

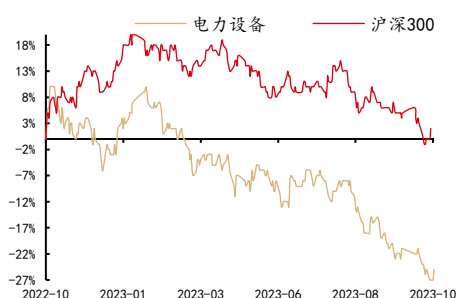
行业投资评级

强于大市|维持

行业基本情况

收盘点位	7225.14
52 周最高	10605.04
52 周最低	6990.61

行业相对指数表现（相对值）



资料来源：聚源，中邮证券研究所

研究所

分析师:王磊
SAC 登记编号:S1340523010001
Email:wanglei03@cnpsec.com
研究助理:杨帅波
SAC 登记编号:S1340123060006
Email:yangshuaibo@cnpsec.com

近期研究报告

《风光装机高增，美国 9 月储能装机符合预期》 - 2023.10.29

电力现货市场系列报告 2：价格逐步反应位置信号，“增强版隔墙售电”，虚拟电厂优势逐步体现

● 投资要点

(1) 节点边际定价能反映价格的位置信息，它由负荷需求、发电商报价行为、节点间传输容量影响，当线路传输容量存在限制时，此时节点电价不再一致，节点电价可以为负，节点负电价表明市场供大于求或电网局部存在严重阻塞，及发电机组为保持运转不得不向用户支付费用来鼓励用电。（节点电价反应了价格的位置信号）

发电侧和用电侧参与主体更加广泛，其中

发电侧：当前煤电已全部进入电力市场，新能源、水电、核电电站的部分电量也参与市场交易，2030 年新能源全部参与电力市场（蒙西电力市场几乎全部纳入新能源，是全国首个“单轨制”市场）。

用户侧：全面放开经营性电力用户的用电需求（山西的售电侧改革，民营资本控股公司比例达 95.51%）。

(2) 分布式光伏高质量发展，有望受益“增强版隔墙售电”

分布式光伏是“十四五”前半期新增光伏主力。截至 2023 年 8 月底，全国分布式光伏累计装机达到 216GW，在全部光伏发电装机中占比 43%，在全部电源装机中占比 8%。

分布式光伏持续高质量发展，2021 年、2022 年、2023 年上半年分布式光伏年等效利用小时数分别为 1029、1079、553h（“十三五”年均 850 小时）。

“增强版隔墙售电”：2023 年 10 月 12 日国家能源局和发改委联合发布《关于进一步加快电力现货市场建设工作的通知》，其中明确提到分布式新能源装机占比较高的地区，推动分布式新能源参与市场。

隔墙售电实际上单节点下的最优解，虚拟电厂在更大范围内实现最优解，起到催化剂的作用。

● 投资建议

电力现货的加速建设，虚拟电厂是“增强版隔墙售电”的重要催化剂，建议关注#国能日新、朗新科技、金智科技、经纬股份；其次利好分布式电源，建议关注#晶科科技、芯能科技。

● 风险提示：

电力市场机制推进不及预期的风险；研报使用的信息数据更新不及时的风险。

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

目录

1 发电侧价格反应位置信息，用户侧参与市场程度逐步加深.....	4
1.1 电力现货市场出清价格.....	4
1.2 电力现货市场出清价格机制.....	6
1.3 发电侧和用电侧参与主体更加广泛.....	7
1.4 用电侧参与市场更加深入，将逐步体现位置信号.....	8
2 分布式光伏高质量发展，有望受益“增强版隔墙售电”.....	9
2.1 分布式光伏——电从身边来.....	9
2.2 “隔墙售电”实际上是单节点下的最优解.....	10
2.3 发电侧价格波动性增大，用电侧峰谷价差逐步扩大.....	12
3 投资建议.....	14
4 风险因素.....	14

图表目录

图表 1: 电力现货市场出清价格的主要机制	4
图表 2: 三节点输电网络	5
图表 3: 改变报价的三节点输电网络	5
图表 4: 三节点输电网络 (输电容量约束)	6
图表 5: 线路 1-3 阻塞下三节点输电网络	6
图表 6: 线路 1-2 阻塞下三节点输电网络	6
图表 7: 线路 2-3 阻塞下三节点输电网络	6
图表 8: 边际成本出清示意图	7
图表 9: 电力批发市场及零售市场示意图	8
图表 10: 分时节点电价 (15min 为间隔)	9
图表 11: 甘肃电力现货用电侧: 分区节点加权平均价	9
图表 12: 中国分布式光伏新增装机及占比	9
图表 13: 分布式光伏等效利用小时数持续增长	9
图表 14: 全国各地分伏并网情况 (截止 2023H1)	11
图表 15: 中国可再生能源补贴规模 (既有补贴项目)	12
图表 16: 各省市电网代理购电电价的峰谷价差 (元/度)	13

1 发电侧价格反应位置信息，用户侧参与市场程度逐步加深

1.1 电力现货市场出清价格

国内外电力现货市场主要采用 3 种价格机制，主要包括系统边际电价（SMP）、分区边际定价（ZMP）和节点边际电价（LMP）。

图表1：电力现货市场出清价格的主要机制

价格机制	定义	优点	缺点	适用性	使用地区
系统边际定价	按照报价从低到高，使成交的电力满足负荷需求的最后一个电能供应者（边际机组）的报价	模型简单，易于理解；出清价格透明度高，不必事先披露输电线路约束	未考虑输电线路和运行状态；存在阻塞区域间的交叉补贴；价格信号激励性不足	没有或偶有输电阻塞发生，而且阻塞程度不严重、阻塞成本转少的电力市场	
分区边际电价	按阻塞断面将市场分成几个不同的区域，区域内所有机组采用同一个价格	易于理解，出清价格透明度高；有分区的价格信号	分区方案是前提和关键	电网发展成熟、网络阻塞界面清晰的地区	欧洲统一电力市场
节点边际电价	特点节点新增单位负荷所新增发电边际成本、输电阻塞成本和损耗	出清结果满足电网运行要求；明确的价格信号，自动实现阻塞成本分摊；为分配阻塞盈余的 FTR 市场提供了结算价格	相对复杂，调度过程的清晰性欠佳；对信息披露的要求较高；对金融市场成熟度的要求较高	电力市场基础环境较好、市场主体较为成熟、网络结构经常发生变化、阻塞较多的地区	美国 PJM 市场

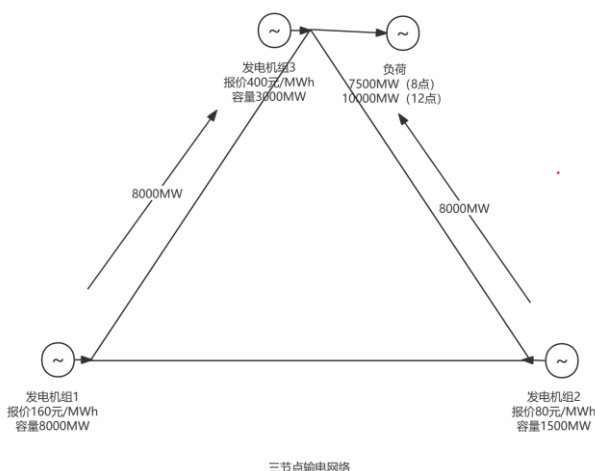
资料来源：电力现货市场实务 国家电力调度控制中心，中邮证券研究所

节点边际定价能反映价格的位置信息，它由负荷需求、发电商报价行为、节点间传输容量影响。

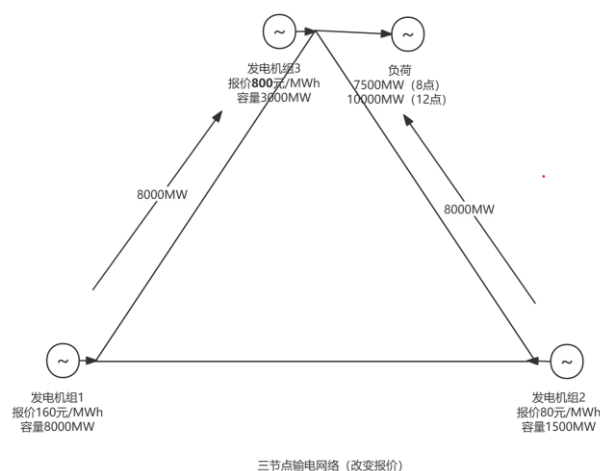
负荷需求影响节点电价。假设节点 3 为负荷节点，8 点负荷需求 7500MW，根据报价由低到高原则，则发电机组 1 出力 6000MW，发电机组 2 出力 1500MW，发电机组 3 无需开机，3 个节点电价由发电机组 1 的报价决定 160 元/MWh。12 点负荷需求 10000MW，同理发电机组 1 发电上限 8000MW，发电机组 2 发电上限 1500MW，则此时系统价格由发电机组 3 决定，即 400 元/MWh。

发电商报价行为可以影响节点电价。若发电机组 3 报价提升到 800 元/MWh，同理 8 点的系统电价为 160 元/MWh，但 12 点则变为 800 元/MWh，具有较大市场力 or 串谋可以明显影响市场价格。

图表2：三节点输电网络



图表3：改变报价的三节点输电网络



资料来源：电力现货市场实务 国家电力调度控制中心，
中邮证券研究所

资料来源：电力现货市场实务 国家电力调度控制中心，
中邮证券研究所

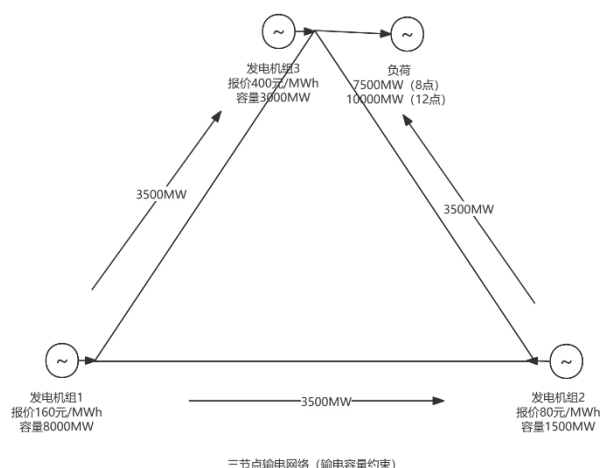
线路传输容量对节点电价有影响，此时节点电价不再一致。8点发电机组1出力5500MW，发电机组2出力1500MW，发电机组3出力500MW，则节点3电价由发电机组3决定，即400元/MWh，节点1和节点2电价新增1MW负荷需求可由发电机组1承担，因此节点电价为160元/MWh。

线路1-3阻塞下节点1、节点2、节点3电价分别为160/280/400元/MWh。节点2新增1MW负荷需求无法由所在节点的机组边际成本决定，假设发电机组1和3新增出力分别为 Δp_1 和 Δp_3 ，则 $\Delta p_1 + \Delta p_3 = 1$ ； $\Delta f_{13} = 1/3 \Delta p_1 - 1/3 \Delta p_3 = 0$ （保持1-3潮流不超限）。节点2电价=160*0.5+400*0.5=280元/MWh。

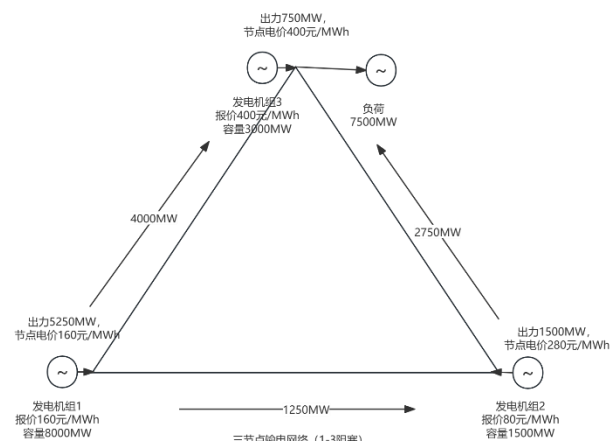
节点电价可以为负，线路2-3阻塞时候，节点2电价为-80元/MWh（计算过程同上）。节点负电价表明市场供大于求或电网局部存在严重阻塞，及发电机组为保持运转不得不向用户支付费用来鼓励用电。

负电价的原因详细可参考“电力现货市场系列报告1：简析负电价现象及独立储能经济性”。

图表4：三节点输电网络（输电容量约束）



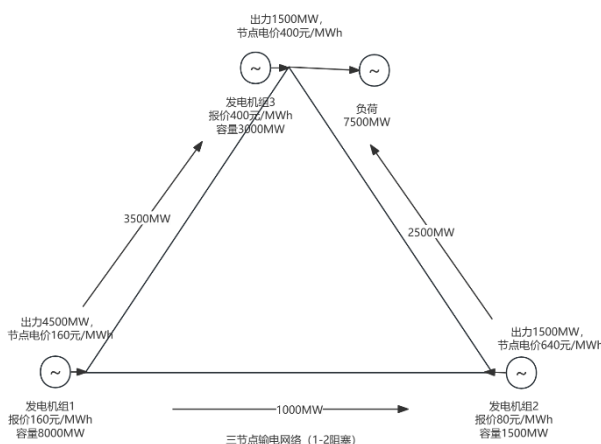
图表5：线路 1-3 阻塞下三节点输电网络



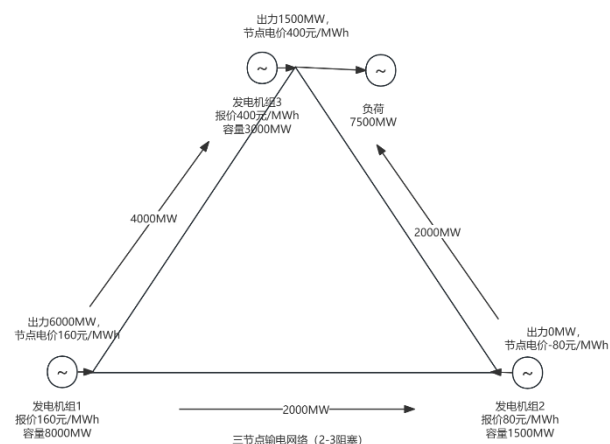
资料来源：电力现货市场实务 国家电力调度控制中心，
中邮证券研究所

资料来源：电力现货市场 101 问国家电力调度控制中心，
中邮证券研究所

图表6：线路 1-2 阻塞下三节点输电网络



图表7：线路 2-3 阻塞下三节点输电网络



资料来源：电力现货市场 101 问国家电力调度控制中心，
中邮证券研究所

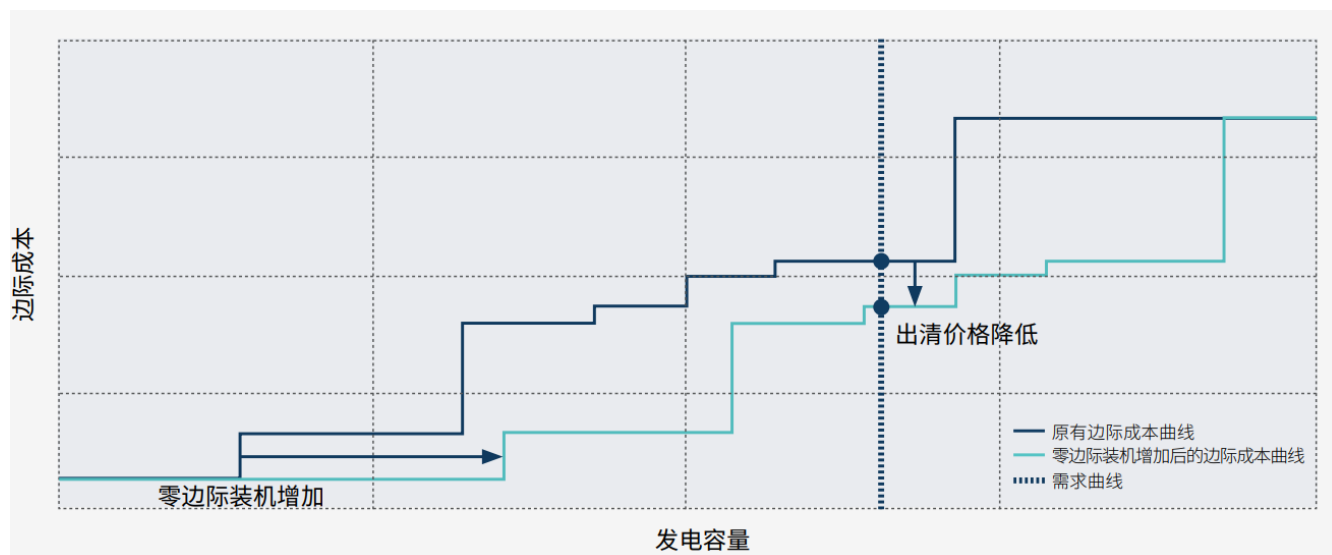
资料来源：电力现货市场 101 问国家电力调度控制中心，
中邮证券研究所

1.2 电力现货市场出清价格机制

历史数据，新能源将显著拉低出清边际价格。电力市场普遍以“优先次序”作为竞价上网的基本规则，各发电机组按照边际成本进行报价，所有机组按价格由低到高排序，价低者优先出清，边际机组的报价即为所有出清机组共同的出清价格。新能源的快速发展带来了“优先次序效应”，即由于新能源边际成本趋近于零，其大规模发展将显著拉低出清边际价格。

根据 RMI 的“先立后破 迈向零碳电力探索适合中国国情的新型电力系统实现路径”，随着新能源占比提升，2019 年和 2010 年相比，英国、德国、丹麦等欧洲国家的平均电力批发价格下降了 13%-36%。

图表8：边际成本出清示意图



资料来源：RMI，中邮证券研究所

1.3 发电侧和用电侧参与主体更加广泛

中国电改指导思想“管住中间，放开两头”，目标是“建立全国统一电力市场”，详细可参考“电力现货市场系列报告 1：简析负电价现象及独立储能经济性”。

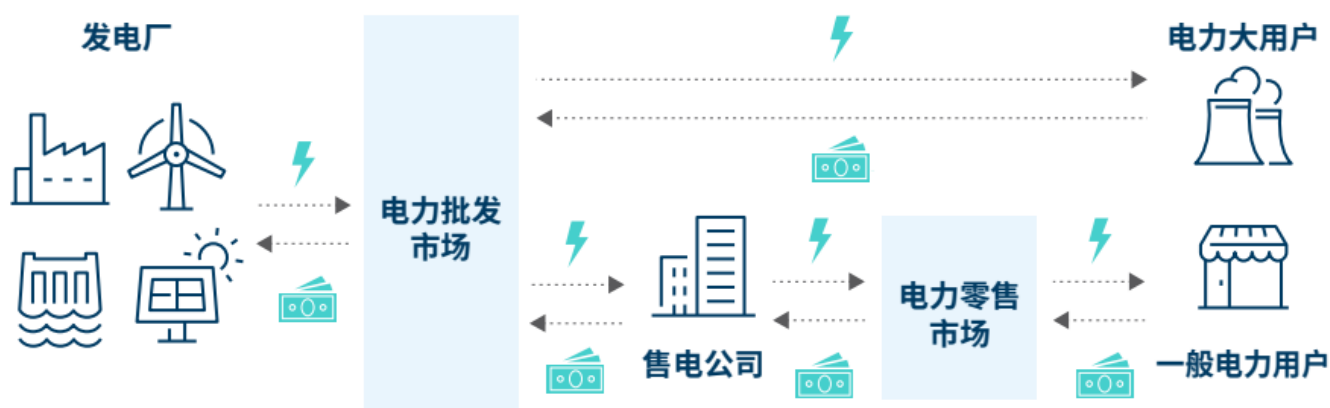
全面放开经营性电力用户（除居民、农业、重要公用事业和公益性服务等行业电力用户以及电力生产供应所必需的厂用电和线损之外的电力用户）的用电需求，用户逐步参与电力市场交易。根据 RMI 的“2023 电力市场化改革洞察：面向市场参与者的 20 大趋势”，经营性电力用户的用电量约占全国用电量的八成，这必然要求发电侧更多的主体参与电力市场交易。

山西电力现货市场走在前列（自 2019 年开始试运行，山西电力现货市场先后进行了七次结算试运行，市场规则已滚动更新至第 13 版，**累计试运行天数居全国第一**），其售电侧改革，民营资本控股公司比例达 95.51%。

发电侧：当前煤电已全部进入电力市场，新能源、水电、核电电站的部分电量也参与市场交易；因为技术进步，风电、光伏的利用小时数将持续上升，且增量风电、光伏有配储要求，因此我们预计增量风电、光伏优先参与电力市场交易。

随着交易活跃度的上升，价格的波动性会上升，因此价格上下限会逐步放开，蒙西电力市场是全国首个“单轨制”市场，覆盖全部电力用户和几乎全部电源，它将电力申报价格上限提升到 5 元/kWh，是其他试点省份的 3 倍以上。

图表9：电力批发市场及零售市场示意图

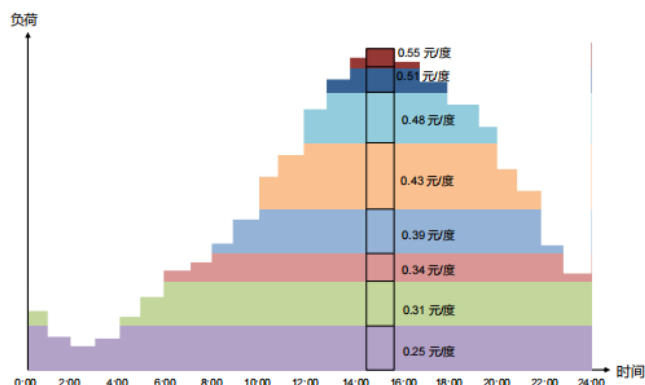


资料来源：RMI，中邮证券研究所

1.4 用电侧参与市场更加深入，将逐步体现位置信号

用户侧参与市场程度越深，供需关系越加真实，出清价格更贴近于实际。随着电力现货市场的进一步发展，用户侧的价格也会逐步体现位置信号，隔墙售电实际就是一种单节点最优解，虚拟电厂则在更大范围内实现资源优化配置。甘肃电力现货市场，以每个交易时段所在分区节点加权平均电价作为相应结算价格。

图表10：分时节点电价（15min为间隔）



资料来源：华能甘肃能源销售有限公司，中邮证券研究所

图表11：甘肃电力现货用电侧：分区节点加权平均价



资料来源：华能甘肃能源销售有限公司，中邮证券研究所

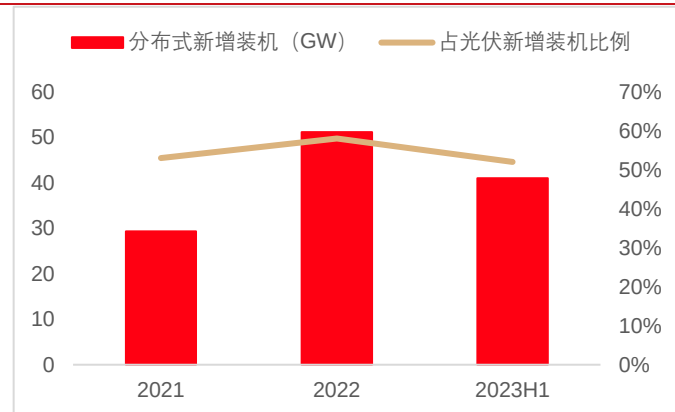
2 分布式光伏高质量发展，有望受益“增强版隔墙售电”

2.1 分布式光伏——电从身边来

分布式光伏是“十四五”前半期新增光伏主力。截至2023年8月底，全国分布式光伏累计装机达到216GW，在全部光伏发电装机中占比43%，在全部电源装机中占比8%。2021年、2022年、2023H1，全国分布式光伏新增装机分别为29.3、51.1、41.0GW，在同期全部光伏发电新增装机中占比达到53%、58%、52%。

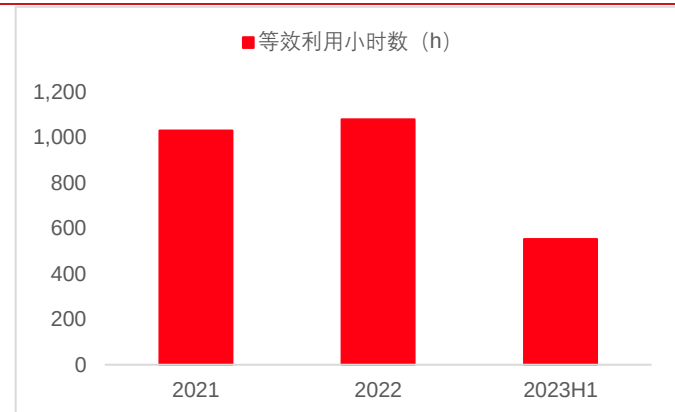
分布式光伏持续高质量发展，2021年、2022年、2023年上半年分布式光伏年等效利用小时数分别为1029、1079、553h，较“十三五”年均850小时呈现逐年显著增加态势。

图表12：中国分布式光伏新增装机及占比



资料来源：《分布式光伏发展模式和政策机制思考 时璟丽》，中邮证券研究所

图表13：分布式光伏等效利用小时数持续增长



资料来源：《分布式光伏发展模式和政策机制思考 时璟丽》，中邮证券研究所

分布式光伏是“电从身边来”的体现，就近消纳更加效率。2023H1，分布式光伏发电量超过 1000 亿千瓦时，在全部光伏发电量中占比 38%，分布式光伏在就近供应方面作用越来越大。

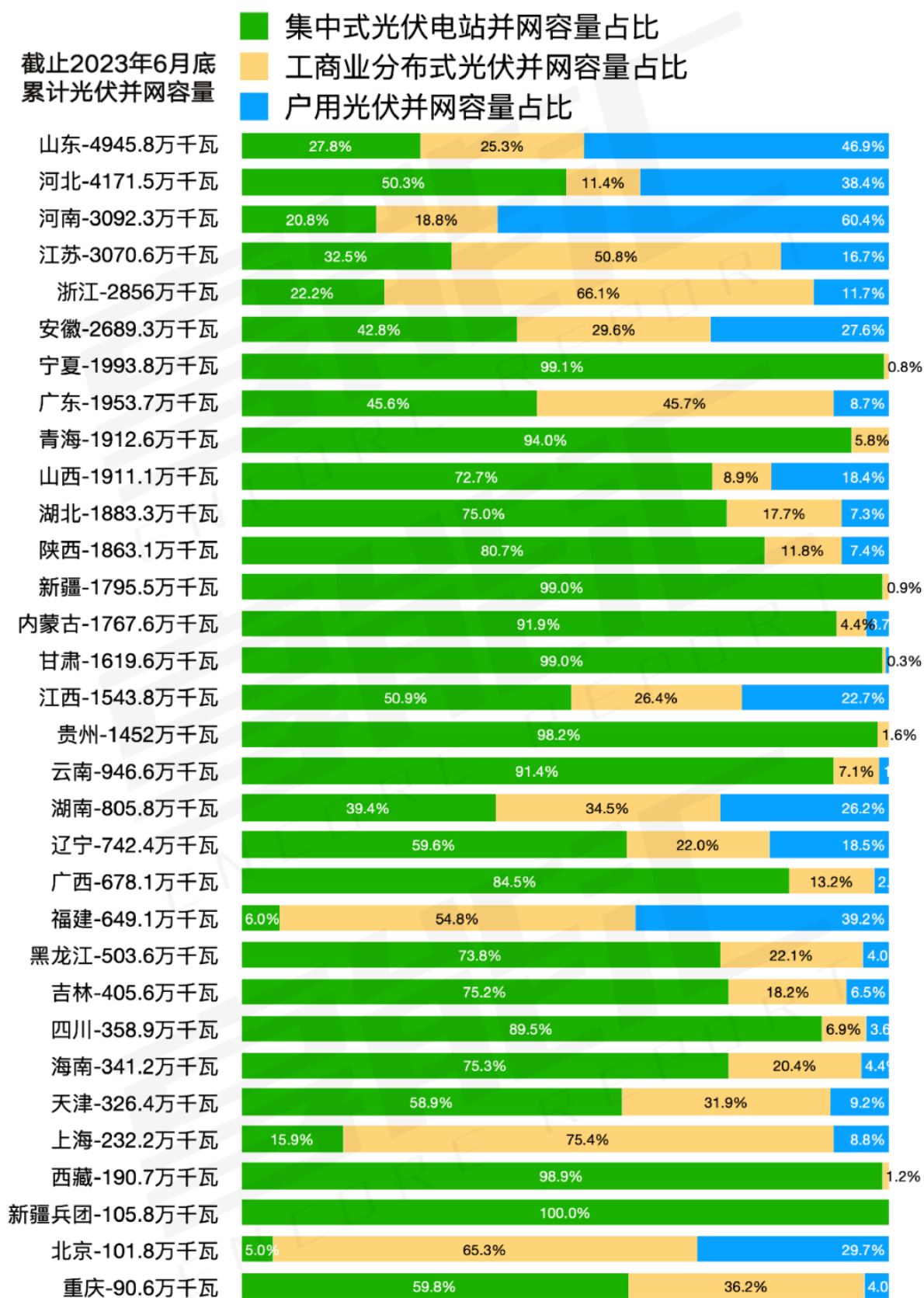
2.2 “隔墙售电”实际上是单节点下的最优解

“隔墙售电”是分布式能源参与市场交易，但迟迟无法实质落地。2017 年 10 月，国家发改委、能源局就印发了《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》，标志着“隔墙售电”启动。2019 年公布了首批 26 个分布式发电市场化交易试点名单，容量共计 1470MW。2022 年 9 月浙江省率先“破局”后，首个分布式光伏发电“隔墙售电”试点项目在江苏苏州落地。

“隔墙售电”实际上是单节点下的最优解，但这对统一大市场下并不一定是社会福利最大化，若仅是“隔墙售电”，则必然是一种市场割裂。例如，四川既要向西北受电又向沿海输电，若仅从四川视角看，这样的电力传输是不经济的，但在全国视角下，这样的资源配置要更优。

“增强版隔墙售电”加速推进。2023 年 10 月 12 日国家能源局和发改委联合发布《关于进一步加快电力现货市场建设工作的通知》，其中明确提到分布式新能源装机占比较高的地区，推动分布式新能源参与市场。分布式能源参与电力市场，实际上是一种“增强版隔墙售电”。虚拟电厂在更大范围内实现资源的优化配置，是分布式能源参与电力市场的重要催化剂。“增强版隔墙售电”将提升工商业储能、分布式能源的收益，虚拟电厂作为重要催化剂尤其受益。

图表14：全国各地区分伏并网情况（截止 2023H1）

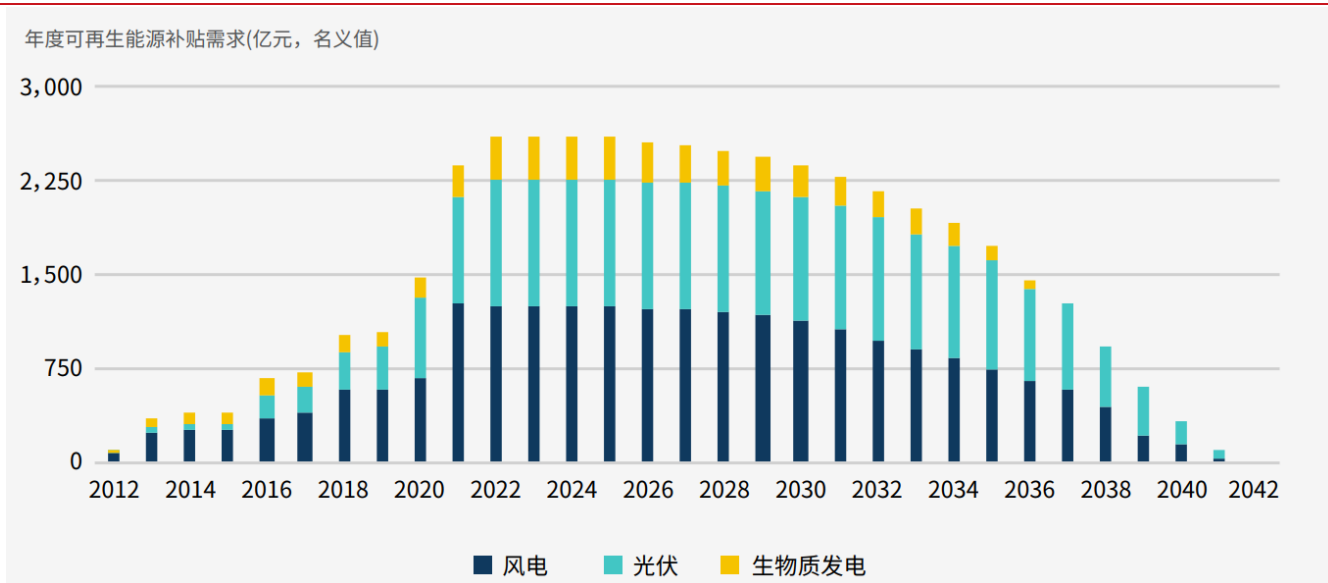


资料来源：北极星火力发电网，国家能源局，中邮证券研究所

2.3 发电侧价格波动性增大，用电侧峰谷价差逐步扩大

新能源将加速参与电力市场。2021 年，新建集中式光伏和陆风进入平价时代，2022 年，海风进入平价时代。2022 年 1 月发布的《关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》，其中明确提到，到 2030 年，新能源全面参与市场交易。

图表15：中国可再生能源补贴规模（既有补贴项目）



资料来源：RMI，中邮证券研究所

注：估计值不考虑电网公司发行债券融资的情形

根据上文电力现货市场出清价格机制，新能源大规模参与电力市场将拉低电力批发价，由于新能源发力的波动性，发电侧价格波动性增大，虚拟电厂在波动性中发挥套利作用。

我们预计用电侧将逐步跟随发电侧，更加细化、动态，**当下峰谷价格将逐步扩大**。在 31 省市地区中（西藏、湖北除外，内蒙古分蒙东、蒙西地区，增加冀北地区），2022 年 5 月、2023 年 5 月、2023 年 8 月，全国工商业平均峰谷价差均值分别为 0.64、0.69、0.74 元/kWh；超过 0.7 元/kWh 的地区分别有 11、15、18 个。

图表16：各省市电网代理购电电价的峰谷价差（元/度）

省份	峰谷价差				
	2022 年 5 月	2023 年 5 月	电价涨跌幅 1	2023 年 8 月	电价涨跌幅 2
上海市	0.7484	0.7742	3%	1.3236	71%
广东省(珠三角五市)	1.375	1.0801	-21%	1.2656	17%
江苏省	0.8598	0.8994	5%	1.1026	23%
湖南省		0.8868		1.0379	17%
浙江省	0.9671	0.9516	-2%	0.9841	3%
河南省	0.7133	0.8465	19%	0.9307	10%
山东省	0.5724	0.9213	61%	0.9245	0%
天津市	0.7059	0.7161	1%	0.8864	24%
海南省	0.8162	1.3522	66%	0.8705	-36%
四川省	0.6072	0.6918	14%	0.8514	23%
内蒙古自治区(蒙东)	0.6866	0.6885	0%	0.8485	23%
江西省	0.4067	0.6857	69%	0.842	23%
陕西省	0.5532	0.6123	11%	0.8284	35%
吉林省	0.6071	0.6151	1%	0.8143	32%
安徽省	0.8275	0.8275	0%	0.7822	-5%
河北省	0.5114	0.7606	49%	0.7607	0%
黑龙江省	0.7419	0.7488	1%	0.7581	1%
辽宁省	0.7335	0.7255	-1%	0.7514	4%
贵州省	0.535	0.5937	11%	0.6809	15%
福建省(福州、厦门、莆田、宁德)	0.5826	0.6329	9%	0.643	2%
广西壮族自治区	0.713	0.8972	26%	0.6392	-29%
冀北	0.5071	0.5697	12%	0.5714	0%
山西省	0.5165	0.5628	9%	0.5359	-5%
青海省	0.2462	0.3517	43%	0.4871	38%
北京市(城区)	0.5376	0.5419	1%	0.4847	-11%
内蒙古自治区(蒙西)		0.2158		0.3829	77%
云南省		0.4101		0.3636	-11%
新疆维吾尔自治区	0.5579	0.5677	2%	0.3378	-40%
宁夏回族自治区	0.4077	0.2928	-28%	0.2909	-1%
甘肃省	0.1784	0.1397	-22%	0.1282	-8%
重庆市	0.6987	0.7683	10%		

注：选取标准：优选双部制，单倍，绿色执行尖峰电价；

电价涨跌幅 1 为 2023 年 5 月和 2022 年 5 月对比；电价涨跌幅 2 为 2023 年 8 月和 2023 年 5 月对比。

资料来源：北极星储能网，中邮证券研究所

3 投资建议

电力现货的加速建设，虚拟电厂是“增强版隔墙售电”的重要催化剂，建议关注#国能日新、朗新科技、金智科技、经纬股份；

其次利好分布式电源，建议关注#晶科科技、芯能科技。

4 风险因素

(1) **电力市场机制推进不及预期的风险。**目前国内电源侧、电网侧储能的 IRR 较低，电力市场机制改革有助于大储形成多种盈利模式，若机制改革进度不及预期，则大储的低 IRR 可能会影响装机规模。

(2) **研报使用的信息数据更新不及时的风险。**

中邮证券投资评级说明

投资评级标准	类型	评级	说明
报告中投资建议的评级标准： 报告发布日后的 6 个月内的相对市场表现，即报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数、可转债价格）的涨跌幅相对同期相关证券市场基准指数的涨跌幅。 市场基准指数的选取：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指为基准；可转债市场以中信标普可转债指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期基准指数涨幅在 20%以上
		增持	预期个股相对同期基准指数涨幅在 10%与 20%之间
		中性	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		回避	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	行业评级	强于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		弱于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	可转债评级	推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		谨慎推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 5%与 10%之间
		中性	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%与 5%之间
		回避	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%以下

分析师声明

撰写此报告的分析师（一人或多人）承诺本机构、本人以及财产利害关系人与所评价或推荐的证券无利害关系。

本报告所采用的数据均来自我们认为可靠的目前已公开的信息，并通过独立判断并得出结论，力求独立、客观、公平，报告结论不受本公司其他部门和人员以及证券发行人、上市公司、基金公司、证券资产管理公司、特定客户等利益相关方的干涉和影响，特此声明。

免责声明

中邮证券有限责任公司（以下简称“中邮证券”）具备经中国证监会批准的开展证券投资咨询业务的资格。

本报告信息均来源于公开资料或者我们认为可靠的资料，我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价，中邮证券不对因使用本报告的内容而导致的损失承担任何责任。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

中邮证券可发出其它与本报告所载信息不一致或有不同结论的报告。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

中邮证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者计划提供投资银行、财务顾问或者其他金融产品等相关服务。

《证券期货投资者适当性管理办法》于 2017 年 7 月 1 日起正式实施，中邮证券客户中的专业投资者使用，若您非中邮证券客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司不会因接收人收到、阅读或关注本报告中的内容而视其为专业投资者。

本报告版权归中邮证券所有，未经书面许可，任何机构或个人不得存在对本报告以任何形式进行翻版、修改、节选、复制、发布，或对本报告进行改编、汇编等侵犯知识产权的行为，亦不得存在其他有损中邮证券商业性权益的任何情形。如经中邮证券授权后引用发布，需注明出处为中邮证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节或修改。

中邮证券对于本声明具有最终解释权。

公司简介

中邮证券有限责任公司，2002 年 9 月经中国证券监督管理委员会批准设立，注册资本 50.6 亿元人民币。中邮证券是中国邮政集团有限公司绝对控股的证券类金融子公司。

公司经营范围包括：证券经纪；证券自营；证券投资咨询；证券资产管理；融资融券；证券投资基金销售；证券承销与保荐；代理销售金融产品；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问。此外，公司还具有：证券经纪人业务资格；企业债券主承销资格；沪港通；深港通；利率互换；投资管理人受托管理保险资金；全国银行间同业拆借；作为主办券商在全国中小企业股份转让系统从事经纪、做市、推荐业务资格等业务资格。

公司目前已经在北京、陕西、深圳、山东、江苏、四川、江西、湖北、湖南、福建、辽宁、吉林、黑龙江、广东、浙江、贵州、新疆、河南、山西、上海、云南、内蒙古、重庆、天津、河北等地设有分支机构，全国多家分支机构正在建设中。

中邮证券紧紧依托中国邮政集团有限公司雄厚的实力，坚持诚信经营，践行普惠服务，为社会大众提供全方位专业化的证券投、融资服务，帮助客户实现价值增长，努力成为客户认同、社会尊重、股东满意、员工自豪的优秀企业。

中邮证券研究所

北京

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：北京市东城区前门街道珠市口东大街 17 号

邮编：100050

上海

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：上海市虹口区东大名路 1080 号邮储银行大厦 3 楼

邮编：200000

深圳

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：深圳市福田区滨河大道 9023 号国通大厦二楼

邮编：518048