

浅谈水利工程堤防渗漏处理办法

孙剑峰 吴兆飞

盐城市水利勘测设计研究院有限公司 江苏 盐城 224000

摘要: 本文围绕水利工程堤防渗漏处理展开探讨,先阐述堤防渗漏的概念、主要类型及危害表现,再详细分析渗漏检测、防渗加固、排水疏导等技术要点,进而说明不同渗漏部位、程度及地质条件下的技术应用场景,最后探讨技术组合应用策略与发展趋势。通过系统梳理相关技术与应用,为堤防渗漏处理提供全面思路,助力提升水利工程堤防的安全性及稳定性。

关键词: 堤防渗漏; 处理技术; 应用场景; 发展趋势

引言: 堤防是水利工程的重要组成部分,其安全直接关系到工程效益与周边区域稳定。堤防渗漏作为常见病害,由多种因素引发,会削弱堤防结构稳定性,甚至导致坍塌等严重后果。研究堤防渗漏处理办法,明确各类技术的应用要点与场景,对保障堤防安全运行、延长工程寿命具有重要意义。本文围绕堤防渗漏处理展开分析,为相关实践提供思路。

1 水利工程堤防渗漏基础认知

1.1 堤防渗漏概念界定

堤防渗漏指水利工程中的堤防结构在水体压力作用下,出现水体非正常渗透的现象。这类渗透突破了堤防自身的防渗能力,通过堤身、堤基或堤岸结合部等薄弱环节发生。渗透过程与堤防材料性质、结构完整性及作用水头密切相关。当堤防存在裂缝、孔隙或抗渗性能不足时,水体便会沿这些通道流动,形成渗漏。渗漏并非单一瞬间的现象,而是随时间推移可能逐渐发展的过程,其严重程度会受水文条件和堤防状况变化影响^[1]。不同季节的水位变化会改变渗透压力,进而影响渗漏的范围和程度,水位升高时渗漏可能加剧,水位下降时渗漏程度可能有所缓解。长期干旱后突降暴雨,堤防土体因干湿交替产生裂缝,也可能诱发新的渗漏点。

1.2 堤防渗漏的主要类型

堤身渗漏多因筑堤材料压实不够或存在裂缝,水体直接透过堤身形成渗透通道。此类渗漏常表现为堤身表面湿润、出现渗水点,若持续发展可能导致堤身土体软化。堤基渗漏源于堤基土层渗透性强或存在透水夹层,水体从堤防渗流至堤后,引发地基淘刷。堤岸结合部渗漏发生在堤防与岸坡连接部位,由于施工时结合不够紧密,形成渗水通道,水流在此处易造成冲刷,加剧渗漏程度。管涌型渗漏是渗透水流将堤基或堤身中的细颗粒带走,形成管状通道,这类渗漏隐蔽性较强,对堤防结

构危害较大。散浸型渗漏则表现为堤防背水坡大面积湿润,伴有轻微渗水,多因堤防防渗性能整体不足所致,在持续高水位作用下,这类渗漏可能向更严重的形式转化。因地震等外力作用导致堤防结构出现裂缝,也可能形成新的渗漏类型,其渗漏路径往往更为复杂。

1.3 堤防渗漏的危害表现

渗漏会降低堤防结构的稳定性,使堤身土体含水量增加,抗剪强度下降,可能引发滑坡或坍塌。持续渗漏会冲刷堤基土壤,带走细小颗粒,导致地基出现空洞,进而使堤防沉降变形。渗漏水体若携带泥沙,会在堤后形成积水区,破坏周边土地的正常使用功能。当渗漏量较大时,可能影响工程的蓄水能力,降低水利工程的运行效率。严重的渗漏若未及时处理,可能在洪水等极端条件下导致堤防溃决,威胁周边区域的安全。渗漏还会加速堤防材料的老化,缩短工程的使用寿命,增加维护成本。渗漏产生的水流会对堤防内部的钢筋等金属构件造成腐蚀,削弱其承载能力,进一步加剧堤防的损坏。渗漏水体若含有污染物,还可能污染周边地下水,影响水资源的质量。

2 堤防渗漏处理技术要点

2.1 渗漏检测技术要点

渗漏检测需结合多种技术手段精准定位渗漏点。渗流监测通过在堤防不同部位布设监测仪器,追踪水体流动轨迹,判断是否存在异常渗流通道。监测仪器需与堤防结构适配,避免因安装不当影响检测精度。温度监测利用渗漏水体与周围土壤的温度差异,通过红外测温设备识别温度异常区域,间接确定渗漏位置^[2]。检测时需避开日照、气温等环境因素对温度场的干扰,阴雨天检测需做好设备防水保护。探地雷达向堤防内部发射电磁波,根据反射波的变化分析堤身结构是否存在空洞或裂缝,进而推断渗漏路径。雷达频率的选择需根据堤防厚

度和材质调整,确保探测深度与分辨率匹配。同位素示踪技术将特定示踪剂注入水体,通过监测示踪剂的扩散范围和速度,确定渗漏的流量和方向。示踪剂的种类需根据水体性质选择,避免与水中物质发生化学反应。表面观察法通过巡查堤防表面是否出现湿润带、渗水点或塌陷坑,为进一步检测提供线索。巡查需覆盖堤防全段,重点关注历史渗漏区域,雨后巡查应加大频次。检测过程需综合不同技术的结果,排除干扰因素,提高渗漏定位的准确性。

2.2 防渗加固技术要点

防渗加固技术旨在构建连续的防渗屏障,阻止水体渗透。充填灌浆通过钻孔将水泥浆液或黏土浆液压入堤身裂缝或孔隙,浆液凝固后形成密实结构,阻断渗水通道。灌浆压力需根据堤身材料强度控制,防止压力过大造成堤防变形,浆液浓度需随裂缝大小逐步调整。防渗墙施工采用深层搅拌或高压喷射注浆工艺,在堤身或堤基中形成墙体,墙体材料需具备良好的抗渗性和耐久性,与周边土体紧密结合。墙体深度需穿透透水层到达隔水层,确保防渗彻底。复合土工膜铺设在堤防迎水面,通过锚固固定形成防渗层,膜体接缝处采用热熔焊接确保密封,防止水体从接缝处渗漏。膜体铺设需避开尖锐物体,避免施工过程中造成破损,铺设后需覆盖保护层防止紫外线老化。劈裂灌浆利用高压将浆液注入堤身,使堤身沿预定方向劈裂并填充浆液,形成连续的防渗帷幕。灌浆顺序需从堤身两侧向中间推进,逐步封闭渗漏通道。锚固技术通过植入锚杆或锚索,增强堤防边坡的稳定性,减少因结构变形产生新的渗漏通道。锚杆深度需达到稳定土层,确保锚固力满足设计要求。

2.3 排水疏导技术要点

排水疏导技术通过加速水体排出,降低堤防内部的渗透压力。反滤层设置在堤防背水侧,采用砂石等材料按颗粒级配分层铺设,允许水体通过但阻止土壤颗粒流失,避免渗透水流对堤身造成冲刷。每层材料的厚度需均匀,确保透水性一致,铺设时需避免杂物混入。排水孔布置在堤身或堤基中,将渗透水收集后导出堤外,孔内需设置滤管防止堵塞。排水孔的间距和角度需根据渗透水量计算确定,保证排水效率,孔口需高出地面以防雨水倒灌。减压井适用于堤基渗漏处理,通过井管将地下渗水引出,降低堤基中的承压水水头,减少管涌风险。井管滤料的选择需与堤基土壤颗粒匹配,防止滤料被水流带走,井口需设置保护装置防止杂物落入。导渗沟沿堤防背水坡开挖,沟内填充透水性材料,将坡面渗水引入集水沟排出,缓解堤身浸润状况。沟底需设置坡

度,确保积水能快速流向出口,沟壁需采取防护措施防止坍塌。排水系统的设计需与防渗措施配合,避免排水过程中引发新的渗透问题,确保排水畅通且不影响堤防结构稳定。

3 堤防渗漏处理技术应用场景

3.1 不同渗漏部位的技术应用

堤身渗漏可采用充填灌浆技术封闭裂缝,配合复合土工膜铺设增强表面防渗能力。灌浆时需根据裂缝深度调整浆液浓度,浅部裂缝用稀浆填充,深部裂缝逐步增加浓度。若堤身出现散浸,可在背水坡设置导渗沟加速排水,降低堤身浸润程度^[3]。导渗沟间距需根据渗漏范围确定,确保排水均匀。堤基渗漏需结合帷幕灌浆形成防渗屏障,同时布置减压井降低承压水水头,减少管涌风险。减压井深度需穿透透水层,确保有效降低水头。堤岸结合部渗漏需强化锚固处理,通过注浆填充缝隙,再铺设防渗材料加强连接部位的密封性。锚固点间距需根据边坡坡度调整,坡度较陡处加密布置。管涌发生在堤基时,可铺设反滤层阻止土壤颗粒流失,采用排水孔将渗水导出,避免管涌通道扩大。反滤层铺设需分层压实,每层厚度保持一致。堤防顶部渗漏需平整表面并铺设防渗层,防止雨水下渗,必要时增设截水沟引导水流远离堤防。截水沟坡度需与地形适配,确保排水通畅。

3.2 不同渗漏程度的技术应用

轻微渗漏可通过表面修补处理,采用水泥砂浆封堵细小裂缝,配合定期巡查监测渗漏变化。修补前需清理裂缝内杂物,保证砂浆与堤身结合紧密。中等渗漏需结合防渗与排水技术,对堤身进行局部灌浆,同时设置导渗沟降低渗透压力,防止渗漏加剧。灌浆范围需超出渗漏区域边缘,形成封闭圈。严重渗漏需启动综合处理方案,采用防渗墙截断渗漏通道,配合抽水降压减少水体对堤防的渗透作用,同步加固堤防结构防止变形。防渗墙施工需连续作业,避免出现施工缝。管涌初期可投放反滤料压制涌水,再逐步构建反滤层和排水系统,控制险情扩散。反滤料投放需沿涌水点周边均匀分布,避免集中堆积。大面积散浸需铺设土工膜防渗,加密排水孔,加快堤身水分排出,恢复堤防稳定性。土工膜铺设需拉紧绷平,避免褶皱影响防渗效果。

3.3 不同地质条件下的技术应用

砂质土壤地基渗漏处理需注重反滤措施,采用砂石反滤层配合排水孔,防止渗透水流带走细颗粒。反滤层颗粒级配需与地基土壤匹配,避免颗粒堵塞或流失。黏土地基渗漏可采用劈裂灌浆技术,利用浆液填充土壤裂隙,形成连续防渗体。灌浆压力需控制在土壤劈裂极

限内,避免过度破坏土体结构。岩基渗漏需通过帷幕灌浆封堵岩层裂隙,灌浆材料选择需适应岩石孔隙特征,确保浆液充分填充。对于宽裂隙可掺入细骨料,提高封堵效果。软土地基渗漏处理需先加固地基,采用深层搅拌形成复合地基,再实施防渗处理,避免堤防沉降引发新的渗漏。搅拌桩间距需根据地基承载力要求确定,确保加固均匀。土砂混合地基渗漏需结合防渗墙与排水系统,墙体深入隔水层阻断横向渗透,排水设施加速纵向排水,平衡地基受力状态。防渗墙材料需兼具抗渗性和柔韧性,适应地基不均匀沉降。高水位地区的堤防渗漏处理需强化迎水面防渗,采用复合土工膜与锚固技术结合,提高堤防抗渗能力。锚固深度需达到稳定土层,防止土工膜被水压掀起。

4 堤防渗漏处理技术的优化与发展

4.1 技术组合应用策略

技术组合需根据渗漏特征形成互补体系。检测技术与处理技术联动,通过探地雷达定位渗漏点后,立即采用针对性灌浆处理,减少定位与施工的间隔时间。防渗技术与排水技术结合,在设置防渗墙阻断渗漏的同时,同步布置排水孔,降低墙后渗透压力,避免墙体承受过大水压^[4]。浅层处理与深层处理衔接,表面铺设土工膜防渗的同时,对堤基实施帷幕灌浆,形成立体防护。临时措施与永久措施配合,管涌发生时先投放反滤料控制险情,稳定后再构建永久性反滤层和排水系统。不同材料技术搭配使用,复合土工膜与灌浆技术结合,膜体阻断表层渗水,灌浆填充深层裂隙,提升整体防渗效果。技术组合需考虑施工顺序,先完成排水设施再进行防渗处理,避免防渗后水体无法排出导致内部压力升高。对于复杂渗漏场景,可叠加多种技术组合,先通过反滤层稳定地基,再用防渗墙阻断主通道,最后以导渗沟辅助排水,形成多层次处理体系。技术组合的效果需通过现场监测验证,根据渗漏变化动态调整技术搭配,确保处理措施始终适应实际情况。

4.2 技术发展趋势展望

技术向高效化方向发展,新型灌浆材料凝结时间更短,可快速形成防渗体,适应紧急渗漏处理需求。检测

技术精度提升,无人机搭载红外设备可快速扫描堤防表面,结合地面传感器数据,提高渗漏定位效率。材料技术革新,新型土工合成材料具备更强的抗老化和抗穿刺性能,延长使用寿命。智能化技术应用加深,传感器网络实时监测堤防渗透压力和变形数据,数据传输至控制系统后自动调整排水设备运行状态。绿色环保技术推广,生物降解材料用于临时防渗,减少对生态环境的影响。施工技术机械化程度提高,小型化专用设备可适应复杂地形,降低人工操作强度。技术向综合化发展,单一设备集成检测、灌浆、排水等多种功能,提升现场作业效率。未来技术将更注重与生态修复结合,在防渗加固的同时改善堤防周边水土环境,实现工程安全与生态保护的协调。新型监测技术可实现对堤防内部应力变化的实时追踪,为技术调整提供更精准的依据,进一步提升渗漏处理的前瞻性和有效性。

结束语

水利工程堤防渗漏处理涉及多方面技术的综合运用,从基础认知到技术要点,再到应用场景与发展趋势,形成了一套相对完整的体系。合理运用检测、防渗、排水等技术,并根据实际情况进行组合优化,能有效应对不同类型的渗漏问题。随着技术的不断发展,高效化、智能化、绿色化的处理手段将进一步提升堤防渗漏处理的效果。持续关注技术革新与实践应用,可更好地保障堤防安全,为水利工程的可持续发展奠定基础。

参考文献

- [1]姚立夫,聂齐麟.浅谈水利工程堤防渗漏处理办法[J].治淮,2024,(11):65-67.
- [2]邓建君,郭园园.水利工程常见渗漏问题及渗控措施技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(27):202-204.
- [3]贾明.水利工程技术中土质堤防渗漏成因及防治措施[J].中国高新科技,2024,(10):152-154.
- [4]刘丹丹.水利工程技术中土质堤防渗漏成因及防治措施探讨[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(07):176-177.