运动员、公共场所服务、外空探索 | 仿人机器人ART |
| 开普勒 | 双足机器人 | 2023年11月发布人形机器人，包括先行者K1、S1和D1三个型号。 | 预估售价2-3万美金 | 预计 2024年 对外销售 | 工业化和日常生活 | |



催化三：产业多方入局，预计行业2年左右可实现量产

- 国内其他类型机器人企业：造车、互联网科技企业纷纷入局，学术团队亦有积累。除了机器人创业企业以外，国内其他互联网企业、科技企业、造车企业和学术团队亦瞄准机器人市场，陆续发布新产品。

表. 国内互联网企业、车企、学术团队机器人产品进度一览

| 国内厂商 | 企业类型 | 产品情况 | 发布节奏 | 预计售价 | 量产节奏 | 应用场景 | 主要型号 |
|--------|---------|-----------------|--|--------------------|----------|------------------|-----------|
| 小米 | 互联网科技企业 | 四足放生机器人、人形仿生机器人 | 2021年，推出仿生四足机器人Cyberdog。 2022年8月，推出首款全尺寸人形仿生机器人CyberOne。 | CyberOne成本约60-70万元 | 预计未来2年售卖 | 家庭服务 | cyber one |
| 纯米 | | 全尺寸人形仿生机器人 | 小米生态链，2023年1月公布纯米全尺寸人形仿生机器人DaQiang，能够进行日常动作，与纯米智能厨电互动 | 定价2万美金内 | | 智能家庭场景 | DaQiang |
| 华为 | | 人形机器人 | 2023年11月，首款基于开源鸿蒙的KaihongOS人形机器人发布 | | | 智慧医疗、智慧家庭、智慧工厂 | Aelos |
| 科大讯飞 | | 智能人形机器人 | 2023年10月，推出具身智能人形机器人 | | | 工业、教育、服务、特种 | |
| 小鹏 | 车企 | 双足人形机器人 | 2023年10月，小鹏汽车在科技日上发布了首款人形机器人PX5，从研发到生产仅用时5个月，拥有双足行走和跨越障碍能力。 | | | 工厂和销售场景 | PX5 |
| 星动纪元 | 学术团队 | 人形机器人 | 清华大学姚期智院士团队陈建宇教授创立的公司，吸收转化清华大学交叉信息学院技术成果。2023年机器人大会上展出人形机器人小星，具有一体化系列关节，还在布局大语言模型、力控算法。 | | | 家庭服务 | 小星 |
| 浙江大学 | | 人形机器人 | 浙江大学人形机器人团队，一代“悟空”人形机器人突破了手足眼融合技术。2023年世界机器人大会现场推出第四代仿人机器人悟空，实现了机器人的三维环境地图构建和自主动态导航，最高行走速度达6km/h，最大跳跃高度为0.5m。 | | | 科研 | 悟空 |
| 上海理工大学 | | 双足人形机器人 | 上海理工大学和中电科机器人团队，2023年世界人工智能大会上推出“小贝4.0双足人形机器人”。 | | | 科研 | 小贝 |
| 北京理工大学 | | 人形机器人 | 北京理工大学团队，2000年开始第一台人形机器人的研发，仅用两年时间实现人形机器人无外接电缆行走。“汇童7”实现了“走、跑、跳、摔、滚、爬”多模态运动，奔跑速度达7.2km/h，跳高0.52m，跳远1.08m，是目前国际上跳得最高最远的电机驱动人形机器人。 | | | 成果已服务于载人航天国家重大工程 | 汇童 |

催化三：产业多方入局，预计行业2年左右可实现量产

- 国外机器人企业：Tesla成为人形产业风向标，有望率先商业化。波士顿动力拥有全世界最先进的机器人，但考虑到其高昂的制造成本，暂未实现商业化，而特斯拉给到的远期不超过2万美金的销售价格，有望引领产业商业化节奏。

表. 国外机器人企业产品进度一览

| 国外厂商 | 企业类型 | 产品情况 | 发布节奏 | 预计售价 | 量产节奏 | 应用场景 | 主要型号 |
|------------------|-----------|-----------------------------|--|----------------------|--|--|-----------------|
| 波士顿动力 | 美国机器人创业企业 | 大狗 (Big Dog) 机器人、Atlas人形机器人 | 最初为军方研制的大狗 (Big Dog) 机器人，可在废墟、泥地、雪地、水中行走。2009年推出双足机器人Petman，主要用于检验美军防护性能和军事设备。2013年在Petman的基础上推出Atlas原型机，经过不断更新升级，Atlas被公认为运动性能最强的人形机器人。 | Atlas机器人单台成本高达200万美元 | 截至2023年6月，Spot机械狗售出超过1,000台。Atlas暂未商业化 | 工业、医疗和教育 | Atlas |
| Engineered Arts | 英国机器人公司 | 仿真机器人 | 先后研发出四款仿真机器人：QUINN，客户助理；ROBOTHESPIAN，表演机器人；Mesmer仿真机器人；AMECA (2021年)，人造机器人与AI结合，人机交互表现出色，但运动能力有限。 | Ameca预售价格10万英镑 | 不具备量产能力，无明显商用化计划 | 娱乐和表演场景，在英国、欧盟和国际上提供机器人租赁服务 | Engineered Arts |
| 1X Technologies | 挪威机器人公司 | 人形机器人 | 2022年初推出人形机器人EVE，拥有环境感知交互功能。“无齿轮”设计理念双足机器人模型NEO，预计将于2024年发布。 | | 2022年首次取得商业突破，签署至少140台EVE机器人合同 | EVE主要应用于物流、零售和守卫巡逻领域；NEO可处理物流、制造、操作机械等工业任务 | EVE、NEO |
| 特斯拉 | 车企 | Optimus 人形机器人 | 2021年8月，首次展示人形机器人概念机Tesla Bot。2022年9月，发布新版本的Optimus人形机器人。2023年9月，发布机器人最新视频：Optimus能够仅依靠视觉来对物体进行分类，甚至还能完成瑜伽动作。 | 成本将降至2万美元左右 | 2024年小批量 | 工厂、家庭 | Optimus |
| 谷歌Deep mind | 科技智能公司 | 人工智能 (AI) 模型植入机器人 | 2022年12月推出了适用于机器人领域的Robotics Transformer 1 (简称RT-1)。2023年7月推出 RT-2，是全球第一个控制机器人的视觉 - 语言 - 动作 (VLA) 模型，具备符号理解、推理、人类识别三大能力。 | | | 仓库或者家庭助理 | RT-2 |
| Agility Robotics | 高校背景机器人公司 | 人形机器人Digit | 2015年从俄勒冈州立大学拆分出来的机器人公司。2016年Agility发布动态行走机器人Cassie，可以穿越崎岖的地形并跨越障碍。2019年在Cassie基础上改进推出人形机器人Digit，2020年上市。2023年3月，Agility推出新版Digit人形机器人，23年10月获得亚马逊使用测试，主要用于帮助亚马逊仓库员工拾取和移动空手提箱。 | 初代Digit定价为25万美元 | 预计2024年交付第一批Digit，2025年将全面上市 | 物流 | Digit |
| Apptроник | 高校背景机器人公司 | 人形机器人Apollo | 诞生于德克萨斯大学奥斯丁分校的初创公司，与NASA深度合作，2023年8月公布了其最新的人形机器人Apollo | 成本需低于5万美元 | | 短期辅助物流领域，长期愿景是太空探索、物流、制造、零售等 | Apollo |

展望

2024年：重点关注人形机器人商业化节奏及应用场景突破



国投证券
SDIC SECURITIES

优必选：国内人形机器人第一股，打造工业场景应用方案

- **上市安排：**于2023年12月29日登陆港股。
- **与车企合作：**通过自己研发的物流机器人给客户提供内室内物流自动化解决方案。室外物流自动化的无人物流车与头部车企合作。产品试验测试中，有望较快入驻工业园区。
- **与天奇股份签署战略合作框架协议：**双方将探索工业领域应用的人形机器人产品及解决方案，天奇股份具备工业级人形机器人产品与解决方案的应用推广能力，积极推动在新能源汽车、3C电子、智慧物流等工业场景落地应用。双方将依托各自优势，共同探讨人形机器人运动关节等核心器件的生产制造工艺，并共同投入资源实现规模化生产。

图. 优必选人形机器人示意图



图. 优必选人形机器人工厂解决方案示意图



国投证券
SDIC SECURITIES

小米：仿生四足机器人CyberDog 2软硬件协同升级

- 2023年3月，小米机器人CyberOne亮相2023年世界移动大会（MWC 2023）
 - **CyberOne**：小米首款全尺寸人形仿真机器人，配备了Mi Sense视觉空间系统和人工智能算法，支持多达21个自由度，并能实现各自由度0.5毫秒级别的实时响应，可辨别85种环境语义、45种人类语义情绪。
- 2023年8月14日，小米正式发布新一代仿生四足机器人CyberDog 2
 - **运动能力**：最大负载1kg，奔跑速度达1.6m/s，可以小跑、蹦跳、作揖、握手等姿态展示，还能进行芭蕾舞、太空步和倒地起身这种较为复杂的动作，展现了强大的运动能力和微小动作的掌控能力。
 - **感知能力**：配备了19个传感器，搭配深度、AI交互、RGB、鱼眼、激光等多种摄像头，应用4个MIC，同时应用激光、超声波传感器、ToF、IMU、UWB传感器以及触摸传感器，实现图像、声音识别+距离、位置、触摸感知。
 - **硬件配置**：搭载12个小米新一代自研高性能微电机CyberGear，该电机重量只有317g，最大扭矩12N.m，控制精度±5，响应时间低至20ms。在保证运动能力的同时，引领伺服电机小型化、高性能化和低成本化。
 - **AI+仿生**：小巧、仿生学设计的外形更接近真实犬只，内置的小米AI强化学习平台模拟了3万只机器狗的并行训练，可完成更多精细仿生动作，同时CyberDog 2搭载了一颗算力 21 TOPS的 AI 处理器，再加上运动控制和语音交互处理器，助力思维仿生。
 - **应用场景**：CyberDog2将接入小爱同学的AI语音交互系统，可以语音控制米家设备，对人的动作、情感做出自主反馈，将智能机器人技术应用于智能家居领域。

图. CyberOne在MWC 2023上展出



图. CyberDog 2滑滑板



国投证
SDIC SECUR

亚马逊Digit机器人：仓库自动化的重要里程碑

- **基本情况：**由俄勒冈州的初创公司Agility Robotics制造。具备自主感知、抓取和移动大型物体的能力，特别适用于管理和重新定位仓库中的存储容器，能够提高仓库的运营效率。
- **发布进度：**10月公布，目前仍在测试
- **运行成本：**每小时10至12美元
- **工作内容：**用双手搬运空箱子、装有少量小件的塑料箱子
- **应用场景：**主要用于承担重复性过高、对体力要求很高、对人类来说太危险的任务，目前作为仓储机器人上岗
- **基本配置：**高5英尺9英寸，体重为140磅，两条胳膊两条腿，续航约2小时，可拾取和搬运重达35磅（约15.8千克）的物体

图. 亚马逊机器人搬运箱子



图. 亚马逊机器人展示

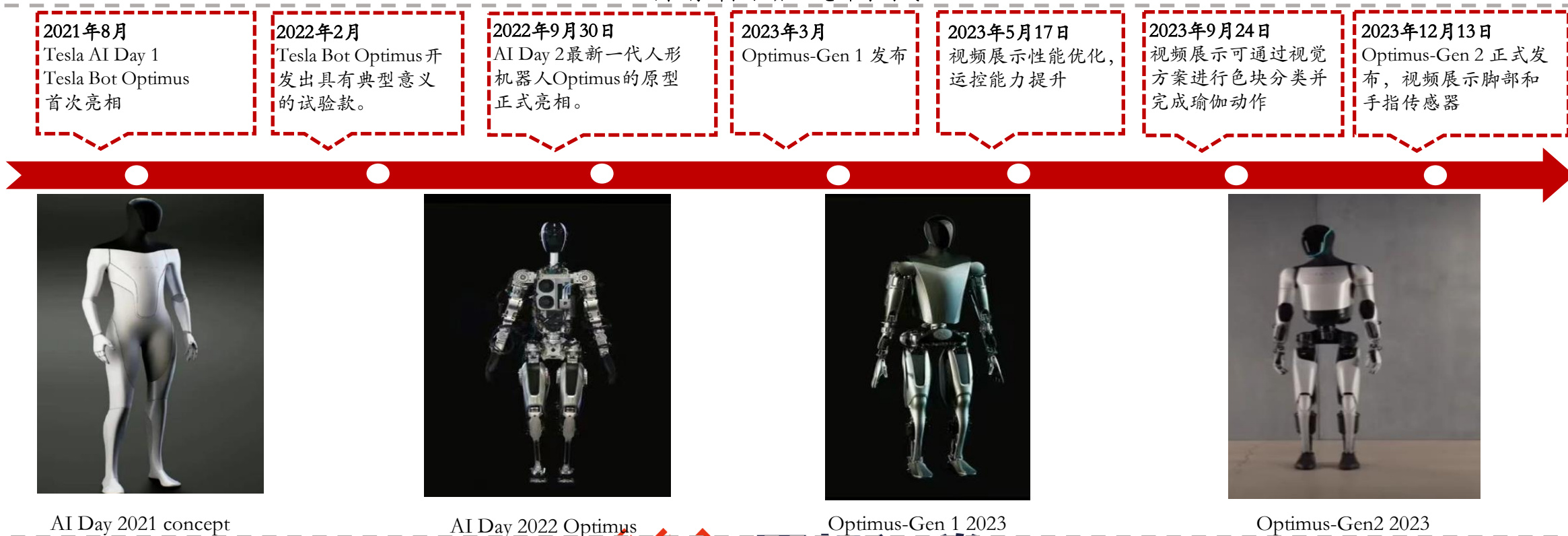


国投证券
SDIC SECURITIES

Tesla: 重点关注Optimus量产节奏

- Tesla Bot不断迭代，后续重点关注**行走测试、技术定型、AIDAY、供应商定点、小批量量产、批量量产节奏**。
- 我们预计当前已进入机器人量产前夕关键技术定型阶段，明年有望进入小批量量产阶段。

图. 特斯拉机器人更新时间线



Tesla: 重点关注Optimus量产节奏

- Tesla人形机器人最新视频发布，传感器确定性大幅提升。12.13特斯拉官推发布最新人形机器人optimus gen2视频。
- 重要优化: 1、传感器使用提升，足部设计脚力/扭矩传感器，手部11个自由度，手指末端增加触觉传感器，可以拿鸡蛋精准放入槽中进行烹饪。
2、平衡性和身体控制大幅提升，可做深蹲。
- 其他变化: 1、颈部2个自由度；2、30%步行速度提升；3、仿生式足部设计4、10kg重量减轻。

图. 脚部增加力传感器、足部仿生式设计



图. 手指末端增加触觉传感器，可以煮鸡蛋



图. Optimus Gen2 颈部2个自由度

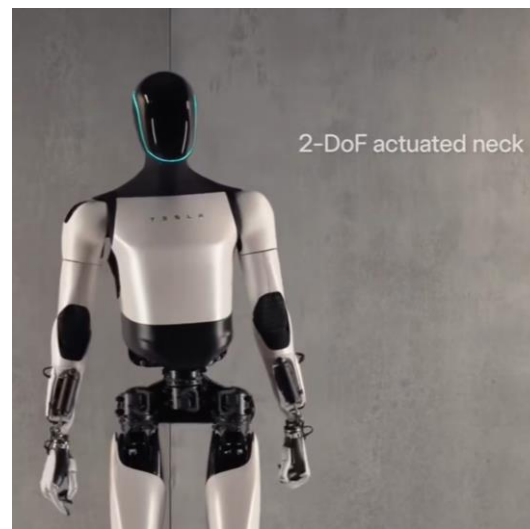


图. Optimus Gen2 可完成深蹲动作



Tesla: 重点关注Optimus量产节奏

- 特斯拉新款机器人身体机械部分预计含28个关节(14个旋转执行器+14个线性执行器), 2个灵巧手共12个执行器。

图. Tesla Optimus直线关节分布示意图

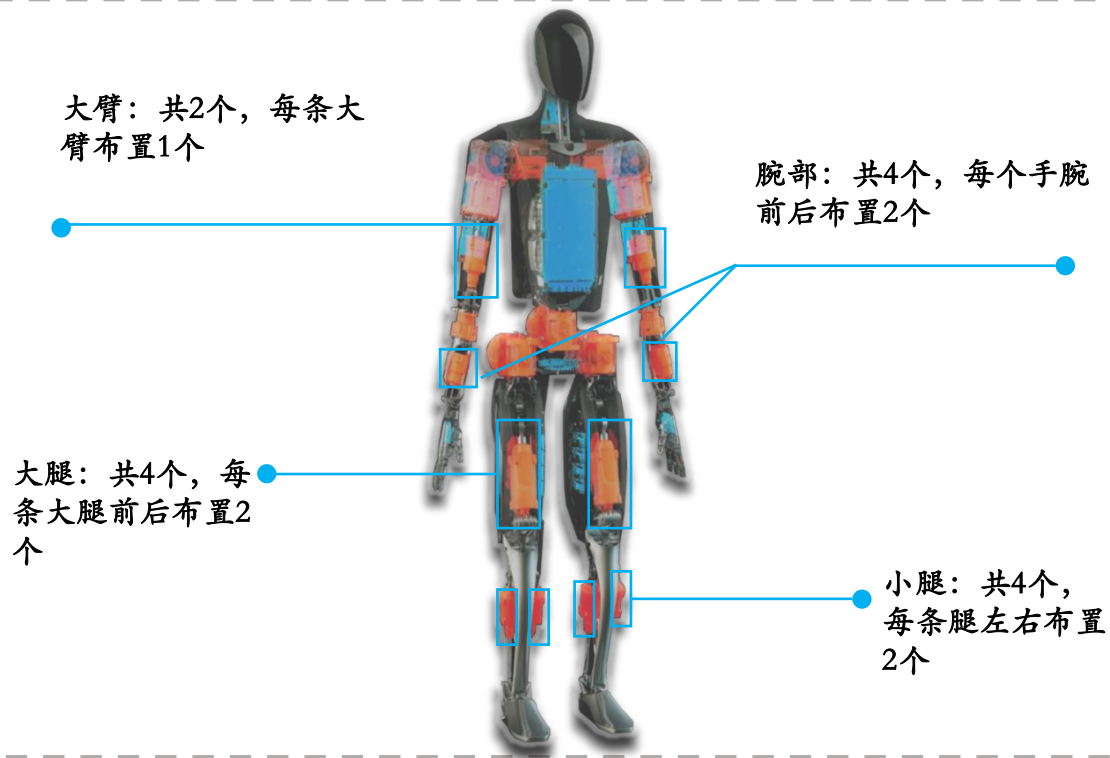
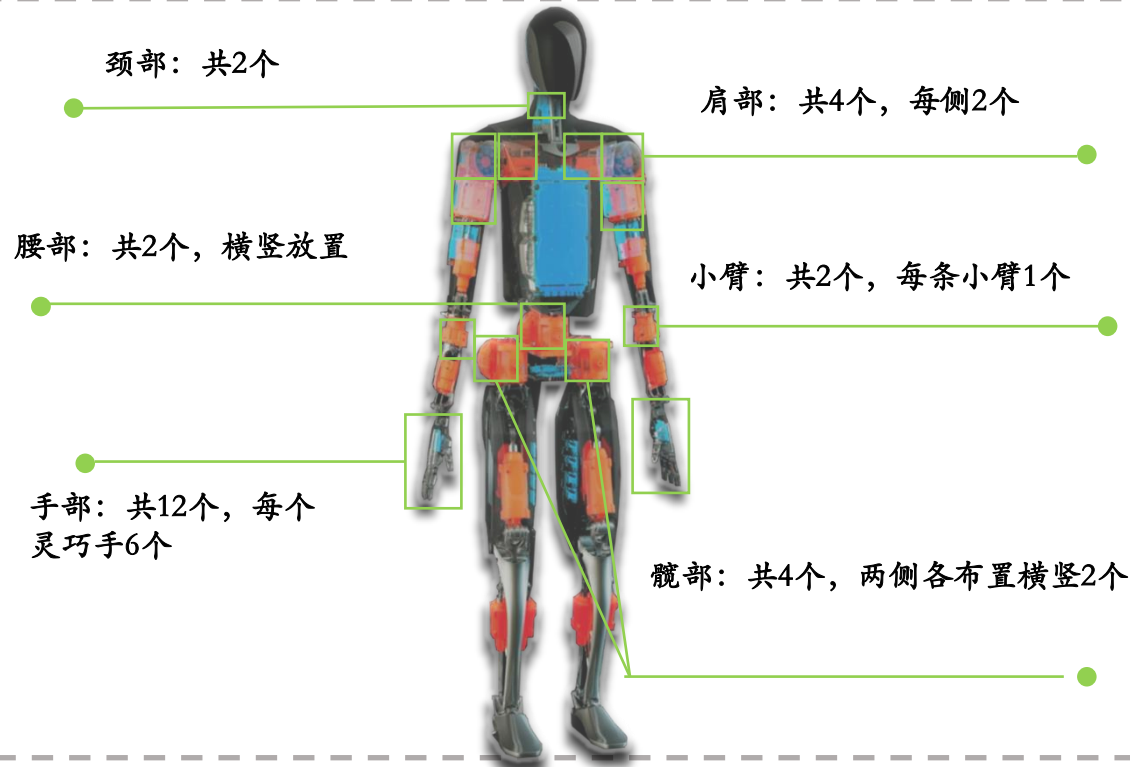


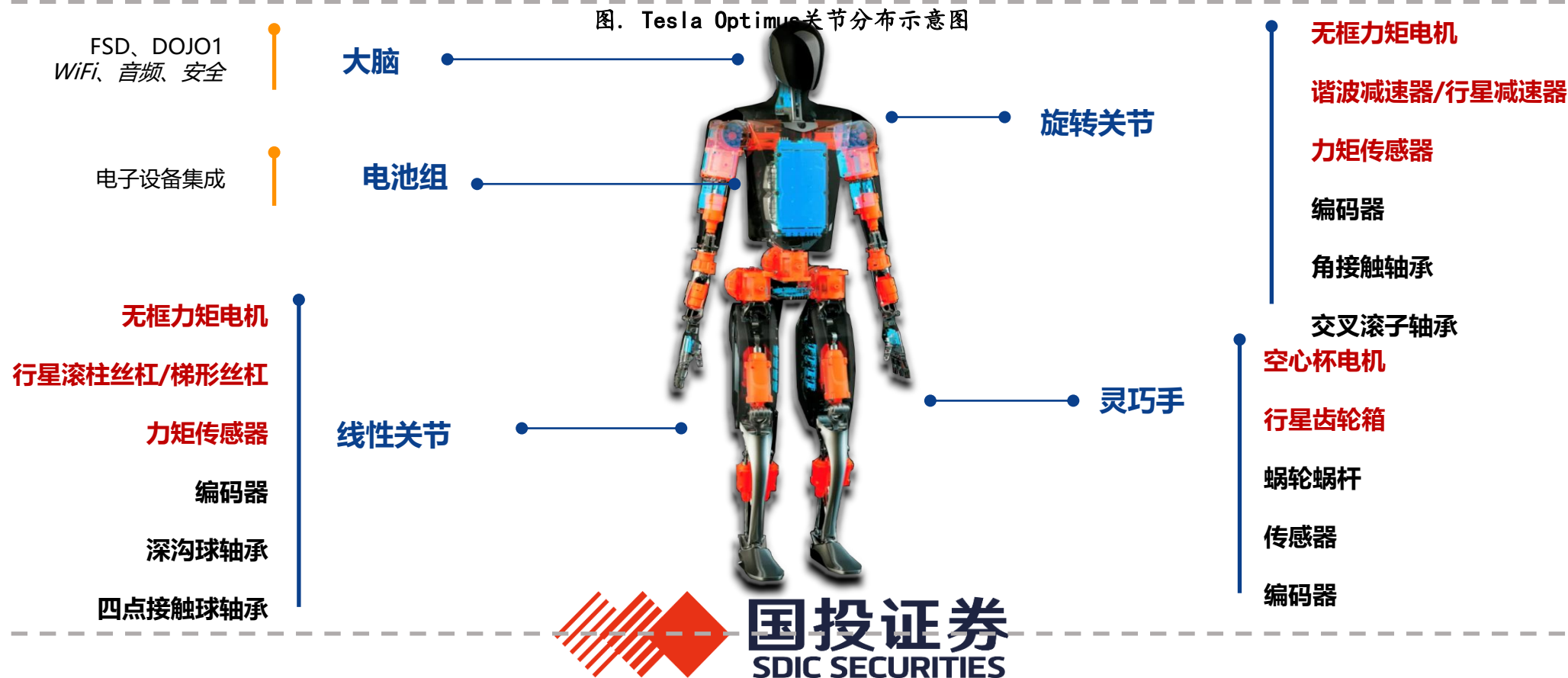
图. Tesla Optimus旋转关节分布示意图



国投证券
SDIC SECURITIES

Tesla: 重点关注Optimus量产节奏

- 预计特斯拉人形机器人BOM中50%以上成本来自关节（旋转关节、线性关节、手部关节）
- 核心零部件壁垒排序行星滚柱丝杠 > 六维力矩传感器 > 谐波减速器 > 空心杯电机 > 无框力矩电机 > 行星减速器 > 轴承





投资建议

重点关注：滚柱丝杠、传感器、减速器



国投证券
SDIC SECURITIES

滚珠/柱丝杠：精度/稳定性是关键指标，关注送样进展

- 标准滚珠丝杠组成：丝杠轴、螺母、钢球、循环件、密封圈，共5种
- 关键性能指标包括**精度**、**寿命**、**速度**等，其中精度为决定性指标，不同等级对应不同工艺。

表：滚珠丝杠主要性能指标及影响因素

| 指标 | 表征 | 影响因素 |
|-------------|-------|---------------|
| 精度 | 导程精度 | 加工精度 |
| 寿命 | 耐久性 | 材料、热处理、加工精度 |
| 许容速度 Dn值 | 运转速度 | 轴径、循环方式 |
| 摩擦波动 | 运转稳定性 | 加工精度、Ra |
| 音响振动 | 低振动 | 加工精度 |
| 价格 | — | 精度、轴径、长度、特殊要求 |

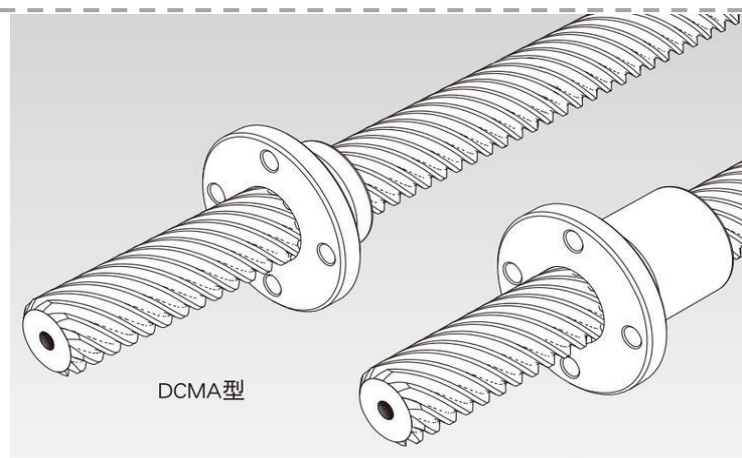
精度等级：C0 > C1 > C2 > C3 > C5 > C7 > C10

高精度
研磨

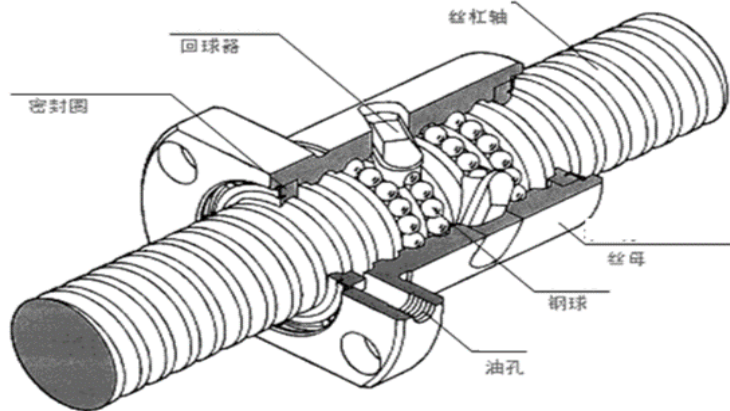
中精度
研磨/切削

低精度
研磨/切削/滚轧

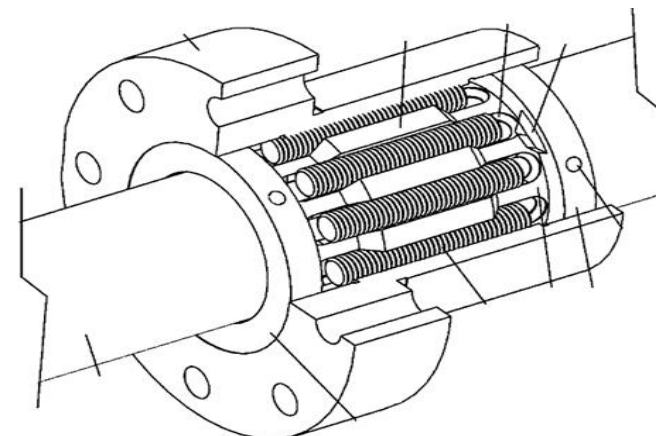
图：梯形丝杠结构图



图：滚珠丝杠结构图



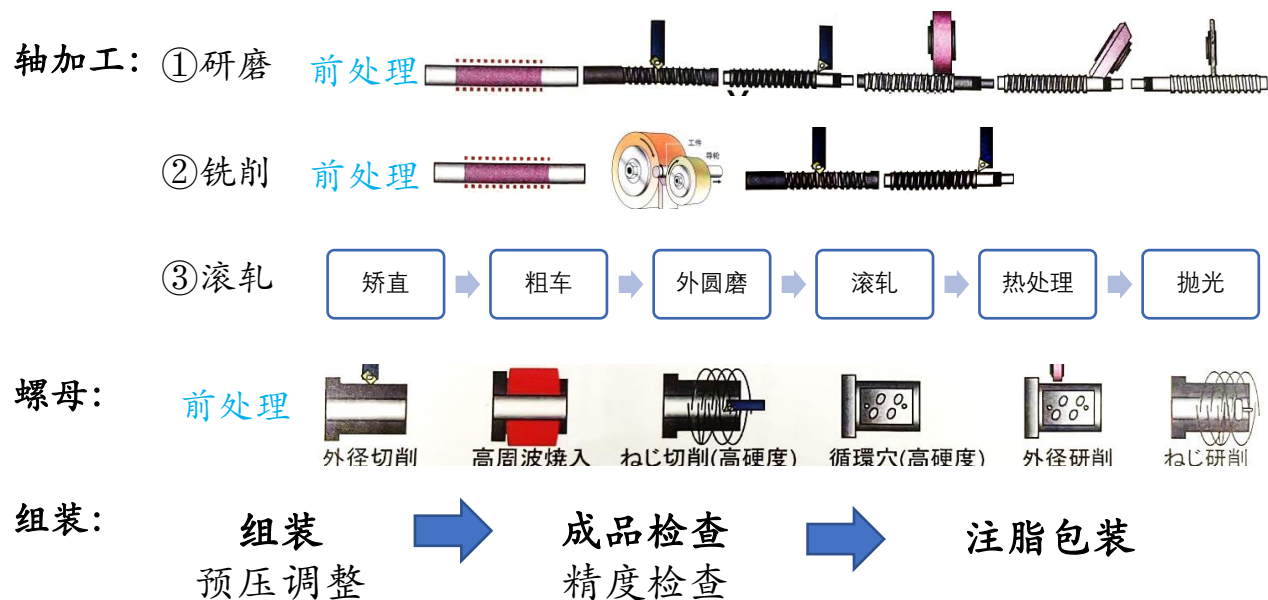
图：行星滚柱丝杠结构图



滚珠/柱丝杠：精度/稳定性是关键指标，关注送样进展

- 丝杠主要生产流程：前处理、粗加工、**关键工艺加工（研磨、铣削、滚轧）**、热处理、组装、检测。
- 关键工艺对应设备分别为**研磨-螺纹磨床**，**切削-旋风铣床**，**滚轧-螺纹滚轧机**。
- 研磨品-需要粗磨、精磨等好几轮；铣削品-切削出沟槽的角度、深度，但也需要对其外表面进行打磨。

图：滚珠丝杠工艺流程



表：三个主流工艺对应所需设备

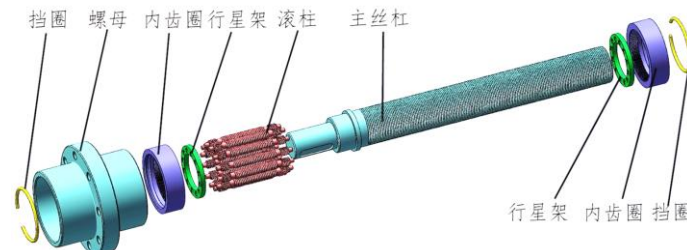
| 设备 | 研磨品 | 切削品 | 滚轧品 |
|--------|-----|-----|-----|
| 矫直机 | ○ | ○ | ○ |
| 热处理一体机 | ○ | ○ | ○ |
| 车床CNC | ○ | ○ | ○ |
| 立加CNC | ○ | ○ | ○ |
| 角度磨床 | ○ | | |
| 外圆磨床 | ○ | ○ | |
| 螺纹磨床 | ○ | | |
| 螺纹滚轧机 | | | ○ |
| 旋风铣床 | | ○ | |



滚珠/柱丝杠：精度/稳定性是关键指标，关注送样进展

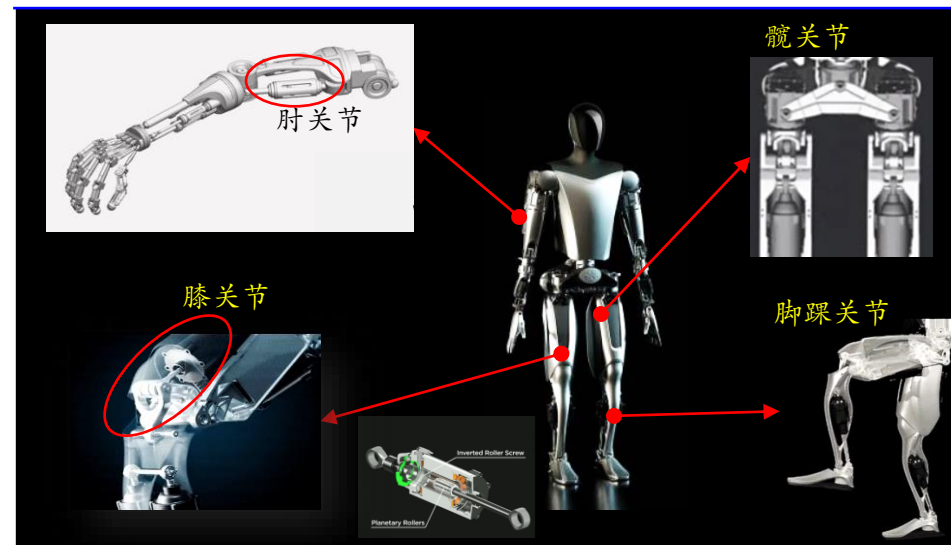
- 行星滚珠丝杠：丝杠轴、螺母、螺纹滚柱(*6~12)、内齿圈(*2)、挡板(*2)、C形卡环(*2)、密封圈(*2)，共计7种零部件组成
- VS标准滚柱丝杠：结构更复杂，加工更复杂，性能/寿命优势，加工设备/工艺一致。
- 机器人关节空间有限，行星滚柱丝杠满足了其在有限的体积下实现更高的承载和更快的速度的需求。目前国产厂家几乎没有批量化能力，但布局了滚珠丝杠高端产能、研发设计能力的厂家，谁能更好的掌握滚珠丝杠批量化工艺，做好质量、做低成本，可能同样在行星滚柱丝杠的开发上获得先发优势。

图：行星滚柱丝杠结构图



图：行星滚珠丝杠具有性能优势，但大部分应用场景下不具备性价比

图：机器人线性执行器共计14个，预计10个为反向式行星滚柱丝杠



| 项目 | 滚珠丝杠 | 行星滚柱丝杠 | 评价 |
|------|--------------------|--------------------|---|
| 历史 | 1874年 | 1942年 | 行星结构同样历史悠久 |
| 传动效率 | 90% | 90% | 几乎相同 |
| 寿命 | A | 5~10倍*A | 行星结构稳定性好，寿命长 |
| 传动精度 | C0: 4um/300mm | G1: 6um/300mm | 几乎相同 |
| 承载 | 中等 | 高承载力 | 行星结构适合重载 |
| 零件种类 | 4 | 7 | 行星结构更复杂：滚动体需要外螺纹、螺母需要内螺纹 |
| 加工设备 | 机加工 | 机加工 | 基本一致 |
| | 螺纹研磨/切削 | 螺纹研磨/切削 齿轮研磨/切削 | |
| 价格 | X | 5~10倍*X | 行星丝杠批量规模少、价格偏高，以欧美企业为主，瑞士GSA(14%)、Rollvis(26%)、法国Ewellix(26%) |
| 应用场景 | 各类机械设备：机床、汽车、工业自动化 | 高端医疗、航空航天、人形机器人 | 行星丝杠要考核性价比，大部分场景普通丝杠性能可以胜任 |



滚珠/柱丝杠：精度/稳定性是关键指标，关注送样进展

- 行星滚柱丝杠当前国产化率极低，重点关注各供应商产品试制情况及送样进展。目前国内尚未有企业具备机器人用行星滚柱丝杠产品的量产能力，因此产业优先关注的是能否做出成品，其次是量产能力以及送样反馈。考核企业能否研制相应成品的因素包括是否有关键的磨床设备以及研发团队的人员配置等。

表：行星滚柱丝杠各供应商进展

| 公司 | 行星滚柱丝杠进展 |
|------|---|
| 贝斯特 | 1) 产能情况：1期5亿产值，关键磨床设备均已到位 2) 研制情况：机器人方向-内部已完成行星滚柱丝杠样品试制，积极向机器人产业链Tier1送样 |
| 恒立液压 | 1) 产能情况：关键磨床已陆续到位，24Q2有望试运行 2) 研制情况：已推出适用于人形/工业机器人的集成式电缸，其中行星滚柱丝杠为自主设计、生产，积极与头部机器人企业合作 |
| 五洲新春 | 1) 产能情况：公司优势在热处理、机加工等前道工艺，缺乏精磨设备，处于采购、选型阶段。 2) 研制情况：公司和新剑合作，后者具备精磨、组装能力。已完成相应滚柱、螺母、丝杠轴的样品试制。积极向机器人产业链Tier1送样 |
| 北特科技 | 1) 产能情况：机加工和热处理有一定基础，关键磨床设备采购汇总 2) 研制情况：公司产品试制中，积极向机器人产业链Tier1送样 |



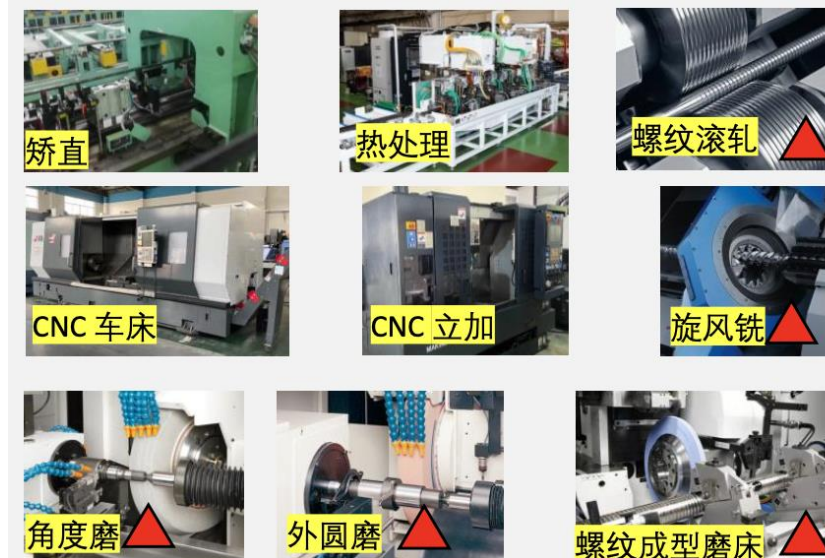
卖铲人，关注机器人上游机加工设备

- 滚珠丝杠、减速器上游关键设备主要为磨床、刀具等，目前进口依赖度较高。进口磨床精度高，可靠性好，国内企业在精度方面与海外差异不大，但良品率有较大的差异。成本驱动国产化替代下具备相关工艺积累和设备布局的机床/刀具企业有望优先受益。
- 建议关注：浙海德曼（车床）、日发精机（磨床）、华辰装备（磨床）、秦川机床（磨床）、沃尔德（旋风铣刀）、田中精机（绕线机）等。

表：人形机器人国产上游生产设备供应商梳理

图：滚珠丝杠加工设备

| 公司 | 主营 | 公司介绍 |
|------|-----|--|
| 日发精机 | 磨床 | 国产轴承磨床领域龙头。公司数控螺纹磨床用于新能源车用的滚珠丝杠及螺母的试磨情况良好，高效且精度符合客户要求，已获得客户的认可。目前正在试磨滚柱丝杠螺母。公司近期在市场开拓上已取得一定的进展，已和某客户签署了订单合同，并将于第四季度交付设备。 |
| 浙海德曼 | 车床 | 国内车床车削专家，相关设备可对标德日同行，实现进口替代。 |
| 华辰装备 | 磨床 | 国内轧辊磨床龙头。轧辊磨床起家，具备30多年技术和工艺积累，磨削精度和磨削效率行业领先。在通用磨床基础上，公司在研丝杠磨，有望率先实现高精度行星滚柱加工设备的突破。 |
| 秦川机床 | 磨床 | 国内螺纹磨床龙头。子公司汉江机床具备小批量量产滚珠丝杠的能力，产品主要供内部机床使用，和磨床无缝对接有效促进研发的良性循环。根据公司公告，2022年滚珠丝杠的产能为10万件/年，滚动直线导轨产能为5万米/年。 |
| 沃尔德 | 刀具 | 发力滚珠丝杠加工刀具，目前已供货机床厂，人形机器人蓄势待发。产品包括滚珠丝杠加工用相关的刀盘、刀夹、PCBN旋铣刀片等一系列产品，目前在南京工艺、汉江实现批量供应或打样测试。除现有产品外，公司正在开发滚珠丝杠螺母的加工及行星滚柱丝杠铣削加工等相关刀具。 |
| 田中精机 | 绕线机 | 电机绕线设备龙头。空心杯电机为机器人灵巧手核心部件，绕线机是空心杯电机产线关键设备。公司目前已将绕线技术做到全球领先地位，在中高端市场具备稀缺性。 |



传感器：确定性大幅提升，关注六维力/触觉方案

- 传感器使用数量提升，关注六维力应用。传感器部分之前仅明确关节中的扭矩传感，对于触觉、电子皮肤、六维力的配置方案仍有争议，在12月发布的最新视频中，我们可以看到最主要的增量是明确了脚部力/扭矩传感和手指用的触觉传感器，大幅增强高精度多维力传感器使用的确定性。从价值量分布来看，当前技术壁垒最高、价值量最高的是六维力传感器、其次是Mems多维触觉传感器、关节用扭矩传感器。

图. 机器人六维力传感器分布示意图

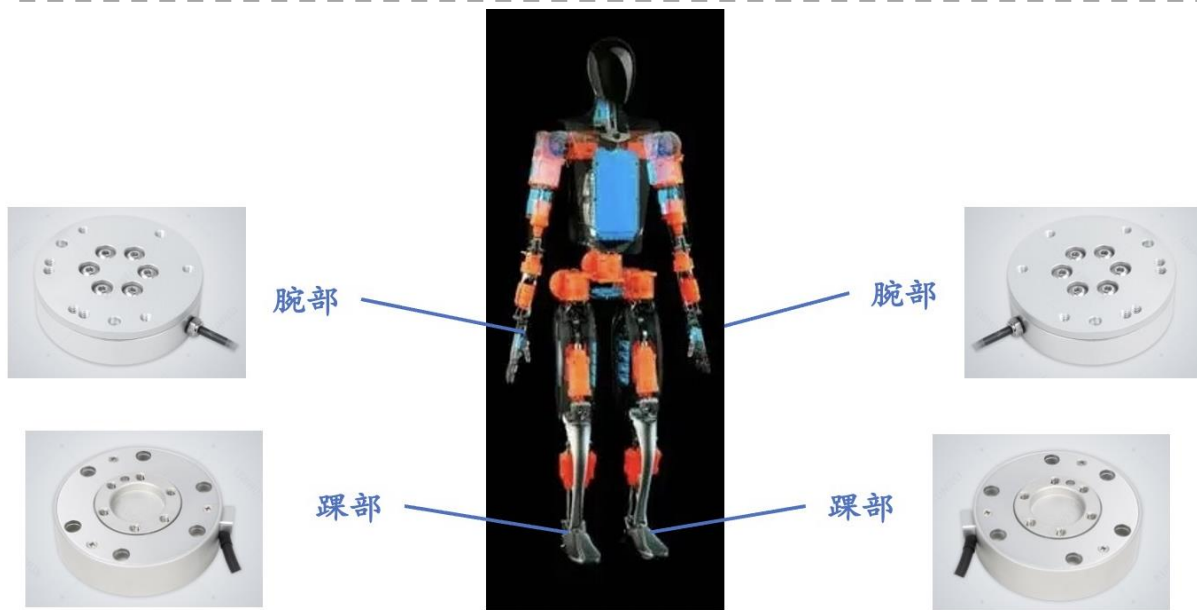
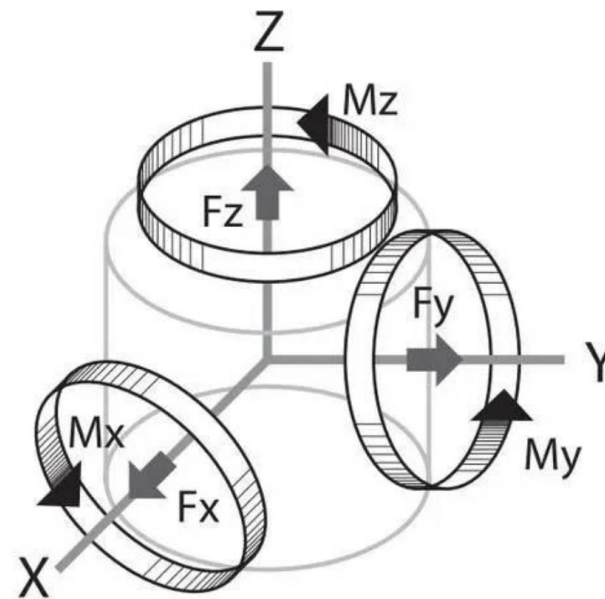


图. 六维力传感测力3个方向力和力矩



传感器：确定性大幅提升，关注六维力/触觉方案

- 国内六维力传感器技术已与国外无较大差异，缺乏成规模的上市公司。据高工机器人统计，2022年中国协作机器人领域六维力传感器国产化率近80%，出货量TOP1为国内企业坤维科技；TOP2为国际龙头ATI，TOP3-5为分别为蓝点触控、宇立仪器、鑫精诚，均为国内非上市企业。当前六维力技术已有国产突破，关注上市公司六维力传感器产品突破进度。

表. 六维力传感器主要国内制造商梳理

| 公司名称 | 股票代码 | 产品准度 | 公司简介 | 产品应用领域 |
|------|--------|-----------|---|--|
| 坤维科技 | 未上市 | 0.3%-0.5% | 成立于2018年，国内协作机器人六维力传感器龙头，源自航天军工领域 | 机器人、智能装备、工业过程监控、产品质量检测、科研测试测量等 |
| 鑫精诚 | 未上市 | 1%-3% | 成立于2020年，专注于微型压力、称重、多轴力、扭力等多样化的智能传感器及控制仪表的工业级产品。 | 机器人、3C自动化设备、精密医疗，农业、新能源键电、机器人、半导体、航空铁路、高校等 |
| 宇立仪器 | 未上市 | 1%-5% | 成立于2007年，原美国FTSS(现Humanetics ATD)总工黄约博士创立，在多维力传感器领域积累近20年经验，深耕汽车碰撞测试领域。 | 机器人、汽车碰撞测试等 |
| 蓝点触控 | 未上市 | 1%-2% | 成立于2019年，主营多维力传感器、关节扭矩传感器、机器人力控技术等。 | 机器人、工业打磨等 |
| 海伯森 | 未上市 | 1%-2% | 成立于2015年，主营产品包括3D闪测传感器、3D线光谱共焦传感器、点光谱共焦位移传感器、超高速工业相机和六维力传感器等。 | 机器人，自动化，生物力学，工业测试等 |
| 东华测试 | 300354 | — | 公司拥有压力传感器、力矩传感器等产品，六维力传感器研发中，拥有六维标校设备。 | 航天军工 |
| 柯力传感 | 603662 | — | 国内称重传感器龙头，布局机器人用传感器事业部，已开发三维、六维产品用于工业机器人，人形领域多维传感器研发中。 | 机器人、消费电子、汽车电子等 |
| 昊志机电 | 300503 | ≥2% | 成立于2006年，布局中高端数控机床、机器人、新能源汽车核心功能部件等产品。目前有DSA系列5款六维力传感器产品。协作机器人 | |

表. 六维力传感器主要海外制造商梳理

| 公司名称 | 国家 | 产品准度 | 公司简介 | 产品应用领域 |
|------------|----|---------|---|----------------|
| ATI | 美国 | 0.5%-2% | 世界领先的多维力传感器制造商。自1989年以来，ATI工业自动化公司一直致力于开发量先进的产品和解决方案，主营包括机器人快速转换装置及力传感器。 | 机器人 |
| SCHUNK | 德国 | 2% | 创建于1945年，主营产品包括精密夹具和自动化抓取系统、传感器等。 | 机器人、机械装备等 |
| OnRobot | 丹麦 | 3% | 由丹麦OnRobot、匈牙利OptoForce和美国Perception Robotics合并而成。主营产品包括机器人末端夹具、力矩传感器、机器人相机套件等。 | 机器人 |
| WACOH-TECH | 日本 | 1%-3% | 成立于2007年，主包括力传感器和MEMS传感器(加速度、陀螺仪)产品。 | 机器人、工业装配、工业打磨等 |



量产前夕，关注核心零部件供应商进展

- 重点关注：谐波减速器：绿的谐波；丝杠：恒立液压、贝斯特、五洲新春；电机：鸣志电器；传感器：东华测试、柯力传感

表. Tesla Optimus成本拆分测算表

| 所属部分 | 部件名称 | 渠道 | 单价 (元) | 数量 | 总价 (元) | 成本占比 | 重点供应商 | 具备产品能力的潜在供应商 |
|----------|------------|-------|--------|------|----------|--------|-----------|--|
| 旋转关节执行器 | 谐波减速器 | 采购 | 800 | 12 | 9600 | 5.9% | 绿的谐波、双环传动 | 精锻科技 步科股份、汇川科技、禾川科技 柯力传感、东华测试、坤维科技、宇立仪器 汇川科技、禾川科技 |
| | 行星减速器 | 采购 | 300 | 2 | 600 | 0.4% | —— | |
| | 无框力矩电机 | 采购 | 700 | 14 | 9800 | 6.0% | 拓普集团、三花智控 | |
| | 力矩传感器 | 采购 | 500 | 11 | 5500 | 3.4% | —— | |
| | 编码器 | 采购 | 200 | 28 | 5600 | 3.4% | —— | |
| | 角接触轴承 | 采购 | 50 | 28 | 1400 | 0.9% | —— | |
| | 交叉滚子轴承 | 采购 | 100 | 14 | 1400 | 0.9% | —— | |
| 线性关节执行器 | 无框力矩电机 | 采购 | 700 | 10 | 7000 | 4.3% | 拓普集团、三花智控 | 步科股份、汇川科技、禾川科技 恒立液压、贝斯特、北特科技、五洲新春、鼎智科技 贝斯特、斯菱股份、北特科技、五洲新春、鼎智科技 柯力传感、东华测试、坤维科技、宇立仪器 汇川科技、禾川科技 |
| | 步进电机 | 采购 | 300 | 4 | 1200 | 0.7% | | |
| | 行星滚柱丝杠 | 采购 | 2000 | 8 | 16000 | 9.9% | 新剑传动 | |
| | T型丝杠 | 采购 | 300 | 6 | 1800 | 1.1% | —— | |
| | 力矩传感器 | 采购 | 500 | 11 | 5500 | 3.4% | —— | |
| | 编码器 | 采购 | 200 | 14 | 2800 | 1.7% | —— | |
| | 深沟球轴承 | 采购 | 100 | 14 | 1400 | 0.9% | —— | |
| 手部关节执行器 | 四点接触轴承 | 采购 | 50 | 14 | 700 | 0.4% | —— | |
| | 空心杯电机 | 采购 | 600 | 12 | 7200 | 4.4% | 鸣志电器 | 拓邦股份、雷赛智能、伟创电气、鼎智科技、禾川科技 柯力传感、东华测试、坤维科技、宇立仪器 汇川科技、禾川科技 贝斯特、斯菱股份、同益股份、北特科技、五洲新春、鼎智科技 |
| | 行星齿轮箱 | 采购 | 200 | 12 | 2400 | 1.5% | —— | |
| | 传感器 | 采购 | 100 | 12 | 1200 | 0.7% | —— | |
| | 编码器 | 采购 | 50 | 12 | 600 | 0.4% | —— | |
| 滚珠丝杠 | 采购 | 150 | 12 | 1800 | 1.1% | —— | | |
| 运动控制+处理器 | FSD系统、AI芯片 | 自研+代工 | 50000 | 1 | 50000 | 30.8% | —— | —— |
| 头部交互 | 显示屏 | 采购 | 500 | 1 | 500 | 0.3% | —— | —— |
| 环境探测传感器 | 摄像头 | 采购 | 300 | 3 | 900 | 0.6% | —— | —— |
| | 毫米波雷达 | 采购 | 500 | 1 | 500 | 0.3% | —— | —— |
| 动力电池 | 电池组 | 采购 | 3000 | 1 | 3000 | 1.8% | —— | —— |
| 肢体骨骼 | —— | 自研 | 800 | 30KG | 24000 | 14.8% | —— | —— |
| 合计 | | | | | 162400.0 | 100.0% | —— | —— |

投资建议：关注技术路线变革下的确定性

● 机器人核心零部件目前市场认知及产业进度阶段不同：

①减速机和电机领域看好具备卡位优势的龙头。②传感器和丝杆领域格局暂不确定，可沿产业链上下游寻找具备潜力的标的，是2024年关注的重点方向。

● 重点关注：

①滚珠丝杆：【恒立液压】、【贝斯特】、【五洲新春】、【北特科技】。②传感器：【东华测试】、【柯力传感】。③谐波减速器：【绿的谐波】、【双环传动】。④空心杯电机：【鸣志电器】。⑤无框力矩电机：【步科股份】、【德昌股份】。⑥生产设备：【华辰装备】、【日发精机】、【浙海德曼】、【沃尔德】、【秦川机床】。

表. 公司估值表（截至2024年1月5日）

| 类型 | 证券代码 | 证券简称 | 最新市值（亿元） | | | | | 归母净利润（亿元） | | | | | PE | |
|--------|-----------|------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|--|----|--|
| | | | 2023/1/5 | 2022A | 2023E | 2024E | 2025E | 2022A | 2023E | 2024E | 2025E | | | |
| 执行器 | 601689.SH | 拓普集团 | 739 | 17 | 22.93 | 31.49 | 42.18 | 43 | 32 | 23 | 18 | | | |
| | 002050.SZ | 三花智控 | 1015 | 25.73 | 31.62 | 39.29 | 48.29 | 39 | 32 | 26 | 21 | | | |
| 空心杯电机 | 603728.SH | 鸣志电器 | 244 | 2.47 | 2.24 | 3.55 | 5.22 | 99 | 109 | 69 | 47 | | | |
| 无框力矩电机 | 688160.SH | 步科股份 | 45 | 0.91 | 0.95 | 1.17 | 1.47 | 49 | 47 | 38 | 31 | | | |
| | 605555.SH | 德昌股份 | 79 | 2.99 | 3.36 | 3.87 | 4.8 | 26 | 24 | 20 | 16 | | | |
| 减速器 | 688017.SH | 绿的谐波 | 234 | 1.55 | 1.06 | 1.86 | 2.31 | 151 | 221 | 126 | 101 | | | |
| | 002472.SZ | 双环传动 | 211 | 5.82 | 8.12 | 10.57 | 13.46 | 36 | 26 | 20 | 16 | | | |
| 滚珠/柱丝杠 | 601100.SH | 恒立液压 | 725 | 23.43 | 25.44 | 30.31 | 37.23 | 31 | 28 | 24 | 19 | | | |
| | 603667.SH | 五洲新春 | 77 | 1.48 | 1.79 | 2.59 | 3.49 | 52 | 43 | 30 | 22 | | | |
| | 300580.SZ | 贝斯特 | 96 | 2.29 | 2.82 | 3.57 | 4.56 | 42 | 34 | 27 | 21 | | | |
| | 603009.SH | 北特科技 | 52 | 0.46 | 0.46 | 0.79 | 1.12 | 113 | 113 | 66 | 46 | | | |
| 传感器 | 603662.SH | 柯力传感 | 92 | 2.6 | 3.14 | 3.93 | 4.85 | 35 | 29 | 23 | 19 | | | |
| | 300354.SZ | 东华测试 | 67 | 61.52 | 1.95 | 2.77 | 3.73 | 1 | 34 | 24 | 18 | | | |
| 生产设备 | 300809.SZ | 华辰装备 | 71 | 0.47 | 1.16 | 1.54 | 1.87 | 151 | 61 | 46 | 38 | | | |
| | 002520.SZ | 日发精机 | 49 | -15.3 | —— | —— | —— | -3.69 | —— | —— | —— | | | |
| | 688577.SH | 浙海德曼 | 46 | 0.6 | 0.36 | 0.59 | 0.82 | 77 | 128 | 78 | 56 | | | |
| | 688028.SH | 沃尔德 | 36 | 0.63 | 1.13 | 1.48 | 1.65 | 57 | 32 | 24 | 22 | | | |
| | 000837.SZ | 秦川机床 | 102 | 2.75 | 2.41 | 3.45 | 4.6 | 37 | 42 | 30 | 22 | | | |

风险提示

人形机器人产业进度不及预期：人形机器人目前仍处于初期阶段，软件算法开发和硬件研发尚有待进步，完整技术路径尚未确定，下游缺乏刚性需求场景，产业进度可能不及市场预期。

供应商送样反馈不及预期：供应链上游核心零部件和设备端厂商产品处于试制或送样阶段，较少获取正式订单，需等待本体厂商反馈，产品的大规模量产和商业化推广进度可能不及市场预期。

行业竞争加剧：人形机器人商业化进展若顺利，细分市场的参与者不断增加，部分产业链企业也逐渐向上下游延伸，行业竞争格局加剧，存在企业盈利能力下降风险，进而影响机器人相关业务的盈利能力。

政策风险：机器人主机厂中海外厂商进度较快，跨国家或地域产业链合作有可能会受到宏观政策变动影响。

行业评级

收益评级：

领先大市—未来6个月的投资收益率领先沪深300指数10%以上；

同步大市—未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-10%至10%；

落后大市—未来6个月的投资收益率落后沪深300指数10%以上；

风险评级：

A —正常风险，未来6个月投资收益率的波动小于等于沪深300指数波动；

B —较高风险，未来6个月投资收益率的波动大于沪深300指数波动；



分析师声明

□ 分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

□ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以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，并向本公司的客户发布。



免责声明

本报告仅供国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国投证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

国投证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。



公司地址

国投证券研究中心

深圳市

地 址： 深圳市福田区福田街道福华一路119号安信金融大厦33楼

邮 编： 518026

上海市

地 址： 上海市虹口区东大名路638号国投大厦3层

邮 编： 200080

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街2号楼国投金融大厦15层

邮 编： 100034

