

电力设备及新能源行业深度研究报告

固态电池：锂电革新升级，半固态产业化前景可期

- **固态电池具备能量密度与安全性双重优势，未来替代空间大。**液态锂离子电池中电解液具备高化学反应活性、易氧化、易燃烧的特点，而固态电池采用固态电解质代替电解液，与液态锂离子电池相比具备安全性优势，且兼容更高比容量正负极材料，有望打开电池能量密度上升空间，进一步增加电车续航里程，实现锂电池技术的再次升级。
- **半固态电池实现装车验证，多消费场景拓展迅速。**目前固态电池行业处于产业化元年，全球主流车企、电池厂纷纷布局加码，但受限于供给端技术、产线、成本等因素，全固态电池量产仍需时日，半固态电池已经率先实现装车，并在后续车型上有望发力。此外，固态电池在 3C 数码、无人机等应用场景也已实现拓展，有望进一步贡献增量。
- **氧化物、聚合物电解质应用于半固态电池，中短期确定性强。**固态电解质包含聚合物、氧化物、硫化物三种类型。聚合物兼具柔性与低成本，与现有产线兼容度高；氧化物稳定性突出，综合性能优秀，成本适中；硫化物电导率更高，动力电池场景远期更有前途，但稳定性较差，目前还处于研发阶段。目前半固态电池主要采用氧化物（LLZO、LATP、LLTO）与聚合物固态电解质（PEO 基）。
- **半固态电池产业化趋势明确，行业处于产业化元年。**国内半固态技术布局领先，宁德时代、赣锋锂业、亿纬锂能、国轩高科等头部动力电池企业半固态产品陆续发布。量产装车方面，东风旗下岚图追光半固态车型 22 年已经交付量产，蔚来 ET7 搭载卫蓝半固态电芯也于 23 年 6 月交付，赛力斯、上汽、长安等主流车企也陆续推出了半固态电池搭载车型，未来有望放量，行业增长潜力大。
- **建议关注：**
 - **相对更受益的氧化物电解质环节：**清陶能源（未上市）、卫蓝新能源（未上市）、上海洗霸、金龙羽。
 - **半固态电池厂商：**清陶能源（未上市）、卫蓝新能源（未上市）、宁德时代、赣锋锂业、国轩高科、亿纬锂能、孚能科技、蜂巢能源（未上市）。
 - **原材料相关环节：**1.金属钴：三祥新材；2.PEO 原料：奥克股份；3.LiTFSI：瑞泰新材、江苏国泰。
 - **高镍/超高镍三元正极厂商：**当升科技，容百科技。
 - **有望受益的硅基负极厂商：**贝特瑞。
- **风险提示：**半固态车型渗透率不及预期；半固态电池量产进度不及预期；个股公司新技术研发不及预期；行业技术路线出现重大变化。

推荐（维持）

华创证券研究所

证券分析师：黄麟

邮箱：huanglin1@hcyjs.com

执业编号：S0360522080001

证券分析师：何家金

邮箱：hejiajin@hcyjs.com

执业编号：S0360523010001

证券分析师：苏千叶

邮箱：suqianye@hcyjs.com

执业编号：S0360523050001

行业基本数据

		占比%
股票家数(只)	296	0.04
总市值(亿元)	50,867.45	5.65
流通市值(亿元)	41,957.71	6.05

相对指数表现

%	1M	6M	12M
绝对表现	-8.4%	-15.9%	-23.5%
相对表现	-6.3%	-9.9%	-17.8%



相关研究报告

《电动车行业周报(20230911-20230915)：欧盟宣称拟对中国电动车发起反补贴调查，8月我国电池产量持续增长》

2023-09-19

《光伏行业周报(20230911-20230917)：电池片价格继续下跌，后续或将向上游传导》

2023-09-18

《风电行业 2023 半年报业绩总结：23H1 产业链营收止跌回升，铸锻件环节盈利改善显著》

2023-09-13

投资主题

报告亮点

本报告从液态锂离子电池材料体系的发展现状出发,在参考了大量学术论文、行业技术文章的基础上,从安全性、能量密度上升空间、经济性等方面阐述了**固态电池的核心优势以及产业化的必要性**。另外,本报告全面总结了**固态电池的行业发展现状以及应用场景拓展情况**,总结了主要厂商固态电池布局以及国内半固态电池的装车验证时间表。

投资逻辑

固态电池具备能量密度与安全性双重优势,未来替代空间大。目前液态锂离子电池中电解液为有机溶剂,其高化学反应活性、易氧化、易燃烧的特点,不仅给目前液态电池带来了安全性挑战,也使得正负极材料体系无法进一步大幅提升能量密度。固态电池采用固态电解质代替电解液,具备本征安全性,兼容更高比容量正负极材料,提高电池包空间利用率,可以实现更高的能量密度,增加电车续航里程,有望实现对液态电池的替代,行业存在 0-1 的投资机会。

半固态动力电池已陆续实现装车验证,多消费场景助推固态电池产业化。动力电池方面,国内外主流厂商均对固态电池进行布局,全固态电池量产仍需时日,但半固态电池已经率先实现装车量产,并在后续车型上有望发力,产业链有望受益。此外,固态电池在 3C 数码、无人机、便携式储能等应用场景也已实现拓展,有望进一步贡献增量。

重点关注半固态电池产业链。与液态电池相比,半固态电池主要新增氧化物电解质包覆、聚合物原位固化等工艺。氧化物电解质处于行业发展初期,LLZO、LATP 更具应用前景;聚合物电解质 PEO 原料需求也有望增加。此外,硅基负极、高镍/超高镍三元正极的应用有望随着半固态电池产业化而拓展,值得关注。综上,我们建议关注半固态电池、固态电解质核心厂商,以及产业链增量需求材料如金属锆、LiTFSI、环氧乙烷、硅基负极的核心标的。

目 录

一、 固态电池：锂二次电池的最终形态	6
（一） 固态电池具备能量密度与安全性双重优势	6
（二） 全固态尚未成熟，半固态率先量产	7
二、 产业化之路：动力电池半固态先行，消费领域多场景拓展	10
（一） 国内半固态电池率先产业化	10
（二） 全固态电池量产仍需时日	12
（三） 3C 数码、无人机应用场景拓展	14
三、 固态电解质：固态电池的核心组件	16
（一） 固态电解质为核心组件，包含聚合物、氧化物与硫化物三种类型	16
（二） 聚合物：兼具柔性 with 低成本，与现有产线兼容度高	16
（三） 氧化物：稳定性突出，综合性能优秀	17
（四） 硫化物：电导率相对更高，兼具柔性可加工	18
四、 投资建议：中期半固态有望放量，固态电解质产业链受益更大	20
（一） 清陶能源	20
（二） 卫蓝新能源	21
（三） 金龙羽	23
（四） 瑞泰新材	23
（五） 奥克股份	23
（六） 贝特瑞	23
（七） 三祥新材	24
（八） 当升科技	24
（九） 容百科技	24
五、 风险提示	25

图表目录

图表 1	锂枝晶生长刺穿 SEI 膜、隔膜	6
图表 2	锂离子电池热失控致灾历程	6
图表 3	液态锂离子电池结构示意图	7
图表 4	全固态电池结构示意图	7
图表 5	全固态电池界面接触问题较大	7
图表 6	半固态电池示意图	8
图表 7	液态电池、半固态电池、全固态电池对比	8
图表 8	国内固态电池专利申请数量	10
图表 9	蜂巢能源果冻电池凝胶电解质	10
图表 10	宁德时代凝聚态电池	10
图表 11	国轩高科半固态电池	11
图表 12	赣锋锂业固态电池	11
图表 13	国内主流电池厂商半固态产品进展	11
图表 14	国内车企搭载半固态电池车型进展情况	11
图表 15	Quantum Scape 氧化物全固态电池	12
图表 16	Ionic materials 聚合物全固态软包电池	12
图表 17	丰田硫化物全固态电池	13
图表 18	三星 SDI 固态电池产业化规划	13
图表 19	三星 SDI 全固态电池方案	14
图表 20	全球主流厂商全固态电池进展	14
图表 21	大疆御 Mavic 2 搭载锂聚合物电池	15
图表 22	聚合物、氧化物、硫化物固态电解质性质对比	16
图表 23	不同类型聚合物基体对比	17
图表 24	不同类型导电锂盐对比	17
图表 25	不同类型氧化物电解质对比	18
图表 26	不同类型硫化物电解质对比	19
图表 27	清陶能源氧化物固态电解质粉体	20
图表 28	清陶能源氧化物-聚合物复合固态电解质膜	20
图表 29	清陶能源复合隔膜	20
图表 30	清陶能源产能情况	21
图表 31	清陶能源产业链合作情况	21
图表 32	卫蓝新能源 30Ah 固态锂离子电池	22
图表 33	卫蓝新能源 12S 固态锂离子电池包	22

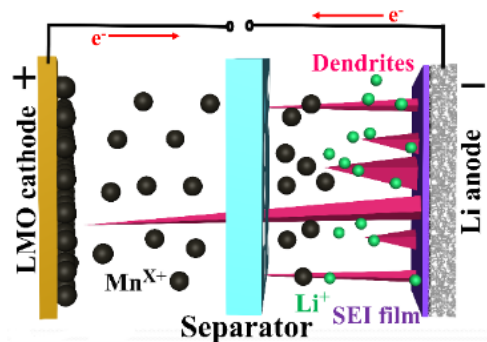
图表 34 卫蓝新能源产业链合作情况	22
--------------------------	----

一、固态电池：锂二次电池的最终形态

（一）固态电池具备能量密度与安全性双重优势

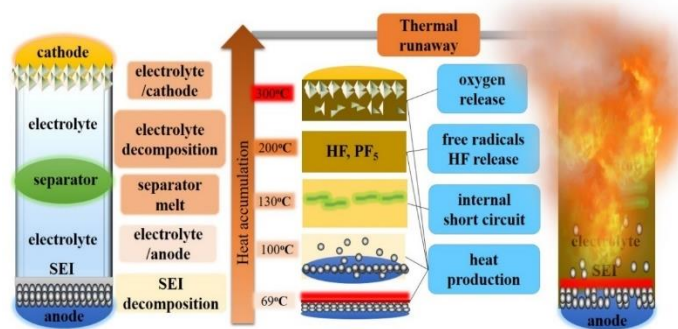
液态电池存在本征安全性问题，**电解液成为关键**。热失控被认为是电池安全问题的主要原因，其结果可能会导致火灾和爆炸，在电池热失控过程中，电解液的易燃、易氧化、高化学活性的特点使其成为热失控过程中的关键。热失控诱因包括过充、外部加热、内部短路和机械故障。在充放电过程中，往往会有一部分锂无法嵌入负极，反而沉积在负极表面，形成锂枝晶，锂枝晶生长刺穿隔膜造成内短路，过热开始。此后 SEI 膜、隔膜、电解质、正极材料相继分解并释放热量、氧气，助推热量的进一步积累，最终达到电解液的燃烧条件，电池发生热失控，最终起火、爆炸。

图表 1 锂枝晶生长刺穿 SEI 膜、隔膜



资料来源：Ming Zhu, A Biobased Composite Gel Polymer Electrolyte with Functions of Lithium Dendrites Suppressing and Manganese Ions Trapping. *Advanced Energy Materials*, 2018.

图表 2 锂离子电池热失控致灾历程

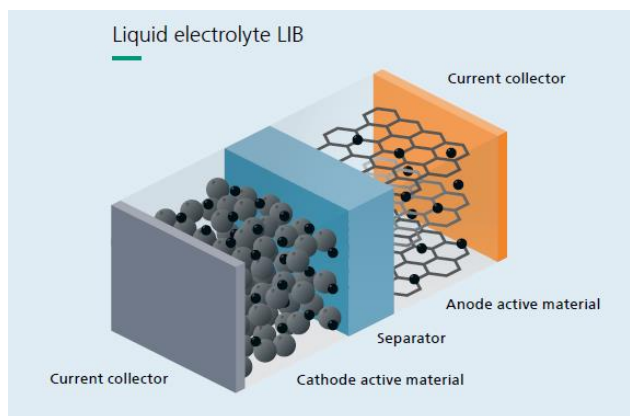


资料来源：Qingsong Wang, et al., A review of lithium ion battery failure mechanisms and fire prevention strategies. *Progress in energy and combustion science*, 2019.

固态电池采用固态电解质取代电解液，具备安全性优势。固态电池采用固态电解质部分或全部代替电解液。固态电解质主要包括聚合物、氧化物、硫化物三种类型。与电解液相比，固态电解质同时具备不易燃、耐高温、化学活性低的特性，此外还具备一定的力学强度，可以更好的抑制锂枝晶生长，抵抗外界应力冲击，降低热失控风险，从而大幅提高电池安全性能。

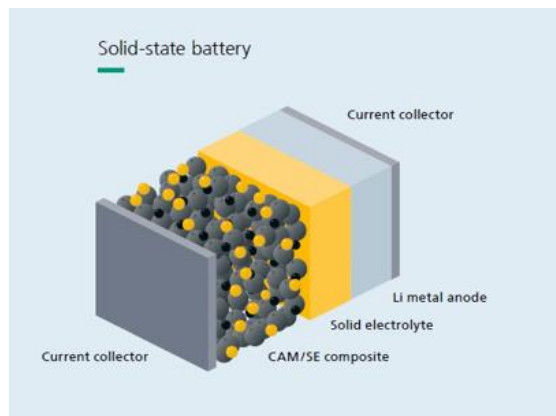
固态电解质兼容更高比容量正负极材料，打开能量密度上升空间。“里程焦虑”是电动车领域始终绕不开的话题，也不断推动着电池能量密度的不断提高。正负极材料化学体系决定着电芯能量密度的上限。与电解液相比，固态电解质具备更高的安全性与更宽的电压窗口，有望解决高压正极材料如富锂锰基、尖晶石镍锰酸锂与现有电解液不兼容的问题。固态电解质具备一定结构强度，可以补偿负极材料尤其是硅基材料的体积变化应力，也不容易导致锂损耗，提升硅基材料循环性能，从而使硅基负极向更高硅含量拓展。此外，固态电解质适配锂金属负极，有望最终实现锂金属电池的产业化。

图表 3 液态锂离子电池结构示意图



资料来源: Fraunhofer 《Solid State Battery Roadmap 2035+》

图表 4 全固态电池结构示意图



资料来源: Fraunhofer 《Solid State Battery Roadmap 2035+》

(二) 全固态尚未成熟，半固态率先量产

全固态电池界面接触问题较为严重，工艺尚不成熟，生产成本高昂。固态电解质缺乏流动性，导致固-固接触面积小，阻抗增大等问题出现，整体电导率较低，制约固态电池产业化应用。研发合适的固态电解质以及电极材料体系难度较大，且目前固态电池的工艺技术尚未成熟，特别是在大规模生产方面存在一些挑战。此外，固态电池使用的材料多为新型材料，成本相对较高，由于制造工艺尚未成熟，生产设备和流程的投入也较大，导致在当前情况下固态电池的生产成本居高不下。

图表 5 全固态电池界面接触问题较大



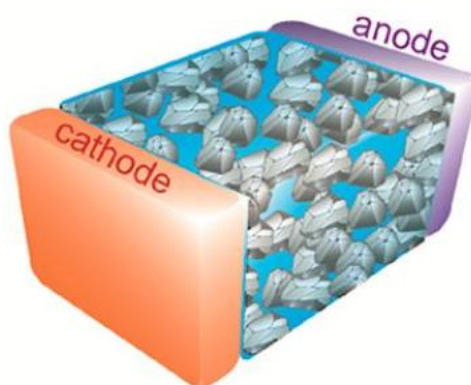
资料来源: “Nissan Ambition 2030” 发布会

半固态电池兼具性能与生产优势。半固态电池是液态电池向全固态电池过渡的中间方案，

采用原位固化技术引入聚合物凝胶网络，通过在正极材料、负极材料或隔膜两侧涂覆固态电解质，同时保留传统液态电解液，实现固-液混合。

与液态电池相比，半固态电池引入了固态电解质，可以在现有体系的基础上提升能量密度与安全性；与全固态电池相比，半固态电池保留了部分电解液，改善了电导率以及界面接触的问题。由于基本保留了液态电池结构，半固态电池与现有产线兼容度高，没有对电池企业生产工艺带来更大挑战，综合来看是行业目前更优的选择方案。

图表 6 半固态电池示意图



资料来源：Rusong Chen, et al., Approaching Practically Accessible Solid-State Batteries: Stability Issues Related to Solid Electrolytes and Interfaces. Chem. Rev, 2020.

半固态电池未来市场渗透率有望提升。考虑到固态电解质产业链发展尚处于早期，材料实际价格与原材料成本相差较大，加工成本高昂，我们认为随着技术的不断完善叠加规模效应，半固态有望率先在各个下游场景中得到应用。半固态电池可以适配更高比容量的正负极材料，能量密度提升后，单位成本有望进一步降低。综合考虑半固态电池相比液态电池在安全性、能量密度上的优势，我们认为半固态电池具备较强市场竞争力，未来市场渗透率有望逐渐提升。

图表 7 液态电池、半固态电池、全固态电池对比

	液态电池	半固态电池	全固态电池
正极材料	三元、磷酸铁锂	三元、磷酸铁锂	三元/磷酸铁锂/富锂锰基/尖晶石镍锰酸锂
负极材料	石墨、硅基	石墨、硅基	硅基材料、锂金属
电解质	有机溶剂（EC、DMC、EMC）+锂盐（LiPF ₆ ）	采用电解液+聚合物网络/固态电解质的固液混合体系	聚合物电解质、氧化物电解质、硫化物电解质
隔膜	液态隔膜	有隔膜，涂覆固态电解质材料	无隔膜
集流体	正极采用铝箔，负极采用铜箔	正极采用铝箔，负极采用铜箔	可以沿用液态现有体系；锂金属负极采用铜锂复合箔

粘结剂	正极主要采用油性粘结剂 PVDF 与溶剂 NMP；负极主要采用水性粘结剂 CMC+SBR	与液态类似	硅基负极采用 PAA，锂金属负极不需要粘结剂；湿法工艺中，硫化物电解质要求非极性溶剂体系，NMP 将被替换，粘结剂 PVDF 将被取代；干法工艺带来 PTFE 需求增大
能量密度	~250Wh/kg	~360Wh/kg	理论上可超过 500Wh/kg
安全性	有机溶剂易燃、易氧化，具有腐蚀性、无法抑制锂枝晶生长，从而导致电芯膨胀、热失控、热扩散等安全问题；损坏时易泄露	与液态电池相比安全性更强	固态电解质热稳定性更高、不易氧化分解、机械强度更高、可以更好的抑制锂枝晶生长，从而具有更高的安全性。

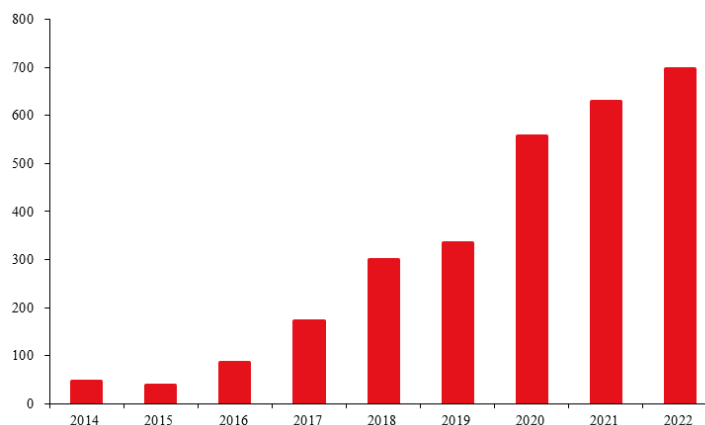
资料来源：许晓雄《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，华南理工大学软物质科普《全固态锂离子/锂电池的发展与展望》，李泓等、许晓雄《固态锂电池研发愿景和策略》，Fraunhofer《Solid State Battery Roadmap 2035+》，华创证券整理

二、产业化之路：动力电池半固态先行，消费领域多场景拓展

（一）国内半固态电池率先产业化

固态 or 半固态研发加速。2015 年后国内企业不断加大对固态电池领域研发力度，相关专利申请数量大幅上升，根据国家知识产权局网站检索，目前共有 3147 项固态电池相关专利。

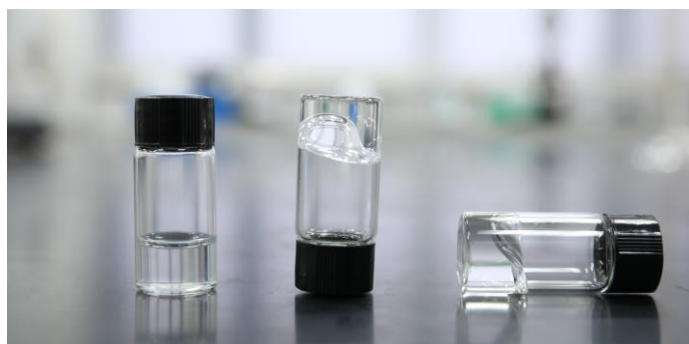
图表 8 国内固态电池专利申请数量



资料来源：国家知识产权局，华创证券

国内半固态电池率先产业化。与海外企业直接专注于全固态动力电池不同，国内企业以市场驱动为主，主要布局目前可量产的半固态电池路线。早在 2020 年 12 月，蜂巢能源就推出了“果冻电池”，基于聚合物凝胶化技术，起到“不起火、不冒烟、自愈合”的效果。赣锋锂业第一代半固态电池能量密度为 260Wh/kg，第二代固态电池采用锂金属负极，能量密度达 400Wh/kg，安全性达到车规要求。国轩高科 360Wh/kg 高比能半固态电池已通过新国标安全测试并进入产业化阶段。亿纬锂能 22 年 12 月发布 50Ah 软包半固态电池，能量密度 330Wh/Kg，循环寿命超过 1000 次，使用温度可拓展到-20℃-80℃，已完成设计定型，处于装车验证阶段。2023 年 4 月，宁德时代推出凝聚态电池，兼具高比能+高安全，能量密度更是高达 500Wh/kg，打破当前体系能量密度天花板，满足航空级的质量与安全要求。

图表 9 蜂巢能源果冻电池凝胶电解质



资料来源：蜂巢能源

图表 10 宁德时代凝聚态电池



资料来源：宁德时代官网

图表 11 国轩高科半固态电池



资料来源：国轩高科，电动汽车观察家

图表 12 赣锋锂业固态电池



资料来源：赣锋锂业，IT 时报

图表 13 国内主流电池厂商半固态产品进展

电池厂	时间	进展
蜂巢能源	2020.12	发布“果冻电池”，基于聚合物凝胶化技术，起到“不起火、不冒烟、自愈合”的效果
赣锋锂业	2022.01	与东风公司合作开发的首批 50 辆东风风神 E70 完成交付，搭载半固态电池
	2022.07	赣锋重庆锂电产业园开工，规划建设国内最大固态电池生产基地
	2023	第二代固态电池的安全性达到车规要求，循环性能在持续提升，采用锂金属负极，能量密度达 400Wh/kg
孚能科技	2022.9	发布 SPS 电池技术，集大软包电芯、大软包电池系统、大软包电池制造和直接回收四大创新技术于一体，其中电芯采用半固态设计
	2022.12	第一代半固态电池在岚图追光车型上装车；第二代半固态电池进入产业化开发阶段
	2023	SPS 系列产品已导入吉利、东风的定点
国轩高科	2023	360Wh/kg 高比能半固态电池通过新国标安全测试并进入产业化阶段
亿纬锂能	2022.12	发布 50Ah 软包半固态电池，能量密度 330Wh/Kg，循环寿命超过 1000 次，使用温度可拓展到 -20℃-80℃，处于装车验证阶段
宁德时代	2023.04	推出凝聚态电池，采用锂金属负极与原位固化技术，兼具高比能+高安全，能量密度高达 500Wh/kg

资料来源：各公司公告、官网，华创证券

半固态电池装车量产加速验证。目前半固态电池已经在相关车型上得以量产验证。东风旗下已有两款搭载半固态电池车型，22 年 E70 实现首批小规模交付，23 年岚图追光正式量产，但其电池性能相较于目前液态电池而言并不具备优势。蔚来 ET7 可搭载卫蓝新能源研发的 360Wh/kg 电芯，续航可突破 1000 公里，于今年 6 月底实现交付，进入量产阶段。赛力斯 SERES5 搭载赣锋锂业第一代固态电池，能量密度为 260Wh/kg，今年 6 月已经实现首批交付。上汽、长安、广汽、北汽等车企也都推出了半固态电池的装车计划。

图表 14 国内车企搭载半固态电池车型进展情况

车企	车型	电池合作方	电池能量密度	量产装车时间	进展
东风	E70	赣锋锂业	156Wh/kg	2022.01	与东风公司合作开发的首批 50 辆东风风神 E70 完成交

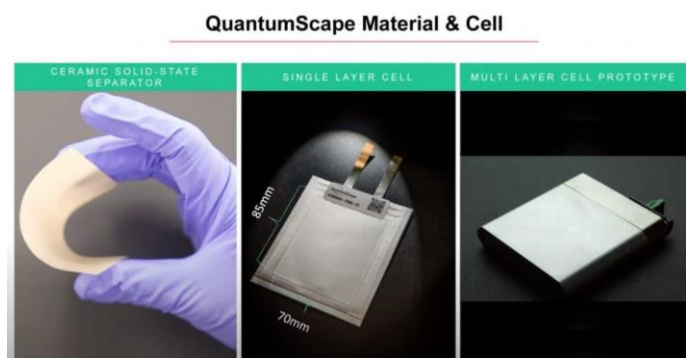
					付
	岚图追光	孚能科技	170Wh/kg	2023.01	于 2022 年 12 月 15 日发布，2023 年 1 月 13 日开始交付
蔚来	ET7	卫蓝新能源	360Wh/kg	2023.06	23 年 6 月底，卫蓝新能源 360Wh/kg 锂电池电芯正式给蔚来交付，将搭载于 ET7 车型上
赛力斯	SERES5	赣锋锂业	260Wh/kg	2023.06	主打欧洲市场，23 年 6 月于挪威完成首批交付
上汽	智己	清陶能源	368Wh/kg	2024H1	2024 年上半年通过智己品牌推出搭载清陶第一代固态电池的车型
	大通 GST	/	300Wh/kg	2024	2023 年 4 月在上海国际汽车工业展览会上展示，预计 2024 年推出市场
	智己、飞凡、荣威、MG 名爵	清陶能源	/	2025	预计 2025 年联合研发的新一代固态电池在智己、飞凡、荣威、MG 名爵车型上广泛应用，达到十万辆规模
长安深蓝	SL03	/	/	/	2023 年 3 月上海车展上展示了搭载半固态电池的深蓝 SL03 车型
广汽埃安	/	赣锋锂业	/	/	广汽埃安支持赣锋锂电在固态电池开发工作，优先引入赣锋锂电新型电池方案
北汽蓝谷	极狐	/	360Wh/kg	/	第三代固态电池技术计划匹配极狐品牌新车型

资料来源：各公司公告，央视网，东风汽车官网，易车网，电车汇，财经网，电动汽车观察家，起点锂电，央广网，界面新闻，华创证券整理

（二）全固态电池量产仍需时日

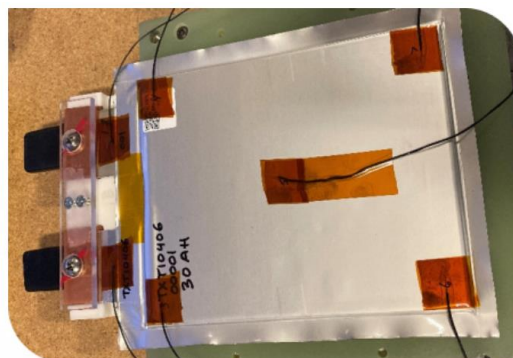
海外专注于全固态电池，大规模装车仍需时日。早在 2011 年，法国 Bolloré 就推出了搭载固态电池的乘用车 BlueCar，成为首个实现聚合物电解质固态电池商业化的公司，但当时固态电池相比液态电池并不具备性能优势。美国拥有多家固态电池独角兽公司，主要专注于全固态电池，技术类型多样，聚合物、氧化物、硫化物均有布局。日韩多家巨头公司布局固态电池领域较早，主要专注于硫化物全固态电池。

图表 15 Quantum Scape 氧化物全固态电池



资料来源：Quantum Scape, MUNRO

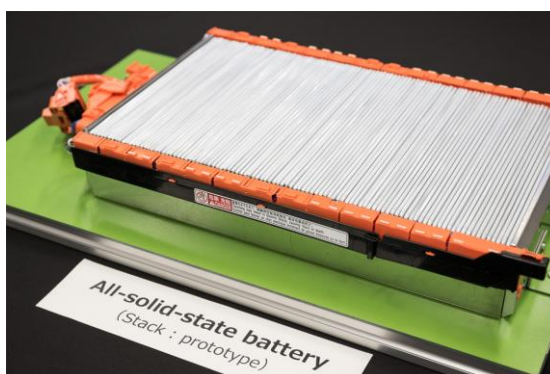
图表 16 Ionic materials 聚合物全固态软包电池



资料来源：Ionic materials

丰田突破全固态电池核心技术，挑战 2027 年量产装车。此前，全固态电池循环寿命较短是核心难题。固体电解质随着电池的充放电反复膨胀和收缩，可能会引发龟裂，导致锂离子在正负极之间的流动会变得困难。2023 年 7 月，丰田正式宣布，已经发现了克服这一难题的新技术，其研发的全固态电池充电不到 10 分钟即可行驶约 1200 公里。丰田预计其全固态电池将全面进入面向量产研发的阶段，未来将搭载到 BEV 车型上，计划在 2027~28 年投入实际应用。

图表 17 丰田硫化物全固态电池



资料来源：丰田官网

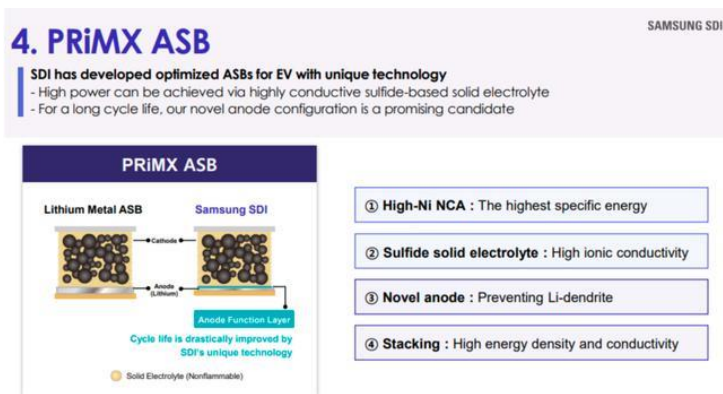
三星全固态电池进入中试阶段，预计 2027 年量产。2021 年底，三星 SDI 推出全新电池品牌“PRiMX”，并宣布了全固态电池产业化规划。三星在 2021 年已经完成了 PP Scale Material 层面的工作，2022 年全固态电池中试生产试验线在水原市开工，公司规划 2025 年开发出全固态电池原型产品，2027 年实现量产。三星 SDI 的全固态电池结合了 NCA 高镍技术、高性能硫化物型固态电解质、新型阴极和堆叠技术，可以实现更高的安全性以及整车轻量化效果。

图表 18 三星 SDI 固态电池产业化规划



资料来源：三星 SDI，芝能汽车

图表 19 三星 SDI 全固态电池方案



资料来源：三星 SDI，芝能汽车

图表 20 全球主流厂商全固态电池进展

公司	时间	内容
丰田	2023	突破全固态电池核心技术，发布全固态电池产品
	2027	搭载于 BEV 车型上
三星 SDI	2020	直接布局硫化物全固态电池
	2022	全固态电池中试生产试验线开工
	2027	预计实现量产
Solid Power	2021	第一代 20Ah 硅负极全固态电池达产
	2022	与宝马合作开发固态电池
	2025	2025 年前与宝马推出首辆原型车
	2027	与商业伙伴推出锂金属电池车型
Quantum Scape	2025	与大众合作研发氧化物电解质+锂金属负极，预计将搭载在大众相关车型上
Solid Energy System	2023	计划在 2023 年开始生产，搭载于通用汽车上
Ionic materials	2025	专注于全固态电池，与雷诺-日产-三菱合作，2025 年推出原型

资料来源：各公司官网、发布会，Fraunhofer《Solid State Battery Roadmap 2035+》，BMC，芝能汽车，NE 时代，华创证券整理

（三）3C 数码、无人机应用场景拓展

聚合物固态电池率先应用于消费领域。在消费电池领域，聚合物固态电池又被成为锂聚合物电池，得益于其能量密度高、灵活性强、小型化、超薄化、轻量化、高安全性的优势，在 PDA、笔记型电脑、手机、无人机和电子烟领域中占有重要定位。从 2007 年的第一代 iPhone 开始，苹果发布的 iPhone、iPad 广泛使用锂离子聚合物电池。大疆多款无人机也搭载了锂聚合物电池。

图表 21 大疆御 Mavic 2 搭载锂聚合物电池



资料来源：大疆官网

氧化物、硫化物未来有望突破。除已经被广泛应用的聚合物体系以外，氧化物、硫化物体系未来在消费电池领域也有望突破。2023 年 3 月，小米发布了预研的固态电池技术，采用正极涂覆氧化物电解质，适配锂金属负极，不仅实现 6000mAh 超大容量、能量密度突破 1000Wh/L，更大幅提升低温放电性能和安全性能。2023 年 5 月，据韩媒 The Elec 报道，三星 SDI 在加大动力电池研发的同时，也计划将开发的硫化物固态电池应用在智能手机等移动设备上。

三、固态电解质：固态电池的核心组件

（一）固态电解质为核心组件，包含聚合物、氧化物与硫化物三种类型

固态电池中固态电解质为核心组件，包含聚合物、氧化物与硫化物三种类型。在固态电池中，固态电解质代替电解液，起到离子导体的作用。与液态相比，其安全性更高，且更适配高比容量正负极材料体系，但电导率相对较低，且与正负极材料接触由固-液界面替换成了固-固界面，导致界面接触问题较为严重。目前固态电解质主要包含聚合物、氧化物与硫化物三种类型，各具特点。

图表 22 聚合物、氧化物、硫化物固态电解质性质对比

电解质类型	聚合物	氧化物	硫化物
材料	PEO、PAN、PVDF	LLZO、LLTO、LATP、LiPON	LGPS、LSPS、LPS、LPSCI
离子电导率（室温）	10^{-7} - 10^{-5} S/cm	10^{-3} S/cm	10^{-2} S/cm
热稳定性	低	最高	高
化学稳定性	较，易氧化，与三元稳定性有限	高	低（修饰后可变高）
抑制锂枝晶能力	一般	强	强
电压窗口	低（<4V），易电解	高（>5V）	低（修饰后可变高）
与现有产线兼容度	高	较低	低
前景	已经实现商业应用，其低成本、灵活性优势大，有望在消费领域全面拓展	综合性能优秀，可率先应用于半固态电池，未来可充当硫化物保护层	动力电池中远期最有前途，还处于研发阶段

资料来源：中国粉体网，吴敬华等《固态锂电池十年(2011—2021)回顾与展望》，郝帅《复合固态电解质的设计及锂金属电池性能研究》，华创证券整理

（二）聚合物：兼具柔性与低成本，与现有产线兼容度高

聚合物电解质兼具柔性与低成本，率先实现商业化运用。聚合物电解质采用高分子聚合物为电解质基体，添加导电锂盐，构成离子传导网络。聚合物电解质具备柔性与易加工的特点，界面接触相对较好。其主要基于现有的高分子材料体系，且与现有液态电池产线兼容度高，生产成本相对较低。早在 2011 年，法国 Bolloré 就已经推出了搭载固态电池的乘用车 BlueCar，率先实现聚合物固态电池的商业化应用。

电导率与稳定性相对较低，抑制锂枝晶能力有限。聚合物电解质短板主要是其较低的室温电导率，与氧化物、硫化物存在数量级以上的差距，故往往需要提升工作温度。聚合物依然基于有机物体系，其热稳定性相对较低，电压窗口较低（<4V），高压下易氧化，与三元材料稳定性有限。聚合物材料硬度较低，抑制锂枝晶能力有限。

体系组合多样化，LiTFSI 占比将会提升。在聚合物电解质中，可以采用不同种类、不同比例的高分子聚合物以及导电锂盐的组合，具备较高的灵活性，可以更好的适配应用场景的需要。PEO 是以往研究中最早、应用最广泛的聚合物电解质基质，对锂盐具有良好的亲和力，对金属锂具有良好的相容性。与电解液相比，在聚合物电解质中，锂盐溶解、解离难度更大，需要通过增大阴离子半径实现电荷更高程度的离域化，减少离子间的相互作用，从而提高电导率和溶解性。PEO 基电解质中最常用的锂盐是 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ （LiTFSI），与其他锂盐相比，它降低了 PEO 的结晶度，因此提高了聚合物-锂盐络合物的离子导电性。

图表 23 不同类型聚合物基体对比

聚合物基体	优势	劣势
PEO	对锂盐溶解度高；化学稳定性好、成本低	有一定的结晶度，室温离子电导率低；机械强度差；黏性较大影响成膜
PAN	稳定性好、耐热性强且阻燃性好	离子传导性不好；对锂金属不稳定
PMMA	对锂金属稳定；与电极接触面形成的钝化膜阻抗较小	成膜后硬脆、柔韧性差、机械强度差
PVDF	热稳定性好；电化学稳定性好；成膜性较好	分子内结晶度较高（65%-78%），不利于离子导电

资料来源：李丹《聚合物锂盐的合成及其聚合物电解质/隔膜的制备与性能研究》，华创证券

图表 24 不同类型导电锂盐对比

导电锂盐	优势	劣势	前景
LiPF ₆	电导率高；电化学稳定性较好	制备流程复杂；热稳定性差；易水解；价格昂贵	液态电池体系下最广泛使用
LiClO ₄	有适当的电导率、热稳定性和耐氧化稳定性	具有强氧化性，不安全	实验室使用为主
LiBF ₄	工作温度区间更宽，热稳定性好；低温性能好	离子电导率较低	常用作添加剂
LiTFSI	对水稳定；优秀的高温稳定性和化学稳定性；在聚合物基体中离子电导率高	在电解液中电导率低于六氟磷酸锂	在聚合物固态电池中将大规模采用

资料来源：康鹏科技招股说明书，电池中国网，新思界网，亚科科技，李丹《聚合物锂盐的合成及其聚合物电解质/隔膜的制备与性能研究》，华创证券整理

（三）氧化物：稳定性突出，综合性能优秀

氧化物电解质稳定性突出，综合性能优秀。氧化物固态电解质具有相对较高的离子电导率和更高的热稳定性，还具备最高的电压窗口（>5V），可以更加适配高压正极材料体系。此外，氧化物电解质具备更高的硬度，能够有效抑制锂枝晶生长，提升电池安全性能。氧化物电解质的制备对环境要求不苛刻，成本适中，易于大规模生产和应用。

LLZO、LATP 应用前景较大。氧化物电解质包括钙钛矿型、反钙钛矿型、NASICON 型、LiSICON 型、石榴石型与 LiPON 型。钙钛矿型代表材料为 LLTO，它具有更高的晶体电导率与稳定的结构，但其晶界电导率较低限制了总电导率，对锂金属不稳定也限制了对锂金属负极的适配。NASICON 型代表材料为 LATP 与 LAGP，同样具备高环境稳定性，且稳定电位可达 5V，适配高压正极材料，但是 LATP 依然存在对锂金属不稳定的问题，LAGP 由于存在锆元素，成本过于高昂。石榴石型代表材料为 LLZO，它具有高总离子电导率，高稳定电压（6V），更好的热稳定性，且对锂金属稳定，潜力更大。LiPON 型为非晶态材料，综合性能优秀，但往往只能用于薄膜类材料。

氧化物存在脆性较大和界面接触的问题。氧化物脆性较大，导致负极充放电中体积变化无法补偿，在外力作用下也更容易破裂，也导致界面问题较为严重，难以单独使用。工艺上，氧化物需要高温烧结，较为复杂，且带来能耗问题。

图表 25 不同类型氧化物电解质对比

氧化物固态电解质	代表材料	优势	劣势	应用前景
钙钛矿型	$\text{Li}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{TiO}_3$ (LLTO)	更高的晶体电导率；结构稳定	低晶界电导率使得 LLTO 总电导率较低；对锂金属不稳定；易分解	潜力一般
反钙钛矿型	Li_3OCl	具有较好的热稳定性与电导率；低成本、环境友好；与金属 Li 稳定		处于实验室阶段
NASICON 型	$\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ (LATP) $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ (LAGP)	对空气、水、二氧化碳稳定，对加工环境要求低；在高电位下稳定 (5V)；离子电导率更高；烧结温度相对较低	Ti 对锂金属不稳定，可以用 Ge 代替 Ti，但成本昂贵	潜力较大
LiSICON 型	$\text{Li}_{14}\text{Zn}(\text{GeO}_4)_4$			报道较少
Garnet(石榴石)型	$\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO)	总体离子电导率高；对锂金属稳定；氧化电位高 (6V)；热稳定性更好	需要 1000℃ 高温烧结；存在较大的界面电阻；对水、二氧化碳不稳定	潜力更大
LiPON 型	LiPON	具有较高的化学稳定性和较宽的电化学窗口；制造过程不需要热处理	离子电导率低；设备要求高，成本高，产量小；只能制作薄膜材料	只适用于微型电池应用场景，例如医疗设备

资料来源：Fraunhofer 《Solid State Battery Roadmap 2035+》，中国粉体网，粉体圈，刘鲁静等《全固态锂离子电池技术进展及现状》，Wei Xia, et al., Antiperovskite Electrolytes for Solid-State Batteries. Chem. Rev, 2020，华创证券整理

(四) 硫化物：电导率相对更高，兼具柔性可加工

硫化物室温电导率更高，兼具柔性可加工，远期更具潜力。硫化物室温电导率更高，已接近电解液电导率水平，还具备良好的柔性，使其能够与活性材料形成更好的界面，更好的补偿体积变化。在具备一定柔性的同时，硫化物也有强的抑制锂枝晶能力，为动力电池应用场景中理论潜力最高的材料体系。工艺上，硫化物易于加工，可以通过冷压法制造，避免了氧化物的高温烧结步骤，但部分工艺需要惰性氛围，生产成本低，目前难以规模化。

LPS 型与 argyrodite 型应用前景较大。硫化物电解质包括 LPS、argyrodite 型、thio-LISICON 型与 LGPS 型。LPS 主要为非晶态材料，代表材料为 Li_3PS_4 、 $\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$ ，其热稳定性好，成本较其它硫化物低，但其离子电导率相对其它硫化物也较低。argyrodite 型代表材料为 $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ (X = Cl, Br, I)，其离子电导率较高，对锂金属也相对稳定，潜力更大。thio-LISICON 型代表材料为 $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$ ，性能相较其它硫化物不够突出，应用潜力不大。LGPS 型代表材料为 $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ (LGPS)， $\text{Li}_{10}\text{SiP}_2\text{S}_{12}$ (LSPS)，具备更高的离子电导率，然而其对锂金属不稳定、含有高成本的锗等因素限制较大，有待进一步研发。

稳定性问题较为严重，尚处于研发阶段。硫化物电解质对空气、水分敏感，会产生有害气体硫化氢；界面稳定性不高，导致更高的界面电阻；电压窗口较低 (1.7-2.3V)，易氧化。硫化物电解质各方面稳定性问题较为严重，需要通过掺杂、涂层、包覆等策略解决，导致较高的研发难度，目前还没有进入产业化阶段。

图表 26 不同类型硫化物电解质对比

硫化物电解质	代表材料	优势	劣势	前景
LPS（非晶态）	Li_3PS_4 、 $\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$	热稳定性好；成本较低	离子电导率相对其它硫化物低；界面电阻较高	潜力大，界面电阻还需优化
argyrodite 型（硫银锗矿）	$\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ (X = Cl, Br, I)	对锂金属相对稳定；离子电导率较高	界面电阻较高	潜力更大；可通过界面修饰降低界面电阻
thio-LISICON 型	$\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$	组成调节范围广，产品多样化	离子电导率相对其它硫化物低；稳定性低于 LPS	不太可能用于商业电池
LGPS 型	$\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ (LGPS), $\text{Li}_{10}\text{SiP}_2\text{S}_{12}$ (LSPS)	离子电导率更高	含有高成本的锗；电化学稳定性低，易分解，导致 SEI 膜连续生长；几乎无法与锂金属直接接触应用	潜力较大；需要表面修饰提高稳定性；硅、锡代替锗降低成本

资料来源：Fraunhofer 《Solid State Battery Roadmap 2035+》，Boran Tao, et al., Thio-/LISICON and LGPS-Type Solid Electrolytes for All-Solid-State Lithium-Ion Batteries. Adv. Funct. Mater, 2022，中国粉体网，华创证券整理

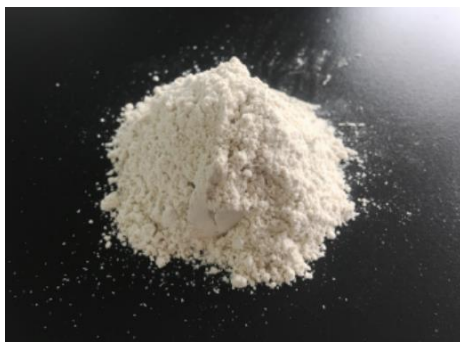
四、投资建议：中期半固态有望放量，固态电解质产业链受益更大

半固态电池具备量产基础，且已经得到了车端验证，中期有望逐步实现对液态电池的替代。固态电解质为半固态电池新增组件，具备从 0 到 1 的投资机会，主要关注氧化物电解质、聚合物电解质产业链相关公司。

（一）清陶能源

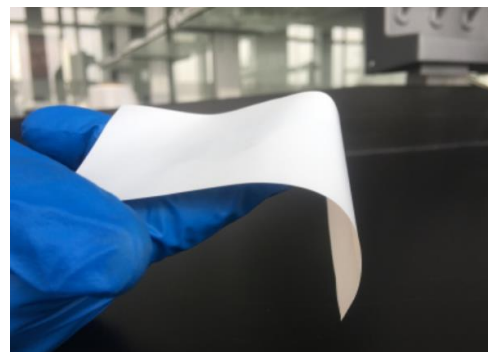
背靠院士技术团队，攻克固态电解质核心技术。清陶（昆山）能源发展股份有限公司成立于 2016 年，由中科院院士、清华大学教授南策文团队领衔创办。现已建成“新能源材料—固态锂电池—自动化装备—锂电池资源综合利用—科研成果孵化—产业投资”的完整产业生态链，与多家主流车企建立了长期合作关系。公司历经多轮融资，估值超 240 亿。清陶构建了自主可控的知识产权体系，已申请国家专利 500 多项，获得授权 300 多项。目前已突破固态电解质材料（LLTO、LLZO）生产技术，可通过流延成型等多种方法制备出氧化物-聚合物复合全固态电解质膜，也可以生产多功能复合隔膜。

图表 27 清陶能源氧化物固态电解质粉体



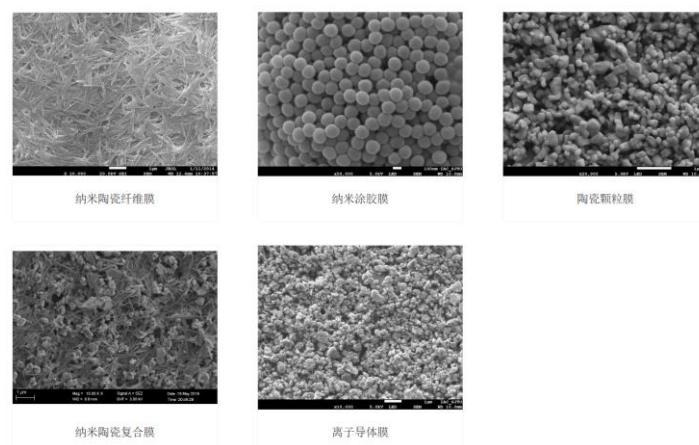
资料来源：清陶能源官网

图表 28 清陶能源氧化物-聚合物复合固态电解质膜



资料来源：清陶能源官网

图表 29 清陶能源复合隔膜



资料来源：清陶能源官网

目前产能 1.7GWh，远期规划超 35GWh。2018 年 11 月，清陶能源建成全国首条可量产固态锂电池产线并正式投产，年产能 0.1GWh。2020 年 7 月企业在江西宜春建成 1GWh 动力型固态电池产线。23 年 2 月，清陶新固态锂电池产业化项目在昆山破土动工，建成后年产能将达到 10GWh。同月，公司与成都郫都区达成战略合作，将投资 100 亿元，建设 15GWh 清陶能源动力固态电池储能产业基地。公司核心生产设备和电解质材料均为自研自产，产业化进度业界领先。截至目前公司固态电池总产能为 1.7GWh，在建产能 10GWh，远期规划超 35GWh。

图表 30 清陶能源产能情况

产能（GWh）	现有	规划	进展
昆山	0.7	10.7	2018 年 11 月正式建成国内第一条固态电池量产产线，产能 0.1GWh
宜春	1	10	22 年 7 月，宜春清陶动力固态锂电池项目（一期）投产，一期投资 5.5 亿元人民币，占地面积 100 亩，建筑面积 38000 平方米，年产能 1GWh；二期计划投资 49.5 亿元，新增固态动力锂电池产能 9GWh
成都		15	23 年 2 月，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，总投资 100 亿元，总规划产能 15GWh，首条生产线设计产能 1GWh
总产能	1.7	35.7	/

资料来源：投中网，宜春发布，华创证券

牢牢绑定上汽集团，积极推进产业链合作。从 2018 年开始，清陶能源和上汽集团就围绕固态电池展开了技术合作；2020 年，上汽投资了清陶；2022 年，双方成立联合实验室；2023 年，双方成立了合资公司。共同研发的固态电池产品将搭载于上汽智己、飞凡、荣威、MG 等车型上，预计 2025 年将达 10 万辆的规模。此外，公司还与当升科技、翔丰华、利元亨分别在正负极材料、生产设备上达成战略合作协议。

图表 31 清陶能源产业链合作情况

产业链环节	合作情况
整车厂	从 2018 年开始，清陶能源和上汽集团就围绕固态电池展开了技术合作；2020 年，上汽投资了清陶；2022 年，双方成立联合实验室；2023 年，双方成立了合资公司。共同研发的固态电池产品将搭载于上汽智己、飞凡、荣威、MG 等车型上，预计 2025 年将达 10 万辆的规模
正极材料	与当升科技合作，开展正极材料合作研发，并承诺 2022 年-2025 年期间采购总量不低于 3 万吨固态锂电正极材料
负极材料	2022 年，与翔丰华在固态/半固态电池高比容负极材料关键技术研发、供应等方面达成全面战略合作
生产设备	2022 年 7 月，与利元亨在固态电池设备领域展开合作

资料来源：相关公司公告，证券时报网，清陶能源公众号，电动汽车观察家，华创证券整理

（二）卫蓝新能源

背靠中科院物理所，技术实力雄厚。北京卫蓝新能源科技有限公司成立于 2016 年，位于北京房山窦店。公司由中国工程院院士陈立泉、中科院物理所研究员李泓、原北汽新能源总工俞会根共同发起创办，是中国科学院物理研究所清洁能源实验室固态电池技术的唯一产业化平台。公司专注于固态锂电池研发与生产，拥有系列核心专利与技术，应用覆盖新能源车船、规模储能等行业领域。截至 2022 年 11 月，卫蓝新能源共获 8 轮融资，估值已超 150 亿元，投资方包括小米集团、蔚来资本、华为、天齐锂业等。

图表 32 卫蓝新能源 30Ah 固态锂离子电池芯



资料来源：卫蓝新能源官网

图表 33 卫蓝新能源 12S 固态锂离子电池包



资料来源：卫蓝新能源官网

目前产能 6GWh，远期规划近 130GWh。公司已在北京房山、江苏溧阳、浙江湖州、山东淄博规划了 4 大生产基地。截至 23 年 8 月，公司已有 6GWh 半固态电池产能，远期规划近 130GWh。其中，2020 年 7 月溧阳基地实现 270Wh/kg 半固态电池量产，产能为 0.2GWh。湖州项目一期 2GWh 已达产；二期总投资 109 亿元，占地约 497 亩，建成后将形成年产 20GWh 固态锂离子电池的生产能力，已于今年 7 月奠基开工。22 年 2 月，卫蓝新能源山东淄博电池工厂正式开工，项目一期投资 102 亿元，年产能为 20GWh，全基地产能远期规划为 100GWh。北京房山基地规划产能 8GWh，正在稳步推进中。

供货蔚来，推进产业链上下游合作。卫蓝新能源与蔚来合作研发半固态电池，产品能量密度达 360Wh/kg，单次充电续航 1000 公里，23 年 6 月底实现交付，将搭载在蔚来 ET7 车型上。2021 年 2 月，公司与恩捷股份、天目先导成立合资公司江苏三合，合作研发半固态电池涂层隔膜。此外，公司还先后与当升科技、容百科技、天齐锂业达成了正、负极材料方面的战略合作协议。

图表 34 卫蓝新能源产业链合作情况

产业链环节	合作情况
整车厂	与蔚来合作研发半固态电池，将搭载在蔚来 ET7 车型上，能量密度达 360Wh/kg，单次充电续航 1000 公里，23 年 6 月底实现交付
正极材料	2021 年 12 月，与当升科技合作，承诺 2022-2025 年采购固态锂电正极材料产品总量不低于 2.5 万吨固态锂电材料；2022 年 4 月，与容百科技合作，承诺 2022-2025 年采购固态锂电正极材料产品总量不低于 3 万吨
负极材料	2022 年 5 月，与天齐锂业合作，从事预锂化负极材料及回收、金属锂负极及锂基合金（复合）负极材料、预锂化试剂（原材料）及预锂化制造设备产品的研发、生产和销售等相关业务
隔膜	2021 年 2 月，与恩捷股份、天目先导成立合资公司江苏三合，合作研发半固态电池涂层隔膜

资料来源：相关公司公告，起点锂电，智电汽车，我的电池网，华创证券整理

（三）金龙羽

与重庆大学团队合资，完成新能源布局。金龙羽主营业务为电线电缆的研发、生产、销售与服务，主要产品包括电线和电缆两大类。2021年8月，公司全资子公司电缆实业与重庆锦添翼签订合作协议，合作进行固态电池及其关键材料相关技术的研究开发，并推动研究成果产业化。重庆锦添翼由重庆大学教授李新禄教授100%持股，李新禄教授团队具备20多年锂离子电池领域研究基础，已成功掌握了氧化物固态电解质的宏量制备、硅碳负极材料的批量化生产、固态电芯的原位集成等研究成果。

固态电解质、半固态电芯处于中试阶段。截至2023年半年报，公司已经完成半固态电芯主辅料的来料检测、验证、筛选和导入，研发了半固态电芯中试线的生产工艺，各项性能指标尚在测试与改进。固态电解质方面，公司在已有固态电解质中试线的基础上研发了浆料以及涂层隔膜的合成工艺，各项性能均在测试与改进。此外，硅碳负极材料、磷酸盐正极材料的合成工艺也在研发中。

（四）瑞泰新材

新型锂盐产品顺利导入固态电池。瑞泰新材主营业务包括电池材料以及有机硅等化工新材料的研发、生产和销售。公司的主要产品包含锂离子电池电解液、锂离子电池电解液添加剂、超电产品、硅烷偶联剂等。公司在固态电池、锂硫电池以及钠离子电池等新型电池材料方面皆存在相应布局，部分新型锂盐产品在固态锂离子电池中已形成批量销售。

（五）奥克股份

环氧乙烷龙头，有望受益PEO需求增加。奥克股份主营业务为环氧乙烷、乙烯衍生绿色低碳精细化工高端新材料的研发与生产销售，主要产品有聚醚单体、聚乙二醇、碳酸酯、环氧乙烷。公司已经成为国内环氧乙烷衍生精细化工新材料行业的第一品牌和国际环氧乙烷精深加工产业的知名品牌。环氧乙烷为聚环氧乙烷（PEO）单体，公司也有开展固态电池电解质的高分子量基聚氧乙烯醚（PEO 别名）的合成工艺技术的研究。

（六）贝特瑞

硅基负极布局领先，开展固态电解质研发。贝特瑞主营业务为生产经营锂离子电池正极材料和负极材料，为负极材料行业头部公司之一。公司在硅基负极上布局行业领先，截至22年年报，产能达5000吨/年，硅碳负极材料比容量达到1800mAh/g以上，硅氧负极材料比容量达到1400mAh/g以上。2022年3月24日，公司与深圳市光明区人民政府签署《贝特瑞高端锂离子电池负极材料产业化项目投资合作协议》，在深圳市光明区内投资建设年产4万吨硅基负极材料项目，该项目按计划逐步推进中。此外，公司新开展无机固态电解质产品研发，首款固态电解质产品已完成中试验证，正导入客户中。

（七）三祥新材

金属锆企业有望受益于氧化物固态电解质需求增加。三祥新材股份有限公司主营业务为锆系制品、铸改新材料等工业新材料的研发、生产和销售，产品主要有氧化锆、铸改新材料、海绵锆、氧氯化锆、纳米新材料(纳米氧化锆)。含锆复合氧化物和含锆复合氯化物做为新能源固态电解质，表现出了良好的电化学性能，具有可靠的安全性和低成本优势，是未来新能源电池材料的一个发展方向。公司以自产氧化锆为原料，进行了固态电解质粉体的合成试验，主要包括 LLZO、LLZTO、LALZO、LGLZO、LALZTO 及 LGLZTO 等系列含锆氧化物固态电解质粉体材料，项目尚处于实验室小试阶段。

（八）当升科技

与多家固态电池厂商紧密合作，固态正极材料客户导入顺利。当升科技作为全球锂电正极材料的龙头企业，主要研发、生产与销售多元材料、磷酸（锰）铁锂、钴酸锂等锂电池正极材料和多元前驱体等材料，产品在电动汽车、储能、数码电子等领域广泛应用，已牢固占据全球顶尖的高镍多元材料供应链。公司研发的双相复合固态锂电正极材料、固态电解质产品，解决了正极与电解质固固界面难题，产业化进程加快。公司已与赣锋锂电、卫蓝新能源、清陶、辉能等固态电池客户建立了紧密战略合作关系，上半年超高镍产品销量同比实现数倍增长。

（九）容百科技

高镍/超高镍产品行业领先，导入卫蓝新能源供应链。容百科技主要从事多元材料、磷酸锰铁锂材料、钠电材料及多元前驱体的研发、生产和销售，产品主要用于锂/钠电池的制造，并主要应用于电动汽车、电动二轮车、储能设备及电子产品等领域。公司在固态电池适用的改性高镍/超高镍三元正极材料、氧化物固态电解质、富锂锰基正极材料、尖晶石镍锰酸锂等新材料开发领域不断取得技术突破。其中，Ni90 高镍产品已批量供货卫蓝新能源 360Wh/kg 半固态电池体系，正式应用在蔚来 ET7 等三款车型。

五、风险提示

半固态车型渗透率不及预期风险。搭载半固态电池的车型价格相对较高，主打高端市场，与目前主流的液态锂离子电池车型相比，半固态技术尚未得到市场充分验证，市场接受程度存在较大不确定性。如果相关车型实际表现不及预期，将对半固态电池渗透率产生不利影响。

半固态电池量产进度不及预期。目前半固态电池还处于发展早期，对入局者的技术创新能力与资本投入能力要求较高。目前主流电池厂商与相关独角兽企业均有大量规划中产能，考虑到目前锂电行业市场竞争加剧、部分厂商业绩承压的现状，以及尚不完善的产业链，半固态产能建设进度可能会不及预期。

相关公司全固态技术落地不及预期。不同于已经量产装车的半固态电池，全固态电池还处于研发阶段，需要开发新的技术、工艺来解决固态电解质界面接触问题、固态电解质稳定性问题与大规模量产成本问题。如果新技术研发进度不及预期，全固态电池产业化进度或将延缓。

行业技术路线出现重大变化。液态锂离子电池技术也在不断发展，若未来行业技术出现重大突破，液态电池安全性问题与高能量密度正负极材料兼容性问题得以缓解，可能会对固态电池需求产生不利影响。此外，随着新型固态电解质材料的不断研发，未来主导材料也存在不确定性。

电力设备新能源小组团队介绍

中游制造组组长，电力设备新能源首席研究员：黄麟

吉林大学材料化学博士，深圳大学材料学博士后，曾任职于新时代证券/方正证券/德邦证券研究所。2022 年加入华创证券研究所。

高级分析师：盛炜

墨尔本大学金融专业硕士，入行 5 年，其中买方经验 2 年。2022 年加入华创证券研究所。

高级研究员：苏千叶

中南大学硕士，研究方向锂电池，曾任上汽新能源动力电池工程师、德邦电新研究员，2022 年加入华创证券研究所。

高级研究员：何家金

上海大学硕士。2 年电新研究经验，曾任职于方正证券研究所、德邦证券研究所，2022 年加入华创证券研究所。

高级研究员：吴含

中山大学金融学学士，伦敦大学国王学院金融硕士。1 年产业，2 年电新研究经验，曾任职于西部证券研究所、明阳智能投关部、德邦证券研究所。2022 年加入华创证券研究所。

研究员：梁旭

武汉大学物理学本科，港中文金融硕士，曾任职于德邦证券研究所。2022 年加入华创证券研究所。

助理研究员：代昌祺

西北农林科技大学金融学硕士，曾任职于德邦证券研究所。2022 年加入华创证券研究所。

助理研究员：蒋雨凯

中国科学技术大学金融硕士。2023 年加入华创证券研究所。

助理研究员：杨天翼

中山大学金融硕士。2023 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	副总经理、北京机构销售总监	010-63214682	zhangyujie@hcyjs.com
	张菲菲	北京机构副总监	010-63214682	zhangfeifei@hcyjs.com
	刘懿	副总监	010-63214682	liuyi@hcyjs.com
	侯春钰	资深销售经理	010-63214682	houchunyu@hcyjs.com
	过云龙	高级销售经理	010-63214682	guoyunlong@hcyjs.com
	蔡依林	高级销售经理	010-66500808	caiyilin@hcyjs.com
	刘颖	高级销售经理	010-66500821	liuying5@hcyjs.com
	顾翎蓝	高级销售经理	010-63214682	gulinglan@hcyjs.com
	车一哲	销售经理		cheyizhe@hcyjs.com
深圳机构销售部	张娟	副总经理、深圳机构销售总监	0755-82828570	zhangjuan@hcyjs.com
	汪丽燕	高级销售经理	0755-83715428	wangliyan@hcyjs.com
	张嘉慧	高级销售经理	0755-82756804	zhangjiahui1@hcyjs.com
	董姝彤	销售经理	0755-82871425	dongshutong@hcyjs.com
	巢莫雯	销售经理	0755-83024576	chaomowen@hcyjs.com
	王春丽	销售经理	0755-82871425	wangchunli@hcyjs.com
上海机构销售部	许彩霞	总经理助理、上海机构销售总监	021-20572536	xucaixia@hcyjs.com
	官逸超	上海机构销售副总监	021-20572555	guanyichao@hcyjs.com
	黄畅	上海机构销售副总监	021-20572257-2552	huangchang@hcyjs.com
	吴俊	资深销售经理	021-20572506	wujun1@hcyjs.com
	张佳妮	高级销售经理	021-20572585	zhangjiani@hcyjs.com
	蒋瑜	高级销售经理	021-20572509	jiangyu@hcyjs.com
	施嘉玮	高级销售经理	021-20572548	shijiawei@hcyjs.com
	朱涨雨	销售助理	021-20572573	zhuzhangyu@hcyjs.com
	李凯月	销售助理		likaiyue@hcyjs.com
	张玉恒	销售助理		zhangyuheng@hcyjs.com
广州机构销售部	段佳音	广州机构销售总监	0755-82756805	duanjiayin@hcyjs.com
	周玮	销售经理		zhouwei@hcyjs.com
	王世韬	销售经理		wangshitao1@hcyjs.com
私募销售组	潘亚琪	总监	021-20572559	panyaqi@hcyjs.com
	汪子阳	副总监	021-20572559	wangziyang@hcyjs.com
	江赛专	资深销售经理	0755-82756805	jiangsaizhuan@hcyjs.com
	汪戈	高级销售经理	021-20572559	wangge@hcyjs.com
	宋丹筠	销售经理	021-25072549	songdanyu@hcyjs.com

华创行业公司投资评级体系

基准指数说明：

A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500/纳斯达克指数。

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、转发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：上海市浦东新区花园石桥路 33 号 花旗大厦 12 层 邮编：200120 传真：021-20572500 会议室：021-20572522