

机械设备

2024年01月01日

关注特斯拉机器人新方向:线束和标准化充电接口

——行业周报

投资评级: 看好 (维持)

孟鹏飞 (分析师)

熊亚威 (分析师)

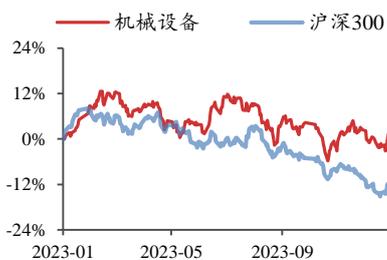
mengpengfei@kysec.cn

xiongyawei@kysec.cn

证书编号: S0790522060001

证书编号: S0790522080004

行业走势图



数据来源: 聚源

相关研究报告

《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——行业周报》-2023.12.24

《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

● 线缆/线束: 机器人传递动力和信号的“神经和血管”

机器人线缆是指机器人本体、供电、信号、控制以及机器人周边用线, 是连接机器人各个部件的重要组成部分。线束是指将连接器 (接口) 与电线电缆压接后, 外面再塑压绝缘体或外加金属壳体等, 以线束捆扎形成连接电路的组件。通常可将工业机器人线束分为机器人本体线束和伺服电机线束 (包括伺服动力电缆、伺服编码器电缆、伺服抱闸电缆)。2022 年国内机器人 (含工业、服务、特种机器人) 线缆市场规模约 48.3 亿元。目前工业机器人线缆平均半年就要更换一次, 考虑存量替换后的机器人线缆市场规模将更大。

● 中高端机器人线缆国产化率约 30%, 材料、工艺为国产化率提升的主要瓶颈

工业机器人线缆原材料为铜丝、胶料和化工原料, 铜丝成本占原材料成本的 86.6%。工业线缆生产所需设备包括绞线机、编织机、辐照设备等。中高端机器人线缆国产化率约 30%, 材料性能、工艺能力弱于海外为国产化率提升的主要瓶颈。如, 机器人线缆中导体材料多应用合金丝, 是国内电缆企业的弱项。绝缘材料中, PVC 材料国内有能力进行自主研发和量产, 但在更先进氟塑料、改性 PUR、TPE 材料上, 国内在性能上还需要大幅度提升。

● 特斯拉机器人出货量达百万台量级时有望新增约 90 亿元线束市场

人形机器人全身使用大量的传感器、控制器等电力电子器件, 带来对线束/线缆的需求。在 2023 年 12 月发布的 Optimus-Gen2 视频中, 特斯拉首次提到集成电子元件和线束的执行器。同时由于人形机器人需要执行相比工业机器人更负责的任务, 完成更复杂的动作, 对线缆的耐弯折、寿命要求提升, 人形机器人“限重”的要求也推动轻量化材料在线缆上的应用。假设特斯拉人形机器人本体线束成本占 BOM 表总成本的 5%, 伺服电机线束价值量占单个伺服电机的 12%。当特斯拉人形机器人出货量达到 100 万台时, 有望带来 90 亿元增量市场。

● 特斯拉机器人有望使用标准化充电接口, 降本需求下供应链有望向国内转移

国际汽车工程师学会于 2023 年 6 月对特斯拉北美充电标准 (NACS) 接口进行标准化设计, 从而确保任何供应商和制造商都能在北美的电动汽车及充电桩上使用、制造或部署 NACS 充电接口。充电接口标准化助力特斯拉汽车进一步扩大销售规模。同年 8 月, 特斯拉向英国豪利士 (Volex) 颁发首个充电连接器生产许可证, 用于生产 NACS 充电接口。Volex 在 2022 年 8 月已加入国内讯石会员, 其高速数据传输线缆产品已经被诸多国内顶级互联网公司认证并应用。类比特斯拉汽车, 未来特斯拉人形机器人也有望使用标准化的接口, 从而加速放量。参考新能源汽车供应链演变趋势, 在特斯拉人形机器人降本需求下, 国内具备新能源车电机、工业机器人线束生产制造能力和业务的企业有望受益。受益标的: 长城科技 (电磁线)、万马股份 (线缆及充电接口)、鑫宏业 (线缆)。

● **风险提示:** 特斯拉人形机器人对线束的用量不及预期、特斯拉人形机器人充电接口标准化的设立进度不及预期。

内容目录

1、 线缆/线束：机器人传递动力和信号的“神经和血管”.....	3
1.1、 2022 年国内机器人（含工业、服务、特种机器人）线缆约 48 亿元市场.....	3
1.2、 日欧厂商占据国内中高端工业机器人线缆 70% 的市场，材料、工艺为国产化率提升的主要瓶颈.....	4
1.3、 特斯拉机器人出货达百万量级时有望新增约 90 亿元线束需求市场.....	6
1.4、 特斯拉机器人有望使用标准化充电接口，降本需求下未来供应链有望向国内转移.....	7
2、 风险提示.....	8

图表目录

图 1： 工业机器人使用线缆进行动力和信号的传递.....	3
图 2： 工业机器人线缆连接示意图.....	4
图 3： 工业线缆主要生产工序包括绞合、芯线押出、辐照等环节.....	5
图 4： 中高端工业机器人线缆国产化率约 30%（2021 年）.....	5
图 5： 汽车线束是汽车信息数据交流系统的关键部件.....	6
图 6： Optimus-Gen2 视频中首次提及集成线束的执行器.....	7
图 7： 特斯拉汽车实现充电接口标准化.....	7

1、线缆/线束：机器人传递动力和信号的“神经和血管”

1.1、2022 年国内机器人（含工业、服务、特种机器人）线缆约 48 亿元市场

机器人线缆是指机器人本体、供电、信号、控制以及机器人周边用线，是连接机器人各个部件的重要组成部分。线束是指将连接器（接口）与电线电缆压接后，外面再塑压绝缘体或外加金属壳体等，以线束捆扎形成连接电路的组件。

与普通电缆相比，工业机器人线缆具有更高的抗扭曲、抗磨损、耐油性和耐高温性能，能够满足工业机器人的高速、高频、高精度运动要求，同时具备足够的弯曲和扭转自由度，在弯曲和扭转的过程中不会对线缆本身造成损伤。

工业机器人线缆行业还有专门的行业准入标准，抬高了行业的进入壁垒。国内外现行的机器人线缆试验标准主要有：(1) 中国机器人产业联盟发布的 CRIA0003.1—2016。(2) 德国 TUV 莱茵公司发布的 TUV2PfG2577 标准，规定了机器人线缆 8 个机械耐疲劳试验项目，也是目前众多机器人线缆企业引用的标准。(3) 德国 VDE 公司发布的 VDE-PB-0022，该标准分为机械试验、耐化学试验、耐温试验、EMC 电磁兼容试验、燃烧试验等五大部分。(4) 美国 UL 公司发布的 ULRP5770，引用 UL758 标准的基础上，规定了 4 项机械性能测试方法。(5) 国家电线电缆质量监督检验中心 2019 年发布的 TICW21—2019，对机器人线缆提出了更明确的技术要求。

图1：工业机器人使用线缆进行动力和信号的传递



资料来源：鑫宏业招股书

通常可将工业机器人机器人线缆分为两类：

一是机器人本身用的线束，包括机器人动力线缆（为机器人提供动力）和机器人本体线缆（连接机器人内部各个组件的线缆，对弯曲性能要求较高）。

二是机器人伺服电机线缆/线束，用于连接伺服系统中的各个元件。可分为伺服

动力电缆、伺服编码器电缆（应用于伺服系统下作为编码信号传输和反馈的专用电缆）、伺服抱闸电缆（控制电缆和驱动器急停）。

图2：工业机器人线缆连接示意图

分别将电源线缆和信号线缆连接到控制柜上。

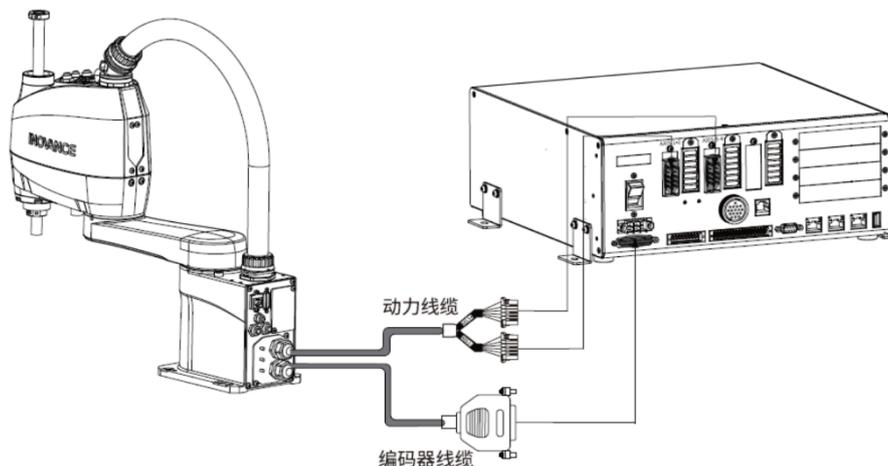


图1-5 线缆连接示意图

资料来源：汇川技术官网

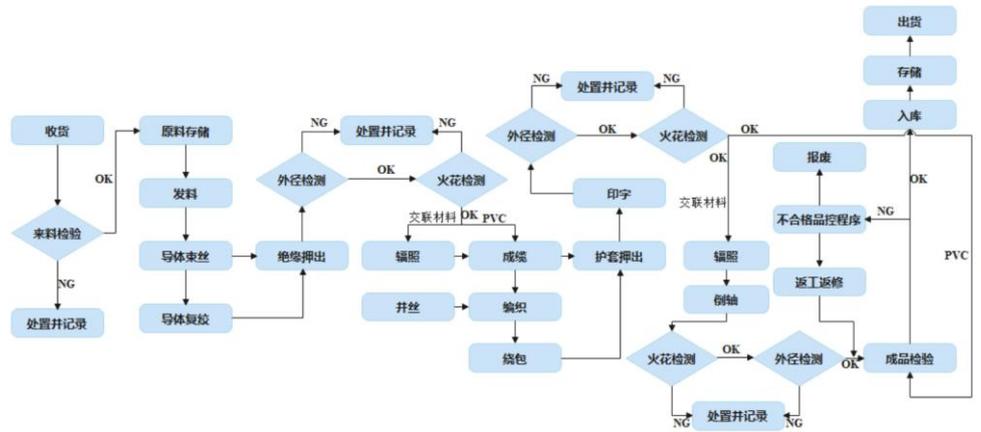
根据智研咨询数据，2022年国内机器人线缆市场规模约48.3亿元。目前工业机器人线缆平均半年就要更换一次，考虑存量替换后的机器人线缆市场规模将更大。

1.2、日欧厂商占据国内中高端工业机器人线缆70%的市场，材料、工艺为国产化率提升的主要瓶颈

工业机器人线缆采购的主要原材料为铜丝、胶料和聚乙烯、阻燃剂等化工原料。铜丝主要为裸铜丝及镀锡铜丝，根据鑫宏业招股说明书，铜丝成本占原材料采购成本的86.6%。

工业线缆的生产工序包括绞合、芯线押出、辐照、编织等环节，所需设备包括绞线机、编织机、辐照设备等。

图3：工业线缆主要生产工序包括绞合、芯线押出、辐照等环节

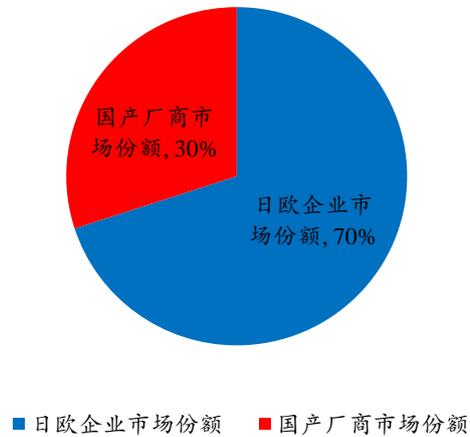


资料来源：鑫宏业招股书

由于工业机器人线缆需要承受机械臂的高频运动和复杂姿态变化，工业机器人线缆的设计需要充分考虑材料的选择、线缆的结构和外壳的材质等因素，保证线缆的柔韧性、耐久性，还需要根据不同机器人的应用需求，定制线缆的型号构成、尺寸和运动状态等参数，以确保线缆的兼容性和可靠性。

目前国内中高端工业机器人线缆供应商集中在日欧企业，约占70%的市场份额，海外大厂主要包括欧洲的易格斯(igus, 拖链龙头)、和柔、缆普、莱尼(leoni)等。

图4：中高端工业机器人线缆国产化率约30%（2021年）



数据来源：万马股份微信公众号、开源证券研究所

材料、工艺为国产化率提升的主要瓶颈。

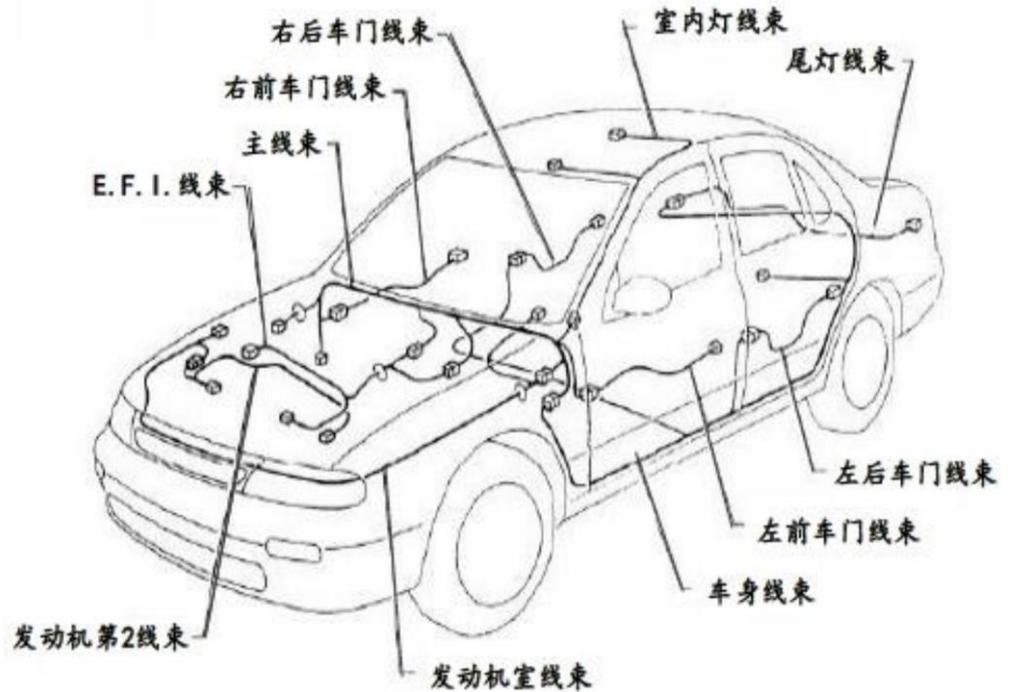
- **材料：**国内机器人线缆在导体、绝缘材料上还处于劣势，导体材料要求柔韧性好、绝缘材料的耐拉伸、抗老化、耐候性等各种物性要求要好，导体材料机器人线缆中多应用合金丝，这是国内电缆企业的弱项。机器人线缆的绝缘材料中，PVC材料国内有能力进行自主研发和量产，但更先进氟塑料、改性PUR、TPE材料，国内在性能上还需要大幅度提升。
- **另外，**机器人线缆的整个生产设备及生产工艺处于劣势。机器人线缆的生产设备要求各环节运行稳定、精准控制、力量均衡；生产工艺中各线芯的

组合、辅助材料的搭配、缠绕或内护套的保护、抗干扰的屏蔽和抗拉结构的设计，都需要长期的经验积累，以及各类特种辅助设备来共同完成。

1.3、特斯拉机器人出货达百万量级时有望新增约 90 亿元线束需求市场

线缆/线束在新能源汽车上的用量大。汽车线束是汽车电路的网络主体，负责将中央控制部件与汽车控制单元、电气电子执行单元、电器件有机地连接在一起，形成一个完整的汽车电器电控系统。

图5：汽车线束是汽车信息数据交流系统的关键部件



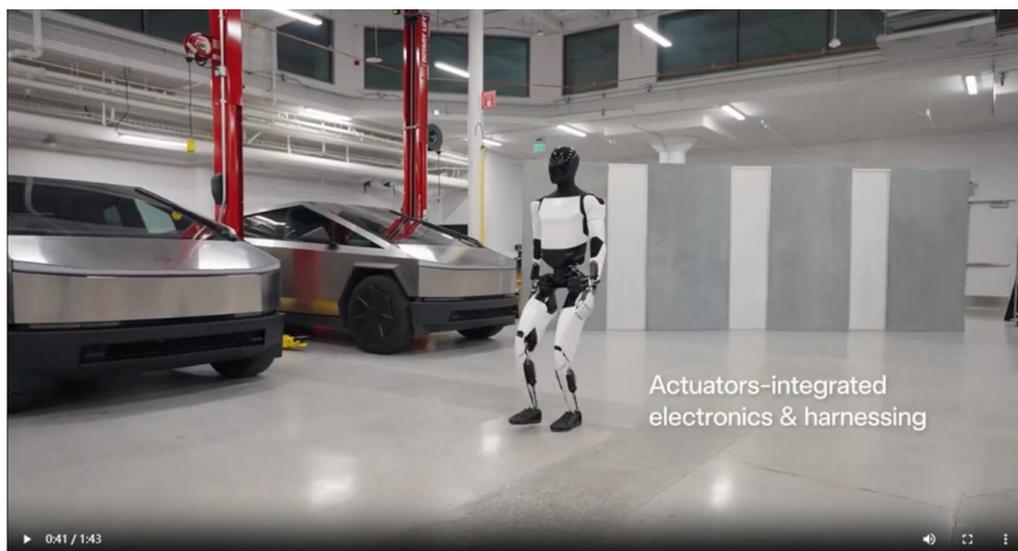
资料来源：大地电气招股说明书

在 2023 年 12 月最新发布的 Optimus-Gen2 视频中，特斯拉首次提到集成电子元件和线束的执行器。人形机器人全身使用大量的传感器、控制器等电力电子器件，带来对线束/线缆的需求。同时由于人形机器人需要执行相比工业机器人更负责的任务，完成更复杂的动作，对线缆的耐弯折、寿命的要求提升，人形机器人“限重”的要求推动轻量化材料在线缆上的应用。

当特斯拉机器人出货量达 100 万台时，有望带来 90 亿元线束增量市场。

机器人本体线束：以单车成本 10 万元估算，新能源汽车线束约占整车成本的 4%-5%。假设特斯拉人形机器人本体用线束成本占 BOM 表总成本的 5%，当特斯拉人形机器人出货量达到 100 万台时，有望带来 70 亿元增量市场。

伺服电机线束：假设伺服电机用线束占单个伺服电机价值量的 12%，特斯拉人形机器人全身 26 个无框力矩电机、12 个微型空心杯电机，对应单台人形机器人电机线束价值量约 1992 元，当特斯拉人形机器人出货量达到 100 万台时，有望带来 20 亿元增量市场。

图6: Optimus-Gen2 视频中首次提及集成线束的执行器


资料来源：智东西微信公众号

1.4、特斯拉机器人有望使用标准化充电接口，降本需求下未来供应链有望向国内转移

国际汽车工程师学会于 2023 年 6 月发布声明，对特斯拉北美充电标准 (NACS) 接口进行标准化设计，从而确保任何供应商和制造商都能在北美的电动汽车及充电桩上，使用、制造或部署 NACS 充电接口。充电接口标准化助力特斯拉汽车进一步扩大销售规模，未来特斯拉人形机器人也有望使用标准化的接口，从而加速放量。

图7: 特斯拉汽车实现充电接口标准化


资料来源：特斯拉官网

2023 年 8 月，特斯拉向英国大型电力设备制造商豪利士 (Volex) 颁发首个充电连接器生产许可证，用于生产 NACS 充电接口。参考新能源汽车供应链演变趋势，在特斯拉人形机器人降本需求下，国内具备新能源车电机、工业机器人线束生产制造能力和业务的企业有望受益。受益标的：长城科技（电磁线）、万马股份（线缆及充电接口）、鑫宏业（线缆）。

2、风险提示

特斯拉人形机器人对线束的用量不及预期、充电接口标准化的设立进度不及预期。

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

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

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

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