

半导体需求攀升，人形机器人驱动行业新拐点

——半导体行业·人形机器人篇

报告要点:

特斯拉规划 Optimus 于 2025 年开始小规模量产，并主要用于特斯拉工厂，预计 2026 年开始大规模量产并交付给其他客户。此外，Figure AI 于 2024 年 8 月推出第二代人形机器人 Figure 02，并于 11 月发布其在宝马工厂的工作视频，预计不久的将来可应用于工业和家庭中，有望带动相关零部件需求，我们将梳理人形机器人相关零部件产业：

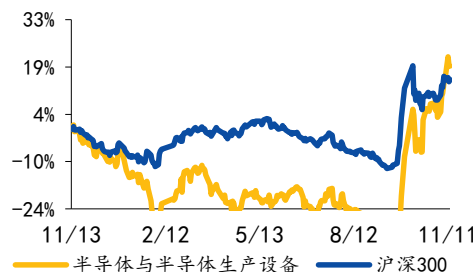
功率半导体：以 Optimus 为例，其搭载 28 个关节驱动器，均通过电机驱动，每个电机需要 1-2 颗 IGBT 等功率器件。2022-2026 年全球功率器件市场规模 CAGR 为 7.3%，IGBT 市场规模 CAGR 约为 5.4%，中国 IGBT 市场规模高于全球增速水平，且自给率逐步提升，人形机器人的放量将有望带动 IGBT 持续放量。第三代半导体在人形机器人的应用逐步渗透，相较 SiC，GaN 凭借适用中低压、更高的开关速度、功率密度、能量损耗、更好的散热性能等优势更适合人形机器人，有望提振 GaN 需求。

CMOS 图像传感器 (CIS)：人形机器人对环境感知有宽视场、高速度和高精度的要求，各家厂商均有自己的解决方案，特斯拉的 Optimus 以多目视觉为主，全身搭载 8 个摄像头。国内厂商多采用 3D 相机+激光雷达方案，优必选 Walker S1 采用四目视觉+四 RGBD，达闼采用 3D 深度相机+RGB 单目摄像头+TOF 相机+激光雷达综合方案，宇树采用 3D 激光雷达+深度相机方案。CIS 是视觉传感器的核心部件，2023-2029 年全球 CIS 市场规模 CAGR 为 4.6%，其中工业领域增长 9.5%，为 CIS 增长最快的细分领域。

MEMS 传感器：MEMS 传感器可用于测量和感知机器人的加速度、角速度、磁场、光照等环境参数，帮助机器人定位、导航和识别物体。MEMS 压力传感器、声学传感器和惯性传感器可用于人形机器人的重要传感器。2022-2028 年全球 MEMS 传感器市场规模 CAGR 为 6.1%，其中工业产品 CAGR 约为 4%。MEMS 压力传感器主要用于机器人的手或脚，起内部压力检测、触觉反馈等作用，2023-2027 年全球 MEMS 压力传感器市场规模 CAGR 约为 5%，出货量 CAGR 约为 9%。MEMS 惯性传感器中的 IMU 可帮助人形机器人实现姿态控制、平衡维持、导航定位等需求，在人形机器人持续量产落地背景下，预计 2024-2029 年全球 MEMS 传感器市场规模 CAGR 达到 23%。

推荐|首次

过去一年市场行情



资料来源: Wind

相关研究报告

《国元证券电子行业 2024 年中期策略报告: 科技硬件迎来估值重塑, 端侧 AI 带动消费新周期》2024.07.12

《国元证券行业研究-技术硬件与设备行业研究报告: Apple intelligence 将带动 iphone 换机需求》2024.06.17

报告作者

分析师 彭琦
执业证书编号 S0020523120001
电话 021-51097188
邮箱 pengqi@gyzq.com.cn

建议关注

CIS: 韦尔股份、思特威、格科微

SoC: 全志科技、瑞芯微

功率半导体: 斯达半导、时代电气、士兰微

存储芯片: 兆易创新、北京君正

模拟芯片: 圣邦股份、纳芯微、思瑞浦

结构件: 领益智造、长盈精密、蓝思科技

微型传动: 兆威机电

传感器: 柯力传感、奥比中光

PCB: 世运电路、胜宏科技、崇达技术

风险提示

上行风险: 人形机器人量产加速落地；人形机器人下游需求超预期

下行风险: 宏观经济下行；机器人量产进度不及预期；其他系统性风险

附表：重点公司盈利预测

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS			PE		
					2023A	2024E	2025E	2023A	2024E	2025E
603501	韦尔股份	买入	105.7	128364.94	0.47	2.66	3.60	231.28	39.72	29.35
603986	兆易创新	买入	111.96	74355.33	0.24	1.77	2.56	384.96	63.34	43.68
300661	圣邦股份	增持	86.6	40873.52	0.60	0.94	1.29	144.85	92.48	67.28
002600	领益智造	买入	8.54	59849.84	0.29	0.30	0.42	23.31	28.35	20.16
003021	兆威机电	增持	75.48	18130.56	1.05	0.96	1.21	89.51	78.94	62.31
603920	世运电路	买入	31.18	20751.26	0.93	1.02	1.33	19.66	30.55	23.50

资料来源：Wind，国元证券研究所

注：股价取自2024年12月27日收盘价

目 录

人形机器人量产陆续落地，提振半导体产业链需求	5
自由度提升带动功率器件用量， GaN 更适用人形机器人	9
人形机器人电机增加驱动 MCU 需求提升	11
纯视觉方案提振 CIS，国内方案搭载激光雷达	12
MEMS 压力传感器和 IMU 受益人形机器人稳健增长	14
建议关注	16
风险提示	18

图表目录

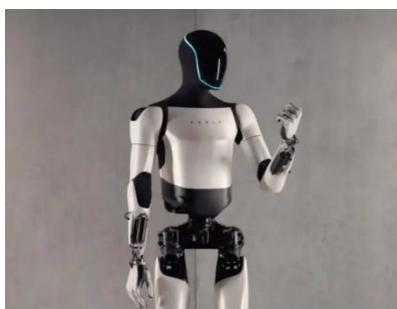
图 1: 特斯拉 Optimus 人形机器人	5
图 2: Open AI Figure 人形机器人	5
图 3: 全球人形机器人市场规模 (亿美元)	5
图 4: 全球人形机器人销量预测 (万台)	5
图 5: 人形机器人指数走势	6
图 6: 人形机器人的三大核心模块	6
图 7: 人形机器人从接受指令到任务执行的全过程	6
图 8: 人形机器人产业链	7
图 9: Optimus 和 Figure 人形机器人进展时间线	7
图 10: 电机是 optimus 关键零部件	10
图 11: 全球功率器件市场规模 (亿美元)	10
图 12: 全球 IGBT 市场规模 (亿美元)	10
图 13: 中国 IGBT 产量 (万只)	11
图 14: 中国 IGBT 自给率	11
图 15: 全球 SiC 器件市场规模	11
图 16: 全球 GaN 器件市场规模	11
图 17: 全球 MCU 市场规模 (亿美元)	12
图 18: 中国 MCU 市场规模 (亿元)	12
图 19: 全球机器视觉市场规模 (亿美元)	12
图 20: 中国机器视觉市场规模 (亿元)	12
图 21: 特斯拉 FSD 计算机视觉技术	13
图 22: 优必选 Walker S1 视觉方案	13
图 23: 全球 CIS 市场规模 (亿美元)	13
图 24: 中国 CIS 市场规模 (亿美元)	13
图 25: 全球激光雷达市场规模 (亿元)	14
图 26: 中国激光雷达市场规模 (亿元)	14
图 27: 全球 MEMS 传感器市场规模	14
图 28: 全球 MEMS 压力传感器销售额 (亿美元)	15
图 29: 全球 MEMS 压力传感器销量 (亿颗)	15

图 30: 中国 MEMS 压力传感器市场规模 (亿元)	15
图 31: MEMS 压力传感器下游应用占比	15
图 32: 全球 MEMS 惯性传感器市场规模 (亿美元)	16
图 33: 中国 MEMS 惯性传感器市场规模 (亿元)	16
表 1: 国外主流机器人型号及商业化程度	8
表 2: 国内主流机器人型号及商业化程度	9
表 3: 人形机器人行业建议关注标的	16

人形机器人量产陆续落地，提振半导体产业链需求

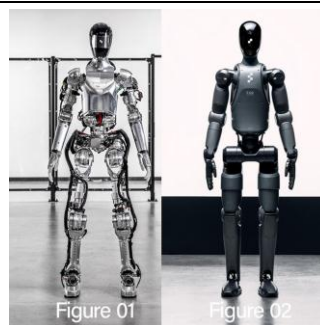
AI 在应用端落地，除了在消费电子端赋能外，开始逐渐向工业领域发展，其中最为明显的应用领域为汽车领域和人形机器人领域。特斯拉在布局 Robotaxi 的同时，也在推进 Optimus 人形机器人进展，预计 2025 年开始小规模量产，并主要用于特斯拉工厂，2026 年将进行大规模量产并交付给其他客户。此外，Open AI 等知名 AI 公司支持的机器人公司 Figure AI 于 2024 年 8 月推出最新版机器人 Figure 02，将人体形态的灵活性与先进的人工智能相结合，在不久的将来可应用到工业和家庭中。

图 1：特斯拉 Optimus 人形机器人



资料来源：科技讯，国元证券研究所

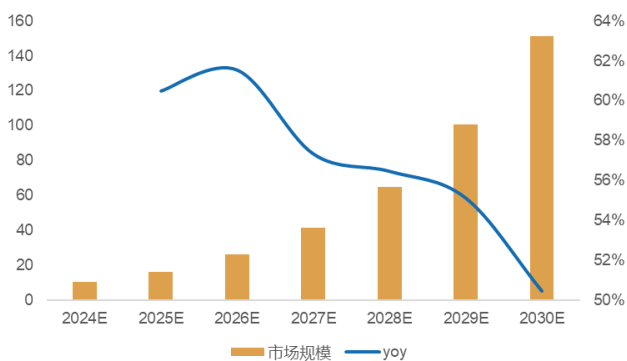
图 2：Open AI Figure 人形机器人



资料来源：南方都市报，国元证券研究所

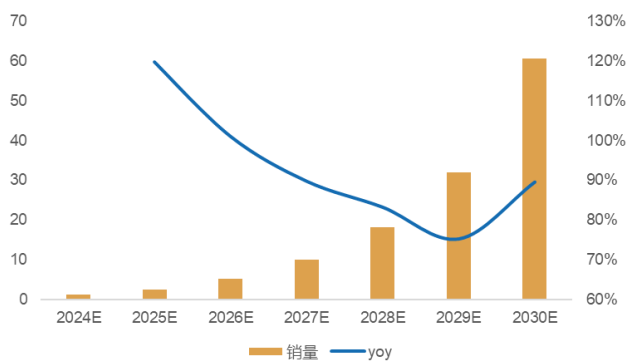
人形机器人是智能服务机器人的重要部分。人形机器人是最适应人类社会的形态，可最终实现替代人的愿景。据高工产业研究院数据，2024 年全球人形机器人的市场规模预计为 10.17 亿美元，2030 年将有望提升至 151.42 亿美元，CAGR 达到 56.85%；全球人形机器人销量有望从 2024 年的 1.19 万台增加至 2030 年的 60.57 万台，CAGR 为 92.5%，在量产前期，人形机器人成本偏高，随着产业链的成熟，人形机器人价格逐步下滑。

图 3：全球人形机器人市场规模（亿美元）



资料来源：高工产业研究院，Digitimes，国元证券研究所

图 4：全球人形机器人销量预测（万台）



资料来源：高工产业研究院，Digitimes，国元证券研究所

人形机器人板块结束半年来的下滑趋势，在各家人形机器人厂商的利好下，进入上行阶段。在 2024 年 11 月，华为具身智能中心与 16 家企业签署合作备忘录，与多家企业在人形机器人方面建立了合作，发展和推进国内人形机器人产业链布局，加速人形机器人的应用和推广；此外，宁德时代也在 11 月与上海交通大学共同研发多款人形机器人，为投入工厂做准备；长安汽车规划未来五年内投入超过 500 亿，计划

2026年前推出长安飞行汽车，2027年前发布人形机器人。国内众多催化因素推动人形机器人板块重回增长态势。

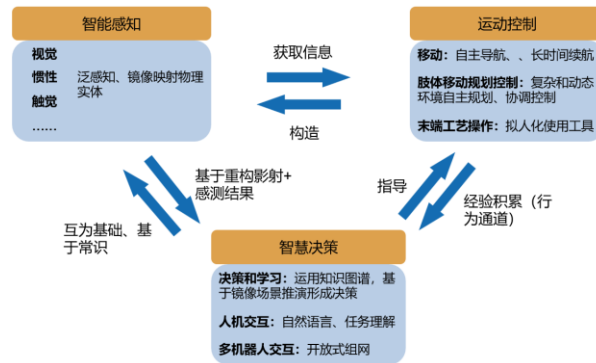
图 5：人形机器人指数走势



资料来源：Wind, 36Kr, 新浪财经, 中国政府网, 第一财经, 国元证券研究所

人形机器人是具身智能的最佳形态之一，更侧重智能体于环境的交互和自主行为能力。具身智能是具备环境感知、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，实现任务级交互。

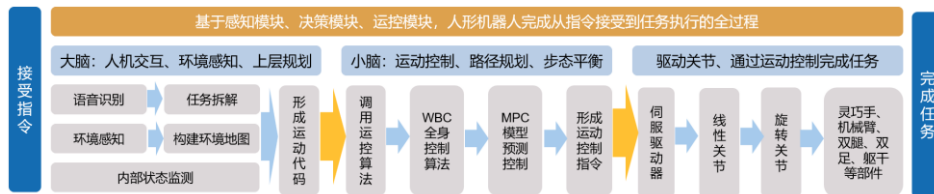
图 6：人形机器人的三大核心模块



资料来源：《2024 人形机器人研究报告》创业邦, 国元证券研究所

人形机器人的任务执行模式与自动驾驶汽车的模式相似，均基于感知、决策、运控三大模块。人形机器人通过大脑的语音识别、环境感知等功能接受指令，并进行任务拆解等上层规划，随后小脑实现对路径的最优规划，最终下达决策指令，通过驱动伺服系统进行本体运动，完成任务指令。在任务执行过程中，大模型的通识理解能力、多级推理能力赋予人形机器人具身智能的核心，更好的理解泛化任务。

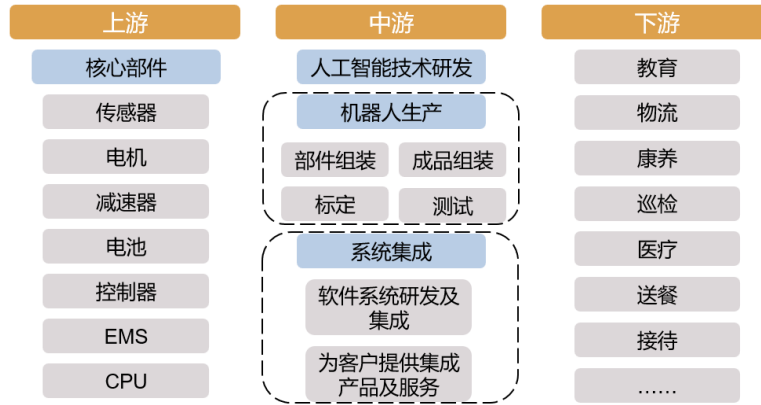
图 7：人形机器人从接受指令到任务执行的全过程



资料来源：《2024 人形机器人研究报告》创业邦, 国元证券研究所

人形机器人的产业链方面，上游主要为原材料及核心部件，主要包括传感器、电机、减速器、电池、控制器等部件；中游主要为研发、生产及系统集成，主要包括部件组装、成品组装、测试等机器人生产环节和软件系统研发等系统集成；下游应用则涵盖众多领域，包括教育、物流、养老、巡检等领域。

图 8：人形机器人产业链

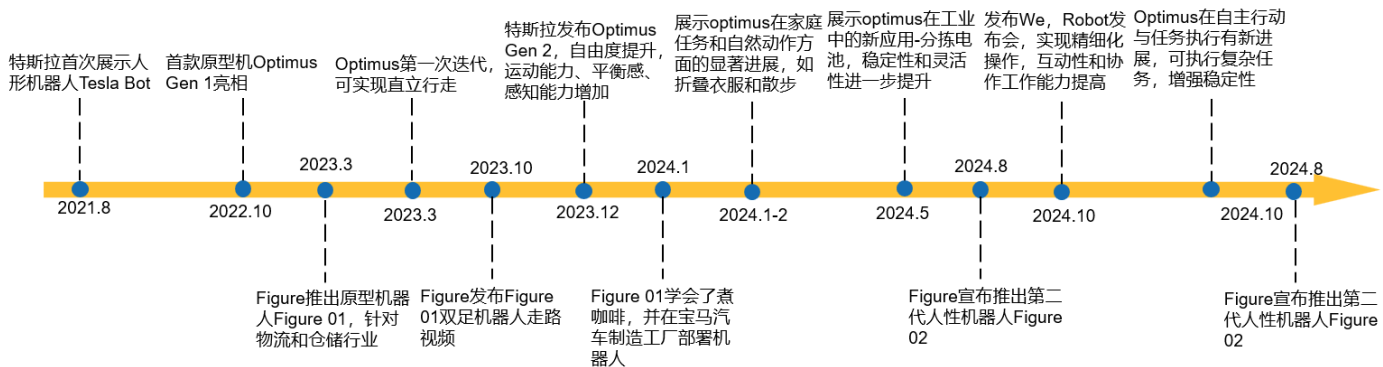


资料来源：优必选招股说明书，国元证券研究所

从国外两大机器人巨头发展时间线来看，特斯拉于 2021 年 8 月首次亮相人形机器人 Tesla Bot，第二年推出 Optimus Gen 1 原型机，随后在 2023 年底推出 Optimus Gen 2，灵活度、运动能力相较第一代有较大提升，之后特斯拉发布众多人形机器人视频，均在家庭、工业等领域取得较大进展，并于 2024 年 10 月召开发布会，宣布人形机器人量产规划，单价也控制在 2 万美元以下。

Figure AI 在 23 年初推出原型机器人 Figure 01，主要针对物流和仓储行业，随后发布多款视频宣布在家庭和工业制造领域均有突破；2024 年 8 月，Figure AI 推出第二代人形机器人 Figure 02，并在 11 月发布其在宝马工厂的视频，每天可进行 1000 次装配工作。

图 9：Optimus 和 Figure 人形机器人进展时间线



资料来源：亿欧，机器之心，第一财经，国元证券研究所

国外人形机器人的量产时间主要集中于 2025 年，应用领域更加侧重仓储、物流、制造业等工业领域。特斯拉在 2024 年 10 月的发布会上规划 2025 年进行小规模量产，且超过 1000 台 Optimus 机器人在特斯拉工厂工作，预计 2026 年开始大规模量产，售价约 2-3 万美元，可适用于多样化场景；Figure AI 推出人形机器人时间较晚，

但量产进度较快，预计 2025 年开始批量生产，主要应用于制造业、物流等劳动力短缺的行业；波士顿动力研发人形机器人较早，但主要为液压版本，随后在 24 年 4 月转向电动版 Atlas，规划于 2025 年初进行试点生产，在未来几年进行量产，主要领域同样为工业领域；Digit 计划在 2024 年交付，并在 2025 年全面上市，年产能可达到 1 万台。




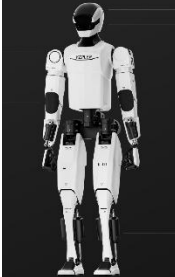
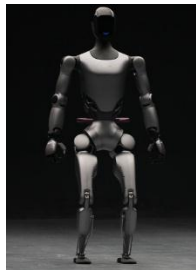

表 1：国外主流机器人型号及商业化程度

厂商	特斯拉	Figure AI	波士顿动力	Agility Robotics
机器人名称	Optimus	Figure	ATLAS	Digit
发布时间	2022 年 9 月推出第一代， 2023 年 12 月推出第二代	2023 年 3 月推出第一代， 2024 年 8 月推出第二代	2013 年推出液压版，2024 年 4 月推出电动版	2018 年推出第一代，2023 年 3 月推出第二代
图示				
国家	美国	美国	美国	美国
身高	1.72 米	1.68 米	1.5 米（液压版）	1.75 米
重量	57kg	70kg	80kg（液压版）	65kg
负载	20kg（手臂 5kg）	20kg	/	16kg
行动速度	8km/h	1.2m/s	9km/h	1.5m/s
售价	2-3 万美元	/	/	25 万美元
商业化程度	2025 年小批量生产，2026 年 大批量生产，并对外出售	预计 2025 年开始批量生产	预计 2025 年初试点生产，未 来几年将迎来量产	首批机器人计划于 2024 年交 付，2025 年将全面上市，年 产能 1 万台
应用场景	多样化应用场景，工厂作业、 家庭个人服务等	首次在工厂应用，未来将率先 应用于制造业、航运和物流、 仓储等劳动力短缺的行业	仓储、工业、建筑行业是其主 要场景	仓储物流

资料来源：各公司官网，新浪财经，澎湃新闻，ofweek 机器人网等，国元证券研究所

中国人形机器人量产进度略快于全球水平，且应用场景更加多元化。优必选研发机器人时间较长，其 Walker S 系列预计 2024 年底进行小批量生产，且目前已进入众多车厂应用，应用场景也较为广泛，包括工业、商用、家庭服务等；智元机器人的远征系列也预计在 2024 年开始商用量产，出货量预计在几百台，其应用场景也较为广泛；宇树科技和开普勒也预计在 2024 年实现量产，傅利叶智能规划在 2024 年小批量生产，生产量约几百台，2025 年将有望起量，应用场景从医疗领域开始拓展，目前已在服务、工业等领域实现实验性应用。

表 2：国内主流机器人型号及商业化程度

厂商	优必选	智元机器人	宇树科技	开普勒	傅利叶智能	小米
机器人名称	walker	远征系列	H1/G1	先行者	GR 1/2	Cyberone
发布时间	2018 年推出第一代 Walker, 2021 年推出 Walker x, 2023 年推出 Walker S	2023 年 8 月推出 远征 A1, 2024 年 8 月推出三款远征 A2 系列	2023 年 8 月推出 首款人形机器人 H1, 2024 年 5 月 推出 G1	2023 年 11 月推出 先行者 K1/S1/D1, 2024 年 10 月推出先行者 K2	2023 年 7 月推出 GR1, 2024 年推出 GR2	2022 年 8 月 推出
图示						
国家	中国	中国	中国	中国	中国	中国
身高	1.72 米	1.75 米	1.3 米	1.75 米	1.75 米	1.77 米
重量	76kg	85kg	35kg	83kg	63kg	52kg
负载	15kg	40kg	单手负重 3kg	单手负重 15kg	单臂负重 3kg	/
行动速度	/	1m/s	2m/s	/	5km/h	3.6km/h
售价	/	60-70 万	9.9 万元起	2-3 万美元	/	/
商业化程度	Walker S 预计 2024 年底小批量生产	2024 年将开启商用量产, 预计发货量在几百台	G1 于 2024 年 8 月量产	计划 24 年底实现量产	预计 2024 年小批量生产几百台, 25 年将会起量	尚未量产
应用场景	S 系列已经进入众多车厂, 未来将实现应用多元化, 包括工业、仓储、商用和家庭服务	智能制造、特种作业、科研教育、家庭和个人服务	工业生产、服务行业、教育行业及家庭服务	优先 B 端场景, 包括智能制造、仓储物流、巡检巡逻等	从医疗康复领域逐步拓展, 已在迎宾接待、科研教育、工业制造等领域实现实验性应用	居家生活、工作办公、交通出行

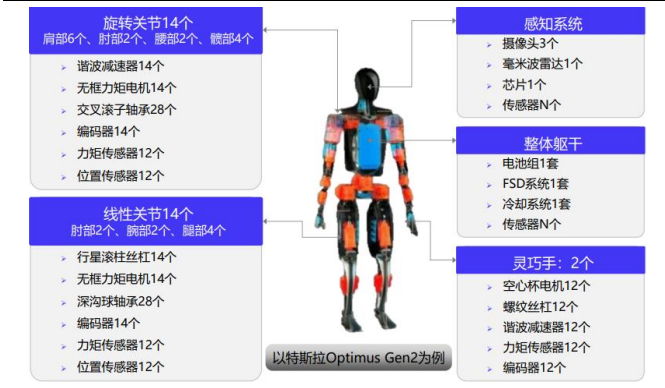
资料来源：各公司官网，36Kr，腾讯新闻等，国元证券研究所

自由度提升带动功率器件用量，GaN 更适用人形机器人

以特斯拉 Optimus 人形机器人为例，其搭载了 28 个关节驱动器，主要包括 14 个旋转执行器、14 个线性执行器，均主要通过电机驱动。电机是人形机器人的驱动核心之一，每个电机需要 1-2 颗 IGBT 等功率半导体芯片来驱动，在机器人有限的空间内，如何高效的实现电机驱动，是实现具身智能的关键之一。在机器人应用中，电机功率一般在 1kW 到 3kW 不等，这对功率器件的电流导通能力以及低内阻提出很高的要求。

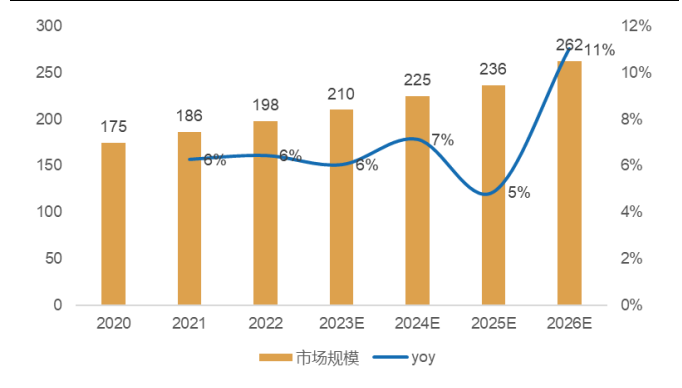
据中商产业研究院，2022 年全球功率器件市场规模为 198 亿美元，预计 2026 年将提升至 262 亿美元，CAGR 达到 7.3%。

图 10: 电机是 optimus 关键零部件



资料来源: 创业邦《2024 人形机器人研究报告》, 国元证券研究所

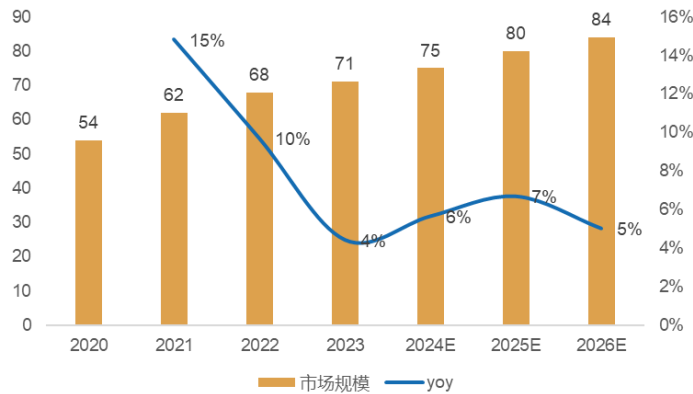
图 11: 全球功率器件市场规模 (亿美元)



资料来源: 中商产业研究院, 国元证券研究所

IGBT 在人形机器人的作用主要是在逆变器中将直流电转换为交流电，从而驱动电机运行，同样也在充电器中实现交流电到直流电的转换并进行高低压变化。据 Yole 数据，2023 年全球 IGBT 市场规模约为 71 亿美元，预计 2026 年达到 84 亿美元，CAGR 为 6.3%。

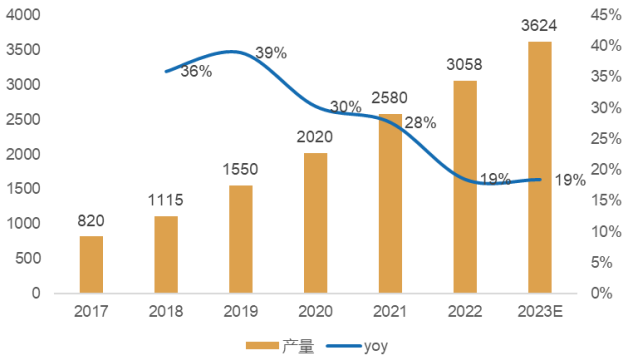
图 12: 全球 IGBT 市场规模 (亿美元)



资料来源: Yole, 中商产业研究院, 国元证券研究所

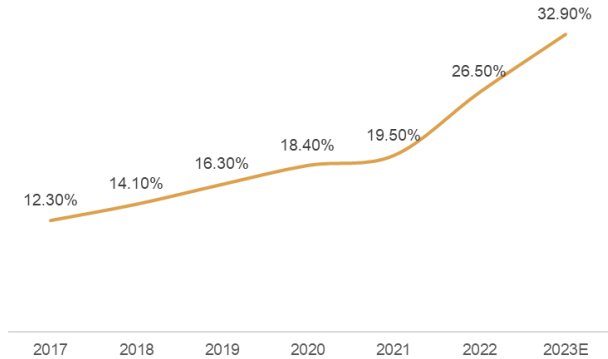
中国 IGBT 产量持续提升，带动自给率不断增加。基于中国核心元器件国产化的要求，国产替代成为国内 IGBT 的发展趋势。2018 年，中国 IGBT 产量约为 1115 万只，预计 2023 年增加至 3624 万只，CAGR 为 26.6%，自给率也从 14.10% 提升至 32.90%。未来在人形机器人的增量需求下，中国 IGBT 需求将有望得到进一步释放。

图 13: 中国 IGBT 产量 (万只)



资料来源: Yole, 中商产业研究院, 国元证券研究所

图 14: 中国 IGBT 自给率



资料来源: Yole, 中商产业研究院, 国元证券研究所

第三代半导体凭借耐高压、耐高温、大功率、抗辐射、导电性能强、工作损耗低等优势在人形机器人中的应用逐步渗透。相较于 SiC, GaN 更适用于人形机器人领域, GaN 的优势在低至中压领域, 更符合驱动电机、伺服控制等中低压场景, 效率更高; 此外, GaN 拥有更高的开关速度、功率密度、能量损耗, 可实现更高的控制精度和更好的散热性能, 也具备更小的体积和重量, 更适合对空间和重量要求较高的人形机器人领域。

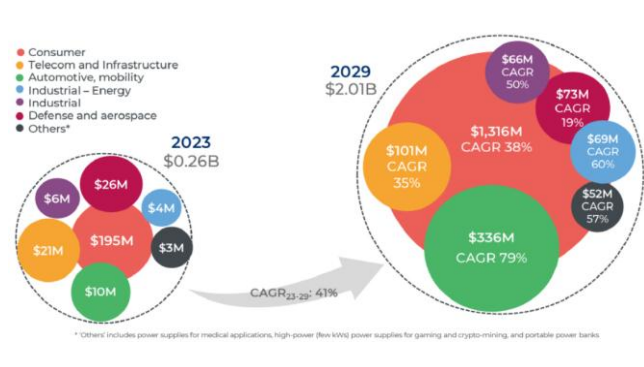
据 Yole 数据, 2023 年全球 GaN 市场规模约为 2.6 亿美元, 预计 2029 年增加至 20.1 亿美元, CAGR 为 40.6%, 其中工业领域 GaN 市场规模 CAGR 可达到 50% 以上。

图 15: 全球 SiC 器件市场规模



资料来源: yole, 国元证券研究所

图 16: 全球 GaN 器件市场规模



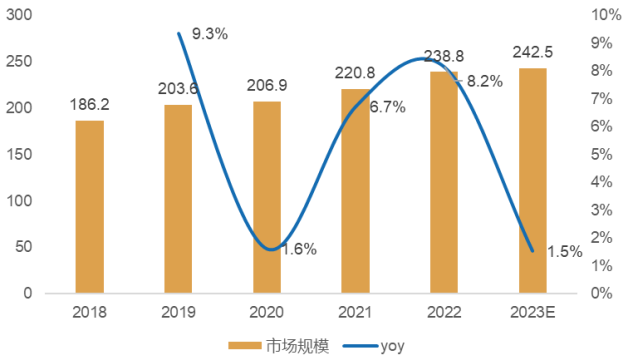
资料来源: yole, 国元证券研究所

人形机器人电机增加驱动 MCU 需求提升

人形机器人的运动离不开电机驱动, 以特斯拉的 Optimus 为例, 拥有约 40 个自由度, 每个自由度均需要搭载 MCU, 一台人形机器人需要 30-40 颗 MCU, 随着人形机器人的量产和迭代, 人形机器人行为更接近人体真实动作, MCU 的用量和规格将持续提升, 尤其是中高端 MCU 用量增加, 带动 MCU 市场规模进入增量空间。

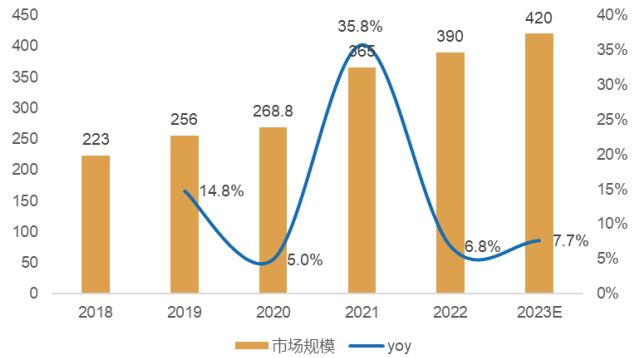
据 IC Insight 数据，2023 年全球 MCU 市场规模约为 242.5 亿美元；据 HIS 数据，2023 年中国 MCU 市场规模约为 420 亿元。未来将有望跟随人形机器人领域进入稳定增长阶段。

图 17：全球 MCU 市场规模（亿美元）



资料来源：ICInsight, 中商产业研究院, 国元证券研究所

图 18：中国 MCU 市场规模（亿元）



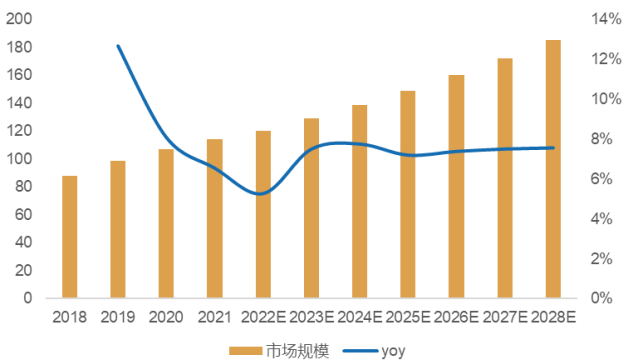
资料来源：HIS, 中商产业研究院, 国元证券研究所

纯视觉方案提振 CIS，国内方案搭载激光雷达

机器视觉是指用计算机来实现人的视觉功能，人形机器人是机器视觉的重要应用领域。机器视觉主要由光学成像、图像传感器、图像处理、输入输出以及显示模块五大核心组件构成。

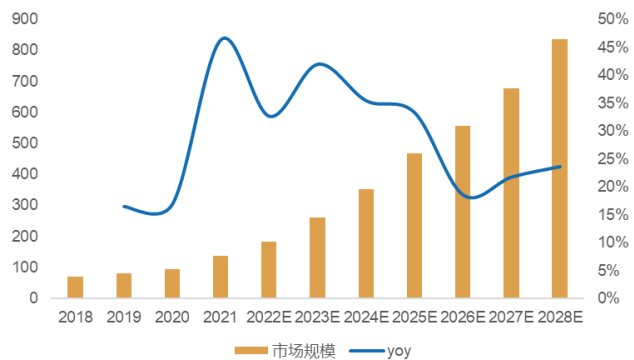
据 Markets and Markets 数据，2024 年全球机器视觉市场规模预计在 139 亿美元，2028 年有望提升至 185 亿美元，CAGR 为 7.4%。中国机器视觉发展速度较快，高于全球增速水平，据 GGII 数据，预计 2024 年中国机器视觉市场规模为 352 亿元，2028 年将提升至 837 亿元，CAGR 可达到 24.2%。

图 19：全球机器视觉市场规模（亿美元）



资料来源：Markets and Markets, 前瞻产业研究院, 国元证券研究所

图 20：中国机器视觉市场规模（亿元）

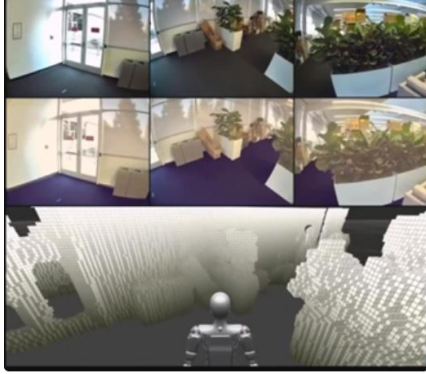


资料来源：GGII, 前瞻产业研究院, 国元证券研究所

人形机器人对环境感知有宽视场、高速度和高精度的各种要求，但目前技术路径尚未完全确定，各家均有自己的解决方案。特斯拉 Optimus 主要以多目视觉为主，全身搭载 8 个摄像头，纯视觉方案硬件成本低，对软件算法要求较高。国内人形机器

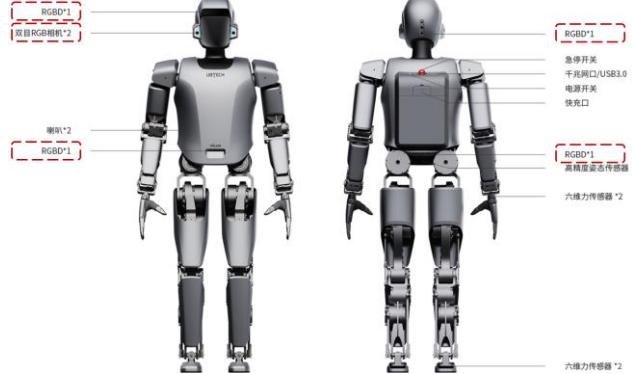
人厂商多采用 3D 相机+激光雷达方案，优必选 Walker S1 的视觉模块采用四目视觉+四 RGBD，小米 CyberOne 采用 iToF+RGB，达闼采用 3D 深度相机+RGB 单目摄像头+TOF 相机+激光雷达的综合方案，宇树采用 3D 激光雷达+深度相机方案。

图 21：特斯拉 FSD 计算机视觉技术



资料来源：特斯拉 AI Day，与非网，国元证券研究所

图 22：优必选 Walker S1 视觉方案

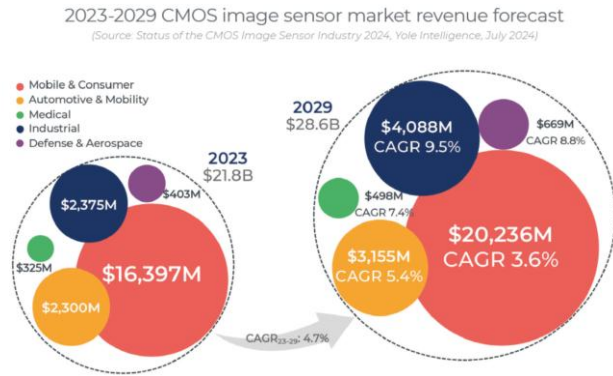


资料来源：优必选官网，国元证券研究所

CIS 是人形机器人实现从光信号转化为电信号的核心部件，也是视觉传感器中价值量最高的部件。据 Yole 数据，2023 年全球 CIS 市场规模为 218 亿美元，2029 年将有望提升至 286 亿美元，CAGR 为 4.6%，其中工业 CIS 市场规模从 23.75 亿美元增加至 40.88 亿美元，CAGR 达到 9.5%，为 CIS 增长最快的细分领域。

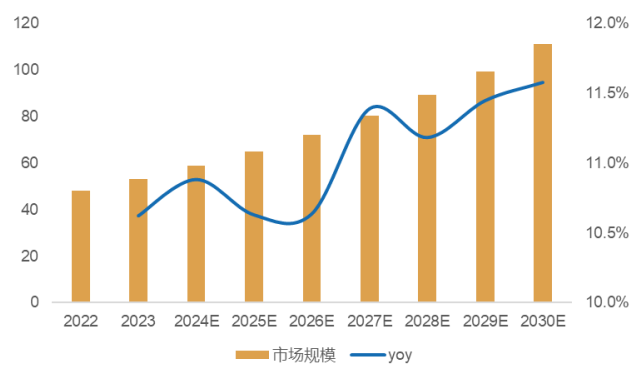
未来中国有望在汽车、人形机器人等新兴领域的驱动下，CIS 市场规模将有望持续攀高。据 Gminsights 数据，中国 CIS 市场规模有望从 2023 年的 53 亿美元提升至 2029 年的 99.5 亿美元，CAGR 达到 11%，高于全球 4.6% 的增速。

图 23：全球 CIS 市场规模（亿美元）



资料来源：yole，国元证券研究所

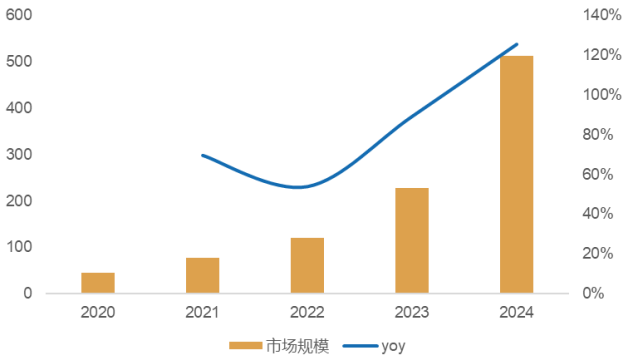
图 24：中国 CIS 市场规模（亿美元）



资料来源：Gminsights，国元证券研究所

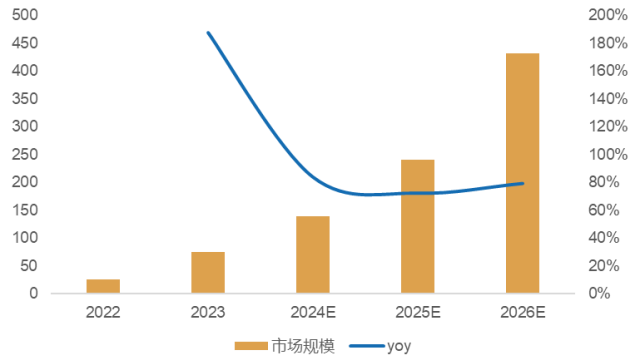
目前，国内宇树、达闼等多家人形机器人采用激光雷达解决方案，将带动激光雷达需求。据中商产业研究院数据，2024 年全球激光雷达市场规模可达到 521 亿元，同比增加 126%。随着国内人形机器人陆续进入量产阶段，将提振激光雷达需求，据 Frost&Sullivan 数据，中国激光雷达市场规模有望从 2024 年的 140 亿元增加至 2026 年的 432 亿元，CAGR 达到 75%。

图 25: 全球激光雷达市场规模 (亿元)



资料来源: 中商产业研究院, 国元证券研究所

图 26: 中国激光雷达市场规模 (亿元)



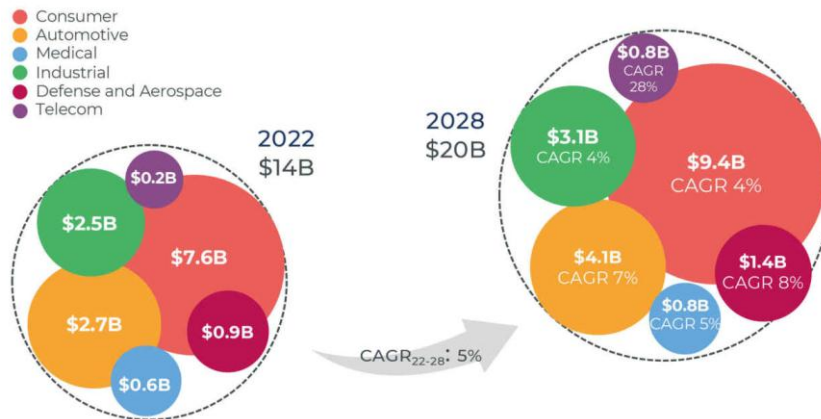
资料来源: Frost&Sullivan, 中商产业研究院, 国元证券研究所

MEMS 压力传感器和 IMU 受益人形机器人稳健增长

MEMS 传感器可用于测量和感知机器人的加速度、角速度、磁场、光照等环境参数, 从而帮助机器人定位、导航和识别物体。MEMS 压力传感器、声学传感器和惯性传感器可应用于人形机器人的重要传感器。MEMS 传感器具有低功耗、微型化、智能化、高集成度及大批量生产等特点, 能够满足人形机器人对传感器微型化、低功耗及低成本的需求。

据 Yole 数据, 2022 年, 全球 MEMS 传感器市场规模为 140 亿美元, 2028 年有望提升至 200 亿美元, CAGR 为 6.1%, 其中工业 MEMS 传感器从 25 亿美元提升至 31 亿美元, CAGR 达到 4%。

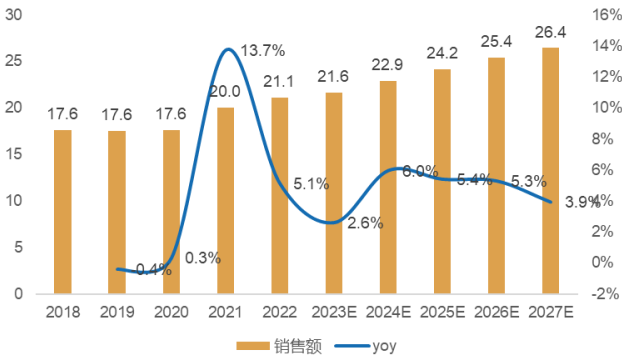
图 27: 全球 MEMS 传感器市场规模



资料来源: yole, 国元证券研究所

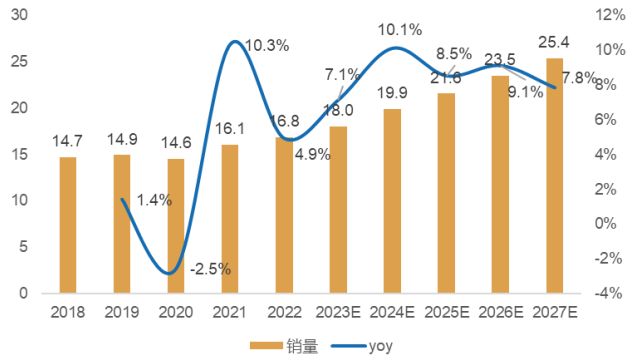
MEMS 压力传感器可分为电容式、电阻式及压电式, 主要集成于机器人的手指或脚, 用于内部压力检测、触觉反馈等作用。据观研天下数据, 2023 年全球 MEMS 压力传感器销售额约为 21.6 亿美元, 预计 2027 年增加至 26.4 亿美元, CAGR 为 5%; 出货量从 2023 年的 18 亿颗提升至 2027 年的 25.4 亿颗, CAGR 达到 9%。

图 28: 全球 MEMS 压力传感器销售额 (亿美元)



资料来源: 观研天下, 国元证券研究所

图 29: 全球 MEMS 压力传感器销量 (亿颗)



资料来源: 观研天下, 国元证券研究所

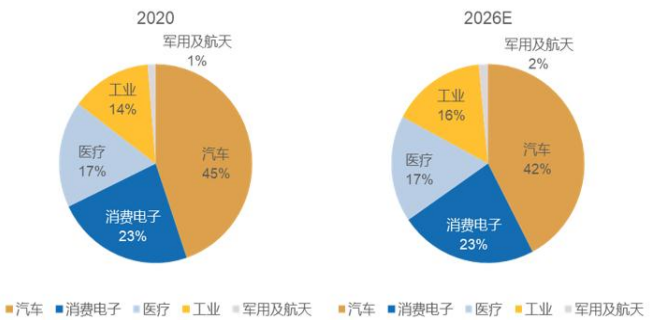
据前瞻产业研究院数据, 2021 年中国 MEMS 压力传感器市场规模约为 161 亿元, 2025 年有望增加至 289 亿元, CAGR 为 15.75%。从下游应用占比变动来看, 虽然工业领域占比不高, 但有较大提升趋势, 从 2020 年的 14% 提升至 2026 年的 16%。

图 30: 中国 MEMS 压力传感器市场规模 (亿元)



资料来源: 电子发烧友, 前瞻产业研究院, 国元证券研究所

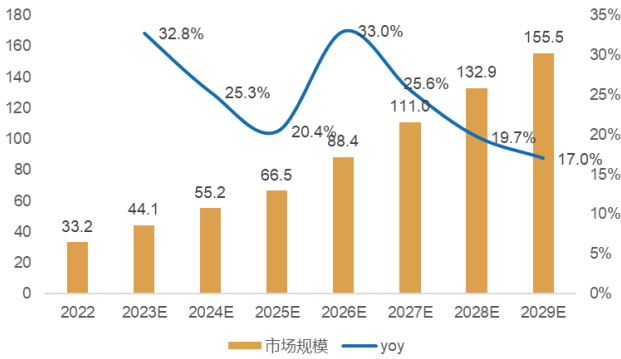
图 31: MEMS 压力传感器下游应用占比



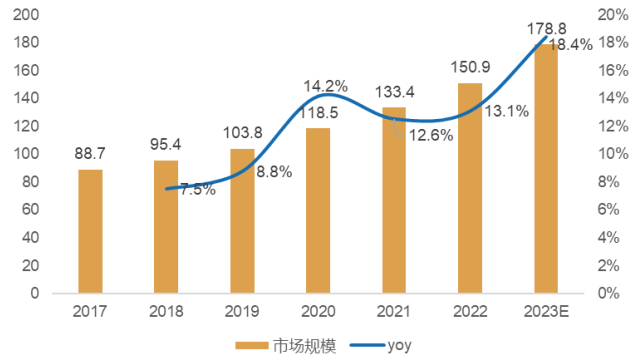
资料来源: 电子发烧友, Yole, 国元证券研究所

MEMS 惯性传感器包括 MEMS 加速度计、MEMS 陀螺仪、磁力计和 IMU, 其中 IMU 可测量物体在三维空间中的角速度和加速度, 是人形机器人保持平衡及运动控制的关键传感器, 可以帮助人形机器人实现姿态控制、平衡维持、导航定位等需求。

据 Data Bridge 数据, 预计 2024 年全球 MEMS 惯性传感器市场规模为 55.2 亿美元, 2029 年将有望达到 155.5 亿美元, CAGR 达到 23%。据共研网数据, 中国 MEMS 惯性传感器市场规模从 2020 年的 118.5 亿元提升至 2023 年的 178.8 亿元, CAGR 为 14.7%。

图 32: 全球 MEMS 惯性传感器市场规模 (亿美元)


资料来源: Data bridge, 国元证券研究所

图 33: 中国 MEMS 惯性传感器市场规模 (亿元)


资料来源: 共研网, 国元证券研究所

建议关注

我们认为在人形机器人落地过程中, 受益产业包括 CIS、SoC、功率半导体、存储芯片、模拟芯片、结构件、微型传动、传感器、PCB 等行业。我们从中选取了各个行业具有潜在投资机会的标的, 主要包括:

CIS: 韦尔股份、思特威、格科微

SoC: 全志科技、瑞芯微

功率半导体: 斯达半导、时代电气、士兰微

存储芯片: 兆易创新、北京君正

模拟芯片: 圣邦股份、纳芯微、思瑞浦

结构件: 领益智造、长盈精密、蓝思科技

微型传动: 兆威机电

传感器: 柯力传感、奥比中光

PCB: 世运电路、胜宏科技、崇达技术

表 3: 人形机器人行业建议关注标的

行业	代码	公司	市值 (亿元)	营收增速		预测 PE		EPS (元)	
				2024E	2025E	2024E	2025E	2024E	2025E
CIS	603501.SH	韦尔股份	1,285.38	24.2%	22.3%	40	29.35	2.66	3.6
	2019 年收购全球第三的 CIS 公司豪威科技, 是国内最大的 CIS 公司, 公司业务契合当下人形机器人对 CIS 的需求								
	688213.SH	思特威-W	332.88	100.0%	33.6%	83	45	1.00	1.86
思特威初始业务为安防 CIS, 2019 年切入汽车 CIS 领域, 是国内领先的 CIS 厂商, 有望受益人形机器人市场									
	688728.SH	格科微	376.04	44.0%	25.4%	162	76	0.09	0.19

格科微成立于 2003 年，主营业务为 CIS 和驱动显示芯片，公司业务符合人形机器人的未来需求

SoC	300458.SZ	全志科技	268.82	40.1%	24.6%	109	74	0.39	0.57
	公司主营产品为智能应用 SoC，可应用于智能机器人，目前公司智能机器人芯片处于小批量生产阶段								
功率半导体	603893.SH	瑞芯微	483.05	45.3%	30.0%	98	66	1.18	1.74
	公司的 SoC 芯片可在各类机器人中发挥主控功能，提供 0.2TOPs 到 6TOPs 端侧 AI 算力								
功率半导体	603290.SH	斯达半导	225.90	-4.8%	26.3%	36	27	2.62	3.54
	斯达半导是国内主要以 IGBT、SiC 为主的领先的功率半导体厂商，未来有望受益人形机器人对功率器件的需求								
	688187.SH	时代电气	557.00	18.3%	17.5%	18	15	2.64	3.12
时代电气是国内领先的 IGBT 厂商，具有深厚的技术优势，目前已拥有深海机器人技术									
存储	600460.SH	士兰微	468.60	16.6%	16.9%	396	90	0.07	0.31
	公司功率业务处于快速扩张期，同时也在加大 MEMS 传感器投入，加快机器人领域的布局								
	603986.SH	兆易创新	743.55	31.0%	24.6%	63	44	1.77	2.56
兆易创新主营业务 Nor Flash、NAND 和自研 DRAM，目前基本实现从代销 DRAM 向自研 DRAM 转变，代工采购金额持续扩大									
模拟芯片	300223.SZ	北京君正	352.94	0.3%	20.1%	71	56	1.03	1.31
	公司存储芯片分为 SRAM、DRAM、Nor Flash 和嵌入式 Flash 等，子公司北京矽成深耕存储行业三十余年，具有深厚的技术积累								
	300661.SZ	圣邦股份	408.74	24.5%	22.6%	92	67	0.94	1.29
圣邦股份是国内领先的模拟芯片厂商，产品包括电源管理芯片和信号链芯片，料号储备居于国内领先									
结构件	688052.SH	纳芯微	184.96	44.5%	35.8%	-68	818	-1.91	0.16
	纳芯微主要产品包括传感器、信号链和电源管理产品，隔离器为其核心产品，人形机器人将带动传感器及主控芯片需求								
	688536.SH	思瑞浦	133.03	19.3%	38.8%	1,212	69	0.08	1.44
公司产品涵盖信号链、电源管理芯片等品类，并逐步融合嵌入式处理器，覆盖新能源、通信、工业和医疗健康等各个应用领域									
微型传动	002600.SZ	领益智造	598.50	17.7%	22.3%	28	20	0.30	0.42
	公司已为 Figure AI 机器人提供模切结构件、金属结构件、散热模组、软包结构件等产品服务								
	300115.SZ	长盈精密	226.40	22.6%	18.3%	29	26	0.57	0.64
公司成立长盈机器人子公司，从事精密零组件的研发，包括灵巧手关节齿轮、轴承、指尖传感等产品									
传感器	300433.SZ	蓝思科技	1,094.24	24.8%	26.8%	27	20	0.80	1.10
	公司具备从原材料到零部件、模组和整机组装的一站式服务，可为人形机器人提供各类零部件及结构件，且与行业头部厂商对接								
	003021.SZ	兆威机电	181.31	32.3%	30.1%	79	62	0.96	1.21
公司凭借精密减速箱、高性能电机和电控系统的产品组合优势，成功开发并推出仿生机器人灵巧手产品									
传感器	603662.SH	柯力传感	189.28	17.6%	18.2%	60	51	1.12	1.33
	公司沿着机器人力学、触觉、视觉、惯性传感器的主投方向，重点突破机器人的传感器，六维力/力矩传感器已完成人形机器人手腕、脚腕，工业臂、协作臂末端的产品系列开发								
	688322.SH	奥比中光	189.32	48.2%	48.9%	0	9,102	-0.21	0.01

公司围绕各类型机器人推出丰富且全面的 3D 视觉感知方案，可提供 3D 结构光、iToF、激光雷达等全技术路线 3D 视觉传感器方案

	603920.SH	世运电路	224.31	15.7%	21.6%	31	24	1.02	1.33
	世运电路主营业务是 PCB，汽车 PCB 为其主要产品，具备高频、高速、低损耗的特性，人形机器人等新兴领域对 PCB 的需求有望提升								
PCB	300476.SZ	胜宏科技	415.82	44.6%	28.1%	35	24	1.37	2.04
	公司主营产品为 PCB，公司积极开展机器人用电路板研发，结合技术发展趋势进行前瞻技术布局，紧跟客户要求进行产品开发								
	002815.SZ	崇达技术	116.77	7.1%	10.6%	33	29	0.33	0.37
	公司主营产品为 PCB，公司供给工业控制领域客户的 PCB 产品有应用于人形机器人中								

资料来源：Wind，公司公告等，国元证券研究所预测

注：股价取自 2024 年 12 月 27 日收盘价，标注公司为覆盖公司，其他公司均采用 Wind 一致预期

风险提示

上行风险：人形机器人量产加速落地；人形机器人下游需求超预期

下行风险：宏观经济下行；机器人量产进度不及预期；其他系统性风险

投资评级说明

(1) 公司评级定义

买入	股价涨幅优于基准指数 15%以上
增持	股价涨幅相对基准指数介于 5%与 15%之间
持有	股价涨幅相对基准指数介于-5%与 5%之间
卖出	股价涨幅劣于基准指数 5%以上

(2) 行业评级定义

推荐	行业指数表现优于基准指数 10%以上
中性	行业指数表现相对基准指数介于-10%~10%之间
回避	行业指数表现劣于基准指数 10%以上

备注：评级标准为报告发布日后的 6 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现，其中 A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数或纳斯达克指数，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。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力，本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000)，国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

法律声明

本报告由国元证券股份有限公司（以下简称“本公司”）在中华人民共和国境内（台湾、香港、澳门地区除外）发布，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告，则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议，国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。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。本报告所载的信息、资料、分析工具、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投资标的的投资建议或要约邀请。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。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。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取投资银行业务服务或其他服务，上述交易与服务可能与本报告中的意见与建议存在不一致的决策。

免责条款

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠，但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有，未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅，如需引用或转载本报告，务必与本公司研究所联系并获得许可。

网址：www.gyzq.com.cn

国元证券研究所

合肥

地址：安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心 A 座国元证券
 邮编：230000

上海

地址：上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼国元证券
 邮编：200135

北京

地址：北京市东城区东直门外大街 46 号天恒大厦 A 座 21 层国元证券
 邮编：100027