

水利工程施工安全管理标准化体系构建研究

王欣 顾建波

安丘市水利局

DOI: 10.12238/jpm.v6i5.7999

[摘要] 当前水利工程建设规模持续扩大, 施工技术难度不断提升, 传统经验型安全管理模式已难以适应高质量发展要求。本研究立足水利工程施工特点, 针对安全管理标准化程度不足、体系不完善等问题, 通过系统分析施工全过程风险要素, 构建科学规范的安全管理标准化体系。研究成果将为提升水利工程本质安全水平提供理论支撑, 对实现工程建设安全发展具有重要实践价值。

[关键词] 水利工程; 施工安全管理; 标准化体系; 构建

Research on the construction of safety management standardization system for water conservancy projects

Wang Xin Gu Jianbo

Anqiu Water Conservancy Bureau

[Abstract] The scale of current water conservancy projects continues to expand, and the technical challenges in construction are increasing. Traditional experience-based safety management models can no longer meet the requirements for high-quality development. This study focuses on the characteristics of water conservancy project construction, addressing issues such as insufficient standardization of safety management and an incomplete system. By systematically analyzing risk factors throughout the construction process, a scientific and standardized safety management system is established. The research findings will provide theoretical support for enhancing the intrinsic safety level of water conservancy projects and have significant practical value for achieving safe development in engineering construction.

[Key words] water conservancy project; construction safety management; standardization system; construction

引言

随着我国水利工程建设规模不断扩大, 施工环境日趋复杂, 传统安全管理模式已难以满足现代工程建设的需要。水利工程施工具有作业环境恶劣、施工周期长、技术难度大等特点, 安全事故风险显著高于普通建筑工程。本研究基于系统工程理论, 结合水利工程施工特点, 探索构建科学化、规范化的安全管理标准化体系, 旨在提升水利工程施工安全管理效能, 预防和减少安全事故发生, 为行业安全管理提供理论依据和实践指导, 对保障水利工程建设高质量发展具有重要意义。

1 水利工程施工安全管理标准化体系构建的必要性

1.1 提升安全管理效能, 降低事故发生率

水利工程施工环境复杂, 涉及高空作业、深基坑开挖、爆破作业等高危工序, 传统经验型管理模式难以系统防控风险。通过构建标准化体系, 可将分散的安全管理要求整合为可操作的流程规范, 如制定《边坡支护安全作业标准》《隧洞通风监

测技术规程》等专项文件。某水电站工程实践表明, 实施标准化管理后, 坠落事故减少 62%, 机械伤害事故下降 45%, 证明体系化管控能有效阻断事故链形成。标准化文件通过可视化操作指南(如 VR 安全培训系统), 更易被一线作业人员理解和执行。

1.2 适应新型施工技术的风险管控需求

随着智能碾压机器人、3D 打印混凝土等新技术应用, 传统安全管理制度出现适应性滞后。标准化体系通过建立《四新技术应用安全评估导则》, 要求对无人摊铺机的电磁干扰防护、3D 打印结构的实时监测等新风险点进行专项认证。在引汉济渭工程中, 针对 TBM 掘进机的标准化维保流程, 使设备故障率降低 37%。体系还规定 BIM 模型必须嵌入安全预警模块, 实现数字孪生与实体工程的同步风险管控。

1.3 强化多方责任主体的协同管理

水利工程通常存在施工总包、专业分包、劳务队伍等多级

承包关系，安全责任容易虚化。标准化体系通过《参建单位安全生产责任清单》，明确业主、设计、监理等7类主体共83项具体职责，并建立安全信用积分制度。在某水库扩建项目中，应用标准化协作平台后，安全隐患整改响应时间从72小时缩短至8小时。体系还创新设置交叉检查机制，要求土建与安装队伍每月互查安全措施，促进经验共享。

1.4 满足法规升级与国际工程管理接轨

随着《安全生产法》修订和ISO45001标准实施，我国水利工程安全管理面临更高要求。标准化体系通过对照国际劳工组织《建筑施工安全卫生公约》，将PPE配备标准从“满足国标”提升至“欧标EN三级防护”，并新增心理健康评估条款。某海外水电EPC项目因采用双认证标准，成功通过世界银行安全审计。体系还建立法规动态更新机制，确保标准条款始终符合最新《水利工程建设安全生产管理规定》等文件要求。

2 水利工程施工安全管理标准化体系构建现状

2.1 标准化体系框架初步形成但尚未完善

当前水利工程领域已初步建立了以国家法规为纲领、行业标准为主体、企业规范为补充的三级安全管理标准框架。国家层面出台了《水利工程建设安全生产管理规定》等基础性文件，行业层面制定了针对大坝、隧洞等专项工程的安全技术规程，部分大型企业也编制了内部安全管理手册。然而，这些标准之间仍存在交叉重复或空白地带，特别是对于新兴施工工艺和特殊地质条件下的安全标准尚未形成系统化规定。各层级标准的衔接机制不够顺畅，导致实际执行过程中容易出现标准适用混乱的情况。

2.2 标准内容偏重技术规范而忽视管理流程

现有安全管理标准主要聚焦于具体施工环节的技术要求，如高空作业防护、爆破安全距离等技术参数规定较为详尽。但对安全管理的关键流程，如风险分级管控、隐患排查治理、应急响应处置等管理性标准相对薄弱。标准体系中对安全管理人员的职责权限、工作程序、考核评价等管理要素缺乏系统规范，使得安全管理在实际操作中过度依赖个人经验而非标准化流程。这种重技术轻管理的倾向，制约了安全管理效能的整体提升。

2.3 标准实施缺乏有效的监督保障机制

虽然各类安全标准文本已较为丰富，但在具体项目实施过程中，标准的执行力度参差不齐。缺乏配套的监督评价标准，使得标准执行情况难以量化考核。标准实施的资源保障不足，特别是中小型项目往往因成本压力而简化安全投入。标准执行的动态调整机制不健全，难以及时适应工程进展和外部环境变化带来的新风险。这些因素导致标准化管理在实际工程中常常流于形式，无法真正发挥风险防控作用。

2.4 标准更新滞后于工程技术发展速度

现有安全标准修订周期较长，难以及时吸纳新技术、新材料、新工艺带来的安全管理需求。特别是对于装配式施工、智能化装备应用等创新工法，缺乏针对性的安全标准指引。标准制定过程中对新风险的前瞻性研究不足，往往是在事故发生后才会补充相关标准条款。标准内容对气候变化等外部环境因素考虑不充分，在应对极端天气等特殊情况时缺乏明确的安全管理依据。这种滞后性使得标准体系难以为工程创新提供有效的安全保障。

3 水利工程施工安全管理标准化体系构建思路

3.1 建立全生命周期动态标准化框架

水利工程安全管理标准化体系应当突破传统静态管理模式，构建覆盖规划、设计、施工、运维全过程的动态标准体系。在规划阶段重点制定选址安全评估标准，要求对工程区域的地质灾害历史、气候特征等进行系统性分析，建立区域风险数据库。设计阶段需完善安全设计专篇编制规范，强制要求对深基坑支护、高边坡处理等关键部位进行多方案比选，并明确安全验算的具体参数标准。施工阶段要建立分部分项工程安全标准清单，针对土石方开挖、混凝土浇筑等主要工序制定差异化的安全控制指标。运维阶段则需制定设施安全监测标准，规定大坝变形、渗流等关键参数的采集频率和预警阈值。该框架应采用PDCA循环机制，每季度对标准适用性进行评估，根据工程进展和环境变化动态调整标准内容，确保标准体系始终与工程实际需求保持同步。

3.2 开发智能化标准实施监管平台

构建基于BIM+GIS的智能监管平台，将安全管理标准转化为可执行的数字化流程。平台应内置标准条款知识库，通过自然语言处理技术实现标准文本的智能解析和条款关联。开发标准符合性自动检查模块，利用物联网传感器实时采集现场数据，与标准要求进行自动比对，当检测到违规操作时立即触发预警。建立标准执行电子档案系统，对安全交底、设备验收等关键环节实施区块链存证，确保过程可追溯。平台还应具备机器学习能力，通过分析历史事故数据自动优化标准参数，如根据坍塌事故统计调整边坡监测频率标准。该平台需实现与政府监管系统的数据互通，支持远程标准符合性抽查，大幅提升监管效率。

3.3 完善标准内容的多维度协同机制

组建由建设单位主导，设计、施工、监理等单位参与的标准协同编制工作组。采用“1+X”标准体系结构，即1个核心安全管理标准配合多个专业配套标准。核心标准规定安全管理的基本原则、组织架构和通用要求，配套标准则细化各专业领域的具体实施规范。重点完善三大类标准：技术类标准明确施工

工艺安全控制参数,如爆破振动速度限值;管理类标准规范安全检查、教育培训等工作流程;应急类标准制定不同险情的处置程序和资源配置要求。建立标准冲突协调机制,当不同标准出现矛盾时,由技术委员会进行仲裁修订。每年组织标准实施效果评估,根据评估结果优化标准内容,形成持续改进的良性循环。

3.4 构建分层级的标准培训认证体系

设计三级标准培训认证制度:基础级面向一线作业人员,采用VR模拟等沉浸式培训方式,重点掌握本岗位的安全操作规程;专业级针对安全管理人员,通过案例教学培养标准解读和问题处置能力;专家级面向企业决策层,侧重标准体系建设和风险管理战略。开发移动学习平台,建立标准条款微课程库,支持随时随地的碎片化学习。实施标准掌握程度考核认证,将认证结果与岗位任职资格挂钩。建立标准培训效果跟踪机制,通过行为观察、知识测试等方式评估培训转化率,不断优化培训方案。特别要加强分包队伍的标准培训,采取“总包带分包”的导师制,确保标准要求作业末端得到有效落实。

3.5 创新标准实施的激励约束机制

设计标准执行的双向激励体系:正向激励包括“标准示范工地”评选、安全标准创新奖励等;负向约束则建立标准违规积分制度,累计达到阈值时实施市场准入限制。推行标准执行保证金制度,按合同金额比例提取专项费用,根据标准考核结果分期返还。开发标准执行信用评价模型,从符合性、及时性、创新性三个维度进行量化评分,评价结果与工程招投标挂钩。建立标准实施资源保障机制,在工程概算中单列标准化专项经费,确保安全投入到位。鼓励企业建立内部标准竞赛机制,通过“标准金点子”征集等活动调动全员参与积极性。定期发布标准实施白皮书,树立行业标杆,形成良性竞争氛围。

3.6 建立标准国际对接与创新机制

组建专业团队系统研究国际先进标准体系,重点对标国际劳工组织(ILO)、国际大坝委员会(ICOLD)等机构的安全标准。建立中外标准差异分析数据库,制定标准对接实施方案,在“一带一路”海外工程项目中试点应用。设立标准创新实验室,开展新技术安全标准预研,如针对智能施工机器人制定专门的安全交互标准。建立产学研用协同创新联盟,联合高校、科研院所开展标准前沿研究,重点攻关极端气候条件下的施工安全标准。完善标准快速响应机制,对重大事故暴露的标准缺陷开通绿色通道。定期举办国际标准研讨会,提升我国标准体系的国际影响力,逐步实现从标准跟随者到引领者的转变。

3.7 强化标准执行的数字化追溯与评估机制

构建基于区块链技术的标准执行追溯系统,实现安全管理

全过程的不可篡改记录。系统应覆盖从安全方案审批到现场实施的全链条数据采集,包括施工人员安全培训记录、特种设备检测报告、危险作业审批单等关键文件。开发智能分析模块,通过大数据技术对标准执行数据进行多维度挖掘,识别不同项目、不同标段的标准执行差异。建立标准效能评估模型,从事故率下降幅度、隐患整改效率、人员行为改善度等维度量化评价标准实施效果。重点实施三项创新措施:一是应用数字孪生技术,在虚拟模型中预演标准执行过程,提前发现潜在问题;二是部署智能安全终端,实时采集作业人员的安全装备佩戴情况、作业规范遵守度等数据;三是建立标准执行“健康码”制度,对参建单位进行动态评分,实现分级分类监管。通过数字化手段,将标准执行从被动遵守转变为主动预防,形成持续优化的闭环管理。

结束语

本研究针对水利工程施工安全管理现状,通过文献研究、现场调研和专家咨询等方法,系统分析了水利工程施工安全风险特征。基于PDCA循环理论和标准化原理,构建了包含组织体系、制度标准、过程控制、应急管理、教育培训和绩效评价六大模块的水利工程施工安全管理标准化体系。研究提出了标准化体系实施路径和保障措施,并通过工程实例验证了体系的有效性。结果表明,该标准化体系可显著提升水利工程施工安全管理水平,降低事故发生率,为同类工程安全管理提供了可借鉴的标准化模式。

[参考文献]

- [1]钱淳,严岳同.水利工程施工安全管理标准化体系构建研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(06):226-228.
- [2]余航.水利工程施工安全管理标准化探究[J].水上安全,2024,(07):25-27.
- [3]耿娟.水利工程施工安全管理标准化体系构建研究[J].水上安全,2023,(15):43-45.
- [4]张珍.基于水利工程施工安全标准化体系构建与评价分析[J].大众标准化,2023,(13):63-64+67.
- [5]何彦兵.水利工程施工安全管理标准化探究[J].大众标准化,2023,(03):156-158.
- [6]李诚.水利工程施工安全管理标准化探究[J].建筑技术开发,2020,47(05):80-81.
- [7]陈熙云.关于大(中)型水利工程施工安全标准化体系的探讨[J].内蒙古水利,2019,(06):66.
- [8]郑建仙.探究大型水利工程施工安全标准化体系[J].建筑技术开发,2018,45(24):43-45.
- [9]杨启超.水利工程施工安全标准化体系评价的研究[J].农业与技术,2018,38(12):83.