

固态电池行业 发展研究报告

报告编制单位:



起点固态电池



起点研究院
SPIR



CATALOGUE

目 录

固态电池概述

国内外政策环境分析

技术发展现状与趋势

市场应用前景分析

产业链发展及主要企业布局

固态电池产业规划及建议





固态电池概述



定义与工作原理

固态电解质替代液态电解液

固态电池的核心创新在于使用固态电解质（如氧化物、硫化物或聚合物）替代传统锂离子电池中的液态电解液，通过固体介质实现锂离子在正负极间的传导，从而避免电解液泄漏、挥发等问题。

离子传导机制

固态电解质通过晶格间隙或特定离子通道实现锂离子迁移，其传导效率取决于材料晶体结构设计。例如，硫化物电解质具有较高的离子电导率（接近 10^{-2} S/cm），但化学稳定性较差，需通过界面改性提升性能。

全固态结构设计

电池由固态正极（如高镍三元材料）、固态电解质层和固态负极（如金属锂或硅基材料）堆叠而成，通过热压或薄膜沉积工艺实现紧密接触，减少界面阻抗。



固态电池与传统液态电池对比

电池类型	能量密度 (Wh/kg)	安全性	快充能力	循环寿命	主要应用场景
固态电池	极高	极高	中等	中	高端消费电子产品、 高端电动车、高端 电动飞行器、人形 机器人、航空航天 等
液态磷酸铁锂电池	中等	高	中等	高	中端电动汽车、储 能、轻型电动车、 电动船舶等
液态三元锂电池	高	中等	高	低	高端电动车

核心优势与技术特点

01 宽温域性能

固态电解质在-30°C至100°C范围内保持稳定离子传导，优于液态电池（低温下电解液粘度增大导致性能骤降），适用于极端环境应用（如航空航天）。

02 快速充电能力

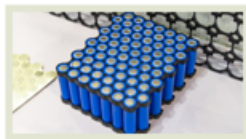
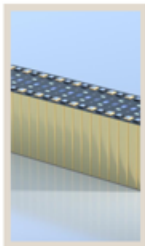
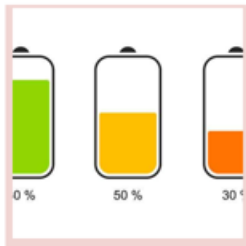
固态界面可承受更高电流密度（部分原型充电速率达6C），而液态电池快充时易析锂引发短路，需依赖复杂BMS系统限制充电速度。

03 材料创新方向

包括硫化物电解质、氧化物电解质、及复合电解质等，各路线在成本、工艺成熟度上存在权衡。

04 集成化潜力

固态电池可设计为柔性薄膜或超薄叠片结构，支持异形封装（如植入式医疗设备），而液态电池受限于壳体防漏设计，形状灵活性较低。





国内外政策环境分析



中国支持政策与规划

国家级战略引导

中国在《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》中首次明确将固态电池列为重点攻关技术，提出到2030年实现能量密度 $\geq 500\text{Wh/kg}$ 的目标，并通过“十四五”新材料规划专项支持固态电解质研发。



地方产业配套政策

深圳、上海等地出台专项补贴，对固态电池中试线建设给予最高30%资金支持，并设立产业园区吸引上下游企业集聚，形成长三角、珠三角两大研发制造集群。

财政与金融支持

国家制造业转型升级基金定向投资固态电池项目，2023年设立50亿元专项贷款贴息计划，优先支持氧化物电解质、硫化物电解质等关键材料量产技术突破。



硫化物成为政府重点支持的技术路线

国家战略层面

中国《新能源汽车产业发展规划（2025）》明确支持固态电池研发，科技部“十四五”专项投入超20亿元；欧盟《电池2030+》计划将硫化物路线列为优先方向。



产业链协同需求

宁德时代千人研发团队与中试平台建设反映头部企业布局决心，但需要材料（硫化锂）、设备（气氛保护烧结炉）等上下游企业共同建立行业标准。



市场窗口期预测

2025-2030年将是硫化物电池从实验室走向量产的关键，预计2030年全球市场规模达200亿美元，年复合增长率超45%。



固态电池相关支持政策持续落地

发布单位	发布时间	文件名称	主要内容
工业和信息化部等六部门	2023年1月	《关于推动能源电子产业发展的指导意见》	加强固态电池标准研究体系，推动新型储能电池产业化技术攻关
工业和信息化部等七部门	2024年4月	《推动工业领域设备更新实施方案》	鼓励固态电池在工业领域的应用
工业和信息化部	2024年6月	《汽车标准化工作要点》	明确提出围绕固态电池等新领域，前瞻研究相应标准子体系，支撑新技术、新业态、新模式创新发展
工业和信息化部等八部门	2025年2月	《新型储能制造业高质量发展》	将固态电池列为重点攻关方向，支持锂钠电池向固态化发展，提出2027年前打造3-5家全球龙头企业
工业和信息化部	2025年4月	《汽车标准化工作要点》	提出加快全固态电池、动力电池在役检测、动力电池标识标签等标准研制，优化动力电池性能要求
工信部科技司	2025年4月	《2025年工业和信息化标准工作要点》	提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

欧美日韩政策布局



美国产学研协同模式

能源部 (DOE) 通过“Battery500 Consortium”联盟投入2.09亿美元，联合太平洋西北国家实验室 (PNNL) 等机构攻关硫化物电解质，要求2030年成本降至\$100/kWh以下，配套《通胀削减法案》提供30%税收抵免。

欧盟全产业链扶持

批准32亿欧元“欧洲电池创新项目” (EuBatIn)，重点支持法国Bolloré集团聚合物固态电池量产，德国巴斯夫主导的氧化物电解质供应链建设，要求2030年本土产能覆盖欧盟电动车需求的40%。

日韩技术联盟战略

日本经济产业省发布《电池产业战略》，联合丰田、松下等23家企业成立“锂电材料评价研究中心”，计划2028年实现硫化物全固态电池装车；韩国SK On联合首尔大学开发卤化物电解质，获政府研发补贴超3亿美元。

全球标准体系进展

国际标准组织行动

IEC/TC21成立固态电池工作组（WG10），2023年发布首份《全固态锂电池测试标准》（IEC 62660-4），明确界面阻抗、热失控等12项核心指标测试方法，中国专家担任副主席推动标准兼容性。



区域认证体系差异

欧盟REACH法规将硫化物电解质纳入高危物质清单，要求额外通过毒理学评估；美国UL1974标准增设固态电池模块针刺测试，比液态电池标准严苛3倍；中国汽研牵头制定《固态动力电池安全要求》国标（GB/T征求意见稿）。

专利与技术壁垒

据WIPO统计，2023年全球固态电池专利中日企占比达47%（丰田独占21%），中国以32%居次但核心电解质专利不足15%，欧美正通过《关键原材料法案》限制专利技术跨境转移。



技术发展现状与趋势



不同固态电解质材料对比

路线	类型	优势	劣势
聚合物	/	适配金属锂稳定可以更好地解离锂盐	室温下未改性的PEO结晶度高，导致离子电导率较低，严重影响电池大电流充放电。
氧化物	LLTO	电导率较高、热稳定性好、力学性能好。	制备温度高，容易导致锂挥发和晶界阻抗提高
	LATP	机械强度高、化学稳定性好、电化学窗口宽、制备工艺简单，易于加工处理	LATP中 Ti^{4+} 对锂不稳定，极易被锂还原
	LLZO	电化学窗口宽，对锂金属稳定	与锂金属为点对点的固-固接触，接触面积小，导致界面阻抗较大和界面处锂枝晶生长，需要优化界面接触
	LiPON	离子电导率高、电化学窗口宽，热稳定性好	制备过程生产率低，批量生产成本高
硫化物	锂锗磷硫	室温离子电导率较高、电化学稳定窗口宽	锗元素成本高、对锂金属不稳定
	锂磷硫氮	离子电导率较高	化学稳定性一般，与金属锂负极相容性较差，易产生有毒气体
卤化物	/	室温离子电导率高	在潮湿环境中易发生不可逆化学降解，导致离子电导率急剧下降、与金属锂接触时易发生界面副反应

固态电池产业链逐渐形成

固态电池上游关键材料

正极材料	负极材料	固态电解质	其它
超高镍三元、富锂锰基等	硅基负极、金属锂等	硫化物、氧化物、聚合物、卤化物	复合集流体

中游固态电池类型

半固体电池	准固体电池	全固态电池
-------	-------	-------

固态电池下游应用

高端新能源汽车	低空经济	人形机器人
---------	------	-------

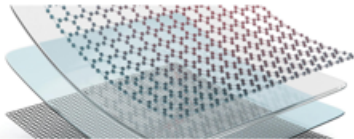


全固态电池2027年现有体系300Wh/kg ➡ 2030年预研体系500Wh/kg (#正极: 高镍Ni7~9/富锂; 负极: 金属锂合金) ➡ 下一代体系700Wh/kg (正极: 转化型正极; 负极: 金属锂)。

正负极材料创新

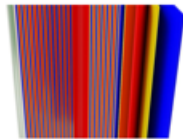
高镍正极适配

NCM811/NCA等高镍材料通过表面包覆 LiNbO_3 或 Al_2O_3 抑制固态界面副反应，能量密度可达 300Wh/kg 以上，但循环过程中晶格畸变需通过单晶化工艺缓解。



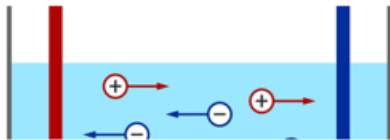
锂金属负极技术

采用 $\text{Li}_2\text{N}/\text{LiF}$ 人工SEI膜抑制枝晶生长，配合三维多孔铜集流体实现库伦效率 $>99\%$ ，但长期循环下的界面粉化问题仍需解决。



硅基负极应用

纳米硅-碳复合材料搭配固态电解质可缓解体积膨胀（膨胀率从300%降至15%），理论比容量达 4200mAh/g ，需开发弹性粘结剂和3D集流体结构优化界面接触。



生产工艺优化方向



干法电极工艺

取消溶剂使用，将活性材料、导电剂与固态电解质干混后热压成膜，可提升能量密度10-15%并降低生产成本，但面临均匀性控制和设备精度挑战。

多层共烧结技术

正极/电解质/负极一体化烧结减少界面阻抗，需精确调控热膨胀系数匹配问题，如氧化物体系烧结温度需控制在900-1100°C区间。

卷对卷连续化生产

借鉴液态电池成熟工艺，开发固态电解质薄膜连续涂布设备，实现单GWh产能设备投资降低30%，但需解决硫化物电解质的气氛隔离难题。



新工艺带来干法电极设备、等静压设备、高压化成等设备增量





硫化物全固态电池技术发展现状分析

- **能量密度快速提升:** 硫化物全固态电池能量密度预计从2025年的350Wh/kg提升至2030年的500Wh/kg, 年均复合增长率达7.4%, 显著高于液态锂电池进步速度。
- **商业化节奏加速:** 关键节点2027年实现规模化生产 (原计划2028年), 反映**技术突破超预期** (如电解质电导率 >10 mS/cm、界面稳定性提升)。
- **中日技术路线趋同:** 中日企业均聚焦硫化物路线, 中国2024年专利申请量达日本三倍, 但日本在基础专利仍占全球40%, 显示**产业化竞争白热化**。
- **政策驱动明确:** 国内设定2027年装车节点, 企业进度普遍提前半年 (如60Ah电芯2025年下线), 验证**政策与市场双轮驱动效应**。





市场应用前景分析



固态储能系统潜力



电网级安全标准

储能电站对电池安全性要求严苛，固态电池的不可燃特性可满足UL9540A等最高安全标准，特别适合人口密集区域的分布式储能项目。

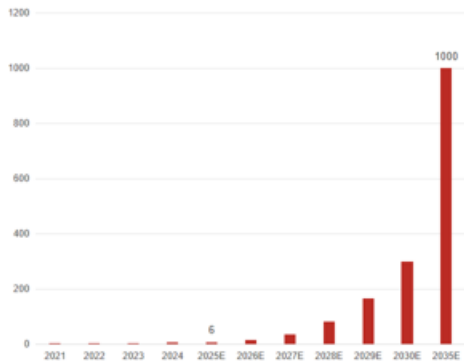
长周期成本优势

虽然当前固态电池成本较高，但其10年以上使用寿命和近乎为零的维护成本，使得全生命周期TCO（总拥有成本）比锂电池低30%以上。

极端环境适应性

在-30℃至80℃宽温域内保持90%以上容量，解决传统锂电池在高寒/高热地区储能效率骤降问题，已在中国西部光伏储能站开展示范应用。

全球固态电池市场规模预测



- **固态电池装机量爆发式增长:** 2024年固态电池装机量（主要半固态）预计达3GWh，较2023年增长500%，反映商业化进程加速。
- **中国技术领先优势显著:** 中国固态电池专利申请量占全球36.7%，近五年年均增速20.8%，核心专利布局支撑产业竞争力。
- **市场规模:** 起点研究院SPIR预测2035年全球固态电池出货量 将达到1000Gwh，其中全固态电池占比超过30%。



产业链与竞争格局

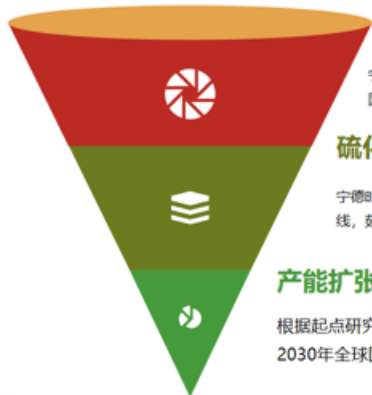
车企搭载固态电池进展加快

车企	搭载固态电池进展
上汽	智己L6搭载行业首个量产上车的准900V超快充固态电池，采用纳米尺度固态电解质包覆超高镍正极材料+新一代高比能复合硅碳负极，以及行业首创的“干法固态电解质一体成型”工艺，突破1000公里CLTC续航。
吉利	全固态电池已经达成了400Wh/kg的能量密度，电芯制备已完成20AH，或将率先实现发布和量产装车。
蔚来汽车	蔚来旗下高端旗舰车型ET9将率先搭载自研半固态电池，综合续航突破1000km
广汽埃安	广汽埃安计划于2026年在昊铂车型上率先量产搭载全固态电池，目标是实现1000公里续航，且电池包更轻、更小。目前该项目已立项并投入1.81亿元建设产线，预计2026年实现量产上车。

2025年8月，上汽全新MG4车型搭载第二代半固态电池开启预售，计划9月定价、年内交付。该电池液态电解质比例降至5%，通过“固液共存”设计兼顾安全性与能量密度，CLTC综合续航达530km，低温（-7℃）续航达成率75%，20分钟可从30%充至80%。



电池企业加快布局固态电池



全固态以硫化物全固态电池为主，半固体以氧化物/聚合物为主要路线

宁德时代/比亚迪等头部企业以硫化物为重点技术路线，氧化物以卫蓝新能源/辉能/国轩/清陶等企业为代表，聚合物以孚能科技/中科深蓝汇泽等

硫化物电解质技术攻关成为关键

宁德时代/比亚迪/恩捷股份/瑞固等锂电细分头部企业重点攻关硫化物电解质技术路线，茹天科技相关配套设备企业配合研发

产能扩张竞赛

根据起点研究院SPIR统计，2025年全球固态电池（半固态）规划产能超80GWh，预计2030年全球固态电池产能将突破800GWh.

下游应用厂商布局也在提速



车企战略投资加速

蔚来汽车投资卫蓝新能源15亿元共建研发中心，计划2026年实现800km续航固态电池车型量产；丰田与松下合资企业Prime Planet已建成10GWh试产线，目标2028年成本降至\$80/kWh。

储能系统集成突破

国家电投在青海建成全球首个100MWh固态电池储能电站，循环寿命超12000次，系统能量效率达92%，较液态锂电池储能系统提升8个百分点。

消费电子微型化应用

OPPO与清陶合作开发的0.3mm超薄固态电池已用于折叠屏手机，可在-40℃至85℃环境下稳定工作，体积能量密度达900Wh/L，较传统电池提升50%。



固态电池产业趋势总结



固态电池行业发展趋势总结

技术趋势

全固态电池：以硫化物为主流

半固态/准固态：聚合物、氧化物、
卤化物等多元化发展

投资趋势

未来5年将是固态电池产业链技术研发和产能配套建设关键期，一二级市场固态电池都是持续的热点



政策趋势

工信部将全固态电池列为重点攻关项目，并给出60亿研发课题补贴，其他更多配套政策有望陆续落地

市场趋势

2025-2028年：全固态电池研发及验证关键期，全固态电池2028年左右实现批量出货。

2028年以后：全固态电池逐步实现市场化和规模化应用，市场份额有望逐步提升。

重点技术瓶颈突破方向--硫化物电解质及电池

01

电解质材料创新

针对硫化物电解质的化学稳定性问题，可采用元素掺杂（如Ge/Sn替代）或界面钝化技术，使其在4.5V高电压下的分解率降低至0.1%/周。

02

锂枝晶抑制

金属锂负极在循环过程中易产生枝晶穿透电解质层，需开发三维骨架结构负极或复合电解质涂层，将枝晶生长临界电流密度提升至 $5\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上。

03

界面阻抗优化

固态电解质与电极材料之间的固-固界面接触不良会导致离子传输效率低下，需通过原位聚合、原子层沉积等工艺改善界面相容性，降低界面电阻至 $10\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以下。

产业链协同建议



上下游标准共建

组建产业联盟制定统一的电解质材料性能测试标准（如离子电导率测试GB/T 39286-2020），建立正极/电解质界面兼容性数据库。



技术路线协同

推动“材料企业-电池厂-整车厂”三方联合开发，如宁德时代与卫蓝新能源合作开发氧化物-聚合物复合电解质体系。



基础设施配套

建设专业化的固态电池中试基地，提供从材料合成到模组测试的全流程共享设备，降低中小企业研发门槛50%以上。



回收体系布局

开发固态电池专属回收工艺，重点提取LLZO中的铜元素和复合负极中的金属锂，实现关键材料回收率 $\geq 95\%$ 。

固态电池产业链竞争格局

产业环节	产品类型	梯队	推介企业
固态电池电芯		第一梯队	宁德时代、比亚迪
		第二梯队	卫蓝新能源、清陶能源、金龙羽、国轩高科、赣锋锂电等
固态电池正极	高镍三元	第一梯队	容百科技、当升科技、南通瑞翔、邦普循环
		第二梯队	华友钴业、厦钨新能、振华科技、长远锂科、格林美等
	磷酸铁锂	第一梯队	湖南裕能、富临精工、德方纳米
		第二梯队	万润新能、龙蟠科技、融通高科、安达科技等
固态电池负极		第一梯队	贝特瑞、天目先导、索理德科技、兰溪致德
		第二梯队	东岛新能源、昱钕新能源、杉杉股份、璞泰来、翔丰华、尚太科技等
固态电池电解质		第一梯队	宁德时代、比亚迪、恩捷股份、瑞固、睿意新材料
		第二梯队	有研新材、当升科技、上海洗霸、金龙羽、天目先导等
固态电池电芯及电解质设备		第一梯队	先导智能、茹天科技、赢合科技、纳科诺尔、宏工科技、杭可科技等
		第二梯队	科恒股份、海裕百特、利元亨、海目星、清研电子、曼恩斯特、超业精密、鸿宝科技等

The background features abstract geometric shapes in two shades of red. On the right side, there are several sharp, angular shapes in a dark red color. On the left side, there are larger, more irregular shapes in a lighter, pinkish-red color. The overall composition is modern and minimalist.

THANKS

感谢观看