

水利工程堤防防渗施工技术应用分析

孙 艳

(山东省龙口市宏润城市建设工程有限公司, 山东 龙口 265701)

摘 要 在水利工程领域, 防渗施工对于保障工程的安全稳定运行有着极为重大的意义, 一旦堤防出现渗漏情况, 不仅会降低工程的整体效能, 还可能引发严重的安全事故。本文针对水利工程堤防防渗施工技术展开了深入探讨, 详细阐述了垂直防渗施工技术、水平防渗施工技术、复合防渗施工技术以及新型防渗施工技术的要点和运用价值。探讨了依据地质条件选择合适防渗技术、各施工阶段技术之间的有效配合、特殊水利环境下的应用技巧以及质量控制检测手段等应用方法。通过合理地选择防渗技术, 注重各个阶段技术之间的协同合作, 运用特殊技巧来应对复杂的水利环境, 并严格把控质量检测环节, 以期有效提升水利工程的防渗能力、确保工程实现长期稳定运行提供参考。

关键词 水利工程; 防渗技术; 堤防施工; 垂直防渗; 水平防渗

中图分类号: TV871

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.21.013

0 引言

水利工程作为国家基础设施建设的关键组成部分, 对于防洪、灌溉、供水以及发电等方面均具有重大意义。在水利工程建设进程中, 防渗施工属于保障工程质量与安全的核心环节。倘若堤防出现渗漏问题, 那么不仅会使工程效能降低, 而且还可能引发安全事故, 对周边地区人民群众的生命财产安全构成威胁。伴随水利工程技术的持续发展, 防渗技术也在不断进行创新与完善。深入探究水利工程施工中的防渗技术, 剖析不同防渗施工技术的特点与适用条件, 研讨其在实际工程中的应用方法, 对于提高水利工程防渗能力、确保工程长期稳定运行具备重要的现实意义。

1 水利工程堤防防渗施工技术的应用价值

水利工程堤防防渗施工技术对于保障工程安全以及稳定运行而言极为重要。堤防作为水利工程抵御洪水等自然灾害的关键防线, 其防渗性能会直接对工程的防洪能力产生影响。有效的防渗施工能够减少堤防内部的水分渗透, 降低土壤的含水量, 增强堤防的抗剪强度与稳定性, 防止因渗透变形而引发滑坡、坍塌等灾害。同时, 良好的防渗可以减少水资源的浪费, 提高水资源的利用效率, 保障水利工程的灌溉、供水等功能得以正常发挥。防渗施工技术的应用能够延长水利工程的使用寿命, 降低后期的维护成本, 为水利工程的可持续发展提供有力支撑^[1]。

2 水利工程堤防防渗施工技术

2.1 垂直防渗施工技术

垂直防渗施工技术的目的是在堤防内部构建垂直方向的防渗结构, 以此阻断地下水的渗透通道, 进而保障堤防的安全。帷幕灌浆作为常见方法之一, 施工时需先按照设计要求进行钻孔, 其孔径和孔深要依据地质条件来确定。配置好的浆液会通过灌浆泵注入地层, 在压力作用下, 浆液会填充土体孔隙, 从而形成连续且致密的防渗帷幕。该技术适用于多种地质情况, 在砂砾石地层中能够有效减少渗漏量, 在岩层破碎带则可增强岩体的完整性。高压喷射灌浆是利用高压喷射流冲击破坏土体, 使浆液与土体充分混合并凝固成防渗体。施工时, 先通过钻机引孔至设计深度, 再将喷嘴送入孔底, 高压喷射浆液或水泥浆, 同时旋转提升喷杆, 最终形成圆柱状防渗体。此技术施工速度较快, 对地层的适应性较强, 能够在复杂地质条件下快速形成防渗屏障。

2.2 水平防渗施工技术

水平防渗施工技术是通过在堤防的迎水坡或者背水坡铺设防渗材料, 进而形成水平防渗层, 以此来阻止地表水和地下水的渗透。土工膜属于常用的防渗材料, 它是以聚乙烯等高分子聚合物为原料制作而成的, 具备良好的柔韧性, 能够适应堤防的变形情况, 其抗拉强度较高, 不容易被拉破, 防渗性能十分优异, 可

作者简介: 孙艳 (1979-), 女, 专科, 助理工程师, 研究方向: 水利工程。

有效阻止水分的渗透。在施工时,首先要将堤坡表面进行整平处理,清除其中的杂物,接着铺设土工膜,采用热熔焊接或者胶黏剂黏结的方式来连接各幅土工膜,以此确保连接紧密且无渗漏。复合土工膜是由土工膜和土工布复合而成,土工布能够起到保护土工膜、增强抗拉强度以及排水的作用。在铺设过程中,土工膜需朝向迎水侧,土工布朝向土体侧,这样既能实现防渗又能进行排水。黏土作为传统的防渗材料,具有取材方便、成本较低的特点,不过其防渗性能相对较弱。施工时,需要对黏土进行筛选和拌和,控制好含水量,然后进行分层铺设并夯实,每层的厚度不宜过大,从而保证夯实效果^[2]。在水平防渗施工当中,要依据工程地质条件和水文情况,合理地选择防渗材料和铺设方式,确保防渗效果能够满足设计要求。

2.3 复合防渗施工技术

复合防渗施工技术把垂直防渗与水平防渗技术进行有机结合,充分发挥二者优势以提升堤防整体防渗性能。在实际工程当中,可先运用帷幕灌浆或者混凝土防渗墙开展垂直防渗工作。帷幕灌浆能够在堤防内部形成一道连续的防渗帷幕,有效降低地下水位并减少堤防背水侧的渗流量,混凝土防渗墙具备较高的强度和防渗性能,能够承受较大的水压力。完成垂直防渗之后,再于堤防迎水坡铺设土工膜或者复合土工膜实施水平防渗。土工膜或复合土工膜能够阻止地表水直接渗透到堤防内部,与垂直防渗结构共同形成多道防渗防线。这种组合方式可依据工程具体要求以及地质条件进行灵活调整^[3]。例如:在地质条件复杂、渗漏风险较高的地段,可以增加垂直防渗的深度和密度,同时选用性能更优的水平防渗材料。通过综合运用多种防渗技术,能够有效解决单一防渗技术存在的局限性。

2.4 新的防渗施工技术

伴随科技的持续发展,新型的防渗施工技术不断地涌现出来。塑性混凝土防渗墙技术选取塑性混凝土作为防渗墙的材料,和传统混凝土相比,塑性混凝土具有弹性模量低以及适应变形能力强的特点。当堤防受到荷载或者水位变化的影响而产生变形时,塑性混凝土防渗墙能够和周围土体协同进行变形,以此减少应力集中的情况,避免墙体出现开裂现象,进而提高防渗墙的耐久性。在施工的时候,要先开展成槽施工工作,之后把塑性混凝土通过导管注入槽内,从而形成连续的防渗墙体。自凝灰浆防渗墙技术借助自凝灰浆在凝固的过程中形成具备一定强度的防渗体。自凝灰浆是由水泥、膨润土、水等材料按照一定比例配制而成的,具有较好的流动性和触变性^[4]。施工时,通

过成槽设备形成槽孔,将自凝灰浆注入槽内,灰浆在凝固过程中会逐渐硬化,最终形成防渗墙。

3 水利工程中堤防防渗施工技术的应用方法

3.1 根据地质选择防渗技术

水利工程所处地区的地质条件呈现出复杂多样的特征,不同的地质条件对于防渗技术的选择具有重要影响。在砂砾石地层当中,鉴于土体颗粒相对较大且渗透性较强的特点,可以采用帷幕灌浆或者混凝土防渗墙等垂直防渗技术,以此形成连续的防渗帷幕,进而阻断地下水的渗透路径。在黏性土地层里,由于土体的渗透性相对较弱,可采用水平防渗技术,如铺设土工膜或者复合土工膜,从而增强堤防的防渗性能。对于软土地基而言,需要充分考虑地基的沉降和变形问题,可以采用塑性混凝土防渗墙等适应变形能力较强的防渗技术。在进行防渗施工之前,需要对工程地质展开详细的勘察工作,并且根据具体的地质条件来选择合适的防渗技术。

3.2 各个施工阶段的技术配合策略

1. 施工准备阶段。施工准备阶段作为水利工程防渗施工的基础,技术配合起着至关重要的作用。首先需开展场地平整工作,要依据设计图纸以及现场实际情况,对场地内的杂物与障碍物进行清除,针对凹凸不平之处进行填挖处理,以此确保场地平整度能够满足施工要求,进而为后续设备安置和材料堆放提供稳定的基础。在材料采购方面,要依照防渗施工方案,精准计算所需各类材料的数量和规格,选取质量可靠且符合标准的供应商。例如:帷幕灌浆所需的水泥、外加剂等材料,要保证其性能指标达到标准。设备调试同样不可忽视,要对灌浆泵、搅拌机等施工设备进行全面检查和调试,确保设备能够正常运行,避免在施工时出现故障而影响施工进度。

2. 基础处理阶段。基础处理阶段的技术配合需与地质条件紧密结合。若地基属于软弱土层,可运用夯实法,借助重锤或振动器对地基实施夯实操,以此提高土体的密实度,进而增强地基的承载能力。对于存在不良土质的状况,换填法是较为常用的处理手段,需将不良土质挖除,换填级配良好的砂石、碎石等材料,并进行分层压实。在处理过程中,技术人员要对地基的各项指标(压实度、承载力等)进行实时监测,以确保达到设计要求。施工人员要严格依照操作规程开展施工,控制好换填材料的厚度以及压实遍数。

3. 防渗体施工阶段。防渗体施工阶段作为整个防渗工程的核心部分,对技术配合的精准度有着极高要

求。以帷幕灌浆施工为例,施工人员需严格把控灌浆压力,依据地层实际情况以及设计具体要求,对压力大小进行合理调整,若压力过小,将无法使浆液充分扩散,而压力过大则可能造成地层劈裂或者浆液浪费。浆液浓度同样是关键参数,需根据施工进度以及地层吸收情况适时作出调整,以此保证浆液的流动性和凝固时间能够符合相关要求。在混凝土防渗墙施工过程中,成槽施工要确保槽壁的垂直度和稳定性,采用适宜的成槽设备与工艺。浇筑混凝土时,要对浇筑速度和高度加以控制,避免出现离析现象。

4. 施工后期阶段。施工后期的技术配合工作主要围绕防渗体的养护与保护展开。在养护方面,针对混凝土防渗墙,需在浇筑完成之后及时开展覆盖与洒水养护工作,以此保持混凝土表面处于湿润状态,进而防止裂缝出现,且养护时间必须符合规范要求。对于通过灌浆形成的防渗体,要严格控制其周围环境的温度与湿度,避免浆液出现过早干燥或受冻的情况。保护工作同样不可忽视,在防渗体强度尚未达到设计要求之前,应设置明显的警示标志,禁止车辆和人员在其上通行,防止防渗体受到外力破坏。另外,还要加强对周边环境的监测,如地下水位、堤防变形等情况,及时发现可能影响防渗效果的因素并采取相应的应对措施。

3.3 特殊水利环境下的应用技巧

在高水位、强渗透以及复杂地形等特殊水利环境下,防渗施工会面临更为严峻的挑战,故而需要运用特殊的应用技巧。当处于高水位条件下开展施工时,必须采取行之有效的降水措施,以此降低地下水位,从而为防渗施工营造干燥的作业环境。在强渗透地层当中,可以采用多级灌浆、化学灌浆等方法,进而提高灌浆效果,增强防渗能力。针对陡坡、深坑等复杂地形,需要依据地形特点对施工工艺和设备进行调整,以确保防渗施工能够顺利推进。在陡坡地段可以采用分段施工的方法,先于坡脚设置临时支撑,然后再开展上部的防渗施工。

3.4 质量控制的检测手段

1. 施工过程无损检测手段。在施工过程当中运用无损检测技术,能够在不破坏防渗体结构的情况下洞察其内部状况。超声波检测作为一种常用方法,通过向防渗体发射超声波,接收反射波并且分析其传播时间、幅度等相关参数,以此判断内部是否存在裂缝、孔洞等缺陷,同时还能够大致确定缺陷的位置和大小。雷达检测则是利用电磁波的反射原理,对防渗体进行扫描,依据反射信号的特征来分析其内部结构,能够快速发现不密实区域或者异物。这些无损检测手段可

以对施工过程进行实时监测,及时发现问题并调整施工工艺,从而保障防渗体的质量。

2. 特定防渗结构检测手段。针对不同的防渗结构存在特定的检测方法。对于帷幕灌浆而言,检查孔取芯是一项重要的检测手段,需在灌浆区域钻取岩芯,以此观察浆液的填充情况以及结石的密实度,从而直观地判断灌浆质量。压水试验需在检查孔中进行,通过加压注水的方式,测定单位吸水量,吸水量越小则表明灌浆密实度和防渗效果越好。对于混凝土防渗墙,钻孔取芯能够获取墙体的混凝土样本,进而检测其强度、均匀性等指标。声波投射法是在墙体两侧发射并接收声波,依据声波的传播特性来判断墙体内部是否存在缺陷,以此保障防渗墙的质量^[5]。

3. 施工完成质量验收手段。施工完成之后需要展开全面的质量验收工作,要针对防渗工程的各项指标开展详细的检测与评估,如检查防渗体的厚度和平整度是否契合设计要求。采用现场试验和仪器检测相结合的方式,对防渗性能进行测试,可以借助注水试验、渗流监测等手段,测定工程的实际防渗效果。同时,要检查施工记录、材料合格证等相关资料,以此确保施工过程规范、材料质量合格。只有当各项指标均满足设计标准时,才能够认定工程质量合格,进而保证水利工程能够长期稳定运行,提升其可靠性和安全性。

4 结束语

水利工程施工中的防渗技术是保障工程质量与安全的关键环节,借助垂直、水平、复合以及新型防渗施工技术展开研究与应用,能够依据不同工程的地质条件以及水文状况,挑选合适的防渗技术来提升堤防的防渗性能。在防渗施工进程中,需要注重各个施工阶段的技术配合,运用特殊水利环境下的应用技巧,并且强化质量控制与检测,以此确保防渗施工质量。

参考文献:

- [1] 王靖. 水利工程堤防防渗施工技术的应用研究[J]. 水上安全, 2025(19):181-183.
- [2] 郭浩, 沈利. 水利工程施工中渗水原因及防渗技术研究[J]. 城市建设, 2026(01):63-65.
- [3] 诸炯森. 水利工程中堤防防渗施工技术的应用[J]. 中国科技纵横, 2026(03):109-111.
- [4] 格日乐, 方伟. 水利工程中堤防防渗施工技术分析与应用[J]. 大众标准化, 2025(05):59-61.
- [5] 曹梦辉. 水利工程中堤防防渗施工技术的应用研究[J]. 水上安全, 2025(02):70-72.