

芯片高性能趋势演进下，玻璃基板有望崭露头角

——半导体行业专题研究

投资要点

➤ 芯片高性能演进趋势下，玻璃基板优势凸显

玻璃基板的热膨胀系数（CTE）与元器件非常接近，且湿度系数为零，可以用作封装（IC）基板。芯片互联的主要薄弱环节在于界面处和焊接点处，由于不同材料的热膨胀系数不同，在热变化下芯片易发生断裂和变形等不良情况。而玻璃基板的热膨胀系数与元器件接近，具备高温稳定性、透光性好和绝缘性强等优点，有望在高性能芯片封装领域得到更多应用。

➤ 先进封装有望引入玻璃基板，大厂逐步开始布局

玻璃基板除具有优异的热稳定性和电气性能外，还具有更大的封装尺寸。即相同面积的玻璃基板可容纳下更多的芯片“裸片”，根据英特尔信息，玻璃基板可多放置约50%的芯片“裸片”。算力时代下，对芯片性能提出更高要求，Chiplet等先进封装技术已成为未来提升芯片性能的主要手段，传统IC基板的物理性能已无法满足要求，玻璃基板有望在先进封装领域得到更多应用。目前英特尔、三星等晶圆厂均已加码玻璃基板技术，三星预计2026年有望推出面向高端SiP的量产封装基板。

➤ TGV是玻璃基板必备工艺，国内公司已有相关技术

玻璃基板作为有可能替代硅基转接板的材料，玻璃通孔（TGV）技术是必备前提。其中激光诱导刻蚀法具有成孔效率高、可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔、玻璃通孔无损伤等优点，在皮秒、飞秒等超快激光器技术进一步成熟、成本下降趋势下已成为主流的TGV制造工艺。国内大族激光、云天半导体、帝尔激光和德龙激光等公司已具备类似技术，并已推出相关TGV钻孔设备。

投资建议

芯片高性能趋势下玻璃基板有望凭借优异的热稳定性和电学性能在先进封装领域得到更多应用，相关厂商已在布局，TGV工艺是玻璃基板用于先进封装领域的必备技术，国内多家激光设备厂商已储备激光诱导刻蚀技术。建议关注：

1) 先进封装：长电科技等。

2) TGV设备：帝尔激光、德龙激光等。

风险提示

半导体行业复苏不及预期的风险，新技术导入不及预期的风险，国产替代不及预期的风险，国际贸易摩擦和冲突加剧的风险。

投资评级：看好

分析师：吴起淦

执业登记编号：A0190523020001

wuqidi@yd.com.cn

研究助理：程治

执业登记编号：A0190123070008

chengzhi@yd.com.cn

集成电路指数与沪深 300 指数走势对比



资料来源：Wind，源达信息证券研究所

目录

一、芯片高性能趋势演进下，玻璃基板有望崭露头角	3
二、先进封装领域引入玻璃基板，TGV 工艺是必备工艺	4
三、行业公司	7
1.长电科技	7
2.帝尔激光	8
四、投资建议	9
1.建议关注	9
2.一致预测	9
五、风险提示	10

图表目录

图 1：玻璃基板相同面积下可容纳更多芯片“裸片”	4
图 2：英特尔率先将玻璃基板用于芯片封装	4
图 3：TSV（硅通孔）在传统硅基转接板的先进封装技术中应用广泛	5
图 4：激光诱导刻蚀法制备 TGV	6
图 5：激光诱导刻蚀法制备的 TGV 成孔质量好	6
图 6：TSV 填孔方案的工艺流程	6
图 7：2019-2024 年第一季度长电科技营收情况	7
图 8：2019-2024 年第一季度长电科技归母净利润情况	7
图 9：2019-2024 年第一季度帝尔激光营收情况	8
图 10：2019-2024 年第一季度帝尔激光归母净利润情况	8
表 1：玻璃基板较其他封装材料具有较好的热稳定性和导热性	3
表 2：玻璃基板用作 IC 封装材料的基本处理步骤	4
表 3：用于制造 TGV（玻璃通孔）的主要工艺	5
表 4：重点公司盈利预测	9

一、芯片高性能趋势演进下，玻璃基板有望崭露头角

由于玻璃基板的热膨胀系数(CTE)与元器件非常接近,且湿度系数为零,可以用作封装(IC)基板。芯片互联的主要薄弱环节在于界面处和焊接点处,由于不同材料的热膨胀系数不同,在热变化下芯片易发生断裂和变形等不良情况。而玻璃基板的热膨胀系数与元器件接近,具备高温稳定性、透光性好和绝缘性强等优点,有望在高性能芯片封装领域得到更多应用。

表 1：玻璃基板较其他封装材料具有较好的热稳定性和导热性

基板类型	热膨胀系数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	湿度系数 ($10^{-6}/\% \text{RH}$)	导热系数 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)
CCL (常规型)	13-15	11-13	0.24 (导热型 0.5)
CCL (低 CTE)	10-12	10-12	0.24 (导热型 0.5)
CCL (甚低 CTE)	8-10	8-10	0.24 (导热型 0.5)
CCL (超低 CTE)	6-8	6-8	0.24 (导热型 0.5)
金属 Al 基板	22-25	接近 0	1.2-4.2
金属 Cu 基板	17	接近 0	1.5-5.5
陶瓷封装基板	6-8	接近 0	18 (氧化铝基板)
玻璃封装基板	4-6	0	1.2-10
晶圆级封装基板	2-4	/	≤ 1.2

资料来源：《玻璃基板和封装玻璃载板》，源达信息证券研究所

玻璃基板用作 IC 封装材料必须在玻璃表面形成导电图形。但由于玻璃表面的表面能较低,属于“惰性”材料:表面附着力差、结合力低。因此形成导电图形前需要进行表面除油清洁处理和粗化等工艺处理。

表 2：玻璃基板用作 IC 封装材料的基本处理步骤

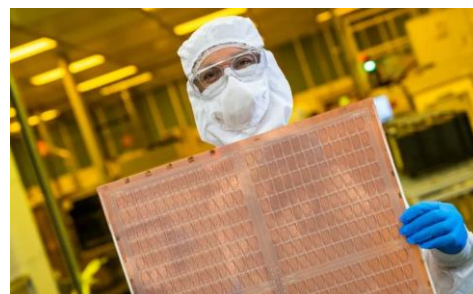
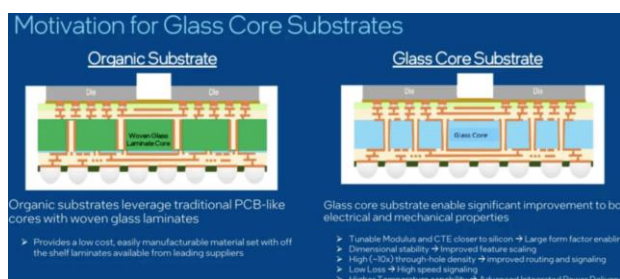
加工环节	加工工艺	简介
表面处理	表面除油	一般是采用碱性、或酸性或两者兼之的化学溶液处理和清洁。
	表面粗化	表面粗化处理，不仅能提高一定的粗糙度（比表面积），而且还能提高表面活化能，两者都能达到提高结合力。处理方法：1) 化学方法。除油后的玻璃，采用氢氟酸法，如 1:5 (HF)、25°C/30 蚀刻，清洁；2) 物理方法。除油后玻璃，采用含 HF 的等离子体蚀刻处理或激光粗化处理。
	化学法	主要步骤：表面除油清洁→表面粗化→表面敏化→表面活化→化学镀铜等，类似于 PCB 的金属化过程。化学法中还有化学气相沉积法等。
导电图形制造	物理法	主要步骤：表面除油清洁→等离子体（粗化）→真空镀膜。真空镀膜中还可分为：（1）真空蒸发法，材料被加热（电阻或电子束）处理而沉积在玻璃表面上形成图形；（2）真空溅射法，利用直流溅射（或射频溅射或磁控溅射）等方法把材料溅射出来的物质在玻璃表面沉积成膜或图形。

资料来源：《玻璃基板和封装玻璃载板》，源达信息证券研究所

玻璃基板除具有优异的热稳定性和电气性能外，还具有更大的封装尺寸。即相同面积的玻璃基板可容纳下更多的芯片“裸片”，根据英特尔信息，玻璃基板可多放置约 50% 的芯片“裸片”。算力时代下，对芯片性能提出更高要求，Chiplet 等先进封装技术已成为未来提升芯片性能的主要手段，传统 IC 基板的物理性能已无法满足要求，玻璃基板有望在先进封装领域得到更多应用。目前英特尔、三星等晶圆厂均已加码玻璃基板技术，三星预计 2026 年有望推出面向高端 SiP 的量产封装基板。

图 1：玻璃基板相同面积下可容纳更多芯片“裸片”

图 2：英特尔率先将玻璃基板用于芯片封装



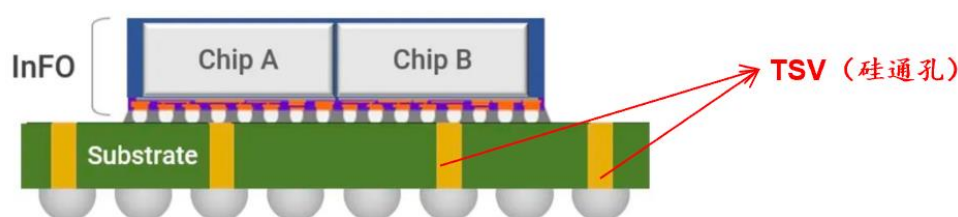
资料来源：半导体行业观察，源达信息证券研究所

资料来源：芯片讲坛，源达信息证券研究所

二、先进封装领域引入玻璃基板，TGV 工艺是必备工艺

芯片高性能需求对 TGV（玻璃穿孔）等先进封装技术提出更高要求。传统硅基转接板 2.5D 集成技术存在两个主要问题：1) 成本高，硅通孔(TSV)制作采用硅刻蚀工艺，随后硅通孔仍需要氧化绝缘层、薄晶圆的拿持等技术；2) 电学性能差，硅材料属于半导体材料，传输线在传输信号时，信号与衬底材料有较强的电磁耦合效应，衬底中产生涡流现象，造成信号完整性较差（插损、串扰等）。而玻璃基板作为有可能替代硅基转接板的材料，玻璃通孔（TGV）技术是必备前提。

图 3：TSV（硅通孔）在传统硅基转接板的先进封装技术中应用广泛



资料来源：台积电官网，源达信息证券研究所

目前用于制造 TGV（玻璃通孔）的工艺主要有喷砂法、光敏玻璃法、等离子刻蚀法和激光诱导刻蚀法等。其中激光诱导刻蚀法具有成孔效率高、可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔、玻璃通孔无损伤等优点，在皮秒、飞秒等超快激光器技术进一步成熟、成本下降趋势下已成为主流的 TGV 制造工艺。

表 3：用于制造 TGV（玻璃通孔）的主要工艺

TGV 工艺	优点	缺点
喷砂法	工艺简单	制作的玻璃通孔孔径大、孔间距大
光敏玻璃法	工艺简单，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	价格昂贵，不同图形的精度区别较大
聚焦放电法	成孔快，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	玻璃通孔不太垂直
等离子刻蚀法	玻璃通孔侧壁粗糙度小，无损伤	工艺复杂，成本高，刻蚀速率低
激光烧蚀法	可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔	存在侧裂纹，粗糙度略大
电化学法	成本低，设备简单，成孔快	孔径大
激光诱导刻蚀法	成孔快，可制作高密度、高深宽比的玻璃通孔，玻璃通孔无损伤	玻璃通孔不太垂直，激光设备昂贵

资料来源：《玻璃通孔技术研究进展》，源达信息证券研究所

激光诱导刻蚀法的基本原理是：通过脉冲激光诱导玻璃产生连续的变性区，相比未变性区域的玻璃，变性玻璃在氢氟酸中刻蚀速率较快，基于这一现象来制作通孔。该技术由德国 LPKF 公司率先推广，并主要分为两步：1) 使用皮秒激光在玻璃上产生变性区域；2) 将激光处理过的玻璃放到氢氟酸溶液中进行刻蚀。此外国内大族激光、云天半导体、帝尔激光和德龙激光等公司也已具备类似技术，并已推出相关 TGV 钻孔设备。

图 4：激光诱导刻蚀法制备 TGV

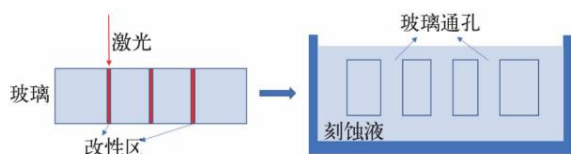
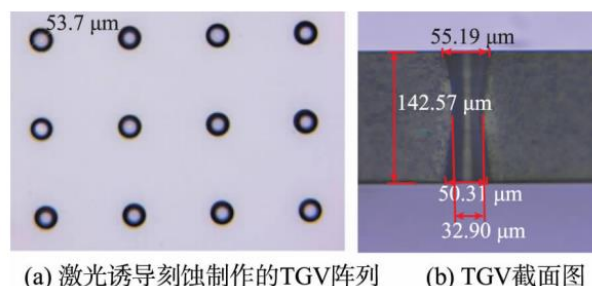


图 5：激光诱导刻蚀法制备的 TGV 成孔质量好

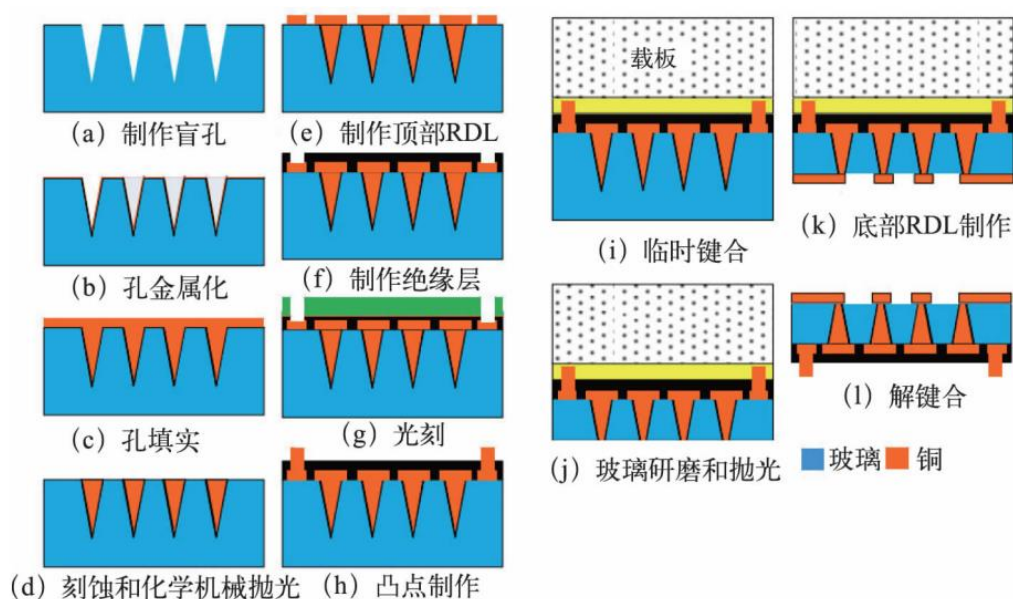


资料来源：《玻璃通孔技术研究进展》，源达信息证券研究所

资料来源：《玻璃通孔技术研究进展》，源达信息证券研究所

在制作 TGV 玻璃通孔后还需实施填孔方案。首先通过物理气相沉积 (PVD) 的方法在 TGV 盲孔内部沉积种子层；再自底向上电镀，实现 TGV 的无缝填充；最后，通过临时键合，背面研磨、化学机械抛光 (CMP) 露铜，解键合，形成 TGV 金属填充转接板。下图为采用上述 TGV 填孔方案的工艺流程，包括：玻璃盲孔制备，TGV 铜填充，铜覆盖层去除过程，顶部重布线层(RDL)(TR1)过程，临时键合，研磨减薄露铜，底部 RDL(BR1)制备，解键合等工艺过程。

图 6：TSV 填孔方案的工艺流程



资料来源：《玻璃通孔技术研究进展》，源达信息证券研究所

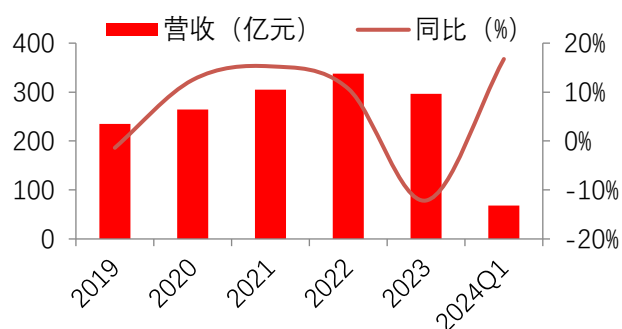
三、行业公司

1.长电科技

公司是全球领先的集成电路封装企业，在先进封装领域布局深远。公司可提供一站式的芯片成品制造服务，包括系统集成、设计仿真、技术开发、产品认证、晶圆中测、晶圆级中道封装测试、系统级封装测试、芯片成品测试等，客户遍布世界各地。公司积极布局 Chiplet 等先进封装技术，并计划将于 2024 年量产玻璃基板封装项目。

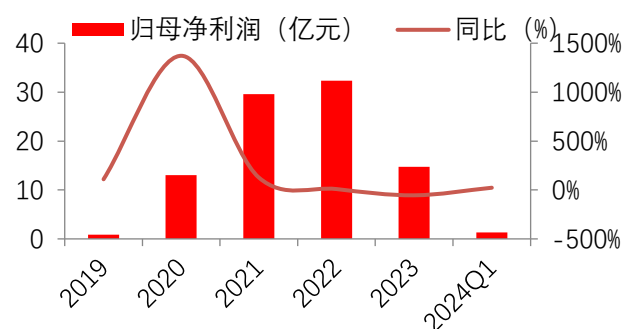
2024 年第一季度公司实现营收 68.42 亿元，同比增长 16.75%，实现归母净利润 1.35 亿元，同比增长 23.01%。

图 7：2019-2024 年第一季度长电科技营收情况



资料来源：Wind，源达信息证券研究所

图 8：2019-2024 年第一季度长电科技归母净利润情况



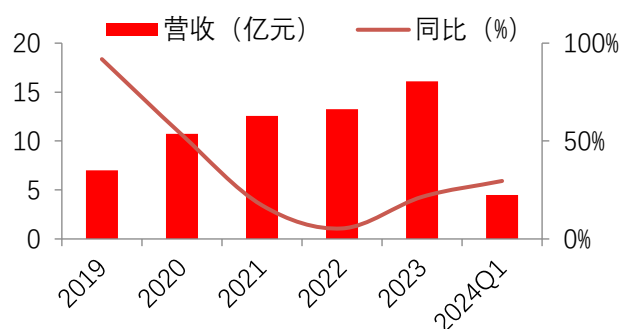
资料来源：Wind，源达信息证券研究所

2. 帝尔激光

公司是全球光伏激光设备领军企业，布局泛半导体领域。公司成立于 2008 年，成立之初即从事太阳能电池激光设备的研发和生产，在 PERC 时代公司激光开槽+SE 掺杂设备全球市占率达 80%。长期的深耕使公司具备深厚的光伏加工工艺积累，并与下游众多客户保持密切合作关系，这也是公司在 TOPCon、HJT 和 IBC 各电池路线中能持续开发新激光工艺并快速落地的重要驱动力。此外公司积极布局新型显示、集成电路和消费电子等泛半导体领域，已推出 TGV 激光微孔设备，已在半导体和显示芯片封装领域取得小批量订单。

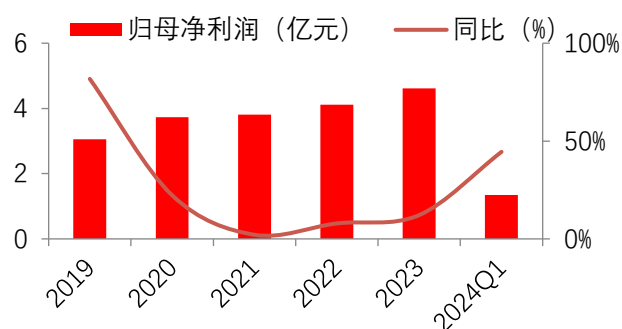
2024 年第一季度公司实现营收 4.50 亿元, 同比增长 29.60%, 实现归母净利润 1.35 亿元, 同比增长 44.48%。

图 9：2019-2024 年第一季度帝尔激光营收情况



资料来源：Wind，源达信息证券研究所

图 10：2019-2024 年第一季度帝尔激光归母净利润情况



资料来源：Wind，源达信息证券研究所

四、投资建议

1.建议关注

芯片高性能趋势下玻璃基板有望凭借优异的热稳定性和电学性能在先进封装领域得到更多应用，相关厂商已在布局，TGV 工艺是玻璃基板用于先进封装领域的必备技术，国内多家激光设备厂商已储备激光诱导刻蚀技术。建议关注：

- 1) **先进封装**：长电科技等。
- 2) **TGV 设备**：帝尔激光、德龙激光等。

2.一致预测

表 4：重点公司盈利预测

公司	代码	归母净利润（亿元）			PE			总市值 (亿元)
		2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
长电科技	600584.SH	22.0	30.1	35.9	24.4	17.8	15.0	537
帝尔激光	300776.SZ	6.4	8.0	9.7	19.8	15.8	13.1	126
德龙激光	688170.SH	0.6	0.9	1.1	35.9	26.2	20.7	22

资料来源：Wind 一致预期（2024/06/25），源达信息证券研究所

五、风险提示

半导体行业复苏不及预期的风险；

新技术导入不及预期的风险；

国产替代不及预期的风险；

国际贸易摩擦和冲突加剧的风险。

投资评级说明

行业评级	以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为：
看 好：	行业指数相对于沪深 300 指数表现 + 10%以上
中 性：	行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10%~ + 10%以上
看 淡：	行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10%以下
公司评级	以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为：
买 入：	相对于恒生沪深 300 指数表现 + 20%以上
增 持：	相对于沪深 300 指数表现 + 10%~ + 20%
中 性：	相对于沪深 300 指数表现 - 10%~ + 10%之间波动
减 持：	相对于沪深 300 指数表现 - 10%以下

办公地址

石家庄

河北省石家庄市长安区跃进路 167 号源达办公楼

上海

上海市浦东新区民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 2306C 室

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与，不与，也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系，特此声明。

重要声明

河北源达信息技术股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：911301001043661976。

本报告仅限中国大陆地区发行，仅供河北源达信息技术股份有限公司（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。本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估。

本报告仅反映本公司于发布报告当日的判断，在不同时期，本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告；本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表本公司或其他附属机构的立场。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。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为源达信息证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。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。