

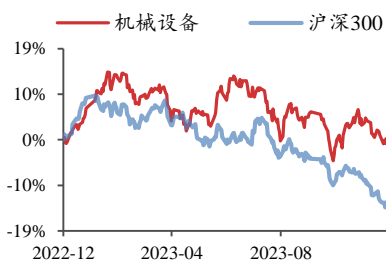
## 机械设备

2023 年 12 月 24 日

投资评级：看好（维持）

——行业周报

### 行业走势图



数据来源：聚源

### 相关研究报告

《特斯拉发布 Optimus-Gen2，传感器、高效执行器和轻量化成焦点——行业点评报告》-2023.12.15

《柔性触觉传感器或将在人形机器人时代大放异彩——行业周报》-2023.12.10

《新产品新技术带动，消费电子设备放量可期——行业周报》-2023.12.3

## 直击 2023 日本国际机器人展，关注小型化、轻量化、传感器等方向

孟鹏飞（分析师）

mengpengfei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

熊亚威（分析师）

xiongyawei@kysec.cn

证书编号：S0790522080004

张健（联系人）

zhangjian1@kysec.cn

证书编号：S0790123040050

● **日本东京国际机器人展亮点纷呈，重点关注小型化、轻量化、传感器等方向**  
2023 年 11 月 29 日-2023 年 12 月 2 日，日本东京国际机器人展览会召开，本届展览会吸引了 650 余家企业和团体参展，设展位超过 3500 个，核心参展商类型包括工业机器人本体、工业机器人应用产品与解决方案、工业机器人开发平台与软件技术、工业机器人功能部件及零部件。通过对减速器、传感器、电机等功能部件及零部件参展厂商剖析，明确人形机器人零部件发展方向：（1）小型化；（2）轻量化；（3）传感器；（4）机电一体化；（5）制造加工工艺或结合 3D 打印等

● **日企具备人形机器人技术和产品储备，国内企业在量产降本方面或更具优势**  
我们以哈默纳科、住友、尼得科三家公司在机器人零部件的布局，来看机器人零部件的发展趋势。（1）**哈默纳科展示搭载微型谐波减速器的灵巧手**。哈默纳科展示了搭载 RSF-3、RSF-5 小型谐波驱动的 RSFsupermini 系列灵巧手，可实现无限模仿人手精密动作处理，该产品与安川协作机器人 HC10S 组合完成抓取动作。该微型谐波减速器用途主要面向机器人关节驱动。此外，哈默纳科减速器还关注零部件一体化方向，包括减速器内集成力矩传感器、集成伺服驱动器。（2）**住友开发超轻量化、高强度谐波减速器**。住友新型减速器内圈采用金属材料，外圈采用高强度树脂材料，在性能未下降的前提下，该减速器重量显著降低。该谐波减速器主要面向协作机器人，未来则有望面向人形机器人。由于人形机器人携带“电量”有限，轻量化是长期发展趋势，关注 PEEK 材料、钛合金的应用。（3）**尼得科减速机轻薄短小并内置多款传感器**。此次展览的新产品“Smart-FLEXWAVE”是一款内部多传感器（扭矩传感器、温度传感器、角度传感器）的精密控制用减速机，可助力实现更低价格，产品更轻薄短小。人形机器人逐步进入量产阶段，传感器或为最大增量。综上，日本零部件巨头对特斯拉为代表的人形机器人有技术和产品储备，或为国内企业技术发展指明方向，但在产业链量产与降本方面，日本企业未积极参与，国产厂商未来或更具竞争力。

### ● 受益标的

综合以上分析，建议重点关注人形机器人零部件小型化、轻量化、传感器、3D 打印等相关厂商。**新兴装备**（军机机载设备龙头，拓展人形机器人关节模组+整机）；**丰立智能**（精密齿轮“小巨人”，小模数齿轮、谐波减速器等核心供应商）；**五洲新春**（轴承领军企业，拓展行星滚柱丝杠）；**中研股份**（国内 PEEK 材料龙头，人形机器人轻量化打开新空间）；**康斯特**（高端 mems 压力传感器打破海外垄断，量产在即，成长可期）；**东华测试**（力学测试领域龙头，力矩传感器打开成长空间）；**中大力德**（国内行星减速器龙头，受益人形机器人用量提升）；**华曙高科**（稀缺的 3D 打印设备龙头，布局 PEEK 产品化关键设备）。

● **风险提示**：人形机器人轻量化发展不及预期；人形机器人传感器发展不及预期。

## 目 录

1、日本东京国际机器人展亮点纷呈，重点关注小型化、轻量化、传感器等方向 .....	3
2、日企具备技术产品储备，国内企业在量产降本或更具优势 .....	4
2.1、哈默纳科：展示搭载微型谐波减速器的灵巧手 .....	4
2.2、住友：开发超轻量化高强度谐波减速器 .....	5
2.3、尼得科：减速机轻薄短小，内置多款传感器 .....	7
3、受益标的 .....	10
4、风险提示 .....	10

## 图表目录

图 1：人形机器人量产在即，建议重点关注小型化、轻量化、传感器等方向 .....	3
图 2：哈默纳科展示搭载微型谐波减速器的灵巧手方案 .....	4
图 3：哈默纳科微型谐波减速器分为 RSF 和 CSF 两大系列 .....	4
图 4：哈默纳科产品开发关注减速器与驱动伺服一体化 .....	5
图 5：哈默纳科产品开发关注减速器与传感器一体化 .....	5
图 6：住友展示超轻量化高强度谐波减速器，质量显著下降 .....	5
图 7：peek 材料属于合成树脂制造行业 .....	6
图 8：住友首次推出非接触式磁场传感器 .....	7
图 9：尼得科新产品精密减速机“KINEX” .....	8
图 10：尼得科精密控制用减速机“FLEXWAVE” .....	8
图 11：“Smart-FLEXWAVE”内置多款传感器 .....	8
图 12：特斯拉二代人形机器人指尖新增触觉传感器 .....	8
图 13：特斯拉二代人形机器人脚部新增力矩传感器 .....	8
图 14：传感器是人形机器人实现检测和控制的首要环节 .....	9
表 1：东京国际机器人展览上，海外零部件厂商积极拓展微型化、轻量化等方向 .....	3
表 2：peek 材料易加工、强度高 .....	6
表 3：机器人传感器可以分为外部传感器与内部传感器两类 .....	9

## 1、日本东京国际机器人展亮点纷呈，重点关注小型化、轻量化、传感器等方向

2023 年 11 月 29 日至 12 月 2 日，2023 年日本国际机器人展览召开，本次展览参展范围包括工业机器人本体、工业机器人应用产品与解决方案、工业机器人开发平台与软件技术、工业机器人功能部件及零部件。从参展规模来看，本届展会吸引 650 余家企业和团体参展，共设立展位超过 3500 个，海外公司和团体参展 121 家。

我们对机器人功能部件及零部件厂商的参展情况进行剖析，包括伺服系统、减速机、控制器、电机、减速器、传感器、机器人手爪等方向，选择哈默纳科、住友、尼得科，情况如下表所示：

表1：东京国际机器人展览上，海外零部件厂商积极拓展微型化、轻量化等方向

企业	微型化	轻量化	机电一体化	制造加工工艺
哈默纳科	开发微型谐波减速器，用于安川灵巧手方案中	更微型谐波减速器产品采用类似行星轮结构和轻量化材料，比硬币还小；减速器采用中空型，可优化结构设计以匹配无框力矩电机	减速器集成六维力矩传感器，减速器集成伺服驱动器一体；内置扭矩传感器，提高反应速度，缩小体积	微型减速器为哈默纳科自行开发的制造设备和工艺
尼得科	——	——	在减速器内置温度传感器和角度创奇，未来也可集成扭矩传感器	收购三菱机床，在中国嘉兴开始生产滚齿机
住友	——	开发超轻量化高强度谐波减速器，质量由纯金属的 900g 下降至 260g 左右，后续持续开发，目前主要面向协作机器人，后续免息那个人形机器人	——	——

资料来源：IT 之家公众号、开源证券研究所

综上，我们可以看出，人形机器人零部件未来重点的发展方向包括小型化、轻量化、传感器和机电一体化。

图1：人形机器人量产在即，建议重点关注小型化、轻量化、传感器等方向

小型化	减速器、传动机构等小型化，关注微型伺服电机、微型减速器等
轻量化	量产减重，性能提升，包括新的结构设计（中空、扁平化）、新的材料应用（钛合金、Peek 材料）
传感器	传感器作用和重要性逐步提升，从而对电机和减速器等要求下降，关注触觉传感器、力矩传感器等
机电一体化	减速器等传动机构和传感器、电机结合为整体
制造加工工艺	制造机器人和减速器等零件的方式可能发生改变，关注 3D 打印、注塑和粉末冶金等

资料来源：开源证券研究所

## 2、 日企具备技术产品储备，国内企业在量产降本或更具优势

### 2.1、 哈默纳科：展示搭载微型谐波减速器的灵巧手

哈默纳科展示搭载微型谐波减速器的灵巧手方案。2023 年日本东京国际机器人展览会期间，哈默纳科展示了搭载 RSF-3、RSF-5 小型谐波驱动的 RSFsupermini 系列灵巧手，可实现无限模仿人手精密动作处理，该产品与安川协作机器人 HC10S 组合完成抓取动作。

图2：哈默纳科展示搭载微型谐波减速器的灵巧手方案



资料来源：2023 年日本东京国际机器人展览会、开源证券研究所

哈默纳科微型谐波减速器有望用于人形机器人。微型减速器为哈默纳克开发并具备小批量量产能力的产品，目前分为 RSF 和 CSF 两大系列，用途主要是面向机器人关节驱动。

微型谐波减速器原材料、结构、减速器同普通谐波减速器一样，但由于体积缩小较多，因此制造工艺更难，且制造设备由哈默纳科专门开发，壁垒性高。

图3：哈默纳科微型谐波减速器分为 RSF 和 CSF 两大系列



资料来源：2023 年日本东京国际机器人展览会、开源证券研究所



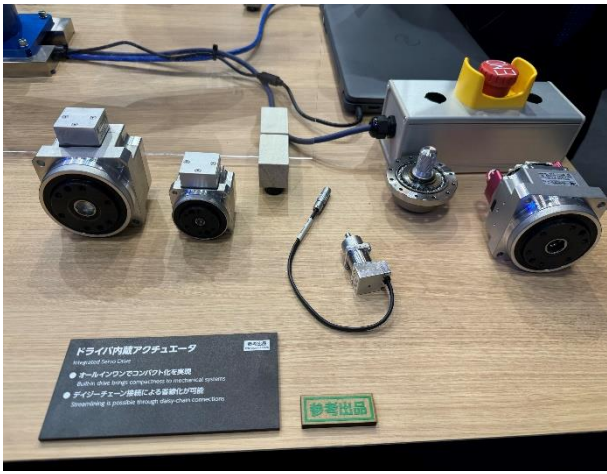
哈默纳科产品开发关注减速器与传感器一体化、减速器与驱动伺服一体化等方向。从此次展览来看，哈默纳科开发的面向人形机器人需求的新产品还关注到一体化等方向，包括在减速器内集成力矩传感器，集成伺服驱动器于一体等。

图4：哈默纳科产品开发关注减速器与驱动伺服一体化



资料来源：2023 年日本东京国际机器人展览会、开源证券研究所

图5：哈默纳科产品开发关注减速器与传感器一体化



资料来源：2023 年日本东京国际机器人展览会、开源证券研究所

## 2.2、住友：开发超轻量化高强度谐波减速器

住友展示了超轻量化、高强度谐波减速器。2023 年日本东京国际机器人展览会期间，住友展示了超轻量化高轻度的谐波减速器，该减速器内圈采用金属材料，外圈采用高强度树脂材料，在性能未下降的前提下，该减速器重量由纯金属的 900g 下降至 260g 左右，后续还会不断进行开发。该谐波减速器主要面向协作机器人，未来则面向人形机器人。

图6：住友展示超轻量化高强度谐波减速器，质量显著下降



资料来源：2023 年日本东京国际机器人展览会、开源证券研究所

轻量化在人形机器人量产阶段重要性凸显，peek 是轻量化“明珠”。人形机器人携带“电量”有限，轻量化是长期发展趋势，此外轻量化能够提高机器人负载，且有助于完成复杂动作，是高阶机器人发展前提。

表2: peek 材料易加工、强度高

	性能	材料密度 (g/cm3)	强度	加工难易程度	造价
PEEK 材料	机械性能优异、自润滑性好、摩擦系数较低、耐磨损、耐高温、阻燃性、耐化学腐蚀、耐水解、耐辐射、优异的生物相容性、强度高、刚性强、表面硬度高	1.3	强度高, 耐压强, 具有高拉伸模量, 是高应力应用的理想选择	易加工, 可以采用注塑成型工艺直接加工出零件	价格高
铝合金	有良好的铸造性能和塑性加工性能、易锻造、良好的耐腐蚀性和可焊性、良好的导电、导热性能、低密度、强度高、高断裂韧性	2.63~2.85	强度低于 PEEK	铝易于切割和成型, 加工较容易	价格较低
不锈钢	具有良好的耐蚀性、耐热性、低温强度和机械特性, 冲压、弯曲等热加工性好, 无热处理硬化现象	7.70~8.00	强度高	难度较大	价格一般
钛合金	高强度、高钢性、高硬度、高导热性、热稳定性好、低密度、高耐腐蚀性、机械性能好、工艺性能差	4.51 左右	强度极高	难度大	价格较高

资料来源: 南京首塑官网、上海有色网等、开源证券研究所

Peek 属于合成树脂制造行业, 上游是化学原料和化学纤维制造行业, 下游应用于交通运输、航空航天、电子信息、能源及工业、医疗健康等行业。

图7: peek 材料属于合成树脂制造行业



资料来源: 中研股份招股说明书

住友首次推出非接触式磁场传感器。在此次东京国际机器人展览会上，住友首次推出非接触式磁场传感器，该传感器利用磁场转换产生减速比，解决了传统减速器需要润滑油的问题，可以直接在水中使用，几乎没有声音，高安全性。

图8：住友首次推出非接触式磁场传感器



资料来源：2023 年日本东京国际机器人展览会、开源证券研究所

## 2.3、尼得科：减速机轻薄短小，内置多款传感器

尼得科传动技术株式会社（旧日本电产新宝）以“改变机器人的未来-减速机推进的方案”为主题，展示了多款作为机器人关键部件的高精密减速机。

产品矩阵逐步覆盖行星、谐波、RV 减速机，价格方面通过量产或有更大降幅，中国市场目前瞄准 scara 机器人，未来考虑拓展人形机器人客户。

(1) 行星减速机：“KINEX”有轻便紧凑的实心轴型“N 系列”和电缆、软管可以穿过的空心轴型“C 系列”两种类型，与现有产品“FLEXWAVE”组合时，可以提供各种轴的机械臂，从而在广泛的应用中完成出色动作。

(2) 谐波减速机：“FLEXWAVE”具有轻巧、紧凑、旋转精度高、超低背隙等特点，常用于工业机械臂/机器人的关节驱动。



图9：尼得科新产品精密减速机“KINEX”



资料来源：极客网

图10：尼得科精密控制用减速机“FLEXWAVE”



资料来源：极客网

减速机内置多款传感器，实现了更低价格，产品更轻薄短小。

此次展览的新产品“Smart-FLEXWAVE”是一款内部多传感器（扭矩传感器、温度传感器、角度传感器）的精密控制用减速机，内置尼得科研发的薄膜传感器，有助于推动协作机器人更小、更轻。

图11：“Smart-FLEXWAVE”内置多款传感器



资料来源：极客网

特斯拉 Optimus 二代出世，最大增量为传感器和电子皮肤。12 月 13 日，特斯拉在平台官方账户上发布第二代 optimus 人形机器人，新增手指触觉传感器和足部力矩传感器，人形机器人的行走、抓取、平衡性显著提升。我们认为，随着机器人落地时点趋近，各类传感器需求将更加明确，数量与种类具有较大提升空间。

图12：特斯拉二代人形机器人指尖新增触觉传感器



资料来源：传感器专家网公众号

图13：特斯拉二代人形机器人脚部新增力矩传感器



资料来源：传感器专家网公众号

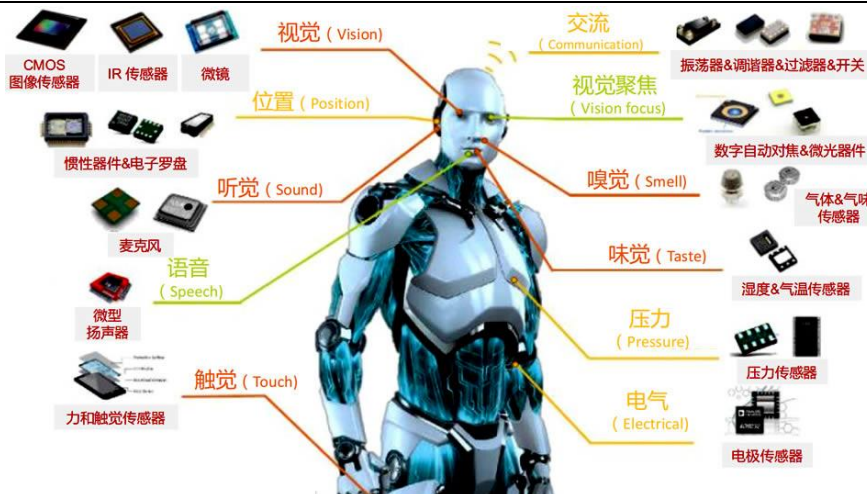


人形机器人传感器可分为内部传感器与外部传感器：

(1) **外部传感器**：主要用于感知外部环境，包括视觉传感器、触觉传感器、听觉传感器、嗅觉传感器、味觉传感器、接近度传感器等。

(2) **内部传感器**：主要用于感知机器人自身的状态，包括速度与加速度传感器、力觉传感器、电机扭矩传感器等。

图14：传感器是人形机器人实现检测和控制的首要环节



资料来源：华南机器人研究院公众号

表3：机器人传感器可以分为外部传感器与内部传感器两类

传感器类型		主要作用
外部传感器	视觉 CMOS 图像传感器、IR（红外） 传感器	探测环境障碍物、温度测量
	触觉 力传感器、力矩传感器	模仿人的皮肤，感知外力/外力矩
	听觉 麦克风传感器	实现声音感知和环境监测、声源定位、语音识别等功能
	嗅觉 气体、气味传感器	判断气体/气味种类，能监测环境中的有害气体、检测可燃气体等
	味觉 湿度&气温传感器	通过感知食物的湿度和气温变化，判断香气、口感和味道
	交流 振荡器、协调器、过滤器	产生声音/特定频率信号，去除信号噪音和干扰，对外交流
	电气 电极传感器	测量机器人周围环境中的生物电信号、电场分布等
内部传感器	位置 光电编码器	电机转角/转速测量、里程测量
	姿态 惯性传感器	可以检测机器人的运动状态（速度和位置）以及旋转状态（角速度和姿态）
	加速度 加速度传感器	加速度测量

资料来源：传感器技术公众号、汉威科技 2022 年年报、电子发烧友网、传感器专家网、《基于数字图像处理的自动对焦技术研究》（刘兴宝，2008）、开源证券研究所

### 3、受益标的

新兴装备：军机机载设备龙头，拓展人形机器人关节模组+整机

丰立智能：精密齿轮“小巨人”，小模数齿轮、谐波减速器等核心供应商

五洲新春：轴承领军企业，拓展行星滚柱丝杠

中研股份：国内 PEEK 材料龙头，人形机器人轻量化打开新空间

康斯特：高端 mems 压力传感器打破海外垄断，量产在即，成长可期

东华测试：力学测试领域龙头，力矩传感器打开成长空间

中大力德：国内行星减速器龙头，受益人形机器人用量提升

华曙高科：稀缺的 3D 打印设备龙头，布局 PEEK 产品化关键设备

### 4、风险提示

人形机器人轻量化发展不及预期；人形机器人传感器发展不及预期。

## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20% 以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5% 以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。



## 法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，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、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金融工具的邀请或向人做出邀请。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、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

## 开源证券研究所

### 上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层  
邮编：200120  
邮箱：research@kysec.cn

### 深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层  
邮编：518000  
邮箱：research@kysec.cn

### 北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层  
邮编：100044  
邮箱：research@kysec.cn

### 西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层  
邮编：710065  
邮箱：research@kysec.cn