

PitchBook Data, Inc.

塔赫尼，尼扎尔 执行副总裁，研究与市场情报

保罗·康德拉 全球私募市场研究负责人

詹姆斯·乌兰 新兴技术研究方向主任

机构研究组

分析



乔纳森·古尔金
高级研究分析师，移动技术和供应链技术
jonathan.geurkink@pitchbook.com

pbinstitutionalresearch@pitchbook.com

发布
设计由 Chloe Ladwig

发布于2025年3月19日

目录

关键点	1
固态存储的益处与挑战 电池	2
锂离子3的持续成本压缩 电池	
市场定位对于SSBs	4
对过去4年内SSB发展的调查	
结论	6

新兴技术研究 电池技术：固态电池的现状如何？

近期对固态电池发展的调查

PitchBook是Morningstar公司，为在私募市场从事业务的专业人士提供最全面、最准确且难以找到的数据。

关键点

- 固态电池相较于传统锂离子电池具有关键优势，包括更高的能量密度、更高的安全性和更快的充电速度。
- 在将具有发展前景的研究进展转化为制造业和商业化过程中仍然存在挑战。

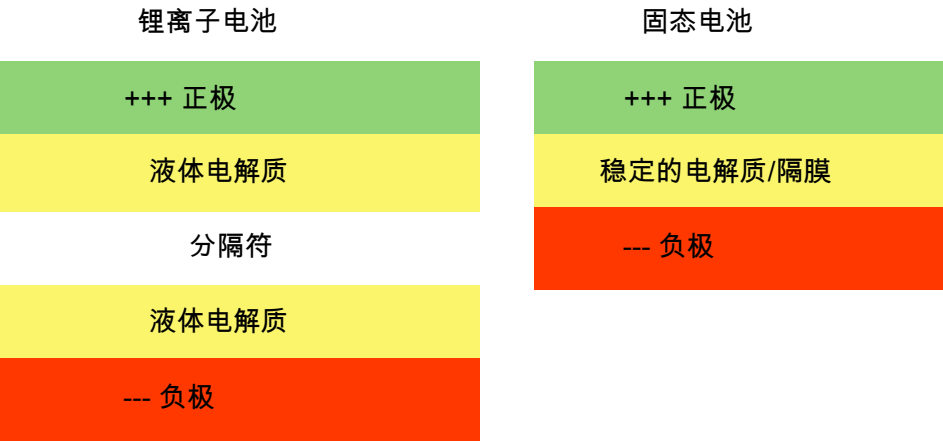
近年来，由于预期未达，投资者情绪恶化，导致公共固态存储器（SSB）公司估值下降。

- 2024年，公司继续积极追求SSB技术，并取得了一些有希望的发展。

固态电池的益处与挑战

固态电池 (SSBs) 在众多方面优于传统的锂离子电池，使其成为未来储能技术的一个有希望的选项。它们的一个关键优势是更高的能量密度，这允许电动汽车 (EV) 具有更长的续航里程和更紧凑的电池设计。通过使用固态电解质而非易燃液体，它们还显著提高了安全性，降低了热失控和火灾的风险。此外，SSBs允许使用锂金属负极，这进一步提高了容量和充电速度。它们更长的使用寿命和在极端温度下的良好性能使SSBs非常适合从电动汽车到航空航天再到消费电子的广泛应用。尽管目前在制造和成本方面存在挑战，但在材料和生产技术方面的进步正在迅速推动SSBs的商业化，为更高效和可持续的能源未来铺平了道路。

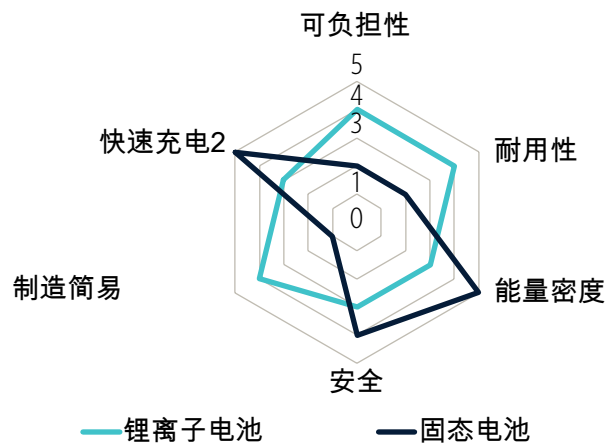
锂离子和固态电池的组成



来源：PitchBook

尽管它们具有有前途的优点，固态电池 (SSBs) 面临着阻碍其大规模商业化的重大挑战。其中最大的障碍是制造复杂性和成本，因为生产固态电解质并将其集成到现有的电池生产线需要新技术和昂贵材料。材料稳定性和界面问题也构成了挑战，因为固态电解质往往难以与电极保持强大接触，导致高电阻和性能随时间降低。此外，许多固态电解质，如硫化物基电解质，对湿度敏感，需要特殊的处理条件。可扩展性仍然是一个障碍，因为大多数固态电池原型仍处于开发或早期测试阶段，预计将在本 decade 的后期实现量产。最后，尽管锂金属负极承诺高能量密度，但它们可能引起枝晶形成，如果不妥善管理，可能会导致短路。要使固态电池成为传统锂离子电池的可行替代品，克服这些挑战需要材料科学方面的突破、改进的制造工艺以及强大的行业投资。

锂离子电池和固态电池的相对属性



来源：PitchBook
注意：在这些电池技术的相对属性中，一表示低，五表示高。

锂离子电池无情的成本压缩

锂离子电池的成本持续下降，尽管近年来下降速度有所放缓。较低输入材料成本是一个重要因素。2022年，碳酸锂的平均价格为每吨71,000美元，当年11月份的价格峰值超过每吨90,000美元。^{1,2} 随着计划供应量的增加和生产线的额外投产，以及电动汽车需求的缓和，价格在2024年下跌至每公吨14,000美元。这大约是2021年及之前五年期间的平均价格。锂通常占锂离子电池成本的10%至15%。

关键阴极组件，如镍和钴，用于高性能镍锰钴（NMC）电池，经历了类似的涨价泡沫。2025年2月，刚果，钴的最大生产国，因供应过剩和价格下跌，实施了为期四个月的金属出口暂停。近年来电池价格整体下降的最重要因素之一是低性能锂铁磷（LFP）电池份额的增长，这些电池不使用上述昂贵的阴极材料。尽管它们最初是为电动滑板车和较小车辆设计的，且续航里程较短，能量密度较弱，但LFP电池及其中国制造商已经颠覆了电池市场，并因关键成本优势而占据了更大车辆市场越来越多的份额。LFP电池比NMC电池便宜约30%，在过去五年中其市场份额增长了三倍，现在占中国电动汽车的四分之三和全球电动汽车市场的近一半。³

1: "2010年至2024年碳酸锂平均价格," Statista, Madhumitha Jaganmohan, 2025年2月。2: "锂," Trading Economics, 不详, 2025年3月12日访问。3: "电池行业已进入新阶段," 国际能源署, Teo Lombardo等, 2025年3月5日。

市场定位对于SSBs

在性能范围低端被众多低成本LFP竞争对手饱和的情况下，SSBs需要追求那些性能指标如能量密度、续航里程和安全性能超过成本考量的应用，至少直到制造规模可以匹配LFP领域现有企业的效率和产量。最好的锂离子电池在能量密度方面达到每千克300瓦时（Wh/kg）。LFP电池的能量密度通常在每千克90到160瓦时之间。因此，它们难以满足重型和重量敏感的应用需求，如长途卡车运输或电动飞行。用于长途卡车运输的锂离子电动汽车电池可能重达数万磅，限制总体载重能力和盈利能力，并且仍无法达到柴油卡车的续航里程。由于它们的重量，电池驱动的飞机只能进行相对短途的飞行，并面临满足新的联邦航空管理局关于电动垂直起降的新规定的挑战，这些规定要求在目视飞行规则下至少有20分钟的“燃料”储备，而在仪表飞行规则下则需要更长的时间。具有至少450到500 Wh/kg的潜在能量密度，SSBs在性能上实现了重大突破，从而为电动动力开辟了新的应用领域。

挑战在于将SSB（固态电池）的潜力从实验室转移到实际应用，扩大生产规模，并进入市场。

挑战在于将潜在能力从实验室转移到生产线，并进入市场。近年来，像QuantumScape、SES和Solid Power这样高调的固态电池（SSB）开发者已经上市，但至今尚未产生有意义的经济收益。在Solid Power，研究与开发（R&D）费用增长了30%以上，2024年的运营亏损激增至1.05亿美元，而QuantumScape当年运营亏损超过5亿美元。在同一时期，SES的研发费用翻了一倍多，运营亏损上升了40%。这些公司的股价目前处于历史新低。对于SSB的预期似乎陷入了未满足的困境。尽管背景充满悲观和阴霾，但在过去一年中，固态电池领域仍出现了一些令人鼓舞的发展。

对过去一年SSB发展的调查

中国电池制造商已经占据更多传统锂离子电池生产和供应链领域，特别是LFP领域。然而，他们认识到固态电池（SSB）的颠覆性潜力。2024年1月，中国电池和电动汽车制造商加入了一个由政府领导的包括200多个参与者（来自各行业、大学、投资基金和科研机构）的联盟，旨在推动固态电池的开发和商业化。⁴ 该财团汇集了如电池巨头宁德时代和顶级电动汽车制造商比亚迪等竞争对手。该集团计划利用人工智能进行材料研发，并瞄准2030年实现商业化及大规模生产。

四月份，SSB初创公司Factorial和韩国电池及材料制造商LG Chem宣布了一项合作，旨在利用Factorial的SSB电池材料和工艺技术。⁵ LG Chem是一家领先的电池正极材料供应商，并与通用汽车等汽车制造商建立了关键供应商协议。该合作将为两家公司在技术许可和随着发展规模扩大而增加的SSB材料供应打开大门。

4: “宁德时代、比亚迪及其他企业在中国联合攻关固态电池突破”，《日经亚洲》，田畑俊介，2024年2月12日。5: “Factorial与LG化学签署合作协议共同开发固态电池”，商业通讯，Factorial，2024年4月23日。

五月份，总部位于马里兰州的ION Storage Systems宣布在其贝塞斯达总部外启动了SSB试点制造设施的建设。⁶ 该初创公司计划到2028年将产能扩大至500兆瓦时。ION的投资者包括丰田风险投资公司和法国材料巨头圣戈班。ION还与美国马里兰大学、美国能源部和美国国防部合作。7月份，ION完成了一笔1500万美元的后期风险投资交易，使公司市值达到约1.7亿美元。

虽然中国在传统锂离子电池及其关键电池材料（如钴、镍和石墨阳极）的制造以及供应方面占据主导地位，但中国之外SSB（固态电池）的开发有潜力打破中国对该行业及更广泛的电动汽车供应链（以锂金属阳极和独特的固态电解质技术）的控制。

五月底，路透社报道，中国计划在SSB（超级表面波）的开发和商业化方面投资超过8.3亿美元。⁷ 目标参与者包括宁德时代、蔚来、威马和比亚迪等。尽管中国主导了传统锂离子电池和关键电池材料（如钴、镍和石墨阳极）的制造，但国外固态电池（SSB）的开发有可能打破中国在该行业以及更广泛的电动汽车供应链（特别是锂金属阳极和独特的固态电解质技术）中的主导地位。因此，国内发展对该国来说是一个蓬勃发展的战略目标。

六月，Ionic Materials凭借其新颖的聚合物电解质吸引了投资者关注，随后停止了运营。⁸ 该公司自2011年成立以来已筹集超过1.1亿美元。

在7月，大众集团旗下的电池公司PowerCo宣布与现有合作伙伴QuantumScape签订一项新协议，许可后者将其技术平台用于大规模生产电池单元。⁹ 大众集团自2012年起与QuantumScape合作，并于2014年成为该公司的投资者。它是QuantumScape最大的股东。

九月份，梅赛德斯-奔驰和Factorial宣布了一项合作，以开发一种超级电容器（SSB）。预计该电池的能量密度将达到450 Wh/kg，从而实现电动汽车平均续航里程80%的增长。¹⁰ 梅赛德斯-奔驰是Factorial公司在2022年进行的2亿美元后期风险投资轮融资的投资者。

九月份，Adden Energy在A轮融资中筹集了1500万美元，用于开发从哈佛大学分离出的SSB技术。研究人员开发了一种可在10分钟内充电并承受数千次充放电循环的电池。¹¹

在11月，宁德时代宣布其研发团队规模扩大至超过1000人，以加强其超级电容器（SSB）的开发。¹² 该公司据报道已在其样品中实现500 Wh/kg的能量密度，并已进入试验阶段。

6: "ION Storage Systems Commissioned One of the Country's Largest Solid-State Battery Manufacturing Facilities," PR Newswire, ION Storage Systems, May 6, 2024. 7: "China to Invest More Than \$830 Million in Solid-State Battery Research - Source," Reuters, Zhang Yan, et al., May 29, 2024. 8: "Ionic Materials, a Tech Startup Set to Revolutionize Lithium Batteries for EVs, Shuts Down Operations," TechStartups.com, Nickie Louise, June 6, 2024. 9: "PowerCo and QuantumScape Announce Landmark Agreement to Industrialize Solid-State Batteries," Volkswagen Group, Andreas Groß and Dr. Stefan Ernst, July 11, 2024. 10: "Mercedes Teams Up With Factorial to Develop Solid-State Batteries," Reuters, Nick Carey, September 10, 2024. 11: "Harvard Develops a Solid State Battery That Charges in Minutes [Update]," Electrek, Michelle Lewis, October 23, 2024. 12: "CATL Ups Bet on All-Solid-State Batteries, Begins Sample Validation, Report Says," CnEVPost, Phate Zhang, November 6, 2024.

生产。宁德时代董事长曾毓群强调，公司的高能量密度电池（SSB）研究是“首屈一指的。”¹³ 公司近十年来一直在投资SSB技术。¹⁴

11月，本田汽车在日本栃木县宣布了一条SSB（固态电池）的示范生产线。¹⁵ 生产计划于2025年1月开始。本田计划在本世纪后半叶将固态电池（SSBs）引入市场。尽管本田在几十年前就开创了一些最早的电动汽车（EV）车型——本田在1997年推出了EV Plus——但本田和其他日本汽车制造商，如丰田，近年来在电动汽车（EV）领域的发展上一直较为缓慢。丰田认为，目前的电动汽车无法满足公司多样化的客户需求，并且公司可以通过其混合动力汽车系列对气候产生更大的影响。在许多方面，丰田似乎正在寻求固态电池（SSB）技术来超越当前一代的电动汽车。该公司拥有超过1300项与固态电池相关的专利，比任何其他汽车制造商都多。¹⁶ 2023年末，该公司与日本材料公司出光兴产签订了SSB制造协议，目标为2027年实现商业化发布。

2025年2月，梅赛德斯-奔驰及其合作伙伴Factorial宣布，他们已经开始在梅赛德斯EQS上对Factorial的锂金属SSB技术进行道路测试。¹⁷

结论

固体电解质（SSBs）被描述为电池技术的圣杯，具有解锁众多新移动应用潜力。这项技术也有能力颠覆中国日益增长的电池技术、材料供应链以及更广泛的电动汽车（EV）行业的霸主地位。与此同时，中国的电池和电动汽车制造商正在大力投资这一技术的开发，力求在未来保持其市场地位。曾经领跑电动汽车（EV）开发的日本汽车制造商正在投资SSB，作为超越中国竞争对手和特斯拉在电动汽车领域的手段。投资者对公开的SSB技术公司的情绪仍处于困境，因为收入生成仍然难以捉摸。与此同时，像Factorial这样的私人初创公司正与关键汽车合作伙伴取得进展。

13: “宁德时代加大全固态电池押注，开始样品验证，报告称，”CnEVPost，张博，2024年11月6日。14: “前十大全固态电池开发者，”EV杂志，斯蒂拉·诺兰，2025年1月28日。15: “本田在日本栃木县樱市揭幕全固态电池示范生产线，”本田汽车，2024年11月21日。16: “丰田固态电池专利：洞察与数据，”GreyB，2024年9月20日。17: “乘用车和一级方程式工程师合作，固态电池道路试验开始，”梅赛德斯-奔驰媒体，2025年2月24日。

精选SSB公司

公司	员工	并购 概率	首次公开募股 概率	成功 概率	Initial Public Offering) 最后融资日期	最近 融资 价值 (百万美元)	所有权 状态	公司 融资 状态	年 成立
QuantumScape	800	N/A	N/A	N/A	2023年8月2日	\$300.0	上市公司	以前 风险投资支持的	2010
卫星地球站 (Satellite Earth Station)	N/A	N/A	N/A	N/A	2022年2月3日	\$275.0	上市公司	以前 风险投资支持的	2012
添能能源	9	84%	1%	85%	2024年9月3日	\$15.0	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	1
Soelect	19	40%	1%	41%	2022年1月11日	\$11.0	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	8
离子存储系统	71	87%	3%	90%	2024年11月13日	\$10.0	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	5
Natron	20	54%	2%	56%	2024年12月10日	\$4.4	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	8
theion	26	60%	11%	71%	2025年2月10日	\$0.1	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	0
巴斯克伏特	79	65%	23%	88%	2024年4月1日	N/A	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	1
阶乘	142	24%	64%	88%	N/A	N/A	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	3
离子材料	40	34%	45%	79%	2024年2月26日	N/A	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	1
莱昂伏特	11	63%	2%	65%	2024年1月26日	N/A	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	0
固态能源	236	N/A	N/A	N/A	2022年1月1日	N/A	上市公司	以前 风险投资支持的	2011
SOLiTHOR	33	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	私有持有的 (支持)	风险投资支持的	1

来源：PitchBook • 地理位置：全球 • 截至2025年3月10日
注意：概率数据基于 PitchBook风险投资退出预测方法