



智能具身创启未来纪元

2025年05月18日

引言：产业化拐点确立，三重驱动开启万亿赛道。人形机器人板块正从主题投资迈向成长投资，2025年有望成为全球量产元年。技术端，大模型突破通用性瓶颈，DeepSeek 低成本训练范式加速AGI 落地；产业端，特斯拉、英伟达、华为等科技巨头密集布局；政策端，政府工作报告明确，培育具身智能等未来产业，大力发展智能机器人。我们预计，2025年全球出货量将达万台级别，2027年特斯拉目标产能突破百万台，产业链长期成长空间打开。

产业逻辑：AI 赋能+巨头入局，三重驱动强化趋势。1) 技术基座升级：非具身大模型实现任务分解与规划，具身大模型直接输出高频动作指令，AGI 终极形态下机器人将具备单模型闭环、主动理解与强适应能力；2) 场景成本突破：特斯拉 Optimus 将率先导入超级工厂，车端供应链复用推动售价降至2-3万美元，远期规模效应下成本有望进一步下探；3) 政策密集催化：2025年政府工作报告首次将具身智能纳入未来产业培育，地方政策围绕技术攻关、产业集群、应用示范三方面加码，形成“中央定调-地方落实”的立体支持体系。

供给维度：全球产业巨头形成多维共振。1) 特斯拉：2025年计划出货数千台，2027年目标百万台，硬件方案趋于锁定，复用汽车降本经验；2) 华为：具身智能创新中心聚焦“大脑”（多模态大模型）与“小脑”（柔性制造技术）；赛力斯启动具身智能团队招聘；3) 英伟达：构建三大机器人协同平台，形成“训练-仿真-部署”闭环，联合Figure、宇树等14家厂商推动通用机器人开发。此外，Figure AI、宇树科技、优必选等创业公司启动量产，小鹏、比亚迪等车企复用汽车供应链切入赛道，北京、上海等十余省市出台专项政策推动产业集群发展，协同创新与生态共建成为产业化关键驱动力。

产品维度：确定性+高壁垒/高价值量为核心主线。1) 感知层：六维力传感器通过精准力学反馈实现力控交互与平衡调节；触觉传感器向MEMS 微型化/柔性化升级，电子皮肤技术加速突破；视觉方案中，特斯拉延续纯视觉路线，国内多采用3D 视觉融合激光雷达提升环境建模精度；2) 执行层：谐波减速器是旋转关节核心部件，行星滚柱丝杠是直线关节核心部件；无框电机与空心杯电机分别适配关节与灵巧手驱动需求。当前产业链高价值、高壁垒环节集中于行星滚柱丝杠、六维力传感器、空心杯电机及 MEMS 触觉传感器四大方向，国产替代空间显著，具备技术卡位能力的厂商有望率先抢占人形机器人产业化红利。

投资建议：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，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。推荐：1) 供给维度：把握全球科技巨头、创业公司、汽车主机厂和产业政策的持续共振，看好特斯拉0-1产业化进程，小米、小鹏等强智能化主机厂在机器人领域布局，以及宇树、智元等下游需求确定性强的国内供应链；2) 产品维度：综合价值量、国产化率及市场规模三维度，建议重点关注行星滚柱丝杠、六维力传感器、触觉传感器等低渗透率、高成长性赛道。**建议关注：**汽车零部件公司具有强客户卡位优势、强批量化生产能力，且主业产品与机器人具有高度相通性。汽车主机厂纷纷入局人形机器人赛道，机器人供应链与车端将有较高重合度。推荐汽配机器人标的【拓普集团、伯特利、均胜电子、双环传动、豪能股份、隆盛科技、银轮股份、富临精工、中鼎股份、地平线机器人、黑芝麻智能】。

风险提示：A1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@mszq.com

分析师 完颜尚文

执业证书：S0100525050001

邮箱：wanyanshangwen@mszq.com

相关研究

1. 摩托车行业系列点评十六：中大排销量创新高内外销共振向上-2025/05/18
2. 汽车和汽车零部件行业周报20250518：海内外共振具身智能加速落地-2025/05/18
3. 汽车行业系列深度十：2024Q4&2025Q1：政策驱动总量智能化盈利领跑-2025/05/14
4. 汽车和汽车零部件行业周报20250511：具身智能加速看好T 链+强智能化主机厂-2025/05/11
5. 汽车和汽车零部件行业周报20250505：2025Q1 政策促进内需具身智能加速-2025/05/06

1引言：站在由主题到成长的拐点

本篇报告为《人形机器人系列深度报告》第一篇，详细解读人形机器人行业底层驱动，分析研判当前发展趋势，从玩家维度与产品维度出发，梳理拆解各科技巨头产业化进程，各零部件环节核心壁垒与投资机会。我们认为，当前人形机器人产业化奇点已至，看好产业链长期增量空间。

人形机器人即将进入产业化拐点，2025年全球预计将达万台级别。2025年，国内外头部人形机器人公司即将进入量产阶段：1) 特斯拉：马斯克表示，Optimus将在2025年量产数千台，2026年产能提升至5-10万台，2027年进一步扩张至50-100万台；2) Figure：创始人Brett Adcock表示，未来4年要交付10万台人形机器人；3) 宇树：四足机器人销量占全球出货量60%-70%，大尺寸通用型人形机器人出货量全球领先；4) 智元：2025年1月6日，量产第1,000台通用具身机器人正式下线；5) 优必选：工业人形机器人Walker S已收到车企超过500台的意向订单，目前正处于产业化落地的关键阶段，预计在2025Q2具备规模化交付条件。我们预计，2025年将成为人形机器人量产元年，全球出货量将达到万台级别。

图1：马斯克预计Optimus出货量将呈指数级别增长



资料来源：iFind, 民生证券研究院绘制 (除Optimus 外，其他销量为汽车销量)

2022年以来，人形机器人板块已迎来多轮行情。2022年4月特斯拉开启人形机器人板块首次大涨，2024年英伟达、华为成为全新主线，宇树凭借亮眼表现成功出圈。人形机器人板块已由特斯拉引领转变为海内外科技巨头共振，科技巨头、车企、创业新秀陆续入局，人形机器人产业趋势不断强化。我们选取 Wind 人形

机器人指数，对人形机器人板块行情进行复盘：

1) 2022年4-8月，涨幅79%：4月，马斯克表示，特斯拉最早将于2023年开始生产第一个版本的Optimus 的人形机器人，机器人板块行情启动；

2) 2023年1-4月，涨幅32%：ChatGPT 3.5的亮眼表现引发市场关注，掀起 AI 板块行情，而人形机器人是AI 落地于物理世界的最佳载体，AI 热潮向人形机器人延伸，机器人板块新一轮行情启动；

3) 2023年5-7月，涨幅37%：5月特斯拉股东大会上，Optimus 已经拥有电机扭矩控制、环境探索与记忆、基于人类跟踪运动的AI训练以及物体操纵能力。Optimus 的超预期表现对机器人板块形成强劲催化；

4) 2023年11-12月，涨幅10%：产业链中部分公司新增丝杠送样进展，丝杠类标的走出独立行情。2023年12月Optimus Gen2发布，脚部力&扭矩传感器和手部触觉传感器为全新硬件增量，带动传感器板块行情；

5) 2024年2-3月，涨幅53%：机器人板块跟随大盘迎来超跌反弹，叠加英伟达GTC 2024大会于2024年3月中旬召开、发布生成式AI及机器人领域的最新突破性成果的预期，机器人板块快速上涨；

6) 2024年9-12月，涨幅89%：2024年9月下旬机器人板块跟随大盘迎来剧烈反弹；2024年11月初华为、赛力斯在人形机器人领域布局引发市场高度关注，成为全新题材，点燃机器人板块情绪；2024年11月底Optimus 全新灵巧手发布，催化机器人板块继续上行；

7) 2025年1月以来，涨幅51%：2025年1月初马斯克更新Optimus 出货预期，预计2027年出货量达50-100万台，远期量纲确定性增强引燃T 链机器人标的情绪；宇树凭借 B2-W 四足机器狗亮眼表现、人形机器人H1 春晚表演强势破圈，带动国产机器人关注度提升；DeepSeek 有望打破算力桎梏，带动AI 应用成为机器人行情主线。

图2：2022年以来Wind 人形机器人指数表现



资料来源：Wind，民生证券研究院

马斯克表示，Optimus 的系统复杂度远低于汽车，人形机器人增长曲线将呈现指数级增长。人形机器人放量节奏有望斜率较新能源汽车更为陡峭，投资范式有望加速由主题迈向成长，拐点将至。

2产业逻辑：AI 赋能+巨头入局双重共振

2.1底层驱动：大模型赋能掀起具身智能浪潮

大模型能够成为人形机器人“大脑”，赋予任务级交互、环境感知、任务规划和决策控制能力。在大模型出现之前，人形机器人定位导航和路径规划技术普遍基于预设路径方式，基于决策树或状态机构建的算法模型普遍遵循参数模型化思路，适应能力很差，只能实现固定位置移动和操作，人形机器人难以实现商业化落地。而以大模型为核心的“大脑”技术，能够为人形机器人提供任务级交互、环境感知、任务规划和决策控制能力，实现智能化与通用性跃升：

- 1) 任务交互：基于大模型的语言/视觉运行处理方式可为人形机器人提供任务级交互入口；
- 2) 环境感知：大模型通过对多模态信息的统一处理与灵活转换，推动多模态感知泛化；
- 3) 任务规划：大模型潜在的真实世界知识学习能力、强大的思考、推理和生成能力为“大脑”的任务规划提供基础；
- 4) 决策控制：人形机器人基于大模型技术并优化奖励策略，通过整合环境、运动等多样化信息，实现决策控制功能。

图3:人形机器人控制层级

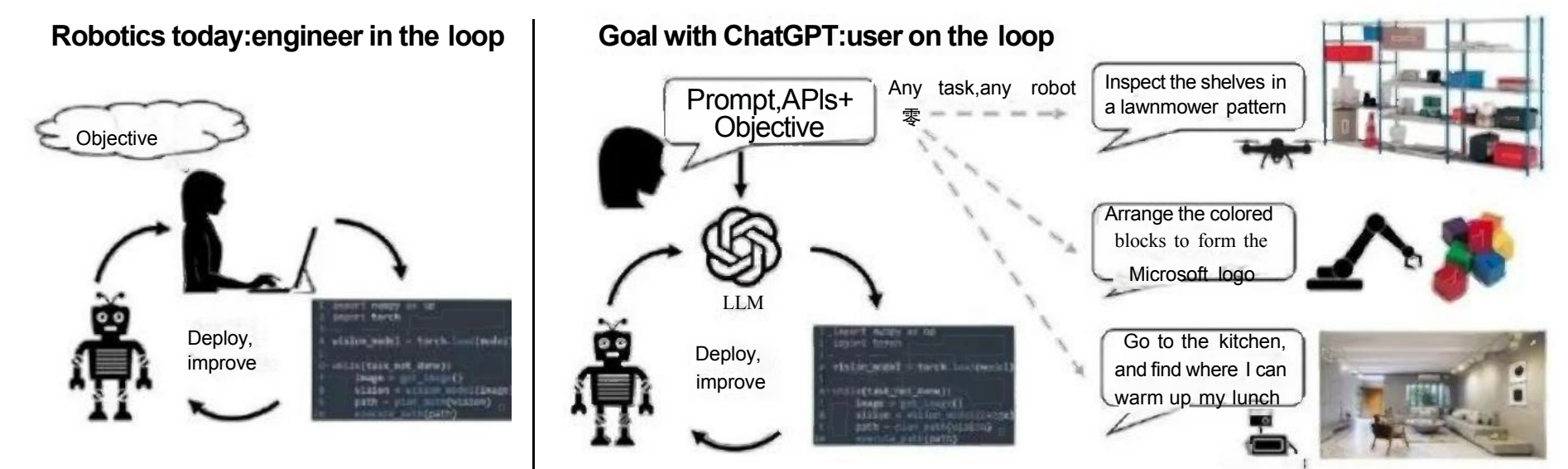


资料来源：机器人大讲堂，民生证券研究院

大模型可分为非具身大模型和具身大模型两类，两者核心区别在于能否直接生成运动姿态。当前非具身大模型应用较为成熟，端到端、多模态具身大模型是未来发展方向，AGI 为终极目标：

非具身大模型：可帮助机器人提升复杂任务理解、连续对话、零样本推理等方面能力，但无法直接生成运动姿态。非具身大模型主要包括 LLM（大语言模型）和VLM(视觉语言模型)，以ChatGPT、GPT-4V、Sora、GPT-4o为代表，主要特点是输入从单模态文本扩展到多模态的语音、图像、视频，其输出也包括文本、音频、图像、视频等。非具身大模型能够对用户指令进行推理分解，实现任务规划决策，但无法直接生成运动姿态，目前应用较为成熟。例如，微软利用ChatGPT的自然语言理解能力，将人类语言指令转化为机器人控制代码，从而实现任务规划和自主执行。

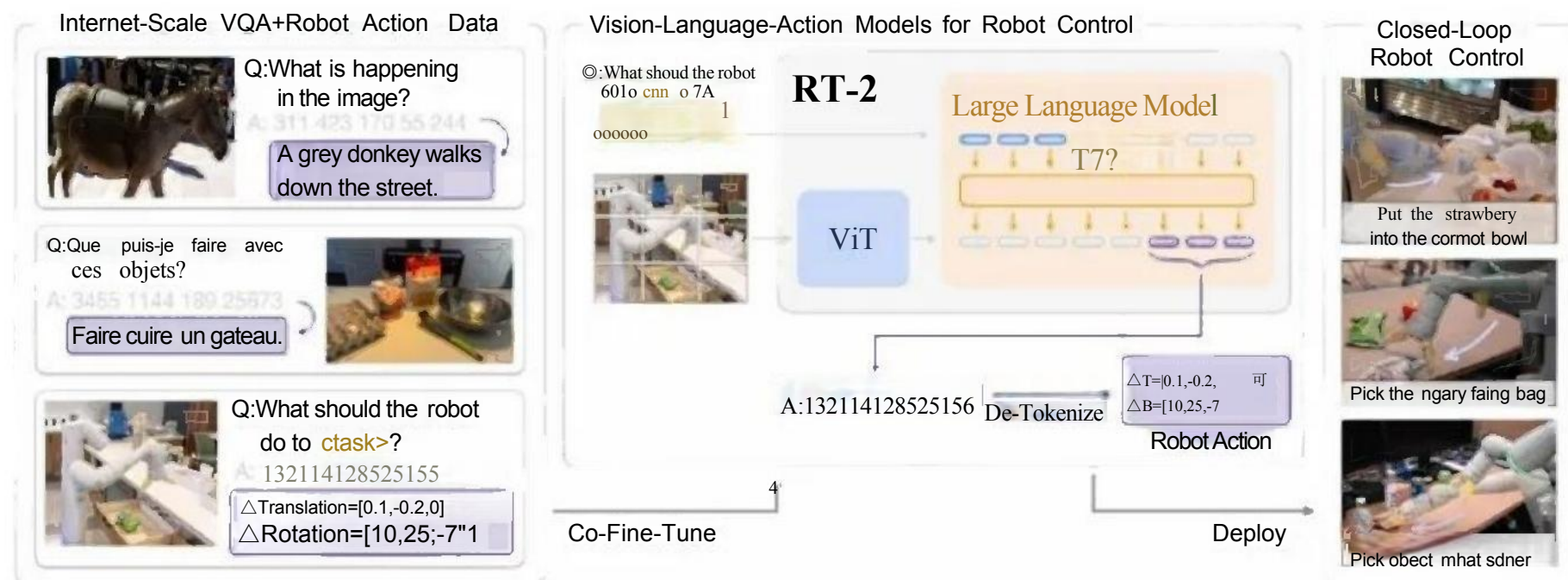
图 4：微软利用 ChatGPT 将人类语言指令转化为机器人控制代码



资料来源：《ChatGPT for Robotics: Design Principles and Model Abilities》Sai Vemprala等，民生证券研究院

具身大模型：直接面向机器人，高频输出执行动作。具身大模型则直接面向机器人，核心特点对物理世界的感知或接收人类指令后，机器人能够直接高频输出动作。自动驾驶大模型是最典型的代表，汽车通过实时接收视觉信号(主要是图像)的输入，可以直接控制汽车方向盘、踏板等机构，实现自动驾驶功能。机器人作为更复杂的物理系统，机器人具身大模型的输入不仅包括实时视觉信号，还涉及到人类语言、触觉等多种模态，其动作空间的自由度也更高，还需要全身各部位(底盘、腿、手臂、手指等)的协同运动。例如，谷歌推出的VLA（视觉-语言-动作模型）RT-2，在VLM基础上增加运动控制，将网络预训练知识迁移至机器人控制，用视觉和语言指令直接生成机器人动作代码，解决机器人运动轨迹决策问题。

图 5：谷歌 RT-2 模型能够用视觉和语言指令直接生成机器人动作代码



资料来源：《RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control》Anthony Brohan等，民生证券研究院

AGI 为终极目标，机器人将真正成为跨任务通用智能体。根据智元机器人发布的具身智能技术路线图，具身智能技术发展可分为 G1-G5 五个阶段，其中 G5 是 AGI（通用人工智能）终极形态。G1-G4 阶段，逐步从人工编程的单一场景演进为数据驱动的通用智能，核心趋势是“人工规则→数据驱动”、“专用→泛化”、“碎片模型→统一模型”。而 G5 阶段打破传统分层架构，认知与操作模型深度融合为统一 AGI 系统，具备三大能力跃升：1) 从“多模型协作”变为“单模型闭环”，直接通过感知生成决策与动作；2) 从“被动执行”转向“主动理解”，可解析抽象意图并自主分解目标；3) 从“有限泛化”到“无限适应”，通过持续进化应对未知场景，实现人机协作共创。G5 标志着机器人从“功能体”进化为“智能体”，开启真正的通用智能时代。

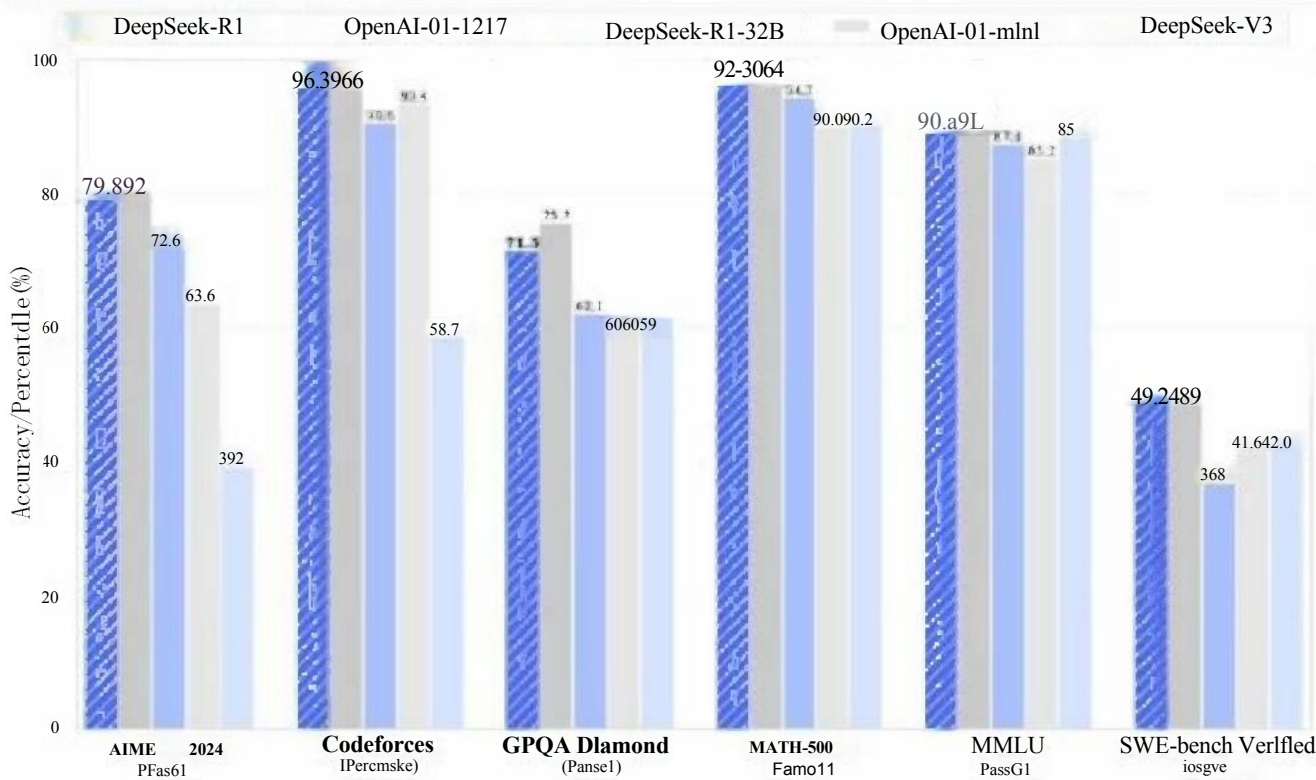
图 6：谷歌 RT-2 模型能够用视觉和语言指令直接生成机器人动作代码



资料来源：智元机器人，民生证券研究院

DeepSeek 低成本范式或将打破算力桎梏，加速机器人 AGI 时代到来。DeepSeek R1创新训练方法，直接将强化学习(RL) 应用于基础模型，使用数据蒸馏技术(Distillation) 生成高质量数据，提升训练效率。DeepSeek R1在数学、代码、自然语言推理等任务上的性能，可以比肩OpenAI o1 模型正式版，而所耗用的资源仅为 OpenAI 的不到十分之一，极大节约训练算力成本。DeepSeek 的低成本大模型训练策略有望加速机器人AGI 时代到来：1) 云端：打破先进算力桎梏，提高现有训练算力利用效率，从而加速机器人大模型训练进程；2) 端侧：将大模型压缩为适合端侧部署的小模型，高效利用端侧算力，提升机器人通用能力表现。

图 7 :DeepSeek R1性能已比肩OpenAI o1



资料来源：《DeepSeek-R1: Incentivizing Reasoning Capability in LLMs via Reinforcement Learning》DeepSeek-AI, 民生证券研究院

2. 2产业趋势：巨头持续入局趋势不断强化

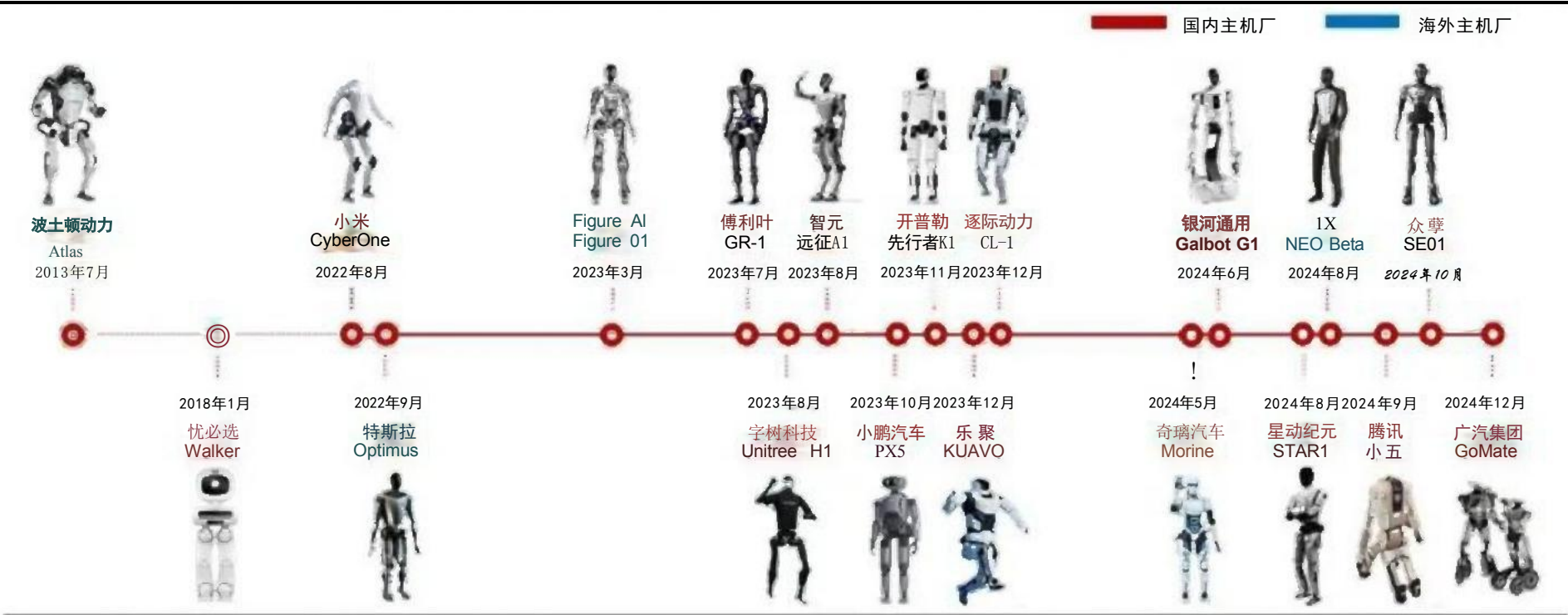
我们认为，当前人形机器人板块呈现巨头入局、新秀涌入、国产崛起、政策助力四大趋势，产业趋势正在不断强化。

巨头入局：特斯拉于2021年8月发布Tesla Bot概念机，开始布局人形机器人研发；英伟达于2024年3月发布人形机器人通用基础模型 Project GROOT，全面发力人形机器人领域；华为于2024年11月启动具身智能创新中心，正式入局具身智能；2024年12月，豆包的爆火引燃市场对于字节机器人的热情。展望2025年，更多科技巨头有望入场，形成持续共振，不断强化产业趋势。

新秀涌入：在特斯拉龙头示范效应与ChatGPT 推出双重驱动之下，2023年开始，国内外人形机器人初创企业数量显著增长，整机产品百花齐放；2024H2 起，

车企加速入局，正在成为人形机器人赛道“新势力”。展望2025年，更多新面孔有望登场，科技巨头与新势力共舞，共同形成大趋势。

图8:国内外人形机器人玩家入局时间轴



资料来源: 各公司官网, 民生证券研究院绘制

国产崛起: 宇树以B2-W 轮足机器狗亮眼运动能力开始破圈，凭借H1 双足机器人春晚扭秧歌节目现象级传播实现国民级认知，成为国产人形机器人关注焦点。展望2025年，更多国产人形机器人厂商有望迎来全新技术突破，以亮眼进展出圈，形成市场认知度。

图9: 宇树B2-W 展示原地转体功能



资料来源: 科创板日报, 民生证券研究院

图10: 宇树H1 展示扭秧歌能力



资料来源: 21世纪经济报道, 民生证券研究院

政策助力: 2023年11月，工信部发布《人形机器人创新发展指导意见》，提出人形机器人有望成为继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性产品，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**。北京、上海、深圳、杭州、安徽等地方政府先后发布产业发展行动计划，推动人形机器人技术和产业高水平发展。2025年3月5日，政府工作报告中提到，培育具身智能等未来产业，大力发展智能机器人等新一代智能终端以及智能制造装备。

表1:工信	部印发《人形机器人创新发展指	导意见》
板块	任务目标	主要内容
关键技术	打造人形机器人“大脑”和“小脑”	开发基于人工智能大模型的人形机器人“大脑”，增强环境感知、行为控制、人机交互能力，开发控制人形机器人运动的“小脑”，搭建运动控制算法库，建立网络控制系统架构。
	突破肢体关键技术	系统部署“机器肢”关键技术群，打造仿人机械臂、灵巧手和腿足，攻关“机器体”关键技术群，突破轻量化骨骼、高强度本体结构、高精度传感等技术。
	完善技术创新体系	支持龙头企业牵头联合产学研用组成创新联合体，探索跨学科、跨领域的创新模式。
重点产品	打造整机产品	打造基础版整机，构筑人形机器人通用整机平台，开发低成本交互型、高精度型以及极端环境下高可靠型等人形机器人整机产品，强化人形机器人整机的批量化生产制造能力。
	夯实基础部组件	开发人形机器人专用传感器、高功率密度执行器、专用芯片，以及高效专用动力组件。
	推动软件创新	构建人形机器人高实时、高可靠、高智能的专用操作系统，开发面向各类场景的应用软件，建设完善人形机器人应用开发平台和工具包。
应用场景	服务特种领域要求	加快人形机器人在特种环境应用，面向恶劣条件、危险场景作业等需求，强化复杂环境下本体控制、快速移动、精确感知等能力。
	打造制造业典型场景	聚焦3C、汽车等制造业重点领域，提升人形机器人工具操作与任务执行能力，打造人形机器人示范产线和工厂。
	加快民生及重点行业推广	拓展人形机器人在医疗、家政等民生领域服务应用，满足生命健康、陪伴护理等高品质生活需求，推动人形机器人在农业、物流等重点行业应用落地。

资料来源：工业 和信息化部，民生证券研究院

2. 3小结

大模型驱动人形机器人智能化跃迁， AGI 为终极目标。 大模型已成为人形机器人“大脑”的核心技术底座，推动其从预设路径的机械执行向通用智能跃升。传统机器人依赖决策树或状态机模型，适应能力受限，而大模型通过四大能力突破实现智能化升级：1) 任务交互：基于语言/视觉的多模态入口，支持自然指令理解与响应；2) 环境感知：融合多模态信息，提升复杂场景泛化能力；3) 任务规划：依托大模型推理与知识迁移能力，自主拆解复杂任务；4) 决策控制：整合环境与运动信息，优化动作策略。技术路径上，非具身大模型聚焦任务分解与规划，而具身大模型直接输出高频运动指令，终极形态指向 AGI （通用人工智能）——通过单模型闭环实现主动理解与无限适应。 DeepSeek 创新“强化学习+数据蒸馏”的低成本训练范式，算力消耗仅为OpenAI 的1/10, 突破算力瓶颈，加速AGI 在云端训练与端侧部署的落地。

巨头入局与国产崛起共振，政策加码驱动商业化加速。人形机器人产业呈现四大趋势强化：1) 巨头入局：特斯拉 (Optimus)、英伟达 (GROOT)、华为 (具身智能中心)、字节 (豆包机器人) 等科技龙头加速布局，2025年或形成技术共振；2) 新秀涌入：初创企业 (Figure、1X) 与车企 (小米、小鹏、赛力斯等) 双向发力，产品迭代提速；3) 国产崛起：宇树 (H1 双足机器人)、智元 (远征A2) 等技术突破带动国产认知度提升，2025年或迎量产关键节点；4) 政策助力：工信部《人形机器人创新发展指导意见》明确其战略地位，北上深等地方政府密集出台产业扶持政策，2025年政府工作报告首次将“具身智能”纳入未来产业培育范畴。

3供给维度：全球产业巨头形成多维共振

展望2025年，全球科技巨头有望持续共振，成为板块强力主线：

1) **特斯拉**：马斯克表示，2025年Optimus 将量产数千台，力争实现每年一个数量级的增长，最终实现每年生产1亿台的目标。2025年有望成为Optimus 量产元年，T 链即将迎来机器人业绩兑现，由主题概念转向长期成长。

2) **英伟达**：黄仁勋表示，有三种机器人有望实现大规模生产，分别是汽车、无人机、人形机器人，其中规模最大的是人形机器人。2024年3月，英伟达推出通用人形机器人平台GROOT，融合各种先进的人工智能技术和硬件支持，旨在为开发者提供一个强大的框架，用于创建灵活、智能、且能够有效与现实世界互动的机器人。预计英伟达将持续推进软件生态赋能，为全行业提供强大支持框架。

3) **华为**：2024年11月，华为(深圳)全球具身智能产业创新中心启动运营。华为将整合其各部门的具身智能相关能力，共同建设具身智能大脑、小脑、工具链等关键根技术。创新中心还将开启联创项目，通过华为赋能具身智能技术，联合本体厂商及制造企业打造具身明星产品。华为正式入局具身智能，有望为行业提供底层技术赋能。

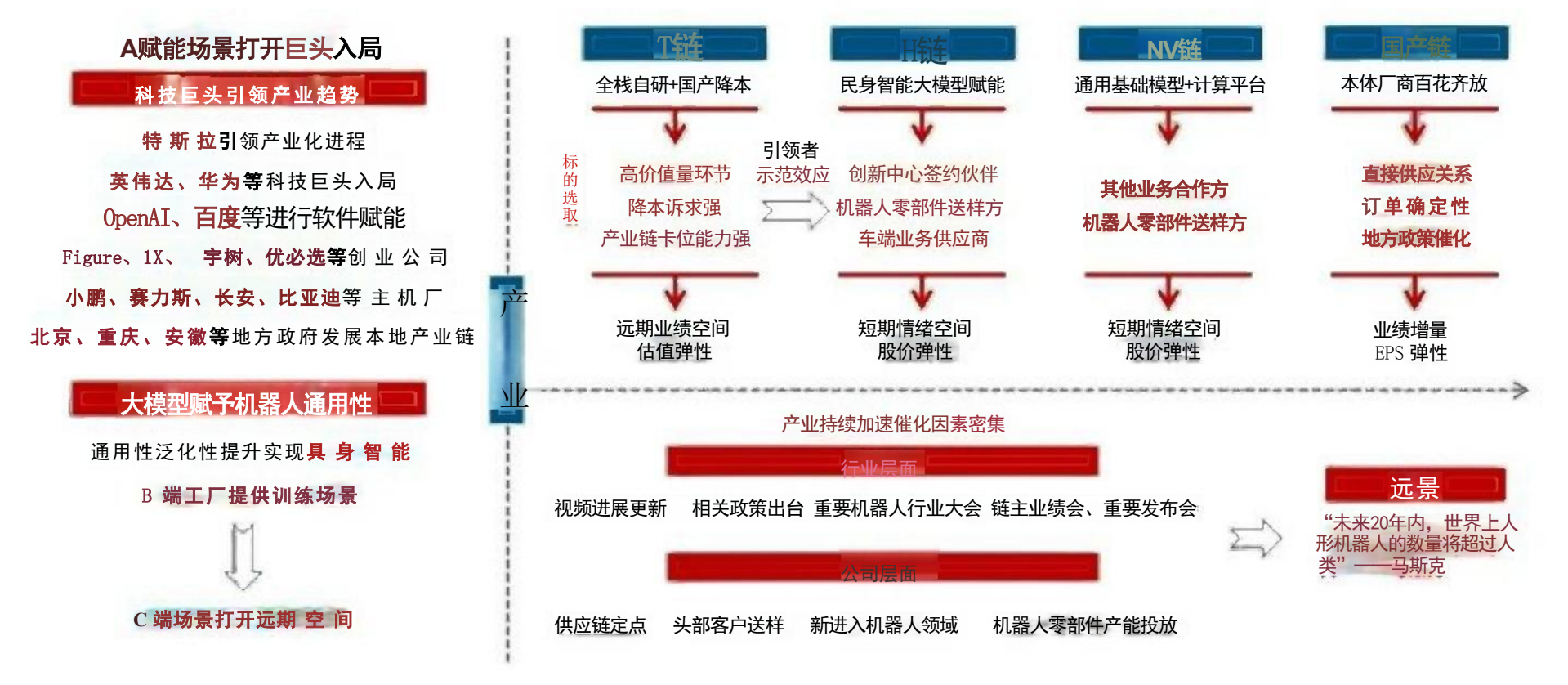
此外，机器人创业公司商业化进展、汽车主机厂机器人领域布局、政府产业政策等，也有望催化板块行情：

1) **创业公司**：海外 Figure AI、1X, 国内宇树科技、优必选、智元等人形机器人领域创业新秀商业化进度快速推进。智元已正式开启通用机器人商用量产，截至2024年12月15日，机器人累计产量已有962台，头部创业公司已率先开启量产进程；

2) **汽车主机厂**：小米、小鹏、赛力斯、长安、比亚迪等车企已在人形机器人领域展开布局，小鹏于2024年11月发布第二代人形机器人Iron，赛力斯、比亚迪开始招募具身智能研发人员，长安拟在2027年前发布人形机器人产品。车企纷纷布局人形机器人产业，有望复用车端供应体系；

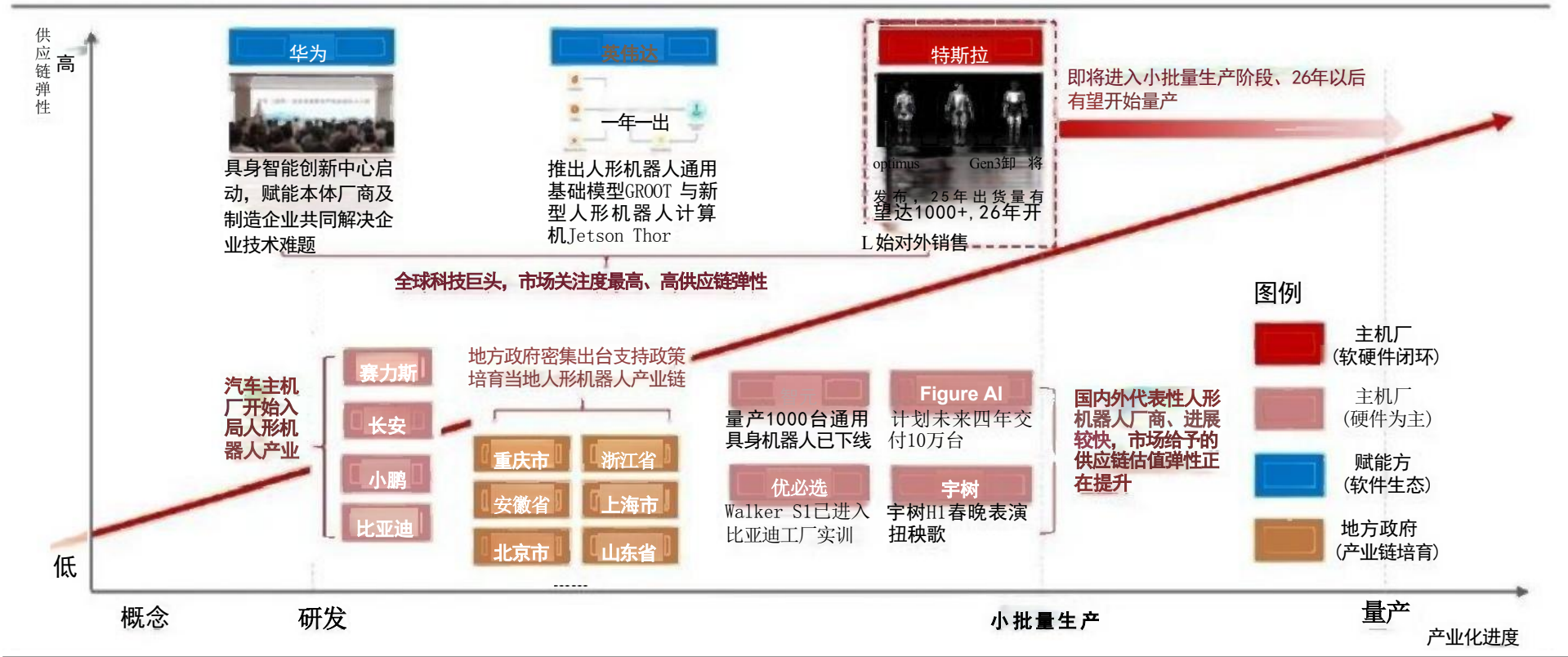
3) **地方政府**：北京、上海、广东、山东、安徽、重庆等省市已发布人形机器人相关产业政策，构建本地人形机器人创新体系和产业生态，推动产业集群的形成和产业链的完善。预计未来更多地方政府产业政策有望出台，助力人形机器人产业链发展。

图11:民生汽车人形机器人板块研究框架



资料来源：民生证券研究院

图12：民生汽车人形机器人产业进展图谱



资料来源：各公司官网，民生证券研究院

3. 1T 链：2025年有望出货数千台预计硬件趋于定型

3. 1. 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，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，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。



资料来源：CyberRobo, 量子位等，民生证券研究院

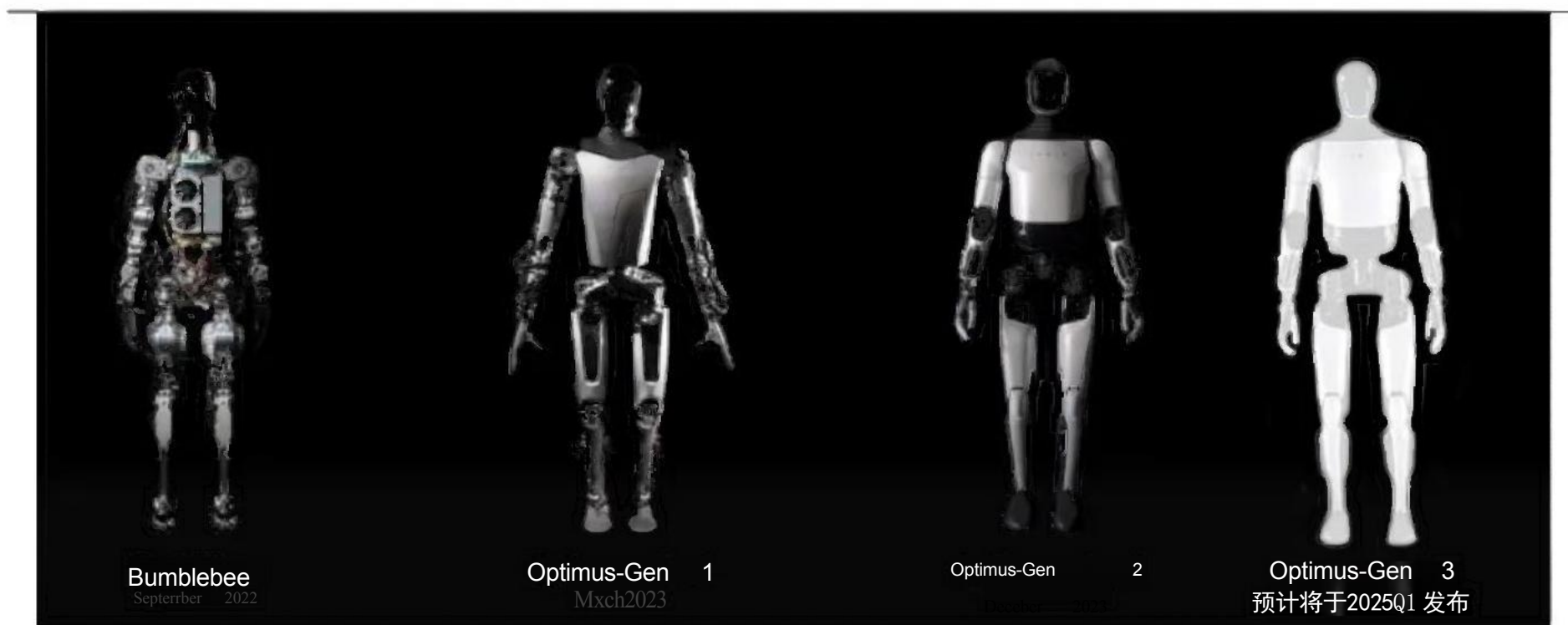
展望2025年，我们认为： 1) Optimus 运动能力有望进一步提升，崎岖地形步态、速度方向响应、跌倒爬起能力将持续迭代，不断接近人类能力；2) Optimus 功能性有望不断趋于完善，在特斯拉强大算力储备加持之下，Optimus 有望能够执行更多有用任务。

3.1.2硬件端：方案趋于锁定灵巧手/轻量化为优化方向

Optimus 研发进展迅猛，预计 Optimus Gen 3有望于2025Q1 发布。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，2025年Optimus 产量将为千台级别。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。

图14: Optimus 硬件方案变化时间轴



资料来源: infoma, 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: 韩运峰《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，使其能够在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/cm³)	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	580-1,646	11.76	270-310	1,668
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，千塑网，上氟新材，民生证券研究院

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。马斯克预估 Optimus 量产之后售价在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。我们预计，随着人形机器人持续放量、规模效应不断提升，相关零部件价格将逐步降低，同时市场空间将持续放量。

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	

	配置数 (个)	28	28	28	28	28	28	拓普集团、三
	市场空间 (亿元)	14	84	350	560	1, 512	2, 100	花智控等
谐波减速器	单价(元)	2, 500	2, 000	1, 500	1, 000	800	700	哈默纳科(东
	配置数 (个)	14	14	14	14	14	14	京交易所上
	市场空间 (亿元)	4	28	105	140	336	490	波、斯菱股 份、中大 力德、双 环传动等
行星滚柱丝杠	单价(元)	3, 000	2, 000	1, 500	1, 000	800	700	北特科技、贝
	配置数 (个)	10	10	10	10	10	10	斯特、恒立液 压、双林股
	市场空间 (亿元)	3	20	75	100	240	350	份、震裕科技 等
梯形丝杠	单价(元)	500	400	300	200	180	150	
	配置数 (个)	4	4	4	4	4	4	同上
	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	
	配置数 (个)	4	4	4	4	4	4	柯力传感、凌 云股份、东 华测试、安培 龙等
	市场空间 (亿元)	4	20	40	40	96	140	

资料来源：各公司官网/公告，民生证券研究院测算(注：价值量数据为不同出货量级对应的假设值)

3.2 H链：具身智能创新中心启动发力关键根技术

华为具身智能创新中心启动，与16家企业签署战略合作备忘录。华为在人形机器人领域的布局始于2022年4月，华为与达闼机器人签署合作协议，开展多模态大模型开发、机器人创新应用领域全方位合作。2024年3月，华为(深圳)全球具身智能产业创新中心签约，并于2024年11月宣布正式启动运营。该中心由华为与深圳前海合作区管理局共同合作建立，致力于瞄准国际前沿技术，以产业示范应用场景为牵引，开展技术攻关和联合创新，共同打造世界级具身智能产业创新中心。会上，华为与乐聚机器人、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家企业签署了战略合作备忘录。

图17: 华为机器人领域布局历程



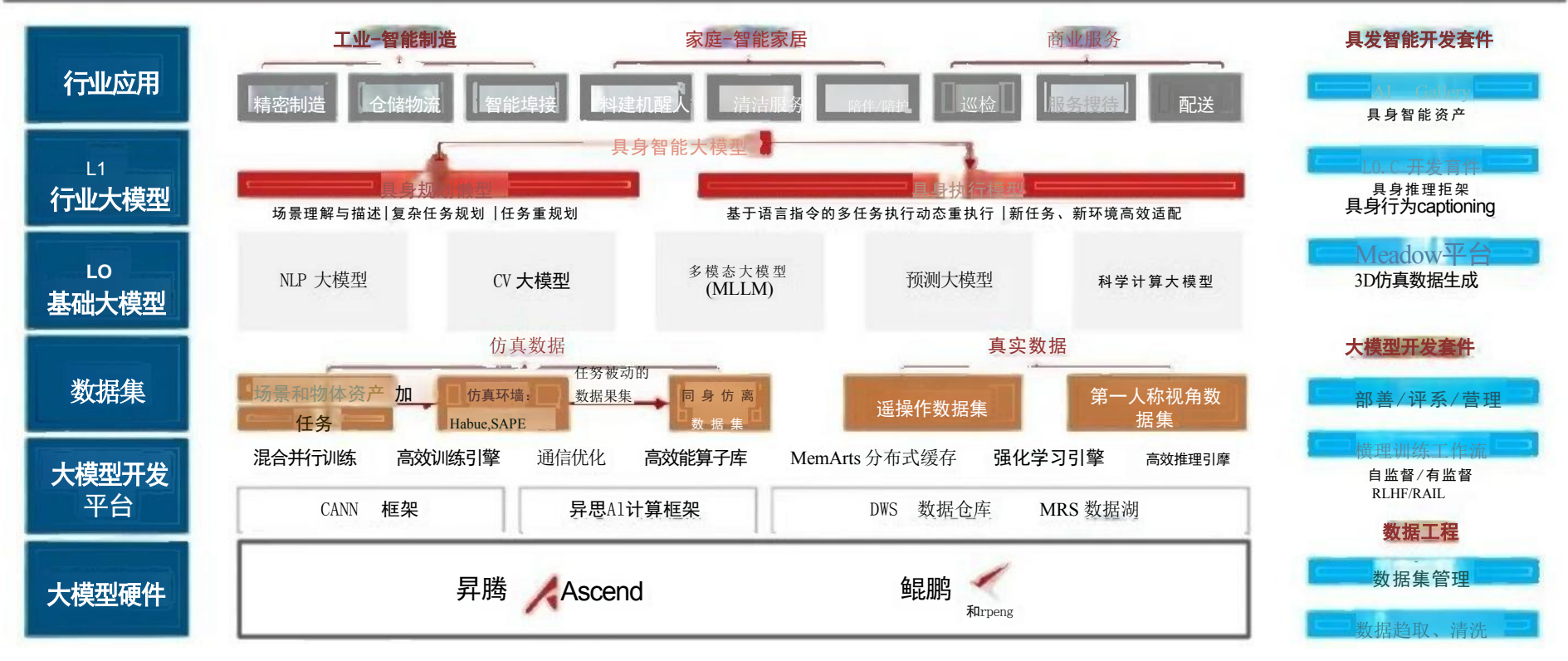
资料来源：新浪财经、前海管理局、深圳新闻网等，民生证券研究院

华为将整合具身智能相关能力，共同建设具身智能大脑、小脑、工具链等关键根技术。华为相关负责人介绍，华为布局具身智能已多年，围绕具身大模型积极布局相关根技术与产业创新赋能，并已与超百家企业共同搭建了具身智能生态圈。华为将整合其各部门的具身智能相关能力，共同建设具身智能大脑、小脑、工具链等关键根技术：

1) 基础投入：在基础投入方面，具身智能根技术实验室将为创新中心提供共性技术底座，确保各项研发工作的顺利进行。大脑根技术研发及产品化将涉及具身智能大模型、多模态大模型以及算力等多个方面，这些技术的突破将为具身智能的应用提供强有力的支撑。而小脑关键技术的研发，则包括柔性自动化装配、柔性自动化测试、多机器人协同制造以及通用双臂精细制造等，这些技术的实现将进一步推动制造业的智能化升级；

2) 联创项目：除了基础技术的研发，创新中心还将开启联创项目，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明星产品，以提升企业的技术水平和市场竞争力，推动具身智能技术在更广泛领域的应用和落地；

图18:华为围绕具身大模型积极布局相关根技术与产业创新赋能



资料来源：深圳梦，民生证券研究院

赛力斯2024年8月开始发布相关岗位，布局人形机器人领域。2024年8月起，赛力斯就在招聘软件上陆续发布多个与人形机器人相关的岗位，其中包括：具身智能控制工程师、嵌入式软件开发(电机-机器人)、产品经理(机器人)、具身智能应用开发leader 等，岗位的工作地点都位于重庆。以具身智能控制工程师为例，招聘软件上的职责描述称应聘者将“负责多关节足式机器人运动控制软件开发及优化，含轨迹规划和力控算法，包括重力补偿、碰撞检测、速度平滑等”。2024年11月4日，赛力斯表示，公司没有与任何伙伴联合开展有关人形机器人方面的合作。

图19:具身智能控制工程师岗位介绍

具身智能运动控制工程师

20-30k13薪

成都-高新区

3-5年

五雕一血

其童

被攻买虚

部与握

整热

免近

发施空短

工公室

李女士 阳

FBP · 赛力斯

和一职

职位介绍

浙的罗要在重庆办公

加宽描述

1. 负责多关节足式机器人运动控制软件开发及优化，含轨迹规划和力控算法包括重力补偿、碰撞检测、速度平滑等。

2. 基于运动学、动力学理论搭建仿真模型，算法验证，实现对机器人的精准控制

3. 落实机器人算法的软件实现，超合政有平台进行真机测试并解决迭代的间；

4. 完成相关规范及技术文档起/山档。

资料来源：高工人形机器人，民生证券研究院

图20:嵌入式软件开发(电机-机器人)岗位介绍

嵌入式软件开发(电机-机器人)

18-28k-14薪

意买妙饰故区

3-5年

本科

五隐一8

年得笑途

册解圆

集费照

网*

看攒升贴

级建买盆

李女士

HRBP · 赛力斯

E9

职位介绍

满位职责

人形机器人的成入式开发，

任职资聘:

1. 全日制本科以上，机器人关节经德优先；

2. 低压私服嫩入式软件开，动开发；

3. 丰盒的电构PID控制面试经枕。

资料来源：高工人形机器人，民生证券研究院

华为系标的主要包括具身智能创新中心签约合作伙伴、机器人零部件送样供应商两类；赛力斯链标的主要为川渝地区机器人相关企业。

表4: 华为链人形机器人上市公司一览

相关上市公司		机器人领域布局
具身智能创新中心	心签约合作伙伴	
兆威机电	2024年11月，兆威机电正式推出其手指集成驱动的灵巧手，该新品采用了独特的单关节驱动技术，整手配备了17个主动执行单元，其中单指可达3个及以上主动执行单元，实现了类人手的灵活性和高集成度。	
大族激光	大族机器人是大族激光参股子公司，由大族激光持股17.47%。2024年11月，大族机器人展示了携手华为打造的自动化碳纤维层压成型应用，基于“大族机器人+华为人工智能控制技术”，系统通过三维视觉设备及其它智能传感器，采集碳纤维工件模具信息后，经过华为多模态大数据分析，可以快速制定最佳工作路径，引导机械臂完成碳纤维层压成型操作。	
拓斯达	2020年9月，拓斯达表示，公司与华为在自动化业务方面已初步展开合作，相关项目尚处于前期验证阶段。2024年9月，拓斯达出席华为全联接大会，展示了基于openEuler开源操作系统在云端服务器、边缘数据中心及端侧工业控制系统中的实际应用。	
中坚科技	2024年3月，中坚科技投资了挪威知名人形机器人公司1X，正式切入人形机器人赛道。2024年8月，中坚科技明确表示双方合作将着眼于商务及供应链合作，后续公司将有效整合国内相关产业链资源，为1X实现新一代人型机器人快速降低成本、拓宽市场渠道提供有效助力。	
埃夫特	2024年8月，清华大学、中国科学技术大学分别与埃夫特、启智机器人成立的联合实验室宣布正式启动，各方将围绕联合实验室，共同开展具身智能领域感知、决策、规划和控制相关前瞻技术和共性技术平台研究和探索，推动机器人智能化能力突破；同时深耕计算与感知技术、系统设计与控制策略等核心领域，驱动智能机器人技术发展。	
禾川科技	禾川人形机器人是禾川科技旗下人形机器人业务子公司，由禾川科技持股60%。公司伺服系统可以广泛应用于人形机器人领域，“人形机器人业务为未来重要战略方向之一，目前该项目进展顺利。人形机器人部件、组件目前已实现小批量订单。”	
机器人零部件送样	样供应商	
柯力传感	2024年9月，柯力传感表示，公司的六维力传感器送样直接与华为公司对接，华为公司基于其商业需要作出此协议安排，目前送样已交付。	

资料来源：高工人形机器人，iFind，民生证券研究院

表5: 川渝地区&赛力斯链人形机器人上市公司一览

公司	省份/城市	机器人领域布局
豪能股份	四川省	公司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。
蓝黛科技	重庆市	公司减速器产品目前主要运用于新能源汽车。公司对未来有发展前景的新兴领域将持续保持关注，并将结合公司实际研判拓展。
富临精工	四川省	公司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。
瑞迪智驱	四川省	公司自主研发的永磁制伺服制动器和轻量化、紧凑型的超小谐波减速机，以及正处于研发测试环节的滚柱丝杠，可适配应用于协作机器人和人形机器人。
隆盛科技	江苏省	公司人形机器人目前在制造场景下的实践应用已有进展，后续将对灵巧手的部件结构及大小脑控制策略进行优化升级，以期满足后续更为复杂生产场景的需要。

资料来源：iFind，民生证券研究院

3.3 NV链：三大平台全面布局提供全面支持框架

英伟达提出机器人三大计算平台协同解决方案，形成从训练到优化再到执行的完整体系。在 CES 2025主题演讲中，英伟达CEO 黄仁勋提出，每家机器人公司最终都必须构建三台基础计算机协同的解决方案，包括DGX、Omniverse with Cosmos 以及AGX，以形成从训练到优化再到执行的完整体系。其中：1) DGX系统：用于在数据中心训练基于AI的堆栈；2) Omniverse with Cosmos, 即数字孪生系统(Digital Twin):用于仿真和合成数据的生成，将经过训练的人工智能进一步实践完善；3) AGX系统：端侧计算平台，用于处理实时传感器数据，可以部署在汽车、机器人、AMR 或任何其他设备中。

英伟达携手众多合作伙伴，共建机器人生态系统，合作方涵盖解决方案与服务供应商、AI 视觉公司、机器人操作系统公司、机器人传感器制造商、人形机器人主机厂等多个领域。

图21: 英伟达机器人三大计算平台协同解决方案



资料来源：英伟达，民生证券研究院

图22: 英伟达机器人生态系统合作伙伴

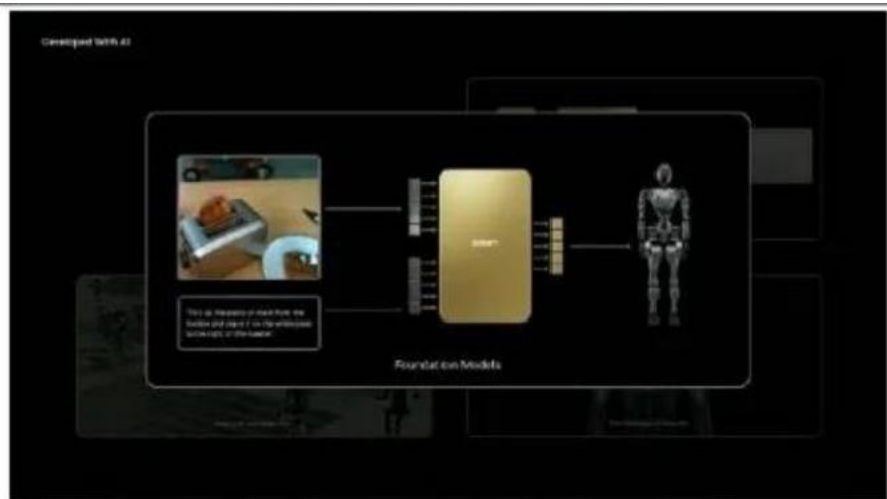


资料来源：英伟达，民生证券研究院

Cosmos 定位用于物理AI的世界基础模型，成为模型训练数据飞轮。 Cosmos 世界基础模型是一套用于物理感知视频生成的开放式扩散和自回归 Transformer 模型，已基于2,000万小时真实世界人类互动、环境、工业、机器人和驾驶数据训练。物理AI 模型的开发成本很高且需要大量真实数据和测试，Cosmos 世界基础模型使开发者能够轻松生成大量基于物理学的逼真合成数据，以用于训练和评估其现有的模型，并且可以通过微调 Cosmos WFM 构建自定义模型。随着 Cosmos 加入到三个计算平台方案中，开发者将获得一个数据飞轮，生成大量可控的基于物理学的合成数据，加速机器人与自动驾驶模型开发。

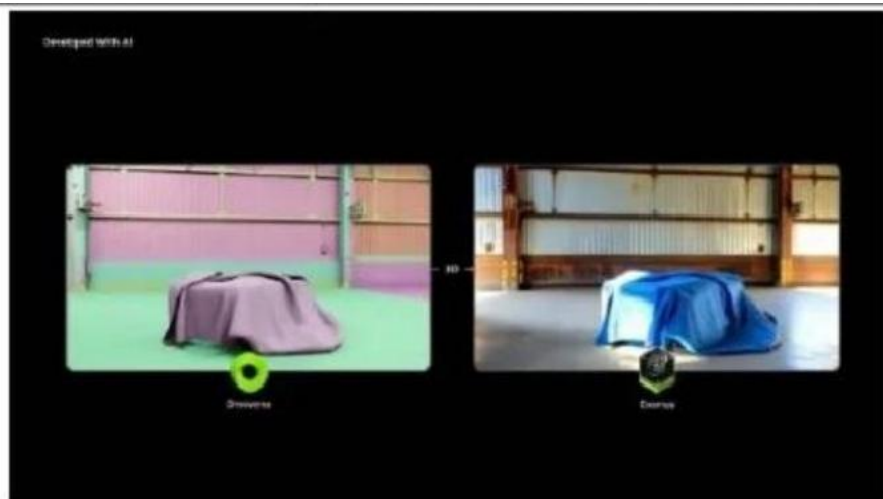
Cosmos 的首批用户包括 1X、Agile Robots、Agility、Figure AI、Foretellig、Fourier、Galbot、Hillbot、IntBot、Neura Robotics、Skild AI、Virtual Incision、Waabi 和小鹏汽车等领先机器人和汽车公司，以及共享出行巨头Uber。

图23: Cosmos 定位用于物理AI 的世界基础模型



资料来源：英伟达，民生证券研究院

图24: Cosmos 能够生成基于物理的逼真合成数据



资料来源：英伟达，民生证券研究院

英伟达基于Cosmos 推出Isaac GROOT,可生成海量合成运动数据,加速人形机器人训练。Isaac GROOT 可帮助开发者生成海量的合成运动数据,以便通过模仿学习来训练人形机器人。模仿学习是机器人学习的一个子集,能让人形机器人通过观察和模仿人类专家的示范来获取新技能。在真实世界中收集这些广泛、高质量的数据集繁琐耗时,且成本高昂,而通过用于合成运动生成的Isaac GROOT,开发者只需少量人类示范,就能轻松生成海量的合成数据集。Blueprint 工作流程包括:

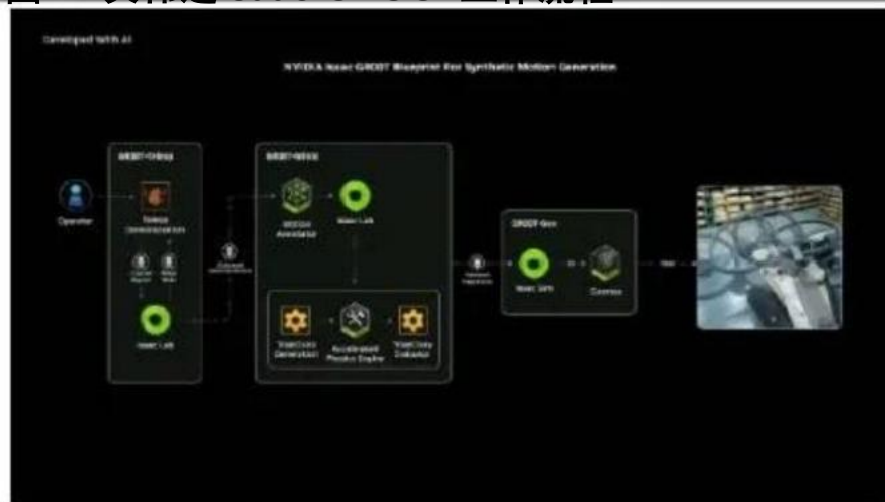
1)通过GROOT-Teleop 工作流,用户可以借助 Apple Vision Pro 在数字孪生环境中捕捉人类动作。这些人类动作会被记录下来作为金标准,并在仿真环境中由机器人模仿学习;

2)GROOT-Mimic 工作流会将捕捉到的人类示范扩展成更大的合成运动数据集。最后,基于Omniverse 和 Cosmos 平台构建的GROOT-Gen 工作流,通过域随机化和3D 提升技术,指数级扩增该数据集;

3)该数据集可作为机器人策略的输入,在Isaac Lab (一个用于机器人学习的开源模块化框架)中,教会机器人如何在其环境中高效且安全地移动和互动。

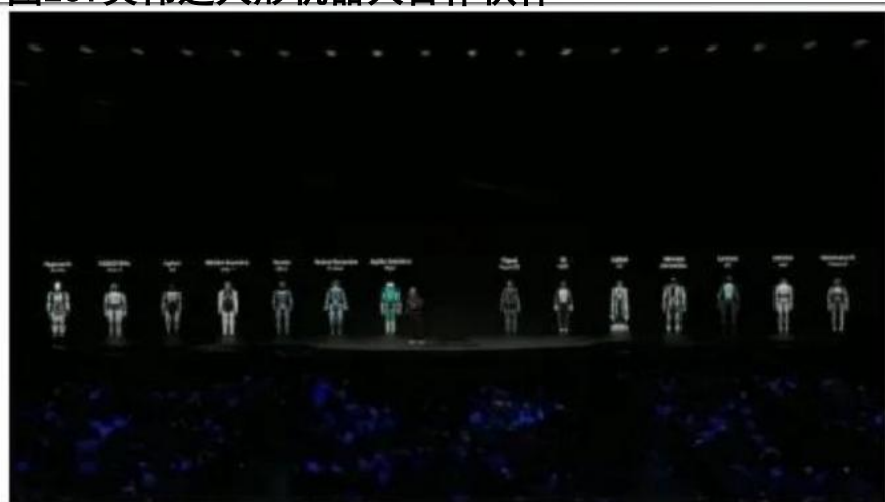
黄仁勋提出,通用机器人的ChatGPT 时刻即将到来。世界上有三种机器人无需建造特殊环境,可直接部署于人类世界使用,包括AI Agent、自动驾驶汽车和人形机器人。如果能够解决这三种机器人的技术问题,其将成为世界上规模最大的科技产业。在CES 2025现场,英伟达公开合作展示14家人形机器人企业,包括Appttronik、星动纪元、智元机器人、NEURA Robotics、傅立叶、Boston Dynamics、Agility Robotics、Figure、1X、银河通用、MenteeBot、宇树科技、小鹏汽车、Sanctuary AI等。

图25: 英伟达Isaac GROOT工作流程



资料来源：英伟达，民生证券研究院

图26: 英伟达人形机器人合作伙伴



资料来源：英伟达，民生证券研究院

全新打造Jetson Thor芯片，为人形机器人产业合作伙伴构建全方位开发平台。Jetson Thor 内置单芯片和新一代Blackwell GPU架构，性能、功耗等明显优化，带宽达到100GB/s, AI 计算性能达到800TFLOPs。作为新型计算平台，Jetson Thor能够执行复杂的任务，并与人和机器安全自然地进行交互，具有针对性、功率和尺寸进行优化的模块化架构，可为GROOT 等通用基础模型提供强大运行支持，大幅提升开发者工作效率。

图27: 英伟达发布机器人专用芯片 Jetson Thor



资料来源：英伟达官方网站，民生证券研究院

图28: 英伟达合作伙伴涵盖全球众多人形机器人厂商



资料来源：英伟达官方网站，民生证券研究院

英伟达人形机器人合作伙伴中，中国企业占比近半。在 CES 2025英伟达创始人兼CEO黄仁勋主题演讲上，共有14款人形机器人亮相，其中6款为中国企业产品，占比达43%，包括星动纪元的Star1机器人、智元机器人的远征A2 机器人、傅利叶的GR-2 机器人、银河通用的G1 机器人、宇树的H1 机器人、小鹏的Iron机器人等。

表6:英伟达人形机器人合作伙伴一览

公司名称	成立时间	国家	公司简介
傅利叶智能 (Fourier)	2015年	中国	创始人顾捷创业经验丰富，从康复机器人研发转型，2023年成为通用人形机器人公司，2024年发布GR-2, 在硬件、设计等多方面创新提升，借助英伟达产品满足应用需求。
宇树科技 (Unitree)	2016年	中国	杭州宇树科技发布的H1人形机器人在尺寸、承载、自由度等方面有特点，配备大功率电机，结合自研和英伟达技术可自主学习动作。
小鹏汽车 (XPENG)	2021年（子公司鹏行智能成立时间）	中国	Iron机器人遵循类真人比例，在芯片、视觉、算法等方面优势明显，已在工厂实训，未来聚焦特定领域应用。
智元机器人 (Agibot)	2023年	中国	致力于AI+机器人融合创新，创始团队实力强。2023年推出A1原型，2024年发布多款商用 人形机器人新品并商业量产，2025年第1000台通用具身机器人下线，其产品适用于多种工 作场景且自主移动性能良好。
星动纪元 (ROBOTERA)	2023年	中国	清华大学持股，创始人学术背景深厚，专注于通用人工智能前沿应用，推出的“小星”系列人 形机器人多次迭代升级，实现硬件模组和底层算法通用，最新产品在性能上表现突出，还在技 术融合方面取得进展。
Gallbot(银河通 用机器人)	2023年	中国	致力于提供通用机器人服务，创始人背景强大。2024年发布GalbotG1机器人，有独特结构 和功能，能完成多种技能，其技术路线分层架构提升系统性能。
Boston Dynamics	1992年	美国	由马克·雷波特成立，旗下拥有多款知名机器人。2024年推出电驱版E-Atlas人形机器人作 为商业产品，在模拟和模型预测控制方面增强，并与丰田研究所合作开发。
Agility Robotics	2015年	美国	由俄勒冈州立大学实验室项目成果衍生，其Digit机器人专注物流仓储，已交付部分产品，新 工厂投入运营后计划增产，通过项目获得收入且有后续产品计划。
Apptronik	2016年	美国	脱胎于美国得克萨斯大学实验室，由该校人本机器人实验室团队创立，在机器人领域研发超8 年，曾支撑NASA开发Valkyrie人形机器人，2023年发布首款人形机器人Apollo, 定位为 高性能多功能机器人系统，重视商业化，与多公司合作提升能力并拓展应用场景。
Figure	2022年	美国	旨在解决人力短缺问题，2023年融资发展，先后发布Figure01和Figure02, 后者在电池、 机械手、模型等方面有提升，可自主执行复杂任务，适用于多领域。
Sancuary A1	2018年	加拿大	员工来自知名企业，其Phoenix机器人由独特A1系统控制，在零售任务中表现出色且已试点 商业部署。
NEURA Robotics	2019年	德国	知名AI机器人公司，早期受大族机器人投资，后独立发展。曾推出多款创新产品，2022年启 动人形机器人4NE-1项目，定位为通用辅助机器人，在多个领域展示出出色表现，是英伟达 相关计划成员。
1X	2014年	挪威	专注开发具有人类运动和行为能力的机器人，是首批将人形机器人应用于家庭场景的公司之 一，产品不断更新，新机器人性能优异且结构设计独特，预计2025年量产。
MenteeBot	2021年	以色列	2024年展示Menteebot原型，集成多种技术，可完成复杂任务，预计2025年量产且有不同 版本规划。

资料来源：机器人产业应用，民生证券研究院

NV 系标的主要包括与英伟达在其他领域有合作的公司。

表7: 英伟达链人形机器人上市公司一览

相关上市公司	与英伟达合作关系
--------	----------

德赛西威	英伟达在中国大陆市场自动驾驶领域最重要的Tier1合作伙伴。2018年，英伟达Xavier芯片正式交样，公司成为其全球六家合作授权商之一，也是其中唯一一家中国公司。
阿尔特	英伟达SolutionAdvisor:Consultant合作伙伴，未来将结合英伟达技术赋能与产品服务，在AI模型、机器人、自动驾驶等多个领域为客户提供一揽子解决方案。
奥比中光	近年来，公司与英伟达的各类合作，助力开发者能够更加便捷地应对3D感知和计算机视觉算法的复杂性。作为英伟达全球产业数字化生态布局的合作伙伴之一，未来将与英伟达生态持续深入融合，助力更多机器人及元宇宙创新应用开发及产业化落地。
九号公司	公司通过与英伟达合作，共同推动机器人行业的发展。英伟达在发布会上展示了多个机器人，涵盖了软硬件、芯片等方面，而公司在机器人移动能力方面的优势与英伟达的技术形成互补。
资料来源：iFind, 苏州机器人协会，芯流汽车等，民生证券研究院	

3. 4小结

全球科技巨头、创业公司、汽车主机厂和政府产业政策有望持续共振，成为板块强力主线。特斯拉Optimus 计划量产数千台并加速增长；英伟达推出通用机器人平台GROOT,提 供AI技术框架；华为成立具身智能创新中心，整合底层技术研发。同时，Figure AI、优必选等创业公司已启动量产，小米、小鹏、比亚迪等车企布局机器人研发，有望复用汽车供应链。北京、上海等十余省市出台产业政策，推动产业集群发展。技术突破、跨界入局与政策支持共振，人形机器人产业正从概念转向业绩兑现期。

特斯拉：软硬件协同突破，定义量产新标杆。2023年以来，特斯拉Optimus 研发进展显著:软件端，运动能力持续迭代，2024年上肢实现重物搬运和动态抓握，下肢突破复杂地形行走与平衡控制，模型训练新增自主避障、对话交互等智能功能，2025年有望强化崎岖地形适应和任务多样性。硬件端，第三代Optimus 预计2025Q1发布，采用22自由度灵巧手，采用轻量化材料，提升运动性能、续航及效率。马斯克计划2025年量产数千台，2027年目标百万台，远期售价2-3万美元，重点聚焦高壁垒核心零部件的国产替代机遇。

华为：基座技术整合，构建具身智能生态。2024年11月，华为正式启动深圳全球具身智能创新中心，聚焦核心根技术研发，包括“大脑”（具身大模型、多模态AI及算力）、“小脑”（柔性自动化装配/测试、多机器人协同制造）及工具链，已联合超百家企业构建生态圈。赛力斯于2024年8月启动人形机器人领域人才布局，招聘具身智能控制、嵌入式开发等岗位。

英伟达：通用平台赋能，构建机器人全栈解决方案。英伟达构建三大机器人协同平台：1) DGX(AI 模型训练)、2) Omniverse with Cosmos（数字孪生仿真与物理AI 数据生成）、3) AGX （端侧实时处理), 形成“训练-仿真-部署”闭环。基于Cosmos 物理基础模型，推出 Isaac GROOT工具链，通过Vision Pro动作捕捉、数据扩增及模仿学习，显著降低人形机器人训练成本。硬件端发布 Jetson Thor 芯片，支撑GROOT 等模型高效运行。生态合作方面，英伟达联合14家全球

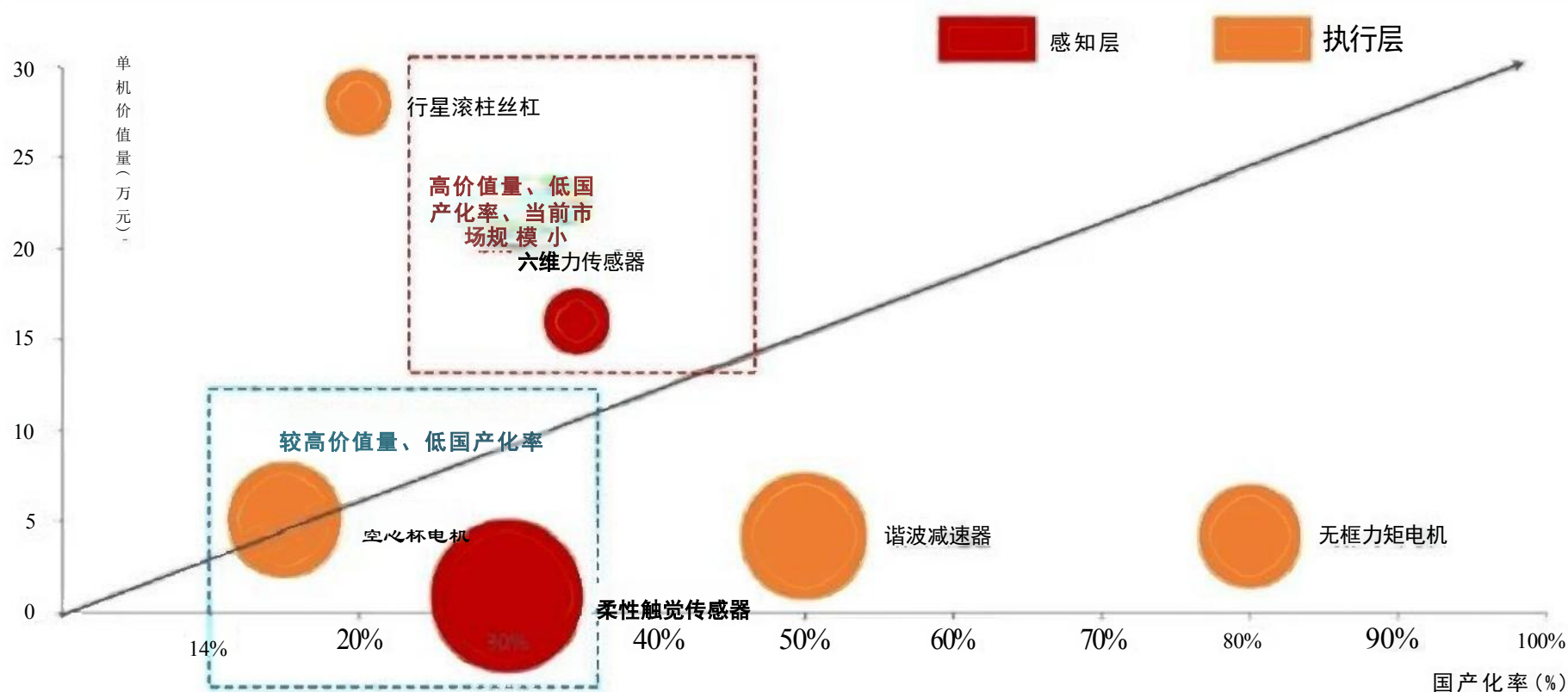
人形机器人企业。我们认为，英伟达通过“软硬件协同+生态赋能”加速通用机器人产业化。

4产品维度：确定性+高壁垒/高价值量为核心主线

重视零部件底层逻辑，关注产品维度机遇。基于【民生汽车零部件研究框架】，汽车零部件企业营业收入=配套量*单车配套价值量，其中配套量=配套客户数*在客户中的配套份额。与之类似，人形机器人零部件企业营业收入=配套量*单机配套价值量，其中配套量=配套客户数*在客户中的配套份额。而单机配套价值取决于产品的属性，我们认为优秀人形机器人零部件赛道一般具备单机价值量高(或具备提升逻辑)、有横向拓展或纵向升级空间、渗透率处于提升周期等特点。

高壁垒/高价值量逻辑：价值量、国产化率、当前市场规模维度甄选高潜力机遇。产品维度中，从行业视角看：优质机器人零部件赛道一般具备单机价值量高(远期市场空间大)、国产化率较低(竞争格局好)、当前市场规模较小(产业发展尚不成熟)等特点，以上特征本质上决定了较大的行业扩容空间。综上，我们选取价值量、国产化率、当前市场规模三重维度甄选产品变革机遇，看好机器人零部件中行星滚柱丝杠、六维力传感器、柔性触觉传感器、空心杯电机等细分赛道。

图29：人形机器人零部件各细分赛道当前价值量、国产化率及当前市场规模（万元，%，亿美元）



资料来源：民生证券研究院绘制（注：气泡大小代表市场规模大小，机器人零部件配置参考特斯拉Optimus，价值量、市场规模均为当前数据）

特斯拉Optimus 核心零部件包括旋转执行器、直线执行器、视觉传感器、中央计算单元、动力电池、触觉传感器、力传感器和灵巧手等：1) 旋转执行器：通过“电机+减速器”方案同时满足转动幅度、扭矩两方面的需求，主要应用于肩膀、

手肘、腰部、髋等部位；2) 直线执行器： 采取“电机+丝杠”，主要应用于双腿、小臂；3) 视觉传感器：搭 配 8 颗Autopilot摄像头；4) 中央计算单元：自 研SOC 芯片做主控芯片；5) 动力电池：搭载2. 3kWh 电池组，动力系统高度集成于一个 PCB；6) 触觉传感器：每个手指增加触控式传感s器，MEMS 传感和电子皮肤是主流方案；7) 多维力传感器：新增的自研足部力&力矩传感器中，特斯拉采用六维力矩传感器；8) 灵巧手：单手17个执行器，22个自由度。

图30: 特斯拉 Optimus 硬件方案一览



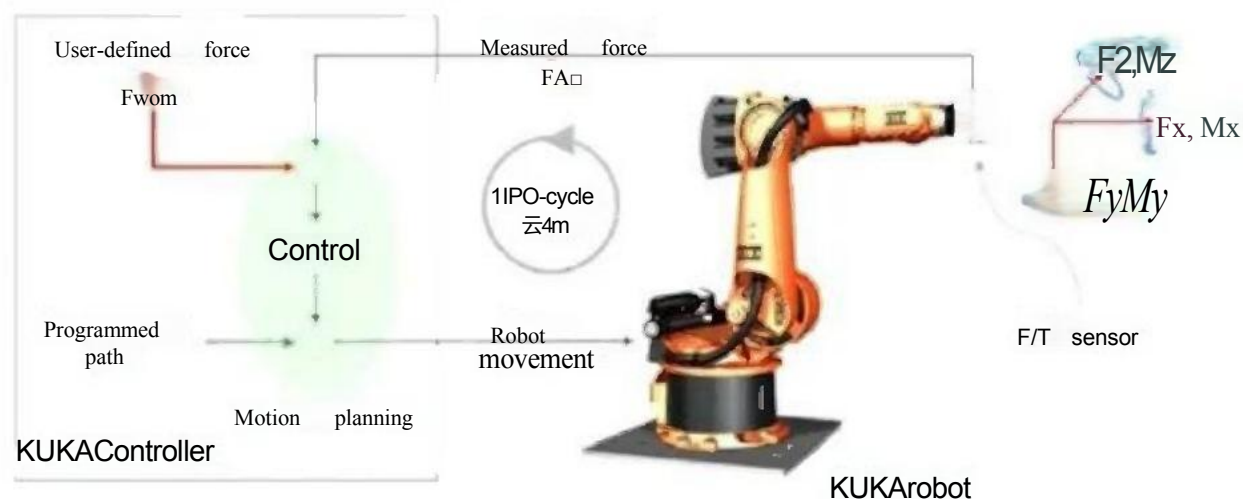
资料来源：Tesla AI Day 2022, 特斯拉官网，传感器技术，民生证券研究院测算

4. 1 感知层：力/力矩+触觉+视觉构建机器人感知体系

4. 1. 1 力/力矩传感器：实现机器人精准力控六维力传感器价格高昂

力传感器可将力转换成相关电信号，以此控制机器人所产生的力。力传感器的一般工作原理是对所施加的力作出响应，并将力值转换成可测量的量。机器人作业时可用机器人位置来补偿接触力，当机器人可通过力传感器感知到外部作用力时，通过度量力值输出电信号，以控制末端位移或速度。

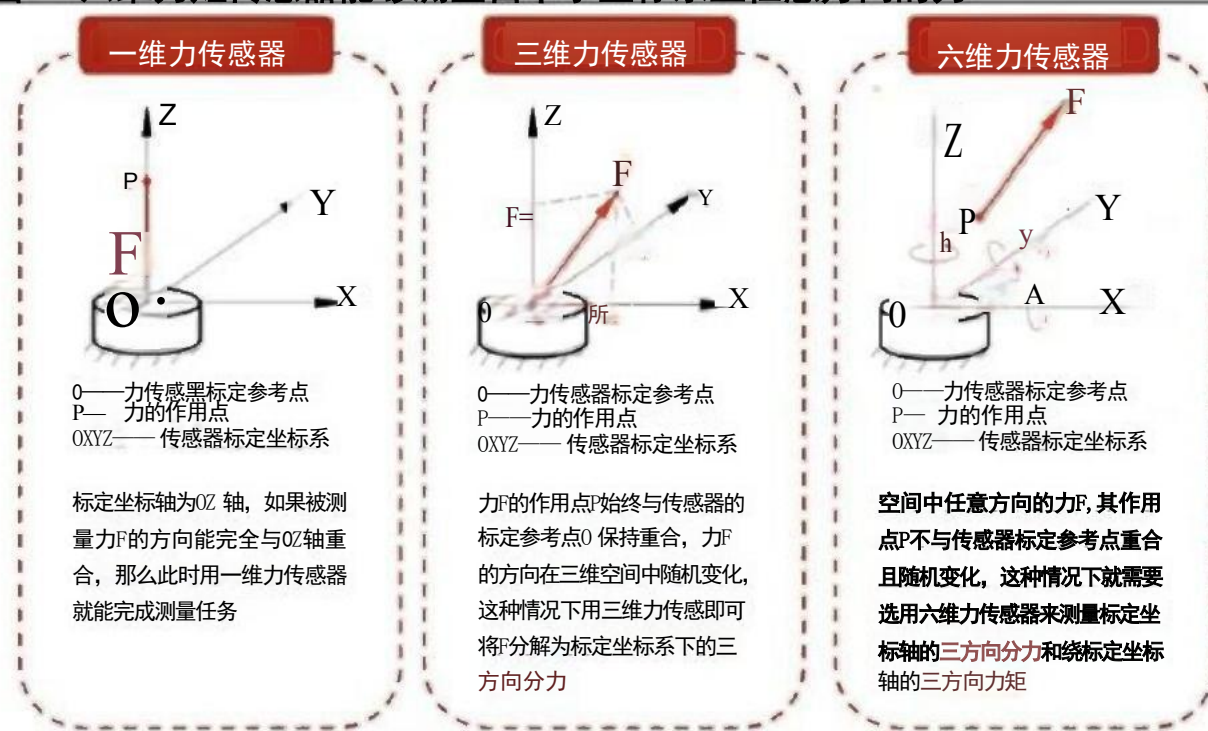
图31：机器人通过力传感器感知外部作用力以控制末端位移



资料来源：哔哩哔哩，ATI公开教学视频，民生证券研究院

按照测量维度不同，力传感器可分为一维/三维/六维三大类型：1)一维力传感器：若力的方向和作用点是固定的，则可选用一维力传感器进行测量；2)三维力传感器：若力的方向在三维空间内随机变化，但力的作用点保持不变，且与传感器的标定参考点重合，则可用三维力传感器测量标定坐标系下三方向分力；3)六维力传感器：若力的方向在三维空间内随机变化，且力的作用点不与标定参考点重合，此时需选择用六维力传感器进行测量，将力分解为沿标定坐标轴的三方向分力和绕标定坐标轴的三方向力矩。

图32：六维力矩传感器能够测量笛卡尔坐标系上任意方向的力



资料来源：坤维科技官方公众号，民生证券研究院

六维力传感器能够测量物体在三维空间内所有受力情况，适用于需要精确控

制和感知复杂交互力的应用。六维力传感器可以感受六维的力和力矩而非一维的数据，它可测量任何方向、任何轴上的应用负载。相较于一维力与三维力传感器，六维力传感器拥有更多的测量维度。六维力/力矩传感器主要应用于机器人、汽车、航空航天等行业，涵盖打磨、精密装配、医疗、特种作业、测试等涉及接触操作、需要多维力感知的场景。

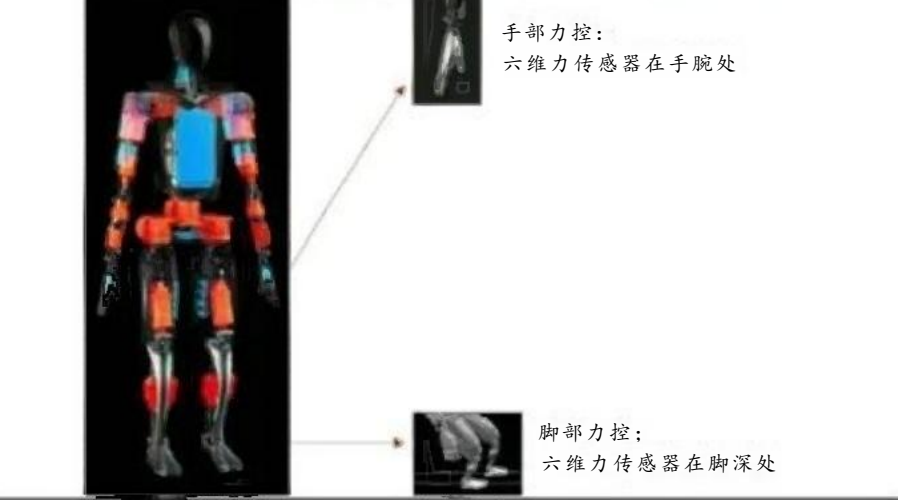
六维力传感器适用于人形机器人手腕、脚踝，以实现力控、摆动稳定控制和安全控制：1) 力控： 机器人手臂需用于进行复杂的力控操作，比如对物品的抓取、装配或拍打等操作，六维力传感器可以感知机器人手臂施加在物品上的力和扭矩，以便机器人控制系统进行精密控制；2) 摆动稳定控制： 人形机器人在行走过程中需要保持平衡，此时需要到六维力传感器感测机器人脚下地面反作用力，以便机器人控制系统调整人形机器人手臂和身体的姿态；3) 安全控制： 六维力传感器可以用于安全控制系统，以实现机器人在进行危险操作之前或者人类接近机器人时的自动停止，避免对人体造成伤害。

图33: 六维力可安装在协作臂末端，用于精准力控场景



资料来源：MIR 睿工业，民生证券研究院

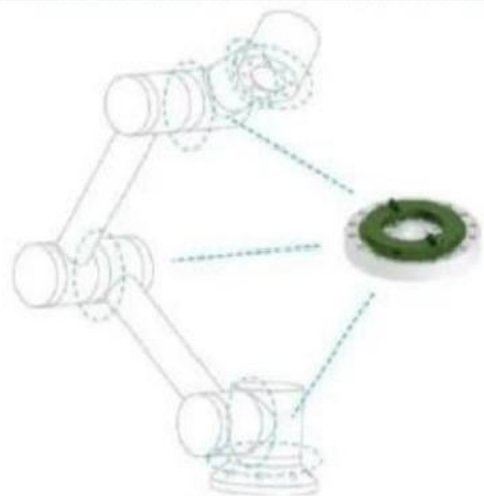
图34: 六维力传感器适用于人形机器人手腕、脚踝



资料来源：Tesla AI Day 2022，民生证券研究院

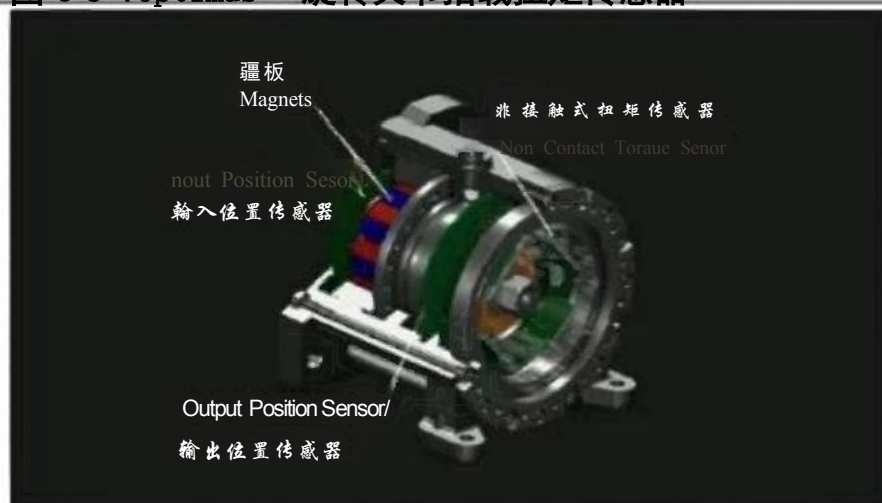
关节扭矩传感器可以测量机器人各关节扭矩值，最终解算出末端六维力。扭 矩传感器可以将扭力的物理变化转换成精确的电信号，实现对旋转或非旋转机械部件上扭转力矩的检测，适用于机器人关节扭矩测量，大量应用于协作机器人中高端机型。相较于末端安装六维力传感器，在机器人每个关节安装扭矩传感器同样可以解算出末端六维力。关节力矩方案具有理论力控制带宽高、整臂具备力感知、安全的优点，可以在有限信息反馈下实现扭矩的高解耦度输出。

图35: 关节扭矩传感器可用于检测协作臂各关节扭矩



资料来源：泰科电子官方微信公众号，民生证券研究院

图 3 6 :Optimus 旋转关节搭载扭矩传感器

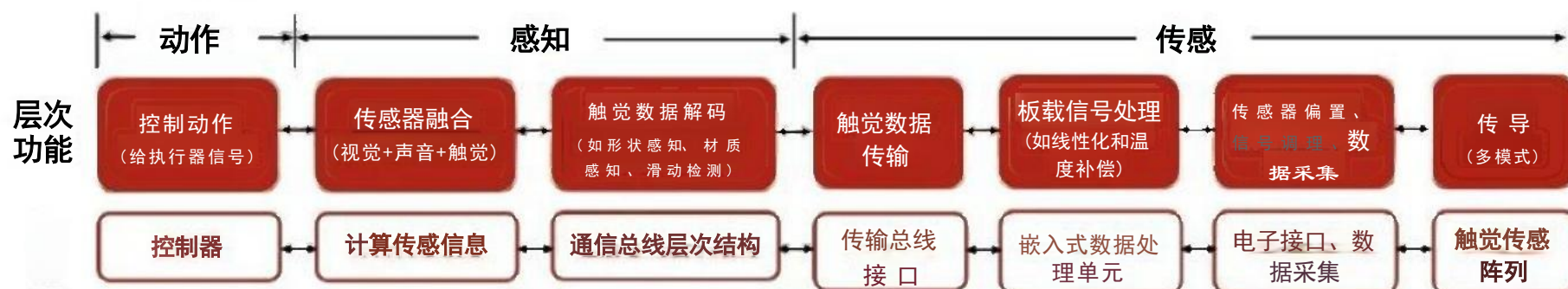


资料来源：Tesla AI Day 2022，民生证券研究院

4.1.2触觉传感器：以接触实现环境感知 Optimus 搭载阵列式方案

触觉传感器通过接触来测量物体的物理特征，以实现机器人对周围环境的感知。触觉传感器通常基于触摸/压力检测，实现对外部刺激的反应，如压力、弯曲、拉伸和温度变化，从而识别接触的物体。对应人类触觉传感系统，机器人的触觉感知系统可以分为三个模块：1) **传感**：整个系统最基本的、最底层的结构，主要由传感器和传感器信息的偏置、调理、数据采集系统构成；2) **感知**：主要将物理信号转化为数字信号，并传输到数据分析程序，这个过程与神经中枢传递动作电位信号的逻辑相似。传感器直观数据为温度、电压等模拟数据，为了对数据进行更好的传输，需要对模拟数据进行解码、融合，使模拟信号变为数字信号，以传输到数据分析的“大脑”；3) **动作**：机器人的“大脑”通过数据分析工具和算法，数字信号经过分析&计算，系统会构建用于感知交互对象的数据模型和特性模型，并控制机器人发出操作命令，完成相应的抓夹、避障、工具操作等动作。

图 3 7：机器人触觉感知系统层次与功能结构



资料来源：《Robotic Tactile Perception of Object Properties:a Review》Shan Luo 等，民生证券研究院

特斯拉 Optimus Gen 2指尖搭载阵列式触觉传感器，可实现手指精准力控。
2023年12月12日，特斯拉Optimus 官方推特发布视频显示，Optimus Gen2

能精准地抓握鸡蛋，并完成抓取、传递等动作。抓取鸡蛋过程拆解：1) Optimus 通过视觉系统，探知到待抓取的物体的位置、大小；2) Optimus 开始进行抓取，左手缓慢抓握鸡蛋，手指之间开始产生压力感应，感知抓握过程中的压力大小，并将压力信息传递给处理器，形成合适的抓握力度以抓起鸡蛋；3) Optimus 右手从左手接起鸡蛋，右手手指之间开始产生压力感应，逐步以合适力度握紧鸡蛋，同时左手握力减小，逐步释放鸡蛋；4) Optimus 放置鸡蛋，通过视觉系统判断放置位置后，右手逐步松开鸡蛋，直至指尖的压力感应消失。

图3 8：O p t i m u s G e n 2 抓 取 鸡 蛋 过 程



Optimus 左手捏起鸡蛋，左手指尖感受到压力



Optimus 右手从左手接住鸡蛋，双手指尖均有压力感应



Optimus 右手放下鸡蛋，双手指尖均无压力感应



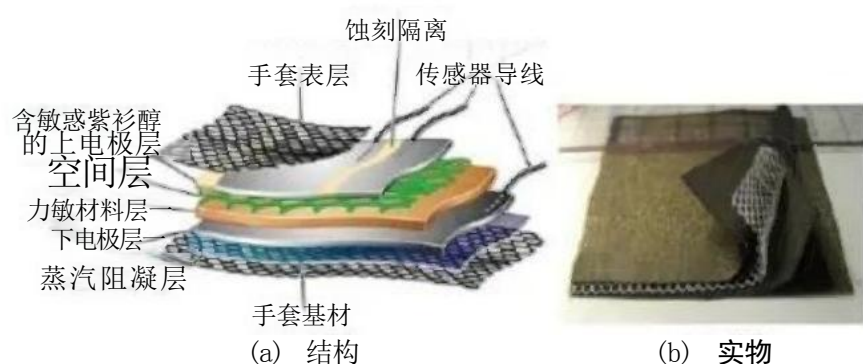
Optimus 右手接过鸡蛋，右手指尖有压力感应

资料来源：Tesla Optimus官方推特，民生证券研究院

从原理上，触觉传感器可分为压阻式、电容式、电感式、压电式、光电式等类别，其中电阻式、电容式最为常见：1) 压阻式：根据半导体材料的压阻效应而制成的器件，其基片可直接作为测量传感元件，扩散电阻在基片内接成电桥形式。当基片受到外力作用而产生形变时，各电阻值将发生变化，电桥就会产生相应的不平衡输出。优势是有较高的灵敏度，过载承受能力强；劣势是压敏电阻漏电流稳定性差。同时体积大，不易实现微型化；2) 电容式：在外力作用下使两极板间的相对位置发生变化，从而导致两级间电容变化，通过检测电容的变化量实现检测。优势是测量量程大，线性度好，制造成本低，实时性高；劣势是物理尺寸大，不易集成化，易受噪声影响，稳定性差；3) 电感式：利用电磁感应原理将压力作用转换为线圈的自感系数和互感系数的变化，并将磁场的变化通过磁路系统转化为电信号，从而检测接触面上的压力信号。优势是制造成本低，测试量程范围大；劣势是磁场分布难以控制，分辨率低、一致性差；4) 压电式：基于压电效应的传感器，是一种自发电式和机电转换式传感器。优势是动态范围宽，有较好的耐用性；劣势是易

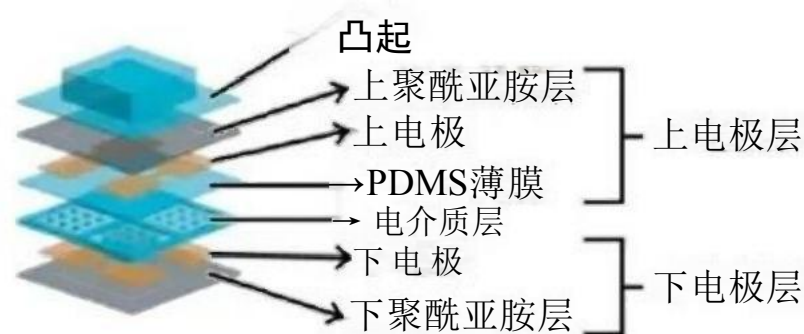
受热响效应影响；5) **光电式**：基于全内反射原理进行研制的，通常由光源和光电探测器构成。当施加在界面上的压力发生变化时，传感器敏感元件的反射强度和光源频率也会相应发生变化。优势是灵敏度高，响应快，有较高的空间分辨率，且受电磁干扰影响较小；劣势是多力共同作用时线性较差，数据实时性差以及标定困难。

图 39：压阻式触觉传感器结构与实物图



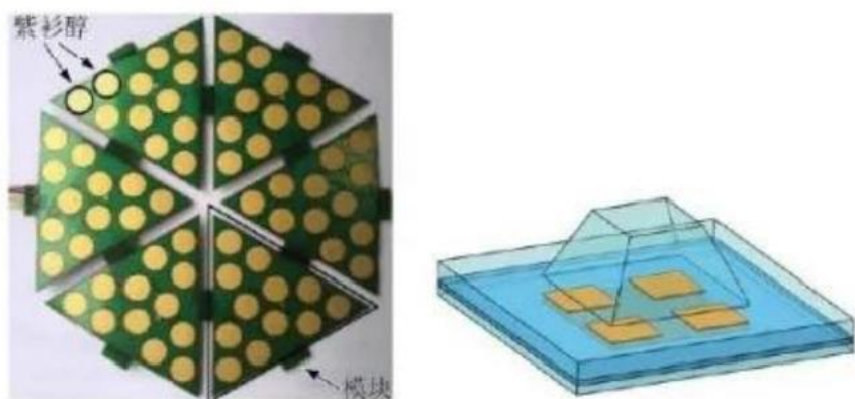
资料来源：《触觉传感器与电子皮肤研究进展》朱盛鼎等，民生证券研究院

图 40：电容式触觉传感器结构图



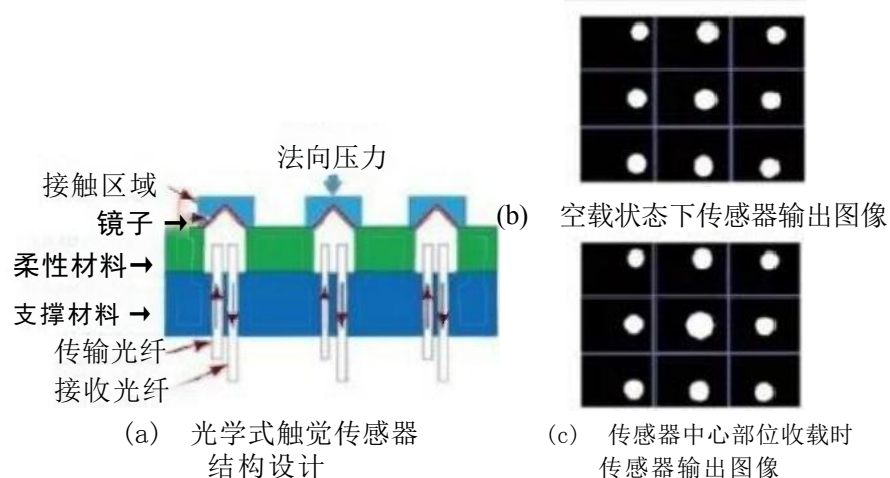
资料来源：《触觉传感器与电子皮肤研究进展》朱盛鼎等，民生证券研究院

图 41：压电式触觉传感器结构图



资料来源：《触觉传感器与电子皮肤研究进展》朱盛鼎等，民生证券研究院

图 42：光电式触觉传感器结构图



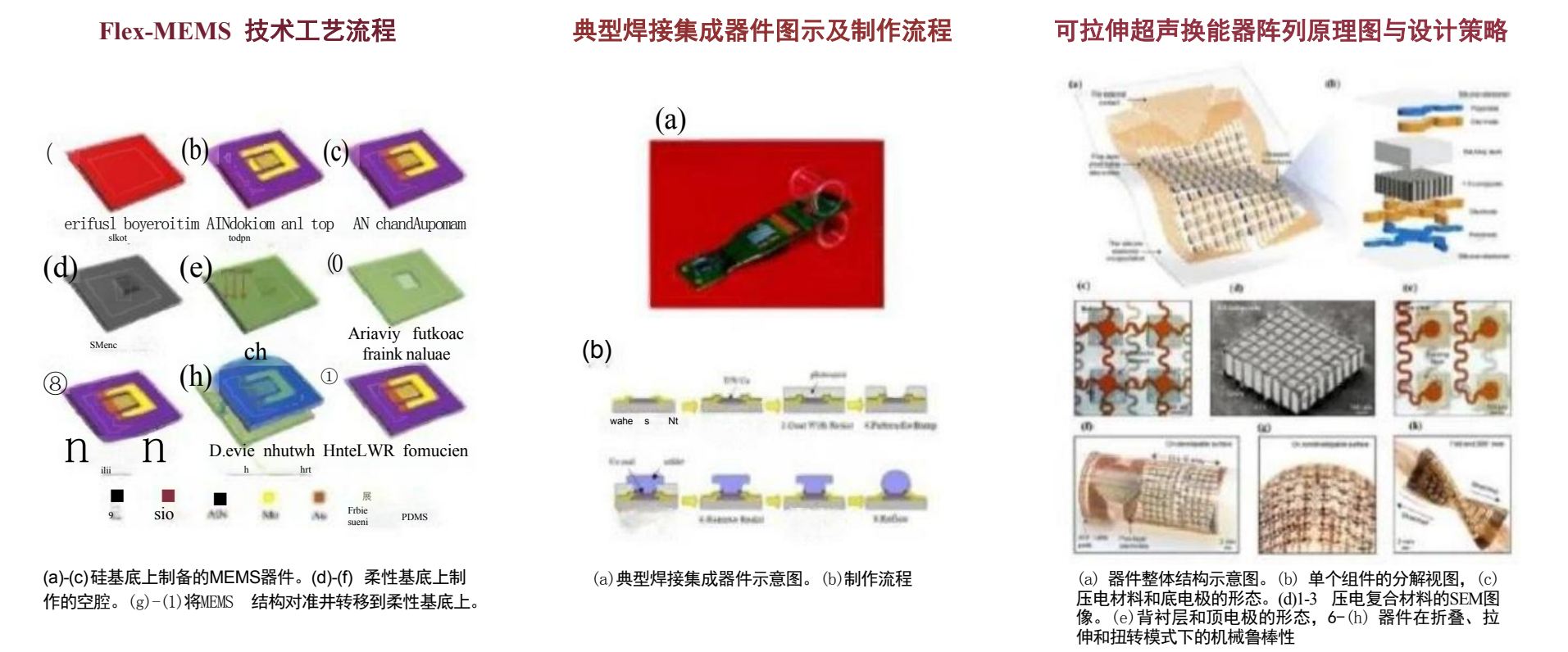
资料来源：《触觉传感器与电子皮肤研究进展》朱盛鼎等，民生证券研究院

MEMS 工艺可将高灵敏度、小尺寸的器件集成并印刷到电路板上，以缩小敏感单元尺寸。MEMS 工艺具有微型化、低成本、集成化、智能化、高效能和批量化生产的优点，可以与电阻式、电容式触觉传感器制造工艺相结合，将高灵敏度、小尺寸的器件集成并印刷到电路板上，并运用在传感器电极中，从而在每单位面积上集成大量敏感单元。

MEMS 传感器通常采用硅基、金属等硬质材料作为基底，柔性化成为新发展方向。MEMS 器件具有体积小、功耗低的特点，能够实现器件小型化、系统化。但硅基、金属为硬质基底，柔性电子器件需要在承受一定的机械形变时仍然能保持较高性能，两者无法兼容。**MEMS** 器件的柔性化可采用多种策略：1) 转移印刷。采用flex-MESM 技术，将硬质基底上的高性能无机材料转移到柔性基底；2) 异

质集成。把 MEMS 器件直接粘接到柔性基底或柔性导线上，以实现系统的整体柔性；3) 图案化互联技术。弯曲和拉伸引起的应力和应变主要由基底上的图案化电极承担，由此将平面内的应力转换为平面外的电极变化。

图 4 3：MEMS 器件柔性化策略

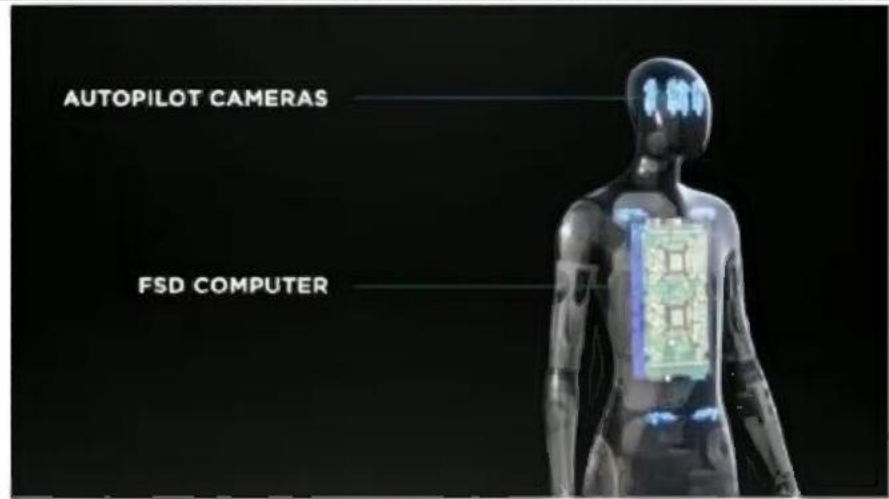


资料来源：《Review on flexible micro-electro-mechanical systems sensors and devices》，民生证券研究院

4. 1. 3视觉传感器：Optimus 采用2D 摄像头国内厂商多采用3D 视觉方案

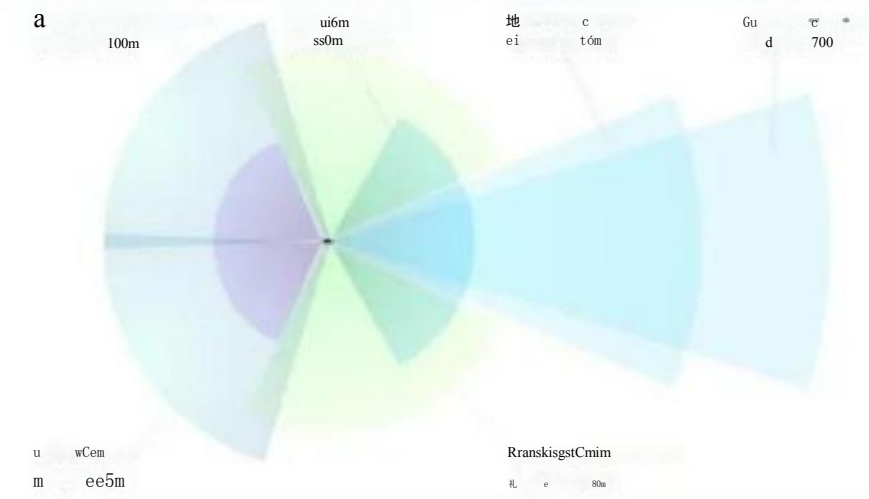
特斯拉Optimus 仅采用2D 摄像头进行视觉信息输入，采用与车端同样的纯视觉感知方案。Optimus 采用了纯视觉方案，使用了3个不同种类的2D 摄像头，包括2个高清2D 摄像机和一个广角的鱼眼摄像机，均基于Autopilot 技术。这些摄像头的组合可提供广阔的视野范围、清晰画面和快速传输。同时特斯拉最新版本的硬件升级至HW4. 0， 搭载8颗高级别摄像头感知周围信息，摄像头分辨率大幅提升。

图44: Tesla Bot使用Autopilot 摄像头进行视觉输入



资料来源：Tesla AI Day 2021, 民生证券研究院

图 4 5 :HW4.0 搭载8颗高级别摄像头感知周围信息



资料来源：notateslaapp, 民生证券研究院

3D 视觉在2D 成像的基础上增加深度信息，可获取视场内空间几何尺寸。3D 视觉传感器是主要由激光投影模组、光学成像模组、深度引擎芯片以及其他电子器件、结构件等组成。通过对激光发射器、衍射光学元件的综合光学优化使得衍射光束功率分布均匀、零级强度弱化，确保发射端可以向三维空间投射出激光散斑，以对整个三维空间进行编码；同时，感光芯片用于接收由三维空间物体反射回的空间编码信息，并输入至深度引擎芯片进行实时计算以输出3D 数据。

表8:3D视觉感知技术路线对比

主要技术	最佳测量距离	分辨率	测量精度	主要适用场景
结构光	<5m	高	近距：高；中远距：低	手机前置、刷脸支付、刷脸门锁、服务机器人、安防监控、屏下3D结构光等
iToF	<3. 5m	中	近距：中；中距：高	手机前置、后置、扫地机器人、AR/VR、门禁等
dToF	<5m	低	近距：低；远距：高	手机后置、平板后置、扫地机器人等
双目	<15m	高	低	汽车侧面、室外机器人、智能安防等
Lidar	<200m	低	近距：低；远距：高	汽车自动驾驶、汽车ADAS、低速物流车自动驾驶等
工业三维测量	20mm-30m	极高	极高	高精度工业测量，材料、结构检测

资料来源：奥比中光招股说明书, 民生证券研究院

注1:表中结构光、iToF、dToF、双 目 3D 视觉感知技术对应的产品均指消费级产品；

注2:表中测量精度的对比用于反映六种技术在相同距离区间上的相对比较，并非指同种技术在不同距离上的比较。

国内人形厂商多采用3D 视觉方案，以增强视觉感知能力：1) 优必选Walker X: 采用多自视觉传感器与Coarse-to-fine多层规划算法；2) 小米CyberOne: 采取 Mi Sense 空间视觉模组与深度相机结合方案；3) 傅利叶智能GR-1: 深度视觉相机 Realsense结合AI 视觉算法；4) 开普勒: 采用3D 视觉相机与鱼眼环视相机结合方案；5) 宇树科技Unitree H1: 采 取 3D 激光雷达与深度相机结合方 案 。

表9： 国内人形机器人整机厂视觉方案一览

	优必选	小米	傅利叶智能	开普勒	宇树科技
机器人名称	WalkerX	Cyber One	GR-1	先行者	Unitree H1
视觉技术	采用多自视觉传感器与Coarse-to-fine多层规划算法	Mi-Sense视觉系统采用iToF+RGB方案	Realsense深度摄像头	3D视觉相机鱼眼360°环视相机	采取3D激光雷达与深度相机结合方案
主要内容	采用胸部四目视觉，头部+腰部双RGBD，以及腰部4毫米波雷达避障	欧菲光同步发布自研的机器视觉深度相机模块，主要由iToF模组、RGB模组、可选的IMU模块组成，产品在测量范围内精度高达1%	深度视觉相机结合AI视觉算法，可快速识别不同物体，赋予全方位环境感知能力，帮助机器人实现避障抓取	两套3D视觉相机，保证机器人做到手眼协同，同时完成环境建模和自动导航，通过深度学习识别物体和认知环境；机器人头部集成多鱼眼360度环视相机	配备3D LiDAR和深度摄像头，实现360度全景深度感知。深度摄像头利用TOF技术，在二维RGB成像基础上生成近距离、高精度的三维点云信息

资料来源：各公司官网，民生证券研究院

4. 2执行层：传动装置+电机实现动力输出构建机器人运动能力

4. 2. 1减速器：实现降速增矩谐波/行星可应用于人形机器人旋转关节

特斯拉 Optimus 旋转关节搭载谐波减速器，主要包括以下传动环节：1) 无框力矩电机是旋转执行器动力输入源，通过电磁转矩和永磁体之间的相互作用来实现转动；2) 机械离合器负责切断和传递来自电机的动力，离合器分离轴承通常是推力型角接触球轴承；3) 谐波减速器用于降低电机转速，在提高机械刚性的同时输出更大扭矩，以满足负载需要。此外，非接触式扭矩传感器用于测量输入/输出动态和非动态扭矩，输入/输出位置传感器能够检测物体运动或测量相对位置，以及检测物体是否存在。

图46: 谐波减速器是特斯拉Optimus 旋转执行器的核心零部件



资料来源：Tesla AI Day 2022, 民生证券研究院

谐波、行星减速器体积相对较小，可应用于人形机器人关节。谐波减速器、行星减速器性能上有较大差别：1) 谐波减速器优点在于精度更高、无齿隙、扭矩密度高、平稳性好、噪音小、传动比高，缺点在于寿命较低、耐久性较差、效率较低；2) 行星减速器优点在于扭矩密度高、寿命长、耐久性好、效率较高，缺点在于精度较低、噪音较大、传动比较低。RV 减速器体积大、质量大，适用于工业机器人机座、大臂、肩部等重负载的位置。

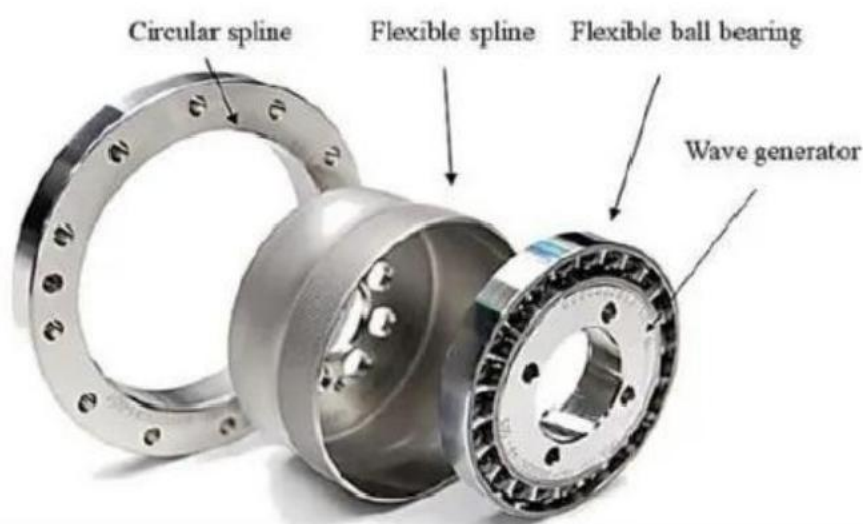
表10:谐波/行星/RV减速器性能对比			
性能	RV减速器	谐波减速器	行星减速器
工作原理	偏心轮驱动摆线针齿轮进行旋转， 通过摆线针齿轮的连续啮合实现减速	波发生器产生谐波运动， 驱动柔性铰链轮实现减速输出	行星轮在太阳轮的驱动下转动， 实现减速输出
传动比	30-260	70-320	10-100
齿轮间隙	有，会导致定位和控制不精确	无	有，会导致定位和控制不精确
传动效率	可达95%以上	可达90%	可达80%以上
传动精度	较高	高，具有高减速比，可实现精确的控制和定位	较高
平稳性	大	运行平稳、连续	一般
耐久性	好	较差，对震动、冲击敏感，易损坏	较好
扭矩密度	高	高，可通过紧凑设计实现高扭矩	高，可应对高扭矩、高负载工况
寿命	长	较低，由于柔轮会磨损	较长

资料来源：《中国人形机器人产业发展蓝皮书(2024)》高工咨询等、爱采购等，民生证券研究院

谐波传动技术突破了机械传动刚性构件模式，使用了一个柔性构件来实现机械传动。谐波减速器通常采用波发生器主动、刚轮固定、柔轮输出形式，当波发生器装入柔轮内圆时，迫使柔轮产生弹性变形而呈椭圆状，使其长轴处柔轮齿轮插入刚轮的轮齿槽内，成为完全啮合状态；而其短轴处两轮轮齿完全不接触，处于脱开

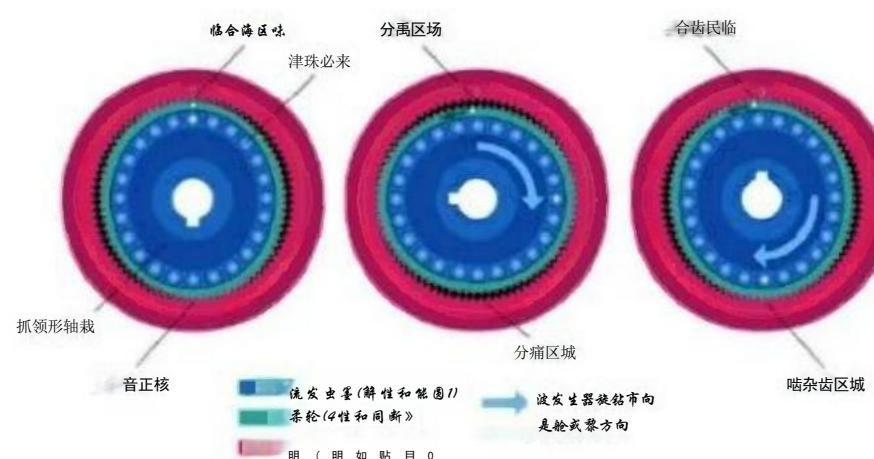
状态，当波发生器连续转动时，迫使柔轮不断产生变形并产生了错齿运动，从而实现波发生器与柔轮的运动传递。

图 4 7：谐波减速器结构示意图



资料来源：Research Gate, 民生证券研究院

图 4 8：谐波减速器工作原理示意图



资料来源：Britannica, 民生证券研究院

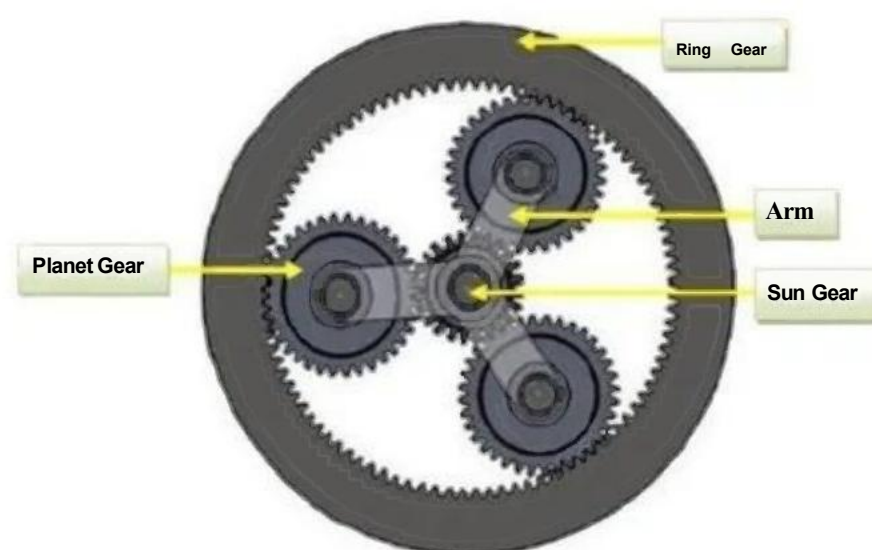
行星减速器的核心结构是太阳轮+行星轮，太阳轮作为输入端，驱动行星轮在内齿圈轨道内旋转，从而实现减速。工作时，内部太阳轮作为输入端，驱动行星齿轮在内齿圈轨道内进行旋转，行星齿轮外接法兰或其他结构进行输出。由于行星齿轮均匀分布在太阳齿轮周围，行星齿轮系的设计非常坚固。只需更换行星齿轮架和太阳齿轮，就可以轻松转换行星齿轮组的传动比。

图 4 9：行星减速器结构示意图



资料来源：Research Gate, 民生证券研究院

图 5 0：行星减速器工作原理示意图

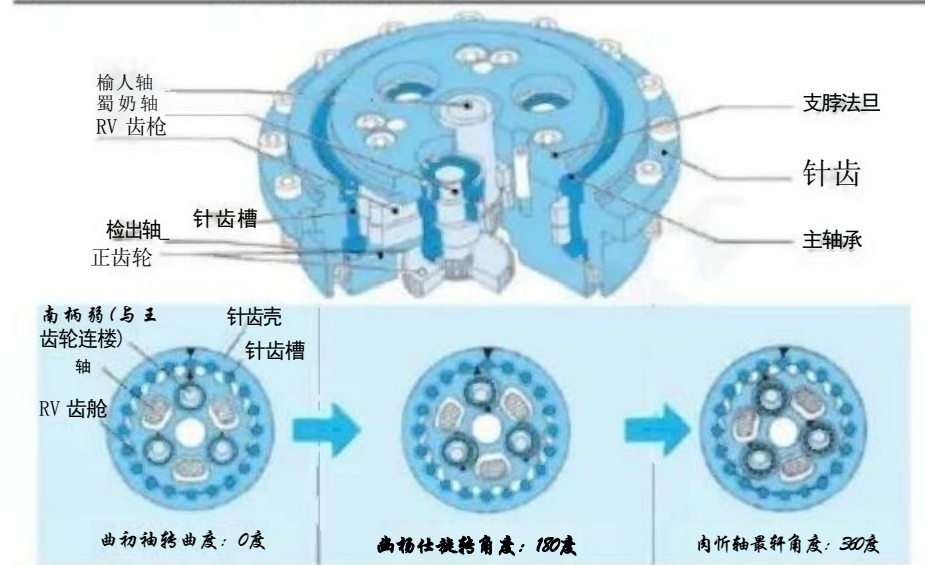


资料来源：Autodesk, 民生证券研究院

RV 减速器包含正齿轮变速、差动齿轮变速2级变速： 1) 正齿轮变速。由行星齿轮和太阳轮完成的齿轮变速，行星齿轮输出/芯轴输入的转速比为输入齿轮齿

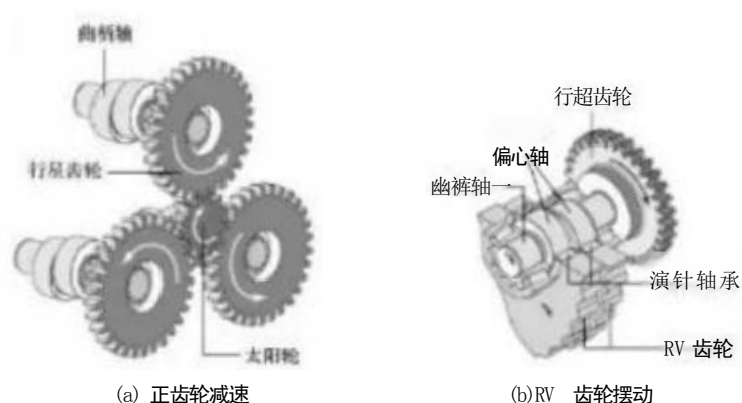
数 Z_1 /太阳轮齿数 Z_2 ;2) 差动齿轮变速。当行星齿轮带动曲轴回转时,曲轴上的偏心轴将带动RV 齿轮摆动,两片RV 齿轮的摆动过程相同,但是相位相差 180° 。当 RV 齿轮摆动时,针齿销迫使RV 齿轮沿针轮逐齿旋转。针轮偏移角度 $=1/\text{针轮齿数}Z_4 \times 360^\circ$,针轮齿数 Z_4 -RV 齿轮齿数 $Z_3=1$ 。总传动比 $=Z_1/Z_2 \times 1/Z_4$ 。

图51: RV 减速器结构示意图



资料来源: MKD, 民生证券研究院

图52: RV减速器两级减速工作原理示意图

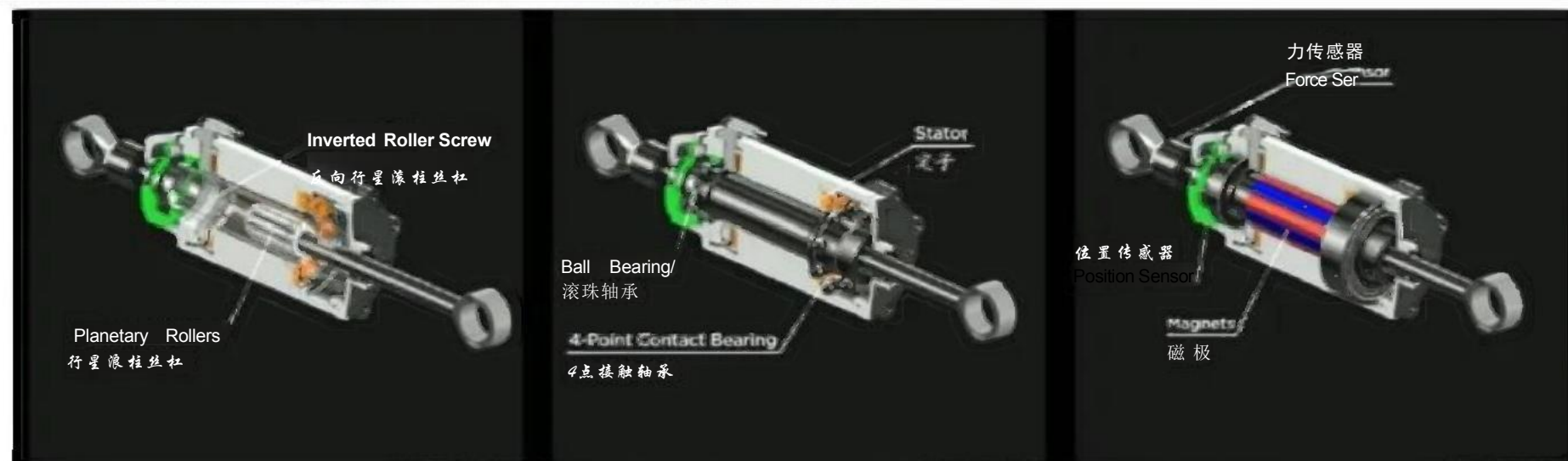


资料来源: 工博士, 民生证券研究院

4.2.2丝杠：将旋转运动转化为直线运动实现线性动力输出

行星滚柱丝杠将电机的旋转运动转化为执行器的直线运动,是直线执行器核心零部件,主要包括以下传动环节:1)无框力矩电机是直线执行器的动力输入源;2)无框力矩电机与丝杠螺母连接,通过行星滚柱进行传动,实现降低转速、放大扭矩,并最终转化为丝杆的直线运动;3)位置传感器实现对丝杆位置的实时定位,力传感器对轴向力的大小进行感知,轴承用于支撑机械旋转体,降低摩擦系数、保证回转精度。

图53:行星滚柱丝杠是特斯拉 Optimus 直线执行器核心零部件



资料来源: Tesla AI Day 2022, 民生证券研究院

丝杠是将回转运动转化为直线运动，或将直线运动转化为回转运动的传动元件。根据摩擦特性，丝杠可分为滑动丝杠、滚动丝杠及静压丝杠三大类：1）滚动丝杠分为滚珠丝杠和滚柱丝杠两大类，与滚珠丝杠相比，滚柱丝杠摩擦力小、传动效率高、精度高，制造工艺复杂；2) 梯形丝杠的牙型多为梯形，与三角形相比，具有传动性能好、精度高、加工方便等优点；3) 静压丝杠的螺纹牙形与标准梯形螺纹牙形相同，且标准更高，能够获得良好油封及提高承载能力，但工艺复杂。

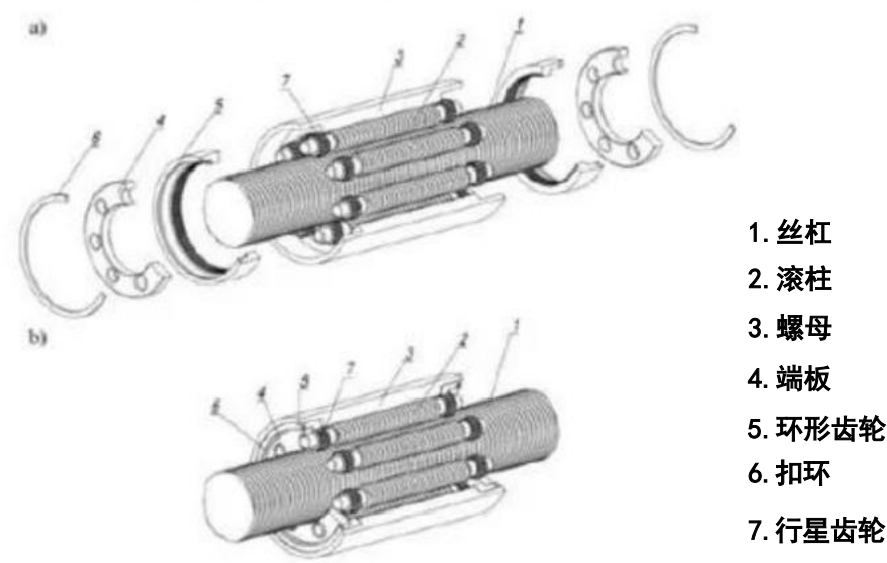
表11:行星滚柱丝杠、滚珠丝杠与滑动丝杠性能对比

性能	滑动丝杠	滚动丝杠		静压丝杠
		滚珠丝杠	滚柱丝杠	
传动效率	低，仅26%-70%	高，可达92%-98%, 可显著节能	较高，摩擦力较小时可达90%	液体摩擦，传动效率高于滚珠丝杠
转速	慢，滑动摩擦发热严重，一般转速不超过3,000RPS	较快，点接触滚动摩擦热效应小，额定转速在3,000-5,000RPS	快，线接触滚动摩擦热效应小且承载力强，转速可达6,000RPS	快，由于没有滚珠循环滚动，即使在高速运行时，也完全没有振动和噪声
导程精度	低，品质参差不齐	较高，受滚珠直径限制大于0.5mm, 常为毫米级的滚珠丝杠	高，可通过调整螺纹头数等因素，使导程达到更小的微米级，可小于0.5mm	极高，可实现轨迹偏差小于0.1 μm
微进给	难以实现，滑动运动存在爬行现象	可实现，滚珠运动的启动力矩小	可实现，滚柱运动的启动力矩小	可实现，运动方向改变期间不会产生扭矩跳动
自锁性	有，与导程角大小和工作面粗糙度有关	无，需加装制动装置	无，需加装制动装置	有，当关闭供油装置时会自锁
国产化率	充分	达60%以上	仍处于起步阶段	尚未实现国产化
承载能力	低	较高，滚珠与丝杠的接触为点接触	高，滚柱与丝杠接触半径更大，且所有滚柱同时参与啮合，接触点多	很高，最大轴向载荷120吨
抗冲击能力	低	较高	高，滚柱丝杆能够承受更大的轴向力和径向力	高，静压油膜的存在能避免机器零件之间的刚性接触
寿命	短，滑动摩擦对元器件的损伤大	长，滚动摩擦损伤小，保持清洁、润滑即可	很长，是滚珠丝杠的10倍以上，荷载运动可达1,000万次以上	很长

资料来源：高工咨询，观研天下，机工弗戈，民生证券研究院

行星滚柱丝杠可以将旋转运动和直线运动相互转化，具有高承载、耐冲击、加速快等优势。丝杆或螺母的旋转运动，可以通过滚柱的行星运动，转换为螺母或丝杆的直线运动。行星滚柱丝杆传动中特有的行星滚柱结构，使得滚柱与螺母(或滚柱与丝杆)之间无相对轴向位移，滚柱能在丝杆和螺母形成的封闭空间内反复循环运动。

图 5 4：行星滚柱丝杠结构拆解



资料来源：Research Gate, 民生证券研究院

图 5 5：行星滚柱丝杠结构示意图



资料来源：Research Gate, 民生证券研究院

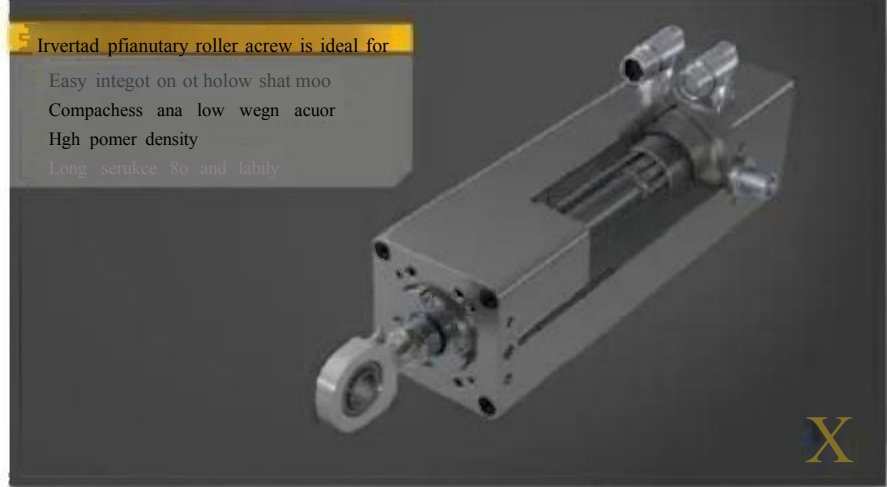
反向式行星滚柱丝杠将螺母作为主动件，由丝杠直线输出，体积比标准滚珠丝杠更小。反向行星滚柱丝杠将螺母作为主动件，由丝杠直线输出。滚柱在螺母内移动，与丝杠之间没有轴向位移。反向行星滚柱丝杠将螺母作为电机转子，可以实现电机和直线传动机构的融合设计，能够应用在要求空间紧凑的机电伺服系统中。反向行星滚柱丝杠具有功率密度高、体积紧凑、重量轻、易于集成、使用寿命长、可靠性高等优势。

图56: 滚珠/行星滚柱/反向行星滚柱丝杠尺寸对比



资料来源：Moog, 民生证券研究院

图57: 反向行星滚柱丝杠结构拆解



资料来源：Ewellix, 民生证券研究院

滚珠丝杠与行星滚柱丝杠结构类似，以滚珠而非滚柱作为传动部件，主要性能区别在于：1) 承载能力与寿命。行星滚柱丝杠能够提供高于滚柱丝杠的额定动载和静载，静载为滚珠丝杠的3倍；2) 速度与加速度。行星滚柱丝杠旋转速度和加速度更高；3) 导程。行星滚柱丝杠导程和节距呈函数关系，可以设计计算为整数或小数。滚珠丝杠导程受到滚珠直径限制，是标准的；4) 刚度及强度。行星滚柱

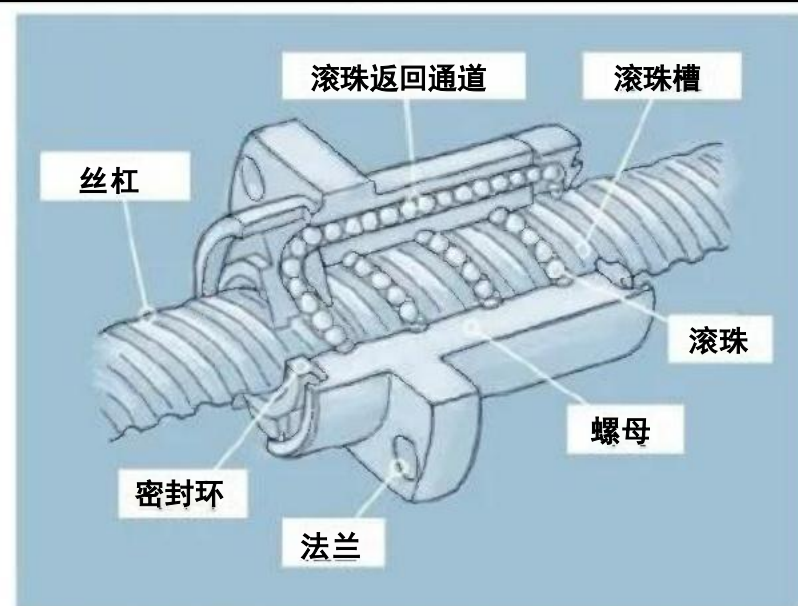
丝杠具有众多接触点，能够大幅度提高刚度与抗冲击能力。

图 5 8：滚珠丝杠结构示意图



资料来源：Hackaday, 民生证券研究院

图 5 9：滚珠丝杠结构拆解



资料来源：Inch, 民生证券研究院

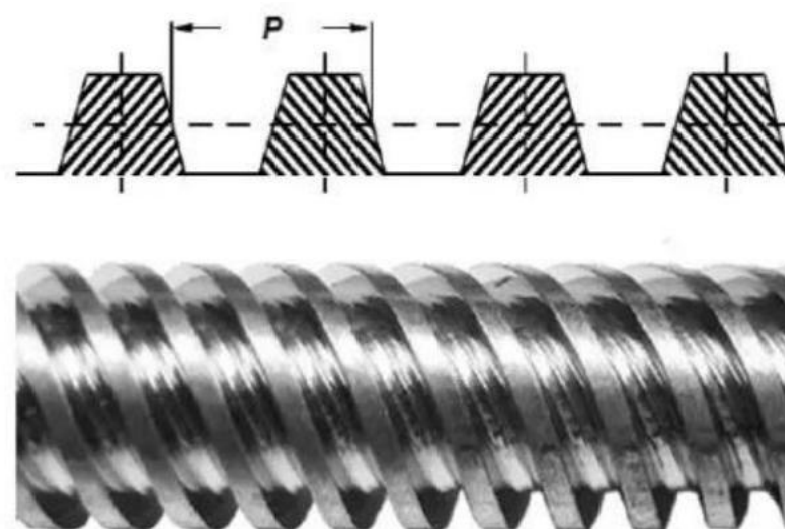
滑动丝杠又称为梯形丝杠，通过螺母与螺杆的旋合传递运动和动力，将旋转运动转化为直线运动。与滚珠丝杠、行星滚柱丝杠不同，梯形丝杠里没有行星滚柱/滚珠作为传动体，螺母和丝杠轴之间完全靠机械接触产生滑动，是滑动摩擦。梯形丝杠因滚道齿型为梯形而得名，滚道侧倾角为30度，常用于需要平稳、精密、清洁和免维护运行的仪表级应用。

图 6 0：梯形丝杠产品图



资料来源：KSK, 民生证券研究院

图61:梯形丝杠滚道齿型为梯形，滚道侧倾角为30度



资料来源：Metricmcc, 民生证券研究院

4. 2. 3电机：无框电机是关节执行器动力来源空心杯电机用于灵巧手模组

图 62：无框力矩电机示意图



资料来源：科尔摩根，民生证券研究院

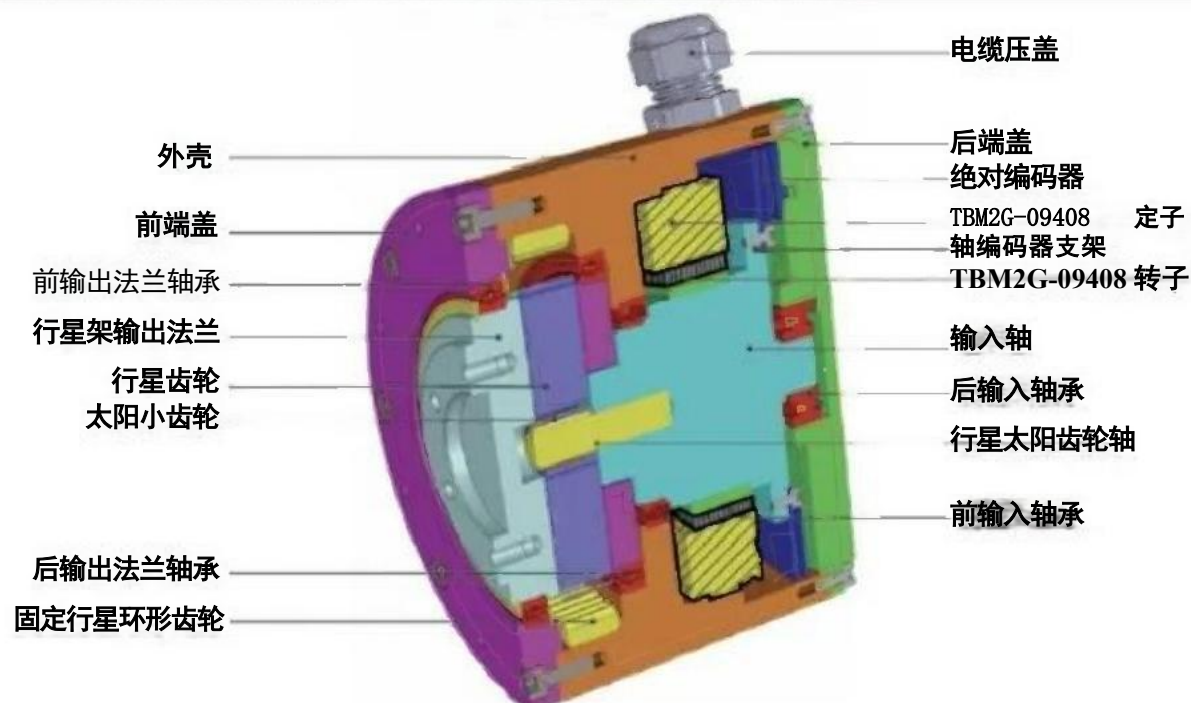
图 63：无框力矩电机结构拆解



资料来源：科尔摩根，民生证券研究院

无框力矩电机是旋转/直线关节动力来源，能够以小尺寸、低重量实现高转矩密度。无框力矩电机采用无框结构设计，省去了传统电机的外壳结构，以实现减小尺寸、降低重量。无框力矩电机能够以同样体积，实现更强大的扭矩输出，并能够与其他部件相集成，以缩小关节体积，满足不同的定制化要求。

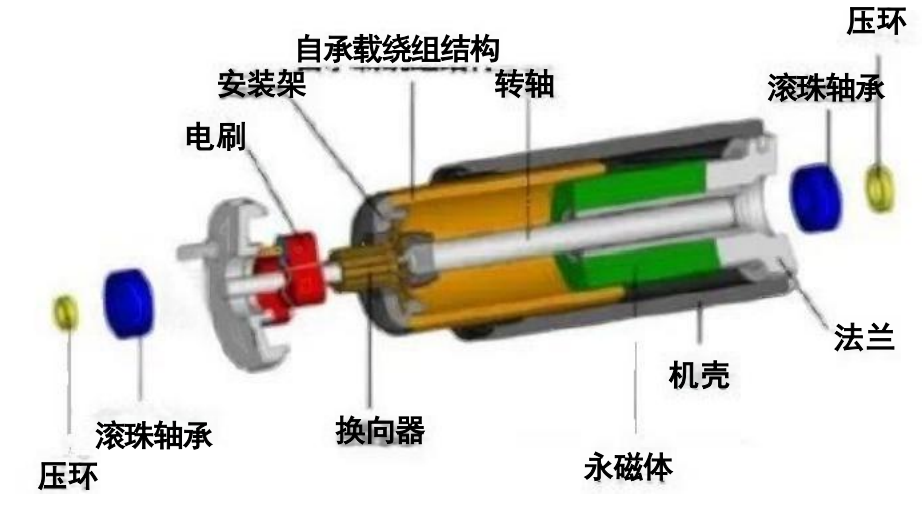
图64:无框电机可以嵌入旋转执行器中以缩小关节体积



资料来源：科尔摩根，民生证券研究院

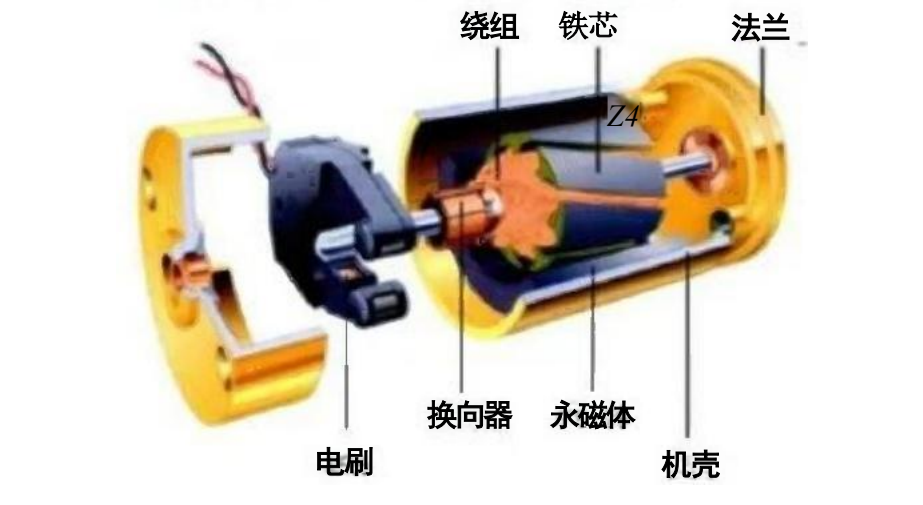
空心杯电机结构紧凑，采用无铁芯设计，能够大大减少涡流效应造成的电能消耗。空心杯电机最具特色的结构就是空心转子，即无铁芯转子，是其得名“空心杯”的原因。空心转子消除了由于铁芯形成涡流而造成的电能损耗，具体而言，根据电磁感应原理，当磁路中的磁通随时间交变时，会在铁芯感生出一个旋涡状电动势，从而感应出电流，这个电流(即涡流)在垂直于磁通方向的平面上围绕磁感应线呈旋涡状流动，并通过涡流回路电阻产生热损耗。

图 65：空心杯电机采用无铁芯转子结构设计



资料来源：CORELESS MOTOR, 民生证券研究院

图66: 直流电机由外部永磁体定子+内部铁芯转子构成



资料来源：CORELESS MOTOR, 民生证券研究院

表12:空心杯电机在重量、转速、稳定性等方面优势明显		
	普通直流电机	空心杯电机
功率密度高	同等功率下，重量与质量均较大	与同等功率的一般铁芯电机相比，空心杯电机重量减轻1/3-1/2, 体积减小1/3-1/2
高效节能	能量转化效率，效率较低(通常60%-70%)	空心杯电能量转化机效率一般在70%以上，部分产品可达到90%以上
稳定性强	转速波动较难控制	无齿槽效应减少了电机运行时的磁阻力矩，降低了输出转矩波动，使得运行更加稳定
精度高	位置控制不够精确	由于空心杯电机配合高分辨率编码器一起使用，可以实现非常精确的位置控制
集成度高	无集成传感器	空心杯电机常常具有集成传感器的功能，能够实时监测电机转子的位置和速度
资料来源：鸣志电器官网，民生证券研究院		

Optimus 灵巧手采用空心杯电机作为动力输入源。Optimus 灵巧手单手有6个执行器，共11个自由度，能够提拉20磅(9kg)的重物。灵巧手驱动硬件方案包括：1) 空心杯电机。作为动力输入源，一般采用无刷空心杯电机，寿命更长；2) 多级行星减速齿轮箱。空心杯电机具有高速、低扭矩的特性，为了在较小空间内获得较大的手指抓握力，一般会集成2-3级的行星减速箱，实现减速增矩；3) 蜗轮蜗杆+线传动。蜗轮蜗杆能够转换线传动的旋转方向，同时具有自锁特性，能够提升灵巧手的负载能力。

图67:行星减速器结构示意图



资料来源: Tesla AI Day 2022, 民生证券研究院

图 6 8 :Optimus 灵巧手单手6个执行器, 11个自由度



资料来源: Tesla AI Day 2022, 民生证券研究院

4. 3小结

感知层：多维传感构建智能化基础。六维力传感器作为力控核心部件，可精准测量三维空间内力/力矩信息，应用于手腕、脚踝等关键部位，实现力控交互、平衡调节及安全防护。特斯拉Optimus 采用自研六维力矩传感器，技术壁垒高，当前国产化率不足35%，单机价值量达万元级，市场空间广阔。触觉传感器方面，特斯拉 Gen2 通过阵列式方案实现柔性抓握，主流技术路线涵盖压阻式、电容式及 MEMS 工艺，其中 MEMS 微型化与柔性化趋势显著，国内厂商在电子皮肤领域加速突破。视觉感知方案呈现差异化，特斯拉延续车端纯视觉路线，而国内厂商多采用3D 视觉(结构光/ToF/ 双目)结合激光雷达方案，提升环境建模与导航精度。

执行层：精密传动驱动运动能力升级。减速器领域，谐波减速器凭借高精度、轻量化优势成为旋转关节主流方案，Optimus 旋转执行器采用"无框电机+谐波减速器"集成设计；行星减速器则在高扭矩场景具备替代潜力。丝杠作为直线执行器核心，行星滚柱丝杠凭借高承载、耐冲击特性成为技术高地，单机价值量超万元，国产化率为20%，反向式结构进一步实现紧凑化设计，对比滚珠丝杠性能优势显著。电机环节，无框力矩电机通过高度集成实现高扭矩密度，空心杯电机则凭借无铁芯结构、低能耗特性适配灵巧手模组，渗透率提升空间明确。

综合价值量、国产化率及市场规模三维度，建议重点关注：1)行星滚柱丝杠，技术壁垒高且国产替代空间大；2)六维力传感器，人形机器人核心增量部件；3)空心杯电机，灵巧手核心驱动单元；4)MEMS 触觉传感器，柔性化趋势下的技术升级方向。当前细分赛道普遍呈现低渗透率、高成长性特征，具备产业链卡位优势的企业有望率先受益于人形机器人产业化放量。

5 投资建议

5.1 行业投资建议

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，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。

我们认为，当前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：特斯拉自带产业化应用场景，人形机器人有望率先应用于全球超级工厂。全球范围内，有多家厂商推出过人形机器人产品，但应用场景仍处于非常早期的阶段，导致产品升级迭代进展缓慢。特斯拉Optimus 在设计之初便针对工业制造场景，并计划首先应用于特斯拉超级工厂，自带机器人工厂应用场景。

成本端：特斯拉具备强大降本能力，车端降本经验有望复用于人形机器人。已发布的人形机器人中，大部分产品价格高昂，本田ASIMO 的单台成本达到250万美元，波士顿动力Atlas的成本为200万美元，小米机器人CyberOne 的成本大约在60-70万人民币。人形机器人的价格远超大众消费承受能力，导致需求端难以打开。特斯拉在车端具备强大降本能力，有望进行复用，推动人形机器人的产业化降本。

软件端：大模型赋能泛化能力，具身智能浪潮已至。传统的机器人控制系统与计算机操作系统类似，扮演最基础的软件平台角色，通过编程调用自带基本功能、特定行业应用软件包以满足工作要求，缺乏场景泛化能力。大模型使人形机器人具备了自然语言和视觉、触觉的多模态交互能力，以及适应多场景的泛化能力，同时大模型的“通用认知性”将提升人形机器人的智能化水平，使其拥有感知、认知、决策和行动的全面能力，为具身智能提供落地可能性。

海内外龙头加速入局，开启具身智能新纪元。特斯拉Optimus 研发迭代进展迅猛，产能即将快速爬坡；英伟达全面布局通用基础模型、仿真训练平台和机器人芯片三大领域，为人形机器人开发者提供强大支持框架；华为积极推进人形机器人外部合作，聚焦大模型与具身智能解决方案。特斯拉、英伟达、华为等海内外龙头正在加速入局，人形机器人产业合力正在形成，产业化奇点已至，2025年有望成为人形机器人量产元年。

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。政府工作报告明确，培育具身智能等未来产业，大力发展智能机器人等新一代智能终端以及智能制造装备。政策支持正在成为机器人板块全新驱动力。我们看好2025年机器人全年行情、原因在于：

1)AI 进化映射。从2022年的ChatGPT 到2025年的DeepSeek, AI 大模型技术迭代显著提速，AI大模型的迭代进化有望不断向机器人板块映射；

2) 巨头进展共振。展望2025年，全球科技巨头有望持续共振。同时，宇树、Figure等创业公司正在不断破圈，与巨头进展形成强力共振；

3) 量产验证在即。2025年数千台的目标实现难度较低，同时远期快速放量可期，且量产初期无需担忧供应链降本压力与格局恶化，2025年是机器人产业链“甜蜜时刻”。

投资建议：

1、玩家维度：把握全球科技巨头、创业公司、汽车主机厂和政府产业政策的持续共振，看好特斯拉0-1产业化进程，以及小米、小鹏等强智能化主机厂在机器人领域布局，以及宇树、智元等下游需求确定性强的国内供应链。特斯拉Optimus 计划量产数千台并加速增长；英伟达推出通用机器人平台GROOT，提供 AI 技术框架；华为成立具身智能创新中心，整合底层技术研发。同时，Figure AI、优必选等创业公司已启动量产，小米、小鹏、比亚迪等车企布局机器人研发，有望复用汽车供应链。北京、上海等十余省市出台产业政策，推动产业集群发展。

2、产品维度：综合价值量、国产化率及市场规模三维度，建议重点关注：1) 行星滚柱丝杠，技术壁垒高且国产替代空间大；2) 六维力传感器，人形机器人核心增量部件；3) 空心杯电机，灵巧手核心驱动单元；4) MEMS 触觉传感器，柔性化趋势下的技术升级方向。当前细分赛道普遍呈现低渗透率(<10%)、高成长性特征，具备产业链卡位优势的企业有望率先受益于人形机器人产业化放量。

建议关注：汽车零部件公司具有强客户卡位优势、强批量化生产能力，且主业产品与机器人具有高度相通性。汽车主机厂纷纷入局人形机器人赛道，机器人供应链与车端将有较高重合度。推荐汽配机器人标的【拓普集团、伯特利、均胜电子、双环传动、豪能股份、隆盛科技、银轮股份、富临精工、中鼎股份、地平线机器人、黑芝麻智能】。

表13:汽车零部件重点机器人标的

证券代码	证券简称	产品	总市值 (亿元)	股价 (元)	EPS(元)				PE (X)			
					2024A	2025E	2026E	2027E	2024A	2025E	2026E	2027E
601689.SH	拓普集团	执行器	914.45	52.62	1.79	2.02	2.53	3.14	29	26	21	17
000887.SZ	中鼎股份	执行器	253.56	19.26	0.95	1.25	1.43	1.65	20	15	13	12
300432.SZ	富临精工	执行器	239.49	19.61	0.33	0.88	1.24	1.69	60	22	16	12
002126.SZ	银轮股份	执行器	227.90	27.30	0.96	1.31	1.72	2.15	28	20	16	12
002765.SZ	蓝黛科技	执行器	102.58	15.73	0.19	0.48	0.65	1.00	83	33	24	16
002472.SZ	双环传动	减速器	290.98	34.33	1.22	1.47	1.79	2.21	28	23	19	16
603809.SH	豪能股份	减速器	133.29	15.99	0.63	0.52	0.65	0.83	25	31	25	19
301261.SZ	恒工精密	减速器	77.57	88.26	0.79	1.68	2.07	2.56	112	53	43	34
300258.SZ	精锻科技	减速器	86.37	16.82	0.33	0.49	0.62	0.62	51	34	27	27

603596.SH	伯特利	丝杠	346.01	57.05	1.99	2.63	3.47	4.61	29	22	16	12
300580.SZ	贝斯特	丝杠	135.80	27.13	0.58	0.80	1.03	1.27	47	34	26	21
603009.SH	北特科技	丝杠	147.63	43.61	0.20	0.31	0.57	1.01	218	141	77	43
600699.SH	均胜电子	传感器	261.88	18.59	0.69	1.01	1.25	1.42	27	18	15	13
0425.HK	敏实集团	传感器	220.54	20.60	2.02	2.38	2.83	3.41	10	9	7	6
603197.SH	保隆科技	传感器	85.77	39.99	1.44	2.34	3.05	3.90	28	17	13	10
600933.SH	爱柯迪	轻量化	164.37	16.69	0.98	1.16	1.45	1.74	17	14	12	10
603305.SH	旭升集团	轻量化	127.27	13.35	0.45	0.55	0.68	0.85	30	24	20	16
605319.SH	无锡振华	轻量化	81.75	32.69	1.53	1.95	2.30	2.67	21	17	14	12
001311.SZ	多利科技	轻量化	67.28	28.17	1.78	2.20	2.59	2.99	16	13	11	9
603348.SH	文灿股份	轻量化	67.17	21.36	0.41	0.83	1.27	1.77	52	26	17	12
300680.SZ	隆盛科技	灵巧手	104.42	45.20	0.97	1.26	1.79	2.37	47	36	25	19
605333.SH	沪光股份	线束	122.78	28.11	1.53	1.89	2.37	3.01	18	15	12	9
002997.SZ	瑞鹄模具	零部件	80.23	38.33	1.70	2.17	2.78	3.46	23	18	14	11
9660.HK	地平线机器人-W	芯片	910.00	7.41	0.51	-0.15	-0.07	0.04	15			185
2533.HK	黑芝麻智能	芯片	137.96	18.68	1.20	-0.25	-2.64	-2.42	16			
1274.HK	知行科技	控制器	41.53	15.52	-1.27	-0.73	-0.37	0.27			-	57

资料来源：iFind, 民生证券研究院预测 (注：股价为2025年5月16日收盘价)
注：蓝巢科技、恒工精密、精锻科技、敏实集团、无锡振华、多利科技为iFind一致预期，其他为民生证券研究院预测

5.1 重点公司

地平线机器人：国产智驾解决方案领军者软硬协同+开放平台打造智驾新模式

深耕智驾领域近十年，逐渐成为智驾方案领军者。公司成立于2015年7月，是市场领先的乘用车高级辅助驾驶(ADAS)和高阶自动驾驶(AD)解决方案供应商，拥有专有的软硬件技术。公司已经构建起覆盖全阶、全场景智能驾驶应用的完整软硬件产品矩阵，持续领跑全阶智能驾驶市场。公司拥有庞大的全球客户群，包括行业领先的OEM和国产汽车制造一级供应商，十大中国OEM均已选择公司的解决方案用于乘用车量产。公司官网数据显示，截至2024年11月，地平线征程家族出货量突破700万+辆，量产定点车型达到300+，量产上市车型达到170+。高工智能汽车研究院数据显示，2024H1 公司在中国市场前视一体机计算方案和智驾方案的市场份额均为第一。

软硬件结合+开放式平台打造智能驾驶新模式。公司拥有软硬结合的全栈技术体系，能够提供从底层芯片设计到上层算法应用的一站式智能驾驶解决方案，确保了技术实施的高效性和系统运行的协同性。2024年4月，公司推出了征程6系列芯片，算力高达560 TOPS,已与超20家车企达成合作，赋能超100款智能汽车，2025年征程6系列预计出货量达百万级，整个征程家族累计出货量将突破1000万套。公司的全栈算法能力满足ADAS+AD 解决方案在感知、环境建模、规划控制、驾驶功能等多层次的需求。公司的智能驾驶解决方案包括Horizon Mono(安全高级辅助驾驶)、Horizon Pilot(高速公路NOA)和 Horizon SuperDrive(全场景城市 NOA)，三大智驾解决方案均已实现商业化落地，商业化进程正有序快速推进。

定位“机器人时代的Wintel”，拥抱远期星辰大海。2024年初，公司拆分其机器人事业部，成立独立子公司“地瓜机器人”。2024年9月20日，地瓜机器人首次公开亮相，在深圳举办开发者日，发布了面向机器人行业的旭日5智能计算芯片，RDK X5和 RDK S100两款软硬一体的机器人开发套件，以及最新的客户与开发者生态成果。地瓜机器人旨在通过覆盖广义的机器人产品(扫地机、割草机、陪伴机器人等)，为公司贡献收入基本盘和影响力，在具身智能领域已和星动纪元、逐际动力、求之科技、清华大学 AIR 智能产业研究院、睿尔曼等厂商达成合作。自创立之初，公司定位为服务于机器人领域的企业，旨在成为“机器人时代的 Wintel”，智能驾驶芯片业务只是智能计算业务应用场景之一。

分业务收入预测：

1) 汽车解决方案-产品解决方案业务：受益于许多主机厂将自动驾驶技术应用于入门级车型，高阶智驾市场持续扩容，公司交付量有望持续提升。预计2025-2027年产品解决方案业务营收增速为45.0%/40.0%/39.0%，预计2025-2027年产品解决方案业务毛利率为46.0%/45.6%/45.0%。

2) 汽车解决方案-授权及服务：受益于高阶智驾技术普及与方案进步，主机厂对公司算法、软件开发工具及客制化技术服务需求持续提升。预计2025-2027年授权及服务业务营收增速为55.0%/50.0%/48.0%，预计2025-2027年授权及服务业务毛利率为91.8%/91.2%/91.0%。

表14:地平线机器人分业务收入预测(百万元)

		2023A	2024A	2025E	2026E	2027E
合计	营收	1,551.61	2,383.55	3,602.94	5,264.26	7,644.95
	YOY	71.32%	53.62%	51.16%	46.11%	45.22%
	毛利	1,094.31	1,840.69	2,807.06	4,127.65	6,025.04
	毛利率	70.53%	77.22%	77.91%	78.41%	78.81%
汽车解决方案-产	营收	506.39	664.24	963.14	1,348.40	1,874.28
	YOY	58.59%	31.17%	45.00%	40.00%	39.00%
品解决方案	毛利	226.23	308.21	443.05	614.87	843.42
	毛利率	44.67%	46.40%	46.00%	45.60%	45.00%
汽车解决方案-授	营收	963.98	1,647.47	2,553.57	3,830.36	5,668.93
	YOY	100.07%	70.90%	55.00%	50.00%	48.00%
权及服务	毛利	857.49	1,515.67	2,344.18	3,493.29	5,158.73
	毛利率	88.95%	92.00%	91.80%	91.20%	91.00%
非车解决方案	营收	81.24	71.85	86.22	85.50	101.74
	YOY	116.66%	79.38%	20.00%	19.00%	18.00%
	毛利	10.60	16.81	19.83	19.49	22.89
	毛利率	13.04%	23.40%	23.00%	22.80%	22.50%

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测

投资建议：公司深耕智驾解决方案多年，客户结构优异，包括行业领先的OEM 和一级供应商；公司拥有软硬结合的全栈技术体系，能够提供从底层芯片设计到上层算法应用的一站式智能驾驶解决方案，向客户和生态伙伴开放技术平台，提升开发效率；公司注重研发创新，研发投入力度大，近年来实现了营收和毛利的快速增长。我们预计公司2025-2027年营收36.0/52.6/76.5亿元，按照2025年5月16日收盘价7.41港元，对应2025-2027年PS 分别为25.0/17.1/11.8倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：智驾技术落地不及预期、商业化不及预期、供应链风险等。

表15:地平线机器人盈利预测与财务指标

单位/百万人民币	2024A	2025E	2026E	2027E
营业收入	2,384	3,603	5,264	7,645
增长率(%)	53.6	51.2	46.1	45.2
归母净利润	2,347	-1,356	-581	765
增长率(%)	134.8	-157.8	57.1	231.7
EPS	0.18	-0.10	-0.04	0.06
P/E	39	—	/	119
P/S	37.8	25.0	17.1	11.8

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测；（注：股价为2025年5月16日收盘价，汇率1HKD=0.92RMB）



黑芝麻智能：国产智驾SoC 芯片龙头引领智能驾驶核心科技

国产智驾SoC 芯片龙头，中国自动驾驶芯片第一股。公司成立于2016年7月，是一家车规级计算SoC 及基于SoC 的智能汽车解决方案供应商，旨在用芯片推动出行未来。公司提供全面覆盖 L2-L4 级自动驾驶以及跨域计算平台解决方案，满足客户不同智能化产品需求。公司客户基础持续扩大，从2021年的45家客户增长到2023年的85家客户。作为Tier2芯片供应商，公司与多家国内外知名汽车 OEM 以及供应商建立了稳定的合作关系，包括一汽集团、东风集团、江汽集团等国内汽车巨头，以及百度、博世、采埃孚等国际知名企业。弗若斯特沙利文数据显示，按2023年车规级高算力SoC 的出货量计算，公司是全球第三大供应商，仅次于英伟达和地平线。公司于2024年8月8日在港交所正式上市，发行价为28港元，募集总额达到10.36亿港元，成为中国自动驾驶芯片第一股。

智能产品持续迭代，华山+武当双核强劲驱动。公司拥有自主创新的核心 IP 技术和灵活开放的商业模式，有助于构建企业技术壁垒、实现产品差异化。公司的两大自主研发的核心 IP 为 NeuralIQ ISP(车规级图像处理核心 ISP)和 DynamAI NN 引擎(车规级低功耗神经网络加速器 NPU)。公司具有华山系列和武当系列两款车规级SoC。华山系列高算力SoC 专为自动驾驶设计，包括华山A1000、A1000L、A1000 Pro等，其中A1000 Pro在INT8精度下提供的算力在中国同业中属最高。华山A1000 已成功量产，搭载领克08EM-P、合创V09、东风奕派eπ007、领克07EM-P、东风奕派eπ008等多款热门车型。而正在开发中的华山A2000 预计将提供超过250 TOPS 的算力，满足L3及以上级别自动驾驶的需求。武当系列跨域SoC 则以高度集成化的设计理念，实现了座舱、智能驾驶、车身控制及网关等多域合一的跨界融合，其中武当C1200 是行业内首个集成自动驾驶、智能座舱、车身控制及其他计算域的产品，提升了智能汽车的人机交互体验、实现了行泊一体的智能化驾驶。

战略合作武汉大学“天问”人形机器人，芯片技术赋能具身智能产业化落地。2025年3月，公司与武汉大学刘胜院士团队达成战略合作，以“天问”人形机器人为载体，通过自研华山A2000 芯片(“大脑”)与武当C1236 芯片(“小脑”)实现关键技术突破。A2000 芯片凭借异构计算架构及每秒数万亿次算力，支撑多模态环境感知与复杂决策，C1236 芯片通过硬件隔离技术将系统时延降低，保障运动控制精度达毫米级。此次合作推动“天问”在动态避障、灵巧抓取等场景性能跃升，并加速量产进程，预计单台芯片方案价值量将提升。该合作标志着公司从车规芯片向机器人终端延伸，有望打开千亿级人形机器人市场空间，强化“智能驾驶+机器人”双轮驱动逻辑。

分业务收入预测：

1) 自动驾驶产品及解决方案业务：受益于新客户、新车型的开拓，公司芯片出货量有望快速提升。预计2025-2027年自动驾驶产品及解决方案业务营收增速为100.0%/70.0%/55.0%。随着规模效应显现，预计2025-2027年自动驾驶产品及解决方案业务毛利率为45.0%/45.5%/46.0%。

2) 智能影像解决方案业务：预计收入和毛利率整体水平为维持稳定，预计2025-2027年智能影像解决方案业务营收增速为10.0%/5.0%/4.0%。随着出货量增加，预计毛利率将逐步提升，预计2025-2027 年智能影像解决方案毛利率为

86.0%/85.5%/86.0%。

表16: 黑芝麻智能分业务收入预测(百万元)

		2023A	2024A	2025E	2026E	2027E
合计	营收	312.39	474.25	915.84	1,530.97	2,351.63
	YOY	88.82%	51.81%	93.11%	67.17%	53.60%
	毛利	77.14	194.79	437.26	854.82	1,537.71
	毛利率	24.69%	41.06%	47.74%	55.84%	65.39%
自动驾驶产品及解决方案	营收	276.32	437.96	875.91	1,489.05	2,308.03
	YOY	94.20%	58.50%	100.00%	70.00%	55.00%
决方案	毛利	59.05	163.80	402.92	818.98	1,500.22
	毛利率	21.37%	37.40%	46.00%	55.00%	65.00%
智能影像解决方案	营收	36.07	36.30	39.93	41.92	43.60
	YOY	55.76%	0.62%	10.00%	5.00%	4.00%
	毛利	18.09	31.00	34.34	35.84	37.49
	毛利率	50.15%	85.40%	86.00%	85.50%	86.00%

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测

投资建议: 公司是国产智驾SoC 芯片龙头，是中国自驾芯片第一股，公司与多家国内外知名汽车OEM 以及供应商建立了稳定的合作关系；公司拥有自主创新的核心 IP 技术、华山系列和武当系列两款车规级 Soc、以及山海开发工具链和瀚海-ADSP中间件，为客户提供从底层芯片设计到上层应用开发的全方位支持，帮助客户快速实现产品从概念到市场的转变；公司注重研发创新、研发投入强度大，近年来实现了营收和毛利的快速增长。我们预计公司2025-2027年营收9.2/15.3/23.5 亿元，按照2025年5月16日收盘价18.68港元，对应 PS 分别为11.9/7.1/4.6 倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示: 市场需求不及预期、国内智驾产业进展不及预期、技术迭代与创新风险、行业竞争加剧、供应链风险等。

表17: 黑芝麻智能盈利预测与财务指标

单位/百万人民币	2024A	2025E	2026E	2027E
营业收入	474	916	1,531	2,352
增长率(%)	51.8	93.1	67.2	53.6
归母净利润	313	-1,046	-726	74
增长率(%)	106.5	-433.8	30.5	110.2
EPS	0.50	-1.66	-1.15	0.12
P/E	35	/	/	147
P/S	22.9	11.9	7.1	4.6

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为2025年5月16日收盘价, 汇率1HKD=0.92RMB)

知行科技：智驾域控国产替代先锋高阶方案加速渗透

全栈自研技术筑基，国产智驾域控领军者。作为国内领先的自动驾驶前装系统解决方案提供商，知行科技聚焦智能驾驶域控制器及全栈算法研发，形成"行泊一体+舱驾融合+高阶城市NOA"产品矩阵。公司深度绑定吉利、长城、奇瑞等头部自主品牌，2024年实现营收12.5亿元，同比增长2.6%。2024年，公司自动驾驶域控制器销售量同比增长47.4%，截至2024年底公司全栈自研自动驾驶产品系列共完成32个车型订单，并完成22个车型量产交付。公司核心优势在于软硬协同能力，依托自研BEV 算法架构与国产芯片适配经验，实现域控制器开发周期较同行缩短30%。

战略绑定头部车企，全球化布局提速。公司构建"1+3+N"客户体系，2024年度核心客户吉利(极氪/领克/银河系列)贡献超80%收入，2024年新增吉利汽车、极星、奇瑞汽车、东风汽车等知名主机厂客户及多个造车新势力35个新定点。公司全球化战略成效显著,已获得欧洲某豪华高性能电动汽车品牌车型定点，为其提供自动驾驶域控制器产品。在东南亚市场，与马来西亚 Delloyd 建立战略合作，推进 ADAS 产品本地化生产。北美市场方面，公司正积极拓展墨西哥制造基地建设，规划服务北美及拉美客户。

全域产品矩阵进阶，技术延伸机器人领域。目前形成三大产品线协同进化。1) iDC 系列域控制器(收入占比82%):覆盖L2-L4 全场景。2024年推出iDC Mid平台，基于TI TDA4VM处理器开发中算力域控平台，加速15-25万元车型渗透。2) IFP 智能前视相机(收入占比15%):集成8MP 视觉感知系统，适配吉利、奇瑞、东风等品牌车型，实现行泊一体功能。3) 全栈算法软件(收入占比3%):BEV 感知模型升级至第四代，支持车企定制开发需求。技术复用延伸至机器人领域，成立机器人事业部，将环境感知、多模态决策算法模块应用于具身智能产品，构建"智驾+机器人"双生态。

分业务收入预测：

1) 自动驾驶解决方案及产品业务：受益于主机厂定点项目的增加，公司市场份额有望持续提升。预计2025-2027年自动驾驶解决方案及产品业务营收增速为90.0%/35.0%/30.0%。随着规模效应显现，预计2025-2027年自动驾驶解决方案及产品业务毛利率为8.0%/11.0%/13.0%。

2) 自动驾驶相关研发服务业务：受益于主机厂自动驾驶相关研发需求的增加，公司研发需求有望持续增长。预计2025-2027年自动驾驶相关研发服务业务营收增速为20.0%/19.0%/18.0%。预计毛利率基本维持稳定，预计2025-2027年自动驾驶相关研发服务业务毛利率为25.0%/25.5%/26.0%。

表18:知行科技分业务收入预测(百万元)

		2023A	2024A	2025E	2026E	2027E
合计	营收	1, 216. 29	1, 247. 72	2, 326. 68	3, 118. 25	4, 045. 35
	YOY	-8. 27%	2. 58%	86. 47%	34. 02%	29. 73%
	毛利	120. 95	90. 83	195. 39	350. 63	533. 86
	毛利率	9. 94%	7. 28%	8. 40%	11. 24%	13. 20%

自动驾驶解决方案及产品	营收	1130.44	1192.58	2265.90	3058.97	3976.66
	YOY	-9.78%	5.50%	90.00%	35.00%	30.00%
	毛利	93.10	78.83	181.27	336.49	516.97
	毛利率	8.24%	6.61%	8.00%	11.00%	13.00%
自动驾驶相关研发服务	营收	63.11	41.66	49.99	49.58	58.99
	YOY	66.25%	-33.99%	20.00%	19.00%	18.00%
	毛利	26.59	9.89	12.50	12.64	15.34
	毛利率	42.13%	23.74%	25.00%	25.50%	26.00%
销售PCBA产品	营收	22.74	13.48	10.78	9.71	9.71
	YOY	-34.99%	-40.72%	-20.00%	-10.00%	0.00%
	毛利	1.27	2.11	1.62	1.50	1.55
	毛利率	5.57%	15.65%	15.00%	15.50%	16.00%

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测

投资建议：公司作为国产智驾域控领域领军者，深度绑定吉利、长城等头部自主品牌，并加速拓展全球化客户网络，形成稳固市场基本盘；依托全栈自研技术体系，打造“行泊一体+舱驾融合+高阶城市NOA”全域产品矩阵，基于BEV 算法架构与国产芯片深度适配能力实现开发效率显著领先；全域产品矩阵持续进阶，技术复用延伸至具身智能机器人领域，构建“智驾+机器人”双生态增长极。我们预计公司2025-2027年营收23.3/31.2/40.5亿元，按照2025年5月16日收盘价15.52港元，对应PS 分别为1.5/1.1/0.9倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：智能驾驶法规落地存在不确定性，高性能计算芯片采购周期存在波动风险，行业竞争加剧等。

表19:知行科技盈利预测与财务指标

单位/百万人民币	2024A	2025E	2026E	2027E
营业收入	1,248	2,327	3,118	4,045
增长率(%)	2.6	86.5	34.0	29.7
归母净利润	-288	-178	-92	61
增长率(%)	-47.8	38.2	48.2	166.1
EPS	-1.19	-0.74	-0.38	0.25
P/E	/	/	/	57
P/S	2.8	1.5	1.1	0.9

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测；（注：股价为2025年5月16日收盘价，汇率1HKD=0.92RMB）

富临精工：锂电材料+智能电控双轮驱动技术突破打开成长空间

新能源驱动战略转型，锂电正极与车载电控双主业协同发展。公司深耕汽车精密零部件领域，形成磷酸铁锂正极材料与智能电控系统双主业格局。锂电材料业务聚焦高压实磷酸铁锂技术路线，2024年正极材料出货量达12.6万吨；智能电控业务涵盖车载减速器、电子水泵等产品，配套比亚迪、华为问界等头部车企。通过战略聚焦新能源赛道，公司完成从传统燃油车零部件向智能电控、锂电正极材料的业务转型。2024年营收84.7亿元，同比+47.0%，归母净利润4.0亿元，同比扭亏。依托电驱动系统先发优势，公司加速向线控悬架、底盘域控制器等高价值量领域延伸。

技术优势凸显，创新研发+一体化布局构建护城河。在锂电材料领域，公司突破行业三大技术瓶颈：1)自主研发三代铁锂材料技术，量产产品压实密度达2.6g/cm³，较行业平均(2.4g/cm³)提升8%；2)建成铁锂-锂矿-锂盐一体化产业链，参股江西升华布局年产5万吨锂盐项目，投产后可实现碳酸锂自供率40%+；3)开发草酸亚铁工艺，虽工艺成本较高(比传统工艺高2000元/吨)，但无需大规模产线改造，可快速响应市场需求。智能电控业务同步突破。车载电驱动减速器产线年产能已形成50万台，同步已经与知名头部客户签订电驱动三合一动力总成制造协议；电子水泵2018研发成功，2019年获取了吉利项目定点，2020年电子水泵量产；国内首个深度集成前驱三合一电驱动系统定点项目。

客户结构持续优化，新能源赛道绑定核心客户。动力电池方面，与宁德时代、比亚迪、蜂巢能源等头部企业达成合作。在整车上，配套比亚迪DM-i混动全系车型及纯电平台e3.0部分车型，华为问界M9减速器供应商，新增理想、蔚来等新势力定点。在储能市场上，深度合作华为数字能源，2023年储能铁锂出货量突破1万吨。

切入人形机器人领域，构建“电关节模组+减速器”双轮驱动体系。公司依托汽车精密制造技术积淀，实现减速器技术复用。富临精工自2024年起加速切入人形机器人赛道，2024年10月，公司与智元机器人、巨星新材料等签署《人形机器人应用项目合作框架协议》，成立合资公司(持股20%)，重点开发谐波减速器、行星减速器集成电关节模组，适配人形机器人灵巧手及腰部关节。2025年2月，进一步深化合作，联合宁德时代设立注册资本1000万元的合资公司，投资1.1亿元在绵阳建设机器人智能电关节模组研发及生产基地，规划年产10万套产能，重点覆盖人形机器人、机器狗等场景。

分业务收入预测：

1) 锂电池正极材料业务：受益于新能源终端消费市场转暖，锂电产业链排产、开工率逐步回升，带动磷酸铁锂市场回温，公司磷酸铁锂正极材料产能利用率持续提升。预计2025-2027年锂电池正极材料业务营收增速为90.0%/40.0%/37.0%。随着规模效应逐步释放，预计2025-2027年锂电池正极材料业务毛利率为11.5%/14.0%/14.5%。

2) 汽车零部件业务：受益于公司积极把握混动汽车高速增长的机会，布局主流新势力和智能汽车解决商等项目定点，公司汽车零部件业务有望持续增长。预计2025-2027年汽车零部件业务营收增速为25.0%/23.0%/22.0%，2025-2027年

汽车零部件业务毛利率为24.5%/24.0%/24.0%。

表20: 富临精工分业务收入预测(百万元)

		2023A	2024A	2025E	2026E	2027E
合计	营收	5,761.27	8,470.24	13,726.76	18,443.73	24,428.19
	YOY	-21.58%	47.02%	62.06%	34.36%	32.45%
	毛利	314.39	1,049.21	2,170.25	3,141.94	4,190.92
	毛利率	5.46%	12.39%	15.81%	17.04%	17.16%
锂电池正极材料	营收	2,807.81	4,829.16	9,175.41	12,845.57	17,598.43
	YOY	-42.44%	71.99%	90.00%	40.00%	37.00%
	毛利	-473.60	187.81	1,055.17	1,798.38	2,551.77
	毛利率	-16.87%	3.89%	11.50%	14.00%	14.50%
汽车零部件及配件制造	营收	2,953.45	3,641.08	4,551.36	5,598.17	6,829.76
	YOY	19.63%	23.28%	25.00%	23.00%	22.00%
	毛利	787.99	861.40	1,115.08	1,343.56	1,639.14
	毛利率	26.68%	23.66%	24.50%	24.00%	24.00%

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测

投资建议：公司成功实现新能源驱动战略转型，形成锂电正极材料与智能电控系统双轮驱动格局。凭借自主研发突破锂电材料高压实密度、一体化产业链整合及智能电控系统创新等核心技术，构建起从材料工艺到电驱动系统的全链条技术壁垒，显著提升产品竞争力与成本优势。我们预计公司2025-2027 年营收137.3/184.4/244.3亿元，按照2025年5月16日收盘价19.61元，对应PE分别为25/16/12倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：新能源汽车销量不及预期，锂价波动超预期，固态电池产业化与电控系统技术迭代下技术压力增加，行业竞争加剧等。

表21: 富临精工盈利预测与财务指标

项目/年度	2024A	2025E	2026E	2027E
营业收入(百万元)	8,470	13,727	18,444	24,428
增长率(%)	47.0	62.1	34.4	32.4
归属母公司股东净利润(百万元)	397	963	1,500	2,055
增长率(%)	173.1	142.8	55.7	37.0
每股收益(元)	0.32	0.79	1.23	1.68
PE	60	25	16	12
PB	5.7	4.7	3.8	3.0

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测；(注：股价为2025年5月16日收盘价)

隆盛科技：EGR 龙头地位稳固新能源第二曲线加速成长

深耕 EGR 核心赛道新能源业务蓄势突破。公司专注发动机节能减排领域二十余年，主营 EGR（废气再循环）系统、新能源驱动电机铁芯及天然气喷射系统三大业务板块。2024年实现营收23.97亿元，同比增加31.21%；归母净利润2.3亿元，同比增加54.43%，新能源业务营收占比提升至43.15%。作为国内 EGR 领域绝对龙头（商用车市占率超60%），公司凭借技术积淀加速布局新能源赛道，形成“传统业务稳增长+新兴业务高弹性”的双驱动格局。

技术平台化延伸打造三大增长引擎。首先是 EGR 系统，构建“阀体+冷却器+电控”全栈自研能力，开发出适用于混动系统的智能 EGR 模块，成功切入吉利、广汽等混动乘用车供应链。2024年公司 EGR 营收7.29亿，同比增长30%。第二，电机铁芯方面突破高精度冲压工艺，进入特斯拉供应链；与金坤新材料合作开发纳米晶软磁材料，布局800V 电驱系统，产能持续扩张。第三，针对天然气喷射系统，推出集成式燃气计量阀，实现压力控制精度行业领先水平。公司实施的重卡天然气喷射系统项目凭借与博世的深度战略合作，出货量市占率保持稳定。

覆盖行业核心客户头部生态圈扩容。1) EGR 系统业务板块：在乘用车 EGR 市场，公司客户网络已涵盖比亚迪、奇瑞汽车、吉利汽车等国内主流头部企业；在重卡 EGR 市场，公司本年度取得突破性进展，配套潍柴动力的天然气 EGR 阀实现量产，一汽解放等头部客户完成路试验。2) 新能源领域：驱动电机铁芯打入联合电子、比亚迪、蔚来供应链，半总成业务已获得金康动力、博世等多个项目定点，预计于2025年下半年陆续开始供货。3) 航空航天制造：公司控股子公司微研中佳聚焦航空航天及低空无人机精密零部件领域。2024年，公司与银河航天（北京）达成战略合作，为卫星能源模块、控制模块提供精密零部件，并已实现稳定批量交付。

人形机器人产业链深度布局，发展第二成长曲线。公司在人形机器人领域加速技术突破与产业链整合，2025年3月完成对无锡蔚瀚智能科技有限公司的控股并购，后者作为精密谐波减速器及驱动电机部件核心供应商，补全公司关键执行器技术版图。同时，基于江南大学产学研合作及无锡市产研院资源赋能，自主研发的灵巧手实现抓取定位精度 $\leq 0.1\text{mm}$ 、搬运承载力 $>20\text{kg}$ 目前，公司已形成“灵巧手+谐波减速器+驱动电机”三大核心产品矩阵。

分业务收入预测：

1) EGR 阀业务：受益于国内插混新能源汽车的快速增长，EGR 产品在混动项目的应用也快速放量，带动公司 EGR 阀业务增长。预计2025-2027年 EGR 阀业务营收增速为42.0%/35.0%/30.0%。随着规模效应提升，预计2025-2027年 EGR 阀业务毛利率为25.3%/25.5%/25.5%。

2) 冲压件产品业务：受益于多客户核心项目开拓，以及新领域、新市场拓展，公司冲压件产品业务持续增长。预计2025-2027年冲压件产品业务营收增速为15.0%/12.0%/10.0%。随着规模效应提升，预计2025-2027年冲压件产品业务毛利率为22.0%/23.8%/23.8%。

3) 新能源产品业务：受益于新能源汽车市场快速增长，以及双电机混动、增程车型带动，驱动电机需求量和驱动电机铁芯需求量持续增加。预计2025-2027年新

能源产品业务营收增速为40.0%/30.0%/25.0%。随着规模效应提升，预计2025-2027年新能源产品业务毛利率为14.5%/15.0%/15.2%。

表22:隆盛科技分业务收入预测		(百万元)				
		2023A	2024A	2025E	2026E	2027E
合计	营收	1,827.02	2,397.33	3,216.75	4,109.16	5,090.75
	YOY	59.11%	31.21%	34.18%	27.74%	23.89%
	毛利	290.14	372.94	594.71	787.47	985.19
	毛利率	15.88%	15.56%	18.49%	19.16%	19.35%
EGR阀	营收	561.67	729.48	1,035.87	1,398.42	1,817.95
	YOY	97.33%	29.88%	42.00%	35.00%	30.00%
	毛利	134.03	154.11	262.07	356.60	463.58
	毛利率	23.86%	21.13%	25.30%	25.50%	25.50%
冲压件产品	营收	293.92	420.88	484.01	542.09	596.30
	YOY	-12.98%	43.20%	15.00%	12.00%	10.00%
	毛利	53.87	78.11	106.48	129.02	141.92
	毛利率	18.33%	18.56%	22.00%	23.80%	23.80%
新能源产品	营收	800.64	1,034.47	1,448.26	1,882.74	2,353.42
	YOY	92.74%	29.21%	40.00%	30.00%	25.00%
	毛利	96.13	135.04	210.00	282.41	357.72
	毛利率	12.01%	13.05%	14.50%	15.00%	15.20%

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测

投资建议：公司深耕发动机节能减排领域二十余年，EGR 龙头地位稳固，商用车领域市占率超60%，构筑深厚技术护城河；依托平台化技术延伸，成功打造EGR系统、新能源驱动电机铁芯、天然气喷射系统三大增长引擎，形成“传统业务+新能源业务+国际化布局”的三维驱动格局。我们预计公司2025-2027年营收32.2/41.1/50.9亿元，按照2025年5月16日收盘价45.20元，对应PE 分别为35/25/19倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：商用车复苏不及预期，原材料价格波动，海外工厂产能利用率风险，行业竞争加剧等。

表23:隆盛科技盈利预测与财务指标				
项目/年度	2024A	2025E	2026E	2027E
营业收入(百万元)	2,397	3,217	4,109	5,091
增长率(%)	31.2	34.2	27.7	23.9
归属母公司股东净利润(百万元)	224	291	413	547
增长率(%)	52.8	29.7	42.0	32.4
每股收益(元)	0.97	1.26	1.79	2.37
PE	47	36	25	19
PB	5.4	5.0	4.2	3.6

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测；（注：股价为2025年5月16日收盘价）

均胜电子：平台型汽车电子龙头全球化布局优势凸显

平台型智能汽车供应商双智战略驱动成长。成立于2004年，作为是全球领先的汽车零部件供应商，公司主营业务为汽车安全系统和汽车电子系统，深度布局智能驾驶与智能座舱核心赛道，形成“智能驾驶+智能座舱+新能源管理+汽车安全”四大业务矩阵。2024年实现营收558.64亿元，其中汽车安全业务营收386.17亿元，占比达到69%，智能化与全球化协同效应持续释放。

客户结构优质全球化布局突出。截至2024年9月30日，均胜电子在全球设有19个研发中心和超过50个生产基地，覆盖亚洲、欧洲和北美等主要汽车市场，核心客户包括大众、宝马、奔驰、特斯拉等跨国车企，以及蔚来、理想、小鹏等造车新势力。墨西哥与匈牙利基地2024年投产，可满足北美与欧洲车企本地化采购需求。通过将中国创新技术反向输出至国际车企，2024年海外业务毛利率提升1.1pct。

产能全球布局剑指Global Tier1。国内方面，合肥基地于2024年6月投产，聚焦智能座舱与汽车安全产品，年产能方向盘400万件、安全气囊1,000万件，配套比亚迪、奇瑞等自主品牌订单。海外方面，2022年公司收购Querétaro 汽车电子工厂后改造为新能源智能座舱基地，2023年获大众SSP平台90亿元订单，墨西哥产能占全球汽车安全系统总产能35%；匈牙利工厂作为欧洲新能源汽车核心配套基地，2019年经过扩容后可年产2000万套汽车安全气囊。

“汽车+机器人 Tier1”双轨战略机器人业务加速放量。公司依托汽车智能化技术积淀，重点攻关机器人“大脑”（智能交互决策系统）与“小脑”（智能运动控制系统），并加速推进机器人能源管理模块、传感器套件、高性能材料等核心零部件研发，2025年2月，其自主研发的嗅觉传感器（检测精度达ppb级，识别8种单一气体的准确率达99%）发布。2025年4月，公司与智元机器人达成战略合作，围绕“大小脑”域控制器、定制化零部件开发及工业场景数据闭环构建深度协同，计划打造全球最大真实工业场景数据空间，加速机器人智能化迭代。未来公司有望在万亿级人形机器人赛道占据核心卡位，打开第二增长曲线。

分业务收入预测：

1) 汽车安全系统业务：受益于各国法规及碰撞测试评级对汽车安全标准的要求提升、以及消费者日益重视汽车安全，汽车安全类产品的装配率和单车价值预计将进一步提升，市场规模有望进一步扩大。2024年，公司汽车安全业务新获定点项目的全生命周期金额约574亿元，规模创历史新高，中国、亚太、欧洲区业务超出预期，市场地位持续增长，新获定点项目为业绩增长提供强劲支撑。预计2025-2027年汽车安全系统业务营收增速为5.0%/4.5%/4.0%。2024年全球汽车销量增速下滑对公司2024年收入增速有一定拖累，随着公司降本增效措施成效逐步显现，预计2025-2027年汽车安全系统业务毛利率为15.0%/15.1%/15.1%。

2) 汽车电子系统业务：受益全球汽车行业智能电动化变革带来的细分领域需求快速增长，公司汽车电子业务收入有望持续增长。预计2025-2027年汽车电子系统业务营收增速为20.0%/17.0%/13.0%。2024年收入下滑主要受到座舱人机交互产品及新能源管理产品影响，随着出货量增加，预计毛利率将逐步提升，预计2025-2027年汽车电子系统业务毛利率为20.0%/20.3%/20.5%。

表24:均胜电子 分业务收入预测 (百万元)		2023A	2024A	2025E	2026E	2027E
合计	营收	55,728.48	55,863.58	61,373.30	66,856.18	71,816.48
	YOY	11.92%	0.24%	9.86%	8.93%	7.42%
	毛利	8,409.26	9,063.73	10,102.19	11,178.65	12,115.00
	毛利率	15.09%	16.22%	16.46%	16.72%	16.87%
汽车安全系统	营收	38,528.17	38,616.88	40,547.72	42,372.37	44,067.26
	YOY	12.00%	0.23%	5.00%	4.50%	4.00%
	毛利	4,919.64	5,720.97	6,082.16	6,398.23	6,654.16
	毛利率	12.77%	14.81%	15.00%	15.10%	15.10%
汽车电子系统	营收	16,788.55	16,599.01	19,918.81	23,305.01	26,334.66
	YOY	11.21%	-1.13%	20.00%	17.00%	13.00%
	毛利	3,467.57	3,270.89	3,983.76	4,730.92	5,398.61
	毛利率	20.65%	19.71%	20.00%	20.30%	20.50%
其他	营收	411.76	647.69	906.77	1,178.80	1,414.56
	YOY	38.78%	57.30%	40.00%	30.00%	20.00%
	毛利	22.05	71.88	36.27	49.51	62.24
	毛利率	5.35%	3.76%	4.00%	4.20%	4.40%

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测

投资建议：公司作为平台型智能汽车电子龙头，依托"双智战略“驱动四大业务协同发展，客户结构优质且全球化布局优势显著，有望在智能化与电动化浪潮中实现营收和盈利能力的持续增长。我们预计公司2025-2027年营收613.7/668.6/718.2亿元，按照2025年5月16日收盘价18.59元，对应PE 分别为18/15/13倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：智能驾驶技术迭代不及预期，海外工厂爬坡进度延，汇率波动超预期等。

表25:均胜电子盈利预测与财务指标

项目/年度	2024A	2025E	2026E	2027E
营业收入(百万元)	55,864	61,373	66,856	71,816
增长率(%)	0.2	9.9	8.9	7.4
归属母公司股东净利润(百万元)	960	1,425	1,767	2,006
增长率(%)	-11.3	48.3	24.1	13.5
每股收益(元)	0.68	1.01	1.25	1.42
PE	27	18	15	13
PB	1.9	1.8	1.7	1.5

资料来源：Wind, 民生证券研究院预测；（注：股价为2025年5月16日收盘价）