

水利工程技术中土质堤防渗漏的原因及对策分析

张绍松

山东大禹水务建设集团有限公司, 山东 济南 250000

[摘要] 水利工程在农田灌溉、城市供水和防洪抗旱等方面发挥着重要作用, 而土质堤坝作为水利工程的关键组成部分, 其稳定性和安全性直接关系到整个工程的运行效果。然而, 在实际的工程中, 土质堤坝渗漏问题时有发生, 给工程带来了安全隐患, 深入分析土质堤坝渗漏的原因, 并提出有效的对策具有重要的实际意义。文中通过对水利工程土质堤坝渗漏的原因进行深入分析, 提出了相应的治理对策, 主要包括加强材料质量管理、改善地质条件、临水截渗、及时实施紧急救援、处理坝下基岩岩溶、合理处理接触面以及加强日常检查维护等方面的措施, 以期为水利工程的渗漏治理提供参考。

[关键词] 水利工程; 土质堤防渗漏; 对策分析

DOI: 10.33142/sca.v7i4.11984

中图分类号: TV543

文献标识码: A

Analysis of Reasons and Countermeasures for Soil Embankment Leakage in Water Conservancy Engineering Technology

ZHANG Shaosong

Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Water conservancy engineering plays an important role in agricultural irrigation, urban water supply, flood control, and drought resistance. As a key component of water conservancy engineering, the stability and safety of soil embankments are directly related to the operation effect of the entire project. However, in actual engineering, leakage problems of soil embankments occur from time to time, bringing safety hazards to the project. It is of great practical significance to analyze the causes of soil embankments leakage and propose effective countermeasures. In this article, through in-depth analysis of the causes of soil embankments leakage in water conservancy engineering, corresponding governance strategies are proposed, mainly including strengthening material quality management, improving geological conditions, intercepting seepage near water, timely implementing emergency rescue, dealing with bedrock karst under the dam, and reasonable treatment. Measures such as contact surfaces and strengthening daily inspection and maintenance are taken to provide reference for the leakage control of water conservancy projects.

Keywords: water conservancy engineering; soil embankment leakage; countermeasures analysis

引言

土质堤坝的渗漏问题常常是工程安全稳定性的主要挑战, 渗漏不仅会影响水资源的有效利用, 还可能导致堤坝结构的破坏和附近地区的水土流失。渗漏问题的产生与土质堤防自身的工程结构和地质条件密切相关, 土质堤防在施工过程中可能存在施工质量不佳、材料选取不当等问题, 导致堤体的密实性和稳定性不足, 容易出现渗漏现象。同时, 地质条件如土质特性、地下水位、地层构造等也会直接影响土质堤防的渗漏情况。深入了解土质堤防渗漏的综合原因, 并采取有效的对策加以解决, 才能确保水利工程的可靠性、安全性和持续性发展。

1 水利工程土质堤坝渗漏的表现

水利工程中土质堤坝的渗漏问题是指水从堤坝内部或底部渗透到外部环境的现象, 其表现形式多种多样。

1.1 表面渗漏

表面渗漏是指水从土质堤坝表面渗出或渗透入土层的现象。当堤坝表面出现明显的水渍、水迹或水泥浆渗出时, 即表明堤坝存在表面渗漏, 这种渗漏形式常见于降雨

或灌溉水的冲刷作用下, 尤其是在土质堤坝表面存在裂缝或疏松部位时, 渗漏现象更加显著。

1.2 坝体渗漏

坝体渗漏是指水从土质堤坝内部渗透到外部环境的现象。当堤坝内部土质存在较大孔隙度或裂缝时, 地下水或堆积水可能通过这些通道渗透出来, 形成坝体渗漏。这种渗漏形式通常发生在堤坝的低洼处或基础部分, 且通常表现为水泥浆、泥沙或土壤的渗透流动。

1.3 渗透线渗漏

渗透线渗漏是指水从土质堤坝基底或底部与地下水界面接触处渗透到地下环境的现象。当堤坝底部存在渗透性较高的土层或裂缝, 且地下水位高于堤坝底部时, 地下水可能通过这些通道渗透到堤坝下方的地下层中, 形成渗透线渗漏。这种渗漏形式通常表现为底部水位上升、地表水泛滥以及地下水位上升等现象。

1.4 坝体渗透渗漏

坝体渗透渗漏是指水从土质堤坝内部渗透到外部环境的现象, 并通过渗透点或渗透线形成渗漏流动, 这种渗

漏形式通常表现为坝体内部的水泥浆或泥沙通过裂缝、孔隙或其他通道渗透到堤坝外部，形成渗漏流动现象。

2 水利工程中土质堤防的渗漏原因

2.1 地质原因

深入了解地质特征、地下水位、地层构造和土层渗透性的变化，对于预防和治理土质堤防渗漏问题具有重要意义。一是土质特性，地质中土壤的种类、颗粒分布、孔隙度等土质特性对堤防的抗渗性有着直接的影响。黏性土壤由于其颗粒间相互粘结，孔隙度较小，水分难以渗透，因而抗渗性较高；相反，砂土和砾石等颗粒较大的土壤，其孔隙度较大，水分渗透性较强，当堤防基底或堆土体中存在较多的砂质或砾石质的土层时，容易导致渗漏问题。二是地下水位。当地下水位较高时，增加了土壤饱和度，使得土壤的抗渗性降低，从而提高了渗漏的可能性，特别是在雨季或降雨较多时，地下水位的上升可能引发土质堤防的渗漏问题。三是地层构造^[1]。存在水平或倾斜的地层构造可能导致地下水在地层之间移动，形成渗漏通道，地层中可能存在的断裂、节理等裂隙也是渗漏的隐患，特别是当这些裂隙贯穿整个堤体时，渗漏问题将更加显著。四是土层的渗透性变化。土层的渗透性随着地下水的运动和水分含量的变化而发生变化，在地下水位波动大或季节性变化明显的地区，土壤的渗透性也会相应地发生变化，从而影响土质堤防的抗渗性能。五是溶蚀和流失。地质中存在的可溶性岩石或土层，如石膏、盐岩等，容易发生水溶蚀，导致土质堤防基底的渗漏，水流在土层中的冲刷作用也可能导致土壤流失，降低土质堤防的抗渗性。因此，在设计、施工和维护过程中，必须充分考虑地质因素，以确保土质堤防的长期稳定和可靠性。

2.2 管理原因

土质堤防的渗漏问题与施工质量直接相关，施工过程中，如果未能严格按照设计要求进行施工，可能导致土质堤防内部存在结构缺陷、不均匀的土体密实度或不足的土体抗渗性能。例如，未能充分浇灌、夯实土体，或者在施工中未能妥善处理土体中的夹层、空洞等问题，都可能导致堤防的渗漏风险增加。缺乏定期的巡视、监测和检测措施，也将导致渗漏问题无法及时发现和处理，渗漏在初期阶段表现为微小的水迹或渗漏点，如果未能及时检测，将难以发现和采取措施进行修复。在维修管理方面，如果维护保养不善，例如对于堤防内植被的管理不当、排水系统未能保持畅通，将导致堤防表面水分积聚，增加渗漏的可能性，对于已经出现的渗漏问题，如果维护措施不及时，也可能加速堤防的损坏。在土质堤防的设计阶段，如果未能充分考虑地质条件、水文特征以及工程建设的实际情况，会导致设计缺陷，影响堤防的渗漏性能。例如，未能正确估计地下水位、土体的渗透性等参数，或者设计中未考虑到降雨量增加等因素，都可能导致堤防渗漏问题。在极端

天气条件下，如强降雨、台风等，缺乏相应的灾害防范与应急处理措施，也将增加土质堤防的渗漏风险^[2]。加强施工管理、定期检测监测、科学维护和完善设计等方面的管理措施，是预防和治理土质堤防渗漏问题的关键措施。

2.3 施工原因

土质堤防的夯实质量关系到堤体的密实性和稳定性，如果在施工中夯实不足，土体的孔隙度增大，导致堤防整体的抗渗性能下降，夯实不足还可能导致土体中存在大量的空洞和夹层，成为水分渗透的通道，增加了渗漏的风险。土质堤防施工中，土体的均匀性对于防渗非常关键，在施工过程中未能保证土体的均匀性，即存在土层的不均匀分布、颗粒分选不当等问题，将导致堤防内部存在局部的渗透路径，增加渗漏的可能性。在一些水利工程设计中，为了降低成本或缺乏对地质条件的全面考虑，也可能未设置有效的防渗层。防渗层是土质堤防中的一道屏障，能有效减缓水分渗透速度，如果在施工中缺乏对防渗层的设置或未能按设计要求施工，将导致渗漏的发生。另外，在土质堤防中，如果存在多层结构，如防渗墙、防渗带等，连接处的施工质量关系到整体的防渗性能，如果连接处施工质量不好，存在漏夹、空隙等问题，将使得渗漏路径得以形成，加剧渗漏问题。

2.4 材料原因

材料原因是导致土质堤防渗漏的重要因素。首先，材料的选择直接影响了土质堤防的抗渗性能。例如，如果选择的土质材料本身具有较高的渗透性，就会增加土质堤防渗漏的风险，土质材料的颗粒分布和孔隙结构也是影响抗渗性能的关键因素。若土质材料中含有过多的细颗粒或杂质，会导致土体的渗透性增加，进而加剧了渗漏的可能性。其次，如果土质材料的质量不达标或含有大量杂质，可能会导致堤防内部出现空洞、夹层或裂缝等问题，使得水分能够更容易地渗透到堤防内部，从而引发渗漏，材料中存在有机物质或腐殖质等，在长期水分浸泡下可能导致土体的稳定性降低，加剧渗漏问题。再次，材料的来源和加工方式也会对土质堤防的渗漏问题产生影响^[3]。例如，使用来自于未经充分筛选和加工的原料，可能会带入大量的细颗粒或杂质，降低土质堤防的整体抗渗性能。同样，采用了不符合规范的加工方法，如不充分振实、不均匀混合等，也会导致土质堤防内部存在空隙和不均匀性，从而增加了渗漏的风险。最后，材料的稳定性和可靠性也对土质堤防的渗漏问题产生影响。例如，土质材料在长期湿润环境下容易发生膨胀或溶解，就会导致堤防材料的稳定性降低，从而增加了渗漏的风险，一些具有较高渗透性的材料，如沙土或砂岩等，也会增加土质堤防的渗漏风险。

3 水利工程土质堤坝渗漏治理的措施

3.1 加强材料质量管理

只有确保材料质量达到设计要求，才能有效提高土质堤坝的抗渗性能，降低渗漏风险，从而保障水利工程的安

全运行。在选材过程中,需要考虑材料的抗渗性能、颗粒分布以及孔隙度等参数,抗渗性能好的土质材料可以有效阻止水分的渗透,从而降低土质堤坝发生渗漏的风险,颗粒分布均匀、孔隙度适中的土质材料能够提高土体的密实度和稳定性,进一步增强土质堤坝的抗渗性能。在施工过程中,通过严格的质量检测手段,可以及时发现材料的质量问题,确保土体的夯实度、均匀性等指标符合设计要求。常用的检测手段包括原位密实度测试、颗粒分布分析等,通过这些手段可以全面了解土体的物理特性,为后续施工提供准确的数据支持。此外,规范施工是保证材料质量的重要保障,采用规范的施工工艺可以有效减少施工过程中可能出现的问题,确保土体的均匀夯实,减少夹层、空隙等结构缺陷的发生。例如,采用合适的夯实设备和施工方法,严格按照设计要求进行施工,保证每一道工序都符合质量标准,从而提高土质堤坝的抗渗性能和稳定性。

3.2 改善地质条件

改善地质条件是有效预防土质堤坝渗漏问题的关键措施,需要在设计和施工前充分了解地质情况,同时采取适当的加固基础措施。在设计前,应该通过地质勘测获取详细的地下水位、地层构造、土层特性等信息,识别潜在的渗漏风险,确定地质条件对水利工程的影响,通过综合分析地质勘测结果,可以制定合理的渗漏治理方案,包括针对性的基础加固措施。对于不稳定的地质情况,如松散土层、含水层或岩溶地质,可通过灌浆工艺,将特定的浆液注入地层中,填充孔隙和夹层,提高土体的密实性和稳定性,从而降低水分渗透的可能性,或利用注浆技术,将固化剂注入地层,形成坚实的固体体,加强基础的抗渗性和承载能力。这些基础加固措施需要根据具体地质条件和工程需求进行选择和设计,以确保基础具有足够的强度和稳定性,能够有效减缓水分的渗透速度。

3.3 临水截渗,稳定坝坡

临水截渗和稳定坝坡是预防土质堤坝渗漏的重要措施,旨在防止水分沿着坝体表面渗透,并加强坝体的稳定性。临水截渗是通过在坝体表面设置截渗带来实现的,这些截渗带通常采用防渗膜、混凝土加固等材料构建,以有效阻止水分通过坝体表面渗透,防渗膜可以起到良好的封闭作用,防止水分穿透到土体内部,从而减少渗漏风险,而混凝土加固则可以增加坝体表面的密实性,进一步提高抗渗能力。稳定坝坡是防止坝体发生滑坡、坍塌等问题,进而减少渗漏隐患的关键措施。通过对坝坡进行加固处理,可以提高坝体的稳定性,减少因地质松动或外力作用导致

的坝体变形和破坏。常用的加固方法包括土工格栅、植物覆盖、岩石加固等,这些措施能够有效地增加坝体的抗侧向稳定能力,减少渗漏风险。

3.4 合理处理接触面

接触面指的是坝体与周围环境接触的部分,包括与地下水、周边土壤、岩石等接触的表面,合理处理土质堤坝的接触面可以有效减少渗漏风险,提高工程的稳定性和可靠性。对于坝体与邻近地质结构的交接处,应采取密封措施填充可能的裂缝和缝隙,这可以通过注浆、灌浆等技术手段实现,以防止水分通过裂缝渗透。在地面排水设计时,应合理规划坝体周围的排水系统,确保地面排水通畅,通过设计合适的排水渠道和排水井,及时排除地表积水,减少外部水分对坝体接触面的侵蚀,从而降低渗漏风险^[4]。还可以在接触面处设置防渗层,如防渗膜、土工布等,作为防水屏障,阻止水分渗透,以有效地减少水分通过接触面渗漏的可能性,提高土质堤坝的抗渗性能。

4 结束语

在水利工程技术中,土质堤防渗漏一直是一个重要的技术难题,渗漏问题的出现会导致堤体稳定性下降、工程设施损坏甚至灾害发生。针对渗漏问题,可采取加强材料质量管理、改善地质条、合理处理接触面,填充裂缝、设置防渗层、采取临水截渗等措施,降低渗漏风险。实施过程中需要综合考虑地质条件、材料特性、工程施工等多个因素,并采取针对性的措施进行治理和预防,通过科学合理的技术手段和严格的质量管理,有效地提高水利工程土质堤的抗渗性能,保障工程的安全稳定运行。在未来的水利工程建设中,应进一步加强对土质堤防渗漏问题的研究和探索,不断优化技术手段和管理方法,提高水利工程的抗灾能力和可持续发展水平,为保障人民生命财产安全和促进经济社会发展作出更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 冯洁. 浅析土质堤防渗漏防治技术[J]. 内蒙古水利, 2023(3): 35-36.
- [2] 李明, 李红兵, 徐成军, 等. 水利工程技术中土质堤防渗漏成因及防治措施探讨[J]. 居舍, 2022(2): 55-57.
- [3] 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(7): 176-177.

作者简介: 张绍松(1994.3—), 毕业院校: 西南科技大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 山东大禹水务建设集团有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 工程师。