

水库工程对下游河道形态及水文特性的影响分析

赵爱丽

西平县河湖水务中心

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7515

[摘要] 水库工程在防洪、发电、灌溉、供水、航运及旅游等方面发挥着重要作用，但其建设对下游河道形态及水文特性产生显著影响。本文以西平县水库工程为例，分析了水库工程对下游河道形态、流量变化、河床演变、水质、生态及社会经济等方面的影响，并提出了相应的管理对策。研究结果表明，水库工程在带来显著效益的同时，也对下游河道产生了复杂影响，需采取综合措施进行管理和调控。

[关键词] 水库工程；下游河道形态；水文特性；西平县

Analysis of the influence of the reservoir project on the morphology and hydrological characteristics of the downstream river channel

Zhao Aili

Xiping County River and Lake Water Center

[Abstract] Reservoir project plays an important role in flood control, power generation, irrigation, water supply, shipping and tourism, but its construction has a significant impact on the shape and hydrological characteristics of the downstream river channel. Taking the reservoir project of Xiping County as an example, the paper analyzes the influence on the downstream river shape, flow change, riverbed evolution, water quality, ecology and social economy, and puts forward the corresponding management countermeasures. The results show that the reservoir project not only brings significant benefits, but also has a complex impact on the downstream river channel, so comprehensive measures need to be managed and regulated.

[Key words] reservoir project; downstream river shape; hydrological characteristics; Xiping County

1 引言

水库工程作为一种重要的水利设施，在防洪、发电、灌溉、供水、航运及旅游等方面发挥着重要作用。然而，水库工程的建设和运营对下游河道形态及水文特性产生显著影响，包括河道形态变化、流量变化、河床演变、水质变化、生态影响及社会经济影响等。因此，研究水库工程对下游河道形态及水文特性的影响，对于科学规划和管理水库工程、保护下游河道生态环境、促进区域经济可持续发展具有重要意义。西平县位于河南省中南部，本文以西平县水库工程为例，分析了水库工程对下游河道形态及水文特性的影响，旨在为该地区水库工程的管理和调控提供参考。

2 水库工程对下游河道形态的影响

2.1 河道形态变化

水库工程的建设和运营会改变下游河道的形态。一方面，水库蓄水会抬高上游河道水位，增加河道宽度和深度，改变河道纵剖面形态；另一方面，水库放水会改变下游河道的水流速度和流量，影响河道的横向和纵向冲刷和淤积过程，进而改变河道形态。

2.2 河床演变

水库工程对下游河床演变产生显著影响。水库蓄水后，上游河道水流速度减缓，泥沙淤积量增加，导致上游河床抬高，水库放水过程中，由于水流速度和流量的变化，下游河床发生冲刷和淤积，河床形态发生变化。这些变化对下游河道的稳定性和行洪能力产生重要影响。

3 水库工程对下游河道水文特性的影响

3.1 流量变化

从流量变化的角度来看，水库工程的核心功能之一是调节河流的流量。在雨季，水库通过蓄水减少下游河道的洪峰流量，有效缓解洪水灾害，保护下游地区人民生命财产安全。然而，在旱季，水库则通过放水调节，维持下游河道一定的基流，确保农业灌溉、城市供水及生态需水。这种人为的流量调节，虽然带来了显著的社会经济效益，但同时也打破了河流原有的自然流量节律。下游河道的流量变得更加稳定，但季节性波动减小，可能导致某些依赖洪水脉冲生存的生物群落面临生存压力，如洪水期繁殖的鱼类和湿地植物。此外，长期稳定的低流量还可能加剧河床的侵蚀与沉积过程，影响河道形态和生态功能。

3.2 水位变化

水库工程对下游河道的水位变化产生显著影响。水库蓄水期间，下游河道的水位通常会下降，特别是在水库首次蓄水或蓄水增加的初期，下游河段可能出现明显的河床裸露和水面退缩现象。这种水位下降不仅影响河流的景观美学，还可能对河岸带植被造成破坏，减少生物栖息地，进而影响整个河流生态系统的健康。相反，在水库放水期间，下游河道的水位会相应上升，但这种上升往往不如自然洪水那样剧烈和短暂，而是更加平稳和持久，这同样会对下游生态环境产生一定影响，如改变湿地生态系统的水文条件，影响水生生物的生存与繁衍。

3.3 水质变化

水库工程对下游河道的水质变化同样具有重要影响。一方面，水库通过蓄水可以减缓水流速度，促进悬浮物沉降，有利于水质的净化。特别是在洪水期间，水库能够有效拦截和沉积

上游带来的泥沙、污染物等，减轻下游河道的污染负荷。另一方面，水库作为一个水体，其内部的水质动态也可能影响下游河道。例如，水库内水体由于光照、温度、营养盐等条件的改变，可能促进藻类的生长，导致水体富营养化，进而影响下游河道的水质。此外，水库的调度策略，如放水时间、流量大小等，也会影响下游河道的溶解氧含量、水温等水质参数，这些变化对水生生物的生存和繁衍具有重要影响。

4 水库工程对下游河道生态的影响

4.1 生态环境变化

从生态环境变化的角度来看，水库的建设和运行显著改变了下游河道的自然水流状态。水库通过蓄水调节，使得下游河道的水量、流速、水位以及洪水脉冲等水文特征发生变化。在蓄水期间，下游河道可能会出现水量减少、流速减缓的现象，这直接影响到河道的自净能力和物质循环过程。水位的下降可能导致河岸带植被的退化，特别是那些依赖洪水周期进行繁殖或更新的植物种类，其生存空间受到压缩，进而影响到整个河岸生态系统的稳定性和多样性。此外，水库的调节还可能引起水温、水质（如溶解氧含量、营养盐浓度）的变化，这些变化进一步作用于水生生态系统，影响浮游生物、底栖生物及高等水生植物的分布与丰度，最终对整个河流生态系统的结构和功能造成长远影响。

4.2 鱼类洄游与繁殖

鱼类洄游与繁殖的角度分析，水库工程对许多鱼类来说是一道难以逾越的障碍。许多鱼类具有特定的洄游习性，它们会根据季节变化在水域间迁徙，以寻找适宜的繁殖地、觅食区或越冬场所。水库的建立，特别是那些设有水坝的水库，往往会阻断这些洄游路径，使得鱼类无法顺利到达其生命周期中至关重要的区域。例如，一些鱼类需要在上游产卵，而水库蓄水后形成的下游水位屏障阻碍了它们的上行之路，直接影响到种群的繁殖成功率。此外，即便某些鱼类能通过人工鱼梯等设施克服物理障碍，但水库运行导致的水文条件变化（如水温、流速变化）也可能影响它们的繁殖成功率及幼鱼存活率。

5 水库工程对下游河道社会经济的影响

5.1 防洪减灾

首先，水库通过蓄水调节，能够在洪水期间吸纳和存储大量洪水，减少下游河道的洪峰流量，显著降低洪水对下游地区造成的直接冲击。这不仅保护了下游的农田、村庄、城市和基础设施免受洪水破坏，还减少了因洪水灾害导致的人员伤亡和财产损失，为社会经济的稳定发展提供了有力保障。

其次，水库工程的防洪功能还体现在对下游河道洪水过程的调控上。通过科学的水库调度，可以实现对洪水过程的削峰、错峰和滞洪，延长洪水的历时，降低洪水的峰值，从而减轻下游河道的防洪压力。这种调控不仅有助于下游地区更好地应对洪水灾害，还为下游河道的生态恢复和水资源合理利用创造了有利条件。

此外，水库工程的防洪功能还促进了下游地区社会经济的可持续发展。通过减少洪水灾害的发生，保障了下游地区农业生产的稳定，提高了人民的生活水平，同时也为下游地区的工业、服务业等产业的发展提供了更加安全稳定的环境。

5.2 灌溉与供水

水库工程在灌溉与供水方面也发挥着重要作用。水库通过蓄水调节上游来水，为下游地区提供稳定的水源。在枯水期，水库放水增加下游河道流量，满足灌溉、供水等需求，水库还可以为下游地区提供工业用水、生活用水等。这些措施有效保

障了下游地区的用水需求，促进了区域经济的可持续发展。

5.3 航运与旅游

水库工程在航运与旅游方面也发挥着重要作用。水库蓄水后，上游河道水深增加，航道条件得到改善，为航运提供了便利条件，水库还可以为下游地区提供旅游资源，促进旅游业的发展。这些措施有效促进了区域经济的多元化发展，提高了人民群众的生活水平。

6 管理对策与建议

6.1 强化生态评估与规划

强化生态评估与规划是确保水库工程可持续性的基础。在水库工程的前期规划和设计阶段，应充分考虑其对下游河道形态及水文特性的潜在影响。这要求采用科学合理的评估方法和指标体系，对河流生态系统的各个方面进行全面评估，包括生物多样性、生态系统结构与功能、土壤质量、水资源状况等。通过实地调查、监测数据、模型模拟等手段，获取详尽的生态现状信息，预测工程建设可能产生的生态影响，并据此制定相应的生态保护措施。在规划过程中，应寻求工程经济效益与生态效益的最佳平衡，优化工程布局和设计方

6.2 实施生态调度与运行

实施生态调度与运行是缓解水库工程对下游河道形态及水文特性负面影响的关键。生态调度是指在实现防洪、发电、供水、灌溉、航运等社会经济目标的前提下，兼顾河流生态系统需求的调度方式。通过科学的水量调度、泥沙调度和水质调度，维持下游河道的自然水文特征，减少对生态系统的干扰。例如，在水量调度方面，应根据下游河道的生态需水量，合理调节水库的蓄水和放水，保证最小生态径流量，营造接近自然态的水文情势，为河流重要生物繁殖、产卵和生长创造适宜的水文学和水力学条件。在泥沙调度方面，通过调整泄流方式和控制下泄水量，尽量降低下游河道的冲刷强度，延缓其进程。在水质调度方面，通过改变水库的调度运行方式，防止水体富营养化，保护下游河道的水质安全。

6.3 加强下游河道保护与治理

针对水库工程对下游河道形态及水文特性的影响，应加强下游河道的保护与治理工作。具体措施包括：定期对下游河道进行疏浚和整治，保持河道的畅通和稳定。这有助于防止河道淤积、冲刷等问题，维持河道的自然形态和生态功能；加强河岸的防护工作，防止水土流失和河岸侵蚀，在河岸两侧进行绿化，种植适合当地生态环境的植物，提高河岸的稳定性和生态功能；加强下游河道的水质监测和管理，及时发现和处理水质污染问题，对于已经受到污染的水体，应采取有效的治理措施，恢复水质的清洁和稳定；明确水库工程生态环境影响的管理要求和标准，为监管工作提供法律依据；建立健全水库工程生态环境影响的监管机制，加强对水库工程规划、建设、运营等全过程的监管力度。对于违反生态环境保护要求的行为进行严肃查处，确保水库工程的建设和运营符合生态保护的要求。

6.4 促进生物多样性保护与恢复

水库工程对下游河道生物多样性的影响不容忽视。因此，应采取有效措施促进生物多样性的保护与恢复。这包括：在下游河道周边建立生态保护区，限制人类活动对生态环境的干扰和破坏。这有助于保护当地的珍稀物种和生态系统稳定性；对于已经受到破坏的生态环境，应采取生态修复工程进行恢复。例如，在河道中设置人工鱼巢、植被恢复等措施，为水生生物

提供适宜的生存环境。

6.5 社会参与与公众教育

社会参与与公众教育是管理水库工程影响下游河道形态的基石。公众作为水库工程影响的直接承受者和生态环境的守护者,其参与度和环保意识对于管理效果至关重要。因此,必须积极拓展公众参与渠道,通过举办专题讲座、开展科普活动、设立公众咨询热线等方式,让公众深入了解水库工程对下游河道形态的具体影响,以及这些影响可能带来的生态后果,鼓励公众积极参与水库工程的管理和监督,比如设立公众观察员制度,让公众能够实地观察水库的运行情况,及时发现问题并提出改进建议。此外,通过媒体和社交平台广泛传播水库管理的成功案例和先进经验,激发公众的环保热情,形成全社会共同关注、共同参与管理的良好氛围。

6.6 推进科技创新与应用

推进科技创新与应用是提升水库工程管理水平之必由之路。随着科技的飞速发展,越来越多的新技术被应用到水库工程的管理中,极大地提高了管理的科学性和效率。例如,利用遥感技术和无人机进行高空监测,可以实时掌握下游河道的形态变化,为及时调整水库调度方案提供数据支持;通过数值模拟技术,可以模拟不同调度方案下下游河道的水流状态,从而优化调度策略,减少对河道形态的负面影响;引入智能传感器和自动化控制系统,可以实现对水库运行的精准控制,确保水

库在保障供水、防洪等功能的同时,最大限度地保护下游河道的生态环境。此外,科技创新还体现在生态治理技术的研发和应用上。针对水库工程对下游河道形态造成的破坏,可以研发和推广一系列生态治理技术,如植被恢复技术、人工湿地技术、生态护岸技术等,以恢复河道的自然形态和生态功能。这些技术的应用不仅能够改善河道的生态环境,还能提升河道的自我修复能力,从而实现水库工程影响的有效管理。

结束语

综上所述,水库工程的建设对下游河道形态及水文特性产生了显著而深远的影响。通过本研究,我们深入剖析了水库运行对下游河道的冲刷、淤积及河床形态变化,以及水文周期、水量分配等方面的改变。这些发现为水库的合理调度与下游河道的科学管理提供了重要依据。未来,应继续加强水库与下游河道的综合管理与研究,以实现水资源的可持续利用与生态环境的和谐发展。

[参考文献]

- [1]马继贤.水库工程对水文测验的影响和补救思路研究[J].治淮,2024,(01):57-58.
- [2]张硕.考虑河流水文健康的林家村水库多目标调度与供水风险分析[D].西北农林科技大学,2023.
- [3]王筱.平原水库影响区水循环特征识别及对变化环境的响应研究[D].长安大学,2022.

上接第171页

确保渠道的尺寸和形状符合设计要求。在灌溉管道的铺设过程中, GPS 定位系统可以准确确定管道的位置和高程。对于埋地管道,利用 GPS 定位系统可以在地面上标记出管道的走向和深度,方便施工人员进行开挖和铺设。

四、GPS 定位系统应用中的注意事项

(一) 设备精度校验

GPS 定位系统的精度对水利工程施工测量至关重要,在使用 GPS 设备之前,应进行精度校验。要检查设备的硬件是否正常,如天线是否损坏、接收器是否能正常工作等。然后,选择已知坐标的控制点进行测量,将测量结果与已知坐标进行对比,以确定设备的测量精度。如果发现精度偏差较大,应及时进行校准或维修。在测量过程中,还应定期对设备进行精度校验,以确保测量数据的准确性。要注意设备的使用环境对精度的影响。高温、低温、潮湿等环境会影响设备的性能,从而降低测量精度。在这种情况下,应采取相应的防护措施,如使用遮阳伞、防潮箱等,保护设备免受环境因素的影响。

(二) 坐标系统转换

在水利工程施工测量中需要使用不同的坐标系统,在使用 GPS 定位系统时,应注意坐标系统的转换问题。要确定工程所采用的坐标系统,并了解该坐标系统与 GPS 定位系统所采用的坐标系统之间的差异。然后,根据需要进行坐标系统的转换。在进行坐标系统转换时,应选择合适的转换方法和参数,以确保转换结果的准确性。要注意转换过程中的精度损失问题。如果转换精度要求较高,可以考虑使用专业的坐标转换软件或委托专业机构进行转换。在进行坐标系统转换后,应进行验证和检查,确保转换结果符合工程要求。

(三) 数据安全

数据分析处理能力也是很重要的一部分,严重影响着测量结果。数据分析处理的过程:要获取相关的信息数据,然后要“预处理”,就是根据实际的需要对数据进行筛选,并按照

标准分类,择其有用的信息,接着是“平差计算”,务必要保证计算的准确性,要不然会使数据失真,最后是坐标系统和 GPS 网的转换,经过这一系列的分析和处理之后就可以获得数据。建立完善的数据备份制度,定期将测量数据备份到安全的存储设备中,以防止数据丢失。要对备份数据进行加密处理,确保数据的安全性。在数据传输过程中,应采用安全的传输方式,如加密传输、专线传输等,防止数据被窃取或篡改。要对测量数据进行严格的管理和控制,只有授权人员才能访问和使用数据。

结束语

综上所述, GPS 定位系统在水利工程施工测量中具有不可替代的优势,不仅克服了传统测量方法的诸多局限性,还能在复杂的环境中准确、高效地完成测量任务。通过在不同水利工程施工场景中的应用,为水利工程建设提供了可靠的测量数据和技术保障。随着科技的不断进步,相信 GPS 定位系统在水利工程领域的应用将会更加广泛和深入,为推动我国水利事业的发展做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]张浩然.GPS 高程拟合在水利测量中的应用研究[J].水利信息化,2022,(05):48-51+61.
- [2]吴勇,纪丁愈,姜忠秋.测深仪结合 GPS 技术在水利测量中的应用[J].四川水利,2022,(S1):100-104.
- [3]李根桥.GPS-RTK 测量技术在水利工程施工测量中的应用[J].内蒙古水利,2022,(09):73-76.
- [4]张菲.GPS 技术在水利工程施工测量中的应用[J].内蒙古水利,2022,(05):59-60.
- [5]王然.水利测绘中 GPS 高程拟合应用要点分析[J].大众标准化,2022,(06):187-189.
- [6]陈丹.GPS 技术在水利工程施工变形勘测中的应用[J].河南水利与南水北调,2021,50(10):79-80.