

水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨

刘思君 韩卓然

菏泽市水源有限公司 山东 菏泽 274000

摘要: 水利工程堤防防渗施工技术关乎工程的安全与稳定运行, 意义重大。本文概述了堤防防渗技术的基本概念、分类、原理及特点, 深入分析了堤防渗漏的地基、堤身材料与施工质量、水流冲刷与侵蚀等原因。详细探讨了防渗墙、灌浆、土坝坝体劈裂、高压喷射等具体防渗施工技术在水利工程堤防中的应用情况。并针对施工前准备、施工过程管理及施工后维护等方面提出优化建议, 旨在为提升水利工程堤防防渗水平提供有益参考, 保障水利工程长久发挥效益。

关键词: 水利工程; 堤防防渗; 施工技术; 应用探讨

引言: 水利工程在防洪、灌溉、供水等诸多方面发挥着关键作用, 而堤防作为其重要组成部分, 防渗性能直接影响整体工程质量。随着水利事业不断发展, 对堤防防渗要求日益提高。当前, 堤防渗漏问题时有发生, 给工程安全带来隐患。鉴于此, 深入探讨水利工程堤防防渗施工技术的应用很有必要。并将系统阐述相关防渗技术内容, 分析渗漏原因, 并给出应用优化建议, 助力水利工程更好地服务社会经济发展。

1 水利工程堤防防渗技术概述

1.1 堤防防渗技术的基本概念

堤防防渗技术是指一系列旨在减少或阻止水体透过堤防结构发生渗漏的工程技术手段。其目的在于维持堤防内部土体的稳定性, 防止因渗流作用导致堤身变形、塌陷或管涌等破坏现象。通过采用各种材料与工艺, 在堤身、堤基等部位构建起防渗屏障, 控制地下水与河水之间的渗流路径和渗流量, 确保堤防在不同水位条件下都能有效地抵御水流渗透力, 保障水利工程的安全运行以及周边区域免受洪水侵袭和水患灾害的威胁。

1.2 堤防防渗技术的分类

堤防防渗技术可分为垂直防渗技术与水平防渗技术。垂直防渗技术如混凝土防渗墙、高压喷射灌浆防渗墙等, 是在堤基或堤身中沿垂直方向构建防渗结构, 截断渗流通道, 适用于深厚覆盖层或强透水层地基。水平防渗技术像土工膜防渗、黏土斜墙防渗等, 主要在堤身或堤基表面铺设防渗材料, 形成水平向的防渗层, 多应用于堤身局部防渗处理或地质条件相对较好区域^[1]。

1.3 堤防防渗技术的原理与特点

垂直防渗技术原理多基于构建连续的、低渗透性的墙体结构。如混凝土防渗墙以混凝土的密实性阻挡渗流, 其特点是防渗效果好、耐久性强, 能适应较复杂地

质条件, 但施工工艺复杂、成本较高。高压喷射灌浆防渗则利用高压射流冲击地层并灌注浆液形成防渗固结体, 具有施工灵活、对地层适应性广的特点, 不过对施工技术要求较高。水平防渗技术中, 土工膜防渗依靠土工膜的低透水性能, 具有施工便捷、防渗效果明显的优势, 但易受外界因素破坏; 黏土斜墙防渗利用黏土的天然防渗性, 成本低, 但对黏土质量和施工压实度要求严格, 且占用一定空间。

2 水利工程堤防渗漏原因分析

2.1 地基因素

地基状况对堤防渗漏有着根本性影响。若地基存在不均匀性, 不同土层的渗透系数差异较大, 在水位差作用下, 地下水极易沿着渗透性强的土层形成集中渗流通道, 导致堤基渗漏。一些软弱地基, 如淤泥质土、粉细砂层等, 其本身抗渗能力差, 在水压力作用下容易发生变形和渗透破坏。而且, 若在施工前对地基处理不当, 例如没有进行有效的加固或防渗处理, 未能消除地基中的空洞、疏松区域等隐患, 当遭遇高水位时, 堤基在渗流力作用下可能产生管涌、流土等现象, 使堤防底部出现渗漏, 严重威胁堤防整体稳定性, 甚至引发决堤等重大灾害。

2.2 堤身材料与施工质量

堤身材料的质量和施工工艺的合理性直接关联到堤防的防渗性能。若堤身填土采用了含砂量过高、颗粒级配不良的土料, 其孔隙率较大, 抗渗性就会大打折扣, 为水流渗透提供了便利条件。在施工过程中, 如果填土压实度不足, 堤身土体不够密实, 就会存在大量空隙, 使得水能够轻易透过堤身。再者, 当堤身采用多种不同材料分段施工时, 若衔接部位处理不当, 比如新旧土体结合不紧密、存在缝隙等, 就会形成渗漏薄弱点。

2.3 水流冲刷与侵蚀

水流的冲刷与侵蚀作用是造成堤防渗漏的重要外在因素。长期遭受河水的冲刷,堤岸坡面的土体不断被剥蚀,堤身厚度逐渐减小,结构完整性遭到破坏,这不仅削弱了堤身的抗渗能力,还可能使堤身内部的防渗结构暴露,直接引发渗漏。在水流湍急的区域,尤其是弯道处,水流的侧向冲击力较大,容易造成堤脚淘刷,使堤基失去支撑,引发堤基下沉、开裂等问题,进而导致堤基渗漏,水流中携带的泥沙、石块等固体颗粒在流动过程中会对堤身、堤基产生磨损,加速其损坏进程,并且这些颗粒还可能在堤身或堤基的孔隙中沉积,改变土体结构,降低其抗渗性能,使得渗漏现象更为严重^[2]。

3 水利工程堤防防渗施工技术的具体应用

3.1 防渗墙施工技术

防渗墙施工技术是水利工程堤防防渗的重要手段之一。其施工过程首先要进行槽孔的建造,通过冲击钻、抓斗等设备挖掘出符合设计要求的槽孔,槽孔的深度、宽度和垂直度需严格控制,以确保后续工序的顺利进行。在槽孔挖掘过程中,为防止槽壁坍塌,要采用泥浆护壁,泥浆的性能参数如密度、黏度等要根据地质条件进行合理调配。槽孔成型后,进行清孔换浆,将槽孔内的沉渣和劣质泥浆清除干净,保证墙体浇筑质量。接着进行混凝土浇筑,采用导管法水下浇筑混凝土,混凝土要具备良好的和易性与抗渗性,浇筑过程要连续进行,防止出现断桩等质量问题。防渗墙施工技术优点在于其防渗效果显著,墙体连续性好,能够有效截断堤基或堤身的渗流通道,适用于各类土层,尤其是在砂性土、砂砾石层等强透水地层中应用广泛。其缺点是施工设备和工艺较为复杂,成本相对较高,施工周期较长,对施工场地和周边环境有一定要求。

3.2 灌浆防渗技术

灌浆防渗技术是将具有一定流动性和胶凝性的浆液注入到堤身或堤基的孔隙、裂隙中,经过凝结硬化后形成防渗帷幕。在施工前,需要进行详细的地质勘察,确定灌浆的孔位、孔深、孔距以及浆液的配比等参数。钻孔过程中要保证孔的垂直度和深度符合设计要求,同时要做好钻孔的记录工作。灌浆材料通常有水泥浆、黏土浆以及水泥黏土混合浆等,根据工程的具体防渗要求和地质条件进行选择。灌浆方式有纯压式灌浆和循环式灌浆,纯压式灌浆适用于裂隙较大的地层,循环式灌浆则可有效控制浆液的扩散范围,提高灌浆质量。灌浆过程中要严格控制灌浆压力,压力过小无法保证浆液的有效注入和扩散,压力过大则可能导致堤身或堤基的破坏。该技术的优

点是施工工艺相对灵活,可根据不同地层情况调整灌浆参数,能有效填充细小孔隙和裂隙,提高地层的防渗能力;缺点是浆液的扩散范围难以精确控制,可能造成浆液浪费,且对施工人员的技术水平要求较高。

3.3 土坝坝体劈裂防渗技术

土坝坝体劈裂防渗技术基于土坝坝体的应力分布规律。在施工时,首先沿着坝轴线方向布置灌浆孔,钻孔深度一般要穿透坝体并进入一定深度的坝基。然后通过向钻孔内施加一定压力灌注浆液,利用坝体内部原有的应力状态,使坝体在较小的压力下沿着坝轴线方向劈裂,形成一道连续的浆体防渗帷幕。浆液一般采用黏土浆或水泥黏土混合浆,其配比要根据坝体土料的性质和防渗要求确定。在灌浆过程中,要密切监测坝体的变形情况,防止因灌浆压力过大导致坝体出现裂缝或变形过大等问题。该技术的特点是能够充分利用坝体自身的应力条件,减少施工能量消耗,施工相对简便,成本较低。适用于坝体质量相对较好、但存在局部渗漏隐患的土坝工程。然而,该技术对坝体的应力分析要求较高,如果分析不准确,可能导致劈裂方向偏离设计要求,影响防渗效果,且对于坝体质量较差、存在较多薄弱环节的土坝,应用效果可能不理想。

3.4 高压喷射防渗技术

高压喷射防渗技术是利用高压喷射设备产生的高速射流冲击破坏地层土体,同时将水泥浆液等灌注材料与被破坏的土体搅拌混合,形成凝结体从而达到防渗目的。施工时,先进行钻孔至设计深度,然后将带有特殊喷嘴的喷射管下放到孔底,通过高压泵使浆液以高速射流从喷嘴喷出,射流压力一般可达20-40MPa。根据喷射方式不同可分为旋喷、定喷和摆喷。旋喷可形成圆柱形的防渗固结体,适用于处理深度较大、形状较为规则的渗漏区域;定喷形成板状固结体,适合在浅层且面积较大的渗漏部位;摆喷则介于两者之间,可根据具体渗漏情况调整喷射角度形成扇形固结体。高压喷射防渗技术的优势在于其对地层的适应性强,能在砂性土、粘性土、砂砾石等多种地层中有效施工,防渗效果良好,且固结体的强度较高,能够增强堤身或堤基的稳定性。但其不足之处在于施工设备较为复杂,对设备的维护和操作要求较高,能源消耗较大,施工过程中会产生较大的噪音和一定的环境污染,并且浆液的用量较大,增加了施工成本^[3]。

4 水利工程堤防防渗施工技术应用的优化建议

4.1 施工前的准备工作优化

施工前的准备工作优化对水利工程堤防防渗施工意

义重大。首先,深入开展地质勘察工作,运用多种先进技术手段,全面精准地了解堤基地质构造、土层分布、渗透特性等情况,详细绘制地质剖面图,以便为施工方案设计提供可靠依据,确保所选防渗技术能有效应对地质状况。其次,严格把控施工材料质量,对供应商进行严格筛选与审核,对每批进场材料进行严格检验,包括材料的规格、性能、耐久性等多方面指标,确保材料符合甚至优于设计要求,如防渗墙混凝土材料的抗渗性、土工膜的厚度与抗穿刺性等。再者,强化施工人员培训,组织专业技术培训课程,使施工人员熟练掌握各类防渗施工技术的工艺流程、操作要点与质量控制标准,提升施工队伍的专业素养与操作技能水平,从而为水利工程堤防防渗施工的顺利开展奠定坚实基础。

4.2 施工过程中的技术管理与质量控制优化

第一,技术管理方面,应构建完善的技术指导体系。依据不同的防渗施工工艺,如混凝土防渗墙、高压喷射灌浆等,制定详细且标准化的施工操作手册,施工人员务必严格遵循。同时,设立现场技术指导岗位,由经验丰富、专业知识扎实的技术专家担任,对施工过程进行实时监控与指导,及时解决施工中出现的技术难题,例如在复杂地质条件下调整灌浆压力与浆液配比等参数,确保施工技术的准确应用。第二,质量控制优化上,要强化全过程的质量检验机制。增加质量检测的频次与样本覆盖面,采用多元化的检测手段,如无损检测的超声波法与有损检测的钻孔取芯法相结合,对防渗结构的完整性、强度及防渗性能进行全面评估。建立质量问题追溯系统,对每一道施工工序都详细记录施工人员、施工时间、使用材料及设备等信息,一旦发现质量缺陷,能够迅速定位根源并及时整改。第三,加强施工过程中的成品保护,针对已完成的防渗部位,设置专门的防护设施与警示标识,防止后续施工对其造成破坏,如避免重型机械在防渗墙附近随意行驶碾压,从而保障整个施工过程中防渗结构的质量稳定性与可靠性。

4.3 施工后的维护与管理优化

第一,建立定期巡检制度,组织专业维护团队按照既定的巡检路线与内容对堤防进行全面检查。重点关注

堤身表面是否有裂缝、塌陷,护坡有无松动、剥落,以及防渗设施周边是否存在异常渗流现象等。详细记录每次巡检的结果,对于发现的微小问题及时标记并安排后续修复处理,防止问题恶化。第二,采用先进的监测技术对堤防防渗性能进行持续评估。例如安装渗流传感器、位移监测仪等设备,构建自动化监测系统,实时采集数据并传输至监控中心。通过对数据的分析研判,精准掌握防渗结构的运行状态,一旦发现渗流量增大、堤身位移异常等情况,能够迅速启动应急预案进行抢险修复。第三,加强对堤防周边环境的管控与维护。严禁在堤身保护范围内进行非法挖掘、取土、倾倒垃圾等破坏性行为,积极开展堤岸绿化工作,种植适宜的植被,利用植被根系固土护坡、改善局部小气候,减少雨水冲刷和风浪侵蚀对堤防的损害,从而保障水利工程堤防防渗体系在较长时间内稳定可靠地发挥作用,为周边地区的安全和发展提供坚实的水利保障^[4]。

结束语

水利工程堤防防渗施工技术的有效应用是保障水利设施安全稳定运行的关键。通过对各类防渗技术的深入探讨,可知不同技术各有优劣与适用场景。在实践中,需综合考量工程地质、水文条件及成本效益等因素,科学抉择并合理运用。未来,随着科技发展,应持续探索创新,提升防渗施工技术水平,强化施工管理与维护。如此,方能更好地应对水利工程建设中的渗漏挑战,为水利事业的可持续发展筑牢根基,保障人民生命财产安全与生态环境稳定。

参考文献

- [1]吴艳.水利工程堤防防渗施工技术应用探讨[J].文摘版:工程技术,2020,29(3):186-186.
- [2]崔淑红.防渗加固技术在水利堤防工程中的具体应用[J].科技创新,2019(16):143-144.
- [3]马亚峰,董鹏,左强,种可.水利水电施工中围堰技术的运用实践探讨[J].地下水,2019,44(4):235-237.
- [4]张川.深层搅拌桩结合高压喷射灌浆在堤防防渗处理中的运用[J].建材与装饰,2019(23):303-304