

水利工程中防渗技术的优化与实践

丁忠明

南通市江海测绘院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5939

[摘要] 水利工程在人类社会的发展进程中起着至关重要的作用,它关系到农业灌溉、城市供水、防洪减灾以及能源开发等诸多关键领域。然而渗漏问题犹如一颗隐藏的“毒瘤”,时刻威胁着水利工程的安全与稳定运行,一旦发生渗漏不仅会造成珍贵水资源的大量流失,还可能削弱工程结构强度,引发诸如堤坝垮塌等灾难性后果。因此深入探究水利工程防渗技术并且不断优化其应用实践已然成为水利工程领域亟待解决的核心课题,对推动水利事业可持续发展意义深远。

[关键词] 水利工程; 防渗技术; 技术优化; 实践应用

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Optimization and practice of seepage control technology in water conservancy project

Zhongming Ding

Nantong Jianghai Surveying and Mapping Institute Co., LTD.

[Abstract] Water conservancy project plays a vital role in the development of human society, it is related to agricultural irrigation, urban water supply, flood control and disaster reduction and energy development and many other key fields. However, the leakage problem is like a hidden "cancer", always threatening the safety and stable operation of the water conservancy project. Once the leakage will not only cause a large loss of precious water resources, but also may weaken the strength of the project structure, causing catastrophic consequences such as dam collapse. Therefore, the in-depth exploration of the seepage prevention technology of water conservancy engineering and continuously optimizing its application practice has become the core topic to be solved urgently in the field of water conservancy engineering, which is of far-reaching significance to promote the sustainable development of water conservancy industry.

[Key words] water conservancy engineering; anti-seepage technology; technology optimization; practical application

引言

水利工程是基础设施中的一个重要部分,在农业灌溉、城市供水、防洪排涝以及水力发电等多个领域都发挥着无可替代的重要作用。但是在水利工程的运行中渗漏问题一直都是危及工程安全和利益的关键之一,一旦出现渗漏不仅造成水资源浪费,更有可能诱发工程结构破坏甚至溃坝等重大事故,给周围生态环境及人民群众生命财产安全带来极大威胁。所以对水利工程防渗技术进行深入研究并优化应用实践有着极其重要的实际意义。

1 水利工程常见防渗技术及应用

1.1 混凝土防渗墙技术

1.1.1 技术原理与施工工艺

混凝土防渗墙是借助于特殊的机械设备在基础上开挖出狭长的槽孔,然后将混凝土注入槽孔形成连续墙体来切断渗流路

径。在施工中首先准确地筑造导墙来明确墙的位置和方向,用泥浆护壁以防槽壁倒塌并且用冲击钻或者抓斗等成槽并在清孔后用导管灌注混凝土,保证墙的质量均一致密。

1.1.2 应用范围

多用于大坝、水闸及其他水利枢纽的基础防渗,就土石坝工程而言,其能够有效地对坝基进行加固来提高坝体的稳定性,抵抗洪水的冲击和渗透的破坏,对于深厚覆盖层的地基处理具有突出的性能,从而为水利工程的长久安全运行奠定了坚实的基础^[1]。

1.2 灌浆防渗技术

1.2.1 不同灌浆材料(水泥灌浆、化学灌浆等)的特性与应用场景

(1) 水泥灌浆: 以水泥为主要材料,具有结石强度高、稳定性好、成本较低的特性。适用于岩石地基较大裂隙与孔隙的防

渗加固,如大型水电站坝基处理等能有效填充岩石缝隙,提高地基承载能力与抗渗性来保障工程结构稳定。

(2)化学灌浆:可灌性极佳,能渗入细微裂隙。像环氧树脂灌浆料,粘结强度高、固化时间灵活,常用于对防渗要求极高、裂隙细微复杂的区域,如核电站安全壳基础防渗,确保核设施运行安全。

1.2.2 灌浆施工工艺与质量控制要点

灌浆施工首先要求钻孔准确、钻孔深度和角度均满足设计要求,钻孔完成后进行仔细的洗孔以去除孔内的杂质。同时压水试验确定地层渗透特性为灌浆参数的确定奠定了基础,在灌浆过程中严格控制压力、浆液浓度和流量以确保浆液扩散充填均匀。另外封孔保证了灌浆孔的封堵,避免了渗漏,整个过程采用监测孔压力和检查孔取芯检测的方法能够做到严格控制质量。

1.3 土工膜防渗技术

1.3.1 土工膜材料种类与性能特点

土工膜由聚乙烯(PE)和聚氯乙烯(PVC)等多种材料构成。其中PE土工膜具有柔韧性好、耐化学腐蚀、抗穿刺性能好和复杂地质条件不易破碎等特点;PVC土工膜具有强度高、焊接方便、可有效地抵御施工过程中机械损伤等特点。两者都具有极低的渗透性,不但可以高效地制止液体的渗漏,而且在各种水利防渗工程中得到了广泛的应用^[2]。

1.3.2 土工膜铺设施工流程与注意事项

施工首先对现场进行精细平整并去除尖锐杂物,在铺设过程中要保证土工膜的平整不起皱,薄膜间通过热熔焊接或者专用胶粘剂进行粘合,同时严格控制焊接质量来确保焊缝坚固不渗漏。另外敷设后适时敷设保护层以防止紫外线和风蚀等自然因素对土工膜的损害,提高土工膜寿命的同时对渠道和水库的防渗工程起到至关重要的作用。

1.4 沥青混凝土防渗技术

1.4.1 沥青混凝土的组成与防渗机理

沥青混凝土是将沥青、骨料和填料按照一定的配比拌和而成的。以沥青为粘结剂使骨料和填料紧密结合在一起构成致密结构,它的憎水性有效地制止了水分的渗入,而沥青又有一定的柔性能够适应地基的变形,特别是土石坝面板及渠道衬砌均可有效地防止漏水和抵御水流冲刷。

1.4.2 施工工艺与质量检验方法

施工时沥青先加热到合适的温度并按比例添加骨料和填料进行混合。摊铺时对厚度和平整度进行控制并用压路机逐层碾压压实,质量检验以压实度的检验来保证结构密实度的合格,孔隙率的检验来评判防渗性能的好坏,同时也可以利用渗透试验来检验工程的整体防渗效果以确保工程的防渗质量满足要求^[3]。

2 水利工程防渗技术应用现存问题分析

2.1 施工质量难以保障

2.1.1 施工过程中的人为因素影响

施工人员的专业素养和技能水平不同对防渗工程质量有显

著影响,有的缺乏系统的培训导致在建设过程中操作不够规范,如混凝土防渗墙的成槽过程中因工人经验的不足或者疏忽大意,没有准确地控制钻头的垂直度等原因使得墙的厚度参差不齐,局部的薄弱点很容易成为渗漏的隐患。在进行灌浆作业时如果施工人员疏于灌浆设备的操作,不能准确地调节灌浆压力和浆液浓度,将会导致浆液扩散不均匀和孔隙充填不彻底,大大降低了防渗的效果进而严重威胁着水利工程的整体质量和安全。

2.1.2 施工材料质量问题

目前施工材料市场良莠不齐,一些不良供应商为了降低成本而供应劣质材料,如水泥会出现标号虚标和稳定性差的现象,应用在防渗工程中很难形成牢固的结构而不能有效地阻隔水流。同时如果土工膜的厚度不达标,它的抗穿刺和防渗性能就会大大降低,敷设使用后易被尖锐物体击穿或者由于本身的缺陷而渗漏^[4]。另外沥青质量的波动,例如含杂质过多或者软化点不正常等都将导致沥青混凝土铺筑后产生开裂或疏松等情况,起不到很好的防渗效果进而危害到水利工程耐久性和稳定性。

2.2 技术适应性不足

2.2.1 对复杂地质条件适应性差

面对例如岩溶、断层等地质构造的复杂性,传统防渗技术的局限性就突显出来。岩溶地区溶洞和地下河较多,灌浆材料容易涌入空洞就不能有效充填岩石裂隙,也很难形成连续的防渗体系。在混凝土防渗墙的施工过程中溶洞的出现可能会造成泥浆的大量泄漏和孔壁的倒塌,不能确保墙的完整性和防渗性。另外断层区域地质结构较为破碎,传统防渗技术很难适应其失稳地层特点并且很难确保复杂应力环境中防渗效果,进而加大了该类地质区域水利工程建设难度和风险,容易造成渗漏等隐患。

2.2.2 对不同水利工程类型适配性有限

不同水利工程类型在结构、功能与运行环境上差异较大,部分防渗技术适用性受限,例如水闸闸室结构复杂,有众多的闸门、启闭机等设备,沥青混凝土防渗技术在此施工时因需精细处理与各部件的衔接与防水导致施工难度极大且难以保证长期稳定的防渗效果。同时对于渠道工程,其线路长、地形多变,若采用不适宜的防渗技术,如某些刚性防渗技术在渠道不均匀沉降处易开裂,无法适应渠道的变形要求就会导致渗漏现象频发,影响渠道输水效率与周边土壤环境进而降低水利工程效益。

2.3 防渗效果耐久性面临考验

2.3.1 自然环境因素对防渗结构的侵蚀破坏

水利工程防渗结构与自然环境接触时间较长就会受到诸多因素的腐蚀,阳光中紫外线会引起土工膜和其他高分子材料分子链的断裂而造成材料老化、强度下降以及脆性增大,容易出现裂缝和断裂。而风雨对防渗结构的冲刷和侵蚀将使防渗结构表面磨损并带走一部分物质,减弱防渗能力。除此之外寒冷地区冻融循环效果显著,混凝土防渗墙和其他结构中的水冻结膨胀并产生应力导致材料表面脱落和内部松散,使结构密实性和防渗性能下降,长此下去防渗结构就会逐步恶化,很难保持长期稳定防渗从而威胁到水利工程的运行安全。

2.3.2 工程运行过程中的应力变化与结构损伤

水利工程运行时承受复杂应力体系。大坝蓄水后坝体受水压力作用产生变形与沉降,若不均匀沉降过大,混凝土防渗墙等防渗结构会因承受过大剪切应力而开裂,破坏防渗体系完整性。水闸在开启与关闭过程中闸室结构受力变化,防渗部位受水流冲击与结构变形双重作用就易出现局部损坏与渗漏。另外在渠道输水时水流冲击力与土压力共同作用于防渗衬砌,若衬砌结构设计或施工不合理就无法适应应力变化导致产生裂缝、滑移等破坏使其防渗失效,影响水利工程正常运行与水资源有效利用。

3 水利工程防渗技术优化策略

3.1 新型防渗材料的研发与应用

3.1.1 高性能防渗材料的特性与优势

新开发的高性能防渗材料有其特有的优点,纳米复合防渗材料将纳米粒子和传统材料结合在一起,纳米粒子所具有的小尺寸效应和高表面活性使得材料的微观结构更加密实、强度增加明显、抗渗性高的传统材料其耐久性也有了很大的提高,可以有效地抵抗长时间水流冲刷和复杂环境的侵蚀。除此之外智能防渗材料能够感知周围环境的变化,遇水膨胀型材料在遇水过程中快速膨胀并准确充填孔隙,积极适应各种工况并始终保持较好的防渗性能,从而为水利工程的防渗提供了更加可靠的保证。

3.1.2 新型材料的工程应用试验与推广

新型材料研发后先在特定小型水利工程开展应用试验,如在小型灌溉渠道试用纳米复合防渗材料,详细记录其施工便利性、与周边材料兼容性以及防渗效果随时间变化情况数据。依据试验成果来组织专家制定严谨施工规范与质量标准,明确材料存储、运输、铺设工艺细节等,随后在类似水利工程逐步推广,举办施工人员专项培训,通过理论讲解与现场实操演示来确保其熟练掌握新型材料施工要点,推动新型防渗材料广泛应用。

3.2 施工质量管理与监控体系的完善

3.2.1 建立健全施工质量管理规范与标准

制定详尽施工质量管理规范至关重要。针对混凝土防渗墙要明确泥浆制备原材料要求、搅拌时间与均匀度标准,规定成槽机械选型依据、操作流程及垂直度偏差不得超过千分之三。灌浆施工规范涵盖不同灌浆材料精确配比范围,如水泥灌浆水灰比控制在特定区间,化学灌浆各组分比例依工程条件微调;明确灌浆压力依地层深度、孔隙率分级设定标准以及各阶段压力调

整时机与幅度等,为施工各环节提供精准质量判定依据以便能够保障施工规范化与标准化^[5]。

3.2.2 强化施工过程质量监控技术与手段

先进的监控技术的应用是重点,在混凝土防渗墙的施工过程中采用超声波检测技术对其进行沿墙多点探测并根据反射波的特征来判断墙体内部有无空洞和夹泥的缺陷,发现问题及时进行纠正。在灌浆施工时自动化灌浆监测系统对灌浆压力、流量和浆液密度进行实时采集,当数据超出预设的标准范围时应立即进行报警。同时监控数据要被实时传送到管理平台上去方便技术人员进行远程分析研判并对施工工艺参数进行适时调整,保证施工质量全程可控性的同时有效减少人为因素造成的质量问题发生几率,提高了水利工程防渗施工的总体质量水平。

4 结语

对水利工程防渗技术进行优化和实践是确保水利工程能够安全有效运行的关键环节。通过对常用防渗技术及应用情况的深入了解并对存在的问题进行解剖,然后采用新型防渗材料的开发和应用,防渗技术的全面应用和创新,施工质量管理和监控体系的健全等优化策略,它可以有效地促进水利工程防渗技术水平的提高并降低渗漏损失、延长工程使用寿命、增强水利工程综合效益、为水资源可持续利用、社会经济稳定发展打下坚实的基础。在今后水利工程建设及管理中也需继续关注防渗技术发展态势,并不断进行探索创新才能满足工程需求以及环境挑战越来越复杂。

[参考文献]

- [1]林森森.水利工程施工过程中防渗技术分析[J].工程建设与设计,2024,(21):107-109.
- [2]张建忠.关于农田水利工程施工中渗水原因及防渗技术[J].中华建设,2024,(11):163-165.
- [3]黄浩.水利工程堤坝防渗与加固技术[J].水上安全,2024,(20):178-180.
- [4]杨凯强.水利工程坝基防渗处理的关键技术研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(10):155-158.
- [5]刘利.水利工程施工中堤坝防渗加固技术[J].水上安全,2024,(18):175-177.

作者简介:

丁忠明(1987--),男,汉族,江苏省如皋市人,本科,副高,测绘和水利工程。