

水利工程堤坝复合混凝土防渗与加固施工技术

肖亮

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i4.5316

[摘要] 水利工程作为关键的基础设施工程,对国民生活与经济发展起着举足轻重的作用。鉴于其庞大的建设规模和漫长的施工周期,施工期间面临的挑战尤为复杂,堤坝的渗漏问题便是其中一项显著的挑战。有效地预防和解决这一问题,对于提高工程质量、延长工程寿命具有重要意义。针对堤坝渗漏问题,文章采纳了复合混凝土防渗墙技术进行加固处理,该技术通过在堤坝中构建混凝土防渗墙,以减少水分通过堤坝的传递,从而有效提升整个结构的防渗性能。

[关键词] 水利工程; 堤坝复合混凝土; 防渗加固

中图分类号: TV331 文献标识码: A

Construction technology of dam dam with composite concrete for seepage prevention and reinforcement

Liang Xiao

China Water Resources and Hydropower 11th Engineering Bureau Co., LTD

[Abstract] As a key infrastructure project, water conservancy engineering plays a pivotal role in national life and economic development. Given its huge scale and long construction cycle, the challenges during construction are particularly complex, with leakage of the dikes being one of the most prominent challenges. To prevent and solve this problem effectively is of great significance to improve the quality and prolong the life of the project. To solve the seepage problem of the dam, the paper adopts the composite concrete cure-off wall technology to strengthen the treatment. This technology builds a concrete cure-off wall in the dam to reduce the transmission of water through the dam, so as to effectively improve the anti-seepage performance of the whole structure.

[Key words] water conservancy project; Dam composite concrete; Anti-seepage reinforcement

引言

在水利工程的构建中,堤坝作为关键组成部分,其施工过程不仅至关重要,而且充满挑战。由于涉及多个复杂的工序和技术,加之长期浸泡在水中,堤坝极易发生渗漏现象,这直接关系到整个工程的质量与安全。因此,在建设过程中对堤坝进行有效的防渗处理是至关重要的。

1 水利工程堤坝渗漏问题产生的原因

1.1 设计缺陷

堤坝的设计是确保其安全、稳定和有效运行的关键。设计过程中必须综合考虑多种因素,包括地质条件、水文气象数据、潜在变化的环境因素、建筑材料的性能等。当设计中出现缺陷时,如对地基承载力评估不准确、忽视了潜在的地质滑动面、设计防渗系统时未充分考虑土体的化学和物理特性,或设计中未能正确处理施工期间和运行期间可能遇到的最大水位差等情况,都可能导致堤坝在未来运行中发生渗漏^[1]。此外,如果设计阶段未能预留足够的排水能力,或者对堤坝下游边坡的保护

措施考虑不足,也会导致在高水压作用下的渗透和冲刷,最终导致渗漏。

1.2 材料问题

使用的材料若在品质上存在缺陷,将直接影响到堤坝的防渗效果及结构稳定性。例如,采用的防渗土工膜若厚度不够、抗穿刺能力弱或者耐久性差,在长期受到水流动力作用及环境因素影响下可能会逐渐破损失效。混凝土作为常用的堤坝建筑材料,若其配比不合理、添加剂使用不当或者骨料级配不良,都会降低其强度和抗渗性,从而在面对长期的静水压力和动水压力作用下容易产生裂缝和渗漏。因此,选用高标准、高质量的材料并进行严格的质量检测与控制,是确保堤坝长期安全运营的重要环节。

1.3 施工质量问题

施工过程中的任何疏忽或违规操作都可能成为未来渗漏的潜在原因。例如,混凝土浇筑时若存在搅拌不均匀、振捣不密实、养护不当等问题,会造成混凝土内部产生微裂缝和孔隙,影响其

整体的抗渗性能。同样,对于心墙、防渗墙等关键结构,若施工时材料铺设不规范、接缝处理不到位,则极易形成弱点,成为渗漏通道。此外,施工现场的管理混乱、技术人员水平不足、监理不严格等因素,均会放大施工质量,增加堤坝渗漏的风险。

1.4 自然环境因素

自然环境的变化对堤坝的安全运行具有深远的影响。极端天气条件下的暴雨洪水可能会导致堤坝超载运行,甚至漫顶,造成严重的渗漏和损坏。地震等地质灾害也可能引起堤坝结构发生变形或断裂,破坏防渗体系。长时间的水流侵蚀和波浪冲击会磨损堤坝表面,特别是对于那些暴露于水面之上的部分,这种冲刷作用尤为显著。此外,地下水位的周期性波动也会对堤坝基础的稳定性构成威胁,尤其是当地基中含有可蚀性材料时,渗透水流可能会携带大量细颗粒,引发管涌现象,进而导致结构失稳和渗漏。因此,在设计和施工阶段必须考虑到这些自然因素,采取相应的防护和加固措施,以增强堤坝抵御自然力量的能力。

2 水利工程项目堤坝复合混凝土防渗与加固施工技术

2.1 设计复合混凝土防渗墙

在水利工程项目中,堤坝的防渗性能至关重要。为了提高堤坝的防渗能力,采用复合混凝土防渗墙技术是一种有效的方法。复合混凝土防渗墙的设计需要综合考虑地质条件、水文气象数据以及施工环境等因素。首先,根据地质勘察报告,确定堤坝地基的土层结构、地下水位以及潜在的渗透通道。然后,根据这些数据,选择合适的混凝土配比,通常要求混凝土具有良好的抗压强度、抗渗性和耐久性。例如,C30级别的混凝土是一个常见的选择,其抗压强度为30MPa以上。此外,还可以添加一些特殊的添加剂,如防水剂、减水剂等,以提高混凝土的性能。在设计过程中,还需要考虑到防渗墙的厚度、长度和深度,以确保其能够有效阻止水的渗透。根据实际工程经验,防渗墙的厚度一般为0.5-1.0m,深度则需要达到潜在渗透通道以下至少1-2m^[2]。最后,为了保证防渗墙的稳定性和安全性,还需要对其进行结构设计和计算,确保其在各种工况下都能够保持良好的工作状态。本文设计的水利工程项目堤坝复合混凝土防渗墙,如图1所示。

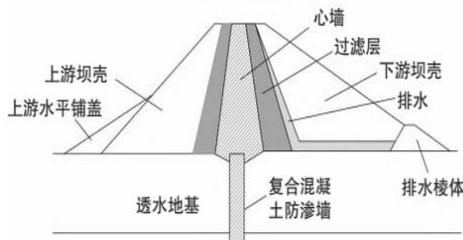


图1 堤坝复合混凝土防渗墙示意图

依据设计图1确定防渗墙的确切位置与尺寸,并执行精确放线作业。接着,考虑到堤坝特定的地质和水文条件,必须明确防渗墙需要达到的适当深度及厚度。理想的深度应深入至弱透水

层或是坚固的基岩,而厚度则需基于所需的强度及墙体的抗渗透能力来决定。随后,对即将施工的基础表层进行彻底的清理和修整工作,以确保一个平整且无杂质的工作面。在此基层上涂覆一层防水涂料,以增强其防水效果。之后,精心进行钢筋的绑定工作,确保所有钢筋都牢固地固定在预定的位置。紧接着,安装用于构建防渗墙的模板,该模板必须具备充足的强度和刚度,以确保最终防渗墙的尺寸和形状符合设计要求。一旦模板安装到位,便可开始复合混凝土的浇筑工序。在浇筑过程中,务必保证混凝土的均匀性和密实性,防止出现如蜂窝、麻面等缺陷,从而确保防渗墙的质量和性能。图1堤坝复合混凝土防渗墙示意图。

2.2 布置灌浆孔

在水利工程中,灌浆是一种常见的加固和防渗手段。合理布置灌浆孔对于提高堤坝的整体稳定性与防渗性能至关重要。专业的灌浆孔布设应考虑以下因素:地质调查:首先进行详细的地质勘探,包括钻孔取样和地质雷达扫描等,以获得堤坝地基条件、裂隙发育情况以及地下水流动特性等数据。灌浆压力:根据Alberty公式或其他经验公式预估所需灌浆压力,通常控制在能够避免地层抬升或过度破坏的范围内。孔径与孔距:依据工程需求和现场试验确定合适的灌浆孔直径(一般为50-100mm)和间距(一般2-3m,但会根据实际需要调整)。孔深与排布:灌浆孔深度需达到潜在渗透通道以下至少1-2m,并按照梅花形或矩形排列,以确保覆盖所有关键区域。施工顺序:合理安排灌浆孔的施工顺序,一般从下游向上游,从低处到高处,以避免未固化的灌浆材料流失^[3]。在实际施工过程中,还需实时监控灌浆压力和浆液流量,适时调整灌浆参数确保灌浆效果。同时,应记录详细的灌浆日志,包括每个孔的灌浆量、压力变化、出现的问题及处理措施等,以便于后续分析和质量控制。本文采用双排布孔的布置形式,布置灌浆孔。灌浆孔布设示意图,如图2所示。

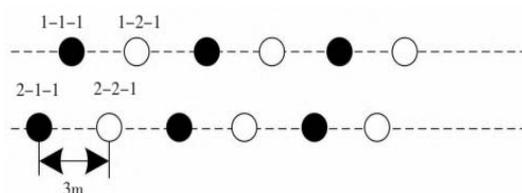


图2 灌浆孔布设示意图

2.3 劈裂灌浆加固堤坝

劈裂灌浆技术是通过在土体中施加高压力的浆液来改善土体的力学性质和防渗能力的一种方法。该技术要求精确控制和应用以下关键点:劈裂压力:劈裂压力的计算基于土体的实际承载能力和现场试验结果,通常采用逐步增加压力的方式,直至达到预定的劈裂效果。浆液选择:根据地质条件选择合适的浆液,常用的有水泥浆、粘土浆、化学浆等,其配比设计应满足流动性、可泵性、早期强度和最终强度的要求。施工工艺:劈裂灌浆施工时,应遵循“少灌多压”的原则,通过多次间歇性灌浆和压力维持,确保浆液充分扩散且均匀分布。监测与评估:在劈

裂灌浆过程中,应对堤坝位移、裂缝宽度、渗水量等进行实时监测,并通过抽芯取样等方式评估灌浆效果。此外,为了确保劈裂灌浆的效果,还需要对施工人员进行专业培训,并在施工前进行模拟试验,以优化施工参数和工艺流程。通过劈裂灌浆,可以显著提高堤坝的密实度和整体稳定性,有效预防和治理渗漏、裂缝等常见问题。

3 提高复合混凝土防渗与加固施工质量措施

3.1 精确的设计规划

为保证堤坝复合混凝土防渗墙的性能,设计阶段必须进行细致的地质勘察和水文分析。这包括对堤坝所在地的土层结构、渗透性、地下水位等关键因素进行全面评估。利用地质雷达、钻探取样和其他先进的勘探手段,收集堤坝地基的详尽数据。借助这些数据,应用数值模拟和解析方法,综合评估堤坝在不同条件下的应力分布、稳定性和潜在的渗透风险。设计时还需考虑到环境变化和非常规天气事件对堤坝的长期影响,以及防渗墙与周边结构的兼容性。此外,设计过程中应预留足够的安全系数,确保在最不利工况下,防渗墙仍能保持其完整性和功能性。

3.2 严格的材料控制

材料质量是决定混凝土防渗墙性能的关键因素之一。必须对所有材料如水泥、骨料、掺合料以及各种外加剂进行严格筛选和质量控制。水泥应选择符合国家标准的高品质产品,具有良好的稳定性和适宜的强度等级。骨料应洁净、坚硬、粒径分布合理,以确保混凝土有良好的级配和较低的渗透性。掺合料如粉煤灰或矿渣粉等,应控制其掺量和品质,以改善混凝土的工作性和耐久性。所有原材料在使用前都应通过严格的质量检测,包括对强度、渗透性、耐久性等关键性能的检验。混凝土配比应由资质的技术人员根据设计要求和现场条件进行调整,并在施工前后进行严格的检验。

3.3 施工过程的质量控制

施工过程中,应严格遵守设计文件和国家施工规范要求,制定和执行详细的施工方案。采用现代化的施工管理和监控系统,实时监控关键施工参数,如混凝土拌合温度、浇筑速度及养护条件等。使用自动计量和搅拌设备确保混凝土配比的准确性。从

混凝土运输到浇筑,再到养护,每个环节都要有专人负责监督和记录,确保整个流程的质量控制。对施工人员进行定期培训,更新他们的技术知识和操作技能,强化质量意识和安全意识^[4]。现场应设置专职的质量监督人员,对混凝土的浇筑和养护过程实施全过程监控,确保施工质量符合设计标准。

3.4 后期维护与监测

转变传统观念,将维护和监测作为堤坝管理的重要部分。建立一套完善的后期维护和定期检查制度,定期对防渗墙的结构完整性、渗漏情况和周边地质状况进行检查。安装多种监测传感器如渗透压计、位移计、裂缝计等,持续跟踪堤坝的运行状态,及时发现潜在问题。利用远程监控和数据分析技术,对收集到的数据进行分析 and 存储,以便在发生异常时迅速响应。根据监测结果及时调整维护计划,并针对检测到的问题采取适当的维修措施。通过长期的维护和专业监测,可以确保堤坝的长效稳定运行,防止因疏忽而导致的安全事故。

4 结束语

综上,在水利工程项目中,堤坝的防渗与加固技术是确保其安全、稳定运作的关键因素。本研究提出了一种针对堤坝的复合混凝土防渗与加固施工技术,该技术被证明能有效应对堤坝渗漏问题,增强其防水功能,并延长工程的寿命。然而,为了进一步提升这一技术,未来的工作应侧重于持续的技术研究与革新,以不断提高堤坝防渗和加固施工的技术标准和质量,确保我国水利工程能够安全、可靠地运行。

[参考文献]

- [1]梁伟超.水利工程施工技术措施及水利工程施工技术管理[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(33):178-180.
- [2]邓怀初.高压喷射防渗和抛石护岸在莲塘围除险加固工程中的应用[J].水利科学与寒区工程,2023,6(10):125-128.
- [3]王攀生.河道堤岸防护工程施工技术在水利工程中的应用分析[J].水上安全,2023,(05):170-172.
- [4]徐晓兵,韩小凡.渠式切割水泥土连续墙(TRD)在赣江某综合整治工程中的应用[J].建筑结构,2023,53(10):144-151.