

北交所专题报告

2026年02月07日

证券分析师

赵昊
SAC: S1350524110004
zhaohao@huayuanstock.com
万泉
SAC: S1350524100001
wanxiao@huayuanstock.com

联系人

工信部倡导突破全固态电池技术，从材料端来看固态电池产业链变革与未来走向

——新质生产力专题报告二

投资要点：

- **市场动态：中国制定全球首个固态电池国标，工信部提出加快突破全固态电池技术。**根据智能制造网每日经济新闻、界面新闻、高工锂电等的2026年1月6日信息，《电动汽车用固态电池第1部分：术语和分类》近日公开征求意见，后续将涵盖性能、安全和寿命规范，由全国汽车标准化技术委员会归口、电动车辆分会执行，工信部主管。该征求意见稿按电池单体内部离子传递方式分为液态、混合固液和固态电池，未纳入此前业内常提的“半固态电池”。据装备工业一司、办公厅、工信微报，2026年1月13日节能与新能源汽车产业发展部际联席会议年度工作会议在京召开，工信部部长李乐成强调加快突破全固态电池、高级别自动驾驶等技术。幸福招商行业研究院指出，固态锂电池在能量密度、安全性、环保性上优于液态锂电池，预计将在新能源汽车、储能、消费电子等场景有效替代液态锂电池。结合EVTank、伊维经济研究院数据，假设2025-2030年全球新能源汽车销量、储能电池出货量、消费电池出货量CAGR分别为12.62%、20%、8%，测算得2025年全球固态锂电池需求有望达11.4GWh、市场空间148亿元，2030年需求有望达243.7GWh、市场空间接近2000亿元，多场景驱动下需求预计将快速增长。
- **材料路线：高镍三元正极+硅基负极+硫化物电解质+铁基集流体或构筑短期主流体系。**电解质：固态电解质主要有氧化物、硫化物、聚合物和卤化物4种技术路线，硫化物成为动力电池主攻方向。EVTank预计到2030年硫化物电解质出货量占比将达到29.5%，在全固态电池中市场份额将达65%。**正极：**根据工信部和中商产业研究院信息，正极材料体系正从磷酸铁锂和高镍三元向超高镍三元、富锂锰基等更高容量或更高电压体系演进。2024年中国正极材料产量达310万吨，同比增长34.78%；2026年或超500万吨。**负极：**根据工信部和中商产业研究院信息，负极材料发展路径为“石墨→硅基负极→金属锂负极”，当前焦点为硅碳/硅氧等硅基负极。2024年中国负极材料产量达200万吨，同比增长21.21%；2026年或达288万吨。**集流体：**根据上海有色网、前瞻产业研究院数据，在假设产线良率为80%的情况下，目前半固态电芯单位成本为0.85元/Wh，远期全固态电芯单位成本或达0.78元/Wh。可用作集流体的材料包括铜、铝、镍、不锈钢等金属导体及碳等半导体材料，铁基材料因其表面钝化膜能有效“抑制硫化物形成反应”而避免腐蚀。
- **北交所固态电池材料产业链重点公司业务更新。**远航精密研发的精密结构件主要具有导电连接、热敏保护等功能，直接应用于电池模组和PACK配件的制造上，有潜力拓展固态电池领域；贝特瑞已发布贝安FLEX半固态及GUARD全固态系列高镍正极、硅基负极、固态电解质、锂碳复合负极等材料，为下一代电池技术提供“高能量+高安全”材料解决方案；力王股份与清华大学深圳国际研究生院开展合作，共同研发新一代高性能锂电池技术以满足人形机器人需求。项目基于双方此前合作的“低成本高功率锂离子电池和下一代高安全固态锂电池的研究与开发”项目，已顺利结题。
- **风险提示：固态电池研发进度不及预期风险、新兴技术路线替代风险、下游需求变化风险、市场空间测算的风险**

内容目录

1. 市场动态：中国制定全球首个固态电池国标，工信部提出加快突破全固态电池技术..	5
1.1. 政策：国家标准计划已从起草进入到了征求意见阶段，不再有“半固态电池”说法	5
1.2. 需求：我们测算得出 2030 年全球固态锂电池市场空间有望接近 2000 亿元.....	7
2. 材料路线：高镍三元正极+硅基负极+硫化物电解质+铁基集流体或构筑短期主流体系	11
2.1. 电解质：硫化物电解质凭借 450-900Wh/kg 的能量密度，成为动力电池主攻方向	11
2.2. 正负极：富锂锰基正极被视为下一代方向，金属锂负极已展开前瞻性研发.....	14
2.2.1. 正极：高镍三元技术相对成熟，预计 2026 年中国正极材料产量将超 500 万吨.	14
2.2.2. 负极：产业化焦点集中于硅基负极，预计 2026 年中国负极材料产量达 288 万吨	15
2.3. 集流体：铁基集流体或将推动硫化物固态电池量产落地.....	16
2.3.1. 降本趋势：远期全固态电芯单位总成本或将达到 0.78 元/Wh.....	16
2.3.2. 复合集流体：铁基集流体能有效“抑制硫化物的形成反应”，具备耐腐蚀性....	17
3. 北交所固态电池材料产业链重点公司业务更新.....	21
3.1. 远航精密：深耕精密镍基导体材料，或将受益于铁镍集流体技术路径.....	21
3.2. 贝特瑞：发布贝安 FLEX 半固态及 GUARD 全固态系列正极、负极等材料.....	22
3.3. 力王股份：与清华大学深圳国际研究生院合作研发人形机器人用固态电池.....	24
4. 风险提示.....	26

图表目录

图表 1: 固态电池上游包括矿产原料、基础材料和产线设备	5
图表 2: 全固态电池的生产流程为“材料预处理→组件协同→成品封装”	5
图表 3: 中国发布顶层规划、技术标准等政策支持固态电池发展	6
图表 4: 上海、四川等多地配合中央政策, 将固态电池作为重点支持领域	6
图表 5: 固态电池在新能源汽车、储能、消费电子等场景可替代液态锂电池	7
图表 6: 2024 年中国新能源汽车销量为 1286.6 万辆	8
图表 7: 比亚迪预计 2027 年左右启动全固态电池批量示范装车应用	8
图表 8: 新源智储能源发展(北京)有限公司 2024 年度第二次集中采购 500MWh 半固态电芯	9
图表 9: 2025 年 1-8 月中国储能 EPC 招标量同比增长约 40%	9
图表 10: 我们测算得出 2030 年全球固态锂电池市场空间有望接近 2000 亿元	10
图表 11: 固态电池一般由正负极、电解质等固态材料构成	11
图表 12: 固态电解质主要包含氧化物、硫化物、聚合物和卤化物 4 种技术路线	12
图表 13: 固态电池不同技术路线各有优缺点, 硫化物成为动力电池主攻方向	12
图表 14: 硫化物电解质路线总成本 3.7-6.2 元/Wh	13
图表 15: 宁德时代目标 2027 年全固态电池小批量生产	13
图表 16: 2026 年中国正极材料产量或将超过 500 万吨	14
图表 17: 当升科技以高镍/超高镍三元材料为开发核心	15
图表 18: 2026 年中国负极材料产量或将达到 288 万吨	15
图表 19: 贝特瑞核心布局方向是硅基负极、锂碳复合负极、固态电解质	15
图表 20: 固态电池成本可达 159 美元/KWh (美元/KWh)	16
图表 21: 硫化物电解质价格为 6.95 万美元/kg	16
图表 22: 远期全固态电芯成本或将达 0.78 元/Wh	16
图表 23: 固态电解质、硅基负极等材料价格有望下行	16
图表 24: 复合集流体由聚合物高分子层、金属导电层和陶瓷、塑料等构成	17
图表 25: 复合集流体与传统集流体的性能对比	17
图表 26: 铜箔图例	18
图表 27: 泡沫镍图例	18
图表 28: 诺德股份携 3-8 微米锂电铜箔亮相于第十七届 CIBF 深圳国际电池展	19

图表 29: 东洋钢板镀镍钢板图例	20
图表 30: 东洋钢板镀镍钢板可制造尺寸及范围示意图	20
图表 31: 2025Q1-Q3 远航精密营收达 7.69 亿元, 归母净利润达 4099.49 万元	21
图表 32: 2025Q1-Q3 贝特瑞营收达 123.84 亿元, 归母净利润达 76781 万元	22
图表 33: 贝安 FLEX 系列半固态电池体系	23
图表 34: 贝安 GUARD 系列全固态电池体系	23
图表 35: 贝特瑞推出专为硅基负极打造的“S+i 石墨长续航负极材料解决方案”	24
图表 36: 2025Q1-Q3 力王股份营收达 5.26 亿元, 归母净利润达 1471 万元	24

1. 市场动态：中国制定全球首个固态电池国标，工信部提出加快突破全固态电池技术

1.1. 政策：国家标准计划已从起草进入到了征求意见阶段，不再有“半固态电池”说法

根据《固态电池产业链研究报告》（来源：深企投产业研究院）信息，固态电池产业链与液态锂电池较为相似，上游包括矿产原料、基础材料（正极、负极、电解质、集流体、辅材）和产线设备，中游为电芯封装及电池模组 Pack 组装，下游为新能源汽车、消费电子、储能系统、eVTOL（电动垂直起降飞行器）、航空装备、机器人、深海潜水器等应用领域。

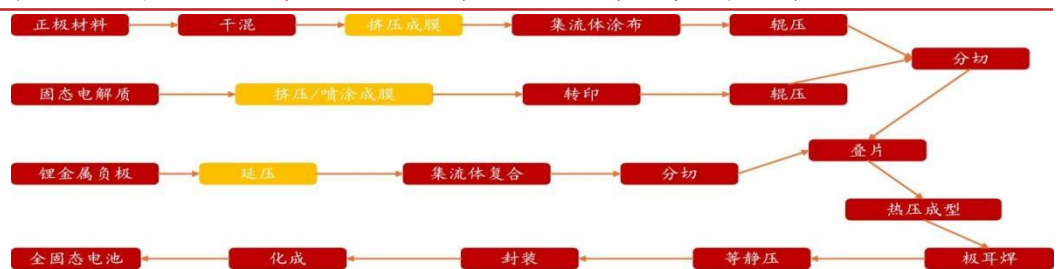
图表 1：固态电池上游包括矿产原料、基础材料和产线设备



资料来源：《固态电池产业链研究报告》深企投产业研究院、华源证券研究所

根据粉体网和《固态电池产业链研究报告》（来源：深企投产业研究院）信息，全固态电池的生产流程为“材料预处理→组件协同→成品封装”。正极材料依次经过干混、挤压成膜、集流体涂布及辊压处理；固态电解质通过挤压或喷涂成膜、转印及辊压加工；锂金属负极则完成延压与集流体复合操作，之后三者同步进入分切工序。随后，经叠片、热压成型、极耳焊接整合结构，再通过等静压、封装、化成激活电化学性能，最终完成电池制备。

图表 2：全固态电池的生产流程为“材料预处理→组件协同→成品封装”



资料来源：粉体网、《固态电池产业链研究报告》深企投产业研究院、华源证券研究所

根据中商产业研究院、灼鼎咨询信息，固态电池作为下一代能源存储技术的核心方向，已形成国家战略引领、地方政策协同、资金与标准双轮驱动的立体化支持体系。2025 年以来，我国陆续发布顶层规划、技术标准、财政支持多类政策，行业加速技术攻关、标准体系构建与产业化落地进程，向全球领先赛道快步迈进。

图表 3：中国发布顶层规划、技术标准等政策支持固态电池发展

顶层规划类	技术标准类	财政支持类
<ul style="list-style-type: none"> 2020年10月，国务院发布《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》，首次将固态电池列入行业重点发展对象，明确提出要加快固态动力电池技术研发及产业化； 2025年2月，工信部等八部门发布《新型储能制造业高质量发展行动方案》，明确将固态电池列为重点攻关方向，支持锂电池、钠电池固态化发展，并提出2027年前打造3-5家全球龙头企业； 2025年4月，工信部发布《2025年汽车标准化工作要点》，提出要加快全固态电池、动力电池在役检测、动力电池标识标签等标准研制，不断优化动力电池性能要求。 	<ul style="list-style-type: none"> 2025年3月，工信部发布新版《电动汽车用动力电池安全要求》，将动力电池“不起火、不爆炸”改为强制性要求，2026年7月1日起施行，被称为“史上最严动力电池安全令”； 2025年4月，工信部科技司发布《2025年工业和信息化标准化工作要点》，提出要扎实推进《新产业标准化领航工程实施方案（2023—2035年）》，建立健全全固态电池等标准体系。 2025年5月，中国汽车工程学会正式发布《全固态电池判定方法》团体标准，首次明确“全固态电池”定义，要求离子传递完全通过固体电解质实现，与混合固液电解质电池形成严格技术分界。 	<ul style="list-style-type: none"> 重大研发专项支持： <ul style="list-style-type: none"> 2025年2月，工信部重启固态电池重大研发专项，总投资规模达60亿元。2025年第二批专项延续支持，强化技术路线覆盖与差异化创新。 超长期国债补助： <ul style="list-style-type: none"> 2025年2月，国家发改委将固态电池纳入超长期国债资助范围，对符合条件的企业和机构按实际投资额的15%给予补助，需经地方发改委推荐至国家发改委审核，重点支持产业化前期投入。

资料来源：中商产业研究院、灼鼎咨询、华源证券研究所

参考中商产业研究院、灼鼎咨询信息，地方多地配合中央政策，将固态电池作为重点支持领域，从研发奖励（上海）、平台建设（珠海）、专项布局（四川、江苏）等维度发力，形成“中央+地方”联动格局，加速固态电池技术攻关与产业化进程。

图表 4：上海、四川等多地配合中央政策，将固态电池作为重点支持领域

地方	政策内容
上海	2025年5月，发布《嘉定区关于支持智能网联新能源汽车产业发展的若干政策》，鼓励全固态电池产业链企业开展研发活动，对全固态电池企业按研发投入的10%给予奖励，最高500万元。
四川	2024年，编制印发《四川省新能源汽车及动力电池（含储能电池）产业链协同推进工作方案（2024—2027年）》，明确提出要加大固态电池等关键技术研发。
珠海	2025年3月，发布《珠海市推动固态电池产业发展行动方案（2025—2030年）》，目标2027年建立固态电池中试平台，2030年形成产业规模，重点发展半固态电池量产与全固态电池研发。
江苏	2024年10月，江苏省工业和信息化厅发布《对省政协十三届二次会议第0156号提案的答复》，将固态电池作为省碳达峰碳中和科技创新专项和省科技重大专项重点支持领域。
重庆	2025年4月，重庆市经济和信息化委员会发布《关于市政协六届三次会议第0470号提案答复的函》，将新型能源材料、新型储能作为未来产业重点发展方向，鼓励开展全固态电池研发应用。
郑州	2024年9月，郑州航空港经济综合实验区发布《促进锂电新能源产业发展的若干措施（征求意见稿）》，提出支持固态电池产业研发及产业化，对发展固态电池产业的市场主体及机构按相关政策进行支持和奖补。

资料来源：中商产业研究院、灼鼎咨询、华源证券研究所

根据智能制造网每日经济新闻、界面新闻、高工锂电等的2026年1月6日信息，《电动汽车用固态电池第1部分：术语和分类》近日公开征求意见，后续还将涵盖性能规范、安全规范和寿命规范。该征求意见稿由全国汽车标准化技术委员会归口，全国汽车标准化技术委员会电动车辆分会执行，主管部门为工业和信息化部。未来，《电动汽车用固态电池》系列国家标准将分四部分推进：除已公开的“术语和分类”外，后续还将涵盖性能规范、安全规范和寿命规范。《电动汽车用固态电池第1部分：术语和分类》征求意见稿根据电池单体

内部传递离子方式不同，将电池分为液态电池、混合固液电池和固态电池，此前业内常提及的半固态电池未在其中。该征求意见稿由全国汽车标准化技术委员会归口，全国汽车标准化技术委员会电动车辆分会执行，主管部门为工业和信息化部。主要起草单位囊括了主流动力电池制造商，如宁德时代、国轩高科等；卫蓝新能源、清陶能源等固态电池制造商；以及包括赛力斯、一汽、东风在内的车企等。

根据装备工业一司、办公厅、工信微报信息，2026年1月13日，节能与新能源汽车产业发展部际联席会议2026年度工作会议在京召开。联席会议召集人，工业和信息化部党组书记、部长李乐成主持会议并讲话。**会议强调，智能网联新能源汽车产业需加快突破全固态电池、高级别自动驾驶等技术。**

1.2. 需求：我们测算得出2030年全球固态锂电池市场空间有望接近2000亿元

根据幸福招商行业研究院信息，与液态锂电池对比，固态锂电池在能量密度、安全性、环保性等方面，均更具优势。固态电池将在新能源汽车、储能、消费电子等部分场景下对液态锂电池形成有效的替代。

图表5：固态电池在新能源汽车、储能、消费电子等场景可替代液态锂电池



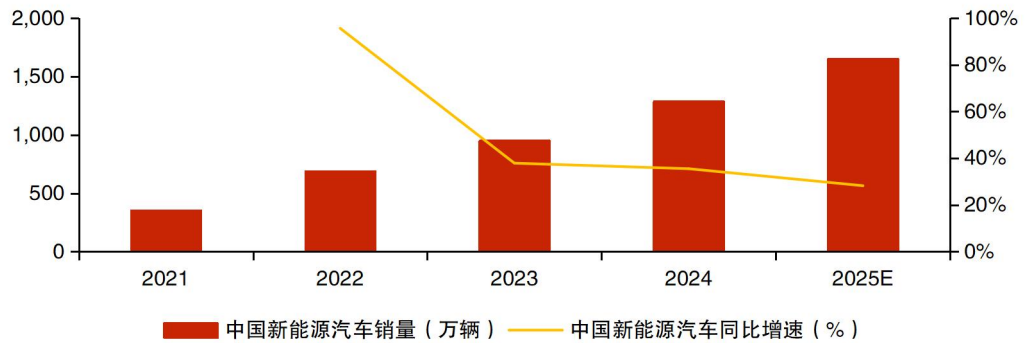
资料来源：幸福招商行业研究院、华源证券研究所

(1) 汽车领域需求

根据中国汽车动力电池产业创新联盟、乘联会、灼鼎咨询信息，汽车仍然是电池最大终端应用，新能源汽车是固态电池唯一具备“市场规模稳定×技术需求确定”的应用场景。2024年，中国新能源汽车销量为1286.6万辆，同比增长35.50%。由于车企在中高端车型的竞争

加剧，叠加用户对续航的焦虑，固态电池的大规模商业化应用，或将首先在高端新能源汽车体系中实现，按照“高端旗舰款-中高端车型-主流车型”的路线逐步下探。新能源汽车市场具有以下特点：市场规模较大且需求明确，但对安全、可靠性与成本的综合要求最高。针对电池需求，新能源车市场：①基础体量大，已达万亿级市场；②800V+高压平台快速普及，对电池提出更高要求；③用户端“补能焦虑”与“安全焦虑”长期存在；④安全监管标准持续趋严，车企对“电池不起火”已经从卖点变成合规要求。

图表 6：2024 年中国新能源汽车销量为 1286.6 万辆



资料来源：中国汽车动力电池产业创新联盟、乘联会、灼鼎咨询、华源证券研究所

根据各公司公告和三个皮匠报告网信息，新能源汽车是固态电池最核心的应用市场，固态电池的各项优势，几乎都是为了解决当前电动汽车用户的核心痛点而生。目前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。

图表 7：比亚迪预计 2027 年左右启动全固态电池批量示范装车应用

车企	固态电池进展
比亚迪	半固态电池能量密度已达 390Wh/kg，兼容现有产线改造。2024 年中试线成功下线 60Ah 全固态电池；预计 2027 年左右启动全固态电池批量示范装车应用；预计 2030 年推广至主流车型。
长安汽车	预计 2026 年实现固态电池装车验证。发布“金钟罩”全固态电池，具备 400Wh/kg 能量密度，满电续航超 1500 公里，并引入 AI 远程诊断技术；2027 年推进全固态电池逐步量产。
上汽集团	固态电池三步走战略：第一阶段产品，液含量约 10%， “光年固态电池” 目前已经应用于智己 L6。第二阶段产品，液含量约 5%，2025 年已搭载 MG4。第三阶段产品，液含量为 0，即全固态电池，首款全固态电池“光启电池” 预计 2027 年落地。
一汽集团	20Ah 全固态样品电芯已经开发完毕，预计 2027 年小规模示范性量产。
广汽集团	自研全固态电池能量密度超 350Wh/kg，150 周循环后容量保持 90% 以上，预计 2026 年正式装车于昊铂车型。
东风汽车	2024 年秋季发布会新一代高比能固态电池，能量密度高达 405Wh/kg，可以实现续航 1000 公里。加速自研能量密度突破 550Wh/kg 的下一代全固态电池；全固态电池预计将于 2026 年 8 月率先在东风奕派、东风纳米等车型上装车试验。
奇瑞汽车	2025 年 10 月，奇瑞在全球创新大会上展出犀牛 S 全固态电池模组，采用原位聚合体系固态电解质、富锂锰正极材料，能量密度高达 600Wh/kg，为当前主流磷酸铁锂电池（约 180Wh/kg）的 3 倍以上，续航里程将提升至 1200-1300 公里。计划 2026 年率先在运营车辆上试运行，2027 年启动首批装车验证。
吉利汽车	自研的全固态电池能量密度达 400Wh/kg，并已完成 20Ah 电芯制备。

资料来源：各公司公告、三个皮匠报告网、华源证券研究所

(2) 储能领域需求

根据北极星招标网和三个皮匠报告网信息，储能是锂电池第二大应用场景，尽管当前受制于成本和技术成熟度等因素，储能电池仍以液态锂电池为主，但凭借高安全、长寿命等独特优势，固态电池正逐渐成为储能领域的新方向。

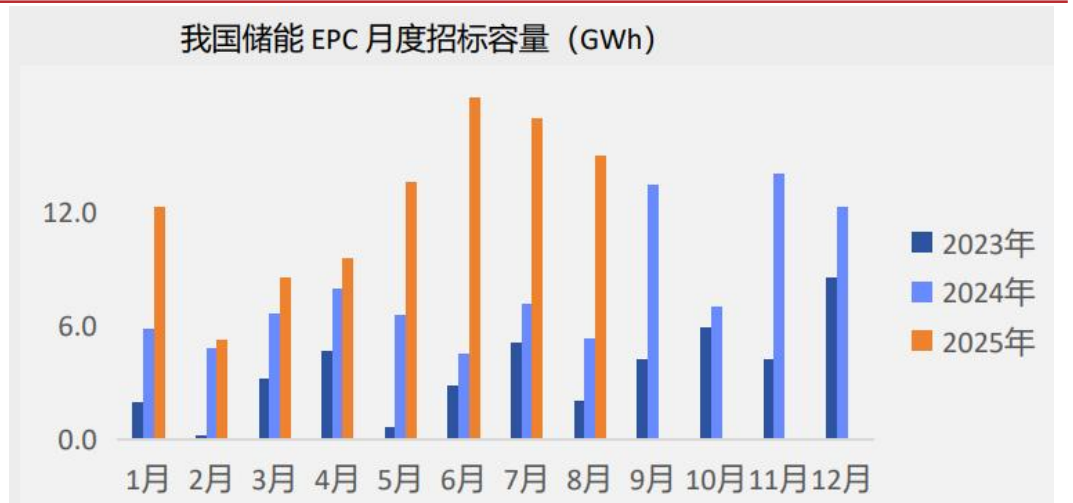
图表 8：新源智储能源发展（北京）有限公司 2024 年度第二次集中采购 500MWh 半固态电芯

项目名称	业主单位	采购总规模	其中：固态电池规模
海南州光储一体化实证基地建设项	国家电投集团黄河上	45.63MW/79	1250KW/2150KWh 半固态磷酸铁锂电池系统
目多种形式混合储能系统设备采购	游水电开发有限公司	.771MWh	+630KW/1380KWh 固态磷酸铁锂电池系统
新源智储 2024 年度电芯第二次集中采购项目—固液混合电芯	新源智储能源发展（北京）有限公司	500MWh	500MWh 半固态电芯
2024-2025 年新型储能系统及配套设施框架采购	广东新型储能国家研究院有限公司	217.5MW/260MWh	10MW/20MWh 液冷半固态电池系统

资料来源：北极星招标网、三个皮匠报告网、华源证券研究所

根据北极星招标网和三个皮匠报告网信息，2025 年以来，储能 EPC 延续高景气，2025 年 1-8 月 EPC（工程总承包）招标 116GWh，同比增长约 40%。

图表 9：2025 年 1-8 月中国储能 EPC 招标量同比增长约 40%



资料来源：北极星招标网、三个皮匠报告网、华源证券研究所

结合 EVTank、伊维经济研究院统计的全球新能源汽车销量、储能电池出货量、消费电池出货量数据，我们假设 2025-2030 年全球新能源汽车销量、储能电池出货量、消费电池出货量 CAGR 分别为 12.62%、20%、8%，测算得出 2025 年全球固态锂电池需求达 11.4GWh，2030 年有望达 243.7GWh；2025 年全球固态锂电池市场空间达 148 亿元，2030 年有望接近 2000 亿元。多场景驱动下，固态电池需求有望迎来快速增长。

图表 10：我们测算得出 2030 年全球固态锂电池市场空间有望接近 2000 亿元

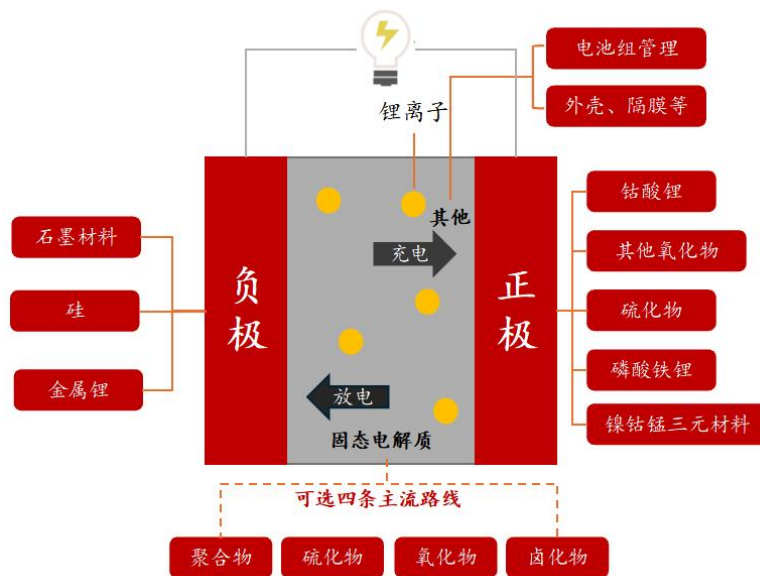
项目	2023A	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球新能源汽车销量 (万辆)	1465	1824	2354	2651	2986	3362	3787	4265
新能源汽车单车带电量 (KWh)	48	49	50	51	52	53	54	55
动力电池需求(GWh)	703.2	893.8	1177.0	1352.0	1552.5	1782.1	2044.9	2345.6
储能电池需求(GWh)	224.2	369.8	651.5	781.8	938.2	1125.8	1351.0	1621.1
消费电池需求(GWh)	113.2	124.1	133.9	144.6	156.2	168.7	182.2	196.7
动力电池-固态电池渗透率	0.1%	0.4%	0.8%	1.5%	2.8%	4.5%	6.0%	8.0%
储能电池-固态电池渗透率	-	-	0.1%	0.3%	0.6%	1.0%	1.5%	2.0%
消费电池-固态电池渗透率	-	0.2%	1.0%	2.2%	4.0%	6.0%	8.5%	12.0%
全球固态动力电池需求(GWh)	0.7	3.6	9.4	20.3	43.5	80.2	122.7	187.6
全球固态储能电池需求(GWh)	-	-	0.7	2.3	5.6	11.3	20.3	32.4
全球固态消费电池需求(GWh)	-	0.2	1.3	3.2	6.2	10.1	15.5	23.6
全球固态锂电池需求(GWh)	0.7	3.8	11.4	25.8	55.3	101.6	158.4	243.7
固态电池单价 (元/wh)	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1	0.9	0.8
全球固态锂电池市场空间 (亿元)	11.3	53.5	148.3	309.7	608.8	1015.7	1426.0	1949.4

资料来源：EVTank、伊维经济研究院、幸福招商行业研究院、华源证券研究所 注：测算结果存在偏差的可能性；标红项目 2023 年后为预测值

2. 材料路线：高镍三元正极+硅基负极+硫化物电解质+铁基集流体或构筑短期主流体系

根据灼鼎咨询信息，固态电池与传统电池的核心差异在于将液态电解质完全替换为固态电解质，从而实现电池构成的固态化。在结构上，它由正负极材料与固态材料构成的电解质层组成：负极可适配从传统石墨、硅基材料到高能量密度的金属锂，正极则广泛兼容钴酸锂、磷酸铁锂及镍钴锰三元材料等；而作为能量传输中枢的固态电解质，目前形成了聚合物、硫化物、氧化物及卤化物四条主流技术路线。这些固体材料在高效传导锂离子的同时，凭借其坚固的物理特性直接充当了隔膜的角色，在大幅提升电池安全性的基础上，省去了液态组分和独立隔膜的空间，成为突破传统电池能量密度瓶颈的关键所在。

图表 11：固态电池一般由正负极、电解质等固态材料构成



资料来源：灼鼎咨询、华源证券研究所

2.1. 电解质：硫化物电解质凭借 450-900Wh/kg 的能量密度，成为动力电池主攻方向

根据《我国固态电池产业发展思考》（作者：窦悦珊，吕晓东，罗佐县，王华），目前固态电解质主要包含氧化物、硫化物、聚合物和卤化物 4 种技术路线，其中，卤化物尚处于实验验证阶段，其他 3 种作为主流技术路线。2024 年，我国聚合物和氧化物电解质出货量占比超过 98%，但由于 4 种技术路线各有利弊，技术发展不确定性较强，最终路线尚无定论。日本、韩国等国家以硫化物全固态路线为主；欧美以初创企业引领多样化技术路线发展；我国则采用半固态技术到全固态技术逐渐过渡的开发策略，超过 60%的企业布局 2~3 种技术路线。具体来看，氧化物、聚合物路线在半固态领域发展较快，离子电导率高的硫化物未来极有可能成为全固态电池的主流路线，现仍处于电池原型验证和材料开发阶段。

图表 12：固态电解质主要包含氧化物、硫化物、聚合物和卤化物 4 种技术路线

技术路线	离子电导率 (S/cm)	特点	存在问题或挑战	现有发展水平
硫化物	$1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$	高离子电导率、倍率性能佳、能量密度高	对水汽敏感，易氧化产生有毒气体；界面稳定性差；成本相对较高	电池原型验证、材料开发等
氧化物	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$	耐受高电压、理论比容量高、安全性优异	电解质陶瓷片易脆裂，界面接触差，电阻高，难以制备大容量电芯	以固液混合为重点发展方向
聚合物	$1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5}$	电解质软、固-固界面接触好、易加工，可制备大容量电芯、循环寿命长	导电率低，工作温度较高，需要专门的热管理系统；电化学窗口窄	以固液混合为重点发展方向
卤化物	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$	高电压稳定性、热稳定性好	与金属锂负极不兼容、离子电导率低	实验验证阶段

资料来源：《我国固态电池产业发展思考》窦悦珊等、华源证券研究所

根据《固态电池产业链研究报告》（来源：深企投产业研究院）信息，不同技术路线各有优缺点，硫化物成为动力电池主攻方向。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，制造成本较低，无需使用稀有金属等特点。但目前四个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。从单一电解质来看，目前聚合物路线逐渐被抛弃或者作为复合电解质材料的补充，氧化物路线成为过渡阶段半固态电池的首选，硫化物路线在单一电解质中最具潜力，逐渐成为整车企业和动力电池企业的主流选择，卤化物可作为复合电解质（硫化物主体+卤化物界面层）的组分，与硫化物在不同应用场景中形成互补格局。根据 EVTank 白皮书，聚合物电解质和氧化物电解质主要用于当前半固态电池，硫化物和卤化物主要用于未来全固态电池，少部分用于半固态电池掺杂使用。2024 年中国聚合物和氧化物电解质出货量占比超过 98%，少量使用硫化物和卤化物。EVTank 预计随着全固态电池的逐步产业化，硫化物电解质的出货量占比会逐步提升，预计到 2030 年，硫化物电解质的总体出货量占比有望达到 29.5%，其中在全固态电池电解质中，硫化物电解质的市场份额有望达到 65%。复合电解质研发成为重点。很多团队采用无机物和有机物的复合形式展开固态电池研发，而多组分复合电解质体系因兼具成本优势与综合性能优势，有望实现 1+1>2 的效果，成为未来技术演进的重要趋势。

图表 13：固态电池不同技术路线各有优缺点，硫化物成为动力电池主攻方向

对比项	聚合物	氧化物	硫化物	卤化物
典型材料	聚环氧乙烷 PEO、聚丙烯腈 PAN、聚苯乙烯 PS、聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA、聚偏氟乙烯 PVDF 等聚合物+其他电解质材料	晶态：NASICON/LLZO/LLTO 非晶态：LiPON	LPS 系：LiGIPS LPG 系：LiSnPS/LiSiPS	Li _{1-x} MX _b （M 为金属元素，X 为卤素元素）
离子电导率 (S/cm)	PEO: $10^{-7} \sim 10^{-6}$ PAN/PS: $10^{-5} \sim 10^{-4}$ PMMA: $10^{-4} \sim 10^{-3}$	NASICON: 10^{-4} LLZO: $10^{-6} \sim 10^{-5}$ LLTO: $10^{-5} \sim 10^{-3}$	LiSiPS: $10^{-7} \sim 10^{-6}$ LiSnPS/LiGIPS: $10^{-3} \sim 10^{-2}$	10^{-3}
电化学窗口 (V)	较窄 (0-4)	宽 (0-5)	较宽 (0-5)	宽 (0-5)
界面阻抗	较大	很大	大	大
热稳定性	较低	高	中等	较高
空气稳定性	较高 (需防潮)	高 (对水分和氧气不敏感)	较差 (遇水生成 H ₂ S)	中等 (对潮湿敏感)
能量密度目标	600Wh/kg	700Wh/kg	900Wh/kg	700Wh/kg

优点	生产简单、加工性能好、机械性能佳	高化学和电化学稳定性，高机械强度，宽电化学窗口	高离子电导率，良好的机械强度和机械的灵活性	高离子电导率、高氧化稳定性、宽化学窗口
缺点	热稳定性有限、电化学窗口窄 (<4V)、高电压耐受力差、不适用于高功率场景、离子电导率低、循环寿命短	在低电势下容易被还原导致锂离子电导率降低，晶界离子电导率小，机械脆性大（加工易裂）	氧化稳定性差，对水、空气敏感，与正极材料兼容性差，技术难度大	对金属负极稳定性差、容易被金属负极还原，对潮湿环境敏感

资料来源：《Lithium battery chemistries enabled by solid-state electrolytes》、《固态电池产业链研究报告》深企投产业研究院、华源证券研究所

根据亿欧智库和幸福招商行业研究院信息，在固态电池的三大技术路线中，硫化物路线凭借高达 900Wh/kg 的能量密度上限和卓越的导电率成为“性能标杆”，但受限于 200-250 万元/吨的高昂电解质成本，其总成本高达 3.7-6.2 元/Wh，主要面向极致性能需求；聚合物复合路线虽总成本最低（1.9-3.5 元/Wh），但因涉及精密的分子设计与纳米级加工，其制造环节成本占比较高，且能量密度（400-600Wh/kg）相对受限；氧化物路线在材料成本（1.5-2.8 元/Wh）与工艺难度之间取得了最佳平衡，凭借总成本 2.8-4.6 元/Wh 的稳健经济性与优异的性能适配力，成为当前产业化进程中较为均衡的方案。

图表 14：硫化物电解质路线总成本 3.7-6.2 元/Wh



资料来源：亿欧智库、幸福招商行业研究院、华源证券研究所
注：原材料价格存在较大波动幅度，成本根据 2024 年 8 月材料价格估算

根据三个皮匠报告网信息，目前，中国半固态产品已进入上车测试、订单交付或 eVTOL 应用阶段；全固态电池则多处于实验室样品、中试或装车测试阶段，能量密度目标普遍设定在 350-500Wh/kg。在量产时间表上，宁德时代、清陶能源等多家企业均将 2027 年锁定为全固态电池小批量生产或整车交付的时间窗口，而国轩高科与亿纬锂能则分别规划了 2030 年与 2028 年的远期量产节点。

图表 15：宁德时代目标 2027 年全固态电池小批量生产

企业	技术路线	固态电池进展
宁德时代	硫化物/卤化物	2023 年 4 月发布凝聚态电池，单体能量密度达 500Wh/kg；2024-2025 年全固态电池样品进入中试阶段；目标 2027 年全固态电池小批量生产。
孚能科技	硫化物	第二代半固态电池能量密度超过 330Wh/kg，获主机厂客户项目定点以及 eVTOL 订单；2025 年推出第一代硫化物全固态电池，并计划在年底前建成一条 0.2GWh 的硫化物全固态电池中试生产线；2027 年将推出能量密度 500Wh/kg 以上的第三代全固态电池。
国轩高科	硫化物	半固态电池处于多家客户上车测试阶段，主要应用于 eVTOL、新能源汽车及人形机器人领域；首条全固态电池 0.2GWh 中试线已贯通，处于中试量产阶段，良品率已达 90%，计划 2027 年

小批量装车实验，2030 年量产。

亿纬锂能	硫化物/卤化物/聚合物	半固态电池能量密度达 330Wh/kg，循环寿命大于 2000 次；2025 年“龙泉二号”10Ah 全固态电池下线；计划 2026 年推出能量密度达 350Wh/kg 的全固态电池 1.0；2028 年推出 400Wh/kg 以上的高比能全固态电池 2.0 产品。
清陶能源	氧化物/聚合物/卤化物	半固态电池已实现 368Wh/kg 单体能量密度，并在上汽多款车型装车上市；全固态电池实验室样品能量密度突破 500Wh/kg，计划 2026 年量产；2027 年实现整车交付。
太蓝新能源	氧化物	2025 年完成无隔膜半固态产品体系开发和全面的电池验证，将于 2025 年下半年搭载于长安汽车部分车型；全固态电池 2026 年开始装车测试；2027 年批量生产。
安瓦新能源	硫化物	首批下线的“固态 1.0”电池(半固态)，能量密度已超过 300Wh/kg；第二代半固态电池 400Wh/kg 产品样品已进入试制；目标在 2027 年推出能量密度突破 500Wh/kg 的第三代全固态电池。
南都电源	氧化物	半固态电池获独立储能项目订单；20Ah 全固态电池基于超高镍三元正极和限域生长的硅碳负极体系，能量密度 350Wh/kg，循环寿命 2000 次，已建立一条中试线，成功实现了小批量交付。
赣锋锂业	氧化物/聚合物/硫化物	2023 年 6 月半固态电池搭载于赛力斯 SERES-5 在欧洲开始交付；500Wh/kg 级全固态产品实现小批量量产。

资料来源：三个皮匠报告网、华源证券研究所

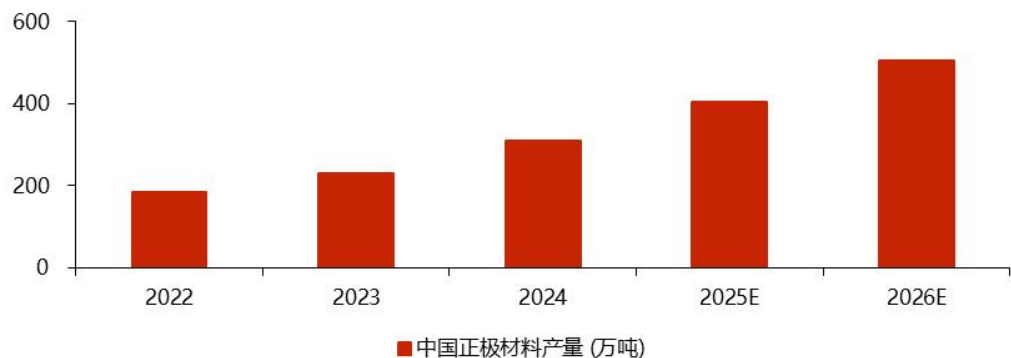
2.2. 正负极：富锂锰基正极被视为下一代方向，金属锂负极已展开前瞻性研发

2.2.1. 正极：高镍三元技术相对成熟，预计 2026 年中国正极材料产量将超 500 万吨

根据《固态电池产业链研究报告》（来源：深企投产业研究院）信息，从正负极材料配合进程来看，高镍三元层状氧化物+硅负极，能量密度可达 400wh/kg，但能量密度要达到 500wh/kg，则需要将高镍三元层状氧化物进化为氧化物、硫化物、氟化物、富锂锰基等等，并与锂金属负极搭配。能量密度要达到 600wh/kg，需要采用硫正极。

根据工信部和中商产业研究院信息，为满足固态电池对更高能量密度的需求，正极材料体系正从当前主流的磷酸铁锂和高镍三元，向超高镍三元、富锂锰基等更高容量或更高电压体系演进。2024 年中国正极材料产量达 310 万吨，同比增长 34.78%。2026 年中国正极材料产量或将超过 500 万吨。

图表 16：2026 年中国正极材料产量或将超过 500 万吨



资料来源：工信部、中商产业研究院、华源证券研究所

根据中商产业研究院信息，高镍三元材料凭借较高的能量密度和相对成熟的技术，是目前半固态电池实现量产装车的主要选择，当升科技、容百科技等企业已实现批量供货。富锂锰基材料虽理论容量优势显著，被视为下一代方向，但仍受限于电压衰减等问题，目前处于研发攻关阶段。

图表 17：当升科技以高镍/超高镍三元材料为开发核心

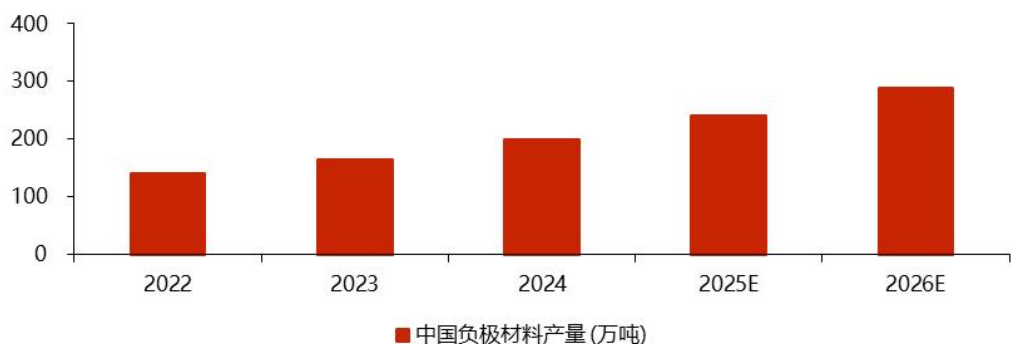
公司名称	主要开发方向	产业化进展与特点
当升科技	以高镍/超高镍三元材料为核心，同时布局富锂锰基材料及配套固态电解质。	其适配固态电池的高镍材料已实现 10 吨级/年的批量供应，并已向国内多家主流固态电池企业送样或供货。
容百科技	聚焦于适配硫化物固态电池体系的高镍单晶正极材料，并同步研发硫化物电解质。	高镍正极材料已达成吨级出货；其硫化物电解质中试线计划于 2026 年建成。公司已启动 Ah 级全固态电池的联合开发。
湖南裕能	在规模化生产磷酸铁锂及三元材料的基础上，进行技术延伸和储备。	公司在传统锂电正极材料领域拥有显著的产能规模与成本控制经验，为参与未来市场竞争奠定了基础。
部分初创企业	集中资源研发富锂锰基正极材料。	该类材料仍处于攻克电压衰减等科学问题的阶段，企业计划建设百吨级产线以供下游验证，是重要的技术探索方向。

资料来源：中商产业研究院、华源证券研究所

2.2.2. 负极：产业化焦点集中于硅基负极，预计 2026 年中国负极材料产量达 288 万吨

根据工信部和中商产业研究院信息，固态电池负极材料的发展路径明确，沿“石墨→硅基负极→金属锂负极”演进。当前产业化焦点集中于硅碳/硅氧等硅基负极，而金属锂负极也已展开前瞻性研发。2024 年中国负极材料产量达 200 万吨，同比增长 21.21%。2026 年中国负极材料产量或将达到 288 万吨。

图表 18：2026 年中国负极材料产量或将达到 288 万吨



资料来源：工信部、中商产业研究院、华源证券研究所

根据中商产业研究院信息，贝特瑞、璞泰来等领军企业在从硅基负极到金属锂负极的产业化布局上较为领先。杉杉股份、翔丰华等公司则聚焦于硅基/硅碳负极的产能提升与客户认证。此外，天齐锂业等公司依托上游资源优势，专注于金属锂负极的远期技术储备。

图表 19：贝特瑞核心布局方向是硅基负极、锂碳复合负极、固态电解质

公司名称	核心方向	关键进展
贝特瑞	硅基负极、锂碳复合负极、固态电解质	锂碳复合负极通过多家头部厂商验证；负极材料总产能达 57.5 万吨/年。
璞泰来	硅碳负极、锂金属负极、固态电解质	安徽硅碳负极产能约 400 吨/年试生产；2026 年负极出货目标 25 万吨。
杉杉股份	硅基负极	作为传统负极龙头，在该领域有研发和产能基础。

翔丰华	硅碳负极	产品已交付客户测试，计划 2025 年小批量试产。
中科电气	硅碳负极	产品通过客户测评，即将进入量产导入阶段。
道氏技术	硅碳负极、单壁碳纳米管（导电剂）	年产 1000 吨硅碳负极项目推进中；已向 30 余家客户送样。
天齐锂业	金属锂负极	现有 600 吨/年金属锂产能；已实现超薄锂带制备并推进验证。

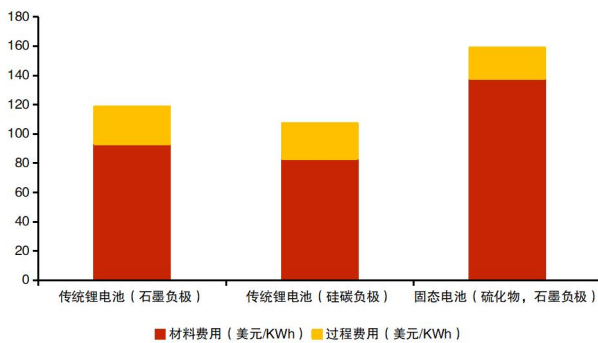
资料来源：中商产业研究院、华源证券研究所

2.3. 集流体：铁基集流体或将推动硫化物固态电池量产落地

2.3.1. 降本趋势：远期全固态电芯单位总成本或将达到 0.78 元/Wh

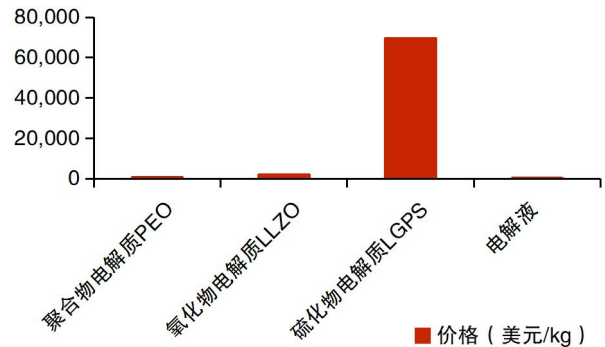
目前固态电池的成本高于传统锂离子电池。根据《Energy Technology》、前瞻产业研究院信息，以硫化物作为电解质、以石墨作为负极的固态电池成本为 158.8 美元/KWh，使用石墨负极的传统锂电池总成本为 118.7 美元/KWh。另外，目前固态电池的产品良率较低，总成本相对较高。

图表 20：固态电池成本可达 159 美元/KWh（美元/KWh）



资料来源：《Energy Technology》、前瞻产业研究院、华源证券研究所

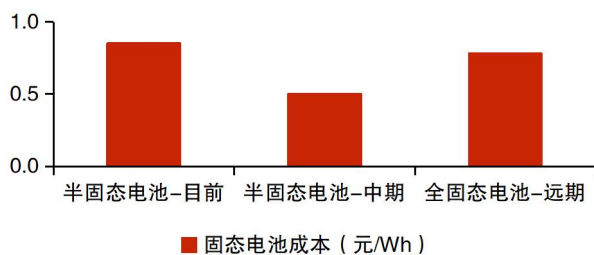
图表 21：硫化物电解质价格为 6.95 万美元/kg



资料来源：《Energy Technology》、前瞻产业研究院、华源证券研究所

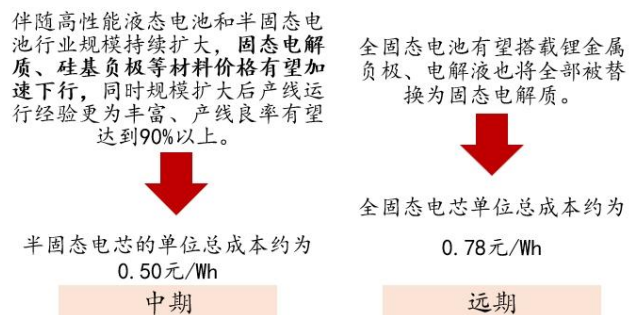
根据上海有色网、前瞻产业研究院数据，在假设产线良率为 80%的情况下，目前半固态电芯的单位总成本为 0.85 元/Wh；中期，半固态电芯的单位总成本约降至 0.50 元/Wh；远期来看，全固态电池有望搭载锂金属负极、电解液也将全部被替换为固态电解质，全固态电芯单位总成本或将达到 0.78 元/Wh。

图表 22：远期全固态电芯成本或将达 0.78 元/Wh



资料来源：上海有色网、前瞻产业研究院、华源证券研究所

图表 23：固态电解质、硅基负极等材料价格有望下行

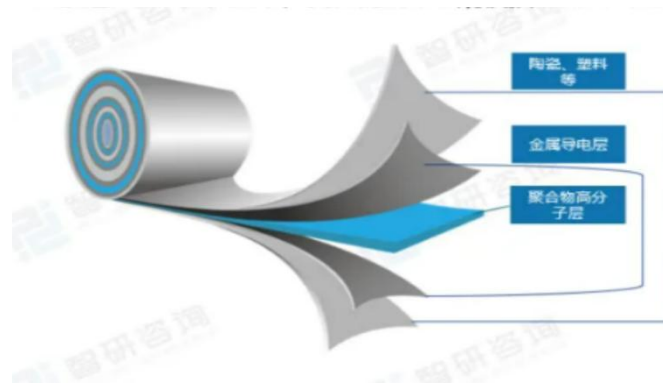


资料来源：上海有色网、前瞻产业研究院、华源证券研究所

2.3.2. 复合集流体：铁基集流体能有效“抑制硫化物的形成反应”，具备耐腐蚀性

参考智研咨询，复合集流体是一种“三明治”结构的电池材料，由内层的聚合物高分子层、中间的金属导电层和外层的陶瓷、塑料等耐腐蚀材料组成。其中，内层的高分子聚合物是电池的正极材料，金属导电层是电池的负极材料，而外层的陶瓷、塑料等耐腐蚀材料则提供了电池的隔离保护。随着全球工业化程度的不断提高、新技术的不断出现，使得复合集流体的性能得到了进一步提升，从而进一步扩大了市场需求。目前，复合集流体可广泛应用于航空航天、汽车、电子、医疗等领域，这为市场规模的扩大提供了更多的机会。根据智研咨询数据，2023 年全球复合集流体市场规模达到 18 亿元。预计 2025 年全球复合集流体的市场规模有望接近 300 亿元。其中，复合铜箔市场规模预计为 206 亿元；复合铝箔市场规模预计为 86 亿元。

图表 24：复合集流体由聚合物高分子层、金属导电层和陶瓷、塑料等构成



资料来源：智研咨询、华源证券研究所

参考维科网（锂电解码）信息，复合集流体对动力电池的影响主要表现在高能量密度、快充兼容性和安全性提升等方面。复合集流体有助于提升电动汽车续航里程，抑制锂枝晶生长，支持高倍率充放电（如复合铜箔减少快充时的析锂风险）。此外，还降低了碰撞/针刺工况下的热失控概率，从而使得动力电池符合车规级安全标准。复合集流体对储能电池的影响主要表现在长循环寿命、成本优势和环境适应性等方面。复合集流体有助于储能电池适应频繁充放电场景（如电网储能），减少维护成本。同时，低材料成本和规模化生产潜力降低了储能系统初始投资（如复合铝箔成本降低 67%）。此外，其高分子基材耐腐蚀性较强（如 PP 抗酸性电解液），能够延长电池在恶劣环境下的使用寿命。

图表 25：复合集流体与传统集流体的性能对比

指标	传统集流体	复合集流体
安全性	穿刺易引发大面积短路和热失控	局部熔断，阻燃基材抑制热蔓延
能量密度	惰性金属占比高，限制活性物质空间	轻量化设计提升重量/体积能量密度
循环寿命	活性材料易脱落，锂枝晶生长显著	抑制体积膨胀，减少结构失效
成本	金属材料成本占比高(铜箔 83%)	高分子基膜成本占比低(复合铜箔 31%)
导电性	高电导率，但厚金属层增加重量	电导率略低，需优化金属层沉积工艺

资料来源：维科网（锂电解码）、华源证券研究所

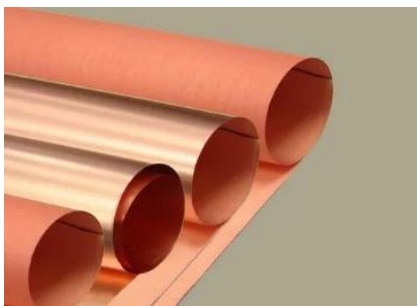
参考面包板社区（锂电联盟会长）信息，目前可用作锂离子电池集流体的材料有铜、铝、镍和不锈钢等金属导体材料、碳等半导体材料以及复合材料。

铜集流体：铜是电导率仅次于银的优良金属导体，具有资源丰富、廉价易得、延展性好等诸多优点。但考虑到铜在较高电位下易被氧化，因此常被用作石墨、硅、锡以及钴锡合金等负极活性物质的集流体。常见的**铜质集流体**有铜箔、泡沫铜和铜网以及三维纳米铜阵列集流体。

铝集流体：虽然金属铝的导电性低于铜，但在输送相同电量时，铝线的质量只需要铜线的一半，使用铝集流体有助于提高锂离子电池的能量密度。此外，与铜相比，铝的价格更为低廉。在锂离子电池充/放电过程中，**铝箔集流体**表面会形成一层致密的氧化物薄膜，提高了铝箔的抗腐蚀能力，常被用作锂离子电池中正极的集流体。

镍集流体：镍属于贱金属，价格较为低廉，具有良好的导电性，且在酸、碱性溶液中较稳定，因此，镍既可以作为正极集流体，也可以作为负极集流体。与其匹配的既有正极活性物质磷酸铁锂，也有氧化镍、硫及碳硅复合材料等负极活性物质。**镍集流体**的形状通常有泡沫镍和镍箔两种类型。由于泡沫镍的孔道发达，与活性物质之间的接触面积大，从而减小了活性物质与集流体间的接触电阻。而采用镍箔作为电极集流体时，随着充/放电次数增加，活性物质易脱落，影响电池性能。同样，表面预处理工艺也适用于镍箔集流体。如对镍箔集流体表面进行刻蚀后，活性物质与集流体的结合强度明显增强。

图表 26：铜箔图例



资料来源：面包板社区（锂电联盟会长）、华源证券研究所

图表 27：泡沫镍图例



资料来源：面包板社区（锂电联盟会长）、华源证券研究所

不锈钢是指含有镍、钼、钛、铌、铜、铁等元素的合金钢，具有良好的导电性和稳定性，可以耐空气、蒸汽、水等弱腐蚀介质和酸、碱、盐等强腐蚀介质的化学侵蚀。不锈钢表面也容易形成钝化膜，可以保护其表面不被腐蚀，同时不锈钢可以比铜加工得更薄，具有成本低、工艺简单及大规模生产等优点。不锈钢可以作为正极或负极的集流体，常见的不锈钢集流体有不锈钢网和多孔不锈钢两种类型。以**碳材料**作为正极或负极集流体时，可以避免电解液对金属集流体的腐蚀，且其具有资源丰富、易加工、低电阻率、对环境无危害、价格低廉等优势。除了单一集流体如铜集流体、铝集流体、镍集流体、不锈钢集流体及碳集流体等受到广泛关注外，近年来，**复合集流体**也引起了学者们的研究兴趣，如导电树脂、覆碳铝箔及钛镍形状记忆合金等。

为应对腐蚀与膨胀，传统金属箔迎升级。参考高工锂电信息，硫化物固态电解质对铜的化学侵蚀，以及硅基、锂金属负极在充放电过程中的剧烈体积膨胀，构成了全固态电池技术突破的众多瓶颈之二。诺德股份宣布于 2025 年推出其全球首款耐高温双面镀镍铜箔，引发市场高度关注。据其产品信息，这层厚度在 0.5–0.9 μm 范围内的镀镍层，微观形貌致密、平整、无孔洞。

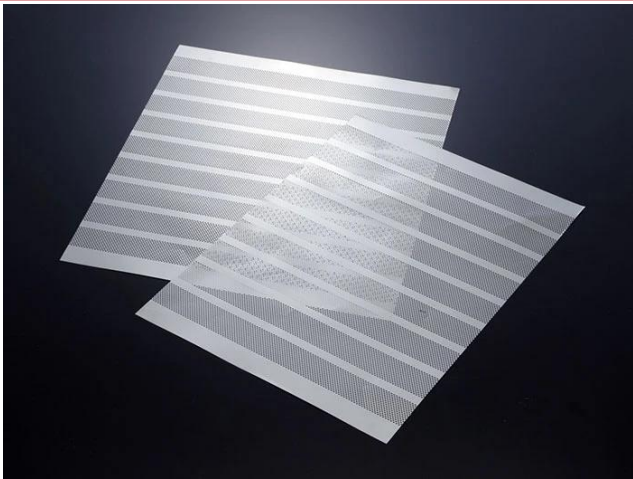
图表 28：诺德股份携 3-8 微米锂电铜箔亮相于第十七届 CIBF 深圳国际电池展



资料来源：中关村新型电池技术创新联盟官网、电池百人会-电池网、华源证券研究所

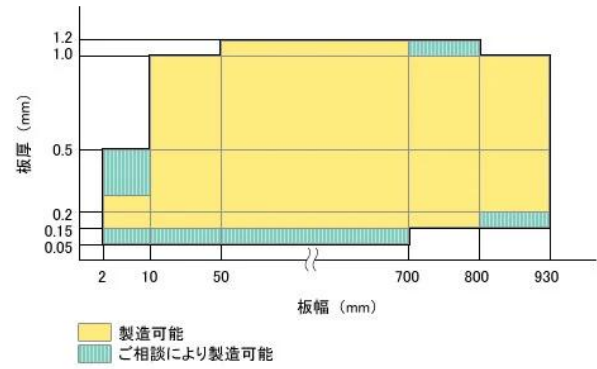
参考高工锂电信息，**不锈钢或铁基材料为此提供了截然不同的解决方案**。铁的表面能形成一层厚且稳定的天然氧化层，这层钝化膜能有效“抑制硫化物的形成反应”，从而避免了腐蚀。基于此特性，实验结果显示，采用铁基集流体的全固态电池，已实现超过 1000 次的卓越循环性能。除了耐腐蚀性，不锈钢在特定应用中还具备结构优势。例如，在锂金属电池中，采用多孔不锈钢集流体能够显著增加比表面积，从而降低局部电流密度，引导锂金属实现更均匀的沉积，抑制锂枝晶的产生。这一理论上的优势正逐步获得产业企业的验证与推动。2024 年底，日本东洋钢板公司专为全固态电池开发的电解铁箔及铁镍合金箔产品，已通过日本经济产业省（METI）的电池供应保障计划认证。该产品在硫化氢曝露环境下高度稳定，性能和耐用性得到证实。三星的进展则更为瞩目。美国劳伦斯伯克利国家实验室与三星的研究人员，共同验证了在不锈钢集流体上沉积银、锡、碳涂层以优化锂沉积的可行性。2024 年 7 月，三星 SDI 展出了采用“不锈钢集流体”的固态电池成品。该电池结合了锂磷硫氯（LPSCI）电解质与银碳负极，实现了 900Wh/L 的能量密度和超千次的循环寿命，并计划于 2027 年前正式量产。

图表 29：东洋钢板镀镍钢板图例



资料来源：东洋钢板株式会社官网、华源证券研究所

图表 30：东洋钢板镀镍钢板可制造尺寸及范围示意图



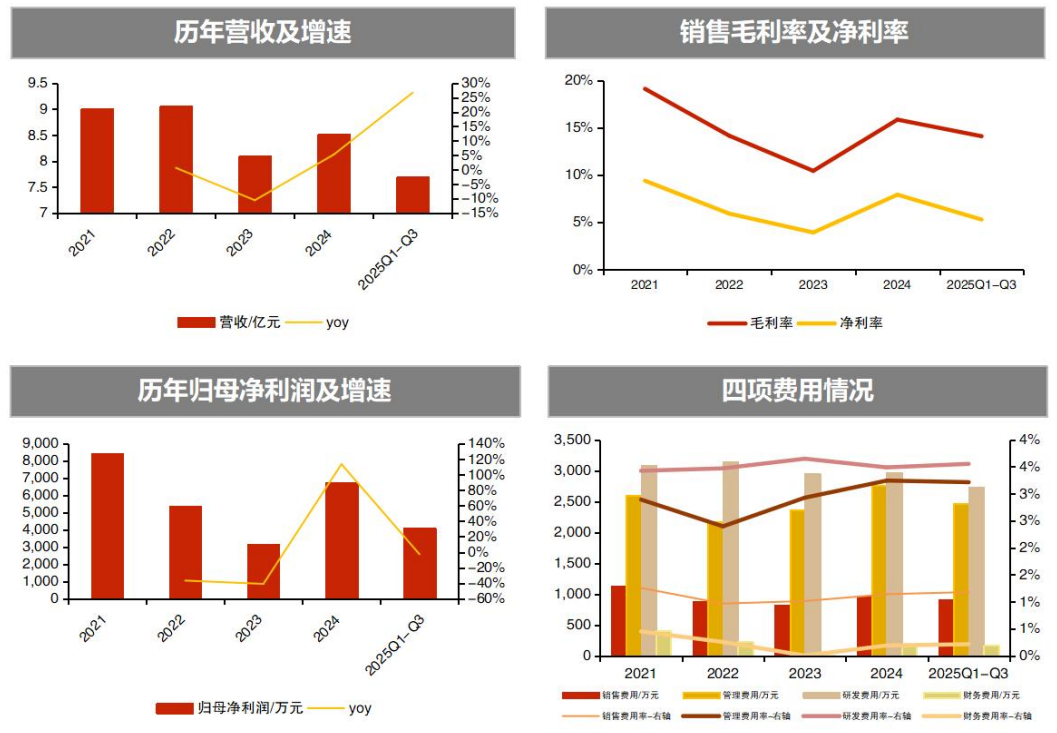
资料来源：东洋钢板株式会社官网、华源证券研究所

3. 北交所固态电池材料产业链重点公司业务更新

3.1. 远航精密：深耕精密镍基导体材料，或将受益于铁镍集流体技术路径

远航精密（833914.BJ）主要从事电池精密镍基导体材料的研发、生产和销售，是国家级专精特新“小巨人”企业。公司作为国内较早从事精密导体材料制造的企业，通过在行业内多年的经验积累，具备多种技术规格的镍带、箔以及下游精密结构件一体化的研发和生产能力。公司产品镍带、箔及精密结构件主要作为连接用组件用于锂电池等二次电池产品中；少部分作为复合材料用于金属纪念币行业。公司产品下游终端广泛应用于消费电子产品、新能源汽车、电动工具、电动二轮车、储能、航空航天、金属纪念币、制氢设备等领域。2024 年公司营收达 8.52 亿元（yoy+5%），归母净利润达 6744.28 万元（yoy+113%）；2025Q1-Q3 公司营收达 7.69 亿元（yoy+26.71%），归母净利润达 4099.49 万元（yoy-2.68%）。

图表 31：2025Q1-Q3 远航精密营收达 7.69 亿元，归母净利润达 4099.49 万元



资料来源：iFinD、华源证券研究所

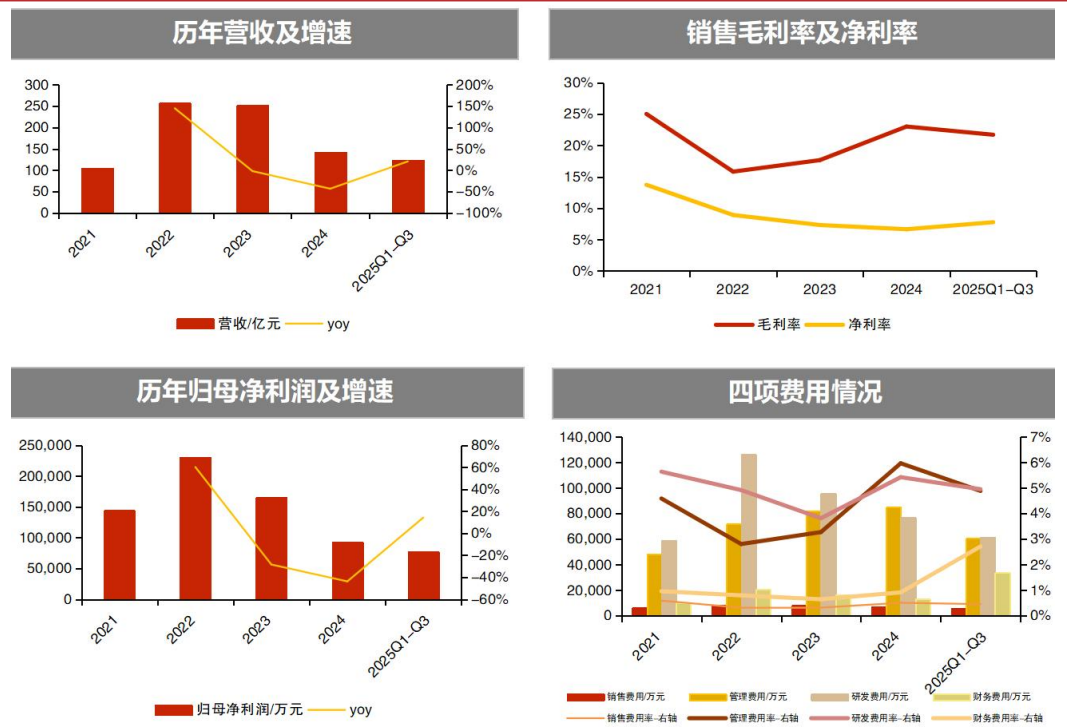
根据远航精密公告：（1）2024 年公司通过控股孙公司黑悟空能源将产业链进一步延伸至 FPCA 领域。区别于传统厂商来料加工模式，公司在材料、结构、布线方面具备自主开发设计能力，并基于一体化优势，在产品质量、快速响应等方面具备行业竞争力，相关产品的目标客户主要聚焦于金泰科现有精密结构件客户群中具备相关需求的动力电池和储能电池厂商，目前已与下游头部企业开展业务合作；（2）公司生产的镍带、箔产品，主要应用于电池极耳、电池包及其外部组件的导电环节。相较于电池其他主要材料，镍在电池成本结构中的占比相对较低。同时，镍具备抗腐蚀、导电性能卓越、焊接性能优良等特性；（3）公司的精密结构件主要具有导电连接、热敏保护等功能，直接应用于电池模组和 PACK 配件的制造上，

根据成分的不同可分为镍结构件和非镍结构件，最终应用于消费电子、动力和储能等领域电池上，以锂电池应用领域为主。

3.2. 贝特瑞：发布贝安 FLEX 半固态及 GUARD 全固态系列正极、负极等材料

贝特瑞（835185.BJ）深耕于锂离子电池负极材料、正极材料及先进新材料的研发创新与产业化应用，凭借深厚的技术沉淀与前瞻布局，构建了天然石墨负极、人造石墨负极、硅基负极、三元正极、固态电解质等产品矩阵，覆盖动力电池、储能电池、消费类电池三大领域。公司在锂离子电池负极材料领域优势显著，在天然石墨负极业务实现了从石墨矿开采到成品的全链条管控；人造石墨负极业务通过工艺革新降本增效，形成焦原料-石墨化-包覆碳化一体化布局。在正极材料领域，公司聚焦低钴、高能量密度三元材料，打造资源-回收-正极的循环生态，并开发固态电池专用正极材料。在先进新材料领域，公司的固态电解质材料已得到关键客户认可，实现批量出货。公司是国家级专精特新“小巨人”企业、国家级制造业“单项冠军”企业及高新技术企业。2024 年公司营收达 142.37 亿元，归母净利润达 93022.44 万元；2025Q1-Q3 公司营收达 123.84 亿元，归母净利润达 76781.00 万元。

图表 32：2025Q1-Q3 贝特瑞营收达 123.84 亿元，归母净利润达 76781 万元



资料来源：iFinD、华源证券研究所

根据贝特瑞公告，2025 年 5 月 13 日，贝特瑞新材料集团股份有限公司举办“未来能量引擎”固态电池材料整体解决方案发布会暨投资者交流会，公司发布了贝安 FLEX 半固态及 GUARD 全固态系列高镍正极、硅基负极、固态电解质、锂碳复合负极等材料，为下一代电池技术提供“高能量+高安全”材料解决方案：（1）在贝安 FLEX 系列半固态电池体系中，

高镍正极材料相比同等镍含量三元材料电阻可降低 6%；硅基负极材料克容量可到 2,300mAh/g，两者搭配实现更高容量、更安全可靠的解决方案。电解质方面采用聚合物电解质与氧化物电解质的复合方案，将聚合物的韧性与氧化物的热安全性结合。在零下 10° C 条件下，相比液态电池，电芯内阻降低 10%，同时针刺安全性可提升 80%；**(2)在贝安 GUARD 系列全固态电池体系中**，推出超高镍型正极和富锂锰型正极材料，匹配高能量密度的需求；对固态电解质层，开发的硫化物电解质材料离子电导率超过 10mS/cm，而应用于极片层的硫化物材料，颗粒度可控制在 500nm 以下；同时，开发行业内首款匹配全固态电池锂碳复合负极使用的高性能三维骨架结构材料，具备低体积膨胀、长循环寿命、高输出功率密度等特点。**贝特瑞发布的固态电池材料均已具备量产技术条件**，可应用于数码、动力领域，但实际量产需匹配下游电芯厂商及终端车企的验证周期与需求节奏，目前行业普遍将 2027 年作为全固态电池规模化量产的时间节点。

图表 33：贝安 FLEX 系列半固态电池体系



资料来源：贝特瑞官网、华源证券研究所

图表 34：贝安 GUARD 系列全固态电池体系



资料来源：贝特瑞官网、华源证券研究所

根据贝特瑞公告：(1) 公司从十年前就开始布局固态电池的核心材料方向，包括半固态和全固态均有完善的技术布局，其中公司布局的固态电池用的高镍正极、硅负极、锂金属负极和固态电解质构成了贝特瑞完整的固态电池材料体系。在固体电解质方面，公司布局了氧化物、聚合物和硫化物三个方向，其中氧化物固体电解质和聚合物固体电解质都已经小批量应用到半固态电池中，硫化物固体电解质目前正在跟客户紧密合作开发中，目前研发进展顺利，关键技术指标已达到客户要求。(2) 在全固态电池材料领域，公司开发了行业内首款匹配全固态电池的锂碳复合负极材料，具有多孔复合骨架结构，具备低体积膨胀、长循环寿命等优势，已获客户技术认可；硫化物固态电解质产品粒度达到 500nm 以下，其离子导率及所制备电芯的循环性能达到客户应用需求。在半固态电池材料领域，氧化物电解质产品应用于隔膜涂覆、集流体涂覆，获得动力、3C 等领域新客户技术认可和批量供应，获得百吨级订单，匹配电芯装机量超过 1GWh，实现固态电池产业化又一里程碑；聚合物电解质与两家客户达成战略合作。

根据贝特瑞官网信息，2025 年 7 月 16-20 日，第三届中国国际供应链促进博览会（链博会）在北京举办。在此次链博会首次设立的“链博首发站”上，贝特瑞作为首发企业，重磅推出专为硅基负极打造的“S+i 石墨长续航负极材料解决方案”。**BTR S+i 石墨长续航负极材料解决方案**：作为业内首款专为硅基负极设计的石墨材料，i 石墨通过创新的材料匹配技术，与硅基负极形成有效协同，有效解决了长期困扰行业的三大痛点：锂串扰效应、材料分散不均和热稳定性问题。实测数据显示，该方案可使电池使用寿命提升 20%，休眠情况下容量保持率可维持在较高水平，存储性能提升可超 25%，显著优于常规材料组合。

图表 35: 贝特瑞推出专为硅基负极打造的“S+i 石墨长续航负极材料解决方案”

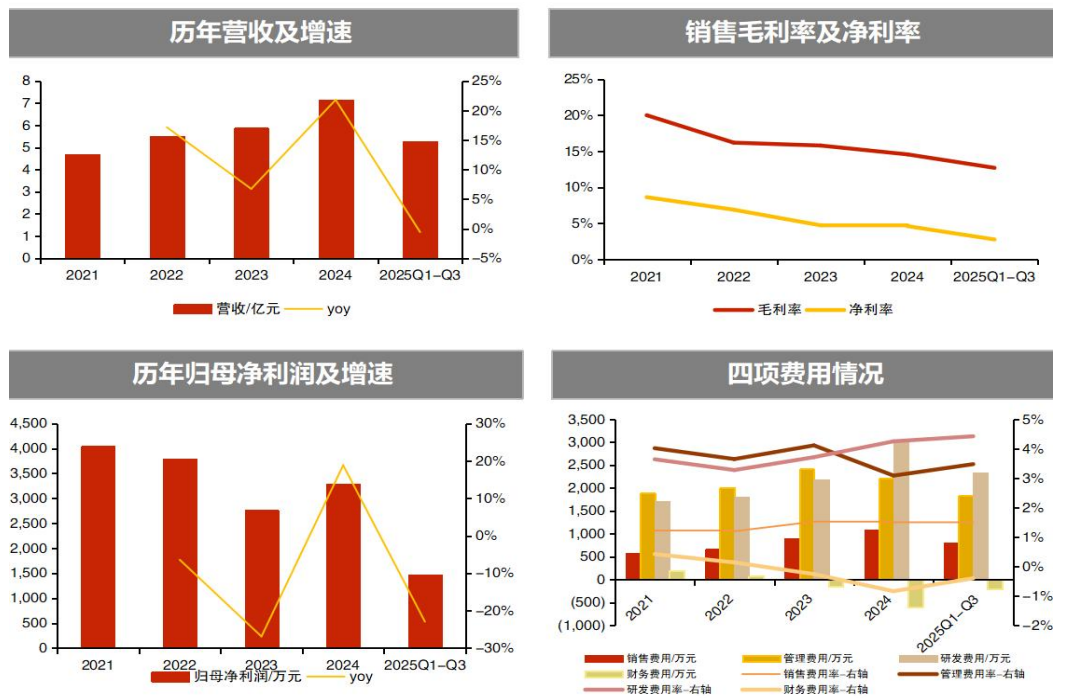


资料来源: 贝特瑞官网、华源证券研究所

3.3. 力王股份: 与清华大学深圳国际研究生院合作研发人形机器人用固态电池

力王股份是一家专注于环保碱性锌锰电池、环保碳性锌锰电池以及锂离子电池的研发、生产和销售的高新技术企业。公司凭借自主知识产权打造的“Kendal”品牌, 秉持绿色、高效的产品理念, 为客户提供高品质、长寿命、无污染的电池产品及解决方案, 广泛服务于电动玩具、智能家居、医疗器械、户外电子设备、无线通讯设备、数码产品和电子烟等多个领域。2024 年公司营收达 7.15 亿元, 归母净利润达 3285 万元; 2025Q1-Q3 公司营收达 5.26 亿元, 归母净利润达 1471 万元。

图表 36: 2025Q1-Q3 力王股份营收达 5.26 亿元, 归母净利润达 1471 万元



资料来源: iFinD、华源证券研究所

根据力王股份于 2026 年 1 月 6 日发布的公告，公司与清华大学深圳国际研究生院开展合作，项目基于双方此前合作的“低成本高功率锂离子电池和下一代高安全固态锂电池的研究与开发”项目，已顺利结题，形成了良好的合作基础和技术协同优势。**合作目标：**针对人形机器人对电池高功率、长续航、轻量化、小型化及高安全性的严苛需求，结合公司在工程化验证与集成方面的优势，以及清华大学深圳国际研究生院在固态电解质/电极界面基础研究方面的深厚积累，共同开发新一代高性能锂电池技术。**主要技术指标：**完成 20Ah 级人形机器人锂电池样品，功率密度 $\geq 3000\text{W/kg}$ ，循环寿命 ≥ 1000 次（容量保持率 $\geq 80\%$ ）。人形机器人锂电池样品体积能量密度 $\geq 700\text{Wh/L}$ ，并实现连续工作 8 小时后温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。申请 5 项发明专利，并输出 1 套机器人电池集成技术规范。项目中，公司负责对高容量正极、硅碳负极与复合固态电解质的界面构建方法进行工程化验证；开发电池小型化、轻量化集成及高效热管理技术；完成电池电化学性能与工况评估。

4. 风险提示

固态电池研发进度不及预期风险：在固态电池从实验室走向产业化的过程中，由于技术瓶颈、产业链配套不足、成本控制困难等多方面因素，导致其实际研发进程落后于原定计划，进而影响商业化落地的风险。这一风险贯穿于固态电池研发、试验、量产等各个阶段，对产业链上下游企业及整个新能源行业发展均可能产生不利影响。

新兴技术路线替代风险：固态电池作为下一代电池技术的主流方向，其发展过程中面临着因技术路线选择差异及新兴技术突破带来的替代风险。这种风险主要体现在不同技术路线的竞争、产业化进度差异以及潜在颠覆性技术的出现等方面，可能对现有研发投入和产业布局造成冲击。

下游需求变化风险：下游应用场景（如新能源汽车、储能）对固态电池的需求释放高度依赖技术成熟度与成本控制能力。当前液态电池仍占据市场主导地位，其能量密度通过材料改良（如高镍正极、硅基负极）仍有提升空间，可能延缓固态电池的替代节奏。若全固态电池研发进度滞后，下游客户可能因经济性选择“液态电池升级+半固态过渡”的混合路线，导致对全固态电池的需求增长不及预期。

市场空间测算的风险：本报告关于市场规模的测算基于一定的主观假设，可能与实际情况存在偏差。

证券分析师声明

本报告署名分析师在此声明，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，本报告表述的所有观点均准确反映了本人对标的证券和发行人的个人看法。本人以勤勉的职业态度，专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观的出具此报告，本人所得报酬的任何部分不曾与、不与、也不将会与本报告中的具体投资意见或观点有直接或间接联系。

一般声明

华源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告是机密文件，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司客户。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息撰写，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、意见及推测等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投资标的的邀请或向人作出邀请。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特殊需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。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。

本报告所载的意见、评估及推测仅反映本公司于发布本报告当日的观点和判断，在不同时期，本公司可发出与本报告所载意见、评估及推测不一致的报告。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。除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。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。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。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修改、复制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。如征得本公司许可进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华源证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

本公司销售人员、交易人员以及其他专业人员可能会依据不同的假设和标准，采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论或交易观点，本公司没有就此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。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。

信息披露声明

在法律许可的情况下，本公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司将会在知晓范围内依法合规的履行信息披露义务。因此，投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级说明

证券的投资评级：以报告日后的6个月内，证券相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入：相对同期市场基准指数涨跌幅在20%以上；

增持：相对同期市场基准指数涨跌幅在5%~20%之间；

中性：相对同期市场基准指数涨跌幅在-5%~+5%之间；

减持：相对同期市场基准指数涨跌幅低于-5%及以下。

无：由于我们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，致使我们无法给出明确的投资评级。

行业的投资评级：以报告日后的6个月内，行业股票指数相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好：行业股票指数超越同期市场基准指数；

中性：行业股票指数与同期市场基准指数基本持平；

看淡：行业股票指数弱于同期市场基准指数。

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。

本报告采用的基准指数：A股市场（北交所除外）基准为沪深300指数，北交所市场基准为北证50指数，香港市场基准为恒生中国企业指数（HSCEI），美国市场基准为标普500指数或者纳斯达克指数，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）。