

铅酸蓄电池与锂电池替代性路径研究（一）

要点：

光大期货研究所

光期有色团队

有色总监：展大鹏

从业资格：F3013795

交易咨询资格：Z0013582

有色分析师：王珩

从业资格：F3080733

撰稿人：

刘轶男

从业资格：F3030849

交易咨询资格：Z0016041

朱希

从业资格：F03109968

撰写日期：2024-3-25

期市有风险

入市需谨慎

自 2023 年以来，碳酸锂价格不断下探，一度跌至 85,000 元/吨逼近一体化提锂成本位。但反观铅价，却跳出近 3 年波动区间，一度探至 17,540 元/吨。在成本冲击下，市场对于锂电替代铅蓄电池的讨论逐步升温，本文将分为上、下两个部分对铅酸蓄电池与锂电池替代性进行分析，首篇主要介绍铅酸蓄电池产业链、锂电池产业链和终端应用重叠部分，以按类型分析其在不同领域替代性。

铅酸蓄电池作为工业化最早的电池，技术最为成熟，且安全性较好，成本较低，但其能量密度较低，且循环寿命较短，原材料也有一定环境污染的问题。磷酸铁锂电池能量密度高、循环寿命长，综合性能较好，但其安全性仍有提升空间。锰酸锂电池则具有成本优势、安全性较高以及低温性能较好等优势，但高温循环性能较差，且寿命相对短。

在应用场景方面，目前国内两轮电动车的动力电池类型仍以铅酸蓄电池为主，且两轮电动车消费群体对售价较为敏感，成本问题成为关键点。新规出台规范行业发展，而新国标背景下，铅酸蓄电池重量卡脖子，锂电市场份额或正在逐步扩张，锰酸锂或更有前景。同时，铅酸蓄电池仍面临新挑战。

磷酸铁锂电池和铅酸蓄电池交叉应用场景主要体现在储能领域中用户侧上的应用。目前新型储能中锂离子电池装机规模占据较大市场份额，铅酸蓄电池储能每年仍在不断投建，究其原因还是在于成本和安全性的衡量。

在详细介绍了铅酸蓄电池与锂电池的产业链、特点及交叉运用场景后，可以看出锂电池在应用中对铅酸蓄电池的替代性或将逐渐显现。因此，下篇将着重拆分三类电池的成本模型，以期寻找三者替代关系，并将以铅价与锂价为自变量进行替代性分析，测算价格的边际。

光期有色：铅酸蓄电池与锂电池替代性路径研究（一）

自 2023 年以来，碳酸锂价格不断下探，一度跌至 85,000 元/吨逼近一体化提锂成本位。但反观铅价，却跳出近 3 年波动区间，一度探至 17,540 元/吨。在成本冲击下，市场对于锂电替代铅蓄电池的讨论逐步升温，本文将分为上、下两个部分对铅酸蓄电池与锂电池替代性进行分析，首篇主要介绍铅酸蓄电池产业链、锂电池产业链和终端应用重叠部分，以按类型分析其不同领域替代性。

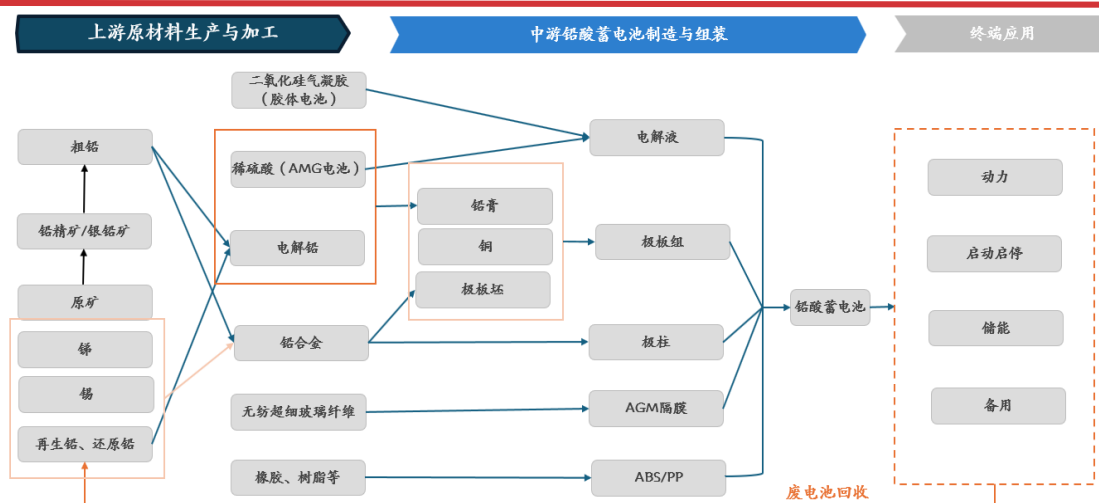
一、铅酸蓄电池产业链

铅酸蓄电池发展良久，产业链涵盖多个环节，主要分为上游的原材料生产与加工、中游的铅酸蓄电池制造与组装和下游的终端应用。

铅酸蓄电池的上游是铅、塑料件以及隔板等生产制造行业，其中铅作为主要的原材料对铅酸蓄电池成本有较大影响。铅产业中除了矿产铅（原生铅）以外，伴随着国内大力发展废旧铅酸蓄电池回收，再生铅（还原铅）占国内精铅产量自 2022 年以来超 50%（以 SMM 产量数据为基准），大大降低了原材料成本并且铅酸蓄电池的可循环再生利用性符合国家绿色环保政策倡导。

在铅酸蓄电池的生产过程中，需要使用铅、锡和锑按不同型号电池要求配比制成铅合金。再与铅膏、铜、铅合金制造的极板坯等材料一起生产极板组。最后将电解液、极板组、极柱、AGM 薄膜和 ABS 或 PP 一起组装成适用不同品类、场景的铅酸蓄电池。

图表：铅酸蓄电池产业链



数据来源：Wind、光大期货研究所

铅酸蓄电池受益于其安全性高、经济性良好和可循环利用的环保性在终端应用领域广泛而多

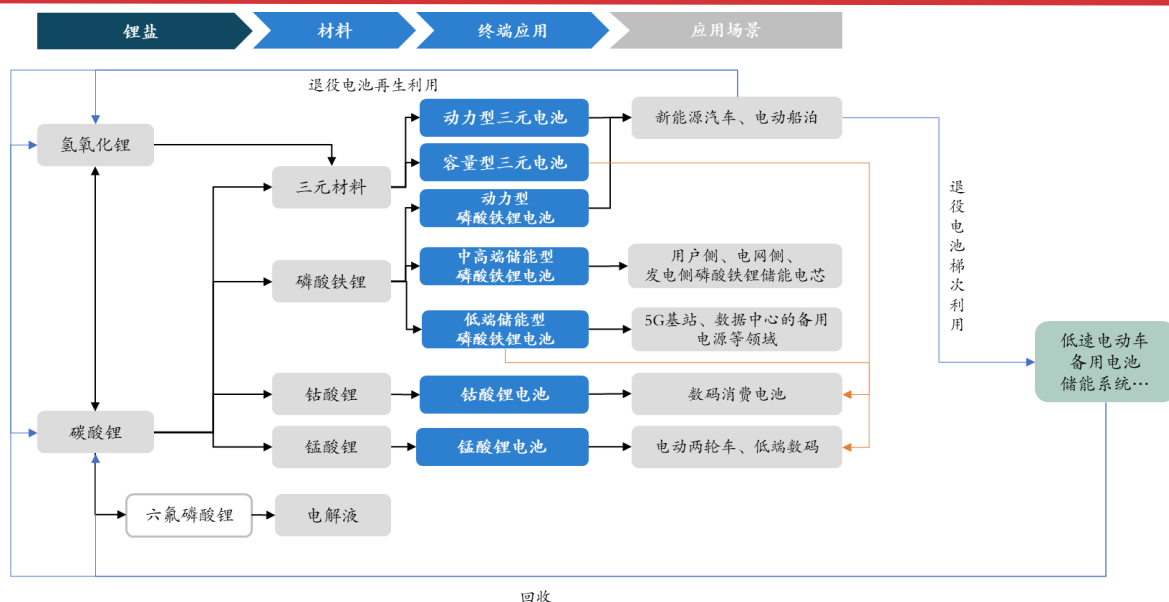
元，主要涵盖动力领域、起动启停领域、储能领域与备用领域。

终端方面，根据 China Insights Consultancy 整理的数 据，2015-2020 年中国销售电动两轮车中使用铅酸蓄电池作为动力来源的车型占比均超过 95%。第二大类为汽车、拖拉机、柴油机、船舶等起动和照明起动启停电池，根据中国产业信息网数据显示，铅酸蓄电池在我国汽车起动启停电池领域的使用率约已达 90%，2018 年我国起动启停用铅酸蓄电池占铅酸蓄电池的比例约为 38%。电力系统的储能电池一般指供发电设备储蓄能源，近年来全球风光电大基地的大力发展不可避免地促进了储能用铅酸蓄电池的使用量。最后一类是备用电池，指在输变电站中为动力机组提供合闸电流的电池以及应用在公共设施中提供备用能源的电池。

二、 锂电池产业链

2022 年 1 月 29 日，国家发展改革委 国家能源局关于印发《“十四五”新型储能发展实施方案》的通知，为深入贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略，实现碳达峰碳中和战略目标，支持构建新型电力系统，加快推动新型储能高质量规模化发展。随后，关于推动新能源汽车和储能发展的政策性文件陆续出台，推动锂电快速发展。

图表：锂电产业链图



资料来源：公开资料整理、光大期货研究所

从全产业链来看，碳酸锂和氢氧化锂作为锂电池正极材料重要原材料，目前应用在三元材料、磷酸铁锂、钴酸锂和锰酸锂中。正极材料与负极材料、电解液和隔膜等材料组成电芯，后电芯经过组装应用在不同领域，如新能源汽车、电动船舶、储能电池、两轮电动车、数码消费电池等。

据公开资料显示，电池按照正常使用流程，小型储能（3C 数码）电池使用寿命或在 3-5 年，动力电池使用寿命或在 5-8 年的时间。退役电池的流向目前可分为梯次利用与再生利用。将退役电池或电芯进行拆解检测后，若仍有利用价值，则筛选并重新组成健康电池包或电池系统，应用在低速电动车、备用电池等领域；若不适用或不符合条件的，则将或者直接拆解原材料重新进入生产，形成产业链闭环。

三、 铅酸蓄电池与锂电池终端交叉领域

铅酸蓄电池作为工业化最早的电池，技术最为成熟，且安全性较好，成本较低，但其能量密度较低，且循环寿命较短，原材料也有一定环境污染的问题，应用在启动电池、动力电池、储能等领域。与铅酸蓄电池应用范围有交叉重合的锂电池主要是磷酸铁锂电池和锰酸锂电池。磷酸铁锂电池能量密度高、循环寿命长，综合性能较好，但其安全性仍有提升空间，应用在动力电池和储能电池方面。锰酸锂电池则具有成本优势、安全性较高以及低温性能较好等优势，但高温循环性能较差，且寿命相对短，应用在电动自行车及低速电动车、电动工具、数码电子产品等领域。

图表：磷酸铁锂电池、锰酸锂电池和铅酸蓄电池对比

释意		磷酸铁锂电池	锰酸锂	铅酸蓄电池
能量密度（Wh/kg）	储能系统每单位体积或单位质量所能储存的能量	130-170	120-210	40-80
循环寿命（次）	储能系统在保持其容量仍为高百分比的初始容量的同时，可完成的能量加充/释放的循环次数（单位：循环数）	2,000-10,000	800-1,000	500-3,000
使用寿命（a）	在给定使用场景且保持其正常循环率的情况下，储能系统能正常工作的年数（单位：年）	8-10	3-5	1-3
能量转化效率（%）	一个能量转换设备所输出可利用的能量，相对其输入能量的占比	85-90	80	70-85
终端领域应用场景	储能	✓		✓
	小动力	✓	✓	✓
	启动启停			✓

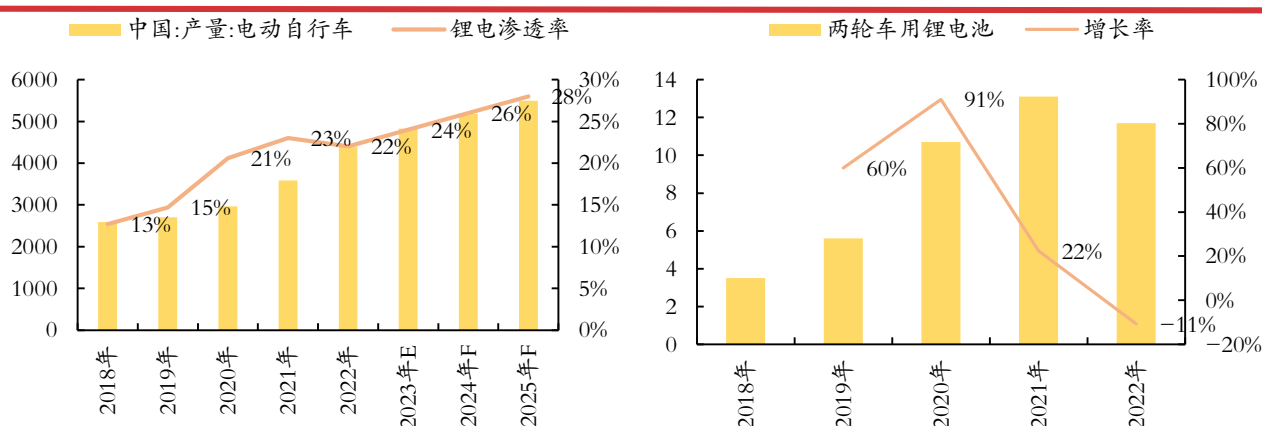
资料来源：《电力系统新型储能技术》、公开资料整理、光大期货研究所

值得一提的是，锂电池中的三元电池能量密度较磷酸铁锂电池更高，但其受到安全性问题影响，我国国家能源局综合司发布了关于征求《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）》意见的函，其中在防止电化学储能电站火灾事故的要求中提到，中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池等；同时，海外部分企业也正逐步转向磷酸铁锂电池。

3.1 小动力电池应用

目前国内两轮电动车的动力电池类型仍以铅酸蓄电池为主，且两轮电动车消费群体对售价较为敏感，成本问题成为关键点。据 EVTank 数据显示，2022 年，锂电版电动两轮车的产量为 1151 万辆，同比减少 12.6%，其总体渗透率由 2021 年的 24.2% 下滑至 2022 年的 19.5%，究其原因主要是受到 2022 年锂电池原材料价格上涨所致，部分企业选择更具有成本优势的铅酸蓄电池替代。

图表：两轮电动车产量及锂电渗透率（万辆；%） 图表：两轮电动车用锂离子电池出货量（GWh）



资料来源：Wind、EVTanK（2023.03）、光大期货研究所

新规出台规范行业发展。根据国家 2019 年 4 月 15 日起实施的新国标（GB 17761-2018）规定在对额定功率、电池电压限值的同时，装配完整的电动自行车的整车质量小于或等于 55kg。据爱玛科技，各地方为《新国标》的实施设置了长短不同的过渡期，预计将于 2024 年底结束，仍有望带来市场容量新的增长点。在新国标背景下，铅酸蓄电池重量卡脖子，锂电市场份额或正在逐步扩张，锰酸锂或更有前景。相比铅酸蓄电池，锂电的优势体现在寿命长、重量轻。铅酸蓄电池更换周期为 1-3 年，锂电池为 3-5 年。以 48V20Ah 的电池为例，超威 48V20Ah 铅酸蓄电池商品毛重 25.3kg、天能铅酸蓄电池商品毛重 24.4kg，而超威锂电池仅 8kg、天能锂电池仅 7kg。电动车的动力锂电池分为锰酸锂、磷酸铁锂和三元锂电池等技术路线，在两轮电动车的应用正在如火如荼

地发展，如星恒超锂 S7 电池、星恒高能铁锂电池等。进一步来看，据爱玛电动车相关负责人此前接受采访表示，“锰酸锂的热分解温度不仅高于三元锂材料，也高于磷酸铁锂的峰值热分解温度，因此安全性更好”。同时，据电池中国网，锰酸锂的容量比磷酸铁锂低约 25%，但其电压比磷酸铁锂高 15%，且锰酸锂的压实密度高约 40%，因此锰酸锂的体积比能量高于磷酸铁锂 25-30%。此外，锰酸锂的低温性能更好，在-20℃放电能达到 90%。

图表：《新国标（GB 17761-2018）》规定

分类	电动自行车
属性	非机动车
脚踏骑行能力	强制要求
最高车速	≤25km/h
整车质量	不得超过 55kg
电池电压	≤48V
生产资质	无
产品资质	3C 认证
骑行资质	无

资料来源：爱玛科技（2022 年年报）、光大期货研究所

铅酸蓄电池仍面临新挑战。随着钠离子电池逐步产业化，其在电动两轮车领域也将取代部分锂电池和铅酸蓄电池的市场份额。据公开资料显示，钠离子电池具有倍率性能好、充电速度快、低温环境中容量高于锂电池、安全性能更佳等特点，诸多企业目前也着力发展钠电研究和试点。2023 年 3 月 17 日，雅迪携手旗下华宇新能源科技公司成立华宇钠电公司，并发布华宇第一代钠离子电池——“极钠 1 号”及其配套整车——雅迪极钠 S9。据报道，华宇钠电的电池性能已经可以满足两轮电动车市场需求，“极钠 1 号”能量密度超过 145Wh/kg，能再-40℃的环境下打造 85%的容量保持率，已经通过了穿刺、浸泡、长续航等多种测试，正在等待量产装车。

3.2 储能应用

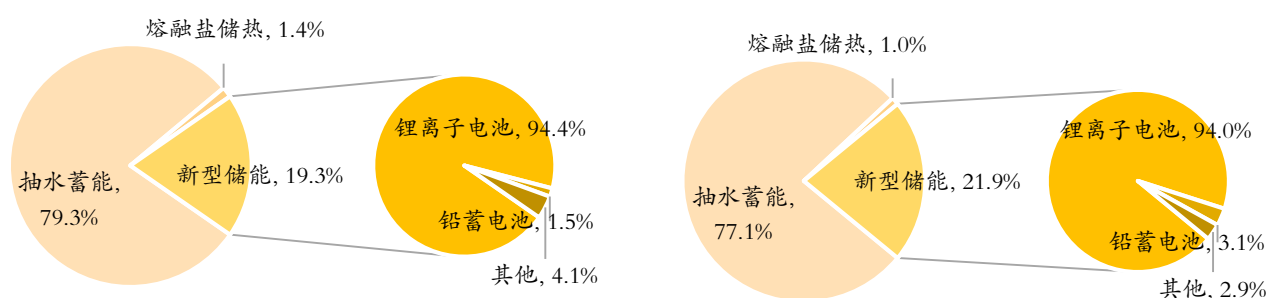
储能应用领域可以分为电源侧、电网侧和用户侧，而磷酸铁锂电池和铅酸蓄电池交叉应用场景主要体现在储能领域中用户侧上的应用。

根据《2023 中国新型储能行业发展白皮书：机遇与挑战》，2022 年已并网的储能项目中，电源侧占比约 49%，电网侧占比约 43%，用户侧并网占比为 8.36%。储能用户侧主要可以分为户储

和工商业储能两部分，其中，户储是指在不受城市供电压力影响，在用电低谷时间，户用储能可自行充电，以备用电高峰或断电时使用；工商业储能是指在工业或商业终端使用的储能系统，当前主要应用场景包括峰谷套利、需(容)量管理、应急备电、动态增容及需求侧响应。2022 年已并网的储能项目中，工商业储能在用户侧总量中占比约 98.6%。

据 CNESA，2000-2022 年全球已投运电力储能项目累计装机规模 237.2GW，其中新型储能占比达到 19.3%，而锂离子电池占新型储能 94.4%；国内市场，中国已投运电力储能项目累计装机规模 59.8GW，占全球市场总规模的 25%，其中新型储能占比达到 21.9%，而锂离子电池占新型储能 94.0%。

图表：全球&中国电力储能市场累计装机规模（MW%，2000-2022）



资料来源：CNESA、光大期货研究所

尽管目前新型储能中锂离子电池装机规模占据较大市场份额，铅酸蓄电池储能每年仍在不断投建，究其原因还是在于成本和安全性的衡量。成本方面，近两年碳酸锂价格波动剧烈，然而目前碳酸锂价格快速下跌至 10 万/吨左右后，成本或已经不再是核心考虑因素。安全性方面，从自燃的角度来看，铅酸蓄电池的材料相对稳定，电解液为稀硫酸，通常不会发生自燃或爆炸，因此锂电池若想完全替代铅酸蓄电池，安全上仍需突破。

在详细介绍了铅酸蓄电池与锂电池的产业链、特点及交叉运用场景后，可以看出锂电池在应用中对铅酸蓄电池的替代性或将逐渐显现。因此，下篇将着重拆分三类电池的成本模型，以期寻找三者替代关系，并将以铅价与锂价为自变量进行替代性分析，测算价格的边际。

有色研究团队成员介绍

展大鹏，理科硕士，现任光大期货研究所有色研究总监，贵金属资深研究员，黄金中级投资分析师，上期所优秀金属分析师，期货日报&证券时报最佳工业品期货分析师。十多年商品研究经验，服务于多家现货龙头企业，在公开报刊杂志发表专业文章数十篇，长期接受期货日报、中证报，上证报、证券时报、第一财经、华夏时报等多家媒体采访，所在团队曾荣获第十五届期货日报&证券时报最佳金属产业期货研究团队奖，上期所 2016 年度有色金属优秀产业团队称号。期货从业资格号：F3013795 交易咨询从业证书号：Z0013582

刘轶男，英国利物浦大学理学硕士，现任光大期货研究所有色研究员，主要研究方向为锌锡。深入国内外有色产业，扎根产业链上下游，关注行业热点和时事政策，服务于多家产业龙头企业。长期在期货日报、中证报、第一财经、华夏时报等国内主流财经媒体发表观点，撰写多篇深度专题报告和热点解读报告，获得客户高度认可。期货从业资格号：F3030849 交易咨询从业证书号：Z0016041

王珩，澳大利亚阿德莱德大学金融学硕士，现任光大期货研究所有色研究员，主要研究方向为铝硅。扎根国内有色行业研究，跟踪新能源产业链动态，为客户提供及时的热点和政策解读，撰写多篇深度报告，获得客户高度认可；深入套期保值会计及套保信披方面研究，更好的服务上市公司风险管理。期货从业资格号：F3080733

朱希，英国华威大学理学硕士，现任光大期货研究所有色研究员，主要研究方向为镍锂。期货从业资格号：F03109968

免责声明

本报告的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性、可靠性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，并不构成任何具体产品、业务的推介以及相关品种的操作依据和建议，投资者据此作出的任何投资决策自负盈亏，与本公司和作者无关。

联系我们

公司地址：中国（上海）自由贸易试验区杨高南路 729 号陆家嘴世纪金融广场 1 号楼 6 楼

公司电话：021-80212222 传真：021-80212200

客服热线：400-700-7979 邮编：200127