



Research and
Development Center

钠电池进程加速，多技术并行发展

2022年08月1日

证券研究报告

行业专题研究

电力设备与新能源

投资评级 看好

上次评级 看好

武浩 电力设备与新能源行业首席分析师

执业编号: S1500520090001

联系电话: 010-83326711

邮箱: wuhao@cindasc.com

张鹏 电力设备与新能源行业分析师

执业编号: S1500522020001

联系电话: 18373169614

邮箱: zhangpeng1@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编: 100031

钠电池进程加速，多技术并行发展

2022年8月1日

本期核心观点

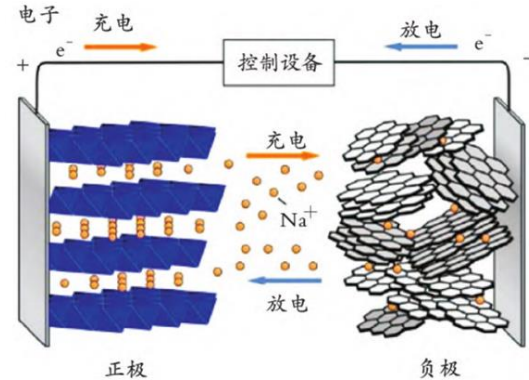
- **钠电池成本优势明显，多路线并行发展。**钠离子电池与锂离子电池工作原理类似，钠离子相比锂离子存在本征缺陷，但钠离子电池具备明显的成本优势，拥有较好的倍率、低温和安全性能。材料方面：1) 正极：主要有过渡金属氧化物、聚阴离子型化合物及普鲁士蓝等，短期看金属氧化物路线有望快速应用。2) 负极：负极材料中石墨储钠容量过低，层间距更大的硬碳为合适的材料之一。3) 电解液：钠离子电池对浓度要求更低，溶质换成相应钠盐。4) 集流体：由于钠和铝不会像锂与铝一样反应形成锂铝合金，因此可以选用铝箔为集流体，且可以降低成本。
- **钠电池有望逐步放量，与锂电池形成互补。**1) 成本是决定储能技术应用和产业发展规模最重要的参数，要满足容量型储能大规模商业化应用，度电成本需降低约 0.3 元/kwh 以下，铅蓄电池、磷酸铁锂电池和三元锂电池度电成本相对较高，钠电池具有优势。2) 电动两轮车市场存在铅酸替代需求，锂电渗透率不断提升，但锂电池成本上涨以及冬季续航缩水问题限制了锂电池的普及，钠离子电池成本更低，工作温区更宽，使用也更加安全，且两轮车对能量密度的要求比电动车低，钠离子电池有望快速应用于电动两轮车。3) 低速电动车在我国三四线城市和农村地区有着广阔的市场，新能源汽车下乡给 A00 级电动车提供了巨大增长动力，钠离子电池在低速车规范趋严和锂电池成本上涨背景下，有望快速发展。4) 我们预计钠离子电池 2025 年在电化学储能领域、电动两轮车领域及 A00 级电动车领域渗透率将分别达到 15%、5%、10%，对应 2025 年钠离子电池需求量将达到 57.77GWh。
- **2023 年有望成为钠电池产业化元年。**1) 21 年以来锂价上涨过快给供应链带来压力，短期锂矿价格有望维持高位，钠电池的成本优势更为显著。2) 从政策层面，国家各部委出台了多项政策鼓励多种储能技术并行发展，《“十四五”可再生能源发展规划》指出，研发储备钠离子电池等技术。3) 锂电巨头宁德时代的加入吸引了更多锂电材料厂家布局钠离子电池技术，共同加速钠电池产业链的发展，2023 年有望成为钠离子电池产业化元年。建议关注钠电产业的宁德时代、容百科技、振华新材、杉杉股份、天赐材料、多氟多等。
- **风险因素：**疫情导致产业链需求不及预期风险；技术路线变化风险；原材料价格波动风险；市场竞争加剧风险等。

一、钠电池成本优势明显，多路线并行发展

1) 钠离子电池与锂离子电池原理相似，成本优势明显，低温、安全性能突出

钠离子电池与锂离子电池原理类似，钠离子存在本征缺陷。钠离子电池是一种二次电池，主要依靠钠离子在正极和负极之间移动来工作，与锂离子电池工作原理、结构相似。虽然钠和锂处于同一主族，具有很多相似的物理化学性质，但是钠离子相对锂离子在电池应用中存在着一些不同：1) 钠的标准电极电势(-2.71 V)低于锂(-3.02V)，使得钠电池的输出功率不高。2) Na^+ (23 g/mol)的比重比 Li^+ (6.9 g/mol)大，导致钠离子电池的比能量密度相对较低。3) Na^+ 半径(1.02 Å)比 Li^+ 半径(0.76 Å)大，导致其在正负极中脱嵌相对困难。

图表 1: 钠离子电池工作原理



资料来源:《钠离子电池 O3 型层状氧化物正极材料研究》, 信达证券研发中心

图表 2: 钠离子和锂离子关键参数对比

Alkali ions		
Li		Na
6.9 g·mol ⁻¹	Atomic weight	23 g·mol ⁻¹
0.76 Å	Cation radius	1.06 Å
180.5 °C	Melting point	97.7 °C
3.0 V	Voltage vs. S.H.E.	2.7 V
3,860 mAh·g ⁻¹	Capacity density	1,160 mAh·g ⁻¹
5,000 \$	Cost, carbonates, per ton	150 \$

资料来源:《金属基纳米粒子的制备及其在碱金属离子电池负极中的应用》, 信达证券研发中心

钠离子电池具备明显的成本优势。1) 钠资源储量丰富，地壳丰度(2.75%)是锂资源(0.0065%)的 400 多倍，且钠资源在全球分布均匀，而锂资源 70% 分布在南美洲地区，资源分布极度不均。2) 负极采用的无烟煤前驱体材料来源广泛且碳化温度(约 1200°C)低于生产石墨负极时的石墨化温度(约 2800°C)。3) 钠不会和铝发生反应形成合金，因此负极集流体也能使用价格低廉的铝箔，从而进一步降低材料成本。4) 钠离子的斯托克斯直径比锂离子小，同浓度下钠盐电解液离子电导率比锂盐电解液更高，因此可以使用低盐浓度电解液代替高盐浓度电解液。5) 钠离子电池与锂离子电池工作原理相似，生产设备大多兼容，设备和工艺投入少，利于成本控制。

钠离子电池倍率、高低温性能较好。钠离子的溶剂化能比锂离子更低，即具有更好的界面离子扩散能力，同时同浓度下钠盐电解液离子电导率比锂盐电解液更高。更高的离子扩散能力和更高的离子电导率意味着钠离子电池的倍率性能好，充电速度快，常温下充电到 80% 仅需 15min。此外，锂电在低温下充电会析锂，而钠电不会析钠，因此钠离子电池的工作温度更宽，在 -40°C 到 80°C 的温度区间内皆可正常工作，-40°C 低温下容量保持率超过 70%，-20°C 低温下容量保持率接近 90%，远高于同条件下锂电池不到 70% 的保持率。

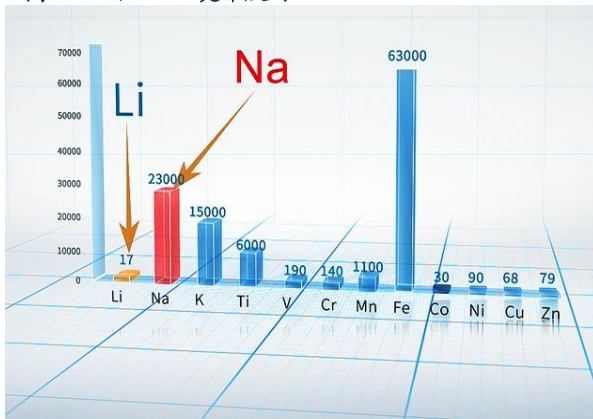
钠离子电池具备安全优势。1) 钠的活性高，在一定条件下钠枝晶比锂枝晶更易发生自消融，进而避免了电池短路自燃。2) 钠离子电池在热失控过程中易钝化失活，在过充、过放、挤压、针刺等安全测试中均不起火爆炸，热稳定性远超国家强标安全要求。3) 锂离子电池在过放电的情况下，金属态的铜会沉积在阴极上形成金属枝晶铜，金属枝晶铜的生长会造成内部短路并造成严重的热危害。而钠离子电池负极允许使用铝箔作为集流体，使其能够安全的放电至 0V，而不会出现 Al 溶解等任何问题。

图表 3: 钠离子电池和铅酸电池、锂离子电池性能对比

性能	钠离子电池 (铜基氧化物/煤基碳体系)	铅酸电池	锂离子电池 (磷酸铁锂/石墨体系)
质量能量密度 (Wh/kg)	100-150	30-50	120-180
体积能量密度 (Wh/L)	180-280	60-100	200-350
平均工作电压 (V)	3.2	2.0	3.2
循环寿命 (次)	2000 次以上	300-500 次	3000 次以上
-20℃ 容量保持率	88% 以上	小于 60%	小于 70%
耐过放电	可放电至 0V	差	差
单位能量原料成本 (元/Wh)	0.29	0.4	0.43
环境友好度	优	差	差

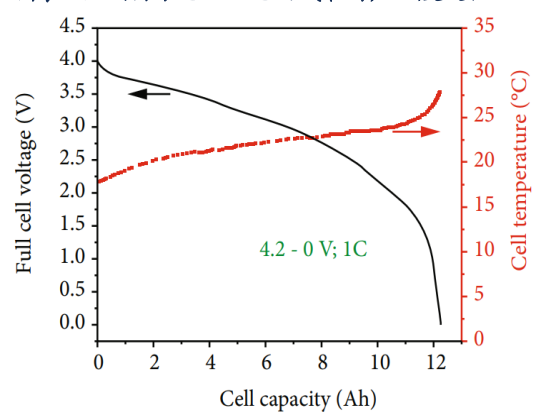
资料来源:《钠离子电池:从基础研究到工程化探索》,信达证券研发中心

图表 4: 钠、锂地壳丰度对比



资料来源: 中科海钠官网, 信达证券研发中心

图表 5: 钠离子电池放电曲线和对应温度变化

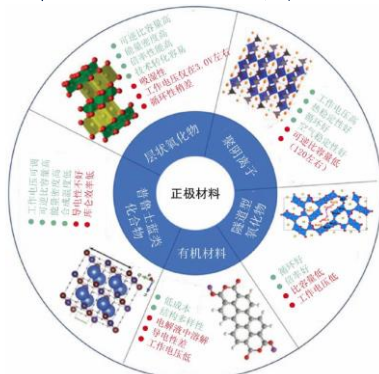


资料来源: Energy Material Advances, 信达证券研发中心

2) 钠电正极三条路线并行发展, 负极、电解液及集流体与锂电亦有不同

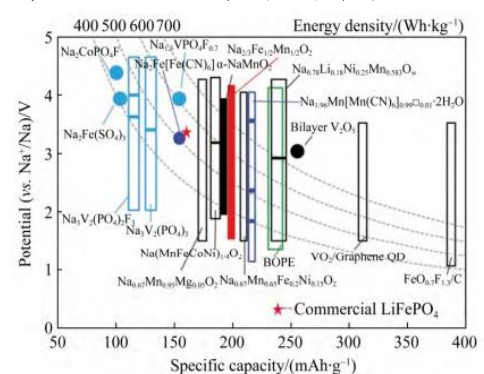
钠离子电池正极技术路线主要有层状金属氧化物、聚阴离子化合物及普鲁士蓝类化合物等。钠离子电池正极材料主要包括层状金属氧化物、聚阴离子化合物、普鲁士蓝类化合物、转化材料(过渡金属氟化物、硫化物等)以及有机材料(共轭碳基或氧化还原活性化合物)。其中,前三类商业化程度进展较快,实际比容量可达 100-200mAh/g,三种材料各有优劣。层状氧化物类似目前的锂电三元正极的结构,能量密度高,但循环性差;聚阴离子化合物类似磷酸铁锂的结构,安全性和稳定性好,但能量密度低;普鲁士蓝类化合物成本低,但是导电性差。

图表 6: 常见钠离子电池正极材料结构及优缺点



资料来源:《钠离子电池 O3 型层状氧化物正极材料研究》,信达证券研发中心

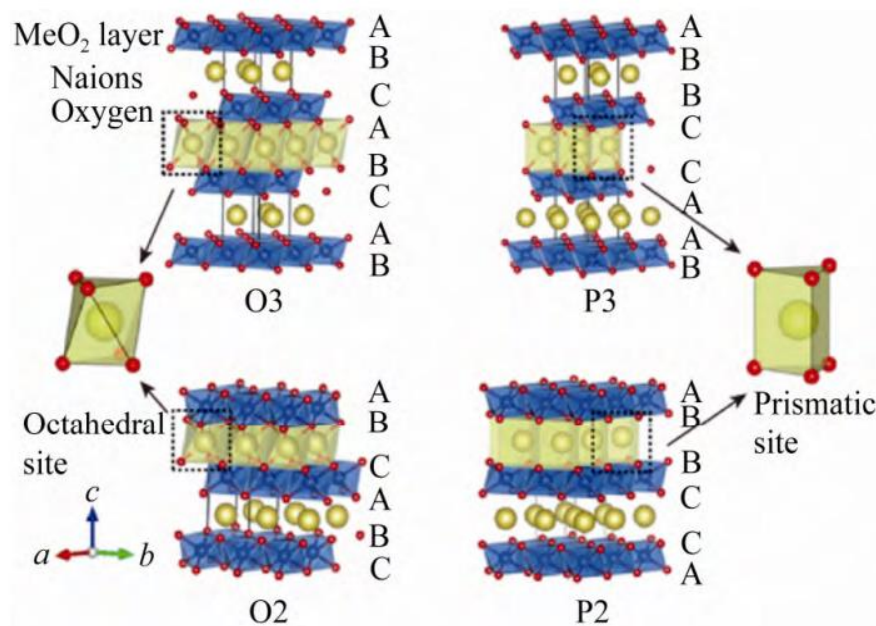
图表 7: 不同正极材料比容量和平均电压



资料来源:《高性能低成本钠离子电池电极材料研究进展》,信达证券研发中心

层状过渡金属氧化物应用相对成熟和广泛，主要有 O3 型和 P2 型，两种类型各有优势。钠离子在层状材料中迁移的扩散势垒比锂离子低，层状化合物作为储钠材料非常有优势，因此层状过渡金属氧化物通常成为钠离子电池正极材料的首选。层状过渡金属氧化物结构通式一般为 Na_xTMO_2 ($x \leq 1$, TM 为 Ni、Mn、Fe、Co、Cu 等 3d 过渡金属的一种或几种)。根据 Na^+ 的配位环境及 O 的堆积方式，可以将层状氧化物材料分为 O3、P3、P2、O2 等不同类型，其中钠离子电池层状氧化物正极材料大多以 O3 和 P2 两种结构存在。O3 型和 P2 型各有优势，O3 型具有更多的钠位，可以提供更多的钠离子，因此具有更高的理论容量和更高的初始库伦效率，P2 型结构更稳定，钠离子迁移的扩散势垒比 O3 型低，因此具有更好的离子导电性和倍率性能。目前主流钠离子电池厂家如中科海钠、钠创新能源、英国 FARADION 公司等采用了层状金属氧化物路线。

图表 8：层状过渡金属氧化物正极的晶体结构示意图



资料来源：《高性能低成本钠离子电池电极材料研究进展》，信达证券研发中心

多种过渡金属掺杂可有效抑制层状氧化物相变问题，其中锰基材料具有广阔的应用前景。钠离子半径较大，导致其脱出过程中会伴随电荷及 Na^+ 与空位之间的排序变化，因此层状 Na_xTMO_2 钠离子脱嵌过程的相变比 Li 类似物更加复杂，这种不可逆相变会导致其结构的崩塌和容量的快速衰减。目前主要有两种策略来抑制相变问题，一种是降低充电截止电位，避免在高电位区间发生不可逆相变，但这样做导致电位中压较低，比容量不足。另一种策略是引入多种过渡金属，通过抑制结构变化来提高循环稳定性。目前对层状氧化物的掺杂研究主要体现在镍锰基和铁锰基，因此锰基材料具有广阔的应用前景。

图表 9: O3 型层状正极的电化学性能

Materials	Voltage window/ V	Rate	Capacity/ (mAh·g ⁻¹)	Energy density/ (Wh·kg ⁻¹)	Capacity retention/%
NaNi _{0.68} Mn _{0.22} Co _{0.10} O ₂	2.0~4.2	0.1C	196	-	80 (1C, 1000 cycles)
NaNi _{0.68} Mn _{0.22} Co _{0.10} O ₂	1.2~4.1	0.1C	184	290	83 (1C, 100 cycles)
Na _{0.98} Zr _{0.02} Ni _{0.5} Mn _{0.5} O ₂ @5%Na-Mn-O	2.0~4.3	3C	103	-	48 (3C, 105 cycles)
Na _{0.8} Co _{0.4} Ti _{0.6} O ₂	1.1~4.0	0.1C	100	250	80 (0.1C, 100 cycles)
NaNi _{0.45} Mn _{0.2} Ti _{0.3} Zr _{0.05} O ₂	2.0~4.0	0.05C	141.4	424	70 (0.05C, 200 cycles)
NaNi _{0.5} Mn _{0.5} O ₂	2.0~4.0	0.075C	133	405.3	70 (3.75C, 500 cycles)
Na _{1.2} Mn _{0.4} Ir _{0.4} O ₂	1.5~4.4	0.1C	133	426	60 (0.5C, 50 cycles)
Na ₄ FeRuO ₆	2.0~4.0	0.2C	120	378	80 (2C, 100 cycles)
Na _{0.82} Mn _{1/3} Fe _{2/3} O ₂	1.5~3.8	0.02C	132	409.2	92 (0.02C, 12 cycles)
NaFe _{0.55} Mn _{0.45} O ₂	2.0~4.0	0.1C	102.2	286.2	10.3 (0.1C, 200 cycles)
NaFe _{0.55} Mn _{0.44} Nb _{0.01} O ₂	2.0~4.0	0.1C	127	365	65.6 (0.1C, 200 cycles)
Na _{0.75} Ni _{0.82} Co _{0.12} Mn _{0.06} O ₂	2.0~4.0	0.1C	171	478.8	65 (1C, 400 cycles)
NaNi _{1/3} Fe _{1/3} Mn _{1/3} O ₂	2.0~4.0	0.1C	136	428.4	80 (1C, 100 cycles)
Na _{0.9} Ca _{0.05} Ni _{1/3} Fe _{1/3} Mn _{1/3} O ₂	2.0~4.0	0.1C	126.9	400	91.8 (1C, 200 cycles)
Na[Li _{0.05} (Ni _{0.25} Fe _{0.25} Mn _{0.5}) _{0.95}]O ₂	1.7~4.4	0.1C	180	594.3	92.1 (0.5C, 20 cycles)
NaLi _{1/3} Mn _{2/3} O ₂	1.5~4.5	0.125C	190	-	99 (0.125C, 40 cycles)
NaCr _{1/3} Fe _{1/3} Mn _{1/3} O ₂	2.0~4.1	0.03C	165	453.75	64 (0.05C, 10 cycles)

资料来源:《钠离子电池层状过渡金属氧化物正极材料的研究进展》, 信达证券研发中心

图表 10: P2 型层状正极的电化学性能

Materials	Voltage window/ V	Rate	Capacity/ (mAh·g ⁻¹)	Energy density/ (Wh·kg ⁻¹)	Capacity retention/%
[Na _{0.67} Zn _{0.05}]Ni _{0.18} Cu _{0.1} Mn _{0.67} O ₂	2.0~3.8	5C	63	-	90.6 (5C, 1000 cycles)
Na _{2/3} Ni _{1/3} Mn _{1/3} Ti _{1/3} O ₂	2.5~4.15	0.1C	88	-	83.9 (1C, 500 cycles)
Na _{0.8} Co _{0.4} Ti _{0.6} O ₂	1.1~4.0	0.1C	100	-	87.4 (0.1C, 50 cycles)
Na _{0.66} Mn _{0.9} Mg _{0.1} O ₂	2.0~4.5	1C	162.9	442	65 (1C, 100 cycles)
P2'-Na _{2/3} [Fe _{0.22} Mn _{0.78}]O ₂	1.5~4.3	0.1C	187	505	91 (0.1C, 100 cycles)
Na _{2/3} [Mn _{0.8} Co _{0.2}]O ₂	1.5~4.6	0.1C	175	525	90 (10C, 300 cycles)
Na _{0.67} [Fe _{0.5} Mn _{0.5}]O ₂	1.5~4.5	0.05C	193	511.45	41 (0.05C, 40 cycles)
Na _{0.66} Li _{0.22} Ru _{0.78} O ₂	1.5~4.5	0.5C	123	509	87.7 (1C, 500 cycles)
Na _{0.67} Cu _{0.28} Mn _{0.72} O ₂	2.0~4.5	0.1C	109	343	98 (1C, 50 cycles)
Na _{0.72} Li _{0.24} Ti _{0.10} Mn _{0.66} O ₂	1.5~4.5	0.05C	165	-	85.1 (0.05C, 80 cycles)
Na _{2/3} Ni _{1/3} Mn _{2/3} O ₂ @Al ₂ O ₃	2.5~4.3	0.5C	160	594	71.9 (0.5C, 300 cycles)
Na _{2/3} Ni _{1/3} Mn _{2/3} O ₂	2.0~4.0	10C	89	-	71.2 (10C, 1200 cycles)
Na _{2/3} Ni _{1/3} Mn _{2/3} O ₂ @NaPO ₃	1.5~4.3	0.1C	191	572	80 (0.1C, 50 cycles)
Na _{0.78} Al _{0.05} Ni _{0.33} Mn _{0.60} O ₂	2.0~4.5	0.1C	131.9	450	83.9 (0.1C, 50 cycles)
Na _{0.67} Ni _{0.233} Mn _{0.67} Mg _{0.10} O ₂	2.0~4.5	0.1C	120	430	81.7 (0.1C, 100 cycles)
Na _{0.67} Fe _{0.5} Mn _{0.45} Ru _{0.05} O ₂	2.0~4.0	5C	130	-	90 (1C, 60 cycles)
Na _{0.67} Fe _{0.20} Ni _{0.15} Mn _{0.65} O ₂	2.0~3.8	0.1C	145	400	55 (1C, 900 cycles)
Na _{0.66} Li _{0.18} Fe _{0.12} Mn _{0.7} O ₂	1.5~4.5	0.1C	190	-	87 (0.1C, 80 cycles)

资料来源:《钠离子电池层状过渡金属氧化物正极材料的研究进展》, 信达证券研发中心

聚阴离子化合物结构与磷酸铁锂结构类似。聚阴离子类化合物是含有(SO₄)²⁻、(PO₄)³⁻、(BO₃)³⁻、(SiO₄)⁴⁻、(P₂O₇)²⁻等阴离子结构单元的一类化合物,其结构与磷酸铁锂相似。相比于层状氧化物正极,聚阴离子正极具有以下优势:1)聚阴离子能支撑和稳定材料的晶体框架结构,因此热稳定性和电化学稳定性较高。2)聚阴离子类正极材料中一般含有多个Na⁺,且其中的过渡金属离子一般存在多个中间价态,因此能实现多个电子转移,实现更高的比容量。3)聚阴离子类正极材料具有

更高的氧化还原电势,且因聚阴离子和过渡金属离子种类较多,所以材料的氧化还原电势容易调节。但是聚阴离子类化合物最大的缺陷是电子导电率低,无法在大电流下充放电。

磷酸钒钠和氟磷酸钒钠性能突出,产业化进展较快。成为具有 NASCON 型结构的磷酸钒钠 $[\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3]$ 是一种典型的磷酸盐材料,具有宽阔导通的三维离子输运通道,具有较高的电压、比容量和离子电导率,从而可以用作电极材料。此外,氟磷酸钒钠 $[\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3]$ 具有比磷酸钒钠更高的工作电压和理论比容量,且合成工艺易于控制,因此逐渐成为钠离子电池正极材料研究的热点。**钠创新能源除层状金属氧化物外,在聚阴离子的磷酸钒钠正极方面也进行了储备。**此外,法国 NAIADES 公司则采用了氟磷酸钒钠+硬碳的电池体系。

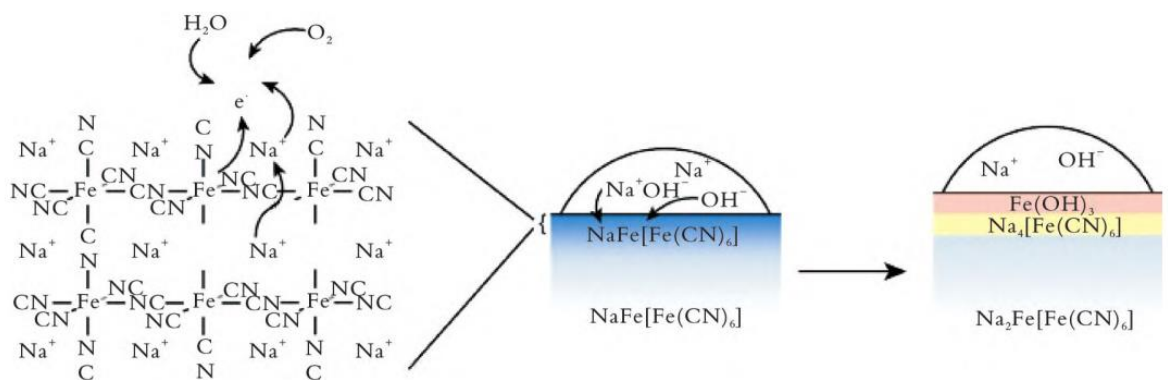
图表 11: 常见聚阴离子型化合物的主要特征参数及电化学性能

材料名称	工作电位/V	理论比容量/(mA·h/g)	理论能量密度/(W·h/kg)	电化学性能/(mA·h/g)
$\text{Na}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	3.75	91	341	85 (0.05 C), 58 (1 C) ^[25]
NaFePO_4	2.7	154	416	125 (0.05 C), 85 (0.5 C) ^[26]
$\text{Na}_2\text{FePO}_4\text{F}$	3.0	124	372	123.1 (0.2 C), 76.1 (10 C) ^[27]
$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$	3.4	118	401	97.9 (0.5 C), 62.1 (10 C) ^[28]
$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$	3.9	128	500	125.5 (0.1 C), 105.9 (50 C) ^[29]
$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{O}_2\text{F}$	3.8	130	494	81.8 (1 C), 46.2 (20 C) ^[30]

资料来源:《钠离子电池正极材料氟磷酸钒钠的研究进展》,信达证券研发中心

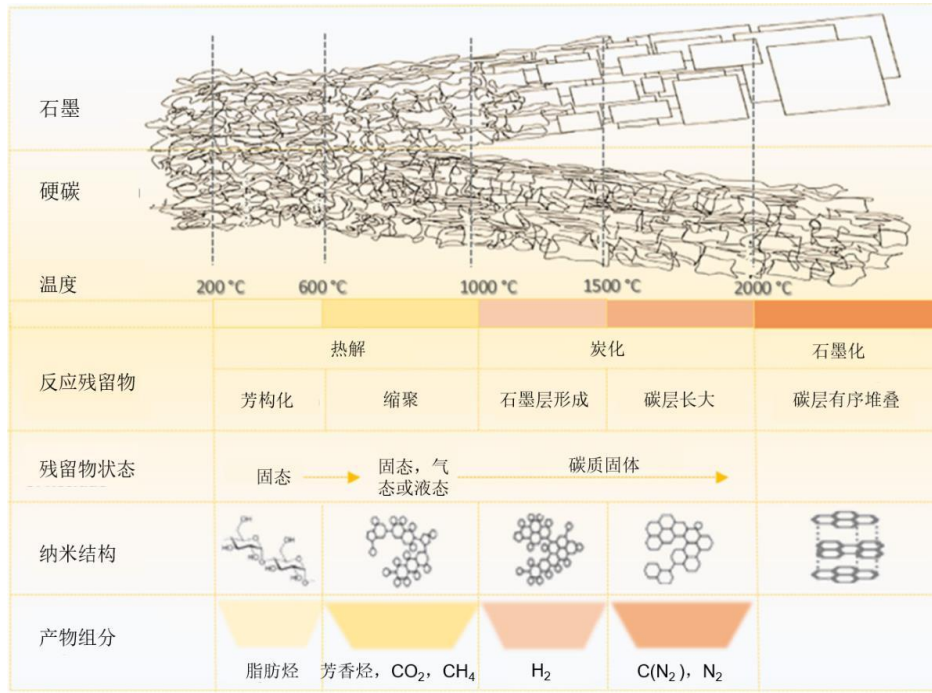
普鲁士蓝拥有较高的理论比容量,但晶格水问题影响了实际电化学性能。普鲁士蓝正极材料(PB)具有类钙钛矿结构,呈面心立方结构,分子式为 $\text{A}_x\text{M}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (其中 A 为碱金属如 Li、Na、K 等, M 为过渡金属如 Fe、Mn、Co、Ni、Cu 等, $0 < x < 2, 0 < y < 1$)。PB 因具有高的理论比容量(170 mAh/g)、低廉的成本、无毒无害、合成工艺简单的优点而被作为钠离子电池正极材料进行研究。但传统合成方法制备的 PB 库仑效率较低、循环稳定性相对较差,主要是因为普鲁士蓝结构中的 $\text{Fe}(\text{CN})_6$ 空位和晶格水分子会形成化合物,降低电化学储钠性能,使得普鲁士蓝在实际应用中普遍存在实际比容量利用率不高、效率不高、倍率较差和循环不稳定等问题。因此未来在 PB 的研究发展中,通过合理的调控和设计使晶格水的含量降低,将会进一步提高 PB 在钠离子电池中的应用潜力。

图表 12: 钠离子损失和 $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 形成机理



资料来源:《钠离子电池正极材料研究进展》,信达证券研发中心

与普鲁士蓝相比,普鲁士蓝类化合物的循环稳定性增强,比容量提高。为了使材料能够兼具高容量和良好的电化学稳定性,可以将 PB 中的 Fe 元素全部或部分代替,从而得到结构相对更加稳定、性能更加优异的普鲁士蓝类化合物(PBAs)。钠离子电池的普鲁士蓝类化合物的化学式一般可写为 $\text{Na}_x\text{M}_1[\text{M}_2(\text{CN})_6]_y \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (其中 M_1 和 M_2 为过渡金属如 Fe、Mn、Co、Ni、Cu 等, $0 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 1$)。其中, Ni 元素有电化学惰性、Co 元素可提供活性位点等,都在一定程度上改善了普鲁士蓝中的晶格水缺陷,提高了结构稳定性,改善了本征电子电导率,进而提升了材料的储钠容量。

图表 15: 无定形碳形成过程与温度的关系


资料来源: 《钠离子电池无定形碳负极材料研究》, 信达证券研发中心

硬碳适合作为钠离子电池负极材料, 成本问题有待解决。相比硬碳的无序结构, 软碳本身短程有序的结构使其具有良好的电子导电性和循环稳定性, 但直接碳化的软碳材料在钠离子电池中表现出较低的可逆容量, 可以通过掺杂和多孔化的策略来提升其可逆容量。硬碳比软碳更加的无序、杂乱, 并且含有微纳孔, 此外硬碳的层间距在 0.38nm 左右 (石墨层间距为 0.335nm), 因此硬碳储钠性能较好, 其理论容量为 530mAh/g, 适合作为钠离子电池负极材料。成本方面, 软碳主要为常见的大宗品如石油焦、针状焦、无烟煤等, 而硬碳价格相对昂贵, 目前商业最好的硬碳价格约为 20 万元/吨, 因此, 开发低成本的硬碳材料非常迫切。目前主流负极企业都有硬碳产品储备, 随着技术升级和量产加快, 硬碳成本有望进一步下探。

图表 16: 主流负极厂家硬碳产品性能对比

企业	产品	粒径 D50 (μM)	石墨层间距 D002(nm)	比表面积 (m ² /g)	振实密度 (g/cm ³)	比容量 (mAh/g)	首次效率 (%)
杉杉股份	SHC-1T	5-10		<9	0.7-0.9	≥500	≥80
贝特瑞	BHC-240	8.0-12.0	0.375		0.75±0.1	245.0±10.0	84.0±1.0
	BHC-300	8.0-12.0	0.378		0.75±0.1	300.0±10.0	85.0±1.0
	BHC-400	8.0-12.0	0.382		0.75±0.1	400.0±10.0	
凯金能源	KHC-1	8.43	0.37	5.3	0.82	545.6	81.3
	KHC-X1	2.07	0.37	10.2	0.76	424.9	78.3

资料来源: 各公司官网, 信达证券研发中心

钠离子电池对电解液浓度要求更低, 溶质换成相应钠盐。钠离子的斯托克斯直径更小, 同浓度下钠盐电解液离子电导率比锂盐电解液更高, 因此钠离子电池电解液对溶质浓度要求更低。目前最常用的钠离子电池电解液的溶剂与锂离子电池一致, 使用六氟磷酸钠 (NaPF₆) 或高氯酸钠 (NaClO₄) 作为钠盐, 但是有机物具有可燃性, 在一定情况下可能引起电池燃烧甚至爆炸, 存在潜在的不安全隐患, 因此水系电解液和固态电解质成为钠离子电池电解液未来重要研究方向。多氟多为国内首家商业化量产六氟磷酸钠的企业, 目前具备年产千吨六氟磷酸钠的生产能力, 拥有从六氟磷酸锂产线快速切换六氟磷酸钠产线的工艺技术, 并批量对外供货, 同时 NaFSI 也已完成研发。

钠离子电池负极允许使用铝箔作为集流体。在锂离子电池中，正极集流体一般选铝箔，负极则用铜箔。由于钠和铝不会像锂与铝一样发生反应形成锂铝合金，因此可以选用铝箔为钠离子电池正负极的集流体。钠离子电池负极使用铝箔作为集流体优势主要如下：1) 铜箔的价格通常是铝箔的三倍左右，从而可以显著降低钠离子电池辅材的使用成本。2) 锂离子电池在过放电的情况下，金属态的铜会沉积在阴极上形成金属枝晶铜，金属枝晶铜的生长会造成内部短路并造成严重的热危害。而钠离子电池负极使用了铝箔作为集流体，使其能够安全的放电至 0V，不仅提高了安全性能，也有助于提高钠离子电池的比能量。

二、钠电池有望与锂电池形成互补

未来钠离子电池有望与锂离子电池形成互补，降低动力电池行业对锂资源的依赖。钠离子电池与锂离子电池工作原理、结构相似，在浆料配方设计、电极生产过程和电池装配过程几乎没有差别，材料成本低，倍率性能、低温性能及安全性能优异，有望成为锂电池应用领域的有效补充。但是钠离子电池也存在能量密度低、电压平台低、回收价值低等缺点，难以满足电动汽车对动力电池高能量密度的要求。因此钠离子电池在对能量密度要求没有那么高的应用场景如启停电池、电动两轮车、低速车、A00 级微型车、基站备电以及电力储能等领域有望部分替代铅酸电池和锂电池，进而带动钠离子电池市场空间增长。

图表 17：钠离子电池产业化发展进程（高工锂电）



资料来源：GGII，信达证券研发中心

1) 储能有望成为钠电池的主要应用场景

钠离子电池有望在电化学储能领域得到广泛应用。根据时长要求的不同，储能的应用场景大致可以分为容量型和功率型两种，容量型储能场景一般要求连续储能时长不低于 4h，例如削峰填谷和离网储能等，利用长时储能技术可以减小峰谷差，提升电力系统效率和设备利用率，降低新发电机组和输电线路的建设需求。功率型储能场景的连续储能时长一般在 15-30min，例如调频储能场景或平滑间歇性电源功率波动场景。钠离子电池作为一种新型的电化学储能技术，在大规模容量型储能应用领域可充分发挥其低成本的优势。同时，在调频、启动电源等功率型应用场景，钠电大倍率充放特性也可以很好地支撑系统运行。

图表 18: 能源革命中的电化学储能技术及发展预期


资料来源：中科海钠官网，信达证券研发中心

成本是决定储能技术应用和产业发展规模最重要的参数。度电成本的评价适合容量型储能场景，因为可以将其直接与峰谷电价差进行比较，从而判断储能投资是否具有经济效益。而在调频场景下，采用里程成本作为功率型储能经济性的评判标准更为合理。要满足容量型储能大规模商业化应用，度电成本需降低约 0.3 元/kwh 以下，铅蓄电池、磷酸铁锂电池和三元锂电池度电成本相对较高。

钠电池度电成本优势大，有望在电化学储能得到应用。虽然钠离子电池相较锂离子电池能量密度略低，但其拥有得天独厚的成本优势：1) 放电深度可达 100%，实际可用容量近乎等于标称容量；2) 材料成本相比锂离子电池减少了 30%-40% (在当前价格下，成本下降幅度更多)；3) 温度适应性较宽，充放电过程中辅助耗能较低。此外，在产品全生命周期内，钠离子电池储能还可以通过电池结构和工艺创新设计，降低制造、运维和电池组替换成本，从而降低整个储能电站的度电成本。未来随着钠离子电池材料体系的升级迭代，循环寿命提升至 6000 周以上，则电站的度电成本可进一步降低，从而满足大规模储能商业化应用的要求。

图表 19: 电化学储能系统部分参数

参数	铅蓄电池	磷酸铁锂	三元锂电池	钠离子电池
初始容量投资成本 (元/KWh)	500-800	1000-1300	1200-1600	700-900
储能循环效率 (%)	75-80	86-90	88-90	84-90
放电深度 (%)	70	90	100	100
不计电力损耗且折现率为 0 时的度电成本 (元)	0.629-0.806	0.469-0.543	0.820-0.980	0.320-0.366

资料来源：《钠离子电池储能技术及经济性分析》，信达证券研发中心

图表 20: 钠离子电池材料成本和锂离子电池对比


资料来源：中科海钠的官网，信达证券研发中心

2) 低速电动车及 A00 级电动车领域

低速电动车在我国三四线城市和农村地区有着广阔的市场。低速电动车又被誉为“国民车”，因其不要驾照就能驾驶且不用额外缴上牌上险费，在我国三四线城市和农村地区有着广阔的市场，目前全国四轮低速电动车的保有量已超过 600 万辆。但低速车市场准入门槛较低，产品质量良莠不齐，交通事故频发，安全性较差，管理也不够规范。21 年 6 月，工信部正式公开征求对推荐性国家标准《纯电动乘用车技术条件》（以下简称《技术条件》）的意见，《技术条件》明确将四轮低速电动车作为纯电动乘用车的一个子类，命名为“微型低速纯电动乘用车”，并提出了产品的相关技术指标和要求，意味着低速电动车已正式纳入正规化管理。

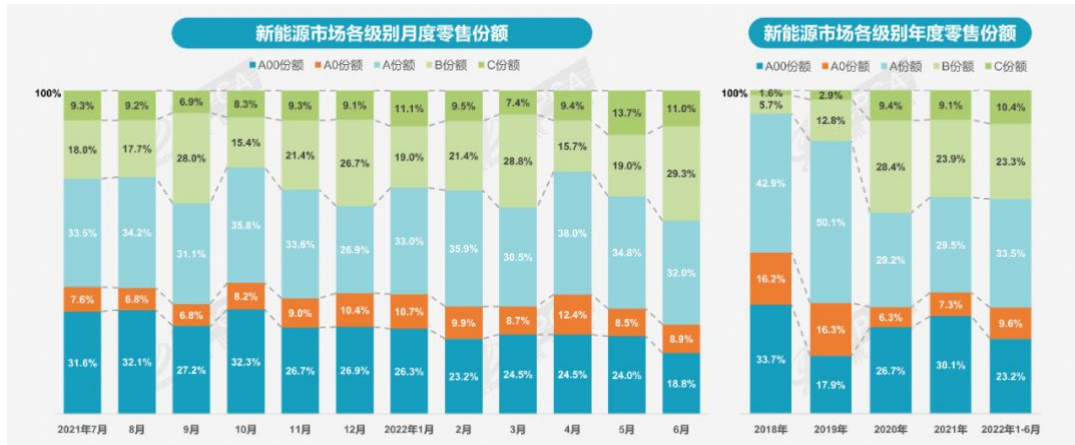
图表 21: 《纯电动乘用车技术条件》中微型低速纯电动乘用车相关技术指标和要求


资料来源：找铅网，信达证券研发中心

A00 级车具备一定的市场空间。《技术条件》确定微型低速纯电动乘用车标准之后，广大车企有了明确的目标，纷纷尝试切分低速电动市场的蛋糕，推出了低价的 A00 级电动车。2020 年 7 月开始，国家已连续三年组织举办新能源汽车下乡活动，其中 A 级和 A00 级纯电动汽车成为下乡主力车型，五菱宏光 MINI EV 作为 A00 级纯电动车的代表，连续多月霸榜新能源汽车月度销量冠军。22 年 6 月 A00 级份额为 18.8%，具备一定的市场空间。

钠离子电池有望在低速车和 A00 级车领域快速应用。低速车及 A00 级电动车续航里程不高，对动力电池能量密度要求较小，中科海钠 2018 年推出了全球首辆钠离子电池（72V，80Ah）驱动的低速电动车，打开了钠离子电池在电动车领域的应用空间。目前城市地区接送学生上下学、短途购物等短途代步需求强烈，农村地区随着城镇化进程加快，道路交通配套设施逐步完善，机动化出行需求日益增多。在规范趋严和锂电池成本上涨的背景下，钠离子电池有望在低速车和 A00 级车领域快速发展。

图表 22: 新能源汽车市场各级别零售份额



资料来源: 乘联会, 信达证券研发中心

3) 钠电有望部分渗透电动两轮车领域

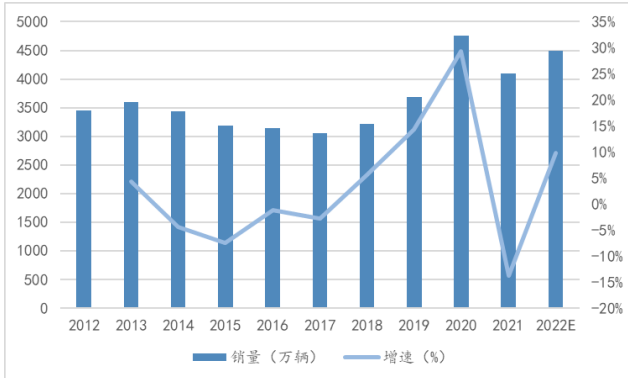
未来几年是电动两轮车存量替换高峰期。目前我国电动两轮车保有量 3.2 亿辆，且其中 70%-80% 都是铅酸车，19 年 4 月推出的《电动自行车安全技术规范》（简称《新国标》）规定电动自行车的整车质量（含电池）不高于 55kg，但目前市场上铅酸电池电动自行车重量普遍超 70kg，因此电动两轮车存在巨大的存量替代需求。《新国标》推出后，电动两轮车销量大幅攀升，但 21 年受部分地区《新国标》过渡期推行节奏减缓等因素影响，销量有所下滑。预计未来在《新国标》、节能减排、碳达峰等政策要求，庞大的人口与多样化绿色出行需求，及时配送与共享电单车增长促进等因素影响下，两轮电动车市场依旧拥有较大的增长潜力。根据艾瑞咨询的预测，22 年电动两轮车销量预计为 4500 万辆，同比增长 9.8%，

锂电替换铅酸，渗透率不断提升。根据国家信息中心发布的《中国共享经济发展年度报告（2020）》，2019 年外卖餐饮在网民中的普及率分别达到 51.58%，比 2016 年提高了 21.58 个百分点。外卖配送最主要的交通工具即为电动两轮车，外卖业务对电动两轮车续航里程的依赖度较高，按外卖两轮车单车带电 1KWh 计算，铅酸车光电池就达到 25kg，而锂电池仅要 5kg，因此锂电不仅符合《新国标》的要求，而且更能满足长续航的需求。另一方面，电动两轮车高端化、智能化发展也对电池性能提出了更高的要求，锂电池同等重量下带电更多，能够更大程度上保证两轮车智能电子设备正常运行。在《新国标》政策、消费者需求升级、产品技术提升、绿色出行环保要求等因素促进下，锂电加速替换铅酸，两轮电动车渗透率快速提升，2021 年锂电渗透率达 23.4%。

钠电池也有望部分应用于电动两轮车。2021 年以来，锂电上游原材料价格大幅上涨，锂电池成本不断上行，提升了消费者的购买成本；且锂电池在实际使用中普遍存在冬季续航缩水的现象。钠离子电池相比锂离子电池成本更低，工作温区更宽，使用也更加安全，且两轮车对能量密度的要求没有电动车那么高，钠离子电池有望快速应用于电动两轮车。2017 年年底，中科海钠研制出 48V/10Ah 钠离子电池组应用于电动自行车。2021 年 7 月爱玛科技在经销商大会

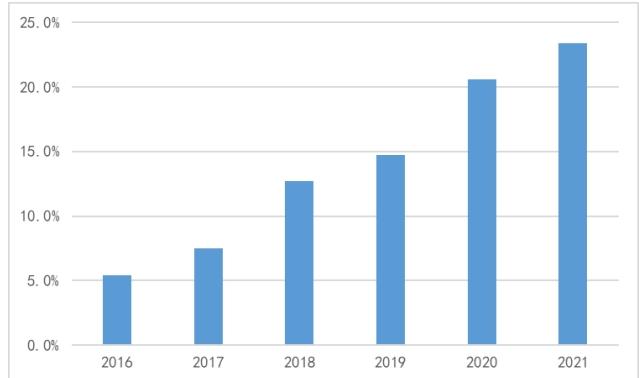
上亮相的全球首批钠离子电池驱动的双轮电动车将搭载由钠创新能源研发的钠离子电池，标志着钠离子电池两轮车应用从示范逐步走向量产。

图表 23: 中国电动两轮车销量及预测



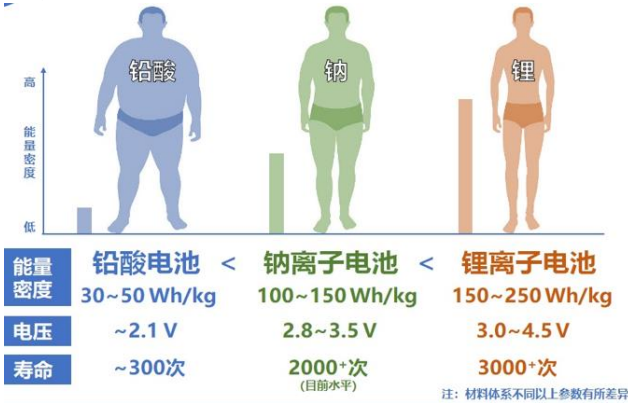
资料来源: 艾瑞咨询, 信达证券研发中心

图表 24: 中国电动两轮车锂电渗透率 (%)



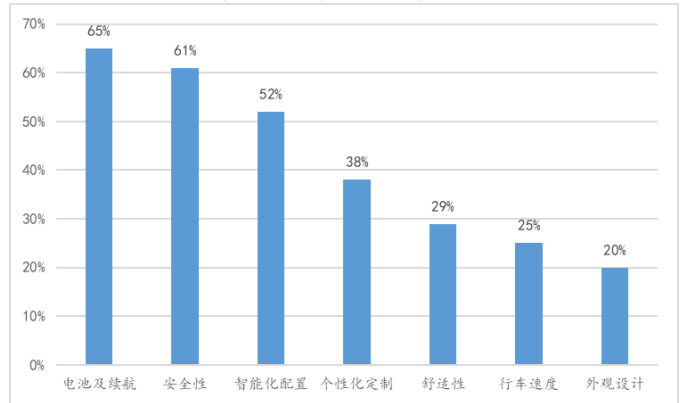
资料来源: 艾瑞咨询, 信达证券研发中心

图表 25: 钠电、锂电和铅酸对比



资料来源: 中科海钠官网, 信达证券研发中心

图表 26: 电动两轮车用户购车时主要考虑因素



资料来源: 电动车商情, 信达证券研发中心

4) 钠离子电池需求测算

我们预计钠离子电池 2025 年在电化学储能领域、电动两轮车领域及 A00 级电动车领域渗透率将分别达到 15%、5%、10%，对应 2025 年钠离子电池需求量将达到 57.77GWh。

图表 27: 全球钠离子电池需求测算

	2023E	2024E	2025E
全球电化学储能装机量 (GWh)	157.50	228.38	331.14
钠离子电池渗透率 (%)	1%	8%	15%
全球电动两轮车装机规模 (GWh)	27	34	42
钠离子电池渗透率 (%)	1%	3%	5%
全球电动车销量 (万辆)	1316	1637	1996
全球 A00 级电动车装机规模 (GWh)	39.49	49.11	59.87
钠离子电池渗透率 (%)	1%	5%	10%
钠离子电池需求量 (GWh)	2.24	21.74	57.77
同比增速		870%	166%

资料来源: 信达证券研发中心

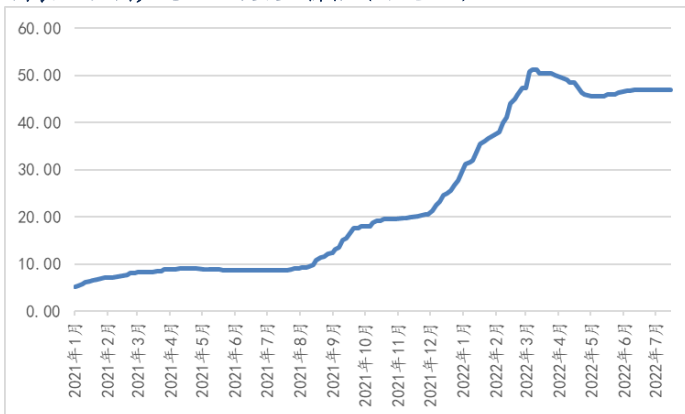
三、2023 年有望是钠电池产业元年

1) 锂价上涨叠加政策驱动创新，钠电发展良好环境

锂价处于高位，钠电池成本优势凸显。锂离子电池由于能量密度高、循环寿命长且环境友好等优势广泛应用于 3C 消费、新能源汽车、储能等领域。但锂资源储量并不丰富，而且锂资源分布不均匀，70%的锂分布在南美洲地区，我国对外进口依赖度较大。下游需求的高速增长带动锂价节节攀升，从 21 年的 5.15 万元/吨上涨至 22 年 7 月份的 47 万元/吨，涨幅巨大。不断上涨的成本给锂资源和供应链带来巨大压力，钠电池的成本相比锂电池具有优势，且两者成本价差在扩大，钠电池的应用有望加速。

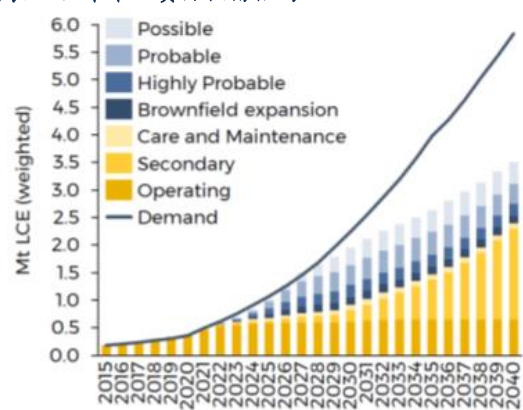
钠离子电池近年来受到了政策大力支持。钠电池是锂电池的有效补充，近年来技术也逐步成熟，产业链企业逐步有小批量出货。从政策层面，国家各部委出台了多项政策鼓励多种储能技术并行发展，《“十四五”可再生能源发展规划》指出，研发储备钠离子电池等技术，

图表 28: 国产电池级碳酸锂价格 (万元/吨)



资料来源: Wind, 信达证券研发中心

图表 29: 未来锂资源供需格局



资料来源: 容汇锂业招股书, 信达证券研发中心

图表 30: 国内钠离子电池相关政策进展

部门	时间	政策名称	具体内容
发改委、能源局	2021 年 7 月 15 日	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》	坚持储能技术多元化，推动锂离子电池等相对成熟新型储能技术成本持续下降和商业化规模应用，实现压缩空气、液流电池等长时储能技术进入商业化发展初期，加快飞轮储能、 钠离子电池 等技术开展规模化试验示范，以需求为导向，探索开展储氢、储热及其他创新储能技术的研究和示范应用。
工信部	2021 年 8 月 12 日	关于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）提案答复的函	“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。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。同时，根据国家政策和产业动态，结合相关标准研究有关 钠离子电池行业 规范政策，引导产业健康有序发展。
发改委、能源局	2022 年 1 月 29 日	《“十四五”新型储能发展实施方案》	推动多元化技术开发。开展 钠离子电池 、新型锂离子电池、铅炭电池、液流电池、压缩空气、氢（氨）储能、热（冷）储能等关键核心技术、装备和集成优化设计研究，集中攻关超导、超级电容等储能技术，研发储备液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池等新一代高能量密度储能技术。
能源局、科技部	2021 年 11 月 29 日	《“十四五”能源领域科技创新规划》	针对电网削峰填谷、集中式可再生能源并网等储能应用场景，开展大容量长时储能器件与系统集成研究；研发 钠离子电池 、液态金属电池、钠硫电池、固态锂离子电池、储能型锂硫电池、水系电池等新一代高性能储能技术，开发储热蓄冷、储氢、机械储能等储能技术。
发改委、能源局、财政部等九部委	2022 年 6 月 1 日	《“十四五”可再生能源发展规划》	加强可再生能源前沿技术和核心技术装备攻关。加强前瞻性研究，加快可再生能源前沿性、颠覆性开发利用技术攻关。研发储备 钠离子电池 、液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池、锂硫电池等高能量密度储能技术。

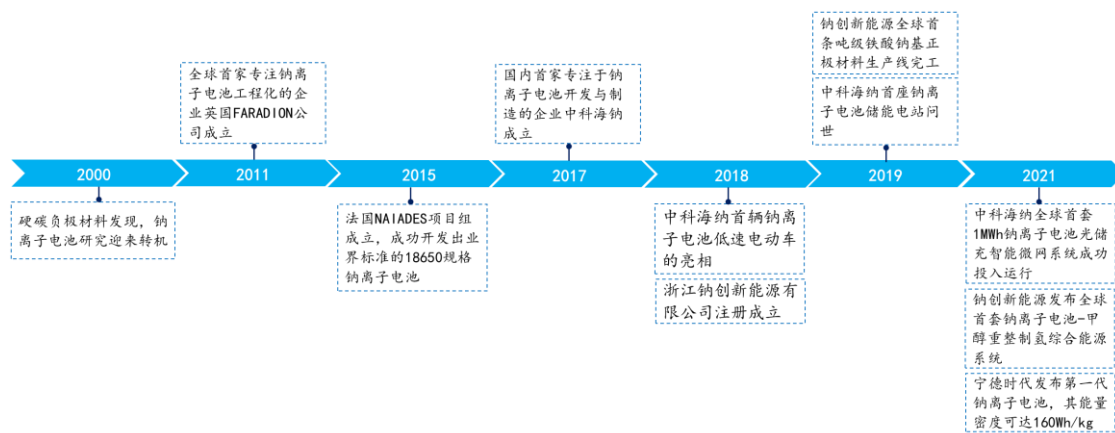
资料来源: 国家发改委、能源局, 信达证券研发中心

2) 钠离子电池产业化进程加速

目前钠离子电池玩家主要有两类，一类是专注钠电领域的初创公司，其产业化进展较快，技术积累深厚，其中以中科海钠和钠创新能源为主要代表，中科海钠依托中科院物理所钠离子电池技术，率先实现了钠离子电池在低速电动车和储能电站的应用；钠创新能源源自上海交大马紫峰教授钠离子电池技术研发团队，产品涵盖钠离子电池正极材料、电解液、电池的设计制造以及系统集成与管理等。另一类是传统锂电企业切入钠电领域，以宁德时代为主要代表，其发布的第一代钠离子电池单体能量密度高达 160Wh/kg，具备高能量密度、高倍率充电、优异的热稳定性、良好的低温性能与高集成效率等优势。此外，宁德时代还创新性地开发了 AB 电池系统解决方案，将钠电池和锂电池进行混搭使用，既弥补了钠电池在现阶段的能量密度短板，也发挥出了它高功率、低温性能好的优势。

宁德时代入局加速钠电产业化进程。在制造工艺方面，钠离子电池可以实现与锂离子电池生产设备、工艺的完美兼容，产线可进行快速切换，完成产能快速布局。目前，宁德时代已启动相应的产业化布局，2023 年将形成基本产业链。宁德时代的入局吸引了更多锂电材料厂家布局钠离子电池技术，共同加速钠离子电池产业链的发展。正极方面如当升科技、容百科技在 22 年 7 月份举行的战略发布会上都发布了自己的钠电池产品，其中容百科技研发方向涵盖了层状氧化物、普鲁士蓝类和聚阴离子类三种路线，当升科技新发布产品 SNFM-K3 比容量达到 177.2mAh/g，已与磷酸铁锂相当。

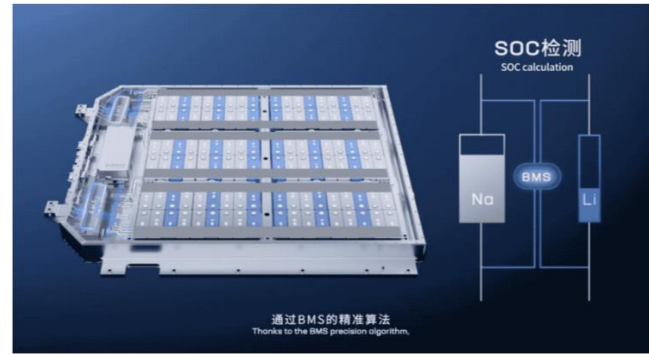
图表 31: 钠离子电池产业化进程



资料来源：高工储能、中国粉体网、各公司官网，信达证券研发中心

图表 32: 宁德时代第一代钠离子电池性能


资料来源: 宁德时代公众号, 信达证券研发中心

图表 33: 宁德时代 AB 电池系统解决方案


资料来源: 宁德时代公众号, 信达证券研发中心

图表 34: 国内钠离子电池相关企业进展

领域	企业	进展情况
电池	宁德时代	21 年 7 月发布第一代钠离子电池, 其中正极采用克容量较高的普鲁士白材料, 负极开发了具有独特孔隙结构的硬碳材料, 下一代钠离子电池能量密度研发目标是 200Wh/kg 以上。
	钠创新能源	1) 采用铁酸钠基三元正极体系, 电芯能量密度可达 130-160Wh/kg, 循环寿命超 5000 次。 2) 2021 年 11 月, 年产 8 万吨钠离子电池正极材料项目在绍兴签约, 总投资 15 亿元, 预计今年完成 3000 吨正极材料和 5000 吨电解液的投产。
	中科海钠	1) 正负极材料分别选用成本低廉的钠铜铁锰氧化物和无烟煤基软碳, 能量密度已达到 145 Wh/kg; 2) 2021 年 12 月, 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。
	传艺科技	1) 公司钠离子电池已经完成小试, 单体能量密度达到 145Wh/kg, 循环次数 4000 次。 2) 今年投产中试线, 并于 2023 年初完成 2GWh 产能的投产。
	多氟多	1) 公司钠离子电池的正极材料中试线已经建成, 小批量产品陆续下线。同时, 硬碳负极材料开发同步展开, 中试线也已建成。 2) 预计将在 2023 年底, 建成 1GWh/年的钠离子电池产能。
正极	容百科技	22 年战略发布会上发布四款钠离子电池产品, 其中普鲁士白类能量密度在 60Wh/kg-160Wh/kg, 主要应用于储能和消费电子, 目前产能达到 6000 吨; 层状氧化物能量密度在 100Wh/kg-200Wh/kg, 可用于二轮车和小动力, 2023 年 2 季度前产能有望达到 3.6 万吨。
	振华新材	公司选择层状金属氧化物路线, 与现有三元材料生产线完全兼容, 目前钠离子电池产品已完成吨级送样并配合客户中试。义龙三期年产 10 万吨正极材料项目可兼容钠离子电池正极材料的生产。
	当升科技	22 年战略发布会: 对于目前钠离子电池的循环寿命低, 容量差的问题, 通过特殊微晶结构的均相前驱体设计, 以及系统优化高温固相结晶调控技术, 新产品 SNFM-K3 比容量达到 177.2mAh/g, 首效倍率达到 91.3%。
负极	贝特瑞	贝特瑞早在 2009 年就开始布局和研究硬碳, 部分产品已经量产。
	杉杉股份	杉杉股份拥有硬碳方面的技术积累和量产能力。
电解液	翔丰华	翔丰华开发了高性能硬碳负极材料, 目前正在相关客户测试中。
	天赐材料	公司已有六氟磷酸钠量产技术。
	多氟多	多氟多为国内首家商业化量产六氟磷酸钠的企业, 年产 2000 吨钠离子电池用六氟磷酸钠项目已通过河南相关部门备案。

资料来源: 各公司公告, 各公司官网, 新华网, Wind 等, 信达证券研发中心

随着宁德时代为代表的电池巨头逐步进入钠电池领域, 2023 年有望是钠电池产业元年。建议关注钠电产业的宁德时代、容百科技、振华新材、杉杉股份、天赐材料、多氟多等。

四、风险因素

疫情导致产业链需求不及预期风险; 技术路线变化风险; 原材料价格波动风险; 市场竞争加剧风险; 国际贸易风险等。

研究团队简介

武浩，新能源与电力设备行业首席分析师，中央财经大学金融硕士，曾任东兴证券基金业务部研究员，2020年加入信达证券研发中心，负责电力设备新能源行业研究。

张鹏，新能源与电力设备行业分析师，中南大学电池专业硕士，曾任财信证券资管投资部投资经理助理，2022年加入信达证券研发中心，负责新能源车行业研究。

胡隽颖，新能源与电力设备行业研究助理，中国人民大学金融工程硕士，武汉大学金融工程学士，曾任兴业证券机械军工团队研究助理，2022年加入信达证券研发中心，负责风电设备行业研究。

曾一赞，新能源与电力设备行业研究助理，悉尼大学经济分析硕士，中山大学金融学学士，2022年加入信达证券研发中心，负责新型电力系统和电力设备行业研究。

孙然，团队成员，山东大学金融硕士，2022年加入信达证券研发中心，负责新能源车行业研究。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北区销售总监	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售副总监	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华北区销售	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北区销售	樊荣	15501091225	fanrong@cindasc.com
华北区销售	章嘉婕	13693249509	zhangjiajie@cindasc.com
华东区销售总监	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售副总监	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东区销售	朱尧	18702173656	zhuyao@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华东区销售	方威	18721118359	fangwei@cindasc.com
华东区销售	俞晓	18717938223	yuxiao@cindasc.com
华东区销售	李贤哲	15026867872	lixianzhe@cindasc.com
华东区销售	孙僮	18610826885	suntong@cindasc.com
华东区销售	贾力	15957705777	jiali@cindasc.com
华东区销售	石明杰	15261855608	shimingjie@cindasc.com
华东区销售	曹亦兴	13337798928	caoyixing@cindasc.com
华南区销售总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售副总监	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售副总监	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南区销售	刘韵	13620005606	liuyun@cindasc.com
华南区销售	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com
华南区销售	郑庆庆	13570594204	zhengqingqing@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司（以下简称“信达证券”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其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，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 20% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~20%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5%之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。