

水利工程中的堤防加固技术研究

吴章烈 邓超俊

广西四方汇通人才服务有限责任公司 广西 南宁 530000

摘要:水利工程是保障社会经济发展、调控水资源、防治洪涝灾害的重要基础设施。堤防作为水利工程体系的重要组成部分,其稳定性和安全性直接关系到防洪减灾的效果。然而,由于自然因素、人为因素和设计施工缺陷等原因,堤防常常出现各种病害,如裂缝、渗漏、滑坡等。因此,堤防加固技术的研究和应用显得尤为重要。本文综述了水利工程中堤防加固的常用技术,包括灌浆法、土工膜防渗、垂直防渗墙、水泥搅拌桩等,并探讨了这些技术的原理、应用及效果,以期为堤防加固工程提供借鉴。

关键词:水利工程;堤防加固;灌浆法;土工膜防渗;垂直防渗墙;水泥搅拌桩

引言

堤防作为水利工程中重要的挡水建筑物,其稳定性和安全性对于保障人民生命财产安全具有重要意义。然而,由于多种原因,堤防常常出现各种病害,如裂缝、渗漏、滑坡等,严重影响了堤防的防洪功能。因此,堤防加固技术的研究和应用显得尤为重要。本文综述了水利工程中堤防加固的常用技术,以期为堤防加固工程提供借鉴。

1 堤防加固技术的背景与意义

堤防,作为防洪工程体系的坚固防线,自古以来就承担着拦截洪水、保卫家园的重任。它们如同巨龙般蜿蜒于江河之畔,守护着下游城市和农田的安宁,是抵御洪涝灾害的第一道屏障。然而,堤防的安全稳定并非一成不变。在自然因素的持续侵蚀下,如暴雨的猛烈冲刷、洪水的巨大压力、地震的震动破坏以及滑坡的潜在威胁,堤防结构逐渐显现出脆弱的一面。裂缝的悄然出现、渗漏的日益严重、滑坡的突如其来,这些病害不仅削弱了堤防的防洪能力,更对下游居民的生命财产安全构成了严重威胁。与此同时,人为因素也不容忽视。设计上的缺陷可能导致堤防在初建时就存在隐患;施工过程中的质量问题,如材料不合格、施工不规范等,进一步加剧了堤防的脆弱性;而管理上的疏忽,如缺乏定期维护、监测不到位等,则使得堤防在面临洪水考验时显得力不从心。面对这些挑战,堤防加固技术的研究和应用显得尤为重要。通过科学有效的加固措施,不仅可以修复堤防的现有病害,提升其防洪能力,还能为未来的防洪减灾工作奠定坚实基础^[1]。加固技术的不断创新和发展,不仅能够延长堤防的使用寿命,还能在保障人民生命财产安全的同时,促进经济社会的可持续发展。因此,深入研究堤防加固技术,对于提高防洪减灾能力、

保障国家安全和人民福祉具有深远的意义。

2 堤防加固常用技术

堤防加固是防洪工程中的关键环节,其中灌浆法作为一种高效且常用的技术,发挥着至关重要的作用。灌浆法通过精心设计的灌注系统,将特制的浆液——包括但不限于水泥浆、黏土浆以及化学浆液等,准确地注入到堤防结构内部的裂缝、孔隙或软弱地层之中。这一过程旨在全面填充这些结构上的缺陷,同时借助浆液的硬化特性,显著提升堤防的密实程度、整体结构强度以及抗渗能力。在实际应用中,灌浆材料的选择需根据堤防的具体状况、地质条件以及加固目标进行综合考虑。水泥浆因其成本效益高、凝结速度快且强度大,常被用作首选材料;黏土浆则因其出色的塑性和粘结力,在填充细小裂缝和形成防渗层方面展现出独特优势;而化学浆液,如聚氨酯和环氧树脂,凭借其快速固化、高强度及优异的抗渗性能,在处理复杂地质环境或紧急加固任务时显得尤为关键。灌浆方式的选取同样至关重要,它需紧密贴合堤防的实际情况和加固需求。纯压式灌浆适用于裂缝较宽、孔隙较大的场景,能够迅速且有效地填充并固化;循环式灌浆则通过浆液的循环流动,确保其在堤防内部均匀分布,从而提升灌浆的整体质量和加固效果;分段式灌浆则针对堤防的不同区域或病害程度,进行有针对性的分段处理,既提高了加固效率,又减少了资源的浪费。为确保灌浆加固的成效,必须实施严格的灌浆效果检测。这通常包括钻孔取芯,以直观评估灌浆后的密实度和强度;压水试验,用于检测堤防的抗渗性能是否得到显著提升;以及无损检测技术,如超声波检测和雷达检测,它们能够在不破坏堤防结构的前提下,对灌浆效果进行快速且准确的评估,从而全面保障加固工程的质量与安全。

2.1 土工膜防渗

土工膜,以其出色的防渗性能和广泛的适用性,在堤防加固工程中占据着举足轻重的地位。这种由高分子聚合物制成的薄膜材料,不仅具有极高的抗拉强度和延伸性,还能有效阻隔水分渗透,为堤防提供一道坚实的防渗屏障。土工膜防渗技术的实施过程科学而严谨。首先,利用专业的开槽机在堤基上精准地开出一定深度和宽度的槽道,为土工膜的铺设奠定坚实基础。随后,将土工膜平整、无皱地铺展在槽道中,确保其紧密贴合槽壁,不留任何空隙。这一步骤至关重要,因为任何微小的褶皱或空隙都可能成为水分渗透的通道。最后,在土工膜的两侧精心灌入黏土,通过黏土的压实作用,不仅牢牢固定了土工膜的位置,还进一步增强了堤基的防渗性能。这一技术特别适用于透水层较薄的堤基,能够显著提升堤防的抗渗能力,有效抵御洪水的渗透威胁^[2]。同时,土工膜防渗技术还具有成本较低的优势,相较于其他防渗方法,如灌浆法或混凝土防渗墙,土工膜材料成本更为亲民,且施工过程相对简单快捷,能够大幅缩短工期,降低工程总成本。然而,土工膜防渗技术的应用并非毫无限制。在特定条件下,如堤基中存在大量石块或纯中粗砂时,土工膜的铺设和固定将面临极大挑战。石块和粗砂的棱角可能刺破土工膜,导致防渗层失效;而纯中粗砂层则难以提供足够的支撑力,使土工膜难以保持平整和稳定。因此,在选择土工膜防渗技术时,必须对堤基的地质条件进行充分勘察和评估,确保技术的适用性和有效性。

2.2 垂直防渗墙

垂直防渗墙作为一种高效且可靠的堤防加固技术,其核心在于通过专用机具在堤基中精准地建造槽孔,并利用泥浆进行固壁,以确保槽孔的稳定性和完整性。随后,在槽孔中精心填充特定的混合物,如水泥、膨润土、黏土等材料,经过固化后形成一道连续、坚固的防渗体。这道防渗体如同一道坚实的屏障,有效阻隔水分渗透,保障堤防的安全稳定。垂直防渗墙的结构形式多样,主要包括悬挂式防渗墙、半封闭式防渗墙和全封闭式防渗墙三种。悬挂式防渗墙通常建造在堤防的迎水侧,其顶部与堤顶相连,底部则深入基岩或相对不透水层,形成一个悬挂的防渗结构。半封闭式防渗墙则是在堤防的迎水侧和背水侧分别建造防渗墙,但两者并不完全相连,而是在一定深度上形成封闭。而全封闭式防渗墙,则是将迎水侧和背水侧的防渗墙完全相连,形成一个封闭的防渗体系,其防渗效果最为显著。然而,全封闭式防渗墙的施工成本也相对较高,不仅需要大量的材

料和设备投入,还需要精湛的施工工艺和严格的质量控制。此外,由于施工过程中可能涉及大量的土方开挖和泥浆排放,若处理不当,可能对周围的生态环境造成一定的负面影响,如水质污染、土壤破坏等。因此,在选择垂直防渗墙技术时,必须综合考虑堤防的具体状况、地质条件、加固需求以及生态环境保护等多方面因素。通过科学合理的规划和设计,确保垂直防渗墙既能够有效提升堤防的防渗性能,又能够最大程度地减少对周围环境的影响,实现经济效益、社会效益和环境效益的和谐统一。

2.3 水泥搅拌桩

水泥搅拌桩,作为一种高效且经济的软土地基加固技术,在堤防加固工程中展现出了广泛的应用前景。这一技术通过深层搅拌机械的强大功能,将水泥粉末均匀地喷入土体之中,并借助机械搅拌的力量,使水泥与土体发生充分的拌合。在拌合过程中,水泥与土体中的水分和矿物质发生一系列复杂的物理化学反应,形成坚固的水泥土结构体,从而显著提升地基的强度和稳定性。水泥搅拌桩技术特别适用于处理各类软土地基,如淤泥、淤泥质土、泥炭土以及粉质土等。这些土体通常具有较低的承载力和较差的稳定性,难以满足堤防工程对地基的严格要求^[3]。通过水泥搅拌桩的加固处理,可以有效地改善这些土体的工程性质,提高其承载力和抗变形能力,为堤防的安全稳定提供有力保障。在堤防加固工程中,水泥搅拌桩的加固效果尤为显著。通过沿堤防基础布置一系列的水泥搅拌桩,可以形成一个连续、坚固的加固层。这个加固层不仅能够有效地传递和分散堤防所承受的荷载,还能够阻止水分和土体的渗透,提高堤防的抗渗能力。同时,水泥搅拌桩的加固作用还能够减少堤防基础的沉降和不均匀沉降,确保堤防的平整度和稳定性。

3 堤防加固技术的应用实例

在某河流域,一段历史悠久的堤防因长期受到水流冲刷、风化以及自然老化等多重因素的影响,出现了严重的渗漏和裂缝问题。这些问题不仅导致了堤防结构的整体稳定性下降,还严重威胁到了下游居民的生命财产安全。每当洪水季节来临,这段堤防便成为了当地政府和居民心中的“定时炸弹”。为了彻底消除这一安全隐患,当地政府和相关部门迅速组织专家团队对堤防进行了全面的勘察与评估。经过细致的现场调查和深入分析,专家们发现堤防存在多处严重隐患:基础不牢,部分堤段甚至出现了明显的沉降;堤体开裂,裂缝宽度和深度不一,有的已经贯通至堤防内部;渗漏严重,多处

出现渗水现象,且渗漏量随着水位的上升而不断增加。面对如此严峻的形势,专家们经过反复论证和比较,最终决定采用高压喷射灌浆技术进行堤防加固。这一技术以其高效、快速、可控的特点,被广泛应用于各类堤防加固工程中。在施工过程中,高压喷射设备将特制的水泥浆液以高速、高压的方式喷射到堤防的裂缝和孔隙中,通过浆液的填充和固化作用,有效地封堵了渗漏通道,增强了堤体的整体性和稳定性。为了确保加固效果,施工团队还采取了分层喷射、逐步固化的施工策略。在每一层浆液固化后,再进行下一层的喷射,以确保浆液能够充分渗透到堤体的各个角落,形成连续的防渗层。同时,施工团队还加强了对施工过程的监控和管理,确保施工质量和安全。经过数月的紧张施工,堤防加固工程终于圆满完成。经过加固处理后的堤防,渗漏和裂缝问题得到了有效解决,堤体的稳定性得到了显著提高^[4]。在后续的洪水考验中,这段堤防展现出了出色的防洪能力,成功抵御了多次洪水的冲击,为下游居民的生命财产安全提供了坚实的保障。这一成功案例不仅充分展示了高压喷射灌浆技术在堤防加固中的优异性能,也为其他类似工程提供了宝贵的借鉴和参考。未来,随着技术的不断进步和创新,相信会有更多高效、可靠的堤防加固技术被开发和应用,为人类的防洪事业贡献更大的力量。

4 堤防加固技术的未来发展

随着科技的日新月异,堤防加固技术正步入一个全新的发展阶段,其未来趋势将更加注重环保性、高效性与智能化的融合。

4.1 环保性成为新趋势

在未来的堤防加固技术中,环保性将成为不可忽视的重要考量。随着全球对环境保护意识的提升,利用环保材料进行堤防加固将成为主流。纳米材料,以其独特的物理和化学性质,将在提高堤防材料耐久性和抗渗性方面发挥巨大潜力。同时,高性能纤维复合材料,如碳纤维、玻璃纤维等,因其轻质、高强、耐腐蚀的特性,也将被广泛应用于堤防加固中,既减少了对自然资源的依赖,又降低了环境污染。

4.2 高效性推动技术创新

高效性将是未来堤防加固技术发展的另一大驱动力。传统的加固方法往往耗时费力,而未来,随着施工机械和工艺的不断进步,将更加注重施工效率的提升。例如,采用模块化施工技术,可以像搭积木一样快速组装堤防加固结构,大幅缩短工期。此外,新型注浆技术和高压喷射灌浆技术的进一步优化,也将实现更高效、更均匀的加固效果,确保堤防的稳固性。(3)智能化引领行业变革。智能化将是堤防加固技术未来发展的核心方向。随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断成熟,堤防加固施工将实现全面自动化和智能化。通过部署智能传感器和监测系统,可以实时监测堤防的状态和变化,及时发现潜在的安全隐患。同时,利用机器人和无人机进行精确施工和巡检,将大大提高施工的精确度和安全性。此外,智能预警系统的建立,将能够根据监测数据预测堤防可能出现的问题,为及时采取应对措施提供科学依据^[5]。

结束语

堤防加固技术是保障水利工程安全的重要措施。通过灌浆法、土工膜防渗、垂直防渗墙、水泥搅拌桩等常用技术,可以有效解决堤防的裂缝、渗漏、滑坡等病害问题,提高堤防的稳定性和安全性。未来,随着科技的不断进步和创新,堤防加固技术将更加注重环保性、高效性和智能化,为水利工程的安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]刘中华,董营生.关于水利工程堤防施工中防渗技术的浅述[J].建筑工程技术与设计,2018,000(012):629.
- [2]任民.水利工程堤防中防渗技术的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2017(22):193.
- [3]艳董.关于水利工程堤防施工中防渗技术的应用分析[J].水电水利,2020,4(2).
- [4]刘运卿,丁艳喜.水利工程堤防施工中防渗技术的应用[J].卷宗,2019,009(009):238.
- [5]李盈.关于水利工程堤防施工中防渗技术的分析[J].环球市场,2017,000(011):220-220.