

控导与监测技术在水利堤防维护中的应用

陈 智 付泽伟

淄博黄河水务局高青黄河水务局 山东 淄博 256300

摘 要: 水利堤防工程在防洪减灾、保障人民生命财产安全方面发挥着至关重要的作用。然而,随着时间的推移,堤防工程会受到各种因素的影响,从而降低其防洪能力。因此,采用控导与监测技术对水利堤防进行维护显得尤为重要。本文旨在探讨控导与监测技术在水利堤防维护中的应用,以期对相关工程实践提供参考。

关键词: 水利堤防; 控导技术; 监测技术; 维护

引言

水利堤防工程是防洪体系的重要组成部分,对于抵御洪水侵袭、保护人民群众生命财产安全具有重要意义。然而,堤防工程在长期使用过程中,会受到自然环境、人为因素等多种因素的影响,导致堤防结构受损、防洪能力下降。为了保障堤防工程的安全运行,提高防洪减灾能力,必须采取有效的控导与监测技术对水利堤防进行维护。

1 控导技术在水利堤防维护中的应用

1.1 控导技术的原理

控导技术,作为水利堤防工程中的一项关键技术,其核心理念在于通过精确控制和引导水流,显著降低水流对堤坝的冲击力,从而确保堤防工程的稳固与安全。这一技术深植于水动力学的基本原理,通过精心构建如导流堤、丁坝等工程结构,实现对水流自然状态的主动干预。导流堤,作为控导技术中的一种重要构件,通常被战略性地布置在河流岸边。它的主要功能在于引导水流方向,确保主流被有效地引向河道中心,从而避免水流直接冲击堤防,显著减少堤防的潜在损害。同时,导流堤的设计还兼具减缓水流速度的功能,通过降低水流的冲刷力量,为堤防提供额外的安全层。与导流堤相辅相成的是丁坝,它通常垂直于河岸建造,扮演着保护河岸免受水流直接冲刷的重要角色。当水流遭遇丁坝时,其流向会发生改变,这种改变有效地减轻了水流对堤防的侧向冲刷力,为堤防稳定提供了有力支持。此外,丁坝还具有减缓水流速度、促进河床泥沙沉积的效用,这些都助于河床和堤防的稳定。除了上述两种主要结构外,控导技术还涵盖了其他多种辅助措施。例如,通过植被恢复和加固河岸土壤,可以进一步提高堤防的抗冲刷能力^[1]。同时,利用生态工程手段,如湿地恢复和植被缓冲区的建设,也能有效减轻水流对堤防的侵蚀作用。总的来说,控导技术是一套综合性的工程技术体系,它

通过巧妙结合多种工程结构和生态措施,实现了对水流方向和速度的精细调控。这不仅显著降低了水流对堤防的冲刷和侵蚀作用,从而有力保障了水利堤防工程的安全稳定运行,同时也提升了堤防的防洪减灾能力,为沿岸居民构筑了更加坚实的安全屏障。通过这项技术的广泛应用,我们不仅能够更好地保护水利基础设施,还能为沿岸地区的生态环境和居民生活提供更加可持续的保障。

1.2 控导技术的实施方法

在水利堤防维护中,控导技术的实施方法是确保堤防安全的关键环节。这一过程需要细致考虑地形地貌、水流动态、土壤性质以及环境影响等诸多要素。首先,针对河流弯道处的特殊水流情况,实施控导技术时应重点关注。在这些区域,由于水流受到离心效应的影响,堤防的凸岸部分往往承受着强烈的侧向冲刷。为了有效应对这一挑战,可以沿弯道凸岸一侧构建导流堤。导流堤的设计需综合考虑弯道的曲率半径、水流速度、土壤抗冲刷能力等因素。其长度、高度以及形态必须经过精确计算和设计,以确保能够顺畅地将主流引导至河道的凹岸区域,从而显著降低水流对凸岸堤防的直接冲刷作用,提升其安全防护能力。其次,在河流的直线段,水流速度通常较快,这可能导致堤脚部分受到严重侵蚀。为应对这一问题,可在河流适当位置建设丁坝。丁坝的尺寸,包括长度和宽度,需根据河流的具体宽度、水流速度以及河床的质地来细致设计。同时,丁坝的建筑材料选择也至关重要,应选用混凝土、石块等具有高度耐冲刷特性的材料。丁坝的设置不仅可以有效改变水流的原有方向,降低其速度,还能促进泥沙在丁坝上游区域沉积,从而有效保护堤脚免受水流的侵蚀。此外,为了进一步增强堤防的抗冲刷性能,还可以采取其他多种护岸工程措施。例如,在堤防的迎水面铺设护坡砖或石块,这样可以有效防止水流直接对堤防坡面产生冲刷。同时,堤脚处也可以实施抛石护脚处理,即通过在堤脚

附近的水域抛洒石块或碎石,形成一层坚固的保护层,以防止水流对堤脚的侵蚀。除了上述的工程技术措施,控导技术的实施还需结合定期的检查与维护工作。这包括对导流堤、丁坝以及其他护岸工程进行定期巡查,及时发现并修复任何可能出现的损坏或磨损^[2]。同时,也需要根据水流和气候等条件的变化,适时调整和优化控导工程的设计和运行方式。控导技术的实施是一个复杂而系统的过程,它要求综合考虑多种因素,并根据实际情况进行灵活调整和优化。通过科学的设计和精细的施工,控导技术能够有效提升水利堤防的安全性,为沿岸地区提供坚实的防洪保障。

2 监测技术在水利堤防维护中的应用

2.1 监测技术的原理

监测技术作为水利堤防维护的不可或缺的一环,其核心理念融合了多种高科技元素,包括现代化传感技术、数据采集与深度分析技术以及自动化控制系统。这些技术的综合应用,使得我们能够实现对堤防工程全方位、无死角的实时监控,从而极大地提升了堤防维护工作的效率和精确度。具体而言,这一技术的实施起始于在堤防的关键部位精心布置一系列高精度传感器和专用监测仪器。这些设备不仅具有高度的灵敏度和稳定性,而且能够持续、不间断地监测堤防的多元参数,如结构变形、渗流情况、应力分布状态、土壤湿度以及温度等。举例来说,高精度的位移传感器能够捕捉到堤防的微小沉降和位移,即使是毫米级的变化也无遁形;渗压计则像堤防的“血压计”,精确测量内部的渗透压力,为工程师评估堤防的渗透稳定性提供不可或缺的数据支持;而应力计则如同堤防的“心电图机”,持续监测并记录着堤防结构内部的应力变化,帮助专业人员深入了解堤防的实时受力情况。这些高精尖的传感器和仪器并非孤立存在,它们通过先进的数据线或无线网络,将实时采集到的监测数据迅速传输至中央数据处理系统。在这个强大的“大脑”中,数据会经历一系列精细的处理流程,包括数据清洗以剔除异常值、数据整合以形成完整的数据集,以及深度挖掘以发现数据背后的规律和趋势。最终,这些经过处理的数据会转化为直观、易懂的报告和预警信息,为管理人员提供堤防运行状态的全面视图。更为出色的是,监测技术与自动化控制系统的完美结合,赋予了数据处理以更高的智能化水平。一旦实时监测数据触及或超越预设的安全警戒线,系统便会立即启动报警机制,通过声光报警、短信推送等多种方式,确保管理人员能够在第一时间获知异常情况并采取相应的应对措施。这种智能化的监控模式不仅显著

提升了堤防维护的响应速度,也大大提高了异常情况的处置效率。监测技术以其全方位、智能化的特点,为水利堤防的维护工作带来了革命性的变革。它不仅能够实时监控堤防工程的各项关键指标和整体运行状态,更能够在关键时刻及时发现潜在的安全隐患并提醒管理人员迅速介入。这种前沿技术的应用,无疑为水利堤防的安全、稳定运行构筑了坚实的科技防线。

2.2 监测技术的实施方法

2.2.1 数据采集系统

数据采集系统是监测技术的核心组成部分,其实施方法的科学性和精确性直接关系到监测数据的准确性和实时性。在水利堤防维护中,数据采集系统的实施涉及多个关键步骤,每一步都至关重要。首先,传感器的选择与安装是数据采集的首要环节。在堤防工程的关键部位,如堤身、堤脚以及迎水面和背水面等敏感区域,必须精确安装各类传感器。这些传感器,包括位移传感器、渗压计、应力计等,能够捕捉到堤防的微小变形、渗流动态、应力分布等关键信息^[3]。在选择传感器时,要综合考虑其精度、稳定性、耐久性以及环境适应性。例如,在潮湿环境或水下环境中,应选用具有良好防水性能的传感器;在需要长期连续监测的场景中,耐久性强、维护需求低的传感器则更为适用。传感器的安装过程也需要极高的精确度。安装位置的选择应根据堤防的结构特点、受力状况以及监测需求来确定,以确保传感器能够真实、准确地反映堤防的实际状态。在安装过程中,应使用专业的安装工具和技术,严格按照操作规程进行,以确保传感器与堤防结构紧密贴合,避免因安装不当而导致的监测误差。数据采集系统的自动化技术同样重要。通过设定合理的采集频率和数据传输方式,系统能够定时或实时地自动收集各个传感器的数据。这一过程中,有线或无线的数据传输技术发挥着关键作用,它们能够确保数据稳定、准确、及时地传输至计算机中心。这种自动化技术不仅显著提高了数据采集的效率,还保证了数据的实时性和完整性,为后续的数据分析提供了坚实基础。在计算机中心,接收到的原始数据会经过一系列的处理流程。预处理阶段是对数据进行清洗和整理的关键环节,通过去除异常值、噪声以及进行数据平滑处理等操作,可以显著提升数据的质量。随后,经过清洗的数据会被安全地存储在数据库中,以便后续随时查询、分析和挖掘。初步分析阶段则是对数据进行基本的统计描述、可视化呈现以及初步的趋势分析,这些分析结果能够为堤防的日常维护、异常情况预警以及决策支持提供及时、准确的数据依据。

2.2.2 数据库建立与管理

为了全面、高效地管理和利用监测数据，建立一个专门的堤防工程数据库是必不可少的。该数据库不仅用于存储海量的实时监测数据，还承载着堤防工程的历史数据、维护记录等宝贵信息。在数据库建立过程中，设计合理的数据结构和存储方案是至关重要的。这需要综合考虑数据的类型、规模、访问频率等因素，以确保数据的完整性、一致性和安全性。例如，可以采用关系型数据库管理系统（RDBMS）来组织和管理数据，通过建立表、视图和索引等数据结构来优化数据的存储和查询性能。为了方便用户快速检索和分析数据，还需要建立高效的数据索引和查询机制。这包括使用合适的查询语言和工具，以及优化查询算法和执行计划等。通过这些措施，用户可以轻松地获取所需的数据和信息，为堤防工程的维护和管理提供有力支持。此外，对数据库中的历史数据进行对比分析也是一项重要工作。通过对不同时间段和不同环境条件下的监测数据进行比较和分析，可以揭示堤防工程性能的变化规律。这种历史对比和趋势分析有助于及时发现堤防工程的潜在问题和发展趋势，为后续的维护决策提供科学依据。例如，可以通过分析堤防的沉降和位移数据来评估其结构稳定性；通过对比渗流数据来检查堤防的防渗效果等。这些分析结果将为堤防工程的安全运行和长期维护提供有力保障。

2.2.3 预警系统设计与实施

预警系统作为监测技术的核心组成部分，在堤防工程中扮演着及时发现并应对安全隐患的关键角色。为了确保堤防工程的安全运行，预警系统的设计必须精细而周全。首先，预警系统的基石是设定合理的预警阈值。这一步骤并非随意设定，而是需要基于实时监测数据和数据库中的历史分析结果进行综合考量。例如，对于堤防的沉降和位移，可以根据历史数据和工程设计要求，设定一个安全的沉降或位移范围，一旦实时监测数据超出这个范围，即触发预警。当监测数据触碰到这些预警阈值时，预警系统会迅速且自动地启动报警机制。这种

机制可以多样化，包括但不限于发送短信或邮件通知管理人员、启动声光报警器以在现场产生直观的警示效果，甚至可以直接与应急响应团队进行通信，确保异常情况得到迅速而专业地处理^[4]。为了提高预警系统的准确性和减少误报，可以采用多种预警模型进行组合分析。例如，除了基于单一参数的阈值判断外，还可以结合多个参数的变化趋势、历史数据的统计分析结果以及环境因素的影响进行综合判断。这种多维度的预警分析能够更全面地评估堤防工程的安全状况。同时，预警系统的可靠性也至关重要。为了确保系统能够长期稳定运行，应定期对预警系统进行测试和校准。这包括对传感器、数据采集设备、通讯网络以及预警逻辑的全面检查，确保每一个环节都处于良好的工作状态。通过这一系列精心设计和实施的步骤，我们可以实现对水利堤防工程的全面、实时监测和预警，从而为堤防的安全运行提供坚实的技术支撑和保障。

结束语

控导与监测技术在水利堤防维护中发挥着重要作用。通过运用控导技术，可以有效降低水流对堤防的冲刷和侵蚀，提高堤防工程的防洪能力。同时，监测技术可以实时监测堤防工程的运行状态，及时发现并处理潜在的安全隐患。因此，在水利堤防维护过程中，应充分运用控导与监测技术，确保堤防工程的安全运行，为防洪减灾提供有力保障。

参考文献

- [1]安军普.水利工程中河道堤防施工技术要点分析[J].工程技术研究,2019,4(12):94-95.
- [2]梁进宏.探析水利工程中河道堤防护岸工程施工技术[J].2019(15):18-18.
- [3]辛暖.浅析水利工程中河道堤防护岸施工技术[J].绿色环保建材,2017(12):224.-230.
- [4]卢占国.水利工程堤防技术的应用探究[J].河南水利与南水北调,2015(24):12-13.