

固态电池商业化渐行渐近？

■本报记者 卢奇秀

近日，中科融能 628Ah 和 314Ah 固态电池实现规模化生产并顺利下线。作为当前最热门的电池投资领域之一，固态电池较传统液态电池在能量密度和安全性方面有明显优势，被普遍认为是极具潜力的下一代电池技术，受到业内广泛关注。随着固态电池实现规模化生产，是否意味着行业已迎来商业化节点？

●半固态电池产业化进程提速

目前，市场主流的锂电池采用电解液作为传输载体，在过度充电、内部短路等异常情况下，电解液极易发热、分解、胀气，进而导致电池燃烧甚至爆炸。如果将液态电解液替换为固态电解质，能从根源上解决锂电池的安全问题，同时也能满足市场对更高电池能量密度、更优性能的需求。

据了解，当前业内讨论的固态电池一般是指电解液含量降低到 5%—15% 的半固态电池、准固态电池或固液混合电池，保留部分液态电解质，使其在材料设计、制造工艺、装备生产、成本等方面具备量产可行性。

“依托强大的新能源产业链制造基础，我国电池企业在固态电池技术研发、产业链布局方面取得重要突破，尤其伴随着以卫蓝新能源、清陶能源、赣锋锂电等为代表的中国企业半固态电池的量产装车，半固态电池真正实现了经济学意义上的产业化。”在近日召开的 2024 固态电池产业生态圈企业家峰会上，中关村新型电池技术创新联盟秘书长于清教指出，固态电池商业化应用渐行渐近，谁先占据产业制高点，谁就能掌握发展主动权。

近年来，我国企业在固态电池产业链层面进行全方位布局。中科院上海硅酸盐研究所研究员张涛介绍，电解质粉体是固



态电池产业链中关键核心的先进材料，其团队已建成十吨级标准工业化产线。赣锋新能源副总经理唐光盛介绍，公司已在江西新余市投产 4 吉瓦时固态电池产线，预计 2025 年在重庆市建成 10 吉瓦时生产线，并已研制出第二代 500 瓦时/千克高比能、高功率半固态电池，后续将在高端电动汽车和航天器等领域展开应用。

●全固态电池商业化仍存挑战

尽管半固态电池实现规模量产和应用，但全固态电池商业化仍面临着技术和成本等系列挑战。

固态电解质替代液态电解液，其技术

核心是材料的选择，业内已经探索出三类主要固态电池体系：聚合物、硫化物、氧化物。聚合物固态电解质易于加工，干法和湿法制造工艺均能兼容，量产工艺难度最低，但电导率低，欧洲企业多聚焦于这条技术路线；硫化物性能最佳，但材料对空气中的水分和大部分极性溶剂敏感，且电芯制造需要通过等静压设备施加压力，成本较高，宁德时代、比亚迪、亿纬锂能均侧重于该技术路线；一些创业公司则多选择氧化物路线。

“全固态电池是材料、电芯制成工艺、制造设备等全方面的创新升级，产业链将迎来革命性变化。”蜂巢能源前沿技术研发总经理苗力孝指出，固态电池应用在系统

设计、回收利用方面存在挑战。例如，在制造过程中，液态电池有隔膜，可以对极片进行包裹，避免极片之间错位导致短路，也不需要超高压致密化；而固态电池没有隔膜，层层叠叠起来通过超高压致密化，极片边缘容易破碎和错位，电芯侧面绝缘工艺非常难解决。“固态电池就像汉堡，一层一层叠起来，里面夹的菜会从边缘露出来，挤压后易发生破裂导致短路。而液态电池就像煎饼卷菜，是包起来的，不会短路。”

目前，固态电池成本高于液态电池。苗力孝举例：“硫化物固态电解质材料成本非常高，每公斤可达 2 万元，未来成本有望降到 5000 元/公斤，而固态电解质占电芯质量比重超过 20%，这个价格市场恐怕难

以接受。”

湖南中科星城石墨有限公司董事长皮涛指出：“每家企业都有自己的技术特点，由于技术方向不确定，导致上游产业链处于观望状态。固态电池需要一个相对确定的方向，上下游才可以在产品品类方面做配置工作，避免资本投入有更大的沉没成本。”

●复合材料设计实现 1+1>2

由于技术路线和降本空间尚不明确，产业内企业选择从半固态逐渐向全固态过渡。

“全固态电池路线存在分歧，差异化竞争将促使固态电池扩大应用范围。”在卫蓝新能源研发总监徐航宇看来，当前，单一固态电解质材料难以满足全固态电池需求，液态电解质和固态电解质相结合是一种解决方案，在弥补单一电解质材料短板的同时，兼容传统液态锂电池的大部分工艺设备，降低成本。结合氧化物和聚合物固态电解质的优势，卫蓝新能源已实现混合固液电池的产业化，产品应用于小动力、新能源汽车、储能等领域。

“单一类型的材料各有优缺点，通过复合材料设计可以实现 1+1>2。”一位业内人士同样认为，复合固态电池是实现大规模量产的有效途径。“固态电池不能做成一个艺术品，产品很贵，高出液态电池几倍甚至十几倍，这样永远不可能装车应用。”

在万向一二三股份公司电芯材料研发部总监苏敏看来，无论半固态还是全固态，都有最适配的能量密度，不存在某一类技术是唯一最优解，都是解决高比能需求下电芯安全隐患殊途同归的技术手段。攻克全固态电池的技术和产业化问题，需要全行业共同努力。

动力电池加速迈向 6C 时代

■本报记者 姚美娇

动力电池充电倍率持续“向上”进阶。近期，亿纬锂能发布大圆柱电池新产品，具备 6C 快充能力，可实现电动汽车充电 5 分钟续航 300 公里。“C”指充电倍率，近年来，为提高用户充电体验，动力电池充电倍率逐步从早期的 2C 慢充发展到 3C 快充，再到 4C 超充。如今，具备更高充电倍率的 6C 电池也逐渐走入大众视野。不过，有业内人士指出，支持超快充的充电桩网络建设滞后，或成为制约 6C 电池发展的关键因素，未来行业还需进一步推动电池与充电网络的同步发展。

◆企业发力 6C 电池

当前，快充功能已成为动力电池厂商竞争的焦点。近年来，亿纬锂能、欣旺达等众多国内动力电池企业都在积极推进自家产品从 1C、2C 向 4C 等更高充放电倍率方向发展。如今，6C 产品的出现，意味着动力电池充电速度达到新高度。

除亿纬锂能外，欣旺达也在今年北京车展上发布了两款快充新品，均采用先进快充技术和高能量密度材料，超快充寿命负极创新技术，电池充电速度比传统电池提升数倍，充电峰值倍率达 6C。欣旺达动力电池系统产品线总经理邓杰公开表示，新产品峰值充电 6C，平均充电 4.5C，10 分钟可以把电量充到 80%。

4 月，杉杉股份发布公告称，公司动力类快充产品出货量快速增长，已实现 4C、5C 产品规模化供应，且 6C 产品已完成客户定型。另外，近期业内也有消息称，宁德时代计划在下半年推出充电倍率达到 6C 的动力电池。

“6C 的电池出现，意味着电动汽车充电速度迎来新突破，在缓解消费者补能焦虑的同时，进一步拉动动力电池行业发展。”国际智能运载科技协会秘书长张翔向《中国能源报》记者表示。

◆搭配 800V 平台

电池企业想要提升产品功率性能，需在正极、负极、电解液、隔膜和结构设计等多个环节上下功夫。伊维经济研究院研究部总经理、中国电池产业研究院院长吴辉在接受《中国能源报》记者采访时指出：“具备快充功能的电池对负极材料、结构设计都提出新要求，企业需要针对材料体系和工艺设计进行研发优化。”

值得一提的是，业内有分析认为，为使电池实现 6C 充电倍率，并同时兼顾更高能量密度，其研发或涉及铁锂和三元的混合材料体系。“铁锂和三元两种电池的特性不同，双方的结合可以互为补充，不过，混合材料体系尚未实现规模应用，仍待进一步研发，未来能否成为快充领域的解决方案存在不确定性。”张翔表示。

另外，6C 电池的出现，也给汽车充电平台带来更高要求。据了解，提高电动车电压平台可大幅提升整车运行效率，缩短充电时长。为匹配 4C 及以

上的快充电池，800V 高压平台也正加速普及。

据了解，充电功率取决于充电电流和充电电压，800V 平台将整车高压电气系统电压范围提升至 550V—930V 区间，通过提升电压提高整车充电功率，以达到“超快充”目的。“高压快充车型、超充桩和高倍率电池相互‘搭配’，才能实现充电最大峰值功率。”张翔表示，现在 800V 高压平台已经成为不少车企的宣传重点，但是能够匹配 800V 车型的充电桩却很少，市场上整体呈现出“有车但找不到桩”的情况。在此背景下，800V 高压快充技术的保有量并未得到充分体现。“高压快充车型的实用量还相对较小，因此对于充电桩企业来说，投资 800V 充电桩的研发、建设，很难实现盈利，桩、车发展不均衡问题凸显。”

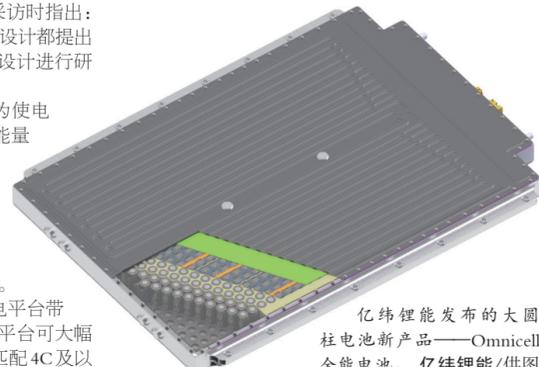
◆有待市场检验

整体来看，在应用层面，要使具备 4C、6C 等超快充能力的电池产品真正惠及消费者，还需达成电池、高压车型、超充桩三方“共振”。光大证券此前发布研究报告称，800V 高压平台车型及规划陆续推出，宁德 4C 磷酸铁锂快充电池加速超趋势落地，超充桩建设成为高压快充推广的制约因素。

“通过政府给予充电桩生产企业一定的财政补贴，可以降低其生产成本，进一步提升桩企积极性，进而推动 6C 电池普及。另外，由于 4C 电池采用了更高品质的材料和先进的制造工艺，未来其推广普及也将面临降本挑战，其技术可靠性和安全性也需要市场的进一步验证。”张翔表示。

随着电池企业争相布局，新一轮 6C“竞赛”已经打响，行业各方在关注电池技术进步的同时，要兼顾充电基础设施的建设和升级，以实现电池与充电网络的同步发展。在业内人士看来，未来随着各家企业 6C 电池产品的陆续推出，800V 高压平台的愈加成熟，动力电池行业有望加速迈向 6C 时代。

展望后市，东兴证券研报指出，即将上市的爆款车型多数配置高压快充，行业有望加快推进快充电池平价化趋势，今年或成为快充产业链发展提速元年。



亿纬锂能发布的大圆柱电池新产品——Omnicell 全能电池。亿纬锂能/供图

磷酸铁锂厂商「出海」劲头足

■本报记者 姚美娇

中国汽车动力电池产业创新联盟近期发布的数据显示，今年 1—5 月，我国磷酸铁锂电池出口量约为 19.1 吉瓦时，同比增长 49.1%。

我国磷酸铁锂电池出口量提升，主要是由于海外厂商看好该技术路线。近年来，磷酸铁锂电池凭借经济性、高安全和长循环等优势，“碾压”三元电池成为市场新宠，全球市场占比稳步提升。有业内人士指出，我国磷酸铁锂电池企业研发投入早，在全球范围内拥有先发优势，未来随着企业出口海外配套提速、海外工厂陆续落地投产，我国磷酸铁锂电池出口量有望迎来爆发式增长。

●抢滩海外市场

除了电池成品，磷酸铁锂正极材料出口也实现大幅提升。海关总署数据显示，2024 年 5 月，国内磷酸铁锂出口量为 177.9 吨，环比增长 178%。

在业内人士看来，磷酸铁锂电池产业链出口整体增势显著，反映出海外相关需求正持续扩大。目前，三元锂电池和磷酸铁锂电池是电动汽车和储能领域广泛应用的两大锂电池技术路线。相比于三元锂电池，磷酸铁锂电池更安全并且成本更低，缺点是能量密度偏低。“近年来，随着技术进步，磷酸铁锂电池的能量密度和快充性能大幅提升，竞争优势开始显现，也进一步受到海外市场青睐。”厦门大学中国能源政策研究院副教授吴微在接受《中国能源报》记者采访时表示。

在此背景下，国内多家磷酸铁锂电池企业抢抓发展机遇，积极开拓海外市场，通过产品出口、合作、当地建厂等途径布局。例如，今年 6 月，亿纬锂能子公司亿纬储能与美国电池储能系统集成商和制造商 Powin 公司签约建立合作。公开资料显示，2023 年 6 月，亿纬锂能就曾与 Powin 公司签订采购协议，将向客户交付 10 吉瓦时的方形磷酸铁锂电池。另外，今年 4 月，常州锂源新能源科技有限公司在印尼投资建设的锂源（印尼）新能源有限公司磷酸铁锂工厂，完工并正式投产，总投资 2.9 亿美元，可年产磷酸铁锂 12 万吨。

●具备先发优势

在受访人士看来，由于中国企业长期专注于磷酸铁锂系电池材料，因此，国外客户采购磷酸铁锂肯定会优先选择中国产品。

截至目前，国内市场磷酸铁锂电池装车量已连续 3 年超越三元锂电池。根据中国汽车动力电池产业创新联盟数据，2023 年，三元锂电池累计装车量 126.2 吉瓦时，占总装车量 32.6%；磷酸铁锂电池累计装车量 261.0 吉瓦

时，占总装车量 67.3%。

“海外电池企业早年主要布局三元电池，而中国企业主要选择了高性价比的磷酸铁锂路线。”一位从业者向《中国能源报》记者表示，“当前，国内磷酸铁锂电池企业可以利用产业优势绑定国外客户，这也有助于企业进一步开拓海外市场。”

吴微指出，国内电池企业拥有完善的磷酸铁锂电池产业链配套体系，在全球占据主导地位，并通过规模化发展具备明显的成本优势。“宁德时代、比亚迪等国内动力电池企业在动力电池领域积累了大量专利，在技术方面也处于全球领先地位。因此，目前国外客户采购磷酸铁锂产品时会更倾向于中国电池厂商。”

值得注意的是，近年来，不少海外电池企业也逐渐改变对磷酸铁锂电池的“偏见”，投入到该阵营中。7 月，LG 新能源宣布，将于 2025 年下半年开始向雷诺旗下电动汽车部门 Ampere 供应约 59 万辆电动汽车所需的磷酸铁锂电池。据悉，这将是 LG 新能源首次大规模供应磷酸铁锂电池。

●坚持工艺创新

不过，业内也有分析指出，当前磷酸铁锂电池成品、正极材料的出口量仍较为有限，这与海外厂商在进行产品验证有关。先前海外市场以三元电池为主，随着该局面出现变化，海外企业需要完成市场、技术等多维度验证。

吴微认为，目前，磷酸铁锂出口所面临的挑战，除了产品验证要求外，还在于部分国家对中国进行贸易限制。“近年来，美国、欧盟等国家和地区都把锂电产业作为重要战略性新兴产业。美国和欧盟通过关税、碳足迹认证等手段对本国电池产业进行保护。然而，目前中国全产业链优势明显，同时在发展中国家和地区也存在着广阔的市场。未来中国磷酸铁锂产业链出口有望继续保持增长。”

“随着各国电池企业相继入局，磷酸铁锂行业的国际竞争或进一步加剧。中国电池企业想进一步扩大优势，需进一步降本增效，提升精细化管理水平，持续开展工艺创新。”北方工业大学汽车产业创新研究中心主任纪雪洪在接受《中国能源报》记者采访时指出。

另外，在磷酸铁锂电池全面崛起的形势下，三元锂电池的市场份额或被进一步挤压。在此背景下，未来三元锂电池发展空间如何？“长期来看，双方都有发展空间，磷酸铁锂电池将占据主要市场份额。例如，三元电池应用将主要集中在高端车型，而磷酸铁锂电池则能够覆盖高中低端车型与储能等不同领域。”吴微说。