

水利工程安全风险管理与预防机制探讨

王军委

第八师石河子市水利工程管理服务中心 新疆 石河子 832000

摘要: 水利工程作为国民经济和社会发展的重要基础设施,其安全运行直接关系到人民生命财产安全、生态环境平衡和社会稳定。本文围绕水利工程安全风险管理与预防机制展开探讨,分析当前水利工程在安全风险管理中存在的风险识别不全面、评估方法不科学、预防措施落实不到位等问题,进而从风险识别体系构建、科学评估方法应用、预防机制完善等方面提出针对性策略,旨在提升水利工程安全风险管理水平,保障水利工程的安全稳定运行。

关键词: 水利工程;安全风险;预防机制;风险识别;风险评估

1 引言

水利工程具有防洪、灌溉、发电、供水等多项重要功能,在保障社会经济发展和人民生活方面发挥着不可替代的作用。我国拥有数量庞大、类型多样的水利工程,从大型的三峡水利枢纽、南水北调工程,到中小型的水库、堤坝、灌溉渠道等,这些工程遍布全国各地,构成了复杂的水利基础设施网络。

然而,水利工程大多建设在自然环境复杂的区域,长期受到水流冲刷、地质变化、气候影响以及人为因素等多方面的作用,存在着诸多安全风险。近年来,随着极端天气事件的频发和工程运行年限的增长,水利工程安全事故时有发生。例如,部分小型水库因年久失修,在强降雨天气下出现坝体渗漏、管涌等险情,严重威胁下游群众的生命财产安全;一些灌溉渠道由于维护不当,发生坍塌事故,影响农业生产用水。

因此,加强水利工程安全风险,建立健全有效的预防机制,对于及时发现和消除安全隐患、降低事故发生概率、保障水利工程正常运行具有重要意义。

2 水利工程安全风险类型及特征

2.1 主要风险类型

水利工程面临的安全风险种类繁多,按照风险来源可分为自然风险、技术风险和人为风险。自然风险是指由自然界的不可抗力因素引发的风险,如暴雨、洪水、地震、滑坡、泥石流等。这些自然灾害可能导致水利工程坝体溃决、渠道断裂、建筑物损坏等严重后果。例如,强降雨引发的洪水可能超过水利工程的防洪标准,对堤坝造成巨大冲击;地震可能使水利工程的基础结构发生变形、开裂,影响工程的稳定性。

技术风险主要源于工程设计、施工和设备运行等方面的技术问题。在设计阶段,若设计方案不合理、计算失误或对地质条件考虑不足,可能导致工程存在先天

性缺陷;施工过程中,施工工艺不规范、材料质量不合格、施工管理不到位等,会影响工程质量,埋下安全隐患;工程运行过程中,设备老化、技术落后等也可能引发安全风险,如闸门启闭设备故障可能导致洪水调度不畅。

人为风险包括管理不当、操作失误、人为破坏等。管理方面,若水利工程管理单位规章制度不健全、监管不到位、人员责任心不强,可能导致工程维护不及时、安全检查流于形式;操作失误主要指工作人员在操作设备时违反操作规程,如错误操作闸门导致水位控制不当;人为破坏则是指故意对水利工程设施进行损坏,如盗窃工程设备、在堤坝附近违规取土等。

2.2 风险特征

水利工程安全风险具有隐蔽性、突发性、复杂性和危害性大等特征。隐蔽性表现为许多安全隐患深藏于工程内部或水下,难以通过常规检查发现,如坝体内部的渗漏通道、基础岩层的裂隙等,往往在事故发生后才能被察觉。

突发性是指一些风险事件的发生具有不确定性,如地震、特大暴雨等自然灾害可能突然降临,给水利工程带来猝不及防的冲击;设备故障也可能在无明显征兆的情况下发生,导致工程运行中断。

复杂性体现在水利工程安全风险受到多种因素的综合影响,各种风险因素之间相互关联、相互作用。例如,自然风险可能加剧技术风险和人为风险的影响,地震可能导致设备损坏,同时也可能使管理人员的应急处置能力受到考验。

危害性大是水利工程安全风险的显著特征,一旦发生安全事故,不仅会造成巨大的经济损失,还可能危及人民群众的生命安全,对生态环境造成严重破坏。例如,水库溃坝可能引发下游大面积洪水泛滥,淹没村庄、农田和城镇,导致大量人员伤亡和财产损失,同时

还可能破坏河流生态系统。

3 水利工程安全风险现状存在问题

3.1 风险管理现状

近年来,我国逐渐重视水利工程安全风险管理工作,出台了一系列相关法律法规和政策文件,如《水利工程建设安全生产管理规定》《水利工程运行管理监督检查办法》等,为水利工程安全风险提供了制度保障。同时,各地水利部门和工程管理单位也采取了一些措施加强风险管理,如开展定期安全检查、建立隐患排查治理制度、配备监测设备等。

在风险监测方面,部分大型水利工程已建立了较为完善的监测系统,能够对工程的水位、位移、渗流等指标进行实时监测,为风险评估和预警提供数据支持。例如,三峡水利枢纽配备了先进的监测设备和系统,对大坝的变形、应力、渗流量等进行24小时不间断监测,及时掌握工程的运行状态。

3.2 存在的问题

尽管水利工程安全风险管理工作取得了一定进展,但仍存在诸多问题。风险识别不全面是较为突出的问题之一,目前的风险识别往往局限于常见的风险因素,对一些潜在的、新型的风险考虑不足。例如,随着气候变化,一些极端天气事件的发生频率和强度发生变化,但在风险识别中未能及时纳入这些新的风险因素。

风险评估方法不科学,部分水利工程在进行风险评估时,采用的评估指标体系不健全、评估方法简单粗放,导致评估结果准确性不高,难以真实反映工程的安全状况。例如,一些小型水利工程的风险评估仅依靠经验判断,缺乏定量分析和科学计算,无法为风险管理提供可靠依据。

预防措施落实不到位,许多水利工程虽然制定了风险预防措施,但在实际执行过程中存在敷衍了事、流于形式的情况。例如,隐患排查治理不彻底,对发现的安全隐患未能及时整改;应急演练缺乏实效性,工作人员的应急处置能力得不到有效提升。

此外,风险管理资金投入不足、专业技术人才匮乏也是制约水利工程安全风险管理水平提升的重要因素。部分小型水利工程管理单位资金紧张,无法购置先进的监测设备和开展必要的风险评估工作;同时,缺乏具备专业知识和技能的风险管理人才,难以应对复杂的安全风险问题。

4 水利工程安全风险管理及预防机制构建

4.1 风险识别体系构建

建立全方位、多层次的风险识别体系是做好水利工

程安全风险的基础。首先,要加强日常巡查和定期检查,组织专业人员对水利工程的建筑物、设备设施、周边环境等进行全面检查,及时发现明显的安全隐患。日常巡查应每天进行,重点检查堤坝是否有裂缝、渗漏、滑坡迹象,闸门、启闭机等设备是否正常运行;定期检查可每季度或每半年进行一次,采用专业的检测工具和方法,如超声波检测、地质雷达探测等,对工程内部结构和隐蔽部位进行检查。

其次,利用先进的监测技术和设备,实现对水利工程安全风险的实时监测。在水利工程关键部位安装传感器、监测仪器等,如在大坝上安装变形监测仪、渗流监测仪,在渠道上安装水位、流量监测设备等,通过数据传输系统将监测数据实时发送到管理中心,管理人员可以及时掌握工程的运行状态和风险变化情况。同时,借助遥感技术、无人机巡检等手段,对水利工程的大范围区域进行监测,及时发现周边地质灾害、非法侵占等风险因素。

另外,建立风险信息收集与分析机制,广泛收集与水利工程相关的气象、水文、地质等信息,以及工程设计、施工、运行等资料,对这些信息进行深入分析,识别潜在的风险因素。例如,根据气象部门发布的暴雨、洪水预警信息,分析可能对水利工程造成的影响;通过对工程施工档案的查阅,了解工程建设过程中存在的问题和隐患。

4.2 科学风险评估方法应用

采用科学合理的风险评估方法是准确判断水利工程安全风险等级的关键。应建立健全风险评估指标体系,根据工程类型、规模、重要程度和所处环境等因素选取合适指标,如坝体稳定性等,并确定指标权重和评价标准。

评估方法应结合定性分析与定量分析。定性分析依靠专家经验判断风险因素性质和影响范围;定量分析通过数学模型和统计方法量化风险发生概率和损失程度。例如用故障树分析法分析设备故障风险,用层次分析法评估整体安全风险。

要定期对水利工程进行风险评估,根据工程运行和外部环境变化及时更新结果。大型、重要工程每年全面评估,中小型工程每2-3年评估一次。评估结果形成详细报告,明确主要风险因素、等级和应对措施。

4.3 预防机制完善

完善的预防机制是降低水利工程安全风险的重要保障。一是建立隐患排查治理机制,对安全隐患台账管理,明确整改责任人与期限,跟踪整改情况。重大隐患立即启动应急预案,整改后验收。

二是加强工程维护和维修,定期对建筑物、设备设施保养,及时更换老化、损坏部件。制定合理维修计划,根据工程运行年限和磨损程度安排大、中、小修。

三是建立健全应急管理机制,制定完善应急预案,明确应急组织机构、响应程序和处置措施。应急预案要具有针对性和可操作性,针对不同风险类型和等级制定相应方案。

定期开展应急演练,模拟真实场景,组织相关人员参与,检验预案科学性和可行性并及时完善。同时储备充足应急物资,确保事故发生时能及时调用。

5 提升水利工程安全风险管理及预防水平的保障措施

5.1 加强法律法规建设

进一步完善水利工程安全风险管理相关的法律法规和政策体系,明确各部门、各单位在水利工程安全风险管理中的职责和义务,规范风险管理工作的流程和标准。加强对法律法规的宣传和培训,提高水利工程管理单位和工作人员的法律意识和责任意识,确保风险管理工作依法依规进行。

加大对违法行为的处罚力度,对在水利工程建设、管理和运行过程中违反法律法规、造成安全事故的单位和个人,依法追究其责任,形成有效的法律威慑。

5.2 加大资金投入

建立稳定的资金投入机制,保障水利工程安全风险管理工作的资金需求。政府应加大对水利工程安全风险管理的财政投入,将风险管理资金纳入年度财政预算,重点支持大型水利工程的风险监测、评估、维护和应急处置等工作。同时,鼓励社会资本参与水利工程安全风险管理,拓宽资金来源渠道。

合理安排资金使用,提高资金使用效益。将资金优先用于风险隐患排查治理、先进监测设备购置、专业技术人才培养等方面,确保资金投入能够切实提升水利工程的安全风险管理水平。

5.3 培养专业技术人才

加强水利工程安全风险管理专业技术人才队伍建设,制定人才引进和培养计划,吸引更多具备风险管理、水利工程、信息技术等专业知识的人才加入到水利工程安全风险管理工作中来。

加强对现有工作人员的培训,定期组织开展专业技能培训和业务学习,提高工作人员的风险识别、评估、防控和应急处置能力。培训内容可包括风险管理理论、监测技术、评估方法、应急预案等方面,培训方式可采用集中授课、现场实操、案例分析等多种形式。

建立激励机制,鼓励工作人员积极学习专业知识、提高业务技能,对在风险管理工作中表现突出的人员给予表彰和奖励,调动其工作积极性和主动性。

6 结论与展望

水利工程安全风险管理及预防机制的构建是一项系统工程,对于保障水利工程的安全稳定运行、减少灾害损失具有重要意义。当前,我国水利工程安全风险管理还存在风险识别不全面、评估方法不科学、预防措施落实不到位等问题,需要通过构建完善的风险识别体系、应用科学的风险评估方法、建立健全预防机制等措施加以解决。

同时,要加强法律法规建设、加大资金投入、培养专业技术人才,为提升水利工程安全风险管理水平提供保障。随着科技的不断进步,物联网、大数据、人工智能等先进技术在水利工程安全风险管理中的应用将越来越广泛,未来水利工程安全风险管理将更加智能化、精准化和高效化。

通过不断完善水利工程安全风险管理及预防机制,我们能够有效应对各种安全风险挑战,确保水利工程充分发挥其功能和效益,为国民经济和社会发展提供坚实的水利保障。

参考文献

- [1]刘卫民,曾金,李宗宗,等.超高海拔水利工程项目施工安全风险管理探析[J].四川水力发电,2025,44(S1):48-50+54. DOI:10.20196/j.cnki.scsldf.2025S113.
- [2]刘道霞.基于风险管理的水利工程安全质量控制体系研究[J].水上安全,2025,(08):130-132.
- [3]苏红权.水利工程水上施工风险评估与安全管理路径[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(12):25-27. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202512009.
- [4]余军,田永生,耿祺.水利工程项目安全风险管理的信息系统研究[C]//水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心(水旱灾害防御中心).第十五届防汛抗旱信息化技术交流会论文集.黄河勘测规划设计研究院有限公司;云河(河南)信息科技有限公司,;2025:54-56. DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.007321.
- [5]沈亚芬.探究水利工程施工中的安全管理与风险控制[C]//中国企业文化促进会职业教育专业委员会.数字化背景下建筑企业生产与企业文化融合式发展论坛论文集.浙江文鑫建设工程有限公司萧山分公司,;2025:181-183. DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.014279.