



华安证券
HUAAN SECURITIES

人形机器人风起云涌 --产业链梳理概况

华安证券机械分析师 张帆

SAC: S0010522070003

邮箱: zhangfan@hazq.com

2024年4月29日



人工智能产业链联盟

星主： AI产业链盟主

 知识星球

微信扫描预览星球详情



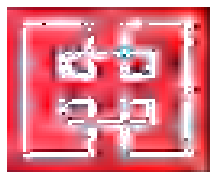
核心观点

- 人形机器人作为近年来的热门赛道，成为智能制造领域闪耀的明星。截止至2024年4月，人形机器人行业玩家众多，特斯拉作为其中的领航者，目前战略重心已由“车”转向AI（FSD、Robotaxi、人形机器人），人形机器人战略地位更加突出；AI芯片龙头英伟达CEO黄仁勋持续看好生成式AI和人形机器人的发展；苹果在研一款家居智能机器人，预计2025年发布；波士顿动力宣布退出液压方案，推出电动的Atlas，并预计2025年在现代汽车测试。同时，国内机器人行业如火如荼进展，诞生了如优必选、宇树、智元、傅利叶等诸多优秀机器人整机厂，三花智控、拓普集团等优秀Tier1。诸多海内外明星企业纷纷站台人形机器人，我们持续看好人形机器人产业链。
- 作为通用化程度高、高度集成和智能化的机器人，人形机器人既需要极强的运动控制能力，也需要强大的感知和计算能力。产业链涉及AI、机械制造、运动控制、传感器等诸多先进技术和创新，软件和硬件的有效融合，实现机器人的功能和性能优化。
- 人形机器人的核心零部件包括多种精密组件，每个组件都扮演着关键角色，确保机器人能够高效、准确地执行任务。我们将人形机器人分为执行部分和感知控制部分：
 - 1、执行部分，包括减速器、丝杠、电机等。

减速器建议关注公司，绿的谐波、中大力德、丰光精密等；
丝杠建议关注公司，北特科技、恒立液压（买入）、贝斯特（买入）、鼎智科技、五洲新春、丰立智能等；
丝杠生产设备建议关注公司，博杰股份（买入）、秦川机床（买入）、华辰装备、浙海德曼（增持）等；
电机建议关注公司，鸣志电器、步科股份、江苏雷利、雷赛智能、卧龙电驱、禾川科技、伟创电气、汇川技术等。
 - 2、感知控制部分，包括IMU、力传感器、3D视觉、编码器等。

IMU建议关注公司，芯动联科（买入）、华依科技等；
力传感器建议关注公司，安培龙（买入）、东华测试（买入）、康斯特（买入）、柯力传感、华培动力等；
3D视觉及编码器建议关注公司，奥普特（增持）、奥普光电等。

风险提示：技术研发不及预期的风险；研究依据的信息更新不及时；宏观经济景气度不及预期的风险；行业发展进度低于预期的风险；博杰股份公告收购哈挺中国的交割无法达成的风险。



目录

1 机器人整机情况概述

2 人形机器人产业链拆解

3 人形机器人行业风起云涌，玩家众多

4 人形机器人应用场景

5 风险提示



1.1 人形机器人简介与技术难点

- 人形机器人是具有与人类类似的身体结构和运动方式（双足行走、双手协作等）的智能机器人。目前人形机器人并没有普遍定义，但根据专业书籍《Humanoid Robots》的归纳，人形机器人应当能“在人工作和居住的环境工作，操作为人设计的工具和设备，与人交流”。在此前提下，人形机器人最终应具有与人类类似的身体结构，包括头、躯干和四肢，使用双足行走，用多指手执行各种操作，并具有一定程度的认知和决策智能。
- 作为通用化程度高、高度集成和智能化的机器人，人形机器人既需要极强的运动控制能力，也需要强大的感知和计算能力。
- 其技术难点在于尽可能模仿人的各类场景下“感知-认知-决策-执行”的过程，涉及仿生感知认知技术、生机电融全技术、人工智能技术、大数据云计算技术、视深导航技术等各领域的尖端技术。

图表1 人形机器人硬件技术模块内容

技术模块	内容
控制模块	处理人脑所能处理的大部分功能，例如处理视觉数据、做多元决策、感官感知和通信等，同时能够支持WiFi通信和音频
感知模块	分为外部传感器和内部传感器两大类，以视觉为代表的外部传感器帮助机器人实现更复杂“自动驾驶”快速落地；内部传感器包括位置、力矩、力量等，主要集成于一体化关节中
运动模块	包括驱动装置、执行装置、传动装置等
动力模块	完成传感、充放电、管理等功能
散热和总装	包括机器人热管理、骨架和结构设计、装配等



1.2 传统机器人三大类型

- **工业机器人：**研制面向汽车、航空航天、轨道交通等领域的高精度、高可靠性的焊接机器人，面向半导体行业的自动搬运、智能移动与存储等真空（洁净）机器人，具备防爆功能的民爆物品生产机器人，AGV、无人叉车，分拣、包装等物流机器人，面向3C、汽车零部件等领域的大负载、轻型、柔性、双臂、移动等协作机器人，可在转运、打磨、装配等工作区域内任意位置移动、实现空间任意位置和姿态可达、具有灵活抓取和操作能力的移动操作机器人。
- **协作机器人：**是机器人与人可以在生产线上协同作战，充分发挥机器人的效率及人类的智能。协作型机器人作为一种新型的工业机器人，可以称之为“工业机器人的升级版”，与传统的工业机器人不同，协作机器人扫除了人机协作的障碍，让机器人彻底摆脱护栏或围笼的束缚，凭其开创性的产品性能和广泛的应用领域，为机器人的发展开启了新时代。
- **服务机器人：**研制果园除草、精准植保、果蔬剪枝、采摘收获、分选，以及用于畜禽养殖的喂料、巡检、清淤泥、清网衣附着物、消毒处理等农业机器人，采掘、支护、钻孔、巡检、重载辅助运输等矿业机器人，建筑部品部件智能化生产、测量、材料配送、钢筋加工、混凝土浇筑、楼面墙面装饰装修、构部件安装、焊接等建筑机器人，手术、护理、检查、康复、咨询、配送等医疗康复机器人，助行、助浴、物品递送、情感陪护、智能假肢等养老助残机器人，家务、教育、娱乐和安监等家用服务机器人，讲解导引、餐饮、配送、代步等公共服务机器人。
- **特种机器人：**研制水下探测、监测、作业、深海矿产资源开发等水下机器人，安保巡逻、缉私安检、反恐防暴、勘查取证、交通管理、边防管理、治安管控等安防机器人，消防、应急救援、安全巡检、核工业操作、海洋捕捞等危险环境作业机器人，检验采样、消毒清洁、室内配送、辅助移位、辅助巡诊查房、重症护理辅助操作等卫生防疫机器人。

1.2.1 工业机器人市场空间

- 中国电子学会组织编写的《中国机器人产业发展报告（2022年）》预计2024年，全球机器人市场规模将达到650亿美元。
- 其中，工业机器人市场规模创下历史新高，自动化生产、汽车制造、物流、医疗、军事、3c电子、食品加工等行业已经得到了广泛的应用。IFR统计数据显示，全球预计2024年将有望达到230亿美元。近五年来中国工业机器人市场规模始终保持增长态势，2024年将超过110亿美元。

图表2 2017-2024全球工业机器人销售额及增长率



资料来源：中国电子学会，华安证券研究所整理

图表3 2017-2024中国工业机器人销售额及增长率

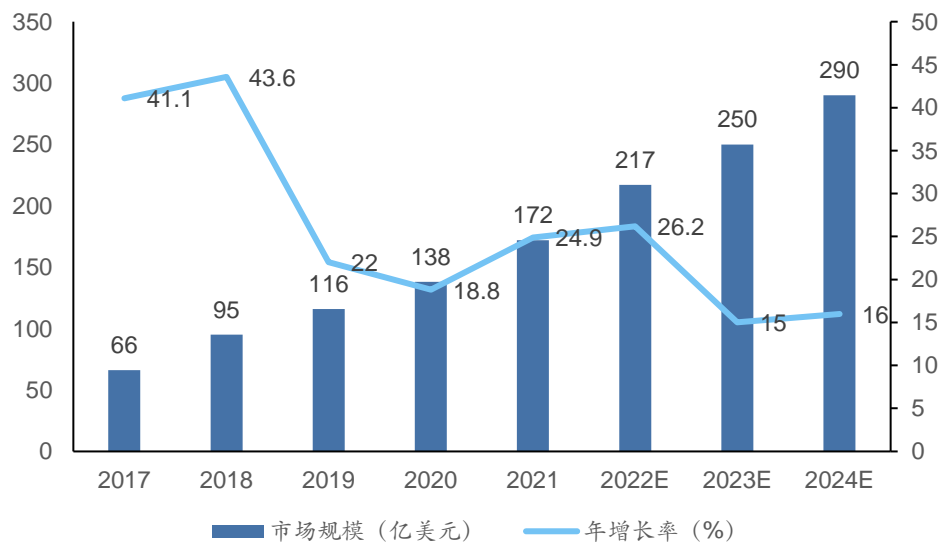


资料来源：中国电子学会，华安证券研究所整理

1.2.2 服务机器人市场空间

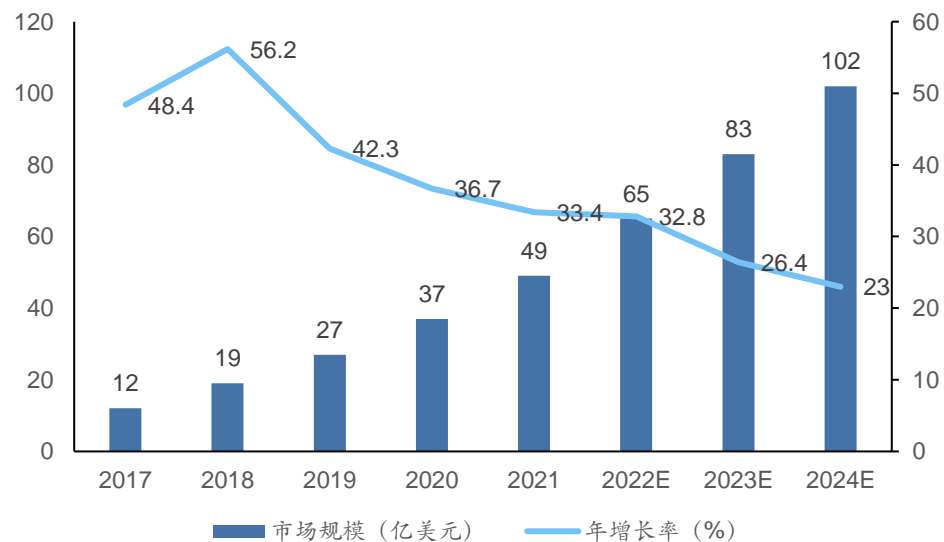
- 服务机器人，在疫情影响下孕育出新的发展机遇，已形成初具规模的行业新兴增长点。抗疫系列机器人成为疫情防控的新生力量，“无接触”的无人配送已成为新焦点。预计2024年，全球服务机器人市场规模将有望增长到290亿美元。
- 中国服务机器人市场快速增长，教育、餐饮、政务、企业、医疗、旅游等领域需求成为主要推动力。预计2024年，中国服务机器人市场规模将有望突破100亿美元。

图表4 2017-2024全球服务机器人销售额及增长率



资料来源：中国电子学会，华安证券研究所整理

图表5 2017-2024全球服务机器人销售额及增长率

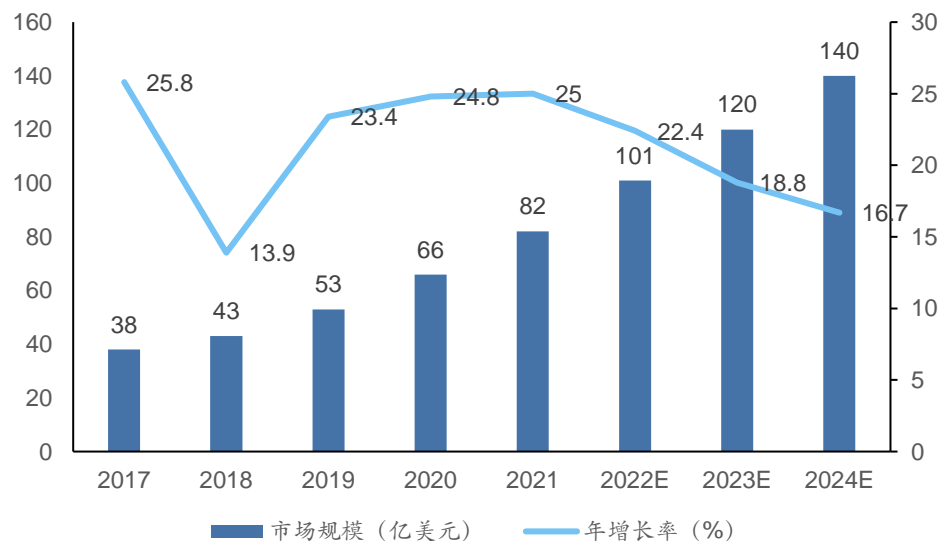


资料来源：中国电子学会，华安证券研究所整理

1.2.3 特种机器人市场空间

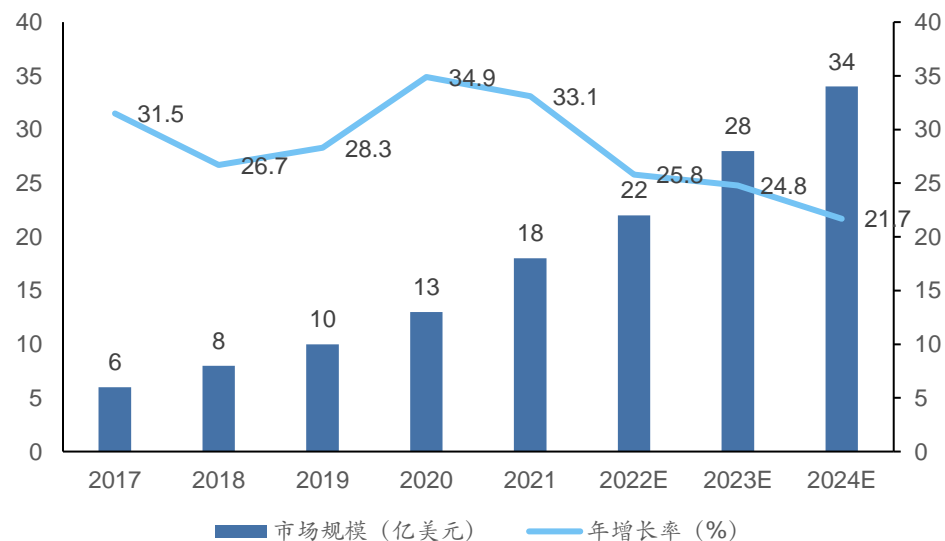
- 近年来，全球特种机器人整机性能持续提升，2017年以来，全球特种机器人产业规模年均增长率达到21.7%，预计2024年全球特种机器人市场规模将有望达到140亿美元
- 2017年以来，中国特种机器人市场年均增长率达到30.7%。预计到2024年，中国特种机器人市场规模有望达到34亿美元。

图表6 2017-2024全球特种机器人销售额及增长率



资料来源：中国电子学会，华安证券研究所整理

图表7 2017-2024中国特种机器人销售额及增长率



资料来源：中国电子学会，华安证券研究所整理

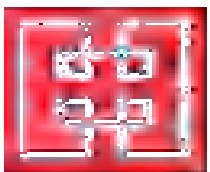
1.3 人形机器人产业链

- 人形机器人在AI的赋能+重磅玩家入局下，有望实现革命性突破，远期市场规模达万亿；华为成立机器人公司，特斯拉Optimus量产可期，可以看到赛道天花板高毋庸置疑，市场纠结的是能否实现0-1的突破，一旦产品是惊艳的，可以展望100万台-1000万台-1亿台的非线性增长
- 上游主要是零部件和软件系统供应商，包括电机、关节、传感器、控制器、操作系统等，这些零部件和软件系统的质量和技术水平直接影响到机器人的性能和稳定性。中游是人形机器人本体的制造商，负责将各个零部件组装成完整的机器人产品，并进行测试和质检。下游则是人形机器人的终端应用市场，包括医疗、教育、救灾救援、公共安全、生产制造、家庭陪护等多个领域。

图表8 人形机器人产业链拆分

环节	细分领域	主要公司	
上游	总成	三花智控、拓普集团	
	减速器	RV减速器	双环传动、中大力德、兆威机电、精锻科技、拓斯达、巨轮智能、为德精密、秦川机床等
		谐波减速器	绿的谐波、中大力德、大族激光、博众股份、昊志机电、西院股份、夏履精密、丰立智能等
		行星减速器	高宇精工、秦川机床、拓宇特、双环传动、双宇集团、康隆新材、埃斯顿等
	伺服电机	空心杯电机	鼎智科技、鸣志电器、伟创电气、光库光电、雷赛智能、运涛华、凯中精密、臣一科技等
		无框力矩电机	汇川技术、德普股份、步科股份、巨一科技、卧龙电驱、华数装备、拓斯达、雷赛智能、昊志机电、生力永磁、博众精工、英威腾、禾川科技、悦动股份、西门子等
	滚珠/丝杠/行星减速机	鼎智科技、昊志轴承、恒立液压、贝斯特、五洲新春、秦川机床等	
	控制器	PLC	伟创电气、鸣志电器、埃夫特、科力尔
		变频器	英光科技、西部数据、三果、海力士等
		AI芯片	英伟达、AMD、海光信息、寒武纪、商汤
	传感器	激光雷达	禾赛科技
		压力传感器	安培龙、奥斯顿、芯动联科、创力传感、森平测试、华工测控、苏奥传感、睿敏电子、敏芯微、敏芯股份、必创科技等
触觉传感器		安培龙、奥斯顿、汉威科技、奥比中光、华以动力、七芯电子	
机器视觉	IMU	芯动联科、华依科技、敏测导航、苏州固铂等	
	光源控制器	奥普特、创博达、凌云光、天准科技、中科信息、永新光学、芯聚源光学	
中游	机器人本体	优必选、埃斯顿、新时达、拓斯达	
	机器人集成	埃斯顿、华昌达、凯尔达、博实股份等	
下游	机器人集成	埃斯顿、华昌达、凯尔达、博实股份等	
	机器人应用	拓普科技、天奇股份、科沃斯、神州泰岳、亿嘉和等	

资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所整理



目录

1 机器人整机情况概述

2 人形机器人产业链拆解

3 人形机器人行业风起云涌，玩家众多

4 人形机器人应用场景

5 风险提示



2. 人形机器人产业链拆解

- 上游主要系硬件（零部件）和软件系统供应商，零部件包括精密减速器（谐波减速器、RV减速器、行星减速器）、伺服电机（无框力矩电机、空心杯电机）、丝杠、传感器（视觉传感器、力传感器、IMU）等；软件部分包括感知软件（语音识别、视觉识别、位置识别、运动识别）、认知软件（语言处理、深度语义、知识图谱）、决策软件（路径规划、行为决策）等。根据Tesla AI day数据，一台人形机器人通常包括线性系统、旋转系统、灵巧手、感知系统和芯片、锂电等组成，具体如下：

图表9 人形机器人自由度拆分

自由度	旋转关节	手部关节	线性关节
灵巧手		6*2	
肩部	3*2		
上臂			1*2
肘部	1*2		
下臂			2*2
躯干	1*2		
髋部	2*2		
大腿			2*2
小腿			2*2
总计	14	12	14

资料来源：Tesla AI day，华安证券研究所整理

图表10 人形机器人各部分构成

系统	成本占比	主要构成
线性执行器	31%	无框力矩电机+行星滚柱丝杠+力矩传感器+编码器+驱动器+关节机加工件
旋转执行器	17.90%	无框力矩电机+谐波减速器+力矩传感器+编码器+驱动器+关节机加工件
灵巧手	4.30%	行星减速器+空心杯电机+编码器+驱动器+蜗轮蜗杆+线传动
感知系统	7.30%	视觉传感器+毫米波雷达+语音通讯
其他	39.50%	芯片，动力电池，头部交互，肢体骨骼等

资料来源：Tesla AI day，华安证券研究所整理

2. 人形机器人产业链拆解

图表11 人形机器人各环节细分



资料来源: Tesla AI day, 华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.1 减速器

注：详见华安机械团队外发报告，《减速器行业深度：机器人核心部件，国产替代及应用拓展空间广阔》

- 减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有降低转速、放大扭矩的作用。精密减速器作为其中一种，具有体积小回程间隙小、精度较高、使用寿命长、更加可靠稳定等优点，被广泛应用于机械加工、机床、冶金设备、起重设备、矿山设备、汽车制造、纺织机械、塑料机械等行业。与此同时，自动驾驶、物联网、新能源汽车等新兴行业也开始陆续采用精密减速器。目前，精密减速器已发展成谐波减速器；RV减速器；精密行星减速器、摆线针轮减速器、滤波减速器三大类产品。
- 全球机器人领域中，RV减速器、谐波减速器的市场销售数量占比均为40%左右，精密行星减速器、摆线针轮减速器、滤波减速器等共占20%左右。

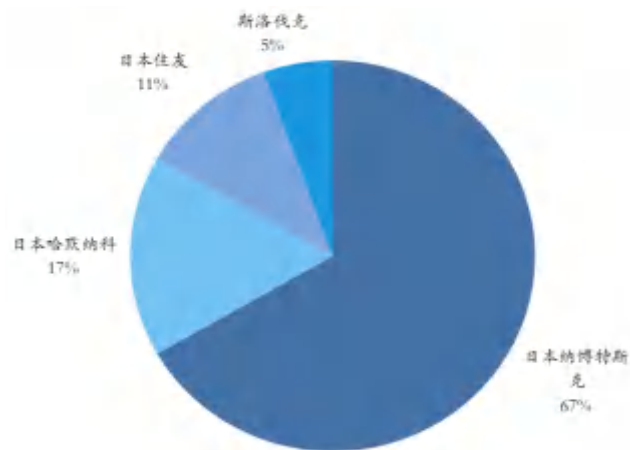
图表12 三种精密减速器对比

	谐波减速器	RV减速器	精密行星减速器、摆线针轮减速器、滤波减速器
结构组成	主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心部件组成，通过柔轮的弹性变形传递运动	一般采用两级传动结构，由行星齿轮减速的前级和摆线针轮减速器的后级组成	主要传动结构包括行星轮、太阳轮、内齿圈
产品性能	体积小、减速比大、精密度高	大体积、高负载能力和高刚度	高刚性、高耐磨性、高扭矩、高传动效率、寿命长
优点	运动精度高，传动比大，较小的传动惯量，在同等输出力矩时，体积可以小到其他减速器的1/3，重量缩减1/2	高负载，传动比范围大、寿命长、精度保持稳定、效率高、传动平稳	结构简单，刚性和耐磨性更好
缺点	柔轮每转发生两次椭圆变形，容易引起材料的疲劳损坏，损耗功率大，同时，回程误差，不具有自锁功能	外形尺寸大，零部件多，结构复杂，加工难度大，价格贵	存在多级传动体积过大、精密化后性能降低等问题
应用场景	主要应用于机器人小臂、腕部或手部等轻负载领域	一般应用于多关节机器人中机座、大臂、肩部等重负载的位置	多用于直角坐标机器人及传统工业自动化
终端领域	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	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	多用于步进电机和伺服电机的减速运动，主要用于传统自动化领域
价格	1000-5000元/台	5000-8000元/台	200-2000元/台

2.1 减速器

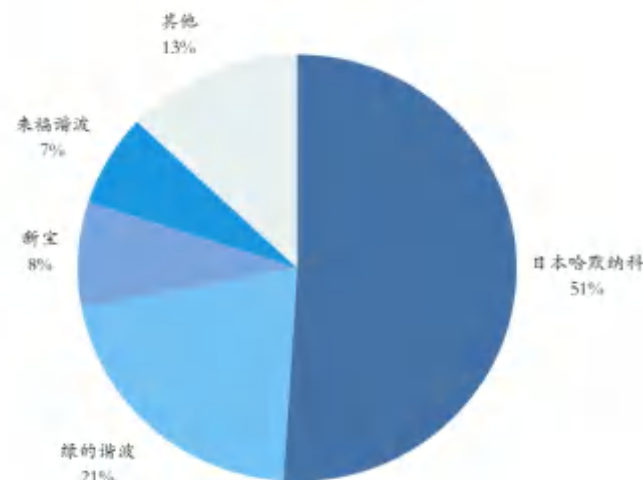
- 精密减速器制造涉及到金属材料、热处理、小模数齿轮硬齿面加工、集成及检测等技术，其精密性、准确性对材料及处理技术、加工设备、加工和检测技术要求极高。
- 设计精密减速器更需要根据下游实际需求层层分解，对设计图纸反复修正。在设计完成后还需通过试制来验证设计的可行性，通过评估后方能进行生产，整个流程要求设计人员具备深入的产品理解，以及谨慎的细节处理方法。
- 我国高端精密加工设备和检测设备依赖进口，设备操作难度较高，生产技术工人的知识结构、实践经验并不能满足高端减速器产品的制造要求，短期内发展有限。
- 以发那科、安川、库卡、ABB四大家族为首的工业机器人行业格局稳固，减速器全部外购自纳博特斯克和哈默那科，认证周期极长，且长期不更换，我国本土企业难以取得商业化应用的机会。

图表13 2020年全球机器人减速器市场占有率



资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

图表14 2020年中国机器人减速器市场占有率

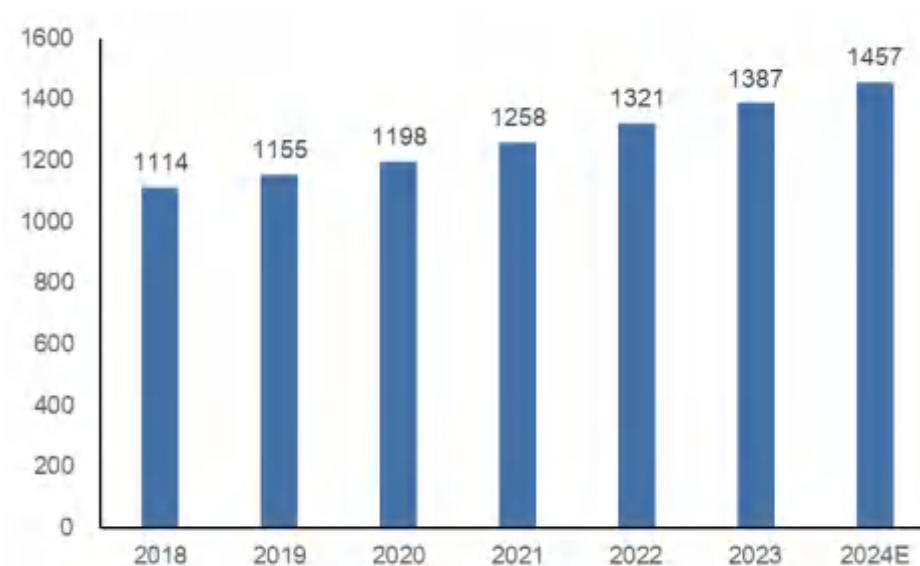


资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

2.1 减速器

- 我国减速器发展较晚，主要经历了四个阶段。2005年之前，以打基础为主，行业产品结构以摆线减速机为主，性能单一；十一五期间（2005-2010），以丰富产品结构为主要目标；十二五期间（2011-2015），各单位开始进行自主攻克，RV减速器已形成中小批量生产能力；十三五期间（2016-2020），绿的谐波、南通振康、双环传动等奋起直追，丰立智能、珠海飞马、秦川机床等先进制造核心零部件厂商跃跃欲试，国内减速机向中高端转移。
- 中商产业研究院发布的《2022-2027年全球及中国工业机器人减速器行业研究报告》显示，2022年中国减速器行业市场规模达到1321亿元，同比增长5.01%。我们预测，到2024年我国减速器行业市场规模将达到1457亿元。

图表15 2018-2023年中国减速器市场规模预测（单位：亿元）



资料来源：中商产业研究院公众号，华安证券研究所整理

2.2 伺服电机

- 伺服系统由伺服驱动器和伺服电机组成，具备精准定位、高精度稳速运行、快速转矩调节等特点。伺服电机是一种精确运动控制的执行电动机，在伺服控制系统驱动控制下，实现电动机轴上的扭矩、角速度和/或角位移输出；伺服驱动器作用是将运动控制指令转化为驱动伺服电机做出相应运动的驱动电力（包含电流、电压、频率等要素）。
- 伺服电机的发展主要经历了三个阶段。20世纪60年代以前（1960年以前），此阶段是以步进电动机驱动的液压伺服马达或以功率步进电动机直接驱动为中心的时代；20世纪60—70年代（1960-1979），这一阶段是直流伺服电动机的诞生和全盛发展的时代；20世纪80年代至今（1980年至今），这一阶段出现了无刷直流伺服电动机，交流伺服电动机等多种新型电机。
- 伺服电机行业上游主要是稀土、IC制造与元器件和硅钢等原材料和电子零部件，下游主要为应用领域，包括纺织机械、医疗设备、工业机器人、航空航天等。

图表16 伺服电机发展历程



资料来源：智研咨询，华安证券研究所整理

图表17 伺服电机行业产业链结构

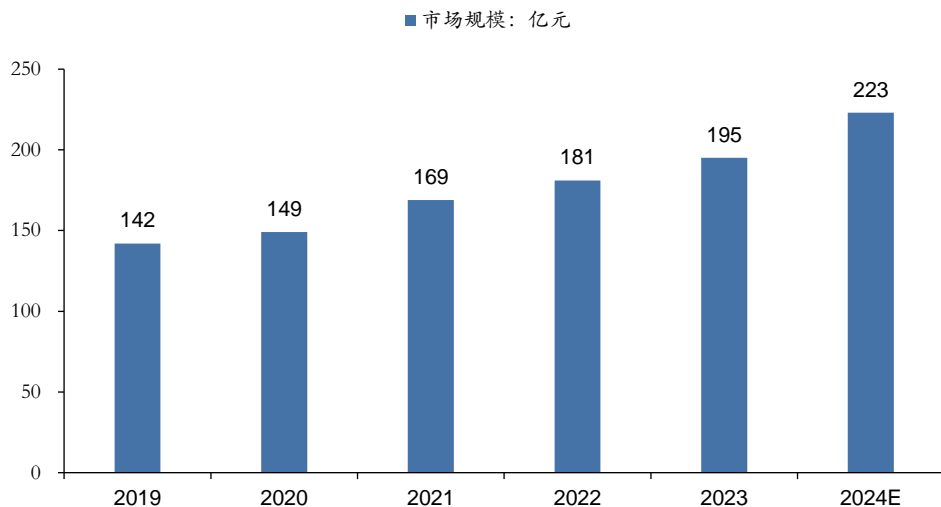


资料来源：智研咨询，华安证券研究所整理

2.2 伺服电机

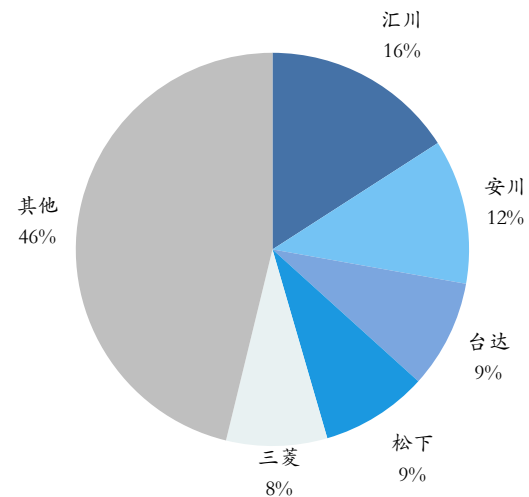
- 近年来，受到下游工业机器人、电子制造设备等产业扩张的影响，中国伺服电机市场规模一直保持增长趋势。与此同时，伺服电机在新兴产业应用规模也不断增长。根据中商产业研究院发布的《2023-2028年中国伺服电机行业分析及发展预测报告》，2024年我国伺服电机市场规模将超200亿元。
- 目前国内伺服电机市场仍由外资主导，外资品牌占比达65%。国产品牌汇川技术市场份额占比排名第一，市占率达15.9%。安川、台达、松下及三菱，占比分别为11.9%、8.9%、8.8%及8.3%。
- 伺服电机作为人形机器人的核心零部件，价值量占比在19%左右，以特斯拉机器人为例，通常包含28个应用于大关节的无框力矩电机和12个应用于手指的空心杯电机，价值量占比分别为15%、4%。

图表18 2019-2024年中国伺服电机市场规模统计预测



资料来源：中商情报网，华安证券研究所整理

图表19 中国伺服电机行业市场份额占比情况

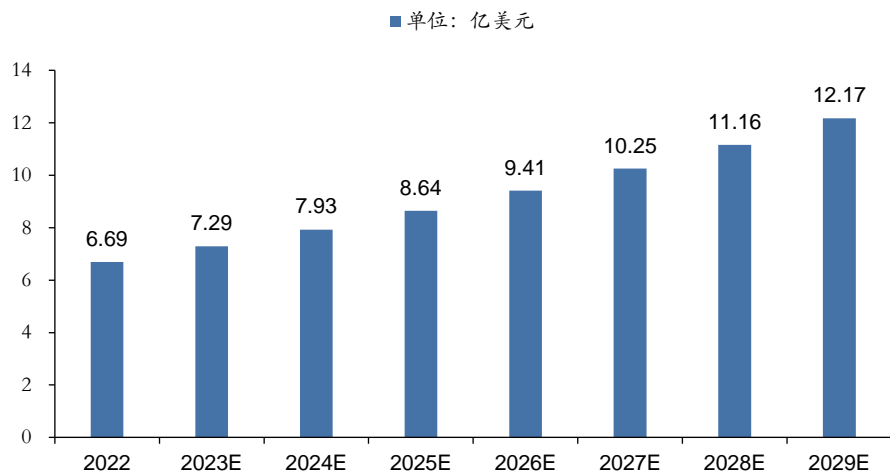


资料来源：中商情报网，华安证券研究所整理

2.2.1 无框力矩电机

- 无框力矩电机，全称为永磁无刷直流无框力矩电机，是一种具有较大径长比、较多数目磁极的特殊电机，主要由定子和转子两部分组成。
- 与普通电机相比，无框力矩电机具有体积小、精度高、装配灵活、转矩范围大、转矩功率高、响应速度快、转矩惯量比高、运行可靠性好等优点，应用于雷达、惯导系统等高精度转台；双足机器人、四足机器人、人形机器人、协作机器人、医疗机器人等高智能机械；五轴、多轴联动数控机床等高精度机床以及丝网印刷、物料运输设备之中。
- 2022 年全球无框力矩电机市场规模为 6.69 亿美元，2029 年预计将达到 12.17 亿美元，期间复合年均增长率约为 8.9%。
- 目前，国际上以 Kollmorgen, Moog, Maxon Motor, BEIKimco, Woodward 和 Shinano Kenshi 等企业在市场占据优势地位，国产厂商如步科股份、昊志机电有望借助国产产业链成本优势，在市场份额上取得突破。另外谐波减速机龙头绿的谐波也有无框力矩电机的机电一体化能力，不单独出售。

图表20 全球无框力矩电机市场规模



资料来源：中国传动网，华安证券研究所整理

图表21 无框力矩电机的市场竞争格局

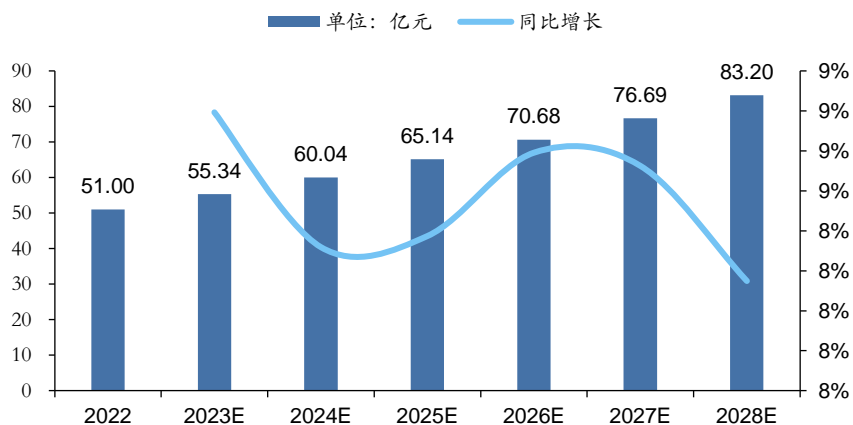
公司	国家	简介	应用领域
Kollmorgen	美国	可靠性的电机、驱动器、直线执行器、AGV控制单元和定制自动化平台，拥有逾百万款产品和定制产品。	机器人、AGV、机床、医疗设备、印刷、包装等
Acornath	美国	制和定位系统，用于工业和实验室的工作、设备、科学和特殊应用。	医疗设备和高精度科学、半导体和印刷设备、汽车、电子制造和测试、摄影等
Perick	美国	高，在运动控制方面享有100多个工业和电子领域，是唯一的无缝集成。无框电机有一体化运动控制单元的制造商。	机器人、AGV、机床、医疗设备、印刷、包装等
步科股份	中国	专注于工业自动化设备控制核心部件与工控系统/互联网软硬件的研发、生产，提供以驱动为核心的、为客户提供设备自动化控制、数字化工厂工业互联网解决方案。	协作机器人、仓储物流
昊志机电	中国	上文及粘，磁传动系统，直线电机，机器人减速机谐波减速机加工及机器人其他核心部件材料。	精密减速机

资料来源：各公司官网，华安证券研究所整理

2.2.2 空心杯电机

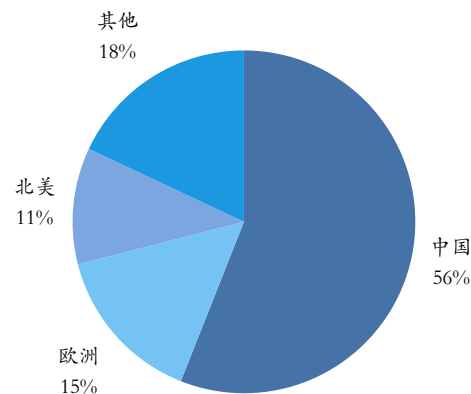
- 空心杯电机，又称“无铁芯电机”，是一种无铁芯转子的直流伺服电机，线圈无内部支撑结构，由导线绕制而成，通常来讲尺寸一般较小通常不超过40mm。
- 与普通电机相比，空心杯电机具备体积小，控制精度高、寿命长、转速快、能效高、能量密度大等优势；与同等功率的铁芯电动机相比，其重量、体积减轻1/3-1/2，显著提高能量密度。
- 空心杯电机上游原材料主要包括永磁材料、漆包线、钢材、电子元件等，中游环节主要是电机的生产制造，包括电机的设计、加工、组装等，下游应用领域包括汽车、航空航天、电子、医疗、家用电器等。
- 2022年全球空心杯电机市场规模为51.0亿人民币，预计2028年市场规模将达到83.0亿人民币，期间复合年均增长率约8.5%。2022年中国空心杯电机产量占比为56%，成为全球最大的空心杯电机产地，欧洲和北美地区产量占比分别为15%和11%。

图表22 2022-2028全球空心杯电机市场规模预测



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所整理

图表23 2022年全球空心杯电机分地区产量占比



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所整理

2.2.2 空心杯电机

- 空心杯电机分为有刷和无刷，无刷空心杯电机具有高效、低噪音、长寿命、高转矩等特点，通常应用于机器人、无人机、航空航天器、医疗器械、电动工具等高端领域；有刷空心杯电机具有便宜、噪声大、寿命短、效率低等特点，一般应用于玩具、小家电等领域。
- 人形机器人通常采用无刷空心杯电机作为其核心零部件，比如特斯拉机器人采用行星减速器+空心杯电机+编码器+驱动器+蜗轮蜗杆+线传动的方案作为其手部执行器，一共需要12个，电机单价在1300-1500元之间。

图表24 直流有刷空心杯电机



资料来源：MAXON官网，华安证券研究所整理

图表25 直流无刷空心杯电机



资料来源：MAXON官网，华安证券研究所整理

2.3 丝杠 -注：详见华安机械团队外发报告，《丝杠行业深度报告：核心传动功能部件，国产替代大有可为》

- 丝杠按其摩擦特性可分为三类:即滑动丝杠、滚动丝杠及静压丝杠。其中滚动丝杠因其启动阻力小、低速运动平稳性好、传动效率高、耐磨性好,寿命长、定位精度高、微量位移准确、精度保持性好等特点,应用最为广泛。
- 滚动丝杠分为滚珠丝杠和行星滚柱丝杠,滚珠丝杠具有摩擦力小、传动效率高、精度高等特点;滚柱丝杠具有高承载、耐冲击、体积小、高速度、噪音低、寿命长等特点。两者区别具体如下:

图表26 滚珠丝杠与滚柱丝杠区别

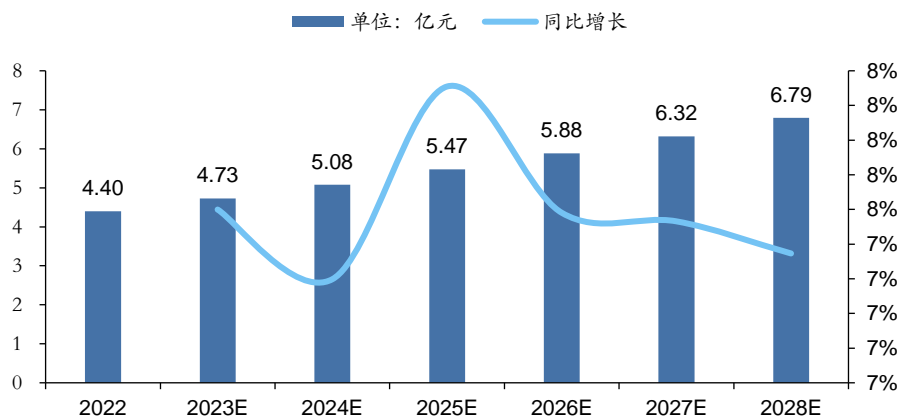
类别	滚珠丝杠	行星滚柱丝杠	
传动效率	低,仅26%-24%	高,可达92%-98%,可显著节能	极高,摩擦力矩小时可达90%
转速	慢,启动摩擦发热严重,一般转速不超过3000RPS	较快,点接触滚动摩擦发热效应小,额定转速在3000-5000RPS	快,线接触滚动摩擦发热效应小,承载力强,转速可达6000RPS
导程精度	低,易受装配不齐影响	较高,受滚柱几何限制,通常为微米级的滚珠丝杠	高,可通过调整滚柱头数等因素使导程达到更小的微米级
使用寿命	短,滑动摩擦对元器件的损伤大	长,滚动摩擦而防小,空转清油,润滑即0	很长,是滚珠丝杠的10倍以上,等载运动可达1000万次以上
推进给	难以实现,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
国产化率	充分	达60%以上	仍处于起步阶段

资料来源：观研天下，华安证券研究所整理

2.3.1 行星滚柱丝杠

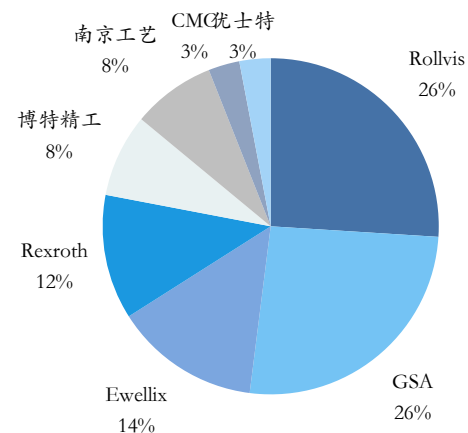
- 行星滚柱丝杠主要分为标准式行星滚柱丝杠、反向式行星滚柱丝杠、循环式行星滚柱丝杠、差动式行星滚柱丝杠。标准式主要应用于大负载、高速及高加速度领域，比如精密机床、机器人、军工装备等；反向式主要用于中小负载、小行程和高速领域；循环式主要应用于高刚度、高承载、高精度的场合，比如医疗器械、光学精密仪器等；差动式拥有更短的导程，更大的减速比，更高的功率体积比和功率质量比，更适应高速重载的场合。
- 中国滚柱丝杠行业市场规模仅占全球的5%，约为4.4亿元，2023-2028年我国行星滚柱丝杠行业市场将以7.5%的年复合增速扩大，预计2028年达到6.79亿元。
- 根据王有雪《E公司滚柱丝杠产品营销策略研究》的数据，2022年，国内行星滚柱丝杠市场主要被国外厂商占据，国外龙头制造商Rollvis、GSA和Ewellix的市场份额占比分别为26%、26%、14%；国内行星滚柱丝杠厂商合计市场份额占比为19%，其中以南京工艺、博特精工为代表，市场份额均为8%。

图表27 2022-2028年中国行星滚柱丝杠市场规模



资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

图表28 2022年中国行星滚柱丝杠市场各公司销售额占比



资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

2.3.1 行星滚柱丝杠

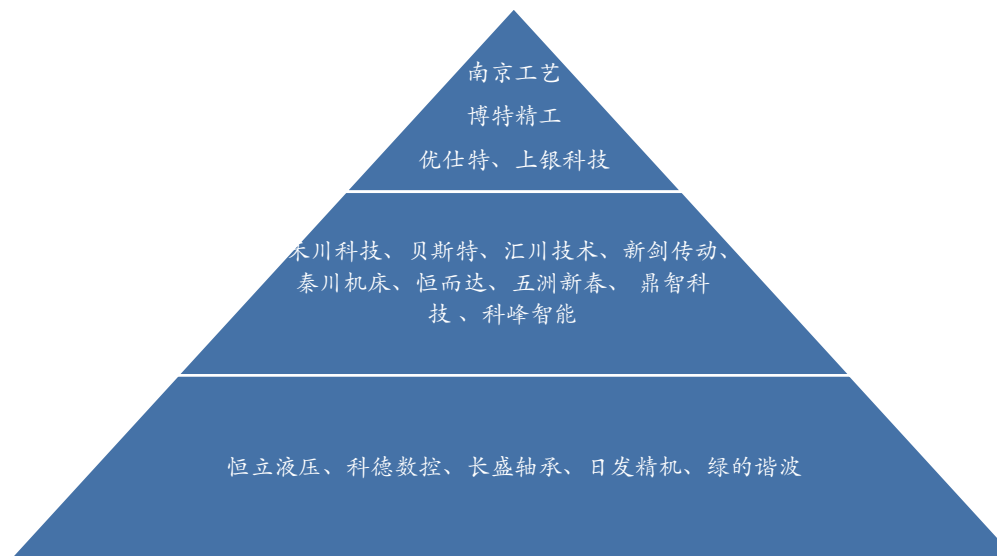
- 我国本土企业产品布局较为稀缺。在导程精度方面，全球行星滚柱丝杠领先企业在导程精度方面能够实现G1-G5全覆盖，而中国缺乏能够达到这一标准的企业；在最大动载荷、最大静载荷方面，国内的行星滚柱丝杠产品显著低于国外同规格产品。
- 目前，国内大型生产企业技术逐渐提升，中低档产品与国外差距较小或基本持平。从市场竞争梯队来看，南京工艺、博特精工、优仕特、上银科技等企业是专注于生产行星滚柱丝杠产品的企业，属于第一梯队；第二梯队是指正处于研发与试产阶段的开拓者，包括积极向后一体化的贝斯特、汇川技术等，也包括鼎智科技、五洲新春等生产精密机械零部件厂商；第三梯队是指一些企业尚未直接宣布布局行星滚柱丝杠领域，但其现有业务对行星滚柱丝杠产品发展有一定的利好，如恒立液压、科德数控等企业。

图表29 中国与全球代表性行星滚柱丝杠企业基准产品参数对标

厂商	导程精度	极限速度	最大动载荷	最大静载荷	公称直径
南京工艺	/	/	123.28KN	177.28KN	18-60mm
GSA	G1-G5全覆盖	4700rpm	168.9KN	246.9KN	20-63mm
Ewellix	G1-G5全覆盖	/	133KN	197KN	8-64mm

资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

图表30 中国行星滚柱丝杠市场竞争梯队分析

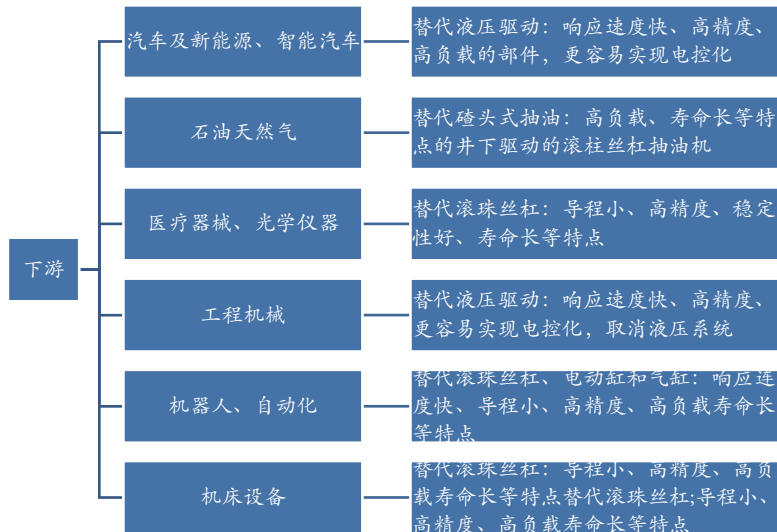


资料来源：智研咨询，华安证券研究所整理

2.3.1 行星滚柱丝杠

- 行星滚柱丝杠产业链上游包括原材料与零部件供应，丝杠选用的材料多为合金结构钢、螺母和滚柱选用的材料为高碳铬轴承钢，零部件包括丝杠、螺母等关键部件。
- 下游应用场景主要包含汽车及新能源、智能汽车、石油天然气、医疗器械、光学仪器、工程机械、机器人、自动化和机床设备等。其中在人形机器人领域，主要用于直线关节部位，具有高承载、快响应、体积小、噪音低、高精度等优点；在工业机器人领域，主要用于直线关节部位，具有高承载、快响应、体积小、噪音低、高精度等优点，在医疗器械、光学仪器、机器人、自动化和机床设备领域替代滚珠丝杠，具有导程小、精度高、稳定性好、寿命长等特点。
- 我们预测，人形机器人可能采用反向式行星滚柱丝杠作为其核心零部件，一台人形机器人需要使用14个线性执行器，每个执行器配备一个反向式行星滚柱丝杠，如果人形机器人年产量达到500万台，可为行星滚柱丝杠带来668亿元市场空间。

图表31 行星滚柱丝杠下游应用与替代优势



资料来源：观知海内咨询，华安证券研究所整理

图表32 全球人形机器人量产对行星滚柱丝杠市场规模影响测算

指标	人形机器人年产量达5万台	人形机器人年产量达100万台	人形机器人年产量达500万台
单机用量(个)	14	14	14
行星滚柱丝杠均价(元)	2322	1224	954
行星滚柱丝杠需求量(万个)	70	1400	7000
行星滚柱丝杠市场空间(亿元)	16.3	171.4	668

资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

2.3.2 滚珠丝杠

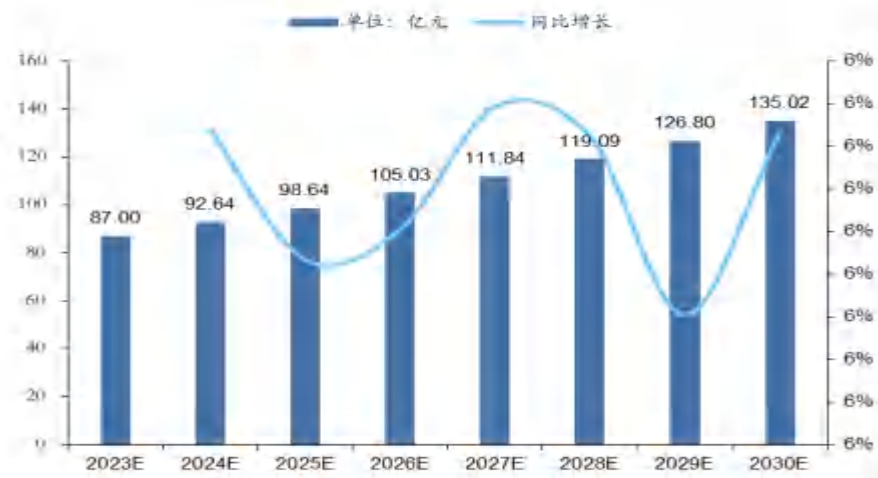
- 滚珠丝杠是工业精密机械中常用的传动元件，其主要结构包括滚珠丝杠、滚珠螺母、滚珠三部分。常见的滚珠丝杠包括自润式滚珠丝杠、静音式滚珠丝杠、高速化滚珠丝杠以及重负荷型滚珠丝杠等。从循环方式看，滚珠丝杠包括内循环和外循环两种，其中内循环是指滚珠在循环过程中始终与丝杠保持接触，外循环是指滚珠在循环过程中有时与丝杠脱离接触。
- 根据百谏方略 (DIResaerch) 研究统计，全球滚珠丝杠主要制造商包括THK、NSK、上银科技、SKF、银泰科技、博特精工、南京工艺、汉江机床、天津精艺精工、OZAK等，其中，全球top5制造商约占全球市场份额45%。
- 全球滚珠丝杠市场规模呈现稳步扩张的态势，2023年全球滚珠丝杠市场销售额将达到153亿元，预计2030年将达到235亿元，2023-2030年复合增长率 (CAGR) 为6.32%。其中，亚太是滚珠丝杠最大的消费市场，2023年亚太滚珠丝杠市场销售额将达到87亿元，预计2030年将达到135亿元，2023-2030年复合增长率 (CAGR) 为6.48%。

图表33 全球滚珠丝杠市场规模



资料来源：中研网，华安证券研究所整理

图表34 亚太滚珠丝杠市场规模



资料来源：观研报告网，华安证券研究所整理

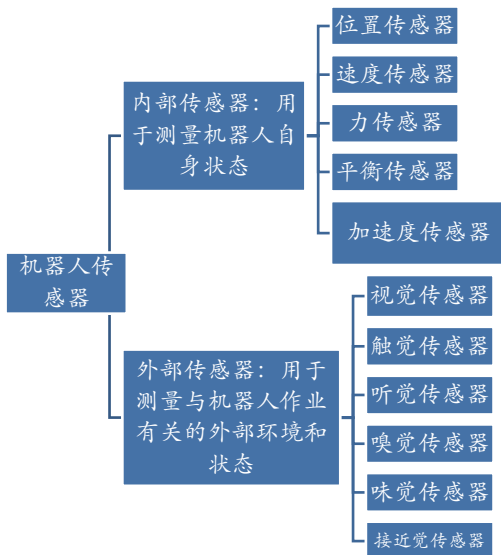
2.3.2 滚珠丝杠

- 从应用市场来看，滚珠丝杠主要应用于机床、专用设备（半导体、电池制造及其他专用设备）、工业自动化（机器人）、医疗器械、汽车等领域。并且，随着人形机器人等新兴应用场景相继出现，滚珠丝杠的需求持续提升。
- 在人形机器人领域，滚珠丝杠的应用保证了机器人的稳定性和可靠性，以及关节传动的精准控制，从而能够执行更复杂和精细的任务。对Tesla Optimus的成本拆分，可以得到滚珠丝杠占到机器人总制造成本的12.07%，其中行星滚柱丝杠占比9.85%，滚柱丝杠占比2.22%，在中性情境下未来10-15年人形机器人60亿美元的全球市场，有望为滚珠丝杠带来约7亿美元新增需求。
- 未来，滚珠丝杠的发展将注重提高性能、精确度和可持续性，同时采用数字化和自动化技术，以满足不断增长的市场需求和应对全球竞争。
 - 材料创新：滚珠丝杠生产将采用更轻、更强、更耐磨的合金和高性能聚合物，从而降低组件的质量，提高耐用性，并改进性能，降低摩擦，提高效率；
 - 精密制造工艺：包括先进的加工技术，如数控机床、激光切割和电火花加工，以及更好的表面处理技术，以降低摩擦和磨损；
 - 数字化制造和自动化：工业物联网（IIoT）和智能制造系统可以实现实时监控、故障诊断和预测性维护，从而提高生产效率和产品质量。自动化系统也将减少人工操作，降低生产成本。
 - 增材制造（3D打印）：3D打印可以实现复杂的几何结构，为特殊应用提供高度定制的解决方案，并减少材料浪费。
 - 可持续性和环保：包括降低能源消耗、减少废物和采用环保材料。
 - 定制化生产：未来，制造商将提供更多的产品选项，允许客户根据其具体要求选择尺寸、材料和性能参数。

2.4 传感器

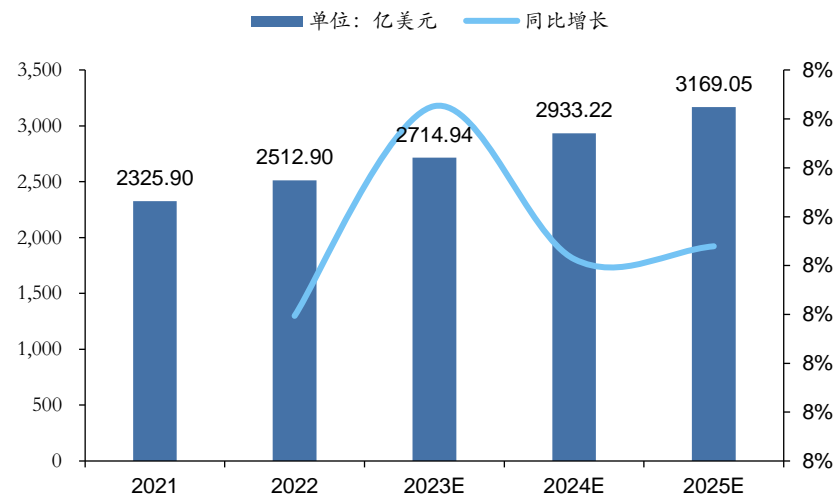
- 传感器是指能够感知并转换物理量或化学量为电信号的装置，是人形机器人的“感官”，负责采集和处理环境和自身的各种信息，为机器人的决策和控制提供数据支持。我们重点关注人形机器人力传感器的研发进展，包括六维力传感器、一维力传感器以及压力传感器等。
- 在机器人技术中，传感器可根据用途分为内部传感器和外部传感器。内部传感器主要用于监测机器人的内部状态，如位置、速度和加速度，主要包含位置传感器、速度传感器、力传感器、平衡传感器和加速度传感器等；外部传感器则专注于捕捉机器人外部环境的信息，例如距离、声音、光线和触觉，主要包含视觉传感器、触觉传感器、听觉传感器、嗅觉传感器、味觉传感器和接近觉传感器等。
- 根据Statista数据，2021年传感器全球市场规模为2325.9亿美元，预计2025年传感器全球市场规模将超过3000亿美元，复合年均增速为8.04%。

图表35 机器人传感器分类



资料来源：泰科电子官网，华安证券研究所整理

图表36 传感器世界市场规模



资料来源：Statista，华安证券研究所整理

2.4 传感器

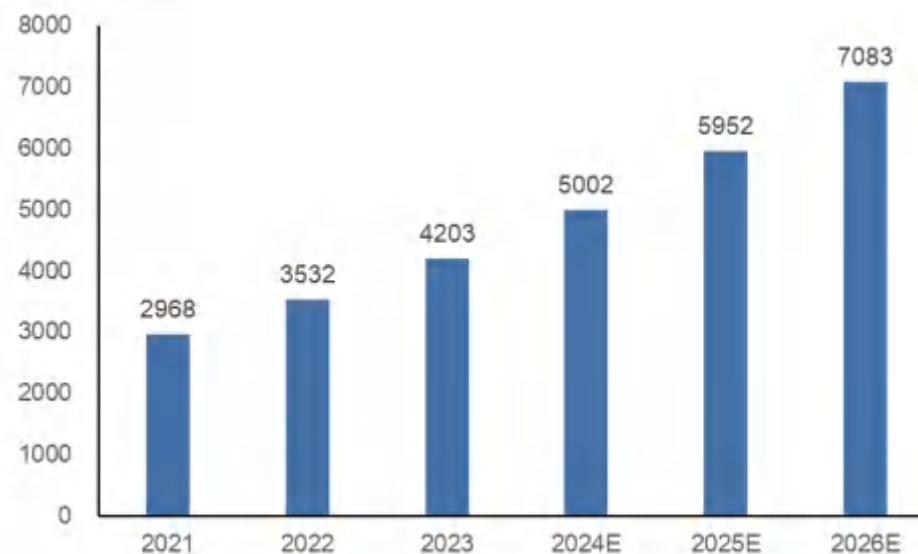
- 传感器的种类极多，下游应用主要集中在家电、汽车、工业自动化控制与设备、医疗器械和飞机船舶使用。
- 根据赛迪顾问对中国传感器行业市场规模的测算，2016-2019年，中国智能传感器行业市场规模CAGR约为16.4%，随着我国3C电子、新能源汽车等领域对传感器需求的愈加旺盛和未来下游市场的高速发展，前瞻产业研究院预计未来五年传感器制造行业CAGR将达到19%，预计2026年中国传感器行业市场规模将达到7000亿元左右。
- 其中，力传感器、触觉传感器和IMU（惯性传感器）是人形机器人感知层的核心零部件。

图表37 传感器下游应用占比



资料来源：观研天下，华安证券研究所整理

图表38 2021-2026中国传感器市场规模预测（单位：亿元）



资料来源：前瞻经济学人，华安证券研究所整理

2.4.1 力矩传感器

- 力传感器能检测张力、拉力、压力、重量、扭矩、内应力和应变等力学量，它直接影响着机器人的力控制性能。
- 根据测量维度，力矩传感器可分为一至六维力矩传感器，其中以一维、三维、六维力传感器最为常见。一维力传感器方向与标定坐标轴重合，作用点位于标定参考点；三维力传感器方向无限制，作用点位于标定参考点；六维力传感器对于方向和参考点都无限制。
- 作为维度最高的力觉传感器，六维力传感器实际上就是一种可以同时检测3个力分量和3个力矩分量的力传感器，根据X、Y、Z方向的力分量和力矩分量可以得到合力和合力矩。凭借着全方位感知、灵敏度、精确度高、反馈实时的性能优势，帮助机器人实现柔顺化、智能化控制。
- 目前以美国ATI为代表的海外企业主导了全球六维力传感器市场，我国的六维力传感器生产企业因受制于维间耦合和标定检测等技术壁垒，仍处于产业早期，相关企业包括安培龙、宇立仪器、坤维科技、鑫精诚、蓝点触控等。

图表39 六维力传感器主要海外制造商梳理

公司名称	国家	公司简介	应用领域
ATI	美国	世界领先的多维力传感器制造商，主营业务包括机器人快速转换装置及力传感器。	机器人
SCHUNK	德国	主营产品包括精密夹具和自动化抓取系统、传感器等。	机器人、机械装备等
Robotiq	加拿大	主营产品包括机器人末端夹具，力矩传感器、机器人相机套件等。	机器人
OnRobot	丹麦	主营产品包括机器人末端夹具，力矩传感器、机器人相机套件等。	机器人
新东工业	日本	主营业务分为铸造，表面处理、环境设备、特种设备，物料缴运五个部门	机器人
WACOH-T	日本	主营业务包括力传感器和MEMS传感器(加速度、陀螺仪)产品的开发、生产、销售	机器人、工业装备、工业打磨等

资料来源：各公司官网，华安证券研究所整理

图表40 六维力传感器主要国产制造商梳理

公司名称	公司简介	应用领域
坤维科技	致力于提供高精度力觉传感器（六轴力传感器）及力控制解决方案	机器人、智能装备、工业过程监控等
鑫精诚	专注于微型压力、称重、多轴力、扭力等多样化的智能传感器	机器人、3C、自动化设备、半导体等
宇立仪器	在多维力传感器设计领域积累了近20年经验	机器人、汽车碰撞测试等
蓝点触控	在多维力传感器、关节扭矩传感器、机器人力控技术等方面拥有技术优势	机器人、工业打磨等

资料来源：各公司官网，华安证券研究所整理

2.4.1 力矩传感器

- 随着人形机器人量产及商业化进程的推进，高工机器人产业研究所（GGII）预测，到2030年，全球人形机器人领域力传感器市场规模将达328.06亿元，其中人形机器人领域六维力传感器市场规模将达138.40亿元。
- 我们预测人形机器人单机需要28个一维力传感器（每个谐波减速器需要配合一个一维力传感器）和4个六维力传感器，人形机器人出货量按照100万台预测，总计市场空间68亿元（远期我们预测六维力传感器单价1000元，一维力传感器单价100元）。

图表41 2024-2030人形机器人领域力传感器市场规模预测（单位：亿元）



资料来源：高工机器人公众号，华安证券研究所整理

图表42 2023-2025全球六维力传感器市场空间预测

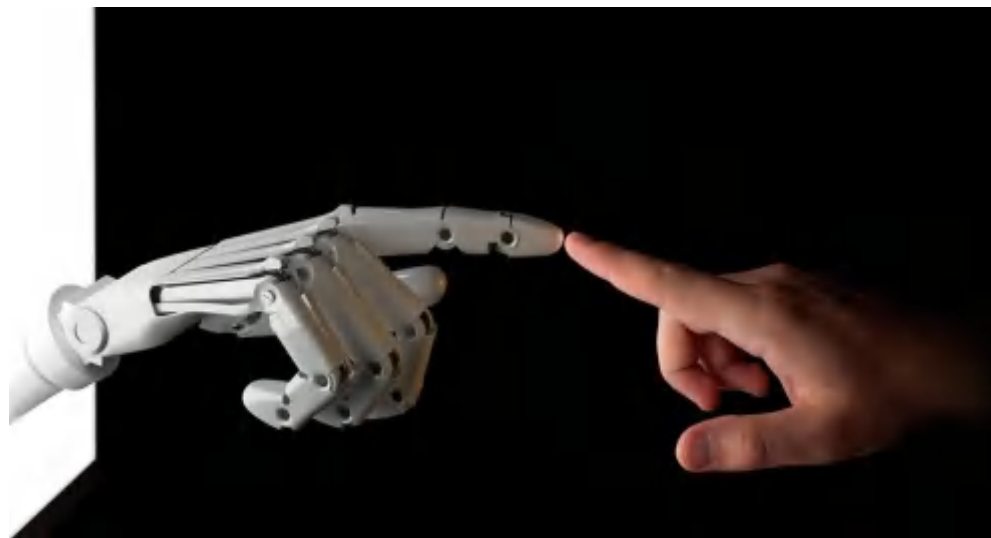
全球人形机器人出货量/万台	100
单机需要六维力传感器数量	4
六维力传感器单价/元	1000
单机需要一维力传感器数量	28
一维力传感器单价/元	100
空间/亿元	68

资料来源：华安证券研究所整理

2.4.2 触觉传感器

- 触觉传感器是连接机器人触觉感知系统与物理世界的底层核心元件，功能是将机械刺激转换为电信号，然后传输给机器人的控制系统，从而实现对外界物体的感知和反馈。目前已应用于机械臂感知、精密医疗、穿戴式设备、航空航天等领域。
- 目前，人形机器人的触觉传感器主要集中在手部、足部、躯干等部位，用于实现对物体的抓取、对地面的平衡、对外力的反馈等功能。未来，人形机器人的触觉传感器将覆盖全身各个部位，甚至包括面部、口腔、舌头等部位，用于实现更丰富的触觉感知和表达，以及更高级的人机交互。
- 目前，全球触觉传感器市场主要被欧美和日本等发达国家的企业占据，如德国的海德汉、美国的霍尼韦尔、日本的多摩川、欧姆龙等，国产触觉传感器仍处于起步阶段，主要应用于中低端市场，主要企业包括汉威科技、奥迪威、墨现科技等。

图表43 触觉传感器



资料来源：传感器专家网，华安证券研究所整理

2.4.2 (柔性) 触觉传感器

- 柔性触觉传感器作为触觉传感器的一种，可以感知压力、温度和湿度并具备可弯折、延展性等特质，广泛应用于医疗保健、消费电子、工业等领域。
- 人形机器人所需的“电子皮肤”即使用柔性材料制备而成的阵列式触觉传感器，有望使机器人具备多物理量（温度、力、粗糙度等）感知能力，帮助机器人实现精细操作。
- 依据物理机制，柔性触觉传感器可以分为压电式、压（电）阻式、电容式、离电式、摩擦电式五种。压电式无需外部供电、灵敏度高、对动态力响应时间达到微秒级，但不适用于测量静态恒稳压力；压（电）阻式结构和制备流程简单、成本低、抗电磁干扰能力强，但测量过程中产生的热噪声会影响后续测量质量、同时由于无法辨别电阻变化是由压力变化还是弯曲造成，解耦性困难；电容式能同时测量静态力和动态力，但规模化制备成本较高；离电式具备电容式的优点、抗干扰能力比电容式强，但制备工艺复杂，成本高；摩擦电式成本低、输出电压高、无需外部供电，但只能检测动态力。

图表44 柔性触觉传感器分类

	原理	优点	缺点
压电式	通过测量电压变化测量压力	无需外部供电，灵敏度高，对动态力响应时间达到微秒级	不适用测量静态恒稳压力
压（电）阻式	通过测量电阻变化测量压力	结构和制备流程简单，成本低，抗电磁干扰能力强，功耗低，响应快	测量过程中产生的热噪声影响后续测量质量；同时，由于无法辨别电阻变化是由压力变化还是弯曲造成，解耦性困难
电容式	通过测量电容变化测量压力	能同时测量静态力和动态力，对微小力测量敏感度高，能耗小，响应重复性高	容易受寄生电容和环境电磁噪声的影响，规模化制备成本高
离电式	利用在电子界面上形成双电层的超级电容特性来测量压力	具有电容式所有优点	制备工艺复杂，应用范围窄
摩擦电式	基于接触带电效应和静电效应来测量压力	成本低，制备流程简单，输出电压高，无需外部供电	只能检测动态力，应用范围窄

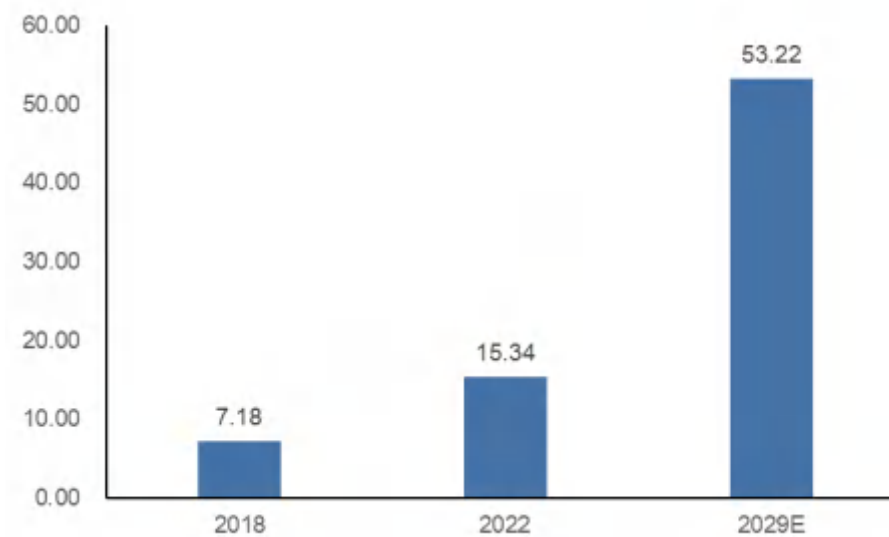
资料来源：机器之心，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.4.2 (柔性) 触觉传感器

- 全球触觉传感器市场中，海外厂商凭借其先进的生产工艺、深厚的研发积淀及全球化营销网络，在市场份额上占据显著优势地位。QY Research的统计数据揭示，截至2021年，全球触觉传感器市场的主导企业包括但不限于Tekscan、Pressure Profile Systems以及Sensor Products Inc.等等，这三家领军企业的市场份额合计约为65%。在国内市场，也有一批企业在积极布局和耕耘触觉传感器领域，如苏州能斯达（隶属于汉威科技集团）、苏试试验、奥迪威、力感科技、帕西尼感知科技以及墨现科技等都是颇具代表性的本土厂商，它们正致力于技术研发和市场拓展，力求在竞争激烈的国际市场中取得突破。
- 中商产业研究院发布的《2022-2027全球与中国触觉传感器市场现状及未来发展趋势》显示，2022年全球柔性触觉传感器约15.34亿美元市场，中商产业研究院分析师预测，预计2029年市场规模增长至53.22亿美元，2022-2029年CAGR为17.9%。

图表45 2018-2029年全球柔性触觉传感器市场规模预测（单位：亿美元）



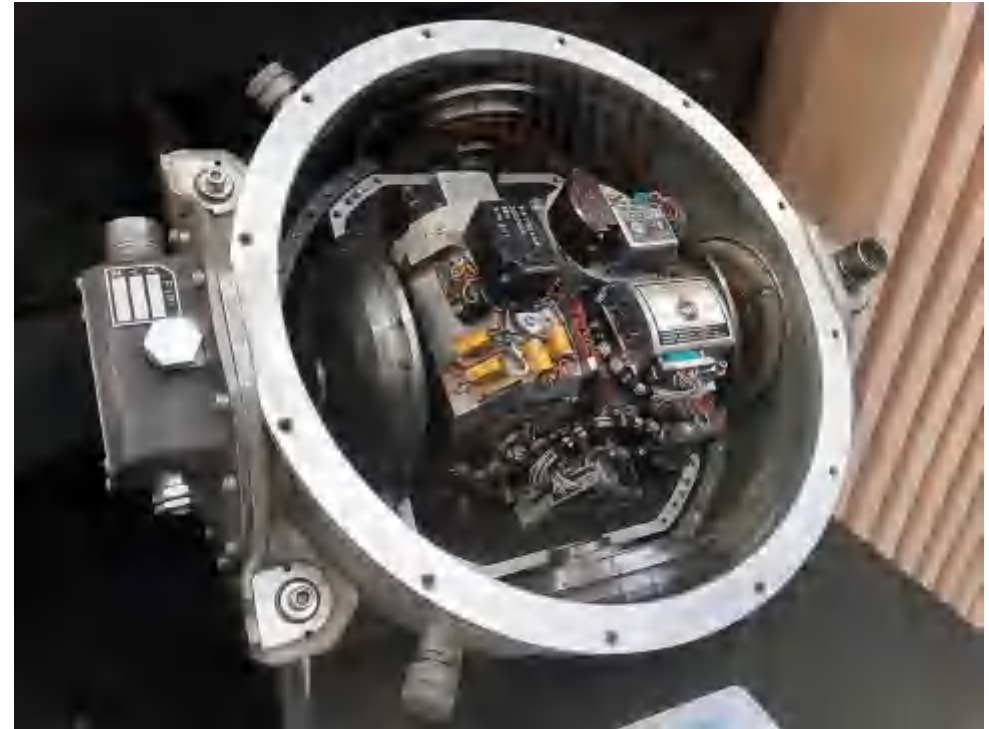
资料来源：中商产业研究院公众号，华安证券研究所整理

2.4.3 IMU（惯性传感器）

-注：详见华安机械团队外发报告，《华安机械-人形机器人&自动驾驶的下一个风口：高性能MEMS IMU》

- 惯性测量单元(Inertial measurement unit, 简称 IMU), 是测量物体三轴姿态角及加速度的装置。一般IMU包括三轴陀螺仪及三轴加速度计, 部分IMU还包括三轴磁力计。IMU在小至手机、VR, 大至航空、航天领域都得到了广泛的应用。
- IMU通常包含陀螺仪(Gyroscope)、加速度计(Accelerometers), 有的还包含磁力计(Magnetometers)和气压计。
 - 加速计是一个测量特定力的传感器(身体质量使力正常化)。它提供在其本地框架内跨越x、y、z轴的加速度。
 - 陀螺仪是一个传感器, 它测量在其本地框架内围绕x、y和z轴的角速度。一般来说, 对测量结果进行整合, 得出角度本身。
 - 磁强计是一个测量地球磁场并提供航向的传感器(罗盘就是这样一个设备)。如果它包括在IMU中, 我们通常将其描述为"9轴IMU"。
 - 气压计是一个测量气压的传感器, 可以提供海拔高度。

图表46 阿波罗11号IMU

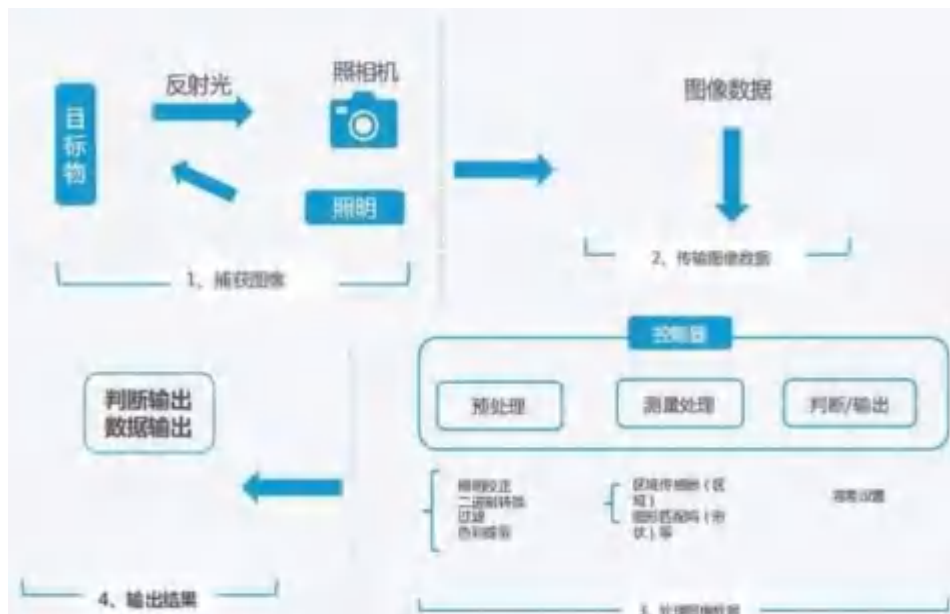


资料来源：维基百科，华安证券研究所整理

2.5 机器视觉

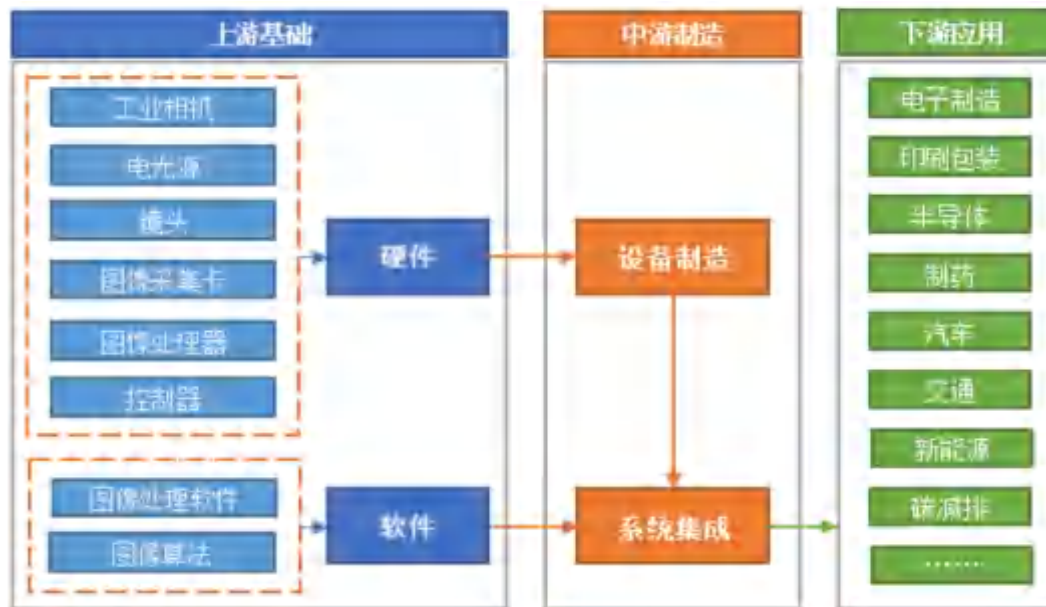
- 机器视觉是用机器代替人眼来做测量和判断，通过光学的装置和非接触的传感器，自动接收和处理真实物体的图像，以获得所需信息或用于控制机器人运动的装置。
- 机器视觉行业产业链环节较长，上游由工业镜头、工业相机、光源、图像采集卡、软件及算法构成，中游为设备商和系统集成商（主要负责软件的二次开发和设备制造），下游应用广泛，包括 3C、半导体、锂电、光伏、汽车、包装印刷、物流、轨道交通、生物医药、食品加工、轻工皮革等领域。

图表47 机器视觉系统工作流程图



资料来源：亿欧网，华安证券研究所整理

图表48 机器视觉产业链

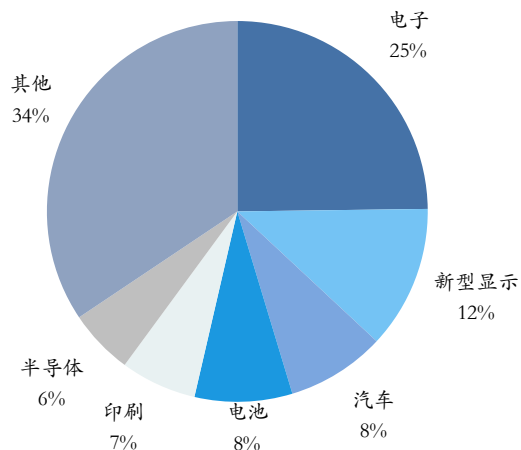


资料来源：广西壮族自治区大数据研究院，华安证券研究所整理

2.5 机器视觉

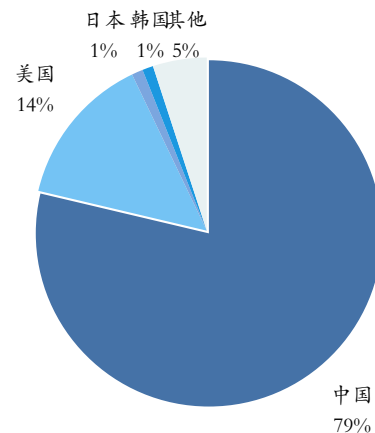
- 其中，电子领域占比 24.79%，主要应用在电子元器件、PCB 缺陷检测以及外观结构部件等方面的检查与测试；新型显示领域占比 12.15%，主要应用在玻璃基材、ITO 玻璃镀膜、丝网印刷和切割、背光模组、触摸屏组贴合、盖板玻璃制造等工艺的检测与校验；汽车制造领域占比 8.39%，主要涉及车身装配检测、面板印刷和质量检测、零部件表面缺陷检测等；电池领域占比 8.29%，主要涉及锂电领域及光伏领域中相关电池来料的质量检测、生产过程的缺陷监控以及成品电池的检验测试；印刷领域占比 6.46%，主要为印刷智能化提供印刷设计问题拦截、印刷过程质量控制、出厂质量终检机系统生产管理优化等功能；半导体领域占比 5.53%，主要应用在晶圆切割、AOI 光学检测、芯片字符对位和识别等工艺流程。
- 目前，中国为全球机器视觉第一大技术来源国，截至 2021 年 8 月，中国机器视觉专利申请量占全球机器视觉专利总申请量的 78.70%；其次是美国，占 14.20%，日本和韩国排名第三和第四，占比分别为 1.05% 和 1.02%。

图表 49 2022 年中国机器视觉行业下游应用领域分布



资料来源：思翰产业研究院，华安证券研究所整理

图表 50 截至 2021 年 8 月全球机器视觉行业技术来源国分布情况



资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

2.5 机器视觉

- 根据Markets and Markets的数据，2012-2022年，全球机器视觉市场规模呈现不断上升的趋势，2022年市场规模达120亿美元，预计2022-2027年的复合年增长率为7.4%，至2028年，全球机器视觉市场规模将接近185亿美元。
- GII 数据显示，2021年中国机器视觉市场规模达到138.16亿元，其中2D视觉市场规模126.65亿元，3D视觉市场约为11.51亿元，到2025年我国机器视觉市场规模将达到472.65亿元，2021-2025年复合增速达到36%。预计2026-2028年中国机器视觉行业将继续保持高速增长，其中，随着2D视觉逐渐向3D视觉升级，保守预测3D视觉市场以50%的增速增长，2D视觉市场以10%的增速增长。至2028年，中国机器视觉行业市场规模将达到869.92亿元。

图表51 2022-2028全球机器视觉市场规模预测



资料来源：Markets and Markets，华安证券研究所整理

图表52 2022-2028中国机器视觉市场规模预测

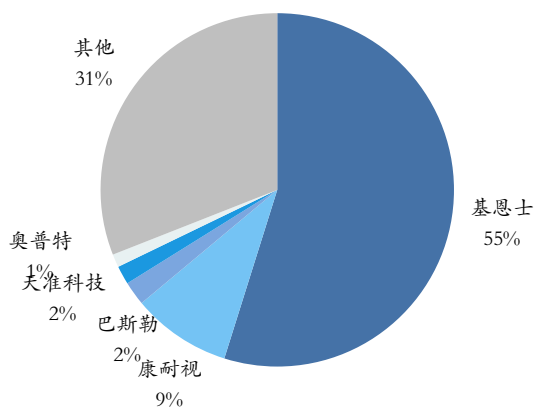


资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

2.5 机器视觉

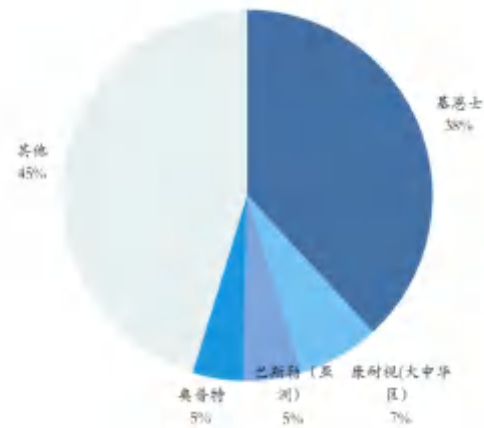
- 全球机器视觉市场仍由外资主导，基恩士和康耐视为机器视觉行业双龙头。2021年，基恩士以54.9%的市场份额位居行业第一，遥遥领先于其他企业；其次是康耐视，市场占有率为9.1%；巴斯勒、天准科技和奥普特依次位列第三至第五位，分别占比2.2%、1.7%、1.2%。
- 中国机器视觉市场的参与主体主要有两类，第一类是老牌的外资机器视觉企业，第二类是新兴自主研发的内资企业。外资企业发展时间长、品牌知名度高、技术研发能力强、产品性能及可靠性高、产品种类及方案积累多、管理更为完善、对市场判断准确、规划性强，但同时，外资企业产品设计普遍标准化、应对国内客户较多的应用场景及定制化偏好有一定的难度、产品价格相对较高，在客户整体成本压力不断上升的环境下处于相对劣势。与外资企业相对比，内资机器视觉企业发展时间较短、知名度较低、技术研发能力不强、自主研发产品的性能及稳定性与外资品牌还具有一定差距，但内资企业对国内客户需求及市场更为了解、能够提供灵活化及定制化的服务、快速响应客户需求、供货周期短、成本优势明显、市场份额逐年增长。

图表53 2021全球机器视觉行业竞争格局



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所整理

图表54 2021中国机器视觉行业竞争格局



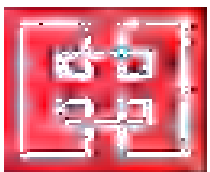
资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所整理

2.5 机器视觉

- 人形机器人中，机器视觉技术的主要用途是实现视觉感知和交互。
- 视觉感知层面，人形机器人需要通过摄像头等传感器获取周围的环境信息，例如障碍物、人和物品等，以此做出相应的行动。机器视觉技术可以通过识别图像和视频中的目标，如人脸、手势、表情等，实现智能化的感知。
- 人机交互领域，人形机器人需要与人类进行交互，使其具有更加人性化的功能和行为表现。机器视觉技术可以通过识别人类的面部表情、手势等，来实现人机交互和情感交流，从而增加其交互体验和智能化的感知。
- 机器视觉技术在人形机器人发展中的优势在于其具有精确性强、速度快、适应性强、客观性高、重复性强、检测效果稳定可靠、效率高、方便信息集成等特点，可以使人形机器人更加能够感知周围环境，并根据所获取的信息做出相应的动作和反应，从而增加其更加人性化的功能与表现，这将会提高人形机器人在各个领域中的应用价值和前景。但其需要满足高精度、大数据量和实时性等多个方面的要求，同时还需要具备更高的安全性、智能化和可靠性等技术挑战。

图表55 机器视觉与人类视觉对比

项目	人类视觉	机器视觉
精确性	差，64 灰度级，不能分辨微小的目标	强，256 灰度级以上，可观测微米级的目标
速度性	慢，无法看清较快运动的目标	快，快门时间可达千分之一秒
适应性	弱，很多环境对人有伤害	强，对环境适应性强
客观性	低，数据无法量化	高，数据可量化
重复性	弱，易疲劳	强，可持续工作
可靠性	易疲劳，受情绪波动	检测效果稳定可靠
效率性	效率低	效率高
信息集成	不易信息集成	方便信息集成



目录

1 机器人整机情况概述

2 人形机器人产业链拆解

3 人形机器人行业风起云涌，玩家众多

4 人形机器人应用场景

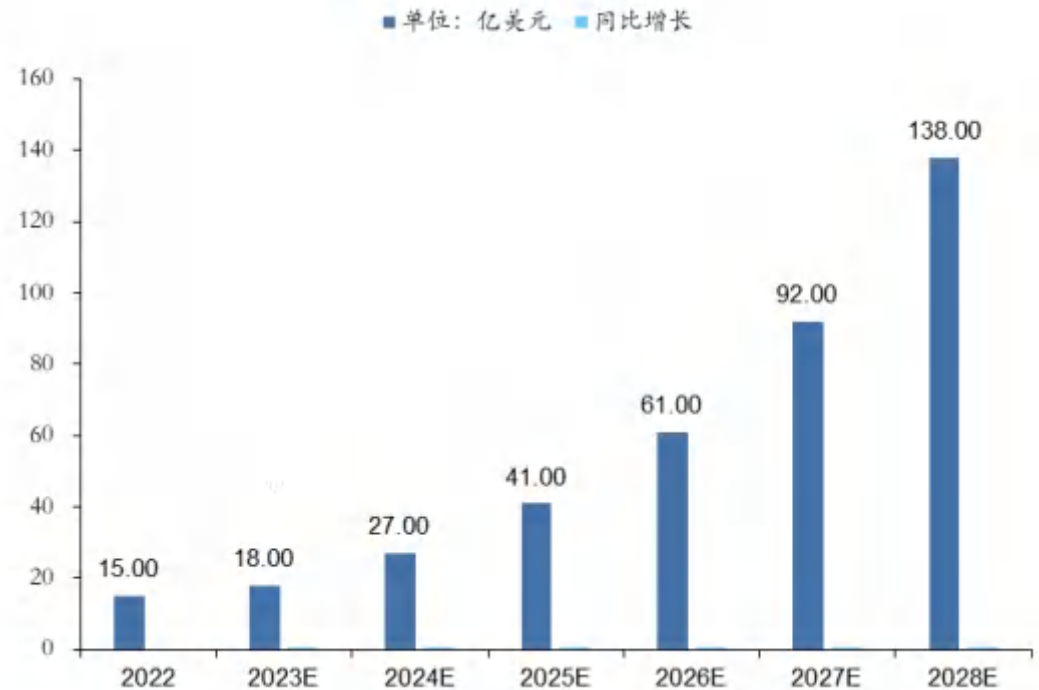
5 风险提示



3.1 人形机器人市场规模及发展前景

- 人形机器人是信息、制造、材料、能源、生命等技术的集大成者，涉及领域新、技术含量高，其创新发展蕴含巨大生产力潜能，有望带动新经济增长点不断涌现。
- 中商产业研究院发布的《全球及中国人形机器人市场前景及投资机会研究报告》显示，2022年全球人形机器人市场规模达到15亿美元，预计到2028年人形机器人市场规模将增至138亿美元，5年内年均复合增长率达50.29%。
- 十四五以来，中央和地方陆续推出支持人形机器人产业发展的政策，如《人形机器人创新发展指导意见》、《“十四五”机器人产业发展规划》、《“机器人”应用行动实施方案》等，多地利好政策有望推动人形机器人加快工程化和产业化。
- ChatGPT能胜任高情商对话、生成代码、构思剧本和小说等多个场景，显示了大模型的影响力，具有更丰富的通用知识、更强的学习与推理能力，可更好地降低人工智能应用成本、缩短研发周期、提升识别准确率，AI的快速发展，可加速人形机器人产业发展。
- 随着智能化水平提高和相应机械装备、材料装备和其他相关仪器设备的成本越来越低、精度越来越高，未来机器人将在各个行业呈现爆发式增长，应用场景也会越来越广泛。

图表56 2022-2028年全球人形机器人市场规模预测



资料来源：中商情报网，华安证券研究所整理

3.2 人形机器人企业布局

- 近年来，国内外多家企业积极布局人形机器人产业并发布相关产品，全球人形机器人产业正迎来重要机遇期。国外企业中，特斯拉、波士顿动力、本田、EngineeredArts、1XTechnologies等企业纷纷发布了Optimus、Atlas、ASIMO等人形机器人产品或其迭代产品；英伟达、高通、AMD等主要为人形机器人提供AI芯片、算法、解决方案等；国内企业中，优必选、达闼机器人、小米、傅里叶智能正逐步进行产品首发及更新。

图表57 国外人形机器人主要公司及发布情况

企业	产品名称	发布时间
本田	ASIMO	2000年
波士顿动力	Atlas	2013年
Agility Robotics	Digit	2019年
Engineered Arts	Ameca	2021年
1X technologies	EVE	2022年
特斯拉	Optimus	2022年
三星电子	公布“semicon人形机器人”计划	2023年

资料来源：中商情报网，华安证券研究所整理

图表58 国内人形机器人公司及产品特点

企业	产品名称	发布时间	特点	用途	进展
优必选	Walker X	2018-2021	全方位感知系统	商用服务、科研开发	在售
达闼	XR-4 小紫	2022	并联驱动结构、高扭矩密度电机	人机交互服务	未量产
小米	Cyberone	2023	感知语意情绪、自研算法	人机交互服务	未量产
小鹏	PX5	2023	自研高性能的关节，以实现高稳定性的行走能力	工业、服务	未量产
宇树	Unitree H1	2023	模型预测控制、自研核心零部件	人形作业替代	预备发售
追觅	追觅	2023	高功率密度电机深度相机、控制算法	智能生活服务	未量产
帕西尼	Tora	2023	多维度触觉传感器PX-6AX、触觉灵巧手DexH5	智能制造、康养医疗、工业生产、消费电子	未量产
傅利叶智能	GR-1	2023	自研关节、支持二次开发&功能扩展	科研教育、演艺展览、医疗康复	已开放预售
上理工	小贝	2023	自研关节、感控算法	科研开发	未量产
北理工华汇	汇童	2020-2023	高爆发一体化驱动、仿生控制、刚柔耦合系统集成	人形作业替代	未量产
浙江大学	悟空	2016-2023	三维环境地图构建和自主动态导航	室外、工业场景	未量产

资料来源：华经情报网，华安证券研究所整理

3.2.1 特斯拉机器人

- 2022年8月4日，马斯克在特斯拉的年度股东大会上发布了一张特斯拉Optimus的新图片，以宣传即将到来的AI日。照片是Optimus机器人原型的手臂。当天，马斯克再次重申，“从长远来看，Optimus机器人将比汽车更有价值，将彻底改变整个经济。”
- 2023年7月6日至8日，2023世界人工智能大会（WAIC）在上海举办。特斯拉携人形机器人擎天柱（Optimus）亮相。特斯拉首席执行官（CEO）马斯克通过视频表示，未来地球上的机器人数量将会超过人类数量。
- 马斯克透露，特斯拉已经打通了FSD和机器人的底层模块，实现了一定程度的算法复用。特斯拉的**FSD算法指的是其全自动驾驶（Full Self-Driving）系统所采用的算法**。采用它是为了实现车辆的自主导航和自动驾驶功能，让车辆能够在各种交通环境下进行感知、决策和控制。
- FSD算法主要依赖于神经网络和计算机视觉技术。其核心是神经网络模型：通过对实时传感器（如相机、激光雷达等）获取的数据进行处理和分析，并从中提取有关道路、车辆、行人和障碍物等信息，可以实现车辆的环境感知和物体识别。FSD算法还能够生成车辆的控制指令，包括加速、制动、转向等。特斯拉利用大规模的数据集训练模型，可以提高算法在复杂环境下的性能和鲁棒性。

图表59 特斯拉optimus手部能力



资料来源：量子位公众号，华安证券研究所整理

3.2.1 特斯拉机器人

- 2023年12月12日晚间，特斯拉CEO马斯克发布第二代人形机器人Optimus Gen2的最新视频。相比于第一代机器人，第二代机器人在感知、力控、运动性能都有所提升，具体如下：

(1) 硬件

- 执行器：自主研发，对电子元件和线束进行整合；
- 传感器：自主研发，灵巧手的每个手指都配备了触觉传感器，脚部配备了力/扭矩传感器；
- 颈关节：新增2个自由度，传感器执行器数量进一步增加；
- 灵巧手：配备11个自由度，响应速度更快；
- 足部：脚趾部分大概率使用2个六维力矩传感器，拟人化更强；

(2) 运控能力

- 速度：行走速度提升30%，每小时速度超过10公里；
- 平衡能力：能自由蹲起；
- 精细操作：通过灵巧手能拿放鸡蛋；

(3) 轻量化

- 总重量减少10kg，约为46kg
- 感知、决策规划、运动控制模块仍可优化

(1) 形状感知、颜色感知、触觉感知等；

(2) 对于决策规划任务的理解，剖析执行任务的先后顺序等；

(3) 通过施加精准的力度来保持执行任务时身体的平衡；

图表60 特斯拉Optimus Gen2



资料来源：百度百科，华安证券研究所整理

3.2.2 英伟达机器人（三件套）

- “处理器+平台+开发工具”是英伟达进入每一个新市场必备的“三件套”。2018年，英伟达宣布推出包含全新硬件、软件和虚拟世界机器人模拟器的NVIDIA Isaac，同时还推出专为机器人设计的计算机平台Jetson Xavier和相关的机器人软件工具包；2019年，英伟达推出Isaac软性开发套件(SDK)，为机器人提供更新的AI感知和仿真功能；2022年，英伟达又推出NVIDIA Isaac Nova Orin，该可配置的计算和传感器参考平台旨在帮助AMR（自主移动机器人）制造商缩短开发时间并降低成本。
- 2023年，英伟达在机器人市场进行紧锣密鼓且强有力的推进。5月，英伟达发布全新Jetson AGX Orin工业级模块，该模块在恶劣环境下可以提供更高级别的计算能力，这意味着包括在农业、建筑、能源、航空抗体、卫星等极端环境打造更强劲的机器人有了可能；10月，英伟达结合Transformer模型与生成式AI的功能对适用于边缘AI和机器人的NVIDIA Jetson平台上的Metropolis和Isaac框架进行有史以来规模最大的软件扩展以满足边缘AI的快速部署需求；也是在10月，英伟达推出Isaac ROS和Isaac Sim软件的全新版本，对感知和仿真功能进行了重大改进。
- 英伟达在机器人芯片技术和工具领域有几个重要的迭代方向，一方面通过提升性能，让嵌入式端、机器人本体能够“装得下”、“运得了”AI，从而提升芯片算力以及机器人的智力；一方面通过不同特点的模块灵活“包抄”细分市场，在发布Jetson AGX Orin工业级模块之前就已经推出了Jetson Nano、Jetson Orin等模块，Jetson Nano的大小只有信用卡大、能提供472G FLOPS的性能、能处理多个神经网络，功耗只有5~10瓦；再一方面，不断降低开发者拥抱AI的门槛，通过向第三方NVIDIA Metropolis提供GPU加速的SDK和开发人员工具，帮助用户以更快速、更经济、更高效的方式从边缘到云端构建、部署和扩展支持AI的视频分析和物联网应用。

3.2.2 英伟达机器人（市场裂变利器）

- 打造更智能的机器人一个是机器人本体的运行环境，另一个是机器人制造的AI工厂。机器人的制造工厂是创建和不断改进AI模型的核心，AI工厂使用了英伟达数据中心计算基础设施以及NVIDIA AI和NVIDIA Omniverse平台，可以仿真和训练AI模型。
- Omniverse是英伟达的仿真模拟平台，它与AI结合的一个重要应用是实现机器人自动编程。目前对机械臂机器人进行编程的费用为25万美元，如果通过Omniverse+AI，费用将大大降低。
- 机器人数据生成器是英伟达“机器人AI工厂”的重要成员，目前机器人AI化滞缓的重要原因是缺乏训练数据，2023年10月，英伟达与德克萨斯大学奥斯汀分校提出的MimicGen数据生成系统，可以用不到200个人类演示，自主生成超过5万个训练数据，涵盖18个任务、多个模拟环境、现实场景，合成数据方案，加快了机器人AI化进程。
- 云是撬动机器人市场的一个利器，2023年3月英伟达将OmniverseCloud托管至微软 Azure上，以扩大英伟达AI机器人开发和管理平台Isaac Sim的接入范围。
- 经过五年的部署，目前NVIDIA Isaac和Jetson平台等被超过120万名开发人员和10000名客户以及合作伙伴所使用。在CES2024上，包括波士顿动力公司、Collaborative Robotics、Covariant、Sanctuary AI、宇树科技等都展示了基于英伟达的机器人成果。

3.2.2 英伟达机器人（GEAR）

- 英伟达组建一个研究小组GEAR（Generalist Embodied Agent Research），意为“通用具身智能体研究”，由高级研究科学家Jim Fan与Yuke Zhu共同组建，研究小组的使命是为虚拟和物理世界中的实体主体建立基础模型，研究议程包括：

- （1）：多模态基础模型：用于规划和推理基于互联网规模数据源训练的视觉语言模型和世界模型；

- （2）：通用机器人：能够在复杂环境中实现稳健运动和灵巧操作的机器人模型和系统；

- （3）：虚拟世界中的基础智能体：可以在不同的游戏和模拟中自主探索并不断提升能力的大型动作模型；

- （4）：模拟和合成数据：用于大规模学习的模拟基础设施和合成数据流水线。

- 此外，英伟达提供5000万美元用于投资人形机器人公司Figure AI，为AI寻找新应用；2023年10月，英伟达以3200万美元领投了机器人工厂Machina Labs，该公司集成了7轴机器人、自主板材装载和夹具以及先进的人工智能流程模型和闭环控制，只需单击按钮即可启用许多制造流程；同时，该公司具备了生产用于飞机火箭和卫星的钣金零件能力，可能会受到像space X、NASA、波音等航空界用户的青睐。

图表61 GEAR研究小组

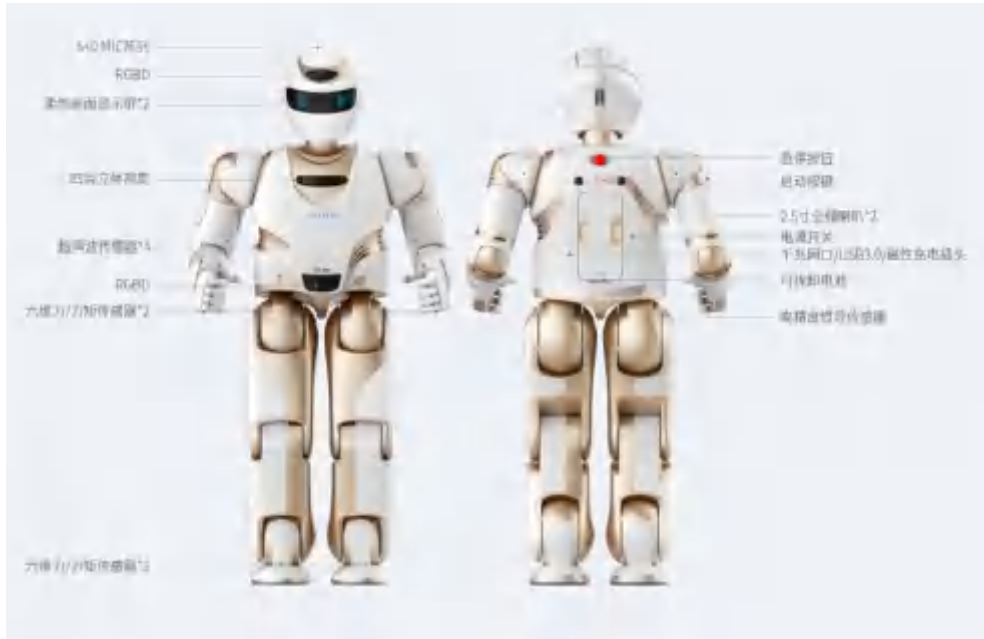


资料来源：英伟达官网，中国电子报，华安证券研究所整理

3.2.3 优必选人形机器人

- 优必选科技是人形机器人的领导者也是全球极少数具备人形机器人全栈式技术能力的公司，2023年12月29日于港交所主板上市，成为国内人形机器人第一股。
- Walker X人形机器人身高130cm，体重63kg，具备41个高性能伺服驱动关节、面部160°环绕4.6K高清双柔性曲面屏、灵动酷炫的四维灯语体系、模块化设计以及可拆卸电池。

图表62 优必选Walker X人形机器人



图表63 优必选Walker X人形机器人产品参数

身高	130 cm	视觉&导航	定位精度10cm, 导航精度20cm, 精定位精度1cm
重量	63 KG	连接	Wi-Fi: 802.11 a/b/g/n 5G/2.4 GHz双频
自由度	髋6°2; 臂7°2; 手6°2; 腕3°	Ethernet	千兆RJ45接口
伺服关节	转矩: 4.5Nm-200Nm 转速: 30rpm-90rpm	EtherCAT	高速实时总线
行走	最大行走速度: 3km/h 最大不平整适应: 3cm 最大上下台阶高度: 15cm 最大上下斜坡角度: 20°	USB	高速3.0端口
操作	负重: 伸展状态单臂1.5kg 臂展: 单臂600mm	电源	锂电池 54.6V/10Ah/ 3.6 kg 充电: 2h; 使用(综合工况); 2h
		处理器	Intel i7 8665U 频率1.9Ghz *2 NVIDIA GT1030显卡, 384核心
		软件系统	软件框架: ROSA 操作系统: Ubuntu+ Linux RT Preempt+Android 仿真平台: Webots

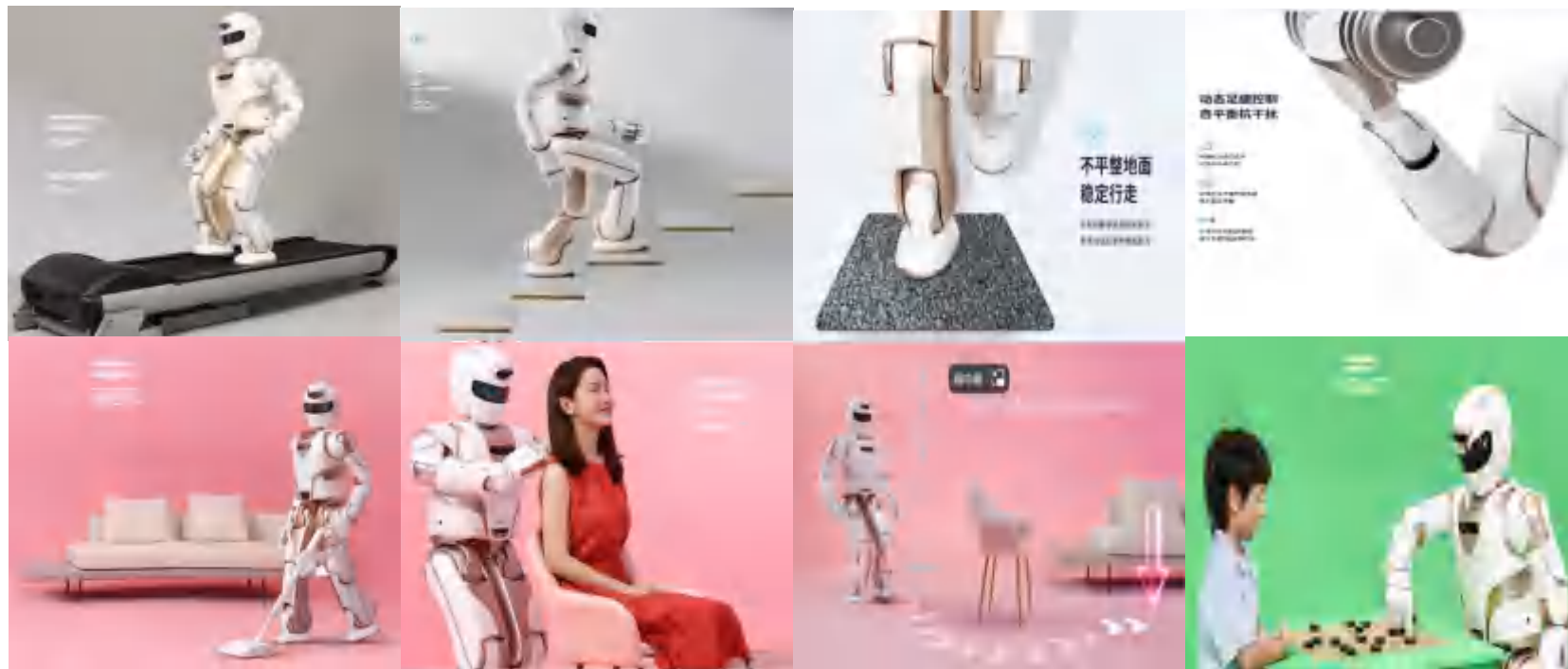
资料来源：优必选官网，华安证券研究所整理

资料来源：优必选官网，华安证券研究所整理

3.2.3 优必选人形机器人

- Walker X SLAM (simultaneous location and mapping)与导航核心技术包括定位与建图、多模态感知、路径规划、决策控制、无线定位UWD等；运动规划与控制核心技术包括步态规划与控制、稳定控制、灵活性控制（视觉检测与物体跟随、柔顺控制、柔性控制、拖动示教）等；计算机视觉核心技术包括通用目标检测、人脸识别、人体相关技术等；语音交互核心技术包括语音识别、自然语言处理、语言合成等。这将使其具备复杂地形平稳快速行走、动态足腿控制平衡抗干扰、手眼协调操作、安全人机互动、自主规划路径、环境和人体感知、仿人共情表达等功能。

图表64 Walker X各种功能



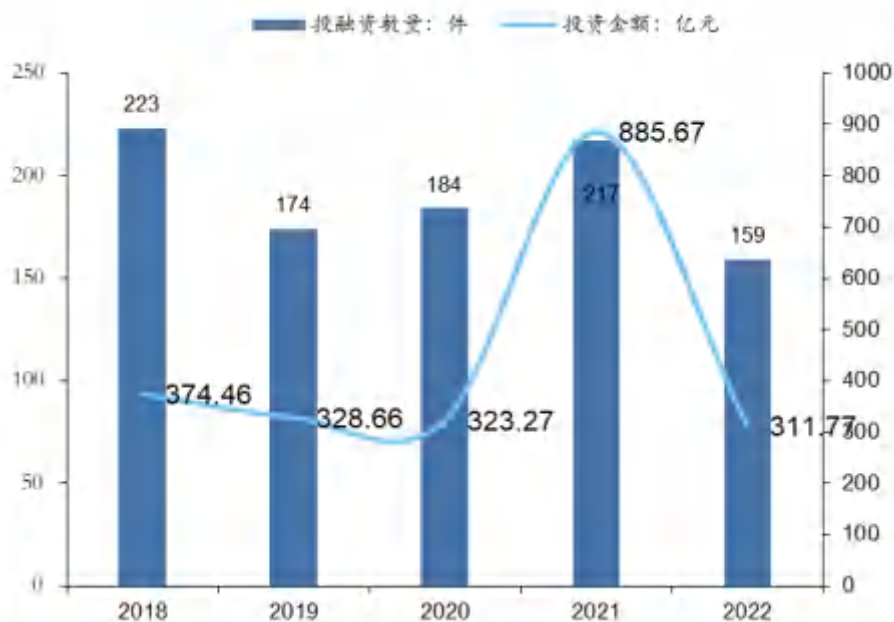
资料来源：优必选官网，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

3.3 人形机器人行业投融资情况

- 当前，全球正迎来人形机器人与通用人工智能融合发展的热潮，国内外科技龙头包括华为、小米、腾讯、三星、特斯拉等纷纷关注人形机器人赛道。根据最新数据统计，2022年中国智能机器人行业投资事件数量达到159件，投资金额达311.77亿元，投资领域包括人形机器人、智能仿生机器人、智能机械手智能协作机器人等。
- 根据人形机器人行业公开披露的融资事件来看，A轮及以前的融资事件较多;2023年1-8月，有机器人零部件厂商如健行仿生、钧舵机器人、佳安智能获得融资，也有通用型人形机器人研发商月泉仿生获千万级人民币的天使轮融资。

图表65 2018-2022年中国智能机器人行业投融资情况统计

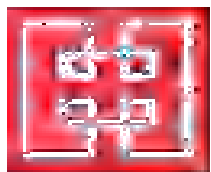


资料来源：中商情报网，华安证券研究所整理

图表66 2021-2023年中国人形机器人行业投融资事件汇总

融资时间	融资方	融资方主要产品或业务	融资轮次	融资金额	投资方
2023/8/14	月泉仿生	通用型仿生人形机器人研发商	天使轮	千万级人民币	中关村启航基金
2023/8/7	佳安智能	机器人控制器及智能力控系统研发商	A轮	近亿人民币	未透露
2023/3/2	钧舵机器人	智能机械手研发商	B轮	近亿人民币	温氏投资、敦鸿资产、创业工场VenturesLab、分享投资
2023/2/13	健行仿生	机器人式智能假肢研发商	B轮	数千万人民币	NVenture Capital、Shinsel企业投资、UTokyo innovation Platform
2022/10/24	云深处科技	智能机器人产品研发商	B轮	未透露	方广资本、西湖科创直投基金、赛伯乐投资
2022/8/17	佳安智能	家机器人控制器及智能力控系统研发商	A轮	未透露	顺为资本、达晨财智
2022/7/12	小鹏鹏行	四足仿生机器人研发商	A轮	1亿美元	IDG资本、小鹏汽车
2022/3/31	钧舵机器人	智能机械手研发商	A+轮	5000万人民币	分享投资
2021/9/27	佳安智能	家机器人控制器及智能力控系统研发商	Pre-A轮	数千万人民币	长沙群欣
2021/2/7	云深处科技	智能机器人产品研发商	A+轮	未透露	元禾原点

资料来源：前瞻经济学人，华安证券研究所整理



华安证券
HUAAN SECURITIES

目录

- 1 机器人整机情况概述
- 2 人形机器人产业链拆解
- 3 人形机器人行业风起云涌，玩家众多
- 4 人形机器人应用场景
- 5 投资建议



4 人形机器人应用场景

- 人形机器人相比工业机器人、服务机器人等，首先是应用场景更加通用，因其人形造型更易于接受，有可能打破工厂、商用和家用壁垒，成为一个真正通用的产品；其次，它可作为天然的商业入口，今后很多商业价值，会从人形机器人身上得到反映。
- 下游人形机器人的终端应用市场，包括医疗、教育、救灾救援、公共安全、生产制造、家庭陪护等多个领域。
- 根据应用类型，人形机器人可分为智能服务型人形机器人、工业型人形机器人、医疗型人形机器人、军事型人形机器人、教育型人形机器人以及娱乐型人形机器人。

图表67 人形机器人



资料来源：机器人在线iMrobotic，华安证券研究所整理

4 人形机器人应用场景

- 工业型人形机器人通常被用于工业领域，例如生产线上的操作、维护和检测等。
- 医疗型人形机器人主要是用在医院中协助医生进行手术，可以完成难度较大、技术要求较高的手术，例如头颅手术（脑部整形手术等），用机械的精度和平稳来代替人类的精细手术，减少了医生对手术质量的担忧。
- 教育型人形机器人主要是作为教学辅助工具，比如应用于学校的编程教育和机器人竞赛中，能让学生更加直观地理解编程逻辑，增加编程实践经验。

图表68 工业型人形机器人



资料来源：机器人在线iMrobotic，华安证券研究所整理

图表69 医疗型人形机器人



资料来源：机器人在线iMrobotic，华安证券研究所整理

图表70 教育型人形机器人



资料来源：机器人在线iMrobotic，华安证券研究所整理

4 人形机器人应用场景

- 军事型人形机器人可以用在战场上执行任务，例如驾驶汽车，持枪射击，区域反恐，精准狙击等。俄罗斯机器人士兵“费多尔”已经可以完成执行驾驶汽车，双枪射击等任务。
- 娱乐型人形机器人主要是用来作为玩具和表演道具。
- 虽然人形机器人的应用前景很广阔，但同时需要大量资金投入；外形设计上，类人可以，但不应该成为人的复制体，避免人类产生不安等不适感，还需要有足够的肌肉力量和活动能力。为此，关节自由度、运动能力、智能感知程度成为人形机器人设计时所需要考虑的重要因素。

图表71 军事型人形机器人

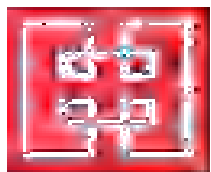


资料来源：机器人在线iMrobotic，华安证券研究所整理

图表72 娱乐型人形机器人



资料来源：机器人在线iMrobotic，华安证券研究所整理



目录

- 1 机器人整机情况概述
- 2 人形机器人产业链拆解
- 3 人形机器人行业风起云涌，玩家众多
- 4 人形机器人应用场景
- 5 风险提示



5 风险提示

- 技术研发不及预期的风险；
- 研究依据的信息更新不及时；
- 宏观经济景气度不及预期的风险；
- 行业发展进度低于预期的风险；
- 博杰股份公告收购哈挺中国的交割无法达成的风险。

AI人工智能产业链联盟

#每日为你摘取最重要的商业新闻#

更新 · 更快 · 更精彩



Zero

AI音乐创作人
水墨动漫联盟创始人
百脑共创联合创始人
人工智能产业链联盟创始人
中关村人才协会秘书长助理
河北北大企业家分会秘书长
墨攻星辰智能科技有限公司CEO
河北清华发展研究院智能机器人中心线上负责人
中关村人才协会数字体育与电子竞技专委会秘书长助理

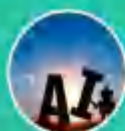


主要业务:AI商业化答疑及课程应用场景探索, 各类AI产品学习手册, 答疑及课程



欢迎扫码交流

提供: 学习手册/工具/资源链接/商业化案例/
行业报告/行业最新资讯及动态



人工智能产业链联盟创始人

邀请你加入星球, 一起学习

人工智能产业链联盟报 告库



星主: 人工智能产业链联盟创始人

每天仅需0.5元, 即可拥有以下福利!
每周更新各类机构的最新研究成果。立志将人工智能产业链联盟打造成市面上最全的AI研究资料库, 覆盖券商、产业公司、研究院所等...

知识星球

微信扫码加入星球 ▶



重要声明及评级说明

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安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。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安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。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，

A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
- 中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
- 增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
- 中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；
- 卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。

谢谢!

欢迎关注华安机械团队

