

水利工程施工管理中的安全风险识别与控制对策分析

赵培剑

博尔塔拉蒙古自治州博尔塔拉河流域管理处, 新疆 博州 833400

[摘要]水利工程施工环境复杂、涉及专业广泛, 施工过程中的安全风险具有显著的系统性和动态性特征。系统梳理了水利工程施工中高边坡与深基坑、导流围堰及爆破、机械设备及高空作业、洪水及极端天气等四类主要安全风险类型, 分析了现场调查与安全检查表法、动态风险识别机制等识别方法的适用性。针对当前水利工程施工安全管理中存在的制度落实与现场监督不到位、人员安全意识与培训不足等问题, 提出了完善安全管理体系与监督机制、加强危险源动态监测与预警、提升安全教育与智能化管理水平、建立应急救援与极端天气防控机制等控制对策。研究表明, 构建覆盖施工全过程的风险识别与动态管控体系, 是提升水利工程施工安全水平的关键路径, 对同类工程具有参考价值。

[关键词]水利工程; 施工管理; 安全风险识别; 风险控制

DOI: 10.64635/ja.2026.1179

中图分类号: TE357.46

文献标识码: A

Analysis of Safety Risk Identification and Control Countermeasures in Water Conservancy Project Construction Management

Zhao Peijian

Bortala River Basin Management Office, Bortala Mongol Autonomous Prefecture, Xinjiang 833400, China

Abstract: The construction environment of water conservancy projects is complex and involves a wide range of professional fields, and safety risks during construction show significant systematic and dynamic characteristics. This paper systematically reviews four major types of safety risks in water conservancy project construction, including high slopes and deep foundation pits, diversion cofferdams and blasting operations, mechanical equipment and high-altitude operations, as well as floods and extreme weather. It also analyzes the applicability of identification methods such as on-site investigation, safety checklist methods, and dynamic risk identification mechanisms. In response to current problems in construction safety management of water conservancy projects, such as inadequate implementation of management systems and on-site supervision, as well as insufficient safety awareness and training among personnel, this paper proposes control countermeasures including improving the safety management system and supervision mechanism, strengthening dynamic monitoring and early warning of hazard sources, enhancing safety education and intelligent management, and establishing emergency rescue mechanisms and prevention systems for extreme weather. The results show that building a risk identification and dynamic control system covering the entire construction process is a key path for improving the safety level of water conservancy project construction and provides reference value for similar projects.

Keywords: water conservancy project; construction management; safety risk identification; risk control

引言

水利工程是我国基础设施的重要组成, 对防洪减灾、水资源调配、能源开发等起着不可替代的作用。水利工程施工一般会碰到复杂的地质情况, 多变的水文环境以及高强度的作业需求, 施工期间的安全风险存在隐蔽性较强, 耦合程度高, 连锁反应明显等特征。近些年来, 由于水利建设规模不断加大, 施工难度不断增大, 施工安全事故时有发生, 不但造成人员伤亡、财产损失, 而且给工程进度、

质量带来严重的影响。因此, 对水利工程施工中主要的安全风险类型进行系统的识别, 准确把握风险演变规律, 进而提出相应的控制措施, 对提高水利工程施工安全管理水平有着十分重要的意义。

1 水利工程施工安全风险主要类型

1.1 高边坡与深基坑施工风险

高边坡、深基坑施工属于水利工程中风险较高的部分。水利工程中边坡开挖高度大、坡度陡, 基坑深度大于

规范限值，在复杂地质条件的区域较多。水利安全生产重大事故隐患通报显示，水闸重建工程箱涵基坑开挖深度约 17m，属于超过一定规模的危险性较大单项工程，原已批复的设计开挖方式为分层放坡开挖，后续设计变更对基坑开挖坡度进行了调整，在局部区域采用土钉加钢筋网喷锚护坡措施，但施工单位未按照调整后的开挖及支护方式重

新编制施工专项方案，也未组织履行专家论证和审查等审批手续。这类风险的主要表现就是边坡失稳造成滑坡或者坍塌，基坑支护结构变形超过允许值，地下水渗流引起管涌或者流砂，坡顶超载造成局部塌方等。边坡、基坑工程存在基坑土方开挖放坡坡度不符合稳定性要求且没有采取加固措施的情况，应判定为重大事故隐患。

表 1 高边坡与深基坑施工主要风险因素及控制要点

风险类别	主要风险因素	常见事故类型	关键控制要点
高边坡施工	地质条件复杂、坡率过陡、排水不畅、爆破扰动	滑坡、坍塌、滚石	地质勘察、分层开挖、截排水系统、动态监测
深基坑施工	支护结构缺陷、超挖、降水不当、临近动荷载	坍塌、管涌、流砂	专项方案论证、分层分段开挖、降水控制、变形监测

1.2 导流、围堰及爆破施工风险

导流、围堰工程同施工期度汛安全息息相关，是水利工程施工的重要控制环节。围堰是临时挡水建筑物，它的稳定受水位变化、渗流作用、冲刷影响大。旭龙水电站导流隧洞出口围堰拆除施工具有爆破控制要求高、拆除工期紧、地质条件复杂、设备出渣难、安全风险大、整体拆除质量要求高等特点，经过科学制定施工方案、精心组织爆破设计，顺利实施了 2 次爆破施工，爆破过程中几乎没有飞石。该类风险有围堰渗漏或者管涌造成溃堰，导流隧洞塌方堵塞，爆破飞石和震动对周围建（构）筑物和人员的影响，爆破器材运输和存放过程中存在的安全隐患等。

1.3 机械设备、高空作业及临时用电风险

水利工程施工现场机械设备种类繁多、使用频繁，高空作业面广、临边临水环境复杂，临时用电系统覆盖面大，三者互相交织形成复合型风险场。现场作业安全管理稽查发现高处作业面、临空边等危险部位警示及防护、脚手架搭设、现场施工用电、设备使用、易燃易爆品存放等方面的存在严重问题，部分配电箱、开关箱没有设置漏电保护器，箱体没有固定、没有接地；临边高度约 20 米的高处施工作业平台，临边防护栏杆没有设置挡脚板，防护栏杆外侧没有设置安全网。主要的风险种类有起重机械倾覆或者吊物坠落，脚手架失稳坍塌，高处作业人员坠落，施工用电线路破损或者接地保护缺失引发触电事故等。

1.4 洪水、极端天气等自然风险

水利工程施工一般会涉及多个汛期，洪水和极端天气属于重要的外部风险源。伴随着全球气候变化越来越严重，暴雨、洪水、泥石流等极端天气事件不断出现，给施工安全带来了巨大的威胁。华能涪江公司管理的火溪河流域梯级电站位于文县构造带、虎牙断裂带和龙门山断裂带，流域河谷深切呈 V 型，两岸山高坡陡，受地震影响

流域内山体稳定性差，暴雨、洪水形成的泥石流壅高河道，损毁挡墙，造成交通、通信、电力中断，对电站安全生产造成很大影响，存在水淹厂房的风险。自然风险主要是由于超标准洪水漫溢围堰或者基坑、暴雨引发边坡滑动和泥石流、大风造成大型设备倾倒、雷击破坏电气系统等造成的。

2 水利工程施工安全风险识别方法

2.1 现场调查与安全检查表法

现场调查属于风险识别的基础手段，安全管理人员和技术人员到施工现场开展调查工作，对作业环境、设备设施、人员行为等各方面进行全方位的检查，找出隐藏的危险源。安全检查表法是在现场调查的基础上，根据有关规范标准和工程特点，事先编制出包含所有施工环节的检查项目清单，按照表中的项目逐项检查、记录。东营黄河河务局用清单判定法、安全检查表法，把辖区内所有的工程都纳入到辨识范围内，进行动态精准的安全扫描，实现辨识对象无死角，共辨识出危险源 270 项，其中重大危险源 60 项，建立了重大风险危险源专项档案 60 个。该方法操作简便，覆盖面广，适合做常规安全检查和日常巡查。

2.2 动态风险识别机制

静态风险识别不能适应施工过程中动态变化，创建动态风险识别机制是提高识别有效性的关键。动态识别机制是指根据施工阶段转换、环境条件变化、新设备新工艺的引入等，及时对危险源清单以及风险评价结果进行更新。山东黄河河务局信息中心创新研发黄河工情险情全天候监测感知预警系统，采用 24 小时不间断监测加摄像头实时画面的方式，对工情险情进行全天候实时监测、感知、预警，把安全隐患消灭在萌芽状态，给险情抢早、抢小提供强有力的决策支持。动态识别机制包含阶段性的系统排查、关键工序前的专项识别、异常情况下的应急排查等内

容,每 10 天进行一次全覆盖排查,转序前开展专项风险辨识,遇到极端天气或者异常工况时马上启动应急识别程序,保证动态更新同施工进度相匹配。

3 水利工程施工安全管理存在问题

3.1 制度落实与现场监督不到位

水利工程施工安全管理体系虽然比较健全,但是执行过程中存在明显的衰减现象。水利部稽察中现场安全作业管理类问题较多,占工程安全管理问题总数的六成以上,并且部分问题性质严重,存在重大安全生产隐患。制度落实不到位主要是指安全技术交底流于形式、专项施工方案没有严格按照审批程序执行、安全检查及隐患整改不能形成闭环管理。部分施工单位重成本控制、轻安全防护,安全生产措施费用投入不足,造成施工现场部分临边防护、脚手架搭设、施工临时用电等安全生产措施不能落实。监理单位的监管履职也存在着不足,施工现场安全检查督促不到位,没有采取有效的措施督促施工单位整改消除隐患。

3.2 人员安全意识与培训不足

人员因素是造成施工安全的主要因素。水利工程施工从业人员组成复杂,流动性大,一线作业人员缺少系统安全教育和技能培训。部分安全生产管理人员的安全管理水平和技能较低,缺少安全管理专业知识,不能熟练掌握和运用安全规程、规范,安全意识淡薄,对施工现场存在的安全隐患习以为常或者存在侥幸心理。培训不足的体现为入场三级安全教育质量参差不齐、特种作业人员持证上岗管理不规范、班前安全交底无针对性、应急演练走过场。按照水利部稽察结果,部分施工单位年度安全培训时长达不到法定要求的 50%,新入场工人只做书面签到,没有实质性的培训内容,特种作业人员证件过期不及时复审也时有发生。管理人员培训重在理论宣传,缺少水利工程特点的案例教学和实操考核,造成培训内容与现场实际需求相脱离。针对安全生产管理人员普遍存在的责任落实不到位、风险隐患辨识能力不足、应急处置经验欠缺等突出问题,要从管理不足、认识不足、培训不足、技能不足四个方面进行系统分析。

4 水利工程施工安全风险控制对策

4.1 完善安全管理体系与监督机制

建立科学有效的安全管理体系是做好风险控制的基础。应严格依照安全生产责任制的要求,确定项目法人、勘察设计单位、施工单位、监理单位等各方面的安全责任,建立责任清单和考核制度。加强施工现场监督管理,实行

网格化管理,将作业区划分为若干个责任区,对每一个责任区的监管责任人、巡查频率和检查标准进行规定。严格实行安全技术措施审批制度,对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程,必须组织专家对专项施工方案进行论证审查,未经批准不得实施。对于基坑开挖深度大、未按照调整后的开挖和支护方式进行施工专项方案重新编制的问题,要加大专项方案编制和论证的刚性控制力度,对违规行为予以严肃处理。

4.2 加强危险源动态监测与预警

危险源监测与预警属于风险控制的技术支撑。根据不同的风险类型来建立相应的监测指标体系,在高边坡、深基坑区域设置位移、沉降、地下水位等监测点,在围堰、导流设施处设置水位、渗流量、变形监测设备,实现关键参数的实时采集和传输^[1]。东营黄河河务局在引黄闸的监测重点部位安装测压管、沉降点数据自动采集设备,合理确定预警阈值,使闸基隐患提前暴露出来;视频监控对闸门运行情况进行实时监控,保证重要设备的安全运行;烟感装置全天候值班,做到防火防烟不发生。应当创建起分级预警体系,确定出黄色、橙色、红色三级预警的触发标准及应对办法,保证预警信息可以迅速传达到有关责任人。

4.3 提升安全教育与智能化管理水平

安全教育培训属于提高人员安全素质的主要方法。应创建起包含管理人员、技术人员、特种作业人员以及普通工人的分层分类培训体系,运用案例教学、体验式教学等多样化的方式提高培训效果^[2]。全员安全意识提升专项活动要贯彻安全第一、预防为主、综合治理的安全工作方针,普及一线施工人员安全防护栏杆设置、安全用电、设备使用管理、脚手架搭设等安全要求。智能化管理上要大力推广使用 BIM 技术开展施工过程虚拟仿真和安全预控工作,用物联网技术对设备运行状况实施远程监测,依靠视频 AI 分析自动察觉违规操作行为。黄河工情险情全天候监测感知系统完成了由人眼巡查到智能感知的转变,创建起人机协同智能管控体系之后,防洪工程的安全监测由原来的被动防御变成现在的主动防御。建立培训效果考核评价体系,理论考试和现场操作相结合,对考核不合格者进行再培训直到合格为止,保证培训经费的投入能产生出实际的安全能力。

4.4 建立应急救援与极端天气防控机制

应急管理属于风险控制的最后一道防线^[3]。根据水利工程施工的特点编制综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案,确定应急组织体系、响应程序和处置措施。建

立应急救援物资储备库,保证围堰抢险、基坑排水、边坡加固等应急物资种类齐全、数量充足、存放规范。定期开展防汛抢险、坍塌救援、高处坠落急救等应急演练,检验应急预案的实用性、可操作性。对极端天气风险要建立气象预警信息接收与传递机制,在汛期、恶劣天气时加大巡查频次,实行 24 小时值班。华能涪江公司对水情测报系统进行了升级完善,在流域内布设遥测站点 54 个,接入政府气象水文站点 80 多个,实时监测全流域水雨情状况,接入气象 24 小时格点、3 小时雷达回波、7 日滚动降雨预报等信息,使水情雨情测报更加精准。当预报有洪水或者极端天气的时候,要提前组织人员撤离、设备转移、重要部位加固,最大限度地减少灾害损失。

5 结语

水利工程施工安全管理工作是项系统工程,包含风险识别、动态监测、制度建设、应急处置等许多方面。本文对高边坡、深基坑、导流围堰、爆破、机械设备、高空作业、洪水、极端天气这七种主要的安全风险进行了系统的分析,提出了现场调查和安全检查表法、动态风险识别机

制等识别方法,剖析了制度落实和现场监督不到位、人员安全意识和培训不足等突出问题,从完善安全管理体系、加强动态监测预警、提高智能化管理水平、健全应急防控机制四个方面提出控制对策。水利工程施工安全管理的提高要将风险识别、过程控制、应急响应三者有机结合起来,建立覆盖施工全过程、全要素的安全风险管控体系,保证施工人员的生命安全以及工程的顺利实施。

【参考文献】

- [1]康健,刘玉成,黄少争.解析水利水电工程施工中的安全控制措施[J].水上安全,2024(08):155-157.
 - [2]项捷.旭龙水电站导流洞出口围堰拆除施工技术总结[J].人民黄河,2024,46(S1):153-154+156.
 - [3]崔多家.试析水利工程施工现场危险源管理[J].水上安全,2024(11):175-177.
- 作者简介:赵培剑(1991.09—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:农业水利工程,就职单位名称:博尔塔拉蒙古自治州博尔塔拉河流域管理处,职务:灌溉工程科工程师,职称级别:工程师。