

# 三门县城乡供水系统在强降雨条件下的风险管控技术应用与实证分析

梅放<sup>1</sup> 洪佳<sup>1</sup> 毛灵强<sup>2</sup> 郝晓伟<sup>1</sup> 柯颢<sup>1</sup>

1. 浙江省水利科技推广服务中心, 中国·浙江 杭州 310012

2. 三门县水利局, 中国·浙江 台州 317100

**摘要:** 论文综合评估了三门县在强降雨条件下城乡供水系统的风险管控技术应用与成效。通过集成视频监控、物联采集、自动化控制系统等现代化技术, 三门县有效提升了供水系统的韧性和应急响应能力。研究显示, 这些技术不仅增强了供水安全, 还显著提高了水质监测的准确性和响应效率。社会效益方面, 技术的应用减少了水源污染和供水中断事件, 增强了公众信任, 提升了居民健康水平。经济效益上, 自动化和信息化技术降低了运营成本, 减少了资源浪费, 提升了供水效率。本研究证实, 三门县的实践为其他地区提供了可借鉴的经验和模式。

**关键词:** 城乡供水系统; 强降雨风险管控; 技术应用; 社会效益; 经济效益

## Application and Empirical Analysis of Risk Control Technology for Urban and Rural Water Supply System in Sanmen County under Heavy Rainfall Conditions

Fang Mei<sup>1</sup> Jia Hong<sup>1</sup> Lingqiang Mao<sup>2</sup> Xiaowei Hao<sup>1</sup> Xie Ke<sup>1</sup>

1. Zhejiang Water Conservancy Science and Technology Promotion Service Center, Hangzhou, Zhejiang, 310012, China

2. Sanmen County Water Resources Bureau, Taizhou, Zhejiang, 317100, China

**Abstract:** This paper comprehensively evaluates the application and effectiveness of risk management techniques in urban and rural water supply systems in Sanmen County under heavy rainfall conditions. By integrating modern technologies such as video surveillance, IoT capture, and automated control systems, Sanmen County has effectively improved the resilience and emergency response capabilities of its water supply system. Research shows that these technologies not only enhance water supply safety, but also significantly improve the accuracy and response efficiency of water quality monitoring. In terms of social benefits, the application of technology has reduced water source pollution and water supply interruptions, enhanced public trust, and improved residents' health levels. In terms of economic benefits, automation and information technology have reduced operating costs, minimized resource waste, and improved water supply efficiency. This study confirms that the practices in Sanmen County provide valuable experiences and models for other regions to learn from.

**Keywords:** urban and rural water supply system; risk management of heavy rainfall; technology application; social results; economic performance

## 0 前言

随着全球气候变化的加剧, 极端天气事件频发, 城乡供水系统面临着前所未有的挑战。三门县, 作为浙江省沿海中部的一个典型县域, 其供水系统在强降雨和台风等极端天气下的安全运行尤为重要。论文旨在探讨三门县如何通过应用风险管控技术, 提升供水系统的稳定性和安全性, 以及这些技术应用带来的社会效益和经济效益。通过实地调研和技术数据分析, 论文揭示了技术应用的实际效果, 为供水系统的风险管理提供了科学依据和实践指导。

## 1 三门县城乡供水系统概况

### 1.1 三门县地理与气候特征

三门县坐落于浙江省沿海中部, 东濒东海, 拥有独特

的地理优势。该县地形多样, 以丘陵和山地为主, 素有“七山一水二分田”之称, 地貌特征明显。气候上, 三门县属于亚热带季风气候区, 温和湿润, 四季分明。夏季炎热潮湿, 冬季温和少雨, 年均降水量丰富, 尤其在汛期, 强降雨频繁, 时常伴随着台风等极端天气, 对当地的城乡供水系统构成挑战。这种气候条件要求供水系统必须具备良好的韧性和应急响应能力, 以保障居民在极端天气下的用水安全。

### 1.2 城乡供水系统现状

三门县的城乡供水系统主要依赖于水库、山塘和河流等水源, 通过一系列水处理设施向城乡居民提供生活用水。随着县域经济的发展和人口的增长, 供水需求逐年上升, 供水网络也在不断扩展和升级。目前, 供水系统已初步实现了从水源地到用户端的全覆盖, 但仍面临着基础设施老化、供

水效率不高等问题。特别是在强降雨等极端天气条件下，供水系统的稳定性和安全性面临较大挑战。近年来，三门县加大了对供水系统的改造力度，引入了自动化和信息化技术，以提高供水系统的管理水平和应急响应能力。尽管取得了一定成效，但在应对极端天气和保障供水安全方面仍有较大的提升空间。

## 2 强降雨风险管控技术的理论基础

### 2.1 风险评估与管理理论

强降雨风险管控技术的理论基础首先建立在风险评估与管理理论之上。这一理论框架涉及识别、分析、评估和缓解供水系统中可能面临的风险。具体来说，它包括对强降雨事件的成因、频率及其对供水系统影响的深入理解。通过应用水文学、气象学的原理，结合历史数据和实时监测数据，可以对强降雨可能引发的洪水、水质恶化等风险进行定量分析。在此基础上，制定相应的风险缓解措施和应急响应计划，以减少强降雨对供水安全的影响。这种理论的应用，使得供水系统的风险管理更加科学和系统化。

### 2.2 信息技术与自动化控制理论

信息技术与自动化控制理论为强降雨风险管控技术提供了强有力的支持。随着物联网、大数据、云计算等技术的发展，供水系统的监测、预警和响应能力得到了显著提升。自动化控制系统能够实时收集和处理供水系统中的关键数据，如水位、流量和水质参数，并通过预设的控制逻辑自动调整供水设施的运行状态，以适应外部环境的变化。这种智能化的控制方式不仅提高了供水系统的运行效率，还增强了其在面对极端天气时的适应性和稳定性。此外，通过集成的信息系统，管理人员可以实时监控供水系统的运行状态，及时作出决策，有效应对强降雨带来的挑战。

## 3 三门县城乡供水强降雨风险管控技术应用

### 3.1 水源地视频监控及物联采集技术

水源地视频监控及物联采集技术是城乡供水系统中的关键环节，尤其在强降雨等极端天气条件下显得尤为重要。该技术通过集成高清视频监控系统和多种物联网传感器，实现了对水源地水位、水质等关键参数的实时监控。视频监控系统能够提供直观的现场画面，帮助管理人员迅速评估水源地的实际情况，而物联网传感器则能够精确捕捉水位变化和水质指标，如 pH 值、浊度等，为风险评估和预警提供科学依据。这种技术的应用，使得供水系统在面对极端天气时能够更加迅速和准确地做出响应，有效预防和减轻可能的灾害影响。

在三门县的实际应用中，该县在关键水源地部署了高清摄像头和多种传感器，构建了一个全面的监控网络，实现了对水位和水质的实时监控，如图 1 所示。在一次强降雨事件中，视频监控系统捕捉到了水位的异常上升，传感器数据也显示了水质的变化，如浊度和 pH 值的异常波动。这些关

键信息被迅速传递到控制中心，管理人员根据实时数据和视频画面，及时启动了应急预案。他们调整了水库的泄洪量，优化了供水调度，有效避免了可能的洪水灾害和水质污染事件。这一应用案例展示了水源地视频监控及物联采集技术在实际供水风险管理中的重要性和有效性，为城乡供水安全提供了有力保障。通过这种技术的应用，三门县的供水系统在面对极端天气时展现出了更高的韧性和响应能力。

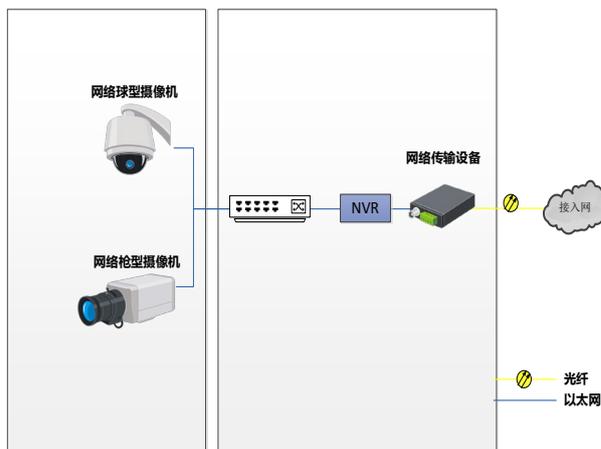


图 1 监控网络

### 3.2 水电站自动化改造及物联采集技术

水电站自动化改造及物联采集技术是提升城乡供水系统在面对强降雨时的关键技术。这项技术涉及将传统的水电站改造为集成了先进自动化控制系统和物联网（IoT）设备的智能水电站。自动化控制系统能够实时分析来自传感器的数据，如流量、压力和水质参数，并自动调整水泵和阀门的运行，以维持供水系统的最优状态。物联网设备作为数据采集的前线，能够提供连续、实时的数据流，这些数据对于预测和响应强降雨带来的影响至关重要。通过这种技术，水电站能够实现无人值守操作，提高响应速度，减少人为错误，确保在极端天气条件下供水的连续性和安全性。

在三门县的具体实践中，水电站的自动化改造项目取得了显著成效。通过安装智能传感器和升级控制系统，水电站现在能够实时监测和响应水质变化。在一个强降雨案例中，自动化系统迅速检测到入水口浊度的突然增加，这是由于强降雨导致的地表径流增加。系统自动启动了应急程序，增加了过滤和消毒剂量，以应对水质恶化的情况。此外，远程控制功能使得操作人员能够在控制中心实时监控水电站的运行状态，并在必要时进行干预。这种自动化和智能化的改造不仅提高了水电站对极端天气的适应能力，还减少了人工巡查的需求，降低了运营成本，确保了供水安全和水质的稳定，提升了供水系统的韧性和可靠性。

### 3.3 水电站出水流量监测及物联采集技术

水电站出水流量监测及物联采集技术的核心在于流体力学原理和高精度传感器技术的应用。流体力学提供了对水流动态的深入理解，包括流体在管道中的流动特性、压力变化

和流量关系。基于这些原理,传感器技术能够精确捕捉流量变化,为供水系统的调度和风险评估提供数据支持。通过实时监测出水流量,系统能够识别出供水过程中的异常情况,如漏水或过量供水,这对于维护供水系统的稳定性和效率至关重要。此外,物联采集技术使得数据能够实时传输至中央监控系统,使得管理人员能够迅速做出决策,以应对可能的供水问题。

在三门县的具体实践中,水站在其出水口安装了先进的流量计和物联采集设备,这些设备能够实时监测并记录出水流量。在一次强降雨事件后,监测系统发现某个区域的出水流量出现了异常增加,这一数据立即引起了控制中心的注意。现场检查确认了是由于管道破裂导致的漏水。由于监测系统的及时发现和预警,维修团队迅速响应,及时修复了管道,避免了水资源的进一步浪费,并保障了供水系统的稳定运行。这一事件凸显了出水流量监测及物联采集技术在实际供水管理中的重要性,不仅提高了对供水系统异常的响应速度,还减少了潜在的水损,确保了供水安全和效率。通过这种技术的应用,三门县的供水系统在面对极端天气时展现出了更高的适应性和可靠性。

### 3.4 水站出水水质监测及物联采集技术

水站出水水质监测及物联采集技术是确保供水安全的关键技术,它依赖于先进的化学传感器和数据分析技术。该技术能够实时监测出水中的 pH 值、浊度、余氯等关键指标,为供水系统提供实时的水质评估。技术原理基于电化学、光学和生物传感器等,这些传感器能够对特定的化学成分产生响应,将化学信号转换为电信号,然后通过数据采集系统进行处理和分析。这种实时监测和数据分析能力使得供水系统能够快速响应水质变化,及时采取措施,如调整处理工艺或发出预警,从而确保供水水质符合安全标准。

在三门县的水站中,这一技术的应用显著提升了供水系统的水质管理能力。安装的先进水质监测设备能够实时监测出水水质,确保供水安全。在一次强降雨事件后,监测系统迅速检测到出水浊度超过了预设的安全阈值。系统自动启动了应急处理程序,包括增加过滤和消毒剂量,以迅速响应水质变化。这一自动响应机制不仅确保了供水水质的安全,也减少了人工干预的需求,提高了应对极端天气的能力。通过这种技术的应用,三门县的供水系统在面对极端天气时能够更加有效地保障居民的用水安全,减少了因水质问题导致的健康风险和经济损失,展现了供水系统对极端天气的强适应性和高可靠性。

## 4 风险管控技术成效评估

### 4.1 社会效益分析

三门县实施城乡供水强降雨风险管控技术后,社会效益显著。首先,通过实时监测和预警系统,有效减少了因强

降雨引发的水源污染和供水中断事件,保障了城乡居民的饮水安全,增强了公众对供水系统稳定性的信心。其次,技术的应用提升了供水系统的应急响应能力,减少了极端天气对居民日常生活的影响,提高了政府应对突发公共卫生事件的能力。最后,水质的持续监测和保障也改善了居民的健康水平,减少了水传播疾病的风险。总体而言,这些技术的应用不仅提升了供水服务的质量,也增强了社区的韧性和居民的安全感。

### 4.2 经济效益分析

从经济效益角度来看,三门县的城乡供水强降雨风险管控技术带来了显著的成本节约和效率提升。自动化控制系统减少了人工监控和运维的需求,降低了人力成本。同时,通过精准的水质和水量控制,减少了水资源的浪费,提高了供水效率。此外,该技术还有助于延长水厂设备的使用寿命,减少了维修和更换的成本。在极端天气事件中,及时的预警和相应减少了供水中断带来的经济损失,保障了供水的连续性,对于维持当地经济活动的稳定具有重要作用。总体而言,这项技术的应用为三门县带来了长期的经济利益,提升了供水系统的经济可持续性。

## 5 结语

三门县在强降雨条件下对城乡供水系统的风险管控技术应用,展现了显著的成效。通过实施视频监控、物联采集和自动化控制等技术,供水系统的稳定性和安全性得到了显著提升。这些技术不仅提高了供水系统的应急响应能力,还优化了水资源的利用效率,减少了因极端天气导致的供水中断和水质污染事件。此外,技术的应用还带来了经济效益,如降低运维成本和减少水资源浪费,提升了供水系统的经济可持续性。三门县的成功实践为其他地区提供了宝贵的经验和参考,证明了科学的风险管理和技术创新在提升供水系统韧性和应对气候变化挑战中的重要性。

### 参考文献:

- [1] 黄铁英.城乡供水一体化发展战略模式浅议[J].水利技术监督,2024(6):52-57.
- [2] 贺建荣.乡村振兴战略背景下城乡供水一体化建设分析[J].低碳世界,2024,14(8):90-93.
- [3] 韩鹏.基于城乡供水系统的真实漏损与故障评价[J].地下水,2024,46(5):151-152+173.
- [4] 邓国勇.城乡供水一体化项目的可持续建设与管理创新[J].建设科技,2024(16):79-81.

作者简介:梅放(1975-),男,中国浙江台州人,本科,高级工程师,从事水利科技推广研究。

基金项目:浙江省水利厅水利科技计划项目(项目编号:RC2154)。