

固态电池产业化进展有望加速

——电力设备行业深度研究

申港证券
SHENGANG SECURITIES

投资摘要:

固态电池产业化进展有望加速:

- 今年2月,在第二届中国全固态电池创新发展高峰论坛上,多位专家学者、研究机构、企业代表共同聚焦材料科学、新工艺新装备及产业前沿进展,探讨全固态电池创新突破及挑战,诸多专家认为固态电池有望2027年量产装车。
- 去年3月,工业和信息化部、科学技术部、财政部及中国民用航空局印发了关于《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030年)》的通知,其中提到一重点任务:推动400Wh/kg级航空锂电池产品投入量产,实现500Wh/kg级航空锂电池产品应用验证。
- 我们认为,低空飞行器,人形机器人等领域的快速发展,高安全和高能量密度(轻量化)为主要诉求的全新电动场景将有力刺激固态电池加速发展。

固态电池:革新性的电池技术:

- 核心在于使用固态电解质替代传统锂离子电池中的液态电解液,在安全性和能量密度方面优势显著。
- 固态电池主流技术路径可按照固态电解质的不同分为三类:聚合物、氧化物、硫化物。
- 氧化物电解质进展最快,半固态和准固态电池中短期有望量产并实现规模化装车;
- 硫化物电解质生产成本低,尽管技术难度很高但电池性能优异,头部企业已有较深技术积累,一旦突破将形成较高的技术壁垒,长远来看潜力巨大;
- 聚合物电解质路线大概率作为前两种路线的补充,与氧化物和硫化物复合以改善电解质/电极界面柔性,提升电池循环性能。
- 全固态电池的核心挑战在于:“材料性能-界面稳定性-工艺成本”的多维矛盾。

重点公司产业化进程:

- 电池形态:半固态逐渐向全固态过渡。
- 关键参数:半固态电池能量密度一般可达到360Wh/kg,有少量装车应用。

投资建议:

- 虽然全固态电池的大规模量产仍需克服技术和成本瓶颈,但低空飞行器,人形机器人等领域的快速发展,高安全和高能量密度(轻量化)为主要诉求的全新电动场景将有力刺激固态电池加速发展,固态电池技术进展有望加快。
- 固态电池对锂(碳酸锂)的需求有望提升,建议关注“赣锋锂业”。作为业界领先的锂生态企业,赣锋锂业已形成固态电池全链路布局,在硫化物电解质及原材料、氧化物电解质、金属锂负极、电芯、电池系统等固态电池关键环节具备了研发、生产能力,并实现商业化应用,是业内唯一一家拥有固态电池上下游一体化能力的企业。

风险提示:

技术进展不及预期风险、成本降速不及预期风险、替代技术竞争风险、市场需求不足风险、研究报告使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。

评级

买入(维持)

2025年04月29日

刘宁

分析师

SAC执业证书编号:S1660524090001

行业基本资料

股票家数	384
行业平均市盈率	23.4
市场平均市盈率	11.7

行业表现走势图



资料来源: Wind, 申港证券研究所

内容目录

1. 固态电池产业化进展有望加速.....	4
2. 固态电池：革新性的电池技术.....	4
2.1 固态电池基本结构与原理.....	4
2.2 固态电池主流技术路径.....	5
2.2.1 聚合物路径.....	6
2.2.2 氧化物路径.....	6
2.2.3 硫化物路径.....	7
3. 固态电池面临的挑战.....	9
3.1.1 电解质材料的固有缺陷.....	9
3.1.2 电极-电解质界面问题.....	10
3.1.3 锂枝晶抑制难题.....	10
3.1.4 制造工艺复杂性与成本.....	10
3.1.5 性能与寿命问题.....	10
3.2 当前解决方案与研究趋势.....	10
4. 重点公司产业化进程.....	11
4.1 卫蓝新能源.....	11
4.1.1 技术路线与研发进展.....	11
4.1.2 产品落地与商业化.....	11
4.1.3 产能布局.....	11
4.2 清陶能源.....	12
4.2.1 技术研发进展.....	12
4.2.2 商业化与产品落地.....	12
4.2.3 产能布局.....	12
4.3 辉能科技.....	12
4.4 QuantumScape.....	12
4.5 Solid Power.....	13
4.6 宁德时代.....	14
5. 投资建议.....	14
6. 风险提示.....	15

图表目录

图 1：全固态电池构造示意图.....	4
图 2：全固态电池与传统锂离子电池特性比较.....	5
图 3：电解质的电导率随温度变化的曲线.....	6
图 4：硫化物固体电解质重要进展.....	8
图 5：各类电解质的性质对比.....	9
图 6：卫蓝 SHE 360S 汽车动力电池.....	11
图 7：2025 辉能科技固态电池进展.....	12
图 8：辉能科技固态电池性能表现.....	12
图 9：QuantumScape QSE-5 B Sample 参数.....	13
图 10：QuantumScape 技术路线图.....	13
图 11：Solid Power 固态电池设计目标.....	14
图 12：宁德时代凝聚态电池.....	14

表 1： 固态电池三种技术路径对比	8
-------------------------	---

1. 固态电池产业化进展有望加速

今年2月，在第二届中国全固态电池创新发展高峰论坛上，多位专家学者、研究机构、企业代表共同聚焦材料科学、新工艺新装备及产业前沿进展，探讨全固态电池创新突破及挑战，**诸多专家认为固态电池有望2027年量产装车。**

- ◆ 全国政协常委、经济委员会副主任，工业和信息化部原部长苗圩表示：固态电池产业化仍需解决技术、工艺和成本的问题。从当前全球固态电池研发进展来看，量产技术工艺有待成熟，2027年前后实现小批量生产。
- ◆ 欧阳明高院士提出：当前要聚焦以硫化物电解质为主体电解质匹配高镍三元正极和硅碳负极的技术路线，以比能量400瓦时/公斤、循环寿命1000次以上为性能目标，确保2027年实现轿车小批量装车，2030年实现规模量产。
- ◆ 一汽集团首席科学家王德平表示：全固态电池经过近几年的发展，已突破关键技术，现阶段正处于原型样机阶段。能量密度达400Wh/kg的全固态电池，预计在未来两至三年，有望实现小批量装车应用。
- ◆ 比亚迪锂电池有限公司 CTO 孙华军表示：比亚迪已经开始启动固态电池产业化的可行性验证，涵盖关键材料技术攻坚、电芯系统开发以及产线建设。计划2027年左右启动批量示范装车应用，预计在2030年前后实现大规模量产。

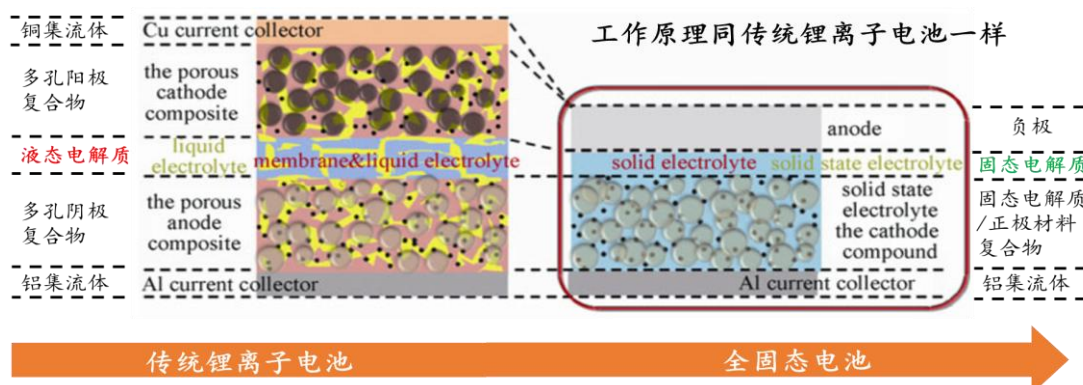
去年3月，工业和信息化部、科学技术部、财政部及中国民用航空局印发了关于《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》的通知，其中提到一重点任务：推动400Wh/kg级航空锂电池产品投入量产，实现500Wh/kg级航空锂电池产品应用验证。我们认为，低空飞行器，人形机器人等领域的快速发展，高安全和高能量密度（轻量化）为主要诉求的全新电动场景将有力刺激固态电池加速发展。

2. 固态电池：革新性的电池技术

2.1 固态电池基本结构与原理

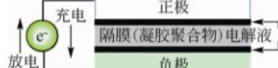
固态电池是一种革新性的电池技术，其核心在于使用固态电解质替代传统锂离子电池中的液态电解液，在**安全性**和**能量密度**方面优势显著。

图1：全固态电池构造示意图



资料来源：许晓雄等《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，申港证券研究所

图2：全固态电池与传统锂离子电池特性比较

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 因有电化学窗口限制, 放电电压无提升空间	

资料来源：许晓雄等《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，申港证券研究所

固态电池具有显著的优点：

- ◆ 相对于液体电解质，固体电解质**不挥发，一般不可燃**，因此采用固体电解质的固态电池会具有**优异的安全性**；
- ◆ 由于固体电解质能在宽的温度范围内保持稳定，因此全固态电池**能够在宽的温度范围内工作**，特别是高温下；
- ◆ 一些固体电解质对水分不敏感，能够在空气中长时间保持良好的化学稳定性，因此固态电池的制造全流程不一定需要惰性气氛的保护，会在一定程度上降低电池的制造成本；
- ◆ 有些固体电解质材料具有很**宽的电化学窗口**，这使得高电压电极材料有望应用，从而**提高电池能量密度**。

固态电池可以分为半固态、准固态、全固态，半固态和准固态电池含有少量液体电解质，全固态不含有任何液体电解质。另外，固态电池还可以按照正极材料的不同，分为固态锂离子电池与固态锂金属电池，其中固态锂离子电池沿用当前锂离子电池材料体系，使用石墨或硅碳材料作为负极、使用复合材料作为正极，而固态锂金属电池则以金属锂为负极。

2.2 固态电池主流技术路径

快离子导体电解质是基础。目前固态电池内阻较高，为了发挥全固态电池的优势，发展高电导率的电解质材料是基础。电解质材料的性能很大程度上决定了电池的功率密度、循环稳定性、安全性能、高低温性能及使用寿命等。一般来说，理想的电解质应满足以下要求：

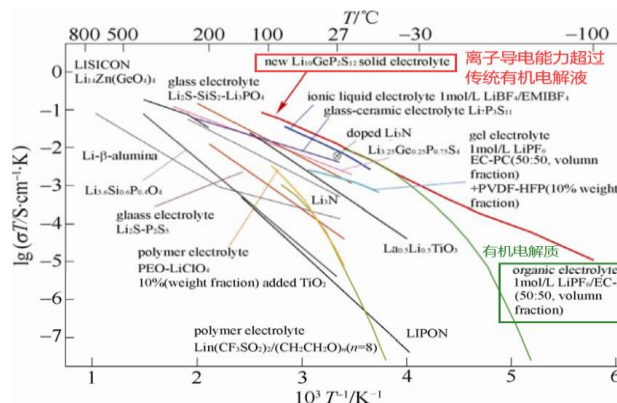
具有较高的室温电导率，以提高电池的功率性、可靠性和安全性；锂离子能够通过电解质，而电子无法通过；

电解质在最正电位与最负电位之间稳定存在，**电化学窗口应尽可能宽**；

和电极材料相容，不与电极材料发生反应；热稳定性好，耐潮湿环境，机械性能优良；

原材料易得，合成工艺简单，成本低，环境友好。

图3：电解质的电导率随温度变化的曲线



资料来源：张舒等《锂离子电池基础科学问题（X）——全固态锂离子电池》，申港证券研究所

固态电池主流技术路径可按照固态电解质的不同分为三类：聚合物、氧化物、硫化物，三大路径各有优劣。

2.2.1 聚合物路径

聚合物固态电解质（Polymer Solid-State Electrolytes）由聚合物基体(如聚酯、聚醚和聚胺等)和锂盐构成，其工作机理（离子传输机制）通常为：聚合物链段的局部运动（链段弛豫）为锂离子提供迁移通道。

典型材料：聚环氧乙烷、聚丙烯腈、聚偏氟乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚环氧丙烷、聚偏氟乙烯以及单离子聚合物电解质等。

核心优势：聚合物路径的优点是易加工。

主要挑战：

- ◆ 室温电导率低：需高温运行或开发新型聚合物/复合体系。
- ◆ 界面阻抗大：电极与固态电解质间接触不良，导致电荷转移阻力高。
- ◆ 机械性能：需平衡柔韧性与强度，抑制锂枝晶穿刺。
- ◆ 循环寿命：长期充放电后界面副反应可能加剧。

2.2.2 氧化物路径

氧化物固态电解质（Oxide Solid-State Electrolytes）是一类以金属氧化物为基体的无机固态离子导体，通过晶体结构中的缺陷或通道实现锂离子（或钠离子等）的高效传输。

典型材料：

- ◆ 石榴石型氧化物 (LLZO)：如 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ ，通过掺杂 (Al、Ta、Nb 等) 稳定立方相结构。
- ◆ 钙钛矿型氧化物 (LLTO)：如 $\text{Li}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ ，具有较高离子电导率，但对锂金属负极不稳定。
- ◆ NASICON 型氧化物：NASICON 型结构固体电解质的通式为 $\text{Li}[\text{A}_2\text{B}_3\text{O}_{12}]$ ，其中 A、B 分别代表四价和五价骨架离子。常见的 NASICON 型结构固体电解质根据化学组成可分为 $\text{LiZr}_2(\text{PO}_4)_3$ (LZP)、 $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ (LTP) 和 $\text{LiGe}_2(\text{PO}_4)_3$ (LGP)。
- ◆ LiPON 薄膜：非晶态锂磷氧氮电解质，用于薄膜电池，电导率较低，但界面稳定性优异。

核心优势：

- ◆ 高离子电导率：部分氧化物 (如 LLZO) 的室温电导率接近液态电解液，无需加热即可工作。
- ◆ 优异稳定性：热稳定性和力学性能良好耐高温、对空气稳定，抗锂枝晶穿刺。
- ◆ 宽电化学窗口：支持高能量密度正极材料。

主要挑战：

- ◆ 界面问题：① 刚性接触：氧化物硬度高，与电极接触差，导致界面阻抗大。② 化学相容性：部分材料 (如 LATP) 与锂金属反应生成钝化层，增加电阻。
- ◆ 脆性大：机械加工困难，难以制成超薄电解质层。
- ◆ 成本与工艺：高温烧结能耗高，且薄膜制备技术成本昂贵。

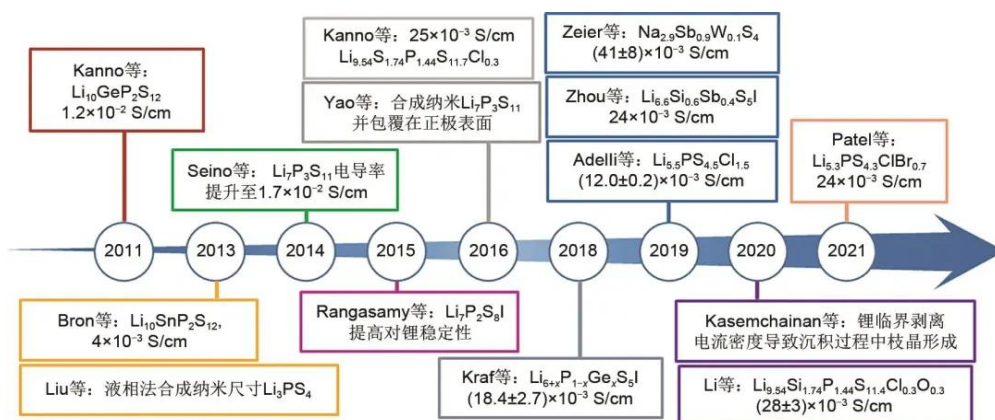
2.2.3 硫化物路径

硫化物固态电解质 (Sulfide Solid-State Electrolytes) 是一类以硫化物为基体的无机固态离子导体，通过硫元素构建的柔性晶体结构实现锂离子的高效传输。其室温离子电导率可媲美甚至超过液态电解液，是当前全固态电池领域的研究热点。

典型材料：

- ◆ Li-P-S 体系：75 Li_2S -25 P_2S_5 (Li_3PS_4)—对锂稳定性和对空气稳定性良好，70 Li_2S -30 P_2S_5 ($\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$)—电导率较高。
- ◆ $\text{Li}_{1-x}\text{M}_x\text{P}_{1+x}\text{S}_{12}$ (M = Ge, Sn, Si) 体系： Li_2S - GeS_2 - P_2S_5 —具有很高的离子电导率。
- ◆ $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ (X=Cl, Br, I) 体系：相比于 $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ 电解质， $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ 具有更加优良的化学和电化学稳定性。

图4：硫化物固体电解质重要进展



资料来源：储能科学与技术公众号，姚霞银等《固态锂电池十年（2011—2021）回顾与展望》，申港证券研究所

核心优势：

- ◆ 超高离子电导率：室温性能佳（如 $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ 达 10^{-2} S/cm 级别），无需加热即可高效工作。
- ◆ 优异界面接触：硫化物质地较软，易与电极形成紧密接触，降低界面阻抗。
- ◆ 宽电压窗口：适配高电压正极（如钴酸锂、高镍三元材料）。

主要挑战：

- ◆ 化学稳定性差：易与空气中的水汽反应生成 H_2S （有毒气体），需严格惰性气氛保护（如手套箱操作）。与锂金属负极长期接触可能生成界面钝化层（如 Li_2S ）。
- ◆ 机械强度低：质地偏软，难以抑制锂枝晶穿刺（需复合增强材料）。
- ◆ 成本与工艺：Ge 元素昂贵（如 LGPS），且合成过程需严格控氧控湿。

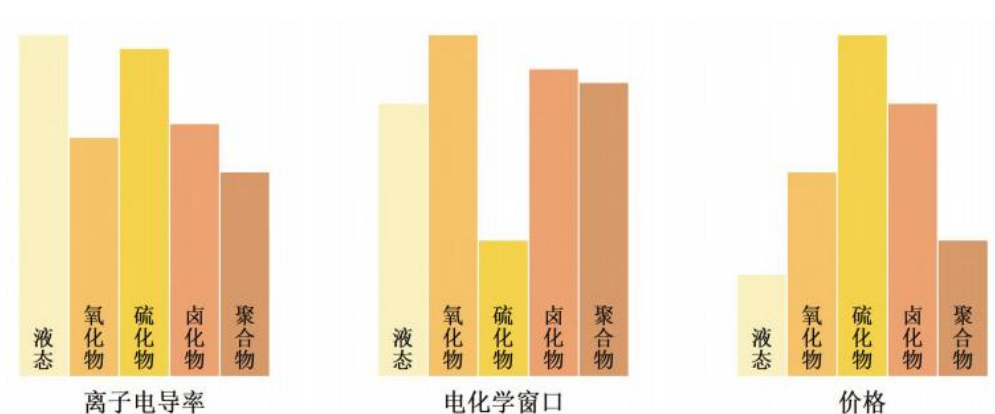
表1：固态电池三种技术路径对比

	聚合物固态电解质	氧化物固态电解质	硫化物固态电解质
主要研究体系	PEO 固态聚合物体系 聚碳酸酯体系 聚烷氧基体系 聚合物锂单离子导体体系	非薄膜：钙钛矿型、石榴石型、 NASICON 型、LISICON 型 薄膜：LiPON 型	Thio-LiSICON 型 CGPS 型 Li-aegryrodite 型
离子电导率	10^{-5} S/cm 左右	$10^{-5}\text{--}10^{-3}\text{ S/cm}$	10^{-3} S/cm 左右
优点	灵活性好 易大规模制备薄膜 剪切模量低 对金属锂电极稳定性好	化学、电化学稳定性高 机械性能好 电化学窗口高	电导率高 机械性能好 低界面电阻
缺点	离子电导率低	界面接触差	化学电化学稳定性一般

	聚合物固态电解质	氧化物固态电解质	硫化物固态电解质
	热稳定性有限 氧化电压低 (<4V)	柔性有限	易氧化 水汽敏感
研究方向	将 PEO 与其他材料共混共聚或交联, 形成有机-无机杂化体系, 提升性能	提升电导率: 替换元素或掺杂同种异价元素	提高电解质稳定性, 降低生产成本, 元素掺杂发挥各元素协同作用

资料来源: 田桂丽《固态锂电池发展现状与技术进展》, 申港证券研究所

图5: 各类电解质的性质对比



资料来源: 周静颖等《全固态电池的研究进展与挑战》, 申港证券研究所

目前看来, 三种固态电解质技术路线的发展前景均存在一定程度的不确定性。氧化物电解质进展最快, 半固态和准固态电池中短期有望量产并实现规模化装车; 硫化物电解质生产成本低, 尽管技术难度很高但电池性能优异, 头部企业已有较深技术积累, 一旦突破将形成较高的技术壁垒, 长远来看潜力巨大; 聚合物电解质路线大概率作为前两种路线的补充, 与氧化物和硫化物复合以改善电解质/电极界面柔性, 提升电池循环性能。

3. 固态电池面临的挑战

全固态电池的核心挑战在于: “材料性能-界面稳定性-工艺成本”的多维矛盾。

3.1.1 电解质材料的固有缺陷

不同固态电解质体系存在各自的短板:

- ◆ 聚合物电解质: 室温离子电导率低, 机械强度不足 (易被锂枝晶刺穿)。
- ◆ 氧化物电解质: 刚性高导致与电极界面接触差, 加工困难 (需高温烧结, 成本高)。
- ◆ 硫化物电解质: 化学稳定性差 (遇水汽生成有毒 H_2S), 对锂金属负极界面副反应多。
- ◆ 复合电解质: 需平衡无机填料与聚合物基体的兼容性, 避免相分离或界面阻抗增加。

3.1.2 电极-电解质界面问题

物理接触不良：固态电解质与电极（尤其是正极）的“固-固”接触面积小，导致界面阻抗高，影响离子传输效率。例：氧化物电解质与正极颗粒间易形成空隙，需高压（>MPa）压制或引入液态/凝胶界面层。

化学/电化学反应：

- ◆ 锂金属负极与硫化物/氧化物电解质反应生成界面层（如 Li_2S 、 Li_2CO_3 ），增加电阻。
- ◆ 高电压正极（如 NMC）与电解质界面氧化分解（尤其在硫化物体系中）。

3.1.3 锂枝晶抑制难题

机械失效风险：固态电解质的局部缺陷或应力集中可能引发锂枝晶生长，导致短路。

动态界面不稳定：循环过程中锂沉积/剥离不均匀，加剧枝晶形成（需优化电流密度与电解质力学性能）。

3.1.4 制造工艺复杂性与成本

材料合成难度大：

- ◆ 硫化物电解质需惰性气氛保护（手套箱操作），氧化物电解质高温烧结能耗高。
- ◆ 高纯度原料（如 $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$ 中的稀有金属）推升成本。

规模化生产挑战：

- ◆ 超薄电解质层制备良率低。
- ◆ 电极-电解质一体化集成工艺（如干法压合、共烧结）尚未成熟。

3.1.5 性能与寿命问题

低温性能差：聚合物电解质在低温下离子电导率骤降，硫化物/氧化物体系界面阻抗随温度降低显著升高。

循环寿命不足：界面副反应持续积累、锂金属体积变化导致电解质破裂，容量衰减快。

3.2 当前解决方案与研究趋势

材料创新：开发单离子导体聚合物、空气稳定性硫化物（如 $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{ClBr}$ ）或柔性氧化物薄膜。

界面工程：引入缓冲层（如 Li_3N 、 LiF 涂层）或原位形成稳定界面。

复合电解质设计：聚合物-硫化物复合（兼顾柔性与高电导率），氧化物-聚合物复合

(降低界面阻抗),“固-液”混合(逐步由“混合固液”、“准固态”向“全固态”演变)。

4. 重点公司产业化进程

4.1 卫蓝新能源

4.1.1 技术路线与研发进展

电池形态:半固态逐渐向全固态过渡。

关键参数:半固态电池能量密度达到 360 Wh/kg,并已装车,具备量产条件。

图6:卫蓝 SHE 360S 汽车动力电池

电芯产品参数	
技术路线	NCM固液混合
质量能量密度	≥360Wh/kg@0.33C
体积能量密度	≥775Wh/L@0.33C
标称容量	111Ah
标称电压	3.51V
充电时间	≤60min(10%-80%SOC)
尺寸(长*宽*高)	359*118*11.9mm
循环寿命	≥600 cycles
测试与认证	
   	

资料来源:卫蓝新能源官网,申港证券研究所

4.1.2 产品落地与商业化

半固态电池上车应用:

◆ 蔚来汽车合作:2023年6月,360Wh/kg 锂电池电芯正式交付蔚来。

4.1.3 产能布局

现有及在建基地:拥有江苏溧阳(0.2GWh)、浙江湖州(22GWh)、北京房山(6GWh)和山东淄博(规划 100GWh)四大生产基地,其中湖州基地已于 2022 年全面投产并成功交付产品,溧阳基地也已投产,而房山基地预计在 2025 年完工(信息来源:集邦新能源研究)。

4.2 清陶能源

4.2.1 技术研发进展

电池形态：从半固态逐步过渡到全固态。

关键参数：半固态电池能量密度达 368 Wh/kg。

4.2.2 商业化与产品落地

车企合作与装车进展：

◆ 上汽集团：2024 年，搭载清陶半固态电池的车型智己 L6 发售。

4.2.3 产能布局

清陶能源总部位于江苏昆山，其在内蒙古（10GWh）、成都郫都（15GW）、江西宜春（10GWh）、江苏昆山（10GWh）和浙江台州（10GWh）的基地建设正按计划进行（信息来源：集邦新能源研究）。

4.3 辉能科技

技术路线：

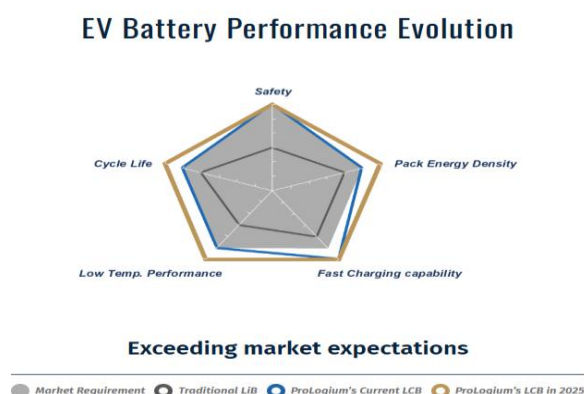
电解质体系：以氧化物电解质为核心。

电池形态：从半固态电池逐步过渡到全固态电池。

关键参数：第三、四代固态电池密度分别达 321 Wh/kg、359 Wh/kg。

产能布局：台湾桃园、法国（48 GWh）等地都有布局（信息来源：辉能科技官网）。

图7：2025 辉能科技固态电池进展



资料来源：辉能科技官网，申港证券研究所

图8：辉能科技固态电池性能表现

① Safety	✓ Fundamentally safe
② Cell Energy Density	✓ Third Generation: 749 Wh/L, 321 Wh/kg ✓ Fourth Generation: 811 Wh/L, 359 Wh/kg
③ Fast Charging	✓ Third Generation: 5%-60% 5 mins, 5%-80% 8.5min ✓ Fourth Generation: 5%-60% 4 mins, 5%-80% 6min
④ Low Temp. Operation	✓ -30° discharge > 89% (0.1C)
⑤ Cycle Life	✓ > 1000 times

资料来源：辉能科技官网，申港证券研究所

4.4 QuantumScape

技术路线：以氧化物电解质为核心。

关键参数：能量密度达 301 Wh/kg

重要合作车企：大众集团。

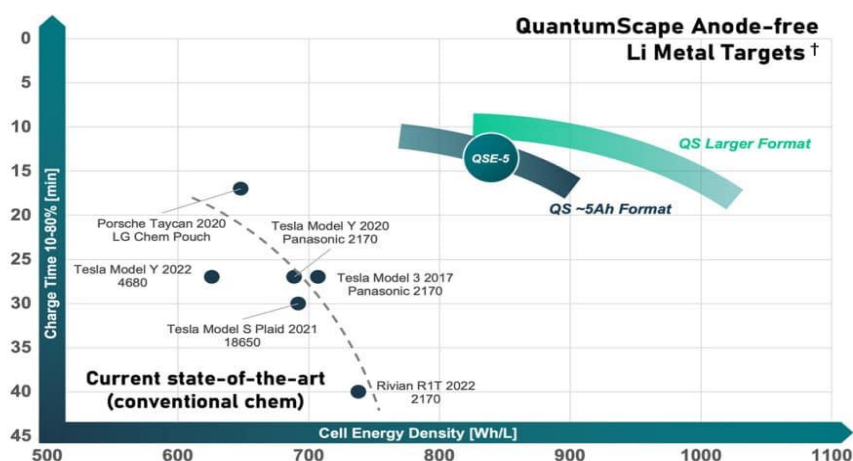
产能规划：于德国（与大众合资）规划产能 20 GWh（信息来源：QuantumScape 官网）。

图9：QuantumScape QSE-5 B Sample 参数



资料来源：QuantumScape 官网，申港证券研究所

图10：QuantumScape 技术路线图



[†] QS projections and targets based on existing estimates and model assumptions
Sources: Li-ion cell energy density from batemo.com database, charge times from ev-database.org and insideevs.com (for Rivian R1T)

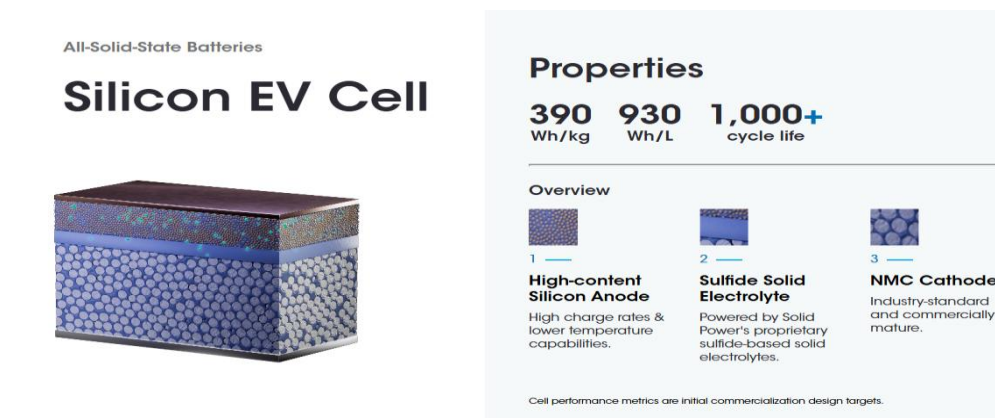
资料来源：QuantumScape 官网，申港证券研究所

4.5 Solid Power

技术路线：以硫化物电解质为核心。

关键参数：设计能量密度达 390 Wh/kg

图11: Solid Power 固态电池设计目标



资料来源: Solid Power 官网, 申港证券研究所

4.6 宁德时代

2023 年 4 月推出凝聚态电池, 能量密度达 500Wh/kg。

图12: 宁德时代凝聚态电池



资料来源: 宁德时代公众号, 申港证券研究所

5. 投资建议

虽然全固态电池的大规模量产仍需克服技术和成本瓶颈, 但低空飞行器, 人形机器人等领域的快速发展, 高安全和高能量密度(轻量化)为主要诉求的全新电动场景将有力刺激固态电池加速发展, 固态电池技术进展有望加快。

建议关注赣锋锂业。固态电池对锂(碳酸锂)的需求有望提升, 作为业界领先的锂生态企业, 赣锋锂业已形成固态电池全链路布局, 在硫化物电解质及原材料、氧化物电解质、金属锂负极、电芯、电池系统等固态电池关键环节具备了研发、生产能力, 并实现商业化应用, 是业内唯一一家拥有固态电池上下游一体化能力的企业。

在电解质层面，赣锋对硫化物及氧化物路线均有多年研发投入。LPSC/LPS/LGPS 等体系的硫化物固体电解质，通过工艺优化，可实现亚微米级别的硫化物电解质超细粉体（ $D_{50} < 1\ \mu\text{m}$ ），电导率达到 3mS/cm ，是全固态电池的关键原料。超高离子电导率氧化物粉体材料已完成开发，LLZO 固体电解质室温离子电导率可达到 1.7mS/cm ，LATP 固体电解质达到 1.4mS/cm 。聚合物基固态电解质膜实现 5V 耐高压，室温离子电导率超过 0.5mS/cm ，厚度低于 $30\ \mu\text{m}$ 水平。

在负极层面，赣锋超薄锂带同样具备量产能力，可针对循环性能、加工性能、电化学稳定性等各类需求提供定制化解决方案。赣锋已实现 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。以超薄锂带或铜锂复合带作为负极的金属锂电池被认为是最具发展潜力的电池，搭载锂金属负极的赣锋固态电池能量密度可超过 500Wh/kg 。

在电池及系统层面，赣锋 320Wh/kg 高比能电池，采用硅碳负极，循环可达到 1000 圈； 400Wh/kg 高比能电池，采用硅碳负极，循环达到 600 圈以上； 500Wh/kg 超高比能电池，采用锂金属负极，已实现 10Ah 级产品的小批量生产；集团具备完整设计能力，CTP 成组效率达 74% 、生产效率提升 30% 。

在逐步完善生态布局的同时，赣锋也积极推动固态电池的商业化进程。目前，赣锋已推出适配低空飞行场景的固态电池解决方案，并与知名无人机、eVTOL 企业达成合作，首批样品计划于今年完成交付。

6. 风险提示

技术进展不及预期风险。若固态电池在解决界面阻抗问题、循环寿命问题、量产问题等方面不及预期时，产业化进程将会推迟。

成本降速不及预期风险。固态电池成本相较于液态电池成本较高，若固态电池成本下降速度不及预期，则其应用范围将受限。

替代技术竞争风险。若液态电池持续优化，在安全性、充电速度和能量密度等方面取得较大进展时，将对固态电池大规模应用产生不利影响。

市场需求不足风险。若电动汽车、储能、消费电子等市场发展速度降低，固态电池需求亦将降低。

研究报告使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。虽然我们尽可能采用最新数据及其他资料来源，但仍有可能无法跟踪最新资料变动。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告的观点、逻辑和论据均为分析师本人独立研究成果，引用的相关信息和文字均已注明出处，不受任何第三方的影响和授意。本报告依据公开的信息来源，力求清晰、准确地反映分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示

本证券研究报告所载的信息、观点、结论等内容仅供投资者决策参考。在任何情况下，本公司证券研究报告均不构成对任何机构和个人的投资建议，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。市场有风险，投资者在决定投资前，务必要审慎。投资者应自主作出投资决策，自行承担投资风险。

免责声明

申港证券股份有限公司（简称“本公司”）是具有合法证券投资咨询业务资格的机构。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但本公司不保证其准确性和完整性，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。

申港证券研究所已力求报告内容的客观、公正，但报告中的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价，不构成其他投资标的的要约和邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。投资者不应单纯依靠本报告而取代自身独立判断，应自主作出投资决策并自行承担投资风险，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。本公司并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此相关的其他任何损失承担任何责任。

本报告所载资料、意见及推测仅反映申港证券研究所于发布本报告当日的判断，本报告所指证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会产生波动，在不同时期，申港证券研究所可能会对相关的分析意见及推测做出更改。本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。

本报告仅面向申港证券客户中的专业投资者及风险承受能力为 C3、C4、C5 的普通投资者，本公司不会因接收人收到本报告而视其为当然客户。本报告版权归本公司所有，未经事先许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如转载或引用，需注明出处为申港证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、发布、转载和引用者承担。

行业评级体系

申港证券行业评级体系：增持、中性、减持

增持	报告日后的 6 个月内，相对强于市场基准指数收益率 5% 以上
中性	报告日后的 6 个月内，相对于市场基准指数收益率介于 -5%~+5% 之间
减持	报告日后的 6 个月内，相对弱于市场基准指数收益率 5% 以上

（基准指数说明：A 股市场基准为沪深 300 指数；香港市场基准为恒生指数；美国市场基准为标普 500 指数或纳斯达克指数。）

申港证券公司评级体系：买入、增持、中性、减持

买入	报告日后的 6 个月内，相对强于市场基准指数收益率 15% 以上
增持	报告日后的 6 个月内，相对强于市场基准指数收益率 5%~15% 之间
中性	报告日后的 6 个月内，相对于市场基准指数收益率介于 -5%~+5% 之间
减持	报告日后的 6 个月内，相对弱于市场基准指数收益率 5% 以上

（基准指数说明：A 股市场基准为沪深 300 指数；香港市场基准为恒生指数；美国市场基准为标普 500 指数或纳斯达克指数。）