

区域协调调度情境下的新型储能联盟系统研究

高俊青^{1*}, 黄宏新¹, 丁叶强², 徐辉^{1,2}, 王刚^{1,2}

(1. 浙江大有实业有限公司临平分公司, 浙江 杭州 310000;

2. 国网浙江临平供电公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 储能站的出现有效地推动了新能源供给侧与需求侧的发展与变革, 存在着良好的发展前景与机遇, 但其特有的高分散度引起的统筹调度度低、资源利用率低等问题亟待解决。通过构建储能联盟, 在提高储能站互通互联程度的基础上, 提高储能站在电网大规模调度过程中的参与度, 引导实现储能站与电网规模化联合调度, 促进储能站并网速度。当前储能站分布广而散, 缺乏统一的规范化管理与调度, 资源利用率低、易造成资源浪费等问题, 对此提出了“储能联盟”共享储能方案, 为储能站成员提供一站式服务, 利用储能站的监控信息使调度更规范化。聚合优化储能站资源, 协调储能站与电网合作, 提高区域电网供电能力及供电稳定性, 改善储能站经济性, 促进新型储能商业化、全面市场化, 以全新方式推动储能技术发展和能源产业结构转型升级。

关键词: 储能联盟; 大规模调度; 数据监控; 区域协调; 共享容量

中图分类号: TM92

Research on a Renewable Energy Storage Alliance System under the Scenario of Regional Coordinated Dispatching

GAO Junqing^{1*}, HUANG Hongxin¹, DING Yeqiang², XU Hui^{1,2}, WANG Gang^{1,2}

(1. Zhejiang Dayou Industrial Co., Ltd. Linping Branch, Zhejiang Hangzhou 310000, China; 2. State Grid Zhejiang Linping Power Supply Company, Zhejiang Hangzhou 310000, China)

Abstract: The emergence of energy storage stations has significantly facilitated the development and transformation of both the supply and demand sides of renewable energy. While there are promising prospects and opportunities, specific issues such as low overall coordination and allocation efficiency, as well as low resource utilization efficiency resulting from the high dispersion require urgent resolution. Establishing an energy storage alliance aims to enhance the interconnectedness of energy storage stations and increase their participation in large-scale grid dispatching. This initiative is intended to enable coordinated scheduling between energy storage stations and the power grid on a broader scale, ultimately accelerating the integration of energy storage stations into the grid. Currently, energy storage stations are widely dispersed and lack unified standardized management and scheduling, leading to issues such as low resource utilization and potential resource wastage. To address this, the "Energy Storage Alliance" proposes a shared energy storage solution, providing a one-stop service for member stations and utilizing monitoring information from energy storage stations to streamline scheduling processes. The aggregation and optimization of energy storage resources, alongside the coordination of energy storage stations with the power grid, aim to enhance the supply capacity and stability of the regional power grid. This effort seeks to improve the economic viability of energy storage stations, promote the commercialization and full market integration of renewable energy storage technologies, and, in an innovative manner, propel the development of energy storage technology and the transformation and upgrading of the energy industry structure.

Keywords: energy storage alliance; large-scale scheduling; real-time monitoring; regional coordination; shared capacity

0 引言

随着“双碳”战略的确定, 新型电力系统建设

收稿日期: 2024-09-14; 修回日期: 2025-01-10

已成为“十四五”期间国家重大战略布局的关键环节, 而作为灵活性调节资源的储能配套建设——储能联盟, 将构成电力系统安全稳定运行的重要保障。储能联盟以合作、供应和协同发展理念, 从区域划

分和规模界定等角度对储能站进行指导服务,帮助储能联盟内的成员及时了解和利用行业最新政策,实时更新区域内储能资源变化和储能市场的发展情况。新能源的较强波动性和随机性,给电网的实时平衡带来了挑战,弃风弃光、电压越限等问题突出,电网面临高比例新能源消纳难题,而储能联盟能够有效促进新能源消纳并缓解高峰负荷用电的压力,而利用储能参与配电网协同优化调度,可以提高对新能源的消纳能力,平抑负荷峰谷差。

1 文献综述

近年来,随着全球对可持续发展和对清洁能源的需求不断增加,使储能技术成为能源革命重要的核心技术。储能成为实现“碳达峰、碳中和”目标的重要支撑,现阶段有关储能产业的研究主要聚焦在产业链联盟协同发展,储能数据监控和区域规模化调度3个方面。

1.1 储能数据监控系统的研究

随着各种新能源的利用与需求的不断增加,储能的需求也相应的进一步增加,从而引发的数据无法实时监控的问题也日渐突出。文献[1]从可再生能源的角度对储能进行开发创新,提出了一种“电网规模虚拟储能”新方法。从多区域电力系统控制的固有属性中收集自由储能,从而保证系统稳定性受到损害时仍可达到规定的可再生能源发电量^[1]。国内从多方面分析储能数据的实时监控问题。文献[2]指出储能行业对于能源存储、能源利用效率和周转的技术要求较高,通常需要依靠计算机技术进行辅助进行实时数据监控^[2]。文献[3]指出目前储能监控方面缺乏对储能电站关键设备信息的采集、缺乏对储能电站全网运行情况的统一监视,无法掌握储能电站总规模、年累计充放电量、装机容量及运行状态等信息^[3]。文献[4]为了保证数据处理的实时性和正确性,利用BMS和PCS设备采集的测量值和状态值均采用变化触发和周期触发结合方式上送监控系统后台^[4]。文献[5]指出基于多模块集成交互技术的储能电站监控系统,可有效地实现站内装置集中化管理,建立监控系统与BMS间的交互机制^[5]。文献[6]指出储能产业领域缺乏规范的互联网平台来拓展业务,以“政府、电网、用户、商家”为服务对象,采集系统的大数据,贯通储能从“设

计、接口、建设、运维”环节,实现引导用户侧储能合理布局^[6]。文献[7]指出可以将储能电站的储能电站生产实时数据为基础,以远程信息采集为载体,并依托云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等技术,实现数据的共享与分析^[7]。多数储能站监控系统忽略用户端的信息需求,未将储能站智能运行与用户间的数据共享结合起来建立储能信息监控系统。

1.2 区域规模化调度的研究

目前不同地域板块之间的能源调度技术发展的并不灵活,使得某些地区的富余资源得不到充分利用,造成不必要的浪费。文献[8]指出了建立储能系统市场一体化的能源交易平台的重要性,并将整体框架划分为3部分,以此来促进地方级(微电网内)和社区或全球级储能系统参与微电网内和微电网间能源交易市场^[8]。文献[9]针对系统的不确定性,提出一种基于分布鲁棒联合机会约束的电动汽车-配电网充放电调度模型有效的平衡了电动汽车与新能源对于电网系统电能传输的成本和可靠性^[9]。较为零散的储能市场严重影响行业的快速发展,文献[10]针对不同类型的储能方式,提出了调度算法实现及实时监控与反馈等关键功能模块的设计方案^[10];文献[11]提出了一种针对多能源协同供应的多储能系统协同运行优化方法,为区域内储能资源的互联互通以及多能源协调供应提供了可靠的解决办法^[11]。对于多站融合的区域系统优化调度,文献[12]利用分时电价峰谷差的调整,将融合系统日前运行方法进行调整优化,建立了“变电站-新能源站-5G基站-数据中心站-电动汽车充电站-储能站”六站合一的多站融合系统框架,促进实现能源规模化调度^[12];文献[13]则提出基于源荷预测的含多能储能区域电热系统的灵活优化调度方法,考虑光伏不确定性的影响建立含多能储能的区域电热系统优化调度模型,通过多能储能优化调度实现电热系统灵活运行^[13]。各地区能源调度仅局限于部分规模较大储能站,当数据监控量过大时,无法精准的分析的问题,因此需促进实现能源规模化调度,增大电网与储能站之间的互通互联。

1.3 储能共享容量的研究

随着新型电力系统的快速构建,储能容量共享成为解决储能自配模式的关键发展因素。储能共享

容量在经济方面有助于减少储能用户的运营成本，提高储能产业间的互联互通保证上游企业稳定发展，带动下中游企业共同进步。在共享储能容量配置方面，文献[14]针对分散式多用户群耦合系统，以区域共享储能日运行收益最高和日运行成本最低为目标，建立双层规划区域共享容量模型^[14]；文献[15]考虑时延效应和地形地貌等因素，建立共享储能联合参与一次调频的储能容量规划模型，得出兼顾风电和储能共享可提升系统调频性和经济性^[15]；文献[16]以减少成本及提高消纳能力为目标，提出共享储能系统双层博弈模型，采用鲸鱼算法与 CPLEX 商业求解器结合的形式对共享储能容量配置、充放电行为等进行求解^[16]；文献[17]重视等各侧储能的相互支援能力与共享空间，提出新能源-电网-用户侧储能的容量共享机制，建立计及容量共享的三侧储能配置方案优化求解方法^[17]；文献[18]基于传统云储能，提出计及需求的云储能共享容量分配模型，上层以云储能运营商盈利最大为目标^[18]；下层以用户日运行成本最低为目标。在共享储能模式方面，文献[19]从价值定位、成本模型、及盈利模式3个维度总结了共享储能的商业模式，通过能量共享促进系统削峰填谷和有功频率实时平衡^[19]；文献[20]基于新能源互补的共享储能商业运营模式，建立基于全寿命周期的储能容量优化配置模型，提出基于共享理念的储能合作社商业模式^[20]；文献[21]针对现阶段电源侧储能成本疏导的难点，提出由新能源场站和储能运营商组成的“合作联盟”方案，量化分析共享储能相对于自建储能在投资效益、资源利用有效性方面的差异^[21]。虽然储能共享容量已在共享模式和配置方式方面形成基本策略，但尚未出现以信息技术为支撑成立的储能联盟中心为储能共享容量提供合作渠道和服务保障，并且关于同区域储能站间的共享容量方面研究内容较少，研究深度较浅，未有成熟合作机制。

综上，储能技术作为当代能源领域的关键创新之一，正以其灵活性和可持续性推动能源系统的转型和升级。储能产业链联盟下的容量共享可以持续推进储能站间共同发展，在区域调度和数据采集的协作下打造调度、数据分析共同体。储能站联盟容量共享可以实现分区域合作，区别传统的独立经营模式，使区域内中小储能站汇入电网成为可能。

2 储能联盟系统

储能产业在区域调度、数据共享及产业链协调发展方面的探索空间为储能系统进行开发设计提供新思路。利用区块链与云服务增强储能数据的完整性，利用云计算、云存储等服务为储能用户提供市场信息，助力储能系统发展。同时，区块链内部结构为系统数据维护和验证信息真实性提供巩固基础。搭建物联网技术的“按需求连接万物”思想，配备5G技术后台支持，最终将储能系统提供的辅助服务以App的形式展现给用户。以上述内容为基础，集数据分析共享、区域储能互助及优化储能产业链为发展理念，构建储能系统并推出储能联盟核心功能，实现从储能数据到储能行业的协同交互。

2.1 储能联盟系统运行架构

通过前端通用型接口使储能站及各用户顺利接入，利用App的形式将储能联盟服务呈现给用户，为用户提供服务，储能联盟的直接收益主体为各区域内的储能站。使储能联盟内的成员实现与分布式储能装置和上级监控中心的通信，实现不同区域储能站的数据管理以及在线监控。提供标准的图形用户界面编辑和生成工具及调用接口，数据库由自行开发的实时数据库和大型商用关系数据库两部分组成，采用全分布式的功能设计和网络结构。

在调度、联盟、实时监控过程中利用5G、互联网+、Web Service等技术完成储能联盟的建立和服务操作，云平台为用户提供手机及PC端界面。在储能站侧安装数据采集板和接口集成模块，在储能联盟中心处需要机柜和数据管理单元，各设备要具备抗电磁干扰能力和基本的管理能力。数据采集板需要对各储能站运行的状态数据进行采集，由接口集成模块传递给数据管理单元，由机柜作为基础支撑部分完成数据的监控和分析任务。最终以App的形式呈现给储能联盟内的成员，App与后端平台联动完成协调调度，便捷用户远程控制即时查询储能站运营及各项服务情况。具备3大模块，分别为数据通、联盟通和协调通，主要功能有产品业务对比、产品健康度查询、业务建议分析、产品业务预测、储能联盟介绍、储能行业资讯、储能联盟服务、申请加入储能联盟、储能站区域查询、区域能源调度和区域储能协调，利用区块链与云服务结合、物联

网与 5G 技术合作的方式保障后台运行。

2.2 储能联盟系统运行架构

2.2.1 数据监控功能

储能站的数据量较大，具有快速控制的优势，对储能站的数据进行实时监控，解决了储能站对自身数据无法全面、精准、完整的进行分析的问题。基于多模块集成交互技术的储能站数据监控，可以有效管理储能站内数据监控装置，有助于实时监控检查故障，为储能站维护和资源供给提供更加精确和完善的信息。为了解决储能安全的问题，当平台监控到储能站数据出现异常时，会主动向储能站用户发出报警信息，提示储能站业务数据出现异常的具体部位。储能站用户也可以选择查看储能站异常数据，并根据平台给出的储能站现阶段的健康状态诊断，对储能站进行维修和检修。储能联盟数据采集监控见图 1。

数据采集监控功能对储能站工作进行监控与数据采集，并将监控结果反馈给联盟系统终端以实现

对储能协调调度进行指导，为储能、放能的协调提供优质建议，从而使储能站达到平衡状态。

2.2.2 区域协调调度功能

此功能面向储能站对于能源调度的选择，保证分配最优负荷、优化不同区域储能站的能源消纳情况，减少区域内能源冗余浪费情况，精确分布资源为解决电力市场中出现的紧急情况奠定基础。用户在查询储能站的分布情况基础下，统计已知储能站的类型和不同区域的能源价格。系统根据储能站的运行数据对能源需求的峰值与谷值进行预测，对不同区域储能站的运行情况进行在线监控，平衡调整。根据系统对不同储能站峰谷时段、储能容量、运行画像描述等数据进行统计分析，平衡风险参数后计算出最佳调度方案。保证储能联盟内的用户在面对突发情况时可以有足够能源进行安全调度，维护储能站内的日常运行工作。

2.2.3 储能联盟功能

储能联盟共享容量充分利用不同区域新能源场站发电的时空互补性，降低各储能站的容量配置。减少第三方储能站投资建设费用，利用同区域储能站间的地理联合优势。对现有储能站以自愿方式进

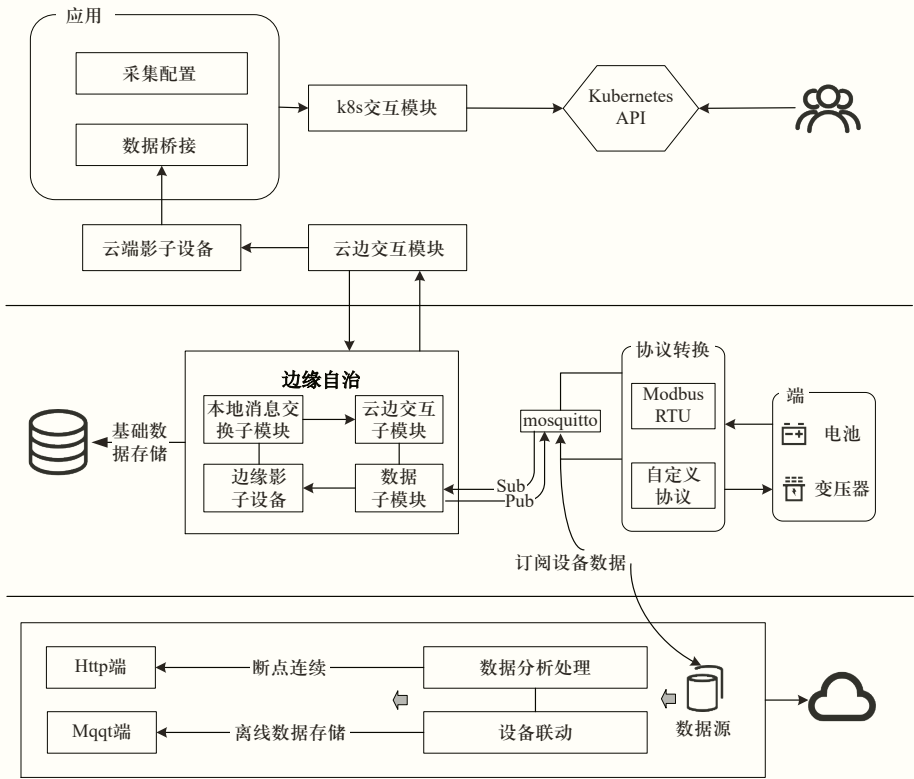


图1 联盟站数据采集监控图

行联合，获取储能站数据，聚合储能站优势资源，形成储能联盟，减少电网调度资源时储能站的被动性。同时，提高储能站资源利用率，通过储能容量共享将上游大容量供应站资源输送到中下游小容量供应站，在平抑波动的基础下满足储能站一次调频、自动发电控制和黑启动等辅助服务的要求。联合区域内的联盟储能站成员进行能源共享，考虑因各区域特点带来的能源波动特性，实现合作收益最大化。储能联盟的参与者及其所发挥的作用见图2。

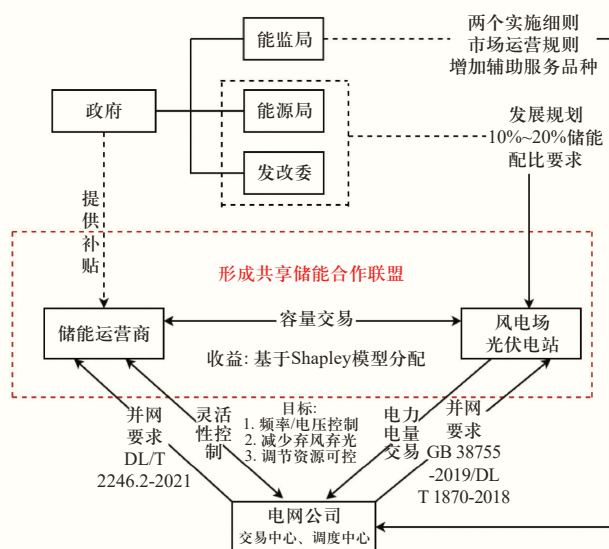


图2 共享模式下的合作联盟关系

2.3 储能联盟机制下的辅助服务

各种新能源技术的不断发展，对电网稳定性的影响也越来越显著，这致使企业或个人参与自主响应来保证电网的正常工作越来越迫切。现阶段中国辅助服务市场提供的辅助服务种类有：一次调频、自动发点控制、黑启动、数据采集等。一次调频服务保证各储能站正常运行，利用自动发点控制来合理规划储能联盟成员的生产情况，当出现故障时黑启动服务可以及时发挥作用使储能站快速恢复正常。

2.3.1 储能服务配备一次调频服务

储能联盟需要参与电力市场，根据市场中的电能调频指令以及报价规则，为储能站提供调峰服务。电力系统根据“按需调用、公平调度”的原则，而终端设备具有异构性，且缺乏可信管理，利用 web3 身份认证机制，去中心化的存储技术保证了设备信息的可靠性和私密性。电力系统中终端设备采集的数据量庞大，首先被采集的数据上传至边缘服务器

进行初步处理，之后将少量有用数据回传到云服务器，实现了数据传输的优化处理。在电网频率偏差偏离目标频率时，通过协调调速系统、功率控制系统，快速调整有功出力，减少电网频率偏差。利用区块链和云服务技术设计的能源管理服务架构见图3。

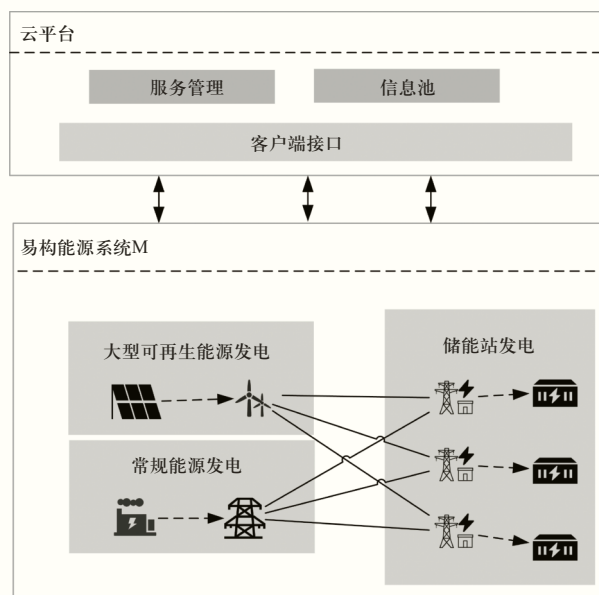


图3 基于云计算的能源管理服务架构

区域内各储能系统间进行互联互通需要保持稳定安全的调度调频，一次调频功能是维护电网稳定的重要手段。当储能负荷突然增加时，一次调频功能会自动增加传统电源有功出力，以阻止频率进一步下降，储能站将稳定运行，对应的频率偏差从零下降至为负值。利用储能系统的变换器并联负载，以实现下垂特性实现参与一次调频，储能联盟通过对储能站设备的功能调节保持稳定连接。当储能站中的电源或负荷发生变化时，储能站发电频率必然会出现波动。当供电大于需求时，频率增大，此时储能联盟成员可以形成共同体利用储能站的终端设备与电网合作从中吸收功率；当供电小于需求时，频率降低，可以将储能站的冗余资源向电网侧运输实现资源利用最大化。储能联盟提供辅助服务机制见图4。

2.3.2 储能联盟配备自动发电控制服务

自动发电控制（AGC）平衡了功率和频率之间存在已久的矛盾，储能联盟将各个储能站点联合起来，以站点的实际可用容量为依据，再者物联网和

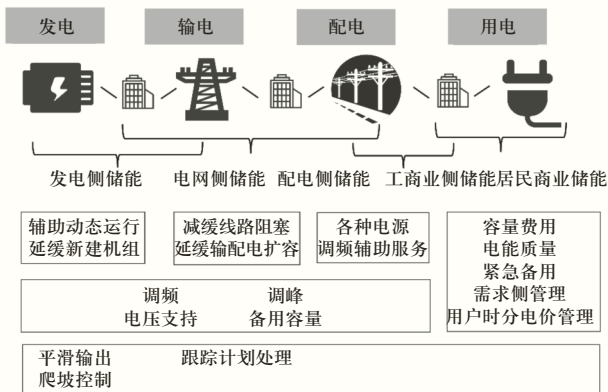


图4 储能技术应用场景图

5G 技术在我国发展迅猛，也为电力行业的互联互通提供了动力，其中监控储能系统的信息采集和数据监控更是解决了电力系统中能源数据冗余繁杂的难题。通过二者的结合为电力系统的能源调度提供实时的数据采集服务，保证了调度工作的合理性与有效性，能够在短时间内合理的规划各种数据信息，对自动发电控制（AGC）的分配进行合理规划。使得站点之间可以有目标的、有计划的进行生产，无需因产能过剩或过少而造成资源浪费，在降低前期投入的同时，在一定程度上控制成本、减少不必要的浪费。储能系统在充放电过程中角色扮演相对灵活，面对电力系统的需求响应较快，因此储能联盟将电容器与蓄电池结合成一个储能设备以实现实时的自动发电控制。采用物联网和 5G 技术设计的基站见图 5。

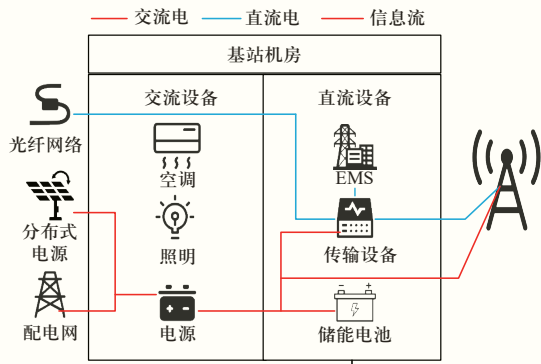


图5 5G 基站示意图

自动发电控制不仅在原有系统内可以解决频率调节和负荷分配问题，还可与相邻电力系统进行电能的交换与转移。由此，利用 AGC 搭建储能联盟系统的辅助服务与以区域储能站为出发点进行调度

采集信息的思想相匹配，在实现储能站正向调频的同时解决区域合作问题。

2.3.3 储能联盟配备黑启动服务

储能系统在储能联盟的调配下具有充放电灵活的特性，当电力系统因故障停运后，重新启动需要的电能可由储能设备来提供，由此可见黑启动与储能站之间存在着一定的契合关系。储能联盟现阶段和未来参与辅助服务机制见图 6。

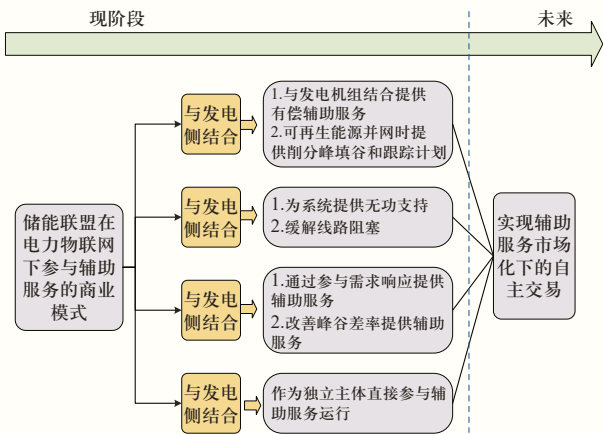


图6 储能联盟参与辅助服务机制

储能联盟为减少电力系统大停电造成的损失，提出一种多能源微网作为黑启动电源的电力系统黑启动两阶段优化方法。首先，对多能源微网中的负荷侧综合需求响应以及电、热、气实体储能装置的运行特性建模，并将它们建模为广义储能。接着，提出多能源微网作为黑启动电源的电力系统黑启动两阶段优化模型，其中第一阶段为非黑启动电源恢复路径优化子模型，第二阶段为电力系统和多能源微网的黑启动策略协同优化子模型。

3 新情景下储能联盟系统的发展展望

3.1 储能数据监控系统

储能数据监控系统通过对电网进行实时的数据监控，通过发现异常数据来及时发现问题，及时处理。根据不同的问题制定对用户补偿的计划。当电网电压跌落时，及时提供补偿电压。当电网电压中断时，提供短时电力供应，保证电网正常运行。电网恢复正常后对系统下达指令转为电网供电，对可再生能源储能站首先明确其需要替补的资源容量以此来提高各区域储能站对新能源的接纳能力。储能站需要

确定储能规划指令后，通过内部系统下达指令进行资源分配。储能站正常运行时，监控系统接受终端管理系统下发的能源调度指令并进行分配，提高储能站电能质量。孤岛效应发生时，由数据监控系统确定其主电源模式和电流源模式运行的储能分配路径。

在新情景下需将储能联盟系统进一步升级优化，提高在负荷调节、系统状态监控、能量管理等方面的响应速度和精度，提升控制系统的随动能力，进而加强其对各种工况的动态适应性。另外，推动储能技术与其他技术的融合，如人工智能、超短时功率预测等，加快储能技术智能化发展。深入研究在新型电力系统中储能联盟系统与长时储能系统之间、各种长时储能系统之间的新型耦合策略，加快混合储能系统以及容量配置的研究。在储能空间、时间方面趋利避害，优势互补，提高储能项目利用率，以期更佳的经济效益。

3.2 联合调度实现平衡

在进行电力能源调度时，考虑电力系统频率安全约束的同时，也要保证监控采集到的数据的有效性，负荷方用电的不确定性会导致电力传输速度变慢，电力信息滞后，这就要求电力调度需要实时发生。储能联盟将各个储能站联合，实现站点之间的信息共享，储能站利用用电信息采集系统实现对储能用电自动化控制，其中的“共享”服务，是对容量的“共享”，实现不同地区储能资源的联合调度。储能站的联合，站点间信息共享，提升了储能站的动态响应性能。储能联盟将日前调度进行了二次优化，降低了区域电网的运行成本，实现最优负荷分配，保证电网安全稳定运行。

推进储能能力建设是电力系统调节的重要手段，国家发展改革委员会指出，要提升源网荷储协同互动能力。目前我国多地出现了弃风、弃光、弃水等现象，区域用电用热矛盾突出。针对清洁能源丰富的地区，储能联盟将合理规划并建设配套的储能系统；在用户侧，合理配置用户侧储能，鼓励用户提供需求响应，以提高储能联盟系统调度的灵活性。

3.3 储能联盟共享容量

在储能联盟系统中各储能站间的共享地位平等，划分区域进行更精准更经济的资源共享。储能联盟内的合作网站可共同商讨共享经济策略，在储能联

盟内进行公开定价为联盟成员带来利益最大化。用户进行联盟合作后需要考虑长时储能中的调配问题，联盟成员集体推动能源绿色低碳转型。人工智能的飞速发展作为储能领域利用数字模型进行能源结构变革奠定了良好基础，在储能联盟系统中如何融合 AI 技术构建数据模型对能源供需变化进行预测仍需进一步进行研究。

储能联盟中的容量共享在能源转型的背景下可以有效的解决储能站的资源浪费和消纳问题，但用户侧储能站需在满足自身能源供应的情况下将剩余容量参与储能联盟共享机制。同时还需考虑用户侧与用户侧、用户侧与电网侧在共享容量时并网点波动情况，单侧并网点的用电波动可能会带来储能容量共享双方用户平抑波动的困扰。储能联盟共享容量可以在减少资源冗余配置的基础上增加储能站收益及合作效率，但是不同类型的储能站共享并网应配置不同的共享机制。此外，联盟内部的电力损耗，共享后供电不稳定性因素尚未考虑。

4 结束语

本文介绍了储能联盟协调区域储能站，进而提高其调峰能力，并大幅减小了储能系统运行成本与系统网络损耗，在保障区域电网的安全稳定运行中发挥了巨大作用。为改善储能站并网问题提供新思路，提高储能站参与电网大规模调度的可行性，增大储能站经济性。即时分析反馈实时数据，为储能站安全提供保障，也为电网削峰填谷、保障发电稳定提供了更多可能。储能联盟的建立有效平衡区域电网能源供应的基础上，实现按需调配供能，优化能源利用方式。

在能源发电的间歇性、区域资源整合特性、储能站运行安全性和经济性的基础上，创新的提出了储能联盟概念。构建全新的管理体系，为储能站管理调配提供新的解决方案，可有效的改善当前储能站分布零散、资源难以整合利用的问题，增大新能源消纳能力，加强储能站间的互通互联，促使储能站管理规范统一化，促进储能站应用场景进一步扩大，使储能站资源得到最大化利用。

参考文献

- [1] H S V S Kumar Nunna, ANUDEEP Sesetti, et al. Multiagent-Based

Energy Trading Platform for Energy Storage Systems in Distribution Systems With Interconnected Microgrids[J]. *Transactions on Industry Applications*, 2020, 56(3):3207-3217.

[2] 易伟. 计算机技术在储能行业中的应用研究[J]. *储能科学与技术*, 2022, 11(7):2408-2409.

[3] 李剑, 祝永晋, 马吉科. 一种用于监控江苏省储能电站的储能数据中心系统研发[J]. *现代计算机*, 2019(29):96-100.

[4] 谢文君, 欧靖, 葛立青, 等. 基于IEC 61850的大容量储能监控系统数据处理优化[J]. *电气应用*, 2023, 42(3):69-75.

[5] 刘洋. 大数据技术在储能发展中的应用研究[J]. *中国信息*, 2021(9):98-100.

[6] 周启平, 何伟, 贾蕾, 等. 多站融合模式下储能电站的数据采集方案设计[J]. *农村电气化*, 2021(9):5-8.

[7] 于海, 蒋应伟, 等. 储能电站监控系统的多模块集成交互技术[J]. *无线互联科技*, 2020(16):157-159.

[8] JOYDEEP Mitra, NGA Nguyen. Grid-Scale Virtual Energy Storage to Advance Renewable Energy Penetration[J]. *Transactions on Industry Applications*, 2022, 58(6):7952-7965.

[9] 李金鹏, 冯华, 陈晓刚, 等. 计及多重不确定性的规模化电动汽车接入配电网调度方法[J]. *电力系统自动化*, 2024, 48(7):138-146.

[10] 吴春锐. 基于大数据分析的电气系统供电负荷预测与调度优化[J]. *电器工业*, 2024(8):86-90.

[11] 高明非, 韩中台, 赵斌, 等. 区域综合能源系统多类型储能协同优化与运行策略[J]. *中国电力*, 1-12[2024-06-24].

[12] 夏文龙, 史雪晨, 牟杰, 等. 计及动态分时电价的多站融合系统日前优化调度[J]. *电工电气*, 2023(11):7-13.

[13] 许烽, 陶远超, 等. 基于源荷预测的含多能储能区域电热系统的优化调度[J]. *浙江电力*, 2023(9):17-26.

[14] 任永峰, 孟庆天, 祝荣, 等. 分散式风-氢用户群集成区域共享储能容量优化配置[J]. *太阳能学报*, 2024, 45(5):306-315.

[15] 李长霖, 贾燕冰, 石俊逸, 等. 考虑风电集群效应的风储系统一次调频容量配置策略[J/OL]. *中国电机工程学报*, 1-13[2024-09-11].

[16] 赵宇轩, 宋伟峰, 李伟康, 等. 考虑共享储能容量配置的多虚拟电厂优化运行方法[J]. *电网与清洁能源*, 2024, 40(1):92-101.

[17] 郝丽丽, 吕肖旭, 丁逸行, 等. 考虑容量共享的新能源-电网-用户侧储能优化配置策略[J]. *中国电机工程学报*, 2024, 44(14):5607-5620.

[18] 陆宝奇, 蒋伟, 杨俊杰, 等. 基于云储能容量动态分配的微电网系统双层优化模型[J/OL]. *现代电力*, 1-9[2024-09-11].

[19] 宋梦, 林固静, 蒙璟, 等. 共享储能关键技术与应用[J]. *上海交通大学学报*, 2024, 58(5):585-599.

[20] 张宸, 詹昕, 黄睿, 等. 基于Stackelberg博弈的共享储能容量优化与商业模式研究[J]. *电力大数据*, 2023, 26(5):34-43.

[21] 刘寅韬, 江全元, 耿光超, 等. 基于合作联盟的电化学储能共享模式研究[J]. *电网技术*, 2024, 48(5):1947-1956.

作者简介

高俊青 (1989—), 男, 博士, 高级工程师, 研究方向为电力系统, E-mail: 2918765606@qq.com。

黄宏新 (1991—), 男, 博士, 工程师, 研究方向为电力系统, E-mail: 196685160@qq.com。

(责任编辑: 张峰亮)

资讯

国家电网大同一怀来—天津南 1 000 kV 特高压交流工程开工

2025 年 3 月 18 日, 国家电网有限公司召开大同一怀来—天津南 1000 kV 特高压交流工程开工动员大会。天津市委常委、常务副市长刘桂平, 天津市副市长翟立新, 公司董事长、党组书记张智刚在天津会场出席会议。山西省副省长汤志平, 公司总经理、党组副书记庞晓刚, 国家能源投资集团有限责任公司副总经理、党组成员杨鹏在山西会场出席会议。河北省副省长董兆伟在河北会场出席会议。公司副总经理、党组成员潘敬东主持会议。公司副总经理、党组成员季明彬在河北会场出席会议。

刘桂平表示, 大同一怀来—天津南 1000 kV 特高压交流工程开工, 是央地携手服务能源安全新战略、共绘高质量发展蓝图的务实行动。希望在国家电网的支持下, 与山西省、河北省深化务实合作, 共同服务能源安全新战略, 共同打造能源产业发展新动力, 共同构建跨区域能源合作新机制, 努力构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

董兆伟表示, 大同一怀来—天津南 1000 kV 特高压交流工程是我国又一条“西电东送”能源大动脉。工程建成投运后, 不仅有利于加快晋冀两省能源资源开发利用, 更有利于进一步优化华北地区能源资源配置, 提高京津地区电力供应能力。

汤志平表示, 大同一怀来—天津南 1000 kV 特高压交流工程是国家“十四五”电力发展规划重点项目, 是省市合作、央地共建的标杆工程。山西以加快建设特高压工程为引擎, 激发能源革命新动能; 以加快建设特高压工程为桥梁, 搭建融入京津冀新通道; 以加快建设特高压工程为载体, 拓展央地合作新空间。

张智刚表示, 该工程将架起“西电东送”新通道, 助力电力保供和区域协调发展; 服务开发利用新能源, 助力能源绿色低碳转型; 创新集成应用新技术, 助力培育发展新质生产力; 激发投资拉动新动能, 助力经济持续回升向好和民生改善。

会议以视频方式召开。

信息来源: 国家电网有限公司