

# 物联网技术在水利工程安全监测中的应用分析

陆 伟<sup>1</sup> 郭庆鑫<sup>2</sup>

1. 水利部南京水利水电自动化研究所 江苏 南京 210012

2. 江苏南水科技有限公司 江苏 南京 210012

**摘要:** 将物联网技术运用到水利工程安全监测当中, 已经成为提高工程管理效率与安全的关键所在。文章对水利工程安全监测中物联网技术的具体应用进行了深入的分析, 并对防渗技术, 视频监控联网系统, 传感器技术及GPS和计算机网络技术等水利工程测量和管理功能进行了论述。通过对物联网及传统监测方法进行比较, 阐明物联网技术对数据采集, 处理及通信等环节的优越性。同时根据物联网技术应用于水利工程安全监测所面临的挑战提出解决策略。研究表明: 物联网技术可以有效地提升水利工程安全监测工作水平, 对确保水利工程长期平稳运行有重大意义。

**关键词:** 物联网; 水利工程; 安全监测; 数据采集; 技术挑战

## 引言

物联网的快速发展, 给水利工程安全监测领域带来一场革命。物联网通过整合传感器, 通信技术以及数据处理平台等技术, 在加强监测实时性与精确性的同时, 也大大提高水利工程运行效率与安全性。但是, 虽然物联网技术应用于水利工程具有很大的潜力, 但是当前的研究与实践还存在着一定的缺陷与空白。比如如何保证数据准确性及安全性, 如何对传感器进行优化布置及维护, 如何将物联网技术有效地融入到现有水利工程管理体系中, 这些都是目前研究中需着重解决的方向。

## 1 物联网技术概述

### 1.1 物联网技术定义与特点

物联网技术, 也被称为传感网或网络物联, 是一种将信息传感设备与互联网结合起来, 实现智能识别、定位、追踪、监控和管理的技术。它的定义涉及广泛的物理世界与数字世界之间的联系, 其中包括但不限于自动识别对象, 实时收集数据, 快速信息处理以及实施智能决策等。物联网技术有如下特征:

首先, 物联网技术互联性强。它可以把各类设备、系统连成一个大网络, 无缝衔接、实时共享信息。这种互联性既包括装备间的互联, 也包括装备与互联网, 装备与云平台的互联, 由此构成了覆盖面广的信息网络。

其次物联网技术数据处理能力强。物联网通过将先进的数据处理算法与大数据分析技术融合在一起, 可以将采集的大量数据快速地分析处理并从中提取出具有重要意义的信息以辅助决策。

再者物联网技术智能化特征。其可根据采集的数据对设备运行状态进行自动调节, 达到智能化控制与管理的目的。该智能化既表现为设备状态监测与调节, 又表

现为环境变化感知与反应, 并能依据环境变化进行策略自动调节, 增强了系统适应性与灵活性。

最后, 物联网技术应用前景广阔。随着科技的发展与进步, 物联网已经被越来越多地应用于各领域, 大到智能家居, 智能交通, 小到智能医疗, 智能农业等, 物联网技术正在扮演着举足轻重的角色。在水利工程领域中, 物联网技术应用也有着广泛的发展前景, 其可以为水利工程安全监测与管理提供有力的技术支撑。

### 1.2 物联网技术在水利工程中的应用背景

物联网技术, 作为当代信息技术的核心部分, 利用传感器、射频识别和全球定位系统等先进技术, 确保了物与物、物与人之间的信息交流和沟通。<sup>[1]</sup>就水利工程而言, 物联网技术有如下应用背景: 首先是全球气候变化, 极端天气事件增加, 水利工程安全风险与日俱增。物联网技术可以对水文, 气象及其他资料进行实时监控, 从而为水利工程防洪抗旱和水资源调配提供科学依据。其次是随着经济与社会的飞速发展, 水资源需求量越来越大, 合理开发、利用与保护水资源成了一个迫切需要解决的课题。物联网技术可以对水资源进行实时监控与智能调度, 从而提高水资源利用效率并确保水资源安全。再者是在城市化进程不断加快的背景下, 城市水环境问题越来越突出。物联网技术可以对城市的水环境质量进行实时的监控, 从而为城市水环境的治理与保护工作提供技术支撑。最后是随着信息化与智能化技术的不断发展, 水利工程施工与管理方式正在不断改变。物联网技术可以对水利工程进行智能化设计, 建设与运行维护, 促进水利工程建设与管理效率与水平。

### 1.3 物联网技术在水利工程安全监测中的作用

物联网技术对水利工程安全监测起到了至关重要的

作用,具体表现为:一是物联网技术可以对水利工程进行实时监测。在水利工程关键部位设置传感器可对水位、流量、水质和土壤湿度进行实时采集,从而为水利工程安全运行提供第一手信息。二是物联网技术可以对水利工程进行远程监控。利用无线通信,互联网等技术手段,可将传感器所采集到的实时数据传输给监控中心进行远程水利工程监控与调度。三是物联网技术可以对水利工程进行智能预警。分析和处理收集到的资料,能够及时发现水利工程中存在的异常,自动发布预警信息,赢得应急措施时间。四是物联网技术也可以促进水利工程管理水平的提升。对水利工程进行实时监测与智能分析能够及时发现并解决水利工程中出现的各种问题,促进水利工程管理效率与水平的提升。

## 2 物联网技术在水利工程安全监测中的应用

### 2.1 防渗技术与物联网的结合

水利工程中防渗技术是保证大坝,堤防及其他结构安全至关重要的。物联网的运用使防渗层监测工作更加智能化、自动化。通过将传感器网络设置于防渗层内,实现了对土壤湿度和渗透压力等关键参数的实时监测。<sup>[2]</sup>利用无线通信技术将这些数据传输至中央监控系统中,以达到防渗效果实时评价与报警的目的。如通过对土壤湿度变化趋势的分析,可对可能存在的渗漏风险作出预测,并适时采取加固或恢复措施。另外,物联网技术有潜力与地理信息系统(GIS)进行整合,以实现水利工程附近环境的全方位监控,从而为优化防渗措施提供必要的数据依据。

将物联网技术应用于防渗监测工作中,既能提升监测工作效率与精度,又有利于延长水利工程使用寿命。对防渗层进行长期监测可积累丰富资料,并可作为防渗材料选择及施工工艺改进的基础。同时物联网技术也能实现防渗层远程监控、减少人工巡检工作量和维护成本。

### 2.2 视频监控联网系统在水利工程中的应用

视频监控联网系统正是物联网技术应用于水利工程安全监测的另一个重要方面。通过关键部位设置高清摄像头可实时采集水利工程运行情况。这些视频数据以有线或者无线网络的方式传送给监控中心进行远程监控。应用视频监控联网系统不仅能及时发现工程异常,而且能为事故调查、责任认定等提供直观依据。

视频监控联网系统应用于大坝,水库等水利工程就显得格外重要。对坝体和溢洪道这两个关键部位进行实时监测,能够及时发现裂缝和渗漏等隐患。另外,视频监控联网系统可结合水位监测,雨量监测及其他监测系统对水利工程进行全方面监测。如对洪水过程中的视频

图像及水位数据进行分析,能够准确地判断洪水发展趋势并对防洪调度起到决策支持作用。

### 2.3 传感器技术在水利枢纽岩土工程安全监测中的应用

传感器技术是物联网技术中的一项重要内容,对水利枢纽岩土工程安全监测起到关键作用。通过设置各类传感器可对水利工程结构状态及环境变化进行实时监控,从而为项目安全运行提供数据支撑。<sup>[3]</sup>如位移传感器能监测大坝坝体位移变化、压力传感器能探测水压、温度传感器能监测温度变化等,这对水利工程安全至关重要。

实施时传感器布设需结合水利工程具体构造及环境条件优化设计。传感器选型与布置要兼顾监测全面性与准确性以及成本效益与维修便利性。其创新之处在于采用无线传感器网络(WSN)技术来实现传感器数据的无线传输和远程监控,这不仅增强了数据采集的实时性,还降低了布线的成本和维护的难度。

### 2.4 GPS技术与计算机网络技术在水利工程测量与管理中的应用

全球定位系统(GPS)技术与计算机网络技术的结合,为水利工程的精准测量和高效管理提供了强大的技术支撑。GPS技术可以提供高精度位置信息,在水利工程地形测绘,施工放样以及变形监测过程中非常关键。计算机网络技术通过建立水利工程的信息管理系统,实现了数据的集中存储、处理和分析,从而提升了水利工程管理的效率和水平。

实现时GPS技术应用需综合考虑信号覆盖范围及精度要求并选用适当GPS接收器及数据处理软件。为了应用计算机网络技术,我们必须建立一个稳定且可信赖的网络环境,以确保数据传输的安全与实时响应。其创新之处主要体现在:GPS技术与计算机网络技术结合,对水利工程进行动态监测与智能管理,既能提高监测精度与效率,又能为工程决策提供科学依据。

### 2.5 数字孪生水利工程安全智能分析预警技术应用分析

数字孪生技术作为物联网技术应用于水利工程安全监测的新技术,通过建立水利工程数字模型实现工程状态实时监测与预测分析。<sup>[4]</sup>数字孪生模型能够对水利工程不同运行状态进行仿真,对工程安全运行起到预警与决策支持作用。

在执行阶段,构建数字孪生模型需要搜集众多的工程相关数据,这些数据涵盖了结构细节、环境状况以及过去的运行记录等。这些数据由物联网设备收集,在云计算平台上加工分析。其创新点是运用大数据与人工智

能技术实现水利工程运行状态智能分析与预警,极大地提升水利工程安全管理智能化水平。

挑战涉及数据完整性与准确性、模型复杂性与计算资源要求。解决方法包括构建完整的数据采集与质量控制体系、利用高性能计算技术与优化算法来提升数字孪生模型计算效率与精度。通过这些举措,能够有效促进水利工程安全监测水平的提高,确保项目安全运行。

### 3 物联网技术在水利工程安全监测中的关键技术与挑战

#### 3.1 物联网数据采集与处理技术

在物联网技术中,数据采集和处理是其核心内容之一。<sup>[5]</sup>水利工程安全监测过程中数据的获取主要依靠各类传感器,例如水位传感器,流速传感器和应力传感器,它们可以对水文、气象和结构状态等重要参数进行实时的监测。数据处理的过程包括数据的采集、保存、分析以及解读。有效的数据处理技术可以从大量数据中挖掘出有用的信息以支持决策。

在实践中,对数据采集与处理技术的挑战主要有数据实时性,准确性以及完整性等。为迎接上述挑战可采取如下对策:一是使用高精度、高稳定性传感器保证数据采集精度;二是采用云计算与边缘计算技术对数据进行快速处理与分析;三是构建了保证数据完整性与可靠性的数据质量控制体系。

#### 3.2 物联网通信技术在水利工程中的应用

物联网通信技术对于数据传输与设备控制至关重要。就水利工程安全监测而言,通信技术既要支持大数据吞吐量,又要确保数据传输稳定安全。常见的通讯技术有无线传感器网络(WSN)、蜂窝通信网络以及卫星通讯等。

水利工程中通信技术应用受到环境干扰,信号衰减和网络覆盖不完善等诸多挑战。为了应对这些问题,我们可以考虑以下策略:首先,挑选与水利工程环境相匹配的通讯技术,例如在边远地方使用卫星通讯技术;其次,加大通信网络建设力度,增加网络覆盖率,改善信号质量;最后通过加密与认证技术确保数据传输安全。

#### 3.3 物联网技术在水利工程安全监测中的挑战与对策

将物联网技术应用于水利工程安全监测,尽管前景

光明,却面临诸多挑战。其中主要挑战有技术集成复杂,数据安全与隐私保护,系统可扩展性与维护性等。为迎接上述挑战可采取如下对策:一是加强跨学科合作,将水利工程,信息技术和通信技术专业知识融合在一起,以提升技术集成效率;二是建立严密的数据安全与隐私保护机制,利用加密和访问控制技术手段保护数据免遭非法获取与滥用;最后设计了模块化、可扩展系统架构以保证系统长期稳定运行、升级维护便捷。

### 4 结束语

将物联网技术运用到水利工程安全监测工作中,不仅能够提升监测工作效率与精度,还能为水利工程安全管理工作提供一种新型技术手段。通过文章分析可以看出物联网技术应用于水利工程具有广阔的发展前景,它具有数据采集,处理,通讯和智能分析的优点,为水利工程安全运行,提供有力技术支撑。国内外学者研究也证明物联网技术可以有效促进水利工程安全监测水平和降低事故风险。

研究结论认为:物联网技术应用于水利工程安全监测的关键是实时采集和处理数据,稳定通信和准确智能分析。这些技术应用使水利工程监测更趋于智能化、自动化,监测实时性更强、预警精度更高。但是物联网技术应用于水利工程还面临数据安全,设备兼容性以及技术更新速度快等方面的挑战,必须要对技术进行持续的创新与优化。

### 参考文献

- [1]杨芳.三维动画技术在水利工程设计中的应用——评《水利工程制图》[J].人民黄河,2020(2):166.
- [2]万国勇,廖炳飞,于长青,等.移动物联网技术在水利工程安全监测中的应用研究[J].江西水利科技,2020(4):306-312.
- [3]方卫华,范连志,杜智浩.水利工程安全监测系统评价若干问题探讨[J].中国水利,2017(12):40-43.
- [4]孙开畅,徐小峰,张耀,等.水利工程施工安全人为因素重要度分析[J].人民长江,2016(9):80-83,114.
- [5]钱福军,唐鸿儒,包加桐,等.基于互联网的水利枢纽工程安全监测系统开发[J].人民长江,2016(5):98-101.