

固态电池行业专题之二

政策推动技术进步，应用场景日益丰富

行业研究 · 行业专题

电力设备新能源 · 锂电池

投资评级：优于大市（维持）

证券分析师：王蔚祺

010-88005313

wangweiqi2@guosen.com.cn

S0980520080003

证券分析师：李全

021-60375434

liquan2@guosen.com.cn

S0980524070002

- **性能优势耦合终端市场需求，应用场景创新发展。** 固态电池是电解质为固态或者半固态的电池产品，其核心优势为能量密度高和安全性高（固态电解质不易燃），但当前制造成本远高于液态电池，且存在寿命短、倍率性能差等问题。2024年以来随着下游应用场景的不断扩展，固态电池的优势获得更好的体现。首先，固态电池成为影响未来车企格局的竞争要素之一，车企为提高动力电池安全性和续航能力，积极布局固态电池。多家车企计划2027年进入规模化装车测试，2030年左右计划实现批量生产全固态电池车型。第二，在消费电子领域 VIVO等头部企业也寻求通过固态电池提升电子产品的便携性与续航能力；第三，2024年以来人形机器人、eVTOL等新赛道加速升级迭代，为制造成本较高的固态电池的应用打开更加广阔市场。
- **工信部提出建立健全全固态电池标准体系，技术专利密集涌现。** 2025年3月31日，工业和信息化部印发《2025年工业和信息化标准工作要点》，首次将全固态电池纳入新产业标准体系建设。通过统一材料性能指标、生产工艺流程、安全测试方法，避免研发资源重复浪费，国内企业技术迭代效率有望提升，产业化进程或持续加速。2025年3月电动汽车电池新安全要求也有助于推动固态电池行业的技术发展。产业端从2024年四季度以来，固态电池创新技术就不断涌现，多家企业在硫化锂和量产线设备的开发取得实质进展，对此前由以日韩企业主导的硫化物全固态电池技术圈层形成多点突破。
- **新能源车引领短期量产进程，中试线与订单需求快速增长。** 目前全球主流车企快速布局固态电池，海外有丰田、日产、现代、奔驰、大众等；国内有长安、上汽、广汽、奇瑞、东风、比亚迪、小鹏、岚图等。电池企业如国轩高科、亿纬锂能等，也纷纷加快中试线项目建设与量产。同时，金龙羽、合源锂创等已经成功开拓无人机、建筑机器人等应用场景的订单。我们预计2027和2030年全球固态电池的综合渗透率将分别达到3%和8%，对应容量规模分别为76GWh和271GWh，相比2024年5GWh复合增速分别为140%和92%。
- **投资建议：** 重点关注在固态电池、硫化物和设备等领域布局领先的企业。
- **风险提示：** 固态电池技术发展不及预期；政策支持力度不及预期；固态电池产能建设不及预期。

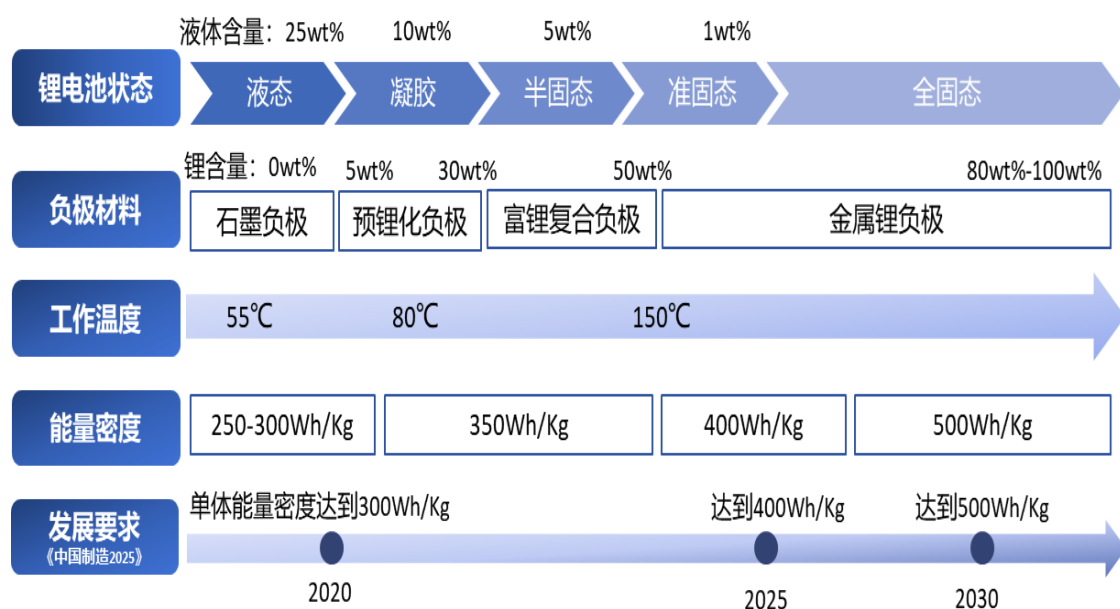
- [01] 固态电池：创新场景耦合性能优势
- [02] 固态电池应用前景展望
- [03] 固态电池产业链梳理
- [04] 投资建议

一、固态电池：创新场景耦合性能优势

固态电池与液态电池对比

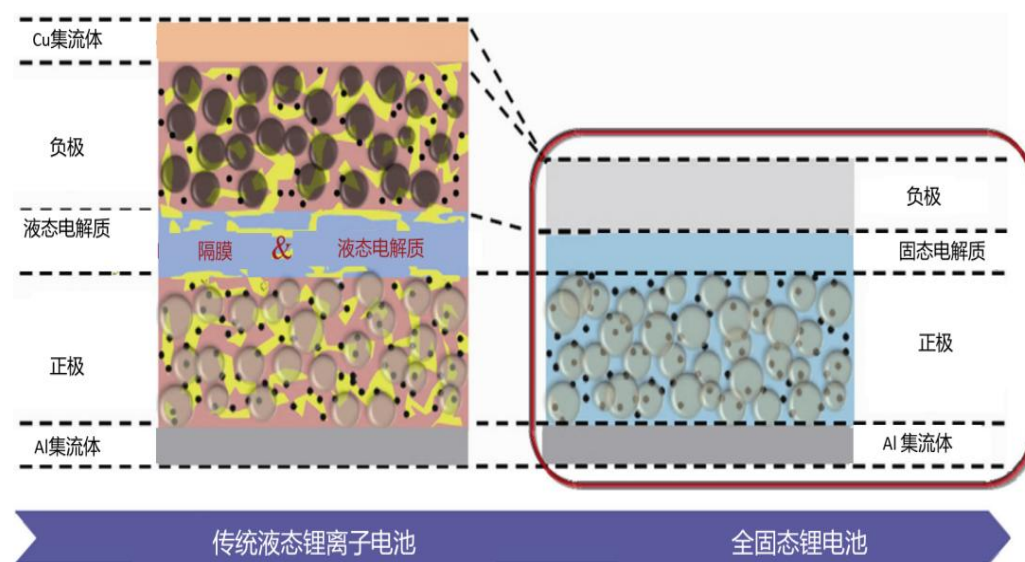
- 根据电解质的不同，锂电池技术体系可分为：液态电解质电池、混合固液电解质电池（半固态电池）、固态电解质电池。
- 固态电池与液态电池工作原理相同。固态电池在电池结构上与液态电池变化明显：半固态电池由于仍存在部分液态电解液，故而保留了电解液和隔膜等结构。而全固态电池离子传导介质和通道由传统的电解液与隔膜变为固态电解质，电池结构实现进一步简化。半固态电池由于仍存在部分液态电解液，故而保留了电解液和隔膜等结构。而全固态电池离子传导介质和通道由传统的电解液与隔膜变为固态电解质，电池结构实现进一步简化。

图1：锂电池发展路线



资料来源：徐小明.第十四届中国汽车蓝皮书论坛主题报告.2022，国信证券经济研究所整理

图2：液态电池与固态电池结构示意图



资料来源：许晓雄等《全固态锂电池技术的研究现状与展望》.储能科学与技术（2013），国信证券经济研究所整理

固态电池核心优势：能量密度高、安全性高

- 固态电池能量密度更高：**1) 固态电解质电化学窗口宽，能够适配更高电压的正极材料。2) 固态电解质具有良好的机械性能，能够有效抑制锂枝晶的形成，从而能够兼容更高能量密度的锂金属负极材料。3) 由于电解质的非流动性，电芯内部极片可以串联连接以此提高单体电压，实现与多电芯串联而提升电压的同等效果，从而能够在成组时减少结构件使用、提升能量密度。目前，行业中常见的半固态电池能量密度多集中在350-400Wh/kg，部分全固态电池样品能量密度超过500Wh/kg。
- 固态电池安全性更高：**固态电解质本身不可燃、且热分解温度高，固态特性完全避免了电解液腐蚀、挥发、漏液等问题，安全性能大幅提高。

表1：各类电池性能及结构对比

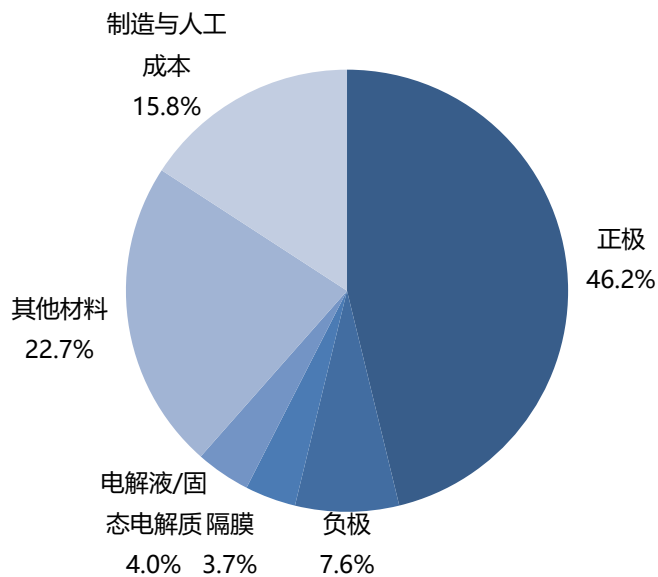
	液态锂离子电池	半固态电池	固态电池
液态含量（%）	>10%	1~10%	<1%
电芯能量密度	大多<300Wh/kg	350-400Wh/kg	500Wh/kg+
快充性能	1-6C	目前在2C以下	
电池寿命	2000次+	1000次+	1000次以内
主要材料体系	正极+负极+隔膜+电解液	正极+负极+隔膜+复合电解质	正极+负极+固态电解质
封装形态	卷绕/叠片 + 圆柱/方形/软包	叠片 + 方形/软包	叠片 + 方形/软包

资料来源：许晓雄等《全固态锂电池技术的研究现状与展望》.储能科学与技术（2013），李泓.中国固态电池领域发展现状和未来挑战 [J]. 科学观察, 2023，国信证券经济研究所整理

固态电池短期不足：倍率性能、循环寿命和成本制约产业化

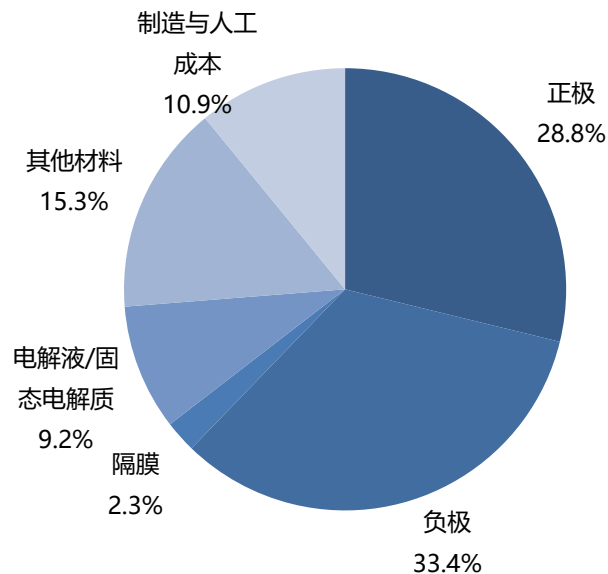
- **界面处机械稳定性较差影响寿命**：充放电过程中，电极材料会产生体积变化，结构应力的累加会造成界面接触面积的下降、形成结构缺陷，从而影响循环寿命。
- **界面处电化学稳定性较差影响倍率性能**：固态电解质与电极的接触是固-固接触，接触面积小且接触面有更高的阻抗，从而影响锂离子的传输。
- **固态电池成本仍相对较高**：正极材料或采用高镍三元、富锂锰基等，负极或将搭载硅负极、金属锂等，材料成本明显提升。同时，电解质难以轻薄化、且部分搭载金属元素，成本亦有提升。部分电解质体系对于水分等较敏感，有些制造和后处理环节中需要依赖于惰性气体或干燥室，生产制造成本也有所提升。
- **目前液态高镍三元电池成本普遍在0.40-0.45元/Wh，半固态三元电池成本在0.8-1.1元/Wh，全固态电池成本在3.0元/Wh以上。**

图3：液态电池成本结构



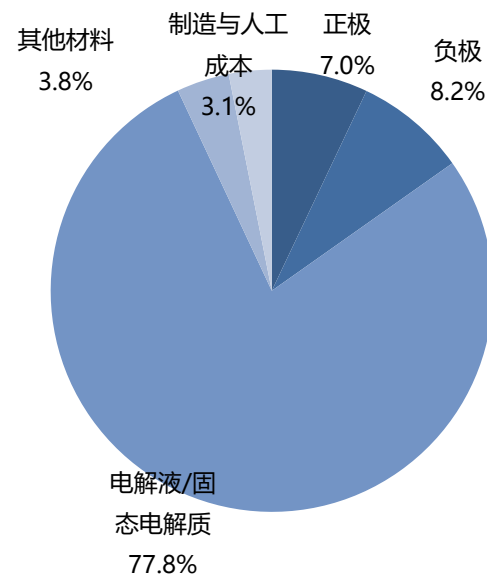
资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网；国信证券经济研究所整理与测算

图4：半固态电池成本（目前材料价格及投资额下）



资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网；国信证券经济研究所整理与测算

图5：全固态电池成本（目前材料价格及投资额下）

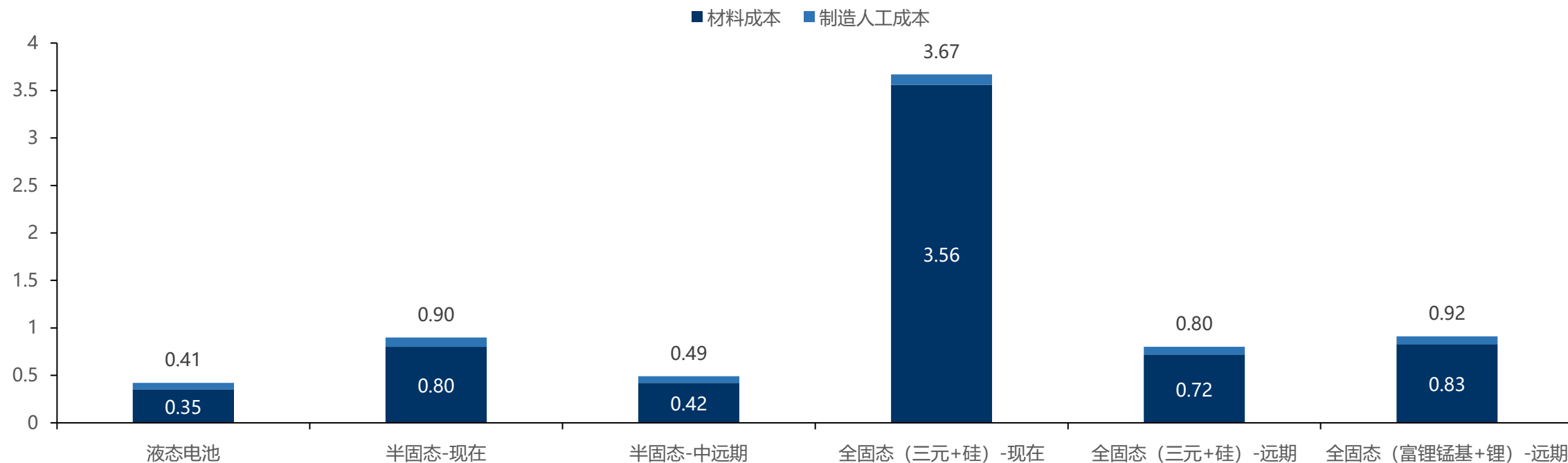


资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网；国信证券经济研究所整理与测算

固态电池的成本比较与中远期展望

- **固态电池降本方案：**1) 技术突破，固态电解质的制备方案成本、设备投资额持续下降；2) 规模效应助力，硅负极、固态电解质材料等价格有望下滑；3) 产线良率优化，降低单位制造与人工成本。
- **中期来看，**伴随固态电解质、硅基负极等材料价格有望加速下行，同时产线良率有望稳步提升，届时我们测算得到半固态电芯的单位总成本约为0.49元/Wh。
- **远期来看，**全固态电池电解液也将全部被替换为固态电解质，我们测算得到届时全固态电芯单位总成本约为0.80-0.92元/Wh。

图6：半固态/固态电池成本比较与中远期展望（元/Wh）



资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网；国信证券经济研究所整理与测算

二、固态电池应用前景展望

电动车实现小批量应用，电动航空等领域前景广阔



消费产品市场

固态电池具有能量密度高、安全性强等优势，能够满足无人机、便携式储能等产品对于电池长续航、轻量化的要求。

- 松下宣布将在2025-2029年量产用于无人机的全固态电池；
- 富士康与Blue Solutions将合作生产固态电池应用于二轮车领域；
- 2024年11月，VIVO S20搭载蓝海半固态电池。



新能源车市场

固态电池能够提升新能源车安全性、助力新能源车达到1000km以上续航，2024年开始在国内批量装车。

- 2024年4月上汽发布智己L6，其中光年版车型搭载半固态电池、续航超1000km
- 2024H1蔚来发布150kWh超长续航电池包，并搭载于ET9。
- 上汽、东风、北汽等均计划在2025-2026年推出半固态电池车型。
- 广汽、长安、上汽、比亚迪、奇瑞、丰田、福特等预计在2026-2027年推出全固态电池车型，并加速其量产。



储能市场

固态电池应用目前多以示范性项目为主。

- 2023年10月，卫蓝新能源与三峡集团合作的兆瓦时级固态锂离子电池储能系统项目入选国家能源局第三批能源领域首台（套）重大技术装备（项目）名单。
- 2024年12月，太蓝新能源与南都电源签署固态电池战略合作协议，双方将推进固态电池在储能领域及民用领域规模化应用。



其他场景

特种车辆（如矿业重卡等）、航空飞行器等领域。

- 特种车辆：2025年3月北汽福田推出行业首款半固态电池重卡产品。
- 机器人：软通动力已经搭载准固态电芯，广汽计划搭载固态电池产品。
- 低空飞行器：亿航智能、峰飞航空等均已搭载半固态电池进行试飞试验。

- **产业链发展阶段：**1) 2025-2027年：固态电解质突破。着重打通产业路线，采用三元 + 掺硅负极方案。2) 2027-2030年：负极材料突破。攻关高掺硅负极材料。3) 2030-2035年：各方面体系材料优化。攻关锂金属负极、复合固态电解质、高容量正极材料等。

- **终端应用进展**

2024年以来加速产业化。在消费电子领域，VIVO手机、小米便携式储能等已经搭载半固态电池产品。在车端，2024年蔚来、上汽推出半固态电池车型。在低空领域，峰飞航空、亿航智能均已搭载半固态电池。

进入2025年：北汽福田推出半固态重卡，上汽计划年内发布新一代搭载半固态电池版本的MG4。奔驰、宝马、奇瑞等车企开启全固态电池车型路试。美国固态电池公司Factorial Inc. 已向加拿大客户交付首批固态锂金属电池，用于其远程货运无人机。国内企业金龙羽新能源也与客户签订每年10万支无人机用高能量密度固态电芯采购订单。在储能领域，2025年6月中绿电获内蒙古固态电池储能项目建设指标。

展望2026年：长安、广汽、福特拟推出全固态电池车型；小鹏汇天或将搭载半固态电池。

展望2027年：比亚迪、上汽、奇瑞、丰田、现代等车企将推出全固态电池车型。

- 政府在政策和资金等方向持续助推固态电池行业发展。
- 2024Q2工信部推出重大研发专项，给予硫化物、半固态等技术路线相应企业资金支持，加速固态电池研发。
- 2025年3月，珠海市发布《珠海市推动固态电池产业发展行动方案（2025-2030）（征求意见稿）》。其中指出：到2027年，着力于固态电池关键材料、关键技术攻坚；培育5家具有影响力的固态电池企业。到2030年，推动固态电池产业化取得重大突破，实现产品批量交付，固态电池产业初步形成规模。
- 2025年4月，工信部印发《2025年工业和信息化标准工作要点》，明确指出建立健全全固态电池标准体系，以高水平标准建设服务行业高质量发展。

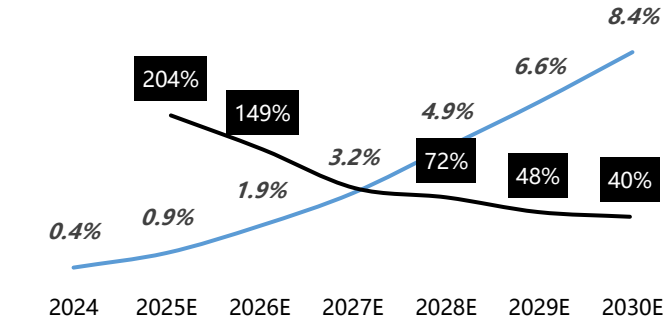
固态电池市场空间测算

随着车企积极推动固态电池产业化，并在2025-2030年陆续推动固态电池车型量产；同时无人机、电动船舶等场景对于长续航高安全电池需求持续提升，固态电池进入发展快车道。

我们预计2025-2030年各环节固态电池渗透率：

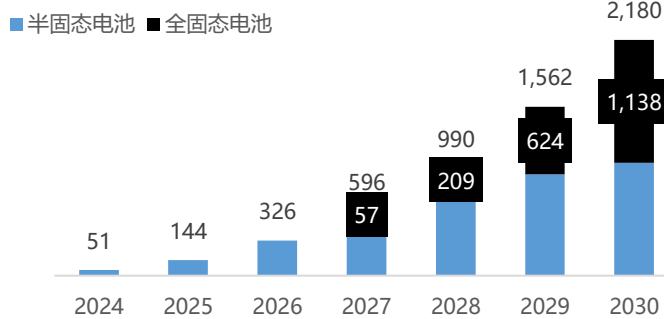
- 1) 动力电池1.2/2.5/4.0/6.0/8.0/10.0%；
- 2) 消费电池0.5/1.5/3.0/5.0/7.0/10.0%；
- 3) 储能电池0.1/0.2/0.4/0.6/0.9/1.5%；
- 4) 其他电池3.0/5.0/10.0/20.0/30.0/40.0%。

图7：固态电池渗透率（蓝）和容量增速（黑）



资料来源：EV Tank，SNE Research，动力电池联盟；国信证券经济研究所整理与测算

图8：全球固态电池市场空间展望（亿元）



资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网、EV Tank，SNE Research，动力电池联盟；国信证券经济研究所整理与测算

表2：全球固态与半固态电池市场规模展望

	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球动力电池需求 (GWh)	1051	1259	1490	1700	1914	2110	2322
其中：全球固态动力电池需求 (GWh)	5.3	15.1	37.3	68.0	114.9	168.8	232.2
全球消费电池需求 (GWh)	128	135	141	147	153	158	162
其中：全球固态消费电池需求 (GWh)	0.1	0.7	2.1	4.4	7.6	11.0	16.2
全球储能电池需求 (GWh)	315	400	480	550	600	644	696
其中：全球固态储能电池需求 (GWh)		0.4	1.0	2.2	3.6	5.8	10.4
全球飞行器&船舶及其他电池需求 (GWh)	3.5	6.5	9.0	15.0	22.5	25.0	30.0
其中：全球固态飞行器&船舶及其他电池需求 (GWh)		0.2	0.5	1.5	4.5	7.5	12.0
合计：全球锂电池需求 (GWh)	1498	1800	2121	2412	2690	2937	3210
其中：合计：全球固态锂电池需求 (GWh)	5.4	16.4	40.8	76.1	130.6	193.1	270.8

资料来源：EV Tank，SNE Research，动力电池联盟；国信证券经济研究所整理与测算

新能源车：半固态车型陆续上市，全固态样车开启路测



表3：车企在半固态与全固态电池车型领域布局进展

公司名称	量产进展	供应商/合作企业
上汽集团	2024H1公司发布智己L6，光年版本搭载光年半固态电池。2025年底公司新一代固态电池将在全新MG4上量产应用。2027年首款全固态电池光启电池将应用落地。2024年半固态电池充电12min续航400km。	公司是清陶能源第一大机构投资者，与其进行产品联合研发
广汽集团	公司计划在2026年将全固态电池搭载于昊铂旗下车型。	与赣锋锂业具有合作协议
长安汽车	2025年2月公司推出全固态金钟罩电池，计划2025年底实现样车首发、2026年实现装车验证，2027年逐步量产。	自研固态电芯；与太蓝新能源、赣锋锂业具有合作协议
比亚迪	2024年下线60Ah全固态电池（中试产品），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。	弗迪电池
吉利汽车	2023年建设固态电池实验室，2024年年中宣布全固态电池能量密度达到400Wh/kg，电芯已完成20AH样品试制。	与卫蓝新能源具有合作协议
北汽集团	2020年搭载清陶能源固态电池的样车下线。2022年北汽福田完成固态电池搭载测试。2025年3月发布北汽福田半固态电池卡车。	清陶能源
奇瑞汽车	2025年星途星纪元搭载固态电池开始路测。	国轩高科；安瓦新能源等

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理

新能源车：半固态车型陆续上市，全固态样车开启路测（续）



表3：车企在半固态与全固态电池车型领域布局进展（续）

公司名称	量产进展	供应商/合作企业
蔚来	2023年12月搭载半固态电池包的蔚来ET7实测续航超1000km。2025年4月搭载半固态电池的蔚来ET9亮相上海车展。	卫蓝新能源
奔驰	2025年2月，梅赛德斯-奔驰使用装载新电池的EQS原型车进行固态电池技术的路试，预计续航超1000km。	辉能科技、Factorial Energy
丰田	2019年公司与松下成立合资公司联合研发固态电池。公司计划2027年开始固态电池车型量产，该车型预计续航超1200km。	自研、松下
本田	公司投资SES联合开发固态电池产品。公司2024年建设全固态电池示范生产线，2025年1月开始生产，并在2025-2030年左右实现量产。	自研、SES、松下
现代	公司预计2027年实现部分固态电池车型量产、2030年左右实现全面量产。	SES、LG新能源、SK On、Factorial Energy
通用	公司投资SES，联合开发固态电池产品；2021年进行了A样品测试，预计2027年上市。	SES
日产	公司计划2025年实现全固态电池试生产，2026年全固态电池装车测试，2028年推出全固态电池车型。	自研、松下

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理

创新场景：低空与机器人领域贡献可观增量



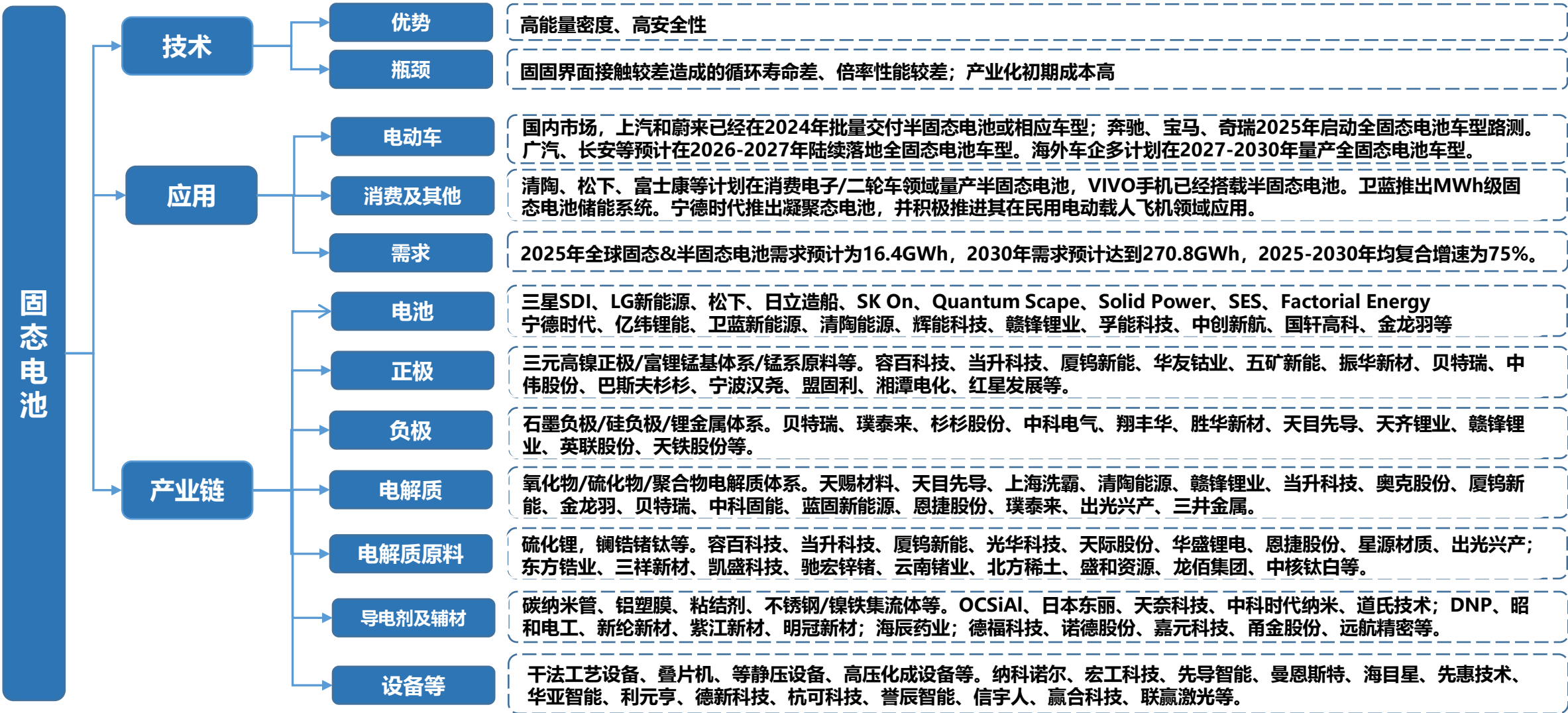
表4：机器人等领域固态电池应用情况

领域	公司名称	量产进展	供应商/合作企业
机器人	广汽集团	2024年12月广汽集团发布第三代具身智能人形机器人GoMate，该机器人搭载了固态电池（续航能力超6小时）。2026年GoMate 将完成小批量生产。	自研
	软通动力	2025年1月软通天擎机器人发布旗下首款交互与教育双足机器人天鹤C1，该机器人搭载了全极耳准固态电芯。	
低空经济	广汽集团	2024年12月广汽集团发布全新飞行汽车品牌“高域”，并发布该品牌下第二款飞行汽车GOVY Airjet。该产品未来将搭载广汽自研的全固态电池。	自研
	亿航智能	2024年11月完成全球首次eVTOL固态电池飞行试验，亿航智能将争取在2025年底前实现固态电池在EH216-S的认证和装机量产。	欣界能源，国轩高科
	小鹏汇天	EVTOL在2026年有望搭载中创新航的问顶半固态大圆柱电池产品。	中创新航，亿纬锂能，孚能科技
	峰飞航空	2024年与宁德时代签署战略投资与合作协议，已搭载宁德时代的凝聚态电池。	宁德时代
消费电子	vivo	2024年3月，公司首发应用半固态电池技术的全新一代折叠旗舰vivo X Fold3系列；2024年12月推出S20系列新机，采用6500mAh半固态电池。	宁德新能源（ATL）

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理

三、固态电池产业链梳理

图9：固态电池产业链梳理



资料来源：各公司公告、各公司官网，吴敬华,杨菁,刘高瞻等. 固态锂电池十年(2011—2021)回顾与展望 [J]. 储能科学与技术. 2022，国信证券经济研究所整理

- **固态电池：**半固态/凝聚态电池领域，卫蓝新能源、清陶能源等均已实现产品量产，能量密度集中在300-400Wh/kg；宁德时代推出500Wh/kg凝聚态电池已经批量应用于峰飞航空等客户。目前半固态电池成本集中在0.8-1.1元/Wh，循环寿命已满足车用需求。全固态电池领域，企业目前仍处于样品试制和尺寸放大阶段，多数企业预计在2025-2026年试制出20-100Ah不等的电池样品，多数将在2026-2027年开始进行装车测试。
- **固态电池设备：**干法电极设备、叠片机、高压化成设备等已实现中试线级别交付；2025年内干法电极设备有望持续优化，在负极侧实现GWH级别设备量产交付。
- **固态电解质：**固态电解质在2025年处于产能扩展期，企业产能逐渐由十吨级走向千吨及万吨级，为后续量产铺垫。原材料硫化锂产能也由吨级实现产能的持续放大。价格方面，目前固态电解质普遍在几百万元/吨，伴随产业化推进，有望下降至几十万元/吨水平。
- **固态电池负极：**硅基负极体系在2025年开始批量供应，产品价格有望陆续下降。锂金属负极方案也处于积极探索中。
- **固态电池正极：**三元方案为主，富锂锰基与镍锰酸锂依旧处于产品开发测试和送样过程中。

固态电池产业链部分环节价值量显著变化

表5：全固态电池与液态电池相比核心变化环节

变化情况	环节	成熟阶段1GWh电池对应价值量 /设备投资额(亿元)	代表企业	备注
新增环节	纤维化设备	<0.2	宏工科技、曼恩斯特	
	叠片设备	0.3-0.4	德新科技	
	等静压设备	0.2	先导智能、纳科诺尔	
	富锂锰基正极	2.5-3.0	容百科技、当升科技	
	硫化物固态电解质	2.5-3.0	天目先导、中科固能	
	硫化锂	1.0-1.5	厦钨新能、光华科技	
	金属锂	1.0-1.5	英联股份、天铁科技	
	硅碳负极	0.7-1.0	贝特瑞	
价值量膨胀环节	不锈钢/镍铁集流体	1.0	远航精密、甬金股份等	
	干法辊压设备	0.3	纳科诺尔	是液态方案价值量的4倍
	高压化成设备	0.4-0.5	杭可科技	是液态方案价值量的1.2-1.5倍
	碳纳米管	0.1	天奈科技、道氏技术	

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

国内电池企业：半固态与固态电池领域同步布局



表6：部分电池企业半固态与全固态电池布局进展

公司名称	量产进展	能量密度	主要客户/应用领域	电解质方案
宁德时代	凝聚态电池：2023年4月正式发布，2025年批量生产。 全固态电池：2026年有望试制出样品，在2026-2027年装车。	凝聚态电池超500Wh/kg	民用航空，乘用车等	凝聚态电解质硫化物
卫蓝新能源	2023年6月量产半固态电池交付给蔚来；2023年10月与三峡共同研制的固态电池储能系统实现示范应用。	300-360Wh/kg	动力：蔚来、吉利等 储能：三峡集团、海博思创	氧化物+聚合物
清陶能源	2018年实现半固态电池量产；2020年与北汽、哪吒合作的固态电池样车下线；2022年搭载于北汽福田商用车的固态电池系统下线；2024H1量产半固态电池搭载于上汽智己新车型中。 2025年第二代准固态电池量产并开始搭载于上汽MG等车型。	>368Wh/kg	动力：上汽、北汽、哪吒等 储能：智泰新能源	氧化物+聚合物； 氧化物+聚合物+卤化物
赣锋锂业	2021年1月搭载公司固态电池的东风E70示范运营车全球首发；2022年8月，与广汽埃安达成协议。 2023年6月搭载公司半固态电池的赛力斯SERES-5在欧洲开始交付。2023年12月，与长安汽车达成协议。2024年全球首款500Wh/kg级10Ah产品实现小批量量产。	>500Wh/kg	动力：长安、广汽、赛力斯 低空飞行、消费电子手机等	氧化物+聚合物
辉能科技	2016年开始进行车规级电芯送样；2019年蔚来汽车等与公司签订战略合作协议；2024年开始批量交付半固态电池。2025年3月推出100%全固态锂陶瓷电池，能量密度达380Wh/kg。	>380Wh/kg	动力：蔚来、奔驰、Vinfast等。可穿戴设备等	氧化物

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

国内电池企业：半固态与固态电池领域同步布局（续）

表6：部分电池企业半固态与全固态电池布局进展（续）

公司名称	量产进展	能量密度	主要客户/应用领域	电解质方案
比亚迪	2024年下线中试60Ah全固态电池，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。			氧化物、硫化物、聚合物
亿纬锂能	2022年实现半固态电池技术定型，2023年实现装车实验。公司计划于2026年推出全固态电池，主要用于混合动力领域；于2028年实现技术突破，推出400Wh/Kg高比能全固态电池。	>330Wh/kg		卤化物、氧化物、硫化物
国轩高科	2017年开始进行固态电解质、固态电池研发。2022年公司发布半固态电池产品，2024年推出硫化物全固态电池“金石”。2025年0.2GWh全固态中试线贯通，并启动装车路测。	>360Wh/kg		氧化物+聚合物、硫化物
蜂巢能源	2020年发布第一代果冻电池；2023年12月发布第二代方形果冻电池（A样阶段），2024年7月推出三元半固态产品。	>260Wh/kg		聚合物；硫化物
孚能科技	2021年量产第一代半固态电池产品；2022年开始量产交付，截至2024年底，其半固态电池已装车超5万辆。2025年第二代半固态电池能量密度达330Wh/kg并推进车规级认证。目前其第一代eVTOL半固态电芯已实现商业化交付，第二代eVTOL半固态电芯即将进入量产阶段。	>330Wh/kg	动力：东风、远航汽车 低空经济：上海时的科技、沃飞长空、零重力	氧化物+聚合物 硫化物
中创新航	公司2024Q4半固态电池装车某外资豪华品牌。2024年公司发布无界全固态电池，能量密度超430Wh/kg，容量超50Ah，计划2027年装车。	>430Wh/kg		
太蓝新能源	2022年首款半固态电池量产。2026年预计无隔膜固态电池进行装车验证/测试，2027年实现无隔膜全固态电池批量生产。	>350Wh/kg	紫建电子等	氧化物+聚合物
金龙羽	公司成功与客户签订无人机用高能量密度固态电芯采购订单，该订单所采购的电芯为EC01系列超能固态电芯，能量密度高达500Wh/kg。订单约定，一年内采购十万支电芯产品。	>500Wh/kg		

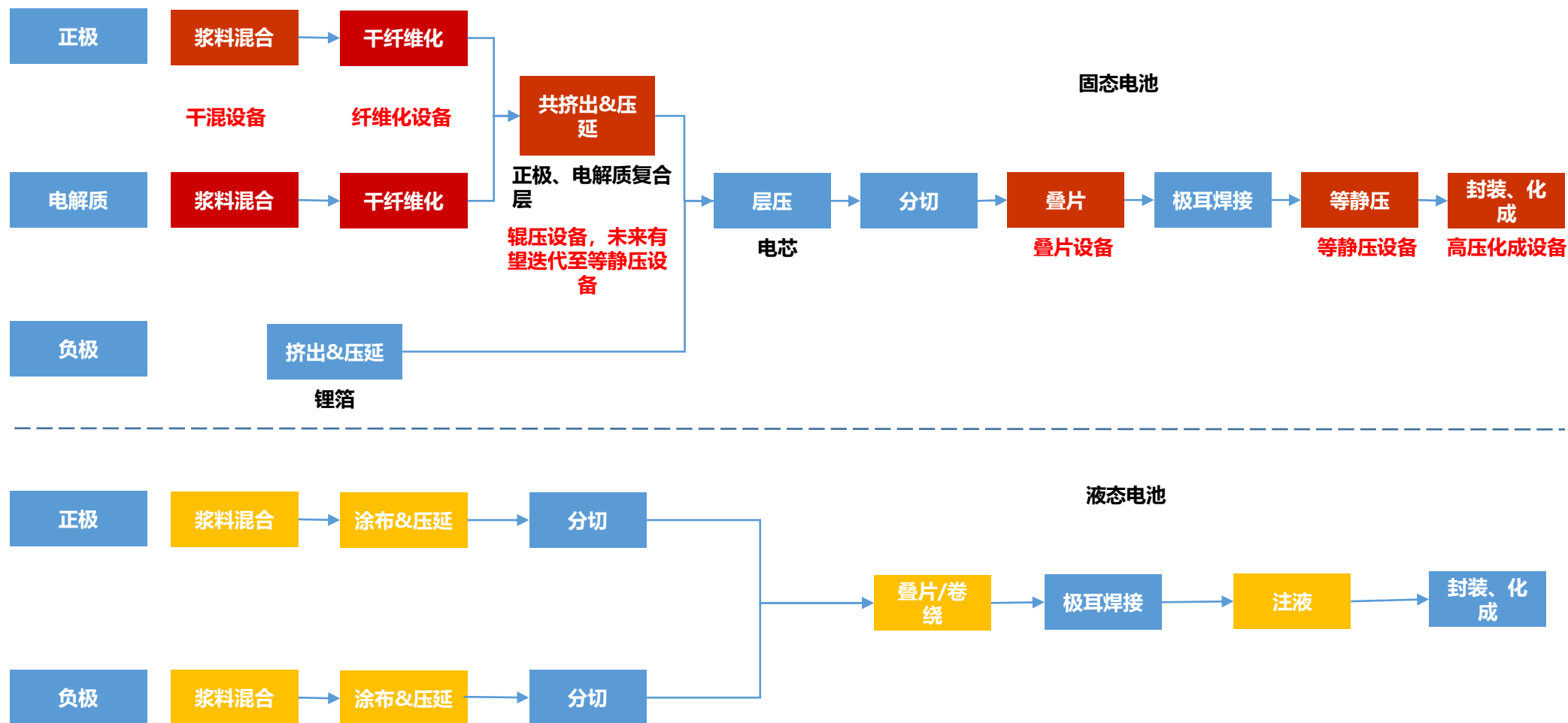
资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

表7：部分海外电池企业半固态与全固态电池布局进展

公司名称	量产进展	电解质方案
三星SDI	2022年3月公司开始建设固态电池试验线，2023年内建成投产。2025年初公司拟扩大韩国固体电池生产线，以保障2027年量产全固态电池的目标	硫化物
LG新能源	公司与韩国科学技术院、首尔大学等积极进行固态电池开发。公司计划2026年前实现聚合物半固态电池（能量密度约为650Wh/L）产业化，2028年量产聚合物全固态电池（能量密度约为750h/L），2030年量产硫化物全固态电池（能量密度约900Wh/L）。外媒报道称，2023Q3 LG新能源开始计划在梧仓工厂建设半固态电池生产线。公司拟2025年建设硫化物全固态电池及干法电极中试线。	聚合物，硫化物
SK On	公司计划2026年前完成聚合物氧化物复合固态电池和硫化物固态电池研发，并于2028年进行产业化。目前正在开发两款新型固态电池原型产品，预计分别于 2028 年与 2030 年面世。公司与 Solid Power 合作建设的首座试验工厂预计 2025 年下半年竣工。	聚合物+氧化物；硫化物
松下	2019年，公司与丰田合资成立Prime Planet Energy & Solutions开发固态电池，计划2027年开始为丰田提供固态电池。公司计划2025-2029年间量产用于小型无人机的全固态电池。	硫化物

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

图10：固态电池工艺设备环节核心变化

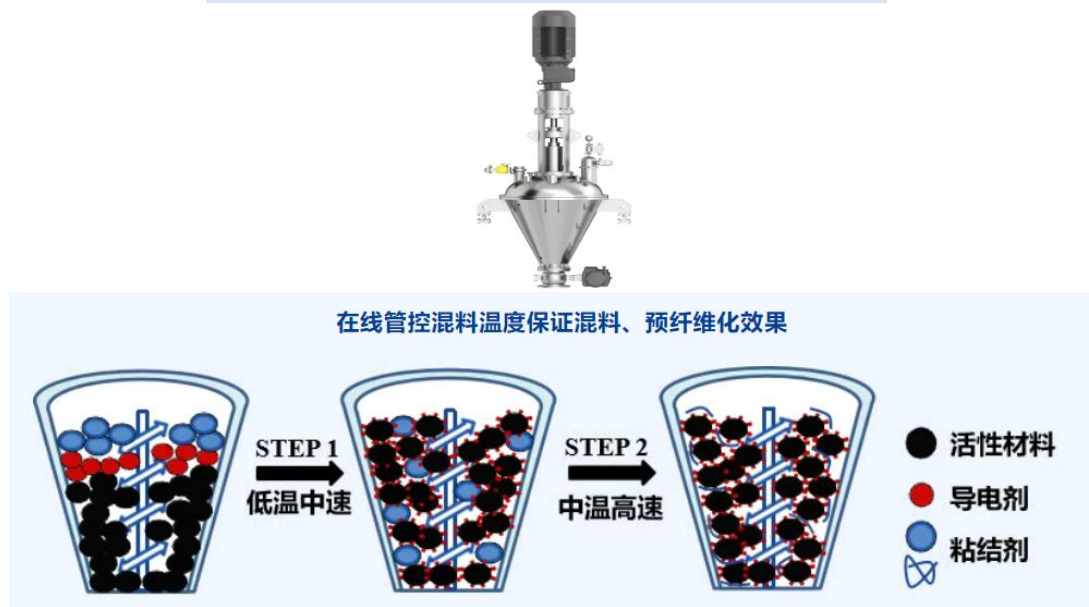


资料来源：Heimes H H, Kampker A, Hemdt A V, et al. PRODUCTION OF ALL-SOLID-STATE BATTERY CELLS[M]. 2019., 曼恩斯特官网, 国信证券经济研究所整理; 注：黄色、红色为固态电池与液态电池相比变化环节; 固态电池工艺尚未成熟, 没有形成固定工艺

前道工序：全固态电池更适配干法电极方案

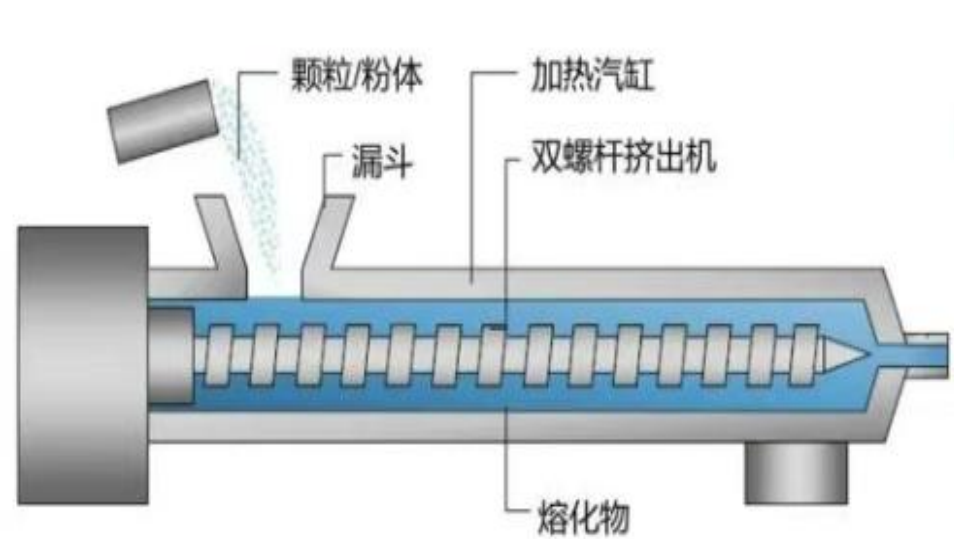
- **硫化物固态电池未来或采用干法电极工艺：干混+纤维化+辊压成膜。**干法电极工艺是在无溶剂环境下，将活性材料、导电剂、粘合剂混合后，在一定温度、剪切力作用下使粘结剂发生纤维化形成三维网状结构混匀材料，之后将其辊压覆盖在集流体表面来形成电极。硫化物电解质对于水、氧气等敏感并对部分溶剂的化学稳定性较差，故而与干法工艺更加适配。
- **针对干性粉料混合，需增加干混纤维化设备。**固态电池混料环节使用干性颗粒或者粉体，原有液态电池搅拌设备需要改进，对搅拌器位置、搅拌速度以及温度等做出调整，以保证混合的效率、混合后粘度以及均匀性。另外固态电池混料后需要增加纤维化设备以提升粉体成膜性能。干混与纤维化关联程度高，部分厂商对两者进行一体化设计。

图11：曼恩斯特高效混合机以及混合工序



资料来源：曼恩斯特官网，国信证券经济研究所整理

图12：双螺杆设备示意图

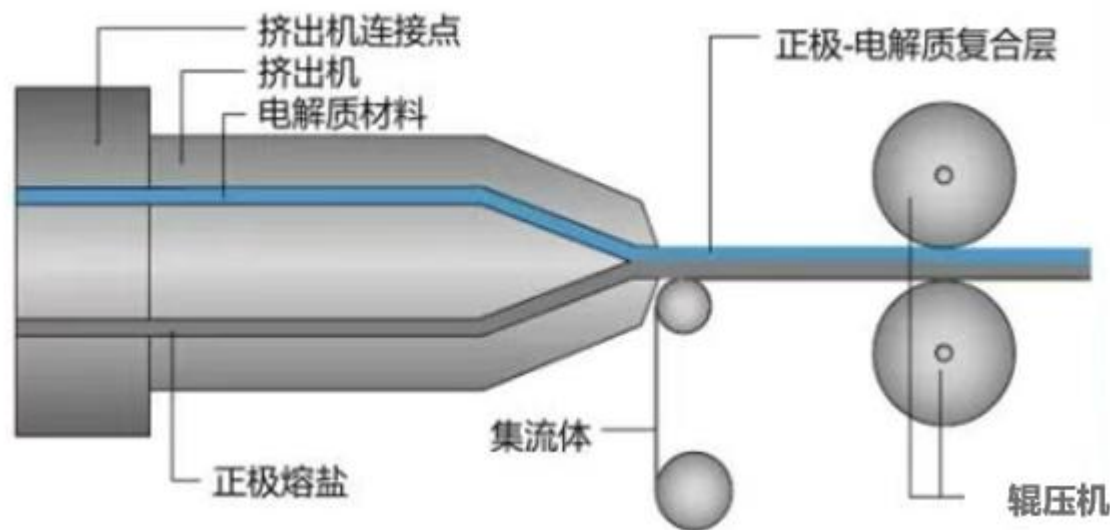


资料来源：Heimes H H, Kampker A, Hemdt A V, et al. PRODUCTION OF ALL-SOLID-STATE BATTERY CELLS[M]. 2019., 国信证券经济研究所整理

前段工序：全固态电池更适配干法电极方案

- **成膜阶段新增辊压设备需求。**干法电极工艺中辊压设备主要用于成膜环节。干法辊压需要施加较大压力或者采用多辊差速辊压等方式、将干粉压实到特定密度与厚度；对于设备精度要求更高。
- 目前干法混料与纤维化环节，宏工科技等企业布局领先；辊压设备领域，纳科诺尔等企业积极布局。此外，先导智能、曼恩斯特、赢合科技等公司整合前道工序，已实现干法前段设备的全覆盖。

图13：全固态电池辊压成膜工序



资料来源：Heimes H H , Kampker A , Hemdt A V ,et al.PRODUCTION OF ALL-SOLID-STATE BATTERY CELLS[M]. 2019., 国信证券经济研究所整理

中段工序：卷绕更换为叠片设备、增加等静压设备

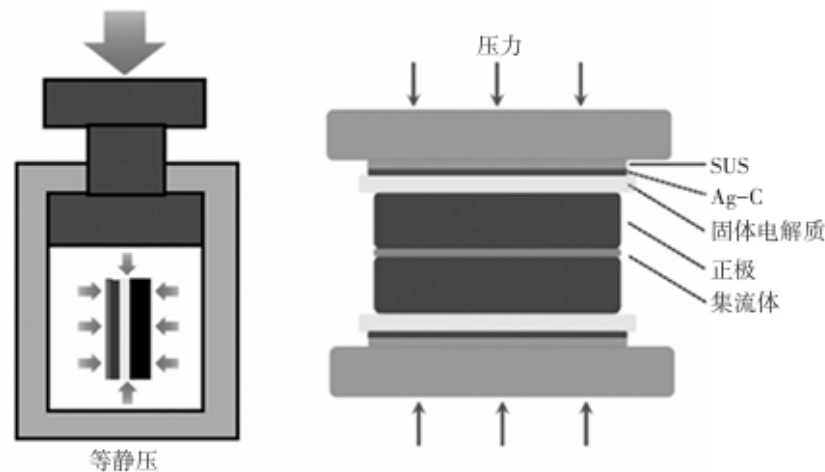
- **固态电池电解质层柔韧性较差，未来或全部采用叠片工艺。**固态电解质具有脆性，不适用卷绕工艺，需全部采用叠片工艺。另外，由于固态电池各极片大小不一，边缘无隔膜部分易错位发生短路，对叠片设备精度提出更高要求。
- **为改善固态电池固-固界面接触问题，需要增加等静压工艺。**固态电池各材料层堆积时，需要施加一定压力对其进行致密化处理。但是传统热压和辊压方案提供压力有限且施加压力不均匀，电极和电解质材料结合的紧密性以及材料密度均匀性难以保障。等静压技术是将带压实的粉料、胚料等置于密封容器中，以高压流体为介质，将其产生的静压力均匀从各个方向对加工件加压。等静压技术应用于固态电池中，可使电极和电解质材料紧密结合，优化界面接触，消除电芯内部空隙，减少界面阻抗，提升电池离子电导率和机械强度。

图14：先导智能Z型叠片机



资料来源：先导智能官网，国信证券经济研究所整理

图15：全固态电池等静压设备示意图

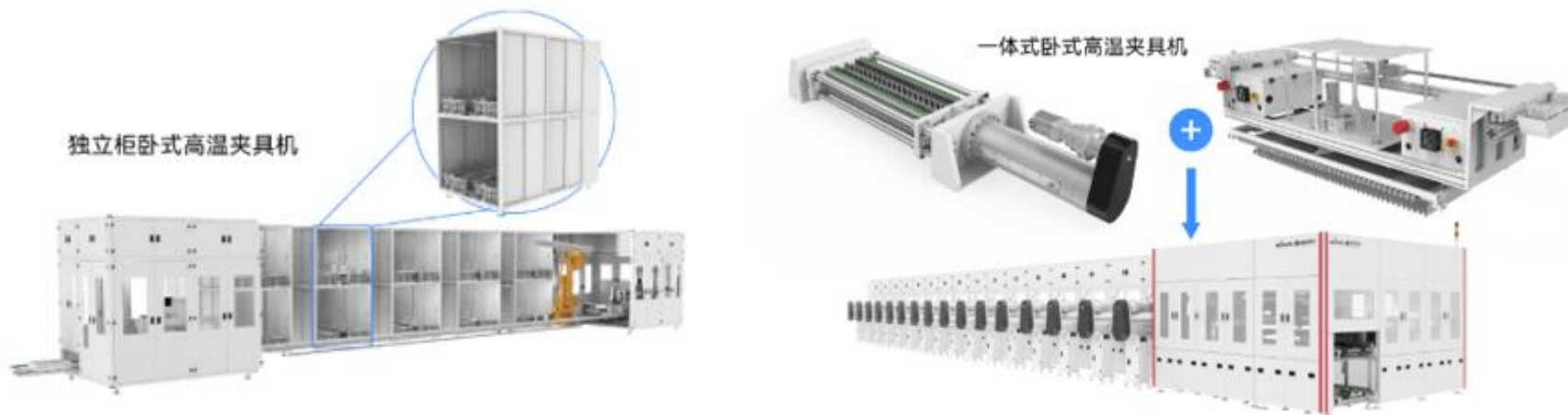


资料来源：翟喜民,孙笑寒,姜涛,等.全固态电池生产工艺分析[J].汽车文摘,2022, 国信证券经济研究所整理

后段工序：或采用高压化成工艺

- 固态电池内部阻抗相较液态电池更高，需要施加更大的压力强制锂离子穿透固-固界面屏障，形成离子导通网络。常规电池化成压力在6吨左右；固态电池化成压力则需要10-100吨，同时化成时间亦显著增加。

图16：先导智能固态高压化成分容解决方案



资料来源：先导智能官网，国信证券经济研究所整理

表8：部分设备企业在固态电池设备领域布局情况

公司名称	主营业务	固态电池布局设备	固态电池设备进展	固态电池领域合作客户
纳科诺尔	锂电高精度辊压设备	干法辊压设备	公司与清研电子成立合资公司清研纳科，共同开发干法辊压设备。2024年已供应干法试验线、中试线设备。2025Q3将量产GWh级别负极干法辊压设备。	公司已与头部客户签订了干法电极设备采购合同。
先惠技术	模组&PACK段设备； 模组与PACK结构件	干法辊压设备	公司已经实现干法前道设备出货	清陶能源
宏工科技	物料自动化处理产线 及设备	纤维化设备	公司与清研电子成立合资公司清研宏工。	已有订单
曼恩斯特	锂电涂布模头	干法辊压+纤维化设备	2024年已有千万级别固态湿法设备订单+千万级别干法设备订单。	已实现出货
华亚智能	半导体等结构件；锂 电物料搬运设备	干法辊压+纤维化设备	已实现干法前道设备出货	海希通讯
信宇人	涂布设备	干法辊压+纤维化设备	已完成样机制备；客户积极接触送样中。	
赢合科技	锂电涂布辊压设备； 电子烟等。	干法辊压+纤维化设备 +叠片设备	2025年6月，固态湿法涂布设备、固态辊压设备及固态电解质转印设备顺利出货。	

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

表8：部分设备企业在固态电池设备领域布局情况（续）

公司名称	主营业务	固态电池布局设备	固态电池设备进展	固态电池领域客户
德新科技	叠片设备	叠片设备		
誉辰智能	包膜与氦检设备	叠片设备	与客户积极接触	
先导智能	锂电光伏整线设备	整线设备	公司具备全固态整线解决方案，打通了全固态电池制造工艺环节。2025年6月，公司成功向一家全球领先的电池制造企业交付了多套固态电池核心装备，包括复合转印设备与高速叠片设备。	
海目星	激光设备	整线设备	公司2023年开始布局固态电池技术，2024年7月与欣界能源达成5年期战略合作协议，并签订了价值4亿元的2GWh固态电池设备量产订单。	欣界能源
利元亨	锂电整线设备	整线设备	2021年12月，公司与清陶能源签署了4份固态电池产线设备购销合同。2022年，公司为国轩高科提供半固态电池中试生产线装备，2024年6月，公司美国首条固态电池前段设备顺利出货。	广汽、清陶能源、国轩高科
联赢激光	激光设备	激光设备		
杭可科技	锂电后道分容化成设备	高压化成设备	已对多个客户进行出货	

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

固态电解质：硫化物体系成为全固态电池主流路线

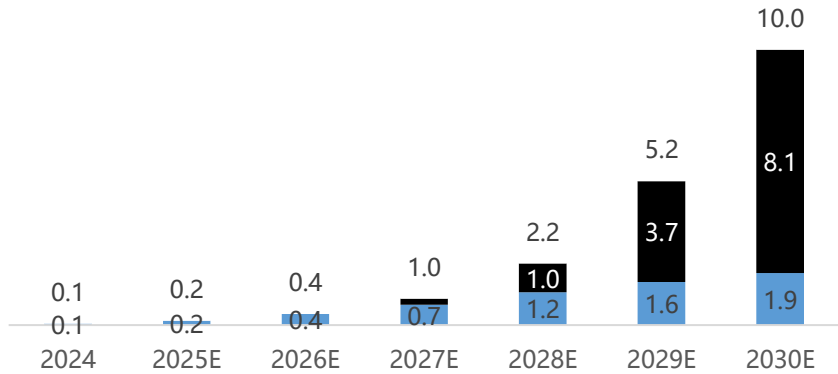
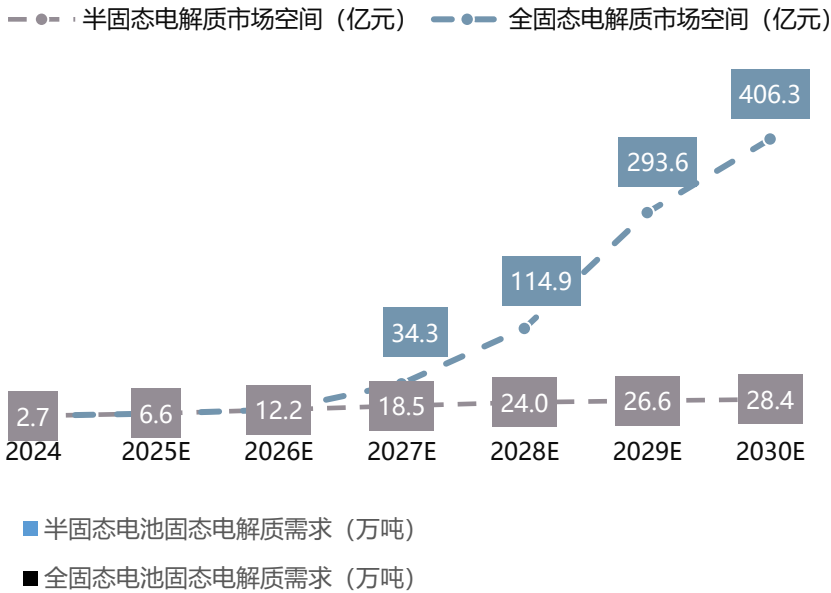
- 固态电解质主要分为：聚合物电解质、无机电解质以及复合电解质。**聚合物体系生产工艺简单、量产速度快；氧化物体系综合性能较好；硫化物体系导电率最优、但氧化稳定性差；卤化物体系电化学稳定性较高、电导率较高、但是制备成本高。
- 半固态电池：技术路线以氧化物为主；**主要以中国企业主导该技术路线发展。国内企业天目先导、清陶能源等均已经实现量产。
- 全固态电池：技术路线以硫化物为主。**日本企业布局时间较长，中国企业近年发展迅猛。海外企业长期坚持硫化物技术路线；2024年以来国内企业逐渐形成以硫化物作为全固态电池核心电解质路线的共识。部分企业采用硫化物为主的电解质体系，并在正极侧复合氧化稳定性好的卤化物电解质，以提升综合性能。

表9：不同固态电解质特性比较

类型	材料体系	离子电导率 (S/cm)	优点	缺点
聚合物	聚环氧乙烷 (PEO)、聚甲基丙烯酸酯 (PMMA)、聚偏氟乙烯 (PVDF)	10 ⁻⁴ (65-78 °C), 10 ⁻⁵ ~ 10 ⁻⁷ (室温)	生产简单、加工性能好、机械性能佳	热稳定性有限, 电化学窗口窄 (<4V)、高电压耐受力差
	非薄膜: 钙钛矿型、石榴石型、钠超离子导体型 (NASICON)	10 ⁻⁵ ~ 10 ⁻³	高化学和电化学稳定性, 高机械强度, 宽电化学窗口	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
氧化物	薄膜: LiPON	10 ⁻⁷ ~ 10 ⁻⁵	可选择金属锂负极, 正极材料选择面广	成本高, 难以大规模生产
硫化物	Li ₂ S-P ₂ S ₅ 、Li ₂ S-P ₂ S ₅ -MS _x	10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻²	高离子电导率, 良好的机械强度和机械的灵活性	氧化稳定性差, 对水敏感, 与正极材料兼容性差
卤化物	Li _{1-x} MXb (M为金属元素, X为卤素元素)	10 ⁻³	高离子电导率、高氧化稳定性、宽化学窗口	成本高、对水敏感

资料来源：姚忠冉等《锂离子电池氧化物固态电解质研究进展》. 新能源进展 (2023)，吴敬华等《固态锂电池十年（2011-2021）回顾与展望》. 储能科学与技术 (2022)，国信证券经济研究所整理

图17：全球固态/半固态电池电解质材料市场空间（亿元）及需求（万吨）



资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网、EV Tank，SNE Research，动力电池联盟；国信证券经济研究所整理与测算

固态电解质：硫化物体系处于量产初期阶段



- 氧化物固态电解质（半固态电池领域）**：天目先导、清陶能源、蓝固新能源等企业量产进度领先，并形成千吨级以上产能，在对外供货或自用。
- 硫化物固态电解质（全固态电池领域）**：日本三井金属、出光兴产等布局较早，目前均有百吨级产能并实现出货。国内企业中科固能、有研新材等布局较快，亦实现小批量供货。同时，由于目前产业化尚未成熟，硫化物固态电解质的产品售价普遍在上百万元/吨。

表10：部分公司固态电解质布局情况

公司名称	公司简介	电解质类别	电解质产能	产业进度	客户/产业链合作	技术团队背景
天目先导	公司成立于2017年，主营产品为硅基负极、硬碳负极、石墨负极、固态电解质等。	氧化物-LATP	3000吨	量产	卫蓝新能源等，与恩捷股份、卫蓝新能源成立合资公司	中国科学院物理所陈立泉院士、李泓研究员、罗飞博士（董事长）
清陶能源	公司成立于2016年，主营产品为固态电池、新能源材料等。	氧化物+聚合物 氧化物-LLZTO/LLZO 硫化物	千吨级产能 产能扩张规划中	量产	主要自用	中国科学院院士、清华大学教授南策文团队
中科固能	公司成立于2022年，主营产品为硫化物固态电解质、全固态电芯等。	硫化物	百吨级产线已建成 2025年扩产至千吨 长期规划万吨级	量产	小批量供应宁德时代	中国科学院物理所博士生导师吴凡（董事长）
蓝固新能源	公司成立于2021年，主营产品为锂离子/钠离子电池电解液、混合固液电解质、固态电解质等。	氧化物-LLTO&LLZO&LATP 固液混合电解质	建成产能：超5万吨 后续规划：5万吨	量产	卫蓝新能源、天目先导等	李立飞博士，毕业于中国科学院物理所，师从黄学杰研究员、李泓研究员和陈立泉院士
蓝兆新材料	公司成立于2023年，是卫蓝新能源子公司，主营产品为固态电解质等。	氧化物-LATP&LLZO&LLTO	现有产能：超500吨 规划：2025年落地1万吨 产能	量产	卫蓝新能源	
出光兴产	公司成立于1940年，主营业务涵盖石油化工、石油及其他矿物资源开发、医药品等。	硫化物	2025年初具有十几吨中试线，计划后续扩张至百吨级。	小批量量产	丰田等	
三井金属	公司主要生产金属、汽车零部件等产品，是日本最大企业三井集团的子公司。	硫化物	2021年开始进行产品测试，2024年产能扩张至近百吨。	量产	丰田、本田、小批量供应宁德时代等	

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

固态电解质：硫化物体系处于量产初期阶段（续）

表10：部分公司固态电解质布局情况（续）

公司名称	公司简介	电解质类别	电解质产能	产业进度	客户/产业链合作	技术团队背景
上海洗霸	公司成立于1994年，主营产品为水处理化学品、人机共存数字化消毒技术解决方案等，并积极开拓固态电解质、硅碳负极、硬碳负极等业务。	氧化物-LLZTO/LLZO 卤化物	年产50吨氧化物电解质产能爬坡中；年产20吨卤化物电解质产线已完成设计	送样到小批量量产	2024年固态电解质完成47个批次送货、覆盖26家客户（含清陶能源等）。	中国科学院上海硅酸盐研究所张涛团队
赣锋锂业	公司成立于2000年，主营产品为锂化合物、金属锂，并积极拓展锂电池、锂电材料领域布局。	氧化物-LLZTO/LLZO 氧化物-LATP 硫化物 聚合物	千吨级产能	小批量量产	主要自用	
当升科技	公司成立于1998年，主营产品为锂电正极材料。	氧化物-LATP/LAGP 硫化物 卤化物 复合固态电解质	完成百吨级中试线建设	氧化物体系 中试阶段 硫化物与卤化物处于小试阶段		
恩捷股份	公司成立于2006年，主营产品为锂电池隔膜等。	硫化物	规划1000吨产能，一期10吨产能在2025年6月开工建设。		卫蓝新能源等	
奥克股份	公司成立于2000年，主营产品为环氧乙烷衍生精细化工新材料。	聚合物-PEO		处于应用开发阶段		
金龙羽	公司成立于1996年，主营产品为电线电缆，并积极推进固态电池和固态电解质等业务布局。	氧化物		客户送样与评测		
贝特瑞	公司成立于2000年，主营产品为锂电负极材料、正极材料等。	氧化物-LATP/LLZO 聚合物固态电解质				
璞泰来	公司成立于2012年，主营产品为锂电负极、隔膜、设备等。	氧化物-LATP/LLZO	200吨中试线			
天赐材料	公司成立于2000年，主营产品为电解液、磷酸铁及日化材料、有机硅橡胶材料等	氧化物、聚合物 硫化物	2025年内建设硫化物中试线			
星源材质	公司成立于2003年，主营产品为锂电池隔膜。	氧化物 硫化物		参股的新源邦已实现氧化物电解质出货，2025年将量产硫化物电解质		

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

- **半固态电解质原料：**目前国内半固态电解质多为氧化物体系。

氧化物固态电解质LLZO的原材料包括二氧化锆、硝酸锆、碳酸锆等。国内锆生产企业主要包括东方锆业、三祥新材、凯盛科技等。

氧化物固态电解质LLZO/LLTO的原材料包括氧化镧、硝酸镧、氢氧化镧等。国内企业中北方稀土、盛和资源等具有氧化镧生产能力。

氧化物固态电解质LLTO/LATP的原材料包括二氧化钛、焦磷酸钛等。国内主要钛白粉生产企业包括龙佰集团、中核钛白、钒钛股份等。

氧化物固态电解质LAGP、硫化物固态电解质LGPS等原材料包括二氧化锗、硫化锗等。

- **全固态电解质原料：**国内外全固态电解质多为硫化物体系、部分辅以卤化物，主要原料为硫化锂（1GWh固态电池需要300-500吨硫化锂）。目前海外出光兴产产业化进度较快，国内厦钨新能、光华科技等均处于加速布局阶段。目前硫化锂单吨价格仍在数百万元。

固态电解质原料相关企业布局梳理

表11：部分公司固态电解质原料布局情况

公司名称	相关产品	主营业务情况	固态电解质原料相关布局	固态电池领域客户
三祥新材	氧化锆 锆基氯化物	公司主营产品为电熔氧化锆、铸造改性材料、单晶电熔铝高级研磨材料等。公司现有2.6万吨电熔氧化锆、2万吨氯氧化锆产能；在建氯氧化锆8万吨。	氧化锆向下游客户小批量供货。 锆基氯化物初步通过客户验证，目前已向下游固态电池工厂实现小批量供货。	清陶能源等
东方锆业	氧化锆	公司深耕锆制品近三十年。公司现有2.6万吨电熔氧化锆、0.94万吨二氧化锆、5万吨氯氧化锆产能；在建电熔氧化锆产能2万吨。	公司提供的样品已获得部分固态电池材料厂家研发试用初步认可，后续将进行大样实验。	
厦钨新能	硫化锂	公司主营产品为三元正极、钴酸锂正极、磷酸铁锂正极等。	送样验证中。	
恩捷股份	硫化锂	公司主营产品为锂电池隔膜等。	已完成百吨级中试线，计划建设千吨级中试线	
天赐材料	硫化锂	公司主营产品为电解液、磷酸铁等。	已通过液相法开发出硫化锂产品	
容百科技	硫化锂	公司主营产品为三元正极等。	硫化锂与硫化物固态电解质配套开发中	
天际股份	硫化锂	公司主营产品为六氟磷酸锂等锂盐。	天际股份与ATL合资泰瑞联腾材料已经取得高纯硫化锂发明专利	
光华科技	硫化锂	公司主营产品包括PCB化学品、三元前驱体、动力电池回收等。	现有年产能300吨，规划产能3000吨	
出光兴产	硫化锂	公司成立于1940年，主营业务涵盖石油化工、石油及其他矿物资源开发、医药品等。	产能预计2027年中扩张至1000吨	丰田等

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

固态电池正极：高镍三元为中短期方案，富锂锰基加快开发



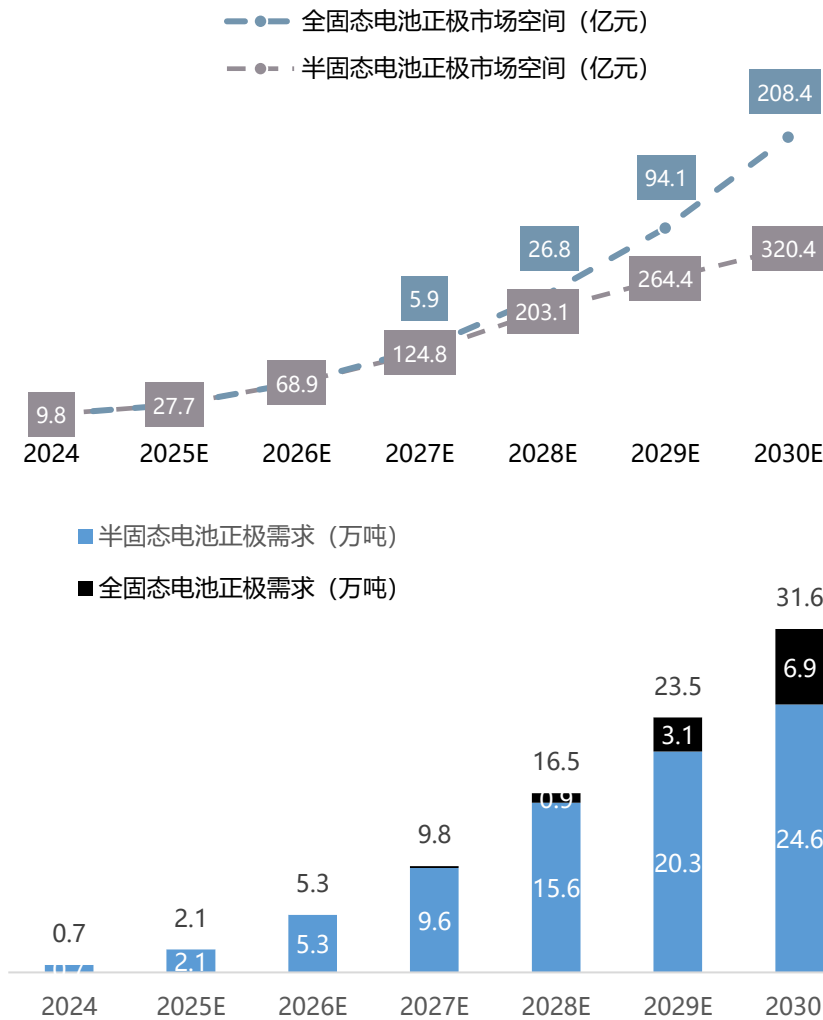
- **中短期内高镍三元体系是主流方案。**目前，固态电池正极开发主要集中在高镍三元正极、镍锰酸锂、富锂锰基等路线。其中高镍三元正极凭借能量密度高、倍率性能好、商业化程度高等优势，成为当前主流正极材料体系。富锂锰基、镍锰酸锂等材料高能量密度优势突出，未来有广阔应用前景。目前，容百科技正就富锂锰基进行吨级验证，当升科技在进行5V尖晶石镍锰酸锂正极样品验证。
- **当升科技、容百科技等产业化布局领先。**大多数三元正极企业均拥有高镍三元产品布局，其中容百科技、当升科技等均已经实现对固态电池企业的出货。厦钨新能、振华新材、长远锂科、贝特瑞等正极企业也有固态电池材料布局。此外，宁夏汉尧、巴斯夫杉杉、华友钴业等企业也积极布局富锂锰基等新型正极材料。

表12：部分正极材料性能对比

类型	磷酸铁锂	三元材料	富锂锰基	锰酸锂	镍锰酸锂	硫化物正极
克容量 (mAh/g, 0.1C)	155-163	150-220	130-320	100-140	130-147	800-2000
电压平台 (V)	3.2	3.7	3.7-4.6	3.7-3.8	4.7	-
压实密度 (g/cm3)	2.2-2.7	3.4-3.7	2.9-3.1	2.9-3.2	2.8-3.3	-
循环寿命 (次)	3000-12000	1000-3000	1000-6000	400-2000	400-1000	50-1850
倍率性能	一般	较好	较差	较好	优秀	较好

资料来源：姚忠冉等《锂离子电池氧化物固态电解质研究进展》.新能源进展（2023），吴敬华等《固态锂电池十年（2011-2021）回顾与展望》.储能科学与技术（2022），国信证券经济研究所整理

图18：全球固态/半固态电池正极材料市场空间（亿元）及需求（万吨）



资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网、EV Tank，SNE Research，动力电池联盟，国信证券经济研究所整理与测算

固态电池正极：传统三元企业优势明显



- 固态电池正极材料目前仍以三元高镍正极为主，其中传统优势企业容百科技、当升科技等在固态电池客户开拓方面依旧处于领先地位。未来，富锂锰基、镍锰酸锂等材料有望成为重要技术路线，但目前大多处于吨级送样阶段。

表13：部分正极企业固态电池材料布局情况

公司名称	主营业务情况	固态电池相关材料布局	固态电池领域客户
容百科技	公司主营业务为锂电正极材料销售，产品涵盖三元正极、磷酸盐系材料等。	9系超高镍材料批量供应半固态电池客户；超高镍三元和富锂锰基在对全固态电池客户进行吨级送样验证	与国内外40余家电池及整车企业建立了合作关系
当升科技	公司主营业务为锂电正极材料销售，产品涵盖三元正极、磷酸盐系材料、钴酸锂等。	公司固态电池正极2024年出货近千吨。镍锰酸锂在进行客户送样与验证。	已经导入清陶、卫蓝、辉能、赣锋等；通过鹏辉、瑞浦兰钧等性能测试并获得吨级订单。
厦钨新能	公司主营业务为锂电正极材料销售，产品涵盖三元正极、磷酸盐系材料、钴酸锂等。	公司匹配氧化物路线固态电池的正极材料已实现供货；硫化物路线固态电池的正极材料与下游客户积极进行技术研发交流	
华友钴业	公司主营业务为钴、铜、镍等金属以及前驱体、正极材料等生产与销售。	公司半固态电池正极材料已应用于终端客户超长续航车型，全固态电池正极持续推进头部企业开发认证。巴莫科技已经布局富锂锰基等材料专利。	2025年3月，公司控股子公司天津巴莫与卫蓝新能源签订战略合作协议，合作期限为5年。
振华新材	公司主营业务为锂电正极材料生产与销售，产品涵盖三元正极等。	公司积极推进无钴镍锰二元材料、超高镍高容量多晶等产品研发。	
巴斯夫杉杉	公司系巴斯夫与杉杉股份的合资公司，业务涵盖正极前驱体与正极销售、电池回收等。	公司开发出富镍固态电池用三元材料，预计今年将进入量产阶段	
盟固利	公司主营业务为钴酸锂、三元正极等。	2024年公司开始与国内头部客户联合开发高镍正极、富锂锰基正极，目前积极推进中试产品供应。	
宁夏汉尧	公司主营业务为锂电正极材料、石墨烯、导电浆料等生产与销售。	公司积极在无钴二元材料、富锂锰基材料等领域布局，2009年开始启动富锂锰基的产业化，2023年在宁夏基地建成了万吨级富锂锰基材料产线。	2022年公司与宁德时代、中国科学院宁波所等共同合作富锂锰基相关国家重点专项。

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

固态电池负极：掺硅体系为中短期主流方案，锂金属具备长期空间



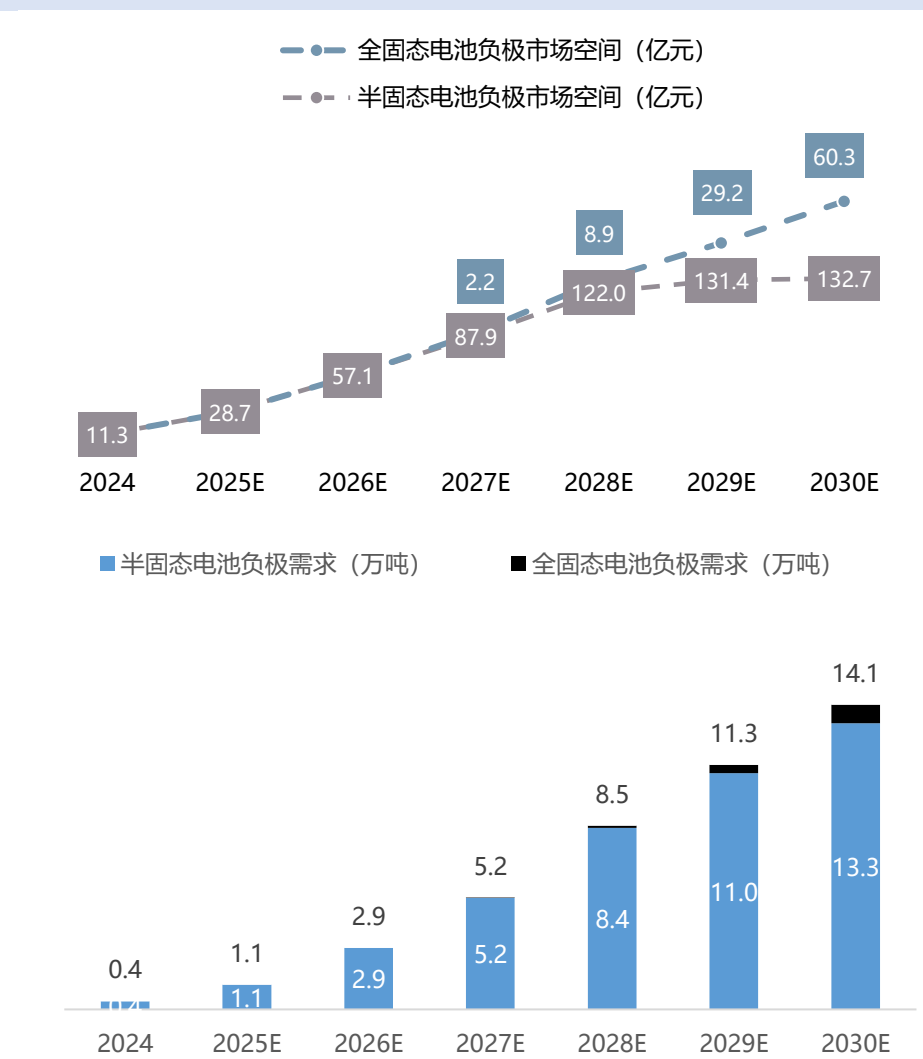
- 硅基负极或成为固态电池负极材料中短期主要解决方案。固态电池的负极材料主要包括石墨、硅负极、合金负极、金属锂等。硅理论比容量高达4200mAh/g，是石墨类负极的十倍以上，其优势在于：1) 电位低、克容量高，能量密度高；2) 地壳中含量高，理论成本低；未来其有望成为中短期重要的负极材料方案。
- 长期来看，金属锂有望在固态电池负极实现应用。金属锂理论克容量高、电极电位低，是固态电池的理想负极材料。但目前产业化还存在挑战：金属锂电化学活性高，影响负极和电解质的利用率；锂金属在循环过程中容易出现枝晶生长的问题，从而影响电池的循环稳定性。
- 硅基负极方面，贝特瑞、杉杉股份、翔丰华、璞泰来等已经初步量产硅碳负极等产品。金属锂负极方面，赣锋锂业、天齐锂业、英联股份、天铁科技等积极进行产业布局。

表14：部分负极材料性能对比

类型	材料	克容量 (mAh/g)	优点	缺点
石墨	天然石墨、人造石墨	310-370	成本低、储量大、商业化程度高、稳定性好	克容量小、电池能量密度小
硅基负极	硅碳、硅氧、纳米硅、微米硅等	400-4000	高理论克容量、环境友好、储量大	体积膨胀大、电子电导率低、锂离子扩散系数低、纳米硅负极成本高
合金负极	Li-Al、Li-Sn、Li-In、Li-Si	400-4000	界面润湿性好、抑制界面副反应与锂枝晶	体积膨胀率高、结构变化大、电池能量密度下降
金属锂	锂箔、锂膜	3860	高理论克容量、极低电极电位	易界面反应、体积膨胀率大、易形成锂枝晶、使用条件苛刻

资料来源：贾理男等《基于硫化物电解质的全固态锂离子电池负极研究进展》.化工学报（2022），国信证券经济研究所整理

图19：全球固态/半固态电池负极材料市场空间（亿元）及需求（万吨）



资料来源：卫蓝新能源官网、清陶能源官网、上海有色网、EV Tank，SNE Research，动力电池联盟，国信证券经济研究所整理与测算

固态电池负极：2025年硅基负极产能将快速释放



- 中短期来看，硅基负极依托其能量密度较高、技术相对成熟等优势，将成为固态电池的主流负极方案；企业硅负极扩张产能预计在2025年开始陆续大规模投放，其中贝特瑞等企业布局相对领域。长期来看，锂金属依托能量密度高的优势将成为固态电池重要技术路线，锂资源领域企业在该细分领域布局领先。

表15：部分企业固态电池负极材料布局情况

公司名称	路线	硅基负极/金属锂负极布局情况	产业化进度情况	硅基材料/金属锂产能
贝特瑞	硅基	公司2006年开始研发硅基负极材料。目前硅碳负极已经开发至第六代、克容量超2000mAh/g，硅氧负极比容量已经达到1500mAh/g。	公司积极推进硅基材料量产，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。	建成产能：0.5万吨； 在建产能：4.5万吨
杉杉股份	硅基	2009年公司发布首个硅基负极专利。2021年公司硅负极产品在消费类和小动力市场批量应用。公司新一代硅基负极产品已实现海外客户的吨级销售。	公司硅氧产品已批量供应海外头部客户并实现装车；高压实、长循环新型硅碳负极产品实现量产，已通过海内外头部客户认证并实现批量交付。	建成产能：0.1万吨； 在建产能：4万吨
翔丰华	硅基	公司开发的硅碳负极材料产品处于中试阶段，已具备产业化条件。	公司与清陶能源签订战略合作协议。	中试阶段
璞泰来	硅基	公司早期与中科院物理所合作研发；2021年完成第二代硅基负极产品研发，在溧阳建立氧化亚硅中试线。2022年公司布局新一代低膨胀硅基负极产品。	公司现有部分客户硅氧负极订单，硅碳负极处于中试阶段实现小批量出货。	2025H1投产400吨 规划产能：1.2万吨
道氏技术	硅基 金属锂	硅碳负极方面，公司已送样涵盖头部数码类、动力类和消费类电芯厂。	公司与安瓦新能源就固态电池正极负极及导电剂达成战略合作。公司委托电子科技大学进行超薄金属锂负极的研发。	现有10吨级产能 2025年计划扩至1000吨级
上海洗霸	硅基		硅碳负极等产品已交付多家厂商测试，部分进入产品验证，测试和验证结果符合设计与技术要求。	现有500吨产能 拟扩产5000吨
赣锋锂业	金属锂	公司已实现 300mm 宽度的超宽幅超薄锂带量产；铜锂复合带中锂箔厚度可达到 3 微米。	搭载锂金属负极的固态电池能量密度可超过500Wh/Kg。搭载硅碳负极的固态电芯能量密度达320Wh/kg。	规划：0.7万吨金属锂负极
天齐锂业	金属锂	公司与卫蓝新能源成立合资公司，共同从事预锂化负极材料及回收、金属锂负极及锂基合金负极材料等。		规划：0.2万吨金属锂负极
天铁科技	金属锂		2025年5月与欣界能源签订5年，每年采购不低于100吨锂金属负极材料合同	
英联股份	金属锂		开发应用于固态电池的锂金属/复合集流体负极一体化材料，并与头部汽车公司开展相关的技术合作。	

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

- 硫化物固态电解质易与铜箔发生反应生成铜硫化物进而腐蚀集流体表面，影响电子传导并破坏电解质表面致密性。因此需要对原有铜箔集流体进行表面改性或者替换为更为致密以及耐腐蚀的不锈钢集流体等。

表16：部分企业固态电池集流体布局情况

公司名称	公司简介	固态电池集流体布局情况
诺德股份	公司主要生产锂电铜箔、电子电路铜箔	公司自2018年起研发出多孔铜箔，目前已适配固态/半固态电池技术。2024年公司推出耐高温电解铜箔集流体和耐腐蚀铜箔，2025年推出全球首款耐高温双面镀镍铜箔。
德福科技	公司主要生产锂电铜箔、电子电路铜箔	公司目前为半/全固态电池提供的负极集流体解决方案有雾化铜箔、微孔铜箔、镀镍铜箔等，以上产品均已实现批量供货。
嘉元科技	公司主要生产锂电铜箔	公司半固态（凝聚态）电池用铜箔已实现批量供应，全固态电池用铜箔及低阻抗、高结合力铜箔已小批量供应，耐腐蚀特种铜箔已完成送样
远航精密	公司主要生产精密镍基导体材料	积极与固态电池领域客户进行技术对接
甬金股份	公司主要生产不锈钢带等	积极与固态电池领域客户进行技术对接

资料来源：各公司公告、各公司官网，国信证券经济研究所整理；注：最新情况以各公司公告为准

软包为主流封装方式

固体电池主要封装形态为软包，亦有部分企业提出方形方案。软包电池优势：

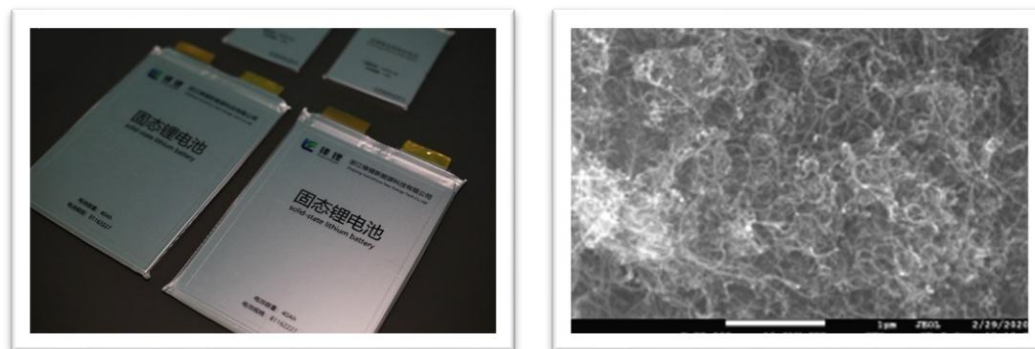
- 1) 固态电池安全性高、不易胀气，能够较好解决软包电池的潜在安全隐患；
- 2) 软包形态能量密度高能够更好的发挥固态电池材料的优势；
- 3) 固态电池材料整体相对缺乏弹性，采用软包封装形态能够在入壳时更好地保护其结构。

目前国内外铝塑膜主要生产企业包括DNP、昭和电工、新纶新材、紫江新材、明冠新材等。

固态电池或添加新型导电剂以及添加剂

- 固态电池方案中所采用的超高镍、富锂锰基、硅负极等材料导电性均相对较差，为优化电池电化学性能、碳纳米管添加量有望提升。目前国内外碳纳米管生产企业主要包括OCSiAl、天奈科技、道氏技术、捷邦科技等。
- 固态电解质导电性和倍率性能较差，可以通过添加LITFSI等添加剂来优化导电性能。代表生产企业包括瑞泰新材等。

图20：软包固态电池（左）与碳纳米管（右）



资料来源：赣锋锂业官网、天奈科技官网，国信证券经济研究所整理

四、投资建议

固态电池产业链部分上市公司梳理

所属环节	股票代码	股票名称
设备	832522.BJ	纳科诺尔
	688155.SH	先惠技术
	301662.SZ	宏工科技
	301325.SZ	曼恩斯特
	003043.SZ	华亚智能
	688573.SH	信宇人
	300457.SZ	赢合科技
	300340.SZ	科恒股份
	603032.SH	德新科技
	688638.SH	誉辰智能
	300450.SZ	先导智能
	688559.SH	海目星
	688499.SH	利元亨
	688006.SH	杭可科技
其他材料	300019.SZ	硅宝科技
	688116.SH	天奈科技
	300409.SZ	道氏技术
	002846.SZ	英联股份
	300587.SZ	天铁股份
	600110.SH	诺德股份
	301511.SZ	德福科技
	300584.SZ	海辰药业

所属环节	股票代码	股票名称
电解质相关材料	688778.SH	厦钨新能
	688005.SH	容百科技
	002812.SZ	恩捷股份
	002741.SZ	光华科技
	002709.SZ	天赐材料
	002759.SZ	天际股份
	300073.SZ	当升科技
	603200.SH	上海洗霸
	603663.SH	三祥新材
	002167.SZ	东方锆业
	301238.SZ	瑞泰新材
	835185.BJ	贝特瑞
	603659.SH	璞泰来
	688353.SH	华盛锂电
电池	300750.SZ	宁德时代
	688772.SH	珠海冠宇
	300014.SZ	亿纬锂能
	300438.SZ	鹏辉能源
	300068.SZ	南都电源
	001283.SZ	豪鹏科技
	688567.SH	孚能科技
	002074.SZ	国轩高科
	002882.SZ	金龙羽
	300473.SZ	德尔股份

投资建议：关注产业链布局领先企业



- 建议关注在固态电池、硫化物、设备等领域布局领先的企业：宁德时代、亿纬锂能、珠海冠宇、豪鹏科技、当升科技、容百科技、厦钨新能、璞泰来、天赐材料、天奈科技等。

表17：公司盈利预测及估值（2025.6.25）

股票代码	股票简称	投资评级	总市值 (亿元)	最新股价 (元)	EPS		PE	
					2025E	2026E	2025E	2026E
300750.SZ	宁德时代	优于大市	11678	254.9	14.4	17.3	17.7	14.8
300014.SZ	亿纬锂能	优于大市	939	45.9	2.5	3.4	18.0	13.6
688772.SH	珠海冠宇	优于大市	169	14.9	0.8	1.1	18.6	13.1
001283.SZ	豪鹏科技	优于大市	44	54.9	3.0	4.5	18.1	12.1
688778.SH	厦钨新能	优于大市	256	60.8	1.7	2.2	35.1	28.2
688005.SH	容百科技	优于大市	167	23.3	1.0	1.4	23.6	16.8
300073.SZ	当升科技	优于大市	222	43.8	1.4	1.8	31.9	25.0
603659.SH	璞泰来	优于大市	402	18.8	1.1	1.4	16.5	13.5
002709.SZ	天赐材料	优于大市	348	18.2	0.6	0.8	32.3	21.6
688116.SH	天奈科技	优于大市	169	46.0	1.2	1.7	39.4	27.2

资料来源: Wind，注：盈利预测均为Wind一致预期值

一、固态电池技术发展不及预期。固态电池仍存在寿命较低、倍率性能较差、成本较高等问题，若后续关键材料研发和工艺优化进展不及预期，或将造成固态电池批量生产进度不及预期。

二、固态电池产能建设不及预期。固态电池仍处于产业化的初期阶段，技术路线尚未确定、终端需求相对较弱；电池行业的重资产属性或使得企业后续在固态电池产能建设方面有谨慎态度，存在产能扩张不及预期的风险。

三、政策支持力度不及预期。新能源汽车和动力电池行业是发展的新兴行业，政策层面具有持续的激励和支持，若后续国内外新能源车和动力电池政策支持力度减弱，则存在固态电池量产不及预期的风险。

免责声明

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）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6到12个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6到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作为基准。A股市场以沪深300指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普500指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、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意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。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。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券
GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032