

eVTOL 发展提速，助推固态电池商业化进程

——低空经济专题之固态电池

投资要点

➤ 固态电池兼具高能量密度和安全性，完美契合eVTOL性能需求

作为eVTOL技术的核心组件，电池的性能和安全性直接决定了eVTOL飞机的性能和市场接受度。能量密度方面，eVTOL垂直起飞所需要的动力是地面行驶的10-15倍，商用门槛高达400Wh/kg，且未来能量密度要求将会达到1000Wh/kg，远高于当前车用动力电池的能量密度。充放电倍率方面，eVTOL的飞行需要经历起飞、巡航、悬停等阶段，其中起降阶段要求电池的瞬间充放电倍率在5C以上。安全性能、循环寿命等方面，eVTOL对电池的要求也极为严苛。固体电解质不仅具有较宽的电化学窗口，能适配高电压的正极材料，还能兼容高容量的金属锂负极；此外，传统液态电池需将单体先进行封装再进行串联组装，全固态电池可以先串联后封装，这能减少封装材料的使用，降低电池系统的重量和体积，从而使得固态电池的能量密度得到进一步提升。此外，传统液态电池的电解液使用可燃性有机溶剂，在受到外力或封装不善时容易发生漏液现象，而固态电解质不存在液体泄漏的问题，在针刺、挤压测试中不易短路或起火，抗物理损伤性能优于液态电池。

➤ 电解质为固态电池核心，硫化物路线未来潜力最大

全固态电池相比于液态电池，采用固态电解质取代液态电解质，是实现固态锂电池高能量密度、高循环稳定性和高安全性能的关键。短期来看，当前半固态电池首选氧化物路线。这一路线当前技术成熟度更高，其电解质材料在离子电导率、化学稳定性上表现更适配短期量产需求，且与现有液态锂电池产线兼容性较强，无需大规模改造设备，能显著降低初期产业化成本。长期来看，硫化物路线或更适配全固态体系。其核心优势在于电解质离子电导率接近液态电解质，远超氧化物和聚合物，且质地柔软，能与电极材料紧密接触，大幅降低界面阻抗，为高能量密度全固态电池奠定基础。

➤ 产业端进展迅速，固态电池商业化渐行渐近

政策推动下的全固态电池产业加速。2020年10月，国务院通过《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》，首次将固态电池明确为新能源汽车产业的重点发展方向，并强调了加速其研发与产业化进程的重要性。2025年3月提出建立全固态电池标准体系，以加速固态电池产业化发展进程，固态电池商业化逐步提速。产业端在固态电池领域推进迅猛，商业化脚步持续加快。头部电池企业加速中试线建设，部分已启动小批量试产；车企与电池厂商深化绑定，明确 2025-2027 年量产装车时间表。材料端，电解质稳定性提升、正极预锂化等关键技术突破频现，供应链逐步成型。目前，高端车型已开启固态电池试点，储能领域也有小规模验证案例。随着技术成熟度与产能爬坡，固态电池商业化正从远景加速走向现实。

➤ 投资建议

建议关注：1) 宁德时代：主攻硫化物全固态，目标27年小批量量产；2) 比亚迪：60Ah电芯已下线，27年完成示范性装车；3) 国轩高科：已建成0.2GWh全固态中试线，搭载星纪元ET开启装车测试；4) 厦钨新能：钴酸锂全球龙头，硫化锂打造固态电池核心壁垒。5) 三祥新材：氧化物固态电解质完成中试线设计，卤化物电解质实现小批量供货。

➤ 风险提示

eVTOL技术进展和成本下降不及预期的风险、固态电池产业化进展不及预期的风险、上游原材料价格波动的风险。

投资评级：看好

分析师：吴起涤

执业登记编号：A0190523020001

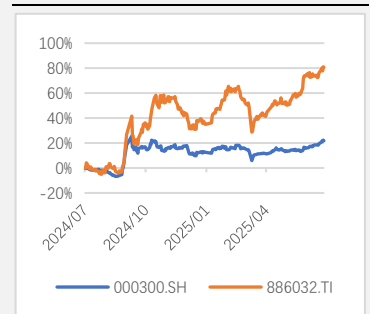
wuqidi@yd.com.cn

分析师：陈恒发

执业登记编号：A0190123040006

chenhengfa@yd.com.cn

固态电池与沪深 300 指数走势对比



资料来源：同花顺 iFinD，源达信息证券研究所

目录

一、固态电池兼具高能量密度和安全性，完美契合 eVTOL 性能需求	3
1.固态电池采用固态电解质替代液态电解质，兼具高能量密度和安全性	3
2.固态电池与 eVTOL 完美契合，eVTOL 发展助推固态电池商业化	6
3.电池安全新规落地，固态电池产业再迎催化	9
二、电解质为固态电池核心，硫化物路线未来潜力最大	10
1.全固态电池相比于液态电池，采用固态电解质取代液态电解质	10
2.短期首选氧化物路线，中长期硫化物路线或更适配全固态电池	11
3.产业端进展迅速，固态电池商业化渐行渐近	13
三、投资建议	15
四、风险提示	16

图表目录

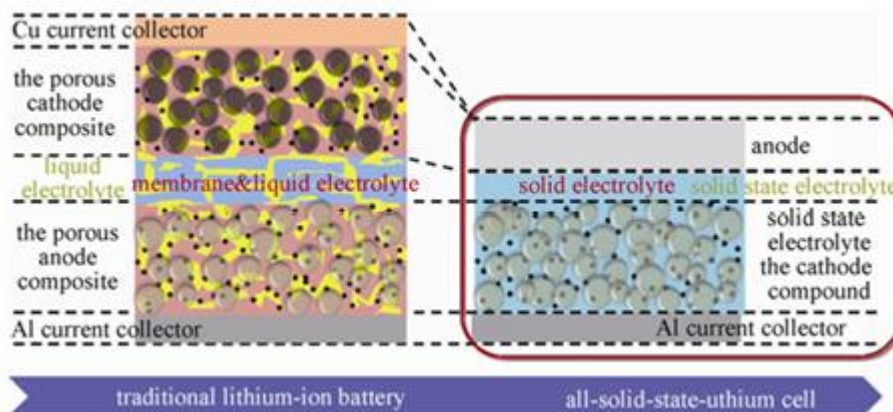
图 1：全固态锂电池的构造结构图	3
图 2：锂电池发展路线.....	4
图 3：固态电池的能量密度较传统液态锂电池更高	4
图 4：不同电解质的热失控温度	5
图 5：不同类型锂二次电池在极限条件下的安全性演示图	5
图 3：固态电池与传统锂电池的特性比较.....	5
图 7：eVTOL 产业链梳理	6
图 8：eVTOL 成本构成.....	6
图 9：电动垂直起降飞行器和电动汽车对锂离子电池性能要求.....	7
图 10：不同电池能量密度对构型影响.....	7
图 11：地方政府高度重视低空经济产业发展	9
图 12：《电动汽车用动力蓄电池安全要求》（GB38031-2025）中新增重要修订项目	9
图 13：传统液态锂离子电池与全固态锂离子电池示意图.....	10
图 14：2023-2028 年中国固态电池出货量预测趋势图(GWh)	14
表 1：国家层面低空经济相关政策梳理	8
表 2：固态电池四大技术路线特点	11
表 3：固态电池硫化物技术路线优势	12
表 4：固态电池硫化物技术难点解决路径清晰	12
表 5：部分厂商固态电池进展	13
表 6：相关公司万得一盈利预测	15

一、固态电池兼具高能量密度和安全性，完美契合 eVTOL 性能需求

1. 固态电池采用固态电解质替代液态电解质，兼具高能量密度和安全性

固态电池是一种使用固态电解质的电池，用固态电解质替代了传统锂电池的电解液和隔膜。固态电池在高能量密度、高安全性等方面优势明显，其理论能量密度上限为 500+Wh/kg。固态电池的正极可沿用磷酸铁锂、锰酸锂、钴酸锂、三元等，有望以高镍多元、富锂锰基材料为主；负极的发展初期以硅系负极材料为主，再过渡到纳米硅碳负极，最后发展到锂金属负极材料；包装材料一般采用铝塑膜。

图 1：全固态锂电池的构造结构图

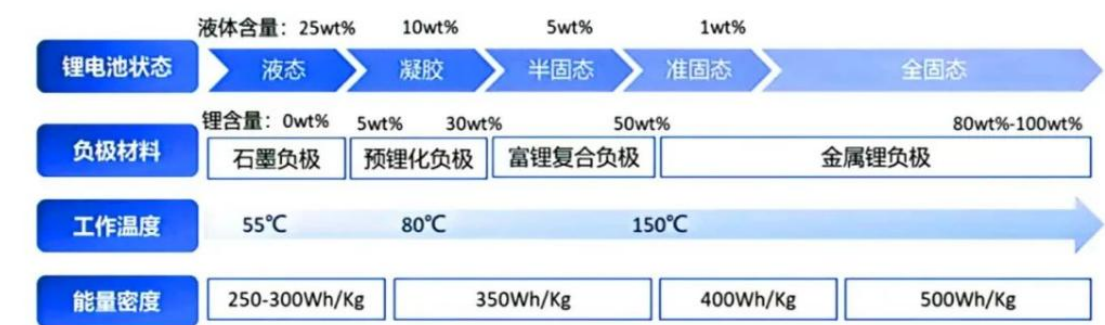


资料来源：《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，源达信息证券研究所

固态电池具有三种分类，分别为半固态、准固态和全固态，它们的液体含量分别为 5-10wt%、0-5wt%、0wt%。

- **半固态电池**：相对于液态电池减少了电解液的使用量，并增加了复合电解质。此外，负极从石墨体系升级到预锂化的硅基负极/锂金属负极，正极从高镍升级到了高镍高电压/富锂锰基等。隔膜仍然保留并涂覆有固态电解质涂层，锂盐从 LiPF₆ 升级为 LiTFSI，能量密度可达 350Wh/kg。
- **准固态电池**：在全固态电池中加入少量液态电解液（通常小于 5wt%）的情况下得到的。液态电解液的作用主要是浸润界面。
- **全固态电池**：与液态电池相比取消了原有的电解液，采用固态电解质，并以薄膜的形式分隔正负极，从而替代隔膜的作用。负极从石墨体系升级到预锂化的硅基负极/锂金属负极，正极从高镍升级到了超高镍/镍锰酸锂/富锂锰基等。全固态电池的能量密度可达 500Wh/kg。

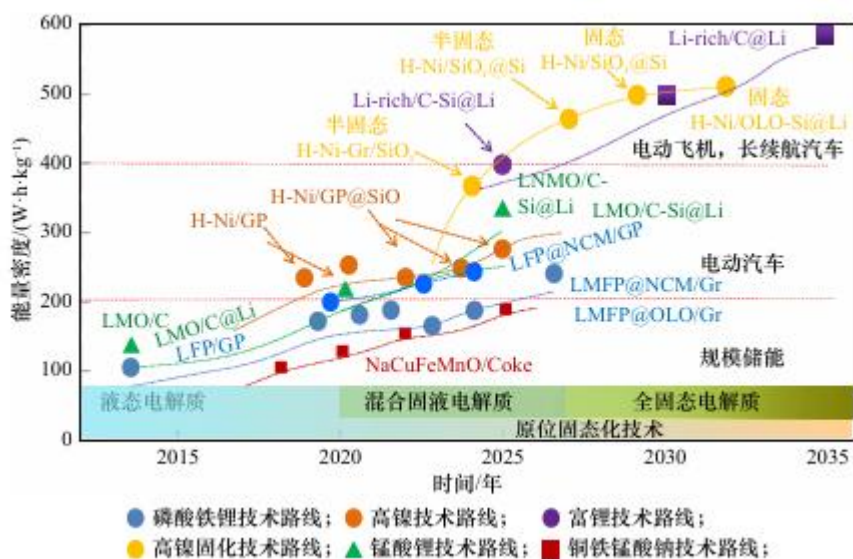
图 2：锂电池发展路线



资料来源：石大胜华公众号，源达信息证券研究所

固态电池较传统液态锂电池具有更高的能量密度。电池的能量密度是由电池的工作电压及比容量决定的，固体电解质不仅具有较宽的电化学窗口，能适配高电压的正极材料，还能兼容高容量的金属锂负极；此外，传统液态电池需将单体先进行封装再进行串联组装，全固态电池可以先串联后封装，这能减少封装材料的使用，降低电池系统的重量和体积，从而使得固态电池的能量密度得到进一步提升。

图 3：固态电池的能量密度较传统液态锂电池更高

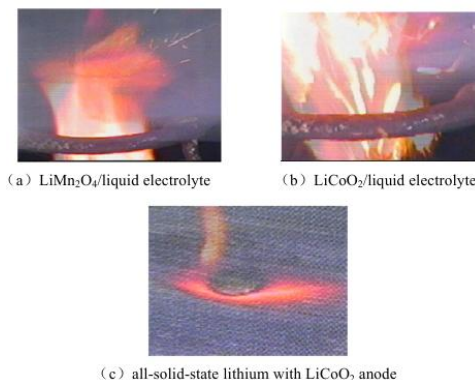
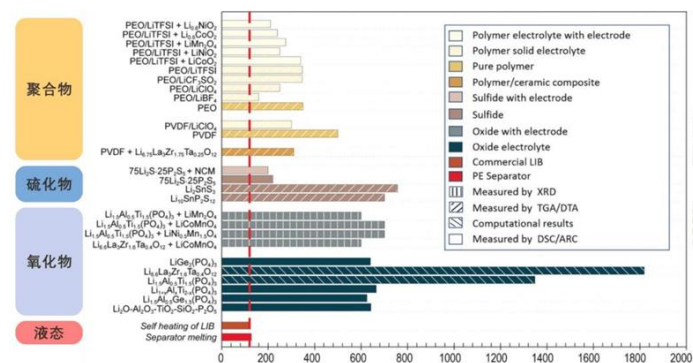


资料来源：《固态电池关键材料体系发展研究》，源达信息证券研究所

固态电池较传统液态锂电池具有更高的安全性。传统液态电池的电解液使用可燃性有机溶剂，在受到外力或封装不善时容易发生漏液现象，而固态电解质不存在液体泄漏的问题，在针刺、挤压测试中不易短路或起火，抗物理损伤性能优于液态电池；另外，液态电解液在 150-200°C 即可分解，甚至有自燃和爆炸风险，而固态电池热失控温度通常在 200-600 °C，电池安全性得到有效提升。

图 4：不同电解质的热失控温度

图 5：不同类型锂二次电池在极限条件下的安全性演示图



资料来源：《Approaching Practically Accessible Solid-State Batteries: Stability Issues Related to Solid Electrolytes and Interfaces》，源达信息证券研究所

资料来源：《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，源达信息证券研究所

固态电池缺点：离子电导率低，循环寿命差、生产成本低。固态电池中电极与电解质之间的界面接触为固-固接触，接触面积小，界面电阻高，同时固体电解质中有大量的晶界存在，且晶界电阻往往高于材料本体电阻，不利于锂离子在正负极之间传输，从而影响快充性能和循环寿命，同时固固接触为刚性接触，对电极材料体积变化更为敏感，循环过程中容易造成电极颗粒之间以及电极颗粒与电解质接触变差，造成应力堆积，导致电化学性能衰减，甚至导致裂缝的出现，造成容量迅速衰减，导致循环寿命差的问题。固态电解质用到的部分稀有金属原材料价格较高，氧化物电解质含锆、硫化物电解质含锑，叠加为高能量密度使用的高活性正负极材料尚未成熟，全固态对生产工艺、成本和质量控制也提出了更严苛的要求，生产设备替换率大，全固态电池成本预计明显高于现有液态电池。

图 6：固态电池与传统锂电池的特性比较

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，放电压无提升空间	

资料来源：《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，源达信息证券研究所

2. 固态电池与 eVTOL 完美契合，eVTOL 发展助推固态电池商业化

eVTOL 的核心子系统主要包括机体、综合航电系统、飞控系统、能源系统、动力系统以及电气系统六大类。典型的 eVTOL 产品含有上百套设备,十多个子系统,设备间的机械、电气、通讯接口繁杂,对下游主机厂系统集成和整机研发提出了很高要求。核心子系统主要包括机体、综合航电系统、飞控系统、能源系统、动力系统以及电气系统六大类。从目前 eVTOL 供应链发展趋势判断,雷达与机载系统作为 eVTOL 的“大脑”和“眼睛”,因其技术壁垒和适航认证门槛较高,在未来相当长时间内仍需依赖传统航空航天供应商提供软硬件解决方案。

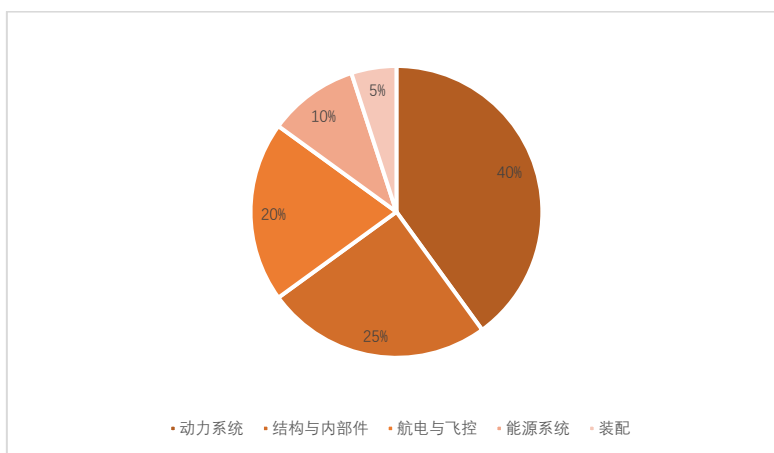
图 7: eVTOL 产业链梳理



资料来源：源达信息证券研究所

eVTOL 电池及动力系统成本占比达到 50%左右。eVTOL 是典型的技术密集型产品，技术系统包含动力系统、能源系统、飞控系统、航空电子、整机结构等。据 Lilium，eVTOL 动力系统、结构和内部件、航电与飞控、能源系统、装配成本占比分别为 40%、25%、20%、10%、5%。

图 8: eVTOL 成本构成



资料来源：Lilium 官网，源达信息证券研究所

作为 eVTOL 技术的核心组件，电池的性能和安全性直接决定了 eVTOL 飞机的性能和市场接受度。能量密度方面，eVTOL 垂直起飞所需要的动力是地面行驶的 10-15 倍，商用门槛高达 400Wh/kg，且未来能量密度要求将会达到 1000Wh/kg，远高于当前车用动力电池的能量密度。充放电倍率方面，eVTOL 的飞行需要经历起飞、巡航、悬停等阶段，其中起降阶段要求电池的瞬间充放电倍率在 5C 以上。安全性能、循环寿命等方面，eVTOL 对电池的要求也极为严苛。

图 9：电动垂直起降飞行器和电动汽车对锂离子电池性能要求

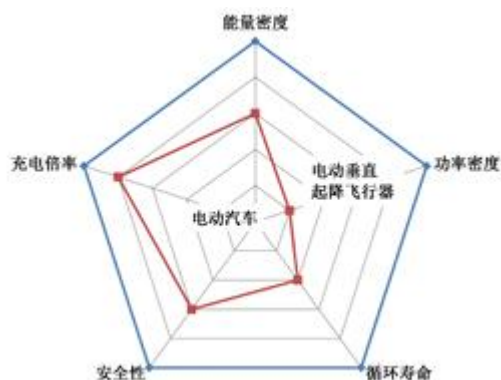
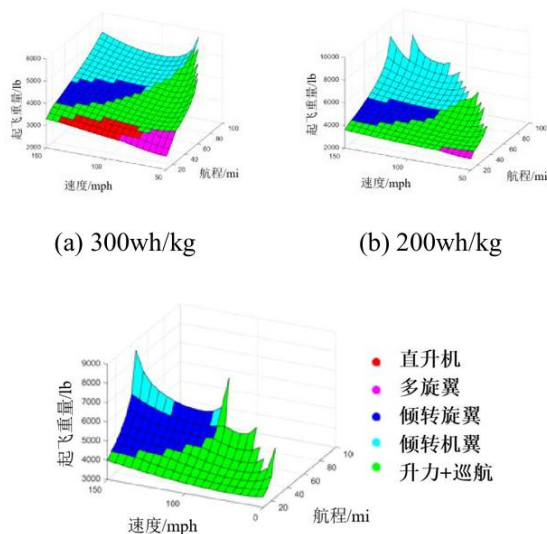


图 10：不同电池能量密度对构型影响



资料来源：《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，源达信息
证券研究所

资料来源：《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，源达信息
证券研究所

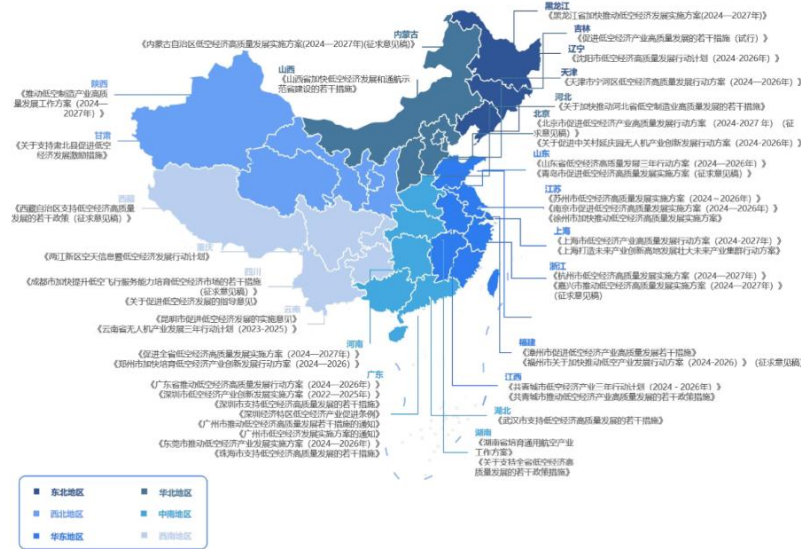
政策驱动下，eVTOL 发展助推固态电池商业化。1) 中央政策：顶层政策密集出台，低空经济写入 2023 年 11 月中央经济工作会议、2024 年政府工作报告中。2023 年 11 月中央经济工作会议中强调，“打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业”，将低空经济定义为战略性新兴产业。2024 年两会，十四届全国人大二次会议作政府工作报告时指出，“积极培育新兴产业和未来产业”、“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”，低空经济被定义为新增长引擎。2024 年 12 月 25 日，国家发改委牵头交通、民航、工信、公安等多部门，宣布低空经济司正式挂牌成立，这是我国低空经济发展的关键里程碑，对低空经济各领域发展意义深远。2) 地方政府响应中央号召，依托于自身禀赋开放发展低空经济。随着低空经济在全球范围内的兴起，越来越多的省份开始认识到这一新兴产业的巨大潜力，并将其作为推动地区经济发展的新引擎。在我国，低空经济的发展已经成为国家战略的一部分，各级地方政府纷纷响应中央政府的号召，积极探索和推动低空经济的本地化发展。

表 1：国家层面低空经济相关政策梳理

时间	政策/会议	主要内容
2021.02	国家综合立体交通网规划纲要	首次将低空经济纳入发展规划。
2022.06	“十四五”通用航空发展专项规划	设定通用航空的安全、规模、服务等 16 个具体指标。
2022.11	中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）	明确空域用户定义，标志着我国空域放开有实质性突破。
2023.06	无人驾驶航空器飞行管理暂行条例	填补我国无人驾驶航空器管理法规空白，具有里程碑意义。
2023.12	国家空域基础分类方法	将空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 等 7 类，保证空域资源有效利用。
2024.01	无人驾驶航空器飞行管理暂行条例实施	进一步规范低空经济无人机产业发展。
2024.02.23	中央财经委员会第四次会议	强调鼓励发展与平台经济、低空经济、无人驾驶等结合的物流新模式。
2024.03.27	通用航空装备创新应用实施方案	加快通用航空技术和装备迭代升级，为培育低空经济新增长极提供支持。
2024.07.30	中央政治局会议	习近平总书记在中共中央政治局第十六次集体学习时强调，“要做好国家空中交通管理工作，促进低空经济健康发展”，进一步明确了国家在低空经济管理和发展方面的决心和方向。
2024.10.23	工信部新闻发布会	工信部新闻发言人、总工程师赵志国在新闻发布会上表示，要培育壮大低空经济、商业航天、生物制造等新产业新赛道。
2024.12.25	国家发改委	牵头交通、民航、工信、公安等多部门，宣布低空经济司正式挂牌成立，这是我国低空经济发展的关键里程碑，对低空经济各领域发展意义深远。

资料来源：政府官网，源达信息证券研究所

图 11：地方政府高度重视低空经济产业发展

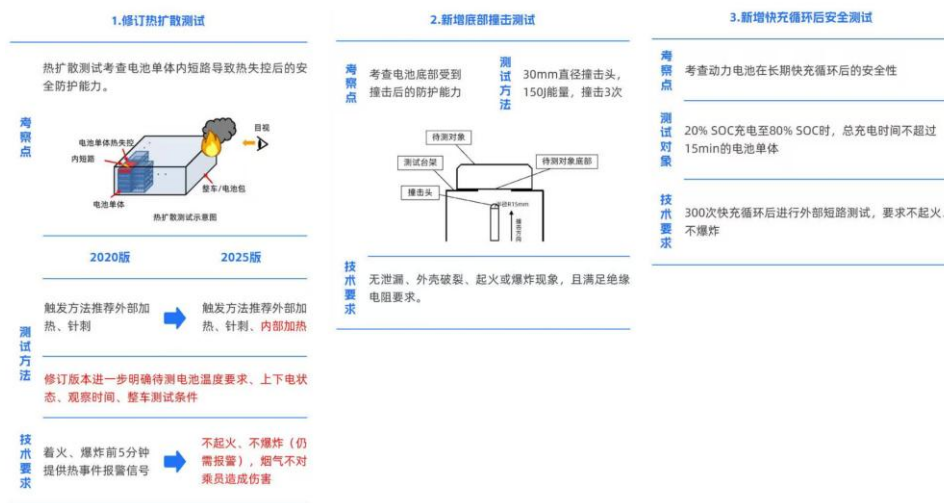


资料来源：前瞻产业研究院，源达信息证券研究所

3. 电池安全新规落地，固态电池产业再迎催化

4 月 15 日，工业和信息化部组织制定的强制性国家标准《电动汽车用动力蓄电池安全要求》（GB38031-2025）发布，将于 2026 年 7 月 1 日起开始实施。新国标聚焦的三大领域：热扩散、底部撞击和快充循环安全性，充分体现出对电池设计与材料的高要求。固态电池在安全性方面具备明显优势，相比于传统的液态电池，固态电池的耐高温性、不可燃性和无泄漏特性，使其更加适合在高端电动汽车中广泛应用。新国标的实施，无疑加速了固态电池从实验室走向实际量产的进程，尤其是在车企对安全性的高度关注下，预计将大力推动全固态电池的商业化进程。

图 12：《电动汽车用动力蓄电池安全要求》（GB38031-2025）中新增重要修订项目



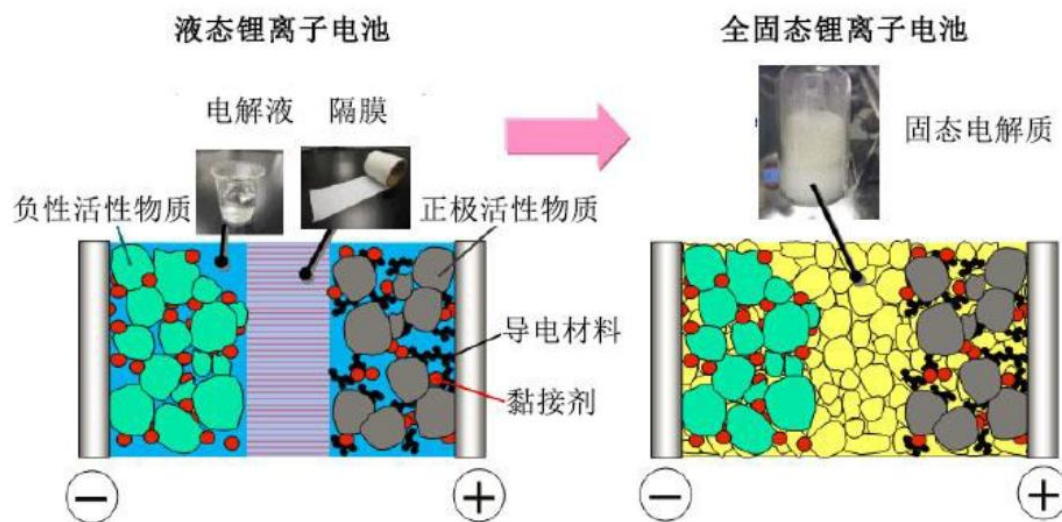
资料来源：《电动汽车用动力蓄电池安全要求》（GB38031-2025），源达信息证券研究所

二、电解质为固态电池核心，硫化物路线未来潜力最大

1.全固态电池相比于液态电池，采用固态电解质取代液态电解质

全固态电池相比于液态电池，采用固态电解质取代液态电解质，是实现固态锂电池高能量密度、高循环稳定性和高安全性能的关键。传统液态锂电池由正极、负极、电解液与隔膜四大核心组件构成。与之不同，固态电池的关键革新在于以固态电解质替代了传统体系中易燃易爆挥发的液态电解液，同时也省去了原本用于隔离正负极的隔膜——这意味着，固态电解质不仅承担了离子传导功能，还兼具物理隔离作用，成为固态电池相对液态电池最根本的变化。作为固态电池的核心构成，固态电解质的综合性能（如离子电导率、稳定性、机械强度等）直接决定着这类电池能否突破技术瓶颈、实现规模化产业应用。

图 13：传统液态锂离子电池与全固态锂离子电池示意图



资料来源：绿色智汇能源技术研究院，源达信息证券研究所

根据固态电池电解质材料进行划分，固态电池可以划分为聚合物、氧化物、硫化物、卤化物四种，四种技术路线各有优劣，目前看市场主要以硫化物为发展主流方向。聚合物电解质柔韧性佳、易加工成型，但离子电导率偏低，尤其低温性能受限；氧化物电解质化学稳定性强、耐高温，却存在脆性大、界面阻抗高的问题；硫化物电解质离子电导率接近液态电解液，且与电极兼容性好，不过易受潮、空气稳定性较弱；卤化物电解质在宽电压范围内表现稳定，但技术成熟度较低，仍处研发初期。综合当前产业化进度与性能平衡，硫化物因在离子传导效率和实用化潜力上更具优势，成为市场公认的主流发展方向，多家车企与电池企业已将其作为重点布局领域。

表 2：固态电池四大技术路线特点

技术路线	聚合物	氧化物	硫化物	卤化物
材料体系	PEO、PAN、PMMA 等有机高分子	LLZO、LATP、LLTO 等无机陶瓷	LiGPS、LiSnPS、LPSCI 等	Li ₃ YCl ₆ 、Li ₃ YBr ₆ 等
离子电导率	10 ⁻⁵ –10 ⁻³ S/cm（常 温）	10 ⁻⁶ –10 ⁻³ S/cm	10 ⁻³ –10 ⁻² S/cm（最高）	10 ⁻³ S/cm
材料成本	低	中低	高	低
制备成本	低	高	高	中
优点	易加工、柔性高、兼 容现有设备	热稳定性强、电化 学窗口宽、安全性 高	电导率媲美液态、界面接 触好、可塑性强	电导率适中、耐氧化、 成本低、可加工性好
缺点	常温电导率低、需加 热至 60°C、电化学 窗口窄、易燃	脆性大、界面接触 差、需高温烧结	对水氧敏感、界面副反应 多、成本高、工艺复杂	还原稳定性差、需包覆 才能匹配锂金属负极
技术难度	低	中	高	中
市场化前景	已小规模商用，未来 或为辅材	半固态已落地，全 固态需突破界面问 题	被视为终极路线，2027 年后有望量产	新兴路线，潜力大，适 合复合体系

资料来源：中国储能网，鑫椏锂电，锂电前沿，源达信息证券研究所

2.短期首选氧化物路线，中长期硫化物路线或更适配全固态电池

短期：当前半固态电池首选氧化物路线。这一路线当前技术成熟度更高，其电解质材料在离子电导率、化学稳定性上表现更适配短期量产需求，且与现有液态锂电池产线兼容性较强，无需大规模改造设备，能显著降低初期产业化成本。相比之下，硫化物路线虽离子电导率突出，但稳定性和加工难度仍待突破；聚合物路线则受限于低温性能，短期难以满足车用等场景的严苛要求。因此，在快速推进半固态电池商业化的当下，氧化物路线凭借技术落地快、成本可控的优势，成为行业短期首选。

长期：硫化物路线或更适配全固态体系。其核心优势在于电解质离子电导率接近液态电解质，远超氧化物和聚合物，且质地柔软，能与电极材料紧密接触，大幅降低界面阻抗，为高能量密度全固态电池奠定基础。尽管当前硫化物存在稳定性不足、对水分敏感等问题，但随着包覆技术、复合电解质设计等突破，这些短板有望逐步解决。相比之下，氧化物脆性大、难以薄化，聚合物电导率天花板低，长期难以满足全固态电池对高功率、高安全性的极致需求。因此，若技术瓶颈突破，硫化物路线更可能成为全固态时代的主流选择。

表 3：固态电池硫化物技术路线优势

技术路线	硫化物路线	氧化物路线	优势总结
离子电导率	高达 10^{-2} S/cm，接近液态电解液	$10^{-6} \sim 10^{-3}$ S/cm，明显偏低	导电性更强，支持快充与低温性能
能量密度潜力	实验室可达 400~500 Wh/kg	目前量产约 300 Wh/kg	更适合长续航电动车
界面接触性	质地柔软，接触好，界面阻抗低	刚性大，界面孔隙多，需额外处理	全固态更易实现高能量密度
电化学窗口	>5V，适配高压正极（如富锂锰基）	一般，限制正极材料选择	支持更高电压体系，提升能量密度
低温性能	在 -30°C 下仍保持 90% 性能	性能下降明显	适合极端气候应用

资料来源：中国储能网，鑫椤锂电，锂电前沿，源达信息证券研究所

表 4：固态电池硫化物技术难点解决路径清晰

技术难题	具体表现	主流解决方案/技术路线
空气/水分敏感	遇水生成 H_2S ，露点需 $< -70^{\circ}\text{C}$ ，安全风险高	惰性气氛 (N_2/Ar) 全封闭产线
界面阻抗高	固-固接触差，界面阻抗 $> 20 \Omega \cdot \text{cm}^2$	人工 SEI (LiI/LiF 复合层)
锂枝晶与副反应	锂负极循环膨胀 $> 5\%$ ，短路风险	三维骨架锂合金 ($\text{Li-Mg}/\text{Li-Bi}$)
电解质成本高	硫化锂等原料 ≈ 268 万元/吨，占电芯成本 60%	碳热还原法替代 CVD 合成硫化锂（目标 ≤ 25 万元/吨）
工艺良率低	公斤 $\rightarrow$ 吨级放大，颗粒均匀度需 $\pm 5\%$ 以内	高精度气流粉碎+分级
制造设备缺口	高温高压烧结 ($> 600^{\circ}\text{C}$, 300 MPa) 设备依赖进口	国产等静压+连续辊压复合工艺
循环性能不足	当前循环 < 500 次，与车企要求 (> 1200 次) 差距大	梯度包覆正极 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{LiNbO}_3$ 双层)
标准体系缺失	快充、热失控测试方法各企业不一	中汽研牵头制定《硫化物全固态电池测试规范》

资料来源：中国储能网，鑫椤锂电，锂电前沿，源达信息证券研究所

3.产业端进展迅速，固态电池商业化渐行渐近

政策推动下的全固态电池产业加速。2020 年 10 月，国务院通过《新能源汽车产业发展规划(2021-2035 年)》，首次将固态电池明确为新能源汽车产业的重点发展方向，并强调了加速其研发与产业化进程的重要性。2025 年 3 月提出建立全固态电池标准体系，以加速固态电池产业化发展进程，固态电池商业化逐步提速。

产业端在固态电池领域推进迅猛，商业化脚步持续加快。头部电池企业加速中试线建设，部分已启动小批量试产；车企与电池厂商深化绑定，明确 2025-2027 年量产装车时间表。材料端，电解质稳定性提升、正极预锂化等关键技术突破频现，供应链逐步成型。目前，高端车型已开启固态电池试点，储能领域也有小规模验证案例。随着技术成熟度与产能爬坡，固态电池商业化正从远景加速走向现实。

表 5：部分厂商固态电池进展

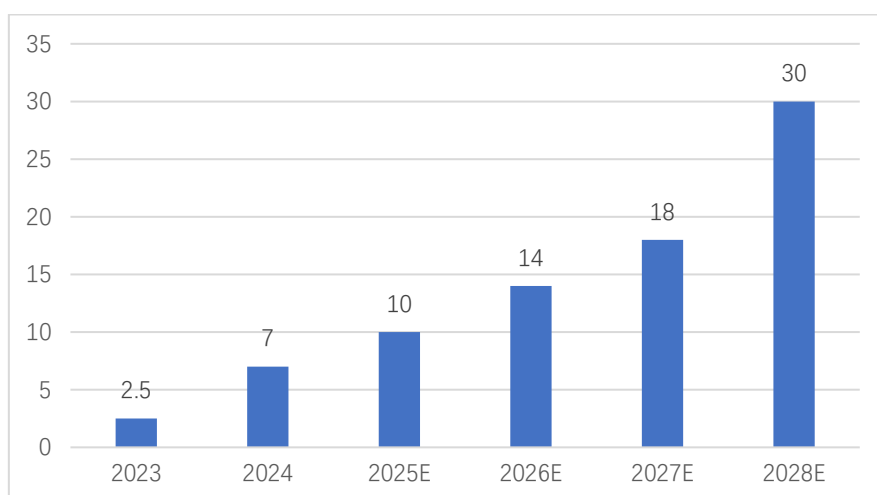
企业类别	代表企业	固态技术路线	能量密度	最新量产/验证节点	配套或合作
车企	广汽集团	硫化物全固态	400 Wh/kg	2026 年昊铂车型装车	自研+清陶能源材料
	长安汽车	硫化物全固态	400 Wh/kg	2025Q4 样件 → 2026 装车验证 → 2027 量产	自研+孚能电芯
	上汽集团	聚合物-无机复合	400 Wh/kg	2026Q4 量产	捷能智电平台
	比亚迪	氧化物/硫化物并行	450 Wh/kg	2027 小批量 → 2030 大规模	刀片固态电池
电池厂商	宁德时代	硫化物+卤化物复合	500 Wh/kg	2027 小批量量产	理想 MEGA 1080 km
	国轩高科	硫化物“金石电池”	360 Wh/kg	2025 车规级验证 → 2027 小批量	大众 MEB+ 认证
	孚能科技	硫化物体系	400 Wh/kg	2025 中试线建成 → 2026 GWh 级	eVTOL+多家车企
	蜂巢能源	半固态先行→硫化物	-	2024Q4 2.3 GWh 半固态线 → 2027 全固态	多家主机厂
	亿纬锂能	硫化物	400 Wh/kg	2026 工艺突破 → 2028 全固态	混动+储能
	赣锋锂业	硫化物/氧化物/聚合物三轨	420 Wh/kg	重庆 10 GWh 基地投产	东风岚图、eVTOL

	清陶能源	硫化物	360 Wh/kg	10 GWh 产能规划	智己 L6 已量产半固态
正极	容百科技	适配硫化物体系	-	2025 电芯验证 → 2027 整车匹配	宁德时代、孚能
	当升科技	高电压钴酸锂+高镍	-	2026 小批量	日韩客户
负极	贝特瑞	硅基/锂金属	500 Wh/kg	2027 样品	车企联合开发
	璞泰来	硅碳负极	-	2026 量产线规划	清陶、蜂巢
电解质/隔膜替代	赣锋锂业	硫化物电解质	-	百吨级量产线	全球唯一硫化物百吨级
	清陶能源	LLZO/硫化物复合	-	持续扩产	智己、广汽
	厦钨新能	硫化物电解质	-	成本目标 25 万/吨	宁德时代、孚能

资料来源：中国储能网，鑫椏锂电，锂电前沿，源达信息证券研究所

固态电池发展迅速，未来空间广阔。中商产业研究院发布的《2025-2030 年中国固态电池行业市场深度分析及发展趋势预测报告》显示，2024 年中国固态电池出货量约 7GWh。2027 年将是固态电池产业从市场发展初期迈向快速上升期的转折点，固态电池将进入快速增长期。中商产业研究院分析师预测，2027 年中国固态电池出货量将达到 18GWh，2028 年达到 30GWh。

图 14：2023-2028 年中国固态电池出货量预测趋势图(GWh)



资料来源：GGII，中商产业研究院，源达信息证券研究所

三、投资建议

建议关注：1) 宁德时代：主攻硫化物全固态，目标 27 年小批量量产；2) 比亚迪：60Ah 电芯已下线，27 年完成示范性装车；3) 国轩高科：已建成 0.2GWh 全固态中试线，搭载星纪元 ET 开启装车测试；4) 厦钨新能：钴酸锂全球龙头，硫化锂打造固态电池核心壁垒。5) 三祥新材：氧化物固态电解质完成中试线设计，卤化物电解质实现小批量供货。

表 6：相关公司万得一致盈利预测

公司	PB	归母净利润			PE			总市值（亿元）
		2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E	
宁德时代	4.65	654.8	786.4	926.5	20.6	17.2	14.6	13506
比亚迪	5.64	547.3	674.4	818.7	18.9	15.4	12.7	10360
国轩高科	1.76	15.0	20.8	27.7	37.2	26.7	20.1	556
厦钨新能	2.17	7.5	9.2	11.2	35.5	28.7	23.7	265
三祥新材	7.45	1.6	2.4	3.0	76.2	51.7	41.4	123

资料来源：Wind，源达信息证券研究所

四、风险提示

eVTOL 技术进展和成本下降不及预期的风险。eVTOL 作为新兴技术，目前构型设计还有较多方案，仍在探索过程中，动力、能源、航电、飞控等技术发展进展有可能不及预期，成本下降和规模放量之间的负反馈效应可能循环叠加，最终导致产业化进展不及预期。

固态电池产业化进展不及预期。固态电池产业化主要难点在于采用固态电解质后，正负极材料与固态电解质界面问题是否能够顺利解决，固态锂电池充放电速度能否与目前传统液态锂电池保持相当，甚至表现更为优异；目前推出的固态电池样品，内部结构普遍采用多层电芯结构，该松散结构不利于规模化生产。如果固态电池相关技术难点突破缓慢，我们认为可能导致固态电池产业化进展不及预期，影响相关企业产品出货及盈利。

上游原材料价格波动风险。固态电池产业链与技术尚未发展成熟，电解质、更高比能正负极等关键材料采用贵金属，其中锆、锗、锂等金属原材料价格较高，价格波动时，对下游需求影响较大，因此存在价格上涨后，下游需求放缓的风险。

投资评级说明

行业评级	以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为：
看 好：	行业指数相对于沪深 300 指数表现+10%以上
中 性：	行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%以上
看 淡：	行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%以下
公司评级	以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为：
买 入：	相对于沪深 300 指数表现+20%以上
增 持：	相对于沪深 300 指数表现+10%~+20%
中 性：	相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%之间波动
减 持：	相对于沪深 300 指数表现-10%以下

办公地址

石家庄

河北省石家庄市长安区跃进路 167 号源达办公楼

上海

上海市浦东新区峨山路 91 弄 100 号陆家嘴软件园 2 号楼 701 室

分析师声明

作者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，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与，不与，也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系，特此声明。

重要声明

河北源达信息技术股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：911301001043661976。

本报告仅限中国大陆地区发行，仅供河北源达信息技术股份有限公司（以下简称：本公司）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告的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，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估。

本报告仅反映本公司于发布报告当日的判断，在不同时期，本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告；本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表本公司或其他附属机构的立场。同时，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。

本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为源达信息证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。