

“基于流量分布概率计算的管网漏损预警方法及系统”成果登记公示信息

成果名称:	基于流量分布概率计算的管网漏损预警方法及系统
完成单位:	广东粤海水务投资有限公司,中国科学院生态环境研究中心,哈尔滨工业大学水资源国家工程研究中心有限公司
完成人员:	郑航桅,徐强,孙国胜,郑成志,王晶惠,强志民,张佳欣,张文轩
研究起止日期:	2016-03-01 至 2025-06-30
主要应用行业:	电力、热力、燃气及水生产和供应业
高新技术领域:	环境保护
评价单位:	深圳市科技成果转化促进会
评价日期:	2025-11-27
成果简介:	<p>1.课题来源与背景</p> <p>城市供水管网覆盖面积大、大量漏点持续发生在不同区域,造成供水管网漏损率高,浪费了大量水资源,增加了供水企业成本,快速找到漏点至关重要。人工普查方法发现漏点时间长,噪声监测法作用范围小、费用高昂;分区计量做为衡量区域漏损程度的方法在我国正在大范围推广,同时可提供大量的分区流量数据。为充分提高流量数据利用价值,解决发现漏点及时性与低投入相互矛盾的难题,故开展本课题的研究。</p> <p>2.技术原理和性能指标</p> <p>该技术成果引入了概率分级模型,将流量分布的置信区间转化为动态预警阈值,突破传统依赖人工经验设定固定阈值的局限,采用 24 小时流量概率分析框架,实现全天候漏损捕捉,解决行业漏损检出率低、误报率高、响应滞后等技术难题。利用管网流量数据多重参数、建立基于概率分布的分级预警,解决了本</p>

领域关键性、共性的技术难题。选择利用流量数据进行漏损判断，并利用统计学方式进行漏损分级预警，实现较小投入即可快速发现漏点的目的。

该技术成果在技术逻辑层面，摒弃了现有技术对夜间流量的单一依赖，以全时段流量统计数据为支撑，通过均值与标准差构建三级梯度预警界限，创新融入“预警比例”维度形成三维综合判定体系，实现从“单一时段、单一阈值、单维判断”到“全时段覆盖、分级阈值、多维协同”的跨越。在识别精准度上，依托统计分布理论推导动态阈值，结合高级别优先规则明确漏损等级，解决了传统技术难以平衡灵敏度与准确性的问题，将预警准确率从 90%左右提升至 97%以上，能精准捕捉不同程度漏损。在落地适配性方面，采用五大核心模块的模块化架构，流程清晰且数据类型少，摆脱复杂模型限制，可灵活适配供水管网、供热管道等多场景，大幅降低技术落地难度，为管网精细化运维提供有力支撑。

3.成果的创造性与先进性

(1) 预警体系创新，全时段数据支撑的多级置信区间分级预警机制。针对传统漏损预测依赖单一固定数据输入、易因局部信息缺失导致漏点特征捕捉不全的问题，该技术构建了以概率预测为核心的分级预警体系。创新摒弃夜间最小流量等局部数据局限，将全天候 24 小时流量数据纳入统计学分析范畴，基于标准差建立多级置信区间——以流量均值为 1 级预警界限，通过均值与标准差分别计算 40%、80%置信区间上限作为 2 级、3 级预警界限，形成梯度化预警标准。全时段数据的全面应用覆盖了管网

昼夜运行的完整特征,无论是日间用水高峰的异常波动还是夜间微小渗漏的持续信号,均能被有效捕捉,从数据基础层面提升了漏损识别的完整性与可靠性。

(2) 分析方法创新,该技术建立了动态更新的数据分析与检验机制。依托流量分布概率理论,以第一预设时间(过去 14 天)的历史流量数据为样本,实时计算各时段流量均值及标准差,并通过持续迭代实现判据的动态更新。在此基础上,通过“实时流量数值+多级预警界限+超阈值时间占比”的多重交叉检验逻辑,对漏损信号进行验证——既通过历史数据构建基准,又以实时数据动态校准,有效过滤短期用水波动、设备瞬时干扰等虚假信号,避免误判,将预警准确度提升至 97%以上,解决了传统方法“灵敏度与准确率难以平衡”的核心痛点。

(3) 适配能力创新,该技术设计了具备自学习能力的动态阈值调节机制。预警判断阈值可基于时间维度与空间维度自主更新优化:在时间维度上,能根据同一分区不同时段(如早高峰、夜间低谷)的流量分布特征自动调整;在空间维度上,可适配不同城市、不同规模分区的管网运行差异,无需人工针对具体场景重新标定参数。这种自学习更新能力赋予技术极强的通用性,打破了传统技术“场景专属、推广受限”的壁垒,可广泛适配各类城市供水管网的规模化监测需求。

4.技术的成熟程度,适用范围和安全性

该技术较为成熟,依托该技术开发完成了智能管网漏损管理系统(Aqua WLM)、智能管网管理系统(INMS)、供水管网管理系统(GIS 系统)、供水管网监测系统、分区计量漏损管理系

统等相关软件产品，已在全国 50 余家供水企业应用。该技术可直接推广与应用于各类型供水管网及供热、输油等相似的流体输送管道、各类型分区计量管道等领域，性能稳定、安全性高。

5.应用情况

利用该技术开发出的软件产品已推广应用于全国 50 余家供水企业（如香港水务署、江苏地北网络工程有限公司等），形成产品销售额或付费使用额共 10400 余万元，服务供水总规模超 3000 万立方米/日，预警辅助管网检出漏点 10 万余个。截至目前，应用该技术共签订漏损控制咨询合同 4 项，累计合同额 251.28 万元。同时，依托该技术在广州南沙、东莞常平、海南儋州、广西梧州、江苏盱眙等地应用，成功促进了当地管网漏损率大幅下降，近四年实现平均漏损率降低约 7.7%，有效避免约 2.63 亿吨自来水损失，产生经济效益 6.02 亿元，帮助当地自来水公司取得明显节水成效。