文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

新型电力系统中火电厂与新能源协同保供模式及风险研究

李晓宁
北京华滨物业管理有限公司
DOI:10.32629/eep.v9i8.3299

[摘　要] 随着新能源发电规模不断扩大,新型电力系统对电源协同保供能力提出更高要求。本文围绕火电厂与新能源协同保供开展研究,分析两类电源协同保供机理及约束条件,构建日内时序互补、风光火联合外送、火电与新能源联营及极端情景应急协同等模式。在此基础上,从设备运行、调度运行、市场机制及外部环境等方面识别风险,并提出相应优化与防控措施,以期为提升电力系统安全保供能力提供参考。
[关键词] 新型电力系统；火电厂；新能源；协同保供；风险防控；灵活性调节
中图分类号：TM621　**文献标识码**：A

Research on cooperative supply mode and risk of thermal power plant and new energy in new power system

Xiaoning Li
Beijing Huabin Property Management Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on the research of coordinated supply of thermal power plants and new energy sources, analyzes the mechanism and constraints of coordinated supply of two types of power sources, and constructs models such as intra-day timing complementarity, joint delivery of wind, solar and thermal power, joint operation of thermal power and new energy, and emergency coordination in extreme scenarios. On this basis, the risks are identified from the aspects of equipment operation, dispatching operation, market mechanism and external environment, and the corresponding optimization and prevention and control measures are put forward in order to provide reference for improving the security and supply capacity of power system.
[Key words] new power system; thermal power plant; new energy; collaborative supply; risk prevention and control; flexibility adjustment

1 引言

近年来,我国大力推进能源结构的转型升级,在这个过程中,多种新型清洁能源得到有效应用,比如太阳能、风能、地热能等。但新能源出力受风速、光照及气象条件影响较大,存在一定的随机性和波动性,对电力系统实时平衡、调峰调频及备用保障能力提出了更高要求。火电厂具有较强的可控性和调节能力,在新能源出力不足或负荷快速变化时能够发挥基础支撑和灵活调节作用。因此,本文将从协同机理及约束条件出发,构建典型保供模式,识别多维度运行风险,并提出针对性的优化及风险防控措施。

2 火电厂与新能源协同保供基础与运行机理

新型电力系统下新能源具备电量产出优势,但受气象条件制约,出力存在显著的间歇性与反调峰特征,可靠容量占比偏低,难以独立完成电力可靠供给。火电机组拥有稳定可控的出力特性,可提供调峰调频、顶峰备用与电压支撑能力,二者形成功能互补的运行关系。协同保供依托功率时序互补、备用容量互补实现运行耦合,在新能源大发阶段,火电机组通过深度调峰压低出力,消纳新能源富余电量;当新能源出力跌落或者负荷处于高峰时段,火电机组快速抬升出力弥补功率缺口,以火电的可调节容量对冲新能源随机波动,在提升新能源消纳水平的同时守住系统电力保供底线。

3 火电厂与新能源典型协同保供模式构建

3.1日内时序互补保供模式

日内时序互补保供模式以日内负荷曲线与新能源出力时序错配关系为核心框架,依托调度中心统一实现火电与新能源的日内功率动态协同,如图1所示。

该模式以日前功率预测为基础,结合日内滚动修正结果划分运行时段,日间光伏大发、风电出力较高的负荷平段,下达火电机组深度调峰指令,压低机组运行出力至最小技术出力区间,尽可能消纳新能源发电;晚间光伏出力归零、负荷进入晚高峰,风电出力存在不确定性,火电机组按照负荷缺口快速升负荷,承担顶峰供电任务[1]。模式依靠多时间尺度调度闭环,以火电的出

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

力调节平抑新能源日内随机波动，在常规电网运行场景下平衡新能源消纳与本地负荷供电需求，适配新能源分散接入的区域电网，是应用最为广泛的基础协同保供模式。

3.2风光火联合外送基地保供模式

风光火联合外送基地保供模式面向大型新能源基地外送场景，将基地内风电、光伏配套火电厂作为整体单元参与外送通道调度。新能源基地风光资源具备强波动性，直接外送会造成外送通道功率剧烈振荡，给受端电网带来冲击。火电厂作为基地内部调节电源，承担平抑外送功率波动的职能，通过实时调整机组出力，平滑风光功率的短时扰动，保证外送断面功率维持在相对稳定区间[2]。该模式重点解决大基地新能源功率波动与跨区输电稳定运行之间的矛盾，外送功率上限受输电通道容量约束，火电需要跟随风光出力变化持续调整发电水平，保障送受两端电力供需平衡。

3.3灵活性改造后“火电厂+新能源”联营保供模式

灵活性改造后“火电厂+新能源”联营保供模式以完成灵活性改造的火电厂为核心枢纽，构建电源实体联营运行框架，火电厂与周边集中新能源场站形成利益共同体，统一参与电网调度与电力市场，如图2所示。

联营框架内部实行资源统筹调配，新能源场站与火电厂共享调峰资源、备用资源，新能源富余电量优先依托火电机组深度调峰完成就地消纳；当系统存在供电缺口时，联营单元统一向外输出可靠电力。联营主体统一申报发电计划，共同承担功率预测偏差带来的考核风险，实现风险共担、收益共享，充分释放改造后火电机组的调节潜能，适合新能源就近集聚、火电资源充足的区域。

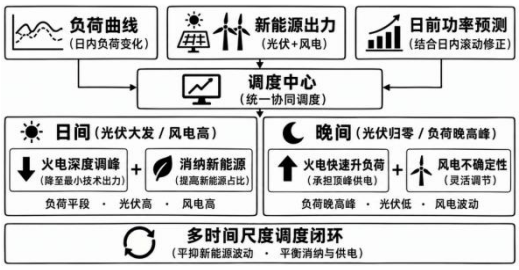


图1 日内时序互补保供模式框架

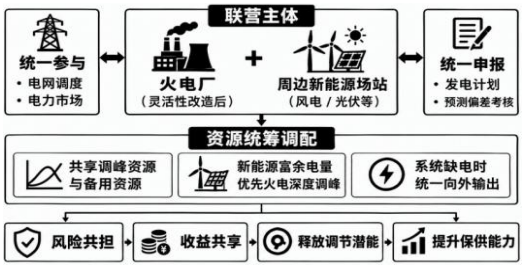


图2 “火电厂+新能源”联营保供模式

3.4极端情景下应急协同保供模式

极端情景下应急协同保供模式针对寒潮、连续阴雨无风等恶劣气象场景，此时风电光伏出力出现大幅度衰减，系统可靠电源供给压力急剧上升。该模式切换应急运行逻辑，弱化新能源电量贡献，将火电厂作为主力供电电源，最大限度释放火电顶峰发电能力，优先保障关键负荷供电。新能源场站执行低出力状态下的电网支撑任务，发挥电压、惯量辅助支撑作用，不再追求发电量最大化。调度侧启动应急保供预案，压缩非必要调峰任务，优先保障火电机组带满负荷运行，以此抵御新能源骤降带来的电力缺口，守住极端工况下系统供电安全底线。

4 火电与新能源协同保供多维度风险识别

4.1设备本体运行风险

在协同保供运行过程中，火电机组频繁开展深度调峰、大幅度变负荷操作，锅炉燃烧工况长期偏离额定设计点，易出现燃烧不稳定、受热面热应力交变加剧等问题，增大非计划停运概率。新能源出力的高频扰动迫使火电机组持续跟随功率波动调整出力，进一步加剧辅机设备损耗。若灵活性改造施工与调试不到位，机组实际调节能力达不到设计指标，会造成系统可调用保供容量虚高，在用电高峰阶段存在供电缺口隐患。同时新能源场站功率跟踪设备、并网支撑装置长期处于波动工况，也会降低设备运行稳定性。

4.2电力系统调度运行风险

新能源功率预测存在固有偏差，会造成日前与实时阶段电力电量平衡出现偏移，引发系统备用容量配置不足风险。高比例新能源接入使得系统转动惯量水平下降，火电机组调节任务加重，频率稳定控制压力显著提升。风光火联合外送场景中，源网匹配不协调容易出现输电通道阻塞，形成新能源消纳与电力保供相互冲突的局面。极端工况下若调度预案考虑不周，各类电源调节时序配合失当，将进一步放大功率失衡风险。

4.3市场与经济机制风险

现有市场补偿机制尚未完全匹配协同保供运行需求，火电机组深度调峰产生的设备损耗成本得不到足额补偿，直接削弱火电企业参与协同运行的主动性。联营保供模式下缺少清晰的收益分摊与风险分担规则，功率预测偏差产生的考核责任难以界定，易引发多主体之间的博弈矛盾。辅助服务市场价格传导链路不通畅，火电提供的容量支撑、调峰兜底等调节价值无法充分体现，制约协同保供模式可持续落地。

4.4外部环境与供应链风险

电煤库存不足、煤炭价格剧烈波动，会直接限制火电机组顶峰出力能力，削弱兜底保供基础。极端寒潮、持续无风阴雨等气象灾害，会造成新能源整体出力断崖式下跌，瞬时抬升系统供电压力。气象预测技术存在局限性，难以精准预判长时间尺度极端出力场景，使得协同保供的前置准备工作存在滞后，进一步放大整个电力系统的保供不确定性。

5 火电厂–新能源协同保供模式优化及风险防控对策

5.1提升火电厂灵活性与运行可靠性

设备能力是火电与新能源协同保供的物理基础，针对深度调峰、频繁变负荷带来的设备本体风险，需要统筹推进存量火电

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

机组灵活性改造与全工况运维体系建设。结合区域新能源并网规模，科学确定机组改造目标，围绕锅炉燃烧系统、汽轮机回热系统、辅机控制回路开展技术升级，切实降低机组最小技术出力，提升变负荷响应速率，杜绝改造后实际调节性能不达标的保供容量虚高问题。优化深度调峰工况下的机组运维策略，针对低负荷运行时受热面交变热应力、燃烧稳定性下降等技术痛点，完善燃烧调整逻辑，强化受热面、脱硝系统、引送风机等关键设备状态监测，建立基于设备状态的预警机制，降低频繁深度调峰带来的非计划停运风险。同步强化新能源场站并网支撑能力建设，升级场站有功无功快速调节装置，提升新能源对系统电压、频率的主动支撑水平，降低新能源功率剧烈波动对火电机组的扰动冲击。

5.2完善多源协同调度管控策略

为化解调度层面功率失衡、惯量不足、通道阻塞等运行风险，需要构建适配新型电力系统的多时间尺度协同调度体系。优化日前、日内、实时滚动调度闭环流程，日前调度充分吸纳中长期气象预测结果，合理安排火电开机规模与基础出力计划，预留充足调峰与顶峰备用容量。日内调度依托更新后的新能源功率预测数据，动态修正火电机组出力基准，缩短调度滚动更新周期，削弱预测偏差对功率平衡带来的负面影响。针对风光火联合外送基地模式，优化打捆外送控制策略，以火电调节能力平抑风光短时波动，设置外送断面功率波动约束阈值，规避输电通道功率剧烈振荡。科学开展系统备用分层配置，区分旋转备用、事故备用，充分考量新能源有效可靠容量占比，避免过高估计新能源可供电能力。针对日内时序互补模式，细化不同负荷时段电源调节优先级，平衡新能源消纳与供电安全。

5.3健全协同保供激励与风险共担机制

市场化机制是保障协同保供模式长效运行的制度保障，需要破解调峰成本补偿不足、权责划分模糊等市场机制风险。持续优化辅助服务市场规则，合理核算火电机组深度调峰、快速爬坡、顶峰兜底产生的设备损耗与运行成本，完善深度调峰价格形成机制，实现调节成本合理疏导，调动火电企业主动参与协同保供的内生动力。推进容量补偿机制落地，对承担系统备用保供任务的火电机组给予容量价值回报，充分体现火电可靠容量的兜底价值。针对火电厂与新能源联营保供模式，建立标准化的收益分摊与风险共担规则，厘清联营主体内部发电收益分配方式，明确功率预测偏差、考核费用的分担原则，减少不同市场主体之间的利益博弈。打通辅助服务市场与电能量市场的价格传导链路，将协同保供产生的调节成本合理疏导至用户侧。完善市场主体考核豁免条款，区分设备故障、气象不可抗等不同诱因，避免不合理考核抑制电源参与协同运行[3]。

5.4强化一次能源与极端工况应急保障

针对电煤供应波动、极端气象冲击等外部供应链风险，需要构建能源-气象-电力联动的综合应急保障体系。压实电煤保供主体责任，建立参与保供任务火电厂的煤库存动态监控机制，划定安全煤库存警戒线，跟踪煤炭采购、运输、存储全流程，规避因煤源紧张造成火电机组顶峰能力受限。建立气象部门与电力调度机构的数据共享通道，强化中长期极端气象研判预警能力，提前识别寒潮、持续无风阴雨等可能造成新能源出力断崖下跌的恶劣场景，实现极端风险前置预警。针对极端情景应急协同保供模式，细化分级应急启动条件，明确预警、警戒、应急不同等级下火电开机规模、负荷管控次序、新能源运行控制策略。完善跨区域电力支援调度预案，当本地电源保供能力存在缺口时，及时启动跨区域电力互济。

6 结语

本文围绕新型电力系统建设背景，阐释火电厂与新能源协同保供的内在机理及约束条件，归纳四类差异化协同保供运行模式，从设备、调度、市场、外部环境四个维度识别系统运行潜在风险。从设备升级、调度管控、市场机制、应急保障层面提出对应的模式优化与风险防控对策。研究表明，火电与新能源协同保供是破解高比例新能源供电矛盾的有效路径，只有兼顾硬件改造、调度策略与制度保障，方能充分释放两类电源互补潜力。未来可进一步开展风险量化评估，完善多源协同运行的量化分析手段。

[参考文献]

[1]杨海峰.新能源消纳导向下火电厂灵活性改造与集控运行协同优化路径探究[J].应用能源技术,2026,(1):184-186.

[2]孙涛.新能源并网对传统火力发电厂调峰能力的影响分析[J].应用能源技术,2026,(1):106-108.

[3]康伦,向海燕,余平,等.基于云边协同技术的综合能源系统优化调度方法研究[J].电力设备管理,2025,(1):232-234.

作者简介：

李晓宁(1990--),女,汉族,天津人,本科,中级工程师,主要研究方向：电力设备研究及运行维护。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.