

主流逐渐扩散,在尾水坎涌水作用下水流流速偏小,约为1.00m/s左右,主流与左岸边坡之间有小范围回流。在尾水坎处水流形成跌水,水流流速偏大,尤其在较高尾水坎情况下,流速云图局部泛红,表明局部流速达到3.00m/s左右。尾水坎后下游河道整体流速偏低,主流流速在0.75~1.50m/s之间,顺河向水流流速逐渐降低,流态平缓。

为方便观察水流流速分布规律,根据过鱼对象游泳能力指标,图中流速云图跨度取0~3.00m/s。由图a可以看出,水流流出弧形拐弯区域后,由于渠道逐渐变宽,水流逐渐扩散,流速逐渐减小,在诱鱼系统区域尾水渠内水流流速约为1.00~1.50m/s。由诱鱼系统内监测断面监测到,诱鱼系统内平均流速约为0.85m/s,诱鱼系统出口处表面流速偏大,局部达到1.20m/s左右。诱鱼系统正下方尾水渠内水流流速适中,约为1.00m/s,上溯鱼类可沿着尾水渠偏右侧水流顺利进入诱鱼系统内。总体来说,主流偏向右岸,诱鱼系统选址合理,诱鱼系统内水流流速适中。

在有尾水坎作用时,尾水渠内水位涌高,流速减小,在1.00m/s左右。诱鱼系统进口导流挡板处水流流速较大,在2.25~3.00m/s之间。由诱鱼系统内监测断面监测到,诱鱼系统内水流流速相对偏大,断面平均流速在1.10m/s~1.70m/s左右,诱鱼系统出口处表面流速偏大,局部达到2.00m/s左右。诱鱼系统正下方尾水渠内水流流速适中,在1.00~1.50m/s之间,形成良好的诱鱼通道,诱鱼通道宽度在5m左右,上溯鱼类可沿着尾水渠偏右侧水流顺利进入诱鱼系统内。

## 5 结语

本研究通过三维数值模拟,分析了不同尾水坎高度对集鱼设施流场及效能的影响。结果表明,尾水坎高度是调控流场结构与集鱼效率的关键。无坎时(0m),系统内平均流速0.85m/s,虽在鱼类适宜范围内,但缺乏有效水流引导,集鱼效率不足。设置0.3m尾水坎后,系统内流速优化至0.80m/s,处于鱼类最优上溯区间(0.4~0.8m/s),并形成宽约5m的稳定诱鱼通道,显著提升了吸引与通过效率,且对发电水头影响极小(水位仅抬升0.03m),工程经济性最佳。当坎高增至0.5m和0.8m时,系统内流速分别升至1.10m/s和1.76m/s,超出多数鱼类适宜范围,形成流速障碍,同时水位显著抬升0.15~0.42m,增加了发电水头损失与局部冲刷

风险。通过比选可知,设置0.3m尾水坎方案在生态需求与工程运行间取得了最优平衡,既能营造符合裂腹鱼等洄游习性的流场条件,又可最大限度保障电站发电效益。

本研究证实,在类似水利工程生态设施设计中,应通过精细化数值模拟,优化尾水坎等调控结构参数,以实现流场可调、鱼类友好与运行经济的多目标协同,为生态补偿设施的优化设计提供了明确的技术路径与决策支持。

## 参考文献

- [1] 米热扎提·吐尔逊买买提,曹文洁,尹才铭,等.全地形流场数值模拟在新疆SPL水电站工程鱼道设计中的应用[J].中国农村水利水电,2025,(06):46-51.
- [2] 贾召文,黄子叶,王猛,等.西藏扎拉水电站竖缝式鱼道池室水力特性研究[J].水利水电快报,2024,45(06):69-75+115.DOI:10.15974/j.cnki.slsdkb.2024.06.012.
- [3] 李国岭,陈胜,贺蔚,等.竖缝式鱼道90°~180°转弯段水力特性及优化研究[J].中国农村水利水电,2024,(05):113-121.
- [4] 唐焯林.大渡河铜街子水电站补建鱼道设计与研究[J].电力与能源,2025,46(04):431-435+468.
- [5] 李志敏,陈明曦,金志军,涂志英,柯森繁,张宁,石小涛,刘德富.叶尔羌河厚唇裂腹鱼的游泳能力[J].生态学杂志,2018,v.37; No.299(06):1897-1902.
- [6] 金志军,马卫忠,张袁宁,陈明曦,谭均军,石小涛.异齿裂腹鱼通过鱼道内流速障碍能力及行为[J].水力学报,2018,v.49;No.499(04):512-522.
- [7] 李广宁,孙双科,郗志红,等.电站尾水渠内鱼道进口位置布局[J].农业工程学报,2019,35(24):81-89.
- [8] Ghaderi A, Dasineh M, Aristodemo F, et al. Numerical Simulations of the Flow Field of a Submerged Hydraulic Jump over Triangular Macroroughnesses[J]. WATER, 2021,13(5):311-319.
- [9] Pourshahbaz H, Abbasi S, Pandey M, et al. Morphology and hydrodynamics numerical simulation around groynes[J]. ISH Journal of Hydraulic Engineering, 2022,28(1):179-187.
- [10] 陈庆光徐忠张永建. RNG K-ε模式在工程湍流数值计算中的应用[J].力学季刊, 2003(01):88-95.
- [11] Smith L M, Woodruff L. Renormalization- group analysis of turbulence[J]. ANNUAL REVIEW OF FLUID MECHANICS, 1998,30:275-310.

# Problems and Countermeasures of Safety Management in the Construction Process of Water Conservancy and Hydropower Engineering Projects

Weiying Ye

Zhejiang Jiangneng Construction Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

## Abstract

The construction of water conservancy and hydropower projects is significantly influenced by natural conditions such as topography, geomorphology, hydrology, and meteorology. Safety management runs through the entire construction process and is highly challenging to control. The quality of management directly affects the construction progress, quality, and the safety of personnel and property. The current safety management system in construction still has deficiencies such as inadequate responsibility implementation, insufficient hazard identification, weak personnel training, and non-standard emergency response, which can easily lead to safety accidents and hinder the smooth progress of the project. Based on the main characteristics of the complex construction environment, special operations, and professional equipment control in water conservancy and hydropower construction, this paper proposes targeted optimization measures from four aspects: responsibility system, on-site control, hazard source identification, and emergency response. These include building a full-staff responsibility grid, promoting standardized operations, strengthening dynamic control, and improving the emergency response mechanism. These measures aim to solve the prominent problems in current safety management, enhance the scientific and effective nature of safety management in construction, and provide technical support and management guarantees for the safety of water conservancy and hydropower construction.

## Keywords

Hydropower and water conservancy construction projects; Construction safety management; Hazard source control; Standardized operation; Emergency response and handling

## 水利水电建筑工程施工过程中安全管理问题及对策

叶卫青

浙江江能建设有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

## 摘要

水利水电建筑工程施工受地形地貌、水文气象等自然条件的影响较大, 安全管理贯穿施工全过程, 管控难度极高, 管理水平的好坏直接影响到工程施工进度、质量及人员财产安全。现有的施工安全管理体系还存在着责任落实不到位、隐患排查不深入、人员培训不扎实、应急处置不规范等缺陷, 很容易引发安全事故, 从而影响工程的顺利推进。根据水利水电建筑施工环境复杂性、作业特殊性、设备管控专业性等主要特点, 从责任体系、现场管控、危险源识别、应急处置四个方面提出针对性的优化对策, 构建全员责任网格、推行标准化作业、强化动态管控、完善应急机制, 破解当前安全管理突出难题, 提高施工安全管理的科学性、实效性, 为水利水电建筑工程施工安全提供技术支撑和管理保障。

## 关键词

水利水电建筑工程; 施工安全管理; 危险源管控; 标准化作业; 应急处置

## 1 引言

在现有的施工安全管理工作中, 传统管理模式与工程施工的复杂性、高危性不相适应, 责任传导层层弱化、隐患排查流于表面、人员安全意识薄弱、应急处置能力不足等问题越来越突出, 导致事故发生率居高不下。不仅造成人员伤亡和财产损失, 还会延误工程工期、影响工程整体效益。根据水利水电建筑施工的特殊性以及安全管理的基本要求, 深入剖析施工安全管理的特征和要求, 准确找到目前存在的主要问题, 探索科学高效的优化对策, 成为破解水利水电建

筑施工安全难题、推进工程高质量建设的重要途径。

## 2 水利水电建筑施工安全管理的特征与要求

### 2.1 施工环境复杂性与安全风险特征

水利水电建筑工程施工环境具有明显的复杂性、不确定性, 安全风险具有多样性、突发性、关联性等特点。施工区域大多处在河流、湖泊、山区等自然条件复杂的地带, 地形起伏较大, 地质情况不稳定, 容易出现滑坡、泥石流、坍塌等地质灾害, 给施工安全带来严重危害; 水文气象条件的多变性又加大了施工安全风险, 暴雨、洪水、台风、高温、

严寒等极端天气会干扰施工进度,造成施工设备损毁、作业人员伤亡等安全事故。施工过程中涉及土方开挖、混凝土浇筑、地基处理、边坡支护等各个环节,各个环节之间衔接紧密,任何一个环节出现安全隐患,都会引发连锁反应,造成安全事故发生<sup>[1]</sup>。

## 2.2 高空水上作业的安全管理重点

高空作业和水上作业是水利水电建筑施工中最常见的高危作业类型,安全管理应将重点放在防护措施落实、作业人员管控和作业环境监测三个方面。高空作业多发生在大坝、溢洪道、厂房等建筑物的高空浇筑、安装、检修等作业中,作业高度高、作业空间狭窄,易发生高空坠落、物体打击等安全事故,必须严格落实高空作业防护措施,规范脚手架搭设、安全网铺设、安全带佩戴等防护要求,保证作业人员人身安全。水上作业包括河道疏浚、围堰施工、水下浇筑等,受水文条件影响较大。水流速度、水位变化等都会影响作业安全,容易造成人员溺水、设备倾覆等安全事故,需要加强水上作业人员的安全防护,配备齐全救生设备,设置作业区域警示标识,实时监测水文气象条件,严禁在恶劣天气下进行水上作业<sup>[2]</sup>。

## 2.3 大型机械设备运行的安全管控要求

水利水电建筑施工需大量采用起重机、挖掘机、装载机、混凝土输送泵等大型机械,大型机械设备体型庞大、操作繁杂、负荷重,安全运行直接关乎施工安全。大型机械设备运行安全管控应贯穿设备进场、运行、维护、退场全过程。设备进场前要严格检查设备资质、性能指标,保证设备符合施工安全要求,严禁不合格设备进场作业;设备运行过程中要配备专业操作人员,操作人员必须持证上岗,严格按照操作规程作业,严禁违规操作、超负荷运行;设备维护要定期进行,及时发现设备故障和安全隐患,做好维护记录,保证设备始终处于良好的运行状态;设备退场时要对设备进行全面检修、清理,规范存放,防止设备损坏或者引发安全隐患。同时还要加强大型机械设备运行过程中现场的监护,设置警示区,严禁无关人员进入作业区,防止设备运行过程中出现安全事故<sup>[3]</sup>。

# 3 当前施工安全管理存在的突出问题

## 3.1 安全责任体系落实层层衰减

安全责任体系不健全、落实不到位是目前水利水电建筑施工安全管理的主要问题,责任传递呈逐层衰减态势。部分施工单位虽建立了安全生产责任制度,但是制度内容过于笼统,没有结合水利水电施工的特殊性以及具体施工环节,明确各岗位、各环节的安全责任,导致责任划分不清、责任落实无抓手。施工单位管理层对安全管理重视不够,把工作重心放在工程进度和成本控制上,忽视安全管理工作,造成安全责任不能有效传递到施工班组和一线作业人员身上;一线作业人员安全责任意识薄弱,没有充分认识到自身岗位的安全责任,存在违规作业、冒险作业等行为,且责任追究机

制不健全,对违规行为的处罚力度不够,不能形成有效的约束作用,进一步加重了责任落实不到位的问题<sup>[4]</sup>。

## 3.2 施工现场隐患排查流于形式

施工现场隐患排查是防范安全事故的重要环节,但是目前大多数施工单位的隐患排查工作流于形式,不能达到预期的管控效果。隐患排查缺少系统性与针对性,排查内容过于表面,只关注施工现场的明显隐患,对隐藏在施工结构内部、设备运行过程中、施工环境中的隐性隐患排查不到位,造成隐患长期存在,逐渐积累,最终引发安全事故。隐患排查频次不够,没有根据施工进度、施工环境变化及时开展隐患排查工作,排查记录不规范、不完整,对排查出的隐患没有明确整改责任人、整改措施和整改时限,整改工作缺少跟踪监督,造成部分隐患排查后没有及时整改,或者整改不到位,形成“排查—整改—反弹”的恶性循环。

## 3.3 作业人员安全培训实效不足

作业人员是施工安全的直接参与者,作业人员的安全意识和操作技能直接影响施工安全,但是目前作业人员安全培训效果不佳,不能满足施工安全管理的要求。培训内容缺乏针对性,没有根据水利水电施工的高危作业类型、施工环境特点、作业人员岗位需求,采用“一刀切”的培训方式,培训内容过于理论化,缺乏实操性,作业人员很难将培训内容应用到实际施工中。培训方式单一,多采用集中授课、宣读规章制度等传统的培训方式,缺少互动性、体验性,不能调动作业人员的培训积极性,造成培训效果不好;培训考核机制不健全,考核内容简单、考核标准宽松,没有对作业人员的培训效果进行有效的检验,部分作业人员即使没有掌握相关的安全知识和操作技能,也能通过考核上岗,进一步加大了施工安全风险<sup>[5]</sup>。

## 3.4 应急预案编制演练严重脱节

应急预案是施工安全事故应急处置的重要保障,应急预案的科学性、可操作性直接影响到事故的处理效果,但是目前水利水电建筑施工应急预案编制和演练严重脱节,不能有效地应对突发安全事故。应急预案编制缺乏科学性、针对性,没有结合水利水电施工安全风险特点、施工环境特点、可能发生的各类安全事故类型,照搬照抄其他工程应急预案,内容空洞、可操作性差,不能指导实际事故处置工作。应急预案演练流于形式,演练频次不够,演练内容简单,没有模拟实际事故场景,演练过程中没有调动作业人员的积极性,没有对演练效果进行总结评估,不能发现应急预案存在的问题和不足,也不能提高作业人员的应急处置能力,造成突发安全事故发生时,作业人员慌乱无序,不能及时开展有效处置,扩大事故损失。

# 4 施工全过程安全管理的优化对策

## 4.1 构建全员安全生产责任网格

立足水利水电建筑施工的复杂性、高危性,建立全员安全生产责任网格,明确各个岗位、各个环节的安全责任,