

水利工程施工全过程安全风险识别与防控机制研究

刘海波

新疆维吾尔自治区头屯河流域水利管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i5.6364

[摘要] 随着水利工程建设项目的不断增加,施工过程中的安全风险问题日益受到关注。本文旨在探讨水利工程施工全过程中的安全风险识别与防控机制,以提高工程安全性、减少事故发生率。首先,本文介绍了水利工程的施工特点,明确了水利工程项目管理中面临的关键问题。接着,基于风险识别理论基础,分析了施工准备阶段、施工过程中以及竣工验收阶段的安全风险因素,并针对特殊环境条件下的风险进行了特别讨论。在安全风险评估部分,提出了构建适用于水利工程施工的安全风险评估模型和决策支持系统的方法,以科学地评估和应对潜在风险。随后,详细设计了涵盖不同施工阶段的安全风险防控策略及应急预案,强调了防控机制实施效果的评价方法。最后,总结了研究成果的应用前景,并对未来的研究方向提出了展望。本研究为水利工程领域提供了一套系统的安全风险管理框架,对保障水利工程项目的顺利实施具有重要意义。

[关键词] 水利工程; 施工安全; 全过程管理; 风险管理

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

Research on Safety Risk Identification and Prevention Mechanism throughout the Construction Process of Water Conservancy Projects

Haibo Liu

Toutun River Basin Water Conservancy Management Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] With the continuous increase of water conservancy engineering construction projects, the safety risks during the construction process have received increasing attention. This article aims to explore the safety risk identification and prevention mechanisms throughout the construction process of water conservancy projects, in order to improve project safety and reduce accident rates. Firstly, this article introduces the construction characteristics of water conservancy projects and clarifies the key issues faced in water conservancy project management. Subsequently, based on the theory of risk identification, the safety risk factors during the construction preparation stage, construction process, and completion acceptance stage were analyzed, and special discussions were conducted on the risks under special environmental conditions. In the safety risk assessment section, a method for constructing a safety risk assessment model and decision support system suitable for water conservancy engineering construction was proposed to scientifically evaluate and respond to potential risks. Subsequently, detailed safety risk prevention and control strategies and emergency plans covering different construction stages were designed, emphasizing the evaluation method for the implementation effect of prevention and control mechanisms. Finally, the application prospects of the research results were summarized, and future research directions were proposed. This study provides a systematic safety risk management framework for the field of hydraulic engineering, which is of great significance for ensuring the smooth implementation of hydraulic engineering projects.

[Key words] water conservancy engineering; Construction safety; Whole process management; risk management

引言

随着我国经济社会的快速发展和基础设施建设的持续推进,水利工程建设作为国家基础设施建设的重要组成部分,在防洪

抗旱、水资源调配、生态保护及促进区域经济发展等方面发挥着不可替代的作用。近年来,大型水利工程如南水北调、水库枢纽、灌区改造等项目不断推进,施工规模日益扩大,施工环境日

趋复杂,工程技术难度显著提升。与此同时,施工过程中面临的安全风险也愈加突出,安全事故时有发生,给人民生命财产安全、工程进度以及社会稳定带来了严重威胁。

1 水利工程施工特点与关键问题

1.1 水利工程施工的特点和流程

水利工程施工通常面临复杂的自然条件,如地质构造多样、地形起伏大、水文气象变化频繁等,因此施工难度相对较高。此外,水利工程往往涉及大量土石方开挖、混凝土浇筑、金属结构安装等作业内容,施工强度大、持续时间长。整个施工过程一般包括前期准备、主体工程施工、设备安装及调试、竣工验收等阶段。前期准备工作包括场地平整、交通布置、临时设施建设等;主体工程涵盖基础处理、大坝建设、泄洪设施建设等内容;设备安装阶段主要完成闸门、启闭机、发电机组等关键设备的安装与调试;最后通过系统性验收确保工程质量符合设计要求。由于施工环境复杂、工序繁多,对安全管理的要求也相应提高。

1.2 水利工程施工中的关键问题

在水利工程项目实施过程中,施工管理面临诸多挑战。其中,安全管理是最为核心的问题之一,特别是在高边坡、深基坑、高空作业等高风险环境下,稍有不慎就可能引发安全事故。其次,进度控制也是难点之一,受自然条件影响较大,降雨、洪水等因素可能导致施工中断,进而影响整体工期。质量控制同样不可忽视,水利工程一旦出现质量问题,不仅修复成本高昂,还可能带来长期运行隐患。另外,资源协调与环境保护也是管理中需要重点关注的内容。施工期间需合理调配人力、材料与机械设备,并尽量减少对周边生态的影响。如何在确保安全的前提下,实现进度、质量、成本三者之间的平衡,是水利工程项目管理必须解决的关键问题。

2 安全风险识别理论基础

2.1 风险识别的概念和原理

风险识别是风险管理过程中的首要环节,其核心在于通过系统的方法发现、确认和描述可能影响项目目标实现的各种不确定性因素。在工程管理领域,风险识别不仅是对潜在问题的预判,更是后续风险评估与应对措施制定的基础。其基本原理是基于对项目环境、施工流程、技术特点以及历史经验的综合分析,找出可能导致不良后果的风险源。这一过程强调全面性与前瞻性,要求识别人员具备较强的专业判断能力和工程实践经验。风险识别通常遵循由整体到局部、由宏观到微观的思路,结合工程实际逐步细化风险内容。只有准确把握各类风险的发生机制及其影响路径,才能为后续的风险控制提供科学依据。

2.2 常用的风险识别技术与工具

在实际操作中,常用的风险识别方法包括专家调查法、安全检查表法、故障树分析法、因果图法、情景分析法等。专家调查法依赖于经验丰富的技术人员或管理人员的经验判断,适用于复杂或新型工程项目;安全检查表法则是一种结构化程度较高的识别方式,通过预先设定的问题清单逐项排查隐患;故障树分析法主要用于分析系统故障的成因逻辑,适用于技术性强、结

构复杂的工程环节;因果图法则有助于理清风险事件与诱发因素之间的关系,常用于原因追溯;情景分析法则通过模拟不同情况下的风险发生过程,帮助识别潜在威胁。这些方法各有优劣,在实际应用中往往需要结合使用,以提高识别的全面性和准确性。随着信息技术的发展,一些数字化工具如BIM、GIS等也被引入风险识别过程中,提升了识别效率与可视化水平。

2.3 水利工程施工中常见的安全风险因素

水利工程施工环境复杂,作业类型多样,因此面临的安全风险因素较为广泛。常见的风险主要包括自然环境风险、施工工艺风险、设备设施风险、人为操作风险及管理缺陷风险。自然环境方面,强降雨、洪水、滑坡、泥石流等自然灾害可能直接威胁施工现场安全;施工工艺方面,深基坑开挖、高边坡支护、大体积混凝土浇筑等工序存在较高的技术难度和安全隐患;设备设施方面,起重机械、运输车辆、施工用电等若维护不到位或操作不当,容易引发事故;人为操作方面,施工人员安全意识薄弱、培训不足、违规作业等问题普遍存在;管理方面,安全责任落实到位、应急预案缺失、监管制度不健全等都会加剧风险发生的可能性。这些风险因素相互交织,具有动态变化的特点,必须通过系统性的识别手段加以梳理,并在各施工阶段采取有针对性的防控措施,才能有效降低事故发生率,保障工程建设顺利进行。

3 水利工程施工全过程安全风险识别

3.1 施工准备阶段的风险识别

在水利工程施工准备阶段,虽然尚未进入大规模作业,但仍然存在多种潜在风险。此阶段的主要工作包括现场勘察、施工组织设计、临时设施搭建、材料设备进场等。由于前期资料掌握不全或勘察不到位,可能导致设计方案与实际不符,从而引发后续施工中的安全隐患。施工现场布置不合理可能影响后期作业的安全性,如临时用电系统设置不当、施工道路规划失当等问题容易诱发事故。此外,施工人员安全培训未及时开展、应急资源未到位等问题也构成潜在管理风险。该阶段的风险虽不直接表现为安全事故,但对整个工程的安全运行具有基础性影响。

3.2 施工过程中的风险识别

施工阶段是各类安全风险集中爆发的时期,涉及土石方开挖、混凝土浇筑、金属结构安装等多个工序。在此阶段,高边坡、深基坑、高空作业等高危作业环境频繁出现,若支护措施不到位或操作不规范,极易发生坍塌、坠落等事故。同时,大型机械设备的使用和移动增加了碰撞、倾覆的可能性,而复杂地质条件下的基础处理也可能引发地基沉降或渗漏问题。另外,施工现场人员密集、交叉作业多,若缺乏统一协调和有效监管,极有可能造成误操作或安全管理失效。

3.3 竣工验收阶段的风险识别

尽管竣工验收阶段施工强度已大幅下降,但仍存在一定安全风险。一方面,部分收尾作业如设备调试、局部修补仍在进行,仍需注意高空作业、电气操作等方面的安全问题;另一方面,

随着施工人员陆续撤离、设备逐步拆除,现场安全管理可能出现松懈,增加意外发生的可能性。此外,验收过程中若发现质量问题需要返工,可能因赶工期而忽视安全规程,导致事故发生。该阶段还可能存在资料缺失、责任不清等情况,影响后期运营阶段的风险控制。

3.4特殊环境下的风险识别

水利工程常常面临复杂的自然环境挑战,特别是在暴雨、洪水、高温、严寒、地震等极端条件下,施工安全风险显著增加。例如,在汛期施工时,突发性强降雨可能引发山洪暴发或基坑积水,威胁人员与设备安全;在高寒地区施工,冻土处理困难,可能影响结构稳定性;强风天气下进行高空或水上作业,易发生坠物或翻船事故。此外,地震活跃区域还可能面临地质活动带来的突发性风险。这些特殊环境下的风险具有突发性、不可预测性和连锁反应特征,需提前制定专项应急预案,并加强实时监测与预警能力,以降低安全事故发生概率。

4 水利工程施工全过程安全风险防控机制

4.1防控机制的设计原则与目标

水利工程施工全过程的安全风险防控机制应围绕“预防为主、综合治理、动态管理、持续改进”的总体思路进行设计。其核心目标是通过建立健全的风险管理体系,最大限度地降低施工过程中各类安全事故的发生概率,保障人员生命安全、设备设施完好和工程顺利推进。在设计过程中,需遵循系统性、可操作性和科学性等基本原则。系统性强调将风险管理贯穿于工程建设的各个阶段,形成闭环管理;可操作性要求防控措施贴近实际,便于现场执行;科学性则体现在充分利用数据分析、信息化手段提升风险识别和应对能力。

4.2针对不同阶段的安全风险防控策略

针对施工各阶段的不同特点,应制定差异化的风险防控策略。在准备阶段,重点在于完善安全管理制度、开展全员安全培训、落实技术交底和应急预案准备工作,确保所有参与人员具备基本的安全意识和应急能力。施工阶段作为安全管理的关键时期,应加强现场监督,严格执行操作规程,特别是在高空、深基坑、水上等高风险环境下,必须落实专项防护措施,并通过定期巡查及时发现和处理安全隐患。进入验收阶段后,尽管施工强度下降,但仍需保持必要的安全管理力度,防止因人员松懈或设备撤离不当引发事故。

4.3应急预案的制定与演练

面对可能发生的突发事件,水利工程必须建立完善的应急预案体系,涵盖自然灾害、设备故障、人员伤亡等多种场景。预案内容应包括预警机制、应急组织架构、处置流程、资源调配方案及信息报送制度等关键要素。预案制定过程中应充分考虑项目所在地的地理环境、气候条件以及施工工艺特点,确保方案

具有针对性和可操作性。同时,应定期组织应急演练,模拟真实场景下的应急响应过程,检验预案的有效性并不断优化调整。通过演练不仅能提高管理人员和施工人员的应急处置能力,还能增强团队协作意识,为真正发生紧急情况时的快速反应打下坚实基础。

4.4防控机制实施的效果评价

为了确保安全风险防控机制能够有效运行,需要建立科学合理的评价体系,对防控措施的执行情况和实际效果进行评估。评价内容应涵盖风险识别是否全面、防控措施是否落实到位、应急预案是否具备可操作性等方面。可以通过设立安全管理指标,如事故发生率、隐患整改率、培训覆盖率等,进行量化分析。同时,引入第三方评估机构或专家评审,有助于提升评价的客观性和专业性。在评估基础上,应及时总结经验教训,针对存在的问题进行整改和完善,推动安全管理体系持续优化。通过建立闭环式的管理机制,使防控机制在实践中不断成熟,为水利工程的安全建设提供有力保障。

5 结论

水利工程的安全建设是保障工程质量和顺利实施的关键环节。本文围绕施工全过程的安全风险识别与防控机制进行了系统研究,分析了水利工程施工各阶段可能面临的主要安全风险,并提出了相应的防控策略。研究表明,水利工程因其施工环境复杂、作业强度大、受自然条件影响明显,必须建立科学合理的风险管理体系。通过完善的风险识别方法、动态的监控手段以及有效的应急预案,能够在很大程度上降低安全事故的发生概率。同时,健全的防控机制和持续改进的管理理念是提升施工现场安全水平的重要保障。

[参考文献]

- [1]傅良.水利工程施工中安全风险评估与控制策略分析[J].水上安全,2024,(24):151-153.
- [2]陈玮娟.水利工程施工安全风险分析与预防措施[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(二).菏泽市牡丹区水务局,2024:162-163.
- [3]阮志毅.分析水利施工管理中存在的安全风险及改进措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(33):41-43.
- [4]梁沫.水利工程项目建设施工风险管理分析[J].工程与建设,2023,37(03):1053-1055.
- [5]修佃祥.L市水利工程施工过程安全风险评价应用研究[D].山东大学,2021.

作者简介:

刘海波(1978--),男,汉族,甘肃高台人,本科,中级,研究方向:水利工程安全生产运行监督。