

固态电池产业化拐点在即，关注设备龙头与核心增量环节

——锂电设备行业深度报告

行业评级：看好

2025年7月8日

分析师	邱世梁	分析师	王华君	分析师	黄华栋	研究助理	陈红
邮箱	qiushiliang@stocke.com.cn	邮箱	wanghuajun@stocke.com.cn	邮箱	huanghuadong@stocke.com.cn	邮箱	chenhong01@stocke.com.cn
证书编号	S1230520050001	证书编号	S1230520080005	证书编号	S1230522100003		

固态电池：安全与能量密度双重突破，迈向产业化关键阶段。

■ 固态电池：“三明治”结构的革命性电池技术

固态电池采用“负极-固态电解质-正极”的三明治结构，相较于传统的液态锂电池，固态电解质显著提升电池的热稳定性与本征安全性。固态电池技术的核心价值：
1、**更高的能量密度**：固态电池采用锂金属负极理论能量密度可达500Wh/kg，远高于当前三元锂电池（300Wh/kg左右）。2、**更优的安全性**：固态电解质不可燃，杜绝电解液泄漏与热失控风险，适用于航空、军工、高端新能源汽车等高安全性场景。3、**巨大的替代空间**：固态电池兼具性能与安全优势，有望逐步替代液态电池成为下一代主流动力电池，尤其在未来5-10年进入快速渗透期。

■ 投资赛道：设备替代+材料突破

固态电池的工艺体系相较液态锂电池存在本质变化，从而带来设备端与材料端的显著升级需求。

1、**设备端替代空间广阔**：干法混料与涂布设备（前段）是固态电池制造工艺中关键的上游装备，可实现无溶剂环境下对活性材料、电解质、导电剂与粘结剂的高效均匀混合与成膜，避免传统湿法带来的溶剂残留、安全隐患与能耗问题；**叠片代替传统卷绕工艺成为中段设备新增量**：中段设备主要负责将前段制造好的极片、电解质膜等材料进行组装成电芯结构，实现极片与电解质之间的紧密界面贴合、稳定封装与结构完整性控制；**封装检测设备（后段）**：封装固态电池需全密封结构，界面缺陷检测精度需达微米级，而传统CT设备无法满足。

2、**材料端技术壁垒高**：硫化物电解质（离子电导率 $>10^{-2}$ S/cm）、硅碳负极（膨胀率 $<30\%$ ）、粘结剂（湿度容忍度上升）形成材料端护城河。

3、**固态电池为锂电设备带来增量市场空间**，行业增速贡献或达5.7%，2030年市场规模或达336.24亿元。

■ 量产落地节点：2025H2 – 2026年为产业拐点，2027年起小规模量产将加速推进

1、**头部企业（如宁德时代、比亚迪、孚能科技）在中试平台、材料体系、能量密度方面持续突破**，单体电芯密度普遍超400Wh/kg。2、**设备与材料协同升级**，推动成本下降与产能扩张。3、**eVTOL、电动自行车等场景率先试点验证**。4、**政策层面，国家专项资金与标准体系建设加速**，叠加资本支持，强化产业发展信心。5、**全球专利布局进入快车道**，2024年专利数达4640项创历史新高，体现技术竞争与商业化进程齐头并进，2025年上半年专利数量已达3184，预计全年将继续保持高位。

■ 投资建议：量产突破在即，关注设备增量环节与龙头企业

【关注设备增量环节】：干法设备（先导智能、赢合科技、曼恩斯特、利元亨、德龙激光）、辊压设备（利元亨、宁德时代）、叠片机&等静压设备（先导智能、宁德时代、利元亨、赢合科技）、封装检测设备（海目星、海瑞斯、先导智能、星云股份）；【关注设备龙头】：先导智能；【关注终端龙头】：宁德时代、比亚迪、国轩高科、信宇人、清陶能源、孚能科技、亿纬锂能。

风险提示：产业化节奏不及预期；车企导入节奏慢；产业链协同不及预期；国际市场竞争加剧。

- 1. **产业化节奏不及预期**：固态电池良率提升、工艺标准化、设备批量交付仍需时间，整体产业节奏存在后移风险。
- 2. **车企导入节奏慢**：固态电池尚未形成规模装车案例，终端车厂对安全性、耐久性、热管理有较高验证要求，商业化订单仍受限于个别高端项目。
- 3. **产业链协同不及预期**：固态电池要求材料、设备、封装、整车四大环节高度协同优化，但目前行业仍多为单点突破；
- 4. **国际市场竞争加剧**：日韩、美系企业加快布局固态电池技术，若其在关键技术或量产能力上实现领先，可能带来竞争压力或压缩国产设备替代空间。

目录

CONTENTS

01 固态电池：“三明治”结构的革命性电池技术

02 投资赛道：材料突破+设备替代

03 量产落地节点：2025H2–2026年为产业拐点，2027年起小规模量产将加速推进。

04 投资建议：量产突破在即，关注设备增量环节与龙头企业

01

固态电池：“三明治”结构的革命性电池技术

1.1 固态电池采用“三明治”结构，固态电解质是核心技术

- 固态电池采用“负极-固态电解质-正极”的三明治结构。充电时，锂离子从正极材料中脱出，通过固态电解质迁移至负极，同时，电子通过外电路到达负极，锂离子与电子在负极表面结合并嵌入负极材料。放电时，锂离子从负极脱出，经由固态电解质返回正极，完成能量释放。

- 固态电池四大电解质路线呈现差异化技术特性与产业化进程：
 - 1) 硫化物电解质凭借超高离子电导率 (>10 mS/cm, 可媲美液态电解质) 成为产业化先锋;
 - 2) 氧化物电解质以卓越热稳定性 (>1000℃) 保障本质安全, 清陶能源LLZO体系已装车智己L6实现368Wh/kg能量密度 (半固态);
 - 3) 聚合物电解质依托柔韧性优势, 适配消费电子场景;
 - 4) 卤化物电解质凭借空气稳定性与界面兼容性 (如 $\text{Li}_3\text{GdCl}_3\text{Br}_3$ 电导率11 mS/cm) 成为新兴路线, 宁德时代于2025年1月3日发布, 通过Zr/Hf掺杂优化卤化物固态电解质, 显著提升离子电导率与界面稳定性, 电导率为1.15mS/cm。信宇人重点开发稀土替代型卤化物, 实现室温离子电导率>1 mS/cm, 固态电池能量密度>400 Wh/kg。

图1：固态电池与锂离子电池

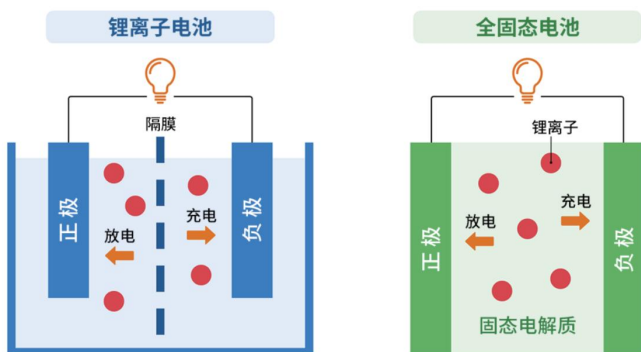


图2：硫化物电解质离子电导率

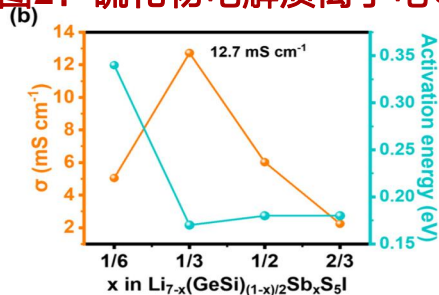


图4：固体聚合物电解质示意图

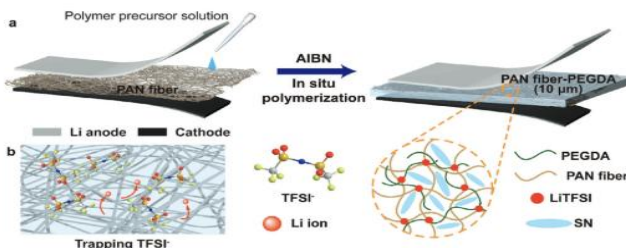


图3：氧化物电解质的卓越热稳定性

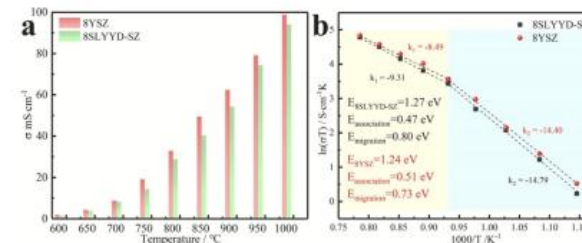
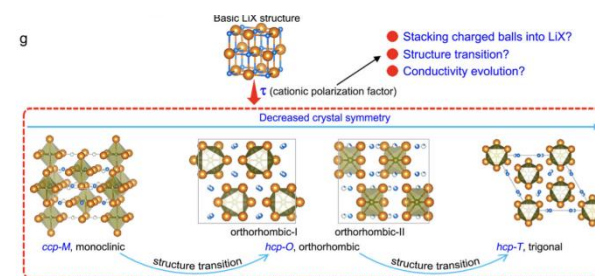


图5：卤化物固态电解质材料结构相图构建及原理



1.2 正负极材料：高能量密度路径持续演进

- 正极材料短期以超高镍三元为主，长期聚焦富锂锰基；负极材料硅碳复合路线短期主导产业化，长期趋向锂金属。
- 正极材料：短期以超高镍三元为主，镍含量目前可达98%。双相复合NCM9系产品比容量达215 – 235mAh/g(0.2C,3.0—4.3V)，首效性能 > 89%(2C/0.2C)，循环寿命 > 2000次。长期聚焦于富锂锰基，富锂锰基材料具备约300mAh/g的高比容量，相比传统三元材料提升显著（约200mAh/g），理论能量密度可超400Wh/kg，搭配固态电池有望突破600Wh/kg。锰资源丰富、成本低，仅为三元材料的1/5，储量为钴的千倍以上，预计成熟量产后可使正极成本下降15%-20%。
- 负极材料：硅碳复合路线主导产业化，硅负极具有非常高的理论容量（约4200 mAh/g），通过与碳材料复合，可以提高其稳定性和循环性能。实验数据表明复合结构可实现2000次循环仍保持1330 mAh/g左右的稳定容量。该技术并与商用电池制造兼容，可看作高能量密度电池的重要突破方向。长期方向以锂金属为主，锂金属负极有较高高理论容量（3860mAh/g），锂金属负极可引入Li₂ ZnSb（LZS）中间层，有效解决了锂金属负极所面临的枝晶生长和界面不稳定性等关键问题。

图6：固态电池关键材料体系发展进程

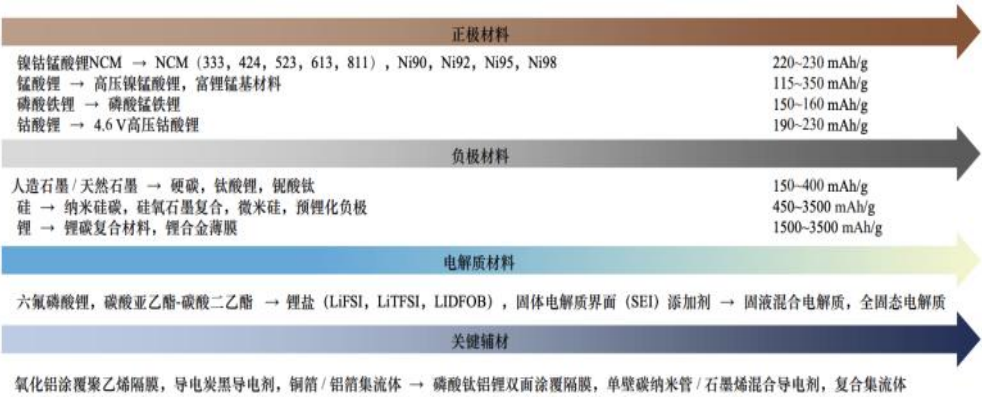


图7：硅碳复合材料的循环性能和稳定性

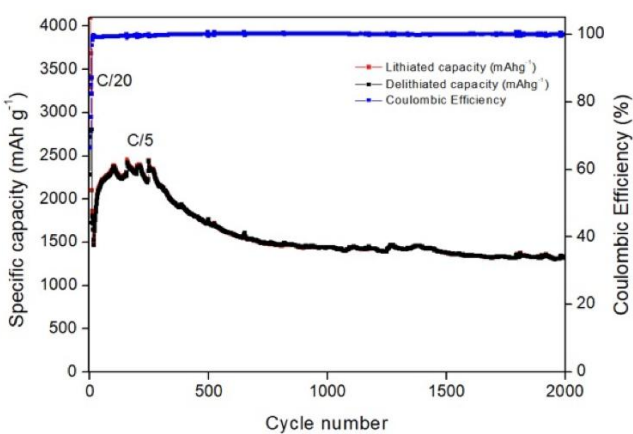
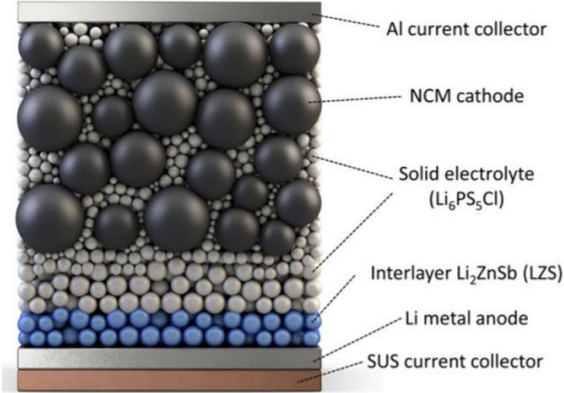


图8：引入LZS的锂金属负极结构



1.3 三大主流电解质路线，硫化物为主流

- **性能不可替代**：唯一实现液态级电导率的固态电解质（热压后离子电导率 32.2 mS/cm，液态电解质的3.2倍），满足高能量密度和宽温域需求
- **成本下降路径**：利用氧硫化磷锂电解质替代传统高成本硫化物，原料成本从195美元/公斤下降至14.42美元/公斤，不到其它硫化物固态电解质的8%，也远低于50美元每公斤这一商业化的要求，具有很强的成本竞争力。
- **国家资金倾斜**：中国投入60亿鼓励有条件的企业对全固态电池相关技术开展研发，其中包含硫化物电解质为主的宁德时代、比亚迪、一汽等。

图9：硫化物电解质可实现液态级电导率

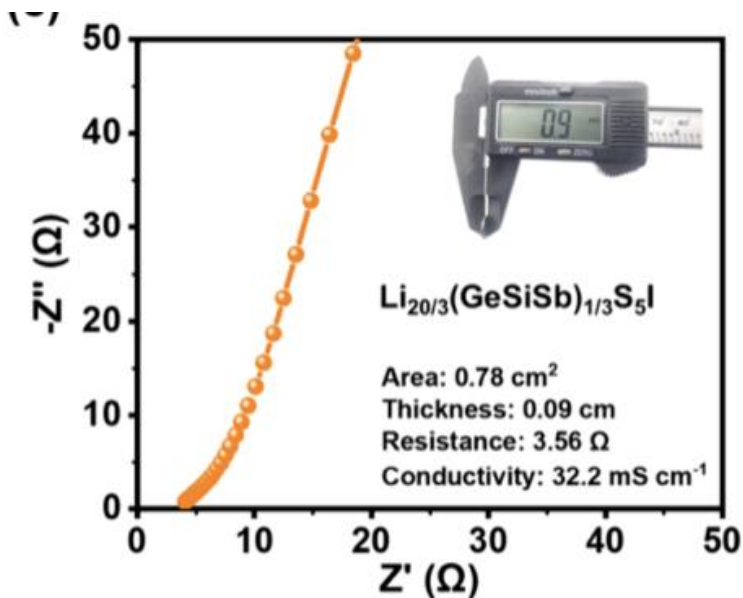
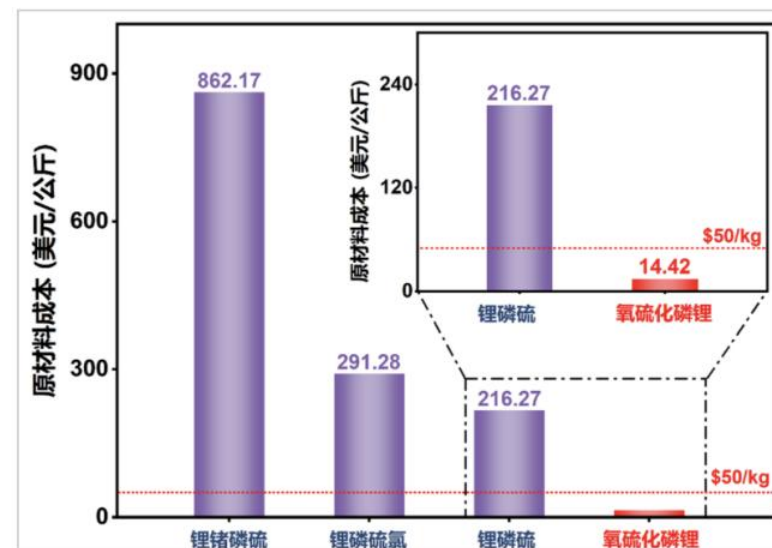


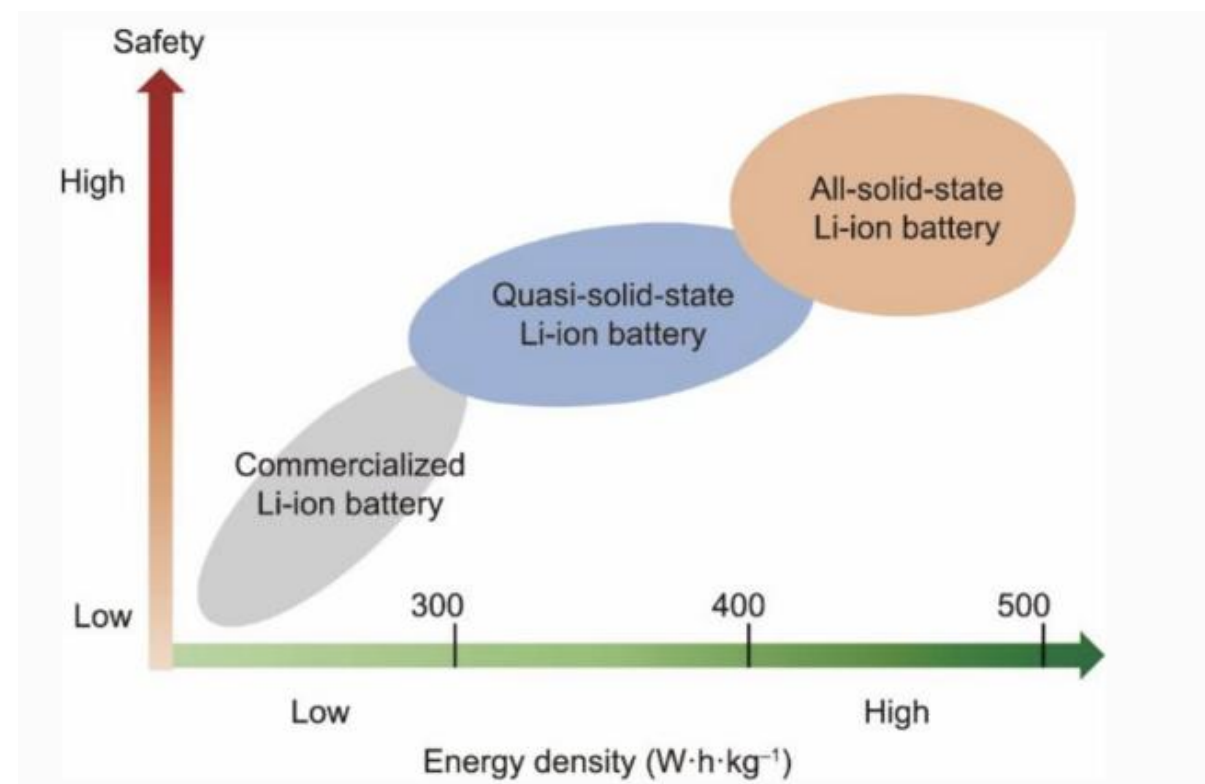
图10：硫化物固态电解质的原材料成本



1.4 固态电池优势：能量密度跃升

- 能量密度是衡量电池“单位重量或体积所能储存能量”的指标，决定了电池体积大小和续航里程，是电池设计的核心参数之一。通常**能量密度越高越安全**。
- 目前实验室固态电池的能量密度普遍可达400Wh/kg，而市面主流锂离子电池约为150 – 250Wh/kg，相当于提升了约1.6至2.3倍。
- 固态电池相比于液态电池能获得更大的能量密度有三大原因：1、固态电池**允许使用更高容量的锂金属负极，抑制结晶从而避免短路**，是能量密度跃升的核心原因；2、高电压正极适配更高工作电压系统，提升能量输出，从而**提高电池能量密度上限**；3、固态电解质为薄膜/陶瓷或复合层，无需隔膜和液体灌装，可以**更紧密堆叠极片，结构更精简，单位体积电能输出更多**；
- 宁德时代目前的方案能将三元锂电池的能量密度突破500 Wh/kg，目前已建成10Ah全固态电池性能验证平台，进一步进入 20Ah 试制阶段，循环寿命为483次。自主研发硫化物复合电解质+高镍三元正极+硅基负极技术，电芯能量密度400Wh/kg，循环寿命超10000次，通过针刺、热箱测试；

图11：电池能量密度的发展趋势



1.5 固态电池优势：本征安全性

■ 固态电池具有本征安全性的原因如下：1. **不可燃性**：固态电解质（特别是氧化物类）为无机材料，不含有机溶剂，本身不具燃烧性，不易与电极反应生成可燃气体，适用于航空、军工、高端新能源汽车等高安全性场景。2. **热稳定性强**：固态电解质在高温下仍保持结构稳定，如LLZO分解温度超600℃，大大延缓热失控链式反应的发生。3. **电化学稳定窗口宽**：高电压下不易发生电解质分解，有助于构建高能量密度与高安全性兼具的系统。电解液是造成液态锂离子电池安全事故的最大推手。锂电池的热失控主要是因内部短路或工作温度过高的原因导致初始温度上升，导致SEI膜分解，同时电解液持续升温释放多种可燃气体与氧气，进而出现燃烧的情况。；

图14：固态电解质的分解温度以及两两混合后的分解温度示意图

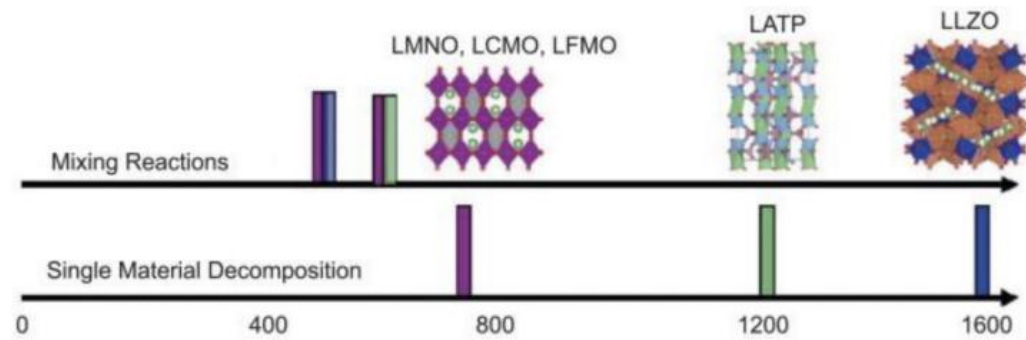


图12：锂离子电池热失控反应机理

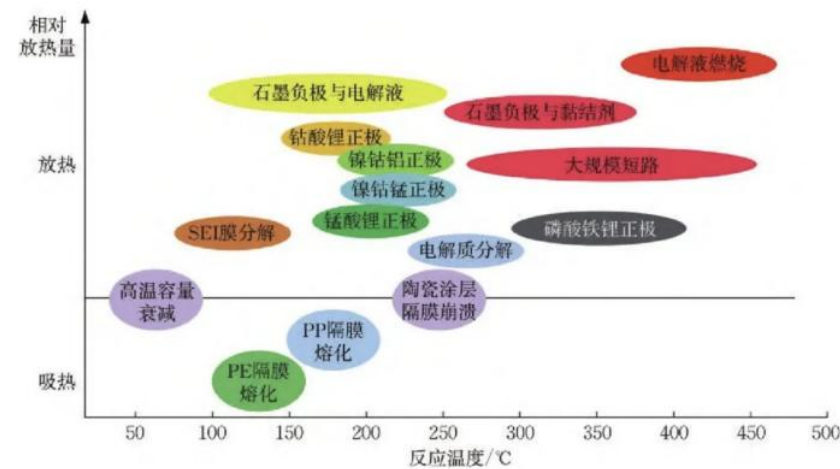
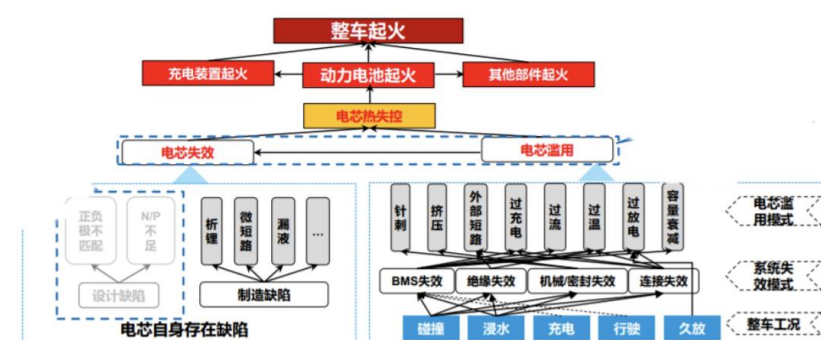


图13：动力汽车整车起火原因分解



1.6 需求端：从‘被动妥协’向‘主动匹配跨越

- 在电动汽车领域，传统液态锂离子电池存在严重的热失控风险。2024年我国新能源车事故中，动力电池热失控事件中，68%的事故与电池本身有关，其中因车辆碰撞引发的占比达32%。2025年，工信部发布新版《电动汽车用动力蓄电池安全要求》，明确提出技术目标为“不起火、不爆炸（需具备报警功能），且烟气不得对乘员造成伤害”。
- 在低空经济（eVTOL、电动载人飞行器）场景中，固态电池突破续航能力和安全性瓶颈。目前主流液态电池能量密度难以突破300Wh/kg，严重限制飞行时间，而孚能科技全固态电池（实验室级别），通过高镍正极、高容量负极实现了400Wh/kg的超高能量密度。
- 在储能电站中，固态电池因其安全性高、循环寿命长、能量密度大、工作温域广等优势，可有效解决大电芯散热与系统安全问题，降低更换与维护成本，并提升空间利用效率，适应20℃至60℃的宽温域。太蓝新能源与南都电源签署固态战略合作协议。
- 在人形机器人等高机动智能终端中，液态电池的持续运作能力衰减明显，续航不足3小时已成为制约其户外应用的主要因素，而固态电池具备优异的能量密度，固态电池的高安全性完美契合人形机器人人机共处与家庭应用的核心需求。北京钢铁侠科技联合创始人王振超表示，人形机器人未来可通过分布式固态电池提升续航灵活性和机身力量，实现如人体般的能量分布。

图15：动力电池热失控的三种触发方式

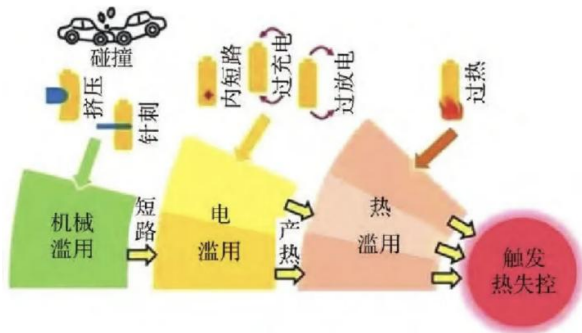
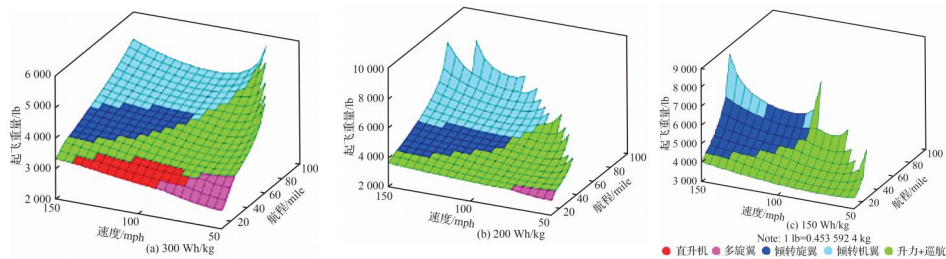


图16：不同电池能量密度对 eVTOL 构型影响



资料来源：封面新闻，中华人民共和国工业和信息化部，中国证券报公众号，太蓝新能源公众号，中国电池工业协会公众号，材料与器件检测技术中心公众号，《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，浙商证券研究所

02

投资赛道：材料突破+设备替代

2.1 固态电池产业化的关键制约因素解析

- 固态电池产业化难点主要体现在材料性能突破、核心设备替代、高精度封装检测与环境要求方面：
- 1) 材料技术瓶颈：固态电解质离子电导率低；硅碳负极膨胀大；粘结剂不适配干法或湿度控制差
- 2) 制程设备更新要求高：干法制膜成膜难度大；多辊压需求高一致性；高精密叠片、等静压要求提升
- 3) 封装与检测精度挑战大：气密性/微孔检测难；高致密性电芯易造成内部缺陷不显现
- 4) 环境要求极高：硫化物/金属锂高活性，易氧化/吸湿；整线需无水无氧环境
- 随着硫化物电解质、硅碳负极、干法成膜、等静压工艺等环节持续取得突破，龙头企业正快速推动设备工艺标准化与产业链协同，固态电池有望自2025H2起逐步进入规模放量阶段。

- **硫化物电解质：离子电导率瓶颈突破。**湖南恩捷披露LPSC固态电解质产品离子电导率最高可以超过0.011S/cm。中国科学院研发的新型的高熵硫化物固态电解质“LGSSSI”，离子电导率可达0.0127S/cm，热压后，其离子电导率可进一步提升至0.0322S/cm。量产验证：瑞固新材投产中国首条百吨级硫化物电解质产线，2028年规划产能将实现指数型增长。
- **硅碳复合负极：膨胀率可控。**采用化学气相沉积（CVD）技术，在多孔碳中生长纳米硅颗粒，利用孔隙缓释体积变化，将膨胀率从300%降至20%以下。结合锂箔补锂等预锂化工艺，首圈效率从70%提升至90%，有效降低活性锂损耗。上海洗霸生产的介孔碳材料有效缓解电池负极的离子堆积问题，提高钠传输速度，并在250℃下实现了50,000+次循环的钠存储寿命。量产验证：贝特瑞的硅基负极产品已实现规模化，2024年上半年市场占有率>70%。
- **粘结剂创新：替代干法电极的材料方案。**TPA熔融粘结剂：热塑性聚酰胺（TPA）在硫化物颗粒间隙形成逾渗网络，循环中耗散应力，适配纯硅负极（ μSi ）循环2000次容量保持率>80%； μSi 全电池中,NCM83全电池能量密度390 Wh/kg。

图17：一种负极极片及其制备方法和应用

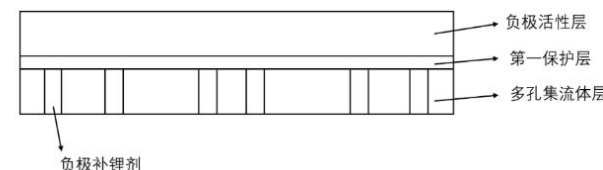
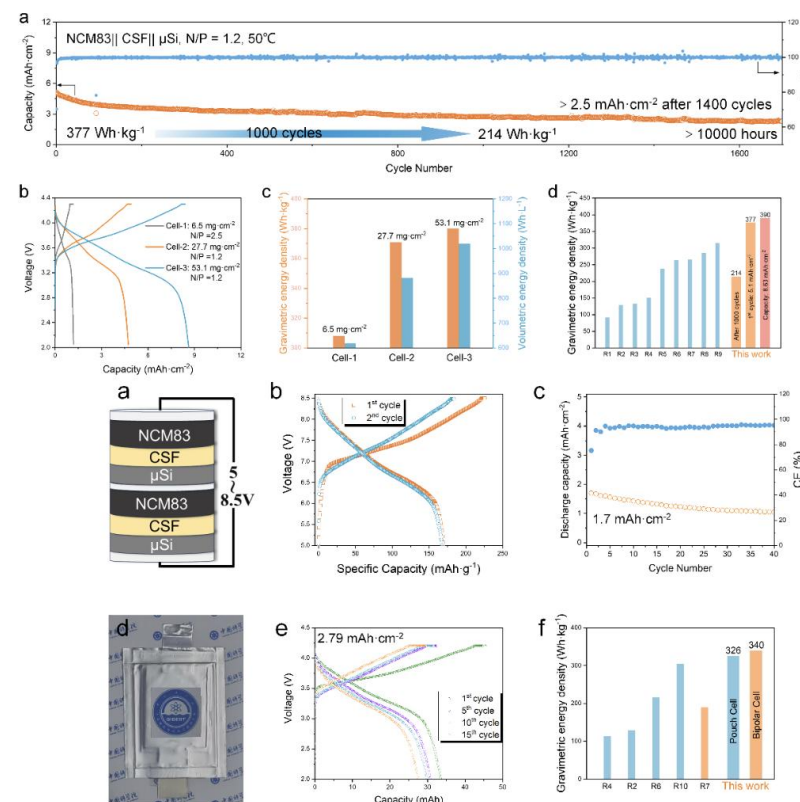


图18：使用TPA一体化硫化物全固态电池的长循环性能



2.3 设备增量环节（前段）：干法混料与涂布一体化

- **干法混料与涂布设备**，它是固态电池制造工艺中关键的上游装备，可实现无溶剂环境下对活性材料、电解质、导电剂与粘结剂的高效均匀混合与成膜，避免传统湿法带来的溶剂残留、安全隐患与能耗问题。
- 干法电极制备主要分为三个核心步骤：1）**干法混料**：采用高速搅拌、气流粉碎或螺杆挤出方式，实现粉体颗粒的高均匀分散；粘结剂（如TPA）通过原纤化（fibrillation）处理构建3D多孔网络结构；提高颗粒间粘附力与力学稳定性。2）**干法成膜（干法涂布）**：无需使用NMP等有机溶剂；支持在不同集流体（如铝箔、铜箔）上直接涂布活性材料层；常采用辊涂或挤出式成膜技术。3）**辊压定型**：多辊控制厚度、均匀性；实现极片压实与致密度控制，适应高能量密度设计。

图19：全固态电池制造工艺流程机器设备变化（完全干法工艺）

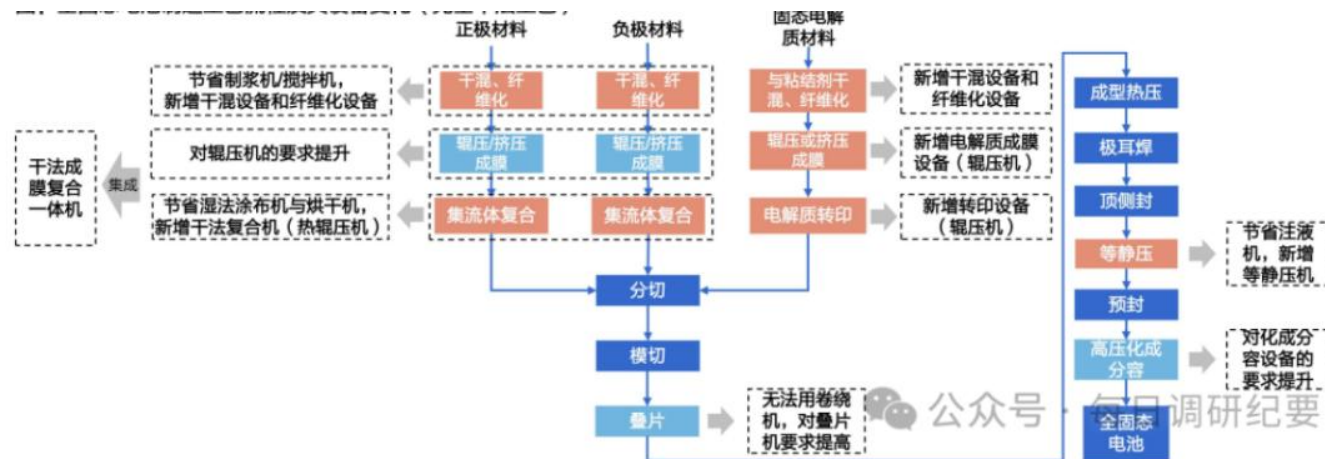


图20：400型干法成膜复合一体机



企业	关键设备	技术特点
先导智能	干法成膜一体机	无溶剂成膜 + 精密辊压 + 润湿性控制； 温控±0.5℃，跳动≤2μm，涂布厚度20μm以内
	干/湿双法电极制备与涂布系统	可满足产品幅宽1000mm，厚度40μm-300μm，负极速度80m/min、正极速度60m/min的生产需求
	固态电解质复合转印设备	效率达 50m/min，厚度控制精度 ±1μm
宁德时代（内部研发）	双螺杆挤出 + 气流粉碎系统	构建三维“海绵状结构”，粉体适应性强，成膜连续稳定
	极片辊压设备	可在辊压极片过程中有效排出有害气体
纳科诺尔联合清研电子	干法电极成型覆合一体机	集成混料、纤维化、复合，8辊连轧，精度±1.5 μm，速度50 m/min
星源材质	干法复合膜设备	刚性骨架膜结合柔性电解质，适配导电聚合物原位固化成膜
利元亨	多级辊压（四辊压系统）+干法电极	四辊压系统，通过大辊压小辊的方式保证压力，多级辊压工艺可将孔隙率降至20-30%。同时，设备搭配定量进料系统以提升膜层均匀性和一致性，从根本上提升界面致密化水平。
	电极干法涂布设备	整合干湿、膜制造与压制工艺，相比传统湿法工艺节省11.5%溶剂成本、降低46%能耗，采用多辊压延技术实现超薄材料精准控制，适配多种固态电池体系。
赢合科技	干法设备	整合粉体搅拌、纤维化、均匀铺粉等七大核心技术，极片制造效率提升30%以上，成本降低20%-30%
曼恩斯特	400型干法成膜复合一体设备	400型干法成膜复合一体设备制膜宽度150~800mm、制膜厚度75~250μm、面密度精度误差±1%、厚度精度±2μm、压辊压力最大50T、辊压速度最快高达65m/min、压辊辊缝间隙0~2mm、辊缝调节精度0.001mm
信宇人	干法成膜复合一体机	无需干燥烘箱，大幅减少厂房占地面积和生产采购成本；简化生产流程，缩短生产周期，大幅增强生产效率与灵活性；省去NMP（有毒溶剂）回收环节，减少VOC排放，降低产线能耗；突破湿法涂布厚度极限，大幅提升电池能量密度与安全性，拓展电池应用边界
德龙激光	极片制痕绝缘设备	紫外激光加工，制痕边缘粗糙度Ra < 3μm，绝缘电阻 > 100MΩ
	干法电极激光预热技术	极片电阻降低12%

图21：气体粉碎系统

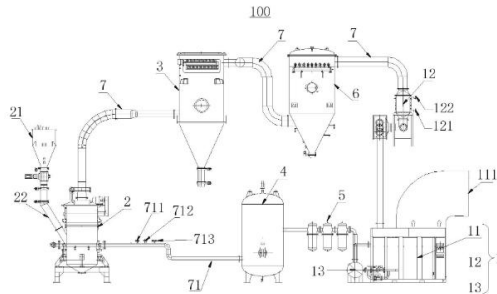


图22：螺杆挤出机及电池生产系统

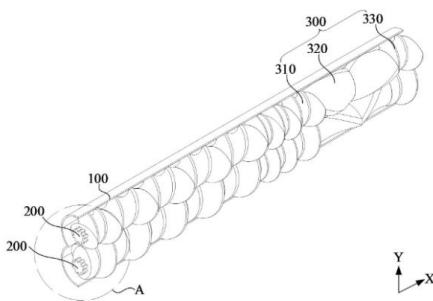


图23：极片辊压设备

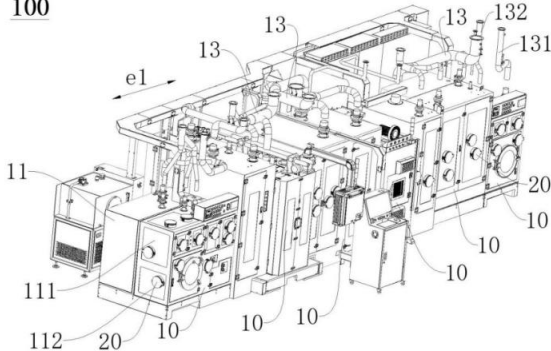


表2：固态电池中段设备供应商

企业	关键设备	技术特点
先导智能	等静压设备	600MPa大容量，可提供高效温等静压作业环境，温度最高150℃，电芯边角无损伤率达99.8%。
	固态叠片机	叠片效率提升至0.15秒/片，且对齐精度误差 $\leq \pm 10\mu\text{m}$ ，良率提升15%。
宁德时代（内部研发）	等静压装备	控制固态电池电极组件在等静压过程中的受力方向
利元亨	胶框印刷与叠片一体机	针对无隔膜结构下极片边缘易变形的问题，将树脂胶框印刷与电极叠片工艺结合，有效提高产品安全性和一致性
	高压化成分容设备	具备80吨载荷能力，配备百余项安全防护措施，覆盖硫化物、卤化物、氧化物及聚合物等多种固态电池体系，全面支持大规模量产需求。
赢合科技	超高速多工位切叠一体机	叠片效率0.1秒/片，产能较同行提升70%，取代传统卷绕工艺
海目星	三工位裁断叠片一体机	叠片速度最高可达0.167 s/pcs，相邻极片对齐度 $\pm 0.2\text{mm}$ ，整体极片对齐度 $\pm 0.3\text{mm}$

- 中段设备主要负责将前段制造好的极片、电解质膜等材料进行组装成电芯结构，实现固态电池从“材料片段”向“功能单元”的转化。其工艺目标是实现极片与电解质之间的紧密界面贴合、稳定封装与结构完整性控制，为后续电芯成组与封装测试打下基础。主要目的是1）构建稳定固-固界面：通过热压提升电极与电解质之间的物理接触，降低界面阻抗，是固态电池特有需求；2）影响循环寿命与安全性：中段设备制造精度直接决定电芯界面稳定性、机械强度与倍率循环性能；3）定制化强、自动化难度高：固态电池结构类型多样（层状、卷绕、软包、硬壳），对设备柔性兼容要求更高。

图26：Z字型叠片工艺



图24：高压化成分容设备



图25：等静压设备及电池生产系统

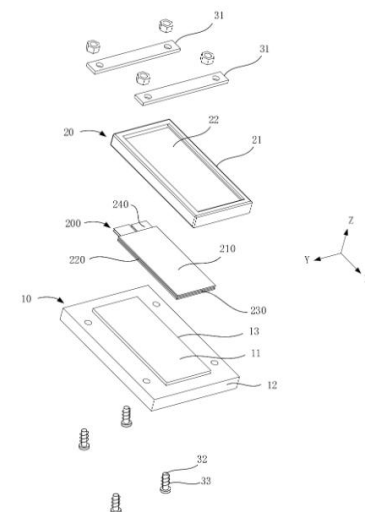


图27：胶框印刷与叠片一体机



2.6 封装检测设备（后段）：高精度要求催生新龙头

- 相比于液态电池，固态电池结构更紧凑，对内部缺陷极为敏感；电解质活性强，需全密封结构防止吸湿、氧化；界面缺陷、针孔、气体泄露等微小问题都可能引发短路、热失控等安全事故。封装固态电池需全密封结构，界面缺陷检测精度需达微米级，而传统CT设备无法满足。
- 先导智能发明的注氦装置及氦检设备结束了日历设备的垄断，可用于提升氦检的精度。
- 海目星快速在线 CT 检测设备能实现叠片电芯内部结构 3D 在线无损检测，检测精度 $<0.03\text{mm}$ ，检测效率 $\geq 36\text{PPM}$ 。
- 海瑞斯采用核心技术矩阵：“大漏拦截+微漏检测”双模系统。1）大漏速检：充气观察电池形状，完成高压气密初筛，100%拦截 $\geq 0.2\text{mm}$ 漏孔。2）微漏检测：采用海瑞思固态电池专用质谱检测仪，精准识别 0.1mm 微渗孔泄漏，有效帮助厂家提高电池良品率。3）柔性适配：5-500kPa 可编程压力区间，程序可储存多型号测试需求数据，轻松易上手。4）智能互联：RS485 接口直连 MES 系统，检测数据自动生成 SPC 管控报表，赋能数字化品控。
- 星云股份交付高精度的固态电池检测设备，相关设备用于固态电池实验室/产线检测，为客户固态电池的研发及量产提供高水平的检测支持。

图28：注氦装置及氦检设备

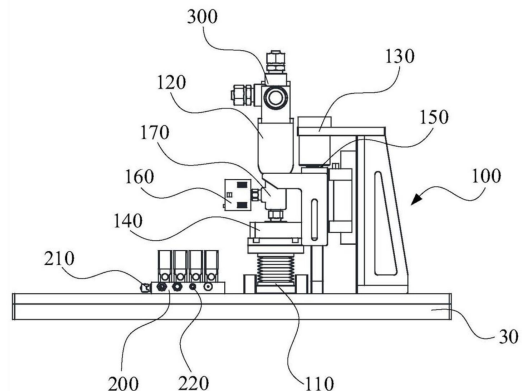


图29：CT检测设备



图30：固态电池检漏平台



2.7 全固态时代带来的设备增量与市场空间

- 新增产能方面，无论是乐观、中性还是保守情景，我们预计固态电池的**年新增产能都呈现出逐年上升的趋势**。乐观情景下，年新增产能将从2025年下半年的8 GWh增长至2030年的220 GWh；即使在保守情景下，到2030年也将达到150 GWh。
- 在单位产能设备投资成本方面，呈现出明显的下降趋势，从2025H2的5.8亿元/GWh逐步下降至2028年后的2.3亿元/GWh，并在此后保持稳定。这反映出随着产业规模扩大与技术成熟，设备投资的边际成本将不断降低。
- 年度新增设备市场规模在未来几年将快速增长。在乐观情景下，从2025年下半年的20.56亿元增长至2030年的336.24亿元；中性情景下2030年达275.10亿元；即使是最为保守的假设，市场也能扩展至229.25亿元。这说明固态电池设备具备广阔的市场空间和显著的成长潜力，相关产业链环节有望受益明显。
- 关键假设：**设备替代率为73.83%**。混料与涂布系统可基本完全替代，替代率达90%-95%，对应电解液成本占比约25%。压实系统通过设备升级实现80%替代；组装环节则以叠片替代卷绕，替代率70%，电解液成本占比达35%。电解液注液封装环节在固态电池中被完全取消，替代率100%。化成检测和系统集成部分设备可通用或升级，替代率分别为40%和70%，电解液相关成本各占约20%。

表3：固态电池为锂电设备带来增量市场空间，行业增速贡献或达5.7%

年份	新增产能（GWh）			每GWh产能设备投资额 (亿元)	年度新增设备市场规模（亿元）		
	乐观	中性	保守		乐观	中性	保守
2025H2	8	5	2	5.8	20.6	12.8	5.1
2026	18	15	8	4.5	47.8	39.9	21.3
2027	60	45	25	3.5	131.8	98.8	54.9
2028	90	75	60	2.3	137.6	114.6	91.7
2029	120	100	80	2.3	183.4	152.8	122.3
2030	220	180	150	2.3	336.2	275.1	229.3

03

产业化节点：从试点验证到规模落地的系统进阶，
2025H2/2026或是拐点，2027小规模量产

3.1 技术验证阶段：中试平台构建与验证路线明晰化

- 该阶段目标包括：1) 验证材料体系与电芯结构兼容性；2) 建立关键工艺窗口；3) 推动专利布局与标准构建。随着各类材料体系（如硫化物、氧化物、卤化物）实现突破，头部企业纷纷在2023 – 2025年完成了从实验室样机向10Ah – 20Ah级别中试平台的过渡。
- 宁德时代已完成全固态电芯（10Ah）循环测试平台搭建，单体能量密度突破500 Wh/kg；
- 赣锋锂业首款500Wh/kg级10Ah产品实现小批量量产。
- 中创新航：研发的“无界”全固态电池能量密度为430wh/kg，容量超50Ah，其计划于2027年实现装车。
- 孚能科技：正有序推进其第三代半固态及全固态电芯研发，预计2025年底量产60Ah的硫化物全固态电池，能量密度高达400Wh/kg至500Wh/kg。
- 比亚迪已经下线（中试）60Ah全固态电池，能量密度达400Wh/kg。

3.2

量产爬坡阶段：设备与材料体系协同突破是2025H2/2026拐点的
关键因素

浙商证券股份有限公司
ZHESHANG SECURITIES CO.LTD

■ 量产爬坡阶段，设备与材料体系的协同突破是推动固态电池产业迈入产业化拐点的核心动力，预计2025年下半年至2026年将成为关键窗口期。当前，中国企业正积极布局该阶段的关键技术与产能建设。

表4：应用端各公司关键时间表及量产规划

公司	时间	具体规划
孚能科技	2025年底	能量密度高达400-500Wh/kg的60Ah的硫化物全固态电池计划于2025年底小批量交付
亿纬锂能	2026	百MWh中试线预计2025年投入运行，计划在2026年量产能量密度达350Wh/kg、800Wh/L的全固态电池1.0版本；在2028年推出能量密度超1000Wh/L的高比能全固态电池2.0版本
鹏辉能源	2026	2025年启动中试研发并小规模生产，2026年将正式建立产线并批量生产
欣旺达	2026	2026年量产，第三代聚合物复合全固态电池2025年完成产品开发，第四代全固态电池2027年完成实验室样品制作，2026年具备全固态电池量产能力，产能可达1GWh。
宁德时代	2027	2027年有望实现小批量生产
上汽集团	2027	计划在2027年实现固态电池装车
长安汽车	2027	2025年至2026年完成50GWh电芯产能投资建设，预计2026年实现固态电池装车验证，2027年推进全固态电池逐步量产，能量密度目标达400Wh/kg
比亚迪	2027	将在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
奇瑞汽车	2027	2026年实现全固态电池上车，2027年规模化量产。
国轩高科	2027	2025首条全固态实验线正式贯通，金石全固态电池PACK系统已完成初步开发应用工作，并开启装车路测。2027年将实现金石全固态电池小批量上车实验
卫蓝新能源	2027	计划在2027年之前，实现全固态电池的规模化量产。到2030年，有望把全固态电池的销售价格控制在5毛钱(0.5元/Wh)以下
太蓝新能源	2027	2026年开始装车测试，2027年实现批量生产
中创新航	2028	全固态电池技术能量密度达430wh/kg，计划于2027年小批量装车，2028年量产
信宇人	2028前	开发“能量型+快充型”双路线布局，计划3年内建成量产中试线
蜂巢能源	2030	2030年后量产，全固态电池能量密度400Wh/kg以上，主要覆盖800公里和1000公里以上的高端车型

3.3 应用场景不断验证：低空经济与民生应用

- **eVTOL领域：**亿航智能EH216-S机型搭配欣界能源“猎鹰”固态电池（能量密度480Wh/kg），单次不间断试点飞行达到48分10秒，适用不同飞行场景，续航时间可显著提升60%—90%，是全球首个无人驾驶载人电动垂直起降航空器（eVTOL）完成固态电池飞行测试。计划在2025年底前实现新型固态电池在EH216-S的认证和装机量产。
- **全固态电动自行车：**北京纯锂新能源科技启动“全固态电池电动自行车换电试点项目”，借助全固态电池的本征安全性从根源上彻底消除电动自行车锂电池热失控的风险（2024年全国电动自行车火灾事故中锂电池热失控占比高达91.7%）。该全固态电池循环寿命次数超过2000次以上，电池可在85℃的温度下长期稳定工作。同时纯锂新能源全固态电池经受住了极限测试，将破开后的电池置于120℃真空干燥箱恒温静置6小时后，实测质量损失率仅0.023%（失重率≤1%即判定为全固态电池）。

图31：搭载“猎鹰”固态电池的电动垂直起降飞行器亿航EH216 图32：北京纯锂新能源科技全固态电池电动自行车



3.4 政策与资本双驱动：工信部25年底进行中期审查为关键节点

- 工信部成立重大研发专项，资金体量60亿，预计2025年底前进行中期审查；
- 发改委发布对固态电池的最新政策：1）通过超长国债对布局电池产业的企业提供实际投资额15%的补贴；2）中央财政专项补贴从30亿增加到120亿。
- 工信部在《2025年工业和信息化标准工作要点》中明确提出将全固态电池作为重点领域，首次将全固态电池纳入新产业标准建设核心。
- 国家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，提出2027年前打造3-5家全球龙头企业。

3.5 企业维度：中国固态电池专利竞争格局

- 从企业专利数量来看，截至目前，中国固态电池技术布局高度活跃，形成了“龙头企业+科研院所”双轮驱动的格局：
- 1）宁德时代（247项）和比亚迪（238项）专利总量领先，处于第一梯队，代表中国动力电池产业链企业在固态电池领域的深度自研与系统布局，展现出强烈的战略转型信号。
- 2）蜂巢能源（211项）、卫蓝新能源（152项）、锋锂新能源（136项）等新兴力量紧随其后，构成第二梯队，集中在中试放量与商用验证阶段，具备快速商业化潜力。
- 3）中国科学院系统的多个研究所（物理所、宁波材料所、大连化物所、青岛能源所等）合计专利数量接近500项，显示国家级科研机构在基础材料、结构设计、界面研究等方面拥有坚实的技术储备与原创能力。
- 4）企业与科研机构协同共进，创新路径互补：企业聚焦工艺与产品落地，科研院所专注材料基础突破，共同推动固态电池技术链完善。

表5：中国固态电池企业专利数量

公司	专利数量
宁德时代新能源科技股份有限公司	247
比亚迪股份有限公司	238
蜂巢能源科技股份有限公司	211
中国科学院物理研究所	196
上海屹锂新能源科技公司	162
北京卫蓝新能源科技股份有限公司	152
浙江锋锂新能源科技有限公司	136
苏州清陶新能源科技有限公司	129
合肥国轩高科动力能源有限公司	123
中国科学院宁波材料技术与工程研究所	95
清陶（昆山）能源发展集团股份有限公司	90
重庆太蓝新能源有限公司	80
惠州亿纬锂能股份有限公司	70
中国科学院大连化学物理研究所	66
中国科学院青岛生物能源与过程研究所	60

3.6 时间维度：全球固态电池专利呈现稳步扩张态势

- 从全球年度专利公开数量来看，固态电池正处于快速上升周期：
- 1) 2015 – 2019年为技术萌芽期，年均专利数量不足千项，主要集中于材料探索和初代结构设计。
- 2) 2020年开始进入加速阶段，尤其2021年起呈指数级增长，2024年达峰值4640项，反映出资本、政策、市场对固态电池的高度关注。
- 3) 2025年上半年已公开专利3184项，**预计全年将继续保持高位**，说明技术迭代仍在进行，竞争格局持续演化。
- 4) **增长背后主要推动力**包括：核心材料（硫化物、氧化物、聚合物）性能突破；干法电极、等静压、无氧环境设备工艺成熟；整车厂对能量密度、安全性更高产品的明确需求。

表6：2015年-2025年7月9日全球每年固态电池专利数量（按照公开年份核算）

年份	专利数量
2025（截至2025年7月9日）	3184
2024	4640
2023	3145
2022	2664
2021	1826
2020	1330
2019	1028
2018	659
2017	295
2016	264
2015	131

04

投资建议

4.1 产业链升温下的投资主线梳理：设备与终端双线布局

■ 关注设备增量环节：

- 1) 干法设备：先导智能、赢合科技、曼恩斯特、利元亨，德龙激光；
- 2) 辊压设备：利元亨、宁德时代；
- 3) 叠片机&等静压设备：先导智能、宁德时代、利元亨、赢合科技；
- 4) 封装检测设备：海目星、海瑞斯、先导智能、星云股份；

■ 关注设备龙头：先导智能；

■ 关注终端龙头进展：宁德时代、比亚迪、国轩高科、信宇人、清陶能源、孚能科技、亿纬锂能

05

风险提示

- 1. **产业化节奏不及预期**：固态电池良率提升、工艺标准化、设备批量交付仍需时间，整体产业节奏存在后移风险。
- 2. **车企导入节奏慢**：固态电池尚未形成规模装车案例，终端车厂对安全性、耐久性、热管理有较高验证要求，商业化订单仍受限于个别高端项目。
- 3. **产业链协同不及预期**：固态电池要求材料、设备、封装、整车四大环节高度协同优化，但目前行业仍多为单点突破；
- 4. **国际市场竞争加剧**：日韩、美系企业加快布局固态电池技术，若其在关键技术或量产能力上实现领先，可能带来竞争压力或压缩国产设备替代空间。

行业的投资评级

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，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

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。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，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，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者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。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、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和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、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。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>