

水利水电施工技术与安全管理研究

李树民

吉林省应急抢险救援队

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6660

[摘要] 作为国家重要基础设施的水利水电工程,其施工质量与安全对国民经济发展以及社会公共安全所产生的直接关系不容忽视。本文所聚焦的乃是水利水电施工技术与安全管理领域,深入剖析关键施工技术应用要点这一行为,结合实际工程案例数据对安全管理现存问题展开剖析,进而提出具有针对性的优化策略。通过此项研究,其旨在提升水利水电工程施工技术水平,同时强化安全管理效能,提供不仅包含理论参考而且涉及实践借鉴的内容,推动水利水电工程建设朝着高质量且安全化的方向不断发展。

[关键词] 水利水电; 施工技术; 安全管理; 质量控制; 风险防控

中图分类号: TU74 **文献标识码:** A

Research on Construction Technology and Safety Management in Water Conservancy and Hydropower Projects

Shumin Li

Emergency Rescue Team of Jilin Province

[Abstract] As a critical national infrastructure, the construction quality and safety of water conservancy and hydropower projects have a direct impact on national economic development and public safety, which cannot be overlooked. This paper focuses on the field of water conservancy and hydropower construction technology and safety management, delving into the key points of applying critical construction technologies. By analyzing existing safety management issues with practical engineering case data, it proposes targeted optimization strategies. The study aims to enhance the construction technology level of water conservancy and hydropower projects while strengthening safety management effectiveness, providing both theoretical references and practical insights to promote the continuous advancement of water conservancy and hydropower construction toward high quality and safety.

[Key words] water conservancy and hydropower; Construction technology; Safety management; Quality Control; risk prevention and control

引言

水利水电工程因其兼具防洪、发电、灌溉与供水等多重功能,故而成为保障国家水安全以及能源安全的核心基础设施^[1]。随着我国“十四五”规划对水利水电事业发展的大力推进,一批大型水利水电工程纷纷开工建设,面对施工环境的复杂性、技术工艺的高难度以及施工规模的扩大,对施工技术与安全管理提出更高要求这一情况无可避免。当前,部分工程在施工过程中仍存在诸如技术应用不规范、安全管理体系不完善等问题,由此致使质量隐患与安全事故时有发生。所以,深入研究水利水电施工关键技术,并构建科学的安全管理体系,对于提升工程建设质量、防范安全风险而言具有重要的现实意义^[2]。

1 水利水电施工关键技术及应用要点

1.1 基础工程施工技术

基础工程作为水利水电工程的核心部分,对工程稳定性和耐久性起着直接决定作用,其中基坑开挖与地基处理技术尤为关键。在进行基坑开挖施工的时候,需依据工程地质条件选择合理的开挖方式^[3]。就像黄河流域某水利枢纽工程那样地质条件复杂的深基坑,其基坑深度达35m,采用“分层开挖、分段支护”这样的施工工艺,结合土钉墙与排桩联合支护技术,从而有效控制基坑变形。施工过程中通过实时监测基坑边坡位移,将日位移量控制在3mm以内,以此确保开挖过程的安全。地基处理技术需要针对不同地基类型采取具有针对性的措施。对于软土地基,换填法、夯实法和排水固结法是常用的方法。例如某南方水电

站工程地基是淤泥质黏土,其承载力仅为80kPa,采用真空预压联合堆载预压的处理技术,经过6个月的处理之后,地基承载力提升至250kPa,满足设计所提出的要求。而对于岩石地基,需要重点处理裂隙发育的问题,借助高压喷射灌浆技术形成防渗帷幕,将灌浆压力控制在3-5MPa,使浆液扩散半径达到1.5m,进而有效阻断地下水渗透^[4]。

1.2 混凝土施工技术

混凝土施工作为水利水电工程的主要施工内容,其施工技术直接影响工程质量,在混凝土配合比设计方面,需结合工程强度等级及使用环境进行优化^[5]。就如某大型水库大坝工程,坝体混凝土设计强度等级为C30,鉴于大坝承受水压大这一特点,所优化后的配合比呈现为水泥:砂:石:水=1:1.8:3.2:0.45的状态,同时还掺入5%的粉煤灰以及3%的高效减水剂,如此一来,不仅使得混凝土水化热得以降低,而且还将抗压强度提升了12%之多。在混凝土浇筑技术领域内,大体积混凝土浇筑需要解决温度裂缝这样的问题,而采用“通仓浇筑、薄层推移”此种施工方法,将浇注层厚度控制在30cm,与此同时在混凝土内部埋设冷却水管,通入20℃的循环水以此来实现降温目的。在某水电站大坝浇筑过程当中,通过这种技术把混凝土内外温差控制在25℃以内,从而有效减少了温度裂缝的产生情况。除此之外,混凝土振捣采用插入式振捣器,把振捣时间控制在20-30s,以确保混凝土密实度,最终达到振捣合格率在98%以上的结果^[6]。

1.3 防渗施工技术

防渗施工作为水利水电工程的关键环节,其直接关系到工程的防渗性能以及使用寿命。防渗墙技术在水利水电工程中应用颇为广泛,其中深层搅拌防渗墙和高压喷射防渗墙是最为常用的类型。像某灌区节水改造工程采用深层搅拌防渗墙技术,墙厚为30cm,深度达20m。在施工过程中严格控制搅拌桩的垂直度以及搭接长度,保证搭接宽度不小于15cm,满足设计要求。接缝防渗技术作为防渗施工的难点,特别是混凝土结构接缝处,采用遇水膨胀止水条和橡胶止水带联合防渗的方式,其中止水条嵌入深度不小于20cm且止水带中心线与接缝中心线重合,在施工完成之后进行压水试验,试验压力为0.5MPa并持续30min无渗漏现象,由此可得防渗效果良好^[7]。

2 水利水电施工安全管理现状及问题分析

2.1 安全管理现状调研

调研工作中,为深入了解水利水电施工安全管理现状,针对国内10个大型水利水电工程项目开展调研活动,调研涵盖施工企业资质、安全管理人员配置、安全事故发生率等各类指标,相关调研数据如表1所示。

调研数据显示,特级资质施工企业的安全管理水平显著高于一、二级资质企业,即其安全管理人员配置更充足、安全培训覆盖率更高、安全事故发生率更低、安全隐患整改率更高。然而,从整体来看,仍有部分项目存在安全管理漏洞,特别是二级资质企业承接的项目,安全问题较为突出。

2.2 安全管理现存主要问题

表1 10个水利水电工程项目安全管理现状调研数据

项目名称	施工企业资质	安全管理人员配置 (人/万m ²)	安全培训覆盖率 (%)	近三年安全事故发生率 (起/万m ²)	安全隐患整改率 (%)
项目A (水电站)	特级资质	2.5	98	0.02	99
项目B (水库)	一级资质	1.8	92	0.05	95
项目C (灌区改造)	一级资质	1.5	85	0.08	90
项目D (防洪工程)	二级资质	1.2	80	0.12	88
项目E (水电站)	特级资质	2.3	96	0.03	98
项目F (水库)	一级资质	1.6	90	0.06	94
项目G (供水工程)	二级资质	1	78	0.15	85
项目H (水电站)	特级资质	2.4	97	0.02	99
项目I (防洪工程)	二级资质	1.1	75	0.18	82
项目J (灌区改造)	一级资质	1.7	88	0.07	92

部分施工企业未能建立健全安全生产责任制,使得安全管理职责未能明确地落实到每一个具体个人,从而出现“多头管理”或“管理真空”的现象;以项目G和项目I为例,因其安全管理体系不健全,导致安全隐患整改率不足85%,安全事故发生率超过0.15起/万m²。除此之外,部分企业的安全管理制度与工程实际情况结合不够紧密,缺乏针对性以及可操作性,最终致使制度流于形式。水利水电施工环境因其复杂程度高,地质条件、气象条件等诸多不确定性因素较多,可是部分施工企业缺乏系统的风险评估机制,对施工过程中的风险识别既不全面也不深入;例如某水库工程在施工之前没有对暴雨引发的边坡滑坡风险进行充分评估,结果在暴雨天气时导致边坡滑坡,造成工期延误达15天且经济损失达到200万元之多。同时,风险应对措施不够完善,一旦发生风险事故便无法及时有效地进行处置。虽然多数项目的安全培训覆盖率能够达到80%以上,但是培训质量存在参差不齐的情况;部分培训内容过于单一,仅仅局限于安全法规和规章制度方面的讲解,缺少实际操作演练以及案例分析;培训方式较为传统,以课堂讲授为主,使得学员参与度不高;像项目C的安全培训仅仅进行了2小时的理论讲解,并未开展实操培训,最终导致部分施工人员对安全设备的使用不够熟练,进而增加了安全事故发生的风险^[8]。

3 水利水电施工安全管理优化策略

3.1 健全安全管理体系

要构建一种“全员参与、全程管控、全面覆盖”这样的安全管理体系,明确施工企业负责人、项目负责人、班组长以及施工人员各自的安全管理职责,签订安全责任书,并且将安全管理绩效和薪酬相互挂钩。针对不同类型的水利水电工程,制定具有个性化特征的安全管理制度以及操作规程,以此增强制度的针

对性和可操作性。建立安全管理考核机制,定期对安全管理工作开展考核评估,对考核优秀的团队和个人给予奖励,对考核不合格的则进行问责^[9]。

3.2 强化风险防控机制

要建立全流程风险防控机制,在施工前开展全面的风险评估工作,结合工程地质勘察报告以及气象数据等相关资料,识别诸如地质灾害、洪水、高空坠落等各类风险因素,进而制定风险评估报告。针对评估出来的风险因素,制定专项防控措施,例如针对深基坑施工制定边坡监测方案,针对高空作业制定安全防护方案。在施工过程当中,采用智能化监测设备,例如无人机巡检、传感器监测等方式,实时监测风险因素的变化情况,一旦超过预警值便立即启动应急预案。

3.3 提升安全培训质量

通过针对施工人员岗位特点这种方式去进行对安全培训体系的优化,也就是制定出差异化培训内容诸如针对一线施工人员重点开展实操培训而对管理人员重点开展风险管控培训这类,然后创新采用“理论讲解+实操演练+案例分析”如此模式的培训方式并邀请行业专家和一线技术骨干来授课以此增强培训实用性,并且利用线上培训平台开展常态化培训来方便施工人员随时随地去学习,同时建立培训考核机制确保考核不合格人员不得上岗进而实现培训效果得以保证^[10]。

3.4 加强现场安全监管

按照工程规模以及施工难度充实现场安全监管力量,合理配置安全管理人员像特级资质企业承接项目安全管理人员配置不低于2.0人/万 m^2 而一级资质企业不低于1.5人/万 m^2 ,提升监管人员专业素质得通过定期开展安全监管培训且考核合格后才可上岗这个途径,推广智能化监管手段就是在施工现场安装视频监控系统、人脸识别系统等从而实现对施工人员上岗情况以及施工工序操作这类进行实时监控,建立安全隐患排查治理台账且对排查出的隐患实行“闭环管理”以确保隐患能及时整改。

4 结论

水利水电施工技术以及安全管理作为工程建设的核心内容对工程质量和安全直接产生影响,本文先是通过基础工程、混凝土工程、防渗工程等关键施工技术进行分析明确各技术应用

要点,之后结合调研数据剖析当前安全管理存在的体系不完善、风险防控能力不足、培训质量不高以及现场监管不到位等问题,然后针对这些问题提出健全安全管理体系、强化风险防控机制、提升培训质量以及加强现场监管等优化策略。在未来,随着科技持续发展应进一步推动施工技术创新例如推广BIM技术在施工中的应用进而实现施工全过程数字化管控,与此同时加强智能化安全管理手段研发和应用以提升安全管理智能化水平,通过技术创新以及管理优化这般途径不断提升水利水电工程施工质量以及安全管理水平进而为水利水电事业高质量发展提供保障。

[参考文献]

- [1]肖华燕.顶管施工在排涝站工程中的实践研究[J].黑龙江水利科技,2025,53(11):79-82.
- [2]林瑞良.水利工程边坡支护施工技术管理方法探析[J].黑龙江水利科技,2025,53(11):87-89.
- [3]黄雪妮.现代化水利水电施工技术管理应用研究[J].黑龙江水利科技,2025,53(11):173-175.
- [4]吴澜,武艳红,吴鹏.中长水工隧洞施工“降碳”技术路径探索[J].水利技术监督,2025,(12):287-289+309.
- [5]汤智伟.水利工程中引水隧洞施工技术应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):118-120.
- [6]王嘉敏.水利工程季节性施工技术管理的应对措施探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):55-57.
- [7]黄文婷.水利工程堤防渗漏问题与防渗漏加固施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):181-183.
- [8]王卫华.水利工程中的沥青混凝土心墙坝体填筑施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):151-153.
- [9]魏炜.水利工程施工中混凝土裂缝防治技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):175-177.
- [10]郭义威,宋佳,王明珠.水利工程中小型桥梁施工技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):178-180.

作者简介:

李树民(1974--),男,汉族,吉林永吉人,大专,助理工程师,研究方向:水利水电施工,安全管理。