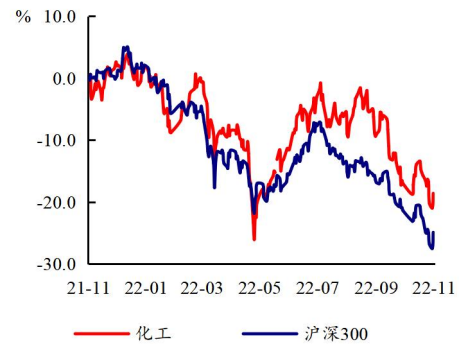


评级 推荐（维持）

报告作者

| | |
|------|-------------------|
| 作者姓名 | 李子卓 |
| 资格证书 | S1710521020003 |
| 电子邮箱 | lizz@easec.com.cn |

股价走势



相关研究

《【化工】氢氟酸需求向好，行业有望持续景气_20221030》2022.10.30

《【新材料】电化学储能高歌猛进、储能电池迎发展机遇_20221030》2022.10.30

《【化工】萤石供需趋紧，行业景气上行_20221023》2022.10.23

《【新材料】锂电巨头接连斩获大单，储能赛道迎来高景气_20221023》2022.10.23

《【化工】磷化工2022年三季度业绩前瞻：下游多点开花、行业景气仍在_20221020》2022.10.20

钠离子电池：产业化元年在即、乘储能东风而起

核心观点

钠电池技术基于锂电池，综合性能优异。钠电池是一种新型二次电池，其组成结构、工作原理以及生产工艺均与锂电池类似。相较于锂电池，钠电池具备较高的安全性、优异的低温性能以及显著的成本优势。在安全性方面，钠电池在过充、过放、短路、针刺、挤压等测试中均不会发生起火与爆炸。在低温性能方面，钠电池在-20℃下容量保持率大于88%。在成本方面，钠电池单位能量原料成本为0.29元/Wh，其材料成本相较于锂电池下降了30%-40%。

目前钠电池正极材料中层状氧化物较为成熟，负极以无定形碳为主。正极材料方面，钠电池正极材料主要包括层状金属氧化物、聚阴离子和普鲁士蓝。其中层状金属氧化物具有可逆比容量高、能量密度高、倍率性能高、技术容易转化等优点，成为目前主流的钠电池正极材料。普鲁士蓝和聚阴离子目前也正在研发过程中，其中聚阴离子具有较高的结构稳定性以及安全性等优势，普鲁士蓝具有能量密度高、成本低和循环稳定性好等优势。负极材料方面，无定形碳由于内部微晶结构的无序性和更大的层间距，更有利于钠离子的嵌入脱出，因此成为钠电池的首选负极材料，其按照石墨化难易程度可划分为软碳和硬碳，其中软碳成本更低，硬碳具有较高的储钠容量。

国内企业积极入局钠电池领域，推动其产业化进程提速。目前国内初创钠电企业及锂电企业均积极布局钠电池产业链，包括正极材料、负极材料、电解液、钠电池等，推动钠电池产业化提速。以钠电池布局企业为例，目前国内已具备GWh钠电池量产能力的企业包括中科海钠、华阳股份和多氟多，其中中科海钠1GWh钠电池生产线于2022年7月在安徽投产；华阳股份1GWh钠离子电芯生产线于同年9月投产，目前正积极推进1GWh钠离子电池PACK生产线项目，预计于2022年内投产；多氟多控股子公司焦作新能源已具备1GWh钠电池产能。目前拥有在建钠电池生产线的企业包括宁德时代和传艺科技，其中宁德时代已启动钠离子电池产业化布局，预计于2023年将形成基本产业链；传艺科技年产4.5GWh钠电池各生产设备及装置安装调试进展顺利，中试生产即将投产运行。

新型储能赛道迎发展机遇，钠电池未来市场空间广阔。钠电池主要应用于储能、电动两轮车和低速电动车领域。“十四五”时期，新能源发电并网带动新型储能行业快速发展，2021年我国新型储能累计装机规模为5.7GW，同比增长74.5%。此外，《关于加快推动新型储能发展的指导意见》指出到2025年我国新型储能的装机规模达30GW以上。钠电池作为一种新型储能技术，未来有望受益于新型储能行业发展，我们预计到2026年钠电池在国内储能领域的市场规模或将达39.8亿元，成长空间广阔。

投资建议

钠电池具备优异的综合性能，相关企业积极入局推动其产业化提速，同时新型储能行业迎来发展机遇，未来钠电池成长空间广阔，相关企业或将受益，如宁德时代、华阳股份、鹏辉能源等。

风险提示

产业化进展不及预期、下游验证不及预期、市场竞争加剧等。

正文目录

| | |
|---------------------------|----|
| 1. 概述：二次电池新星、与锂电本同末异 | 4 |
| 1.1. 钠电 vs 锂电：原理类似、性能差异 | 4 |
| 1.2. 组成：四大关键材料、发展趋势显现 | 6 |
| 1.2.1. 正极：三大材料并驱、层状氧化物成熟 | 6 |
| 1.2.2. 负极：无定形碳为主、硬碳趋势明显 | 9 |
| 1.2.3. 电解液：溶剂接近锂电、溶质有所改变 | 12 |
| 1.2.4. 集流体：两极均用铝箔、成本优势明显 | 13 |
| 1.3. 产业链：工艺类似锂电、应用有望互补 | 15 |
| 1.4. 经济性：低成本+高性能，经济效益显著 | 16 |
| 2. 进展：研究发展提速、量产爆发在即 | 18 |
| 2.1. 发展五十余年、进入提速阶段 | 18 |
| 2.1.1. 起步于上世纪，经历漫长研发 | 18 |
| 2.1.2. 国内首家成立、加速产业化进程 | 19 |
| 2.2. 企业加码布局、产业化元年将近 | 21 |
| 2.2.1. 国外：多家企业布局、进展成果显著 | 21 |
| 2.2.2. 国内：初创+传统并驱，产业化爆发在即 | 22 |
| 3. 应用：下游蓄势待发、市场空间广阔 | 25 |
| 3.1. 储能：新能源发电并网，带动需求提升 | 25 |
| 3.2. 两轮电动车：仍处于过渡期，有望迎换车高峰 | 29 |
| 4. 相关标的 | 30 |
| 4.1. 宁德时代 | 30 |
| 4.2. 华阳股份 | 34 |
| 4.3. 鹏辉能源 | 37 |
| 5. 风险提示 | 40 |

图表目录

| | |
|-----------------------------|----|
| 图表 1. 钠离子电池组成结构及工作原理图 | 4 |
| 图表 2. 钠电池按照封装方式可划分为三类 | 5 |
| 图表 3. 钠电池、锂电池性能对比 | 5 |
| 图表 4. 钠电池正极材料分类 | 6 |
| 图表 5. 层状氧化物结构图 | 7 |
| 图表 6. O2、O3、P2、P3 结构图 | 7 |
| 图表 7. 钠电池主要层状氧化物性能 | 7 |
| 图表 8. 聚阴离子晶体结构图 | 8 |
| 图表 9. 常见聚阴离子材料性能 | 8 |
| 图表 10. 普鲁士蓝框架结构图 | 9 |
| 图表 11. 正在进行产业化验证的普鲁士白性能 | 9 |
| 图表 12. 钠电池负极材料应具备的要素 | 9 |
| 图表 13. 钠电池主要负极材料性能对比 | 10 |
| 图表 14. 碳基材料可划分为石墨类和无定形碳 | 11 |
| 图表 15. 硬碳储钠机理 | 12 |
| 图表 16. 钠电池电解液酸酯类溶剂和醚类溶剂性能对比 | 13 |
| 图表 17. 不同钠盐性质对比 | 13 |
| 图表 18. 集流体具有汇集电流的作用 | 14 |
| 图表 19. 钠电池正负极集流体均采用铝箔 | 14 |

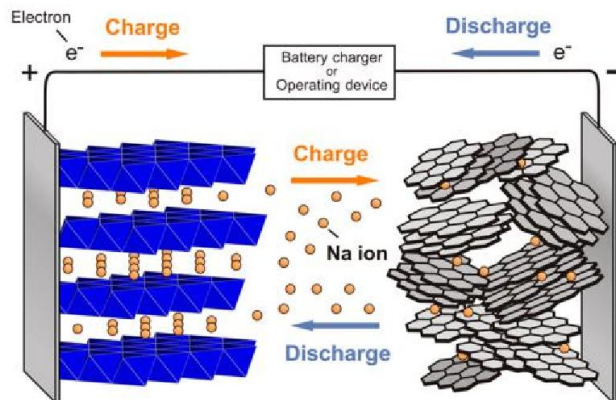
| | |
|--|----|
| 图表 20. 钠电池生产工艺 | 15 |
| 图表 21. 钠电池位于产业链中游 | 16 |
| 图表 22. 钠资源和锂资源地壳丰度对比 | 17 |
| 图表 23. 碳酸锂价格位于历史高位 | 17 |
| 图表 24. 钠电池成本和锂电池成本构成对比 | 17 |
| 图表 25. 钠电池综合性能优异 | 18 |
| 图表 26. 钠电池发展历程 | 19 |
| 图表 27. 中科海钠专利 | 20 |
| 图表 28. 中科海钠主要钠电池产品 | 21 |
| 图表 29. 2020 年全球钠电池产业化布局 | 22 |
| 图表 30. 钠电池正极材料企业布局情况 | 23 |
| 图表 31. 钠电池负极材料企业布局情况 | 23 |
| 图表 32. 钠电池电解液企业布局情况 | 24 |
| 图表 33. 钠电池企业入局情况 | 25 |
| 图表 34. 2016-2022 年 1-8 月国内风电发电新增装机容量 | 26 |
| 图表 35. 2016-2022 年 1-8 月国内光伏发电新增装机容量 | 26 |
| 图表 36. 2021 年中国几种新型储能市场装机规模占比 | 26 |
| 图表 37. 2016-2021 年全球电化学储能累计装机规模 | 27 |
| 图表 38. 2016-2020 年中国电化学储能累计装机规模 | 27 |
| 图表 39. “十四五”以来国内新型储能政策 | 28 |
| 图表 40. 目前主要电化学储能技术关键参数对比 | 28 |
| 图表 41. 两轮电动车新国标与旧国标对比 | 29 |
| 图表 42. 2012-2022E 中国两轮电动车销量 | 29 |
| 图表 43. 铅酸电池、钠电池、锂电池应用于电动两轮车优劣势对比 | 30 |
| 图表 44. 2017-2022H1 宁德时代在全球动力电池装机量市占率 | 31 |
| 图表 45. 2021 年宁德时代产销情况 | 31 |
| 图表 46. 2015-2021 年宁德时代电池产量 | 31 |
| 图表 47. 2018-2022H1 宁德时代营收情况 | 32 |
| 图表 48. 2017-2022H1 宁德时代营收结构 | 32 |
| 图表 49. 2018-2022H1 宁德时代毛利情况 | 32 |
| 图表 50. 2018-2022H1 宁德时代分产品毛利率 | 32 |
| 图表 51. 2018-2022H1 宁德时代归母净利润和同比 | 33 |
| 图表 52. 2018-2022H1 宁德时代净利率 | 33 |
| 图表 53. 2017-2022H1 宁德时代研发投入 | 33 |
| 图表 54. 2017-2022H1 宁德时代研发费用率 | 33 |
| 图表 55. 钠离子电池和磷酸铁锂电池各有优势 | 34 |
| 图表 56. 截至 2021 年末华阳股份主要煤矿情况 | 34 |
| 图表 57. 华阳股份布局新能源产业历程 | 35 |
| 图表 58. 2017-2022H1 华阳股份营业收入 | 35 |
| 图表 59. 2017-2022H1 华阳股份归母净利润 | 35 |
| 图表 60. 2017-2022H1 华阳股份营业收入结构 | 36 |
| 图表 61. 2017-2022H1 华阳股份毛利润结构 | 36 |
| 图表 62. 2017-2022H1 华阳股份煤炭业务营业收入结构 | 36 |
| 图表 63. 2017-2022H1 华阳股份煤炭业务毛利润结构 | 36 |
| 图表 64. 华阳股份与中科海钠合作股权关系（截至 2022 年 9 月底） | 37 |
| 图表 65. 截至 2022H1 鹏辉能源主营业务情况 | 38 |
| 图表 66. 2019-2022H1 鹏辉能源锂电池产能稳步扩张 | 38 |
| 图表 67. 2022H1 鹏辉能源营业收入同比增长 65.58% | 39 |
| 图表 68. 2022H1 鹏辉能源归母净利润同比增长 105.95% | 39 |
| 图表 69. 2017-2022H1 鹏辉能源分产品营业收入结构 | 39 |
| 图表 70. 2017-2022H1 鹏辉能源分产品毛利润结构 | 39 |
| 图表 71. 2018-2022H1 鹏辉能源研发投入 | 40 |

1. 概述：二次电池新星、与锂电本同末异

1.1. 钠电 vs 锂电：原理类似、性能差异

钠电池组成结构、工作原理与锂电池相似。钠电池是一种新型二次电池，其组成结构与锂电池相似，主要包括正极材料、负极材料、电解液和隔膜。钠电池主要通过 Na^+ 在电池正负极之间来回的脱出和嵌入来实现充放电过程。在充电时， Na^+ 从正极材料脱出，经过电解液和隔膜嵌入到负极材料，此时，外电路中电子从负极流向正极。钠电池放电过程与充电过程相反。锂电池则是通过 Li^+ 在电池正负极之间来回的脱出和嵌入来实现上述过程，因此两者工作原理相似，均被称为“摇椅式电池”。

图表 1. 钠离子电池组成结构及工作原理图



资料来源：《钠离子电池阻燃电解液研究》（喻妍），东亚前海证券研究所

与锂电相似，按照封装方式钠电池可划分为圆柱、软包装和方形硬壳三类。钠电池封装方式也与锂电池类似，可划分为圆柱、软包装和方形硬壳三类。其中圆柱电池的封装材质为圆柱铝壳或钢壳，目前常见的圆柱锂电池型号包括 18650、21700、17490 等，不同型号的电池因其内部装配结构的不同在性能上有所差异；软包电池的封装材质为铝塑膜，其在安全性、重量、电池设计的灵活性等方面具有一定的优势，但其成本较高，且一致性较差；方形硬壳电池的封装材质为方形铝壳或钢壳，其具有比能量较高、重量较轻的特性，但其生产工艺难以统一，一般根据产品尺寸进行定制化生产。

图表 2. 钠电池按照封装方式可划分为三类

| 分类 | 封装材质 | 电池结构 |
|--------|---------|---|
| 圆柱钠电池 | 圆柱铝壳或钢壳 |  |
| 软包电池 | 铝塑膜 |  |
| 方形硬壳电池 | 方形铝壳或钢壳 |  |

资料来源：《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》（周权），东亚前海证券研究所

由于钠和锂在物理化学性质上的差异，钠电池性能同锂电池也存在一定差异。钠电池在成本、低温性能、安全性方面优于锂电池。其中钠电池单位能量原料成本为 0.29 元/Wh，低于锂电池的 0.43 元/Wh；且其在 -20℃ 下容量保持率大于 88%，而锂电池小于 70%。但钠电池在能量密度以及循环寿命方面低于锂电池。钠电池的质量能量密度、体积能量密度分别为 100~150Wh/kg、180~280Wh/L，均低于锂电池。此外，钠电池的循环寿命大于 2000 次，而锂电池的循环寿命大于 3000 次。

图表 3. 钠电池、锂电池性能对比

| 指标 | 钠电池 | 锂电池 |
|----------------|---------|---------|
| 质量能量密度 (Wh/kg) | 100~150 | 120~180 |
| 体积能量密度 (Wh/L) | 180~280 | 200~350 |
| 单位能量原料成本(元/Wh) | 0.29 | 0.43 |
| 循环寿命 (次) | 2000 以上 | 3000 以上 |
| 平均工作电压 (V) | 3.2 | 3.2 |
| -20℃容量保持率 | 88%以上 | 小于 70% |
| 耐过放电 | 可放电至 0V | 差 |
| 安全性 | 优 | 较好 |
| 环保性 | 优 | 优 |

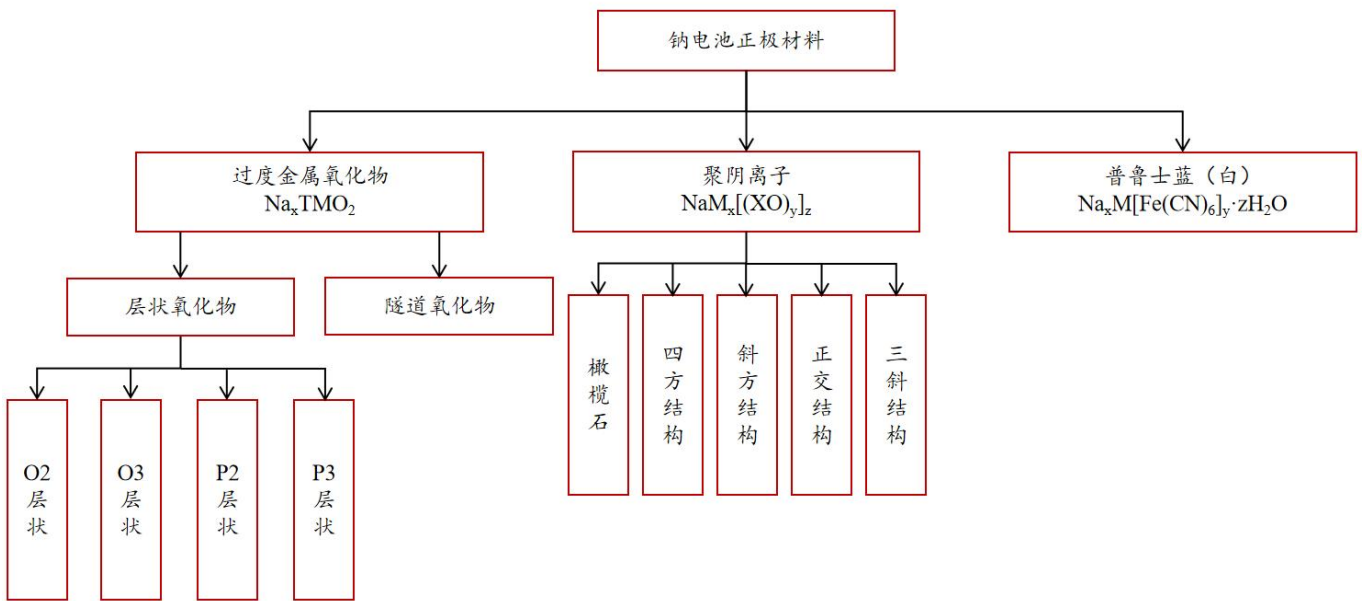
资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》（容晓晖，陆雅翔等），东亚前海证券研究所
注：单位能量原料成本：仅考虑原料成本（正极、负极、电解液、隔膜和其他装配物件）

1.2. 组成：四大关键材料、发展趋势显现

1.2.1. 正极：三大材料并驱、层状氧化物成熟

层状氧化物、聚阴离子和普鲁士蓝（白）为目前主要正极材料。电池正极材料一般需要具备比容量高、资源丰富、结构稳定以及工作电压高等特点，合适的正极材料可显著提高电池的比能量。目前钠电池正极材料主要包括过度金属氧化物、聚阴离子、普鲁士蓝（白），其中过度金属氧化物按照结构不同又可划分为层状氧化物和三维隧道氧化物，当钠含量较高时（ $x>0.5$ ），氧化物一般以层状结构为主。由于三维隧道氧化物材料存在首周充电比容量较低的问题，因此目前以层状氧化物为主。

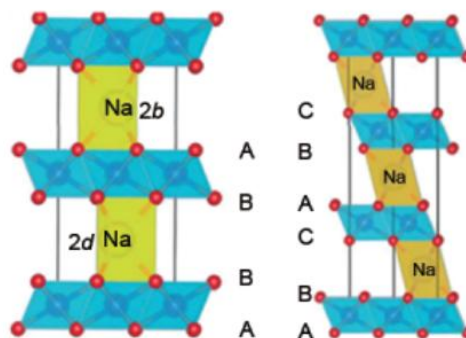
图表 4. 钠电池正极材料分类



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》（孙媛媛等），东亚前海证券研究所

层状氧化物技术较为成熟，具有比容量较高、倍率性能好等优点。钠电池正极材料层状氧化物与锂电池三元材料体系相似，因此二者生产路线较为类似。层状氧化物具有可逆比容量高、能量密度高、倍率性能高、技术易转化等优点，致使其成为目前主流的钠电池正极材料，生产技术较为成熟，但其仍存在容易吸湿、循环性能稍差等不足。

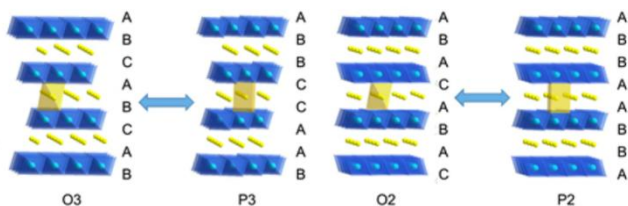
图表 5. 层状氧化物结构图



资料来源：《钠离子电池储能技术及经济性分析》（张平，康利斌等），东亚前海证券研究所

按照 Na^+ 的配位类型和氧的堆垛方式可将层状氧化物划分为 O2、O3、P2、P3，其中 O3 和 P2 更为常见。O3 过渡金属一般以 Fe、Mn、Ni 为主，其电极材料比容量可达 $140\text{mA}\cdot\text{h/g}$ ，与硬碳组成电芯的能量密度约为 $123\text{W}\cdot\text{h/kg}$ 。P2 的过渡金属一般为 Fe、Mn、Ni，具有较好的结构稳定性以及较高的容量保持率，其电极材料比容量约为 $100\text{mA}\cdot\text{h/g}$ ，与硬碳组成电芯的能量密度约为 $114\text{W}\cdot\text{h/kg}$ 。

图表 6. O2、O3、P2、P3 结构图



资料来源：《钠离子电池正极材料研究进展》（方永进等），东亚前海证券研究所

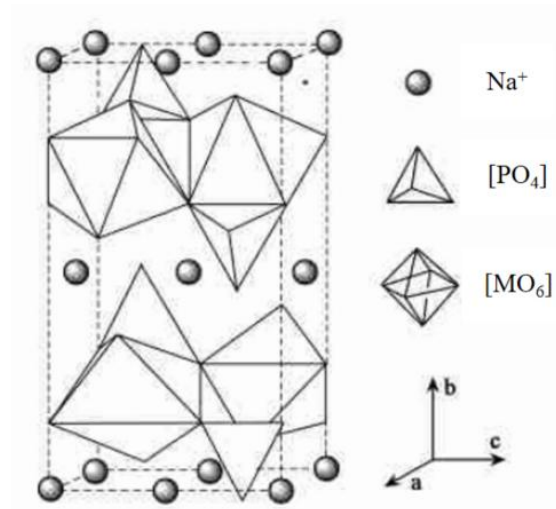
图表 7. 钠电池主要层状氧化物性能

| 层状氧化物 | O3 | P2 |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 分子式 | NaMO_2 | $\text{Na}_{0.67}\text{MO}_2$ |
| 比容量 ($\text{mA}\cdot\text{h/g}$) | 可达 140 | 约 100 |
| 平均电压 (V) | 2.9 | 3.4 |
| 电芯能量密度 ($\text{W}\cdot\text{h/kg}$) | 123 | 114 |

资料来源：《钠离子电池机遇与挑战》（曹余良），东亚前海证券研究所

聚阴离子具有较高的结构稳定性以及安全性。聚阴离子的特性与其组成结构相关。聚阴离子化合物组成单元一般包括四面体阴离子 $\text{XO}_4/\text{XO}_4^-$ 衍生物和多面体 MeO_x ，其中四面体阴离子可保证结构在金属氧化还原过程中的稳定性，且其内部的 X-O 键可提高晶格中氧的稳定性，进而确保材料具备较高的安全性。此外，钠电池聚阴离子型材料具有工作电压高、热稳定性好、循环好等优点，其不足之处在于可逆比容量低、部分含有毒元素等。

图表 8. 聚阴离子晶体结构图



资料来源：《聚阴离子型锂离子电池正极材料研究进展》（施志聪，杨勇等），东亚前海证券研究所

常见的聚阴离子材料包括 NaFePO_4 、 $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 等。 NaFePO_4 为橄榄石型，可通过化学或者电化学转换法制成，其比容量约为 $140 \text{ mA}\cdot\text{h/g}$ ，与硬碳组成电芯的能量密度约为 $120 \text{ W}\cdot\text{h/kg}$ ，其在高温下结构不稳定。 $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 采用焦磷酸根取代磷酸根，可通过固相法合成，具有较长的循环性能，其比容量约为 $120 \text{ mA}\cdot\text{h/g}$ ，与硬碳组成电芯的能量密度约为 $114 \text{ W}\cdot\text{h/kg}$ 。 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 和 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 均为 NASICON 结构，结构稳定性较高、循环稳定性可达几千次且易于合成，比容量均为 $110 \text{ mA}\cdot\text{h/g}$ ，其中 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 与硬碳组成电芯的能量密度约为 $123 \text{ W}\cdot\text{h/kg}$ ， $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 与硬碳组成电芯的能量密度约为 $130 \text{ W}\cdot\text{h/kg}$ ，其不足之处在于采用了价格较高的 V 元素。

图表 9. 常见聚阴离子材料性能

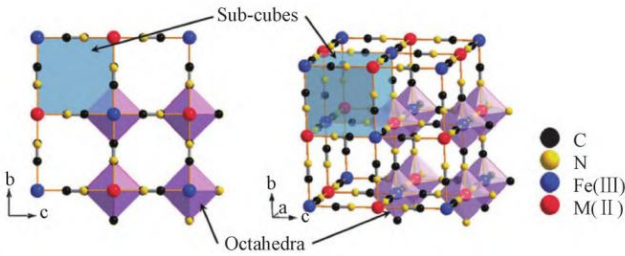
| 分子式 | 比容量 ($\text{mA}\cdot\text{h/g}$) | 平均电压 (V) | 电芯能量密度 ($\text{W}\cdot\text{h/kg}$) |
|---|---------------------------------------|-------------|--|
| NaFePO_4 | 140 | 2.8 | 120 |
| $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ | 120 | 3 | 114 |
| $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ | 110 | 3.4 | 123 |
| $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ | | 3.6 | 130 |

资料来源：《钠离子电池机遇与挑战》（曹余良），东亚前海证券研究所

普鲁士蓝具有能量密度高、成本低等优势。普鲁士蓝具有较大的隧道结构，有助于钠电池在充放电过程中 Na^+ 的脱出和嵌入，其优势在于工作电压可调、可逆比容量高、能量密度高、合成温度低等，不足之处在于存在结晶水影响循环性能。根据《钠离子电池机遇与挑战》一文中分析，目前进行产业化验证的普鲁士白材料包括 $\text{Na}_2\text{FeFe}(\text{CN})_6$ 和 $\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$ ，

两者具有循环稳定性好、比容量高、成本低等优势，比容量均可达 140 mA·h/g。其中 $\text{Na}_2\text{FeFe}(\text{CN})_6$ 与硬碳组成电芯的能量密度约为 128 W·h/kg， $\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$ 与硬碳组成电芯的能量密度约为 146 W·h/kg。

图表 10. 普鲁士蓝框架结构图



资料来源：《锰基普鲁士蓝钠离子电池正极材料研究进展》（袁吕超，梅简等），东亚前海证券研究所

图表 11. 正在进行产业化验证的普鲁士白性能

| 指标 | 普鲁士白 | |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 分子式 | $\text{Na}_2\text{FeFe}(\text{CN})_6$ | $\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$ |
| 比容量 (mA·h/g) | 140 | |
| 平均电压 (V) | 3 | 3.4 |
| 电芯能量密度 (W·h/kg) | 128 | 146 |

资料来源：《钠离子电池机遇与挑战》（曹余良），东亚前海证券研究所

1.2.2. 负极：无定形碳为主、硬碳趋势明显

负极材料是决定钠电池比能量的关键因素之一。正负极材料性能决定电池的比能量，因此合适的负极材料也有利于提高钠电池的比能量。依据锂电池负极材料的特性，得出具有应用前景的负极材料应具备以下特性。首先具备较高的储钠比容量；其次其脱嵌过程中结构变化要尽可能小，确保其具有良好的循环稳定性；然后负极材料应与电解液具备良好的兼容性，不发生副反应；之后负极材料应具备较高的离子迁移率、电子导电率、较好的化学稳定性、热力学稳定性；最后应具备环保性和经济性。

图表 12. 钠电池负极材料应具备的要素

| | |
|---|----------------------------|
| 钠 电 池 负 极 材 料 应 具 备 的 要 素 | 较高的储钠比容量和电化学可逆性能 |
| | 氧化还原电位应尽可能接近金属钠电位 |
| | 脱嵌过程中的结构变化小，良好的循环稳定性 |
| | 与电解液兼容性好，不与电解液中的溶剂和溶质发生副反应 |
| | 较高的离子迁移率和电子导电率 |
| | 较好的化学稳定性和热力学稳定性 |
| | 制备工艺简单可控、原料易获取、对环境友好 |

资料来源：《钠离子电池碳负极材料的制备及储钠性能研究》（李旭升），东亚前海证券研究所

碳基材料、钛基化合物、合金材料是目前主要的负极材料。这些材料的储钠性能都表现良好，但非碳基材料在循环过程中均表现出体积膨胀、稳定性差、导电性差等问题，因此在实际中应用较少。而碳基材料具有研发技术成熟、来源广泛、价格低廉、结构多样等优点，故成为钠电池负极材料的首选，也是最有可能实现产业化并应用的材料。

图表 13. 钠电池主要负极材料性能对比

| 材料分类 | 优点 | 缺点 |
|-------|-------------|------------|
| 碳基类材料 | 研发技术成熟 | 比容量低、倍率性能差 |
| 钛基化合物 | 结构性能好、倍率性能好 | 比容量低 |
| 合金材料 | 理论比容量高 | 循环性能差 |

资料来源：《钠离子电池碳负极材料的制备及储钠性能研究》（李旭升），东亚前海证券研究所

碳基材料可划分为石墨类和无定型碳，以无定型碳为主。石墨类材料是一种具有规则层状结构的碳基材料，是锂电池的主要负极材料，其作用机理是通过锂离子的嵌入/脱出过程来实现储锂过程。但由于钠离子难以嵌入石墨层中与其形成稳定的插层化合物，导致其作为钠离子电池负极材料时储钠性能并不出色。无定型碳由于内部微晶结构的无序性和更大的层间距，更有利于钠离子的嵌入脱出，因此成为钠电池的首选负极材料。

按照石墨化难易程度，无定型碳又可划分为软碳和硬碳。温度在 2800°C 以上时可以石墨化的碳材料称为软碳，在 2800°C 以上不能石墨化的碳材料为硬碳。硬碳内部的碳微晶排布比软碳更加的无序，并且含有微纳孔。软碳材料在 1000mA/g 下循环 100 圈后保持率接近 100%，在 1000mA/g 电流下释放出 114mAh/g 电容。硬碳材料在 30mA/g 电流下循环 100 圈后保持 305mAh/g 电容，在 300mA/g 电流下释放出 180mAh/g 电容量。

图表 14. 碳基材料可划分为石墨类和无定形碳

| 分类 | 负极材料 | 碳层间距 (nm) | 比表面积 (m ² /g) | 循环性能 | 倍率性能 |
|------|------|-------------|--------------------------|---|---|
| 石墨类 | 石墨 | 0.43 | 30.22 | 100mA/g 下 2000 圈后保持率 73.92% | 20mA/g, 28.4mAh/g 200mA/g, 91mAh/g |
| | 石墨烯 | 0.365-0.371 | 330.9 | 200mA/g 下 250 圈后保持率 93.3mAh/g | 40mA/g, 174.3mAh/g 1000mA/g, 95.6mAh/g |
| 无定形碳 | 软碳 | 0.356 | 20.2 | 20mA/g、200mA/g、1000mA/g 下分别循环 10 圈、50 圈和 100 圈后保持率接近 100% | 1000mA/g, 114mAh/g |
| | 硬碳 | 0.41 | 38 | 30mA/g 下 100 圈后保持率 305mAh/g | 150mA/g, 275mAh/g 300mA/g, 180mAh/g |

资料来源：《钠离子电池负极材料的研究与发展》（赵度，郑乔天等），东亚前海证券研究所

相较于软碳，硬碳具有较高的储钠容量。在高温下，软碳的内部碳层之间的距离以及微晶尺寸会发生更加明显、迅速的变化，导致其内部层间距下降，进而降低了它的储钠性能。硬碳即便经过高温处理，也难以出现石墨化的现象，因此表现出更强的储钠能力，用作负极可提高钠电池的能量密度。硬碳储钠机理主要有四种：“插层-填孔”机理、“吸附-插层”机理、“吸附-填孔”机理和“吸附-插层-吸附”机理。

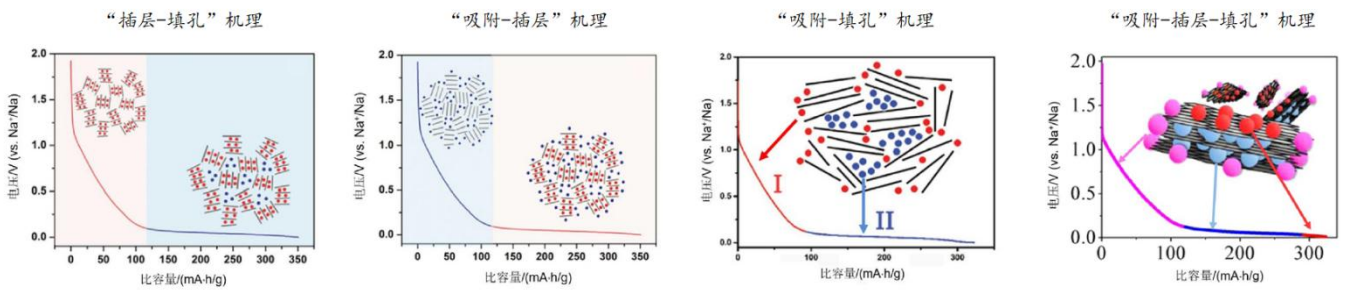
“插层-填孔”机理：钠离子嵌入平行排列的碳层的过程位于充放电曲线高电压段，随着嵌入离子的增加，电压逐渐降低。钠离子在纳米级石墨微晶乱层堆垛形成的微孔中的填充过程位于充放电曲线的水平段，电压无明显变化。

“吸附-插层”机理：充放电曲线基本无水平阶段，斜坡区域容量呈现缓慢下降的趋势，表明斜坡区的储钠容量与钠离子在碳层缺陷位点处的吸附有关。

“吸附-填孔”机理：该机理中，硬碳储钠过程不存在插层行为，钠离子在碳层表面、边缘或缺陷位置的吸附发生在充放电曲线的高电压区，钠离子在纳米孔隙中的填充发生在充放电曲线的低电压区。

“吸附-插层-吸附”机理：钠离子在碳层缺陷部位的化学吸附产生 1.0V-0.2V 平台容量；钠离子在石墨烯片层间的嵌入产生 0.2V-0.05V 平台容量；硬碳中的孔隙表面对钠离子的吸附产生小于 0.05V 的平台容量。

图表 15. 硬碳储钠机理



资料来源：《钠离子电池无定形碳负极材料研究》（孟庆施），东亚前海证券研究所

1.2.3. 电解液：溶剂接近锂电、溶质有所改变

钠电池电解液与锂电池相似，主要包括溶剂、溶质和添加剂：

钠电池电解液溶剂主要包括碳酸酯类和醚类：

碳酸酯类溶剂可划分为链状碳酸酯和环状碳酸酯，其中链状碳酸酯溶剂主要包括碳酸二甲酯（DMC）、碳酸甲乙酯（EMC）、碳酸乙烯酯（DEC）；环状碳酸酯主要包括碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）。DMC 具有粘度低、挥发性好、电化学稳定性好、介电常数较高的特点，成为主流的电解液溶剂。此外，EC 在 25°C 下介电常数最高，达 89.78，其一般与其他有机溶剂搭配使用，有利于提高电解液的熔点、沸点、粘度及离子导电率。

醚类溶剂通常可划分为四类：1,3-二氧戊环（DOL）、乙二醇二甲醚（DME）、二乙二醇二甲醚（Diglyme）和四乙二醇二甲醚（Triglyme）。其中 DME 和 Diglyme 的沸点和燃点相较于 DOL、Triglyme 更高，介电常数也更高，因此它们具有更加优越的物化性能。在钠电池中，DME 与 Diglyme 可产生溶剂化钠共插层效应以及 Na⁺ 优异的扩散动力学效应，因此更适合应用于钠电池中。

图表 16. 钠电池电解液酸酯类溶剂和醚类溶剂性能对比

| 分类 | 产品 | 熔点 (°C) | 沸点 (°C) | 燃点 (°C) | 粘度 (25°C) | 介电常数 (25°C) |
|--------|----------|---------|---------|---------|-----------|-------------|
| 碳酸酯类溶剂 | DMC | 4.6 | 91 | 18 | 0.59 | 3.107 |
| | DEC | -74.3 | 126 | 31 | 0.75 | 2.805 |
| | EMC | -53 | 110 | / | 0.65 | 2.958 |
| | EC | 36.4 | 248 | 160 | 2.1 | 89.78 |
| | PC | -48.8 | 242 | 132 | 2.53 | 64.92 |
| 醚类溶剂 | DOL | -95 | 74 | 1.7 | / | / |
| | DME | -58 | 84 | 0 | 0.46 | 7.18 |
| | Diglyme | -64 | 162 | 57 | 1.06 | 7.4 |
| | Triglyme | -46 | 216 | 111 | 3.39 | 7.53 |

资料来源：《有机电解液在钠离子电池中的研究进展》（张福明，王静等），东亚前海证券研究所

钠电池中采用钠盐作为溶质，以六氟磷酸钠为主。钠盐根据阴离子的不同可分为含氟钠盐、含硼钠盐以及其他钠盐三类。其中含氟钠盐包括 NaPF₆、NaOTf、NaFSI、NaTFSI 等；含硼钠盐包括 NaBF₄、NaBOB、NaDFOB 等。目前钠电池电解液中通常采用的钠盐为 NaPF₆，其基于 LiPF₆ 生产工艺制成，重置成本较低，具备良好的导电性，其导电率为 7.98mS/cm，是目前的主流钠盐。

图表 17. 不同钠盐性质对比

| 钠盐 | 相对分子质量 g/mol | 电导率 mS/cm |
|--------------------|--------------|-----------|
| NaClO ₄ | 122.4 | 6.4 |
| NaPF ₆ | 167.9 | 7.98 |
| NaOTf | 172.1 | / |
| NaFSI | 203.3 | / |
| NaTFSI | 303.1 | 6.2 |
| NaBF ₄ | 109.8 | / |
| NaBOB | 209.8 | 0.256 |
| NaDFOB | 159.8 | -7 |

资料来源：《钠离子电池有机电解液的性能优化研究》（胡安准），东亚前海证券研究所

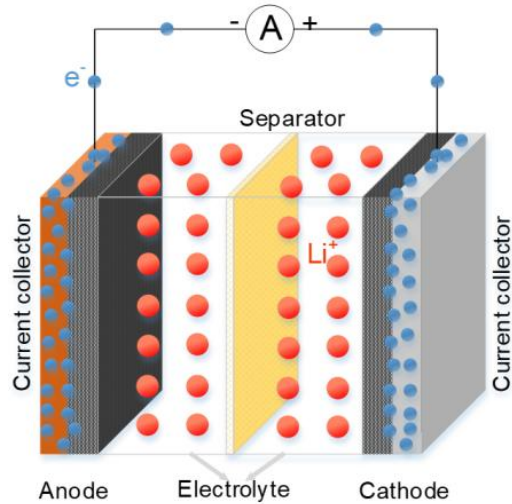
此外，钠电池隔膜基本沿用锂电，主要包括 PP 膜和 PE 膜。良好的隔膜应具有丰富的孔洞结构、均匀的孔径分布、合适的厚度、达标的机械强度、合适的孔隙度、良好的热传导性和碘化学稳定性，有助于促进钠离子传导。PP 膜、PE 膜由于耐腐蚀性强、强度高等优点，被广泛应用锂电池中。由于钠电池技术与锂电池一脉相承，所以目前钠电池基本沿用锂电池隔膜。

1.2.4. 集流体：两极均用铝箔、成本优势明显

集流体具备汇集电流的作用，与电池能量密度密切相关。集流体实质

上是一种存在于锂离子电池的非活性材料，其主要用于汇集电池活性物质产生的电流，有利于对外形成较大的电流输出。集流体的厚度与电池的能量密度密切相关，集流体越薄，电池的能量密度越高。集流体是目前钠电池中不可或缺的组成部分，一个好的集流体应该具有优良的电化学稳定性、高电导率、低密度以及适当的机械水平等。

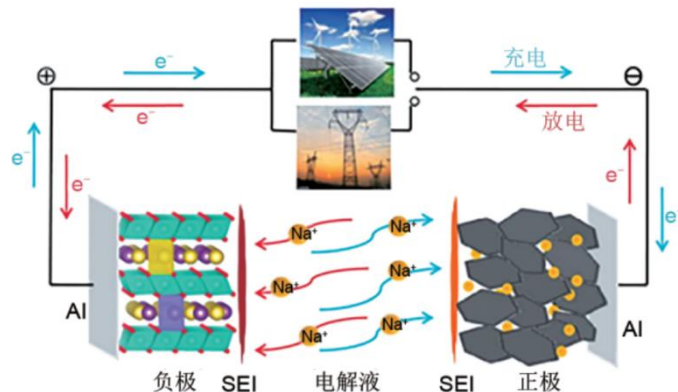
图表 18. 集流体具有汇集电流的作用



资料来源：《A review of current collectors for lithium-ion batteries》（Zhu P, Gastol D 等），东亚前海证券研究所

钠电池正负极集流体均可采用铝箔，成本优势显著。由于钠离子较难与铝箔发生反应生成合金，且铝箔具有优良的电化学稳定性、热稳定性、导电性、机械性等特性，因此钠电池正负极集流体均可采用铝箔。铝箔价格远低于铜箔价格，具有显著的成本优势，有利于进一步降低钠电池材料成本。

图表 19. 钠电池正负极集流体均采用铝箔

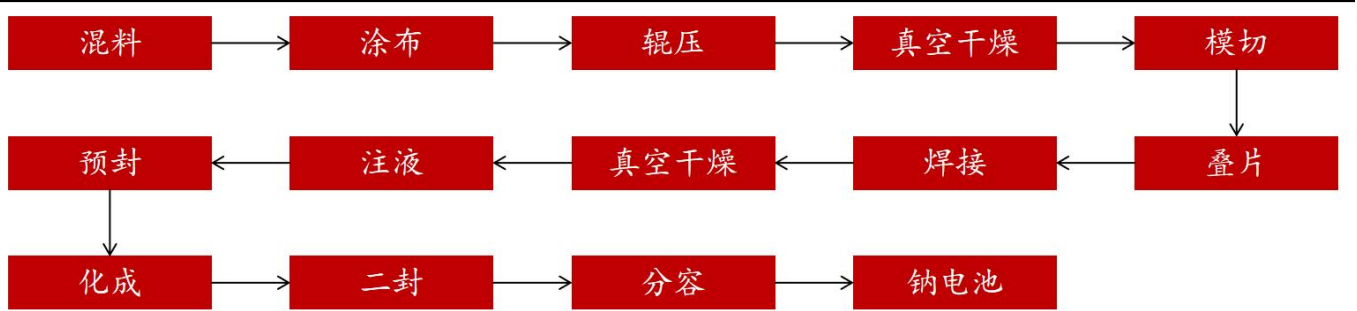


资料来源：《钠离子电池储能技术及经济性分析》（张平，康利斌等），东亚前海证券研究所

1.3. 产业链：工艺类似锂电、应用有望互补

钠电池生产工艺路线与锂电池相似，设备兼容性较大。钠电池技术路线基于锂电池，两者生产工艺基本类似。钠电池生产工艺可划分为三个部分：前端电极制造、后端装配、化成分选。其中前端电极制造工序主要包括混料、涂布、辊压、模切等；后端装配工序主要包括叠片、焊接、真空干燥、注液等；化成分选工序主要包括预封、化成、二封、分容等。

图表 20. 钠电池生产工艺



资料来源：《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》（周权），百川盈孚，东亚前海证券研究所

钠电池在应用领域有望与锂电池互补。由于钠电池工作原理、组成结构与锂电池相似，因此其具备与锂电池相同的产业位置。钠电池的上游包括正极材料、负极材料、电解液和隔膜，其正负极材料与锂电池有所区别。钠电池凭借其自身的特性可应用于储能领域、两轮电动车以及低速电动车领域，与锂电池在应用领域内形成互补。

图表 21. 钠电池位于产业链中游

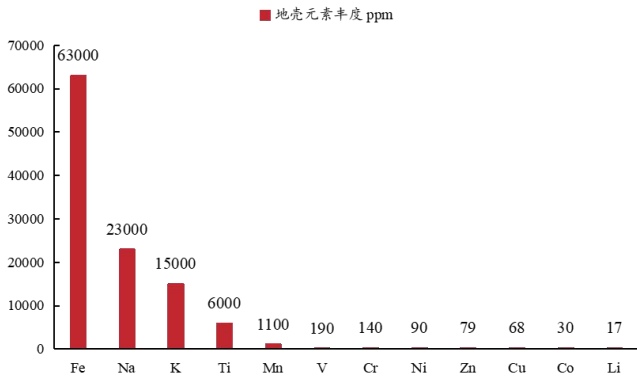


资料来源：各公司公告，中科海钠官网，东亚前海证券研究所

1.4. 经济性：低成本+高性能，经济效益显著

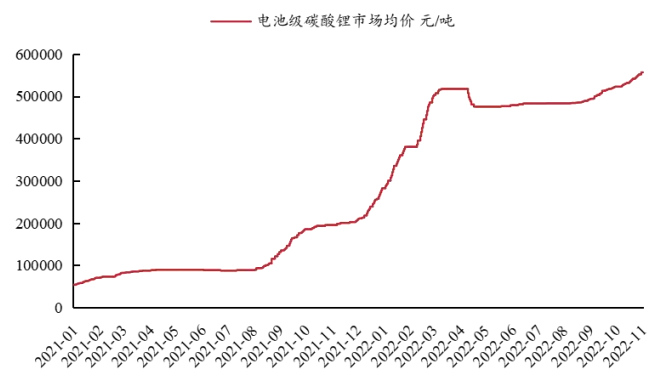
锂资源的稀缺性导致碳酸锂价格高企。锂属于稀有金属，根据中科海钠官网数据，锂资源的地壳含量仅为 0.0065%，且 75%分布在南美洲地区。锂资源的稀缺性以及分布不均匀导致碳酸锂价格高企，根据百川盈孚数据，截至 2022 年 11 月 2 日，碳酸锂市场均价报 55.66 万元/吨，较 2021 年初上涨 9.34 倍，目前仍处于历史高位。

图表 22. 钠资源和锂资源地壳丰度对比



资料来源：中科海钠官网，东亚前海证券研究所

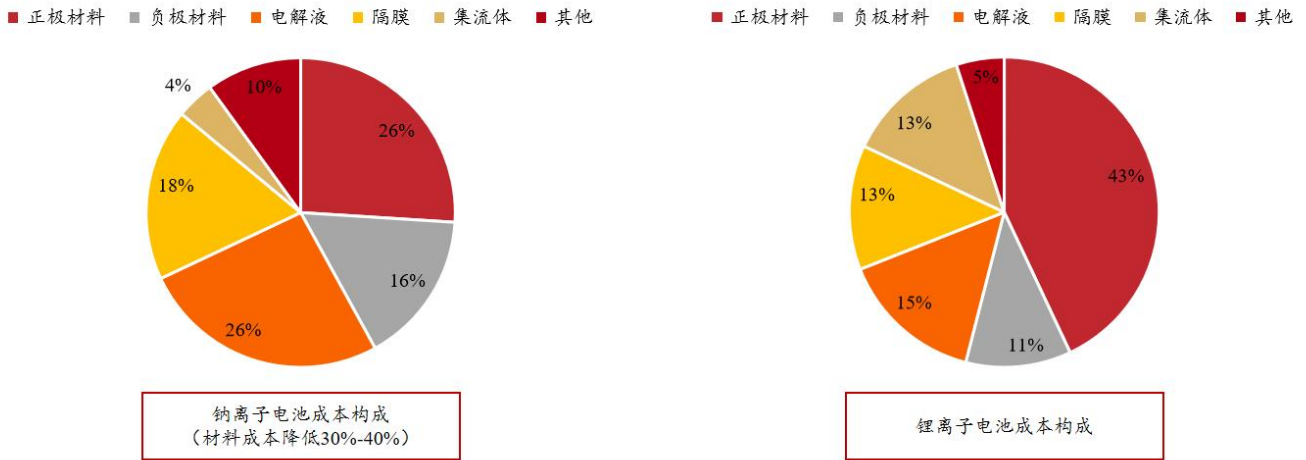
图表 23. 碳酸锂价格位于历史高位



资料来源：百川盈孚，东亚前海证券研究所

丰富的钠资源使得钠电池相较于锂电池具备显著的成本优势。相较于锂资源，钠资源地壳含量达 2.75%，且分布均匀，因此钠的成本显著低于锂，有助于降低钠电池材料成本。此外，钠电池正负极集流体均可采用铝箔，铝箔的成本低于铜箔，进一步降低了钠电池的材料成本。根据中科海钠官网数据，钠电池材料成本相较于锂电池下降了 30%-40%，具有显著的理论成本优势。

图表 24. 钠电池成本和锂电池成本构成对比



资料来源：中科海钠官网，东亚前海证券研究所

钠电池综合性能优异。在安全性方面，钠电池在过充、过放、短路、针刺、挤压等测试中均不会发生起火与爆炸，具备较高的安全性。在低温性能方面，钠电池在低低温中的测试均表现出较好的容量保持率，具备优异的低低温性能。在电导率方面，由于 Na^+ Stokes 直径小于锂离子，因此较低浓度的电解液便可提供与锂电池相同离子的电导率。在溶剂化方面，由于 Na^+ 比 Li^+ 更容易脱离溶剂化，因此其具备更好的界面反应动力学。此外，由于钠电池与锂电池具备相似的技术路线与组成结构，因此其重置成本更低，有助于其产业化发展提速。

图表 25. 钠电池综合性能优异



资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》（容晓晖等），东亚前海证券研究所

钠电池凭借其成本及性能优势有望应用于大规模储能、两轮车、低速电动车领域。钠电池在性能以及成本方面更适用于两轮车、低速电动车以及大规模储能领域。性能方面，钠电池具有更优的宽温性能、安全性能，虽然其能量密度较低，但能够适配储能系统、两轮电动车以及低速电动车的标准要求。成本方面，钠电池具有材料成本优势，在其技术逐渐成熟之后，整体成本优势将逐渐显现，届时相较于锂电池和铅酸电池，钠电池将具有较高的性价比，未来有望广泛应用于大规模储能、两轮电动车、低速电动车等领域。

2. 进展：研究发展提速、量产爆发在即

2.1. 发展五十余年、进入提速阶段

2.1.1. 起步于上世纪，经历漫长研发

钠电池研究起步于 20 世纪 80 年代，其发展历程大致可划分为三个阶段：

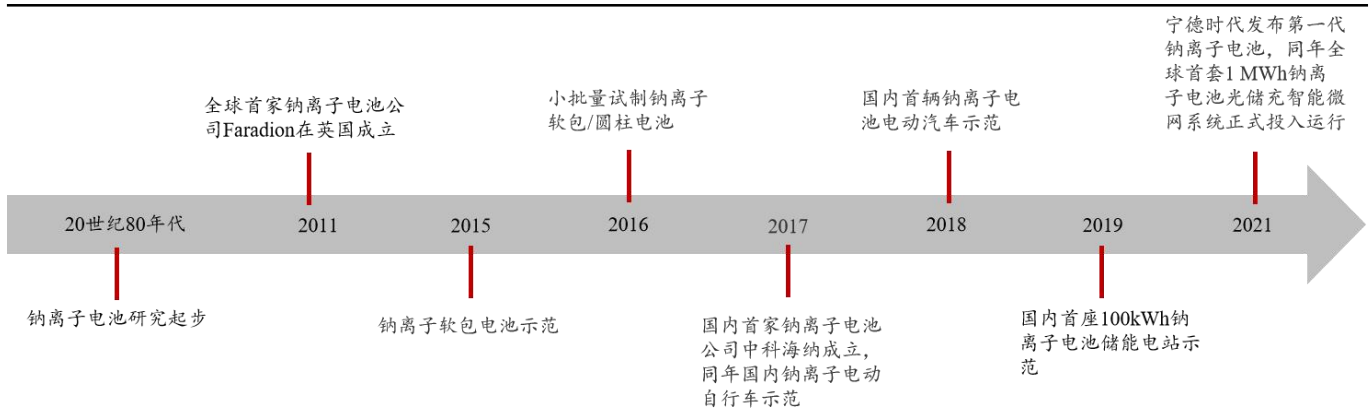
第一阶段为 1980-2010 年，处于实验室研发阶段。钠电池与锂电池在研发初始阶段近乎同步。但相较于锂电池，钠电池由于钠元素本身的性能导致其能量密度较低，且其正负极材料研发进度慢于锂电池。因此锂电池率先于 1991 年进入商业化阶段，而钠电池也迎来了充分的技术储备期，长时间处于实验室研发阶段。

第二阶段为 2011-2016 年，开始出现钠电池示范产品。继 2011 年全球

首家钠离子电池公司 Faradion 在英国成立后，钠离子电池公司不断涌现，钠电池示范产品逐渐进入大众视野。2015 年钠离子软包电池示范，2016 年小批量试制钠离子软包电池和圆柱电池。

第三阶段为 2017 年-至今，开始走向实用化应用阶段。2017 年，国内首家钠离子电池公司中科海钠成立，同年国内实现了首辆钠离子电动自行车示范。2019 年国内首座 100kWh 钠离子电池储能电站示范。2021 年宁德时代发布第一代钠离子电池，同年全球首套 1 MWh 钠离子电池光储充智能微网系统正式投入运行。在不断探索中，钠离子电池的应用场景和发展思路逐步清晰明了，开启实用化应用的新篇章。

图表 26. 钠电池发展历程



资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》（容晓晖等），宁德时代官网，中国科学院物理研究所官网，东亚前海证券研究所

2.1.2. 国内首家成立、加速产业化进程

2017 年国内首家钠电池企业中科海钠成立，加速钠电池产业化进程。中科海钠于 2017 年注册成立，其依托于中国科学院物理研究所，基于长期的实验室研发成果，专注于新一代储能体系——钠离子电池研发与生产。中科海钠聚焦低成本、长寿命、高安全、高能量密度的钠离子电池产品，其潜在应用覆盖低速电动车、规模储能、电动汽车、国家安全等领域。中科海钠的成立加速了钠电池商业化进程。

中科海钠研发实力雄厚，研发成果突出。公司拥有国际领先的研究开发团队，以中科院物理所陈立泉院士、胡勇胜研究员为技术带头人，团队成员大多具有优异的学术背景或丰富的新能源行业从业经验。在研发成果方面，公司在钠离子电池研发和技术上不断突破，拥有 15 项钠离子电池核心专利，处于行业领先水平。目前公司钠电池的能量密度是铅酸电池的 3 倍左右，达到 145 Wh/kg。



图表 27. 中科海钠专利

| 申请号 | 专利名称 | 证书情况 | 专利权人 |
|----------------|---------------------------------------|------|-------------------------------|
| 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 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201210107136.3 | 碱金属二次电池及其用的负极活性物质、负极材料、负极和负极活性物质的制备方法 | 已授权 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201210176523.2 | 碱金属二次电池及其用的负极活性物质、负极材料、负极和负极活性物质的制备方法 | 已授权 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 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 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201410347935.7 | 一种富钠 P2 层状氧化物材料及其制备方法和用途 | 已授权 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201510030075.9 | 一种铜基富钠层状氧化物材料及其制备方法和用途 | 已授权 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201510708632.8 | 一种钠离子二次电池负极材料及其制备方法和用途 | 已授权 | 北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201710904851.2 | 钠离子电池负极材料及其制备方法和应用 | 已授权 | 中国科学院物理研究所、北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201410549896.9 | 一种层状氧化物材料、制备方法、极片、二次电池和用途 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司 |
| 201821648871.4 | 一种软包电池加压化成设备的工装结构 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司 |
| 201821846108.2 | 一种电池电芯组合支架 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司、北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201821701121.9 | 一种可多次注液钠离子电池 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司 |
| 201922296540.X | 一种钠离子电池电芯 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司、北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201922222259.1 | 一种钠离子电池电芯 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司、北京中科海钠科技有限责任公司 |
| 201922222257.2 | 一种涂布机模头保护罩 | 已授权 | 溧阳中科海钠科技有限责任公司、北京中科海钠科技有限责任公司 |

资料来源：中科海钠官网，东亚前海证券研究所

目前中科海钠已拥有圆柱和软包钠离子电池。中科海钠圆柱钠电池型号包括 26650、32138。其中 26650 型号的钠电池容量为 2300 mAh，工作温度为 -20~55℃，最大放电电流为 9A；32138 型号的钠电池容量为 7500 mAh，工作温度为 -20~55℃，最大放电电流为 24A。软包钠离子电池型号包括 0880138 和 09114188，容量分别为 6Ah 和 10Ah，两者工作温度均为 -20~55℃，前者最大放电电流为 6A，后者最大放电电流为 10A。

图表 28. 中科海钠主要钠电池产品

| 产品类别 | 圆柱钠离子电池 | | 软包钠离子电池 | |
|--------------------|---|----------|--|----------|
| 型号 | 26650 | 32138 | 0880138 | 09114188 |
| 产品图片 |  | |  | |
| 容量 | 2300 mAh | 7500 mAh | 6Ah | 10Ah |
| 标称电压(V) | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| 标准充放电电流(A) | 0.6 | 4.0 | 1.2 | 0.5 |
| 满充电压(V) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 满放电电压(V) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 工作温度(°C) | -20~55 | -20~55 | -20~55 | -20~55 |
| 最大放电电流/最大持续放电电流(A) | 9 | 24 | 6 | 10 |

资料来源：中科海钠官网，东亚前海证券研究所

中科海钠于 2022 年 7 月投产全球首条 GWh 钠电池生产线。中科海钠于 2021 年 12 月与安徽省阜阳市人民政府、三峡能源与三峡资本达成合作协议，拟共同投资建设钠电池规模化量产线。该项目钠电池规划产能为 5GWh/年，分两期建设，其中一期 1GWh 生产线已于 2022 年 7 月在安徽阜阳投产，是全球首条投产的 GWh 钠电池生产线。

2.2. 企业加码布局、产业化元年将近

2.2.1. 国外：多家企业布局、进展成果显著

国外布局钠电池领域的企业主要集中于英国、美国、法国、日本：

英国方面，Faradion 公司于 2011 年成立，是较早布局钠电池技术研发及产业化的企业，已取得较为显著的研发成果。Faradion 公司已研发出 10AhNi 基层状氧化物/硬碳软包电池样品，其能量密度可达 140W·h/kg，在 80%DOD 循环寿命预测超过 1000 次。

美国方面，Natron Energy 公司研发出的高倍率普鲁士蓝对称水系钠电池在 2C 倍率下循环寿命可达 10000 次，但其体积能量密度仅为 50W·h/L。

法国方面，NAIADES 计划团体已研发出氟磷酸钒钠/硬碳 18650 电池，能量密度为 90W·h/kg，在 1C 倍率循环次数达 4000 次。

日本方面，2020 年日本布局钠电池领域的企业主要包括日本岸田化学、

日本丰田、日本松下和日本三菱化学，其中日本岸田化学布局钠电池电解质材料开发，日本丰田布局钠电池正极材料开发，日本松下布局钠电池负极材料开发，日本三菱化学则积极推动与东京理工大学在钠电池领域的合作。

图表 29. 2020 年全球钠电池产业化布局

| 公司名称 | 布局 |
|---------------------|---|
| 日本岸田化学 | 钠离子电池电解质材料开发 |
| 日本丰田 | 钠离子电池正极材料开发 |
| 日本松下 | 钠离子电池负极材料开发 |
| 日本三菱化学 | 与东京理工大学合作 |
| 法国 NAIADES 计划团体 | 氟磷酸钒钠/硬碳 18650 电池，90W·h/kg，1C 倍率 4000 次容量保持率 80% |
| 英国 Faradion 公司 | Ni 基层状氧化物/硬碳软包电池，140W·h/kg，80%DOD 循环寿命预测超过 1000 次 |
| 美国 Natron Energy 公司 | 高倍率普鲁士蓝对称水系电池，50W·h/L，2C 循环 10000 次 |
| 瑞典 ALTRIS 公司 | 普鲁士白类正极研发制备与销售 |
| 澳大利亚卧龙岗大学 | 普鲁士蓝/硬碳材料开发 |

资料来源：《钠离子电池标准制定的必要性》（周全、胡勇胜等），东亚前海证券研究所

2.2.2. 国内：初创+传统并驱，产业化爆发在即

国内初创企业及传统锂电企业持续加码布局钠电池产业链。目前国内布局钠电池领域的初创企业主要包括中科海钠、众钠能源、钠创能源等；传统锂电企业主要包括宁德时代、贝特瑞、杉杉股份、天赐材料、多氟多、翔丰华、鹏辉能源等。上述企业积极布局钠电池正极材料、负极材料、电解液以及钠电池等。

正极材料方面，据不完全统计，目前已实现钠电池正极材料销售的企业包括容百科技、振华新材，其中容百科技已接到一些批量钠电池正极材料订单；振华新材正极材料已实现吨级产出与销售。目前已投产钠电池正极材料的企业包括众钠能源、华阳股份，其中众钠能源百吨级正极材料线已经于 2022 年 3 月份投产；华阳股份 2000 吨/年钠电池正极材料项目已于 2022 年 3 月投产。处于送样阶段的企业包括当升科技。具有中量试生产技术的企业为厦钨新能，已完成百公斤级的钠电材料试生产工作。此外，格林美已经做好批量生产钠离子电池材料的准备，七彩化学和美联新材共同投建年产 18 万吨电池级普鲁士蓝（白）项目，百合花已掌握普鲁士蓝（白）核心技术。

图表 30. 钠电池正极材料企业布局情况

| 公司 | 布局情况 |
|-----------|---|
| 容百科技 | 已接到一些批量钠电池正极材料订单；公司规划 2023 年层状氧化物正极材料产能达 3.6 万吨/年，2025 年达 10 万吨/年 |
| 振华新材 | 正极材料已实现吨级产出与销售 |
| 众钠能源 | 百吨级正极材料线已经于 2022 年 3 月份投产 |
| 华阳股份 | 2000 吨/年钠电池正极材料项目已于 2022 年 3 月投产 |
| 当升科技 | 已完成新一代钠电池正极材料的工艺定型并向客户送样 |
| 七彩化学/美联新材 | 共同投资 25 亿元建设年产 18 万吨电池级普鲁士蓝（白）项目 |
| 格林美 | 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正在认证；公司已经做好批量生产钠离子电池材料的准备 |
| 厦钨新能 | 已掌握钠离子电池正极层状材料中量试生产技术，钠电正极材料前驱体及材料开发已完成百公斤级的钠电材料试生产工作 |
| 钠创能源 | 已建成全球首套吨级铁酸钠基层状氧化物正极材料生产示范线，完成年产 3000 吨正极材料，正极材料已经在 20 余家电池制造企业进行验证 |
| 百合花 | 已掌握普鲁士蓝（白）核心技术 |

资料来源：各公司公告，东亚前海证券研究所

负极材料方面，据不完全统计，目前布局钠电池负极材料的企业主要包括华阳股份、贝特瑞、杉杉股份、翔丰华、百合花等。其中华阳股份 2000 吨/年钠电池负极材料项目已于 2022 年 3 月投产；贝特瑞硬碳负极材料已开发至第五代，可应用于钠电池中；杉杉股份已拥有软硬碳方面的技术积累和量产能力；翔丰华高性能硬碳负极材料正在由相关客户测试中；百合花在进行钠离子电池正负极材料的研究开发。

图表 31. 钠电池负极材料企业布局情况

| 公司 | 布局情况 |
|------|---|
| 华阳股份 | 2000 吨/年钠电池负极材料项目已于 2022 年 3 月投产 |
| 百合花 | 在进行钠离子电池负极材料的研究开发 |
| 贝特瑞 | 硬碳负极材料已开发至第五代，可应用于钠电池中，公司可量产的负极硬碳材料型号克容量主要是 240、300、350、400mAh/g，处于小试转中试阶段的是 450mAh/g |
| 杉杉股份 | 已拥有软硬碳方面的技术积累和量产能力 |
| 翔丰华 | 高性能硬碳负极材料正在由相关客户测试中 |

资料来源：各公司公告，东亚前海证券研究所

电解液方面，据不完全统计，目前布局钠电池电解液的企业主要包括钠创能源、天赐材料、多氟多、传艺科技等。其中钠创能源已完成 5000 吨电解液的生产工艺包设计，并在 20 余家电池制造企业进行验证；天赐材料

已拥有钠电池电解液量产技术，且具备六氟磷酸钠量产能力；多氟多已具备年产千吨的六氟磷酸钠生产能力，且公司产品已实现批量生产销售；传艺科技于9月8日发布公告称拟设立控股孙公司江苏传艺钠电新材料有限公司，并以其为投资主体拟投资建设一期5万吨/年、二期10万吨/年的钠电池电解液项目。

图表 32. 钠电池电解液企业布局情况

| 公司 | 布局情况 |
|------|---|
| 钠创能源 | 5000吨电解液的生产工艺包设计，已经在20余家电池制造企业进行验证 |
| 天赐材料 | 已拥有钠电池电解液量产技术，产品已通过客户认可，且公司具备六氟磷酸钠量产能力 |
| 多氟多 | 已具备年产千吨的六氟磷酸钠生产能力，且公司产品已实现批量生产销售 |
| 传艺科技 | 9月8日发布公告称拟设立控股孙公司江苏传艺钠电新材料有限公司，并以其为投资主体拟投资建设一期5万吨/年、二期10万吨/年的钠电池电解液项目 |

资料来源：各公司公告，东亚前海证券研究所

钠电池方面，据不完全统计，目前已具备GWh钠电池量产能力的企业包括中科海钠、华阳股份和多氟多，其中中科海钠1GWh钠电池生产线于2022年7月在安徽投产；华阳股份1GWh钠离子电芯生产线于同年9月投产，目前正积极推进1GWh钠离子电池PACK生产线项目，预计于2022年内投产；多氟多控股子公司焦作新能源已具备1GWh钠电池产能。目前拥有在建钠电池生产线的企业包括宁德时代和传艺科技，其中宁德时代已启动钠离子电池产业化布局，预计于2023年将形成基本产业链；传艺科技年产4.5GWh钠电池各生产设备及装置安装调试进展顺利，中试生产即将投产运行。此外，众钠能源、鹏辉能源、派能科技、维科技术均在积极布局钠电池领域。

图表 33. 钠电池企业入局情况

| 公司 | 产能 | 投产时间 | 项目进展 |
|------|--------|------------|--|
| 宁德时代 | - | 2023 年 | 已启动钠离子电池产业化布局，2023 年将形成基本产业链 |
| 中科海钠 | 1GWh | 2022 年 7 月 | 该生产线已于 7 月在安徽投产 |
| 传艺科技 | 4.5GWh | 2023 年初 | 各生产设备及装置安装调试进展顺利，中试生产即将投产运行 |
| | - | - | 二期项目将根据一期项目进展情况和市场需求情况具体制定 |
| 众钠能源 | - | 2023 年 | 形成覆盖正负极材料、电芯、PACK 及储能示范项目的中试布局 |
| 鹏辉能源 | - | 2023 年年底前 | 已做出钠离子电池样品（采用磷酸盐类钠正极与硬碳体系负极），6 月份进行中试 |
| 多氟多 | 1GWh | - | 控股子公司焦作新能源已具备 1GWh 钠电池产能 |
| 华阳股份 | 1GWh | - | 1GWh 钠离子电芯生产线已于 2022 年 9 月投产；正积极推进 1GWh 钠离子电池 PACK 生产线项目，预计于 2022 年内投产 |
| 派能科技 | - | - | 已开发出了第一代钠离子电池产品并完成小试 |
| 维科技术 | - | - | 处于建设期，没有产品下线亦没有向客户提供样品 |

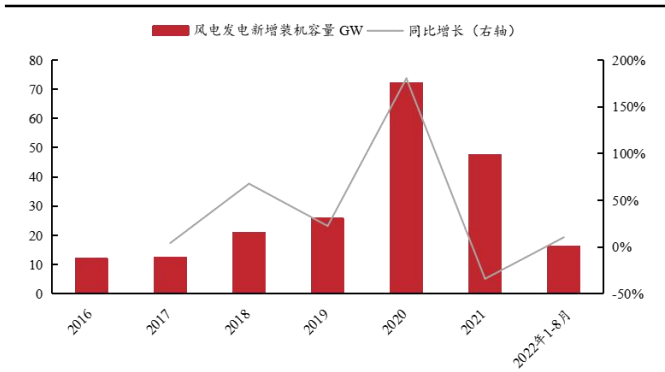
资料来源：各公司公告，东亚前海证券研究所

3. 应用：下游蓄势待发、市场空间广阔

3.1. 储能：新能源发电并网，带动需求提升

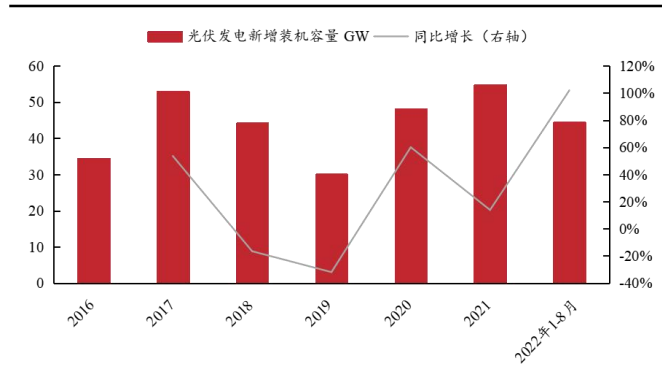
“双碳”背景下，新能源发电兴起带动新型储能产业发展。能源消费是我国二氧化碳的主要排放源，其中电力行业二氧化碳排放占比较大，推动电力行业能源结构低碳化转型是实现“双碳”目标的关键举措。近年来，我国新能源发电新增装机规模持续提升，2021 年我国光伏发电和风电发电新增装机规模合计达 102.5GW，2022 年 1-8 月合计达 60.61GW。由于新能源发电依赖于自然资源，因此其一般存在间歇性、波动性的问题，进而导致其与实际用电需求出现错配。储能具有存储释放电能、调峰调频的作用，可平滑不稳定的新能源发电和提高电力系统的灵活性，因此配置储能是解决新能源发电供需错配以及波动性问题的关键。新能源发电并网带动新型储能产业发展。根据 CNESA 数据，2021 年我国新型储能累计装机规模为 5.7GW，同比增长 74.5%。

图表 34. 2016-2022 年 1-8 月国内风电发电新增装机容量



资料来源：国家能源局，东亚前海证券研究所

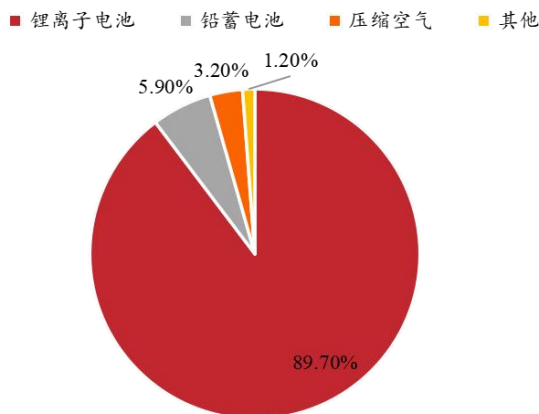
图表 35. 2016-2022 年 1-8 月国内光伏发电新增装机容量



资料来源：国家能源局，东亚前海证券研究所

目前新型储能以电化学储能为主。新型储能主要包括锂电池储能、铅蓄电池储能、压缩空气储能等，其中锂电池储能、铅蓄电池储能均属于电化学储能。2021 年我国锂电池储能、铅蓄电池储能装机规模占新型储能装机规模的比例分别为 89.7%、5.9%，合计达 95.6%。电化学储能具有环境适应性强、可小型分散配置、充电速度快、放电功率高、系统效率高等优点，成为目前主流新型储能技术。

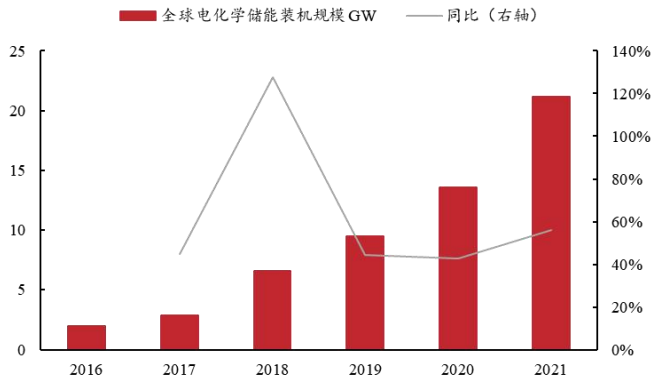
图表 36. 2021 年中国几种新型储能市场装机规模占比



资料来源：CNESA，东亚前海证券研究所

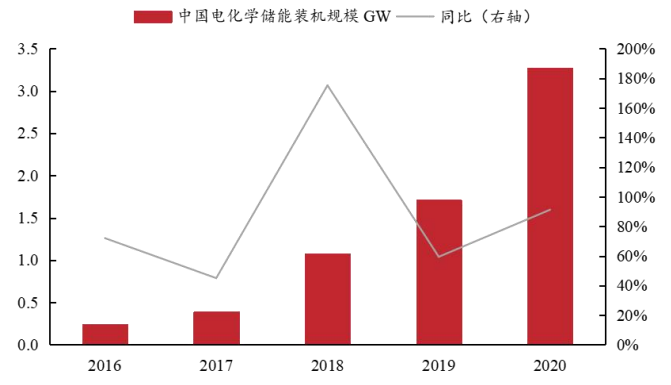
近年来电化学储能累计装机规模快速增长。2016-2021 年全球电化学储能累计装机规模从 2GW 增长至 21.2GW，年均复合增长率为 60.3%，其中 2021 年同比增长 55.9%。2016-2020 年，中国电化学储能累计装机规模从 0.24GW 增长至 3.27GW，年均复合增长率为 91.5%。根据《2022 储能产业应用研究报告》，2021 年我国电化学储能累计装机规模为 5.1GW。新能源发电并网带动电化学储能装机规模快速扩张。

图表 37. 2016-2021 年全球电化学储能累计装机规模



资料来源：中国电池网，东亚前海证券研究所

图表 38. 2016-2020 年中国电化学储能累计装机规模



资料来源：Wind，东亚前海证券研究所

到 2025 年国内新型储能装机规模有望达 30GW 以上。2021 年 7 月国家发改委和国家能源局发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，指出“十四五”时期加快发展新型储能，到 2025 年国内新型储能的装机规模达 30GW 以上。之后国家相继出台多个政策助力新型储能由商业化初期阶段转入规模化发展阶段。

新型储能发展获得政策层面大力支持。2022 年 3 月国家发改委和国家能源局发布《“十四五”新型储能发展实施方案》，指出到 2025 年使新型储能具备大规模商业化应用条件，并到 2030 年实现新型储能全面市场化发展。同年 6 月国家发改委、国家能源局等九部门发布《“十四五”可再生能源发展规划》，指出明确新型储能独立市场主体地位，创新储能发展商业模式，明确其价格形成机制。同年 8 月国家发改委和国家能源局发布《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，指出鼓励发电企业通过自建或购买调峰储能能力的方式增加新能源发电装机规模。飞轮储能作为新型储能技术，公司有望受益于新型储能行业发展机遇。

图表 39. “十四五”以来国内新型储能政策

| 时间 | 部门 | 政策 | 核心内容 |
|---------|-----------------|-----------------------------------|--|
| 2021年7月 | 国家发改委和国家能源局 | 《关于加快推动新型储能发展的指导意见》 | “十四五”时期加快发展新型储能，到2025年新型储能的装机规模达30GW以上 |
| 2022年3月 | 国家发改委和国家能源局 | 《“十四五”新型储能发展实施方案》 | 到2025年使新型储能具备大规模商业化应用条件，并到2030年实现新型储能全面市场化发展 |
| 2022年4月 | 国家能源局和科学技术部 | 《“十四五”能源领域科技创新规划》 | 引领新型电力系统建设，推动新能源发电占比逐步提高 |
| 2022年6月 | 国家发改委、国家能源局等九部门 | 《“十四五”可再生能源发展规划》 | 明确新型储能独立市场主体地位，创新储能发展商业模式，明确其价格形成机制 |
| 2022年8月 | 国家发改委和国家能源局 | 《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》 | 鼓励发电企业通过自建或购买调峰储能能力的方式增加新能源发电装机规模 |

资料来源：国家发改委，国家能源局，东亚前海证券研究所

钠电池作为新型电化学储能技术，有望受益于新型储能发展。目前，技术成熟度较高的电化学储能技术为锂离子电池，其中磷酸铁锂电池已在储能市场实现规模化应用，其循环寿命为5-10年。钠电池放电时间、效率以及循环寿命与锂电池相似，且其具有较低的制造成本，未来随着钠电池技术的不断成熟以及产业化的推进，钠电池有望受益于新型储能发展机遇。

图表 40. 目前主要电化学储能技术关键参数对比

| 储能技术 | 输出功率 | 放电时间 (h) | 效率 (PCS) | 建造成本 (元/kWh) | 寿命 (年) | 装机容量 (MW) |
|--------|---------------|----------|----------|--------------|--------|-----------|
| 锂离子电池 | kW级-100MW级 | 0.25-30 | 80%-90% | 800-2000 | 5-10 | ~2240 |
| 钠离子电池 | kW级-MW级 | 0.3-30 | 80%-90% | 750-1500 | 5-10 | ~0.1 |
| 铅炭电池 | kW级-100MW级 | 0.25-5 | 75%-85% | 350-1500 | 8-10 | ~168 |
| 高温钠基电池 | 100kW级-100MW级 | 1-10 | 75%-85% | 2200-3000 | 10-15 | >350 |
| 全钒液流电池 | kW级-100MW级 | 1-20 | 75%-85% | 2000-4000 | >10 | ~260 |
| 锌基液流电池 | kW级-MW级 | 0.5-10 | 70%-80% | 1000-2000 | >10 | ~33 |

资料来源：《能源革命中的电化学储能技术》（李先锋，张洪章等），东亚前海证券研究所

未来钠电池在储能领域具有广阔的市场空间。根据 CNESA 预测，到2026年我国新型储能累计装机规模或将达到48.5GW。我们基于目前钠电池产业化进度，叠加其技术路线源自锂电池，具备较高的性价比，可适配储能系统的标准要求，假设到2026年钠电池储能技术在新型储能市场的渗透率为10%，其累计装机规模将达4.85GW，按照1GW对应2GWh进行换

算，可得所需 9.7GWh 钠电池。根据 EVTank 预计的 2026 年钠电池市场空间以及理论市场规模得出届时钠电池综合单价约为 0.41 元/Wh，以此来估算，得出钠电池在储能领域对应的市场规模约为 39.8 亿元。

3.2. 两轮电动车：仍处于过渡期，有望迎换车高峰

新国标提高了对两轮电动车的要求。国家工信部于 2022 年 5 月发布最新的《电动自行车安全技术规范》，《规范》指出对 2019 年 4 月 15 日前购买的、不符合新国标的两轮电动车实行 3-5 年过渡期管理，过渡期内未上牌或过渡期满后登记为临时牌照的两轮电动车禁止上路行驶。此外，新国标对两轮电动车的最大车速、整车重量、续航里程、连续输出功率做出了新的规定。在新国标中，两轮电动车最大车速不超过 25Km/h，整车重量不超过 55Kg，连续输出功率需达 400W。

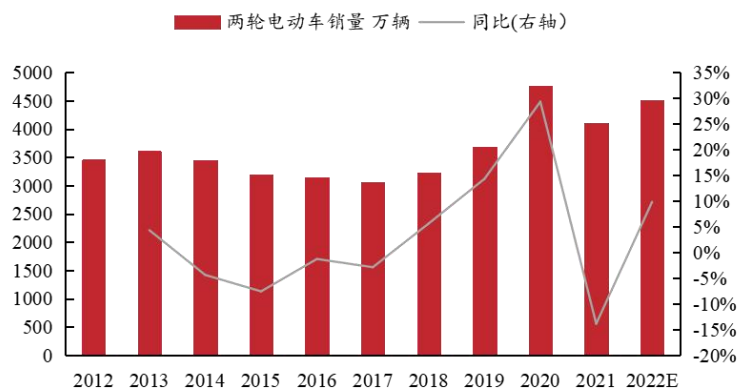
图表 41. 两轮电动车新国标与旧国标对比

| | 2018 版新国标 | 旧国标 |
|--------|-----------|--------|
| 最大车速 | 25Km/h | 20Km/h |
| 整车重量 | 55Kg | 40Kg |
| 续航里程 | - | 25Km |
| 连续输出功率 | 400W | 240W |
| 电池电压 | 48V | 48V |

资料来源：太平洋汽车网，东亚前海证券研究所

新国标出台刺激了两轮电动车的替换需求。2018-2020 年，我国两轮电动车销量逐年提升，从 2018 年的 3220 万辆增长至 2020 年的 4760 万辆，年均复合增长率为 21.6%，其中 2020 年同比增长 29.3%。2021 年受部分地区推行新国标过渡期节奏放缓等因素的影响，我国两轮电动车销量同比下降 13.9%。随着部分地区过渡期将至，艾瑞咨询预测 2022 年我国两轮电动车销量将再次上行，预计可达 4500 万辆，同比增长 9.8%。

图表 42. 2012-2022E 中国两轮电动车销量



资料来源：艾瑞咨询，东亚前海证券研究所

目前钠电池技术已在两轮电动车得到验证，未来前景可期。目前两轮

电动车所使用的电池仍以铅酸电池为主。相较于铅酸电池，钠电池具有能量密度较高、安全性高、低温性能优异等优势，符合电动两轮车对电池技术的要求。此外，相较于锂电池，钠电池成本优势、安全性以及低温性能突出，但存在能量密度与循环寿命较低的缺点。未来随着钠电池技术的逐渐成熟，其能量密度与循环寿命有望提高。目前钠电池技术已得到验证，产业发展前景可期。

图表 43. 铅酸电池、钠电池、锂电池应用于电动两轮车优劣势对比

| 电池种类 | 主要优点 | 主要缺点 | 应用情况 |
|-------|--|--|-----------------|
| 铅酸电池 | 成本低、无记忆效应、浮充寿命好、安全稳定性好、大电流放电性能好、高低温放电性能好、可完全回收 | 能量密度较低，重量大，充电时间长，循环寿命相对较低，存在一定的排放污染 | 在两轮电动车中应用成熟 |
| 钠离子电池 | 成本较低、安全性高、热稳定性优异、能量密度高于铅酸电池、低温性能优于锂电池、可高倍率充电 | 能量密度低于锂离子电池，电池循环寿命低于锂离子电池 | 技术已得到验证，产业化发展提速 |
| 锂离子電池 | 质量轻、比能量高、循环寿命长、无记忆效应、充电时间短 | 成本高、安全性能较差、大电流放电性能较差、大容量制造技术尚待进步、回收经济价值低 | 在两轮电动车中加速应用 |

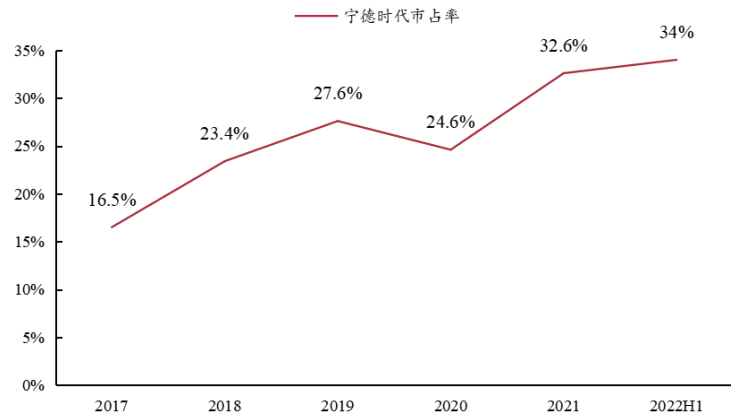
资料来源：艾瑞咨询，东亚前海证券研究所

4. 相关标的

4.1. 宁德时代

公司为全球锂电龙头企业，动力与储能锂电池市占率均为全球第一。宁德时代是全球领先的锂电池系统供应商，致力于为全球新能源应用提供一流解决方案和服务。公司成立于2011年，目前已发展为全球动力锂电池和储能锂电池龙头企业。动力锂电池方面，根据 SNE Research 数据，2017 至 2021 年公司全球动力电池装机量市占率从 16.5% 提升到 32.6%，连续五年位列全球第一。储能锂电池方面，据 EV Tank 数据，2021 年公司全球储能锂电池市场市占率达 24.5%，位居行业第一。

图表 44. 2017-2022H1 宁德时代在全球动力电池装机量市占率



资料来源：SNE Research，东亚前海证券研究所

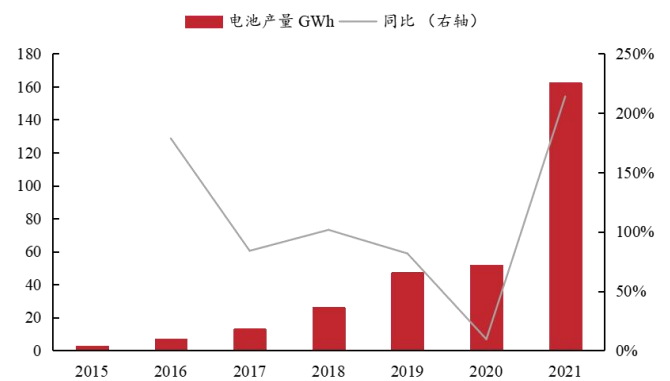
公司电池系统和锂电池材料产量高速增长，产销情况良好。截至 2021 年底，公司拥有产能电池系统 170.39GWh、锂电材料 28.4 万吨，2021 年，公司电池系统产量为 162.3GWh，同比增长 213.87%，2015 至 2021 年年均复合增长率为 100.2%；公司锂电池正极及相关材料产量为 23.38 万吨，同比增长 255.86%。2021 年公司电池系统和锂电池材料产销率分别为 82.20% 和 121.39%，呈现了良好的产销态势。

图表 45. 2021 年宁德时代产销情况

| | 电池系统 (GWh) | 锂电池材料-正极及相关材料 (万吨) |
|-------|------------|--------------------|
| 产能 | 170.39 | 28.4 |
| 产量 | 162.3 | 23.38 |
| 产能利用率 | 95.25% | 82.32% |
| 销量 | 133.41 | 28.38 |
| 产销率 | 82.20% | 121.39% |

资料来源：宁德时代公司公告，东亚前海证券研究所

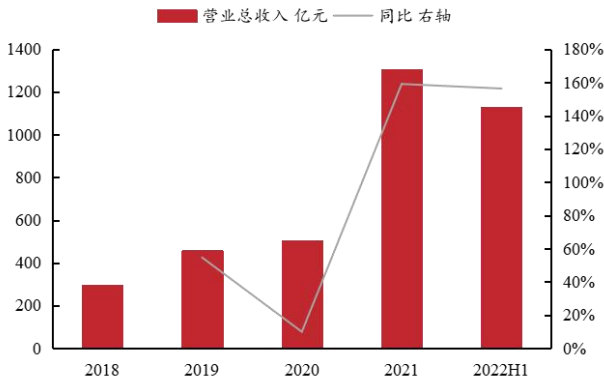
图表 46. 2015-2021 年宁德时代电池产量



资料来源：宁德时代公司公告，东亚前海证券研究所

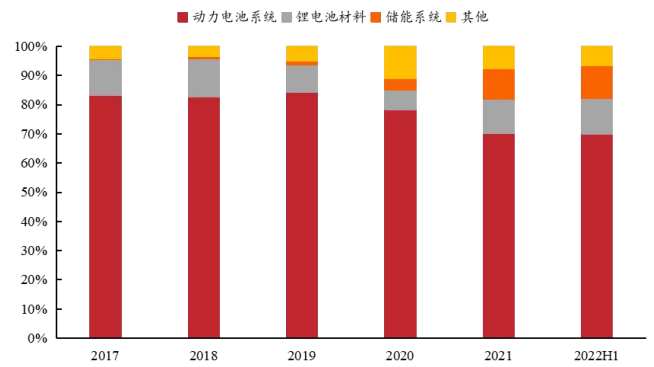
2021 年公司营收迈入新台阶，储能业务营收占比有所提升。2021 年公司营业收入为 1303.6 亿元，同比增长 159.06%。2021 年公司营收大幅提升主要原因为新能源汽车及储能市场渗透率提升，叠加公司新建产能释放。2022 年上半年公司营收为 1129.7 亿元，同比增长 156.3%。2022 年上半年公司动力电池系统、锂电池材料和储能业务营收占比分别为 70.06%、12.10% 和 11.27%。随着未来储能业务继续高速增长，营收占比有望进一步提升。

图表 47. 2018-2022H1 宁德时代营收情况



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

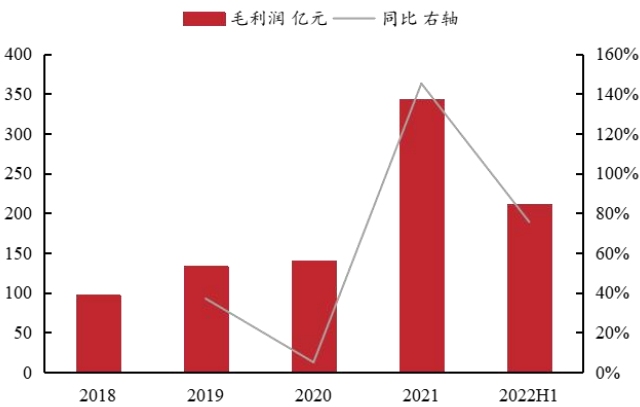
图表 48. 2017-2022H1 宁德时代营收结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

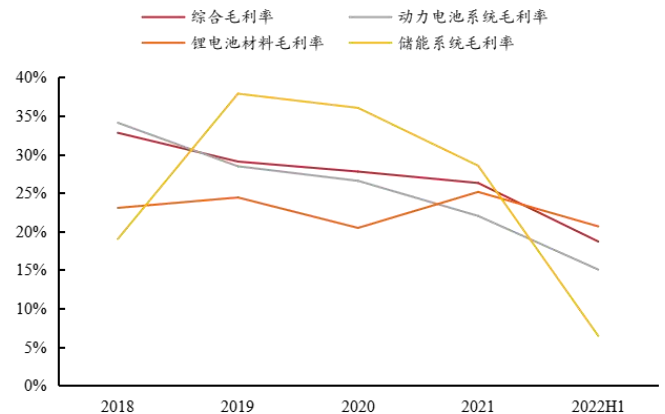
2022 年上半年公司毛利润再创新高，盈利能力有望恢复。2021 年公司毛利润为 342.62 亿元，同比增长 145.25%，创历史新高；2022 年上半年公司毛利润为 210.98 亿元，同比增长 75.68%，再创新高，业绩增长的主要原因为国内新能源车需求旺盛叠加政策支持拉动储能市场快速增长。受上游锂矿价格上涨影响，2022 年上半年公司毛利率为 18.68%，同比有所下降。储能业务毛利率同比下降较多，主要原因为储能项目落地时间较长，价格传导机制较慢，对成本变动较为敏感。随着公司持续提升锂矿自给率与储能业务后续项目的签订，盈利水平有望恢复。

图表 49. 2018-2022H1 宁德时代毛利情况



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

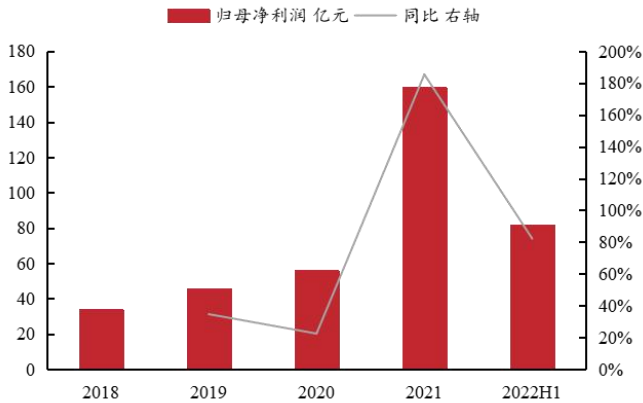
图表 50. 2018-2022H1 宁德时代分产品毛利率



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

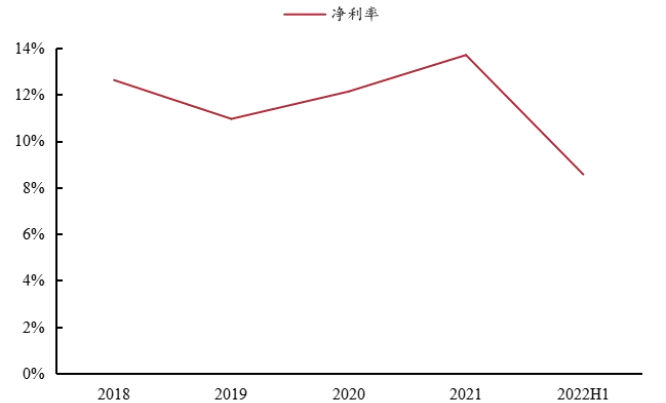
2022 年上半年公司归母净利润大幅增长。2021 年公司归母净利润为 159.31 亿元，同比增长 185.34%；2022 年上半年公司实现归母净利润 81.68 亿元，同比增长 82.17%。公司净利润规模的高速增长主要受动力电池市场高速增长、降本控费等因素驱动。2022 年上半年公司净利率为 8.56%，较 2021 年有所承压，预期未来随着公司持续推进降本控费和完善产业链一体化建设，公司盈利水平有望恢复。

图表 51. 2018-2022H1 宁德时代归母净利润和同比



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

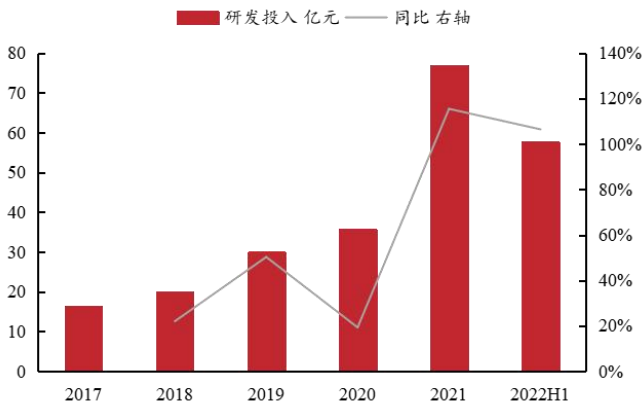
图表 52. 2018-2022H1 宁德时代净利率



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

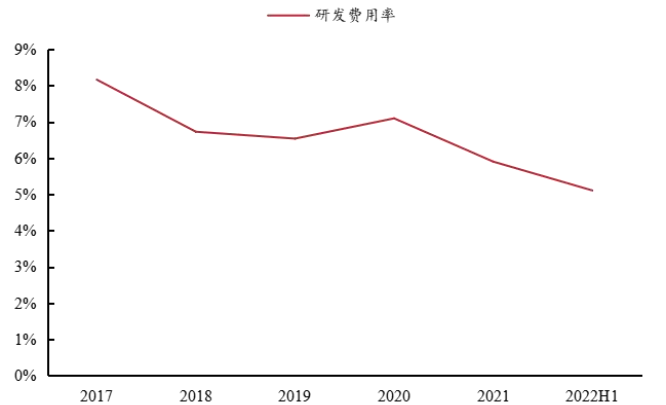
公司研发投入高速增长，研发费用率维持高位。2017 到 2021 年，公司研发投入从 16.32 亿元增长到 76.91 亿元，年均复合增长率达 47.3%；2022 年上半年公司研发投入为 57.68 亿元，同比增长 106.44%。受营收增长较快影响，近年公司研发费用率有所下降，但依然维持在 5% 以上，长期维持高位。

图表 53. 2017-2022H1 宁德时代研发投入



资料来源: 宁德时代公司公告, 东亚前海证券研究所

图表 54. 2017-2022H1 宁德时代研发费用率



资料来源: 宁德时代公司公告, 东亚前海证券研究所

公司率先推出第一代钠离子电池，有望于 2023 年实现钠电池产业化。钠离子的缺陷在于钠离子体积比锂离子更大，在充放电过程中容易造成正极材料裂变，导致在快速充放电过程中，钠离子电池性能急速下降，这也是阻碍钠离子电池实现产业化的瓶颈。宁德时代率先解决了这一难题，并于 2021 年 7 月发布第一代钠离子电池，第一代钠离子电池电芯单体能量密度高达 160Wh/kg；常温下充电 15 分钟，电量可达 80% 以上；在 -20°C 低温环境中，电池也拥有 90% 以上的放电保持率；系统集成效率可达 80% 以上；热稳定性远超国家要求。公司预计钠离子电池将于 2023 年实现产业化，

图表 55. 钠离子电池和磷酸铁锂电池各有优势



资料来源：维科网，东亚前海证券研究所

4.2. 华阳股份

公司为国内无烟煤龙头，煤矿资源储备丰富。公司成立于1999年，并于2003年在上交所上市，深耕煤炭行业20余年。公司主要从事煤炭生产、洗选加工、销售业务，其中煤炭产品以优质无烟煤为主，包括无烟洗末煤、洗中块、洗小块、末煤等。目前公司已发展成为无烟煤龙头企业，具备丰富的煤炭储备资源。截至2021年末，公司在产、在建煤矿共计10座，其中在产煤矿8座，在建煤矿2座。公司8座在产煤矿可采储量合计达154651.3万吨，核定产能为3210万吨/年，拥有的权益产能为2775.9万吨/年；2座在建煤矿核定产能达1000万吨/年，拥有的权益产能为850万吨/年，丰富的煤矿资源为公司可持续发展提供了充足的保障。

图表 56. 截至 2021 年末华阳股份主要煤矿情况

| 状态 | 主要矿区 | 所处位置 | 所属公司 | 持股比例 | 主要煤种 | 资源量 (万吨) | 可采储量 (万吨) | 证实储量 (万吨) | 核定产能(万 吨/年) | 权益产能 (万吨/年) |
|-----------|------|--------|-------|--------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| 在产 | 一矿 | 山西省阳泉市 | 华阳股份 | - | 无烟煤 | 74031.1 | 44189.2 | 12016.5 | 850.0 | 850.0 |
| | 二矿 | 山西省阳泉市 | 华阳股份 | - | 无烟煤 | 38033.0 | 16152.2 | 16060.0 | 810.0 | 810.0 |
| | 新景矿 | 山西省阳泉市 | 新景矿公司 | 100% | 无烟煤 | 83522.9 | 50258.1 | 14087.2 | 450.0 | 450.0 |
| | 平舒矿 | 山西省寿阳县 | 平舒公司 | 56.31% | 贫煤、无烟煤 | 32110.4 | 16783.8 | 8641.9 | 500.0 | 281.6 |
| | 开元矿 | 山西省寿阳县 | 开元公司 | 56.73% | 贫瘦煤 | 28698.2 | 11972.9 | 11642.1 | 300.0 | 170.2 |
| | 景福矿 | 山西省寿阳县 | 景福公司 | 70% | 无烟煤 | 5977.3 | 3849.0 | 755.6 | 90.0 | 63.0 |
| | 榆树坡矿 | 山西省宁武县 | 榆树坡公司 | 51% | 焦煤、气煤 | 37639.1 | 10892.1 | 7887.5 | 120.0 | 61.2 |
| | 兴裕矿 | 山西省平定县 | 兴裕公司 | 100% | 无烟煤 | 4896.9 | 554.0 | 1411.5 | 90.0 | 90.0 |
| 合计 | | | | | 304908.9 | 154651.3 | 72502.4 | 3210.0 | 2775.9 | |
| 在建 | 七元矿 | 山西省晋中市 | 七元公司 | 100% | 无烟煤 | - | - | - | 500 | 500.0 |
| | 泊里矿 | 山西省晋中市 | 泊里公司 | 70% | 贫煤、无烟煤 | - | - | - | 500 | 350.0 |
| 合计 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1000.0 | 850.0 |

资料来源：华阳股份公司公告，东亚前海证券研究所

注1：平舒矿核定产能为500万吨/年，环评报告已获得国家环保部批复。注2：榆树坡矿300万吨/年增能已取得省能源局核定批复。

公司积极转型新能源，全面布局光伏、飞轮储能、钠电池三大产业。2021年以来公司持续加码布局光伏、飞轮储能和钠电池领域。光伏方面，

截至 2022 年 7 月末，公司具备 4 条光伏组件生产线。飞轮储能方面，截至 2022 年 3 月，公司已累计生产 20 套飞轮储能装置。钠电池方面，目前公司已具备各 2000 吨/年钠电池正负极材料产能。此外，截至 2022 年 9 月末，公司 1GWh 钠离子电芯生产线投产。

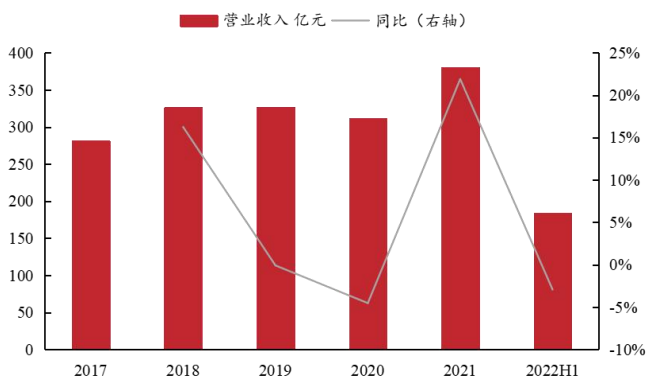
图表 57. 华阳股份布局新能源产业历程



资料来源：公司公告，东亚前海证券研究所

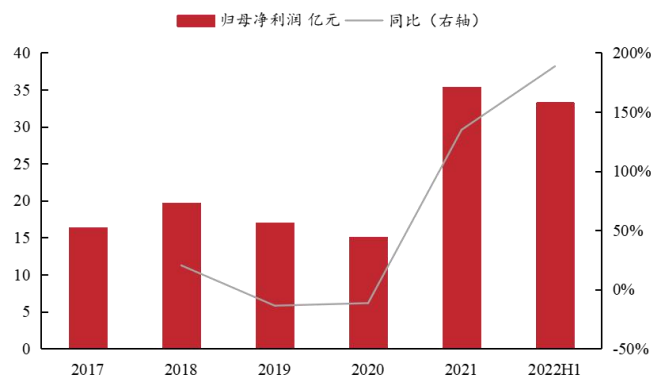
2021 年以来公司业绩实现大幅提升。2021 年公司实现营业收入 380.07 亿元，同比增长 21.89%；实现归母净利润 35.34 亿元，同比增长 134.82%。2022H1 公司归母净利润再次实现大幅增长，为 33.23 亿元，同比增长 188.45%。2021 年以来公司业绩实现大幅增长主要系煤炭市场需求旺盛，行业景气上行，带动公司主要煤炭产品价格同比增长。同时，公司持续强化成本费用管控，提升品种煤洗选能力，带动公司盈利水平提高。

图表 58. 2017-2022H1 华阳股份营业收入



资料来源：Wind，东亚前海证券研究所

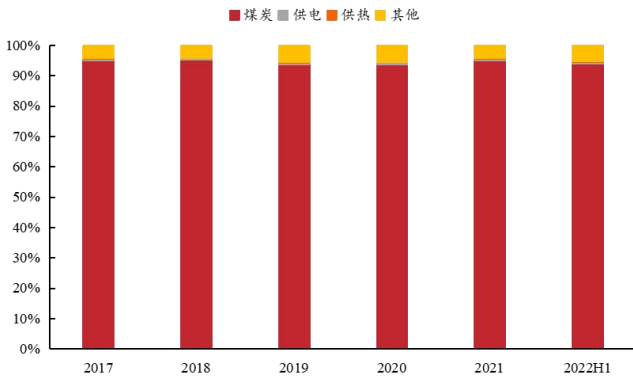
图表 59. 2017-2022H1 华阳股份归母净利润



资料来源：Wind，东亚前海证券研究所

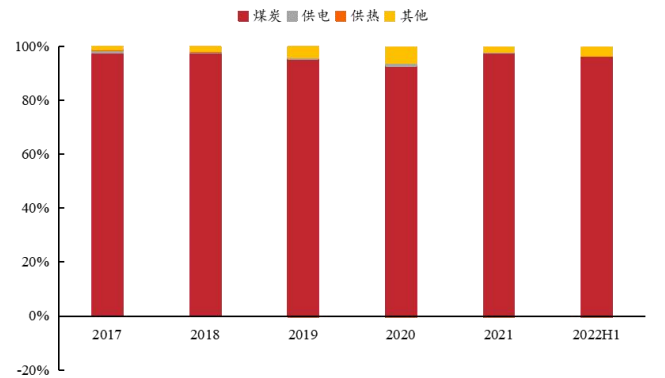
煤炭为公司主要业绩来源。2017-2022H1 年公司煤炭营业收入占比均维持在 93.5%以上，供电和供热业务两者占比合计均处于 1%以下。煤炭为公司主要营业收入来源，2022H1 公司煤炭业务营业收入为 172.24 亿元，占比为 93.95%。同时煤炭为公司主要毛利润来源，2017-2022H1 公司煤炭业务毛利润占比均维持在 93%以上，其中 2022H1 煤炭业务毛利润为 71.6 亿元，占比为 96.73%。

图表 60. 2017-2022H1 华阳股份营业收入结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

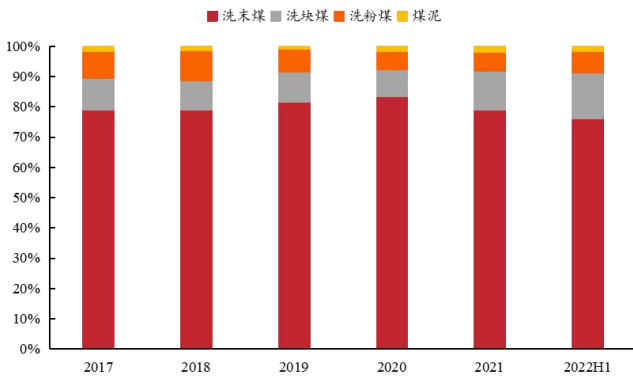
图表 61. 2017-2022H1 华阳股份毛利润结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

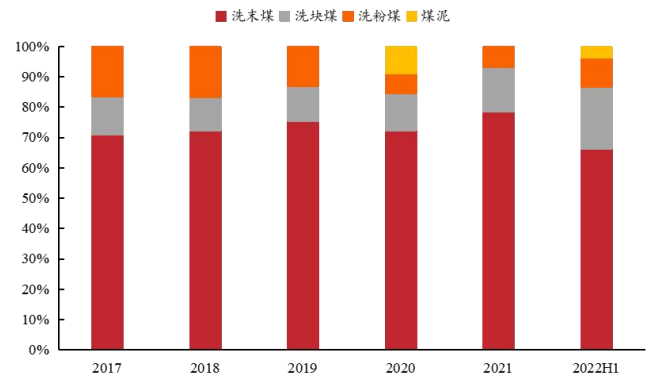
在煤炭业务中，洗末煤业绩贡献最大。营业收入方面，2017-2022H1 公司洗末煤营业收入占煤炭总营业收入的比例均维持在 76%以上，其中 2022H1 公司洗末煤营业收入为 131.34 亿元，占比达 76.25%。其次是洗块煤，2022H1 洗块煤营业收入占煤炭总营业收入的比例为 15.03%，洗粉煤和煤泥占比分别为 7.15%和 1.56%。毛利润方面，2017-2022H1 洗末煤毛利润占煤炭总毛利润的比例均维持在 66%以上，其中 2022H1 公司洗末煤毛利润为 47.48 亿元，占比为 66.31%。2022H1 洗块煤、洗粉煤、煤泥毛利润占公司煤炭总毛利润的比例分别为 20.41%、9.53%、3.76%。

图表 62. 2017-2022H1 华阳股份煤炭业务营业收入结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

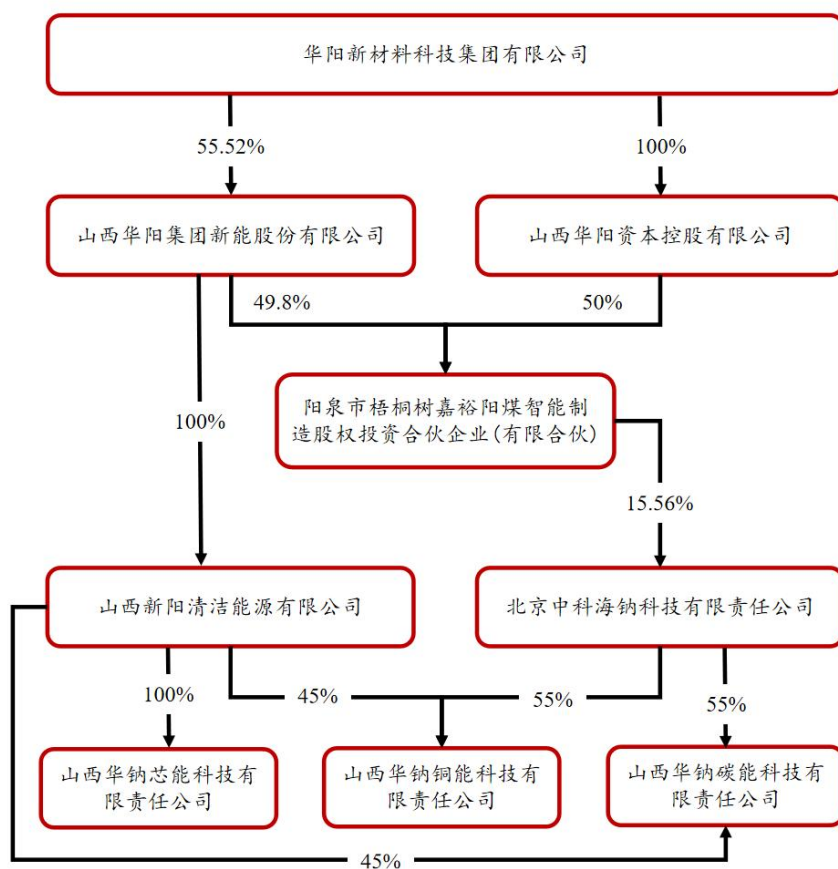
图表 63. 2017-2022H1 华阳股份煤炭业务毛利润结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

公司与中科海钠联手布局钠电池领域。2021 年 3 月 4 日公司发布公告称受让梧桐嘉裕基金持有的阳煤智能制造基金认缴未实缴的 2.49 亿元基金份额，占合伙企业财产份额的 49.8%。阳煤智能制造基金持有中科海钠 15.56%的股权，因此公司间接持有中科海钠 7.75%的股权。此外公司全资子公司新阳能源公司与中科海钠成立了合资公司华钠铜能和华钠碳能，布局钠电池领域，其中新阳能源公司持有股权均为 45%，中科海钠持有股权均为 55%。

图表 64. 华阳股份与中科海钠合作股权关系（截至 2022 年 9 月底）



资料来源：Wind，东亚前海证券研究所

4.3. 鹏辉能源

深耕电池制造领域，为行业内领先的储能电池解决方案供应商。鹏辉能源成立于 2001 年，并于 2015 年在深交所上市。公司主要从事锂电池、一次电池的研发、生产和销售，是国内品种齐全的电池制造商。截至 2022 年上半年，公司具备年产 24.48 亿 Ah 的锂电池产能。目前公司已发展成为行业内领先的储能电池解决方案供应商，根据 CNESA 数据，2021 年公司在全球储能锂电池出货量排名前十的中国企业中位居第二，在国内新增投运装机规模前十的储能技术提供商中位居第四。

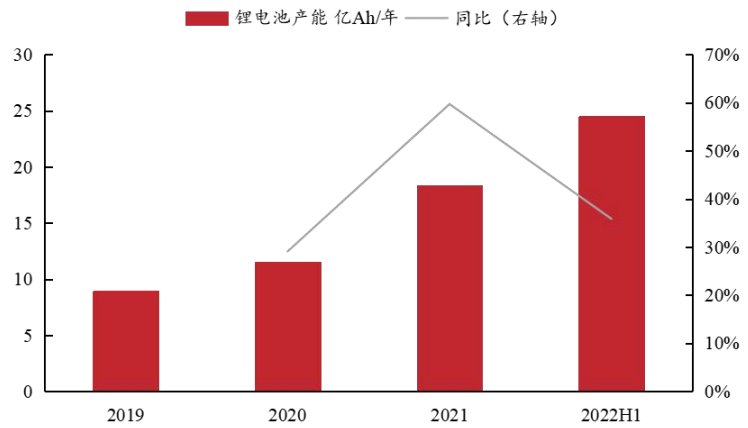
图表 65. 截至 2022H1 鹏辉能源主营业务情况

| 分类 | 主要产品 | 主要用途 | 经营模式 | 产能 (亿 Ah/年) |
|------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| 锂电池 | 磷酸铁锂电池 三元材料锂电池 钴酸锂锂电池 | 储能、新能源汽车、消费数码等领域 | 直接销售给下游生产厂家、客户 | 24.48 |
| 一次电池 | 锂铁电池 锂锰电池 锌空电池等 | 电动玩具、智能家居、仪器仪表、医疗器械等领域 | 直接销售给下游生产厂家或以自主品牌配套销售 | - |

资料来源：鹏辉能源公司公告，东亚前海证券研究所

布局多个生产基地，锂电池产能稳步提升。公司深耕电池生产技术二十余年，截至 2022 年上半年，公司拥有广州、珠海、驻马店、常州、柳州、佛山、衢州和日本福井八个现代化的生产基地，成为行业产品线最丰富的供应商之一。近年来，公司产能稳步扩张，从 2019 年的 8.9 亿 Ah/年增长至 2021 年的 18.35 亿 Ah/年，年均复合增长率为 43.59%。

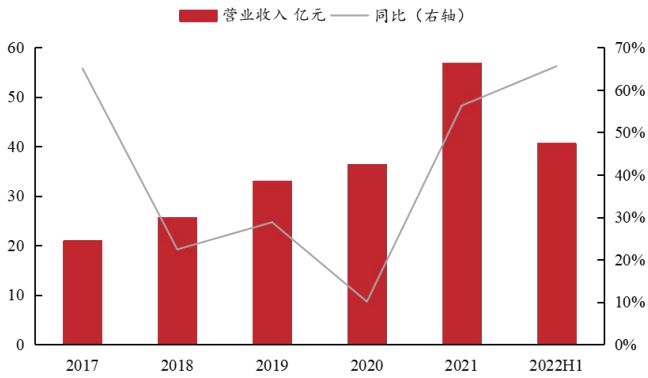
图表 66. 2019-2022H1 鹏辉能源锂电池产能稳步扩张



资料来源：鹏辉能源公司公告，东亚前海证券研究所

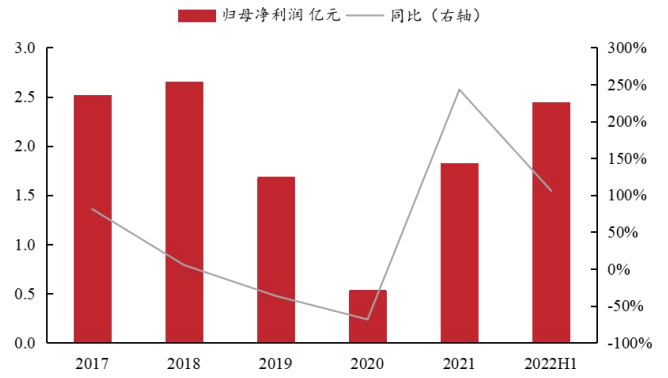
2021 年以来公司业绩大幅提升。2021 年公司实现营业收入 56.93 亿元，同比增长 56.3%，实现归母净利润 1.82 亿元，同比增长 242.9%；2022H1 公司实现营业收入 40.65 亿元。同比增长 65.58%，实现归母净利润 2.44 亿元，同比增长 105.95%。公司业绩大幅增长主要原因为公司持续加大市场开拓力度，叠加公司产能稳步扩张，推动公司业绩稳步扩张。

图表 67. 2022H1 鹏辉能源营业收入同比增长 65.58%



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

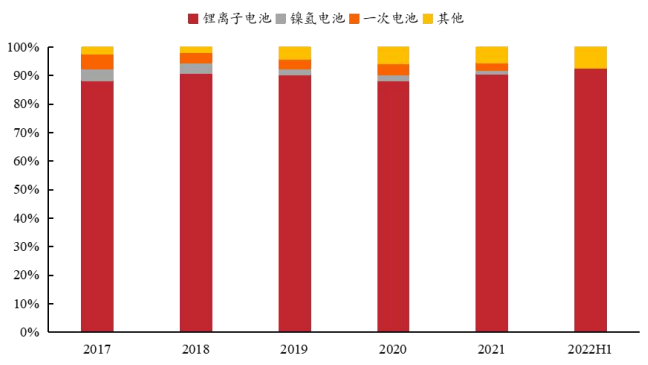
图表 68. 2022H1 鹏辉能源归母净利润同比增长 105.95%



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

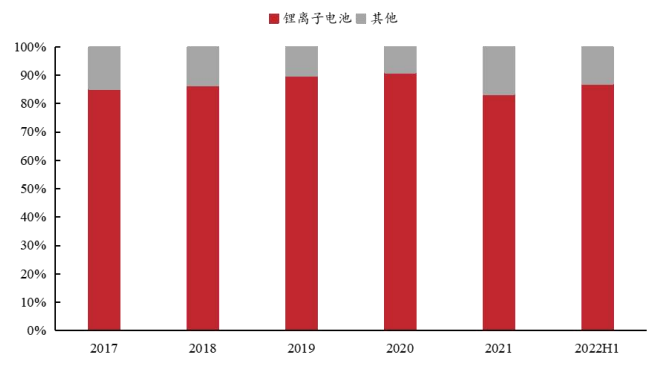
锂电池贡献公司主要业绩。营业收入方面, 2017-2021 年公司锂电池营业收入占比均保持在 88% 以上, 2022H1 公司锂电池营业收入为 37.67 亿元, 占公司总营业收入的比例为 92.67%, 为公司主要营业收入来源。毛利润方面, 2017-2021 年公司锂电池毛利润占比均保持在 83% 以上, 2022H1 公司锂电池营业收入为 6.27 亿元, 占公司总营业收入的比例为 86.96%, 为公司主要毛利润来源。

图表 69. 2017-2022H1 鹏辉能源分产品营业收入结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

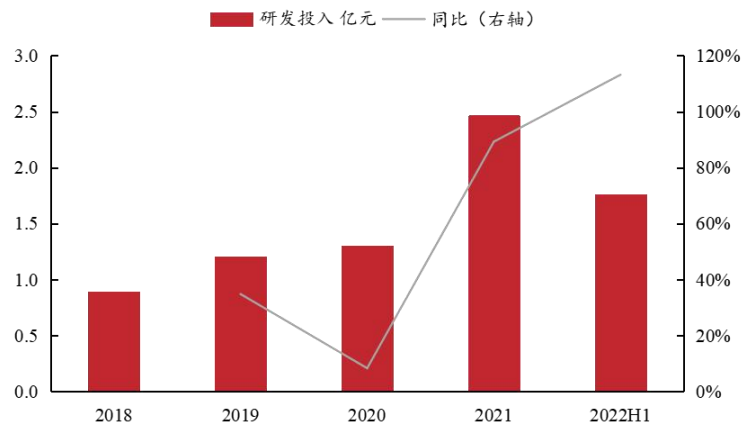
图表 70. 2017-2022H1 鹏辉能源分产品毛利润结构



资料来源: Wind, 东亚前海证券研究所

2021 年以来公司研发投入大幅增长, 研发成果显著。公司高度重视技术储备和产品研发能力。2021 年以来公司研发投入快速提升, 2021 年公司研发投入为 2.46 亿元, 同比增长 89.23%; 2022H1 公司研发投入为 1.76 亿元, 同比增长 113.14%。公司在新技术、新产品研发上不断取得突破, 研发成果显著。截至 2021 年末, 公司已获 244 项国家专利。

图表 71. 2018-2022H1 鹏辉能源研发投入



资料来源：Wind，东亚前海证券研究所

公司积极布局钠电池领域。根据鹏辉能源公司公告，公司于2021年10月14日发布公告称拟投资1000万元增资成都佰思格科技有限公司，布局钠电池材料产业链。交易完成后，公司将持有成都佰思格科技有限公司8.33%的股权。成都佰思格科技有限公司具备比容量 $\geq 550\text{mAh/g}$ 的超高容量硬碳材料产品，有利于公司切入钠电池硬碳负极材料产业链。此外，目前公司有三个团队在研发钠电池，涉及的技术路线包括层状氧化物、聚阴离子等。

5. 风险提示

产业化进展不及预期、下游验证不及预期、市场竞争加剧等风险。

1) 产业化进展不及预期：目前钠电池正处于产业化阶段，相关技术路线尚未成熟，或将对钠电池产业化进程产生不确定性的影响。

2) 下游验证不及预期：钠电池在实现规模化应用前需要经过大量的验证和认证。作为一代新的电池技术，钠电池获得的市场认证或将不及预期。

3) 市场竞争加剧风险：目前新型储能技术百花齐放，例如锂电池储能技术、全钒液流电池储能技术、钠电池储能技术、压缩空气储能技术等，未来随着一系列新型储能技术的逐渐成熟，储能市场竞争或将加剧。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，东亚前海证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师声明

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及东亚前海证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

分析师介绍

李子卓，东亚前海证券研究所高端制造首席分析师。北京航空航天大学，材料科学与工程专业硕士。2021年加入东亚前海证券，曾任新财富第一团队成员，五年高端制造行研经验。

投资评级说明

东亚前海证券行业评级体系：推荐、中性、回避

推荐： 未来6—12个月，预计该行业指数表现强于同期市场基准指数。

中性： 未来6—12个月，预计该行业指数表现基本与同期市场基准指数持平。

回避： 未来6—12个月，预计该行业指数表现弱于同期市场基准指数。

市场基准指数为沪深300指数。

东亚前海证券公司评级体系：强烈推荐、推荐、中性、回避

强烈推荐： 未来6—12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数涨幅在20%以上。该评级由分析师给出。

推荐： 未来6—12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数涨幅介于5%—20%。该评级由分析师给出。

中性： 未来6—12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数变动幅度介于-5%—5%。该评级由分析师给出。

回避： 未来6—12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数跌幅在5%以上。该评级由分析师给出。

市场基准指数为沪深300指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

免责声明

东亚前海证券有限责任公司经中国证券监督管理委员会批复，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告由东亚前海证券有限责任公司（以下简称东亚前海证券）向其机构或个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或意图违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

东亚前海证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给东亚前海证券客户的，属于机密材料，只有东亚前海证券客户才能参考或使用，如接收人并非东亚前海证券客户，请及时退回并删除。

本报告所载的全部内容只供客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。东亚前海证券根据公开资料或信息客观、公正地撰写本报告，但不保证该公开资料或信息内容的准确性或完整性。客户请勿将本报告视为投资决策的唯一依据而取代个人的独立判断。

东亚前海证券不需要采取任何行动以确保本报告涉及的内容适合于客户。东亚前海证券建议客户如有任何疑问应当咨询证券投资顾问并独自进行投资判断。本报告并不构成投资、法律、会计或税务建议或担保任何内容适合客户，本报告不构成给予客户个人咨询建议。

本报告所载内容反映的是东亚前海证券在发表本报告当日的判断，东亚前海证券可能发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但东亚前海证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。东亚前海证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的东亚前海证券网站以外的地址或超级链接，东亚前海证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

东亚前海证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。东亚前海证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

除非另有说明，所有本报告的版权属于东亚前海证券。未经东亚前海证券事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式更改、复制、传播本报告中的任何材料，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为东亚前海证券的商标、服务标识及标记。

东亚前海证券版权所有并保留一切权利。

机构销售通讯录

| 地区 | 联系人 | 联系电话 | 邮箱 |
|------|-----|-------------|-----------------------|
| 北京地区 | 林泽娜 | 15622207263 | linzn716@easec.com.cn |
| 上海地区 | 朱虹 | 15201727233 | zhuh731@easec.com.cn |
| 广深地区 | 刘海华 | 13710051355 | liuhh717@easec.com.cn |

联系我们

东亚前海证券有限责任公司 研究所

北京地区：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦A座二层

邮编：100086

上海地区：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号27楼

邮编：200120

广深地区：深圳市福田区中心四路1号嘉里建设广场第一座第23层

邮编：518046

公司网址：<http://www.easec.com.cn/>