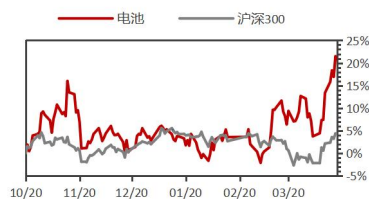


电力设备/电池

2026 年 04 月 20 日

标配 (首次评级)

一年内行业与大盘对比走势：

**证券分析师**

平敬伟 13052267730
S0400524050002
Pingjingwei@cdzq.com

研究支持

赵莹 15633562027
S0400124070042
zhaoying@cdzq.com

固态电池行业

——电池革命核心赛道，材料设备共筑未来

研报摘要：

- **电解质技术为核心。**固态电池以氧化物、硫化物及聚合物电解质为核心，具备高离子电导率、稳定性佳、加工性好等优势，适配锂金属负极。产业链上游为矿产资源，中游覆盖电池与关键材料制造，下游广泛应用于新能源汽车、消费电子及储能领域，形成完整产业生态。
- **材料筑基攻坚。**固态电池性能突破源自材料体系的迭代：正极向高镍化与富锂锰基化发展，负极向硅基与金属锂演进，电解质以氧化物和硫化物为主流，同时复合集流体的应用进一步提升了安全与能量密度。
- **工艺破界革新。**制造工艺也迎来颠覆，干法电极通过无溶剂工艺降本增效，等静压技术攻克固-固界面难题，高压化成激活电池性能，这些进展共同驱动固态电池从实验室迈向产业化。
- **需求拓疆拓应用，供给竞速定格局。**固态电池市场需求由政策与电动车率先驱动，并向消费电子、人形机器人及低空经济等多元领域拓展。亚太地区在全球市场中占据主导地位，其中中国凭借强劲的产业动能与密集的政策支持，贡献了全球超过 80% 的固态电池规划产能。固态电池目前成本依然较高，但随着关键材料价格快速下降，以及制造工艺的持续优化，这一局面正在改善。从企业规划来看，全球主要厂商的量产时间表已较为清晰，2027 年前后将成为产业化的关键节点。国内外企业正围绕技术路线与产能布局展开激烈竞速。
- **投资建议：**在政策与技术竞争驱动下，固态电池产业化进程加速，2026-2027 年为关键窗口期，硫化物电解质路线趋为主流。固态电池的应用场景从高端电动汽车，向低空经济、人形机器人等高价值领域加速拓展。当前产业链竞争主要聚焦于材料与设备环节，核心包括电解质降本与干法电极等关键技术的突破。行业处于规模化量产前夜，预计 2027 年前后成为产业化元年，有望开启长期高成长周期，给予“标配”评级。
- **风险提示：**技术路线与性能突破不及预期的风险；产业化进程与市场竞争风险；供应链成本与市场需求波动风险；宏观政策与地缘政治环境风险。

目录

1. 固态电池：从液态到固态，开启能量密度与安全性的新纪元	4
1.1 固态电池原理及优势	4
1.2 技术线路多元探索	5
1.3 产业链全景	5
2. 材料体系格局：性能突破之源，国产替代与瓶颈攻坚 6	
2.1 正极材料	6
2.2 负极材料	7
2.3 电解质材料	8
2.4 复合集流体	9
3. 技术工艺格局：干法电极与等静压引领制造革命	10
3.1 前段工艺：干法电极崛起，涂布时代面临挑战	10
3.2 中段工艺：精度为王，等静压成为“标配”	12
3.3 后段工艺：高压化成“激活”性能	13
4. 需求：政策与市场双轮驱动，电动车率先引领	14
4.1 竞争格局：亚太区占市场规模半数，中国势能强劲	14
4.2 下游需求：电动汽车率先破冰，多元应用梯次跟进	15
4.2.1 新能源汽车	15
4.2.2 消费领域	16
4.2.3 低空经济	17
4.3 行业政策：政策明确，大力推进	18
5. 供给：中国主导产能，成本下行驱动产业化提速	18
5.1 区域情况：中国在全球固态电池产能中占据主导地位	18
5.2 成本情况：材料成本占比高，成本呈现下降趋势	19
5.3 企业情况：量产规划清晰，半固态产线逐步建成	20
6. 投资建议	22
7. 风险提示	22

图表目录

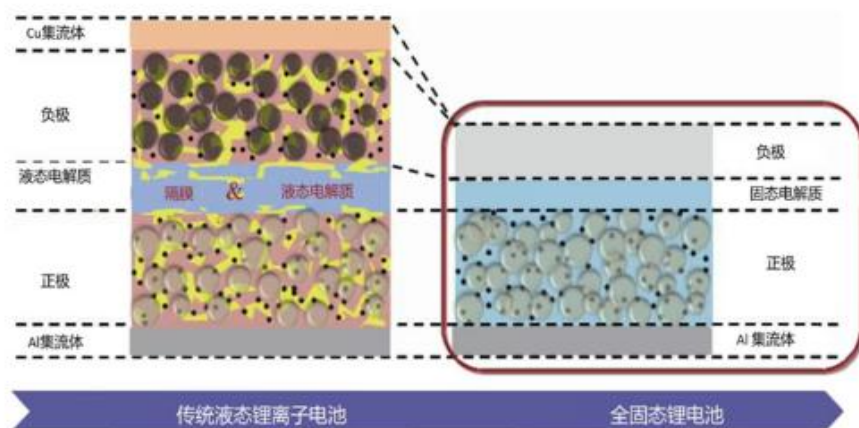
图 1 : 液态电池与固态电池工作原理	4
图 2 : 固态电池产业链	6
图 3 : 全球技术路线占比	8
图 4 : 复合集流体三明治结构	9
图 5 : 固态电池 (左) VS 液态电池 (右) 工艺	10
图 6 : 等静压处理前 (左) VS 等静压处理前后 (右)	12
图 7 : 高压化成工艺步骤图	13
图 8 : 一体式卧式高温夹具机	13
图 9 : 固态电池国际市场份额 (%)	14
图 10 : 全球固态电池市场规模以及渗透率	14
图 11 : 中国固态电池产业区域竞争格局	15
图 12 : 中国固态电池市场规模以及增速	15
图 13 : 中美欧动力电池出货量 (GWh)	15
图 14 : 全球新能源汽车销量及渗透率	16
图 15 : 中国新能源汽车销量及渗透率	16
图 16 : 全球消费电池出货量及增速	17
图 17 : 全球人形机器人市场规模及增速	17
图 18 : 全球 eVTOL 市场规模及销量	17
图 19 : 中国 eVTOL 市场规模	17
图 20 : 全球固态电池产能情况	19
图 21 : 中国前三季固态电池新增产业项目占比	19
图 22 : 固态电池价格预测	19
表 1 : 固态电池优势	4
表 2 : 固态电池技术路线	5
表 3 : 固态电池正极材料重点公司布局	6
表 4 : 固态电池负极材料重点公司布局	7
表 5 : 传统集流体 VS 复合集流体	9
表 6 : 湿法电极技术 VS 干法电极技术	11
表 7 : 相关企业干法电极进度	11
表 8 : 等静压种类	13
表 9 : 中国固态电池相关政策	18
表 10 : 固态电池成本估算	20
表 11 : 全球主要企业固态电池量产规划	21
表 12 : 全球主要企业针对全固态电池的设计和生 产计划(单位:年) ...	21

1. 固态电池：从液态到固态，开启能量密度与安全性的新纪元

1.1 固态电池原理及优势

液态锂离子电池的能量密度正逐渐接近理论极限,因此转向固态电池技术已成为产业共同方向。固态电池是对现有锂离子体系的一次本质突破,关键体现在以固态电解质全面取代传统电池中易燃、易挥发的有机液体电解质。这一替代不仅是材料的更换,更带来了从电化学基础到生产技术的系统性革新。固态电池通常呈现为“负极-固态电解质-正极”的层叠构型,其工作机理仍延续“摇椅式”模式,即在充放电过程中依靠锂离子在正极与负极之间的可逆嵌入与脱出。

图 1：液态电池与固态电池工作原理



资料来源：许晓雄等《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，财达研究

相较于液态锂电池，固态电池具有以下优势：超高能量密度，固态电解质化学窗口更宽，可匹配超高电压正极和高容量负极，理论比容量可达 3860mAh/g，理论能量密度可达 500Wh/kg 以上，远超当前液态锂电池 300Wh/kg 的天花板，较大程度消除液态电解质燃烧、泄漏风险。固态电解质机械强度高，能有效抑制锂枝晶穿刺，从根本上解决电池热失控的行业痛点；更长循环寿命与更宽温域，固态界面副反应少，结构更稳定。同时不受低温电解液凝固影响，工作温度范围大幅拓宽；系统简化潜力，可简化或取消隔膜、部分封装及热管理系统，利于电池包结构的集成化创新。

表 1：固态电池优势

参数	液态电池	半固态电池	全固态电池
电解质	液态电解质（液体含量 20%）	固液混合电解质（液体含量 5%-10%，复合电解质）	固体电解质
隔膜需求	需要隔膜	需要隔膜（部分设计可简化、减少用量）	无需隔膜

结构组成特征	液态电解液+隔膜+多相正极材料+多相负极材料+铝箔集流体/铜箔集流体	(电解液+固态电解质混合体系)+隔膜+多相正极材料+多相负极材料+铝箔集流体/铜箔集流体	固态电解质+多相正极材料+碳基/硅基/锂金属负极+铝箔集流体/铜箔集流体
能量密度	主流产品 160-300Wh/kg (磷酸铁锂 160-210Wh/kg, 三元 200-300Wh/kg)	300-500Wh/kg	2500Wh/kg (理论上可达到 900Wh/kg)
工作温度范围	-10℃~55℃	-10℃~80℃	-40℃~150℃
安全性	液态电解质易燃、易挥发, 高温或穿刺时可能引发漏液、燃烧甚至爆炸	安全性显著提升, 液态成分减少, 燃点提高, 穿刺、挤压时不易起火	固态电解质不可燃, 无漏液风险, 高温、机械损伤、穿刺也不会起火

资料来源: 深企投产业研究院, 财达研究

1.2 技术线路多元探索

固态电池的技术路径主要依据固态电解质材料进行划分, 主要包括聚合物、氧化物、硫化物与卤化物四大体系。其中, 聚合物固态电解质研发进展较快, 技术成熟度较高, 但综合性能进一步提升的空间有限; 氧化物电解质在各项性能上较为均衡, 是固态电池前期发展较为可行的选择; 而硫化物电解质则凭借更高的离子电导率与更优的加工性能, 被视为最具应用潜力的技术方向, 也成为当前产业研发的重点。由于卤化物电解质的产业化仍处于实验室阶段, 所以重点介绍以上三大路线。

表 2: 固态电池技术路线

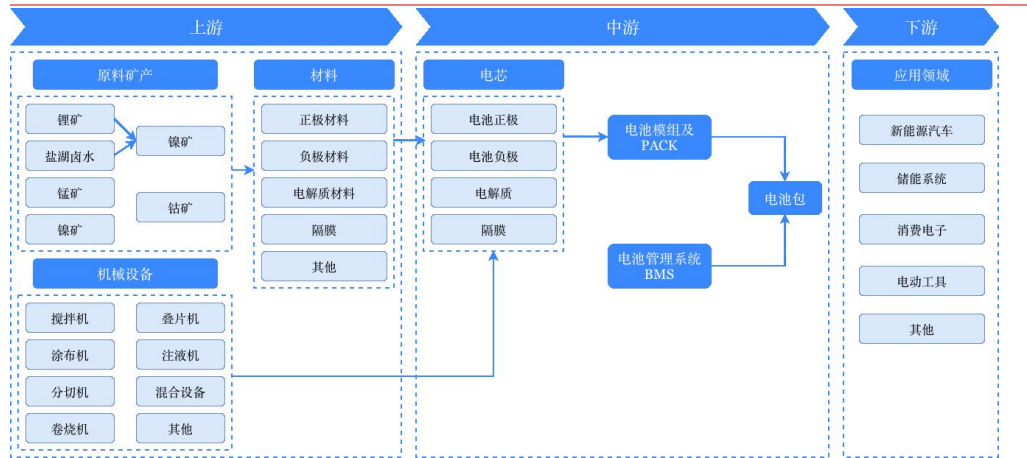
电解质类型	具体类型	优点
氧化物电解质	钙钛矿型	空气稳定性好, 兼容锂金属负极
	石榴石型	
	锂离子导体型	
硫化物固态电解质	非晶态	具有较高的离子电导率, 具备良好的机械性能与加工性能
	硫代磷酸盐	
	硫银锗矿型	
	晶态	
聚合物固态电解质	锂磷硫型	加工性好, 界面相容性好
	Thio-LISICON	
	PEO 等	

资料来源: 中能化学研究院, 财达研究

1.3 产业链全景

固态电池产业链可分为上、中、下三个主要环节。上游包括锂、锰等关键矿产资源供应商; 中游涵盖固态电池生产商及核心材料(如固态电解质、正负极材料)供应商; 下游则主要面向新能源汽车、消费电子与储能系统等多个应用领域。

图 2：固态电池产业链



资料来源：前瞻产业研究院，财达研究

2. 材料体系格局：性能突破之源，国产替代与瓶颈攻坚

2.1 正极材料

在固态电池技术体系中，正极材料对电池整体性能具有关键影响。从钴酸锂、高安全性的磷酸铁锂至高能量密度的三元体系，正极材料的迭代一直是推动锂电池技术进步的重要动力。其研发需同时兼顾能量密度、循环寿命及成本，挑战显著。随着固态电解质与金属锂负极等技术日益完善，正极材料也将朝着超高镍三元与富锂锰基等新一代体系演进。

目前固态电池正极向高容量、高电压发展，主要围绕两大方向：高镍三元材料凭借较为成熟的产业基础，在循环性能和倍率特性上表现突出；富锂锰基材料则具有更高的理论容量，被视为未来重要发展方向，但其商业化进程仍存在挑战。

表 3：固态电池正极材料重点公司布局

公司名称	主要开发方向	产业化进展与特点
当升科技	以高镍/超高镍三元材料为核心，同时布局富锂锰基材料及配套固态电解质。	其适配固态电池的高镍材料已实现 10 吨级/年的批量供应，并已向国内多家主流固态电池企业送样或供货。
容百科技	聚焦于适配硫化物固态电池体系的高镍单晶正极材料，并同步研发硫化物电解质。	高镍正极材料已达成吨级出货；其硫化物电解质中试产线计划于 2026 年建成。公司已启动 Ah 级全固态电池的联合开发。
湖南裕能	在规模化生产磷酸铁锂及三元材料的基础上，进行技术延伸和储备。	公司在传统锂电正极材料领域拥有显著的产能规模与成本控制经验，为参与未来市场竞争奠定基础。

部分 初创 企业	集中资源研发富锂锰基正极材料。	该类材料仍处于攻克电压衰减等科学问题的阶段，企业计划建设百吨级产线以供下游验证， 是重要的技术探索方向。
----------------	-----------------	--

资料来源：中商产业研究院，财达研究

2.2 负极材料

固态电池负极材料正向硅基与金属锂两大方向演进。目前产业正逐步从成熟的石墨负极，向硅基材料过渡，并最终朝金属锂负极迭代。石墨负极受限于较低的理论容量，难以满足高能量密度需求，因此硅基材料正成为当前研发与应用的焦点，而金属锂负极则代表着更长远的发展目标。

硅基负极具有很高的理论比容量,但在充放电过程中存在显著的体积膨胀，导致结构破坏与循环性能下降。为解决此问题，技术路径已从早期简单混合的纳米硅碳材料,发展到采用多孔碳骨架结合化学气相沉积（CVD）硅的第三代解决方案。此方法利用碳基体有效缓冲硅的体积变化，有助于提升首次库伦效率和循环寿命，其规模化生产的核心难点在于 CVD 工艺的均匀性与安全控制。

金属锂负极是实现极高能量密度的关键,主要应用于固态锂离子和锂硫电池体系。其面临的根本挑战是锂枝晶生长带来的短路风险。在制造工艺上，如何量产超薄、均匀且无缺陷的金属锂箔是一大工程难题。在材料科学层面，核心在于稳定锂金属与固态电解质之间的界面，抑制副反应和枝晶生长，目前主要通过构建人工固态电解质界面膜（SEI）和设计三维集流体结构进行优化。

表 4：固态电池负极材料重点公司布局

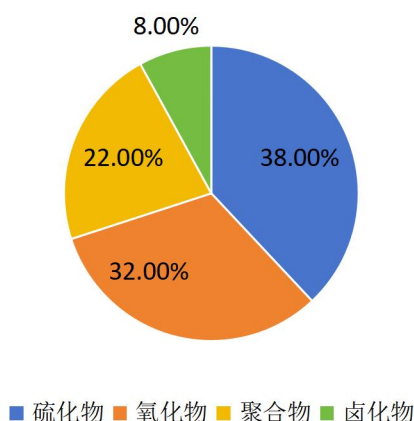
公司名称	核心方向	关键进展
贝特瑞	硅基负极、锂碳复合负极、固态电解质	锂碳复合负极通过多家头部厂商验证，负极材料总产能达 57.5 万吨/年。
璞泰来	硅碳负极、锂金属负极、固态电解质	安徽硅碳负极产能约 400 吨/年试生产；2026 年负极 出货目标 25 万吨。
杉杉股份	硅基负极	作为传统负极龙头，在该领域有研发和产能基础。
翔丰华	硅碳负极	产品已交付客户测试，计划 2025 年小批量试产。
中科电气	硅碳负极	产品通过客户测评，即将进入量产导入阶段。
道氏技术	硅碳负极、单壁碳纳米管(导电剂)	年产 1000 吨硅碳负极项目推进中；已向 30 余家客户送样。
天齐锂业	金属锂负极	现有 600 吨/年金属锂产能；已实现超薄锂带制备并推进验证。

资料来源：中商产业研究院，财达研究

2.3 电解质材料

固态电解质是全固态电池区别于传统液态电池的核心部件。根据材料体系的不同，目前主要技术路线包括硫化物、氧化物、聚合物以及卤化物电解质四大类，全球研发布局各有侧重，日韩企业倾向于硫化物，欧美企业倾向于氧化物和聚合物，中国更倾向于硫化物和氧化物。根据EVTank数据，硫化物占比38%，氧化物占比32%，聚合物占比22%，卤化物占比8%。

图 3：全球技术路线占比



资料来源：EVTank，伊维经济研究院，财达研究

聚合物电解质柔韧性好、易加工且成本较低，但与液态电解质相比，其室温离子电导率偏低，同时存在电化学窗口窄、热稳定性一般等缺点，限制了其在动力电池中的性能。因此，其当前主要应用于对能量密度要求不高的微型储能等特定领域。该路线已实现早期商业化，当前研究前沿是通过构建多维拓扑结构、实施聚合物氟化工程等分子设计策略，开发兼具高离子电导率与宽电压窗口的新型聚合物体系。**硫化物电解质**拥有所有固态电解质中最高的室温离子电导率，可媲美液态电解液，且质地较软、界面接触性好。然而，其化学稳定性极差，遇水氧易产生剧毒 H_2S 气体，对生产环境与成本控制构成严峻挑战。它被全球产业界视为实现高性能全固态电池的终极方向，以丰田、宁德时代为代表的龙头企业正密集研发，行业普遍目标是在2027-2028年实现小批量装车。**氧化物电解质**具有优异的热稳定性和化学稳定性，原材料成本也较低，但质地刚硬，导致与电极的固-固界面接触差、阻抗高，这是其产业化的主要瓶颈。目前，它是半固态电池技术路线的主流选择，已有产品实现装车试用。产业界的最新进展正集中于通过制备超薄膜、纳米化或与聚合物复合等技术来攻克界面难题。**卤化物电解质**在离子电导率与宽电化学窗口之间取得了良好平衡，适配高电压正极，理论前景广阔。但其主要缺点是对水极为敏感，且大规模制备均匀、超薄电解质膜的工艺尚不成熟。作为一条新兴潜力路线，它目前仍处于从实验室

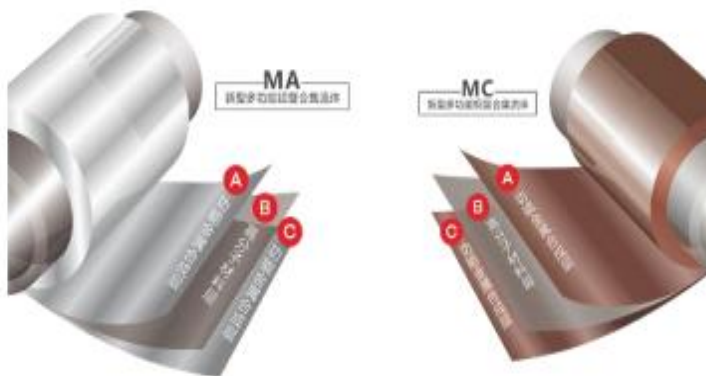
研发向中试过渡的阶段,国内外多家电池企业已开始进行专利布局和试点产线规划。

从发展前景看,硫化物路线因性能优势被视为全固态电池产业化主流方向,氧化物路线在半固态电池领域进展较快,聚合物路线在柔性应用场景有独特优势,卤化物路线则处于研发探索阶段。未来可能呈现多元技术路线并存、互补发展的格局。整体上,固态电解质的技术成熟与产业化进程,将直接决定全固态电池的商业化步伐。

2.4 复合集流体

固态电池复合集流体是一种“金属-高分子材料-金属”的三明治结构,其功能主要为承载活性物质以及汇集并传导电流。其核心功能已从传统集流体的单一导电,拓展为通过轻量化提升能量密度,并利用高分子层阻断热失控、抑制锂枝晶,以解决固态电池的关键界面问题。

图 4：复合集流体三明治结构



资料来源：重庆金美官网，财达研究

与传统纯金属箔相比,其核心优势在于:安全性高,可熔断以隔绝热失控;能量密度更高,重量更轻;成本更低,金属用量减少,原材料成本可降超 50%;适配性更好,能通过镀层优化耐受固态电解质的腐蚀。目前,复合集流体正从实验室研发加速走向产业化应用。在液态、半固态电池领域,它已成为明确的降本增效方案,多家企业已获得电池厂商的批量订单。面向全固态电池,产业界已展开前瞻布局。

表 5：传统集流体 VS 复合集流体

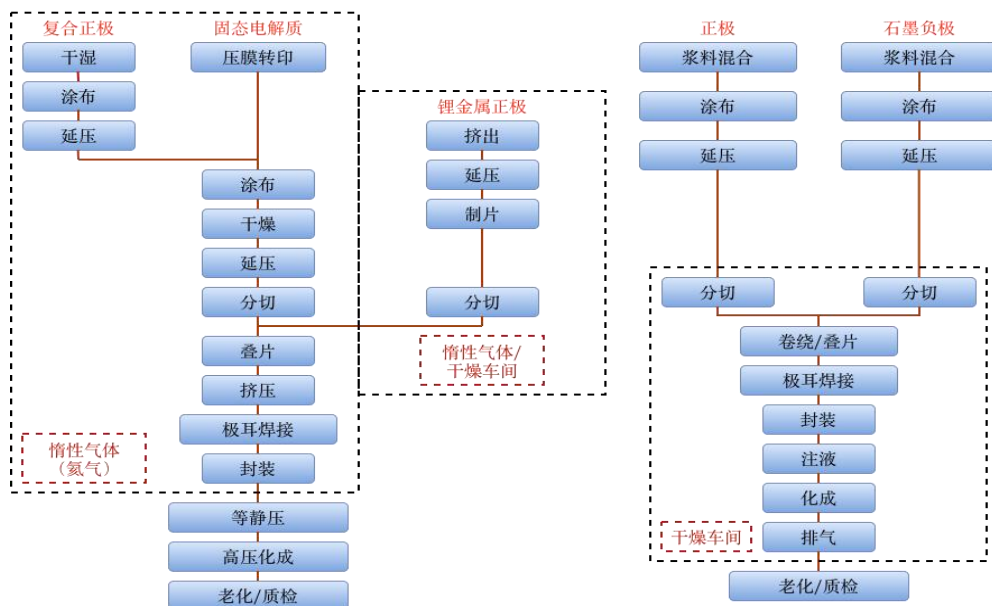
指标	传统集流体	复合集流体
安全性	穿刺易引发大面积短路和热失控	局部熔断,阻燃基材抑制热蔓延
能量密度	惰性金属占比高,限制活性物质空间	轻量化设计提升重量/体积能量密度
循环寿命	活性材料易脱落,锂枝晶生长显著	抑制体积膨胀,减少结构失效
成本	金属材料成本占比高(铜箔 83%)	高分子基膜成本占比低(复合铜箔 31%)
导电性	高电导率,但厚金属层增加重量	电导率略低,需优化金属层沉积工艺

资料来源：维科网，财达研究

3. 技术工艺格局：干法电极与等静压引领制造革命

固态电池的制造是对传统锂电生产线的颠覆性重构,其核心逻辑从“处理液体”转变为“处理固体并解决固-固接触”。2026-2027 年是固态电池专用设备定点、定型的关键窗口期。中国锂电设备产业凭借在传统领域积累的快速响应、迭代和服务能力,已在新一轮设备革新中抢占先机。具备核心工艺理解、能提供“设备+工艺”打包服务的厂商,将深度绑定下游电池客户,享受技术代际更迭带来的最大红利。传统涂布、注液设备厂商则面临转型压力。

图 5：固态电池（左）VS 液态电池（右）工艺



资料来源：锂电材料工艺-固态电池制备工艺流程及设备，财达研究

3.1 前段工艺：干法电极崛起，涂布时代面临挑战

在锂电制造中，主要有湿法和干法两种工艺：

(1) 传统湿法电极工艺：是目前的主流技术，技术完善成熟。将原料、粘合剂、NMP 溶剂混合制备而成的浆料，按要求湿涂在集流体表面，并对集流体上的涂覆浆料进行干燥与压延。该工艺的核心成本与环保痛点集中在浆料溶剂上。广泛使用的 N-甲基吡咯烷酮（NMP）成本高昂，且有毒需全套回收系统，后期处理成本可占总成本的 48%。此外，极片涂布后漫长的烘干过程，能耗占制造成本的近 20%。因此，尽管工艺成熟，但降本增效和环保压力巨大。

(2) 干法电极工艺：最受关注的颠覆性技术，未来的发展方向。一种锂离子电池制造的新工艺，在电极的制程中不采用溶剂，通常是将

正/负极活性物质、导电剂与固态粘结剂直接混合后，直接喷涂到集流体上，或者通过不同的工艺制成自支撑膜后与集流体复合。由于没有溶剂，电极可被压制得更厚、密度更高，为电池实现更高能量密度提供了可能。其核心是干法电极成型复合一体机，通过多辊（四辊、八辊甚至十辊）连续热压，将干粉直接压成高密度、自支撑的电极膜，再与集流体复合。

干法电极的核心优势在于更低的成本、更高的性能与更好的环保性。它省去传统湿法工艺中的溶剂和烘干步骤，直接降低制造成本、简化生产流程并减少污染；同时能制造出更厚更密的电极，大幅提升电池的能量密度和循环寿命，被认为是未来固态电池的理想工艺。纳科诺尔等头部设备商已为宁德时代等客户开发设备并建立示范线，产业化正在加速。

表 6：湿法电极技术 VS 干法电极技术

对比项	湿法电极技术	干法电极技术
成本	电极干燥/溶剂 NMP 回收相关成本(47%)、材料成本 (溶剂占比 1%~2%)	不使用溶剂 NMP，无电极干燥和溶剂回收相关成本，总成本降低 15%
对环境的影响	有毒溶剂，能耗高，CO2 排放量大	无溶剂，能耗更低，每生产 10kWh 的 CO2 排放量减少 1000kg
生产效率	7 个步骤，干燥、溶剂回收耗时>3h	5 个步骤，无需干燥时间，生产时间减少 16.2%~21.4%
能量消耗	约 47%的总能耗用于干燥和溶剂回收，每生产 10kWh，干燥和溶剂回收耗电 420Wh	无干燥和溶剂回收过程，能原成本降低 38%~40%
兼容性	在制备厚电极方面具有显著优势，可用于预锂化，可制备全固态电池的电极	不适用于厚电极和固态电极的制备
电极性能	厚电极中的黏结剂表现出梯度变化，颗粒黏附性较差 (<4mAh/cm)，孔隙率更高	特定黏结剂分布，倍率性能提高，孔隙率降低，颗粒黏附性更好(>5mAh/cm)，电极机械强度显著提高

资料来源：储能科学与技术，财达研究

干法电极专用设备，目前正处于从“样机交付与调试”向“首批量产线安装投产”过渡的关键阶段，尚未实现大规模普及，但首条完整的干法电极量产线计划于 2026 年中投产。

表 7：相关企业干法电极进度

公司	核心进展	所处阶段
安高特电	在浙江桐庐开建国内首条干法层压固态电池产线，采用干法电极+层压封装技术。	产线建设中，计划 2026 年 5 月投产。
先惠技术	与清陶能源合作研发的干法辊压等核心设备，已成功交付客户并处于精细调试阶段。	设备已完成交付，处于客户现场调试阶段。
宏工科技	自主研发的混合均质一体机、干法研磨机等设备已获头部客户订单，客户验证与订单交付稳步推进。	设备已获得订单并逐步交付验证。

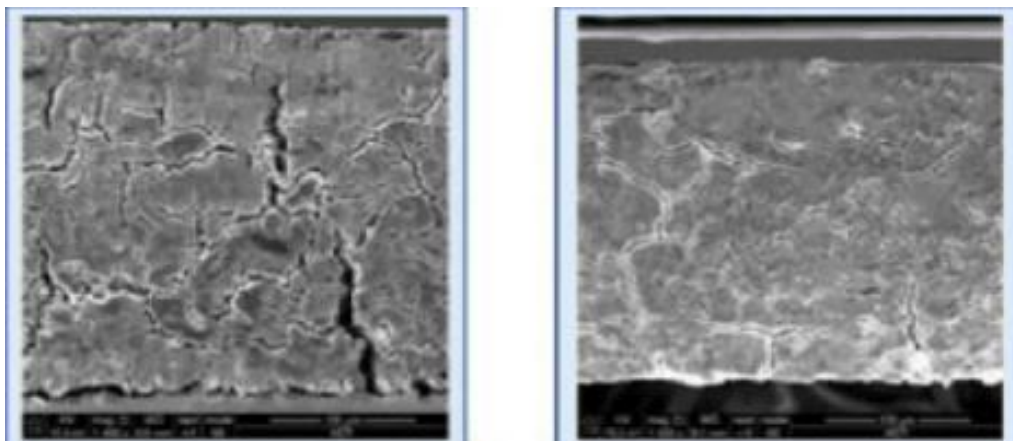
公司	核心进展	所处阶段
冠鸿智能	签订了 200MWh 的全固态电池生产线项目，旨在推动干法电极技术产业化。	项目已签约，具体量产时间待公布。

资料来源：各公司公告，财达研究

3.2 中段工艺：精度为王，等静压成为“标配”

等静压设备的核心任务是解决固态电池固有的“固-固界面”难题。与传统液态电池不同，固态电池内部缺乏可流动的电解液来填充空隙，导致电极与固态电解质间接触点有限、阻抗极高。等静压技术通过液体或气体介质，对封装在柔性模具中的电芯施加从各个方向完全相等的超高压。这一过程能有效消除内部孔隙，迫使固态颗粒间形成紧密、大面积的接触，从而大幅降低界面电阻，提高离子电导率和机械强度，最终提升电池的能量密度和循环寿命。

图 6：等静压处理前（左）VS 等静压处理前后（右）



资料来源：WS 微思高压流体公众号，财达研究

根据工作温度和压力，等静压主要分为三类，其中“温等静压”是当前固态电池研发的重点：

冷等静压：在室温下工作，压力范围 100-630MPa。优点是无需加热、设备成本较低；缺点是对于某些材料，致密化效果有限。

温等静压：工作温度通常不超过 500℃，压力可达 300MPa 左右。它被认为是目前适配固态电池的最优路径，因为适中的温度既能提升材料塑性与离子电导率，促进致密化，又能避免热等静压可能引发的高温副反应，在性能、成本和效率间取得了最佳平衡。海外龙头 Quintus 在 2025 年 11 月发布的新一代温等静压机，压力高达 600MPa，温度 145℃，专为全固态电池中试生产设计。

热等静压：在 1000-2200℃高温和 100-200MPa 高压下同时工作。优点是致密化程度最高；缺点是设备昂贵、能耗巨大，且过高温度可能导致电池材料发生不必要的化学反应。

表 8：等静压种类

指标	冷等静压（CIP）	温等静压（WIP）	热等静压（HIP）
压力介质	液体-水	液体-油/水	气体-氩气/氮气
标准温度（C/F）	20/68	150/302	2000/3632
标准压强（Mpa/ksi）	600/87	500/72.5	207/30
循环时间	短	中	长
设备成本	低	中	高

资料来源：锂电材料工艺-固态电池制备工艺流程及设备，财达研究

3.3 后段工艺：高压化成“激活”性能

与液态电池的常压化成不同，固态电池在首次充电（化成）时，仍需在高压（60-80 吨）下进行，以进一步优化刚刚形成的固-固界面。由于没有液态电解液的浸润，电极与固态电解质之间物理接触点少，阻抗极高。高压化成的作用，就是在电池首次充放电时，通过持续的超高压力和适宜温度，迫使固体颗粒间发生紧密的物理和电化学接触，从而“激活”锂离子通道，形成稳定的固体电解质界面膜（SEI），这是电池能够正常工作的前提。

固态电池高压化成设备技术壁垒极高，是当前固态电池从中试迈向量产必须攻克最后一道工艺关卡。需要超高压稳定输出技术，设备需长时间稳定输出高达 45MPa 以上的面压，相当于每平方厘米承受 450 公斤以上压力，且压力均匀性要求极高。精准立体温控技术，化成过程常在高温下进行，最新方案通过 3D 液冷/电热系统，实现了对每个电芯的独立精准控温，温差可控制在±2℃以内，确保反应均匀。AI 驱动智能电化学算法，系统通过毫秒级数据采集，利用 AI 算法实时诊断并动态优化每个电芯的充电曲线，实现个性化激活，提升整体一致性和性能。

图 7：高压化成工艺步骤图



图 8：一体式卧式高温夹具机



资料来源：公开资料整理，财达研究

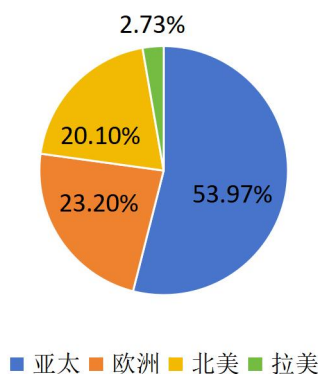
资料来源：先导智能官网，财达研究

4. 需求：政策与市场双轮驱动，电动车率先引领

4.1 竞争格局：亚太区占市场规模半数，中国势能强劲

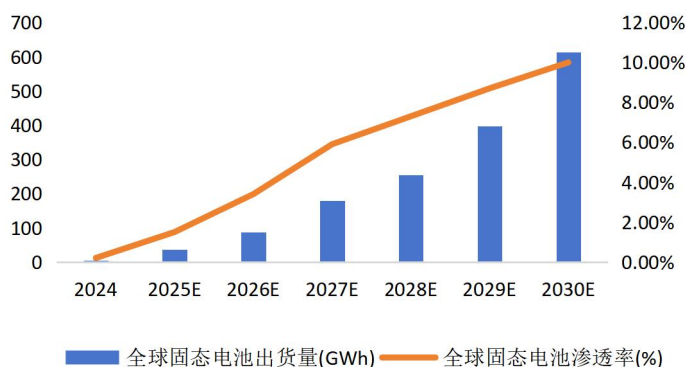
国际竞争格局，亚太区占据固态电池市场规模的 50% 以上。中日韩主导产业化进程，其中日本量产规划最为激进，中韩企业快速发展，欧美企业多通过“初创+车企”模式聚焦前沿技术。竞争焦点已转向量产能力与成本控制，硫化物路线是主流研发方向，而氧化物路线已在中国率先实现装车。大规模商业化仍面临成本高昂、工艺复杂和供应链重塑等核心挑战，2027-2030 年是决定竞争格局的关键窗口期。

图 9：固态电池国际市场份额（%）



资料来源：PrecedenceResearch，财达研究

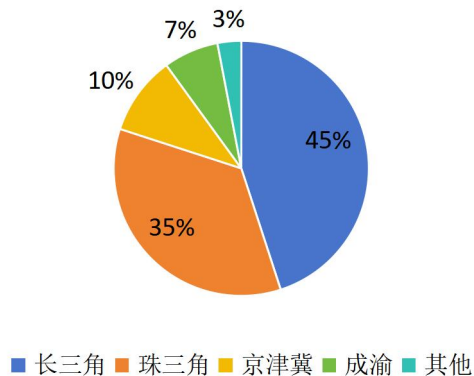
图 10：全球固态电池市场规模以及渗透率



资料来源：中商情报网，财达研究

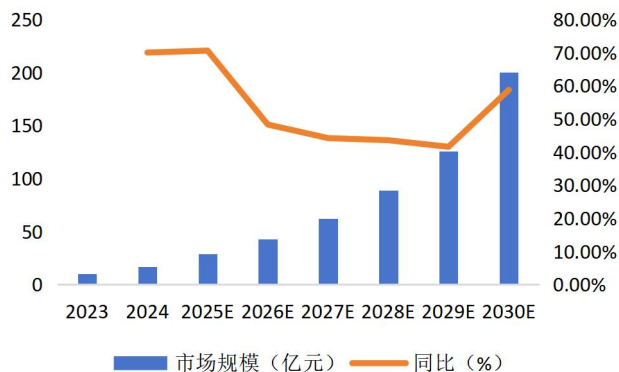
国内竞争格局，呈现地方集群加速成形，依托本地产业基础与应用场景进行差异化卡位的特点，长三角与珠三角具有全产业链生态与终端市场协同优势，占据超八成市场份额。2030 年固态电池技术将进入商业化阶段，在电池市场中的渗透率将达 10%，届时中国市场空间将增至 200 亿元。

图 11：中国固态电池产业区域竞争格局



资料来源：中研网，财达研究

图 12：中国固态电池市场规模以及增速



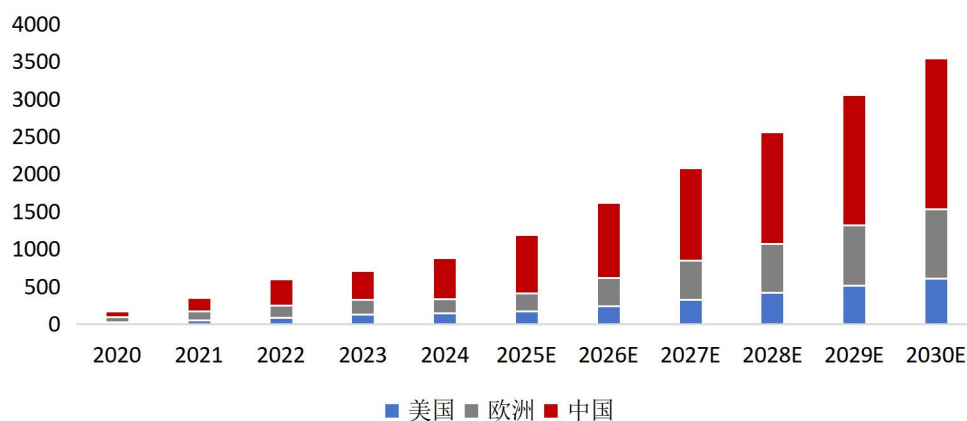
资料来源：中商产业研究院，财达研究

4.2 下游需求：电动汽车率先破冰，多元应用梯次跟进

4.2.1 新能源汽车

中国在新能源汽车市场占据主导地位，欧美地区则被视为未来增长的核心。随着全球汽车电动化趋势不断深化，动力电池出货量持续攀升。全球动力电池出货量从 2020 年的 182GWh 增至 2024 年的 969GWh，年复合增长率达 51.8%；预计到 2030 年将进一步达到 3754GWh，2024 至 2030 年间年复合增长率为 25.3%。其中，欧洲市场出货量有望从 2024 年的 190GWh 提升至 2030 年的 918GWh，年复合增长率 30.0%；美国市场则预计从 143GWh 增至 608GWh，年复合增长率 27.2%。欧美动力电池市场即将进入快速增长阶段。

图 13：中美欧动力电池出货量 (GWh)

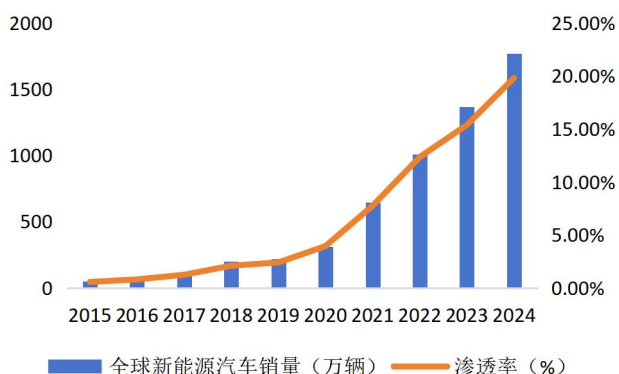


资料来源：高工产研，财达研究

新能源汽车领域中国企业占据绝对主导，欧美市场具有广阔空间。2024 年，全球新能源汽车销量达 1823.6 万辆，同比增长 24.4%。其中，中国市场销量占比高达 70.5%，且份额仍在持续提升。据 EVTank 预测，

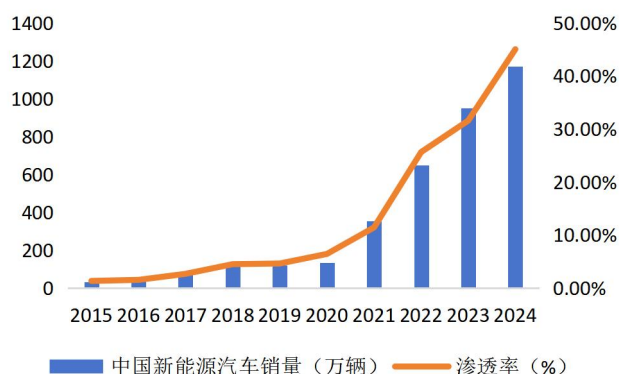
2025 年全球销量将增至 2240 万辆，中国占比预计进一步提升至 74%，持续引领全球增长。

图 14：全球新能源汽车销量及渗透率



资料来源：iFind，财达研究

图 15：中国新能源汽车销量及渗透率



资料来源：，财达研究

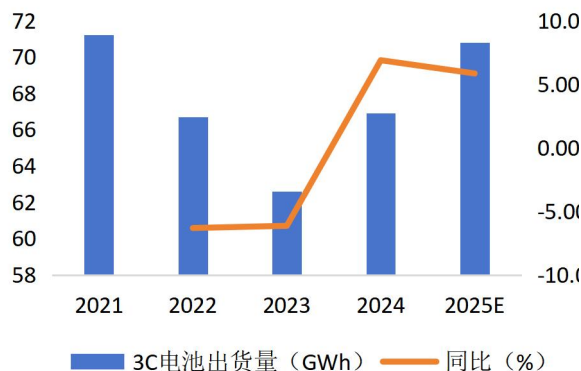
4.2.2 消费领域

消费电池主要用于手机、相机等传统领域以及人形机器人、低空经济新型领域。

在手机领域，固态电池正成为解决 AI 手机高功耗与机身轻薄化矛盾的关键，当前以半固态电池技术率先在高端折叠屏机型（如 vivo 相关产品）中量产应用，其更高能量密度与安全性有助于容纳更大电池，并满足 AI 算力对高倍率放电和热稳定性的苛刻要求。全固态电池被认为是实现手机形态再次革命的终极能源方案。头部电池企业预计，全固态电池的商业化时间点正在临近，其在能量密度和安全性上的质变性提升，将彻底解决现有电子设备的能源焦虑，为消费电子开启新的创新空间。

相较于传统消费电子领域，人形机器人对锂电池产品提出更为严苛的性能要求。当前，续航与安全是制约人形机器人走向实用的两大瓶颈，而固态电池提供了根本性的解决方案。目前主流人形机器人的续航普遍在 2-4 小时，严重限制了其作业能力。固态电池理论上能达到 400-600 Wh/kg 的超高能量密度，是解决“续航焦虑”的最优路径。更重要的是，其采用不可燃的固态电解质，从根本上杜绝了传统锂电池在动态、复杂工作环境下可能发生的漏液、起火等热失控风险，提供了机器人不可或缺的本质安全。此外，固态电池支持灵活的异形设计和更宽的工作温度范围，能完美适配机器人关节的复杂结构和户外作业的极端环境。

图 16：全球消费电池出货量及增速



资料来源：起点研究院，财达研究

图 17：全球人形机器人市场规模及增速

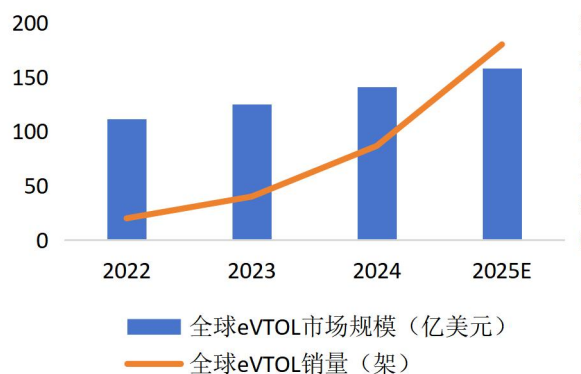


资料来源：中商产业研究院，财达研究

4.2.3 低空经济

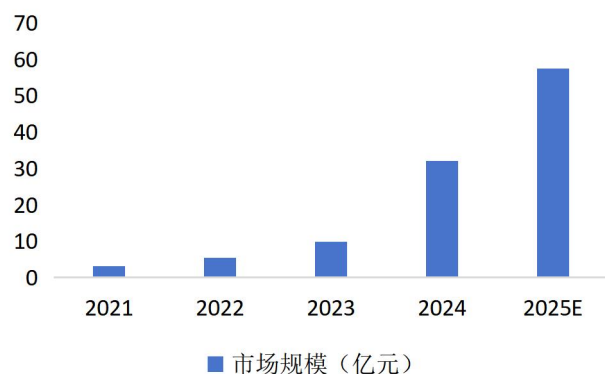
以 eVTOL（电动垂直起降飞行器）为代表的低空飞行器，对电池有近乎极致的性能要求：极高的能量密度（ $>400\text{Wh/kg}$ ）以延长航时，极高的功率输出以满足起降瞬时需求，以及极高的安全冗余。因此，业内普遍认为固态电池是低空经济爆发的关键前提。目前，孚能科技、赣锋锂业等公司的半固态电池方案已与 eVTOL 厂商合作送样或进入适航认证流程。目前全球 eVTOL 行业步入快速发展初期，预计 2025 年全球 eVTOL 销量可达 270 架，对应市场规模有望达到 158.2 亿美元。中国 eVTOL 市场增速较快，预计 2025 年市场规模将达 57.5 亿元，5 年复合增速有望达到 78%。

图 18：全球 eVTOL 市场规模及销量



资料来源：中商产业研究院，财达研究

图 19：中国 eVTOL 市场规模



资料来源：中商产业研究院，财达研究

4.3 行业政策：政策明确，大力推进

当前，中国固态电池产业已形成了“国家战略定调、部委标准引导、地方试点推进”的立体化政策支持体系。政策重点非常明确：一是通过标准制定引领技术路线和产业升级；二是设立清晰的产业化时间表；三是鼓励地方发挥产业集聚优势，进行先行先试。

表 9：中国固态电池相关政策

发布时间	政策名称 / 会议	发布机构	主要内容
2025 年 2 月	《新型储能制造业高质量发展行动方案》	工业和信息化部等八部门	支持锂电池、钠电池向固态化发展，作为重点攻关方向之一。 提出到 2027 年，培育 3—5 家全球竞争优势明显的生态主导型企业。
2025 年 2 月	《上海市新型储能示范引领创新发展工作方案（2025—2030 年）》	上海市人民政府办公厅	着力攻坚长时储能技术，重点突破高安全、高能量密度全固态电池的高导电性固体电解质、固/固界面、器件制备与集成等关键技术。计划到 2030 年，建成覆盖固态电池上下游的完整产业链。
2025 年 4 月	《2025 年工业和信息化标准工作要点》	工业和信息化部科技司	提出建立健全全固态电池标准体系，以高水平标准建设服务行业高质量发展。
2025 年 4 月	《2025 年汽车标准化工作要点》	工业和信息化部	明确提出加快全固态电池标准研制，以优化动力电池性能要求。
2025 年 9 月	《新型储能规模化建设专项行动方案（2025—2027 年）》	国家发展改革委、国家能源局	将固态电池列为多元技术创新之一，作为示范应用技术进行推广。提出到 2027 年，推动锂离子电池储能规模化应用，固态电池等新技术示范应用。
2025 年 10 月（正式印发）	《珠海市推动固态电池产业发展行动方案（2025-2030 年）》	珠海市人民政府	中国首个系统指导固态电池发展的地方专项方案。设定目标：到 2027 年布局一批技术创新项目；到 2030 年产业化稳步推进，产业初步形成规模。重点发展半固态/全固态电池电芯、上游材料和设备（如干法电极工艺）。
2026 年 1 月	节能与新能源汽车产业发展部际联席会议 2026 年度工作会议	工业和信息化部（牵头）	部署 2026 年重点工作，强调要提升产业链自主可控能力，加快突破全固态电池等技术。

资料来源：公开资料整理，财达研究

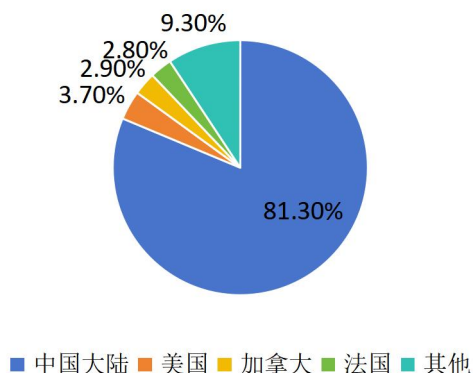
5. 供给：中国主导产能，成本下行驱动产业化提速

5.1 区域情况：中国在全球固态电池产能中占据主导地位

中国在全球固态电池产能中占据主导地位，2025 年全球固态电池产能预计有超过 80% 来自中国。当前，国内产能建设正在快速推进，

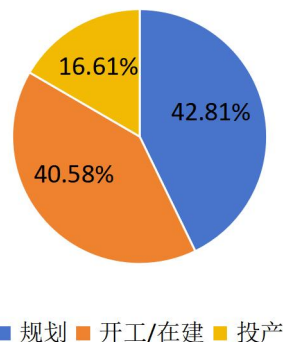
2025 年前三季度共有 41 个固态电池产业项目更新动态，新增年产能总计 85.5GWh，其中新增规划产能约为 36.6GWh，在新增产业项目中占比达 42%以上。产业化的支撑体系日益完善，中国不仅出台了专项政策，还率先发布了全球首个车用固态电池国家标准。同时，国内企业在固态电解质等关键材料与制造设备上已实现突破，正合力推动固态电池从技术研发迈向规模化生产。

图 20：全球固态电池产能情况



资料来源：Benchmark Mineral Intelligence，财达研究

图 21：中国前三季固态电池新增产业项目占比

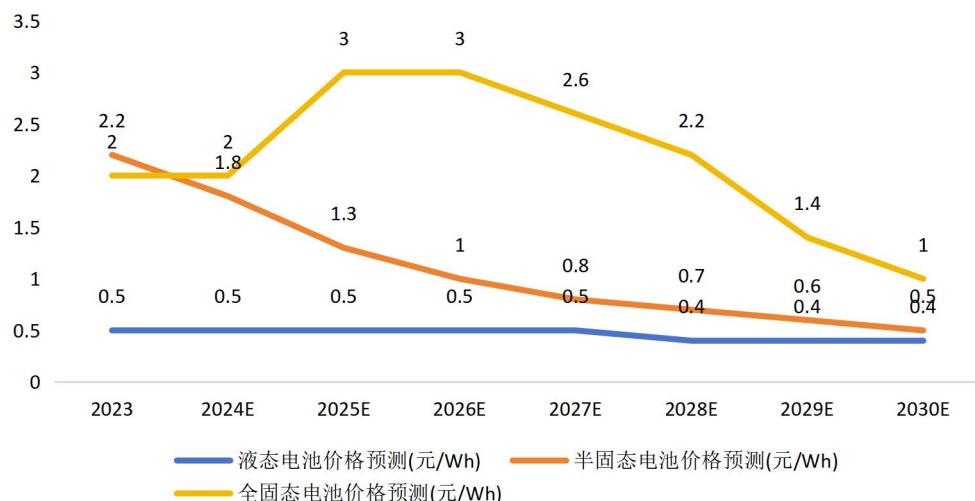


资料来源：Benchmark Mineral Intelligence，财达研究

5.2 成本情况：材料成本占比高，成本呈现下降趋势

固态电池成本主要受核心材料与特殊工艺两大因素驱动。其中材料成本占比高，成本降低是趋势。

图 22：固态电池价格预测



资料来源：rendForce，财达研究

材料成本的核心：固态电解质是主要成本。其中，硫化物电解质的成本尤其受核心原料硫化锂制约，其价格曾高达数百万元/吨，约占电解质成本的 80%。目前硫化锂价格正快速下降，2025 年大批量采购价已降至约 1000 元/千克，推动硫化物电解质价格从 2023 年的 7-8 万元/

公斤降至 2025 年的 1-2 万元/公斤。聚合物电解质材料体系相对成熟、成本较低；氧化物电解质则因稳定性好，成本也具优势。

制造工艺的附加成本：硫化物路线因材料空气敏感，需投入昂贵的干法电极、等静压等专用设备，并在超干燥环境下生产，固定资产投资和运营成本极高。氧化物路线因需高温烧结以实现致密化，带来了额外的能耗和设备成本。聚合物路线与现有液态电池产线兼容性最好，制造工艺增量成本最低。

表 10：固态电池成本估算

		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：	400-600wh/kg			450-700wh/kg			450-907wh/kg	
	电芯电压：	3.6-5v			2.6-5.5v			3.6-5v	
电解质材料	材料：	LLZO+PEO			LATP (属于 NABICON)/LLZO/LLTO			LPS/LPGS	
	成本：	50-60 万元/吨			30-40 万元/吨			200-250 万元/吨	
正极材料	材料：	高镍三元	高锂锰基	尖晶石镍锰酸锂	高镍三元	高锂锰基	尖晶石镍锰酸锂	高镍三元	高锂锰基
	克容量：	280mA h/g	300mA h/g	133mAh/g	280mA h/g	300mA h/g	133mAh/g	280mAh/g	300mAh/g
	成本：	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨	16.8 万元/吨
负极材料	材料：	硅酸	硅氧	锂金属	锂金属			硅碳	硅氧
	克容量：	610mA h/g	300mA h/g	3860mA h/g	3860mAh/g			610mAh/g	300mAh/g
	成本：	12 万元/吨	9 万元/吨	70 万元/吨	70 万元/吨			12 万元/吨	9 万元/吨
预估成本	总成本：	1.9-3.5 元/Wh			2.8-4.6 元/Wh			3.7-6.2 元/Wh	
	制造成本：	1.4-2.2 元/Wh			1.2-1.8 元/Wh			1.1-1.4 元/Wh	
	材料成本：	0.5-1.3 元/Wh			1.5-2.8 元/Wh			2.6-4.8 元/Wh	

资料来源：亿欧智库，财达研究

注：原材料价格存在较大波动幅度，估算表与实际成本存在偏差。

5.3 企业情况：量产规划清晰，半固态产线逐步建成

全球主要企业已围绕固态电池制定了明确的研发与量产时间表，其中 2027 年被普遍视为产业化关键节点。中美日等国布局较早，比亚迪、辉能科技、SolidPower 及丰田已于 2021 年率先推出样品。在此基础上，SolidPower 计划于 2026 年底实现全固态电池量产，而丰田、三星、广汽、清陶等企业则瞄准 2027 年初量产。当前固态电池产能主要集中于非上市公司，如卫蓝新能源规划产能达 128.2GWh，清陶能源为 65GWh，

位居行业前列。上市公司中，赣锋锂业规划产能达 40GWh，布局较为明确，有望在电池固态化转型中率先实现规模化应用并从中获益。

表 11：全球主要企业固态电池量产规划

企业/联盟	国家/地区	技术路线	关键量产规划与进展
宁德时代	中国	硫化物路线	计划于 2027 年实现小批量生产。
国轩高科	中国	硫化物路线（金石电池）	已完成第一代全固态电池量产线初步设计（规模 2GWh），计划 2027 年前实现规模化量产。
丰田 & 出光兴产	日本	硫化物路线	战略合作，计划 2027-2028 年使全固态电池进入实用化阶段，并建设年产 1000 吨硫化锂的生产基地。
三星 SDI	韩国	硫化物路线	计划于 2027 年实现量产。
Solid Power	美国	硫化物路线	规划于 2026 年底实现全固态电池量产。
亿纬锂能	中国	硫化物及卤化物复合路线	2025 年 9 月，其全固态电池（龙泉二号）已在成都量产基地下线。计划 2026 年突破工艺并推出产品，2028 年推出 400Wh/kg 电池。
日产	日本	硫化物路线	计划于 2028 年在新型 EV 车型中实现量产搭载。
清陶能源	中国	氧化物+聚合物等复合路线	已与上汽集团深度绑定，第三代全固态电池瞄准 2027 年量产节点。
卫蓝新能源	中国	氧化物路线	已向蔚来交付半固态电池，规划 2027 年产能达 20GWh。
赣锋锂业	中国	氧化物及聚合物路线	其南昌基地规划生产固态电池，预计 2026 年 7 月投产。

资料来源：各公司官网，财达研究

表 12：全球主要企业针对全固态电池的设计和生计划（单位：年）

企业	设计	样品	试验	量产预期
丰田	-	S2023	2023-2026	2027-2030
日产	≤2022	2022-2024	2024-2028	2028-2030
本田	52022	2022-2024	2024-2028	2028-2030
三星 SDI	52021	2021-2023	2023-2026	2027-2030
LG 新能源	≤2023	2023-2026	2026-2028	2029-2030
SKon	≤2023	2023-2025	2025-2028	2028-2030
Solid Power	-	≤2022	2022-2026	2026-2030
辉能科技	-	≤2023	2023-2027	2027-2030
宁德时代	≤2023	2023-2025	2025-2027	2027-2030
比亚迪	-	≤2022	2022-2026	2027-2030
卫蓝新能源	≤2023	2023-2025	2025-2027	2027-2030
广汽	≤2022	2022-2024	2024-2026	2027-2030
上汽清陶	≤2022	2022-2024	2024-2026	2027-2030

资料来源：TrendForce，财达研究

6. 投资建议

在强力政策的驱动和全球技术竞争加剧的背景下，固态电池发展呈现出以下明确趋势：

1. 产业化进程加速，路线趋于收敛。行业共识是 2026-2027 年为关键窗口期，将集中迎来车规级装车试验和小规模量产。技术路线上，硫化物电解质因其高离子电导率，正成为全固态电池的主流选择。

2. 应用场景从高端向多元拓展。初期将主要应用于高端新能源汽车，随着成本下降，将快速向低空经济（如飞行汽车）、人形机器人、高端储能等高价值领域渗透。

3. 产业链竞争焦点明确。产业化初期，能够解决固态电解质降本、干法电极工艺、界面处理等核心难题的材料与设备供应商将率先受益。

综上，固态电池行业作为新能源技术革命的关键前沿领域，具有技术密集型、高成长性及明确产业化路径的特征，正处于从实验室研发迈向规模化量产的商业化突破前夜。当前，全球产能竞赛格局明朗，降本路径清晰，预计 2027 年前后将成为全固态电池量产装车的产业化元年，行业有望随之开启一个长达十年以上的高成长周期。当前时点，给与行业标配评级。

7. 风险提示

1. 技术路线与性能突破不及预期的风险

固态电池目前仍处于产业化前期，技术路径尚未最终收敛，且关键性能指标仍需持续优化。若行业在能量密度、循环寿命、快充性能及低温表现等方面的技术进步速度慢于预期，或主要企业的技术路线选择发生重大偏差，将直接影响产品的市场竞争力与商业化进程，导致前期研发投入无法兑现为经济效益。

2. 产业化进程与市场竞争风险

固态电池从实验室走向大规模制造面临显著挑战。生产工艺复杂、供应链不成熟以及量产良率爬坡困难，均可能导致量产时间表一再延迟。同时，若行业因长期看好而出现短期非理性产能过度扩张，可能引发阶段性供需失衡与价格竞争，侵蚀企业盈利能力。

3. 供应链成本与市场需求波动风险

产业的盈利能力易受上下游波动冲击。上游核心原材料的价格剧烈波动，将直接侵蚀电芯制造环节的利润。下游需求则高度依赖于新能源汽车、储能等终端市场的景气度。若全球经济下行或特定市场政策支持

力度减弱，导致下游需求增长放缓，将直接影响固态电池的装车与应用节奏。

4. 宏观政策与地缘政治环境风险

产业增长在很大程度上受益于全球绿色转型的政策驱动。未来，若主要国家或地区在新能源汽车补贴、碳排放法规或产业扶持政策上发生重大不利调整，将冲击行业成长逻辑。此外，国际贸易摩擦升级、技术封锁或地缘政治冲突可能导致关键技术、材料及设备的供应链中断，给全球化布局的企业带来严峻挑战。

信息披露

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股票投资评级说明

【市场指数评级】

看多——未来 6 个月内上证综指上升幅度达到或超过 20%

看平——未来 6 个月内上证综指波动幅度在-20%—20%之间

看空——未来 6 个月内上证综指下跌幅度达到或超过 20%

【行业指数评级】

超配——未来 6 个月内行业指数相对强于上证指数达到或超过 10%

标配——未来 6 个月内行业指数相对上证指数在-10%—10%之间

低配——未来 6 个月内行业指数相对弱于上证指数达到或超过 10%

【公司股票评级】

买入——未来 6 个月内股价相对强于上证指数达到或超过 15%

增持——未来 6 个月内股价相对强于上证指数在 5%—15%之间

中性——未来 6 个月内股价相对上证指数在-5%—5%之间

减持——未来 6 个月内股价相对弱于上证指数 5%—15%之间

卖出——未来 6 个月内股价相对弱于上证指数达到或超过 15%

法律声明和免责条款

1. 本报告基于本公司研究部门及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研获取的资料，但本公司及其研究人员对这些信息的真实性、准确性和完整性不做任何保证。本报告可能因时间和其他因素的变化而导致与事实不完全一致，敬请关注本公司就同一主题所出具的相关后续研究报告及评论文章。
2. 本报告中的观点和陈述不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，投资者应自主做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。
3. 本报告旨在发给本公司的特定客户及其他专业人士，但该等特定客户及其他专业人士并不得依赖本报告取代其独立判断。在法律允许的情况下，本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务，本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之间已经了解或使用其中的信息。
4. 本报告版权归“财达证券股份有限公司”所有，未经本公司书面授权，不得对本报告进行任何形式的转载、翻版、复制、刊登、发表或者引用。
5. 财达证券股份有限公司是经中国证监会核准的合法证券经营机构，具备证券投资咨询业务资格，我们欢迎社会监督并提醒广大投资者，参与证券相关活动应当审慎选择具有相当资质的证券经营机构，注意防范非法证券活动。