

抽水蓄能电站混凝土面板表层止水聚氟施工质量控制

李耀东

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

摘要：水库大坝在蓄水期间面板混凝土在水压力、外界温度条件变化时会发生沉降或伸缩，在混凝土面板接缝和裂缝处形成库水渗漏通道，渗漏会导致坝体内部扬压力升高，影响结构稳定性和耐久性，聚氟材料可以形成连续弹性密封层，有效阻断水流渗透，避免库水流失和坝体内部侵蚀，弹性聚氟材料可随接缝变形而不开裂，避免刚性止水材料的失效问题且具耐紫外线、耐酸碱、耐冻融，可长期抵御气候、水质及微生物腐蚀，延长面板使用寿命，在实际施工中也存在聚氟材料粘结不牢、喷涂厚度不均、止水结构密封不严等问题。为此，需通过加强施工前准备、严格缝面处理、规范材料施工操作、强化过程质量检查及做好成品保护等措施，提升施工质量控制水平确保电站长期稳定运行。

关键词：抽水蓄能；电站混凝土；面板表层止水；聚氟施工；质量控制

引言：在抽水蓄能电站工程中，混凝土面板表层止水聚氟施工是防止渗漏的关键环节。聚氟材料凭借优异的耐候性、化学稳定性和密封性能，成为止水结构的核心材料。然而，施工质量若不达标，易引发渗漏风险，威胁电站安全运行，缩短设施寿命，甚至对周边环境造成影响。因此，深入分析施工中的质量问题，建立科学的质量控制体系，对保障抽水蓄能电站的功能性、安全性和经济性具有重要现实意义。

1 抽水蓄能电站混凝土面板表层止水聚氟施工的重要性

1.1 保障电站安全运行

抽水蓄能电站运行过程中，混凝土面板长期承受水位波动、水压变化及温度应力，极易出现裂缝引发渗漏。聚氟材料作为表层止水关键材料，其优异的耐水性和密封性，能够有效阻断渗水通道，避免因渗漏导致面板结构强度下降、基础淘刷等问题。一旦止水失效，渗漏可能引发面板裂缝扩展、坝体内部孔隙水压力失衡，甚至造成坝体失稳等严重安全事故。因此，高质量的聚氟施工可形成可靠的止水屏障，确保电站在复杂工况下稳定运行，避免因渗漏威胁电站人员、设备安全及电网供电稳定性。

1.2 延长电站使用寿命

混凝土面板在水、空气及温度变化等因素作用下，易发生碳化、冻融破坏和化学侵蚀，缩短电站使用寿命。聚氟材料具备卓越的化学稳定性与耐候性，可在面板表层形成致密防护层，隔绝外界侵蚀介质与混凝土接触。通过精准施工确保聚氟材料与面板紧密贴合、无缺陷，能有效延缓混凝土老化进程，减少因材料劣化导致的结构修复与更换频率。此外，聚氟止水层可降低面板

因渗漏引发的冻胀破坏风险，维持面板结构完整性，从根本上延长电站核心设施的服役周期，降低全生命周期运维成本。

1.3 保护生态环境

若抽水蓄能电站混凝土面板止水失效，渗漏的库水可能携带泥沙、污染物进入周边土壤和水体，对区域生态环境造成污染。聚氟施工质量达标可实现高效止水，避免水体无序渗漏对生态系统的破坏。同时，保障电站稳定运行能减少因事故抢修、设备更换产生的废弃物排放及能源消耗。此外，可靠的止水系统可维持库区水位稳定，保护周边湿地、植被等生态环境，避免因水位异常变化导致动植物栖息地破坏，对维护区域生态平衡、促进人与自然和谐共生具有重要意义^[1]。

2 抽水蓄能电站混凝土面板表层止水聚氟施工常见质量问题分析

2.1 聚氟材料粘结不牢

聚氟材料粘结不牢是施工中的常见问题，严重影响止水效果。混凝土面板表面处理不当是主要诱因，若施工前未彻底清除表面浮浆、油污、灰尘等杂质，或未对面板进行粗糙化处理，会导致聚氟材料与混凝土之间无法形成有效粘结。此外，基层含水率过高，施工时水分蒸发产生蒸汽压力，易使粘结层产生气泡、空鼓，削弱粘结强度。从材料角度看，聚氟材料自身表面能低、化学活性弱，与混凝土的相容性较差，若未使用专用粘结剂或粘结剂涂刷不均匀、厚度不足，难以实现牢固粘结。施工过程中，环境温度和湿度控制不当同样会影响粘结效果，如低温环境下粘结剂固化速度慢，高温高湿环境易使粘结剂发生化学反应变质，最终导致聚氟材料与面板脱离，形成渗漏隐患。

2.2 聚氟材料喷涂厚度与温度控制不到位

聚氟材料喷涂厚度不足会降低止水系统的防水性能和耐久性。喷涂厚度不足易出现局部凸起或凹陷,喷涂时反应热导致潮气或空气膨胀,在涂层固化之前,气体顶破涂层泄漏出来,从而形成小针孔。喷涂一次超厚会导致涂料表面出现褶皱、流坠现象,同时,受环境温度变化影响,聚氟材料热胀冷缩明显材料在温度应力作用下发生变形,也会造成涂料表面不平整,形成积水或应力集中区域,加速材料老化和破损。

2.3 止水结构密封不严

止水结构密封不严会使聚氟材料无法形成完整的止水屏障。在止水结构的节点部位,如面板接缝、与周边建筑物连接处,由于结构复杂、施工空间受限,斜面施工难度较大,容易出现密封缺陷,如填缝深度不足、表面不平整、聚脲材料与聚氟材料未能形成有效衔接,存在缝隙,都会降低密封效果。随着电站运行过程中结构的变形,止水结构长期受到拉伸、挤压等应力作用,若密封不严,会加速密封材料的老化、开裂,使止水结构失效,造成库水渗漏,危及电站安全运行^[2]。

3 抽水蓄能电站混凝土面板表层止水聚氟施工质量控制措施

3.1 加强施工前准备工作

(1) 在技术准备层面,施工团队需深入剖析设计图纸与相关规范,结合抽水蓄能电站工程实际,编制详尽的施工方。方案中应明确聚氟材料施工工艺、质量验收标准及操作流程,同时组织技术交底会议,确保全体施工人员明晰各环节操作要点与质量控制细节,避免因技术认知偏差导致施工失误。(2) 材料管控是施工前准备的关键环节。严格把控聚氟材料、粘结剂、等进场质量,仔细核验产品合格证、质量检测报告,对材料规格、物理化学性能进行抽样复检,杜绝不合格材料流入施工现场。建立专用仓库,依据材料存储要求进行分类存放,做好防潮、防晒、防挤压措施,防止材料在存储期间发生变形或性能劣化,为后续施工提供可靠的物质基础。(3) 人员与场地准备同样不容忽视。组建具备丰富止水施工经验与专业技能的施工队伍,定期开展技能培训与考核,强化施工人员质量意识;合理分配人员岗位,明确各岗位职责,建立质量责任追溯制度,确保施工责任落实到人。同时,对混凝土面板基层进行全面检查,确保其强度、平整度符合设计标准,对存在裂缝、凹凸不平问题的部位提前修复、打磨找平;清理施工现场杂物,搭建临时防护设施,完善施工用水、用电及通风照明系统,为施工创造安全、有序、适宜的作业环

境,为高质量施工筑牢根基。

3.2 严格控制缝面处理质量

(1) 彻底清除缝面杂物是基础。采用高压水枪强力冲洗与人工打磨相结合的方式,将混凝土面板缝面的浮浆、油污、灰尘、松散颗粒等杂质全部清理干净。必要时,使用针对性的专用清洗剂进行深度处理,之后用清水反复冲洗并充分晾干,确保缝面洁净无残留,为后续施工创造良好条件。(2) 进行缝面粗糙化处理,以增强聚氟材料与混凝土的粘结力。运用机械打磨,精准控制打磨力度使缝面达到设计要求的粗糙度标准。避免过度打磨破坏面板结构,或打磨不足导致粘结效果不佳,保证粗糙化处理均匀、适度。(3) 严格控制缝面基层含水率。使用高精度湿度检测仪实时监测缝面水分含量,确保其低于规定数值。若含水率超标,及时采用热风烘干、自然晾晒等有效措施降低水分,直至满足施工要求,防止因水分残留产生蒸汽压力,影响聚氟材料粘结效果。(4) 合理选用嵌缝材料并规范施工。根据缝面具体情况,精准匹配嵌缝材料,严格按照设计要求与施工工艺进行嵌填。采用分层嵌填、分层挤压密实的方式,确保嵌缝材料与缝壁紧密粘结、填充密实,无空洞、气泡,为聚氟材料铺设提供坚实可靠的基础,从源头上保障止水施工质量。

3.3 规范聚氟材料施工操作

(1) 严格把控封闭底涂材料规范使用。封闭底涂材料(底涂料)应按要求的配比配制,可采用涂刷、滚涂或刮涂的方法施工,应薄而均匀,无漏涂、无堆积,具体根据现场封孔情况及拉拔强度的测试结果,并根据结果确定大规模施工的施工方案。封闭底涂材料涂刷范围应大于聚氟防冰防渗材料涂层范围。封闭底涂材料涂刷完成后,应采取措施防止灰尘、溶剂、杂物等的污染,若封闭底涂施工后超过24小时未进行后续喷涂,应在聚氟涂层施工前重新拉毛涂刷一道封闭底涂材料,以恢复界面活性并确保层间附着力;如再次超过24小时间隔,应按同样方式依次补涂,确保系统粘结性能不受影响。(2) 严把聚氟材料喷涂质量。喷涂聚氟防冰防渗材料喷涂应选用专用的喷涂设备,专用喷涂设备应具有物料加热、输送、喷射和自清洁功能,喷涂作业应按照现场喷涂试验确定的工艺参数连续喷涂至设计厚度,大面积喷涂施工应按照计划区域的顺序喷涂,喷涂时应按照部分重叠的方式进行喷涂,从而保证涂层的厚度均匀、表面平整,确保厚度满足设计要求。两次喷涂作业面之间的搭接宽度应不小于100mm,搭接部位第一次喷涂厚度不宜大于1mm。如果遭遇到大风和下雨,必须立刻停止施

工,待雨停后,擦/吹/晒干聚氟涂层上的附着物。聚氟涂层涂刷完工后,24小时内尽量不要与水接触,72h内应禁止外力冲击及被水浸泡、淹没。(3)重视复杂节点施工处理。在与混凝土面板压性缝、张性缝、周边缝、阴阳角等特殊部位,采用多道喷涂工艺,确保材料与节点紧密贴合,避免因温度变化导致材料变形、开裂,确保涂料能够形成连续、完整的止水屏障,保障聚氟材料施工质量和止水效果。

3.4 强化施工过程质量检查

(1)构建完善的质量检查制度体系。建立班组自检、施工队复检、项目部终检的三级质量检查制度,明确各层级检查职责与流程。施工班组完成每道工序后,依据质量标准对材料使用、工艺操作、尺寸偏差等进行全面自检,详细记录检查结果,对发现的问题立即整改;施工队在班组自检合格后,重点对隐蔽工程、关键节点施工质量进行复检,运用专业知识与经验排查潜在隐患;项目部质量管理人员进行终检,对施工全过程质量进行严格把控,终检合格后方可进入下一道工序,确保施工质量层层过关。(2)灵活运用先进检测手段。引入红外热像仪、超声波检测仪、涂膜厚度检测仪、电子游标卡尺等设备,对聚氟材料粘结层空鼓、止水结构密封性、厚度等进行检测,快速定位粘结不牢、空鼓、厚度不在等问题区域;超声波检测仪能精准检测止水结构内部缺陷,实现对施工质量的非破坏性、高效检测。同时,结合传统目测、尺量等检查方法,多维度评估施工质量,提高检查的准确性与全面性。(3)建立高效的问题处理机制。对检查中发现的质量问题,及时建立问题台账,详细记录问题类型、位置、严重程度等信息,明确整改责任人、整改措施及整改期限。质量管理人员跟踪整改过程,定期复查整改进度与效果,确保问题彻底解决。定期组织质量分析会议,深入剖析问题产生原因,总结经验教训,制定针对性预防措施,避免同类问题再次发生,持续提升施工过程质量管控水平。

3.5 做好成品保护工作

抽水蓄能电站混凝土面板表层止水聚氟施工成品保护至关重要,关乎整体工程质量与运行安全,需采取以下措施:(1)设置警示与隔离措施。在止水聚氟施工区域周边拉设警戒线,悬挂“成品保护,严禁破坏”等醒目警示牌,提醒施工人员及其他人员注意保护。同时,用围挡将施工区域与后续作业区域隔离开来,防止无关人员和施工设备误入,避免意外碰撞或踩踏对成品造成损伤。(2)做好表面防护。对于易受磨损的部位,如边缘、转角处,可额外包裹一层软质材料,如橡胶防水布、塑料膜增强防护效果。(3)加强施工过程监管。安排专人负责成品保护监督工作,在后续施工过程中,密切关注施工操作对止水聚氟成品的影响。若发现有可能破坏成品的行为,及时制止并纠正。同时,定期对成品进行检查,一旦发现保护措施失效或成品出现损坏,立即采取修复措施,确保止水聚氟的性能不受影响^[1]。

结束语

抽水蓄能电站混凝土面板表层止水聚氟施工质量,直接关系到电站运行安全与生态效益。从施工前准备到成品保护,每个环节都需严格把控,通过规范操作、精准检查,及时解决常见质量问题,才能筑牢止水防线。随着工程技术发展,应持续优化施工工艺与质量控制体系,以更科学、高效的管理,保障聚氟施工质量,推动抽水蓄能电站工程建设迈向更高水平,为清洁能源发展与国家能源安全提供坚实支撑。

参考文献

- [1]韩飞.抽水蓄能电站机电设备安装技术管理[J].人民珠江,2022,43(S2):68-71+92.
- [2]雷世清.梅州抽水蓄能电站上水库土建工程施工组织设计[J].科技创新导报,2018,15(25):30+32.
- [3]张星.抽水蓄能电站土建施工难点和经验[J].水电站机电技术,2022,45(09):116-117+131.