

大数据与物联网技术在水利工程安全管理中的应用探索

丁文明

新疆泽普县水利局，新疆泽普县，844800；

摘要：随着信息技术的迅猛发展，大数据与物联网技术逐渐成为提升水利工程安全管理效能的关键手段。本文旨在探索大数据与物联网技术在水利工程安全管理中的应用潜力与实现路径。首先，本文综述了国内外相关研究现状，并阐述了传统水利工程安全管理面临的挑战及新一代信息技术所带来的变革机遇。接着，详细介绍了大数据和物联网技术的基本原理及其在水利安全领域的应用模式，包括数据采集、整合、实时监测、风险评估与预警机制等方面的内容。基于这些技术基础，本文提出了一种集成大数据与物联网技术的安全管理体系架构。研究结果表明，通过大数据分析能够显著提高水利工程安全隐患识别的准确性和及时性，而物联网技术的应用则实现了对水利设施运行状态的全天候实时监控。最后，本文展望了未来智慧水利的发展方向，强调了数字孪生、区块链等新兴技术与现有体系深度融合的重要性。本研究为提升我国水利工程安全管理水平提供了理论依据和技术支持。

关键词：水利工程；安全管理；大数据；物联网；智能监测

DOI：10.69979/3060-8767.25.06.040

引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，对于防洪抗旱、水资源调配、农业灌溉及生态保护等方面具有举足轻重的作用。然而，由于水利工程结构复杂、运行环境多变、生命周期长等特点，其安全管理面临诸多挑战。近年来，随着极端气候事件频发以及部分老旧工程设施老化加剧，因安全监测不到位或风险预警滞后所引发的事故时有发生，给人民生命财产安全和社会稳定带来了严重威胁。

1 相关理论与关键技术概述

1.1 大数据技术概述

大数据技术是指在面对海量、高速、多样化的数据时，通过先进的信息技术手段进行采集、存储、处理和分析的一系列方法的总称。随着信息化进程的加快，各行各业产生的数据量呈指数级增长，传统的数据处理方式已难以满足当前需求。大数据技术应运而生，能够有效整合结构化与非结构化数据，从中提取有价值的信息。其核心包括数据采集、清洗、存储、挖掘与可视化等环节。借助云计算和人工智能等技术，大数据可以实现对复杂数据的快速处理和深度分析，为决策提供科学依据。在水利工程中，大数据技术可用于分析历史水文数据、设备运行状态以及环境变化趋势，从而提升安全评估的准确性和预测能力。

1.2 物联网技术概述

物联网技术是通过传感器、通信模块和网络连接，将物理世界中的各种设备、设施和系统相互连接，实现信息的实时获取与交互的一种技术体系。它使得物体之间能够“感知”彼此的状态，并通过互联网进行远程监控和管理。物联网的基本架构包括感知层、传输层和应用层。感知层负责数据采集，如温度、湿度、位移等参数；传输层负责数据的稳定传输，常采用无线或有线通信技术；应用层则根据实际需求进行数据分析和业务处理。在水利工程安全管理中，物联网技术可通过部署各类传感器，构建全天候监测网络，及时掌握大坝、堤防、闸门等关键部位的运行状况，提升工程的安全性与响应效率。

1.3 大数据与物联网的融合优势

将大数据与物联网技术相结合，可以充分发挥两者的优势，形成更高效的信息处理与管理系统。物联网负责采集大量实时数据，而大数据则负责对这些数据进行深度分析和价值挖掘。这种融合不仅实现了从“感知”到“认知”的跨越，还提升了系统的智能化水平。例如，在水利工程中，通过物联网设备收集的数据可被大数据平台进行多维度建模分析，识别潜在风险并发出预警。同时，这种集成还能提高数据利用效率，避免信息孤岛现象的发生，使管理更加科学、精准。两者的结合为水利工程安全管理提供了从数据采集到智能决策的完整

闭环，推动了传统水利向智慧水利的转型升级。

2 水利工程安全管理现状与问题分析

2.1 我国水利工程安全管理现状

我国水利工程种类繁多、分布广泛，涵盖水库、堤防、泵站、灌区等多种类型。近年来，随着国家对基础设施安全的高度重视，相关部门在工程安全管理方面采取了一系列措施，初步建立了以政府监管为主、企业负责为辅的安全管理体系。政策层面出台了多项法规和标准，如《水利工程建设安全生产管理规定》《水库大坝安全管理条例》等，为水利工程安全管理提供了制度保障。技术层面，部分重点工程已逐步引入自动化监测系统，实现对水位、渗流、位移等关键参数的实时监控。此外，各地也加强了对老旧工程的排查与加固，提升了整体抗风险能力。尽管如此，由于水利工程运行环境复杂、维护周期长，安全管理仍面临较大挑战。

2.2 存在的主要问题

当前水利工程安全管理中存在的问题主要体现在信息获取滞后、风险识别能力不足以及应急响应机制不健全等方面。一是数据采集方式较为传统，依赖人工巡检和定期检测，难以全面、及时地掌握工程运行状态；二是不同管理部门之间存在数据壁垒，缺乏统一的信息共享平台，导致信息孤岛现象严重，影响整体决策效率；三是部分中小型工程缺乏完善的监测设备和技术支持，安全隐患难以被及时发现；四是面对突发险情时，现有的预警系统响应速度有限，应急预案执行不到位，容易造成损失扩大。这些问题制约了水利工程安全管理向智能化、高效化方向发展。

2.3 技术手段的改进空间

随着信息技术的不断进步，水利工程安全管理在技术手段方面仍有较大的提升空间。传统的管理方式主要依赖经验判断和静态数据分析，而现代大数据与物联网技术的引入，能够实现对工程状态的动态感知和智能分析。例如，通过部署传感器网络，可以实现对结构变形、水位变化等关键指标的连续监测，并将数据实时传输至管理中心，提高监测精度和时效性。同时，借助大数据分析技术，可对历史数据与实时数据进行融合建模，挖掘潜在风险规律，辅助管理人员做出科学决策。此外，构建统一的数据平台，打通各环节信息流，有助于打破数据孤岛，提升协同管理水平。因此，推动新一代信息

技术在水利工程中的深度融合应用，是未来安全管理升级的重要方向。

3 大数据技术在水利工程安全管理中的应用

3.1 数据采集与整合

在水利工程安全管理中，数据是进行科学决策的基础。大数据技术的应用首先体现在对各类工程运行数据的全面采集与高效整合上。传统的数据获取方式多依赖人工记录和定期检测，存在信息滞后、覆盖面窄等问题。而借助大数据技术，可以实现对水位、流量、渗压、结构变形等关键参数的自动采集，并通过网络将来自不同监测点的数据集中存储。同时，大数据平台能够兼容多种数据格式，将来自传感器、遥感设备、气象系统以及历史档案中的异构数据进行统一处理，形成完整、准确的数据资源库。这种集成化的数据管理方式不仅提升了信息的可用性，也为后续的智能分析提供了坚实支撑。

3.2 安全状态评估模型构建

基于高质量的数据基础，构建科学合理的安全状态评估模型是提升水利工程安全管理能力的重要环节。大数据技术可以通过建立多维度评价指标体系，综合考虑工程结构、环境因素及运行状态等多种变量，对工程整体安全性进行动态评估。利用机器学习算法，如支持向量机、随机森林等，可以从大量历史数据中提取特征规律，训练出具有较高预测能力的评估模型。该模型不仅能实时反映工程当前的安全等级，还能根据数据变化趋势判断是否存在潜在风险。例如，在大坝安全管理中，通过对位移、渗流等参数的持续建模分析，可有效识别异常情况并辅助管理人员做出快速响应，从而提高安全监管的精准性和时效性。

3.3 风险预测与预警机制

在掌握工程当前安全状态的基础上，进一步利用大数据技术开展风险预测与预警工作，是实现主动安全管理的关键。大数据分析能够结合历史事故数据、气象预报信息以及实时监测结果，建立时间序列模型或深度学习模型，对未来可能发生的异常情况进行模拟与预判。例如，当降雨量持续增加时，系统可结合地形、土壤饱和度和等因素预测水库周边区域的滑坡风险，并提前发出预警信号。此外，预警机制还可与应急管理系统联动，一旦发现异常值超出设定阈值，即可自动触发报警流程，通知相关人员采取应对措施。这一机制不仅提高了突发

事件的响应速度，也显著增强了水利工程面对复杂环境变化的适应能力和安全保障水平。

4 物联网技术在水利工程安全管理中的应用

4.1 传感网络部署与优化

物联网技术在水利工程安全管理中的应用，首先体现在传感网络的部署与优化。传感器作为信息获取的基本单元，广泛应用于大坝、堤防、闸门等关键部位，用于监测水位、压力、温度、位移等多种参数。合理的布设策略是确保系统稳定运行的关键，既要保证覆盖范围全面，又要避免资源浪费。在实际应用中，需根据工程结构特点和监测目标，选择合适的传感器类型，并科学规划其安装位置与密度。同时，为了提升系统的可靠性和节能性，还需对通信协议、数据传输方式以及供电模式进行优化设计。例如，采用低功耗广域网（LPWAN）技术可延长设备续航时间，而无线自组网则能增强复杂环境下的信号稳定性。通过这些手段，传感网络能够在复杂多变的水利环境中实现高效、持续的数据采集。

4.2 实时监测系统设计

基于完善的传感网络，构建实时监测系统是提升水利工程安全管理水平的重要手段。该系统以物联网为核心，结合数据传输、云平台存储及可视化展示等功能，实现对工程运行状态的全天候监控。传感器采集到的数据经过无线或有线方式传送到数据中心后，系统会自动进行分析处理，并将结果以图表、曲线等形式直观呈现给管理人员。这种实时反馈机制有助于及时发现异常情况，如水位突升、结构变形加剧等，从而为风险预警提供依据。此外，监测系统还可接入气象、地质等相关数据，形成多源信息融合的综合判断体系，提高监测的全面性与准确性。通过设定阈值规则或引入智能算法，系统还能自动识别潜在风险并发出预警提示，显著提升管理效率与应急响应能力。

4.3 设备远程控制与维护

除了数据采集和监测功能，物联网技术还在设备的远程控制与维护方面发挥着重要作用。传统水利工程中的闸门启闭、泵站运行等操作往往依赖人工现场操作，不仅效率低下，还可能因人为失误造成安全隐患。而借

助物联网平台，可以实现对各类设备的远程操控与状态监测。管理人员通过终端设备即可完成开关指令下发、参数调整等操作，大幅提升了调度灵活性和响应速度。同时，系统还能记录设备运行数据，分析其工作状态，提前发现故障隐患，减少突发性停机带来的影响。对于偏远地区的设施，还可结合移动端应用或自动化巡检机器人开展远程维护，降低运维成本。这一系列智能化手段的应用，使得水利工程设备管理更加高效、安全和可持续。

5 结论

大数据与物联网技术的融合为水利工程安全管理提供了全新的技术手段和管理思路。通过数据采集、整合与深度分析，大数据技术提升了安全评估的精准性和风险预测能力；而物联网技术则实现了对工程运行状态的全天候实时监测与远程控制，显著提高了应急响应效率。两者的结合不仅弥补了传统管理模式中信息滞后、依赖人工判断等不足，还推动了水利工程向智能化、数字化方向发展。实践表明，基于大数据和物联网的安全管理体系能够有效提升隐患识别率，降低事故发生概率，增强工程整体安全性。未来，随着人工智能、数字孪生等新兴技术的进一步发展，智慧水利将具备更强的自感知、自决策能力，为我国水利基础设施的安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1] 李维琴. 基于物联网技术的智慧水利研究[J]. 科技与创新, 2025, (08): 59-61+66.
- [2] 邓鹏. 物联网技术在小水库大坝安全监测中的应用现状[J]. 中国宽带, 2025, 21(04): 95-97.
- [3] 具源哲, 闫寒. 基于物联网与大数据的智能水文监测系统设计与应用研究[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会. 人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(一). 呼伦贝尔水文水资源分中心, 2025: 297-300.
- [4] 陈骏. 智慧水利信息化系统在水利工程的应用探讨[J]. 中国信息界, 2025, (02): 19-21.
- [5] 吴成浪. 基于物联网技术的智慧水利防汛监测管理平台建设[J]. 江西通信科技, 2024, (03): 43-45.