

大坝边坡开挖支护监理中安全风险防范措施

杨洪强

云南恒诚建设监理咨询有限公司, 云南 昆明 650000

DOI:10.61369/RSTD.2026020004

摘要： 大坝边坡开挖支护监理是水利工程安全保障的核心环节，其安全风险防范直接关系到工程稳定性与运营安全。本文聚焦该领域安全风险识别、防范措施及实践应用，系统梳理地质条件、施工工艺、环境因素及监督管理中的核心风险源，构建涵盖方案审核、现场监督、动态监测、应急管理的全流程防范体系，通过实践应用验证管控措施的可行性与有效性，为提升大坝边坡开挖支护监理安全风险防控能力提供实操参考。

关键词： 大坝边坡监理；安全风险防范；开挖支护

Safety Risk Prevention Measures in Dam Slope Excavation and Support Supervision

Yang Hongqiang

Yunnan Hengcheng Construction Supervision and Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000

Abstract： Dam slope excavation and support supervision is a core link in ensuring the safety of water conservancy projects, and its safety risk prevention directly affects project stability and operational safety. This paper focuses on safety risk identification, preventive measures, and practical applications in this field. It systematically reviews core risk sources related to geological conditions, construction techniques, environmental factors, and supervision management, and establishes a full-process prevention system covering plan review, on-site supervision, dynamic monitoring, and emergency management. The feasibility and effectiveness of the control measures are verified through practical application, providing practical references for enhancing the safety risk prevention and control capabilities of dam slope excavation and support supervision.

Keywords： dam slope supervision; safety risk prevention; excavation and support

引言

大坝边坡开挖支护施工面临地质复杂、工艺要求高、环境不确定等多重挑战，安全风险隐患贯穿全流程，一旦管控失效易引发坍塌、失稳等重大事故。监理作为工程安全与质量的关键保障，在风险防范中承担重要职责。立足工程实际需求，精准识别风险源、优化防范措施、强化实践落地，对筑牢大坝工程安全防线、提升水利工程建设质量具有重要现实意义^[1]。

一、大坝边坡开挖支护监理中的安全风险识别

大坝边坡开挖支护监理的安全风险识别，需结合施工全流程与地质环境特性，排查核心风险源。地质条件复杂是主要诱因，边坡岩体风化程度、岩层走向及倾角、地下水分布，均可能降低开挖后岩体稳定性，形成滑坡隐患，地质勘察数据偏差或现场实际与勘察报告不符，会增大风险预判难度。施工工艺规范与否影响风险发生概率，开挖坡度偏离设计标准、爆破作业参数不当造成岩体扰动过大、支护结构施工工序错乱或材料质量不达标，易导致支护体系承载能力不足，难以抵御边坡应力变化^[2]。环境因素存在不确定性，暴雨、强风等极端天气会加剧边坡土体含水量上升、岩体抗剪强度降低，施工区域周边构筑物分布、交通荷载扰动等外部影响，可能破坏边坡受力平衡。监理过程中施工方案

审核不严、现场巡查频次不够、监测数据解读迟缓等管理问题，会导致未能及时捕捉风险早期信号，让潜在隐患逐步发展为显性安全问题^[3]。

二、大坝边坡开挖支护监理安全风险防范措施

结合风险识别结果，大坝边坡开挖支护监理安全风险防范需构建全流程、多层次管控体系，聚焦方案审核、现场监督、动态监测等核心环节。方案审核阶段强化源头管控，全面审查开挖支护专项施工方案，核验开挖坡度设计、支护结构选型、施工工序安排与现场地质条件、工程实际需求的匹配度，重点关注软岩地段的开挖分层厚度、硬岩区域的爆破控制参数等针对性设计，保障方案科学可行。组织专业力量复核地质勘察数据，采用钻孔取

样、物探检测等手段验证岩层分布与岩土力学参数，发现勘察结果与现场实际存在差异时，督促施工方调整方案、补充针对性技术措施，如在破碎岩层区域增设超前支护工艺，从根源降低方案不合理引发的安全风险^[4]。

审核支护材料质量证明文件，对进场材料抽样检测，核查钢筋、水泥、锚杆等核心材料的规格、强度、耐久性，同步验证外加剂兼容性与锚杆防腐处理效果，杜绝不合格材料流入施工环节。现场监理聚焦关键工序，实时监督开挖作业，采用激光测距仪、坡度尺等工具核验施工精度，确保施工遵循批准方案，控制开挖速度与范围，避免超挖、乱挖，对边坡轮廓线进行实时校正，发现边坡局部坍塌迹象时，督促施工方采用沙袋堆砌、临时锚杆固定等临时支护措施防止险情扩大。支护作业监督注重工序衔接，要求施工方执行“开挖一段、支护一段、验收一段”原则，明确每段作业长度与支护间隔时间，避免支护滞后导致边坡长时间暴露。锚杆安装、喷射混凝土施工等关键环节，监理全程旁站监督，核查锚杆钻孔深度、角度、注浆饱满度及喷射混凝土厚度、强度等技术参数，采用超声检测、回弹试验等方式验证施工质量，对不合格部位要求立即返工，保障支护结构施工质量。爆破作业等高危工序，重点监督爆破参数设置、安全防护措施落实情况，核查作业人员资质与爆破器材存储管理，划定安全警戒范围并全程监测振动波速，避免爆破施工破坏周边岩体及已有支护结构^[5]。

动态监测体系是风险防范的重要支撑，结合边坡地质条件、施工进度制定监测方案，明确监测指标、频率及预警阈值，在边坡顶部、坡脚及关键滑动面布设监测点。监测涵盖边坡位移、沉降、岩体应力、地下水水位等关键参数，采用自动化监测设备与人工巡查相结合的方式，实现监测数据实时采集与传输，确保数据连续完整且误差控制在允许范围。督促施工方定期提交监测报告，运用数据分析软件开展趋势预判，发现异常或接近预警阈值时，启动应急核查程序，组织技术人员研判风险趋势，下达整改通知并督促施工方采取锚索加固、坡体卸载等针对性措施。建立监测数据共享机制，搭建多方协同管理平台，确保监理、施工、设计等各方及时掌握边坡稳定性动态，为风险决策提供精准数据支撑^[6]。

健全应急管理机制可提升风险处置能力，督促施工方制定应急救援预案，明确组织机构、响应流程、处置措施及物资储备要求，结合工程特点划分风险等级并制定对应处置方案。审核预案可行性与针对性，组织实战化应急演练，检验处置流程顺畅性及应急物资可靠性，针对演练暴露的问题优化完善预案。施工过程中持续检查应急物资储备，确保沙袋、注浆设备、应急照明等数量充足、性能良好，定期校验抢险机械与通信设备，保障应急状态下正常运转。发生边坡坍塌、支护结构失稳等突发险情时，督促施工方启动应急预案，按照“人员优先、快速响应”原则组织人员撤离、设置警戒区域，协调专业抢险队伍开展边坡加固、排水疏导等抢险救援，最大限度降低人员伤亡与财产损失^[7]。建立险情报告制度，明确报告流程与时限要求，确保事故信息及时上报，为后续处置及风险复盘提供完整依据。

优化监理工作制度能强化责任落实，明确监理人员岗位职责与工作标准，细化从方案审核到竣工验收的全流程工作节点，保障监理工作规范开展。加强专业培训，涵盖边坡地质勘察、支护工艺原理、监测数据解读等专业知识，通过案例教学、现场实操等方式提升监理人员业务能力，增强风险识别与处置能力。建立考核评价机制，将风险防范成效、隐患整改闭环率等纳入考核指标，实行奖惩挂钩制度，督促监理人员履行职责，杜绝失职、渎职现象。通过定期开展工作交底、技术研讨会，加强监理与施工、设计等各方沟通协调，建立问题快速响应机制，及时解决施工过程中出现的技术难题与风险隐患，形成多方联动的风险防范合力。强化监理日志、旁站记录等资料管理，规范记录格式与内容要求，确保每道工序监理痕迹完整可追溯，为工程质量安全追溯提供详实依据^[8]。

三、大坝边坡开挖支护监理安全风险防范的实践应用

大坝边坡开挖支护监理安全风险防范的实践应用，需结合工程实际场景，将前期风险识别标准、防范措施与具体施工环节深度融合，通过规范化监理执行实现风险闭环管控^[9]。见图1

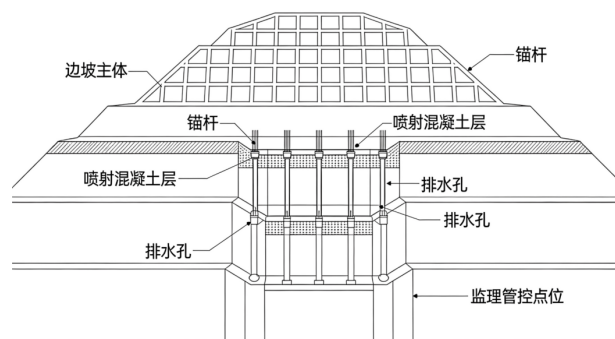


图1：大坝边坡开挖支护典型构造及监管管控点位示意图

地质条件复杂的山区大坝工程中，监理单位结合现场踏勘结果与地质勘察报告，对边坡岩体稳定性二次评估，定位岩层破碎带、地下水富集区等风险关键区域，据此调整监理巡查重点，开挖作业前联合设计、施工单位开展技术交底，明确不同地质段开挖参数与支护优先级。施工过程中，深基坑边坡开挖时，监理采用实时坡度监测设备，动态跟踪开挖进度与边坡形态，发现坡度偏差超出允许范围，立即要求暂停施工并整改，同时监督施工方采用锚喷支护封闭边坡坡面，避免岩体长时间暴露引发风化剥落^[10]。

高边坡支护施工中，监理把控支护结构施工质量全过程，锚杆安装环节现场实测钻孔深度、注浆压力等参数，确保锚杆锚固力达标，喷射混凝土施工采用厚度检测仪、强度回弹仪等设备现场抽检，保障支护层承载能力与耐久性。动态监测数据成为风险预警核心手段，监理单位建立监测数据实时分析机制，对比边坡位移、应力变化等数据与预警阈值，出现数据异常波动立即启动现场核查程序，结合地质条件变化调整支护方案，地下水活跃度较高区域，督促施工方增设排水孔，降低地下水对边坡稳定性的不利影响^[11]。

应急处置实践应用依托完善预案执行体系, 遭遇暴雨、强风等极端天气, 监督督促施工方暂停高空作业与边坡开挖, 组织已施工支护结构稳定性检查, 对存在松动隐患的区域及时加固。监理全程跟踪应急物资调配与使用, 确保沙袋、注浆设备等物资在险情处置中高效发挥作用, 避免物资短缺延误抢险时机。监理单位定期梳理施工过程中风险处置案例, 将实践中有效管控措施纳入标准化监理流程, 针对爆破作业引发的岩体扰动问题, 优化监理巡查频次与监测点位布置, 形成可复制的风险防范实践模式, 为同类工程提供参考。

四、结语

大坝边坡开挖支护监理安全风险防范需依托科学的风险识别体系、全流程的管控措施及高效的实践应用, 形成“识别-防控-落地”的闭环管理模式。通过聚焦地质、施工、环境及管理为核心风险点, 落实方案审核、现场监督、动态监测与应急管理等相关举措, 可有效降低安全风险发生概率。相关实践经验与管控模式, 为同类水利工程边坡开挖支护监理工作提供了可行路径, 对推动水利工程安全建设、提升监理工作实效性具有重要价值^[12]。

参考文献

- [1] 范庭梧, 田耀昇, 王富员. 某水利枢纽边坡砂浆锚杆验收存在的问题与对策 [J]. 水利技术监督, 2025, (12): 1-4+92.
- [2] 王海波. 高压喷射注浆法在水利工程边坡支护工程中的应用——以九龙水库边坡支护工程为例 [J]. 湖南水利水电, 2025, (04): 24-26+32. DOI:10.16052/j.cnki.hnslsd.2025.04.019.
- [3] 杨瑾璇. 复杂水文条件下水利施工技术与管理方法研究 [J]. 水上安全, 2025, (12): 157-159.
- [4] Wei H. Construction Design of Slope Support Engineering in Water Conservancy and Hydropower Project [J]. Forum on Research and Innovation Management, 2024, 2 (5): DOI:10.18686/FRIM.V2I5.4511.
- [5] 李吉蓉. 水力枢纽高边坡支护技术与抗震稳定性分析 [J]. 甘肃科学学报, 2023, 35 (03): 134-139. DOI:10.16468/j.cnki.issn1004-0366.2023.03.022.
- [6] 黄耀坤. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用 [J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51 (04): 140-143. DOI:10.14122/j.cnki.hskj.2023.04.033.
- [7] 杨造仁. 玉龙喀什水利枢纽工程 P1 石料场开挖高边坡稳定性分析 [J]. 东北水利水电, 2023, 41 (02): 57-59. DOI:10.14124/j.cnki.dbslzd22-1097.2023.02.022.
- [8] 李霞春. 防洪堤顶裂缝及边坡滑移的处理及原因分析 [J]. 工程建设与设计, 2022, (24): 190-192. DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2022.12.260.
- [9] 卢俊廷. 土木工程施工中边坡支护技术的作用与应用研究 [J]. 散装水泥, 2022, (04): 105-107.
- [10] 刘蕊, 喻冉, 余健, 等. 河北丰宁抽水蓄能电站下水库进/出水口高边坡支护结构设计研究 [J]. 水电与抽水蓄能, 2022, 8 (01): 75-82.
- [11] 连振宏. 基于稳定分析的某水库边坡动态跟踪设计及必要性 [J]. 四川水利, 2022, 43 (01): 82-85.
- [12] 马丽. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的有效应用 [J]. 产业创新研究, 2022, (02): 121-123.