钠离子电池的材料体系并不成熟，这是其最大的短板。

钠离子电池：与谁争锋？

文/袁素

新型电池技术路线再次引发全球关注。

继固态锂离子电池之后，作为新型电池的钠离子电池进入大众视野。9月16日，国内动力电池巨头宁德时代公司董事长助理孟祥峰透露，2022年宁德时代将有一条钠离子电池生产线投产运行。

此前的7月29日，宁德时代对外发布其第一代钠离子电池，宣称其电芯单体能量密度达到160瓦时/千克，为目前全球最高水平。这种电池在常温下充电15分钟，电量可达80%；在零下20摄氏度的低温环境下，仍然有90%以上的放电保持率；系统集成效率可达80%以上。

同时，这种新型电池已经进入决策部门的视野。8月25日，工信部在答复政协第十三届全国委员会第四次会议第4815号（工交邮电类523号）的提案中称，将组织有关标准研究机构适时开展钠离子电池标准制定，并在标准立项、标准报批等环节予以支持。

科技部日前也表示，将在“十四五”期间实施“储能与智能电网技术”重点专项，并将钠离子电池技术列为子任务，以进一步推动钠离子电池的规模化、低成本化，提升综合性能。

作为一种理论上历史悠久的产品，钠离子电池与锂电子电池相比有哪些优点和缺点，为什么这么多年没有商业化？未来钠离子电池主要应用在哪些领域，能否与锂离子电池在市场上争锋？

优点突出，短板明显

钠离子电池也是一种二次电池（充电电池），主要依靠钠离子在正极和负极之间移动来工作，其工作原理与锂离子电池相似。

在化学周期表中，钠元素和锂元素属于同一主族，同族元素最外层电子数相同，化学性质相似，这让钠离子电池有了和锂离子电池表现趋同的可能性。

目前，全球电池企业加快钠离子电池产业化速度，主要有两大内在动力：一是电池级碳酸锂价格在9月15日已达14万元/吨的高峰，从2020年年底至今涨幅超过150%，而且并没有停下来的趋势，这让电池企业的成本压力陡

钠离子电池的成本、能量密度、循环寿命、低温性能以及环保性等方面全面优于铅酸电池，但与磷酸铁锂电池和三元锂电池相比还有很大差距。

增；二是中国锂盐上游原材料（盐湖卤水或矿石）70%依赖进口，锂资源对外依存度高引发供应链安全焦虑。

钠资源在地壳中具有高达2.75%的丰度（锂资源仅为0.0065%），成本为2元/千克，远低于锂资源的150元/千克；分布在矿石、盐湖、海水等中，在全球的陆地或者海洋都有广泛的分布，不像锂资源主要集中在部分地区。

从电池的性能来看，分析认为，钠离子电池有四大优点：一是材料成本低，国内钠离子电池企业中科海钠的研究显示，钠离子电池可以比磷酸铁锂价格低30%～40%；二是能量密度较高：大致范围为 100～160瓦时/千克，高于铅酸电池的30～50瓦时/千克，低于磷酸铁锂离子电池的 120～200瓦时/千克；三是安全性高、温度性能优异，钠离子电池可以在零下40摄氏度到零上80摄氏度的温度区间正常工作，零下20摄氏度的环境下容量保持率接近90%，高低温性能优于其他二次电池；四是倍率性能好，快充具备优势，充电时间只需要10分钟左右。目前量产的三元锂离子电池即使是在直流快充模式下，将电量从 20%充至80%通常只需要30分钟，磷酸铁锂则需要45分钟左右。

既然钠离子电池有这么多优点，那么为什么一直没能量产？原因主要在于其材料体系并不成熟，这也是其最大的短板。

客观而言，从性能来看， 钠离子电池的成本、能量密度、循环寿命、低温性能以及环保性等方面全面优于铅酸电池，但与磷酸铁锂电池和三元锂电池相比还有很大差距，其在短期内的主战场和应用领域，将是铅酸电池的替代品。从应用场景来看，钠离子电池最有希望先去占领两轮电动车、小型动力以及低端储能这些铅酸电池的市场。

同时诞生，命运迥异

钠离子电池与锂离子电池，从理论上是在同一时期诞生的。

它们均起源于20世纪70年代，并同步研发出可适用正极的材料。20世纪80年代石墨储锂机理被发现，并以此为负极开发出“摇椅式电池”的锂离子电池原型，而钠离子较锂离子半径更大，无法以石墨作为钠离子电池负极，这也成为两类电池后来发展的转折点。

二者命运的差异，随着20世纪90年代日本企业索尼公司将锂离子电池商业化进一步拉大。业内由此大幅降低了对钠离子电池相关领域的研究投入。虽然2000年适用于钠离子电池的硬碳负极终于被开发出来，但钠离子电池饱受性能不如锂离子电池的诟病，不具备替代优势，在2015年之前并未得到大发展。

2015年是钠离子电池商业化的一个拐点，随着新能源汽车和储能拉动的动力电池需求爆发，出于对锂资源瓶颈的担心，不少产业界和资本界人士开始再次关注和推动钠离子电池的商业化。

从材料体系来看，由于核心传导离子的区别，除了隔膜材料基本一致外，钠离子电池在正极、负极、电解液、集流体方面与锂离子电池均有所差异，目前可以量产的技术路线尚未确定。

具体而言，钠离子电池的正极材料比较多样，主要有氧化物类、普鲁士白类、聚阴离子类等三大类材料。目前中科海钠、钠创新能源等企业采用了O_3层状结构氧化物体系。宁德时代选用了能量密度更高但合成较为困难的普鲁士白体系，其能量密度可达160 瓦时/千克，通过对材料体相结构进行电荷重排，解决了电池容量在循环过程中快速衰减的问题。

从负极材料来看，目前钠离子电池负极材料主要有金属化合物、碳基材料、合金材料、非金属单质四类路线，其中碳材料又分成硬碳或软碳，标准就是在2800摄氏度高温热处理下碳是否可以充分石墨化。因钠离子难以像锂离子般在石墨间自由穿梭，锂离子电池常用的石墨负极难以应用在钠离子电池上。例如，宁德时代采用的硬碳材料，可让大量的钠离子储存和快速通行，具备优异的循环性能。

再看电解液：溶剂方面，锂离子电池的溶剂均可与钠离子电池兼容；溶质方面，钠离子电池中溶质浓度要求更低，钠盐可更换为六氟磷酸钠（$NaPF_6$）、高氯酸钠（$NaClO_4$）等。宁德时代开发了适配钠离子电池正负极材料的独特电解液体系。

钠离子产业链的竞争环节主要在正极材料和电芯企业。

就隔膜材料而言，钠离子电池隔膜与锂离子电池基本没有区别，主要包括聚乙烯和聚丙烯等。

在集流体材料方面，相比锂离子电池的正极铝箔、负极铜箔的集流体体系，钠离子电池正负极皆可使用铝箔。

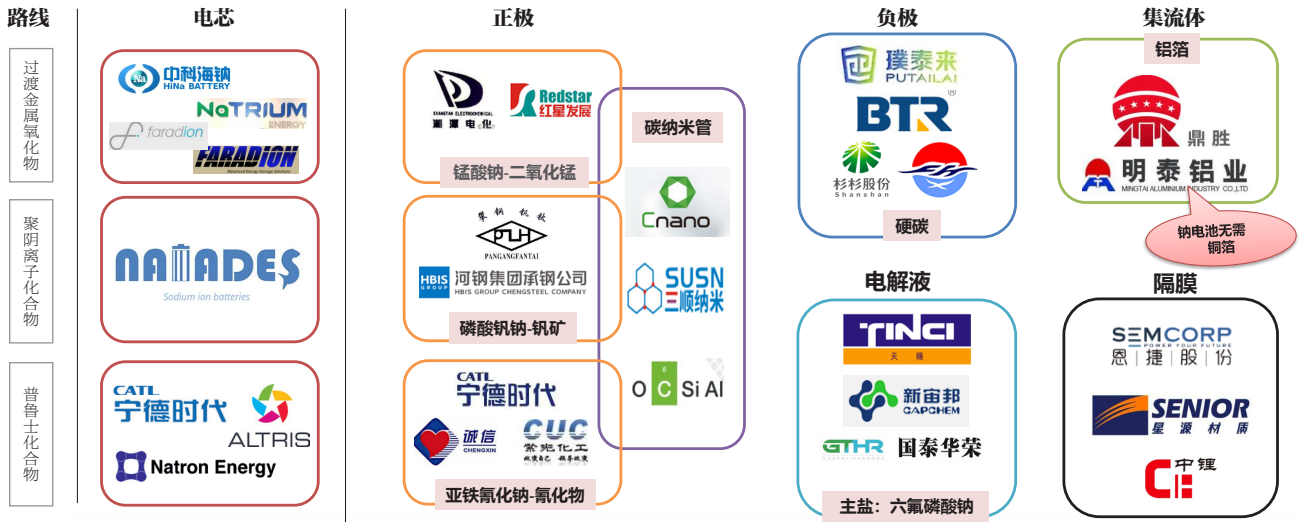
从生产设备与工艺来看，钠离子电池与锂离子电池区别不大，这有利于钠离子电池企业利用现成设备和工艺快速投入商业化生产。

因此，钠离子产业链的竞争环节主要在正极材料和电芯企业。由于竞争刚刚开始，谁能成为龙头企业现在还难以判断。

十年磨练，尚待观察

在过去的十年间，钠离子电池慢

钠离子电池产业链



>> 资料来源：方正证券研究所

慢地从一个小众产品，逐渐演变成了今天热门的产品。

2011年，由牛津大学主导的Faradion公司宣告成立，这是全球首家从事钠离子电池研究的公司。其在2015年开发出电池系统，技术路线为层状金属氧化物和硬碳材料体系。

2015年，Faradion公司与威廉姆斯高级工程（Williams Advanced Engineering）公司、牛津大学合作展示了全球首款钠离子电池驱动的电动车；今年4月，其获得澳大利亚ICM公司的一份钠离子电池的订单，这也是Faradion在澳大利亚的首份钠离子电池订单。

成立于2017年2月的中科海钠是国内首家钠离子电池公司，公司团队成员主要来自中科院物理化学研究所。2017年年底，中科海钠研制出48伏/10安时钠离子电池组，应用于电动自行车。2018年9月，该公司推出首辆钠离子电池低速电动车。2019年3月，其自主研发的30千瓦/100千瓦时钠离子电池储能电站在江苏省溧阳市成功示范运行。2021年6月，该公司推出的全球首套1兆瓦时钠离子电池储能系统在山西太原正式投入运营，其电芯能量密度已接近150瓦时/千克，循环寿命达4000次以上。

2018年5月，上海交大背景的研发团队成立了浙江钠创新能源。该公司由上海电化学能源器件工程技术研究中心、上海紫剑化工科技有限公司和浙江医药股份有限公司共同发起成立。2019年4月，其正极材料中试线建成，并实现满负荷运行；2021年7月，该公司与爱玛科技集团联合发布电动自行车使用的钠离子电池系统。

在国内上市公司中，宁德时代布局最早。其从2015年开始研发钠离子电池，近年来研发队伍迅速扩大；2020年6月，该公司宣布成立21C创新实验室，中短期主要方向为锂金属电池、固态锂离子电池和钠离子电池；2021年7月，其推出的第一代钠离子电池，采用普鲁士白/硬碳体系。在宁德时代的规划中，下一代钠离子电池能量密度研发目标是200瓦时/千克以上，到2023年将形成钠离子电池的基本产业链。

此外，多家上市公司借近期钠离子电池热度，也披露了相关布局。比如，容百科技、百川股份、当升科技、派能科技、新宙邦等都公布了某些技术储备，但未见到其实际生产能力。由此看来，钠离子电池能否形成燎原之势，尚待观察。