

水利工程施工中堤坝防渗加固技术研究

徐国巍

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330029

[摘要]随着我国经济社会的发展和水资源的日益紧张,水利工程的建设规模和数量不断增加,许多早期建设的水利工程堤坝由于设计不当、施工质量不佳或运行管理不善等原因,存在不同程度的渗漏问题。此外,气候变化、地质灾害等自然因素的影响,也给堤坝防渗工作带来了额外的挑战。因此,开展对水利工程堤坝防渗加固技术的研究和应用,对于提高工程的安全性、保护水资源和生态环境具有重要的现实意义。

[关键词]水利工程;堤坝;防渗加固

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13511

中图分类号: TV698.23

文献标识码: A

Research on Anti-seepage and Reinforcement Technology for Dams in Water Conservancy Engineering Construction

XU Guowei

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330029, China

Abstract: With the development of Chinese economy and society and the increasing scarcity of water resources, the scale and quantity of water conservancy engineering construction continue to increase. Many early constructed water conservancy engineering dams have varying degrees of leakage problems due to improper design, poor construction quality, or poor operational management. In addition, the impact of natural factors such as climate change and geological disasters has also brought additional challenges to the anti-seepage work of dams. Therefore, conducting research and application of anti-seepage and reinforcement technology for hydraulic engineering dams is of great practical significance for improving the safety and reliability of the project, protecting water resources and ecological environment.

Keywords: water conservancy engineering; embankment; anti-seepage reinforcement

引言

水利工程中的堤坝承担着重要的水资源调控和防洪排涝等功能,由于多种因素的影响,堤坝的防渗问题一直是工程建设和运行中的重要挑战之一。渗漏问题不仅可能影响堤坝结构的稳定性和安全性,还可能导致周边土地的涝灾和水土流失等环境问题。因此,对于堤坝防渗加固技术的研究和应用具有重要的理论和实践意义。

1 水利工程堤坝防渗加固技术的重要性

水利工程中,堤坝防渗加固技术的重要性不言而喻。堤坝是水利工程中的重要构筑物,承担着水资源调控、防洪防灾等重要任务。随着时间的推移和自然环境的影响,堤坝的渗漏问题可能会逐渐显现。渗漏不仅会导致水资源的浪费,还可能加剧堤坝的结构破坏,甚至威胁到周边地区的安全。因此,有效的防渗加固技术对于保障水利工程的安全稳定运行至关重要。通过研究和应用先进的防渗加固技术,不仅可以提升堤坝的渗漏防范能力,还能延长其使用寿命,实现水资源的有效利用,确保水利工程的长期可持续发展。

2 水利工程堤坝渗漏原因分析

2.1 土体渗漏机理

堤坝渗漏问题的根源之一是土体渗漏机理。在水利工程中,土体渗漏是指水分或水流沿着土体孔隙或裂缝渗透、

渗漏到土体内部或外部的现象,这一机理通常涉及多种因素的相互作用。首先,土体的孔隙结构是影响渗漏的关键因素之一。土体孔隙结构的大小、形状和连通性决定了水分渗透的路径和速度。当土体孔隙较大、连通性好时,水分容易通过土体孔隙途径渗漏;相反,当土体孔隙较小、分布不均匀或孔隙之间存在障碍物时,水分的渗透性会受到限制,但在一定条件下仍可能发生渗漏^[1]。其次,土体的渗透性也是影响渗漏的重要因素。土体的渗透性取决于土壤类型、颗粒大小、含水量等因素。通常情况下,砂土、砾石等渗透性较强的土体易发生渗漏,而黏土、粘土等渗透性较差的土体则相对不易发生渗漏。此外,土体的力学性质也可能对渗漏产生影响。例如,土体的压实度、抗渗性等力学性质会影响土体对水分的渗透能力和抵抗渗漏的能力。

2.2 工程施工质量问题

在水利工程堤坝渗漏问题中,工程施工质量是另一个重要的因素。工程施工质量问题可能会导致堤坝结构存在缺陷或瑕疵,从而增加了渗漏的风险。首先,施工过程中存在的工艺技术问题可能导致渗漏。例如,如果施工中未能正确控制混凝土的配比、振捣质量和浇筑工艺,可能会导致堤坝结构内部存在空隙或裂缝,从而使水分通过渗透途径渗漏到土体内部。其次,施工中的材料质量问题也可

能导致渗漏。如果使用的防渗材料质量不达标,或者未能按照设计要求进行材料的选择和使用,可能会降低防渗材料的密封性能,从而增加了渗漏的风险。此外,施工过程中的施工质量控制问题也可能对渗漏产生影响。如果施工过程中存在管理混乱、施工人员技术水平低下或监督不到位等问题,可能会导致施工质量不达标,增加了堤坝渗漏的风险。

2.3 设备运行与维护问题

设备运行与维护问题在水利工程堤坝渗漏中也扮演着重要角色。若设备运行不当或维护不及时,可能会直接或间接导致堤坝防渗系统的失效或减效。首先,设备运行不当可能会导致监测系统失灵,进而影响对堤坝渗漏情况的监测和控制。监测系统的失灵可能会延误对渗漏问题的发现和解决,进而导致渗漏问题的加剧或扩大。其次,设备维护不及时或不规范可能会降低设备的运行效率和性能,增加设备故障发生的概率。例如,如果渗漏监测设备长期未进行维护保养,可能会导致传感器故障或数据采集异常,从而影响对渗漏情况的准确监测。此外,设备维护不到位还可能导致防渗设备的老化和损坏,从而降低了其防渗效果。例如,如果防渗设备长期未进行清洗、润滑或更换,可能会导致设备部件的磨损和损坏,从而减弱了其密封性能,增加了渗漏的风险。

3 水利工程堤坝防添加固施工技术分类与原理

3.1 土工合成材料防渗技术

土工合成材料防渗技术作为水利工程堤坝防添加固的重要手段,其原理基于土工合成材料的优异性能以及其在水利工程中的多功能应用。首先,土工合成材料具有优异的抗渗性能,这些材料通常由聚合物或合成纤维构成,具有较高的强度、柔韧性和耐腐蚀性,能够有效地阻止水分的渗透。通过在堤坝表面或内部铺设或注浆土工合成材料,可以形成一个具有良好密封性能的防渗层,有效地防止水分通过堤坝结构渗漏。其次,土工合成材料具有良好的透水性能,尽管土工合成材料本身具有较强的防渗性能,但其内部的孔隙结构仍然能够允许水分通过,从而实现堤坝内部水分的排放和调控,防止水压造成的渗漏破坏。此外,土工合成材料还具有良好的抗老化性能和耐候性能,能够在不同环境条件下长期稳定地工作。这使得土工合成材料防渗技术具有较长的使用寿命和较低的维护成本,为水利工程的长期稳定运行提供了可靠保障。

3.2 地下隔水墙技术

地下隔水墙技术是水利工程堤坝防添加固的重要技术之一,其原理基于构建一个地下的垂直或近乎垂直的隔水墙,以阻止地下水或地表水通过土体渗透到堤坝结构内部。首先,地下隔水墙技术的基本原理是利用防渗材料构筑一个与地表垂直或近乎垂直的墙体,将地下水或地表水阻挡在墙体的一侧,从而防止水分通过土体渗透到堤坝结

构内部。隔水墙通常由钢筋混凝土、深层土浆墙等材料构成,具有较强的抗渗性能和承载能力。其次,地下隔水墙技术的施工过程一般分为钻孔、灌浆、密封等步骤。首先,在堤坝基础或附近地区进行钻孔作业,然后通过注浆或灌浆的方式将防渗材料注入到钻孔中,形成连续的隔水墙体,最后进行密封处理,确保隔水墙与周围土体之间的紧密接触,防止水分通过渗透途径绕过隔水墙。此外,地下隔水墙技术还可根据实际情况选择不同的施工方法和材料。例如,对于地质条件复杂的区域,可以采用潜孔灌注桩技术构建隔水墙;对于土壤较松软的区域,可以采用搅拌桩技术构建隔水墙,以确保隔水墙的稳定性和密封性能。

3.3 混凝土防渗技术

混凝土防渗技术是一种常用于水利工程堤坝防添加固的重要技术,其原理是通过构建具有高密实性和耐渗性的混凝土结构,防止水分通过渗透途径渗透到堤坝结构内部^[2]。首先,混凝土防渗技术的基本原理是利用混凝土材料的高密实性和耐渗性构建一个密封性能良好的防渗层。混凝土具有较高的抗渗性能,能够有效地阻止水分的渗透,从而减少水分通过土体渗透到堤坝结构内部的可能性。其次,混凝土防渗技术的施工过程包括混凝土配制、浇筑和养护等步骤。在混凝土配制过程中,需要严格控制水灰比、砂石比等配合比例,以确保混凝土具有较高的密实性和耐渗性。在浇筑过程中,需要采取适当的振捣措施,确保混凝土在浇筑过程中能够充分密实,形成均匀、紧密的结构。在养护过程中,需要采取适当的保湿措施,以确保混凝土充分硬化和强度发挥提高其抗渗性能。此外,混凝土防渗技术还可以根据实际情况选择不同的混凝土类型和配制方法。例如,对于需要具有较高抗渗性能的区域,可以采用高性能混凝土或添加特殊防渗剂的混凝土;对于需要防止地下水渗透的区域,可以采用低水灰比混凝土或添加防渗剂的混凝土。

3.4 其他新型技术

除了传统的土工合成材料、地下隔水墙和混凝土防渗技术外,还存在一些新型的技术用于水利工程堤坝防添加固。这些新型技术在材料选用、施工方法或工程原理上有所创新,为解决堤坝渗漏问题提供了新的思路 and 选择。一种新型技术是聚合物修补材料技术。该技术利用特殊的聚合物材料,通过注射或涂覆的方式修补堤坝结构表面或内部的裂缝和孔隙,形成一个具有较高密封性能的防渗层。与传统的防渗材料相比,聚合物修补材料具有更好的黏结性和柔韧性,能够更好地适应堤坝结构的变形和应力变化,提高了防渗效果的持久性和可靠性。另一种新型技术是地下水位调控技术。该技术通过调整地下水位或地下水流动方向,降低堤坝周围地下水位,减少水分通过土体渗透到堤坝结构内部的压力和数量。地下水位调控技术可以采用地下排水井、地下隔水墙等手段,有效地改善周围地下水

位条件,减少了堤坝渗漏的风险,提高了堤坝的安全性和稳定性。此外,还有一些新型材料和新型施工方法被应用于水利工程堤坝防渗加固中,如纳米材料防渗技术、激光焊接技术等。这些新技术的出现为水利工程堤坝防渗提供了更多的选择和可能性,为解决堤坝渗漏问题提供了新的思路和途径。

4 水利工程堤坝防渗加固施工关键技术

4.1 渗漏涌水处理技术

渗漏涌水处理技术在水利工程堤坝防渗加固施工中具有重要意义。其主要原理是通过有效的处理手段,控制和处理堤坝结构内部或周围的渗漏水,从而保证堤坝的安全稳定运行。首先,渗漏水处理技术需要根据渗漏水的特点采取相应的处理措施。渗漏水可能是地下水或地表水通过堤坝结构内部或周围的裂缝、孔隙等渗透途径进入到堤坝内部造成的。因此,针对不同类型的渗漏水,需要采取不同的处理方法,如封堵裂缝、加固孔隙等。其次,渗漏水处理技术需要选择合适的封堵材料和施工方法。封堵材料通常采用具有较好抗渗性能和粘结性能的材料,如水泥浆、聚合物修补材料等。在施工方法上,可以采用注浆、喷浆、灌浆等方式将封堵材料注入到渗漏水部位,形成一个密封层,防止水分继续渗漏。此外,渗漏水处理技术还需要注意对施工过程中渗漏水的控制和排除。在施工过程中,可能会由于施工操作不当或封堵材料不足等原因导致渗漏水增加或扩散,因此需要及时采取措施进行控制和排除,确保施工的顺利进行和渗漏水的有效处理。

4.2 防渗墙施工技术

防渗墙施工技术在水利工程堤坝防渗加固中扮演着至关重要的角色,核心原理是通过构建一道阻止水流渗透的垂直墙体,防止水分通过土体渗透到堤坝结构内部,以提高堤坝的防渗效果和稳定性。首先,防渗墙施工技术的选择取决于堤坝的具体情况和设计要求。常见的防渗墙类型包括深层土浆墙、搅拌桩墙、潜孔灌注桩墙等。这些墙体的施工原理和方法略有不同,但都旨在形成一个垂直且密实的防渗层,防止水分的渗透^[3]。其次,防渗墙施工技术的关键在于施工质量的保证。在施工过程中,需要严格控制施工参数,如振捣频率、注浆速度、桩壁质量等,以确保墙体的密实性和均匀性。同时,施工现场的水文地质条件、地下水位等因素也需要充分考虑,以选择合适的施工方法和控制措施。此外,防渗墙施工技术还需要注意墙体的连接和密封。在不同材料墙体相接处和与周围土体连接处,需要采取合适的密封措施,如添加密封材料、设置

防渗层等,以防止水分通过渗透途径绕过墙体。最后,防渗墙施工技术需要严格遵守相关的安全规范和标准。在施工过程中,需要加强对施工现场的安全管理和监督,保障施工人员的安全和施工设备的正常运行。

4.3 灌浆技术

灌浆技术在水利工程堤坝防渗加固中具有重要作用,核心原理是通过注入特定的浆料或材料到土体裂缝、孔隙或空隙中,形成一个密实、坚固的封堵层防止水分的渗透。首先,灌浆技术的选择与施工对象和施工环境密切相关,根据堤坝的具体情况和渗漏原因,可以选择不同类型的灌浆材料,如水泥浆、聚合物浆料、膨胀土浆料等。这些材料具有不同的特性和适用范围,可根据实际需要进行选择。其次,灌浆技术的施工过程需要严格控制注浆参数和操作方法。在施工过程中,需要根据土体情况和孔隙特性,合理确定注浆压力、注浆速度、注浆浆料配比等参数,确保浆料能够充分填充到裂缝、孔隙或空隙中,形成坚固的封堵层。此外,灌浆技术还需要注意施工现场的安全和环境保护。在施工过程中,需要加强对施工现场的安全管理,确保施工人员的人身安全和设备的正常运行。同时,还需要注意对施工废水和废浆料的处理,避免对周围环境造成污染。最后,灌浆技术的施工质量需要进行严格的检验和评估。在施工完成后,需要对灌浆部位进行质量检测,检查封堵层的密实性和坚固性,确保其达到设计要求和预期效果。

5 结语

在水利工程堤坝防渗加固中,各种施工技术的应用对于保障工程的安全稳定运行至关重要。从土工合成材料到地下隔水墙再到灌浆技术,每一种技术都有着其独特的原理和优势。通过合理选择和组合这些技术,可以有效地解决堤坝渗漏问题,提高工程的防渗效果和可靠性。在未来的工程实践中,我们需要不断总结经验,不断创新技术,以应对日益复杂的工程环境和挑战,为水利工程的安全稳定运行做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]王江伟. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术研究[J]. 价值工程, 2024, 43(11): 136-138.
 - [2]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.
 - [3]钟绵志. 探析水利工程堤坝防渗加固施工技术[J]. 工程建设与设计, 2021(14): 155-157.
- 作者简介: 徐国巍(1992.6—), 男, 民族: 汉族, 籍贯: 江西鄱阳, 学历: 本科, 专业: 工程管理。