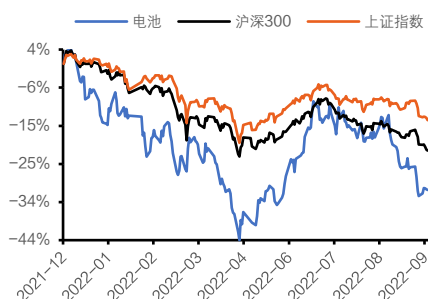


投资评级：看好(首次)

最近 12 月市场表现



分析师 余炜超

SAC 证书编号: S0160522080002

shewc@ctsec.com

相关报告

蓄势待发，即将快速成长

核心观点

- ▶ **钠离子电池量产成本比锂离子电池低 35%左右，与锂电池形成补充。**钠离子电池上游资源储量丰富廉价，中游材料成本低廉，制造环节与锂离子电池相通，钠离子电池规模量产化低成本（0.3 元/Wh 以下）成为锂电池的有效补充。同时，钠离子电池稳定性高，低温性能好，而且能量密度、循环次数远超铅酸，因此钠离子电池在两轮车、储能等领域有较大的市场空间。
- ▶ **钠离子电池属新的技术形式，正极、负极、电解液、集流体四个环节不同于锂电。**正极材料：钠离子电池主要有层状金属氧化物、普鲁士蓝和聚阴离子类化合物，层状金属氧化物发展较为成熟，有望率先量产；负极材料环节：由于迁移的离子不同，硬碳与正极配对更为合适，有望成为主要材料；集流体：钠离子电池的负极可以使用铝箔；电解液：采用六氟磷酸钠作为电解质，添加剂各异，影响钠电池的性能。
- ▶ **预计 2025 年钠离子电池市场规模为 398 亿元，行业处于量产化前夜。**钠电行业公司积极布局钠离子电池行业，宁德时代于 2021 年发布钠离子电池，有望于 2023 年形成钠离子电池产业链，传艺科技 2023 年 I 期预计达到 2GWh 产能，中科海纳 2023 年有望形成 1-2GWh 钠离子电池的产能，我们预计随着钠离子电池的规模量产，其成本经济性优势加速其市场渗透率，未来有望在两轮车和储能市场占据较大的空间。
- ▶ **投资建议：**我们认为钠离子电池是能源的一种重要形式，看好钠离子电池产业的发展，看好具有核心技术的钠电池及相关材料公司，建议关注电池端：传艺科技、宁德时代、华阳股份；材料端：容百科技、振华新材、多氟多等。
- ▶ **风险提示：**钠电池产业化进度不及预期；下游市场不及预期；产品成本超预期。

重点公司投资评级

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (09.23)	EPS (元)			PE			投资评级
				2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
002866	传艺科技	134.63	46.50	0.58	0.62	1.07	21.66	23.20	13.50	增持
300750	宁德时代	10185.06	417.34	6.83	10.95	17.41	86.03	38.11	23.97	无评级
600348	华阳股份	461.28	19.18	1.47	2.47	2.70	8.06	7.75	7.11	无评级
688005	容百科技	406.69	90.20	2.03	4.39	6.61	56.84	20.57	13.65	无评级
002407	多氟多	308.71	40.30	1.64	3.58	5.32	27.36	11.27	7.57	无评级
688707	振华新材	246.45	55.64	0.93	2.44	3.09	54.09	22.80	18.03	无评级

数据来源：wind 数据，财通证券研究所 备注：未覆盖标的 EPS 和 PE 取自 wind 一致预期

内容目录

1. 钠离子电池量产化在即	4
2. 钠离子电池的构造决定其电化学性能	5
2.1. 钠离子电池正极材料重要性显著	5
2.1.1. 层状金属氧化物技术较为成熟	6
2.1.2. 普鲁士蓝类化合物比容量高，稳定性较低	7
2.1.3. 聚阴离子类化合物稳定性较高，比容量较低	8
2.2. 钠电池的主流负极材料是无定形碳	9
2.3. 钠电池的集流器可以采用低成本的铝箔	11
2.4. 钠电池隔膜可以与锂电池相同，电解液各异	11
3. 钠电池目标市场小动力两轮车、储能，市场空间较大	12
3.1. 钠电池成本低，性能好带来了产业化优势	12
3.1.1. 低成本原材料和与锂离子电池兼容设备利于钠离子电池降低成本	12
3.1.2. 钠离子电池低能量密度下循环次数较高	13
3.2. 市场定位小动力、两轮车和储能市场，未来市场空间较大	14
4. 各公司共同推进钠电池产业化发展	16
4.1. 海外：欧美和日本是钠电池发展的主要推动国家	16
4.2. 中国：创业公司和老牌电池公司共同推动顶尖技术研发	17
4.2.1. 创业公司多由研究所人员成立，布局钠电池产业链	17
4.2.2. 产业链公司加速钠电池研发和量产	20
5. 投资建议	21
6. 风险提示	22

图表目录

图 1. 2010 年起钠电池发展提速	4
图 2. 钠电池是摇椅式二次电池	4
图 3. 钠离子电池和锂离子电池成本对比	5
图 4. 层状金属氧化物掺杂铁元素后比容量增高	6
图 5. 预嵌钠构造人工界面可增加电极材料 ($\text{NaFe}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_2$) 稳定性	6
图 6. P2 金属氧化物可以滑移为 O2/OP4 结构，稳定性低	7
图 7. 层状金属氧化物为正极的电池容量高、稳定性低	7
图 8. 普鲁士蓝类化合物比容量较高，稳定性较低	8
图 9. $\text{Na}_2\text{NiFe}(\text{CN})_6$ 、 $\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$ 掺杂元素后循环次数上升	8
图 10. 聚阴离子类化合物稳定性较高，比容量较低	9
图 11. 聚阴离子类化合物掺杂锂元素重排后储钠能力增加	9
图 12. 硫掺杂硬碳负极材料可以提高比容量	10
图 13. 软碳导电性较高，硬碳比容量较高	10
图 14. 硬碳比容量较高，首次库伦效率低	10
图 15. 中国市场铝的价格低于铜的价格 (元/吨)	11
图 16. 碳酸钠的价格远远低于碳酸锂的价格 (元/吨)	12
图 17. 钠电池和锂电池的制作工艺一致	13
图 18. 钠电池的热失控温度大约在 180°C	14

图 19. 全球钠离子电池市场规模 2025 年或将达到 73.50GWh.....	16
图 20. 用于新能源车的 Faradion 钠电池.....	16
图 21. Natron Energy 的高循环次数钠电池.....	17
图 22. Natron 生产的正负极都是普鲁士蓝化合物的电池.....	17
图 23. 中科海钠的钠电池在循环 200 次后容量保持率大于 90%.....	18
图 24. 无负极钠电池的循环性能和能量密度都得到了提升.....	19
图 25. 纳创新能源研发的钠离子电池.....	19
图 26. 宁德时代第一代钠电池低温性能好、系统集成效率高.....	20
图 27. 宁德时代 AB 型钠电池能量密度有所突破.....	21
表 1. 钠离子电池和锂离子电池重要材料对比.....	5
表 2. 钠电池常用正极材料的特性.....	9
表 3. 钠电池常用负极材料的特性.....	11
表 4. PP/PE 材料的特性.....	12
表 5. 钠离子和锂离子特性对比.....	13
表 6. 各家公司当前的钠离子电池能量密度和循环次数.....	14
表 7. 钠离子电池、锂离子电池、铅酸电池对比.....	15
表 8. 中科海钠拥有多项钠电池相关专利.....	18
表 9. 重点公司介绍.....	21

1. 钠离子电池量产化在即

钠电池随着产业化加速，量产在即。1979年法国的 Armand 提出了“摇椅式电池”的概念，开始钠离子电池的研究。随后 Delmas 和 Goodenough 发现了层状氧化物材料可作为钠电池正极材料，Stevens 和 Dahn 发现硬碳材料作为负极有良好的钠离子嵌脱性能。2010年以来，钠电池的研发进程加速。2011年中科院物理所研究员团队开始了钠离子电池核心技术的研发，自此以后开发出低成本的电极材料和电解液被发现。2017年国内第一家专注于钠离子电池研发和生产的公司中科海纳成立。2021年宁德时代成功举行了第一代钠离子电池线上发布会。2022年，中科海纳和传艺科技均预计2023年量产其钠离子电池。

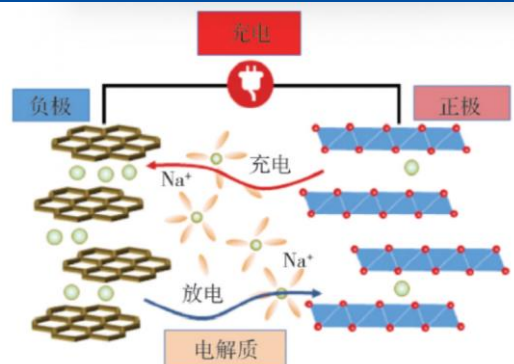
图 1. 2010 年起钠电池发展提速



数据来源：公开信息整理，财通证券研究所

钠电池和锂电池均是摇椅式二次电池，是一种依靠离子在正负电极之间往返嵌入和脱出的二次电池，其中正极和负极材料均允许钠离子可逆地插入和脱出。在充电过程中，钠离子从正极脱嵌，经过电解质嵌入负极，同时电子的补偿电荷经外电路供给到负极，使正负极发生氧化还原反应，保证正负极电荷平衡；放电时则相反。

图 2. 钠电池是摇椅式二次电池



数据来源：国际能源网，财通证券研究所

2. 钠离子电池的构造决定其电化学性能

材料选择上，钠离子和锂离子存在较大差异，并间接导致成本差异较大。

- 正极方面，由于钠离子比锂离子半径大，导致其很难从层状正负极材料嵌入/脱出，因此钠离子正极材料在能量密度上有所欠缺，同时为了使钠离子更容易嵌入/脱出，相对应的正极材料选择也和锂离子电池有所差别；
- 负极方面，锂离子电池常用的石墨材料无法有效嵌入钠离子，需要更换材料，目前常见的是各类硬碳材料；
- 电解液方面，钠离子摩尔电导率更高，使得钠离子电池所需电解液浓度较低，对添加剂的要求也较低，从而带来电解液成本也较低。
- 隔膜方面，无较大差异；
- 集流体方面，钠离子电池正负极集流体均可以选用成本较低的铝箔，锂离子电池则需要正极集流体铝箔，负极集流体铜箔。

由于材料选择的差异，其成本也有较大差异。根据中科海纳官网披露的数据，如果钠离子电池选用 NaCuFeMnO/软碳体系，锂离子电池选用磷酸铁锂/石墨体系，钠离子电池材料成本可降低 30-40%。

表 1. 钠离子电池和锂离子电池重要材料对比

类别	钠离子电池	锂离子电池
正极	层状氧化物类(中科海纳)、普鲁士蓝类似物(宁德时代)、聚阴离子化合物	磷酸铁锂、三元(镍钴锰锂不同比例)
负极	无定型碳(硬碳、软碳)	石墨、硅碳
隔膜	PP/PE	PP/PE
电解液	钠盐阴离子等(探索中)	六氟磷酸锂、LiFSI 等
集流体	铝箔	正极铝箔、负极铜箔

数据来源：公开资料整理，财通证券研究所

图 3. 钠离子电池和锂离子电池成本对比



数据来源：中科海纳官网，财通证券研究所

2.1. 钠离子电池正极材料重要性显著

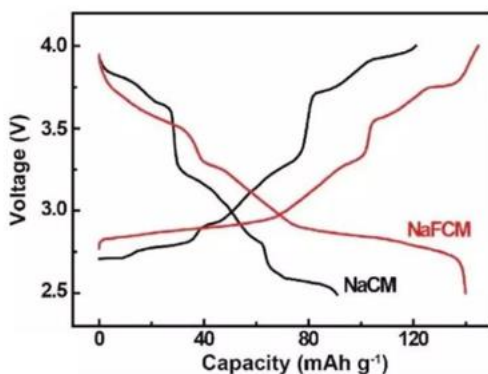
正极材料的电化学特性影响了整个电池的电化学特性。正极材料的理论能量密度

就是电芯能量密度的上限，正极材料通过影响容纳钠离子的能力和传输通道的通畅性来影响钠电池的功率密度。同时，正极材料活性物质的损耗以及杂质成分会影响电池的寿命。目前，主流的正极材料主要包括过渡金属氧化物材料、聚阴离子类材料、普鲁士蓝类材料等。

2.1.1. 层状金属氧化物技术较为成熟

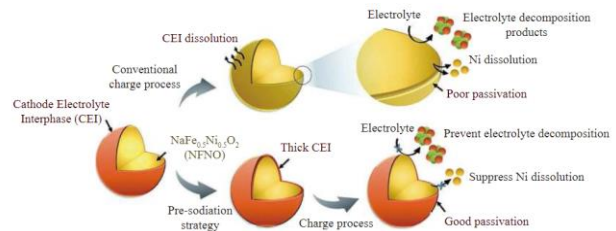
过渡金属氧化物对储存条件要求较高，需要掺杂元素提升比容量。过渡金属氧化物可分为层状和隧道状，用 Na_xMeO_2 表示，其中 Me 包括 Mn、Fe、Ni、Co 等过渡金属元素，x 为钠的化学计量数。金属氧化物合成方便、结构简单，原料来源广，但是钠离子在参与嵌脱反应的过程中由于离子半径较大，会引起氧层的滑移，造成材料结构不可逆的改变，影响循环性能。而且，材料易与空气中的水分反应，对储存条件要求较高。目前多使用元素掺杂诱导氧化还原反应来提高电池容量，减少嵌脱反应中结构的改变程度，构造人工界面包覆稳定晶体结构并提高电化学性能。

图 4. 层状金属氧化物掺杂铁元素后比容量增高



数据来源：<Excellent Comprehensive Performance of Na-Based Layered Oxide Benefiting from the Synergetic Contributions of Multimetal Ions>Hu-Rong Yao 等, 财通证券研究所

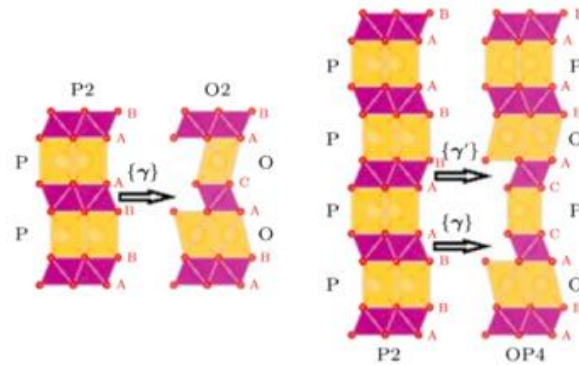
图 5. 预嵌钠构造人工界面可增加电极材料 ($\text{NaFe}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_2$) 稳定性



数据来源：《钠离子电池层状氧化物正极材料研究进展》金俊腾等，财通证券研究所

层状金属氧化物热量高，合成方便，但稳定性较低。自 1980 年以来，锂离子层状氧化物一直是锂离子电池的主要正极材料，因而层状金属氧化物也得到了大家的关注。层状金属氧化物可以根据钠离子和氧形成的结构分为 O 型（八面体结构）和 P 型（三棱柱型）。其中常见的 O3 型钠离子含量高，电池容量高；P2 型钠离子之间的层间距较高，传输速度和倍率性能较高。

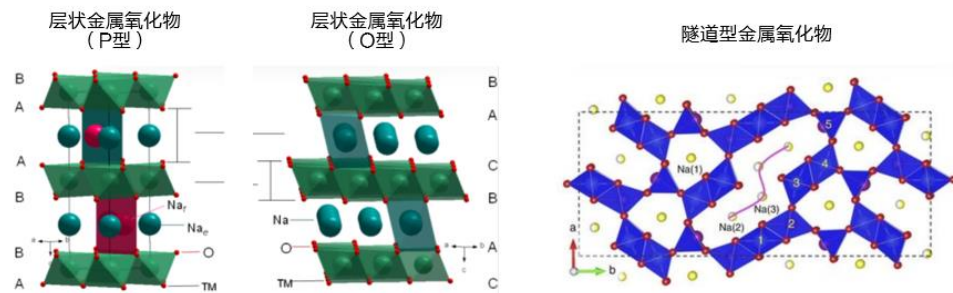
图 6. P2 金属氧化物可以滑移为 O2/OP4 结构，稳定性低



数据来源:《钠离子层状氧化物材料相变及其对性能的影响》丁飞翔等, 财通证券研究所

隧道型氧化物稳定性更高, 但可逆容量低, 没有得到市场的关注度。由于存在八面体结构, 材料的结构更加稳定, 循环性能更好。但是由于材料中钠含量较低, 可逆容量较低, 市场关注度不高。

图 7. 层状金属氧化物为正极的电池容量高、稳定性低



数据来源: <Rational design of layered oxide materials for sodium-ion batteries> QiDi Wang 等, 财通证券研究所

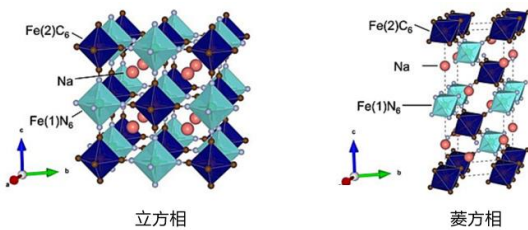
Faradion、中科海纳等公司使用层状金属氧化物为钠电池的正极材料。其中英国 Faradion 公司采用 Mn-Ni-Ti-Mg 四元层状氧化物作为正极材料, 电池能量密度超过 140Wh/kg, 循环寿命超过 3000 次; 中科海纳采用 Cu-Fe-Mn 三元层状氧化物正极材料, 电池能量密度达到 145Wh/kg; 钠创新能源采用 Fe-Ni-Mn 三元层状氧化物, 比容量超过 130mAh/g, 能量密度约为 130-160Wh/kg。

2.1.2. 普鲁士蓝类化合物比容量高, 稳定性较低

普鲁士蓝类化合物通过引入非活性金属离子或设计不同结构等方法提升电化学性能。普鲁士蓝类化合物用 $A_xMA[MB(CN)_6] \cdot zH_2O$ 表示, 其中 A 为碱金属离子, MA 和 MB 为过渡金属离子。其中过渡金属离子与氰根形成六配位, 形成较大的三位多通道结构, 有利于钠离子的嵌脱反应, 所以有较高的比能量。但是普鲁士

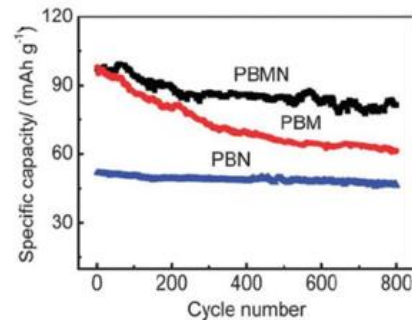
蓝类化合物热稳定性较差，电池工作过程中产生的热量会使材料分解且材料制作过程中形成的结晶水可能导致材料的晶格结构破坏造成安全问题。目前通过引入非活性金属离子或者设计不同的结构等方法可以保持材料的结构稳定性，提高电化学性能。

图 8. 普鲁士蓝类化合物比容量较高，稳定性较低



数据来源：X-MOL，财通证券研究所

图 9. $\text{Na}_2\text{NiFe}(\text{CN})_6$ 、 $\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$ 掺杂元素后循环次数上升



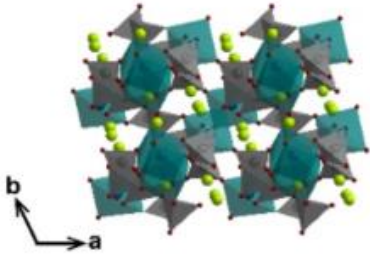
数据来源：《掺杂对钠离子电池正极材料性能影响机制的研究》李婧婧，财通证券研究所

目前星空钠电和宁德时代都采用了普鲁士蓝化合物作为正极材料。其中宁德时代于 2021 年发布的钠离子电池，电芯单体能量密度达到了 160Wh/kg，为目前全球最高水平，具有良好的快充性能，在常温下充电 15 分钟，电量可达 80%；也具有良好的低温稳定性，在零下 20°C 低温的环境下，仍然有 90%以上的放电保持率。

2.1.3. 聚阴离子类化合物稳定性较高，比容量较低

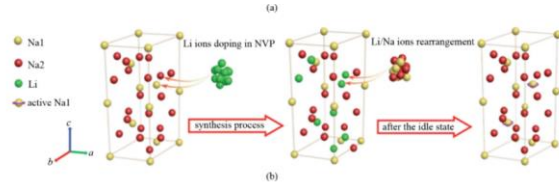
聚阴离子类化合物结构较稳定。聚阴离子化合物用 $\text{Na}_x\text{M}_y[(\text{XO})_n]_z$ 表示，其中 M 为可变价态的金属离子；X 为 P、S、V、Si 等元素。聚阴离子化合物主要是多面体框架连接而成，共价键较强因而抗氧化性能高，结构稳定，循环性能较好，但由于阴离子较多，比容量和导电性偏低，且常用的钒元素价格较高，材料成本较贵。目前多使用离子掺杂来提高电池倍率能力，调节脱嵌钠的电化学性能；使用聚合物包覆提高聚阴离子化合物的比表面积，从而提高电池的导电性和容量。

图 10. 聚阴离子类化合物稳定性较高,比容量较低



数据来源：能源学人，财通证券研究所

图 11. 聚阴离子类化合物掺杂锂元素重排后储钠能力增加



数据来源：<Towards enhanced sodium storage by investigation of the Li ion doping and rearrangement mechanism in $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ for sodium ion batteries>Xiao Ni 等，财通证券研究所

目前使用聚阴离子类化合物为正极材料的公司相对另外两种材料而言较少。众钠能源和高博能源使用钒基聚阴离子化合物作为电池的正极材料，广州鹏辉科技公司使用磷酸盐类钠正极做出了钠离子电池样品。其中众钠能源全体系电芯能量密度为 120-160Wh/kg，循环性能可以达到 2000-10000 圈，且可以在零下 20°C 正常工作。

基于以上分析可以知道钠电池常用正极材料的特性。其中普鲁士蓝类化合物可逆容量（120-140mAh/g）和比容量较高；聚阴离子类化合物材料能量密度、稳定性和循环次数（2000 次）较高；层状金属氧化物全寿命周期成本较高。

表 2. 钠电池常用正极材料的特性

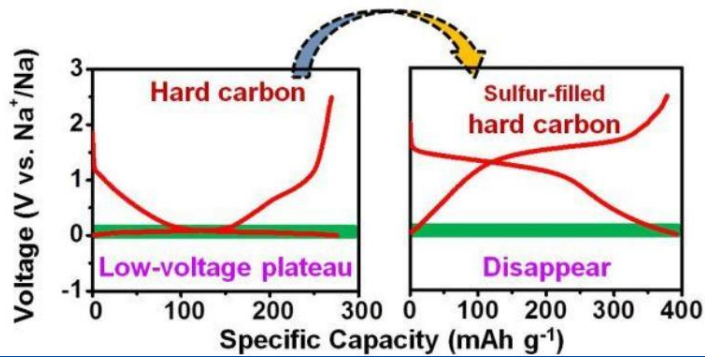
	层状金属氧化物	普鲁士蓝类化合物	聚阴离子型化合物
可逆容量 (mAh/g)	100	120-140	120
比容量	中	高	低
材料能量密度	低	中	高
结构稳定性	中	低	高
循环次数 (次)	1000	600	2000
倍率性能	低	中	高
全寿命周期成本	中	低	低

数据来源：高工锂电，财通证券研究所

2.2. 钠电池的主流负极材料是无定形碳

可以用作钠电池负极的无定形碳主要分为硬碳和软碳。其中在 2500°C 以上的高温下能石墨化的为软碳，在 2500°C 以上的高温下不易石墨化的为硬碳。无定形碳储钠能力好、可逆比容量高、循环性能好，商业化趋势明显。同时软碳和硬碳都可以通过原子掺杂提高材料的层间距，制备纳米结构碳材料缩短钠离子扩散途径等方式提高电化学性能。

图 12. 硫掺杂硬碳负极材料可以提高比容量



数据来源: MaterialsViews, 财通证券研究所

软碳导电性较好，不可逆容量较高。软碳的结构规整程度较高，导电性较好，原材料丰富，成本低。但是钠离子在发生嵌脱反应的时候容易引起层间距的改变，所以首次充放电的不可逆容量较高。且软碳在高温下容易石墨化，层间距会减小，降低材料的储钠能力。

硬碳比容量和首次充放电效率优于软碳，成本也高于软碳。硬碳的分子结构主要是随机排列，内部可以储存钠离子的空间较大，比容量高，可达到 350mAh/g 以上。但由于加工要求更为严格，开发成本高于软碳，且倍率性能较差，首周库伦效率低。

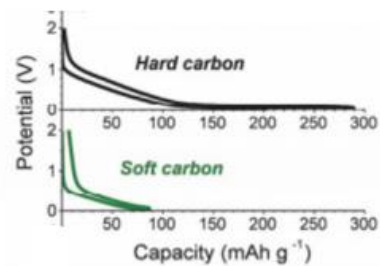
图 13. 软碳导电性较高，硬碳比容量较高



数据来源:《钠离子电池碳基负极材料研究进展》蔡旭萍等, 财通证券研究所

图 14. 硬碳比容量较高，首次库伦效率低

硬碳、软碳充放电曲线



数据来源:《钠离子电池碳基负极材料研究进展》蔡旭萍等, 财通证券研究所

目前更多的钠离子电池生产商采用硬碳作为负极材料。其中法国 Tiamat 公司使用硬碳作为钠电池的负极材料，能量密度可以达到 120Wh/kg；同样采用硬碳的宁德时代钠电池能量密度可以达到 160Wh/kg。中科海钠采用无烟煤基软碳为负极材料，其钠电池的能量密度可以达到 145Wh/kg。

基于以上分析可以知道钠电池常用负极材料的特性。其中硬碳的可逆容量

(300mAh/g) 较高, 层间距 (0.37-0.42nm) 较大, 利于钠离子的脱嵌, 稳定性较好, 同时工作电压也仅有 0.1V。

表 3. 钠电池常用负极材料的特性

	硬碳	软碳
可逆容量 (mAh/g)	300	200
层间距 (nm)	0.37-0.42	0.34-0.37
工作电压 (V)	0.1	0.2-1.2

数据来源: 元能科技, 财通证券研究所

2.3. 钠电池的集流体可以采用低成本的铝箔

钠电池的正负极的集流体都可以用铝箔。集流体主要用于汇集电池活性物质产生的电流从而形成较大的电流。锂电池因为在低电位下容易和铝发生反应, 因而正极集流体材料为铝箔, 负极集流体材料为铜箔。但是钠和铝不会形成合金, 所以正负极的集流体都可以用铝箔。

图 15. 中国市场铝的价格低于铜的价格 (元/吨)



数据来源: Choice, 财通证券研究所

2.4. 钠电池隔膜可以与锂电池相同, 电解液各异

钠电池的电解液和隔膜均具备成熟的量产技术。电解液在电池中起传导离子的作用, 其中主要由溶剂、电解质和其他添加剂组成。锂电池的电解质为六氟磷酸锂, 而钠电池的电解质为六氟磷酸钠。隔膜主要起分隔电池正负极, 防止两极接触而短路的作用, 并且隔膜还需要支持电解质离子通过, 钠电池和锂电池均使用 PP 或者 PE 隔膜。

表 4. PP/PE 材料的特性

	优点	缺点	布局的公司
聚丙烯 PP	孔隙率、透气率高、机械强度高	熔点较低	东丽、旭化成、Entek、纽米科技、星源材质
聚乙烯 PE	材料强度好、加工范围较宽、可进行双向拉伸	加热条件下易氧化	格瑞恩、星源材质
PP/PE 复合材料	低熔点 PE 具有热反应功能、PP 机械性能好、兼顾安全性	价格昂贵、技术难度大	Celgard、宇部、沧州明珠、纽米科技

数据来源：理巨咨询，财通证券研究所

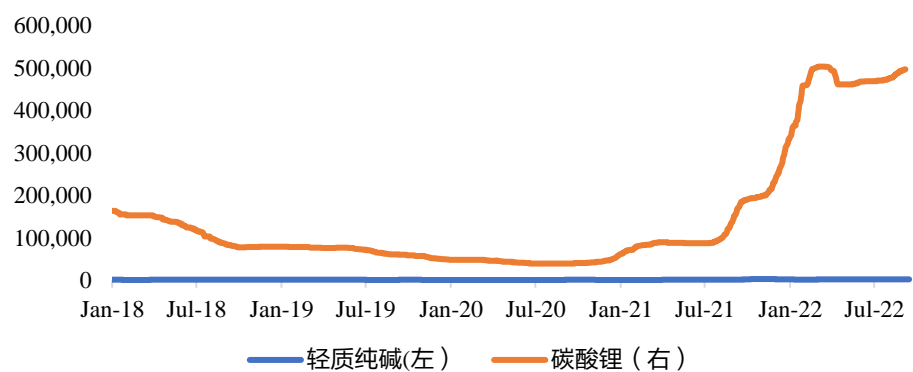
3. 钠电池目标市场小动力两轮车、储能，市场空间较大

3.1. 钠电池成本低，性能好带来了产业化优势

3.1.1. 低成本原材料和与锂离子电池兼容设备利于钠离子电池降低成本

钠元素的储量丰富，开采成本低，且集流体可以使用更低价的铝箔。目前主流的锂电池原材料锂资源总量有限，成本较高。锂资源的地壳丰度仅为 0.006%，开采成本较高，而且大多分布在澳洲、南美地区，国内锂资源主要靠进口，供应链不安全。钠资源地壳丰度为 2.64%，且分布广泛，开采难度低，成本低。同时，由于铝制集流体易与锂而不与钠发生化学反应，因此锂离子电池的负极使用的是高价的铜箔，而钠离子电池可以在正负极都可以使用更低价的铝箔。

图 16. 碳酸钠的价格远低于碳酸锂的价格（元/吨）



数据来源：Wind，财通证券研究所

钠电池的电解液有高导电性，低浓度电解液可以降低成本。钠离子的斯托克斯半径和脱溶剂化能比锂离子更小，使得使用低浓度电解质的电解液成为可能，有效降低电池成本。同时，钠电池的快充性能较强，常温下充电 15 分钟，电量可达

80%以上。

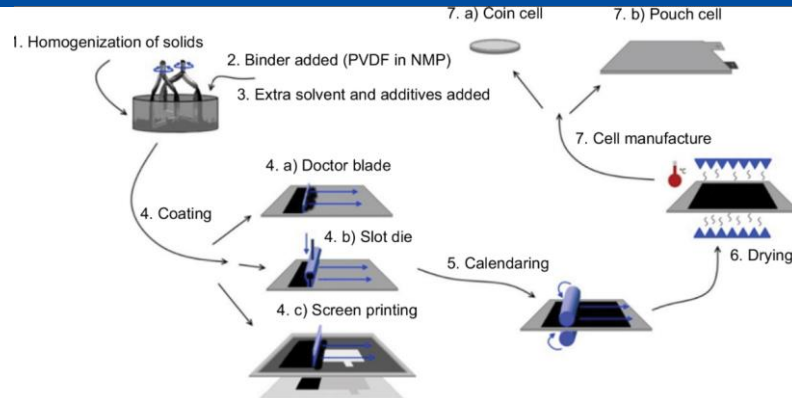
表 5. 钠离子和锂离子特性对比

	托克斯半径(Å)	去溶剂化能 (PC)/kJ·mol ⁻¹	标准氢电势 (V)
钠离子	4.6	158.2	-2.71
锂离子	4.8	215.8	-3.04

数据来源：能源学人，财通证券研究所

钠离子电池的设备可以采用锂离子电池的生产设备。锂离子电池的生产设备主要分为针对电极制片工序的前端设备、覆盖电芯装配工序的中端设备和覆盖电芯激活化成、分容检测以及组装成电池组等工艺的后端设备。钠离子电池的制造工艺和设备与锂电池兼容，只需要对设备进行升级即可用于钠电池生产，需要投入的设备成本较低。

图 17. 钠电池和锂电池的制造工艺一致



数据来源：<The re-emergence of sodium ion batteries: testing, processing, and manufacturability>Roberts S 等，财通证券研究所

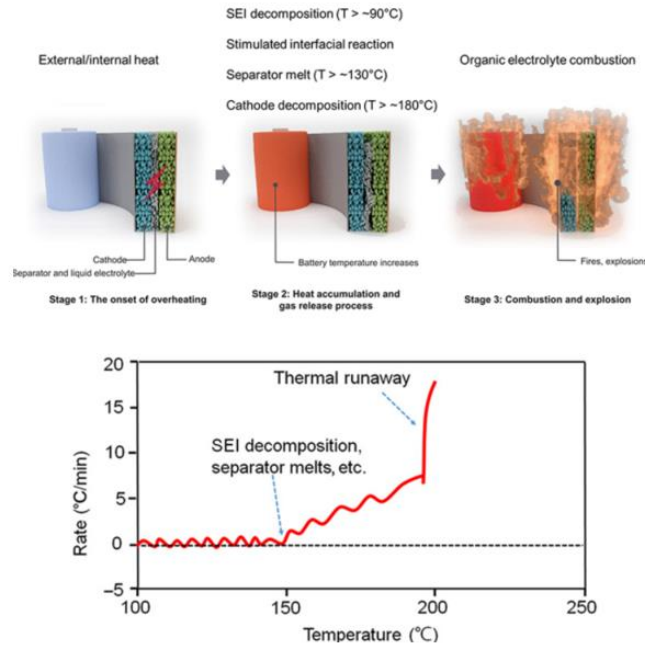
3.1.2. 钠离子电池低能量密度下循环次数较高

钠离子电池在高低温环境里表现更优异。锂离子电池在寒冷的环境下容易活性降低，比容量大幅度下降。但是，钠离子电池在在-20℃低温下可以放出 90%的容量，在-40℃低温下可以放出 70%的容量，在高温 80℃时仍然可以正常循环充放电使用。

钠离子电池的安全性能较高，可以有效降低存储和运输成本。钠离子电池在过充、过放、短路、针刺等测试中不起火、不爆炸。钠离子电池热失控温度更高，在高温环境下容易因为钝化、氧化而不自燃。而且钠盐电解质的电化学窗口较大，电解质在参与反应的过程中分解的可能性更低，电池系统的稳定性更高。钠离子电

池的稳定性对存储和运输的要求较低，可以有效降低成本。

图 18. 钠电池的热失控温度大约在 180°C



数据来源：<Advances in materials for all-climate sodium-ion batteries>Xiaobo Zhu 等，财通证券研究所

钠离子电池的能量密度较低，但低能量密度下循环次数较高。和其他高能量密度的电池相比，钠离子体积更大，质量更重。目前钠离子电池的能量密度大约为 70-200Wh/kg，而锂离子电池能量密度大约为 150-350Wh/kg，其中磷酸铁锂电池的能量密度偏低，约为 150-210Wh/kg，而三元锂电池能量密度较高，约为 200-350Wh/kg。循环次数方面，钠离子电池循环次数与能量密度存在负相关关系，低能量密度下一般出现高循环次数，高能量密度下对应低循环次数。

表 6. 各家公司当前的钠离子电池能量密度和循环次数

公司	国家	能量密度	循环次数（次）
宁德时代	中国	160Wh/kg	3000
中科海钠	中国	145Wh/kg	4500
传艺科技	中国	140Wh/kg	4000
Faradion	英国	140Wh/kg	1000
Tiamat	法国	120-135Wh/kg	5000-8000
Natron Energy	美国	50Wh/L	50000

数据来源：各家官网数据，财通证券研究所

3.2. 市场定位小动力、两轮车和储能市场，未来市场空间较大

钠离子电池未来产业化领域看点在储能电池、小动力车、电动二轮车等领域。性能表现上，钠离子电池性能介于传统铅酸电池和锂电池之间，宁德时代 2021 年 7 月分布的第一代钠离子电池单体能量密度达到 160Wh/kg，已经接近磷酸铁锂电池的能量密度。根据中科海钠和中国储能网的测算，1wh 锂电成本为 0.43 元，钠电则为 0.29 元，铅酸电池成本为 0.40 元。考虑到钠离子电池的性能，我们预计未来钠离子电池产业化替代的领域为电动二轮车以及对于高能量密度没有高要求的储能电池、小动力车等领域。

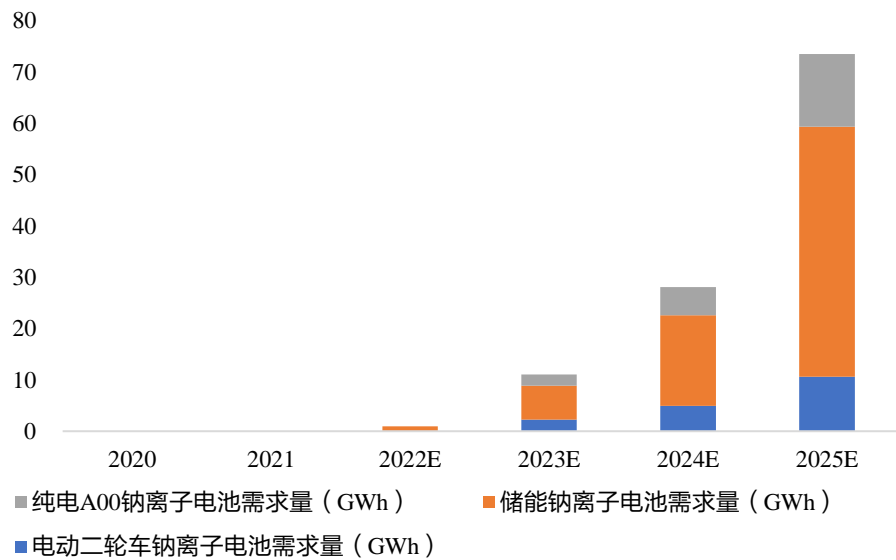
表 7. 钠离子电池、锂离子电池、铅酸电池对比

项目	钠离子电池	锂离子电池	铅酸电池
能量密度 (Wh/kg)	100-150	150-250	30-50
电压 (V)	2.8-3.5	3.0-4.5	2.1
低温性能	-20℃放电效率 90%	-20℃放电效率 60-75%	-20℃放电效率低于 60%
充电速度	常温下充电 15 分钟，电量可达 80%以上	快充 20-30 分钟 80%	达到 80%至少 1 小时
安全性	高	低	中
产业布局	2023 年可形成产业链	已形成产业链	已形成产业链
单位能量原料成本 (Wh/元)	0.29	0.43	0.40
循环次数 (次)	1000-3000+	3000+	300-600
缺点	未产业化	安全性一般，回收利用差	较重，寿命低
适用场景	储能、小动力	储能、动力	小动力

数据来源：中科海纳官网，宁德时代钠离子电池发布会，SMM，中科院物理所，CNKI，财通证券研究所

我们预计 2025 年钠离子电池市场规模为 398 亿元，2022-2025 年年复合增速超 300%，市场需求直接从 21 年 0GWh 增长到 25 年的 73.50GWh。其中，电动二轮车领域，钠离子电池需求规模从 2021 年的 0GWh 增长到 2025 年的 10.63GWh；储能领域，钠离子电池需求规模从 2021 年的 0GWh 增长到 2025 年的 48.74GWh；纯电 A00 领域，钠离子电池需求规模从 2021 年的 0GWh 增长到 2025 年的 14.13GWh。

图 19. 全球钠离子电池市场规模 2025 年或将达到 73.50GWh



数据来源：GGII，中汽协，乘联会，财通证券研究所测算

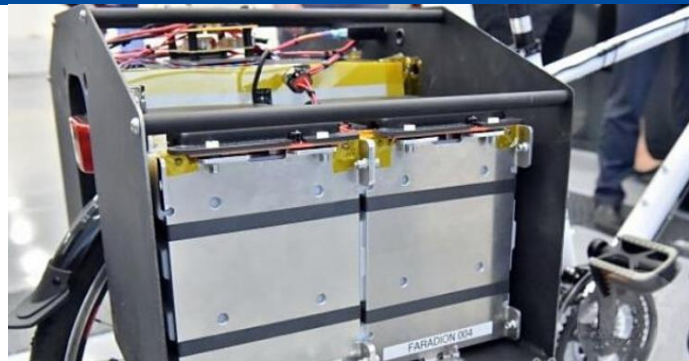
4. 各公司共同推进钠电池产业化发展

4.1. 海外：欧美和日本是钠电池发展的主要推动国家

Faradion：全球第一家专注钠离子电池产业化的企业

成立于 2011 年的英国 Faradion 是全球第一家专注钠离子电池产业化的企业。公司对钠电池的研究主要看重成本和能量密度，拥有 21 项钠电池开发专利。其研发的原型电池能量密度约为 140Wh/kg，在 80%放电深度下循环寿命约为 1000 次，设计的 10Ah 软包电池的能量密度为 155Wh/kg。公司积极与同行业公司开展合作，2021 年公司与 Phillips 66 (NYSE: PSX) 启动技术合作，开发低成本和高性能负极材料的钠离子电池，同年与电池制造商 AMTE Power 合作，可以利用 AMTE Power 现有的电池制造设施。

图 20. 用于新能源车的 Faradion 钠电池



数据来源：高工锂电，财通证券研究所

Natron Energy：高循环次数钠电池的领先者

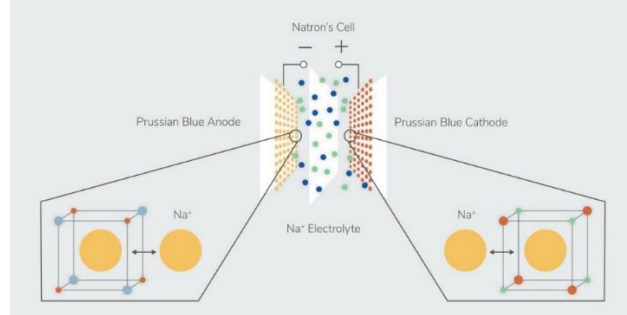
成立于 2012 年的美国 Natron Energy 于 2022 年宣布开始在密歇根州的 Clarios 国际工厂大规模生产钠离子电池，并计划于 2023 年上市。该公司研发的钠电池能量密度较低，大约为 50Wh/L，但是循环次数较高，大约为 50,000 次，快充性能优秀，在八分钟内可以快速充电到 99%，因而主要应用于工业电力和储能。

图 21. Natron Energy 的高循环次数钠电池



数据来源：公司官网，财通证券研究所

图 22. Natron 生产的正负极都是普鲁士蓝化合物的电池



数据来源：公司官网，财通证券研究所

ASAHI CARBON：起家于碳黑产品，涉足钠电池负极材料

成立于 1951 年的日本 ASAHI CARBON 主要营业范围为碳黑产品的开发、生产与销售。公司目前加速推动钠离子电池负极材料的研发，将碳黑与氧化铝复合，并使用结合力高的聚酰亚胺做为黏合剂，成功制造出具有高稳定性、高可逆容量的负极材料，其可逆容量达到 357mAh/g。

4.2. 中国：创业公司和老牌电池公司共同推动顶尖技术研发

4.2.1. 创业公司多由研究所人员成立，布局钠电池产业链

中科海钠：国内首家钠离子电池创业公司

2017 年国内首家钠离子电池创业公司中科海钠成立，布局钠电池的量产进程。该公司的核心成员来自中国工程院、中国科学院物理研究所等机构，拥有 20 多项钠离子电池核心发明专利。中科海钠和华阳股份合作研发并于 2021 年 6 月 28 日投运的 1MWh 钠离子储能电池系统成功入选国家能源局发布 2021 年度能源领域首台（套）重大技术装备项目名单，此系统可以达到 145KW/h 的能量密度，4500 次循环次数。中科海钠和华阳股份子公司发起的 1GWh 钠离子 Pack 电池生产线，预计 2022 年投产，该生产线成本约为 0.36-0.4 元/Wh。同时中科海钠与三峡能源、三峡资本及安徽省阜阳市人民政府达成合作，将合作建设全球首条钠离子电池规模化量产线。该产线规划产能 5GWh，分两期建设，一期 1GWh 将于 2022

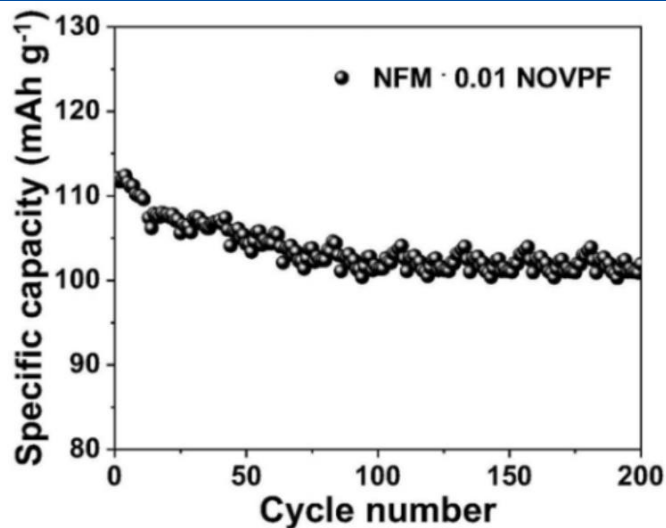
年正式投产。

表 8. 中科海钠拥有多项钠电池相关专利

序号	申请号	专利名称	证书情况
1	201110326377.2	钠离子电池负极活性物质及其制备方法和应用	已授权
2	201210272123.1	钠离子二次电池及其用的活性物质、正负极及活性物质的制备方法	已授权
3	201410347935.7	种富钠 P2 层状氧化物材料及其制备方法和	已授权
4	201821701121.9	一种可多次注液钠离子电池	已授权
5	201922222259.1	一种钠离子电池电芯	已授权
6	201922222257.2	一种涂布机模头保护罩	已授权

数据来源：公司官网，财通证券研究所

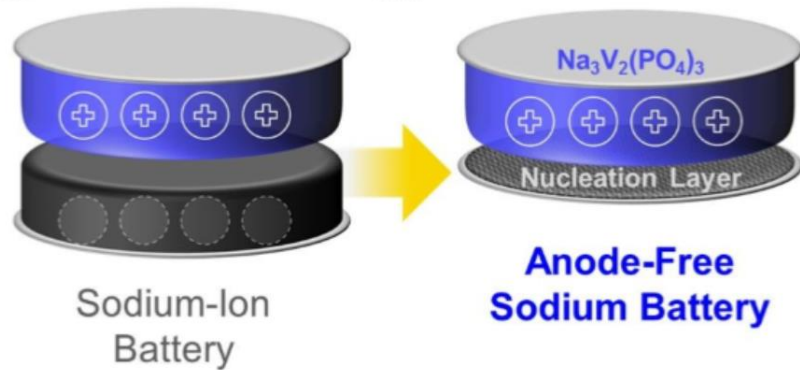
图 23. 中科海钠的钠电池在循环 200 次后容量保持率大于 90%



数据来源：国家知识产权局，财通证券研究所

无负极钠电池的循环性能和能量密度都得到了提升。今年 6 月，中科海钠的创始人之一胡勇胜研究员在 Nature Energy 上发表了关于无负极钠电池的研究，其能量密度超过 200Wh/kg。通过在铝集电器和含硼电解质上引入石墨碳涂层可以实现可逆和均匀的钠沉积层，使得 Na 电池的循环寿命达到 260 次，能量密度超过 200Wh/kg。

图 24. 无负极钠电池的循环性能和能量密度都得到了提升

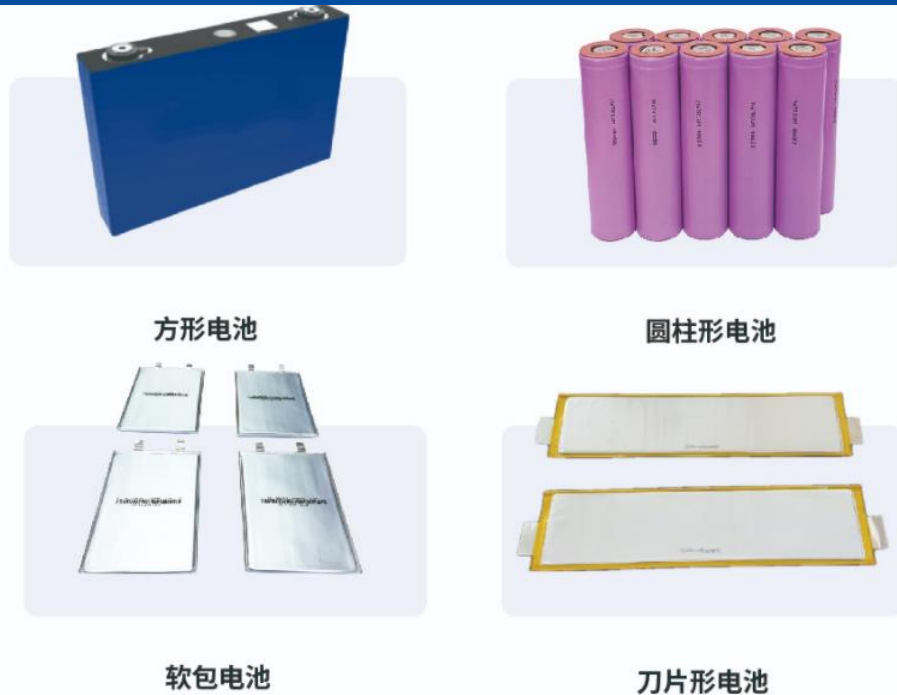


数据来源: <Rethinking sodium-ion anodes as nucleation layers for anode-free batteries>Adam P. Cohn 等, 财通证券研究所

纳创新能源：正极材料和电解液量产化公司

纳创新能源是 2018 年由上海交通大学讲席教授马紫峰带领成立的钠离子电池技术研发公司。马紫峰教授于 2012 年已成立钠离子电池研发团队，该团队于 2015 年发布全球首台钠离子电池储能装置，2019 年建成全球首条吨级铁酸钠基正极材料生产线，2021 年发布全球首套钠离子电池-甲醇重整制氢综合能源系统。2022 年纳创新能源拟将完成 3000 吨正极材料和 5000 吨电解液的投产。预计在未来的 3-5 年内，公司将建设 8 万吨正极材料和配套电解液生产线。

图 25. 纳创新能源研发的钠离子电池



数据来源：公司官网，财通证券研究所

4.2.2. 产业链公司加速钠电池研发和量产

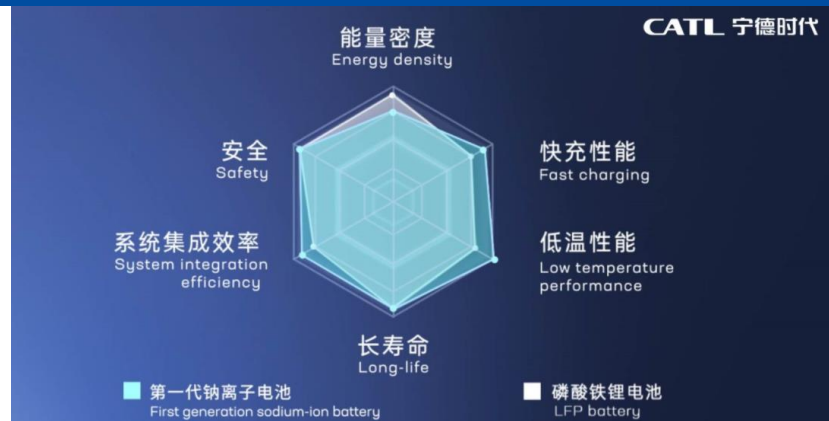
传艺科技：即将开始钠电池中试线投产

传艺科技技术团队多年聚焦钠电池，有将近 10 年的研发储备投入且 2022 年即将开始投产中试线。公司针对钠电池的核心技术环节-正极材料环节，已经研发出两款正极材料，其中一款能量密度可以达到 145Wh/Kg 左右。公司拟于 2022 年 10 月 27 日在高邮市举办“传艺钠电中试典礼、传艺钠离子电池研究院揭牌仪式、传艺钠离子电池产品发布会”，并即将开始进行中试线投产，预计 2GWh 一期钠离子电池项目将于 2023 年投建，第二期会有 8GWh 项目视市场需求投产。

宁德时代：开发了 AB 电池系统

作为老牌的动力电池公司，宁德时代在研发钠电池的过程中有良好的技术和设备基础。2021 年 7 月 29 日，宁德时代以线上发布会的形式发布了第一代钠离子电池，该电池能量密度达到了 160Wh/kg，在系统集成效率方面，也可以达到 80% 以上。同时宁德时代表示下一代钠离子电池能量密度将突破 200Wh/kg，公司计划于 2023 年形成基本产业链。

图 26. 宁德时代第一代钠电池低温性能好、系统集成效率高



数据来源：公司官网，财通证券研究所

新技术不断发展，提升钠电池的性能。2021 年 12 月 21 日，宁德时代董事长曾毓群在高工锂电年会上表示，宁德时代开发了 AB 电池系统，即钠离子电池与锂离子电池两种电池按一定比例进行混搭，可以弥补钠电池能量密度低的缺点。

图 27. 宁德时代 AB 型钠电池能量密度有所突破



数据来源：新能源汽车网，财通证券研究所

5. 投资建议

由于钠电池产业化发展加速，我们推荐掌握核心技术的钠电池及相关材料公司。我们认为钠离子电池是能源的一种重要形式，看好钠离子电池产业的发展，看好具有核心技术的钠电池及相关材料公司，建议关注电池端：传艺科技、宁德时代、华阳股份；材料端：容百科技、振华新材、多氟多等。

表 9. 重点公司介绍

公司	钠电池相关业务	介绍	布局
传艺科技	钠离子电池正极材料、负极材料、电解液等原材料	公司成立于 2007 年，是一家专业 IT 行业配套集生产科研、自动化流水线生产、出口加工贸易为一体的国家级高新技术企业。公司主营笔记本电脑配件，柔性线路板，绝缘导电材料等产品。是全球第三大的笔记本电脑线路板供应厂商、并建立了强大完整的研发能力及生产制造供应链。	即将进行中试线投产，预计 2GWh 一期钠离子电池项目将于 2023 年投建，第二期会有 8GWh 项目视市场需求投产。
宁德时代	钠离子电池	公司成立于 2011 年，专注于新能源汽车动力电池系统、储能系统的研发、生产和销售。拥有电化学储能技术国家工程研究中心、中国合格评定国家认可委员会认证的测试验证中心，设立了“福建省院士专家工作站”、“博士后科研工作站”，研发和技术优势突出。	2021 年发布了第一代钠离子电池，该电池能量密度达到了 160Wh/kg，公司预计下一代钠离子电池能量密度将突破 200Wh/kg，计划于 2023 年形成基本产业链。
华阳股份	钠离子电池正负极材料	公司成立于 1999 年，于 2003 年上市。公司主要从事煤炭生产、洗选加工、销售，电力生产、销售，热力生产、销售，以及道路普通货物运输、设备租赁、施工机械配件。	华阳股份和中科海纳计划建立自己的电池 PACK 厂，2023 年扩产至 10GWh 钠离子电池正、负极材料生产线

容百科技	钠离子电池正极材料	公司是一家高科技新能源材料行业的跨国型集团公司，从事锂电池正极材料的研发、生产和销售。公司建立了省级科研中心及博士后工作站，承担火炬计划、国家 863 计划等多项国家级科研项目。公司入选投中网“2017 年核心竞争力产业最佳企业榜单”，入围科学技术部火炬中心与长城战略咨询等联合发布的中国“独角兽”榜单。	公司规划在 2023 年钠电池正极材料达到每个月千吨级出货
振华新材	钠离子电池正极材料	公司成立于 2004 年，自设立以来专注于锂离子电池正极材料的研发、生产及销售，主要提供新能源汽车、消费电子及储能领域产品所用的锂离子电池正极材料。截至本招股说明书签署日，公司已申请发明专利 47 项、实用新型专利 1 项，获授权 28 项	截至 2022 年 7 月末，公司的钠离子电池正极材料向客户送样合计 0.6475 吨。除已送样客户外，公司钠离子电池正极材料已销售 4.13 吨。公司钠离子电池正极材料预计在 2022 年第四季度进入小批量试用阶段。
多氟多	钠电池	公司主营业务为高性能无机氟化物、电子化学品、锂离子电池及材料等领域的研发、生产和销售。公司在高纯度电子级氢氟酸、氟化锂、六氟磷酸锂等产品的主要原料和生产环节具有自主核心知识产权，是行业内较少具有完整自主知识产权、完整产业链的企业之一。	公司的六氟磷酸钠已商业化量产，且公司有量产钠电池的规划，目前正在实验室阶段

数据来源：CBC 金属网，同花顺财经，维科网，公司官网，公司公告，高工锂电，财通证券研究所

6. 风险提示

钠离子电池产业化不及市场预期的风险。钠离子电池存在产业化能不能快速推进的问题，如果钠离子电池产业化未及时推进，行业发展或受限；

下游市场不及预期的风险。如果下游储能、两轮车等市场需求发展不及市场预期，可能会导致下游市场。

产品竞争加剧的风险。钠离子电池市场拟进入玩家较多，如果之后钠离子电池行业竞争加剧，或存在价格大幅度下跌的风险。

信息披露

分析师承诺

作者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，具备专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解。本报告清晰地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，作者也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。

资质声明

财通证券股份有限公司具备中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。

公司评级

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%；

增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间；

中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间；

减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%；

无评级：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

行业评级

看好：相对表现优于同期相关证券市场代表性指数；

中性：相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平；

看淡：相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数。

免责声明

本报告仅供财通证券股份有限公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司不保证该等信息的准确性、完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的邀请或向他人作出邀请。

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，本报告所指的证券或投资标的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

本公司通过信息隔离墙对可能存在利益冲突的业务部门或关联机构之间的信息流动进行控制。因此，客户应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告仅作为客户作出投资决策和公司投资顾问为客户提供投资建议的参考。客户应当独立作出投资决策，而基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前应咨询所在证券机构投资顾问和服务人员的意见；

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。