

新型电力系统下分布式能源聚合优化运行策略

王金勇

内蒙古霍煤鸿骏铝电公司, 内蒙古 通辽 029200

摘要： 新型电力系统下分布式能源聚合优化运行策略 摘要：全球能源转型，构建新型电力系统是必然。分布式能源在其中很重要。本文深入探讨新型电力系统下分布式能源聚合优化运行策略。先分析分布式能源的特点，再说它在新型电力系统中聚合优化运行的必要性，接着讲当前存在的问题，最后针对性地提出有效策略。研究发现，合理的聚合优化运行策略能提升分布式能源利用效率，增强电力系统稳定性，为新型电力系统的可持续发展提供有力支撑。

关键词： 新型电力系统；分布式能源；聚合优化；运行策略

Optimization Operation Strategy of Distributed Energy Aggregation under New Power System

Wang Jinyong

Inner Mongolia Huomei Hongjun Aluminum and Electric Company, Tongliao, Inner Mongolia 029200

Abstract： Optimization Operation Strategy of Distributed Energy Aggregation under New Power System
Abstract: Building a new power system is inevitable in the global energy transformation. Distributed energy is very important among them. This article explores in depth the optimization operation strategy of distributed energy aggregation under the new power system. Firstly, analyze the characteristics of distributed energy, then discuss the necessity of aggregating and optimizing its operation in the new power system, followed by the current problems, and finally propose targeted effective strategies. Research has found that a reasonable aggregation optimization operation strategy can improve the efficiency of distributed energy utilization, enhance the stability of the power system, and provide strong support for the sustainable development of the new power system.

Keywords： new power system; distributed energy; aggregation optimization; operational strategy

引言

全球对清洁能源需求不断增加，应对气候变化形势严峻，传统电力系统向新型电力系统转型很紧迫。新型电力系统以保障能源电力安全为前提，以满足经济社会发展的电力需求为目标，靠新型储能支撑，有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好等特点。分布式能源是新型电力系统的关键部分，有太阳能光伏发电、风力发电、生物质能发电、小型水电等。它分布广泛，城市屋顶、偏远乡村山区都能开发利用，实现能源利用多元化。对分布式能源进行聚合优化运行，能挖掘其潜力，提高能源利用效率，推动电力系统可持续发展。所以，深入研究其运行策略很有现实意义，能助力能源转型。

一、分布式能源特点

（一）分散性与广泛性

分布式能源设施分布广，分散性明显。居民住宅区很多家庭在屋顶装太阳能板，把太阳能转化为电能供自家使用，多余的电还能上网。小型商业建筑为降低用电成本，常配备风力发电机，利用周边风力资源发电。偏远地区的小型水电设施利用当地水资源，把水能转化为电能，供当地居民和产业使用。这种分散性让能源生产更靠近消费端，减少长距离输电的电量损耗。不管是城市还是乡村，只要有合适资源条件，就能方便地开发利用分布式

能源，拓宽能源获取途径，提高能源供应灵活性，满足不同地区多样的能源需求^[1]。

（二）能源种类多样化

分布式能源有太阳能、风能、水能、生物质能、地热能等多种能源形式。不同地区根据自身资源条件，能选择合适的分布式能源类型。光照资源好的地区，像我国西北地区，太阳能光伏发电是能源开发首选，有很多太阳能电站。风力资源丰富的沿海地区，如东部沿海省份，适合大规模发展风力发电，海边有很多风力发电机。水资源丰富的山区，小型水电项目利用水流落差发电，为当地提供稳定电力。多样的能源种类建立了多渠道能源供

应保障体系，降低对单一能源的依赖，增强能源供应稳定性和可靠性。

（三）输出功率的间歇性与波动性

分布式能源大多依赖自然能源，输出功率受自然条件影响大。比如太阳能光伏发电，白天光照强时能高效发电，夜晚太阳落山就停止发电，阴天时光照弱，发电量大幅下降。风力发电也一样，发电功率取决于风速和风向，风速不稳定，发电功率就波动。风速过小，风力发电机无法启动；风速过大，超出设备安全运行范围，要采取降载措施。这种间歇性和波动性给电力系统稳定运行带来很大挑战，需要制定特殊运行策略，确保电力供应持续稳定。

（四）环保低碳

和传统化石能源发电比，分布式能源运行时几乎不产生或很少产生温室气体排放及污染物，环保低碳优势突出。太阳能光伏发电和风力发电整个发电过程不排放二氧化碳、二氧化硫等污染物，不污染大气环境。生物质能发电若合理利用，生长过程吸收的二氧化碳和发电过程排放的二氧化碳可基本平衡。广泛使用分布式能源，能大幅减少环境污染，降低碳排放，符合全球可持续发展理念，是构建绿色能源体系、推动生态文明建设的重要组成部分，对改善地球生态环境有积极作用。

（五）可参与需求响应

分布式能源系统能根据电力系统需求变化，灵活调整自身发电功率或用电负荷，能积极参与需求响应。电力系统高峰负荷时段，用电需求大增，分布式能源可快速增加发电输出，缓解供电压力，保障电力系统稳定运行。负荷低谷期，电力需求减少，分布式能源可降低发电功率，或者把多余电能储存起来。比如一些分布式能源项目有储能设备，在电力低谷时储存电能，高峰时释放电能。这种参与需求响应的特性，有助于优化电力资源配置，提高电力系统运行效率和稳定性，实现电力供需精准匹配。

二、分布式能源聚合优化运行必要性

（一）提升能源利用效率

分布式能源分散且单个功率较小，单独运行时能源利用效率有限。通过聚合优化，把多个分布式能源系统整合为一个整体，统一调度和管理。能根据不同能源特性，像太阳能的光照依赖、风能的风速条件，以及发电成本，合理分配发电任务。比如光照充足且电价高时，优先安排太阳能光伏发电；风力稳定且发电成本低时，加大风力发电比重。这样能降低能源转换和输送过程中的损耗，挖掘分布式能源潜力，提高整体能源利用效率，实现能源高效利用和价值最大化^[9]。

（二）增强电力系统稳定性

分布式能源输出的间歇性和波动性威胁电力系统稳定性。聚合优化运行是解决办法，通过协调控制策略，把多个分布式能源的功率波动抵消或平滑处理。储能系统很关键，能源过剩时，如白天太阳能发电多余电能，储能系统储存起来；能源短缺时，如夜晚太阳能发电停止，储能系统释放电能，稳定电力输出。这能减少分布式能源对大电网的冲击，增强电力系统稳定性和可靠性，保障电力供应连续性，确保电力系统稳定运行。

（三）促进清洁能源消纳

清洁能源在能源结构中占比提高，如何高效消纳清洁能源是

关键问题。分布式能源聚合优化运行能整合各地清洁能源，根据电网负荷需求实时变化，灵活调整清洁能源发电输出。用电高峰时段，增加清洁能源发电功率；用电低谷时段，适当减少发电，避免能源浪费。这样能提高清洁能源在电力消费中的比重，推动能源结构向清洁低碳方向转型，助力实现能源可持续发展目标。

（四）降低投资与运营成本

单个分布式能源项目建设和运营成本较高，限制其发展。通过聚合优化，能实现资源共享和规模化效应。多个分布式能源项目可共享储能设施，避免单独建设储能的高额成本；共用一套监控系统，实时监测各能源项目运行状态，降低设备采购和维护成本。统一调度管理模式减少运营管理复杂性，不用每个项目配大量管理人员，降低人力成本，提高经济效益，让分布式能源项目更具投资吸引力，促进其大规模发展。

（五）满足用户多元化需求

不同用户对电力需求和质量要求不同。分布式能源聚合优化运行能根据用户个性化需求，提供定制化能源服务。对电能质量要求高的用户，如医院、数据中心等，优先调配稳定性好的能源供应，确保电力供应可靠，避免电力波动影响设备运行和业务。对有储能需求的用户，如一些工业企业，通过聚合的储能系统满足其在用电低谷期储存电能、高峰时使用的需求，降低用电成本。这样能提升用户满意度，拓展能源服务市场，推动能源服务行业多元化发展。

三、分布式能源聚合优化运行现存问题

（一）技术集成难度大

分布式能源有多种复杂技术类型，不同能源系统技术标准、接口规范不一样。把太阳能、风能、储能等技术集成到一个聚合系统中，有很多难题。通信协议方面，太阳能发电系统和风力发电系统可能用不同协议，导致通信不畅，信息传递受阻。控制策略上，太阳能发电受光照影响，风力发电受风速影响，统一两者控制策略很难。这些问题增加系统建设和调试难度，要投入大量时间和人力攻关，导致技术集成成本高，限制分布式能源聚合系统大规模推广应用，阻碍行业发展。

（二）预测精度不足

分布式能源输出受自然因素影响大，准确预测发电功率很有挑战。现在的预测技术，像基于历史数据的统计预测方法，虽能利用过去发电数据分析预测，但不能精准应对自然条件突然变化。数值天气预报结合的预测方法，考虑了天气因素，但因天气变化复杂，仍有误差。预测精度不足使聚合系统调度时难以精准匹配能源供需。比如预测失误可能在能源需求高峰时，分布式能源发电功率不足，无法满足需求；在能源需求低谷时，发电功率过剩，造成能源浪费，影响系统优化运行效果，降低能源利用率^[9]。

（三）缺乏统一调度平台

现有的分布式能源项目大多各自运行，缺统一、高效的调度平台。不同能源项目由不同主体运营管理，各有自己的运行数据，信息孤岛现象严重。没有统一调度平台，不能实时、全面掌握各分布式能源运行状态，难对聚合系统集中控制和优化调度。比如某区域电力需求突然增加，因无法及时获取各分布式能源项

目发电能力，不能迅速合理调度，导致电力供应不及时，降低系统运行效率和可靠性，影响电力系统稳定运行。

（四）市场机制不完善

分布式能源参与电力市场交易机制不完善。电量交易方面，交易规则不明确，流程不清晰，分布式能源电量难进入市场流通。辅助服务市场，对分布式能源提供的调频、调压等辅助服务，没有明确价格形成机制，价值难合理体现。这使投资者和运营者参与分布式能源项目时，收益没保障，影响积极性。市场机制不完善阻碍分布式能源聚合优化运行商业化发展，使其在电力市场缺乏竞争力，限制行业健康发展。

（五）储能发展滞后

储能是解决分布式能源间歇性和波动性问题的关键，但现在储能技术发展慢。储能设备成本高，像常见的锂离子电池储能系统，设备采购成本占项目投资比重大，很多分布式能源项目承受不了。而且储能设备寿命短，频繁充放电性能下降，增加后期更换成本。能量密度低限制储能设备储能容量，无法满足大规模储能需求。储能容量不足使分布式能源聚合系统调节能源供需平衡能力弱，不能充分发挥储能平滑功率波动、保障电力稳定供应的关键作用，制约分布式能源进一步发展。

四、分布式能源聚合优化运行策略

（一）加强技术研发与集成

要加大对分布式能源技术集成的研发投入。组织能源、电力、通信等领域科研力量，开展跨学科研究合作。通过研究，建立统一技术标准和接口规范，让不同能源系统能顺畅通信和协同工作。攻克通信协议兼容难题，开发通用通信协议，使太阳能、风能等能源系统能无障碍传输数据。同时，统一控制策略，根据不同能源特性，设计综合协调控制方案。研发新型分布式能源集成设备和系统，简化系统架构，降低技术集成难度和成本，提高聚合系统可靠性和稳定性，为分布式能源聚合优化运行打牢技术基础^[4]。

（二）提高预测技术水平

综合用大数据、人工智能、机器学习等先进技术，建更精准的分布式能源发电功率预测模型。收集多维度数据，包括历史发电数据、气象数据（光照强度、风速、风向、气温等）、地理信息（地理位置、地形地貌等），还有设备运行状态数据（设备老化程度、故障记录等），提高模型输入数据质量。实时更新数据，反映自然条件和设备状态变化，用先进算法优化模型参数，提升预测精度。用高精度预测结果，为聚合系统调度决策提供科学依

据，实现能源精准供应和高效利用，提高系统运行效率。

（三）构建统一调度平台

政府和相关企业要合作，推动分布式能源统一调度平台建设。整合各分布式能源项目数据信息，搭建集中监控和管理系统，实时监测和统一管理所有分布式能源设备。用先进通信技术，如5G通信，保证数据传输及时准确，实现对分布式能源设备远程控制。在调度平台嵌入优化算法，根据预测数据和实时运行情况，自动生成最优调度方案。通过统一调度平台，实现对聚合系统统一、高效调度，提高系统运行效率和可靠性，保障电力系统稳定运行。

（四）完善市场机制

政府部门要制定完善分布式能源参与电力市场交易政策和规则。明确电量交易准入条件、交易流程和价格机制，让分布式能源电量能公平、有序参与市场交易。辅助服务市场，界定分布式能源提供辅助服务标准和价格形成机制，合理体现其价值。建立合理补贴机制，对积极参与市场竞争的分布式能源项目给予补贴，激励投资者和运营者加大投入，提高分布式能源项目市场竞争力。通过完善市场机制，调动各方积极性，促进分布式能源聚合优化运行商业化发展，推动行业繁荣。

（五）推动储能技术发展

加大对储能技术研发支持力度，鼓励企业和科研机构投入研发，开展储能技术创新。通过技术创新，降低储能设备成本，提高能量密度，延长使用寿命。推广应用新型储能技术，如锂离子电池升级技术、液流电池、氢储能等，为分布式能源聚合系统提供更多好的储能选择。根据分布式能源分布和发电特性，合理规划储能容量配置，优化储能布局，让储能系统在能源供需调节、平滑功率波动等方面充分发挥作用，提升分布式能源聚合系统稳定性和灵活性，促进分布式能源高效利用^[5]。

五、结语

在新型电力系统的建设进程中，分布式能源聚合优化运行对于提高能源利用效率、增强电力系统稳定性、促进清洁能源消纳等方面具有不可替代的作用。尽管当前面临技术集成、预测精度、调度平台、市场机制、储能发展和人才等诸多问题，但通过加强技术研发、完善市场机制、培养专业人才等一系列策略的实施，能够有效解决现存问题，实现分布式能源的高效聚合优化运行。这将有力推动新型电力系统的发展，为全球能源转型和可持续发展做出积极贡献。未来，随着技术的不断进步和政策的持续完善，分布式能源聚合优化运行将展现出更大的潜力和活力。

参考文献

- [1] 杨文佳, 刘洋, 谢平平, 等. 新型电力系统下分布式能源大规模接入的并网调控省地管理研究——以广东电网为例 [J]. 企业改革与管理, 2023, (16): 157-161.
- [2] 孙改平. 新型电力系统下考虑灵活性支撑的分布式能源聚合优化运行研究 [D]. 上海交通大学, 2022.
- [3] 刘东冉. 区域分布式能源系统参与电力交易辅助决策模型研究 [D]. 华北电力大学 (北京), 2022.
- [4] 李博嵩. 高渗透分布式能源聚合运行优化及竞价策略研究 [D]. 上海交通大学, 2019.
- [5] 胡春潮. 分布式智能电网自动化关键技术研究与应用 [D]. 华南理工大学, 2022.