

Figure 和英伟达 GTC 的背后有什么技术新动向？

机械设备

评级：看好

日期：2024.03.22

分析师 祁岩

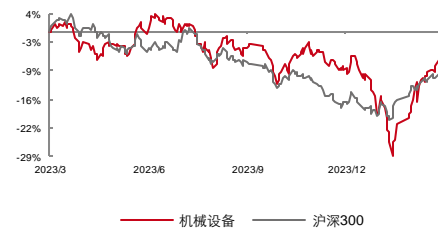
登记编码：S0950523090001

☎：021-61102527

✉：qiyen1@wkzq.com.cn

行业表现

2024/3/21



资料来源：Wind，聚源

相关研究

- 《人形机器人报告（一）：大模型视角下人形机器人的现在和未来》(2023/12/19)
- 《特斯拉发布 optimus gen2 视频点评》(2023/12/15)
- 《工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》点评》(2023/11/8)

事件描述

2024年3月1日，Figure 官宣与 OpenAI、微软达成合作。2024年3月13日，Figure 发布视频展示了与 OpenAI 合作后的进展。

2024年3月19日，英伟达举行 GTC2024。本次 GTC 上，NVIDIA 发布了自己的人形机器人方案。

事件点评

Figure 是谁？ Figure 2022 年成立，希望通过通用的人形机器人创造一个更好的未来。Figure 的成员来自波士顿动力、特斯拉、谷歌 DeepMind 等公司。

Figure 这次视频的亮点是什么？ 我们认为这次 figure 视频有四大亮点：1) 语义理解能力，显示出 Figure 进入家庭场景的可能；2) 手部动作的鲁棒性（即 robust，衡量承受干扰的能力），可用性大幅提升；3) 动作的流畅性，模型层面将“大脑”和“小脑”进行了区隔，同样意味着可用性大幅提升；4) 从像素到动作的端到端模型，或许意味着未来用人类视频训练机器人的路径打开。

我们认为，人形机器在数据来源、控制周期、鲁棒性上都有了明显进展，后续产业发展的卡点已经从科学问题转为了工程问题。

Figure 怎么看人形机器人的商业化进程？ Figure 认为未来人形机器人的发展会和自动驾驶类似，在物流、工厂等场景率先应用，家庭场景则更具挑战。2030 年可能看到人形机器人在家庭场景的应用。现阶段人形机器人的硬件供应面临极大挑战，没有现成的成熟方案。

NVIDIA 在本次 GTC 发布了什么？ 在人形机器人领域，NVIDIA 发布的产品包括：1) 人形机器人通用模型 GR00T；2) 人形机器人专用仿真平台 Issac Sim；3) 统一的计算资源调度平台 OSMO；4) 人形机器人专用芯片 jetson Thor。

本次 GTC 的影响是什么？ 1) 黄仁勋在 2023 年就表示过 AI 的下一个浪潮是具身智能。本次 NVIDIA 发布多款具身智能相关产品，是对行业趋势的再一次确认。2) 本次 GTC 发布的产品意味着 NVIDIA 为具身智能搭建的“基础设施”初步成型，模型开发、部署难度大大降低，行业后续有望加速发展。

投资建议

建议从两个方向进行布局：1) 关键的核心零部件，建议关注触觉传感器、力/力矩传感器、谐波减速器、行星减速器、滚柱丝杠等。2) 2025 年特斯拉 optimus 有望进入量产阶段，预计相关零部件将陆续进入定点阶段，建议关注与特斯拉形成较强绑定关系的供应商。

风险提示：

1. 人工智能技术仍在快速发展阶段，软硬件都在持续迭代中，行业发展存在较大技术风险。
2. 人形机器人作为新兴产业，产业链尚不成熟，可能阻碍产品的商业化落地。

Figure 的背后：人形机器人后续卡点从科技问题转为工程问题

2024年3月1日，Figure 官宣与 OpenAI、微软达成合作。2024年3月13日，Figure 发布视频展示了与 OpenAI 合作后的进展。

我们认为，从本次 figure 的视频可以看出来，人形机器人产业在数据来源、控制周期、鲁棒性（即 robust，衡量承受干扰的能力）上都有了明显进展，后续行业发展的卡点已经从科学问题转为了工程问题。

Figure 是谁

Figure 2022 年成立，目标是通过通用的人形机器人创造一个更好的未来，其公司使命是“用高级 AI 扩展人类的能力”。Figure 的成员来自波士顿动力、特斯拉、谷歌 DeepMind 和空中出租车公司 Archer Aviation 等公司。

- **创始人 Brett Adcock**。Brett 是一个连续创业者，之前创立了 Vetterly（一个线上人才市场公司，2018 年以 1.1 亿美元的价格被收购，后来改名为 Hired）和 Archer（电动航空公司，主要开发一种电动垂直起降飞机，用于城市空中移动）。
- **联合创始人、首席技术官 Jerry Pratt**。Jerry Pratt 之前是 IHMC（人类与机器认知研究所）的首席研究员，也是 DARPA 机器人挑战赛中 Team IHMC 的团队负责人。
- **机器人控制主管 Michael Rose**。Michael Rose 是前波士顿动力/苹果工程师
- **AI 团队负责人 Corey Lynch**。Corey Lynch 是前谷歌 Deepmind 的 AI 研究员。Google 的机器人模型 Palm-E 的团队成员中，就有 Corey Lynch 的身影。

Figure 至今已经获得了 3 轮融资。

- 2023 年 4 月，Figure 获得 Aliya Capital Partners 等 10 家投资者的 7000 万美元 A 轮融资。
- 2023 年 7 月 17 日，Figure 获得 Big Sky Partners 和 Intel Capital 的 900 万美元融资。
- 2024 年 2 月 23 日，Figure 获得亚马逊创始人贝索斯，以及微软、英伟达、OpenAI 等公司的 6.75 亿美元融资。

图表 1: Figure 获得 6.75 亿美元融资的投资方



资料来源：Figure，五矿证券研究所

从 2023 年 10 月以来， Figure 陆续公布了自己的研究进展。

2023 年 10 月 Figure 发布了代号为 Figure 01 的首款人形机器人。Figure01 重约 60kg，负载能力 20kg，行走速度 1.2m/s，单次运行时间 5h，采用电驱动的方式运行。

图表 2: Figure01 的参数



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

2024 年 1 月， Figure 发布了一个煮咖啡的视频。在煮咖啡的视频中， Figure 展示了调整角度放置咖啡胶囊的能力。这显示出 Figure01 手部动作具有良好的灵巧性和鲁棒性。

图表 3: Figure01 煮咖啡



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

图表 4: Figure01 调整咖啡胶囊的放入角度



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

2024 年 1 月， Figure 宣布和 BMW 签署协议， Figure 将在 BMW 的工厂部署人形机器人。初期， Figure 01 将专注于五项特定的薄板金属处理任务，之后会引入包括箱子搬运、拾取和放置任务、托盘装载等重复性任务。

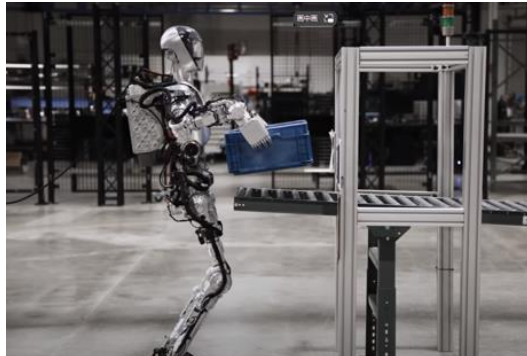
2024 年 2 月， Figure 公布了 Figure01 在仓库进行搬运的视频。视频展示了 Figure 的自主导航能力和视觉检验能力、任务优先级排序能力。

图表 5: Figure01 拿起盒子



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

图表 6: Figure01 放下盒子



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

2024年3月, Figure 发布视频展示了与人对话的能力, 以及抓取苹果、对桌面进行整理的
能力。

图表 7: Figure01 将纸团放入盒子



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

图表 8: Figure01 放下盒子



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

Figure 的亮点有哪些? 意味着什么?

我们在之前的报告《大模型视角下人形机器人的现在和未来》中提到, 目前人形机器人行业还有几个比较重要的痛点、难点, 包括 1) 机器人的控制周期慢, 动作迟缓; 2) 成功率不高, 鲁棒性有所欠缺; 3) 训练数据缺乏。在本次 Figure 的身上, 我们看到这些痛点、难点都在被一一克服。Figure01 以下几点让我们印象深刻:

语义理解能力

借助于 OpenAI 的能力, Figure 展示出了非常强的语义理解能力。研究人员询问 figure01 “有没有什么食物?”, Figure01 可以把桌子上唯一的苹果递给研究人员, 并解释“这是桌子上唯一可以吃的东西”。强大的语义理解能力是人形机器人走进家庭场景的前提。

手部动作的鲁棒性

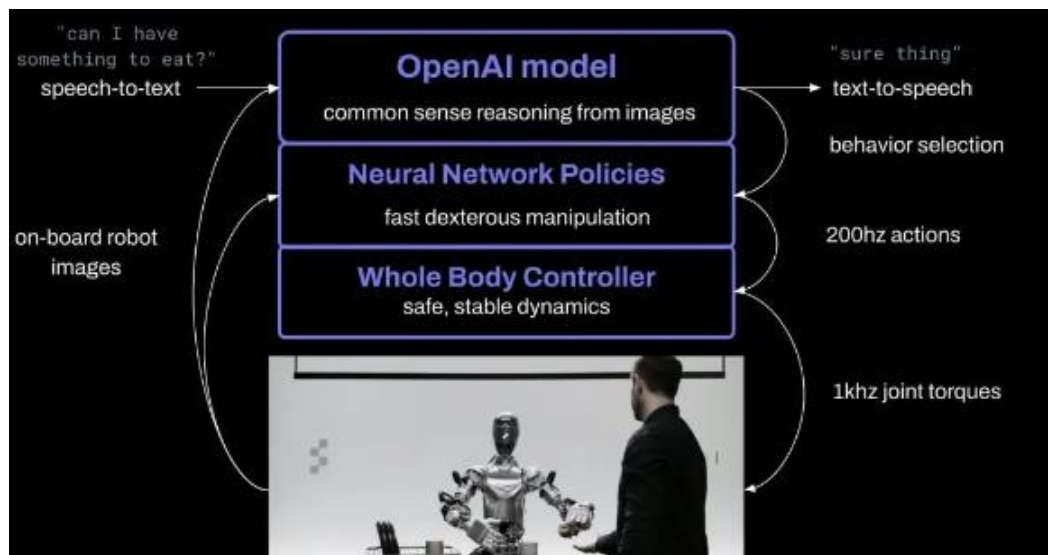
研究人员把一堆纸团扔在桌子上, figure 可以准确抓取并放回盒子中。在研究人员“扔”的过程中, 纸团的位置、状态是有随机性的, 无法事先预编程。这也就展示了, figure01 的手部动作有比较好的鲁棒性, 可以根据实际情况随时调整。

动作的流畅性

Figure01 搭载的是一个端到端的模型——Figure 以 10Hz 的速度输入图像, 并把像素转变为 24Dof 的动作。但目前端到端模型的响应速度依然是一个瓶颈。Google 的 RT 系列模型只能做到 3Hz 的响应频率。这就导致从外界来看机器人的动作非常迟缓。而 Figure01 在模型层

面实现了“大脑”和“小脑”的区隔，实现了 200Hz 的输出频率，整个动作非常流畅。Figure 的最上层是 OpenAI 的模型，主要是做一些语义理解、任务拆分的工作。之后 Open AI 的模型把指令给到 Figure 自研的端到端神经网络，神经网络会以 200Hz 输出一些列动作，被称为 high-rate “setpoint”。接着 Figure01 会调用传统的 WBC 模型，用 WBC 模型去跟踪 high-rate “setpoint”。

图表 9: Figure01 模型



资料来源: Figure, 五矿证券研究所

从像素到动作的端到端模型

Figure 的 AI 负责人 Corey Lynch 解释 figure01 的端到端模型是从像素到动作。也就是说，未来 figure01 很有可能利用互联网上大量的人类视频作为数据来源进行训练，从而解决人形机器人数据不足的问题。Meta 也在尝试类似的方案。Meta AI 推出了一种新算法，使机器人能够通过观看 YouTube 视频来学习和复制人类行为

综合以上几点，我们认为，人形机器在数据来源、控制周期、鲁棒性上都有了明显进展，后续发展的卡点已经从科学问题转为了工程问题。比如零部件如何快速降本？零部件的使用寿命如何保障？如何快速扩大人形机器人的使用场景？

Figure 怎么看人形机器人的商业化进程？

Figure 的创始人 Brett Adcock 曾接受过一段访谈。Brett 谈到了很多对人形机器人商业化进程的观点。Brett 强调了人形机器人的发展会和自动驾驶类似，在物流、工厂等场景率先应用，家庭场景则更具挑战。我们将 Brett 观点整理如下：

- 一个人形机器人大约有 1000 个零件，一个电动汽车可能有大约 1 万个零件。长期来看，一个人形机器人的成本应该低于一台廉价电动汽车。
- 如果我们的目标是全球范围内投放 100 万台机器人，可能需要 5 年或者 10-12 年的时间，并且主要在后半段投放。
- 接下来的 10-20 年里，机器人业务的发展将与自动驾驶汽车的发展路径类似。人形机器人也会首先解决相对容易的问题，比如在预知环境和任务的情况下搬运货物。在家中烹饪或照顾老年人，就像在城市街道上驾驶，更具挑战性。

- 现在大部分时间都投入到了机器人在物流方面的应用，也在一些大型汽车制造商上花费了不少时间
- 2030 年左右，我们有可能看到人形机器人在家庭环境中的广泛应用。
- 硬件供应非常困难，很多决定都取决于硬软件的供应链情况。如果我们真的想做出实现高性能、高可靠性、高安全性和低成本的人形机器人，就需要开发自己的执行器、电子设备、电池和几乎所有软件，因为这些都没有现成的解决方案。
- Figure 所有的短期、低级别的处理都在机身上操作。对于一些不需要高带宽、不必担心延迟问题的任务，例如规划机器人的下一步行动等高级行为，这些任务可以在云端进行处理。

英伟达 GTC 的背后：具身智能的“基础设施”初步成型

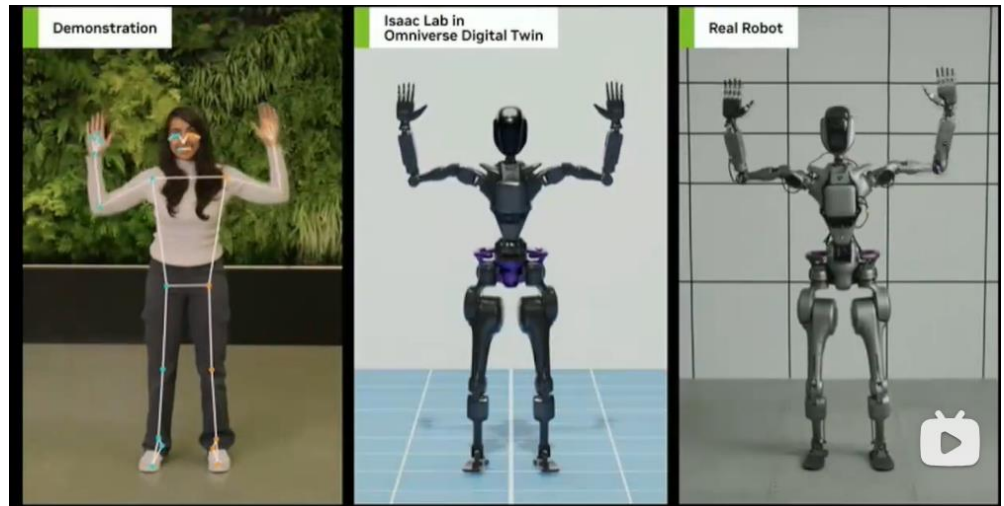
2024年3月19日，英伟达举行 GTC2024。本次 GTC 上，NVIDIA 发布了自己的人形机器人方案，包括：1) 人形机器人通用模型 GR00T；2) 人形机器人专用仿真平台 Isaac Sim；3) 统一的计算资源调度平台 OSMO；4) 人形机器人专用芯片 jetson Thor。

我们认为，这意味着英伟达为具身智能搭建的“基础设施”初步成型，模型开发、部署难度大大降低，行业后续有望加速发展。

NVIDIA 在本次 GTC 发布了什么？

(1) 英伟达推出了自己的人形机器人通用模型 **GR00T (Generalist Robot 00 Technology)**。GR00T 是一个针对人形机器人的通用模型。GR00T 重要的两个突破：1) 可以理解自然语言，2) 通过观察人类动作并进一步模仿学习。

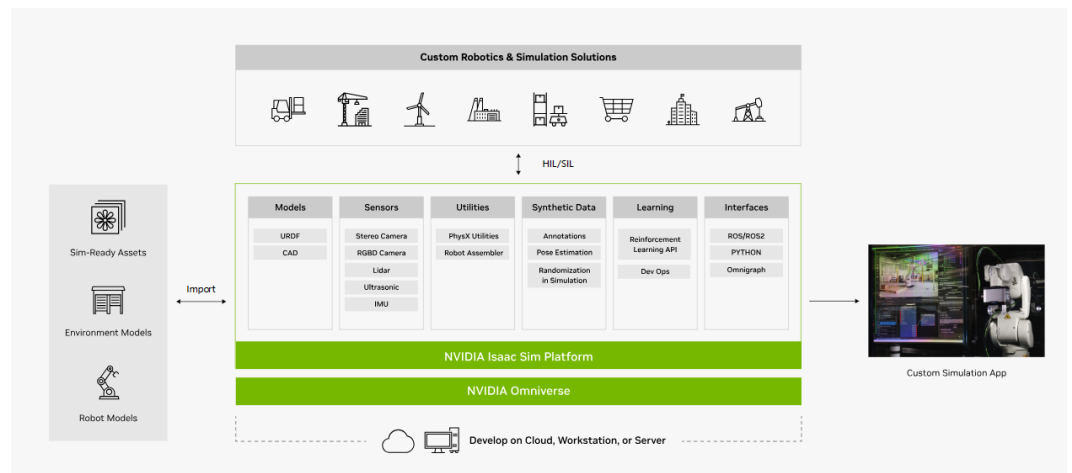
图表 10：GR00T 通过观察人类动作进一步模仿学习



资料来源：英伟达，五矿证券研究所

(2) 英伟达推出了人形机器人的专用仿真平台 **Isaac Sim**。Isaac Sim 可以提供可扩展的、逼真的和物理上精确的虚拟环境。Isaac Sim 基于英伟达的 Omniverse 构建。

图表 11：Isaac Sim 平台示意图



资料来源：英伟达，五矿证券研究所

图表 12: 在 Isaac Sim 进行仿真的机器人



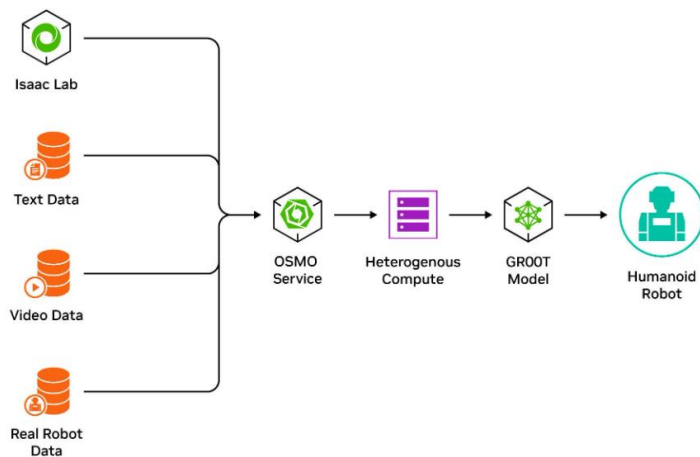
资料来源: 英伟达, 五矿证券研究所

NVIDIA 特别强调了 Isaac Sim 中的两个库 (包含预训练模型和硬件): Isaac Manipulator 和 Isaac Perceptor。

- Isaac Manipulator 提供了目前行业最先进最灵巧的机器人手臂。通过优化基础模型和 GPU 加速, Isaac Manipulator 在路径规划和零样本感知方面的速度提升了 80 倍。
- Isaac Perceptor 提供多摄像头的 3D 环绕视觉能力。这种能力越来越多地应用于工厂中的自主移动机器人, 以提高效率和安全, 并减少错误率和成本。

(3) 英伟达推出了统一的计算资源调度平台 OSMO。GR00T 模型的仿真在 Isaac 进行, 训练在 DGX Cloud 上进行, 中间通过 OSMO 实现跨平台的调度。

图表 13: 通过 OSMO 实现跨平台计算资源的调度



资料来源: 英伟达, 五矿证券研究所

(4) 英伟达还发布了人形机器人专用芯片 Jetson Thor。Jetson Thor 可以为 transformer 引擎提供 800 万亿次 8 位浮点 AI 性能, 具备 100GB 以太网带宽, 它大大简化了设计和集成工作。

本次 GTC 的影响是什么?

首先, 黄仁勋在 2023 年就表示过 AI 的下一个浪潮是具身智能。本次 NVIDIA 发布多款具身

智能相关产品，是对行业趋势的再一次确认。

其次，本次 GTC 发布的产品意味着 NVIDIA 为具身智能搭建的“基础设施”初步成型，模型开发、部署难度大大降低，行业后续有望加速发展。

投资建议

投资方面，建议从两个方向进行布局：1) 关键的核心零部件，建议关注触觉传感器、力/力矩传感器、谐波减速器、行星减速器、滚柱丝杠等。2) 2025 年特斯拉 optimus 有望进入量产阶段，预计相关零部件将陆续进入定点阶段，建议关注与特斯拉形成较强绑定关系的供应商。

风险提示

1. 人工智能技术仍在快速发展阶段，软硬件都在持续迭代中，行业发展存在较大技术风险。
2. 人形机器人作为新兴产业，产业链尚不成熟，可能阻碍产品的商业化落地。

分析师声明

作者在中国证券业协会登记为证券投资咨询(分析师),以勤勉的职业态度,独立、客观地出具本报告。作者保证:(i)本报告所采用的数据均来自合规渠道;(ii)本报告分析逻辑基于作者的职业理解,并清晰准确地反映了作者的研究观点;(iii)本报告结论不受任何第三方的授意或影响;(iv)不存在任何利益冲突;(v)英文版翻译与中文版有所歧义,以中文版报告为准;特此声明。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级(另有说明的除外)。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现,也即以报告发布日后的6到12个月内的公司股价(或行业指数)相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中:A股市场以沪深300指数为基准;香港市场以恒生指数为基准;美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在20%及以上;
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于5%~20%之间;
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%~5%之间;
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下;
		无评级	预期对于个股未来6个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上;
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%~10%之间;
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司(以下简称“本公司”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户,本报告仅在相关法律许可的情况下发放,并仅为提供信息而发放,概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有,未经本公司书面许可,任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后,再注明出处为五矿证券研究所,且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时,也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的,本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构(以下简称“该机构”)发送本报告,则由该机构独自为此发送行为负责。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断,本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动;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;本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时,本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改,投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料,本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证,也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司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,不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下,报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议,投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下,本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利,不与投资者分享投资收益,也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。本公司及作者在自身所知情范围内,与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别声明

在法律许可的情况下,五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易,也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此,投资者应当考虑到五矿证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突,投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

联系我们

上海	深圳	北京
地址:上海市浦东新区东方路69号裕景国际商务广场A座2208室 邮编:200120	地址:深圳市南山区滨海大道3165号五矿金融大厦23层 邮编:518035	地址:北京市海淀区首体南路9号4楼603室 邮编:100037

Analyst Certification

The research analyst is primarily responsible for the content of this report, in whole or in part. The analyst has the Securities Investment Advisory Certification granted by the Securities Association of China. Besides, the analyst independently and objectively issues this report holding a diligent attitude. We hereby declare that (1) all the data used herein is gathered from legitimate sources; (2) the research is based on analyst's professional understanding, and accurately reflects his/her views; (3) the analyst has not been placed under any undue influence or intervention from a third party in compiling this report; (4) there is no conflict of interest; (5) in case of ambiguity due to the translation of the report, the original version in Chinese shall prevail.

Investment Rating Definitions

The rating criteria of investment recommendations		Ratings	Definitions
The ratings contained herein are classified into company ratings and sector ratings (unless otherwise stated). The rating criteria is the relative market performance between 6 and 12 months after the report's date of issue, i.e. based on the range of rise and fall of the company's stock price (or industry index) compared to the benchmark index. Specifically, the CSI 300 Index is the benchmark index of the A-share market. The Hang Seng Index is the benchmark index of the HK market. The NASDAQ Composite Index or the S&P 500 Index is the benchmark index of the U.S. market.	Company Ratings	BUY	Stock return is expected to outperform the benchmark index by more than 20%;
		ACCUMULATE	Stock relative performance is expected to range between 5% and 20%;
		HOLD	Stock relative performance is expected to range between -10% and 5%;
		SELL	Stock return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%;
		NOT RATED	No clear view of the stock relative performance over the next 6 months.
	Sector Ratings	POSITIVE	Overall sector return is expected to outperform the benchmark index by more than 10%;
		NEUTRAL	Overall sector expected relative performance ranges between -10% and 10%;
		CAUTIOUS	Overall sector return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%.

General Disclaimer

Minmetals Securities Co., Ltd. (or "the company") is licensed to carry on securities investment advisory business by the China Securities Regulatory Commission. The Company will not deem any person as its client notwithstanding his/her receipt of this report. The report is issued only under permit of relevant laws and regulations, solely for the purpose of providing information. The report should not be used or considered as an offer or the solicitation of an offer to sell, buy or subscribe for securities or other financial instruments. The information presented in the report is under the copyright of the company. Without the written permission of the company, none of the institutions or individuals shall duplicate, copy, or redistribute any part of this report, in any form, to any other institutions or individuals. The party who quotes the report should contact the company directly to request permission, specify the source as Equity Research Department of Minmetals Securities, and should not make any change to the information in a manner contrary to the original intention. The party who re-publishes or forwards the research report or part of the report shall indicate the issuer, the date of issue, and the risk of using the report. Otherwise, the company will reserve its right to taking legal action. If any other institution (or "this institution") redistributes this report, this institution will be solely responsible for its redistribution. The information, opinions, and inferences herein only reflect the judgment of the company on the date of issue. Prices, values as well as the returns of securities or the underlying assets herein may fluctuate. At different periods, the company may issue reports with inconsistent information, opinions, and inferences, and does not guarantee the information contained herein is kept up to date. Meanwhile, the information contained herein is subject to change without any prior notice. Investors should pay attention to the updates or modifications. The analyst wrote the report based on principles of independence, objectivity, fairness, and prudence. Information contained herein was obtained from publicly available sources. However, the company makes no warranty of accuracy or completeness of information, and does not guarantee the information and recommendations contained do not change. The company strives to be objective and fair in the report's content. However, opinions, conclusions, and recommendations herein are only for reference, and do not contain any certain judgments about the changes in the stock price or the market. Under no circumstance shall the information contained or opinions expressed herein form investment recommendations to anyone. The company or analysts have no responsibility for any investment decision based on this report. Neither the company, nor its employees, or affiliates shall guarantee any certain return, share any profits with investors, and be liable to any investors for any losses caused by use of the content herein. The company and its analysts, to the extent of their awareness, have no conflict of interest which is required to be disclosed, or taken restrictive or silent measures by the laws with the stock evaluated or recommended in this report.

Minmetals Securities Co. Ltd. 2019. All rights reserved.

Special Disclaimer

Permitted by laws, Minmetals Securities Co., Ltd. may hold and trade the securities of companies mentioned herein, and may provide or seek to provide investment banking, financial consulting, financial products, and other financial services for these companies. Therefore, investors should be aware that Minmetals Securities Co., Ltd. or other related parties may have potential conflicts of interest which may affect the objectivity of the report. Investors should not make investment decisions solely based on this report.

Contact us

Shanghai

Address: Room 2208, 22F, Block A, Eton Place, No.69 Dongfang Road, Pudong New District, Shanghai
Postcode: 200120

Shenzhen

Address: 23F, Minmetals Financial Center, 3165 Binhai Avenue, Nanshan District, Shenzhen
Postcode: 518035

Beijing

Address: Room 603, 4F, No.9 Shoutinan Road, Haidian District, Beijing
Postcode: 100037