

固态电池行业深度报告

固态电池——后锂电时代必经之路

推荐（维持）

- **传统液态锂电不会是动力电池的技术终点。**众所周知，能量密度是动力电池性能的第一指标，随着我国电动车市场由“政策驱动”向“政策助跑”转换，政策对于锂电池能量密度提升的导向已经明确。工信部颁布的《中国制造 2025》指明：“到 2025 年、2030 年，我国动力电池单体能量密度分别需达到 400Wh/kg、500Wh/kg”，这一技术指标已接近传统锂电池能量密度天花板。同时，随着电动车销量的增长，自燃爆炸等安全事故频次也明显增加，这背后传统锂电采用的可燃性液态电解质难辞其咎。在能量与安全性能上，当前锂电池技术还有巨大的提升空间，传统的液态电池绝不会是技术的终点。
- **固态电池是后锂电时代的必经之路。**固态电池是指采用固态电解质的锂离子电池。性能方面，不可燃烧的固态电解质是固态电池的核心。固态电池在根除安全隐患的同时能带来电池能量密度的提升。开发难度上，锂硫、锂空气等新型电池需从整个电池结构入手，而固态电池的核心在于固态电解质，升级路径更加简单方便。此外，锂硫、锂空电池负极均使用金属锂，而金属锂负极更易在固态电解质中兼容，因此固态电池同时也是锂硫、锂空电池的过渡平台。纵观未来技术方向，固态电池已成必经之路，其作为距离我们最近的下一代电池技术已成为科学界与产业界的共识。
- **产业化尚处早期，未来有望超速发展。**固态电解质的低离子电导率与高界面阻抗限制了电池的能量密度与倍率性能，当前尚未有足够成熟的市场化产品。按照电解质材料的选取，固态电池可分为三大类：聚合物体系工艺最成熟，但性能上限制约发展；氧化物体系中薄膜型电池的难题在于容量扩充与规模化生产，而非薄膜型电池综合性能优异，是当前开发的热门；硫化物体系则处于发展空间巨大与技术水平不成熟的两极化局面。综合来看，虽然每一类固态电池体系都有较为棘手的问题需要攻坚，但目前实验室产品的性能已颇具潜力，且在全球范围内资本一致看好与龙头车企多方布局下，固态电池技术有望获得超速发展。
- **步步为营梯次渗透，阶段发展之路已经明晰。**展望未来，固态电池将遵循阶段发展的路径，技术上步步为营，应用上梯次渗透。电池的结构将逐渐减少液体的使用，向无液体的全固态电池迈进；应用领域上，有望率先发挥安全与柔性优势，应用于对成本敏感度较小的微电池领域，如 RFID、植入式医疗设备、无线传感器等；随着技术进步，再逐渐向高端消费电子渗透；而等到产品足够成熟后，最终切入电动车与储能市场，实现下游需求的全面爆发。
- **投资建议：固态电池望为新能源的未来保驾护航，关注进行前瞻布局的动力电池公司。**毋庸置疑，锂电产业链是一个可以至少看 10 年的行业，而新技术的开发与崛起也将不断强化行业的估值与前景。固态电池是距离商业化应用最近的下一代电池技术，未来料将为新能源车行业带来新的爆发点与关键性技术保障。当前已有部分上市公司布局固态电池相关业务，固态电池产品已逐渐进入投资视野。相关标的推荐宁德时代，建议关注赣锋锂业、珈伟股份、天齐锂业等。
- **风险提示：固态电池研发进展不及预期、新能源汽车及动力电池相关政策波动；新能源汽车产销量不及预期。**

华创证券研究所

证券分析师：胡毅

电话：0755-82027731
邮箱：huyi@hcyjs.com
执业编号：S0360517060005

联系人：邱迪

电话：010-63214660
邮箱：qiudi@hcyjs.com

行业基本数据

		占比%
股票家数(只)	66	1.86
总市值(亿元)	6,903.63	1.35
流通市值(亿元)	4,182.81	1.14

相对指数表现

%	1M	6M	12M
绝对表现	-0.57	-30.37	-29.1
相对表现	0.2	-9.37	-12.75



相关研究报告

《广东调频辅助服务市场启动，储能市场再迎利好》

2018-08-22

目录

写在前面的话:	5
一、传统液态锂电不会是动力电池的技术终点	6
(一) 传统动力电池体系难以满足 10 年后的能量密度需求	6
(二) 安全问题关乎行业健康发展, 难以彻底根除	6
二、为什么一定是固态电池	9
(一) 不燃烧, 根除安全隐患	9
(二) 兼容高容量正负极+轻量化电池系统, 推动能量密度大飞跃、	9
(1) 更宽的电化学窗口, 更易搭载高电压正极材料	9
(2) 兼容金属锂负极, 提升能量密度上限	9
(3) 减轻系统重量, 能量密度进一步提升	11
(三) 固态电池是最有希望率先产业化的下一代电池技术	11
三、固态电池距离我们还有多远	13
(一) 高阻抗、低倍率的核心难题	13
(二) 三大技术路线产业化进展	14
(1) 聚合物体系: 率先小规模量产, 技术最成熟, 性能上限低	15
(2) 氧化物体系: 分为薄膜型与非薄膜型, 薄膜型适用于微型电子, 非薄膜型综合性能优异	16
(3) 硫化物体系: 开发潜力最大, 难度也最大	18
(三) 产业化尚处早期, 前景已有保障	20
(四) 固态电池对锂电产业链的影响	20
四、阶段发展之路: 步步为营, 梯次渗透	22
五、投资建议: 固态电池为新能车的未来保驾护航, 关注进行前瞻布局的动力电池公司	22
(一) 海外龙头加码研发, 市场有望超速发展	22
(二) 已布局固态电池上市公司介绍	23
六、风险提示	24

图表目录

图表 1	当前动力电池单体能量密度与各项政策指标仍有较大差距.....	6
图表 2	中短期动力电池能量密度的天花板已现，难以满足 2025 年政策指标。.....	6
图表 3	国内新能源汽车安全事故年发生次数（例）.....	7
图表 4	国内新能源汽车起火事故原因分布.....	7
图表 5	现有动力电池安全问题解决路径.....	7
图表 6	新能源汽车安全监管相关政策.....	7
图表 7	动力电池发展历史沿革.....	8
图表 8	全球多家企业与科研机构已投入固态电池研究.....	8
图表 9	固态电解质是固态电池的核心.....	9
图表 10	锂金属是负极材料的最终形态.....	10
图表 11	锂金属负极体系能量密度远超传统锂电.....	10
图表 12	锂金属负极在液态电池中存在的难题.....	10
图表 13	固态电解质在锂金属负极应用上的优势.....	10
图表 14	固态电解质对锂金属负极兼容性更好.....	11
图表 15	固态电池封装更加灵活.....	11
图表 16	固态电池是动力电池必经之路.....	12
图表 17	固态电解质离子电导率低于液态电解质.....	13
图表 18	三大体系固态电解质离子电导率高低顺序.....	13
图表 19	固态电解质界面阻抗高于传统液态电解质.....	14
图表 20	全球固态电池企业在技术路线选取上各不相同.....	14
图表 21	聚合物体系研究机构.....	15
图表 22	博洛雷生产的固态电池汽车的局限.....	16
图表 23	SEEO 公司的卷对卷固态电池产线.....	16
图表 24	氧化物体系研究机构.....	17
图表 25	真空镀膜法的特点.....	17
图表 26	真空镀膜法示意图.....	17
图表 27	辉能科技的微型电子类氧化物固态电池产品.....	18
图表 28	硫化物体系研究机构.....	18
图表 29	三星硫化物电池.....	19
图表 30	添加缓冲层改善界面性能.....	19
图表 31	各体系性能指标对比.....	19
图表 32	全球主要固态电池企业产品.....	20

图表 33 我国中科院固态电池产业化进展.....	20
图表 34 固态电池内部结构透视图.....	21
图表 35 梯次渗透实现固态电池全方位应用.....	22
图表 36 固态电池市场空间预测.....	23

写在前面的话:

随着全球电动车浪潮席卷，关于固态电池的新闻越来越多：从 Fisker 宣称开发充电 1 分钟行驶 500 公里的固态电池，到宝马已与 SolidPower 进行合作开发下一代电动车用固态电池，再到丰田又宣称将在 2025 年前实现全固态电池的实用化。作为下一代电池技术的代表，固态电池引发市场高度关注。

固态电池具有发展的必然性。 固态电池采用不可燃的固态电解质替换了可燃性的有机液态电解质，大幅提升了电池系统的安全性，同时能够更好适配高能量正负极并减轻系统重量，实现能量密度同步提升。在各类新型电池体系中，固态电池是距离产业化最近的下一代技术，这已成为产业与科学界的共识。

固态电池产业化阶段尚处早期，但有望在未来超速发展。 我们对固态电池各体系的开发进度进行了详细的梳理并比较了不同的技术路径现状。当前已实现小部分商业化的固态电池产品对比传统锂电暂未形成足够的竞争优势，而未来固态电池将走阶段发展的路线，从特殊领域逐渐往动力电池过渡，并且随着国际巨头的加速布局，固态电池将进入发展的快速轨道。

2018 年，政策持续调整，新能源汽车产业链正逐渐进入比拼硬实力的健康成长通道。新能车的出现，一开始便是作为替代者的身份存在，支撑它发展是其足够与传统行业竞争的商品属性。**固态电池，则是新能源车发展蓝图上的必经阶段，它有望作为一项关键技术为行业的未来保驾护航，他的产业化进程也值得我们重点跟踪关注。**

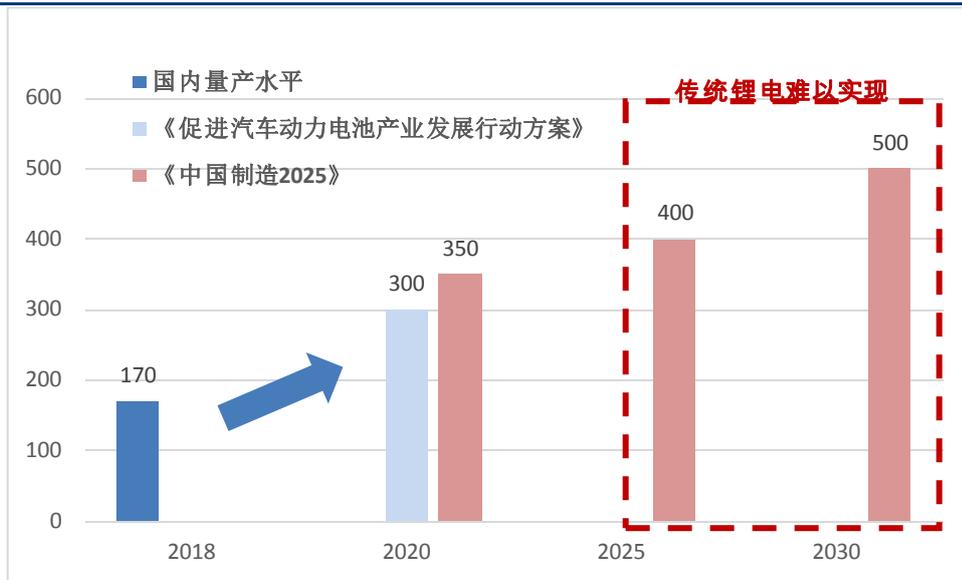
本篇报告作为锂电行业前瞻技术深度报告，对固态电池产业进行了深度研究，旨在为锂电行业发展方向理清思路，感谢实习生莫斯嘉为本文做出的重要贡献。

一、传统液态锂电不会是动力电池的术终点

（一）传统动力电池体系难以满足 10 年后的能量密度需求

众所周知，动力电池直接对应新能源车产品的性价比，而能量密度是动力电池的关键指标。我国电动车市场正经历由“政策驱动”向“政策助跑”的转换，政策对于锂电产业能量密度提升的导向已经明确，补贴直接与能量密度挂钩并不断提高门槛。工信部颁布的《中国制造 2025》指明：“到 2025 年、2030 年，我国动力电池单体能量密度分别需达到 400Wh/kg、500Wh/kg。”指标分别对应当前乘用车动力电池单体平均水平 170Wh/kg 的 2-3 倍。

图表 1 当前动力电池单体能量密度与各项政策指标仍有较大差距



资料来源:工信部, 华创证券

为了理清 400-500Wh/kg 对于动力电池能量密度的概念，我们对锂离子电池技术的迭代路径进行了梳理，我国正位于第二代向第三代锂电发展的过程中。正极材料的选择上，我国已由磷酸铁锂转向三元，并逐渐向高镍三元发展。负极材料当前产业化仍集中于石墨材料，未来也在向硅碳负极进行过渡。据推算，当前采用的高电压层状过渡金属氧化物和石墨作为正负极活性材料所组成的液态锂离子动力电池的重量能量密度极限约为 280Wh/kg 左右。引入硅基合金替代纯石墨作为负极材料后，锂离子动力电池的能量密度有望做到 300Wh/kg 以上，其上限约为 400Wh/kg。

图表 2 中短期动力电池能量密度的天花板已现，难以满足 2025 年政策指标。

锂电池迭代	正极材料	负极材料	理论能量密度
第一代	磷酸铁锂	石墨	90-130Wh/kg
第二代	NCM111, NCM523, NCM622, NCA	石墨	130-200Wh/kg
第三代	NCM811、高镍三元，高压三元、富锂锰基材料	石墨/硅	200-400Wh/kg

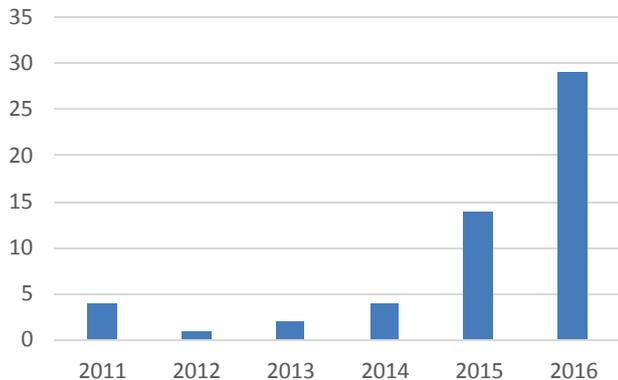
短期方向

资料来源: 华创证券整理

（二）安全问题关乎行业健康发展，难以彻底根除

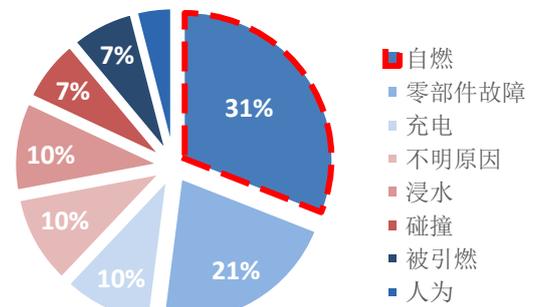
可燃的液态有机电解液是电池自燃的幕后元凶。新能源汽车销量逐年增长却伴随着安全事故的增加，其中，电池自燃占比事故原因的 31%。自燃的原因是由于锂电池发生内部或者外部短路后，短时间内电池释放出大量热量，温度极剧升高，导致热失控。而易燃性的液态电解液在高温下会被点燃，最终导致电池起火或者爆炸。

图表 3 国内新能源汽车安全事故年发生次数（例）



资料来源：中国电动汽车百人会：《电动汽车安全报告》，华创证券

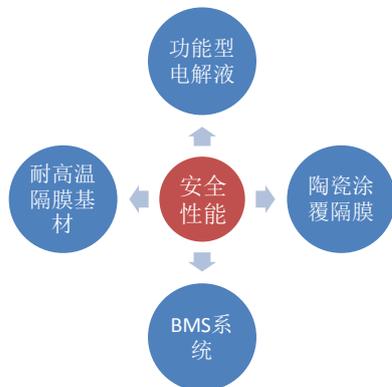
图表 4 国内新能源汽车起火事故原因分布



资料来源：中国电动汽车百人会：《电动汽车安全报告》，华创证券

起火事件的频发挫伤公众对于新能源车信心，政策相继出台加强行业监管，企业方面，近年来也从不同方向对安全问题进行优化。主要手段包括：（1）采用功能性电解液，于电解液中添加阻燃剂；（2）优化 BMS 热管理系统，减少过冲过放等易引发热失控的场景发生；（3）采用陶瓷涂覆与耐高温的电池隔膜等等。但这些手段在技术层面并没能取代可燃性有机电解质的使用，电池系统的安全隐患没有得到彻底根除。零自燃风险，将是未来电动车实现燃油车全面替代需要迈出的关键一步。

图表 5 现有动力电池安全问题解决路径



资料来源：华创证券整理

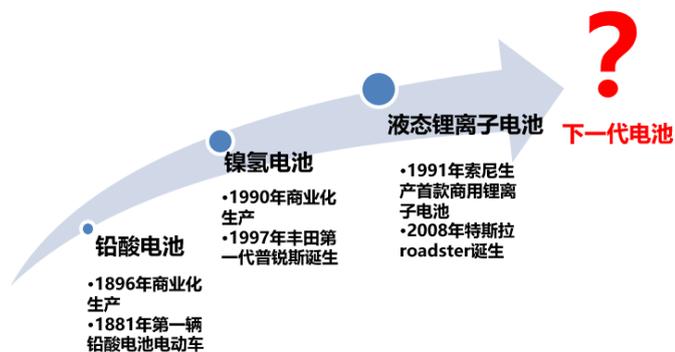
图表 6 新能源汽车安全监管相关政策



资料来源：相关政府官网，华创证券

面对能量与安全两座大山，下一代锂电的风口在哪？回望电动车电池技术发展史，从早期的铅酸电池，到丰田等日企主打的镍氢电池，再到 08 年特斯拉 roaster 使用的锂离子电池，传统液态锂离子电池已统治动力电池市场十年。未来，能量与安全需求与传统锂电技术的矛盾将越来越凸显，在下一代锂电技术中，固态电池获得了最高的关注度，已引发全球范围的企业进行提前卡位。

图表 7 动力电池发展历史沿革



资料来源：华创证券整理

图表 8 全球多家企业与科研机构已投入固态电池研究



资料来源：华创证券整理

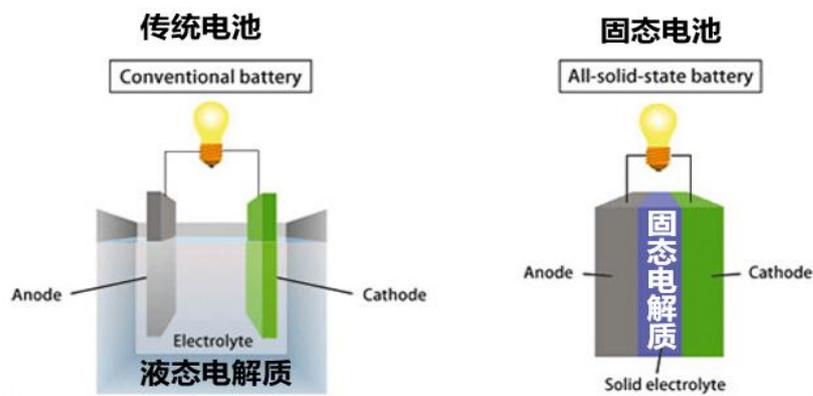
二、为什么一定是固态电池

（一）不燃烧，根除安全隐患

固态电池是采用固态电解质的锂离子电池。工作原理上，固态锂电池和传统的锂电池并无区别：传统的液态锂电池被称为“摇椅式电池”，摇椅的两端为电池的正负两极，中间为液态电解质，锂离子在电解液中迁移来完成正负极间的穿梭实现充放电，而固态电池的电解质为固态，相当于锂离子迁移的场所转到了固态的电解质中。固态电解质是固态电池的核心。

固态电解质不可燃烧，极大提高电池安全性。与传统锂电池相比，全固态电池最突出的优点是安全性。固态电池具有不可燃、耐高温、无腐蚀、不挥发的特性，避免了传统锂离子电池中的电解液泄露、电极短路等现象，降低了电池组对于温度的敏感性，根除安全隐患。同时，固态电解质的绝缘性使得其良好地将电池正极与负极阻隔，避免正负极接触产生短路的同时能充当隔膜的功能。

图表 9 固态电解质是固态电池的核心



资料来源：PingWest，华创证券

（二）兼容高容量正负极+轻量化电池系统，推动能量密度大飞跃、

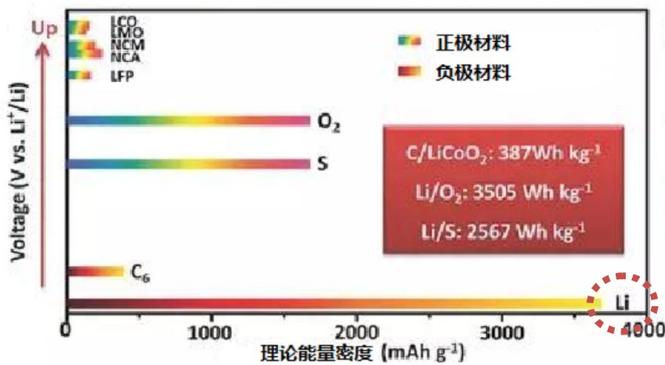
（1）更宽的电化学窗口，更易搭载高电压正极材料

提高正极材料容量需要充电至高电压以便脱出更多的锂，目前针对钴酸锂的电解质溶液可以充电到 4.45 V，三元材料可以充电到 4.35 V，继续充到更高电压，液态电解液会被氧化，正极表面也会发生不可逆相变，三元 811 电池的推广目前便受到了耐高压电解液的制约。而固态电解质的电化学窗口更宽，可达到 5 V，更加适应于高电压型电极材料。随着正极材料的持续升级，固态电解质能够做出较好的适配，有利于提升电池系统的能量密度。

（2）兼容金属锂负极，提升能量密度上限

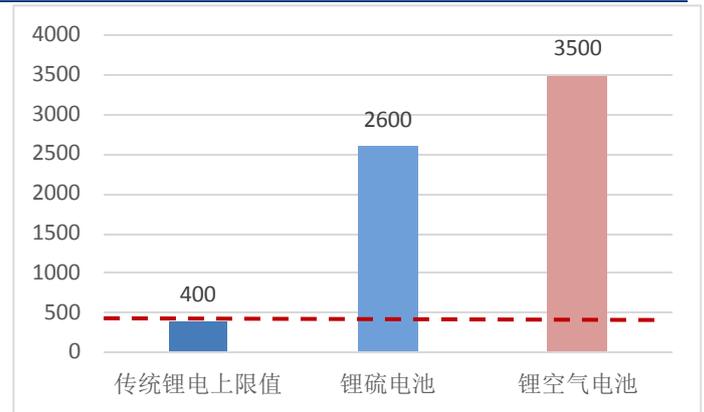
高容量与高电压的特性，让金属锂成为继石墨与硅负极之后的“最终负极”。为了实现更高的能量密度目标，以金属锂为负极的电池体系已成为必然选择。因为：（1）锂金属的克容量为 3860mAh/g，约为石墨（372mAh/g）的 10 倍，（2）金属锂是自然界电化学势最低的材料，为-3.04V。同时其本身就是锂源，正极材料选择面更宽，可以是含锂或不含锂的嵌入化合物，也可以是硫或硫化物甚至空气，分别对应能量密度更高的锂硫和锂空电池，理论能量密度接近当前电池的 10 倍。

图表 10 锂金属是负极材料的最终形态



资料来源：华创证券整理

图表 11 锂金属负极体系能量密度远超传统锂电



资料来源：华创证券整理

锂金属负极在当前传统液态电池体系难以实现。锂金属电池的研究最早可追溯到上世纪 60 年代，并在 20 世纪 70 年代已成功开发应用于一次电池。而在可充放电领域，金属锂负极在液态电池中存在一系列技术问题至今仍缺乏有效的解决方法，比如金属锂与液态电解质界面副反应多、SEI 膜分布不均匀且不稳定导致循环寿命差，金属锂的不均匀沉积和溶解导致锂枝晶和孔洞的不均匀形成。

图表 12 锂金属负极在液态电池中存在的难题

起因	后果	影响
不均匀沉积和溶解	锂枝晶、孔洞、粉化	容量衰减、体积变化增大、内短路、易燃烧
与电解液发生副反应	SEI 膜增厚、电解液耗尽	内阻增大、锂粉化、失活加剧、容量跳水、不安全、胀气
体积膨胀和收缩	影响电接触 SEI 不稳定	容量损失、循环性变差、内阻增大、器件需要加压
对空气敏感	表面副反应	不易储存、导致电流密度不均、增加内阻，影响 SEI 膜生长
低熔点	高温安全性	180 °C 以上不易使用

资料来源：郑光元：《Interconnected hollow carbon nanospheres for stable lithium metal anodes》，华创证券

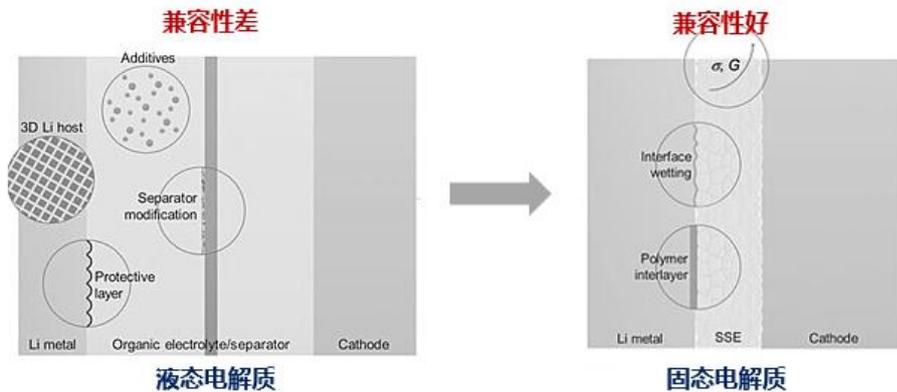
固态电解质在解决锂金属负极应用问题上被科学界寄予厚望。研究者把解决金属锂负极的应用问题寄希望于固态电解质的使用，主要思路是避免液体电解质中持续发生的副反应，同时利用固体电解质的力学与电学特性抑制锂枝晶的形成。此外，由于固态电解质将正极与负极材料隔离开，不会产生锂枝晶刺破隔膜的短路效应。总而言之，固态电解质对于锂金属负极拥有更好的兼容性，锂金属材料将在固态电池平台上率先应用。

图表 13 固态电解质在锂金属负极应用上的优势

优势	影响
较高的机械强度	固态电解质高的弹性模量能减少界面应变，抑制锂枝晶的生成，承受锂形变
较宽的电化学窗口	固态电解质电化学窗口高于传统液态电解质，对于高还原性的锂金属能保持化学稳定，避免副反应的发生
安全性能	液态电解质在锂枝晶现象严重时会因为隔膜被刺破而导致正负极短路，固态电解质将正负极隔离开，没有安全问题

资料来源：杨春鹏：《Protected Lithium-Metal Anodes in Batteries: From Liquid to Solid》，华创证券

图表 14 固态电解质对锂金属负极兼容性更好

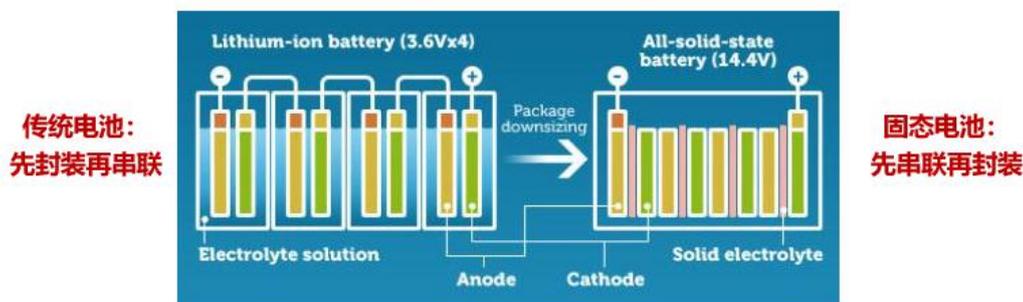


资料来源：杨春鹏：《Protected Lithium-Metal Anodes in Batteries: From Liquid to Solid》，华创证券

(3) 减轻系统重量，能量密度进一步提升

固态电池系统重量减少进一步提升能量密度。动力电池系统需要先生产单体，单体封装完成后将单体之间进行串联组装。若先在单体内部进行串联，则会导致正负极短路与自放电。固态电池电芯内部不含液体，可实现先串并联后组装，减少了组装壳体用料，PACK设计大幅简化。此外，由于彻底的安全特性，BMS等温控组件将得以省去，并可通过无隔膜设计进一步为电池系统“减负”。

图表 15 固态电池封装更加灵活



资料来源：汽车之家、华创证券

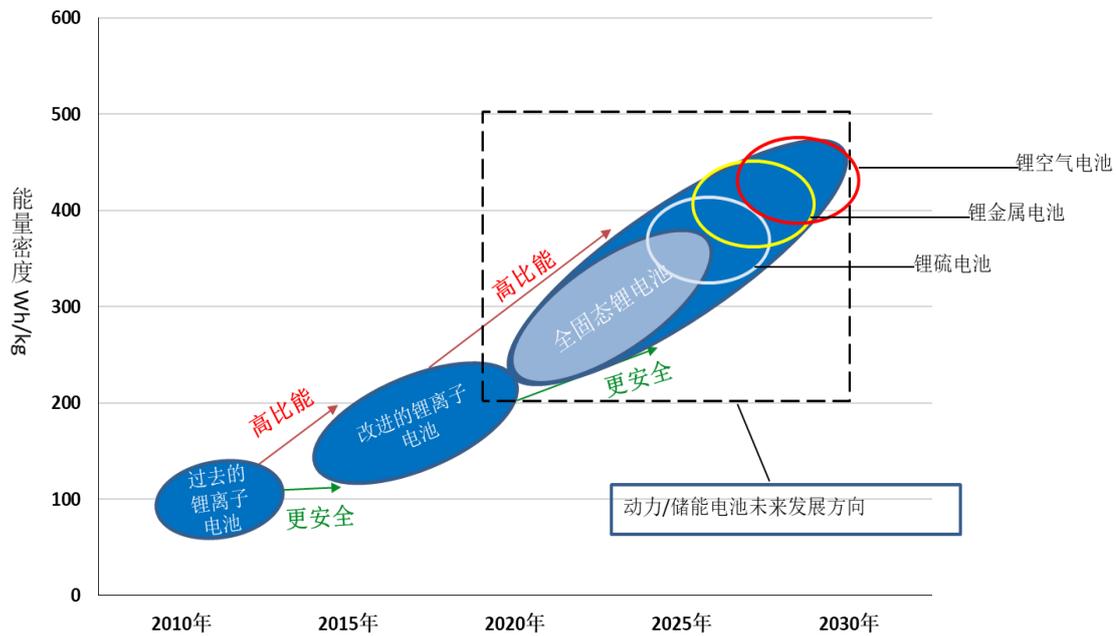
(三) 固态电池是最有希望率先产业化的下一代电池技术

固态电池体系革命更小。锂硫电池、锂空气等体系需更换整个电池结构框架，难题更多也更大，而固态电池主要在于电解液的革新，正极与负极可继续沿用当前体系，实现难度相对小。

锂金属负极兼容，通过固态电解质实现。锂硫、锂空气均需采用锂金属负极，而锂金属负极更易在固态电解质平台实现。

固态电池作为距离我们最近的下一代电池技术已成为科学界与产业界的共识，是后锂电时代的必经之路。

图表 16 固态电池是动力电池必经之路



资料来源：许晓雄：《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，华创证券

三、固态电池距离我们还有多远

(一) 高阻抗、低倍率的核心难题

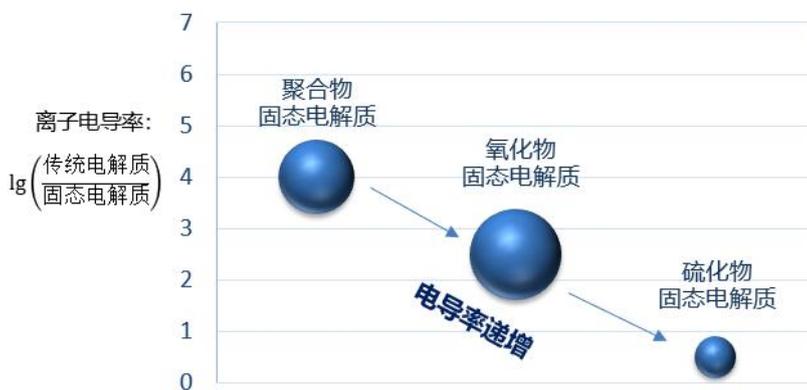
当前固态电解质体相离子电导率远低于液态电解质的水平，往往相差多个数量级。按照材料的选择，固态电解质可以分为聚合物、氧化物、硫化物三种体系，而无论哪一类别，均无法回避离子传导的问题。电解质的功能在于电池充放电过程中为锂离子在正负极之间搭建锂离子传输通道来实现电池内部电流的导通，决定锂离子运输顺畅情况的指标被称为离子电导率，低的离子电导率意味着电解质差的导锂能力，使锂离子不能顺利在电池正负极之间运动。聚合物体系的室温电导率约 10^{-7} - 10^{-5} S/cm，氧化物体系室温下电导率为 10^{-6} - 10^{-3} S/cm，硫化物体系电导率最高，室温约 10^{-3} - 10^{-2} S/cm，而传统液态电解质的室温离子电导率为 10^{-2} S/cm 左右，比任意固态电解质类型的离子电导率都要高。

图表 17 固态电解质离子电导率低于液态电解质

固态电解质类型	导锂能力（实用化要求>10-3S/cm）	传统液态电解质导锂能力
聚合物固体电解质	低（室温约 10^{-7} - 10^{-5} S/cm）	10-2S/cm
氧化物固体电解质	较低（室温约 10^{-6} - 10^{-3} S/cm）	
硫化物固体电解质	较高（室温约 10^{-3} - 10^{-2} S/cm）	

资料来源：华创证券整理

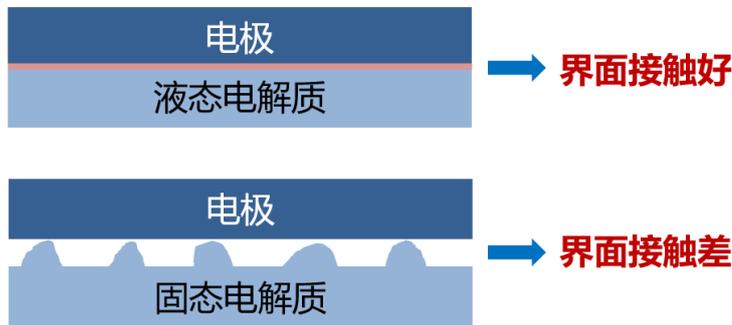
图表 18 三大体系固态电解质离子电导率高低顺序



资料来源：华创证券整理

此外，固态电解质拥有高界面阻抗。在电极与电解质界面上，传统液态电解质与正、负极的接触方式为液/固接触，界面润湿性良好，界面之间不会产生大的阻抗，相比较之下，固态电解质与正负极之间以固/固界面的方式接触，接触面积小，与极片的接触紧密性较差，界面阻抗较高，锂离子在界面之间的传输受阻。

图表 19 固态电解质界面阻抗高于传统液态电解质



资料来源：华创证券整理

低离子电导率与高界面阻抗导致了固态电池的高内阻，锂离子在电池内部传输效率低，在高倍率大电流下的运动能力更差，直接影响电池的能量密度与功率密度。

（二）三大技术路线产业化进展

固态电池的三大体系各有优势，其中聚合物电解质属于有机电解质，氧化物与硫化物属于无机陶瓷电解质。纵览全球固态电池企业，有初创公司，也不乏国际厂商，企业之间独踞山头信仰不同的电解质体系，未出现技术流动或融合的态势。欧美企业偏好氧化物与聚合物体系，而日韩企业则更多致力于解决硫化物体系的产业化难题，其中以丰田、三星等巨头为代表。

图表 20 全球固态电池企业在技术路线选取上各不相同



资料来源：华创证券整理

(1) 聚合物体系：率先小规模量产，技术最成熟，性能上限低

聚合物体系属于有机固态电解质，主要由聚合物基体与锂盐构成，量产的聚合物固态电池材料体系主要为聚环氧乙烷 (PEO) -LiTFSI (LiFSI)，该类电解质的优点是高温离子电导率高，易于加工，电极界面阻抗可控。因此成为最先实现产业化的技术方向。但其室温离子电导率为三大体系中最低，严重制约了该类型电解质的发展。

电导率过低+低容量正极意味着该材料的较低的能量与功率密度上限。在室温下，过低的离子电导率 (10^{-5} S/cm 或更低) 使离子难以在内部迁移，在 $50 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 的环境下利用才勉强接近可以实用化的 10^{-3} S/cm。此外，PEO 材料的氧化电压为 3.8V，难以适配除磷酸铁锂以外的高能量密度正极，因此，聚合物基锂金属电池很难超过 300Wh/kg 的能量密度。

图表 21 聚合物体系研发机构

企业及研究机构	负极材料	固体电解质	正极材料	备注
Bolloré	锂金属	PEO+Li 盐	LFP	已搭载于商业化汽车的固态电池，总体应用超 3000 辆
SEEO	锂金属	PEO+Li 盐	LFP、NCA	开发 PEO 薄膜量产技术
宁德时代	锂金属	PEO+Li 盐	LFP	制备 325mAh 实验产品，安全性能好

资料来源：华创证券整理

法国博洛雷公司率先将此类固态电池商业化。2011 年 12 月其生产的以 30kwh 固态聚合物电池+双电层电容器为动力系统的电动车驶入共享汽车市场，这也是世界上首次用于 EV 的商业化固态电池。据资料显示，该公司共投入约 2900 辆 EV，设立了约 900 座服务站和约 4500 台充电器，服务用户合计达到 18 万人以上，其中近 4 成的约 7 万人为活跃用户，每天的利用次数约为 1.8 万次。

该产品为后来者提供了参考与指导，但并不具备商业价值。博洛雷公司的聚合物固态电池采用了 Li-PEO-LFP 的材料体系，能量密度为 110Wh/kg，对比传统电池系统没有密度优势。由于聚合物电解质在室温下难以工作，博洛雷为此电池系统搭配了 200W 的加热器，发动前需通过加热元件将电池系统升至 $60-80^{\circ}\text{C}$ 。而在面对长时间停车时，加热器也需要一直处于工作状态，停车时需要连接充电器。加热器的存在，增加能耗，对电池包壳体设计增加了诸多限制，安全性也有待考究。此外，由于聚合物体系功率密度低，应对紧急起步、紧急加速等场景需配载双电层电容器弥补输出。

图表 22 博洛雷生产的固态电池汽车的局限



资料来源：公司官网，华创证券

聚合物体系可卷对卷生产，量产能力最好。由于聚合物薄膜拥有弹性和粘性，博洛雷与 SEEO 公司的电解质均可由卷对卷的方式量产。卷对卷印刷技术在薄膜太阳能电池、印刷等领域已有较广泛应用，其技术相对成熟，成本低廉。因此，聚合物体系是当前量产能力最强固态电池。

与无机固态电解质复合是潜在的发展方向。将聚合物体系与其他无机固态电解质体系复合能改善聚合物体系的电导率，并能较好结合两者优势，实现“刚柔并济”。

图表 23 SEEO 公司的卷对卷固态电池产线



资料来源：公司官网

(2) 氧化物体系：分为薄膜型与非薄膜型，薄膜型适用于微型电子，非薄膜型综合性能优异

对比有机固态电解质，无机固态电解质包括氧化物体系与硫化物体系，无机材料的锂离子电导率在室温下要更高，但电极之间的界面电阻往往高于聚合物体系。其中氧化物体系开发进展更快，已有产品投入市场。

氧化物体系主要分为薄膜型与非薄膜型两大类。薄膜型主要采用 LiPON 这种非晶态氧化物作为电解质材料，电池往往薄膜化；而非薄膜型则指除 LiPON 以外的晶态氧化物电解质，包括 LLZO、LATP、LLTO 等，其中 LLZO 是当前的热门材料，综合性能优异。

图表 24 氧化物体系研发机构

企业及研究机构	负极材料	固体电解质	正极材料	备注
台湾辉能	未公开	非薄膜氧化物	未公开	率先在消费电池领域推出商用产品
日本特殊陶业	未公开	非薄膜氧化物 LLZO	未公开	产品电导率达 $1.4 \times 10^{-3} \text{S/cm}$
Quantumscape	未公开	非薄膜氧化物	未公开	被大众投资多轮
江苏清陶	未公开	非薄膜氧化物 (LLZO、LLTO)	未公开	清华大学研发团队
Sakti3	锂金属、锂合金	薄膜型氧化物	未公开	被戴森收购
KAIST	锂金属	薄膜型氧化物	LiCoO ₂	可弯曲柔性薄膜电池研发成功

资料来源：华创证券整理

薄膜型产品性能较好，但扩容困难。 锂离子的流动与电流一样，遵循某种“欧姆定律”，如果传导距离缩短，则可以减小电阻值，通过使电解质层变薄可以在一定程度上弥补低离子传导率。除了 LiPON 等少数几种固体电解质，大多数材料难以制备成薄膜。已经小批量生产的以无定形 LiPON 为电解质的氧化物薄膜电池，在电解质层较薄时 ($\leq 2 \mu\text{m}$)，面电阻可以控制在 $50 \sim 100 \Omega\text{cm}^2$ 。同时薄膜化的电池片电池倍率性能及循环性能优异，可以在 50C 下工作，循环 45000 次后，容量保持率达 95% 以上。但是薄膜化带来较好性能的同时也面对着扩充电池容量的困境。单体薄膜电池的容量很小，往往不到 mAh 级别，在微型电子、消费电子领域勉强够用，可对于 Ah 级别的电动车领域则需要串并联大量的薄膜电池来增加电池组容量，工艺困难且造价不菲。

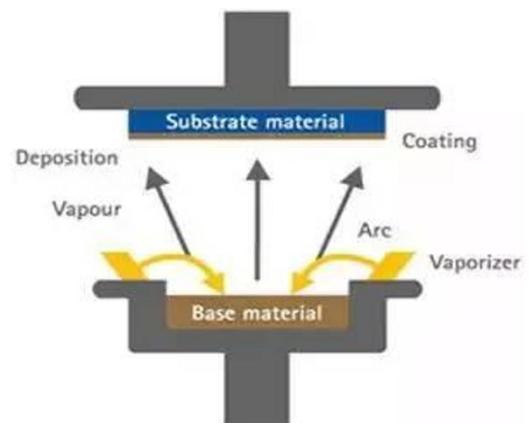
从涂布到真空镀膜，薄膜型产品多采用真空镀膜法生产。 由于涂布法无法控制粒子的粒径与膜厚，成膜的均匀性比较低，真空镀膜法能够较好保持电解质的均匀性。但是真空镀膜的生产效率低下，成本高昂，不利于大规模生产。为了改善材料与电极的界面阻抗，目前为止的应对措施是通过在 1000℃ 以上的高温下烧结电极材料来增加界面的接触面积，对工艺要求较苛刻。薄膜型氧化物固态电池厂家 Sakti3 于 2015 年被英国国家电巨头戴森收购，可受制于薄膜制备的成本与规模化生产难度大，迟迟没有量产产品。

图表 25 真空镀膜法的特点



资料来源：日经技术在线，华创证券

图表 26 真空镀膜法示意图



资料来源：Engineering360

非薄膜型氧化物产品综合性能出色，是当前开发热门。 非薄膜型产品的电导率略低于薄膜型产品，但仍然远高出聚合物体系，且其可生产成容量型电池而非薄膜形态，从而大大减少了生产成本。非薄膜型氧化物固态电池的各项指

标都比较平衡，不存在较大的生产难题，已成为中国企业重点开发的方向，台湾辉能与江苏清陶都是此赛道的知名玩家。

非薄膜型产品已尝试打开消费电子市场。台湾辉能科技公司量产的非薄膜型固态电池是在消费电子市场“吃螃蟹”的先行者。公司产品采用软性电路板为基材，厚度可以达到 2mm，且电池可以随意折叠弯曲。2014 年公司与手机厂商 HTC 合作生产了一款能给手机充电的手机保护皮套，采用了五片氧化物固态电池共提供了 1150mAh 容量的电源，通过接口直接为手机充电。同时，产品在可穿戴设备等领域也有应用。

图表 27 辉能科技的微型电子类氧化物固态电池产品



资料来源：公司官网，华创证券

(3) 硫化物体系：开发潜力最大，难度也最大

硫化物电解质是电导率最高的一类固体电解质，室温下材料电导率可达 $10^{-4} \sim 10^{-3} \text{ S/cm}$ ，且电化学窗口达 5V 以上，在锂离子电池中应用前景较好，是学术界及产业界关注的重点。因为其拥有能与液态电解质相媲美的离子电导率，是在电动汽车方向最有希望率先实现渗透的种子选手，同时也最有可能率先实现快充快放。

受日韩企业热捧。硫化物固态电池的开发主要以丰田、三星、本田以及宁德时代为代表，其中以丰田技术最为领先，其发布了安时级的 Demo 电池以及电化学性能，同时，还以室温电导率较高的 LGPS 作为电解质，制备出较大的电池组。

图表 28 硫化物体系研发机构

企业及研究机构	负极材料	固体电解质	正极材料	备注
三星	石墨 / Li 金属	硫化物	NCM 系表面 / Li ₂ ZrO ₃ 包覆	\
松下+丰田	石墨 / 钛酸锂, Li 金属	硫化物	LCO,NCA, LNMO	\
日立造船+本田+东芝	石墨 / Li 金属	硫化物	NCA, LNMO	宣称 3 年后量产
Sony	石墨	硫化物	NCM	电解质厚度做到 35um

资料来源：华创证券整理

对环境敏感，存在安全问题。硫化物固态电解质拥有最大的潜力，但开发进度也处于最早期。其生产环境限制与安全问题是最大的阻碍。硫化物基固态电解质对空气敏感，容易氧化，遇水易产生 H₂S 等有害气体，这意味着生产

环境的控制将十分苛刻，需要隔绝水分与氧气，而有毒气体的产生也与固态电池的初衷相悖。对此企业的解决方案主要为：（1）开发不容易产生硫化氢气体的材料，（2）在全固态电池中添加吸附硫化氢气体的材料，（3）为电池设计抗冲撞构造。但这些做法会导致电池体积增大以及加大成本。除此以外，硫化物固态电池在充放电过程中由于体积变化，电极与电解质界面接触恶化，导致较大的界面电阻，较大的体积变化会恶化其与电解质之间的界面。因此，硫化物体系是当前开发难度最大的固态电解质。

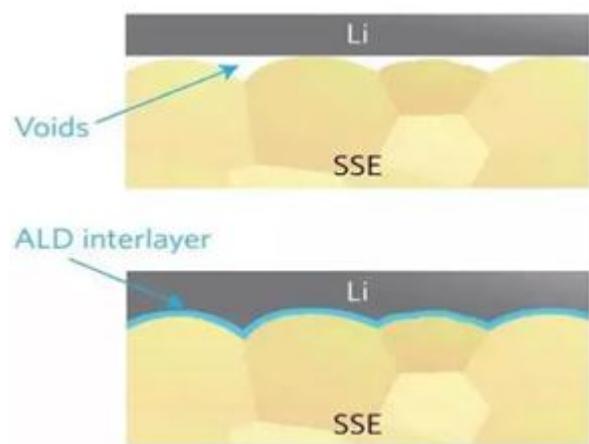
生产工艺上，涂布+多次热压、添加缓冲层改善界面性能。硫化物固态电池多已实现涂布法进行样品生产，同时，生产环境需要严格控制水分。为了解决界面问题，企业往往采取热压的方式增强电解质与电极材料的接触。此外，通过在电极与电解质之间渡上一层缓冲层，改善界面性能。宁德时代在硫化物体系也进行了前瞻布局，并初步设计了其工艺路线，其工艺路线为：正极材料与硫化物电解质材料的均匀混合与涂覆，经过一轮预热压，形成连续的离子导电通道。经过二次涂覆硫化物之后，再进行热压，固态化之后可以去掉孔隙，再涂覆缓冲层后与金属锂复合叠加。

图表 29 三星硫化物电池



资料来源：OF week 电源网

图表 30 添加缓冲层改善界面性能



资料来源：韩小刚：《Negating interfacial impedance in garnet-based solid-state Li metal batteries》

综合看来，聚合物体系工艺最成熟，率先诞生 EV 级别产品，其概念性与前瞻性引发后来者加速投资研发，但性能上限制约发展，与无机固态电解质复合将是未来可能的解决路径；氧化物体系中，薄膜类型开发重点在于容量的扩充与规模化生产，而非薄膜类型的综合性能较好，是当前研发的重点方向；硫化物体系是最具希望应用于电动车领域的固态电池体系，但处于发展空间巨大与技术水平不成熟的两极化局面，解决安全问题与界面问题是未来的重点。

图表 31 各体系性能指标对比



资料来源：华创证券整理

（三）产业化尚处早期，前景已有保障

市场化产品能量密度较低。现阶段固态电池量产产品很少，产业化进程仍处于早期。唯一实现动力电池领域量产的博洛雷公司产品能量密度仅为 100Wh/kg，对比传统锂电尚未具备竞争优势。

高性能的实验室产品将为产业化奠基。从海外各家企业实验与中试产品来看，固态电池能量密度优势已开始凸显，明显超过现有锂电水平。在我国，固态锂电的基础研究起步较早，在“六五”和“七五”期间，中科院就将固态锂电和快离子导体列为重点课题，此外，北京大学、中国电子科技集团天津 18 所等院所也立项进行了固态锂电电解质的研究，并在此领域取得了不错的进展。未来，随着产业投入逐渐加大，产品性能提升的步伐也望加速。

图表 32 全球主要固态电池企业产品

企业及研究机构	负极材料	固体电解质	正极材料	主要性能值
Bolloré	金属锂	聚合物	LFP LixV3O8	100Wh/kg (量产)
丰田+松下	石墨 钛酸锂, Li 金属	硫化物	LCO,NCA, LNMO	400Wh/kg
SEEO	金属锂	聚合物	LFP、NCA	300Wh/kg
Sakti3	金属锂或锂合金	氧化物	未公开	1000Wh/L
台湾辉能	未公开	氧化物	未公开	目标 2020 年 800Wh/L
Sony	石墨	硫化物	NCM	500Wh/L

资料来源：公司官网、华创证券整理

图表 33 我国中科院固态电池产业化进展

研发团队	电解质体系	主要性能值	备注
中科院宁波材料所	氧化物、硫化物	260Wh/kg	与赣锋锂业合作尝试产业化
中科院青岛生物能源所	聚合物	300Wh/kg	在马里亚纳海沟完成深海测试
中科院物理所	/	390Wh/kg, 800-890Wh/L	在室温 90℃ 循环

资料来源：华创证券整理

（四）固态电池对锂电产业链的影响

除了电解质，固态电池在其他电池部件上的选择与传统锂电也有一定差异。

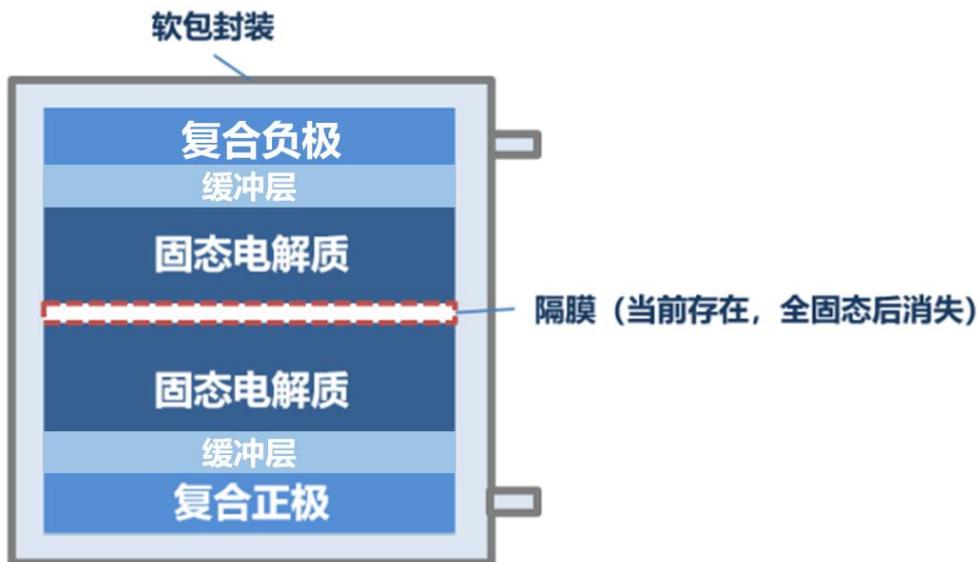
电极材料采用与固态电解质混合的复合电极。结构上，固态电池正负极与传统电极的最大区别在于：为了增加极片与电解质的接触面积，固态电池的正负极一般会与固态电解质混合。例如在正负极颗粒间热压或填充固态电解质，或者在电极侧引入液体，形成固-液复合体系，这都与传统锂电单独混合极片浆料并在铝/铜箔上涂布不同。而在材料选择上，由于固态电解质普遍更高的电化学窗口，高镍高压正极材料更容易搭载，未来也将持续沿用新的正极材料体系，负极材料上，多采用硅、金属锂等高容量负极，充分发挥固态电池的优势。

电极与电解质之间存在缓冲层。缓冲层的加入能起到改善电极与电解质界面性能的作用。其成分可以为凝胶化合物、Al₂O₃ 等。

隔膜仍然存在，电池实现全固态后消失。现阶段的大部分固态电池企业的产品仍需添加少量液态电解液以缓解电极界面问题、增加电导率，因此隔膜仍然存在与电池中以用来阻隔正负极，避免电池短路。这种折中的解决方法同时拥有固态电池的性能优势，在技术难度上也更加易于实现。而随着技术推进，未来电解液用量会越来越少，当过渡到完全不含液体或液体含量足够小时，电池将取消隔膜设计，体系已能满足安全需求。

多采用软包的封装技术。除去液态电解液后，固态电池的封装与 PACK 上比传统锂电更灵活、更轻便，因此将采用软包封装。

图表 34 固态电池内部结构透视图



资料来源：华创证券整理

四、阶段发展之路：步步为营，梯次渗透

展望未来发展趋势，技术上步步为营，应用上梯次渗透，固态电池阶段发展之路已经明晰。

结构上，现阶段电池体系包含部分液态电解质以取长补短。而技术发展过程中将逐渐减少液体的使用，从半固态电池到准固态电池，最终迈向无液体的全固态电池。

应用领域上，有望率先发挥安全与柔性优势，应用于对成本敏感度较小的微电池领域，如 RFID、植入式医疗设备、无线传感器等；技术进步后，再逐渐向高端消费电池渗透；随着产品的成熟，最终大规模踏入电动车与储能市场，从高端品牌往下渗透，实现下游需求的全面爆发。

图表 35 梯次渗透实现固态电池全方位应用



资料来源：华创证券整理

五、投资建议：固态电池为新能源车的未来保驾护航，关注进行前瞻布局的动力电池公司

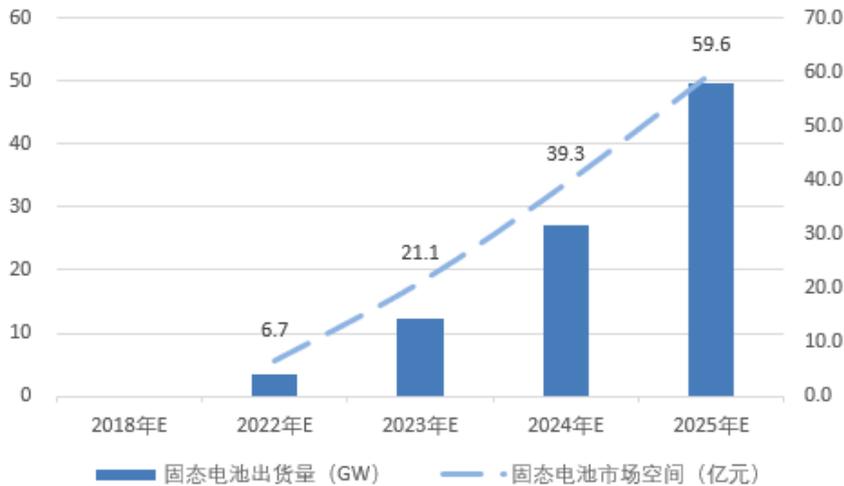
（一）海外龙头加码研发，市场有望超速发展

大环境下，未来几年是国际车企全面进军新能源汽车的关键时期，海外龙头纷纷把发展新能源列入既定战略，其中不乏看好固态电池前景的龙头车企。丰田已投入 200 多人进行固态电池开发，目标在 2025 年前推出产品，宝马正与固态电池公司 Solid Energy 合作共同开发固态电池，大众表示看好固态电池前景，并入股研发固态电池的创业公司 QuantumScape。此外，从今年 5 月起，日本政府将出资 16 亿日元，联合国内丰田、本田、日产、松下、GS 汤浅、东丽、旭化成、三井化学、三菱化学等大型汽车厂商、电池和材料厂商，共同研发固态电池。巨头们的加码布局与资本的加速注入，行业发展进入快车道。

此外，未来有望通过规模效应快速降本。回溯传统锂电成本曲线，14 年时单位成本接近 3 元/Wh，而随着产能迅速扩张，目前成本已降至 1.2 元 Wh/kg 左右。固态电池作为一项颠覆性技术，技术一旦突围成功，行业成长曲线料将获指数级增长，工业化大批量生产将使成本问题迎刃而解，传统锂电的降本逻辑有望得到复制。

参考 SNE research 的动力电池出货量预测，若固态电池能在 2022 年实现市场化并逐步提升渗透，到 2025 年固态电池在动力电池中的市场空间大约能达到 60 亿元左右。

图表 36 固态电池市场空间预测



项目	2018年E	2022年E	2023年E	2024年E	2025年E
动力电池出货量 (GW)	106	700	822	906	994
固态电池市场渗透率		0.5%	1.5%	3.0%	5.0%
固态电池出货量 (GW)		4	12	27	50
传统锂电成本 (元/Wh)	1.3	0.95	0.9	0.85	0.8
固态/传统锂电成本		200%	190%	170%	150%
固态电池成本 (元/Wh)		1.9	1.71	1.445	1.2
固态电池市场空间 (亿元)		6.7	21.1	39.3	59.6

资料来源: SNE research, 华创证券

毋庸置疑，锂电产业链是一个可以看至少 10 年的行业，而新技术的开发与崛起也将不断强化行业的估值与前景。在行业看好与多方布局之下，固态电池产业有望获得超速发展。固态电池承载着电池安全与能量全面提升的光荣使命，未来有望成为行业的新爆发点与关键性技术保障，政策在逐渐褪去，市场正回归理性，当新能源汽车回归商品属性时，还有技术在前方保驾护航。

(二) 已布局固态电池上市公司介绍

当前国内已有上市公司布局固态电池相关业务,对于下一代电池技术研发和产业化应用,已逐渐进入二级市场视野。

赣锋锂业: 2017 年,赣锋锂业通过引进中科院宁波材料所的许晓雄团队,正式切入到固态电池板块。资料显示,许晓雄博士团队已申请固态电池专利 30 余项(国际专利 6 项、中国专利 27 项),其中已授权专利 11 项。2017 年 12 月,赣锋锂业公告称,拟以不超过 2.5 亿元投资建设第一代固态锂电池研发中试生产线,规模在亿瓦时级以上,6 亿瓦时的动力电池生产线未来着重跟固态电池做匹配。2018 年 7 月 30 日,公司全资子公司浙江锋锂完成了第一代固态锂电池研发中试线项目的第一期业绩考核指标。

宁德时代: 宁德时代主要在聚合物和硫化物基固态电池方向分别开展了相关的研发工作,并取得了初步进展,同时

针对材料体系特点和规模化生产的要求，宁德时代开展了全固态电池制造工艺路线的设计和探索。聚合物固态锂离子电池方面，宁德时代基于对电池的导电、加工性能的改进，设计制作了容量为 325 毫安时的聚合物电芯，循环 300 圈以上，容量保持率达到 82%。硫化物固态电池方面，宁德时代通过对钴酸锂正极材料进行表面修饰，包覆改性后，改善了正极和固态电解质的界面相容性，并开发出混合工艺，提高了硫化物在空气中的稳定性，为电池制造成本降低提供可能。

珈伟股份：公司加快生产类固态快充电池产品。2016 年 11 月，珈伟股份在沪举办全球首例固态锂电池与快充锂电池产品发布会，演示了新产品性能。2018 年 4 月，珈伟股份控股子公司珈伟龙能的固态储能科技公司正式投产试运行。公司产品具备高安全性能，在展示会上被三枚铁钉深深击穿后，仍可正常工作。

天齐锂业：公司香港全资子公司使用自有资金 1250 万美元参与了对固态电池企业 SolidEnergy System 的“C 轮优先股”融资，投资后持股比例为 11.72%。

六、风险提示

固态电池研发进展不及预期、新能源汽车及动力电池相关政策波动；新能源汽车产销量不及预期。

电力设备与新能源组团队介绍

首席分析师：胡毅

北京化工大学硕士。曾任职于天津力神、普华永道、中银国际证券、招商证券。2017 年加入华创证券研究所。2015、2016 年新财富上榜团队核心成员。

分析师：王秀强

山东财经大学管理学学士。曾任职于《21 世纪经济报道》，能见科技前合伙人。2016 年加入华创证券研究所。

分析师：于潇

北京大学管理学硕士。曾任职于通用电气、中泰证券、东吴证券。2017 年加入华创证券研究所。2015、2016 年新财富团队成员。

研究员：邱迪

中国矿业大学工学硕士。2016 年加入华创证券研究所。

助理研究员：石坤鏊

贵州财经大学经济学学士。2016 年加入华创证券研究所。

助理研究员：杨达伟

上海交通大学硕士。曾任职于协鑫集成、华元恒道（上海）投资管理有限公司。2017 年加入华创证券研究所。

华创证券机构销售通讯录

地区	姓名	职务	办公电话	企业邮箱
北京机构销售部	张昱洁	北京机构销售总监	010-66500809	zhangyujie@hcyjs.com
	申涛	高级销售经理	010-66500867	shentao@hcyjs.com
	杜博雅	销售经理	010-66500827	duboya@hcyjs.com
	侯春钰	销售经理	010-63214670	houchunyu@hcyjs.com
	侯斌	销售助理	010-63214683	houbin@hcyjs.com
	过云龙	销售助理	010-63214683	guoyunlong@hcyjs.com
	刘懿	销售助理	010-66500867	liuyi@hcyjs.com
广深机构销售部	张娟	所长助理、广深机构销售总监	0755-82828570	zhangjuan@hcyjs.com
	王栋	高级销售经理	0755-88283039	wangdong@hcyjs.com
	汪丽燕	高级销售经理	0755-83715428	wangliyan@hcyjs.com
	罗颖茵	销售经理	0755-83479862	luoyingyin@hcyjs.com
	段佳音	销售经理	0755-82756805	duanjiayin@hcyjs.com
	朱研	销售助理	0755-83024576	zhuyan@hcyjs.com
	杨英伟	销售助理	0755-82756804	yangyingwei@hcyjs.com
上海机构销售部	石露	华东区域销售总监	021-20572588	shilu@hcyjs.com
	沈晓瑜	资深销售经理	021-20572589	shenxiaoyu@hcyjs.com
	朱登科	高级销售经理	021-20572548	zhudengke@hcyjs.com
	杨晶	高级销售经理	021-20572582	yangjing@hcyjs.com
	张佳妮	销售经理	021-20572585	zhangjiani@hcyjs.com
	沈颖	销售经理	021-20572581	shenyi@hcyjs.com
	乌天宇	销售经理	021-20572506	wutianyu@hcyjs.com
	柯任	销售经理	021-20572590	keren@hcyjs.com
	何逸云	销售经理	021-20572591	heyiyun@hcyjs.com
	张敏敏	销售经理	021-20572592	zhangminmin@hcyjs.com
	蒋瑜	销售助理	021-20572509	jiangyu@hcyjs.com

华创行业公司投资评级体系(基准指数沪深 300)

公司投资评级说明:

强推: 预期未来 6 个月内超越基准指数 20% 以上;
推荐: 预期未来 6 个月内超越基准指数 10% - 20%;
中性: 预期未来 6 个月内相对基准指数变动幅度在 -10% - 10% 之间;
回避: 预期未来 6 个月内相对基准指数跌幅在 10% - 20% 之间。

行业投资评级说明:

推荐: 预期未来 3-6 个月内该行业指数涨幅超过基准指数 5% 以上;
中性: 预期未来 3-6 个月内该行业指数变动幅度相对基准指数 -5% - 5%;
回避: 预期未来 3-6 个月内该行业指数跌幅超过基准指数 5% 以上。

分析师声明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此作以下声明:

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断; 分析师对任何其他券商发布的所有可能存在雷同的研究报告不负有任何直接或者间接的可能责任。

免责声明

本报告仅供华创证券有限责任公司(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。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的, 但本公司不保证其准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。在不同时期, 本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司在知晓范围内履行披露义务。

报告中的内容和意见仅供参考, 并不构成本公司对具体证券买卖的出价或询价。本报告所载信息不构成对所涉及证券的个人投资建议, 也未考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况, 自主作出投资决策并自行承担投资风险, 任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的预期收入可能会波动。

本报告版权仅为本公司所有, 本公司对本报告保留一切权利。未经本公司事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用本报告的任何部分。如征得本公司许可进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“华创证券研究”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

证券市场是一个风险无时不在的市场, 请您务必对盈亏风险有清醒的认识, 认真考虑是否进行证券交易。市场有风险, 投资需谨慎。

华创证券研究所

北京总部	广深分部	上海分部
地址: 北京市西城区锦什坊街 26 号 恒奥中心 C 座 3A 邮编: 100033 传真: 010-66500801 会议室: 010-66500900	地址: 深圳市福田区香梅路 1061 号 中投国际商务中心 A 座 19 楼 邮编: 518034 传真: 0755-82027731 会议室: 0755-82828562	地址: 上海浦东银城中路 200 号 中银大厦 3402 室 邮编: 200120 传真: 021-50581170 会议室: 021-20572500