下载日志已记录，仅供内部参考

证券研究报告|行业深度报告
机器人
行业评级 强于大市（维持评级）
2026年8月11日

华福证券 HUAFU SECURITIES CO.,LTD.

量产进程加速，机器人产业投资逻辑从“技术收敛”走向“量产和订单”

——机器人行业深度报告

证券分析师：
孟鹏飞 执业证书编号：S0210526040001
欧阳蕤 执业证书编号：S0210526050001

下载日志已记录，仅供个人学习

投资要点

机器人行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性。2026年至今（截止7.24）人形机器人核心公司指数下跌29%，跑输科创50和沪深300。我们判断，板块持续下跌核心原因为：1）前期涨幅过大，2025年机器人核心公司指数全年涨幅超过64%。2）特斯拉Optimus三代发布时间推迟：V3 预期发布推迟，量产推迟至下半年。3）资金风格切换：AI硬件、半导体及上游等资金虹吸效应，汽车零部件行业增速下滑，多数机器人公司主业为汽零产品，业绩受行业影响较大，机构大规模减持机器人。

从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台。特斯拉人形机器人战略已从“路线图”全面进入“施工图”阶段：弗里蒙特工厂开始改造为Optimus专属产线，年产能达100万台。德州超级工厂同步搭建第二代生产线（1千万台）。AI层面，特斯拉已完成AI5芯片流片；FSD正式入华开启本土化路测。马斯克已构建起涵盖FSD算法、Cortex超算集群、AI5/AI6自研芯片、XAI Grok大模型的完整AI体系，叠加可复用的汽车供应链模式，**芯片、算法、产线三重拐点叠加，特斯拉人形机器人量产已进入倒计时阶段，我们预计2026年全年特斯拉机器人出货量目标有望突破万台，2027年全年量产量级有望达到10万台以上。**

Tesla机器人硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛。特斯拉采用“核心自研、外采硬件”模式，硬件方案已收敛。根据2026年4月公开的灵巧手专利判断，掣肘机器人的最核心问题的灵巧手方案基本冻结；同时，丝杠、减速器等核心部件技术路线明确，PPA和RFQ有望在量产前密集下达，供应链加速向具备大规模制造与降本能力的国产厂商倾斜。**我们认为，具备全球化产能布局和海外运营能力、经历特斯拉车规级供应链验证和匹配能力、具备快速拉产能和降本能力的公司能够最终脱颖而出，其中，**无需重资产投入，无需PPA的环节最优。

国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系。7月2日，证监会正式批复同意宇树科技科创板IPO注册，拟募资42.02亿元，其上市后有望带动国内机器人产业链估值重塑。此外，进入2026年，国内机器人产业催化密集，除资本化加快外，应用端的落地也有望在今年加速。**国产机器人正从“技术概念”正式迈向“生产力工具”，我们认为具备核心技术和场景落地能力的公司有望率先受益，优先看本体公司、具身智能“大脑”、数采以及包括减速器、电机在内的核心零部件公司。**

投资建议：建议关注

特斯拉机器人：模塑科技、蓝思科技、星宇股份、科达利、恒立液压、震裕科技、五洲新春、拓普集团、三花智控、峰岹科技、万向钱潮；

国内机器人：上纬新材、锋龙股份、奥比中光、中大力德、步科股份、绿的谐波、雷赛智能

风险提示：宏观经济波动风险、人形机器人产业化不及预期风险、产业政策不及预期风险

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

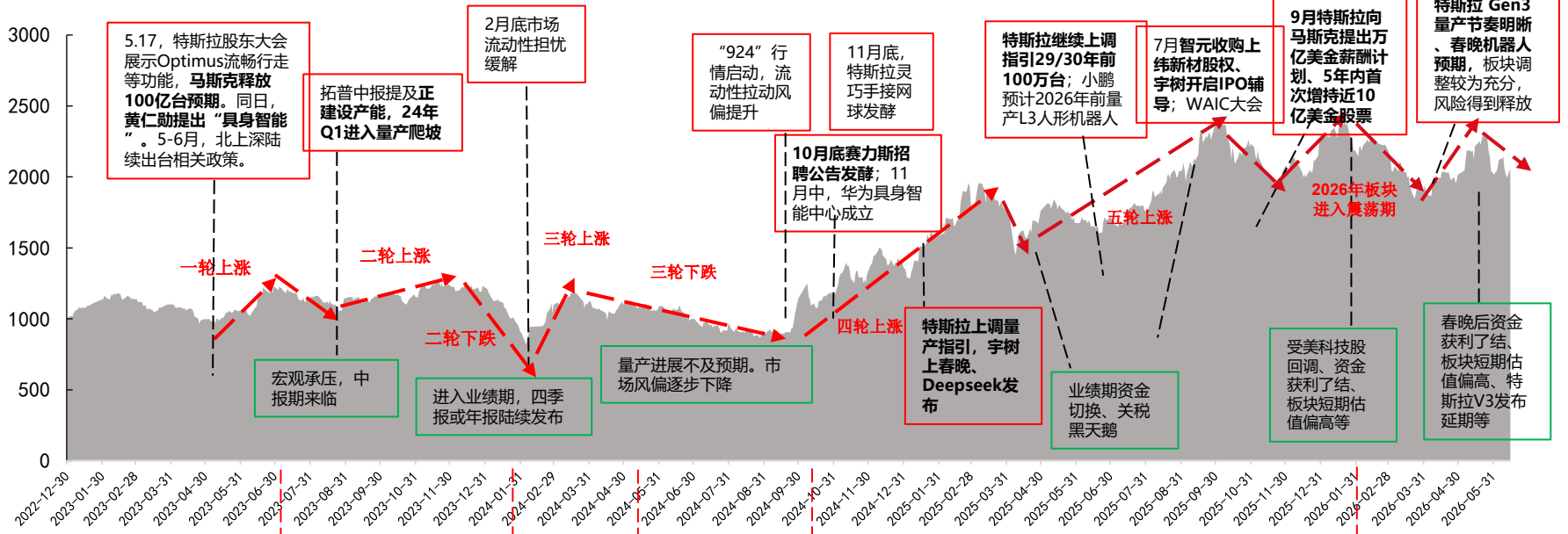
- 行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性
- 从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台
- Tesla硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛
- 国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系
- 投资建议
- 风险提示

1、人形机器人行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性

下载日志日记录，仅供内部参考

华福证券 HUAFU SECURITIES CO.,LTD.

➢ **人形机器人从概念走向量产阶段，板块行情始终围绕特斯拉为主的产业进展、技术确定性、技术壁垒和价值量演绎。**



主题概念期：
ChatGPT引发AI叙事、工信部“机器人+”政策(1.19) 特斯拉Optimus视频(5月)三重催化，核心定价锚是“想象力”而非订单与定型。

概念退潮期：
特斯拉量产预期推迟至2025年(1.24财报会)、叠加流动性问题，前期靠想象力抬升的估值开始向现实回归。

技术迭代验证期：
Figure AI获6.75亿美元融资、英伟达GTC发布人形机器人基础，围绕"AI能力可迁移到机器人本体"的技术跃迁定价。

估值消化期：
马斯克给出2025年千台指引；市场开始按更细的节奏区分"有技术验证"与"离定型放量还有多远"，对定型节奏和盈利现实的重新折价。

技术定型+供应链确定性阶段

量产落地阶段：
特斯拉 Optimus 定型在即，开始关注份额、订单、交付、毛利率；有真实订单与交付的公司具备较强韧性。

图表： 2022年底以来机器人指数走势图

数据来源：证券时报、36氪、财联社、Wind、中国城市报、机器人大讲堂、央广网、深圳新闻网、量子位、东方财富网、NE时代、新华网、IT之家、虎嗅、青岛财经日报、人民号、国际金融报、澎湃新闻、华尔街见闻、21经济网、工信部、第一财经、上海证券报、华福证券研究所（机器人指数是选取行业核心机器人公司股价走势加权平均后得到）

下载日志已记录，仅供内部参考

1、特斯拉机器人V3发布推迟，2026年至今机器人核心指数跑输大盘

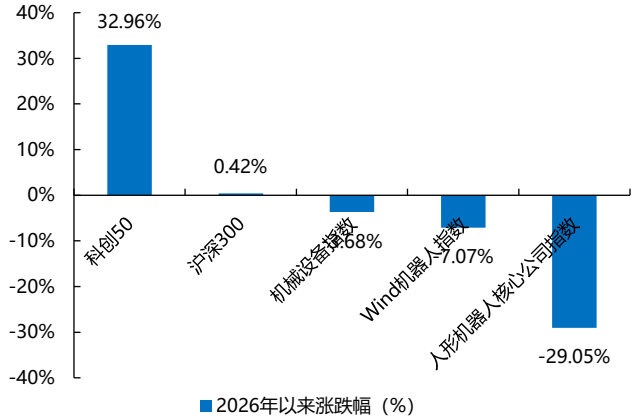
- **2026年至今（2026.1.5至2026.7.24）人形机器人核心公司指数下跌29%，远远跑输科创50（>30%）和沪深300。**其中，近一个月内，核心公司指数和Wind机器人指数均大幅跑输科创50指数和沪深300指数。
- **人形机器人板块持续下跌核心原因为：**

① 前期板块涨幅过大，2025年机器人核心公司指数全年涨幅超过64%。

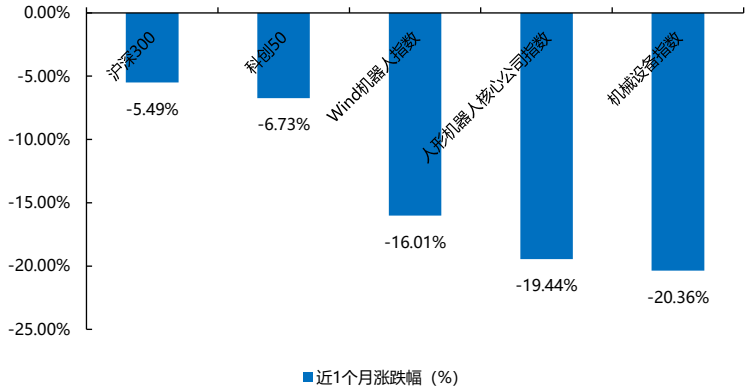
② 特斯拉Optimus三代发布时间推迟：V3 预期发布从 Q1持续推迟，此前马斯克对当前版本机器人表现并不满意，Optimus的灵巧手等问题仍未完全解决。弗雷蒙德工厂机器人产线和德州工厂正在建设阶段，量产推迟至下半年。

③ 资金风格切换：AI硬件、半导体及上游等行业资金虹吸效应，汽车零部件行业增速下滑，多数机器人公司主业为汽零产品，业绩受行业影响较大，机构大规模减持估值较高的机器人。

图表： 2026.1.5至2026.7.24期间人形机器人指数下跌29%



图表：近一个月人形机器人指数下跌19.44%（2026.6.24-2026.7.24）



数据来源：Wind、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

- 行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性
- **从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台**
- Tesla硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛
- 国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系
- 投资建议
- 风险提示

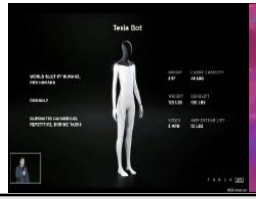
下载日志已记录，仅供内部参考

2.1从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台

华福证券 HUAFU SECURITIES CO.,LTD.

特斯拉人形机器人进展追踪

时间	2021.08	2022.10	2023.03	2023.05	2023.09	2023.12	2024.01
事件	特斯拉AI Day发布通用机器人计划	特斯拉机器人**Optimus原型机**首次公开亮相。	投资者日活动发布Optimus最新视频	股东大会上发布机器人视频	特斯拉发布Optimus最新视频	发布**Optimus-Gen2**	发布机器人叠衣服视频
变化	**提出人形机器人概念机** Tesla Bot	**公布了初步方案，**首次在人形机器人中采用**线性执行器**	Optimus机器人可以制造机器人	基于AI模仿人类动作，能完成分类物品的复杂任务	**展示拉伸动作，**力控和平衡能力再提升	1、灵巧手新增触觉传感器 2、减重10KG，**轻量化目标**	折叠衣物动作丝滑，硬件执行器趋于迭代成熟













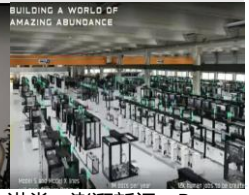
时间	2024.05	2024.10	2024.11	2024.12	2025.09	2025.10	2026.5
事件	发布Optimus分拣电芯最新视频	We Robot活动	发布Optimus抛接球视频	发布机器人户外上下坡视频	**Optimus 2.5**版本亮相	特斯拉Q3业绩会	发布机器人产线视频
变化	实现了更流畅的动作和更长的步行距离	展示**最新灵巧上方案细节**，展示机器人交互场景	灵巧手自由度提升至22个，手腕/前臂上3个自由度	1、复杂地形行走能力； 2、自学习能力	金色涂装、隐藏式关节；改进外壳设计、关节覆盖与机动性，接近量产形态	1、预计在2026年Q1推出量产版本 V3机器人。 2、**明确26年底启动年产100万台规模的生产线。**	Optimus 试生产线首次亮相，**量产提速**











数据来源：北京日报、光锥智能、汽车之家、钱江晚报、网易、环球网、36氪、每日经济新闻、周末画报、中国青年网、特斯拉Aiday、凤凰网科技、大数据文摘、机器人大讲堂、澎湃新闻、Basenor、腾讯开发者社区、懂车帝、金融界、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.1特斯拉机器人加速量产进度，千万Optimus德州工厂初具规模

- ✓ **特斯拉Model S和X正式停产退役。**今年4月1日，特斯拉首席执行官马斯克宣布特斯拉正式停产 Model S 和 Model X 两款车型，已停止接受新车定制订单，弗里蒙特工厂将生产Optimus人形机器人。而根据wind援引新京报报道，**5月21日**，随着最后一批特斯拉Model S和X在加州弗里蒙特工厂下线，两款车型正式停产退役，该Model S和X生产线将转型为特斯拉人形机器人的专用生产线，**规划年产能达100万台。**
- ✓ **特斯拉Optimus试生产线首次曝光，机器人从试生产线向百万台工厂进发。**根据Basenor消息，X平台上发布了一段清晰展示特斯拉Optimus人形机器人试点生产线视频，视频中特斯拉展示了正在建设的早期制造基础设施（机器人）的全貌，在弗里蒙特工厂改造后的生产线大规模投产之前，先解决装配过程中的各种问题。同时Optimus机器人也正在办公室阔步行走，展示出极强的步态协调能力。弗里蒙特工厂转为机器人专用产线，预计改造工程将于2026年7月底或8月完成，届时该机器人将正式开始量产。
- ✓ 根据新浪财经消息，**特斯拉得克萨斯州超级工厂**专属Optimus人形机器人工厂已正式动工。据环球网报道，该工厂是得州超级工厂北区扩建核心项目，新增工业用地超520万平方英尺（约48.3万平方米），新厂房总长或超4000英尺。规划层面，这座工厂将搭建第二代生产线，计划2027年夏季实现大规模量产，**全面投产后日均产量约2.7万台，规划年产能最高可达1000万台。**

图表：特斯拉试生产线首次曝光



图表：特斯拉德州机器人工厂加速建设



数据来源：Basenor、新浪财经、机器人全球资讯、华福证券研究所

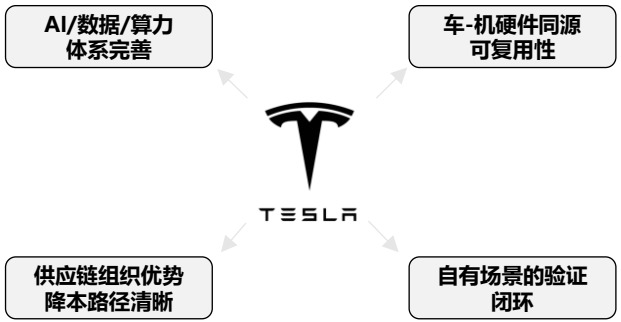
下载日志已记录，仅供内部参考

2.2 特斯拉的车机协同：AI源生+硬件同源+中国供应链+场景闭环

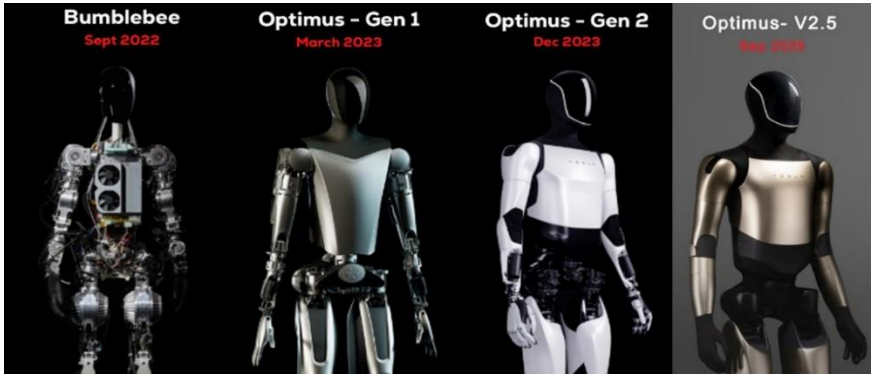
特斯拉人形机器人软硬件体系与量产能力均引领全球：

- **源于车的FSD和DOJO**：与车同源，已经构建起来 “FSD + Cortex 算力 + AI5/AI6 芯片 + XAI 大模型” 完善的AI体系。
- **硬件同源技术复用：**人形机器人硬件与现有汽车产业链关联度高，具有高度复用性。
- **中国供应链不可或缺**：在新能源车阶段，特斯拉上海工厂本地化率爬产速度与降本幅度显著提升；人形机器人零部件与汽零高度同源，国产链将再次发挥“快速迭代+降本+大规模制造”的作用。
- **自有场景先行验证：**以自有工厂为核心场景，通过仿真主导、真实校验与数据协同机制，实现从工程测试到实际应用、再到AI持续优化的全链路循环，提升了机器人能力泛化和规模部署的速度。

图表：支撑特斯拉入局人形机器人的核心因素



图表：特斯拉机器人持续迭代



数据来源：界面新闻、芯语、凤凰网、汽车之家、中国青年网、光锥智能、智驾前沿、深圳市电子商会、环球网、特斯拉Aiday、华福证券研究所

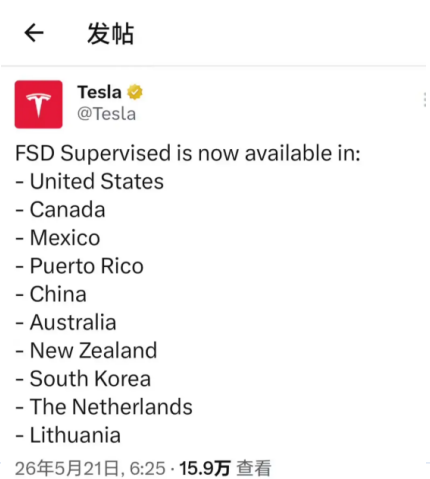
下载日志已记录，仅供内部参考

2.2 FSD正式入华，智驾与机器人软件同源打通机器人供应链关键一环

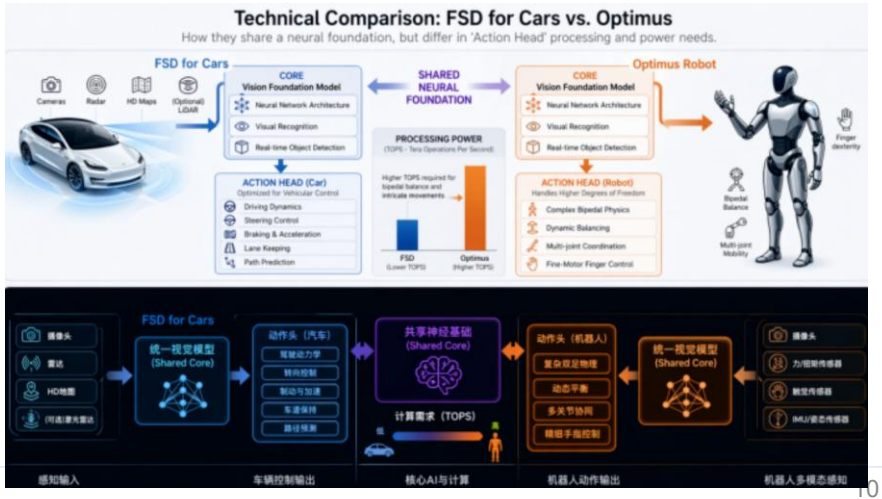
- ✓ 5月21日，特斯拉正式将监督版FSD纳入中国可用地区列表，虽然功能大规模推送仍需等待监管部门最终审批，但特斯拉官方明确公示了清晰的落地节奏：本次官宣并不代表功能即刻可用。**目前，国内FSD Supervised已在北京、上海、广州、深圳等核心城市启动员工内部测试，处于小范围打磨优化阶段。该功能将于2026年第三季度完成国内监管审批后，面向国内普通车主全面全量推送**，届时符合硬件条件的特斯拉车主将正式解锁高阶智能驾驶体验。上海临港AI训练中心也已部署完成，预计2026年Q3正式向用户推送。

- ✓ **FSD与Optimus“软件同源”——两者共享端到端神经网络架构与视觉感知算法栈。**这意味着Optimus 直接复用了特斯拉历经海量真实道路数据打磨的自动驾驶视觉体系，无需从零搭建空间感知能力，也是特斯拉人形机器人最核心的技术先发优势。FSD在中国本土化路测的大规模推进，意味着特斯拉的AI算法团队正在以“真实道路场景”持续训练和验证核心算法能力，这些积累将直接赋能于机器人的自主导航与实时环境决策。此外，双足平衡与复杂精细动作对实时AI运算提出了指数级更高的要求，Optimus 整机所需的端侧算力（TOPS）显著高于车载 FSD 系统。

图表：特斯拉FSD纳入中国可用区域列表



图表：FSD与Optimus“软件同源”



数据来源：搜狐、腾讯开发者社区、IT之家、华福证券研究所

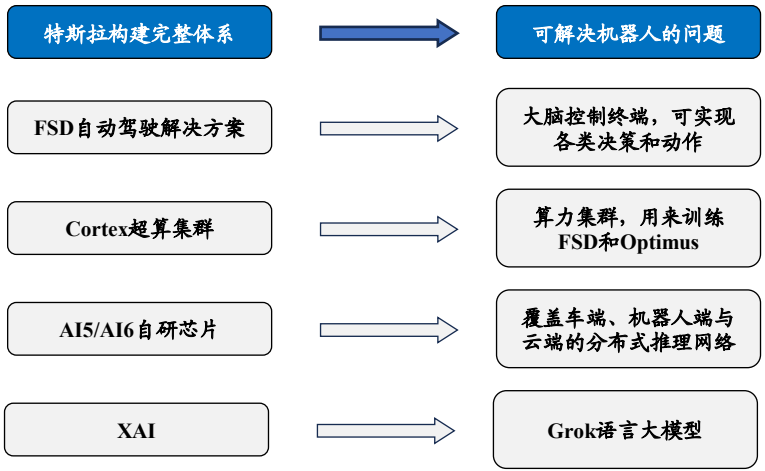
下载日志已记录，仅供内部参考

2.3 马斯克已构建AI体系，叠加车供应链体系有望大幅分摊智能化成本

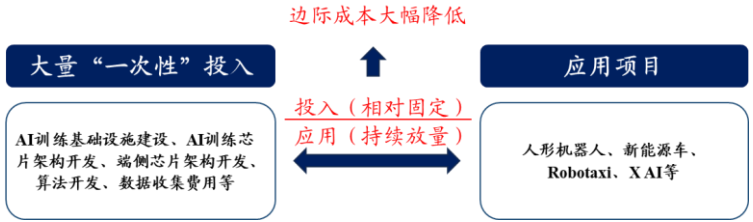
作为人形机器人的大脑， AI是大规模商业化落地的关键。马斯克已经构建了一个完整的AI体系，包括FSD算法、Cortex超算集群、AI5/AI6 自研芯片、XAI Grok大模型，**其中AI5/AI6 自研芯片是核心，**再叠加其可复用的汽车供应链模式，快速推进量产降本：

- **Cortex超算集群是特斯拉 AI 训练的核心载体。**聚焦大规模神经网络训练与合成数据生成。可容纳10万张H100和H200，同时承载 FSD 世界模型与 Optimus 机器人模型训练。
- **AI5/AI6自研芯片打造覆盖车端、机器人端与云端的分布式推理网络。**AI5采用台积电 3nm 工艺。AI5 芯片将搭载于 Optimus Gen 3，支撑本地实时运动控制；AI6 芯片聚焦云端合成数据生成。
- **XAI是马斯克的AI大模型公司，对标Open AI。**25年7月推出新一代人工智能模型Grok 4。25年10月，XAI在最新一轮融资中有望筹集200亿美元，包括英伟达投资的20亿美元。

图表：特斯拉AI体系成熟，包括FSD、Cortex、AI5/AI6、XAI



图表：AI体系成熟后，人形机器人软件边际成本将大幅降低



资料来源：量子位、财联社、Notebookcheck、证券时报网、华福证券研究所

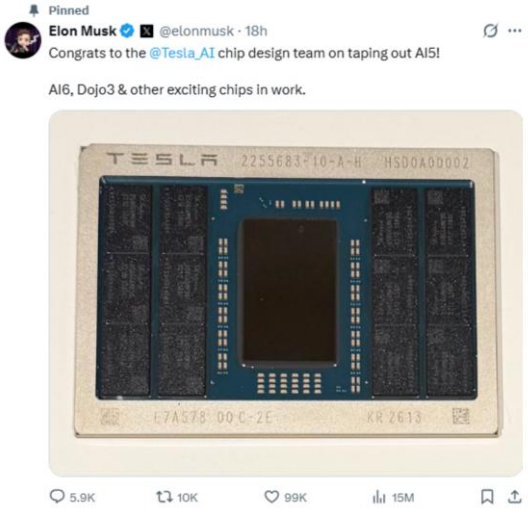
下载日志已记录，仅供内部参考

2.3 AI5芯片完成流片助力机器人大脑，超级芯片工厂保证远期产能

- ✓ **2026年4月，特斯拉宣布完成下一代AI5芯片流片，设计正式定型。**马斯克表示， AI5芯片将不再主要用于车载FSD系统，而是全面转向Optimus人形机器人边缘计算与超级计算机集群的训练加速。这意味Optimus的“大脑”上限不再受制于芯片瓶颈，为后续的灵巧操作、自主决策与复杂环境交互提供了持续迭代的硬件底座。台积电与三星已同步进入AI5芯片的生产准备阶段，产能的确定性进一步推高了供应链的确定性。AI6、Dojo 3和其他芯片正在研发中，**特斯拉预计将通过台积电生产AI5芯片。**

- ✓ 根据特斯拉披露及行业分析，AI5芯片实现了全方位性能跃迁：单颗芯片AI算力达2000-2500TOPS，是上一代AI4（HW4）的4-8倍；综合性能较AI4提升40倍，内存容量从16GB增至144GB（提升9倍），内存带宽提升5倍，能效比达到同级芯片的3-5倍。

图表：特斯拉宣布完成下一代AI5芯片流片



图表：马斯克表示AI5芯片将不再主要用于车载FSD系统



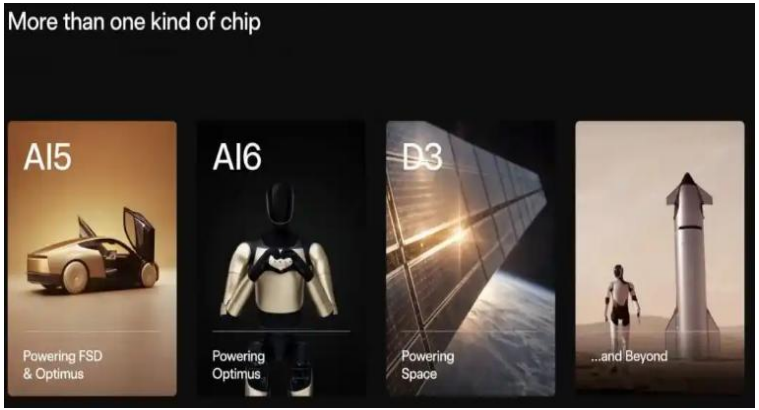
资料来源：21世纪经济网、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.3 AI5芯片完成流片助力机器人大脑，超级芯片工厂保证远期产能

- ✓ **马斯克在2026年3月22日宣布，超级芯片工厂项目Terafab将在美国得克萨斯州的奥斯汀开工建设**，Terafab将为机器人、人工智能和太空数据中心制造芯片。根据马斯克的计划，远期的目标是达到惊人的1太瓦（Terawatt，TW）级别的算力芯片产能，即每年产出超过相当于1太瓦功率的算力芯片，其中约80%用于太空，约20%用于地面。1太瓦等于1000吉瓦，相当于100个当前最大的在建的10吉瓦的AI数据中心的规模。特斯拉预测，仅擎天柱机器人就需要100至200吉瓦的芯片，太阳能AI卫星更需要太瓦级的芯片供应。这一需求远超当前全球所有芯片厂商的产能总和。
- ✓ **4月，英特尔加入自研芯片制造项目 Terafab**，负责设计、制造及封装大规模超高性能芯片的能力，将推动Terafab实现年产1太瓦（TW）算力的目标，为人工智能与机器人技术的未来发展提供强劲算力支撑。特斯拉也称，欢迎英特尔将加入 Terafab！
- ✓ **我们认为，以上一系列密集披露的进展，标志着特斯拉人形机器人战略已从“路线图”全面进入“施工图”阶段。**AI5芯片完成流片、FSD入华开启本土化路测、弗里蒙特产线改造有序推进——三股力量共同表明：**特斯拉正在集中最核心的算力、算法与制造资源，人形机器人的规模化部署“万事俱备，只欠东风”**。

图表：Terafab 将会打造应用于车辆、人形机器人、太空领域的三种芯片



图表：英特尔加入自研芯片制造项目 Terafab



资料来源：新浪财经、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

- 行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性
- 从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台
- **硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛**
- 国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系
- 投资建议
- 风险提示

下载日志已记录，仅供内部参考

3、特斯拉机器人硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛

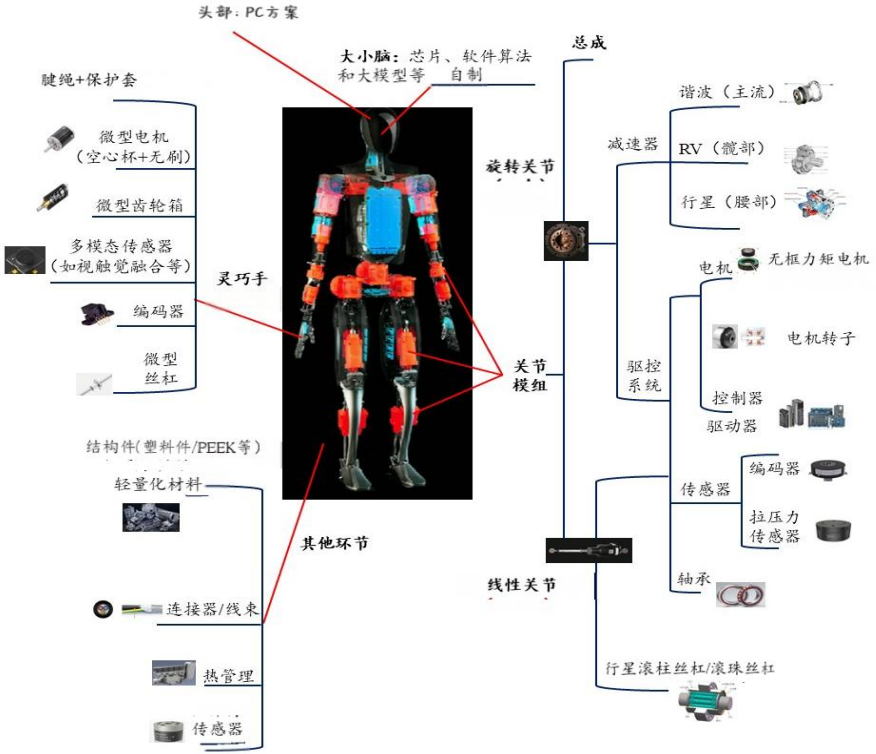
华福证券 HUAFU SECURITIES CO.,LTD.

特斯拉人形机器人采用“核心自研、外采硬件”的垂直整合模式——芯片、算法、数据绝对自研自控构筑核心壁垒，而执行器关节总成与Tier1联合开发自己组装调试，减速器、丝杠、电机、传感器、编码器等硬件执行层外采，并通过增量订单模式按产能阶梯从外资方案逐步向中国供应链切换以实现降本放量。**目前特斯拉人形机器人硬件方案基本收敛，整体供应链格局已逐步清晰，呈现缩圈趋势。**

图表：特斯拉技术方案逐步收敛

	技术方案	潜在技术升级（变化）方向
线性执行器	无框力矩电机+行星滚柱丝杠	滚珠丝杠（部分）
旋转执行器	无框力矩电机+谐波减速器	行星/摆线/RV等新型减速器（部分）
灵巧手	直驱（微型滚珠丝杠+微电机（无刷、空心杆）+齿轮箱+腱绳+轻量化结构件	自由度提升，微型无框力矩电机+微型滚珠丝杠一体化+轻量化结构件

图表：人形机器人结构拆解（含潜在方向）



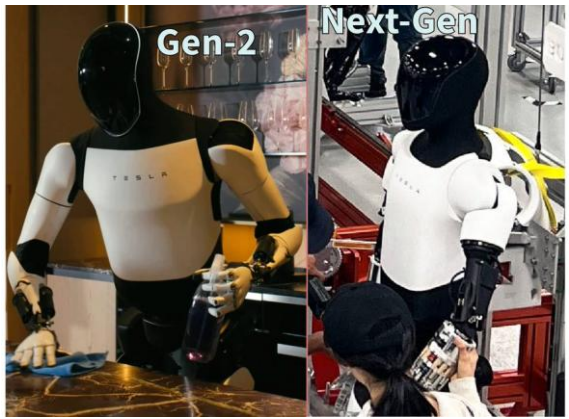
资料来源：晚点独家、财联社、36氪、光锥智能、机器人大讲堂、特斯拉AIDay、每日经济新闻、科创板日报、罗尔西科关节模组科技有限公司公众号、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.1 特斯拉机器人的几个难题：灵巧手方案和头部视觉畸变

- **灵巧手：Gen3灵巧手单手自由度跃迁性提升至22个，同时电机整体迁移至前臂，手腕/前臂拥有3个自由度，接近人手27个自由度，价值量同步提升，并在手掌部位增加电子皮肤传感器。**目前Optimus 机器人的灵巧手基本已经是行业最精密的。但在训练分拣快递时，它的寿命只有六个星期。单只手的成本超过 6000 美元。若叠加其他易损部件，一台已投用的机器人每年仅更换零部件成本就接近10万美元。
  - **运控算法要求高。**自由度提升必然推高算力与感知需求，算力提升反过来允许更复杂控制策略，但若供应链无法承接，需要重新设计。
  - **电机散热不足、部分零件使用寿命短，维护成本高。**根据晚点新闻报道，Optimus 灵巧手的使用寿命不超过两个月，覆盖在手指和手掌的柔性电子皮肤会在 Optimus 摸东西时加速磨损，驱动手指的腱绳的疲劳、磨损、校准漂移问题在长期、高强度使用中被放大，良品率与寿命难以保障。
  - **成本问题。**精密传感器、高强材料、复杂组装与调试推高单只成本，与量产所需的成本控制目标背道而驰。

图：Optimus Gen3电机预计整体迁移至前臂



图：Optimus V3灵巧手自由度提升至22个



资料来源：猎云网、it之家、机器人大讲堂、网易、华福证券研究所

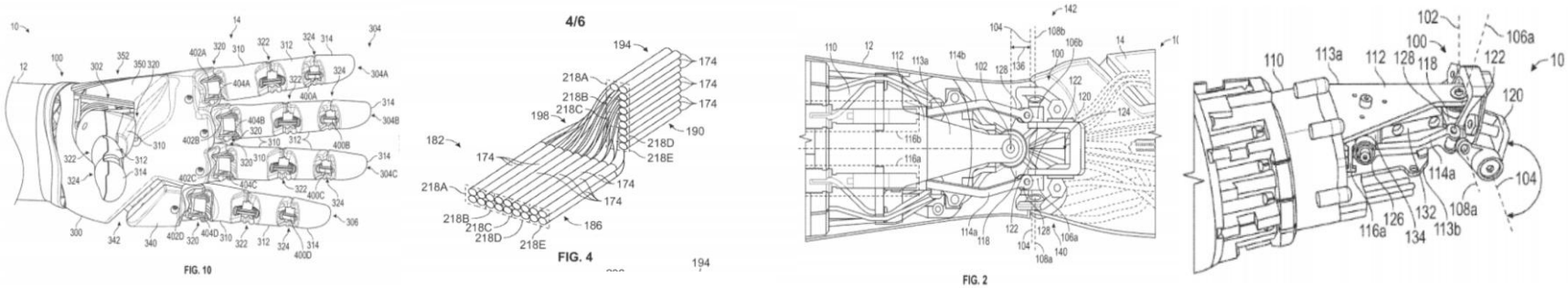
下载日志已记录，仅供内部参考

3.1 特斯拉机器人的几个难题：灵巧手方案和头部视觉畸变

➢ **灵巧手：特斯拉Optimus V3灵巧手专利公开，“设计冻结”印证机器人量产临近。**2026年4月，WIPO公开了五份Optimus灵巧手专利。其中，WO 2026/080701是一只包含25自由度的灵巧手及保护装置；WO2026/080691、WO2026/080690、WO2026/080693分别是前臂、手腕、手指，WO 2026/080687是缆线布设。

- **前臂：25个电机塞进一根圆柱。**特斯拉将驱动五指和手腕所需的全部25个独立动力单元，集成进一根直径近似人类前臂的圆柱空间内。通过轴向串联、径向分层、平行布局环环相扣，共同破解散热、磁场干扰等问题。
- **手腕：双电机+万向节控制两种旋转。**特斯拉用两个电机和一套集成机构，替代了传统方案中可能需要四个电机的复杂系统。中央万向节通过轴承以悬臂方式安装在前臂支架上，所有控制手指的缆绳束，得以直接从关节旋转中心的正下方笔直穿过，从而提升线缆耐久度。
- **手指：“柔性韧带”定义运动。**特斯拉彻底摒弃轴承、销钉和齿轮的“无销关节”。它由三个核心部件构成：指骨、驱动肌腱、复合柔性部件组成。**其中，复合柔性构件是关键，**其可移动地将第一结构耦合到第二结构，这种“强制滚动接触”的物理结构，一方面延长了部件寿命，因为滚动摩擦的磨损远低于滑动摩擦；另一方面，其产生的运动轨迹自然平滑，更接近人类手指的抓握包络。
- **布线：各向异性，“静态”穿越“动态”关节。**针对不同方向的运动，为缆绳束设计不同的最优“横截面形状”，以无限逼近“零力臂”的理想状态，从而实现机械上的运动解耦。

图：Optimus Gen3灵巧手设计方案冻结



资料来源：爱力方、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.1 特斯拉机器人的几个难题：灵巧手方案和头部视觉畸变

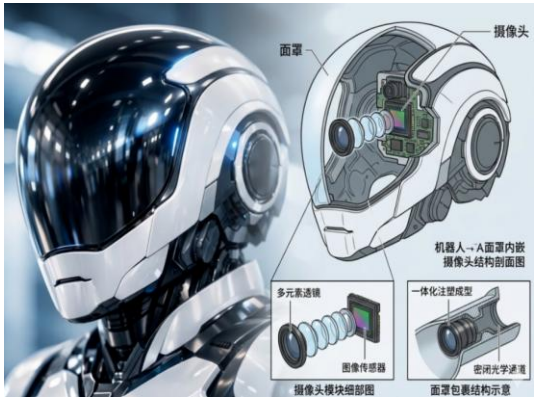
- **头部模组：**把2D/3D视觉、激光雷达、语音系统以及光学显示模块整合在一个统一架构中，实现感知、交互和决策的融合。**目前，自由曲率玻璃面罩是机器人头部设计的主流方案——特斯拉Optimus Gen3到各类商用机器人均采用玻璃材料的曲面结构。**当前行业主流设计中，摄像头、ToF、雷达等核心视觉传感器，几乎都会集成在玻璃面罩内部。

当前头部模组方案存在的难点：

- **视觉畸变：**面罩表面曲率不规则、厚度变化改变光线入射路径，畸变不规则，难以矫正。
- **成像细节被削弱：**清晰度下降，曲面面罩相当于在镜头前多加了一片“不标准的透镜”，会导致画面锐度下降、边缘模糊、细节损失，进而影响物体检测、抓取精度和远距离识别。
- **成像不稳定，随视角变化明显：**折射与反射效果随视角动态变化，同一场景在不同视角下成像差异较大，影响视觉算法的连续性和鲁棒性
- **环境影响：**玻璃曲面材料易碎、易起雾（内部热量）挂水或产生局部污染，影响整体感知效果。

头部模组方案潜在新思路出现：PC材料。塑料方案具备几个优势：1）轻量化；2）抗冲击、韧性好，碰撞不易碎裂飞溅，在极端环境优势明显；3）设计自由度高，注塑/真空成型可做复杂曲面、无需焊接 / 折弯；4）环境适应性强，耐化学、抗 UV，不易起雾。

图：当前头部模组方案存在视觉畸变等问题



图：机器人头部模组对面罩有较高要求

ROBOT FACE MASK

类别	技术指标
可见光透过率	⩾ 98% (400-700 nm)
红外透过率	⩾ 98% (850/940 nm)
色差控制	ΔE < 1.5
UV 阻隔	< 380 nm 过滤
减反射镀膜	单面反射 < 1%
防雾/防指纹	接触角 > 114°
耐磨硬度	UV 固化 1H

资料来源：正印科技、新浪财经、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.2 特斯拉机器人量产加速：供应商PPA和RFQ有望密集下达

PPA和RFQ本质上是汽车零部件供应商端常见项目流程，特斯拉作为全球头部汽车厂商切入机器人，自然将汽车供应链体系移植到机器人供应链，但相比于传统汽车零部件供应流程，机器人零部件供应也存在流程上的新变化。

- **PPA（Production Purchase Agreement），即量产采购协议**：汽车厂（如特斯拉）与供应商签署的正式量产采购协议，核心作用是锁定长期合作关系，为需要前置大额资本开支的供应商提供产能投资的保障
  - **机器人供应商PPA本质特征：**1）约定产能与价格：包括在业务合作期间的产品供货方式、产品价格、产品标准等内容；2）给予远期采购量目标：对产品采购量远期做出量纲规划，但不保证实际采购量和份额等，由后续订单执行情况决定。
- **RFQ（Request For Quotation），即报价请求**：在汽车供应链中，RFQ通常发生在技术定点前的竞争性筛选阶段——如特斯拉向多家潜在供应商发出询价，供应商提交报价后，特斯拉综合价格、产能、交付能力等因素做出选择。机器人供应链中，则是特斯拉向供应商发出的正式询价文件，要求供应商基于明确的量产需求提供详细报价（原因在于机器人供应链公司原本就是其汽车零部件供应商，因此会对供应商给予详细的量产报价需求，其通常是参加早期预研的供应商）。

目前看，RFQ和PPA在特斯拉机器人供应链中是并行程序，分别适用于不同类型的零部件。
PPA的核心功能是为重资产投入“背书”，如丝杠、减速器、电机（执行器）等需要较大前期资本开支的环节，供应商需要提前购置场地、专用设备、建设产线，投入较大。如果没有特斯拉的产能承诺，供应商不敢贸然投资。PPA的作用就是为这类前置资本开支提供信心保障。

RFQ一般而言是所有环节进入量产前的通用流程。参与联合研发、无需重资产投入的环节：如塑料结构件、头部模组、轴承等，供应商通过深度参与特斯拉的联合研发，直接通过RFQ和系统定点即可进入量产，不需要PPA。无需专用产线、可快速量产的环节，产能切换灵活，不涉及大额前置投入，与汽车等主业共享，无需为机器人单独进行大额资本开支。

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 确定性和竞争格局最好的环节：结构件、头部模组、轴承

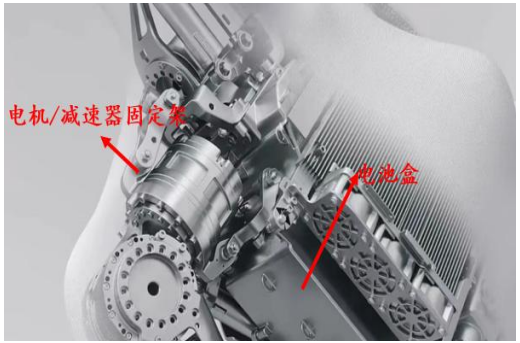
机器人结构件：机器人拟人和复杂场景适用性的重要支撑。机器人结构件其设计逻辑直接决定了整机性能的天花板与应用落地的边界，其核心需求包括运动适配性、轻量化与强度平衡、可靠性与寿命以及模块化与标准化。

- **躯干结构件**：核心部件包括机身框架、电池盒/储能仓、传感器安装支架、减速器/电机固定座等。材质选择选择上，主体框架一般选用铝合金，能够满足轻量化和高刚性要求，关键部位的支架类结构件需集成散热通道；电池盒一般是铝合金冲压件和结构胶粘接，需具备抗冲击、防渗漏特性，支持快速拆装。
- **四肢结构件：**其中，腿部壳体是以铝合金为主，进行挤压成型和CNC精密加工；关节连接件多数亦选择铝合金，并在设计上选择缓冲结构；足部可能会采用碳纤维加聚氨酯复合材质。灵巧手壳体一般选用PPS工程塑料+ 玻纤增强，能更好的适配微型丝杠安装要求。
- **连接与辅助结构件**：包括万向节、交叉滚子轴承座、密封件、缓冲垫等。这其中万向节要求采用不锈钢材质，密封件多选用氟橡胶材质，具备耐高低温的优势，缓冲垫一般选用聚氨酯发泡材质，能够起到衰减振动，降低运动噪音的作用。

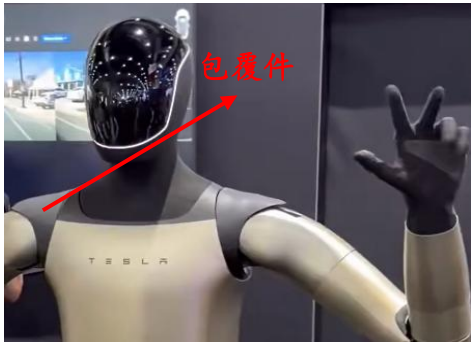
轻量化和降本需求下，**特斯拉机器人结构件材料的“以塑代钢”发展趋势：**1）部分躯干结构件和外表包覆件采用塑料（PI）材料；2）部分结构件采用PEEK材料；3）PPS+玻纤、TPU等材料有望在结构件中使用。

结构件产能可由汽车产业链直接迁移、有望无需走全新SOP（从产品开发到验证再到量产全流程），即可快速放量，具备先发交付与成本优势。我们认为具备以下特点的公司或将脱颖而出：1）与本体厂有好的商务关系，配合进行持续的迭代，同步推进国内资本开支和海外产能建设；2）具备大规模制造和降本能力；3）结构件等无需新增大额资本开支即可量产的环节更具确定性，企业需依靠强大模具能力和自身基地快速形成产能。

图：机器人结构件是机器人拟人和复杂场景适用性的重要支撑







资料来源：国际具身机器人展、海量财经、搜狐、界面新闻、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 确定性和竞争格局最好的环节：结构件、头部模组、轴承

人形机器人的材质与工艺体系，正经历一场从“单一材料功能化”向“多材料系统化集成”的深刻变革。其演进的核心驱动力，是在满足极致轻量化、高强度和高可靠性的前提下，实现更复杂的结构功能与更高效的生产制造。目前，人形机器人材质从传统铝合金向 “铝合金+碳纤维+工程塑料”混合材质演进；

工艺迭代则紧密围绕材料的特性与设计自由度展开。在成型工艺上，趋势是从传统的冲压、挤压向精密锻造与增材制造（3D打印） 演进。锻造能极大提升金属零件的晶粒强度和疲劳寿命，适用于关键关节；而金属3D打印则解放了设计，能制造出具有随形冷却流道或拓扑优化点阵结构的灵巧手指节、一体化支架等传统工艺无法实现的复杂构件。在连接工艺上，结构胶粘接与先进铆接技术被广泛采用。

图：多种工程材料指标对比

特性	性能指标	指标说明	单位	特种工程塑料				工程塑料		
				PEEK	PTFE	PI	PPSU	PPS	POM	PA66
刚性	拉伸模量	拉伸模量数值越大，说明刚性越好	MPa	4300	1750	3700	2450	4000	2800	1700
韧性	缺口冲击强度	冲击强度数值越大，说明材料的韧性越好	KJ/mm2	3.5	4.5	4.5	12	2	8	4.5
耐热	长期使用温度	值越高，通常代表该材料耐热性能越好	℃	250	260	240	180	220	115	95
耐磨	摩擦系数	摩擦系数越小，通常代表耐磨性越好	-	0.4	0.15	0.4	0.45	0.5	0.52	0.5
耐腐蚀	耐化学性能	值越大，说明材料的耐化学性能越好	-	9.27	9.9	8.4	7.78	9.33	7.58	7.25
电性能	介电强度	值越大，说明材料的绝缘性能越好	KV/mm	24	11	28	26	18	20	27

资料来源：中研股份招股说明书、恩格欣产品手册、跨骏工程塑料产品手册、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

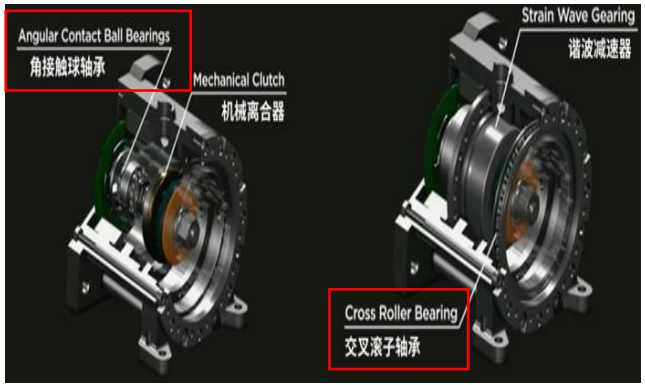
3.3 确定性和竞争格局最好的环节：结构件、头部模组、轴承

- **头部模组：特斯拉机器人的视觉系统采用的是纯视觉方案**，其依靠摄像头（多摄像头列阵，360°无死角视野，不使用激光雷达）和神经网络实现环境感知与表达，其头部的光学模块主要负责机器人的高清视觉捕获与外部交互投射，高均匀度与精准的色偏控制(AE≤3)保证了视觉处理系统的算法稳定性。机器人面罩要求在可见光和红外波段的透过率能达到98%以上，同时具备抗反射、防雾、抗指纹等特性，直接影响视觉系统的可靠性和一致性。

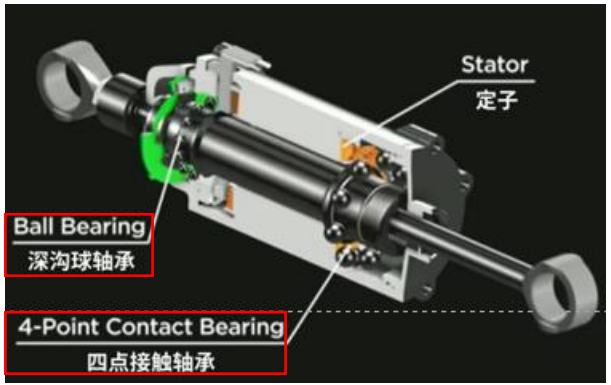
- **轴承：**轴承是机械传动轴的支承，作用是减少机械运动中产生的摩擦损失，在人形机器人中主要应用在减速器、丝杠、电机处。特斯拉人形机器人公开方案主要应用4种：**旋转关节中使用角接触轴承和交叉滚子轴承。其中交叉滚子轴承制造难度大**，可大规模量产的企业少；**线性关节中使用的深沟球轴承和四点接触轴承应用普遍**，技术难度相对低。

1）减速器用轴承：谐波减速器主要采用交叉滚子轴承和角接触轴承，通常的配置是1个交叉滚子轴承和2个角接触轴承，Optimus机器人减速器单机用量新增到22个。**2）丝杠用轴承：**行星滚柱丝杠与微型滚珠丝杠均采用 1个深沟球轴承与1个四点接触轴承，分别位于丝杠两端，深沟球轴承承担主要的径向载荷，适用于高速运转的线性驱动；四点接触球轴承能够在两个方向上同时承受轴向载荷，轴向游隙小，提供更高的轴向刚度。

图：特斯拉旋转关节方案应用了角接触轴承、交叉滚子轴承



图：特斯拉线性关节方案应用了深沟球轴承、四点接触轴承



资料来源：搜狐、赛盟科技、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3 确定性和竞争格局最好的环节：结构件、头部模组、轴承

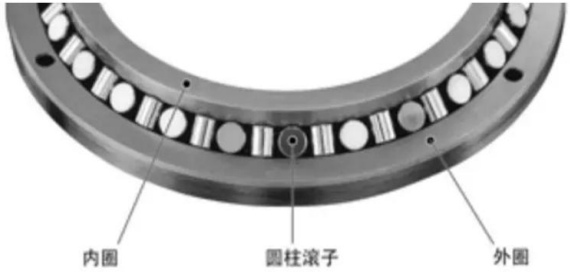
- **薄壁交叉滚子轴承：高技术壁垒和价值量，特斯拉机器人带动的新方向。**薄壁交叉滚子轴承对制造工艺要求极高，涉及复杂的热处理、精密磨削与装配控制，可实现稳定量产的企业极少，此前主要集中在日本与德国。近年来，受益于人形机器人对轴承的需求，国内部分企业凭借联合开发、热处理等复杂工艺和在汽车等供应链长期产品验证的能力，脱颖而出。

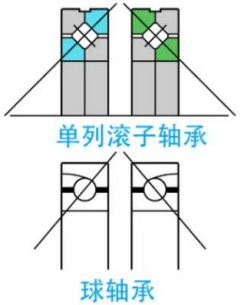
交叉滚子轴承具备高刚性、高精度、小体积等独特优势，是机器人轻量化与性能提升的关键部件。随着机器人对承载力、寿命与稳定性的要求持续提升，薄壁交叉滚子轴承凭借其单个可替代两排滚子、兼具双向承载能力的结构优势，成为理想方案。其薄壁设计与高精度磨削工艺，在保持刚性的同时显著减轻重量，完美平衡了性能、体积与空间约束。当前交叉滚子轴承对制造工艺要求极高，涉及复杂的热处理、精密磨削与装配控制。我们认为，率先受益的轴承厂需要具备三个特点：**和客户联合开发，共同提高产品的配合度和性能、具备热处理和磨削加工的工艺实力、拥有汽车相关的客户基础。**

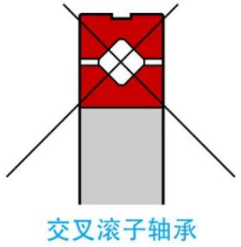
图：交叉滚子轴承制造难度大

轴承种类	应用位置
交叉滚子轴承	旋转关节外壳固定部分和减速器（低速输出轴）之间
角接触轴承	旋转关节外壳固定部分和电机（高速输入轴）之间
四点接触轴承	线性关节
深沟球轴承	

图：交叉滚子轴承是在内圈和外圈之间正交配置滚子的紧凑型结构的轴承







资料来源：HONB官网、世强硬创平台、华福证券研究所

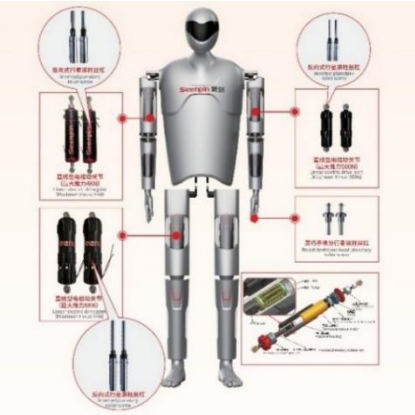
下载日志已记录，仅供内部参考

3.4 兼具确定性和较好竞争格局的环节：丝杠、减速器、电机

特斯拉机器人的线性关节（执行器）主要由低压伺服驱控、传感器、无框力矩电机、丝杠、轴承构成。**其中，丝杠成本占到机器人整体近两成，是核心部件。**2022年特斯拉首次在人形机器人关节模组引入行星滚柱丝杠方案，2024年亮相的Gen3灵巧手采用包含微型丝杠的传动方案。

- **丝杠：包括身体丝杠（行星滚柱丝杠和滚珠丝杠）以及手部的微型丝杠（滚珠丝杠为主）。**丝杠为人形机器人高增量环节，特斯拉率先采用丝杠方案，并推动工艺优化及供应链量产降本，推动了产业链对丝杠方案的认可。根据大规模量产后人形机器人成本2万美金，按照行星滚柱丝杠单价800元，单机用量16根，微型丝杠单价100元，单机用量44根，预计人形机器人量产100万台，我们测算丝杠新增市场规模超170亿元。
- **“无框力矩电机+行星滚柱丝杠”已成为特斯拉身体关节的确定性技术路线**，核心优势在于高承载、长寿命、体积紧凑、可自锁、精度与动态性能兼顾，适配大臂/大腿/小腿等高负载部位。**“无框力矩电机（微型）+滚珠丝杠”的方案在特斯拉灵巧手的微型传动中使用**，具备应用与降本价值，承载寿命与抗冲击能力弱于行星滚柱丝杠，但具备传动效率高、微进给能力好、成本更低等优势。

图：机器人所用丝杠包括身体和手部



图：行星滚柱丝杠和滚珠丝杠方案各有优劣

	滚柱丝杠	滚珠丝杠
承载能力	静载约为滚珠≥3倍；多接触线、受力分散抗冲击强。	点接触、承载面积小，重载抗冲击弱。
寿命	寿命为滚珠的10-15倍区间。	寿命较短，离心力与磨损上升快。
效率	90%-96%。	通常90%+，效率略高。
精度/导程	导程可<0.5mm，高分辨微进给能力强。	微进给优秀，但导程受滚珠直径限制。
体积/噪音	噪音低，空间紧凑。	体积常规、噪音低于滑动但高于滚柱。
成本/成熟度	成本高、工艺与设备壁垒高，量产扩产需磨床等CAPEX。	成本更低、成熟度高，轧制/磨削体系相对完善

图：百万台机器人所对应丝杠增量市场空间超170亿

		早期阶段	50万台	100万台
行星滚柱丝杠	单价（元）	1200	800	800
	单机用量（根）	16	16	16
微型滚珠丝杠	单价（元）	200	100	100
	单机用量（根）	44	44	44
单机价值量（元）		28000	17200	17200
量产百万台时市场规模（亿元）			**172**	

资料来源：新剑传动官网、西北机械、慧腾官网、36氪、浙江在线、格隆汇、晚点独家、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.4 兼具确定性和较好竞争格局的环节：丝杠、减速器、电机

旋转关节主要包括低压伺服驱控、传感器（力矩传感器、扭矩传感器、编码器）、无框力矩电机、减速器（行星减速器、谐波减速器）、角接触轴承、交叉滚子轴承。其中减速器是最核心环节，同时也是具备较高技术壁垒环节。

- **减速器：**人形机器人中，主要包括谐波减速器、行星减速器、摆线类减速器等。**目前，特斯拉采用谐波为主导的方案，**凭借高减速比、轻量紧凑与高精度、低背隙，最契合机器人上肢与中枢关节的空间与精度约束。**谐波减速器技术壁垒较高：**1）扩产难度高，短期产能受限；2）技术路线决定长期降本能力；3）工艺积累差异大，先发企业具备优势；4）轻量化与机电一体化成未来趋势。**当前全球的谐波减速器市场主要由哈默纳科等海外企业占据优势，包括绿的谐波等国内厂商加速技术突破**，成本快速优化，国产替代空间广阔。

- **升级方向**：**行星减速器或摆线类等减速器在下肢等高负载、抗冲击与成本优化场景具备渗透空间。**行星方案刚性强、效率高、成本低，适合低背隙容忍的关节；摆线/RV具备大减速比与高承载、刚性优势，有望通过小型化与材料/工艺迭代打开腰髋、下肢等重载部位的适配度，但当前仍面临体积重量、复杂度与成本的的权衡。

图表：特斯拉采用谐波为主导的方案



图表：百万台机器人谐波减速器增量市场达132亿元

单机谐波减速器用量（台）	单个减速器价格（元）	单机ASP（元）
22	600	13200
单台机器人谐波减速器价值量（元）		13200
量产百万台时增量市场规模（亿元）		**132**
量产千万台时增量市场规模（亿元）		**1320**

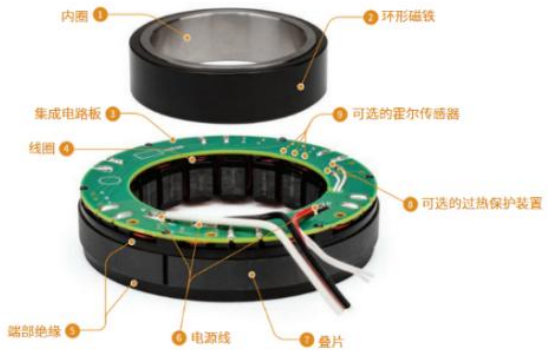
资料来源：搜狐、赛盟科技、晚点独家、界面新闻、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.4 兼具确定性和较好竞争格局的环节：丝杠、减速器、电机

- **电机：无框力矩电机满足人形机器人轻量化、集成化要求**，全面应用于身体关节；空心杯/微型无刷电机存在扭矩密度不足、集成度低且散热受限的瓶颈，难以适配 Optimus 微型关节高功率密度、轻量化与长时稳定运行需求。微型无框力矩电机凭借高扭矩密度、无框一体化集成与低齿槽效应的核心优势，可直接嵌入关节实现直驱，契合人形机器人高性能、低成本量产的升级方向。
- 人形机器人电机核心决胜要素聚焦小型化、高散热性能、量产一致性三大维度：当前特斯拉电机携手具备硬核实力的厂商深度联合开发。在此背景下，与特斯拉供应链绑定深度、关节一体化集成能力、深厚散热技术积淀、规模化制造实力及极致降本能力，将成为企业突围胜出的核心关键。

图表：无框力矩电机可满足人形机器人关节集成化、小型化要求



图表：人形机器人量产100万台，电机市场规模新增158亿元

	量产百万台时		量产千万台时	
零部件	单机价值量（元）	人形机器人带来新增市场空间（亿元）	单机价值量（元）	人形机器人带来新增市场空间（亿元）
无框力矩电机	11400	114	11400	1140
微型电机	4400	44	4400	440
合计	15800	158	13800	1580

资料来源：搜狐、赛盟科技、爱采购、电机联盟、华福证券研究所

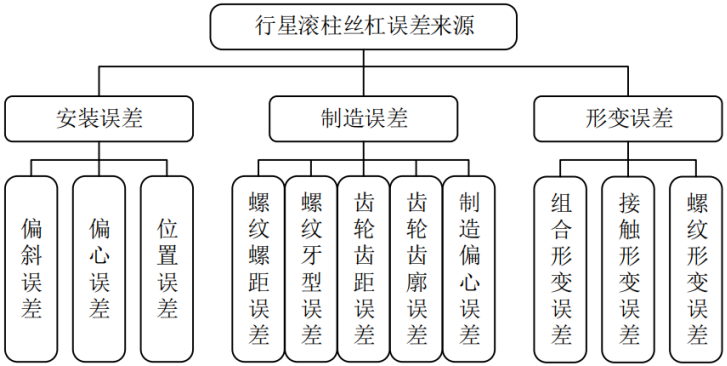
下载日志已记录，仅供内部参考

3.5 加工设备：海外技术领先，机器人需求带动国产设备加速进口替代

设备：人形机器人零部件加工及检测涉及设备包括丝杠设备（螺纹磨床、旋风铣床、高精度外圆磨床）、轴承加工（轴承磨床、超精机）、电机和减速器（高速五轴机床、齿轮磨床、定制化车床）的加工需要的高精度设备、绕线机、检测设备等等。**目前特斯拉机器人对所需零部件的加工精度、稳定性有着较高要求，包括舍弗勒、HD在内的海外核心供应商（丝杠、减速器）以及国内部分核心零部件供应商其所使用机床加工设备也有着较高要求。**

- **磨床是丝杠、轴承等加工的核心技术壁垒，其精度直接决定零部件精度。**以丝杠为例，磨床通过其高度精密的磨削技术，能够确保丝杠具有一致的螺纹形状和尺寸，从而提供可靠的性能和稳定的运动控制。磨床的精度直接影响着丝杠的轴向精度、径向精度以及整体的运动平稳性。精准的磨床工艺能够确保丝杠的每个螺纹都具有高度一致的规格，防止误差和振动，从而提高了系统的可靠性和工作精度，因而磨床其高精度的加工能力直接决定了丝杠最终的性能和质量。

图表：行星滚柱丝杠误差来源



图表：行业先进的内螺纹磨床产品主要来自欧洲和北美

企业	国家	产品系列	特征
Matrix	英国	3060 CNC系列	3060 CNC系列内螺纹磨床具有高度的精度和可靠性，适用于多种内螺纹加工应用
Drake	美国	GSTE-Mini系列	GSTE-Mini系列内螺纹磨床采用高精度磨削技术，适用于小型内螺纹件的加工
Holroyd Precision	英国	EX系列	EX系列用于内螺纹磨床在高精度螺纹和螺母磨削
Reishauer	瑞士	NRK系列	NRK系列外螺纹磨床也可以用于内螺纹磨削，具有高精度和可靠性
Kapp Niles	德国	KX 100 Dynamic系列	KX 100 Dynamic系列外螺纹磨床也可用于高精度的内螺纹磨削

资料来源：柯浩《行星滚柱丝杠传动精度分析与设计》、各公司官网、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.5 加工设备：海外技术领先，机器人需求带动国产设备加速进口替代

- **数控系统直接影响磨床效率与精度。**数控性能优劣直接影响机床稳定性和精度水平，是磨床最核心的零部件。数控系统通过计算机编程和自动化控制，使得磨床能够实现更为精确和高效的加工过程。德国的西门子、日本的发那科和三菱电机等占据数控系统行业前沿，在全球市场份额领先。
- 今年以来，国内机器人产业链上游已出现明确的供需拐点，电机、减速器、丝杠、机加工件等核心零部件高景气，也有望带动上游高速五轴机床、定制化车床及高精度磨床等关键加工设备。其表明：**1）下游需求真实且紧迫，零部件厂商产能利用率已接近上限；2）行业正从“样品试制”进入“批量生产”阶段，对生产效率和一致性的要求大幅提升。**目前国内磨床产品正加速国产替代。随着下半年特斯拉将要求供应商加速扩产，设备端作为卖铲人，将率先且确定性地受益于这一趋势，国产公司也有望在远期导入海外机器人供应链体系。

图表：日本三井精机GSE600i系列数控磨床参数

项目		单位	型号：GSE600i
能力	在桌子上游秋千	毫米	φ480
	可研磨的螺纹长度	毫米	400
砂轮轴	倾角	°	左：10 右：9
	转速	分钟-1	6,646
	砂轮最大回周速度	米/分钟	1,800
	砂轮轴电机功率	千瓦	3.7
工作台行程		毫米	2,150
工件主轴	转速	分钟-1	100
机器质量		公斤	约13,000人

图表：DRAKE GS:TI系列数控磨床参数

GS:TI Specifications	TI 200	TI 350	TI 650
Swing Over Table (X-Axis)	200 mm	350 mm	650 mm
Maximum Grind Length (Z-Axis)	200 mm	250 mm	250 mm
Maximum Part Length (Z-Axis)	200 mm	250 mm	250 mm
Wheel Lead Angle[1] (A-Axis)	+/- 4°	+/- 10°	+/- 15°
Work Rotation[2] (C-Axis)	300 rpm	300 rpm	100 rpm
Wheel Spindle Powers available	13 kW 30,000 RPM	13 kW 45,000 RPM	13 kW 60,000 RPM
Overall Machine	1.7mW x 2.1mD	3mW x 2.6mD	3mW x 2.6mD
Part Loading Height	1 m above bottom of base	1 m above bottom of base	1 m above bottom of base
Approximate Shipping Weight	7,000 kg	12,000 kg	13,000 kg

资料来源：三井精机官网、Drake官网、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.6 传感器：海外供应主导，国内供应链远期有望导入

- **传感器：人形机器人感知系统最重要元器件，目前最重要是编码器、力传感器、触觉传感器三个方向，当前海外主导，国内供应低价值产品。**
- **特斯拉传感器采购以海外供应商为主，国内厂商仅供应温度传感器等低价值、非核心产品：力传感器：**现阶段主要采用一维力传感器；**触觉传感器：**正在和海外企业联合研发，尚未大规模应用。**未来方向：**传感器方向向视觉类延伸，与特斯拉纯视觉方案协同。
- 聚焦高潜力环节，供应链有望向国内放开：（1）编码器是传感器环节中需求规模大、国产替代空间广的核心高潜力品类。未来随着Optimus进入量产阶段，供应链有望向国内厂商放开；（2）特斯拉对灵巧手要求高，有望引领触觉传感器方向。

图表：Gen2灵巧手新增触觉传感器，Gen3有望集成视触觉



资料来源：前瞻网、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.7 人形机器人量产落地对应核心部件增量市场有望近千亿规模

- **我们汇总减速器、丝杠、轴承、电机、传感器及结构件等核心部件的市场空间，若人形机器人量产达百万台，则对应增量接近千亿市场规模**（除减速器、丝杠等，我们假设传感器单台机器人ASP为2.25万元，结构件单台ASP1.5万元）

图表：人形机器人量产后对应的零部件环节市场增量

核心部件	100万台	1000万台
减速器新增市场空间（亿元）	**132**	**1320**
单个价格（元）	*600*	
单台用量（个）	*22*	
单台ASP（万元）	*1.32*	
丝杠新增市场空间（亿元）	**172**	**1720**
行星滚柱丝杠（亿元）	128	1280
单个价格（元）	*800*	
单台用量（个）	*16*	
单台ASP（万元）	*1.28*	
微型滚珠丝杠（亿元）	44	440
单个价格（元）	*100*	
单台用量（个）	*44*	
单台ASP（万元）	*0.44*	
电机新增市场空间（亿元）	**158**	**1580**
单台ASP（万元）	*1.58*	
传感器新增市场空间（亿元）	**225**	**2250**
单台ASP（万元）	*2.25*	
结构件新增市场空间（亿元）	**150**	**1500**
单台ASP（万元）	*1.5*	
总计新增市场空间（亿元）	**837**	**8370**

资料来源：新浪财经、36氪、浙江在线、格隆汇、晚点独家、界面新闻、爱采购、电机联盟、合肥市投资基金协会、华福证券研究所（包含此前测算汇总）

下载日志已记录，仅供内部参考

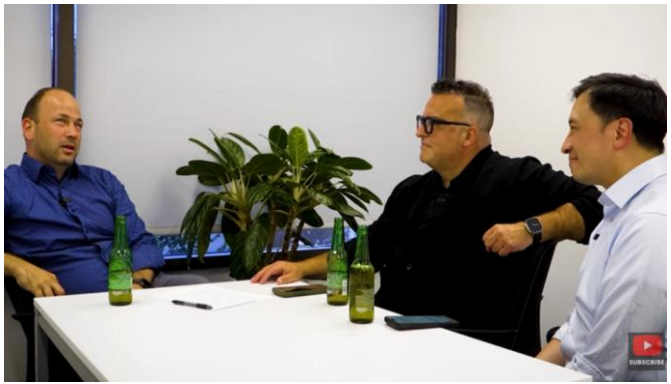
3.7 特斯拉供应链2026全年量产目标下达，预计明年有望达10万台

- 根据特斯拉工程副总裁拉斯·莫拉维的最新访谈，**特斯拉弗雷蒙德工厂的第一条生产线已从中西部和德国的自动化团队运抵，目前机器正进行FAT（现场验收测试）的最后阶段。**第一条生产线相当模块化，因此启动速度很快，在验证第一个子生产线后，还有40条要完成子生产线用于不同组件，如执行器、躯干、电池、四肢等。
- 根据晚点新闻报道，特斯拉近期下发具体的 Optimus 零件采购指引，**要求供应商在今年9月将产能提到1000台/周，随后在年底提升到2000-2500台/周。**两位接近供应商的人士说，特斯拉会提前2个月左右下订单，现在他们已经看到8月数百台的具体订单。我们判断，若按年底2千五百台/周产计算，特斯拉供应商在年底将具备供应年产10万台 Optimus 零部件的能力。**我们预计2026年全年特斯拉机器人出货量目标有望突破万台（1-2万台左右），2027年全年量产量级有望达到10万台以上。**

图表：特斯拉副总裁陶琳明确机器人将年底量产



图表：特斯拉工程副总裁最新访谈披露更多机器人量产细节



资料来源：中国新闻网、华尔街见闻、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.7 特斯拉机器人供应链：首选“确定性”和“竞争格局”

关于特斯拉机器人供应链：

我们认为，特斯拉机器人供应链需要的企业需要满足**以下几点：1）持续配合研发迭代，确保技术领先性；2）高效的工程化转化能力，确保落地可行性；3）产能的同步建设和全球化布局，确保大规模交付能力。**因此，具备全球化产能布局和海外运营能力、经历特斯拉车规级供应链验证和匹配能力、具备快速拉产能和降本能力的公司能够最终脱颖而出。**我们建议按以上标准，首选“确定性”和“竞争格局好”，其次是“标签性”进行配置，建议关注：**

1）参与T联合研发，无需重资产投入，无需PPA的环节。

- **对于塑料件和头部模组供应商而言**，由于不需要较大的产能和资本开支投入，因此相关供应商并不需要签订PPA来划定份额，而是**直接通过RFQ拿到量产订单。**

相关环节公司包括：

1）头部模组：蓝思科技、星宇股份；
2）结构件：模塑科技（塑料件）；

2）需PPA（需在海外重资产建产能）的环节。

相关环节公司包括：

1）丝杠：恒立液压、震裕科技、五洲新春；
2）减速器：科达利；
3）轴承：万向钱潮、天创时尚
4）电机及执行器等：三花智控、拓普集团、峰岹科技。

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

- 行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性
- 从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台
- 硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛
- **国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系**
- 投资建议
- 风险提示

下载日志已记录，仅供内部参考

4、需求端驱动机器人量产落地，国内机器人供应链订单景气度高

2026年国内机器人呈现需求端市场，机器人本体公司订单景气，零部件厂商供不应求。根据宇树科技招股书，2025年其人形机器人实际出货量超5500台，2026年上半年收入端同比增长35%以上，智元2026年6月第15000台通用具身机器人正式下线。6月优必选发布优世界U1系列，当天销量破万，这是仿生机器人有史以来最高预售量。**除国内需求外，海外订单也是核心支撑**，据光明网转引海关统计数据，今年前5个月，各类单独列名的机器人合计出口1037.7万台，出口总值达199.9亿元。同时，据央广网报道，2025年中国出货全球90%的人形机器人。据中国新闻网报道，今年1-5月，我国机器人规上企业收入突破900亿元，近5年年均增速超20%。国内机器人从整机产品到核心供应链技术都已在世界取得领先，产业链完备，**整机公司订单景气表明机器人正在从“政策输血”走向“市场造血”，核心零部件公司，如减速器、电机及相关配套等，有望迎来行业高景气度。**

图表：优必选发布全尺寸超仿生人形机器人优世界U1系列



资料来源：广州日报、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4、需求端驱动国内机器人量产加速落地，2026年有望达3.8万台

根据光明网转引IDC发布的《全球人形机器人市场分析》显示，**2025年全球人形机器人出货量约1.8万台，**而中商产业研究院报告显示，**2025年中国人形机器人出货量已达1.44万台，占全球84.7%，其预计2026年中国人形机器人出货量将达3.8万台**，2030年有望达到38万台，全球占比进一步提升至约88%。在2025年全球人形机器人市场中，宇树科技以5500台出货量位居第一，占市场的31%；智元机器人以5168台的出货量位居第二，占比达29%。从上半年情况看，智元在6月第15000台通用具身机器人正式下线，宇树科技也表明2026年目标出货量1万-2万台。我们判断，2026年将是国内机器人公司量产加速的第一年，整机公司及其相应的核心零部件公司，将迎来行业的高景气度时刻。

图表：2025年宇树和智元位列全球人形机器人市场出货量前两名

排名	公司	2025年出货量	全球份额
1	宇树科技	约5500台	31%
2	智元	约5168台	29%
3	乐聚	约1000+台	6%
4	银河通用	约1000台	6%
5	加速进化	约1000台	6%
6	优必选	1079台	6%
7	松延动力	约1000台	6%

图表：2026年中国人形机器人出货量有望进一步增长



资料来源：科创板日报、澎湃新闻、上海证券报、新华社、中国证券网、IDC资讯、中国基金报、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4、国电68亿具身智能订单落地，国产机器人进入规模化部署新纪元

国家电网有限公司内部印发《2026具身智能发展规划》。根据该规划，**国家电网计划在 2026 年集中采购各类具身智能设备约8500 台，总投资规模高达约 68 亿元。**重点聚焦电力巡检、带电作业、应急救援、仓储物流四大场景。电力行业的刚需，正在重新定义赛道的核心价值——能落地、能稳定、能替代人、能算得过账。这种转变，将深刻影响未来 3–5 年整个机器人产业的走向。国家电网已经为这场变革给出了明确的时间表：**2026年，实现重点区域具身智能渗透率达到30%；2027 年，推动具身智能设备覆盖 80% 以上的高危作业场景。**

- **我们认为，此次国家电网的大手笔采购是把国产机器人从“技术概念”推向“生产力工具”的关键一步**，可以预见，2026–2027年将成为具身智能全面走向生产力的关键之年。

采购清单：此次采购名单中，不仅包括了云深处、宇树、智元、优必选、傅利叶等国内机器人本体公司，也包括深耕电网行业多年的老牌供应商。**1）巡检类设备（数量最大）：**四足巡检机器狗 5000 台，预算 15 亿元。**2）作业类设备（价值最高）：**人形带电作业机器人 500 台，预算 25 亿元台数仅占 5.9%，均价约 500 万元 / 台。

国产机器人供应链中，我们认为优先关注核心的本体厂商以及相关供应链公司，此外，3D视觉、大模型、大脑等软硬一体核心技术方向有望在后续脱颖而出：本体公司相关：宇树科技（待上市）、上纬新材（智元）、锋龙股份（优必选）；**零部件公司**：中大力德、步科股份、宁波华翔、绿的谐波、雷赛智能、安培龙；**3D视觉相关**：奥比中光

图表：国家电网集中采购设备场景重点聚焦电力巡检、带电作业等





资料来源：具身元点、华福证券研究所

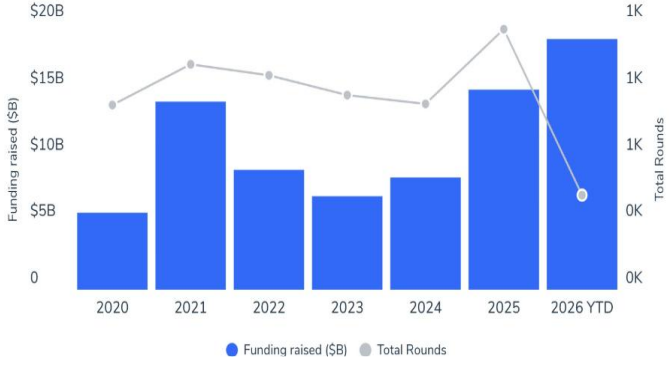
下载日志已记录，仅供内部参考

4、一级市场持续保持热情，头部效应逐步显现

国内：据第一财经资讯转引IT桔子事件库数据显示，2026年上半年国内具身智能赛道融资总金额达到935亿元，较2025上半年提升了5倍；融资事件数量达到322笔，同比增长137%。上半年具身智能估值百亿独角兽企业至少已有22家，2025年时有三家。大模型技术的发展、头部企业IPO预期、政策支持催化下，多家估值百亿的独角兽因此而诞生。整体看，上半年百亿估值独角兽企业融资超400亿元，占具身智能领域总融资比例超40%。

全球：根据太平洋科技报道，Crunchbase发布最新行业快报，**2026上半年，全球机器人初创公司的融资金额已高达188亿美元（约合1360亿元人民币），**远超2025年全年的150亿美元，创下历史新高。

图表：2026上半年全球机器人初创公司的融资金额已高达188亿美元



资料来源：太平洋科技、网易、第一财经资讯、华福证券研究所

图表：2026年上半年国内具身智能赛道融资总金额达到935亿元

公司名称	半年融资金额	最新融资轮次	估值
宇树科技	IPO注册过会	-	420亿元
智元	-	B+轮	150亿元
云深处	-	IPO申请中	139亿元
银河通用	25亿元	A+轮	200亿元
自变量	超30亿元	C轮	200亿元
智平方	超60亿元	B轮	200亿元
星海图	30亿元	B+轮	200亿元
千寻智能	近50亿元	A+轮	100亿元
众擎智能	13.60亿元	B+轮	100亿元
极佳视界	35亿元	B+轮	100亿元
灵心巧手	超15亿元	B+轮	100亿元
光轮智能	20亿元	A+轮	135亿元
星尘智能	10亿元	B轮	100亿元
苏度科技	-	天使轮	20亿美元
星动纪元	23.6亿元	A+轮	100亿元
它石智航	30.94亿元	Pre-A轮	130亿元
地瓜机器人	10.20亿元	B+轮	100亿元
临界点AGILINK	超10亿元	A轮	100亿元
普渡机器人	约10亿元	D轮	100亿元
跨维智能	10亿元	B轮	100亿元
帕西尼	超10亿元	B轮	100亿元
天机智能	10亿元	B轮	100亿元

下载日志已记录，仅供内部参考

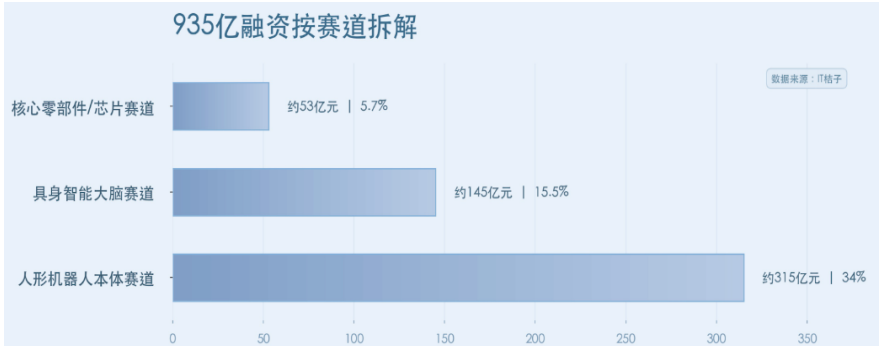
4、融资端正从零部件赛道向整机、大脑、数据三大赛道聚拢

定焦One的一级市场调研统计，2026年上半年，单笔10亿元以上的超大型融资在国内超过了25起。这一巨额资金的密集注入，直接催生了一批年轻的“百亿、双百亿俱乐部”企业。**根据IT桔子数据显示，上半年融资金额排名前20的企业合计拿走了550亿元的资金，占比高达59%。与2024、2025年猛追单体硬件（减速器、灵巧手、双足形体等）不同，2026年资本开始向整机、大脑、数据三大赛道聚拢。**

图表：2026年上半年单笔10亿元以上的超大型融资在国内超过了25起



图表：2026年资本开始向整机、大脑、数据三大赛道聚拢



资料来源：太平洋科技、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

4、宇树上市在即，国产机器人正式迈入“二级市场独立定价”的新阶段

- **宇树IPO过会，国产机器人资本化进程加速。**7月2日，证监会正式批复同意宇树科技科创板IPO注册，拟募资42.02亿元。从3月20日获受理，到6月1日过会，再到注册生效，一共104 天，为近年来A股硬科技IPO过会的最快纪录。此次IPO，宇树科技拟募资42.02亿元，扣除相关发行费用后的净额拟投向智能机器人模型研发项目、机器人本体研发项目、新型智能机器人产品开发项目、智能机器人制造基地建设项目。
- **除宇树科技外，其他国产机器人主机及零部件公司IPO进度也纷纷提速。**5月18日晚间，上交所网站显示，云深处科技科创板IPO申请于近日获上交所受理。5月19日，乐聚智能IPO获受理。一个月前，4月27日，已在港交所上市的越疆科技也获深交所受理，成为新政后首单“H转深A”的创业板IPO。6月18日，洛轴集团的IPO注册获批。此外，珞石机器人在港股上市、 2026年6月，彭博消息称，深圳机器人初创公司众擎机器人已以保密方式申请香港IPO。
- **国产机器人进入从“一级市场融资驱动”正式迈入“二级市场独立定价”的新阶段。**我们认为，此前市场普遍将国产供应链视为北美特斯拉机器人链的“映射”，但资本化进程的推进正在从根本上改变这一认知，国产机器人产业链正经历从“主题映射”到“独立定价”的关键转变，本体厂商和3D视觉、大模型、大脑等软硬一体核心技术方向相关的公司将有望率先享受此次资本化浪潮带来的估值重估。

图表：7月2日，证监会正式批复同意宇树科技科创板IPO注册



索 引 号	bm56000001/2026-00007362	分 类	注册结果,结果公示
发布机构		发文日期	2026年07月02日
名 称	关于同意宇树科技股份有限公司首次公开发行股票注册的批复		
文 号	证监许可〔2026〕1612号	主 题 词	

关于同意宇树科技股份有限公司首次公开发行股票注册的批复

宇树科技股份有限公司：

中国证券监督管理委员会收到上海证券交易所报送的关于你公司首次公开发行股票并在科创板上市的审核意见及你公司注册申请文件。根据《中华人民共和国证券法》《中华人民共和国公司法》《国务院办公厅关于贯彻实施修订后的证券法有关工作的通知》（国办发〔2020〕5号）和《首次公开发行股票注册管理办法》（证监会令第205号）等有关规定，经审阅上海证券交易所审核意见及你公司注册申请文件，现批复如下：

一、同意你公司首次公开发行股票的注册申请。

二、你公司本次发行股票应严格按照报送上海证券交易所的招股说明书和发行承销方案实施。

三、本批复自同意注册之日起12个月内有效。

四、自同意注册之日起至本次股票发行结束前，你公司如发生重大事项，应及时报告上海证券交易所并按有关规定处理。

中国证监会

图表：宇树IPO过会，国产机器人资本化进程加速



资料来源：同花顺财经、21世纪经济报道、观察者网、华福证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

- 行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性
- 从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台
- 硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛
- 国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系
- **投资建议**
- 风险提示

下载日志已记录，仅供内部参考

投资建议和核心标的：

特斯拉链：

1）参与T联合研发，无需重资产投入，无需PPA的环节。

建议关注：

1）头部模组：蓝思科技、**星宇股份**；
2）结构件：**模塑科技**（塑料件）；

2）需PPA（需在海外重资产建产能）的环节。

建议关注：

1）丝杠：恒立液压、**震裕科技**、五洲新春；
2）减速器：**科达利**；
3）轴承：万向钱潮、**天创时尚**
4）电机及执行器等：三花智控、拓普集团、峰岹科技。

国产链：首选本体，其次大脑、视觉传感和数据采集、核心硬件（包括减速器、电机等）

◆ **建议关注**：

1）本体：**上纬新材**、锋龙股份、优必选；
2）视觉和数采：奥比中光；
3）减速器：中大力德、绿的谐波、
4）电机：步科股份、雷赛智能

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

- 行情复盘：板块高位震荡，量产落地阶段强调供应链确定性
- 从芯片到供应链整合，Tesla机器人有望在年底达到周产2千台
- 硬件：供应链垂直整合是核心，核心部件技术逐步收敛
- 国内：本体订单爆发带动行业景气度上行，宇树上市重塑估值体系
- 投资建议
- **风险提示**

下载日志已记录，仅供内部参考

风险提示

风险1：宏观经济波动风险

机器人产业方兴未艾，短期内需求有限，许多相关零部件和本体厂商主要下游仍为工业机器人等传统行业，因此宏观经济波动仍会对国内机器人产业链相关公司的经营情况产生较大影响。

风险2：人形机器人产业化不及预期风险

目前人形机器人商业化应用场景相对较少，主要集中于教育、展示等少部分场景，若特斯拉人形机器人推出后，不能满足在工业、物流、家庭服务、办公等应用场景的需求，商业化应用场景拓展可能不及预期。

风险3：产业政策不及预期风险

国家先后出台多项产业政策，聚焦技术创新、具体应用，鼓励帮扶机器人产业的发展，若产业政策落地进度不及预期，可能影响国内相关产业发展，影响国产化替代进程。

下载日志已记录，仅供内部参考

分析师声明及一般声明

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并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可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。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券股份有限公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本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。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

下载日志已记录，仅供内部参考

特别声明及投资声明评级

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与 5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

下载日志已记录，仅供内部参考

华福证券
HUAFU SECURITIES CO.,LTD.

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海
公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT座20楼
邮编：200120
邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn