

水利工程中堤坝加固技术探究

苏文太

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要] 在水利工程中, 堤坝加固是确保水利设施安全稳定运行的关键环节。随着气候变化和人口增长的影响, 对堤坝的安全性和抗灾能力提出了更高的要求。为此, 采用有效的加固技术至关重要。文章将探讨堤坝加固的重要性, 并阐述强化防洪能力、提升水资源利用效率、保护生态环境以及创新的加固技术对堤坝加固的关键作用。通过这些措施, 我们能够确保水利工程的安全性、可持续性和环境友好性, 为未来的水资源管理和灾害防护提供有力支持。

[关键词] 水利工程; 堤坝加固; 加固技术; 应用

DOI: 10.33142/sca.v6i6.9366

中图分类号: TV543

文献标识码: A

Exploration on Dam Reinforcement Technology in Water Conservancy Engineering

SU Wentai

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: In water conservancy engineering, dam reinforcement is a key link to ensure the safe and stable operation of water conservancy facilities. With the impact of climate change and population growth, higher requirements have been put forward for the safety and disaster resistance of dams. Therefore, it is crucial to adopt effective reinforcement techniques. The article will explore the importance of dam reinforcement, and elaborate on the key roles of strengthening flood control capacity, improving water resource utilization efficiency, protecting ecological environment, and innovative reinforcement technologies in dam reinforcement. Through these measures, we can ensure the safety, sustainability, and environmental friendliness of water conservancy projects, providing strong support for future water resource management and disaster prevention.

Keywords: water conservancy engineering; dam reinforcement; reinforcement technology; application

文章探讨了水利工程中堤坝加固的重要性及其应用措施。首先介绍了强化防洪能力, 包括提高堤坝的抗冲刷和抗滑稳定能力; 其次讨论了提升水资源利用效率, 如利用节水灌溉技术和水资源调配管理; 接着探讨了保护生态环境, 包括湿地生态修复和植被保护措施。最后介绍了创新的加固技术, 如土石组合加固、弹性防波堤、智能监测系统和原位加固技术。这些措施能够提高堤坝的抗灾能力、水资源利用效率和环境保护, 确保水利工程的安全稳定和可持续发展。

1 水利工程中堤坝加固的重要性

1.1 强化防洪能力

堤坝加固可以增加水利工程的抗洪能力。洪水是自然灾害中最具破坏性的一种, 可能给人民的生命和财产带来巨大损失。通过采取加固措施, 如加厚堤坝的坝体、加高堤坝的高程、加固堤坝的抗冲刷能力等, 可以大大提高堤坝的抗洪能力。加固后的堤坝能够更好地承受洪水的冲击和压力, 减轻洪水对周边地区的冲击和危害。其次, 堤坝加固可以减少溃坝风险。溃坝是洪水灾害中最严重的后果之一, 可能导致洪水迅速泛滥, 造成更大范围的破坏和危险。堤坝加固措施的实施可以提高堤坝的稳定性和抗冲刷能力, 降低堤坝发生溃坝的概率。通过采用抗滑稳定措施、提高坝顶强度、增加泄洪能力等手段, 可以有效减少溃坝风险, 保护沿岸居民和土地资源的安全。

1.2 提升水资源利用效率

堤坝加固可以改善水库的调度和水流控制能力。加固后的堤坝具备更好的稳定性和强度, 可以更准确地控制水位和水流。这使得水库能够更精确地进行水资源调度, 根据需求进行合理的蓄水和释放, 优化水资源的利用。通过精确的调度, 可以提高灌溉水的供应效率, 减少农业灌溉中的水浪费, 提高农田灌溉效果, 从而实现农业生产的可持续发展。其次, 堤坝加固可以减少水资源的损失和浪费。加固后的堤坝具备更好的防渗透性能, 减少水库或河道的渗漏损失。堤坝加固技术的应用可以修复和加固渗漏问题, 保持水库的存水量, 减少水的损失。并且加固后的堤坝还能更好地抵御自然因素(如风、波浪等)对水库的影响, 减少因泄漏或溢流而造成的水资源浪费^[1]。

1.3 保护生态环境

堤坝加固可以减少对河流和湿地生态系统的干扰。堤坝建设和运营过程中常常会对河流和湿地的生态环境产生不可逆转的破坏。然而, 通过采取合理的加固措施, 如选择环境友好的材料、优化施工工艺和保护植被等, 可以减少对生态系统的干扰。加固后的堤坝能够更好地与周围的生态环境相协调, 降低对生态系统的负面影响, 保持生态平衡。其次, 堤坝加固有助于维护水生态的平衡和稳定。水生态系统是一个复杂而脆弱的生态系统, 堤坝加固可以通过合理的设计和

施工来保护水生态的完整性。例如，加固后的堤坝可以改善河流的水质，减少污染物的输入，保护水中生物的生存环境。同时加固堤坝还可以提供适宜的水位和水流条件，维持河流生态的稳定，保护水生态系统中的物种多样性和生态链。

2 水利工程中堤坝加固的技术分类

2.1 土工加固技术

土工加固技术是水利工程中常用的一种堤坝加固方法，通过改良土壤性质和应用土工合成材料来增强堤坝的稳定性和抗灾能力。土壤改良技术是土工加固的核心之一。通过土壤改良，可以提高土体的强度、稳定性和抗冲刷能力。常见的土壤改良方法包括灌浆、深层搅拌桩和土壤固化等（表 1）。灌浆技术通过向土体注入水泥浆或其他材料，改变土壤的物理和化学性质，提高土体的强度和稳定性。深层搅拌桩通过机械搅拌将水泥和土体混合，形成增强的土体柱，增加土体的抗剪强度和抗冲刷能力。土壤固化则是通过添加化学药剂或固化材料，改善土壤的工程性能，增强堤坝的稳定性和抗渗透能力。其次，土工合成材料的应用是土工加固技术的重要组成部分。土工合成材料是一种由合成纤维或合成薄膜构成的材料，具有高强度、耐久性和抗化学侵蚀性能。常见的土工合成材料包括土工格室、土工布和土工格栅等。这些材料可被用于加固堤坝的坝体和坝基，增加土体的抗渗透性和抗冲刷能力。土工格室可以形成一个稳定的土体结构，抵抗水流的冲刷和侵蚀。土工布和土工格栅则可以防止土壤的沉降和侧向移动，保持土体的稳定性。土工合成材料的应用可以提高堤坝的整体性能，增强其抗灾能力和安全性。

表 1 土工加固技术类型

方法	应用领域	特点
土石填筑	河道防护、土堤加固	适用于土壤稳定，填筑容易，成本较低
土工格栅	坡面防护、土质墙加固	具有较好的抗冲刷能力，适用于较陡峭的坡面
土工布	地基加固、防渗透层	具有良好的抗渗透性能，可用于加固土壤、防止水流渗透
土工梯形墙	河道整治、堤坝加固	结构稳定，能够有效抵抗水流侵蚀，适用于高速水流的环境
土工管道	排水系统、渗流控制	可用于排水、渗流控制和防止土壤液化等问题
土工桩	基础加固、支撑结构	提供较强的承载能力和抗滑移能力，适用于加固基础和支撑结构

2.2 结构加固技术

结构加固技术是通过改善结构的强度和稳定性来提高堤坝的抗灾能力。通过在堤坝结构中应用钢筋混凝土加固技术，可以提高堤坝的强度和稳定性，增加抗震和抗冲刷能力。常见的钢筋混凝土加固方法包括增设钢筋混凝土加强带、加固坝顶等。增设钢筋混凝土加强带可以在堤坝的重点部位或薄弱环节处加固，增加结构的强度和刚度，提高抗震性能。加固坝顶可以通过加厚坝顶或增设加固梁等方式，增加坝顶的承载能力和抗冲刷能力，提高堤坝的安全

性。其次，钢板桩加固是结构加固技术的重要手段之一。钢板桩是一种由钢板组成的桩，通过驱动或挖孔灌注的方式嵌入土壤中，用于增强堤坝基础的承载能力和抗冲刷能力。钢板桩可以提高土体的水平和垂直稳定性，抵抗侧向和剪切力的作用。它们通常被用于处理土壤软弱、可塑性较高的地区，提供稳定的基础支撑。通过钢板桩加固，可以增加堤坝基础的稳定性和抗灾能力，减少基础沉降和失稳的风险^[2]。

2.3 生物工程加固技术

生物工程加固技术是利用生物学原理和工程手段来增强堤坝的稳定性和抗灾能力。湿地生态修复是生物工程加固技术的重要组成部分。湿地是自然的防护屏障，具有吸收冲击能量、抵御风浪侵蚀和稳定土壤的功能。通过恢复和修复湿地生态系统，可以增强堤坝的稳定性。常见的湿地生态修复手段包括湿地植被恢复、湿地生境的重建和湿地水文恢复等。通过种植湿地适应性植物、建设湿地缓冲带、恢复湿地水循环等措施，可以提高土壤的抗冲刷能力、增强堤坝的稳定性，并促进湿地生态系统的恢复。其次，植被保护是生物工程加固技术的关键环节。植被具有根系固土、抵御冲刷和保持土壤稳定的功能。通过在堤坝表面种植适应性植物，形成坚固的根系网，可以有效地抵御水流的冲刷和侵蚀。植被保护还能够降低土壤表面的风速，减少风蚀对堤坝的影响。在植被保护方面，可以选择具有较强生命力和抗逆性的植物，如禾草类和柏树等，以增加堤坝的稳定性和抗灾能力。

3 水利工程中堤坝加固技术的应用措施

3.1 土石组合加固

土石组合加固是通过将土壤和石块结合起来进行加固，充分利用两者的优势。以下是几个关键点，阐述土石组合加固技术的重要性和应用：①土石组合加固技术能够提高堤坝的抗冲刷和抗滑稳定能力。土壤具有良好的抗冲刷性能，而石块具有较高的抗剪强度。通过将土壤和石块混合填筑，形成坚固的复合体，可以有效地抵抗水流的冲击和土体的滑动。土石组合体能够增加堤坝的整体强度和稳定性，提高堤坝的抗灾能力。②土石组合加固技术具有较好的适应性和灵活性。不同地区的土壤性质和岩石资源存在差异，土石组合加固技术可以根据具体情况选择不同类型和比例的土壤和石块进行加固。可以使用填筑石子、碎石、碎砖等材料，与土壤混合填筑，形成适应性强的复合体结构。因此土石组合加固技术适用于不同地质条件和工程要求，提供了灵活可行的加固方案。③土石组合加固技术能够降低工程成本。相比于传统的土方开挖和运输，土石组合加固技术减少了土石运输的数量，节约了人力和物力资源。此外土石组合加固技术可在现场进行，避免了大规模的土方运输，减少对环境的影响。通过合理利用现场土壤和石块资源，降低加固成本，实现经济高效的工程加固^[3]。

3.2 弹性防波堤

弹性防波堤是通过利用弹性材料和结构设计原理，构建具有吸能和恢复能力的防波堤。以下是几个关键点，阐述弹性防波堤技术的重要性和应用：①弹性防波堤能够有

效吸收来自水流的冲击能量。传统的刚性防波堤在面对波浪冲击时容易受损,无法承受大幅度的冲击力。而弹性防波堤采用弹性材料填充堤坝的空隙,使其能够在水流的作用下发生弹性变形,从而吸收和分散冲击力。弹性材料的能量吸收特性能够减小波浪冲击力对堤坝的影响,提高堤坝的抗波浪能力。②弹性防波堤具有恢复能力,能够自行恢复形状。在冲击力作用下,弹性防波堤可以恢复到初始状态,不会永久变形或破坏。这种恢复能力保证了堤坝的持久性能和稳定性。相比于传统的刚性结构,弹性防波堤在遭受冲击后能够自行恢复,减少了维护和修复的需求,降低了工程运营成本。③弹性防波堤具有灵活性和适应性。弹性材料的选择和堤坝结构设计的灵活性,使得弹性防波堤能够适应不同的水流条件和工程要求。根据实际情况,可以选择不同类型和性能的弹性材料,如橡胶、聚氨酯等。同时弹性防波堤的结构设计可以根据具体需求进行调整和优化,以提供最佳的防护效果和结构性能^[4]。

3.3 智能监测系统

智能监测系统是利用先进的传感器技术、遥感技术和数据分析算法,实现对堤坝运行状态的实时监测和分析。以下是几个关键点,阐述智能监测系统的重要性和应用:①智能监测系统可以实现对堤坝变形、应力、渗流等参数的实时监测。通过布设传感器网络,可以获取堤坝结构和周边环境的关键参数数据(表2)。

表2 智能监测参数

应用领域	监测参数	监测特点
堤坝安全监测	堤坝变形、应力、渗流	实时监测和分析堤坝结构的变形和应力状态,提供预警和风险评估
水位监测	河流、湖泊水位	高精度监测水位变化,提供洪水预警和水文信息管理
温度监测	结构温度、水体温度	监测温度变化,识别结构热点区域和环境变化
应力监测	结构应力、土体应力	实时监测结构和土体的应力分布,预测变形和破坏的潜在风险
周边环境监测	雨量、风速、地震	监测周边环境参数,提供与堤坝安全相关的环境信息
数据分析与预测	数据处理、模型建立	运用数据分析和建模技术,实现对监测数据的实时处理和预测分析

传感器可以监测堤坝的变形、裂缝、应力分布等情况,及时发现和识别潜在的安全隐患。此外监测系统还可以监测渗流、地下水位、土壤含水量等水文参数,提供对堤坝内部和周边环境的全面了解。②智能监测系统能够通过数据分析和模型预测,提供及时的预警和监控。通过对监测数据进行实时分析和处理,智能监测系统可以检测到异常变化和趋势,发出预警信号。这可以帮助工程管理人员及时采取措施,减轻潜在风险和避免事故发生。同时基于监测数据的模型预测可以预测堤坝的变形趋势、渗流情况等,为加固和维护决策提供科学依据。③智能监测系统可以实现远程监控和实时数据共享。借助于网络和云计算技术,监测数据可以实现远程监控和共享。工程管理人员可以通

过远程访问监测系统,随时获取堤坝的监测数据和状态,及时做出决策和应对突发情况。并且实时数据共享还可以促进信息交流和协同工作,提高工程管理的效率和准确性。

3.4 原位加固技术

原位加固技术与传统的土方开挖和材料运输方式相比,具有许多优势。以下是几个关键点,阐述原位加固技术的重要性和应用:①原位加固技术可以减少土方开挖和土石运输的数量。传统的加固方法通常需要大量的土方开挖和土石运输,消耗大量的人力和资源。而原位加固技术利用现场的土壤和材料,减少了土方开挖和土石运输的需求。通过对现场土壤进行改良或填充,可以提高堤坝的强度和稳定性,降低工程成本。②原位加固技术能够减少对环境的影响。传统加固方法常常需要大规模的土方开挖和材料运输,对生态环境造成较大的干扰和破坏。而原位加固技术在现场进行,避免了大规模土方开挖,减少了对生态环境的影响。同时,原位加固技术可以利用现场土壤和材料,减少了对资源的消耗,符合可持续发展的原则。③原位加固技术具有较好的适应性和灵活性。原位加固技术可以根据现场条件和工程要求进行灵活调整和优化。根据土壤的特性和堤坝的情况,可以选择合适的原位加固方法,如喷射浆液加固、地下固结加固等。原位加固技术能够满足不同地质条件和工程要求的加固需求,提供个性化和可定制的加固方案。④原位加固技术具有较好的维护性和可持续性。原位加固技术可以提高堤坝的稳定性和抗灾能力,并延长其使用寿命。由于加固材料和土壤的一体化,原位加固技术具有较好的整体性和一致性,减少了维护和修复的需求。这有助于降低维护成本,提高工程的可持续性^[5]。

4 结语

水利工程中的堤坝加固技术扮演着保护人民生命财产安全和维护生态环境的重要角色。通过强化防洪能力、提升水资源利用效率、保护生态环境以及应用创新的加固技术,我们能够确保堤坝的稳定性和可持续发展。在未来,持续推进堤坝加固技术的研究和应用将为水利工程的安全和可持续发展提供更坚实的基础。

【参考文献】

- [1] 聂玉锋. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术探究[J]. 陕西水利, 2021(9): 201-202.
 - [2] 张林. 水利工程施工堤坝防渗加固技术[J]. 四川水泥, 2021(7): 175-176.
 - [3] 卜祥禹, 马建强. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术分析[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(15): 99-100.
 - [4] 金福明. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术探究[J]. 建材与装饰, 2020(20): 31-33.
 - [5] 荆昊. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术探究[J]. 低碳世界, 2020, 10(2): 84-85.
- 作者简介: 苏文太(1989.5—), 毕业院校: 南昌工程学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 江西省水投建设集团有限公司, 职务: 施工员, 职称级别: 助理工程师。