

水利工程施工管理的影响因素及应对方法研究

冯雷

新疆塔建三五九建工有限责任公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要]为提升水利工程施工管理水平与工程综合效益, 探究水利工程施工管理的关键影响因素及对应优化策略。研究表明, 材料配比与养护、施工技术工艺、质量监管机制、低碳施工要求是影响施工管理成效的核心要素; 通过优化材料管控体系、革新施工技术、构建智慧监管模式、推进低碳施工协同发展等方法, 能够有效解决施工管理中的现存问题, 提升工程质量与耐久性, 为水利工程高质量建设提供支撑。

[关键词]水利工程施工管理; 影响因素; 智慧监管; 低碳施工

DOI: 10.64635/ja.2026.1132

中图分类号: TV512

文献标识码: A

Research on Influencing Factors and Response Measures in Water Conservancy Project Construction Management

Feng Lei

Xinjiang Tajiansanwujiu Construction Engineering Co., Ltd., Alar 843300, Xinjiang, China

Abstract: To improve the level of construction management and the overall benefits of water conservancy projects, this paper investigates the key factors influencing construction management and the corresponding optimization strategies. The study shows that material proportioning and curing, construction techniques and processes, quality supervision mechanisms, and low-carbon construction requirements are the core factors affecting the effectiveness of construction management. By optimizing the material control system, innovating construction technologies, establishing an intelligent supervision model, and promoting the coordinated development of low-carbon construction, the existing problems in construction management can be effectively addressed, thereby improving project quality and durability and providing support for the high-quality development of water conservancy projects.

Keywords: construction management of water conservancy projects; influencing factors; intelligent supervision; low-carbon construction

引言

水利工程作为关乎民生福祉与生态安全的重要基础设施, 其施工管理水平直接决定工程的质量、安全与使用寿命。随着水利工程建设规模不断扩大, 建设标准持续提升, 施工管理面临着材料管控、技术应用、质量监督、低碳环保等多方面的挑战。传统施工管理模式已难以适应现代化水利工程建设需求, 深入分析施工管理的核心影响因素, 探索科学高效的应对方法, 成为推动水利工程建设转型升级的关键举措, 对保障工程长效运行、发挥工程综合效益具有重要意义。

1 水利工程施工管理的核心影响因素

1.1 材料配比与养护因素

水利工程混凝土施工中, 材料配比是决定工程质量的

基础要素。混凝土的胶凝材料、骨料、外加剂的类型及配比比例, 直接影响混凝土的强度、防渗性与耐久性。水利工程常用硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥作为胶凝材料, 细骨料需满足质地坚硬、细度模数在 2.4~2.8 之间的要求, 粗骨料则需选用符合粒径标准的碎石, 外加剂的合理添加能够优化混凝土性能。配比参数的偏差会导致混凝土出现分层、离析等问题, 降低工程结构稳定性^[1]。

混凝土养护是保障工程耐久性的关键环节。养护不到位会引发混凝土凝结干缩, 进而产生裂缝病害。水利工程混凝土养护需在 28 天龄期内开展, 高温环境下的堤坝、渠道等部位需进行不间断润湿处理。养护过程中, 润湿频率、覆盖方式等操作细节的把控不当, 会导致混凝土表面出现剥落、开裂等问题, 影响工程使用寿命。同时, 长期

运行的混凝土工程还会面临酸碱腐蚀、冻融交替等病害威胁,养护管理的缺失会加速病害发展,增加工程维护成本。

1.2 施工技术与工艺因素

施工技术的应用水平是影响水利工程施工质量的核心变量。混凝土输送与浇筑环节中,受运输时间与距离的影响,混凝土易出现匀质性下降问题。若运输方案不合理,混凝土初凝前未能完成浇筑,会直接降低结构强度。浇筑过程中的振捣处理至关重要,振捣的高度、时间、深度与速度控制不当,会导致混凝土内部存在空隙,影响工程防渗性能与稳定性。

防渗技术、裂缝控制技术等专项技术的应用效果,对水利工程质量有着直接影响^[2]。以堤坝施工为例,高压喷射灌浆防渗技术的应用能够增强混凝土强度,构建稳定均匀连续防渗墙,若技术操作不规范,会导致堤坝出现渗水隐患。此外,施工工艺的选择与工程实际需求的匹配度也会影响施工管理成效,传统现浇工艺存在施工周期长、资源消耗大等问题,难以适应现代化水利工程高效建设的需求。

1.3 质量监管与评价因素

质量监管机制的完善程度决定施工管理的规范性。传统水利工程质量监管多采用定性评价方式,不同部门、不同项目之间的评价结果缺乏可比性,难以精准识别施工管理中的薄弱环节。部分项目存在监管流程不规范、监管力度不足等问题,导致施工过程中的质量缺陷未能及时整改,留下工程安全隐患。

参建单位的管理水平差异会加剧质量监管难度。水利工程建设涉及建设、勘察设计、施工、监理、质量检测等多个单位,其中施工单位与质量检测单位的管理水平相对薄弱,是质量监管的重点对象。部分施工单位存在质量管理体系不完善、人员技术水平不足等问题,质量检测单位的检测数据准确性与及时性不足,会影响质量监管的有效性。此外,监管信息化水平较低,难以实现对施工全过程的实时监控,也制约了质量监管效能的提升。

1.4 低碳施工与生态因素

“双碳”目标背景下,低碳施工要求成为影响水利工程施工管理的重要因素。水利工程施工阶段的碳排放主要来源于建筑材料生产、施工设备运行与物资运输。混凝土、钢材等大宗建材的生产过程碳排放强度高,若未能优选低碳建材,会大幅增加工程碳排放量。施工设备以传统化石能源为动力,能源利用效率低下,进一步加剧碳排放压力^[3]。

生态环境保护要求对施工管理提出更高标准。水利工

程施工过程中,土地平整、挖掘填筑等作业易引发水土流失,破坏周边植被与水域生态系统。部分项目缺乏完善的环境保护措施,施工扬尘、噪音污染、废弃物排放等问题未能得到有效管控,不仅影响工程周边生态环境,还可能导致工程建设进度延误,增加施工管理难度。

2 水利工程施工管理的优化应对方法

2.1 优化材料管控与养护体系

2.1.1 材料配比精准化管控

建立材料配比动态调整机制,根据工程环境与施工条件优化参数。施工前开展原材料性能检测,依据检测结果进行配合比设计与试拌,确定最优配比方案;施工过程中实时监测原材料含水率、含泥量等指标,当波动超过允许范围时,及时调整配比。例如,砂含水率每变化1%,调整用水量 $1\sim 2\text{kg/m}^3$,确保混凝土性能稳定。

推广低碳环保材料应用,降低碳排放强度。胶凝材料选用LC水泥(石灰石煅烧黏土水泥),其碳排放比传统硅酸盐水泥减少30%~40%;采用粉煤灰、矿渣等矿物掺合料替代40%~50%的水泥,或选用碱激发材料,其碳排放不到传统水泥的30%。骨料优先采用再生骨料,如废弃混凝土破碎加工的骨料,或珊瑚质、污泥陶粒人造骨料,减少天然资源开采与碳排放。外加剂选用高效、环保型产品,如聚羧酸系高效减水剂,提升减水率的同时降低环境影响。

2.1.2 科学化养护技术实施

制定差异化养护方案,适配不同工程部位与环境条件。大体积混凝土采用“内冷外保”技术,内部埋设冷却水管,冷却水温度控制在 $5\sim 10^\circ\text{C}$,外部覆盖保温被,控制内外温差不超过 25°C ;竖向结构采用喷淋养护与模板保温结合的方式,养护时间不少于14天;高温干旱环境增加养护频次,采用智能喷淋系统,根据环境湿度自动调整喷淋时间与间隔。

建立养护全过程监测机制,采用传感器实时监测混凝土内部温度、表面湿度等指标,数据异常时及时预警并调整养护措施^[4]。对于运行期工程,建立常态化病害监测与养护机制,每年开展一次全面检测,重点检查酸碱腐蚀、裂缝、变形等病害,采用防腐涂层、压力灌浆、加固补强等技术及时处理,延长工程使用寿命。

2.2 革新施工技术与工艺应用

2.2.1 核心施工技术升级

优化混凝土输送与浇筑技术,提升施工质量与效率。选用大容积搅拌运输车,缩短运输时间;浇筑前清理模板

与钢筋上的杂物，洒水湿润但不得有积水；浇筑过程中分层进行，分层厚度控制在300~500mm，采用插入式振捣器与平板振捣器配合使用，确保振捣密实。推广高压喷射灌浆、深层搅拌桩等防渗技术，根据地质条件调整施工参数，如高压喷射灌浆的喷射角度、压力与提升速度，确保防渗墙连续性与密实度。

大力推进预制装配施工工艺，降低现场作业强度。在工厂标准化生产预制桩基、箱涵、护岸等构件，采用高精度模具保证构件尺寸偏差在允许范围内；现场吊装选用大型起重机，配备专业指挥人员，确保吊装精准度；构件拼接采用新型密封材料与工艺，如遇水膨胀止水条与环氧密封胶组合，提升拼接缝防渗性能。

2.2.2 智慧施工技术集成应用

搭建工程建设项目管理系统平台，实现施工全过程信息化管控。平台整合人员管理、设备管理、进度管理、质量管理、安全管理等功能模块，支持主管单位、施工、监理、检测等多单位协同作业。通过移动端APP实现人员考勤、施工日志填报、质量问题上报与整改跟踪，现场视频监控、人脸识别、安全帽识别等设备实时采集数据并上传平台，实现“现场监管实时化、过程管理痕迹化、管理手段数字化”。

推广智能施工设备与技术应用，提升施工精准度与效率。采用智能振捣机器人、数字灌浆系统、GIS定位疏浚设备等，减少人为操作偏差；应用BIM技术进行施工模拟与碰撞检测，优化施工方案；通过物联网技术实现施工设备、材料、环境等数据的实时采集与分析，为施工决策提供数据支撑。

2.3 构建智慧化质量监管模式

2.3.1 完善质量监管机制

推广应用全过程全方位定量评价模型，实现监管精准化。基于AHP原理与“三个办法”，构建7层2112项指标的评价体系，采用负分制与一票否决制进行赋分，一般违规扣1分、较重违规扣2分、严重违规扣3分，情节恶劣的违规行为（如贪污受贿、隐瞒质量问题）实行一票否决，直接判定对应指标得分为0。定期开展监管评价，根据评价结果识别薄弱环节，制定针对性整改措施。

加强关键环节与重点单位监管，提升监管效能。关键工序（如混凝土浇筑、灌浆施工）实行旁站监理，监理人员全程在场监督并记录；质量检测单位实行“双随机、一公开”检查，核查检测设备、人员资质与检测数据真实性；施工单位建立质量管理体系认证与审核机制，确保制度落

实到位。建立监管信息化平台，整合监管数据，实现数据共享与追溯，提升监管效率。

2.3.2 强化参建单位协同管理

建立参建单位协同沟通机制，提升协作效率。定期召开工程例会，通报施工进度、质量、安全等情况，协调解决存在的问题；建立信息共享平台，及时传递设计变更、施工方案、检测报告等信息，避免信息不对称导致的返工与延误。明确各参建单位职责与分工，签订责任承诺书，将质量、安全、低碳等要求纳入合同条款，严格考核与奖惩。

加强参建单位能力建设，提升管理水平。施工单位加强技术人员培训，开展新技术、材料、工艺的学习与实操训练，提高专业技能；质量检测单位更新检测设备，加强人员培训与职业道德教育，确保检测数据真实、准确；监理单位配备足够的专业监理人员，开展定期培训，提升履职能力。建立参建单位信用评价体系，评价结果与招投标、评优评先挂钩，激励各单位提升管理水平。

2.4 推进低碳施工与生态协同

2.4.1 低碳施工措施落地

优化施工设备能源结构，降低碳排放。陆上施工设备选用油电双动力液压挖掘机、电动起重机等新能源设备，无电网工况下采用柴油驱动，有电网工况下切换为电力驱动；水上施工船舶采用液化天然气（LNG）、氢气等清洁能源替代柴油，降低碳排放强度。推广智慧施工技术，提升设备利用效率，减少闲置与空转时间，降低能源消耗^[5]。

优化运输方案，减少运输环节碳排放。优先选用水路运输，其综合能源利用率高，碳排放比陆上运输低60%~70%；对于水路无法直达的区域，采用“水路+陆路”联合运输模式。陆上运输选用新能源货车，或采用重载运输、合理规划路线等方式，缩短运输距离与时间；材料供应商优先选择就近企业，减少长途运输，对于用量大的建材，在施工现场设置加工场所，避免反复倒运。

2.4.2 生态环境保护强化

出台专门的生态环境保护方案，将各项防护举措一一落到实处。在施工启动前，展开生态环境影响评估，精准识别出敏感生态区域以及保护对象；施工期间，搭建沉淀池、截水沟等水土保持设施，以此控制水土流失情况；运用雾炮机、防尘网等降尘设备，有效减少扬尘造成的污染；优先选用低噪音设备，并合理规划施工时间，杜绝夜间施工，防止对周边居民以及野生动物产生影响。

强化施工进程中的生态监测与修复工作，最大程度降低对生态的扰动。于施工区域周边合理设立水质、土壤、

空气质量监测点,实时对环境指标进行监测,一旦数据出现异常,即刻调整施工方案;施工结束后,迅速清理施工产生的废弃物,针对临时占用的土地,展开植被恢复工作,挑选本土植物来提高植被覆盖程度,促使生态系统得以修复。针对大型水利工程,着重加强河(海)岸带、水库库区、湿地等区域的水生态修复工作,进一步提升生态系统的碳汇能力。

3 结语

水利工程施工管理是一项系统工程,受材料、技术、监管、低碳生态等多重因素的综合影响。提升施工管理水平,需精准把握各核心影响因素的作用机制,从材料管控、技术革新、智慧监管、低碳生态协同等多个维度入手,构建科学完善的施工管理体系。在未来发展中,随着智慧水利技术的不断进步与低碳发展理念的深入践行,水利工程施工管理将朝着精细化、智能化、绿色化方向迈进。通过持续优化施工管理方法,能够有效提升水利工程建设质量,保障工程长效运行,为社会经济高质量发展与生态文明建设提供坚实支撑。

[参考文献]

- [1]刘洛生,伏建民,钱凯.水利工程施工阶段减碳措施与碳排放管理研究[J].水利经济,2024,42(4):47-52
- [2]原雪,宋兵.从《水利工程施工管理》看“互联网+智慧水利”在水利工程施工管理中的应用[J].人民黄河,2024,46(1):I0009
- [3]栾清华,王月,李阳.水利工程质量监督全过程全方位定量评价模型构建[J].南水北调与水利科技(中英文),2024,22(1):148-157
- [4]汪晓睿.水利工程混凝土施工及养护管理探讨——评《水利工程与混凝土施工》[J].人民黄河,2024,46(5):I0002
- [5]张泽玉,韩鸿雁,张伟.水利工程“智慧监管+标准化工地”建设路径、方法探索与实践[J].水利水电技术(中英文),2024,55(S2):101-106.

作者简介:冯雷(1982.09—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:水利水电建筑工程,当前就职单位名称:新疆塔建三五九建工有限责任公司,就职单位职务:项目经理(实际参与项目建设),职称级别:助理工程师。