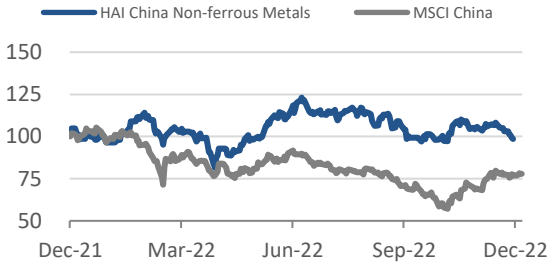
中国有色金属 China Non-ferrous Metals

行业深度报告：钠离子电池：入局企业众多，产业前景广阔
Industry In-Depth Report: Sodium-ion Battery Industry with Prospects and Many Entities

观点聚焦 Investment Focus

股票名称	评级	股票名称	评级
紫金矿业	Outperform	川能动力	Outperform
赣锋锂业	Outperform	东阳光	Outperform
天齐锂业	Outperform	驰宏锌锗	Outperform
洛阳钼业	Outperform	金力永磁	Outperform
华友钴业	Outperform	锡业股份	Outperform
山东黄金	Outperform	西藏矿业	Outperform
石英股份	Outperform	盛屯矿业	Outperform
南山铝业	Outperform	立中集团	Outperform
格林美	Outperform	安宁股份	Outperform
天华超净	Outperform	万丰奥威	Outperform
神火股份	Outperform	贵研铂业	Outperform
铜陵有色	Outperform	宁波韵升	Outperform
中矿资源	Outperform	博威合金	Outperform
横店东磁	Outperform	甬金股份	Outperform
赤峰黄金	Outperform	盛达资源	Outperform
银泰黄金	Outperform	鑫铂股份	Outperform



资料来源： Factset, HTI

Related Reports

Presentation: 中国社融规模环比大幅上升 (China's Social Financing Scale Increased Significantly Month on Month) (26 Dec 2022)

一年一度铜业大典（2022 版）（The Annual Copper Book (2022 Edition)）(22 Dec 2022)

Presentation: 国内碳酸锂库存连续 11 周下降 (Domestic Lithium Carbonate Inventory Fell for Eleven Consecutive Weeks) (18 Dec 2022)

(Please see APPENDIX 1 for English summary)

钠离子电池的工作原理和锂离子电池基本类似，均是一类“摇椅式电池”。相较于锂，钠资源更加丰富，钠离子电池的原材料成本比锂电池更低。除此之外，钠离子电池还在电解液、集流体、电池管理系统、物流和储存方面有成本上的优势。在性能方面，钠离子电池的各项指标已经接近锂离子电池，部分指标甚至优于锂电池。在生产工艺上，钠离子电池和锂离子电池也很类似。和铅酸电池相比，钠离子电池的各项指标均明显更优，若钠离子电池顺利量产，可能会逐步淘汰铅酸电池。

从技术路线的角度，钠离子电池的正极材料主要有层状氧化物、聚阴离子型化合物和普鲁士蓝类化合物，负极材料主要分为碳基类、合金类、金属化合物类和有机化合物类。电解液可分为有机电解液、离子液体电解液和水系电解液。钠离子电池的集流体为铝箔，相对于锂电池降低了成本。

目前，国内外多家企业正积极布局钠离子电池，国内有宁德时代、鹏辉能源和中科海纳等，国外有英国 FARADION 公司、美国 Natron Energy 公司、法国 NAIADES 组织和日本丰田等。

相比于其它几种主流电池，钠离子电池具有高原料丰度和低成本的显著优势，在对能量密度与循环性能要求较低的应用场景中，有望成为现行主流电池的替代路径。目前在用户侧储能和低速交通两个领域替代优势更加明显，初步产业化后有望凭借环保属性与成本优势进入新能源汽车与其它储能场景。

风险提示： 全球疫情影响经济复苏；新能源汽车发展不及预期等。

Yijie Wu
lisa.yj.wu@htisec.com

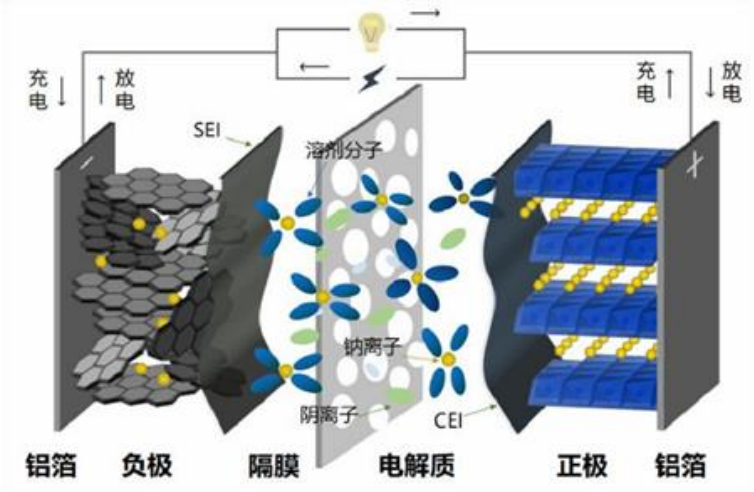
本研究报告由海通国际分销，海通国际是由海通国际研究有限公司，海通证券印度私人有限公司，海通国际株式会社和海通国际证券集团其他各成员单位的证券研究团队所组成的全球品牌，海通国际证券集团各成员分别在其许可的司法管辖区内从事证券活动。关于海通国际的分析师证明，重要披露声明和免责声明，请参阅附录。(Please see appendix for English translation of the disclaimer)

1. 钠电 vs 其他电池：原理类似锂电，成本更具优势

1.1 钠离子电池原理：与锂电池类似

钠离子电池的工作原理和锂离子电池基本类似，均是一类“摇椅式电池”。钠离子电池主要由正极、负极、电解液、隔膜等构成。正极和负极包含活性物质、导电剂、粘结剂等，均匀涂布在铝集流体上。在充电过程中，电池内部钠离子从正极材料中脱出，经过电解液迁移到负极；同时，电子在外电路中从正极迁移到负极，来确保电荷平衡。与之相反，在放电过程中，电池内部钠离子从负极中脱出，经过电解液迁移到正极；在外电路中，电子从负极迁移到正极。正常的充放电过程是可逆的，电极材料的晶体结构不会由于钠离子的脱/嵌而改变，只有体积和面间距会发生微小的变化。

图1 钠离子电池工作原理



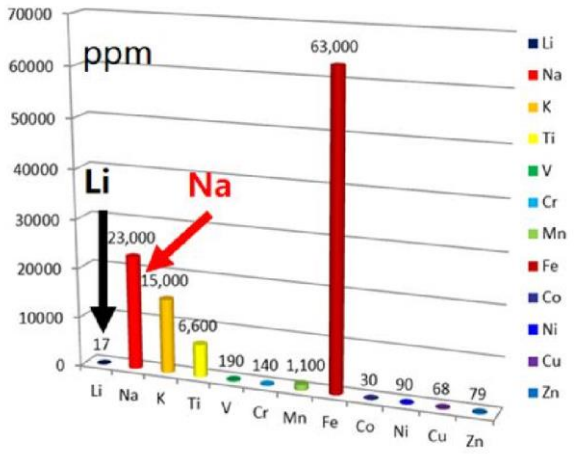
资料来源：周权《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》，海通国际

1.2 钠电池 vs 锂电池 vs 铅酸电池：钠电成本更低，性能接近锂电，优于铅酸电池

相较于锂资源，钠资源的丰富是钠离子电池的一大优势。据 USGS 2021 年报告，全球锂资源量约为 8900 万吨。目前全球已探明锂资源量中可开采的储量为 2200 万吨，按 1kWh 电池消耗 0.6kg 碳酸锂，全部锂只能存储约 193809GWh 的能量。以一辆电动汽车配备 80kWh 的电量进行计算，需要 48kg 碳酸锂，全球可开采的锂资源仅能满足最多 24 亿辆电动汽车的需求。此外，锂资源还广泛应用在其他领域，包括电化学储能、便携式电子产品、玻璃陶瓷行业及核工业等。因此，锂比钠更加稀缺，存在耗尽的风险。

钠资源丰富使得钠离子电池的原材料成本更低。地球上的钠资源储量相当丰富，相对于锂含量仅约为 17ppm，钠含量约为 23000ppm，丰度位于第 6 位，且分布于全球各地，不受地域的限制。所以在资源方面，钠离子电池比锂离子电池具有更大的优势。由于锂资源需求的高速增长，碳酸锂价格涨势迅猛，已从 2022 年初的约 25 万元/吨涨至年末的 56 万元/吨，而金属钠和碳酸钠的价格显著较低，金属钠价格 2022 年约为 2 万元/吨，碳酸钠价格约为 2700 元/吨。

图2 钠资源远比锂丰富



资料来源：周权《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》，海通国际

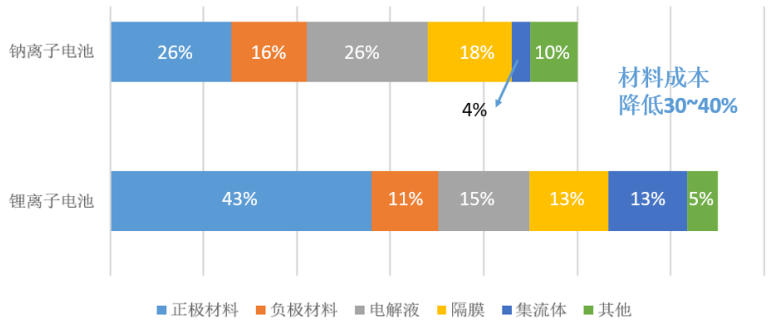
表 1 钠离子电池的成本优势

优势来源	对比
正、负极材料	采用 CFM002 正极材料的成本是锂电池磷酸铁锂正极材料成本的一半 钠电池的煤基碳负极材料原料成本不及锂电池负极石墨原料成本的 10%
电解液	有机液态体系中，钠离子的溶剂化半径比锂离子的小， 相同浓度的电解液具有比锂盐电解液更高的离子电导率， 或者更低浓度电解液可以达到同样离子电导率，可降低电解液成本
集流体	钠离子电池正、负极集流体均采用铝箔后，钠离子电池所用的金属基 材（铝箔）的总成本是锂离子电池金属基材（铝箔和铜箔之和）的 33%
电池管理系统	钠离子电池无过放电特性，允许钠离子电池放电到 0V， 可以降低电池管理系统的成本
物流和储存成本	可以在 0V 电压下进行运输，物流和储存成本可进一步降低
单体高电压	由于钠离子电池正负极均采用铝箔集流体，因此电极可做成双极性， 可以实现单体高电压，能量密度可以获得大幅度提升。

资料来源：周权《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》，海通国际

除了资源丰富，钠离子电池还在电解液、集流体、电池管理系统、物流和储存方面有成本上的优势。由于现阶段锂离子电池各个方面均比较成熟，且从 1991 年锂离子电池应用至今，其成本已经下降了 97%。而钠离子电池产业处于起步阶段，可降的空间广阔。

图3 钠电池比锂电池成本更低



资料来源：中科海钠官网，海通国际

钠离子电池的各项性能指标已经接近锂离子电池，部分指标甚至优于锂电池。锂离子电池有很多体系，其中，磷酸铁锂/石墨体系具有低成本、高能量密度、安全性良好以及循环寿命长等特点，与钠离子电池在高性价比、高安全性等方面的定位较一致，将该体系与钠离子电池对比，由表 2 可以发现，目前铜基钠离子电池虽然在能量密度等方面与磷酸铁锂电池还有一定的差距，但有些方面钠离子电池独具优势，比如，钠离子相对于锂离子斯托克斯直径更小，相同浓度的钠盐电解液比锂盐电解液离子导电率更高，第一电离能更小，使得钠电池有更优异的快充性能；此外，在-20 ℃低温环境中，钠电池拥有 88% 以上的放电保持率，说明其低温性能好；钠离子电池安全性好，这是由于热失控过程中其容易钝化失活，热稳定性强。

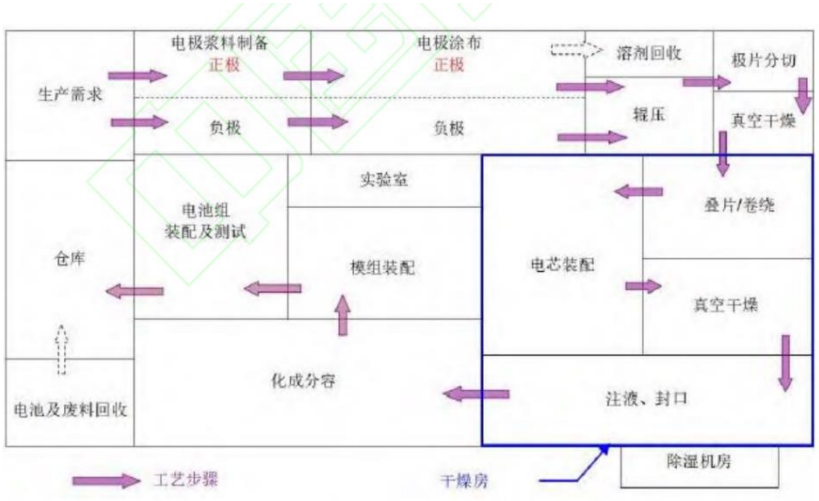
表 2 钠电池性能与锂离子电池、铅酸电池对比

指标	钠离子电池 （铜基氧化物/煤基碳体系）	锂离子电池 （磷酸铁锂/石墨体系）	铅酸电池
质量能量密度	100~150W·h/kg	120~180W·h/kg	30~50W·h/kg
体积能量密度	180~280W·h/L	200~350W·h/L	60~100W·h/L
单位能量原料成本	0.29 元/(W·h)	0.43 元/(W·h)	0.40 元/(W·h)
循环寿命	2000 次以上	3000 次以上	300~500 次
平均工作电压	3.2V	3.2V	2.0V
-20℃容量保持率	88%以上	小于 70%	小于 60%
耐过放电	可放电至 0V	差	差
安全性	优	优	优
环保特性	优	优	差

资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》容晓晖，海通国际

此外，钠离子电池和锂离子电池的生产工艺也很类似。钠离子电池的生产工艺可参照锂离子电池，其生产线与锂离子电池生产线基本类似。不同的地方在于钠离子电池可采用铝箔作为负极集流体，因此正、负极片均采用铝极耳。钠离子电池生产线原理示意图如下,每个工序对应的面积基本上与生产线的车间面积成正比。

图4 钠离子电池生产线示意图



资料来源：《钠离子电池产业化进展》，海通国际

除了锂电池，铅酸电池也是目前市场上主流的二次电池技术。在 2021 年中国电化学储能装机电池中，锂离子电池占比 91.0%，铅酸电池占比 5.5%。铅酸电池诞生于 19 世纪，是一种技术成熟的二次电池，广泛应用于电动自行车动力电源、汽车启动电源、通讯基站应急电源等场景。经过了一百多年来的技术发展，其能量密度、使用寿命、成本等已缺乏改良空间。虽然铅酸电池与锂离子相比，在能量密度、循环寿命、环境影响等多个方面存在明显劣势，但由于售价较低且有回收价值，铅酸电池仍然具有不小的市场占有率。

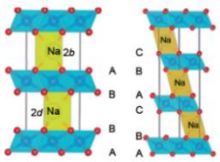
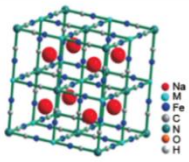
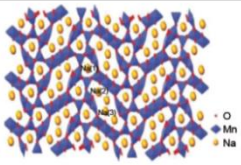
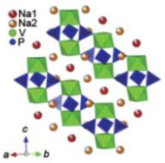
钠离子电池的各项指标均明显优于铅酸电池，若钠离子电池顺利量产，可能会逐步淘汰铅酸电池。

2.钠离子电池各组件主要技术路线

2.1 电池正极材料

电极材料的内在电化学特性决定了比容量、循环稳定性和工作电压等关键电池特性，正极材料部分决定了电池能量密度，因而十分关键。目前，钠离子电池正极材料主要包括层状过渡金属氧化物、聚阴离子材料和普鲁士蓝类似物等。

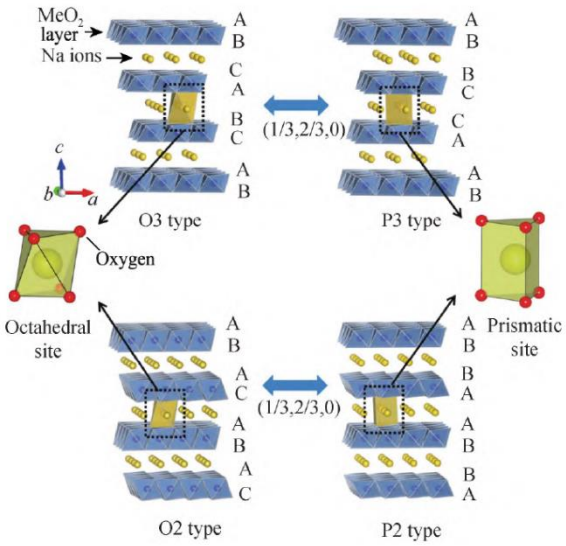
图5 各类钠离子电池正极材料

项目	层状氧化物体系	普鲁士蓝类化合物体系	隧道型氧化物体系	聚阴离子型
结构				
优点	可逆比容量高 能量密度高 倍率性能高 技术转化容易	工作电压可调 可逆比容量高 能量密度高 合成温度低	循环性好 倍率性好	工作电压高 热稳定性好 循环好 空气稳定性好
不足	容易吸湿 循环性能稍差	导电性差 库仑效率低	比容量低 工作电压低	可逆比容量低 部分含有毒元素

资料来源：《钠离子电池储能技术及经济性分析》张平，海通国际

层状氧化物类为周期性层状结构，因其制备方法简单，比容量、能量密度和电压较高且制作成本较低，有望成为主流的钠离子电池体系，具有良好的应用前景。但是，层状材料大多容易吸水或者与空气反应，不能长期存放在空气中，结构的稳定性和电化学性能容易受到影响。

图6 层状氧化物正极材料分类及相变



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，海通国际

层状过渡金属氧化物（Na_xTMO_2）根据 Na^+的配位环境及 O 的堆积方式，被分为 O3，P3，P2，O2 等不同类型，其中，英文字母代表钠离子位置，数字则代表氧晶格最少重复单元的堆叠层数。图 6 展示了钠离子电池层状金属氧化物正极材料分类及相变过程。目前已经被报道出来的钠离子电池层状氧化物正极材料大部分为 O3 和 P2 两种结构。O3 相由于钠离子含量高，具有更高的理论容量，但循环过程中存在多次相变，结构稳定性较差。P2 相层状过渡金属氧化物材料的理论容量略低于 O3 相，能量密度不高，初始库仑效率有待优化，但其具有更稳定的结构、更好的离子导电性和更好的倍率性能。

表 3 两类主要层状氧化物性能

层状氧化物	P2	O3
分子式	$Na_{0.67}MO_2$	$NaMO_2$
过渡金属	Ni、Mn、Fe、Cu 等，使用 Cu 更稳定廉价	以 Ni、Mn、Fe 元素为主
比容量	**100 mA·h/g**（Cu 作为过渡金属）	一般可达 **140 mA·h/g**
工作电压	**3.4 V**（Cu 作为过渡金属）	一般可达 **2.9 V**
实际能量密度（硬碳作为负极）	**114 W·h/kg**（Cu 作为过渡金属）	一般可达 **123 W·h/kg**

资料来源：曹余良《钠离子电池机遇与挑战》，海通国际

聚阴离子型化合物为三维网络结构，由聚阴离子多面体通过强共价键与过渡金属离子多面体相连接而成。聚阴离子多面体在充放电时钠离子的嵌入和脱出引起的结构变化很小，具有输出电压高、耐热性较好、倍率性能较好和循环性能较好的优点。聚阴离子型化合物，导电性一般较差，为提高其电子电导性往往需要采取纳米化结合碳包覆等手段进行改善，这导致其体积能量密度偏低。

表 4 主流聚阴离子材料性能

材料	$NaFePO_4$	$Na_4Fe_3(PO_4)_2P_2O_7$	$Na_3V_2(PO_4)_3$	$Na_3V_2(PO_4)_2F_3$
比容量	140mA·h/g	120 mA·h/g	110 mA·h/g	110 mA·h/g
工作电压	2.8 V	3.0 V	3.4 V	3.6 V
实际能量密度（硬碳作为负极）	120 W·h/kg	114 W·h/kg	123 W·h/kg	130 W·h/kg

资料来源：曹余良《钠离子电池机遇与挑战》，海通国际

对于聚阴离子类材料，现可用的体系主要有 $NaFePO_4$、$Na_4Fe_3(PO_4)_2P_2O_7$、$Na_3V_2(PO_4)_3$ 和 $Na_3V_2(PO_4)_2F_3$ 等。$NaFePO_4$ 因为高温下结构不稳定，只能 $LiFePO_4$ 通过化学或电化学转换法来得到，在规模化过程中增加了工艺复杂性和合成成本。这种材料由于隧道空间较小，较大的钠离子在其中脱嵌时，将产生较大的体积变化，长循环性能需要进一步考察。$Na_4Fe_3(PO_4)_2P_2O_7$ 材料可以高温固相合成，循环性能超长，更具成本、资源和电化学性能等优势，有成为类似 $LiFePO_4$ 在锂离子电池中的角色的潜质。而 $Na_3V_2(PO_4)_3$ 和 $Na_3V_2(PO_4)_2F_3$ 都属于 NASICON 结构材料，具有快的钠离子扩散通道，结构稳定性高，循环稳定性可达几千次，是目前最易合成且最稳定的材料体系，但存在使用了昂贵的钒元素的缺点。

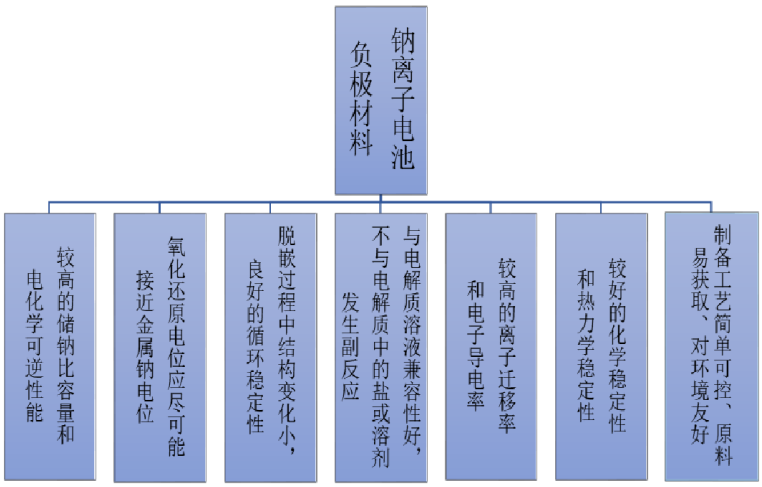
普鲁士蓝类化合物稳定性好、成本低、易制备，具有三维开放式框架和较大的间隙位置，有利于 Na^+快速传输，作为正极材料具有快速的动力学性质和良好的循环稳定性。

$Na_2FeFe(CN)_6$ 和 $Na_2MnFe(CN)_6$ 这两种普鲁士白结构材料由于比容量高、循环稳定性好、电化学动力学快和成本低等优势，正在进行产业化验证。这两类材料稳定循环比容量可达到 140 mA·h/g，平均电压分别可达 3.0 V 和 3.4 V，由此与硬碳组成全电池的实际能量密度分别估计为 128 W·h/kg 和 146 W·h/kg。高容量的普鲁士白材料可能使钠离子电池具有更高的比能量，但这两类材料规模化制备仍需要进一步探索。

2.2 电池负极材料

负极材料是钠离子电池技术发展和应用的重要关键材料，图 7 展示了优质负极材料需要具有的要素。目前钠离子电池负极材料的研究主要集中在以下几类材料：碳基负极材料、合金类、钛基化合物、过渡金属氧化物以及有机化合物等，表 5 对比了几种主要材料的优缺点。

图7 钠离子电池负极材料的关键要素



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，海通国际

表 5 钠离子电池负极材料优缺点对比

材料分类	优点	缺点
碳基材料	研发技术成熟	比容量低 倍率性能差
钛基化合物	倍率性能好 结构性能好	比容量低
合金材料 金属化合物	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，海通国际

碳基材料因为有着丰富的结构和较低的价格，被公认为负极材料的首选。碳基材料主要分为石墨类和非石墨类，其中石墨类又包括天然石墨和人造石墨，非石墨类主要为硬碳和软碳。

石墨为层状结构，优点有加工工艺简单、能量密度高、可逆容量大等。但是，石墨作为负极的储钠性能不佳，这主要是因为钠离子半径较大，石墨阻碍了充放电过程中钠离子的嵌入和脱出。研究者尝试了多种方法来改善石墨的储钠性能，目前比较有前景的发现，是通过调节溶剂种类、电解质浓度和温度等参数，以石墨为负极、$Na_{1.5}VPO_{4.8}F_{0.7}$ 为正极、以乙醚为电解质的钠离子全电池电化学性能优异，最高电压约为 3.1 V，能量密度为 149 Wh/kg。全钠离子电池的功率密度、低温性能和循环寿命在迄今为止的所有钠离子电池中是最好的。另外，在 0~60℃的宽温度范围内进行充放电测试中也表现出了良好的能量密度保留率。这意味着利用共插层技术开发的石墨负极的钠离子全电池在大规模能量存储系统中的应用前景十分广阔。

非石墨类材料分为软碳和硬碳，属于无定型碳，因为其具有更大的层间距和无序的微晶结构，所以更有利于钠离子的嵌入脱出。当温度在 2800℃以上时可以石墨化的碳材料称为软碳，而硬碳是指在 2800℃以上不能石墨化的炭材料，其内部碳微晶排布呈现出随机取向的特点，比软碳更加的无序、杂乱，并且含有微纳孔，因此储钠性能较好。硬碳的优势在于其储钠比容量高、储钠电势低，被认为是最有应用前景的碳基储钠负极材料。

表 6 碳基负极材料性能对比

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

资料来源：《钠离子电池负极材料的研究与发展》，海通国际

合金类负极材料主要是指与钠离子发生反应形成的合金。Na 与 In 形成 Na_2In；Na 与 Si、Ge、Sn、Pb 分别形成 Na Si、Na Ge、$Na_{3.75}Sn$、$Na_{3.75}Pb$；Na 与第 V 主族元素一般形成原子个数比为 3:1 的化合物。合金类负极材料都具有很高的理论比容量，但是其体积膨胀率同样很高，在反复的充放电过程中，可能会导致材料的性能迅速遭到破坏。

金属化合物负极材料具有理论容量高、储钠电压合适、安全性好和价格低廉的优点。金属化合物分为二元金属化合物和多元金属氧化物，二元金属化合物的研究主要集中在以下两类，一是金属氧化物，包括：Fe_2O_3、CuO、TiO_2、SnO_2等，二是金属硫化物：MoS_2、Sb_2S_3、SnS_2等，多元金属化合物主要集中在钛基化合物，包括：尖晶石$Li_4Ti_5O_{12}$等。这类材料普遍存在的缺点是导电性较差以及循环过程中体积变化较大，所以作为钠离子电池负极材料往往表现出较差的倍率性能和循环稳定性。

有机化合物是一种有潜力的钠离子电池负极材料，优点有绿色环保、成本低、安全、结构灵活等。有机化合物的储钠性质与 C=O 数量有关。虽然有机化合物作为钠离子电池负极材料具有高比容量、资源丰富、成本低等优势，但是其电子电导性能差制约了其应用。此外，有机化合物作为钠离子电池负极材料，对应的电解液也是有机溶剂，电解液就不可避免地溶解电极材料，这一问题尚待解决。

2.3 电解液与集流体

电解液是沟通电池正负极的桥梁，负责载流子在正负极之间的传输，是影响电池安全性的主要因素，对电池的能量密度、循环寿命以及倍率性能等有重要影响。适用于钠离子电池的电解液应该考虑的因素有：①粘度；②介电常数（$\epsilon > 15$）；③与正负极材料的相容性；④热稳定性；⑤安全、无毒、环保。

目前研究的钠离子电池电解液主要包括有机电解液、离子液体电解液液和水系电解液。水系电解液具有高离子电导率、低成本和良好的安全性，但受限于水的分解电位，水系电解液的工作电压范围小，严重制约了钠离子电池的能量密度。离子液体电解液具有宽电化学窗口和高安全性，但其高成本和高粘度阻碍了其大规模实际应用。有机电解液具有稳定的电化学性能、很高的离子电导率以及较低的价格，是钠离子电池实际应用中最有前景的选择之一。

集流体起到收集和传输电子的作用。钠离子电池正极和负极的集流体都可使用廉价的铝箔，相对于锂电池，降低了电池体系成本。

3.钠离子电池国内外厂商布局情况

3.1 国内厂商

宁德时代位于福建宁德，公司的主营业务为新能源汽车动力电池系统、储能系统的研发、生产和销售。2021 年 7 月 29 日，宁德时代举办发布会，公布了研发的第一代钠离子电池。该电池具备高能量密度、高倍率充电、优异的热稳定性、良好的低温性能与高集成效率等优势。在发布会上，公司表示，在制造工艺方面，钠离子电池与锂离子电池生产设备、工艺的兼容较好，产线可进行快速切换，快速布局产能。目前，宁德时代已启动钠离子电池产业化布局，2023 年将形成基本产业链。

关于宁德时代的电池技术路线，在正极材料方面，宁德时代采用了克容量较高的普鲁士白材料，通过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这一核心难题。在负极材料方面，宁德时代开发了具有独特孔隙结构的硬碳材料，其具有克容量高、易脱嵌、循环佳的优点。在系统创新方面，宁德时代在电池系统集成方面开发了 AB 电池系统解决方案，将钠离子电池与锂离子电池两种电池按一定比例进行混搭，集成到同一个电池系统里，通过 BMS 精准算法进行不同电池体系的均衡控制。AB 电池系统解决方案既弥补了钠离子电池在现阶段的能量密度短板，也发挥出了它高功率、低温性能好的优势。

表 7 宁德时代钠离子电池相关信息

指标	性能与特色
电芯单体能量密度	160Wh/kg
充电时间	常温下充电 15 分钟，电量可达 80%以上
放电保持率	在-20°C 低温环境中，也拥有 90%以上
系统集成效率	80%以上
热稳定性	超过国家强标的安全要求
正极材料	普鲁士白，通过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难题
负极材料	硬碳，具有独特孔隙结构，克容量高、易脱嵌、优循环
系统创新	AB 电池系统：钠离子电池与锂离子电池两种电池按一定比例进行混搭

资料来源：wind，宁德时代官网，海通国际

国轩高科位于安徽合肥，主营业务为新能源汽车用动力锂离子电池(组)自主研发、生产和销售。针对钠离子电池技术，公司正积极和海内外院校及机构合作进行相关技术的开发和应用，也在进行钠电池样品的开发和生产。

派能科技位于上海，公司的主营业务为磷酸铁锂电芯、模组及储能电池系统的研发、生产和销售。公司第一代钠离子电池产品已于 2022 年上半年初步达成了能量密度和循环寿命的关键技术目标，现已顺利进入中试验证阶段。公司开发出的第一代钠离子电池正极材料基于层状氧化物，与现有技术相比具有更优异的低温和安全性能。同时，公司正在进行正极材料开发，预计总投资 1500 万元，实现比磷酸铁锂更高的压实、更低的成本和更高的安全性。

欣旺达位于广东深圳，公司主要从事锂离子电池模组研发制造业务，主要产品为锂离子电池模组，目前正在开发一种新型钠离子电池，正在对钠离子电池的正极材料、负极材料、寿命技术和电池制造工艺四个方面进行技术验证，公司预期该项目将使得公司获得长寿命、高能量密度、高循环性能、低成本的钠离子电池，并使之大规模生产应用。

中国长城集团位于深圳，公司核心业务覆盖自主可控关键基础设施及解决方案、军工电子、重要行业信息化等领域。公司旗下子公司武汉中原长江科技发展有限公司于 2016 年开始进行钠离子电池产业布局，拥有包括钠离子电池材料预处理技术、柔性电极制备技术、功能添加剂技术、电解液体系开发技术等技术。

鹏辉能源位于广州，为中国较大的电池生产厂家之一，主营业务为绿色高性能电池的研发、生产及销售。主要生产聚合物锂离子、锂离子、镍氢等二次充电电池，锂铁、锂锰、锂亚硫酰氯、锌空等一次电池。公司为了布局钠离子电池硬碳负极材料，曾于 2021 年 10 月投资成都佰思格公司。公司目前有三个团队在做钠离子电池的研发工作，包括层状氧化物、聚阴离子体系等正极路线，公司钠电池产品性能优异。理论上钠离子电池产品成本比锂离子电池低，有望明年实现上游材料和钠电池大批量生产。

华阳能源位于山西阳泉，公司主营业务为煤炭生产、加工、销售；电力生产、销售；热力生产、销售等。公司“钠离子电池正、负极材料千吨级生产项目”落地于山西省综改区潇河园区标准化厂房，新建年产 2000 吨钠离子电池正、负极材料生产线各 1 条，已于 2022 年 3 月末试投产。华阳能源全资孙公司山西华钠芯能科技有限责任公司投资建设的钠离子电芯生产线设备安装调试已完成，钠离子电芯生产线主要生产圆柱钢壳和方形铝壳电芯，项目满产后，钠离子电池将实现从中试到量产的关键转换。

中科海钠是一家专注于新一代储能体系-钠离子电池研发与生产的高新技术型企业。公司现拥有以中国科学院物理研究所陈立泉院士，胡勇胜研究员为技术带头人的

研究开发团队。企业拥有多项钠离子电池核心专利。

公司目前开发的钠离子电池产品主要是基于 O3 相多元复合钠层状正极材料和软碳负极材料体系，产品具有能量转换效率高、循环寿命长、稳定性好、维护费用低、安全性好等独特优势。主要应用于大规模储能系统，可移动式充电桩和低速电动车等新能源领域。目前已经成功开发出了 NaCP08/80/138 等不同规格型号的钠离子软包电池，以及钠离子圆柱 NaCR26650、NaCR32138 电池。

表 8 中科海纳钠离子电池性能参数

指标	参数
工作电压	3.2V
工作温度	-40℃~80℃
能量密度	≥145Wh/kg
倍率性能	5C 容量≥1C 容量的 90%
储存性能	常温存放 28 天荷电保持≥94%额定容量，荷电恢复≥99%额定容量
安全性能	满足国标 GB/T31485-2015

资料来源：中科海纳官网，海通国际

钠创新能源位于浙江绍兴，公司主要业务聚焦于钠离子电池技术创新与工程化，目标是研发、生产与销售新一代动力与储能电池系统。公司目前的主要核心产品包括钠离子电池前驱体及正极材料中的铁基三元材料前驱体、铁酸钠基三元正极材料和磷酸钒钠，三元钠电池、普鲁士蓝系钠电池和磷酸钒钠系钠电池用的电解液，以及钠离子电池。公司在浙江绍兴规划了“年产 4 万吨钠离子电池正极材料项目”，目前工程一期已经顺利建成投产，全部工程公司预计在 2023 年建成投产。

多氟多是国内首家商业化量产六氟磷酸钠的企业，具备年产 1000 吨六氟磷酸钠的生产能力，拥有从六氟磷酸锂产线快速切换六氟磷酸钠产线的工艺技术，目前公司六氟磷酸钠正常供应国内包括中科海钠在内的多家企业。六氟磷酸钠的技术壁垒主要在原材料的生产技术储备上，公司已经具备其上游必需原材料高纯氟化钠成熟的生产技术。公司依托自产关键电解质六氟磷酸钠及核心技术储备，对比业内同期水平有成本优势。公司钠离子电池的正极材料中试线已经建成，小批量产品陆续下线，小试的钠离子电池测试指标良好；2023 年钠离子电池一期将形成约 1GWH 的产能，完成 5000 吨/年正极以及 2000 吨/年负极产线的投产。

厦钨新能公司掌握钠离子电池正极层状材料量试生产技术，其中钠电正极材料前驱体及材料开发已完成试生产工作，产品在低温性能和倍率性能方面提升明显。

振华新材公司钠电正极材料目前是第二代产品，目前已吨级送样，客户反馈比较好，公司预计批量供货后钠离子电池正极材料的盈利能力不会弱于三元材料，最先使用场景是两轮车和中低续航里程的电动车。公司研发的钠离子电池正极材料具有高压实密度、高容量、低 pH 值和低游离钠的优势。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电稳定性。钠电正极材料的循环次数还有提升空间，但能满足目前最先面世的应用场景。

蔚蓝锂芯的优势是电池制程应用技术，构成了竞争力很强的成本控制能力。目前已经在做大电池的深度评测，量产大致要到 2023 年下半年。目前在第一工厂有大概 1GWh 跟铁锂电池共线的钠电池产能。淮安工厂二期有约 9GWh 公司预计 24 年初投产，也是钠电池和锂电池共线的产能。25 年的下半年，马来西亚工厂 10GWh 产能将逐步开始投放出来。公司与中科海钠以约定的产品开发为载体，全方位的合作进行圆柱钠离子电池联合开发、量产、应用推广和迭代开发。

传艺科技目前采用正负极一体化降本，公司布局主要包括正极、负极、电解液、电芯，由于早期相关环节的配套满足不了生产经营的需要所以自建。项目建设分为一阶段（0.1GWh 中试线）、I 期（2GWh 钠离子电池）及 II 期（8GWh 钠离子电池）三个阶段，一阶段项目建设计划投资 5000 万元人民币，2023 年初 I 期项目计划投资 10 亿元人民币，II 期项目计划投资 40 亿元人民币。

维科技术是以新能源锂电池为主业、以 3C 数码电池和动力电池为核心业务的 A 股上市公司，于 2022 年增资南昌维科电池有限公司，拟以钠电池为产品方向生产小型动力电池，并与浙江钠创签订《战略框架协议》及《增资协议》，对浙江钠创投资约 3000 万元，持股比例 1.2348%。

3.2 国外厂商

国外也有多家企业布局钠离子电池，这些公司包括英国 FARADION 公司、美国 Natron Energy 公司、法国 NAIADES 组织和日本丰田等。

表 9 海外钠离子电池布局企业

公司	进展情况
英国 FARADION 公司	已研制出 32 A·h 软包电池，能量密度达到 160 W·h/kg， 工作电压范围为 0~4.3 V，在 78%DOD 下的循环寿命为 2000-4000 次。
美国 Natron Energy 公司	产品 BlueTray 4000 基于核心普鲁士蓝电池技术，已通过 UL 认证并可供购买， 在 48V 直流电下可放电 2 分钟，峰值功率为 6kW，工作功率为 4kW， 可在 8 分钟内充满电，循环次数＞50000 次
法国 NAIADES 组织	1 A·h 钠离子 18650 电池原型：基于酸钒钠/硬碳体系，工作电压 3.7 V， 能量密度 90 W·h/kg，1 C 倍率下循环寿命达到 4000 次
丰田公司	开发出了新的钠离子电池正极材料体系
三菱化学	与东京理科大学开展关于钠离子电池方面的合作研究

资料来源：FARADIAN 公司官网，Natron Energy 公司官网，《钠离子电池标准制定的必要性》，海通国际

4. 下游应用前景

相比于其它几种主流电池，钠离子电池具有高原料丰度和低成本的显著优势，在对能量密度与循环性能要求较低的应用场景中，有望成为现行主流电池的替代路径。目前在用户侧储能和低速交通两个领域替代优势更加明显，初步产业化后有望凭借环保属性与成本优势进入新能源汽车与其它储能场景。

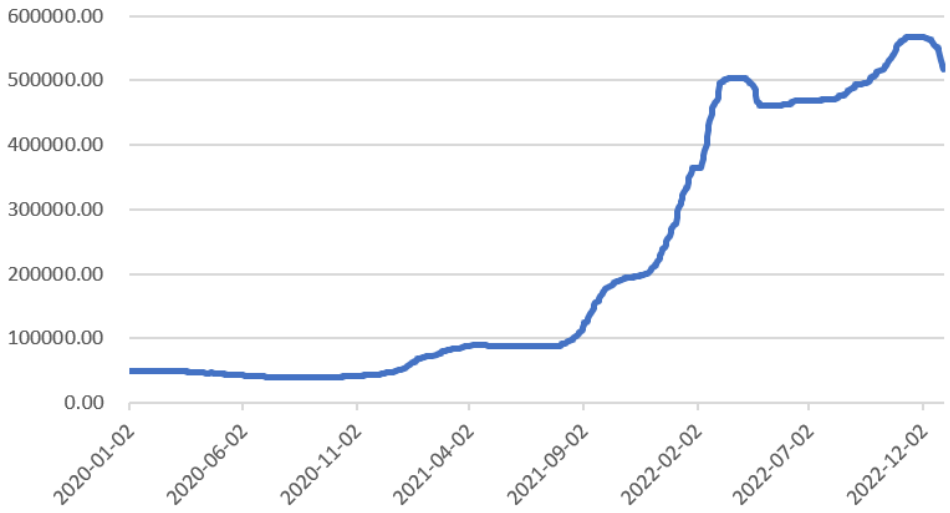
4.1 储能:

储能作为链接上游低碳能源端和下游能源应用端的中间环节，其发展对低碳能源体系的建设有重要意义。目前主流储能方案采用磷酸铁锂电池与三元锂电池。

三元锂电池具有较高的能量密度，但安全性低的特点限制其在储能领域的应用，国内主要应用于动力电池，也在国外部分储能电站中应用。2022 年 6 月，国家能源局发布《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022 年版）（征求意见稿）》，对储能场景安全性提出要求——中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池。

磷酸铁锂电池具有循环寿命好、安全性能优的特点，但近年来受到上游原材料价格波动、储能电池与动力电池在产能方面竞争关系的影响，价格显著提高，储能领域利润空间被不断压缩。

图 8 2020 年 1 月- 2022 年 12 月电池用碳酸锂价格走势（元/吨）

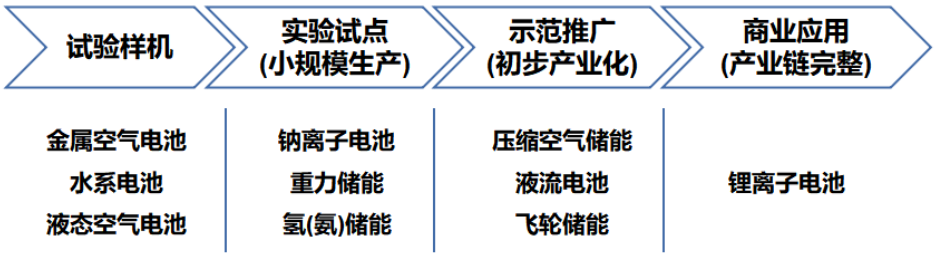


资料来源：wind，海通国际

为寻找性能优良、安全环保、能够大规模应用的储能方案，目前，钠离子电池、钒液流电池、压缩空气储能等新型储能技术将逐步具备规模化发展条件，进入初步产业化阶段。

从技术成熟度来说，钠离子电池与钒液流电池具有安全性与低温稳定性较高的特点，满足储能安全性要求。从产业链发展来看，锂电池与钠电池制备工艺相似，传统锂电企业可以实现从锂电池向钠电池产能的快速切换。从长期稳定供应来看，在当前全球锂资源紧缺、锂价格持续飙升、电池下游需求持续增长、中国碳中和目标的储能市场不断发展的背景下，钠离子电池凭借原料丰度高、低成本的优势发展潜力巨大。

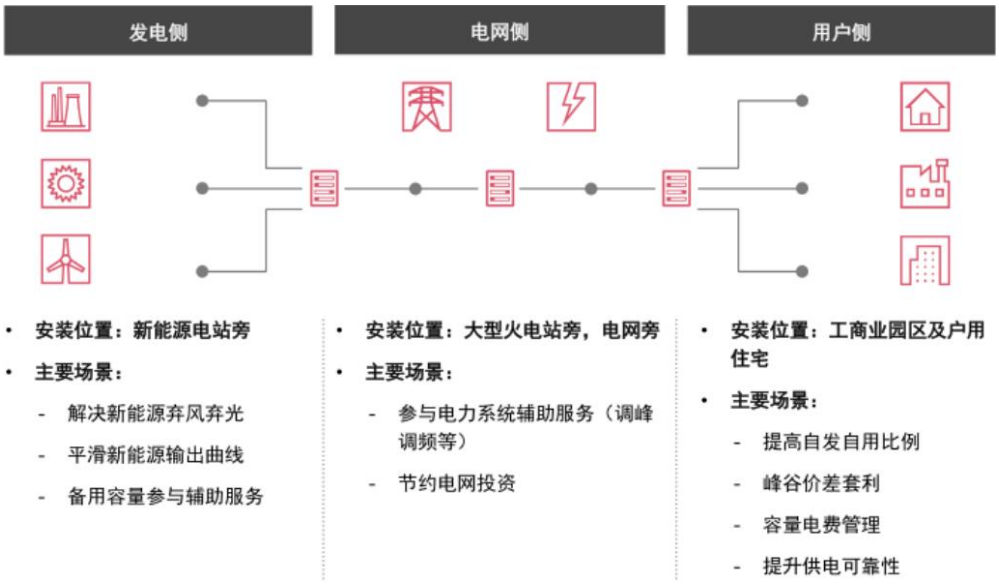
图 9 新型储能技术成熟度示意图



资料来源：电力规划设计总院《2022 新型储能技术创新趋势分析报告》，海通国际

钠离子电池与钒液流电池均能满足安全性与低温稳定性高的要求，二者相较而言，钠离子电池在高能量密度、低投资成本方面具有显著优势，同时在性能方面存在循环寿命短的痛点，因此钒液流电池更适合中大型电站的储能，钠离子电池更契合小型化和用户侧储能对电池体积、质量与成本更为敏感的特点。

图 10 储能主要应用场景示意图

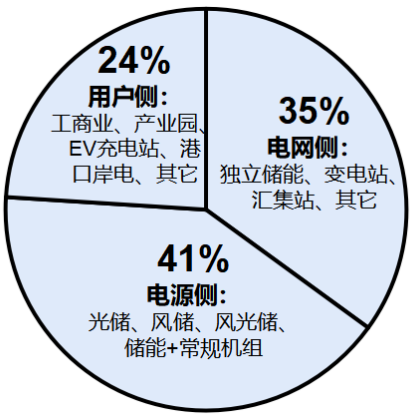


资料来源：普华永道思略特，海通国际

中能传媒研究院发布的《我国电化学储能产业链分析与展望报告（2022）》中指出，用户侧储能曾经作为我国最具潜力的储能应用场景，然而受 2018、2019 连续两年执行降低一般工商业电价 10%的政策，峰谷价差空间缩小，用户侧储能的盈利空间被压缩，2020 年起用户侧储能市场占比不断下降。虽然 2021 年下半年以来多国电价暴涨和能源安全隐患为用户侧储能带来更多机会，但是受上游碳酸锂等原材料价格上涨影响，户用储能企业往往增收不增利。随着钠离子电池的逐步产业化，有望凭借高性价比优势解决原料成本高、盈利空间被压缩的问题，成为用户侧储能的主流解决方案。

根据 CNESA 全球储能项目库的不完全统计，截至 2021 年底，中国已投运电力储能项目累计装机规模 46.1GW，占全球市场总规模的 22%。市场增量主要来自新型储能，累计装机规模达到 5729.7MW，同比增长 75%，其中用户侧新型储能占比 24%，这为钠离子电池的初步产业化提供更广阔的市场与更有利的条件。

图 11 2021 年中国新增新型储能项目接入位置&应用场景分布（MW%）



资料来源：CNESA 全球储能项目库，海通国际

4.2 低速交通：

在节能减排政策要求、交通压力大、共享单车需求旺盛的共同影响下，低速交通工具如 A00 电动车、两轮电动车，具有较大的潜在市场空间。目前电动车主要采用的铅酸电池与锂电池从长期来看分别存在着污染环境与高成本的痛点，所以绿色环保、性价比高的钠电池有望作为优良的替代方案应用于市场。

表 10 电池产品优劣势对比与两轮电动车应用情况

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、高低温放电性能较好、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、能量密度较高、热稳定性优异、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	技术尚在验证阶段、产业待发展
锂离子电池	重量轻、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，海通国际

4.3 需求预测

表 11 2020-2025E 中国钠离子电池市场需求预测

项目	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
A00 电动车						
中国乘用车销量（万辆）	1928.8	2014.6	2075.4	2178.8	2331.3	2541.1
yoy		4.4%	3%	5%	7%	9%
国内 A00 级电动车份额	<2%	4.50%	5.40%	8%	10%	15%
国内 A00 级电动车销量（万辆）		89.9	112.1	174.3	233.1	381.2
A00 级电动车单车带电量（kWh）	20	21	22	23	24	25
A00 动力电池需求（GWh）		19.0	24.7	40.1	55.9	95.3
钠离子电池渗透率				3%	8%	15%
钠离子电池需求（GWh）				1.2	4.5	14.3
两轮车						
中国两轮车销量（万辆）	4760	4100	4500	5400	6480	7776
yoy	29.30%	-13.90%	9.80%	20%	20%	20%
单车带电量（kWh）	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
两轮车电池需求（GWh）	34.3	29.5	32.4	38.9	46.7	56.0
钠离子电池渗透率				3%	8%	15%
钠离子电池需求（GWh）				1.2	3.7	8.4
储能						
全球储能需求（GWh）	26.7	35	65	111	187	280.5
yoy		31%	85.7%	70.8%	68.5%	50%
钠离子电池渗透率				3%	8%	15%
钠离子电池需求（GWh）				3.3	15	42.1
总计钠离子电池需求（GWh）				5.7	23.2	64.8

资料来源：乘联网，中关村储能产业技术联盟，GGII，艾瑞咨询，海通国际

5. 风险提示

全球疫情影响经济复苏；钠离子电池发展不及预期等。

APPENDIX 1

Summary

The working principle of sodium-ion battery is basically similar to that of lithium-ion battery, which is a kind of "rocking chair battery". Compared with lithium, sodium is more abundant and the raw material cost of sodium ion batteries is lower than that of lithium batteries. In addition, sodium ion batteries also have cost advantages in electrolyte, fluid collection, battery management system, logistics and storage. In terms of performance, the indicators of sodium ion batteries are close to those of lithium-ion batteries, and some of them are even better than lithium batteries. In terms of production process, sodium ion batteries and lithium-ion batteries are also very similar. Compared with lead-acid batteries, the performance indicators of sodium-ion batteries are significantly better, and if sodium-ion batteries are successfully mass-produced, they may gradually eliminate lead-acid batteries.

From the perspective of the technical route, the cathode materials of sodium-ion batteries mainly include layered transition metal oxide, polyanionic compounds and prussian blue compounds, while the negative materials are mainly divided into carbon-based materials, alloy, metal compounds and organic compounds. The electrolyte can be divided into organic electrolyte, Ionic liquid electrolyte and aqueous electrolyte. The collector of sodium-ion battery is aluminum foil, which reduces the cost compared with lithium battery.

At present, many domestic and foreign companies are actively developing sodium ion batteries, including Contemporary Amperex Technology Co Ltd, Great Power and Haina Battery in China, and FARADION in the UK, Natron Energy in the US, NAIADES in France and Toyota in Japan.

Compared with several other mainstream batteries, sodium-ion batteries have significant advantages of high raw material abundance and low cost, and are expected to become an alternative path for current mainstream batteries in application scenarios with low requirements for energy density and cycling performance. At present, the alternative advantages in the two fields of user-side energy storage and low-speed transportation are more obvious, and it is expected to enter new energy vehicles and other energy storage scenarios with environmental protection attributes and cost advantages after initial industrialization.

Risk warning: The global epidemic affects economic recovery; the development of new energy vehicles is less than expected, etc.

附录 APPENDIX

重要信息披露

本研究报告由海通国际分销，海通国际是由海通国际研究有限公司(HTIRL)，Haitong Securities India Private Limited (HSIPL)，Haitong International Japan K.K. (HTIJKK)和海通国际证券有限公司(HTISCL)的证券研究团队所组成的全球品牌，海通国际证券集团(HTISG)各成员分别在其许可的司法管辖区内从事证券活动。

IMPORTANT DISCLOSURES

This research report is distributed by Haitong International, a global brand name for the equity research teams of Haitong International Research Limited ("HTIRL"), Haitong Securities India Private Limited ("HSIPL"), Haitong International Japan K.K. ("HTIJKK"), Haitong International Securities Company Limited ("HTISCL"), and any other members within the Haitong International Securities Group of Companies ("HTISG"), each authorized to engage in securities activities in its respective jurisdiction.

HTIRL 分析师认证 Analyst Certification:

我，Yijie Wu，在此保证（i）本研究报告中的意见准确反映了我们对本研究中提及的任何或所有目标公司或上市公司的个人观点，并且（ii）我的报酬中没有任何部分与本研究报告中表达的具体建议或观点直接或间接相关；及就此报告中所讨论目标公司的证券，我们（包括我们的家属）在其中均不持有任何财务利益。I, Yijie Wu, certify that (i) the views expressed in this research report accurately reflect my personal views about any or all of the subject companies or issuers referred to in this research and (ii) no part of my compensation was, is or will be directly or indirectly related to the specific recommendations or views expressed in this research report; and that I (including members of my household) have no financial interest in the security or securities of the subject companies discussed.

利益冲突披露 Conflict of Interest Disclosures

海通国际及其某些关联公司可从事投资银行业务和/或对本研究中的特定股票或公司进行做市或持有自营头寸。就本研究报告而言，以下是有关该等关系的披露事项（以下披露不能保证及时无遗漏，如需了解及时全面信息，请发邮件至 ERD-Disclosure@htisec.com）

HTI and some of its affiliates may engage in investment banking and / or serve as a market maker or hold proprietary trading positions of certain stocks or companies in this research report. As far as this research report is concerned, the following are the disclosure matters related to such relationship (As the following disclosure does not ensure timeliness and completeness, please send an email to ERD-Disclosure@htisec.com if timely and comprehensive information is needed).

海通证券股份有限公司和/或其子公司（统称“海通”）在过去 12 个月内参与了 603799.CH 的投资银行项目。投资银行项目包括：1、海通担任上市前辅导机构、保荐人或主承销商的首次公开发行项目；2、海通作为保荐人、主承销商或财务顾问的股权或债务再融资项目；3、海通作为主经纪商的新三板上市、目标配售和并购项目。

Haitong Securities Co., Ltd. and/or its subsidiaries (collectively, the "Haitong") have a role in investment banking projects of 603799.CH within the past 12 months. The investment banking projects include 1. IPO projects in which Haitong acted as pre-listing tutor, sponsor, or lead-underwriter; 2. equity or debt refinancing projects of 603799.CH for which Haitong acted as sponsor, lead-underwriter or financial advisor; 3. listing by introduction in the new three board, target placement, M&A projects in which Haitong acted as lead-brokerage firm.

作为回报，海通拥有 002340.CH, 002738.CH 及 000762.CH 一类普通股证券的 1%或以上。

The Haitong beneficially owns 1% or more of a class of common equity securities of 002340.CH, 002738.CH and 000762.CH.

603799.CH, 603993.CH 及 002074.CH 目前或过去 12 个月内是海通的投资银行业务客户。

603799.CH, 603993.CH and 002074.CH are/were an investment bank clients of Haitong currently or within the past 12 months.

603993.CH, 600547.CH, 000630.CH, 600988.CH, 600711.CH, 300428.CH 及 000603.CH 目前或过去 12 个月内是海通的客户。海通向客户提供非投资银行业务的证券相关业务服务。

603993.CH, 600547.CH, 000630.CH, 600988.CH, 600711.CH, 300428.CH and 000603.CH are/were a client of Haitong currently or within the past 12 months. The client has been provided for non-investment-banking securities-related services.

福建马坑矿业股份有限公司, 四川四环锌锗科技有限公司, 包头盛泰汽车零部件制造有限公司 及 欣旺达惠州动力新能源有限公司目前或过去 12 个月内是海通的客户。海通向客户提供非证券业务服务。

福建马坑矿业股份有限公司, 四川四环锌锗科技有限公司, 包头盛泰汽车零部件制造有限公司 and 欣旺达惠州动力新能源有限公司 are/were a client of Haitong currently or within the past 12 months. The client has been provided for non-securities services.

海通预计将（或者有意向）在未来三个月内从 603799.CH, 002738.CH, 002074.CH 及 300438.CH 获得投资银行服务报酬。

Haitong expects to receive, or intends to seek, compensation for investment banking services in the next three months from 603799.CH, 002738.CH, 002074.CH and 300438.CH.

海通在过去的 12 个月中从福建马坑矿业股份有限公司, 000630.CH, 四川四环锌锗科技有限公司, 包头盛泰汽车零部件制造有限公司 及 欣旺达惠州动力新能源有限公司获得除投资银行服务以外之产品或服务的报酬。

Haitong has received compensation in the past 12 months for products or services other than investment banking from 福建马坑矿业股份有限公司, 000630.CH, 四川四环锌锗科技有限公司, 包头盛泰汽车零部件制造有限公司 and 欣旺达惠州动力新能源有限公司.

海通担任 601899.CH, 603993.CH 及 600547.CH 有关证券的做市商或流通量提供者。

Haitong acts as a market maker or liquidity provider in the securities of 601899.CH, 603993.CH and 600547.CH.

评级定义（从 2020 年 7 月 1 日开始执行）：

海通国际（以下简称"HTI"）采用相对评级系统来为投资者推荐我们覆盖的公司：优于大市、中性或弱于大市。投资者应仔细阅读 HTI 的评级定义。并且 HTI 发布分析师观点的完整信息，投资者应仔细阅读全文而非仅看评级。在任何情况下，分析师的评级和研究都不能作为投资建议。投资者的买卖股票的决策应基于各自情况（比如投资者的现有持仓）以及其他因素。

分析师股票评级

优于大市，未来 12-18 个月内预期相对基准指数涨幅在 10%以上，基准定义如下

中性，未来 12-18 个月内预期相对基准指数变化不大，基准定义如下。根据 FINRA/NYSE 的评级分布规则，我们会将中性评级划入持有这一类别。

弱于大市，未来 12-18 个月内预期相对基准指数跌幅在 10%以上，基准定义如下

各地股票基准指数：日本 – TOPIX, 韩国 – KOSPI, 台湾 – TAIEX, 印度 – Nifty100, 美国 – SP500; 其他所有中国概念股 – MSCI China.

Ratings Definitions (from 1 Jul 2020):

Haitong International uses a relative rating system using Outperform, Neutral, or Underperform for recommending the stocks we cover to investors. Investors should carefully read the definitions of all ratings used in Haitong International Research. In addition, since Haitong International Research contains more complete information concerning the analyst's views, investors should carefully read Haitong International Research, in its entirety, and not infer the contents from the rating alone. In any case, ratings (or research) should not be used or relied upon as investment advice. An investor's decision to buy or sell a stock should depend on individual circumstances (such as the investor's existing holdings) and other considerations.

Analyst Stock Ratings

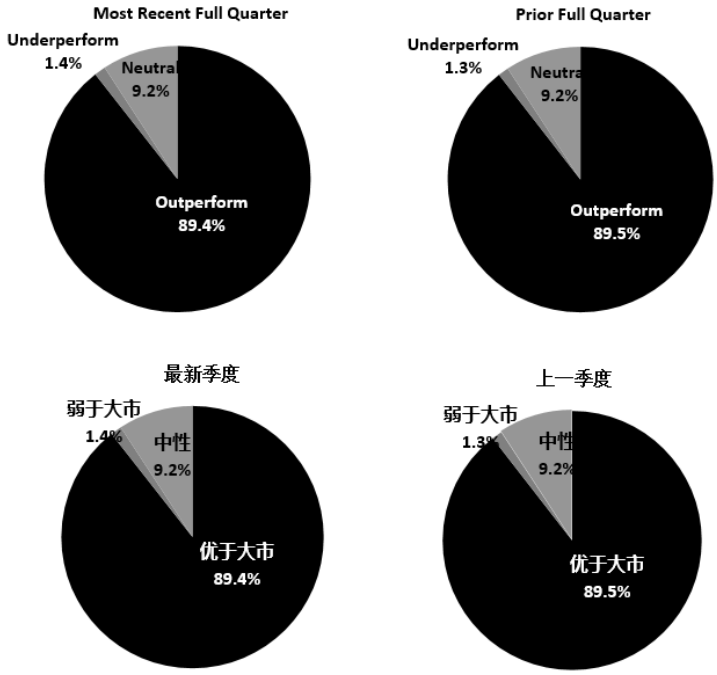
Outperform: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to exceed the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

Neutral: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be in line with the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below. For purposes only of FINRA/NYSE ratings distribution rules, our Neutral rating falls into a hold rating category.

Underperform: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be below the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

Benchmarks for each stock's listed region are as follows: Japan – TOPIX, Korea – KOSPI, Taiwan – TAIEX, India – Nifty100, US – SP500; for all other China-concept stocks – MSCI China.

评级分布 Rating Distribution



截至 2022 年 9 月 30 日海通国际股票研究评级分布

	优于大市	中性 (持有)	弱于大市
海通国际股票研究覆盖率	89.4%	9.2%	1.4%
投资银行客户*	5.5%	6.8%	4.5%

*在每个评级类别里投资银行客户所占的百分比。

上述分布中的买入，中性和卖出分别对应我们当前优于大市，中性和落后大市评级。

只有根据 FINRA/NYSE 的评级分布规则，我们才将中性评级划入持有这一类别。请注意在上表中不包含非评级的股票。

此前的评级系统定义（直至 2020 年 6 月 30 日）：

买入，未来 12-18 个月内预期相对基准指数涨幅在 10%以上，基准定义如下

中性，未来 12-18 个月内预期相对基准指数变化不大，基准定义如下。根据 FINRA/NYSE 的评级分布规则，我们会将中性评级划入持有这一类别。

卖出，未来 12-18 个月内预期相对基准指数跌幅在 10%以上，基准定义如下
各地股票基准指数：日本 – TOPIX, 韩国 – KOSPI, 台湾 – TAIEX, 印度 – Nifty100; 其他所有中国概念股 – MSCI China.

Haitong International Equity Research Ratings Distribution, as of Sep 30, 2022

	Outperform	Neutral (hold)	Underperform
HTI Equity Research Coverage	89.4%	9.2%	1.4%
IB clients*	5.5%	6.8%	4.5%

*Percentage of investment banking clients in each rating category.

BUY, Neutral, and SELL in the above distribution correspond to our current ratings of Outperform, Neutral, and Underperform.

For purposes only of FINRA/NYSE ratings distribution rules, our Neutral rating falls into a hold rating category. Please note that stocks with an NR designation are not included in the table above.

Previous rating system definitions (until 30 Jun 2020):

BUY: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to exceed the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

NEUTRAL: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be in line with the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below. For purposes only of FINRA/NYSE ratings distribution rules, our Neutral rating falls into a hold rating category.

SELL: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be below the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

Benchmarks for each stock's listed region are as follows: Japan – TOPIX, Korea – KOSPI, Taiwan – TAIEX, India – Nifty100; for all other China-concept stocks – MSCI China.

海通国际非评级研究： 海通国际发布计量、筛选或短篇报告，并在报告中根据估值和其他指标对股票进行排名，或者基于可能的估值倍数提出建议价格。这种排名或建议价格并非为了进行股票评级、提出目标价格或进行基本面估值，而仅供参考使用。

Haitong International Non-Rated Research: Haitong International publishes quantitative, screening or short reports which may rank stocks according to valuation and other metrics or may suggest prices based on possible valuation multiples. Such rankings or suggested prices do not purport to be stock ratings or target prices or fundamental values and are for information only.

海通国际 A 股覆盖： 海通国际可能会就沪港通及深港通的中国 A 股进行覆盖及评级。海通证券（600837.CH），海通国际于上海的母公司，也会于中国发布中国 A 股的研究报告。但是，海通国际使用与海通证券不同的评级系统，所以海通国际与海通证券的中国 A 股评级可能有所不同。

Haitong International Coverage of A-Shares: Haitong International may cover and rate A-Shares that are subject to the Hong Kong Stock Connect scheme with Shanghai and Shenzhen. Haitong Securities (HS; 600837 CH), the ultimate parent company of HTISG based in Shanghai, covers and publishes research on these same A-Shares for distribution in mainland China. However, the rating system employed by HS differs from that used by HTI and as a result there may be a difference in the HTI and HS ratings for the same A-share stocks.

海通国际优质 100 A 股（Q100）指数： 海通国际 Q100 指数是一个包括 100 支由海通证券覆盖的优质中国 A 股的计量产品。这些股票是通过基于质量的筛选过程，并结合对海通证券 A 股团队自下而上的研究。海通国际每季对 Q100 指数成分作出复审。

Haitong International Quality 100 A-share (Q100) Index: HTI's Q100 Index is a quant product that consists of 100 of the highest-quality A-shares under coverage at HS in Shanghai. These stocks are carefully selected through a quality-based screening process in combination with a review of the HS A-share team's bottom-up research. The Q100 constituent companies are reviewed quarterly.

MSCI ESG 评级免责声明条款： 尽管海通国际的信息供货商（包括但不限于 MSCI ESG Research LLC 及其联属公司（「ESG 方」））从其认为可靠的来源获取信息（「信息」），ESG 方均不担保或保证此处任何数据的原创性，准确性和/或完整性，并明确表示不作出任何明示或默示的担保，包括可商售性和针对特定目的的适用性。该信息只能供阁下内部使用，不得以任何形式复制或重新传播，并不得用作任何金融工具、产品或指数的基础或组成部分。此外，信息本质上不能用于判断购买或出售何种证券，或何时购买或出售该证券。即使已被告知可能造成的损害，ESG 方均不承担与此处任何资料有关的任何错误或遗漏所引起的任何责任，也不对任何直接、间接、特殊、惩罚性、附带性或任何其他损害赔偿（包括利润损失）承担任何责任。

MSCI ESG Disclaimer: Although Haitong International's information providers, including without limitation, MSCI ESG Research LLC and its affiliates (the "ESG Parties"), obtain information (the "Information") from sources they consider reliable, none of the ESG Parties warrants or guarantees the originality, accuracy and/or completeness, of any data herein and expressly disclaim all express or implied warranties, including those of merchantability and fitness for a particular purpose. The Information may only be used for your internal use, may not be reproduced or redisseminated in any form and may not be used as a basis for, or a component of, any financial instruments or products or indices. Further, none of the Information can in and of itself be used to determine which securities to buy or sell or when to buy or sell them. None of the ESG Parties shall have any liability for any errors or omissions in connection with any data herein, or any liability for any direct, indirect, special, punitive, consequential or any other damages (including lost profits) even if notified of the possibility of such damages.

盟浪义利（FIN-ESG）数据通免责声明条款： 在使用盟浪义利（FIN-ESG）数据之前，请务必仔细阅读本条款并同意本声明：

第一条 义利（FIN-ESG）数据系由盟浪可持续数字科技有限责任公司（以下简称"本公司"）基于合法取得的公开信息评估而成，本公司对信息的准确性及完整性不作任何保证。对公司的评估结果仅供参考，并不构成对任何个人或机构投资建议，也不能作为任何个人或机构购买、出售或持有相关金融产品的依据。本公司不对任何个人或机构投资者因使用本数据表述的评估结果造成的任何直接或间接损失负责。

第二条 盟浪并不因收到此评估数据而将收件人视为客户，收件人使用此数据时应根据自身实际情况作出自我独立判断。本数据所载内容反映的是盟浪在最初发布本数据日期当日的判断，盟浪有权在不发出通知的情况下更新、修订与发出其他与本数据所载内容不一致或有不同结论的数据。除非另行说明，本数据（如财务业绩数据等）仅代表过往表现，过往的业绩表现不作为日后回报的预测。

第三条
改、复制、编译、汇编、再次编辑、改编、删减、缩写、节选、发行、出租、展览、表演、放映、广播、信息网络传播、摄制、增加图标及说明等，否则因此给盟浪或其他第三方造

成损失的，由用户承担相应的赔偿责任，盟浪不承担责任。

第四条 如本免责声明未约定，而盟浪网站平台载明的其他协议内容（如《盟浪网站用户注册协议》《盟浪网用户服务（含认证）协议》《盟浪网隐私政策》等）有约定的，则按其他协议的约定执行；若本免责声明与其他协议约定存在冲突或不一致的，则以本免责声明约定为准。

SusallWave FIN-ESG Data Service Disclaimer: Please read these terms and conditions below carefully and confirm your agreement and acceptance with these terms before using SusallWave FIN-ESG Data Service.

1. FIN-ESG Data is produced by SusallWave Digital Technology Co., Ltd. (In short, SusallWave)'s assessment based on legal publicly accessible information. SusallWave shall not be responsible for any accuracy and completeness of the information. The assessment result is for reference only. It is not for any investment advice for any individual or institution and not for basis of purchasing, selling or holding any relative financial products. We will not be liable for any direct or indirect loss of any individual or institution as a result of using SusallWave FIN-ESG Data.

2. SusallWave do not consider recipients as customers for receiving these data. When using the data, recipients shall make your own independent judgment according to your practical individual status. The contents of the data reflect the judgment of us only on the release day. We have right to update and amend the data and release other data that contains inconsistent contents or different conclusions without notification. Unless expressly stated, the data (e.g., financial performance data) represents past performance only and the past performance cannot be viewed as the prediction of future return.

3. The copyright of this data belongs to SusallWave, and we reserve all rights in accordance with the law. Without the prior written permission of our company, none of individual or institution can use these data for any profitable purpose. Besides, none of individual or institution can take actions such as amendment, replication, translation, compilation, re-editing, adaption, deletion, abbreviation, excerpts, issuance, rent, exhibition, performance, projection, broadcast, information network transmission, shooting, adding icons and instructions. If any loss of SusallWave or any third-party is caused by those actions, users shall bear the corresponding compensation liability. SusallWave shall not be responsible for any loss.

4. If any term is not contained in this disclaimer but written in other agreements on our website (e.g. *User Registration Protocol of SusallWave Website, User Service (including authentication) Agreement of SusallWave Website, Privacy Policy of Susallwave Website*), it should be executed according to other agreements. If there is any difference between this disclaim and other agreements, this disclaimer shall be applied.

重要免责声明:

非印度证券的研究报告: 本报告由海通国际证券集团有限公司（"HTISGL"）的全资附属公司海通国际研究有限公司（"HTIRL"）发行，该公司是根据香港证券及期货条例（第 571 章）持有第 4 类受规管活动（就证券提供意见）的持牌法团。该研究报告在 HTISGL 的全资附属公司 Haitong International (Japan) K.K.（"HTIJKK"）的协助下发行，HTIJKK 是由日本关东财务局监管为投资顾问。

印度证券的研究报告: 本报告由从事证券交易、投资银行及证券分析及受 Securities and Exchange Board of India（"SEBI"）监管的 Haitong Securities India Private Limited（"HTSIPL"）所发行，包括制作及发布涵盖 BSE Limited（"BSE"）和 National Stock Exchange of India Limited（"NSE"）上市公司（统称为「印度交易所」）的研究报告。HTSIPL 于 2016 年 12 月 22 日被收购并成为海通国际证券集团有限公司（"HTISG"）的一部分。

所有研究报告均以海通国际为名作为全球品牌，经许可由海通国际证券股份有限公司及/或海通国际证券集团的其他成员在其司法管辖区发布。

本文件所载信息和观点已被编译或源自可靠来源，但 HTIRL、HTISCL 或任何其他属于海通国际证券集团有限公司（"HTISG"）的成员对其准确性、完整性和正确性不做任何明示或暗示的声明或保证。本文件中所有观点均截至本报告日期，如有更改，恕不另行通知。本文件仅供参考使用。文件中提及的任何公司或其股票的说明并非意图展示完整的内容，本文件并非/不应被解释为对证券买卖的明示或暗示地出价或征价。在某些司法管辖区，本文件中提及的证券可能无法进行买卖。如果投资产品以投资者本国货币以外的币种进行计价，则汇率变化可能会对投资产生不利影响。过去的表现并不一定代表将来的结果。某些特定交易，包括设计金融衍生工具的，有产生重大风险的可能性，因此并不适合所有的投资者。您还应认识到本文件中的建议并非为您量身定制。分析师并未考虑到您自身的财务情况，如您的财务状况和风险偏好。因此您必须自行分析并在适用的情况下咨询自己的法律、税收、会计、金融和其他方面的专业顾问，以期在投资之前评估该项建议是否适合于您。若由于使用本文件所载的材料而产生任何直接或间接的损失，HTISG 及其董事、雇员或代理人对此均不承担任何责任。

除对本文内容承担责任的分析师除外，HTISG 及我们的关联公司、高级管理人员、董事和雇员，均可不时作为主事人就本文件所述的任何证券或衍生品持有长仓或短仓以及进行买卖。HTISG 的销售员、交易员和其他专业人士均可向 HTISG 的相关客户和公司提供与本文件所述意见相反的口头或书面市场评论意见或交易策略。HTISG 可做出与本文件所述建议或意见不一致的投资决策。但 HTIRL 没有义务来确保本文件的收件人了解到该等交易决定、思路或建议。

请访问海通国际网站 www.equities.htisec.com，查阅更多有关海通国际为预防和避免利益冲突设立的组织和行政安排的内容信息。

非美国分析师披露信息: 本项研究首页上列明的海通国际分析师并未在 FINRA 进行注册或者取得相应的资格，并且不受美国 FINRA 有关与本项研究目标公司进行沟通、公开露面和自营证券交易的第 2241 条规则之限制。

IMPORTANT DISCLAIMER

For research reports on non-Indian securities: The research report is issued by Haitong International Research Limited ("HTIRL"), a wholly owned subsidiary of Haitong International Securities Group Limited ("HTISGL") and a licensed corporation to carry on Type 4 regulated activity (advising on securities) for the purpose of the Securities and Futures Ordinance (Cap. 571) of Hong Kong, with the assistance of Haitong International (Japan) K.K. ("HTIJKK"), a wholly owned subsidiary of HTISGL and which is regulated as an Investment Adviser by the Kanto Finance Bureau of Japan.

For research reports on Indian securities: The research report is issued by Haitong Securities India Private Limited ("HSIPL"), an Indian company and a Securities and Exchange Board of India ("SEBI") registered Stock Broker, Merchant Banker and Research Analyst that, inter alia, produces and distributes research reports covering listed entities on the BSE Limited ("BSE") and the National Stock Exchange of India Limited ("NSE") (collectively referred to as "Indian Exchanges"). HSIPL was acquired and became part of the Haitong International Securities Group of Companies ("HTISG") on 22 December 2016.

All the research reports are globally branded under the name Haitong International and approved for distribution by Haitong International Securities Company Limited ("HTISCL") and/or any other

members within HTISG in their respective jurisdictions.

The information and opinions contained in this research report have been compiled or arrived at from sources believed to be reliable and in good faith but no representation or warranty, express or implied, is made by HTIRL, HTISCL, HSIPL, HTIJKK or any other members within HTISG from which this research report may be received, as to their accuracy, completeness or correctness. All opinions expressed herein are as of the date of this research report and are subject to change without notice. This research report is for information purpose only. Descriptions of any companies or their securities mentioned herein are not intended to be complete and this research report is not, and should not be construed expressly or impliedly as, an offer to buy or sell securities. The securities referred to in this research report may not be eligible for purchase or sale in some jurisdictions. If an investment product is denominated in a currency other than an investor's home currency, a change in exchange rates may adversely affect the investment. Past performance is not necessarily indicative of future results. Certain transactions, including those involving derivatives, give rise to substantial risk and are not suitable for all investors. You should also bear in mind that recommendations in this research report are not tailor-made for you. The analyst has not taken into account your unique financial circumstances, such as your financial situation and risk appetite. You must, therefore, analyze and should, where applicable, consult your own legal, tax, accounting, financial and other professional advisers to evaluate whether the recommendations suits you before investment. Neither HTISG nor any of its directors, employees or agents accepts any liability whatsoever for any direct or consequential loss arising from any use of the materials contained in this research report.

HTISG and our affiliates, officers, directors, and employees, excluding the analysts responsible for the content of this document, will from time to time have long or short positions in, act as principal in, and buy or sell, the securities or derivatives, if any, referred to in this research report. Sales, traders, and other professionals of HTISG may provide oral or written market commentary or trading strategies to the relevant clients and the companies within HTISG that reflect opinions that are contrary to the opinions expressed in this research report. HTISG may make investment decisions that are inconsistent with the recommendations or views expressed in this research report. HTI is under no obligation to ensure that such other trading decisions, ideas or recommendations are brought to the attention of any recipient of this research report.

Please refer to HTI's website www.equities.htisec.com for further information on HTI's organizational and administrative arrangements set up for the prevention and avoidance of conflicts of interest with respect to Research.

Non U.S. Analyst Disclosure: The HTI analyst(s) listed on the cover of this Research is (are) not registered or qualified as a research analyst with FINRA and are not subject to U.S. FINRA Rule 2241 restrictions on communications with companies that are the subject of the Research; public appearances; and trading securities by a research analyst.

分发和地区通知:

除非下文另有规定，否则任何希望讨论本报告或者就本项研究中讨论的任何证券进行任何交易的收件人均应联系其所在国家或地区的海通国际销售人员。

香港投资者的通知事项: 海通国际证券股份有限公司("HTISCL")负责分发该研究报告，HTISCL 是在香港有权实施第 1 类受规管活动（从事证券交易）的持牌公司。该研究报告并不构成《证券及期货条例》（香港法例第 571 章）（以下简称"SFO"）所界定的要约邀请，证券要约或公众要约。本研究报告仅提供给 SFO 所界定的"专业投资者"。本研究报告未经过证券及期货事务监察委员会的审查。您不应仅根据本研究报告中所载的信息做出投资决定。本研究报告的收件人就研究报告中产生或与之相关的任何事宜请联系 HTISCL 销售人员。

美国投资者的通知事项: 本研究报告由 HTIRL，HSIPL 或 HTIJKK 编写。 HTIRL，HSIPL，HTIJKK 以及任何非 HTISG 美国联营公司，均未在美国注册，因此不受美国关于研究报告编制和研究分析人员独立性规定的约束。本研究报告提供给依照 1934 年"美国证券交易法"第 15a-6 条规定的豁免注册的「美国主要机构投资者」（"Major U.S. Institutional Investor"）和「机构投资者」（"U.S. Institutional Investors"）。在向美国机构投资者分发研究报告时，Haitong International Securities (USA) Inc.（"HTI USA"）将对报告的内容负责。任何收到本研究报告的美国投资者，希望根据本研究报告提供的信息进行任何证券或相关金融工具买卖的交易，只能通过 HTI USA。HTI USA 位于 340 Madison Avenue, 12th Floor, New York, NY 10173，电话（212）351-6050。 HTI USA 是在美国于 U.S. Securities and Exchange Commission（"SEC"）注册的经纪商，也是 Financial Industry Regulatory Authority, Inc.（"FINRA"）的成员。 HTIUSA 不负责编写本研究报告，也不负责其中包含的分析。在任何情况下，收到本研究报告的任何美国投资者，不得直接与分析师直接联系，也不得通过 HSIPL，HTIRL 或 HTIJKK 直接进行买卖证券或相关金融工具的交易。本研究报告中出现的 HSIPL，HTIRL 或 HTIJKK 分析师没有注册或具备 FINRA 的研究分析师资格，因此可能不受 FINRA 第 2241 条规定的与目标公司的交流，公开露面和分析师账户持有的交易证券等限制。投资本研究报告中讨论的任何非美国证券或相关金融工具（包括 ADR）可能存在一定风险。非美国发行的证券可能没有注册，或不受美国法规的约束。有关非美国证券或相关金融工具的信息可能有限制。外国公司可能不受审计和汇报的标准以及与美国境内生效相符的监管要求。本研究报告中以美元以外的其他货币计价的任何证券或相关金融工具的投资或收益的价值受汇率波动的影响，可能对该等证券或相关金融工具的价值或收入产生正面或负面影响。美国收件人的所有问询请联系：

Haitong International Securities (USA) Inc.
340 Madison Avenue, 12th Floor
New York, NY 10173
联系人电话：(212) 351 6050

DISTRIBUTION AND REGIONAL NOTICES

Except as otherwise indicated below, any Recipient wishing to discuss this research report or effect any transaction in any security discussed in HTI's research should contact the Haitong International salesperson in their own country or region.

Notice to Hong Kong investors: The research report is distributed by Haitong International Securities Company Limited ("HTISCL"), which is a licensed corporation to carry on Type 1 regulated activity (dealing in securities) in Hong Kong. This research report does not constitute a solicitation or an offer of securities or an invitation to the public within the meaning of the SFO. This research report is only to be circulated to "Professional Investors" as defined in the SFO. This research report has not been reviewed by the Securities and Futures Commission. You should not make investment decisions solely on the basis of the information contained in this research report. Recipients of this research report are to contact HTISCL salespersons in respect of any matters arising from, or in connection with, the research report.

Notice to U.S. investors: As described above, this research report was prepared by HTIRL, HSIPL or HTIJKK. Neither HTIRL, HSIPL, HTIJKK, nor any of the non U.S. HTISG affiliates is registered in the United States and, therefore, is not subject to U.S. rules regarding the preparation of research reports and the independence of research analysts. This research report is provided for distribution to "major U.S. institutional investors" and "U.S. institutional investors" in reliance on the exemption from registration provided by Rule 15a-6 of the U.S. Securities Exchange Act of 1934, as amended. When distributing research reports to "U.S. institutional investors," HTI USA will accept the responsibilities for the content of the reports. Any U.S. recipient of this research report wishing to effect any transaction to buy or sell securities or related financial instruments based on the information provided in this research report should do so only through Haitong International Securities (USA)

Inc. ("HTI USA"), located at 340 Madison Avenue, 12th Floor, New York, NY 10173, USA; telephone (212) 351 6050. HTI USA is a broker-dealer registered in the U.S. with the U.S. Securities and Exchange Commission (the "SEC") and a member of the Financial Industry Regulatory Authority, Inc. ("FINRA"). HTI USA is not responsible for the preparation of this research report nor for the analysis contained therein. Under no circumstances should any U.S. recipient of this research report contact the analyst directly or effect any transaction to buy or sell securities or related financial instruments directly through HSIPL, HTIRL or HTIJKK. The HSIPL, HTIRL or HTIJKK analyst(s) whose name appears in this research report is not registered or qualified as a research analyst with FINRA and, therefore, may not be subject to FINRA Rule 2241 restrictions on communications with a subject company, public appearances and trading securities held by a research analyst account. Investing in any non-U.S. securities or related financial instruments (including ADRs) discussed in this research report may present certain risks. The securities of non-U.S. issuers may not be registered with, or be subject to U.S. regulations. Information on such non-U.S. securities or related financial instruments may be limited. Foreign companies may not be subject to audit and reporting standards and regulatory requirements comparable to those in effect within the U.S. The value of any investment or income from any securities or related financial instruments discussed in this research report denominated in a currency other than U.S. dollars is subject to exchange rate fluctuations that may have a positive or adverse effect on the value of or income from such securities or related financial instruments. All inquiries by U.S. recipients should be directed to:

Haitong International Securities (USA) Inc.
340 Madison Avenue, 12th Floor
New York, NY 10173
Attn: Sales Desk at (212) 351 6050

中华人民共和国的通知事项：在中华人民共和国（下称"中国"，就本报告目的而言，不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）只有根据适用的中国法律法规而收到该材料的人员方可使用该材料。并且根据相关法律法规，该材料中的信息并不构成"在中国从事生产、经营活动"。本文件在中国并不构成相关证券的公共发售或认购。无论根据法律规定或其他任何规定，在取得中国政府所有的批准或许可之前，任何法人或自然人均不得直接或间接地购买本材料中的任何证券或任何实益权益。接收本文件的人员须遵守上述限制性规定。

加拿大投资者的通知事项：在任何情况下该等材料均不得被解释为在任何加拿大的司法管辖区内出售证券的要约或认购证券的要约邀请。本材料中所述证券在加拿大的任何要约或出售行为均只能在豁免向有关加拿大证券监管机构提交招股说明书的前提下由 Haitong International Securities (USA) Inc.（"HTI USA"）予以实施，该公司是一家根据 National Instrument 31-103 Registration Requirements, Exemptions and Ongoing Registrant Obligations（"NI 31-103"）的规定得到「国际交易商豁免」（"International Dealer Exemption"）的交易商，位于艾伯塔省、不列颠哥伦比亚省、安大略省和魁北克省。在加拿大，该等材料在任何情况下均不得被解释为任何证券的招股说明书、发行备忘录、广告或公开发行。加拿大的任何证券委员会或类似的监管机构均未审查或以任何方式批准该等材料、其中所载的信息或所述证券的优点，任何与此相反的声明即属违法。在收到该等材料时，每个加拿大的收件人均将被视为属于 National Instrument 45-106 Prospectus Exemptions 第 1.1 节或者 Securities Act (Ontario)第 73.3(1)节所规定的「认可投资者」（"Accredited Investor"），或者在适用情况下 National Instrument 31-103 第 1.1 节所规定的「许可投资者」（"Permitted Investor"）。

新加坡投资者的通知事项：本研究报告由 Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd（"HTISSPL"）[公司注册编号 201311400G] 于新加坡提供。HTISSPL 是符合《财务顾问法》（第 110 章）（"FAA"）定义的豁免财务顾问，可（a）提供关于证券，集体投资计划的部分，交易所衍生品合约和场外衍生品合约的建议（b）发行或公布有关证券、交易所衍生品合约和场外衍生品合约的研究分析或研究报告。本研究报告仅提供给符合《证券及期货法》（第 289 章）第 4A 条项下规定的机构投资者。对于因本研究报告而产生的或与之相关的任何问题，本研究报告的收件人应通过以下信息与 HTISSPL 联系：

Haitong International Securities (Singapore) Pte. Ltd

50 Raffles Place, #33-03 Singapore Land Tower, Singapore 048623

电话: (65) 6536 1920

日本投资者的通知事项：本研究报告由海通国际证券有限公司所发布，旨在分发给从事投资管理的金融服务提供商或注册金融机构（根据日本金融机构和交易法（"FIEL"））第 61（1）条，第 17-11（1）条的执行及相关条款）。

英国及欧盟投资者的通知事项：本报告由从事投资顾问的 Haitong International Securities Company Limited 所发布，本报告只面向有投资相关经验的专业客户发布。任何投资或与本报告相关的投资行为只面对此类专业客户。没有投资经验或相关投资经验的客户不得依赖本报告。Haitong International Securities Company Limited 的分支机构的净长期或短期金融权益可能超过本研究报告中提及的实体已发行股本总额的 0.5%。特别提醒有些英文报告有可能此前已经通过中文或其它语言完成发布。

澳大利亚投资者的通知事项：Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd, Haitong International Securities Company Limited 和 Haitong International Securities (UK) Limited 分别根据澳大利亚证券和投资委员会（以下简称"ASIC"）公司（废除及过度性）文书第 2016/396 号规章在澳大利亚分发本项研究，该等规章免除了根据 2001 年《公司法》在澳大利亚为批发客户提供金融服务时海通国际需持有澳大利亚金融服务许可的要求。ASIC 的规章副本可在以下网站获取：www.legislation.gov.au。海通国际提供的金融服务受外国法律法规规定的管制，该等法律与在澳大利亚所适用的法律存在差异。

印度投资者的通知事项：本报告由从事证券交易、投资银行及证券分析及受 Securities and Exchange Board of India（"SEBI"）监管的 Haitong Securities India Private Limited（"HTSIPL"）所发布，包括制作及发布涵盖 BSE Limited（"BSE"）和 National Stock Exchange of India Limited（"NSE"）（统称为「印度交易所」）研究报告。

本项研究仅供收件人使用，未经海通国际的书面同意不得予以复制和再次分发。

版权所有：海通国际证券集团有限公司 2019 年。保留所有权利。

People's Republic of China (PRC): In the PRC, the research report is directed for the sole use of those who receive the research report in accordance with the applicable PRC laws and regulations. Further, the information on the research report does not constitute "production and business activities in the PRC" under relevant PRC laws. This research report does not constitute a public offer of the security, whether by sale or subscription, in the PRC. Further, no legal or natural persons of the PRC may directly or indirectly purchase any of the security or any beneficial interest therein without obtaining all prior PRC government approvals or licenses that are required, whether statutorily or otherwise. Persons who come into possession of this research are required to observe these restrictions.

Notice to Canadian Investors: Under no circumstances is this research report to be construed as an offer to sell securities or as a solicitation of an offer to buy securities in any jurisdiction of Canada. Any offer or sale of the securities described herein in Canada will be made only under an exemption from the requirements to file a prospectus with the relevant Canadian securities regulators and

only by Haitong International Securities (USA) Inc., a dealer relying on the "international dealer exemption" under National Instrument 31-103 Registration Requirements, Exemptions and Ongoing Registrant Obligations ("NI 31-103") in Alberta, British Columbia, Ontario and Quebec. This research report is not, and under no circumstances should be construed as, a prospectus, an offering memorandum, an advertisement or a public offering of any securities in Canada. No securities commission or similar regulatory authority in Canada has reviewed or in any way passed upon this research report, the information contained herein or the merits of the securities described herein and any representation to the contrary is an offence. Upon receipt of this research report, each Canadian recipient will be deemed to have represented that the investor is an "accredited investor" as such term is defined in section 1.1 of National Instrument 45-106 Prospectus Exemptions or, in Ontario, in section 73.3(1) of the Securities Act (Ontario), as applicable, and a "permitted client" as such term is defined in section 1.1 of NI 31-103, respectively.

Notice to Singapore investors: This research report is provided in Singapore by or through Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd ("HTISSPL") [Co Reg No 201311400G. HTISSPL is an Exempt Financial Adviser under the Financial Advisers Act (Cap. 110) ("FAA") to (a) advise on securities, units in a collective investment scheme, exchange-traded derivatives contracts and over-the-counter derivatives contracts and (b) issue or promulgate research analyses or research reports on securities, exchange-traded derivatives contracts and over-the-counter derivatives contracts. This research report is only provided to institutional investors, within the meaning of Section 4A of the Securities and Futures Act (Cap. 289). Recipients of this research report are to contact HTISSPL via the details below in respect of any matters arising from, or in connection with, the research report:

Haitong International Securities (Singapore) Pte. Ltd.

10 Collyer Quay, #19-01 - #19-05 Ocean Financial Centre, Singapore 049315

Telephone: (65) 6536 1920

Notice to Japanese investors: This research report is distributed by Haitong International Securities Company Limited and intended to be distributed to Financial Services Providers or Registered Financial Institutions engaged in investment management (as defined in the Japan Financial Instruments and Exchange Act ("FIEL") Art. 61(1), Order for Enforcement of FIEL Art. 17-11(1), and related articles).

Notice to UK and European Union investors: This research report is distributed by Haitong International Securities Company Limited. This research is directed at persons having professional experience in matters relating to investments. Any investment or investment activity to which this research relates is available only to such persons or will be engaged in only with such persons. Persons who do not have professional experience in matters relating to investments should not rely on this research. Haitong International Securities Company Limited's affiliates may have a net long or short financial interest in excess of 0.5% of the total issued share capital of the entities mentioned in this research report. Please be aware that any report in English may have been published previously in Chinese or another language.

Notice to Australian investors: The research report is distributed in Australia by Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd, Haitong International Securities Company Limited, and Haitong International Securities (UK) Limited in reliance on ASIC Corporations (Repeal and Transitional) Instrument 2016/396, which exempts those HTISG entities from the requirement to hold an Australian financial services license under the Corporations Act 2001 in respect of the financial services it provides to wholesale clients in Australia. A copy of the ASIC Class Orders may be obtained at the following website, www.legislation.gov.au. Financial services provided by Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd, Haitong International Securities Company Limited, and Haitong International Securities (UK) Limited are regulated under foreign laws and regulatory requirements, which are different from the laws applying in Australia.

Notice to Indian investors: The research report is distributed by Haitong Securities India Private Limited ("HSIPL"), an Indian company and a Securities and Exchange Board of India ("SEBI") registered Stock Broker, Merchant Banker and Research Analyst that, inter alia, produces and distributes research reports covering listed entities on the BSE Limited ("BSE") and the National Stock Exchange of India Limited ("NSE") (collectively referred to as "Indian Exchanges").

This research report is intended for the recipients only and may not be reproduced or redistributed without the written consent of an authorized signatory of HTISG.

Copyright: Haitong International Securities Group Limited 2019. All rights reserved.

http://equities.htisec.com/x/legal.html