

中长期市场下梯级水电运行风险分析方法研究

燕恒

贵州黔源电力股份有限公司，贵州贵阳，550002；

摘要：梯级水电在能源系统中占据重要地位，是支撑能源供给体系稳定运行的关键组成部分。在中长期市场环境的约束与影响下，梯级水电的运行面临双重核心目标。其一为保障能源供给的稳定性，满足社会经济发展对电力资源的基本需求；其二为实现市场效益的最大化，适配市场环境下的资源配置规则。双重目标的叠加，使得梯级水电运行风险呈现出更强的复杂性，同时不同风险之间的关联性也显著提升。文章围绕中长期市场场景下梯级水电运行风险分析方法展开系统性探讨，探讨过程遵循清晰的逻辑框架，结合方法落地应用的实际需求，提出保障方法有效应用的具体方向。相关内容可为精准识别梯级水电运行过程中的各类风险提供思路，为科学评估不同风险的影响程度提供可行路径，最终助力梯级水电在中长期市场环境中实现安全、稳定的运行。

关键词：中长期市场；梯级水电；运行风险；风险分析方法；风险评估；风险识别

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.039

引言

中长期市场具有显著的场景特征，周期长是其首要特征，市场运行周期覆盖较长的时间跨度；影响因素多是其另一核心特征，涵盖经济、政策、能源供需等多个维度。这些特征决定了中长期市场对能源生产主体的运行会产生深度且持续的影响。其中，市场价格的周期性波动、交易规则的阶段性调整，均会直接作用于能源生产主体的运行策略与效益水平，成为影响其稳定发展的关键变量。梯级水电区别于单一水电站，其核心运行模式是依托流域内多座水电站的联动协作，实现水资源与能源的高效转化及输出。在此基础上，还需应对市场环境带来的新增变量，市场交易的规则约束、交易对手的履约能力，以及政策层面的环保要求、能源调控导向等，均成为影响其运行的重要因素。当前，在中长期市场环境下，梯级水电运行的风险管控仍存在短板，核心问题集中于风险识别与风险评估两个环节。风险识别环节存在不全面的问题，部分新增风险或关联风险未被纳入识别范畴；风险评估环节存在不精准的问题，无法准确衡量风险的影响范围与严重程度。这两大问题直接导致风险应对措施制定与实施存在滞后性，无法及时匹配风险演变节奏。此类滞后性会引发多重负面影响，不仅会降低梯级水电的发电效益，破坏能源供给的稳定性，还可能因风险应对不当，打乱流域水资源的调度节奏，加剧流域内发电、防洪、生态等多目标间的调度矛盾。基于此，深入研究中长期市场下梯级水电运行风险分析方法，破解风险识别与评估中的技术难题，已成为保障梯

级水电有效适配市场环境、实现安全与高效协同运行的重要研究课题。

1 中长期市场下梯级水电运行风险分析方法的核心定位与要求

1.1 核心定位

中长期市场下，梯级水电运行风险分析方法的核心定位，是为梯级水电运行风险的全流程管控提供科学、可靠的技术工具。该定位要求方法需实现两大维度的有效衔接，一方面需深度契合中长期市场的场景特性，准确把握市场环境下风险的产生逻辑与表现形式；另一方面需充分遵循梯级水电的运行规律，包括多电站联动规则、水资源调度逻辑等。通过双向衔接，方法需实现风险覆盖的全面性，既不可遗漏市场环境下新增的交易风险、价格风险，也不可忽视水文波动、设备故障等传统风险。同时，通过该方法的实际应用，需将原本模糊、抽象的风险，转化为可系统分析、可定量衡量的具体对象，为后续风险应对策略的制定、风险管控措施的落地提供精准且可靠的依据，避免风险应对的盲目性。

1.2 基本要求

为保障风险分析方法的实用性与科学性，方法应用需满足两大基本要求，二者相互补充、缺一不可。第一为全面性要求，全面性是避免风险遗漏的核心前提。方法需构建多维度的风险分析框架，将可能影响梯级水电运行的风险全部纳入分析范畴，具体涵盖市场维度、水文维度、设备维度、政策维度等。通过多维度覆盖，确

保每一类风险均能被识别与评估,避免因某一维度的缺失,导致关键风险被遗漏,进而引发风险管控漏洞。第二为适配性要求,适配性是确保分析结果贴合实际的关键。方法需充分适配中长期市场“长周期”的核心特征,不可仅聚焦于单一时间节点的风险状态,而需具备捕捉风险演变趋势的能力。通过追踪风险在整个市场周期内的变化轨迹,分析风险强度、影响范围随时间推移的演变规律,确保最终输出的分析结果能够精准匹配梯级水电中长期运行的实际需求。

2 中长期市场下梯级水电运行风险分析的关键方法要点

2.1 风险识别环节方法要点

风险识别是梯级水电运行风险分析的首要环节,该环节需以“多维度梳理+关联分析”为核心方法,实现风险的全面、精准识别。在多维度梳理层面,核心逻辑是按风险来源的类别,对梯级水电运行风险进行系统性拆解,确保每一类风险均有明确的归属与界定。具体而言,市场维度需聚焦与市场交易相关的风险,重点关注市场价格的周期性波动风险、交易对手的履约违约风险等;水文维度需聚焦与水资源相关的风险,重点关注流域来水总量的丰枯波动风险、来水时序的错位风险等;设备维度需聚焦与硬件设施相关的风险,重点关注电站机组的故障停机风险、输电线路的损坏停运风险等;政策维度需聚焦与制度规则相关的风险,重点关注环保政策的调整风险、能源调控政策的变动风险等。在关联分析层面,核心逻辑是打破单一维度风险的孤立认知,分析不同维度风险之间的相互作用与影响关系。通过梳理风险之间的触发与传导路径,明确某一维度风险发生后,可能引发的其他维度风险,避免因孤立识别风险,导致对风险复杂性的认知偏差,确保风险识别结果更贴合实际运行中的风险特征。

2.2 风险评估环节方法要点

风险评估是梯级水电运行风险分析的核心环节,该环节需以“量化测算+趋势预判”为核心方法,实现风险影响的精准衡量与未来演变的科学预判。在量化测算层面,核心逻辑是将抽象的风险转化为可量化的指标,通过指标测算明确风险等级。首先需结合中长期市场特征与梯级水电运行需求,选取适配的风险评估指标,指标需能够准确反映风险的发生概率与影响程度。其次需结合中长期市场的完整周期,对各类风险的发生概率、影响范围及损失程度进行精准测算。最后根据测算结果,

将风险等级划分为高、中、低三个层级,通过等级划分实现风险的可视化呈现,便于直观掌握不同风险的严重程度。在趋势预判层面,核心逻辑是基于历史与预测数据,推导风险在中长期周期内的演变方向。需充分整合两类数据,一类是历史运行数据,包括历史水文数据、历史市场交易数据等;另一类是未来预测数据,包括市场趋势预测信息、流域水文情势预测信息等。基于两类数据的综合分析,预判各类风险在不同时段的演变趋势,尤其需关注不同维度风险的叠加效应,如预判某一时间段内流域来水偏枯风险,与市场电力价格走高风险叠加后,对梯级水电效益与供给能力的综合影响,为提前制定针对性的风险应对策略提供科学支撑。

3 中长期市场下梯级水电运行风险分析方法应用的保障方向

3.1 强化数据支撑能力

数据是风险分析方法有效应用的基础前提,数据的完整性与精准性,直接决定风险识别的全面性与风险评估的准确性。因此,需优先构建多源数据整合体系,打破不同数据来源的壁垒,实现数据的集中汇聚与统一管理。该体系需同步收集多类关键数据,包括中长期市场的交易价格数据、交易量数据,流域内的水文实时监测数据、历史水文数据,梯级水电各电站的机组运行数据、设备维护数据,以及相关的环保、能源调控等政策文件信息。同时,需建立数据动态更新机制,确保各类数据能够实时反映最新情况;建立数据质量核查机制,排查并修正数据偏差,确保数据精准可靠,从根本上避免因数据缺失或偏差,导致风险识别不全面、风险评估结果失真的问题。

3.2 优化方法动态调整机制

中长期市场环境与梯级水电运行条件均处于动态变化之中,市场规则可能随政策导向调整,水文情势可能随气候特征变化,这些变化均会导致梯级水电运行风险的类型与特征发生改变。基于此,需建立风险分析方法的动态调整机制,避免方法固化导致的分析滞后。调整机制需明确定期评估与优化的周期,在每个周期内,需结合三方面因素开展方法优化:一是中长期市场规则的更新情况,新增或调整的规则需对应新增或优化风险分析维度;二是流域水文情势的变化特征,水文规律的改变需对应调整水文风险的识别与评估方式;三是过往风险应对的实际效果,根据应对效果验证方法的合理性,对存在偏差的环节进行修正。通过持续优化,确保风险

分析方法始终适配梯级水电的实际运行场景。

3.3 推动多主体协同应用

梯级水电的运行并非单一主体可独立完成,其涉及多类主体的协同配合,包括梯级水电发电企业、电力市场交易机构、流域水资源管理部门等,不同主体掌握不同维度的风险信息,具备不同的风险管控职责。因此,需推动风险分析方法在多主体间的协同应用,打破单一主体的信息壁垒与分析局限。一方面需建立风险信息共享机制,推动各主体将自身掌握的风险数据与信息实时共享,确保风险分析所需的信息全面完整;另一方面需建立分析结果互通机制,各主体基于统一的分析方法开展风险分析后,及时互通分析结果,共同研判整体风险态势。通过多主体协同,整合各主体的优势资源,提升梯级水电运行风险的整体管控效率与效果。

3.4 中长期市场下梯级水电运行风险分析方法应用的协同保障细化

推动风险分析方法在多主体间的协同应用,需以清晰的权责界定为前提,首要任务是明确各参与主体在协同过程中的权责边界。通过边界界定,清晰划分不同主体的工作范畴与责任归属,既避免出现多个主体权责交叉、重复履职的情况,也防止出现部分协同环节无人负责、权责空缺的问题,为协同应用的有序推进奠定基础。在数据共享层面,各主体需按职责分工主动输出核心信息,为风险分析提供全面数据支撑。其中,梯级水电发电企业需发挥运行数据供给核心作用,主动共享两类关键数据,一是梯级水电各电站的设备运行数据,涵盖机组运行参数、故障记录等;二是梯级水电的发电调度数据,包括调度计划、出力调整记录等,通过两类数据为风险识别提供硬件状态与运行过程层面的支撑。电力市场交易机构需承担市场信息传递职责,及时同步与风险分析相关的市场信息,重点包括两方面内容,一是中长期市场规则的更新信息,确保规则调整后风险分析维度可同步优化;二是市场价格波动的预测信息,涵盖价格变动趋势、影响因素等,通过两类信息补充市场维度的风险数据,完善风险分析的数据体系。流域管理部门需履行流域信息共享责任,主动共享与梯级水电运行相关的流域信息,核心包括两类内容,一是流域水文实时监

测数据与历史水文数据,为水文维度风险识别提供依据;二是流域水资源调度计划,明确水资源分配原则与调度节奏,通过两类信息完善水文风险与生态风险相关的数据,进一步提升风险识别的全面性。

4 结语

中长期市场下梯级水电运行风险分析方法,是一项需多环节协同支撑的系统性技术体系,需构建“定位与要求-关键方法-应用保障”相互衔接、相互支撑的完整框架。其中,精准的核心定位与明确的基本要求,为风险分析方法的构建与应用提供方向指引,确保方法不偏离梯级水电风险管控的核心目标;全面的风险识别方法与科学的风险评估方法,是整个分析体系的核心内容,通过两大环节方法的精准应用,可实现风险的全面识别与精准衡量;强化数据支撑、优化动态调整、推动多主体协同,是保障方法有效落地的关键,为方法的实用化与长效化提供坚实支撑。通过规范应用该风险分析方法,可帮助相关主体全面掌握梯级水电运行风险的来源、影响程度及演变趋势,为制定针对性的风险应对措施提供科学依据。这不仅能够助力梯级水电更好地适配中长期市场环境,在保障能源供给稳定的同时提升发电效益,也能为流域内能源资源与水资源的协同调度提供支撑,进而维护整个电力能源系统的稳定运行。

参考文献

- [1]于淳蛟,张璐.水库中长期径流预报及短期优化调度研究[J].陕西水利,2024,(02):45-47.
- [2]林志友,张立飞,吴巧等.集合预报在南盘江流域中长期径流预报中的应用研究[J].大坝与安全,2022,(03):42-45+64.
- [3]贾本军.水电站水库特性解析与隐随机优化调度方法研究[D].华中科技大学,2022.
- [4]廖一铭,马光文,朱燕梅,等.不同场景下风光接入对梯级水电站日运行规律影响[J/OL].中国农村水利水电,1-17[2025-05-17].
- [5]陈实,唐国登,刘艺洪,等.基于条件风险强化学习的梯级水光蓄联合优化调度[J/OL].电力建设,1-14[2025-05-17].