

2023 年 03 月 27 日

铅炭电池储能研究，通信基站及家庭储能安全先行

北交所研究团队

——北交所行业主题报告

诸海滨（分析师）

zhuhaibin@kysec.cn

证书编号：S0790522080007

● 2023 开年以来储能行业政策出台超 70 条，铅炭电池重回主流选择之一

2023 年以来国家及地方储能政策发布进入高峰，其中 1 月份共有 50 余项发布或征求意见，2 月共发布 26 项储能产业相关政策。2020 年国内储能装机量 9.2% 为电化学储能，其中铅蓄电池为第二大分支，占到 10.2%。近期铅炭电池重回储能主流技术选择，招标中标消息频现，如国家电投浙江分公司江苏长强钢铁 25.2MW/243.3MWh 铅炭电池储能电站项目、中国铁塔甘孜州分公司 2022 年铅炭电池采购项目询价等。

● 锂电池热失控易爆燃特性使用场景受限，铅炭电池更适应高安全性考量场景

铅酸电池具有高性价比、回收率及安全性高、市场规模大等优势，但存在比能量密度低、循环寿命短等问题。铅炭电池在负极中加入炭材料，减少铅用量的同时延长电池寿命，使电池性能得到综合提升。锂电池由于使用有机物质作为电解液溶剂，当面对热滥用等情况时会发生不可逆的热失控行为，存在较大的火灾危险性。在储能电站、变电站等运营场景中，单节锂电池的热失控燃烧会导致整个电池模组的热失控，甚至整个电池系统的火灾、爆炸事故。《防止电力生产事故的二十五项重点要求》明确中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池；锂离子电池设备间不得设置在人员密集场所，不得设置在有人居住或活动的建筑物内部或其地下空间，锂电池在储能方面受到较大限制。铅酸/铅炭电池主要使用稀硫酸水溶液作为电解液，不会发生热失控、自燃爆炸情况。因此在锂电池使用受限制的特殊环境备电、储能项目方面铅炭电池适用性更强且带来的安全隐患更少。

● 5G 基站储能联动虚拟电厂降本增收，铅炭电池适应住宅储能安全性考量提升

国内目前 5G 基站建设提速，5G 基站属于高耗电单位，利用储能装置可以减少高峰负荷需求，同时节省电费、最大限度实现峰谷电价套利。2022 年 12 月深圳虚拟电厂管理中心与中国铁塔、中国电信等单位签订建设合作协议，将合力推动全市 5G 基站储能系统到 2023 年接入该中心，为保障能源电力系统安全提供快速、灵活的调节能力。目前欧美家庭用储能系统常见的安装方式为锂电池模组挂墙或锂电池储能柜放置于屋内等。铅炭电池不会发生热失控自燃、爆炸等安全性优势在木质结构家庭储能应用场景中得到展现。同时欧美独栋住宅空间较大，地下室、车库等大面积空间富裕，使用铅炭电池替代锂电池作为储能电池时对于体积较大、重量较大等问题并不敏感。

● 国内技术发展历史超 10 年，昆工科技研发大容量铅炭电池成为后起之秀

北交所内目前从事铅炭电池生产的企业为昆工科技，同行企业主要为天能股份、南都电源、圣阳股份、超威动力等。其中南都电源从 2010 年就已经开始研究铅炭电池项目，圣阳股份于 2014 年与日本古河电池合作并参与制定《电力储能用铅炭电池》标准。昆工科技通过冶金电极板技术迁移开发，研制出大容量铅炭电池，目前已开始着手较大规模产能建设。

● 风险提示：技术迭代风险、行业政策变动风险、宏观经济波动风险。

相关研究报告

《武汉蓝电：电池检测设备“小巨人”，募投拟扩充产能、布局动力电池领域——北交所新股申购报告》-2023.3.24

《紧跟 6G 发展方向巩固通讯领域配套优势，拟定增扩产乘势航天发展机遇——北交所信息更新》-2023.3.24

《车用胶管及总成“小巨人”，紧跟行业趋势精进工艺、丰富产品结构——北交所首次覆盖报告》-2023.3.23

目 录

1、 储能行业政策支持力度增强，铅炭电池已成为重要参与者	4
1.1、 政策层面：储能支持力度不断增强，年内已公布 70 余项相关政策	4
1.2、 铅炭电池已成为电化学储能重要参与者，近期招中标信息频现	5
2、 安全先行，铅炭电池更适应高价值设备及人群密集储能	7
2.1、 电池技术：承袭铅酸电池成熟技术，负极掺炭提升寿命和能量密度	7
2.2、 安全性：铅炭更适应高价值设备及人群密集场所储能需求	9
2.3、 经济性：成本优势+地区性峰谷电高价差推动铅炭电池储能站推广	11
2.4、 应用场景：5G 基站储能方兴未艾，铅炭更符合家庭储能安全性考量	12
2.4.1、 基站储能：5G 基站储能联动虚拟电厂，降低电费成本并实现储能盈利	12
2.4.2、 家庭储能：欧洲住宅储能安装热潮，铅炭电池更符合木结构建筑安全考量	13
3、 行业公司：国内铅炭技术发展超 10 年，昆工科技后起之秀	15
3.1、 昆工科技：冶金电极板技术迁移切入储能，开发大容量铅炭电池	15
3.2、 天能股份：完成首个电网侧铅炭储能站，与太湖能谷合作协议达 30GWh	18
3.3、 南都电源：铅炭应用超 10 年，累计签约储能电站总容量近 1900MWh	19
3.4、 圣阳股份：合作日本古河，2018 年参与制定储能用铅炭电池国标	20
3.5、 超威动力：超威郎山项目为首批浙江商业化运营电化学储能站	21
4、 估值情况：市场对铅炭电池估值存在分歧	22
5、 风险提示	22

图表目录

图 1： 我国储能装机规模稳步提升（GW）	5
图 2： 2020 年国内电化学储能装机量占 9.2%	6
图 3： 2020 年国内铅蓄电池仅占到电化学储能 10.2%	6
图 4： 放电过程中正负极板上会形成硫酸铅晶体	7
图 5： 铅离子在碳表面还原速率远大于在铅表面，大颗粒硫酸铅晶体被延缓形成	8
图 6： 根据碳材料混合方式可分为三类铅炭电池	8
图 7： 228 Ah 的磷酸铁锂电池，100%SOC 状态下热失控产生三次射流火	9
图 8： 模拟汽车锂电池燃烧实验中，车厢内有毒性气体短时间内即超过致死浓度数倍	10
图 9： 基站电源系统主要分为交流供电系统、直流供电系统两部分	13
图 10： 在交流配电箱后引入 ESS 储能系统以实现峰谷套利	13
图 11： 欧洲 2021 年部署住宅储能系统总容量突破 2GW	14
图 12： 欧洲电池住宅储能系统总容量跃升至 5.4GWh	14
图 13： 锂电池挂墙为主流储能电池安装方案之一	14
图 14： 屋内锂电储能柜同样为常见储能电池安装方案	14
图 15： 家庭储能用铅炭电池安全性占优，同时体积和重量较大的问题影响较小	15
图 16： 2022 年昆工科技预计全年实现营业收入 5.64 亿，净利润 4344.65 万元	16
图 17： 昆工科技所生产的铅炭电池单体容量更大	17
图 18： 2022 年天能股份营收及归母净利润重回增长区间	18
图 19： 天能股份已有如维城储能电站等铅炭电池储能站建设成功项目	19
图 20： 南都电源在 2022Q3 实现 6.08 亿元净利润结束亏损	19
图 21： 2022Q3 圣阳股份业绩取得较大提升，净利润同比上涨 222.31%	20

图 22: 2022H1 超威动力实现营收 133.19 亿元 (+2.54%) 净利润 3.01 亿元 (+0.25%) 21

表 1: 储能支持政策进入快速发布期	4
表 2: 铅炭电池相较于传统铅酸电池性能升级明显	8
表 3: SOC 达到 100% 时热失控温度下降至 167°C, 燃烧峰值温度上升至 573°C	10
表 4: 广东省峰谷电价差较大, 达到 1.05 元/KWh, 上海和福建则较小	11
表 5: 江苏、广东等省小型铅炭储能电站可取得较高的投资回报率	11
表 6: 铅炭电池具有成本优势	12
表 7: 市场对铅炭电池标的估值存在分歧	22

1、储能行业政策支持力度增强，铅炭电池已成为重要参与者

1.1、政策层面：储能支持力度不断增强，年内已公布 70 余项相关政策

2023 年以来，国家及地方储能政策发布进入高峰，其中 1 月份从国家到地方共有 50 余项发布或征求意见，涉及新能源配储、辅助服务市场、电力市场、补贴政策等方面；2 月全国共发布 26 项储能产业相关政策。其中，国家政策 4 项，地方政策 22 项。国家及地方层面对于储能行业的政策支持力度在不断增强。

表1：储能支持政策进入快速发布期

时间	发布单位	政策名称	相关内容
1 月 6 日	国家能源局综合司	《新型电力系统发展蓝皮书（征求意见稿）》	以 2030 年、2045 年、2060 年为新型电力系统构建战略目标的重要时间节点，制定新型电力系统“三步走”发展路径，即加速转型期(当前至 2030 年)、总体形成期(2030 年至 2045 年)、巩固完善期(2045 年至 2060 年)，有计划、分步骤推进新型电力系统建设的“进度条”
1 月 10 日	国家发改委	《关于进一步做好电网企业代理购电工作的通知》	各地要适应当地电力市场发展进程，鼓励支持 10 千伏及以上的工商业用户直接参与电力市场，逐步缩小代理购电用户范围
1 月 17 日	工业和信息化部等六部门	《关于推动能源电子产业发展的指导意见》	开发安全经济的新型储能电池。加强新型储能电池产业化技术攻关，推进先进储能技术及产品规模化应用。研究突破超长寿命高安全性电池体系、大规模大容量高效储能、交通工具移动储能等关键技术，加快研发固态电池、钠离子电池、氢储能/燃料电池等新型电池
1 月 18 日	国家能源局	《2023 年能源监管工作要点》	一是电力市场监管，进一步发挥电力市场机制作用。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，有效反映电力资源时空价值，不断扩大新能源参与市场化交易规模，不断缩小电网企业代理购电范围，推动更多工商业用户直接参与交易。加快推进辅助服务市场建设，建立电力辅助服务市场专项工作机制，研究制定电力辅助服务价格办法，建立健全用户参与的辅助服务分担共享机制，推动调频、备用等品种市场化，不断引导虚拟电厂、新型储能等新型主体参与系统调节。 二是储能安全监管，研究新型电力系统重大安全风险及管控措施，完善电网运行方式分析，探索推进“源网荷储”协同共治。不断提高电力工程施工现场安全管理水平，加强对火电、新能源、抽水蓄能、储能电站、重要输变电工程等项目“四不两直”督查检查，规范电力建设工程质量监督工作，着力防范遏制重大施工安全事故。
1 月 11 日	四川省发展改革委、四川省能源局	《四川省能源领域碳达峰实施方案》	加快建设新型电力系统。加强大容量电化学、压缩气体等新型储能技术攻关、示范和产业化应用，研发熔盐储能供热和发电、飞轮储能、高温相变材料储热等关键技术。开展百兆瓦级高原光储电站智能运维技术与应用示范。
1 月 12 日	贵州省能源局	《关于申报贵州省“十四五”新型储能试点项目的通知》	新型储能项目应结合电源侧、电网侧、用户侧多元化需求开展建设，有效提升与源网荷储协调互动能力，保障新能源高效利用，提高电力系统灵活调节能力和安全保障能力。项目类型包括但不限于电化学储能、压缩空气储能、飞轮储能等。
1 月 13 日	国家能源局山西能监办	《山西独立储能电站并网运行管理实施细则（试行）》	独立储能电站是指以独立法人主体身份、不受接入位置限制，直接与电力调度机构签订并网调度协议、参与电力市场交易的储能电站。新能源配套储能、用户侧储能和其他电源侧储能等满足独立并网运行技术条件的，可自愿申请转为独立储能电站。独立储能电站应严格遵守电力调度规程及规定，承担维护电力系统安全稳定运行和电力可靠供应的义务
1 月 19 日	深圳市发展改革委	《深圳市支持电化学	对先进的储能示范项目给予财政资金支持，项目最高支持力度不超过 1000 万元。

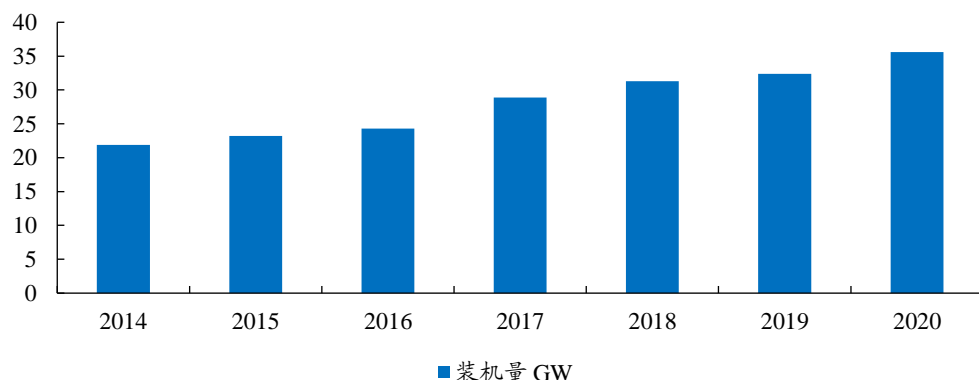
时间	发布单位	政策名称	相关内容
	革委	储能产业加快发展的若干措施（征求意见稿）》	
1月20日	重庆两江新区管委会	《重庆两江新区支持新型储能发展专项政策》	对于备案且建成投运的用户侧储能、分布式光储、充换储一体化等项目，时长不低于2小时的，按照储能设施装机规模给予200元/千瓦时的补助，单个项目的补助最高不超过500万元。
2月21日	国家能源局	《新能源基地跨省区送电配置新型储能规划技术导则》（征求意见稿）	导则将用于指导新能源基地跨省区送电配置的新型储能规划，明确相应的技术原则。主要技术内容包括：术语与总则、配置容量分析、规划选址、技术选型、布局与接入系统、电力系统二次、技术经济性分析等。
2月22日	国家标准化管理委员会、国家能源局	《新型储能标准体系建设指南》	2023年制修订100项以上新型储能重点标准，加快制修订设计规范、安全规程、施工及验收等储能电站标准，开展储能电站安全标准、应急管理、消防等标准预研，尽快建立完善安全标准体系，结合新型电力系统建设需求，初步形成新型储能标准体系，基本能够支撑新型储能行业商业化发展。
2月1日	湖南省发改委	《关于做好新型储能与新能源项目容量配置工作的通知》	对已于2022年底前全容量并网的新型储能试点项目，完成与已并网发电的新能源项目配置工作；对申请于2023年6月底前全容量并网的新型储能试点项目，明确其所匹配的新能源项目，作为纳入试点的主要依据。
2月7日	山东省能源局	《2023年全省能源工作指导意见》	强化能源政策创新。继续实施储能优先政策，研究编制新型储能参与电力市场交易、调度、结算细则，探索建立新型储能容量交易机制，推动项目应建尽建、能用尽用，继续保持全国领先。到2023年底，新型储能装机规模达到200万千瓦以上，在运在建抽水蓄能电站装机达到800万千瓦

资料来源：中国储能网、开源证券研究所

1.2、铅炭电池已成为电化学储能重要参与者，近期招中标信息频现

到2020年，我国已投运储能项目累计装机规模为35.6GW，占全球市场总规模的18.6%，同比增长9.8%。

图1：我国储能装机规模稳步提升（GW）

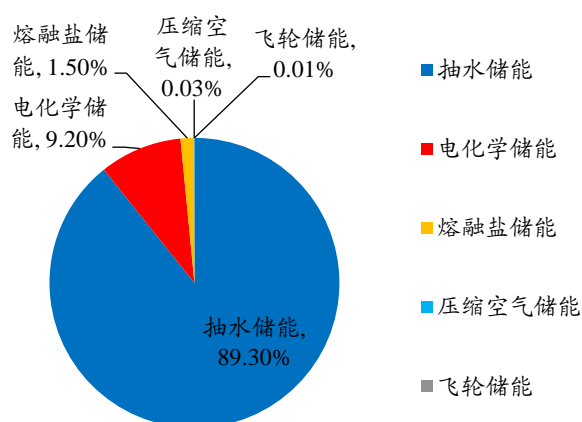


数据来源：CNESA、开源证券研究所

从储能方式来看，抽水储能为目前国内累计装机规模最大的蓄能方式，占比达到了89.3%；其次是电化学储能，装机规模占比为9.2%。熔融盐储热装机规模占比为

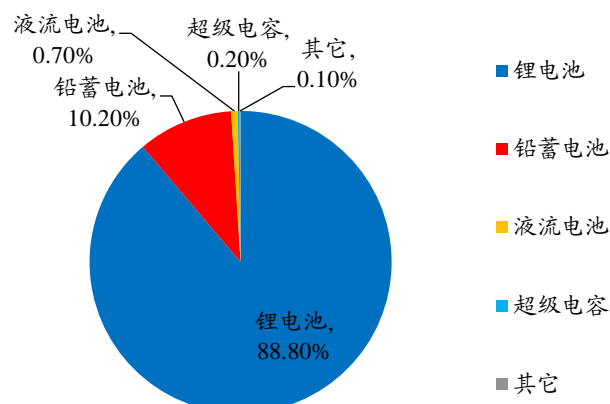
1.5%;压缩空气储能和飞轮储能装机规模占比都小于 0.1%。电化学储能中,锂电池仍为主导储能形式, 占总量 88.8%, 铅蓄电池为第二大分支, 占到 10.2%。

图2: 2020 年国内电化学储能装机量占 9.2%



数据来源: CNESA、开源证券研究所

图3: 2020 年国内铅蓄电池仅占到电化学储能 10.2%



数据来源: CNESA、开源证券研究所

随着铅炭电池技术在近年日趋成熟, 国内储能市场各类型的项目招投标中, 铅炭电池已经成为重要参与者之一。

2022 年 8 月 9 日, 中国铁塔股份有限公司甘孜州分公司发布 2022 年铅炭电池采购项目询价公告。公告显示, 该项目为铅炭电池采购, 预估含税金额 48.29 万元。采购内容为 100AH 阀控式密封碳蓄蓄电池 180 只, 不含税单价限价为 929.2 元/12V.Ah, 200AH 阀控式密封碳蓄蓄电池 140 只, 不含税单价限价为 1858.41 元/12V.Ah。

2022 年 9 月 28 日, 国核电力规划设计研究院有限公司发布国家电投集团浙江分公司江苏长强钢铁 25.2MW/243.3MWh 铅炭电池储能电站项目 EPC 总承包招标公告。项目地点为江苏省靖江市江苏长强钢铁有限公司厂区内南侧空地, 建设规模为 25.2MW/243.3MWh 铅炭电池储能电站。中标候选人为长兴太湖能谷科技有限公司, 投标报价为 2.27 亿元, 投标单价为 0.93 元/Wh。备选中标人为湖州吉泰电力设备有限公司。

2023 年 3 月 3 日, 国家电投集团云南国际电力投资有限公司发布国家电投煤山用户侧共享储能项目 I 期工程 EPC 总承包公开招标, 项目地点为浙江省湖州市长兴县煤山镇, 建设规模为 5.04MW/48.66MWh 铅炭电池储能电站, 预计项目竣工日期为 2023 年 6 月 15 日。

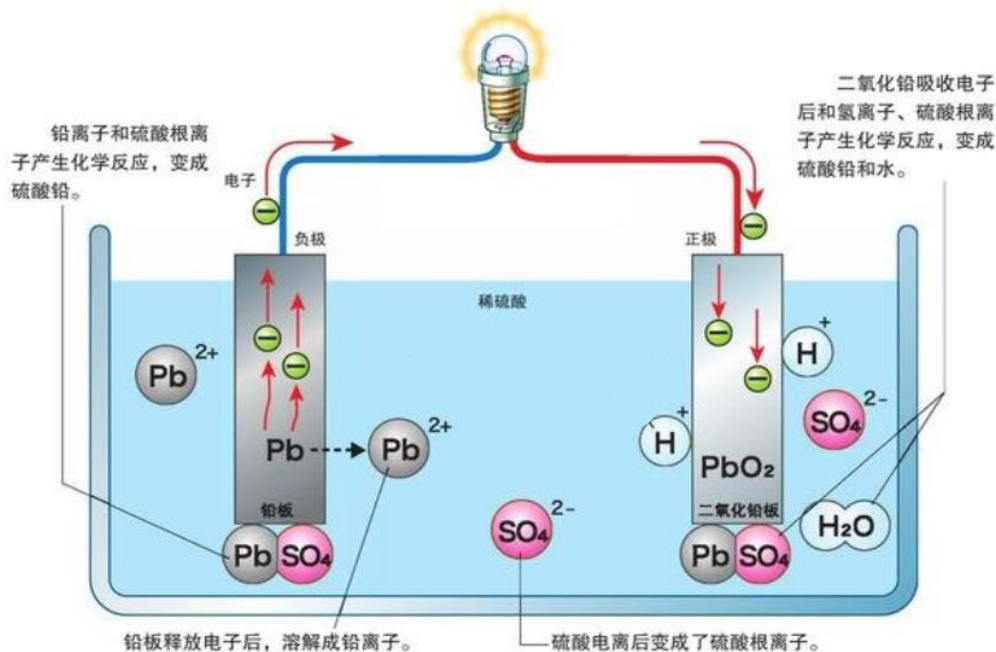
2022 年 12 月 13 日, 天能股份发布公告, 2023-2025 三年太湖能谷在其所实施的储能项目(含公司下属生产基地)中采用天能股份的铅炭电池电芯总量合计不低于 30GWh 的战略合作意向并签署了《储能项目战略采购合作协议》。太湖能谷是一家新能源技术研发商, 着力于开发和推广大规模电网储能技术, 设计并实施各种规模的储能应用方案, 优化储能系统的安装及运行效率。目前已经研发出移动储能电站。

2、安全先行，铅炭电池更适应高价值设备及人群密集储能

2.1、电池技术：承袭铅酸电池成熟技术，负极掺炭提升寿命和能量密度

铅酸电池包含正极板组、负极板组、隔板、电解液、容器等结构组成。正极板活性物质为二氧化铅，负极板主要活性物质为铅。放电过程中正负极板上会形成细小松软的硫酸铅晶体，充电过程中硫酸铅歧化为铅与二氧化铅。

图4：放电过程中正负极板上会形成硫酸铅晶体

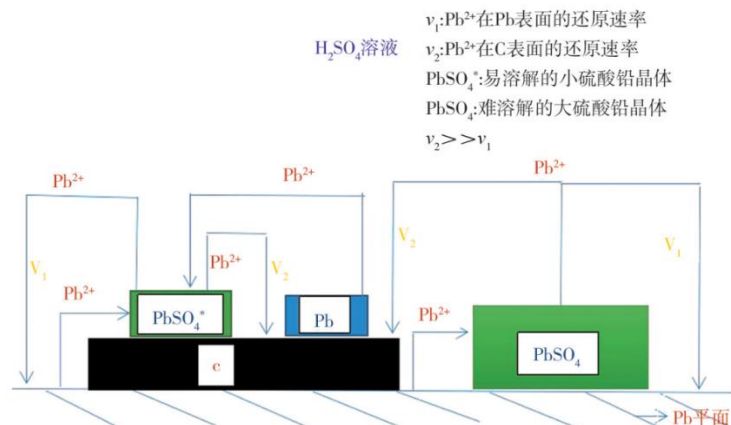


资料来源：电工之家网站

铅酸电池因其性价比、回收率及安全性高、市场规模大等优势，广泛应用于电动车、汽车及能源存储等领域，其在能源市场占比超过其他电化学电池的总和。但铅酸电池仍然存在比能量密度低、循环寿命短等问题。

铅炭电池是一种电容型铅酸电池，是从传统的铅酸电池演进出来的技术，它是在铅酸电池的负极中加入了活性碳，能够显著提高铅酸电池的寿命。相比于传统的铅酸电池，在“平行机理”效应下，实现了铅离子到铅的转换，从而使电化学反应循环往复，**但难溶的硫酸铅会阻断反应的进行，致使反应中止**。碳材料在负极中所起的作用主要是建立导电网格、形成双电容层、抑制难溶硫酸铅晶体的形成、增加活性作用位点等，在减少铅用量的同时延长电池寿命，使电池性能得到综合提升。

图5: 铅离子在碳表面还原速率远大于在铅表面, 大颗粒硫酸铅晶体被延缓形成

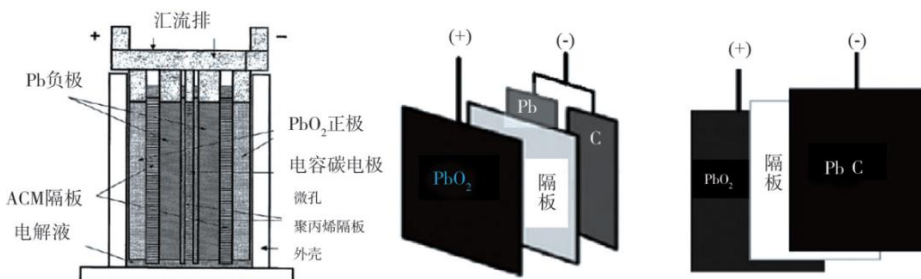


资料来源: 彭海宁等《铅炭电池关键材料研究进展》2021

根据负极板碳材料的混合方式不同, 可将铅炭电池分为外并式铅炭电池、内并式铅炭电池、内混式铅炭电池等。

图6: 根据碳材料混合方式可分为三类铅炭电池

电池名称	外并式铅炭电池	内并式铅炭电池	内混式铅炭电池
正负极组成	电极电池; 正极 PbO_2 ; 负极 Pb; 电容负极 C	正极 PbO_2 ; 负极由 海绵铅和碳电极并联组成	正极为 PbO_2 ; 负极为碳铅
优点	拥有双电层电容器 的高比功率	同时拥有铅酸电池 和超级电容器的优点	生产工艺与铅酸电池 基本相同, 应用广泛



资料来源: 彭海宁等《铅炭电池关键材料研究进展》2021

铅炭电池将铅酸电池和超级电容器两者合一: 既发挥了超级电容瞬间大容量充电的优点, 也发挥了铅酸电池的比能量优势, 且拥有较好的充放电性能。而且由于加了石墨烯, 阻止了负极硫酸盐化现象, 改善了过去电池失效的一个因素, 更延长了电池寿命。

表2: 铅炭电池相较于传统铅酸电池性能升级明显

电池类型	铅酸电池	铅炭电池
最大放电倍率	2 倍率	5 倍率
价格 / (¥ / W h)	<0.2	0.45~0.7
比能量 / (W h / k g)	35~45	30~60
比功率 / (W / k g)	150	240

电池类型	铅酸电池	铅炭电池
快充能力 / h	12	1
设计寿命（混合动力型） / 年	2	5
放电容量（相同温度下）	50%	66%

数据来源：彭海宁等《铅炭电池关键材料研究进展》2021、开源证券研究所

铅炭电池材料技术是储能电池领域的主流技术，因其成本低、安全性高等突出优势，大容量铅炭储能电池可广泛用于太阳能、风能、风光互补等各种新能源储能系统，智能电网、微电网系统、无市电、恶劣电网地区的供电储能系统，电力调频及负荷跟踪系统、电力削峰填谷系统以及生活小区储能充电系统等，是主流储能电池之一。

2.2、安全性：铅炭更适应高价值设备及人群密集场所储能需求

在新型储能中，电化学储能以效率高、响应快、建设周期短、技术适应性强等优势，近年来发展迅猛，逐渐成为储能电站的主流。而在电化学储能中，锂离子电池虽然凭借能量密度高，技术成熟的优势占接近 90% 的比重，但也由于事故多发，用户对电池安全性的考量进一步提升。

锂电池由于使用有机物质作为电解液溶剂，当不正确使用时(热滥用、电滥用和机械滥用)，磷酸铁锂等类型的锂电池会发生不可逆的热失控行为，存在较大的火灾危险性。在储能电站、变电站等实际运营场景中，往往将成百上千节的电池单体经过串并联后形成电池模组或者电池簇后集中使用。在该种情况下，一旦其中某节电池发生火灾，其释放的强热、燃烧等行为会造成周围电池温度上升，导致整个电池模组的热失控，甚至造成整个电池系统的火灾、爆炸事故。

图7：228 Ah 的磷酸铁锂电池，100%SOC 状态下热失控产生三次射流火



资料来源：黎可等《磷酸铁锂电池火灾危险性》

在模拟燃烧实验中，锂电池的燃烧过程包括受热鼓胀、初次射流火、稳定燃烧、多次射流火、火焰熄灭等过程。不同 SOC（电池中剩余的电荷余量，100%为满电）

状态下，锂电池会产生 2-3 次射流火，100% 状态下热失控温度仅为 167℃，而燃烧峰值温度将达到 573℃。

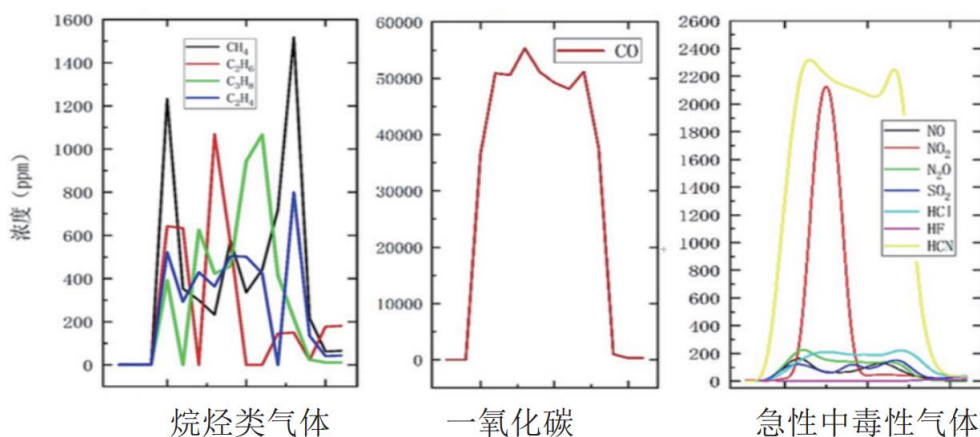
表3: SOC 达到 100% 时热失控温度下降至 167℃，燃烧峰值温度上升至 573℃

SOC	热失控温度, Ttr/°C	峰值温度, Ttr/°C	燃烧持续时间/s
0%	224	262	1988
50%	226	432	1758
100%	167	573	385

资料来源：黎可等《磷酸铁锂电池火灾危险性》、开源证券研究所

同时在机房、汽车等类型的受限空间内，锂电池的热失控自燃会产生大量可燃性气体及有毒气体，可燃性气体主要包括烷烃类气体和一氧化碳，有毒性气体主要包括一氧化碳、氰化氢、二氧化氮、氯化氢等。大量可燃性气体产生并聚集，容易在短时间内形成爆炸性混合气体，使爆炸成为大概率事件。大量急性中毒类气体产生并聚集，会对现场无防护人员造成速杀性致命伤害。

图8: 模拟汽车锂电池燃烧实验中，车厢内有毒性气体短时间内即超过致死浓度数倍



资料来源：陈智明等《受限空间内锂电池火灾扑救的试验研究》

2022 年 6 月，国家能源局公布《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）》。要求中针对火灾事故共提出 12 条细则，其中针对锂电池、铅炭电池、储能站相关的细则包括：

“电化学储能电站站址不应贴邻或设置在生产、储存、经营易燃易爆危险品的场所，不应设置在具有粉尘、腐蚀性气体的场所，不应设置在重要电力设施保护区内。”

“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；选用梯次利用动力电池时，应进行一致性筛选并结合溯源数据进行安全评估。”

“锂离子电池设备间不得设置在人员密集场所，不得设置在有人居住或活动的建筑物内部或其地下空间。锂离子电池设备间应单层布置，宜采用预制舱式。站房式锂离子电池设备间，单个防火分区电池容量不宜超过 6MW·h；超过 6MW·h 时，室内应设置固定自动灭火系统，系统的灭火效果和技术参数应符合本文件 2.12.6 的规定。”

“锂离子电池设备间内应设置可燃气体探测装置，当 H₂ 或 CO 浓度大于 50 × 10⁻⁶（体积比）时，应联动断开舱级和簇级断路器，联动启动通风系统和报警装置。铅酸/铅炭、液流电池室内应设置可燃气体探测装置，联动启动通风系统和报警装置。”

相较锂电池而言，铅酸/铅炭电池由于自身结构及反应机理，主要使用稀硫酸水溶液作为电解液，不会发生热失控、自燃爆炸情况。因此在锂电池使用受限制的特殊环境如人群密集场所或高价值设备机房，其备电、储能项目方面铅炭电池凭借其较高的安全性，适用性更强且带来的安全隐患更少。

2.3、经济性：成本优势+地区性峰谷电高价差推动铅炭电池储能站推广

目前储能站盈利模式的其中一类是采取峰谷电价套利模式，即储能站在谷时充电，峰时放电，以此补平电网负荷曲线的同时获取峰谷电价差值的收益。

参考 2023 年各省电网企业代理购电价格来看，江苏、上海、浙江、福建、广东等省为代表性较强的省份，选取谷时和高峰时段电价进行比较，上海和福建的峰谷电价差值较小，仅为 0.56 元、0.52 元/KWh，而广东则价差较大，达到 1.05 元/KWh。

表4：广东省峰谷电价差较大，达到 1.05 元/KWh，上海和福建则较小

	江苏	上海	浙江	福建	广东
峰电 元/ KWh	1.2023	1.0418	1.0149	0.9015	1.378
谷电 元/ KWh	0.3249	0.4775	0.4248	0.3796	0.3296
差值	0.8774	0.5643	0.5901	0.5219	1.0484

数据来源：北极星太阳能光伏网、开源证券研究所

从全生命周期来考虑，储能站的度电成本包括前期建设成本、过程中充电成本及维护成本、换电成本以及回收成本四大项。以每个市内小型铅炭储能电站容量 50KWh，功率 5KW，使用年限为 8 年进行计算，江苏、广东等省可取得较高的投资回报率。

表5：江苏、广东等省小型铅炭储能电站可取得较高的投资回报率

	江苏	上海	浙江	福建	广东
使用年限	8	8	8	8	8
充电价格 元/ KWh	0.3249	0.4775	0.4248	0.3796	0.3296
总电量 KWh	137,479.11	137,479.11	137,479.11	137,479.11	137,479.11
建设成本 元	37500	37500	37500	37500	37500
年度维护成本 元	1100	1100	1100	1100	1100
年度充电成本 元	6498	9550	8496	7592	6592
回收收益 元	10500	10500	10500	10500	10500
维护+充电成本折现 元	52,228.31	73,207.63	65,962.48	59,748.42	52,874.47
总成本 元	79,228.31	100,207.63	92,962.48	86,748.42	79,874.47
总度电成本 元/ KWh	0.5763	0.7289	0.6762	0.6310	0.5810
放电价格 元/ KWh	1.2023	1.0418	1.0149	0.9015	1.378
总收入	165291.13	143225.74	139527.55	123937.42	189446.21
项目 NPV 元	86062.82	43018.11	46565.07	37189.00	109571.75

	江苏	上海	浙江	福建	广东
项目投资回报率	108.63%	42.93%	50.09%	42.87%	137.18%

数据来源：北极星太阳能光伏网、文军等《储能技术全生命周期度电成本分析》、开源证券研究所

目前的铅炭电池建造成本在 0.35-1 元/Wh 左右，相较于锂离子电池 0.8-2 元/Wh 的成本而言具有较大的经济性优势。同时随着铅炭电池的技术不断成熟，电芯成本的不断降低，采用铅炭电池作为电化学储能技术的经济优势预计不断增强。

表6：铅炭电池具有成本优势

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)
铅炭电池	kW 级-100MW 级	0.25-5	75%-85%	350-1,000	8-10
高温钠基电池	100kW 级-100MW 级	1-10	75%-85%	2,000-3,000	10-15
锂离子电池	kW 级-100MW 级	0.23-30	80%-90%	800-2,000	5-10
全钒液流电池	kW 级-100MW 级	1-20	75%-85%	2,000-4,000	>10
锌基液流电池	kW 级-MW 级	0.5-10	70%-80%	1,000-2,000	>10
钠离子电池	kW 级-MW 级	0.3-30	80%-90%	750-1500	5-10

数据来源：昆工科技问询回复、开源证券研究所

2.4、应用场景：5G 基站储能方兴未艾，铅炭更符合家庭储能安全性考量

2.4.1、基站储能：5G 基站储能联动虚拟电厂，降低电费成本并实现储能盈利

2022 年 8 月 26 日，深圳虚拟电厂管理中心正式揭牌，设在南方电网深圳供电局，主要负责深圳虚拟电厂的建设、管理和日常运维，预计到 2025 年，深圳将建成具备百万千瓦级可调节能力的虚拟电厂，逐步形成年度最大负荷 5% 左右的稳定调节能力。

2022 年 12 月 14 日深圳举行的 2022 碳达峰碳中和论坛暨深圳国际低碳城论坛上，深圳虚拟电厂管理中心与中国铁塔、中国电信、中国移动、中国联通、华为数字能源等单位签订虚拟电厂建设合作协议，将合力推动全市 5G 基站储能系统到 2023 年全部接入该中心，为保障能源电力系统安全提供快速、灵活的调节能力。

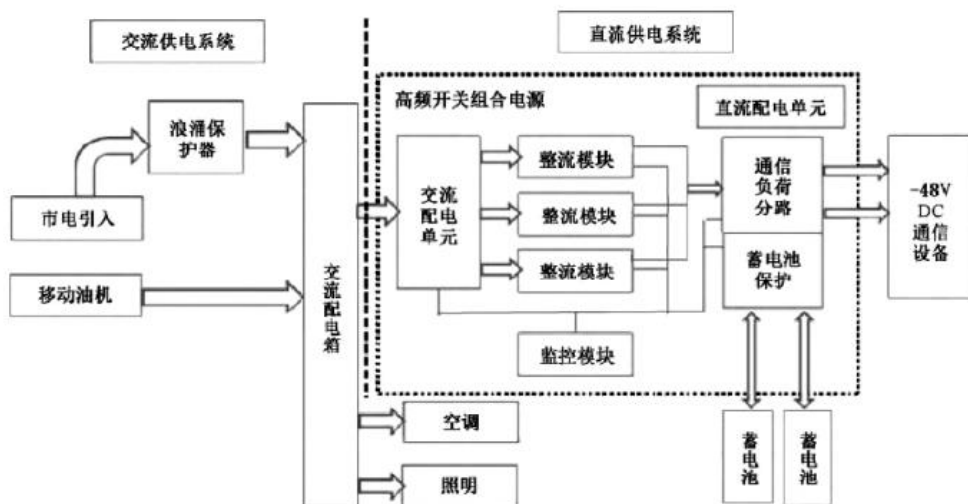
通信储能作为通信基站的配套基础设施，是保障通信系统实现可靠运行的关键。开年以来，北京、上海、深圳、宁夏、大连、吉林等省市宣布 5G 基站建设目标，1 月 31 日，北京宣布将在 2023 年新建 1 万个以上 5G 基站；2 月 8 日，宁夏宣布将在 2023 年新建 5G 基站 2000 个，累计达到 13000 个；2 月 11 日，上海计划 2023 年新建 1 万个 5G 基站；2 月 10 日，深圳市工信局发布《深圳市极速先锋城市建设行动计划》，计划指出要全面提升 5G 网络能效，全年新增 5G 基站 10000 个。2 月 13 日，吉林省通信管理局公布 5G 基站相关数据：2022 年建成 5G 基站 13042 个，累计建成 5G 基站 34092 个，并宣布了 2023 年目标：力争新建 5G 基站 8000 个。2 月 14 日，大连市通信管理局宣布全年全域将新建 5G 基站 4000 个以上，力争年底建成 19000 个 5G 基站，重点场所网络通达率提升至 99%。

我国 5G 基站的建设运营模式主要采用中国铁塔建塔、引电建设基础配套设施，移动、联通、电信三大主运营商租塔、安装设备并进行网络运营的模式，运营电费由铁塔代运营商统一向电力部门缴纳。5G 基站开通后电费成本开支已高于铁塔租费，较大的 5G 基站耗电量已经成为阻碍 5G 和制约行业发展的一个重要因素。利用储能装置在负荷高峰时期放电，负荷低谷时期从电网充电，减少高峰负荷需求，节省用

电费用，从而达到改善负荷特性、参与系统调峰的目的，同时节省电费、最大限度套利。

基站电源系统主要分为交流供电系统、直流供电系统两部分。交流供电系统包含市电引入、移动油机、浪涌保护器、交流配电箱等。直流供电系统包含高频开关组合电源、直流配电单元、通信负荷分路、蓄电池保护、蓄电池等。

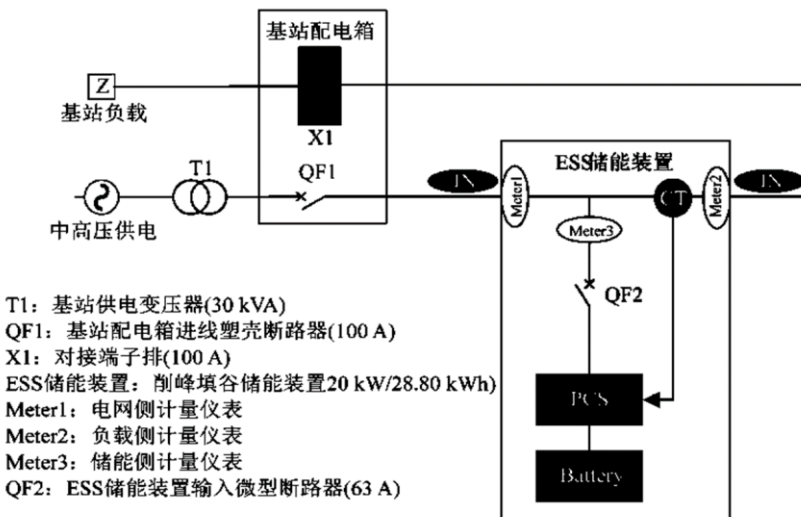
图9：基站电源系统主要分为交流供电系统、直流供电系统两部分



资料来源：刘军会等《5G 基站储能配置与需求响应可行性研究》

针对基站现有配电系统，在交流配电箱后引入 ESS 储能系统，在电价低谷时，通过 ESS 储能系统 PCS 给储能电池充电，在电价高峰时，由储能电池反向放电，以实现峰谷套利。

图10：在交流配电箱后引入 ESS 储能系统以实现峰谷套利



资料来源：王龙《新型储能系统在通信基站供电中的应用》

2.4.2、家庭储能：欧洲住宅储能安装热潮，铅炭电池更符合木结构建筑安全考量

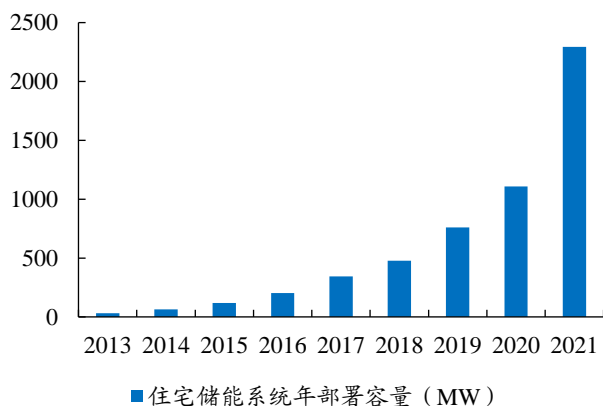
欧洲光伏产业协会（SolarPower Europe）数据表明，欧洲部署的住宅储能系统总

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

储能容量在 2020 年首次突破 1GWh，而在 2021 年又增长了一倍多，达到 2.3GWh。2021 年住宅电池储能市场的规模是 2014 年的 35 倍。欧盟各国在 2014 年仅安装了约 9000 套住宅电池储能系统，而到 2021 年，约部署了 26 万套住宅电池储能系统。欧洲光伏产业协会在其“中等情景”预计 2022 年将达到 3.9GWh，将增长 71%，这将使欧洲累计部署的住宅储能系统总储能容量达到 9.3GWh。根据该协会的预计，欧洲在 2022 年将安装 42 万多块蓄电池，这将使欧洲 100 多万户家庭使用住宅太阳能发电设施和住宅电池储能系统。欧洲电池储能系统的电池通常是进口的，现在面临着严重短缺的困境。

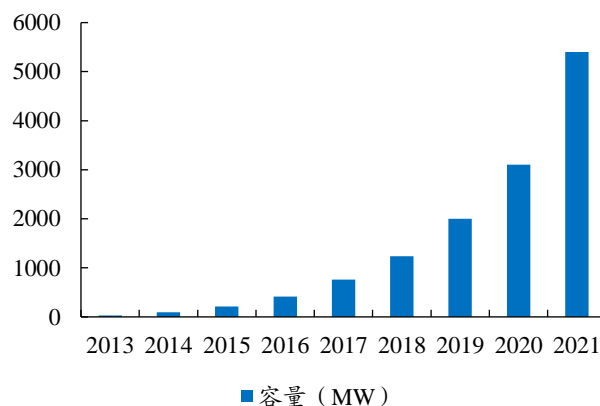
欧洲光伏产业协会认为，住宅太阳能和储能系统的部署热潮将会持续下去。根据该协会对“中等情景”的预计，到 2026 年底，欧洲将有 390 万户家庭部署住宅电池储能系统，累计部署的储能容量将增长 300% 以上，达到 32.2GWh。而其“高等情景”预测超过 44GWh。德国是在欧洲领先的住宅电池储能市场（2021 年占欧洲住宅电池储能市场份额的 59%），新建的住宅太阳能设施的电池储能系统配套部署率达到 70%，并且还在进一步上升。

图11：欧洲 2021 年部署住宅储能系统总容量突破 2GW



数据来源：中国储能网、开源证券研究所

图12：欧洲电池住宅储能系统总容量跃升至 5.4GWh



数据来源：中国储能网、开源证券研究所

目前欧美家庭用储能系统常见的安装方式为锂电池模组挂墙或锂电池储能柜放置于屋内等。

图13：锂电池挂墙为主流储能电池安装方案之一



资料来源：华美兴泰

图14：屋内锂电储能柜同样为常见储能电池安装方案



资料来源：Lenercom

欧美家庭住宅，特别是独栋房屋存在大量木质结构。因此储能电池安全性同样

是布置家庭储能电站较为重要的考量因素之一。铅炭电池不会发生热失控自燃、爆炸等安全性优势在木质结构家庭储能应用场景中得到展现。

同时欧美独栋住宅空间较大，地下室、车库等大面积空间富裕，使用铅炭电池替代锂电池作为储能电池时对于体积较大、重量较大等问题并不敏感。

图15：家庭储能用铅炭电池安全性占优，同时体积和重量较大的问题影响较小



资料来源：中国储能网

3、行业公司：国内铅炭技术发展超 10 年，昆工科技后起之秀

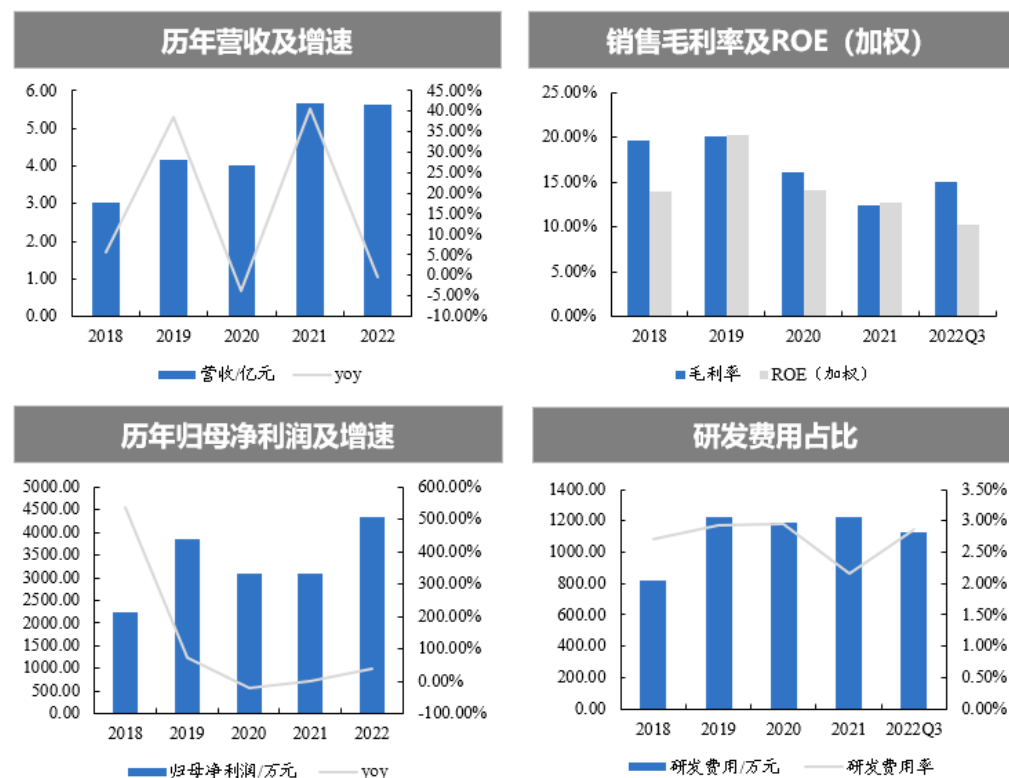
北交所内目前从事铅炭电池生产的企业为昆工科技，同行企业主要为天能股份、南都电源、圣阳股份、超威动力等。

3.1、昆工科技：冶金电极板技术迁移切入储能，开发大容量铅炭电池

昆工科技是一家集有色金属新材料研发、产品设计、加工制造、产品销售和技术服务为一体的国家级高新技术企业，以节能降耗电极新材料及电极产品的研发、设计和产业化生产为主业。于 2019 年入选工业和信息化部首批专精特新“小巨人”企业，是电化学冶金电极及电极新材料行业的创新型企业。

从近期财务方面来看，昆工科技的营收、净利润规模保持稳定，营业收入和净利润三年 CAGR 均为 18.3%。受制于国内冶金用电极板行业竞争较为激烈，毛利率和 ROE 略有下降。业绩快报显示 2022 年预计全年实现营业收入 5.64 亿，净利润 4344.65 万元。

图16: 2022 年昆工科技预计全年实现营业收入 5.64 亿, 净利润 4344.65 万元



数据来源: Wind、开源证券研究所

2022 年 9 月, 昆工科技宣布开展新的铅炭电池业务线条。2022 年 9 月 9 日收到国家知识产权局颁发的《发明专利证书》, 发明专利为“一种大容量铅炭储能电池及制备方法”。

2022 年下半年至今, 昆工科技在铅炭电池产能方面不断推进。2022 年 12 月公告显示, 位于云南省曲靖市麒麟区的全资子公司云南理工恒达新能源科技有限公司新型铅炭储能电池组装生产线已安装调试完毕, 经过系统投料生产测试, 能够正常、稳定运行并批量生产产品, 同时正在生产送检产品拟送第三方检测, 待第三方检测结果符合国家标准以及小批量生产通过客户使用验证后, 将正式批量生产。该生产线项目设计产能为年产 2GW 新型铅炭储能电池。

产能方面, 募投项目实施前的产能(包括一条备案产能 15 万片/年的铝合金阳极板生产线、一条备案产能 10 万片/年栅栏型阳极板生产线及一条备案产能为不锈钢阴极板、铝合金阴极板各 5 万片/年的阴极板生产线)已经出现产能不足情况, 且主要生产基地昆工晋宁也已无多余场地进行进一步开发。

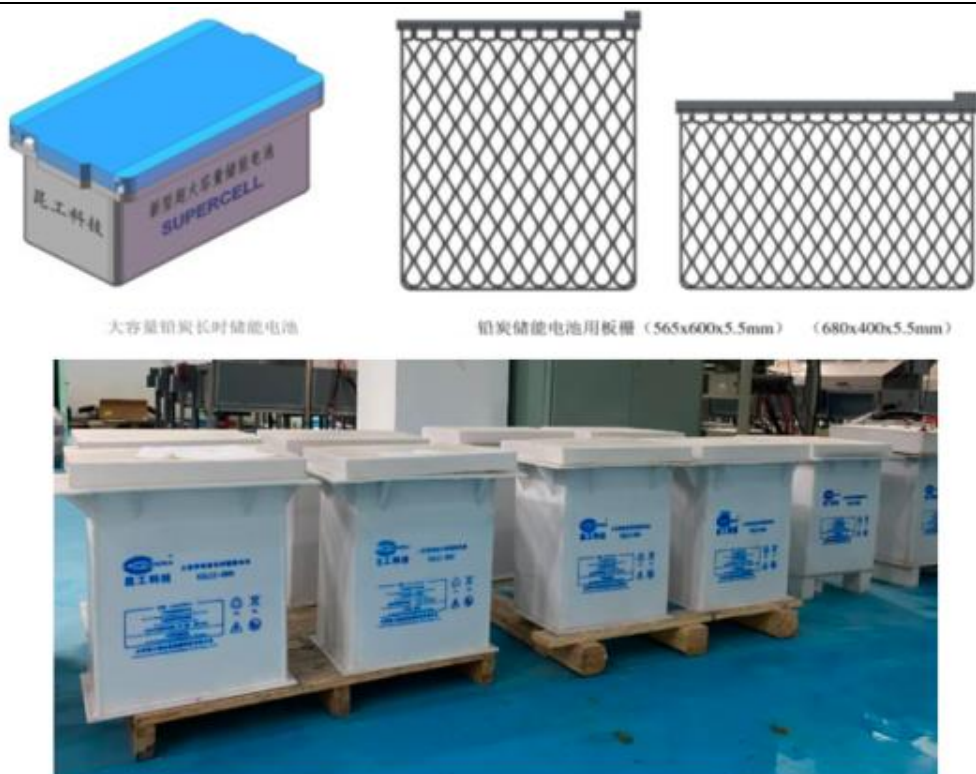
昆工科技原计划在昆明市晋宁工业园区二街镇投资建设“昆明市晋宁区大容量铅炭长时储能电池板栅及储能电池项目”以及在曲靖市麒麟区麒麟工业园区越州片区新田投资新建的“年产 10GWh 新型铅炭长时储能电池生产基地项目, 鉴于土地供应时间不及预期、环保政策等因素, 决议终止这两项建设计划并拟重新选址进行项目的投建。

2023 年 2 月公告显示，昆工科技进一步推进产能规划。签定投资协议书拟在银川高新技术产业开发区投资建设“年产 2000 万 kVAh 新型铅炭长时储能电池生产基地项目”，该项目计划总投资 24 亿，分两期建设；同时拟在曲靖市陆良工业园区大莫古片区投资建设“曲靖市陆良县铅炭储能电池用铝基铅合金复合材料项目”，实施主体为新设立的全资子公司昆工恒达（云南）新能源科技有限公司，一期规划建设年产 2500 万片铅炭储能电池用铝基铅合金复合材料。

目前昆工科技的大容量铅炭电池在技术层面具有较多优势：

- 单体容量大（500Ah/片），组群数量少，便于电池系统管理、监测、维护；
- 大容量电池生产工艺不同于常规电池，省去多道工序，没有分板、铸焊工序，减少了车间铅尘、铅烟污染，从而节省设备投资、降低原料损耗和职业健康危害；
- 回收拆解更方便，更安全，残值更高，使用成本更低；
- 更好的充放电接收能力：100%深度放电后，以 2.35V/单体恒压限流 0.15C 充电，放电效率 98%以上；
- 过充过放性能温度适应性：使用环境温度范围为-40℃ ~ +60℃；
- 自放电极低：静置 7 天后剩余容量大于 99%，静置 60 天后剩余容量大于 90%；
- 70%DOD 循环寿命大于 4000 次；
- 储能电池度电成本低于 0.5 元/KWh。

图17：昆工科技所生产的铅炭电池单体容量更大



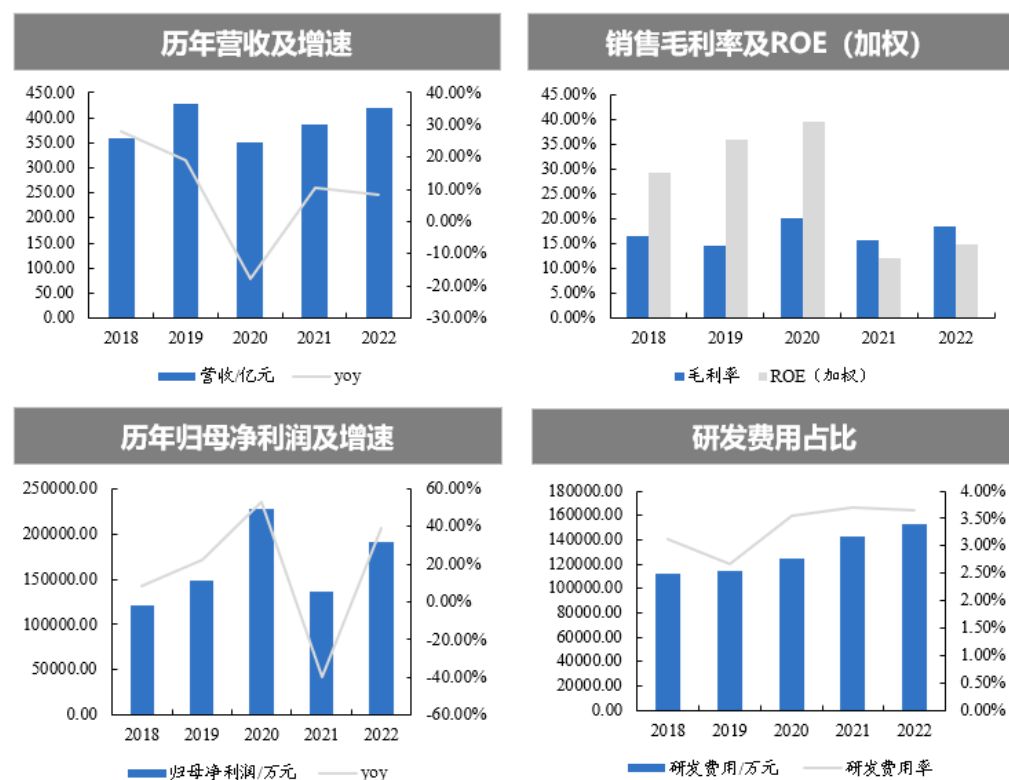
资料来源：昆工科技官网、官方微信公众号

3.2、天能股份：完成首个电网侧铅炭储能站，与太湖能谷合作协议达30GWh

天能股份是一家以电动轻型车动力电池业务为主，集电动特种车动力电池、新能源汽车动力电池、汽车起动启停电池、储能电池、3C 电池、备用电池、燃料电池等多品类电池的研发、生产、销售为一体的国内电池行业领先企业。

财务方面近期天能股份业绩逐渐回暖，2022 年全年天能股份实现营业收入 418.82 亿元，同比增长 8.18%；归母净利润 19.08 亿元，同比增长 39.35%。

图18：2022 年天能股份营收及归母净利润重回增长区间



数据来源：Wind、开源证券研究所

在储能、备用电源方面，天能股份主要提供铅炭+锂电双重技术路线解决方案，满足客户不同产品需求。其研制的长寿命高功率铅炭超级电池已通过浙江省经济和信息化厅新产品鉴定，确认为省级工业新产品。

2020 年，天能股份参与建设 10 千伏雉城储能电站。这一储能电站是浙江省首座电网侧储能电站，也是全国首个电网侧铅炭式储能电站。电站核心储能单元由天能生产的 20160 只铅炭电池组成。2022 上半年，天能股份铅炭储能业务营收约 7660 万元，较 2021 年同期增长超 7 倍，下游客户有中电投、国家电网、中国移动等。

2022 年 12 月 13 日，天能股份发布公告，2023-2025 三年太湖能谷在其所实施的储能项目中采用天能股份的铅炭电池电芯总量合计不低于 30GWh 的战略合作意向并签署了《储能项目战略采购合作协议》。

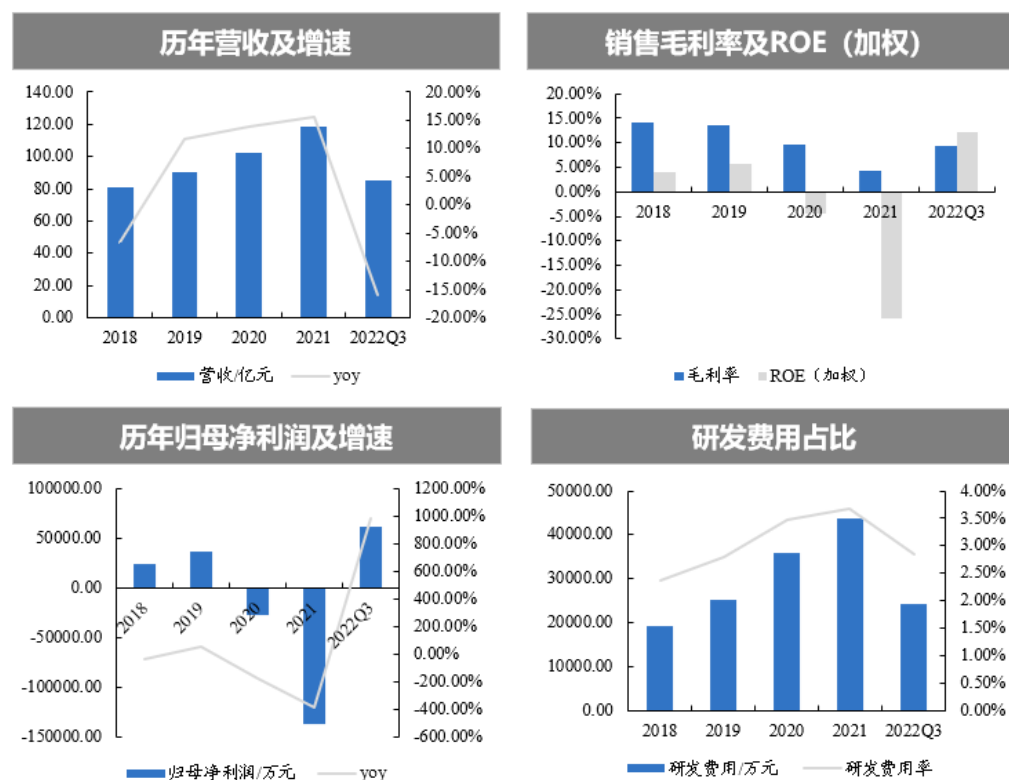
图19: 天能股份已有如雒城储能电站等铅炭电池储能站建设成功项目


数据来源: 天能集团官网

3.3、南都电源: 铅炭应用超 10 年, 累计签约储能电站总容量近 1900MWh

南都电源是国家高新技术企业, 一直专注于高端工业电池及新能源领域, 提供以先进阀控密封电池、锂离子电池、燃料电池为核心的系统化产品、解决方案及运营服务, 主营业务包含通信及数据、智慧储能、新能源动力全系列产品和系统的研发、制造、销售、服务及环保型资源再生。

从财务情况来看, 南都电源总营收保持上涨趋势, 但在 2020-2021 年均录得净利润亏损。截至 2022Q3 南都电源取得营业收入 84.86 亿元同比下降 15.97%, 净利润 6.08 亿元, 结束亏损局面。

图20: 南都电源在 2022Q3 实现 6.08 亿元净利润结束亏损


数据来源：Wind、开源证券研究所

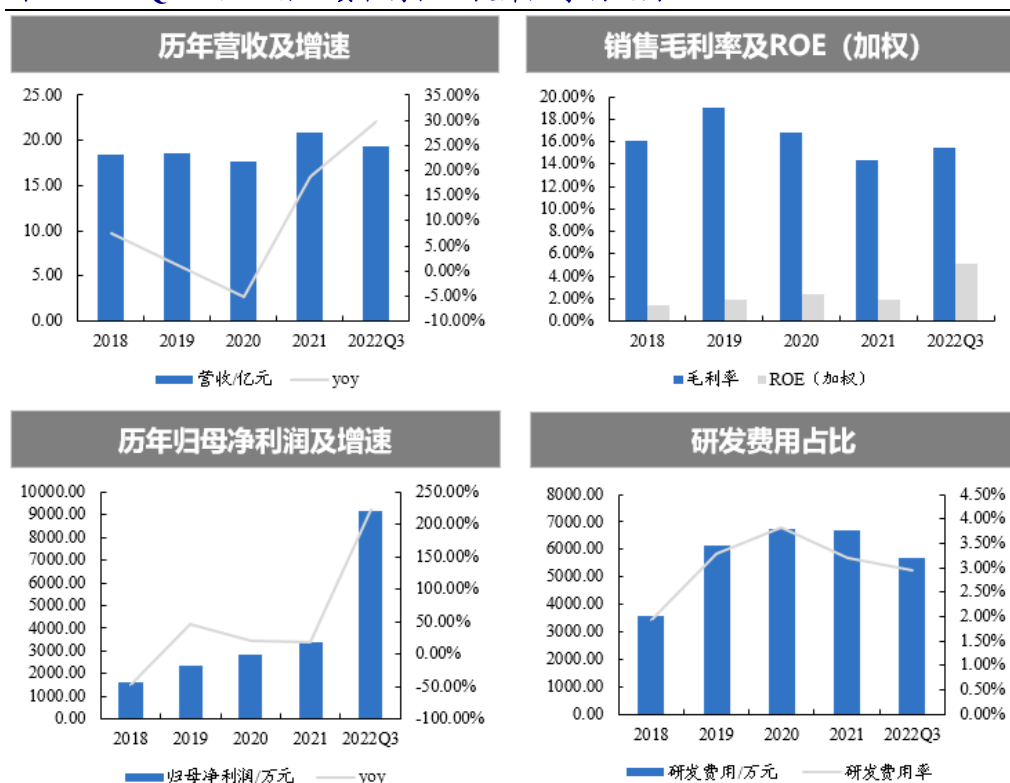
南都电源对于铅炭电池的研究历史较长。从2010年南都电源就已经开始研究铅炭电池项目，2011年进入批试阶段，2012年铅炭电池中标国内第一个新能源示范城市兆瓦级储能项目“吐鲁番示范区屋顶光伏电站暨微电网试点工程储能电池系统”；2013年铅炭电池通过国家级能源科学技术成果鉴定，并中标“珠海万山海岛6MWh新能源微电网示范项目”，“浙江鹿西岛4MWh新能源微网储能项目”，“张北国家风光储输示范工程项目”等；2014年在湖北省葛店经济技术开发区投资建设年产1000万kVAh新能源电池项目，项目重点产品为针对节能环保汽车启停系统用高性能铅炭电池；2015年中标“中能硅业储能电站工程实施项目”项目容量达12MWh；2016年与中恒普瑞就共同实施储能容量为68.64MWh的储能项目签订了《电力储能电站项目合作协议》；2017年中标“中国移动政企分公司信息港四号地A2-1、A2-2数据中心项目储能及备电服务采购”中标总容量121.7MWh，与无锡星洲能源等四家公司签署合计容量为96MWh的储能电站项目投资服务合同，累计签约储能电站总容量近1,900MWh；2018年完成铅炭起停电池的开发完成并通过验收。

3.4、圣阳股份：合作日本古河，2018年参与制定储能用铅炭电池国标

圣阳股份是国内最早自主研发和生产阀控密封式铅酸蓄电池的企业之一，为国际先进铅酸蓄电池联合会(ALABC)成员、中国电池工业协会常务理事单位、中国电器工业协会铅酸蓄电池分会理事单位、中国照明学会新能源照明专委会会员、中国电源学会会员等。圣阳股份是山东省第一批高新技术企业，拥有山东省人民政府认定的企业技术中心和山东省科技厅认定的高能环保铅酸蓄电池工程技术研究中心，拥有多项核心技术。

财务方面，2022Q3圣阳股份业绩取得较大提升，营业收入达到19.32亿元同比上涨29.66%；净利润达到9155.12万元同比上涨222.31%。

图21：2022Q3圣阳股份业绩取得较大提升，净利润同比上涨222.31%



数据来源：Wind、开源证券研究所

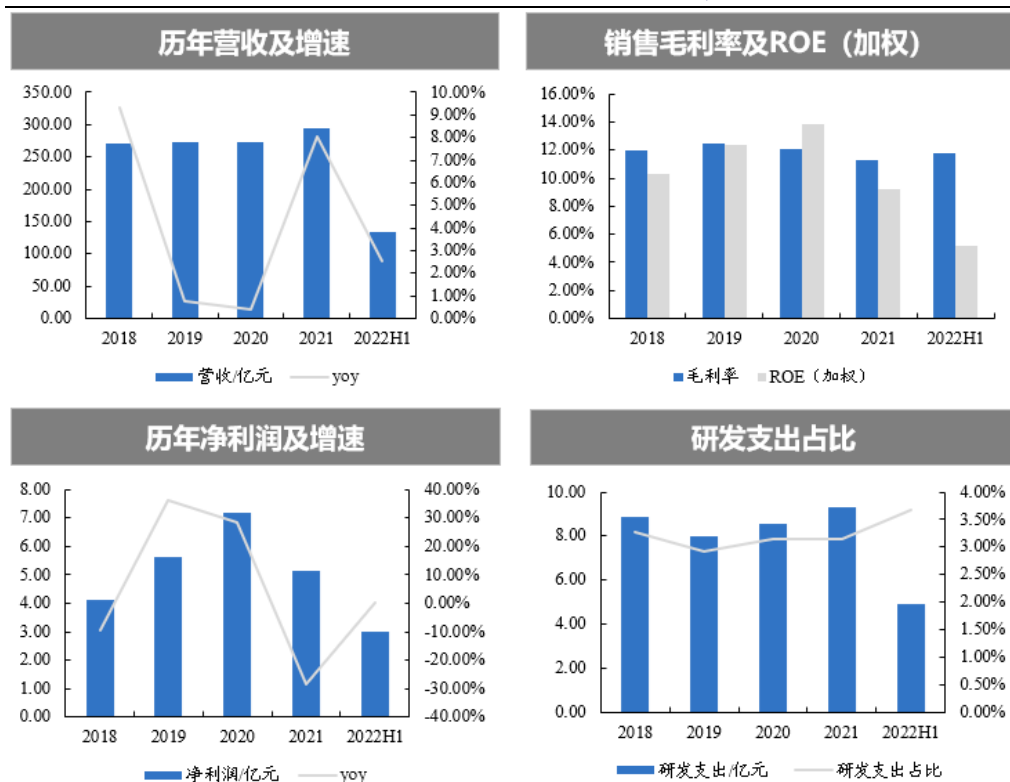
圣阳股份在铅炭电池方面同样具有较长的发展历史。2014 年与日本古河电池株式会社签定《技术支援协议》，古河电池将具有国际领先水平的大容量、深循环、超长寿命铅炭技术储能铅酸蓄电池产品授权给公司在中国的工厂进行本地化生产。2016 年基于量产的具有国际领先循环性能的 FCP 铅炭电池开发了通信基站能效管理系统，在基站可靠备电的基础上储能化应用，年内成功实施了西藏尼玛可再生能源局域网项目、广东电网电力科学研究院主导的基于电网多端融合应用的储能技术与经济研究项目、中国铁塔内蒙古自治区分公司“2016 年风光互补改造项目”、浙江大学与浙江电网“高密度分布式能源接入交直流混合微电网”上虞 863 示范项目；2018 年参与制订了由国家市场监督管理总局、中国国家标准化管理委员会发布的《电力储能用铅炭电池》标准。

3.5、超威动力：超威郎山项目为首批浙江商业化运营电化学储能站

超威动力从事铅酸动力电池以及其他相关产品的制造及销售，产品主要应用于电动自行车、电动汽车和特殊用途电动车等，同时有生产及销售储能电池和锂离子电池。集团拥有先进的生产工艺和技术，是目前中国极少数能成功在生产过程中大规模采用内化成工艺的企业，也是中国唯一全面采用胶体电池技术的铅酸动力电池生产商。

财务方面超威动力在 2018-2021 营收保持稳定，2022H1 实现营收 133.19 亿元同比上涨 2.54%；净利润则在 2021 年产生下滑，2022H1 实现净利润 3.01 亿元同比上涨 0.25%。

图 22：2022H1 超威动力实现营收 133.19 亿元(+2.54%)净利润 3.01 亿元(+0.25%)



数据来源：Wind、开源证券研究所

2022 年 8 月 27 日，由超威集团联手吉电股份打造的铅碳类首个“百兆瓦时”用户侧储能项目正式开工建设，位于浙江省湖州市长兴县小浦园区超威郎山分公司厂区，目标储能功率为 10MW，装机电量为 97.312MWh，目前已经完成建设。此铅炭电池储能电站为浙江省内首批正式商业化运营的电化学储能电站。

4、估值情况：市场对铅炭电池估值存在分歧

对比昆工科技、天能股份、南都电源、圣阳股份的估值情况可见，市场对于铅炭电池的价值认识存在一定分歧。

圣阳股份、南都电源、天能股份作为国内成熟的铅酸电池生产商，同时掌握较为成熟的铅炭电池技术，拥有多个成功的铅炭电池储能站建设经验。目前天能股份 PE TTM 仅有 17.68X，圣阳股份则为 45.43X，两者差距较大。

而昆工科技作为铅炭电池行业的新进公司，业务从冶金电极板转型至铅炭电池且专攻储能领域，PE（TTM）58X 估值水平。

表7：市场对铅炭电池标的估值存在分歧

证券代码	证券简称	PE TTM	总市值/亿元	2021 归母净利润/ 百万元	2021PE	PS TTM	PB LF
831152.BJ	昆工科技	58.41	25.38	30.95	82.00	4.50	5.56
688819.SH	天能股份	17.68	336.35	1,369.37	17.63	0.81	2.46
002580.SZ	圣阳股份	45.43	44.12	33.95	129.94	1.74	2.42
300068.SZ	南都电源	-29.33	203.24	-1,370.22	-14.83	1.99	3.79

数据来源：Wind、开源证券研究所（注：数据截至 2023 年 3 月 27 日）

5、风险提示

技术迭代风险、行业政策变动风险、宏观经济波动风险。

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，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），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。

分析师承诺

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、竞争性因素以及开源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。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5% ~ 20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在 - 5% ~ + 5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

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。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源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。

开源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。开源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。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn