

水利工程建设中的灾害风险评估与防灾减灾技术研究

李明德

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]水利工程建设具有施工范围广、涉及部门多、建设周期长、规模大等特点,加之水利工程项目的特殊性,建设中容易引发次生灾害,一旦发生事故,对工程造成的损失巨大。因此,对水利工程建设过程中存在的灾害风险进行识别和分析,并构建自然灾害风险评估体系,对于在工程规划、设计、施工、运行维护全过程中实现工程灾害风险的有效防范和应对具有重要意义。文章基于水利工程建设的特点和灾害风险评估体系构建思路,从工程建设与运行两个阶段对水利工程建设过程中可能产生的灾害进行了详细分析和研究,并提出了相应的防灾减灾技术与措施。

[关键词]水利工程建设; 灾害风险; 风险评估; 防灾减灾

DOI: 10.33142/hst.v9i3.19351

中图分类号: TV6

文献标识码: A

Research on Disaster Risk Assessment and Disaster Prevention and Reduction Technology in Water Conservancy Engineering Construction

LI Mingde

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Water conservancy engineering construction has the characteristics of wide construction scope, involving multiple departments, long construction period, and large scale. In addition, the special nature of water conservancy engineering projects can easily cause secondary disasters during construction. Once accidents occur, the losses caused to the project are enormous. Therefore, identifying and analyzing the disaster risks that exist in the construction process of water conservancy projects, and constructing a natural disaster risk assessment system, is of great significance for effectively preventing and responding to engineering disaster risks throughout the entire process of project planning, design, construction, operation and maintenance. The article is based on the characteristics of water conservancy engineering construction and the construction ideas of disaster risk assessment system. It analyzes and studies in detail the disasters that may occur during the construction process of water conservancy engineering from the two stages of engineering construction and operation, and proposes corresponding disaster prevention and reduction technologies and measures.

Keywords: water conservancy engineering construction; disaster risk; risk assessment; disaster prevention and mitigation

引言

水利工程建设是一项复杂的系统工程,工程建设过程中的自然灾害风险评估对于保证工程顺利实施、降低灾害损失具有重要意义。目前,我国水利水电工程在规划设计、施工建设和运行管理过程中缺乏风险评估体系,缺乏灾害风险管控机制,工程建设中存在诸多安全隐患。水利工程是国家的重要基础设施,一旦发生事故将严重影响社会经济发展和人民生命财产安全。因此,构建科学合理的水利工程灾害风险评估体系,并将其应用于水利工程建设全过程中,以降低和控制工程建设过程中的风险,对于保障国家经济安全、社会稳定和人民群众生命财产安全具有重要意义。

1 水利工程建设灾害风险识别与分析

1.1 自然致灾因素分析

影响水利工程建设自然致灾因素主要包括:大气系统的变化、地壳运动、气候变化等。大气系统的变化是指在长期的自然环境影响下,地球表层环境发生了显著的变化,大气中物质和能量交换速度加快,进而引起大气运动周期、强度、分布状态及结构等发生了相应改变。地壳运动主要是指地震、火山爆发、滑坡等地质灾害。气候变化主要是指由于全球气候变暖,导致极端天气事件的增加。气候变化主要包括两个方面,一方面是全球气温升高,导致海平面上升,海洋酸化加剧;另一方面是由于全球气温升高导致极端天气事件发生的频率和强度增加。

1.2 工程建设与运行风险因素

在水利工程建设过程中,存在许多不确定因素,例如在施工过程中由于地质条件发生变化导致发生滑坡、坍塌、泥石流等自然灾害,这就会严重影响工程的建设。其次,在水利工程运行期间,可能会发生因施工设备和设施出现故障而造成的安全事故。最后,在水利工程建成之后,由于管理不当可能会导致重大安全事故的发生。此外,由于水利工程的复杂性,在工程运行期间会存在一定的风险隐患,例如:人员、设备等出现意外损坏现象。因此,为了有效地应对水利工程中存在的灾害风险,在工程建设和运行期间都要采取科学有效的措施进行防灾减灾工作^[1]。

1.3 地质、水文、气象等关键风险源识别

对水利工程进行风险评估,必须先对灾害风险源进行识别,从而采取有针对性的防范措施。在水利工程中,地质灾害是主要的风险源之一,包括泥石流、滑坡、崩塌、地面塌陷、地面沉降等。另外,在水利工程建设中,水文因素对工程也具有重要影响。由于水利工程多位于山区或丘陵地带,在雨季往往会遭受洪水的侵袭。在工程运行过程中,如遭遇暴雨天气,则容易引发山洪灾害。气象因素对水利工程也有一定影响,如降雨、温度、风速等。目前,我国已建立了较为完善的气象监测系统,能够对气象要素进行实时监测,但由于地质因素和环境因素的影响,监测系统也有一定局限性。

1.4 人为因素与管理风险

在水利工程建设中,由于施工、监理等工程管理单位的管理水平有限,且在项目实施过程中由于信息的不对称性,导致信息不畅、沟通不畅等问题。一方面,由于施工单位对项目建设的整体风险认识不足,缺乏风险意识,对地质条件、水文气象等关键风险源辨识不到位,对施工进度、质量等环节难以有效把控;另一方面,由于建设单位和监理单位的管理水平有限,施工单位未能严格按照施工设计和规范进行施工,质量检查不到位等问题时有发生。因此,人为因素和管理风险是水利工程建设过程中潜在的重要风险源之一,为提高工程质量、降低灾害风险提供了必要的技术支撑^[2]。

2 水利工程建设灾害风险评估体系构建

2.1 风险评估指标体系确立

在综合分析国内外灾害风险评估指标体系研究成果的基础上,结合我国水利工程建设实际情况,在灾害风险评估指标体系构建过程中,应从以下几个方面进行考虑:一是要充分考虑与水利工程建设相关的各种因素,以确保评估指标的全面性;二是要充分考虑各地区的实际情况,

以确保评估指标的科学性;三是要充分考虑各地区的不同情况,以确保评估指标体系的适用性;四是要充分考虑对评估结果的影响,以确保评估结果具有较高的可信度。基于以上考虑,在灾害风险评估指标体系中,选取了自然因素、社会经济因素和工程自身因素三个方面。

在自然因素方面,主要包括地质环境、气候条件等;在社会经济因素方面,主要包括区域经济发展状况、人口情况等;在工程自身因素方面,主要包括工程规模、工程设计方案等。对自然灾害和社会经济因素进行风险评估的关键是要根据具体情况进行适当的调整,这就需要通过不断地实践,通过比较分析,在灾害风险评估指标体系中逐步确立出科学合理的评价指标^[3]。

2.2 风险评估流程与方法选择

风险评估是一项复杂的系统工程,主要包括风险源辨识、风险分析和风险评价三个阶段。水利工程建设中的灾害风险评估过程复杂,涉及工程地质、水文、环境、生态等多方面内容。不同的工程建设区域具有不同的特点,在进行评估时应结合工程特点采取针对性的措施。常用的灾害风险评估方法有层次分析法、模糊综合评判法、德尔菲法等,主要是根据评价对象的特点以及指标体系确定其权重,采用计算机软件计算出指标体系中各指标对目标系统所占权重,然后对其进行综合评估。在进行水利水电工程建设灾害风险评估时,应根据具体情况选择适宜的评估方法。

以某水库为例,该工程的建设目标是防洪、发电和生态等,针对不同的目标选择合适的评估方法,在水库不同水位的情况下分别采用不同的评估方法,如在汛期时采用洪水风险评估方法,枯水期时采用灾害风险评估方法。在进行工程建设风险评估时,可以将影响工程建设的相关因素进行系统划分,将风险因子分成若干类,然后对其分别进行评估。其中对某一类或某几类风险因子进行评估时,可以采用模糊综合评判法或层次分析法等方法;对某一类或某几类风险因子同时进行评估时,可以采用德尔菲法等^[4]。

2.3 定性定量评估模型应用

定量风险评估模型主要有层次分析法、模糊综合评价法和致灾因子危险性评估法等。层次分析法是将一个复杂的决策问题分解成多个层次,通过判断矩阵计算各个层次的相对权重,并通过一致性检验确定每个层次指标的权重;模糊综合评价法是利用专家经验知识、各影响因素隶属度等进行定性和定量相结合的分析;致灾因子危险性评估法是针对不同致灾因子建立危险性评价模型,计算工程所在区域的综合危险度。在实际应用中,需根据研究对象的特点、工程自身条件、建设管理水平等因素,选择适宜的风

险评估模型进行评价。

2.4 风险等级划分与评价标准

水利工程建设中的风险评估指标体系和风险等级划分标准是一个综合的体系,在进行评估的时候,需要对多个方面进行综合考虑,对于风险等级划分主要是根据水利工程建设中存在的风险种类、发生概率以及风险程度等方面进行综合评价,需要根据实际情况进行判断。在进行风险等级划分时,要遵循相关规定,对各项指标进行严格的分析,并对其中的薄弱环节进行研究和分析。在实际工作中,如果工程项目属于高风险等级,则需要加大管理力度。在进行风险等级划分时要注意整体把握和全面考虑,避免出现遗漏或者错误^[5]。

3 水利工程防灾减灾关键技术与措施

3.1 工程性防灾减灾技术

工程性防灾减灾技术指的是在水利工程建设中,为减少洪涝灾害损失,对工程进行加固,以提高工程的抗御能力。具体的措施主要包括:一是在工程建设之前,对可能出现的洪涝灾害进行预测,并提出相应的解决方案;二是在水利工程建设中,针对洪水、风暴等自然灾害,采取各种措施,降低水灾带来的损失;三是在水利工程建设后,针对已出现的洪涝灾害,采取有效措施进行预防与控制。比如对工程进行加固改造,加强防洪能力;在水利工程建设之前加强对地质灾害的分析与预测;在水利工程建设过程中提高防洪标准等。工程性防灾减灾技术措施可以有效降低水灾造成的损失^[6]。

3.2 非工程性防灾减灾措施

非工程性防灾减灾措施是指通过采取各种工程技术手段来减少灾害损失,其主要包括:

(1) 非工程措施。包括工程措施、非工程措施等,其中,非工程措施是水利工程防灾减灾的核心。

(2) 水库群联合调度。水库群联合调度可以通过防洪、发电、灌溉等方面的综合效益来减轻自然灾害对人民生命财产的威胁,具有明显的综合效益。

(3) 灾害预警预报系统建设。要建立灾害预警预报系统,首先需要建立覆盖全国的气象、水文、地质、环境等信息网络平台,同时结合社会经济发展状况、灾害监测数据、气象预测数据以及其他相关信息,建立全国统一的灾害预警预报系统。

3.3 智能化监测预警技术

智能化监测预警技术主要包括基于大数据的实时感知和传输,基于物联网的智能监控和远程控制,基于云计算的智能预测和应急响应,以及基于人工智能的预警决策。

其中,实时感知是指建立在线实时监测系统,实时获取监测对象状态信息和相关信息,包括运行参数、设备状态、灾害影响等。数据传输主要是指利用现代通信网络实现数据的远程传输和远程控制。智能监控和远程控制是指利用现代信息技术进行实时监控、远程控制、预警决策。预警决策是指根据灾害信息和预警决策结果,对灾害影响区域进行相应的风险评价并制定相应的应急响应措施^[7]。

3.4 应急处置与抢险加固技术

在水利工程中,由于地质条件复杂,在遭受灾害时,其破坏程度往往会非常严重,这就需要应急处置技术与抢险加固技术。在实际的工程建设中,经常会遇到一些特殊的地质条件,如基岩面存在断层、裂缝等地质情况,这些地质情况会影响到水利工程的稳定性。在实际工作中,要针对不同的地质情况制定不同的应急措施。如针对基岩面存在断层、裂缝等地质情况时,可以采用灌浆加固技术;对于存在滑坡等地质情况时,可以采用粘土心墙、排渗渠道等技术进行处理;在面对地下水渗流较大或渗透破坏的情况时,可以采用防渗墙、反滤导渗等技术进行处理。

3.5 防灾减灾综合保障体系

防灾减灾综合保障体系主要由监测预警、风险评估、应急处置与抢险加固技术、信息与通信技术、人员与组织管理、制度与规范等要素组成,以充分发挥各类水利工程的综合防灾减灾能力,保障人民群众生命财产安全。水利部门要不断健全水旱灾害防御制度,完善工作机制和应急预案体系,加强水工程的巡查检查和运行管理,及时排查消除隐患;加强预报预警和信息发布能力建设,充分利用互联网、移动通信网等现代通信手段,提高信息发布的时效性和准确性;建立应急处置与抢险加固技术队伍,充分发挥应急救援队伍的作用;加强制度建设,完善相关法律法规体系。

4 结语

水利工程是保障我国经济社会可持续发展的基础设施,随着水利工程规模不断扩大,建设周期越来越长,风险越来越大,其防灾减灾形势也更加严峻。为此,需要通过建立水利工程建设过程中的灾害风险评估体系,合理选择和利用工程建设中的自然灾害风险管控措施,保障工程建设和运行管理工作的顺利实施。同时,针对水利工程建设过程中存在的自然灾害风险隐患,需要建立健全水利工程防灾减灾预警体系、监测系统、应急预案及保障机制等关键技术与措施,通过加强相关技术研究与应用,提高水利工程防灾减灾能力,为保障人民群众生命财产安全和社会稳定提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]郑相宜,黄昕僖,杨明明,等.基于山洪数值模拟的防洪堤工程布局及减灾综合效益评估——以海南王下乡为例 [J].灾害学,2026(10):3-4.
- [2]蒋茂.水利工程建设中的防灾减灾安全管理及技术分析[J].水上安全,2025(9):31-33.
- [3]唐邦俊,高飞.特大洪水下水利工程保险推广的探讨[J].黑龙江水利科技,2025,53(2):167-170.
- [4]刘林林,朱刚,袁丰武.基于监督检查的防洪设施水毁修复分析[J].山东水利,2025(1):15-17.
- [5]叶卓锋.水利工程建设中的风险评估与灾害防控研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(12):217-219.
- [6]汤鑫华.科学思维导向下的城市极端雨洪应对策略研究[J].中国防汛抗旱,2024,34(4):41-47.
- [7]徐海涛,陈扬.水利工程建设中的灾害风险评估与防灾减灾技术研究[J].科技资讯,2024,22(6):198-200.
- 作者简介:李明德(1984.11—),男,新疆木垒人,大学本科,工程师,专业方向:水利水电工程建设。