

水库防渗处理施工技术与管理

刘琪

新疆北方建设集团有限公司 新疆 奎屯 833200

【摘要】：水库作为水利工程的关键基础构造，肩负着防洪、灌溉、供水以及发电等多样职能，其运转安全性切实关联到周边群众生命财产安稳与区域经济社会秩序。渗漏作为水库运转中的常见弊病，不光会形成水资源损耗，还可能催生坝体渗透形变、边坡失稳等安全隐患，严峻之际甚至造成水库溃坝事端。鉴于此，本文融合实际施工阅历，深刻剖析水库防渗处置的核心施工工艺，涵盖黏土防渗、土工合成材料防渗、混凝土防渗等常用工艺的运用要点，同时从施工筹备、流程把控、后期验收以及养护等环节，探究针对性的质量管控办法，为水库防渗工程施工给予实操性参照，维护水库长久平稳运转。

【关键词】：水库工程；防渗处置；施工工艺；质量管控

DOI:10.12417/3083-5526.25.04.006

引言

我国水库数目繁多，多数水库建成时间久远，受当时施工技术、材料品质以及设计规范等因素制约，部分水库存有不同程度的渗漏状况。随着使用时长增加，渗漏弊病逐步加重，不光影响水库蓄水效能，还对坝体结构安全构成严峻胁迫。水库防渗处置是水利工程维修改造与新建工程的关键节点，其施工品质直接决定防渗成效与水库使用期限^[1]。当下，水库防渗施工工艺种类繁杂，不同技艺适用于不同地质条件与工程需要，若技艺选用不当或施工管控欠缺，极易造成防渗工程失效。所以，深刻研究水库防渗处置施工工艺，强化全流程质量管控，舍弃泛泛而谈的施工范式，结合工程实际优化工艺细节，对提升水库防渗能力、维护工程安全运转具备重要现实价值。

1 水库渗漏的主要类别及危害

1.1 主要渗漏类别

水库渗漏按发生方位可分成坝体渗漏、坝基渗漏与绕坝渗漏三类。坝体渗漏多因坝体材料压实不够、存有裂缝或孔洞，致使水体沿坝体内部孔隙渗透，常见于土坝、堆石坝等柔性坝体构造；坝基渗漏是水体通过坝基岩土体的孔隙、裂隙渗透，主要源于坝基处置不彻底、岩土体渗透性强，倘若坝基存在砂砾石层或断层破碎带，渗漏问题会更为显著；绕坝渗漏则是水体绕过坝体两端岸坡，通过岸坡岩土体渗透，多发生在岸坡岩石风化剧烈、节理发育的区域，易引发岸坡坍塌^[2]。

1.2 主要危害

渗漏于水库而言的危害呈现渐进属性与隐蔽特征，初期阶段容易为人员所忽略，后期状况则可能产生严重不良后果。从一个方面来看，水资源出现严重浪费情形，致使水库蓄存水体的能力产生下降，难以达成灌溉作业、供水服务等方面的需求指标，特别是在水资源匮乏区域范围之内，会使得水资源供给与需求之间的矛盾状态有所加剧；从另一个方面来讲，长时期的渗漏现象会携走坝体结构以及坝基部位当中的细颗粒物成分，造成坝体内部形成空洞结构、坝基区域出现淘刷问题，

进而引发渗透变形状况，导致坝体产生沉降现象、裂缝规模有所扩大，甚至会出现管涌现象、流土情况等危险征兆，对坝体结构的安全状态构成威胁^[3]。

2 水库防渗处理核心施工技术

2.1 黏土防渗施工技术

黏土防渗方式依托材料获取途径广泛、成本支出处于较低水平、施工操作流程简便等方面的优势条件，在中小型规模的水库防渗工程项目之中得到广泛应用实践，主要适用于土坝坝体结构的防渗作业、坝基浅部区域的防渗处理以及库区范围的防渗铺盖施工任务。在开展施工操作之前，需要针对黏土原料实施筛选工序，优先选取塑性指数处于适中状态、黏粒成分含量较高、渗透性能较低的黏土材料，剔除其中包含的石块颗粒、杂草杂物等杂质成分，同时对黏土材料的含水率指标进行检测验证，保障其符合压实作业的相关要求^[4]。

黏土防渗施工工艺的核心要点在于实施分层压实操作，进行施工操作时需要按照设计规划的厚度标准实施黏土材料的分层铺筑作业，每层铺筑作业的厚度控制在 20—30 厘米范围之内，完成铺筑作业之后采用蛙式打夯机械设备、压路机械装置等设备工具实施压实操作，压实厚度需要达到设计规定的标准要求（一般情况下不低于 95% 的比例）。针对坝体结构出现裂缝渗漏的问题，可采用黏土充填施工方法进行处理作业，首先需要将裂缝区域开挖形成梯形结构的断面形态，清除断面范围内的杂物成分与浮土物质，之后实施黏土材料的分层填入操作与压实作业，保障黏土材料与裂缝壁面实现紧密结合状态，阻断渗漏问题的通道路径。若将黏土防渗技术应用于库区范围的防渗铺盖作业，需要首先对库区基底实施平整处理操作，清除其中存在的尖锐杂物成分，之后进行黏土防渗层的铺筑作业，在边缘部位与坝体结构、岸坡区域的衔接位置需要实施重点压实操作，避免出现衔接缝隙问题。

2.2 土工合成材料防渗施工技术

土工合成材料品类（主要涵盖土工膜材料、土工布材料）

具备防渗性能良好、材料重量较轻、施工作业效率较高、环境适应能力较强等方面的特点属性,适用于各类规格的水库防渗工程项目,特别是在坝体结构加固作业、库区范围防渗处理以及复杂地质条件环境下的防渗处理工作中展现出显著优势特征。在这一技术体系当中,土工膜材料是核心的防渗功能材料,实际应用较为广泛的包括高密度聚乙烯(HDPE)材质的土工膜材料、复合结构的土工膜材料等类型,进行施工操作时需要结合工程项目的实际需求选用适宜厚度尺寸与规格标准的材料品类。

2.3 混凝土防渗施工工艺

防渗墙施工大多采用冲击钻成槽方法或者抓斗成槽方法,施工之时先依照设计轴线开展槽孔的开挖工作,槽孔开挖进程中需做好泥浆护壁举措,防止槽壁发生坍塌现象,泥浆的浓度要依据地质条件加以调整,以保证护壁效果的达成。槽孔开挖完毕之后,清除槽底的沉渣物质,接着进行混凝土的浇筑作业以形成防渗墙,混凝土需选用防渗等级较高和易性较好的品种,浇筑过程中运用导管方法进行连续浇筑,避免断桩、蜂窝、麻面等质量缺陷问题的产生。防渗面板施工主要应用于混凝土坝、堆石坝的坝面防渗工程,施工之前需对坝面基层进行处理操作,确保基层达到平整、压实状态,面板浇筑按照分块方式实施,块体之间设置伸缩缝结构,伸缩缝内部填充止水材料(例如止水带、沥青杉木板等),以防止渗漏情况的出现。

2.4 灌浆防渗施工技术

灌浆防渗技术通过向岩土体的孔隙、裂隙空间注入浆液材料,浆液凝固之后对岩土体进行胶结作用,形成整体的防渗层结构,适用于坝基、岸坡以及坝体裂缝的防渗处理工作,尤其对于隐蔽性渗漏通道的处理效果十分显著。依据浆液的类型划分,可分为水泥灌浆、化学灌浆、水泥-化学复合灌浆等种类,水泥灌浆具有成本较低、环保性能较好的特点,适用于裂隙较大的岩土体;化学灌浆具备渗透性较强、胶结强度较高的特性,适用于细微裂隙或者特殊地质条件的情况,但成本相对较高,需要对适用范围进行控制。

灌浆施工之前需开展地质勘察工作,明确渗漏通道的位置、尺寸大小以及岩土体的渗透性能,以此为依据确定灌浆孔的布置方案、孔径大小、孔深参数以及灌浆相关参数。钻孔施工需要保证孔位的准确性、孔壁的垂直性,避免因钻孔偏斜而导致灌浆范围出现偏差问题。灌浆过程中需遵循“由稀到浓、逐级加压、分段灌浆”的原则要求,根据灌浆压力和吸浆量的情况调整浆液的浓度,确保浆液能够充分填充渗透通道空间。灌浆作业完成之后需进行封孔处理操作,防止二次渗漏情况的发生,同时对灌浆效果进行检测工作,通过压水试验的方式检查防渗能力状况,若未达到设计标准要求,则需进行补孔复灌作业。

3 水库防渗工程质量管控办法

3.1 施工前质量管控事宜

施工之前的质量管控活动为保障防渗工程质量的根基,应从技术筹备事务、材料管控事项、人员设备管理工作三个层面落实。技术筹备时期,要安排施工技术人员熟知设计图纸内容、施工规范要求以及地质勘察报告资料,结合工程实际状况编制细致的施工方案文本,明确施工工艺环节、质量标准体系以及安全措施内容,同时开展技术交底工作,保证施工人员掌握核心工艺要点与质量控制要求细则。针对复杂地质条件环境下的防渗工程项目,要预先实施现场试验操作,优化施工参数设置,规避盲目施工行为。

材料管控作为质量管控的关键环节节点,全部进场材料必须具备出厂合格证文件、检测报告资料,进场以后应按规定开展抽样复检程序,不合格材料坚决禁止使用。黏土材料需要检测塑性指数指标、含水率数值、压实度标准等;土工合成材料需检测厚度尺寸、强度参数、防渗性能指标等;水泥产品、砂石材料等混凝土原料要检测强度等级、含泥量比例、级配情况等,保障材料质量契合设计要求标准。人员设备管理范畴,需配备专业的施工人员团队与技术管理人员队伍,施工人员须经培训合格之后方可上岗作业;施工设备要预先检修调试,保障设备性能稳定状态,满足施工需求条件,尤其对于焊接机设备、灌浆机装置、压实设备机械等核心设备,需定期维护保养,防止因设备故障问题影响施工质量水平。

3.2 施工过程质量管控进程

施工过程阶段为质量管控的核心时期,需针对不同施工技术的特征属性,强化关键工序的质量控制力度,做好施工记录文档,及时发现并整改质量隐患问题。黏土防渗施工环节,重点控制分层铺筑厚度指标与压实度标准,每层压实操作之后需进行抽样检测程序,压实度不达标部位要重新铺筑压实处理;裂缝处理作业时,须严格控制裂缝开挖尺寸规格与黏土充填质量效果,保障衔接紧密程度。

土工合成材料施工流程,基底处理必须达标合格,避免尖锐杂物造成土工膜损坏后果;搭接焊接质量为控制重点内容,焊接完成之后需逐段检测操作,对虚焊问题、漏焊部位及时补焊处理;保护层覆盖工作需及时开展,防止土工膜受到外力损伤影响。混凝土防渗施工过程中,防渗墙槽孔开挖要控制垂直度偏差与槽底沉渣厚度数值,混凝土浇筑作业需保证连续性状态,防止出现质量缺陷问题;伸缩缝止水材料安装必须准确无误,保障密封效果状态;灌浆施工作业中,须严格控制灌浆参数设置,做好灌浆记录文档,每孔灌浆完成之后及时检测操作,保障灌浆效果水平。施工记录必须完整、精准,涵盖材料检测报告、施工参数记录、质量检测成果等内容,给后期的验收与养护工作提供依据支撑。

3.3 施工之后的质量管控事宜

施工之后的质量管控工作主要包含工程验收和后期养护两个部分内容。工程验收需要严格依照设计标准和施工规范来施行，分阶段开展分项工程验收、分部工程验收以及单位工程竣工验收工作。验收之时要核查施工记录、材料检测报告、质量检测结果等相关资料，同时开展现场抽样检测工作，例如土工膜焊缝密封性检测、混凝土强度检测、灌浆效果压水试验等，验收达到合格要求之后才可以投入使用环节；针对验收过程中发现的质量问题，需要明确整改责任主体和整改时间期限，整改工作完成之后重新组织验收程序。

后期养护作为保障防渗工程长期稳定运行的重要手段和措施。投入运行状态之后，需要定期对水库防渗设施进行巡查工作，重点检查防渗层是否存在破损情况、裂缝现象、渗漏问题等，特别是在暴雨、洪水等恶劣天气状况之后，需要加大巡查的频率次数。对于发现的破损部位地方，及时采取修补手段措施，比如土工膜出现破损可以运用补丁焊接方法进行修补操

作，混凝土产生裂缝能够采用灌浆方法或者密封材料进行修补处理^[5]。

4 结语

水库防渗处理施工技术和质量管控工作直接关联到水库工程的安全运行状态和使用效益情况，需要结合工程地质条件、使用需求状况以及经济成本等因素，选用合适恰当的防渗施工技术，摒弃那种泛泛而谈的施工方式模式，强化工艺细节方面的管控工作。在施工过程期间，需要落实全流程质量管控措施内容，从施工之前的准备工作、施工过程中的控制环节到施工之后的验收养护阶段，层层进行把关工作，及时排查并整改质量隐患问题，确保防渗工程达到设计预期效果。在未来发展进程中，随着施工技术的不断创新变革，需要进一步优化水库防渗施工工艺内容，完善质量管控体系架构，提升水库防渗工程的可靠性和耐久性水平，为水利工程的安全稳定运行提供有力的保障支持。

参考文献：

- [1] 刘登锋.基于高压喷射灌浆技术的水库工程大坝防渗漏施工工艺处理方法研究[J].水利科技与经济,2025,31(07):154-158.
- [2] 王梅.燃灯寺水库大体积混凝土浇筑施工缝处理技术研究[J].治淮,2025,(02):53-54+61.
- [3] 郭腾,杨霞.洋泉水库大坝混凝土防渗墙施工坝顶产生裂缝原因分析及处理措施[J].湖南水利水电,2024,(05):8-11.
- [4] 王通.多头搅钻头分散型喷浆技术在联合水库防渗处理工程中的应用[J].西部探矿工程,2024,36(04):10-14.
- [5] 杨月凤.桂林抽水蓄能电站上水库全库盆防渗施工导流设计[J].红水河,2023,42(04):16-19+24.