

机械设备

2024年10月20日

科技自立打头阵，重视光刻机产业链国产化机遇

——行业周报

投资评级：看好（维持）

孟鹏飞（分析师）

孙垚林（联系人）

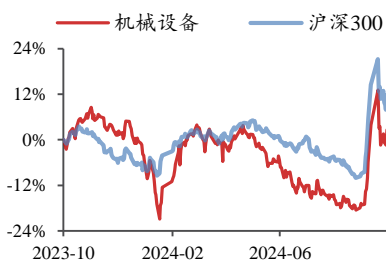
mengpengfei@kysec.cn

sunkailin@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

证书编号：S0790123040044

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《机械半年总结和投资机会展望：顺周期、科技成长与出海——行业投资策略》-2024.10.17

《利好政策密集出台，关注科技成长、高景气细分及预期改善三个方向——行业周报》-2024.10.13

《薄膜沉积：先进逻辑/存储产线国产化空间广阔，国产厂商加速补齐短板环节——行业深度报告》-2024.10.10

● 光刻机：推动芯片晶体管尺寸微细化发展的核心设备

光刻是芯片制造流程中极为重要、难度极高的关键步骤。光刻的过程就是光透过掩膜版成像在晶圆表面的光刻胶上，一片晶圆可曝光多达百个单元。光刻机主要由光源系统、曝光系统（分为照明模组和投影物镜模组）、双工件台系统构成。光源系统和曝光系统合称为光学系统，是光刻机最核心的部分，直接决定光刻机的工艺性能。光刻机分辨率的提升需要通过两个途径：缩小波长和增大物镜数值孔径 (NA)，增大 NA 并且减小像差主要通过增大投影物镜系统的直径以及增加透镜的数量实现。

● 市场空间：中国大陆未来三年每年对光刻机需求约为 60 亿欧元

作为完成光刻步骤的核心设备，光刻机约占半导体晶圆制造设备总市场规模的 17%，与刻蚀、薄膜沉积设备一同构成市场空间最大的三种半导体晶圆制造设备。全球晶圆产能需求增加是推动光刻机市场增长的主要动力，SEMI 预计 2024-2027 年中国将保持其作为全球 300mm 设备支出第一的地位，总投资有望超过 1000 亿美元。ASML 在 FY2024Q3 法说会上预计其 2025 财年总营收在 300-350 亿欧元，中国大陆地区营收占比回归常态，在 20%左右，则对应 60-70 亿欧元。目前 ASML 仍占据中国大陆光刻机市场的绝大多数份额，因此可以认为国内未来 3 年每年对光刻机的增量需求约为 60-70 亿欧元。同时，考虑到国内在运营中的 Fab 厂还有大量存量光刻机，存量光刻机替换或翻新有望进一步扩容市场。

● 光刻设备出口管制条例频出，光刻产业链国产化重要性持续提升

2023 年 6 月，荷兰政府颁布出口管制条例（2023 年 9 月 1 日生效），对光刻设备的限制包括 EUV 光罩保护膜和 EUV pellicle 生产设备；DUV 方面，限制最小可分辨特征尺寸（MRF）45nm 以下且最大 DCO 值小于或等于 1.50nm 的光刻机。2024 年 1 月 2 日，荷兰政府部分撤销了此前颁发的 NXT:2050i 和 NXT:2100i 光刻机在 2023 年发货的出口许可证。2024 年 9 月，荷兰政府发布更新后的条例，ASML 后续需要向荷兰政府而非美国政府申请出口许可才能出货其 TWINSCAN NXT:1970i 和 1980i DUV 浸没式光刻系统。从 2023 年 6 月起，中国大陆进口荷兰光刻机金额和数量提升，主要为国内先进逻辑、存储产线扩产做准备。基于国际形势的变化，也为了满足国内高端芯片代工自给化的需求，光刻设备及零部件国产化的重要程度持续提升。

● 受益标的

目前，上海微电子是推动光刻整机国产化的主力。光学镜片、激光光源、光学晶体、光场匀化器、掩膜版等核心部件均有国产厂商在加速研发提高在高端市场的覆盖度、推动光刻机国产化。受益标的：**茂莱光学、炬光科技、福晶科技、美埃科技、路维光电**。推荐标的：**奥普光电**

● 风险提示：国际宏观形势变化、光刻产业链国产化进展不及预期。

目录

1、光刻机：推动芯片晶体管尺寸微细化发展的核心设备.....	3
2、预计未来三年中国大陆每年对光刻机需求约为 60 亿欧元.....	5
3、海外出口管制愈发严苛，光刻机国产化重要性增强.....	6
4、国产供应链奋力追赶，加速攻关芯片制造最尖端设备.....	7
5、风险提示.....	7

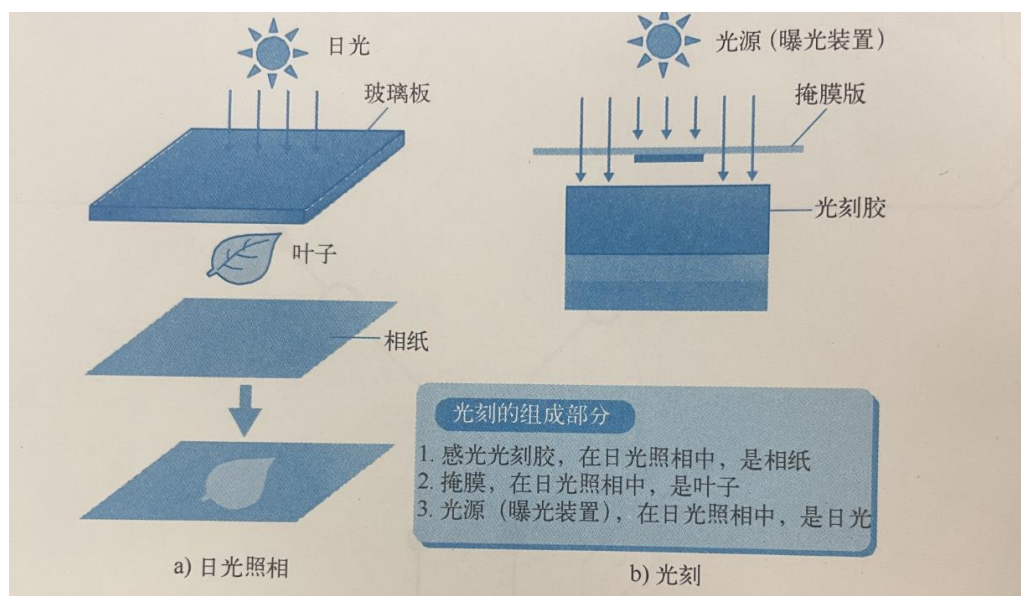
图表目录

图 1：光刻的原理与照相相近.....	3
图 2：NAND 升级对光刻设备投资增速约 10%，低于先进逻辑/DRAM 的 30%/20%.....	4
图 3：照明模组的功能是提供投向掩膜版的光.....	4
图 4：先进 DUV 中投影物镜镜片数量超过 15 片.....	4
图 5：使用双工件台提升曝光效率.....	5
图 6：光刻设备约占半导体晶圆制造设备总市场规模的 22%.....	5
图 7：SEMI 预测 2025 年全球 300mm 晶圆厂设备资本开支预计同比增长 24%.....	5
图 8：中国从荷兰进口光刻机金额提升.....	7
表 1：光刻机根据光源不同可分为三类.....	3

1、光刻机：推动芯片晶体管尺寸微细化发展的核心设备

光刻是芯片制造流程中极为重要、难度极高的关键步骤。光刻的过程就是光透过掩膜版成像在晶圆表面的光刻胶上，一片晶圆可曝光大多百个单元。

图1：光刻的原理与照相相近



资料来源：《半导体制造工艺基础精讲》

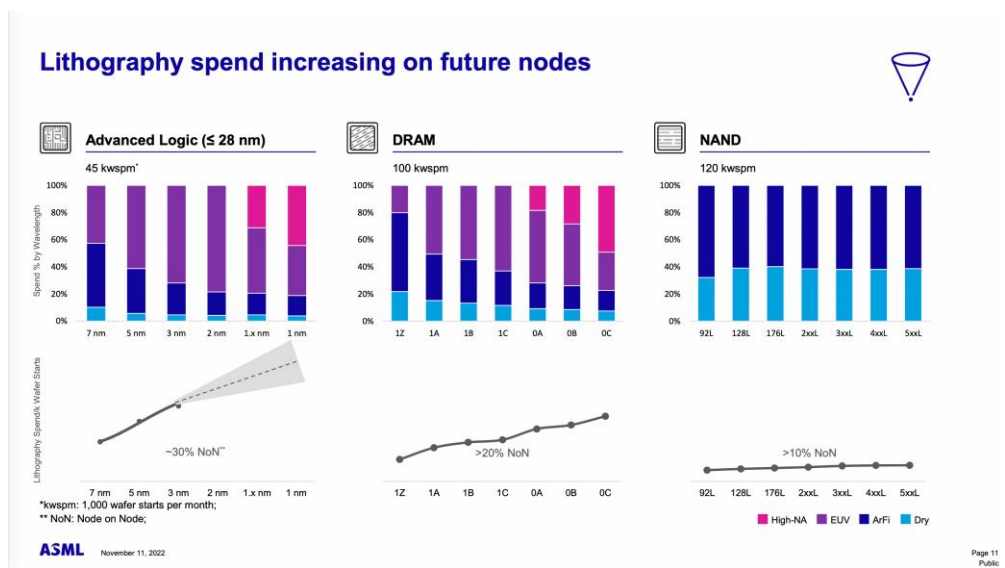
光刻机根据光源不同(对应波长不同)可分成紫外(UV)光刻机、深紫外(DUV)光刻机、极紫外(EUV)光刻机三类，对应不同纳米制程节点芯片的制造需求。

表1：光刻机根据光源不同可分为三类

光源类型	波长 (nm)	制程节点 (nm)
EUV (极紫外光源)	13.5	7 纳米及以下
DUV (深紫外光源)	ArFi	45-7
	ArF	130-65
	KrF	180-130
汞灯光源	i line	800-250
	g line	800-250

资料来源：ASML、开源证券研究所

图2: NAND 升级对光刻设备投资增速约 10%, 低于先进逻辑/DRAM 的 30%/20%

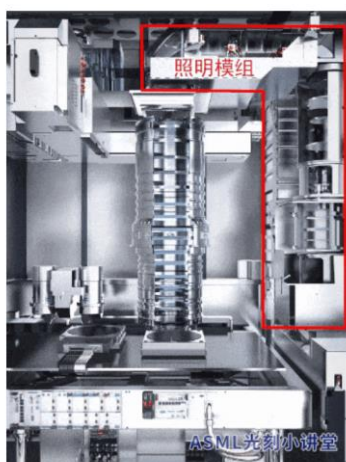


资料来源: ASML 官网

光刻机由三大子系统构成, 分别是光源系统、曝光系统 (分为照明模组和投影物镜模组)、双工件台系统。

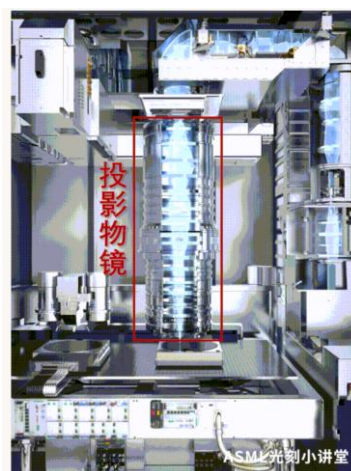
- 光源系统和曝光系统合称为光学系统, 是光刻机最核心的部分, 直接决定光刻机的工艺性能。其中, 照明模组的功能是提供投向掩膜版的光。光刻机分辨率的提升 (即, 制程节点的升级) 需要通过两个途径: 缩小波长和增大物镜数值孔径 (NA), 增大 NA 并且减小小像差主要通过增大投影物镜系统的直径以及增加透镜的数量。现今, ASML DUV 光刻机中的先进机种, 投影物镜的高度超过 1 米, 直径大于 40 厘米, 物镜内各种镜片的数量超过 15 片。
- 双晶圆平台在一个晶圆平台在给晶圆进行曝光时, 另一个平台可对下一片晶圆进行量测校正。实现测量和曝光的无缝衔接, 提高了生产效率。

图3: 照明模组的功能是提供投向掩膜版的光



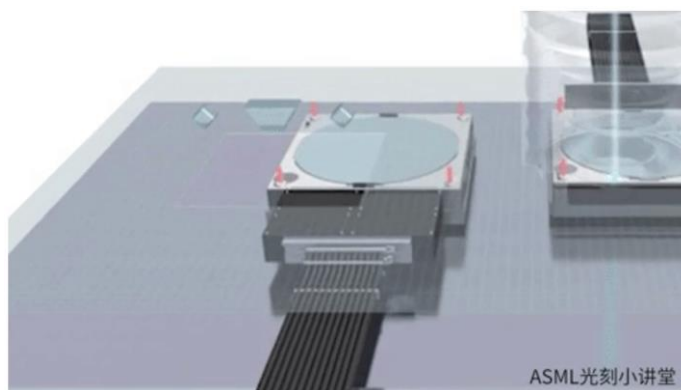
资料来源: ASML 微信公众号

图4: 先进 DUV 中投影物镜镜片数量超过 15 片



资料来源: ASML 微信公众号

图5：使用双工件台提升曝光效率

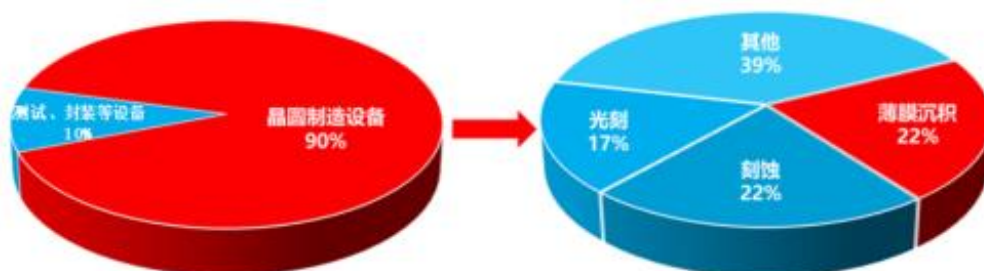


资料来源：ASML 微信公众号

2、预计未来三年中国大陆每年对光刻机需求约为 60 亿欧元

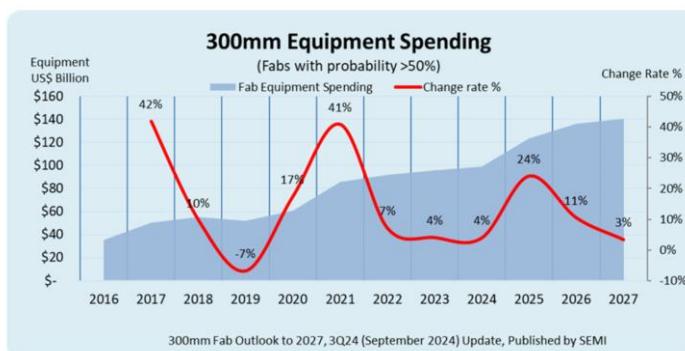
作为完成光刻步骤的核心设备，光刻机约占半导体晶圆制造设备总市场规模的 17%，与刻蚀、薄膜沉积设备一同构成市场空间最大的三种半导体晶圆制造设备。全球晶圆产能需求增加是推动光刻机市场增长的主要动力。根据 SEMI，2025 年全球 300mm 晶圆厂设备资本开支预计同比增长 24%，2025 年到 2027 年，全球 300mm 晶圆厂设备支出预计将达到创纪录的 4000 亿美元。

图6：光刻设备约占半导体晶圆制造设备总市场规模的 17%



数据来源：拓荆科技 2023 年年报、开源证券研究所

图7：SEMI 预测 2025 年全球 300mm 晶圆厂设备资本开支预计同比增长 24%



资料来源：SEMI 微信公众号

中国大陆在全球晶圆产能投资浪潮中表现尤为突出。2023 年全球半导体设备销

销售额为 1056 亿美元，同比下降 1.9%，但中国大陆地区半导体设备销售额同比增长 28.3%。SEMI 预计，2024-2027 年，中国将保持其作为全球 300mm 设备支出第一的地位，总投资有望超过 1000 亿美元。ASML 在 FY2024Q3 法说会上预计其 2025 财年总营收在 300-350 亿欧元，中国大陆地区营收占比回归常态，在 20% 左右，则对应 60-70 亿欧元。目前 ASML 仍占据中国大陆光刻机市场几乎全部的份额，因此我们大致估算国内未来 3 年每年对光刻机的增量需求约为 60-70 亿欧元。同时，考虑到国内在运营中的 Fab 厂还有大量存量光刻机，存量光刻机替换或翻新将进一步扩容市场。

3、海外出口管制愈发严苛，光刻机国产化重要性增强

2023 年 6 月至今，荷兰政府多次颁布光刻机出口管制条例。

2023 年 6 月颁布出口管制条例(2023 年 9 月 1 日生效)，其中对光刻设备限制为：

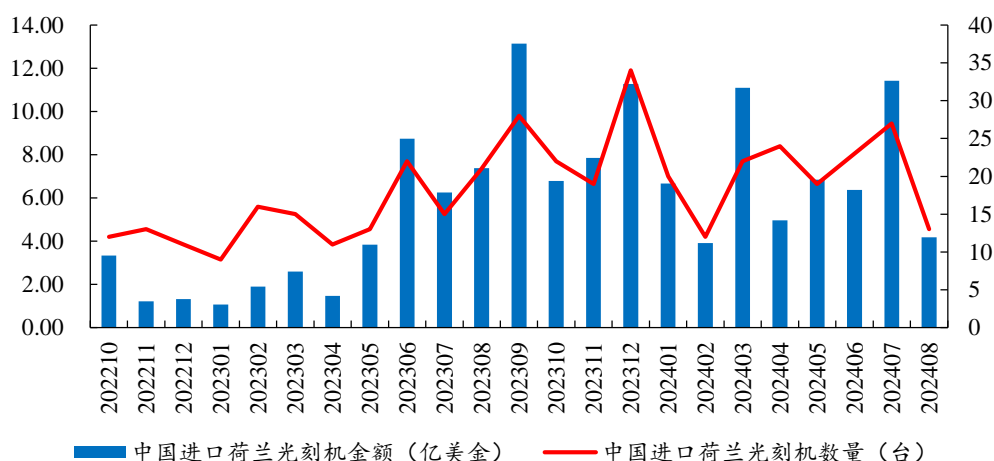
- (1) EUV 光罩保护膜和 EUV pellicle 生产设备
- (2) 使用光电或 X 射线方法对准和曝光芯片的直接步进式芯片或扫描仪设备，具有以下任一项或两项：a.光源的波长短于 193nm；b.光源的波长等于或大于 193nm：能够产生具有 45nm 或更小的最小可分辨特征尺寸（MRF）的图案；和小于或等于 1.50nm 的最大专用卡盘覆盖（DCO，是通过相同的光刻系统在芯片上曝光的现有图案上对准新图案的准确度）值。

根据 ASML 公布的数据显示，其 NXT1980 系列的分辨率为 40 nm (C-quad) and 38 nm (dipole)左右，但是其 DCO 值是小于等于 1.6nm。荷兰政府的要求似乎是需要同时满足最小可分辨特征尺寸小于或等于 45nm 和 DCO 值小于或等于 1.50nm 这两个条件，因此，ASML 的 NXT1980 系列依然可以不受出口限制影响。

2024 年 1 月 2 日，ASML 官网显示荷兰政府部分撤销了此前颁发的 NXT:2050i 和 NXT:2100i 光刻机在 2023 年发货的出口许可证，这将对 ASML 在中国内地的个别客户产生影响。

2024 年 9 月 6 日，荷兰政府发布了关于两款浸没式 DUV（深紫外光）光刻机出口的最新许可要求，该规定将于 9 月 7 日正式生效。根据更新后的许可要求，并根据美国出口管理条例 734.4.(a).(3)，ASML 后续需要向荷兰政府而非美国政府申请出口许可，才能出货其 TWINSCAN NXT:1970i 和 1980i DUV 浸没式光刻系统。

从中国海关数据也可以看到，从 2023 年 6 月起，中国大陆进口荷兰光刻机金额和数量提升，主要为后续国内先进逻辑、存储产线扩产做准备。基于国际形势的变化，也为了满足国内高端芯片代工自给化的需求，光刻设备国产化的重要程度持续提升。

图8：中国从荷兰进口光刻机金额提升


数据来源：中国海关、开源证券研究所

4、国产供应链奋力追赶，加速攻关芯片制造最尖端设备

目前，上海微电子是推动光刻整机国产化的主力。光学镜片、激光光源、光学晶体、光场匀化器、掩膜版等核心部件均有国产厂商在加速研发提高在高端市场的覆盖度：

茂莱光学：向上海微电子供应光刻机照明以及曝光物镜系统中的光学元器件。

奥普光电：控股股东为长春光学精密机械与物理研究所，其生产的光栅编码器及光栅尺可应用于数控机床。

炬光科技：生产的光场匀化器是光刻机制造的重要元器件

福晶科技：主要生产研发非线性光学晶体、激光晶体、精密光学元件等，曾通过欧洲代理向 ASML 提供极少量的光学元件。

路维光电：实现了 180nm 及以上制程节点半导体掩膜版量产，并储备了 150nm 制程节点及以下成熟制程半导体掩膜版制造关键核心技术。

美埃科技：公司为上海微电子所需的光刻机机台内国际最高洁净等级标准（ISO Class 1 级）洁净环境提供 EFU（超薄型设备端自带风机过滤机组）及 ULPA（超高效过滤器）等产品。

华卓精科（未上市）、国望光学（未上市）、科益虹源（未上市）。

5、风险提示

国际宏观形势变化、光刻产业链国产化进展不及预期。

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3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