

固态电池：锂电发展新阶段，产业化加速中

投资评级：推荐（维持）

——电力设备行业深度报告

华龙证券研究所 电力设备行业

分析师：杨阳

SAC执业证书编号：S0230523110001

邮箱：yangy@hlzq.com

分析师：许紫荆

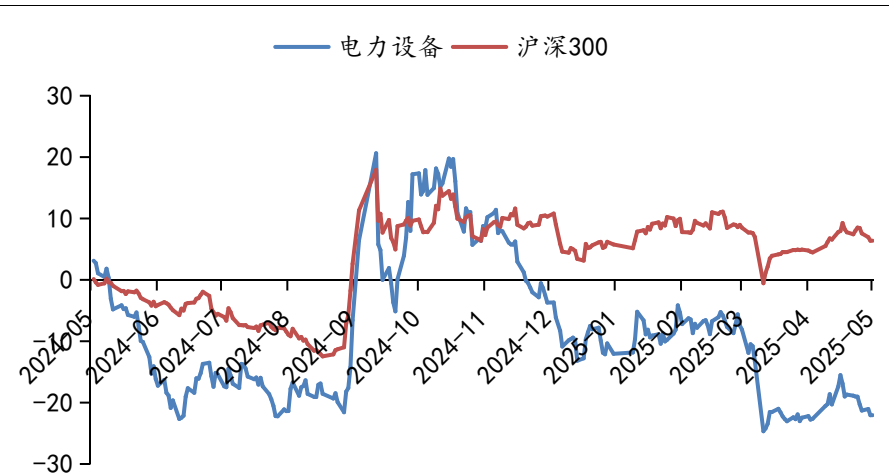
SAC执业证书编号：S0230524080001

邮箱：xuzj@hlzq.com

2025年05月28日

证券研究报告

最近一年市场走势（单位：%）



相关报告

《山东出台首个新能源入市新政细则，宁德时代港股上市在即——电新&公用行业周报》 2025. 05. 19

《风电零部件盈利修复，电网需求景气延续——风电&电网行业2024年及2025年一季报业绩综述》 2025. 05. 16

《光伏主产业链现金流承压，逆变器业绩高增——光伏行业2024年及2025年一季报业绩综述》 2025. 05. 16

相对沪深300表现（2025. 5. 28）（单位：%）

表现	1M	3M	12M
电力设备行业	0.53	-18.66	-22.67
沪深300	1.38	-3.04	5.60

摘要

- **发展固态电池是产业化所需，更是全球化竞争必然之举**
 - 正极、负极、隔膜和电解液是锂离子电池的四大关键材料，液态电池到全固态电池核心是将电解液+隔膜替换为固态电解质。与传统液态锂电池相比，固态电池具备本征安全性、高能量密度、宽温域等优势。
 - 从下游需求看，新能源汽车+低空经济+机器人，多重场景提振固态电池需求。新能源汽车领域普遍预期全固态电池在2026年装车、2027年小批量生产。中国民用航空局预估，到2025年中国低空经济市场规模将达到1.5万亿元。同时，固态电池还能为人形机器人提供更持久的续航能力、更高的安全性，以及更灵活的内部空间布局。从必要性看，以固态电池为代表的新型电池正在重构国际电池及能源市场竞争格局。截至2024年4月，全球固态电池专利申请量排名前5的国家和地区依次为：日本、中国、美国、韩国、欧洲。
 - 短期半固态电池作为过渡技术已经量产，全固态电池有望于2028年进入GWh级应用阶段。2024年半固态电池开始量产，一代主要为超高镍体系，2025年将采用的锰酸锂/镍锰酸锂体系，具备较强的成本优势，并可提升能量密度。据高工锂电，全固态电池则预计2028年可实现出货量突破1GWh。EV Tank预计，2030年全球固态电池（电解液含量低于10%）的出货量将达到614.1GWh，在整体锂电池中的渗透率预计在10%左右，其市场规模将超过2500亿元。
- **固态电池产业链及关键材料体系发展趋势：技术路径初具轮廓**
- **材料端：固态电解质是核心增量环节，正负极材料向高压高密度方向升级迭代，同时在正负极中需要添加导电剂以降低电极内阻、提升电子导电性。**电解质环节，当前固态电池技术路线分为聚合物、氧化物、硫化物、卤化物，硫化物离子电导率最高、潜力最大，卤化物综合性能良好近期进展最快。日本押注硫化物路线，欧美重视聚合物和氧化物。正极环节，正极材料短期沿用高镍体系，长期将向超高镍、富锂锰基、高压尖晶石等材料迭代。负极环节，电池能量密度提升，驱动负极向高性能迭代，目前以石墨负极为主，中短期将向硅基负极发展，长期有望切换至金属锂。导电剂环节，目前锂电池生产中常用的碳系导电剂主要为颗粒状导电剂（如导电石墨、导电炭黑）、纤维状导电剂（如碳纳米管CNT、气相碳纤维VGCF等）、片状导电剂（如石墨烯）。碳纳米管应用较多，导电性能良好。
- **设备端：固态电池和传统液态电池的生产工艺差异主要体现在前段极片制造、中段电芯装配、后段化成环节。**制备工艺上，全固态电池引入了干法电极、等静压等新技术，因此需要新增干法电极设备、等静压设备、高压化成分容设备，升级叠片设备。

- **投资建议：**行业方面，固态电池作为发展兼具高能量密度、高安全性、长寿命和低成本的下一代电池的重要保证，下游新能源车、低空经济、机器人三大应用场景拉动，产业趋势确定性强。随着固态电池量产渐行渐近，行业有望迎来密集催化，相关材料及设备有望深刻受益。维持行业“推荐”评级。
- **个股方面，**建议关注**1) 固态电解质及上游**，关注卤化物氧化物-三祥新材、上海洗霸、聚合物冠盛股份、硫化物有研新材、厦钨新能、恩捷股份、容百科技等；**2) 负极技术路线确定**，关注上海洗霸、元力股份、翔丰华等；**3) 导电剂用量增加**，关注碳纳米管天奈科技、道氏技术等；**4) 设备有望率先放量**，关注干法电极设备纳科诺尔、曼恩斯特、华亚智能等。**5) 电池环节**，关注宁德时代、国轩高科、鹏辉能源、金龙羽等，及未上市公司清陶能源、卫蓝新能源等。
- **风险提示：**固态电解质技术突破不及预期，规模化生产工艺不成熟，原材料成本高企，电极-电解质界面问题，政策变动风险，市场竞争加剧，下游需求不及预期，安全标准与法规滞后，贸易摩擦风险。

目录

1

发展固态电池是产业化所需，更是全球化竞争必然之举

2

固态电池产业链及关键材料体系发展趋势

3

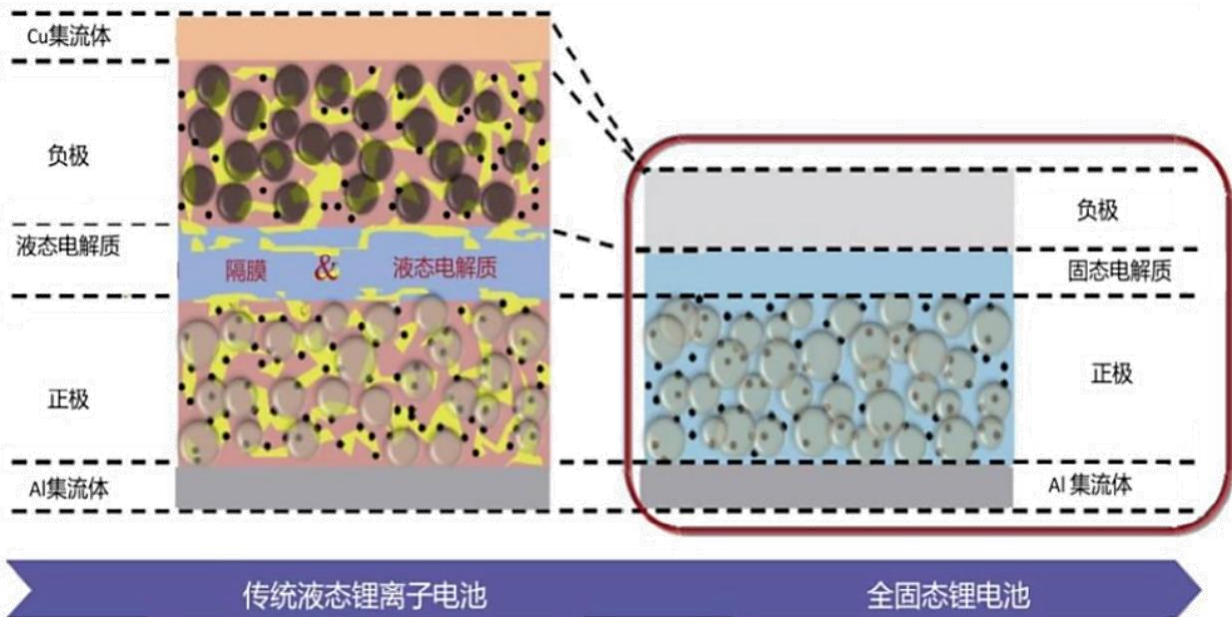
投资建议及重点关注公司

4

风险提示

- 目前，我国依托液态锂离子电池，已构建了全球领先的新能源汽车产业体系。但现有的锂离子电池采用了易燃的液态电解质，难以同时满足电动汽车、储能、电动航空、智能终端等行业对高能量密度、高安全性、长寿命和低成本锂电池的迫切需求。高比能、高安全性和长寿命的固态电池被全球公认为是取代现有锂离子电池的颠覆性技术之一。
- 正极、负极、隔膜和电解液是锂离子电池的四大关键材料，液态电池到全固态电池核心是将电解液+隔膜替换为固态电解质。锂电池根据电解质的不同，可以分成液态锂离子电池、混合固液电池（半固态或准固态）、全固态电池3类。其中，混合固液电池使用固态电解质部分取代液态电解质；而全固态电池使用固态电解质取代电解液，电池中完全不含液体。

图1：传统液态锂离子电池和固态电池结构区别



数据来源：《全固态锂电池技术的研究现状及展望》，华龙证券研究所

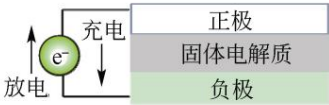
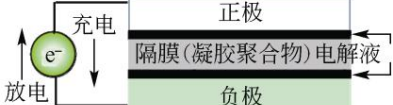
图2：液态电池、半固态电池、固态电池结构对比

电池材料	液态	半固态	全固态
正极	三元铁锂	三元高镍 超高镍	三元高镍、富锂 锰基、硫/空气
负极	石墨为主 可以掺硅	硅基负极 锂金属负极	锂金属负极
隔膜	湿法隔膜 干法隔膜	湿法+涂覆 孔径更大	—
电解质	液态占比 20-10wt%	液态占比10-1wt% LiTFSI占比提升	固态电解质

数据来源：《全固态锂电池技术的研究现状及展望》，华龙证券研究所

- 固态电池性能突出，具备安全性和高能量密度。采用有机电解液的传统锂离子电池，因过度充电、内部短路等异常时电解液发热，有自燃甚至爆炸的危险。以固体电解质替代有机液体电解液的全固态锂电池，在解决传统锂离子电池能量密度偏低和使用寿命偏短这两个关键问题的同时，有望彻底解决电池的安全性问题，符合未来大容量新型化学储能技术发展的方向。
- 无机全固态锂电池因各组成部分均采用无机粉体材料，通过集成技术形成全电池，还具有以下几个主要方面的特点和优势：① 全固态锂电池具有宽的电化学位窗口，可以大大拓展电池材料选择范围；② 全固体锂电池将大大改变包括电池制造方法在内的现有概念：不使用液体，可简化外壳与电池组装工艺；③ 通过层叠多个电极，电池单元内形成串联，可制造出12V及24V的大放电电压电池单元。

表1：液态电池和固态电池性能对比

类别	全固态锂电池		传统锂离子充电电池	
电池结构				
电解质	全无机类材料 (硫化物、氧化物等)	高分子聚合物材料 (PEO 基等)	有机电解液 (PC 等聚碳酸酯+LiPF ₆ 等)	聚合物浸润有机电解液
优点	安全性极高 循环寿命长 适合长时间储存 能量密度高 高温适应性好	安全性较高 可卷对卷生产 具有柔性加工特性	广泛使用于 3C 产品 储能领域有示范应用	在小型电子产品有应用
缺点	功率密度偏低 成本偏高	功率密度偏低 成本偏高 温度适应性不佳 循环寿命待提升	含有电解液，高温下有挥发 与燃烧可能 因有电化学位窗口限制，放 电电压无提升空间	

数据来源：《全固态锂电池技术的研究现状及展望》，华龙证券研究所

- 需求端：新能源汽车+低空经济+机器人，多重场景提振固态电池需求。新能源汽车领域普遍预期全固态电池在2026年装车、2027年小批量生产。低空经济为固态电池打开新市场，中国民用航空局预估，到2025年中国低空经济市场规模将达到1.5万亿元，目前eVTOL所需的电池能量密度要达300Wh/kg以上，固态电池产业有望快速发展。同时，固态电池还是人形机器人当前最优动力解决方案，能为人形机器人提供更持久的续航能力、更高的安全性，以及更灵活的内部空间布局。

表2：车端固态电池量产时间表

公司	时间	进展与目标
宁德时代	2024. 11	增加了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，计划2027年实现全固态电池小批量生产。
太蓝新能源、长安汽车	2024. 11	联合举办无隔膜固态锂电池技术发布会，无隔膜半固态电池计划于2026年进行装车验证/测试，无隔膜全固态电池计划于2027年实现批量生产。
广汽集团	2024. 11	目前已初步打通全固态电池全流程制造工艺，取得车规级高安全大容量全固态动力电池量产的关键技术突破，并具有超高能量密度、超高安全性及大容量全固态电芯三大核心优势，预计于2026年装车搭载于昊铂车型。
奇瑞	2024. 10	在2024奇瑞全球创新大会上，奇瑞正式公布鲲鹏电池品牌，及全固态电池2026年投入定向运营（上车）、2027年批量上市。

数据来源：晚点LatePost，电动中国，中国汽车报，华夏时报，华龙证券研究所

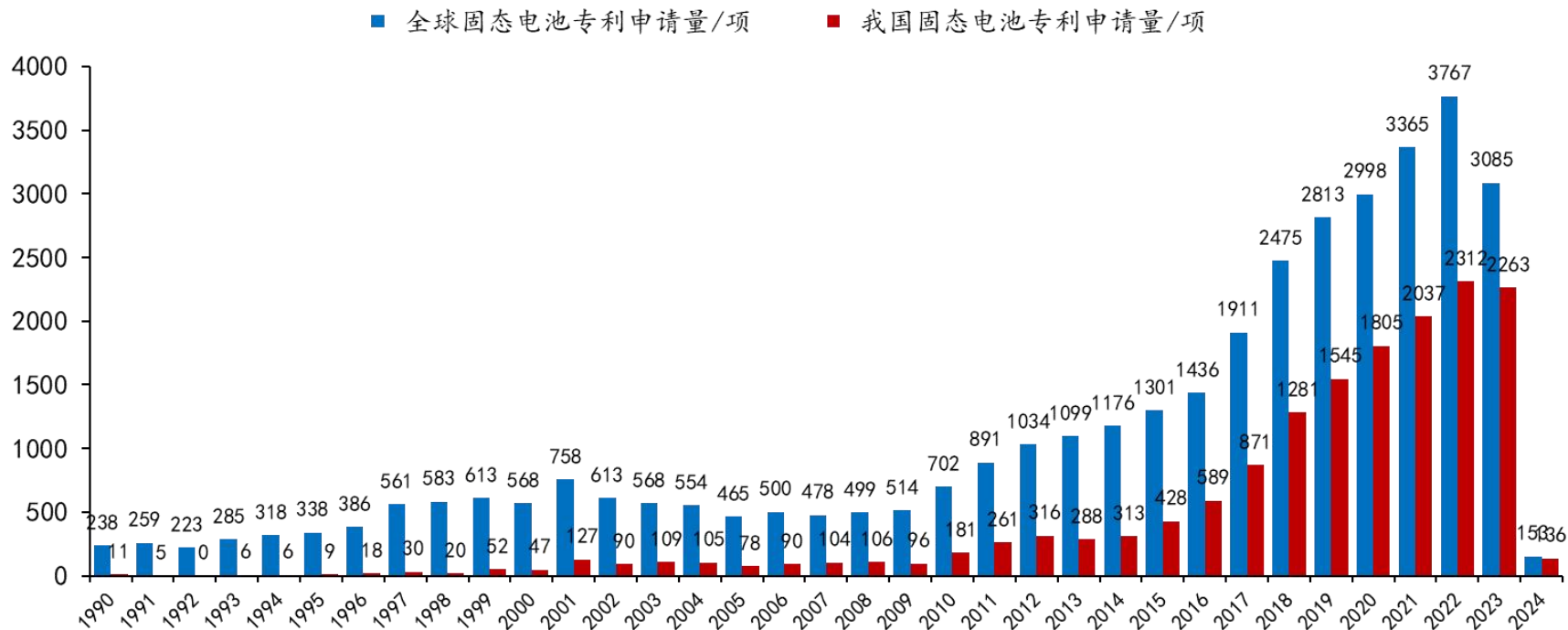
图3：广汽集团第三代人形机器人GoMate，搭载固态电池续航达到6小时



数据来源：中国证券报，华龙证券研究所

- 必要性：以固态电池为代表的新型电池正在重构国际电池及能源市场竞争格局。固态电池技术是发展兼具高能量密度、高安全性、长寿命和低成本的下一代电池的重要保证，当前全球主要国家及地区均在加快布局固态电池研发和产业化。
- 截至2024年4月，全球固态电池专利申请量排名前5的国家和地区依次为：日本、中国、美国、韩国、欧洲。日本的专利申请量排名世界第一，日本在电池领域的研究起步早、积累丰富，日本打造车企和电池厂共同研发体系，政府资金扶持力度超2千亿日元，力争2030年实现全固态电池商业化。我国的专利申请量排名世界第二，自2016年以来，我国年专利申请量跃居世界首位。2024年我国投入约60亿元用于全固态电池研发，宁德时代、比亚迪、一汽、上汽、卫蓝和吉利共六家企业获得政府基础研究支持。

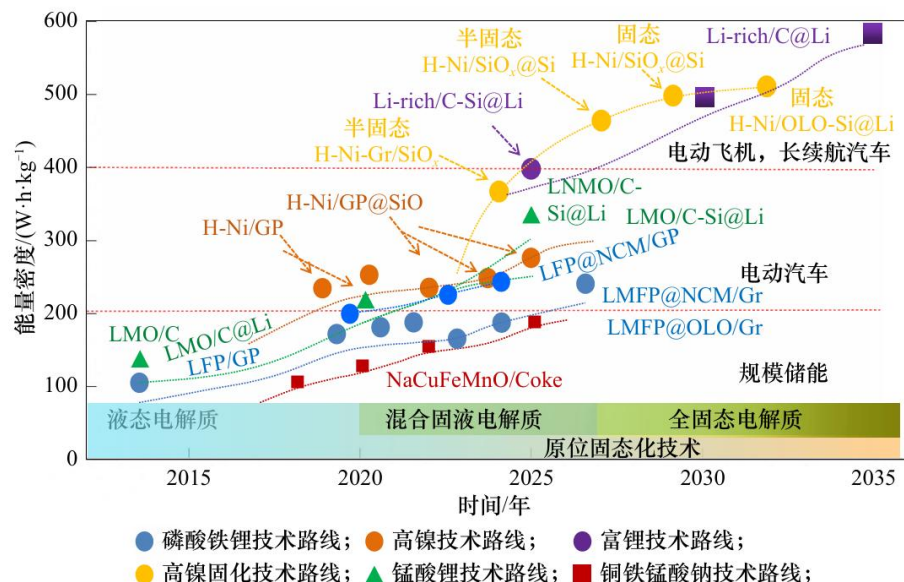
图4：我国固态电池专利申请数量快速上升（截至2024年4月）



数据来源：《固态电池关键材料体系发展研究》，华龙证券研究所

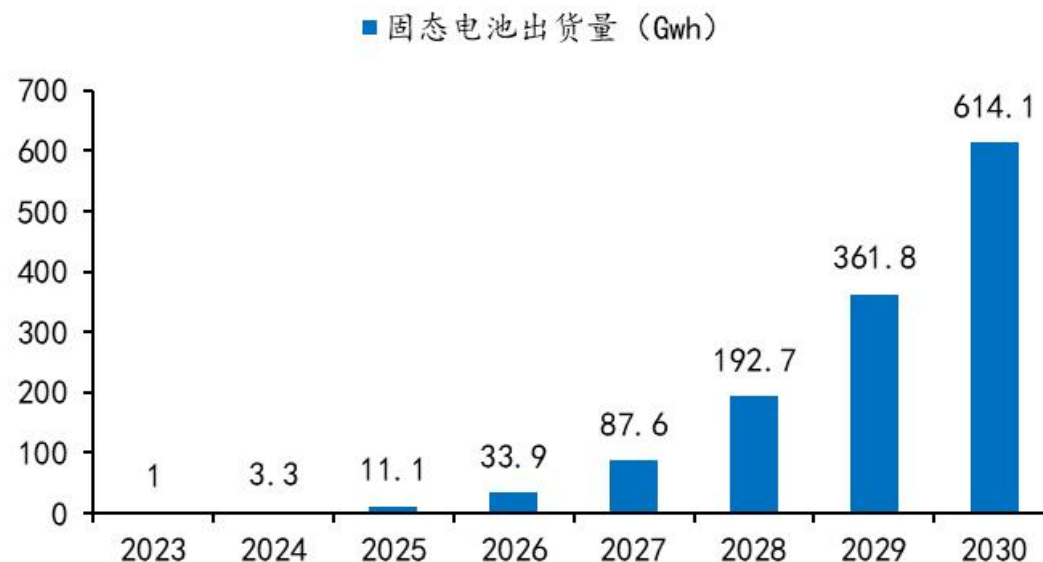
- 全固态电池有望于2028年进入GWh级应用阶段。据高工锂电，固态电池已有产能超过15GWh，规划产能超过400GWh，固态电解质投产产能超过1GWh，规划产能超过10GWh。2024年，半固态电池已实现10GWh级别的出货量，随着技术的不断突破、工程化量产的逐步实现以及下游应用的验证完成，全固态电池有望在2028年进入GWh级应用阶段。EV Tank预计，2030年全球固态电池（电解液含量低于10%）的出货量将达到614.1GWh，在整体锂电池中的渗透率预计在10%左右，其市场规模将超过2500亿元。

图5：从液态到全固态电池的技术发展路线



数据来源：《固态电池关键材料体系发展研究》，华龙证券研究所

图6：全球固态电池出货量预测



数据来源：EV Tank，华龙证券研究所

目录

1

发展固态电池是产业化所需，更是全球化竞争必然之举

2

固态电池产业链及关键材料体系发展趋势

3

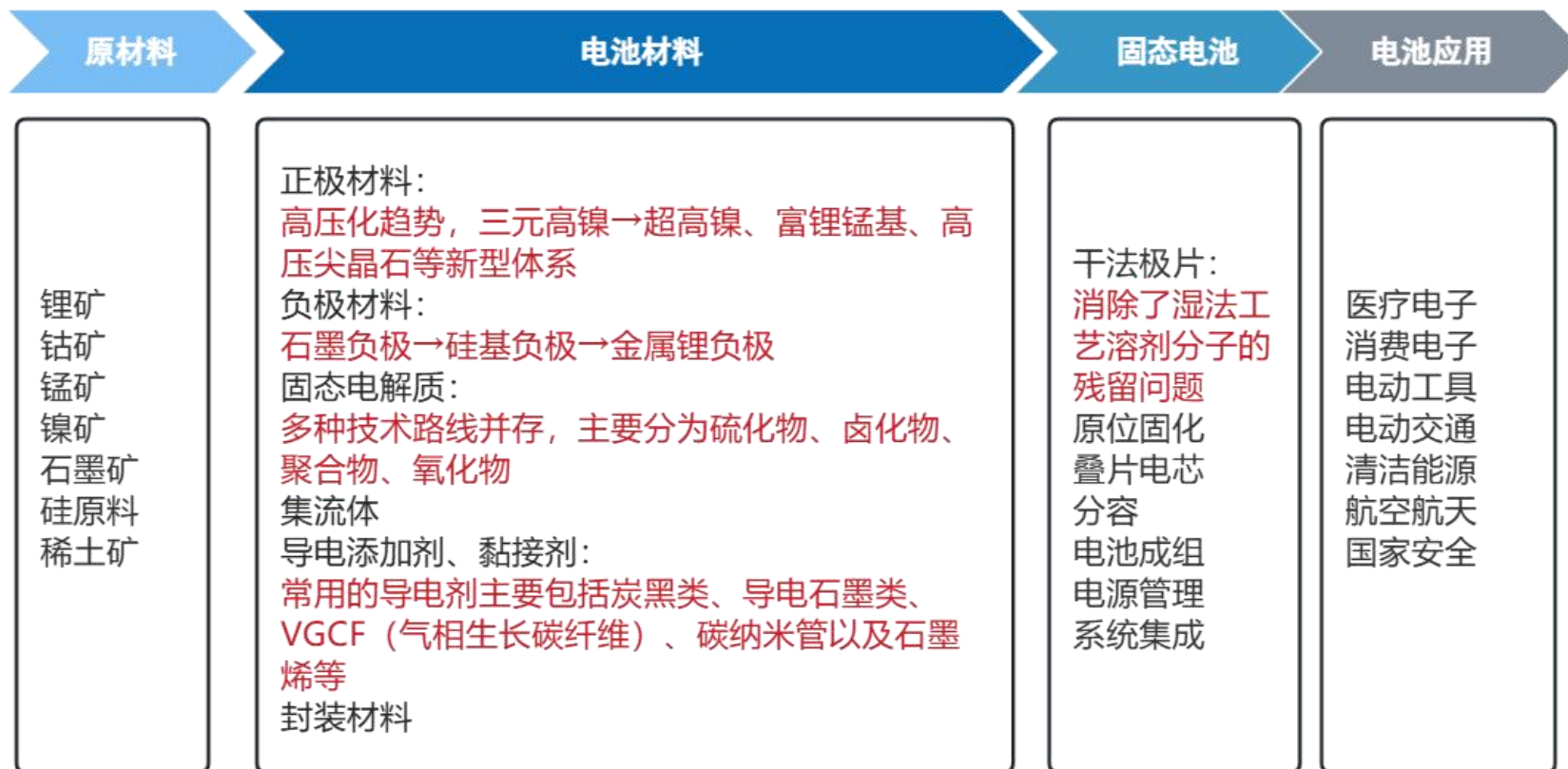
投资建议及重点关注公司

4

风险提示

- 液态电池向固态电池发展的过程中，材料端固态电解质是最为核心的环节，正负极材料向高压高密度方向升级迭代，同时在正负极中需要添加导电剂以降低电极内阻、提升电子导电性。
- 在制备工艺上，全固态电池引入了干法电极、等静压等新技术，因此需要新增干法电极设备、等静压设备、高压化成分容设备，升级叠片设备。

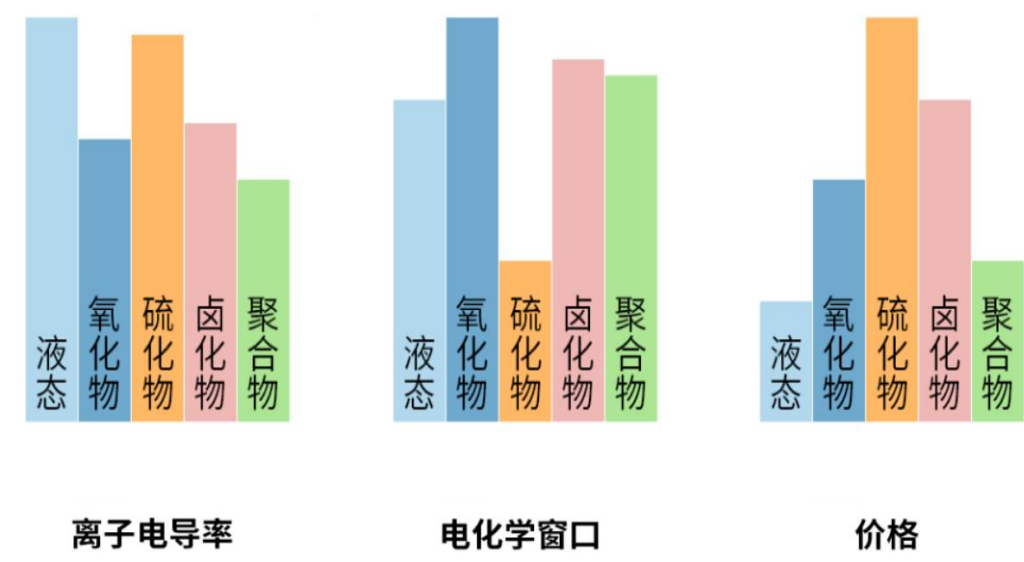
图7：固态电池产业链及关键材料体系发展趋势



数据来源：《固态电池关键材料体系发展研究》，华龙证券研究所

- 当下固态电池产业仍处于发展初期，存在多种技术路线的并存与探索。根据电解质不同，当前固态电池技术路线分为聚合物、氧化物、硫化物、卤化物，当前硫化物布局企业比例约40%，氧化物比例约35%，超过60%的企业布局两种至三种技术路线。
- 1) 硫化物：硫化物固态电解质的离子电导率最高，制备工艺突破后可能成为主流路线。且兼具强度和加工性能、界面相容性好，因此成为企业布局专利申请、人才团队建设的重要方向，但是硫化物材料对制备环境要求极其苛刻，同时与正极材料的界面相容性问题也较为突出、容易产生副反应，成本也居高不下。硫化物路线日本企业布局较早，截至2024年日本丰田已拥有68%的硫化物专利。
- 2) 卤化物：卤化物综合性能优秀，近1年进展相对较快。其具备高离子电导率、高压正极良好相容性和优异机械变形性等优点，能够同时克服氧化物电解质的界面接触差以及硫化物电解质电化学窗口窄等缺陷，低成本的锆系卤化物已成为全固态电池领域研究热点。

图8：硫化物电解质离子电导率最高



数据来源：《全固态电池的研究进展与挑战》，华龙证券研究所

表3：不同技术路线性质对比

技术路线	氧化物	硫化物	卤化物	聚合物
电解质材料	氧化物陶瓷	硫化物玻璃/晶体	卤化物	聚合物
优点	离子电导率较高，电化学稳定性好，热稳定性优异，安全性高	离子电导率极高，快充潜力大，机械延展性较好	离子电导率较高，电化学窗口相对宽，空气稳定性较好，成本潜力相对较低	工艺成熟，成本潜力低，柔性好
缺点	固-固界面阻抗大，加工性差，难以柔性化，成本高	电化学稳定性差，制备环境苛刻，界面相容性问题，成本高	技术成熟度较低，离子电导率和稳定性待提升，制备工艺和规模化生产挑战	离子电导率低，常温性能差，低温性能差，机械强度和电化学稳定性待提升
性能侧重	安全性，高离子电导率，宽工作电压	超高离子电导率，快充性能，能量密度潜力	成本潜力，相对较好的综合性能	安全性，柔性设计，成本控制

数据来源：《全固态电池的研究进展与挑战》，华龙证券研究所

- 3) 氧化物：氧化物稳定性最好，电导率一般，加工性能最差，目前发展进度较快。氧化物电解质是含有锂、氧以及其他成分(磷、钛、铝、镧、锆、锌、锆)的化合物。氧化物热稳定性好、电化学窗口宽、机械强度高，缺点为电导率一般、脆度高、难以加工、界面接触差。量产方面，氧化物体系制备难度适中，较多新企业和国内企业选取此路线，采用与聚合物复合的方式，在半固态电池中率先规模化装车。
- 4) 聚合物：聚合物易于合成和加工，但常温下电导率低，电池整体性能提升有限，制约大规模应用与发展。聚合物固态电解质由高分子和锂盐络合形成，同时添加少量惰性填料。聚合物由于易加工、工艺兼容等优势，率先在欧洲商业化，技术最为成熟，但其电导率低、电化学窗口窄，仅能和铁锂正极匹配，性能上限较低，工作时需持续加热至60℃，因此制约了其大规模应用，预计后续与无机固态电解质复合，通过结合两者优势，在应用端实现性能突破。

表4：部分上市公司电解质研发情况

公司	技术路线	进展
有研新材	硫化物	目前处于研发有一定突破后的小试阶段，同时配合国内外客户进行验证或小批量供货。
恩捷股份	硫化物	湖南恩捷专注于固态电池材料的研发，开发了硫化锂、硫化物固态电解质、硫化物固态电解质膜产品，尤其是硫化物固态电解质粉体电导率、粒径控制等核心指标已行业领先。
厦钨新能	硫化物	开发出新的硫化锂合成工艺。
三祥新材	卤化物	2024年2月，公司表示锆基材料已向清陶能源等企业送样，并达到使用要求。
冠盛股份	聚合物	2024年5月，集团固态电池研发平台东驰能源举办了固态电池产品下线仪式，采用聚合物固态电解质。

数据来源：Wind, 各公司公告，华龙证券研究所

表5：我国部分厂商全固态电解质布局情况

公司	电解质技术路线	进展
宁德时代	硫化物	进入20Ah试制阶段，目标2027年实现全固态电池小批量生产。
清陶新能源	卤化物、硫化物	全固态电池计划于2026年四季度以40%的降本实现量产、2027年实现装车交付。
卫蓝新能源	聚合物、氧化物	2024年6月，卫蓝新能源半固态电池实现量产，全固态预计在2027年左右量产。

数据来源：晚点Auto, 固态电池前沿，鑫椏锂电，华龙证券研究所

- 全球固态电池产业主要分布在中国、日本、韩国、欧洲、美国等国家和地区。全球主要国家和地区尚未形成完整的固态电池产业链，固态电池的关键材料体系尚未完全明确，且依然存在固固界面接触不良、成本较高等问题。
- 日本的固态电池产业发展起步最早，押注硫化物路线，如日本东芝公司于1983年就成功开发出了可实用的Li/TiS₂薄膜固态电池；韩国固态电池产业的发展思路是研发重量轻的硫化物全固态电池以及高安全性的氧化物全固态电池，其产业体系建设的企业主要是三星SDI公司、SK On公司以及LG新能源公司。欧洲、美国的固态电池产业较多选择聚合物和氧化物固态电解质的技术路线，重视固态金属锂电池体系的研究。

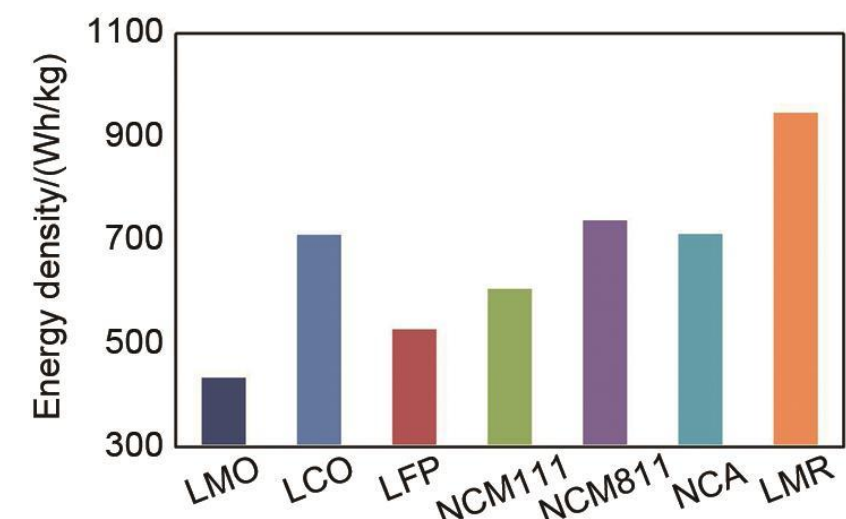
表6：国外典型企业固态电池技术路线

国家	企业名称	技术路线	国家	企业名称	技术路线
日本	丰田汽车公司	硫化物	韩国	LG 新能源公司	硫化物
	本田技研工业股份有限公司	硫化物		现代汽车集团	聚合物 / 硫化物
	三菱化学集团 / 日产汽车公司联盟	硫化物		SK On 公司	硫化物 / 氧化物
	松下电器公司	卤化物		三星 SDI 公司	聚合物 / 硫化物
	富士电气化学有限公司	氧化物	法国	博洛雷集团	聚合物
	小原股份有限公司	氧化物		Ilika 公司	氧化物
	日立造船公司	硫化物	美国	LiNa Energy 公司	氧化物
	三洋化成工业股份有限公司	聚合物		Quantum Scape 公司	氧化物
	日本出光兴产股份有限公司	硫化物		Ionic Materials 公司	聚合物
德国	宝马集团	硫化物		Solid Power 公司	硫化物
	大众集团	氧化物		Factorial Energy 公司	聚合物

数据来源：《固态电池关键材料体系发展研究》，华龙证券研究所

- 固态电池正极材料高能量密度体系是发展方向。锂离子电池的能量密度主要取决于正极材料的能量密度，因此需要开发高能量密度的正极材料适配固态电池。正极材料短期沿用高镍体系，长期将向超高镍、富锂锰基、高压尖晶石等材料迭代。固态电池电化学窗口更宽，因此可以使用的正极材料更为广泛。半固态、固态电池短期预计仍会沿用三元高镍体系，但或通过单晶化、氧化物包覆、金属掺杂等手段进一步提升电压，从而提升电池能量密度。
- 在固态电解质、金属锂负极等技术逐渐成熟后，正极材料预计将向超高镍、富锂锰基、高压尖晶石等新型体系进一步迭代。近期锰酸锂、镍锰酸锂尖晶石体系进展快，未来有望迎来突破，富锂锰基能量密度最高，但存在一系列短板，远期有望迎来机会。

图9：商用正极材料和富锂锰基正极材料的能量密度对比



数据来源：《高容量富锂锰基正极材料的研究进展》，华龙证券研究所

表7：部分上市公司正极材料研发情况

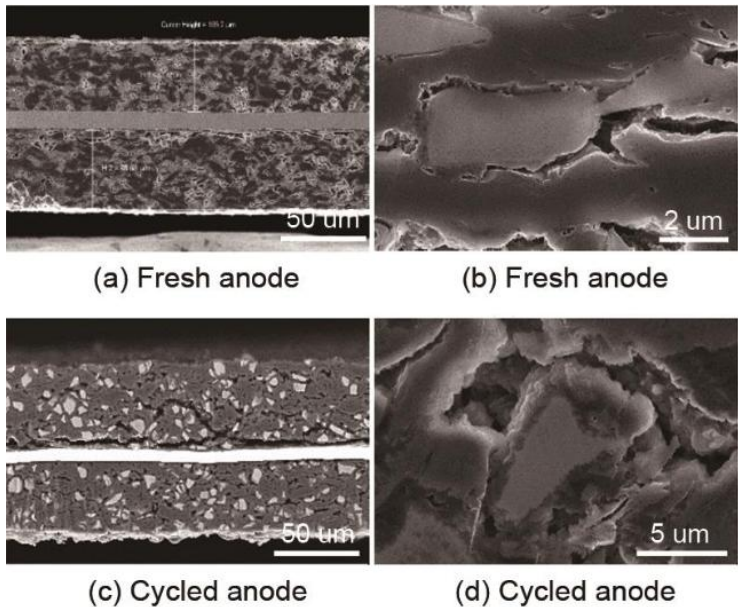
公司	进展
当升科技	半固态锂电正极材料采用新一代双相复合工艺，解决了超高镍正极材料安全性差、产气严重等实用化问题，成功批量应用在无人机、eVTOL 等低空飞行器市场。全固态锂电正极材料采用超稳定快离子导体修饰工艺，解决了固态电解质与正极材料界面阻抗大、副反应严重等瓶颈难题，产品性能得到头部企业广泛认可。
容百科技	固态电池用超高镍三元正极材料及硫化物电解质材料得到多家国内外客户的认可，全固态电池正极材料的容量与循环性能保持领先。
厦钨新能	匹配氧化物路线固态电池的正极材料已实现供货；推出N全新结构正极材料，结构更稳定，层间距更宽，能量密度和倍率性能都有显著的提升。
华友钴业	成功开发多款适用于半/全固态电池的中镍高压/（超）高镍三元正极材料，其中半固态电池正极材料已应用于终端客户超长续航车型，全固态电池正极材料持续推进头部企业开发认证，获得客户充分认可。

数据来源：Wind，各公司公告，华龙证券研究所

- 电池能量密度提升，当前从石墨负极向硅基负极发展。当前锂电市场主流选择为石墨负极，当前石墨负极各项技术较为成熟，容量方面已接近理论容量372mAh/g，而硅基负极因其理论比容量（4200mAh/g）远高于石墨负极，被认为是新一代负极的优秀材料。除容量优势外，硅基负极具有较低的脱嵌锂电位（~0.4V vs. Li/Li+），充电时可以避免表面的析锂现象。而硅基负极主要挑战在于其在充放电过程中体积膨胀明显，因此当前硅基负极多与石墨材料进行掺混，在提升容量的同时也保证了其他关键性能的达标。
- 在各类负极材料中，金属锂具有极高比容量(3860 mAh/g)和极低电极电势(-3.04 V相比于标准氢电极电势)，是能源材料领域极具前景的核心负极体系。在金属锂电池中，金属锂的不均匀沉积会导致锂枝晶生长、界面副反应增加并加剧负极体积膨胀，从而降低电池的充放电效率和循环寿命。

图10：硅基负极在充放电过程中会发生体积膨胀的问题

表8：部分上市公司负极材料研发情况



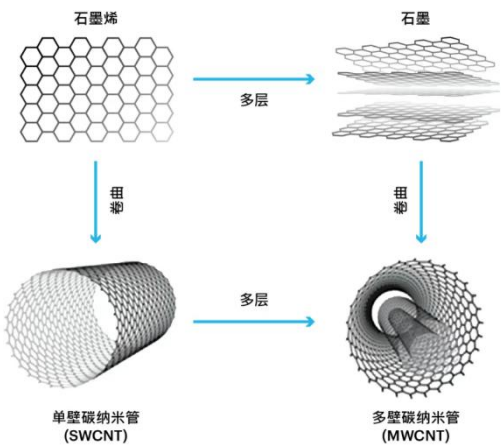
数据来源：电池涂覆与粘接，华龙证券研究所

公司	进展
上海洗霸	硅碳负极材料(近零膨胀)年十吨级产线已于 2023 年初完成安装与调试，并已稳产一年以上，产品的性能与品质测试结果处于国内先进水平，合格样品已得到国内消费电池大厂的技术和商务认可，放大百吨级产线已安装结束，现处于设备调试的最后阶段。
元力股份	新募投项目拟建设四条年产500吨硅炭负极材料多孔碳生产线，并配套相关辅助设施，项目建成后可达到年产2000吨多孔碳的生产能力。
翔丰华	公司自主研发、实施了锂电池低温低成本石墨负极材料的研究和产业化项目，是公司基于自身技术团队的开拓性研究，针对动力电池及便携电子领域亟待解决的低温下高安全性、高循环寿命、高比容量负极材料的市场需求研究开发的一种新型负极材料解决方案。
璞泰来	新型CVD沉积硅碳负极材料可以适配半固态/固态电池;对锂金属负极持续开展前瞻性研发,通过构建新型三维骨架结构来解决锂金属负极的枝晶、体积膨胀以及负极/固态电解质的界面问题。公司已具备固态锂金属负极成型方案，用于锂带压延复合，可同时实现锂带减薄、修边及单双面覆锂功能。
贝特瑞	CVD 硅碳产品获全球多家主流动力客户认可，预计 2025年批量供应。

数据来源：Wind, 各公司公告，华龙证券研究所

- 导电剂作为一种关键辅材，与正极材料、负极材料混合用于生产电极极片，可以增加活性物质之间的导电接触，提升锂电池中电子在电极中的传输速率。目前锂电池生产中常用的碳系导电剂主要为颗粒状导电剂（如导电石墨、导电炭黑）、纤维状导电剂（如碳纳米管CNT、气相碳纤维VGCF等）、片状导电剂（如石墨烯）。
- 纤维状导电剂主要有碳纤维（VGCF）和碳纳米管（CNT）两种。纤维状导电剂与活性物质的接触形式有点点接触、点线接触，纤维状的结构可以保证活性物质间和在横向、纵向方向上导电性的提高。VGCF有着高的本征电导率和热导率，其产品纯度高，能够应用于锂电池中，显著降低电池极化，但其制造工艺复杂、成本居高不下。碳纳米管具有良好的电子导电性，纤维状结构能够在电极活性材料中形成连续的导电网络。由于CNT的性状，其不宜直接加入正负极粉体中进行混料，商业化的CNT一般是制备成导电浆料来出售，导电浆料将CNT的比例做到很低，以保证其分散性。

图11：单壁碳纳米管和多壁碳纳米管图示



数据来源：OCSiAl，华龙证券研究所

表9：部分上市公司导电剂材料研发情况

公司	导电剂	进展
天奈科技	CNT	据GGII统计分析，天奈科技2023年碳纳米管导电浆料出货量占中国碳纳米管导电浆料市场份额为46.7%，排名第一。
道氏技术	CNT	公司是比亚迪汽车电池的导电剂材料主要供应商。公司已全面布局固态电池核心材料，其中单壁碳纳米管、硅碳负极已向下游固态电池厂商供货；固态电解质与金属锂负极也已完成中试，下一步将全力推进产业化进程。
昭和电工（日本）	VGCF	昭和电工1996年推出VGCF产品，2022年产能300吨/年，2023年产能扩张至400吨/年。
壹石通	VGCF	2022年定增募资2亿元，拟用于研发纳米碳纤维导电材料等项目。其具有缺陷数量少、比表面积大、长径比大等优点，还兼具低密度、高比模量、高比强度、高导电性、高导热性以及结构致密等特性。

数据来源：Wind，鑫椏炭素，昭和电工，华龙证券研究所

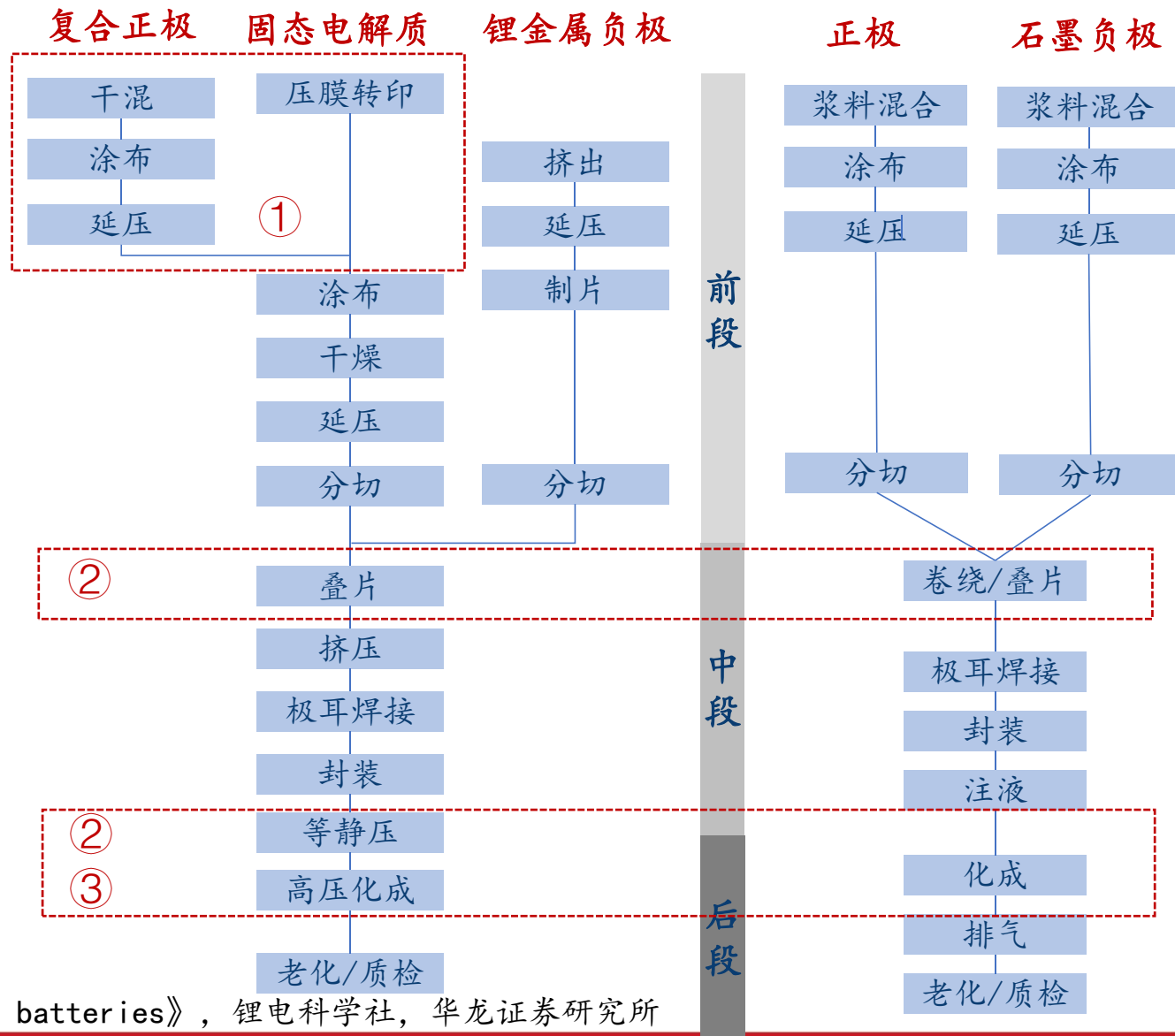
- 固态电池和传统液态电池的生产工艺有一定的差异。固态电池的材料体系和电池结构和传统液态电池不同，现有的工艺和设备是无法实现固态电池量产的，主要在前段极片制造、中段电芯装配、后段化成环节均有不同，具体体现如下：

① **前段环节**：正极材料需要和固态电解质形成复合正极，其中固态电解质先成膜，取代液态电池的隔膜和电解液。成膜工艺是核心环节，可分干法与湿法，核心区别在于流程中是否有溶剂。湿法工艺简单成熟、成本高，适合规模化生产；干法工艺能够有效降低成本，离子导电率高。由于降本、性能等优势，产业有从湿法电极走向干法电极的趋势。

② **中段环节**：液态电池从规模经济、成本角度考虑，卷绕工艺更适合。但固态电池的电解质的韧性较差，叠片工艺更适合，且传统液态电池使用的叠片机需要升级改造。另外固态电解质膜要和电极之间紧密接触，需要等静压技术可以有效消除电芯内部的空隙，因此需要新增等静压机。

③ **后段环节**：固态电池从化成分容转向高压化成分容。

图12：全固态电池（左）与液态电池（右）工序对比



数据来源：《Fundamentals of inorganic solid-state electrolytes for batteries》，锂电科学社，华龙证券研究所

- 由于固态电池和液态电池工艺不同，设备的需求也有一定差异，固态电池的产业化发展对新增设备带来广阔的市场空间。全固态电池引入了干法电极、等静压等新技术，新增了干法电极设备、等静压设备、高压化成分容设备，升级了叠片设备。先导智能具备全固态电池整线设备解决方案能力，纳科诺尔在干法电极设备具有先发优势，曼恩斯特已完善前端环节的成膜技术布局等等。

表10：部分上市公司固态电池设备进展情况

设备厂商	固态电池设备	进展
先导智能	电极制备、涂布、成膜设备、切叠设备、化成分容设备等	是全球领先的全固态电池整线解决方案厂商，已具备车规级全固态动力电池整线解决方案能力，覆盖正负极电极制备、电解质膜制备、锂金属电极制备、固态电池切叠和电芯致密化、组装、化成分容等工艺整线，已交付固态电池关键前道干法剪切混料设备、成膜复合设备、固态电池切叠设备，已和宁德时代签署战略合作协议。
纳科诺尔	干法电极、超高压、等静压设备	开发了可用于固态电池生产的干法电极、锂带压延、电解质成膜、转印等设备，正进行高压成型、等静压等设备的研发。其中，参股公司清研纳科智能装备科技（深圳）有限公司已经推出干法电极设备四辊、五辊、八辊、十辊等系列产品，支持三元、磷酸铁锂、硅碳等多种材料的极片生产。干法电极成型复合一体机已经获得国内头部客户订单，向客户提供10多套干法电极设备。
曼恩斯特	涂布机、干法电极设备	已初步完成“湿法+干法”工艺装备的双线布局，初步完成干法前段整线的成膜技术布局，涵盖配料混合、黏结剂原纤化、造粒、成膜、集流体复合等全套前端工艺。2024年公司为国内外多家企业提供了干法电极的测试实验，并在混合设备、双螺杆挤出设备、多辊成膜设备等多款核心产品均有订单贡献。
利元亨	干法电极、固态电解质压制转印、高压化成分容设备	为领先固态电池企业清陶能源陆续提供了化成分容、激光焊接、激光模分一体机、电芯装配线等设备，主要设备已完成交付。已实现全固态电池量产全线工艺覆盖，形成包含整线解决方案及关键工段设备的综合能力，包括成功开发出干法电极设备、固态电解质压制转印设备、锂铜复合设备等关键设备的样机，并在极片绝缘胶框成形设备、高压化成分容设备等方面取得了阶段性成果。2024年11月已中标国内头部企业的第一条硫化物固态电池整线项目，覆盖了固态电池生产的前段、中段和后段设备。
赢合科技	干法电极设备、涂布机	2024年公司开发的湿法固态极片涂覆设备已成功发货到国内头部客户现场。在固态电池辊压设备方面，2024年公司推出了第三代干法搅拌纤维化+干法成膜全固态工艺。

数据来源：Wind，各公司公告，华龙证券研究所

目录

1

发展固态电池是产业化所需，更是全球化竞争必然之举

2

固态电池产业链及关键材料体系发展趋势

3

投资建议及重点关注公司

4

风险提示

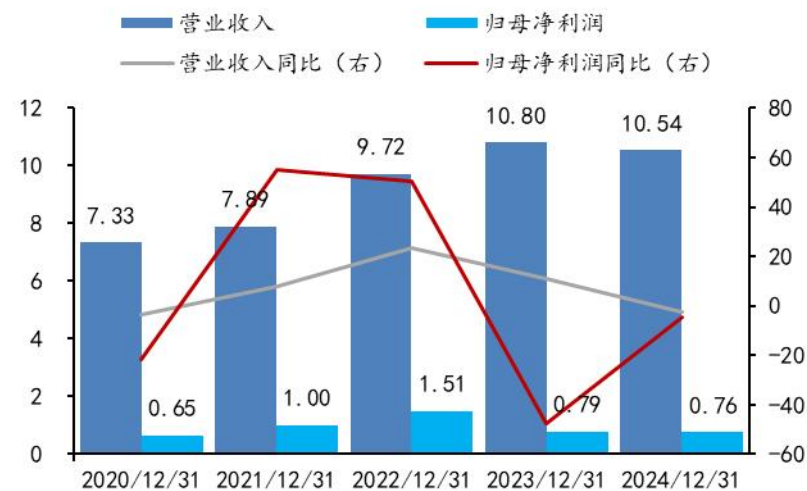
➤ **投资建议：**行业方面，固态电池作为发展兼具高能量密度、高安全性、长寿命和低成本的下一代电池的重要保证，下游新能源车、低空经济、机器人三大应用场景拉动，产业趋势确定性强。随着固态电池量产渐行渐近，行业有望迎来密集催化，相关材料及设备有望深刻受益。维持行业“推荐”评级。个股方面，建议关注**1) 固态电解质及上游**，关注卤化物氧化物-三祥新材、上海洗霸、聚合物冠盛股份、硫化物有研新材、厦钨新能、恩捷股份、容百科技等；**2) 负极技术路线确定**，关注上海洗霸、元力股份、翔丰华等；**3) 导电剂用量增加**，关注碳纳米管天奈科技、道氏技术等；**4) 设备有望率先放量**，关注干法电极设备纳科诺尔、曼恩斯特、华亚智能等。**5) 电池环节**，关注宁德时代、国轩高科、鹏辉能源、金龙羽等，及未上市公司清陶能源、卫蓝新能源等。

表10：重点公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2025/5/28 股价（元）	EPS（元）				PE				投资 评级
			2024A	2025E	2026E	2027E	2024A	2025E	2026E	2027E	
603663.SH	三祥新材	23.56	0.18	0.38	0.56	0.70	131.7	62.0	62.0	42.0	未评级
603200.SH	上海洗霸	37.73	0.24	-	-	-	154.1	-	-	-	未评级
605088.SH	冠盛股份	34.78	1.64	2.04	2.46	3.09	21.3	17.1	17.1	14.1	未评级
600206.SH	有研新材	17.59	0.17	-	-	-	100.8	-	-	-	未评级
688778.SH	厦钨新能	46.45	1.17	1.70	2.14	2.58	39.6	27.4	27.4	21.7	未评级
002812.SZ	恩捷股份	28.43	-0.57	0.34	0.90	1.76	-	84.7	84.7	31.5	未评级
688005.SH	容百科技	18.60	0.61	0.99	1.39	1.77	30.4	18.8	18.8	13.4	未评级
300174.SZ	元力股份	14.60	0.78	0.79	0.96	1.19	18.8	18.5	18.5	15.2	未评级
300890.SZ	翔丰华	26.52	0.42	0.54	0.74	0.77	63.7	49.1	49.1	35.7	未评级
688116.SH	天奈科技	41.92	0.73	1.18	1.70	2.31	57.8	35.5	35.5	24.7	未评级
300409.SZ	道氏技术	14.00	0.23	0.59	0.91	1.17	61.5	23.9	23.9	15.5	未评级
832522.BJ	纳科诺尔	57.43	1.44	1.83	2.36	2.62	39.8	31.3	31.3	24.3	未评级
301325.SZ	曼恩斯特	54.68	0.21	1.21	1.83	2.20	256.4	45.1	45.1	29.9	未评级
003043.SZ	华亚智能	52.20	0.85	-	-	-	61.4	-	-	-	未评级
300750.SZ	宁德时代	253.99	11.52	14.32	17.19	20.31	22.0	17.7	17.7	14.8	未评级
300438.SZ	鹏辉能源	25.94	-0.50	0.34	0.55	0.67	-	76.1	76.1	47.6	未评级
002074.SZ	国轩高科	25.95	0.67	0.82	1.15	1.53	38.7	31.5	31.5	22.6	未评级
002882.SZ	金龙羽	26.15	0.32	-	-	-	80.8	-	-	-	未评级

- **锆系产品龙头，海绵锆市占率超过50%。**公司目前已形成“锆系、镁系、先进陶瓷系”三大业务板块，并持续延链拓展，产品主要涵盖电熔氧化锆、海绵锆、氧氯化锆、纳米氧化锆、氧化锆陶瓷、轻量化新材料和铸改新材料等160多个品种。2023年公司海绵锆产品在国内市场占有率超过50%。
- **氧化物、氯化物电解质已积极向下游清陶能源等企业送样。**公司以自产氧化锆为原料，进行了固态电解质粉体的合成试验，主要包括LLZO、LLZTO 等系列含锆氧化物固态电解质粉体材料，氧化物电解质已完成送样供下游客户组装成固态电池进行相关性能测试，氧化物系列电解质已完成中试线设计。氯化物电解质开发方面，公司已提供给下游客户及相关科研院所进行氯化物电解质合成及组装固态电池验证，整体性能表现优良，锆基氯化物已向下游固态电池工厂实现小批量供货。 2024年2月，公司表示锆基材料已向清陶能源等企业送样，并达到使用要求。

图13：三祥新材营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

图14：三祥新材产品氧化锆、氧氯化锆图示



数据来源：三祥新材官网，华龙证券研究所

03 冠盛股份：聚合物固态电池产品已下线

- **深耕汽车后市场。**公司专注汽车后市场零部件领域近四十年，主要产品包括等速万向节、传动轴总成、轮毂轴承单元、橡胶减震系列、转向和悬挂件、减震器系列等，产品远销欧洲、北美洲、南美洲、亚洲、大洋洲和非洲六大洲，营销网络覆盖海外120多个国家和地区。
- **公司积极打造固态电池第二成长级，商业化落地进度加速。**2023年公司投资1.5亿元，历经一年建设了0.5GWh的固态电池示范线，用于产品的技术研发和迭代升级，同时公司与温州冠盛汽车零部件集团股份有限公司成立了浙江冠盛东驰合资公司，投资20亿元开建了年产4GWH半固态储能电池生产基地。2024年5月，东驰能源举办固态电池产品下线仪式。本次下线的固态电池产品采用聚合物固态电解质，包括半固态磷酸铁锂电芯和准固态三元锂电芯，具备出色的电导率、低温运行能力、耐高压性能和热稳定性。

图15：冠盛股份营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

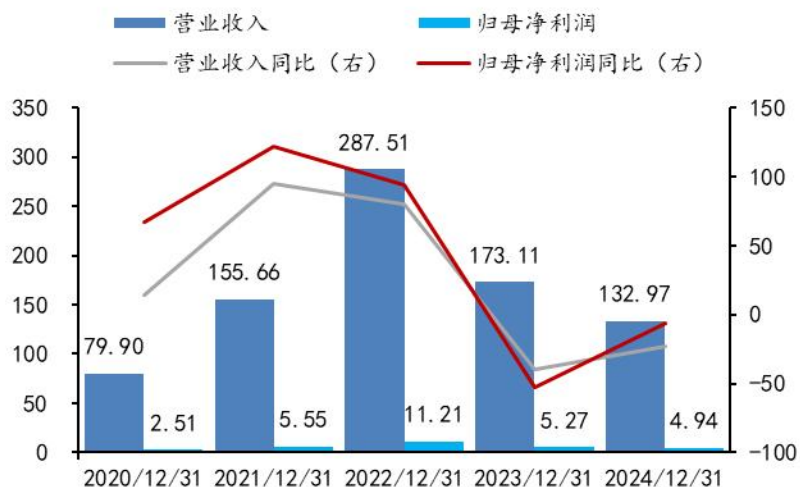
图16：东驰能源聚合物固态电解质产品参数



数据来源：集邦固态电池，华龙证券研究所

- 公司专注于新能源电池材料的研发、生产和销售，以钴酸锂、NCM三元材料、氢能材料为核心产品。
- 正极材料方面，公司积极布局新型正极材料NL。NL全新结构正极材料性能更加优异，该材料结构稳定层间距宽，在锂离子脱放过程中形变较小，目前正在调试产线，预计2025年将会有数千吨产量，也是全球首次量产该正极材料，在相同电压平台下，该材料可将能量密度提升10%-15%，显著优于传统正极产品，预计将在消费电子和低空经济领域得到广泛应用。
- 固态电解质方面，公司在氧化物路线和硫化物路线均有布局。氧化物路线技术工艺与钴酸锂及三元材料相似。硫化物技术路线部分痛点主要在于硫化锂，由于其合成工艺比较复杂，价格昂贵。公司已开发出新的硫化锂合成工艺，从目前小试、中试结果来看技术指标良好，降本空间较大。

图17：厦钨新能营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

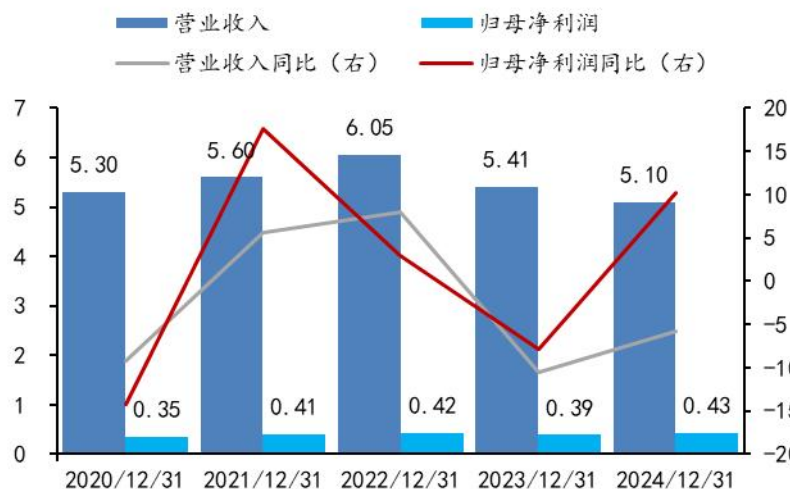
图18：正极材料体系一般可分为钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂、三元等多种技术路线

项目	钴酸锂 (LCO)	锰酸锂 (LMO)	磷酸铁锂 (LFP)	镍钴锰酸锂 (NCM)	镍钴锰酸铝 (NCA)
晶体结构	层状	尖晶石	橄榄石结构	层状	层状
理论比容量 (mAh/g)	274	148	170	273-285	273-285
实际比容量 (mAh/g)	135-150	100-120	130-140	155-220	210-220
振实密度 (g/cm³)	2.8-3.0	2.2-2.4	0.8-1.1	2.6-2.8	2.6-2.8
压实密度 (g/cm³)	3.60-4.20	2.80-3.20	2.20-2.60	3.40-3.80	3.40-3.80

数据来源：Wind，华龙证券研究所

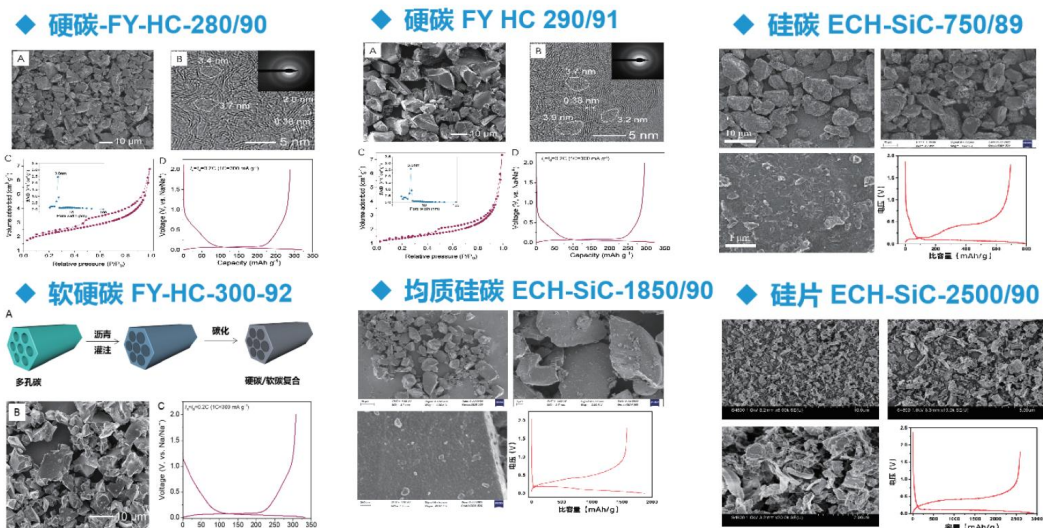
- 解决硅碳负极膨胀难题，技术、产能领先。公司硅碳负极材料(近零膨胀)年十吨级产线已于2023年初完成安装与调试,并已稳产一年以上,产品的性能与品质测试结果处于国内先进水平,合格样品已得到国内消费电池大厂的技术和商务认可,放大百吨级产线已安装结束,现处于设备调试的最后阶段。
- 公司松江基地固态电池电解质粉体 2500平方米甲类厂房已于 2024年底初步建成,根据规划,一期达产后将实现年产五十吨级固态电池氧化物电解质粉体产能;年产二十吨级固态电池卤化物电解质粉体产线已完成设计,目前处于设备选型及安装前的各项准备阶段。

图19：上海洗霸营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

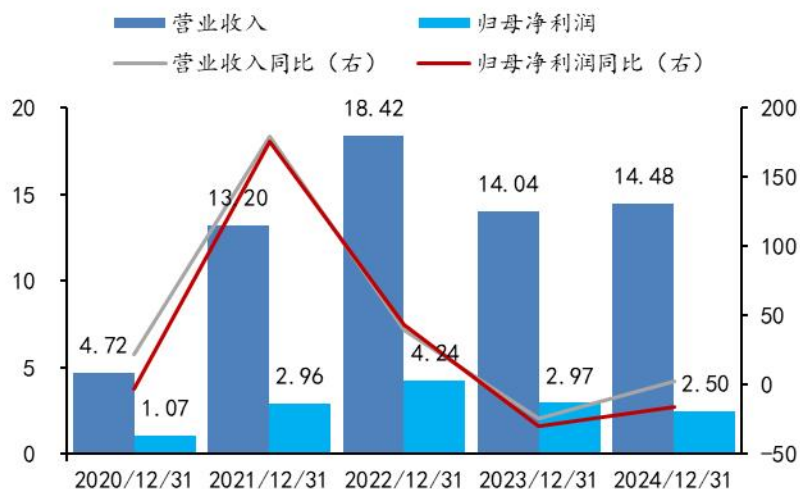
图20：上海洗霸均质硅碳负极材料



数据来源：上海洗霸，华龙证券研究所

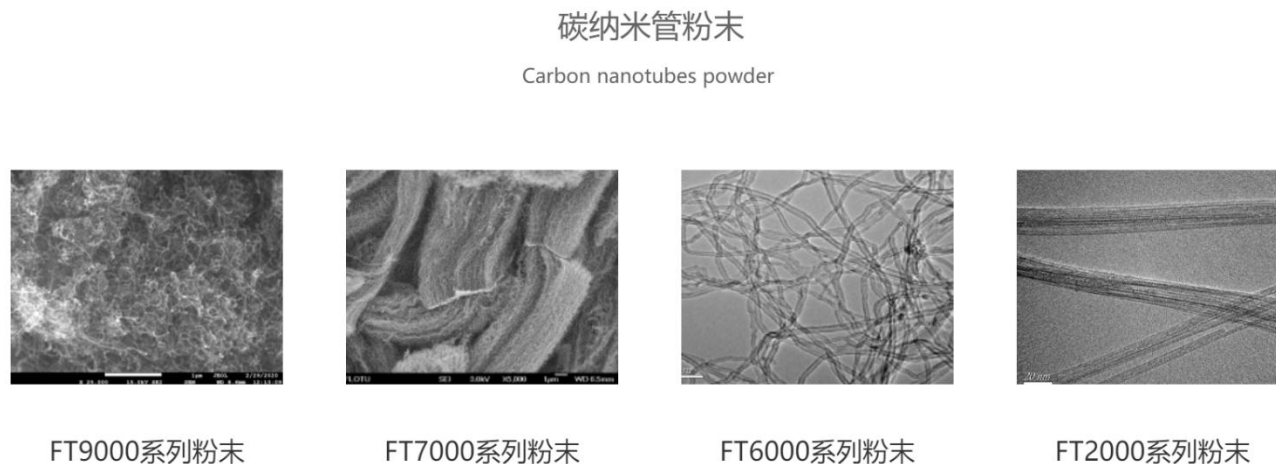
- 公司主要从事纳米级碳材料的研发、生产和销售，主要产品为碳纳米管粉体、碳纳米管导电浆料以及碳纳米管导电母粒，主要应用于锂电池、导电塑料等领域，并最终应用在新能源汽车、3C 产品、储能电池等产品中。据 GGII 统计分析，天奈科技2024年碳纳米管导电浆料出货量占中国碳纳米管导电浆料市场份额为 53.2%，稳居行业第一。
- 目前碳纳米管被认为是解决硅负极膨胀性最优的材料。由于碳纳米管本身具有的一维线状结构，其能够在硅颗粒表面及硅颗粒之间建立点线接触式的高度导电、紧密的连接，在硅负极颗粒体积膨胀并开始出现裂缝时可通过碳纳米管保持良好连接，减少材料破裂，维持负极的稳定。随着硅基负极的发展，碳纳米管导电剂将发挥越来越重要的作用。

图21：天奈科技营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

图22：天奈科技碳纳米管粉末产品图示



数据来源：天奈科技官网，华龙证券研究所

- 纳科诺尔是行业领先的辊压机制造商，致力于为电池生产企业提供高精度、高稳定性、操控便捷的电池极片轧制成套设备，主要客户包括宁德时代、比亚迪、松下、日立等国内外知名电池生产企业及电池应用厂商，市场区域覆盖中国、美国、日本等20多个国家和地区，锂电辊压设备市场占有率全国第一。
- 公司联合清研电子已于2023年5月正式发布新产品干法电极成型覆合一体机，成为国内率先推出可产业化的干法电极工艺的锂电设备供应商。同时，随着干法电极工艺的逐步普及，公司计划将由原本的提供单一辊压设备逐步扩展至提供从混料至极片成型的整段产线解决方案，从而进一步丰富产品系列及服务内容，开拓新业务市场。

图23：纳科诺尔营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

图24：公司联合清研电子发布干法电极成型覆合一体机



数据来源：纳科诺尔，华龙证券研究所

- 公司多年深耕全球精密金属结构制造市场，半导体设备领域结构件是公司核心业务。公司定制化精密金属制造服务广泛应用在半导体设备领域，应用场景包括刻蚀、薄膜沉积、光刻、去胶、印刷、封装等设备。
- 2025年5月，华亚智能子公司冠鸿智能携干法电极工艺设备亮相第十七届深圳国际电池技术交流会。干法技术摒弃传统湿法工艺的溶剂依赖，通过物理混合-纤维化-压延三步成膜，生产环节缩短 40%，彻底规避溶剂爆炸风险。公司设备具备强兼容性，同时支持三元锂、磷酸铁锂、钠电及硫化物/聚合物固态电解质膜制备。性能方面实现纤维化丝径<50nm、极片压实密度>3.5g/cm、首效>91%、膜厚15-150 μm自由调控。

图25：华亚智能营业收入及归母净利润（亿元；%）



数据来源：Wind，华龙证券研究所

图26：公司研发双面覆合干法涂布设备



数据来源：冠鸿智能，华龙证券研究所

目录

1

发展固态电池是产业化所需，更是全球化竞争必然之举

2

固态电池产业链及关键材料体系发展趋势

3

投资建议及重点关注公司

4

风险提示

1. **固态电解质技术突破不及预期。**固态电解质的离子电导率、机械强度等性能优化难度大，技术进展缓慢将影响电池整体性能与商业化进程。
2. **规模化生产工艺不成熟。**固态电池生产工艺复杂，现有设备改造与新工艺开发不及预期，导致难以实现大规模量产，成本无法降低。
3. **原材料成本高企。**部分固态电解质原材料稀缺或制备成本高，价格波动大，影响企业盈利能力与市场推广。
4. **电极-电解质界面问题。**界面阻抗高、稳定性差等问题若无法有效解决，将严重影响电池的循环寿命与倍率性能。
5. **政策变动风险。**行业发展依赖政策扶持，若补贴减少或政策引导不足，企业研发投入与市场拓展积极性受抑。
6. **市场竞争加剧。**其他新型电池技术发展可能挤压固态电池市场空间，导致企业市场份额不及预期。
7. **下游需求不及预期。**下游对于固态电池的需求若放缓，将影响固态电池商业化进程。
8. **安全标准与法规滞后。**固态电池新的安全特性若缺乏相应标准与法规，可能影响产品认证与市场接受度。
9. **贸易摩擦风险。**国际形势变化可能导致供应链中断，影响企业全球化经营的进度及可能性。

免责及评级说明部分

分析师声明：

本人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，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观、公正地出具本报告。不受本公司相关业务部门、证券发行人士、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。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人在预测证券品种的走势或对投资证券的可行性提出建议时，已按要求进行相应的信息披露，在自己所知情的范围内本公司、本人以及财产上的利害关系人与所评价或推荐的证券不存在利害关系。本人不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。据此入市，风险自担。

投资评级说明：

投资建议的评级标准	类别	评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后的6-12个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅。其中：A股市场以沪深300指数为基准。	股票评级	买入	股票价格变动相对沪深 300 指数涨幅在 10%以上
		增持	股票价格变动相对沪深 300 指数涨幅在 5%至 10%之间
		中性	股票价格变动相对沪深 300 指数涨跌幅在-5%至 5%之间
		减持	股票价格变动相对沪深 300 指数跌幅在-10%至-5%之间
		卖出	股票价格变动相对沪深 300 指数跌幅在-10%以上
	行业评级	推荐	基本面向好，行业指数领先沪深 300 指数
		中性	基本面稳定，行业指数跟随沪深 300 指数
		回避	基本面向淡，行业指数落后沪深 300 指数

免责声明：

本报告的风险等级评定为R4，仅供符合华龙证券股份有限公司（以下简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（C4及以上风险等级）参考使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到报告而视其为当然客户。

本报告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。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。同时，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。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。

本报告仅为参考之用，并不构成对具体证券或金融工具在具体价位、具体时点、具体市场表现的投资建议，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。据此投资所造成的任何一切后果或损失，本公司及相关研究人员均不承担任何形式的法律责任。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行证券交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

版权声明：

本报告版权归华龙证券股份有限公司所有，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。

华龙证券研究所

北京	兰州	上海	深圳
地址：北京市东城区安定门外大街189号天鸿宝景大厦西配楼F4层 邮编：100033	地址：兰州市城关区东岗西路638号文化大厦21楼 邮编：730030 电话：0931-4635761	地址：上海市浦东新区浦东大道720号11楼 邮编：200000	地址：深圳市福田区民田路178号 华融大厦辅楼2层 邮编：518046