



储能在XX落地实践的探索与研究





目录

1

XX 储能发展现状犬

2

目前研究成果

3

下一步工作研究方向

一、XX 储能发展现状

(一)XX 电网概况

电网规模

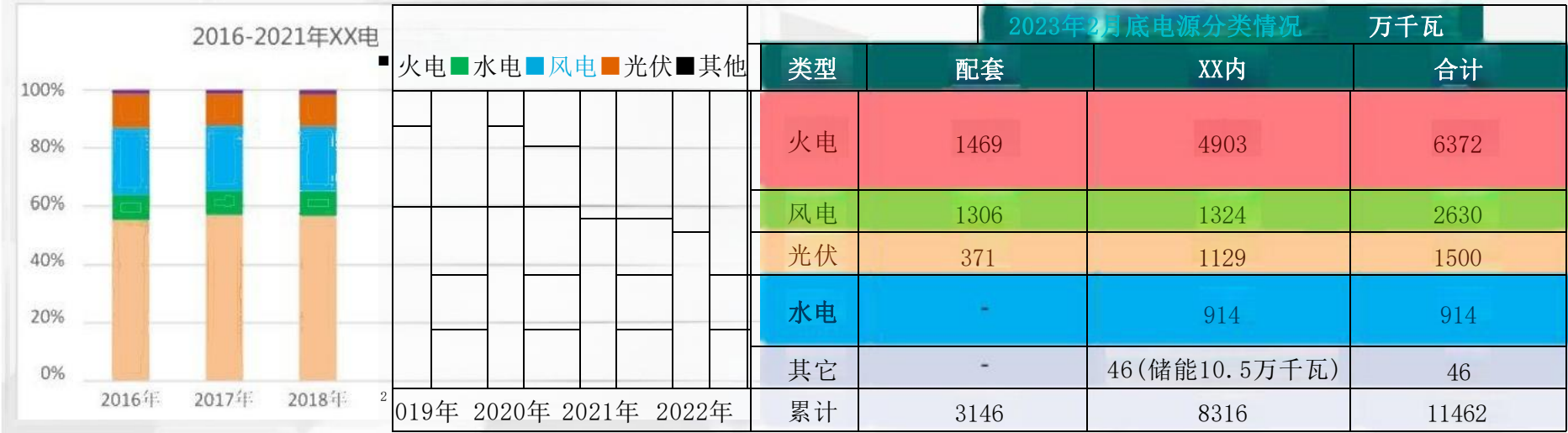
目前，XX电网已经形成“内供 四环网、外送四通道”的主网架，交、直流设计外送能力2500万千瓦，实际运行能力约为2000万千瓦，已建成特高压直流换流站2座，750千伏变电站25座，总容量接近7000 万千伏安，线路70条，总长度9000余千米。电网规模位居西北第一，电网资源优化配置能力显著增强。

截至2023年2月底XX电网输变电规模			
电压等级		数量	容量和长度 (万千伏安、千米)
750	变电	25座/46台	6800
	线路	70条	9415
500	线路	7条	274
220	变电	252座/498台	9586
	线路	714条	26567

一、XX 储能发展现状

(一) XX 电网概况 电源规模

- ◆ **装机容量：**全网总装机 1.14 亿千瓦，全国第五，西北第一。新能源 4130 万千瓦，占比 36%，全国第七、西北第一。
- ◆ **XX 内直调公用可调节电源装机：**3190 万千瓦（火电 2591/水电 599.2 万千瓦），占全网总装机 26.8%。



一、XX 储能发展现状

(一) XX 电网概况 负荷规模

2022年，XX电网最大负荷4042万千瓦，同比增长180万千瓦（4.7%）。

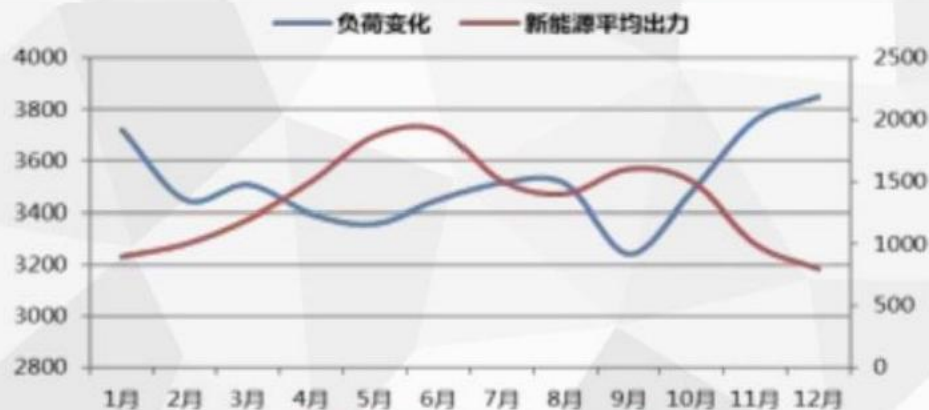
2022年，全网各地州新增用电负荷以工业用户（硅业）、电采暖为主，新增负荷中工业负荷占44%、电采暖负荷占12%。



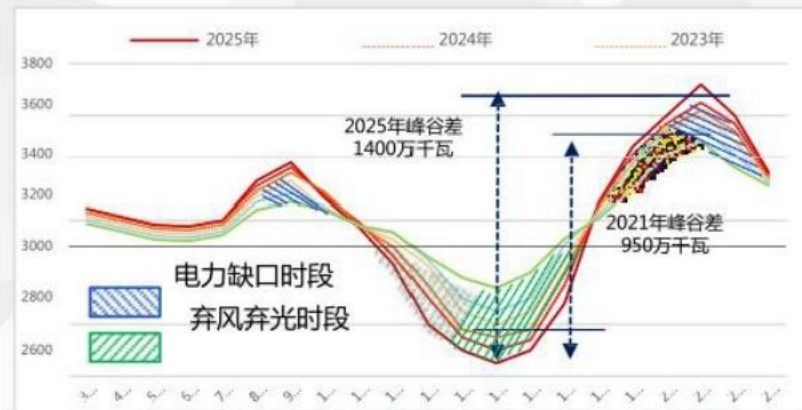
一、XX 储能发展现状

(二) 电网面临的挑战 电力平衡难度持续增加

一是新能源发电“极热无风、极冷无风、极寒少光、晚峰无光”特点突出，整体出力呈“春秋大、冬夏小”的特点，与XX电网负荷“双峰”（夏、冬尖峰负荷高峰）特性正相反，造成能源供给侧与消费侧在季节性等时间尺度上出现“错配”，给电力供应保障带来挑战。二是电网运行特性发生深刻变化，电网传统意义上的“峰”、“谷”时段已发生改变，尤其是午谷光伏大发时段，系统对常规能源的净负荷需求越来越低，造成电网净负荷曲线呈现出明显的“鸭型”特征，午谷新能源弃电与早晚峰缺电问题反复交织出现。



新能源与负荷呈季节性逆向分布



净负荷曲线=用电负荷曲线-新能源发电曲线

1、外送规模持续增长，交直流相互影响更加突出

2025年，±800千伏XX 北至重庆特高压直流投运，交直流耦合特性更加明显，直流近区交流系统（750千伏电网）故障引起直流功率瞬降（合计约1000~2000万千瓦），系统频率波动最大可达51.6赫兹，近区新能源存在高频脱机风险。

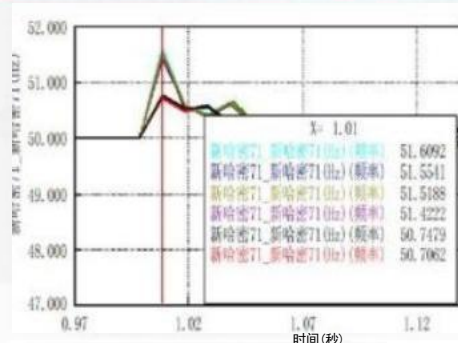
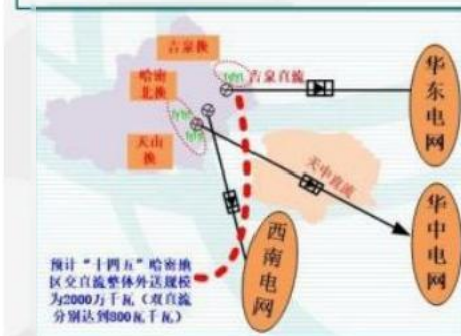
直流与XX西北联网通道级联断面稳定特性呈现多维度耦合，为保障电网稳定运行，XX与西北联网通道断面控制方案分档已达60个档位，实时调控中运行控制决策难度持续增大。

Figure 1 consists of four sub-diagrams illustrating the impact of the XX DC power transmission project on the power grid:

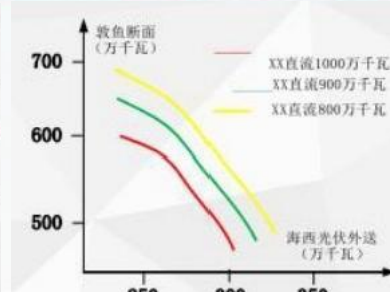
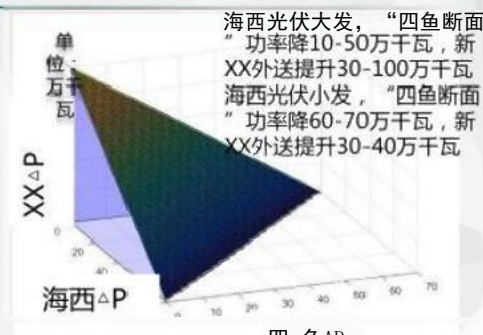
- (a) Schematic diagram of the power grid:** Shows the connection between the XX DC project and the Eastern, Central, and Western power grids. A note indicates that the "14th Five-Year Plan" Haomeng area AC power transmission project is planned to be 2000 MW (double DC), with each DC line reaching 1000 MW.
- (b) Frequency change of the power system after the XX project is put into operation:** A line graph showing frequency (Hz) vs. time (s). The frequency peaks at 51.01 Hz. A table lists the frequency of various power lines:

Line Name	Frequency (Hz)	Frequency (Hz)
XX DC 1000 MW	51.6992	51.6992
XX DC 900 MW	51.5541	51.5541
XX DC 800 MW	51.5188	51.5188
XX DC 700 MW	51.4222	51.4222
XX DC 600 MW	50.7479	50.7479
XX DC 500 MW	50.7062	50.7062

- (c) Coupling relationship between the XX DC and AC power transmission:** A graph showing the coupling relationship between the XX DC and AC power transmission. The Y-axis is labeled "XX DC" and the X-axis is labeled "XX AC". The graph shows three curves representing different power levels: 1000 MW, 900 MW, and 800 MW.
- (d) Coupling relationship between the XX project and the Haomeng area:** A 3D surface plot showing the coupling relationship between the XX project and the Haomeng area. The Y-axis is labeled "XX DC", the X-axis is labeled "XX AC", and the Z-axis is labeled "Haomeng area". The plot shows a surface representing the coupling relationship between these three variables.



XX 北投后交流故障系统频率变化

XX直流与交流断面耦合
关系示意图

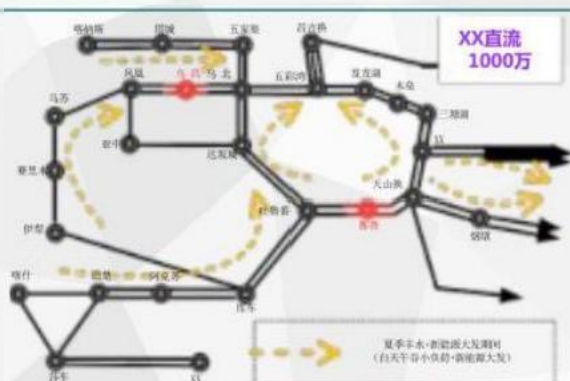
四 鱼^{AP}
XX 外送与海西光伏、
“四鱼断面”耦合

一、XX 储能发展现状

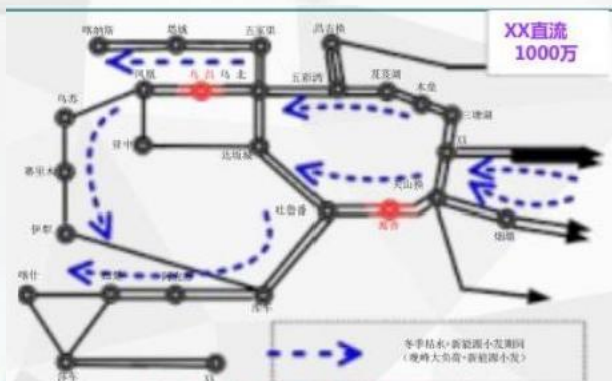
(二) 电网面临的挑战 电网运行控制难度加大

2、 电力流反转多变，电网运行控制复杂

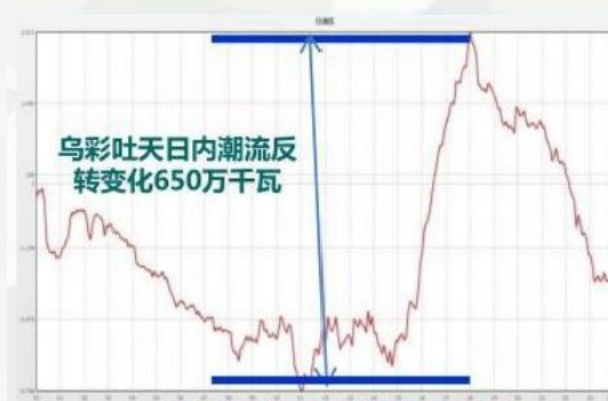
XX 西部与东部、南部与北部电网发电资源与负荷逆向分布特征突出，叠加光伏出力特性及风电出力网随机性，导致XX 网内主要关键断面电力流“东西互济、昼夜反转”的广域大幅度调节特征持续凸显。750千伏多个联络断面日内潮流翻转超200万千瓦，电网频率、电压及联络线功率越限风险持续增加，实时调节控制难度显著增木



白天午谷小负荷+新能源大发



晚高峰大负荷+新能源小发



电力流反转多变特征更加凸显

以750千伏乌彩吐天断面为例，2021年日内潮流翻转波动量650万千瓦，750千伏电压波动幅度20千伏，日内AVC、AGC 调节频次接近百次。

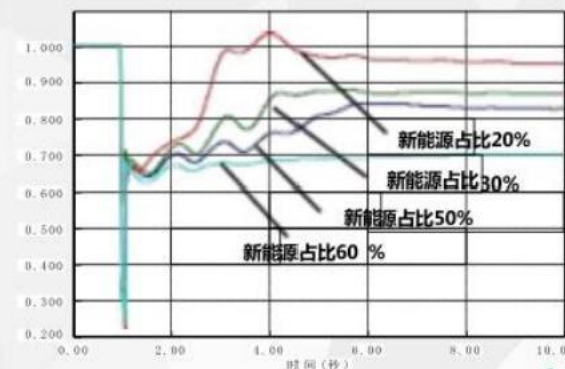
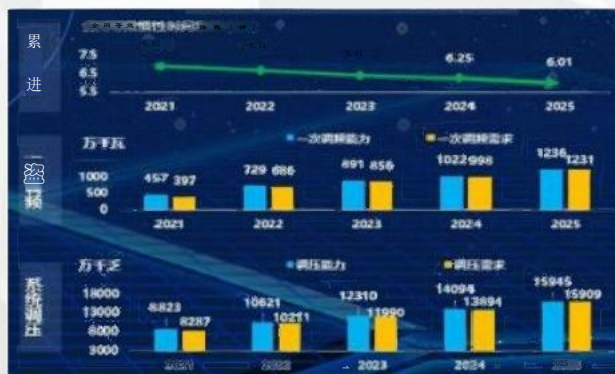
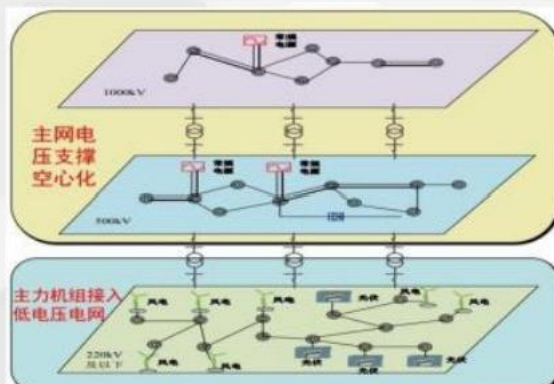
一、XX 储能发展现状

(二) 电网面临的挑战 电网运行控制难度加大

3、 电网公共调节资源持续减少、稳定支撑能力持续下降

随着新能源规模快速增长，电力系统调频、调压、调峰、惯量、爬坡等电网公共调节资源需求逐年增加，调节资源供需愈加紧张，主网电压支撑“空心化”、频率支撑能力持续下降。

按“十四五”规划4400万千瓦新能源考虑，预计2025年一次调频、二次调频、调峰、动态调压、惯量资源剩余空间分别为2.7%、3.1%、0.36%、0.07%、1%。



一、XX 储能发展现状

(二) 电网面临的挑战

电网运行控制难度加大

4、 电网同步特性持续变差、稳定基础持续削弱

预计“十四五”新能源占比超过50%，新能源呈现“弱惯量”、“零惯量”特性，导致系统转动惯量大 幅降低，电网抗扰动能力也随之减弱，故障形态多样化，系统安全基础持续削弱。预计“十四五”末全网惯量 时间常数将由目前的6.9s降至6s，随着XX新能源比例不断提升，系统转动惯量水平低，电网故障引发大规模 风机脱网，频率快速跌落，造成全网频率稳定破坏的风险也不断加大。

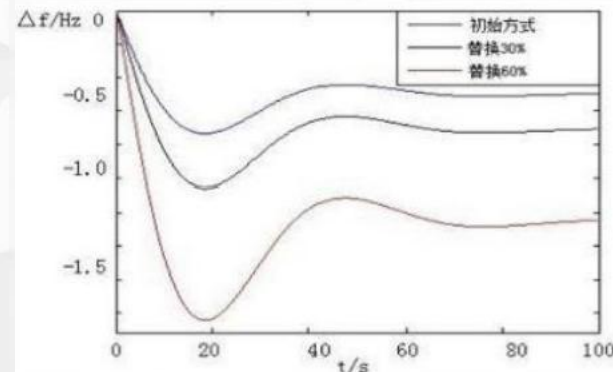
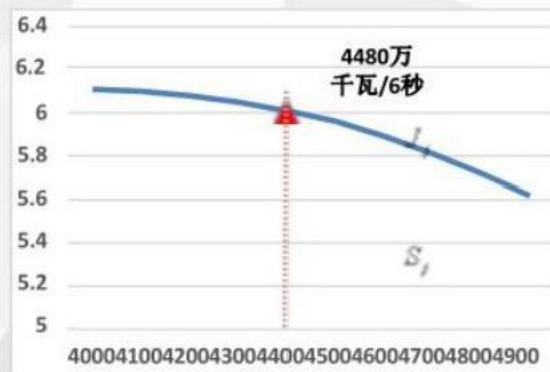
$$H = \frac{\sum_{i=1}^n (H_{Gi} S_{Gi})}{\sum_{i=1}^n S_{Gi}}$$

机组容量 $\rightarrow \sum_{i=1}^n S_{Gi}$

$$T_{J-eql} = 2H_{eq} = 2 \frac{\sum E_{MW.s}}{L}$$

网内有功负荷 $\leftarrow L$

所有开机机 组的总动能



“十四五”末在新增不同容量新能源下XX电网等效惯性时间常数

“十四五”末XX 电网新能源开机占比0、30%、60%情况系统频率特性



一、XX 储能发展现状

(三)XX 储能现状

储能规模

截 至 目 前 ， XX电网已并网接入自治区发电侧光伏的储能示范项目共14座，共计14.75万千瓦/29.3万千瓦时，主要分布在XX 地区，均为光伏电站站内集中式布置。

目前已并网发电侧储能电站概况

地区	储能电站名称	电源类型	装机 (MW)	储能容量 (MWh)	接入系统电压等级 (kV)
喀什地区	中广核英吉沙光伏储能电站	光伏	3	6	10kv
	华电福新叶城光伏储能电站	光伏	10	20	35
	粤水电巴楚光伏储能一电站	光伏	22.5	45	35
	丝路网能巴楚光伏储能一电站	光伏	15	30	35
阿克苏地区	节能柯坪光伏储能一电站	光伏	4	8	35kv
	伟力得阿瓦提储能二电站	光伏	3	9	35kv
	华能乌什储能一电站	光伏	10	20	35kv
XX地区	节能洛浦储能一电站	光伏	10	20	35
	猛狮墨玉储能一电站	光伏	12	24	35
	猛狮墨玉储能二电站	光伏	28	56	35
伊犁地区	光晟霍城储能一电站	光伏	5	5	35
克州地区	龙源奥依塔克光伏储能一电站	光伏	5	10	35
	华能奥依塔克光伏储能一电站	光伏	15	30	35
乌鲁木齐地区	华能西海风电二场储能一电站	风电	5	10	35

XX

储能政策

一是促成自治区发改委正式发布了《XX 电网发电侧储能管理暂行规则》(新发改规【2020】6号),对充电功率在0.5万千瓦及以上、持续充电时间2小时以上参与调峰辅助服务市场的电化学储能设施,给予0.55元/千瓦时的补偿。二是为了进一步加强发电侧储能的运行管理,根据暂行规则,在前期、并网、调度执行、计量、结算五个方面进一步细化完善,制定了《XX电网发电侧储能管理暂行规则实施细则》。

1

一、XX 储能发展现状

(三) XX 储能现状 并网标准

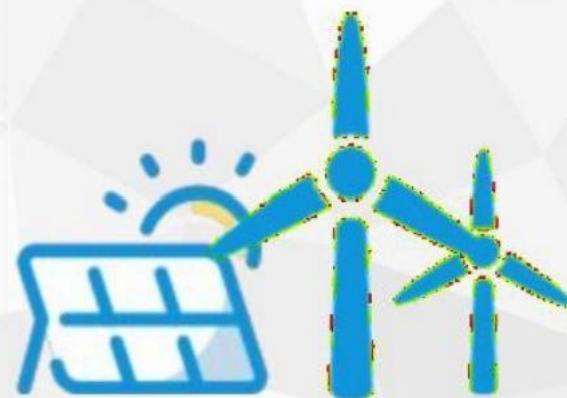
根据电化学储能接入电网的现有国家标准，以及国网公司近期发布的企标《电化学储能系统接入电力系统技术规定》(Q/GDW 12051-2020)，制定了《电网侧电化学储能接入电网技术规范》，在惯量支撑与一次调频技术、调峰控制技术、安全稳定控制、仿真计算模型与参数实测、并网前调试、并网运行验收、并网运行技术、储能配置及电池性能等方面提出了对储能接入电网的具体要求。

- 1 调频死区较常规火电稍大为宜，建议为0.05Hz；
- 2 一次调频的启动时间应不大于0.5s；
- 3 转动惯量时间常数TJ在4s~12s 范围内，推荐TJ为5s；
- 4 大功率输出范围为 $0.7P_N \leq P \leq 0.9P_N$ ；
- 5 参与调峰控制响应滞后时间应不大于0.8s。

一、XX 储能发展现状

(三) XX 储能现状 运营成效

截 止 目 前，XX内储能电站已经累计完成了712次储能辅助调峰，累计充电电量1.16亿千瓦时，有力地支援了迎峰度冬期间XX、XX地区冬季晚高峰电力平衡。





目录

1

XX 储能发展现状犬

2

目前研究成果

3

下一步工作研究方向



二、研究成果

(一) 储能发展规划方面

促请政府构建新能源+储能发展模式

促请政府编制下发《XX 维吾尔自治区“十四五”新型储能发展专项实施方案》，推动一批建设周期短、灵活高效、经济可靠新型储能电站，尽快发挥电力保供及新能源消纳支撑作用，构建新能源+储能发展模式。

力争到“十四五”末，XX 新型储能电站规模达500万千瓦。经测算预计“十四五”整体可新增4400万千瓦新能源，同时可保障“十四五”末新能源利用率不低于94%。



“十四五”保障性项目配建储能规模约150万千瓦/不小于2小时，市场化并网新能源项目不低于100万千瓦/不低于2小时，直流配套新能源储能规模150~250万千瓦/不低于2小时，电网侧储能40万千瓦/不低于4小时，用户侧储能10万千瓦。



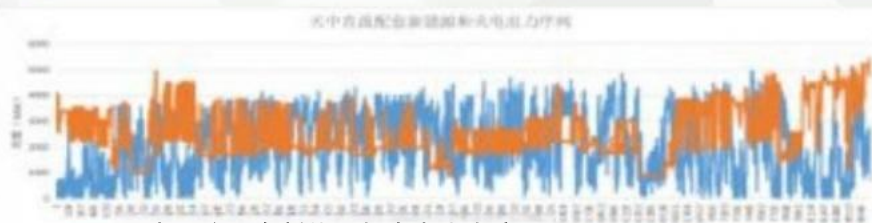
“十四五”配置500万千瓦储能后的新能源接纳能力和利用率情况

二、研究成果

(一) 储能发展规划方面

研究制定直流近区新能源+储能模式

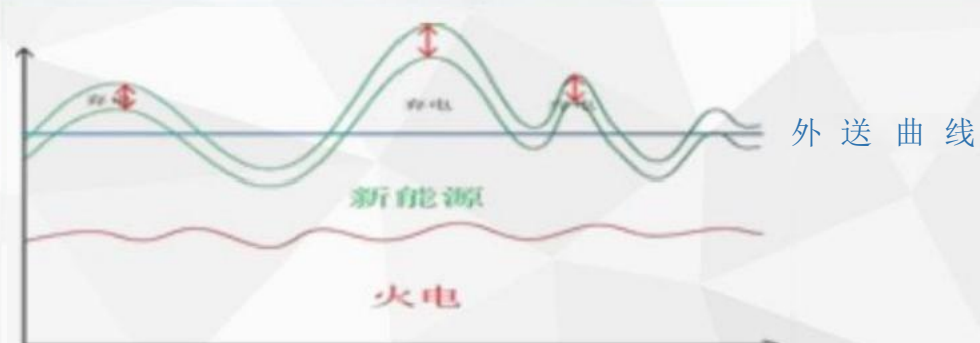
研究天中直流近区新能源储能配置方案，在天中近区16个汇集站点建设1000MW/2h 储能（分两期、每期500MW/h），一方面通过存储新能源弃电来提升外送电量清洁能源占比，另一方面通过分摊成本降低送端上网电价，从而提高天中直流在河南地区的市场竞争力。



天中直流配套新能源与火电出力序列



天中直流配套新能源与火电分钟级波动性



天中直流近区配置1000MW×2h 的电储能，配套新能源弃电率可降至4.3%，天中直流外送中新能源占比可提升至44%。

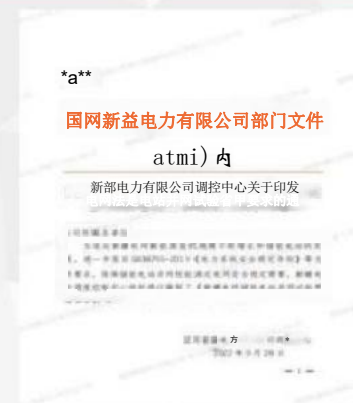
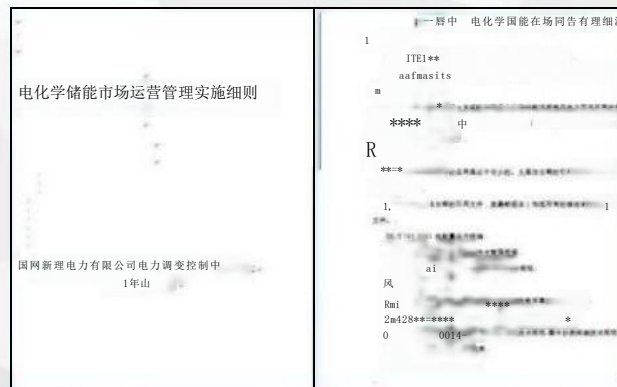
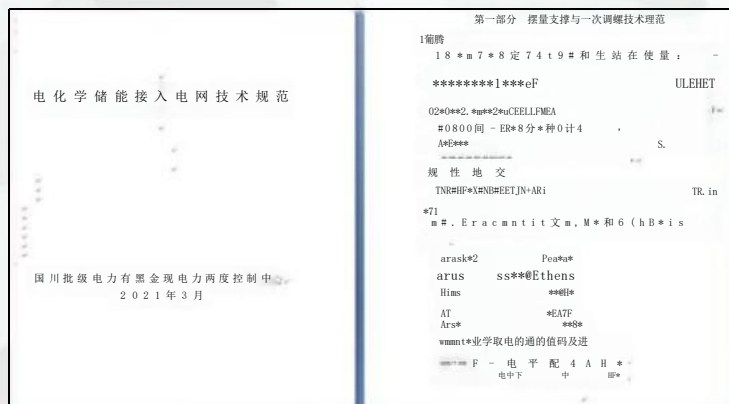
二、研究成果

(二) 储能运行管理方面

制定储能并网技术规范和试验管理要求

为保障电网安全稳定，依据相关国家标准，XX公司编制了《电网侧储能接入电网技术规范》、《储能电站并网试验管理要求》，在惯量支撑与一次调频技术、调峰控制技术、安全稳定控制、仿真计算模型与参数实测、并网前调试、并网运行验收、并网运行技术、储能配置及电池性能等方面提出接入电网要求。

为了构建支撑储能运行的常态化市场机制，编制了《电化学市场运营管理实施细则》，科学指导储能的健康运营发展。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/167112033046006103>