

控导工程在水利堤防中的应用与优化策略

李佳纯 李光耀

淄博黄河河务局高青黄河河务局 山东 淄博 256300

摘要: 本文详细探讨了控导工程在水利堤防中的重要作用及其优化策略。首先,概述了控导工程的基本原理和在水利堤防中的关键作用。接着,通过深入分析当前控导工程在实际应用中面临的挑战和问题,提出了一系列具体而详尽的优化措施。本文旨在通过理论分析和实践建议,为水利堤防工程的建设和管理提供有价值的参考。

关键词: 控导工程;水利堤防;防洪减灾;优化策略

引言

水利堤防作为防洪体系的核心,对于保护人民生命财产安全和促进社会经济稳定发展具有重要意义。控导工程,作为水利堤防的关键组成部分,旨在通过科学合理地设计和管理,有效地控制河流流向,保护堤防免受洪水冲击。然而,在气候变化和水文条件日益复杂多变的背景下,控导工程面临着前所未有的挑战。因此,本文旨在系统分析控导工程在水利堤防中的应用现状,并提出切实可行的优化策略。

1 控导工程的基本原理及作用

控导工程主要是通过修建特定的水利工程结构,如丁坝、顺坝、锁坝等,来调整和控制河流的流向、流速和河床形态。在水利堤防体系中,控导工程的作用至关重要:

1.1 稳定河势

控导工程在水利堤防中的首要作用是稳定河势。河流的流动不仅受到自身水动力条件的影响,还受到河床形态、流域气候、土壤侵蚀与沉积等多种因素的共同作用。在天然状态下,河流往往会因为水流的冲刷和淤积作用,导致河床形态的不断变化,进而影响河流的流向和流速,这种现象在自然河流中尤为明显。控导工程通过科学的工程设计,能够有效地调整和控制河流的水动力条件。具体来说,控导工程通过修建特定的水利工程结构,如丁坝、顺坝等,来改变河流的流场分布,从而引导水流按照预定的路径流动。这些结构可以减缓水流的冲刷作用,防止河床被过度侵蚀;同时,也可以促进淤积作用,填补河床上的低洼区域,使河床更加平整。在实施控导工程时,工程师们会综合考虑河流的水文特性、河床形态、流域气候等因素,以确保工程设计的科学性和合理性。例如,在河流弯曲处,可以通过修建丁坝来引导水流,减少水流对凹岸的冲刷,维护河岸的稳定;在河流中段,可以通过修建顺坝来调整水流的流速

和流向,防止河床出现过度的冲刷和淤积^[1]。此外,控导工程还可以通过调整河流的水动力条件,改善河流的水文环境。例如,通过合理的工程设计,可以增加河流的自净能力,提高水质;同时,也可以为水生生物提供更加适宜的生存环境,促进生物多样性的保护。

1.2 保护堤防安全

在防洪体系中,堤防作为抵御洪水侵袭的重要屏障,其安全性至关重要。控导工程在这一过程中发挥着不可或缺的作用,其核心目标是有效地引导水流,从而降低洪水对堤防的直接冲击,显著增强堤防的防洪能力。控导工程通过精心设计的结构,如丁坝、护岸等,改变洪水流向,使其远离堤防,或分散其冲击力。这种引导不仅减少了洪水对堤防的冲刷和侵蚀,还降低了堤防因直接冲击而可能出现的决口、坍塌等风险。例如,在河流弯道处,洪水往往会对凹岸产生强烈的冲刷,而控导工程可以通过修建丁坝等结构,使水流改变方向,减轻对凹岸堤防的压力。此外,控导工程还能优化水流分布,避免洪水在堤防前积聚,从而减少堤防承受的水压。这种水压的减少,对于保护堤防的完整性和稳定性至关重要,特别是在持续高水位或特大洪水事件中。除了直接的物理保护作用,控导工程还通过改善河流的水动力条件,间接提升了堤防的安全性。通过调整河床形态和水流速度,控导工程有助于减少河床淤积,保持河道的通畅,从而降低洪水期间的水位,减轻堤防的防洪压力。

1.3 提高水资源利用效率

控导工程在提高水资源利用效率方面发挥着重要作用。通过合理的工程设计,控导工程不仅能够维护堤防安全和稳定河势,还能显著改善河流的水文环境,从而优化水资源的分配和利用。具体而言,控导工程通过调整河流的流向、流速和河床形态,能够影响水资源的分布和积聚。在干旱季节,通过科学的控导设计,可以

更有效地储存和保持水源，确保在需要时能够有足够的供水。这种水源管理方式的优化，不仅有助于满足农业灌溉、工业用水和生活用水的需求，还能减少对地下水资源的过度开采，保护生态环境。此外，控导工程还能改善水质，进一步提高水资源的利用效率。通过调整河流的水动力条件，控导工程可以增加水体的自净能力，减少污染物的积聚和扩散。这种水质的改善，不仅使得水资源更加适宜于各种用途，如饮用、洗涤和农业灌溉，还能减少对水处理设施的需求，降低水处理的成本。在洪水期间，合理的控导工程设计还能帮助调节洪峰流量，减轻下游地区的防洪压力。这不仅能保护下游居民的生命财产安全，还能确保水资源在洪水过后得到合理利用，减少水资源的浪费。

2 控导工程在水利堤防中的应用现状及挑战

2.1 设计理念的局限性

当前，部分控导工程的设计理念仍停留在较为传统的层面上，这在一定程度上限制了工程的实际应用效果。传统的设计理念往往过于依赖历史数据和经验公式，缺乏对现代水文环境复杂多变性的充分认识。这种局限性导致控导工程在面对极端气候、非正常水文条件或河流形态变化时，可能无法达到预期的效果。此外，传统设计理念往往注重工程的稳定性和安全性，但在灵活性和创新性方面表现不足。这使得一些控导工程在面对新的水文挑战时，难以做出及时有效地调整。例如，随着全球气候变化的影响，极端天气事件频发，河流的水文特性也可能随之发生显著变化。如果控导工程的设计理念不能与时俱进，就无法有效应对这些新的挑战。

2.2 管理维护的缺失

在水利堤防建设中，控导工程虽然起着关键作用，但在一些地区，这些精心设计的工程设施却常常因缺乏有效地管理和维护而损毁严重。管理维护的缺失不仅缩短了工程设施的使用寿命，更影响了其防洪功能的正常发挥。具体来说，缺乏定期的检查和维修会导致设施出现破损、老化等问题。例如，丁坝、顺坝等结构可能因长期受水流冲刷而出现基础松动、坝体开裂等现象。若不及时进行修复，这些损伤会逐渐扩大，最终可能导致设施失效^[2]。此外，缺乏专业的维护团队和科学地维护计划也是问题的关键。一些地区由于资金、人力等资源的限制，未能建立起完善的管理维护体系。这导致在面对突发情况时，无法及时响应并进行有效地维护。

2.3 与其他水利设施的协调问题

控导工程作为水利堤防的重要组成部分，其效能的发挥并非孤立存在，而是需要与其他水利设施紧密配

合。然而，在现实中，控导工程与其他水利设施（如水库、水闸等）之间的协调配合往往存在不够紧密的问题，这严重影响了水利系统的整体效能。具体来说，控导工程与水库之间的协调问题可能表现为水库蓄水与放水策略与控导工程的引导水流功能不匹配。例如，如果水库放水时未能充分考虑下游控导工程的承受能力，可能导致水流过大，冲刷河床，甚至破坏控导工程的结构。此外，控导工程与水闸之间的配合也至关重要。水闸的开启和关闭直接影响着河流的水位和流速，进而影响控导工程的效果。如果水闸操作不当，可能会导致水流状态紊乱，使控导工程难以发挥其应有的作用。

3 控导工程的优化策略

3.1 更新设计理念

为了克服传统设计理念的局限性，控导工程需要引入现代水利工程设计理念。这一转变的核心在于更加注重生态、可持续性和灵活性，从而确保工程能够更好地适应复杂多变的水文环境。首先，生态性是现代水利工程设计的关键要素之一。传统的控导工程往往只关注工程的安全性和功能性，而忽视了对生态环境的影响。现代设计理念则强调工程与自然环境的和谐共存。例如，在选择工程材料时，可以优先考虑环保材料，减少对环境的污染。同时，工程的设计和施工应尽量避免对河流生态系统造成破坏，保护河流的生物多样性。其次，可持续性是现代水利工程设计的另一重要方面。随着全球气候变化的影响日益显著，河流的水文特性也可能发生变化。因此，控导工程的设计需要考虑到未来的不确定性，确保工程在长期内都能有效运行。这包括选择能够抵御极端气候影响的工程结构和材料，以及制定灵活的运维计划，以便根据实际情况进行调整。最后，灵活性是现代水利工程设计的核心特点。传统的控导工程设计往往基于历史数据和经验公式，缺乏对未来变化的预测能力。而现代设计理念则强调工程的灵活性，以便在面对未知挑战时能够迅速调整策略^[3]。例如，可以通过引入智能监控系统，实时监测河流的水文条件，并根据数据反馈及时调整工程运行策略。为了实现这些现代设计理念，需要结合实际水文条件和地形特征进行定制化设计。每个河流都有其独特的水文特性和地形条件，因此控导工程的设计不能一刀切。定制化设计能够确保工程更好地适应特定的环境，从而提高其适应性和有效性。例如，在山区河流中，可能需要设计更加坚固的工程结构来抵御山洪的冲击；而在平原地区，则可能更注重工程的生态性和可持续性。通过这种定制化的设计理念，可以确保控导工程在各种复杂条件下都能发挥其应有的

作用。

3.2 强化管理维护

强化控导工程的管理和维护工作，是确保工程长期稳定运行、有效发挥防洪功能的关键环节。为此，必须建立健全控导工程的管理和维护制度，通过明确责任主体、完善工作流程，来保障各项管理维护工作能够有序、高效地进行。首先，应确立明确的责任主体，明确各级政府部门、水利工程管理单位以及具体维护团队之间的职责划分。政府部门应负责制定相关政策法规，提供资金和政策支持；水利工程管理单位则负责工程的日常管理、监督和维护工作的组织协调；而具体的维护团队则应承担起工程设施的定期检查、维修和更新任务。其次，要完善管理维护的工作流程。这包括制定详细的工作计划和标准操作程序，确保每一项维护工作都能按照既定的步骤和质量标准进行。例如，可以制定年度、季度和月度的维护计划，明确各项维护任务的时间表、责任人和验收标准。同时，还应建立起完善的应急响应机制，以应对突发的工程故障或自然灾害。在实施具体的管理维护工作时，应定期开展工程设施的检查、维修和更新。检查工作要全面细致，不仅要关注工程结构的安全性，还要检查设备的运行状态和性能。维修工作要及时有效，一旦发现问题应立即进行修复，防止问题扩大。更新工作则应根据技术发展和工程需求，适时引入新的设备和技术，提升工程的整体效能。

3.3 加强与其他水利设施的协调配合：

在水利系统中，各种水利设施之间的协调配合至关重要，它直接关系到整个系统的运行效率和应对突发事件的能力。为了加强控导工程与其他水利设施的协调配合，必须建立一套完善的信息共享和协同工作机制。首先，信息共享是实现水利设施之间协调配合的基础。通过建立统一的信息平台，各个水利设施可以实时上传和下载相关数据，包括水位、流量、气象信息等。这样，控导工程就能及时获取到上游水库的蓄水情况、下游水闸的开合状态等信息，从而作出更为精准的调度决策。

同时，信息共享还能帮助各水利设施之间实现资源的优化配置，比如在水资源紧张时期，通过数据共享可以更加合理地分配水资源，确保各设施的正常运行^[4]。其次，协同工作机制的建立也是关键。各水利设施之间需要明确各自的职责和协作方式，以便在面对突发事件时能够迅速响应。例如，在洪水期间，控导工程需要与水库、水闸等设施紧密配合，通过科学的调度和运行管理来降低洪峰流量，减轻下游地区的防洪压力。这种协同工作不仅提升了整个水利系统的综合效能，还极大增强了系统应对突发事件的能力。此外，加强与其他水利设施的协调配合还需要注重人员培训和技术更新。通过定期的培训活动，可以提高工作人员的专业素养和团队协作能力，确保他们在面对复杂情况时能够做出正确的决策。同时，引入先进的技术和设备也是提升水利设施协调配合能力的重要手段。

结语

本文通过对控导工程在水利堤防中的应用现状及问题的深入剖析，提出了一系列具有针对性的优化策略。这些策略的实施将有助于提升水利堤防的防洪能力和运行效率，为防洪减灾工作提供更为坚实的保障。展望未来，随着科技的不断进步和水利工程技术的持续创新，控导工程将在水利堤防中发挥更加关键的作用，为构建安全、高效、可持续的水利体系贡献力量。

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]叶志伟. 清水持续冲刷下黑沙洲水道控导工程效果的差异性分析[J]. 水运工程, 2021, (09): 87-92.
- [3]白桂艳, 张意敏, 刘志潜. 黄河大玉兰控导工程近年频繁出险原因及对策[J]. 河南水利与南水北调, 2018, 47(03): 44-45.
- [4]李天然. 苇改闸控导维修养护工程项目成本管控研究[D]. 中国石油大学(华东), 2021. (11): 15-30.