下载日志已记录，仅供内部参考

2026 年 10 月 15 日

量子科技系列报告（五）：量子计算低温核心，多重催化加速放量

——中小盘主题

中小盘研究团队

周佳（分析师）

zhoujia@kysec.cn

证书编号：S0790523070004

● **稀释制冷机是超导量子计算的核心低温基础设施**

稀释制冷机是超导量子计算的核心基础设施，其主要功能是利用氦-3（^{3}He）与氦-4（^{4}He）同位素混合液在极低温下发生相分离的稀释热效应实现毫开尔文（mK）级极低温环境。对超导量子比特而言，任何热扰动都会导致量子态坍缩。因此，超导量子比特通常工作在 100mK 以下，很多系统进一步运行在 10–20mK 附近。在这样的温度下，常规机械制冷已经无法满足要求，必须采用稀释制冷机。

● **多重因素催化，稀释制冷机增长确定性突出**

当前，**稀释制冷机行业正受益于多重逻辑驱动，增长确定性突出。**第一，从下游需求来看，量子计算正加速落地，稀释制冷机作为超导量子算力的刚需底座，市场空间将同步扩容。光子盒数据显示，2025 年全球 10mK 级稀释制冷机市场规模达到 4.36 亿美元，市场规模预计将在 2035 年突破 68 亿美元，2026 至 2035 年 CAGR 达 33.6%。第二，从技术迭代趋势来看，主流厂商的架构设计正在向更易于兼容量超融合算力中心部署的方向发展，或有助于稀释制冷机进一步规模化放量。第三，从国产替代的角度看，2022 年起，欧美对华实施稀释制冷机禁运，倒逼国内厂商技术攻坚。国产技术已完成“从 0 到 1”的追赶突破，在温度、冷量等核心指标达到国际先进水平，行业进入了标准化、规模化的替代与部署周期。目前，我国是全球稀释制冷机市场增速最快的区域，2025 年市场规模达 0.85 亿美元，同比增长超 45%。

● **受益标的**

***ST 禾信：收购量羲技术，跨入量子计算新赛道。**近日，*ST 禾信拟购买量羲技术 56.00%股权事项已过会。交易完成后，*ST 禾信可在原有质谱仪及技术服务主营业务的基础上，拓展稀释制冷机等高端科学仪器品类，跨入量子计算赛道。量羲技术为国内稀释制冷机市场的龙头厂商，公司 2024 年中国稀释制冷机市场份额为 30.77%，市场占有率位居国内行业第一。量羲技术在业内具备较为显著的先发优势与领先地位：技术层面，公司拥有计算机软件著作权 11 项，授权专利 26 项，其中发明专利 13 项，已掌握^{3}He/^{4}He 稀释制冷单元开发研制技术、极低温恒温器开发研制技术、振动抑制开发研制技术等稀释制冷机领域核心技术。产品层面，公司是国产稀释制冷机产品批量替代与交付的代表性厂商，屡次中标北京量子院、深圳国际量子研究院等机构大额采购项目。业绩层面，公司营收与净利润均呈现高速增长趋势。公司 2025 年实现营收 1.53 亿元，同比增长 110.36%；净利润 5155.57 万元，同比增长 134.61%。2026 年上半年实现营收 1.25 亿元，净利润 4073.62 万元。

● **风险提示：**技术研发与迭代不及预期、产业落地进度不及预期、下游应用场景需求不及预期。

相关研究报告

《9 月新股：发行募资额环比回升近两成，报价区间宽度同步走阔》-2026.10.13

《综合检测平台转型再落一子，控股华周智能战略布局机器视觉—中小盘信息更新》-2026.10.11

《碳市场月报：碳市场大会召开，CEA 价格高位企稳—中小盘主题》-2026.10.7

下载日志已记录，仅供内部参考

目　录

1、 稀释制冷机：量子计算核心低温基础设施 3
2、 多重因素催化，稀释制冷机增长确定性突出 4
3、 受益标的 6
*ST 禾信：收购量羲技术，跨入量子计算新赛道 6
4、 风险提示 7

图表目录

图 1： 稀释制冷系统呈“金字塔”型结构 3
图 2： 全球 10mK 级稀释制冷机市场规模预计将在 2035 年突破 68 亿美元 4
图 3： Proteox QX 采用方型截面设计 4
图 4： 多台 Proteox QX 可并联拼接 4
图 5： 量羲技术 2024 年中国稀释制冷机市场份额为 30.77%，市占率位居国内第一 6

表 1： 国产稀释制冷机已完成“从 0 到 1”的技术追赶，温度、冷量等核心指标达到国际先进水平 5

下载日志已记录，仅供内部参考

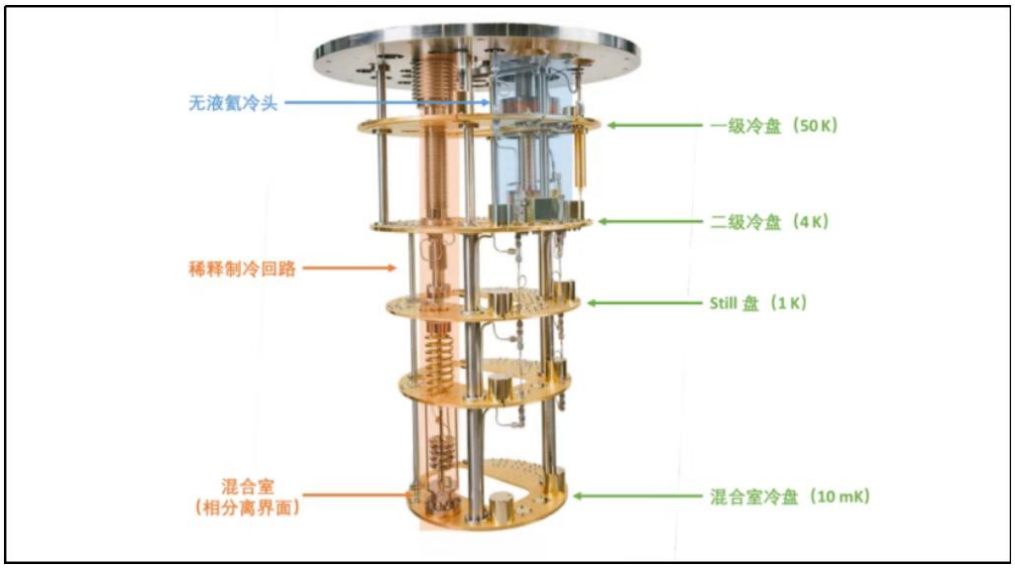
1、 稀释制冷机：量子计算核心低温基础设施

稀释制冷机是利用氦-3（^{3}He）与氦-4（^{4}He）同位素混合液在极低温下发生相分离的稀释热效应实现毫开尔文（mK）级极低温环境的尖端科学仪器，是量子计算的核心基础设施。

具体而言，**超导量子比特利用约瑟夫森结产生量子态，任何热扰动都会导致量子态坍缩。**实验表明，当环境温度高于 100mK 时，量子比特的相干时间会急剧缩短，计算精度大幅下降。因此，超导量子比特通常工作在 100mK 以下，很多系统进一步运行在 10–20mK 附近。

在这样的温度下，常规机械制冷已经无法继续承担最终制冷任务，需要利用^{3}He 和^{4}He 在极低温下的量子性质：当^{3}He/^{4}He 混合液降至约 0.86K 以下时，会形成富含^{3}He 的浓相和以^{4}He 为主的稀相。即便温度为 0K 时，稀相中^{3}He 在液态^{4}He 中的有限溶解度仍有 6.4%，因此只要设法将^{3}He 源源不断地从混合溶液中提取掉，那么从浓相到稀相的^{3}He 迁移就会持续发生以保持稀相浓度平衡，从而获得连续的稀释过程。同时，^{3}He 不断跨越两相界面的这一过程将吸收热量，从而使混合室（Mixing Chamber）获得毫开尔文级制冷能力。通过循环泵送^{3}He，让它在混合室中持续溶解，就能把温度一步步降到 10mK。这是稀释制冷机工作的根本机理，也是稀释制冷理论上可以趋近绝对零度的依据。

图1：稀释制冷系统呈“金字塔”型结构



资料来源：算力冷时代圈公众号

如上图所示，当前主流的干式稀释制冷系统呈“金字塔”型结构，每一层之间通过热交换器连接，热量逐级向上传递。其中，室温层（300K）包含控制系统、真空泵、氦气压缩机，所有热量在这一层排出；一级冷盘（50K）与二级冷盘（4K）通常采用 G-M 制冷机或振动较小的 G-M 型脉冲管制冷机等机械制冷机作为两级预冷；Still 盘（1K）负责对^{3}He 进行蒸馏（利用^{3}He 与^{4}He 的分蒸气压差对工质进行选择性蒸发，在循环中起到“泵”的作用）；混合室（10mK）则为量子芯片所在位置。**该系统的复杂度极高：需要超高真空（10^{-6}Pa 以下）、精密流量控制、磁屏蔽、振动隔离，任何一环出问题都会导致温度失控。**

下载日志已记录，仅供内部参考

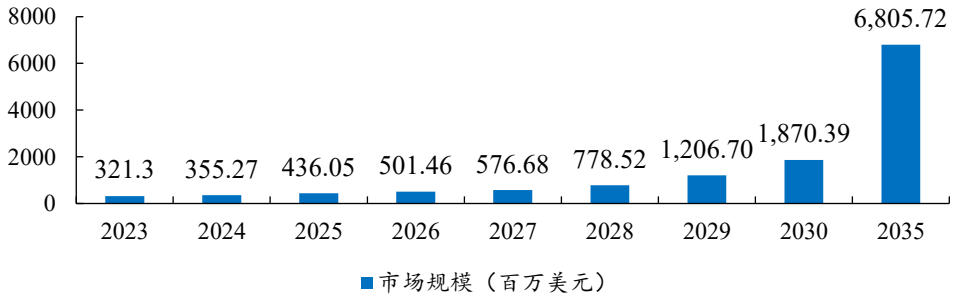
2、 多重因素催化，稀释制冷机增长确定性突出

当前，稀释制冷机行业正受益于多重逻辑驱动，增长确定性突出。第一，从下游需求来看，量子计算正加速落地，稀释制冷机作为超导量子算力的刚需底座，市场空间将同步扩容。第二，从技术迭代趋势来看，主流厂商的产品架构正在向更易于兼容量超融合算力中心部署的方向发展，或有助于其进一步规模化放量。第三，从国产替代的角度看，欧美自 2022 年起对华实施稀释制冷机禁运，倒逼国内厂商技术攻坚，目前国产技术已完成“从 0 到 1”的追赶，行业进入规模化替代与部署周期。

市场需求扩容方面，稀释制冷机作为超导量子计算不可或缺的低温环境支撑平台，其市场表现与量子计算硬件研发进度呈高度正相关。尽管量子纠错（QEC）尚未实现完全突破，但随着未来千比特级超导量子处理器的工程化落地，以及科研侧对低温电子学需求的增加，全球稀释制冷机市场将保持稳健的线性增长态势。按实际交付验收金额统计，**2025 年全球 10mK 级稀释制冷机市场规模达到 4.36 亿美元，市场规模预计将在 2035 年突破 68 亿美元，2026 至 2035 年 CAGR 达 33.6%。**

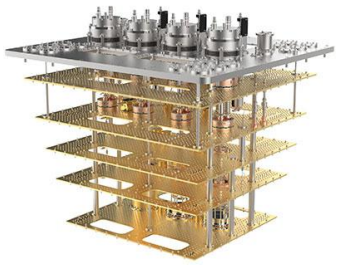
产品架构迭代方面，稀释制冷系统的设计正在向数据中心标准机柜级基础设施的方向发展，适配大规模扩展与部署的特征或将进一步助推其落地放量。2025 年，Oxford Instruments 推出了 Proteox QX 模块化稀释制冷机，其支持多达 6 个独立的可拆卸插槽，并采用了方型截面设计。**该设计逻辑源自服务器热插拔理念，且可适应标准数据中心的机房布局，便于多台设备并联拼接。**国产稀释制冷机厂商中科量仪也推出了可拼接扩展且适配标准机架高度的“凌开一号”。这标志着低温系统正在融入现代算力中心的版图，成为支撑 AI 与量子融合计算的物理基石。

图2：全球 10mK 级稀释制冷机市场规模预计将在 2035 年突破 68 亿美元



数据来源：ICV TA&K、开源证券研究所

图3：Proteox QX 采用方型截面设计



资料来源：Quantum Design Oxford

图4：多台 Proteox QX 可并联拼接



资料来源：Quantum Design Oxford

下载日志已记录，仅供内部参考

国产替代方面，国产稀释制冷机已完成“从 0 到 1”的技术追赶，行业已从示范采购阶段进入标准化、规模化的替代与部署周期。具体来看，2022 年起，美国为遏制中国量子计算技术发展，联合欧洲国家对中国实施禁运政策。除量子计算机本身，禁运范围还包括稀释制冷机等上游核心设备与组件。据光子盒研究院统计，2021、2022 年中国分别进口 60、53 台稀释制冷机；2023 年，根据市场公开数据，仅中标成交 4 台进口稀释制冷机；**2024 年，我国已彻底无法进口稀释制冷机。**

在封锁下，国内厂商在 2022 至 2024 年间通过自主研发，攻克了极低温循环、气体控制等核心工艺，实现了“从 0 到 1”的技术跨越。目前，技术层面，国产无液氦机型最低温度可稳定达到 10mK 以下，且制冷功率与振动控制指标达到国际先进水平，可完全满足千比特级量子计算机需求。市场方面，中国市场在 2025 年迎来了关键的转折点，**完成了供应链的自主化闭环，成为全球增速最快的区域：市场规模从 2024 年的 0.58 亿美元增长至 0.85 亿美元，同比增长超 45%。**

2025 年，中国市场全年交付稀释制冷机约 80 至 100 台，国产设备已实质性解决了良率与产能瓶颈，有效支撑了我国超导技术路线的研发，**叠加《无液氦稀释制冷机》国家标准（GB/T 46756-2025）的发布与实施，标志行业正式迈入标准化、规范化发展新阶段，为本土厂商带来更广阔的发展空间。**

表1：国产稀释制冷机已完成“从 0 到 1”的技术追赶，温度、冷量等核心指标达到国际先进水平

区域	厂商	产品类型	产品型号	最低温度	制冷功率	可用样品空间
海外	Bluefors	标准款	BF-LD250	10 mK	250 μW@100 mK, 10 μW@20 mK	Φ294mm
			BF-XLD400	10 mK	400 μW@100 mK, 15 μW@20 mK	Φ500mm
		大冷量款	BF-XLD1000	10 mK	1000 μW@100 mK, 30 μW@20 mK	Φ500mm
			KIDE	10 mK	3000 μW@100 mK（3 个模块组合）	1.6 m²
	Oxford Instruments	标准款	Proteox MX	10 mK	450 μW@100 mK, 12 μW@20 mK	Φ360mm
		大冷量款	Proteox LX	7 mK	850 μW@100 mK, 25 μW@20 mK	Φ530mm
			Proteox 5 mK	5 mK	850 μW@100 mK, 25 μW@20 mK	Φ360mm
	JanisULT	标准款	JDry-500	10 mK	400 μW@100 mK	Φ508mm
			JDry-750	9 mK	400 μW@100 mK, 14 μW@20 mK	未披露
	CryoConcept	标准款	HEXA-DRY L	10 mK	450 μW@100 mK	413×300mm
国内	中国科学院物理研究所	标准款	CFDR01	<7.6 mK	>450 μW@100 mK	未披露
	中国科学院理化技术研究所	标准款	未披露	15 mK	>400 μW@100 mK	未披露
	国盾量子	标准款	ez-Q FRIDGE	10 mK	450 μW@100 mK, 10 μW@20 mK	未披露
	中电科十六所	标准款	未披露	7.9 mK	>450 μW@100 mK	未披露
	本源量子	标准款	SL400	10 mK	550 μW@100 mK, 14 μW@20 mK	Φ300mm
		大冷量款	SL1000	10 mK	1000 μW@100 mK, 30 μW@20 mK	Φ500mm
	合肥知冷	标准款	ZL-DR400	7.45 mK	650 μW@100 mK, 18 μW@20 mK	Φ300mm
		大冷量款	ZL-DR1000	10 mK	1100 μW@100 mK, 30 μW@20 mK	Φ500mm
	中船鹏力	标准款	KDDR-1-400	12 mK	500 μW@100 mK, 12 μW@20 mK	未披露
	中科量仪	标准款	L400	10 mK	400 μW@100 mK, 10 μW@20 mK	Φ395mm
		大冷量款	XL1000	10 mK	1000 μW@100 mK, 20 μW@20 mK	Φ500mm
	量羲技术	标准款	Q-400-S	7 mK	600 μW@100 mK, 16 μW@20 mK	Φ290mm
		大冷量款	Q-1000	10 mK	1200 μW@100 mK, 32 μW@20 mK	Φ500mm

资料来源：《广州禾信仪器股份有限公司关于发行股份及支付现金购买资产并募集配套资金暨关联交易申请的审核问询函的回复（修订稿）》、开源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

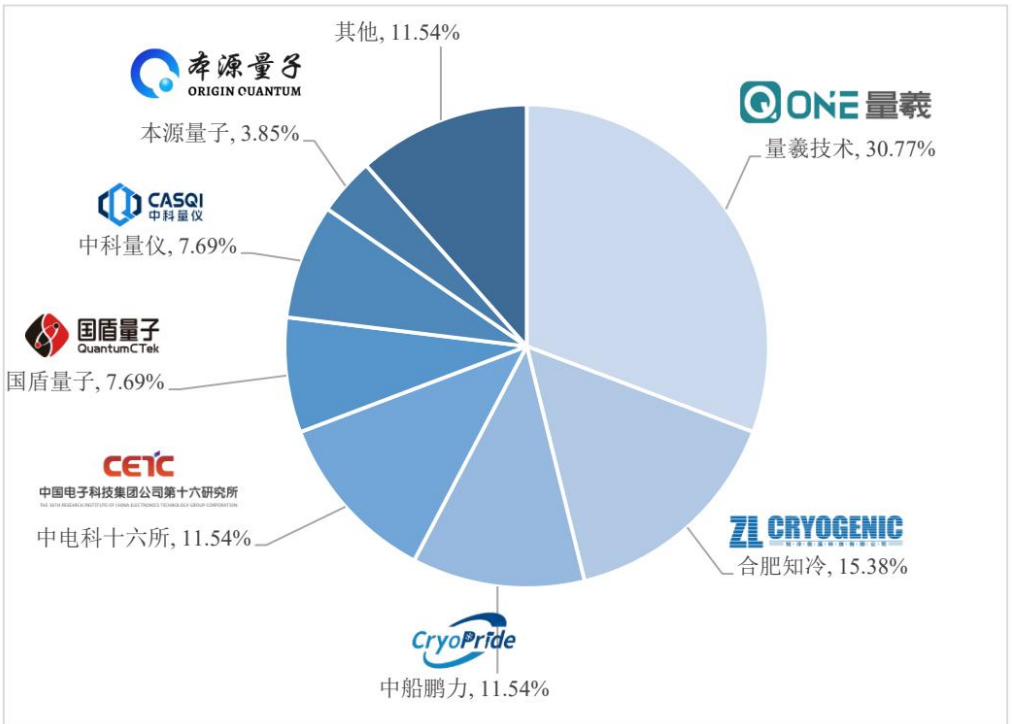
3、 受益标的

*ST 禾信：收购量羲技术，跨入量子计算新赛道

近日，***ST 禾信拟购买量羲技术 56.00%股权事项已过会。交易完成后，*ST 禾信可在原有质谱仪及技术服务主营业务的基础上，拓展稀释制冷机等高端科学仪器品类，跨入量子计算赛道。**同时，**量羲技术的经营业绩将纳入*ST 禾信合并财务报表范围，进而增厚公司业务收入和利润，优化公司财务指标。**

量羲技术为国内稀释制冷机市场的龙头厂商，公司 2024 年中国稀释制冷机市场份额为 30.77%，市场占有率位居国内行业第一。具体来看，量羲技术成立于 2022 年，专注于超导量子计算等领域的极低温极微弱信号测量调控设备（包括稀释制冷机、低温器件等）的研发、生产与销售，下游客户为国内知名的高校、科研院所、科技型企业。公司在极低温极微弱信号测量调控设备领域积淀深厚，在超导量子计算、极端物性研究等应用领域的整体解决方案上具有丰富的经验。**在技术层面，**截至 2026 年 6 月末，**公司及其子公司共取得计算机软件著作权 11 项，授权专利 26 项，其中发明专利 13 项，**已掌握³He/⁴He 稀释制冷单元开发研制技术、极低温恒温器开发研制技术、振动抑制开发研制技术等稀释制冷机领域核心技术。**在产品层面，公司是国产稀释制冷机产品批量替代与交付的代表性厂商，屡次中标北京量子院、深圳国际量子研究院等机构大额采购项目。**今年 9 月，量羲技术中标北京量子院“科研仪器设备大型无液氦稀释制冷机”“科研仪器设备无液氦稀释制冷机”项目，中标金额分别为 1230 万元、650 万元。**在业绩层面，公司营收与净利润均呈现高速增长趋势。**公司 2025 年实现营收 1.53 亿元，同比增长 110.36%；净利润 5155.57 万元，同比增长 134.61%。2026 年上半年实现营收 1.25 亿元，净利润 4073.62 万元。

图5：量羲技术 2024 年中国稀释制冷机市场份额为 30.77%，市占率位居国内第一



数据来源：ICV TA&K

下载日志已记录，仅供内部参考

4、 风险提示

技术研发与迭代不及预期、产业落地进度不及预期、下游应用场景需求不及预期。

下载日志已记录，仅供内部参考

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。

分析师声明

本研究报告的署名人员具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告，并对内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了署名人员的研究观点，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。本报告署名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（北交所基准指数为北证 50 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。		

下载日志已记录，仅供内部参考

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。

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，过往的业绩表现不应作为其日后表现的预示。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。投资者应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。

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。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

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