

探讨堤防工程防渗加固处理措施

何慧珍

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300221

摘要: 本文专业探讨堤防工程防渗加固处理措施。分析了堤防渗漏的主要原因,包括自然因素(土壤质地、水文地质、气候条件)和人为因素(施工质量、运行管理不善)。详细阐述了高压喷射灌浆法、混凝土防渗墙法、劈裂灌浆法和土工膜防渗法等处理措施的原理、适用范围、施工要点及优势。同时,从工程地质条件、渗漏情况、施工条件和经济成本等方面进行不同处理措施的比较与选择,为堤防工程防渗加固提供科学专业的决策依据。

关键词: 堤防工程; 防渗加固; 处理措施

引言: 堤防工程作为防洪抗灾的重要基础设施,其防渗性能至关重要。然而,由于自然因素与人为因素的影响,堤防渗漏问题时有发生。本文深入探讨堤防工程渗漏的主要原因,包括自然因素中的土壤质地、水文地质、气候条件以及人为因素中的施工质量与运行管理问题。同时,详细阐述高压喷射灌浆法、混凝土防渗墙法、劈裂灌浆法和土工膜防渗法等防渗加固处理措施,并从工程地质、渗漏情况、施工条件和经济成本等方面进行比较与选择,为堤防工程的防渗加固提供专业指导。

1 堤防工程渗漏的主要原因

1.1 自然因素对堤防渗漏的影响

(1) 土壤质地条件: 堤防所处地区的土壤质地状况对渗漏起着关键作用。如果土壤质地松散,那么颗粒之间的连接就较为疏松,孔隙率往往较大。这种情况下,水体很容易找到渗入的通道。例如,砂性土由于其颗粒较大,颗粒间的孔隙相对较多且较为粗大,透水性极强。当水流经过时,水能够较为顺畅地在砂性土的孔隙中流动,在持续的水流作用下,就容易逐渐形成渗漏通道^[1]。一旦渗漏通道形成,不仅会使堤身内部的土体含水量增加,还会降低土体的强度和稳定性,给堤防的安全带来极大隐患。(2) 水文地质条件: 水文地质条件也是导致堤防渗漏的重要因素。地下水位高以及水流渗透力强等情况会显著增加堤防渗漏的风险。当堤防底部的地下水位较高时,强大的水压力会持续地促使水向堤防内部渗透。这种渗透会逐渐破坏堤防的结构,使堤身内部的土体逐渐饱和,进一步削弱堤防的稳定性。而且,长期的渗透还可能导致渗漏通道不断扩大,渗漏问题愈发严重。(3) 气候条件: 气候条件对堤防渗漏的影响不可忽视。长期的降雨会使堤防周围的土壤含水量持续增加,给堤防带来额外的压力。而洪水冲刷更是对堤防结构造成严重破坏。暴雨和洪水的强大冲击力会直接作用

于堤防表面,破坏堤防的护坡、护岸等结构,使堤防表面出现裂缝和破损。一旦堤防表面被破坏,水就更容易渗入堤防内部,从而产生渗漏通道,进一步削弱堤防的稳定性和防渗性能。

1.2 人为因素造成的堤防渗漏问题

(1) 施工质量问题: 在堤防工程建设中,施工质量起着至关重要的作用。然而,实际施工过程中,常常存在未严格按照规范进行操作的情况,从而引发渗漏问题。例如,土料压实度不足就是一个常见的施工质量问题。在堤防施工中,如果土料压实度不够,土体内部就会存在较大的孔隙。这些孔隙为水流的渗透提供了便利通道。当水流通过这些孔隙渗透时,不仅会降低堤防的稳定性,还可能导致堤身内部土体饱和,进一步削弱堤防的承载能力。此外,防渗体连接不紧密也是导致渗漏的一个重要原因。如果防渗体之间的连接存在缝隙或不牢固,水就会从这些薄弱环节渗入堤防内部,给堤防的安全带来严重威胁。(2) 运行管理不善: 堤防工程在投入使用后,运行管理至关重要。然而,由于缺乏定期的检查维护,常常导致渗漏问题未能及时发现和处理。如果没有定期对堤防进行全面细致的检查,就难以及时发现潜在的渗漏隐患。当出现渗漏问题时,若未能及时处理,渗漏情况会随着时间的推移不断恶化。在长期的运行过程中,堤防不断受到水流、气候等自然因素的影响,如果不进行定期检查和维修,渗漏问题会逐渐加重。小的渗漏可能会逐渐扩大成较大的渗漏通道,使堤身内部土体含水量不断增加,降低土体的强度和稳定性,最终严重影响堤防的安全。因此,必须重视堤防工程的运行管理,建立健全定期检查维护制度,确保及时发现并处理渗漏问题。

2 堤防工程防渗加固处理措施

2.1 高压喷射灌浆法

(1) 原理：高压喷射灌浆法是一种有效的堤防防渗加固技术。其主要原理是利用高压水或浆液射流的强大冲击力，对堤防土体进行冲击破坏。在高压射流的作用下，土体结构被打散，浆液能够充分地土体混合。随着浆液的凝固，最终形成一道坚固的防渗墙^[2]。这道防渗墙能够有效地截断渗漏通道，提高堤防的防渗性能。

(2) 适用范围：该方法适用于多种土质的堤防防渗加固，包括砂性土和粘性土等。无论是松散的砂性土还是具有一定粘性的土体，高压喷射灌浆法都能发挥良好的防渗效果。它可以根据不同土质的特点，调整喷射参数，以达到最佳的防渗加固效果。(3) 施工要点：施工过程主要包括确定喷射参数、进行钻孔、喷射灌浆、回灌等工序。首先，要根据土质情况、工程要求等因素确定合适的喷射参数，如喷射压力、提升速度等。然后进行钻孔，确保孔位准确、垂直度符合要求。接着进行喷射灌浆，将高压水或浆液通过喷射管喷射到土体中，使浆液与土体充分混合。最后进行回灌，以填充喷射过程中形成的空隙，确保防渗墙的质量。在施工过程中，必须严格控制喷射压力、提升速度等参数，以保证防渗墙均匀性和密实性。(4) 优势：高压喷射灌浆法具有施工速度快的优点。由于采用机械化施工，能够在较短的时间内完成大量的工程任务。同时，该方法效果好，能够形成坚固的防渗墙，有效地阻止水体渗透。此外，它对周边环境影响小，不会产生大量的噪音和粉尘污染，对周围居民的生活影响较小。

2.2 混凝土防渗墙法

(1) 原理：混凝土防渗墙法是通过在堤防中建造混凝土墙体来实现防渗目的。其原理在于利用混凝土的密实性和抗渗性，在堤防中形成一道连续的防渗屏障，从而截断渗漏通道。混凝土防渗墙能够有效地阻止水体的渗透，提高堤防的防渗性能，保障堤防的安全稳定。

(2) 适用范围：该方法适用于各种复杂地质条件下的堤防防渗加固。无论是在软弱土层、砂卵石地层还是在地下水位较高的地区，混凝土防渗墙法都能发挥良好的防渗效果。它可以根据不同的地质条件进行设计和施工，适应性强。(3) 施工要点：施工过程中，首先采用专用机械进行开槽。开槽时要严格控制槽孔的垂直度，确保防渗墙的垂直度符合要求。然后进行混凝土浇筑，在浇筑过程中要保证混凝土的质量，控制好混凝土的配合比、坍落度等参数。要注意混凝土的浇筑顺序和振捣质量，确保混凝土密实无空隙。(4) 优势：混凝土防渗墙具有防渗性能好的突出优势。混凝土的密实性和抗渗性使得防渗墙能够有效地阻止水体渗透，大大提高了堤防

的防渗能力。此外，混凝土防渗墙的耐久性强，能够在长期的使用过程中保持良好的防渗效果，减少了后期的维护成本。

2.3 劈裂灌浆法

(1) 原理：劈裂灌浆法的原理是借助一定的压力将浆液灌注到堤防土体中。在压力的作用下，土体被强制劈裂，浆液随之进入裂缝并在土体中扩散，逐渐形成连续的浆脉。这些浆脉能够填充土体中的孔隙和裂缝，改变土体的结构，从而极大地提高土体的防渗性能。通过这种方式，有效地阻止了水体的渗透，增强了堤防的稳定性和安全性。(2) 适用范围：该方法主要适用于土堤的防渗加固。对于以土为主要构成材料的堤防，劈裂灌浆法能够发挥出良好的效果。它可以针对土堤的特性进行针对性的处理，有效地解决土堤存在的渗漏问题。

(3) 施工要点：施工过程中，首先需要确定合适的灌浆压力和孔距等参数。这些参数的确定要综合考虑土堤的土质、厚度、地下水位等因素。然后进行钻孔，确保孔位准确、孔径符合要求。接着进行灌浆工序，在灌浆过程中要密切注意控制灌浆压力。如果灌浆压力过大，可能会导致堤顶开裂等问题，影响堤防的结构安全。因此，必须严格控制灌浆压力，确保施工质量。(4) 优势：劈裂灌浆法具有施工简单的优点。其施工工艺相对较为简便，不需要复杂的设备和技术，易于操作。该方法成本低，能够在保证防渗效果的前提下，降低工程的造价。此外，劈裂灌浆法的效果显著，能够快速有效地解决土堤的渗漏问题，提高土堤的防渗性能。

2.4 土工膜防渗法

(1) 原理：土工膜防渗法主要是在堤防表面铺设具有良好防渗性能的土工膜。土工膜由高分子聚合物材料制成，其质地紧密，能够有效地阻止水体的渗透。当水体接触到铺设了土工膜的堤防表面时，土工膜就像一道坚固的屏障，阻挡水的渗入，从而达到防渗的目的。这种方法利用了土工膜的独特物理特性，为堤防提供了可靠的防渗保护。(2) 适用范围：该方法适用于各种堤防的防渗处理，具有广泛的适用性。尤其对于小型堤防工程，土工膜防渗法更是具有独特的优势。由于小型堤防工程规模较小，施工条件相对较为简单，土工膜的铺设能够快速有效地解决渗漏问题。同时，对于一些地形复杂、施工难度较大的堤防部位，土工膜也能较好地适应。(3) 施工要点：施工过程首先要对堤防表面进行彻底清理，去除杂物、尖锐物等，确保表面平整。然后进行土工膜的铺设，要注意铺设的平整度和紧密性。在铺设过程中，还需要对土工膜进行固定，防止其在使用过

程中发生位移。施工中最为关键的是要保证土工膜的焊接质量,焊接处必须牢固、密封,防止出现渗漏。任何一个焊接不良的地方都可能成为渗漏的隐患,影响整个防渗效果。(4)优势:土工膜防渗法具有施工方便的特点。它不需要大型机械设备,施工工艺相对简单,能够快速完成铺设工作。该方法造价低,相比其他防渗加固方法,能够节省工程成本。此外,土工膜的适应性强,能够适应不同的气候条件和地质环境,为堤防工程提供稳定的防渗保护。

3 不同处理措施的比较与选择

3.1 工程地质条件对处理措施的影响

工程地质条件在很大程度上决定着堤防工程防渗加固处理措施的适用性。不同的土质和地下水位等地质条件差异明显,对处理措施有着极大的影响^[3]。以土质为例,在砂性土地区,由于砂性土透水性强,需要采用能够形成坚固防渗结构的方法,所以高压喷射灌浆法和混凝土防渗墙法可能更为适用,它们能有效截断渗漏通道。而在粘性土地区,劈裂灌浆法或许效果更好,能更好地适应粘性土的特性,提高防渗性能。

3.2 渗漏情况与处理措施的选择

渗漏情况是选择堤防工程防渗加固处理措施的重要依据。当根据渗漏的程度、范围等来确定合适的处理方法时,需要综合考量。如果渗漏范围较小,此时采用土工膜防渗法等局部处理措施较为适宜。土工膜能够快速有效地覆盖小范围的渗漏区域,起到良好的防渗作用。而如果渗漏范围较大,就可能需要采用高压喷射灌浆法或混凝土防渗墙法等整体性处理措施,从整体上截断渗漏通道,确保堤防的安全稳定。

3.3 施工条件与处理措施的匹配

施工条件对堤防工程防渗加固处理措施的选择起着关键作用。施工场地、设备以及工期等因素都需要充分考虑。如果施工场地狭窄,大型机械难以展开作业,那么采用大型机械施工的混凝土防渗墙法可能就不适合。而在这种情况下,可以选择对施工场地要求相对较低的

处理措施。如果工期紧张,高压喷射灌浆法由于施工速度快,能够在较短时间内完成防渗加固任务,可能是更好的选择,以确保工程按时交付。

3.4 经济成本与处理措施的权衡

在选择堤防工程防渗加固处理措施时,经济成本是一个重要的考量因素。不同的处理措施造价差异较大,必须在保证工程质量的前提下进行权衡。一般来说,土工膜防渗法的造价相对较低,对于一些预算有限的项目具有一定吸引力。然而,其耐久性可能不如高压喷射灌浆法、混凝土防渗墙法等其他方法^[4]。在实际选择中,要综合考虑长期效益和短期成本,找到经济合理的方案,确保工程既满足防渗要求,又具有良好的性价比。

结束语

堤防工程的防渗加固至关重要,关系到人民生命财产安全与社会稳定。通过对堤防工程渗漏主要原因的分析,我们认识到自然因素与人为因素均可能导致渗漏问题。而针对不同的渗漏情况,多种防渗加固处理措施各有其优势与适用范围。在实际工程中,应充分考虑工程地质条件、渗漏情况、施工条件以及经济成本等因素,选择最为合适的处理措施。例如在砂性土地区可优先考虑高压喷射灌浆法和混凝土防渗墙法;小范围渗漏可采用土工膜防渗法等。同时,要重视施工质量与运行管理,确保防渗加固效果的持久性。只有科学合理地选择并应用防渗加固处理措施,才能有效提高堤防工程的防渗性能,为防洪抗灾提供坚实保障。

参考文献

- [1]罗芷. 探讨堤防工程防渗加固处理措施[J]. 水利电力技术与应用,2024,6(6). 45-55.
- [2]陈昊毅. 堤防整治工程防渗加固处理措施分析[J]. 低碳世界,2022,12(2):71-73.
- [3]卢进英. 浅析堤防整治工程防渗加固处理措施[J]. 建筑工程技术与设计,2021(5).213-230.
- [4]贾玉杰. 堤坝防渗加固技术综述[J]. 中国科技信息.2013,(24).89-101