

水利工程中水库堤坝防渗施工技术及防治方法

梁朝高

广东水电二局股份有限公司

摘要：水利水电工程中的河堤防渗，是工程安全运行的关键。因工程建设周期长、流程多、工艺复杂，工程建设难度大，导致任何一个工序出现问题都会影响水利水电工程的正常运行。另外，随着工程的长期运行以及自然与水环境的不断侵蚀，工程材料很容易发生化学溶解，导致坑坑洼洼、渗漏等现象，或出现其他问题。河堤防渗结构加固技术能够提升河堤的安全性，确保水利水电工程基本设施的质量。因此如何提升河堤防水层的防水能力至关重要，需要结合实际提升防水层的防渗性能，加强河堤的防水能力，有效延长水利水电工程使用年限，确保工程安全运行。

关键词：水利工程；水库堤坝；防渗施工技术；防治方法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.061

引言

水库是利国利民的工程，对于抗洪、抗旱都有着至关重要的作用。我国部分水库建设时间较长，因技术原因很多水库在使用过程中都存在着安全隐患，给水库的正常使用带来了影响。水库因自然环境的影响，会出现渗漏、老化的情况，严重降低了正常使用年限。因此，需要加强水库大坝工程的施工技术，要结合建设地点，实施有效的防渗漏施工工艺，提高水库建设的安全性与稳定性，同时也增加水库的使用寿命，为我国农业建设提供巨大的助力，促进我国水利工程的持续发展。

一、水利水电工程渗漏特点

（一）突发性

在水利水电工程中，由于人为原因，会产生诸多不利影响，而影响最大的因素是气候和环境。水利水电项目选址远离居民区，我国地质情况十分复杂，其外部环境和条件也极其繁琐。当发生自然灾害时，水利枢纽荷载将会迅速增大，其承载能力将超过临界值。如果存在外力，对水利水电工程及结构造成直接损害，甚至可能导致危险，不但会影响到水利水电的正常运行，还会导致不同程度的人员死亡，从而浪费各种资源。由此可以看出，水利水电工程渗漏现象非常突然，并且会产生非常直接的后果。

（二）破坏性

水利水电工程渗漏现象是非常严重的灾害，一旦发生渗漏问题，必然会带来极大危害，并且难以预料，具有较大毁灭性。

（三）不确定性

渗透问题为水利水电建设带来的冲击难以估计，若

想要找到这些影响因素，并不是一件容易之事。在水利水电工程建设中，一些程序比较繁琐，造成水利工程出现严重的渗漏问题。在水利工程中采用高效防渗施工技术，将对于防止渗漏问题起到极大作用。同时，我国已有多种不同防渗技术，应结合水利建设现场具体情况，选用合适的防渗工艺，并在施工中严格控制各工序质量，以保证施工工艺达到质量要求，并加强对施工各环节的监督，使渗漏问题的发生概率降低到最低，提高水利水电工程施工整体质量。

二、造成堤防渗水问题的原因

（一）堤防设计方案选择问题

方案设计对于堤防质量有着非常重要的影响。黄河上游的洪涝情况较为特殊，因此，堤防所面对的压力也会有所不同。通常在设计过程中，很多工程会根据其他工程的施工经验进行设计，并没有对区域展开深度调查和研究，因此，部分地区的设计方案很难满足当地河流域的防洪防涝需求，以致在长期使用中出现质量低劣、渗水严重以及遭受破坏的情况。

（二）施工管理问题

通常而言，水利工程施工项目体系相对庞大，因此在具体项目达成商定协议之后，施工建设单位会将部分项目通过外包的形式承包给其他企业进行建设，所以难以实现对利工程项目施工期间所有流程的全方位监督与管理。同时，由于部分项目做了外包处理，所以无法向整个施工建设环节提供更加专业化的技术人员做指导，最终可能会造成后期修建的水利工程施工项目，难以达到实际要求的施工质量要求。另外，由于水利工程施工项目整体涉及面相对较广，在展开施工作业环节，必须进行防渗施工效果的处理，这也就表明专业人员在水利工程项目施工建设环节，需要时时刻刻进行防渗施工项目的检测工作，而绝大多数施工建设单位并没有重视到防渗施工项目检测工作的重要性，因而在水利工程项目施工期间会出现很多由于工程管理不完善所造成的问题。

（三）环境影响

环境变迁对堤防工程的影响非常大。很多水利工程由于缺乏后期的维护保养，在长年累月的环境侵蚀下出现渗水情况。工程后期的监督管理，渗水问题无法得到及时发现和妥善解决，导致渗漏问题日益严重。

（四）缺乏完善的防渗管理体系

对于任何工程来说，完善的管理体系都是尤为重要的。管理水平不仅关乎着工程的进度和质量，而且还会对工程的合理性造成巨大影响。而在部分水利工程堤防施工过程中，由于管理体系的不完善，管理人员缺乏技

术支撑，甚至部分参建单位为了提高防渗工程的进度，采取不符合防渗需求的施工手段，导致工程质量无法得到有效保障。

（五）渗漏位置

1. 坝基渗漏

坝基渗漏就是水沿着坝基渗漏。传统的土石坝对于地基的要求不高，而地基的防渗处理直接影响着土石坝的安全。有些水库地基为透水岩土带，例如：胶结不好的砂砾石层、岩浆岩、玄武岩、石灰岩等，这些地质都会造成地基出现渗水，进而影响坝基出现渗水，危及整个水库的正常使用。这都是在建设水库过程中，没有进行合理的地质勘探或者发现后没有进行有效的解决措施，水库使用时间一长就会出现坝基严重渗水，坝基渗水在以前的水利工程建设中是常见的问题，基于此，要重视对水库地基的勘探工作，发现问题要及时解决，确保水库的正常使用以及整体质量，保护人们的财产安全。

2. 坝体渗漏

坝体渗漏就是水库内部水通过大坝流出水库造成水量流失。传统的大坝都是用施工用土建设的，都知道涂料本身就有很强的渗水性，如果涂料坝体建设不合规范，在高水位的浸泡下，坝体的渗透点就会增大，不及时处理就会出现滑坡、坍塌的情况，涂料挤压而成的坝体缺乏安全性与稳定性，通常都会形成以下的过程：浸泡—湿润—出现渗透点—扩大渗透面积—流土—滑坡—坍塌。因此，要改变坝体的建筑材料，不要使用渗水性强的涂料。

3. 闸体渗漏

闸体渗漏有以下几点原因：闸门出现破损、闸门周边出现渗漏、闸门因沉降不均匀出现变形等。我国早期建设水库大坝工程，出现漏水的位置多数都是闸门。造成这一原因的首先是对闸门周边土质没有做好防渗施工，其次是没有对水库闸门定期维护或者是闸门质量不符合标准，最后是闸门沉降不均匀，导致闸门变形，进而出现水土流失的情况。

三、水利工程中水库堤坝防渗施工技术及其防治方法

（一）高压喷射注浆技术

土坝防渗采用高压喷射注浆法的优点：成本较低、工程量少、易于施工。采用高压喷射注浆法不会危害周边的建筑，无须花费周边建筑的治理费用，操作方便、简洁。但对施工人员要求较严格，需要施工人员有精湛的高喷技术，能够精准调控高压喷射量与速度，能根据实际施工现状选择合适的喷射速度，并能熟练地提升速度。调控注意事项：不能随意提升速度，必须根据实际情况，规范提升速度。底层基岩施工时，必须缓慢提升；对砂土层施工，要快速提升；当土坝施工部位出现孔内返浆时，必须放缓提升速度。选择采取高压喷射注浆技术，必须进行高压喷射实验，选取合适的高压喷射压力与直径，制定科学合理的施工方案。

（二）防渗墙施工技术

（1）利用多头深层搅拌机设备对堤防工程进行防渗处理。该设备主要是将多钻头钻入到土中并且注入水泥，让水泥和土壤结合形成水泥桩，在多次施工后形成防渗墙。该技术对环境要求较高，只能应用在具有黏土和淤泥的河流区域中。（2）链斗式开槽机。该设备能够利用链斗式防渗墙进行堤防防渗。首先利用排桩进行取土并探测墙深，同时根据墙深来放置排桩，在放置后利用开槽设备挖掘沟槽，然后用水泥对排桩外壁进行防护。（3）锯槽机。锯槽机的原理主要是利用了内置的刀杆对地层展开反复切割。在完成切割后，利用内置排渣器把渣土运输出去，使用泥浆对外部进行防护，用泥浆塑造锯槽防渗墙以完善其外观。（4）薄型抓斗。主要应用在黏土和沙土含量较为丰富的地区。在施工过程中，利用薄型抓斗来简单处理防渗墙，再利用塑性混凝土进行浇筑，而塑性混凝土的防渗性非常强，施工结束后会自动形成防渗墙。

（三）砌石防渗漏施工工艺分析

在水利工程渠道施工建设的过程中，很多施工单位还会采用砌石防渗漏施工工艺。该工艺主要应用于砌石块、浆砌石块等物料来铺设水渠表层，通过砌石可起到较好的水渠加固作用，可显著提升水利工程水渠的稳定性，减少水渠的渗漏概率。和上述水渠施工工艺对比，砌石防渗漏施工工艺可直接从施工现场获取施工物料，可有效减少水利工程项目建设花费。同时，干砌石防渗漏施工技术非常适合应用于气候比较寒冷的区域，该技术具有显著的防冻优势，还可以起到节约水资源的效果。但是结合大量的水利工程施工案例分析，砌石防渗漏施工工艺也存在一定的应用缺陷。在实际的水利渠道工程施工中，由于砌石部分的整体厚度较大，需要使用大量的物料。同时应用该施工工艺难以应用大型施工机械设备。面对当下日益增加的人力资源成本，应用该工艺进行施工时需要雇佣大量的劳务人员，由此增加了施工单位的人力资源成本费用。除此之外，如果施工现场的石材数量不足，施工方还需要额外采购石材。为进一步提升砌石防渗漏施工工艺应用效果，施工单位可在施工中应用沥青材料和薄膜材料用于防渗，以此来有效提升水渠的防渗能力和抗变形能力。目前以上两种材料已经被广泛应用于水利工程水渠施工中。

（四）梯形渠道防渗施工工艺

在水利工程渠道施工中，高填方梯形渠道属于非常常见的一类水利渠道。这类水利渠道在开展防渗施工的过程中，施工作业人员需要采用混凝土衬砌施工工艺对渠道边坡进行优化。具体施工技术如下：1）施工作业人员需要针对水利渠道基层位置做好淤泥和杂质清理工作；2）施工单位可借助黏土材料对渠道基层部分进行夯实作业；3）施工方可在防渗膜表层区域铺设一层混凝土材料。针对渠道衬砌施工角落部分亦可以用混凝土材料进行施工。应用以上施工技术进行施工可有效提升

梯形渠道的防渗能力。施工技术人员通过铺设土工膜可有效防止渠道中水分渗透,减少渠道渗水概率。另外,应用该施工技术可有效预防冬季水利设备冻胀,进一步提升水利工程施工质量。针对梯形渠道进行施工作业的过程中,施工人员需要严格根据施工流程做好垫层部分施工工作。由于梯形渠道施工作业中会应用大量的黏土材料,为避免黏土中杂质对土工膜质量产生影响,施工前施工人员要清理黏土材料中的垃圾以及杂质。

(五) 高聚物注浆材料防渗加固机理

通过对现场施工的分析,发现灌浆压力不断增加,聚合物浆液沿灌浆孔壁向下延伸,并与劈裂土垂直并进入到泥浆中,并进一步发展成片状楔形,即聚合物灌浆材料在土壤中产生片状劈裂,这与传统灌浆材料的扩散模式有所不同。一般情况下,由于浆脉的延伸长度是对称的,在不均匀的情况下,出现了不同的问题。地层砂土的粒度较低,泥浆扩散的具体方法是采用劈裂的方法,既考虑了渗透性,又考虑了压密扩散;砂砾岩中存在大量的孔隙,能够达到渗透、扩散的目的,在注浆孔附近的砾石胶结后,形成了一种球状注浆体。在粗粒土进行聚合物灌浆时,聚合物材料渗透、扩散、填充了粗颗粒土的孔隙使其致密,从而实现了土体的防渗加固。另外,结合有限体积法和液体体积法,对泥浆进行连续施压,使得泥浆分布更为集中,并与周围土壤发生相互作用,从而增强了泥浆的密实性;在单位时间内,泥浆的膨胀速率增大,并向更远处扩张,相应的容积和密度也有很大的改变;浆料的凝固时间对其流动充填面积有直接影响。因此,提注速率比聚合物凝胶速率高,可以形成由下至上的连续体系,从而达到充模的目的。

(六) 控制接缝的质量

在使用复合土工膜的过程中,应对施工过程中的各项工作进行质量检查,并对漏焊、虚焊等进行及时补焊。焊接现场检查:焊缝的检查,应先进行目测,检查焊口必须平整、无褶皱、无焊渣、无气泡漏点、焊缝泡点等。在观察结果明确的情况下,进行二次测试。①进行气体探伤,采用焊枪焊接焊缝两端,通过气缸将气针插入孔口,探测距离为5~15m,按照试验要求,压力为0.16~0.2MPa,充气完毕后,必须保持60s。在充气时,会出现气体外泄的现象,所以,必须将胶泥塞入针孔,若无气体泄漏,则表示焊接工艺满足规范要求。②进行充水实验,采用焊枪焊接焊缝两端,为了方便观察,可以在水里加入红色的颜料,用气管将气针固定在焊接孔内,然后按规定要求进行压力调节,进行充气1min,确保焊接位置符合规范。

(七) 膜料防渗透技术

膜料防渗透技术是利用不渗透膜材料作为防护层,降低水利水电工程漏水概率,防渗效果显著,渗透率可降低90%~95%。膜料防渗透技术具有成本低、施工简单、工程量小、运输方便及材料轻便等特点,在我国南方、北方地区得到了广泛应用,对材料、气候及气温等

无严格限制。然而,膜料防渗透技术存在与土壤黏附性差、边坡稳定性差、易老化及抗穿刺能力差等缺陷。为了保证工程质量,先要对沟渠进行除草,再将整个膜材料加工成大型膜,从下游进行铺装。在铺装时,应尽可能减小膜料折痕,以保证沟槽基础平整,从而达到有效的防渗漏效果。为了确保膜料防渗效果,应选用安全性高、稳定性好的膜料,并严格按工程实际要求在基坑截面上铺膜材料,而且要按照水利工程施工计划,确定覆盖层的覆盖区域,保证覆盖层覆盖范围为1.1~1.45m,如果出现问题,应立即进行修复。

四、水利工程堤防防渗施工的优化策略

(一) 做好技术应用与施工管理

进行堤防防渗施工作业期间,要求施工作业单位必须结合堤防防渗技术应用与管理具体要求,展开施工。在应用防渗施工技术之前,需要做好水利工程项目全方面了解工作,并结合现有堤防防渗工艺实践要求,进一步完善施工管理机制,有助于更加明确管理内容及组成要素,可以与技术部门、管理部门进行沟通和交流,针对现阶段水利工程建设发展要求进行分析与讨论,探索新时期背景下堤防防渗施工工艺,依据水利工程环境特点选择最恰当的堤防防渗施工技术。

(二) 加强质量与风险防范

第一,在施工环节,需要全方位检测堤防防渗施工工艺的落实情况以及施工质量效果,并结合检测结果进行评估,做到全面掌握水利工程作业情况。最重要的是需要依据水利工程建设质量要求,进一步调节堤防防渗效果。与此同时,水利工程施工单位还需以风险预防战略思想为导向,智能分析与检测水利工程内部环境防渗功能主体表现,通过构建更加智能的监控服务中心,分析各项安全风险隐患位置,进而提高防渗处理体系的规范性和标准性。第二,基于预防战略思想引导,通过提高战略统筹分析的综合性,全面审核评估水利工程地方防渗处理经验,确保呈现更加显著的水利工程防渗处理效果,切实发挥水利工程堤防防渗施工工艺的控制优势。

结束语

随着我国水利工程建设规模的扩大,进一步加强水利工程堤防的施工技术和质量日趋重要。因此,参见单位必须要重视防渗施工的重要性,并且采用合理的方法提高堤防工程的防渗透能力,以确保水利工程在面对洪涝灾害时能够有效发挥作用,避免发生灾害,对周边居民造成影响。

参考文献

- [1] 庞兴业. 灌浆技术在农业水利工程堤坝防渗施工中的应用[J]. 科学与财富, 2021, 13(32): 39-40.
- [2] 鲁东. 浅谈水利工程中水库堤坝防渗施工技术及其防治方法[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(14): 1419.
- [3] 徐磊. 探析水利工程渠道维护与管理措施[J]. 城市建筑, 2019, 16(30): 191-1932.