

# 水电与新能源联合发电系统协同优化生产管理策略

吴永琦

贵州黔源电力股份有限公司, 贵州 贵阳 550002

DOI:10.61369/EPTSM.2025010016

**摘要：**水电与新能源联合发电系统面临新能源间歇性、水电调节复杂及系统协调运行难度大等挑战。为应对这些挑战，需采取协同优化生产管理策略。具体策略包括资源优化配置，通过合理规划实现能源高效利用；联合调度运行，建立统一调度中心，制定灵活调度规则，采用滚动优化方法；技术创新应用，加大储能技术研发投入，推广先进预测技术，探索数字化与智能化技术应用。这些策略将提升联合发电系统性能与竞争力，推动能源转型与可持续发展。

**关键词：**水电；新能源；联合发电系统

## Collaborative Optimization of Production Management Strategy for Hydropower and New Energy Combined Power Generation System

Wu Yongqi

Guizhou Qianyuan Electric Power Co., Ltd. Guiyang, Guizhou 550002

**Abstract：** The combined power generation system of hydropower and new energy faces challenges such as intermittency of new energy, complex regulation of hydropower, and difficulty in coordinated operation of the system. To address these challenges, it is necessary to adopt collaborative optimization production management strategies. Specific strategies include optimizing resource allocation and achieving efficient energy utilization through rational planning; Joint scheduling operation, establishment of a unified scheduling center, formulation of flexible scheduling rules, and adoption of rolling optimization methods; Technological innovation and application, increasing investment in energy storage technology research and development, promoting advanced prediction technology, and exploring the application of digital and intelligent technologies. These strategies will enhance the performance and competitiveness of the combined power generation system, promote energy transformation and sustainable development.

**Keywords：** hydropower; new energy; joint power generation system

随着全球对环境保护和可持续发展的关注度不断提高，能源结构的转型已成为必然趋势。水电和新能源作为清洁能源的代表，在能源供应中占据着越来越重要的地位。然而，水电和新能源在发电特性上存在一定的差异，单独运行面临着诸多挑战。水电与新能源联合发电系统能够实现优势互补，提高能源供应的稳定性和可靠性，降低对传统化石能源的依赖，具有重要的研究价值和实践意义。

### 一、水电与新能源联合发电系统面临的挑战

#### (一) 新能源的间歇性问题

新能源发电功率所呈现出的间歇性与波动性，已然成为当前能源领域亟待解决的关键难题。以太阳能发电为例，其发电效率高度依赖于光照强度和日照时间。在昼夜交替的规律下，夜晚缺乏光照，太阳能发电设备自然无法产生电力；而在白天，光照强度又会受到天气状况的显著影响，阴天、雨天时，云层遮挡阳光，导致光照强度大幅减弱，太阳能发电功率随之急剧下降。此外，不同季节的日照时间差异也十分明显，冬季日照时间短，夏季日照时间长，这种季节性的变化进一步加剧了太阳能发电功率

的不稳定性。风能发电同样面临着间歇性与波动性的挑战。风速和风向是影响风能发电功率的核心因素。风速的大小直接决定了风力发电机叶片的转速，进而影响发电功率。然而，风速并非恒定不变，而是时刻处于变化之中，时而微风拂面，时而狂风大作，这种风速的不稳定使得风能发电功率难以保持稳定输出。风向的不确定性也给风能发电带来了困扰，当风向频繁改变时，风力发电机需要不断调整叶片角度以适应风向变化，这不仅增加了设备的运行损耗，还可能导致发电效率降低。而且，不同地区的风能资源分布不均，某些地区可能长期处于风速较低或风向不稳定的状况，使得当地的风能发电项目难以持续稳定地提供电力。

作者简介：吴永琦（1986.12-），女，汉族，贵州贵阳人，大学本科，高级工程师，主要从事水电与新能源生产技术管理。

## （二）水电调节的复杂性

水电的调节过程犹如在错综复杂的网络中寻找平衡点，受到水资源、水情、水库调度等多方面因素的深度交织影响，每一个因素都如同精密机械中的齿轮，相互咬合、相互制约，共同塑造了水电调节的复杂局面。水资源作为水电发电的基础，其时空分布极不均衡。从时间维度来看，年内不同季节、年际之间的降水量差异巨大，导致河流径流量呈现出显著的丰枯变化<sup>[1]</sup>。在丰水期，大量降水汇聚成汹涌的洪水，为水电站带来了充沛的水源，发电量大幅增加。然而，此时水电站不仅要承担发电任务，还需兼顾防洪、灌溉等综合利用需求。防洪方面，要确保水库有足够的库容来拦蓄洪水，减轻下游地区的防洪灾害压力，这就要求对水库进行合理的蓄水和泄洪调度；灌溉方面，要保障下游农田的用水需求，根据农作物生长周期和土壤墒情，适时适量地放水灌溉。这些综合利用需求之间往往存在矛盾和冲突，如何在水资源有限的情况下，统筹兼顾发电、防洪、灌溉等多重目标，实现水资源的优化配置，是一个极具挑战性的问题。

## （三）系统协调运行难度大

水电与新能源联合发电系统宛如一个庞大且精密的“能源交响乐团”，涵盖了水电站、风力发电场、太阳能光伏电站等多个发电单元，以及水能、风能、太阳能等不同类型的能源。要使这个“乐团”和谐奏响，实现高效、稳定的协调运行，需解决一系列复杂且相互关联的问题。信息共享是系统协调运行的基础，然而目前面临着诸多挑战。不同发电单元的监测设备、数据格式和传输协议存在差异，导致信息难以实现无缝对接和实时共享。例如，水电站的水位、流量等数据与风力发电场的风速、风向数据，以及太阳能光伏电站的光照强度、发电功率数据，在采集、存储和传输过程中，可能因技术标准不统一而出现数据丢失、延迟或错误，影响系统对整体运行状态的准确判断。此外，信息共享还涉及到数据安全和隐私保护问题，如何在保障数据安全的前提下，实现各发电单元之间的信息透明和共享，是一个亟待解决的难题。调度决策是系统协调运行的核心，其复杂性体现在多个方面。一方面，不同类型的能源发电特性差异巨大，水电发电功率相对稳定但受水资源限制，风能发电功率波动频繁且难以预测，太阳能发电功率受昼夜和天气影响显著。如何在这些特性迥异的发电单元之间进行合理的功率分配和调度，以满足电网的负荷需求，同时兼顾能源的高效利用和系统的安全稳定运行，是一个极具挑战性的问题。另一方面，调度决策还需要考虑多种约束条件，如发电设备的运行限制、电网的传输容量限制、能源的环保要求等。这些约束条件相互交织，使得调度决策过程变得异常复杂，需要运用先进的优化算法和智能决策技术，才能实现科学合理的调度。

## 二、水电与新能源联合发电系统协同优化生产管理策略

### （一）资源优化配置策略

在水电与新能源联合发电系统这一复杂且庞大的能源体系

中，资源优化配置策略占据着举足轻重的地位，它是提升能源利用效率、保障电力稳定供应的核心要素与关键路径。

从资源特性角度来看，水电与新能源（如风电、光伏）在时空分布上呈现出显著的差异性与互补性。水电资源主要依赖于流域的水文气象条件，其来水过程具有明显的季节性和年际变化特征，水库库容的调节能力在一定程度上决定了水电的发电出力规模与时间分布。而新能源发电则高度依赖于自然气象因素，风速的随机性、间歇性以及光照强度的不确定性，导致风电和光伏发电功率具有较大的波动性和难以预测性<sup>[2]</sup>。因此，在进行资源优化配置时，必须全面、深入地综合考虑不同能源的时空分布特性。这要求对水电站的水库库容进行精确监测与评估，不仅要了解当前库容状态，还需结合历史数据和气象预报，对未来一段时间的来水情况进行科学预测。同时，对于新能源发电场，要建立完善的气象监测网络，实时获取风速、风向、光照强度等气象数据，并运用先进的气象预测模型，提高对新能源发电功率的预测精度。电力负荷预测是资源优化配置的重要依据，准确的电力负荷预测能够为发电出力的安排提供前瞻性指导，使发电系统能够更好地适应电力需求的变化。随着智能电网技术的发展，电力负荷预测方法不断改进，综合考虑了经济、社会、气象等多方面因素，采用机器学习、深度学习等先进算法，提高了预测的准确性和可靠性。基于电力负荷预测结果，运用先进的优化算法是实现资源优化配置的关键技术手段。这些优化算法包括线性规划、非线性规划、动态规划、智能优化算法（如遗传算法、粒子群算法、模拟退火算法等），它们能够在满足各种约束条件（如发电设备运行约束、电网传输约束、环境约束等）的前提下，寻求水电与新能源发电出力的最优组合，以实现能源利用效率的最大化和发电成本的最小化。

### （二）联合调度运行策略

在水电与新能源联合发电系统的运行管理中，联合调度运行策略占据着举足轻重的核心地位，它是保障整个系统高效协同运作、实现能源优化配置与可靠供应的关键所在。随着能源结构的不断调整和电力需求的日益增长，水电与新能源联合发电系统面临着更为复杂的运行环境和更高的性能要求，因此，构建一套科学、合理且具备高度适应性的联合调度运行策略显得尤为迫切。

从信息整合与共享的角度来看，建立统一的调度控制中心是联合调度运行的基础支撑。该中心应作为一个高度集成的信息枢纽，全面整合水电站、风电场、光伏电站等各类发电单元的运行信息。这要求部署先进的传感器网络和通信技术，对发电设备的运行状态、发电功率、能源储备等关键参数进行实时、精准的监测与采集。通过构建高效的数据传输通道和存储管理系统，确保海量运行数据能够快速、准确地传输至调度控制中心，并进行有序存储和分类管理。在此基础上，运用大数据分析、云计算等先进技术，对运行数据进行深度挖掘和分析，提取有价值的信息，为调度决策提供全面、准确的数据支持<sup>[3]</sup>。同时，为打破各发电单元之间的信息壁垒，实现信息的无缝对接与实时共享，需构建统一的信息交互平台，制定标准化的信息传输协议和数据格式，确保各发电单元能够及时、准确地获取和交换运行信息，为联合

调度决策提供全局视野和协同基础。调度规则的制定是联合调度运行的核心环节，它直接关系到联合发电系统的运行效率和可靠性。由于水电、风电和光伏等不同能源具有截然不同的发电特性，如水电具有较强的调节性能，能够根据电网负荷需求快速调整发电出力；而风电和光伏则具有明显的波动性和间歇性，其发电功率受自然气象条件影响较大。所以说，在制定调度规则时，需充分考虑这些能源特性的差异，并结合电网负荷需求的动态变化和系统安全稳定的约束条件，制定多目标联合调度方案。多目标联合调度方案应涵盖经济性、可靠性、环保性等多个维度，通过构建综合评价指标体系，运用多目标优化算法，如多目标遗传算法、多目标粒子群算法等，在满足各种约束条件的前提下，寻求发电成本最低、能源利用效率最高、污染物排放最少以及系统可靠性最优的调度方案。

### （三）技术创新应用策略

在水电与新能源联合发电系统的协同优化进程中，技术创新无疑扮演着至关重要的角色，是推动系统持续进步与发展的核心驱动力。为了实现系统的高效、稳定运行，并进一步提升其性能与竞争力，必须加大在技术创新应用方面的投入力度<sup>[4]</sup>。

储能技术作为解决新能源发电波动性问题的关键手段，其重要性不言而喻。为此，应着重加大对储能技术的研发投入，涵盖

电池储能、抽水蓄能等多种技术路线。通过深入研究和开发先进的储能装置，实现其充放电过程的高效调节，从而有效平滑新能源发电的波动。具体而言，电池储能技术凭借其快速响应、灵活部署等优势，能够在短时间内进行大量电能的存储与释放，为应对新能源发电的瞬时波动提供有力支持；而抽水蓄能技术则利用水的重力势能进行电能与机械能的相互转换，具有储能容量大、运行寿命长等特点，适用于长期、大规模的储能需求。通过储能装置的合理配置与优化运行，可以显著提高联合发电系统的灵活性和稳定性，确保在各种运行工况下都能保持稳定的电力输出。除了储能技术外，预测技术的准确性和可靠性对于联合发电系统的运行也至关重要。

## 三、结语

水电与新能源联合发电系统在实现能源高效利用的征程中，虽面临新能源间歇性、水电调节复杂及系统协调运行难等挑战，但通过实施资源优化配置、联合调度运行以及技术创新应用等协同优化生产管理策略，可有效提升系统性能。这些策略不仅有助于应对当前挑战，更为系统未来的可持续发展奠定了坚实基础，推动能源结构不断优化，助力清洁能源产业迈向新高度。

## 参考文献

- [1] 贺嘉坤. 基于机器学习的水电能源发电效率预测与优化分析 [J]. 集成电路应用, 2024, 41 (01): 320-321.
- [2] 张阳博, 张帅, 朱燕梅, 黄炜斌, 邓靖微, 曹敏琦. 汛限水位动态控制对水电-新能源互补能力的提升研究 [J]. 四川电力技术, 2023, 46 (06): 15-20.
- [3] 胡人川, 刘俊勇, 刘友波, 刘季昂, 何鑫, 舒俊霖, 宋璐璐. 促进新能源外送的水电-风电联盟备用效益均衡模型 [J]. 电网与清洁能源, 2023, 39 (02): 103-113.
- [4] 张晓良. 新形势下水电新能源企业加强技术监督工作的思考 [J]. 产业创新研究, 2021, (24): 124-126.