

强于大市

固态电池系列报告之二

技术路线多元发展，产业化落地加速

固态电池由于具备高能量密度和高安全受到产业重点关注，从技术路线来看，现阶段聚合物、氧化物、硫化物各自具备优点和缺点，综合了聚合物和氧化物的复合电解质有望率先实现产业化，助力固态电池产业化加速落地，下游应用有望逐步打开。未来随着硫化物路线以及界面技术的不断成熟，全固态电池将具备产业化基础。维持行业强于大市评级。

支撑评级的要点

- **对于电池技术要求的不断提升需要固态电池。**液态锂离子电池是目前普遍使用的电池技术，但该技术存在能量密度提升和安全性能改进等方面仍存在难题。固态电池技术能够通过材料体系改进等方法提升电池能量密度，且能够实现电池的本征安全，契合新能源汽车对于锂离子电池技术发展趋势，是未来锂离子电池升级的重要技术方向。
- **政府高度重视，企业积极布局，未来市场空间广阔。**固态电池作为未来重要的锂离子电池技术升级方向，获政府重点支持。据《中国日报》报道，我国将投入约60亿元用于全固态电池研发，宁德时代、比亚迪等六家企业获得政府基础研发支持。企业层面纷纷布局固态电池的研发和生产，宁德时代、上汽、广汽等宣布了固态电池的研发或产业化进度。政府和企业的助推有望促进固态电池产业化尽快落地。海外方面，日本、美国、欧洲等地政府也先后提出了固态电池的发展路线，促进固态电池发展。根据中商产业研究院预测，固态电池出货量2025年有望超过11GWh，2030年有望达到600GWh以上，未来市场空间广阔。
- **电解质技术路线各有优劣，复合电解质路线有望率先产业化。**固态电池相比较液态电池最主要的变化是固态电解质。目前主流的固态电解质技术路线可以分为聚合物、氧化物、硫化物三种，这三种技术路线各有优劣。复合固态电解质综合了聚合物和氧化物的优点，在离子电导率、可加工性等方面具备优势，未来有望率先实现产业化。
- **硫化物电解质是全固态电池理想的技术路线，目前仍存产业化难题。**硫化物电解质具有离子电导率高、界面性能好等优势，成为全固态电池理想的技术路线。然而，硫化物电解质存在诸多问题，例如其容易和空气中水或氧气发生副反应生成有毒气体，因此在产业化过程中面临难题。通过对硫化物电解质进行表面处理等手段减少副反应发生提高稳定性是当前硫化物电解质研发的重点。未来随着相关技术的不断突破，硫化物依然是全固态电池的首选路线。
- **界面技术的应用对于固态电池至关重要。**固态电池中的界面接触为固-固接触，与液态电池中的固-液接触相比变化较大，会造成锂离子传输效率下降，影响电池性能。界面技术的应用能够改善固态电池的固-固接触，提升固态电池性能，因此界面技术在固态电池中至关重要。界面技术有多种方法，例如，在固态电池中添加电解液、在电极材料表面包覆电解质、电极中掺电解质等，能够改善电池性能，未来有望获得规模化应用。

投资建议

- 固态电池作为下一代锂离子电池重要的升级方向之一，具有高能量密度、高安全等优点，未来有望逐步实现产业化，市场空间广阔。固态电解质是固态电池的关键变化，在众多固态电解质技术路线中，复合固态电解质综合聚合物和氧化物的优点，配合界面技术的应用，有望率先实现产业化落地。硫化物电解质是全固态电池的理想路线，未来随着相关技术的成熟，有望批量化生产。推荐宁德时代、亿纬锂能、欣旺达、豪鹏科技、当升科技、容百科技、德方纳米、厦钨新能、璞泰来、中科电气、恩捷股份、星源材质、壹石通、天赐材料、新宙邦、多氟多等，建议关注孚能科技、中伟股份、三祥新材、联创股份等。

评级面临的主要风险

- 新能源汽车产业政策不达预期；新能源汽车产品力不达预期；产业链需求不达预期；技术进步不达预期。

相关研究报告

《固态电池系列报告之一-技术趋势明确，产业化大幕开启》20240616

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电力设备

证券分析师：武佳雄

jiaxiong.wu@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300523070001

证券分析师：李扬

yang.li@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300523080002

目录

固态电池具备双重优势，产业化进程加速.....	4
液态电池的能量密度进入瓶颈期，安全性仍存不足	4
固态电池在能量密度和安全性方面具备优势，有望打开新的应用领域	5
固态电池产业化进程逐步加速.....	7
固态电池未来市场空间广阔.....	8
复合电解质有望率先产业化，硫化物依然是全固态首选	9
电解质是固态电池中变化较大的环节.....	9
聚合物是商业化较早的路线，优点和缺点均很明显	10
氧化物具有离子电导高等优点，产业化相对易行	10
复合电解质具备优势，未来有望成为主流路线之一	11
硫化物电解质依然是全固态电池技术首选.....	13
界面改性技术是关键，助推固态电池性能完善	15
界面性能对于固态电池至关重要.....	15
活性材料表面包覆电解质能够改善界面性能.....	15
风险提示	18

图表目录

图表 1. 动力电池能量密度发展路线.....	4
图表 2 全球动力电池装机.....	5
图表 3. 中国动力电池装机.....	5
图表 4. 锂电池热失控机理.....	5
图表 5. 固态电池和液态电池.....	6
图表 6. 液态电池和固态电池比较.....	6
图表 7. 液态电池和固态电池的燃烧特性及针刺实验比较.....	6
图表 8. 固态电池分类.....	7
图表 9. 全球固态电池企业概览（不完全统计）.....	7
续图表 9. 全球固态电池企业概览（不完全统计）.....	8
图表 10. 2023-2030 年国内固态电池出货量预测.....	8
图表 11. 2023-2030 年国内固态电池市场空间预测.....	8
图表 12. 固态电池产业链概览.....	9
图表 13. 三种固态电池技术路线比较.....	9
图表 14. 电解液与聚合物电解质性能比较.....	10
图表 15. 氧化物电解质.....	11
图表 16. 几种固态电解质性能对比.....	12
图表 17. 上汽集团固态电池规划.....	13
图表 18. 硫化物电解质分类.....	14
图表 19. 硫化物电解质企业布局情况（不完全统计）.....	14
图表 20. 固态电池界面示意图.....	15
图表 21. 固态电池界面示意图.....	15
附录图表 22. 报告中提及上市公司估值表.....	17

固态电池具备双重优势，产业化进程加速

液态电池的能量密度进入瓶颈期，安全性仍存不足

液态电池的能量密度提升难度较大，距离目标仍有差距。常规的锂离子电池是由正极、负极、隔膜、电解液四大材料以及辅助材料等组成。目前，能够批量生产制造且实现商用的锂离子电池的能量密度最高能够达到 300Wh/kg 左右，但是进一步提升的难度较大。这是由于锂离子电池的能量密度提升主要靠材料克容量的提升，而采用高比容量的正负极材料会造成安全性能的下降，因此，需要在电池的能量密度和安全性方面进行平衡。随着新能源汽车产业的不断发展，对于高能量密度的锂离子电池依然有较大需求。根据中国汽车工程学会制定的动力电池发展路线图，高端型动力电池单体比能量要在 2025 年达到 350Wh/kg 以上，2030 年达到 400Wh/kg 以上，2035 年达到 500Wh/kg 以上。通常来讲，传统液态锂离子电池的能量密度上限被公认为 350Wh/kg，其实际比能量很难达到 400Wh/kg，距离规划目标仍有较大的差距。

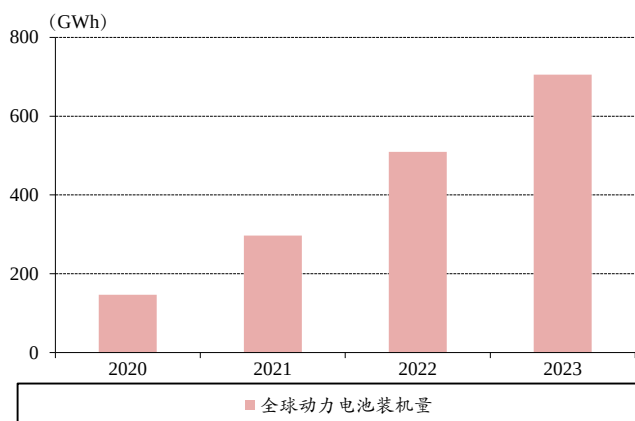
图表 1. 动力电池能量密度发展路线

		2025年	2030年	2035年
系统集成	蓄电池管理系统、蓄电池系统技术	- 成组效率 > 70% - 热扩散时间 > 90min - 标准化比例 > 30%	- 成组效率 > 73% - 不发生热扩散 - 标准化比例 > 60%	- 成组效率 > 75% - 不发生热扩散 - 标准化比例 > 90%
	技术路线	- 质量能量密度 > 350Wh/kg - 体积能量密度 > 700Wh/L - 质量功率密度 > 1000W/kg - 体积功率密度 > 2000W/L - 寿命 > 1500次/12年 - 成本 < 0.5元/Wh	- 质量能量密度 > 400Wh/kg - 体积能量密度 > 800Wh/L - 质量功率密度 > 1200W/kg - 体积功率密度 > 2400W/L - 寿命 > 1500次/12年 - 成本 < 0.45元/Wh	- 质量能量密度 > 500Wh/kg - 体积能量密度 > 1000Wh/L - 质量功率密度 > 1500W/kg - 体积功率密度 > 3000W/L - 寿命 > 1500次/12年 - 成本 < 0.4元/Wh
关键材料	正极材料	橄榄石结构磷酸盐材料，层状结构高镍多元氧化物材料、富锂锰基材料、尖晶石结构氧化物材料和其他新型高电压、高容量正极材料		
	负极材料	石墨类材料、软硬碳材料、硅等合金化负极材料、钛酸锂等高电位负极材料		
	电解液	LiPF ₆ 、LiFSI、LiTFSI等电解质盐、酯类、醚类及氟代酯类、醚类溶剂，新型电解质盐、溶剂及功能添加剂，固体电解质等		
	隔膜	PE、PP及复合膜，表面改性膜剂及新型耐高温隔膜等		

资料来源：中国汽车工程学会《节能与新能源汽车技术路线图2.0》，中银证券

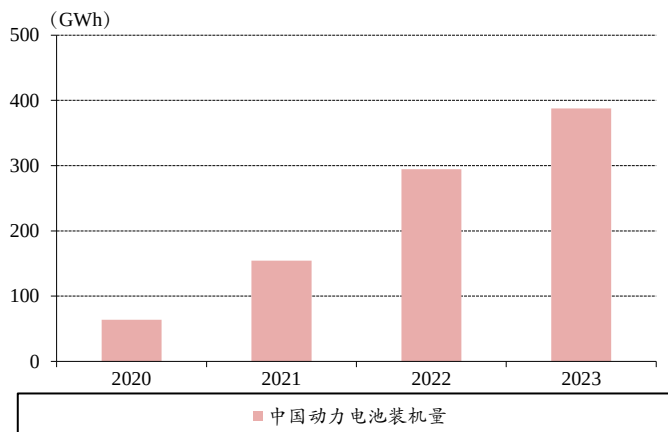
液态电池应用成熟，但在安全性方面仍有不足。常规液态锂离子电池已经在消费电子、储能、新能源汽车等领域获得规模化应用。新能源汽车方面，根据 SNE Research 发布的数据，全球动力电池装机量从 2020 年的 146.8GWh 增长至 2023 年的 705.5GWh，年均复合增速达到 68.8%；根据中国汽车动力电池产业联盟发布的数据，中国的动力电池装机量 2020 年的 63.6GWh 增长到 2023 年的 387.7GWh，复合增长率达到 82.7%。储能方面，根据中关村储能联盟发布的数据，2023 年中国新增投运新型储能装机规模为 21.5GW/46.6GWh，其中锂电池占比达到 97%，进一步提升。然而，液态锂离子电池依然存在安全方面的问题，根据应急管理部的统计数据显示，2023Q1 新能源自燃率上涨了 32%，平均每天就有 8 辆新能源车发生火灾（含自燃）。按照燃油车的保有量为 3.95 亿辆，而新能源汽车为 891.5 万辆计算，燃油车的季度起火率为万分之 0.46，而新能源汽车的季度起火率为万分之 0.72。

图表 2 全球动力电池装机



资料来源: SNE Research, 中银证券

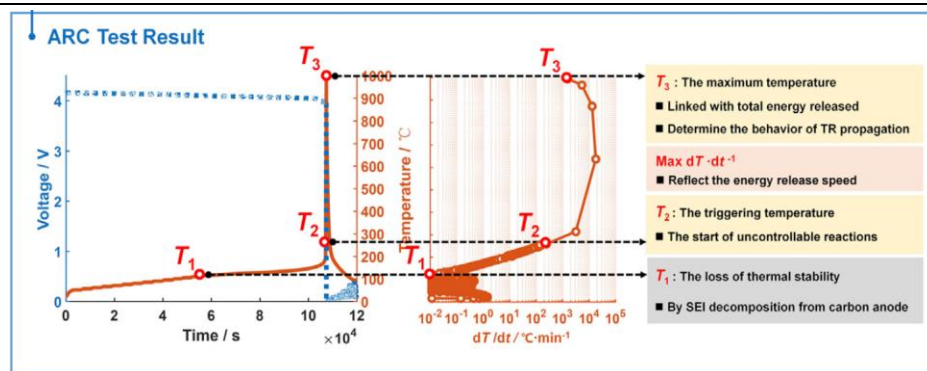
图表 3. 中国动力电池装机



资料来源: 中国汽车动力电池产业创新联盟, 中银证券

锂电池安全性和电解液、隔膜等稳定性有较大关系。随着电池温度的升高电池内部会发生连锁的放热反应, 当电池温度达到 80-120℃时, 覆盖在电池负极表面的 SEI 膜发生分解, 随后负极活性物质失去保护。温度继续上升会引发多孔隔膜闭孔, 常见的隔膜材料有聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)两类。根据钜大锂电和陈泽宇等人在《电动汽车电池安全事故分析与研究现状》中的研究, PE 隔膜闭孔温度在 130℃左右, 破膜温度在 150℃左右; PP 隔膜的闭孔温度在 145℃左右, 破膜温度在 170℃左右, 隔膜闭孔会阻断外部短路的电流回路, 起到一定的自保护作用, 如果温度继续上升, 隔膜会在 190℃左右解体, 引发内部短路, 释放大量的电能使温度迅速升高, 进而引发正极分解与电解质分解反应, 正极分解会释放大量的热量, 被认为是触发热失控的重要原因之一。引发锂离子电池热失控的主要因素有: 1)电解液的热稳定性。电解液中锂盐和溶剂的热稳定性与电池的安全性密切相关, 大部分的有机溶剂在高温条件下是可燃的; 2)隔膜的热稳定性。隔膜的主要功能是对电子绝缘, 阻挡正负极的接触, 避免电池内部的短路, 若隔膜的热稳定性差, 在某一温度条件下融化, 会直接导致电池的热失控。

图表 4. 锂电池热失控机理

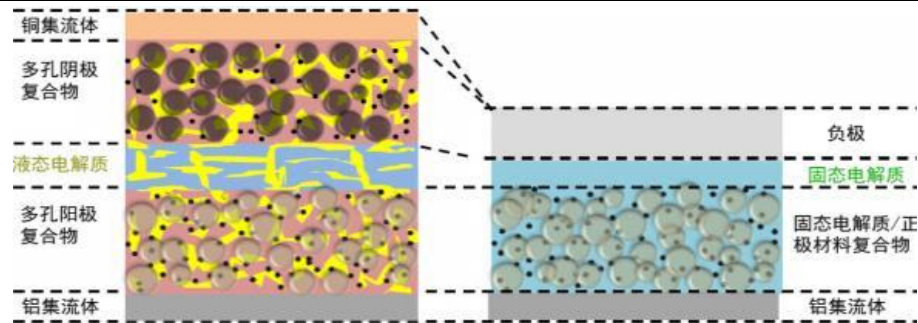


资料来源: Xuning Feng 等《Investigating the thermal runaway mechanisms of lithium-ion batteries based on thermal analysis database》, 中银证券

固态电池在能量密度和安全性方面具备优势, 有望打开新的应用领域

固态电池能够提升电池能量密度。固态电池是将传统液态电池中的电解液替换为固态电解质的一种电池技术。与液态电池相比, 固态电池的正极材料和负极材料类似, 区别在于固态电解质的使用。固态电池提升电池能量密度主要有以下几种方法: 1) 固态电池能够采用容量更高的锂金属作为负极。由于固态电解质具有较强的机械性能, 能够抑制锂枝晶生长, 实现锂金属的应用, 提升电池的能量密度; 2) 固态电池能够充分发挥正极材料容量。固态电解质相比电解液能够耐受更高的电压, 实现正极材料容量的进一步发挥, 进而提升电池能量密度。

图表 5. 固态电池和液态电池



资料来源: Yao xiayin 等《All-solid-state lithium batteries with inorganic solid electrolytes: Review of fundamental science》, 中银证券

更高能量密度的锂离子电池能够进一步拓宽锂电池应用领域。更高能量密度的电池一方面在新能源汽车上能够实现更长的续航里程, 解决此前由于能量密度低造成的里程焦虑问题, 进一步提升产品竞争力, 另一方面也能够拓宽锂电池的使用场景。低空飞行器作为未来具有前景的方向, 其对于电池的性能提出了更高的要求。根据国家工信部发布的《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030年)》, 对航空电池的性能给出了明确的发展目标: 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, 而这一性能要求的实现离不开固态电池。

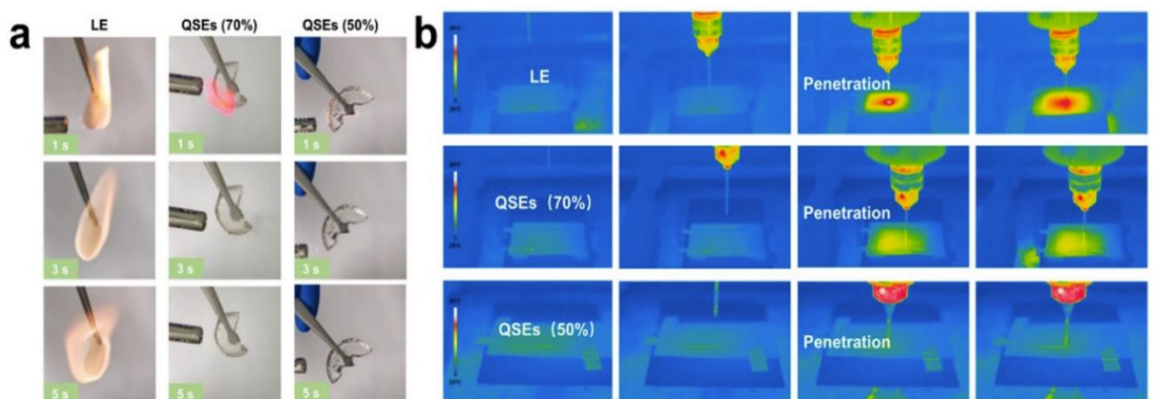
图表 6. 液态电池和固态电池比较

项目	液态电池	固态电池
电解质	电解液易燃烧甚至导致爆炸	固体电解质不易燃易爆
负极材料	采用低容量的石墨负极	可采用金属锂或锂合金为负极
正极材料	电解液耐高压能力差	可采用高电压类正极
副反应	固液界面副反应明显	固固界面副反应降低
串并联	单体仅适合外串联组合	单体可适用内串联方式升压
散热	专门的系统散热设计	只需考虑热均衡

资料来源: 电池工业网, 中银证券

固态电池安全性能突出。电解液和隔膜的耐温性与电池安全密切相关, 采用不燃、机械性能好的固态电解质替换电解液能够解决上述问题, 显著提升电池的安全性能。固态电池的高温性能较好, 固态电解质的聚合物骨架在高温下呈非晶态, 有利于聚合物骨架中链段的运动, 无机陶瓷本身具有较高熔点。基于以上原因, 固态电池可以在较宽的温度范围内工作, 也显著降低了液态电池中的冷却系统需求。有研究表明, 液态电池 SEI 膜在 80-120 °C 开始分解, 隔膜在 120 °C 左右发生融化, 进而导致内短路以及后续的热失控。而大多数固态电解质的初始放热分解温度都大于 200 °C。因此固态电池相比液态电池具有更高的热稳定性。

图表 7. 液态电池和固态电池的燃烧特性及针刺实验比较



资料来源: 赵金保等《Systematic safety evaluation of quasi-solid-state lithium batteries: a case study》, 中银证券

固态电池产业化进程逐步加速

固态电池根据内部液态含量比例可以分为半固态电池和全固态电池。根据固态电池中电解液含量的不同，可以分为半固态电池和全固态电池。一般来讲，电解液含量超过 10%就是液态电池；半固态电池中的电解液含量占比在 5-10%，电解液的添加能够提升电池内部的界面浸润性，降低电池阻抗，是目前产业化进展较快的固态路线；全固态电池是电池完全由固态物质组成，不含任何液态成分。

图表 8. 固态电池分类



资料来源：Rusong Chen 等《Approaching Practically Accessible Solid-State Batteries》，中银证券

各大企业纷纷布局固态电池技术。从上世纪 50 年代，科学家开始针对固态锂电池开展研究以来，至今已经历时 70 余年。尽管目前仍有一些技术问题有待解决，但是多年来材料的发展和电解质技术的进步，促进了固态电池产业的逐步落地。固态电池领域有众多企业纷纷布局，分区域来看，欧美地区主要有 Solid Power、24M 公司、QuantumScape 公司、SeeO 电池公司、法国 Bolloré 公司等；日韩固态电池技术的代表企业主要有：日本丰田汽车公司、日本日立造船、日本 TDK、松下、GS 汤浅、韩国三星 SDI、韩国 LG 化学以及韩国 SK。我国成规模开展固态电池研发工作起始于 2011 年，随着国家对于基础研究工作越来越重视，投入不断增大，新材料及新工艺不断取得突破，目前我国已有多家高校及科研院所在固态电池技术方面进行布局。国内有代表性的固态电池生产企业主要有：北京卫蓝新能源有限公司（中科院物理所技术）、江苏清陶能源发展有限公司（清华大学材料学院技术）、浙江锋锂新能源科技有限公司（中科院宁波材料所技术）、台湾辉能科技等。

图表 9. 全球固态电池企业概览（不完全统计）

电池企业	进展	产业链合作
赣锋锂电	赣锋锂电在江西新余生产基地已具备 2GW 固态电池产能。重庆赣锋 20GWh 新型锂电池科技产业园项目正在建设中，规划建成国内最大的固态电池生产基地。	车企：东风风神 E70、赛力斯 供应商：当升科技
辉能科技	2021 年，辉能科技的半固态电池产能已达到 1GWh，同时规划在 2024 年实现全固态电池量产。2022 年 9 月，辉能科技计划投资 80 亿美元（约合 555 亿元人民币），建设固态锂电池生产基地，工厂总产能将达到 120GWh，预计在未来十年内建成。	车企：奔驰、越南 VinFast 供应商：当升科技、韩国浦项集团
卫蓝新能源	卫蓝新能源在北京、江苏、浙江、山东淄博有四个生产基地，已经建设了一条 2GWh 的规模化固液混合固态动力电池生产线。卫蓝在江苏常州溧阳投资 1.8 亿建设 0.1GWh 产线，于 2020 年 7 月投产。2022 年 2 月，卫蓝新能源在山东淄博市齐鲁储能谷 100GWh 固态锂电池项目开工，总投资 400 亿元，其中，一期投资 102 亿元，年产混合固液电解质电池和全固态电池 20GWh。2022 年 11 月，卫蓝新能源首颗固态动力电池正式下线，同日，总投资 139 亿元的年产 20GWh 固态电池项目签约湖州。	车企：蔚来、吉利等 供应商：容百科技、当升科技、恩捷股份、溧阳天目先导
清陶能源	2023 年 2 月 14 日，总投资 100 亿元的 15GWh 清陶能源动力固态电池储能产业基地正式签约落地成都市郫都区。首条生产线设计产能 1GWh，预计近期首批半固态电池将在郫都工厂正式下线。清陶能源已在 2022 年建设了 10GWh 固态电池产线。	车企：上汽集团、北汽福田 供应商：当升科技、翔丰华、利元亨
孚能科技	孚能科技固态电池研发分为四代，分阶段实现产品产业化，目前公司已有半固态产品实现量产装车。	车企：东风岚图

资料来源：鑫椤锂电，中银证券

续图表 9. 全球固态电池企业概览（不完全统计）

电池企业	进展	产业链合作
SES（麻省固能）	SES 已在波士顿建立锂金属电池研发中试线。正在上海嘉定建设超级工厂，计划于 2023 年竣工，建成后的产能将达到 1GWh。	车企：通用、现代、本田
QuantumScape	QuantumScape 全固态电池计划于 2024 年开始大规模生产。QS 称已将首批 24 层锂金属原型固态电池交付给电动汽车制造商进行测试。	车企：大众、丰田
太蓝新能源	2022 年年初，太蓝新能源已启动重庆生产制造基地 1.2GWh 半固态锂电池生产线建设，其中第一条 0.2GWh 产线将于 10 月正式批量生产。2022 年 9 月 26 日，太蓝新能源年产 10GWh 半固态锂电池生产基地项目签约安徽淮南，总投资 70 亿元。	/
国轩高科	9 月 14 日，国轩高科透露，公司的高安全半固态电池预计 2023 年批量交付。国轩高科预计，2025 年后将生产出能量密度超过 800Wh/L、超过 400Wh/kg、循环 800 次的全固态电池。	/
Solid Power	2022 年 6 月 Solid Power 宣布已完成了电动汽车电池试点生产线的安装，以生产车规级固态电池，计划在 2022 年底向福特和宝马交付第一批电池进行资格测试。	车企：宝马、福特

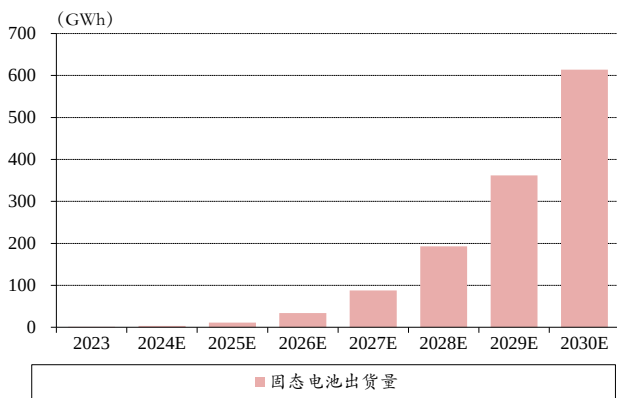
资料来源：鑫椤锂电，中银证券

固态电池未来市场空间广阔

固态电池有望逐步成为主流电池技术之一：根据中商产业研究院数据，2023 年全球固态电池出货量约为 1GWh，主要以半固态电池为主。随着技术的不断进步和市场的不断扩大，固态电池有望成为主导电池技术之一。根据中商产业研究院预测，2024 年全球固态电池出货量将达到 3.3GWh，2030 年出货量将增长至 614.1GWh。

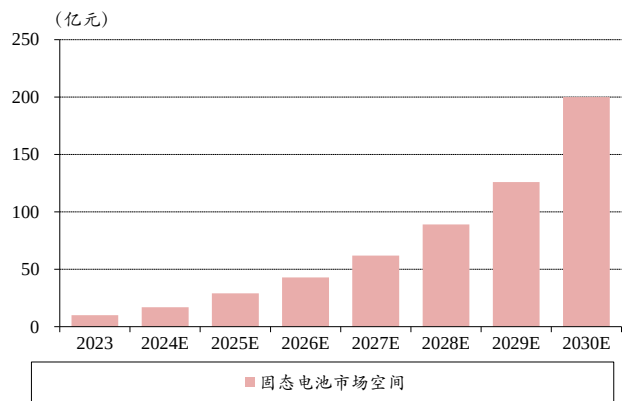
固态电池市场空间有望快速增长：近几年国家不断重视固态电池行业的发展，各大高校单位已开始对固态电池进行研发。尽管目前我国固态电池行业正处于起步阶段，随着技术进步，固态电池有望实现大规模商业化应用。根据中商产业研究院数据，2023 年中国固态电池的市场空间达到约 10 亿元，2024 年中国固态电池市场空间将达到 17 亿元，2030 年将增至约 200 亿元。

图表 10. 2023-2030 年国内固态电池出货量预测



资料来源：中商产业研究院，中银证券

图表 11. 2023-2030 年国内固态电池市场空间预测



资料来源：中商产业研究院，中银证券

复合电解质有望率先产业化，硫化物依然是全固态首选

电解质是固态电池中变化较大的环节

固态电池产业链构成与液态电池大致相同。固态电池产业链与液态锂电池大致相似，也包括上游资源端、中游制造端和下游应用端，两者主要的区别在于中游材料端负极材料和电解质的不同，在正极材料方面基本一致。未来随着半固态电池逐步发展至全固态电池，隔膜也将被替代。同液态电池类似，固态电池整体成本主要由电池材料成本及电池生产成本构成，其中材料成本占据了较大占比。材料成本包括正极、负极材料、电解质、集流体、结构件等组成。

图表 12. 固态电池产业链概览



资料来源：前瞻产业研究院，中银证券

固态电解质是固态电池的核心部件，也是固态电池中变化最大的环节。固态电解质在固态电池中起到锂离子传输等作用，是固态电池中的核心部件，其性能也很大程度上决定了固态电池的各项性能参数，如电池的功率密度、循环稳定性、安全性能、高低温性能以及使用寿命等。固态电解质根据材料类型不同，大致可以分为聚合物、氧化物、硫化物三类固态电解质，其性能各有优劣。目前全球固态电池企业都在不同的电解质体系上进行技术研发，目前日韩和欧美等海外企业更倾向于硫化物技术路线，致力于全固态电池的开发，产业化进程相对缓慢；而国内企业多数选择氧化物技术路线，研发的产品多为半固态电池。

图表 13. 三种固态电池技术路线比较

路线	主要成分	代表企业	优点	缺点
聚合物	PEO、PAN、PMMA、PVC、PVDF 等	Solid Energy	技术最成熟、率先小规模量产	室温离子电导率低；理论能量密度上限低
氧化物	LLZO, LLZTO, LATP	QuantumScape	离子电导率高于聚合物电解质；电池容量大，可量产	能量密度低于硫化物电解质电池
硫化物	硫硅酸锂	丰田	离子电导率最高，有望应用于电动汽车	开发难度大，对生产环境要求高

资料来源：中国储能网，中银证券

聚合物是商业化较早的路线，优点和缺点均很明显

聚合物固态电解质材料较多。固态聚合物电解质采用聚合物作为基体，具有优异的性质，比如柔韧性、易加工性，可通过溶液浇铸或熔融挤出压延成膜。常见的固态电解质聚合物材料包括聚环氧乙烷（PEO）、聚丙烯腈（PAN）、聚偏氟乙烯（PVDF）、聚偏氟乙烯-六氟丙烯聚（PVDF-HFP）、甲基丙烯酸甲酯（PMMA）等。各种聚合物电解质在性能方面存在差异，如离子电导、热稳定性等。其中 PEO 是一种热塑性结晶水溶性聚合物，其解离锂盐的能力强，而且与锂金属相容性好，稳定性强，价格也比较低廉，所以是研究较为广泛的一类聚合物电解质，但由于其结晶度很高，抑制了锂离子在电解质中的传输；PAN 是由丙烯腈单体自由基聚合而成的一种稳定性好、耐热性强、阻燃性好的聚合物。其缺点就是强度太低，很脆，易破碎，不能单独用来成型作为聚合物电解质的基体材料；PMMA 聚合物的溶剂保持能力和室温离子电导率更高，与锂电界面相容性好，但机械强度较差。

聚合物电解质的优点和缺点均很明显。聚合物固态电解质膜的优势和劣势均较为明显，优势方面，其安全性好、易于制备加工，且不会发生液态电解液的漏液等问题，但同时，其也具有室温离子电导率低等问题，因此，聚合物固态电解质一般不会单独使用。聚合物的黏弹性和可塑性赋予聚合物电解质加工便捷性，加工成型成本低，能设计成任意形状，具有较好的加工和形状灵活性。此外，聚合物合成条件较为简易，对温度、压力等环境要求不苛刻，适宜规模化生产。

图表 14. 电解液与聚合物电解质性能比较

技术路线	液态电解液	聚合物电解质
成分	溶剂（EC,DMC,DEC,DMC 等） 锂盐（LiPF ₆ ,LiFSI 等） 添加剂（VC,FEC 等）	高分子骨架（PEO,PVDF,PMMA,PAN 等） 锂盐（LiBOB, LiFSI, LiTFSI）
优势	离子电导率高 成本低 活性材料利用率高 制备工艺成熟	安全性好 易加工 物理和化学稳定性好 无泄漏 热稳定性好
劣势	漏液 安全隐患 稳定性一般	室温下低离子电导率 界面接触一般

资料来源：诺信电子，中银证券

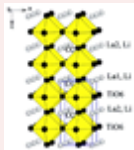
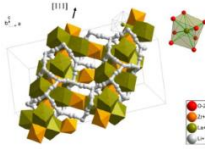
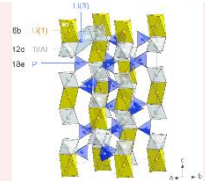
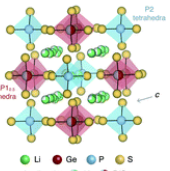
PEO 商业化较早，但存在技术瓶颈。法国博洛雷集团从 2011 年开始尝试固态电池在电动车领域的商业化，其自主研发的电动汽车 Bluecar 搭载了 30kWh 金属锂聚合物电池，续航为 120km，这也是国际上第一个采用固态锂电池的电动汽车案例。该公司选择全固态中的聚合物技术路线，正极材料采用磷酸铁锂，负极材料采用金属锂，电解质采用 PEO。但该技术存在一定的技术瓶颈，一方面电池的能量密度较低，该电池 Pack 能量密度约为 100Wh/kg；另一方面，该电池对于工作温度有要求，其工作温度要求 60-80℃，必须持续将电池加热至 60℃ 以上来维持电池内部的离子电导能力。

PVDF-HFP 有望获得规模化应用。PVDF 作为聚合物电解质材料之一，由于分子结构规整，不利于锂离子传导。为了解决这个问题，可以将偏氟乙烯(VDF) 和六氟丙烯(HFP)共聚,得到 P(VDF-HFP) 共聚物。PVDF-HFP 不仅保留了 PVDF 良好的机械强度、化学稳定性、电化学稳定性、热稳定性和对电解液的亲和性，而且还降低了 PVDF 的结晶度，减弱了氟离子的反应活性，有利于吸收更多的电解液和改善电极与电解质之间的界面稳定性，是比较理想的聚合物电解质材料。

氧化物具有离子电导高等优点，产业化相对易行

氧化物电解质按晶体结构可以大致分为三种类型。氧化物电解质在微观水平上形成结构稳定的锂离子传输通道，其具有机械强度高、空气稳定性好、电化学窗口宽等优点，受到产业的重点关注。根据电解质晶体结构，氧化物电解质可以分为钙钛矿结构型（如 LLTO）、石榴石结构型（如 LLZO）、快离子导体型（LISICON、NASICON）等。其中，钙钛矿型 LLTO 电解质材料的本征离子电导较高，但稳定性相对较差；石榴石型 LLZO 电解质离子电导较高，稳定性好，受到广泛关注；钠快离子导体结构的 LATP 的电化学窗口较高，被认为是高电压固态电池的理想电解质；锂快离子导体结构电解质通过硫代方式得到的 LGPS 具有接近于液态电解质的电导率。

图表 15. 氧化物电解质

材料体系	举例	典型结构	性能比较		
			离子电导率	稳定性	机械性能
钙钛矿结构	LLTO		较低	一般	较高
石榴石结构	LLZO		高	很好	一般
NASICON LISICON	LATP		较低	一般	较高
硫代磷酸盐	LGPS		很高	差	较差

资料来源：汪长安《锂电池固态电解质的研究进展》，中银证券

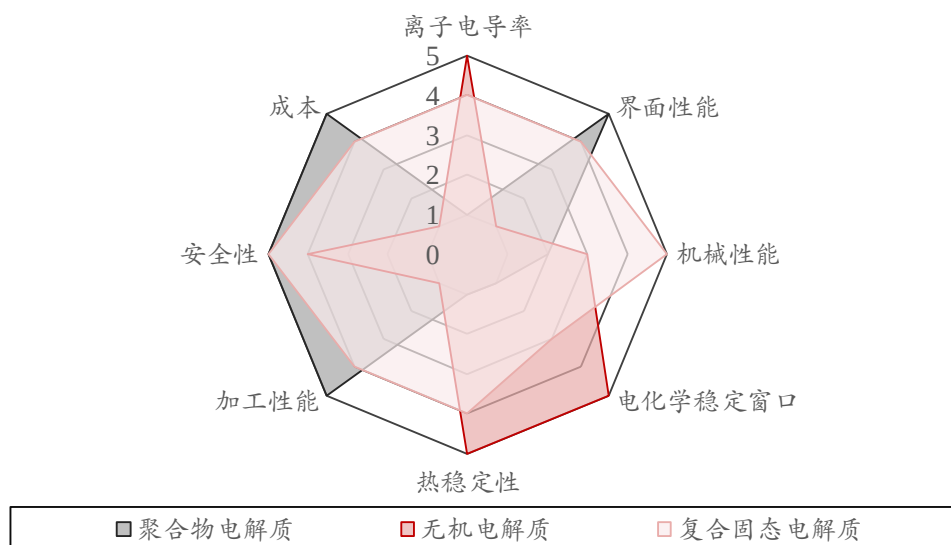
氧化物电解质一般搭配其他电解质使用。氧化物固体电解质具备离子电导率高、空气稳定性好，化学/电化学稳定性好等优点。但由于氧化物本身的材料特性，也存在刚性强、易碎等缺点，尤其是电极和电解质界面接触能力较差，造成循环过程中界面稳定性较差，导致循环过程中界面阻抗迅速增加。因此，氧化物固体电解质往往需要添加一些聚合物成分并与微量离子液体/高性能锂盐-电解质混合来使用。

氧化物电解质产业化相对易行。氧化物电解质粉体材料的制备方法相对较为成熟。根据氧化物固态电解质专利中所述，通过高温加机械球磨法工艺合成氧化物固态电解质粉体，借助机械球磨法配合外温加热能量为电解质合成反应提供驱动能量，同时在同一设备内实现产品高效冷却收集，设备内即可实现高效冷却至室温，即可获得成分、粒径均一，表面活性高的电解质粉体。工艺流程简单，有效降低反应温度，生产成本低，可实现连续化、自动化生产，减少对环境氛围接触。

复合电解质具备优势，未来有望成为主流路线之一

复合电解质能够结合聚合物和氧化物的优点。复合固态电解质一般是由无机填料和聚合物固态电解质复合得到的电解质。复合固态电解质结合了无机固体电解质和有机固体电解质的优点，兼具高锂离子电导率和电化学稳定性。在聚合物固态电解质中加入无机填料后得到的固态电解质综合性能较好。聚合物基体在复合固体电解质中可以发挥以下优点：聚合物的加入可以显著提高固体复合电解质的柔韧性；聚合物的存在有助于减小电极-电解液界面的电阻；聚合物通常比无机陶瓷电解质更容易加工且更具成本效益，有利于大规模制造。无机填料可以发挥以下三方面的作用：一、降低结晶度，增大无定形相区，利于锂离子迁移；二、填料颗粒附近可以形成快速锂离子通道；三、增加聚合物基体的力学性能，使其易于成膜。

图表 16. 几种固态电解质性能对比



资料来源: Lu Han 等《Recent Developments and Challenges in Hybrid Solid Electrolytes for Lithium-Ion Batteries》, 中银证券

复合电解质膜中的无机填料可以分为惰性填料和活性填料。聚合物基体中可以添加纳米无机填料来降低其结晶度, 提高链段的运动能力, 进而提升电解质的离子电导率。无机填料根据是否具有快速输运锂离子的能力分为惰性填料和活性填料。对于不能传输锂离子的惰性填料, 加入聚合物基体后可以提高复合电解质的机械性能, 也可以改变聚合物结晶状态来提高聚合物电解质输运锂离子的能力。对于活性填料来讲, 其不仅具有上述优点, 填料本身在室温下展现出较高的离子电导率, 可以直接参与锂离子传输, 另外活性填料具有较高的电化学稳定窗口。聚合物基体中常见的惰性填料包括: Al_2O_3 , TiO_2 , 石墨烯, MOF 等, 常见的活性填料包括 LATP, LLTO, LLZO, LGPS 等。

无机填料的颗粒大小和添加比例对电解质膜影响较大。陶瓷颗粒的大小和复合比例也会对复合电解质性能有影响。无机填料的颗粒大小和添加比例对电解质膜影响较大。陶瓷颗粒的大小和复合比例也会对复合电解质性能有影响。根据朱鑫鑫等在《固态锂硫电池电解质及其界面问题研究进展》发表的研究成果, 相比较微米级的陶瓷颗粒, 纳米尺寸的陶瓷颗粒能够显著增强复合电解质膜的电导率。此外, 无机填料所占复合电解质比例不同, 电解质的离子电导率也不同, 并有一个最优的陶瓷颗粒比例得到的复合电解质离子电导率最高。在最优复合比例下, 纳米颗粒复合电解质相比微米级具有更高的电导率, 主要原因是纳米颗粒具有较大的比表面积, 聚合物基体和陶瓷颗粒具有更多的相界面, 扩大了锂离子的传输路径。

企业积极布局复合电解质膜, 未来有望成为主流路线之一。复合电解质同时具备聚合物和氧化物电解质优势, 得到产业重点关注, 相关企业积极布局。据上汽集团“向新十年上汽集团新能源技术发布会”介绍, 江苏清陶能源电解质采用有机和无机复合路线, 能够实现降本和提升离子电导率; 据起点锂电报道, 北京卫蓝新能源采用氧化物+聚合物固态电解质路线, 半固态电池采用原位固态化技术改善正负极界面性能。值得一提的是, 上汽集团在 2024 年 5 月 24 日举办的新能源技术发布会上表示, 上汽全固态电池基于聚合物-无机物复合电解质技术路线, 将于 2026 年实现量产。该全固态电池能量密度超过 400Wh/kg, 体积能量密度超过 820Wh/L, 电池容量能超过 75Ah。2027 年, 搭载全固态电池的智己新车将实现量产, 并正式交付用户; 后续全固态电池能量密度有望进一步提升至 500Wh/kg。

图表 17. 上汽集团固态电池规划



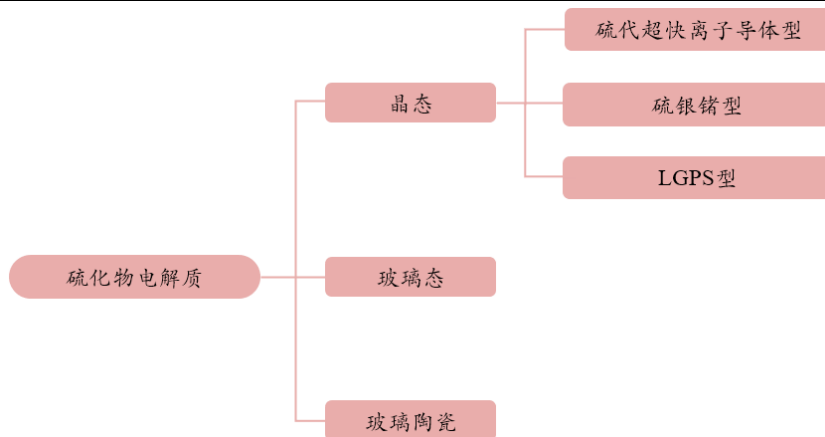
资料来源：上汽集团“向新十年”新能源技术发布会，中银证券

复合电解质的制备方法相对易行。复合电解质的制备方法主要有溶液浇铸法、热压法和原位聚合法等。溶液浇铸法一般是将聚合物和溶剂混合后形成溶液，然后将溶液浇铸到模具中，待有机溶剂挥发完毕即可获得柔性的自支撑聚合物膜。溶液浇铸法相比其他复合方法，操作方便、便于大面积制备，但是使用这种方法制作的复合膜容易发生陶瓷颗粒的偏聚现象。热压法适用于各种比例的复合材料，但此种方法对热压设备有一定的要求。原位聚合法指的是将反应单体添加到纳米状物的层间发生聚合反应，通过此方法可以获得在聚合物基体中良好分散的陶瓷颗粒。

硫化物电解质依然是全固态电池技术首选

硫化物电解质性能优异。硫化物电解质相比于氧化物和聚合物电解质具有更高的导离子率，室温下可达到 10^{-3} S/cm，是理想的固态电池电解质材料。根据晶体结构，硫化物固态电解质可以分为玻璃态、玻璃陶瓷态和晶态。晶态电解质按照晶体结构又可以分为硫代超快离子导体型（LATP）、硫银锗矿型和 LGPS 型。其中，LGPS 的电导率到达了 1.2×10^{-2} S/cm，这一数值已经可以与有机电解液的离子电导率相比。但是，由于金属 Ge（锗）的使用，提高了 LGPS 的成本，严重阻碍其实际应用。

图表 18. 硫化物电解质分类



资料来源：中国粉体网，中银证券

硫银锗矿型电解质优点突出，未来有望产业化。硫银锗矿结构的 $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ ($\text{X}=\text{Cl}$ 、 Br 、 I) 硫化物电解质是晶态结构的一种，其具有较低的成本、高室温电导率 (10^{-2} S/cm)、合成简单、电化学稳定性相对其他硫化物较好等优点而受到行业关注。但是， $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$ 电解质也具有空气稳定性差、与正极材料兼容性差、与金属锂不稳定等缺点。目前，主要是通过元素掺杂、正极包覆、锂合金负极、复合固态电解质等措施来改善其性能。总的来说，硫银锗矿电解质，尤其是含卤素的电解质，因同时具备较高的室温锂离子电导率、在硫化物电解质中相对较低的成本和较高的稳定性和电极兼容性，是最具应用前景的无机固态电解质之一，未来有望率先实现产业化。

硫化物电解质制备环境要求高，工艺优化和降本是关键。硫化物固态电解质虽然具备较高的离子传导性能等优势，但同时也面临应用难题。硫化物固态电解质在空气中极不稳定，易与水 and 氧气发生反应生成剧毒的硫化氢气体。因此硫化物固态电解质的制备与组装均需在水无氧的环境中进行，制备成本大幅提高。为了提高硫化物电解质的空气稳定性，实现降本目的，目前有以下几种方法：1) 使用添加剂吸收硫化氢气体；2) 表面涂层或钝化；3) 构建硫化物-聚合物复合电解质等。其中，构建复合电解质的策略有望整合硫化物和聚合物电解质的优势，从而可能满足电解质材料的所有先决条件并加速全固态电池的商业化。

各大企业纷纷布局硫化物电解质。硫化物电解质受到国内和国外众多生产和研发机构关注。国内方面，据宁德时代首席科学家吴凯近期透露，宁德时代 2027 年小批量生产全固态电池机会很大，硫化物路线进展较快，并已建立 10Ah 级全固态电池验证平台。广汽集团今年 4 月发布了能量密度达 400Wh/kg 以上的全固态电池，计划于 2026 年首先搭载于昊铂车型。据业内人士分析，广汽采用了硫化物电解质。国外方面，丰田汽车去年宣布，争取 2027 至 2028 年使全固态电池进入实用化阶段，亦采用硫化物固态电解质，此外，松下、本田、三星、宝马等不少企业也都选择硫化物固态电解质路线。

图表 19. 硫化物电解质企业布局情况（不完全统计）

电池企业	进展	目标
宁德时代	建立 10Ah 级全固态电池验证平台	2027 年小批量生产全固态电池
蜂巢能源	原型电池 1000 圈循环容量保持率为 89.5%，具备 20Ah 全固态电池的制备能力，能量密度达到 350-400Wh/kg	—
恩力动力	原型电池可实现 -40-100°C 稳定工作温度区间、5C 以上充放电、室温 1C 下循环 1000 圈容量衰减 20%	—
中科固能	硫化物全固态电解质生产基地项目签约	预计 2025-2026 年具备满产能力

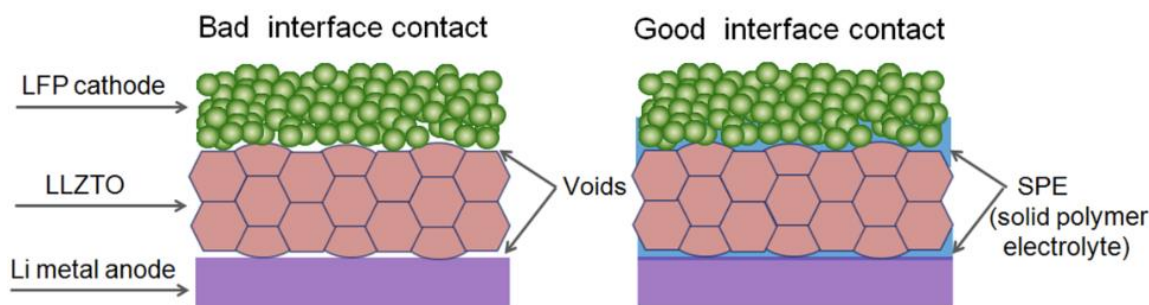
资料来源：中国粉体网，东方财经杂志，搜狐网，中银证券

界面改性技术是关键，助推固态电池性能完善

界面性能对于固态电池至关重要

界面直接影响固态锂电池性能。由于固态锂电池中固体电解质取代液态电解质，导致电极与电解质之间的界面接触由固-液接触变为固-固接触。由于固相无润湿性，因此固固界面将形成更高的接触电阻。同时，固体电解质，尤其陶瓷电解质中有大量的晶界存在，较高的晶界电阻不利于锂离子在正负极之间传输，因此晶界电导率对固体电解质总电导率有显著影响。

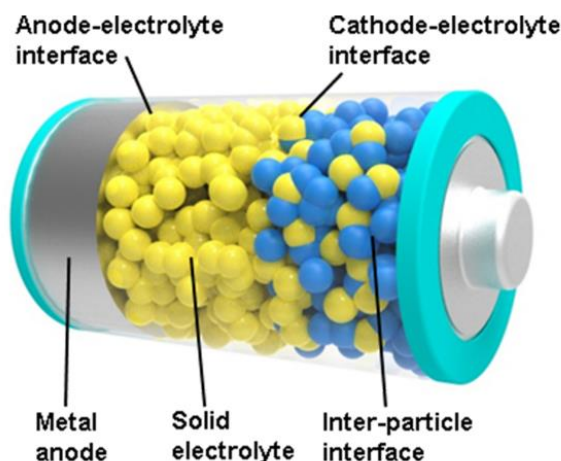
图表 20. 固态电池界面示意图



资料来源:Shang-Sen Chi 等《Solid polymer electrolyte soft interface layer with 3D lithium anode for all-solid-state lithium batteries》, 中银证券

固态电池中的界面接触可以分为两类。根据固-固接触界面性质的不同，可以分为化学接触和物理接触，化学接触是指两种材料在接触后可能会直接自发地发生化学反应，这在全固态电池中金属锂负极和固态电解质的界面处尤为常见。物理接触则是指电极和电解质之间为点接触，容易产生裂缝和气孔，限制界面处锂离子传输。电极与电解质的接触界面可以分为正极-电解质界面、负极-电解质界面。

图表 21. 固态电池界面示意图



资料来源:徐林等《Interfaces in solid-state lithium batteries》, 中银证券

活性材料表面包覆电解质能够改善界面性能

高电压正极的应用需要改善界面接触。固态电解质的应用能够拓宽高压正极材料的使用范围，但是对于含锰的正极材料来讲，其在循环工厂中容易发生过渡金属元素锰的溶出，降低电池的循环稳定性。同时，电极在充放电过程中由于体积变化而导致的界面应力会增加电极的局部畸变，使电荷转移电阻增加。如何有效抑制元素互扩散以及电极在充放电过程中的体积变化，是降低界面电阻，提高固态锂电池循环性能和倍率性能的关键。

以下几种方法引入电解质层可以改善正极-电解质接触。根据中国粉体网报道，改善正极-电解质接触的方法主要有：1) 通过活性材料表面包覆电解质能够改善界面性能。构筑复合正极中的电子、离子复合导电网络，优化正极内部界面，提高固态锂电池的电化学性能；2) 采用电解液等对正极和固态电解质膜进行界面润湿。利用电解液等润湿有利于优化电极和固态电解质界面，增加电极与电解质接触，减小界面电阻，提升电池整体性能；3) 在活性物质中引入电解质形成复合正极。能够有效改善界面的润湿性，降低界面阻抗；4) 引入界面层。界面层的引入，本质上改变了原有的正极/电解质界面结构，形成了正极/界面层/电解质的三明治结构，起到两种较好的效果：第一，为正极与电解质界面提供了缓冲区，改善界面的相容性；第二，能够抑制和引导正极、电解质之间的元素互扩散，改善界面层的锂离子扩散速率，降低界面阻抗。

新型负极与电解质材料的界面性能对电池性能影响较大。在固态锂电池中，通过采用新型负极，如锂金属和硅基负极等，能够提升电池的能量密度。固体电解质的力学性能可在循环过程中有效抑制锂金属负极中锂枝晶的生长，提高电池安全性。但金属锂还原性强，容易生成高界面电阻相，降低化学稳定性，需要对界面性能进行改进。此外，硅基负极由于膨胀问题限制了其大规模应用，固态电解质的机械性能能够抑制硅负极的膨胀。

通过引入缓冲层等方法可以改善负极与电解质接触性能。根据中国粉体网报道，改善负极-电解质接触的方法主要有：1) 在锂金属和固体电解质界面处引入适当厚度的缓冲层，能够显著改善固固界面接触、抑制锂枝晶生长、缓冲电池循环过程中材料的体积变化以及保持良好的电接触；2) 引入氟化锂层改善电解质与锂金属界面，可有效抑制充放电过程中的副反应；3) 基于硅负极的固态电池具有优异的循环性能，循环多次后仍然能保持较高的容量比。因此，在基于 LLZTO 电解质的固态锂电池中，适当厚度的 Si 不仅可用作缓冲层改善 Li 金属与 LLZTO 的界面接触，也可直接作为固态锂电池的负极材料。

附录图表 22. 报告中提及上市公司估值表

公司代码	公司简称	评级	股价	市值	每股收益 (元/股)		市盈率 (x)		最新每股净资产
			(元)	(亿元)	2023A	2024E	2023A	2024E	(元/股)
300750.SZ	宁德时代	买入	175.77	7,731.78	10.03	10.81	17.52	16.26	47.22
300014.SZ	亿纬锂能	买入	35.54	727.05	1.98	2.30	17.95	15.45	17.50
300035.SZ	中科电气	买入	8.24	59.60	0.06	0.46	142.91	17.91	6.22
300207.SZ	欣旺达	增持	14.11	262.76	0.58	0.68	24.42	20.75	12.51
001283.SZ	豪鹏科技	增持	40.42	33.22	0.61	1.17	66.04	34.55	27.52
300073.SZ	当升科技	增持	31.30	158.53	3.80	2.50	8.24	12.52	26.03
688005.SH	容百科技	增持	21.41	103.42	1.20	2.82	17.80	7.59	17.59
300769.SZ	德方纳米	增持	26.28	73.63	(5.84)	6.96	-	3.78	24.55
688778.SH	厦钨新能	增持	30.03	126.36	1.25	1.30	23.96	23.10	20.59
603659.SH	璞泰来	增持	13.37	285.85	0.89	1.23	14.95	10.87	8.53
002812.SZ	恩捷股份	增持	29.59	289.32	2.58	3.77	11.45	7.85	27.54
300568.SZ	星源材质	增持	7.81	105.05	0.43	0.72	18.23	10.85	7.38
688733.SH	壹石通	增持	13.80	27.57	0.12	0.36	112.42	38.33	11.11
002709.SZ	天赐材料	增持	15.99	306.82	0.99	0.68	16.23	23.51	6.90
300037.SZ	新宙邦	增持	30.11	226.99	1.34	1.59	22.45	18.94	12.15
002407.SZ	多氟多	增持	11.51	137.02	0.43	0.58	26.88	19.84	7.76
688567.SH	孚能科技	未有评级	9.29	113.53	(1.53)	0.12	-	77.42	8.31
300919.SZ	中伟股份	未有评级	28.28	264.76	2.08	3.12	13.60	9.06	30.30
603663.SH	三祥新材	未有评级	13.82	58.52	0.19	0.35	73.86	39.49	3.02
300343.SZ	联创股份	未有评级	4.68	50.03	0.01	-	393.45	-	1.75

资料来源：iFinD，中银证券

注：股价截止日 2024 年 7 月 9 日，未有评级公司盈利预测来自 iFinD 一致预期

风险提示

新能源汽车产业政策不达预期：新能源汽车尚处于成长期，产业政策对于新能源汽车销量增长具有重要作用；目前国内和海外产业政策均呈现边际向好的趋势，有望带动销量增长；若产业政策不达预期，则可能影响新能源汽车销量和产业链需求。

新能源汽车产品力不达预期：有产品力的新能源汽车是带动真实需求增长的重要因素，若主流车企电动化进程不及预期，推出的新车型产品力不及预期，可能延缓真实需求的释放。

产业链需求不达预期：若宏观经济波动超预期、产业政策不达预期叠加主流车企电动化进程不达预期，则新能源汽车下游需求可能不达预期，从而导致产业链需求低于预期。

技术进步不达预期：固态电池处于产业化初期，对技术创新能力及资本投入具有较高要求。若公司不能准确把握技术、市场和政策变化趋势，可能使公司丧失技术优势，面临产品淘汰风险。

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20%以上；
增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不得以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告期内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371