

水利工程围堤加固工程设计以及施工技术探讨

王建华

开封黄河工程开发有限公司 河南 开封 475000

摘要:水利工程围堤是抵御洪水、保护周边区域安全的重要屏障,其稳固性直接关系到人民生命财产安全与地区经济稳定。本文聚焦水利工程围堤加固工程,深入剖析围堤常见的渗漏、裂缝及滑坡等问题及其成因。详细阐述加固工程设计要点,涵盖堤身、堤基与护坡加固设计等多方面,如堤身培厚、防渗处理,桩基础加固,浆砌石及混凝土护坡等。同时,对土方填筑、防渗墙及护坡等施工技术进行探讨,并提出采用动态控制、强化人员设备材料管理等质量控制措施,旨在为提升水利工程围堤加固工程质量提供技术参考与实践指导。

关键词:水利工程;围堤加固;工程设计;施工技术

引言:水利工程围堤作为防洪、挡水等关键设施,其安全性至关重要。然而,长期受水流冲刷、水位变化及地质条件等因素影响,围堤常出现渗漏、裂缝和滑坡等问题,严重威胁水利工程的正常运行与周边地区的安全。在此背景下,开展围堤加固工程设计及施工技术研究意义重大。通过对常见问题的剖析,探索有效的加固设计方案与施工技术,能显著提高围堤的稳定性和耐久性,保障水利工程充分发挥效益,促进地区经济社会可持续发展。

1 水利工程围堤常见问题及原因分析

1.1 渗漏

水利工程围堤渗漏是较为普遍的问题。在长期运行过程中,堤身或堤基会出现渗水现象。其原因主要有两方面,一是堤身填筑材料质量欠佳,透水性强,如土料含砂量过高,未能有效阻挡水分渗透。二是施工时压实度不足,存在较多孔隙,为水流提供通道。另外,堤基若未进行妥善的防渗处理,如遇强透水层,河水便会通过堤基渗透至堤后,严重时可能引发管涌、流土等险情,极大地削弱围堤的稳定性。

1.2 裂缝

围堤裂缝类型多样,有横向、纵向以及龟纹状裂缝等。横向裂缝常因不均匀沉降导致,比如堤身两侧地基土质差异大,在自重作用下,沉降不一致,从而拉裂堤身。纵向裂缝多由堤身受不均匀的侧向力所致,像水流对堤身一侧的长期冲刷,使堤身受力失衡。龟纹状裂缝则主要是由于堤身表面水分快速蒸发,土体收缩产生应力集中,进而形成细小裂缝。裂缝一旦出现,不仅会降低围堤的整体性,还可能成为渗漏通道,加速围堤损坏。

1.3 滑坡

围堤滑坡是较为严重的问题,多发生在高水位期或

遭遇强降雨后。一方面,堤身土体抗剪强度降低是重要原因,例如雨水入渗使土体含水量增加,重度增大,内聚力和内摩擦角减小。另一方面,外部荷载增加,像堤顶堆载过多、堤前水位骤降产生反向渗流等,都可能打破堤身原本的力学平衡。当下滑力超过抗滑力时,堤身土体就会沿某一滑动面下滑,造成滑坡,严重危及围堤安全,甚至可能引发溃堤等重大灾害^[1]。

2 水利工程围堤加固工程设计要点

2.1 设计原则

水利工程围堤加固设计遵循多重原则。安全性是首要原则,需确保加固后的围堤能抵御洪水、风浪等自然力,保障周边区域安全。耐久性原则要求所选材料及加固方式能长期稳定运行,减少后期维护成本。经济性也不容忽视,在满足安全与耐久性前提下,优化设计方案,合理选用材料与工艺,避免过度投资。此外,还需秉持因地制宜原则,充分考虑当地地质、水文条件及周边环境,使加固设计贴合实际,发挥最佳效益。

2.2 堤身加固设计

2.2.1 堤身培厚

当堤身断面尺寸不足,难以承受设计洪水压力时,可通过培厚堤身来改善。在培厚设计中,需根据原堤身土质、围堤整体稳定性计算确定培厚范围与厚度。一般采用分层填筑方式,选用与原堤身土质相近且压实性能良好的土料。施工时,控制每层填筑厚度与压实度,保证新老堤身紧密结合,形成统一整体,从而有效增加堤身重量,提高抗滑稳定性,增强围堤抵御洪水冲击的能力。

2.2.2 堤身防渗处理

常用的防渗处理方法有多种,如铺设土工膜,它具有良好的防渗性能,可在堤身迎水面铺设,截断渗水路径。黏土斜墙法也是常用手段,在堤顶向下一定深度铺

设黏土,形成防渗斜墙。还有灌浆防渗,通过向堤身钻孔,注入水泥浆或化学浆,填充孔隙,提高堤身防渗性能。设计时,需根据堤身渗漏情况、地质条件选择合适的防渗方法,确保防渗效果,降低渗漏风险,保障堤围正常运行。

2.3 堤基加固设计

2.3.1 换填加固

当堤基承载力不足,无法支撑堤身重量,易引发沉降、塌陷等问题时,可采用该方法。设计时,首先要对堤基进行详细勘察,明确软弱土层分布范围与厚度。施工时,将一定深度范围内的软弱土挖除,换填强度高、压缩性低、透水性小的材料,如砂、砾石、灰土等。分层回填并压实,每层厚度需严格控制,一般不超过30厘米,确保换填层的密实度达到设计要求。换填加固能够有效提高堤基承载能力,改善堤基变形特性,增强堤围整体稳定性,防止因堤基问题导致堤身开裂、下沉,保障水利工程安全运行。

2.3.2 桩基础加固

当堤基土质松软,采用常规加固方法难以满足设计要求时,桩基础可发挥重要作用。根据地质条件和工程需求,可选择灌注桩、预制桩等不同桩型。灌注桩通过机械钻孔,在孔内放置钢筋笼后浇筑混凝土成桩;预制桩则在工厂预制,再通过锤击、静压等方式打入堤基。桩基础能将堤身荷载传递至深层坚实土层,大幅提高堤基承载能力,减少沉降。设计过程中,需精确计算桩的数量、长度、间距等参数,确保桩基础与堤身结构良好协同工作,有效提升堤围对复杂地质条件的适应性,保障水利工程在长期运行中的稳定性与安全性。

2.4 护坡加固设计

2.4.1 浆砌石护坡

浆砌石护坡常应用于各类水利工程堤围,对保护堤身免受水流冲刷、风浪侵蚀效果显著。在护坡设计时,需根据堤围所处环境的水流速度、波浪高度等因素确定砌石规格与砂浆强度等级。施工时,先对坡面进行修整,确保其平整且符合设计坡度,然后铺设反滤层,防止土颗粒随渗水流失。采用坐浆法将石料逐块砌筑,保证灰缝饱满、厚度均匀,一般灰缝厚度控制在2~3厘米。浆砌石护坡结构坚固,抗冲刷能力强,石料取材方便,成本相对较低。同时,其表面粗糙,可有效消能减速,降低水流对堤身的破坏,延长堤围使用寿命,在水流速度适中、石料资源丰富的地区应用广泛。

2.4.2 混凝土护坡

混凝土护坡凭借其较高的强度和良好的耐久性,适

用于水流速度较大、风浪作用强烈的堤段。设计阶段,要依据水力条件精确计算混凝土护坡的厚度与分块尺寸,合理布置伸缩缝,防止因温度变化或地基不均匀沉降导致护坡开裂。施工时,先在坡面上绑扎钢筋网,增强护坡整体抗拉性能,随后支设模板,浇筑混凝土。振捣过程务必充分,保证混凝土密实。混凝土护坡表面光滑,水流阻力小,能有效减少水流对坡面的淘刷。其整体性强,能更好地适应堤身变形,防护效果稳定可靠。

3 水利工程堤围加固施工技术

3.1 土方填筑施工技术

3.1.1 土料选择与处理

土料质量直接关乎堤围加固成效。优先选用黏土、粉质黏土等防渗性好、压实性能佳的土料。避免使用腐殖土、淤泥质土等杂质含量高、压缩性大的土料。对选定土料,需进行前期处理。若土料含水量过高,可通过翻晒降低水分;若含水量过低,则适当洒水湿润,使土料含水量接近最优含水量,以保证压实效果。同时,剔除土料中的树根、草皮、石块等杂物,防止其影响填筑质量。对于含有少量不合格土料的情况,可采用掺拌合格土料的方式,改善土料性能,确保土料符合堤围加固施工标准。

3.1.2 分层填筑与压实

填筑时,按照设计要求控制每层铺土厚度,一般为30厘米左右,确保土料均匀铺撒。铺土过程中,保持层面平整,避免出现积水、坑洼。每铺完一层土料,随即进行压实作业。依据土料性质选择适宜压实机械,如振动碾、羊角碾等。压实遵循先轻后重、先慢后快、由边缘向中间的原则,确保压实均匀。每层压实后,通过环刀法、灌砂法等检测压实度,只有压实度达到设计标准,方可进行下一层填筑。如此循环,保证堤身整体压实质量,增强堤围抵御洪水冲击的能力^[1]。

3.2 防渗墙施工技术

3.2.1 混凝土防渗墙施工

混凝土防渗墙施工常用于堤基及堤身的防渗处理。施工时,先利用冲击钻、抓斗等设备在地基中造槽。造槽过程要严格控制槽孔的垂直度与宽度,确保符合设计要求。槽孔形成后,及时下设钢筋笼,钢筋笼的制作与安装需保证其位置准确、牢固。随后进行混凝土浇筑,采用导管法将混凝土从槽底向上灌注,边浇筑边提升导管,保证混凝土连续、密实。浇筑过程中,密切监测混凝土面情况,防止出现断桩、夹泥等质量问题。混凝土防渗墙具有抗渗性能强、耐久性好的特点,能有效截断堤基与堤身的渗水通道,广泛应用于各类水利工程堤围加固项目。

3.2.2 高压喷射灌浆防渗墙施工

施工前,先钻孔至设计深度。然后,通过高压喷射设备将水泥浆等固化浆液以高速喷射至土体中,使土体与浆液充分混合。喷射过程中,根据不同地质情况调整喷射压力、提升速度和旋转角度等参数。常见的喷射方式有旋喷、摆喷和定喷,旋喷形成圆柱状固结体,摆喷形成扇形固结体,定喷形成板状固结体。这些固结体相互连接,形成连续的防渗墙体。高压喷射灌浆防渗墙施工简便、成本相对较低,能有效改善土体防渗性能,在堤围加固工程中,尤其是处理浅层渗漏问题时,应用较为广泛。

3.3 护坡施工技术

3.3.1 浆砌石护坡施工

浆砌石护坡施工时,先对坡面进行修整,保证其平整且符合设计坡度要求。材料上,选用质地坚硬、无风化与裂缝的石料,砂浆则按设计配合比严格配制,确保强度达标。施工中,采用坐浆法砌筑,先铺一层砂浆,再安放石块,使石块与砂浆紧密结合,灰缝厚度控制在2~3厘米,做到饱满、平整。同时,依据设计设置伸缩缝,缝内填充沥青麻丝等止水材料,以防因温度变化等因素致砌体开裂。每完成一段砌筑,及时进行勾缝处理,增强美观与抗冲刷能力。

3.3.2 混凝土预制块护坡施工

混凝土预制块护坡施工前,预制块需在工厂严格按设计规格与强度要求生产,养护到位。现场施工,先对坡面清理和平整,必要时铺设砂垫层,保证基础均匀。铺设预制块时,从坡脚开始,自下而上错缝铺设,使块体间紧密衔接。块体间的缝隙用水泥砂浆填充,保证密实度,防止水流冲刷导致块体松动。在护坡周边及每隔一定距离设置排水孔,通常采用直径合适的PVC管,管外包裹滤网,以便排出坡内积水,降低孔隙水压力,维持护坡稳定。

4 水利工程围堤加固工程施工质量控制

4.1 采用动态控制方法

在水利工程围堤加固施工中,动态控制方法极为关键。借助现代化监测设备,如传感器等,实时收集施工过程中的各项数据,像堤身沉降、位移等。利用大数据分析技术,对这些数据深度挖掘,及时察觉潜在质量隐患。同时,构建信息化管理平台,整合施工进度、材料使用等信息,方便管理人员全面把控。一旦发现实际情况与设计标准出现偏差,迅速调整施工方案,确保工程质量始终在可控范围,有效预防质量事故发生,保障围堤加固工程顺利推进。

4.2 施工人员管理

施工人员是保障工程质量的核心要素。施工前,开展全面培训,涵盖专业技能与质量意识内容,提升人员业务水平。建立健全考核机制,定期对施工人员工作表现、操作规范程度等进行考核,表现优秀者给予奖励,不达标者安排补考或辞退。明确各岗位责任,使每位施工人员清楚自身职责,避免推诿扯皮现象。日常施工中,加强现场监督,及时纠正违规操作行为,确保施工人员严格依照标准流程作业,为工程质量奠定坚实人力基础。

4.3 施工设备管理

施工设备的正常运行关乎工程质量。设备进场前,仔细检查设备性能、规格是否契合工程需求,确保设备无故障隐患。施工期间,制定严格设备维护计划,定期进行保养,如对机械设备的关键部位进行润滑、检查零部件磨损情况等。安排专业技术人员操作设备,避免因误操作损坏设备。一旦设备出现故障,迅速组织维修,减少对施工进度的影响。同时,依据施工实际需求,适时调整设备调配,提高设备使用效率,保障施工的连续性与质量稳定性。

4.4 施工材料管理

施工材料质量直接决定围堤加固效果。材料采购时,严格筛选供应商,确保材料符合设计标准,如石料的强度、土料的含水量等指标。材料进场,认真验收,核对质量证明文件,进行抽样检测,杜绝不合格材料入场。材料存放也有讲究,依据材料特性分类存储,像水泥要防潮,钢材要防锈,避免材料变质影响性能。施工过程中,按施工进度合理发放材料,防止浪费,同时做好材料使用记录,以便追溯质量问题,全方位保障施工材料质量可靠,为工程筑牢根基^[3]。

结语

水利工程围堤加固在防洪减灾、保障人民生命财产安全中发挥着关键作用。从设计层面,需综合考量地质条件、水流特性等因素,制定精准有效的加固方案;施工技术上,无论是堤身填筑、抛石加固,还是护坡施工,均是确保工程质量的有力支撑。同时,严格的质量控制从动态管理、人员培训、设备维护到材料把关,全方位为工程品质护航。

参考文献

- [1]杜观果.水利工程围堤加固工程设计及施工技术探讨[J].水上安全,2024,(20):196-198.
- [2]邱香美.水利工程堤围加固工程设计及施工技术[J].珠江水运,2021,(07):54-55.
- [3]彭庆培.水利工程海堤加固施工技术方案研究[J].珠江水运,2021,(03):71-72.