



四足机器人 01：移动智能体的踏浪者



郭威秀 分析员

SAC 执证编号: S0080521120004
SFC CE Ref: BSI157
weixiu.guo@cicc.com.cn



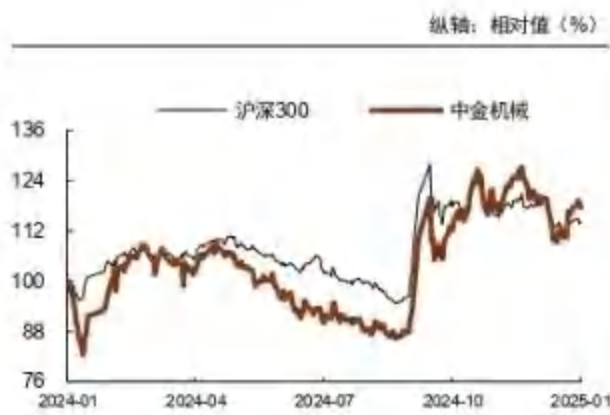
刘中玉 分析员

SAC 执证编号: S0080521060003
SFC CE Ref: BSP722
zhongyu.liu@cicc.com.cn



丁健 分析员

SAC 执证编号: S0080520080002
SFC CE Ref: BRQ847
jian3.ding@cicc.com.cn



更多作者及其他信息请见文末披露页

观点聚焦

投资建议

2024 年以来，全球四足机器人成为具身智能的聚焦重点。1) 产品端：复杂运动能力显著增强，续航灵活度提升；2) 应用端：高校科研、B端巡检操作迎来部署奇点；3) 供给端：中国机器狗企业引领潮头，带动零部件供应链崛起。我们建议 2025 年四足机器人事件催化、格局优化带来的弹性机会。

理由

四足机器人：站在风口的科技亮点。2024 年四足机器人获技术、资本显著加持。1) 生成式AI：前沿AI在仿真训练、多模态感知、复杂运控进入端侧部署；如NVIDIA IsaacLab利用RL（深度强化学习）制定运动策略，提供四足机器人关节级控制API。2) 资本端：2024 年宇树科技获B++/C融资，创同期国内单笔最大融资金额；12 月底宇树科技B2-W高难度动作演示，获马斯克点赞。此外，上市公司通过参股、成立子公司、战略合作等举措跨界四足机器人，如中坚科技（未覆盖）、中控技术、景业智能等；

2030 年全球四足机器人年销有望突破 40 万台。1) 据GGII统计，2023 年全球四足机器人市场销量约 3.4 万台（同比增长 77%）。考虑到四足机器人在B端/C市场对人工替代率，我们测算 2030 年全球四足机器人年销有望突破 40 万台。2) 类似工业机器人、协作机器人等，四足机器人市场依旧以中国主导。根据GGII统计，2023 年中国企业宇树科技、云深处分别位列出货量Top1、3。

软件智能化，硬件模块化。多版本型号下的模块化设计（驱动、传感、抓取装置等），为拉通供应链生产助力。根据我们估算，四足机器人执行关节（电机+行星减速器）、传感器（激光雷达、IMU等）、控制板、电池、结构件等分别占总成本的 40%/10%-20%/10%/10%/10%等。当前国内消费级四足机器人售价已降至万元区间，B端/特种应用降本仍依靠制造规模效应、第三方专业厂商配合等。

盈利预测与估值

我们维持覆盖公司的盈利预测和目标价不变，聚焦三大投资主线：1) 四足机器人本体（含应用方案）：中控技术（流程工业）、景业智能（核工应用），其余产业链公司包括：中坚科技（未覆盖）、建设工业（未覆盖）；2) 零部件：产业链公司包括曼恩斯特（未覆盖）、中大力德（未覆盖）、国茂股份（未覆盖）。

风险

四足机器人研发进展不及预期，盈利能力低于预期等。

风口之上：四足机器人的崛起之路

跨年事件密集催化，四足机器人热潮已至

四足机器人为移动机器人分野。四足机器人属于移动机器人范畴，相比 AGV/AMR，足式机器人为离散式落脚点，更加适应复杂结构地形。自然界以猫、狗、猎豹为代表的生物，为全球四足机器人研发提供仿生灵感。

- ▶ **2000 年前：**美国（1968 年）GE 研发 WalkingTruck，为液压驱动的代表性成果；控制换向阀操作四条机械腿，单条机械腿提供三个自由度，为美国波士顿动力（1992 年起研发机器人）提供重要参考。
- ▶ **2010-2021 年：**波士顿动力 BigDog（（2005 年-2015 年）更进一步模仿哺乳动物，传感器加持（单台 50 个）、动力系统升级（单条腿配备四个液压缸），较大提升了高负载运动性能，是四足机器人在战略领域的重要里程碑。

中国杭州两家核心企业——宇树科技、云深处分别在 2016、2017 年成立，在电驱方案上探索工业及商用市场。2019 年宇树科技高性能四足机器人年销量突破 100 台。2021 年云深处“绝影”完成国内首个“500 千伏电缆隧道代人巡检”。

- ▶ **2022 年-至今：**具身智能点燃 AI+机器人端测发展，四足机器人在多模态感知、智能泛化决策、应用部署迎来从 1 到 N。在全球四足机器人科技角逐中，中国成为关键一环。

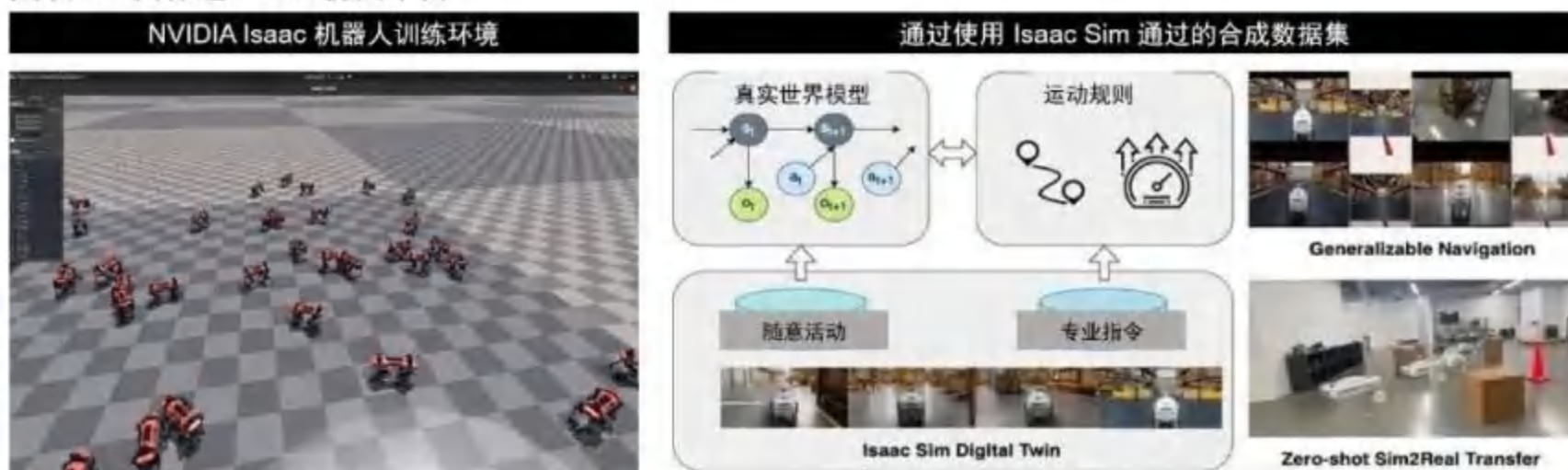
图表 1：全球四足机器人发展历程



资料来源：各公司官网，中金公司研究部

仿真端——降低四足机器人研发门槛。2025年CES大会，1/7日英伟达推出物理 AI Cosmos 世界基础模型 (WFM)，打通 Sim2Real，为全球标志性事件。1) Cosmos 含生成式 AI 模型、数据标记器和框架，解决真实物理数据瓶颈。黄仁勋提到，机器人需要有理解物理世界的 AI 模型。Cosmos 可为机器人提供大量 AI 合成数据，与 Omniverse 平台构建“数字孪生”模型，帮助机器人企业在开发阶段提供交互测试。2) 中坚科技子公司—坚米智能借助 NVIDIA Isaac Lab 平台，通过 NVIDIA Isaac Sim 的 3D 生成与建模技术构建高度逼真的虚拟场景，提升四足机器人多样化模型训练需求。

图表 2: 英伟达 Isaac 仿真平台



资料来源：英伟达官网，中金公司研究部

感知端——多模态带来交互操作体验。2024年，多模态感知和 AI Agent 使四足机器人集成视觉、语言、触觉等多模态感知能力。以 GPT 部署为例，2023年7月宇树科技发布 UnitreeGo2，融合 OpenAI 的 GPT 语言模型，可精准理解人类指令。此外，Go2 支持国内主流大语言模型（如盘古大模型、通义千问等）的接口，可根据客户需求灵活配置。

图表 3: 宇树科技 UnitreeGo2 让沟通更有效



UnitreeGo2 机器人的功能特性列表如下：

- 伴随模组**：伴随遥控及智能伴随，任你选择。
- 前置摄像头**：图像分辨率 1280 x 720，视场角 120°，超广角拍摄更清晰。
- 前置照明灯**：明亮无比，能够照亮前行的每个细节。
- 4D LIDAR L1**：360°x90°全向超广角扫描，自主避障，盲区小且运行稳定。
- 语音对讲麦克风**：无限场景，让沟通更有效。
- 自动伸缩提手带**：取物捆绑更轻松。
- 硬件升级，更稳、更强**：
 - 4D 激光雷达，建图避障
 - 4G eSIM 卡
 - Wi-Fi 6 双频无线
 - 蓝牙 5.2
 - 连接更稳定，可远距离操控
- 强大计算核心**：
 - 运动控制器：高性能 ARM 处理器
 - 可升级 AI 算法处理器
 - 外置 ORIN NX/NANO
- 智能电池**：
 - 标配 8000mAh 电池，更有 15000mAh 长续航版
 - 过温/过充/短路等防护

资料来源：宇树科技官网，中金公司研究部

决策端——强化学习提升复杂决策。四足机器人主要在 MPC 算法上，使用强化学习优化。如腾讯 RoboticsX 实验室的机器狗 Max [采用预训练 AI 和强化学习技术](#)，学习走、跑、跳、站立等动作。宇树科技的四足机器人 B2-W（载重 50kg）得益于强化学习的应用，完成托马斯全旋、侧空翻等高难度动作。2024 年，[宇树科技创始人在多次访谈中表示](#)，全球 AI 技术在对真实物理世界的反馈理解远远不够，结合实操真实数据的强化学习，在四足机器人复杂动作策略至关重要。

图表 4：四足机器人中强化学习的应用案例

公司/团队	应用案例
斯坦福大学李飞飞团队 VoxPoser	智能系统 VoxPose 可以从大模型 LLM 和视觉语言模型 VLM 中提取可行性和约束，以构建 3D 仿真环境中的值地图，供运动规划器使用，用于零样本本地合成机器人操纵任务的轨迹，从而在现实世界中的零样本机器人操纵。
Meta 和 CMU 团队 RoboAgent	采用了大规模机器人数据集进行训练，考虑到机器人在现实世界中的训练和部署效率问题，Meta 将数据集限制到了 7500 个操作轨迹中，并基于此让 RoboAgent 实现了 12 种不同的复杂技能，包括烘焙、拾取物品、上茶、清洁厨房等任务，并能在 100 种未知场景中泛化应用。
英伟达 Eureka	该系统以 OpenAI 的 GPT-4 为基础，本质是一种由大模型驱动算法生成工具，能训练实体机器人执行例如“转笔”、“开抽屉”、“拿剪刀”、“双手互传球”等多种复杂动作。
腾讯 Robotics X 实验室	通过引入预训练 A 模型和强化学习技术，机器狗可以分阶段进行学习，并将知识积累并存储下来，让机器狗在解决新的复杂任务时，不必重新学习，而是可以复用已经学会的姿态、环境感知、策略规划多个层面的知识。
宇树科技	四足机器人 B2-W 的自主性和灵活性得益于强化学习的应用，通过不断地尝试和纠错，找到最优的动作策略，大幅提升机器人在实操中的表现，B2-W 现在能够完成托马斯全旋、侧空翻等高难度动作。

资料来源：Research Gate，各公司官网，中金公司研究部

产品端——跨年期间运控性能 PK 成为焦点。2024 年 12 月，[宇树科技发布了最新行业级机器狗产品 B2-W 演示视频](#)，B2-W 机器狗结合了四足机器人底盘低、稳定性强的优势和轮式驱动的速度和灵活性，在极端复杂环境中的表现尤为突出，目前售价约为 109 万元。[在 2025 CES 展会上](#)，[宇树科技还展示了消费级 Go2 机器狗的强大运动能力](#)。根据官网介绍，Go2 机器狗可以运输救援物资，并通过对讲机功能与受困人员进行通信，其配备了智能视觉识别功能、3D 雷达自导航系统，能够在复杂环境中灵活移动，目前售价约为 1600 美元。

2024 年 11 月，[云深处“山猫”全地形越野机器人](#)，“山猫”售价约 9.8 万人民币，可爬 22 厘米台阶及 45° 斜坡，运动速度达 5m/s，实现多地形适配越野能力，售价为 9.8 万元。

图表 5：云深处“山猫”关键参数



资料来源：云深处，中金公司研究部

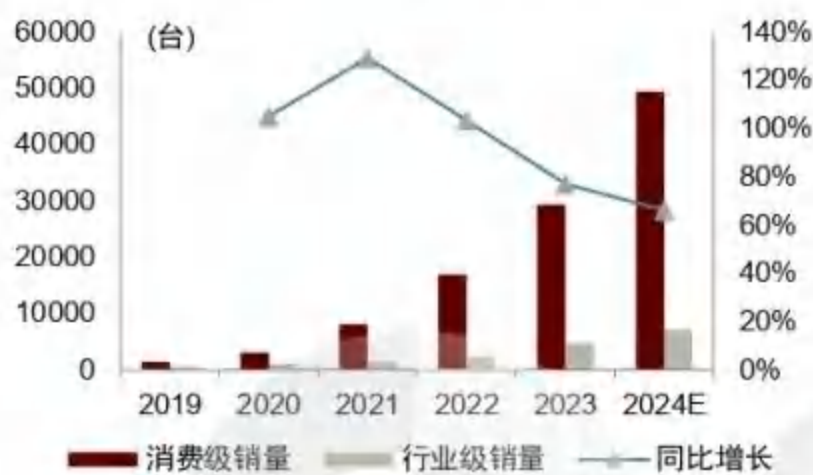
请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

预计到 2030 年全球四足机器人年销有望突破 40 万台

2023 年全球四足机器人销量同比超过 77%。全球四足机器人行业处于技术探索和商业化的爆发阶段。根据 GII 数据，2023 年全球四足机器人销量约 3.4 万台，同比增长 77%；市场规模达 10.74 亿元，同比增长 43%。由于消费级产品的引入，市场规模增速整体少于销量增速。

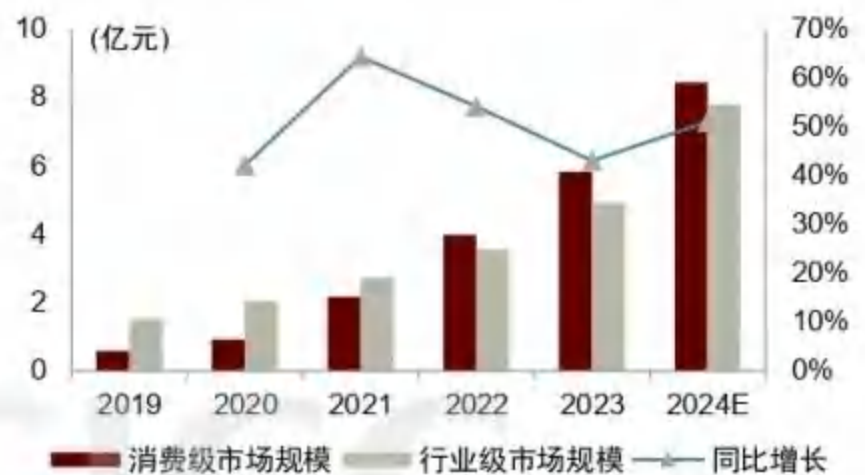
我们预计全球四足机器人年销有望突破 40 万台，潜力在于：1) 资本加速推动技术创新：众多初创企业和高校介入四足机器人前沿软硬件研发工作；二级市场上市公司通过战略合作、并购等方式加速布局；2) 下游应用领域延伸：随着智能化水平提升，四足机器人在 C 端市场进一步拓宽。

图表 6：2019-2024 年全球四足机器人销量及增长预测



注：2024 年为预测数据，故为 2024E
资料来源：GGII，中金公司研究部

图表 7：2019-2024 年全球四足机器人市场规模及增长预测

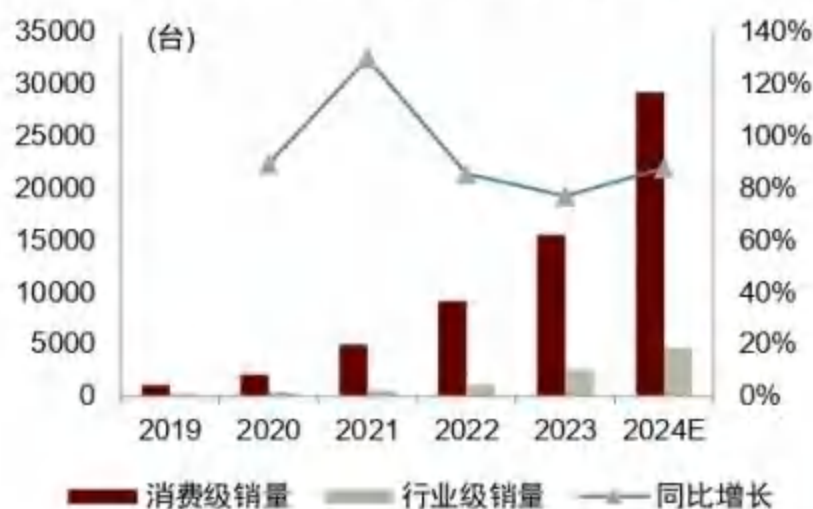


注：2024 年为预测数据，故为 2024E
资料来源：GGII，中金公司研究部

中国四足机器人市场占据主导地位。根据 GGII 统计，2023 年，中国四足机器人销量 1.8 万台，同比增速与全球基本一致。B 端工业市场占据约 60% 的市场份额，主要用于巡检、物流搬运和安防监控等场景；科研教育领域约占 25%，主要应用于高校和研究机构的教学和科研活动；消费级市场约占 15%，主要面向科技爱好者和家庭用户。

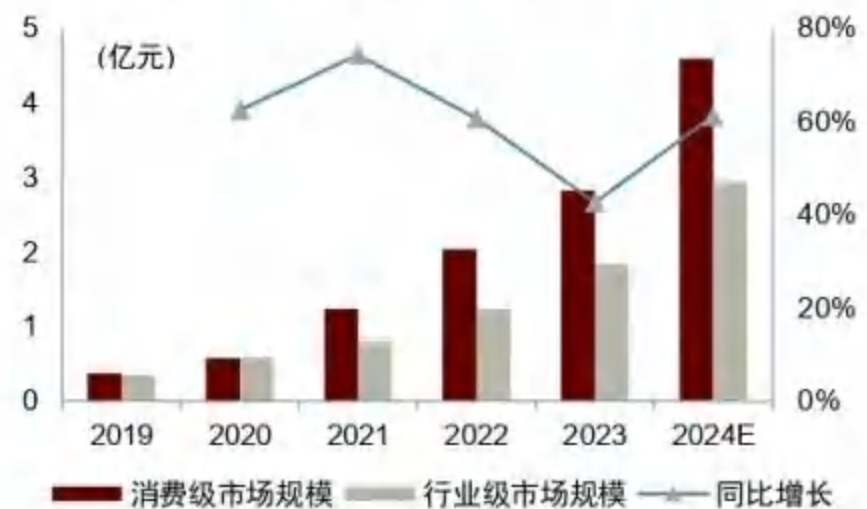
工业领域应用或成中国四足机器人增长主要驱动力。GGII 预计中国至 2025 年四足机器人销量将为 3.2 万台，市场规模有望达到 7.2 亿元，年复合增长率为 28%。我们认为，工业层面的应用将是我国四足机器人快速增长的第一阶段驱动力。

图表 8：2019-2024 年中国四足机器人销量及增长预测



注：2024 年为预测数据，故为 2024E
资料来源：GGII，中金公司研究部

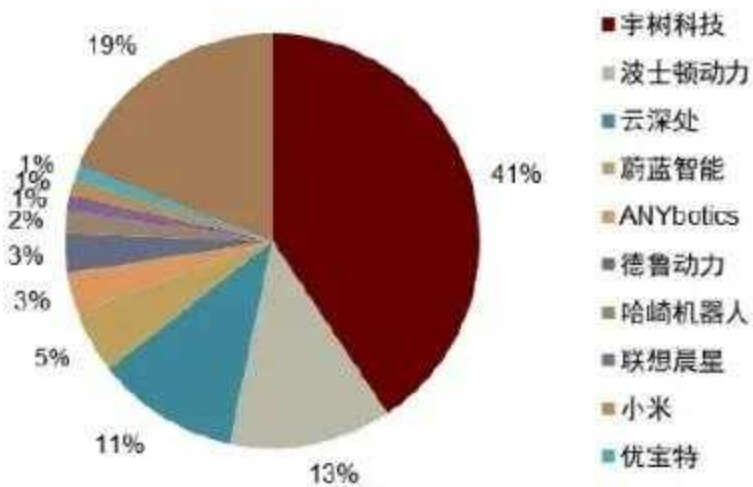
图表 9：2019-2024 年中国四足机器人市场规模及增长预测



注：2024 年为预测数据，故为 2024E
资料来源：GGII，中金公司研究部

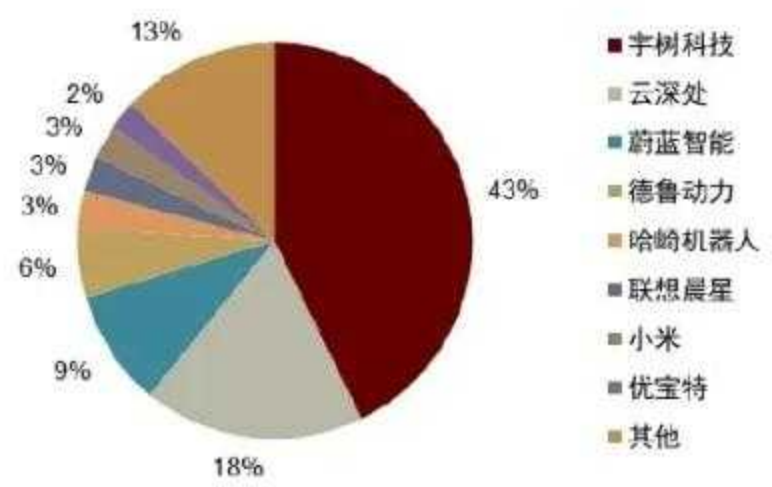
国内企业专注应用兑现及量产化能力。纵观核心厂商，2023 年全球四足机器人市场由内资厂商主导，如宇树科技、蔚蓝智能、云深处科技、小米等在技术创新、成本控制和本土市场适应性方面表现突出。根据 GGII 数据，2023 年宇树科技分别占据了全球及中国 41%、43% 的市场份额。

图表 10：2023 年全球四足机器人竞争格局



资料来源：GGII，中金公司研究部

图表 11：2023 年中国四足机器人竞争格局



资料来源：GGII，中金公司研究部

软件智能化，硬件模块化

四足机器人 Bom 成分拆分

图表 12：全球四足机器人仿真/传感/驱动参数

厂家	型号	仿真/算力平台	传感器方案	电机数量	芯片类型
云深处科技	绝影X30	Raisim	2个激光雷达和1个广角相机等	每条腿上有3个电机，共有12个自由度	CONNTEK系列磁编码器芯片（昆泰芯）
宇树科技	宇树科技	NVIDIA Isaac	1个3D 激光雷达（速腾）+ 2个深度相机 + 2个光学相机等	每条腿上有3个电机，共有12个自由度	Allwinner T737（全志科技）
小米	Cyberdog	NVIDIA Jetson	Intel D450深度摄像头 + AI交互相机 + 双目超广角相机+TOF传感器+环境光传感器+超声波传感器等	每条腿上有3个电机，共有12个自由度	6-Core NVIDIA Carmel ARM V8.2 64-Bit CPU
哈崎机器人	四足机器人专业版	-	鱼眼双目视觉 + TOF 深度相机 + 超声波雷达	每条腿上有3个电机，共有12个自由度	RK3588s 系统级芯片（SoC）
优宝特机器人	Y30四足机器人	OpenGL	3D 激光雷达×1+深度相机×1	每条腿上有3个电机，共有12个自由度	IntelR AtomTM x5-Z8350
波士顿动力	Spot	NVIDIA Jetson	立体摄像头，深度摄像头，IMU以及肢体中的位置/力传感器	每条腿上有3个电机	NVIDIA Jetson TX2
ANYbotics	Anymal-C	ROS	3D激光雷达、视觉相机、热成像仪、超声波麦克风、LED聚光灯等	每条腿上有3个电机，共有12个自由度	Six-core Intel Core i7 processor

资料来源：各公司官网，中金公司研究部

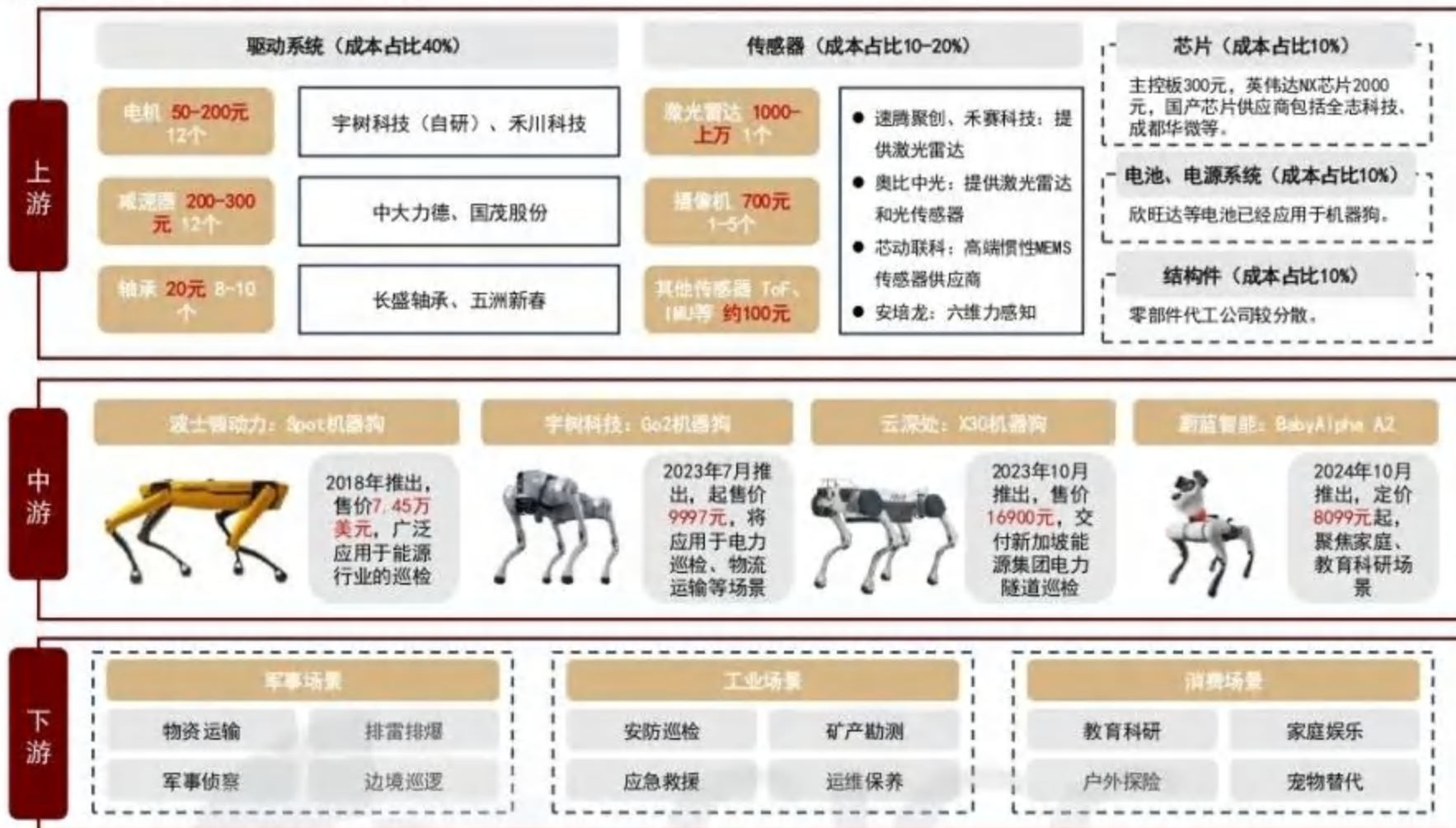
硬件复杂度相对较低，模块化降本为趋势。在量产规模较小的情况下，机器人企业常通过自研旋转关节加强成本控制。我们认为伴随量产规模提升，第三方分工、模块化降本为趋势。

- ▶ 上游：四足机器人执行关节（无刷/伺服电机+行星减速器）、传感器（激光雷达、IMU 等）、控制板、电池、结构件等分别占 Boom 为 40%/10%-20%/10%/10%/10%等。

行星减速器、传感器占据核心成本。1) 行星减速器：价格约为谐波减速器的 1/3-1/4，2015 年以来国产替代实现了成本大幅下降。根据企业交流，消费级四足机器人对应的行星减速器单价在 200-300 元/个左右，工业级千元级水平；2) 传感器：激光雷达为主流方案，根据速腾聚创年报披露，激光雷达价格在 1000 至上万元；IMU 也常见于高性能运动要求的配置上，搭配 1-4 个不等。

- ▶ 中游：整机厂以大小脑运控、系统级设计能力为核心壁垒。值得注意的是，复合四足机器人为新的硬件设计发展方向。宇树科技 2021 年推出的 Z1 机械臂安装在四足机器人的头部，可以完成捡拾物体、开门关门、自动倒酒、紧固螺丝等任务。复合设计拓展了四足机器人的应用范围，使其在工业和危险场景作业中完成更复杂的任务，如在电力、石油等行业的巡检中进行设备检测，在仓库等物流场所灵活移动并搬运物体等。
- ▶ 下游：近两年，四足机器人在电力、石油、化工巡检落地速度较快。此外，海外高校科研、C 端市场亦为重要的出海方向。

图表 13：四足机器人产业链图谱



资料来源：各公司年报，各公司官网，澎湃新闻，中金公司研究部

软件端：具身智能赋能大小脑

四足机器人的大脑由应用层、中间件和操作系统组成。应用层包括感知算法（图像识别、点云处理、声音定位等）和学习算法（深度学习、强化学习等），用于处理传感器数据并进行规划和决策。中间件提供客户端库、通信协议（TCPROS/UDPROS）等，支持模块间通信和仿真。操作系统层基于 Linux 内核/Ubuntu 和 ROS Kinetic，为上层应用提供基础运行环境和实时性能。

图表 14：四足机器人大脑架构



资料来源：GGII，中金公司研究部

感知模型与运动策略的端到端为发展关键。1) 视觉-语言-动作模型 (VLA) 为当前的主流方案，整合来自不同模态的视觉信息和指令作为输入，并将其分解为具体的动作序列，交给底层低级策略执行。2) [英伟达于 2024 年推出用于导航的足式机器人的 VLA 模型，在 25 条指令上实现了 88% 的成功率。](#)目前在机器狗与 AI 大模型的结合中，高推理延迟是目前的主要瓶颈，语言大模型的每次激活都涉及一个计算密集型的推理过程，实现推理效率和模型性能的平衡是未来的重点研发方向。

图表 15：英伟达 NaVILA 模型在腿足机器人的应用



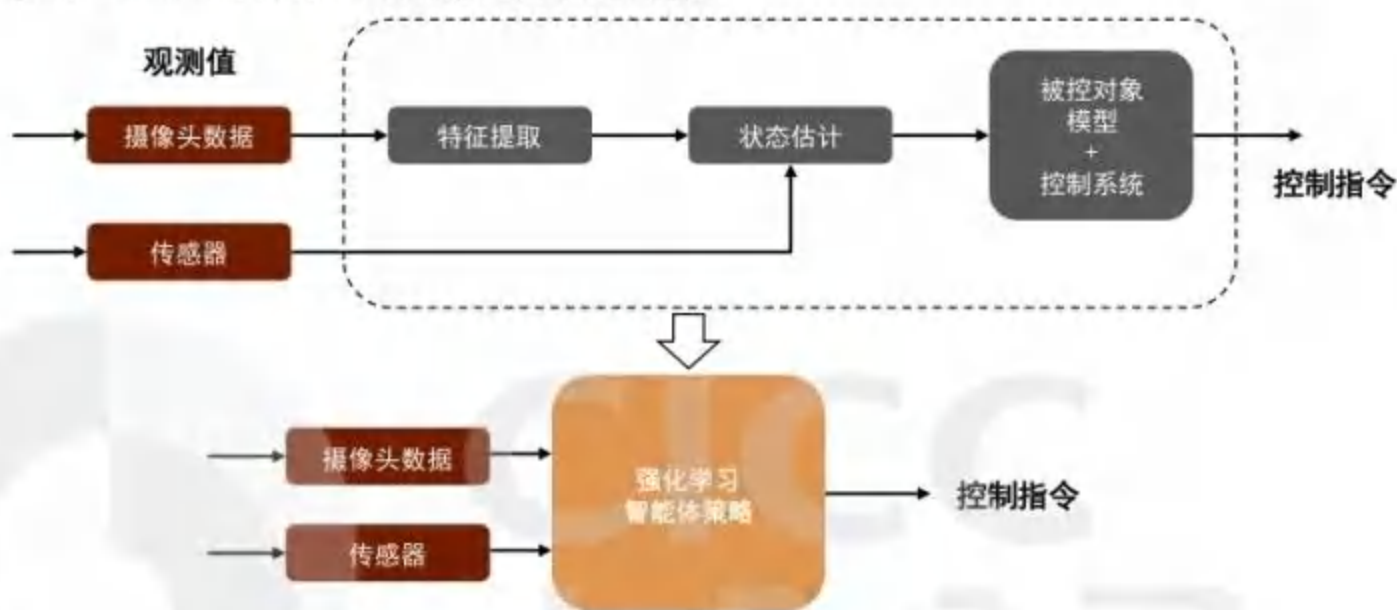
资料来源：英伟达官网，中金公司研究部

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

四足机器人“小脑”包括步态规划及运动控制。1) 步态规划：MIT 猎豹系列机器人 I 代和 II 代均采用了基于贝塞尔曲线的腿部轨迹生成方法，可以实现高速运动状态下的步态切换。2) 运动控制：强化学习为当前新的技术趋势，突破了模型依赖的局限性，通过模拟生物进化和条件反射的原理，使机器狗能够自主学习适应不同环境的运动控制策略。

四足机器人从多个摄像头和传感器获取观测值，数据经过特征提取和状态估计后，用于生成控制指令。这一过程包括对被控对象模型的精确建模和实时控制系统的快速响应，要求实时处理视觉和传感器信息，根据环境变化快速响应，对算力要求很高。此外，强化学习智能体策略的优化涉及大量的环境交互和前向传播计算，需要大量的计算资源和时间，以找到最优的控制策略。如小米 CyberDog 集成多个 CPU、GPU 和深度学习加速器，可以提供最高 21T 的算力。

图表 16：基于强化学习的机器狗运动控制算法



资料来源：《基于深度强化学习的四足机器人单腿越障轨迹规划》，李敏，2024，中金公司研究部

硬件端：关注执行关节、传感器

电机+行星减速器为主流方案。1) 国内机器狗厂商主要采用伺服电机和行星减速器相结合的方案，其中小米和云深处已经开始采用无框力矩电机实现一体化设计，可实现 12 个自由度。海外存在其他技术路线，如索尼 2024 年推出的新一代 Aibo 机器狗具备 22 个自由度，采用谐波减速器。2) 目前本体厂深度参与执行关节设计。如宇树科技的电机、减速器、控制器均为自主设计；云深处于 2024 年推出自研 J60 系列关节电机，通过一体化设计大幅降低成本。

图表 17：主流机器狗企业驱动器方案设计

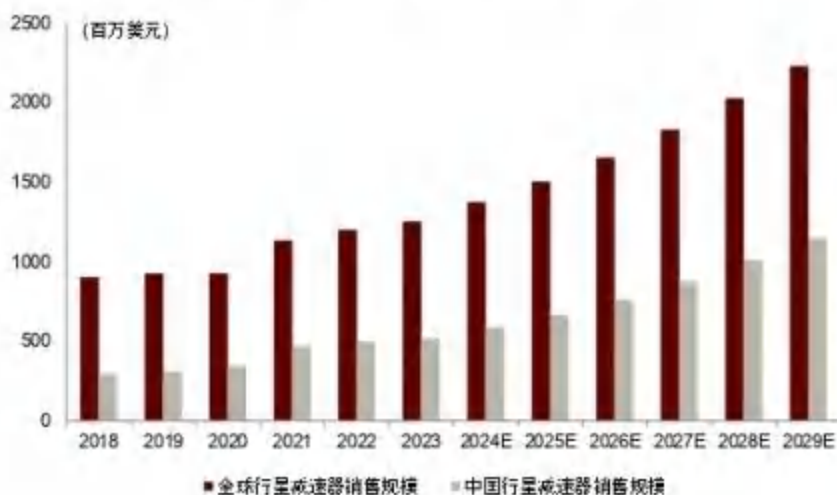
公司	产品	电机数量	电机类型	传感器		编码器	减速器
				力矩传感器	足端力传感器		
波士顿动力	Little Dog	12个	高增益伺服电机	有	4个	光学编码器22个	谐波减速器
索尼	Aibo机器狗	22个	单轴/双轴致动器	有	/	/	/
KODA	KODA智能狗	14个	高扭矩电机	有	有	/	/
宇树科技	AlienGo	12个	高性能永磁同步电机	有	有	电机编码器12个、输出端编码器12个	行星减速器
蔚蓝智能	BabyAlpha A2	12个	高精度伺服电机	有	/	AS5047编码器12个	行星减速器
小米	CyberDog 2	12个	无框力矩电机	12个	/	单圈绝对式编码器12个	行星减速器
云深处	绝影Lite3	12个	无框力矩电机	有	/	高精度绝对式编码器12个	行星齿轮减速器
哈崎机器人	机器狗“铁汪汪”	12个	外转子无刷电机	有	/	绝对位置编码器	行星齿轮减速器

资料来源：各公司官网，中金公司研究部

行星减速器国产化率提升。根据 QY Research 统计的销售金额数据，日本新宝、纽卡特、威腾斯坦是全球精密行星减速器市场的主要供应商；日本新宝及纽氏达特行星减速机有限公司是中国精密行星减速器市场的主要供应商，2022 年中国市场占有率分别为 20.4%、11.7%、9.4%。根据观研天下统计，2023 年中国行星减速器的销售规模为 5.2 亿美元，预计 2029 年将增长至 11.5 亿美元，CAGR 为 14.1%。

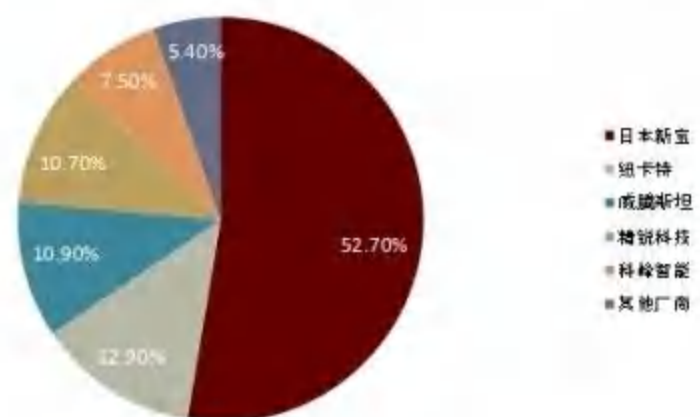
在本轮四足机器人浪潮中，国内行星减速器已上市公司（中大力德、国茂股份）等在战略上高度重视，客户进展迅速。

图表 18：中国行星减速器规模仍有提升空间



资料来源：观研天下，中金公司研究部

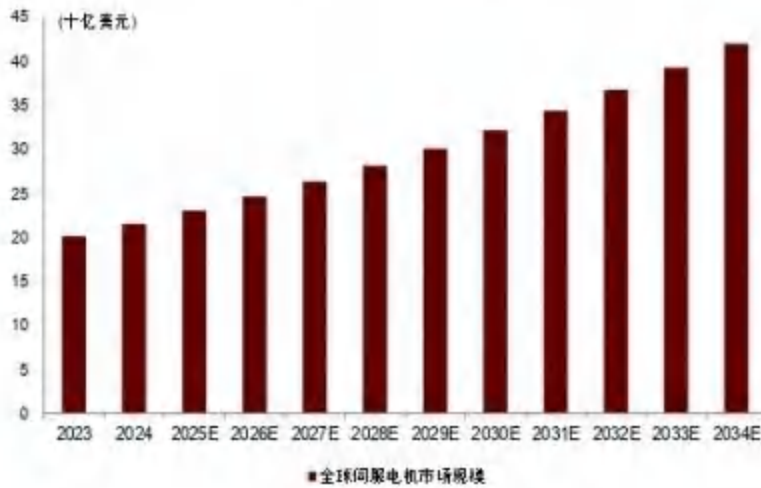
图表 19：2022 年全球精密行星减速器市场竞争格局



资料来源：QYResearch，中金公司研究部

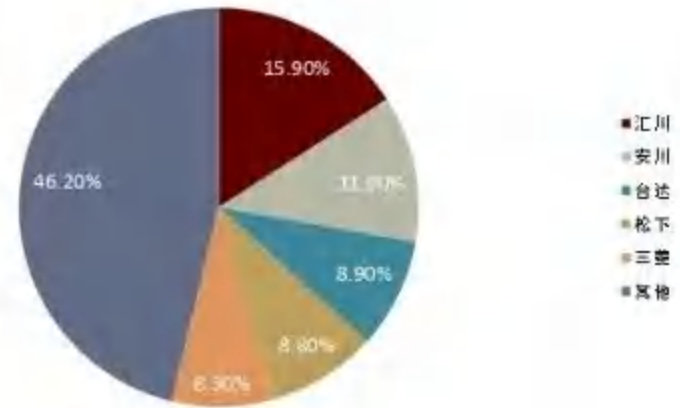
伺服电机需求稳定，国产替代进展较快。根据 Precedence Research 统计，2024 年全球伺服电机和驱动器市场规模为 215.3 亿美元，预计未来需求有望保持稳步增长，2024-2034 年的复合年增长率为 6.9%。中国伺服电机行业市场集中度较高，2024 年国产化率达到 50%，排名前五的品牌占比约 54%，其中国产品牌汇川技术以 15.9% 的市占率位居第一。

图表 20：全球伺服电机规模稳步增长



资料来源：Precedence Research, 中金公司研究部

图表 21：2024 年中国伺服电机竞争格局



资料来源：中商产业研究院, 中金公司研究部

传感器：多传感器融合为重要趋势，满足不同下游应用需求

图表 22：主流机器狗企业传感器方案设计

公司	产品	IMU	位置感知	足端力传感器	触觉传感器	温度传感器	超声波传感器	红外传感器	气体传感器	声音传感器	其他
波士顿动力	Spot	有	激光雷达+5个立体深度相机+倾斜摄像头	4个	/	有	/	/	/	/	关节扭矩传感器
索尼	Aibo机器狗	3轴加速度+3轴陀螺仪(头部+躯干)	ToF传感器+普通摄像头+SLAM摄像头+光传感器	4个	压敏/电容式传感器(背部)+电容式传感器(头部,下巴)	有	/	/	/	/	/
KODA	KODA智能狗	/	1个高清摄像头(正面)+4个3D深度相机(正面、背面和两侧)	有	有	/	/	/	/	阵列式麦克风	空气质量检测器
宇树科技	AlienGo	3轴加速度+3轴陀螺仪	4D激光雷达ToF+220°立体双目相机	有	/	有	/	/	/	/	无线矢量定位伴随模组
蔚蓝智能	BabyAlpha A2	/	4K主视觉摄像头+3D ToF传感器	/	/	/	360°超声波雷达	/	/	/	/
小米	CyberDog 2	有	4个ToF传感器+RGB摄像头+交互式摄像头	/	有	/	有	/	/	有	超宽带(UWB)传感器
云深处	绝影Lite3	/	激光雷达+深度相机	/	/	有	有	有	有	/	/
哈崎机器人	机器狗“铁汪汪”	/	鱼眼双目视觉传感器+ToF深度相机+超声波雷达	/	/	/	/	/	/	/	/

资料来源：各公司官网, 中金公司研究部

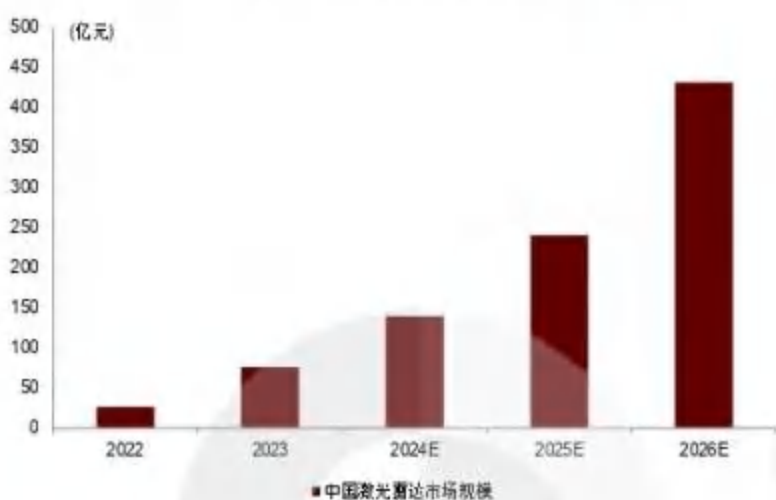
多传感器融合方案为主要趋势。不同于技术方案成熟的驱动系统，传感器方案由于技术路线存在差异、仍有进一步优化空间而较为受市场关注。以索尼为代表的机器狗厂商采用纯视觉方案，传感器以深度相机为主，降低硬件成本。以波士顿动力、宇树科技为代表的厂商融合激光雷达和视觉传感，保证精度和抗干扰能力。随着国内激光雷达市场竞争加剧，价格由数万元下探至千元级别，成本大幅降低，多传感器融合或将成为未来的发展趋势。新的传感方案倾向于在多传感器融合的基础上，增加视觉传感器比重以提升感知丰富度，如小米 CyberDog2 的 19 个传感器中包括 5 个摄像头，以较低的成本实现感知维度的提升。

国外在传统感知领域优势明显，国内积极拓展多维传感。波士顿动力、索尼等国外机器狗企业在位置、压力及触觉感知技术上仍较为领先，均配备有多个深度相机+IMU+足端力传感器，宇树科技在位置感知上接近国外水平，运动平衡能力优秀。国内厂商在其他感知能力的拓展上进

展显著，云深处的机器狗用于巡检、救援、冶炼等工业场景以及极端环境作业，根据行业应用场景开发了温度、超声波、红外、气体等多重感知系统，小米 2023 年推出的 CyberDog2 配备了声音传感器，增强智能交互体验。

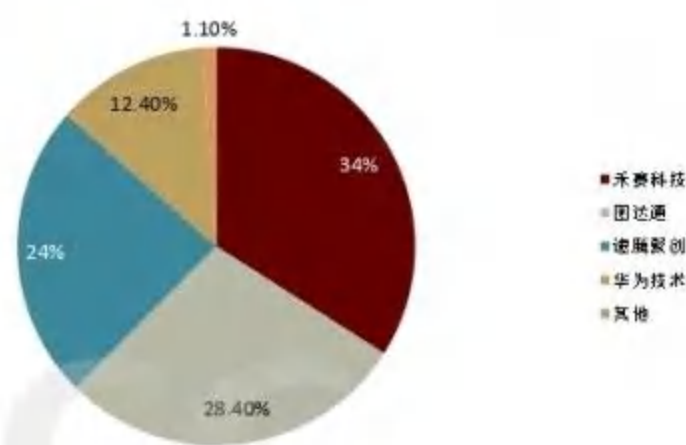
激光雷达：国产供应链推动成本下降。中国激光雷达市场正在快速扩张，根据中商产业研究院统计，2023 年规模约为 75.9 亿元，预计 2024 年市场规模将达到 139.6 亿元，同比增长 83.9%，预计到 2026 年实现 431.8 亿元，2023-2026 年 CAGR 为 78.5%。2023 年禾赛科技稳居行业前列，市占率达到 34%；图达通、速腾聚创的市场份额分别为 28.4%和 24%。国产激光雷达市场竞争激烈，速腾聚创的机器人用激光雷达从 2021 年 15400 元降至 2024 年 7700 元。

图表 23: 2022-2026E 中国激光雷达市场规模



资料来源：中商产业研究院，中金公司研究部

图表 24: 2023 年中国激光雷达市场竞争格局



资料来源：中商产业研究院，中金公司研究部

触觉传感：配置尚处于初期阶段。以电子皮肤为例，难点在于：**1) 组装至机器人方面：**传感元件高密度化给布线和算法设计带来难度，电子皮肤贴合性需要传感器厂商和机器人本体厂商耗费大量成本进行测试与磨合。**2) 稳定性方面：**实验室制作的成品以人体皮肤贴片为主，环境较为温和，研究成果对部分机器人作业环境迁移性较差，无法保证材料的稳定性。**3) 生产方面：**电子皮肤的大面积和稳定生产缺乏经验，大批量生产的成本可行性不足。

受益企业

图表 25：四足机器人相关企业及公开进展

公司名称	介绍	最新进展
宇树科技	宇树科技是一家世界知名的民用机器人公司，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的自主研发、生产和销售	2024年12月，宇树科技发布了其行业级机器狗B2-W视频，不仅能够轻松应对崎岖地形，完成如爬山、渡水和越障等复杂任务，还能执行两足倒立、原地旋转及飞跃2.8米高等高难度动作
云深处	云深处科技是具身智能创新与行业应用引领者，是全球首家因铁路电力巡检行业应用的智能四足机器人企业	2025年1月，云深处发布更新轮足“山猫”视频，是全球唯一后空翻仍能保持双腿站立的四足机器狗，轮足形态实现灵活性和稳定性统一
申昊科技	申昊科技智能四足机器人也被称为“机器狗”，是公司与合作单位在杭州市公安局余杭分局指导下合作研发的高科技产品	2023年，申昊研发的智能四足机器人具备自主巡逻、面部识别等功能，可应用于治安巡逻、火灾救援、应急处置等场景，已于9月份参与杭州市公安局余杭分局派出所的亚运会保障工作
小米	小米于2021年第一代仿生四足机器人Cyberdog，标志着小米进军四足机器人领域	2023年8月，小米发布全新仿生四足机器人Cyberdog2，是全球第一个可以滑滑板的机器人
哈崎机器人	北京哈崎机器人科技有限公司(HachiBot)于2019年12月在北京成立，是一家致力于研发智能机器人的创业公司	2021年8月，哈崎机器人推出四足机器人产品“铁证”，并定向发售部分消费者
优宝特	山东优宝特智能机器人有限公司是山东省政府引进的高科技企业，致力于四足式仿生机器人和液压特种机器人产品开发	2024年，公司与钉钉达成战略合作，获得2024年中关村仿生机器人大赛总决赛冠军
蔚蓝科技	蔚蓝智能科技有限公司成立于2019年，一直秉承通用生产力技术创新，专注于打造面向所有家庭和企业的通用型机器人	2024年9月，蔚蓝科技公布四足机器人BabyAlpha A2（即二代），聚焦家庭场景，这是国内首款具备多模态交互能力的AI机器人，产品售价低至1万元以内
追觅科技	追觅科技成立于2017年，推出过无线吸尘器、扫地机器人、智能洗地机、高速吹风机四大品类产品	2023年，追觅科技推出了仿生四足机器狗Eame One二代，升级到了15个自由度，是当时行业内拥有自由度最多的四足机器狗产品
景业智能	公司专注并致力于智能制造技术在核工业中的应用，主要产品包括核工业系列机器人、核工业智能装备、非核专用智能装备等	2024年12月，公司与云深处签订战略合作协议，携手研发面向核工业等行业新一代特种机器人，目前公司内部已完成四足和人形机器人的研发立项，并制定了研发规划
中望科技	中望科技通过其控股子公司江苏望米向智能机器人领域战略升级	2024年8月，望米智能推出首款四足机器人品牌灵睿型号P1，借助 NVIDIA Isaac Lab 平台，通过 NVIDIA Isaac Sim 的 3D 生成与建模技术构建高度逼真的虚拟场景
德曼动力	德曼动力前身为2013年成立的成都陌云科技X实验室，公司专注于机器人感知智能与认知智能，主营AI机器人自然感知交互系统研发设计、AI机器人生态运营等创新赋能服务	2020年10月，德曼动力自主研发的社交机器狗产品KODA在全球开始发售
建设工业	建设工业是中国兵器装备集团有限公司所属骨干企业，前身为张之洞创办的汉阳兵工厂，枪械类底蕴深厚，在军工领域地位重要	2024年珠海航展上，建设工业自主研发的机器狗成为全场焦点，其操控系统高度智能化，能在复杂战场环境中快速反应，精准执行指令
中控技术	中控技术是国内领先的流程工业智能制造整体解决方案供应商	2024年12月，中控技术与七腾机器人签署战略合作协议，七腾机器人专注于特种机器人领域，其产品包括防爆巡检机器人、防爆化工四足机器人等
长盛轴承	长盛轴承是国内自润滑轴承龙头，工程机械领域全球第一	根据公司公告，中大力德从2021年开始为宇树科技提供精密减速器等核心零部件
汉王科技	汉王科技是一家专注于人工智能和图像识别的高科技企业，其产品覆盖安防、教育等多个领域	2024年10月，汉王全天候智能巡检机器狗首次亮相，可覆盖室内外全地形监控盲区，24小时全天候作业，大幅降低传统人工巡检强度，实现高效率自动巡检
成都鼎桥	成都鼎桥已被华为和高投集团联手收购，并与四川具身联合开发机器狗产品	2024年12月，公司“机器狗”加入了成都市公安局高新区分局巡逻大队，开启巡逻和安防工作
曼恩斯特	曼恩斯特是国内锂电涂布领域龙头，子公司蓝方技术深耕电机驱动领域	2024年12月，蓝方技术与杭州宇树科技在杭州举行了战略合作协议签约仪式围绕机器人本体软硬件技术、机器人产业基地等领域开展合作

资料来源：公司官网，新闻整理，中金公司研究部

景业智能：专注特种机器人

景业智能专注于特种机器人及智能装备的研发与制造。公司成立于2015年，业务版图涵盖核工业系列机器人、核工业智能装备、非核专用智能装备等领域。公司推出了多种核工业系列机器人，包括电随动机械手、分析用取样机器人和耐辐照坐标式机器人等，应用于在核燃料循环的多个环节，如乏燃料后处理、燃料元件制造和放射性废物处理。

2024年12月，公司与云深处科技签署战略合作协议，共同研发四足机器人和人形特种机器人，计划在核应急、要地防卫和物资投送等场景中展开合作，公司预计在2025年完成初代产品的定型。

图表 26：景业智能机器人业务发展重要事件



资料来源：公司公告，中金公司研究部

中控技术：DCS 龙头企业，布局 AI+机器人产业

中控技术是国内领先的流程工业智能制造整体解决方案供应商。公司成立于 1999 年，业务覆盖自动化控制系统、工业软件、仪器仪表等领域，连续多年保持国内 DCS 市场的龙头地位。2024 年，中控技术推出了多款人形机器人产品，包括“领航者 1 号”和“领航者 2 号 NAVIAI”，应用于工业、港口、航天等特种领域。2024 年 9 月，中控技术发布 Plantbot 机器人方案，基于“AI+机器人”技术多维度实现智能化工厂运维。

2024 年 12 月，中控技术与七腾机器人签署战略合作协议，七腾机器人专注于特种机器人领域，其产品包括防爆巡检机器人、防爆化工四足机器人等。

图表 27：中控技术机器人业务发展重要事件



资料来源：公司公告，中金公司研究部

中坚科技（未覆盖）：积极布局机器人业务，推出工业级机器狗产品

中坚科技子公司推出工业级四足机器人灵睿 P1。中坚科技是一家专注于园林机械产品的研发、生产和销售的高新技术企业，并积极布局机器人产业，最早于 2023 年进入割草机器人领域。2024 年 5 月，公司设立控股子公司江苏坚米智机器人有限公司，由江苏坚米负责四足机器人相关业务。2024 年 8 月，中坚科技控股子公司江苏坚米在世界机器人博览会上展示了其首款四足机器人“灵睿 P1”，定位为工业级四足机器人可用于产业园区管理、消防治安、电网电力日常巡检等场景。灵睿 P1 的越障能力大于 40 厘米，爬坡角度大于 45 度，爬坡楼梯高度大于 25 厘米，具有智能化高、通过性强、长续航等优点。灵睿 P1 搭载的中坚科技自研大语言模型，能够实时构建高精度地图，实现精准定位，在复杂环境中实现自主导航和实时避障，实现机器人多模态信息高效识别。

图表 28：中坚科技四足机器狗业务发展历程



资料来源：公司公告，中金公司研究部

中大力德（未覆盖）：减速器+电机+关节一体化架构

中大力德在小型和微型减速电机领域具有领先地位。公司成立于 2006 年，是一家集电机驱动、精密减速器、机器人本体及一体化执行单元制造于一体的机器人上游供应商。中大力德自 2018 年起开始布局机器人相关业务，主要围绕工业和协作机器人的零部件展开。公司于 2023 年底成功研发高密度无框力矩电机、CD 伺服驱动器、中空编码器、空心杯电机等产品，形成了“减速器+电机+关节”架构。

图表 29：中大力德四足机器人业务发展历程



资料来源：公司公告，中金公司研究部

国茂股份（未覆盖）：通用减速器龙头企业，向专用减速器行业拓展

定位通用减速机行业中高端市场，以技术积淀成为行业领袖。国茂股份主要从事减速机的研发、生产和销售，公司是中端通用减速机龙头企业，拥有全面国产通用减速机领域产品。近年来，公司通过收购以及自研向专用精密减速机领域拓展。2021年11月，公司以6,000万元注册成立控股子公司国茂精密传动，并收购安徽聚隆机器人减速器、安徽聚隆启帆精密传动的谐波及RV减速器相关资产。

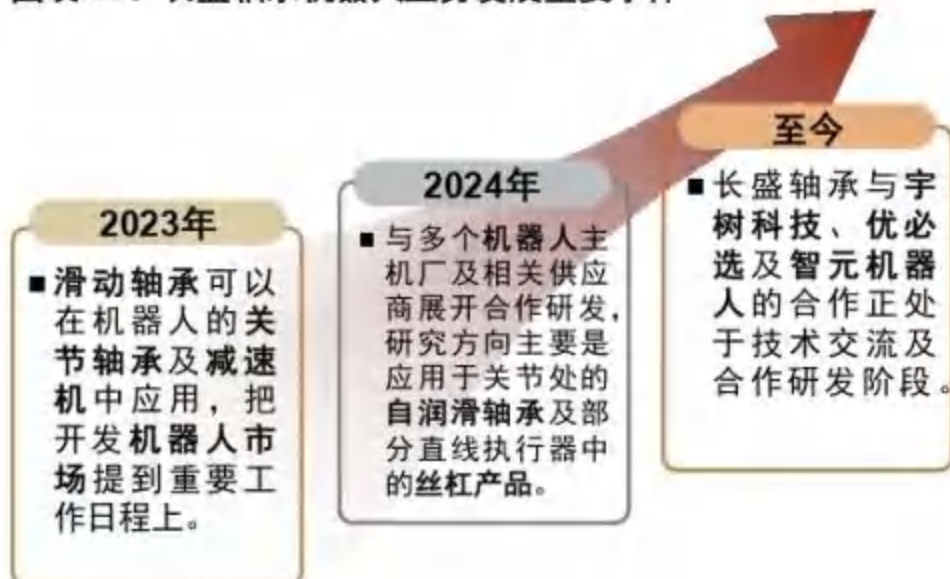
2024年3月，公司以20,475万元收购摩多利传动65%股权，主要产品为精密行星减速器。公司目前为云深处合作提供用在四足上面的行星结构，同时为云深处科技四足机器人定制开发的减速器，凭借其较高的重复定位精度以及传动平稳性，协助机器人在各种复杂环境下稳定行走和作业。

长盛轴承：国内自润滑轴承龙头，看好机器人新领域拓展

长盛轴承是国内自润滑轴承龙头，工程机械领域全球第一。长盛轴承成立于1995年，是一家专业从事自润滑轴承的研发、生产和销售的高新技术企业，为各工业领域提供自润滑轴承解决方案，并致力于自润滑材料的研发及其在新领域的推广与应用。公司大力拓展轴承在机器人领域的应用，研发的滑动轴承具有低成本、高强度、高载荷、免维护、低噪音的特点，同时简化机械设计和结构，实现成本降低、性能与可靠性提高。

根据公司24年半年报，目前公司正与多个机器人主机厂及相关供应商展开合作研发并为其提供样品。截至目前，长盛轴承与宇树科技、优必选及智元机器人的合作正处于技术交流及合作研发阶段。我们认为公司积极布局关节处滑动轴承，有望建立先发优势，在机器人行业快速发展阶段下，推动营收持续增长。

图表 30：长盛轴承机器人业务发展重要事件



资料来源：公司公告，中金公司研究部

曼恩斯特（未覆盖）：专精涂布模头研发，子公司蓝方技术联手宇树科技

曼恩斯特是国内锂电涂布模头龙头。公司成立于 2013 年，创始人及核心团队来自比亚迪，技术基因浓厚，凭借性价比+优质服务，率先卡位涂布模头国产化，17、18 年分别成为比亚迪、宁德时代的合格供应商。

子公司蓝方技术深耕电机驱动领域。蓝方技术于 2023 年 4 月 20 日成立。曾主导完成曼恩斯特智能款模头的执行机构，其执行机构主要的技术路线和结构和机器人的线性执行器有通用的地方，理论上，自动模头执行机构的尺寸进一步缩小就可用作机器人灵巧关节执行器。同时，公司具备压缩机驱动器、一体化驱动器等全部的软件和硬件能力。2024 年 12 月 20 日，蓝方技术与杭州宇树科技在杭州举行了战略合作签约仪式围绕机器人本体软硬件技术、机器人产业落地等领域开展合作。

图表 31：可比公司估值表

股票代码	公司名称	财报货币	收盘价 01-24	营业收入 (财报货币 百万)		净利润 (财报货币 百万)		市盈率		每股收益 (财报货币)	
				2024A/E	2025E	2024A/E	2025E	2024A/E	2025E	2024A/E	2025E
688777.SH	中控技术*	CNY	51.51	9,516	10,894	1,177	1,394	34.6	29.2	1.49	1.76
688290.SH	景业智能*	CNY	50.10	456	830	89	168	57.7	30.5	0.87	1.64
300718.SZ	长盛轴承*	CNY	57.29	1,268	1,468	258	300	66.3	57.0	0.86	1.01
平均值				3,747	4,397	508	621	52.9	38.9	1.07	1.47

注：标*公司为中金覆盖，采用中金预测数据

资料来源：Wind，彭博资讯，公司公告，中金公司研究部

风险提示

四足机器人研发进展不及预期：目前，国内在四足机器人的行进速度、负载能力等硬性指标上以及针对地形和扰动的自适应控制技术方面与国外研究水平有一定差距，可能会出现研发进展不及预期的风险。

盈利能力低于预期：若工业应用端下游需求增速较慢或消费级四足机器人需求减弱，则会导致相关企业盈利能力低于预期。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明