

## 水利工程堤坝多维防渗施工技术分析

韩旭

宁波昊梁建设有限公司, 浙江 宁波 315700

**[摘要]**我国水资源分布呈现出极不均衡的状况,这一情况对水资源的合理利用造成了极为严重的制约作用。为了能够缓解人民群众在用水方面所面临的压力,科研人员应当科学地去调控径流,以此来有效地降低洪涝灾害发生的可能性;施工单位需要切实将水利工程建设相关工作落实到位,特别是对于堤坝防渗加固施工务必要给予高度的关注,从而保证工程的质量不会受到任何影响。文章采用多维防渗技术,该技术能够在很大程度上提升大坝的防渗效果以及其安全性,对于水利工程而言有着重要的参考价值以及实际的应用意义。

**[关键词]**水利工程;堤坝多维防渗技术;技术分析

DOI: 10.33142/hst.v8i7.17096

中图分类号: TV54

文献标识码: A

### Analysis of Multi-dimensional Anti-seepage Construction Technology for Hydraulic Engineering Dams

HAN Xu

Ningbo Haoliang Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315700, China

**Abstract:** The distribution of water resources in China presents an extremely uneven situation, which seriously restricts the rational utilization of water resources. In order to alleviate the pressure faced by the people in terms of water use, researchers should scientifically regulate runoff to effectively reduce the possibility of flood disasters; The construction unit needs to effectively implement the relevant work of water conservancy engineering construction, especially paying high attention to the anti-seepage and reinforcement construction of dams, in order to ensure that the quality of the project will not be affected in any way. The article adopts multi-dimensional anti-seepage technology, which can greatly improve the anti-seepage effect and safety of dams, and has important reference value and practical application significance for water conservancy engineering.

**Keywords:** water conservancy engineering; multi-dimensional anti-seepage technology for dams; technical analysis

#### 引言

在水利工程建设进程当中,堤坝属于极为重要的一种结构,它在控制水流走向、对水资源加以调节以及保障人民群众生命财产安全等方面均发挥着关键作用。而其防渗性能的好坏,会直接影响到整个工程所呈现出的稳定程度以及安全状况。就我国的情况而言,随着水利基础设施不断地得以完善,再加上运行年限也在逐渐延长,有一部分堤坝开始出现了程度不一的渗漏方面的问题。要是情况特别严重的话,那么很可能会致使坝体发生变形,甚至出现滑坡乃至溃坝这样的重大事故,进而对下游区域人民群众的生命财产安全构成严重的威胁。尤其是在那种地质条件比较复杂、水位波动较为频繁并且极端天气出现次数越来越多的特殊背景之下,以往传统的单一防渗措施,已经很难再满足现代堤坝在安全运行方面的实际需求了。所以当下迫切要去探索一种更为系统完备、更具科学依据且更加高效能的多维防渗施工技术。多维防渗技术主要是通过通过在坝体以及坝基当中设置像混凝土防渗墙、帷幕灌浆以及高压喷射注浆等多种不同的防渗手段,然后将这些手段有机地结合起来,从而形成一个立体化的防护体系,以此来达成对渗流通道进行全面彻底封堵以及稳固加固的目的,进而促使堤坝的整体抗

渗能力得以提升,让工程的耐久性也得到增强。本文会围绕水利工程堤坝出现渗漏的具体成因、防渗所具有的相关特点以及目前在业界较为主流的多维防渗施工技术展开系统的分析,同时还会结合实际施工过程当中积累的经验,针对优化策略以及质量控制的方法展开探讨,希望能够为提升堤坝的防渗水平、推动水利工程朝着高质量的方向发展给予一定的技术层面的参考以及实践操作方面的指导。

#### 1 水库工程堤坝渗漏原因和防渗特点

##### 1.1 渗漏原因和危害

一旦水库堤坝发生渗漏问题,将严重影响整个工程的稳定性,其直接后果是坝体抗剪强度下降,极易引发结构变形甚至断裂。随着渗透程度的不断加剧,坝体内部逐渐出现变形和裂缝,最终可能导致整体结构形变失稳。此外,由于堤坝长期承受水流冲击,松散颗粒会在渗流作用下发生迁移,从而破坏原有的颗粒结构组成,显著削弱堤坝的防渗能力。渗漏问题不仅导致水资源大量流失,使水库调蓄、防洪、灌溉等功能无法正常发挥,更可能在极端情况下对下游区域的居民生命和财产安全造成严重威胁。

##### 1.2 堤坝防渗特点

堤坝在水库工程里属于极为关键的挡水构造,它的防

渗性能跟整个水库工程的运行安全以及使用寿命紧密相关。堤坝防渗有着结构复杂、受力情况多变以及施工要求颇为高等明显的特点。就结构方面而言,堤坝一般是由多种不一样的材料组合而成的,像是土石料、混凝土还有粘土心墙等等,这些材料在长时间受到水压的作用之下,是较容易出现结构发生变形或者是在接缝处出现渗漏的情况的,所以防渗设计的时候就得充分考量不同材料之间相互的过渡以及彼此的兼容性。从受力情况来看,堤坝会受到水位的波动、温差的变化还有地质存在不均匀性等诸多因素的影响,渗流的路径也比较复杂,容易在坝基、坝体以及接触带等各个部位形成潜在的渗漏通道,这就需要借助多维布设、综合治理等一系列的手段来展开系统的防渗设计工作<sup>[1]</sup>。堤坝防渗施工必须要拥有极高的密实程度以及连续性,要是出现任何局部的地方有疏漏或者是存在施工方面的缺陷,那么就很有可能致使渗漏集中在某一处、渗压不断升高,甚至还会引发渗流破坏的现象。

## 2 水利工程堤坝多维防渗施工技术设计

### 2.1 混凝土防渗墙布置

在水利工程堤坝多维防渗施工技术设计方面,混凝土防渗墙的合理安排属于提升堤坝防渗成效的关键环节。混凝土防渗墙一般会沿着堤坝轴线或者坝体上游侧来布设,其设计务必要充分结合地质情况、水文压力以及堤坝结构特点,从而确保墙体可有效阻断坝体以及坝基里的渗流通道。一开始,防渗墙的深度一定要深入到连续的不透水层或者是稳定的基岩面,如此一来便能防止地下水绕过墙体发生渗透,进而形成潜在的渗漏途径。墙体的厚度以及结构强度得依据水压力、地质承载力还有施工工艺来合理地确定,既要保证有充足的抗渗能力以及力学稳定性,又要防止出现资源浪费的情况。在施工的过程当中,运用钢筋混凝土结构,同时结合先进的槽壁支护技术以及分段浇筑工艺,以此来确保墙体的连续性、密实性以及垂直度,避免出现裂缝、蜂窝麻面这类会影响防渗性能的缺陷。与此施工应当严格把控浆体配比与浇筑速度,以确保混凝土在复杂的地下水环境里具备耐久性以及长期稳定性。

### 2.2 堤坝帷幕灌浆

堤坝帷幕灌浆属于水利工程堤坝防渗体系的关键部分,其设计以及施工的科学程度会直接影响到防渗效果的好坏以及堤坝的安全稳定状态。帷幕灌浆具体操作是沿着坝体或者坝基的预定路线钻出一系列灌浆孔,然后把水泥浆、化学浆液或者是复合浆液注入到地基土体以及岩层当中,以此来填充土壤孔隙还有岩石裂隙,进而形成连续且均匀的低渗透性防渗帷幕,将地下水渗流的路径切断,让渗透系数得以有效降低。在设计阶段的时候,要综合考量堤坝所处的地质条件、水文环境以及工程水力方面的要求,合理地确定灌浆孔的布置间距、孔深以及灌浆序列,从而保证浆液可以充分渗透到渗流的薄弱环节并且达成整体

封闭的效果。在施工的过程当中,应当采用分段注浆、分层控制压力以及注浆速度等工艺方面的措施,防止浆液过度扩散致使地层出现扰动或者地表产生隆起的情况,与此同时还要防止浆液注入不足而形成漏浆空洞,确保帷幕有致密性以及连续性。浆液配方的优化同样属于帷幕灌浆技术极为重要的一个环节,它不但要满足良好的流动性以及稳定性,而且还得具备较高的固结强度以及耐久性,能够适应复杂且多变的地下水环境以及长期的水力冲刷情况。帷幕灌浆技术能够灵活地适应多种土质以及岩层,其施工效率相对较高并且安全性也不错,广泛地应用于堤坝加固、渗漏治理以及老坝维修等方面。和混凝土防渗墙、高压喷射注浆等技术联合起来应用,构建起多维立体的防渗体系,可显著提升堤坝的抗渗能力以及整体结构的安全性。

### 2.3 高压喷射注浆

高压喷射注浆技术属于水利工程堤坝多维防渗施工范畴内的一种较为先进的加固办法,它依靠自身所具备的高效性、能够达成深层固结的特点以及极为出色的防渗性能,在复杂地质条件之下解决渗漏问题方面,已然成为一种颇为重要的手段。此项技术借助专用设备,把浆液在处于高压的状态下,从喷嘴处以极高的速度喷射至坝基或者坝体土层当中,浆液凭借着极大的动能对原有的土体予以切割,并且对其进行搅拌操作,进而促使土体和浆液能够实现较为充分的混合固结,最终形成具有高强度特点且渗透率较低的加固体。高压喷射注浆不但可以穿透密实土层以及破碎岩体里面的那些细小孔隙与裂缝,以此来有效对渗流通道加以封堵,而且还能够在很大程度上提升土体所具有的承载力以及稳定性。在开展设计工作的时候,需要依据堤坝的地质特征以及水文条件,合理地去确定注浆孔的布置形式、喷射压力的具体情况、浆液配比的相关事宜以及施工参数等,从而保证注浆深度以及加固范围都能够契合工程方面的实际要求<sup>[2]</sup>。在施工进程之中,通过对注浆压力、喷射速度以及浆液用量等方面加以控制,防止因为压力过大的缘故而导致地层出现破坏情况或者浆液发生回流的现象,与此也要防范注浆不足致使加固呈现出连续的状况。

## 3 防渗施工效果

防渗施工成效关乎水利工程堤坝运行安全以及结构稳定,运用多维防渗技术综合施策,堤坝整体防渗性能大幅提高,有效遏制渗流通道发展,降低坝体及坝基渗透系数,增强工程抗渗能力以及抵御突发水压变化稳定性。实践证明,借助混凝土防渗墙、帷幕灌浆以及高压喷射注浆等技术手段有机结合,成功封堵隐患渗漏部位,在结构内部形成多层次、多角度防护屏障,极大提高堤坝安全裕度。实际运行中,防渗施工完成后水位监测、坝体渗压变化以及位移数据均有明显改善,渗流控制效果良好,坝体结构趋向稳定。借助施工期与运行期定期检测和技术评估,也证实多维

防渗体系在不同工况下持久性与适应性,延长工程使用寿命,减少后期维护成本,为堤坝安全运行给予坚实保障。

## 4 优化策略

### 4.1 材料选择与处理

在水利工程堤坝多维防渗施工环节当中,材料的选择以及后续的处理工作,属于确保防渗效果得以实现的基础环节所在,其对于整个防渗体系的稳定性以及持久性有着极为直接的影响作用。优质的防渗材料应当具备出色的抗渗性能、良好的耐久性,并且要能够很好地与坝体结构相适配,像水泥浆、黏土、膨润土、化学浆液还有复合防渗材料等等,都属于常用之列。在开展材料选择工作的过程当中,需要充分结合工程所处的地质条件、实际的施工环境以及相关的设计要求等方面的情况,来科学地去判断材料的具体适用范围以及配比的方式方法,尽可能地优先选用那些绿色环保且性能优异的新型材料。与此为了促使材料能够在复杂的地基环境当中更好地发挥出其应有的工作性能,还必须针对材料展开必要的预处理操作,比如对浆液的稳定性加以调控、对颗粒度予以优化处理、掺配相应的添加剂等等,以此来保证材料在注入的过程中能够具备良好的流动性、扩散性以及固结性能<sup>[3]</sup>。在具体的施工操作进程中,应当针对所选取的材料实施批次检测以及现场试验等相关工作,从而确保该材料的各项技术指标都能够符合设计所规定的标准要求,避免因材料自身的质量不够稳定而致使出现渗漏的风险情况发生。

### 4.2 施工技术调整

在水利工程堤坝开展多维防渗相关实践的时候,施工技术不断地去优化以及做出相应调整,这无疑是一个极为关键的环节,它对于确保工程质量有着重要作用,而且还能促使防渗效果得以提升。不同地质条件、渗漏形式以及施工环境各不相同,在面对这些情况时,需要灵活地去调整施工工艺以及技术参数,进而达成更为精准且高效的防渗处理目标。在实际施工进程当中,要依据地基土层的具体分布状况、水位所发生的各种变化以及坝体结构自身的特点,对混凝土防渗墙、帷幕灌浆还有高压喷射注浆等相关技术展开动态化的优化操作,比如对灌浆压力、孔距布设方式、浆液配比比例以及施工顺序等方面做出调整,以此来提高注浆的密实程度以及整体的封闭效果。与此还应当联合运用现代信息化方面的手段,像三维地质建模技术、数字化注浆控制相关系统以及施工过程监测技术等等,通过这些手段能够实时地掌握施工的实际状态,并且对其中的关键参数实施智能化的调控举措,从而避免出现过灌、漏灌以及浆液串孔等一系列问题。

### 4.3 质量控制与安全监管

在水利工程堤坝开展多维防渗施工期间,强化质量控制以及安全监管,这可是保证工程防渗效果以及结构安全的关键保障所在。质量控制需要贯穿于设计环节、材料选

取环节、施工环节以及检测环节等诸多环节当中。要通过构建起较为完善的质量管理体系,严格依照技术规范以及施工标准来执行各项事宜。对于像灌浆孔布设这类关键工序,还有浆液配比、注浆压力以及注浆量的控制、混凝土浇筑质量等方面,都要做到全过程的跟踪并且做好详细记录,务必要让每一道工序都能够符合设计所提出的要求。与此还应当引入先进的监测技术以及信息化管理方面的手段,像是自动化灌浆数据采集系统、施工质量可视化平台以及无损检测设备等等,借助这些来对工程质量展开实时的监控以及动态的调整,从而从源头处去防范渗漏隐患的出现<sup>[4]</sup>。在安全监管这个层面上,务必得完善施工现场的安全管理制度,切实落实好安全技术交底以及操作规程的相关规定,强化对施工人员的培训工作以及安全意识方面的教育工作,尤其是在高压注浆、深基坑作业以及水下作业等存在较高风险的工序当中,要安排专人来进行监管并建立起风险预警机制,以此来防止安全事故的发生。

## 5 结语

随着水利工程规模变得越来越大,其运行环境也一天比一天复杂起来,在这样的情况下,堤坝所面临的防渗问题变得日益凸显出来。传统的那种单一的防渗措施,已经很难去满足现代工程在安全方面的需求了。通过针对混凝土防渗墙、帷幕灌浆还有高压喷射注浆等多种不同维度的防渗技术展开系统化的分析,并且结合实际的应用情况来开展实践操作,可以发现,要是采用把多种防渗技术相互结合起来所形成的复合防渗体系,那么就能够较为有效地将渗流通道给切断掉,进而提升堤坝在整体上所具有的防渗性能以及结构方面的稳定性。与此材料选择时所具备的科学合理性、对施工工艺做出的合理调整举措,再加上严格把控施工质量以及切实做好安全监管工作,这些都属于能够保障防渗施工取得良好效果以及确保工程安全的极为关键的因素。在未来,随着新材料、新工艺以及智能化技术不断地向前发展,多维防渗技术在水利堤坝工程当中将会发挥出更为重要的作用,它能够为保障水利工程得以安全地运行以及推动水资源实现可持续利用给予坚实的保障。

### [参考文献]

- [1]葛道明.水利工程堤坝多维防渗施工技术分析[J].科学技术创新,2025(16):114-117.
- [2]王锋博.水利工程堤坝多维防渗施工技术应用研究[J].吉林水利,2024(2):74-78.
- [3]蒋家斌.水利工程堤坝多维防渗施工技术研究[J].工程技术研究,2024,9(20):96-98.
- [4]陈虹.水利工程堤坝防渗加固施工技术分析[J].科技经济市场,2019(9):11-12.

作者简介:韩旭(1992.10—),单位名称:宁波昊梁建设有限公司,毕业学校和专业:浙江工业职业技术学院-工程造价(2014)。