

工业切入生活场景，想象空间持续打开

——人形机器人行业点评报告

推荐|首次

报告要点：

● 人形机器人新进度发布，测试本体及测试环境均存亮点

2024年1月16日，马斯克在社交软件X发布Optimus最新视频，视频全长31秒，主要展示了训练场景中Optimus在测试人员的监督下叠完一件衬衫并摆放整齐的全过程，随后马斯克在评论区补充道：“Optimus暂时还无法自主执行此操作（叠衬衫并摆放整齐），但未来肯定能够在任意环境中完全自主执行此操作（不需要只有一件衬衫的盒子和固定的桌子）”。

从测试样机来看，此版本Optimus外观与gen2保持了一致，但在折叠衣服的时候表现出了更加流畅的手部操作；从测试环境来看，此次测试环境应该算相较过往展示中较为复杂的一次，并且此次测试内容更偏向于生活场景，或表明特斯拉人形机器人未来的应用不仅限于工厂操作。我们认为此次测试意味着特斯拉人形机器人有望应用生活场景。

● Optimus性能持续迭代，产业化趋势确定性不断增强

复盘来看，特斯拉人形机器人自概念机亮相以来进展速度极快，从2021年8月AI Day公布概念机开始，时隔一年便推出Optimus Gen-1（2022年10月），并且初步具备一定的运动能力，随后在运动、控制、感知、轻量化等方面不断进化，2024年有望成为Optimus更加复杂场景测试乃至小批量量产的元年。从产业化趋势来看，伴随合作供应商（三花智控、拓普集团）拟投入资本开支建设生产基地来看，特斯拉人形机器人产业化确定性进一步得到增强。同时我国政策端也频频发力，定下行业基调，除核心零部件以外，本体厂商有望与海外并行发展以促进行业繁荣。

投资建议

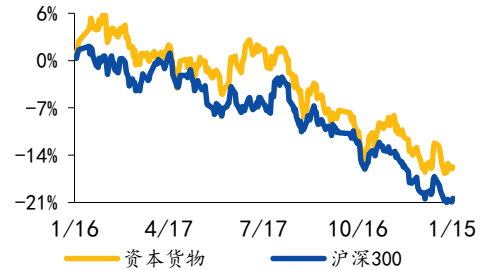
在特斯拉人形机器人产品持续迭代进化、国内政策引导的大趋势下，特斯拉有望成为人形机器人降本后量产的首家厂商，其涉及的核心零部件对应的潜在供应商均有望受益：**总成方面**，我们建议关注此前跟特斯拉在新能源汽车领域合作已久的厂商：三花智控、拓普集团。

核心零部件中：丝杠：推荐多次送样零部件的**五洲新春**，建议关注恒立液压、贝斯特、北特科技、丰立智能。建议关注前端加工能力较强的浙海德曼、日发精机、华辰装备、长盛轴承。减速器：建议关注国内谐波减速器龙头厂商绿的谐波，中大力德（行星减速器）、丰光精密、双环传动。电机：推荐已供样的空心杯电机厂商**江苏雷利**，建议关注：鸣志电器、禾川科技、伟创电气、步科股份。传感器：建议关注柯力传感及有望将柔性传感器应用人形机器人领域的汉威科技。其他：建议关注工业机器人本体厂商亿嘉和、博实股份、申昊科技；人形机器人上市第一股优必选

风险提示

人形机器人研发进度不及预期；人形机器人降本不及预期；相关政策不及预期

过去一年市场行情



资料来源：Wind

相关研究报告

《国元证券行业研究-机械设备行业2024年投资策略：拥抱成长赛道，关注科技主线》2023.12.31

报告作者

分析师 龚斯闻
执业证书编号 S0020522110002
电话 021-51097188
邮箱 gongsiwen@gyzq.com.cn

分析师 许元琨
执业证书编号 S0020523020002
电话 021-51097188
邮箱 xuyuankun@gyzq.com.cn

联系人 冯健然
电话 021-51097188
邮箱 fengjianran@gyzq.com.cn

目 录

1.Optimus 最新视频发布，测试场景从工业切换至生活.....	3
1.1 人形机器人新进度发布，测试本体及测试环境均存亮点.....	3
1.2 Optimus 性能持续迭代，产业化趋势确定性不断增强	4
2.相关标的	7
3.风险提示	7

图表目录

图 1： Optimus 叠完衬衫后将其摆放整齐	3
图 2： 特斯拉人形机器人性能不断迭代.....	4
表 1： 三花智控与拓普集团均开始建设机器人相关生产基地	5
表 2： 人形机器人揭榜挂帅任务榜单项目及预期目标.....	5
表 3： 《人形机器人创新发展指导意见》重点任务	6

1. Optimus 最新视频发布，测试场景从工业切换至生活

1.1 人形机器人新进度发布，测试本体及测试环境均存亮点

北京时间 2024 年 1 月 16 日凌晨 2 点，马斯克在社交软件 X 发布 Optimus 最新视频，视频全长 31 秒，主要展示了训练场景中 Optimus 在测试人员的监督下叠完一件衬衫并摆放整齐的全过程，随后马斯克在评论区补充道：“Optimus 暂时还无法自主执行此操作（叠衬衫并摆放整齐），但未来肯定能够在任意环境中完全自主执行此操作，并且不需要只有一件衬衫的盒子和固定的桌子”。

图 1：Optimus 叠完衬衫后将其摆放整齐



资料来源：X，国元证券研究所

外观与 gen2 视频中同步，亮点主要在于测试机器人手部动作更加流畅连贯，测试环境更加复杂以及偏向生活场景，此次测试意味着特斯拉人形机器人有望进入生活场景及对应市场。此次视频中 Optimus 相较 2023 年 12 月 13 日发布的 gen2 视频中在外观上基本保持一致，亮点则体现在测试中机器人以及测试环境两个方面：

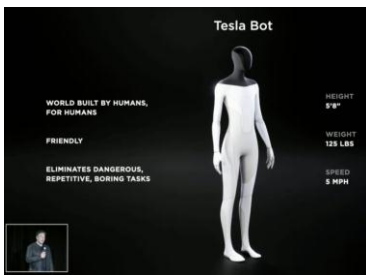
测试机器人：相较 gen2 发布视频中，该视频中 Optimus 表现出了更加流畅的手部操作，此前 gen2 发布视频中用两指捏起鸡蛋时手部有着较为明显的抖动，并且最后放置鸡蛋的动作为在一定高度时候松开双指扔而非鸡蛋触碰到台面的轻放（也可能是因为手部物体重量不同）。尽管此次衬衫折叠过程中灵巧手与衣物有所粘连，但整体流畅度能看出有所提升。

测试环境：此前发布的视频中，Optimus 基本都是在干净整洁的测试场景中，几乎没有障碍物阻挡机器人。而此次测试环境应该算相较过往展示中较为复杂的一次，并且此次测试内容更偏向于生活场景，或表明特斯拉人形机器人未来的应用不仅限于工厂生产。

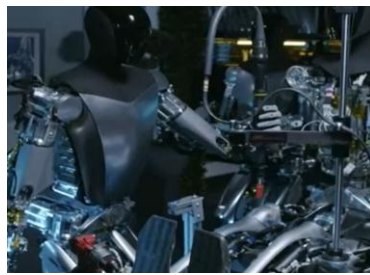
1.2 Optimus 性能持续迭代，产业化趋势确定性不断增强

特斯拉人形机器人样机性能迭代速度极快，2024 年有望成为更复杂场景测试乃至小批量量产元年。特斯拉人形机器人自概念机亮相以来进展速度极快，从 2021 年 8 月 AI Day 公布概念机开始，仅一年就推出 Optimus Gen-1（2022 年 10 月），并且初步具备一定的运动能力，随后在 2023 年 3 月（运动能力、感知能力增强）、5 月（运动控制能力显著提高）、9 月（视觉和感知能力明显提升）均获得不同程度的进步；2023 年 12 月，Optimus Gen-2 视频发布，二代在运动性能（更快的移速）、灵巧手的感知（二指捏鸡蛋）、轻量化（减重 10kg）方面均有所突破。从测试场景以及发布产品来看，2023 年是人形机器人 Demo 机元年，2024 年或有望成为更加复杂场景测试乃至小批量量产元年。

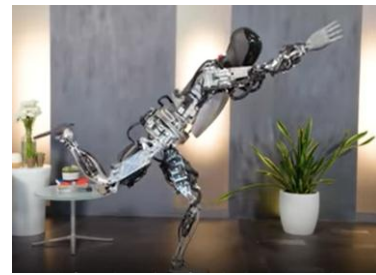
图 2：特斯拉人形机器人性能不断迭代



2021年8月 AI Day, 特斯拉公布人形机器人概念机 Tesla Bot



2023年3月 Investor Day, Optimus 可自主行走, 进行简单搬运、生产维修等动作
运动能力增强、力度控制更加精确灵敏；环境感知和记忆能力提升



2023年9月特斯拉发布视频, Optimus 可实现自主分类物品、做瑜伽等复杂任务
视觉感知能力明显提升, 算法与模型不断进步



2022年10月 AI Day, 首款人形机器人原型机“擎天柱”(Optimus Gen-1)亮相, **由员工扶持登场**, 可实现直立行走、洒水等动作



2023年5月股东大会, 展示 Optimus 全新型号, 可执行复杂动作。**运动控制与 AI 能力提升。**



2023年12月特斯拉发布视频, Optimus-Gen2亮相, **体重减轻, 自由度增加, 运动能力、平衡性、感知能力提升**

资料来源：CNET, Youtube, X, Insideevs., 机器之心, 国元证券研究所

特斯拉汽车合作供应商开始投资建设生产基地释放积极信号，产业化趋势进一步增强。1月3日，三花智控发布公告，拟于杭州钱塘区计划总投资不低于38亿元建设机器人伺服机电执行器集成组件和域控制器研发及生产基地项目。1月4日，拓普集团发布公告，拟宁波经开区计划总投资约50亿元投资建设机器人电驱系统研发生产基地，主要进行机器人电驱系统的研发生产及销售，并逐步拓展其他机器人部件业务。我们认为这是特斯拉供应商对产业化进程具备信心而释放出的积极信号。

表 1：三花智控与拓普集团均开始建设机器人相关生产基地

主要主体	三花智控	拓普集团
建设地点	杭州钱塘区	宁波经济技术开发区
项目投资金额	计划总投资不低于 38 亿元	项目总投资约 50 亿元人民币，其中固定资产投资约 30 亿元。
项目建设内容	建设机器人伺服机电执行器集成组件和域控制器研发及生产基地，主要进行机器人电驱系统研发生产基地，主要进行机器人电驱地项目	系统的研发生产及销售，并逐步拓展其他机器人部件业务。

资料来源：公司公告，国元证券研究所

自 2023 年以来，我国于人形机器人行业政策端频频发力，国内人形机器人基调已定，除核心零部件以外，本体厂商有望与海外并行发展以促进行业繁荣。其中

- 2023 年 9 月 13 日，工信部发布 2023 年未来产业创新任务揭榜挂帅工作的通知，其中在人形机器人领域从核心基础、重点产品、公共支撑、典型应用等多个维度设立预期目标，代表国家对抢抓新一轮科技革命和产业变革的机遇的决心，也代表了政策端的认可与扶持。
- 2023 年 10 月 20 日，工信部发布《人形机器人创新发展指导意见》，设立 2025/2027 发展目标同时在关键技术突破、产品培育、场景拓展、生态营造、支撑能力等方面部署了任务，奠定了对人形机器人行业的整体基调。

表 2：人形机器人揭榜挂帅任务榜单项目及预期目标

项目	细分领域	2025 年预期目标
核心基础	全身动力学控制算法	可支持具有双足、双臂、腰、髌、膝、踝等不少于 28 个自由度的人形仿生机构。支撑人形机器人实现平地、斜坡、台阶、非平整路面、松软路面等环境的高动态行走，平地最大行走速度 $\geq 4\text{km/h}$ ，最大奔跑速度 $\geq 9\text{km/h}$ 。
	电机驱动器	支持多种行业标准化码盘和通讯接口。最高效率不低于 95%，重量小于 210g（含散热片），尺寸小于 170cm ³ ，最大连续功率达到 6kW，拥有智能伺服控制算法，可实现高速柔性伺服驱动控制。
	力传感器	精度达到 0.5%FS，响应时间优于 0.03s，具有智能信息采集与处理能力，提升力传感器的智能化水平
	MEMS 姿态传感器	完成高性能、低成本的 MEMS 姿态传感器研制，具有较强的抗振动和抖动性能，俯仰角和横滚角静态精度为 0.1°，零偏稳定性（1 σ ，10s 平滑）不低于 0.3°/h，MEMS 姿态传感器具有强的鲁棒性和智能稳定算法。
重点产品	触觉传感器	完成小体积高可靠性高稳定性的手部触觉传感器研制，实现指尖、指腹和掌面部位传感器阵列密度 1mm \times 1mm（厚度 \leq 0.3mm）；力检测范围 0.1N/cm ² ~240N/cm ² （10g/cm ² ~24kg/cm ² ） \pm 5%；最小检测力 10g。
	旋转型电驱动关节	研制系列化的人形机器人一体化旋转电驱动关节，集成减速器、电机、驱动器等，满足腰、髌、膝、肘等关节伺服驱动需要，峰值输出功率密度优于 600W/kg，峰值力矩密度优于 100N.m/kg，在人形机器人上实现应用验证。
	直线型电驱动关节	研制系列化人形机器人直线型电驱动关节，满足髌关节、膝关节、踝关节等应用需求，采用规模化、低成本、高性能的智能一体化设计，实现双向驱动伺服线性致动，推力覆盖 500-10000N，推力密度不低于 1500 N/kg，在人形机器人或足式机器人上实现应用验证。
	机械臂与灵巧手	关节自由度数量满足运动与操作要求，臂手一起工作时，手指末端负载能力 $\geq 3\text{kg}$ ，灵巧手集成位置、力、触觉等传感器，臂体重量 $\leq 9\text{kg}$ （其中灵巧手 $\leq 900\text{g}$ ）；支持多种行业标准化通讯接口。
	高算力主控制器	研制高算力主控制器，满足人形机器人的智能控制算法需求，单台主控制器工作功耗不高于 60W，算力不低于 200Tops，硬件可支持高带宽总线通信方式，具有多种常用传感器的通信接口。
	高能量密度电池	具备过充、过放保护、防爆阻燃和高频振动工况下的工作能力。输出电压 48V-100V，电池组的能量密度不低于 220Wh/kg。

项目	细分领域	2025年预期目标
公共支撑	人形机器人的端到端具有友好的开发界面。支持动态环境的推理、技能强化和具身安全演进，支持大规模并行 GPU 机器学习训练，同一场景仿真开发平台	下并行开展训练的机器数量不低于 1000 个。
	人形机器人的标准、测试与评估	综合测评标准包含行走、作业、智能、交互等模块标准；实验平台可以测试机器人自主行走、双臂作业、任务决策与规划等功能，测试人形机器人行走能力、续航能力、载重能力等关键性能，同时可以测试核心零部件的关键性能。
	人形机器人的机器人智能控制技术	构建特定场景的人形机器人多模态环境感知-自然语言-运动规划数据集，具有感知能力、语音识别能力、自然语言处理能力、任务决策与规划能力，建立不低于 100 亿的典型任务参数集，自动化处理任务的类型不低于 100 种，并能够在人形机器人上实现应用。
典型应用	面向工业制造	实现制造业环境中稳定行走速度不低于 3km/h，可以操作不低于 10 种设备或工具，综合工况续航不低于 4h。整机通电后准备时间小于 5min。
	面向灾害救援	实现高温、耐冲击、防尘防水、防爆等能力，能够自主进入极端环境实施救援任务，地形攀爬能力不低于 50cm，移动速度不低于 5km/h，综合续航不低于 4h。
	面向危险作业	能够满足危险作业环境的抗辐射、低重力、高低温等环境适应性要求，可以使用工具开展焊接、切割、整理等作业任务，准确率达到 95% 以上；实现与人协作式的共融作业，能够操作 50 种以上的工具；可以完成安装、拆卸、旋拧、插拔等多类精细操作。
	面向智慧物流	实现自主移动速度 $\geq 4\text{km/h}$ ；双臂负载能力 $\geq 10\text{kg}$ ；单次工作时长 $\geq 3\text{h}$ 。整机通电后准备时间小于 5min，并在典型物流场景完成应用验证。
	面向安防巡逻	单次运动里程不小于 6km，单次工作时长不少于 3h，负重不小于 5kg，实现在居民社区、工厂或哨所等场景下的示范应用。
	面向服务娱乐	能够与人类进行比较流畅的沟通，能通过手势、自然语言进行沟通，基础动作单元不少于 15 种，落地应用场景不少于 10 个。

资料来源：工信部，国元证券研究所

表 3：《人形机器人创新发展指导意见》重点任务

重点任务	具体内容
突破关键技术	打造人形机器人“大脑”和“小脑”
	突破“肢体”关键技术
培育重点产品	健全技术创新体系
	打造整机产品
	夯实基础部组件
拓展场景应用	推动软件创新
	服务特种领域需求
	打造制造业典型场景
营造产业生态	加快民生及重点行业推广
	培育优质企业
	完善创新载体和开源环境
强化支撑能力	推动产业集聚发展
	健全产业标准体系
	提升检验检测和中试验证能力
	加强安全治理能力

资料来源：工信部，国元证券研究所

2. 相关标的

特斯拉作为新能源汽车全球领跑者，此前在新能源汽车方面降本增效有望复制在人形机器人产业链上，我们认为人形机器人最具备量产可能的厂商。此外，人形机器人涉及多种核心零部件，特斯拉放量后将带来各个细分环节厂商的大规模扩张，建议关注特斯拉技术方案以及潜在供应商：

总成方面，我们建议关注此前跟特斯拉在新能源汽车领域合作已久的厂商：三花智控、拓普集团。

核心零部件中：

- 丝杠：推荐多次送样零部件的**五洲新春**，建议关注恒立液压、贝斯特、北特科技、丰立智能。建议关注前端加工能力较强的浙海德曼、日发精机、华辰装备、长盛轴承。
- 减速器：建议关注国内谐波减速器龙头厂商绿的谐波，中大力德（行星减速器）、丰光精密、双环传动。
- 电机：推荐已供样的空心杯电机厂商**江苏雷利**，建议关注：鸣志电器、禾川科技、伟创电气、步科股份。
- 传感器：建议关注柯力传感及有望将柔性传感器应用人形机器人领域的汉威科技。

其他：建议关注工业机器人本体厂商亿嘉和、博实股份、申昊科技；人形机器人上市第一股优必选

3. 风险提示

人形机器人研发进度不及预期；人形机器人降本不及预期；相关政策不及预期

投资评级说明:

(1) 公司评级定义		(2) 行业评级定义	
买入	预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅优于上证指数 20%以上	推荐	预计未来 6 个月内, 行业指数表现优于市场指数 10%以上
增持	预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅优于上证指数 5-20%之间	中性	预计未来 6 个月内, 行业指数表现介于市场指数±10%之间
持有	预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅介于上证指数±5%之间	回避	预计未来 6 个月内, 行业指数表现劣于市场指数 10%以上
卖出	预计未来 6 个月内, 股价涨跌幅劣于上证指数 5%以上		

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。

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。

一般性声明

本报告由国元证券股份有限公司(以下简称“本公司”)在中华人民共和国内地(香港、澳门、台湾除外)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。

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。 网址: www.gyzq.com.cn

国元证券研究所

合肥	上海
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	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: 230000	邮编: 200135
传真: (0551) 62207952	传真: (021) 68869125
	电话: (021) 51097188