

Optimus 灵活手实现空中接球，上游供应链受益产业飞速发展

投资要点

➤ 特斯拉发布Optimus灵活手视频，或将增加对零部件数量需求

11月28日特斯拉机器人官号发布视频：Optimus已可稳定接住空中抛来的网球，手指能够相对灵活弯曲。据特斯拉工程师介绍：新一代Optimus与上一代相比自由度成倍增加，其中手掌有22个自由度，手腕/前臂上有3个自由度。我们认为新一代Optimus有望增加对传感器和驱控系统的需求：1) 传感器：灵活手需要覆盖更多的触觉感知面，需要配备更加集成和精准的触觉传感系统。2) 驱控系统：灵巧手传动方案在一级传动中采用行星齿轮箱，二级传动中采用滚珠丝杠，三级传动中采用腱绳方案，将增加对减速器和丝杠需求。

➤ 人形机器人产业加速发展，华为成立具身智能产业创新中心

人形机器人产品加快迭代成熟，有望拉动六维力传感器市场空间。2023年12月特斯拉发布的Optimus Gen2已能完成单腿瑜伽等复杂动作。2024年12月

Optimus灵活手已能完成空中抓取网球动作。2023年国产人形机器人领军企业优必选推出工业版人形机器人Walker S，可在工商业领域精密作业。2024年12月华为全球具身智能产业创新中心宣布正式运营，并与机器人、大族机器人和拓斯达等十六家公司签订战略合作备忘录。人形机器人产业有望加速向前发展。

➤ 人形机器人商业图景远大，上游供应链迎来市场扩容机遇

人形机器人可分为执行层、感知层和控制层。其中执行层和感知层对精密减速器和力传感器具有大量需求。以Optimus为例：1) 减速器：Optimus共有40个传动关节，参考工业机器人约要使用14台谐波减速器和4台行星减速器；2) 力传感器：约需要14个力传感器、14个力矩传感器和4个六维力传感器，在人形机器人的腕部和踝部均需配备一个六维力传感器。考虑到人形机器人产品成熟度的快速提升，我们假设2025年人形机器人正式商业化，

投资评级：看好

分析师：吴起涤

执业登记编号：A0190523020001

wuqidi@yd.com.cn

研究助理：程治

执业登记编号：A0190123070008

chengzhi@yd.com.cn

人形机器人指数与沪深300指数走势对比



资料来源：Wind，源达信息证券研究所

相关报告：

《减速器行业专题研究：人形机器人商业化图景远大，引爆精密减速器市场空间》20240104

《力传感器专题研究：六维力传感器·高附加值核心部件 人形机器人

目录

一、特斯拉发布灵活手视频，人形机器人产业链加速前进	4
二、人形机器人有望打开传动装置和传感器市场空间	6
三、力传感器：机器人的触觉感官	8
四、减速器：机器人的传动关节	11
五、建议关注	14
1.绿的谐波	14
2.双环传动	15
3.东华测试	16
4.柯力传感	17
六、投资建议	18
1.建议关注	18
2.一致预测	18
七、风险提示	19

图表目录

图 1：特斯拉 Optimus 系列机器人发布灵活手视频，可稳定接住抛来网球	4
图 2：特斯拉 Optimus 系列机器人迭代历史	5
图 3：优必选 Walker 系列机器人迭代历史	5
图 4：华为（深圳）全球具身智能产业创新中心宣布正式运营	6
图 5：2024-2030 年全球人形机器人销量预测（台）	6
图 6：特斯拉共有 40 个驱动关节	7
图 7：Optimus 零部件产业链	7
图 8：传感器的基本原理	8
图 9：2020-2030 年中国六维力传感器市场规模及预测	9
图 10：人形机器人腕部需配备六维力传感器	10
图 11：人形机器人踝部需配备六维力传感器	10
图 12：2023 年中国六维力传感器市场格局	11
图 13：2023 年中国六维力传感器国产公司份额情况	11
图 14：谐波减速器通过柔轮传动，结构简洁、体积小	12
图 15：RV 减速器结构复杂，通过多级齿轮传动	12

图 16：谐波减速器通过波发生器带动柔轮传动，核心是使柔轮发生弹性形变	12
图 17：Optimus 共有 40 个驱动关节装置	13
图 18：2018-2024 年 Q3 绿的谐波营收情况	14
图 19：2018-2024 年 Q3 绿的谐波盈利情况	14
图 20：2018-2024 年 Q3 双环传动营收情况	15

图 21 : 2018-2024 年 Q3 双环传动盈利情况	15
图 22 : 2018-2024 年 Q3 东华测试营收情况	16
图 23 : 2018-2024 年 Q3 东华测试盈利情况	16
图 24 : 2018-2024 年 Q3 柯力传感营收情况	17
图 25 : 2018-2024 年 Q3 柯力传感盈利情况	17
表 1 : 常见的力传感器类型	8
表 2 : 常见的力传感器类型	9
表 3 : 人形机器人蕴含的巨大商业想象力有望大大拓宽精密减速器市场空间	10
表 4 : RV 减速器和谐波减速器是精密减速器主流类型, 可匹配用于不同应用场景	11
表 5 : 谐波减速器与行星减速器对比	13
表 6 : 人形机器人蕴含的巨大商业想象力有望大大拓宽精密减速器市场空间	13
表 7 : 重点公司盈利预测	18

一、特斯拉发布灵活手视频，人形机器人产业链加速前进

2024 年 11 月 28 日特斯拉机器人官方账号发布视频新动态：Optimus 已可稳定接住抛来网球并放下，手指实现相对灵活弯曲。视频中工作人员进行 2 次抛球，将球抛至 Optimus 的右侧，而 Optimus 则用左手在空中对网球完成抓取动作，在抓取数秒后松手。整体过程中动作流畅程度较高，左手手部协调性与人类几乎无异。特斯拉 Optimus 工程师 Milan Kovac 介绍：新一代 Optimus 与上一代相比，手部拥有双倍自由度，其中手掌有 22 个自由度，手腕/前臂上有 3 个自由度。同时，该视频是在实验室里通过遥操作实时完成。

我们认为新一代 Optimus 有望增加对传感器和驱控系统的需求：1) 传感器：灵活手需要覆盖更多的触觉感知面，如在手指和手掌拥有足够柔软保护层基础上，同时不影响触觉传感，需要具备更加集成和精准的触觉传感系统。2) 驱控系统：灵巧手是一种高度灵活、复杂的末端执行器，需要配备更加精细、集成的驱控系统，特斯拉展示了一种驱动器外置的三级传动方案可能性：该方案在一级传动中采用行星齿轮箱，二级传动中采用滚珠丝杠，三级传动中采用腱绳方案。

图 1：特斯拉 Optimus 系列机器人发布灵活手视频，可稳定接住抛来网球



资料来源：TESLA，源达信息证券研究所

特斯拉推动人形机器人商业化加速，Optimus 迭代速度惊人。2021 年 8 月，马斯克在特斯拉 AI DAY 上首次提出 Optimus 的概念，并计划在未来让人形机器人取代人类从事部分危险工作和重复劳动。相比工业机器人，人形机器人的核心在于与智能化和类人化，所以智

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/505233243322012004>