

# 抽水蓄能电站上水库防渗结构施工技术实践

罗君锋

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710086

**【摘要】**：防渗结构是抽水蓄能电站上水库安全运行的核心保障，直接关系到电站稳定性与水资源利用效率。本文结合工程实践，分析了上水库防渗结构施工中存在的核心问题，包括防渗材料性能不达标、适配性不足，施工工艺不合理，以及施工全过程质量管控缺失。针对上述问题，从适配性防渗材料选型与质量管控、施工工艺优化、全流程质量管控体系构建三个方面，提出针对性解决对策，并结合具体工程实例验证对策可行性。实践表明，所提对策可有效化解防渗隐患，提升防渗结构稳定性与耐久性，为同类抽水蓄能电站上水库防渗施工提供技术参考。

**【关键词】**：抽水蓄能电站；上水库；防渗结构；施工技术；质量管控

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.034

## 引言

抽水蓄能电站作为新型电力系统调节的核心枢纽，在削峰填谷、储能保供中发挥着不可替代的作用，而上水库作为蓄水储能的关键载体，其防渗结构的可靠性直接关系到电站整体运行安全。上水库常面临复杂地质条件、频繁水位波动及恶劣户外环境的双重考验，防渗失效易引发库水渗漏、坝体失稳等重大工程隐患，严重影响电站使用寿命与运行效益。因此，防渗结构施工是抽水蓄能电站上水库建设的重中之重。本文结合工程实践，系统分析当前上水库防渗结构施工中存在的突出问题，针对性提出解决对策，为同类工程防渗施工提供技术参考，保障抽水蓄能电站安全稳定运行。

## 1 抽水蓄能电站上水库防渗结构施工现存问题

### 1.1 防渗材料性能不达标及适配性不足问题

抽水蓄能电站上水库防渗结构施工阶段，防渗材料性能与工况适配度不足已成为较为突出的工程问题，直接影响防渗体系整体稳定与长期服役状态。部分防渗主材关键指标未达到工程设计规范，土工膜在出厂状态下已可能存在微观缺陷，加之室外紫外线与水环境长期侵蚀，易发生脆化开裂，难以持续承受水压力<sup>[1]</sup>。沥青混凝土受拌合配比影响明显，低温环境易出现脆性破损，高温条件下易发生变形流失，致使防渗效能下降。材料选用与库区复杂地质及运行条件匹配性较差，裂隙发育岩基区域铺设土工膜易因界面贴合不足形成接触渗漏通道，高渗透性土基区域采用单一水泥土材料难以有效阻断孔隙渗流，部分材料无法适应库区水位频繁升降，在往复荷载作用下易产生结构疲劳损伤，进而增大防渗体系出现渗漏的可能性。

### 1.2 施工工艺不合理导致防渗效果不佳问题

抽水蓄能电站上水库防渗结构施工中工艺实施偏差可直接造成防渗成效未达预期，多环节作业标准把控不严与工序衔

接配合欠佳均为主要表现形式。防渗层铺设阶段沥青混凝土浇筑温度管控失当，未结合现场环境调整拌合碾压参数易形成裂缝孔隙类缺陷并构成连续渗流路径，土工膜敷设时接口焊接作业不规范，结合部位熔合程度不足易受水位变动与基础变位影响出现分离开裂。帷幕灌浆作业中钻孔成孔深度未满足设计指标，浆液配制与注浆压力管控失衡致使固结体密实程度偏低难以封堵基岩裂隙与土体孔隙，各结构层过渡处理工艺欠缺，垫层整理不到位造成防渗构造与基底贴合间隙，引发界面渗流问题降低整体防渗能力，难以保障水库长期蓄水工况下的防渗需求。

### 1.3 施工过程质量控制缺失引发的防渗隐患问题

施工过程质量控制缺失会直接引发上水库防渗结构的多重防渗隐患，具体体现在施工各环节的管控疏漏上。防渗材料铺设阶段，若过程管控不到位，土工膜铺设时易产生褶皱或张拉不均，从而在防渗层中形成薄弱环节；防渗层浇筑过程中，若振捣作业管控不严，会导致混凝土密实度不足，内部产生蜂窝、麻面及裂缝等缺陷，此类缺陷成为渗水主要通道，降低防渗结构整体防渗性能，无法有效阻断渗水通道。施工衔接环节的质量控制缺失，会导致不同防渗工序之间衔接不紧密，出现施工缝处理不规范、界面结合不牢固等问题，进一步加剧防渗隐患，影响上水库防渗结构的稳定性和耐久性，无法满足抽水蓄能电站上水库长期运行的防渗要求。

## 2 抽水蓄能电站上水库防渗结构施工问题解决对策

### 2.1 适配性防渗材料的选型与质量管控措施

适配性防渗材料的选型需紧密结合抽水蓄能电站上水库的地质条件、水文环境及防渗等级要求，优先选用抗渗性强、抗冻融、抗老化且与坝体及基岩贴合性良好的材料，针对岩基库区可选用改性沥青防渗膜、水泥基渗透结晶型涂料，针对土

基库区则适配膨润土防水毯与复合土工膜组合材料,同时兼顾材料的施工便捷性与经济性,避免因材料与工况不匹配导致防渗失效<sup>[2]</sup>。质量管控需贯穿材料采购、进场、存储及施工全过程,采购阶段严格核查供应商资质及材料检测报告,进场时对每批次材料进行抽样检测,重点检测抗渗系数、拉伸强度等核心指标,存储过程中做好防潮、防晒、防破损措施,避免材料性能衰减,施工环节严格控制材料铺设厚度、搭接宽度及粘接质量,确保材料铺设平整、牢固,从源头杜绝因材料质量问题引发的防渗隐患(见图1)。

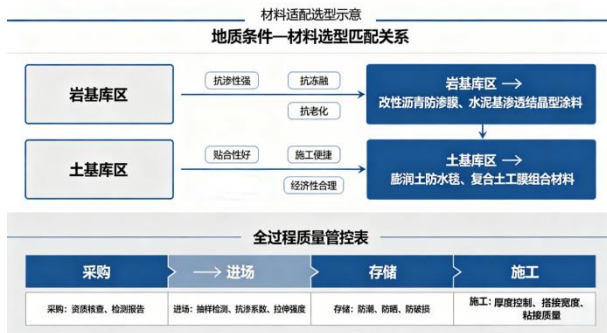


图1 材料适配选型与全过程质量管控图

## 2.2 优化防渗结构施工工艺的具体实施方法

在优化防渗结构施工工艺方面,结合具体的工程实践数据,首先对面板混凝土的配合比进行了深度优化。以浙江天台抽水蓄能电站为例,通过在混凝土中采用“VF防裂剂+玄武岩纤维”双掺技术,形成了微膨胀补偿收缩与纤维拉结增韧的双重防护体系,成功将混凝土的极限拉伸值提升约38.5%,绝热温升降低约10℃,从而显著减少了温度裂缝的产生。其次,在接缝止水工艺上采取了精细化管控措施,借鉴尚义电站的施工经验,对长达21公里的接缝止水采用“三点定位、二次退火”新工艺进行焊接,有效消除了铜止水的金属应力,确保了焊缝质量以抵御高水压。针对库底与岸坡结合部这一防渗薄弱

## 参考文献:

- [1] 赖标,黄涛.平江抽水蓄能电站上水库大坝右岸防渗墙施工平台施工技术[J].人民黄河,2023,45(S1):168-169.
- [2] 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.
- [3] 赵泓宇,吴海民,束一鸣,等.抽水蓄能电站上水库防渗土工膜弹性变形性能试验研究[J].岩土工程学报,2025,47(11):2431-2440.

环节,则参照句容电站模式,在沥青混凝土面板底部设置混凝土连接板与土工膜进行过渡衔接,通过科学的接头设计解决了不同材料因变形协调差异导致的渗漏隐患。

## 2.3 施工全过程质量管控体系构建与落实

抽水蓄能电站上水库防渗结构施工全周期质量管控体系搭建与落地,需结合防渗作业自身特点与复杂工况,形成包含前期筹备、现场实施、竣工核验的完整管控模式,明确各阶段管控要求、职责划分与实施路径。管控体系可结合不同防渗构造形式制定专项管控方案,前期筹备阶段重点开展主材性能核验,对防渗面板混凝土、沥青拌合料、止水构件等专项抽检,保障主材指标符合设计标准,同步完成设备调试、方案交底与人员技能培训,夯实施工前期基础<sup>[3]</sup>。现场实施阶段推行全过程动态管控,对防渗层布设厚度、接缝处理、压实指标、止水结构安装等关键工序全程旁站监管,借助专业检测装置实时监测施工参数,及时修正作业偏差,规避各类质量隐患;竣工核验阶段依照相关标准开展全方位检测,系统核验防渗构造完整性与防渗能力,核验达标后方可推进后续工序,保障管控体系有效运行,为防渗构造施工质量提供可靠支撑。

## 3 结语

抽水蓄能电站上水库防渗结构的施工质量,直接决定电站长期安全稳定运行及水资源利用效率,是工程建设的核心关键环节。本文针对施工中存在的防渗材料适配性不足、施工工艺不规范、质量管控缺失等突出问题,提出了材料选型适配化、施工工艺精细化、质量管控全流程的针对性解决对策,并结合工程实践验证了对策的可行性与有效性。实践表明,只有严格把控材料质量、优化施工工艺、构建闭环管控体系,才能有效化解防渗隐患,提升防渗结构的稳定性与耐久性。未来需结合工程实际持续优化技术方案,推动抽水蓄能电站防渗施工技术向更高效、更可靠、更经济的方向发展,为同类工程提供参考与借鉴。