

电池

报告日期：2023年01月12日

# 性能和应用有望与锂电互补，2023年将迎量产元年

## ——钠电池行业系列深度报告之一

### 投资要点

- **钠电池的材料成本低、低温性好、与锂电工艺相通、能量密度尚可**  
与锂电池相比，钠电池具有资源丰富和低成本，良好的低温性、倍率性和安全性，生产环节可与锂电池相通等优势，实用化的痛点在于能量密度偏低，一般在 80-170Wh/kg 之间，且循环性能较差。我们测算钠电目前材料成本约为 0.427 元/Wh，其中正极、负极和电解液的成本占比分别为 30%、21%和 23%，我们估算钠电产业化后的材料成本将比届时的磷酸铁锂电芯低 35%。
- **电极材料：变化点主要在于正极、负极和电解液，铝箔耗量提升**  
**(1)正极材料：**包括三大路线，层状氧化物材料的能量密度高，但循环性能较差；聚阴离子材料具有优越的热稳定性、循环寿命和安全性，但导电性较差、能量密度较低；普鲁士蓝材料的成本低且能量密度较高，但制备过程中难以控制配位水，合成条件苛刻，导电性和循环寿命较低，且氰化物具有潜在毒性。**(2)负极材料：**首选硬碳材料，具备储钠比容量较高、循环性能较好等诸多性能优势，以及碳源丰富、低成本、无毒环保等其他优势。**(3)电解液：**主流材料是六氟磷酸钠，直至 300°C 几乎没有质量损失，PC 基(碳酸丙烯酯)电解液中导电率最高，制造工艺和设备可与锂电产线兼容。**(4)铝箔：**钠电池正负极材料集流体均采用铝箔。
- **需求端：钠电与锂电应用互补，预计 2025 年全球需求量 98GWh**  
得益于材料成本较低和性能特点，钠电池有望与锂电池形成应用领域的互补。目前为止，钠电池的产业化进度较为理想，目前已有 MWh 级别的储能电站投入运营，预计钠电池将在电动两轮车、偏小型储能和低速四轮车领域先行应用。我们预计 2025 年钠电池全球需求有望达到 98GWh，对应正极、负极、电解液、隔膜、铝箔的全球需求量为 22.5 万吨、13.0 万吨、13.9 万吨、19.1 亿平方米及 7.4 万吨。
- **供给端：产品性能良好，企业已规划 GWh 产能，2023 年将迎量产元年**  
**(1)电池端：**中科海纳已实现钠电池及正负极材料覆盖，按照公司规划，2022 年安徽阜阳产线已投产 1GWh 钠电池和各 2000 吨正负极材料，2023 年将扩产 3-5GWh 钠电池和 2 万吨正极/1 万吨负极。宁德时代第一代钠电池电芯单体能量密度 160Wh/kg，第二代单体能量密度有望突破 200Wh/kg；此外公司开发了 AB 电池解决方案，实现钠离子电池和锂离子电池的集成混合共用，预计于 2023 年形成钠电池基本产业链。传艺科技的中试线已投产，单体能量密度 150-160Wh/kg，循环次数不低于 4000 次，2022 年 10 月拟将钠电池一期规划 2GWh 产能提升至 4.5GWh，并规划建设一期 5 万吨/年、二期 10 万吨钠电池电解液项目。**(2)材料端：**正极材料布局相对领先的企业包括振华新材、容百科技等，采用层状氧化物路线，产品大都处于送样验证阶段；负极材料企业主要包括佰思格、贝特瑞和杉杉股份，佰思格产品性能处于第一梯队，产品性价比较高，贝特瑞和杉杉股份兼顾硬碳和软碳，官网披露的产品性能较为优良；电解液企业中多氟多具备年产千吨六氟磷酸钠的生产能力，已具备 1GWh 钠电池产能，并规划 5GWh 产能。
- **投资分析建议**  
钠电池性能快速突破，2023 年有望加速量产，重点关注以下五条投资路线：**(1)钠电池：**宁德时代、比亚迪、传艺科技、维科技术、华阳股份、鹏辉能源、欣旺达、蔚蓝锂芯、百合花；**(2)正极材料：**振华新材、容百科技、当升科技、厦钨新能、美联新材、七彩化学；**(3)负极材料：**贝特瑞、杉杉股份、圣泉集团、元力股份等；**(4)电解液：**多氟多、天赐材料；**(5)铝箔：**鼎胜新材、万顺新材。
- **风险提示**  
下游需求不及预期、产业化水平不及预期、碳酸锂价格下降较快。

### 行业评级：看好(维持)

分析师：张雷  
执业证书号：S1230521120004  
zhanglei02@stocke.com.cn

分析师：黄华栋  
执业证书号：S1230522100003  
huanghuadong@stocke.com.cn

分析师：王婷  
执业证书号：S1230522080003  
wangting02@stocke.com.cn

研究助理：虞方林  
yufanglin@stocke.com.cn

### 相关报告

- 1 《技术驱动性能升级，产业化放量在即——磷酸锰铁锂行业深度报告》 2022.12.13
- 2 《第四批白名单发布，铁锂回收收益持续提升——锂电池回收专题月度报告（2022 年 10 月）》 2022.11.19
- 3 《产量高增预示 Q4 景气，三元同比超过铁锂——动力电池行业 2022 年 10 月数据点评》 2022.11.13

## 正文目录

<b>1 钠离子电池：性价比突出，主流路线明晰</b>	<b>4</b>
1.1 钠电池性价比突出，目前处于痛点攻坚期	4
1.2 电极材料技术分析：主流路线基本明晰	5
1.3 成本：量产后将具有突出的材料成本优势	9
<b>2 应用场景空间广阔，2025 年全球需求 98GWh</b>	<b>11</b>
<b>3 产业链布局加速，2023 年将是量产元年</b>	<b>12</b>
3.1 电池环节产业布局：技术快速推进，2023 年量产	12
3.2 正极材料布局：以层状氧化物为主，预计 2023-2025 年量产	15
3.3 负极材料布局：优选硬碳，部分公司已实现量产	16
3.4 电解液环节布局：承袭锂电池电解液产线，主打六氟磷酸钠材料	18
3.5 正负极集流体布局：铝箔单位需求量提升	18
<b>4 投资分析建议</b>	<b>19</b>
<b>5 风险提示</b>	<b>21</b>

## 图表目录

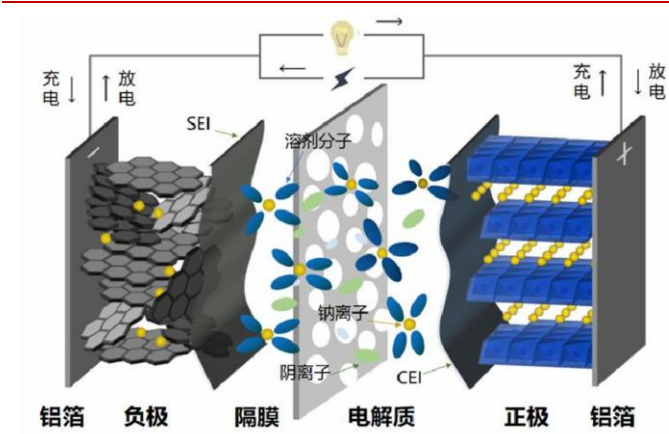
图 1: 钠离子电池工作原理.....	4
图 2: 钠离子电池的性能优势.....	4
图 3: 主要正极材料的结构图.....	5
图 4: 钠电池正极材料和锂电池正极材料的容量与电压的对比.....	7
图 5: 层状氧化物结构示意图.(a)P2 型; (b)O3 型; (c)P3 型.....	7
图 6: 中科海纳的钠电池正极材料(单位: mAh/g, V).....	7
图 7: 石墨、软碳和硬碳的微观结构.....	8
图 8: 硬碳材料性能提升策略.....	9
图 9: 不同钠盐的物化性能及其在硬碳体系中的电化学性能分析(单位: °C, V, %).....	9
图 10: 中科海纳全产业链布局分工.....	12
图 11: 宁德时代第一代钠离子电池与磷酸铁锂电池性能指标对比图.....	13
图 12: 佰思格产品性能与竞品的对比(单位: mAh/g, %, 万元/吨, V, 次).....	16
表 1: 金属钠与金属锂的物化性质对比(单位: g/mol, nm, V, °C, %, 万元/吨, mAh/g).....	4
表 2: 钠离子电池与锂离子电池对比(单位: Wh/kg, mol/L, V, °C).....	5
表 3: 主流三种钠电池正极材料的比较.....	6
表 4: 碳基负极的对比.....	8
表 5: 钠电池成本和磷酸铁锂电池成本测算(单位: 吨/GWh, 万平米/GWh, 万元/吨, 元/平方米, 元/Wh, %).....	10
表 6: 目前为止钠电池的产业化事件.....	11
表 7: 全球钠电池和主要材料的市场需求量测算(单位: GWh, %, 吨/GWh, 万平/GWh, 万吨, 亿平方米).....	11
表 8: 钠离子电池环节企业布局.....	14
表 9: 钠离子电池正极材料企业布局.....	15
表 10: 贝特瑞钠电硬碳和软碳产品(单位: μm, g/cm <sup>3</sup> , m <sup>2</sup> /g, mAh/g, %).....	17
表 11: 钠离子电池负极材料企业布局.....	17
表 12: 钠离子电池电解液环节企业布局.....	18
表 13: 电池铝箔环节企业布局.....	19
表 14: 钠电池产业链企业可比公司估值表(单位: 亿元, 元/股, 倍).....	20

## 1 钠离子电池：性价比突出，主流路线明晰

### 1.1 钠电池性价比突出，目前处于痛点攻坚期

钠离子电池主要由正极材料、负极材料、电解质和隔膜等关键部件组成。钠离子电池的工作原理和锂离子电池相似，都属于“摇椅式”。充电时钠离子从正极材料脱出后，经过电解质嵌入负极材料中。与此同时电子则从正极经由外电路运动到负极，以维系整个系统的电荷平衡。放电过程则与充电过程相反。其中钠离子电池正、负极材料体系为决定性因素，电解质主要与正、负极材料体系进行选择匹配使用。

图1：钠离子电池工作原理



资料来源：中国知网，浙商证券研究所

图2：钠离子电池的性能优势



资料来源：中国知网，浙商证券研究所

与锂电池相比，钠电池的优势在于：**1)资源丰富和低成本**：相比锂离子的稀缺性，钠离子在地壳元素中的储能更丰富，因而成本低，可成为锂离子电池很好的补充，截至2022年11月数据，碳酸钠价格约为碳酸锂价格的1/200，此外钠电池的正负极均采用铝箔，可进一步降低成本；**2)宽温性**：在-40℃~80℃的温度范围内均有较好的容量保持率；**3)快充和倍率性好**：相同浓度的钠离子电池电解液比锂离子电池电解液具有更高的离子电导率，同时钠离子在极性溶剂中具有更低的溶剂化能，使其在电解液中具有更快的动力学性质，具有更高的电导率；**4)安全性**：钠电池可在零电压下保存及运输，无运输安全风险，在短路时，自发热热量少，无起火/爆炸等隐患；**5)生产**：与锂离子电池具有类似的工作原理和材料构成，生产经验和设备可以部分兼容。

表1：金属钠与金属锂的物化性质对比(单位：g/mol, nm, V, °C, %, 万元/吨, mAh/g)

物化性质	钠	锂
原子质量/ g·mol <sup>-1</sup>	23	6.94
阳离子半径/ nm	0.102	0.069
标准电极电位/ V (vs SHE)	-2.71	-3.04
熔点/ °C	97.7	180.5
地壳元素储量/ %	2.64%	0.006%
价格/ 万元每吨	约2.6	50~60
理论容量/ (ACoO <sub>2</sub> , mAh·g <sup>-1</sup> )	235	274
优点	成本低，安全性高	电压高，比容量高

资料来源：中国知网，生意社，上海有色网，浙商证券研究所 \*价格时间截至2022年11月，系碳酸盐产品

钠离子电池技术实用化的痛点在于：1)钠离子质量比锂离子重，电负性不及锂，因而能量密度不及锂。同类电极材料钠离子电池的电压比锂离子电池低，因此钠离子电池比容量低，能量密度也低。2)钠离子体积更大，难以脱嵌，循环性能较差。钠离子半径比锂离子大，因此导致钠离子在刚性结构中相对比较稳定，难以可逆脱嵌。即使可以发生脱嵌，钠离子嵌入脱出的动力学很慢，并且容易引起电极材料的结构产生不可逆的相变，从而降低了电池的循环性能。

表2: 钠离子电池与锂离子电池对比(单位: Wh/kg, mol/L, V, °C)

	锂离子电池			钠离子电池		
正极材料	三元材料	锰酸锂	磷酸铁锂	层状氧化物	聚阴离子	普鲁士蓝
负极材料		石墨			无定形碳	
电解液	1.0 mol/L LiPF6&/EC+DMC+EMC+DEC			0.5 mol/L NaPF6&/EC+DMC+EMC+DEC+PC		
正、负极集流体	正极铝箔, 负极铜箔			正负极均为铝箔		
隔膜	PP/PE			PP/PE		
(质量)能量密度	200-300Wh/kg	120Wh/kg	160Wh/kg	100-170Wh/kg	80-130Wh/kg	90-140Wh/kg
工作电压	3.7V	4.1V	3.4 V	2.5-3.5	3.0-4.0	2.5-3.5
循环寿命	800	400	3000-6000	4500	5000	3000
快充性能	良好	良好	良好	良好	良好	良好
安全性	较差	中等	中等	中等	中等	中等
高、低温性能	-20°C-60°C	高温衰减严重不可逆	低温性较差	-40-80°C	-40-55°C	-20-40°C
成本	高	较低	较高	较低	较低	低

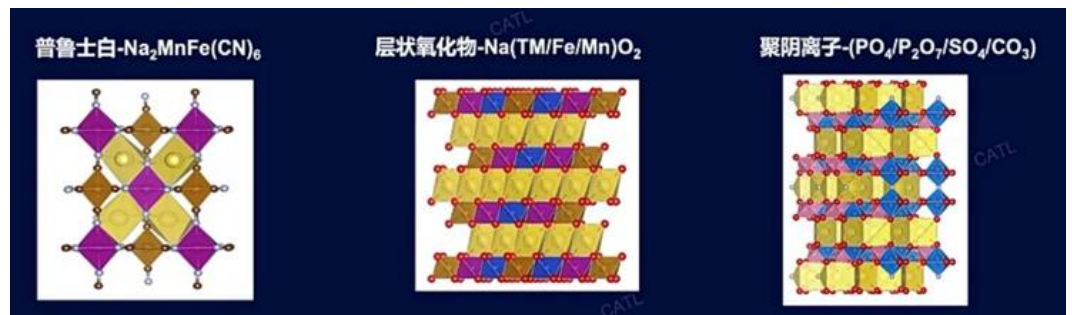
资料来源: 中国知网, 高工锂电, 鑫椏资讯, 浙商证券研究所

## 1.2 电极材料技术分析: 主流路线基本明晰

### (1) 正极材料: 层状氧化物是主流方向

针对钠离子电池的两个痛点, 电极材料是改进其能量密度、电压与循环性能的关键。只有研发出适于钠离子稳定脱嵌的正负极材料, 才能推进钠离子电池的实用化。已有的正极材料主要包括层状氧化物材料、聚阴离子材料和普鲁士蓝/白类材料。其中, 层状氧化物材料为目前钠离子电池的主流方向。

图3: 主要正极材料的结构图



资料来源: 宁德时代, 浙商证券研究所



### 三种钠电正极材料性能各具优劣，分别对应不同的应用场景，各家企业布局不同。

**(1)层状氧化物:**与锂离子电池三元材料均为一种嵌入或插层型化合物，二者生产工艺类型相同，且产线可以共用，工艺成熟度相对较高。在性能方面，层状氧化物具有比容量高、压实密度高等，结构利于储钠，但结构存在相变，导致循环性能和稳定性较差；此外，层状氧化物极易与空气中的水和二氧化碳等物质反应，在晶体结构表面形成副产物，未来应用场景偏向于动力和性能要求较高的领域。

根据钠离子的配位环境和氧的堆积方式，层状氧化物可分为 O3、P3、P2、O2 等，其中 O3 型材料和 P2 性材料的发展前景较好。O3 型材料(如  $\text{NaNiO}_2$ 、 $\text{NaFeO}_2$ 、 $\text{NaCrO}_2$  等)具有更高的钠含量，能量密度更高，但由于钠离子迁移的扩散能垒高，故其循环寿命较差。P2 型材料(如  $\text{Na}_{2/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}\text{O}_2$  等)循环寿命较好、空气稳定性较高，但比容量略低。布局企业包括中科海纳、宁德时代、钠创新能源和 Faradian 等。

**(2)聚阴离子:**具有稳定的框架结构，使得该类材料具有优越的热稳定性、循环寿命和安全性，但大质量的阴离子基团较多，导致材料的导电性和比容量较差，且能量密度较低，适宜在混动车、不间断电源等领域应用。

常见的聚阴离子材料有硫酸铁钠、磷酸铁钠、磷酸钒钠、氟磷酸钒钠、焦磷酸盐等。其中硫酸根比磷酸根电负性强、工作电压更高，且硫酸盐系材料具有低成本的优势，但其易吸潮分解使得材料的循环寿命比较差。钒基聚阴离子材料具有较高的工作电压(3.4~3.8V)和较高的理论比容量，但由于钒成本较高且具有毒性，削弱了其作为钠离子电池材料的性价比优势。布局企业包括众钠能源、钠创新能源和 Naiades 等。

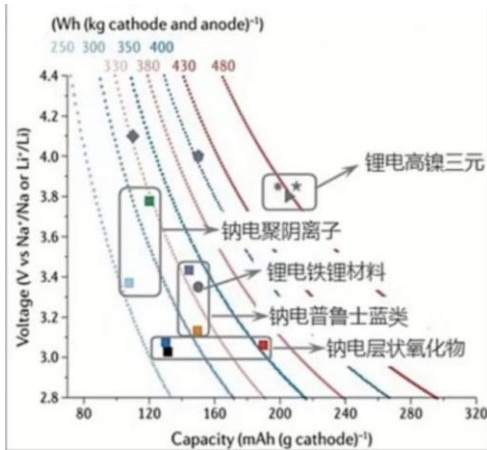
**(3)普鲁士蓝类:**发展较晚，成本最低，能量密度较高，开放三维结构利于钠离子脱嵌，安全性、倍率性好，但制备过程中难以控制配位水，导电性和循环寿命较低，合成条件苛刻，且氰化物具有潜在毒性，目前主要的制备方法是共沉淀法和水热法，更适用于大规模推广的场景，例如储能电站。布局企业包括宁德时代、星空钠电和 Natron Energy 等。

表3: 主流三种钠电池正极材料的比较

正极材料	优点	缺点	应用方向	企业布局
层状氧化物材料	理论容量较高；结构利于储钠	电平台较低，结构和热稳定性较差；制备较为困难	动力和性能要求较高的领域	宁德时代使用镍基层状氧化物方案；中科海纳选用铜铁锰氧化物方案；钠创新能源选用铁酸钠基氧化物方案；海外企业中，Faradian 采用镍基层状氧化物方案。
聚阴离子材料	良好的热稳定性、结构稳定性；较高的电平台	理论容量较低，电导率低，无法大电流下冲放电	混动车、不间断电源，低速车、家用或集装箱储能	众钠能源采用低成本的硫酸铁钠作为解决方案，钠创新能源在积极研发磷酸钒钠、磷酸锰钒钠等材料体系。海外企业中，Naiades 和 Tiamat 均采用了氟磷酸钒钠作为正极材料。
普鲁士蓝类材料	低成本、低环境影响；高电化学性能	合成条件苛刻	储能电站	国内电池企业中，宁德时代推出普鲁士白材料用于钠离子电池中，星空钠电也提出铁基普鲁士蓝材料用做电池负极。海外企业中，Natron Energy 和 Altris 均在进行积极布局。

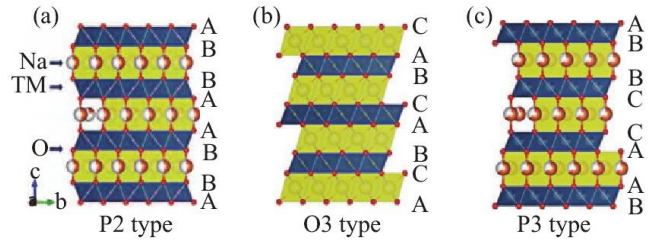
资料来源：中国知网，鑫椏资讯，浙商证券研究所

图4: 钠电池正极材料和锂电池正极材料的容量与电压的对比



资料来源: 中国知网, 浙商证券研究所

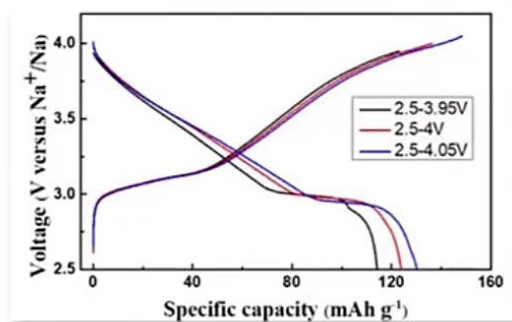
图5: 层状氧化物结构示意图.(a)P2型; (b)O3型; (c)P3型



资料来源: 中国知网, 浙商证券研究所

层状氧化物是目前研发进展最快的正极材料, 有望率先实现量产。中科海纳作为聚焦层状氧化物正极材料的代表公司, 在技术研发方面进展迅速。层状氧化物的研发主要需要克服复杂结构演变、不可逆相转变、传输动力学差、空气稳定性差等关键科学问题。中科海纳在国际上首次发现  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{3+}$  氧化还原电对在含钠层状氧化物中高度可逆。基于此, 公司设计和制备出低成本、环境友好的 Na-Cu-Fe-Mn-M-O 层状氧化物正极材料(铜铁锰皆为廉价金属), 该正极材料的专利已经在中国、日本、美国、欧盟获得授权。

图6: 中科海纳的钠电池正极材料(单位: mAh/g, V)



**正极: Cu基层状氧化物**  
 ■层状氧化物路线核心  
 专利壁垒  
 ■脱离Ni、Co贵金属,  
 性价比高

资料来源: 中科海纳, 浙商证券研究所 \*注: 纵坐标是电压, 横坐标是比容量(mAh/g)

(2) 负极材料的改进：软碳、硬碳优劣不一

**碳基材料中首选无定形碳材料。**目前可以作电池负极材料的碳基类材料主要包括石墨类碳材料和无定形碳(硬碳和软碳)材料。在锂离子电池负极中常用的石墨材料，由于热力学原因，无法与钠离子形成稳定的化合物，因此钠离子电池难以使用石墨作为负极材料。碳纳米材料主要包括石墨烯、碳纳米管等，依靠表面吸附实现钠的存储，可实现快速充放电，但存在库仑效率低、循环性差等问题使其难以获得实际应用。**层间距较大的无定形碳材料因具有较高的储钠容量、较低的储钠电位和优异的循环稳定性，成为最具应用前景的钠离子电池负极材料。**

**无定形碳材料中首选硬碳材料。**在碳基材料中，相比于石墨等软碳材料而言，硬碳材料无法石墨化。硬碳材料的碳层排列规整度低于软碳材料，其层间可以形成较多的微孔以方便钠离子的脱嵌。硬碳材料具备储钠比容量较高、储钠电压较低、循环性能较好等诸多性能优势，同时具备碳源丰富、低成本、无毒环保等优势，与石墨电极相比，在冷启动和快速充电模式方面也更具优势，是当前首选的钠离子电池负极材料。

图7：石墨、软碳和硬碳的微观结构



资料来源：成都佰思格，浙商证券研究所

表4：碳基负极的对比

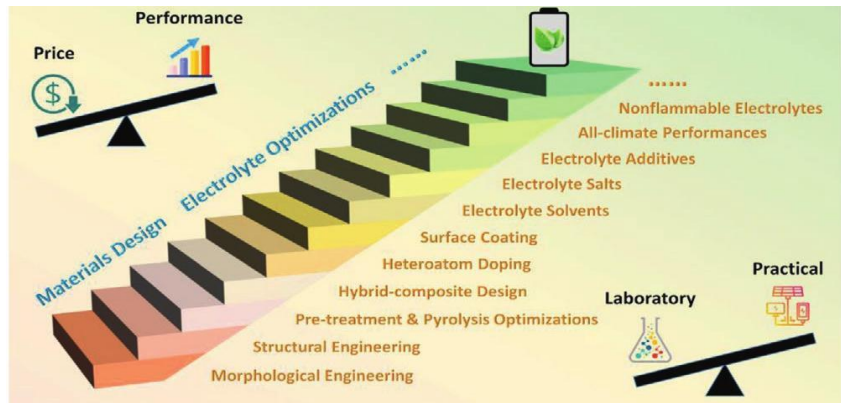
	介绍	优点	缺点
石墨化碳	规整的晶体层状结构	导电性好，结晶度高	对电解液敏感，经常需要包覆
软碳	2500℃以上可转变为石墨化碳，常见的材料有焦炭、碳纤维、石油焦等，内部结构类似层片状，但堆积不那么有序，层间距较大	与石墨相比，具有更高的理论倍率，更易储钠	首次充放电不可逆容量高，输出电压较低
硬碳	2500℃以上也难以石墨化，常见的材料有环氧树脂、酚醛树脂、聚糠醇、聚氯乙烯等，内部结构存在大量纳米孔	储钠空间大，理论容量很高，与电解液相容性好，理论倍率性高	首周库仑效率低，振实密度低和电压极化严重

资料来源：池上森. 锂/钠电池负极材料及固态电池界面的研究[D].北京科技大学,2018., 浙商证券研究所

**硬碳作为负极材料时也存在部分缺点，如电极电位低、首圈库伦效率低和循环稳定性差等，这对硬碳基负极材料的产业化应用造成了障碍。**虽然对硬碳材料的储能机理有待进一步确认，但是关于硬碳储钠性能的提升策略已经呈现了共通之处。硬碳材料储钠性能(倍率、比容量、首圈库伦效率)提升的策略主要集中在以下几个方面：通过调控前驱体的合成及热解过程调控硬碳的孔隙结构和层间距；与其他材料的包覆和复合、杂原子掺杂等来调控材料的缺陷程度和层间距；电解液的调控和预钠化的处理。



图8: 硬碳材料性能提升策略

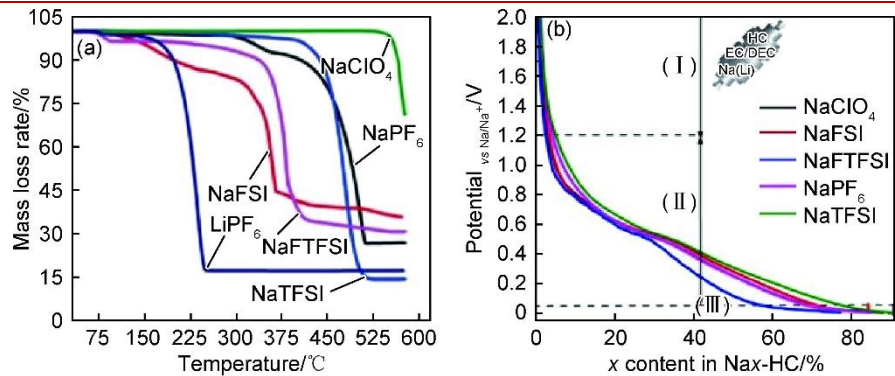


资料来源: 中国知网、浙商证券研究所

**(3) 电解液: 溶剂类似, 差异点在于钠电池主要采用六氟磷酸钠**

钠离子电池的电解液与锂离子电池的电解液类似, 可以沿用现有锂离子电池的部分生产装备与技术。NaPF<sub>6</sub>和NaClO<sub>4</sub>是最常被研究的两种钠盐。NaPF<sub>6</sub>直至300°C几乎没有质量损失, PC基(碳酸丙烯酯)电解液中导电率最高。由于其合成原理与LiPF<sub>6</sub>相似, 在制造工艺方面可以与目前的锂离子电池制造工艺和设备兼容, 成为了钠离子电池电解液的主流方向。NaClO<sub>4</sub>拥有离子迁移速度快、热稳定性强、成本低等优势, 但含水量高、易爆炸和高毒性等不足影响了其实际应用。相对于传统的钠盐NaPF<sub>6</sub>和NaClO<sub>4</sub>, 含氟磺酰基团的钠盐(NaTFSI, NaFTFSI, NaFSI等)具有较高的热稳定性和无毒的特点, 但是由于其阴离子对于铝箔集流体具有腐蚀作用, 所以很少被当作单独的钠盐来使用。

图9: 不同钠盐的物化性能及其在硬碳体系中的电化学性能分析(单位: °C, V, %)



资料来源: 中国知网、浙商证券研究所

**1.3 成本: 量产后将具有突出的材料成本优势**

当前钠电芯的材料成本约为0.427元/Wh, 磷酸铁锂电芯的材料成本约为0.627元/Wh, 当碳酸锂价格降低至20万元/吨时, 磷酸铁锂电芯的材料成本与钠电芯的材料成本相当。考虑到制造工艺和设备十分相近, 假设钠电池产业链成熟后, 与锂电池的单位制造成本相同, 因此主要对比二者的材料成本。按照目前的材料价格和单耗, 我们估算钠电芯的材料成本约为0.427元/Wh, 其中正极材料、负极材料和电解液占据较高比例; 当大规模量产后, 假设材料能量密度提升带来单GWh材料消耗量、产业发展成本降低带来售价的下降, 我们估算

产业成熟后，钠电芯的材料成本约为 0.285 元/Wh；在目前碳酸锂价格约为 50 万元的情况下，磷酸铁锂电芯的材料成本约为 0.627 元/Wh；当碳酸锂降价 30 万元/吨至 20 万元/吨时，我们计算得到磷酸铁锂电芯的材料成本约为 0.438 元/Wh，与目前钠电芯的材料成本相当。

表5: 钠电池成本和磷酸铁锂电池成本测算(单位: 吨/GWh, 万平米/GWh, 万元/吨, 元/平方米, 元/Wh, %)

	单耗(吨/GWh, 万平米/GWh)	单价(万元/吨, 元/平方米)	材料成本(元/Wh)	材料成本占比(%)
<b>目前的钠电池</b>				
正极材料	2600	5	0.130	30%
负极材料	1500	6	0.090	21%
电解液	1600	6.25	0.100	23%
隔膜	2200	2.15	0.047	11%
铝箔	850	3.2	0.027	6%
导电剂、粘结剂等			0.032	8%
<b>合计</b>			<b>0.427</b>	
<b>量产后的钠电池</b>				
正极材料	2470	3.5	0.086	30%
负极材料	1425	4.2	0.060	21%
电解液	1520	4.375	0.067	23%
隔膜	2090	1.505	0.031	11%
铝箔	807.5	2.24	0.018	6%
导电剂、粘结剂等			0.023	8%
<b>合计</b>			<b>0.285</b>	
<b>磷酸铁锂电池(碳酸锂价格 50 万元)</b>				
正极材料	2200	16.2	0.356	57%
负极材料	1250	4.8	0.060	10%
电解液	1000	5.3	0.053	8%
隔膜	2000	2.15	0.043	7%
铝箔	500	3.2	0.016	3%
铜箔	650	10.23	0.066	11%
导电剂、粘结剂等			0.032	5%
<b>合计</b>			<b>0.627</b>	
<b>磷酸铁锂(碳酸锂价格 20 万元时), 以下为变动环节, 不考虑其他环节变动</b>				
正极材料	2200	9.3	0.205	47%
电解液	1000	1.55	0.016	4%
<b>合计</b>			<b>0.438</b>	

资料来源: 鑫椏锂电, 浙商证券研究所测算 \*隔膜单位为万平米/GWh 和元/平方米, 其余材料为吨/GWh 和万元/吨; 鑫椏价格截至 2022-12-30

## 2 应用场景空间广阔，2025 年全球需求 98GWh

行业政策出台支撑钠电产业发展，已有产业化事件落地。2021 年 8 月，国家工信部提出“十四五”期间加强布局、健全产业政策、制定行业标准、统筹引领钠离子电池产业高质量发展；2022 年 2 月国家发改委和能源局印发《“十四五”新型储能发展实施方案》，将开展钠离子电池研究放在储能电站技术的首位。在产业化方面，2019 年 3 月，中科院物理研究所在江苏溧阳投运了世界上首座 100KWh 的钠离子电池储能系统，成功地为长三角物理研究中心供电；2021 年 6 月，山西太原投运 1MWh 钠离子电池储能系统；此外，小牛电动计划 2023 年推出钠电池两轮车。

表6：目前为止钠电池的产业化事件

领域	时间	机构/公司	地点	事件
储能	2019 年 3 月	中科院物理研究所	江苏溧阳	投运了世界上首座 100KWh 的钠离子电池储能系统，该储能系统也成功地为长三角物理研究中心供电。
储能	2021 年 6 月	中科院物理所与中科海钠	山西太原	投运 1MWh 钠离子电池储能系统。
储能	2022 年 6 月	三峡能源	内蒙古乌兰察布	源网荷储技术研发试验基地项目包含 3MW/1.5MWh 的钠离子电池数字储能系统和水系钠离子电池储能系统的示范验证。
储能	2022 年	三峡能源	安徽阜阳风光	风光储基地项目在前期进行招标，该项目总规模建设 300MW/600MWh 储能电站，其中 30MW/60MWh 为钠离子电池，预计 2023 年 6 月投运
电动两轮车	2022 年 8 月	小牛电动		计划于 2023 年推出旗下首款钠离子两轮电动车

资料来源：中关村储能产业技术联盟，北极星电力网，中证网，浙商证券研究所

**钠电应用路线相对明晰，2025 年全球需求量或达 98GWh。**钠电早期有望先在 A00 级和 A0 级电动车、后备电源、启停电源等领域对铅酸电池和锂电池进行替代，之后在家庭储能、电力储能和 A 级电动车领域实现更大范围渗透。为此我们分别按照电动两轮车、储能(含通信储能、备用电源等)和低速车(含专用车、商用车和低速乘用车)三大应用场景对钠电池的渗透率进行预测，我们预计在 2025 年钠离子电池全球需求量有望达到 98GWh，其中两轮车、储能、A00+A0 级车、A 级车的全球需求量分别为 6.4、55.5、18.4 和 17.5GWh，对应正极、负极、电解液、隔膜、铝箔的全球需求量为 22.5 万吨、13.0 万吨、13.9 万吨、19.1 亿平方米及 7.4 万吨。

表7：全球钠电池和主要材料的市场需求量测算(单位：GWh，%，吨/GWh，万平/GWh，万吨，亿平方米)

	单位	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E
<b>全球钠电池需求量</b>							
电动两轮车	GWh	-	1.0	2.5	4.1	6.4	9.3
储能	GWh	-	1.4	6.8	23.7	55.5	124.6
A00 和 A0 级	GWh	-	0.2	6.4	11.6	18.4	30.9
A 级	GWh	-	-	-	2.4	17.5	40.1
<b>合计</b>	<b>GWh</b>		<b>2.6</b>	<b>15.7</b>	<b>41.8</b>	<b>97.9</b>	<b>204.8</b>
<b>同比</b>	<b>%</b>			505%	166%	134%	109%
<b>材料单耗</b>							
正极材料	吨/GWh	2,600	2,522	2,446	2,373	2,302	2,233

负极材料	吨/GWh	1,500	1,455	1,411	1,369	1,328	1,288
电解液	吨/GWh	1,600	1,552	1,505	1,460	1,416	1,374
隔膜	万平/GWh	2,200	2,134	2,070	2,008	1,948	1,889
铝箔	吨/GWh	850	825	800	776	752	730
<b>材料需求量</b>							
正极材料	万吨		0.65	3.84	9.92	22.5	45.74
负极材料	万吨		0.38	2.21	5.72	13.0	26.39
电解液	万吨		0.40	2.36	6.10	13.9	28.14
隔膜	亿平方米		0.55	3.25	8.39	19.1	38.70
铝箔	万吨		0.21	1.26	3.24	7.4	14.95

资料来源: Marklines, 中汽协, SNE, GGII, InfoLink, 中国汽车动力电池产业创新联盟, 起点研究, 中国化学与物理电源行业协会, 浙商证券研究所测算

### 3 产业链布局加速, 2023 年将是量产元年

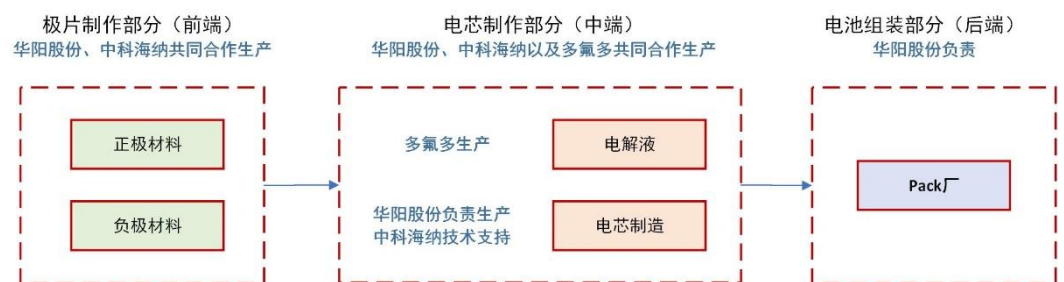
#### 3.1 电池环节产业布局: 技术快速推进, 2023 年量产

在钠离子电池产业链的布局中, 厂商所选择的正负极材料呈现多样化特征, 正极材料的选择以层状氧化物和普鲁士蓝为主, 负极材料以硬碳为主, 国内代表厂商包括宁德时代、中科海纳、钠创新能源、星空钠电等, 多家公司预计 2023 年实现规模化量产。

**中科海纳: 拥有多项钠离子电池核心专利, 是国内外少有的拥有钠离子电池核心专利与技术的电池企业。**公司设计并制备出低成本、环境友好的 Na-Cu-Fe-Mn 层状氧化物正极材料, 并创新性地采用成本低廉的煤作为原材料得到储钠性能优异、性价比高的软碳负极材料, 正负极材料均获得专利授权。目前, 中科海纳已实现钠离子电池布局全产业链覆盖, 包括正负极材料生产、电芯生产以及电池组装的部分。其中, 正负极材料由子公司山西新阳清洁能源与中科海纳共同生产; 电芯生产由孙公司山西华纳芯能科技负责; 电解液与多氟多合作生产; 电池组装由华阳股份负责。

中科海纳预计在未来实现大规模量产的情况下, 该公司钠离子电池的材料成本预计为 0.26 元/Wh, 较相同容量的磷酸铁锂电池下降约三成。在电池制造环节, 钠离子电池则与磷酸铁锂电池的生产成本相当。2022 年 7 月 28 日, 公司全球首条 GWh 钠离子电池生产线正式落成。该项目总投资 5.88 亿元, 年产能达 1GWh, 致力于打造全球领先的钠离子电池生产基地。在 1GWh 项目达产后, 各方企业将加快建设 5GWh、25GWh 生产基地。

图10: 中科海纳全产业链布局分工



资料来源: 华阳新材料集团公司官网, 浙商证券研究所



**宁德时代：钠离子电池技术领先优势显著，预计 2023 年推进量产。**2021 年 7 月公司发布第一代钠离子电池，选择用普鲁士蓝类材料—普鲁士白作为正极材料，攻克了普鲁士蓝类材料合成条件严苛的难题，创新性地对材料体相结构进行电荷重排，解决了普鲁士白在循环过程中容量快速衰减的核心难题。在性能方面，电池电芯单体能量密度达到 160Wh/kg；常温下充电 15 分钟，电量可达 80%以上；-20℃ 低温环境拥有 90%以上的放电保持率；系统集成效率可达 80%以上。宁德时代表示，第二代钠离子电池电芯单体能量密度将突破 200Wh/kg。在电池系统集成方面，公司开发了 AB 电池解决方案，可以实现钠离子电池和锂离子电池的集成混合共用，既弥补了钠离子电池在能量密度的短板，又发挥出高功率，低温性能的优势，公司预计于 2023 年形成钠电池基本产业链。

图11：宁德时代第一代钠离子电池与磷酸铁锂电池性能指标对比图



资料来源：宁德时代官网，浙商证券研究所

**传艺科技：投资设立钠电新材料公司，产品性能和量产进度位居一线。**传艺科技在深耕现有消费电子零部件主营业务的同时，投资设立传艺钠电科技有限公司，向新能源领域布局延伸。公司 2022 年 7 月初公布了小试阶段的钠离子电池产品数据，实现了正极材料质量比容量 140mAh/g，负极材料质量比容量 300mAh/g，单体电芯能量密度 145Wh/kg，循环寿命 4000 次和-20℃ 温度下容量保持率 > 88% 等性能结果，且正极、负极材料及电解液配方均为自主研发。2022 年 10 月，公司公告中试线设备安装调试完成并投产，单体能量密度 150-160Wh/kg，循环次数不低于 4000 次，产品性能跻身一线。2022 年 10 月公司公告，将钠电池一期规划 2GWh 产能提升至 4.5GWh，二期产能建设规划后续将视一期项目进展情况和市场需求情况制定(二期此前为 8GWh)，2022 年 9 月，公司公告拟设立孙公司，规划建设一期 5 万吨/年、二期 10 万吨钠离子电池电解液项目。2023 年 1 月 4 日，传艺科技公告，其控股孙公司传艺钠电与苏州德博新能源有限公司于近日签署《钠离子电池储能系统项目开发合作协议》，根据协议，德博新能源所售钠离子电池储能系统，所有使用的钠离子电池均由传艺供应，在传艺产品达到德博新能源提出的技术指标和双方确认的商务条款后，2023 年度德博新能源承诺向传艺采购电芯量不少于 2GWh。

**蔚蓝锂芯：与中科海钠签署钠电池全程合作协议。**2022 年 12 月 12 日公告，全资子公司江苏天鹏电源近期与溧阳中科海钠科技有限责任公司签署《战略合作协议》，公司与中科海钠将以约定的产品开发为载体，组建合作团队、讨论圆柱钠离子电池市场应用方向、产品形态和技术规格，共同实施产品开发过程，推动圆柱钠离子电池联合开发、量产、应用推广和迭代开发。

**雄韬股份：钠电池产品完成验证，2023 年有望量产。**2022 年 12 月 30 日，雄韬股份在投资者互动平台表示，钠电中试线建设正在有序推进当中，计划将于 2023 年投产，同时可启动一期量产线建设。公司钠电第一代智慧电芯样品已于 2022 年上半年完成验证，能量密度可达 130 Wh/kg，循环寿命超于 3000 次，低温-40°C 下的容量保持率达 70%，-20°C 的容量保持率可达 90% 以上，快充 10min 达 85%。此前，雄韬股份表示，公司钠电电芯研发主要沿用层状氧化物/硬碳的技术路线，主要应用于储备一体、工程设备等应用领域。

表8: 钠离子电池环节企业布局

企业	主营业务	产业布局	使用材料	技术发展情况
宁德时代	锂离子电池	2021 年 7 月，发布宁德时代的第一代钠离子电普鲁士白/层状氧化物；预计 2023 年形成基本产业链。	普鲁士白+硬碳	攻克普鲁士蓝类正极材料与硬碳负极材料制备的技术难关；开发 AB 电池系统解决方案。
中科海纳	钠离子电池、正负极材料与电解液	与三峡能源合作规划 5GWh 全球首条钠离子电池量产线；与华阳股份旗下新阳清洁能源合作 1GWh 钠离子电池 PACK 产能于 2022 年 9 月投产。	铁基层状氧化物+无烟煤软碳	研制 Cu 基钠离子层状氧化物正极材料；通过粉碎和一步碳化无烟煤前驱体得到具有优异储钠性能的负极材料。
钠创新能源	钠离子电池正极、电解液与电池	建成全球首条吨级铁酸钠基正极材料生产线；在绍兴滨海新区建立基地，建设包括铁酸钠三元正极材料等在内的钠离子电池关键材料。	铁基层状氧化物、磷酸钒钠+硬碳	发布全球首批钠离子电池驱动双轮电动车；2021 年发布全球首套钠离子电池-甲醇重整制氢-燃料电池综合系统。
星空钠电	钠离子电池	2019 年 1 月，宣布其世界首条钠离子电池生产线投入运行；已接下国网辽宁综合能源有限公司的百亿订单，达到规模化生产后，年产值将达到 100 亿元以上。	普鲁士蓝+硬碳	
众钠能源	钠离子电池	2021 年发布硫酸铁钠钠离子电池；2022 年产品进入中试阶段，实测材料性能优异；2023 年进入量产阶段。年产能可达 1GWh。		围绕聚阴离子技术路线深度攻关，成功制备具有明显价格和性能优势的单体钠离子电芯。
立方新能源	锂离子电池	研发钠离子电池体系，制备 Ah 级软包钠离子电池；2018 年完成普鲁士蓝制备并获得专利；配合南方电网和国家电网开发成功磷酸钒钠体系层状氧化物+硬碳钠电池；2021 年完成了层状氧化物研发，形成吨级生产。	层状氧化物+硬碳	PB 材料公斤级制备及申请专栏；与 N 公司合作中试 PB 全电池；层状物材料开发及专利；NVP 体系钠离子电池开发。
贵安能源	钠离子电池	研发与制备水系钠盐电池及其储能系统，产线于 2018 年投产，完成全球数十兆瓦时级别部署；2021 年，中标 6MWh 水系钠盐电池储能系统示范项目，无锡基地建成，产能新增至 100MWh。	普鲁士蓝+钛酸盐	产品具有本征安全性高、环保无毒的特点，适用于人口密集的城市区域储能电站与室内环境布置；可广泛应用于工业备电系统。
鹏辉能源	锂离子电池	与成都佰思格签订投资协议，投资人民币 1000 万元，布局钠离子电池材料(硬碳负极)产业链。	磷酸盐类+硬碳	储能电池技术路线方面，将主攻磷酸铁锂和钠离子电池，钠电池完成小批量试产。
三峡能源	储能业务、风电、太阳能发电	三峡能源、三峡资本与安徽省阜阳市人民政府、中科海纳就全球首条钠离子电池规模化量产线落户安徽阜阳市事宜达成合作意向并签订协议。		
欣旺达	锂离子电池	致力于钠离子电池补钠的方法、钠离子电池及其制备方法等方面。		拥有钠离子电池补钠技术及相关发明专利。
传艺科技	输入类设备和印制电路板	主要从事钠离子及锂离子电池、正负极材料和电解液等研发、生产及销售；2022 年中试线已投产，2023 年一期 4.5GWh 的投产，后面有二期 8GWh 项目投产。		已完成小试阶段，电池产品各项技术参数与行业内主要头部企业已知的钠离子电池参数及性能处于同一梯队。
派能科技	储能业务	已于 2021 年开发出第一代钠离子电池产品并完成小试。		已有一定技术积累并已产出小试产品，后续将持续跟踪新技术和市场应用发展。
蔚蓝锂芯	圆柱电芯	公司与中科海纳将以约定的产品开发为载体，组建合作团队、讨论圆柱钠离子电池市场应用方	层状氧化物+硬碳	

		向、产品形态和技术规格，共同实施产品开发过程，推动圆柱钠离子电池联合开发、量产、应用推广和迭代开发。	
雄韬股份	铅酸电池	公司钠电第一代智慧电芯样品已于2022年上半年完成验证，能量密度可达130 Wh/kg，循环寿命超于3000次，低温-40℃下的容量保持率达70%，-20℃的容量保持率可达90%以上，快充10min达85%。	钠电中试线建设正在有序推进当中，计划将于2023年投产，同时可启动一期量产线建设。
璞钠能源	钠离子电池	拟投资约1.6亿元在金山区碳谷绿湾产业园一处存量厂房(21亩)建设钠离子电池正极材料中试及电芯实验线项目。	复旦大学夏永姚教授领衔的专业团队进行研发水系钠离子电池。
圣阳股份	铅酸电池、锂离子电池	公司与院士工作站等合作单位联合开发的钠离子电池已通过实验阶段，进入样品测试阶段。	前期研究复合材料在钠离子电池中的应用，未形成钠离子电池成品。

资料来源：各公司官网、Wind、浙商证券研究所

### 3.2 正极材料布局：以层状氧化物为主，预计2023-2025年量产

钠离子正极材料的布局存在三条技术路线，其中布局层状氧化物的厂商最多，主要是三元正极企业，包括振华新材、容百科技、当升科技等。

**振华新材：第二代产品送样反馈良好，三元正极产线可兼容钠电正极。**公司钠电正极材料选择层状氧化物路线，产品具有高压实密度、高容量、低pH值和低游离钠的特性。其中，高压实密度、高容量有助于提升电池的能量密度；低pH值、低游离钠能够有效提高材料的空气稳定性和电池浆料的稳定性，进而提升电池整体的稳定性及一致性，改善电池产气鼓胀的缺陷。目前是第二代产品，降低游离钠同时提高材料比容量，送样的客户反馈比较好，预计最先使用场景是两轮车和中低续航里程的电动车。量产方面，2022年6月发布定增预案，规划建设年产10万吨正极材料，兼容三元高镍、三元中镍和钠电正极。

**容百科技：在正极材料三大技术路线上均有布局和规划，并以层状氧化物和普鲁士白为主流方向。**公司致力于开发具有低成本及优异电化学性能的钠离子电池正极材料，使得钠离子电池能量密度高于110Wh/kg，循环次数高于6000次，倍率性能优于3C。2022年7月，容百科技发布了四款钠电正极材料，其中三款为层状氧化物、一款为普鲁士白，并已与十余家下游客户完成送样验证，9月出货超过10吨，综合开发能力与量产进度处于行业领先水平，预计2023年底的月出货近千吨，公司现有产能1.5万吨，预计2023年底产能将达3.6万吨/年，规划到2025年，钠电正极材料产能达10万吨。

表9：钠离子电池正极材料企业布局

企业名称	公司主营业务	正极材料产业布局概况	技术发展情况
容百科技	锂电池三元正极材料	1.在三大技术路线均有布局和规划，以层状氧化物和普鲁士白为主流方向； 2.2022年7月发布四款正极材料，其中三款为层状氧化物、一款为普鲁士白。	1.现有专利布局涵盖普鲁士类正极材料制备和极片制备研究两大方面，对于层状氧化物、普鲁士白等领域具有深厚研究； 2.目前正在开发具有低成本及优异电化学性能的钠离子电池正极材料。
当升科技	锂电池三元正极材料、钴酸锂材料	1.组建专门研发团队开展钠离子电池等新型电池体系关键材料、钴酸锂材料 2.2022年4月，与天津力神签订战略合作协议，双方将在钠离子电池等前沿技术领域展开合作； 3.2022年7月，发布层状正极材料产品。	1.新一代钠电正极材料采用特殊微晶结构前驱体，并通过材料结构调控解决了钠电正极材料关键技术瓶颈； 2.新一代钠电正极材料可与当前锂电池多元材料共用生产线。
厦钨新能	锂电池三元正极材料、钴酸锂材料	钠电正极材料正在送样验证。	与国外客户合作，提升钠离子电池材料的倍率和低温性能。



振华新材	锂电池三元正极材料	预计将新增年产 10 万吨正极材料的生产能力，主要用于生产高镍、中高镍及中镍三元正极材料，并兼容钠离子电池正极材料的生产。	研发的钠离子电池正极材料具有高压实密度、高容量、低 pH 值和低游离钠的特性，目前第二代产品已处于送样阶段。
格林美	锂电池前驱体材料、锂电池回收技术	1.关注钠离子电池进展，组建专门团队开发关键技术； 2.2022 年，储备未来固态电池和钠电池所需要的材料相关材料，锂电池回收技术。其中固态电池所需材料已经到吨级认证阶段，钠电材料方面也在和下游客户认证中。	在普鲁士蓝和层状氧化物等钠离子电池材料两大技术路线均已积累了相关产业技术并和多家下游客户进行认证。
广东邦普	锂电池材料、电池回收	1.广东邦普与宁德时代是关联企业； 2.公司新增多条钠离子电池相关专利信息，涉及钠离子电池正、负极材料制备方法，综合回收方法等。	现有专利布局涉及锰基层状氧化物、普鲁士蓝类化合物、磷酸铁钠、磷酸钒钠等材料制备研究。
美联新材；七彩化学	母粒，隔膜；有机颜料	2022 年 9 月，美联新材与七彩化学合作投资 25 亿元建设“年产 18 万吨电池级普鲁士蓝(白)项目”，一期、二期、三期分别拟建 1、5、12 万吨生产装置，一期预计于 2023 年底建成投产。	正极材料三个技术路线中均有布局，目前普鲁士蓝正极材料 50 吨中试生产线已投产，并已通过部分电池厂商的检测。
贝特瑞	锂电池正负极材料、石墨烯材料	1.2017 年发布相关专利； 2.目前，钠离子正极材料进入中试阶段。	正极材料产品基于前驱体+烧结工艺，二次球形貌、产品理化指标和电化学指标可定制，目前具备中试实验条件。
川恒股份	磷化工产品	工程技术研究院组建磷酸铁钠电池研究团队。	正在研制磷酸铁钠电池正极材料。

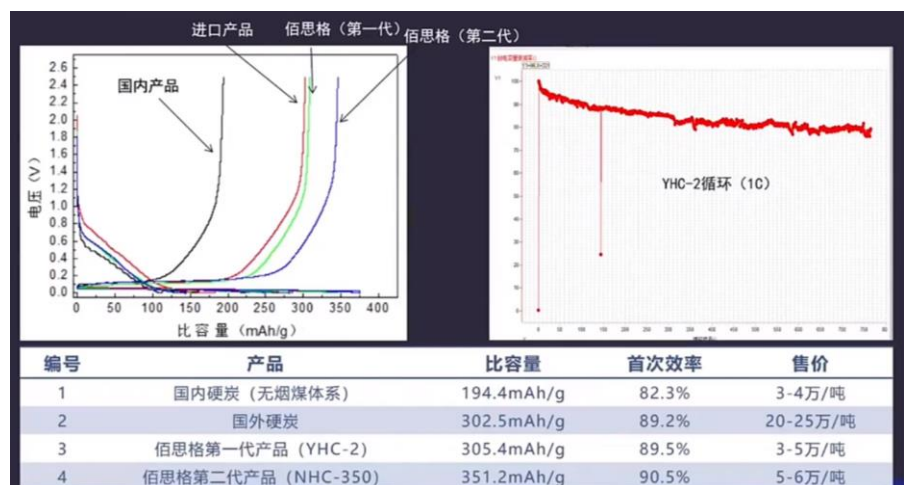
资料来源：各公司公告和官网，中国专利信息中心，浙商证券研究所

### 3.3 负极材料布局：优选硬碳，部分公司已实现量产

硬碳因其优越性能成为了钠离子电池负极材料布局的主流方向，软碳方向部分企业亦有布局。中科海钠以无烟煤作为前驱体制备软碳材料；宁德时代推出了具有独特孔隙结构的硬碳材料；璞泰来、翔丰华目前正在推进中试工作。日本方面，吴羽已实现了硬碳材料的量产化，三菱及松下正在从事钠离子电池负极材料的研发和生产工作。

**佰思格：国产钠电硬碳领先者，产品性价比较高。**据公司官网介绍，佰思格是国内首家量产钠(锂)电池硬碳负极材料的企业，2020 年钠电硬碳开发成功，2021 年参与首个钠电池行业标准编制，先后获得鹏辉能源、蜂巢能源、雄韬电源的战略投资。公司的产品原料采用生物质，NHC-330 高容量产品的最高能量密度超过 330mAh/g，首次效率超过 90%，低成本和球形产品(容量 ≥ 280 mAh/g、首效 ≥ 88%)的产品价格仅为国外产品的 1/5-1/4。

图12：佰思格产品性能与竞品的对比(单位：mAh/g，%，万元/吨，V，次)



资料来源：佰思格官网，浙商证券研究所



**贝特瑞：硬碳产品性能突出，已实现吨级以上订单，并着手开始规模化产能建设。**公司早在 2009 年开始布局和研究硬碳、无定型碳等负极材料，开发出可以稳定量产供应的产品，兼顾硬碳和软碳。根据公司官网，BSHC 系列硬碳产品的压实密度小于等于 5.0 g/cm<sup>3</sup>，首次容量可接近 300mAh/g，首次效率超过 88%。目前公司钠电负极已通过国内部分客户认证，实现吨级以上订单，并持续供货，正在积极导入其他头部企业，同时提升硬碳产能规划。

表10：贝特瑞钠电硬碳和软碳产品(单位：μm, g/cm<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>/g, mAh/g, %)

类型	型号	D50 (μm)	极片压实(g/cm <sup>3</sup> )	比表面积(m <sup>2</sup> /g)	首次容量(mAh/g)	首次效率(%)
硬碳	BHC-240	6.0±1.0	1.0±0.05	≤5.0	240±5.0	84.0±1.0
	BHC-300	6.0±1.0	1.0±0.05	≤5.0	300±10.0	83.0±1.0
	BHC-400	9.0/6.0±1.0	1.0±0.05	≤5.0	400±10.0	83.5±1.0
	BHC-450	9.0/6.0±1.0	1.0±0.05	≤5.0	450±10.0	80.0±1.0
	BSHC-260	6.0±1.5	≤5.0	0.9±0.1	260±5.0	≥88.0
	BSHC-300	6.0±1.5	≤5.0	0.8±0.1	295±5.0	≥88.0
软碳	BSC-1	4-10	≤3.5	≥0.80	250.0±10.0	87.0±1.0
	BSC-2	4-10	≤3.5	≥0.80	280.0±10.0	82.5±1.0
	BSC-3	4-10	≤3.5	≥0.80	300.0±10.0	84.0±1.0
	BSC400	4-10	≤3.5	≥0.80	400.0±10.0	84.0±1.0

资料来源：贝特瑞官网，浙商证券研究所

**杉杉股份：硬碳负极性能领先，已有小批量销售。**公司采用优选的沥青原料，与添加剂混合进行交联处理等工序，前驱体经高温炭化制得具有难石墨化性的硬碳材料，容量、首效等性能行业领先，解决了市场上硬碳负极材料量产难、容量低的固有难题，获得头部客户认可并实现小批量销售。根据公司官网，公司 SHC-1T 产品的首次容量 ≥ 500mAh/g，首次效率超过 80%；SC-18 产品的首次容量 ≥ 230mAh/g，首次效率超过 85%。

表11：钠离子电池负极材料企业布局

企业名称	公司主营业务	负极材料产业布局概述	技术发展情况
中科海钠	钠离子电池、正负极材料与电解液	已搭建负极材料中试生产线。	中科院物理所和中科海钠研发团队自主研发了高温裂解无烟煤作为钠离子电池负极材料，其电化学性能优秀，具有高可逆比容量和优异的循环性能。
宁德时代	锂离子电池	已启动钠离子电池产业化布局，2023 年将形成基本产业链，包含钠离子正负极材料。	开发了具有独特孔隙结构的硬碳材料，克容量可达 350mAh/g 以上，具备优异循环性能，能让钠离子存储和快速通行，整体性能指标与现有石墨相当。
贝特瑞	锂电池正负极材料、石墨烯材料	1. 2009 年起研究布局硬碳、无定型碳等负极材料； 2. 目前负极材料可量产，包括硬碳、软碳。	1. 选择磷酸钛钠/碳复合材料路线； 2. 通过制备磷酸钛钠的前驱体得到具有均匀且致密包覆碳层的磷酸钛钠/碳复合材料，有效解决了一次碳包覆的碳层不均匀问题，复合材料的稳定性好。
佰思格	锂电池、钠离子电池和超级电容器电极材料	-	产品原料采用生物质，NHC-330 高容量产品的最高能量密度超过 330mAh/g，首次效率超过 90%，低成本和球形产品(容量≥280 mAh/g、首效≥88%)的产品价格仅为国外产品的 1/5-1/4。
璞泰来	锂电池负极材料与石墨化	积极推进硬碳等新产品的中试及量产。	1. 在硬碳负极、钠电涂覆薄膜方面均有技术储备； 2. 在纳米硅碳、硬碳、软碳、锂金属负极等新兴技术路线方向上进行预研，为下一代量产的主流负极产品奠定技术和工艺储备。

杉杉股份	锂离子电池材料	持续关注下游电池技术发展并具备相关技术，拥有软硬碳方面的技术积累和量产能力。	硬碳与石墨复合使用以提高动力电池低温倍率性能，硬碳石墨复合材料已进入中试阶段。
翔丰华	锂电池负极材料	硬碳与石墨复合使用，进入中试阶段。	成功开发钠离子电池高性能硬碳负极材料。
中科星城	锂电池负极材料	在硬碳研发已经布局相关专利。	在硬碳负极材料方面拥有专利。

资料来源：各公司公告和官网，浙商证券研究所

### 3.4 电解液环节布局：承袭锂电池电解液产线，主打六氟磷酸钠材料

布局钠电池电解液环节的厂商多数拥有锂电池电解液产线，可实现锂/钠产线复用。国内布局钠离子电池电解液的厂商包括：钠创新能源、多氟多、天赐材料等。2022年，钠创新能源5000吨钠电池电解液投产，预计3-5年内会建设出配套8万吨正极材料的电解液产线；多氟多是国内首家商业化量产六氟磷酸钠的企业，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，目前具备年产千吨六氟磷酸钠的生产能力，子公司焦作新能源已具备1GWh钠电池的产能，子公司广西南福新能源规划5GWh产能；天赐材料参与宁德时代钠离子电池产业链布局，目前已具备六氟磷酸钠量产技术。

表12：钠离子电池电解液环节企业布局

企业名称	公司主营业务	电解液环节产业布局概况	技术发展情况
钠创新能源	钠离子电池正极及前驱体、电解液；钠离子电池	2021年12月与浙江医药、中欣氟材、浙江宏达化学进行战略合作建设钠离子电池电解液，2022年预计建成5000吨产能。	2022年5000吨钠电池电解液投产，预计3-5年内建设配套8万吨正极材料的电解液产线。
多氟多	高性能无机氟化物；锂离子电池材料	1. 2021年9月，公司与山西华阳集团签订NaPF <sub>6</sub> 合作项目的《战略合作框架协议》； 2. 六氟磷酸钠已商业化量产(国内首家)，有稳定出货，目前有年产千吨六氟磷酸钠生产能力。	1. 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，NaFSI研发成功； 2. 除电解液外，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，小试的钠离子电池测试进行了3个月。
天赐材料	锂离子电池材料、日化材料及特种化学品	1. 参与宁德时代钠离子电池产业链布局； 2. 已在规划钠离子电池材料的产能。	已有六氟磷酸钠量产技术。
新宙邦	锂电池化学品	1. 建成集电容器化学品、有机氟化学品、半导体化学品及LED封装材料研究、开发、技术服务、检测验证及信息管理于一体的新宙邦研究院； 2. 钠离子电池电解液目前处于样品阶段。	已有生产钠离子电池电解液技术储备。
石大胜华	锂离子电池电解液	钠电池溶剂碳酸丙烯酯PC产能为行业第一。	生产碳酸丙烯酯PC技术成熟
永太科技	氟精细化学品	正在推进六氟磷酸钠、双氟磺酰亚胺钠等项目。	未公布

资料来源：各公司公告，浙商证券研究所

### 3.5 正负极集流体布局：铝箔单位需求量提升

钠离子电池技术的快速发展为电池铝箔创造了更广阔的市场空间，鼎胜新材、万顺新材、华北铝业等铝箔制造商纷纷布局。

**鼎胜新材：**作为国内铝箔行业的龙头企业，以电池铝箔等产品为突破口，全面进入新能源、新材料领域。公司自2015年开始电池铝箔的研发生产，客户覆盖宁德时代、特斯拉、比亚迪等。主要产品包括电池光箔和电池涂层箔，其中电池光箔可供用户再生产加工，电池涂层箔可供下游客户直接使用。截至2021年底，公司电池箔产能9.4吨/年，2022年底有望突破15万吨。公司于2022年与宁德时代签订了4年框架协议，未来供货量预计51.2万吨，响应对高质量动力电池铝箔的强劲需求。2022年7月，公司的定增预案显示，拟募资27亿元用作年产80万吨电池箔及配套坯料项目和补充流动资金项目。

**万顺新材: 获得宁德时代 32 万吨电池铝箔大单。**自 2018 年开始布局电池铝箔, 客户涉及宁德时代、多氟多、欣旺达等。安徽中基在建 7.2 万吨高精度电子铝箔生产项目中, 一期 4 万吨项目于 2021 年底开始投产, 二期 3.2 万吨项目正在加紧建设, 预计 2023 年投产。2022 年 11 月 23 日, 万顺新材公告, 全资孙公司安徽中基与宁德时代签订《合作框架协议》, 约定在 2023 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日期间, 向宁德时代供应至少 32 万吨锂电铝箔。

表13: 电池铝箔环节企业布局

企业名称	公司主营业务	电池级铝箔产业布局概况	技术发展情况
鼎胜新材	铝板、带、箔的研发、生产与销售	1.2021 年底电池箔产能 9.4 吨/年, 2022 年底有望突破 15 万吨, 2023 年有望达到 20 万吨; 2.2022 年, 与宁德时代签订 4 年的框架协议, 未来供货量预计 51.2 万吨; 3.2022 年 7 月, 其定增预案显示, 拟募资 27 亿元分别用作年产 80 万吨电池箔及配套坯料项目和补充流动资金项目。	1.主要有光箔和涂层箔两类产品, 区别是涂层箔表面有碳物质能增强电极导电性, 提高电池密度; 2.拥有 13 项发明专利与 9 项实用新型专利。
万顺新材	铝箔; 铝板	1.自 2018 年开始布局电池铝箔, 客户涉及宁德时代、多氟多、欣旺达等; 2.安徽中基在建 7.2 万吨高精度电子铝箔生产项目中, 一期 4 万吨项目于 2021 年底开始投产, 二期 3.2 万吨项目正在加紧建设, 预计 2023 年投产。	1.掌握了超薄宽幅电容器铝箔的生产工艺技术, 实现铝箔厚度均匀、无接头、针孔少, 各项指标达到美国通用电气及 ABB 公司标准; 2.采用绿色短流程铸轧-冷轧工艺流程减薄电池级铝箔, 抗拉强度提升 15-35MPa, 延伸率提升 40% 以上, 厚度减薄 33%-46%。
华北铝业	铝合金加工材、深加工制品	1.铝箔方面主要产品为软包装用铝箔、电力电容器用铝箔等, 发展为亚洲最大铝箔生产基地之一; 2.2021 年与宁德时代商讨未来供货协议, 月供 3000 吨铝箔, 规划到 2025 年, 年供 15.6 万吨。	1.拥有国内规模最大、技术最先进、设备配套最完整的铝箔生产线。 2.在电池铝箔方面, 组织进行了不同合金成分的试验, 并借助中间退火工艺调整, 改善了产品性能指标, 满足电池生产要求。
永杰铝业	铝合金加工材、深加工制品	2020 年 8 月, 永杰铝产品“锂离子动力电池用铝箔”通过“品字标浙江制造”认证	铝箔产品主要被运用于新能源锂电池的正极集流体用铝箔, 以及消费锂电池正极集流体铝箔和软包锂电池的封装材料--铝塑复合膜用铝箔。
南山铝业	铝及铝合金制品	1.具有完整铝产业链生产线, 主要产品包括上游产品电力、蒸汽、氧化铝、铝合金锭, 下游产品铝板带箔、挤压型材、压延材及大型机械深加工结构件; 2.现有锂电铝箔产能近 3 万吨。	打造了全球唯一同地区拥有热电、氧化铝、电解铝、熔铸、铝型材/热轧-冷轧-箔轧/锻压、废铝回收(再生利用)的完整铝加工最短距离产业链。
厦顺铝箔	高精度超薄铝箔及电容器、散热器用铝箔	1.全球第三大(中国最大)薄规格铝箔生产商, 全球六至七微米铝箔最大生产企业; 具备年产铝板带 22 万吨、铝箔 12 万吨的生产能力。 2.已进入电池箔领域, 年产能 2 万吨/年。	电池箔产品通过合金成分的设计及合理的热处理制度, 使其具有良好的导电性与机械性能; 先进的生产工艺保证铝箔厚度均匀, 下游极片一致性良率高; 良好的表面性能及稳定性, 保证正极材料的涂布均匀。

资料来源: 各公司公告, 浙商证券研究所

## 4 投资分析建议

**钠电将与锂电应用互补, 2023 年产业迎来量产元年。**与锂电池相比, 钠电池具有资源丰富和低成本, 良好的宽温性、倍率性和安全性, 生产环节可与锂电池相通等优势, 我们测算钠电目前材料成本约为 0.427 元/Wh, 其中正极、负极和电解液的成本占比分别为 30%、21%和 23%, 我们估算钠电产业化后的材料成本将比届时的磷酸铁锂电芯低 35%。在需求端, 目前为止, 钠电池的产业化进度较为理想, 目前已有 MWh 级别的储能电站投入运营, 预计钠电池将在电动两轮车、偏小型储能和低速四轮车领域先行应用, 我们预计在 2025 年钠离子电池全球需求量有望达到 98GWh, 其中两轮车、储能、A00+A0 级车、A 级车的全球需求量分别为 6.4、55.5、18.4 和 17.5GWh, 对应正极、负极、电解液、隔膜、铝箔的全球需求量为 22.5 万吨、13.0 万吨、13.9 万吨、19.1 亿平方米及 7.4 万吨。在供给端, 目前传艺

科技、中科海纳等企业均已规划 GWh 级别产能，材料端产品性能尚可，量产进度不断加速，预计 2023 年将成为钠电池产业的量产元年。

重点关注钠电池环节：宁德时代、比亚迪、传艺科技、维科技术、华阳股份、鹏辉能源、欣旺达、蔚蓝锂芯、百合花；钠电正极材料：振华新材、容百科技、当升科技、厦钨新能、美联新材、七彩化学；钠电负极材料：贝特瑞、杉杉股份、圣泉集团、元力股份等；钠电电解液：多氟多、天赐材料；铝箔：鼎胜新材、万顺新材。

表14：钠电池产业链企业可比公司估值表(单位：亿元，元/股，倍)

代码	简称	最新收盘价	总市值	EPS (元/股)				PE			
		2023/1/12	(亿元)	21A	22E	23E	24E	21A	22E	23E	24E
<b>钠电池</b>											
300750.SZ	宁德时代	433.50	10,588.30	6.52	11.51	17.94	24.12	66	38	24	18
002594.SZ	比亚迪	277.30	8,072.60	1.05	5.12	9.10	12.87	265	54	30	22
002866.SZ	传艺科技	43.79	126.78	0.57	0.63	1.07	1.90	77	70	41	23
600152.SH	维科技术	15.13	79.42	(0.24)	0.02	0.29	0.55	/	776	52	28
600348.SH	华阳股份	14.64	352.09	1.47	2.68	2.85	3.11	10	5	5	5
300438.SZ	鹏辉能源	81.35	375.26	0.40	1.44	2.68	3.85	206	56	30	21
300207.SZ	欣旺达	22.15	412.50	0.49	0.58	1.27	1.72	45	38	17	13
002245.SZ	蔚蓝锂芯	14.89	171.54	0.58	0.62	1.07	1.49	26	24	14	10
603823.SH	百合花	16.98	53.99	0.98	/	/	/	17	/	/	/
<b>钠电正极</b>											
688707.SH	振华新材	47.00	208.18	0.93	2.77	3.17	4.17	50	17	15	11
688005.SH	容百科技	73.73	332.44	2.02	3.51	5.45	7.28	36	21	14	10
300073.SZ	当升科技	62.99	319.04	2.15	3.98	4.93	6.17	29	16	13	10
688778.SH	厦钨新能	84.63	254.36	1.85	4.01	6.15	8.05	46	21	14	11
300586.SZ	美联新材	18.47	96.88	0.12	0.62	0.88	1.22	153	30	21	15
300758.SZ	七彩化学	11.87	48.70	0.44	0.09	0.14	0.25	27	139	84	48
<b>钠电负极</b>											
835185.BJ	贝特瑞	43.20	314.53	1.98	2.98	4.11	5.54	22	15	10	8
600884.SH	杉杉股份	18.48	418.38	1.48	1.39	1.75	2.19	13	13	11	8
605589.SH	圣泉集团	22.18	173.64	0.88	0.90	1.25	1.47	25	25	18	15
300174.SZ	元力股份	20.56	74.71	0.42	0.60	0.73	0.89	49	35	28	23
<b>钠电电解液</b>											
002407.SZ	多氟多	34.96	267.80	1.64	3.10	4.45	5.98	21	11	8	6
002709.SZ	天赐材料	47.62	917.47	1.15	3.02	3.53	4.28	42	16	13	11
<b>钠电铝箔</b>											
603876.SH	鼎胜新材	45.54	223.36	0.88	2.73	3.95	4.88	52	17	12	9
300057.SZ	万顺新材	9.35	85.07	(0.05)	0.26	0.40	0.53	/	35	23	18

资料来源：Wind，浙商证券研究所 \*注：盈利预测均采用 Wind 一致预期



## 5 风险提示

**下游需求不及预期：**目前钠电池和电极材料等还处于小批量导入期，如果钠电池需求不及预期或材料的产业发展速度较慢，将对钠电池需求放量造成不利影响，进而影响相关企业的收入盈利。

**产业化水平不及预期：**目前钠电池的性能仍需要产业共同发展，以更大程度提升相关材料和钠电池的使用性价比、扩大适用范围，如果技术研发的进度和量产产品的性能不及预期或达不到要求，将影响钠电池和相关材料的放量销售。

**碳酸锂价格下降较快：**在碳酸锂价格高位时，钠电池的性价比优势才得以体现，目前钠电池的产业化成熟度还不够，制备成本偏高，如果碳酸锂价格下降过快，将导致钠电池全成本超过锂电池，或性价比不及锂电池，进而导致产业发展积极性下降和动力不足，影响业内公司的产品销售。

## 股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现 + 20% 以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现 + 10% ~ + 20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10% 之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现 - 10% 以下。

## 行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10% 以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10% 以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% 以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司(已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000)制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构(以下统称“本公司”)对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。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。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，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，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。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>