

# 水工结构设计在河流治理中的应用研究

吴翠萍 程志旺

长江水利水电开发集团（湖北）有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i8.5676

**[摘要]** 水工结构设计在河流治理中具有举足轻重的地位,它不仅关系到河流的生态环境,还涉及到水资源的合理利用、防洪抗旱、水力发电等多个方面。在河流治理过程中,水工结构设计需要充分考虑河流的地理环境、水文特征、生态环境等因素,以实现河流治理的目标。本文旨在深入探讨水工结构设计在河流治理中的应用策略,以及其对未来河流管理的潜在影响。我们将分析现有的设计方法,评估其在实际项目中的效果,并提出创新性的设计理念和实践案例,以期为未来的河流治理提供科学依据和有益借鉴。

**[关键词]** 水工结构设计; 河流治理; 应用

**中图分类号:** TU318 **文献标识码:** A

## Research on the Application of Hydraulic Structure Design in River Management

Cuiping Wu Zhiwang Cheng

Changjiang Water Resources and Hydropower Development Group (Hubei) Co., Ltd

**[Abstract]** Hydraulic structure design plays a crucial role in river management, as it not only relates to the ecological environment of rivers, but also involves the rational utilization of water resources, flood control and drought resistance, hydropower generation and other aspects. In the process of river management, the design of hydraulic structures needs to fully consider factors such as the geographical environment, hydrological characteristics, and ecological environment of the river in order to achieve the goals of river management. This article aims to explore in depth the application strategies of hydraulic structure design in river management, as well as its potential impact on future river management. We will analyze existing design methods, evaluate their effectiveness in practical projects, and propose innovative design concepts and practical cases, in order to provide scientific basis and useful references for future river management.

**[Key words]** hydraulic structure design; River management; application

### 引言

随着社会经济的快速发展,环境问题愈发突出,其中河流生态系统健康和可持续性越来越受到人们的关注。水工结构设计作为河流治理的重要手段,在满足人类需求的同时,如何兼顾河流生态系统的健康,成为了研究的热点。本文旨在研究水工结构在河流治理中的应用与进展,探讨如何将生态水利设计理念更好地融入到水工结构设计中,以实现人与自然的和谐共生。

### 1 河流治理的现状和挑战

在现代社会,河流治理不仅仅是防洪排涝、保障水资源安全那么简单,而是上升到了生态、社会经济、城市规划等多维度的综合考量。然而,尽管生态水利设计理念日臻成熟,但在实际操作中仍面临诸多挑战和问题,这些都对河流的健康和可持续性构成了威胁。

(1) 政策与实践的脱节是当前河流治理的一大挑战。尽管政府和相关部门对河流保护的意识逐渐提高,但在政策制定与执行过程中,往往难以将生态理念完全融入其中,导致实际治理活动的偏向于工程化、短期化。例如,一些地区在河道整治中过于强调防洪能力的提升,过度硬化河岸,虽然短期内能有效应对洪水,但却破坏了河岸生态,影响了生物多样性。

(2) 资金投入不足也是一个不容忽视的问题。河流治理涉及范围广泛,需要长期的维护和管理,但不少地方由于资金紧张,往往在建设初期投入大量资金,而在后续的运营和维护上却捉襟见肘。这导致一些水工设施无法充分发挥其功能,甚至出现设施老化、损坏的情况,影响整体治理效果。

(3) 再者,技术更新与创新滞后也是挑战之一。尽管水工结构设计已有显著进步,但在一些地方,技术更新速度远落后于理论研究和实际需求。老旧的水工结构设计往往无法适应快速变

化的环境条件,如气候变化带来的极端气候事件增多,这就需要

对现有设施进行升级或改造,以提升其适应性。  
(4)另外,河流治理的协同性问题也不容小觑。河流跨越多个行政区划,治理往往需要跨区域、多部门的协作。但在实际操作中,由于利益冲突、责任不明确等问题,协同治理的效果往往大打折扣,影响了治理的整体效果。

(5)公众参与意识的缺乏也是一个挑战。河流治理不仅仅是政府和专业机构的责任,公众的参与和理解也同样重要。然而,许多地区的居民对河流治理的认知不足,对自身行为可能对河流环境产生的影响认识不够,这在一定程度上制约了河流治理的整体效果。

## 2 水工结构设计原理

水工结构设计是河流治理的关键要素,它决定了工程的实用性和生态友好性。设计原理的基础是深入理解河流的自然特性,如水流动力学、沉积过程、河床形态演变等,以及对生态系统的保护和恢复。设计时,必须兼顾水力性能、结构稳定性和生态兼容性,确保水工结构在满足防洪、排涝、灌溉等基本功能的同时,尽可能减少对生态系统的影响。

(1)水工结构的设计应以最小化对河流生态系统的干扰为目标。例如,通过采用自然地地形类比和生态工程方法,如生态护坡、生态混凝土、石笼结构等,这些结构可以模拟自然河床,为生物提供栖息地,增强河流自净能力,同时维持结构的稳定性。生态护坡通过模仿自然斜坡,使用耐冲刷、易生长植物的材料,既防止了土壤侵蚀,又创造了生物多样性,有助于构建健康生态链。

(2)设计时要充分考虑径流控制。通过合理布置水工结构,如设置梯级水库、水闸、分洪设施等,可以有效调控径流,既保障了水资源的合理利用,又避免了洪水对人类生活和环境的破坏。例如,通过调节水库的水量,可以在雨季时吸收多余水分,减轻下游地区的洪水压力,而在旱季时提供水源,满足灌溉和生活需求。

(3)水工结构设计还需关注河床稳定和河岸防护。选择适当的堤线布置,如保留河流的自然弯道,可以减少水流对河岸的冲刷,降低河床的侵蚀速度。同时,使用适当的护岸材料,如植被、石头、混凝土,不仅可以增强河岸结构的稳定,还可以为生物提供栖息地,促进生态平衡。

(4)技术进步也在推动水工结构设计的创新。现代设计工具,如流体力学模拟软件,可以帮助工程师精确计算水工结构的水力性能,优化设计,减少对环境的不利影响。同时,新材料的出现,如高性能混凝土、生态复合材料,也为构建更加生态友好和经济高效的水工结构提供了可能。

## 3 水工结构设计在河流径流控制中的应用分析

水工结构设计在河流治理中的应用是一个关键环节。在河流径流控制方面,水工结构的设计和应用对于确保水资源的合理利用和保障人类生活的安全起到了重要的作用。通过设置水工设施,如梯级水库、水闸、分洪设施等,可以对径流进行有效

调控,既满足人类的生活和生产需求,又避免了洪水对人类生活和环境的破坏。这不仅可以保障水资源的合理利用,而且可以提高防洪排涝能力,减轻洪水对人类生活和环境的破坏。

(1)以乌沙河综合整治工程为例,设计者通过设置梯级水库,有效地控制了河流径流,同时也提供了灌溉水源,满足了农业生产的需求。在雨季时,水库可以吸收多余的水分,减轻了下游地区的洪水压力;而在旱季时,水库又能提供水源,满足灌溉和生活需求。这种设计不仅提高了水资源的利用效率,也保障了人类的生活安全。

(2)通过水工结构设计,可以实现径流的精确调控和管理。现代设计工具,如流体力学模拟软件,可以帮助工程师精确计算水工结构的水力性能,优化设计,减少对环境的不利影响。例如,通过模拟计算,可以确定最适宜的水库容量和水位调节,以达到最大的径流调节效果。同时,这些设计也考虑到了对河流生态系统的保护和恢复,以实现人与自然的和谐共生。

## 4 水工结构在河床稳定和河岸防护中的应用

在河流治理中,水工结构设计不仅关乎径流控制,还对河床稳定和河岸防护起着至关重要的作用。在自然河流中,河床的稳定性和河岸的防护是保持生态系统平衡和减缓河流形态变化的关键。然而,人类活动如过度开发、不合理的水工结构设计往往导致河床侵蚀与淤积,河岸坍塌,生态系统的失衡。

(1)堤线布置是影响河床稳定和河岸防护的重要环节。传统的硬质堤防虽然能够快速有效地防止洪水,但往往会改变河流的自然弯曲,导致水流集中,加剧河床侵蚀。相反,尊重河流自然形态,比如保留弯道,可以分散水流,降低冲刷强度,同时保留生态空间,为鱼类和水生生物提供繁衍和迁移的通道。此外,通过调整堤线走向,可以引导水流,防止冲刷河岸和农田,保护河岸生态系统。

(2)护岸工程是河床稳定和防护的重要手段。传统的混凝土护岸尽管结构稳定,但会阻碍河流生态系统的自然进程,如水流的渗透和营养物质的交换。生态护岸则采用天然石材、植被、生态混凝土等材料,这些材料不仅能抵抗冲刷,还能创造生物栖息地,促进生物多样性。例如,石笼结构由网眼钢丝笼装填石块构成,其内部可以生长植物,为生物提供食物和庇护所,同时允许水流渗透,维持河床的自然沉积过程。

(3)河床稳定和河岸防护的设计还应考虑季节性变化和洪水事件。设计中可以结合植被恢复、设置缓冲带、生态排水口等手段,增加河床的自我修复能力。例如,洪水期可以通过生态排水口将多余水分引导至生态湿地区域,缓解洪水压力,同时为湿地生态系统提供水源,促进生态过程的恢复。

(4)乌沙河综合整治工程再次展示了水工结构在河床稳定和河岸防护方面的成功应用。该工程在堤线布置上,保留了河流的部分自然弯道,显著降低了河床侵蚀,同时保护了鱼类的生活环境。护岸工程中,生态混凝土和石笼结构的使用不仅增强了河岸的稳定性,还为生物提供了栖息地,实现了防洪和生态的双重目标。

## 5 水工结构对生态环境的影响

水工结构的建设与设计对河流生态环境有着深远的影响,这些影响既包括正面的生态修复和保护,也可能带来负面的生态干扰和破坏。通过深入研究,我们可以更好地理解这些影响,从而在设计 and 实施过程中采取相应措施,以实现水工结构与生态环境的和谐共生。

(1) 水工结构对鱼类生态环境的影响是显著的。例如,水坝和水闸的建设可能阻碍鱼类的迁徙,影响其繁殖和觅食。乌沙河综合整治工程在设计中,通过设置鱼类过鱼设施,如生态鱼道,使得鱼类能够在河流的不同部分自由移动,维持了种群的多样性。然而,如果这些设施设计不当,或者鱼类对新环境适应性差,可能会对鱼类种群造成威胁。

(2) 水工结构对水生植物的影响也举足轻重。硬质护岸可能导致河道生物多样性的降低,因为植物无法在强硬的混凝土表面生长。相反,生态护岸如植被护坡和石笼结构,可以为水生植物提供生长空间,增加生物多样性,同时也维持了河流的自然形态,有助于保持水生生态系统的稳定。

(3) 水质是衡量河流生态环境健康与否的重要指标。水工结构如水库和污水处理设施,可以对水质起到改善作用。水库通过蓄水和自然净化过程,可以过滤掉部分污染物质,提供相对清洁的水源。然而,水库的过度开发可能引发水质问题,如富营养化,这需要通过科学的管理来控制。

(4) 水工结构的建设过程也可能对河流生态带来临时性干扰,如施工期间的土壤侵蚀、噪音和化学物质的排放等。尽管这些干扰在项目完成后通常会逐渐减少,但在规划阶段,应尽可能地减少这些影响,并通过恢复工程来补偿施工期间的生态损失。

(5) 为了减少水工结构对生态环境的负面影响,设计师和工程师在规划和设计阶段应充分考虑生态因素,采用生态友好的设计理念和施工方法。例如,采用自然地形类比的护岸设计,优化水工结构的布局以减少对河流生态系统的干扰,同时利用现代科技如流体力学模拟和生态工程材料,实现结构稳定性和生态效益的平衡。

## 6 水工结构设计在河流治理中应用的创新技术

随着科技的发展和生态水利理念的进一步认识,水工结构设计领域涌现出许多创新技术。这些技术不仅提高了水工结构的实用性,还增强了其生态友好性,为河流治理提供了新的解决方案。

(1) 新材料的开发和应用是水工结构设计创新的一个重要方向。现代高性能混凝土和生态复合材料的使用,使得水工结构更轻、更强、更耐久。高性能混凝土具有高强度、高韧性和高耐腐蚀性,可有效抵抗水流冲刷和酸碱侵蚀,延长使用寿命。生态复合材料则结合了天然和合成材料的特性,如生态混凝土,它

通过添加植物种子和微生物,使结构自身具备自我修复和生态恢复能力,进一步增强了其生态友好性。

(2) 新工艺的引入也是水工结构设计创新的一大表现。流体力学模拟软件的应用,大大提高了水工结构设计的精度和效率。通过模拟计算,工程师可以准确地预测水工结构的水力性能和流场分布,从而优化设计,减少对环境的不良影响。同时,智能化设计技术也在水工结构设计中得到广泛应用,如自动化设计软件,能够根据输入的参数和条件,自动生成最适合的设计方案,提高了设计的效率和质量。

(3) 智能化监测和预警系统的使用,也极大地提高了水工结构的管理效能。这些系统通过实时监测河床变化,提前预警可能的侵蚀问题,实现了更加精细化的管理。例如,通过安装传感器和摄像头,可以实时收集和传输数据,监控水位、流速、侵蚀情况等,并通过数据分析,预测可能的问题和风险,及时采取措施,防止进一步损害。

(4) 以乌沙河综合整治工程为例,设计者在堤线布置时利用现代流体力学模拟技术,精确计算并优化了设计方案,使工程在满足防洪排涝功能的同时,尽可能地减少了对河流生态系统的干扰。同时,采用了生态混凝土和石笼结构,增强了结构的生态友好性,实现了工程与生态的和谐共存。

## 7 结束语

水工结构设计在河流治理中的应用是一个复杂而多元的议题。通过优化设计、引入新技术和强调可持续性,我们可以实现河流的综合管理,同时保护其生态环境。未来的研究应继续关注水工结构在应对气候变化、水资源短缺等问题上的作用,以期构建更加智慧、绿色的河流治理系统。只有这样,我们才能确保河流的健康与活力,为人类社会的可持续发展提供源源不断的动力。

## [参考文献]

- [1]祝海娇,章明卓.小型河流治理工程中的旅游要素植入[J].浙江师范大学学报(自然科学版),2020,43(2):214-219.
- [2]莫尚其.汕头市两潮地区中小河流治理的勘察重点[J].区域治理,2019,(23):66-68.
- [3]徐桂华,施建明.浅析中小河流治理项目质量控制措施[J].治淮,2018,(05):39-41.
- [4]黄河,秦根泉,周天鸿.生态治河理念及中小河流生态治理技术应用探析[J].中国水运(下半月),2017,17(12):179-181.

## 作者简介:

吴翠萍(1987--),女,汉族,安徽萧县人,本科,工程师,研究方向:水利工程设计。

程志旺(1993--),男,汉族,湖北黄冈人,本科,工程师,研究方向:水利工程设计。