

钠离子电池专题之三：铜基和镍基层状氧化物金属原材料需求拆解

2022 年 11 月 04 日

【投资要点】

- ◆ **铜铁锰酸钠和铁镍锰酸钠是目前相对成熟的层状氧化物正极材料。**离子电池中，Fe、Co、Ni、Mn、Cr、Cu 和 Ti 等元素均具有电学活性且表现出多种性质，因此钠离子电池层状氧化物种类较为多样。中科海钠团队合成的铜铁锰酸钠 $\text{Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ 和浙江钠创合成的铁镍锰酸钠 $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ 是目前相对较为成熟的层状氧化物正极材料。铜铁锰酸钠主要是以 Na_2CO_3 为钠源，与 CuO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 混合，用固相法制备。铁镍锰酸钠，则是以 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 Na_2CO_3 为原料，通过共沉淀+烧结两步结合的方式制备。
- ◆ **铁镍锰酸钠和铜铁锰酸钠相比，Fe 单耗相当，Ni 和 Cu 相互替代但单耗接近，Mn 消耗量则降低 35% 左右。**铜铁锰酸钠单 GWh 电芯中 Na、Cu、Fe 和 Mn 金属消耗量分别为 525.8、354.9、426.7 和 670.6 吨，对应至金属盐 Na_2CO_3 、 CuO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 的消耗量分别为 1211.7、444.3、609.6 和 963.2 吨。铁镍锰酸钠单 GWh 电芯中 Na、Ni、Fe 和 Mn 金属消耗量分别为 549.7、467.7、438.2 吨，对应的 Na_2CO_3 、 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的消耗量分别为 1266.8、2094.3、2206.7 和 1346.6 吨。
- ◆ **层状氧化物正极单吨金属盐成本不足 3.5 万，较磷酸铁锂和三元正极优势十分显著。**以各金属盐当前市场价格计算，铜铁锰酸钠单 KWh 电芯对应金属盐成本 60 元上下，其中 CuO 是主要原材料成本。铁镍锰酸钠单 KWh 电芯对应金属盐成本 90 元上下，硫酸镍是主要成本。由于锂盐成本高企，NCM622 和 LiFePO_4 的当前的单 KWh 电芯对应的金属盐成本分别达到 535.8 元和 307.8 元。单吨铜铁锰酸钠、铁镍锰酸钠、磷酸铁锂和 NCM622 对应的金属盐原材料成本分别为 2.0 万元/吨、3.3 万元/吨、13.7 万元/吨和 27.8 万元/吨。总体而言，锂电池和钠电池单 KWh 电芯或单吨正极材料的原材料成本差异巨大，钠电正极材料成本优势显著。

【配置建议】

- ◆ 钠离子电池应用空间广阔，相较于磷酸铁锂电池，钠电池正极原材料成本优势显著，未来预计在储能、低速交通领域与锂电形成补充。谨慎看好维科技术、振华新材、传艺科技，建议关注华阳股份。

【风险提示】

- ◆ 钠离子电池产业化进程、需求和降本不及预期；金属盐价格波动的风险；企业金属盐实际采购价格和单耗与本文的推算值存在差异的风险

强于大市（维持）

东方财富证券研究所

证券分析师：周旭辉

证书编号：S1160521050001

联系人：程文祥

电话：18502186287

相对指数表现



相关研究

《钠离子电池环节概述：产业化加速，有望成为锂电的有效补充》

2022.10.17

《9 月新能源车销量大增，行业景气度向上》

2022.10.12

《钠离子电池正极材料：新势力一马当先，锂电厂商伺机而动》

2022.10.12

正文目录

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. 层状金属氧化物分类和制备：种类和合成方法多样 | 3 |
| 1.1. 层状氧化物分类：数十种活性金属元素，结构和种类繁多 | 3 |
| 1.2. 合成方法：固相法和液相法各有优劣 | 5 |
| 2. 铜和镍基层状氧化物单耗：锰单耗差异，铁单耗相当 | 6 |
| 2.1. 铜铁锰酸钠：锰元素单耗显著高于三元材料 | 6 |
| 2.2. 铁镍锰酸钠：引入镍元素，能量密度较铜基提升 | 8 |
| 3. 铜基和镍基层状氧化物成本：单吨原料成本优势明显 | 9 |
| 3.1. 层状氧化物金属盐原材料成本：镍基成本高于铜基 | 9 |
| 3.2. 钠离子和锂电正极对比：钠盐价格低廉，成本占比低 | 11 |
| 4. 投资建议：华阳股份，维科技术，传艺科技，振华新材 | 14 |
| 4.1. 华阳股份：无烟煤龙头企业，与中科海钠深度合作 | 14 |
| 4.2. 维科技术：绑定钠创新能源，大力布局钠离子电池 | 14 |
| 4.3. 传艺科技：一期钠电产能加码，钠电池测试性能优越 | 15 |
| 4.4. 振华新材：产线可兼容，技术可迁移，钠电布局可期 | 15 |
| 5. 风险提示 | 16 |

图表目录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 图表 1：钠离子电池中常见的具有电化学活性的金属元素 | 3 |
| 图表 2：钠离子电池层状金属氧化物晶体结构 | 3 |
| 图表 3：钠离子电池充放电原理 | 4 |
| 图表 4：常见的钠离子电池层状氧化物正极材料 | 4 |
| 图表 5：正极材料常见的合成方法 | 5 |
| 图表 6：铜锰铁酸钠单 GWh 电芯正极材料消耗量的计算 | 6 |
| 图表 7：铜铁锰酸钠中的金属元素单 GWh 电芯消耗量 | 6 |
| 图表 8：三元正极材料中锰和锂金属的单 GWh 电芯的消耗量 | 7 |
| 图表 9：铜锰铁酸钠的金属盐单耗计算 | 7 |
| 图表 10：铁镍锰酸钠单 GWh 电芯正极材料消耗量的计算 | 8 |
| 图表 11：铁镍锰酸钠中的金属元素单耗的计算 | 8 |
| 图表 12：三元正极材料中的镍和锰单耗 | 8 |
| 图表 13：铁镍锰酸钠液相法工艺下的金属盐单耗的计算 | 9 |
| 图表 14：铁镍锰酸钠固相法工艺下的金属盐单耗的计算 | 9 |
| 图表 15：铜锰铁酸钠单 KWh 电芯对应的金属盐成本计算 | 10 |
| 图表 16：铁镍锰酸钠液相法工艺下单 KWh 电芯对应的金属盐成本计算 | 10 |
| 图表 17：铁镍锰酸钠固相法工艺下单 KWh 电芯对应的金属盐成本计算 | 10 |
| 图表 18：铁镍锰酸钠和铜铁锰酸钠金属盐单耗成本结构对比 | 11 |
| 图表 19：NCM622 单 KWh 电芯对应的金属盐成本 | 12 |
| 图表 20：磷酸铁锂单 KWh 电芯对应的金属盐成本 | 12 |
| 图表 21：钠离子电池正极和锂电正极金属盐单耗成本对比 | 12 |
| 图表 22：单吨正极材料金属盐原材料成本 | 13 |
| 图表 23：单 GWh 电芯的正极材料消耗量 | 14 |
| 图表 24：行业重点关注公司 | 16 |

1. 层状金属氧化物分类和制备：种类和合成方法多样

1.1. 层状氧化物分类：数十种活性金属元素，结构和种类繁多

钠离子层状氧化物中具有电化学活性的金属元素多达数十种。层状金属氧化物材料的表达式为 Na_xMO_2 (M 为过渡金属元素)。在锂离子电池中目前仅发现 Mn、Co 和 Ni 三种金属组成的锂层状氧化物可以实现可逆充放电，所以目前商业应用的锂电正极材料包括钴酸锂 (LiCoO_2)，NCM811、NCM622、NCM523 和锰酸锂 (LiMn_2O_4) 等。而在钠离子电池中，具有活性的层状氧化物种类较多，Fe、Co、Ni、Mn、Cr、Cu 和 Ti 等元素均具有电化学活性且表现出多种性质。

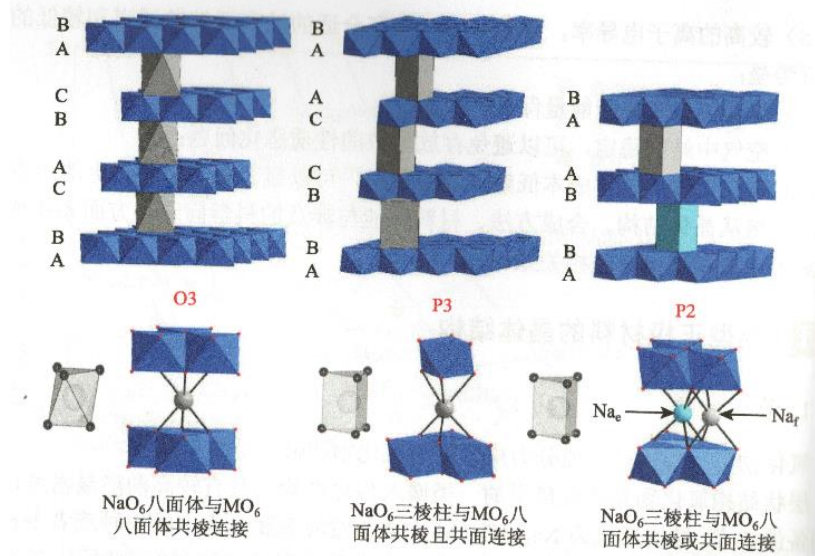
图表 1：钠离子电池中常见的具有电化学活性的金属元素

| 元素 | 氧化态 | Na _x MO ₂ 常见结构 | 反应电势 | 毒性风险 | 地壳储量 | 其他性质 |
|----|----------|--------------------------------------|------|------|------|---------|
| Ti | 4+/3+ | O3/P3/P2 | 低 | 低 | 高 | 无姜-泰勒效应 |
| V | 4+/3+ | O3/P3/P2 | 较低 | 高 | 中 | 高电压易迁移 |
| Cr | 4+/3+ | O3 | 中 | 高 | 高 | 高电压易迁移 |
| Mn | 4+/3+ | O3/P2 | 较低 | 低 | 高 | 姜-泰勒转变 |
| Fe | 4+/3+ | O3 | 高 | 低 | 高 | 高电压易迁移 |
| Co | 4+/3+ | O3/P3/P2 | 中 | 高 | 低 | 高电子电导率 |
| Ni | 4+/3+/2+ | O3/P2 | 中/高 | 中 | 中 | 多电子反应 |
| Cu | 3+/2+ | O3 | 高 | 低 | 中 | 强姜-泰勒效应 |
| Zn | - | - | - | 低 | 高 | 无电化学活性 |

资料来源：《钠离子电池科学与技术》，东方财富证券研究所

氧原子是层状氧化物晶体结构的骨架。如图 2 所示，在钠离子的层状金属氧化物中，通常过渡金属元素与周围的六个氧形成的 MO₆ 多面体层与 NaO₆ 碱金属层交替排布的层状结构。所以，氧原子在层状氧化物的晶体结构中主要承担着晶格骨架的作用。

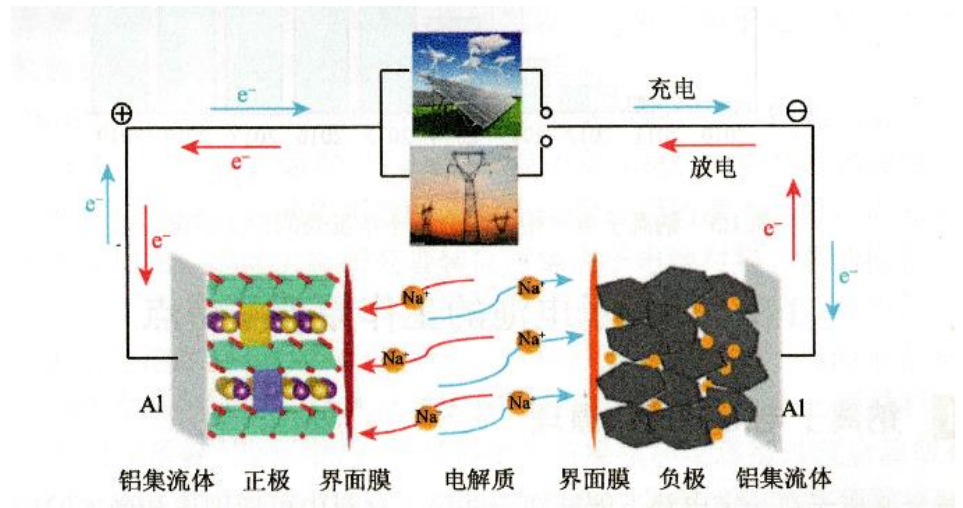
图表 2：钠离子电池层状金属氧化物晶体结构



资料来源：《钠离子电池科学与技术》，东方财富证券研究所

过渡族金属因为可以实现价态的变化，主要是提供电荷补偿。如图3所示，在实际的放电过程中， Na^+ 离子从负极脱出，经由电解液穿过隔膜嵌入正极材料中，使得正极恢复至富钠态。为保持电荷平衡，外电路会有相同的电子进行传递，对应的过渡族金属会得到电子，并发生价态的变化，充电的过程则与之相反。

图表 3：钠离子电池充放电原理



资料来源：《钠离子电池科学与技术》，东方财富证券研究所

根据晶体结构的差异，常见的层状氧化物包括 P2 和 O3 型两类。P2 和 O3 根据过渡族金属元素的组成又可以分为一元材料和多元材料。其中 O3 型多元材料种类目前在学术界和产业界研究最为充分，典型如中科院物理所胡勇胜团队设计合成的 $\text{O3-Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ ，和浙江钠创新能源有限公司合成的 $\text{O3-Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ 。

图表 4：常见的钠离子电池层状氧化物正极材料

| 晶体结构分类 | 元素种类 | 层状氧化物化学式 |
|--------|------|---|
| P2 型 | 一元材料 | Na_xCoO_2 |
| | | $\text{Na}_{0.7}\text{CoO}_{1.96}$ |
| | | $\text{Na}_{0.6}\text{MnO}_2$ |
| | | $\text{Na}_{0.7}\text{VO}_2$ |
| | 多元材料 | $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}_{2/3}[\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{2/3}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}_{2/3}[\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}_{2/3}[\text{Cu}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}_{2/3}[\text{Ni}_{1/3}\text{Ti}_{2/3}]\text{O}_2$ |
| | | |
| O3 型 | 一元材料 | $\text{NaCoO}_{1.96}$ |
| | | $\text{NaCrO}_{1.96}$ |
| | | NaMnO_2 |
| | | NaFeO_2 |
| | | NaNiO_2 |
| | 多元材料 | $\text{Na}_{2/3}[\text{Ni}_{0.6}\text{Co}_{0.4}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}[\text{Ni}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}[\text{Ni}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}[\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ |
| | | $\text{Na}[\text{Ni}_{0.12}\text{Cu}_{0.12}\text{Mg}_{0.12}\text{Fe}_{0.12}\text{Mn}_{0.10}\text{Ti}_{0.1}\text{Sn}_{0.1}\text{Sb}_{0.04}]\text{O}_2$ |
| | | |
| | | |

资料来源：《钠离子电池科学与技术》，东方财富证券研究所

1.2. 合成方法：固相法和液相法各有优劣

固相反应法流程简单，是正极材料最常用的合成方法。该方法具有操作简单、易于控制、工艺流程短和易工业化生产等优点。固相法中离子扩散的速度极其均匀性对产物的质量有非常重要的影响，因此经常通过降低粉末粒径、提高粉末混合均匀性和适当提高烧结温度等多重方法来加快离子扩散速度。固相法的主要劣势就在于得到的样品不能完全达到原子级别的均匀程度。

如胡勇胜团队就是以 Na_2CO_3 为钠源，与 CuO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 混合，用固相法制备 $\text{O3-Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ 。其大致过程是，首先将各种原材料按照摩尔比称量，然后通过研磨混合均匀，期间可以加入一些分散剂增加混合程度。然后，将粉末在 900°C 空气气氛中烧结十余小时，自然冷却后即可得到目标材料。

图表 5：正极材料常见的合成方法

| 合成方法 | 优点 | 缺点 |
|--------|---------------------------------------|----------------------------|
| 固相反应法 | 操作简单、易于控制、工艺流程短、成本较低、易工业化生产等 | 煅烧时间久、能耗较大、效率低、样品均匀性差和性能略差 |
| 共沉淀法 | 各元素混合均匀，形貌一般较好，易生产放大 | 需要控制的条件多，成本较高，需要处理废水 |
| 溶胶-凝胶法 | 前驱体混合均匀，可降低煅烧温度和时间，降低生产成本，样品一致性较好、纯度高 | 惰性气氛下易残留原位碳 |
| 喷雾干燥法 | 干燥过程迅速，前驱体形貌可控 | 设备一般较复杂，热消耗较大 |

| | | |
|---------|----------------|--------------------|
| 水热/溶剂热法 | 合成温度低、反应迅速、能耗少 | 反应条件不易控制、结晶性较差、产率低 |
| 微波合成法 | 烧结时间短 | 形貌一般较难控制 |

资料来源：《钠离子电池科学与技术》，东方财富证券研究所

共沉淀法通过溶液内的反应可以实现原子级别的混合。共沉淀法也分为两种，其中第一种是一步沉淀法，即向原料溶液中添加适当的共沉淀剂，使溶液中已经混合均匀的各离子按照化学计量比共同沉淀出来，抽滤干燥后即可得到所需的样品。第二种是先通过沉淀法获得前驱体，再通过煅烧分解结晶得到最终产物。共沉淀法优势在于其制备的前驱体颗粒尺寸形貌可控，颗粒的均匀性可以得到有效的保证，可以实现原子级别的混合程度。

上海交大的马紫峰教授就是用共沉淀法制备了 $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ 。其主要步骤如下：先将 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 按照计量比混合，然后在溶液中加入 NaOH ，之后将沉淀所得的 $[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}](\text{OH})_2$ 沉淀过滤；然后，将干燥后的 $[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}](\text{OH})_2$ 前驱体与 Na_2CO_3 混合，在 850°C 空气中烧结制得 $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ 。

如表 5 所示，正极材料其他的合成方法还包括溶胶-凝胶法，喷雾干燥法，水热/溶剂法和微波合成法等。

2. 铜和镍基层状氧化物单耗：锰单耗差异，铁单耗相当

2.1. 铜铁锰酸钠：锰元素单耗显著高于三元材料

单 GWh 电芯的铜铁锰氧化物正极材料的消耗量为 2758.6 吨。中科海钠铜铁锰酸钠+软碳技术路线的电芯能量密度在 145wh/kg 上下，对该能量密度数值取倒数并变换单位，即可得到单 GWh 电芯的质量为 6896.6 吨左右。合理假设正极材料质量占电芯总体质量的比例为 40%，所以单 GWh 电芯的铜铁锰氧化物正极材料的消耗量为 2758.6 吨。

图表 6：铜铁锰酸钠单 GWh 电芯正极材料消耗量的计算

| | 能量密度 (wh/kg) | 正极占电芯质量百分比 | 单 GWh 电芯质量/吨 | 单 GWh 电芯正极单耗/吨 |
|---|--------------|------------|--------------|----------------|
| 铜铁锰酸钠 $\text{Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ | 145 | 40% | 6896.6 | 2758.6 |

资料来源：Choice，中科海钠官网，东方财富证券研究所

风险提示：正极占电芯的质量百分比是根据锂电池经验给定的假设值，钠离子电池电芯中实际数据可能会有差异

铜铁锰酸钠中单 GWh 电芯金属消耗量在 350-700 吨之间。根据铜铁锰酸钠的化学式 $\text{Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ ，一个铜铁锰酸钠分子中有 0.9 个 Na，0.22 个 Cu，0.30 个 Fe 和 0.48 个 Mn，再结合铜铁锰酸钠的分子量 108.6，可以算得铜铁锰酸钠中 Na、Cu、Fe 和 Mn 在铜铁锰酸钠中的质量百分比分别为 19.1%、12.9%、15.5% 和 24.3%。再根据前文铜铁锰酸钠的单 GWh 电芯的消耗量，进一步计算得到对应的单 GWh 电芯的金属元素单耗。结果显示，单 GWh 铜铁锰酸钠+软碳的电芯对应 Na、Cu、Fe 和 Mn 的用量分别为 525.8、354.9、426.7 和 670.6 吨。

图表 7：铜铁锰酸钠中的金属元素单 GWh 电芯消耗量

| 金属元素 | 原子个数 | 金属在层状氧化物中质量百分比 | 金属单耗(吨/GWh) |
|------|------|----------------|-------------|
| Na | 0.90 | 19.1% | 525.8 |
| Cu | 0.22 | 12.9% | 354.9 |
| Fe | 0.30 | 15.5% | 426.7 |
| Mn | 0.48 | 24.3% | 670.6 |

资料来源: Choice, 东方财富证券研究所

风险提示: 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 钠电池中实际金属单耗可能会有差异

图表 8: 三元正极材料中锰和锂金属的单 GWh 电芯的消耗量

| 三元正极 | 锂单耗(吨/GWh) | 锰单耗(吨/GWh) |
|----------|------------|------------|
| NCM523 | 138.89 | 329.86 |
| NCM622 | 138.89 | 217.98 |
| NCM71515 | 138.89 | 163.97 |
| NCM811 | 138.89 | 108.02 |
| NCA | 120.12 | 0.00 |

资料来源: Choice, 东方财富证券研究所

风险提示: 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 钠电池中实际金属单耗可能会有差异

铜铁锰酸钠中锰元素单耗显著高于三元正极材料。铜铁锰酸钠所用的金属元素与三元正极材料中金属元素差异较大, 但是有一个都需要的金属元素 Mn。从锰单耗的对比来看, Mn 在铜铁锰酸钠中的消耗量相比三元正极有非常明显的提升, 其单 GWh 电芯的锰耗基本上是 NCM523 锰单耗的 2 倍, 是 NCM811 锰单耗的 6.2 倍。

CuO , Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 (或 MnO_2) 是铜铁锰酸钠主要金属盐。根据前文, 中科海钠团队主要以 Na_2CO_3 与金属氧化物为原料, 然后通过固相法制备铜铁锰酸钠。对应的 Cu, Fe 和 Mn 的金属盐分别为 CuO , Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 。根据单 GWh 电芯金属盐的消耗量, 和各金属元素在对应金属盐中的质量百分比可进一步得到单 GWh 金属盐的消耗量。计算结果显示, 单 GWh 铜铁锰酸钠+软碳的电芯对应的 Na_2CO_3 、 CuO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 的消耗量分别为 1211.7、444.3、609.6 和 963.2 吨。实际上 MnO_2 也可以作为锰源用于固相法中, 在使用 MnO_2 作为锰源的情形下, 对应的 MnO_2 单 GWh 电芯的消耗量为 1060.8 吨。

图表 9: 铜铁锰酸钠的金属盐单耗计算

| 金属元素 | 金属单耗(吨/GWh) | 对应盐种类 | 盐中金属质量比 | 金属盐单耗(吨/GWh) |
|------|-------------|--------------------------|---------|--------------|
| Na | 525.8 | Na_2CO_3 | 43.4% | 1211.7 |
| Cu | 354.9 | CuO | 79.9% | 444.3 |
| Fe | 426.7 | Fe_2O_3 | 70.0% | 609.6 |
| Mn | 670.6 | Mn_2O_3 | 69.6% | 963.2 |
| | 670.6 | MnO_2 | 63.2% | 1060.8 |

资料来源: Choice, 《钠离子电池科学与技术》, 东方财富证券研究所

风险提示: 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 钠电池中实际金属单耗可能会有差异

2.2. 铁镍锰酸钠：引入镍元素，能量密度较铜基提升

铁镍锰酸钠正极材料单耗和铜锰铁酸钠相近。钠创新能源铁镍锰酸钠氧化物+硬碳技术路线的电芯能量密度在 150wh/kg 上下。与前文的计算方法一样，假设正极占电芯的质量百分比为 40%，单 GWh 电芯的铁镍锰酸钠氧化物正极材料的消耗量为 2666.7 吨。

图表 10：铁镍锰酸钠单 GWh 电芯正极材料消耗量的计算

| | 能量密度 (wh/kg) | 正极占电芯质量百分比 | 单 GWh 电芯质量/吨 | 单 GWh 电芯正极单耗/吨 |
|---|--------------|------------|--------------|----------------|
| 铜锰铁酸钠 $\text{Na}_{0.9}[\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}]\text{O}_2$ | 150 | 40% | 6666.7 | 2666.7 |

资料来源：Choice，浙江钠创新能源官网，东方财富证券研究所

风险提示：正极占电芯的质量百分比是根据锂电池经验给定的假设值，钠离子电池电芯中实际数据可能会有差异

铁镍锰酸钠中单 GWh 电芯金属消耗量在 400-550 吨之间。根据铁镍锰酸钠的化学式 $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ ，一个铁镍锰酸钠分子中有 1 个 Na，1/3 个 Fe，1/3 个 Ni 和 1/3 个 Mn。用前文一样的方式，结合铁镍锰酸钠的单耗 2666.7 吨，可以计算得到铁镍锰酸钠+硬碳路线单 GWh 电芯的 Na、Cu、Fe 和 Mn 金属的消耗量分别为 549.7、467.7、446.2 和 438.2 吨。

图表 11：铁镍锰酸钠中的金属元素单耗的计算

| 金属元素 | 原子个数 | 金属在层状氧化物中质量百分比% | 金属单耗 (吨/GWh) |
|------|------|-----------------|--------------|
| Na | 1 | 20.6% | 549.7 |
| Ni | 1/3 | 17.5% | 467.7 |
| Fe | 1/3 | 16.7% | 446.2 |
| Mn | 1/3 | 16.4% | 438.2 |

资料来源：Choice，《钠离子电池科学与技术》，东方财富证券研究所

风险提示：考虑正极材料制备过程可能有损耗，钠电池中实际金属单耗可能会有差异

铁镍锰酸钠和铜锰铁酸钠相比，Mn 单耗降低，Ni 替代了 Cu，Fe 单耗相当。所用的金属元素与三元正极材料中金属元素有两种相同的金属 Ni 和 Mn，与铜铁锰酸钠中也有两种相同金属元素 Fe 和 Mn。从锰单耗的对比来看，Mn 在铜铁锰酸钠中的单 GWh 消耗量最高为 670.6 吨，其次是铁镍锰酸钠 438.2 吨，三元正极材料中锰的单耗最低，在 108.2-329.9 之间。Ni 单耗对比而言，三元正极中镍单耗明显高于铁镍锰酸钠，其中 NCM811 的镍单耗大致是铁镍锰酸钠镍金属单耗的 2 倍。铁镍锰酸钠和铜锰铁酸钠的 Fe 单耗基本相近。

总体而言，铁镍锰酸钠和三元对比，Ni 消耗量显著降低一半，但是 Mn 耗量会高一些；铁镍锰酸钠和铜铁锰酸钠相比，Fe 消耗量相当，Ni 替代了 Cu，但是消耗量亦基本相当，Mn 消耗量则降低 30%左右。

图表 12：三元正极材料中的镍和锰单耗

| 三元正极 | 镍单耗 (吨/GWh) | 锰单耗 (吨/GWh) |
|----------|-------------|-------------|
| NCM523 | 586.4 | 329.8 |
| NCM622 | 700.2 | 217.9 |
| NCM71515 | 815.9 | 163.9 |
| NCM811 | 931.7 | 108.0 |

| | | |
|-----|-------|------|
| NCA | 815.8 | 0.00 |
|-----|-------|------|

资料来源: Choice, 东方财富证券研究所

风险提示: 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是铁镍锰酸钠主要金属盐。根据前文, 钠创新能源团队主要以 Na_2CO_3 、 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为原料, 然后通过液相法制备铁镍锰酸钠。如表 2 所示, 和前文用一样的计算方法, 得到单 GWh 铁镍锰酸钠+硬碳的电芯对应的 Na_2CO_3 、 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的消耗量分别为 1266.8、2094.3、2206.7 和 1346.6 吨。

图表 13: 铁镍锰酸钠液相法工艺下的金属盐单耗的计算

| 金属元素 | 金属单耗(吨/GWh) | 对应盐种类 | 盐中金属质量比 | 金属盐单耗(吨/GWh) |
|------|-------------|---|---------|--------------|
| Na | 549.7 | Na_2CO_3 | 43.4% | 1266.8 |
| Ni | 467.7 | $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 22.3% | 2094.3 |
| Fe | 446.2 | $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 20.2% | 2206.7 |
| Mn | 438.2 | $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 32.5% | 1346.6 |

资料来源: Choice, 《钠离子电池科学与技术》, 东方财富证券研究所

风险提示: 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异

NiO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 (或 MnO_2) 是固相法下铁镍锰酸钠的金属盐。考虑到固相法也可能被用于铁镍锰酸钠的制备。而固相法工艺下, 合成铁镍锰酸钠的原料包括 Na_2CO_3 、 NiO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 (或 MnO_2)。同样, 可以得到对应的 NiO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 (或 MnO_2) 的单耗分别为 1266.8、595.2、637.4 和 629.4 吨 (或 693.2 吨)。

图表 14: 铁镍锰酸钠固相法工艺下的金属盐单耗的计算

| 金属元素 | 金属单耗(吨/GWh) | 对应盐种类 | 盐中金属质量比 | 金属盐单耗(吨/GWh) |
|------|-------------|--------------------------|---------|--------------|
| Na | 549.7 | Na_2CO_3 | 43.4% | 1266.8 |
| Ni | 467.7 | NiO | 78.6% | 595.2 |
| Fe | 446.2 | Fe_2O_3 | 70.0% | 637.4 |
| Mn | 438.2 | Mn_2O_3 | 69.6% | 629.4 |
| | 438.2 | MnO_2 | 63.2% | 693.2 |

资料来源: Choice, 《钠离子电池科学与技术》, 东方财富证券研究所

风险提示: 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异

3. 铜基和镍基层状氧化物成本: 单吨原料成本优势明显

3.1. 层状氧化物金属盐原材料成本: 镍基成本高于铜基

铜铁锰酸钠单 KWh 电芯对应金属盐成本 60 元上下。根据各类金属盐当前的市场价格, 再结合前文获得的金属盐单耗, 可以计算得到单 GWh 或者 KWh 电芯对应的各类金属盐的原材料成本。根据计算, 单 KWh 铜铁锰酸钠+软碳的电芯对应的 Na_2CO_3 、 CuO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 的成本分别为 6.1 元, 38.6 元, 4.5 元和 9.2 元, 合计为 58.4 元。其中, CuO 成本占比最高, 占比达到 69.8%, Na_2CO_3 占比为 5.2%, 占比最低。需要说明的是 Mn_2O_3 并未查到公开的市场价格, 表格

中的价格是以电解锰的价格倒推而获得。另外，从表 15 中也可以看到，当前 MnO_2 价格相对较贵，在使用 MnO_2 作为锰源的情形下，锰盐的成本可能相对电解锰或者氧化锰可能会有所增加。总体而言，铜铁锰酸钠使用的都是相对廉价的金属，其金属盐的单耗成本相对较低。

图表 15：铜铁锰酸钠单 KWh 电芯对应的金属盐成本计算

| 对应盐种类 | 金属盐单耗(吨/GWh) | 金属盐价格(元/吨) | 单 GWh 成本(万元/GWh) | 单 KWh 成本(元/kWh) |
|--------------|--------------|------------|------------------|-----------------|
| Na_2CO_3 | 1,211.7 | 5000.0 | 288.3 | 6.1 |
| CuO | 444.3 | 86,854.0 | 3,858.7 | 38.6 |
| Fe_2O_3 | 609.6 | 7,458.9 | 454.7 | 4.5 |
| Mn_2O_3 | 963.2 | 9,589.73 | 923.7 | 9.2 |
| MnO_2 | 1,060.8 | 15,044.25 | 1,595.8 | 16.0 |
| 合计(Mn2O3 锰源) | / | / | 5,842.97 | 58.43 |
| 合计(MnO2 锰源) | / | / | 6,515.11 | 65.15 |

资料来源：Choice，百川资讯，东方财富证券研究所

风险提示：1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗，实际金属单耗可能会有差异；2) 考虑电池中 Na_2CO_3 纯度要求较高，其价格会高于普通纯碱，所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值，与实际价格可能会有偏差；3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算，仅供参考，未来金属盐价格存在波动的风险。

铁镍锰酸钠单 KWh 电芯对应金属盐成本 90 元上下，硫酸镍是主要成本。依据同样的方法，液相法制备铁镍锰酸钠的工艺下， Na_2CO_3 、 $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ 、 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 和 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 的单 KWh 电芯所需原材料成本分别为 6.3 元，74.1 元，3.6 元和 7.7 元，合计 91.8 元。从铁镍锰酸钠原材料成本结构看， $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ 是最主要的成本来源，占比达到 83.7%。

图表 16：铁镍锰酸钠液相法工艺下单 KWh 电芯对应的金属盐成本计算

| 对应盐种类 | 金属盐单耗(吨/GWh) | 金属盐价格(元/吨) | 单 GWh 成本(万元/GWh) | 单 KWh 成本(元/kWh) |
|----------------------|--------------|------------|------------------|-----------------|
| Na_2CO_3 | 1,266.8 | 5000.0 | 301.5 | 6.3 |
| $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ | 2,094.3 | 35,398.2 | 7,413.4 | 74.1 |
| $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ | 2,206.7 | 1,619.6 | 357.4 | 3.6 |
| $MnSO_4 \cdot H_2O$ | 1,346.6 | 5,752.2 | 774.6 | 7.7 |
| 合计 | / | / | 9178.9 | 91.8 |

资料来源：Choice，百川资讯，东方财富证券研究所

风险提示：1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗，实际金属单耗可能会有差异；2) 考虑电池中 Na_2CO_3 纯度要求较高，其价格会高于普通纯碱，所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值，与实际价格可能会有偏差；3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算，仅供参考，未来金属盐价格存在波动的风险。

固相法工艺下的铁镍锰酸钠没有原材料成本优势。依据同样的方法，固相法制备铁镍锰酸钠的工艺下， Na_2CO_3 、 NiO 、 Fe_2O_3 和 Mn_2O_3 (或 MnO_2) 的单 KWh 电芯所需原材料成本分别为 6.3 元，74.1 元，4.8 元和 6.0 元 (或 10.4 元)，合计 95.2 元 (或 99.6 元)。固相法下，镍金属认识主要成本来源，而 NiO 成本反而高于 $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 Fe_2O_3 相对 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 成本亦有小幅上升，所以固相法在原材料成本上面并没有明显优势。

图表 17：铁镍锰酸钠固相法工艺下单 KWh 电芯对应的金属盐成本计算

| 对应盐种类 | 金属盐单耗(吨/GWh) | 金属盐价格(元/吨) | 单 GWh 成本(万元/GWh) | 单 KWh 成本(元/kWh) |
|------------|--------------|------------|------------------|-----------------|
| Na_2CO_3 | 1,266.8 | 5000.0 | 301.5 | 6.3 |
| NiO | 595.2 | 131,223.3 | 7,809.9 | 78.1 |
| Fe_2O_3 | 637.4 | 7,458.9 | 475.4 | 4.8 |

| | | | | |
|---|-------|----------|---------|-------|
| Mn ₂ O ₃ | 629.4 | 9,589.7 | 603.6 | 6.0 |
| MnO ₂ | 693.2 | 15,044.2 | 1,042.8 | 10.4 |
| 合计 (Mn ₂ O ₃ 为锰源) | / | / | 9,522.3 | 95.22 |
| 合计 (MnO ₂ 为锰源) | / | / | 9,961.5 | 99.62 |

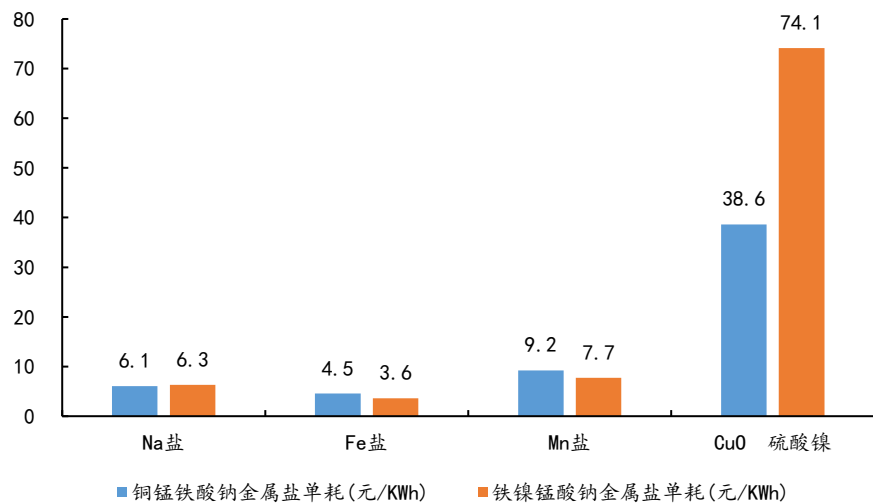
资料来源: Choice, 百川资讯, 东方财富证券研究所

风险提示: 1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异; 2) 考虑电池中 Na₂CO₃ 纯度要求较高, 其价格会高于普通纯碱, 所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值, 与实际价格可能会有偏差; 3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算, 仅供参考, 未来金属盐价格存在波动的风险。

镍元素的引入导致铁镍锰酸钠金属盐单耗成本高于铜铁锰酸钠。铜铁锰酸钠使用的均为廉价金属, 所以单 KWh 电芯对应的金属盐成本, 相比铁镍锰酸钠对应的金属盐成本便宜 35% 上下。换言之, 铁镍锰酸钠单耗成本比铜铁锰酸钠高 57% 左右。铁镍锰酸钠成本相较铜铁锰酸钠的成本高的主要原因在于, 在钠盐、铁盐和锰盐的单耗成本上, 铜铁锰酸钠和铁镍锰酸钠较为相近, 而镍的单耗量和价格均显著高于铜。

镍元素添加可以提高电芯的能量密度。铁和铜在层状氧化物中只能提供一个电荷, 但是镍可以提供两个电荷, 因此镍的添加可以提高对应的层状氧化物正极材料电芯的能量密度。所以, 铁镍锰酸钠+硬碳技术路线的电芯能量密度略高于铜铁锰酸钠。但是, 镍太多的话, 可能会导致镍的位点挪到钠的位点, 会降低电池循环次数, 而这个过程是不可逆的, 所以镍的含量需要保持在相对合理的水平。

图表 18: 铁镍锰酸钠和铜铁锰酸钠金属盐单耗成本结构对比



资料来源: Choice, 百川资讯, 东方财富证券研究所

风险提示: 1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异; 2) 考虑电池中 Na₂CO₃ 纯度要求较高, 其价格会高于普通纯碱, 所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值, 与实际价格可能会有偏差; 3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算, 仅供参考, 未来金属盐价格存在波动的风险。

3.2. 钠离子和锂电正极对比: 钠盐价格低廉, 成本占比低

锂盐是当前磷酸铁锂和三元正极原材料主要成本。为了和钠离子电池层状氧化物的原材料成本对比, 以 NCM622 和磷酸铁锂正极为例, 计算了对应的单 KWh 电芯的金属盐成本。以当前的碳酸锂, 硫酸钴, 硫酸镍, 硫酸锰和磷酸铁等金属盐的不含税价格计算, NCM622 和 LiFePO₄ 的单 KWh 电芯对应的金属盐成

本分别为 535.8 元和 307.8 元。其中，电池级碳酸锂成本占 NCM622 和 LiFePO₄ 金属盐成本的比例分别为 66.8%和 85.5%。

图表 19: NCM622 单 KWh 电芯对应的金属盐成本

| | 金属盐单耗(吨/GWh) | 金属盐价格(元/吨) | 单 GWh 成本(万元/GWh) | 单 KWh 成本(元/kWh) |
|--------------------------------------|--------------|------------|------------------|-----------------|
| Li ₂ CO ₃ | 733.0 | 488,162.8 | 35,783.8 | 357.8 |
| CoSO ₄ ·7H ₂ O | 1,122.8 | 56,194.7 | 6,309.4 | 63.1 |
| NiSO ₄ ·6H ₂ O | 3,136.0 | 35,398.2 | 11,101.1 | 111.0 |
| MnSO ₄ ·H ₂ O | 671.1 | 5,752.2 | 386.0 | 3.9 |
| 合计 | / | / | 53,580.3 | 535.8 |

资料来源: Choice, 百川资讯, 东方财富证券研究所

风险提示: 1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异; 2) 考虑电池中 Na₂CO₃ 纯度要求较高, 其价格会高于普通纯碱, 所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值, 与实际价格可能会有偏差; 3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算, 仅供参考, 未来金属盐价格存在波动的风险。

图表 20: 磷酸铁锂单 KWh 电芯对应的金属盐成本

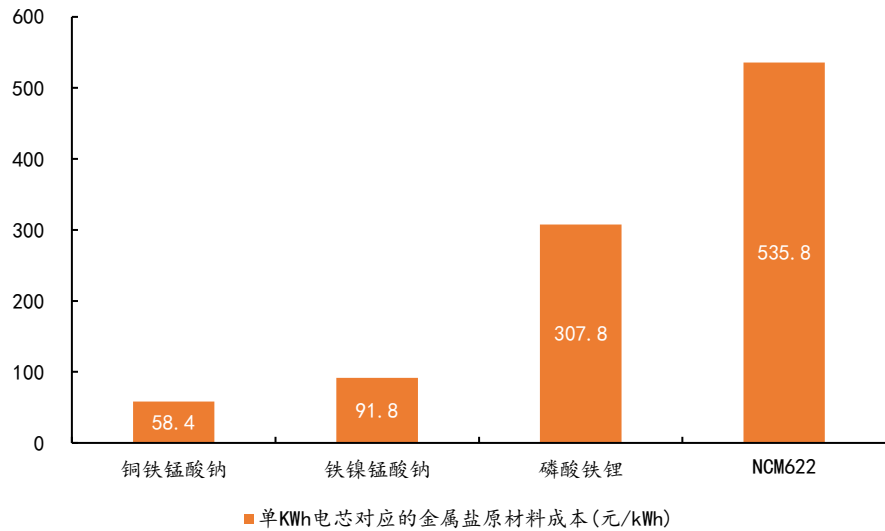
| | 金属盐单耗(吨/GWh) | 金属盐价格(元/吨) | 单 GWh 成本(万元/GWh) | 单 KWh 成本(元/kWh) |
|---------------------------------|--------------|------------|------------------|-----------------|
| Li ₂ CO ₃ | 538.8 | 488,162.8 | 26,302.2 | 263.0 |
| FePO ₄ | 2,200.1 | 20,354.0 | 4,478.1 | 44.8 |
| 合计 | / | / | 30,780.3 | 307.8 |

资料来源: Choice, 百川资讯, 东方财富证券研究所

风险提示: 1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异; 2) 考虑电池中 Na₂CO₃ 纯度要求较高, 其价格会高于普通纯碱, 所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值, 与实际价格可能会有偏差; 3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算, 仅供参考, 未来金属盐价格存在波动的风险。

钠盐价格低廉, 金属盐原材料成本优势较锂电正极材料十分显著。磷酸铁锂正极材料单 KWh 电芯的金属盐原材料成本分别是铜锰铁酸钠和铁镍锰酸钠的 5.3 倍和 3.4 倍, NCM622 正极材料单 KWh 电芯的金属盐原材料成本分别是铜锰铁酸钠和铁镍锰酸钠的 9.2 倍和 5.8 倍。从本质上看, 钠离子电池金属盐成本相较锂电池正极材料大幅下降的主要原因还是钠盐成本相较锂盐的低廉。由于单吨纯碱价格 5000 元左右(纯度较高的级别), 钠盐原材料的成本在铜锰铁酸钠或铁镍锰酸钠中的单 KWh 成本仅为 6.0 元上下, 占整体金属盐单耗成本的比例不超过 10%, 与磷酸铁锂和三元正极中锂盐主导成本形成强烈的反差。

图表 21: 钠离子电池正极和锂电正极金属盐单耗成本对比

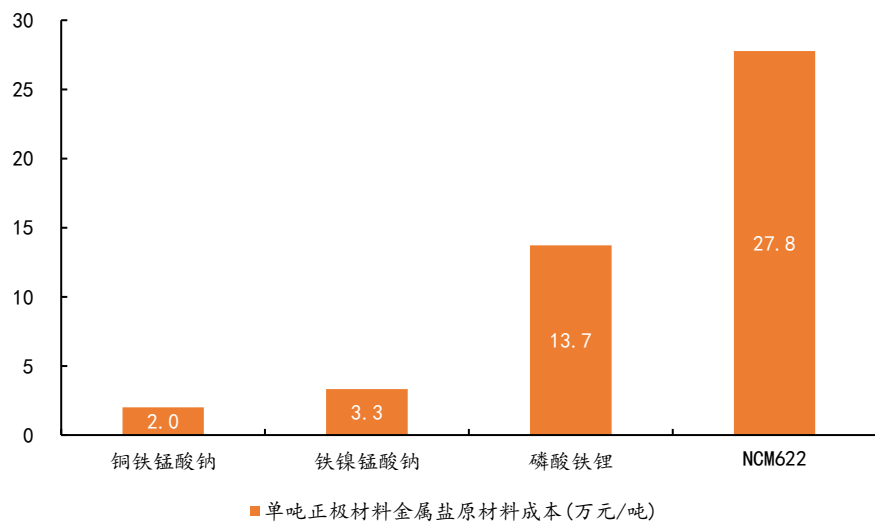


资料来源: Choice, 百川资讯, 东方财富证券研究所

风险提示: 1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异; 2) 考虑电池中 Na_2CO_3 纯度要求较高, 其价格会高于普通纯碱, 所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值, 与实际价格可能会有偏差; 3) 成本测算是以当前金属盐市场价格计算, 仅供参考, 未来金属盐价格存在波动的风险。

单吨铜铁锰酸钠和铁镍锰酸钠的金属原材料成本在 2.0-3.5 万元之间。根据各正极材料的化学式构成或者单 GWh 电芯金属盐单耗和正极材料单耗, 也可以计算获得单吨正极材料的金属盐原材料成本。如图 22 所示, 在当前各类金属盐原材料的成本下, 单吨铜铁锰酸钠、铁镍锰酸钠、磷酸铁锂和 NCM622 对应的金属盐原材料成本分别为 2.0 万元/吨, 3.3 万元/吨, 13.7 万元/吨和 27.8 万元/吨。如图 23 所示, 因为钠离子电池正极材料的单耗高于锂电池, 所以和图 21 中单 kWh 电芯对应的金属盐成本对比, 锂电池和钠电池单吨正极材料的原材料成本之间差异更为显著, 如单吨磷酸铁锂的原材料成本分别为铜铁锰酸钠和铁镍锰酸钠的 6.9 倍和 4.2 倍。

图表 22: 单吨正极材料金属盐原材料成本

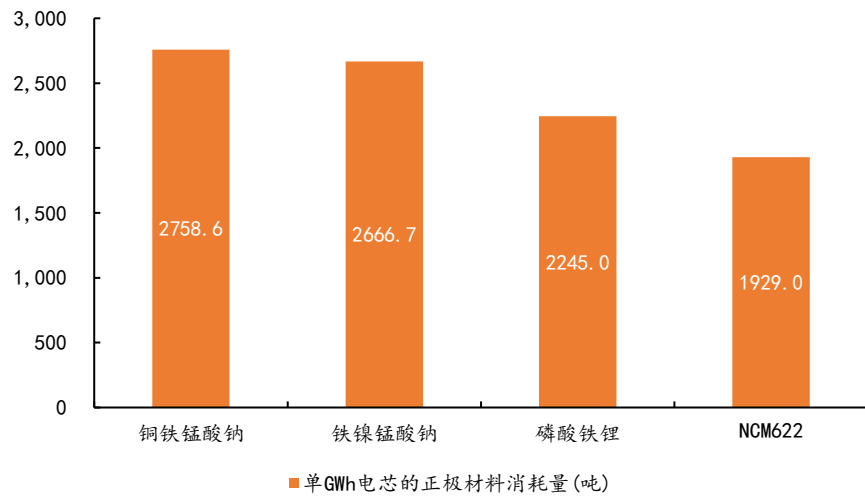


资料来源: Choice, 百川资讯, 东方财富证券研究所

风险提示: 1) 考虑正极材料制备过程可能有损耗, 实际金属单耗可能会有差异; 2) 考虑电池中 Na_2CO_3 纯度要求较高, 其价格会高于普通纯碱, 所以根据经验给定 5000 元/吨的假设值, 与实际价格可能会有偏差; 3)

成本测算是以当前金属盐市场价格计算，仅供参考，未来金属盐价格存在波动的风险。

图表 23：单 GWh 电芯的正极材料消耗量



资料来源：Choice，百川资讯，东方财富证券研究所

风险提示：考虑正极材料制备过程可能有损耗，实际金属单耗可能会有差异

4. 投资建议：华阳股份，维科技术，传艺科技，振华新材

4.1. 华阳股份：无烟煤龙头企业，与中科海钠深度合作

公司拥有丰富的煤炭储备资源，品牌认知度高，主要分产品非为煤炭产品、电力、热力等三大类，其中煤炭产品主要是优质无烟煤，可用于电力、花费、冶金、机械、建材等行业，2021 年，公司煤炭产量达到 4610 万吨。在立足传统主业的同时，公司布局飞轮储能、钠离子电池等项目，逐步形成“光伏+储能”新能源产业布局。2021 年，公司与钠电池领军企业中科海钠深度合作，联合布局正负极材料、电解液、电芯级 PACK 厂。

公司自主研发纳米超纯碳技术，可将无烟煤副产品煤泥作为钠电负极软碳前驱体，无烟煤软碳材料储钠容量高、循环稳定性好，成本低。2022 年 3 月，各 2000 吨/年的钠离子电池正、负极材料生产线投产，并联合中科海钠共同建设万吨级正负极材料产能；公司联手多氟多就电解液及其添加剂达成战略合作，目前六氟磷酸钠产能达千吨，并且全资持有电芯项目和电池 PACK 项目各 1 GWh，电芯产能 2022 年 9 月 30 日顺利投产。

助推集团发展光储网充示范项目，以飞轮物理储能、钠离子电池化学储能、光伏发电系统以及智能微电网和充电桩形成新能源储能全产业链，实现一站式充放电产业生态。

4.2. 维科技术：绑定钠创新能源，大力布局钠离子电池

与钠创新能源合作，进军钠离子电池。2022 年 9 月 9 日，维科技术与浙江

钠创在浙江绍兴签订《深度合作战略框架协议》。维科技术将参与浙江钠创 A 轮融资，浙江钠创将利用募集资本进行钠电材料产业化产能建设，并对维科技术钠电池生产优先保证材料供应等方面的支持。同时，维科技术将在江西维科产业园建设钠电产业化基地，项目初期拟建 2GWh 钠电池生产线，主要面向低速车和储能市场。该项目将于 2022 年开工建设，2023 年 6 月实现全面量产。根据协议，维科技术将聘请马紫峰教授为技术顾问，为公司的钠电研发中心给予全面技术指导。截止目前，研发中心开发的钠电池能量密度为 150Wh/kg，循环次数 3000 次。另外，此前钠创新能源董事长曾公开场合表示，钠创新能源 2022 年拟将完成 3000 吨正极材料和 5000 吨电解液的投产，在未来的 3-5 年内，公司将分期建设 8 万吨正极材料和配套电解液生产线。

聚合物电池需求旺盛，小动力和储能电池拟扩张。公司年产 3800 万只聚合物锂电池建设项目上半年处于满产状态。公司年产 6000 万只聚合物锂电池智能化工程扩产项目于 2020 年 5 月开始动工建设。南昌生产基地建设装修和设备购置完成后，维乐电池项目已经于 2021 年 4 月正式投产。另外，公司向南昌电池增资，以扩张公司小动力电池和储能项目产能。

4.3. 传艺科技：一期钠电产能加码，钠电池测试性能优越

全面布局钠离子电池及配套产业链，一期产能由 2GWh 加码至 4.5GWh。公司拟大力布局钠离子电池，并将通过自建正负极和电解液等配套产线，来实现电芯的生产。根据公司规划，2022 年底前中试产线会投产，一期钠离子电池及正负极、电解液等配套产线会在 2023 年初量产。公司此前曾表示一期钠离子产能规划为 2GWh，二期产能规划为 8GWh。根据公司近日最新的公告，公司拟将二期部分产能前移至一期，一期产能将增加至 4.5GWh，二期产能建设规划将视一期项目进展和市场需求具体制定。公司一期钠电池项目为层状氧化物+硬碳路线，二期项目预计会新增聚阴离子化合物路线，产品定位为储能和小动力。

钠离子电池测试性能优越。公司目前以层状氧化物+硬碳为技术路线的钠离子电池产品性能优越，小试层面已经实现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，循环次数 4000 次，-20 摄氏度环境下大于 88% 的容量保持率。根据公司最新公告，公司钠离子中试线设备安装调试并完成投产，生产的钠离子电池产品技术参数为：单体能量密度 150-160wh/kg，循环次数不低于 4000 次。聚阴离子技术路线，公司也在保持紧密跟踪当中，预计会在二期项目中落地。产品形态方面，公司预计会有圆柱和方形两种产品，分别针对小动力和储能市场。

4.4. 振华新材：产线可兼容，技术可迁移，钠电布局可期

公司现有锂电产线兼容钠电正极，可第一时间响应市场需求；中期 10 万吨扩产亦兼顾钠电，充分保障远期扩张空间。公司钠离子电池正极材料预计在 2022 年四季度完成主要客户初步评估，进入小批量试用阶段。公司目前现有的沙文一期 1.6 万吨正极材料(包括技改的 0.6 万吨)和已经在建的沙文二期 1.4 万吨正极材料产线，均可以兼容钠电正极材料，可以快速响应下游电池厂商的钠离子电池的配套需求。未来而言，新扩产的义龙三期 10 万吨正极材料产能兼容钠离子正极材料，预计 2025 年将开始形成有效产能，可以充分保障钠电

正极材料的中长期扩张空间。

掌握多项核心技术，提升钠电正极材料性能水平的路径较为清晰。掌握多种核心技术，公司目前生产的层状氧化物钠电正极材料在比容量、结构稳定性、压实密度、倍率性能指标上表现良好，得到了下游主流客户的认可。具体而言，公司原先的三元正极大单晶技术体系可迁移至层状氧化物，有利于稳定材料晶体结构，改善钠离子电池的高温高电压循环性能。同时，在开发层状氧化物过程中，公司已掌握多元素协同掺杂、晶体结构调控、低 pH 值及低游离钠控制、形貌尺寸及颗粒粒径调控等多项核心技术，并有相关专利布局。技术层面的有效积累为公司未来提升和迭代钠电正极材料性能提供了清晰的路径。

图表 24：行业重点关注公司

| 代码 | 简称 | 总市值 (亿元) | EPS (元) | | | PE (倍) | | | 股价 (元) | 评级 |
|--------|------|-------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|-----------|-----|
| | | | 2021 | 2022E | 2023E | 2021 | 2022E | 2023E | | |
| 600348 | 华阳股份 | 415.6 | 1.47 | 2.64 | 2.81 | 8.06 | 6.54 | 6.14 | 17.28 | 未评级 |
| 600152 | 维科技术 | 57.1 | -0.28 | 0.03 | 0.06 | — | 410.82 | 167.64 | 10.88 | 增持 |
| 002866 | 传艺科技 | 115.9 | 0.58 | 0.45 | 0.93 | 21.66 | 89.23 | 42.86 | 40.04 | 增持 |
| 688707 | 振华新材 | 240.3 | 1.12 | 2.95 | 3.72 | 45.07 | 18.37 | 14.59 | 54.26 | 增持 |

资料来源：Choice，东方财富证券研究所

注：数据日期截至 2022 年 11 月 01 日，未评级公司的盈利预测和市盈率数据来自于 Choice 一致预期。

5. 风险提示

- 1、钠离子电池量产进度不及预期：钠离子电池量产的推进受到成本下降幅度、产品良率、性能水平和产业链配套等多方面的影响，存在不及预期的风险；
- 2、钠离子电池需求不及预期：钠离子电池的推广和应用涉及两轮车、低速四轮车和储能等多个应用领域，存在需求不及预期的风险；
- 3、钠离子电池成本居高不下：钠离子电池的推广和应用面临和锂电池、铅酸电池竞争的局面，降本不及预期会限制钠离子电池的应用空间，而钠离子电池的降本又涉及众多产业链环节的协同降本，存在不及预期的风险；
- 4) 考虑各企业在正极材料制备过程可能有损耗，而且各企业之间工艺的差异会导致损耗不一样，所以本文中测算的金属或者金属盐单耗与实际各企业的金属单耗可能会有差异，本文测算的单耗数据仅供参考；
- 5) 考虑电池中 Na_2CO_3 纯度要求较高，其价格会高于普通纯碱，所以根据经验给定了 5000 元/吨的假设值，与实际情况下的各企业的采购价格可能会有偏差；
- 6) 本文中的各类成本测算是以当前金属盐市场价格来计算，未来金属盐价格存在波动的风险，本文测算的成本数据仅供参考；
- 7) 企业进行金属盐原材料的采购，采购量的多寡也会影响实际的采购价格，因此单个企业的采购价格和金属盐的市场价格可能也会存在差异。

东方财富证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格
分析师申明：

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，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，本报告清晰准确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，特此声明。

投资建议的评级标准：

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后3到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的3到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500指数为基准。

股票评级

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅15%以上；
增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于5%~15%之间；
中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-5%~5%之间；
减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-15%~-5%之间；
卖出：相对同期相关证券市场代表性指数跌幅15%以上。

行业评级

强于大市：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅10%以上；
中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间；
弱于大市：相对同期相关证券市场代表性指数跌幅10%以上。

免责声明：

本研究报告由东方财富证券股份有限公司制作及在中华人民共和国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。

本研究报告仅供本公司的客户使用。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。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别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的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。

那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司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。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有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、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东方财富证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。