

水利水电工程地下水环境影响评价关键问题研究

周立凯、孙玉凤

摘要：地下水环境影响评价是水利水电工程生态环境管控的核心环节，直接决定工程建设的科学性与区域水文生态的稳定性。现行地下水环境评价导则对水利水电工程的针对性指导不足，在影响识别、现状调查、水量水位预测、风险研判等环节存在短板，难以适配水利工程区段性、系统性的地下水扰动特征。本文依托现行评价规范与工程实践，梳理水利水电工程地下水环境影响的基本特征，系统剖析评价工作中的核心关键问题，结合工程运行机理与评价体系短板，提出针对性优化路径与完善对策。研究成果可弥补现行评价体系的适用缺陷，为水利水电工程地下水环境精准评价、生态风险防控及绿色工程建设提供技术参考。

关键词：水利水电工程；地下水环境；环境影响评价；水文扰动；生态风险防控

1 引言

水利水电工程具有线路跨度长、扰动范围广、水文干预性强的特点，工程建设与运行会显著改变区域地下水动力场、水化学场及径流循环规律，易引发地下水位异常波动、水质恶化、库区渗漏、土壤次生盐渍化等生态环境问题。地下水环境影响评价是预判、管控工程生态风险的核心技术手段，也是水利工程环评体系的重要组成部分。

当前国内地下水评价主要依据现行环境影响评价技术导则开展，但导则多偏向工矿类建设项目，针对水利水电工程线状分布、分段扰动、长期蓄水调控的工况适配性不足。评价工作普遍存在影响识别不全面、水量水位预测缺失、分区评价精度不足、风险预判滞后等问题，导致部分工程地下水环境风险管控不到位。基于此，本文聚焦水利水电工程地下水环评的关键痛点，梳理核心问题并提出优化策略，助力完善水利工程地下水环境评价技术体系。

2 水利水电工程地下水环境扰动特征

水利水电工程涵盖库区、坝址、输水隧洞、渠道等多个区段，不同施工与运行单元对地下水环境的扰动模式存在显著差异，整体呈现分段性、长期性、连锁性的扰动特征。

库区蓄水阶段会抬升周边地下水位，改变地下水补给排泄关系，引发地下水逆向补给，易造成库区周边土壤浸没、盐渍化及浅层地下水水质异变。坝址及枢纽工程施工会扰动深部含水层结构，破坏原有水文地质平衡，诱发坝基渗漏、绕坝渗漏等问题。输水隧洞开挖会穿越不同含水层，打破地下水隔水边界，造成地下水漏失、含水层贯通，引发区域地下水位下降。线性输水工程会改变沿线地下水径流路径，形成带状水文扰动区，影响范围具有延伸性与持续性。

区别于点状工矿项目，水利水电工程地下水扰动覆盖范围广、滞后效应明显，短期施工扰动与长期运行影响叠加，对评价工作的系统性、精细化程度提出更高要求。

3 地下水环境影响评价核心关键问题

3.1 工程影响识别体系不完善

现行导则重点聚焦地下水水质影响识别，对水利工程核心的水量、水位扰动识别存在缺失。多数评价工作仅侧重污染物迁移、水质污染风险分析，忽视蓄水抬升、隧洞疏干、径流改道引发的地下水位变化、水量失衡等核心影响。同时，评价未区分不同工程区段的差异化扰动特征，库区、隧洞、渠道的影响类型与强度划分模糊，导致影响识别针对性不足，无法全面反映工程地下水环境扰动全貌。

3.2 现状调查精度与分区适配性不足

水利工程线路跨度大，水文地质条件空间异质性较强，但多数评价项目采用统一化调查标准，未依据工程扰动强度开展分区精细化勘查。对岩溶区、破碎带、松散堆积层等特殊水文地质单元调查深度不足，难以精准识别渗漏通道、地下水富集带及脆弱含水层。现状监测点位布设均匀性不足，浅层地下水监测居多，深部含水层监测缺失，无法支撑全域地下水环境评价工作。

3.3 水量水位预测评价体系缺失

现行评价导则侧重于地下水水质预测，未明确水利工程地下水水量、水位变化的预测方法与评价标准。水利工程对地下水的核心影响为动力场改变，水位抬升或下降是诱发各类生态问题的根源，但现阶段多数评价工作仅定性描述水位变化趋势，缺乏定量预测分析。水量平衡、径流调控、含水层疏干等关键

指标预测缺失，导致评价结论无法有效支撑地下水水文生态风险管控。

3.4 长期生态风险预判与管控薄弱

现有评价多聚焦施工期短期环境影响，对工程运行期长期、滞后性的地下水生态风险预判不足。库区长期蓄水引发的次生盐渍化、沼泽化，隧洞长期渗漏引发的含水层衰减，地下水径流改变诱发的植被退化、湿地萎缩等长效风险，未纳入系统评价范畴。同时，缺乏动态跟踪评价机制，工程运行后的地下水环境演变趋势无法持续把控，风险管控存在滞后性。

4 地下水环境影响评价优化对策

4.1 构建分区差异化影响识别体系

依据水利工程不同区段的扰动特征，建立分段分类的地下水影响识别框架。库区重点识别水位抬升、浸没影响、水质淤积污染风险；坝址重点识别坝基渗漏、绕坝渗漏及深部含水层扰动风险；隧洞及输水线路重点识别地下水疏干、含水层贯通、漏失风险。同步完善评价指标体系，将地下水水位、水量、径流速率等动力指标与水质指标协同纳入评价范围，实现水质水量一体化影响识别。

4.2 提升分区现状勘查与监测精度

结合工程沿线水文地质差异，实施分区精细化勘查。针对岩溶发育区、断裂破碎带、生态敏感区等重点区域加密勘查点位，查明含水层结构、隔水层分布、地下水补给排泄条件。优化监测网络布设，兼顾浅层与深部含水层监测，实现工程扰动区全覆盖。建立水文地质参数数据库，精准获取渗透系数、孔隙度、水力梯度等关键参数，为后续预测评价提供基础数据支撑。

4.3 完善水量水位定量预测评价机制

补充水利工程专属的地下水水量、水位预测内容，改变单一水质评价的局限性。结合工程蓄水调度、输水运行工况，定量模拟不同运行阶段的地下水位变幅、水量盈亏及径流变化规律。建立水位变幅阈值评价标准，界定安全扰动区间与风险扰动区间，精准预判浸没、疏干、渗漏等问题的影响范围与危害程度，形成水质、水量、水位三位一体的评价体系。

4.4 建立全周期动态风险评价体系

构建施工期、运行期全周期跟踪评价机制，重点关注运行期滞后性地下水

生态风险。将土壤盐渍化、区域缺水、生态湿地退化、地下水系统失衡等长效问题纳入评价范畴。建立常态化动态监测与复盘机制，根据工程运行工况与地下水环境演变趋势，持续更新评价结论，动态优化防控措施，实现地下水环境风险的全过程管控。

5 结论

水利水电工程地下水环境影响评价具有系统性、长期性、分区性的特点，现行评价体系因导则适配性不足，存在影响识别片面、勘查精度不足、水量水位预测缺失、长效风险管控薄弱等关键问题，难以满足工程生态环境保护需求。

通过构建分区差异化影响识别体系、提升精细化勘查监测水平、完善水量水位定量预测机制、建立全周期动态评价体系，可有效弥补现有评价工作的短板，精准把控水利工程对地下水动力场与水化学场的扰动规律。研究结论能够完善水利水电工程地下水环境评价技术体系，为工程生态合规建设、地下水生态保护及区域水资源可持续利用提供技术支撑。

参考文献：

[1]陈舟,王锦国,张延杰,等. 水利水电工程地下水环境影响评价关键问题及案例分析[J]. 河海大学学报（自然科学版）, 2023, 51(3):48-55