水利工程对水文水资源的影响探讨

韩轶菲 冯军磊

黄河水利委员会三门峡库区水文水资源局 河南 三门峡 472000

摘要: 水利工程在社会发展中作用重大,但也对水文水资源产生多方面影响。在影响机制上,它改变水文循环,影响蒸发、径流和降水;对水资源量有蓄水调节、跨流域调水等作用,也存在蒸发和渗漏损失;会影响水质,有改善也有污染风险;还对生态系统产生间接影响,如影响生物多样性等。评估方法包括运用水文模型模拟工程影响、采用多种水质评价方法判断水质变化,以及通过生态系统服务功能评估等方法评价生态影响,以科学认识和应对这些影响。

关键词: 水利工程;水文水资源;影响

引言:水是生命之源,是人类社会生存和发展的基础性资源。然而,水资源时空分布不均的特性,使得人类对其合理调配和利用的需求愈发迫切,水利工程应运而生。近年来,各类水利工程建设不断推进,在一定程度上缓解了水资源供需矛盾。但与此同时,水利工程也不可避免地对水文水资源产生了诸多影响,涉及水文循环、水资源量、水质以及生态系统等多个方面。深入探讨这些影响,对于科学规划水利工程、保障水资源可持续利用具有重要的现实意义。

1 水利工程概述

水是生命之源,是人类生存和发展不可或缺的资源。然而,自然界的水资源分布不均且变化无常,为了控制水流、防止洪涝灾害,并实现水资源的合理调配和利用,水利工程应运而生。水利工程是用于控制和调配自然界的地表水和地下水,以达到除害兴利目的而修建的工程。其涵盖范围广泛,按目的或服务对象可分为多种类型。防洪工程能抵御洪水侵袭,保护人民生命财产安全;农田水利工程为农业生产提供灌溉和排水保障,助力粮食丰收;水力发电工程将水能转化为电能,是清洁能源的重要来源;航道和港口工程改善航运条件,促进贸易往来;城镇供水和排水工程满足工业和生活用水需求,同时处理污水和雨水;水土保持工程和环境水利工程则致力于防止水土流失和水质污染,维护生态平衡。水利工程的实现依赖于各类水工建筑物。挡水建筑物如大坝、河堤,可阻挡或拦束水流,调节上游水位;泄水建筑物像溢洪道、水闸,能安全可靠地放泄多余或需要的水量;专门水工建筑物包括水力发电站、升船机和各种输水渠道等,各自发挥着独特的功能^[1]。水利工程对环境的影响具有两面性。积极方面,它能有效调节水资源时空分布,改善区域供水条件,促进农业、工业

和航运发展。例如,水库可在丰水期蓄水,枯水期放水,保障用水稳定。消极方面,也可能带来一些问题。如库区淹没会导致耕地、生活区和名胜古迹被淹,引发移民问题;岸坡浸水后可能出现滑坡、坍岸现象;水库淤积会减少库容;还可能影响水温、水质、气象和卫生条件等。

2 水利工程对水文水资源的影响机制

2.1 对水文循环的影响

2.1.1 对蒸发环节的影响

水利工程建设,尤其是大型水库的修建,显著改变了区域的蒸发状况。水库形成后,水面面积大幅增加,相较于原来的陆地或小面积水域,蒸发面增大,蒸发量也随之上升。这是因为广阔的水面直接暴露在空气中,在阳光照射和风力作用下,水分更容易从液态转化为气态进入大气。而且,水库周边的空气湿度也会因水面蒸发而增加,进一步影响局部气候。例如,一些大型水库周边地区的空气相对湿度明显高于未建水库的区域,这对当地的生态环境和农业生产都可能产生一定影响。

2.1.2 对径流过程的影响

水利工程对径流过程的影响十分复杂。一方面,水库等蓄水工程在洪水期可以拦蓄洪水,削减洪峰流量,使下游河道的径流过程变得平缓。这有助于减轻洪水对下游地区的威胁,保护人民生命财产安全。另一方面,在枯水期,水库可以放水补充下游河道的水量,维持河道的基本生态流量。然而,这种人为的径流调节也可能改变河流的自然节律。比如,一些洄游性鱼类依赖河流的自然径流变化进行繁殖和迁徙,水利工程对径流的改变可能会干扰它们的生存和繁衍。

2.1.3 对降水分布的影响

水利工程在一定程度上会影响降水的分布。大型水

库的存在使得局部地区的下垫面条件发生改变,水面的蒸发增加了空气中的水汽含量。当这些水汽在合适的气象条件下,可能会形成更多的降水。一般来说,水库周边地区的降水量可能会有所增加。此外,水利工程还可能影响局地的风场和气流运动,从而改变降水的空间分布。例如,水库的建设可能会导致周边地区的风向和风速发生变化,使得降水在不同区域的分配更加不均匀。

2.2 对水资源量的影响

水利工程的建设与运行会从多个方面对水资源量产生复杂且深远的影响,具体表现如下:(1)蓄水调节:水利工程中的水库等蓄水设施,能在丰水期拦截大量来水,将水资源储存起来。这使得原本可能流失的水量得以保留,增加了区域内可利用的水资源总量。例如,在雨季时,水库可蓄积多余的雨水,避免其直接流入海洋而浪费。(2)跨流域调水:跨流域调水工程能够打破水资源的地域分布限制,将水资源丰富地区的水调往缺水地区。像南水北调工程,把长江流域的水调至华北和西北地区,有效增加了受水区的水资源量,缓解了当地的用水紧张局面。(3)蒸发损失:大型水库等水利设施形成大面积的水面,会导致蒸发量显著增加。这部分蒸发掉的水量无法被有效利用,从而减少了实际可利用的水资源量。(4)渗漏损失:水利工程在建设和运行过程中,可能存在一定的渗漏现象。水通过堤坝、渠道等设施的缝隙渗漏到地下,造成水资源的损失,降低了水资源的有效利用量。(5)用水结构改变:水利工程的建设会影响用水结构。例如,灌溉工程的完善可能使农业用水增加,而工业和生活用水的分配可能相应调整,从而改变了水资源在不同领域的使用量。

2.3 对水质的影响

水利工程对水质的影响具有多面性,既存在积极作用,也可能带来一些负面效应。积极方面,水利工程可在一定程度上改善水质。水库等水利设施能使水流流速减缓,促使水中的泥沙等悬浮颗粒沉淀,降低水体的浑浊度。同时,在水量调节过程中,通过放水增加河流流量,对污染物起到稀释作用,减少污染物浓度。比如一些城市周边的小型水利工程,在枯水期放水能有效缓解河流污染压力。然而,水利工程也可能对水质产生不利影响。水库等相对封闭的水体,水流缓慢,周边农业面源污染和生活污水排放易导致营养物质积累,引发富营养化现象,影响水质和水资源利用价值^[2]。此外,水库蓄水后会出现水温分层现象,泄水时水温变化可能影响冷水性鱼类生存环境,破坏河流生态系统生物多样性,间接影响水质。而且,水利工程施工过程中产生的废水、

废渣等污染物若处理不当,也会直接污染水体。

2.4 对生态系统的间接影响

水利工程对生态系统的间接影响广泛且复杂。在生物多样性方面,水利工程改变了水流和水位,影响了生物的栖息地。例如,水库蓄水淹没大片土地,使陆生生物的栖息地丧失,一些物种可能因此数量减少甚至灭绝。同时,河流生态系统的改变也影响了水生生物的生存,洄游鱼类的通道被阻断,繁殖和迁徙受到阻碍,导致种群数量下降。对土壤环境而言,水利工程可能引发土壤次生盐碱化。灌溉工程若不合理,会使地下水位上升,水分蒸发后盐分在土壤表层积累,破坏土壤结构,影响农作物生长。在气候调节上,大型水库增加了水域面积,改变了局部地区的下垫面条件,可能影响区域气候。蒸发量增加会使空气湿度上升,降水模式也可能发生改变,进而影响周边生态系统的稳定性。水利工程还会影响生态系统的物质循环和能量流动,水流的改变影响了营养物质的输送和分布,破坏了生态系统原有的平衡,对整个生态系统的功能和结构产生深远的间接影响。

3 水利工程对水文水资源影响的评估方法

3.1 水文模型的应用

3.1.1 模型构建原理

水文模型构建是一项复杂且严谨的工作,其基础是对水文过程的深入洞察与数学抽象。在构建过程中,需综合考量降雨、蒸发、径流、下渗等多个关键水文要素,以及它们之间错综复杂的相互关系。为精准把握这些要素的变化规律,需要收集大量的历史水文数据,运用合适的数学方程和算法进行分析。以水量平衡原理为例,可构建描述地表水、土壤水和地下水之间转化的方程,清晰展现不同水体间的动态变化。与此同时,地理信息系统(GIS)和遥感技术的结合应用也至关重要。借助这些技术,能够获取地形、地貌、土地利用等详细信息,为模型提供更准确的参数。通过这些努力,最终建立起的数学模型能够模拟复杂的水文过程,为水利工程规划、水资源管理等提供科学依据,助力实现水资源的合理利用与可持续发展。

3.1.2 模拟水利工程影响

水文模型可以模拟水利工程对水文水资源的多方面影响。对于水库工程,模型能模拟其蓄水、放水过程对上下游水位、流量的影响。在洪水期,模拟水库拦蓄洪水后,下游河道洪峰流量的削减情况;在枯水期,模拟水库放水对下游生态流量的补充。对于跨流域调水工程,模型可以预测调水后受水区和水源区的水资源量变化,以及对周边生态环境的潜在影响,为工程决策提供

科学依据。

3.1.3 模型验证与校准

为确保水文模型的准确性和可靠性,需要进行验证与校准。验证是将模型模拟结果与实际观测数据进行对比,检查模型是否能合理反映真实的水文过程。校准则是通过调整模型参数,使模拟结果与观测数据达到最佳拟合。通常采用历史数据进行多次模拟和调整,不断优化模型参数。同时,还会利用不同时期、不同区域的数据进行验证,以检验模型的通用性和稳定性,保证模型能准确评估水利工程对水文水资源的影响。

3.2 水质评价方法

水质评价方法在评估水利工程对水文水资源影响中至关重要。单因子评价法较为简单直接,它选取对水质影响较大的单个因子,如化学需氧量、氨氮等,将其浓度与相应的水质标准进行对比,以此判断水质类别。该方法能快速明确主要污染物,但无法综合反映整体水质状况。综合指数评价法综合考虑多个水质指标,通过计算综合指数来评价水质。它将不同指标的监测值进行标准化处理,再根据一定的权重计算出综合指数,指数越高表明水质越差。这种方法能全面反映水质的综合情况,但权重的确定存在一定主观性。模糊数学评价法考虑了水质评价中的模糊性,运用模糊集合理论对水质进行评价^[3]。它将水质指标的实测值与各级水质标准进行模糊关系运算,得出水质属于各个级别的隶属度,从而确定水质等级。该方法能更客观地反映水质的真实状况,尤其适用于水质边界模糊的情况。

3.3 生态影响评价方法

评估水利工程对水文水资源的生态影响,需要运用多种科学的评价方法,具体如下:(1)生态系统服务功能评估法:该方法聚焦于水利工程对生态系统各项服务功能的影响,如水源涵养、土壤保持、生物多样性维护等。通过量化这些服务功能的变化,能直观了解工程对生态系统的综合影响,为生态保护和修复提供依据。

(2)生物多样性评价法:主要关注水利工程建设前后生物种类、数量和分布的变化。通过调查和监测动植物种群,分析工程对生物栖息地的破坏或改善情况,判断其对生物多样性的影响程度,以制定针对性的保护措施。

(3)景观生态学方法:从景观尺度出发,研究水利工程对生态景观格局和过程的影响。分析景观破碎化、连通性等指标的变化,评估工程对生态系统稳定性和生态过程的干扰,为优化工程布局提供参考。(4)生态风险评估法:识别水利工程可能带来的生态风险,如物种灭绝、生态系统退化等。通过评估风险发生的概率和后果,制定相应的风险应对策略,降低工程对生态环境的潜在威胁。(5)专家评估法:组织相关领域的专家,依据他们的专业知识和经验,对水利工程的生态影响进行综合评价。专家们可以考虑到各种复杂因素和不确定性,提供全面、深入的评估意见。

结语

未来,在水利工程规划、建设和运行的全流程中,需高度重视其对水文水资源的综合影响。规划阶段,应运用先进的评估方法,如水文模型、水质与生态影响评价等,全面考量工程可能带来的利弊,科学选址与布局。建设时,采用环保材料与工艺,减少施工对周边水文环境的破坏。运行中,建立动态监测体系,实时掌握水文水资源变化,及时调整调度方案。通过这些有效应对措施,最大程度降低水利工程的不利影响,实现水利工程建设与水文水资源保护的协调共进,保障水资源可持续利用与生态环境稳定。

参考文献

- [1]刘康.水文水资源管理在水利工程中的有效应用[J].珠江水运,2022(01):71-72.
- [2]李才英,王宇佳.水文与水资源管理在水利工程中的应用探讨[J].水利科学与寒区工程,2022,5(03):70-71.
- [3]刘辉.水文水资源管理在水利工程中的应用[J].造纸装备及材料,2021,50(02):121-122+152.