

抗洪工程中堤坝加固与防渗技术研究

赵佳, 于莽

江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

摘 要 : 抗洪工程中的堤坝是重要的防洪保护工程, 承担着调蓄洪水、缓解洪峰、保护下游地区安全的重要职责。然而, 由于堤坝长期受到各种不利因素的影响, 这就会导致渗漏问题的发生, 这对洪水防治的效果和工程的长期运行安全构成了严峻挑战。本文对抗洪工程中堤坝加固与防渗技术进行了比较深入的分析, 进而为堤坝的加固与防渗施工提供重要的参考, 有助于提升抗洪工程的安全性、稳定性和可持续性。

关 键 词 : 抗洪工程; 堤坝加固; 防渗

Research on Dam Reinforcement and Seepage Prevention Technology in Flood Fighting Project

Zhao Jia, Yu Mang

Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd, Jiangsu, Huai'an 223001

Abstract : The dam in the flood fighting project is an important flood control and protection project, which undertakes the important responsibility of regulating and storing the flood, alleviating the flood peak and protecting the safety of the downstream area. However, because the dam is affected by various adverse factors for a long time, this will lead to the occurrence of leakage problems, which poses a severe challenge to the effect of flood control and the long-term operation safety of the project. This paper deeply analyzes the technology of the dam reinforcement and seepage prevention in the flood fighting engineering, which provides an important reference for the dam reinforcement and seepage prevention construction, and helps to improve the safety, stability and sustainability of the flood fighting engineering.

Key words : flood fighting works; dam reinforcement; seepage prevention

一、前言

抗洪工程中的堤坝是重要的防洪保护工程, 它们的安全稳定和防渗性能直接影响着洪水防治的效果和工程的长期运行。然而, 随着时间的推移和洪水冲刷的影响, 堤坝可能出现各种安全隐患和防渗问题, 为了确保抗洪工程的安全性和稳定性, 堤坝加固与防渗技术的研究成为当前工程建设领域亟待解决的重要课题。

二、抗洪工程中堤坝加固技术分析

(一) 加固前的安全评估与监测

(1) 堤坝安全评估指标与标准

堤坝安全评估涉及一系列指标与标准, 用于对堤坝结构的现状和性能进行综合评价。这些指标和标准是根据工程设计要求、行业规范和国家标准等制定的, 旨在确保堤坝在承受洪水冲击等极端情况下的安全可靠。其中, 主要的堤坝安全评估指标包括:

1) 抗洪能力。用于评估堤坝在洪水冲击下的承载能力。抗洪能力与堤坝的设计洪水位、设计洪水流量以及堤坝的防洪标准等密切相关。通过对堤坝的抗洪能力进行评估, 可以判断其在洪水期间是否能够稳定运行, 从而确定是否需要加固。

2) 坝体稳定性。主要包括抗滑稳定性和抗倾覆稳定性。抗滑稳定性评估考虑坝体与坝基之间的摩擦力和抗滑稳定系数, 以判断坝体在洪水冲击下是否会出现滑动现象。抗倾覆稳定性评估考虑坝体的自重、洪水冲击力和岸坡稳定性, 以判断坝体是否会倾覆。

3) 渗透性评估。渗透性是堤坝安全性的关键影响因素, 特别是对于土坝而言。渗透性评估考虑堤坝防渗层的完整性和渗透率, 以判断渗透问题是否会影响堤坝的稳定性。如果存在渗漏现象, 需要考虑相应的防渗措施。

4) 坝体变形。通过测量和监测坝体的变形情况, 可以了解其在洪水冲击下的变形特性, 并判断是否存在过大的变形, 需要加固。

(2) 监测技术与设备选用

在进行抗洪工程中堤坝加固前的安全评估与监测中, 选择适合的监测技术与设备是至关重要的。现代监测技术的应用可以提供准确、实时的数据, 帮助工程师全面了解堤坝的运行状态, 及早发现潜在问题, 从而采取相应措施进行加固。以下是一些常用的监测技术与设备选用:

1) 变形监测。变形监测是堤坝安全评估的重要手段, 可以及时反映堤坝在不同载荷作用下的变形情况。常见的变形监测设备包括测量仪器和传感器, 如位移传感器、应变计、倾斜计等。这些设备能够实时监测堤坝的变形量和变形速率, 为判断其稳定性

提供数据支持。

2) 渗流监测。堤坝的渗流问题是加固过程中需要重点关注的方面。渗流监测技术可通过安装压力计、渗流计等设备来测量堤坝内外水压差和渗流量,以评估渗流情况。及时监测渗流数据有助于发现渗漏点和渗流路径,从而采取相应措施加固堤坝。

3) 地震监测。堤坝加固应考虑地震因素对堤坝的影响。地震监测技术可以通过安装地震传感器,实时监测地震波动情况。这有助于评估堤坝在地震作用下的稳定性,并在地震前后及时采取应急措施。

4) 水位监测。堤坝的水位变化直接影响其受力情况和稳定性。水位监测技术可以通过水位计、液位传感器等设备,实时监测水位变化,并提供水位数据。这有助于评估堤坝的洪水承载能力,及时预警可能出现的洪水风险^[1]。

(二) 加固方案设计与优化

(1) 加固目标与策略选择

在进行堤坝加固前,首先需要明确加固的目标和采取的策略选择。加固目标主要包括增加堤坝的抗滑稳定性、提高抗冲刷能力、增加承载能力、改善抗渗性能等。在制定加固目标时,需要充分考虑堤坝当前的技术状况、存在的问题和工程背景,明确加固的重点和关键。

策略选择是堤坝加固方案设计的基础。根据不同的堤坝类型和加固目标,可以采取不同的策略。例如,对于土石坝,可以采用加大坝体截面、增加防滑桩或加设加固带等措施,以增加其抗滑稳定性。对于混凝土坝,可以采用钢筋混凝土加固层、预应力加固等方式,以提高其承载能力和抗冲刷能力。同时,还可以通过坝体渗漏通道的处理来改善抗渗性能。在进行策略选择时,需要综合考虑工程技术可行性、经济可行性和社会环境因素。必要时可以进行风险评估和效益评价,以确定最合理的加固策略。在制定加固方案后,还需要进行工程设计和施工前的模拟试验和仿真分析,以验证方案的有效性和安全性。

(2) 加固材料与结构形式

加固材料的选用直接影响到加固效果和工程的经济性,而结构形式的设计则关系到加固工程的施工可行性和稳定性。

首先是加固材料选用。在堤坝加固中常用的材料包括钢筋混凝土、土工合成材料、岩石料等。钢筋混凝土是一种常用的加固材料,其强度高、耐久性好,适用于加固坝体和岸坡。土工合成材料是一种具有高抗拉性能的复合材料,可以用于加固土体,如设置土工格室和土工帷幕等。岩石料可用于加固坝体和护坡,其稳定性和抗冲刷性能较强。在选择加固材料时,需综合考虑材料的性能、成本和可获得性,确保选择的材料能够满足加固目标,并保持长期稳定性。

其次是结构形式设计。堤坝加固中常用的结构形式包括钢筋混凝土面板、土工格室、岩石护坡等。钢筋混凝土面板是一种常用的加固形式,适用于加固坝体表面和岸坡,可以提高坝体的稳定性。土工格室是一种利用土工合成材料构建的加固结构,可用于加固土体和护坡,增强土体的抗拉性能。岩石护坡是一种利用岩石料堆砌而成的护坡结构,可用于加固岸坡,提高坡面的稳定

性。在设计结构形式时,需根据加固目标、加固材料和施工条件等因素进行综合考虑,确保结构形式能够适应实际加固需求和施工条件^[2]。

三、抗洪工程中堤坝防渗技术

(一) 渗流分析与渗透计算

(1) 渗透计算模型与方法

渗透计算的关键是建立合适的渗透计算模型和方法。首先,需要确定渗流的边界条件,包括水位、土体的渗透性以及周围地质条件等。其次,可以采用不同的数值模型,如有限元方法、有限差分法等,来模拟渗透过程,并求解渗流场的分布。在进行渗透计算时,需考虑土体的非均质性和各向异性,以及渗透压力、流速等参数的影响。

渗透计算的目的是得到堤坝内部的渗流场和渗透压力分布,进而评估渗流对堤坝稳定性的影响。通过渗透计算可以预测堤坝的渗透量、渗透速度和渗透压力,判断渗流是否会导致堤坝的稳定性问题,并为制定防渗措施提供依据。在渗透计算中,还需进行参数敏感性分析,评估不同参数对渗透计算结果的影响,以确定渗透计算的可靠性和准确性。

(2) 渗流路径分析与预测

渗流路径分析与预测是堤坝防渗技术中的一项重要内容,其目的是研究和预测渗流在堤坝内部的传递路径,从而找到可能的渗漏通道和隐患点,为防渗措施的制定和优化提供依据。

首先,进行渗流路径分析需要对堤坝的地质条件、土体结构、水位变化等进行详细的调查和分析。通过野外勘察和实测数据,获取堤坝周围地质地貌信息,包括岩性、土质、断裂、裂隙等。同时,对堤坝内部土体的渗透性进行实验室试验和野外测试,获得土体渗透性参数。其次,利用数值模拟方法进行渗流路径的预测。有限元方法和有限差分法是常用的数值模拟方法,可以模拟渗流在复杂土体中的传递过程。通过建立合适的数值模型,输入地质和水位等参数,可以模拟渗流在堤坝内部的传递路径,并预测可能的渗漏通道和渗流集中区域。最后,渗流路径分析与预测的结果为防渗措施的制定提供了重要参考。根据预测结果,可以有针对性地选择加固材料和结构形式,优化加固方案,防止渗流在堤坝内部形成大面积的渗漏通道^[3]。

(二) 防渗材料与防渗屏障

(1) 防渗材料性能与选用

防渗材料的性能与选用在防渗屏障的建设中起着关键作用。防渗材料主要用于构建防渗层,以阻止水流通过土体,从而保持堤坝的完整性和稳定性。

首先,防渗材料需要具有优良的防渗性能。其渗透性应尽可能低,以确保水流不能穿透防渗层,从而减少渗漏的可能性。抗渗性能是防渗材料最重要的性能之一,通常通过测量渗透系数来评估。其次,防渗材料应具有较好的耐化学性和耐久性。在抗洪工程中,堤坝可能会受到多种环境因素的影响,包括水的酸碱性、高盐度等。最后,防渗材料的机械性能也很重要。堤坝防渗

层通常会受到一定的土压力和水压力，因此防渗材料需要具有足够的抗压和抗剪强度，以保持其完整性和稳定性。

在选用防渗材料时，需要根据具体的工程要求和地质条件进行合理选择。一般常用的防渗材料包括高聚物材料、土工合成材料、土工膜等。高聚物材料具有较好的渗透性能和耐化学性，适用于一般的防渗工程。土工合成材料通常由合成纤维与土壤组合而成，具有较好的抗拉强度和抗挠性能，适用于复杂地质条件下的防渗透障。土工膜具有优异的防渗性能，是一种较为常用的防渗材料，适用于各种地质条件下的堤坝防渗工程。

（2）防渗透障的构筑与性能评估

防渗透障是由防渗材料构成的一道屏障，用于阻止水流通过土体，从而防止堤坝的渗漏。在构筑防渗透障时，需要注意以下几个方面：

首先，选择合适的防渗材料和施工方法。根据堤坝的地质条件和工程要求，选择适合的防渗材料，如土工膜、高聚物材料等，并确定最佳施工方法。不同的防渗材料和施工方法对于防渗透障的性能和效果有着重要影响。其次，进行防渗透障的施工与安装。在施工过程中，需要严格按照设计方案进行施工，保证防渗材料的完整性和紧密性。对于土工膜等材料，应注意接缝的处理和固定，确保防渗透障的连续性和稳定性。最后，对防渗透障进行性能评估。在施工完成后，需要对防渗透障进行性能评估，以验证其防渗效果和稳定性。常用的性能评估方法包括渗透试验、压力试验等，通过对防渗透障的性能进行评估，可以及时发现问题并进行调整和优化^[4]。

（三）渗漏监测与控制

（1）渗漏监测技术与设备

渗漏监测是指对堤坝防渗透障的渗透情况进行实时监测与记录，旨在及时发现渗漏问题并采取相应控制措施，确保堤坝的稳定和安全。为实现有效的渗漏监测，需要选用合适的监测技术与设备。

首先是渗透压力计监测法。该方法通过在堤坝防渗透障上设置渗透压力计，测量渗透压力的变化来判断渗漏的情况。当渗透压力超过一定阈值时，表明堤坝出现渗漏现象，可以及时发出警报并进行处理。这种方法具有实时性强、准确度高的特点，适用于对渗漏进行连续监测的场景。其次，常用的监测设备是渗流

计。渗流计是一种专门用于监测渗流速度的仪器，通过测量渗流速度来判断渗漏的情况。渗流计可以根据实际需要选择不同类型，如水压式、渗压式等，适用于不同类型的堤坝防渗透障。渗流计具有安装简便、操作方便的优点，能够实现对渗漏的定量监测。

（2）渗漏控制措施与效果评估

渗漏控制措施主要包括两个方面：一是针对堤坝结构的改进措施，二是对堤坝周围地基和堤体进行渗漏控制的防渗透帷幕措施。

首先，针对堤坝结构本身的改进措施，可以考虑采用防渗浓技术。通过对混凝土或土石坝体进行防渗剂的加入，增加其密实性和抗渗性能，从而降低渗漏发生的可能性。此外，采用特殊的堤坝防渗结构，如渗流防护板和防渗墙，以在结构内部形成屏障，防止水通过渗漏路径渗透出去。这些措施的效果可以通过长期运行的监测数据和现场观测来评估，根据实际情况进行调整和优化。

其次，对于堤坝周围地基和堤体的渗漏控制，防渗透帷幕是常用且有效的措施。防渗透帷幕通常采用水泥浆、高压注浆或人工沉积物等材料进行施工。在施工过程中，将这些材料注入到地基和堤体内部的渗漏通道中，形成一道有效的防渗透屏障。同时，对于堤坝下游侧的地基，可以采取排水措施，降低地下水位，减少渗漏水流出的压力，从而进一步减少渗流量。防渗透帷幕施工后需要进行渗漏监测，监测其效果并及时进行补漏和维护，确保其长期稳定性和可靠性^[5]。

四、结语

综上所述，抗洪工程中堤坝加固与防渗技术的研究对于确保工程的安全运行和提高防洪能力具有重要意义。通过合理的加固方案设计与防渗措施的实施，可以提高堤坝的抗洪能力和稳定性，为抗洪工程的安全运行提供有力保障。然而，加固与防渗技术研究仍然需要不断深入，随着科学技术的不断发展，将会有更多更优化的加固与防渗方案出现。因此，对于抗洪工程中堤坝加固与防渗技术的研究需要持续关注和探索，为工程的可持续发展提供更为有效的解决方案。

参考文献：

- [1] 李涛. 水利工程堤坝防渗与加固技术研究——评《水利工程施工技术》[J]. 人民黄河, 2023, 45(04): 168.
- [2] 朱明栓, 李世恩. 混凝土防洪堤坝防渗墙加固施工技术[J]. 江西建材, 2022, (11): 95-97.
- [3] 植发龙. 路下勒水库堤坝防渗加固研究[J]. 陕西水利, 2022, (11): 142-144.
- [4] 姜红斌. 劈裂灌浆技术在水库堤坝防渗加固施工的应用[J]. 水利科学与寒区工程, 2022, 5(09): 131-133.
- [5] 严维. 堤坝防渗及加固技术的应用[J]. 东北水利水电, 2022, 40(08): 48-52+72.