

水文水资源管理在水利水电工程中的应用

董航 赵力

昆明龙慧工程设计咨询有限公司，云南昆明，650200；

摘要：在水利水电工程中，水文水资源管理贯穿于工程建设和运行的全过程，对于保障工程的安全稳定运行、提高水资源利用效率、保护生态环境具有重要意义。加强水文水资源管理在水利水电工程中的应用研究，不仅有助于解决当前水资源面临的严峻问题，推动水利水电工程的可持续发展，还能为实现经济社会与水资源、生态环境的协调发展提供有力支撑。基于此，本文就水文水资源管理在水利水电工程中的应用进行简要探讨。

关键词：水文水资源管理；水利水电工程；应用

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.035

1 水文水资源管理概述

1.1 内涵与目标

水文水资源管理工作是依靠法律、行政、经济和技术等手段来对水资源的开发、利用、保护及管理工作进行综合统筹与协调的工作，用水文资源方法对水量、水质、时距、空距等方面要素开展监测、分析，并采取措施合理加以调节、控制的一种活动，最终达到水资源的永续利用的目的。其目标主要包括以下几个方面：一是保障水资源的合理分配，满足社会经济发展各领域对水资源的需求；二是保护水资源的质量，维护水生态系统的平衡与稳定；三是提高水资源的利用效率，减少浪费，实现水资源的高效利用；四是增强应对水旱灾害等突发事件的能力，降低灾害损失，保障人民生命财产安全。

1.2 主要任务

水文水资源管理工作有以下任务：一是开展水文监测和数据采集工作，在较大的范围内建立完整的水文监测站网，进行长期、连续、准确地观测降水、蒸发、水位、流量、水质等各种水文要素，获得大量可靠的原始资料；二是做好水文数据传输、存储工作，保存好可靠的数据；三是做好水资源评价工作，应用已经掌握的水文资料，对区域内的水资源数量、质量、可利用量、时空分布特征等方面进行全面评价，为合理开发利用水资源提供可靠依据；四是做好水资源规划工作，根据水资源评价的结果，依照社会经济发展规划及生态保护的要求，制订出符合当地的水资源开发利用规划，明确定目标、定任务、定方向、定措施。

2 水文水资源管理在水利水电工程中应用面临的挑战

2.1 气候变化对水文水资源的影响

随着全球气候变化越来越剧烈，降水和径流的变化给水利水电工程带来了很大的影响。在降水方面，气候变化会使降水模式发生变化，一部分地区的降水量增多，而另外一部分地区的降水量减少，各地区降水分布更加不均。例如，在一些原本干旱的地区，降水量可能进一步减少，加剧水资源短缺的问题；而在一些湿润地区，降水量可能大幅增加，引发洪涝灾害的频率和强度上升。据相关研究表明，在过去的几十年里，全球范围内极端降水事件的频率和强度都呈现出上升趋势，这给水利水电工程的防洪安全带来了巨大挑战。

径流方面，由于降水量的变化会直接引起河川径流发生变化，从而使水利水电工程来水条件变得非常复杂而且不确定，所以，水利水电工程入库径流在来水总量不变的情况下会随降水量的变化而变化，水利水电工程来水若是入库径流减少了，则会导致水利工程蓄水不足，不能满足发电、供水等工作所需；若水利水电工程入库径流多了，则有可能会超过水库的设计防洪标准，从而加大了水库发生溃坝事故的风险概率。气候变化还会导致河水位以及流量的过程发生变化，会对水电站的水能利用效率造成影响，在降水量不稳定的情况下，水电站机组不能保持处于最优工作状况下，易导致电站发电率的降低，同时还会增加发电设备的磨损度及修理费等，所以说需根据实际来进行工作。

2.2 水资源污染与生态破坏问题

据有关部门统计分析，我国每年向江河湖泊等水体

排放工业废水、生活污水达上百亿吨，其中很多河湖水库均不符合水功能区的水质要求，已经被严重污染了。水污染会危害人们的身体健康，严重影响农业生产、工业生产，并且会对水利水电工程正常的运行产生很大的威胁，如果受污染的水源进入到水轮机等机电设备中后，会造成这些设备被加速腐蚀及磨损，使机电设备的寿命缩短及运用效率下降，同时，水污染又会引起水库水体富营养化，促使藻类植物大量滋生，造成水库水质变坏与生态破坏。

在生态破坏方面，水利水电工程建设与运行活动对

河流自然生态环境会产生不良的影响，从而使得生态系统出现不平衡状态。水库大坝的修建会阻隔河流连续性，对鱼类等水生动物的洄游和繁殖产生影响，破坏水生态系统的食物链及生物多样性；水库蓄水会造成大量土地和植被被淹没而失去栖息地，生物种类减少。此外水利水电工程建设运行还会改变河流水流、水位、水温等水文情势，如改变河流旁湿地、河滩等生态系统结构。部分水库由于发电需要不断加大泄流，在发电过程频繁调峰放量，造成下游河流不能满足生态基流的需求，致使河流干枯、湿地退化、生态功能遭到破坏。如表1所示。

表1 水资源污染与生态破坏的具体表现

问题类别	具体表现	核心影响	典型案例/数据支撑
水资源污染	①工业废水、生活污水未经处理直接排放；②农业面源污染（化肥、农药流失）；③水体富营养化引发藻类大量繁殖。	①危害人体健康，影响农业灌溉与工业生产；②加速水电站水轮机等设备腐蚀磨损，降低寿命与效率；③超出水功能区水质标准，破坏水库水质。	①我国每年工业+生活污水排放量达数百亿吨；②多地河流、湖泊（如部分流域支流）水质超标，水库富营养化频发。
生态破坏	①大坝阻断河流连续性，影响水生生物洄游繁殖；②工程运行改变河流水文情势（流量、水位、水温）；③过度调节流量导致下游生态基流不足。	①破坏水生态系统食物链，减少生物多样性（如鱼类种群下降）；②陆生生物栖息地减少，生态系统失衡。	①部分大坝阻断洄游鱼类通道，导致特有鱼种数量锐减；②部分水库下游因生态基流不足。

2.3 技术与管理水平的限制

现有的水文水资源管理工作水平及技术水平不能完全满足水利水电工程的要求，在技术方面我国在水文监测和水文模型等方面已取得一定成绩，但是同国外相比还存在一定差距，对于一些监测设备的精度和可靠性有待加强，且由于设备老化而出现的数据不稳定和数据传输慢等问题会使数据分析及使用不便。

从管理上看，水文水资源管理体制不完善，部门间责任不明，缺乏协调合作的配合体制。水利、环保、气象等部门对水文水资源均有涉及，在实际工作中，既相互交叉又存在独立作用部分，但是目前并没有统一有效的协调机制，难以实现信息的及时互通共享，工作效率不够高，在应对水资源污染问题上，水利部门负责水资源的调配、水利工程的运行管理，环保部门负责水污染的监测与治理，但是由于两部门之间交流沟通不畅，导致治理手段措施缺乏通力合作，并不利于资源的妥善处理保护。

3 应对对策

3.1 加强气候变化适应性研究

针对气候变化对水文水资源造成影响这一严峻问题，应加强气候变化对水文水资源影响机理的研究工作，采取相应的适应性对策措施。要加强气候变化对水文水资源的影响机理方面的研究，在有关方面加强研究方面

的资金支持，采用更加先进和完善的监测技术以及模型模拟的方法来剖析出气候变化对降水、径流及蒸发等水文要素的规律性变化，可以在此基础上建立起更为准确的区域气候模型及水文模型，结合实际的生产情况以及未来气候变化的可能性推测出各类地区的水文水资源变化的发展趋势，为其水利水电工程建设工作的开展提供相关的决策参考。要注重对气候变化对于不同类型的水利水电工程影响的研究工作，针对该问题分析并评价出工程的适宜程度和安全度，从而更好的完成相关水利工程的升级改造工作。

关于适应性的措施，在水文水资源发生相应的变的情况下，改变水利水电工程运行管理的方式，针对水库的调度而言，在面对气候变化所引发的来水存在一定的不确定性的情况下，改进水库调度方案，并在此情况下提高水库防洪、发电、供水的能力。在洪水期，适当降低水库的汛限水位，增加防洪库容，以应对可能出现的极端洪水；在枯水期，合理安排水库的放水时间和水量，保障下游生态用水和生活生产用水需求。加强水利水电工程的风险管理，建立健全风险评估和预警机制，制定应急预案，提高应对气候变化引发的各类风险的能力。通过对风险因素进行分析，在水利水电工程中需要防范洪水风险、干旱风险及地震风险等，以及结合风险因素采取防范措施；建立风险预警系统，时刻关注有关信息，并且发布风险预警信息，让相关人员可以提前做好准备。

如表2所示。

表2 影响与适应性策略

类别	细分方向	具体内容	核心目标/作用	技术/方法支撑
加强影响研究	1.作用机制研究	加大对气候变化与水文水资源相互作用机制的投入，分析气候变化对降水、径流、蒸发等水文要素的影响规律。	明确气候变化对水文系统的作用路径，掌握要素变化逻辑，为后续策略制定奠定理论基础。	先进监测技术(如物联网水文监测设备)、模型模拟手段(水文动力学模型)。
	2.变化趋势预测	建立高精度区域气候模型与水文模型，结合历史数据和未来气候变化情景，预测不同区域水文水资源变化趋势。	为水利水电工程规划、设计、运行管理提供科学数据支撑，降低工程决策盲目性。	多情景模拟技术、历史数据挖掘、高精度区域气候-水文耦合模型。
	3.工程影响评估	研究气候变化对不同类型水利水电工程的影响，评估工程适应性与安全性，为工程改造升级提供技术支持。	识别工程在气候变化下的短板，保障工程长期稳定运行，延长工程使用寿命。	工程安全评估模型、适应性评价指标体系、改造升级技术方案论证方法。
制定适应性策略	1.工程运行管理调整	调整水库调度方式，考虑来水不确定性优化方案：洪水期降低汛限水位增防洪库容，枯水期合理安排放水保障生态与生产生活用水。	提升水库防洪、发电、供水综合能力，平衡多目标需求，应对水文情势波动。	动态调度模型、多目标优化算法、实时水文监测数据反馈机制。
	2.风险管理机制建设	建立健全风险评估与预警机制，制定应急预案；识别洪水、干旱、地震等风险，采取防范措施，搭建风险预警系统。	提高工程应对气候变化引发风险的能力，减少灾害损失，保障工程及周边安全。	风险识别与评估模型、应急预案编制规范、实时预警信息发布平台技术。

3.2 强化水资源保护与生态修复措施

加强对水资源的保护，加大水资源生态修复力度。一方面加大对工业废水、生活污水以及农业面源污染的治理，严格控制污染物排放量；加快污水处理设施建设与改造，提高污水处理能力，保证工业废水、生活污水达标排放；大力推行生态农业、绿色农业技术，减少农业面源污染，包括科学合理使用农药、化肥，积极推广测土配方施肥技术，加强畜禽养殖污染的处理等。加强水资源的统一管理，健全完善水资源保护相关法规制度，明确各部门和地区水资源保护责任，加强监督管理，严惩违法排污行为。在生态修复上采取补救措施。对于水坝建设阻断鱼类洄游通道问题，应建鱼道、鱼梯等过鱼设施，使鱼类得以洄游；对水库淹没导致陆生生物栖息地丧失问题，则采取生态补偿方式，在库区周围新建人工栖息地，以弥补原有生态系统被破坏后损失的生物种类。并做好河流生态系统的修复和保护，恢复其原有的自然生态功能。

3.3 强化技术创新能力及管理水平

加大水文水资源管理技术研发投入，鼓励科研院所、企事业单位开展技术创新活动，研发先进的水文监测设备、水文模型以及水资源管理技术，大力推广物联网、大数据、人工智能等新技术应用，实现水文监测的自动化、智能化，并做到水文数据的实时采集与传送及分析处理；借助物联网技术把分布在各地的水文监测设备联接起来，使数据实现自动采集、远程传输；利用大数据技术，从海量的水文数据中挖掘出有用的信息，为水资源管理提供决策依据；采用人工智能技术构建智能水文模型，从而达到提高水文预测精度和可靠性的目的。

健全完善水文水资源管理体制，促进相关部门间的

协调合作，完善信息共享制度，提高工作效率；厘清水利、环保、气象等部门的职责边界，强化部门间联动与配合，形成工作合力；建立和完善水文水资源信息共享平台，实现各部门间的互联互通和业务协同，服务好水资源的统一管理。加强对水资源管理的培养力度，提升工作人员的业务能力和综合素养，通过组织培训学习、学术研讨等方式，拓宽管理人员的知识面，提高运用先进的技术和管理理念来解决问题的能力；引留人才，为水资源管理提供坚强的人才保证。

4 结语

当前水文水资源管理在水利水电工程应用中面临着气候变化、水资源污染与生态破坏、技术与管理水平限制等挑战。针对这些挑战，提出了加强气候变化适应性研究、强化水资源保护与生态修复措施、提升技术创新与管理能力等应对对策，以保障水利水电工程的可持续发展。

参考文献

- [1]富雪艳. 水利工程施工中的水文水资源标准化管理[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (07) : 211-213.
- [2]张雪莲. 水文水资源标准化管理在水利工程中的应用研究[J]. 水利技术监督, 2024, (12) : 205-208.
- [3]郭相秦, 彭世想, 仇建武, 等. 分析水文水资源管理在水利工程中的作用[J]. 建材与装饰, 2020 (2) : 296.
- [4]吴国栋. 水文水资源环境管理与防洪减灾措施探讨[J]. 治淮, 2022 (08) : 81-82.
- [5]杨丽茜, 杜瑞. 水文水资源环境管理与防洪减灾研究[J]. 中国高新科技, 2022 (10) : 70-72.