

现代水利工程施工中的安全风险评估与控制

沈祚峰

湖南烁星建筑劳务有限公司, 湖南 长沙 410007

[摘要]水利工程施工属于保障水资源管理以及防洪减灾的关键环节,其在施工期间面临着各式各样的安全风险。鉴于水利工程往往规模颇为庞大,施工工艺也比较复杂,而且环境条件是处于多变状态的,所以施工安全方面的问题显得格外突显出来。考虑到水利工程施工所具有的特殊性,这篇文章深入剖析了施工进度当中存在着的主要安全风险,并且还相应地给出了控制这些风险的具体措施,其目的就在于能够为水利工程的安全管理工作给予科学合理的理论支撑以及实践方面的指导。

[关键词]水利工程; 工程施工; 安全风险评估; 控制

DOI: 10.33142/hst.v8i6.16893

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Safety Risk Assessment and Control in Modern Water Conservancy Engineering Construction

SHEN Zuofeng

Hunan Shuoxin Construction Labor Service Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410007, China

Abstract: The construction of water conservancy projects is a key link in ensuring water resource management and flood control and disaster reduction, and it faces various safety risks during the construction period. Given that water conservancy projects are often quite large in scale, with complex construction techniques and constantly changing environmental conditions, issues related to construction safety are particularly prominent. Considering the particularity of water conservancy engineering construction, this article deeply analyzes the main safety risks that exist in the construction process, and correspondingly provides specific measures to control these risks, so as to provide scientific and reasonable theoretical support and practical guidance for the safety management of water conservancy engineering.

Keywords: water conservancy engineering; engineering construction; safety risk assessment; control

引言

现代水利工程属于国家基础设施建设里的重要部分,它肩负着防洪抗旱、灌溉供水、水资源调配以及生态环境保护等多种功能,其施工流程比较复杂,工期也较长,所涉及的技术种类繁多,而且大多处于自然环境复杂且多变的区域当中。随着工程规模以及技术难度的持续提高,水利工程施工所面临的安全风险变得越来越突出,事故隐患呈现出复杂多样的特点,给施工人员的生命安全以及工程质量带来了极为严峻的考验。有效地识别安全风险、科学地评估安全风险以及精准地控制安全风险,已然成为保障工程能够顺利推进并达成可持续发展的重要环节。当下,伴随信息技术以及管理理念的不断发展,把传统经验同现代风险评估方法相结合,构建起全面且系统的安全风险管理体系,对于提高施工安全水准有着十分重要的意义。本文着重探讨现代水利工程施工当中存在的主要安全风险,较为系统地介绍常用的风险评估方法,并且结合实际施工的特点给出切实可行的风险控制对策,期望能够为水利工程施工安全管理给予理论方面的支持以及实践层面的指导,促使行业安全管理水平不断得到提升。

1 水利工程施工中的主要安全风险

水利工程施工属于综合性工程项目,其系统性较强,技术方面较为复杂,所涉及的范围也比较广泛。其施工环

境往往涵盖山区、河道、水库以及隧洞等地形状况复杂且自然条件多变的区域,在此过程中会面临不少安全风险。主要的安全风险包含地质灾害风险、施工机械设备故障风险、高空坠落与坍塌风险、水体突发事件风险、电气火灾风险以及施工人员违规操作风险等等。就地质灾害而言,像滑坡、泥石流这类情况很可能会因为降雨或者不合理的开挖而引发,进而对施工安全造成直接威胁;大型施工机械,比如起重机、混凝土泵车等,要是维护工作不到位或者是操作出现失误,那么便容易出现设备故障或者发生伤害事故;在坝体、高边坡等结构展开作业的时候,高空作业以及结构的不稳定状态可能会致使坠落或者坍塌事故的发生;并且,水源工程有着与水体直接接触的特性,施工期间要是出现水位突然上涨、围堰失效等突发水害情况,将会带来极大的风险。施工现场的电力系统要是没有按照规范来布设又或者缺乏相应的管理,那么就很容易引发电气火灾;从人员层面来讲,部分施工人员的安全意识比较淡薄,存在着不依照操作规程作业、违规使用设备等情况,这无疑也使得安全隐患发生的可能性增大了。

2 水利工程施工中常用的安全风险评估方法

2.1 风险矩阵法

风险矩阵法是水利工程施工中常用且有效的风险评估工具。该方法通过构建一个二维矩阵,将风险事件的发

生概率与其潜在后果相结合,定性或定量地评估风险的严重程度。在水利工程施工中,风险矩阵法常用于初步识别和评估各类潜在风险,如洪水、地质灾害和设备故障等。借助这一方法,施工管理团队能够迅速判断风险的优先级,合理分配资源并采取针对性的预防措施^[1]。以大坝建设为例,利用风险矩阵法可以识别施工过程中可能出现的地质滑坡风险,并评估其对工程的影响,从而提前实施加固等防范措施,有效降低风险发生的可能性。

2.2 层次分析法

层次分析法属于一种多准则决策方法,其可将复杂问题予以系统化、结构化处理,并且还能开展定量分析,这种方法在水利工程施工安全风险评估方面有着广泛的应用。该方法会把安全风险因素依照系统、子系统以及指标这三个层级来加以分解,进而构建起清晰明确的层次结构模型,如此一来,原本复杂的风险评估问题便能简化成多个层次的比较判断事宜。在评估进程当中,专家或者项目管理人员依据自身的经验以及实际的状况,针对各个风险因素之间的重要程度展开两两比较,由此形成判断矩阵,并且经过一致性检验,以此来保证判断具备逻辑上的合理性。接着,凭借特征值的计算来确定各因素的权重,最终得出各类风险在整体安全风险里所起到的影响程度。层次分析法不但能够科学地呈现出不同风险因素对于水利工程施工安全所具有的相对重要性,而且还能够提升风险评估的客观性与系统性,尤其适合那种存在多风险因素共存情况、评估数据并不完整或者难以量化的工程实际情境。

2.3 故障树分析

故障树分析算得上是一种颇为系统的安全风险评估办法,其借助图形化的形式来对致使特定事故也就是顶事件出现的种种潜在缘由以及这些缘由彼此间的关系加以识别与剖析,在水利工程施工领域有着不容小觑的应用价值。这种方法会选取某一特定的事故事件当作分析的开端,接着凭借逻辑门,像是“与门”还有“或门”这类东西,一层一层地往下追寻事故发生各类基本缘由,一直探寻到最底层的基础事件,进而搭建起一棵完整的“故障树”结构图。对故障树里各个事件发生的概率展开定量的计算操作,能够对顶事件的发生概率予以评估,同时还能从中找出最关键的风险要素,也就是最小割集,如此便能给事故预防以及控制举措的制定给予相应的依据。在水利工程施工期间,故障树分析能够用来评估诸如围堰出现失稳状况、坝体发生渗漏情况、大型设备失去控制状态、高空出现坠落情形等典型的施工事故的诱发机制,对于系统性地识别风险路径很有帮助,可助于找到事故发生的关键节点并且提前着手采取防控方面的措施。

2.4 事件树分析

事件树分析属于一种安全风险评估的方法,它把事故初始事件当作出发点,借助逻辑推理来剖析不同事件的发

展路径以及其可能产生的后果。这种方法在水利工程施工方面有着颇为重要的应用价值。一般而言,它是从某个具体的初始事件开始着手的,比如围堰出现渗漏、施工设备发生故障、突然遭遇强降雨等情况。然后要综合考量防控措施是否发挥效用以及后续事件的演变状况,一步步地去拓展,最终形成一棵“事件树”,以此清晰地呈现出各种可能出现的事事故发展路径。在这棵“事件树”里,每一个节点都代表着一个有可能会发生或者不会发生的事件,而每一条路径则意味着一种可能的事事故后果。并且能够通过给各个事件节点赋予其发生的概率,进而计算得出各类最终结果的概率值,达成对风险进行定量评估的目的^[2]。在水利工程施工当中,事件树分析特别适合用来分析复杂工程系统里由于某一初始事件所引发的多种事故可能性,像是因为排水不顺畅而导致基坑发生坍塌,又或者是由于电力供应中断致使抽水系统陷入瘫痪这类场景。

3 强化水利工程施工全过程安全风险防控

3.1 完善安全管理体系建设,加强施工全过程风险管理

完善安全管理体系建设以及强化施工全过程风险管理,这二者属于提升水利工程施工安全水准的基础性举措,同时也是具备战略意义的措施。在水利工程施工进程当中,鉴于其工程体量颇为庞大、周期相对较长、所处环境也较为复杂,所以安全风险会贯穿于项目所有的各个不同阶段,这就要求务必构建起完善的、能够涵盖设计环节、施工环节、监理环节以及验收环节等整个过程的安全管理体系。要依照国家层面以及行业领域相关的安全法规与标准来制定出系统且科学的安全管理制度以及操作规程,清晰明确各级管理人员还有作业人员各自的安全责任,从而达成管理责任一级一级切实落实到位的效果。在工程项目刚开始启动之际,就要着手展开全方位的安全风险识别以及评估方面的工作,同时结合工程自身的具体特点去制定出具有较强针对性的风险控制计划,把风险管控融入到进度管理、成本管理以及质量控制等相关环节当中,进而实现安全与项目管理相互融合为一体的目标。

3.2 定期开展安全意识培训,提高施工人员综合素质

定期举办安全意识方面的培训,以此来提升施工人员的综合素质,这无疑是强化水利工程施工安全风险评估以及控制工作的关键保障举措。水利工程施工现场通常环境颇为复杂,作业强度也不小,存在的危险因素更是不少。而那些身处一线的施工人员,恰恰是直接投身于各项作业当中的主体所在,他们所具备的安全意识以及操作水平,直接和整个工程的安全水平挂钩。所以,务必要构建起完善且规范的常态化、系统化安全教育培训机制。要依据不同岗位以及不同工种的具体情况,去制定出带有针对性的培训内容,像基础安全知识、施工操作规程、应急处置流程、事故案例分析等等都涵盖在内,从而保证施工人员可以掌握必备的安全技能以及应急反应能力。与此还需要结合工

程的实际状况来开展现场模拟演练以及实操培训,着重强化对高空作业、防水作业、机械操作、电气使用等这些重点环节的风险防控能力^[3]。在培训的形式方面,应当呈现出多样性的特点,把视频教学、案例讨论、经验交流等多种方式综合起来运用,以此提高培训的互动性以及实际效果。

3.3 引入先进数字技术设备,动态监控施工潜在风险

引入先进的数字技术设备,对施工潜在风险展开动态监控,这无疑是推动水利工程施工安全管理朝着智能化以及科学化方向转型的一项极为重要的举措。伴随信息技术持续向前发展,像物联网(IoT)、大数据、人工智能(AI)、BIM(建筑信息模型)、无人机巡检、传感器监测系统这类先进技术,已经逐渐在水利工程施工安全管理领域得到应用,切实提高了风险识别所具有的精准程度以及反应的速度。通过在施工现场布置各类各样的传感器以及智能监控设备,便能够针对边坡、围堰、深基坑、水文环境、施工设备等这些关键部位开展实时的数据采集工作,对位移、压力、沉降、渗流、振动等各项指标的变化情况进行监测,从而提前将潜在的风险点给找出来。与此凭借大数据分析以及AI智能预警系统,可以针对监测数据做出趋势方面的判断并进行风险预测,进而达成风险的早发现、早预警以及早处置这样的目标。

3.4 加强应急预案制定演练,提高事故应急处置能力

强化应急预案的制定以及相关演练工作,进而提升事故应急处置的能力,这在保障水利工程施工安全方面是极为关键的举措,也是有效应对各类突发事件的重要手段。水利工程施工通常是在地质状况复杂且水文条件时常变化的环境当中开展的,所以很容易就会受到像洪水、滑坡、坍塌以及设备故障等诸多突发因素的影响,要是处置不及时,那么就极有可能会发生人员伤亡的情况,工程也会遭受损害,甚至还会引发群体性的事故。所以,项目建设单位以及施工单位务必要对应急管理体系的构建给予高度的重视,要依据工程实际的具体情况来制定出既科学又详尽的应急预案,其内容需要包含应急组织机构、职责分工、应急资源调配、响应程序、处置措施以及信息报告机制等这些核心方面的内容,以此来保证在发生安全事故的时候,可以迅速地组织起来、做出合理的响应并且进行高效的处置。与此还要把应急预案切实落实到施工管理的各个不同环节当中去,定期并且有序地组织开展多种不同形式以及多种不同场景的应急演练,像洪水应急撤离、高空坠落抢救、机械故障处置以及消防逃生等方面的演练都要涉及到,借助实战演练的方式来对预案的科学性以及可操作性加以检验,从而提升各个参建单位以及施工人员协同应对的能力。

3.5 优化施工现场安全防护,做好设备设施维护管理

优化施工现场的安全防护举措,妥善开展设备设施的

维护管理工作,这无疑是保障水利工程施工安全、防范各类事故发生的极为重要的基础性工作。水利工程施工现场常常会涉及到高空作业、深基坑作业、水上作业等一系列高风险工序,对于安全防护措施的要求之严苛程度超乎寻常。所以,务必要依据工程的实际状况,合理设置施工区域里的安全警示标志、围栏、防护棚、防滑设施等等,切实落实针对高处作业的防坠措施、临边作业的防护办法以及临时用电的防触电举措,以此来保证作业人员在各种各样的风险环境之下都能够安然无恙^[4]。与此还需着力构建起施工设备和设施的日常检查机制、定期维护与保养的相关制度,尤其是像起重机械、混凝土泵车、施工电梯、发电机组这类关键设备,应当定期展开技术检测以及隐患排查工作,确保这些设备始终处于良好的运行状态之中。对于那些存在老化现象、出现损坏情况或者有运行异常表现的设备,一定要及时予以维修或者更换,坚决杜绝所谓的“带病作业”行为。除此之外,还应当强化对施工现场各类临时设施稳固性以及耐久性的检查力度,比如脚手架、模板支撑、排水系统等等,以防因为结构不够牢固或者积水发生渗漏而引发次生的安全事故。

4 结语

现代水利工程施工当中存在着各式各样的安全风险,唯有凭借合理的风险评估以及行之有效的控制举措,才能够切实保障施工安全。构建起完善的安全生产管理体系,积极开展各类安全方面的培训,充分应用先进技术,并且周全地做好应急方面的各项准备工作,这些无疑都是提升施工安全程度的关键手段。在未来,伴随技术不断向前发展,施工安全管理将会变得更为科学且更具智能化,这对于实现工程能够顺利完工以及达成可持续发展的目标均是有益处的。安全风险管理一方面保护了从事施工的人员,另一方面也有力地推动了水利工程朝着健康的方向不断发展。

[参考文献]

- [1]沈亚芬.探究水利工程施工中的安全管理与风险控制[J].中国企业文化促进会职业教育专业委员会,2025(1):181-183.
 - [2]蔡硕.水利工程施工阶段安全管理有效性对策研究[J].水上安全,2025(5):163-165.
 - [3]林孝珍.水利工程施工中的安全管理与风险控制[J].中国智慧工程研究会.2024 工程技术应用与施工管理交流会议论文集,2024(1):438-439.
 - [4]潘经骥,张世安.水利工程施工中的安全风险评估与控制研究[J].水利技术监督,2024(7):98-101.
- 作者简介:沈祚峰(1985.1—),男,汉,湖南烁星建筑劳务有限公司。