

2025年02月06日

人形机器人有望迎来量产元年，北交所零部件企业发展前景广阔

北交所研究团队

——北交所行业主题报告

诸海滨（分析师）

zhuhaibin@kysec.cn

证书编号：S0790522080007

● **人形机器人从“0”到“1”导入期加速，政策+科技驱动有望迎来量产元年**

2024年开始人形机器人逐步实现产业落地，全球范围内的多家企业开始加码人形机器人，人形机器人产业化进程将进一步加速。**政策方面**：2023年以来，中央和地方纷纷出台政策鼓励机器人行业发展，涉及算法、场景、产业等维度，推动机器人在医疗、协作、特种、物流等行业的应用，2023年10月更是发布《人形机器人创新发展指导意见》。**科技方面**：人形机器人是“自动”与“自主”高度耦合的产物，其发展路径将经历多个阶段，由“机构层”向“决策层”演进，大模型+AI快速发展加快了机器人向任务级交互进化，具有实体的智能体通过与环境的交互来取得认知能力，学习并掌握新技能新知识，大幅提升了机器人的环境感知、人机交互、上层规划的能力，其在感知、决策、运控方面的智能、自主进一步提高。根据觅途咨询数据，保守预计2030年全球人形机器人销售量7.6万台，市场规模达49.60亿美元。

● **人形机器人零部件制造高壁垒，核心部件市场空间未来发展广阔**

人形机器人产业链上游为零部件供应，电机、传感器、减速器&齿轮、丝杠、轴承是构成机器人的关键核心零部件。**丝杠**：机械设备中将回转运动、直线运动相互转换的传动元件，特斯拉Optimus方案一个人形机器人平均需要使用14个丝杠。根据觅途咨询数据，预计中国2030年人形机器人丝杠市场空间达到8.68亿元，其中行星滚柱丝杠规模到达6.76亿元。**轴承**：减速器是机器人的核心部件，而轴承则是减速器的关键零件，特斯拉Optimus中共计需要使用70个轴承，轴承分布在14个旋转关节处和14个线性关节处的减速器和丝杠上，单台人形机器人轴承价值量预计在5432-10780元。根据觅途咨询数据，预计人形机器人轴承市场规模在2030年达2.16亿元，2035年达89.51亿元。**传感器**：人形机器人感知模块，是利用各类传感器件实现对外部环境和内部状态的智能感知，超声波传感器作为机器视觉方案的承载硬件之一，能够通过距离探测让机器人具备感知周围物体的能力，未来发展潜力大。

● **北交所人形机器人零部件企业高成长+专精属性，受益机器人产业化**

预计2025年机器人产业将维持较高市场关注度，我们聚焦在工业、物流、服务等多元类型机器人以及未来人形机器人潜在应用关联的产业链“最大公约数”类别，从伺服驱动、减速传动、丝杠与导轨、轴承等领域为代表的机器人“驱动+执行”模块，控制器、传感器、机器视觉等领域为主的机器人“控制+感知”模块。市场对机器人零部件二级市场的关注多集中在沪深市场，而北交所机器人零部件在关注度相对更低的同时具备较高成长和较高专精属性的特点，其中优质公司同样受益于机器人产业进化，具备持续增长潜力。(1) 运动模块相关的机械零部件以及结构件相关企业，代表公司为鼎智科技、苏轴股份、万达轴承、万通液压等。(2) 传感器、控制器、连接器等相关领域，代表公司为奥迪威等。

● **风险提示**：下游需求下行、行业政策变化、新技术不及预期等风险。

相关研究报告

《2025年北交所限售股解禁压力分析：透视重要股东增减持动向洞察市场方向——北交所策略专题报告》-2025.2.4

《持续拓宽重组胶原蛋白应用边界，2024年净利润预增140%~146%——北交所信息更新》-2025.1.29

《切入头部车企供应链+混动汽车渗透率提升，预告业绩同比高增——北交所信息更新》-2025.1.29

目 录

1、 人形机器人从“0”到“1”的导入期，有望迎来量产元年.....	4
1.1、 人形机器人是一种仿生机器人，未来市场空间广阔.....	4
1.2、 政策+技术驱动，2024 年实现人形机器人从“0”到“1”的导入期.....	7
2、 人形机器人零部件制造高壁垒，核心部件市场空间广阔.....	13
2.1、 人形机器人核心零部件主要有电机、传感器、减速器、丝杠.....	13
2.2、 丝杠：机械设备中将回转运动、直线运动相互转换的传动元件.....	15
2.3、 减速器是机器人的核心部件，而轴承则是减速器的关键零件.....	18
2.4、 传感器：人形机器人感知模块，超声波传感器未来发展潜力大.....	24
3、 北交所零部件企业高成长+专精属性，受益机器人产业化.....	28
3.1、 奥迪威：超声波传感器细分龙头，机器人新赛道突围.....	29
3.2、 鼎智科技：高端电机+丝杆产品矩阵，实现精密驱动领域国产替代.....	32
3.3、 苏轴股份：深耕高精度滚动轴承，汽车+机器人开启业绩持续释放.....	34
3.4、 万达轴承：专注叉车轴承“小巨人”，积极布开拓 AGV/AMR.....	36
4、 风险提示.....	39

图表目录

图 1： 人形机器人的构造.....	4
图 2： 工业机器人和服务机器人市场规模仍在快速增长，市场对机器人需求旺盛.....	5
图 3： 保守预计 2030 年全球人形机器人销售量 7.6 万台（万台）.....	6
图 4： 保守预计 2030 年全球人形机器人市场空间 49.60 亿美元（亿美元）.....	6
图 5： 2024 年及以后，人形机器人逐步实现产业落地.....	7
图 6： Optimus 稳稳地接住迎面抛来的网球并放下，手指可相对灵活地弯曲.....	8
图 7： 华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营.....	9
图 8： 2025 年中央电视台春节联欢晚会节目《秧 BOT》人形机器人设计.....	9
图 9： 人形机器人创新发展指导意见.....	10
图 10： 人形机器人迭代路径.....	10
图 11： 人形机器人主要包含三大核心技术模块：环境感知模块、运动控制模块和人机交互模块.....	11
图 12： 人形机器人是 AI 具身智能的最佳载体.....	11
图 13： 全球各国人形机器人技术专利累计申请量（件）.....	12
图 14： 全球各国人形机器人有效发明专利数量排名（件）.....	12
图 15： 大模型进一步提高了人形机器人的智能化与自主性.....	12
图 16： 人形机器人产业链.....	13
图 17： 特斯拉 Optimus 核心零部件数量.....	14
图 18： 电机、传感器、减速器、丝杠价值量占比较高.....	14
图 19： 预计一个人形机器人平均需要使用 14 个丝杠.....	16
图 20： 2023 年中国丝杠市场（不含人形机器人）规模约 25.7 亿元（百万元）.....	17
图 21： 预计 2030 年中国人形机器人行星滚柱丝杠规模到达 6.76 亿元（百万元）.....	17
图 22： 滚珠丝杠主要被台资企业和外资企业垄断.....	18
图 23： 国内企业在行星滚柱丝杠市占率较低.....	18
图 24： 轴承是人形和工业机器人的重要组成部件之一.....	18
图 25： 谐波和 RV 减速器中主要应用是的交叉滚子和滚针轴承.....	20
图 26： 人形机器人线性执行器采用深沟球轴承和四点接触球轴承.....	21

图 27: 特斯拉 Optimus 中共使用 70 个轴承.....	21
图 28: 2018-2023 年中国谐波减速机市场规模的复合增速达 16.02% (百万元)	23
图 29: 预计 2024-2030 全球人形机器人谐波减速机市场规模复合增速达 96.19% (百万元)	23
图 30: 2018-2023 年中国 RV 减速机市场规模复合增速达 15.95% (百万元)	23
图 31: 预计 2024-2030 全球人形机器人 RV 减速机市场规模复合增速达 96.84% (百万元)	23
图 32: 预计人形机器人轴承市场规模在 2030 年达 2.16 亿元, 2035 年达 89.51 亿元 (百万元)	24
图 33: 感知模块是利用各类传感器件实现对外部环境和内部状态的智能感知	24
图 34: 以汽车为例, 超声波传感器主要应用于自动泊车等近程、高精度感知系统, 这一场景正好契合机器人需求	26
图 35: 我国传感器起步相对较晚, 在高端产品方面落后于发达国家	27
图 36: 2022 年全球超声波雷达竞争格局	27
图 37: 2024 年 1-8 月国内乘用车前装超声波雷达份额	27
图 38: 全市场机器人产业链标的梳理: 零部件各领域均有相关公司, 北交所、新三板	28
图 39: 从营收结构角度来看, 传感器营收占比持续提高	29
图 40: 2024 年 Q1-3 营收 4.47 亿元 (+32.67%), 归母净利润 6748.33 万元 (+5.20%)	29
图 41: MEMS 超声波传感器	30
图 42: 奥迪威超声波水下测距传感器	31
图 43: 奥迪威六轴多头精密点胶机器人	31
图 44: 奥迪威精密力控机械臂	31
图 45: 鼎智科技营收主要来自线性执行器、混合式步进电机、直流电机等	32
图 46: 鼎智科技产品广泛应用于医疗器械和机器人等领域	32
图 47: 2024 年 Q1-3 营收 1.70 亿元 (-28.58%), 归母净利润 3061.53 万元 (-54.43%)	33
图 48: 鼎智科技最新产品亮相世界机器人盛会	34
图 49: 公司的产品可以概括为滚针轴承和滚动体两大类	34
图 50: 2024 年 Q1-3 营收 5.47 亿元 (+17.45%), 归母净利润 11759.84 万元 (+35.04%)	35
图 51: 苏轴股份开发高科技、高附加值机器人交叉滚子轴承产品	35
图 52: 2024 年 Q1-3 营收 2.62 亿元 (+0.21%), 归母净利润 4503.66 万元 (+5.85%)	37
表 1: 人形机器人分类	5
表 2: 丝杠分为梯形丝杠、滚珠丝杠和行星滚柱丝杠 3 种类型	15
表 3: 减速器是工业和人形机器人的核心零部件	19
表 4: 单台人形机器人轴承价值量预计在轴承在 5432-10780 元	22
表 5: 人形机器人对感知要求较高, 涵盖了视觉、力觉、听觉、触觉等方面	25
表 6: 人形机器人四种环境感知传感器比较	25
表 7: 苏轴股份机器人谐波减速器用超薄精密滚针轴承项目	36
表 8: 回转支承产品主要用途及特点	36
表 9: 万达轴承已经在 AGV/AMR 叉车机器人领域积累了多个优质客户	37

1、人形机器人从“0”到“1”的导入期，有望迎来量产元年

1.1、人形机器人是一种仿生机器人，未来市场空间广阔

人形机器人是一种仿生机器人，指形状及尺寸与人体相似，能够模仿人类运动、表情、互动及动作的机器人，并具有一定程度的认知和决策智能。人形机器人建立在多学科基础之上，集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，来实现拟人化的功能，环境适应更通用、任务操作更多元、人机交互更亲和，是有望成为继计算机、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，是一个国家高科技实力和发展水平的重要标志。

人形机器人相比其他机器人，对智能感知、运动控制、智能决策、人机交互的综合能力要求更高。

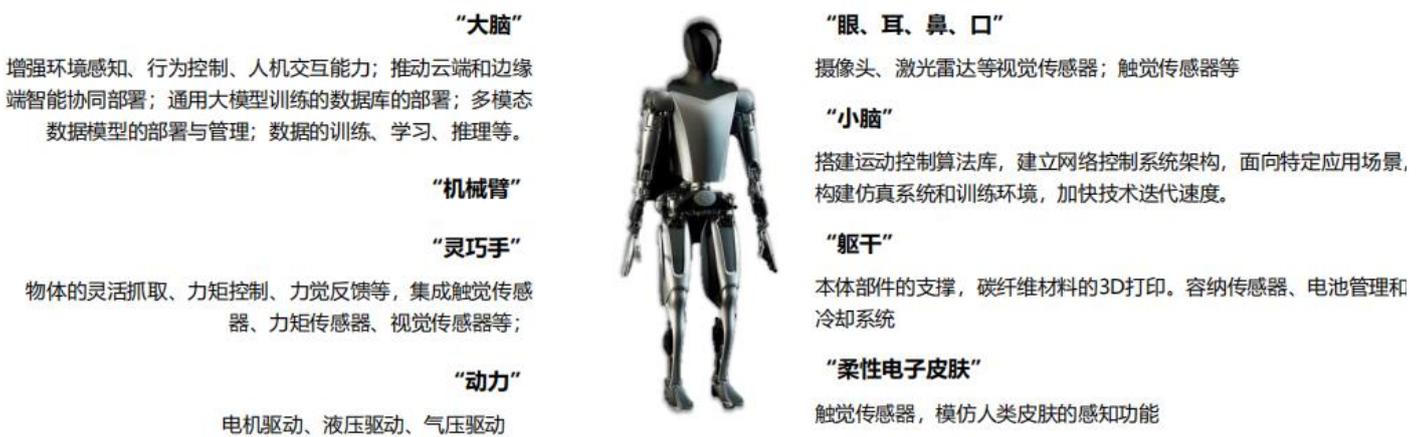
智能感知方面，需要配备多种传感器，能够感知非结构化场景并根据不同的情况做出相应的反应。

运动控制方面，需要人形机器人具备高度的精确性和灵敏度、良好的稳定性和平衡控制能力，精确地模仿人类的行走、跑步、抓取等动作，实时响应各种传感器的输入和环境变化。

智能决策方面，可通过人工智能技术，根据环境、任务和目标等信息，自主地做出最优的决策，以实现自主导航、任务执行、人机交互等功能，需要高效的算法和强大的计算能力，以处理大量的信息和数据。

人机交互方面，需要对自然语言进行识别与处理，以便机器人能够理解用户的指令、问题或指导，需要具备情感识别技术，识别用户情感状态，提供更人性化的互动体验。此外，对手势与动作的识别、多模态交互等方面也有着较高的要求。

图1：人形机器人的构造



资料来源：创业邦

根据人形机器人的形态，可以将其分为轮式人形机器人、足式人形机器人、全能型人形机器人。

根据应用场景，可以将人形机器人分为医疗型人形机器人、军事型人形机器人、教育型人形机器人、娱乐型人形机器人、服务型人形机器人、工业型人形机器人、通用型人形机器人。

人形机器人的驱动器是机器人运动的关键部件，它负责将其他能量转化为机械能，使机器人得以运动，根据驱动器动力来源的不同，可将人形机器人划分为电机驱动型、液压驱动型、气压驱动型、形状记忆金属、混合驱动型等人形机器人。

表1：人形机器人分类

类型	介绍	图示
轮式人形机器人	主要采用轮式驱动+协作机器人手臂+灵巧手方案，强调触觉传感器+灵巧手的操作功能，同时兼备移动能力。	
足式人形机器人	强调机器人的腿部运动能力，手部基本只用作平衡。	
全能型人形机器人	具备双足+双臂+双手+各类感知+人工智能的功能，以全面的软硬件基础，适应开放环境中的多任务。	

资料来源：GGII、开源证券研究所

机器人市场中，国内机器人产量和销量的快速增长，反映出市场对机器人的需求逐渐旺盛。2022年，中国工业机器人产量达到44.31万套、销量达到30.3万套。

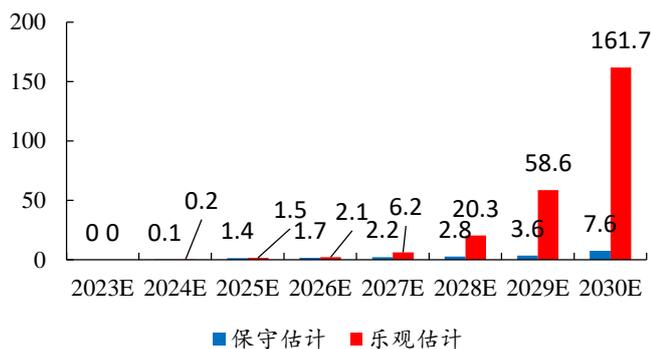
图2：工业机器人和服务机器人市场规模仍在快速增长，市场对机器人需求旺盛



资料来源：国家统计局、GGII、中国电子学会、创业邦

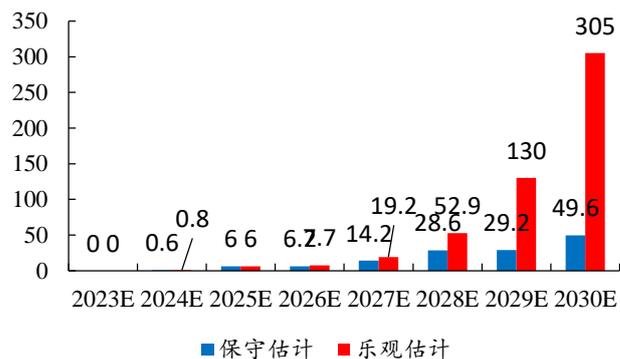
随着人形机器人功能迈向多样化和普适化，产业分工日趋成熟，成本持续下探，潜在应用场景有望涵盖制造业、家庭服务等多个领域，市场机遇广阔。人形机器人在工业制造领域的应用前景呈现出积极态势。尽管目前人形机器人技术主要还在研发阶段和特定场景试用中，但随着技术的不断进步、成本的降低以及应用场景的拓展，预计未来几年内其在多个下游领域的渗透率将逐步提升。

图3：保守预计 2030 年全球人形机器人销售量 7.6 万台（万台）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

图4：保守预计 2030 年全球人形机器人市场空间 49.60 亿美元（亿美元）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

1.2、政策+技术驱动，2024 年实现人形机器人从“0”到“1”的导入期

人形机器人的探索可追溯到百年前的蒸汽时代，随着能源动力与硬件技术的发展，人形机器人核心零部件与动力系统技术越发成熟，本体性能不断提高，大致经历了 2000 年以前的探索阶段、2000-2020 年的硬件推动技术突破阶段、2020 年以来的商业化试水阶段。

2020-2023 年，人工智能技术快速发展，尤其是生成式 AI 与大模型技术的出现，让人机交互的应用更加成熟，结合环境感知、三维仿真、目标识别等场景算法的融合应用，人形机器人的智能化更加提升，进一步支撑了商业化应用。

2024 年及以后，人形机器人逐步实现产业落地。当前人形机器人产业处于产业化落地前期，随着相关技术的发展与成熟，全球范围内的多家企业开始加码人形机器人，人形机器人产业化进程将进一步加速。

图5：2024 年及以后，人形机器人逐步实现产业落地

探索阶段（2000年以前）	硬件推动的技术突破阶段（2000-2020）	AI推动的商业化试水阶段（2021-至今）
<ul style="list-style-type: none"> 1893年，乔治·摩尔设计出以蒸汽为动力行走的机器人 1927年，美国西屋电气工程师温斯顿·斯通设计出Televox机器人 1963年，NASA推出机动多关节机器人，能模拟5种人类动作 1973年，加藤一郎团队研发出人形智能机器人WABOT-1 1986年，本田开发了双足机器人E0 1993-1997年，本田相继开发出P1、P2、P3机器人 	<ul style="list-style-type: none"> 2000年，我国独立研发出“先行者”机器人 2003年，日本发布可以音乐演奏的机器人 2009年，本田发布奔跑速度达7km/h的人形机器人 2011年，丰田发布ALL-New ASIMO 2014年，初代Atlas机器人正式发布 2017年，本田发布第三代人形机器人T-HR3 2020年，美国Agility推出第一台商业化机器人Digit 	<p>2021年</p> <ul style="list-style-type: none"> 7月，丰田推出第四代家务机器人Busboy 7月，优必选发布人形机器人Walker X <p>2022年</p> <ul style="list-style-type: none"> 8月，小米发布全尺寸人形机器人CyberOne 10月，特斯拉推出人形机器人Optimus <p>2023年</p> <ul style="list-style-type: none"> 3月，追觅科技发布通用型人形机器人 8月，帕西尼感知科技推出触觉人形机器人Tora 8月，星动纪元推出人形机器人小星和小星MAX 8月，理工华仁推出人形机器人汇童 8月，智元机器人发布通用型人形机器人远征A1 8月，宇树科技发布通用型人形机器人H1 10月，科大讯飞发布人形机器人 11月，小鹏发布人形机器人PX5 <p>2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> 11月，开普勒机器人发布先行者通用型人形机器人 12月，特斯拉发布Optimus二代，步行速度提升30% 12月，速动动力人形机器人星途CL-1公开测试 2月，优必选Walker S进入蔚来总装车间实地训练 2月，波士顿动力液压版Atlas搬运汽车配件 2月，1X Technologies人形机器人完成室内家务整理任务 2月，Figure 01 进入宝马车间实训 3月，Figure 01与OpenAI合作，搭载ChatGPT大模型 4月，波士顿动力全新电驱版Atlas 4月，优必选Walker S接入百度文心一言大模型 4月，北京人形机器人中心发布“天工”通用型人形机器人母平台 5月，宇树科技发布G1人形智能体，9.9万起售价 5月，特斯拉Optimus在工厂完成分拣电芯任务 5月，Westwood Robotics发布首款全比例人形机器人 THEMIS

资料来源：创业邦

2024 年 11 月 28 日，特斯拉机器人官方账号发布新动态：准备了新的手来迎接黑色星期五。视频中，Optimus 稳稳地接住迎面抛来的网球并放下，手指可相对灵活地弯曲。

特斯拉 Optimus 工程师 Milan Kovac 将最新展示的灵巧手称为“里程碑式的成就”。与上一代产品相比，该新手/前臂拥有双倍的自由度（手上有 22 个自由度，手腕/前臂上有 3 个自由度）。Optimus 上一代灵巧手包含 11 个自由度，同样集中于前臂的灵活性，与第一代 Optimus 原型机难以执行简单的操作任务相比，搭载 11 自由度灵巧手的 Optimus 能够完成叠衬衫、在工厂分拣物品等任务。

Kovac 表示，上述视频是在实验室里通过远程操作实时完成的，特斯拉很快就会制造出配备新灵巧手的机器人。另外，团队到年底前仍有一些工作需要完成，特别是围绕扩展触觉传感集成（新一代手比上一代的表面覆盖范围大得多）、通过肌腱实现更精细的控制。由于所有驱动装置被移至前臂，这增加了其重量，团队还在想办法减轻前臂重量。一个有趣的挑战是如何让手指和手掌拥有足够柔软度/柔顺性的保护层，同时又不影响触觉传感。

图6: Optimus 稳稳地接住迎面抛来的网球并放下，手指可相对灵活地弯曲



资料来源：财联社

国内人形机器人方面，2024年11月15日，在前海·宝安AI向未来——人工智能应用创新成果发布会上，华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营。

华为（深圳）全球具身智能产业创新中心致力于瞄准具身智能国际前沿技术，以产业应用场景为牵引，依托宝安区雄厚的先进制造业基础，充分利用前海深港及国际科技创新政策优势，联合企业开展协同创新，为技术研发成果搭建高水平创新平台，以打造具身智能产业链集散中心为愿景，打造一站式具身智能产品技术交易旗舰平台，成为全球具身智能产业链的集散中心。

本次签约企业包括乐聚机器人、兆威机电、深圳市大族机器人、墨影科技、拓斯达、自变量机器人、华龙讯达、深圳华成工业控制、中坚科技、埃夫特、北京创新乐知信息技术、数字华夏深圳科技、北京中软国际教育、浙江强脑科技、佛山奥卡机器人、禾川人形机器人等。

创新中心将整合华为2012先进制造实验室、华为云EI产品部、2012伦敦研究所、2012德国慕尼黑研究所等各部门具身智能相关能力，聚合华为具身智能产业核心资源，建设具身智能基础实验室，打造具身智能技术策源地；联合龙头企业建设联合创新实验室，共同攻克关键技术难题和产品解决方案；依托华为超千家软硬件生态伙伴、超万种应用生态伙伴以及超百万级开发者资源优势，打造全球具身智能产品技术交易旗舰平台，提供一站式具身智能服务产品交易采购和技术服务，推动一批新产品、新技术在宝安落地，构建具身智能产业生态服务体系。

图7：华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营



资料来源：财联社

2025年中央电视台春节联欢晚会上，节目《秧BOT》，由16个BOT与16名新疆艺术学院的舞蹈演员人机协同共同表演。这次的双足人形机器人，准备了超过130个舞蹈动作，进行了充分的技术测试。团队为春晚特殊制作了一套从视频直接生成动作的程序。舞蹈演员在镜头前的动作，被AI软件精细捕捉，形成指令代码，再由工程师精细调整，导出程序放在机器人上就能直接运动。除了对舞蹈演员的动作进行学习，团队还特别设计了机器人舞步，让舞蹈看起来更加自然流畅。

图8：2025年中央电视台春节联欢晚会节目《秧BOT》人形机器人设计

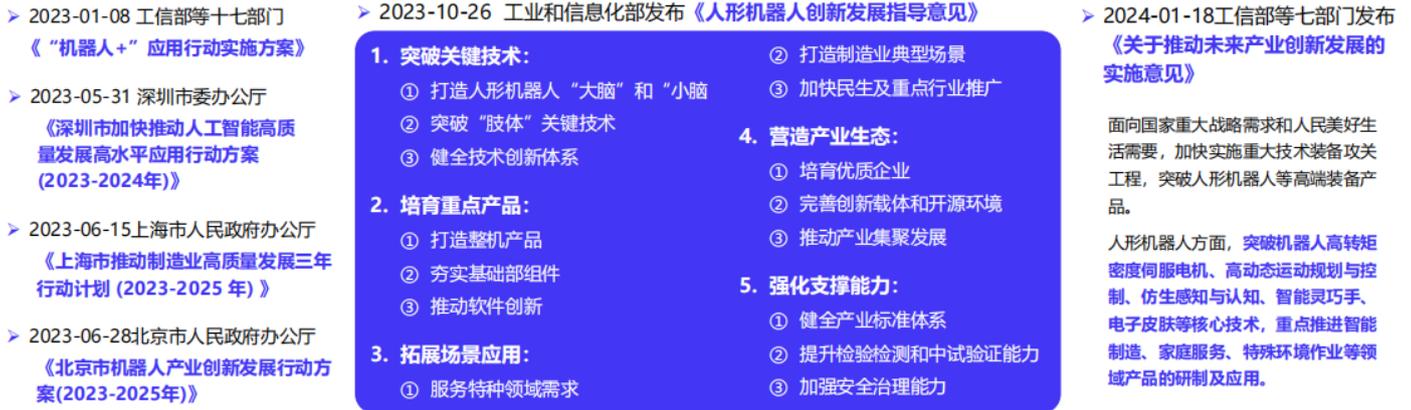


资料来源：中国日报双语新闻公众号

2023年以来，中央和地方纷纷出台政策鼓励机器人行业发展，涉及算法、场景、产业等维度，推动机器人在医疗、协作、特种、物流等行业的应用。同时，政策逐渐向“人形机器人”的范畴聚拢，国家在2023年10月更是发布《人形机器人创新发展指导意见》。

《意见》提出，人形机器人已成为科技竞争的新高地、未来产业的新赛道、经济发展的新引擎，发展潜力大、应用前景广，并从关键技术、重点产品、场景应用、产业生态、支撑能力五个方面全面推动人形机器人行业的创新发展。

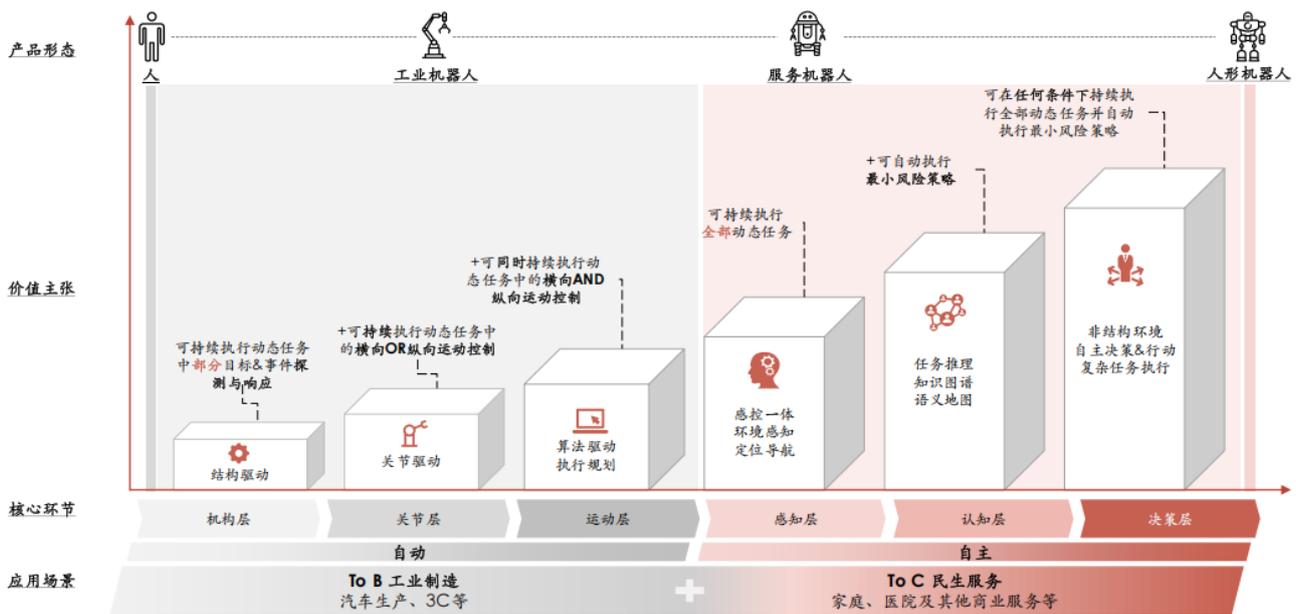
图9：人形机器人创新发展指导意见



资料来源：创业邦

从迭代路径看，人形机器人是“自动”与“自主”高度耦合的产物，其发展路径将经历多个阶段，由“机构层”向“决策层”演进。人形机器人是具备环境感知、智能交互和规划行动的智能系统，包括感知模块、交互模块、运控模块三大核心模块，通过与环境交互感知、自主决策、执行规划的人形机器人，实现了任务级交互。

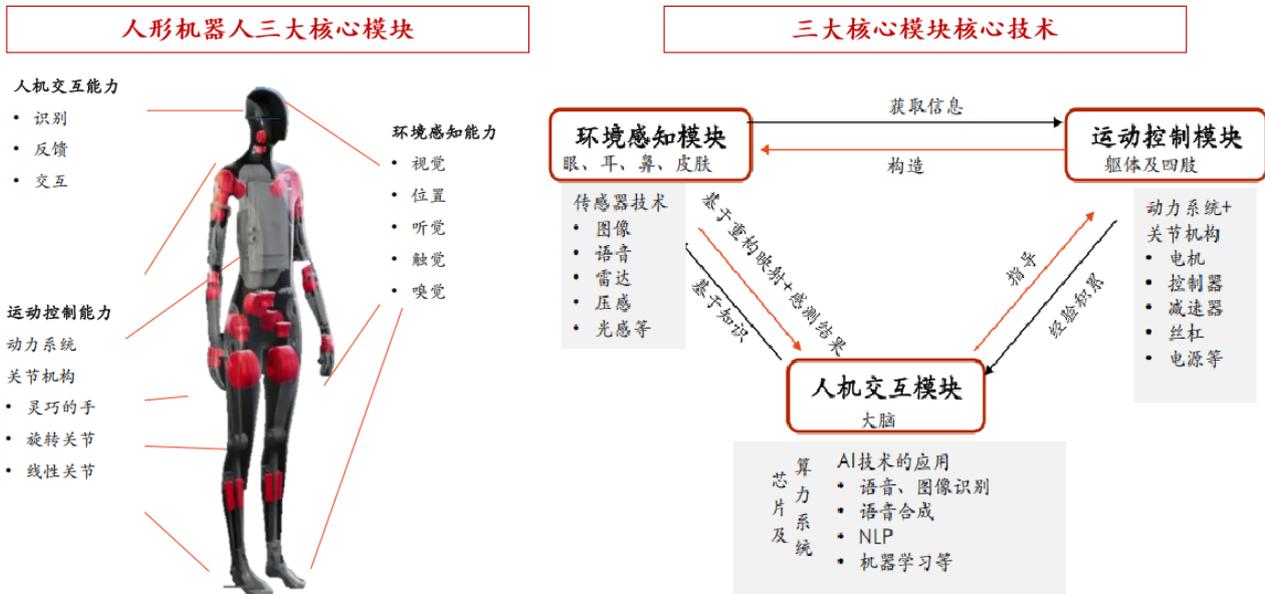
图10：人形机器人迭代路径



资料来源：M2 觅途咨询

人形机器人主要包含三大核心技术模块：**环境感知模块**、**运动控制模块**和**人机交互模块**。融合感知、决策、运控，让机器人向任务级交互进化，具有实体的智能体通过与环境的交互来取得认知能力，学习并掌握新技能新知识，是“本体”和“智能体”的耦合，实现与环境的交互获取信息、理解问题、做出决策，并实现行动，从而产生智能行为和环境自适应性。

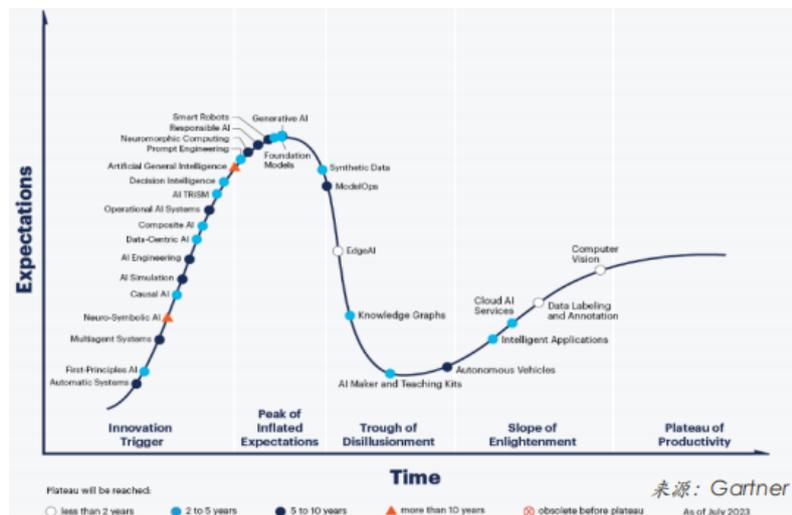
图11：人形机器人主要包含三大核心技术模块：环境感知模块、运动控制模块和人机交互模块



资料来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

人形机器人是 AI 具身智能的最佳载体。随着生成式 AI 与人形机器人的融合，机器人开启了“具身智能”的全新时代。从 2023 年 7 月份 Gartner 绘制的 AI 技术成熟度曲线上来看，大部分 AI 技术已经进入距离成熟还有 2~5 年的发展关键期，生成式 AI、因果 AI 等技术的发展让人形机器人的大脑更加灵活。

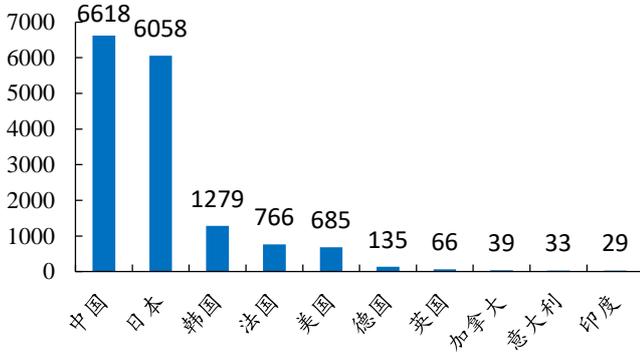
图12：人形机器人是 AI 具身智能的最佳载体



资料来源：M2 觅途咨询、Gartner

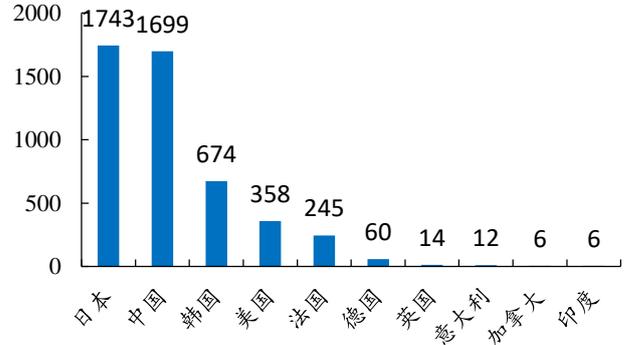
专利技术体现了产业发展的创兴力和产出绩效，近几年人形机器人相关专利频出。截至 2024 年，人形机器人技术领域的专利已接近 2 万件，90% 以上分布在本体结构、驱动控制以及智能感知领域；中国、日本、韩国、美国和法国是目前持有专利数量最多的国家。

图13：全球各国人形机器人技术专利累计申请量（件）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

图14：全球各国人形机器人有效发明专利数量排名（件）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

大模型进一步提高了人形机器人的智能化与自主性。大模型采用 Transformer 架构，以预训练+微调的形式有效摆脱对基于场景数据训练的依赖，解决了长距离信息关联的问题，其在人形机器人上的应用，大幅提升了机器人的环境感知、人机交互、上层规划的能力，其在感知、决策、运控方面的智能、自主进一步提高。

在探索将大模型应用于机器人方面，谷歌推出视觉-语言模型 PaLM-E，既可理解图像，也能理解并生成语言、执行各种复杂的机器人指令而无需重新训练，微软研究团队也展示利用 ChatGPT 解决机器人难题的示例，推动人形机器人成为“具身智能”的最佳载体。

图15：大模型进一步提高了人形机器人的智能化与自主性



资料来源：创业邦

2、人形机器人零部件制造高壁垒，核心部件市场空间广阔

2.1、人形机器人核心零部件主要有电机、传感器、减速器、丝杠

随着新一轮科技革命和产业变革加速演进，人工智能、5G、新能源、新材料等与机器人技术深度融合。人形机器人产业链上游为零部件供应，核心零部件包括谐波减速器、无框力矩电机、空心杯电机、行星滚柱丝杠、编码器、传感器、轴承等；中游为人形机器人的设计、制造和测试过程；下游应用领域包括工业制造、灾害救援、危险作业、智慧物流、安防巡逻、服务娱乐等。

图16：人形机器人产业链

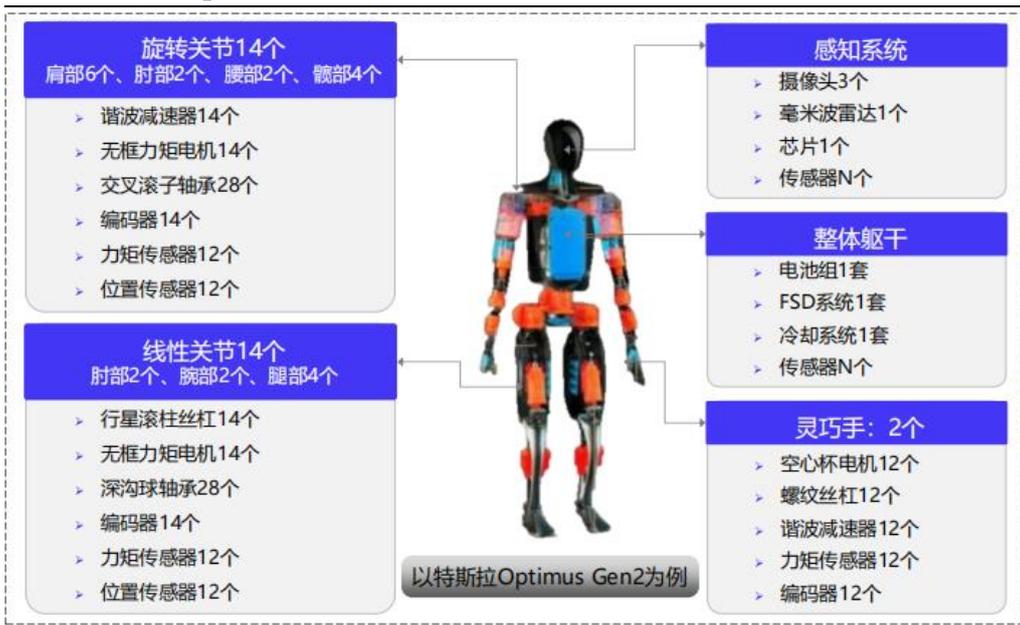


资料来源：M2 觅途咨询

电机、传感器、减速器&齿轮、丝杠、轴承是构成机器人的关键核心零部件。产业链中的核心零部件和关键模块组成人形机器人的旋转关节、线性关节、灵巧手、感知系统、躯干。

以 Optimus Gen2 人形机器人为例子，通过其精密的硬件设计，结合 14 个旋转关节和 14 个线性关节，实现灵活的运动控制。感知系统包括多个图像传感器、雷达和力传感器，为机器人提供环境感知能力。整体硬件系统包含电池、FSD 系统和冷却系统，确保机器人高效稳定运行。其灵巧手配备多个传感器和动力系统，使机器人能够完成复杂的操作任务。这些组件的协同作用使 Optimus Gen2 具备出色的多功能性和适应性，适用于各种应用场景。

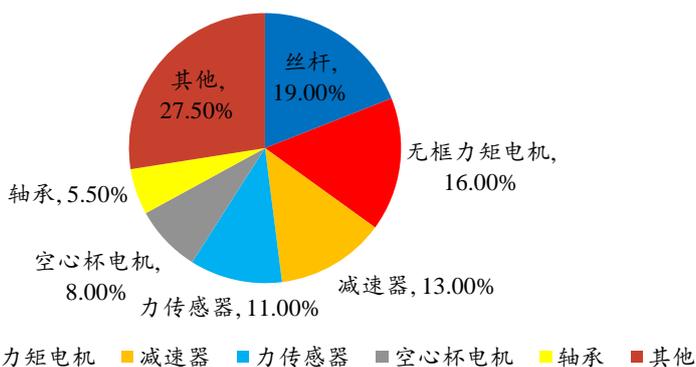
图17: 特斯拉 Optimus 核心零部件数量



资料来源: 特斯拉 AIDAY、创业邦

从成本结构占比来看, 电机、传感器、减速器、丝杠是成本占比较大的核心零部件。根据觅途咨询《2024 人形机器人产业链白皮书》数据, 丝杠、无框力矩电机、减速器、力传感器、空心杯电机、轴承在人形机器人价值占比分别为 19.00%、16.00%、13.00%、11.00%、8.00%、5.50%。

图18: 电机、传感器、减速器、丝杠价值量占比较高



数据来源: 《2024 人形机器人产业链白皮书》觅途咨询、开源证券研究所

2.2、丝杠：机械设备中将回转运动、直线运动相互转换的传动元件

丝杠是一种转换运动形式的高精度零件，主要可分为梯形丝杠、滚珠丝杠、行星滚柱丝杠。丝杠主要由丝杆和螺母两部分组成。丝杆是一种具有螺纹母线的长条状零件，而螺母则是一种外部具有螺纹母线的零件。螺母可以通过转动丝杆来移动沿丝杆的方向。丝杠是能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一种高精度零件，可主要分为梯形丝杠、滚珠丝杠和行星滚柱丝杠 3 种类型。在机器人领域，丝杠主要用于关节和运动机构传动，实现高精度运动控制。

受限于行星滚柱丝杠成本的限制，在人形机器人产业化发展前期，或将存在滚珠丝杠和行星滚柱丝杠两种精密传动解决方案并存的局面，随着人形机器人产业化进程的持续推进，国产行星滚柱丝杠厂商通过技术创新与迭代有望进一步降低成本，行星滚柱丝杠有望逐步取代滚珠丝杠精密传动解决方案。

表2：丝杠分为梯形丝杠、滚珠丝杠和行星滚柱丝杠 3 种类型

种类	梯形丝杠	滚珠丝杠	行星滚柱丝杠
特点	结构简单、精度较低	传动效率高、精度较高	高承载、体积小、高精度
运动原理	通过梯形丝杠的螺纹副实现转动运动和直线运动的转换。在旋转丝杠时，螺母会随着丝杠的旋转而沿着丝杠前进或后退，实现机械传动	丝杠相对螺母旋转时，丝杠的旋转面通过滚珠的循环滚动推动螺母轴向移动，化旋转为线性，丝杠和螺母之间的滑动摩擦转变为滚珠与丝杠、螺母之间的滚动摩擦	行星滚柱丝杠以丝杠旋转作为驱动，当丝杠旋转时，滚柱围绕丝杠作行星运动，同时通过螺旋传动原理将丝杠旋转运动转化为螺母直线往复运动
示意图			
传动效率	低，仅 26%-24%	高，可达 92%-98%，可显著节能	较高，摩擦力较小时可达 90%
转速	慢，滑动摩擦发热严重，一般转速不超过 3000RPS	较快，点接触滚动摩擦热效应小，额定转速在 3000-5000RPS	快，线接触滚动摩擦热效应小且承载力强转速可达 6000RPS
导程精度	低，品质参差不齐	较高，受滚珠直径限制，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
使用寿命	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 1000 万次以上
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
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
应用场景	有多种方案可选，价格较低，适用于利润率低、用量大、对工作转度及精度要求不高的场景，多用于传统行业	适用于无自锁要求、精度要求高、成本控制要求低的场景，如机床、医疗	适合用于精度要求高、高速重载工作的应用场合，如机器人、飞行起落架、精密机床、火炮升降架

资料来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

预计一个人形机器人平均需要使用 14 个丝杠。预计特斯拉 Optimus 方案有两个可能方案：方案 1：全部使用行星滚柱丝杠，共 14 个；方案 2：1) 上半身负载要求较低，使用 6 个滚珠丝杠；2) 下半身负载要求较高，使用 8 个行星滚柱丝杠。

考虑到成本和技术成熟度，目前的人形机器人更适用方案 1，即同时使用滚珠和滚柱丝杠，未来会逐渐向方案 2 过渡。

图19：预计一个人形机器人平均需要使用 14 个丝杠

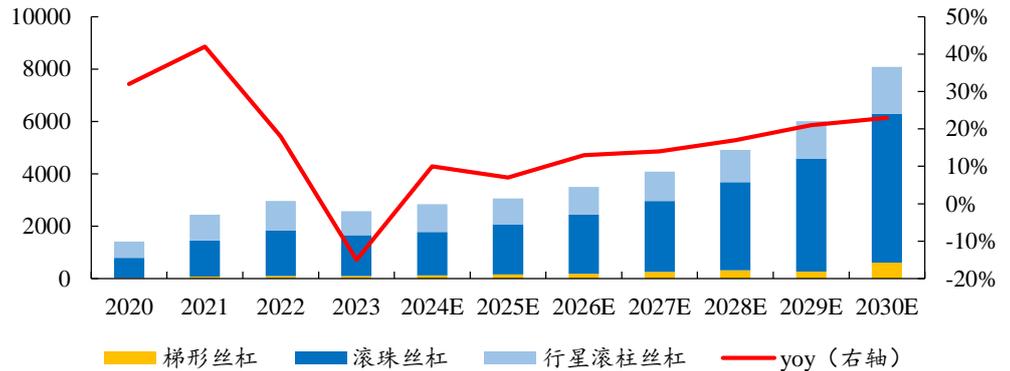

资料来源：M2 觅途咨询

2023 年中国丝杠市场（不含人形机器人）规模约 25.7 亿元，其中滚珠丝杠销售额占比最多，约 61%，梯形丝杠占比约 35%，行星滚柱丝杠应用尚少，占比约 4%。

1) 2020-2022: 数字化的进程使得半导体、电动汽车、智能制造等行业持续扩张，医疗保健、物流、包装等与疫情相关的产业也有突破性增长，从而带动了丝杠产品市场规模的扩张，CAGR 高达 45%。

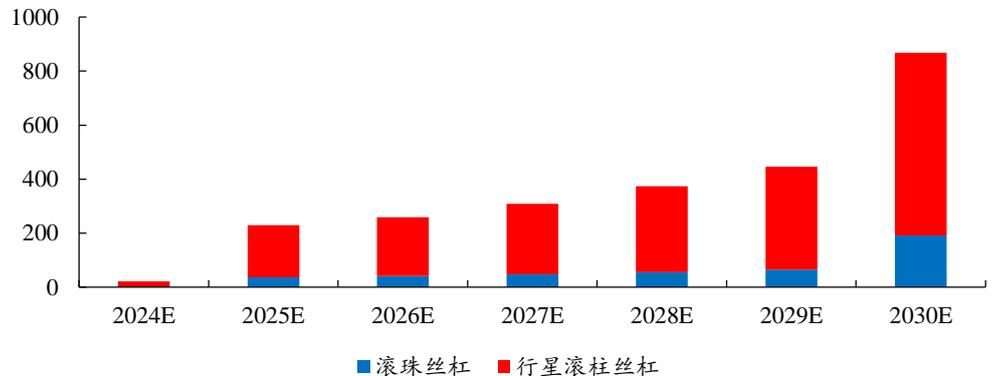
2) 2023-2025: 全球通胀攀升、俄乌冲突等不确定因素使得全球经济增长动力缺乏，同时机械制造、电子信息、医药等下游行业向东南亚转移，丝杠增长乏力，预期增速降低至 10% 以下。

3) 2025-2030E: 随着经济的不断恢复、智能制造转型升级，丝杠企业逐渐突破技术瓶颈，同时随着智能制造的升级，科技的进步 AI、智慧制造等行业需求也开始增长，根据 M2 觅途咨询数据，预计丝杠市场尤其是滚珠丝杠和行星滚柱丝杠的市场将保持在 20% 左右的市场增长。

图20：2023年中国丝杠市场（不含人形机器人）规模约25.7亿元（百万元）


数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所（注：数据不包括人形机器人市场）

随着市场规模的不断扩大，技术的不断成熟，行星滚柱丝杠的价格也将不断降低，预计人形机器人未来更多使用行星滚柱丝杠。根据 M2 觅途咨询数据，目前人形机器人还处在研究阶段，预计 2025 年有望实现量产，2030 年-2035 年销售规模有较为明显的增长，行星滚柱丝杠在未来技术更成熟、价格更低的情况下会被更多应用于人形机器人。预计中国 2030 年人形机器人丝杠市场空间达到 8.68 亿元，其中行星滚柱丝杠规模到达 6.76 亿元。

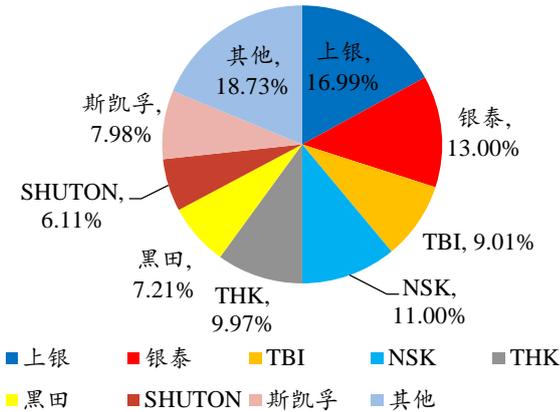
图21：预计2030年中国人形机器人行星滚柱丝杠规模到达6.76亿元（百万元）


数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

滚珠丝杠和行星滚柱丝杠市场被欧美企业垄断，高端产品的国产化程度仍较低。根据 M2 觅途咨询数据，中国滚珠丝杠市场主要被台资企业和外资企业垄断，总体来看滚珠丝杠的市场集中度较高 CR10 占比 94%；

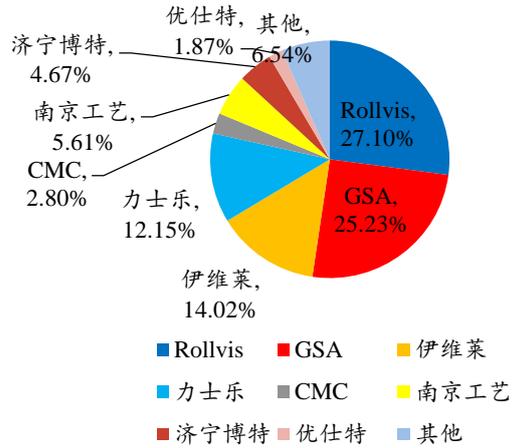
根据 M2 觅途咨询数据，2023 年中国行星滚柱丝杠市场规模 1.07 亿，市场在中国仍处于起步阶段，本土企业规模尚小，市场主要由欧美系企业占有，市场集中度较高 CR5 占比 80% 以上。

图22：滚珠丝杠主要被台资企业和外资企业垄断



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所（注：数据截至 2023 年）

图23：国内企业在行星滚柱丝杠市占率较低

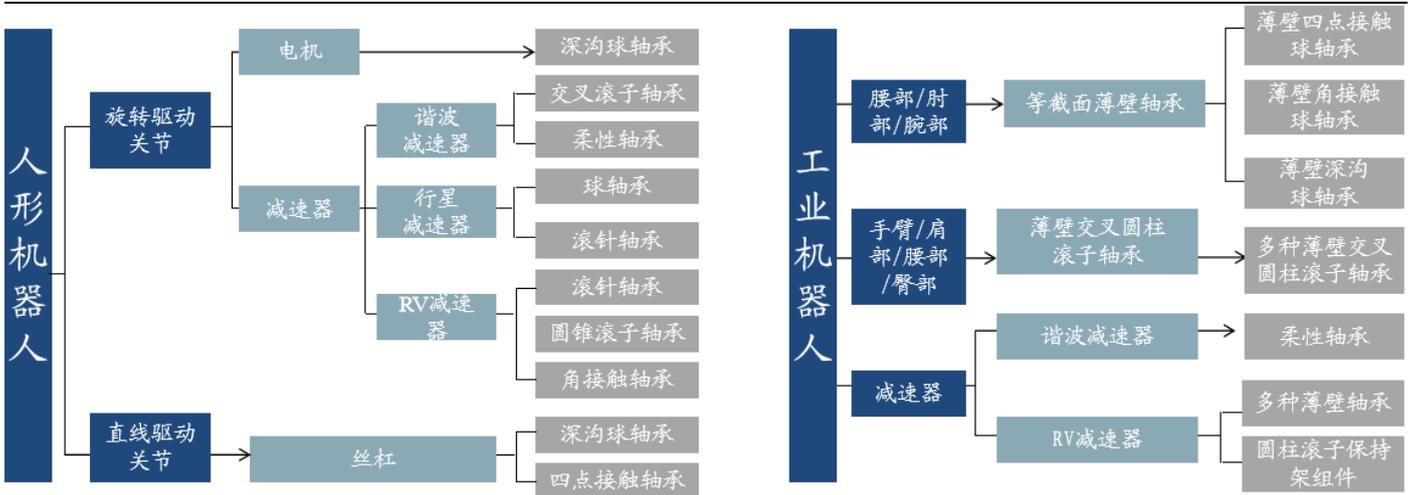


数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所（注：数据截至 2023 年）

2.3、减速器是机器人的核心部件，而轴承则是减速器的关键零件

轴承是机器人的重要组成部件之一。轴承起到支撑旋转部件、减小摩擦、提高效率的作用，轴承主要应用在减速器、电机、丝杠等部件。减速器是人形机器人的核心零部件，精密减速器是连接动力源和执行机构之间的中间装置，其作用是降低伺服电机的高转速、通过齿轮减速比放大伺服电机的原始扭矩，并提供高刚性保持、高精度定位。

图24：轴承是人形和工业机器人的重要组成部件之一



资料来源：头豹研究院、开源证券研究所

减速器是人形和工业机器人的核心零部件，应用最广泛的是谐波减速器和 RV 减速器，轴承是减速器的关键零部件之一。精密减速机作为连接动力源和执行机构的中间机构，通过降低转速和提升扭矩，精准调节机器转动角度；目前应用在人形机器人中减速机基本锁定在精密行星减速器、RV 减速机和谐波减速机中。

精密行星减速机：多应用于机床、新能源设备（用于生产光伏、风电设备）和工业、服务机器人领域，除此之外还广泛应用在激光切割和液晶产线中。随着自动化、智能化、无人化设备的需求趋势愈发明显，精密行星减速器的下游应用场景也在不断扩大。

RV 减速机：因刚性好、抗冲击力强、传动平稳、精度高在中、重负载的机器人市场得到广泛应用。但因其结构复杂、工艺难度较大，加之生产成本低，因此目前市场主要应用在多关节机器人中。

谐波减速机：在机器人市场中应用非常广泛，几乎能够应用到各种机械结构的机器人中，与 RV 减速机相比谐波减速机结构简单紧凑，被广泛应用于小型、低中负载的机器人中。

表3：减速器是工业和人形机器人的核心零部件

	精密行星减速机	RV 减速机	谐波减速机
产品定义	传动结构主要由行星轮、太阳轮、内齿圈三部分组成的精密减速器，其结构简单并且传动效率高，多安装在伺服电机上，用来降低转速，提升扭矩，精确定位	通过多级减速实现传动，一般由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成，组成的零部件较多	通过柔轮的弹性变形传递运动，主要由柔轮、钢轮、波发生器三个核心零部件组成
示意图			
产品性能	大体积、传动效率高、承载能力强	大体积、高负载能力、高刚度	体积小、传动比高、精密度高
应用场素	目前行星减速器已应用于四足机器人和小型仿人机器人中	一般应用于多关节机器人中机座、大臂、肩部等负重载的位置	主要应用于机器人小臂、腕部和手部
终端领域	自动化产线、机器人技术、航空航天、医疗器械、精密测量设备、新能源设备	汽车、运输、港口码头等行业中通常使用配有 RV 减速器的重负载机器人	3C、半导体、食品、注塑、模具、医疗等行业中通常使用由谐波减速器组成的 30KG 负载以下的机器人
优点	传动效率高，承载力强、抗冲击和振动性能好，运动平稳。结构简单，成本相对谐波、RV 低	负载能力强	与 RV 及其他精密减速器相比，谐波减速器使用的材料、体积及重量大幅度下降
缺点	单级精密行星减速器传动比小，多级减速的长度重量限制其使用场景。需要定期维护，高精度高效率等特殊要求会带来更高的制造成本	重量、体积较大	由于柔轮的反复变形，存在疲劳强度的问题承载力有限

资料来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

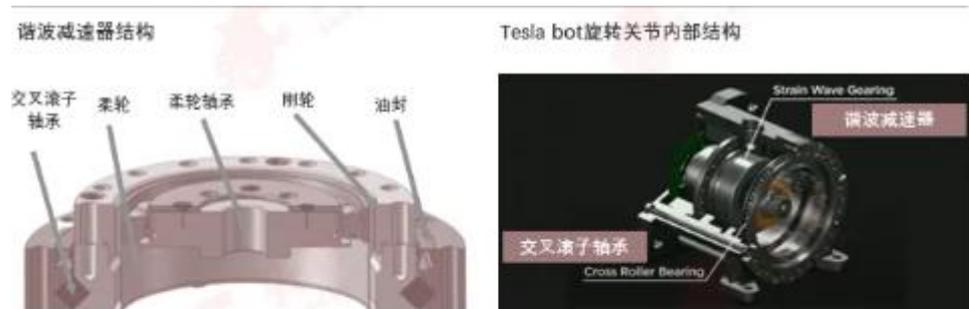
机器人的旋转关节主要使用谐波减速器，其中主要应用交叉滚子轴承。除交叉滚子轴承外，谐波减速器还包含柔轮轴承和深沟球轴承。在这几种轴承中，交叉滚子轴承制造难度大，可大规模量产的企业较少，以日企和德企为主，中国厂商具备小批量供货能力。

交叉滚子轴承：又可称为薄壁轴承，在机器人中轴承对应空间有限，通常会使用轻量化的薄壁轴承，此外，交叉滚子轴承还具有承载能力高、寿命长等优势，亦广泛用于工业机器人中。

柔轮轴承：柔性轴承在工作中，内圈安装在椭圆形的凸轮上，工作中承受循环应力载荷，外圈安装在柔轮上，工作中随凸轮的转动而发生弹性变形，不仅承受循环应力载荷，而且承受交变应力载荷。

RV 减速器也是机器人中最常用的减速器之一。其包括作为减速器主轴承的薄壁角接触球轴承，用于偏心轴定位和主体支承的薄壁圆锥滚子轴承，用于摆线轮支承的圆柱滚子（滚针）保持架组件以及用于齿轮支承的薄壁深沟球轴承。

图25：谐波和RV 减速器中主要应用的是交叉滚子和滚针轴承



减速器在工业和人形机器人中的应用类型及数量

减速器类型	谐波减速器			RV 减速器			
	柔性轴承	交叉滚子轴承	深沟球轴承	角接触轴承	圆锥轴承	滚针轴承	圆柱滚子保持架组件
工业机器人所需数量 (个)	1	1	1	2	6	1	6
人形机器人所需数量 (个)	1	1	-	2	6	6	-

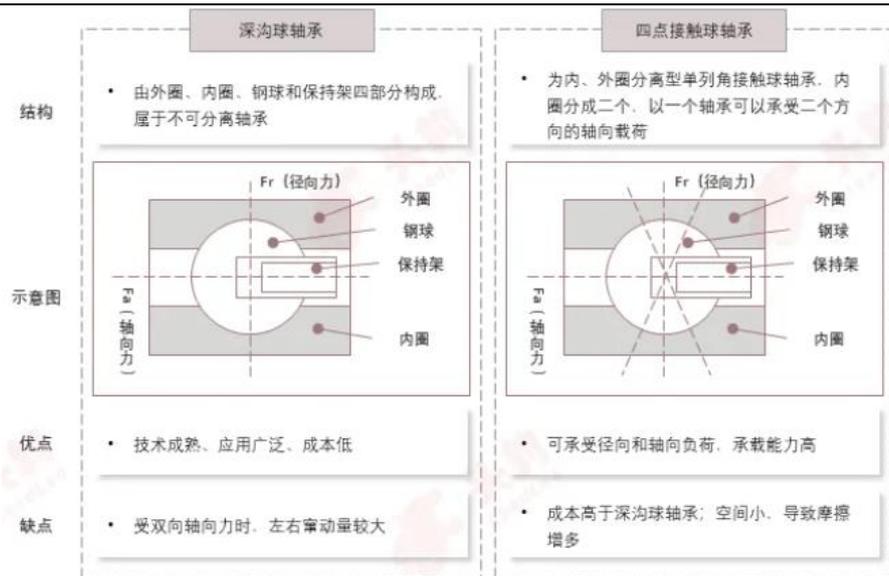
资料来源：头豹研究院、轴承杂志社

此外，人形机器人线性执行器采用深沟球轴承和四点接触球轴承。

深沟球轴承：是较为传统的一种轴承，应用范围广，成本低，但在受双向轴向力时，左右轴向窜动量较大。

四点接触球轴承：是角接触轴承的一种，内外圈可进行分离以承受来自两个轴向的荷载，钢球和内、外圈在四个点上都接触，具有承载力强、空间小的特点。

图26: 人形机器人线性执行器采用深沟球轴承和四点接触球轴承



资料来源：头豹研究院、CNK

特斯拉 Optimus 中共计需要使用 70 个轴承。轴承分布在 14 个旋转关节处和 14 个线性关节处的减速器和丝杠上。特斯拉根据不同位置的受力特点选择了四款轴承产品。14 个旋转关节上，每处关节使用 2 个角接触轴承和 1 个交叉滚子轴承。共计 42 个轴承使用量。另外的 14 个线性关节上，每处关节使用 1 个四点接触轴承和 1 个深沟球轴承。共计 28 个轴承使用量。

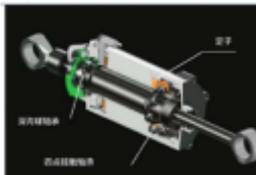
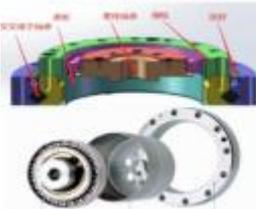
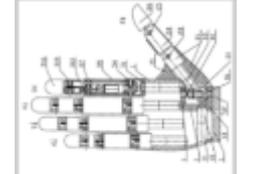
图27: 特斯拉 Optimus 中共使用 70 个轴承



资料来源：M2 觅途咨询

单台人形机器人轴承价值量预计在 5432-10780 元。根据人形机器人联盟公众号数据，人形机器人上的应用集中在线性执行关节、旋转执行关节和灵巧手空心杯部分，单组关节价值量在 391-775 元，按照特斯拉 optimus 人形机器人的公开配置信息，对应的 14 组旋转驱动关节+14 组线性执行关节+12 灵巧手关节轴承用量合计为 5432-10780 元。

表4：单台人形机器人轴承价值量预计在轴承在 5432-10780 元

人形机器人	图例	对应部件	轴承种类	单价 (元/套)	轴承需求量 (套)	总价值量 (元)
线性执行关节		电机	深沟球轴承	5-10	2	10-20
		行星滚柱丝杠	深沟球轴承	5-10	1	5-10
			四点接触轴承	60	1	60
旋转驱动关节		电机	深沟球轴承	5-10	2	10-20
		谐波减速器	交叉滚子轴承	100-500	1	100-500
			柔性轴承	80	1	80
		行星减速器	球轴承	5-10	2	10-20
			滚针轴承	5-10	3	15-30
灵巧手关节		电机	深沟球轴承	3-5	2	6-10
		行星减速器	球轴承	3-5	2	6-10
			滚针轴承	3-5	3	9-15
单组关节价值						391-775
人形机器人合计 (14 组旋转驱动关节+14 组线性执行关节+12 灵巧手关节)						5432-10780

数据来源：人形机器人联盟公众号、开源证券研究所

2018-2023 年中国谐波减速机市场规模 CAGR 达 16.02%，预计 2023-2030 CAGR 达 12.39%。2023 年中国谐波减速机市场规模约 26.0 亿元，同比下滑 11%。随着低、中载机器人比重的不断扩大，协作机器人市场应用前景区域广泛，预计 2030 年中国谐波减速机市场规模将达 59 亿人民币。谐波减速机在工业机器人市场中应用非常广泛，几乎能够应用到各种机械结构的工业机器人中，与 RV 减速机相比谐波减速机结构简单紧凑，被广泛应用于小型、低中负载的工业机器人中。

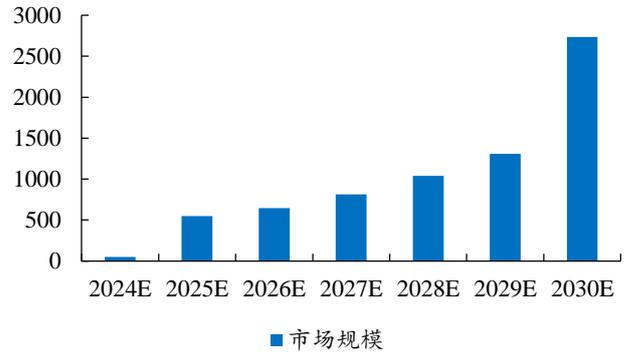
预计 2024-2030 全球人形机器人谐波减速机市场规模 CAGR 达 96.19%，2030-2035 年 CAGR 达 108.54%。目前人形机器人还处在研究阶段，预计 2025 年有望实现量产，2030 年-2035 年销售规模有较为明显的增长谐波减速机是人形机器人用量最大的减速机，保守估计到 2035 年，人形机器人市场谐波减速机的市场规模将达到百亿人民币市场空间。

图28：2018-2023 年中国谐波减速机市场规模的复合增速达 16.02%（百万元）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所（注：数据不包括人形机器人市场）

图29：预计 2024-2030 全球人形机器人谐波减速机市场规模复合增速达 96.19%（百万元）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

2018-2023 年中国 RV 减速机市场规模 CAGR 达 15.95%，预计 2023-2030 CAGR 达 12.56%。2023 年中国工业机器人市场 RV 减速机的市场规模为 49 亿人民币，同比增长 6%。未来随着工业机器人市场竞争不断加剧，小型、中、轻负载的比重不断提高，RV 减速机市场增长速将略微降低。

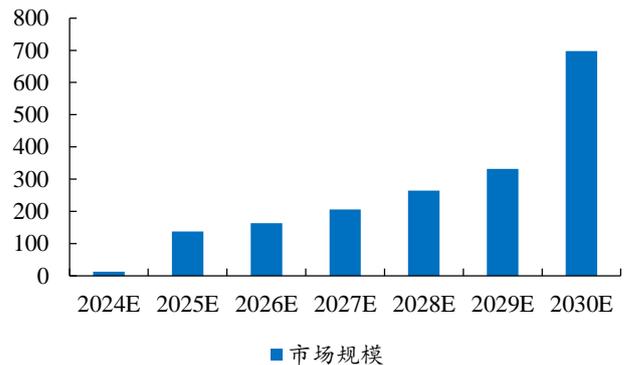
预计 2024-2030 全球人形机器人 RV 减速机市场规模 CAGR 达 96.84%，2030-2035 年 CAGR 达 109.62%。未来在人形机器人领域，因 RV 减速机有较好的抗冲击能力，有望在人形机器人的下半身的 4 个旋转关节上有所应用。

图30：2018-2023 年中国 RV 减速机市场规模复合增速达 15.95%（百万元）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所（注：数据不包括人形机器人市场）

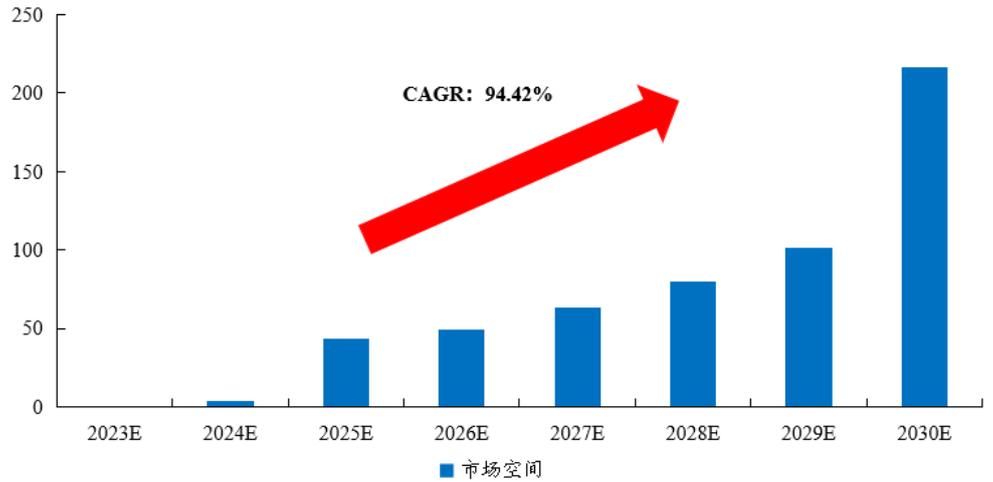
图31：预计 2024-2030 全球人形机器人 RV 减速机市场规模复合增速达 96.84%（百万元）



数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

预计人形机器人轴承市场规模在 2030 年达 2.16 亿元，2035 年达 89.51 亿元。根据觅途咨询《2024 人形机器人产业链白皮书》数据，人形机器人预计将在 2026 年开始对全球轴承市场带来明显增量，目前人形机器人以外资品牌为主，中国品牌可能会在 2026 年人形机器人全面商业化后迎来新的发展机遇。预计 2024-2030 年人形机器人轴承市场规模复合增速达 94.42%，预计 2030-2035 年人形机器人轴承市场规模复合增速达 110.61%。

图32：预计人形机器人轴承市场规模在 2030 年达 2.16 亿元，2035 年达 89.51 亿元（百万元）

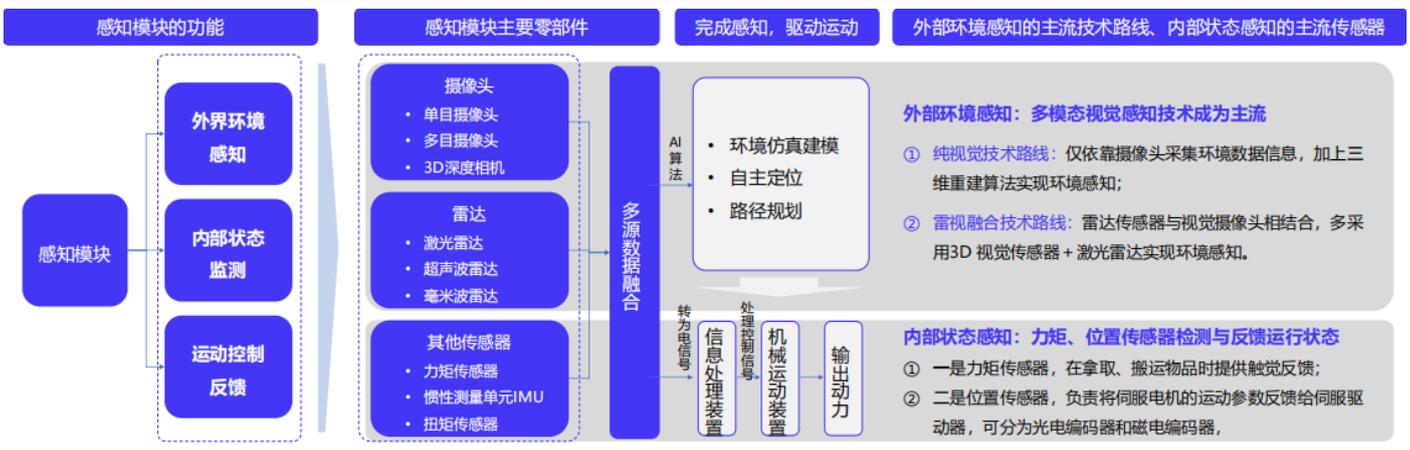


数据来源：M2 觅途咨询、开源证券研究所

2.4、传感器：人形机器人感知模块，超声波传感器未来发展潜力大

感知模块是利用各类传感器件实现对外部环境和内部状态的智能感知。感知模块主要实现机器人对外界环境的感知、内部运行状态的监测、运动控制的反馈，是机器人与环境交互的第一步，人形机器人主要依靠摄像头、雷达、力矩传感器等器件实现智能感知，并在完成感知后将采集到的环境数据、状态数据用于决策和规划。

图33：感知模块是利用各类传感器件实现对外部环境和内部状态的智能感知



资料来源：创业邦

人形机器人对感知要求较高，涵盖了视觉、力觉、听觉、触觉等方面。感知是控制和执行的前提，人形机器人可通过传感器实现对外界光、力、声、电等信息的感知，为控制和执行提供实时反馈。感知层的传感器是软件控制和硬件零部件的桥梁，是物理世界与数字世界的接口，是实现具身智能的关键。

人形机器人市场在经历了 2022-2023 年的高速发展后，已有多家厂商入局该领域，

预计 2024 年下半年人形机器人实现小批量量产，2025 年真正实现商业化。根据头豹研究院数据，预计 2024 年和 2025 年中国人形机器人传感器市场空间达 30.5 亿元和 66.5 亿元，预计 2030 年传感器市场规模将超 540 亿元，年复合增长率为 61.6%。

表5：人形机器人对感知要求较高，涵盖了视觉、力觉、听觉、触觉等方面

类型	基本介绍	特点
视觉传感器	人处理来自现实世界的视觉数据，根据技术路线可分为结构光、ToF、双目/多目视觉、激光扫描等。	通常配备先进的机器视觉系统，结合多模态感知能力和 AI 算法，以实现环境感知、目标追踪、导航规划、人机交互等功能。
听觉传感器	人形机器人的听觉传感器主要为麦克风，包括声音接收器、信号处理器和音频处理软件等部分。	模拟人类听觉功能，用于接收和识别声音信号，进而实现语音识别、语音合成、声源定位等功能。
力传感器	人形机器人的力传感器主要为力矩传感器，其可以在各种旋转或非旋转机械部件上对扭转力矩感知进行检测，将扭力的物理变化转化为精确电信号的一种传感器。	力传感器主要作用为感知并度量力，应用于人形机器人关节部位，其中六维力传感器是维度最高的力矩传感器，能给出最为全面的力觉信息，力传感器领域的高价值品类。
运动传感器	人形机器人运动传感器主要为惯性传感器 (IMU)，人形机器人位移姿态检测和稳定性控制主要依赖于 MEMS IMU。	通过采集角速度与加速度等惯性信息可以用于推算人形机器人的实时位置与运动轨迹。同时，它可以与机器人搭载的多传感器融合，在数据类型和数据频率间实现互补。
触觉传感器	大多被排列成矩阵组成阵列触觉传感器，空间分辨率可达毫米级，接近人类的皮肤，因而被称为“电子皮肤”。	可覆盖于人形机器人三维载体表面，实现与环境接触力、温度、湿度、震动、材质、软硬等特性的检测，是人形机器人实现类人触觉的关键。

资料来源：GGII、开源证券研究所

超声波传感器作为机器视觉方案的承载硬件之一，能够通过距离探测让机器人具备感知周围物体的能力。与其他类型的机器人一样，人形机器人首先配备了类似于人类感官的感官系统，而纯视觉等方案由于存在视觉盲区等问题，不足以应对所有情况，因此作为“仿生感知”能力的一类应用象征（如海豚和蝙蝠的回声定位），超声波传感器能够通过近距离精确测距提升机器人活动中的感知能力。

大多数机器人需要有关周围物体位置的精确信息。光学传感器（包括激光传感器和基于立体效果的传感器，借助两个或多个摄像头）以及声音定位器和电磁定位器对此目的最为有效。电磁定位在距物体很远并且物体导电时最有效。**对于近距离物体的感知，超声波定位和光学传感器是最合适的。**

表6：人形机器人四种环境感知传感器比较

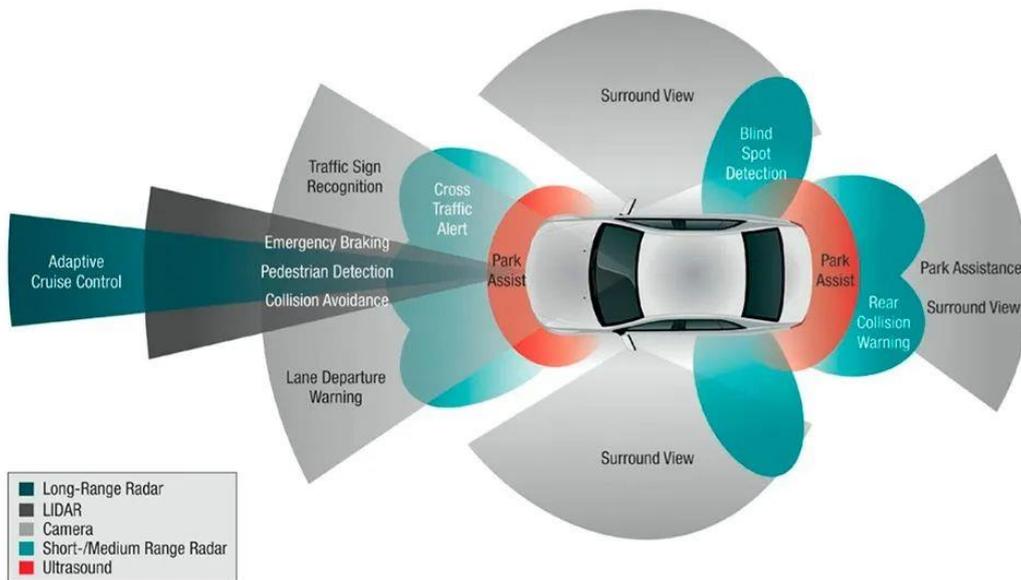
性能	摄像头	毫米波雷达	激光雷达	超声波雷达
测距/测速	可实现测距，但精度较低	纵向精度高，横向精度低	高精度	高精度
感知距离	几十米	可达 200 米以上	可达 200 米以上	一般 2 米以内
行人、物体识别	通过 AI 算法识别，但难以识别非标准障碍物	难以识别	3D 建模，易识别	可识别
路标识别	可识别	无法识别	无法识别	无法识别
恶劣天气	易受影响	不受影响	易受影响	不受影响
温度稳定性	高	高	高	低
运行速度测量能力	弱	强	强	一般

性能	摄像头	毫米波雷达	激光雷达	超声波雷达
光照	除夜视红外都影响	不受影响	不受影响	不受影响
算法技术成熟度	高	较高	一般	高
成本	一般	较高	高	高
自动驾驶主要应用场景	车道偏离预警、车道保持系统、盲区监测系统、前车防撞预警、交通标志识别、交通信号识别、全景泊车	自适应巡航控制系统、自动刹车辅助系统	实施建立车辆周边环境的三维模型	泊车辅助

资料来源：GGII、开源证券研究所

超声波传感器在智驾领域主要应用于自动泊车等场景，主要便是因为其感知距离短且精度要求高、适合补盲等优势，这一场景正好契合机器人场景下对感知的核心需求。将同为机器视觉核心的摄像头与其对比，超声波传感器具备几大优势：1) 近距离补盲需求：中前视摄像头往往被自身车头遮挡，存在一定的盲区；周视相机由于各自视角差异和画面裁切，近距离障碍物可能无法完整显示；鱼眼相机难以精确识别超近距离物体等等。均需要超声波传感器进行补盲。2) 纯视觉方案需要极精确的数据训练标注，否则可能无法准确识别物体、导致漏检误检甚至事故。3) 多目摄像头无法像双目摄像头般获取距离信息，更需要超声波距离传感器作为补充。

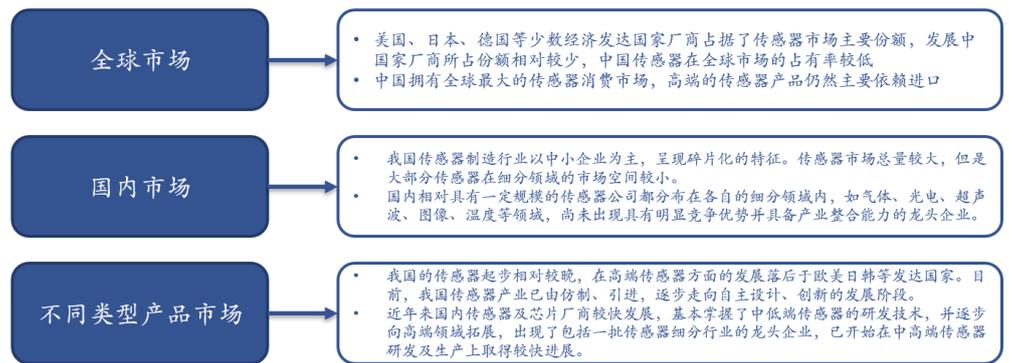
图34：以汽车为例，超声波传感器主要应用于自动泊车等近程、高精度感知系统，这一场景正好契合机器人需求



资料来源：我的极刻公众号（注：图中红色、绿色区域（部分使用）主要为超声波雷达应用范畴（自动泊车、盲区检测等），与机器人的近距离感知场景相似）

由于国内传感器行业发展较晚，目前外资企业在技术和规模上依旧具备较大优势，而国内产业链从中低端逐步向高端冲击，在各个细分市场上不断突破外资壁垒，实现份额持续上升。

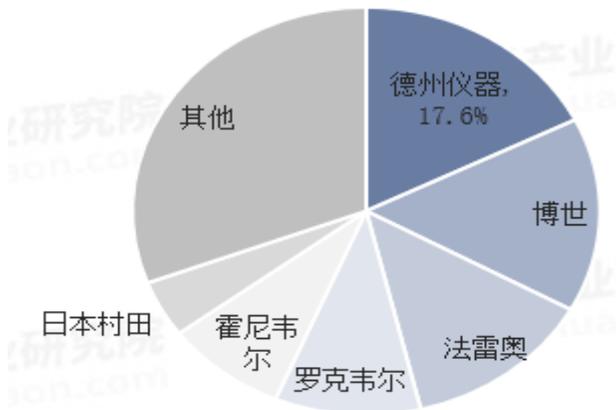
图35：我国传感器起步相对较晚，在高端产品方面落后于发达国家



资料来源：奥迪威招股说明书、开源证券研究所

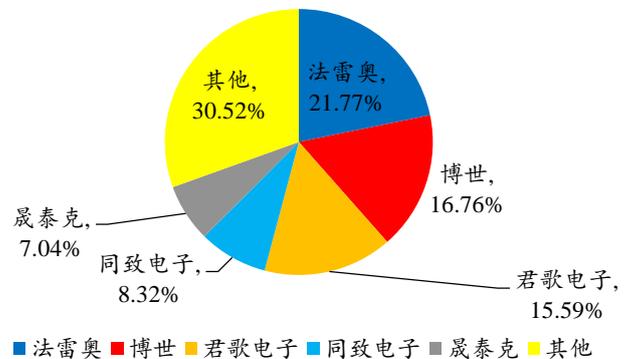
目前超声波雷达多用于汽车行业，在全球超声波雷达行业中，一些国际知名企业凭借其强大的技术实力、品牌影响力和市场份额，占据了主导地位。根据华经产业研究院数据，2022 年全球汽车超声波传感器市场上，德州仪器、博世、法雷奥分别以 17.6%、15.4%、13.2% 的市占率位居前三，罗克韦尔、霍尼韦尔、村田紧随其后位居第四至第六。2022 年全球前六大超声波传感器企业市占率合计达到 69.3%，基本垄断全球市场。

图36：2022 年全球超声波雷达竞争格局



资料来源：华经产业研究院

图37：2024 年 1-8 月国内乘用车前装超声波雷达份额



数据来源：高工智能汽车、开源证券研究所

3、北交所零部件企业高成长+专精属性，受益机器人产业化

预计 2025 年机器人产业将维持较高市场关注度，产业标的包括软硬件供应到机器人本体制造、集成和应用端各类型公司，涵盖了工业机器人、移动机器人到人形机器人潜在业务相关的多元类型公司，我们聚焦在工业、物流、服务等多元类型机器人以及未来人形机器人潜在应用关联的产业链“最大公约数”类别，从伺服驱动、减速传动、丝杠与导轨、轴承、微特电机与空心杯电机等领域为代表的机器人“驱动+执行”模块，控制器、传感器、机器视觉等领域为主的机器人“控制+感知”模块。

市场对机器人零部件二级市场的关注多集中在沪深市场，而北交所机器人零部件在关注度相对更低的同时具备较高成长和较高专精属性的特点，其中优质公司同样受益于机器人产业进化，具备持续增长潜力。

1) 运动模块相关的机械零部件以及结构件相关企业，代表公司为鼎智科技、苏轴股份、万达轴承等。2) 传感器、控制器、连接器等相关领域，代表公司为奥迪威等。

图38：全市场机器人产业链标的梳理：零部件各领域均有相关公司，北交所、新三板

上游供应链	驱动 & 执行	伺服系统&电机	汇川技术 新时达 埃斯顿 禾川科技 雷赛智能 星辰科技 金龙电机 超同步 力姆泰克
		减速器&精密齿轮	绿的谐波 双环传动 大族激光 吴志机电 中大力德 旺成科技 台致精密 中技克美 川机器人
		丝杠&导轨	贝斯特 泰川机床 鼎智科技 海达尔 新剑传动 阳光精机
		轴承类	长盛轴承 五洲新春 苏轴股份 泰德股份 明阳科技 万达轴承
		微特&空心杯电机	鸣志电器 兆威机电 江苏雷利 鼎智科技 昊升电机 三协电机
	控制 & 感知	控制器&驱动器	埃斯顿 固高科技 禾川科技 乐创技术 卓兆点胶 华成工控 蒙德电气 晟矽微电
		传感器	柯力传感 奥比中光 奥迪威 开特股份 旭形电子 博益气动
		机器视觉&AI	海康机器 天准科技 埃科光电 汉鑫科技 云创数据 福特科
	其他	结构件&精密零件	拓善集团 旭升股份 爱柯迪 坤博精工 丰光精密 吉网精密 菲高科技
		连接器	立讯精密 维峰电子 长盈精密 永贵电器 易实精密 成贤电子 智新电子 杰思股份
	机器人本体&集成		机器人 拓斯达 埃斯顿 新时达 埃夫特 海康机器 昆船智能 拓普集团 三花智控 巨能股份 机科股份 沃迪智能 思尔特 华恒股份 和华瑞博

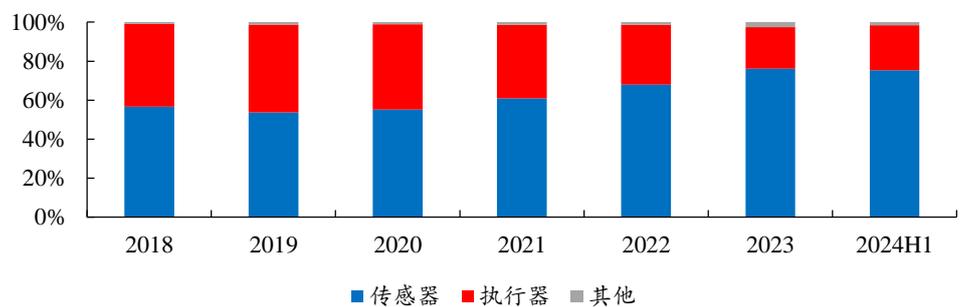
资料来源：Wind、开源证券研究所（注：黑色为沪深公司，红色为北交所公司，蓝色为新三板公司；本图为不完整梳理，除海康机器目前处于上市筹备状态以外其余公司均已上市，未包含其他非上市公司；数据截至 2025 年 2 月 3 日）

3.1、奥迪威：超声波传感器细分龙头，机器人新赛道突围

奥迪威是专业从事智能传感器和执行器及相关应用的研究、设计、生产和销售的高新技术企业。公司是国内超声波传感器和相关执行器的领先厂商，掌握了换能芯片制备、产品结构设计、智能算法和精密加工等方面的核心技术，致力于成为物联网感知层和执行层核心部件及其解决方案的主要提供方。

公司主要产品包括测距传感器、流量传感器、压触传感器及执行器、雾化换能器及模组、报警发声器等，公司重视新产品的研发和技术创新，持续推动产品的数字化、智能化、微型化和集成化升级，拓宽产品的应用领域，目前公司产品已广泛应用于汽车电子、智能仪表、智能家居、安防、工业控制和消费电子等领域。

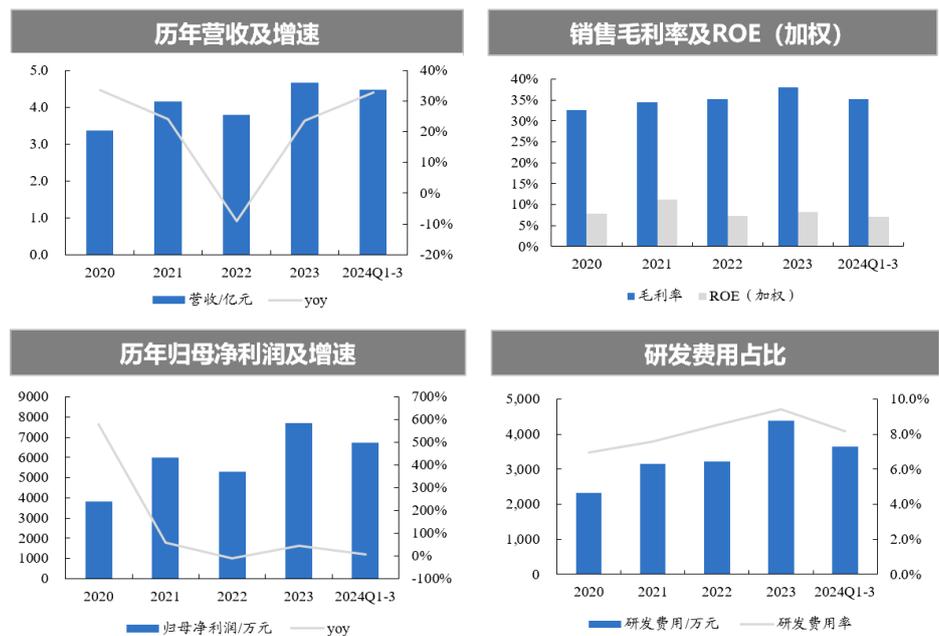
图39：从营收结构角度来看，传感器营收占比持续提高



数据来源：Wind、开源证券研究所

2024年Q1-3营收4.47亿元(+32.67%)，归母净利润6748.33万元(+5.20%)。盈利能力来看，2024Q1-3毛利率和归母净利率分别为35.16%和15.11%。公司重视研发，2021-2023年公司研发费用率稳步增长，其中2024年Q1-3研发费用率为8.16%。

图40：2024年Q1-3营收4.47亿元(+32.67%)，归母净利润6748.33万元(+5.20%)



数据来源：Wind、开源证券研究所

公司人形机器人积极开拓，实现新赛道突围打开成长空间。

公司 wafer 级产品已完成预研，公司未来有望充分受益 MEMS 超声波传感器在人形机器人应用。MEMS 超声波传感器技术方案是人形机器人重要发展方向。建立人形机器人多模态大模型的关键在于多源感知的融合。MEMS 超声波传感器是将压电薄膜作为功能薄膜与硅基 MEMS（微机电）相集成的新一代超声波传感器产品，通过晶圆级 MEMS 微纳工艺制造，单个芯片兼具超声波发射（Tx）与接收（Rx）复用功能。相较其他技术方案而言，使用 MEMS 超声波传感器方案来补充机器人视觉系统对于距离感知的缺失或将更符合整体设计和经济效益，它有更广的感应范围、更小的尺寸和隐藏式安装等优势。

图41：MEMS 超声波传感器



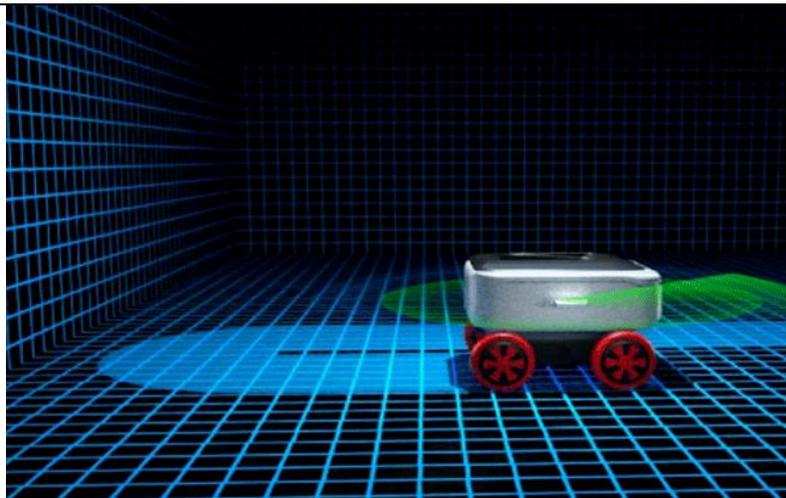
资料来源：奥迪威官网

服务机器人方面，奥迪威超声波水下测距传感器首次亮相 AWE 博览会。超声波水下测距传感器依据水下声呐技术原理，利用声波在水中传播和反射的特性，通过正、逆压电效应和信息处理进行导航和测距的技术。产品因逆压电效应发出超声波，在水中传播时碰到障碍物后反射回波，被传感器接收后，其内置电路对接收信号进行数字转换，且通过 MCU 根据 TOF 原理算出障碍物距离。

超声波水下测距传感器可探测 8 米范围内的环境情况，通过回波感知泳池边界，为泳池清洁机器人导航。在机器人外壳四周装配该传感器，即可获得其四周池壁与自身的相对距离，并基于这些感知数据得出其在泳池中的相对位置和朝向，确定机器人所在位置并规划最优清洁路径。

奥迪威超声波水下测距传感器测量盲区小至 6cm，能精准探测近处、池壁、台阶及障碍物，为设备建立沿边清扫功能提供环境感知基础，同时具备数字通信功能的传感器可更快协助设备提前减速，防止蛮横碰撞，以此免除因长时间碰撞对泳池产生的损害。

图42：奥迪威超声波水下测距传感器



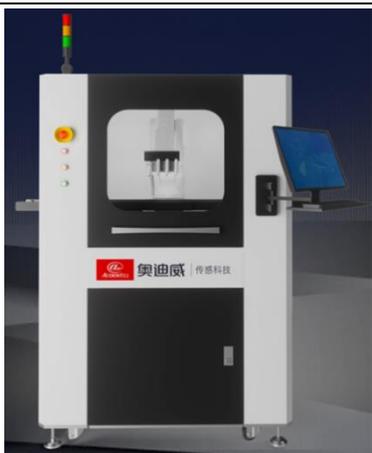
资料来源：奥迪威官网

工业机器人方面，奥迪威机器人发布两大精密制造设备，助力生产向智造跨越。

六轴多头精密点胶机器人是一种高度自动化、智能化的工业机器人设备，适合各种复杂的生产过程中进行精确的点胶作业。该机器人具有六个自由度的转向轴，能够提供灵活且精确的点胶路径，产品可安装多个点胶头，同时完成多种精密、高难度的点胶工作。

精密力控机械臂可实时检测接触物体的表面压力，实现对接触物体的表面压力控制。它可应对不同尺寸、形状以及易损工件的高速分拣问题，尤其适用于食物分选、3C 物品以及多品类物品综合包装分拣环节，可集成智能装配、自动分拣、物流仓储和食品加工流水线中。

图43：奥迪威六轴多头精密点胶机器人



资料来源：奥迪威官网

图44：奥迪威精密力控机械臂

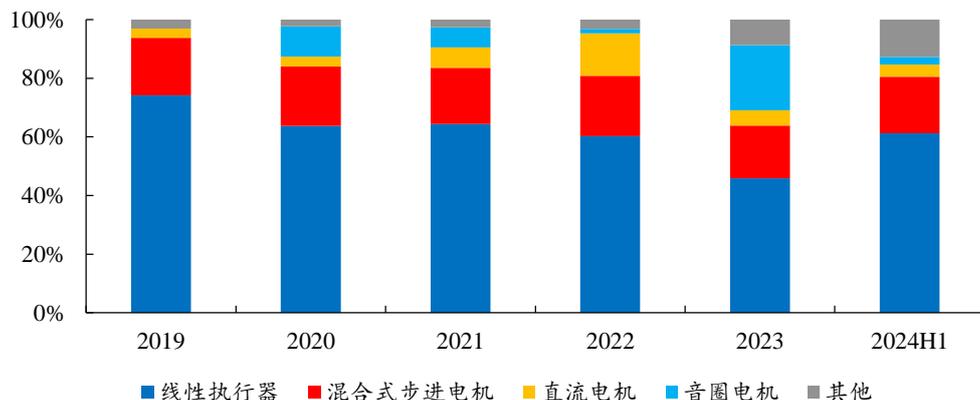


资料来源：奥迪威官网

3.2、鼎智科技：高端电机+丝杆产品矩阵，实现精密驱动领域国产替代

公司是以微特电机为主要构成的定制化精密运动控制解决方案提供商，主要从事线性执行器、混合式步进电机、直流电机、音圈电机及其组件等产品的设计、研发、生产和销售，公司以客户需求为导向，将成熟技术方案向客户进行推广应用，并针对特定需求开展定制化产品开发。

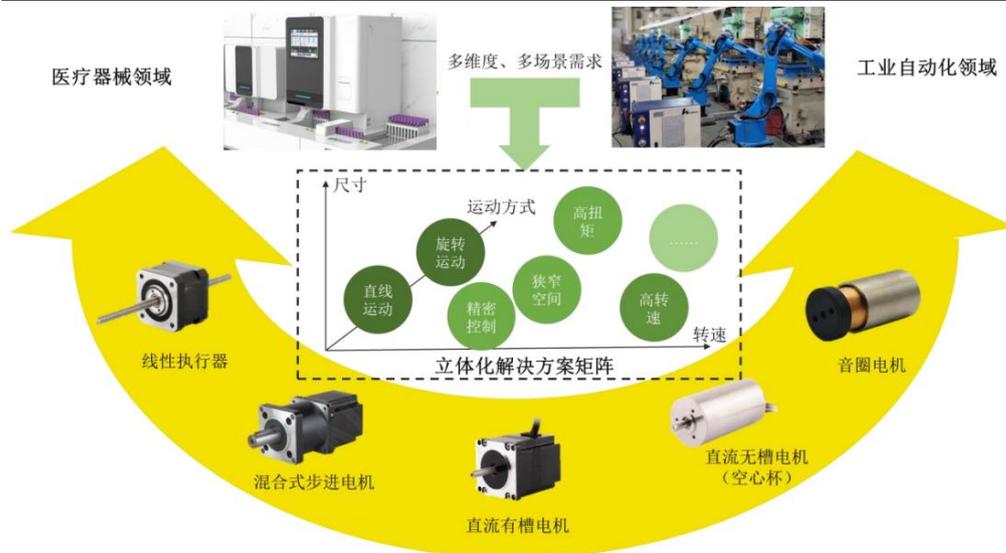
图45：鼎智科技营收主要来自线性执行器、混合式步进电机、直流电机等



数据来源：Wind、开源证券研究所

公司主要产品包括线性执行器、混合式步进电机、直流电机、音圈电机等，广泛应用于医疗诊断设备、生命科学仪器等医疗器械领域，以及机器人、流体控制、精密电子设备等工业自动化领域。

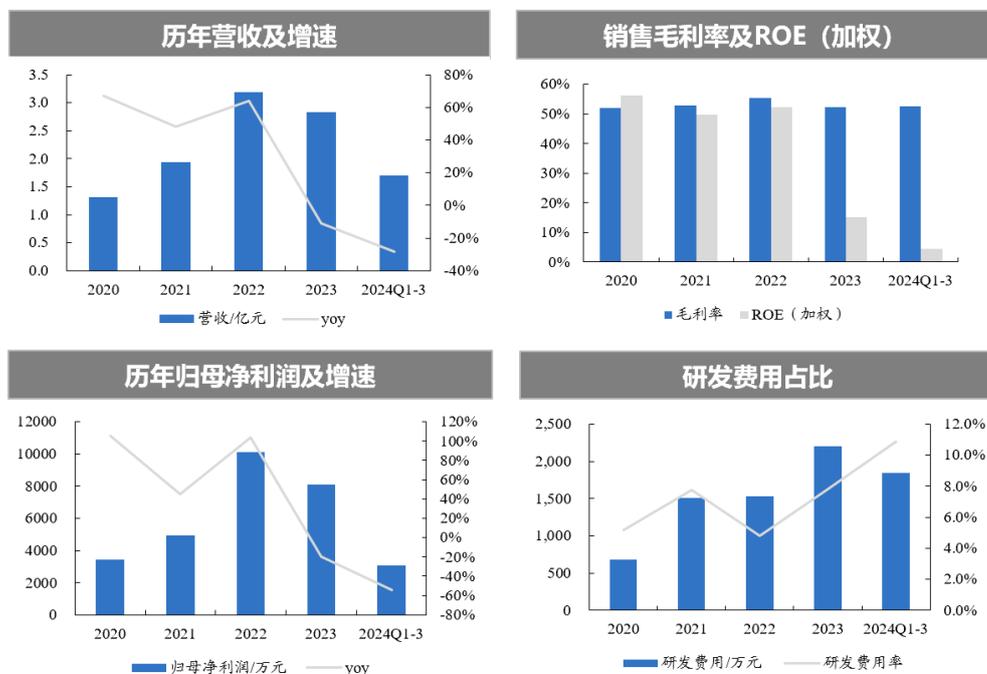
图46：鼎智科技产品广泛应用于医疗器械和机器人等领域



资料来源：鼎智科技招股说明书

2024 年 Q1-3 营收 1.70 亿元 (-28.58%)，归母净利润 3061.53 万元 (-54.43%)。盈利能力来看，2024 Q1-3 毛利率和归母净利率分别为 52.67% 和 18.01%。公司重视研发，2020-2023 年公司研发费用率整体呈现增长趋势，其中 2024 年 Q1-3 研发费用率为 10.86%。

图47：2024 年 Q1-3 营收 1.70 亿元 (-28.58%)，归母净利润 3061.53 万元 (-54.43%)



数据来源：Wind、开源证券研究所

公司积极完善人形机器人产品平台布局。

(1) 在电机方面，公司布局空心杯电机、伺服电机，与苏州脉塔在人形机器人关节用一体化电机方向形成研发、生产、销售的全方位深度合作。

(2) 传动方面，公司布局精密减速箱、T 型丝杆、滚珠丝杆、行星滚柱丝杆，公司掌握反式梯形丝杆独特的工艺技术，行星滚柱丝杆已送样。微型伺服电缸正在研发中，2024 年二季度末或已完成样品。传感器及驱控系统在机器人领域应用广泛，公司设立控股子公司韦尔智能专注于精密驱动器、控制器的研发、生产与销售，与韩国 ADIN 合作，共同推进六维传感器的产能建设及市场推广工作。

(3) 此外，公司在首届中国人形机器人产业大会，鼎智科技入选“2024 年度人形机器人最具投资价值榜单”，被授予“人形机器人卓越供应商”。

图48：鼎智科技最新产品亮相世界机器人盛会



资料来源：鼎智科技官网

3.3、苏轴股份：深耕高精密滚动轴承，汽车+机器人开启业绩持续释放

苏轴股份深耕滚针轴承行业的创新型实体制造业企业，主营业务为滚针轴承及滚动体的研发、生产及销售。

公司的产品可以概括为滚针轴承和滚动体两大类。而公司生产的滚针轴承产品又可以细分为向心滚针轴承、推力滚针轴承、单向轴承、圆柱滚子轴承、滚轮滚针轴承等。滚动体是滚针轴承的核心元件，负责将相对运动零件表面间的滑动摩擦改为滚动摩擦，提高轴承使用性能，主要包括圆柱滚子、滚针等。

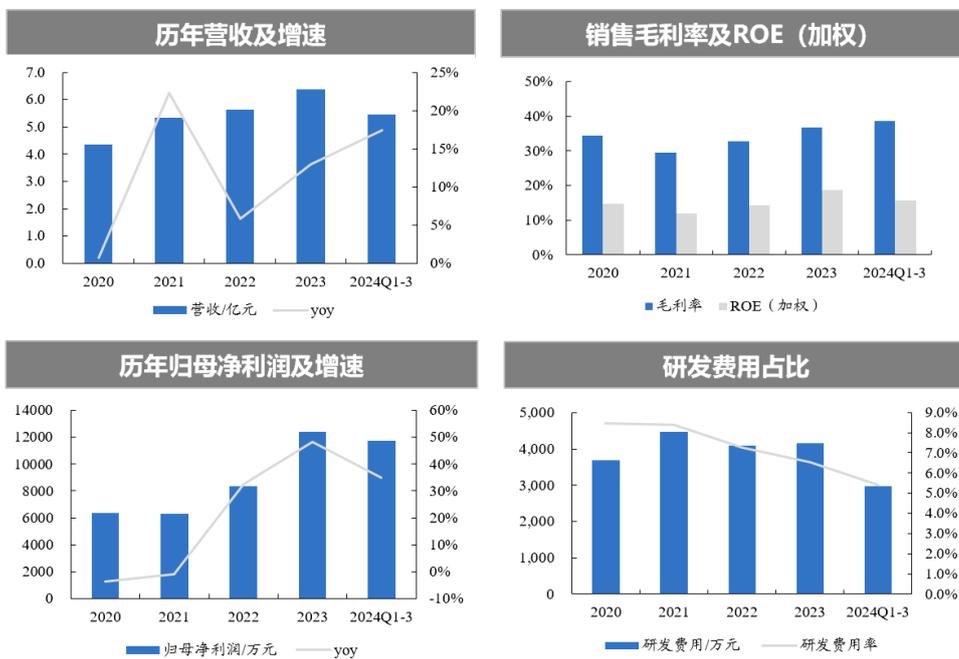
图49：公司的产品可以概括为滚针轴承和滚动体两大类

主要 产品					应用 领域
向心滚针轴承				推力滚针轴承	汽车及零部件
					主动安全系统智能座椅系统、发动机系统、转向系统、电驱系统、传动系统、扭矩管理系统、变速箱、空调系统
单向轴承		圆柱滚子轴承	滚轮滚针轴承	滚动体	工业机械
					液压传动、机器人关节、减速机、精密机床
					其他
					电动工具及园林机械、家用电器、国防工业、轨道交通、商用空调压缩机、医疗健身器械

资料来源：苏轴股份招股说明书、开源证券研究所

2024年Q1-3营收5.47亿元(+17.45%),归母净利润11759.84万元(+35.04%)。盈利能力来看,2024Q1-3毛利率和归母净利率分别为38.54%和21.51%。

图50: 2024年Q1-3营收5.47亿元(+17.45%),归母净利润11759.84万元(+35.04%)



数据来源: Wind、开源证券研究所

公司加强开发能力,立足开发高科技、高附加值机器人交叉滚子轴承产品。随着未来人形机器人和工业机器人行业的蓬勃发展,以及公司产能爬升,公司加大机器人领域研发,打造公司第二成长曲线。其中,交叉滚子系列轴承产品具备高精度、低扭矩、长寿命、免维护等产品特性,满足机器人手臂关节高精度、长寿命等性能要求。

图51: 苏轴股份开发高科技、高附加值机器人交叉滚子轴承产品



机器人

交叉滚子系列轴承,具备高精度、低扭矩、长寿命、免维护等产品特性,满足机器人手臂关节高精度、长寿命等性能要求。

资料来源: 苏轴股份官网

公司机器人谐波减速器用超薄精密滚针轴承技术与国外产品性能指标一致。公司机器人谐波减速器用超薄精密滚针轴承技术解决该类轴承完全依赖进口的局面，从性能指标上来看，产品达到了 1、交叉滚子轴承精度 P4 级；2、滚针精度高于 G2 级；3、滚针轴承极限静工作载荷为轴承的额定载荷（持续时间最长 60 秒），与国外产品性能指标一致。

表7：苏轴股份机器人谐波减速器用超薄精密滚针轴承项目

项目	具体内容
国际竞争对手关键技术指标	瑞典 SKF 公司产品：1、交叉滚子轴承精度 P4 级； 2、滚针精度高于 G2 级； 3、滚针轴承极限静工作载荷为轴承的额定载荷（持续时间最长 60 秒）。
公司关键技术指标及差距	1、交叉滚子轴承精度 P4 级； 2、滚针精度高于 G2 级； 3、滚针轴承极限静工作载荷为轴承的额定载荷（持续时间最长 60 秒）。
进口替代技术难度分析	公司产品试生产阶段已满足上述性能指标，但尚未进行批量生产验证，技术稳定性有待验证。此产品的最大技术难点包括产品的制造和检测技术，涉及滚道面 $90\pm 1^\circ$ 定位夹具和磨削技术；产品定位孔、堵塞孔对称度加工技术；滚道 90 度方向砂轮修型及滚子垂直方向的装配技术等均是重点技术难点。

资料来源：苏轴股份招股说明书、开源证券研究所

3.4、万达轴承：专注叉车轴承“小巨人”，积极开拓 AGV/AMR

万达轴承是全国首批国家级专精特新“小巨人”，专注叉车轴承业务。公司产品叉车门架滚动轴承是叉车门架系统的关键零部件。主要应用于叉车门架及货叉架等提升前移机构，必须具备长寿命、高负荷、轻量化、高可靠性等重要特性，特别对于新型轻量化设计的叉车门架结构，由于叉车门架结构尺寸的减小，叉车门架轴承需要承受更大的载荷，叉车门架滚动轴承成为其核心零部件。

公司回转支承产品又称转盘轴承，是一种能够同时承受轴向力、径向力和倾覆力矩的轴承，能够让主机结构更加紧凑，同时具备引导方便、容易维护等特点。其基本功能是采用螺栓将其固定在机械设备的上、下支座上，进行传力和传动，机械设备两部分之间的相对回转。回转支承最初主要应用于工程机械，如土方机械、挖掘机、解体机、堆取料机、平地机、压路机、强夯机、凿岩机械、掘进机等。伴随着技术工艺不断发展，回转支承在叉车转向系统、工程机械、智能机器人等领域已经开始大范围推广使用。公司自 2007 年开始研发回转支承，已形成 11 个系列 450 多个品种规格，并拥有专利 38 项，其中发明专利 16 项。公司回转支承尺寸覆盖直径 90mm 至 2,300mm，主要应用于叉车转向系统、工业机器人、工程机械船舶港口等多个领域，并成功出口欧美市场。

表8：回转支承产品主要用途及特点

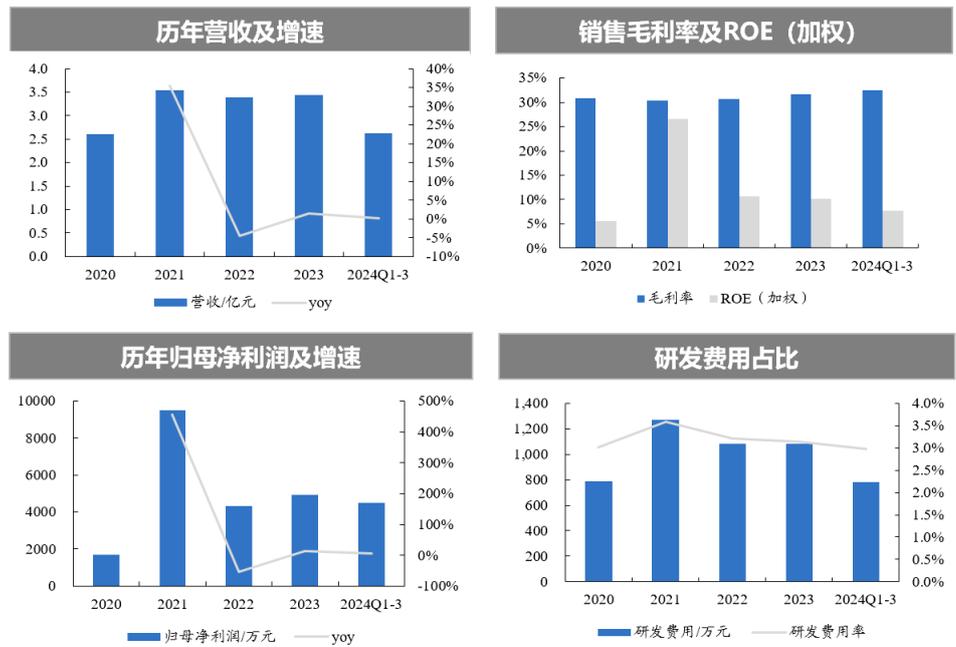
主要产品	下游应用领域	下游应用领域示例
联体式动力转向转盘轴承、浪型铁保持架式叉车转向轴承	电动叉车转向系统领域	 电动搬运车

主要产品	下游应用领域	下游应用领域示例
P5 级精密转盘轴承、采用自催化镍-磷防护技术的挖机专用回转支承	工程机械转向系统领域	
工业机器人专用回转支承、采用悬浮式密封设计的舵轮转盘轴承	智能机器人转向系统领域	

资料来源：万达轴承招股说明书、开源证券研究所

2024 年 Q1-3 营收 2.62 亿元 (+0.21%)，归母净利润 4503.66 万元 (+5.85%)。 盈利能力来看，2024 Q1-3 毛利率和归母净利率分别为 32.44% 和 17.17%。公司重视研发，2020-2023 年公司研发费用率整体稳定，其中 2024 年 Q1-3 研发费用率为 2.98%。

图52：2024 年 Q1-3 营收 2.62 亿元 (+0.21%)，归母净利润 4503.66 万元 (+5.85%)



数据来源：Wind、开源证券研究所

公司已经在 AGV/AMR 叉车机器人领域积累了多个优质客户。目前客户有三一机器人、浙江国自机器人、库卡机器人、海康机器人等，对多个主机和核心动力部件客户已完成产品送样和小批量供货，客户反馈良好。随着生产物流环节机器替人和智能化的加快，以及通过 AGV/AMR 叉车机器人客户的样品检测开始大批量供货，预计 AGV/AMR 叉车机器人领域的客户需求将成为新的增长点。

表9：万达轴承已经在 AGV/AMR 叉车机器人领域积累了多个优质客户

序号	客户名称	项目/产品	项目进展情况
1	三一机器人	物流机器人集成项目、移动机器人	已累计完成交样 22 个品种，均已通过用户测试，客户市场反馈良好。其中 17 个品种客户已完成产品送样和小批量供货，客户反馈良好。另有 1 个新品现处于技术方

序号	客户名称	项目/产品	项目进展情况
			案对接阶段, 2个新品处于工程研制阶段。
2	库卡机器人(主机客户)	六轴重载机器人、码垛机器人、焊接机器人、AGV移动小车等	已累计完成交样13个品种, 前后经过3个版本的迭代升级, 现其中10个品种已正式通过用户内部全项测试, 且已定型开始量产, 客户市场反馈良好。余下3个品种现处于小批生产阶段。
3	海康威视机器人(主机客户)	潜伏机器人、重载机器人、叉取机器人等	已累计完成交样23个品种, 前后经过5个版本的迭代升级。现其中15个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型, 9个品种开始量产, 6个品种开始小批生产, 客户市场反馈良好。另有2个新品现处于技术方案讨论阶段
4	浙江国自机器人(主机客户)	物流机器人、巡检机器人、安防机器人、运维机器人等	已累计完成交样8个品种, 其中7个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。剩余1个品种处于小批生产阶段。另有3个新品, 1个处于技术方案讨论阶段, 2个处于工程研制阶段。
5	南京欧米麦克机器人(主机客户)	重载高精度移动机器人、AGV叉车、复合移栽机器人等	已累计完成交样11个品种, 前后经过3个版本的迭代升级, 均已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。另有, 4个新品, 2个处于技术方案讨论阶段, 2个处于工程研制阶段。
6	苏州华晓精密工业(主机客户)	智能移动机器人、举升式单悬臂AMR、复合式双叉举AMR、舵轮式地牛叉车AGV等	已累计完成交样6个品种, 均已通过用户测试, 客户市场反馈良好。其中4个品种已定型开始量产, 剩余2个品种处于小批生产阶段。另有3个新品, 1个处于技术方案沟通阶段, 1个处于工程研制阶段。
7	苏州艾吉威机器人(主机客户)	移动搬运机器人、无人叉车系列、AGV/AGM系列小车	目前已累计完成交样5个品种, 均已通过用户测试, 客户市场反馈良好。其中4个品种已定型开始小批生产, 另有1个新品处于技术方案沟通阶段。
8	河南卫特机器人(主机客户)	消防机器人、防爆侦查机器人、巡检机器人、排爆机器人等各类特种机器人	已累计完成交样5个品种, 均已通过用户测试, 客户市场反馈良好。其中4个品种已定型开始小批生产, 另有1个品种处于技术方案沟通阶段。
9	东莞卓蓝自动化(核心动力部件客户)	舵轮总成、升降旋转总成、双轮差速单元等	已累计完成交样34个品种, 前后经过5个版本的迭代升级, 现其中26个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。余下的8个品种中, 7个品种已定型开始量产, 还有1个品种现处于小批生产阶段, 另有2个新品, 1个处于工程研制阶段, 1个处于技术方案讨论阶段。
10	苏州凤凰动力(核心动力部件客户)	AGV舵轮、AGV舵机、AGV驱动轮等	已累计完成交样13个品种, 前后经过3个版本的迭代升级, 现其中10个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。余下的3个品种中, 也已定型开始小批生产。另有2个新品, 1个处于工程研制阶段, 1个处于技术方案讨论阶段。
11	江苏亿控智能装备(核心动力部件客户)	舵轮控制系统、驱动单元、伺服运动控制、导航系统等	已累计完成交样37个品种, 前后经过4个版本的迭代升级, 现其中26个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。余下的11个品种中, 8个品种已定型开始量产, 还有3个品种处于小批生产阶段, 另有3个新品, 2个处于工程研制阶段, 1个处于技术方案讨论阶段。
12	湖北科峰智能传动(核心动力部件客户)	AGV驱动总成、AGV舵机、AGV驱动轮等	已累计完成交样18个品种, 前后经过3个版本的迭代升级, 现其中15个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。余下的3个品种中也已定型开始小批生产。另有3个新品, 2个处于工程研制阶段, 1个处于技术方案讨论阶段。
13	苏州同毅自动化(核动力部件客户)	移动机器人、重载AGV、无人叉车、巡检机器人、智能动力总成等	已累计完成交样20个品种, 前后经过3个版本的迭代升级, 现其中16个品种已正式通过用户内部全项测试, 且均已定型开始量产, 客户市场反馈良好。余下的4个品种中, 3个品种已定型开始量产, 还有1个品种处于小批生产阶段, 另有4个新品, 3个处于工程研制阶段, 1个处于技术方案讨论阶段。

资料来源: 万达轴承问询回复、开源证券研究所(注: 数据截至2023年末)

4、风险提示

下游需求下行、行业政策变化、新技术不及预期等风险

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20% 以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5% 以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn