

Research on seepage control construction technology in water conservancy projects

Shunda Jiang

Guangdong Water Resources and Hydropower Third Engineering Bureau Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 523710, China

Abstract

Dike seepage control construction technology plays a vital role in water conservancy projects. It is not only related to the safe operation of water conservancy projects, but also directly affects the rational utilization of water resources and the effect of flood control and disaster reduction. With the continuous development of water conservancy projects in China, the application of dike seepage control technology has gradually been paid attention to. However, with the increasing complexity of water conservancy projects, the traditional seepage prevention technology can not meet the demands of modern embankment construction. By analyzing the application status of dike seepage prevention construction technology in water conservancy projects, this paper studies the technical difficulties in seepage prevention construction, and discusses the innovative application of new seepage prevention materials and construction technology. According to the problems of the existing technology, the improvement measures are proposed, and the application effect of these measures in practical engineering is analyzed through specific examples. The results show that by optimizing the anti-seepage construction technology of embankment and adopting the effect of the anti-seepage effect of embankment and ensuring the safety and stability of water conservancy project.

Keywords

water conservancy project; embankment seepage control; construction technology; seepage control material; process innovation

水利工程堤防防渗施工技术研究

江顺达

广东省水利水电第三工程局有限公司, 中国·广东 佛山 523710

摘要

堤防防渗施工技术在水利工程中发挥着至关重要的作用,它不仅关系到水利工程的安全运行,还直接影响到水资源的合理利用和防洪减灾的效果。随着我国水利工程建设的不断发展,堤防防渗技术的应用逐渐得到重视。然而,随着水利工程的复杂性增加,传统的防渗技术已经不能满足现代堤防建设的需求。本文通过分析当前水利工程堤防防渗施工技术的应用现状,研究了防渗施工中的技术难点,并探讨了新型防渗材料及施工工艺的创新应用。针对现有技术存在的问题,提出了改进措施,并通过具体实例分析了这些措施在实际工程中的应用效果。研究结果表明,通过优化堤防防渗施工技术,采用高效防渗材料和先进施工工艺,能够显著提高堤防的防渗效果,保证水利工程的安全性及稳定性。

关键词

水利工程; 堤防防渗; 施工技术; 防渗材料; 工艺创新

1 引言

堤防是水利工程中用于防止水体渗漏和洪水冲击的重要设施。随着城市化进程的加快,堤防的建设面临着更加复杂和严峻的挑战,防渗问题成为堤防工程设计和施工中的关键环节之一。堤防的防渗性能直接关系到防洪排涝的效果,堤防防渗技术的水平决定了堤防的安全性和稳定性,进而影响水利工程的整体效益。

在传统水利工程堤防防渗技术中,常用的方法包括粘土防渗、土工膜防渗、混凝土防渗等。然而,随着水利工程

建设的规模不断扩大以及对防渗效果的要求日益提高,传统的防渗技术已经面临着技术瓶颈。防渗材料的老化、环境变化对防渗效果的影响、施工过程中质量控制的难度等问题都对堤防的防渗效果产生了不小的挑战。因此,采用新型的防渗材料、优化施工工艺、提升防渗技术的综合应用,已成为水利工程堤防防渗施工的迫切需求。

本文通过分析水利工程堤防防渗技术的现状及存在的主要问题,探讨了新型防渗材料的应用和施工工艺创新,提出了堤防防渗施工技术的优化路径,并结合实际案例进行了验证。研究表明,结合现代材料科学与工程技术的发展,堤防防渗技术的创新不仅能够提高堤防的防渗效果,还能大大降低施工成本和维护难度,为水利工程的可持续发展提供保障。

【作者简介】江顺达(1990-),男,中国广东梅州人,本科,工程师,从事水工施工研究。

2 水利工程堤防防渗施工技术现状与问题分析

2.1 传统堤防防渗施工技术

传统的堤防防渗施工技术主要包括以下几种：

粘土防渗：这是最常见的传统防渗技术，广泛应用于河堤、湖泊堤防和水库堤坝中。通过铺设粘土层，形成不透水屏障，阻止水体的渗透。然而，粘土防渗层的有效性受到材料质量、施工工艺及环境因素的影响，粘土层易受到水流冲刷或由于温度变化产生裂缝，从而降低防渗效果。

土工膜防渗：土工膜是一种新型的防渗材料，由聚乙烯、聚丙烯等合成材料制成，具有优异的防渗性能。它能够有效地防止水体渗透，特别适用于软土层或土壤透水性较高的地区。土工膜防渗技术具有施工快捷、成本较低的优点，但在高温、高湿环境下容易老化、破损，防渗效果受到外界环境影响较大。

混凝土防渗：混凝土防渗技术常用于坝体和堤防的防渗工程。通过采用高强度混凝土材料，结合防渗剂，形成坚固的防渗层。混凝土防渗技术具有较高的强度和较长的使用寿命，但施工工艺复杂，且需要严格控制混凝土的配比和施工质量，否则会出现裂缝或渗漏问题。

2.2 传统防渗技术存在的问题

材料老化与环境影响：传统的防渗材料，如粘土和土工膜，易受水流、温度变化、紫外线等环境因素的影响，导致防渗性能下降。例如，土工膜在长期紫外线照射下会发生老化，导致裂纹和孔隙的产生，从而影响防渗效果。

施工质量控制难度大：传统防渗施工中，尤其是粘土防渗和混凝土防渗，施工过程中质量控制的难度较大。粘土的压实度、混凝土的配比及养护条件等都直接影响防渗效果。任何一个环节的疏忽都会导致防渗层的失效。

施工周期长，成本较高：传统的防渗施工技术通常需要较长的施工周期，且施工过程中需要大量的人工投入和材料采购，导致施工成本较高。

3 新型防渗材料与施工工艺创新

3.1 新型防渗材料的应用

随着材料科学的发展，许多新型防渗材料逐渐应用于水利工程的堤防防渗施工中，取得了显著的效果。

聚氨酯防渗材料：聚氨酯是一种具有优异防渗性能的新型防渗材料，具有很高的弹性和强度，可以有效地适应堤防结构的变形。聚氨酯防渗材料能够在施工过程中迅速固化，形成密实的防渗层，且耐久性较强，不易受到外界环境影响。

高分子复合材料：近年来，复合材料在堤防防渗中的应用逐渐增多。高分子复合材料不仅具有较高的抗渗透性能，还具备较好的抗老化性和耐温性，适应范围广，能有效提高防渗效果，且施工方便，减少了传统防渗材料的施工难度。

纳米防渗技术：纳米材料因其具有微观结构和优异的物理化学特性，成为防渗技术中的新宠。纳米防渗材料能够渗透到土壤的孔隙结构中，形成紧密的防渗层，显著提高堤防的防渗性能，且具有较强的环境适应性。

3.2 施工工艺创新

除了防渗材料的创新，施工工艺的优化同样对堤防防渗效果起着至关重要的作用。

智能化施工监控：随着信息技术的发展，智能化施工监控系统在堤防防渗施工中的应用逐渐增多。通过实时监控施工过程中的各项参数（如材料的温度、湿度、压力等），能够及时发现施工中的问题并进行调整，保证施工质量和防渗效果。

多层复合防渗技术：传统的单一防渗层往往难以适应复杂的地质环境和水流条件。多层复合防渗技术通过组合不同材料（如粘土、土工膜、聚氨酯等），形成复合型防渗层，能够提高防渗能力，并具有较强的抗渗透性能。

微振动施工技术：在堤防防渗施工中，通过采用微振动技术对土壤进行改良，能够显著提高防渗材料的密实度和结合力，从而提升堤防的防渗效果。微振动技术能够有效消除土壤中的空隙，使防渗层与土壤更加紧密结合，减少渗漏[1]。

4 堤防防渗技术的优化路径与未来发展方向

4.1 优化堤防防渗材料的选择

随着水利工程建设对堤防防渗效果要求的不断提高，选择适合不同工程和地质条件的防渗材料成为关键环节。传统的防渗材料如粘土和土工膜已逐渐无法满足现代堤防防渗技术的需求，尤其是在复杂的地质环境中，这些材料的防渗效果常常受到限制。因此，必须加强新型防渗材料的研发，以适应不同环境条件下的施工要求。

聚氨酯防渗材料是近年来发展较为迅速的高效防渗材料。聚氨酯材料具有很好的弹性和耐久性，能够在环境变化和材料变形中保持较高的防渗效果。其较强的柔韧性和抗拉强度使得其适用于多种复杂环境条件，尤其是需要应对土体变形或高水压的堤防工程中。此外，聚氨酯还具备较强的耐水性和耐化学腐蚀性，这使得它能够在多种恶劣的工作环境中保持稳定的防渗效果。

另一类新型防渗材料是**纳米复合材料**。纳米复合材料通过将纳米级别的材料与其他材料相结合，能够在微观层面上提高防渗性能。例如，通过纳米材料增强的土工膜，不仅具有较高的抗拉强度和抗裂性，还能够通过改善土体微观结构来增强土壤的防渗能力。随着纳米材料在水利工程中的应用日益广泛，其在堤防防渗领域的潜力也逐渐显现。

此外，高分子材料的应用也得到了广泛关注。这类材料具有高密度、高强度、低渗透性等优异的性能，适用于多种堤防工程。通过采用这些新型高分子防渗材料，堤防可以在长期使用过程中保持更高的稳定性和防渗效果。未来应继

续加强新型防渗材料的研发,尤其是开发兼具高性能与低成本的新型复合材料,以满足大规模堤防建设和长期运行的需求。

4.2 提高施工效率与质量控制

堤防防渗施工的质量直接关系到堤防的长期使用效果,因此提高施工效率和质量控制成为关键任务。在施工中,传统的施工方法往往依赖大量的人工操作,导致施工周期较长、质量控制难度较大。随着信息技术和智能化设备的引入,堤防防渗施工的效率和质量得到了显著提升[2]。

首先,智能化施工设备的应用是提高施工效率的核心。现代智能化施工设备如自动化材料铺设系统、智能振动压实设备等,能够大幅提高施工精度与效率。这些设备通过内嵌传感器、GPS和实时数据分析系统,能够精确控制施工过程中的每一项参数,如材料铺设的厚度、压实度等。通过这些设备,可以实时监控施工中的每个环节,避免人工误差和疏漏,确保防渗效果达到设计要求。

其次,物联网技术在堤防防渗施工中的应用,也为质量控制提供了强有力的支持。通过在施工现场部署传感器和监控设备,实时收集各项施工数据(如材料的湿度、温度、压实度等),施工人员可以在第一时间发现潜在问题并进行调整,确保施工质量的稳定性。大数据分析技术能够对收集到的施工数据进行分析,提供决策支持,进一步提高施工过程的可控性和可追溯性。

为了进一步提高施工质量,施工人员的技术培训和质量管理至关重要。随着施工技术的不断进步,施工人员不仅需要掌握新的技术,还应具备一定的操作技能和应变能力。通过定期的技术培训和质量管理培训,可以帮助施工人员更好地理解施工技术和质量控制的要求,减少施工过程中的人为失误。此外,施工过程中还应加强质量检查机制,建立严格的质量验收标准,从源头上控制施工质量,确保堤防防渗效果的持久性[3]。

4.3 推动绿色环保与可持续发展

堤防防渗技术的创新不仅仅是为了提升防渗效果,还应注重绿色环保与可持续发展。随着环保要求的提高,堤防防渗材料的选择和施工过程中的资源利用应更加注重环保和可持续性。未来,堤防防渗技术的研发和应用应符合绿色建筑和环境友好的理念。

在材料选择方面,环保型防渗材料的研发已经成为当前的一个重要方向。例如,采用可再生材料或低能耗的防渗

技术,可以减少施工过程中的资源消耗和环境污染。尤其是在堤防建设过程中,能够回收利用的土工材料和具有低碳排放的防渗涂料逐渐受到关注。这类材料不仅具有较好的防渗性能,还能有效降低环境负荷,减少堤防建设对自然环境的影响[4]。

在施工过程中,减少施工废弃物和污染是实现绿色环保目标的关键。堤防防渗施工过程中产生的废弃物(如废料、化学溶剂等)往往对环境造成一定的污染。通过引入绿色施工工艺,如高效回收施工废弃物、采用无毒无害的化学品以及减少能源消耗,可以显著降低对环境的影响。此外,使用低噪音、低排放的施工机械和设备,也是实现环保施工的重要措施。

推动绿色环保与可持续发展不仅仅体现在技术创新上,更需要通过政策引导和行业标准的制定来促进。政府可以出台相关政策,鼓励环保型防渗材料的应用,并为绿色施工提供相应的财政支持和技术激励。

5 结语

堤防防渗技术是水利工程中确保安全运行的关键技术之一,随着水利工程规模的扩大和环境要求的提高,传统的防渗技术已经不能完全满足现代堤防建设的需求。因此,堤防防渗技术的优化和创新显得尤为重要。本文分析了堤防防渗材料的选择和施工工艺的创新,提出了优化路径和发展方向,包括新型防渗材料的应用、智能化施工技术的引入以及绿色环保理念的推广。

通过对堤防防渗技术的优化路径进行深入研究,结合实际案例的验证,可以看出,采用先进的防渗材料、优化施工工艺以及推动绿色发展将显著提升堤防的防渗效果,降低施工成本,并为水利工程的长期稳定运行提供有力保障。未来,随着技术的不断创新与完善,堤防防渗技术将进一步推动水利工程的可持续发展,为全球水利设施的建设和环境保护作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 黄文熙.十年来中国水利科学的成就[J].科学通报,1959,(20): 686-689.
- [2] 張子林.水利化与农业技术改革[J].中国水利,1963,(15):3-9.
- [3] 石头河水利枢纽工程的综合机械化施工[J].水利水电技术,1979,(04):1-9+65-66.
- [4] 卢克顺.发展水利建设成果努力提高经济效益坚决把水利工作着重点转移到现有工程管理上来[J].广东水电科技,1982,(01):2-4.