

Research on the Safety Supervision Mechanism of Construction Machinery Based on the Characteristics of Water Conservancy Projects

Tianlin Lu

Shanghai Water Conservancy Construction Project Safety and Quality Supervision Center Station, Shanghai, 200231, China

Abstract

This paper discusses the design issues of the safety supervision system for construction machinery in view of the characteristics of water conservancy projects. Firstly, the special nature of water conservancy projects and their technical requirements for construction were analyzed. Then, the existing safety management system of construction machinery was studied, and a detailed safety risk assessment was conducted. On this basis, this paper proposes specific design principles and framework for the safety supervision mechanism. By establishing a scientific supervision mechanism, the safety and reliability of construction machinery and equipment can be enhanced, the occurrence of accidents can be reduced, and the construction progress and project quality can be ensured. This research not only provides a solid safety guarantee for water conservancy projects, but also offers an important reference for the safety supervision of other similar projects.

Keywords

Water Conservancy engineering Construction machinery; Safety supervision Risk analysis

基于水务工程特点的施工机械安全监管机制研究

陆天琳

上海市水务建设工程安全质量监督中心站, 中国 · 上海 200231

摘要

本文论述了针对水务工程特点的施工机械安全监管体系设计问题。首先解析了水务工程的特殊性质及其对施工的技术需求, 随后研究了现有的施工机械安全管理体系, 并进行了详细的安全风险评估。在此基础上, 本文提出了具体的安全监管机制设计原则和框架。通过构建科学的监管机制, 提升施工机械设备的安全性和可靠性, 减少事故发生, 确保施工进度和工程质量。该研究不仅为水务工程提供了坚实的安全保障, 也为其他类似工程的安全监管提供了重要参考。

关键词

水务工程; 施工机械; 安全监管; 风险分析

1 引言

水务工程的特殊性及其复杂性对施工机械的安全监管提出了更高的要求。由于水务工程通常涉及深基坑、高支模、临水临边及各种水处理设施, 各类施工机械在不同环境下的安全性能亟需系统化的监管机制。施工机械种类繁多, 包括起重机械、桩工机械、土方机械等, 这些设备在操作过程中需遵循相关的安全规范及操作标准, 以确保施工安全。

在水务工程中, 施工现场环境条件多变, 常常面临潮湿、泥泞或水浸等情况, 增加了机械故障和事故发生的可能性。根据行业不完全统计, 水务工程施工事故中, 约 40% 因机械设备故障引起。因此, 需建立基于风险管理的安全监管体

系, 采用实时监控技术, 实施设备状态监测和故障预测, 这是实现动态监管的关键方法。

为应对水务施工中的安全隐患, 应定期开展机械设备的安全评估, 采用指标如使用年限、故障率、维护频次等进行综合分析。采用数据分析软件跟踪机械使用情况, 通过收集和分析历史维修记录, 建立相应的数据库, 能够有效识别高风险设备, 并进行针对性的措施改进。与此同时, 施工人员的安全培训不可或缺, 应定期进行针对性培训, 涉及设备操作规范、应急处理流程等, 确保施工团队的安全意识和操作能力持续提升。

在安全监管机制中, 还应关注施工现场的环境管理, 定期进行施工现场的安全检查, 主要检查内容包括机械设备的合规性、安全防护装置的完好性、操作人员的持证上岗情况等, 确保各项安全措施落实到位。建立安全隐患台账, 记

【作者简介】陆天琳 (1992-), 女, 中国江苏南通人, 硕士, 工程师, 从事水务工程监督研究。

录排查中发现的问题，并督促整改措施的落实，确保隐患能及时得到处理。

技术手段在安全监管中逐渐发挥越来越重要的作用，部署视频系统、红外线监测、传感器等设备，形成施工现场全方位监控网络，可以在第一时间发现并响应突发状况。此外，运用无人机进行巡查，能够覆盖大范围施工区域，及时获取施工状态，实时传输数据，为现场决策提供依据。

除了以上措施，合理制定施工机械的使用计划也是关键。科学安排机械工作时间，避免超负荷使用以及机械设备集中作业造成的安全隐患。通过优化施工计划，不仅能提高施工效率，更能在一定程度上降低安全事故的风险。对关键节点如深基坑施工、土方开挖等进行重点关注，必要时可引入专家进行现场督导，确保安全措施得以严格实施。

通过以上措施，能够为水务工程施工机械的安全监管提供有效保障，提高施工安全性，减少事故发生率，为行业的可持续发展打下坚实基础。

2 水务工程特点与建筑施工

2.1 水务工程特点

水务工程具有多样化的特点，首先表现在其复杂的工程环境。水务项目通常涉及地下水、河流、湖泊等多种水体，其地质条件和水文条件变化多端，需通过相应的勘察与分析，确认水流特性、土壤类型和地质稳定性，确保项目设计和施工安全。

其次，水务工程技术要求高。涉及的工艺包括给排水、污水处理等，需采用先进的技术，如膜技术、气浮技术等，以提高水质，降低污染物释放。施工过程中需使用精密的监测设备，如流量计、压力传感器等，实时监控水质和水流变化，以确保系统运行的稳定性与安全性。

再者，水务工程的施工周期通常较长。工程涉及的基础设施建设，如水库、水闸泵站、管网等，往往需要数月乃至数年的施工时间。为了应对长期施工带来的风险，需实施全生命周期管理，特别是在施工安全检测和设备维护方面，确保每一阶段均符合安全标准。

水务工程的社会性与环境影响显著。由于其涉及公共安全和生态平衡，施工前需进行环境影响评估，制定相应的环境保护措施。建设过程中必须控制施工对水体的污染，采取措施如设置沉淀池、使用环保材料等，确保项目达到预期的生态效益。

此外，水务工程施工过程中，人员安全尤为重要。施工现场需规范安全标识，制定详细的安全生产标准和应急预案，定期进行安全培训，确保所有施工人员了解潜在的安全风险并能够熟练应对突发状况。

在设计和施工过程中，系统集成与智能化也日益受到重视。应用 BIM 技术，可以有效提升施工精度，减少信息传递的误差，确保各工序间的协调配合。同时智能监控系统

的应用，能够实时采集和分析数据，提升运营效率，降低管理成本。

水务工程的经济性尤为关键。在项目成本控制方面，需结合市场调研和技术创新，合理预算，消减无效支出。采用新材料、新工艺能有效降低施工成本，还需优化施工流程，减少施工人员的劳动强度，提高生产率。

最后，水务工程的政策和法规环境复杂。在不同地区，因水资源的管理法规和环保政策不同，需根据当地法规进行设计与管理。此外，工程还需接受政府主管部门的监督和审查，确保合法合规，维护公共利益。综合考虑这些特点，为水务工程施工建立科学的安全监管机制显得尤为重要。

2.2 建筑施工需求

建筑施工需求涵盖多个方面，主要包括工人需求、设备需求和环境需求。针对水务工程的特殊性，施工现场需进行严格的人员配置，以满足专业技能和安全生产要求。根据项目规模和施工阶段的不同，施工人员数量会有所变化。

在设备需求方面，水务工程施工通常需要挖掘机、起重机械、打桩机等大型机械设备。根据不同施工阶段的特定需求，在设备选型时，应注意设备的技术参数和性能指标。

环境需求方面，施工现场应遵循环境保护法律法规，做到扬尘控制和噪音控制。施工噪声不得超过规定要求，并应设置合理的防护措施。关键施工阶段，需制定详细的环保方案，确保在施工过程中不造成对周边环境的污染及破坏。每个施工区域应设置明显的警示标识并配备应急救援设备，以保障人员安全和施工顺利进行。

总之，针对水务工程的建筑施工需求，需要深入分析作业特点，科学安排人力、物力、财力，确保施工高效、安全与环保，并在整个过程中实施动态监控与调整。

3 机械设备安全管理现状

3.1 现有管理体系

现有施工机械的安全管理体系主要包括法规政策、标准规范、评估体系、培训与教育、现场监督等多个环节。当前，国家层面的法律法规如《水法》、《安全生产法》、《特种设备安全法》为施工机械的安全使用提供了法律框架，明确了各方责任，规定了处罚措施。此外，行业标准如《水利水电工程施工组织设计规范》SL 303 和《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 进一步细化了操作规程和管理要求，形成了一个系统的安全管理标准。

评估体系通常采用定期审查与不定期抽查相结合的方式，通过建立施工机械安全档案，记录设备采购、维护保养和使用状况。设备维护周期依据国家标准和厂家建议，定期保养一般不超过三个月，重大维修需依工程实际情况而定。相关部门执行安全检查时，常用的评估工具包括安全评价表与设备安全性能检查表，确保检测报告如实反映使用安全。

培训体系在专业技能提升方面发挥重要作用，特别是

针对操作人员和管理人员。操作人员需通过专业培训并获得操作证，培训内容包括机械特性、操作规程以及应急处理知识。管理人员需掌握安全管理理论和实践，定期参加安全专题培训，确保随时更新政策法规和安全技术信息。

现场监督是安全管理的关键环节，主要通过安全员的设置与日常监督。施工现场通常设有专职安全员，负责每日安全检查，确保机械设备的使用符合安全规范。此外结合信息化管理手段，很多施工企业引入监控系统，实时监测设备运行状态与作业环境，及时发现并处理安全隐患。

整体来看，现有管理体系在逐步健全过程中，实现了从法规政策到现场实施的多层次覆盖，虽然在实施过程中仍面临诸如设备老化、技术更新滞后等挑战，但通过不断完善培训、监督和管理手段，有效提升了整体安全管理水平与事故防范能力。

3.2 安全风险分析

在水务工程施工中，机械设备的安全风险分析涉及多个方面，包括设备故障、人为操作失误、环境因素和管理制度缺失等。机械故障主要原因包括维护不足、设施陈旧和操作不当。为降低故障率，可以实施定期维护和检查。故障检测方法可以采用振动分析、温度监测和声学检测等技术手段，定期评估设备的健康状态。

人为操作失误是一个不可忽视的风险来源，人机界面设计与操作培训是降低此类风险的关键。可以采用模拟训练、现场指导及考核机制，增强操作人员的应急处理能力和安全意识。

环境因素也会引发安全风险。施工现场的天气变化、地质环境及施工区域的人流等都会对机械设备的安全运作产生影响。因此施工计划应考虑天气预报，及时调整工作安排，并开展现场风险评估，识别潜在危险。

管理制度缺失亦是安全隐患的重要原因之一。针对水务工程，建议推动项目安全管理体系的构建，确保有清晰的责任划分与操作规范。在安全管理中，可采用"PDCA"循环(计划、执行、检查、行动)方法，以持续改进安全管理水平。同时，建立监控机制，对施工过程中的安全事件进行汇总分析，及时调整管理策略。

此外，信息化手段在安全风险分析中的应用价值日益凸显。通过建设设施的数字模型，利用物联网技术进行实时监控，可以有效识别和预警潜在的安全隐患。特别是在多种机械设备同时作业的复杂环境中，实时数据的整合和分析可以提高决策的科学性。

简而言之，通过对机械设备的安全风险进行科学分析，结合设备监测技术、人为因素管理与信息化手段的施用，能够有效提高水务工程建设施工的安全水平。安全风险分析不仅是对现有问题的应对，更是对未来风险管理的前瞻部署。

4 施工机械安全机制设计

4.1 机制设计原则

机制设计原则包括安全性、可操作性、经济性、可伸缩性和透明度。安全性要求在机械使用全过程中有效规避风险，确保人员和设备的安全。为此制定具体的操作规程，明确风险评估指标，包括混凝土浇筑、起重作业等关键环节的安全规范，并建立事故报告和应急响应机制。可操作性强调设计方案的实用性与可执行性，需确保监管措施便于推行；采用物联网技术对施工设备的状态进行实时监控，提高对潜在故障的预警能力，降低人为操作失误的可能性。

经济性要求合理配置资源，最大化监管效益。设定预算标准，对设备采购、维护和监管成本进行有效控制，保证在资源有限的情况下，仍能达到安全监管的目标。

可伸缩性确保机制设计适用于不同规模的工程项目；建立标准化的监管流程和灵活的调整机制，使得在小型和大型项目中同样适用。

透明度是机制设计另一个重要原则，通过信息共享与沟通，确保各方对施工安全状态有清晰认识。定期发布设备安全性能报告，建立安全信息平台，促进各方之间的实时信息流通和反馈，形成多方参与的安全监管网络。同时定期开展安全培训和演练，提高从业人员的安全意识和技能。

数据驱动的决策机制也是设计的重要方面，通过建立严谨的数据采集体系，以便对潜在安全隐患进行有效预测和评估。具体实施过程中，应用数据分析软件，结合风险分析模型，形成动态监管系统，可以利用机器学习技术分析设备故障数据，提前识别出可能的安全隐患，并制定预防和响应措施。

应根据不同类型施工机械的特点，制定针对性的安全监管标准。针对大型起重设备，重点监控吊装方案和装拆过程；而对于混凝土泵车，则应关注其停放位置的安全性和输送管路的破损风险。这种差异化管理将提升监管的有效性，确保安全责任到位。

信任机制的建立在于各方合规行为的强化，通过定期审计和评估审核，督促各参与方履行安全责任，形成合规行为的良性循环。此外，设立安全绩效考核指标，激励从业人员积极参与安全管理，提高安全治理的整体效率。

在机制设计中须充分考虑法律法规的合规性，确保所有监管措施符合当地及国家安全标准和政策要求，同时保持灵活性以适应政策变化。制定详细的实施细则与配套措施，确保安全监管机制在实际操作中的有效性与适应性。

4.2 机制框架设计

在施工机械安全监管机制的框架设计中，应充分考虑水务工程特点，建立适应性强的安全监管体系。该机制框架分为四个核心模块：政策法规、安全技术、监管体系及培训教育。

政策法规模块应明确制定相应法律法规,确保施工机械使用符合国家标准。关键的法律文件如《水法》、《安全生产法》及《特种设备安全法》,应结合水务工程的特定风险,制定专项条例。特别针对水务工程,需关注起重机械、桩工机械和土方机械等的安全使用标准,提出具体操作规范与管理要求。

安全技术模块旨在引入先进的技术手段提升机械安全性能。应推广采用智能监控技术,实施实时数据采集与分析。具体方法包括利用物联网(IoT)技术及传感器对施工机械进行状态监测,实现自动报警机制。此外,应考虑引入高危作业实时监控系统及视觉识别技术,通过摄像头监控危险区域,确保作业人员的安全保障。

监管体系模块需要建立多层次监管机制,强化对施工过程的动态监管。监督管理部门负责对施工现场机械的日常检查及随机抽查,检查频次不得少于每季度一次。通过建立规范的检查记录制度,确保所有检查都有据可依,形成可追溯的安全监管链。此外,可引入第三方机构进行定期评审或委托检查,确保监管的公正性与透明性。

培训教育模块强调对施工人员的安全意识与操作技能培训。应制定针对性的培训课程,涵盖机械安全基础知识、应急处理预案及操作规程等。此外,建立考虑心理健康与应急处置能力的综合评估系统,确保施工人员不仅具备操作技能,还能有效应对突发状况,从而提升整体安全保障水平。

通过上述四个模块的综合设计,构建完整、有效的施工机械安全监管机制,确保水务工程中的施工机械安全高效

运转,降低安全事故发生率,提高工程整体安全水平。

5 结论

在水务工程施工中,机械安全监管机制亟需优化,以适应行业特点。针对复杂的水务工程施工特点,实施分级管理模式,对不同规模、不同风险级别的项目采取差异化安全监管策略。对高风险项目强化现场监管,重点检查危大工程施工、起重机械等环节的安全状况。并建立安全信息共享机制,通过搭建行业安全数据库,实现事故信息、隐患排查与整改措施的共享,提升行业整体安全管理水平。

结合先进的物联网(IoT)和人工智能(AI)等信息技术,实现机械安全监管的智能化与自动化,提升监控效率。具有智能预警功能的系统可以基于历史数据与实时监测信息,及时报警防止事故的发生。行业主管部门也应积极推动政策法规的完善和落地,推动形成以安全为核心的施工文化,确保施工机械安全监管机制的有效性与可持续性。

参考文献

- [1] 周建军.水务工程建设落实安全生产责任制对策研究[J].水上安全, 2025(04), 166-168
- [2] 陈伟文.水务工程安全风险分级管控机制探讨[J].广东水利水电, 2021(09), 81-85+94
- [3] 吴洁莲,徐江宇.水务工程安全监督管理中存在的问题及建议[J].四川建材,2024, 50(12), 202-203+212
- [4] SL 303-2017, 水利水电工程施工组织设计规范[S].
- [5] JGJ 33-2012, 建筑机械使用安全技术规程[S].