

撰写日期：2023 年 3 月 16 日

证券研究报告--产业研究专题报告

高压级联：产业化有望从 1 到 10，关注左侧布局机会

储能行业系列深度报告（二）

分析师：胡鸿宇

执业证书编号：S0890521090003

电话：021-20321074

邮箱：huhongyu@cnhbstock.com

销售服务电话：

021-20515355

相关研究报告

◎ 投资要点：

◆在市场需求和政策的驱动下，2023 年是我国储能行业发展全面加速。一方面，我国能源结构正在向以新能源为主体的新型电力系统转型，风光装机量、发电量占比日趋提高，在能源结构中的占比不断提升。而靠天出力的新能源占比的提升将会对发电侧、电网侧和用户侧均带来冲击和影响，为了保障能源结构的顺利转型，我们需要储能这类灵活性资源进行调节，为此，多地指定“十四五”储能发展目标，多管齐下推动储能发展。同时，我国独立储能项目多处试点，商业模式逐渐清晰，经济性成为驱动行业发展的核心动能，加上碳酸锂价格下降，极大地降低了电化学储能的成本和发展障碍。我国储能发展的必要性和可行性不断显现，预计 2023 年国内储能项目有望加速落地，业主也将会更加重视安全、性能和成本。

◆储能系统集成环节成长赛道未来可期，充分享受市场规模的快速放量。储能系统集成主要由直流侧发电和交流侧并网两部分构成，起着上承下接的作用。随着储能电站规模的增大，储能系统越来越关注安全、成本和效率，目前储能系统集成多技术路线百花齐放，集中式、组串式、智能组串式、高压级联、集散式、分布式能源块等多种储能集成技术方案各具优势，不断得到下游的实际应用。目前行业参与者众多，竞争各具未定，仍处于充分享受市场规模快速放量获得订单的阶段。

◆通过对各储能集成方案进行比较，我们认为高压级联具有低成本、高效率、高安全性等优势，渗透率有望进一步提升。相比于其他技术方案，高压级联方案在使用效率、系统损耗、占地面积、对于电池保护以及指令响应时间等多方面均有明显优势，更适合大型电站储能场景，随着储能商业模式逐渐理顺，业主更加重视产品性能，高压级联的安全性及性价比优势将会更加明显地凸显，目前我们也看到了以两大电网为首的电力央企发力招标，在电网侧的应用充分表明高压级联系统得到验证确认。基于以上分析，目前高压级联渗透率不足 5%，我们预测到 2025 年高压级联渗透率有望达到 10%，未来有年化翻倍的增长空间。

◆高压级联目前代表厂商多为高压技术路线，具有明显的先发优势和技术门槛。由于高压技术难度更高、运行维护难度加大，存在一定安全风险，这也是高压级联的技术壁垒，目前高压级联技术路线厂商相对较少，竞争格局相对较优。代表性厂商包括智光电气、新风光、金盘科技、国电南瑞等，其原有业务大多涉及高压技术路线的电力电子产品，具有技术同源优势，大多已获得高压级联储能订单，产品获得下游认可。

◆风险提示：高压级联产品市场接受度低于预期，公司订单不及预期；行业市场竞争加剧，行业利润低于预期；储能增速不及预期等。

内容目录

1. 市场及政策双重驱动下，2023 年我国储能市场全面加速	4
1.1. 市场和政策双重驱动下，我国储能发展的必要性和可行性不断显现	4
1.1.1. 必要性：新型电力系统需要储能这类灵活性资源配置，政策大力支持储能行业发展	4
1.1.2. 可行性：独立储能商业模式的探索及产业链成本的下降，降低了制约储能发展的障碍	6
1.2. 2023 年我国储能项目加速落地，业主更加看重安全、性能和成本	7
2. 储能系统集成环节成长赛道未来可期，充分享受市场规模快速放量	8
2.1. 储能系统集成由直流侧和交流侧构成，起着上下承接的作用	8
2.2. 储能系统集成多技术路线百花齐放	9
2.3. 储能系统集成参与者众多，目前仍处于享受市场规模快速放量的阶段	12
3. 高压级联产业化应用加速，渗透率有望进一步提升	12
3.1. 高压级联相比其他技术方案具有低成本、高效率、高安全性等优势	12
3.2. 高压级联正逐渐从示范项目阶段进入实际应用阶段，未来有较大渗透率提升空间	15
3.3. 高压级联储能集成方案存在一定技术壁垒，企业具有先发优势	17
4. 高压级联相关公司	17
4.1. 金盘科技：干变龙头切入高压级联储能，打造新增长极	17
4.2. 新风光：山东能源集团旗下新能源核心设备供应商，高压级联储能业务已形成收入	19
4.3. 智光电气：高压级联储能技术先行者，传统业务有望扭亏为盈	20
5. 风险提示	21

图表目录

图 1：我国风光装机量不断提升	4
图 2：我国风光发电量不断提升	4
图 3：典型风电发力曲线与用电负荷曲线对比	4
图 4：典型光伏发力曲线与用电负荷曲线对比	4
图 5：碳酸锂价格走势（万元/吨）	7
图 6：多晶硅均价走势图（万元/吨）	7
图 7：2022 年储能月度中标情况	7
图 8：2022 年 2 小时储能系统月度报价（元/Wh）	7
图 9：储能系统分为直流侧发电和交流测并网	8
图 10：储能项目价值量占比	8
图 11：储能系统分为直流侧发电和交流测并网	9
图 12：电化学储能电站系统构成图	9
图 13：低压大功率升压集中式并网系统	9
图 14：低压小功率升压分布式并网系统	9
图 15：智能组串式储能并网系统	10
图 16：高压级联式大功率储能系统	10
图 17：高压级联式大功率储能系统	11
图 18：分布式能源块	11
图 19：阳光电源 1500V 储能系统解决方案	13
图 20：高压级联储能系统单元拓扑结构图	15
图 21：金盘科技业务结构（单位：亿元）	17
图 22：金盘科技高压级联系统示意图	18
图 23：新风光业务结构（单位：亿元）	19

图 24：新风光储能产品业务收入实现快速增长	20
图 25：智光电气业务结构（单位：亿元）	20
图 26：公司首台商业级 5MW/3MWh 高压级联储能系统.....	21
图 27：公司火储联调 9MW/5MWh 高压级联储能系统	21
表 1：2022 年全国用电量情况	5
表 2：国内“十四五”储能发展规划.....	6
表 3：中国部分区域独立储能电站收益模式.....	6
表 4：储能系统集成代表性厂商	12
表 5：储能电站集成技术路线对比	14
表 6：高压级联技术储能项目	16
表 7：2019-2025 年国内高压级联渗透率测算	16
表 8：2022 年以来金盘科技储能业务新增协议或订单.....	18

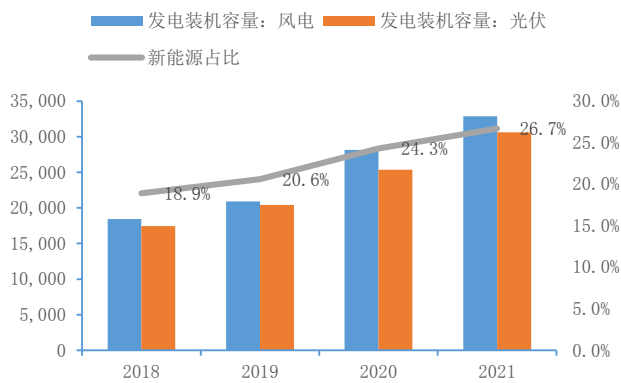
1. 市场及政策双重驱动下，2023 年我国储能市场全面加速

1.1. 市场和政策双重驱动下，我国储能发展的必要性和可行性不断显现

1.1.1. 必要性：新型电力系统需要储能这类灵活性资源配置，政策大力支持储能行业发展

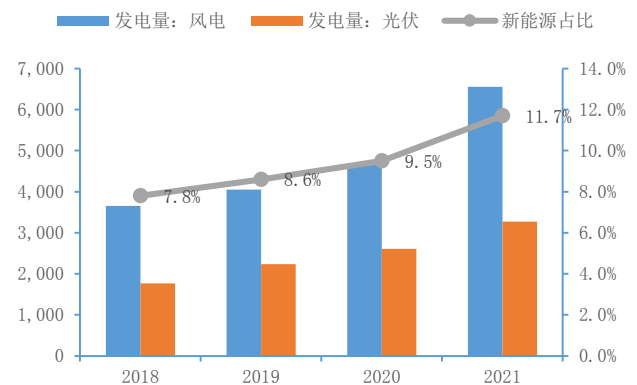
双碳背景下，我国能源结构正在向以新能源为主体的新型电力系统转型，风光装机量、发电量占比日趋提高，在能源结构中的占比不断提升。“碳中和”背景下，我国到 2030 年非化石能源在一次能源消费结构中占比要达到 25% 以上，到 2060 年要实现碳中和目标，未来能源结构将会形成以新能源为主体的新型电力系统。新能源包含风能、太阳能、地热能、生物质等资源发电，现阶段，风能、太阳能发展空间巨大，增速较快。根据国家能源局，2021 年我国风光累计装机占比达到 26.7%，风光发电量占比 11.7%，发展动能强劲。

图 1：我国风光装机量不断提升



资料来源：国家统计局，华宝证券研究创新部

图 2：我国风光发电量不断提升

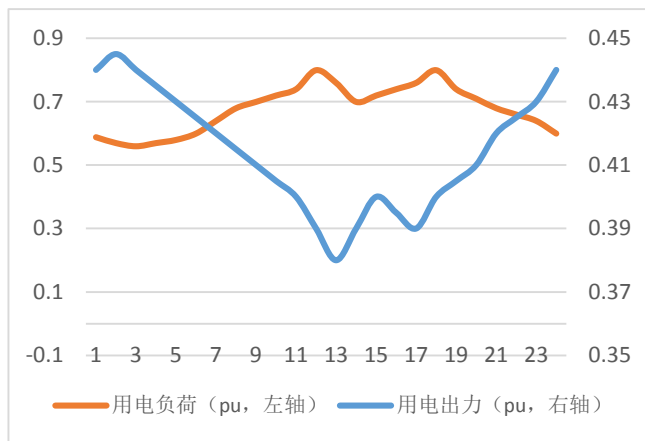


资料来源：国家统计局，华宝证券研究创新部

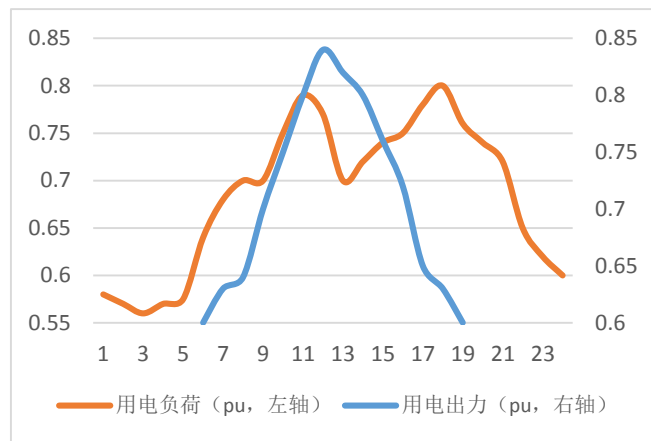
发电侧：光伏和风电属于不稳定出力电源，导致电源侧的波动性持续加大。电力系统需要时刻保持平衡稳定，大量新能源并网发电造成新能源装机容量比例在电网中不断增大，但光伏、风电等新能源具有波动性、间歇性和随机性等特性，风电出力日波动幅度最高可达 80%，出力高峰出现在凌晨前后，午后到最低点，“逆负荷”特征更明显，光伏日内波动幅度最高可达到 100%，峰谷特征鲜明，正午达到当日波峰，正午前后均呈均匀回落态势，夜间出力为 0。新能源发电出力的随机性、波动性、间歇性特征，加上占比的不断提升，将使得电源侧的平均可控性降低、波动程度提高。

图 3：典型风电发力曲线与用电负荷曲线对比

图 4：典型光伏发力曲线与用电负荷曲线对比



资料来源：国家电网，索比光伏网，华宝证券研究创新部



资料来源：国家电网，索比光伏网，华宝证券研究创新部

电网侧：风电光伏均不能稳定出力，将会影响影响电网运行的稳定性；此外新能源发电并网时，产生冲击电流，会造成电网电压下降的现象，影响电网电能质量；因此为了应对新能源出力不稳定的现象，电网系统需要预留一定的容量当作备用，虽然可以增加新能源的接纳能力，但会影响电网的经济调度，增加经济负担。

用户侧：经济高质量发展背景下，第三产业和城乡居民生活用电占比逐渐提升，带动用电负荷曲线的峰谷差率扩大。一般而言，经济发展水平与第三产业和居民生活用电量占比呈同向变化关系。我国用电负荷曲线的峰谷差率持续扩大。根据国网能源研究院对“十四五”的分析，国网经营区最大负荷增速将高于用电量增速，预测 2025 年最大日峰谷差达到 4 亿千瓦，最大日峰谷差率增至 35%。

表 1：2022 年全国用电量情况

	用电量（亿千瓦时）	占比
全社会用电量	83313	
其中：第一产业	1023	1.2%
第二产业	56131	67.5%
其中：工业用电	55319	66.4%
第三产业	14231	17.10%
城乡居民生活用电	11743	14.10%

资料来源：中国电力企业联合会，华宝证券研究创新部

为保障能源结构的顺利转型，需要储能这类灵活性资源进行调节。电源侧灵活性资源需要发挥调峰、辅助消纳的重要作用；电网侧灵活性资源需要更多的承担统筹送受端调峰安排，制定更加灵活的电网运行方式，实现跨省、跨区共享调峰与备用资源；用户侧灵活性资源需要发挥需求响应的作用，更好地平衡供需。储能作为优质的灵活性资源，在电源侧、电网侧、用户侧均可以发挥调峰、调频、备用的作用，未来将逐渐成为保障新型电力系统发展的刚需。

为此，多地制定“十四五”储能发展目标，多管齐下推动储能发展。多地制定“十四五”储能发展目标，25 年储能建设规模接近 54GW。据储能与电力市场公众号统计，以 2022 年我国 20 个省市/自治区发布的“十四五”期间储能发展规划来看，预计到 2025 年这些区域储能建设规模将接近 54GW。除规划外，我国已有近 30 个省份规定了保障性规模内的强制配储要求，对集中式光伏分布式光伏、以及风电的配套建设储能都提出了明确要求。整体来看，对于已公布强制配储政策的省市地区，新能源配储比例多集中在 10%-20%之间，储能时长要求多在 2 小时以上（部分省份配置要求高达 4 小时）。

表 2：国内“十四五”储能发展规划

省份	2025E	2030E	政策名称
贵州	1	4	《贵州省能源领域碳达峰实施方案》
山东	5	10	《山东省新型储能工程发展行动方案》《山东省碳达峰实施方案》
青海	6		《青海省碳达峰实施方案》
吉林	2.25	9	《吉林省新能源产业高质量发展战略规划(2022—2030 年)》
四川	2		《四川省电源电网发展规划(2022-2025 年)》
宁夏	5		《宁夏回族自治区可再生能源发展“十四五”规划》
贵州（毕节）	1.66		《“十四五”新能源发展规划》
内蒙古	5		《内蒙古自治区碳达峰实施方案》
山西	6		《“十四五”新型储能发展实施方案》
北京	0.7		《北京市碳达峰实施方案》
湖南	2		《湖南省电力支撑能力提升行动方案(2022—2025 年)》
江西	1		《江西省碳达峰实施方案》
福建	0.6		《福建省推进绿色经济发展行动计划(2022-2025)》
天津	0.5		《天津市碳达峰实施方案》
广西	2		《广西能源发展“十四五”规划》《广西可再生能源发展“十四五”规划》
安徽	3		《安徽省新型储能发展规划(2022-2025 年)、《安徽省能源发展“十四五”规划》
河南	2.2		《河南省“十四五”新型储能实施方案》
江苏	2.6		《江苏省“十四五”新型储能发展实施方案》
辽宁	1		《辽宁省“十四五”能源发展规划》
河北	4		《河北省“十四五”新型储能发展规划》

资料来源：储能与电力市场公众号，华宝证券研究创新部

1.1.2. 可行性：独立储能商业模式的探索及产业链成本的下降，降低了制约储能发展的障碍

在政策和市场需求推动下，独立储能商业模式逐渐清晰。2022 年 6 月 7 日，国家发改委和能源局发布《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》，明确“独立储能”的概念：“具备独立计量、控制等技术条件，接入调度自动化系统可被电网监控和调度，符合相关标准规范和电力市场运营机构等有关方面要求，具有法人资格的新型储能项目，可转为独立储能，作为独立主体参与电力市场”。根据储能与电力市场公众号统计，2022 年建成投运独立式储能项目达 45 个，规模超 3.58GW/7.28GWh，分布于 16 个省市自治区，涉及 27 家开发商。随着独立储能项目的多处试点，独立储能的盈利模式也不断得到探索，现已形成容量租赁、调峰辅助收入、现货市场交易、容量补偿等多种收入来源。储能不仅可以通过调幅调频赚取辅助服务费用，还可以进入电力市场，在低电价的时间段购电进行储能，在高电价时间段放电以获得价差；各省份先后出台了容量补偿政策，如山东、河南等，这也为储能提供方保障保底收益。经济性是储能行业长期可持续发展的根本驱动力。

表 3：中国部分区域独立储能电站收益模式

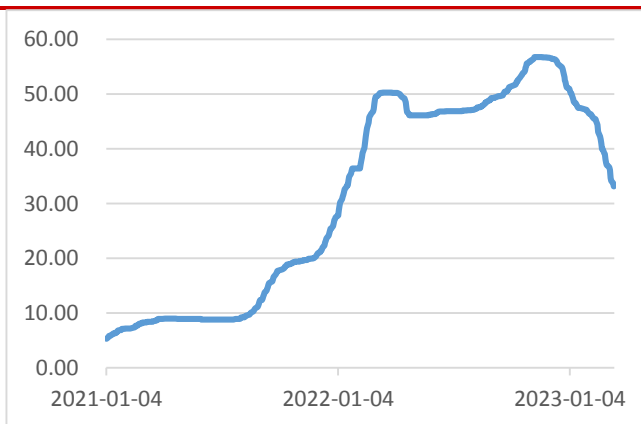
区域	容量租赁	调峰辅助服务	调频辅助服务	一次调频辅助服务	电力现货市场	容量补偿	调峰容量市场
山东	√				√	√	
山西	√				√		
河南	√	√					
宁夏	√	√					
甘肃	√	√					√

湖南	✓	✓		
广东	✓		✓	✓
内蒙古	✓			
广西	✓			
浙江	✓	✓		✓

资料来源：储能与电力市场公众号，华宝证券研究创新部

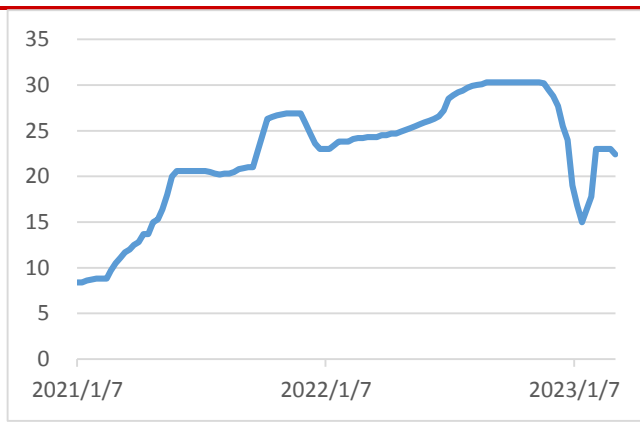
产业链价格的下降，极大地降低了制约储能发展的障碍。目前，碳酸锂价格已经从接近 60 万/吨的高点下降至 33 万/吨左右，电化学储能中电芯成本超过 60%，上游原材料碳酸锂价格的下降极大地降低了电化学储能的成本，预计 2023 年随着上游产业产能释放、相关政策引导，碳酸锂等上游原材料价格有望回落正常区间，市场供需逐步平衡，进而业主配置储能的意愿将有望提升；此外，在储能发展前期，对下游业主而言，储能仍然是被视作额外的成本项，在之前高硅料价格下，为保障整体的投资回报率，配储的积极性不高，而目前硅料价格同样也从高位回落指 23 万/吨左右，为新能源配储让出成本空间，产业端价格的下降正在对储能发展不断释放出积极信号。

图 5：碳酸锂价格走势（万元/吨）



资料来源：中电联，储能与电力市场，华宝证券研究创新部

图 6：多晶硅均价走势图（万元/吨）



资料来源：中电联，储能与电力市场，华宝证券研究创新部

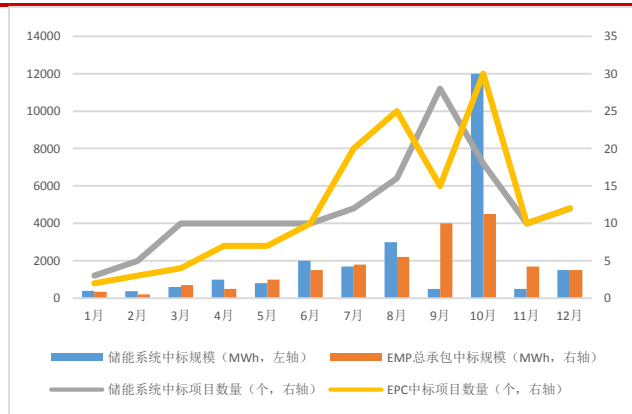
市场和政策双重驱动下，我国储能发展的必要性和可行性不断显现，预计 2023 年国内储能项目有望加速落地。预计 2023 年随着光伏上游硅料的降价，组件价格恢复正常水平，集中式光伏装机需求向好，占比提升，大型光伏电站配储将是我国储能行业发展的重要拉动力，叠加我国分布式光伏配储与风电配储的需求，预计 2023 年我国储能需求为 15GW/31.9GWh，同比增长 146.3%/166.6%，其中大储需求为 13.3GW/28.5GWh，同比增长 144.6%/165.7%。

1.2. 2023 年我国储能项目加速落地，业主更加看重安全、性能和成本

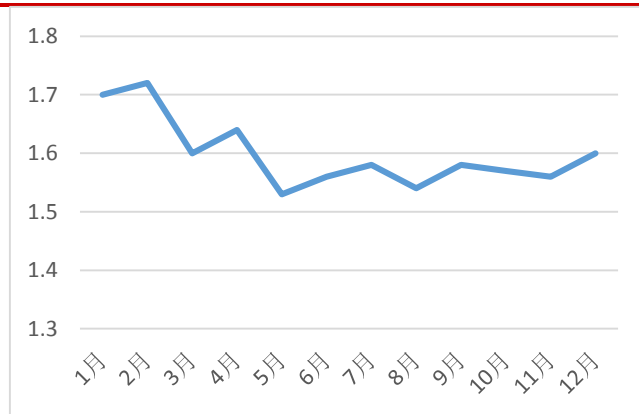
国内储能招标稳步推进。月度中标情况方面，目前储能招投标主要是以储能系统和 EPC 总承包形式，2022 年储能系统招标近 150 个，总规模 22.7GWh，储能 EPC 总承包招标近 120 个，总规模 19.8GWh。月度价格方面，结合 2022 年各月的报价水平来看，从 22 年 5 月起持续稳定在 1.5-1.6 元/kWh 的范围之内。

图 7：2022 年储能月度中标情况

图 8：2022 年 2 小时储能系统月度报价（元/MWh）



资料来源：储能与电力市场，华宝证券研究创新部



资料来源：储能与电力市场，华宝证券研究创新部

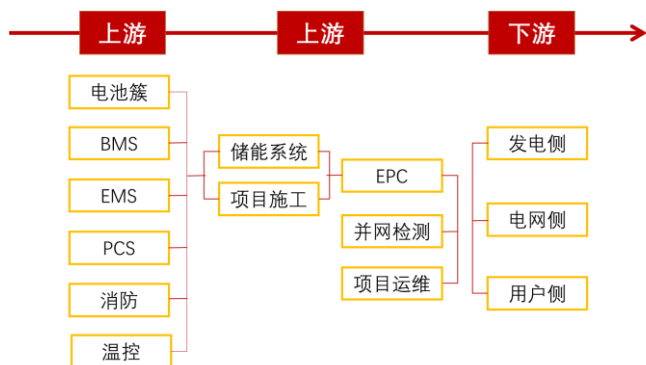
随着储能项目的加速落地，业主更加重视安全、性能和成本。在储能发展的早期，在强配储政策下业主配储通常将其作为成本项目，并未充分考虑方案的性价比，而后续随着储能项目加速落地，储能新型电力系统中的作用将落到实处真正发挥，性价比将会成为业主着重考虑的关键因素；此外随着技术的不断成熟，储能电站的规模不断增大，电池容量也不断增大，运行的数据也会更大，这对安全和效率将会提出更高的要求。为此，我们认为后续储能产业链上更具安全性、高性能、高性价比的技术和产品将会更具有竞争力。

2. 储能系统集成环节成长赛道未来可期，充分享受市场规模快速放量

2.1. 储能系统集成由直流侧和交流侧构成，起着上下承接的作用

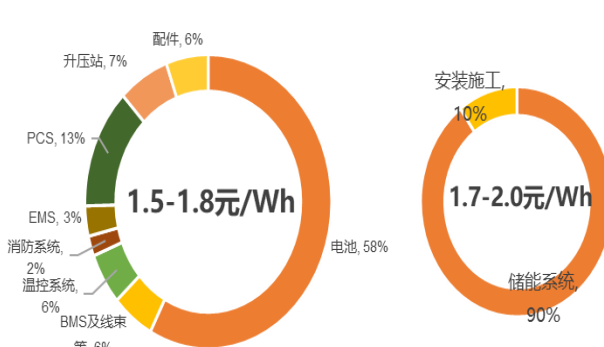
电化学储能产业链分为上游设备，中游储能系统集成及EPC和下游应用端。储能系统由电池簇、电池管理系统BMS、能力管理系统EMS、储能变流器PCS、消防温控等其他设备构成，上游设备中电池和PCS是价值量最大的环节；中游包括设备集成、EPC、并网检测和项目运维；下游主要是用于与发电侧（传统能源和新能源）、电网侧（电网公司）和用户侧（工商业和居民）。储能集成厂商的角色与光伏环节中组件厂商类似，在产业链中对接上下游，扮演者渠道商的角色，此外，集成商往往是储能项目的安全第一负责人。

图9：储能系统分为直流侧发电和交流测并网



资料来源：中电联，储能与电力市场，华宝证券研究创新部

图10：储能项目价值量占比



资料来源：中电联，储能与电力市场，华宝证券研究创新部

电化学储能系统由直流侧发电和交流侧并网两部分构成。直流侧为电池集装箱，包括电池、温控、消防、汇流柜等设备；交流侧为升压变流集装箱，包括储能变流器、变压器等设备。直流侧的电池产生直流电，交流侧的储能变流器将其转换为可供电网输送的交流电，再通过变压器将交流电转换为相同频率的另一种电压，之后输入电网。

图 11：储能系统分为直流侧发电和交流测并网



资料来源：华宝证券研究创新部

图 12：电化学储能电站系统构成图



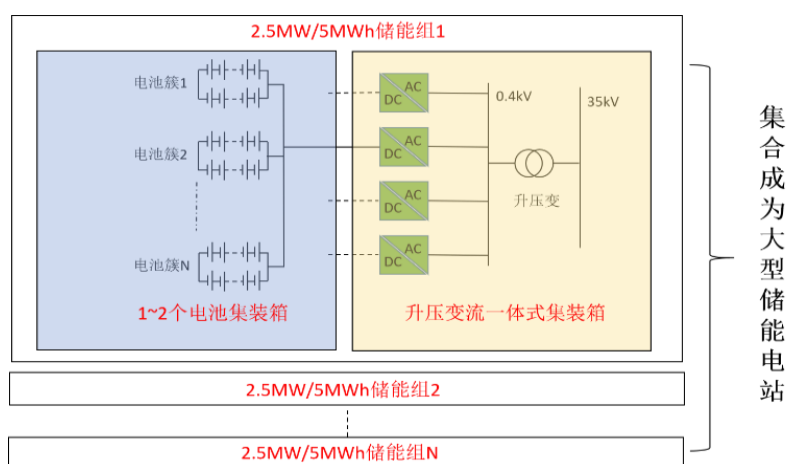
资料来源：阳光电源，海博思创，华宝证券研究创新部

2.2. 储能系统集成多技术路线百花齐放

储能系统集成多技术路线百花齐放。随着储能电站规模的增大，需要非常多的电池进行串并联，不断升压、增大电流、提高功率，这对电路设计以及直流侧、交流侧的拓扑结构优化提出了要求，也由此诞生了 6 种解决方案。按照电气结构，储能系统可划分为：

1) 集中式：低压大功率升压集中式并网，也称为低压式。采用直流侧电池多簇并联的方式，在交流侧与大功率高效率的 PCS 相连。其结构简单，投资成本低，是目前最为主流的储能系统方案。

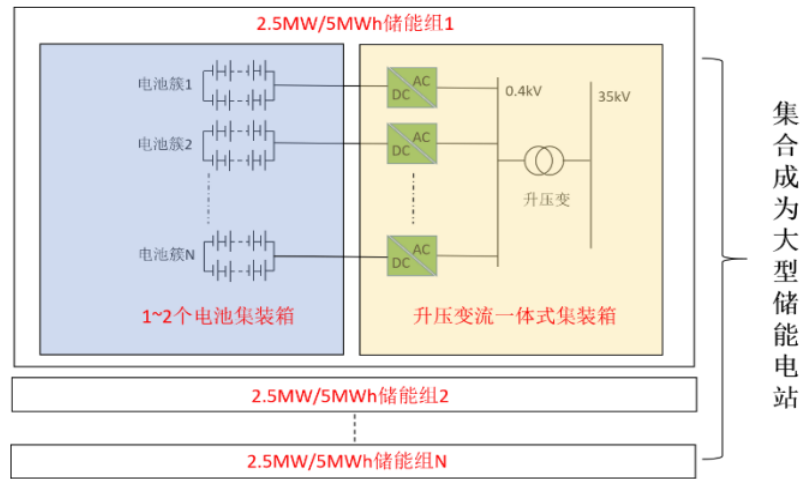
图 13：低压大功率升压集中式并网系统



资料来源：新风光，华宝证券研究创新部

2) 分布式：低压小功率升压分布式并网，也称为大组串。每一簇电池都与一个小功率的 PCS 单元链接，在交流侧进行并联后升压变。其结构简单，投资成本低，是目前最具有潜力的储能系统方案。

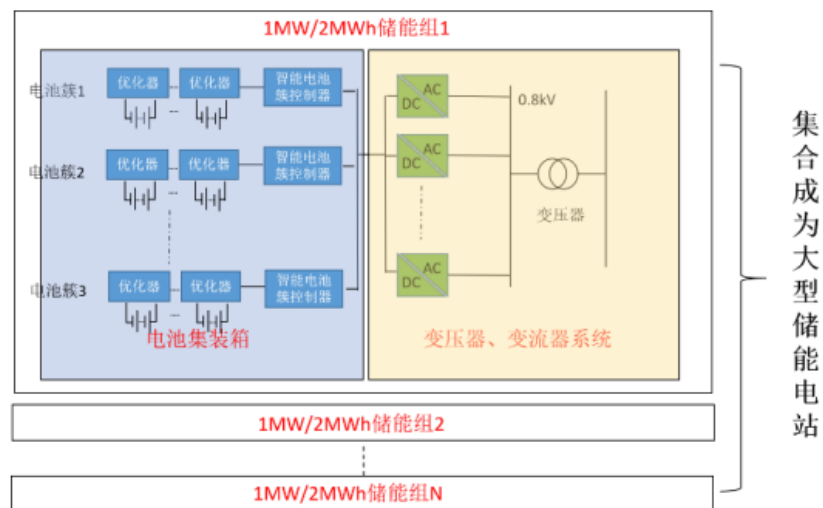
图 14：低压小功率升压分布式并网系统



资料来源：新风光，华宝证券研究创新部

3) 智能组串式：基于分布式储能系统架构，采用电池模组级能量优化、电池单簇能量控制、数字智能化管理、全模块设计等创新技术，实现储能系统更高效应用。

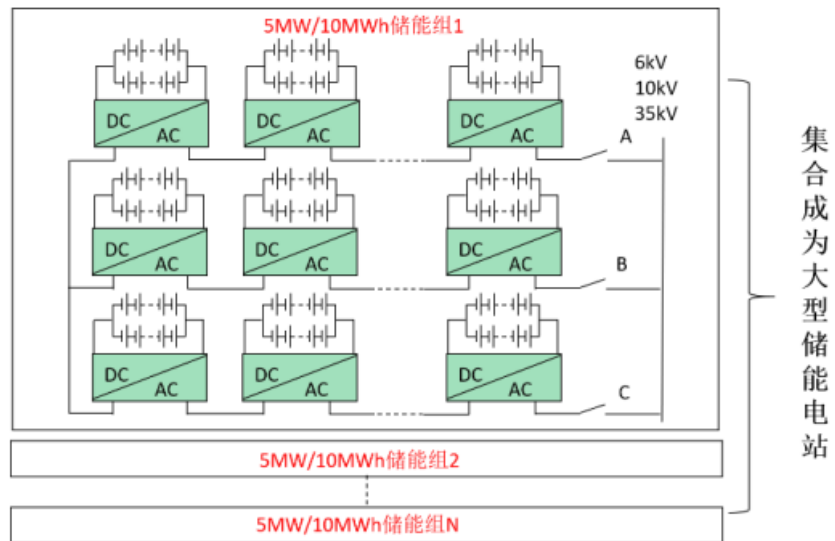
图 15：智能组串式储能并网系统



资料来源：新风光，华宝证券研究创新部

4) 高压级联式：电池单簇逆变，不经变压器，直接接入 6/10/35kV 以上电压等级电网。单台容量可达到 5MW/10MWh。

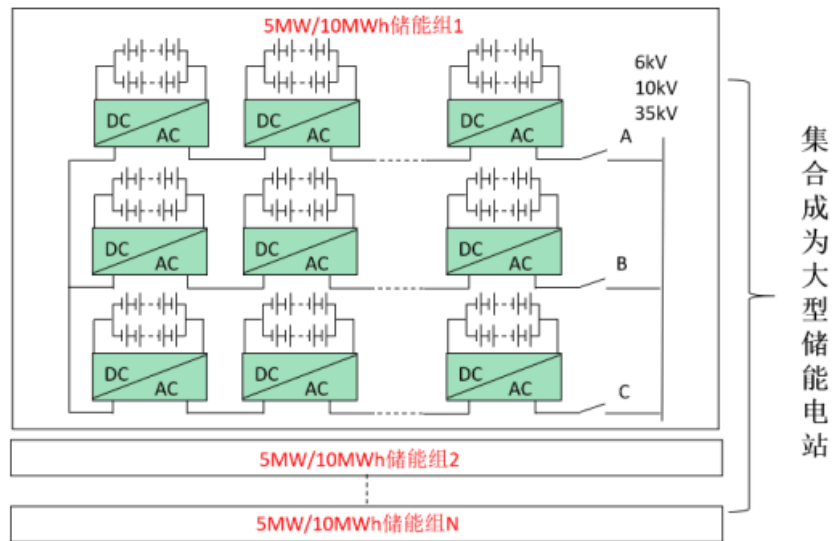
图 16：高压级联式大功率储能系统



资料来源：新风光，华宝证券研究创新部

5) 集散式：直流侧多分支并联，在电池簇出口增加 DC/DC 变换器将电池簇进行隔离，DC/DC 变换器汇集后接入集中式 PCS 直流侧，进行集中逆变。

图 17：高压级联式大功率储能系统



资料来源：新风光，华宝证券研究创新部

6) 分布式能源块：将逆变器、电池簇、EMS、BMS 等所有功能子单元都集中到一个单独的集装箱里。之前主要应用在工商侧储能，最近两年才开始应用于大储领域。

图 18：分布式能源块



资料来源：险峰创公众号，华宝证券研究创新部

2.3. 储能系统集成参与者众多，目前仍处于享受市场规模快速放量的阶段

目前储能系统集成环节参与者众多，竞争格局未定。随着新能源占比的不断提升及产业链上游碳酸锂价格的下跌，储能发展的必要性和可行性不断提升，2023年将成为储能高增长的元年，目前储能系统集成的参与企业众多，尚处于整个行业享受市场规模快速放量的阶段，竞争格局未定。整体来看，对于储能系统集成厂商的分类，包括专业化厂商和一体化厂商，专业化厂商占比较小，包括海博思创、电工时代、新源智储等；一体化厂商包括从储能产业链上游切入、光伏产业链切入、高压技术路线的电力电子厂商。整体而言，储能集成环节仍处于导入期，投资也逐渐从主题过渡到业绩，后续持续关注订单兑现超预期的公司。

表 4：储能系统集成代表性厂商

类别	公司原主业	代表性厂商
专业化厂商	光伏逆变器切入	海博思创、电工时代、新源智储等
	光伏组件切入	阳光电源、上能电气等
	储能电芯切入	阿斯特等
一体化厂商	储能逆变器切入	南都电源、圣阳股份、派能科技等
	高压技术同联	盛弘股份、科华数据等
	其他	金盘科技、新风光、智光电气、国电南瑞、四方股份等 威腾电气、永福股份、宝光股份、南网科技、科陆电子等

资料来源：公司公告，华宝证券研究创新部

3. 高压级联产业化应用加速，渗透率有望进一步提升

3.1. 高压级联相比其他技术方案具有低成本、高效率、高安全性等优势

随着储能项目的加速落地，储能在新电力系统中的作用将落到实处真正发挥，业主会

更加重视储能集成的安全、性能和成本，而这三方面也会成为储能集成技术渗透率提升的关键所在。基于此，我们对不同储能集成方案的优缺点进行了比较，认为高压级联储能集成方案具有低成本、高效率和高安全性等优势，在中短期内渗透率有望提升。

目前集中式储能集成方案占主流，正通过提高电压等级的方式进行降本增效，但仍无法解决电站的安全性问题。集中式具有结构简单、投资成本低、安装运维成本低、对运维人员要求不高的优势，因此目前占据市场大多数份额，但目前集中式项目规模往往不超过 20MWh，当储能电站的规模放大到百兆瓦以上时，就会出现直流拉弧、直流侧的并联容量损失、并联环流等问题，严重影响集中式储能电站的安全和效率。就集中式方案本身而言，技术正通过直流高压进行降本增效，直流侧电压从 1000V 提升到 1500V 逐渐成为主流趋势，通过将直流侧电压做到 1500V，通过更高的输入、输出电压等级，可以降低交直流侧线损及变压器低压侧绕组的损耗，提高电站系统效率，设备（储能变流器、变压器）的功率密度提高，体积减小，运输、维护等方面工作量也减少，有利于降低系统成本，但同时 1500V 储能系统电压升压后电池串联数量增加，其一致性控制难度增大，直流拉弧风险预防保护以及电气绝缘设计等要求也更高。

图 19：阳光电源 1500V 储能系统解决方案



资料来源：阳光电源官网，华宝证券研究创新部

随着其他技术方案的逐渐成熟，集中式储能集成方案的占比将会有所下降。组串式、智能组串式、高压级联式、集散式等其他技术方案各具优势，以不同方式解决电池的并联环流、容量损失、直流拉弧等问题，以提高储能电站的安全性。

1) 组串式方案采用交流侧并联的方式，使得每个储能变流器串联的电池簇规模更小、集成度更高、模块化更强，消除集中式并联环流、容量损失、直流拉弧风险三大隐患，运维简单灵活，相比集中式效率提升了 4% 以上，对应成本也比集中式更高，目前上能电气、宁德时代等厂商选择此技术方案；

2) 智能组串式的代表性厂商为华为，智能组串式对电池兼容性更强，能够实现一包一优化、一簇一管理，对电芯的兼容性比较强，但其成本比集中式高 15-20%，技术过于复杂，拥有一级直流变换和一级交流变换共两级变换，所以效率比较低；

3) 高压级联式通过在直流侧将电池直接接入变流器，减少了升压环节，这使得效率就会提升，由于其特殊的拓扑结构，并联容量损失、并联环流问题也都不存在了，最终效率可以做到 88-90%，高压级联技术有待经过多个项目验证，代表性厂商包括金盘科技、新风光、智光电气、国电南瑞、四方股份等。

4) 集散式通过增加 DC/DC 直流隔离, 避免直流并联产生的直流拉弧、环流、容量损失, 大大提高了系统的安全性, 从而提升系统效率, 但由于系统需要经过两级逆变, 对系统效率有反向影响额外的 DC/DC 隔离, 让整个系统多了一层能量损耗, 整体的效率表现与集中式相当, 不如组串式, 代表性厂商为特斯拉。

5) 分布式能源块布置更加灵活, 因为单个机柜可以做的更小在消防上有额外优势, 但供应链体系不够成熟, 成本上有劣势, 之前主要应用在工商侧储能, 最近两年才开始应用于大储领域。

表 5: 储能电站集成技术路线对比

按电气结构分类	优点	缺点	代表公司
集中式	结构简单, 投资成本低, 安装运维成本便宜, 对运维人员要求不高	项目规模不超过 20MWh, 当放大到百兆瓦规模时, 就会出现直流拉弧、直流侧的并联容量损失、并联环流等问题, 严重影响集中式储能电站的安全和效率	阳光电源、上能电气、科华数据等
组串式	每个组串式变流器串联的电池簇规模更小、集成度更高、模块化更强, 消除集中式并联环流、容量损失、直流拉弧风险三大隐患, 运维简单灵活。与集中式相比效率提高 4% 以上	成本更高	上能电气、宁德时代等
智能组串式	对电池兼容性更强, 能够实现一包一优化、一簇一管理, 对电芯的兼容性比较强	成本比集中式高 15-20%; 过于复杂, 拥有一级直流变换和一级交流变换共两级变换, 所以效率比较低, 只有 83-84% 左右	华为
高压级联式	少了升压环节后, 效率就会提升, 由于其特殊的拓扑结构, 并联容量损失、并联环流问题也都不存在了, 最终效率可以做到 88-90%	目前渗透率较低, 需要经过多个项目验证可靠性和稳定性	金盘科技、新风光、智光科技、国电南瑞、四方股份等
集散式	通过增加 DC/DC 直流隔离, 避免直流并联产生的直流拉弧、环流、容量损失, 大大提高了系统的安全性, 从而提升系统效率。	但由于系统需要经过两级逆变, 对系统效率有反向影响; 额外的 DC/DC 隔离, 让整个系统多了一层能量损耗, 整体的效率表现与集中式相当, 不如组串式	特斯拉、科华数据等
分布式能源块	布置更加灵活, 因为单个机柜可以做的更小在消防上有额外优势	供应链体系不够成熟, 成本上有劣势, 之前主要应用在工商侧储能, 最近两年才开始应用于大储领域	

资料来源: 公司公告, 华宝证券研究创新部

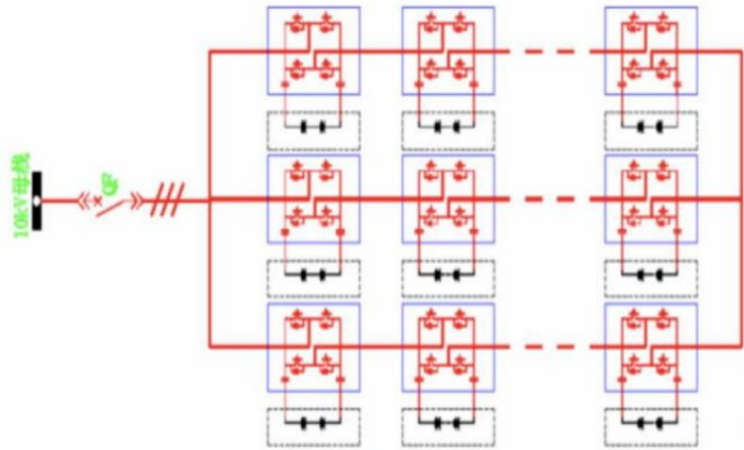
综合来看, 我们认为高压级联型储能效率更高、成本更低, 更适合于大型电站储能场景。级联型储能系统由多个储能单元构成, 每个储能单元包括 1 个 DC/AC 功率单元和 1 个独立小电池堆。每个储能单元输出几十至几百伏的交流电压。级联型储能系统采用三相星形连接的级联 H 桥拓扑结构, 可直接输出 0.4~35kV 三相交流电压, 无变压器接入交流电网, 单系统输出功率可达 10MW 以上。其优势包括:

1) 无需升压变压器，效率比常规储能系统高 2~2.5%，节省 5%~6%的 PCS 成本。高压级联储能系统无需经过变压器，不仅减小系统损耗，提高效率，还减少了储能系统的占地面积，降低了土地建设施工成本，提高了单位建设面积的能量密度。

2) 系统无电芯/电池簇并联运行，不存在短板效应，容量衰减情况改善。储能系统能够最大限度地减少或消除电池簇的并联情况，使得各个电池簇之间相互独立，减少或消除电池单体和电池簇的环流现象，削弱了储能系统中电池一致性导致的问题，提高电池系统的循环寿命、降低了生产运行的安全风险。

3) 控制简单，缩短响应时间。高压级联储能系统每三相为一组控制单元，不需要根据并联储能单元性能的差异进行协调后再响应指令，缩短了储能系统的响应时间。

图 20：高压级联储能系统单元拓扑结构图



资料来源：智光电气，华宝证券研究创新部

可见，通过高压级联储能结构可以提高单台 PCS 的功率、提高运行效率、降低电力电子损耗、提高整机响应速度，提高整机输出波形质量，有效解决传统储能技术存在的痛点，非常适合大容量储能的应用场合，在储能功率越大的应用场合性价比越高。未来有望成为新能源电站储能、独立储能的主流技术。

3.2. 高压级联正逐渐从示范项目阶段进入实际应用阶段，未来有较大渗透率提升空间

高压级联正逐渐从示范项目阶段进入实际应用阶段。高压级联储能技术现已在电源侧得到应用和验证，在电源侧的应用分为火电厂调频、新能源电站的柔性消纳和辅助服务，对于电源侧的需求，由于电站的功率较大，因此电池容量也较大；此外还要求响应一次调频，AGC 控制和对电站的协调控制和响应速度要求比较高；第三，电站的电池的数量比较多，运行数据比较大且管理复杂，因此希望精简；最后成本降低、性能提升、确保安全性是储能行业的共识。面向电源侧的需求，高压级联技术可以充分适应这些需求，目前成熟的高压储能系统单机功率较大，可以做到单机 10MW，因为不需要协调控制器，响应速度特别快，单机响应速度可以达到 2 到 3 个毫秒；单个电池堆的电量非常小，电池并联的数量非常少，这解决了储能系统的安全性隐患和一致性问题；级联型高压储能单模块运行功率可以差异化匹配，电量更有保障，有效保障可用容量最大化。

高压级联方案在系统损耗、占地面积、对于电池保护以及指令相应时间等多方面均有明

显优势，目前储能仍然处于发展早期阶段，业主配储通常将其作为成本项目，并未充分考虑方案的性价比，早期项目通常采用大规模普及的成熟方案，我们认为随着储能机制的逐步理顺，根据优势和性价比的高压方案会逐步推向市场。我们也逐渐可以看到高压级联技术已逐渐从实验阶段进入实际应用阶段，南瑞继保研制 35kV 高压(级联)直挂储能系统顺利并网。智光电气联合中国华能清能院、上海交通大学联合研制的级联型 35kV 高压直挂大容量电化学储能系统已经顺利下线预计充放循环效率将超过 91%，单机并网功率/容量高可达 25MW/50MWh。新风光为浙江某大型光伏发电项目提供的 35KV 直挂式一次调频储能电站顺利发运。高压级联技术在实践中的应用也充分表明了业主对技术的认可。

表 6：高压级联技术储能项目

项目	时间	内容
乌兰察布源网荷储电网侧储能科技示范项目	2021 年	规模 5MW/10MWh, 采用磷酸铁锂储能电池, 预制舱全户外布置, 建设 1500V 直流系统和高压级联两套储能系统, 每套储能系统规模均为 2.5MW/5MWh。预制舱舱顶配置分布式光伏系统, 容量 50kWp。是内蒙古自治区改进能源建设创新工作的重点示范项目, 也是内蒙古电力公司首个电网侧储能示范项目, 促进了乌兰察布地区源网荷储协调控制、新能源消纳、电网调峰调频及储能电价机制方面的研究, 具有十分积极的示范作用。
绍兴市上虞区 35kV 红墟储能电站	2022 年	南瑞继保研制的 35kV 高压直挂储能系统在绍兴市上虞区 35kV 红墟储能电站顺利正式并网运行, 成为浙江省“十四五”新型储能示范项目中首个投运的项目, 也是世界首套 35kV 高压直挂储能系统投入运行。项目的投运增强了区域电网灵活调节能力, 为实现双碳目标做出了示范性贡献。
浙江 28.4MW/9.66MWh 高压级联储能电站	2022 年	新风光为本项目提供的 35KV 高压级联直挂式一次调频储能电站容量 28.4MW/9.66MWh, 具备一次调频功能和无功补偿功能。具备系统规模大、响应速度快、能量精确控制、双向调节能力强、运行效率高、占地面积小等优点。
四川遂宁 100MW/200MWh 电网侧共享储能电站	2022 年	采用全球首创全液冷热管理、35kV 高压级联储能系统, 投资开建的第一座电网侧共享储能电站, 是新型电力系统设施的重要组成部分, 有利于促进电网削峰填谷, 维护电力系统安全稳定, 提高系统灵活性调节能力, 助力可再生能源开发消纳等
国能(乐东)龙源火储联合调频项目	2023 年	智光储能中标国家能源集团乐东电厂 2×350MW 机组的火储联合调频项目高压级联储能系统采购
河北保定高压级联储能电站	2023 年	由南方电网储能股份有限公司投资建设的我国首个移动式大容量高压级联电池储能电站 (10kV/6MW), 在河北保定正式投入商业运行。

资料来源：苏州市光电产业商会，华宝证券研究创新部

整体而言，目前高压级联渗透率不足 5%，我们预测中短期高压级联渗透率有望达到 10%。我国新能源渗透率不断提升，不稳定的风光发电需要灵活性的调节，多地制定“十四五”储能发展目标，25 年储能建设规模接近 54GW，再加上碳酸锂价格下跌极大降低了电化学储能的成本，同时在政策和市场需求推动下，独立储能的商业模式逐渐清晰，在此背景下 2023 年将会是大型储能需求高增长的元年。高压级联具备低成本、高效率、高安全性等优势，随着储能商业模式逐渐理顺，业主更加重视产品性能，高压级联的安全性及性价比优势将会更加明显地凸显，目前我们也看到了以两大电网为首的电力央企发力招标，这充分表明高压级联系统得到验证确认。基于以上分析，目前高压级联渗透率不足 5%，我们预测中短期高压级联渗透率有望达到 10%，未来有年化翻倍的增长空间。

表 7：2019-2025 年国内高压级联渗透率测算

	2019	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
表前储能需求合计 (GWh)	0.6	2.0	4.0	13.8	28.5	52.2	88.5
其中高压级联渗透率			3.0%	5.0%	7.0%	9.0%	12.0%
高压级联需求合计 (GWh)			0.1	0.7	2.0	4.7	10.6
yoy				479.3%	189.1%	135.5%	126.1%
表后储能需求合计 (GWh)	0.1	0.2	0.6	1.5	3.4	9.6	17.2
其中高压级联渗透率				0.0%	0.5%	1.0%	1.5%
高压级联需求合计 (GWh)				0.0	0.0	0.1	0.3
yoy				0.0%	0.0%	464.7%	168.8%
需求合计 (GW)	0.7	2.2	4.6	15.3	31.9	61.8	105.7
其中高压级联渗透率			2.6%	4.5%	6.3%	7.8%	10.3%
高压级联需求合计 (GWh)				479.3%	191.6%	138.3%	126.9%
yoy		220.5%	125.6%	139.5%	166.6%	94.0%	71.0%

资料来源：CPIA, CWEA, 华宝证券研究创新部

3.3. 高压级联储能集成方案存在一定技术壁垒，企业具有先发优势

高压级联方案在技术和运营上都具有较大难度，具有进入壁垒。1) 技术方面，一方面，高压级联方案每一相都是 35kv，电磁环境恶劣，对 BMS 控制提出更高要求。另一方面，高压级联方案为交流侧并联，选择多个 H 桥连接，ABC 三相交流电，每一相都有多个 H 桥串联，可靠性降低，为了提升可靠性，必须进行冗余设计，如果某个 H 桥故障，可以切换到旁路电路。因此，高压级联技术对系统布局和组装的要求较高，在业主端的认证周期较长。2) 运营方面，35kv 储能系统中直流侧和交流侧放在同一位置，运行维护的难度加大，需要专业运维人员。

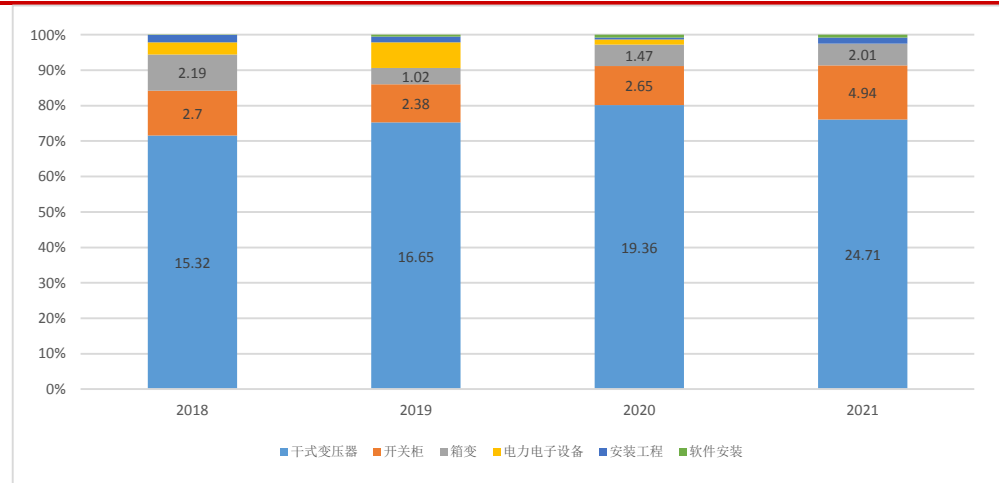
目前高压级联技术路线厂商相对较少，竞争格局较优。代表性厂商包括智光电气、新风光、金盘科技、国电南瑞等，其原有业务大多涉及高压技术路线的电力电子产品，具有技术同源优势，老玩家也先后获得下游业主的订单认可，目前尚无新玩家入场，我们认为从技术和运营难度来看，具备先发优势的企业短期内难以撼动，目前正处于各家积极投标争取订单的阶段。

4. 高压级联相关公司

4.1. 金盘科技：干变龙头切入高压级联储能，打造新增长极

干变龙头切入高压级联储能，打造新增长极。公司成立于 1997 年，位于海南，1998 年美国上市，2016 年美股私有化退市并于 2021 年科创板上市。公司主要产品为干式变压器，2021 年占比 75%，主要应用于风电、轨交、高压变频、新基建等下游行业，是全球干式变压器龙头企业之一。公司干变产品应用于风电的市占率达到 25%，轨交配套产品市场份额多年稳居全国第二，高压变频产品长期配套外资龙头企业，是西门子歌美飒、维斯塔斯、GE、施耐德、东芝三菱等跨国巨头的重要供应商。其他业务主要围绕新能源为主的相关产品，包括箱式变电站、电力电子设备（一体化逆变并网装置、SVG）、安装工程等。

图 21：金盘科技业务结构（单位：亿元）



资料来源：金盘科技公告，华宝证券研究创新部

公司原业务与储能技术同源、客户资源共享，开辟高端储能市场。一方面，公司具有客户协同优势，储能业务的目标客户是公司现有业务的长期合作客户，如中广核、华电、华能、国电投、金风、GE、西门子、VESTAS 等；另一方面，公司现有电力电子设备产品与储能 PCS、系统集成技术同源，公司具备过硬的技术实力和优势。公司重视研发创新，研发支出从 2018 年的 0.96 亿元增长至 2021 年的 1.58 亿元，对应的研发费用率也从 4.4% 增长至 4.8%，在同行中始终位于领先水平。且公司的中高压级联储能系统是全球范围内首次采用全液冷技术，具有突出技术及成本优势，低压储能系统亦较同行成本低 3%。

图 22：金盘科技高压级联储能系统示意图



资料来源：金盘科技公告，华宝证券研究创新部

公司现有储能产能 3.9GWh，2022 年在手订单超过 3 亿元。2021 年 12 月公司发布可转债可行性分析报告，拟募资资金不超过 11.97 亿元主要用于桂林储能数字化工厂建设（年产能 1.2GWh）、武汉储能数字化工厂建设（年产能 2.7GWh）和储能系列产品研发。公司储能产品已获得下游客户的认可，2022 年在手订单超过 3 亿元，未来发展潜力十足。公司于 2023 年 3 月 13 日披露 2023 年 1-2 月的订单情况，公告显示公司各业务板块订单依然保持快速增长，已获得订单 5.31 亿元，其中包含储能系列产品订单 3.40 亿元，已超过 2022 全年所获得的储能系列产品订单总额，呈现高速增长的发展趋势。

表 8：2022 年以来金盘科技储能业务新增协议或订单

时间	合作公司	协议或订单内容
2022.1	六安能量双河新能源有限公司	约定六安新能源公司未来所有涉及采购储能的项目将公司作为项目首选

敬请参阅报告结尾处免责声明

供应商。六安新能源公司为国家电力投资集团有限公司的控股子公司，其储备有 200MW 渔光互补光伏电站项目，拟配套建设 88MWh 储能系统项目

2022.4 天津瑞源电气有限公司

中标“中广核海南白沙邦溪 100MW 光伏项目储能设备采购项目”，项目中标金额为 6499.92 万元，公司主要负责项目 50MWh 储能设备（30 台）的生产、安装、现场实施及售后服务保障

2022.6 海南牛路岭电力工程有限公司

负责向海南交控能源有限公司乐东县莺歌海 100MW 光伏发电项目供应 50MWh（30 台）中高压直挂（级联）储能系统产品，合同金额 6970.00 万元。

2022.9 中国能源建设集团浙江省电力设计院有限公司

负责向国家能源集团浙江公司能源发展公司海南省临高县 100MW 农光互补光伏发电项目供应成套储能设备，中标金额超 7000 万元。

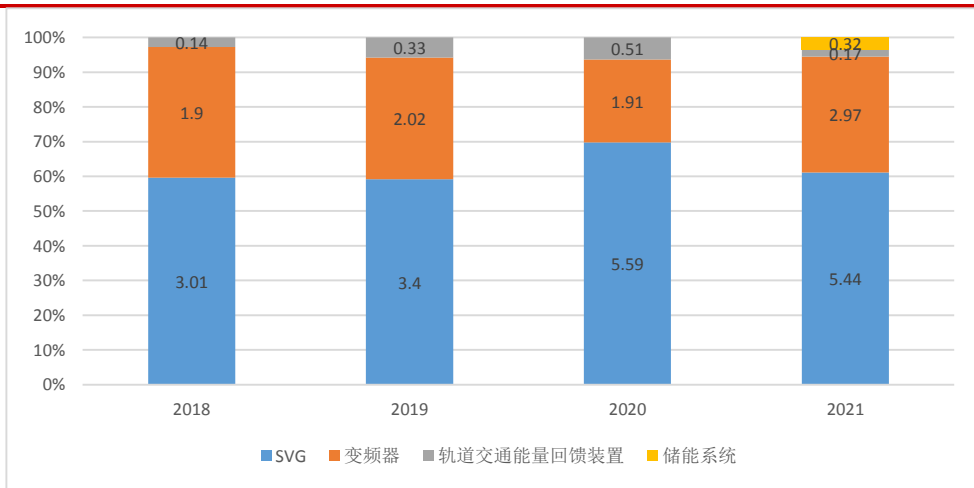
资料来源：公司公告，华宝证券研究创新部

4.2. 新风光：山东能源集团旗下新能源核心设备供应商，高压级联储能业务已形成收入

山东能源集团旗下新能源核心设备供应商，高压级联储能业务已形成收入。公司为山东国企，背靠山东能源，前身为国营汶上无线电厂，1992 年研发变频调速器，步入电机变频节能领域，2002 年改制成立山东风光电子，研发电网无功补偿装置 SVG，2004 年股份改制成立山东新风光，于 2021 年科创板上市。公司区域优势明显，山东省新能源发展迅猛，风光装机占比均超过 30%，公司作为山东省省级新能源投资平台下属上市公司，未来将受益于山东省风、光、储能产业发展。

其传统主业为高压 SVG 和变频器，2021 年 SVG 营收占比 61%，主要应用于新能源并网、冶金、电力、矿山、化工、水泥等传统业务，主要起到改善电能质量的作用，新能源占比超过 80%。SVG 行业竞争相对分散，2021 年行业增速下滑竞争加剧，头部企业主动降价争夺份额，预计 23 年随着光伏装机增加行业恢复增长、小容量产品占比提升，毛利率有望触底回升。变频器营收占比 33%，变频器是把电压和频率固定不变的交流电变成电压频率可变的交流电的装置，主要应用于电力、传统工业领域，公司以高压变频器为主，22 年开始布局中低压变频器，有望带来增长。

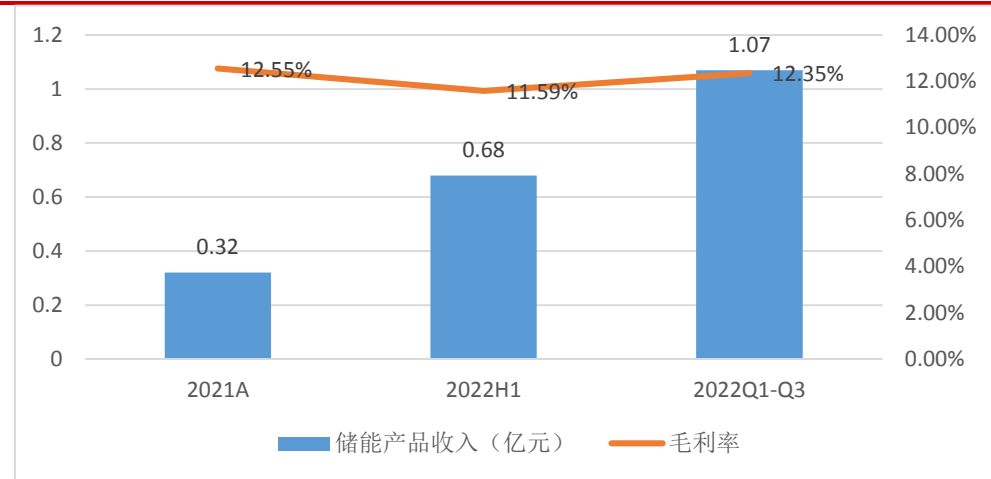
图 23：新风光业务结构（单位：亿元）



资料来源：新风光公告，华宝证券研究创新部

高压级联技术源于 SVG，订单、收入高速增长。新风光高压级联型储能 PCS 与 SVG 技术同源，采用级联 H 桥电路拓扑的方式将低电压功率单元级联形成高电压，提高单台 PCS 功率、降低电池储能系统总体损耗、提高可靠性及其他性能。采用该技术方案，在 10kV 电压等级情况下，单台储能变流器可以做到 25MW，PCS 的运行效率可以达到 99% 左右。由于单台即可满足大容量的要求，因此不需要通过并联多台的方式来扩容，故不会导致谐振、均流等问题。公司储能系统高压级联 PCS 技术储备早，技术水平先进，并于 2021 年开始投放市场，获得营收 0.32 亿元，全面参与到发电侧储能、用户侧储能等领域。2022 年前三季度，公司储能产品收入 1.07 亿元，全面储能产品订单预计完成 4~5 亿元。

图 24：新风光储能产品业务收入实现快速增长



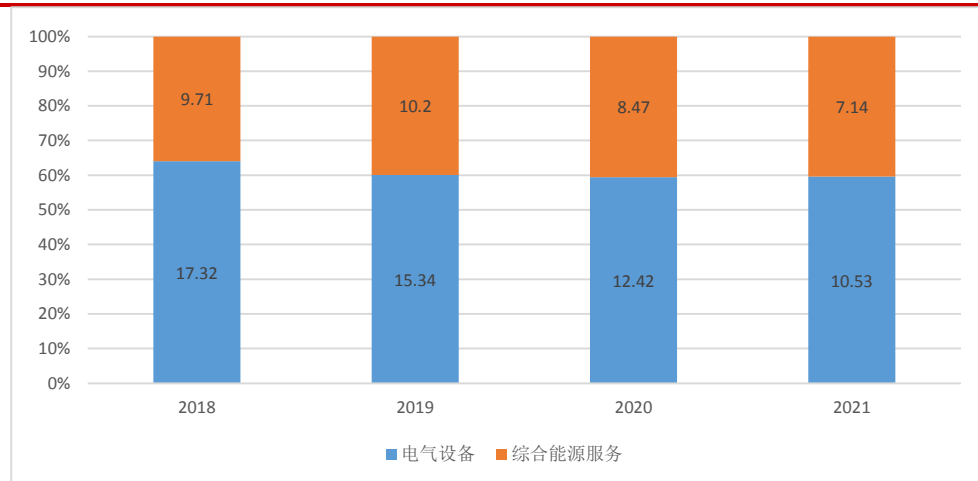
资料来源：新风光公告，华宝证券研究创新部

4.3. 智光电气：高压级联储能技术先行者，传统业务有望扭亏为盈

高压级联储能技术先行者，传统业务有望扭亏为盈。公司成立于 1999 年，主要从事数字能源技术及产品、综合能源服务整体解决方案、战略投资及产业投资业务。2007 年公司在深交所中小板上市，业务范围覆盖至智能电网、节能技术、新能源接入控制技术等领域。2015 年公司延伸业务范围，对岭南电缆完成了并购。2020 年至今公司获批组建广东省大功率电力电子技术工程实验室，旗下的智光用电服务云平台和智光工业互联网平台正式上线，发布了基于大数据的智光综合能源服务能效管理 APP。公司聚焦综合能源技术、电力电子技术、数字技术及应用、储能规模化等领域，持续增强新型电力系统关键业务，积极战略投资南网能源、粤芯半导体等企业。公司是全国最早将高压级联拓扑用于储能 PCS 的企业之一，2014 年公司研制的高压级联储能系统在南方电网深圳宝清储能电站正式投运；此外公司推出组串式储能 PCS 产品，适应工商业储能场景需求。

就公司传统业务而言，有望扭亏为盈。2021-2022 年电线电缆业务受铜等大宗材料价格大幅上涨影响出现亏损，拖累公司扣非净利润。公司积极调整客户结构，提高顺价能力，目前公司电缆低价订单基本消化完毕，2023 年有望扭亏。

图 25：智光电气业务结构（单位：亿元）



资料来源：智光电气公告，华宝证券研究创新部

公司较早研究发展高压级联技术，有望迎来快速放量。公司是高压级联储能技术路线先驱，早在 2013 年就开始研发高压级联技术，具有较强的先发优势和长期数据积累，随着国内大储需求迎来拐点公司储能业务有望快速放量。此外，公司推出组串式储能 PCS 产品，依托原有工商业渠道资源布局工商业储能市场。2015 年参与南方电网 MW 级示范项目二期项目建设，2018 年成立智光储能拓展储能业务，2020 年储能业务贡献收入 0.53 亿元，23 年产能预计达到 5.7GWh（原有 1.2GWh，新增一期 1.5GWh，二期 3GWh），为后续发力储能市场做好产能准备。

图 26: 公司首台商业级 5MW/3MWh 高压级联储能系统



资料来源：智光电气官网，华宝证券研究创新部

图 27: 公司火储联调 9MW/5MWh 高压级联储能系统



资料来源：智光电气官网，华宝证券研究创新部

5. 风险提示

1) 高压级联产品市场接受度低于预期，公司订单不及预期：高压级联产品目前市占率较低，不及 5%，正处于市场推广阶段，高压技术应用到储能上时间较短，若高压级联产品市场接受度低于预期，则厂商拿单能力也会有所降低，不利于储能业务的发展；

2) 行业市场竞争加剧，行业利润低于预期：国内大储相比欧美，业主价格承受能力差，盈利能力较低，若后续行业竞争加剧，有可能会出现价格竞争的情况，很容易造成国内储能项目增收不增利；

3) 储能增速不及预期：若储能经济性不能得到有效提升，政策和产业端均不达预期，则国内储能发展增速会不及预期。

风险提示及免责声明

- ★ 华宝证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格。
- ★ 市场有风险，投资须谨慎。
- ★ 本报告所载的信息均来源于已公开信息，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。
- ★ 本报告所载的任何建议、意见及推测仅反映本公司于本报告发布当日的独立判断。本公司不保证本报告所载的信息于本报告发布后不会发生任何更新，也不保证本公司做出的任何建议、意见及推测不会发生变化。
- ★ 在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。
- ★ 本公司秉承公平原则对待投资者，但不排除本报告被他人非法转载、不当宣传、片面解读的可能，请投资者审慎识别、谨防上当受骗。
- ★ 本报告版权归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何组织或个人不得对本报告进行任何形式的发布、转载、复制。如合法引用、刊发，须注明本公司出处，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。
- ★ 本报告对基金产品的研究分析不应被视为对所述基金产品的评价结果，本报告对所述基金产品的客观数据展示不应被视为对其排名打分的依据。任何个人或机构不得将我方基金产品研究成果作为基金产品评价结果予以公开宣传或不当引用。

适当性申明

- ★ 根据证券投资者适当性管理有关法规，该研究报告仅适合专业机构投资者及与我司签订咨询服务协议的普通投资者，若您为非专业投资者及未与我司签订咨询服务协议的投资者，请勿阅读、转载本报告。