

人形机器人行业跟踪报告：国内外人形机器人催化不断， 如何把握2024年板块投资机会？

首席证券分析师：周尔双
执业证书编号：S0600515110002
zhouersh@dwzq.com.cn

证券分析师：罗悦
执业证书编号：S0600522090004
luoyue@dwzq.com.cn

研究助理：钱尧天
执业证书编号：S0600122120031
qianyt@dwzq.com.cn

● 推荐逻辑

一、人形机器人板块行情复盘：催化不断，市场选股逻辑逐渐往高壁垒&预期差方向演化

复盘2021年至今人形机器人板块，大致经历了四次上涨行情，细分来看四次行情主题各有不同：在人形机器人板块行情初始之时（22年7月），市场对各个细分赛道的壁垒认知还不充分，从价值量占比&确定性两个角度进行选股，率先反映的是执行器板块，其次则是电机、减速器；其次行业逐渐开始蔓延到灵巧手、传感器这两个壁垒较高的板块；23年下半年行情逐渐蔓延至设备（丝杠），市场选股逻辑逐渐往高壁垒&预期差方向演化。

二、AI赋能是人形机器人实现通用的关键，未来人形机器人的核心壁垒在于大模型

人形机器人的运行由感知、控制、执行三大模块构成，控制模块是人形机器人的“大脑”，是决定人形机器人是否可以商业化落地的关键，算法和AI大模型则是控制模块的核心。不同于工业机器人在特定场景下的应用，人形机器人商业化落地的关键在于其通用性，因此控制技术的复杂性就开始指数级倍增，一方面需要强大的数据建模，另一方面需要对语言和指令有强大的理解力。AI大模型的突破解决了人形机器人的控制难题，帮助人形机器人实现真正的具身智能。

三、汽车工厂为最先落地的应用场景，大概率应用于质检/汽车总装环节

一方面，汽车工厂同时具备规模大和标准化程度高的特点，赋予人形机器人实训的条件，另一方面汽车产业的自动驾驶、传感器等技术与人形机器人具有共通性，车厂和人形机器人厂商的深度合作可以发挥二者的协同效应，因此汽车工厂为最先落地的应用场景。具体到工序，人形机器人大概率应用于质检/汽车总装环节，在汽车生产的四大车间中，冲压、焊接以及涂装的自动化率都已非常高，仅有质检返修等工作需要依赖人工，而总装环节需要完成安装非标零部件、车辆点检、路试等工作，自动化率仅有10%左右，对人工的依赖程度较高。根据测算，到2030年，特斯拉汽车工厂/全球新能源汽车工厂对人形机器人的需求量将达到13/50万台。

四、24年投资主线：重点在于高壁垒&预期差，看好丝杠&传感器板块

①丝杠：板块价值量占比高，国产替代逻辑最有可能实现。丝杠环节推荐恒立液压、贝斯特、秦川机床，建议关注北特科技；丝杠加工设备环节推荐华辰装备，建议关注日发精机；丝杠加工刀具环节建议关注沃尔德。②传感器：预期差比较大，23年市场对传感器的研究较浅，认知不够充分，但特斯拉最新视频都在强调传感器的重要性。市场在力传感器板块的选择逻辑为挑选研发底蕴最为深厚的企业，比较各企业大规模量产的可能性。重点推荐东华测试，建议关注柯力传感、汉威科技、昊志机电等；惯导和视觉传感器环节建议关注奥比中光-UW、舜宇光学、华依科技、敏芯股份、芯动联科等。

● **风险提示：**人形机器人产业化不及预期；技术迭代导致现有零部件不再应用；国际贸易摩擦风险；行业竞争加剧导致盈利能力下滑。



一、人形机器人行业复盘与投资机会总结

二、丝杠及丝杠设备：高壁垒的成长赛道，受益于自主可控&人形机器人未来发展

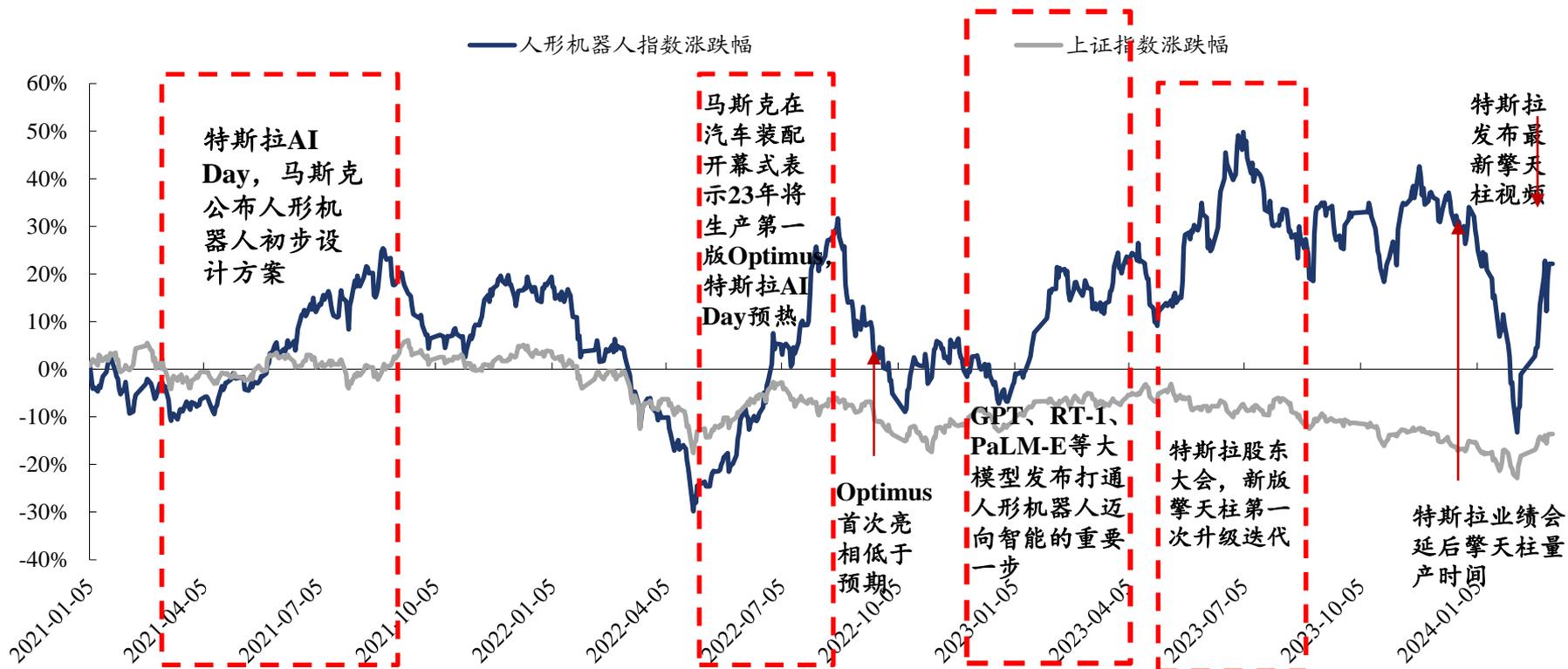
三、传感器：制造之基石，充分受益于机器人自动化产业趋势

四、风险提示

1.1 人形机器人板块行情复盘

- **人形机器人行情复盘：**复盘2021年以来的人形机器人指数走势，可以看出人形机器人行业一共迎来四次大涨行情。第一次大涨发生于21年马斯克在AI Day上公布人形机器人设计方案，累计涨幅约30%（21年3月至8月）。第二次大涨发生于22年5月至8月，主要系为特斯拉AI Day预热，累计涨幅约70%。22年9月由于Optimus首次亮相此前已有预期，且首次亮相产品低于市场预期，市场迎来较大幅度回调。第三次人形机器人行情来自于AI催化，GPT、RT-1、PaLM-E等大模型发布打通人形机器人迈向智能的重要一步，23年初至4月累计涨幅20%。第四次人形机器人行情主要来自于Optimus升级迭代，在行动能力和拟人化程度上的升级带动相应板块上涨。

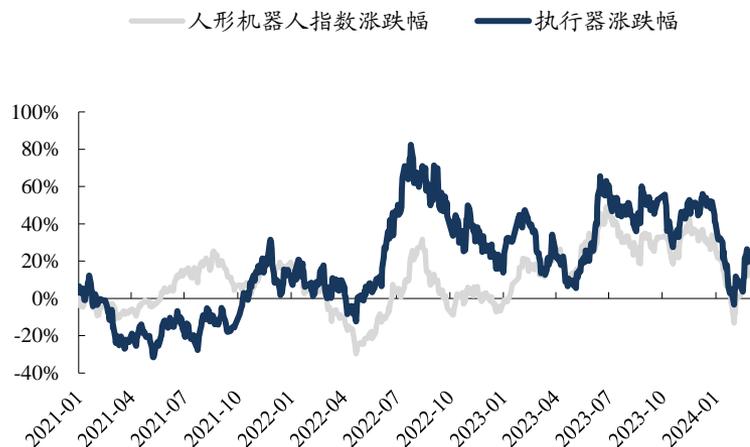
图：人形机器人指数走势（涨跌幅以2021/1/4日收盘价为基准）



1.1 人形机器人板块行情复盘

- 人形机器人赛道具有6个零部件板块，分别为执行器（三花智控、拓普集团）、电机（鸣志电器、步科股份）、灵巧手（鸣志电器）、减速器（绿的谐波、双环传动、中大力德）、传感器（东华测试、柯力传感、凌云股份、汉威科技）、丝杠（华辰装备、秦川机床、日发精机、浙海德曼、沃尔德），我们分别将这6个细分赛道2021年1月至今的涨跌幅与人形机器人板块涨跌幅对比分析。
- **灵巧手板块累计涨幅最高，鸣志电器为最受益公司。**以鸣志电器为核心标的的灵巧手板块具备高壁垒+稀缺性特点，最高涨幅达到400%；其次为电机板块，受鸣志电器拉动，电机板块平均最高涨幅达到200%，但电机的壁垒相对较低，且竞争格局分散，若剔除鸣志电器，板块表现一般；减速器、丝杠、传感器及执行器四个板块表现类似，但板块行情发生的时间有所差异。
- **分阶段来看，市场的选股逻辑逐渐往高壁垒&预期差方向演化。**在人形机器人板块行情初始之时（22年7月）市场对各个细分赛道的壁垒认知还不充分，从价值量占比&确定性两个角度进行选股，率先反映的是执行器板块，其次则是电机、减速器；其次行业逐渐开始蔓延到灵巧手、传感器这两个壁垒较高的板块；23年下半年行情逐渐蔓延至设备（丝杠）。

图：人形机器人指数与执行器涨跌幅走势



图：人形机器人指数与电机涨跌幅走势

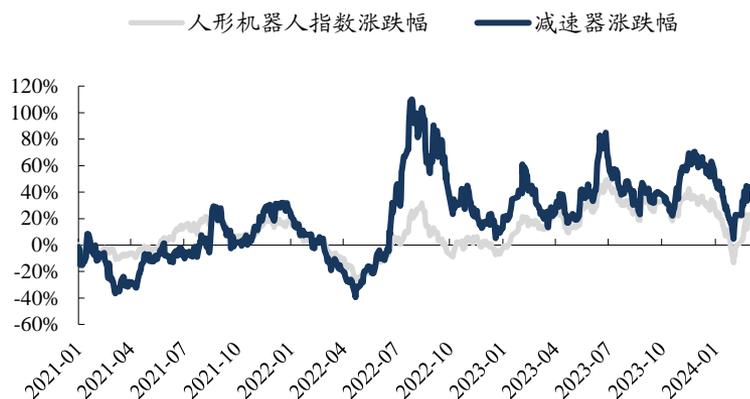


1.1 人形机器人板块行情复盘

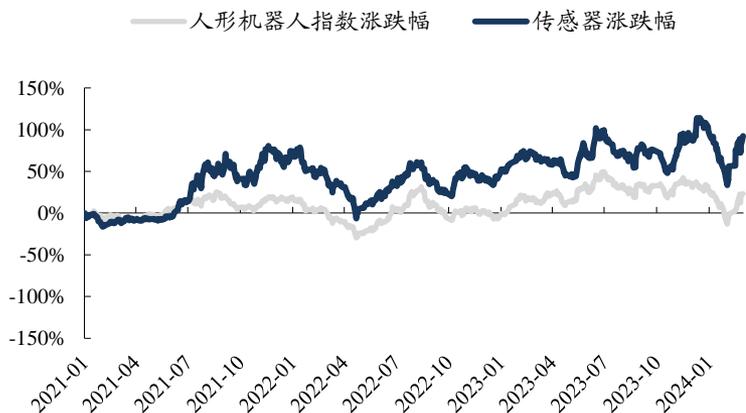
图：人形机器人指数与灵巧手涨跌幅走势



图：人形机器人指数与减速器涨跌幅走势



图：人形机器人指数与传感器涨跌幅走势



图：人形机器人指数与丝杠涨跌幅走势



1.1 人形机器人板块行情复盘

- 24年节后催化：①特斯拉发布Optimus最新视频；②Sora带来的AI行情外溢；③优必选发布Walker S最新视频；④英伟达等科技巨头投资Figure；⑤HD对人形机器人口径乐观：23Q4 HD获得1亿日元订单，在订单总额中占比1%，预计24Q4-25Q1公司人形机器人减速器月产量将达到10000台，产能占比达到7.6%，超市场预期。

图：人形机器人板块核心标的涨跌幅梳理（截至2024/3/1）

环节	代码	公司	相关产品	最新市值降序 (亿元)	PE TTM	2023年12月1日 以来涨跌幅	2024年2月20日以来涨跌幅
执行器	002050.SZ	三花智控	旋转/线性执行器	942	30	-12.7%	14.2%
	601689.SH	拓普集团	旋转/线性执行器	679	33	-20.7%	19.9%
传感器相关	688322.SH	奥比中光-uw	视觉传感器	128	-47	-5.4%	25.3%
	688582.SH	芯动联科	惯性导航	130	79	-19.5%	20.5%
	603662.SH	柯力传感	传感器	86	31	-11.9%	20.9%
	002079.SZ	苏州固锜	惯性导航	80	31	-15.0%	12.3%
	300354.SZ	东华测试	传感器	63	42	-0.9%	18.1%
	300007.SZ	汉威科技	传感器	54	33	-10.0%	12.2%
	300503.SZ	昊志机电	传感器、减速机	48	-115	-13.4%	21.0%
	300445.SZ	康斯特	传感器	40	49	16.3%	7.6%
	688071.SH	华依科技	传感器	28	307	-38.3%	31.4%
	601100.SH	恒立液压	丝杠	759	32	0.5%	1.7%
丝杠相关	603667.SH	五洲新春	丝杠	61	48	-23.7%	24.8%
	300580.SZ	贝斯特	丝杠	100	35	-13.8%	38.5%
	000837.SZ	秦川机床	丝杠	100	65	-13.9%	31.1%
	300660.SZ	江苏雷利	丝杠	86	29	-15.8%	15.2%
	300809.SZ	华辰装备	丝杠设备	69	57	4.6%	23.3%
	002046.SZ	国机精工	丝杠设备	54	20	-16.1%	12.3%
	603009.SH	北特科技	丝杠	50	134	11.5%	45.3%
	002520.SZ	日发精机	丝杠设备	42	-10	-19.2%	27.9%
	301550.SZ	斯菱股份	丝杠	37	25	-35.9%	14.7%
	688028.SH	沃尔德	丝杠刀具	28	27	-31.2%	15.7%
减速机相关	688017.SH	绿的谐波	减速机	219	260	-18.7%	15.1%
	002472.SZ	三环传动	减速机	208	27	-12.1%	9.8%
	603915.SH	国茂股份	减速机	90	23	-22.0%	11.4%
	301368.SZ	丰立智能	减速机	54	168	-4.7%	51.1%
	300258.SZ	精锻科技	减速机	50	19	-28.5%	13.0%
	002896.SZ	中大力德	减速机	50	62	-13.8%	23.1%
	301261.SZ	恒工精密	减速机	40	36	-9.8%	21.6%
	001306.SZ	夏厦精密	减速机	39	40	-30.8%	23.4%
	603728.SH	鸣志电器	空心杯电机	252	147	-20.1%	53.1%
	002851.SZ	麦格米特	球形电机	121	19	-6.9%	4.6%
电机相关	002139.SZ	拓邦股份	空心杯电机	113	22	-9.8%	11.6%
	688279.SH	峰岹科技	电机驱动MCU	97	56	-10.4%	14.2%
	688698.SH	伟创电气	无框电机、空心杯电机	67	35	-18.7%	12.6%
	301525.SZ	儒竞科技	电机驱动	66	26	-25.1%	14.1%
	300969.SZ	恒帅股份	空心杯电机	63	34	-20.9%	1.9%
	002892.SZ	科力尔	无框电机	61	98	-25.3%	25.1%
	002979.SZ	雷赛智能	无框电机、空心杯电机	55	53	-13.8%	16.6%
	688320.SH	禾川科技	空心杯电机、无框电机、丝杠	51	95	-25.8%	20.9%
	688160.SH	步科股份	无框电机	43	71	-20.9%	44.1%
	873593.BJ	鼎智科技	丝杠、空心杯电机	35	43	-26.0%	7.6%
本体	9880.HK	优必选	机器人本体	419	-39	10.4%	13.4%
	002747.SZ	埃斯顿	机器人本体	159	85	-4.5%	25.9%
	002698.SZ	博实股份	机器人本体	147	33	0.6%	11.4%
	603666.SH	亿嘉和	机器人本体	54	-27	-18.8%	13.3%
	002009.SZ	天奇股份	机器人本体	55	-16	-4.3%	39.9%
	688165.SH	埃夫特-u	机器人本体	49	-108	-16.3%	14.5%

1.1 人形机器人板块行情复盘

- 后续行业催化剂：
 - ①3月特斯拉来国内走访供应商——基本符合此前市场预期；
 - ②3月英伟达全球机器人大会，并邀请Agility Robotics和Boston Dynamics展出人形机器人——2024年以来的机器人板块行情更侧重“AI+机器人”，市场对GTC大会期待值较高，有超预期可能；
 - ③4月特斯拉AI Day——预计主要优化方向在于减重、速度提升、控制、精细操作（触觉传感），由于传感器的方案还未确定，可能在传感器板块出现超预期可能；
 - ④4月中国人形机器人生态大会在上海召开——关注国内人形机器人厂商的进展；
 - ⑤优必选Walker S验证情况——目前优必选Walker S已经进入蔚来汽车工厂进行实训和验证，预计上半年验证结束，需关注下半年小批量订单的进展情况。
 - ⑥特斯拉人形机器人定点及量产情况——目前Tier1厂商表示24Q2有望结束B样开启C样，年末小批量生产，需关注定点及量产节奏。

1.2 国内外人形机器人行业布局梳理——特斯拉

- **特斯拉Optimus快速迭代，催化不断。**自2022年特斯拉AI Day发布以来，特斯拉四次更新擎天柱升级迭代视频，每次迭代都往更智能&更拟人的方向进步。最新视频发布于2月24日，相比于前一次视频，此次擎天柱走路步伐更加稳健&更加拟人化，机械感大幅降低。行走速度约为0.6米/秒，与12月份的视频相比，速度提高了30%。最新版本擎天柱的前庭系统、脚部轨迹，以及地面接触逻辑得到了改进，行动更加自然。从过往视频的发布时间可以看出，Optimus的迭代间隔时间越来越短，拟人化程度越来越高，有望逐步进入定点、量产阶段。

图：特斯拉人形机器人进化史



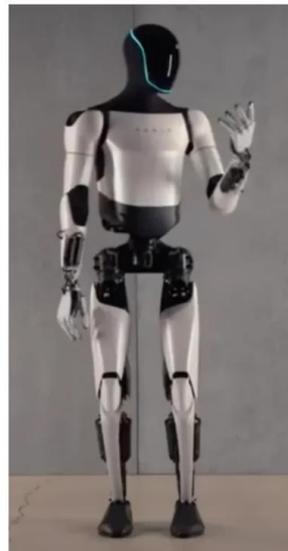
2022年 Tesla AI Day
人形机器人擎天柱
(Optimus) 首次实体亮相



2023年 特斯拉股东大会
Optimus手臂力道控制精
确，不打碎鸡蛋，拿捏不
同物品



2023年 9月
Optimus可排除外界影响按
颜色对色块进行排序，在
外界干扰下也可完成工作



2023年 12月
Optimus Gen 2行走速度
提升30%，减重10kg，所
有手指都有触觉



2024年 2月
走路步伐更加稳健&拟人
化，行走速度提升30%

1.2 国内外人形机器人行业布局梳理——特斯拉

- 特斯拉人形机器人Miss点:
- ①2023年的AI Day延期至2024年（此前已有预期）；
- ②量产时点从2024年延后至2025年：只是Miss了此前拓普的口径，和三花及鸣志量产口径预期基本一致。2月Tier1厂商交流明确量产节奏，将于Q2末结束B样开启C样，年末有希望小批量生产。

图：最新量产节奏



1.2 国内外人形机器人行业布局梳理——国内企业

- **国内人形机器人进展：**人形机器人产业以美日企业牵头，国内企业顺势而上加速追赶，小米、小鹏、傅里叶等公司都在积极探索和布局人形机器人领域，产品方案各具特色。同时，随着政策的不断出台和资本的持续涌入，人形机器人产业链也将不断完善和壮大，**将加速人形机器人在商业、家庭、工业等不同场景下的应用落地。**

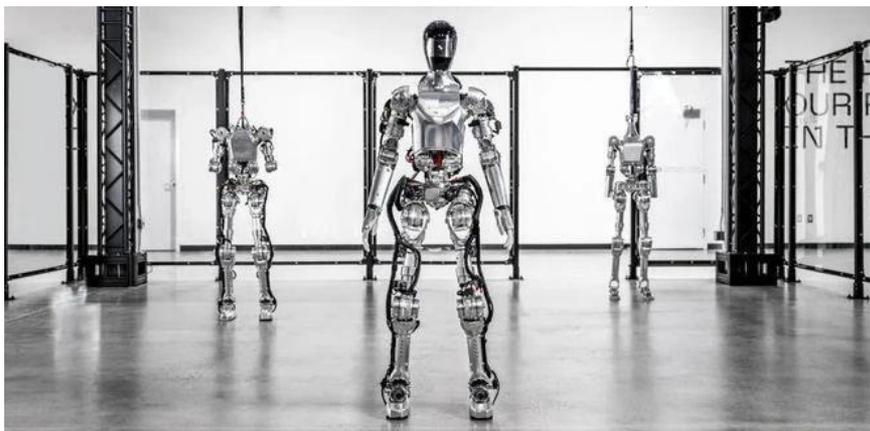
图：行业迎来黄金发展期，国内主机厂纷纷布局

公司	概览	人形机器人型号	人形机器人简介	发布年份	速度 (km/h)	自由度	销售
优必选	2012年创立，国内人形机器人第一股	Walker S	第一款工业场景机器人，已经进入蔚来汽车工厂实训	2024	-	-	少量
小米	2010年创立，专注于消费电子及智能家居生态链建设	CyberOne	为一款基于人工智能交互算法的双足真人尺寸人形机器人，能感知人类情绪，视觉敏锐、可对真实世界三维虚拟重建，充分模拟人的各项动作。采用了高度可扩展的设计，可实现更多的AI模型与算法验证，在工业、康复、居家、科研等多应用场景潜能巨大。	2022	3.6	21	无
傅利叶智能科技	2015年创立，核心产品康复机器人已进入规模化应用阶段。	Fourier GR-1	具备自主导航、语音交互、人脸识别等功能，可以广泛应用于家庭、商业、工业等领域。采用先进的AI算法和传感器技术，能够实现精准定位、自主避障和智能交互。	2023	5	44	预售
智元机器人	2023年由华为天才少年稚晖君创立	远征A1	为一款云端智能迎宾服务机器人，结合了云端大脑的智能视觉、智能语音、智能语义、智能运动等综合AI能力，可以完成精准运动、高精度视觉引导、柔性抓取和操控等任务。	2023	7	49	无
达闼	2015年创立，云端智能机器人运营商	Cloud Ginger XR1	攻克了SLAM、ToF激光雷达、结构光等核心技术，进一步提升了机器人的场景识别和语义理解能力	2019	-	34	少量
追觅	2017年创立，起步于扫地机器人	通用人形机器人	采用了创新的“直腿”行走方案，不仅平衡能力出众，更在行走方式上呈现出大跨步、自然且拟人的步态	2023	-	44	无
小鹏鹏行	2016年创立，起步于四足机器人	PX5	宇树H1人形机器人是一款高度集成的智能机器人，具备高度的灵活性和自主性，能够实现智能控制，可应用于物流、仓储、医疗、救援等多个领域。	2023	-	-	无
宇树	2016年创立，专注于消费级、行业级高性能通用足式/人形机器人及灵巧机械臂	H1		2023	5.4	19	无

1.2 国内外人形机器人行业布局梳理——AI巨头入局

- **AI将赋予人形机器人通用属性，AI科技巨头入局加速商业化进程落地。**人形机器人的运行由感知、控制、执行三大模块构成，控制模块是人形机器人的“大脑”，是决定人形机器人是否可以商业化落地的关键，算法和AI大模型则是控制模块的核心。不同于工业机器人在特定场景下的应用，人形机器人商业化落地的关键在于其通用性，因此控制技术的复杂性就开始指数级倍增，一方面需要强大的数据建模，另一方面需要对语言和指令有强大的理解力。AI大模型的突破解决了人形机器人的控制难题，帮助人形机器人实现真正的具身智能。
- **在具身智能浪潮下，AI科技巨头纷纷入局人形机器人。**如亚马逊创始人贝索斯、英伟达和其他大型科技公司纷纷宣布投资人形机器人初创企业Figure，该公司正在进行一轮约为6.75亿美元的融资。贝索斯此次向Figure注入1亿美元，英伟达和亚马逊或将各投资5000万美元，积极探索将“人形机器人”作为AI技术落地的新机遇。从官方公布的技术方案来看，Figure 01仅需通过人类示范的演示视频，再加上10小时端到端的训练，就能学会视频里的操作技巧，然后完全自主完成任务。在落地测试场景上，Figure 01已与宝马斯巴坦堡的工厂合作，进行首批人形机器人试点。

图：Figure机器人



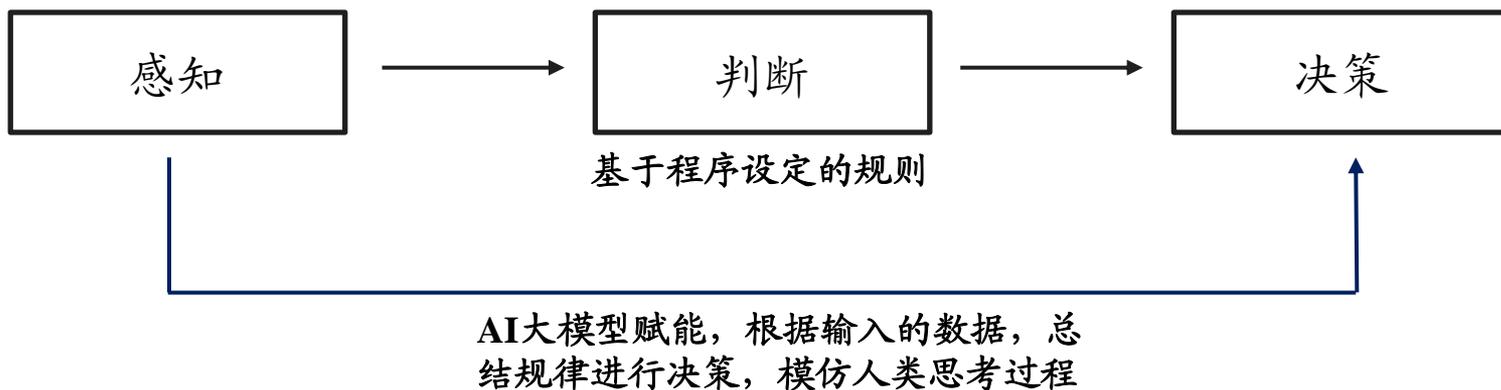
图：Figure 01已与宝马斯巴坦堡工厂合作



1.2 国内外人形机器人行业布局梳理——AI巨头入局

- **总结先进技术和未来方向：**我们判断未来通用型人形机器人的核心壁垒在于大模型的加持。通过目前已有的人形机器人训练视频，我们推断未来人形机器人具备通用属性的唯一路径是进行端到端训练。
- **何为端到端？**ChatGPT的背后就是一个典型的端到端模型，输入文字语句，直接就能得到想要的回答，底层上没有采用机械式的逻辑判断思维。端到端背后的逻辑是它能克服传统方式依赖先验环境建模的问题，可以直接实现通过从感知到控制功能的映射。以往的AI/机器人的决策逻辑是感知→判断→决策，大模型的加入让决策逻辑变成感知→决策。以避障为例，以往的机器人避障全流程如下：①通过传感器感知障碍物存在，确定障碍物时空信息，例如与障碍物相距多远并预测其下一步轨迹；②根据内置的程序算法，提取与判断是否进行避障的数据要素，例如能否直接跨过/需向左或向右绕行才可通行，判断完毕得出答案，发送给执行端；③执行机构收到控制机构判断结果，执行避障行为。而搭载端到端后的机器人避障流程如下：①感知障碍物的时空信息；②根据视频学习的信息总结出的规律直接做出避障决策。简单理解则是传统机器人根据人类设定好的规则逻辑行动，而端到端则是模拟人类本身思考过程。

图：人形机器人端到端的技术原理



1.2 国内外人形机器人行业布局梳理——AI巨头入局

- 端到端的实现需要大量的数据和强大的算力做支撑，AI大模型则是未来人形机器人的核心竞争力所在。海量的数据（可以是图形/文字/视频/语音）需要涵盖在应用场景中可能会发生的所有情形（例如冲咖啡的时候咖啡胶囊放歪了），这样才能让机器人在遇到相似的情况下不需要依靠程序规则直接模仿已有的相似的视频做出决策，强大的算力则是支撑运行海量数据的核心。人形机器人商业化落地的关键就在于AI大模型，是因为人形机器人与其他特定情形机器人的最大区别就是在于面临情形的复杂性，例如工业机器人面临的场景基本只有搬运、码垛、上下料等特定的少数场景，人形机器人大规模落地就需要做到通用性，工作场景包括但不限于工业、家庭、商业等，涵盖的工作场景成千上万，每一种应用场景又有多重可能性，想要机器人实现通用化，就需要让机器人学习以上所有场景，对于数据和算力的要求是指数级增长，因此人形机器人是AI的重要应用场景之一。这也是英伟达等AI科技巨头纷纷投资人形机器人公司的原因。

图：固定工位的汽车焊接机器人



图：非固定工位的人形机器人



1.3 市场空间：汽车工厂为最先落地的应用场景

- **人形机器人将率先落地于汽车工厂：**国内外主流人形机器人厂商的落地场景均为汽车工业，特斯拉的人形机器人将首先放在特斯拉汽车工厂应用，优必选Walker S已经进入蔚来汽车工厂，英伟达投资的Figure AI今年也会将产品放进宝马工厂进行实训。我们认为短期内人形机器人将首先在汽车工厂实现商业化落地，一方面系汽车工厂同时具备规模大和标准化程度高的特点，赋予人形机器人实训的条件，另一方面汽车产业的自动驾驶、传感器、机器视觉等方面的技术与人形机器人具有共通性，车厂和人形机器人厂商的深度合作可以发挥二者的协同效应。
- **具体到汽车生产工序来看，人形机器人大概率应用于质检/汽车总装环节。**在汽车生产的四大车间中，冲压、焊接以及涂装的自动化率都已非常高，仅有质检返修等工作需要依赖人工，而总装环节需要完成安装非标零部件、车辆点检、路试等工作，自动化率仅有10%左右，对人工的依赖程度较高。此外，总装线布置密集度是所有车间中最高的，基本一条线隔着另一条线就两三米，所以想要布置更大、自动化率更高的机器非常难，因此未来总装环节自动化率的提升只有依靠人形机器人的导入。

表：汽车产线上总装环节对人形机器人需求最大

工序	冲压	焊接	涂装	总装
主要工作	将钢板通过冲压的方式变成汽车车身零件	将车身零件通过焊接、铆接、胶接等方式连接成为白车身	对白车身附以各种防腐工艺，并喷涂上漂亮的色漆、清漆	将车身上各种零部件及系统安装在车身上组装成一台完整的汽车
自动化率	很高	90%以上机器人焊接	很高	10%
人工需求	夹具换装、钣金返修、质检	飞溅检查、焊接质量检查	质检、返修	非标零部件安装、车辆点检、路试等

1.3 市场空间：汽车工厂为最先落地的应用场景

- 预计到2030年，特斯拉汽车工厂/全球新能源汽车工厂对人形机器人的需求量将达到13/50万台。核心假设如下：①2030年特斯拉/全球汽车产能达到1000/6000万台；②2030年特斯拉/全球汽车工厂人均产能分别20/18辆；③2030年1台人形机器人可以替代2个人工；④2030年特斯拉/全球汽车工厂人形机器人的渗透率分别为50%/30%。

表：特斯拉汽车工厂人形机器人需求量

	2022	2023	2024E	2025E	2030E
特斯拉产能（万辆）	131	180	220	250	1000
员工人数（万人）	12.8	14	14.7	15.4	50
人均产能（辆/人）	10	13	15	16	20
1台机器人替代人数（人）				1	2
渗透率				10%	50%
机器人需求量(万台)				2	12.5

表：全球新能源汽车工厂人形机器人需求量

	2022	2023	2024E	2025E	2030E
全球新能源汽车销量（万辆）	1052	1360	1912	2542	6000
人均产能（辆/人）	10	13	15	16	18
新能源汽车行业员工（万人）	103	106	128	157	333
1台机器人替代人数（人）				1	2
渗透率				1%	30%
机器人需求量(万台)				2	50

1.4 2024年投资主线：行情收敛，主线在于高壁垒/预期差

- **板块行情逐步收敛，愈发看中高壁垒&预期差。**人形机器人板块行情大致经历三个阶段的发展，22H2特斯拉发布第一个版本样机，机械感强，市场首要关注的是价值量占比高的重要零部件；23H1在AI行情带动+市场无其他主线行情背景下开始发散式炒作，只看相关性；23H2市场行情开始收敛，看中确定性和壁垒，偏好丝杠和丝杠设备板块。我们预计2024年板块主线行情将围绕高壁垒&预期差两个角度进行选股，预期差可能会来自于最终方案的不确定性带来的投资机会/AI相关标的。

图：板块行情逐步收敛

	2022H2	2023H1	2023H2	2024
市场认知	完全不充分	较为充分	基本充分	完全充分
偏好方向	价值量占比高&确定性	发散式 只看相关性	开始收敛 看重确定性和壁垒	完全收敛 偏好高壁垒/预期差
偏好板块	执行器、电机、减速器	无偏好	丝杠/丝杠设备	丝杠/丝杠设备/传感器



■ 一、人形机器人行业复盘与投资机会总结

■ 二、丝杠及丝杠设备：高壁垒的成长赛道，受益于自主可控&人形机器人未来发展

■ 三、传感器：制造之基石，充分受益于机器人自动化产业趋势

■ 四、风险提示

2.1 丝杠核心观点

□ 丝杠导轨：精密机械中最常用传动部件：

滚珠丝杠是将旋转运动转换成线性运动的理想传动装置，主要由丝杠轴、螺母、滚珠以及循环部件组成；导轨副实现支撑和机械导向作用，主要由导轨和滑座组成。**滚珠丝杠搭配导轨，是精密机械中最常用的传动部件。**

1) 从市场空间来看，2022年国内滚珠丝杠&导轨市场空间约145亿元； 2) 从下游来看，机床、机器人自动化&汽车为丝杠导轨最主要应用下游，其中机床为丝杠导轨最大应用下游，且对精度要求最高。直线导轨凭借其较高的精度和稳定性，在机器人&自动化领域被广泛应用。新能源车也是丝杠导轨的重要下游，可用于新能源汽车的车辆转向系统、加速踏板等领域。

□ 竞争格局：高端领域被外资垄断，国产厂商逐步向上渗透：

从主流厂商来看，丝杠导轨厂商分为两大阵营：1) 非中国大陆厂商包括上银、银泰等：特点是成立早、经验积累丰富，产品定位高端精密丝杠市场；2) 中国大陆厂商包括南京工艺、汉江机床（秦川子公司）等：特点是起步时间晚，公司规模小，产品主要为精度较低的丝杠导轨。

从竞争格局来看，国内丝杠导轨市场基本被以日资、台资为代表的外企垄断，两者市占率合计达到65%，主要系国产和外资厂商的综合竞争力仍有差距，这种差距主要体现在产品初始性能、精度保持性和批量稳定生产能力等方面。具体分析差距的成因，主要系国内磨床水平较低和淬火等工艺经验积累不足。但在国家专项政策的扶持下，国产头部厂商正加速进行产品迭代。

□ 行星滚柱丝杠：人形机器人打开长期成长空间：

行星滚柱丝杠结构与滚珠丝杠类似，只是传力元件由滚珠替换为螺旋滚柱，其在承载力、运动平稳性、转速及加速度等方面更具优势，被广泛应用于航空航天等高精密加工领域。国内行星滚柱丝杠行业起步较晚，国产厂商尚不具备规模化量产能力，目前市场主要被斯凯孚、舍弗勒等外资企业所占据。

特斯拉人形机器人的12个线性执行器采用独特的电机+反向式行星滚柱丝杠的方案，其优势在于能够自锁&提供更大的推力，但其难度在于体积小&螺母加工难度较高，目前国产厂商均在加紧研发过程中。根据我们测算，至2035年人形机器人用行星滚柱丝杠市场空间可达930亿元，远期空间广阔，将打开滚珠丝杠长期市场空间。

□ **投资建议**：丝杠导轨行业受益于机床自主可控&人形机器人历史性发展机遇，未来市场空间广阔。推荐【恒立液压】国产液压传动龙头，布局丝杠导轨扩大传动领域覆盖面；【贝斯特】汽车涡轮增压器龙头，切入丝杠导轨领域打开成长空间；【秦川机床】老牌滚动功能部件龙头，已实现丝杠导轨规模化销售。建议关注【北特科技】。

□ **风险提示**：机床行业景气度不及预期、人形机器人产业化不及预期、丝杠导轨行业竞争加剧风险。

2.1 人形机器人打开行星滚柱丝杠长期市场空间

□ 根据我们测算，至2035年人形机器人用行星滚柱丝杠市场空间可达930亿元，远期空间广阔，测算假设如下：

- (1) 人形机器人销量：我们假设远期至2035年，人形机器人销量可达1000万台；
- (2) 单台人形机器人线性执行器用量：按照特斯拉Optimus设计，一台人形机器人使用12个线性执行器；
- (3) 线性执行器单价：假设单价每年下降10%，至2035年下降至1550元/套；
- (4) 行星滚柱丝杠占线性执行器成本比重：假设稳定在50%。

图：根据我们测算，至2035年人形机器人用行星滚柱丝杠市场空间可达930亿元

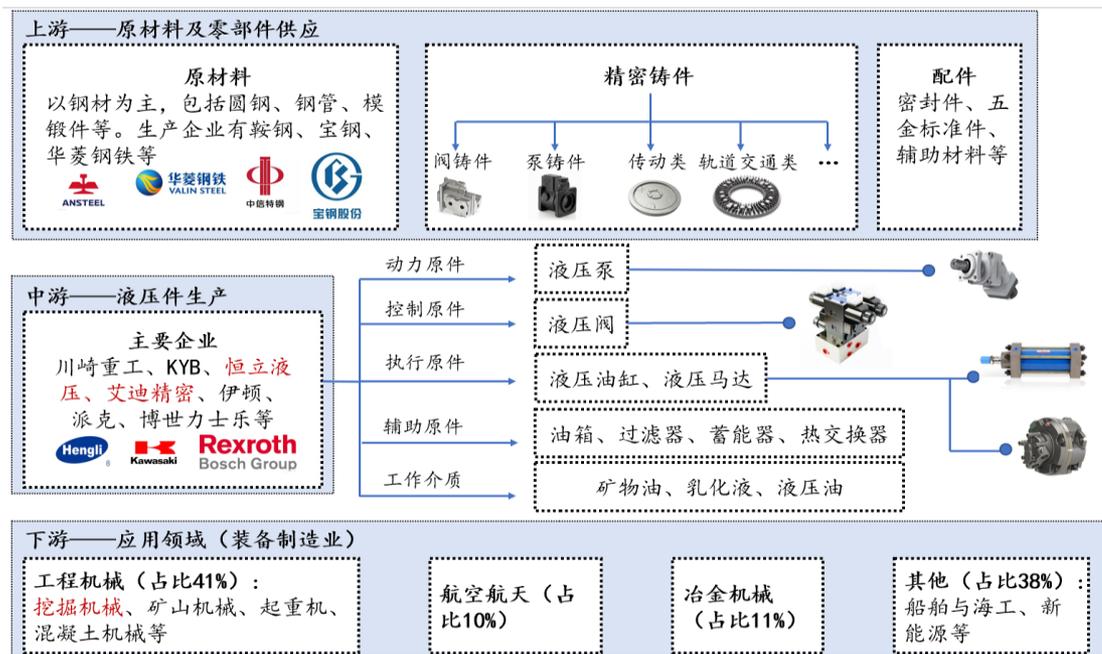
	2022	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	2035E
人形机器人销量（万台）①		0.5	3	10	16	22	36	61	100	1000
单个机器人线性执行器用量（个）②		12	12	12	12	12	12	12	12	12
单价（元）③	4000	3600	3240	2916	2624	2362	2126	1913	1722	1550
单价YOY ④		-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%
单台机器人价值量（万元）⑤=②*③		4.3	3.9	3.5	3.1	2.8	2.6	2.3	2.1	1.9
线性执行器市场空间（亿元）⑥=①*⑤		2.2	11.7	35	50.4	63.5	91.4	139.9	206.6	1860.0
行星滚柱丝杠占线性执行器成本比重（%）⑦		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
行星滚柱丝杠市场空间（亿元）⑧=⑥*⑦		1.1	5.9	17.5	25.2	31.8	45.7	70	103.3	930

资料来源：Wind，东吴证券研究所

2.1.1 【恒立液压】国产液压传动龙头，布局丝杠导轨扩大传动覆盖面

恒立液压是国产高端液压件稀缺龙头，坚持液压传动领域技术革新。恒立液压是一家专业生产液压元件及液压系统的公司，主营产品包括液压油缸、液压泵阀、油缸配件、液压系统、挖掘机专用油缸等。在液压件市场中应用最广、技术密度最高之一的挖机板块，2020年公司已占据国内挖机油缸 54%销量份额，在非挖领域，恒立液压主要有高机、海工海事、盾构机、新能源四个业务板块，是其重要的业绩稳定器。

图：挖机产业链上下游图解

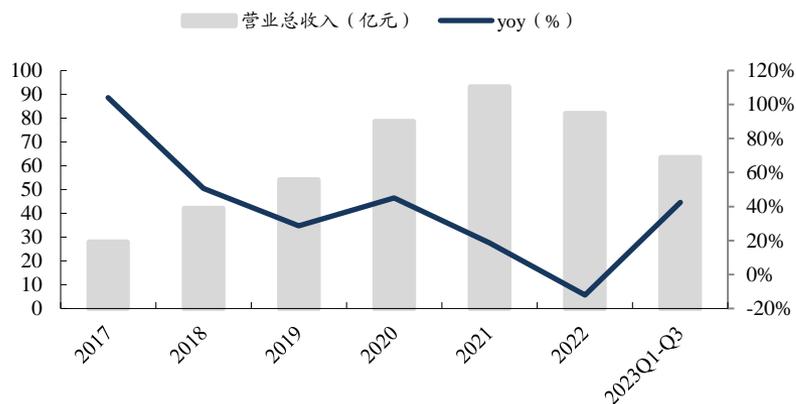


资料来源：前瞻产业研究院，公司公告，东吴证券研究所

2.1.1 【恒立液压】国产液压传动龙头，布局丝杠导轨扩大传动覆盖面

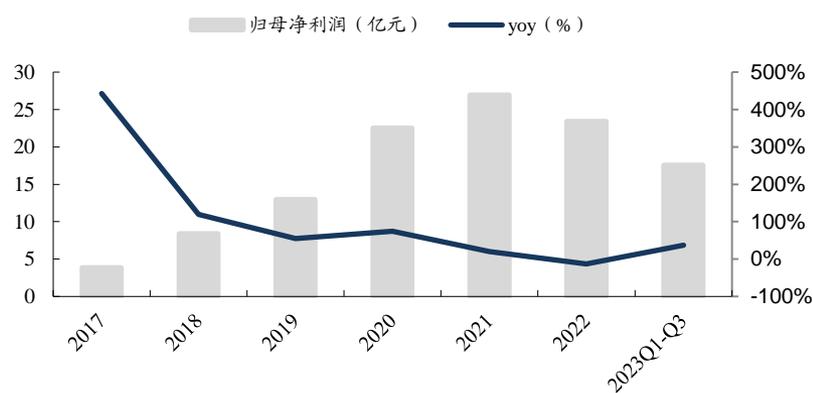
▣ 受益挖机核心零部件国产替代，公司业绩快速增长。恒立液压与三一、徐工、柳工等国内龙头主机厂合作关系紧密，下游复苏率先受益。2016下半年以来国内挖掘机市场进入上行周期，油缸等核心零部件供不应求，国产替代加速，恒立液压迎发展机遇，份额快速提升。2016-2022年，恒立液压挖机油缸销量从14万只增加到63万只，收入从5亿元增长至28亿元。按行业销量测算，2016-2022年恒立挖机油缸市占率从53%提升至66%。2022年以来，工程机械行业进入下行周期，恒立液压业绩受到影响，但公司逐步拓展至挖机以外的新赛道，有望穿越周期实现逆势增长。

图：2022年公司营业总收入82.0亿元，同比-12%



资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：2022年公司归母净利润23.4亿元，同比-13%



资料来源：Wind，东吴证券研究所

2.1.1 【恒立液压】国产液压传动龙头，布局丝杠导轨扩大传动覆盖面

□ 定增项目加码滚珠丝杠产品线，公司未来发展战略布局。2021年9月，恒立液压发布定向增发项目，拟定增募集资金总额50亿元，主要用于墨西哥项目、线性驱动器项目、国际研发中心项目、通用液压泵技改项目、超大重型油缸项目和补充流动资金。其中，线性驱动器项目主要聚焦于电动缸和滚珠丝杠设备研发，电动缸是液压缸和气动缸的升级产品，具有性能可靠、动作灵敏特点，而滚珠丝杠是电动缸的关键零部件，也是公司未来重点开拓市场之一。项目达产后，预计产能标准滚珠丝杠电动缸10.4万根。重载滚珠丝杠电动缸4500根、行星滚柱丝杠电动缸750根，并具备10万米标准滚珠丝杠和10万米重载滚珠丝杠的生产能力。

图：恒立液压2021年定增项目情况介绍

序号	投资项目	项目用途	投资总额 (亿元)	募集资金 投资总额 (亿元)	项目达产后年产能
1	恒立墨西哥项目	用于完善海外供应体系，开拓北美市场	12.3	11.0	油缸200440根，延伸缸和其他特种油缸62650根，液压泵和马达150000台
2	线性驱动器	电动缸是液压缸的升级产品，滚珠丝杠是电动缸的核心零件，完善产品体系。	15.3	14.0	标准滚珠丝杠电动缸104000根。重载滚珠丝杠电动缸4500根、行星滚柱丝杠电动缸750根
3	恒立国际研发中心项目	整合公司内部研发资源，优化基础研发条件，提升研发效率	6.5	5.7	—
4	通用液压泵技改项目	开拓通用液压泵市场领域	3.1	2.9	通用液压泵70000台
5	超大重型油缸项目	完善公司非标定制化超大重型油缸生产能力	1.5	1.4	形成年产2800吨非标定制超大重型油缸的生产能力
6	补充流动资金	满足快速扩展业务的要求	15.0	15.0	—

▣ 恒立液压在滚珠丝杠业务方面的优势体现在：

1) 凭借在液压领域的深厚积累，拥有精密加工制造能力：公司掌握了高精密液压铸造、摩擦焊接、热处理、高压密封、测试和机加工等核心技术，并具备较高的工艺集成能力和深厚的工艺基础数据积累，通过优化关键工艺，提高生产线的运行效率和制造水平，能够实现滚珠丝杠产品的高质量生产。

2) 实力雄厚，在制造设备设施方面拥有领先优势：恒立液压是全球范围内少数拥有自制铸件厂的液压企业之一，拥有开展精密加工制造的基础条件，目前拥有3个“江苏省示范智能车间”并实施严格的5S管理，投资配备了全球领先的生产制造设备。

➤ 风险提示：下游复苏不及预期风险，市场竞争加剧风险

2.1.2 【贝斯特】汽车涡轮增压器龙头，切入丝杠导轨领域打开成长空间

■ 贝斯特成立于1997年，主营业务为各类精密零部件及工装夹具产品的生产、销售及研发。公司发展历程主要可以分为以下几个阶段：

- 1) **1997-2019年**：公司以工装夹具起家，后通过外企联合开发和自研技术创新，完成了涡轮增压器零部件的技术领跑和叶轮、中间壳、轴承件等市场的开拓。
- 2) **2019-2022年**：2019年公司敏锐把握新能源汽车市场爆发机会，收购苏州赫贝斯51%股权，成功进入特斯拉供应链，主要供给铝合金结构件。
- 3) **2022年至今**：2022年公司再次调整战略方向，设立全资子公司宇华精机，开启直线滚动功能部件产品研发，进军工业母机领域。目前已有滚珠丝杠副、直线导轨副等产品成功生产落地。

图：贝斯特发展历程

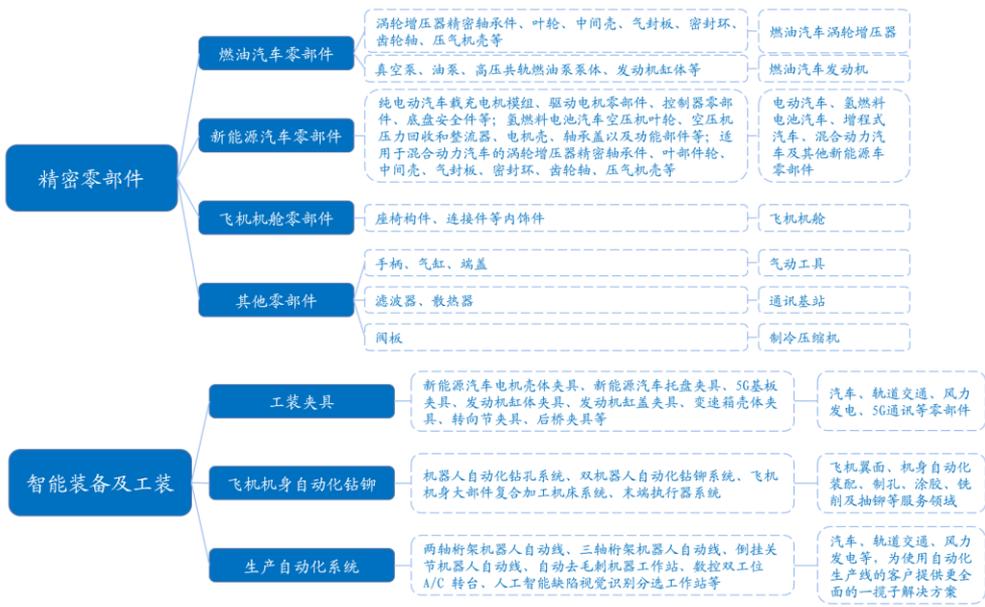


2.1.2 【贝斯特】汽车涡轮增压器龙头，切入丝杠导轨领域打开成长空间

□ 产品线多维发展，丝杠导轨有望成为公司未来发展支柱。贝斯特主营产品经历了智能装备—涡轮增压零部件—新能源汽车零部件—滚珠丝杠的变化历程：

- 1) 智能装备中，工装夹具是公司创立之初首发产品，经过20余年的发展，向着感知、智能、自适应、数字化方向发展新一代智能夹具；
- 2) 涡轮增压零部件：公司是国内涡轮增压器零部件龙头，主要产品包括涡轮增压器精密轴承件、叶轮、中间壳、压气机壳、发动机缸体等。
- 3) 新能源汽车零部件：公司依托精密加工能力，积极布局新能源汽车领域，主要产品包括纯电动汽车载充电机模组、驱动电机零部件、控制器零部件、底盘安全件等。

图：贝斯特产品矩阵图

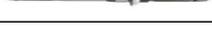


- 切入机床丝杠导轨领域，有望打开长期成长空间，而贝斯特在丝杠导轨领域的优势包括：
 - 1) 拥有客户基础：贝斯特以机床工装夹具业务起家，积累了大量的机床客户，切入机床滚珠丝杠领域，有一定的客户复用。
 - 2) 机加工能力强并能够在内部自行验证：贝斯特作为机加工出身企业，拥有数百台机床，滚珠丝杠产品能够自产自用，加速迭代研发；
 - 3) 送样进展较快：目前贝斯特首台套滚珠丝杠&导轨产品已经成功下线并送样，有望于2024年迎来批量订单。
- 风险提示：下游复苏不及预期风险，市场竞争加剧风险

2.1.3 【北特科技】底盘零部件细分市场隐形冠军

- 公司主要业务包括底盘零部件业务、铝合金轻量化业务和空调压缩机业务。公司深耕汽车底盘领域二十载，在国内转向器齿条以及减震器活塞杆细分行业内领先，连续多年保持细分市场主导地位，拥有较强的品牌影响力。2022 年度转向器类零部件销售2733万件，其中齿条产品销量占齿条市场份额 50%以上；减震器类零部件销售 4,215.13 万件，占减震器活塞杆市场份额 45%以上。公司空调压缩机产品广泛应用于重型卡车、轻微型卡车、工程车、客车等商用车以及新能源汽车等领域的主机厂配套，近年来一直在商用车领域保持领先地位。2022 年公司空调压缩机产品销售105万台，其中应用于商用车85万台，占商用车市场份额 25%以上。

图：公司产品包括底盘零部件、铝合金轻量化零部件、空调压缩机及热管理系统

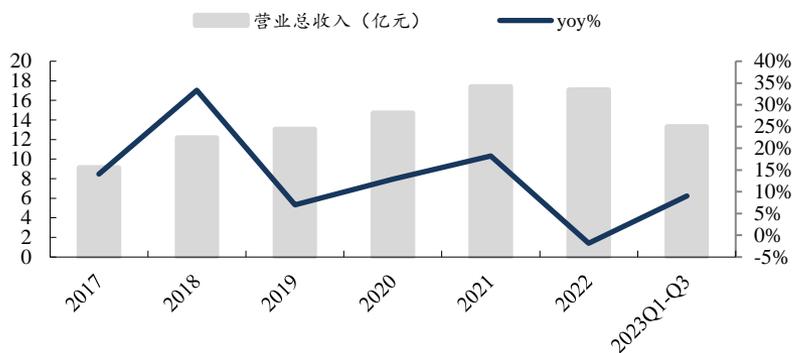
底盘零部件业务	转向器类零部件	齿条		铝合金轻量化业务	铝合金轻量化零部件	集成阀岛		
		齿轮				电池包连接块		
		扭力杆				Yoke 类件		
		蜗杆				控制臂	两点臂	
		输出轴					三点臂	
		输入轴				U型臂		
	减震器类零部件	活塞杆		上气室端盖				
		高精密度零部件	CDC 控制阀壳体		空调压缩机业务	空调压缩机产品	传统燃油车压缩机	
			IPB-Flange				新能源电动压缩机 (27/34/46/80CC 等)	
	喷油器体			热管理系统		整车集成式热管理系统		
		泵体						

资料来源：Wind，东吴证券研究所

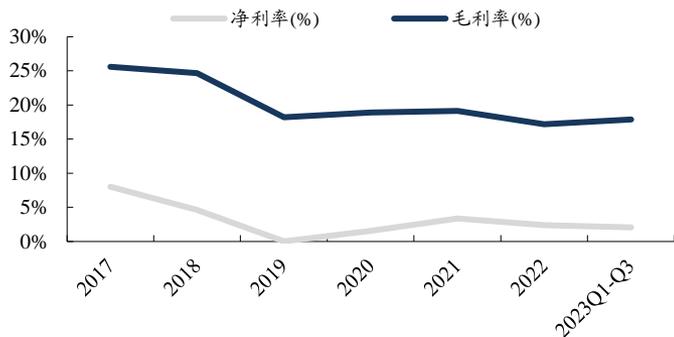
2.1.3 【北特科技】底盘零部件细分市场隐形冠军

- **地缘政治影响短期业绩，切入丝杠导轨磨领域打开成长空间：**2021年来尽管受到疫情的影响，但公司收入端基本保持稳定，2023Q1-Q3受制造业景气度下滑影响收入端同比-4.6%。利润端受地缘政治影响较大，Airwork公司飞机被扣留导致出现大额的资产减值损失。
- **公司为转向及减震齿条齿轮国内龙头，齿条齿轮与丝杠加工工艺同源，公司具备较好的技术储备，顺势切入丝杠导轨磨领域，目前已处于客户验证的关键时期，有望打开公司长期成长空间。**

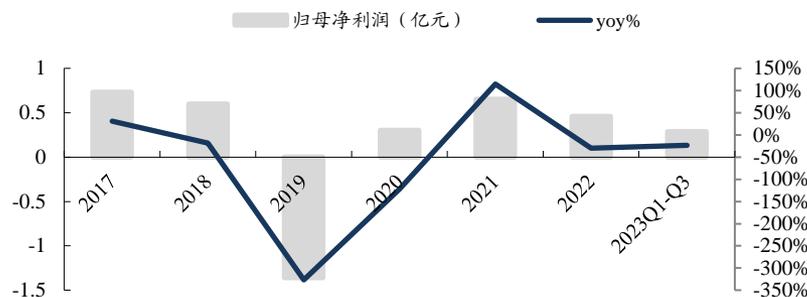
图：2023Q1-Q3实现营收13.3亿元，同比9.0%



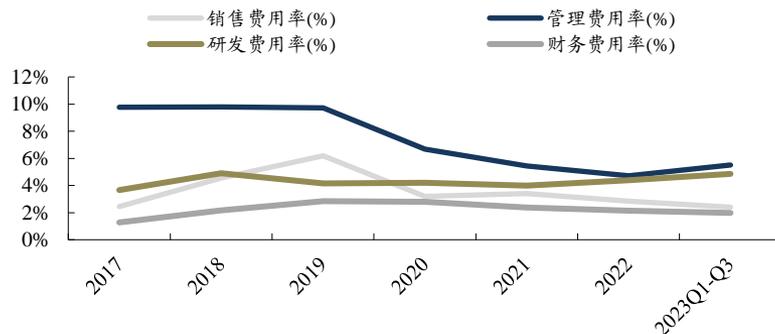
图：2019年以来盈利能力保持稳健



图：2023Q1-Q3实现归母净利润0.28亿元



图：2019年以来管理费用有所下滑



- **风险提示：**下游复苏不及预期风险，市场竞争加剧风险

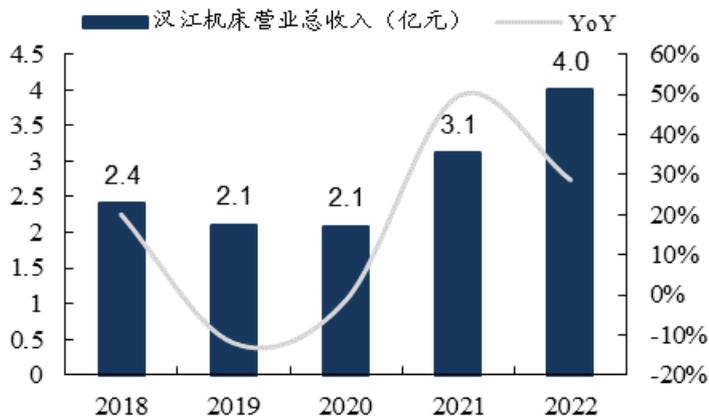
2.1.4 【秦川机床】老牌滚动功能部件龙头，已实现丝杠导轨规模化销售

秦川机床下设子公司汉江机床负责丝杠导轨业务，其规模&竞争实力处于国内第一梯队。

1) 从规模来看，处于国产厂商前列：汉江机床2022年营收达4.0亿元，同比+28.8%，实现净利润2479万元，同比+162.2%，在行业景气度较低背景下逆势增长。

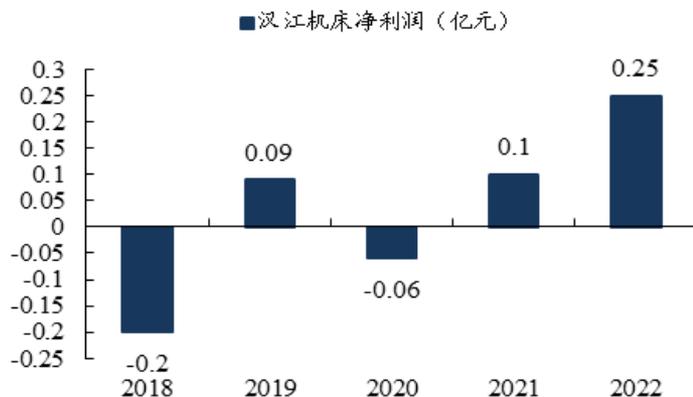
2) 从竞争优势来看：①丝杠导轨业务历史悠久，技术沉淀深厚：汉江机床专业从事滚动功能部件50余年，是中国机床工具工业协会滚动功能部件分会的会长单位；②拥有领先的螺纹磨削技术：汉江机床是国内螺纹磨床龙头，掌握了螺纹磨削核心技术，其中丝杠导轨产品精度等级可达P2-P3，引领核心滚动功能件进口替代；③磨床与丝杠导轨业务协同发展：高精度磨床是丝杠导轨生产的必要设备，公司磨床和滚动功能件业务的无缝对接有效促进研发的良性循环。

图：2022年汉江机床营收4.0亿元，同比+28.8%



资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：2022年汉江机床净利润2479万元



资料来源：Wind，东吴证券研究所

2.1.4 【秦川机床】老牌滚动功能部件龙头，已实现丝杠导轨规模化销售

3) 产能方面也已积极布局：2023年6月26日，公司发布公告，2022年定增共募集资金总额12.3亿元，主要聚焦于高端产品研发扩产。其中包括主要应用在新能源汽车领域滚动功能部件研发与产业化建设项目，项目拟建设滚珠丝杠副、滚珠（柱）导轨副数字化车间。项目达产后预计增加滚珠丝杠/精密螺杆副产能28万件/年、滑动直线导轨产能13万米/年、配套的螺母及滑块产能30万件/年及26万件/年。

➤ 风险提示：下游复苏不及预期风险，市场竞争加剧风险

图：秦川机床2022年定增项目情况介绍

序号	投资项目	项目用途	投资总额 (亿元)	募集资金投 资总额(亿 元)	项目达产后 年收入(亿 元)	投资回收期 (年)
1	秦创原·秦川集团高档工业母机创新基地项目（一期）	用于大型设备及零部件的加工	5.9	4.5	7.5	8.8
2	新能源汽车领域滚动功能部件研发与产业化建设项目	新能源汽车用加工中心等工作母机、新能源汽车转向系统及刹车系统	2.0	1.8	5.0	6.5
3	新能源乘用车零部件建设项目	新能源汽车传动齿轮	1.5	1.3	2.6	6.2
4	复杂刀具产业链强链补链赋能提升技术改造项目	用于金属切削机床	1.2	1.0	1.6	6.9
5	补充流动资金	满足快速扩展业务的要求	3.7	3.7	—	—

资料来源：公司公告，东吴证券研究所

2.2丝杠设备核心观点

投资要点:

➤ 旋风铣工艺兼顾效率&精度，为丝杠加工未来趋势:

丝杠导轨为自动化核心传动部件，若按加工方式来分，可分为纯磨制、轧制和旋风铣三种工艺，从加工特点来看：①纯磨制工艺：优点在于纯磨制丝杠可以加工异形丝杠；缺点在于工序长效率低，且热处理过程中容易产生形变。②轧制工艺：优点在于加工效率最高，缺点在于加工精度低。③旋风铣工艺：优点在于兼顾加工精度和效率，但缺点在于无法加工部分异形丝杠。综合而言，各种加工方案各有所长，但旋风铣兼顾效率&精度，预计未来渗透率会逐步提升。此外在行星滚柱丝杠的加工过程中，旋风铣的加工效率也远高于磨制工艺，潜力较大。

➤ 加工设备：螺纹磨床&旋风铣床为丝杠加工核心装备

螺纹磨床：尽管丝杠前道加工方案不尽相同，但若的保障丝杠的高精度，对螺纹滚道和轴颈的精细磨削是最关键的环节，此时便需要使用高精度螺纹磨床配合加工。根据我们测算，中性假设下，至2030年人形机器人产量若达到100万台，则行星滚柱丝杠用磨床存量市场空间可达50亿元，远期空间广阔。

旋风铣床：旋风铣床是旋风铣工艺的核心加工设备，主要是用装在高速旋转刀盘上的硬质合金成型刀，从工件上铣削出螺纹滚道。目前旋风铣床外资领先程度较高，龙头厂商包括德国Leistritz公司、GWT等，国内尚无非常优秀的旋风铣加工厂商。

➤ 加工刀具：PCBN铣刀为丝杠加工核心耗材

PCBN刀具为旋风铣加工合适刀具，主要系旋风铣为硬加工工艺，对刀具的硬度和耐磨性有较高要求。国内超硬刀具行业市场规模约50亿元，目前仍主要被外资龙头例如山特维克等垄断，国产龙头厂商例如沃尔德、郑州钻石等正逐步向上突破。人形机器人催生大量丝杠需求，PCBN铣刀作为核心耗材同样受益。

投资建议：丝杠加工设备环节重点推荐【华辰装备】；建议关注【日发精机】。丝杠加工刀具环节建议关注【沃尔德】。

风险提示：人形机器人产业化进程不及预期，行业竞争加剧风险，核心零部件加工方案变更风险。

2.2 人形机器人催生大量丝杠需求，高精度磨床同样受益

➤ 远期来看，人形机器人若迅速放量有望催生大量丝杠需求，因此高精度磨床作为关键生产设备同样受益。根据我们测算，中性假设下，至2030年人形机器人行星滚柱丝杠用磨床市场空间可达50亿元，远期空间广阔。关键假设如下：

1) 人形机器人产量：悲观/中性/乐观假设下2030年人形机器人产量分别为50/100/300万台

2) 单台磨床制作行星滚柱丝杠用时：悲观/中性/乐观假设下分别为1.2/1/0.8小时/根

图：根据我们测算中性假设下，至2030年人形机器人行星滚柱丝杠用磨床市场空间可达50亿元

	悲观	中性	乐观
2030年人形机器人产量（万台）①	50	100	300
单台人形机器人行星滚柱丝杠用量（根/台）②	12	12	12
行星滚柱丝杠用量（万根）③=①*②	600	1200	3600
磨床每天工作时间（小时）④	8	8	8
单台磨床制作单根行星滚柱丝杠用时（小时）⑤	1.2	1	0.8
单台磨床每天制作行星滚柱根数（根）⑥=④/⑤	7	8	10
机器人用丝杠制作所需磨床工时（万天）⑦=③/⑥	90	150	360
单台磨床单价（万元/台）⑧	100	100	100
磨床每年实际工作天数⑨	300	300	300
人形机器人用磨床市场空间（亿元）⑩=⑦*⑧/⑨	30	50	120

2.2.1 【华辰装备】轧辊磨床龙头，切入丝杠磨削领域

➤ 凭借在数控磨削领域积累的经验，打造通用磨床新品：

华辰装备与德国Wieland通力合作，经过三年的技术攻关，两年工程磨削工艺测试，于2017年成功开发出国内亚微米级万能精密复合磨削中心（命名为亚 μ 磨削中心），可实现外圆、内圆、端面、轮廓、非圆、螺纹等复杂特征零件的精密磨削加工。

➤ 强强联手贝斯特，切入丝杠导轨磨领域：

2023年10月8日华辰装备发布公告，与贝斯特签订协议，计划于1年内向贝斯特提供对标国际行业龙头企业领先水平的精密数控直线导轨磨床产品以及相应技术支持。

图：公司亚 μ 磨削中心示意图



➤ 风险提示：新品推广不及预期，制造业景气度不及预期

2.2.2 【日发精机】国产高端轴承磨领域龙头

➤ 日发精机是国内高端数控机床领先企业:

日发精机成立于2000年，主营业务包括高档数控机床、航空装备制造和航空运营服务。通过收购意大利MCM公司和日发机床的多年积累，公司已成为国内高端数控机床领先企业，尤其是在高端轴承磨超加工领域市占率国内第一，国内轴承行业规模靠前的30家企业中，有25家采用日发精机的高端轴承磨超加工及装配生产线。

图：日发精机主营业务及主要产品

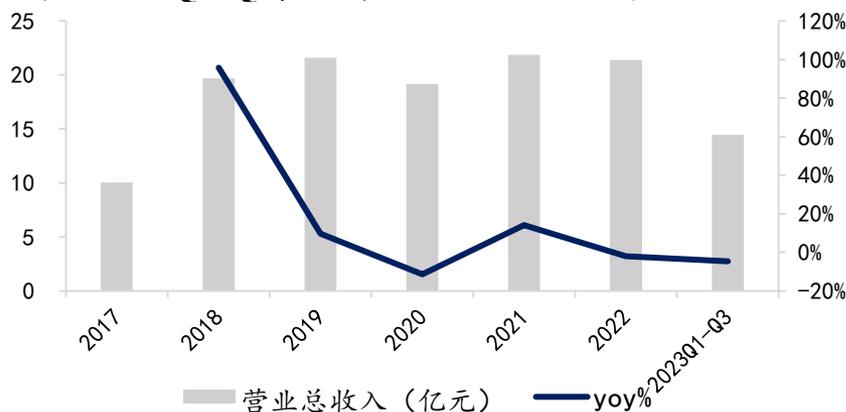
主营业务	主要产品	应用领域	负责子公司
通用工具机械	立式及卧式加工中心	汽车、船舶、交通、能源等行业高效零件	MCM公司 日发机床公司
	数控机床	汽车和轴承等行业零件	
	龙门加工中心	石化、制冷、冶金、船舶军工和航空航天等	
	数控卧式机床	石化、制冷、冶金、锅炉、汽轮机、重型电机、船舶军工和航空航天等	
数控磨床	轴承磨超及装配生产线	轴承	MCM公司 日发航空装备
	滚子磨超自动线		
	数控通用磨床		
航空装备及零部件制造	软件管控系统	航空航天	MCM公司 日发航空装备
	智能加工系统		
	航空航天结构件加工		
航空运营及服务	固定翼飞机运营租赁	民用航空	Airwork公司
	飞机和发动机的MRO		

2.2.2 【日发精机】国产高端轴承磨领域龙头

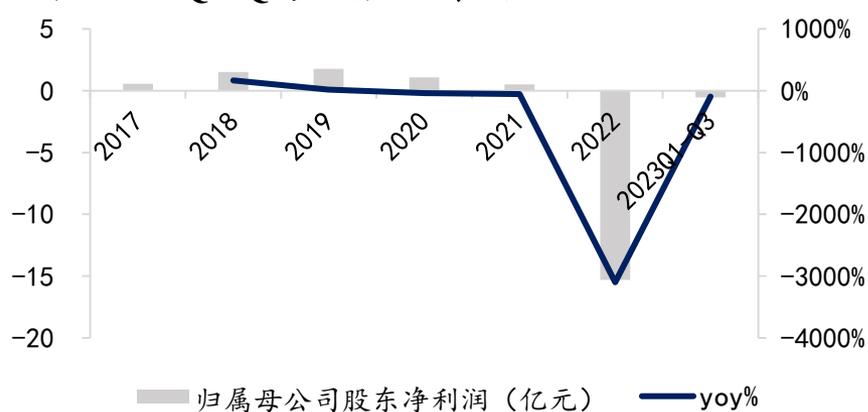
➤ 地缘政治影响短期业绩，切入丝杠导轨磨领域打开成长空间：

2021年来尽管受到疫情影响，但公司收入端基本保持稳定，2023Q1-Q3受制造业景气度下滑影响收入端同比-4.6%。利润端受地缘政治影响较大，Airwork公司飞机被扣留导致出现大额的资产减值损失。凭借在轴承磨领域的经验积累，公司切入丝杠导轨磨领域，目前已处于客户验证的关键时期，有望打开公司长期成长空间。

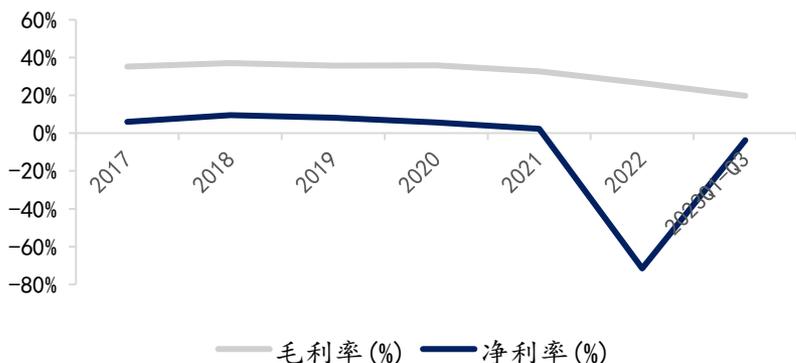
图：2023Q1-Q3实现营收14.5亿元，同比-4.6%



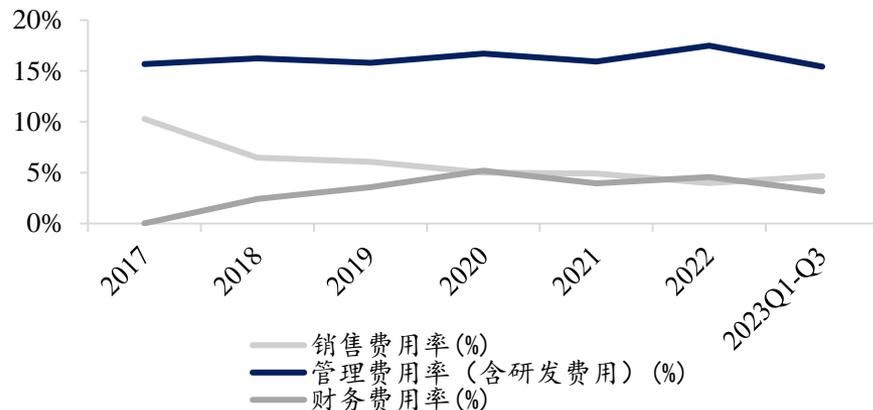
图：2023Q1-Q3实现归母净利润-0.55亿元



图：2021年以来盈利能力有所下滑



图：期间费用端保持稳健



2.2.3 【沃尔德】超硬刀具国内龙头，培育钻石空间广阔

► 沃尔德是国内超硬刀具领先企业：

沃尔德成立于2006年，主营业务分为超高精密刀具、高精密刀具及超硬材料制品三大板块。

①**精微刀具**：重点产品包括钻石刀轮及磨轮、微型钻铣刀具，在消费电子 显示及触摸屏、半导体器件及精密模具加工等领域广泛应用；

②**精密切削刀具**：产品以超硬切削刀具为主，并扩展硬质合金、金属陶瓷等材料；

③**超硬材料制品**：主要产品包含PCD复合片、PCBN复合片、CVD金刚石材料等。

图：沃尔德主营业务及主要产品

产品系列	精密切削刀具		精微刀具			超硬材料		
产品名称	标准化刀片	非标刀具	钻石刀轮 刀轴	微钻、微 铣刀	金刚石磨 轮、磨棒	超硬材料	CVD金刚 石工具	CVD功能 材料
产品图样								

数据来源：沃尔德官网，东吴证券研究所

2.2.3 【沃尔德】超硬刀具国内龙头，培育钻石空间广阔

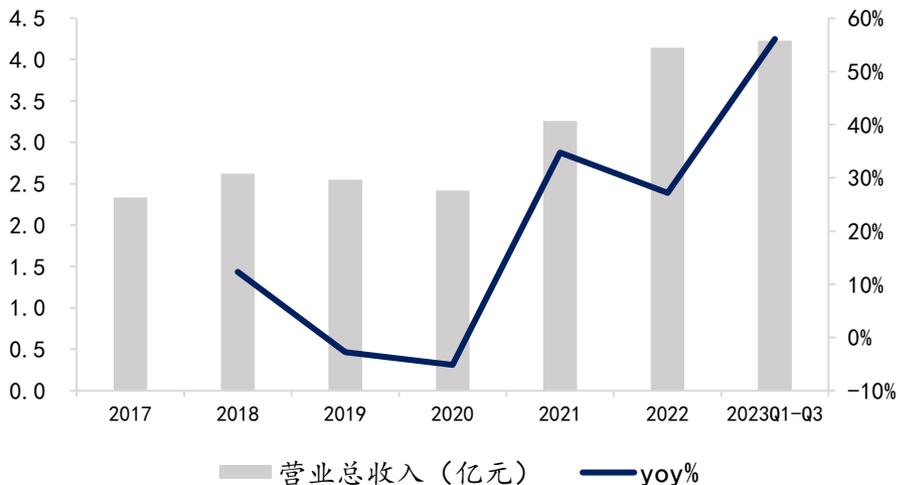
➤ 3C等下游温和复苏，公司业绩回暖：

2020-2022年受疫情&地缘政治等因素影响，公司业绩端表现不佳。2023年以来，受子公司并表&三季度以来3C下游温和复苏影响，公司业绩逐步回暖。2023Q1-Q3实现营收4.2亿元，同比+56.1%，归母净利润0.75亿元，同比+119.8%。

➤ 超硬刀具下游空间广阔，公司已构筑核心竞争力：

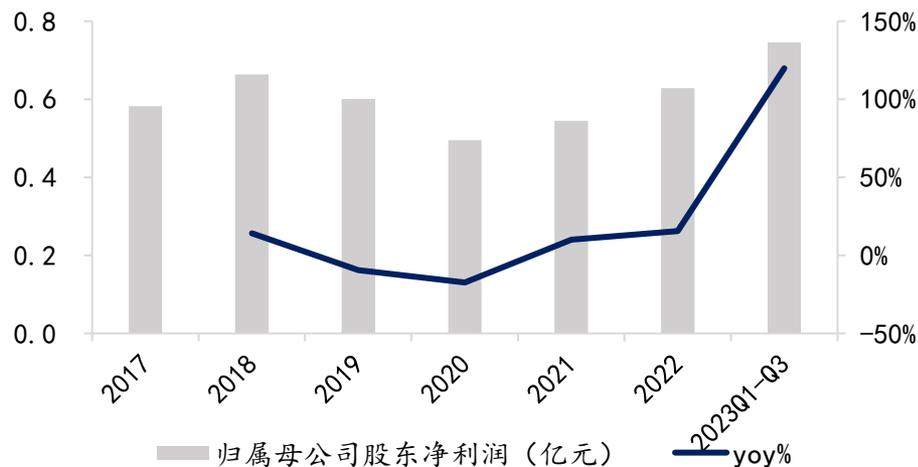
超硬刀具加工效率高，寿命长，加工质量好，目前其下游应用正逐步得到拓展。公司作为超硬刀具国产龙头，与山特维克、日本住友等厂商直面竞争。

图：2023Q1-Q3实现营收4.2亿元，同比+56%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图：2023Q1-Q3实现归母净利润0.75亿元，同比+120%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

➤ 风险提示：下游复苏不及预期风险，市场竞争加剧风险，新产品研发不及预期风险



- 一、人形机器人行业复盘与投资机会总结

- 二、丝杠及丝杠设备：高壁垒的成长赛道，受益于自主可控&人形机器人未来发展

- 三、传感器：制造之基石，充分受益于机器人自动化产业趋势

- 四、风险提示

3.核心观点：制造业基石，长期受益于人形机器人趋势

投资要点：

1、传感器：数据采集源头，被广泛应用于工业领域：

传感器的工作原理是通过敏感元件及转换元件把特定的被测信号，按一定规律转换成某种“可用信号”并输出，以满足信息的传输、处理、记录和控制等要求，并可被分为压力、惯性、磁和光学等各种类。目前汽车电子、工业制造、网络通讯等为传感器主要应用下游，我们判断机器人有望成为传感器未来重要应用场景。

2、力传感器：机器人实现精密操作的关键部件，人形机器人有望带来全新增量：

力传感器能够帮助机器人实现打磨、焊接等精密操作，拓宽机器人应用场景，优化国产厂商于搬运、码垛等传统环节的激烈竞争格局。此外力传感器在人形机器人中亦有广泛应用，为模仿人类，人形机器人需精准测量关节受力情况，因此在手腕和脚踝处需搭载六维力传感器。相较于一维和三维，六维力传感器优势突出，主要体现在：1) 精度显著提升；2) 结构紧凑，适应狭窄空间；3) 协调同步性好。但在性能突出的同时，六维力传感器制作难度也较高，其从结构设计、数据采集、解耦算法的复杂性等多方面难度均高于一维和三维传感器。目前六维力传感器处于起步阶段，市场规模较小，但未来随着六维力传感器在机器人行业的逐步放量，市场规模有望迅速增长。根据我们测算，中性假设下预计至2030年人形机器人用力传感器市场有望达125亿元，其中六维力传感器市场空间有望达80亿元，将为传感器行业带来全新增量市场。

3、惯导+视觉传感器：实现机器人高精度定位和导航：

惯性传感器是一种用于测量物体的加速度、角速度和倾斜角度等参数的电子传感器，包括加速度计、陀螺仪和惯性测量单元（IMU）三种，其中IMU是市场份额最大的品类。根据芯谋研究，2022年国内IMU市场规模达到43.1亿元，预计2027年达到75.5亿元，年均复合增长率达11.9%。视觉传感器是利用光学元件和成像装置获取外部环境图像信息的一类传感器。从输出维度的角度来看，基于视觉传感器的感知方法可以分为2D视觉和3D视觉两种。在人形机器人、自动驾驶等高精度要求领域，3D视觉是目前的主要方向。IMU和视觉传感器具有互补性，能够有效实现SLAM方案（同步定位与建图），完成机器人定位和导航，未来均有望受益于人形机器人产业趋势。

投资建议：力传感器环节重点推荐【东华测试】，建议关注【柯力传感】【汉威科技】【昊志机电】等；惯导和视觉传感器环节建议关注【奥比中光-UW】【舜宇光学】【华依科技】【敏芯股份】【芯动联科】等。

风险提示：人形机器人产业化不及预期，传感器于机器人应用进程不及预期，零部件降价导致盈利能力下滑。

3.中性假设下，预计至2030年人形机器人用力传感器市场有望达125亿元

➤ 悲观/中性/乐观假设下，我们预计至2030年人形机器人用力传感器市场空间分别为70/125/219亿元，其中中性假设下六维力传感器空间可达80亿元，测算假设如下：

- 1) 人形机器人产量：悲观/中性/乐观假设下2030年人形机器人产量分别为50/100/300万台。
- 2) 人形机器人力传感器用量：六维力传感器主要用于手腕和脚腕关节处，因此我们假设三种情形下用量均为4个；三维力传感器主要用于全身关节，用量视机器人灵活度需求，因此悲观/中性/乐观假设下我们预计用量分别为2/4/6个；一维力传感器主要用于全身关节和手部电子皮肤，用量取决于机器人灵活度需求，因此悲观/中性/乐观假设下我们预计用量分别为8/10/15个。
- 3) 力传感器价值量：悲观假设下六维/三维/一维力传感器的价值量分别为2500/800/300元/台，中性假设下六维/三维/一维力传感器的价值量分别为2000/500/250元/台，乐观假设下六维/三维/一维力传感器的价值量分别为1000/300/100元/台。

图：中性假设下，我们预计至2030年人形机器人用力传感器市场空间有望达125亿人民币

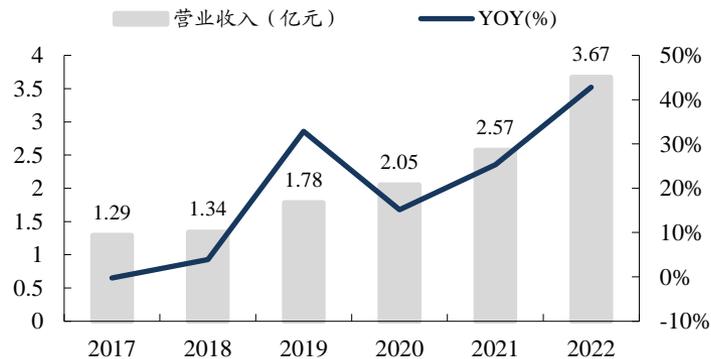
	悲观	中性	乐观
2030年人形机器人产量(万台) ①	50	100	300
单台人形机器人六维力传感器用量(台/套) ②	4	4	4
六维力传感器价值量(元/台) ③	2500	2000	1000
人形机器人用六维力传感器市场空间(亿元) ④=①*②*③	50	80	120
单台人形机器人三维力传感器用量(台/套) ⑤	2	4	6
三维力传感器价值量(元/台) ⑥	800	500	300
人形机器人用三维力传感器市场空间(亿元) ⑦=①*⑤*⑥	8	20	54
单台人形机器人一维力传感器用量(台/套) ⑧	8	10	15
一维力传感器价值量(元/台) ⑨	300	250	100
人形机器人用一维力传感器市场空间(亿元) ⑩=①*⑧*⑨	12	25	45
单台人形机器人用力传感器价值量(元/台)	14000	12500	7300
人形机器人用力传感器市场空间(亿元) A=④+⑦+⑩	70	125	219

数据来源：东华测试官网，东吴证券研究所测算

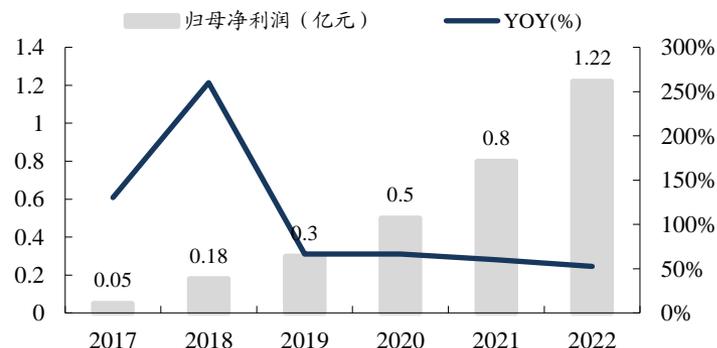
3.1 【东华测试】专注结构力学性能测试分析，力传感器技术先进

- 国内结构力学测试行业龙头企业。公司成立于1993年，专注结构力学性能测试仪器及配套软件的研发、生产、销售，主要服务于军工类客户，在技术上达到国际先进水平。
- 业绩持续增长，盈利能力稳步提升。2017-2022年公司收入及利润规模快速增长，营收/归母净利润年复合增速分别为23.46%/89.44%，净利润增速快于收入主要系公司盈利能力提升。
- 结构力学测试分析是公司核心业务，并开展多元化布局。公司进一步拓展业务，形成结构力学分析测试、PHM系统、智能维保管理平台、电化学工作站四大类业务，面向下游提供一体化整包解决方案，整合传感器、测试系统硬件和软件平台。

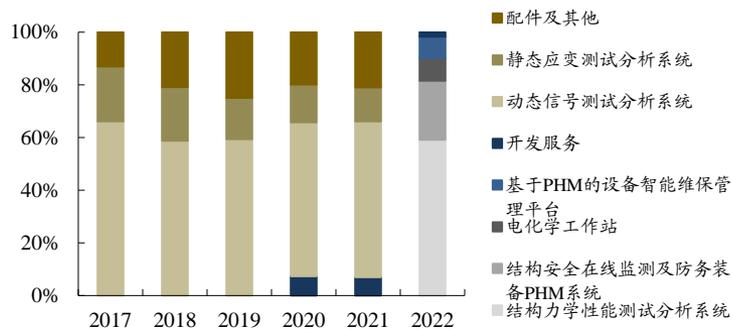
图：2017-2022年公司营收CAGR为23.46%



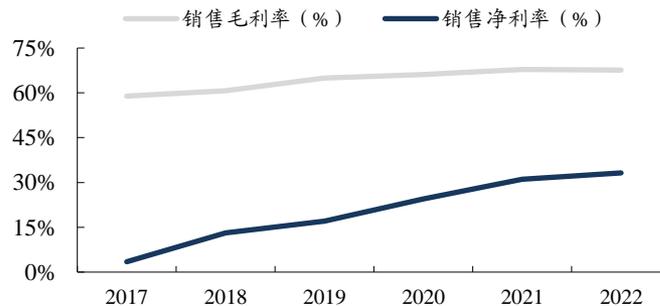
图：2017-2022年公司归母净利润CAGR为89.44%



图：分业务收入占比情况



图：2017-2022年公司盈利能力持续提升



资料来源：Wind，公司官网，东吴证券研究所

➤ 依托技术与场景积累，推动先进力传感器研发

公司在结构设计领域有着深厚的技术积累，原有传感器结构设计的团队可以参与到力传感器的研发之中，人员投入较少。同时，场景方面，公司为军用舰船、航空航天提供自定义测试分析系统业务，其中就有力学传感器的需求。延此需求，公司将逐步推进一维、多维力传感器的研发。

➤ 瞄准六维力传感器，致力高精度产品

公司对力传感器产品的定位是精度优先，打通技术难点再降本增效。技术方面，公司从应变放大器起家，信噪比性能优异，系统设计能力强，可以将传感器和数采结合在一起作为一个产品，有效解决信号采集难点。目前公司生产的六维力传感器主要应用于测试领域，未来将开拓人形机器人场景。

风险提示：力传感器产品研发&推广不及预期，下游需求不及预期风险。

图：力传感器是结构力学性能测试分析系统的重要部分

产品类别	概况	应用行业	细分产品	产品概况
结构力学性能测试分析系统	结构强度试验、疲劳试验、动态特性分析等领域，检测环境变化对结构的影响	航天航空、车辆船舶、土木建筑、工程机械、能源电力	数据采集系统	包括分布式、集中式、坚固型、便携式及无线数据采集系统
			软件平台	主要有数据采集与信号处理分析、结构强度分析、结构寿命评估、结构动力学分析等各种模块
			传感器	包括加速度传感器、速度传感器、位移传感器、应变传感器、转速传感器、压力传感器及各类缓变量传感器

数据来源：东华测试官网、东吴证券研究所

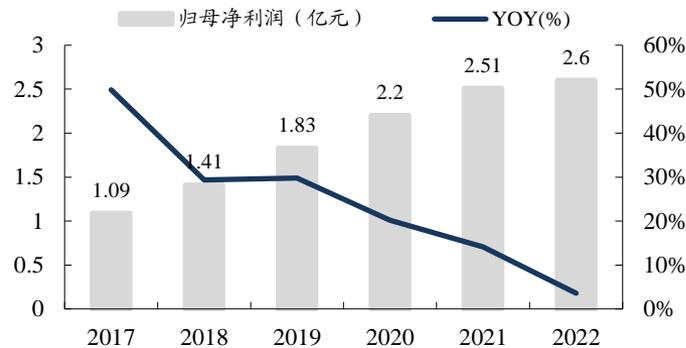
3.2 【柯力传感】深耕应变式传感器，探索多物理量传感器新增长

- **深耕传感器领域20余年，国内传感器领军企业。**柯力传感成立于1995年，成立以来专注于各种物理量传感器的研发、生产及销售，从力学起步融合多物理技术发展多品种传感，展开多维度产业布局 and 经营，成为全球大型钢制传感器制造企业和工业物联网应用拓展引领者之一。
- **业绩快速增长，盈利能力持续提升。**2017-2022年公司收入与利润规模保持增长，营收/归母净利润年复合增速分别为11.06%/18.99%。盈利能力得到改善，净利润增速快于营收。
- **应变式传感器是公司基石业务，2017-2022年营收占比始终高于50%。**主要系公司产品经过长期研发迭代，性能领先、市场认可度高。在维持应变式传感器的基础上，公司积极拓展产品品类到其他物理量传感器，转型升级为物联网解决方案供应商。

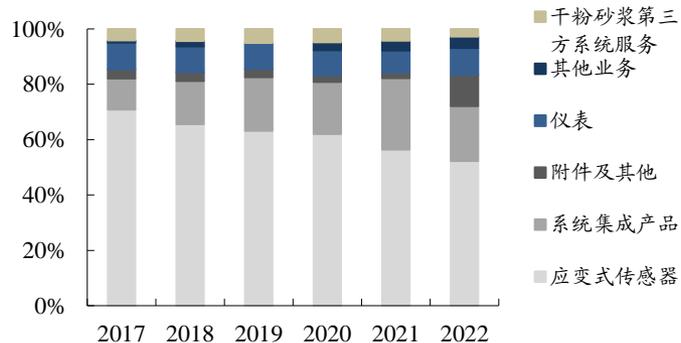
图：2017-2022年公司营收CAGR为11.06%



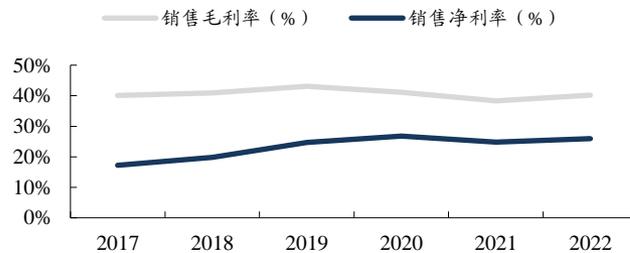
图：2017-2022年公司归母净利润CAGR为18.99%



图：分业务收入占比情况，传感器为基石业务



图：2017-2022年公司盈利能力稳定提升



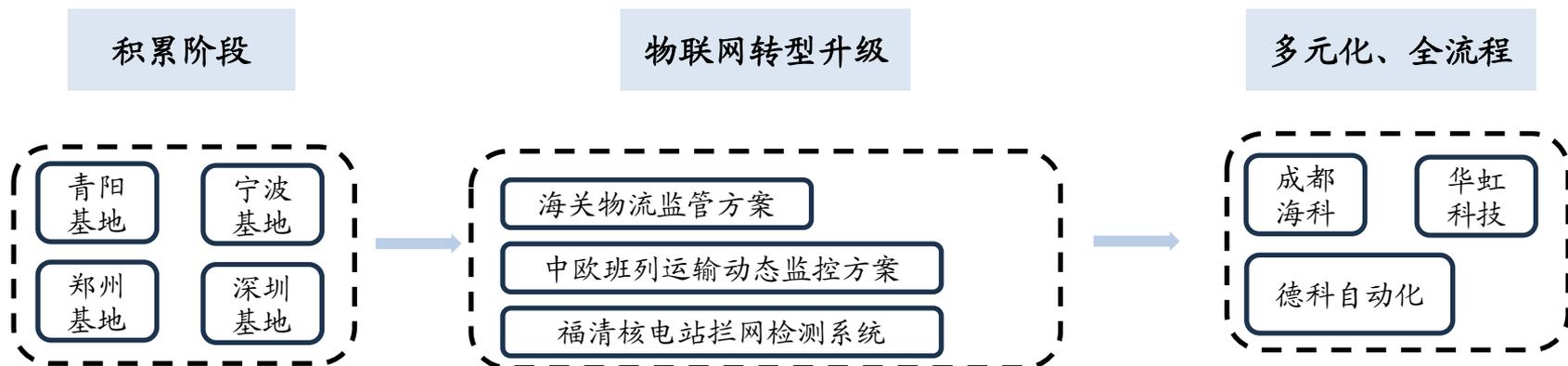
3.2 【柯力传感】深耕应变式传感器，探索多物理量传感器新增长

公司成立20余年，经历三次战略转型：

- **迁移生产基地，降本增效。**为了降低成本，公司将生产体系从宁波迁移到安徽青阳县，并作为主要生产基地。同时负责国际业务和非标业务。原宁波基地定位为高端制造、研发中心。
- **转型物联网系统集成商。**2019年公司上市，传统主业应变式传感器增速有限，整体市场天花板明显。为打造持续增长动能，公司调整战略，将公司定位成国际一流的物联网系统集成商，目前已经为高速公路、畜牧业等场景提供完整物联网集成方案。
- **探索多物理量传感器新增长点。**传感器种类多、行业高度分散的特点决定了可以用外延式并购和集团化管理的方式提高整个企业的收入规模。公司参照基恩士、TE等公司的模式，通过并购或者参股的方式进入传感器全流程，目标未来5-10年内要能为客户提供全品类传感器。

风险提示：宏观基本面风险、多维力传感器研制进展不及预期、对外投资不及预期。

图：公司经历三次战略转型，不断开拓增长新空间



3.3 惯导&视觉传感器上市公司标的

建议关注：**IMU领域**：芯动联科、敏芯股份、华依科技；**视觉传感器领域**：奥比中光、舜宇光学。

风险提示：传感器于机器人应用进程不及预期，零部件降价导致盈利能力下滑。

表：IMU和视觉传感器行业上市公司情况

行业	公司简称	股票代码	主营业务情况
惯导传感器 (IMU)	芯动联科	688582.SH	国内MEMS陀螺仪龙头，主要产品包括MEMS陀螺仪/加速度计/IMU等
	敏芯股份	688286.SH	国内唯一掌握多品类MEMS芯片设计和制造工艺能力的上市公司，产品包括声学、压力、惯性三大传感器
	华依科技	688071.SH	传统主营业务为测试服务（动力总成测试设备），同时IMU产品精度保持行业领先
视觉传感器	奥比中光	688322.SH	全球3D视觉传感器龙头，主要收入来源于3D视觉传感器与消费级应用设备
	舜宇光学	2382.HK	全球领先的综合光学零件及产品制造商，主要产品包括光电产品、光学仪器、光学零件。

数据来源：Wind，东吴证券研究所整理



一、人形机器人行业复盘与投资机会总结

二、丝杠及丝杠设备：高壁垒的成长赛道，受益于自主可控&人形机器人未来发展

三、传感器：制造之基石，充分受益于机器人自动化产业趋势

四、风险提示

- **人形机器人产业化不及预期：**目前单台人形机器人成本较高，若未来产业化进程不及预期，降本不及预期，将会影响整体需求。
- **技术迭代导致现有零部件不再应用：**特斯拉人形机器人最终方案仍未确定，存在更换或取消某一部件使用的情况，将对产业链零部件企业产生不利影响。
- **国际贸易摩擦风险：**全球宏观经济下行，各国贸易政策具有较大不确定性。
- **行业竞争加剧导致盈利能力下滑：**若有大量新进入者进入人形机器人产业链，行业竞争加剧将影响整体水平。

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500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），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

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应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街5号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园