

# 控导技术在提高水利堤防防洪能力中的应用

李光耀 李佳纯

淄博黄河河务局高青黄河河务局 山东 淄博 256300

**摘要:** 随着全球气候变化带来的极端天气事件增多, 防洪能力的提升显得尤为重要。控导技术, 作为一种先进的工程技术手段, 对于增强水利堤防的防洪能力具有关键作用。本文深入探讨了控导技术的具体应用及其对水利堤防防洪能力的积极影响, 旨在为相关领域提供全面的理论支撑和实践指导。

**关键词:** 控导技术; 水利堤防; 防洪策略; 实时监测; 水流动力学

## 引言

在全球气候变暖的背景下, 洪涝灾害的频发性和严重性都在上升, 这对各国的防洪体系提出了更高的挑战。水利堤防, 作为防洪的第一道防线, 其稳定性和防洪能力直接关系到广大民众的生命和财产安全。近年来, 控导技术以其独特的优势, 在水利堤防建设中逐渐崭露头角。本文将从控导技术的理论基础出发, 详细探讨其在水利堤防中的应用及其对防洪能力的提升作用。

### 1 控导技术的基本原理

控导技术主要是通过一系列的控制和引导措施, 对水流进行精确调控, 以达到优化水流状态、提高堤防稳定性的目的。其基本原理包括: 利用水流动力学原理, 通过调整河道形态、设置导流结构等方式, 改变水流的流向、流速和水位, 从而减小水流对堤防的冲刷力, 提高堤防的抗洪能力。

### 2 控导技术在水利堤防中的应用方式

#### 2.1 优化河道形态

在水利堤防工程中, 河道形态的优化是控导技术应用的关键一环。通过精心调整河道的几何形态, 包括其宽度、深度和弯曲度, 可以显著改变水流的动态特性, 进而减小水流对堤防结构的直接冲击力。这种优化不仅增强了堤防的安全性, 还提高了河道的行洪能力。具体来说, 河道的宽度调整是一项重要策略。在洪水期间, 适当拓宽河道可以有效分散水流, 降低流速, 从而减少水流对堤岸的冲刷。同时, 河道深度的调整也至关重要。增加河道深度可以容纳更多的水量, 有助于缓解洪水压力。在弯曲河段, 通过设置导流堤来引导水流方向, 防止水流直接冲击堤防, 这种设计既保护了堤防的安全, 也优化了水流路径<sup>[1]</sup>。除了直接的几何形态调整, 河道底部的地形处理也是不可忽视的一环。通过地形塑造, 如制造浅滩和深潭, 可以进一步调控水流速度和流向, 使其在河道中更加均匀地分布。这样的处理不仅保

护了堤防, 还有助于维护河道的生态多样性。在实际操作中, 这些调整通常基于详细的水文分析和数值模拟。工程师们会利用先进的水流模拟软件, 对不同的河道形态进行模拟分析, 以找到最优化的设计方案。这种科学化的方法不仅提高了设计的精确性, 也确保了工程的安全性和经济性。

#### 2.2 设置导流结构

在水利堤防工程中, 设置导流结构是控导技术的又一核心应用。导流结构, 如导流坝、导流墙等, 能够有效地引导水流至预定的区域, 从而确保堤防不会受到水流的直接冲击。这一技术手段在防洪工程中发挥着至关重要的作用。导流坝通常设置在河道中, 以改变水流的流向和流速。其设计需充分考虑河道的地形、水流条件以及洪水期间的特定需求。通过精确计算坝体的位置、高度和角度, 可以确保水流被有效地引导至安全区域, 同时减缓流速, 降低水流对堤防的冲刷力。这不仅保护了堤防的安全, 还有助于维护河道的整体稳定。导流墙则通常用于河道弯曲处或水流较为湍急的区域。它们可以垂直于河岸设置, 起到阻挡和引导水流的作用。通过设置导流墙, 可以有效防止水流直接冲击堤防, 同时降低该区域的水位, 进一步减轻堤防的防洪压力<sup>[2]</sup>。此外, 导流墙还能在一定程度上减少河床的冲刷, 保护河道的自然形态。在设置导流结构时, 还需要综合考虑其对河道生态环境的影响。合理的导流结构设计不仅能够提高堤防的稳定性, 还能在一定程度上维护河道的生态平衡。例如, 通过合理布局导流坝和导流墙, 可以创建出多样化的水流环境, 有助于促进水生生物的繁衍和生存。

#### 2.3 利用智能化技术进行实时监控和调整

在水利堤防工程中, 利用智能化技术进行实时监控和调整已成为提升防洪能力的关键手段。这一技术的应用, 不仅提高了堤防管理的效率和精确度, 还为防洪决策提供了强有力的数据支持。具体而言, 通过在河道和

堤防上安装传感器、摄像头等高精度监控设备,可以实时监测河道的水位、流速、流向等关键水流状态参数,以及堤防的位移、沉降等变形情况。这些设备能够持续不断地收集数据,并通过无线网络实时传输至中央控制系统。在数据收集的基础上,结合先进的数据分析技术,如机器学习算法和大数据分析,可以对河道和堤防的状态进行深度挖掘和预测。例如,通过对历史数据和实时数据的对比分析,可以及时发现堤防的微小变形或水流的异常波动,这些都是潜在的安全隐患。一旦发现异常情况,智能化系统能够迅速做出反应,自动或半自动地调整河道中的导流结构,如改变导流坝的角度或高度,以优化水流状态,减轻对堤防的压力。同时,系统还能及时发出警报,通知管理人员进行进一步的检查和维修。此外,智能化技术还能辅助制定和调整防洪策略。基于实时数据和预测分析,决策者可以更加精确地判断洪水的可能发展趋势,从而合理安排防洪资源,提前采取必要的预防措施。

### 3 控导技术对水利堤防防洪能力的提升作用

#### 3.1 提高堤防稳定性

控导技术在水利堤防中的应用对于提高堤防稳定性起到了至关重要的作用。在传统的水利堤防工程中,水流对堤防的直接冲刷常常是堤防损坏的主要原因之一。然而,通过控导技术的实施,这一问题得到了显著的改善。首先,通过优化河道形态,控导技术能够调整水流的路径和速度,使得水流对堤防的冲刷力大大减小。例如,在河道弯曲处通过设置导流堤,可以有效地引导水流,避免其直接冲击堤防的特定部位,从而降低该部位的损坏风险。这种优化不仅减少了水流对堤防的直接破坏,还使得整个堤防结构受力更为均匀,增强了其整体稳定性。其次,设置导流结构如导流坝和导流墙,也是提高堤防稳定性的关键措施。这些结构能够将水流引导至预定的区域,避免了水流对堤防的任意冲刷。特别是在洪水期间,当水流速度和流量都大幅增加时,这些导流结构的作用更为显著。它们不仅保护了堤防免受直接冲击,还在一定程度上减缓了水流速度,进一步降低了堤防的受力。此外,实时监控和调整机制是控导技术的又一重要组成部分,对于确保堤防稳定性也起到了关键作用。通过安装传感器和摄像头等监控设备,可以实时监测堤防的位移、沉降等变形情况。一旦发现堤防出现变形或损坏的迹象,系统能够迅速发出警报,并自动或半自动地调整河道中的导流结构,以优化水流状态,减轻对堤防的压力。这种实时的监控和调整不仅确保了堤防在任何时候都保持最佳状态,还大大提高了堤防对突

发事件的应对能力。控导技术通过多种方式显著提高了水利堤防的稳定性。这种技术不仅减小了水流对堤防的冲刷力,还通过实时监控和调整机制确保了堤防在任何时候都处于最佳状态。这些措施共同作用,使得堤防能够更好地抵御洪水的冲击,保护了人民生命财产的安全。

#### 3.2 优化水流导向

在水利堤防工程中,优化水流导向是控导技术的核心功能之一,对于提升防洪能力具有重要意义。通过精心调整水流导向,可以有效避免水流直接冲击堤防等关键部位,进而保护这些结构免受潜在的损坏风险。具体来说,控导技术利用导流坝、导流墙等结构,精确地引导水流的流向。这些结构根据河道的形态、水流条件以及防洪需求进行精心设计,确保水流能够平稳地通过河道,而不会直接冲击到堤防。例如,在河道弯曲处,通过设置合适的导流堤,可以引导水流沿着河道的自然弯曲流动,减少对岸边堤防的冲刷。此外,优化水流导向还有助于降低河道水位。在洪水期间,河道水位的高低直接影响到堤防的防洪压力。通过合理调整水流路径,可以使得水流更加均匀地分布在河道中,从而降低局部水位峰值。这种调整不仅减轻了堤防的防洪压力,还有助于提高河道的行洪能力,确保洪水能够更快速地通过河道,减少对周边地区的影响。同时,优化水流导向还需要考虑河道的生态平衡。合理的导向设计不仅能够保护堤防,还能在一定程度上维护河道的生物多样性。例如,通过创建多样化的水流环境,可以为水生生物提供适宜的栖息地,促进生态系统的健康发展<sup>[3]</sup>。总的来说,控导技术通过优化水流导向,不仅保护了水利堤防免受水流的直接冲击,还降低了河道水位,减轻了堤防的防洪压力。这种技术的应用充分体现了现代水利工程中对于防洪安全与生态保护并重的理念。通过持续的技术创新和优化,相信未来的水利堤防将更加稳固、高效,为人民群众的生命财产安全提供更加坚实的保障。

#### 3.3 提升防洪效率

在防洪体系中,控导技术通过实时监控和调整机制显著提升了防洪效率。这种效率的提升主要体现在对河道异常情况的及时发现与处理上,从而确保河道的畅通与行洪能力的最大化。实时监控是控导技术的关键组成部分,它依赖于高精度传感器、摄像头等监控设备,这些设备被布置在河道和堤防的关键位置。这些设备能够持续监测河道的水位、流速以及河床的形态变化。一旦发现河道中出现堵塞、淤积或其他异常情况,系统会立即发出警报。传统的河道管理方式往往需要人工巡查,这种方式不仅效率低下,而且难以及时发现并处理突发

情况。相比之下,控导技术的实时监控功能能够在第一时间发现河道中的问题,如漂浮物的堆积、河床的淤积或是水流的异常变化。这种即时的监测和反馈机制大幅缩短了从问题出现到被发现,再到被处理的时间周期。除了监控功能,控导技术还具备实时调整的能力。一旦系统监测到河道中的异常情况,它可以自动或半自动地调整河道中的导流结构,如改变导流坝的角度或调整河道中的水流路径,以确保河道的畅通。例如,当监测到河道某处出现淤积时,系统可以自动调整附近的导流结构,引导水流冲刷淤积区域,从而恢复河道的正常行洪能力。此外,控导技术的实时监控和调整机制还为防洪决策提供了重要的数据支持。决策者可以根据系统提供的实时数据和分析结果,更加精确地判断洪水的可能发展趋势,从而做出更为合理和有效的防洪策略。控导技术通过实时监控和调整机制,能够及时发现并处理河道中的异常情况,确保河道的畅通无阻,提高河道的行洪能力。这不仅提升了防洪体系的整体效率,还为防洪决策提供了强有力的数据支撑,是现代防洪体系中不可或缺的重要组成部分。

#### 3.4 可持续性与环境友好性

控导技术不仅提高了水利堤防的防洪能力,更在可持续性和环境友好性方面展现出显著的优势。这一技术通过精心调整和优化水流状态,实现了人类防洪需求与生态环境保护之间的平衡。在传统的防洪措施中,往往以牺牲环境为代价来确保堤防的安全。然而,控导技术却能在提升防洪效率的同时,最大程度地减少对河道生态环境的破坏。具体来说,该技术通过优化水流导向和调整水流速度,降低了水流对河床和河岸的冲刷力度,从而减少了水土流失和对生态环境的破坏。此外,控导技术还注重维护河道的生态平衡。通过设置合理的导流结构和调整水流状态,该技术能够创造出多样化的水流环境,为水生生物提供丰富的栖息地和繁衍条件。例如,在河道中设置生态堤或生态浮岛,不仅能为水生植

物提供生长空间,还能为鱼类等水生动物提供庇护所和食物来源。这些措施有助于促进河道生物多样性的提升,维护生态系统的稳定和健康。值得一提的是,控释技术在实施过程中也充分考虑了材料的环保性。在构建导流结构和堤防加固工程中,优先选用环保材料,如生态混凝土、环保型土壤固化剂等,以减少对环境的污染和破坏<sup>[4]</sup>。同时,通过科学合理的施工方法和工艺,最大程度地降低施工过程中的环境影响。控导技术在水利堤防工程中的应用不仅提高了防洪能力,更在可持续性和环境友好性方面取得了显著成效。这种技术充分体现了人类与自然和谐共生的理念,为未来的水利工程发展指明了方向。随着技术的不断进步和创新,相信控导技术将在保护人民生命财产安全的同时,为生态环境的保护和可持续发展作出更大的贡献。

#### 结语

控导技术在水利堤防防洪能力的提升方面展现出了显著的优势和潜力。通过综合运用多学科的理论知识和先进的技术手段,控导技术不仅增强了堤防的稳定性,还提高了防洪的效率和环境可持续性。展望未来,随着科技的进步和创新,控导技术将在水利堤防建设中发挥更加核心的作用,为全球防洪事业贡献更多的智慧和力量。

#### 参考文献

- [1]张安静,窦国涛,边疆.黑岗口下延控导工程防汛抢险减灾方案技术分析[J].人民黄河,2023,45(S2):45-46.
- [2]彭秀竹.控导工程对于黄河下游滩岸崩退的整治作用研究[D].大连理工大学,2022.(5):45-46
- [3]许雅宁,段同苑.黄河河道控导工程险情监测预警系统建设与探索[C]//河海大学,阿拉善右旗人民政府.2021中国水资源高效利用与节水技术论坛论文集.山东黄河信息中心;2021.(4):220-235.
- [4]锁晓南.黄河宁夏典型河段控导工程对水流运动与河床变形的影响[D].宁夏大学,2021.(2):15-25.