

超配（维持）

## 固态电池核心材料，硫化物技术路线加速推进

固态电池系列之固态电解质专题报告

2025年2月28日

## 投资要点：

分析师：黄秀瑜

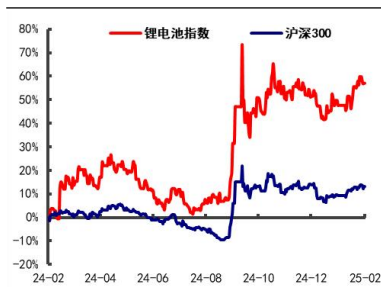
SAC 执业证书编号：

S0340512090001

电话：0769-22119455

邮箱：hxy3@dgzq.com.cn

## 锂电池指数走势



资料来源：iFinD，东莞证券研究所

## 相关报告

- **固态电池具有高性能优势，下游需求持续催化。**固态电池凭借高能量密度和高安全性两大显著优势，成为下一代高性能锂电池。新能源汽车和 low 空经济等下游需求持续催化。近期比亚迪、广汽、长安等车企公布全固态电池装车时间表，国内外主流车企的固态电池装车时间集中在2026-2030年，2027年成为全固态电池量产的关键时间节点。低空经济作为新兴产业和未来产业，2024年上升至国家战略，景气度不断提升。随着电动垂直起降飞行器（eVTOL）、城市空中交通（UAM）的发展，市场对高性能固态电池的需求日益增加。固态电池有望成为低空飞行载具的一项主流电池技术，为固态电池的下游应用打开更大的市场空间。
- **固态电池产业化进程加速，全固态电池曙光初现。**近年来国内外主流电池厂商及专注于固态电池的初创企业，不断推进固态电池的研发与应用。自2024年开始国内半固态电池率先进入量产阶段。2024年尤其是下半年以来主流电池厂商密集公布其在固态电池领域的最新进展与技术突破。随着头部电池厂商的全固态电池量产时间表相继明朗，全固态电池启动量产时间提前至2027年，固态电池的产业化进程呈加速的势头。未来几年全球固态电池市场规模有望迎来高速增长，根据EVTank，预计到2030年固态电池出货量有望超600GWh，在整体锂电池中的渗透率在10%左右，市场规模将超过2500亿元。
- **固态电解质为固态电池核心，硫化物技术路线有望加速推进。**固态电池的核心在于采用固态电解质取代传统液态电池的电解液和隔膜，是固态电池的最核心组成部分。固态电池的不同技术路线主要由不同的固态电解质进行区分，固态电解质主要划分为聚合物、氧化物、硫化物三大技术路线。我国早期侧重氧化物技术路线，而全固态电池聚焦于硫化物技术路线的发展路径逐渐清晰。硫化物电解质的离子电导率最高，性能表现最优异，在全固态电池中的发展潜力最大，但目前制备难度大，成本高。对固态电解质的关键问题实现技术突破，将有望加速固态电池产业化的进程。多家企业已经成功研发出固态电解质，也有部分企业成功研发出硫化物固态电解质，目前大多处于中试阶段。
- **投资建议：**重点关注：已成功研发出全固态电解质产品，率先与领先固态电池企业达成长期供货协议的恩捷股份（002812）；在固态电解质膜领域与领先全固态电池企业战略合作的星源材质（300568）。关注：在固态电解质领域已有布局的容百科技（688005）、当升科技（300073）、天赐材料（002709）。
- **风险提示：**下游需求不及预期风险；固态电池产业化进程不及预期风险；产品和技术路线变革风险；原材料价格大幅波动风险。

本报告的风险等级为中高风险。

本报告的信息均来自公开信息，关于信息的准确性与完整性，建议投资者谨慎判断，据此入市，风险自担。

请务必阅读末页声明。

## 目录

1. 固态电池具有高性能优势，下游需求持续催化	3
1.1 固态电池的高能量密度与高安全性优势显著	3
1.2 新能源汽车和低空经济等下游需求持续催化	4
2. 固态电池产业化进程加速，全固态电池曙光初现	6
2.1 半固态电池进入量产阶段，全固态电池渐行渐近	6
2.2 电池厂商百家争鸣，固态电池市场规模有望快速增长	7
3. 固态电解质为固态电池核心，硫化物技术路线有望加速推进	9
3.1 固态电解质是固态电池相对液态电池的最大变化所在	9
3.2 固态电解质三大技术路线对比	10
3.3 全固态电池逐渐聚焦于硫化物电解质技术路线	11
3.4 固态电解质及固态电解质膜企业蓄势待发	12
4. 重点公司	14
5. 投资建议	16
6. 风险提示	17

## 插图目录

图 1：亿航智能成功完成全球首次 eVTOL 固态电池飞行试验	5
图 2：我国自主研发电动型载人飞艇 AS700D 完成科研首飞	6
图 3：固态电池发展路径	7
图 4：全球固态电池出货量预测	9
图 5：固态电池与液态电池的组成区别	10
图 6：以硫化物为主体电解质的全固态电池量产时间预测	12

## 表格目录

表 1：固态电池与液态电池性能对比	3
表 2：国内外主流车企固态电池装车进程或规划	4
表 3：国内外主流电池厂商和电池初创企业的固态电池进展/规划	8
表 4：固态电解质三大技术路线对比	11
表 5：部分企业固态电解质布局情况	13
表 6：部分企业固态电解质膜布局情况	14
表 7：重点公司盈利预测及投资评级（2025/2/27）	17

## 1. 固态电池具有高性能优势，下游需求持续催化

### 1.1 固态电池的高能量密度与高安全性优势显著

固态电池具有高能量密度和高安全性两大显著优势，成为下一代高性能锂电池。从性能对比来看，理论上，固态电池在离子电导率、能量密度、耐高压、耐高温、循环寿命等各项指标均优于液态电池，兼顾了传统液态电池无法兼顾的高能量密度和高安全特性。

固态电池的优势，主要体现在：

**(1) 高安全性：**高安全性是固态电池的首要优势。传统液态电池存在电池热失控等安全隐患，在大电流下工作负极有可能出现锂枝晶，从而刺破隔膜导致内部短路；液态电池采用有机电解液，当电池在温度过高或内部短路等异常情况下，存在自燃甚至爆炸的危险。而固态电池采用固态电解质，固态电解质具有不易燃、耐高温、化学活性低等特性，且能够有效抑制锂枝晶生长。因此，固态电池能够大幅提升电池的安全性。

**(2) 高能量密度：**传统液态电池的能量密度已经接近其 350Wh/kg 的理论极限。固态电池的电化学窗口宽，能够承受更高的电压（5V 以上），材料可选择的范围更广。因此，可以通过采用更高比容量的正负极材料，使得能量密度可达到 500Wh/kg 甚至更高。

**(3) 宽温区运行：**目前一般电动车在冬季续航里程下滑明显，主要原因在于液态电解质在冬季流动性下降。固态电池由于采用固态电解质，具备更好的低温导电性，可以在更广泛的温度范围内（-50℃至 180℃）保持高效的充放电性能，尤其是在低温环境下，其性能表现保持优异，成为解决电动车冬季续航里程问题的利器。

**(4) 体积小：**传统液态电池需要使用隔膜和电解液，二者占据了电池中近 40% 的体积和 25% 的质量。固态电池使用固态电解质取代液态电池的隔膜和电解液，正负极之间的距离可以缩短到只有几到十几个微米，从而大幅降低电池的厚度。同样的电量，固态电池的体积将变得更小。

表 1：固态电池与液态电池性能对比

	固态电池	液态电池
性能对比	离子电导率： $10^{-5}$ - $10^{-2}$ S/cm	离子电导率： $10^{-7}$ - $10^{-6}$ S/cm
	能量密度：400-900Wh/kg	能量密度：150-350Wh/kg
	耐高压：7.4V	耐高压：3.7V
	耐高温：-50~180℃	耐高温：-20~55℃
	循环寿命：3000-45000	循环寿命：1200-6000
优点	① 能量密度高且体积小，充电效率更快，可实现柔性加工、微型化	① 应用范围广，可适用于小型及动力类
	② 安全性更高，解决了热管理问题，有效防止燃烧事故	② 技术相对成熟，产业化和商业化的迅速
	③ 宽温区运行，尤其在低温环境下，性能表	

	现更为优异	
	④ 易封装，易回收，封装和提取有效成分的工艺更简单	
缺点	① 当前制备成本高且生产效率低，仍主要处于研发试制阶段，商业化周期长	① 能量密度已经接近理论极限，低温环境下电池性能无法发挥，应用范围有限
	② 制备工艺复杂，技术难度大，在界面相容性和单体电池容量方面有待提升	② 安全性低，含有电解液，温度过高有挥发和燃烧的可能
	③ 功率密度偏低	③ 充电速度较慢

资料来源：高工锂电，《全国态锂电池技术的研究现状与展望》（许晓雄等），东莞证券研究所

## 1.2 新能源汽车和低空经济等下游需求持续催化

### 1.2.1 主流车企相继公布固态电池装车时间表

近期多家车企密集公布全固态电池装车时间表。2月15日，在第二届中国全固态电池创新发展高峰论坛上，比亚迪锂电池CTO孙华军表示，比亚迪将在2027年左右启动全固态电池批量示范装车应用，2030年后实现大规模上车。2月13日，广汽集团宣布其全固态电池研发进展顺利，计划2026年实现装车搭载。2月9日，长安汽车发布全固态电池“金钟罩”，计划2025年实现全固态功能样车首发，2026年完成装车验证，2027年逐步推进量产。此外，现代汽车将于3月首次向公众展示其全固态电池试点生产线，并计划在2025年底前发布首款搭载全固态电池的电动汽车原型车。

此外，上汽、一汽、奇瑞等国内车企，以及大众、宝马、奔驰、丰田、本田、日产等德日车企此前也公布了全固态电池装车时间表。2023年起部分车型搭载半固态电池，2024年搭载半固态电池的车型增多。主流车企的固态电池装车时间集中在2026-2030年。多家车企计划于2027年左右开始上市搭载全固态电池车型。

表 2：国内外主流车企固态电池装车进程或规划

车企	固态电池装车进程或规划
比亚迪	计划在 2027 年左右启动全固态电池批量示范装车应用，2030 年后实现大规模上车。
广汽集团	计划 2026 年实现全固态电池装车搭载。
长安汽车	2025 年 2 月 9 日发布全固态电池“金钟罩”，计划 2025 年实现全固态功能样车首发，2026 年完成装车验证，2027 年逐步推进量产。
上汽集团	2024 年起半固态电池在不同车型实现量产搭载，计划 2027 年量产全固态电池车型。
一汽集团	计划在 2027 年全固态电池项目实现小批量应用。
奇瑞汽车	计划 2026 年启动全固态电池定向运营，2027 年批量上市。
东风	目前旗下有两款搭载半固态电池车型，计划 2028 年实现全固态电池车型量产上市。
蔚来	2024 年 150kWh 半固态电池进入量产阶段，适配旗下所有车型。
岚图	搭载半固态电池的岚图追光车型于 2023 年 4 月量产。
赛力斯	2023 年 6 月 SERES5 搭载赣锋锂业第一代固态电池实现首批交付。

东风日产	2024 年启动全固态电池工厂建设，计划 2028 年量产上市。
丰田	计划 2027 年量产搭载全固态电池的电动汽车。
本田	计划 2025-2030 年量产搭载全固态电池的电动汽车。
大众	计划 2026 年全固态电池装车上市。
宝马	2025 年推出搭载全固态电池的电动汽车原型车，2030 年前实现量产。
奔驰	2025 年 2 月开启全固态电池路测，计划 2030 年量产上市。
现代	计划 2025 年底前发布首款搭载全固态电池的电动汽车原型车。

资料来源：高工锂电，新产业，懂车帝，起点固态电池，界面新闻，东莞证券研究所

### 1.2.2 低空经济景气度不断提升，驱动对固态电池的迫切需求

2024 年全国两会，“低空经济”首次被写入政府工作报告，并作为新兴产业和未来产业，列入 2024 年政府工作任务，积极打造低空经济新增长引擎。2024 年以来，低空经济的景气度不断提升。随着电动垂直起降飞行器（eVTOL）、城市空中交通（UAM）的发展，市场对高性能固态电池的需求日益增加。固态电池有望成为低空飞行载具的一项主流电池技术，为固态电池的下游应用打开更大的市场空间。

近期固态电池在低空经济领域的应用，以及低空全电动载人飞艇接连取得了重大突破，有望加速推动固态电池在低空领域的产业化应用进程。

2024 年 11 月 14 日，全球领先的城市空中交通科技企业亿航智能 EH216-S 全球首次 eVTOL 固态电池飞行试验的成功，标志着固态电池在低空经济领域的应用取得了重大突破。EH216-S 搭载固态电池成功完成单次不间断飞行测试，达到 48 分 10 秒，适用不同飞行需求，续航时间可显著提升 60%-90%。

图1：亿航智能成功完成全球首次eVTOL固态电池飞行试验



数据来源：亿航智能公众号，东莞证券研究所

2025 年 2 月 21 日，由中航工业自主研制的电动型载人飞艇“祥云”AS700D 在湖北完成

了首次科研飞行试验，标志着我国低空经济领域的绿色航空新装备取得重大突破。AS700D 是我国自主研制的全电力飞艇，最大设计飞行速度每小时 80 千米，最大飞行高度 3100 米、含驾驶员最大载客量 10 人。

图2：我国自主研制电动型载人飞艇AS700D完成科研首飞



数据来源：中航工业洪都公众号，东莞证券研究所

这型飞艇在首款载人飞艇 AS700 的基础上进行了全面的电动化升级，采用先进的锂电池电驱动系统、螺旋桨系统、推力矢量系统及冷却系统。其具有独特的环保、低噪音以及操控便捷等多功能性特点。AS700D 投入市场运营后，可以广泛应用在低空旅游、空中广告、城市安保、航空勘探、应急救援等多种场景。

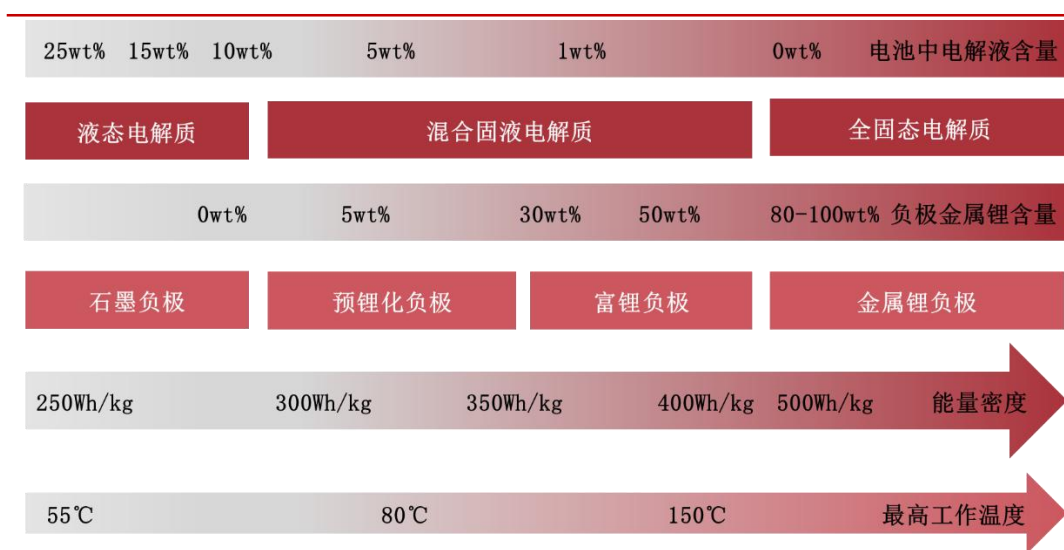
2024 年低空经济上升为国家战略，多个省份已将低空经济列入发展规划，国家的支持和推动为低空经济的发展提供了有力保障。随着相关政策的不断完善和落实，eVTOL、载人飞艇等低空飞行器的适航认证和商业化进程将加快推进。2026 年左右国内 eVTOL 主机厂商有望迎来密集取证。eVTOL、载人飞艇等低空飞行器的市场需求增长将推动对高性能固态电池的需求增长，并且未来有望进一步拓宽固态电池的应用场景。

## 2. 固态电池产业化进程加速，全固态电池曙光初现

### 2.1 半固态电池进入量产阶段，全固态电池渐行渐近

随着液态电解质含量逐步下降，固态电池的发展路径大致可以分为半固态（5-10wt%）、准固态（0-5wt%）、全固态（0wt%）等阶段，其中半固态、准固态使用的电解质均为混合固液电解质。

图3：固态电池发展路径



数据来源：中国科学院物理研究所，东莞证券研究所

目前在全球范围内，全固态电池主要处于核心技术突破和试制阶段，从行业各家企业的表态来看，全固态电池将提前至 2027 年开始小批量生产。目前制约全固态电池产业化的主要局限在于：材料技术、制备技术还不成熟，制备成本过高等。其中“固固界面”是固态电池研发的首要技术难题。与传统液态电池的“固液界面”相比，固态电池存在“固固界面”问题，也就是固态电解质、正负极（尤其是富锰正极、锂金属或硅基负极等新型材料）、集流体、添加剂（导电剂、黏结剂等）等材料之间存在相互作用的复杂性，造成稳定性差。并且“固固界面”的接触电阻较高，离子电导率较低。由于全固态电池的制备仍然存在一系列关键问题需要突破解决，行业普遍认为全固态电池距离大规模产业化至少还需要 5 年时间。

自 2024 年开始半固态电池逐步进入量产阶段。在全固态电池正式进入商业化阶段之前，半固态电池或许是很好的过渡技术解决方案。半固态电池使用的是固液混合电解质，电池中电解液的含量占比在 5%~10% 之间，增加涂覆固态电解质，其电化学原理与液态锂电池相同，基本可以沿用现有成熟的电池制造工艺，生产难度小于固态电池。而相比于传统液态锂电池，半固态电池在性能上可以有大幅提升，其优点包括安全性更好、能量密度更高、灵活性更好、循环寿命更长、工作温度范围更宽、耐挤压和耐震动等。因此，半固态电池成为液态电池向全固态电池转型的过渡技术。

## 2.2 电池厂商百家争鸣，固态电池市场规模有望快速增长

随着头部电池厂商的全固态电池量产时间表相继明朗，固态电池产业化进程呈加速势头。近年来国内外主流电池厂商及专注于固态电池的初创企业，不断推进固态电池的研发与应用。2024 年尤其是下半年以来主流电池厂商密集公布其在固态电池领域的最新进展与技术突破。随着头部电池厂商的全固态电池量产时间表相继明朗，全固态电池的启动量产时间提前至 2027 年，固态电池的产业化进程呈现加速的势头。

具体来看，卫蓝新能源、清陶能源、赣锋锂电、辉能科技等专注于固态电池的国内初创企业已经率先实现半固态电池的量产。卫蓝新能源、清陶能源、太蓝新能源等电池初创企业普遍计划将于 2027 年实现全固态电池小批量生产。而宁德时代、比亚迪、国轩高科、中创新航等国内主流电池厂商则聚焦于全固态电池，这些企业均计划将于 2027 年实现全固态电池小批量生产。

相对于国内企业率先量产半固态电池，海外企业聚焦于全固态电池。LGES、SK On、三星 SDI 等韩国主流电池厂商，以及 Quantum Scape、Solid Power 等美国电池初创企业，计划于 2026 年-2030 年期间实现全固态电池量产。

表 3：国内外主流电池厂商和电池初创企业的固态电池进展/规划

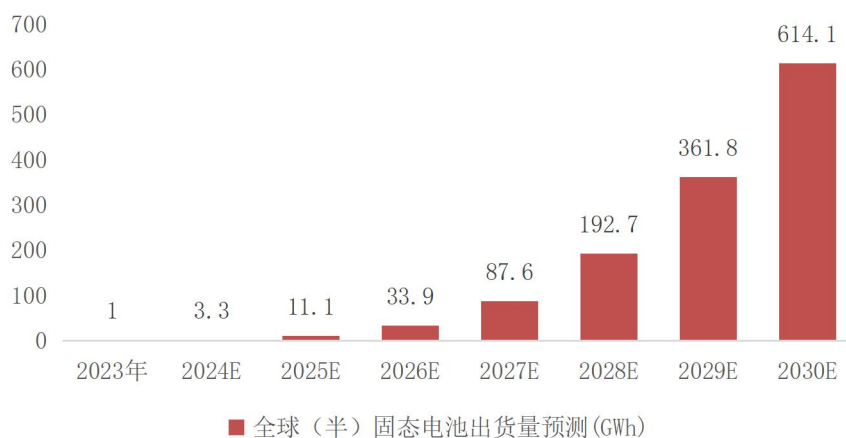
电池企业	固态电池进展/规划
宁德时代	2024 年增加对全固态电池的研发投入，已将全固态电池研发团队扩充至超 1000 人。主攻硫化物路线，已进入 20Ah 样品试制阶段。预计 2027 年全固态电池小批量生产。
比亚迪	计划在 2027 年左右启动全固态电池批量示范装车应用，2030 年后实现大规模上车。
国轩高科	计划 2027 年固态电池小批量上车试验，2030 年实现量产。
亿纬锂能	计划 2028 年实现技术突破，推出 400Wh/kg 高比能全固态电池。
中创新航	2024 年 8 月推出“无界”全固态电池，能量密度 430Wh/kg，容量超 50Ah，计划 2027 年量产装车。
孚能科技	第一代半固态电池于 2023 年量产，第二代半固态电池有望 2025 年量产；硫化物全固态电池已进入产品产业化开发阶段，2025 年放大验证。
鹏辉能源	2024 年 8 月发布第一代固态电池，自研氧化物固态电解质，2025 年搭配硅基负极能量密度可达 300Wh/kg 以上。预计 2025 年启动中试研发并小规模生产，2026 年将正式建立产线并批量生产。
南都电源	自研氧化物固态电解质，固态电池产品能量密度达 350Wh/kg，循环寿命 2000 次，成本较普通锂电池增加 10%-15%，现有一条中试产线，可小批量交付。
太蓝新能源	2024 年 11 月与长安汽车联合发布无隔膜半固态锂电池技术，规划 2025 年实现全固态电池原型验证体系开发，2026 年小量生产并持续验证，2027 年实现批量生产。
卫蓝新能源	拥有北京房山、江苏溧阳、浙江湖州和山东淄博 4 大基地，合计电池产能 28.2GWh/年，规划产能超过 100GWh，计划 2027 年左右实现全固态电池量产。
清陶能源	第一代半固态电池液体含量 5%-15%，已实现量产；第二代固态电池液体含量 < 5%，2024 年开始量产，2025 年将有多款车型搭载；第三代全固态电池正在验证中，预计 2027 年量产装车。
赣锋锂电	第一代半固态电池已初步实现量产，落地产能 4GWh，规划产能 36GWh，能量密度 240-270Wh/kg；第二代半固态电池处于研发阶段，能量密度可达 400Wh/kg 以上。
辉能科技	专注于氧化物固态电池研发，首条 GWh 级别量产线于 2024 年投入使用。
中科深蓝汇泽	建立了国内首条规模化的聚合物基全固态电池中试产线，计划 2026 年开始量产。
LGES	2028 年推出聚合物半固态电池；2030 年推出硫化物全固态电池。
SK On	计划 2027 年和 2029 年分别量产氧化物和硫化物全固态电池。
三星 SDI	计划 2025 年开发出全固态电池原型产品，2027 年量产。
Quantum Scape	2024 年 10 月开始小批量生产首批原型 B 样品固态电池，并向汽车客户送样测试。



资料来源：鹏辉能源公众号，中创新航公众号，财联社，固态电池与材料，我的电池网，搜狐汽车，高工锂电，东莞证券研究所

**2025-2030 年全球固态电池市场规模将迎高速增长。**未来随着固态电池技术不断进步，成本逐渐呈下降趋势，尤其是国内半固态电池产业化进程已开启，国内外主流电池厂商全固态电池量产时间表逐渐明朗，未来几年全球固态电池的市场规模将得以快速增长。2023 年全球固态电池出货量约 1GWh，2024 年出货量约 5GWh。根据 EVTank 数据，预计 2025 年全球固态电池出货量将超 10GWh，2030 年将超 600GWh，2025-2030 年的年均复合增长率高达 123%。预计到 2030 年固态电池在整体锂电池中的渗透率在 10%左右，市场规模将超过 2500 亿元。

图4：全球固态电池出货量预测



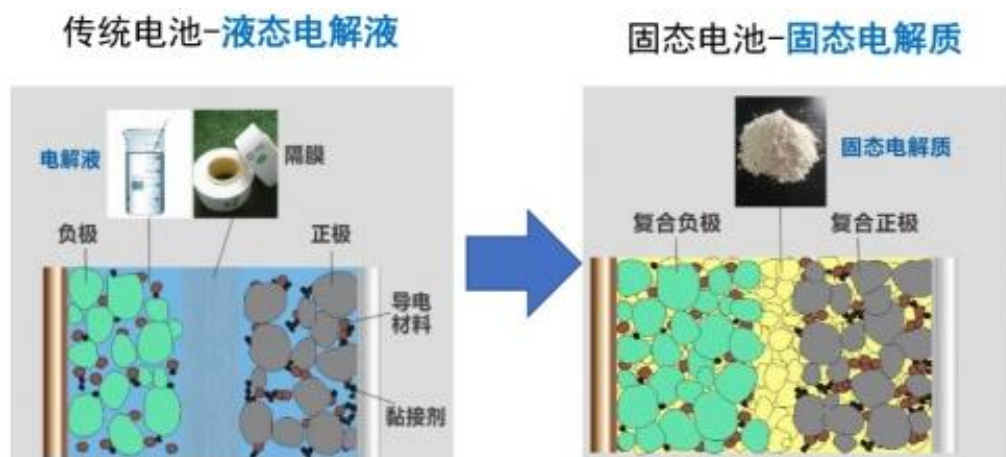
数据来源：EVTank，东莞证券研究所

### 3. 固态电解质为固态电池核心，硫化物技术路线有望加速推进

#### 3.1 固态电解质是固态电池相对液态电池的最大变化所在

固态电池与液态电池的核心区别在于固态电解质。传统液态锂电池主要由正极、负极、电解液和隔膜四大关键要素组成。固态电池的核心在于采用固态电解质取代传统液态电池中易燃、易爆的电解液和隔膜。因此，固态电解质是固态电池相对液态电池的最大变化所在。固态电解质作为固态电池中的最核心组成部分，其综合性能直接影响固态电池的产业应用。

图5：固态电池与液态电池的组成区别



数据来源：锂电前沿，东莞证券研究所

### 3.2 固态电解质三大技术路线对比

固态电池的不同技术路线主要由不同的固态电解质进行区分。按照电解质的不同，固态电池主要划分为聚合物电解质、氧化物电解质、硫化物电解质三大技术路线。其中，硫化物电解质在全固态电池中的发展潜力最大。

理想的固态电解质材料应该拥有高离子电导率，对锂金属具有化学和电化学稳定性，能够很好地抑制锂枝晶产生，制备成本较低，无需使用稀有金属等特点。但目前三大技术路线各有优缺点，未有能同时满足以上要求的，在技术突破上仍存在一定的难度。

**聚合物电解质：**聚合物的优点是易加工，与现有的电解液生产设备、工艺都比较兼容，机械性能好。其缺点包括：（1）离子电导率太低，且在低温下性能影响较大，通常需要在高温（60℃以上）下才能正常充放电；（2）化学稳定性较差，无法适用于高电压的正极材料，在高温下会发生起火燃烧的现象；（3）电化学窗口窄，电位差太大时（>4V）电解质易被电解，使得聚合物的性能上限较低。

**氧化物电解质：**其优点在于具有较好的导电性和稳定性，离子电导率比聚合物更高，热稳定性高达 1000℃，机械稳定性和电化学稳定性都较好。其缺点包括：（1）相对于硫化物，其离子电导率偏低，使得氧化物固态电池在性能提升过程中会遇到容量、倍率性能受限等一系列问题；（2）氧化物非常坚硬，导致固态电池存在刚性界面接触问题，在简单的室温冷压情况下，电池的孔隙率非常高，可能导致电池无法正常工作。

**硫化物电解质：**离子电导率最高，机械加工性强，界面接触良好、界面电阻较小，并且电化学稳定窗口较宽（5V 以上），工作性能表现优异，在全固态电池中发展潜力最大。其缺点包括：（1）界面不稳定，容易与正负极材料发生副反应，造成界面高阻抗，导致内阻增大；（2）在制备工艺层面，硫化物固态电池的制备工艺比较复杂，且硫化物容易与空气中的水分、氧气反应产生硫化氢剧毒气体；（3）成本相对高昂，硫化锂等核心材料的降本空间大。

综合而言，聚合物电解质发展最为迅速，技术较成熟，最早推进商业化应用，已实现小规模量产，但存在电导率低等缺点，性能上限较低，到目前也并未大面积铺开。氧化物电解质各方面的性能表现较为均衡，目前进展较快，主要应用于半固态电池领域。硫化物电解质的离子电导率最高，性能表现最优异，最适用于全固态电池，商业化潜力大，但目前制备难度大，成本高，如何保持较高稳定性也有待解决。对固态电解质的关键问题实现技术突破，将有望加速固态电池产业化的进程。

表 4：固态电解质三大技术路线对比

固态电解质类型	聚合物电解质	氧化物电解质	硫化物电解质
材料	聚环氧乙烷、聚丙烯腈等	LiPON、NASICON 等	LiGPS、LiSnPS、LiSiPS 等
离子电导率	低（室温： $10^{-7}$ - $10^{-8}$ S/cm 65-78°C： $10^{-4}$ S/cm）	中（ $10^{-6}$ - $10^{-3}$ S/cm）	高（ $10^{-7}$ - $10^{-2}$ S/cm）
界面相容性	高	高	低
能量密度	低	中	高
材料成本	高	低	高
制备成本	低	高	高
优点	高温下工作性能好，易大规模制备薄膜	各项性能表现较为均衡	电导率高，工作性能表现优异
缺点	常温下电导率低，化学稳定性较差，电化学窗口窄	电导率较低，界面接触差	易氧化，界面稳定性较差
市场化前景	技术较成熟，已率先进行小规模量产	容量小，适用于消费类电池	最适用于动力电池，商业化潜力大
技术难度	离子电导率和循环寿命有待提高	机械性能差，制备成本高	技术难度大，对空气敏感，与锂金属的相容性低

资料来源：固态电池 SSB，德勤，电池中国，东莞证券研究所

### 3.3 全固态电池逐渐聚焦于硫化物电解质技术路线

日韩、欧美、中国为固态电池发展主要国家，各国对于固态电池的技术路线选择有所差异。

#### （1）日韩：主攻硫化物技术路线，致力于全固态电池。

日本企业在固态电池的研发起步较早，在固态电池领域处于技术领先地位。由于硫化物电解质电导率高、性能优异且最适配全固态电池，丰田、本田、日产、松下、LGES、三星 SDI、SK On 等日韩企业长期以来选择最有前景的硫化物固态电池（全固态电池）为主攻技术路线。截至 2024 年，日本在全固态电池领域的国际专利申请数量占比达到 68%。其中，丰田起步最早，且研发进展最快，拥有全球最多的固态电池专利（超 1300 项），预计 2025 年量产第一代全固态电池（300Wh/kg，600Wh/L），2030 年量产第二代全固态电池（400Wh/kg，800Wh/L）。

#### （2）欧美：欧洲车企与美国初创企业合作开发固态电池，三大技术路线均有布局。

美国在固态电池领域以 Quantum Scapce、Solid Power 等初创企业为主，在硫化物、氧化物和聚合物三大技术路线均有布局，大众、宝马、奔驰等欧洲车企通过投资这些美国初创企业，共同推动在固态电池领域的发展。比如，大众是 Quantum Scapce 的最大股东，Quantum Scapce 计划 2025 年底开始量产固态电池；宝马和 Solid Power 紧密合作，Solid Power 计划 2025 年搭载宝马原型车，2026 年开始量产。

**(3) 中国：早期侧重氧化物技术路线，硫化物技术路线将加速推进。**

国内固态电池初创企业普遍选择从半固态到固态的渐进式发展路径，多数选择氧化物技术路线。由于氧化物电解质非常坚硬、孔隙率高，容易导致电离子传输通道不畅，以目前的技术需要加入电解液，因此，国内研发的氧化物固态电池主要为固液混合方向。卫蓝新能源、清陶能源、赣锋锂电、辉能科技等国内固态电池初创企业都是选择以氧化物材料为基础的固液混合技术路线。2023 年国内部分车企开始搭载半固态电池，如蔚来 ES6、东风 E70、岚图追风等车型，均为搭载以氧化物为电解质的半固态电池。

**我国全固态电池聚焦于硫化物电解质技术路线的发展路径逐渐清晰。**在 2025 年 2 月 15 日举行的第二届中国全固态电池创新发展高峰论坛上，对于全固态电池中长期的发展路径，中国科学院院士、清华大学教授欧阳明高表示，基于硫化物电解质为主体电解质：

- (1) 2025-2027 年，第一代全固态电池，要以 200-300Wh/kg 的石墨/低硅负极硫化物全固态电池发展目标为牵引，努力打通全固态电池的技术链；
- (2) 2027-2030 年，第二代全固态电池，要以 400Wh/kg 和 800Wh/L 为目标，重点攻关大容量硅碳负极，面向下一代乘用车电池，确保 2027 年实现轿车小批量装车，2030 年实现规模量产；
- (3) 2030-2035 年，要以 500Wh/kg 和 1000Wh/L 为目标，重点攻关锂负极，逐步向复合电解质、大容量正极体系发展。

图6：以硫化物为主体电解质的全固态电池量产时间预测



数据来源：NE时代新能源，东莞证券研究所

**3.4 固态电解质及固态电解质膜企业蓄势待发**

固态电池成膜环节的定位和方案取决于电池厂商的研发进展和方向选择。固态电池的固态电解质取代传统电池的电解液和隔膜，目前电池厂商采用的固态电池制备体系多样化，固态电池成膜环节的定位，取决于电池厂商的研发进展和方向选择。部分企业直接使用固态电解质粉体涂覆在正负极上，而部分企业则通过获取独立的固态电解质膜进行热压

或者转印。此外，还包括将固态电解质包覆在正负极颗粒表面以减少副反应、降低阻抗；或将电解质粉体共混于活性材料或聚合物等材料之中，直接提高材料整体的兼容性；以及原位固化。

目前以上固态电解质成膜各方案共存，产业界尚未有发展定论，因此对于材料企业而言，同时布局固态电解质粉体、浆料和电解质膜更具有综合优势，但对于企业有研发和资金实力的考验。固态电池初创企业的产品布局通常包括了核心材料固态电解质、固态电解质膜。如卫蓝新能源、清陶能源等国内领先固态电池初创企业和美国领先固态电池初创企业 Quantum Scape 均在固态电解质膜上有深入布局。恩捷股份、星源材质等传统锂电隔膜企业具备隔膜产品开发、量产经验，同时也掌握固态电解质材料技术，为固态电解质膜量产奠定基础。

**多家企业已经成功研发出固态电解质，目前大多处于中试阶段。**截至 2024 年末，国内固态电解质产能超过 4500 吨。天目先导、清陶能源、蓝固新能源等初创企业在固态电解质领域处于领先地位，已具备千吨级以上的产能。恩捷股份、厦钨新能、当升科技、容百科技、贝特瑞、天赐材料等传统锂电池关键材料的头部企业已经成功研发出固态电解质，有些处于小试、中试、送样客户阶段，有些已实现小批量供货。

更适配全固态电池的硫化物技术路线固态电解质的部分痛点主要在于硫化锂，其合成工艺复杂，价格昂贵。在硫化物固态电解质领域，目前恩捷股份、厦钨新能、容百科技、天赐材料等多家企业已经成功研发出硫化物固态电解质，主要处于小试、中试阶段，部分具备小批量供应能力。整体来看，目前固态电解质的产业规模尚小，但具备一定的规模化基础。

表 5：部分企业固态电解质布局情况

企业	主营业务	产业化进程/客户	产能布局
清陶能源	固态电池	自供	产能 1300 吨
赣锋锂电	固态电池	自供/出售	产能超 200 吨
天目先导	硅基负极、固态电解质	供应卫蓝新能源	产能 3000 吨
蓝固新能源	固态电解质	供应卫蓝新能源	规划 5.5 万吨原位固化电解质，7000 吨固态电解质粉体，1 万吨固态电解质浆料，已部分量产
恩捷股份	隔膜	成功研发硫化锂、硫化物电解质、硫化物电解质膜三个全固态产品	10 吨级的硫化物固态电解质生产线正在建设中
厦钨新能	正极材料	布局氧化物和硫化物技术路线，固态电解质包覆正极、硫化物固态电解质处于小试阶段	固态电解质实现吨级量产
当升科技	正极材料	推出纳米级固态电解质+固态电解质包覆正极，已批量供货	——
容百科技	正极材料	成功开发多种固态电解质，硫化物固态电解质计划 2025 年试生产	——

贝特瑞	正负极材料	开发出多款新型固态电解质材料	LATP 氧化物固态电解质实现吨级出货
天赐材料	电解液	硫化物固态电解质计划 2025 年建设中试产线	---
三祥新材	新材料	氧化物固态电解质送样客户测试，中试生产线规划建设中	---
上海洗霸	水处理	固态电解质客户送样，获少量持续性订单	吨级至 10 吨级产线投产；规划 50 吨产能预计 2 年建成
金龙羽	电线电缆	固态电解质、半固态电芯已进入中试阶段	---
联创股份	氟化工	聚合物基固态电解质的研发处于小试阶段	---

资料来源：新产业，赛瑞研究，我的电池网，金融界，东莞证券研究所

**传统隔膜领先企业已形成小批量固态电解质膜供货能力。**固态电解质/固态电解质膜对于传统锂电隔膜企业是转型升级的机遇。传统隔膜头部企业恩捷股份和星源材质均已布局固态电解质膜。湖南恩捷的硫化物电解质膜已实现卷对卷、连续化生产，并实现小批量供货；星源材质组建了固态电解质隔膜开发项目组，产品已进入多家客户测试阶段并形成小批量供货。此外，固态电解质材料企业中科固能、瑞固新材等已有量产固态电解质膜的规划，中孚新能源规划年产 5000 万平米的“准固态电解质隔膜”产能即将竣工。

表 6：部分企业固态电解质膜布局情况

企业	固态电解质膜布局
恩捷股份	硫化物电解质膜已实现卷对卷、连续化生产，并实现小批量供货。
星源材质	组建了固态电解质隔膜开发项目组，产品已进入多家客户测试阶段并形成小批量供货。
中科固能	已有量产硫化物固态电解质膜的规划。
瑞固新材	已有量产氧化物固态电解质膜的规划。
中孚新能源	规划年产 5000 万平米的“准固态电解质隔膜”产能即将竣工。

资料来源：高工锂电，东莞证券研究所

## 4. 重点公司

**恩捷股份（002812）：成功研发全固态电解质产品，斩获大单彰显行业竞争力**

**成功研发硫化锂、硫化物电解质、硫化物电解质膜三个全固态产品。**公司是全球锂电池隔膜行业的龙头企业，在 2021 年初开始布局硫化物电解质材料领域，2021 年 12 月成立控股子公司湖南恩捷，主要开发硫化物电解质的核心材料，为全固态硫化物电池企业进行配套。2021 年以来，公司在全固态电池关键材料领域取得了显著进展，申请了 38 项专利，已授权 22 项。湖南恩捷已成功研发硫化锂、硫化物电解质、硫化物电解质膜三个全固态产品。（1）硫化锂：目前采用碳热还原法生产，短期成本具有竞争优势，硫化锂纯度和粒径指标属于业内领先水平，建成中试百吨级产线，目前调试中；（2）硫

化物电解质：已跨过实验室公斤级的生产规模，纯度和离子电导率能够满足国内外头部电池企业的性能指标，小粒径分布在 400-800nm 区间内，正在搭建 10 吨级的硫化物固态电解质生产线；（3）硫化物电解质膜：已实现卷对卷、连续化生产，并实现小批量供货，主要使用的是湿法工艺，厚度最薄可以做到 30um。

**2025-2030 年卫蓝新能源固态电解质及固态电解质膜 80%采购份额定点恩捷。**2025 年 1 月 13 日，公司控股子公司上海恩捷与北京卫蓝新能源签订《采购框架协议》，北京卫蓝新能源将其自身需求材料的 80%采购份额定点向上海恩捷及其有控制权的关联公司采购用于半固态电池的电解质隔膜、用于全固态电池的电解质及电解质膜。2025 年至 2030 年，北京卫蓝新能源将向上海恩捷及其有控制权的关联公司预计下达半固态及全固态电池的电解质隔膜订单总计不少于 3 亿平方米，全固态电池的电解质订单总计不少于 100 吨。

**斩获大单彰显公司在固态电池领域的竞争力，有望提升未来业绩。**北京卫蓝新能源是中国科学院物理研究所固态电池产学研孵化企业，成立于 2016 年，专注于固态电池研发、生产和销售，在固态电池领域具有领先的技术实力和创新能力，在多个固态锂电技术领域实现“首次”突破。其产品主要应用于新能源汽车、储能、低空经济动力三大领域，已进入三峡集团、国电投、蔚来汽车、小米汽车、广汽集团等企业供应链。卫蓝新能源 2024 年固态电池出货量预计约 3GWh，领先同行，目前产能约 7GWh，2025 年计划扩产至 16GWh。早于 2021 年，公司与卫蓝新能源联合天目先导，成立了合资公司江苏三合，聚焦于半固态电解质涂层隔膜。此次公司与卫蓝新能源就半固态电池隔膜和全固态电池电解质相关产品达成了长期供货协议，将加强公司在固态电池领域的市场拓展与竞争力，进一步夯实公司在行业内的领先地位，预计将对公司 2025-2030 年的经营业绩产生积极影响。

**产品价格下行和存货减值计提造成 2024 年业绩亏损，后续业绩修复可期。**近年因隔膜产品价格持续下行业绩承压。公司预计 2024 年归母净利润亏损 5.15 亿元-6.65 亿元，主因是近年来公司所处的锂电池隔膜行业市场竞争加剧，叠加下游降本压力，锂电池隔膜产品价格及毛利下降。同时，基于谨慎性原则，公司拟对存货等资产计提减值损失，因此，对业绩造成较大影响。目前隔膜产品价格已低位运行，继续下行空间有限。而公司在固态电池领域携手领先企业，订单取得重大突破，为进一步市场拓展奠定基础，后续业绩修复可期。

### **星源材质（300568）：战略布局固态电解质膜，固态电池领域合作取得突破**

**公司近期公告了两则固态电解质膜合作协议。**2024 年 11 月，公司接连公告与大曹化工、中科深蓝汇泽在固态电解质膜上开展合作。大曹化工为公司提供聚合物，公司加工后进行半固态电池用隔膜量产。中科深蓝汇泽为新一代全固态电池制造商，成立于 2022 年，聚焦聚合物基以及聚合物硫化物复合电解质技术路线，独创了“刚柔并济、原位热聚合”的固态电池技术，引入支撑性良好功能膜作为“刚性骨架”。公司与中科深蓝汇泽签订《战略合作框架协议》，联合开发固态电解质膜，并在合适的时机双方进一步拓展商业合作，进行固态电解质膜的开发、生产和销售。

**公司固态电解质膜产品已进入多家客户认证或测试阶段，并实现小批量供货。**在固态电解质方面，公司参股公司深圳新源邦的氧化物电解质已达量产阶段，硫化物和聚合物电解质处于小批量供应阶段。在固态电解质膜方面，公司组建了固态电解质隔膜开发项目组，于 2021 年开发出固态电解质复合隔膜，产品已进入多家客户认证或测试阶段，并小批量供货给多家知名头部客户。此外，公司也与知名车企合作共同研发全固态电解质膜产品，在全固态电池领域进行紧密的技术开发与布局。

**公司是全球第二大锂电隔膜供应商，全球市占率提升。**继 2023 年 11 月、2024 年 4 月公司分别与 LGES、三星 SDI 签订战略合作备忘录后，2024 年 11 月，公司接连与多家公司签订了合作协议，分别有：与大众 Powerco 签订《定点协议》，预计 2025-2032 年累计供货约 20.9 亿 m<sup>2</sup> 湿法涂覆隔膜；子公司新加坡英诺威与亿纬锂能签订全球战略合作协议，预计 2025-2030 年在东南亚、欧洲等市场供应不少于 20 亿 m<sup>2</sup> 隔膜产品；与 Sepion 签订《备忘录》，双方合作提供具有差异化性能的新产品拓展全球隔膜市场，预计 2026-2028 年隔膜销售约 11.74 亿 m<sup>2</sup>。2024 年公司隔膜出货量 40 亿 m<sup>2</sup>，全球市场份额 15.4%，同比提升 3.3pct。战略合作协议的签订为公司产品在海内外市场进一步推广带来积极作用，未来全球市占率有望进一步提升。

**制造工艺持续迭代升级，盈利能力优于同行。**公司聚焦降本路径，着力技术创新与设备革新。目前干法设备已经迭代至第六代产线，相比初代干法产线效率提升了 10 倍。湿法设备已迭代至第五代超级湿法线，单线产能达 2.5 亿平方米，相比于第四代湿法产线提升超 2 倍。干法、湿法设备单线产能均得到大幅提高，有效降低单位产品成本。2024 年前三季度公司实现营收同比增长 18%，毛利率 30%，净利率 13%，均优于同行。

## 5. 投资建议

固态电池凭借高能量密度和高安全性的显著优势，成为下一代高性能锂电池。头部车企/电池厂商的积极布局和技术突破为固态电池发展持续注入动力。新能源汽车和低空经济等下游需求景气度不断提升。主流车企相继公布固态电池装车时间表，半固态电池已率先进入量产阶段，全固态电池将于 2027 年启动量产，固态电池产业化进程呈加速的势头，全球固态电池市场规模将迎来高速增长。

固态电池发展为锂电池产业链带来迭代升级的机遇。固态电解质是固态电池的最核心材料，随着固态电池的商业化推进，拥有固态电解质技术储备和产品竞争力的公司将大幅受益。随着全固态电池量产时间表愈发明朗，更适配全固态的硫化物电解质技术路线有望加速推进。

**重点关注：**已成功研发出全固态电解质产品，率先与领先固态电池企业达成长期供货协议的恩捷股份（002812）；在固态电解质膜领域与领先全固态电池企业战略合作的星源材质（300568）。**关注：**在固态电解质领域已有布局的容百科技（688005）、当升科技（300073）、天赐材料（002709）。



表7：重点公司盈利预测及投资评级（2025/2/27）

股票代码	股票名称	股价(元)	EPS (元)			PE			评级	评级变动
			2023A	2024E	2025E	2023A	2024E	2025E		
002812	恩捷股份	33.45	2.60	-0.61	0.77	12.86	--	43.22	买入	维持
300568	星源材质	12.06	0.43	0.34	0.42	28.10	35.06	29.00	买入	维持
688005	容百科技	39.10	1.27	0.56	1.50	30.79	70.45	26.07	增持	维持
300073	当升科技	45.25	3.80	1.29	1.58	11.91	35.19	28.58	增持	维持
002709	天赐材料	21.62	0.99	0.28	0.72	21.84	78.19	30.09	增持	维持

资料来源：iFinD，东莞证券研究所

## 6. 风险提示

**（1）下游需求不及预期风险：**固态电池作为下一代高性能锂电池，适用于高端新能源汽车和低空飞行器等应用场景，如果有更具性价比的高性能电池能够满足这些场景需求，或者低空经济发展不及预期，那么固态电池的下游需求可能不及预期，对产业链相关公司的经营业绩可能造成不利影响。

**（2）固态电池产业化进程不及预期风险：**固态电池目前的技术还不够成熟，仍面临一系列尚未解决的科学难题，生产成本也较高，若未来技术发展缓慢，产业化进程不及预期，将可能不利于产业链相关公司的经营发展。

**（3）产品和技术路线变革风险：**固态电池有望成为下一代电池，但电池也存在着其他技术路线，若未来有其他技术路线发展得更快，将对产业链相关公司现有的技术储备形成冲击；固态电池本身也有不同技术路线，目前技术路线的发展未有定论，不同技术路线企业的未来前景具有不确定性。

**（4）原材料价格大幅波动风险：**为了提高电池性能，固态电池会对材料体系进行迭代升级，也需要使用稀有金属，若原材料价格出现大幅上涨，将不利于固态电池产业链相关公司的市场竞争。

**东莞证券研究报告评级体系：**

公司投资评级	
买入	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
增持	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
持有	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
减持	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，导致无法给出明确的投资评级；股票不在常规研究覆盖范围之内

行业投资评级	
超配	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
标配	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
低配	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 10%以上

说明：本评级体系的“市场指数”，A股参照标的为沪深 300 指数；新三板参照标的为三板成指。

证券研究报告风险等级及适当性匹配关系	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	主板股票及基金、可转债等方面的研究报告，市场策略研究报告
中高风险	创业板、科创板、北京证券交易所、新三板（含退市整理期）等板块的股票、基金、可转债等方面的研究报告，港股股票、基金研究报告以及非上市公司的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

投资者与证券研究报告的适当性匹配关系：“保守型”投资者仅适合使用“低风险”级别的研报，“谨慎型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中低风险”的研报，“稳健型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中风险”的研报，“积极型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中高风险”的研报，“激进型”投资者适合使用我司各类风险级别的研报。

**证券分析师承诺：**

本人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、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

**声明：**

东莞证券股份有限公司为全国综合性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（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。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。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，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，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，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。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，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。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

**东莞证券股份有限公司研究所**

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22115843

网址：www.dgza.com.cn