

固态电池产业产业化阶段 及招商机遇研究

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

CONTENTS

目录

01 固态电池行业概述

02 技术路线对比分析

03 招商机遇与挑战

04 招商赛道研判

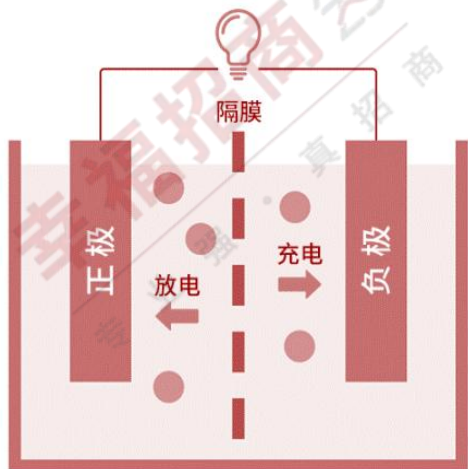
1 固态锂电池定义

- 固态锂电池是指采用**固态电解质/混合固液电解质**的锂离子电池，使用固态电解质替代液态锂离子电池中的电解液和隔膜。
- 固态锂电池有望大幅提升电池的**安全性能和能量密度**，被认为是**最具前景的新一代锂电池**。

液态锂电池与固态锂电池结构对比

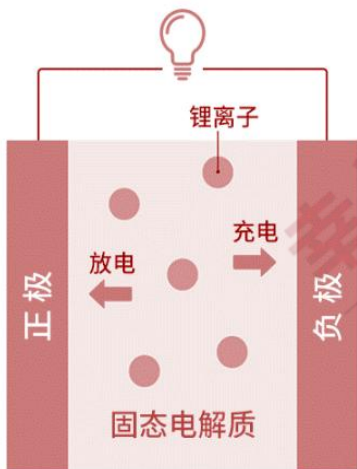
液态锂电池

需要隔膜：防止正、负极直接接触引起的短路，允许电解质、锂离子等通过，但阻止电子通过



固态锂电池

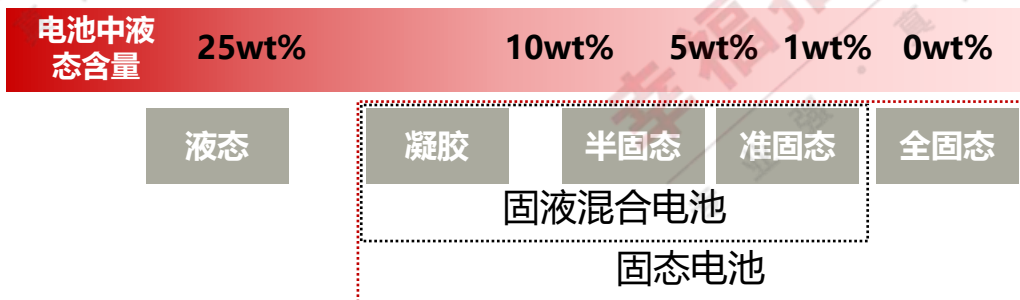
不需要隔膜：固态电解质绝缘性好，能够阻止电子的传导，可以承担隔膜的功能



资料来源：公开资料整理

2.1 锂电池分类

- 按电解质中液体含量，锂电池可分为液态、半固态、准固态和全固态。其中其中半固态、准固态和全固态三种统称为固态电池。



2.2 固态锂电池分类

- 按照电解质种类固态电池可分为聚合物、氧化物、硫化物三类。

聚合物型

- **率先应用**
- 制备简单，界面接触较好
- 电导率低、能量密度低，性能上限较低

- 固液混合电池主要采用氧化物与聚合物复合电解质

氧化物型

- **进展快**
- 综合性能好，机械强度高、稳定性好、电化学窗口宽
- 成本较高，界面接触较差。

硫化物型

- **潜力大**
- 电导率最高、机械强度高
- 研究难度最大，稳定性差

□ 与液态锂电池对比，固态锂电池在能量密度、安全性、环保性等方面，均更具优势。固态电池将在新能源汽车、储能、消费电子等部分场景下对液态锂电池形成有效的替代。

1.1 固态锂电池优势

能量密度高

更高电压的正极材料

- 固态电解质电化学窗口宽，能够适配更高电压的正极材料

更高能量密度的负极材料

- 固态电解质机械性能好，能有效抑制锂枝晶的形成

降低结构件使用量

- 电芯内部极片可以串联连接，成组时减少结构件使用，提高体积能量密度

能量密度可达500wh/kg
(传统锂电池200-300wh/kg)

安全性高

固体电解质不易燃

- 传统锂电池电解液有泄漏的风险，温度过高可自燃。

热分解温度高

- 最高操作温度可达150度

无腐蚀

不挥发

不漏液

工作温度可达150度

1.2 固态锂电池劣势

固-固界面

离子电导率低

- 固态电解质流动性差，导致固-固接触面积小，阻抗增大等问题，电导率较低

循环寿命差

- 固-固接触为刚性接触，电极材料体积变化，会导致电极与电解质接触变差

成本较高

材料成本较高

- 固态电池电解质、正负极成本要高于液态电池

制造成本较高

- 当前固态电池产能规模较小，电池制造成本较高

2 固态锂电池应用场景



新能源汽车

- 固态电池能够大幅度提升新能源汽车安全性和续航里程



储能

- 固态电池成本较高，在储能领域主要应用于对安全性和能量密度较高的细分领域



消费电子

- 固态电池预计将在无人机、便携式储能、可穿戴设备等领域将有较大的应用



其他场景

- 特种车辆、航空飞行器、医用等场景

- 2025年，伴随固态电池性能持续提升、成本逐步下降、产业化加速推进，在新能源汽车、消费电子、储能等领域，固态电池有望逐步从小规模试应用迈向小规模批量应用。

小规模批量应用

- 新能源汽车：部分高端车型规模化装车
- 消费电子：部分高端智能穿戴设备、移动电源
- 储能：示范性项目
- 其他场景：植入式医疗设备、无线传感器等微电池领域

小规模试应用

- 新能源汽车：小批量装车发布
- 消费电子：小规模试应用
- 储能：示范性项目
- 其他场景：小规模试应用

开始大规模应用

- 新能源汽车：批量应用于新能源汽车
- 消费电子：智能穿戴设备、移动电源、无人机等领域加速渗透
- 储能：在部分特定场景开始应用
- 其他场景：在军工航天、医疗开始批量应用

2023-2024年

2025年

2027年以后

□ 2024年，在下游新能源汽车、消费电子等场景驱动下，全年固态电池需求有望达到4GWh。未来，新能源汽车、消费电子仍将呈现高速增长的趋势，储能等新场景预计在2025年左右开始贡献增量。多场景驱动下，固态电池需求将迎来快速增长，2030年固态电池需求有望达到322GWh，市场规模有望达到2578亿。

全球固态市场需求锂电池	2023A	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球新能源汽车销量（万辆）	1463	1860	2348	2941	3641	4452	5278	6121
新能源汽车单车带电量（KWh）	48	49	50	51	52	53	54	55
动力电池需求(GWh)	702	911	1174	1500	1893	2359	2850	3366
储能电池需求(GWh)	200	252	378	512	708	940	1246	1632
消费电池需求(GWh)	120	126	132	139	146	153	161	169
动力电池-固态电池渗透率	0.1%	0.4%	0.8%	1.5%	2.8%	4.5%	6.0%	8.0%
储能电池-固态电池渗透率			0.1%	0.3%	0.6%	1.0%	1.5%	2.0%
消费电池-固态电池渗透率		0.2%	1.0%	2.2%	4.0%	6.0%	8.5%	12.0%
全球固态动力电池需求(GWh)	1	4	9	22	53	106	171	269
全球固态储能电池需求(GWh)			0	2	4	9	19	33
全球固态消费电池需求(GWh)	0	0	1	3	6	9	14	20
全球固态锂电池需求（GWh）	1	4	11	27	63	125	203	322
固态电池单价（元/w）	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1	0.9	0.8
全球固态锂电池市场空间（亿）	13	60	144	325	694	1248	1830	2578

固态电池竞争格局（电池厂商）

- 全球多家企业推出固态电池产品，披露固态电池最新进展。其中，中国企业产品和技术路线多样化特征明显，产品类型（固态、半固态）和技术路线（氧化物、硫化物和卤化物）并行推进。海外企业产品以固态电池为主；技术路线上日韩以硫化物为主，美国三条路线均有。

	企业	产品	技术路线	能量密度 (Wh/kg)	产品进展
中国	宁德时代	凝聚态电池	凝聚态电解质；硫化物	500	计划2027年实现全固态电池小批量生产，目标能量密度达500Wh/kg，采用硫化物和凝聚态聚合物双材料体系
		聚合物固态锂金属电池	聚合物	300	
		硫化物固态电池	硫化物	360	
	亿纬锂能	半固态软包电池	氧化物、硫化物	500	成都固态电池量产基地揭牌，并下线能量密度300Wh/kg的“龙泉二号”全固态电池
		全固态薄膜软包电池	卤化物	350	
	蜂巢能源	方形半固态	聚合物	230	78Ah半固态电池能量密度达360Wh/kg，主要用于eVTOL和人形机器人产业
		硫系全固态原型电芯	硫化物	350-400	
	国轩高科	半固态电池	硫化物	360	首条全固态中试线贯通
	中创新航	半固态电池		450	其成都生产基地紧邻亿纬锂能固态电池量产基地
	孚能科技	半固态电池	远期硫化物	330	计划2025年底交付60Ah硫化物全固态电池
	辉能科技	半固态电池	氧化物	270	与Rimac Technology合作开发新一代电池平台
	清陶能源	第一代半固态电池	氧化物、聚合物	368	第一代半固态电池能量密度达368Wh/kg
		第二代半固态电池	氧化物、卤化物、聚合物	400-500	
	卫蓝新能源	半固态电池	氧化物、聚合物	360	360Wh/kg半固态电池已用于蔚来车型
日本	松下	全固态电池	硫化物		2023年12月首次公开产品
	日产	全固态电池	硫化物		2023年2月宣布产品研发成功
韩国	三星SDI	全固态电池	硫化物	900	2022年发布产品
	SK	全固态电池	氧化物、硫化物		预计2028年量产
	LG新能源	半固态电池	聚合物、硫化物	650	预计2026年量产
美国	Solid Power	全固态电池	硫化物	390	预计2026年实现量产。
	Factor ial Energy	全固态电池	聚合物	350	2021年发布产品

固态电池竞争格局（车企）

- ❑ **技术路线多元化与未定型：**可以看出，目前主流车企的固态电池技术路线尚未统一。硫化物（丰田、宝马）、聚合物-无机物（上汽）是已明确的主流路线，但更多车企（如比亚迪、广汽、吉利等）并未明确披露，显示出技术路径仍处于探索和竞争阶段，未来哪种路线能最终胜出还存在变数。
- ❑ **清晰且集中的量产时间表：**2026-2027年是一个关键窗口期。长安、广汽、奇瑞、丰田等多家主流车企均将全固态电池的量产或大规模商业化应用节点设定于此。这表明行业普遍认为全固态电池技术将在未来2-3年内突破从实验室到工厂的关键瓶颈。

车企

企业	产品	技术路线	能量密度 (Wh/kg)	产品进展
长安汽车	-	未明确披露	400	2026年实现装车验证，2027年推进全固态电池逐步量产
上汽集团	光启电池（全固态）	聚合物-无机物复合电解质	未披露	2024年底新一代固态电池（半固态）于MG4量产；2027年全固态电池“光启电池”落地
广汽集团	-	未明确披露	400	已研发30Ah全固态电芯；计划2026年实现量产搭载于昊铂车型，续航超1000km
比亚迪	-	未明确披露（推测为硫化物）	未披露	2027年左右启动示范装车，2030年后实现大规模上车。
奇瑞汽车	-	未明确披露	未披露	计划2026年上车，2027年规模化量产。
吉利汽车	-	未明确披露	400	已完成20Ah电芯制备，处于自研技术储备阶段。
丰田	-	硫化物	未披露	2025年小规模试产，2026年初期量产，2027-2028年全面商业化。
梅赛德斯	-	与Factorial Energy合作	未披露	已在EQS上进行测试，相比锂电可减重40%，处于合作测试阶段。
宝马	-	硫化物	未披露	2024年5月全球首辆BMW i7测试车启动道路实测，重点测试电芯膨胀管理等。

CONTENTS

目录

01 固态电池行业概述

02 技术路线对比分析

03 招商机遇与挑战

04 招商赛道研判

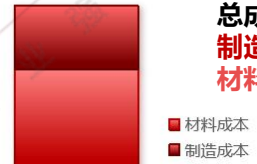
技术路线 | 从性能看：氧化物和卤化物进展加快，硫化物发展潜力最大

- 固态电解质是实现高安全性、能量密度、循环寿命性能的关键。根据电解质的种类，可分为聚合物、氧化物、硫化物、卤化物四种路线。**硫化物发展潜力最大**，卤化物的热度也在提升。
- **聚合物**：不够安全，上限低，已基本被淘汰，主要与氧化物/硫化物/卤化物混用。
- **氧化物**：安全性最高，电导率一般，加工难度最大，成本低，但质地较脆，目前主要用于半固态。
- **硫化物**：潜力最大，电导率高，易加工，但难点最多，成本高，稳定性差，长期潜力较大。
- **卤化物**：介于氧化物和硫化物之间，难点是耐还原度差，成本低，近一年进展相对较快。

类型	聚合物	氧化物	硫化物	卤化物
材料	PEO、PAN、PMMA、PVDF等	LiPON、LATP、LLTO、LLZO等	LiGPS、LiSnPS、LiSiPS等	Li ₃ InCl ₆ 、Li ₂ ZrCl ₆ 、Li ₃ YBr ₆
导电率	常温10 ⁻⁴ S/cm，高温10 ⁻³ S/cm	10 ⁻³ S/cm	10 ⁻² S/cm	10 ⁻² ~10 ⁻³ S/cm
优势	生产工艺简单	安全性好	电导率高、易加工	电导率高、成本低、耐氧化
劣势	不够安全、上限低	难加工、电导率一般	稳定性差，成本高	耐还原度差
基本要求	离子电导率高、电化学窗口宽、热稳定性好、机械性能好、制造成本低等			

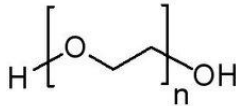
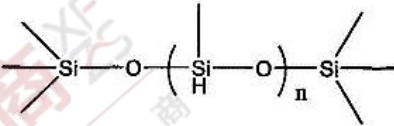
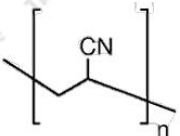
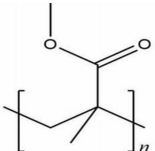
技术路线 | 从成本看：硫化物和聚合物成本高，氧化物的性能和经济性较为均衡

- ❑ 硫化物像“性能贵族”，原料贵、成本高，但它的导电率和能量密度都很强，想追求极致性能就得付出这个代价；
- ❑ 聚合物复合电解质就像在做纳米级工艺品，分子设计和加工都很精细，但越精细越贵，所以制造成本被拉高；
- ❑ 氧化物比较均衡，材料成本和工艺难度都处在中间位置，性能和经济性都兼顾，因此现在产业化里更受青睐。

	聚合物复合电解质路线			氧化物电解质路线			硫化物电解质路线	
电芯性能	能量密度： 电芯电压：			450-700Wh/Kg 3.6-5V			450-900Wh/Kg 3.6-5V	
电解质材料	材料： 成本：			LATP (属于NASICON)/LLZO/LLTO 30-40万元/吨			LPS/LPGS 200-250元/吨	
正极材料	材料： 客容量： 成本：	高镍三元 280mAh/g 16.8万元/吨	富锂锰基 300mAh/g 16.8万元/吨	尖晶石镍锰酸锂 133mAh/g 16.8万元/吨	高镍三元 280mAh/g 16.8万元/吨	富锂锰基 300mAh/g 16.8万元/吨	尖晶石镍锰酸锂 133mAh/g 16.8万元/吨	富锂锰基 300mAh/g 16.8万元/吨
负极材料	材料： 客容量： 成本：	硅碳 610mAh/g 12万元/吨	硅碳 300mAh/g 9万元/吨	锂金属 3860mAh/g 70万元/吨	锂金属 3860mAh/g 70万元/吨		硅碳 610mAh/g 12万元/吨	硅碳 300mAh/g 9万元/吨
预估成本	 总成本：1.9-3.5元/Wh 制造成本：1.4-2.2元/Wh 材料成本：0.5-1.3元/Wh 聚合物复合路线成本			 总成本：2.8-4.6元/Wh 制造成本：1.3-1.8元/Wh 材料成本：1.5-2.8元/Wh 氧化物路线成本			 总成本：3.7-6.2元/Wh 制造成本：1.1-1.4元/Wh 材料成本：2.6-4.8元/Wh 硫化物路线成本	

技术路线 | 聚合物：加工性能最好，性能提升有限，已基本被淘汰

- 聚合物易于合成和加工，率先实现商业化应用，但常温电导率低，整体性能提升有限，制约大规模应用与发展。
- 聚合物由于易加工、工艺兼容等优势，率先在欧洲商业化，技术最为成熟
- 其电导率低、电化学窗口窄，仅能和铁锂正极匹配，性能上限较低，工作时需持续加热至60℃，因此制约了其大规模应用，**预计后续与无机固态电解质复合，通过结合两者优势，在应用端实现性能突破。**

材料	结构式	导电率	优势	劣势
PEO		10 ⁻⁷ S/cm 修饰后可达10 ⁻⁴ S/cm	锂离子传输能力强，负极兼容性好，电极间界面阻抗小	离子电导率低，电压窗口低，机械强度差，粘性大影响成膜
PS		10 ⁻⁶ S/cm 修饰后可达10 ⁻⁴ S/cm	热稳定性高，化学稳定性高，负极稳定性高，易加工成膜	离子电导率低，机械强度差，大规模制造难度大，电化学窗口窄
PAN		修饰后可达10 ⁻³ ~10 ⁻⁴ S/cm	化学稳定性好，耐热性强，电化学窗口宽	离子电导率低，力学性能差
PMMA		修饰后可达10 ⁻³ ~10 ⁻⁴ S/cm	与锂电极界面阻抗低，锂离子传输能力强，制造成本低，易合成	成膜后硬脆、柔韧性差、机械强度差

技术路线 | 氧化物：稳定性最好，脆度高难以加工，率先用于半固态

- 氧化物稳定性最好，电导率一般，但质地脆度高，加工难度最大，介面接触差，目前在半固态电池发展进度较快。
- 氧化物电解质是含有锂、氧以及其他成分(磷/钛/铝/镧/锆/铈/锑/钒)的化合物。
- 量产方面，氧化物体系制备难度适中，较多新玩家和国内企业选取此路线，采用与聚合物复合的方式，在半固态电池中率先规模化装车。

类型	代表材料	导电率	优势	劣势
LiPON型	LiPON	10^{-6}S/cm	电化学窗口宽、热稳定性好、电阻小	离子电导率低
Perovskite (钙钛矿)型	LLTO	10^{-3}S/cm	离子电导率最高、循环寿命好	锂金属不稳定、晶界电阻高、生产成本高
Anti-Perovskite (反钙钛矿)型	LOC	10^{-3}S/cm	离子电导率高、电化学窗口宽、锂金属稳定、成本低	脆性较高、循环寿命差、不易加工
GARNET(石榴石)型	LLZO/LLZTO	10^{-3}S/cm	离子电导率高、电化学窗口宽、锂金属稳定、空气相对稳定	需进行掺杂改性、生产成本高
NASICON(快离子导体)型	LATP	10^{-4}S/cm	生产成本低、空气中稳定、电化学窗口最宽，适合高电压体系	离子电导率偏低、锂金属不稳定
LISICON(快离子导体)型	LZG	10^{-7}S/cm	合成条件吻合，空气中稳定	离子电导率低(需加热)、空气中敏感、锂金属不稳定

技术路线 | 卤化物：介于氧化物和硫化物之间，进展相对较快

- 卤化物介于氧化物与硫化物之间，综合性能相对优异，且具备成本优势，近一年进展相对较快。
- 理论上，卤化物固态电解质既具有高于氧化物固态电解质的氧化电位，又具有与硫化物接近的易变形性和接近的离子电导率，同时具有媲美聚合物的大规模应用前景，但卤化物的还原电位不够低，无法与金属锂负极匹配，需要包覆等方式解决，整体成本、性能处于硫化物和氧化物之间。
- 近一年来，国内对于卤化物的热度快速提升，尤其含锆的 Li_2ZrCl_6 材料，其具备低成本的优势，成为清陶能源等公司重点突破方向，未来预计与硫化物复合应用，进而实现降本的效果。

类型	简称	化学式	代表材料	导电率	优势	劣势
Li_aMX_4 类	正尖晶石结构	Li_aMX_4	Li_2MnCl_4 、 Li_2ZnCl_4 、 LiAlF_4	10^{-3}S/cm	成本较低	离子电导率较低， 常温下无法稳定
Li_aMX_6 类	三方、正交、 单斜晶系结构	Li_aMX_6	Li_3InCl_6 、 Li_2ZrCl_6	$10^{-3}\sim 10^{-2}\text{S/cm}$	离子电导率较高	还原电位不够低
Li_aMX_8 类	suzuki晶格	Li_aMX_8	Li_6CoCl_8	10^{-4}S/cm	成本较低	离子电导率较低

技术路线 | 硫化物：电导率最高，兼具加工性能，未来潜力最大

- 硫化物凭借电导率最高兼具加工性能成为目前的国际主流路线。
- 硫化物基固态电解质体系常见有四种，即锂锗磷硫(LGPS)，锂硅磷硫氯(LSiPSCI)，锂磷硫氯(LPSCI)以及锂磷硫(LPS)。
- 锂锗磷硫(LGPS)离子电导率最高，但原材料成本极高，不能与锂金属共存，主要用于科研应用；
- 而**锂磷硫氯(LPSCI)**具备成本优势，离子电导率优异，并与锂金属良好的兼容性，成为量产主流选择。

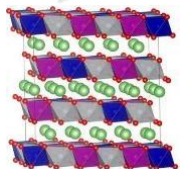
类型	简称	化学式	代表材料	导电率	优势	劣势
Li-P-S型	LPS	Li_xPS_x	Li_3PS_4 、 $\text{Li}_4\text{P}_2\text{S}_6$	10^{-3}S/cm	电化学窗口宽(5V)、 热稳定性好、 成本低	离子电导率相对低、 空气中不稳定
Argyrodite型	LPSCI/LPSI	$\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ (X=Cl, Br, or I)	$\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$ 、 $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{I}$	$10^{-3}\sim 10^{-2}\text{S/cm}$	离子电导率高、热稳定性好、成本低	电化学窗口窄(< 2.2V) 空气中不稳定
LGPS型	LGPS	$\text{Li}_x\text{MP}_x\text{S}_x$ (M=Ge, Sn, Si, Al)	$\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$	10^{-2}S/cm	离子导电性最高、电化学窗口宽(5V)	锂金属不稳定、 成本较高
Thio-LISICON型	LGPS (LISICON)	$\text{Li}_{4-x}\text{M}_{1-x}\text{M}'_x\text{S}_4$ (M=Si、Ge、Zr、 M'=P、Al、Zn、Ga)	$\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$	10^{-3}S/cm	电化学窗口宽(5V)、 电化学稳定性高	离子电导率相对低、 成本较高

数据来源：东吴证券研究所

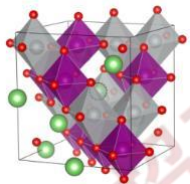
技术路线 | 硫化物电池结构：固态电解质选用硫化物，负极可选硅碳/锂金属材料

- ◆ 全固态电池中，固态电解质为核心增量，其中硫化物为主流量产路线，主要采用锂磷硫氯材料；
- ◆ 正极仍沿用液态电池的三元高镍材料，电压或者镍含量略有提升；
- ◆ 负极选用硅碳/锂金属材料，目前主流为硅碳材料，量产成熟度较高，电芯能量密度可达350-400Wh/kg，锂金属（含无负极）为未来潜力方向，目前技术仍不成熟，电芯能量密度可达500Wh/kg+。
- ◆ **硫化物固态电池需要关注污染问题，生产过程有毒，存在硫化氢泄漏风险，若无法解决硫化氢问题，硫化物路线可能被政府否决。**

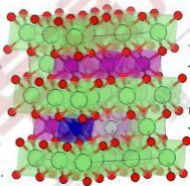
正极



三元高镍（主流）
成熟，高电压，超高镍



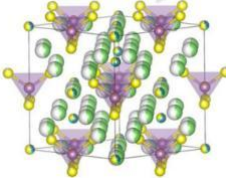
镍锰酸锂（非主流）
不成熟，锰溶解



富锂锰基（非主流）
不成熟，循环差

基本不变

固态电解质



硫化物（主流）
离子电导率高，加工质地好



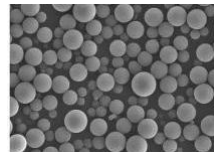
聚合物、氧化物、卤化物（部分）
相对成熟，产品力差



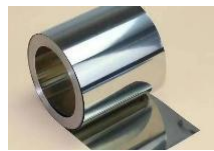
隔膜、电解液被取代

最大增量

负极



硅碳（目前主流）
相对成熟，能量密度350-400Wh/kg



锂金属（长期潜力）
不成熟，潜力大，能量密度500Wh/kg



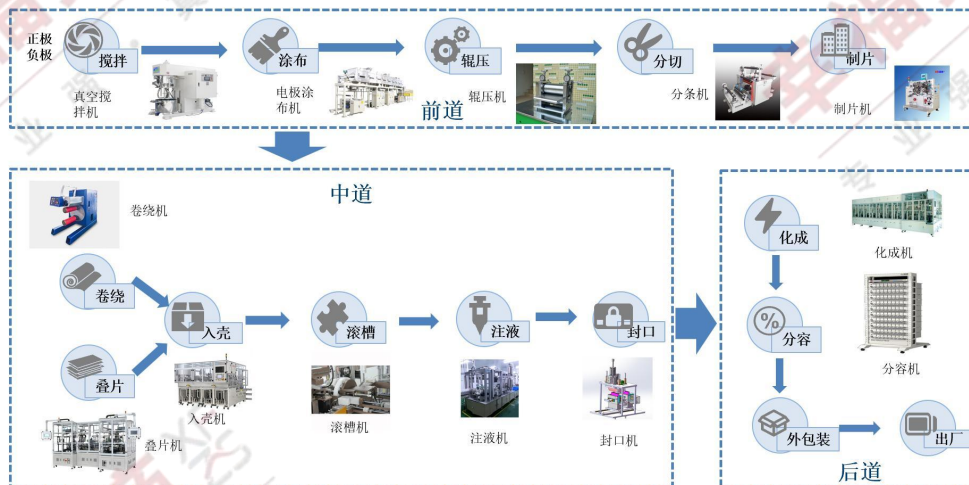
石墨（非主流）
能量密度200-300Wh/kg

迭代升级

固态电池难点 | 技术：核心为固-固界面的接触，硫化物体系存在高专利壁垒

- ◆ 全固态量产难点在于改善固-固界面接触，导致电池循环寿命差，运行压力较高，未来预计通过设备+工艺实现，核心壁垒在于电池制造，对设备的精度和能力要求大幅提升，对电池制造工艺的要求大幅提升。
- ◆ 全球固态电池领域的专利申请已超过4.6万件，中日差距正在缩小，但**90%以上的硫化物专利属于日本**。

固态电池新技术新工艺涌现，设备端前后道有较大改进空间



前道：关键在于电极片制造环节和固态电解质成膜环节，湿法成熟但干法更优

- (1) 极片的干法工艺避免了溶剂的使用和干燥环节。
- (2) 固态电解质成膜环节中湿法路线相对成熟，干法路线潜力更大：全固态电池中硫化物电解质对极性有机溶剂较为敏感，此外金属锂负极容易与溶剂反应，需切换干法电极工艺

中道：叠片机需升级改造，新增极片胶框印刷。全固态电池为防止短路，正极、负极、电解质面积不同，极片会在高度致密化后成为锋利的刀片，如果有错位或者面积不同，会产生相互切断的情况。因此叠片机需改造升级，精度提升几个数量级，此外新增极片胶框印刷，减少气流扰动等工序。

后道：等静压设备仍无法替代，迭代至卧式实现连续化生产。全固态电池一体化叠片存在固-固界面接触问题，需通过施加压力等手段来进行改善，主要采用等静压设备，一般温度在80-120℃，压力在500MPa左右，从各个方向对试样进行均匀加压，进而获得坚实的坯体，等静压设备已迭代至卧式实现连续化生产。

中日两国在固态电池专利方面差距正在缩小

全球固态电池专利申请占比（专利申请企业所属国别）

	日本	中国	美国	韩国	德国
2022年9月	45%	21.80%	13.70%	5.50%	7.10%
2024年5月	40%	26.60%	10.90%	6.30%	5.60%
2025年5月	37%	30%	11%	7%	5%

全球固态电池专利布局占比（专利申请所在国别）

	中国	日本	美国	欧洲专利局	德国
2022年9月	26.20%	30.40%	14.40%	5.20%	3.90%
2024年5月	31.40%	27%	13.80%	5%	/
2025年5月	35%	25%	13%	5%	4%

中国近三年在固态电池领域布局加速，中国企业在专利申请数量与日本的差距不断缩小，**但是在头部公司方面，日本仍具有较明显的优势。**（丰田，2100件；松下，910件；日产，420件；本田，290件；对比国内宁德时代，170件；蜂巢能源，150件；国轩高科，120件；比亚迪，90件）

硫化物专利专利壁垒就很高，90%属于日本，丰田在硫化物全固态电池技术上的专利数量全球领先，超过1000件，有绝对优势。

■ 技术封锁与专利壁垒

- 日本企业掌握全球63%的固态电池核心专利，其中丰田独享1300余项硫化物电解质专利，并联合本田、松下建立“专利池”，对中国车企收取电池成本15%的授权费。例如蔚来ET9搭载的150kWh固态电池需支付日方2.3万元/块的专利费，导致整车成本飙升18%，迫使宁德时代改用性能折损23%的氯化物电解质路线。

■ 生产设备与标准体系的排斥性打击

- 设备禁运与量产延迟。**东京电子、爱发科等日企控制真空蒸镀机、氩气封装线等核心设备市场，对华禁售导致卫蓝新能源南京工厂量产进度延迟18个月。中国半固态电池产线建设成本超10亿元，而日本硫化物电解质产线已实现空气暴露30分钟后电导率保持95%，量产时间表提前至2027年（较中国早3年）。
- 标准体系的技术性排斥。**日本主导制定的JIS C 8715:2025标准将界面阻抗测试温度提高至85℃（远超中国国标55℃），使比亚迪刀片电池出口认证通过率暴跌至37%。这种技术壁垒迫使中国企业转向氧化物/聚合物路线，但面临能量密度不足（氧化物路线理论值仅350Wh/kg）与高温性能缺陷。

■ 全球固态产业链重构与破局路径总结

- 中国企业的技术替代方案硅基负极突破：**中科电气研发4200mAh/g硅碳负极材料，能量密度达传统石墨负极10倍，配套宁德时代/比亚迪半固态电池方案，成本较硫化物路线下降18%。
- 氧化物电解质替代：**宁德时代CTP3.0技术结合氧化物体系，能量密度提升至400Wh/kg，利用AI算法筛选新型锂磷氧氮（LiPON）电解质配方，周期缩短60%。
- 产业链协同与政策驱动国内产能扩张：**2025年中国规划硅基负极产能达80万吨，固态电池产能占全球52%，中科电气绑定宁德时代/比亚迪锁定120亿订单。
- 政策补贴升级：**工信部拟将固态电池纳入“十四五”重点专项，单GWh补贴提至8000万，并建立闭环回收体系规避污染风险。

固态电池难点 | 成本：核心在于硫化锂+锂金属，未来有望降至液态电池水平

- ◆ 硫化物常用材料体系有四种，其中锂磷硫氯为主流选择，目前价格在300-500万元/吨。
- ◆ 锂磷硫氯的原材料主要有硫化锂、氯化锂和五硫化二磷，其中**成本最高为硫化锂**，也是量产降本核心。
- ◆ 锂金属负极也具备制造壁垒，核心在于产品减薄和平整，目前价格500-1000万元/吨，**蒸镀PVD工艺具备降本+改性的双重优势**，有望推动锂金属电池实现产业化。

硫化锂+锂金属的生产工艺均在持续突破，未来具备较大降本空间

硫化物主流合成工艺

硫化物主流合成工艺有四种，目前主流的是直接固相法，但是成本高昂，碳热还原法和液相法具备成本优势，**CVD法**为新工艺，但生产成本相对较高，主要为能耗和生产效率问题，工艺升级**有大幅降本空间**。

直接固相法



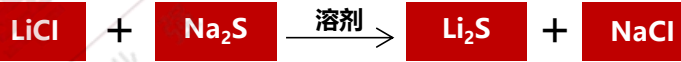
→ 纯度高
无降本能力

碳热还原法（含溶剂）



→ 纯度低
具有较强降本能力

液相法（含溶剂）



→ 纯度低
具有较强降本能力

CVD法（厦钨新能）

特殊冶炼技术提炼活性锂化合物

→ 纯度低
具有降本能力

低硅→高硅→锂金属，负极发展路径清晰

负极材料	优点	缺点	应用前景
石墨	稳定性好，循环寿命长，成本低	能量密度较低，快充能力有限	当前最主流的锂电池负极材料
硅碳	能量密度高，资源丰富	体积膨胀大，粉化导致循环寿命短，SEI稳定性差，高级硅负极成本高	下一代负极，已在液态、固态电池逐步打开应用
锂金属	最高能量密度，无快充瓶颈	锂枝晶生长，与硫化物、聚合物电解质反应，锂箔成本高	远期电池的负极迭代方向

硫化物路线的固态电池发展路线，根据正负极侧的迭代，具体的 roadmap 表现为：

石墨/低硅负极硫化物全固态电池(2025-2027)：以 200~300Wh/kg 为目标，攻克硫化物固态电解质，打通全固态电池的技术链，三元正极和石墨/低硅负极基本不变，向长寿命大倍率方向发展；

高硅负极硫化物全固态电池(2027-2030)：以 400Wh/kg 和 800Wh/L 为目标，重点攻关高容量硅碳负极，元正极和硫化物固态电解质仍为主流材料体系，面向下一代乘用车电池。

锂负极硫化物全固态电池(2030+)：以 500Wh/kg 和 1000Wh/L 为目标，重点攻关锂负极，逐步向复合电解质(主体电解质+补充电解质)、高电压高比容量正极发展(高镍、富锂、硫等)。

**具体企业可见完整版报告
请扫描下方二维码领取**



**具体企业可见完整版报告
请扫描下方二维码领取**



丰田固态电池技术路线概览

技术路线选择

硫化物固态电解质：丰田主导路线，与日本石油公司出光兴产 (Idemitsu) 合作开发。

基于研发或者中试阶段的最新数据,于2027年量产装车的全固态电池只需10分钟即可充电至80%，1200公里续航，用15年不衰减功率密度比之前的型号提高了50%，耐用性显著提高了2.5倍。

关键材料创新

硫化锂 (Li₂S)：作为硫化物电解质的核心原料，需求预计2030年达万吨级。

正极材料：高镍三元正极 (NCM/NCA)，未来向硫化物/富锂锰基演进。

负极演进：当前采用石墨/硅碳，目标过渡至锂金属负极 (能量密度 > 500Wh/kg)

量产规划与商业化进程时间表

- ✓ 2025年：小规模量产（初步装车）。
- ✓ 2027-2028年：全面量产（搭载新一代电动车型）。
- ✓ 2030年：产能提升至9GWh/年。

合作与供应链

- 与出光兴产共建供应链（材料合成+电解质量产）。
- 日本政府提供补贴与政策支持（2024年补贴超6.6亿美元）



核心性能参数（对比传统锂电池）

指标	丰田固态电池（目标）	传统锂电池（参考）
能量密度	300-400 Wh/kg	150-250 Wh/kg
续航里程	1000-1200 km	500-700 km
循环寿命	> 1000次（保持90%）	< 1000次（80%）
安全性	通过针刺、挤压测试	热失控风险较高

采用银碳负极+硫化物电解质路线，核心是银-碳 (Ag-C) 复合负极材料创新

显著降低枝晶形成的风险

- 锂金属负极固态电池最大的挑战之一是锂枝晶会在充放电过程中穿透电解质，引发短路甚至热失控；
- Ag-C材料具备更高的化学稳定性和电子导电性，可显著降低枝晶形成的风险，并增强整体电池的循环寿命与安全性。

900Wh/L的体积能量密度

- ✓ 当前主流锂离子的体积电池能量密度为600-700 Wh/L，三星“Super-Gap”固态电池可以达到900Wh/L；
- ✓ 这意味着未来电动汽车将配备更小更轻的电池组，同时实现更长续航和更佳空间利用率。

30%的缺陷率与银材料成本控制

- Ag-C层的沉积技术仍面临着30%的缺陷率，需要通过先进的激光退火工艺提高一致性；
- 通过结构工程与有限掺杂方式，优化银用量，平衡性能与经济性。

业内领先生产线建设

2022年3月在水原研发中心建立业内领先的试验生产线，该生产线已具备生产900Wh/L高能量密度全固态电池原型样品的能力。

首批产品测试

2024年年底首批产品交付给电动汽车制造商进行了六个多月的测试，目前测试样品性能已达到电动汽车使用标准，部分样品率先在高端车型或豪华品牌中试用。

中试验证与规模化样品测试

2025年5月，银基固态电池项目处于中试验证与规模化样品测试阶段。三星已完成关键工艺节点的开发，现阶段正在评估制造良率、一致性控制、封装结构优化等产业化挑战。

2027年前正式量产

在2025年第一季度财报说明会上表示，为实现2027年大规模量产固态电池的目标，公司正在全力推进扩大电池容量、稳定制造工艺以及构建材料供应链等关键任务。

CONTENTS

目录

01 固态电池行业概述

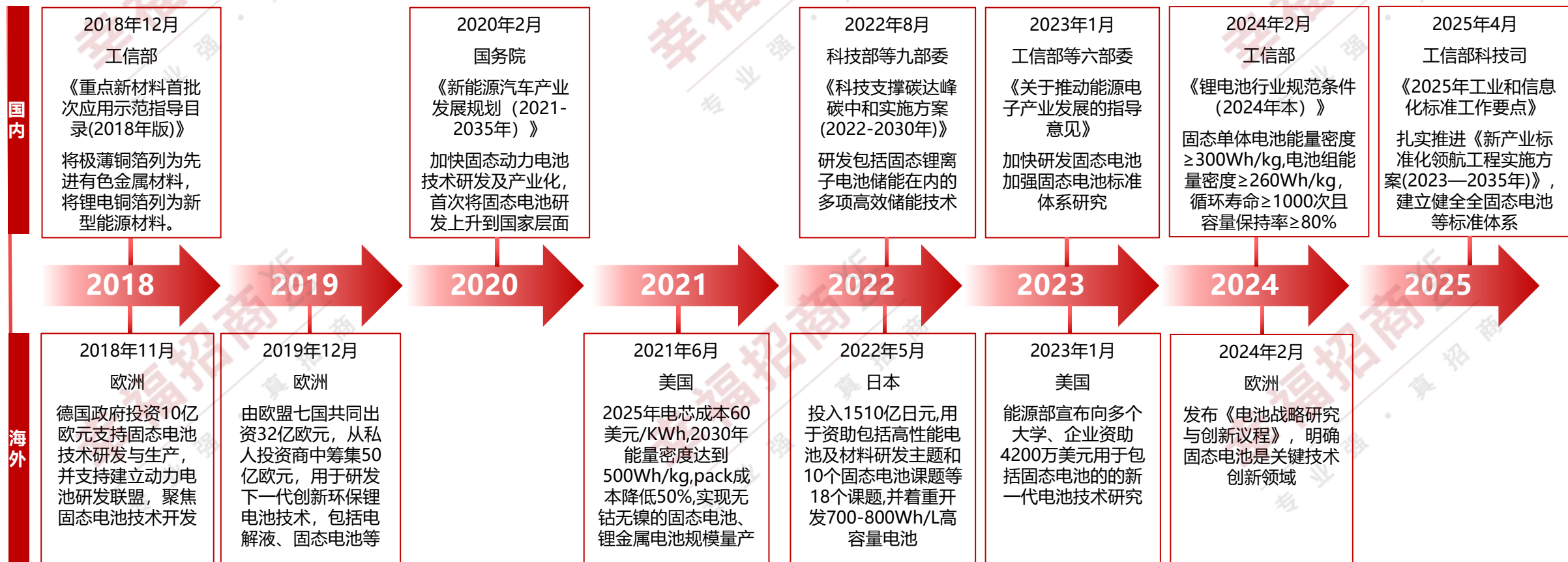
02 技术路线对比分析

03 招商机遇与挑战

04 招商赛道研判

招商机遇 | 政策端：我国政策层面积极推进固态电池产业化

- **海外抢先布局全固态电池，意在率先卡位下一代电池技术。**日本资金扶持已超2千亿日元(94亿RMB)，韩国已提供20%/50%的设备/研发税收优惠，德国已投资超10亿欧元(77亿RMB)，美国已投资超3亿美元(21亿RMB)，海外24年频繁宣传全固态电池量产计划，目标27年小批量量产全固态电池。
- **国内液态电池技术大幅领先于海外，海外加码固态电池希望弯道超车，23-24年频繁宣传全固态量产计划，引发国内危机意识，政府层面加快固态电池研发和支持力度，提供固态电池底层的支撑逻辑。**



CONTENTS

目录

01 固态电池行业概述

02 技术路线对比分析

03 招商机遇与挑战

04 招商赛道研判

- 半固态电池供应链与现有液态电池的重合度较高，制备方法与传统锂电池类似，整体变化相对较小。产业链机会主要来自于复合涂层隔膜、凝胶态电解质和高性能正负极材料，产业链投资机会有限。
- 全固态电池供应链与现有液态电池的重合度较低，从上游原材料、正极、负极、电解质、电池制造等环节均有较大的变化，将带来较大的投资机会，可以重点关注。

上游		中游		下游
		电池材料	电池制造	
锂源	锰源	正极材料	氧化物	新能源汽车
		高镍三元 → 高电压高镍三元/超高镍三元 → 镍锰酸锂/富锂锰基迭代	进展最快	
钴源	镍源	负极材料	聚合物	消费电子
		从石墨 → 硅基负极/含锂负极 → 金属锂负极升级	制备简单	
锆源	镧源	固态电解质	硫化物	储能
		从聚合物+氧化物 → 氧化物半/全固态路线 → 硫化物全固态路线迭代	前景最好	
锗源	锡源	隔膜	其它体系	其它
		传统隔膜 → 氧化物涂覆隔膜 → 固态电解质膜（取消隔膜）		
其它资源		制造设备		
		- 固态电池材料体系的变化将带来材料制造装备体系的变化 - 固态电池更加适用于软包+叠片的工艺，在工艺路线上与传统锂电池有一定差异，例如电池生产		

以上为报告部分内容展示
请扫描下方二维码，领取完整版报告

