

水利工程堤坝防渗加固施工技术分析

张 娜

鄄城县水库管理处 山东 菏泽 274600

摘 要: 水利工程堤坝的安全稳定对水利设施的正常运行和周边地区的安全起着关键作用。但是, 堤坝在长期运行过程中, 由于受到多种因素的影响, 容易出现渗漏等问题, 严重威胁堤坝的安全。基于此, 本文详细分析了水利工程堤坝渗漏的原因, 深入探讨了多种常见的防渗加固施工技术, 包括灌浆防渗技术、混凝土防渗墙技术、土工合成材料防渗技术等, 旨在为水利工程堤坝防渗加固施工提供技术参考, 提高堤坝的防渗性能和稳定性。

关键词: 水利工程; 堤坝防渗; 加固施工技术

引言: 水利工程在防洪、灌溉、供水、发电等方面发挥着不可替代的作用, 而堤坝作为水利工程的重要组成部分, 其质量和安全直接决定着水利工程的效益能否正常发挥以及下游人民生命财产的安全。在长期的运行过程中, 堤坝会受到水流冲刷、渗透压力、地质变化、材料老化等多种因素的影响, 导致堤坝出现渗漏现象。渗漏不仅会造成水资源的浪费, 还可能引发管涌、滑坡、坍塌等严重的安全事故, 危及堤坝的整体稳定。因此, 对水利工程堤坝进行防渗加固施工是确保堤坝安全运行、延长使用寿命、保障水利工程效益的重要措施。

1 水利工程堤坝防渗加固施工技术的价值

首先, 防渗加固施工技术是确保堤坝安全稳定的关键。堤坝作为水利工程的重要组成部分, 其作用是拦截水流、调节水位, 保护周边地区免受洪水侵袭。但问题是, 由于长期受到水流冲刷、地质变化以及人为因素等多重影响, 堤坝往往会出现渗漏、裂缝等问题, 这些问题若不及时处理, 将严重威胁堤坝的安全稳定。防渗加固施工技术采用帷幕灌浆、高压喷射防渗墙、混凝土防渗墙等多种技术手段, 对堤坝进行防渗处理, 有效提高了堤坝的抗渗能力和整体稳定性, 从而确保了堤坝在极端天气条件下的安全稳定。

其次, 防渗加固施工技术有助于提升水资源的有效利用。水利工程的主要功能之一是调节水资源, 确保水资源的合理分配和有效利用。而如果堤坝出现渗漏问题, 将导致水资源的大量流失, 其结果降低了水资源的利用效率, 还可能对周边生态环境造成破坏。防渗加固施工技术通过修复堤坝渗漏问题, 减少了水资源的流失, 提高了水资源的利用效率, 为周边地区的农业灌溉、工业生产和生活用水提供了有力保障。

此外, 防渗加固施工技术对于防洪减灾具有重要意义。对于洪水季节而言, 堤坝作为防洪体系的重要组成部分

分, 承担着拦截洪水、保护周边地区免受洪水侵袭的重任。如果堤坝出现渗漏问题, 将严重影响其防洪效果, 甚至可能导致洪水决堤, 给周边地区带来巨大灾难^[1]。防渗加固施工技术通过提高堤坝的抗渗能力和整体稳定性, 增强了堤坝的防洪能力, 为周边地区提供了更加可靠的防洪保障。

在具体施工过程中, 防渗加固施工技术还体现了多种优势。如, 帷幕灌浆防渗施工技术通过配制具有流动性和胶凝性的浆液, 将其压入岩层裂缝中, 经凝结硬化后形成防渗帷幕, 既提高了岩基的强度和整体性, 又增强了岩基的抗渗性。高压喷射防渗墙施工技术则利用浆液的高压射流冲击、破坏土层, 并与土层颗粒搅拌混合成为一体, 形成防渗墙, 提高了地基的防渗性能。以上技术施工效率高、成本低, 而且适用范围广, 能够满足不同地质条件和施工要求。

2 水利工程堤坝渗漏的原因分析

2.1 堤坝基础处理不当

在堤坝建设过程中, 如果对基础处理不彻底, 如未清除基础中的软弱土层、杂物, 未对基础进行有效的加固处理等, 会导致基础的承载能力不足, 在堤坝建成后, 基础在坝体自重和水压力的作用下发生沉降变形, 使堤坝与基础之间出现裂缝, 从而引发渗漏。更糟糕的是, 基础的透水性过大, 如遇到强透水层, 而又未采取有效的防渗措施, 也会造成堤坝基础渗漏。

2.2 堤坝填筑材料质量问题

堤坝填筑材料的质量直接影响堤坝的防渗性能。如果填筑材料的颗粒级配不合理, 含泥量过大, 透水性强, 或者填筑材料在运输、储存过程中受到污染、变质等, 都会降低堤坝的防渗能力。如, 使用了透水性较大的砂性土作为堤坝的填筑材料, 且未进行有效的压实处理, 在水的作用下, 容易形成渗漏通道。

2.3 堤坝结构设计不合理

堤坝的结构设计如果不合理,如坝体坡度设计过陡,坝体厚度不足,防渗体的位置、尺寸设计不当等,会导致坝体在运行过程中承受过大的应力,容易出现裂缝、滑坡等问题,进而引发渗漏。再加上,在堤坝的设计中,如果未充分考虑地质条件、水位变化、水流速度等因素,也会影响堤坝的防渗性能。

2.4 施工质量问题

施工过程中的质量控制是保证堤坝防渗性能的关键环节。如果在施工过程中存在施工工艺不规范,如压实度不够,分层填筑厚度过大,接缝处理不当等问题,会使堤坝的密实度不均匀,形成薄弱环节,容易引发渗漏^[2]。另外,施工过程中出现的漏振、欠振等情况,会导致混凝土等防渗材料存在蜂窝、麻面、孔洞等缺陷,降低防渗效果。

2.5 运行管理不善

堤坝建成后,长期的运行管理对其防渗性能也有重要影响。如果在运行过程中,对堤坝的水位控制不当,导致水位频繁大幅变化,会使堤坝受到的渗透压力增大,容易破坏防渗结构。另一方面,对堤坝的日常检查和维护工作不到位,未能及时发现和处理堤坝出现的裂缝、塌陷等问题,也会使这些问题逐渐发展,进而最终导致渗漏。

3 水利工程堤坝防渗加固施工技术

3.1 灌浆防渗技术

在水利工程堤坝的维护与加固领域,灌浆防渗技术占据着举足轻重的地位,是保障堤坝安全稳定运行的关键技术之一。该技术的核心原理是借助压力驱动,将精心配制的浆液精准注入到堤坝内部存在的裂缝、孔隙以及软弱地层之中。这些浆液在注入后会逐渐发生凝结硬化反应,最终形成一道坚固的连续防渗帷幕,能够从根本上提升堤坝抵御渗漏的能力。

帷幕灌浆防渗施工作为灌浆防渗技术的典型代表,其操作流程严谨且科学。首先,施工人员会依据工程的具体需求和地质条件,按照特定的配制比例,将各类灌浆材料进行精确调配。调配出的浆液必须具备恰到好处的流动性,以便能够在压力作用下顺利地在裂缝中扩散、渗透;同时,又要拥有良好的胶凝性,确保在合适的时间内凝结硬化,形成稳定的防渗结构。随后,专业的钻孔设备的应用,可在堤坝上钻出特定深度和间距的钻孔,利用这些钻孔作为通道,将调配好的浆液压入岩层的裂缝深处。此过程不仅能够有效填充裂缝,还能使浆液与周围的岩石紧密结合,进而增强岩基的强度,显

著提升岩基的整体性和抗渗性。

施工中,帷幕灌浆防渗施工衍生出了多种行之有效的方法,像孔口封闭灌浆法、GIN灌浆法以及自下而上纯压式灌浆法等。每种方法都有其独特的优势和适用场景,孔口封闭灌浆法适用于地质条件复杂、裂缝较多的情况;GIN灌浆法则侧重于对灌浆质量的精细化控制,能更好地适应对防渗要求极高的工程;自下而上纯压式灌浆法在施工操作上相对简便,成本较低,适用于一些规模较小、地质条件相对简单的水利工程。施工团队需根据工程现场的实际条件,如地质构造、岩石特性、堤坝的渗漏程度等,综合考量后选择最为合适的施工方法。

3.2 混凝土防渗墙技术

混凝土防渗墙技术,作为水利工程堤坝防渗加固的关键手段之一,不只是具有极高的技术含量,而且在实践中展现出了强大的适应性和可靠性。该技术通过精心设计和精确施工,在堤坝内部或外部构建出一道坚固的混凝土墙体,这道墙体如同一道坚实的盾牌,有效地阻挡了水流的渗透,保障了堤坝的安全稳定。

浅薄型混凝土防渗墙以其轻便、灵活的特点,在江、河堤防工程中得到了广泛应用。它能够有效地提高堤防工程的抗渗能力,还能够减少因渗漏导致的土壤流失和堤坝变形。在施工过程中,采用先进的钻孔、注浆等技术手段,确保了防渗墙与堤坝基础的紧密结合的同时,从而提高了整个堤防工程的整体稳定性。

而深厚型混凝土防渗墙则更多地应用于大型水利工程中,如大坝和险要地段的堤防工程^[3]。以上工程往往面临着更高的水头和更复杂的地质条件,因此要求防渗墙具有更强的抗渗能力和更高的施工精度。深厚型混凝土防渗墙通过采用多段连续施工、注浆加固等技术手段,确保了墙体的连续性和整体性,从而有效地提高了大坝和堤防工程的抗渗性能。

另一方面,混凝土防渗墙技术还具有施工效率高、防渗效果好、使用寿命长等优点。在施工过程中,通采用机械化、自动化等先进技术手段,大大提高了施工效率和质量。同时,混凝土防渗墙材料的选择和配比也经过了严格的科学论证和实践检验,确保了墙体的耐久性和抗渗性能。

3.3 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渗加固领域的一种新技术,近年来在水利工程建设中得到了广泛应用。该技术充分利用了土工织物、土工膜、土工复合材料等土工合成材料的优异性能,构建出了一道道高效、可靠的防渗屏障。

土工织物以其良好的排水性能和反滤功能,在大坝工程中发挥着重要作用。它能够有效地排除坝体内的积水,防止因水分积聚而导致的土壤软化和坝体变形。并且,土工织物还能够作为反滤层,防止土壤颗粒随水流失,从而保护了坝体的完整性和稳定性。

土工膜则以其优异的防渗性能,成为了坝基垂直防渗的首选材料。它具有极低的垂直渗透系数,能够有效地阻止水流通过坝基渗透进入坝体内部。在施工过程中,通过采用热焊接、胶粘等先进技术手段,确保了土工膜与坝基之间的紧密结合,从而提高了整个坝体的防渗性能。

土工复合材料则是将两种或两种以上的土工合成材料组合在一起,形成具有多种功能的复合材料。如复合土工膜,它兼具防渗和排水双重作用,既能够防止水流渗透,又能够排除坝体内的积水,从而提高了坝体的整体稳定性和安全性。实践时,需要根据工程的具体情况和要求,选择合适的土工复合材料,并严格按照施工规范进行施工,以确保防渗层的质量和效果。

3.4 高压喷射灌浆防渗技术

高压喷射灌浆防渗技术是一种利用高压水流或气流的冲击力将浆液喷射到地层中,形成防渗帷幕的技术。该技术利用高压喷射设备将浆液以较高的冲击力进行挤压喷射,使浆液能够深入到地层结构当中,形成坚固的壁状固结体,从而起到良好的防渗作用。

高压喷射灌浆防渗技术具有施工设备简单、施工效率高、适用范围广等优点。它能够有效地填充地层中的裂缝和孔隙,提高地层的整体性和抗渗性。值得一提的是,该技术还能够根据工程的具体情况和要求,及时调整喷射压力和浆液配比,以满足不同地质条件和施工要求。在实际应用中,高压喷射灌浆防渗技术常用于堤坝、水库、河道等水利工程的防渗加固施工中。它不仅能够提高堤坝的抗渗能力,还能够增强堤坝的整体稳定性,为水利工程的长期安全运行提供有力保障。

3.5 劈裂灌浆防渗技术

劈裂灌浆防渗技术,作为一种创新且高效的堤坝防渗加固手段,其在水利工程领域的应用日益广泛。该技术巧妙地利用了灌浆压力的作用,将堤坝体内部潜在的

软弱层或已存在的裂缝进行劈裂,进而通过注入特制的浆液,形成一道致密的防渗帷幕,为堤坝提供了一道坚实的防护屏障。

劈裂灌浆防渗技术的核心在于其劈裂与灌浆的双重作用^[4]。在灌浆过程中,通过精确控制灌浆压力,使浆液能够沿着堤坝内部的裂缝或软弱层进行劈裂扩散,形成连续的、密实的防渗结构。这一结构不仅能够有效阻断水流渗透的路径,还能显著提升堤坝的整体稳定性和抗渗性能。

值得一提的是,劈裂灌浆防渗技术具有极高的灵活性和适应性。在实际应用中,工程师可以根据堤坝的具体情况和地质条件,灵活调整灌浆压力和浆液配比,以达到最佳的防渗效果。与此同时,该技术还能够有效消除堤坝内部的裂缝、孔洞等缺陷,提高堤坝的整体性和耐久性。

除此之外,劈裂灌浆防渗技术的施工工艺相对简单,成本也相对较低。与传统的防渗加固手段相比,该技术不需要进行大规模的开挖和重建,从而大大节省了工程时间和成本。同时,该技术还能够有效延长堤坝的使用寿命,为水利工程的长期安全运行提供有力保障。因此,劈裂灌浆防渗技术在土石坝、堤防等水利工程的防渗加固施工中具有广阔的应用前景。

结语:综上所述,水利工程堤坝防渗加固施工技术具有极其重要的价值。它不仅关乎堤坝的安全稳定和水资源的有效利用,还直接影响到防洪减灾的效果。因此,在水利工程建设和运行过程中,应高度重视堤坝防渗加固施工技术的应用和发展,不断提高施工质量和效率,为水利工程的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]赵茜.水利工程堤坝防渗加固施工技术及完善措施[J].安徽建筑,2020,27(02):111-112.
- [2]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(02):84-85.
- [3]严辉.水利工程施工中堤坝防渗加固技术应用研究[J].现代物业(中旬刊),2019(12):218.
- [4]东国涛.水利工程施工中堤坝防渗加固技术运用研究[J].中国设备工程,2019(23):152-153.