

河流泥沙淤积对水利工程运行效率的研究

康平山

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 河流泥沙淤积是水利工程运行中面临的重要难题。本文旨在探讨河流泥沙淤积对水利工程运行效率的影响,分析泥沙淤积的原因、过程及其带来的问题,并提出相应的防治措施和管理策略,以期为提高水利工程运行效率提供科学依据。

关键词: 泥沙淤积; 水利工程; 运行效率

引言

水利工程在人类社会发展中扮演着至关重要的角色,其运行效率直接关系到防洪、发电、航运等功能的发挥。然而,河流泥沙淤积问题日益严重,成为影响水利工程运行效率的关键因素之一。因此,深入研究河流泥沙淤积对水利工程运行效率的影响,对于保障水利工程的正常运行和可持续发展具有重要意义。

1 泥沙淤积对水利工程运行效率的影响

1.1 泥沙淤积对水库库容的影响

水库,作为水利工程中的核心组成部分,其设计和建设都是为了实现特定的功能,如防洪、蓄水和发电等。水库库容是衡量其性能的重要指标之一,它直接关系到水库在应对洪水、储蓄水量和发电等方面的能力。然而,泥沙过量淤积会对水库库容造成严重威胁。泥沙淤积是一个自然过程,当河流携带的泥沙进入水库后,由于流速降低,泥沙会逐渐沉积在水库底部。随着时间的推移,大量沉积的泥沙会占据水库部分库容,导致水库兴利库容减少。在洪水季节,水库需要足够大的储蓄空间来拦蓄洪水,削减洪峰,保护下游地区的安全。然而,泥沙淤积使得水库调洪能力受到限制,削减洪峰的能力大大降低,从而增加了下游地区遭受洪水威胁的风险。泥沙淤积除了影响防洪功能外,还会对水库的蓄水能力产生一定影响。水库的蓄水能力是其灌溉、发电和供水等功能的基础。在干旱季节或需水量大的时期,泥沙淤积导致水库的有效蓄水量减少,从而使得水库无法满足下游的灌溉用水需求。此外,泥沙淤积还会影响水库的发电效率。水电站利用水库蓄水驱动涡轮机发电,泥沙淤积减少了水库的可用水量,从而降低了水电站的发电能力。

1.2 泥沙淤积对水利工程设施的影响

长期泥沙淤积会对水利工程设施造成一定损害,主要体现在磨损、腐蚀以及堵塞等方面。泥沙颗粒在水流中运动时,具有一定动能。当这些颗粒与水利工程设施

(如闸门、管道、水轮机等)内壁接触时,会产生磨损作用。长期的磨损会导致水利工程设施内壁材质逐渐剥落,形成凹痕或孔洞,严重时甚至可能导致水利工程设施受损而无法正常运行。此外,泥沙中可能含有一些腐蚀性物质,这些物质在与水利工程设施内壁接触时发生化学反应,从而加速工程设施的腐蚀^[1]。除了磨损和腐蚀外,泥沙淤积还可能导致水利工程设施的堵塞。当泥沙颗粒在设施中沉积并逐渐形成堆积物时,会阻碍水流的正常流动。例如,在水闸或管道的进口处,泥沙堆积可能形成障碍,导致水流受阻,降低水利工程的过流能力。在水轮机中,泥沙颗粒附着在叶片上,影响水轮机的转动效率和稳定性。这些堵塞现象都会严重降低水利工程的运行效率。

1.3 泥沙淤积对水流速度和水质的影响

泥沙淤积不仅会影响水库库容和水利工程设施,还会改变水流速度和分布,对水利工程的水流管理和调节产生重要影响。在水库中,泥沙颗粒的沉积会改变水库底部地形,影响水流的流动路径和速度。较大颗粒的泥沙沉积在水库底部,会形成不平整的沉积层,导致水流流速降低,较小的颗粒泥沙则可能悬浮在水中,随水流一起运动,增加流速的复杂性。这些变化使得水利工程在调节水流时面临更大的阻碍,需要更加精细的管理和控制策略。此外,泥沙淤积还会对水质产生一定影响。泥沙中可能携带一些污染物,如重金属、有机污染物等。当泥沙沉积在水库底部时,这些污染物逐渐释放到水中,导致水质恶化。恶化的水质不仅会影响水利工程的正常运行,还会对水生生态系统造成破坏。例如,污染物可能毒害水生生物,破坏水生生态系统的平衡,影响水生生物的繁殖和生长。同时,恶化的水质还会对下游地区的用水安全构成威胁,影响人类的健康和生活质量。

2 泥沙淤积的原因与过程

河流泥沙淤积是一个由多种因素共同作用的结果,

包括自然因素和人为因素。自然因素是泥沙淤积的重要原因之一。河流的流量和流速直接影响着泥沙的运移和沉积。在河流流量大、流速快的情况下,泥沙更容易被携带并随水流运动,当流速减慢时,泥沙会更容易沉积下来。此外,河床的形态也对泥沙淤积产生影响。河床的宽窄、深浅以及河底形态都会影响水流的动力条件,从而影响泥沙的表现形态。例如,在河床较宽、水深较浅的地方,水流速度可能减慢,导致泥沙沉积;而在河床狭窄、水深较深的地方,水流速度可能加快,泥沙则更容易被携带。人为因素是导致泥沙淤积的另一个重要原因。水土流失是人为因素中较为突出的一点。由于人类活动如过度开垦、砍伐森林等,导致地表植被破坏,土壤裸露,水土流失加剧。大量的泥土被雨水冲刷进入河流,增加了河流中的泥沙含量。此外,工程建设也可能对河流泥沙淤积产生影响^[2]。例如,修建水库、堤坝等水利工程时,会改变河流的自然状态,影响水流的流速和流向,从而导致泥沙淤积。泥沙淤积的过程是一个复杂的过程。河流中的泥沙在水流的作用下不断运移,当流速减慢或遇到障碍物时,泥沙开始沉积。沉积下来的泥沙在重力、水流剪切力等作用下,可能发生悬浮和漂浮,重新随水流流动。这个过程中,泥沙的颗粒大小、密度、形状以及水流流速大小等因素都会影响泥沙的运移和沉积。因此,泥沙淤积过程是一个动态平衡过程,需要综合考虑多种因素的作用。

3 防治措施与管理策略

防治泥沙淤积需要采取工程措施和管理策略相结合的方法。通过定期进行清淤作业、设置泥沙拦截设施、合理设计泥沙运移途径等工程措施,以及加强监测和预警、实施动态的水库调度、加强上游治理等管理策略,可以有效减少泥沙淤积的发生和危害,保障水利工程的正常运行和发挥应有的作用。

3.1 工程措施

工程措施是防治泥沙淤积的直接且有效的手段,主要包括清淤作业、设置泥沙拦截设施以及合理设计泥沙运移途径等。

3.1.1 清淤作业

清淤作业是恢复水库和河道库容和功能的关键措施。由于泥沙的沉积,水库和河道的库容会逐渐减少,影响其蓄水和排水能力。因此,定期对水库和河道进行清淤作业至关重要。清淤作业需要综合考虑多个因素。首先,要确定清淤的深度和范围。这需要根据水库和河道的实际情况以及淤积的程度来决定。清淤过浅可能无法彻底恢复库容,而清淤过深则可能对水库和河道的底

质造成破坏。其次,要选择合适的清淤方法和设备。挖泥船、吸泥泵等是常用的清淤设备,它们具有高效、快速的特点,能够迅速清除淤积的泥沙。然而,在使用这些设备时,需要注意操作规范,避免对水库和河道造成二次污染。除了定期的清淤作业外,还可以在水库和河道中设置清淤设施,如清淤闸、清淤管道等。这些设施可以在需要时随时进行清淤作业,提高清淤的效率和便利性。同时,清淤后的泥沙处理也是一个重要环节。可以将泥沙进行填埋、利用或处置,确保其对环境不会造成二次污染。

3.1.2 设置泥沙拦截设施

在水利工程的设计过程中,应充分考虑泥沙对水流流态和水动力特性的影响。通过设置泥沙拦截设施,如拦沙坝、冲沙闸等,可以有效减少泥沙进入水利工程,从而减轻泥沙淤积的程度。拦沙坝是一种常用的泥沙拦截设施。它利用坝体阻挡泥沙的流动,使泥沙在坝前沉积下来。拦沙坝的设计需要充分考虑坝体的位置、高度、长度以及坝体的材料等因素。坝体的位置应选择在泥沙淤积较为严重的区域,以确保其拦截效果。坝体的高度和长度则需要根据水库和河道的实际情况以及淤积的程度来决定。同时,坝体的材料也需要选择耐久性强、抗冲刷能力好的材料,以确保其长期稳定运行。冲沙闸则是另一种常用的泥沙拦截设施。它通过开启闸门,利用水流的力量将沉积在闸门前的泥沙冲走,从而保持闸门的畅通。冲沙闸的设计需要充分考虑水流的流速和流量以及泥沙的颗粒大小和密度等因素。闸门的开启程度和开启时间需要根据实际情况进行调整,以确保冲沙效果。在设置泥沙拦截设施时,还需要考虑设施对水利工程运行的影响^[3]。例如,拦沙坝可能会改变水库的蓄水能力和发电效率,冲沙闸可能会影响水流的稳定性和安全性。因此,在设计这些设施时,需要充分权衡利弊,确保其既能够有效拦截泥沙,又不会对水利工程造成不利影响。

3.1.3 合理设计泥沙运移途径

泥沙的运移途径对泥沙淤积的程度和分布有着重要影响。因此,在水利工程的规划和设计过程中,应合理选择泥沙运移途径,以减少泥沙的淤积和冲刷。在选择泥沙运移途径时,需要充分考虑地形、地质、水文等自然条件,应避免选择过于陡峭或易发生泥石流的区域作为泥沙运移途径,以减少泥沙的冲刷和淤积。同时,还可以采取一些工程措施来增强运移途径的稳定性和抗冲刷能力,如设置护坡、挡墙等。此外,还需要考虑泥沙运移途径对周边环境的影响。例如,泥沙运移途径可能

会穿越农田、林地等区域,对这些区域的生态环境造成破坏。因此,在设计泥沙运移途径时,需要充分考虑其对周边环境的影响,并采取相应的保护措施来减少破坏。

3.2 管理策略

除了工程措施外,管理策略也是防治泥沙淤积的重要手段。通过加强监测和预警、实施动态的水库调度以及加强上游治理等措施,可以有效减少泥沙淤积的发生和危害。

3.2.1 加强监测和预警

为及时掌握泥沙淤积情况,可为制定科学的防治措施提供依据,因此我们需要加强监测和预警工作。目前,监测预警手段可以利用遥感技术、物探技术等先进手段对水库和河道的淤积情况进行监测和分析。通过定期监测和分析,了解泥沙淤积程度和趋势,为制定防治措施提供有力支持。同时,建立完善的预警机制,一旦发现泥沙淤积等异常情况,能够迅速启动预警程序,及时采取措施进行应对,做到及时发现及时处理。加强监测和预警手段可以有效减少泥沙淤积对水利工程造成的损害,保障其正常运行。

3.2.2 实施动态的水库调度

水库调度是影响泥沙淤积的重要因素之一。根据水库的实际情况和需求,通过实施动态水库调度,合理调整水库水位、流量,可以减少泥沙淤积量。在实施过程中,可以采取“蓄清排浑”的调度方式。在汛期,降低水库水位,排放含沙量大的洪水,减少库区的泥沙淤积,可以利用洪水的强大水流力量对水库进行冲沙,减少泥沙淤积。在非汛期,可以蓄存清水,以满足发电、航运等需求。这种调度方式需要充分考虑水库的蓄水能力和发电效率等因素,确保在满足下游用水需求的同时,减少泥沙淤积。除了“蓄清排浑”外,还可以根据水库的实际情况和需求采取其他调度方式^[4]。例如,根据水沙特性进行分层取水,减少泥沙进入水库;或定期开启冲沙闸进行冲沙作业等。这些调度方式需要根据水库实际情况进行选择和调整,确保其能够有效减少泥沙淤积的发生。

3.2.3 加强上游治理

上游治理是防治泥沙淤积的根本措施之一。通过加强上游治理,减少水土流失,从源头上减少进入水库的泥沙量。具体措施包括植树造林、退耕还林还草等。植树造林可以增加地表的植被覆盖度,减少水土流失,树木的根系可以固定土壤,增强土壤的抗冲刷能力。退耕还林还草是一种恢复生态环境的有效措施,通过将耕地转化为林地或草地,减少人类活动对土地的破坏,促进生态环境的恢复和改善。在实施上游治理措施时,需要充分考虑当地的自然条件和生态环境状况,选择适合当地生长的树种和草种进行种植,确保其能够成活并发挥应有的作用。同时,还需要加强对上游地区的监管和管理,防止人类活动对土地造成破坏和污染。此外,还可以通过修建梯田、水土保持工程等措施来减少水土流失和泥沙淤积。梯田可以有效减缓水流速度,减少水土流失;水土保持工程则可以拦截和蓄存雨水,增加土壤湿度,提高土壤的抗冲刷能力。这些措施需要根据上游地区的实际情况和需求进行选择和设计,确保其能够有效减少水土流失和泥沙淤积的发生。

结语

河流泥沙淤积对水利工程运行效率具有显著影响。通过深入分析泥沙淤积的原因、过程及其带来的问题,并提出相应的防治措施和管理策略,可以有效提高水利工程的运行效率。未来,应继续加强泥沙淤积问题的研究,探索更加科学、高效的防治措施和管理策略,为水利工程的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]孟祥凯.沙尔托海水利工程泥沙淤积分析[J].水利科学与寒区工程,2023,6(11):55-58.
- [2]庄杨,杨超,张兴,等.基于泥沙动力学分析水利工程调度对改善河道淤积的影响[J].江苏水利,2021,(10):56-58.
- [3]高宗昌.泥沙淤积对肯斯瓦特水利枢纽工程的影响分析[J].中国水利,2016,(04):28-30.
- [4]刘心玲,于得万.太平沟水利枢纽泥沙淤积计算及治理对策[J].水利规划与设计,2018,(09):37-39+90.