

人形机器人与科技新革命

核心观点

- **人形机器人是具备现实意义的颠覆性产品，有望开启下一个十年产业大周期。**回首 21 世纪，人类数次以颠覆性技术的极致，给世界以仰望的震撼，智能手机、新能源车都是人类直面严峻现实后的坚定回答。我们又一次站在了人类历史发展的重要节点上，面对人口老龄化难题，结合当前最前沿的 AI、通讯、硬件等技术，人形机器人正加速到来。根据 GII 预测，预计人形机器人到 2026 年全球市场规模超 20 亿美元，到 2030 年全球市场规模有望突破 200 亿美元，到 2030 年中国市场规模将达 50 亿美元，下一个十年产业大周期亟待开启。
- **海外巨头引领，国产跟进，商业奇点已来。**正如苹果公司之于智能手机，特斯拉之于新能源车，人形机器人时代的伟大企业正呱呱落地。海外看，特斯拉、英伟达等巨头纷纷入局，打造具身智能机器人。国内看，作为新质生产力的重要方向，人形机器人已经吸引了华为、比亚迪、宁德时代、小鹏等大资本的关注，同时国产人形机器人如优必选、傅里叶、智元等也在不断推进商业化进程，全球共振下人形机器人的商业奇点已然来临。
- **大产业机遇下，小市值公司有望成长为大市值巨头。**政策端看，国内顶层设计明确发展目标，要求 2025 年实现整机批量生产，2027 年要形成安全可靠的产业链供应链体系。从细分零部件来看，人形机器人执行器关键零部件如丝杠、减速器、电机等高端领域的产品国产化率较低。面对 2030 年全球上千亿元的人形机器人赛道，小市值公司有望乘风而起，成长为大市值巨头。
- **AI 大模型的出现为人形通用机器人的发展带来了新的曙光，具身智能也是 AI 发展的终极目标。**人形机器人是软硬件能力高集成的实体，商业化的核心突破点在于“AI 大脑”。大模型具备强大的泛化能力，让通用这一目标的实现成为了可能。机器人厂商 Figure 和 OpenAI 结合，推出的 Figure 01 机器人已经初步具备与人自然交流并理解执行任务的能力。英伟达也在近期的 GTC 大会上推出了全球首个人形机器人通用基础模型，拥有完整的机器人仿真、训练和模拟平台。随着软硬件能力不断融合，通用人形机器人有望更快地进入工业和消费应用领域。
- **科技奇点或将成为风险。**克隆技术带来了对人类伦理道德的巨大冲击，而科技奇点或将成为人形机器人的风险来源。回望智能手机与新能源汽车的发展历史，他们都受制于技术边界。而人形机器人兼具 AI+ 高端智能双重属性，伴随以 ChatGPT 为代表的大模型快速迭代，人工智能技术正以前所未有的速度大踏步前进，人形机器人科技奇点即将到来，技术边界即将被突破。但是，政策边界已逐步形成。2024 年 3 月 13 日，欧盟通过了全球首个关于人工智能的综合法律框架《人工智能法案》，旨在确保人工智能系统尊重基本权利、安全和道德原则，并解决非常强大和有影响力的人工智能模型的风险，在欧洲及其他地区培育值得信赖的人工智能。

投资建议与投资标的

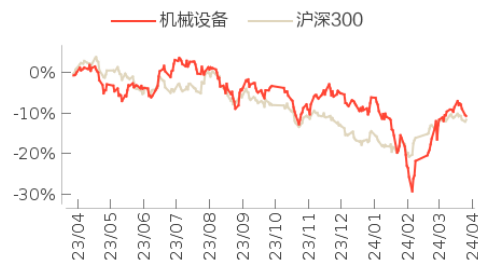
自从海外特斯拉发布人形机器人以来，产业链持续快速发展，2023 年年我国政府部门也出台顶层设计指导意见，以推动机器人产业链快速发展。我们认为人形机器人有望成为宽赛道，并有望为产业链带来较大市场空间。随着 2024 年中期定型量产阶段逐渐临近，我们也认为具有更高性价比、更高研发生产效率的国产零部件供应商将获得更多市场份额，建议关注产业链相关公司：总成、空心杯电机、丝杠和轴承、减速器、传感器、IMU、编码器、配套高端设备、机器人模型公司等。

风险提示：

人形机器人进展不及预期，政策风险，国产替代进程不及预期，行业竞争加剧。

行业评级 看好（维持）

国家/地区 中国
行业 机械设备行业
报告发布日期 2024 年 04 月 01 日



证券分析师

丁昊 dinghao@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860522080002

王天一 wangtianyi@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860510120021

浦俊懿 pujunyi@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860514050004

杨震 yangzhen@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860520060002
香港证监会牌照：BSW113

陈超 chenchao3@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860521050002

蒯剑 kuaijian@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860514050005
香港证监会牌照：BPT856

联系人

覃俊宁 qinjunning@orientsec.com.cn

相关报告

英伟达推出人形机器人基础模型，具身智能有望加速落地：——机械行业周报 2024-03-23

大规模设备更新方案落地：——机械行业周报 2024-03-17

机械央企投资价值分析：——央企国企改革专题研究 2024-03-15

2024 年 1-2 月挖机销量点评：政策或将助力内需改善，国际化有望持续兑现：——工程机械行业跟踪 2024-03-13

结构轻量化经验或可复制至人形机器人的轴承、丝杠和减速器：——人形机器人系列报告 2024-03-12

目录

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1.人形机器人：具备现实意义的颠覆性产品，有望开启下一个十年产业大周期 | 5 |
| 2.海外巨头引领，国产跟进，商业奇点已来..... | 8 |
| 2.1 特斯拉和英伟达等海外巨头引领人形机器人 | 8 |
| 2.2 国产人形机器人也正迎来商业奇点 | 12 |
| 3.小市值公司有望成长为大市值巨头，国产厂商或将迎来高光时刻 | 16 |
| 4. AI 革命赋能人形机器人，具身智能是终极目标 | 19 |
| 4.1 大模型带来人形通用机器人曙光，为人形机器人提供“大脑” | 19 |
| 4.2 英伟达发布全球首款人形机器人基础模型，下一个增长点 | 22 |
| 5.科技奇点或将成为风险 | 24 |
| 投资建议 | 27 |
| 风险提示 | 28 |

图表目录

| | |
|---|----|
| 图 1: 2007 年, 苹果发布 iPhone 首款智能手机..... | 5 |
| 图 2: 2016 年, Tesla Model 3 首次亮相..... | 6 |
| 图 3: 1960-2022 年全球、中国和日本人口老龄化的趋势 (65 岁及以上人口占比) /%..... | 7 |
| 图 4: 2026-2030 年全球及中国人形机器人行业市场规模预测/亿美元..... | 7 |
| 图 5: 2007 年 1 月 3 日到 2024 年 3 月 12 日苹果公司市值情况/亿美元..... | 8 |
| 图 6: 2016 年 2 月 1 日到 2024 年 3 月 12 日特斯拉公司市值情况/亿美元..... | 8 |
| 图 7: 2009-2021 年全球智能手机销量/千部..... | 8 |
| 图 8: 2015-2023 年全球新能源车销量/万辆..... | 8 |
| 图 9: 特斯拉人形机器人发展历程图..... | 9 |
| 图 10: Figure 开发了一款具备自主行走的实体机器人“01”, 对标的是特斯拉的 Optimus..... | 10 |
| 图 11: Figure 的 01 机器人演示泡咖啡..... | 10 |
| 图 12: Figure 的 01 在自行搬运货物..... | 10 |
| 图 13: 1X Technologies 的代表产品 EVE..... | 11 |
| 图 14: 1X Technologies 的代表产品 NEO..... | 11 |
| 图 15: 人形机器人成为发展新质生产力的热门领域..... | 12 |
| 图 16: 2023 年 12 月 29 日, “人形机器人第一股”优必选正式上市..... | 13 |
| 图 17: 优必选 Walker X 示意图及参数..... | 14 |
| 图 18: 傅利叶智能 GR-1 全身图..... | 15 |
| 图 19: 智元机器人的远征 A1..... | 15 |
| 图 20: 工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》明确发展目标和重点任务..... | 16 |
| 图 21: 人形机器人软硬件架构示意图..... | 16 |
| 图 22: 人形机器人行业产业链..... | 17 |
| 图 23: 2023 年人形机器人核心零部件价值量分布图预测..... | 17 |
| 图 24: 2030 年人形机器人核心零部件价值量分布图预测..... | 17 |
| 图 25: 具身智能的研究是多学科交叉的..... | 19 |
| 图 26: 泛化的种类..... | 20 |
| 图 27: Tesla Optimus 是完全端到端训练的..... | 20 |
| 图 28: Figure 01 把苹果递给工作人员..... | 21 |
| 图 29: Figure 01 一边回答问题一边收拾桌上的垃圾..... | 21 |
| 图 30: Figure 01 的技术路线..... | 21 |
| 图 31: 机器人智能等级划分标准..... | 22 |
| 图 32: 英伟达 Project GR00T 基础模型..... | 23 |
| 图 33: 英伟达机器人产业三大平台..... | 23 |
| 图 34: 英伟达 ISSAC 平台..... | 23 |

| | |
|--|----|
| 图 35: ISSAC 平台可支撑机器人的同步训练仿真 | 23 |
| 图 36: 欧盟《人工智能法案》监管框架为人工智能系统定义了 4 个风险级别 | 26 |
| 表 1: 2023 年政策频现, 我国人形机器人发展蓝图徐徐展开 | 12 |
| 表 2: 华为、比亚迪、宁德时代、小鹏等纷纷入局机器人 | 13 |
| 表 3: 中国人形机器人行业核心零部件国产替代空间对比和部分代表企业 | 18 |
| 表 4: 万物摩尔定律: 智能时代的新引擎 | 25 |

1.人形机器人：具备现实意义的颠覆性产品，有望开启下一个十年产业大周期

回首 21 世纪，人类数次以颠覆性技术的极致，给世界以仰望的震撼，智能手机、新能源车都是人类直面严峻现实后的坚定回答，而人形机器人则有望成为下一个颠覆性产品。

21 世纪的第一个十年，从手机到智能手机：智能手机是一部改变了人类生活方式的划时代产品。

1. 智能手机改变了我们的通信方式：传统的手机只能用来打电话和发短信，而智能手机不仅拥有更强大的通讯功能，还可以通过社交媒体、即时通讯软件等与全球各地的人们保持联系。
2. 智能手机成为了我们的娱乐工具：智能手机一机在手，无论是拍照、听音乐还是玩游戏，都可以轻松实现。
3. 智能手机也成为了我们获取信息的利器：我们不仅可以通过书籍、报纸、电视等渠道来获取最新的资讯，也可以通过智能手机随时随地连接互联网即时获取各种信息。不仅可以浏览新闻、阅读电子书，还可以通过搜索引擎查找任何我们感兴趣的内容。这极大地提高了我们获取信息的便捷性和效率。

智能手机达到了全球互联，有效破除了信息壁垒，知识智慧实现全球实时共振，激发和加快了全人类的科技革新。

图 1：2007 年，苹果发布 iPhone 首款智能手机



数据来源：苹果公司官网，东方证券研究所

21 世纪的第二个十年，从燃油车到新能源汽车：人类在发展过程中主要面对的矛盾就是有限资源与无限需求矛盾，而能源问题则是人类社会面临的重大问题之一。

第一次能源革命是需求驱动。人类历史上第一次重大能源技术创新与“火”有关，大概在 40 万年前，人类掌握了火的使用，以人工取火代替了自然取火。以“火”的使用为标志事件，人类可以通过燃烧木材、秸秆等柴薪来利用储存在有机物中累积的太阳能，自此开启了**植物能源时代**。植物能源时代对能源的利用仅局限在取暖和烹饪等用途，18 世纪中叶，英国工业革命的兴起加速了人类对能源的需求。传统的生物质能源难以满足工业化生产的需求，因此需要寻找新的能源来源。

第二次能源革命是能源供给危机驱动。第二次能源革命始于 18 世纪的英国，以蒸汽机的发明和应用为标志事件，人类开启了化石能源时代的第一个阶段——**煤炭时代**。人类对能源的利用此时从地表转向地下，煤炭成为了主要的能源来源。英国煤炭资源丰富，因此成为了工业革命的中心。其他国家也开始大规模地开采煤炭。蒸汽机的发明使得煤炭等化石能源可以转化为动力，推动了工业革命的发展。

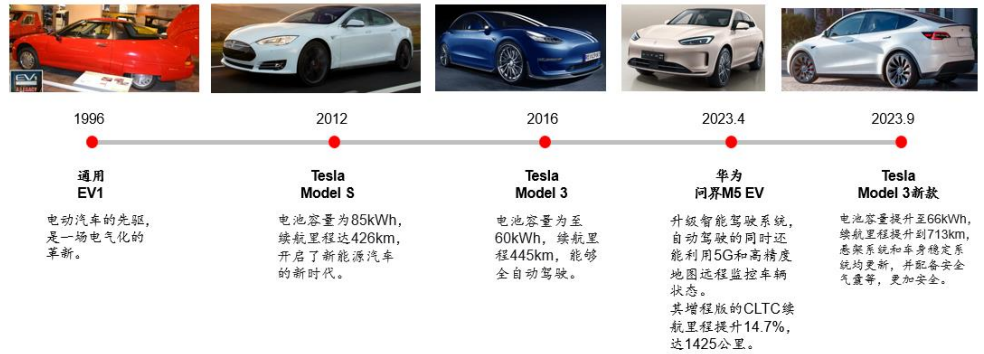
19 世纪下半期，电和内燃机的发明为标志事件，开启了化石能源时代的第二个阶段——**石油时代**。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

内燃机的发明与应用引发了对石油的需求，与煤炭相比，同质量同体积的石油产生的能量是煤炭的 2 倍，且石油相比于煤炭极易气化可以实现连续化燃烧。石油资源的开发，尤其是汽车的生产使用，使得液体能源的需求进一步加强，液体能源逐步接替固体煤炭成为主要能源。此后，电力的发明改变了人类利用能源的方式，开发了化石能源的延伸使用，生产出了二次能源。总的来说，**第二次能源革命是一个由传统的生物质能源向化石能源转型的过程**，这个过程使得工业化生产得到了更好的满足，也推动了人类社会的现代化。

第三次能源革命是环境气候问题驱动。使用了 200 多年的化石能源不仅面临战略性枯竭，也给环境带来了较多的负面影响。随着 20 世纪 70 年代，石油价格暴涨，能源安全和供应稳定性问题成为各国政府和能源公司面临的重要挑战。石油价格的暴涨是由于 1973 年以色列与埃及、叙利亚等阿拉伯国家发生冲突，石油输出国组织（OPEC）的石油输出国对西方国家实行了石油禁运，导致石油价格大幅上涨。这场危机引起了全球范围内对能源供应安全性和多元化的关注。**在此背景之下，新能源汽车逐渐崭露头角，以其清洁、高效、智能的特点吸引了消费者们的关注，并引领着汽车技术的创新和发展。生命传承生生不息，新能源车的问世是人类应对能源危机的绿色答案。**

图 2：2016 年，Tesla Model 3 首次亮相



数据来源：特斯拉公司官网，东方证券研究所

21 世纪的第三个十年，从机器人到人形机器人：当前，快速的人口老龄化是世界百年未有之大变局，而人形机器人正是最优解。人口老龄化是平均预期寿命不断延长、出生率和死亡率持续走低等多方面因素综合作用的结果，具有普遍性、必然性。

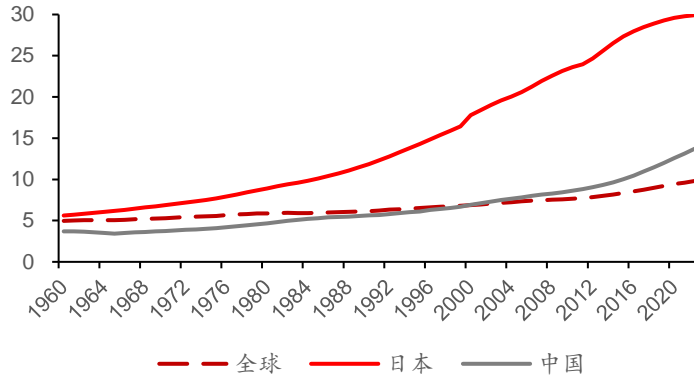
从人口老龄化的进程看，自 19 世纪 60 年代法国最早步入老龄化以来，发达国家一直领跑老龄化进程。20 世纪六七十年代以来，发达国家已全部进入老龄化行列，一些发展中国家也陆续走向人口老龄化。目前，除非洲国家以外的几乎所有国家，都在经历老龄化的过程。欧洲是人口老龄化形势最为严峻的地区，预测显示，2050 年欧盟 65 岁及以上人口比例将达到 28.5%，其中，意大利和德国将上升至 33.8% 和 29.4%，法国为 25.6%。在亚洲，日本和韩国的老龄化问题也日趋严重。根据联合国预测，到 2099 年，全球 192 个国家和地区的人口结构都将变成老年型。人口老龄化给很多国家的经济社会发展带来极大影响，引发财政失衡、劳动力短缺等问题，一些国家的高福利制度也受到考验。

我国自 1999 年进入人口老龄化社会以来，老年人口的数量和人口老龄化的程度一直在快速发展，“七普”数据显示，我国 60 岁以上人口 2.64 亿，占 18.7%，其中 65 岁以上人口 1.9 亿，占 13.5%。预计到 2048 年前后将超越发达国家人口老龄化的平均水平，跨入全球人口老龄化水平最高的国家行列。从老年人口的特征看，我国人口老龄化有与其他国家共性的趋势，如家庭小型化、高龄少子化等；也有许多独特性，如老年人口基数大、在全球占比高，人口老龄化的速度快、

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

区域不均衡，高龄老人和失能老人多，空巢化和独居化加剧，等等。作为世界上老年人口最多的国家，我国积极应对人口老龄化工作具有重要意义，不仅直接关系到我国自身的改革发展稳定大局，也是解决全球老龄问题的关键，事关人类发展。

图 3：1960-2022 年全球、中国和日本人口老龄化的趋势（65 岁及以上人口占比）/%

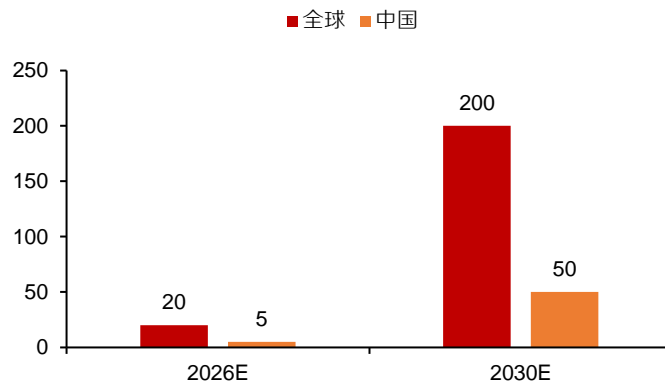


数据来源：iFind，东方证券研究所

我们又一次站在了人类历史发展的重要节点上。面对人口老龄化难题，结合当前最前沿的 AI、通讯、硬件等技术，高智能化的人形机器人可以成为一种有效的辅助工具，来帮助照料、陪伴老年人以及补充劳动力缺口等等，这是人形机器人问世的现实意义。

人形机器人是跨时代的产品，有望开启下一个十年产业大周期。从全球范围看，人形机器人已有商业应用场景预期落地，例如巡逻、物流仓储；商业化进程领先的人形机器人产品则有 EVE 和 Digit。在政策、资本以及技术多维度赋能下，人形机器人市场的潜力有望被加速释放。未来的商业应用场景有望渗透进入服务业、制造业等领域。马斯克曾表示其设计特斯拉机器人的远景目标是让其服务于千家万户比如做饭、修剪草坪、照顾老人等。目前较有潜力的人形机器人发展方向主要面向制造业、航天探索、生活服务业、高校科研等，预计 2025 年人形机器人将有望实现制造业场景应用的突破，小批量应用于电子、汽车等生产制造环境。根据 2023 年 5 月 GII 发布的报告预测，预计到 2026 年全球人形机器人在服务机器人中的渗透率有望达到 3.5%，市场规模超 20 亿美元，到 2030 年全球市场规模有望突破 200 亿美元。参考中国服务机器人市场约占全球市场 25% 的数值测算，2030 年中国人形机器人市场规模将达 50 亿美元。

图 4：2026-2030 年全球及中国人形机器人行业市场规模预测/亿美元



数据来源：GGII，前瞻产业研究院，东方证券研究所

长期看，人形机器人或可达到数十亿量级的规模。2024年1月，马斯克在社交媒体上，同意了人工智能研究实验室 Midjourney 创始人戴维·霍尔茨的预测。霍尔茨曾预测，到 2040 年代，地球上将有 10 亿个人形机器人，到 2060 年代，整个太阳系将有 1000 亿个（其中大部分是外星）机器人。2023年11月，Figure 创始人 Brett Adcock 曾在访谈中表示，在接下来的几十年里，我们真正面临的挑战将是如何扩大人形机器人的生产规模，以及如何将足够数量的人形机器人供应到市场。长期来看，每个人、每个家庭都会想要一个人形机器人，就像现在的汽车或手机一样。并且在劳动力市场上也会有数十亿个人形机器人，去做那些对人类来说危险、单调和乏味的工作。人形机器人也将应用于航空事业，例如在太空中建立人类居住点、照看老人等各类工作场景。如果给我们足够长的时间去进行大规模制造，我们可以制造出数十亿个人形机器人。

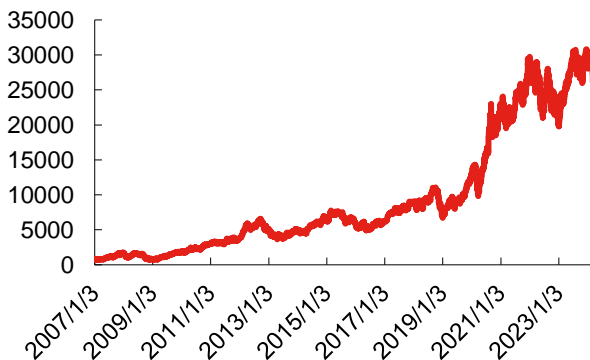
2024年，我们迎来人形机器人商业化元年。人形机器人是人类科技的又一次极限挑战，也是人类未来文明走向的又一次探索。

2.海外巨头引领，国产跟进，商业奇点已来

2.1 特斯拉和英伟达等海外巨头引领人形机器人

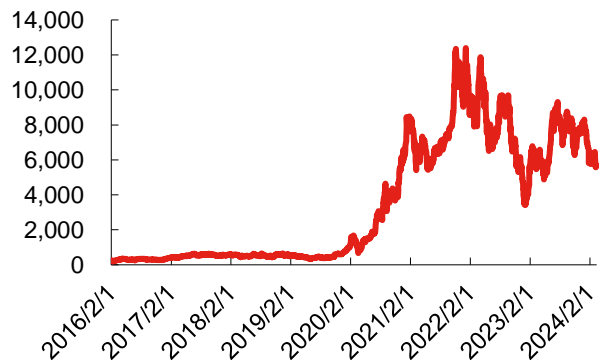
每次科技革命必将催生伟大的企业。2007年苹果发布初代 iPhone 智能手机后，市值大幅增长，2007年1月3日到2024年3月12日期间市值翻了35倍。而2016年特斯拉发布 model 3后，市值也有所上涨，2016年2月1日到2024年3月12日期间市值翻了22倍。

图 5：2007 年 1 月 3 日到 2024 年 3 月 12 日苹果公司市值情况/亿美元



数据来源：wind，东方证券研究所

图 6：2016 年 2 月 1 日到 2024 年 3 月 12 日特斯拉公司市值情况/亿美元

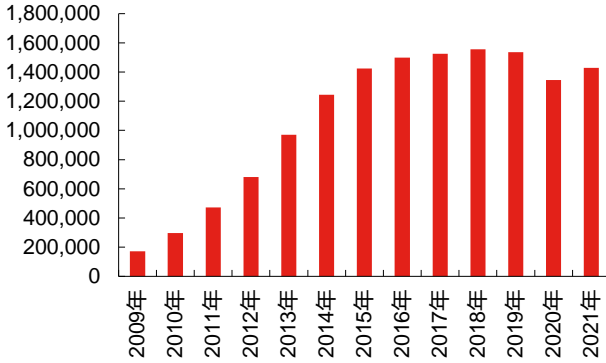


数据来源：wind，东方证券研究所

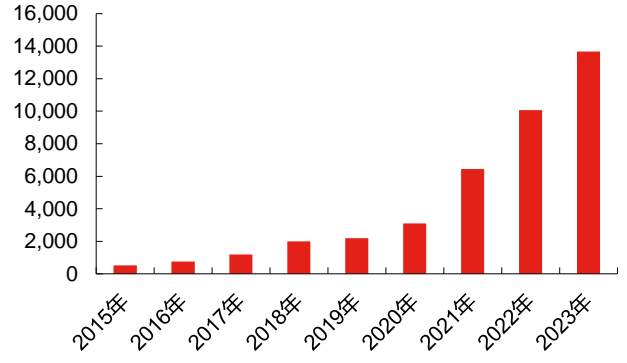
从销量数据看，全球智能手机销量自 2009 年开始一路上涨，到 2018 年见顶，市场趋于饱和。而全球新能源汽车销量自 2020 年开始激增，电池能量密度的改进带来电车续航能力的提升功不可没，现新能源汽车销量仍处在上升区间。

图 7：2009-2021 年全球智能手机销量/千部

图 8：2015-2023 年全球新能源车销量/千辆



数据来源：iFind，东方证券研究所



数据来源：iFind，东方证券研究所

正如苹果公司之于智能手机，特斯拉之于新能源车，人形机器人时代的伟大企业正呱呱落地。海外看，特斯拉人形机器人进展迅速，在两年不到的时间内实现了快速迭代，完成了开发平台建设、Optimus 产品亮相以及电机扭矩控制、环境探测与记忆、双手复杂任务等能力的实现。2021年首届特斯拉 AI DAY 上其首席执行官马斯克首次公布特斯拉机器人 Tesla Optimus 概念图。2022年特斯拉 AI DAY 上特斯拉公布了 Optimus 原型机的首秀，实现了自主行走，转身，挥手等动作。2023年5月的股东大会提到特斯拉自研超算 Dojo 为 Optimus 提供算力支持，可加快训练速度并降低训练成本，加快人形机器人的产业化落地。截至 2023 年 8 月，至少有五个特斯拉 Optimus 机器人原型已经建成并能够行走，使用的电机、控制器和电子设备均由特斯拉设计和制造。马斯克预计 Optimus 将大规模量产至“百万”量级，预计其单台成本或将低于 2 万美元。

图 9：特斯拉人形机器人发展历程图



数据来源：特斯拉公司官网，前瞻产业研究院，东方证券研究所

英伟达下场开发自有大模型，成立 GEAR：打造虚拟与现实世界中的全能智能体。2024 年 2 月 23 日，英伟达成立新的研究部门——“GEAR”，全称为通用具身智能体研究（Generalist Embodied Agent Research）。这个新部门由 AI 高级研究科学家，AI 代理计划的负责人 jim fan 和 Yuke Zhu 教授领导。2024 年将是机器人技术之年、游戏 AI 之年以及机器人模拟技术之年。英伟达坚信，在未来，每一个能够移动的机器都将实现自主化，机器人和模拟智能体将会像 iPhone 一样无所不在。GEAR 研究团队专注于四大关键领域：

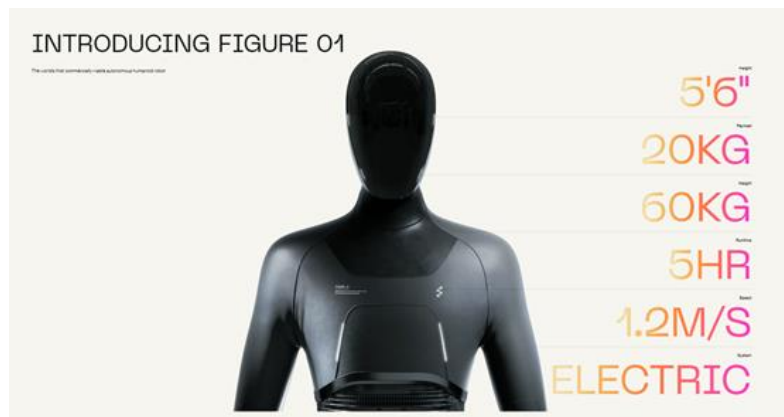
1. 多模态基础模型：开发基于大规模互联网数据源训练的 LLMs（大型语言模型），用于规划

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

- 与推理，视觉-语言模型以及世界模型，旨在打通不同模态信息间的壁垒；
2. 通用型机器人研究：研发能够适应复杂环境、实现稳健移动与灵巧操作的机器人模型与系统，以提升其在各类实际场景下的普适性与效能
 3. 虚拟世界中的基础智能体：创建能够在多种游戏与模拟环境中自主探索并持续自我提升能力的大型动作模型，为虚拟世界的智能交互设定新标准
 4. 模拟与合成数据技术：构建大规模学习所需的仿真基础设施及合成数据流水线，为智能体的学习过程提供有力支持。

美国人形机器人初创公司 Figure AI 于今年 2 月 29 日宣布，获得了来自微软、英伟达、OpenAI 以及亚马逊创始人贝佐斯等投资人约 6.75 亿美元的新一轮融资。这是该公司继去年上半年获得首轮 7000 万美元外部融资之后宣布的最新融资动态，这也使得该公司的估值达到 26 亿美元左右。Figure AI 表示，将利用这笔新的融资资金加速其人形机器人的开发，以投入商业用途。Figure AI 已经成为马斯克的人形机器人之外最受投资人关注的 AI 初创企业之一。英特尔的风险基金以及“木头姐”Cathie Wood 的 Ark Invest、Align Ventures 和现有投资者 Parkway Venture Capital 也参与了 Figure AI 的投资。

图 10: Figure 开发了一款具备自主行走的实体机器人“01”，对标的是特斯拉的 Optimus



数据来源：腾讯网，东方证券研究所

Figure AI 成立于 2022 年，该公司已经开发了一款名为 Figure 01 的通用机器人，其外观和动作与人类相似，目标是能够用来执行替代人类的危险或者无聊的工作，例如在制造、运输和物流、仓储和零售等行业。这些领域被认为是“劳动力短缺最为严重的领域”。

Figure AI 还表示，将与 OpenAI 合作，为人形机器人开发下一代人工智能模型，最终目标是让 Figure 01 能够自主执行“日常任务”。而要实现这一目标，需要开发更强大的人工智能系统。此外，Figure AI 将使用微软的 Azure 云服务进行人工智能基础设施、培训和存储等方面的部署。根据今年 2 月 27 号 Figure AI 发布的一段视频，Figure 01 通过绳索连接，用两条腿行走，它的手有五根手指，可以执行类似拿起一个塑料板条箱的任务，然后再走几步，将箱子放在传送带上。今年 1 月 18 日，Figure AI 曾公布，**将把 Figure 01 送入宝马**位于美国南卡罗莱纳州的斯巴坦堡工厂做试点“实习”，主要代替人类工作者从事一些较危险的任务。

图 11: Figure 的 01 机器人演示泡咖啡

图 12: Figure 的 01 在自行搬运货物



数据来源：腾讯网，东方证券研究所



数据来源：腾讯网，东方证券研究所

1X Technologies 成立于 2014 年，是一家位于挪威的专注于开发具有高度灵活性和可扩展性的人形机器人制造商，**其主要有两款人形机器人产品：EVE 和 NEO。**

图 13: 1X Technologies 的代表产品 EVE



数据来源：1X Technologies 公司官网，东方证券研究所

图 14: 1X Technologies 的代表产品 NEO



数据来源：1X Technologies 公司官网，东方证券研究所

EVE 是 1X 的旗舰产品，已达成商业化，用于安保。2020 年，1X 发布了 EVE 轮式人形机器人，身高 186 厘米，体重 86 千克，最高时速为 14.4 公里每小时，拥有 15 千克承载及 6 小时的续航能力。EVE 配备摄像头和传感器，可以感知周围环境并与之互动。EVE 的移动性、灵巧性和平衡性使其能够驾驭复杂的环境并有效地操纵物体，主要应用于物流、零售和守卫巡逻领域。**2022 年，1X 首次达成商业合作，签署了至少 140 台 EVE 机器人的分销合同，为美国商业场所提供安保服务；而在公司网站上显示，其还为医院等机构提供了约 250 台 EVE 台机器人，用于商业建筑的夜间警卫。**

NEO 为公司新一代产品，还在研发中，特点为轻量化和无齿轮设计。根据 1X 官网，NEO 身高 167 厘米，体重 30 千克，步行速度为 4 公里每小时，跑步速度为 12 公里每小时，拥有 20kg 的承载能力及 2-4 小时的续航能力。NEO 将采用“无齿轮”设计理念，采用自研的无齿轮电机，大大降低整机重量，提高敏捷性。**作为通用的人形机器人，NEO 可以处理物流、制造、操作机械等工业任务，同时提供清洁、整理家务以及日常陪伴等生活服务。**

1X 获 OpenAI 融资支持，达成合作推动双向赋能。**2023 年 3 月，1X 获得了一轮由 OpenAI 创业基金领投的 2350 万美元融资，成为了 OpenAI 投资的第一家硬件公司。**同时，双方将在 AI 技术与机器人双向融合方面达成合作，一方面，1X 的机器人为 OpenAI 的 AI 系统提供了绝佳的物理测

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

试环境，从而增强其泛化能力和鲁棒性；另一方面，OpenAI的技术将全面提升机器人的智能程度，通过大模型的应用，有望创造出真正的“Robot GPT”，使1X机器人的学习理解能力更上一个台阶。

2.2 国产人形机器人也正迎来商业奇点

2024年政府工作报告提出“加快发展新质生产力”，全国两会特别节目《中国向新而行》走进相关公司，报道人形机器人成发展新质生产力热门领域。人形机器人具备 AI+高端制造双属性，有望开拓高端制造新模式、新业态，提升我国科技和制造综合实力。长期来看，在我国人口红利减退、劳动力成本上升、各行业加速推进人工替代的时代背景下，人形机器人必定不会仅局限于一个特定领域，而是应用于制造业、社会服务、家庭服务、养老等的众多场景，相比传统机器人具备对综合性任务的兼容度。

图 15：人形机器人成为发展新质生产力的热门领域



数据来源：央视网，东方证券研究所

2023 年国内蓝图开启，人形机器人有望成为颠覆性产品。2023 年 11 月 2 日，工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》，明确指出：人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，有望成为继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性产品，将深刻变革人类生产生活方式，重塑全球产业发展格局。

表 1：2023 年政策频现，我国人形机器人发展蓝图徐徐展开

| 时间 | 内容 |
|------------------|---|
| 2023 年 11 月 4 日 | 首家省级人形机器人创新中心在北京成立，将围绕行业亟待解决的关键共性问题，开展通用人形机器人本体原型、人形机器人通用大模型、运控系统、工具链、开源 OS 及开发者社区等 5 项重点任务攻关。 |
| 2023 年 11 月 2 日 | 工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》提出，2025 年实现整机批量生产，2027 年要形成安全可靠的产业链供应链体系。 |
| 2023 年 10 月 27 日 | 上海市印发《上海市促进智能机器人产业高质量创新发展行动方案（2023-2025 年）》提出，到 2025 年，打造具有全球影响力的机器人产业创新高地；打造 10 家行业一流的机器人头部品牌、100 个标杆示范的机器人应用场景、1000 亿元机器人关联产业规模；建设三个公共服务平台，智能机器人检测与中试验证创新中心、人形机器人制造业创新中心、通用机器人产业研究院等；推动制造业重点产业工业机器人密度达 500 台/万人，机器人行业应用深度和广度显著提升。 |
| 2023 年 9 月 13 日 | 工信部发布关于组织开展 2023 年未来产业创新任务揭榜挂帅工作的通知——面向元宇宙、人形机器人、脑机接口、通用人工智能 4 个重点方向。 |

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

| | |
|------------|--|
| 2023年6月16日 | 北京市印发《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023—2025年）》提出，对标国际领先人形机器人产品，支持企业和高校院所开展人形机器人整机产品、关键零部件攻关和工程化，加快建设北京市人形机器人产业创新中心，争创国家制造业创新中心。 |
| 2023年5月31日 | 深圳市印发《深圳市加快推动人工智能高质量发展高水平应用行动方案（2023-2024年）》提出，加快组建广东省人形机器人制造业创新中心。发挥粤港澳大湾区制造业优势，开展人形机器人规模化应用。 |
| 2023年4月29日 | 山东省印发《山东省制造业创新能力提升三年行动计划（2023—2025年）》提出，加快布局人形机器人、元宇宙、量子科技、未来网络、碳基半导体、类脑计算、深海极地、基因技术、深海空天开发等前沿领域，推进6G技术研发和应用。 |
| 2023年1月20日 | 工业和信息化部、教育部等十七部门印发《“机器人+”应用行动实施方案》提出，到2025年，制造业机器人密度较2020年实现翻番。 |

数据来源：工信部，各地方政府官网，科创板日报，北京日报，深圳特区报，东方证券研究所

技术可复用，华为、比亚迪、宁德时代、小鹏等纷纷布局，2023年国内车企入局机器人趋势渐显。 2023年10月24日，小鹏发布了首款人形机器人PX5。何小鹏认为：自动驾驶本质上是机器人科学，智能汽车公司最终也会和机器人公司在技术、产品、生态等方面融合。小鹏现在做的，就是首先将机器人感知、交互系统，同小鹏汽车已经积累的XNGP、XOS拉通，在底层的操作系统、感知能力等实现一定程度的核心技术复用。

表 2：华为、比亚迪、宁德时代、小鹏等纷纷入局机器人

| 公司 | 布局内容 |
|------|--|
| 华为 | 2023年6月，华为全资成立了东莞极目机器人有限公司，华为将智能机器人视作“下一个AI浪潮”。 |
| 比亚迪 | 2023年8月，比亚迪入股上海智元新创技术有限公司，比亚迪认缴出资额约191.50万元，股权比例为3.76%。 |
| 宁德时代 | 2023年10月，与极越汽车达成战略合作，打造全球首台AI汽车机器人。 |
| 小鹏 | 2023年10月24日，小鹏发布了首款人形机器人PX5。何小鹏认为自动驾驶本质上是机器人科学，智能汽车公司最终也会和机器人公司在技术、产品、生态等方面融合。 |

数据来源：科创板日报，新浪财经网，搜狐网，东方证券研究所

作为新兴产业的战略领导者和门户看守者，国内人形机器人企业正在茁壮成长，未来或出现苹果、特斯拉这般带动整条产业链一同成长的龙头企业，中国也正迎来国产人形机器人的商业奇点。 优必选科技成立于2012年3月，总部位于深圳，从伺服舵机研发起步，逐步推出了消费级人形机器人、教育智能编程机器人、商用服务机器人、智能巡检机器人等产品。2023年12月29日，优必选在香港交易所主板挂牌上市，成为中国“人形机器人第一股”。

图 16：2023年12月29日，“人形机器人第一股”优必选正式上市

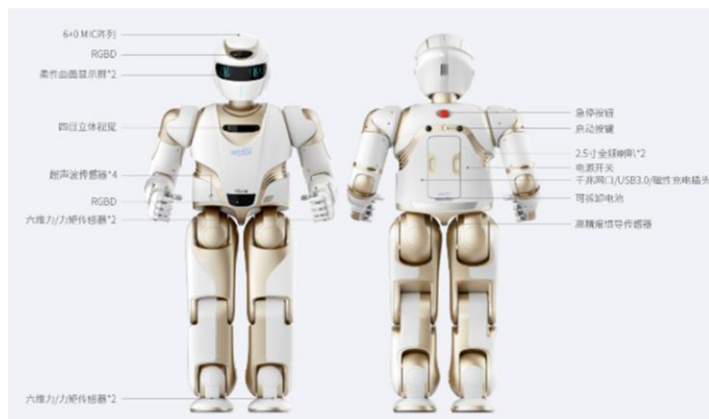


数据来源：澎湃网，东方证券研究所

优必选是国内最早开始研究人形机器人的企业之一，于 2016 年开始研发人形机器人 Walker 系列，2018 年成功推出第一代大型双足仿人服务机器人 Walker，成为**中国首家实现人形机器人商业化的企业**。

随后，该产品经历了几次重要的技术迭代，在 2019 年推出第二代 Walker，并在春节晚会上进行了表演。2021 年推出了 Walker X，该机器人身高 130cm，体重 63kg，拥有 41 个高性能伺服关节构成的灵巧四肢，并搭载了多维力觉、多目立体视觉、全向听觉和惯性、测距等全方位的感知系统，行走速度提升到 3km/h。拥有复杂地形自适应平稳快速行走、动态足腿控制自平衡抗干扰、自主操作家电、全身柔顺控制、U-SLAM 视觉导航、多模态情感交互、智能家居控制 6 大特性。**优必选伺服驱动器技术领先**。优必选成功开发了机器人操作系统应用框架（ROSA），是全球少数完成小扭矩到大扭矩（扭矩从 0.2N·m 到 200N·m）伺服驱动器批量生产的公司之一。

图 17：优必选 Walker X 示意图及参数



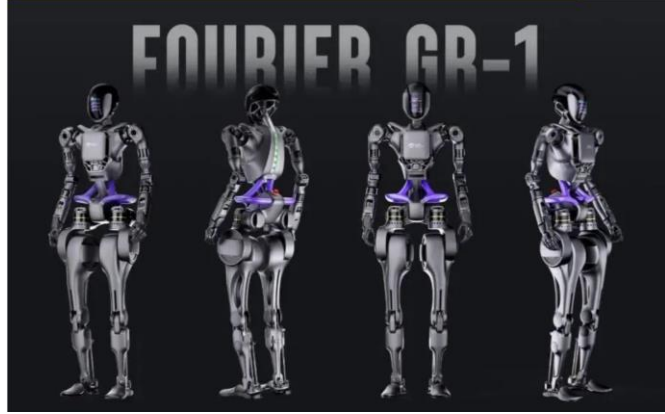
数据来源：优必选公司官网，东方证券研究所

傅利叶智能成立于 15 年，总部位于上海张江机器人谷，是国内康复医疗机器人领域的领军企业，迄今为止已经成功推出了 30 多个系列产品，并服务于全球 2000 多家医疗机构。傅里叶智能早期专注于医疗康复外骨骼机器人，并实现了规模化应用，同时将其在医疗康复机器人取得的商业成果与技术积累转向通用型人形机器人。公司在 2019 年启动通用型人形机器人项目，2023 年 7 月发布首款通用双足机器人产品 GR-1，并于 9 月开启预售，商业化进展快速。GR-1 身高 165cm，体重 55kg，全身自由度 54 个，采用一体化自研关节模组作为执行器，以及直腿行走方案，模拟人类直膝行走的自然步态，其步速可达 5km/h，具备快速行走、敏捷避障、

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

稳健上下坡、抗冲击干扰等功能，预计将应用于在工业、康复、居家、科研等多种应用场景。

图 18: 傅利叶智能 GR-1 全身图



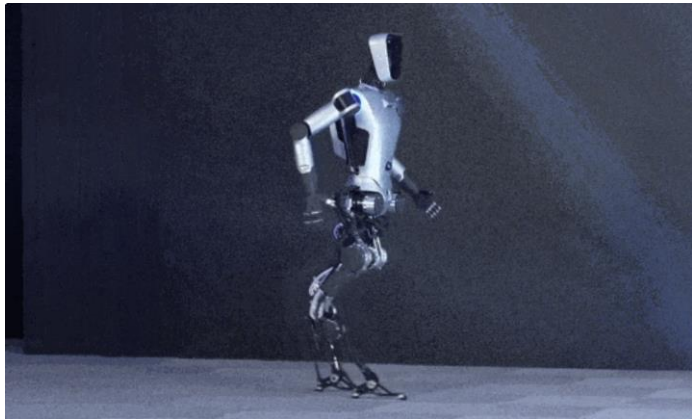
数据来源：腾讯网，东方证券研究所

智元机器人成立于 2023 年 2 月，创始团队包括华为“天才少年”稚晖君、彭志辉等业界资深人士，拥有较强的技术背景和产业资源。创立仅仅半年，智元机器人就于 2023 年 8 月发布了人形机器人远征 A1，A1 身高 175cm，体重 55kg，全身 49+个自由度，步行速度可达 7km/h，整机承重 80kg，单臂最大负载 5kg。膝盖采用反关节设计，膝盖向后弯曲可以拥有更大的空间，以应对更多的任务场景。

A1 上搭载的 Power Flow 关节电机为自研开发，使用了准直驱关节方案，实现了低齿槽转矩设计，搭配 10 速比以内的高力矩透明度行星减速器、共扼同轴双编码器、一体液冷循环散热系统以及自研的矢量控制驱动器，峰值扭矩超过 350N·M，而重量仅为 1.6kg。搭载 RGBD 相机、激光雷达，IMU 以及麦克风阵列。灵巧手指尖集成了基于视觉的指间传感器，可以分辨被操做物体的颜色、形状甚至材质，并且基于算法可以实现近似压力传感器的效果。同时远征 A1 搭载了 TeraFlops 的高算力芯片，具备多模态感知、少样本学习、任务闭环等能力。

远征 A1 预计将于 24 年实现商业化落地，售价将控制在 20 万元以内，将首先应用于 3C 制造，汽车制造等领域，随后逐步走向家庭，协助工人、科研人员和家庭成员完成各种任务。

图 19: 智元机器人的远征 A1



数据来源：智元机器人，东方证券研究所

伴随全球和国产人形机器人的亮相，全球共振下人形机器人的商业奇点已然来临。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

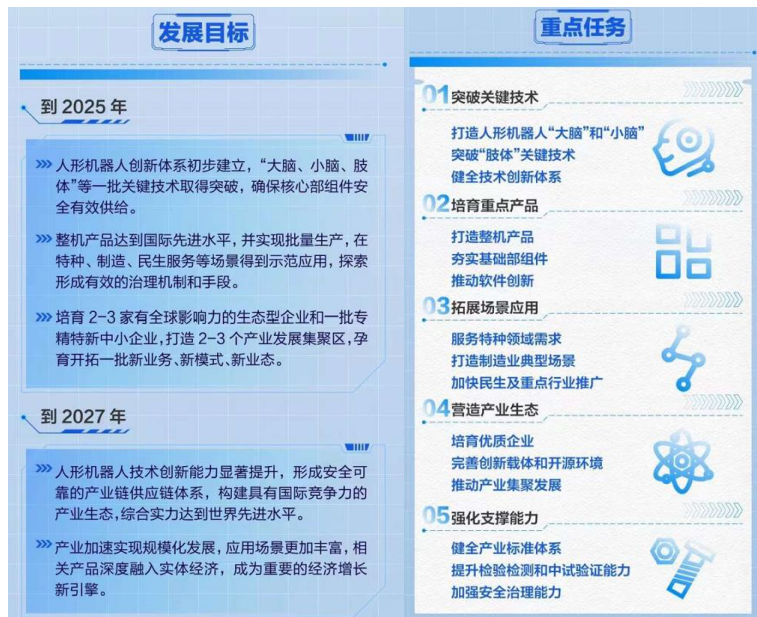
3.小市值公司有望成长为大市值巨头，国产厂商或将迎来高光时刻

国内顶层设计明确发展目标，2025 年实现整机批量生产，2027 年要形成安全可靠的产业链供应链体系。工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》明确指出发展目标：

1) 到 2025 年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部件安全有效供给。整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用，探索形成有效的治理机制和手段。培育 2-3 家有全球影响力的生态型企业和一批专精特新中小企业，打造 2-3 个产业发展集聚区，孕育开拓一批新业务、新模式、新业态。

2) 到 2027 年，人形机器人技术创新能力显著提升，形成安全可靠的产业链供应链体系，构建具有国际竞争力的产业生态，综合实力达到世界先进水平。产业加速实现规模化发展，应用场景更加丰富，相关产品深度融入实体经济，成为重要的经济增长新引擎。

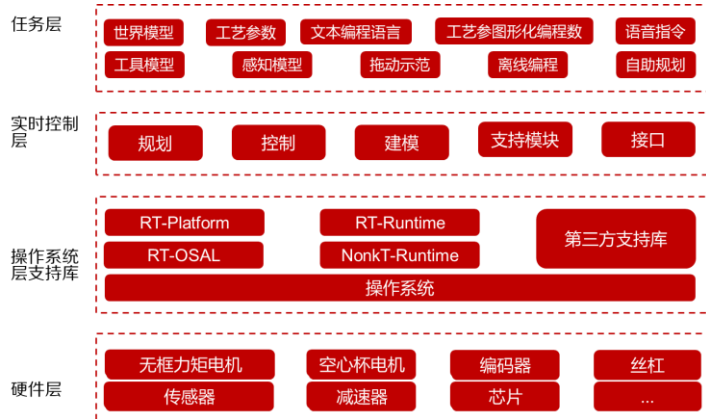
图 20：工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》明确发展目标和重点任务



数据来源：工信部，东方证券研究所

软件决定人形机器人高度，算法需与硬件匹配。人形机器人本质是 AI 系统落地物理世界的最佳载体，算法是核心，需与硬件匹配。机器人的输出包含了虚拟与物理两种能力。虽然人形机器人从本体硬件上看，存在抗压硬度与灵敏度不足的问题，但更核心问题在于是算法对运动能力的控制，包括本体平衡、行走的步态、手部抓取等规划与控制。这需要成熟的感知系统基础、强大的算法分解任务和规划动作、大模型不断仿真训练以及超强的算力支撑，同时要求算法与硬件相匹配。这要求机器人企业需自研算法，并持续更新迭代。

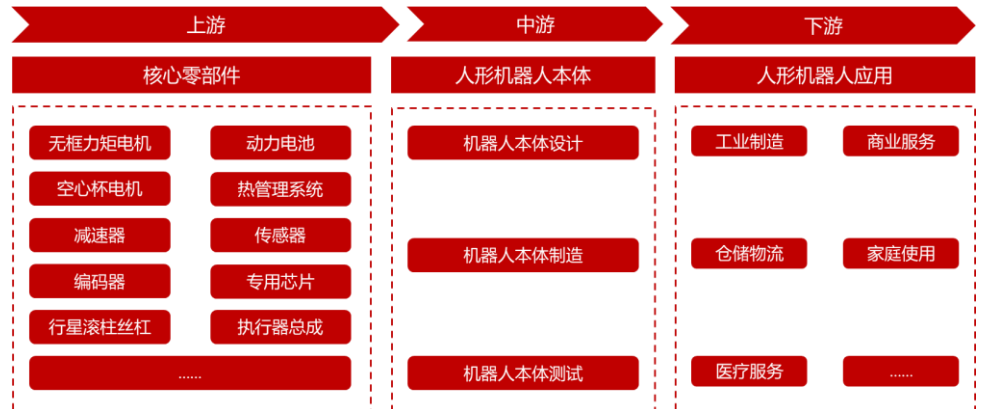
图 21：人形机器人软硬件架构示意图



数据来源：Tesla AI Day，前瞻产业研究院，东方证券研究所

硬件方面看，人形机器人产业链主要包括上游的核心零部件，例如无框力矩电机、空心杯电机、传感器、专用芯片等；中游为机器人本体制造，包括设计、制造、测试三大环节；下游为人形机器人应用领域，包括工业制造、仓储物流、医疗服务、商业服务、家庭使用等。

图 22：人形机器人行业产业链

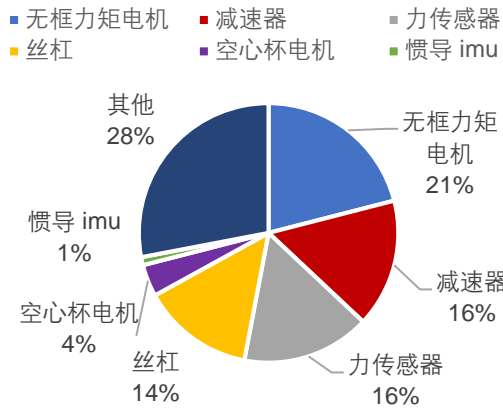


数据来源：Tesla AI Day，前瞻产业研究院，东方证券研究所

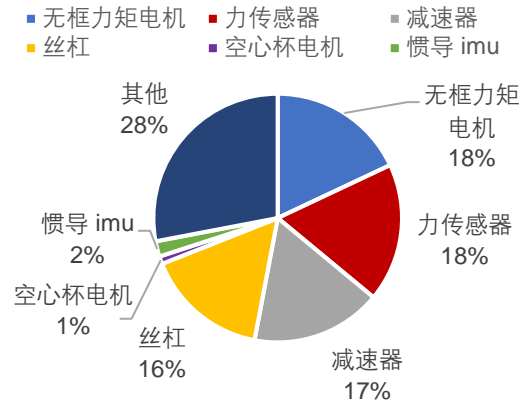
根据 Tesla AI Day 的预测数据，以特斯拉 Optimus 为例，2023 年人形机器人核心零部件价值量排名前三的是无框力矩电机、减速器和力传感器；2030 年无框力矩电机价值量占比下降，力传感器、减速器价值量占比上升，且力传感器将超过减速器，排名第二，三者合计占比仍超过 50%。

图 23：2023 年人形机器人核心零部件价值量分布图预测

图 24：2030 年人形机器人核心零部件价值量分布图预测



数据来源: Tesla AI Day, 前瞻产业研究院, 东方证券研究所



数据来源: 前瞻经济学人 APT, 东方证券研究所

从单机价值量占比来看, 无框力矩电机、减速器和力传感器价值量占比较高; 从降本空间来看, 空心杯电机、无框力矩电机等降本空间较大; 而从国产替代空间来看, 行星滚柱丝杠、空心杯电机、惯导 imu 等国产化率较低, 国产替代空间大。

表 3: 中国人形机器人行业核心零部件国产替代空间对比和部分代表企业

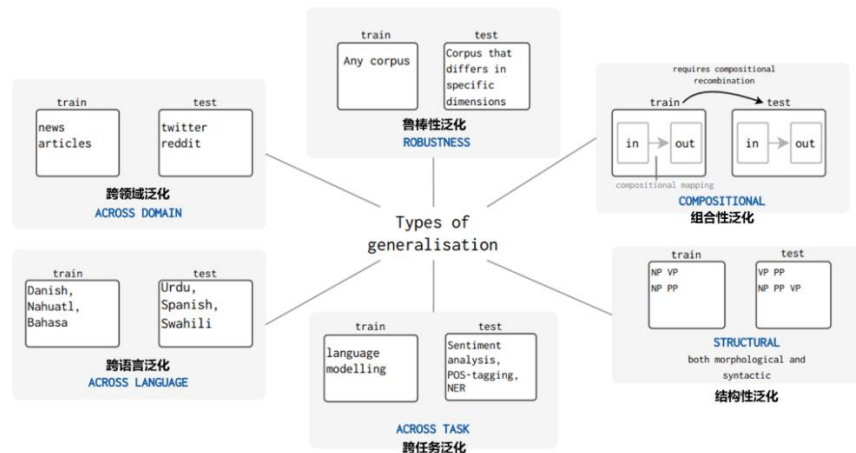
| 核心零部件 | 2023 单机价值量占比 | 国产化率 | 部分代表企业 |
|--------|--------------|------|--|
| 无框力矩电机 | 21% | 中等 | 步科股份、禾川科技、昊志机电、雷赛智能、伟创电气等 |
| 减速器 | 16% | 较高 | 绿的谐波、双环传动、昊志机电、国茂股份、秦川机床、丰立智能、中大德、科峰智能、夏厦精密、豪能股份、精锻科技等 |
| 力传感器 | 16% | 中等 | 柯力传感、昊志机电、东华测试、安培龙、华依科技、索辰科技、凌云股份、康斯特、华培动力、高华科技等 |
| 丝杠 | 14% | 低 | 五洲新春、新剑传动、贝斯特、北特科技、斯菱股份、恒立液压、秦川机床、鼎智科技、禾川科技、长盛轴承、南京工艺等 |
| 空心杯电机 | 4% | 低 | 鸣志电器、鼎智科技(江苏雷利)、拓邦股份、雷赛智能、伟创电气等 |
| 惯导 imu | 1% | 低 | 芯动联科、华依科技、苏州固锴等 |

数据来源: Tesla AI Day, 各公司官网, 前瞻产业研究院, 东方证券研究所

高频政策强调下人形机器人发展有望加速, 技术升级、产品发布及产业链验证有望持续出现, 机器换人和国产替代趋势下的机器人产业链机遇值得期待。从细分零部件来看, 人形机器人执行器关键零部件如丝杠、减速器、电机等高端领域的产品国产化率较低, 特别是行星滚柱丝杠、空心杯电机、六维力矩传感器等产品在下游市场规模不算太大的背景下, 此前国内大规模布局的企业较少, 规模化效应不足。面对 2030 年全球上千亿元的人形机器人赛道, 无论公司体量几何, 一旦抓住机遇, 其市值必将乘风而起, 得到巨大提升。

从过去的经验中学习到的表示、知识和策略应用到新的领域。人类就具有“举一反三”的能力，学习一个新概念后立即就能理解它在其他情况下的相关用法。以往的 AI 泛化能力很低，应用场景比较局限，泛化能力的出现让大模型能够在没有被训练过的场景中也能表现出色，是 AI 实现通用性的基础。人形机器人所面临的应用场景与人类的日常生活接近，需要面对多种多样、不重复、没见过的任务，模型的泛化能力就成为了其能否真正实现通用的核心要素。

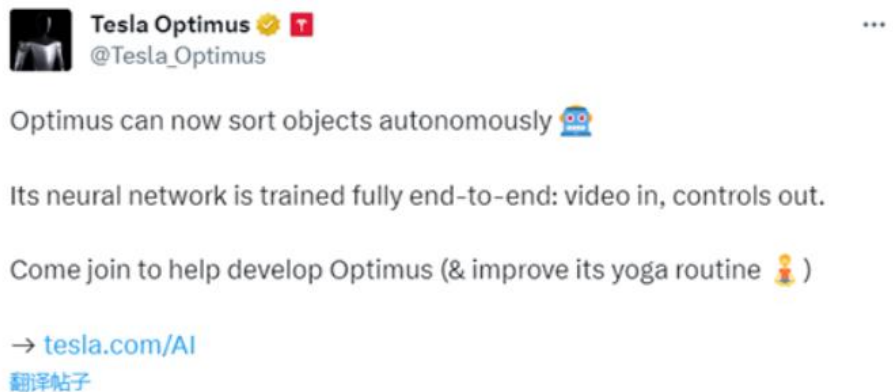
图 26：泛化的种类



数据来源：Meta 《State-of-the-art generalization research in NLP: A taxonomy and review》，东方证券研究所

多模态数据包含更多信息，端到端的算法训练框架提升模型泛化能力。图像、视频等多模态的数据拥有着比文字要多许多的信息，采用多模态数据的大模型有助于实现更高细粒度的语义理解、对话意图识别以及更精确的情感分析。综合使用多种数据模式的信息，可以显著提升模型的性能。因此，端到端的训练方式会在机器人模型领域有更多优势。传统的 AI 模型训练需要经历对原始数据的特征工程或者数据处理阶段，而端到端训练是指直接以原始数据作为输入，输出最终结果的方法。端到端的训练框架通过缩减人工预处理和后续处理，尽可能使模型从原始的多模态数据输入到最终输出，给模型更多可以根据数据自动调节的空间，增加模型的整体契合度，提升其泛化能力。特斯拉的 FSD 算法就是纯端到端的自动驾驶算法，并将这样的训练思路也延续到了其人形机器人 Optimus 上，特斯拉表示 Optimus 的神经网络训练是“完全端到端的”，即可实现视频信号输入，控制信号输出。

图 27：Tesla Optimus 是完全端到端训练的



数据来源：Twitter，东方证券研究所

Figure 01 和 OpenAI 结合，人形机器人和人类自然交流曙光初现。3月13日，Figure 发布了一条旗下最新机器人产品 Figure 01 的演示视频，视频中，工作人员向机器人询问“我能吃点东西吗”，机器人迟疑了几秒，然后熟练地将苹果递给了工作人员。除此之外，Figure 01 还充分展示了和人类以及环境交互的能力。它会说会看，还能给人类递食物、捡垃圾、收拾碗筷等。视频本身没有经过任何倍速，就已经达到了比较流畅的机器人演示效果。Figure 01 借助了 OpenAI 的模型能力，为它提供高级的视觉和语言智能，也让人们看到了未来人形机器人和人类自然交流的曙光。

图 28: Figure 01 把苹果递给工作人员



数据来源：Twitter，东方证券研究所

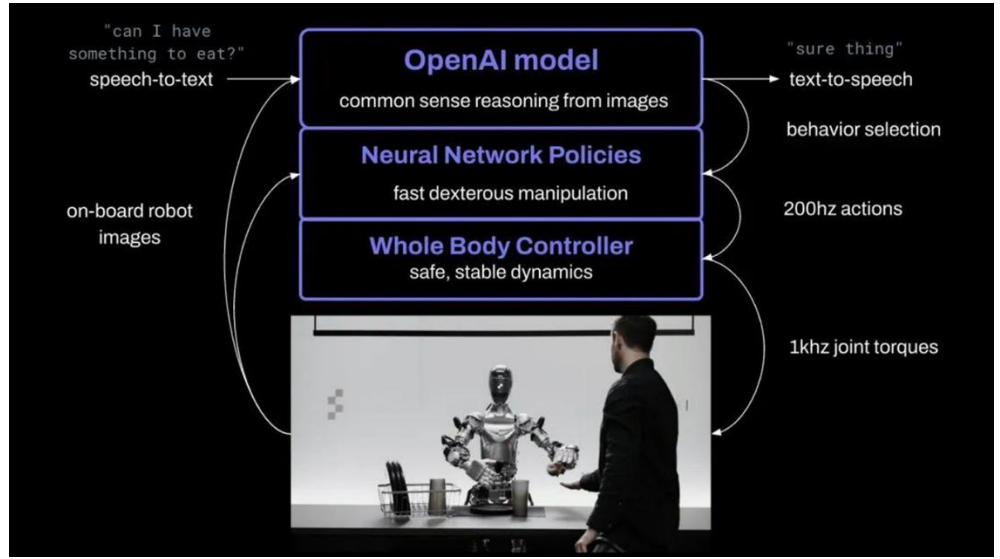
图 29: Figure 01 一边回答问题一边收拾桌上的垃圾



数据来源：Twitter，东方证券研究所

OpenAI 为 Figure 01 提供关键的语言识别、计划和任务执行能力。Figure01 的关键是软件，而软件中让人惊艳的能力又主要来源于 OpenAI。Figure AI 用机器人摄像头采集的视频信息，加上麦克风捕获的语音中的文本转录到由 OpenAI 提供的多模态大模型中，OpenAI 的大模型作为大脑，提供视觉推理和语言理解（其中可能包括 Sora 和 GPT-4 的能力）；Figure01 神经网络作为小脑，根据 OpenAI 的大模型的判断做出一系列快速、低级、灵巧的机器人动作。

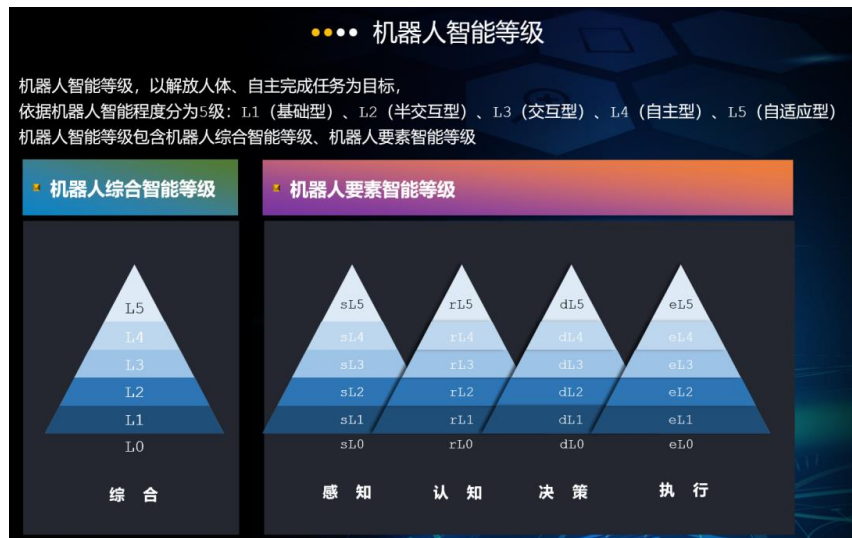
图 30: Figure 01 的技术路线



数据来源：澎湃，东方证券研究所

当前人形机器人智能等级基本处于 L3 级。根据 2022 年国家机器人检测与评定中心等单位联合发布的机器人智能等级划分标准，以解放人体、自主完成任务为目标，综合考量机器人的感知、认知、决策和执行能力，将机器人的智能程度划分为 L1（基础型）、L2（半交互型）、L3（交互型）、L4（自主型）、L5（自适应型）等 5 个等级。现阶段看，由大模型作为核心“大脑”的 Figure 01、Tesla Optimus 等通用人形机器人基本已经能够实现较为自然的人机交互，无需任何控制装置，仅用自然语言发出指令即可实现指令下达，整体基本达到 L3 级水平，但距离真正类人的交互还有一段距离。

图 31：机器人智能等级划分标准



数据来源：发改委，东方证券研究所

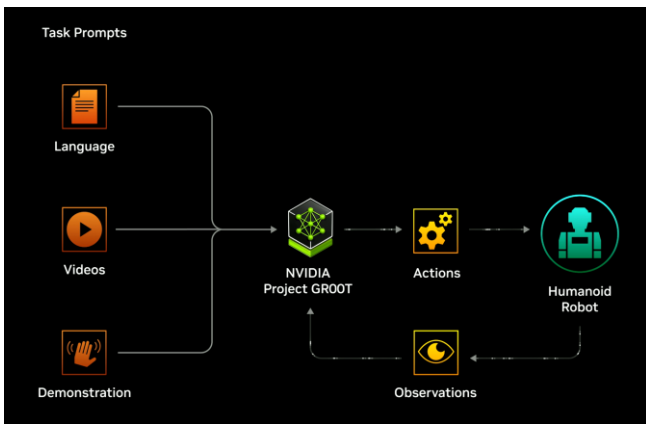
4.2 英伟达发布全球首款人形机器人基础模型，下一个增长点

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

3月19日的GTC大会上，英伟达发布了全球首款人形机器人通用基础模型 Project GR00T，旨在进一步推动其在机器人和具身智能方面的突破。英伟达的2023年的迅猛增长主要来自GPU与算力，而其下一个增长点则可能体现在对机器人开发的赋能上。基于GR00T人形机器人基础模型，可以实现通过语言、视频和人类演示，来理解自然语言，模仿人类动作，进而快速学习协调性、灵活性以及其他的技能，进而能够融入现实世界并与人类进行互动。

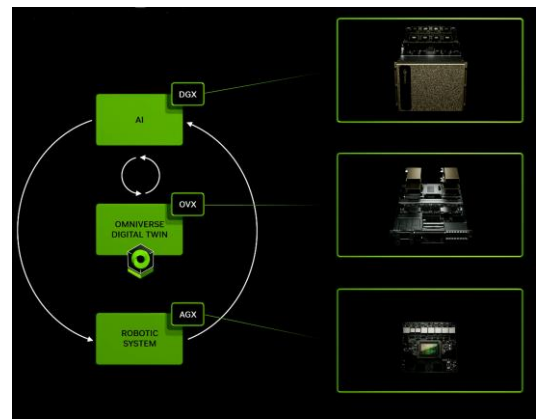
英伟达构建了包括AI、Omniverse、ISAAC三大平台，三大平台均与机器人产业高度关联。其中AI主要对应DGX系列产品，用于训练和推理人工智能系统；Omniverse主要对应OVX系列产品，用于驱动数字孪生的计算系统；ISAAC Robotic平台对应AGX系列，用于驱动人工智能机器人的仿真、训练和推理。

图 32：英伟达 Project GR00T 基础模型



数据来源：英伟达，东方证券研究所

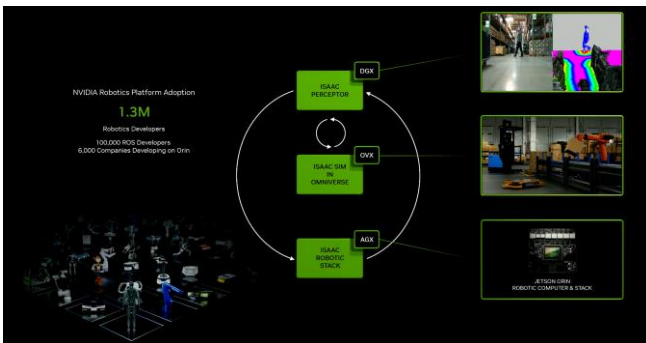
图 33：英伟达机器人产业三大平台



数据来源：英伟达，东方证券研究所

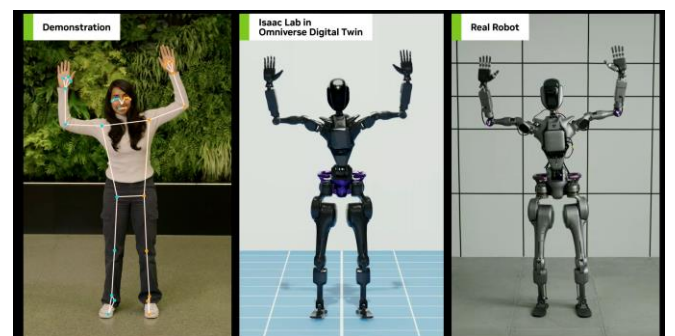
英伟达升级了ISAAC平台，允许开发者利用该平台模拟机器人学习技能、与物理世界模拟互动。现在的ISAAC平台旨在为开发者构建一套全面的端对端解决方案，以支持人工智能机器人的开发、模拟测试与部署工作，可支撑数千台机器人同步进行训练和仿真操作。ISAAC Lab整合了用于辅助提升机械臂的灵敏度与精确度的加速库平台ISAAC MANIPULATOR，以及用于提升服务机器人感知能力的ISAAC PERCEPTOR软件库，有超过130万机器人的开发者在使用英伟达的机器人平台。目前英伟达已携手比亚迪，开始在基于ISAAC平台的基础上开展仓库自动化机器人的研发合作。

图 34：英伟达 ISAAC 平台



数据来源：英伟达，东方证券研究所

图 35：ISAAC 平台可支撑机器人的同步训练仿真



数据来源：英伟达，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

在英伟达的推动下，通用机器人有望更快地进入工业和消费应用领域。英伟达大力推动机器人产业发展，在机器人仿真、训练、开发生态上有完整布局，在英伟达强大的 GPU 算力、完善的 AI 软件服务、Omniverse 数字孪生仿真、ISSAC 机器人开发平台的持续发力下，通用机器人有望以更快的速度向前发展，期待其在工业级和消费级领域的快速落地。

5.科技奇点或将成为风险

从克隆到人形机器人，人类对于生命起源奥秘的追问从未止步。但是，克隆技术带来了人类伦理道德的巨大冲击。高智能化的人形机器人克服了伦理问题，然而在人类取得这一进步的同时，也将面临科技奇点带来的风险。

人类祖先发现，最茁壮的植株的种子培植出的谷物也更优良。这是人类开始按照人的意图控制生命的开端，这也是克隆技术最终目标的最初体现。

1952 年，克隆蝌蚪。小小的蝌蚪改写了生物技术发展史，成为世界上第一种被克隆的动物。美国科学家罗伯特·布里格斯和托玛斯·金用一只蝌蚪的细胞创造了与原版完全一样的复制品。

1972 年，基因复制。克隆技术精细到以单个基因复制为单位。科学家将某种特定基因单离出来，将它与某有机体(最初是一种酵母)结合，有机体将新基因融入自己的 DNA 结构后再繁殖，产生出理想基因的复制品。

1978 年，第一例试管婴儿出生。整个世界吵嚷着想要目睹人类第一个体外受精婴儿路易斯的“庐山真面目”。英国医生用丈夫的精子在一个试管内使卵子受精，然后将胚胎植入健康母亲的子宫内。

1996 年，世界第一例从成年动物细胞克隆出的哺乳动物绵羊多利诞生。这个秘密直到 1997 年 2 月才向世人公布。苏格兰胚胎学家伊恩·威尔姆特和同事用一只成年母羊乳房内取出的细胞克隆出多利。

1998 年，克隆批量化。美国夏威夷大学的科学家用成年细胞克隆出 50 多只老鼠，并接着培育出 3 代遗传特征完全一致的实验鼠。与此同时，其它几个私立研究机构也用不同的方法成功克隆出小牛。其中最引人注目的是，日本人用一个成年母牛的细胞培育出 8 只遗传特征完全一样的小牛，成功率高达 80%。

2000 年，人类近亲被克隆。美国俄勒冈的研究者用与克隆多利羊截然不同的方法克隆出猴子，科学家将一个仅包含 8 个细胞的早期胚胎分裂为 4 份，再将它们分别培育出新胚胎，惟一成活的只有 Tetra。与多利不同的是，tetra 既有母亲也有父亲，但它只是人工 4 胞胎中的一个。此外，帮助培育出多利羊的生物技术公司宣布克隆出 5 只小猪仔。该公司宣称，克隆猪终将成为人类移植器官的“加工厂”。

2001 年，克隆人出现。当年 3 月，美国生殖科学家帕纳伊奥提斯·扎沃斯和一个国际研究小组宣布，数百对夫妇已自愿报名参加培育克隆婴孩的实验。该小组宣称最早至 2003 年便可帮助不孕夫妇培育克隆婴儿。当年 1 月，英国成为全球第一个有效地使克隆人类胚胎合法化的国家。政府通过一项富争议性的法案，目的在于允许对人类胚胎内的根细胞进行科学实验。该法案要求克隆体必须在诞生后 14 日内被毁灭。**培育克隆婴儿仍属非法行为。**

展望未来，当人工智能的智慧超越人类的智慧，我们将迎来人形机器人的科技奇点，而这或将成为人形机器人行业的风险。

回望智能手机与新能源汽车的发展历史，他们都受制于技术边界。无论是智能手机还是新能源汽车，其代际的更新都与技术的发展密切相关。具体而言，每一代智能手机的推出都伴随着处理器、存储、相机和屏幕等关键技术的突破，而电池、电机及电控系统技术则决定了新能源汽车的核心性能。

作为下一个颠覆性产品，人形机器人兼具 AI+高端智能双重属性，技术边界即将被突破。

2022 年底，ChatGPT 横空出世，迅即以席卷之势，在全球掀起惊涛骇浪，标志着人工智能技术达到一个崭新的高度。ChatGPT 是由美国人工智能研究实验室 OpenAI 研发的聊天机器人程序。ChatGPT 在推出 5 天后，注册用户数过百万；在推出后仅两个月，就获得 1 亿名月活跃用户，成为历史上增长速度最快的消费者应用程序。ChatGPT 犹如大航海时代的蒸汽机，或者信息时代的操作系统，俨然比肩人类科技史上诸多具有标志意义和节点效应的重大科技进展。人类社会已进入生成式人工智能（Generative AI）阶段，正向着通用人工智能（Artificial General Intelligence, AGI）时代迈进。以 ChatGPT 为代表的大模型快速迭代，人工智能技术正以前所未有的速度大踏步前进。OpenAI 首席执行官 Sam Altman，提出了“一个新版本摩尔定律”，我们把它叫做阿尔特曼定律：“宇宙中的智能数量将在每 18 个月后翻一番。”这个新摩尔定律是新时代新兴技术的普遍规律，是为“万物摩尔定律”（Moore's Law for Everything）。万物摩尔定律，正成为智能时代的新引擎。

表 4：万物摩尔定律：智能时代的新引擎

| 领域 | 名称 | 提出时间 | 内容 |
|------|--------------------------------|--------|------------------------|
| 半导体 | 摩尔定律（Moore's Law） | 1965 年 | 集成电路上晶体管数量每 18-24 个月翻倍 |
| 带宽 | 吉尔德定律（Gilder's Law） | 2000 年 | 主干网的带宽每 6 个月翻倍 |
| 网络 | 梅特卡夫定律（Metcalfe's Law） | 1993 年 | 网络的价值等于该网络内节点数的平方 |
| 数据 | 大数据定律 | NA | 新产生的数据量每两年翻倍 |
| 能耗 | 库梅定律（Koomey's Law） | 2010 年 | 计算设备的耗电量每 18 个月就会下降一半 |
| 人工智能 | 黄氏定律（Huang's Law） | 2020 年 | GPU 将推动 AI 性能实现逐年翻倍 |
| 人工智能 | 大模型定律（Large Model Moore's Law） | 2021 年 | 大模型的参数和与训练数据量快速增长 |
| 人工智能 | 阿尔特曼定律（Altman's Law） | 2023 年 | 宇宙智能数量每 18 个月翻倍 |

数据来源：腾讯网，英伟达，36 氪，东方证券研究所

英伟达（Nvidia）首席执行官黄仁勋早年提出取代摩尔定律的“黄氏定律”：GPU 将推动 AI 性能实现逐年翻倍。2023 年他更是声称，Nvidia 的 GPU 在过去 10 年中将 AI 处理性能提高了不低于 100 万倍，并将在未来 10 年内将再次令 AI 性能强大 100 万倍。“摩尔定律在其最好的日子里，可以在十年内实现 100 倍的增长”，黄解释道。“在接下来的 10 年里，我希望通过新芯片、新互连、新系统、新操作系统、新分布式计算算法和新 AI 算法，并与开发人员合作开发新模型，我相信我们会将人工智能再加速一百万倍”。

以 ChatGPT 为代表的大模型技术飞速发展，从架构演进统一到训练方式转变，再到模型高效适配，大模型技术引起机器学习范式的一系列重要革新，为通用人工智能发展提供了一种新的手段。由单一模态的语言大模型到语言、视觉、听觉等多模态大模型，大模型技术融合多种模态信息，实现多模态感知与统一表示，也将和知识图谱、搜索引擎、博弈对抗、脑认知等技术融合发展，相互促进，朝着更高智能水平和更加通用性方向发展。万物摩尔定律，成为智能时代的技术进步新引擎。人工智能技术快速迭代，正以前所未有的速度大踏步前进。

ChatGPT 的横空出世引发新一轮人工智能技术竞赛，另一方面，也有越来越多的声音警告强人工智能会给人类带来生存风险。2023 年 3 月下旬，在 GPT-4 诞生两周之际，有 1000 多名科技界和 AI 领域的重量级人物签署公开信，其中包括特斯拉首席执行官马斯克、苹果公司联合创始人沃兹尼亚克、Stability AI 总裁莫斯塔克、AI 企业 DeepMind 的多名研究员。后来，签名者超过了 33000 名。这封公开信的主要内容是呼吁在 6 个月内暂停高级人工智能的开发。理由是人工智能实验室陷入了一场失控的竞赛，他们没有办法理解、预测或可靠地控制自己创造的大模型，人类社会对其可能造成的影响也没有做好准备，AI 可能对社会和文明构成潜在风险。

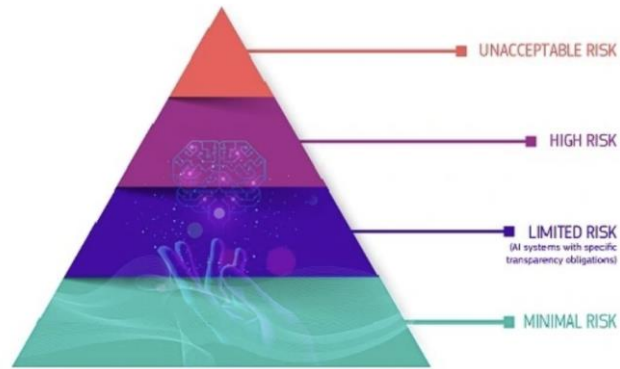
在业内有“AI 教父”之称的计算机科学家杰弗里·辛顿（Geoffrey Hinton）5 月初宣布离职谷歌，进一步加深了人们对 AI 是否已经失控的担忧。辛顿曾长期担任谷歌副总裁兼工程研究员，他说离开谷歌“以便更自由地谈论人工智能的危险”。“这些东西（AI）实际上可以比人类变得更聪明”。Hinton 提到他此前也和大部分人一样，认为 AI 威胁人类是很遥远的事情，至少发生在 30 年至 50 年之后。但近期他已经不再认为其很遥远。

2023 年 5 月 30 日，超过 370 名 AI 专家签署公开信《AI 风险声明》，信中警告称如果对先进人工智能的发展监管不当，可能会对人类构成生存威胁。这声明只有一句话：减轻被人工智能灭绝的风险，应该与流行病和核战争等其他大规模社会性风险一样，成为全球优先解决的事项。许多签署者在 AI 实验室、大型科技公司担任要职。其中包括图灵奖得主 Geoffrey Hinton、Yoshua Bengio，OpenAI 首席执行官 Sam Altman，Google DeepMind 联合创始人兼 CEO Demis Hassabis，微软首席技术官 Kevin Scott，谷歌副总裁 James Manyika，OpenAI 首席科学家 Ilya Sutskever，GAN 之父 Ian Goodfellow 等。

有学者认为：蒸汽机不会让人类灭绝，但 AI 会，因为蒸汽机没有智能。2023 年 10 月，众多 AI 界大佬再发公开信，联手全力呼吁管理人工智能风险。这封由 Bengio、Hinton、姚期智（Andrew Yao）、张亚勤等知名专家签署的联名信，标题为：“在快速发展的时代管理人工智能风险”。

技术边界虽会被突破，但是人形机器人将受制于政策边界。2024 年 3 月 13 日，欧盟通过了《人工智能法案》，这是有史以来第一个人工智能法律框架，它解决了人工智能的风险，并使欧洲在全球发挥领导作用。《人工智能法案》是全球首个关于人工智能的综合法律框架。新规则的目的是通过确保人工智能系统尊重基本权利、安全和道德原则，并解决非常强大和有影响力的人工智能模型的风险，在欧洲及其他地区培育值得信赖的人工智能。

图 36：欧盟《人工智能法案》监管框架为人工智能系统定义了 4 个风险级别



数据来源：光明网，深圳市人工智能产业协会，东方证券研究所

该法案为人工智能系统定义了高风险、有限风险、风险极小或无风险四个风险级别，并就应用场景、风险监测、技术透明度、生物识别等方面作出了要求，违者最多被罚公司全球收入的 7%。这个法案的适用范围虽然目前仅限于欧盟，但大型人工智能公司为了进入欧盟市场，将会做出相应行动。此外，这部新法律预计也将作为其他区域监管政策的重要参考，在全球造成广泛影响。

投资建议

自从海外特斯拉发布人形机器人以来，产业链持续快速发展，2023 年年我国政府部门也出台顶层设计指导意见，以推动机器人产业链快速发展。我们认为人形机器人有望成为宽赛道，并有望为产业链带来较大市场空间。2024 年，随着中期定型量产阶段逐渐临近，我们也认为具有更高性价比、更高研发生产效率的国产零部件供应商将获得更多市场份额，建议关注产业链相关公司：

总成：三花智控(002050，买入)、拓普集团(601689，买入)；

空心杯电机：鸣志电器(603728，未评级)、鼎智科技(873593，未评级)、伟创电气(688698，未评级)、雷赛智能(002979，未评级)；

减速器：绿的谐波(688017，未评级)、双环传动(002472，未评级)、中大力德(002896，未评级)、夏厦精密(001306，未评级)；

编码器：奥普光电(002338，未评级)、禾川科技(688320，未评级)、汇川技术(300124，未评级)、昊志机电(300503，未评级)、峰昭科技(688279，未评级)、儒竞科技(301525，未评级)；

丝杠和轴承：五洲新春(603667，买入)、北特科技(603009，未评级)、恒立液压(601100，未评级)、贝斯特(300580，未评级)、秦川机床(000837，未评级)、鼎智科技(873593，未评级)、禾川科技(688320，未评级)、新坐标(603040，未评级)；

配套高端设备：沃尔德(688028，未评级)、田中精机(300461，未评级)、华辰装备(300809，未评级)、浙海德曼(688577，未评级)、思进智能(003025，未评级)、日发精机(002520，未评级)；

传感器：柯力传感(603662，未评级)、昊志机电(300503，未评级)、安培龙(301413，未评级)、华依科技(688071，未评级)、东华测试(300354，未评级)、凌云股份(600480，未评级)、索辰科技(688507，未评级)、康斯特(300445，未评级)；

IMU：芯动联科(688582，未评级)、华依科技(688071，未评级)、苏州固锟(002079，未评级)等。

机器人大大模型：科大讯飞(002230，买入)、中科创达(300496，买入)等。

备注：

汽车组：三花智控、拓普集团、贝斯特、双环传动、凌云股份、华依科技、北特科技、新坐标。

电新组：鼎智科技、禾川科技、鸣志电器、伟创电气、儒竞科技。

风险提示

人形机器人进展不及预期：人形机器人目前还处于初期阶段，技术路线等尚未完全确定，同时智能化水平与 AI 的技术水平息息相关，因此整体的发展进程可能不及市场预期；

政策风险：2024 年 3 月 13 日，欧盟通过了《人工智能法案》，这是有史以来第一个人工智能法律框架，同时越来越多的专家和学者担忧人工智能的快速迭代给人类带来风险，而人形机器人兼具 AI+高端制造双重属性，未来或将面临政策不确定的风险；

国产替代进程不及预期：目前国内相关厂商的技术与国外头部厂商相比仍有较大差距，若技术突破进展不及预期，将影响到国产替代进程；

行业竞争加剧：伴随人形机器人放量以及行业降本趋势下，新参与者可能会增加，产品价格可能会有所下降，行业竞争可能会有所加剧；

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内行业或公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准（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）；

公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

- 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在-5% ~ +5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告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本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、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邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。