

机械行业：人形机器人或解决定制化痛点

2024年11月22日

看好/维持

机械

行业报告

分析师

任天辉 电话：010-66554037 邮箱：renth@dxzq.net.cn

执业证书编号：S1480523020001

投资摘要：

人形机器人有望解决定制化痛点。根据企业的杜邦分析模型，资产回报率为价格、销量和周转率的函数，价格对应着满足定制化的较高毛利率；销量对应着大批量生产的成本摊薄；周转率对应着提高生产效率的敏捷生产低库存。工业机器人的普及解决了低成本、批量化、大规模生产的痛点，而工业互联网利用传感器和互联网让生产设备互联，通过动态配置的单元式生产，从过去落后的面向库存生产模式转变为面向订单生产模式，在一定程度上缩短了交货期，并能够大幅度降低库存，甚至零库存运行。当前工业生产的最后一个痛点在于低成本、大规模、及时性满足客户定制化的需求，而人形机器人作为人工智能的载体，以强大的灵活性和交互性将传统的笨重而固定的生产线嵌入到工业制造的各个环节，打通了消费者个性化需求的最后一公里。从整机成本来看，核心零部件分别是传感器、电机、丝杠和减速器。

传感器或存较强的差异化盈利空间。尽管传感器行业市场规模庞大，但是传感器行业需要较高的定制化程度，需要匹配产品进行长周期的逆向研发才能推出专用的传感器，通用化程度较低，没有大单品的逻辑，因此也提供了较强的差异化盈利空间。有望受益标的：柯力传感（603662）、东华测试（300354）。

电机需要高度定制化生产。目前电机市场参与者众多，电机型号纷繁复杂，针对人形机器人的电机需要高度定制化生产，目前供应链格局仍具有较大的不确定性。其中，空心杯电机是人形机器人灵巧手的关键零件，空心杯应用领域较高端，设计及制造壁垒高，市场空间相对无刷、伺服等通用产品更小。国内部分厂商在空心杯领域亦有布局，未来随人形机器人普及有望打开市场空间。有望受益标的：鸣志电器（603728）、兆威机电（003021）、拓邦股份（002139）、微光股份（002801）。

丝杠标准化程度较高。丝杠作为传动部件，是标准化程度较高的零部件产品，相对于人形机器人其他零部件，其核心壁垒在于高端机床等设备和批量化生产能力。丝杠是将旋转运动变成直线运动的传动附件，具备较高的承载力和精度。有望受益标的：恒立液压（601100）、贝斯特（300580）。

减速器国产替代空间广阔。减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用，是机器人使用的精密传动装置。根据负载不同，减速器可划分为谐波减速器、行星减速器和RV减速器，部分领域减速器已可以实现国产替代。有望受益标的：双环传动（002472）、绿的谐波（688017）、中大力德（002896）。

工业机器人在场景应用具有先发优势。整机制造方面，当前全球参与者已经有数十年的研发经验，波士顿动力 Atlas、本田 ASIMO、KAIST HUBO、优必选 Walker、Agility Digit 均为经典产品代表。国内厂商包括小米、小鹏、傅利叶、智元、宇树、达闼、追觅、开普勒等厂商也在加速入局人形机器人领域。正如前文提到，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。与工业机器人一样，未来人形机器人主要核心竞争力来自于应用场景的嵌入，正如国产工业机器人控制器与外资的差距主要在软件层面，国内在硬件上具备生产能力，但在算法水平和二次开发平台易用性方面与国际水平有差距。控制器的算法对运动精度有直接影响，国外四大机器人家族在控制器算法方面具有先发优势，尤其在规模大、增速高的汽车、3C 等行业应用经验积累深厚。从 2023 年工业机器人细分领域增速来看，部分细分领域出货量下滑，需求阶段性饱和。针对需求不振的市场现状，国产机器人企业推广高附加值应用，逐步替代其他自动化设备和有一定技术壁垒的人工，针对细分行业提供多样化服务、丰富产业矩阵、增加专机研发，更加注重性价比。未来人形机器人的普及有望为国产机器人厂商提供全新起点，进而缩小差距。人形机器人产业链或依托较为成熟的工业机器人产业链。可关注在细分领域具有竞争优势的工业机器人厂商。有望受益标的：汇川技术（300124，强烈推荐）、埃斯顿（002747）。

风险提示：行业政策出现重大变化、市场发展不及预期、技术进步不及预期等。

目 录

1. 为什么必须是人形？	
2. 人形机器人有四大核心零部件	
2.1 传感器：较强的差异化盈利空间	
2.2 电机：需要高度定制化生产	
2.3 丝杠：标准化程度较高	
2.4 减速器：国产替代空间广阔	
3. 人形机器人或依托较为成熟的工业机器人产业链	
4. 风险提示	
相关报告汇总	

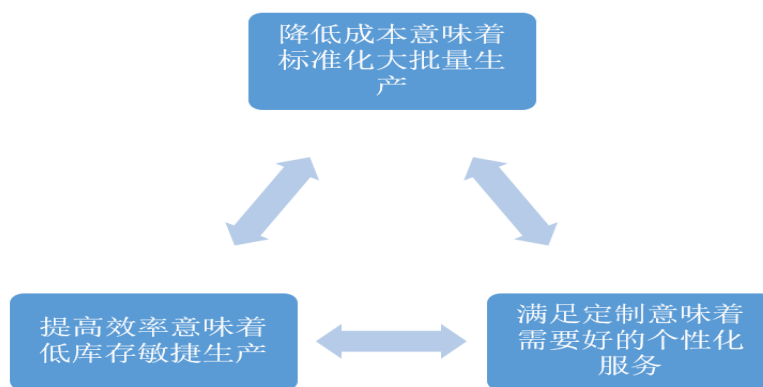
插图目录

图 1： 制造业不可能三角	
图 2： 人形机器人或解决定制化痛点	
图 3： 2023 工业机器人下游出货情况	
图 4： 2024 年工业机器人下游市场预测	

1. 为什么必须是人形？

传统制造业存在不可能三角。即降低成本、提高生产效率和满足定制化需求三者中只能满足两个。降低成本意味着批量化、标准化生产和较高的生产效率，但是无法兼顾定制化需求；较高的生产效率意味着及时、快速响应市场变化，满足客户定制化需求，无法兼顾大批量生产摊薄成本；大批量、标准化生产的同时满足定制化需求意味着需要较大的 SKU 和产品库存进而实时优化产品组合满足市场偏好的变化，无法兼顾高周转的生产效率。

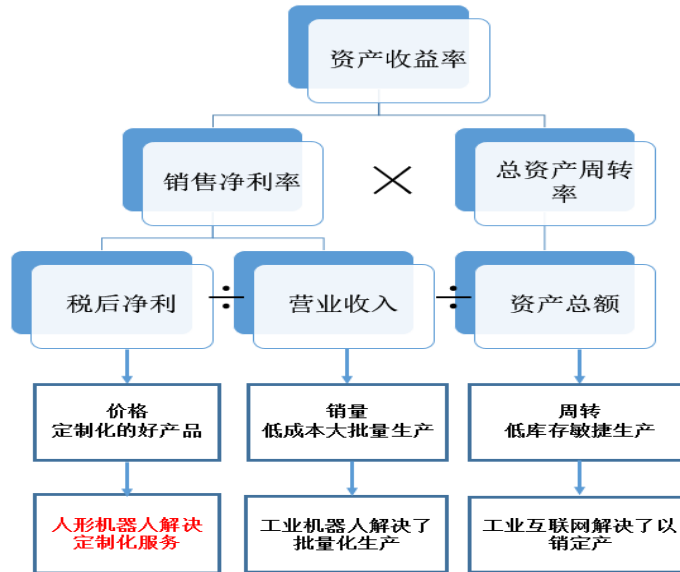
图1：制造业不可能三角



资料来源：东兴证券研究所

人形机器人有望解决定制化痛点。根据企业的杜邦分析模型，资产回报率为价格、销量和周转率的函数，价格对应着满足定制化的较高毛利率；销量对应着大批量生产的成本摊薄；周转率对应着提高生产效率的敏捷生产低库存。工业机器人的普及解决了低成本、批量化、大规模生产的痛点，而工业互联网利用传感器和互联网让生产设备互联，通过动态配置的单元式生产，从过去落后的面向库存生产模式转变为面向订单生产模式，在一定程度上缩短了交货期，并能够大幅度降低库存，甚至零库存运行。当前工业生产的最后一个痛点在于低成本、大规模、及时性满足客户定制化的需求，而人形机器人作为人工智能的载体，以强大的灵活性和交互性将传统的笨重而固定的生产线嵌入到工业制造的各个环节，打通了消费者个性化需求的最后一公里。

图2：人形机器人或解决定制化痛点



资料来源：东兴证券研究所

人形机器人中长期市场空间广阔。人形机器人的应用场景有望经历“汽车工厂应用—制造业开始全面渗透铺开—成熟后走进千家万户”三个阶段。短期来看，2024年6月13日，特斯拉CEO马斯克在年度股东大会上表示，特斯拉将于2025年开始“限量生产”Optimus（擎天柱）人形机器人，并于明年在自有工厂里测试仿人机器人。马斯克预测，明年特斯拉将有超过1000台，乃至数千台在运行的Optimus机器人。中期来看，人形机器人有望率先在工业制造场景落地，目前工业机器人市场已经成熟且需求较为饱和，对于人形机器人在工业场景的需求是很好的替代指标，假设人形机器人全部替代工业机器人，中期人形机器人需求量级在根据IFR，2023年工业机器人销售量54.13万台，预计到2027年销量为60.16万台，年复合增长率为4%，随着全球工业机器人行业逐渐成熟，以及AI技术快速发展，人形机器人行业进入萌芽期。据报道，特斯拉Optimus人形机器人将于3-5年内实现量产上市，产量可达百万级，价格控制在2万美元以内。数据显示，2022年全球人形机器人市场规模达到15亿美元，预测到2028年市场规模将增至138亿美元，2022-2028年CAGR约为44.75%；从长期看，随着工业机器人技术和产业链的成熟，工业机器人有望从工业场景拓展至商用、家用场景，马斯克在2023年世界人工智能大会上表示，人形机器人将成为工业主力，数量有望超越人类，预计达到100亿台至200亿台。

2. 人形机器人有四大核心零部件

需要指出的是作为通用化程度高、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。抛开人工智能来看，机器人本体环节主要目标是降低成本大批量生产，在整个价值链中的占比应该不会很大。从整机成本来看，核心零部件分别是传感器、电机、丝杠和减速器。

2.1 传感器：较强的差异化盈利空间

传感器：尽管传感器行业市场规模庞大，但是传感器行业需要较高的定制化程度，需要匹配产品进行长周期的逆向研发才能推出专用的传感器，通用化程度较低，没有大单品的逻辑，因此也提供了较强的差异化盈利空间。触觉传感器，柔性触觉传感器技术仍由国外企业领先，市场以国外厂商为主。全球范围内柔性触觉传感器生产商主要包括 Novasentis、Tekscan, Inc.、Japan Display Inc.、Baumer Group、Fraba Group、Syntouch、Canatu、Sensel、FORCIOT、钛深科技等。2022 年，全球前五大厂商占有大约 57.1% 的市场份额；视觉传感器，其传感器方案和需求场景与自动驾驶存在类似之处，自动驾驶传感器厂商、机器视觉厂商都是人形机器人传感器的潜在参与者；六维力矩传感器，在竞争格局上，受益于机器人市场需求催化，中国六维力矩传感器市场近年来入局者逐年增加，坤维科技、鑫精诚、宇立仪器、蓝点触控等国内企业先后进入该领域，并在机器人、汽车、3C 等应用领域上占据了一席之地。ATI、SCHUNK 等海外企业作为全球龙头，积累多年，仍旧有明显的领先优势。有望受益标的：柯力传感（603662）、东华测试（300354）。

2.2 电机：需要高度定制化生产

电机：目前电机市场参与者众多，电机型号纷繁复杂，针对人形机器人的电机需要高度定制化生产，目前供应链格局仍具有较大的不确定性。其中，空心杯电机是人形机器人灵巧手的关键零件，空心杯应用领域较高端，设计及制造壁垒高，市场空间相对无刷、伺服等通用产品更小。海外头部企业历史积淀悠久，技术积累深厚，行业地位较高。2022 年全球空心杯电机 CR5 为 67%，前五名企业包括 Faulhaber、Portescap、Allied Motion Technologies、Maxon Motor 及 Nidec Copal Corporation。国内部分厂商在空心杯领域亦有布局，未来随人形机器人普及有望打开市场空间。有望受益标的：鸣志电器（603728）、兆威机电（003021）、拓邦股份（002139）、微光股份（002801）。

2.3 丝杠：标准化程度较高

丝杠：丝杠作为传动部件，是标准化程度较高的零部件产品，相对于人形机器人其他零部件，其核心壁垒在于高端机床等设备和批量化生产能力。丝杠是将旋转运动变成直线运动的传动附件，具备较高的承载力和精度。滚柱丝杠负载高、寿命长且导程小，主要用于承载要求更高的大臂、大腿、小腿。市场格局方面，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 市场份额占比分别为 26%，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%。江苏恒立液压线性驱动器项目聚焦于电动缸和滚珠丝杠设备的研发。无锡贝斯特则利用在智能装备及工装领域的先发优势，全面布局直线滚动功能部件，大力开拓高端机床、半导体装备、机器人等市场。有望受益标的：恒立液压（601100）、贝斯特（300580）。

2.4 减速器：国产替代空间广阔

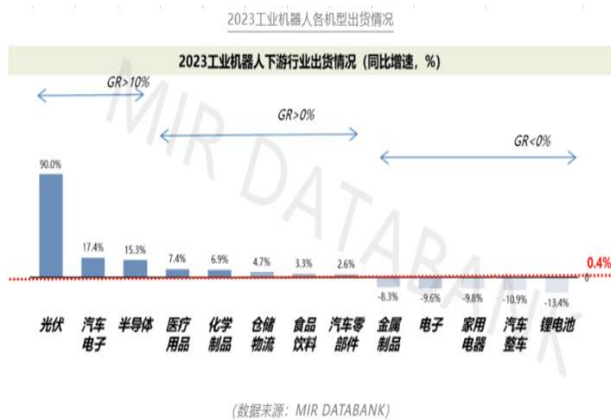
减速器：减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用，是机器人使用的精密传动装置。根据负载不同，减速器可划分为谐波减速器、行星减速器和 RV 减速器。2022 年我国谐波减速器市场竞争格局中，哈默纳科市场份额最大，占比 38%，其次是绿的谐波市场份额为 26%。目前，我国国产品牌在市场占有率不断提升，国产谐波减速器已基本可以实现国产替代；2022 年全球行星减速机头部厂商主要包括赛威传动、纽卡特、威腾斯坦等，市场份额分别为 12.18%、11.73% 和 11.61%。在精密行星减速器领域，由于其技术含量高，生产工艺复杂，存在较高的进入壁垒，目前市场主要参与者为外资厂商、合资厂商，高端精密行星减速器国产化率较低。日本新宝、科峰智能及纽氏达特是我国精密行星减速器市场的主

要供应商，2022年市场占有率分别为20.4%、11.7%、9.4%；2022年我国RV减速器市场中，行业龙头为纳博特斯克，市场份额约为52%，其次是双环传动，市场份额约为15%。未来国产化程度有望进一步提升，有望受益标的：双环传动（002472）、绿地谐波（688017）、中大力德（002896）。

3. 人形机器人或依托较为成熟的工业机器人产业链

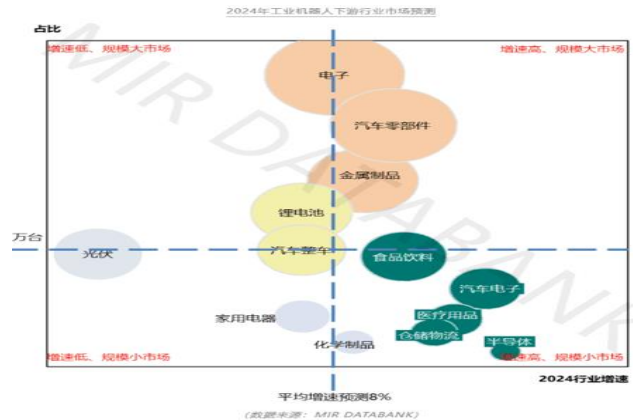
工业机器人在场景应用具有先发优势。整机制造方面，当前全球参与者已经有数十年的研发经验，波士顿动力Atlas、本田ASIMO、KAIST HUBO、优必选Walker、Agility Digit均为经典产品代表。国内厂商包括小米、小鹏、傅利叶、智元、宇树、达闼、追觅、开普勒等厂商也在加速入局人形机器人领域。正如前文提到，人形机器人既需要极强的运动控制能力，也需要强大的感知和计算能力。与工业机器人一样，未来人形机器人主要核心竞争力来自于应用场景的嵌入，正如国产工业机器人控制器与外资的差距主要在软件层面，国内在硬件上具备生产能力，但在算法水平和二次开发平台易用性方面与国际水平有差距。控制器的算法对运动精度有直接影响，国外四大机器人家族在控制器算法方面具有先发优势，尤其在规模大、增速高的汽车、3C等行业应用经验积累深厚。从2023年工业机器人细分领域增速来看，部分细分领域出货量下滑，需求阶段性饱和。针对需求不振的市场现状，国产机器人企业推广高附加值应用，逐步替代其他自动化设备和有一定技术壁垒的人工，针对细分行业提供多样化服务、丰富产业矩阵、增加专机研发，更加注重性价比。未来人形机器人的普及有望为国产机器人厂商提供全新起点，进而缩小差距。人形机器人产业链或依托较为成熟的工业机器人产业链。可关注在细分领域具有竞争优势的工业机器人厂商。有望受益标的汇川技术（300124，强烈推荐）、埃斯顿（002747）。

图3：2023 工业机器人下游出货情况



资料来源: MIR, 东兴证券研究所

图4：2024 年工业机器人下游市场预测



资料来源: MIR, 东兴证券研究所

4. 风险提示

行业政策出现重大变化、市场发展不及预期、技术进步不及预期等

相关报告汇总

报告类型	标题	日期
行业普通报告	机械行业：通用设备有望迎顺周期拐点	2024-09-27
行业深度报告	机械行业：专用设备有望迎估值修复	2024-09-25
行业普通报告	机械行业：股份回购有助于估值修复	2024-09-25
行业普通报告	机械行业：专用设备有望受益于人民币升值	2024-08-06
行业深度报告	周期底部孕育新动能——机械行业 2024 年投资展望	2023-11-22
公司深度报告	汉钟精机 (002158.SZ)：压缩机龙头有望受益设备更新	2024-07-11
公司普通报告	康斯特 (300445.SZ)：国内营收高增，盈利能力提升	2024-04-01
公司深度报告	康斯特 (300445.SZ)：高端检测仪器仪表龙头有望迎来 ROE 拐点	2024-01-29

资料来源：东兴证券研究所

分析师简介

任天辉

机械行业研究员，新加坡管理大学应用金融学硕士，厦门大学控制工程硕士，厦门大学自动化学士，2015年加入东兴证券，从事机械行业研究。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告的观点、逻辑和论据均为分析师本人研究成果，引用的相关信息和文字均已注明出处。本报告依据公开的信息来源，力求清晰、准确地反映分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示

本证券研究报告所载的信息、观点、结论等内容仅供投资者决策参考。在任何情况下，本公司证券研究报告均不构成对任何机构和个人的投资建议，市场有风险，投资者在决定投资前，务必要审慎。投资者应自主作出投资决策，自行承担投资风险。

免责声明

本研究报告由东兴证券股份有限公司研究所撰写，东兴证券股份有限公司是具有合法证券投资咨询业务资格的机构。本研究报告中所引用信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

我公司及报告作者在自身所知情的范围内，与本报告所评价或推荐的证券或投资标的的存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，我公司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头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本报告版权仅为我公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处为东兴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本研究报告仅供东兴证券股份有限公司客户和经本公司授权刊载机构的客户使用，未经授权私自刊载研究报告的机构以及其阅读和使用者应慎重使用报告、防止被误导，本公司不承担由于非授权机构私自刊发和非授权客户使用该报告所产生的相关风险和法律责任。

行业评级体系

公司投资评级（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）：
以报告日后的6个月内，公司股价相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

强烈推荐：相对强于市场基准指数收益率15%以上；

推荐：相对强于市场基准指数收益率5%~15%之间；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5%之间；

回避：相对弱于市场基准指数收益率5%以上。

行业投资评级（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）：
以报告日后的6个月内，行业指数相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

看好：相对强于市场基准指数收益率5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5%之间；

看淡：相对弱于市场基准指数收益率5%以上。

东兴证券研究所

北京	上海	深圳
西城区金融大街5号新盛大厦B座16层	虹口区杨树浦路248号瑞丰国际大厦23层	福田区益田路6009号新世界中心46F
邮编：100033	邮编：200082	邮编：518038
电话：010-66554070	电话：021-25102800	电话：0755-83239601
传真：010-66554008	传真：021-25102881	传真：0755-23824526