

水利工程堤坝防渗加固技术

刘勇国

湖北省阳新县水利和湖泊局 湖北 阳新 435200

摘要: 水利工程作为民生工程的重要组成部分,对于调节水资源、防治洪涝灾害、保障农业灌溉及城市供水等方面具有不可替代的作用。然而,堤坝作为水利工程的核心结构,其稳定性和防渗性能直接关系到整个工程的安全运行和长期使用。因此,堤坝防渗加固技术成为水利工程施工中的关键环节。本文将从多个方面详细探讨水利工程堤坝防渗加固技术,以期为相关工程提供参考。

关键词: 水利工程;堤坝;防渗;加固技术

引言:水利工程堤坝防渗加固技术是确保水利工程安全、稳定运行的关键。堤坝作为水利工程中的重要结构,承受着水流压力和地下水渗流的作用,其防渗性能和稳定性直接关系到工程的安全和效益。然而,由于地质条件、设计与施工、水文与气候以及管理与维护等多种因素的影响,堤坝渗漏问题时有发生,严重威胁着水利工程的安全。因此,深入研究水利工程堤坝防渗加固技术,提高堤坝的防渗性能和稳定性,对于保障水利工程的安全运行和促进经济社会的可持续发展具有重要意义。

1 水利工程堤坝防渗加固技术的重要性

堤坝防渗加固技术的重要性不容忽视,它是确保水利工程安全、稳定运行的基石。在水利工程中,堤坝作为关键性结构,不仅承担着拦截水流、储存或控制水源的重任,还必须能够承受来自水压和地下水的渗流作用。这种渗流作用,往往由于地下水流动和土壤孔隙的存在,容易形成孔隙流,对堤坝的稳定性和安全性构成严重威胁。堤坝防渗加固技术的主要目标,就是有效地阻止或减少水流通过堤坝体的渗漏。这不仅能够保护堤坝本身免受侵蚀和损害,还能够提高堤坝的稳固性和承载力,从而确保水利工程能够长期、稳定地发挥作用。防渗加固技术的实施,对于维护堤坝的完整性和延长其使用寿命具有重要意义。通过采用先进的防渗加固技术,我们可以有效地提高堤坝的防渗性能和稳定性,降低灾害发生的风险,为人民群众的生命财产安全提供有力保障^[1]。此外,堤坝防渗加固技术的发展,还能够促进水利工程的可持续发展。水利工程是国民经济和社会发展的重要基础设施,对于推动经济发展、改善人民生活具有重要意义。然而,水利工程的长期运行和维护,也面临着诸多挑战。其中,堤坝的防渗加固就是一项重要任务。通过加强堤坝防渗加固技术的研究和应用,可以提高水利工程的运行效率和使用寿命,降低维护成本,

推动水利工程的可持续发展。

2 水利工程堤坝渗漏的原因分析

2.1 地质条件因素

地质条件是决定堤坝渗漏风险的基础因素,不同的地质构造、土层分布和地下水位情况,都会对堤坝的防渗性能产生显著影响。在地质构造复杂的地区,如断层、裂隙发育的地带,地下水容易通过这些通道渗透到堤坝内部,导致渗漏现象。此外,土层分布不均、颗粒大小差异大以及土壤渗透性高等因素,也会增加堤坝渗漏的风险。特别是在一些河流、湖泊等水域附近,由于长期受水流冲刷和侵蚀,地质条件往往较为复杂,堤坝渗漏的风险也相应增加。

2.2 设计与施工因素

堤坝的设计与施工质量直接关系到其防渗性能,在设计阶段,如果未充分考虑地质条件、水文特征以及堤坝的使用要求,就可能导致设计不合理,进而引发渗漏问题。例如,堤坝的高度、厚度以及防渗层的设置等参数,都需要根据实际情况进行精确计算和设计。在施工阶段,如果施工工艺不当、材料质量不合格或者施工质量控制不严,都可能导致堤坝存在防渗隐患。如混凝土浇筑不密实、防渗材料铺设不平整或者接缝处理不当等问题,都可能成为渗漏的通道。

2.3 水文与气候因素

水文与气候条件是影响堤坝渗漏的重要因素,在水位变化较大的水域,如洪水期与枯水期水位相差悬殊,堤坝两侧的水压力差会导致渗流现象加剧。此外,气候因素如降雨量、蒸发量以及气温变化等,也会对堤坝的防渗性能产生影响。在降雨量较大的地区,土壤含水量增加,渗透压力增大,容易导致堤坝渗漏。而在气温变化较大的地区,由于热胀冷缩作用,堤坝材料可能会出现裂缝或变形,进而引发渗漏问题。

2.4 管理与维护因素

管理与维护是确保堤坝防渗性能的重要保障,然而,在实际工程中,由于管理不善、维护不及时或者维护方法不当等原因,往往导致堤坝防渗性能下降。例如,未定期对堤坝进行检查和维修,导致防渗层破损或老化;或者在进行维修时,未采用合适的材料和工艺,导致维修效果不佳。此外,一些人为因素如破坏堤坝设施、在堤坝附近进行非法采砂等活动,也会对堤坝的防渗性能造成损害。

3 水利工程堤坝防渗加固技术及应用

3.1 内部防渗加固技术

3.1.1 土工膜防渗层

土工膜防渗层是一种常用的内部防渗加固技术,它通过在堤坝表面施工一层高密度聚乙烯薄膜,利用土工膜的高防渗性能,有效阻止水分渗透。土工膜具有施工简单、成本低廉、防渗效果好的优点。在施工过程中,需要确保土工膜与堤坝表面的紧密贴合,避免出现空鼓和褶皱现象。为了延长土工膜的使用寿命,还需要采取适当的保护措施,如设置保护层、避免阳光直射等。在实际应用中,土工膜防渗层广泛应用于各类堤坝工程中,特别是那些对防渗要求较高的工程。例如,在江河湖海的堤防工程中,土工膜防渗层能够有效防止水流渗透,保护堤坝的安全稳定。

3.1.2 承压防渗板

承压防渗板是将防渗板嵌入堤坝体内部,通过板材本身的渗透阻力来抑制渗流。承压防渗板通常采用高强度、耐腐蚀的材料制成,如钢筋混凝土板、塑料板等。这些材料具有良好的稳定性和耐久性,能够承受较大的水压和渗透力^[2]。承压防渗板技术适用于堤坝内部存在严重渗流通道的情況。通过嵌入防渗板,可以切断渗流通道,降低渗流速度,从而提高堤坝的防渗性能。在实际应用中,需要根据堤坝的具体情况和渗流通道的位置来确定防渗板的布置方式和数量。

3.1.3 水泥胶结层

水泥胶结层是通过水泥的胶结作用,将土壤颗粒粘结在一起,形成一个致密的壳体,减少水分的渗透。这种技术适用于土质较为松散的堤坝。通过提高堤坝体的密实度和抗渗能力,水泥胶结层能够达到防渗加固的目的。在施工过程中,需要先将堤坝表面的土壤进行清理和整平,然后按照设计要求铺设水泥胶结层。为了确保胶结层的密实度和防渗效果,需要采用适当的压实方法和养护措施。还需要注意控制水泥的用量和配合比,避免出现裂缝和剥落现象。

3.2 外部防渗加固技术

3.2.1 灌浆法

灌浆法是通过在堤坝体的渗透路径上注入水泥浆或化学浆液,形成治渗帷幕,以阻止水流的渗漏。灌浆法包括帷幕灌浆、接触灌浆和固结灌浆等多种形式,适用于不同情况下的堤坝防渗加固。(1)帷幕灌浆是通过在堤坝上下游设置灌浆帷幕,切断渗流通道。这种方法适用于堤坝上下游存在较大水压差和渗流速度較快的情况。通过注入水泥浆或化学浆液,可以形成一道密实的帷幕,有效阻止水流的渗漏。(2)接触灌浆主要用于处理堤坝与岸坡、岩石等接触面的渗漏问题。由于接触面往往存在较大的空隙和裂缝,容易导致水流的渗透。通过注入浆液,可以填充空隙和裂缝,提高接触面的密实度和抗渗能力。(3)固结灌浆则用于提高堤坝体的整体性和抗渗能力。它通过将浆液注入堤坝体内部,使土壤颗粒粘结在一起,形成一个致密的壳体。这种方法适用于土质较为松散的堤坝,通过提高堤坝体的密实度和强度,来达到防渗加固的目的。在实际应用中,需要根据堤坝的具体情况和渗漏问题的性质来选择合适的灌浆方法和浆液类型。还需要注意控制灌浆的压力和流量,避免出现浆液流失和浪费现象。

3.2.2 土体加固法

土体加固法是在堤坝体的外部表面添加土壤加固材料,如黏土、膨润土等,以提高堤坝体的稠度和抗渗能力。这种方法施工简便,成本较低,适用于堤坝表面存在较多裂缝和孔隙的情况。在施工过程中,需要先将堤坝表面的土壤进行清理和整平,然后按照设计要求铺设加固材料。为了确保加固材料与堤坝表面的紧密贴合,需要采用适当的压实方法和养护措施。还需要注意控制加固材料的用量和配合比,避免出现裂缝和剥落现象。土体加固法虽然施工简单、成本低廉,但其防渗效果相对有限。因此,通常将其与其他防渗加固技术结合使用,以达到更好的防渗效果。

3.2.3 混凝土覆盖层

混凝土覆盖层是通过提高堤坝的密度和防渗能力,来有效阻止水分渗透,混凝土覆盖层还能提高堤坝的耐磨性和抗冲刷能力。然而,混凝土覆盖层技术施工难度较大,成本较高。因此,在实际应用中,通常将其应用于重要堤坝工程的防渗加固中。在施工过程中,需要严格控制混凝土的配合比和施工质量,确保覆盖层的密实度和防渗效果,还需要注意保护混凝土覆盖层免受外界因素的破坏和侵蚀。

3.3 基础防渗加固技术

3.3.1 水坝基础抗渗防渗墙

水坝基础抗渗防渗墙是在水坝基础部分设置抗渗墙的技术,抗渗墙可以采用多种材料和技术进行施工,如高压喷射防渗墙、混凝土防渗墙等。这些技术具有防渗效果好、施工简便等优点,广泛应用于各类堤坝工程中。(1)高压喷射防渗墙是通过高压喷射设备将浆液注入土壤层中,形成一道密实的防渗墙。这种方法适用于土质较为松散的堤坝基础,通过注入浆液,可以填充空隙和裂缝,提高土壤的密实度和抗渗能力。(2)混凝土防渗墙则是在水坝基础部分施工一道混凝土墙,以隔绝地下水对堤坝基础的侵蚀作用。这种方法适用于水压较大、渗流速度较快的堤坝基础。通过施工混凝土防渗墙,可以有效阻止地下水的渗透,保护堤坝基础的安全稳定。

3.3.2 混凝土基础垫层

混凝土基础垫层是通过增加基础的密封性和稳固性,来提高堤坝的整体稳定性。混凝土基础垫层能够有效隔绝地下水对堤坝基础的侵蚀作用,同时还能提高堤坝的承载能力和抗冲刷能力。在施工过程中,需要严格控制混凝土的配合比和施工质量,确保垫层的密实度和防渗效果。还需要注意保护混凝土基础垫层免受外界因素的破坏和侵蚀。为了延长混凝土基础垫层的使用寿命,还需要采取适当的养护措施和定期检查工作。

4 提高水利工程堤坝防渗加固技术的措施

4.1 技术创新

(1)引入新型防渗材料。随着科技的进步,新型防渗材料不断涌现,为堤坝防渗加固提供了更多选择。例如,高分子防渗材料、纳米材料等,这些材料具有优异的防渗性能、耐腐蚀性和耐久性,能够有效提高堤坝的防渗能力^[1]。应积极引入并推广这些新型防渗材料,以替代传统材料,提升堤坝的防渗效果。(2)研发新型防渗加固技术。针对堤坝防渗加固中的难点和痛点,应加大科研力度,研发新型防渗加固技术。例如,可以采用高压喷射注浆技术、深层搅拌桩技术等,这些技术能够深入堤坝内部,对渗漏通道进行有效封堵,提高堤坝的整体性和抗渗能力。还可以结合现代信息技术,如物联网、大数据等,对堤坝进行智能化监测和管理,及时发现并处理渗漏问题。

4.2 施工管理

(1)加强施工质量控制。施工质量是影响堤坝防渗

加固效果的关键因素,应加强对施工过程的监控和管理,确保施工质量符合设计要求。建立健全质量管理体系,明确各级人员的职责和权限,对施工过程进行全程跟踪和记录,及时发现并纠正施工中的问题。还应加强对施工人员的培训和教育,提高他们的技能水平和质量意识。(2)优化施工方案。在堤坝防渗加固施工前,应制定详细的施工方案,并根据实际情况进行优化。施工方案应明确施工流程、施工方法、材料选用等关键内容,确保施工过程的科学性和合理性。还应考虑施工过程中的安全问题和环保问题,采取相应的措施加以防范和治理。

4.3 监测与维护

(1)建立完善的监测体系。为了及时发现并处理堤坝渗漏问题,应建立完善的监测体系。在堤坝关键部位设置监测点,采用先进的监测设备和技术进行实时监测和数据采集。还应建立数据分析系统,对监测数据进行处理和分析,及时发现异常情况并采取相应的处理措施。(2)加强日常维护管理。日常维护管理是保障堤坝防渗加固效果的重要措施,应加强对堤坝的日常巡查和检查,及时发现并处理潜在的安全隐患。应制定详细的维护计划和管理制度,明确维护内容、方法和周期等关键内容。还应加强对维护人员的培训和教育,提高他们的技能水平和责任意识。在维护过程中,还应注意保护堤坝周围的生态环境,避免对生态环境造成破坏。

结语

综上所述,水利工程堤坝防渗加固技术是确保水利工程安全、稳定运行的重要保障。通过技术创新、施工管理以及监测与维护等多方面的措施,可以有效提高堤坝的防渗性能和稳定性,降低渗漏风险。未来,应继续加强相关研究和实践,不断推动水利工程堤坝防渗加固技术的发展,为水利工程的安全运行和可持续发展提供有力支撑。也应注重环保和可持续发展理念,在防渗加固过程中减少对环境的影响,推动水利工程的绿色发展。

参考文献

- [1]王锁.水利工程堤坝防渗加固技术分析[J].砖瓦世界,2022(1):160-162.
- [2]厉旭龙,潘德雄.水利建筑工程中的堤坝防渗加固施工技术[J].工程技术研究,2024,9(10):94-96.
- [3]黄广玲.堤坝防渗加固技术的运用[J].河南水利与南水北调,2020,49(2):51-52.