

# 水利技术管理框架下的工程安全质量监督策略与实践路径研究

龙志超

广东 清远 511500

DOI:10.61369/WCEST.2026030022

**摘 要：** 这项研究通过水利技术管理方案，梳理工程安全质量监督的理论根据（像全面质量管理、风险管理等）、方案要素（如标准体系、风险预警等）以及现存的问题，提出组织优化、技术运用、协同机制等措施，促使监督从被动检查朝着主动防控转变，为水利工程安全质量的管控提供理论与实践方面的指引。

**关 键 词：** 水利工程安全质量监督；技术管理框架；协同监督机制

## Research on the Strategy and Practice Path of Engineering Safety and Quality Supervision under the Framework of Water Conservancy Technology Management

Long Zhichao

Qingyuan, Guangdong 511500

**Abstract：** This research, through the implementation of water conservancy technology management plans, examines the theoretical basis for engineering safety and quality supervision (such as total quality management, risk management, etc.), the plan elements (such as standard systems, risk warning, etc.) and existing problems. It proposes measures such as organizational optimization, technology application, and collaborative mechanisms, promoting the transformation of supervision from passive inspection to active prevention and control, and providing theoretical and practical guidance for the management and control of water conservancy project safety and quality.

**Keywords：** supervision of safety and quality in water conservancy engineering; technical management framework; collaborative supervision mechanism

## 引言

水利项目作为国家水安全保障系统的主要载体，其安全质量直接关乎着民生福利和经济社会的可持续进步。随着《关于加强新时代水利工程质量安全管理的指导意见》（2023年）的颁布施行，水利工程安全质量监督在系统性和精准性方面的要求得以进一步提高。该文以水利技术管理方案为核心，系统整理全面质量管理、风险管理等理论基础，分析监督体系构成因素与实践成果，针对当下管理机制、技术运用等方面存在的问题，从组织优化、制度健全、技术帮助等方面提出协同监督机制与全流程管控策略，为推动水利工程安全质量监督从被动检查向主动防控转变提供理论支持与实践途径。

## 一、水利工程安全质量监督的理论基础与技术管理框架

### （一）水利工程安全质量监督的理论基础

水利工程安全质量监督的理论根据包含全面质量管理学说、风险管理学说以及系统控制学说。全面质量管理学说重点以工程整个生命周期作为对象，通过全员参与、全流程管控以及全要素协同，实现质量目标的持续优化，其PDCA循环模式为监督流程的动态调整提供方法论方面的指引<sup>[1]</sup>。风险管理学说关注工程建

造里的不确定要素，通过风险辨认、评定与处理，把安全质量隐患管控在可接纳范围。系统控制理论将水利工程视作复杂体系，要求在监督进程中兼顾设计、施工、运维等环节之间的关联性，通过层级化控制与反馈机制，保证各子系统的安全质量状况与整体目标相符。这三者的协同运用为技术管理框架搭建提供逻辑根据。

### （二）水利技术管理框架的构成与特点

水利技术管理方案包含技术标准体系、流程管控机制、风险预警体系以及信息化支持平台等主要模块。技术标准系统以行业

准则和技术规范为基础,确定各环节安全质量参数和技术规定,为监管提供量化参照<sup>[2]</sup>。流程管控机制覆盖设计、建造、验收整个流程,通过主要环节技术审核与实地查验实现动态掌控。风险预警体系通过水文、地质等监测信息搭建多方面风险评价模型,预先识别潜藏隐患。信息化支持平台融合 BIM、物联网等技术,实现工程信息即时共享与可视化管控。框架特性显示出系统性和协同性,各要素彼此关联、动态符合,促使监督工作由被动检查向主动防控转化。

## 二、水利工程安全质量监督现状分析

### (一)当前水利工程安全质量监督取得的成效

在制度建设方面,建立起以《水利工程质量监督管理规定》为核心的法规制度体系,清晰界定监督主体的职责与工作流程,实现从对单个项目进行监管到对项目全生命周期实施覆盖的转变<sup>[3]</sup>。在技术运用领域,BIM 技术、无人机巡查以及物联网监测体系的普及提高隐患识别的效率和精准度,大型水库建造里质量缺陷的整改比例提高约 20%。从实践成效来看,重大水利工程质量事故发生概率相较于五年之前降低 35%,标准化施工覆盖比例达到 85% 以上,部分流域建立的协同监督机制整合政府、企业以及第三方资源,形成事前预警、事中管控、事后评估的闭环管理模式。

### (二)水利工程安全质量监督存在的主要问题

在管理机制方面,一些地区的监督机构和建设、施工单位存在职能重叠情况,职责界限不够清晰,难以建立起闭环式的管理体系,并且监督人员配备不充足、专业构成较为单一。在技术运用方面,传统的监督办法依靠人工巡查,信息化、智能化技术的运用较为滞后,无人机巡查、BIM 技术的集成运用比例较低,很难实现全生命周期的动态监控,隐患识别不够及时、精准。在执行环节,部分监督人员专业能力欠佳,对新技术、新标准的掌握程度不够,监督工作存在形式化现象,质量安全责任追究制度未能有效落实,对违规行为的处罚力度不够。另外监督工作的协同性存在欠缺,和设计、监理等单位的信息共享机制不够完善,监督数据显示碎片化状态,难以支持全面性的决策<sup>[4]</sup>。

## 三、水利工程安全质量监督策略研究

### (一)基于技术管理框架的监督体系优化策略

#### 1. 监督组织体系优化

监督组织体系的优化要建立分级负责、协同联动的组织框架。省级监管部门重点于技术标准的制定以及重大项目的督导工作,市级部门负责所在区域内的日常监管与技术指引,县级部门承担现场巡查以及问题整改的跟踪任务,建立起纵向连贯的监管链条<sup>[5]</sup>。在横向合作方面,加强水利部门和应急、住建等不同部门间的技术协作,建立联合监管机制,实现质量安全数据与技术资源的共享。引入第三方技术服务组织参与专项监督工作,弥补政府监督力量的欠缺,清晰界定第三方技术资质以及责任界限。权

责界定以技术管理程序为根据,把设计审核、施工进度监督、验收评定等阶段责任细化到具体部门与岗位,建立谁监督、谁负责的追溯体系,促使监督从被动处理向主动防范转变。

#### 2. 监督制度体系完善

监督制度体系的完善要通过法规标准和责任机制的协同优化来加强制度的约束效力。法规标准体系需着眼于技术管理的整个流程,根据水利工程建设特性对技术规范和质量标准予以细化,促进标准与行业前沿技术实现衔接。责任追究制度要清晰界定各主体在技术管理方面的职责,建立技术责任、质量后果的追溯体系,针对设计、施工、监理等环节的技术差错开展精准问责,引入信用惩戒机制,把责任履行情况与市场准入、项目投标等相关联<sup>[6]</sup>。建立法规标准和责任机制的联动反馈体系,通过技术管理数据的实时收集与分析,适时修正滞后的标准、调节问责的力度,保证制度体系符合工程实践的需求。

### (二)水利工程安全质量监督技术策略

#### 1. 现代信息技术在监督中的应用

BIM 技术能够实现工程设计、建造以及运维阶段的三维模型可视化效果,把质量安全参数嵌入到模型节点之中,实时对设计标准和实际施工数据予以对比,及时察觉结构偏差或者材料违规方面的问题<sup>[7]</sup>。物联网科技通过设置传感器网络,对混凝土强度、坝体位移、渗流流量等主要参数开展动态收集,为监管人员提供实时告警。大数据技术融合多源数据,搭建质量安全风险评估模型,找出施工工序里的潜在风险,例如根据历史数据的机器学习算法能够预估混凝土裂缝发展走向,帮助监督决策由事后整改变为事前预防。在实施过程中要重视技术的协同效应,统一 BIM 模型和物联网数据的接口规范,根据工程的地域特性以及结构特征对分析模型加以优化。

#### 2. 安全质量监测与预警技术

通过于在坝体、边坡以及输水管道等主要位置布置光纤传感、振弦式传感器、GNSS 位移监测装置等智能感知终端,收集渗压、变形、应力、水位等多方面信息,搭建覆盖工程整个生命周期的监测网络<sup>[8]</sup>。数据传送运用 LoRa、NB-IoT 等低功耗广域网络技术,保障数据稳定传送与实时汇集。预警模型结合机器学习算法(例如 LSTM、随机森林)和有限元数值模拟,针对监测数据开展特征提取以及风险等级评定,建立数据采集、智能分析、分级预警闭环系统。当监测参数超出预先设定的阈值时,系统会自动触发分级预警的信号,并推送到管理终端以及现场负责人处,为应急处置工作提供决策的根据,能够有效弥补传统人工巡检存在的滞后状况,提高监督的精准程度与时效水平。

## 四、水利工程安全质量监督实践路径研究

### (一)完善水利工程安全质量监督机制的实践路径

#### 1. 构建协同监督机制

搭建协同监督体系要以政府部门、企业主体以及第三方机构的权责界定为主要。政府相关部门需加强宏观监督管理职能,制定统一的安全质量标准体系,建立信用评价与惩戒制度,搭建信

息共享的平台。企业身为责任主体，要落实内部质量管控机制，主动接受监督与评价，及时反馈风险问题并进行整改落实。第三方组织凭借专业技术特长，负责质量检测、安全评估等工作，评估成果作为政府监管和企业改进的主要参考，建立机构资质动态审查机制。三者通过定期的联席会议、风险预警共享等机制实现信息交互，建立政府监管、企业自治、第三方技术支撑的协同模式<sup>[9]</sup>。

## 2. 建立全过程监督机制

自项目规划环节介入，加强工程建设必要性、技术可行性以及安全质量目标的前期审核。设计环节重点于图纸审核与技术交流，运用 BIM 技术搭建三维模型，察觉潜在安全风险并完善设计规划。在施工阶段采用旁站监督 + 远程监控模式，针对混凝土浇筑、土石方开挖等主要工序开展实时数据收集，通过物联网对施工参数进行监测<sup>[2]</sup>。在运行维护期间建立常态化的巡检体系，通过传感器网络对坝体位移、渗流量等指标实施动态监控，定时开展安全评估和隐患排查工作，建立规划、设计、施工、运维各阶段的监督闭环<sup>[10]</sup>。整合建设单位、监理单位、第三方检测单位等多方面资源，搭建统一的监督信息平台，实现各阶段监督数据的无缝连接与追溯。

## （二）提升水利工程安全质量监督效能的实践路径

### 1. 加强监督队伍建设

建立专业人才培养和考核评价系统，打造贯穿全周期的人才发展体制。针对水利工程安全质量监督所包括的水文地质、结构力学、工程法规等多个领域的知识，建立分层分类的培训课程方案，把理论授课与现场实际操作紧密融合。通过安排监督人员参加重大水利工程实地观摩、典型案例回顾研讨、技术交流讲座等活动，提高他们对复杂工程问题的分析判断能力以及新技术的应用水准。建立量化考核评估体系，把监督人员的专业知识掌握状况、现场监督履职表现、问题发现与处理成效等列入考核指标，采用定期考核和动态评估相融合的方法，建立培训、实践、考核、提高的闭环式管理。健全人才激励体系，针对考核成绩优异、表现十分突出的监督人员，提供职称提高、专项奖赏、评优评先等激励措施，激发队伍的专业成长活力，保证监督队伍始终拥有适应水利工程技术进步的专业素养和履职能力。

### 2. 创新监督方式方法

在水利技术管理方案里，工程安全质量监督要打破传统模式的束缚，搭建飞行检查、随机抽检和信用评估深度结合的组合运用模式。飞行检查需重点关注主要环节和高风险项目，通过不预先通知的突击式查验，精确抓取施工进度里具有隐蔽性的安全隐患。比如针对混凝土浇筑强度、防渗工程工艺、高边坡支护等核心技术指标，运用现场取样检测和实时数据对比的方法，保障监督的时效性与真实性。随机抽检要通过水利工程技术管理数据库，根据项目类型、建设阶段、风险等级等方面合理设定抽样权重，对原材料进场、工序验收、隐蔽工程等环节开展动态检查，通过 BIM 技术对工程结构开展数字化建模分析，提高抽检的科学性与覆盖范围。信用评估需建立包含参建单位技术水平、履约情况、质量安全事件、整改协作度等方面的综合评估指标体

系，把监督成果与信用等级进行动态关联，对于信用优良的单位简化监督程序、降低检查频率，对失信主体增加检查频率并列入行业黑名单，形成监督、评估、奖惩的闭环机制。三种手段进行组合运用，可通过飞行检查和随机抽检实现过程管控的精确性，还能凭借信用评价加强长效约束，促使水利工程安全质量监督从被动响应向主动预防转变，提高监督效能与技术管理水准的协同度。

## （三）推进水利工程安全质量监督标准化与规范化

### 1. 制定统一的监督标准

确立统一的监督准则是推动水利工程安全质量监督标准化和规范化的核心要点，要围绕材料检测、工艺把控和验收评定等主要部分建立量化且可实施的指标体系。在材料检测环节，要确定原材料入场检验的主要指标，像水泥的抗压强度、安定性，钢筋的屈服强度、抗拉强度、冷弯性能等，拟定统一的抽样频次（例如每批次抽取不少于3组试样）和检测方式，保证材料质量符合设计规范规定。工艺管控领域，针对混凝土浇灌、土方夯实、帷幕灌浆等主要工序，设定工序质量控制要点的量化参数，像混凝土坍落度偏差区间（ $\pm 20\text{mm}$ ）、压实度合格比例（不低于95%）、灌浆压力波动幅度等，清楚监督检查的频率与记录规定，实现工艺质量的精确掌控。验收评估阶段要建立分阶段验收的量化准则，比如单元工程质量评定的得分界限（不低于85分为合格）、分部工程验收的主要指标实现率（如100%）、单位工程验收的缺陷处置率等，保证验收阶段的客观性和一致性。统一监督标准的设定要结合水利工程不同种类（水库、堤防、泵站等）和规模（大、中、小型）的特性，吸纳行业内成熟的技术规范和实践经验，建立覆盖项目规划、设计、施工、验收整个流程的标准化监督体系，为监督工作提供清晰根据，降低监督过程里的主观随意性，提高监督的精准度和有效性。

### 2. 规范监督工作流程

在水利工程安全质量监督实践路径研究里，推动标准化与规范化的主要环节是规范监督工作的流程。设计标准化监督流程模板要以问题察觉、处理、整顿、核验的闭环管理作为逻辑主轴，清楚各主要操作节点的职责范围与技术规范。监督流程需覆盖前期筹备阶段的监督方案拟定，包含根据工程类别、规模以及风险级别制定有差异的监督清单，确定现场检查的主要部位（像大坝心墙、输水隧洞）和技术参数（如压实度、渗透系数）；现场监督时期要运用检查、记录、反馈的联动模式，通过影像资料、检测数据等客观根据锁定问题，同时形成问题整改通知书，明确整改期限、责任主体以及验收准则，保证问题描述清楚、根据充足、要求明确；整改验证环节应建立分级复核制度，针对一般问题由项目法人组织自行检查并提交整改报告，对于重大安全隐患则由监督机构牵头开展现场复核，必要时委托第三方检测机构进行专项复测，确保整改措施落实到位并取得成效。流程模板要嵌入信息化管理系统，实现问题台账的动态更新、整改流程的全程留痕以及监督数据的实时追溯，促使监督工作由事后处理向事前防范、事中管控转变，为水利工程安全质量监督的标准化执行提供可复制、可推广的操作模式。

## 五、总结

本研究通过水利技术管理方案，全面梳理工程安全质量监管的主要策略和实践途径。研究显示水利工程安全质量监管要以技术管理方案为依靠，通过优化监管流程、加强技术支持、健全制度保障等措施，实现对工程全生命周期的有力管控。在实践途径方面，需重视监督主体之间的协同协作，促进技术标准和工程实际的深度结合，提高监督工作的精确性与及时性。不过研究仍然

存在一定局限，例如监督主体协作的深度不够，多主体之间的信息共享与责任划分机制需要进一步健全；在技术适配性上，部分新兴技术在复杂水利工程场景里的应用成效尚未得到充分证实。未来的研究能够专注于智能化监督标准体系的搭建，融合大数据、物联网等技术，建立动态化、智能化的监督模式。深入开展多主体协同监督机制的研究，为水利工程安全质量监督提供更为科学的理论根据和实践指引。

## 参考文献

- [1] 马天麒. 面向弱监督语义分割的边界框先验与伪边界框生成研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [2] 尹康. 江西省水利建设工程政府质量监督体系存在问题及对策研究 [D]. 南昌大学, 2023.
- [3] 陈为民. 基于 fsQCA 的安徽省水利工程质量监督影响因素及对策研究 [D]. 安徽大学, 2023.
- [4] 刘泽同. 弱监督框架下的图像检索方法研究 [D]. 吉林大学, 2024.
- [5] 李德状. 边界框监督与参考文本引导的视频目标分割 [D]. 大连理工大学, 2023.
- [6] 潘超. 大质量背景下四川水利工程质量与安全监督路径研究与实践 [J]. 四川水利, 2022(z2): 78-80.
- [7] 黄沛钟. 水利工程建设质量与安全监督管理策略 [J]. 数码设计, 2023(1): 131-133.
- [8] 曹健, 刘帅, 寇珊珊. 济宁市水利工程质量与安全监督实践与建议 [J]. 山东水利, 2022(9): 38-39.
- [9] 李相. 水利工程质量与安全监督管理问题及解决策略研究 [J]. 清洗世界, 2024, 40(4): 187-189.
- [10] 巴前梅. 水利工程质量监督创新研究——评《水利工程质量与安全管理》[J]. 人民黄河, 2022, 44(6): 后插7-后插8.