

智启新程，人形进阶

——人形机器人产业2025中期投资策略

人形机器人研究院

核心观点

➤ 2025年年初以来，包括人形机器人在内的通用机器人量产逐步落地。

- **2025年为人形机器人量产元年，更是人形机器人通用能力跃升的起点，全球将有万台以上人形机器人进入工厂场景训练。**工厂训练是破除具身智能数据不足与实用性低下之间“引力束缚”的关键，也是积累高质量、大规模应用数据的必要手段。
- **短期（3年内）人形机器人有望应用于特种场景。**我们认为特种场景成本敏感度较低、遥控操作可在短期弥补具身AI不足导致的机器人自主性不足。
- **中期（3-5年）人形机器人有望应用于制造场景。**我们认为制造场景下的通用机器人不止双足人形一种形式，前期工厂训练泛化后的技能同样有望搭载于轮式机器人，制造业企业对于通用机器人形态的选择将加入成本考量、更加因地制宜。
- **远期（5年以上）人形机器人有望应用于民用场景。**随着规模效应释放及大模型的成熟，该阶段人形机器人有望降价至2万美元/台，同时自主性与硬件性能将大幅提升，人形机器人将真正进入人类的家庭与工作场景，达到与汽车相近的销量。

➤ 投资建议：

• （1）软件端：

大脑：人形机器人“大脑”负责人机交互与高层级任务规划，建议关注具身智能领域的重大突破性技术成果、高算力AI芯片的国产替代及机器人域控制器等大脑环节投资机会。

小脑：人形机器人“小脑”负责运动控制的落地，建议关注工业控制领域相关标的的积极布局。

- **（2）硬件端：**建议关注技术路线尚未定型、具备增量空间的零部件环节：高自由度的灵巧手、高精度多维力/触觉/视觉传感器、轻量化材料等。
- **（3）量产应用：**2025年为包括人形机器人在内的通用机器人量产元年，建议关注布局通用机器人垂类场景应用相关标的。

➤ 风险提示：

- 1) 人形机器人技术迭代不及预期的风险；2) 人形机器人下游需求不及预期的风险；3) 人形机器人量产进度不及预期的风险。



01

行情复盘

02

进程加速，初试锋芒

03

AI赋能，短板补齐

04

量产开启，蝶变之始

05

投资建议

06

风险提示

CONTENTS

目录



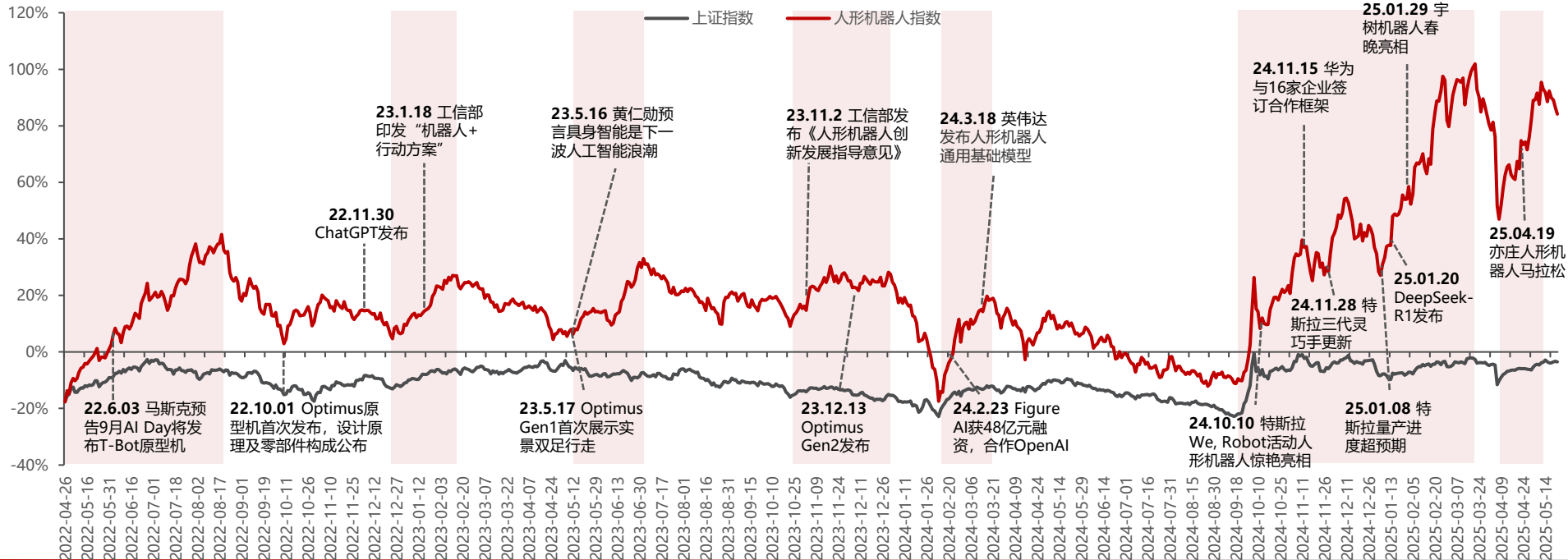
01. 行情复盘

01

行情复盘：由特斯拉引领到海内外共振

- 2025年年初至今，人形机器人板块行情持续升温，特斯拉产业链与国产机器人链为核心主线。复盘2022年至今人形机器人板块行情，过去三年板块主题投资特征显著，2022-2024年，以特斯拉Optimus为代表的人形机器人产业化进程持续深化是行情的主要驱动力，2024-2025年上半年，国内人形机器人产业链加速发展，目前，海内外科技巨头及供应链企业共同引领板块发展。

图表1：2022年至今，人形机器人板块行情复盘



证券研究报告

注：人形机器人指数由50支人形机器人概念股组成，采取等权重构建，涨跌幅以2021/01/04收盘价为基础；

资料来源：wind、工信部、Tesla Optimus官方社交媒体、马斯克社交媒体、澎湃新闻、36氪、2023ITF大会、新浪财经、顶端新闻、浙江日报、北京亦庄公众号、民生证券研究院 * 请务必阅读最后一页免责声明

01

行情复盘：由特斯拉引领到海内外共振

- **(1) 概念萌芽与赛道建立：2022/04/29~2022/08/18，超额涨幅69.6%（相对上证指数）。**2022年6月03日，马斯克预告9月AI DAY将发布特斯拉人形机器人Optimus原型机。市场关于电驱动人形机器人技术方案与核心零部件矩阵的认知开始建立，但9月发布的Optimus原型机尚不能自主移动，市场普遍认为行业处于早期阶段。
- **(2) 大模型热潮激发：2022/12/30~2023/2/10，超额涨幅14.8%。**2022年11月30日，Open AI发布ChatGPT。AI大模型的发展能够为人形机器人智能化提供强大的技术支持，激发市场对于人形机器人落地应用的积极预期。
- **(3) 具身智能推动：2023/5/16~2023/7/4，超额涨幅35.2%。**2023年5月16日，英伟达创始人兼CEO黄仁勋在2023年ITF大会上提出具身智能是AI的下一个浪潮，次日，Optimus Gen1首次展示实地行走视频，人形机器人硬件与软件利好共振，点燃市场对人形机器人即将量产的预期。
- **(4) 政策发布与产业化预期推动：2023/10/24~2023/11/21，超额涨幅18.5%。**2023年11月2日，工信部发布《人形机器人创新发展指导意见》，人形机器人产业顶层设计出台，12月13日，特斯拉重磅发布Optimus Gen2。市场基于人形机器人的小规模量产预期，重点关注具备高壁垒的行星滚珠丝杠、减速器、六维力传感器等核心零部件环节及轻量化材料环节。
- **(5) 海内外事件催化：2024/2/6~2024/3/20，超额涨幅30.6%。**2024年1月16日，特斯拉展示2代机器人硬件方案对复杂操作的完成度，2月23日，Figure AI获微软、OpenAI等科技大厂6.75亿美元融资，英伟达发布其首个人形机器人通用基础模型。性能提升、海内外板块投融资活跃、科技大厂积极布局人形机器人赛道等事件形成催化，在年后回暖的情况下推动此轮行情。
- **(6) 海外量产临近，本土蓄势待发：2024/9/24~2024/12/12，超额涨幅95.2%。**海外方面，2024年10月10日，数台人形机器人亮相特斯拉“ We, Robot” 发布会，硬件结构趋向完善，马斯克此前提出特斯拉人形机器人将在2025年实现小规模量产，市场预期供应链定点将在小规模量产前完成。国内方面，11月15日，华为成立的具身智能创新中心正式运营，并与16家企业签订合作备忘录，本土人形机器人产业链进展加速，板块进入扩散期。
- **(7) 特斯拉上调量产指引，国产链凝聚关注：2025/01/03~2025/02/26，超额涨幅68.8%。**2025年1月9日，马斯克在CES 2025大会上上调特斯拉Optimus量产目标，量产指引超出市场预期，推动相关供应链企业估值提升。2025年1月29日，宇树科技机器人亮相春晚，引爆国产人形机器人产业链讨论度，同期Deepseek大模型发布，有望推动算力提效与技术降本，海内外机器人产业链在此阶段形成共振，板块热情持续攀升。

01

行情复盘：增量环节与场景应用为细分赛道投资热点

年初以来，技术路线尚未收敛且具备增量空间的灵巧手零部件、传感器、轻量化环节以及垂类场景应用等细分赛道成为板块投资热点。

图表2：人形机器人相关概念股历史区间涨跌幅（单位：%）

板块	代码	标的	22/4/27-22/8/18	22/12/30-23/2/8	23/4/28-23/7/4	23/10/25-23/11/20	24/2/5-24/3/20	24/9/24-24/12/12	25/1/3-25/2/26	25/4/8-25/5/23	板块	代码	标的	22/4/27-22/8/18	22/12/30-23/2/8	23/4/28-23/7/4	23/10/25-23/11/20	24/2/5-24/3/20	24/9/24-24/12/12	25/1/3-25/2/26	25/4/8-25/5/23
关节总成	601689.SH	拓普集团	86	22	53	19	27	45	52	1	灵巧手传动	603278.SH	大业股份	20	11	47	43	23	88	63	13
	002050.SZ	三花智控	113	27	27	11	17	43	52	7		603028.SH	赛福天	42	9	4	-4	28	29	9	31
场景应用	603337.SH	杰克股份	0	11	-3	2	17	15	9	49		300918.SZ	南山智尚	26	12	19	4	13	64	108	53
	300879.SZ	大叶股份	77	11	21	15	16	27	19	246	微型丝杠	688722.SH	同益中	64	17	3	10	16	46	38	51
减速器	688017.SH	绿的谐波	169	47	31	43	26	108	65	10		300652.SZ	雷迪克	86	25	18	26	32	78	45	146
	300403.SZ	汉宇集团	171	36	54	25	33	112	112	22		603119.SH	浙江荣泰	0	0	0	17	20	70	70	27
	002896.SZ	中大力德	134	28	95	25	48	53	176	7	传感器	603662.SH	柯力传感	20	15	105	41	47	223	23	13
	300258.SZ	精锻科技	98	13	48	28	27	45	63	45		301413.SZ	安培龙	0	0	0	0	45	82	80	18
丝杠	603009.SH	北特科技	61	17	16	51	59	129	47	19		300007.SZ	汉威科技	75	12	46	26	29	93	123	30
	300580.SZ	贝斯特	69	48	2	60	48	105	56	13		605488.SH	福莱新材	-20	12	3	5	26	85	151	16
	300100.SZ	双林股份	19	14	32	16	39	140	65	-20	设备	688322.SH	奥比中光	21	34	43	28	53	78	54	28
	603667.SH	五洲新春	136	15	29	45	43	157	113	17		688071.SH	华依科技	204	26	34	33	34	115	88	31
	300953.SZ	震裕科技	67	8	-1	3	63	73	124	20		000837.SZ	秦川机床	76	14	52	17	48	48	37	-1
轴承	600592.SH	龙溪股份	30	16	29	27	24	32	50	54		300488.SZ	恒锋工具	39	13	18	19	36	43	95	15
	430418.BJ	苏轴股份	-14	6	78	33	19	96	112	35		688577.SH	浙海德曼	67	11	10	60	25	64	45	31
	300718.SZ	长盛轴承	84	-4	28	20	31	62	228	14	轻量化	300946.SZ	恒而达	-33	12	32	12	24	37	32	171
电机电控	002553.SZ	南方精工	207	20	100	15	36	82	25	38		688716.SH	中研股份	0	0	0	47	30	160	24	41
	688160.SH	步科股份	195	39	130	32	57	84	68	17		301076.SZ	新瀚新材	22	42	6	-7	34	101	17	91
	688698.SH	伟创电气	87	17	48	34	23	119	55	14		301000.SZ	肇民科技	-34	15	-36	6	34	133	52	38
	688320.SH	禾川科技	195	20	47	47	31	131	33	47		603305.SH	旭升集团	101	32	19	23	29	88	43	5
	300124.SZ	汇川技术	34	1	8	0	10	41	39	7	金属材料	300748.SZ	金力永磁	82	16	7	20	17	97	29	4
灵巧手模组	603728.SH	鸣志电器	323	45	81	17	82	78	66	-2		301160.SZ	翔楼新材	76	9	6	13	23	78	72	21
	003021.SZ	兆威机电	177	48	34	23	33	137	111	2		301261.SZ	恒工精密	0	0	0	28	35	48	73	20



02. 进程加速，初试锋芒

第四次科技革命正在发生，智能化时代正在到来

- 以人工智能技术为代表的第四次科技革命正在发生，通用机器人的广泛应用有望带来社会生产力的进一步解放。对比四次科技革命与产业变革，前三次产业变革都以“体力革命”为特点，通过技术革新实现人类体力的扩展与延伸，第四次科技革命则以“智力革命”为特点，人工智能的发展有望扩展和提升人类的智力能力。通用机器人继承了过去几次工业革命带来的硬件技术进步，并与人工智能想结合，从而解决重复性的体力劳动，实现对社会生产力的进一步解放。

图表3：以AIGC及通用机器人广泛应用为标志的第四次科技革命正在到来

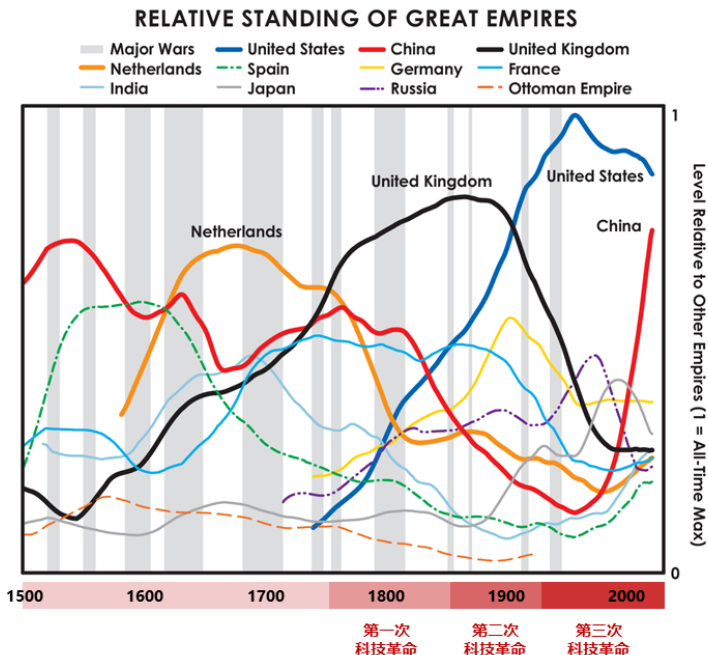
时代	第一次科技革命 蒸汽革命 (1760s~1850s)	第二次科技革命 电气革命 (1870s~1920s)	第三次科技革命 信息革命(1950s~2000s)	第四次科技革命 AI革命(2010s~)
				
标志	标志：蒸汽机发明及广泛应用 蒸汽动力替代手工劳动力 生产方式机械化 居民出行半径拓宽 开启城市化进程	标志：电力的发明及广泛应用 电力、内燃机进一步提高了生产力 家用电器提高了生活水平 电话极大地提高了通讯效率	标志：计算机和互联网广泛应用 社会生产力从体力迈入脑力 互联网降低了信息获取成本 居民生活水平大幅改善 全球化进程加速	标志：AIGC及通用机器人广泛应用 AIGC解决重复性的脑力劳动 通用机器人解决非重复性体力劳动 进一步解放社会生产力 创造力随着娱乐和学习融合得到爆发 开启星际探索进程
公司	纺织、煤矿、钢铁、铁路等公司	通用电气、美国电信、福特汽车、西门子	微软、谷歌、苹果、甲骨文	OpenAI、Deepseek、特斯拉、英伟达

资料来源：鹤壁市科学技术局，中科院物理所，今朝新媒体，搜狐新闻，民生证券研究院整理

每一次科技革命都是大国实力变迁的关键节点

- 过去500年，每一次科技革命都与大国实力的变迁息息相关。桥水基金创始人瑞·达利欧在《原则：改变世界中的秩序》一书中，以多个因素为指标考察了过去500年11个主要国家的相对财富和权力变迁，对比三次科技革命的发生节点，可以发现每一次科技革命都是一个关键节点。

图表4：1500年至今世界11个主要国家相对财富和权力变迁



在《原则：改变世界中的秩序》一书中，表征大国财富和权力的8个主要因素，“1”代表指标的最高值，以下为8个因素：

- (1) 教育，
- (2) 竞争力，
- (3) 创新和技术，
- (4) 经济产出，
- (5) 世界贸易份额，
- (6) 军事实力，
- (7) 金融中心实力，
- (8) 储备货币地位。

中国在通用机器人领域具备发展优势

- 政策：自上而下的政策发布，支持人形机器人产业发展。

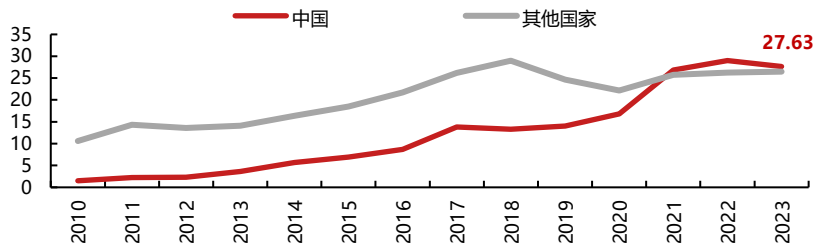
图表5：2023年以来，国家及地方人形机器人相关政策密集发布

国家层面政策文件		
2023/11	工业和信息化部	《人形机器人创新发展指导意见》
地方层面政策文件		
2023/6	上海	《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划（2023-2025年）》
2023/6	北京	《北京市机器人产业创新发展行动方案(2023-2025年)》
2024/1	广东	《广东省培育智能机器人战略性新兴产业集群行动计划（2023-2025年）》
2024/4	江苏	《江苏省机器人产业创新发展行动方案》
2024/4	山东	《山东省促进人形机器人产业创新发展实施方案（2024-2027年）》
2024/9	浙江	《浙江省人形机器人产业创新发展实施方案（2024—2027年）》
2024/10	重庆	《重庆市“机器人+”应用行动计划（2024—2027年）》
2024/12	安徽	《安徽省人形机器人产业发展行动计划（2024—2027）》
行业标准		
2024	国家标准	GB/T 44251-2024《腿式机器人性能及试验方法》
2024	中国团体标准	T/CJET 648-2024《人形机器人技术要求》
2024/10	国地中心	《人形机器人分类分级应用指南》
2024/10	国地中心	《具身智能智能化发展阶段分级指南》
2025/2	北京人形机器人创新中心	《人形机器人智能化分级技术要求》《人工智能具身智能数据采集规范》

资料来源：工信部官网，各地方政府信息公开官网，分析测试百科网，北京亦庄公众号，人形机器人产业联盟，民生证券研究院整理

- 先进制造：为智能机器人应用端创造先机，形成“干中学”闭环。2023年，中国工业机器人年装机量达 27.63万台，占全球总量的51%，在通用机器人工业场景的应用方面具备广阔空间。

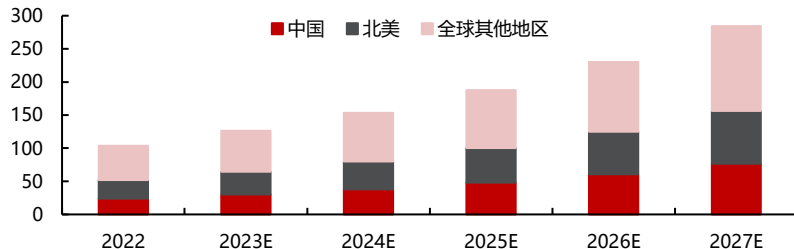
图表6：2010-2023年全球工业机器人装机量（单位：万台）



资料来源：iFind，IFR，民生证券研究院

- 数据优势：中国已成为数据量最大、类型最丰富的国家之一。根据IDC Global DataSphere 2023，预计2027年中国数据生产总量达到76.6ZB，占全球总量的27%左右。

图表7：2022-2027年全球数据生产总量预测（单位：ZB字节）



资料来源：IDC，民生证券研究院

02 从实验室走向赛场，人形机器人开始直面真实落地的挑战

- 从马拉松到拳击赛，人形机器人正在不断突破技术边界，在真实场景与真实任务中彼此切磋：
- 2025年4月19日，全球首个人形机器人半程马拉松赛事在北京亦庄举行。赛道全长约21公里，地形涵盖了平地、上下坡等多种复杂路况，对机器人本体、感知、运控算法及续航能力提出了全方位考验。参赛队伍一共20支，最终完赛的共6支队伍，天工队（本体天工机器人Ultra）、松延动力小顽童队（本体N2机器人）、行者二号队（本体卓益得行者二号机器人）分别获得冠军、亚军和季军。
- 2025年5月25日，《CMG世界机器人大赛·系列赛》之机甲格斗擂台赛在浙江杭州举行。此次赛事的亮点之一是所有参赛机型均采用宇树科技的G1人形机器人，通过佩戴不同颜色的拳击手套区别四个战队。比赛采用宇树科技自主研发的毫秒级响应控制系统，通过语音控制、手柄控制或体感操控可以使机器人施展拳脚组合、闪避格挡等高难度动作。本场比赛对机器人动力系统的扭矩输出能力、控制算法的精准度、稳定性以及本体抗冲击能力都提出了严苛的要求。
- 2025年5月19-23日，ICRA 2025在美国亚特兰大举行。本次ICRA设立了第一届WBCD比赛，以“真实场景验证”为核心定位，从机器人公司及市场的实际需求出发，在决赛设置了三个方向的挑战赛：生命科学实验、物流打包和餐桌服务，重点关注双臂机器人自主感知、预测规划与精细操控等落地性能。主办方为15支队伍分别配备了来自星海图、松灵和方舟无限价值数十美元的双臂机器人，旨在比拼机器人系统以及软硬件的结合能力。

图表8：天工Ultra冲线夺冠，用时2时40分



资料来源：北京亦庄公众号，民生证券研究院

图表9：两支队伍各控制一台宇树科技G1人形机器人同台格斗



资料来源：人形机器人大讲堂，民生证券研究院

图表10：参与餐桌服务挑战赛的方舟无限机器人本体



资料来源：甲子光年公众号，民生证券研究院

类比汽车发展历程，革命性技术的成熟需要经过真实场景的检验

- 回顾汽车行业发展，早期曾举办过多场赛事，真实场景的比赛在短期内暴露出问题，长期看却推动了这项革命性技术的成熟。
- 1886年，卡尔·本茨先生发明了第一辆内燃机三轮汽车“奔驰一号”。“奔驰一号”具备了现代汽车的一些特点，但其性能并不十分完善，在马车被普遍接受的时代，公众对于其性能与安全性抱有质疑。
- 1894年，法国《小日报》举办了“巴黎-鲁昂无马车辆比赛”，赛程从巴黎到鲁昂共127公里。比赛一共吸引到了包括汽油车、酒精车、蒸汽汽车等在内的102名参赛者报名参加，最终完赛的车辆只有9辆，一辆蒸汽汽车最终夺得冠军（时速仅19km/h）。
- 1908年，福特T型车诞生，结实耐用，价格较低，定位大众市场。1909年，T型车开始生产，当年售价950美元，产量达万辆。1913年，福特将流水线生产技术用到汽车生产。1917年，福特T型车第200万辆驶下生产线。

图表11：世界第一辆汽车“奔驰一号”



资料来源：成都三和老爷车博物馆官网，民生证券研究院

图表12：巴黎-鲁昂无马马车比赛参赛车辆



资料来源：Gallica，民生证券研究院

图表13：福特汽车的流水线生产，标志着汽车行业进入大规模标准化生产时代



资料来源：搜狐，民生证券研究院

02 类比PC发展历程，未来十年或成为通用机器人的关键十年

- 类比PC行业，人形机器人目前所处阶段与微型计算机的关键十年具有相似性，机器人和AI的融合类似于PC行业硬件与软件结合所带来的革命性突破。硬件方面，已经出现了Optimus、Figure 02等人形本体；软件方面，算法和程序正不断突破，世界模型的基本框架正在构建。

图表14：类比通用机器人的与PC的发展，当前正处于通用机器人发展的关键十年



03. AI赋能，短板补齐

03 软件路线尚未收敛，数据问题、泛化问题等仍待破局

- 与硬件相比，具身智能大模型的发展仍处于早期阶段，是木桶效应的短板。当前，面向交互生成的非具身智能大模型发展已在特定任务上取得出色成果，但是人形机器人需要能够同时处理视觉-语言-动作等多模态信息输入的具身大模型。具身大模型仍面临来自数据稀缺、泛化性低、分层控制、实时反馈等方面的挑战。
- 数据稀缺：体现在两方面，其一，文本/图像等互联网抓取数据与物理交互存在模态鸿沟；其二，真实环境数据成本极高。为了突破数据困境，行业内存在两种思路，其一，以英伟达、银河通用为代表的企业试图通过仿真数据的方式，生成数据用于机器人训练；其二，以智元机器人为代表的企业建立大规模数据采集厂以收集高质量的真实场景数据，再寻求合适的比例将真实数据与仿真数据混合，以实现较优的训练效果。
- 泛化性低：以谷歌的具身大模型RT-2为例。RT-2在谷歌办公室的厨房测试中，任务执行成功率接近98%，但是一旦换到施工工地、嘈杂后厨等复杂场景，成功率便骤降至30%左右。

图表15：非具身大模型与具身大模型代表示例

Modality	Largest Dataset Size	Example AI Models
Text	15T Tokens	OpenAI GPT-4
Image	6B Image-Text Pairs	Midjourney
Video	2.6B Audio/Visual Features	runway
Robotics	2.4M Episodes Not enough for general-purpose AI model	×

资料来源：COATUE《The Path to General-Purpose Robots》，民生证券研究院

图表16：具身大模型相关研究与应用

大模型	厂商	说明
ChatGPT for Robotics	微软	帮助机器人更好地理解用户需求和指令，提升任务执行精准度
RoboCat	谷歌	基于多模态大模型 Gato 开发而成，将 Gato 架构与大量图像序列和人形机器人手臂动作训练数据集集合，解决不同任务
RT - 2	谷歌	接受网络信息和图像，训练人形机器人执行任务
VoxPoser	斯坦福 李飞飞团队	从大语言模型和视觉 - 语言模型提取机会和约束，构建 3D 地图，零样本情况下，理解指令，分解任务，规划路径
RT - X	谷歌 Deepmind	特定任务工作效率是同类型机器人的三倍，可执行未训练动作
Eureka	英伟达	自主编写奖励算法训练人形机器人，学习复杂运动控制能力
阿里云机器人大脑	阿里云	赋予人形机器人知识库问答、工艺流程代码生成、机械臂轨迹规划、3D 目标检测和动态环境理解等能力
华为盘古大模型	华为	提升人形机器人语义理解、动态、多模态信号理解等能力

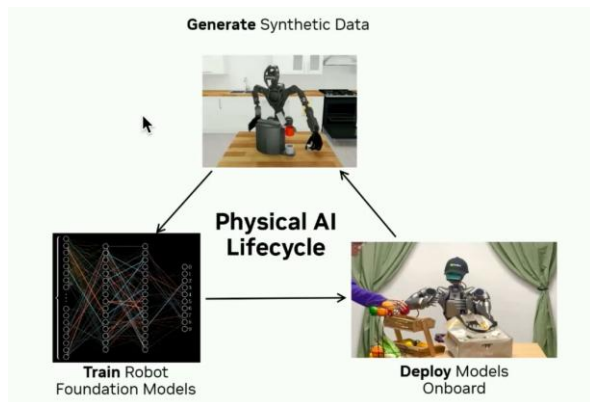
资料来源：亿欧智库，民生证券研究院

03

英伟达：构建人形机器人全流程开发生态

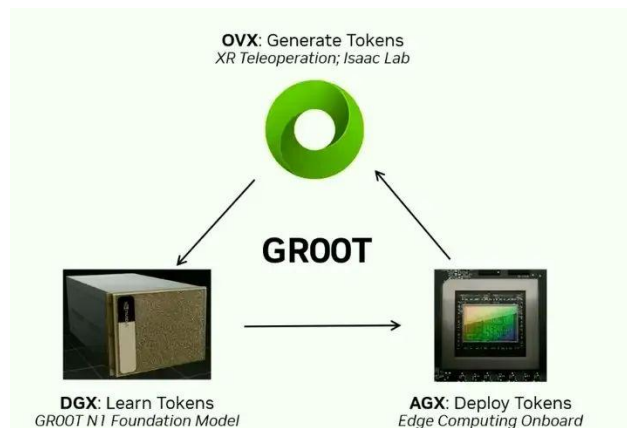
- 英伟达提出了“三个计算平台”系统架构，从产生数据、训练模型到部署的全流程开发生态：
- **产生数据**：对应OVX，开发者可以在该平台上运行Omniverse与Cosmos，Cosmos 世界基础模型基于 2000 万小时多模态数据，可生成物理一致的合成场景，再利用Omniverse提供数字孪生环境并进行仿真，可以实现“数据倍增”的效果。
- **训练模型**：对应DGX，开发者可以使用通用机器人开发平台NVIDIA Project GR00T训练模型，目前已发布人形机器人基础模型GR00T N1与更新版本GR00T N1.5。
- **部署机器人**：对应AGX，英伟达提供专为人形机器人设计的硬件平台，比如Jetson AGX Thor。
- **工具**：应对数据稀缺，以及sim-to-real等问题。例如NVIDIA Isaac GR00T Blueprint加速数据合成、Newton物理引擎提升仿真精度。

图表17：物理AI的本质是产生数据、训练模型和部署的闭环



资料来源：NVIDIA GTC Watch Party《构建人形机器人介绍》，腾讯开发者社区，民生证券研究院

图表18：英伟达GR00T系列的3个产品：OVX、DGX、AGX



资料来源：NVIDIA GTC Watch Party《构建人形机器人介绍》，腾讯开发者社区，民生证券研究院

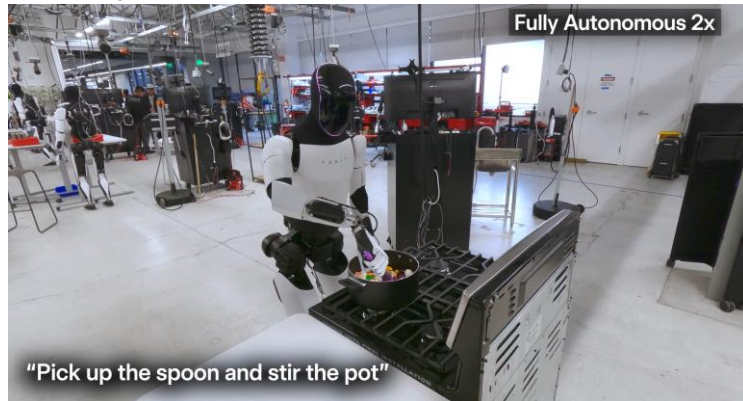
- **特斯拉人形机器人Optimus目前可以利用第一人称视频进行学习。**2025年5月21日，特斯拉发布了人形机器人应用技能的最新视频。Optimus目前可以通过自然语言指令执行多项新任务，例如：捡起垃圾-打开垃圾桶-丢垃圾、使用刷子与簸箕并清理桌面、从卷纸上撕下单独一片、拿起勺子并搅拌食物、使用吸尘器清洁地板、工件搬运、打开铰链式柜门、拉窗帘等。**利用第一人称视频训练学习是特斯拉最近取得的重大突破。**目前，第一人称人类视频中的大部分学习成果可以直接迁移到机器人身上。许多新技能在过程中涌现，它们通过自然语言调用，并由机器人上的单个神经网络运行。与单纯依靠遥控机器人数据相比，通过视频训练学习可以使机器人能够更快地启动新任务，同时能够更好地利用互联网数据，减轻遥控数据采集成本并提升训练效率。
- **特斯拉的下一步目标是利用第三视角的随机互联网视频训练人形机器人。**现存的互联网视频大部分是通过随机摄像头等捕捉到的第三人称视角视频。未来，特斯拉的目标是将机器人训练数据集由第一人称视频扩展到第三人称视频传输（即随机互联网视频），并通过在现实世界或模拟世界/世界模型中的强化学习来提高技能的可靠性。

图表19: Optimus拿起刷子与簸箕并清理桌面



资料来源: Tesla Optimus官方社交媒体, 民生证券研究院

图表20: Optimus拿起勺子并搅拌食物

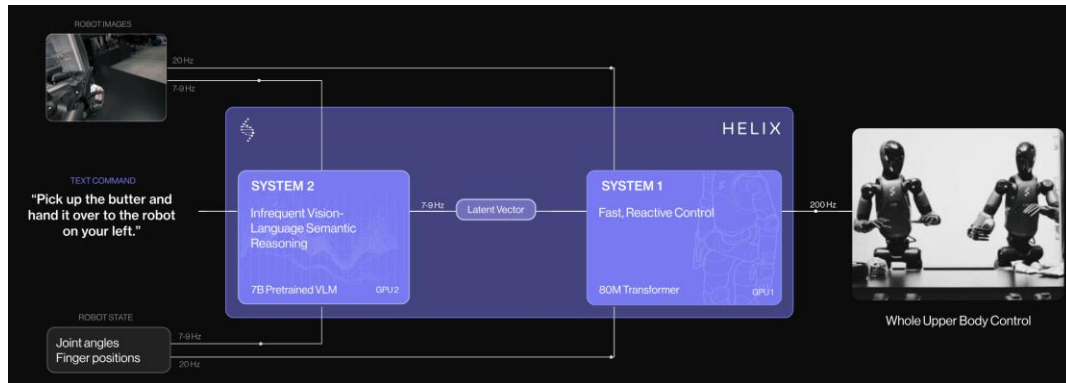


资料来源: Tesla Optimus官方社交媒体, 民生证券研究院

03 Figure AI: 自研视觉-语言-动作 (VLA) 模型Helix

- **Figure AI发布首个人形视觉-语言-动作模型Helix。**2025年2月20日，Figure AI发布首个自研人形VLA模型Helix，Helix能够以200Hz的频率协调35-DoF的动作，只需给予提示就能控制捡起基本上任何小型家居用品。
- **Helix拥有System 1，System 2的双系统架构，慢思考高层目标与快思考实时动作的架构让系统能在最佳时间尺度上运行。**其中，System 2系统的频率较低（7-9Hz），主要负责高级规划与场景理解；System 1系统处理频率较高（200Hz），是一个拥有8000万参数的视觉-运动控制策略，用于将System 2的潜在语义表示转化为精确连续的机器人动作。
- **端到端架构的Helix模型拥有高频控制特性及泛化能力。**Helix具有强大的泛化能力，能够处理数千种形状、大小和材质各异物品，并且可以在零样本情况下泛化到新测试对象上。在Figure AI的展示中，Helix已经被部署在两个机器人上，机器人间通过自然语言提示词来实现协调配合，比如「把饼干袋递给你右边的机器人」或「从你左边的机器人那里接过饼干袋并放入打开的抽屉中」。

图表21: Helix的System 1，System 2的双系统架构



资料来源: Figure AI官网, 民生证券研究院

图表22: 双机器人在Helix系统下协同操作



资料来源: Figure AI官网, 民生证券研究院

03

智元机器人：数据、大模型及本体全覆盖，自建数据采集工厂

- **数据：**智元选择“真机数据”为主，在数据稀缺的大背景下，自建数据采集工厂并持续优化数据采集的方式方法。机器人通常需要数百条数据才能学会一项技能，但是行业早期缺少高质量且格式统一的数据库，从而制约了机器人泛化能力的提升。智元机器人合作国地中心具身智能训练场，配备数据采集员在超市、奶茶店、厨房、客厅、卧室等商业和家居场景采集真机数据，平均每天可以采集3万至5万条数据。2024年底，智元开源包含了100万条轨迹数据的AgiBot World 数据集，2025年初，发布了对抗式数据采集ADC，以持续优化数据采集方法以提升采集效率、减少后训练数据需求量和模型训练成本。
- **大模型：**发布通用具身基座模型启元大模型GO-1。GO-1基于原创ViLLA架构，由VLM(多模态大模型)和MoE(混合专家)组成。
- **本体：**推出远征、精灵和灵犀三大产品线，拥有双足、轮式不同形态，面向科研、数据采集、工厂等不同应用场景。

图表23：智元数据采集场设置多样化场景



资料来源：智元机器人公众号，民生证券研究院

图表24：智元机器人远征、精灵和灵犀产品线



资料来源：智元机器人官网，民生证券研究院

03 银河通用：利用仿真数据提高机器人大模型的泛化能力

- **数据：**银河通用选择“仿真数据”为主，用大量的合成数据让机器人做预训练，用真机数据做后训练。银河通用创始人兼CTO王鹤认为，在人形机器人的存量还未达到百万台级别的时候，在真实世界里很难获得训练具身智能大模型所需要的十亿量级的数据。从现阶段来看，将合成数据与真实数据结合或是一种可行的方法，在GraspVLA模型中，银河通用使用了十亿帧“视觉-语言-动作”数据对模型进行预训练，使模型掌握了泛化闭环抓取能力、达成基础模型，针对特别需求，在后训练中引入小样本真实数据进行学习，即可迁移基础能力到特定场景。
- **大模型：**发布端到端抓取大模型 GraspVLA与端到端导航大模型 TrackVLA。两款大模型均基于大规模仿真数据预训练，具备零样本泛化能力，即使在训练中未出现过的场景中，也能够实现自主推理、交互和精确操作。
- **本体：**在成本可控的前提下，以轮式机器人开始商业化落地。银河通用的第一代机器人Galbot G1采用“双臂+单腿+轮式底盘”的结构，并与美团、奔驰、极氪等企业合作推进机器人产品在零售场景、工厂场景的商业化部署。

图表25：银河通用GraspVLA大模型拥有七大泛化能力



资料来源：银河通用机器人公众号，民生证券研究院

图表26：银河通用G1机器人在美团买药柜台执行自动补货任务



资料来源：银河通用机器人公众号，民生证券研究院

04. 量产开启，蝶变之始

04

人形机器人是通用机器人的最高级形态

- 通用机器人存在半身、轮臂、腿足式多种形态，人形机器人是其最高级形态。人形机器人的特点是具备与人类生产生活环境较大的适配度，其进入工厂或家庭环境后可以直接使用人类的工具、融入既有环境。半身、轮臂式等类人形机器人则具有成本、续航优势。根据中关村智友研究院王田苗教授，未来“人形&类人形机器人”有望占据机器人总应用量的20%-30%，其它形态的通用机器人占50%左右，特种机器人占20%左右。
- 通用机器人有望在部分垂类场景率先应用，例如数据采集、展览巡检、情感陪伴、特种作业、物流搬运、柔性制造等。

图表27：通用机器人存在半身、轮臂、腿足式多种形态



Tesla Optimus Gen2



众擎 SE01



智元机器人 腿足、轮臂系列通用机器人

资料来源：特斯拉官方社交媒体，众擎机器人公众号，智元机器人公众号，民生证券研究院

图表28：通用机器人垂类应用场景展望

数据采集



展览巡检



情感陪伴



特种作业



物流搬运



柔性制造



资料来源：智能涌现公众号，Interact analysis，智元机器人公众号，浙江人形机器人创新中心官网，先锋成都公众号，人民日报公众号，民生证券研究院

04

量产开启，全球年出货量有望超万台

- 人形机器人量产开启，特斯拉、智元机器人等主机厂已给出明确的交付预期。目前，智元机器人已开启通用机器人的商用量产，2024年已交付超900台，预计2025将交付数千台。特斯拉预计2025年生产几千台人形机器人。
- 美国银行预测，2025年全球人形机器人出货量或达1.8万台。我们认为，2025年将是人形机器人的量产元年，预计全球将有万台以上的人形机器人进入工厂场景训练。工厂场景训练有望推动人形机器人泛化能力的提升，因此2025年也将是人形机器人通用能力跃升的起点。

图表29：部分人形机器人主机厂量产进度更新

主机厂	量产进度
特斯拉	2025年预计生产数千台人形机器人
Figure AI	2025年内将产量提升到1200台人形机器人，2026年底前提升到3500台
Agility Robotics	已建成年产10000台（峰值产能）机器人工厂RoboFab
智元机器人	2024年生产超900台人形机器人，2025年出货计划为数千台
松延动力	2025年人形机器人订单规模达到2000台以上，计划出货1000台
优必选	2025年目标生产1000台人形机器人
1X technologies	2025年目标生产数百台人形机器人
傅利叶机器人	目前已出货100台以上人形机器人
宇树科技	2024年已出货1500台人形机器人

资料来源：智能涌现公众号，顶端新闻，Benchmark Studio公众号，Agility Robotics官网，证券时报，搜狐新闻，The Robot Report，浦东发布，民生证券研究院

图表30：Figure AI建成BotQ机器人制造工厂



资料来源：Figure AI官方网站，民生证券研究院

04 硬件方案未收敛，高性能通用机器人平台仍有较大降本空间

- 目前通用机器人的硬件方案尚未收敛。本体方面，存在双足、轮足等多种形态；执行器方面，存在全旋转关节、旋转关节与线性关节搭配等多种方案；灵巧手方面，存在驱动器内置、外置或混合配置方案，也存在腱传动、连杆传动、蜗轮蜗杆传动等多种传动路线；触觉传感器方面，存在电压式、电容式、霍尔效应、视触觉等多种技术路线。机器人本体及核心零部件仍存在边际变化及增量环节。
- 根据马斯克的预测，人形机器人达到100万台大规模量产之后，售价可降至2-2.5万美元，即不高于一辆汽车的售价，具有可大规模推广的性价比基础。以100万台量产后成本2万美元（14.6万元人民币）为预期对人形机器人核心硬件的成本进行拆分，预计包括旋转执行器、线性执行器、灵巧手及六维力传感器在内的人形机器人本体核心硬件成本将达到10.10万元，占总成本的69%。根据晚点新闻，目前特斯拉最新的人形机器人造价大概是 6 万美元，离马斯克提出的售价目标还有很大差距，机器人核心零部件仍有较长的降本之路要走。
- 高性能通用机器人平台仍有较大降本空间。随着量产进程推进，规模化效应体现、生产效率提升有望推进核心零部件成本下降。此外，随着国内企业布局不断深入，谐波减速器、丝杠、多维力传感器等零部件的国产替代也有望推进机器人本体硬件的降本。

图表31：大规模（100万台）量产后人形机器人核心硬件成本预测

	身体执行器	数量	单价/元	价值量/万元
旋转执行器	无框电机	16	500	0.80
	谐波减速器	16	1000	1.60
	力矩传感器	16	400	0.64
	双编码器	16	250	0.40
	制动器	16	100	0.16
	轴承	32	50	0.16
线性执行器	无框电机	14	500	0.70
	行星滚柱丝杠	10	1500	1.50
	梯形丝杠	4	150	0.06
	力传感器	14	400	0.56
	编码器	14	125	0.18
	轴承	28	50	0.14
灵巧手		2	10000	2.00
六维力传感器		4	3000	1.20
合计				10.10

资料来源：爱采购，阿里巴巴，智研咨询，智东西，民生证券研究院测算

05. 投资建议

➤ 2025年年初以来，包括人形机器人在内的通用机器人量产逐步落地。

- **2025年为人形机器人量产元年，更是人形机器人通用能力跃升的起点，全球将有万台以上人形机器人进入工厂场景训练。**工厂训练是破除具身智能数据不足与实用性低下之间“引力束缚”的关键，也是积累高质量、大规模应用数据的必要手段。
- **短期（3年内）人形机器人有望应用于特种场景。**我们认为特种场景成本敏感度较低、遥控操作可在短期弥补具身AI不足导致的机器人自主性不足。
- **中期（3-5年）人形机器人有望应用于制造场景。**我们认为制造场景下的通用机器人不止双足人形一种形式，前期工厂训练泛化后的技能同样有望搭载于轮式机器人，制造业企业对于通用机器人形态的选择将加入成本考量、更加因地制宜。
- **远期（5年以上）人形机器人有望应用于民用场景。**随着规模效应释放及大模型的成熟，该阶段人形机器人有望降价至2万美元/台，同时自主性与硬件性能将大幅提升，人形机器人将真正进入人类的家庭与工作场景，达到与汽车相近的销量。

➤ 投资建议：

• 软件端：

（1）大脑：人形机器人“大脑”负责人机交互与高层级任务规划，建议关注具身智能领域的重大突破性技术成果、高算力AI芯片的国产替代及机器人域控制器等大脑环节投资机会。

（2）小脑：人形机器人“小脑”负责运动控制的落地，建议关注工业控制领域相关标的的积极布局。

- **硬件端：**建议关注技术路线尚未定型、具备增量空间的零部件环节：高自由度的灵巧手、高精度多维力/触觉传感器、轻量化材料等。
- **量产应用：**2025年为包括人形机器人在内的通用机器人量产元年，建议关注布局通用机器人垂类场景应用相关标的。

06. 风险提示

- 1) **人形机器人技术迭代不及预期的风险：**人形机器人的技术迭代为人形机器人扩大应用场景，实现通用性的前提条件，若人形机器人技术迭代不及预期，则会影响人形机器人商业化进程。
- 2) **人形机器人下游需求不及预期的风险：**目前，制造业产线上柔性生产的部分主要由人工负责，若人形机器人下游客户对人形机器人替代人工的需求不及预期，则会在一定程度上缩小人形机器人的量产规模。
- 3) **人形机器人量产进度不及预期的风险：**人形机器人尚处于行业发展初期，人形机器人企业推动产品的大规模量产前需要经过样品认证、供应链搭建等多个阶段，因此存在人形机器人量产进度不及预期的风险。

THANKS 致谢

人形机器人研究院：

分析师 汪海洋

执业证号：S0100522100003

邮件：wanghaiyang@mszq.com

研究助理 谢雨晨

执业证号：S0100123070040

邮件：xieyuchen_yj@mszq.com

民生证券研究院：

上海：上海市虹口区杨树浦路188号星立方大厦7层； 200082

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座18层； 100005

深圳：深圳市福田区中心四路1号嘉里建设广场1座10层 01室； 518048

分析师声明:

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明:

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A股以沪深300指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅5%～15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5%～5%之间
	回避	相对基准指数跌幅5%以上
	推荐	相对基准指数涨幅5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5%～5%之间
	回避	相对基准指数跌幅5%以上

免责声明:

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑获取本报告的机构及个人的具体投资目的、财务状况、特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，进行独立评估，并同时考量自身的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代自身的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。