

基于集控中心的多类型新能源电站协同运行实践探索

程文

中国大唐集团有限公司重庆分公司集控中心 重庆 400020

【摘要】：随着新能源产业的快速发展，风电、光伏、储能等多类型新能源电站规模化并网运行成为行业发展主流。但单一新能源电站存在出力波动性、随机性等固有缺陷，严重影响电网安全稳定运行。集控中心作为多类型新能源电站协同运行的核心枢纽，能够实现资源整合、统一调度与高效管控。本文结合实践经验，从集控中心协同运行核心技术、体系构建、实践案例及运行效果等方面展开研究，探索多类型新能源电站协同运行的有效路径，为新能源产业高质量发展提供参考。

【关键词】：集控中心；新能源电站；多类型；协同运行；实践探索

DOI:10.12417/2705-0998.25.23.016

引言

目前，我国新能源产业实现跨越式发展，风电、光伏电站装机容量持续攀升，储能、光热等新型新能源形式不断涌现。然而，不同类型新能源电站在出力特性、运行机制上存在显著差异。风电受风速变化影响，出力呈现强波动性；光伏依赖光照条件，出力具有间歇性；储能电站则具备充放电调节能力，可平抑出力波动。单一电站独立运行时，难以兼顾出力稳定性与电网接入要求，甚至可能因出力骤变引发电网频率、电压波动等问题。集控中心通过搭建统一的监控与调度平台，实现对多类型新能源电站的集中管理、数据整合与协同调度，能够有效弥补单一电站运行缺陷，提升新能源消纳率与运行经济性。基于此，开展基于集控中心的多类型新能源电站协同运行实践探索，对推动新能源产业规模化、高质量发展具有重要的现实意义。本文结合某区域集控中心建设与运行实践，深入分析协同运行体系构建路径与技术应用要点，为相关领域实践提供借鉴。

1 集控中心协同运行核心技术基础

1.1 数据采集与传输技术

数据是协同运行的核心支撑，集控中心需实现对多类型新能源电站运行数据的全面、实时采集。针对风电、光伏、储能等不同类型电站，采用标准化的数据采集终端，采集内容涵盖机组运行状态、出力数据、设备参数、环境数据等关键信息。其中，风电电站重点采集风速、风向、叶轮转速、发电量等数据；光伏电站重点采集辐照度、组件温度、逆变器运行状态等数据；储能电站重点采集充放电功率、SOC 状态、电池温度等数据。

数据传输采用“光纤+无线备份”的双链路模式，确保数据传输的稳定性与可靠性。通过电力专用通信网络实现数据实时上传，传输速率不低于 100Mbps，数据延迟控制在 500ms 以内。同时，采用数据加密技术对传输数据进行加密处理，防止数据泄露与篡改，为协同运行决策提供准确、安全的数据支撑。

1.2 智能调度与优化算法

智能调度是多类型新能源电站协同运行的核心环节，集控中心采用基于模型预测控制的智能调度算法，结合新能源出力预测、电网负荷需求、储能调节能力等多维度信息，制定最优协同运行策略。首先，通过机器学习算法构建新能源出力预测模型，融合历史运行数据、气象预报数据等信息，实现对风电、光伏出力的短期与超短期预测，预测准确率分别提升至 85% 以上和 90% 以上。其次，以新能源消纳最大化、运行成本最小化、电网运行稳定性最优为目标，构建多目标优化调度模型，综合考虑储能充放电约束、电站运行约束、电网接入约束等条件，通过遗传算法对调度方案进行求解，生成各电站的出力计划与储能充放电指令，实现多类型新能源电站的协同优化运行。

1.3 集中监控与预警技术

集控中心搭建可视化集中监控平台，采用 B/S 架构设计，支持多终端访问，实现对多类型新能源电站运行状态的实时监控。平台整合地理信息系统、三维建模技术，直观展示各电站的地理位置、设备分布、运行状态等信息，通过不同颜色标识设备正常、告警、故障等状态，方便运行人员实时掌握电站运行情况。同时，构建多级预警机制，基于设备运行参数阈值、出力波动阈值、电网运行参数等，设置一级、二级、三级预警标准。当监测到数据异常时，系统自动触发预警，通过声光报警、短信通知、平台弹窗等方式及时告知运行人员，并推送故障诊断建议，辅助运行人员快速处置，降低故障影响范围与持续时间。

2 多类型新能源电站协同运行体系构建

2.1 体系架构设计

基于集控中心的多类型新能源电站协同运行体系采用“分层架构、集中管控、分布式执行”的设计思路，分为感知层、网络层、应用层与终端层四个层级，各层级协同配合，实现多类型新能源电站的高效协同运行。



图1 体系架构设计

感知层主要由各新能源电站的传感器、数据采集终端、智能仪表等设备组成，负责采集电站运行数据与环境数据，是协同运行体系的数据来源；网络层采用电力专用通信网络与无线通信网络相结合的方式，负责实现感知层与应用层、应用层与终端层之间的数据传输与指令下发；应用层是集控中心的核心部分，包含数据处理模块、出力预测模块、智能调度模块、集中监控模块、预警诊断模块等，负责数据处理、调度决策、监控预警等核心功能；终端层包括各新能源电站的控制终端、储能控制系统、风机控制系统、光伏逆变器等设备，负责执行集控中心下发的调度指令，实现电站的精准运行控制。

2.2 协同运行机制

2.2.1 出力互补机制

针对风电、光伏出力的波动性与间歇性，结合储能电站的调节能力，建立出力互补机制。当风电、光伏出力高于电网需求时，集控中心下发指令控制储能电站充电，储存多余电能；当风电、光伏出力低于电网需求时，控制储能电站放电，弥补出力缺口。同时，根据风电、光伏出力的时序特性，合理分配各电站的出力比例，实现风电、光伏、储能的出力互补，提升整体出力稳定性。

2.2.2 负荷响应机制

集控中心实时监测电网负荷变化，结合新能源出力预测结果，建立负荷响应机制。当电网负荷高峰期时，优先调度新能源电站满发运行，同时控制储能电站放电，提升新能源供电占比；当电网负荷低谷期时，降低新能源电站出力，控制储能电站充电，避免电能浪费。此外，针对电网突发负荷变化，快速调整各电站运行状态，确保电网负荷平衡。

2.2.3 故障协同处置机制

建立多类型新能源电站故障协同处置机制，当某一电站发生故障时，集控中心快速监测故障信息，分析故障影响范围，及时调整其他电站的运行状态，弥补故障电站的出力缺口。同时，推送故障诊断建议至现场运维人员，协调运维资源开展故障处置，缩短故障修复时间，提升整体运行可靠性。

2.3 关键功能实现

2.3.1 数据整合与处理

集控中心接收各新能源电站上传的异构数据后，通过数据清洗、数据转换、数据融合等处理流程，剔除异常数据与冗余数据，将异构数据转换为标准化数据格式，构建统一的数据库。同时，对处理后的数据进行统计分析，生成电站运行报表、出力分析报告等，为调度决策提供数据支撑。

2.3.2 智能调度决策

基于新能源出力预测结果、电网负荷需求与运行约束条件，智能调度模块自动生成最优调度方案，明确各新能源电站的出力计划、储能电站的充放电计划，并通过网络层下发至各电站终端。同时，支持调度人员人工干预，可根据实际运行情况调整调度方案，确保调度决策的灵活性与准确性。

2.3.3 集中监控与管理

集中监控模块实现对多类型新能源电站运行状态的实时监控，支持设备状态查询、出力数据查看、历史数据追溯等功能。运行人员可通过监控平台远程控制各电站设备运行，实现远程启停、参数调整等操作，降低人工运维成本。同时，生成设备运行台账与运维记录，为运维管理提供便利。

3 实践案例分析

3.1 案例概况

某区域集控中心项目涵盖风电电站2座、光伏电站3座、储能电站1座，总装机容量500MW。其中，风电电站总装机容量200MW，采用单机容量2.5MW的风电机组；光伏电站总装机容量250MW，采用单晶硅光伏组件与集中式逆变器；储能电站装机容量50MW/100MWh，采用锂电池储能系统。集控中心承担该区域所有新能源电站的集中监控、数据管理与协同调度任务，旨在提升新能源消纳率与运行经济性。该集控中心采用前文所述的协同运行体系与核心技术，搭建了统一的监控与调度平台，实现对各电站运行数据的实时采集与处理、出力预测、智能调度及集中监控等功能。项目于2023年1月建成投运，运行至今整体运行稳定。

3.2 协同运行实施过程

3.2.1 数据采集与整合

各新能源电站安装标准化数据采集终端，采集风机转速、光伏辐照度、储能SOC等关键数据，通过光纤通信网络上传至集控中心。集控中心对上传数据进行清洗、转换与融合处理，构建统一的数据库，实现数据的集中管理与共享。

3.2.2 出力预测与调度方案制定

每天下班前，集控中心通过智能预测模块生成次日风电、光伏出力预测曲线，结合电网负荷预测数据与储能运行状态，构建多目标优化调度模型，生成次日各电站的出力计划与储能

充放电计划。例如，预测次日上午 10-14 时光照充足，光伏出力较高，调度方案制定为光伏电站满发运行，储能电站充电；预测次日夜间风速较大，风电出力较高，电网负荷较低，调度方案制定为风电电站满发运行，储能电站充电。

3.2.3 运行监控与调整

运行期间，集控中心通过集中监控平台实时监测各电站运行状态与出力情况，对比实际出力与计划出力的偏差。当出现偏差时，智能调度模块自动调整调度方案，下发指令至各电站终端。例如，某日中午突发云层遮挡，光伏出力骤降 20%，集控中心立即下发指令控制储能电站放电，弥补光伏出力缺口，确保整体出力稳定。

3.3 运行效果评估

为评估集控中心协同运行效果，对比项目投运前后各指标变化情况，具体评估指标及结果如下表所示。

表 1 运行效果

评估指标	投运前（独立运行）	投运后（协同运行）	提升/下降幅度
新能源消纳率	82%	95%	提升 13 个百分点
出力波动率	25%	8%	下降 17 个百分点
运维成本（元/MWh）	85	62	下降 27%
设备故障停机时间（h/月）	15	4	下降 73%
电网频率波动范围（Hz）	49.5-50.5	49.8-50.2	缩小 60%

由上表可知，集控中心投运后，该区域新能源消纳率显著提升，出力波动率大幅下降，运维成本明显降低，设备故障停机时间大幅缩短，电网运行稳定性显著提升。同时，通过协同运行，每年可减少弃风弃光电量约 1950 万 kWh，增加经济效益约 1170 万元，实现了良好的经济与社会效益。为更直观展示协同运行效果，下图为该区域新能源电站协同运行前后出力波动对比图。

参考文献：

- [1] 田阳.大数据技术在新能源电站智能化运营监管中的应用[J].电站系统工程,2025,41(02):66-68.
- [2] 潘从虎.考虑新能源经济消纳的储能电站电气设备安全运维研究[J].电气技术与经济,2025,(10):216-219.
- [3] 郑昕.新能源电站电气主接线方式优化与工程应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):1-3.
- [4] 田阳.大数据技术在新能源电站智能化运营监管中的应用[J].电站系统工程,2025,41(02):66-68.
- [5] 王威.新能源电站集中智能管理系统设计与运用研究[J].通讯世界,2024,31(12):100-102.

波动对比图。

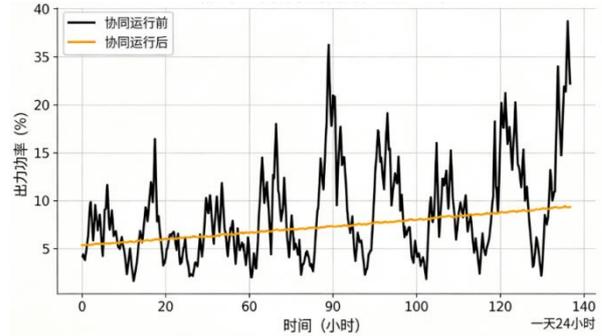


图 2 协同运行前后出力波动对比图

从图中可以清晰看出，协同运行前，新能源电站出力波动剧烈，最大波动幅度达 30%；协同运行后，在储能调节与智能调度的作用下，出力波动幅度控制在 10%以内，出力稳定性显著提升。

3.4 后续运行展望

随着新能源产业的不断发展，多类型新能源电站协同运行将面临更多新的挑战与机遇。下一步可引入人工智能、大数据等先进技术，进一步提升新能源出力预测准确率与智能调度决策的科学性；拓展协同运行范围，实现新能源电站与常规电源、微电网、电动汽车充电站等的多能互补协同运行；完善协同运行标准体系，规范集控中心建设与运行流程，推动协同运行技术的标准化与规模化应用。相信通过持续的技术创新与实践探索，基于集控中心的多类型新能源电站协同运行模式将不断完善，为实现“双碳”目标提供更强有力的支撑。

4 结论

综上所述，本文结合实践案例，深入探讨了基于集控中心的多类型新能源电站协同运行实践路径，集控中心通过数据采集与传输、智能调度与优化、集中监控与预警等核心技术，能够实现对多类型新能源电站的集中管理与协同调度；构建“分层架构、集中管控、分布式执行”的协同运行体系，建立出力互补、负荷响应、故障协同处置等机制，能够有效弥补单一新能源电站运行缺陷；实践案例表明，基于集控中心的协同运行模式可显著提升新能源消纳率、降低出力波动率、减少运维成本、提升电网运行稳定性，具有良好的应用价值。