

基于PDCA循环与水利“六项机制”嵌合的 安全生产风险管控体系构建

胡 伟

(安徽省水利水电勘测设计研究总院股份有限公司, 230088, 合肥)

摘 要:为强化水利项目安全生产风险管控效能,破解传统管控模式碎片化难题,契合当代水利工程建设安全管理精细化需求,立足PDCA循环原理与水利安全生产风险管控“六项机制”内涵,构建了基于二者嵌合的安全风险管控体系,以水利“六项机制”为制度承载主体,以PDCA循环为流程赋能载体,形成制度托底、流程赋能、双向驱动的闭环管理模式。在体系嵌合设计中,将查找与研判机制嵌入计划环节达成风险精准定位,预警与防范机制嵌入执行环节实现风险前置化解,防范与处置机制嵌入检查环节精准捕捉偏差,责任机制嵌入处理环节达成责任闭环与体系持续迭代。该体系在某在建大型水库监理项目中的应用实践,发现并针对性解决了风险等级判定主观模糊、巡检执行形式化、处置评估流于形式及考核与改进脱节等一系列典型问题。经归纳分析实践数据及该体系实施前后的风险管控监理效果,结果表明该体系可有效提升项目安全风险管控工作的规范化及精细化水平,为水利工程建设安全生产风险管控提供科学高效、可操作性强的新实践路径。

关键词:安全生产;PDCA循环;水利安全生产风险管控“六项机制”;嵌合逻辑;风险管控;水利工程

Construction of a safety production risk management and control system based on embedded fusion of PDCA cycle and “six mechanisms” for water conservancy

HU Wei

(Anhui Survey & Design Institute of Water Resources & Hydropower Co., Ltd., Hefei 230088, China)

Abstract: This paper aims to strengthen the efficiency of safety production risk management and control of water conservancy projects, solve the fragmentation problem of the traditional management and control mode, and meet the refined needs of safety management of contemporary water conservancy project construction. Based on the principle of the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle and the connotation of “six mechanisms” for risk management and control of water conservancy safety production, this paper constructed a safety risk management and control system based on the embedded fusion of the two. By taking the “six mechanisms” for water conservancy as the institutional carrier and the PDCA cycle as the process-empowering carrier, a closed-loop management model featuring institution-based guarantee, process-enabled empowerment, and two-way driving was established. In the embedded design of the system, the search and judgment mechanism was embedded in the “plan” link to achieve accurate risk positioning; the early warning and prevention mechanism was embedded in the “do” link to achieve risk pre-resolution; the prevention and disposal mechanism was embedded in the “check” link to accurately capture the deviation; the responsibility mechanism was embedded in the “act” link to achieve

收稿日期:2025-10-18 修回日期:2026-04-27

作者简介:胡伟,工程师,主要从事水利工程全过程咨询、EPC总承包、施工监理及工程建设安全管理工作和研究。E-mail:1602062166@qq.com
基金项目:国家自然科学基金资助项目(52504250);国家资助博士后研究人员计划项目(GZC20232134)。

the responsibility-oriented closed loop and the system's continuous iteration. The application of this system in a supervision project of a large-scale reservoir under construction identified and specifically addressed a series of typical problems, including subjective and vague risk level determination, ritualized execution of routine inspections, superficial treatment evaluation, and a disconnect between assessment and improvement. By summarizing and analyzing the practical data and the supervision effect of risk management and control before and after the implementation of the system, the results show that the system can greatly improve the standardization and refinement level of project safety risk management and control and provide a scientific, efficient, and operable new practice path for safety production risk management and control of water conservancy project construction.

Keywords: safety production; PDCA cycle; “six mechanisms” for risk management and control of water conservancy safety production; embedded fusion logic; risk management and control; water conservancy project

中图分类号: TV513 文献标识码: A 文章编号: 1000-1123(2026)09-0066-07

DOI: 10.3969/j.issn.1000-1123.2026.09.009

水利工程领域因其自身的复杂性和特殊性,存在各种内部管理及外部环境影响等不确定因素,致使工程建设安全风险具有复杂性、隐蔽性、系统性及动态性等特点。如何立足当前水利工程建设安全管理需求,科学有效开展安全风险管控工作,已成为亟须解决的重要议题。本文通过构建基于PDCA循环原理与水利安全生产风险管控“六项机制”(以下简称水利“六项机制”)嵌合的安全生产风险管控体系,并结合工程实践运用效果进行价值验证,为水利工程建设安全生产风险管控提供实践参考。

一、PDCA循环原理与水利“六项机制”基本内涵

1. PDCA循环原理

PDCA循环法,亦称戴明环,是由计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)、处理(Act)4个阶段8个步骤组成的动态循环管理模型,其本质是通过持续迭代的闭环管理模式实现管理工作螺旋式上升的优化改进。

①P(Plan)阶段:主要包括查找问题、分析原因及确定原因、制定措施计划,计划内容涵盖目标、组织、活动及措施方法等。

②D(Do)阶段:严格执行既定的措施计划。

③C(Check)阶段:检查生产工作是否按既定的措施计划执行,并检查采取措施后的效果。

④A(Act)阶段:总结经验 and 处置遗留问题,进而转入下一个PDCA循环。

PDCA循环是一个不断解决问题并提高管理质量的动态过程,其各管理层级本身就是一个小的PDCA循环,进而形成一个大循环(见图1)。

2. 水利“六项机制”基本内涵

水利“六项机制”是在安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制构建基础上,结合水利行业安全生产的独特性及风险发展演变规律提出的六大工作机制。

①查找机制:建立安全风险分级管控制度,开展危险源辨识,建立危险源清单及动态辨识。

②研判机制:评价风险等级,建立重大风险危险源专项档案。

③预警机制:落实监测监控措施,严格值班值守,及时实时预警。

④防范机制:落实风险管控责任及措施,编制危险源辨识与风险评价报告,及时排查治理事故隐患。

⑤处置机制:建立健全应急预案,明确应急队伍及物资,开展应急演练,快速有效开展应急处置。

⑥责任机制:建立全员安全生产责任制,开展教育培训及责任制考核,严格奖惩问责。

逻辑严密、层级递进并相互支撑的水利“六项机制”均融入了量化标准、技术工具及责任主体,是具有水利行业安全生产特色属性的全链条风险防御体系。该体系可将水利安全生产管理模式由“事后补救”向“事前预防”转变,进而有效提升水利安全生产风险控制水平,增强风险感知及预警处置能力,保障水利事业的持续健康发展。

二、PDCA循环与水利“六项机制”的嵌合及体系框架构建

1.PDCA循环与水利“六项机制”的嵌合逻辑

受水利项目安全风险复杂多变与管理要素系统性交织的双重制约,水利“六项机制”在实际运行中常面临机制脱节、链条断裂、响应滞后等结构性问题。PDCA循环作为动态优化工具,可精准适配水利“六项机制”的系统化运行需求,为其破解结构性症结、补齐短板,进而实现管控效能迭代升级,是嵌合关系中的赋能载体;水利“六项机制”作为安全风险全链条管控的制度框架,通过明确风险管控的核心要素与执行标准,解决了“管控维度与权责划分”的基础性问题,为后续的动态优化提供了运行载体,是嵌合关系中的承载主体。通过二者的深度嵌合,既以制度的刚性托底为PDCA循环提供了不流于形式的运行根基,又以流程工具的动态赋能推动水利“六项机制”由静态制度向可迭代管控架构转化,从而形成制度托底、流程赋能、双向驱动的协同逻辑。

2.PDCA循环与水利“六项机制”的嵌合设计

PDCA循环与水利“六项机制”的嵌合并非简单

叠加,而是将刚性制度、边界权责及闭环迭代等功能互补,元素精准适配,进而形成“制度框架承载流程、流程工具赋能机制”闭环体系的过程,可适用于复杂场景下的问题闭环和持续改进。PDCA循环与水利“六项机制”各环节嵌合设计情况见表1。

(1)P-查找+研判

计划(P)环节的本质工作是先查找、后研判、再规划,其依托水利“六项机制”的查找、研判机制落地实施。该阶段首先通过现场巡查、设备检测、数据监测等方式查找、收集潜在风险信息;其次研判问题根源,并评估风险等级,进而制定针对性措施或优化方案,实现“风险精准定位、计划科学落地”的目标,为后续环节筑牢基础,从源头保障管控体系的针对性与可行性。

(2)D-预警+防范

执行(D)环节的本质工作是先预警、后防范、抓落地,其依托水利“六项机制”的预警、防范机制推进实施。该阶段针对P环节锁定的风险点,通过人工数据分析、预警系统等开展实时监测,并在达到阈值时能够实时预警,确保及时发现问题并启动响应流程;同步将计划中的防控策略转化为具体行动,实现预警及时高效、防范精准有力的目标,为后续C、A环节筑

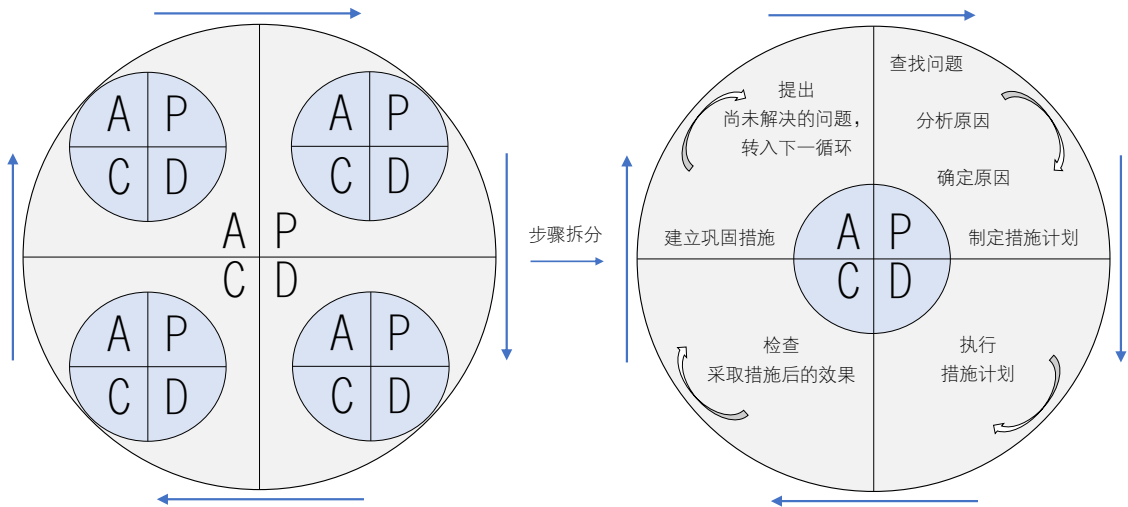


图1 PDCA的循环过程示意

表1 PDCA循环与水利“六项机制”各环节嵌合情况

嵌合路径	核心任务	嵌合目标
计划(P)-查找+研判	风险识别、根源剖析	风险精准定位、计划科学落地
执行(D)-预警+防范	风险动态监测与前置化解	预警及时高效、防范精准有力
检查(C)-防范+处置	风险处置成效核验	处置闭环管控、偏差精准捕捉
处理(A)-责任	责任闭环、优化机制	责任刚性约束、体系持续迭代

牢实践基础。

(3) C- 防范+ 处置

检查(C)环节的本质工作是先核实、后验证、找偏差,是对执行阶段的效果验证。该阶段需评估防范措施是否按计划执行且达成预期效果,并以此核验防范机制的实际成效;处置风险事件时,同步复盘处置机制的执行效果,评估应急响应能力,最终实现“处置闭环管控、偏差精准捕捉”的目标,为后续A环节提供直接依据。

(4) A- 责任

处理(A)环节作为实现闭环的核心环节,侧重动态优化,其本质是以责任闭环促优化;责任机制贯穿水利“六项机制”,是制度基石,侧重通过权责划分、考核问责实现管控刚性。二者嵌合是制度保障流程、流程反哺机制的协同关系,即以责任机制为制度保障,联动水利“六项机制”全链条完成复盘优化,筑牢流程闭环的制度根基。该阶段针对C环节查出的问题,依托责任机制落实“三定”原则,精准划分整改责任主体,明确改进要求等,并通过建立考核问责体系,倒逼优化措施落地。同时,通过复盘功能反哺水利“六项机制”升级,梳理机制短板并优化设计,进而适配PDCA循环需求,最终形成机制承载流程、流程优化机制、责任保障闭环的良性循环。

3. 体系框架构建

基于PDCA循环与水利“六项机制”嵌合的安全风险管控体系是一个大的循环框架(见图2),以水利

“六项机制”为整体工作要求及制度保障,以PDCA为框架循环引擎,既能助推水利“六项机制”各工作环节有效落地,将风险管控由零散动作升级为精准系统,又能基于制度的刚性约束,实现风险管控的闭环管理和持续优化,进而达成各环节既定目标,提升风险管控的整体效能,为水利项目安全风险管控工作提供一种科学、高效、可操作性强的管理手段。

三、工程应用及效果评价

为验证本文所构建安全风险管控体系的应用实效,以某在建大型水库监理项目为依托,严格依据体系框架执行要求,全流程开展安全风险管控监理工作。在为期约18个月的实践应用过程中,传统模式向新体系过渡所伴随的典型问题逐渐显现,监理单位通过制定实施针对性优化措施,验证了体系的有效性。

1. 工程应用中发现的问题与应对措施

(1) P阶段的安全风险分级管控制度编制

开工前,总监理工程师组织编制工程监理安全风险分级管控制度,明确危险源辨识、风险评价、风险预警、风险管控的程序、方法、频次和责任等,为后续工作环节提供规范性指导。该环节是整个风险管控体系的制度基础,其编制质量直接决定后续计划、执行、检查、处理各环节的运行效果。

监理单位所编制的安全风险分级管控制度虽明确了风险评价的程序与方法,但在具体操作层面,对于风险等级的判定标准缺乏量化依据,主观性较强。现场

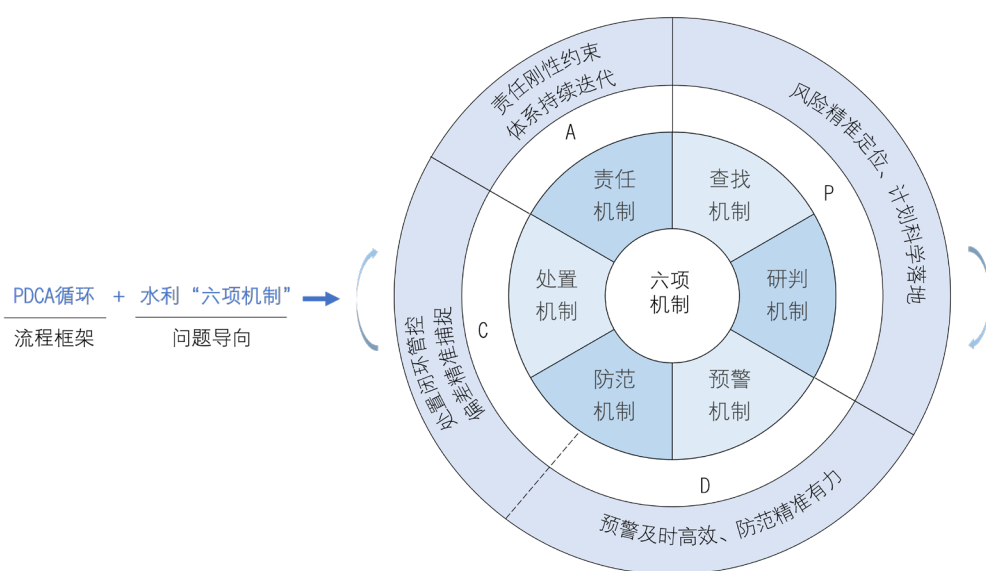


图2 基于PDCA循环与水利“六项机制”嵌合的安全风险管控体系示意

监理人员很大程度上依赖个人经验进行风险判断,导致同一危险源在不同标段或不同时期的风险等级评定结果存在显著差异,进而影响后续预警与防范资源的精准配置。

针对此问题,在制度中明确嵌入量化的风险评价指标体系。依据《水利水电工程生产安全重大事故隐患判定导则》,采用直接判定法与半定量法(作业条件危险性评价法,即LEC法)相结合的方式,对风险事件的可能性(L)、暴露频率(E)和后果严重性(C)进行赋值计算,依据分值区间自动判定风险等级;同时,针对不同风险等级明确对应的预警阈值(如边坡日沉降量超5 mm为黄色预警、超10 mm为红色预警)、管控层级和响应措施,增强风险分级的客观性。

(2)P阶段的问题查找

问题查找主要是聚焦项目施工现场、办公区及生活区等重点区域,深入开展多维度风险点辨识工作。为确保辨识工作的全面性与专业性,特邀请安全专家参与指导,保障辨识过程覆盖全面、无遗漏。在实际工作中,因辨识人员对工程特点理解不深或时间仓促,会遗漏临时设施(如钢筋加工场、拌和站)、施工便道、弃渣场等辅助生产区域,以及极端天气下的临时作业点(如雨后边坡巡查点)。

针对此问题,将施工现场划分为若干辨识网格(如基坑区、洞室区、高处作业区、临时用电区、加工区、生活办公区等),每个网格由一名专业监理工程师牵头,联合施工单位安全员逐个排查,并编制风险点辨识检查表,列出各网格需重点关注的危险源类型,确保无遗漏。对交叉作业界面,指定牵头单位组织联合辨识,形成界面风险清单。

(3)D阶段的安全风险巡检与值班值守监理制度落实

建立监理巡检值班制度,明确监理单位人员职责,规范流程,及时处置风险。执行计划—记录—处置—存档巡检闭环流程,重点管控临时用电、吊装、高处作业风险;值班要求全天候通信畅通,规范记录,掌握预警处置,及时应对突发情况。实际操作中,由于巡检制度执行存在偏差,存在补记录、走过场现象,重点风险频发点的检查深度不足,易发生仅查看表面状态而忽略隐蔽隐患问题。

针对此问题,在关键风险点设置巡检二维码,监理人员巡检时扫码记录时间、位置及检查结果。对临时用电配电箱、塔吊吊装索具、高处作业临边防护等重点部

位,要求每次巡检留存现场水印照片,作为履职凭证。

(4)D阶段的多维度监测措施实施

结合工程特点明确监测重点,对深基坑位移、高边坡沉降等,采用人工与自动化监测及预警方式;对临时用电、特种设备运行等,以“监理巡查+视频监控”方式跟踪监测;针对外部气象水文风险,通过对接气象部门获取预警信息。但由于人工采集数据时存在读数误差、补记现象,自动化采集系统因传感器故障、供电中断、信号漂移等原因导致数据缺失或失真,易影响采集数据的可靠性,不能及时发现异常趋势。

针对此问题,实施数据多重校核与防伪机制。人工采集实行双人同测同记录;自动化系统每月进行一次现场人工比对校核,相对误差超过5%的须检修校准。监理工程师随机抽取原始记录与系统数据进行比对,强化人员监督。

(5)D阶段的分级响应与预警信息传递

根据风险等级制定差异化预警标准,并制定各级预警所对应的响应措施,如黄色预警需加大监理巡检频次,红色预警需立即签发暂停施工指令并上报项目法人。执行中红色预警分级响应授权边界不清,整改指令下达、暂停施工指令签发未明确到具体岗位,导致响应不及时,可能会造成风险扩大。

针对此问题,组织制定分级授权、责任与免责制度,明确分级授权岗位职责与免责条款,并制定奖惩机制。

(6)C阶段的检查评估

定期开展全线检查,重点核查防范措施执行情况,评估其合理性与充分性,确保风险可接受且无衍生风险;督促施工单位动态更新风险等级与措施并闭环管理;开展监理自评,验证检查科学性、重难点分析准确性及效果,据此优化监理措施。但由于对检查方式科学性(如抽样代表性、检查频次合理性)、重难点分析准确性(如是否准确识别关键控制环节)的评估多为主观定性,缺乏对比验证(如与外部专家评估结果对照),监理效果评价缺少与计划目标的量化比对,导致持续改进方向不明。

针对此问题,监理单位自行确定检查方案后,邀请第三方安全机构同步独立实施检查,对比双方发现的隐患数量与严重程度,偏差率超过20%的须分析原因并优化检查方法。将监理分析报告与第三方独立评审结论进行对照,计算准确率,确保重难点分析的准确性。

(7)A阶段的责任考核

以量化标准强化约束,结合水利安全生产风险设

定差异化考核指标,对施工单位重点考核风险管控责任落实的完整性与及时性,并将防控措施达标率、隐患整改闭环率等核心指标纳入考核体系;对监理内部则围绕履职规范性、问题识别精准度及险情处置效率开展绩效评估。依据考核结果,对责任落实不到位的主体下发整改通知,情节严重的启动问责程序,通过硬性约束倒逼各方压实责任。但由于考核结果仅用于当期奖惩,未能系统分析考核中暴露的共性问题 and 薄弱环节,也未将改进要求纳入下一周期的管控计划,因此未形成管理闭环。如施工单位2025年度连续两个月的隐患整改闭环率低于85%,且未进行管理制度或资源配置层面优化,导致问题多次出现。

针对此类问题,在实际工作中,构建“考核—分析—改进”闭环回路,考核结束后5个工作日内完成安全责任考核分析报告编制,内容包括:各指标得分趋势、共性问题清单、典型正反面案例、根本原因分析。针对共性问题和根本原因,总监理工程师提出管控体系的具体改进建议,改进措施落实情况纳入下月考核指标,实现对考核发现问题的闭环管理。

2. 效果评价

对该在建工程2024年4月(水库大坝主体开始施工)—2025年10月的工程安全风险管控数据进行统计分析,结果如下:

①风险识别与研判能力显著增强。2025年度(体系实施后)风险识别总量较2024年(原模式)提升近50%,其中一般及以上风险的识别数量增长超过70%,实现了对风险源的深度挖掘与动态跟踪,发现并减少了原模式下对过程风险的管控盲区。

②隐患治理与闭环效率大幅提升。体系运行期间,发出的隐患整改通知单均实现按期闭环,平均整改周期由传统模式的5.2 d缩短至2.1 d,降幅近60%。

③责任落实与协同管理成效明显。月度量化考核数据显示,施工单位安全责任履约得分从首月的78分(百分制)稳步提升至第6个月的93分,且后续保持稳定。监理内部履职规范性评估中,问题识别精准度(现场发现隐患与最终核验一致率)从82%提升至95%,险情处置合规率(信息上报、指令下达、跟踪记录完整度)达100%。

实践结果表明,该安全风险管控体系不仅有效解决了传统模式中预警响应迟滞、信息传递不畅、责任考核模糊等突出问题,更通过PDCA的闭环迭代功能,推动了水利“六项机制”从静态制度向动态管控架构的

成功转化,具有实用性与运行高效性。

四、结 论

本文通过将PDCA循环与水利“六项机制”深度融合,构建了可迭代循环的水利项目安全生产风险管控体系框架。结合某在建大型水库工程实践应用,重点解决了体系落地过程中的风险点辨识、预警响应及责任考核等现实问题,验证了该体系能够有效提升水利项目安全风险管控的规范化及精细化水平,并切实推动了水利“六项机制”落地见效。PDCA循环理念与水利“六项机制”的嵌合应用,高度契合当前水利工程建设安全管理需求,具备较好的安全管理实践价值。但基于PDCA循环与“六项机制”的水利工程安全生产风险管控体系构建尚处于初步探索阶段,其在不同类型、不同规模水利工程中的标准化与普及化应用,以及如何与数字化、智能化监管平台实现更深层的融合,仍需进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 郑建东,林信桐.PDCA循环在建筑施工安全管理中的应用[J].科技创新与应用,2016(16):249.
- [2] 周洪文,燕灿阳.基于PDCA的建筑施工安全管理分析[J].广东建材,2023,39(8):126-128+108.
- [3] 周立胜.基于PDCA循环的水利工程安全管理[J].陕西水利,2019(7):208-209.
- [4] 曹龙柱.F建筑施工企业安全管理体系优化研究[D].淄博:山东理工大学,2024.
- [5] 水利部.水利部关于印发构建水利安全生产风险管控“六项机制”的实施意见的通知[J].中华人民共和国水利部公报,2022(3):7-10.
- [6] 水利部.水利部办公厅关于印发水利安全生产风险管控“六项机制”实施工作指南(2024年版)的通知[J].中华人民共和国水利部公报,2024(3):78.
- [7] 张程,谢凯,胡书庭,等.太湖流域水利安全生产风险管控“六项机制”建设探索与展望[J].中国水利,2024(2):52-55.
- [8] 杨国华.构建风险管控新格局 筑牢水利安全“压舱石”[J].中国水利,2025(24):40-43+55.
- [9] 罗科明.水闸工程安全生产风险管控“六项机制”的实践与思考[J].水利技术监督,2025(12):100-102.
- [10] 李焕芝,秦景海.水利工程安全生产风险管控“六项机制”与风险辨识分级管控关系探讨[J].治淮,2025(3):97-98.

- [11] 张艺良.基于PDCA循环理念的水利项目安全风险管控体系构建[J].水利建设与管理, 2025, 45(2): 62-68.
- [12] 刘忠恒,张锦朝,汪登华,等.大藤峡工程风险管控“六项机制”实践应用[J].中国水利, 2023(21):47-50.
- [13] 李林娜.大型水利建设项目双重预防机制研究——以山东小清河防洪综合治理工程为例[J].中国水利, 2022(14):23-26+61.
- [14] 蔡存宏.基于“六项机制”链条理念的安全生产风险管控探索[J].水利技术监督, 2025(1):15-17.
- [15] 付梁.水利安全生产风险管控“六项机制”在龙华口调水工程的实践[J].山西水利, 2025, 41(6): 56-58.
- [16] 郑波德,姚学健,周沙沙,等.基于PDCA的水利施工安全防范机制研究[J].治淮, 2023(3):59-61.
- [17] 阎伟忠.夯实安全主体责任 推动“六项机制”落地见效[J].河北水利, 2025(9):6+9.
- [18] 田献文.构建风险管控“六项机制”筑牢水库大坝安全防线——以朱庄水库为例[J].河北水利, 2025(12):17-19.
- [19] 水利部.水利水电工程生产安全重大事故隐患判定导则:SL/T 842—2025[S].2025.
- [20] 苏锋.危险源辨识在水利工程建设中的实践与探索研究——以花凉亭灌区“十四五”续建配套与现代化改造工程为例[J].水上安全, 2025(13): 124-126.
- [21] 张云.水利安全风险管控“六项机制”在东庄水利枢纽工程建设中的应用[J].陕西水利, 2026(1): 153-156.
- [22] 水利部.水利水电工程危险源辨识与风险评价导则:SL/T 843—2025[S].2025.
- [23] 刘彭江.监理单位实施安全风险管控“六项机制”的主要做法[J].山东水利, 2023(11):6-8.
- [24] 廖建强,罗文品,董源,等.安全生产风险管控“六项机制”在亭子口灌区一期工程中的应用[J].四川水利, 2025, 46(3):108-110.
- [25] 徐效晗.水利工程大坝的安全监测技术实践分析[J].工程建设与设计, 2025(18):88-90.
- [26] 徐子轩.水利工程施工中安全生产的实践与思考[J].江苏水利, 2025(12):65-68.
- [27] 王帅,刘建超.水利安全风险管控六项机制的应用与探讨[J].海河水利, 2026(1):76-80.
- [28] 廖文来,吴润康,张艺良,等.水利建设工程“行政+技术”六项机制安全监督模式的创新与实践[J].水利技术监督, 2025(9):1-4+22.

责任编辑 刘磊宁