

钠电池从差异化突围迈向全场景渗透

五矿证券研究所新能源高级分析师 张鹏

近年来，碳酸锂价格大幅上涨推动了钠电池产业化尝试。以宁德时代发布第一代钠电池为标志，钠电池完成从 0 到 1 的产业化突破。钠电产业逻辑正经历三阶段演进，1.0 时代受高锂价驱动，定位为短期成本替代方案；当前 2.0 时代依托宽温域、高安全性等差异化优势，切入特定优势场景；未来 3.0 时代有望摆脱“锂电备胎”定位，重塑能源金属的“第二曲线”。

一、钠电池具备高倍率与安全性优势，在轻型动力场景开启对铅酸电池的替代

（一）钠电高倍率性能支撑铅酸替代

当前铅酸电池仍以约 90%的份额主导启停市场，全球总规模已突破 100GWh。该场景核心需求为高输出功率、高安全性及长循环寿命。然而，铅酸电池体积笨重、环保性差、循环寿命短、低温性能衰减严重等短板逐步显现，且在低温及频繁大电流放电工况下性能衰减显著，已难以匹配汽车电动化与智能化的升级方向。

为突破铅酸电池短板，特斯拉、比亚迪等车企率先推进了启动电池的“锂电化”应用。锂电池凭借低自放电、长寿命、小体积等特性，通过电池管理系统与整车能量管理系统

深度协同，改善亏电问题。比亚迪自 2009 年研发 12V 磷酸铁锂启动电池，现已实现 DM 车型全系搭载。特斯拉自 2022 年起在 Model Y 等车型引入低压锂电系统，电池容量从铅酸的 45Ah 缩减至 6.9—12Ah，实现显著轻量化与小型化。但锂电较高的初装成本与安全性短板仍制约其进一步渗透，市场需要兼顾成本与安全的第三条路线。

以聚阴离子体系为代表的钠电池兼具高安全、高倍率及低成本潜力，有望在启动市场拓展应用空间。但受制于较高初始采购成本、较长的车规验证周期，以及铅酸电池的市场惯性和水系电解液的化学稳定性优势，钠电池中短期渗透率仍面临一定上限。

以重卡启驻电池为例，钠电部分替代铅酸的综合优势体现在两方面。经济性方面，由于铅酸放电深度（DOD）远低于钠电，满足同等可用电量需配置更大额定容量，一定程度上削弱了其初始成本优势。当前钠电启停电池价格约 0.9 元/Wh，预计 2027—2028 年可实现和铅酸全生命周期成本平价

（测算结果受电池寿命假设影响较大）。性能方面，铅酸的高倍率放电能力受物理机制制约，需依赖极板结构优化或材料改性加以弥补；而钠电的高倍率特性天然适配新能源汽车频繁启停与瞬时大功率输出的高要求工况。产品端，宁德时代 2025 年发布的“钠新”启驻一体重卡电池使用寿命突破 8

年，全生命周期总成本较铅酸降低 61%，并可实现-40℃一键启动，表明钠电在启停领域的商业化应用进一步推进。

（二）钠电池在平衡重叉车领域具备较强契合性

2025 年中国叉车总销量约 145 万台，电动化率已突破 80%。动力结构方面，电动叉车目前以磷酸铁锂电池和铅酸电池为主，其中磷酸铁锂电池叉车加速替代传统铅酸电池，并已占据主导地位。对钠电池而言，平衡重叉车场景的适配性主要需要与磷酸铁锂方案进行比较。

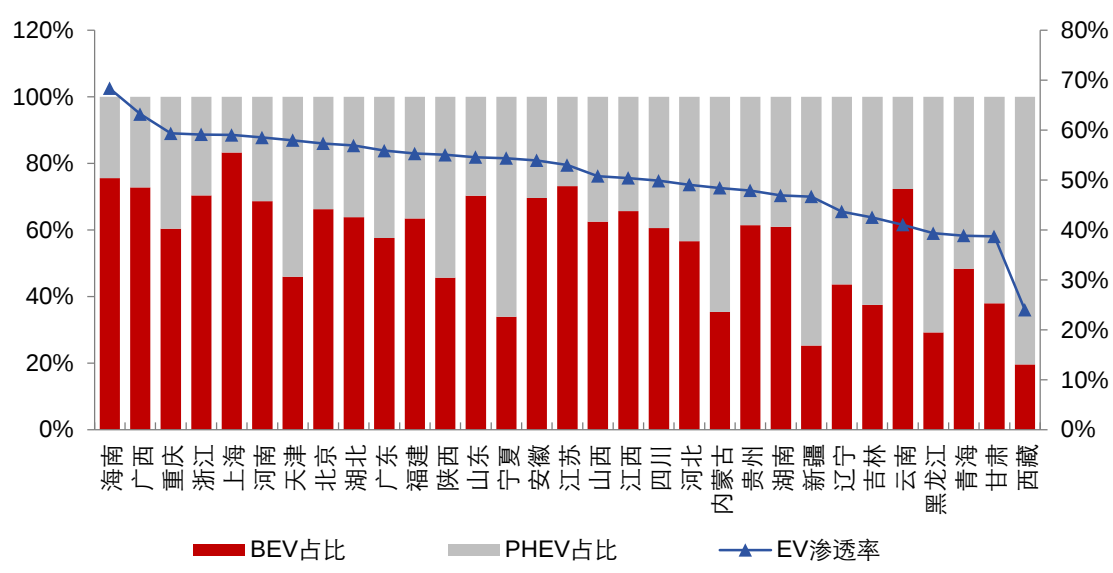
平衡重式叉车销量渗透率约 40%，钠电池展现出较强的适配优势潜力。性能方面，钠电低能量密度特性在需要配重的平衡重式叉车中反而成为优势，可减少配重块用量，且倍率与宽温域性能优于磷酸铁锂；但对无配重需求的品类，重量劣势明显。经济性方面，预计 2027 年钠电动力电池包成本约 0.53 元/Wh，仍高于 20 万元/吨碳酸锂价格下磷酸铁锂的 0.51 元/Wh，尚未实现平价。

钠电在工业车辆领域的商业化进一步加速。2026 年 1 月，比亚迪发布首台量产钠电平衡重叉车，质保突破 10 年，支持-40℃至 60℃宽温域工作及 4C 快充和 6C 持续放电。远期市场空间方面，按平衡重式叉车 40%占比以及单车带电量 35kWh 估算，潜在市场约 20GWh。

二、动力场景：低温地区更适配，“自生成负极”是关键

寒冷地区新能源汽车渗透率提升的核心瓶颈在于动力电池。2025 年东北、西北地区新能源汽车渗透率多在 40%—50%，低于其他省份，主要原因在于锂电池低温下续航达标率与补能效率均较低。例如东北地区 1 月月均气温均在 -3.0°C 以下，锂电池面临两大痛点。内阻增大、活性物质反应不充分，续航衰减；电解液活性降低，充电变慢、动力输出减弱。

图 1：2025 年国内低温地区省份新能源汽车渗透率低于国内均值



资料来源：Thinker Car，五矿证券研究所

普通有负极钠电池凭借宽温域与高倍率优势，是应对上述短板的可行方案。机理上，低温下“去溶剂化”是离子传输的限速步骤，钠离子在此环节具备优势。成本方面，预计有负极钠电动力电池包度电成本接近 10 万元/吨碳酸锂价格下的磷酸铁锂水平，但能量密度低于磷酸铁锂，对车身结构构成挑战且增加电耗，因此更契合寒冷地区中低续航车型。

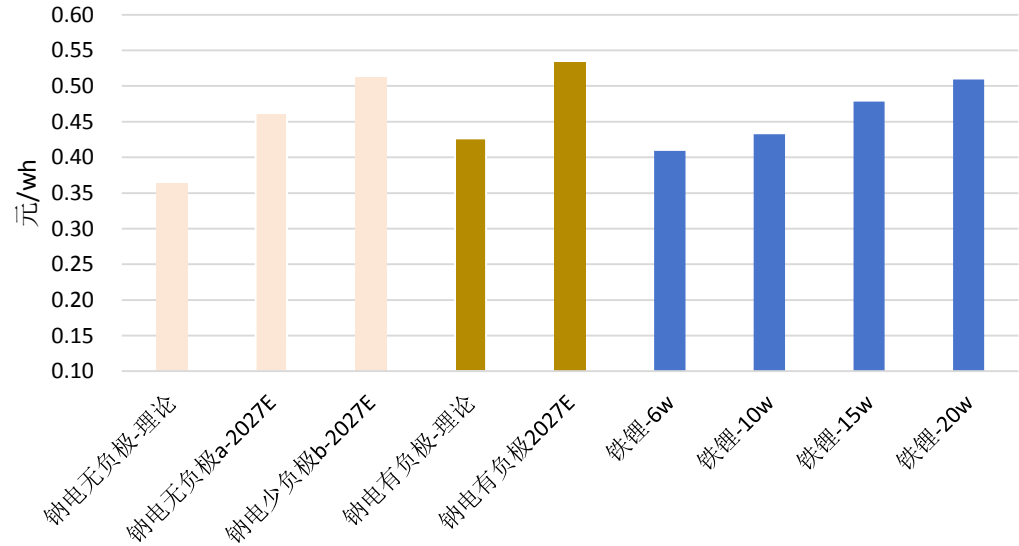
潜在空间方面，寒冷地区乘用车销量约占全国 15%，而 400km 以下中低续航车型占比约 27%，两者交叉对应约 5% 的全国市场空间。产品端方面，以长安汽车搭载宁德时代“钠新”电池车为例，电芯能量密度达 175Wh/kg，-30℃放电功率较同电量磷酸铁锂提升近 3 倍，-40℃容量保持率超 90%。

（二）钠电动力方案进阶取决于“自生成负极”技术突破

要拓展经济型乘用车及更大范围的动力市场，钠电池仍需跨越能量密度门槛并进一步降低成本。“自生成负极”（无负极）技术通过省去传统负极活性材料，有望使钠电能量密度追平磷酸铁锂，并进一步扩大成本优势，成为钠电产业进阶的关键。

经济性方面，理论度电成本优势显著，实际落地仍需规模效应验证。理论层面无负极聚阴离子型钠动力电池包度电成本低于 0.4 元/Wh，优于 6 万元/吨碳酸锂价格假设下的磷酸铁锂。但考虑良率爬坡及小规模下成本偏高，预计 2027 年无负极、少负极方案电池包成本分别约 0.46 元/Wh 和 0.5 元/Wh。相比之下，碳酸锂 15 万—20 万元/吨价格下磷酸铁锂电池包成本为 0.48—0.51 元/Wh。考虑到工程化难度，产业初期可能采用“少负极”方案过渡，短期成本优势尚待验证。

图 2：无负极钠电动力电池包系统具备理论成本优势（基于特性假设）



资料来源：高工产研、福建省工业和信息化厅，Wind，高工锂电、SMM 钠电、五矿证券研究所测算

备注：1. 钠电 2027 良品率 95%，电池系统非电芯成本按照小规模化下的成本测算，实际值或更大，测算为电池包系统度电成本；2. 钠电按照钠铁焦磷酸盐体系测算，假设类似磷酸铁锂的热管理；3. 铁锂-6w 代表 6 万元/吨碳酸锂价格假设下的磷酸铁锂电芯成本；4. 测算和实际产业值或有一定差距。

性能方面，钠电能量密度有望追平磷酸铁锂，但循环与倍率性能仍存短板。聚阴离子型钠电有望在质量和体积能量密度上达到与磷酸铁锂电芯相当的水平，但去除传统负极结构不可避免地带来循环寿命衰减风险，且在快充等倍率性能方面亦存在理论短板，可能对钠电在动力市场的渗透率上限形成一定制约。

产业化进展方面，技术突破与商业化落地正在同步推进。隐功科技隐峰 21Ah 无负极钠电芯实现 180Wh/kg 能量密度，工艺优化后循环寿命达 1500—2000 次；宁德时代与长安汽车合作的第一代产品已实现纯电续航超 400km。总体而言，动力“无负极”方案正处于第一代产品量产关键期，未来仍需通过工程优化与材料迭代逐步逼近理论性能上限，随着能量密度和成本的持续改进，市场空间有望逐步扩大。

三、储能场景长期替代空间较大

（一）钠电长寿命潜力有望支撑储能替代

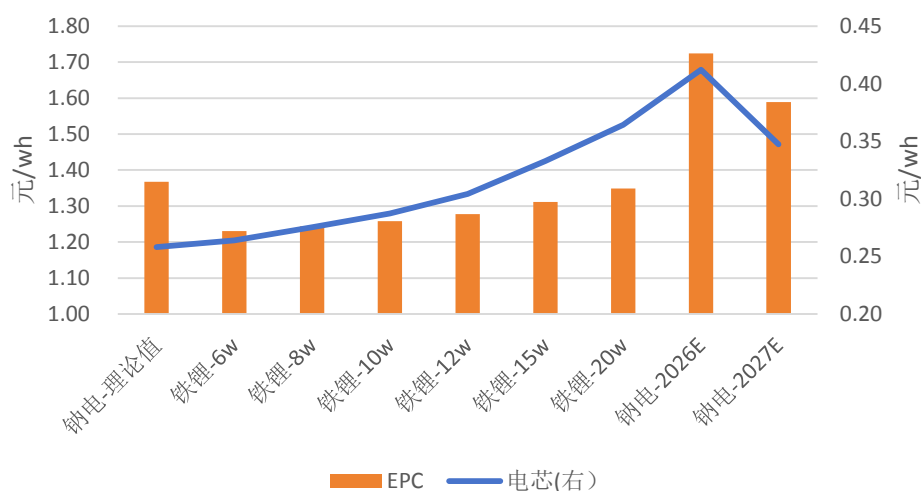
在储能领域，日历寿命是决定系统全生命周期度电成本的核心要素。当前磷酸铁锂储能正通过材料与电池管理系统等综合升级不断拉长寿命预期，2024 年宁德时代发布的天恒储能系统实验室寿命已超 15000 次，2025 年新能安等企业也相继推出循环 15000 次、稳定运行超 15 年的磷酸铁锂工商业储能产品。面对磷酸铁锂的持续迭代，聚阴离子钠电池正凭借更长寿命潜力与系统级降本优势，加速从示范应用迈向规模化替代。

产品与技术方面，系统级创新有助于改善长寿命与温控瓶颈。宁德时代 2026 年发布“天恒”钠电储能系统，针对钠离子特性定制了电池管理系统与储能变流器，利用钠电无平台电压区及强过充能力实现更精准的电池荷电状态估算，整站往返效率提升近 2%。该系统寿命 25—30 年，在 25℃ 下

循环寿命达 15000 次，-20℃极寒下容量保持率超 92%，45℃高温下循环寿命仍超 10000 次。此外，宁德时代正布局“无液冷极筒储能系统”，有望降低温控配套投资。

寿命指标方面，钠电产品已展现较大潜力，运营成本优势是关键。钠电目前处于早期规模化阶段，而磷酸铁锂已经历数次迭代。当前主流聚阴离子钠电池循环寿命已突破 8000 次，部分头部企业达 2 万次以上。从材料学底层逻辑角度看，钠电在物理层面和温度适应性上具备明显优势；化学稳定性方面，虽然固体电解质界面膜（SEI 界面膜）理论稳定性低于锂电，但有望通过电解液改性逐步提升，未来日历寿命超越磷酸铁锂的潜力较大。钠离子电池凭借高安全、宽温域等特性，可在运维、充放电效率、热管理等维度形成运营成本优势，以此对冲较高的初装成本，具备实现更低度电成本的潜力。

图 3：钠电在理论电芯层面成本较低，但在工程总承包层面理论成本较高（基于特定模型测算）



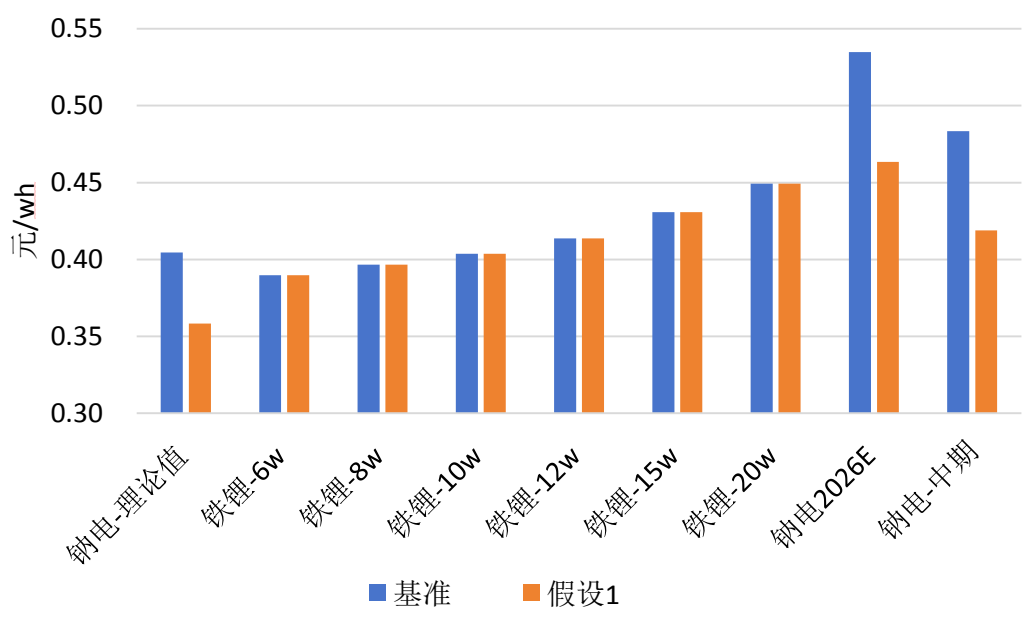
资料来源：高工产研，福建省工业和信息化厅，Wind、SMM 钠电，五矿证券研究所测算

备注：1. 假设钠电芯良品率 2026—2027 年分别为 90%、95%；
2. 铁锂-6w 代表 6 万元/吨碳酸锂价格磷酸铁锂成本；3. 钠电体系是基于聚阴离子钠铁焦磷酸盐体系假设，且热管理系统和磷酸铁锂类似，未来钠电在热管理上可能通过简化实现一定降本；4. 成本预测和实际值或有差距。

从经济性测算维度，钠离子电池成本端短期承压，长期具备较强的度电成本下行潜力，但经济性的兑现要以各项性能瓶颈的突破为前提。以大型储能场景为例，基准情形（短期承压）下，假设钠电与磷酸铁锂日历寿命相当，均为 15 年，测算得到 2027 年钠电度电成本约 0.48 元/Wh，仍高于碳酸锂 20 万元/吨价格下磷酸铁锂的 0.45 元/Wh，短期维度，磷酸铁锂仍具备更强的全生命周期经济性。假设情形（长期潜力释放），参考宁德时代“天恒”钠电系统 25—30 年的寿命目标，假设钠电日历寿命 20 年、磷酸铁锂 15 年，中期钠电

度电成本有望下降至 0.42 元/Wh，优于碳酸锂 15 万元/吨价格下的磷酸铁锂水平。但长寿命优势的落地，仍有赖于硬碳技术路线收敛与规模化降本、固体电解质界面膜界面改性等关键技术实现突破。

图 4：当前钠电在储能领域度电成本高于磷酸铁锂，但长期理论成本下行空间较大（基于特定模型测算）



资料来源：高工产研、福建省工业和信息化厅，Wind，SMM 钠电，五矿证券研究所测算

注：1. 钠电基于性能优势下，放电效率比磷酸铁锂高 3 个百分点（，运维费用是磷酸铁锂的 95%；2. 铁锂-6w 代表 6 万元/吨碳酸锂价格磷酸铁锂成本；3. 钠电体系是基于聚阴离子钠铁焦磷酸盐的假设，且热管理系统和磷酸铁锂类似；4. 成本预测是基于一定规模化下理论值，和实际值或有差距；5. 基准情况指的是钠电和磷酸铁锂日历寿命一致，为 15 年；

假设 1 情形是磷酸铁锂 15 年、钠电 20 年日历寿命，且测算
是 4 小时的储能度电成本；6. 假设钠电芯良品率 2026 年、
中期为 90%、95%。

商业化落地层面，钠电储能正从示范试点加速迈向 GWh
级规模化应用阶段。宁德时代新一代钠电储能系统计划于
2026 年 9 月启动国内交付，预计年底实现 1GWh 出货量，全
球市场将于 2027 年 6 月启动交付。海外市场方面，美国 Peak
Energy 规划 2027—2030 年可供应最高 4.75GWh 钠离子储能
系统。伴随技术迭代成熟与产业链规模效应持续释放，钠电
有望凭借长寿命、高安全及宽温域的优势，在储能市场开辟
应用空间。

（二）人工智能数据中心高功率趋势为钠电提供应用空 间

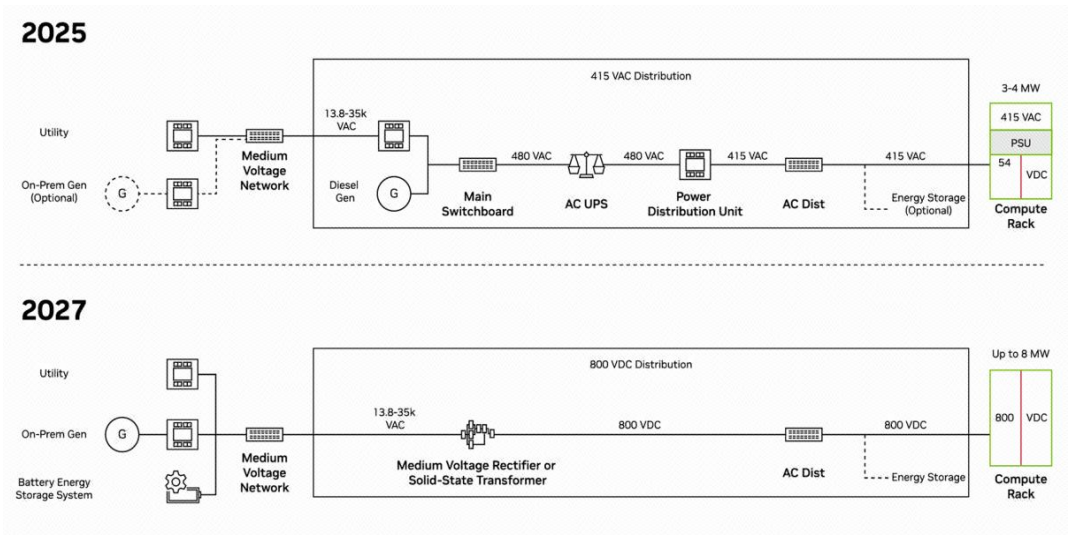
数据中心储能市场当前呈现“铅酸主导、锂电追赶”格
局。2024 年全球数据中心储能新增装机中，铅酸电池市占率
为 89%。其核心竞争力在于，突出的本征安全性，较好匹配
数据中心对供电可靠性的较高要求，因此是当前市场主流方
案。但从全生命周期成本视角分析，以磷酸铁锂为代表的锂
电池优势较明显，循环寿命、充放电效率、能量密度及占地
面积等核心指标优于铅酸电池，例如锂电浮充寿命最长可达
15 年，是铅酸的两倍以上。展望技术迭代趋势，聚阴离子钠

电池凭借较好的安全性和本征倍率优势，在数据中心储能场景具备较强的替代潜力。

人工智能数据中心高功耗化升级与高压直流输电架构革新，进一步拓展聚阴离子钠电池的商业化应用空间。一方面，人工智能数据中心高功耗迭代带动大功率、高倍率需求。人工智能数据中心单机柜功耗已从传统 20—50kW 攀升至 100kW 以上，工况需求发生明显变化。传统互联网数据中心备电仅需满足 4C 放电、800—1000 次循环，而人工智能数据中心场景锂电放电倍率为 5—10C，钠电在该趋势下具备优势潜力。另一方面，800V 高压直流输电架构推动数据中心备电体系从传统被动应急备电，向主动能源管理转型。相比传统 120kVA（1+1）冗余交流不间断电源方案，100kW 高压直流输电架构可节省约 28% 占地面积、降低约 49% 建设成本及 14% 运营成本，具备高可靠、低成本、高能效的综合优势。2025 年 5 月，英伟达联合维谛、英飞凌等企业成立供应商联盟，目标在 2027 年实现 800V 高压直流输电架构的规模化落地。海外人工智能数据中心功率迭代速度则更快，叠加英伟达高压直流输电技术的产业化推进，海外数据中心备用电源的锂电、钠电替代进程将优先提速。成本方面，测算显示钠电产品有望在 2027 年后实现与磷酸铁锂的成本持平，当前仍需依托技术迭代与规模化生产持续降本。

受人工智能数据中心（AIDC）发展节奏、技术架构及市场诉求差异影响，国内外数据中心储能升级呈现显著结构性分化，海外锂电渗透率明显高于国内。目前北美新建数据中心磷酸铁锂选用率已达 70%—75%，而国内数据中心不间断电源（UPS）锂电整体渗透率仅约 28%，铅酸电池仍占据主导地位。主要原因在于，海外算力芯片迭代速度快、人工及运维成本偏高，高倍率、小占地、低全生命周期成本的锂电方案经济效益突出，成为市场重要选择；国内数据中心行业以安全稳定为核心首要原则，且高功率人工智能数据中心建设迭代节奏慢于海外，因此铅酸电池替代进程相对平缓。

图 5：英伟达的数据中心架构将从目前的交流配电逐渐演进至 800 伏直流电压



资料来源：英伟达，五矿证券研究所

适配人工智能数据中心场景的钠离子电池产品及解决方案商业化落地进度加快。其中，海辰储能针对性推出适配高功率算力场景的“高倍率钠电+锂电备电”储备一体化解

决方案，依托自研钠离子电芯，可实现超 25 年服务寿命，整体能效提升 3%以上。就市场规模维度而言，行业增长空间较大，高工产业研究院预测至 2030 年，人工智能数据中心储能出货规模将达 250—270GWh，为钠离子电池规模化渗透提供市场支撑。

（三）通信基站市场仍由铅酸和磷酸铁锂并存

当前通信基站配储市场呈现铅酸与磷酸铁锂并行的竞争格局。据中关村储能产业技术联盟、弗若斯特沙利文统计，2024 年全球通信基站电池装机量达 43.9GWh，其中锂电池占比约 47%，剩余市场仍由铅酸电池占据。该格局由场景差异与行业趋势共同决定：在偏远山区、停电频繁、充电频率高等复杂环境下，磷酸铁锂凭借优异的综合性能成为刚性需求；在成本敏感地区，铅酸电池凭借低价优势仍保有存量市场。同时，5G 基站小型化、轻量化的发展趋势，进一步凸显磷酸铁锂高能量密度的适配优势，持续替代传统铅酸电池。

基站备电核心需求主要涵盖四个维度，偏远地区频繁停电的工况，需要电池具备长循环寿命；高海拔、极寒高温等极端环境，要求电池拥有优异的宽温域适应性。安全性层面，铅酸电池仍保有本征安全优势；全生命周期维度，磷酸铁锂与钠电方案的全生命周期成本明显优于铅酸，同时可依托峰谷电价差开展“削峰填谷”，进一步降低运营成本。

长期方面，聚阴离子钠电池在通信基站场景具备替代磷酸铁锂的潜力。相较于磷酸铁锂方案，钠电池在材料成本、高倍率响应、本征安全性及宽温域适应性上均具备优势。成本测算显示，预计 2028 年聚阴离子钠电池组可在碳酸锂 15 万元/吨的假设条件下，实现与磷酸铁锂电池成本持平。伴随产业化成熟与规模化降本，钠电池有望在基站备电市场占据一定份额。

四、钠电产业规模化应用取决于技术与成本突破

当前钠离子电池产业正迎来三重结构性变革，行业发展进入新的阶段。当前的钠电 2.0 时代依托宽温域、高安全、高倍率等差异化特性，切入细分刚性需求场景，实现商业化初步落地；未来 3.0 时代有望持续突破技术与成本瓶颈，影响储能及动力电池赛道格局，形成能源金属产业新的增长空间。

产业发展瓶颈方面，硬碳负极技术路线尚未收敛、技术迭代尚未成熟，是当前制约钠电产业规模化应用的最大瓶颈。商业化节奏上，钠电池将遵循启停场景、人工智能数据中心储能场景、动力电池场景、大型储能场景的梯度路径推进，逐步实现全场景经济性平价。长期方面，钠离子电池凭借差异化竞争优势，具备广阔的产业发展潜力。