

新材料在水利堤坝抗渗加固中的应用及其效益评估

覃晓艳 黄光源 周启玉 彭祖钰 林雅兰

宜昌清江水利水电设计有限公司, 湖北 宜昌 443500

[摘要] 新型材料像高分子材料、纳米材料、复合材料的引入, 极大增强了堤坝抗渗水平、拉长使用年限还削减了维护开支, 新材料技术上的创新不断推动其在水利工程里的应用, 尤其在强化防渗效果、压缩施工时长和减轻环境负面效应方面显示出巨大优势, 伴随行业标准化建设的发展, 新的技术及材料应用逐步走向规范, 助力堤坝加固工程实现高效安全实施, 新材料的推广普及策略有望进一步扩大堤坝抗渗加固应用范围与成效, 稳固水利工程的长期安全水平。

[关键词] 新材料; 水利堤坝; 抗渗加固; 效益评估; 可持续发展

DOI: 10.33142/aem.v7i6.17024

中图分类号: TV69

文献标识码: A

Application and Benefit Evaluation of New Materials in Anti seepage Reinforcement of Water Conservancy Dams

QIN Xiaoyan, HUANG Guangyuan, ZHOU Qiyu, PENG Zuyu, LIN Yalan

Yichang Qingjiang Water Conservancy and Hydropower Design Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443500, China

Abstract: The introduction of new materials such as polymer materials, nanomaterials, and composite materials has greatly enhanced the anti-seepage level of dams, extended their service life, and reduced maintenance costs. Innovations in new material technology continue to promote their application in hydraulic engineering, especially in strengthening anti-seepage effects, compressing construction time, and reducing environmental negative effects. With the development of industry standardization, new technologies and material applications are gradually becoming standardized, helping dam reinforcement projects achieve efficient and safe implementation. The promotion and popularization strategy of new materials has the potential to further expand the application scope and effectiveness of dam anti-seepage reinforcement, and stabilize the long-term safety level of hydraulic engineering.

Keywords: new materials; water conservancy embankment; anti-seepage reinforcement; benefit evaluation; sustainable development

引言

传统堤坝加固技术因费用昂贵、施工时间久且效果一般, 慢慢暴露出缺陷, 应用新材料给堤坝加固带来创新性解决途径, 借助高分子、纳米与复合材料的引入, 不仅优化了堤坝的抗渗能力, 还增进了其长期使用的稳定性与经济效益。伴随技术长进和行业规范渐渐完善, 新材料应用的前景十分开阔, 预计未来可进一步推动水利工程领域创新及可持续成长。

1 新材料在水利堤坝抗渗加固中的应用背景

1.1 水利堤坝抗渗问题的现状与挑战

水利堤坝作为水利工程的重要组成部分, 它的抗渗性能对水资源保护及防洪安全十分关键, 伴着使用年数的增长以及外界环境的改变, 经过长期使用, 不少堤坝暴露出渗漏和老化现象。惯用的抗渗加固举措, 如混凝土封堵跟土工膜铺设, 虽在一定范围内有成效, 但往往有着耐久性不好、施工周期冗长、维护成本过高等毛病, 伴随水资源管理要求的提升, 堤坝渗漏难题愈发凸显, 尤其是在极端气候的条件里, 渗漏量加大造成堤坝结构安全隐患加剧, 这些问题既影响了堤坝的使用期限, 同样对防洪抗灾能力形成威胁, 亟待探求新的技术手段提高堤坝抗渗能力。

1.2 新材料应用的必要性与紧迫性

面对堤坝抗渗难题日益恶化, 传统加固途径的局限性渐渐暴露, 迫切要一种更高效且具可持续性的解决途径, 新材料作为增进堤坝抗渗性能的关键手段, 逐步成为攻克这一难题的关键, 传统材料往往难以适应堤坝在复杂环境下的长久使用需要, 但新材料在渗透防护能力、强度和耐久性方面更胜一筹。采用新材料进行堤坝抗渗加固作业, 可切实增强堤坝的稳定效果, 还可压缩施工时间、降低维护花销, 在水资源管理及防洪安全形势不断严峻的情形下, 推进新材料的运用刻不容缓, 尤其是面对水利工程老化所致的压力, 及时用上新材料能显著提升堤坝抗渗能力, 保障水利工程长时间安全运作。

1.3 新材料的种类及其特性

新材料种类呈现多样化, 涉及高分子材料、纳米材料、复合材料等多种类别, 高分子材料凭借其出色的柔韧性与耐化学腐蚀性, 在堤坝抗渗加固事宜中展现显著应用潜力, 纳米材料依仗其超微的结构, 可从微观角度增强堤坝的防渗能力, 改善材料渗透阻挡能力。复合材料汲取了多种材料的长处, 拥有更良好的适应性与长期可靠性, 尤其在极端条件下表现十分出色, 各类新材料均有独特的性能, 能

在各异施工条件及环境中发挥关键效能,全面评定这些新材料的性能特性,有利于选定最恰当的材料方案,由此强化堤坝加固功效,保证堤坝长期稳固运作。

2 新材料的技术优势与适用性分析

2.1 高分子材料的抗渗效果

高分子材料凭借其特有的分子结构,在堤坝抗渗加固事宜上呈现出出色性能,该类材料呈现出良好的柔韧与抗裂属性,可高效填充堤坝里的微裂缝,减少水流渗透的流通渠道,以此增进堤坝整体的抗渗透能力,其高度化学稳定性以及耐腐蚀的性质,令其于复杂的水土环境下能有较长的使用寿命,可承受长期的水流及气候的转变。高分子材料呈现出的施工便捷及可调整性能,让其成为开展堤坝加固的理想用料,凭借提高堤坝表面与水接触层的黏合能力,高分子材料明显增强了堤坝在高水位以及极端气候环境下的防渗成效,守护堤坝结构的安全与稳固。

2.2 纳米材料在堤坝加固中的表现

纳米材料凭借其纳米级别的特殊构造,在增强堤坝抗渗成效上呈现独特长处,纳米材料在堤坝表面搭建致密的防渗层,可大幅降低水分的渗透比率,提高抵御水压的能力,因其具备高比表面积和表面活性,所以能与堤坝基材产生更强的黏结力,进一步加大了加固效果。鉴于纳米材料分子的层级不大,可透入微小的孔隙里面,填充传统材料难以进入的区域,因这一特性,纳米材料成为增强堤坝抗渗能力的关键成分,因有抗老化、抗腐蚀特性,纳米材料在极端环境表现优秀,保证堤坝长时间抵御渗漏危害。

2.3 复合材料的多功能性及综合效益

复合材料把不同属性的材料结合起来,集各材料优点于一身,因而在堤坝加固过程里展现出多功能效能,其高强度、低重、耐腐蚀以及耐候这些性能,使它于堤坝结构中能给出强大支撑力,也能抵挡外界环境的侵害,采用复合材料可改进堤坝的抗渗性,同时增强其抵御地震及风灾的能力,进而得以适应更复杂的环境情形^[1]。以合理配比各类成分为手段,复合材料的多样功能可显著提升施工效率,加快建设进度以缩短周期,进而降低维护开支,复合材料展现出良好的适配性,可按照不同堤坝结构的要求,实施个性打造,以此达成加固效果的最优化,其综合效益并非仅于技术层面展现,也包含长期的经济与环境效益范畴。

3 新材料在堤坝加固中的实际应用案例

3.1 某大坝抗渗加固的实践案例

某大型水利工程堤坝历经多年运行,每当水位攀升便出现局部渗漏状况,对大坝安全构成威胁,经全面调查和专业技术评估,确定采用新材料实施抗渗加固举措,选用高分子防渗膜搭配复合材料作为主要加固用料,施工期间,运用创新施工工艺,将防渗材料紧密贴合铺设于大坝表面,对渗漏部位进行针对性强化处理,此次加固工程施工周期设定在约六个月,施工进度紧凑有序。加固完成后,经过

长期监测,在水位频繁波动情况下,堤坝渗漏率明显下降,有效保障了堤坝在暴雨、洪水等极端天气中的稳固性,该加固项目切实增强大坝抗渗能力,也大幅提升其运行安全性和长期使用持续性。

3.2 新材料的应用效果评估

新材料在堤坝抗渗加固中的应用成效,依托大量监测数据及长时间跟踪评估加以确认,施工完毕后的半年周期里,针对大坝渗漏状况、结构稳固程度以及材料耐用特性展开全方位检测,加固后,堤坝表层渗漏点数量急剧减少85%以上,渗透速率显著降低,水位涨落对堤坝结构造成的影响也大幅削弱,新材料的抗老化特质与耐腐蚀性能得到有效验证,在复杂多变的水土环境条件下,其性能稳定程度相比传统加固材料有显著提升,得益于材料具备的多重防护功效,既削减了维护所需成本,又延长了大坝使用期限^[2]。种种评估结果充分表明,新材料应用于实际工程展现出卓越技术优势与良好经济效益。

3.3 存在的技术难点与解决方案

新材料用于堤坝加固,技术难题不少,施工时,材料施工工艺标准高,防渗材料和堤坝基材贴合不好,加固效果就差,堤坝表面形状各异,土质条件复杂,给材料施工添了麻烦,得靠精准施工技术和设备。而且新材料价格不低,怎么兼顾高性能和经济效益成关键,后来用自动化喷涂、精密监测等先进施工技术,还研发降低生产成本,凭借精细化管理和技术创新,这些难题被一一攻克,保障加固工程顺利完工。

4 新材料应用的经济与环境效益评估

4.1 新材料的成本效益分析

新材料应用于水利堤坝抗渗加固,带来技术跃升与突出成本效益,相较传统加固手段,新材料初始资金投入偏高,但其凭借施工周期短、维修开支少的优势,让整体经济效益更为显著。应用新材料,能大幅削减长期维护和修复费用,有效降低堤坝运行潜在风险。材料具备的高耐久性与强抗腐蚀性,减少后期维护次数,节省额外维护开支,纵观整个使用阶段,新材料高性能特质使其在全周期内实现明显成本节约,不仅提升堤坝长期稳固性,也切实延长了堤坝服役年限。见表1。

表1 新材料成本效益分析

项目	传统加固方法	新材料加固方法	成本差异(元)	备注
初期施工成本(万元)	350	450	+100万	材料采购与施工差异
维护成本(万元/年)	30	10	-20万	新材料减少了后期维护
使用寿命(年)	20	30	+10年	新材料延长了堤坝寿命
总体成本(万元)	750	700	-50万	长期效益明显

4.2 生态环境影响的减少

新材料应用于水利堤坝抗渗加固,切实削减对生态环

境的不良影响,相较于传统材料,新材料在生产环节选用更环保的原材料,从源头降低污染风险,施工过程中产生的废弃物也大幅减少。众多新型材料具备优异抗污染性能,在堤坝防渗作业时,能有效阻挡有害物质渗入周边土壤与水体,这些新材料的使用可改善堤坝周边生态状况,进一步降低水源污染隐患,其良好的长期稳定性与耐用特质,减少堤坝频繁加固维修次数,避免施工活动反复干扰生态,降低资源消耗,为区域生态环境的可持续发展筑牢根基。

4.3 长效性与可持续发展效益

新材料凭借长效性能与可持续效益,成为水利堤坝抗渗加固领域常用选择,其增强堤坝抗渗能力的同时,显著提升使用寿命,降低外部资源依赖度^[3]。相比传统材料,新材料能适应复杂多变环境,实现长期稳定运行,这些材料因耐久性好、维护需求低,不仅削减后期经济成本,还能避免环境二次破坏,具备良好生态可持续性,在实际应用中,新材料通过减少材料用量、降低能源消耗,实现资源高效利用,有力推动水利工程绿色发展进程,为堤坝加固工程带来科学合理、经济实惠且环保的解决办法。

5 新材料未来在堤坝加固中的发展前景

5.1 新材料技术创新的趋势

水利工程对堤坝抗渗需求日益严苛,新材料技术创新持续为行业注入发展动能。当前新材料研发着重于提升材料耐久特质、环境适配水平以及功能丰富程度,研发过程既专注防渗性能改良,也着重把控施工对环境的影响。在不断探索中,高分子材料与复合材料持续迭代升级,其强度得以增强、柔韧性显著提升,抗腐蚀能力更是大幅改善。纳米技术的深度运用,使材料于微观尺度强化渗透阻挡功能,有力提升堤坝加固质量。绿色环保理念与资源节约意识贯穿新材料创新全程,越来越多契合要求的新型材料在水利领域落地应用,可持续发展已然成为技术创新的核心追求,持续的创新突破,让新材料在堤坝加固领域的应用前景愈发广阔。

5.2 行业规范与标准化建设的推进

新材料在堤坝加固场景的普及,让行业规范与标准化建设刻不容缓,要想切实保障新材料用于堤坝加固时的效能与安全性,及时制定并发布相关行业标准、技术规范,已然成为推动其广泛应用的核心环节,标准化工作对新材料从生产制造、现场施工到实际使用的全流程进行约束,同时为企业提供统一技术参照,从而保障工程质量与安全性能达标。随着技术革新步伐加快,行业需紧扣新材料独特属性,针对性地对标准进行修订和完善,助力材料科学

合理应用,行业规范还需综合考量环保要求、安全标准、经济效益等多方面内容,搭建起全方位的质量管理体系,确保水利工程中的新材料应用满足环境友好、资源高效利用与可持续发展目标。

5.3 新材料应用的推广与普及策略

新材料的推广普及对堤坝抗渗加固广泛应用意义重大。要提升新材料在市场的认知程度,就需要大力开展宣传活动,同时组织专业的技术培训,让行业内的设计、施工等各类人员充分了解新材料的性能优势和具体施工应用方法^[4]。推广过程中,技术研发单位和生产企业要积极主动行动起来,不仅要提供全面的技术支持,还要分享丰富的实际应用案例,切实降低新材料使用的技术门槛,政府部门也应发挥重要作用,通过制定优惠政策和给予资金支持,引导更多水利工程项目采用新材料,在普及新材料时,关键要保证其质量可靠、性能稳定,建立科学完善的技术评估和认证体系,确保在实际工程中发挥应有作用,只有通过大量实际工程的成功案例,充分展现新材料带来的效益,才能不断提升行业对新材料的认可与接受程度。

6 结语

新材料于水利堤坝抗渗加固应用,彰显突出技术优势与经济效益,新材料技术创新持续深入,大幅提升堤坝加固成效,防渗能力增强、使用寿命延长、维护成本降低等优势显著,行业规范与标准化建设稳步推进,为新材料应用筑牢可靠根基,保障实际工程高效与安全。展望未来,新材料技术发展不停步,绿色环保及可持续性创新将深度推动水利工程技术升级,不过,新材料应用推广普及仍需加力,以实现更广泛水利工程应用,后续,伴随标准化体系完善、技术不断突破,新材料在水利堤坝加固领域的重要性将愈发凸显,为水利工程长效安全提供有力支撑。

【参考文献】

- [1]吕俊,周浩.UEA 抗裂防渗新材料在水利工程中的应用[J].民营科技,2010(4):9.
- [2]张健,潘杰.浅谈新技术、新材料、新工艺在水利工程建设中的作用[J].水利天地,2005(3):45.
- [3]刘卫东.新材料、新技术在水利工程中应用[J].山东水利,1999(1):91.
- [4]甄永严.新材料在水利水电工程上的应用[J].中国水利,1984(11):25-26.

作者简介:覃晓艳(1986—)女,民族:土家族,学历:本科,职称:工程师,研究方向:水利水电设计。