# 农村供水数据组网技术研究与监控系统构建

【 获 奖 等 级 】 应用成果奖三等奖

【主要完成单位】 中国水利水电科学研究院、辽宁省水利事务服务中心

【主要完成人】 李晓琴、李晓玲、李 斌、李载玉、马 凌、 宋卫坤、陈 峥、贾燕南、赵 智、史任斋

#### 一、研究背景

农村供水工程是居民生产生活不可或缺的基础设施,事关亿万农村居民的福祉,需要采取措施保证其安全、高效、经济运行。供水管网是农村供水系统的运输线,建设投资多,覆盖范围广,管理难度大,需要智能化监控技术和手段。当前,农村供水管网存在监控难、漏损高、数据难以集成与共享等问题,迫切需要研究突破关键技术难题。

## 二、主要内容

- 1、农村供水管网数据组网方法研究。研究应用中心链路规划法,提出一种专有自组网无线通信协议。
- 2、农村供水管网数据组网专用设备研制。在满足稳定通信、 高频度数据采集前提下,以降低功耗、方便实施、减少成本、简 化运维为目标,研制完成设备成品并应用于现场。
- 3、农村供水管网漏损监控模型研究。引入泛化能力较强、 擅长处理小样本数据的 XGBoost 模型,构建管网漏损定位模型

和漏损量分析模型;并开展模型效果和特征重要性分析,探讨两种模型的在线增量学习方法应用。

4、农村供水管网监控系统构建。集成应用 IPTABLE 控制、LVS、微服务架构、GIS 等技术,通过统一接口,创建农村供水 Json 数据共享交互方法,构建农村供水管网监控系统。

#### 三、创新点

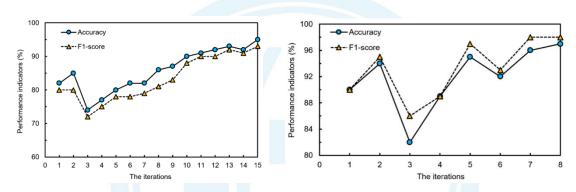
- 1、首次提出中心链路规划法,开发形成了农村供水管网专有自组网无线通信协议。基于该协议研制的硬件设备能够低功耗运行,实现了节能降耗。
- 2、自主开发了农村供水数据组网专用设备。在满足数据发送频度和稳定通信条件下,该设备具有功耗低、实施方便、成本低、运维简单等优势,已在农村供水工程应用。
- 3、开发形成了基于机器学习算法 XGBoost 的农村供水管网漏损监控模型。该模型可根据在线监测的管网压力变化,准确的分析判定管网漏损位置及漏损量。
- 4、创建了一套农村供水 Json 数据交互方法。数据采集与应用体系使用相同数据接口,无需重复开发,可统一维护,大幅降低开发和维护成本。

### 四、推广应用情况

1、研究构建的农村供水管网监控系统,突破了自组网无线通信协议及设备开发技术难题,并具备高频度采集数据的能力。该系统已在全国四个省 37 处农村供水工程中应用,覆盖供水人口 1719 万人。有效解决了以往农村供水管网监控系统建设难度

大、费用高、运行不稳定、缺乏先进实用在线漏损监控算法等工程应用难题。

2、创建了一套农村供水 Json 数据共享交互方法,编制团体标准《农村供水信息管理系统数据对接标准》(征求意见稿),在全国推广应用。与传统方法相比,单个供水工程布设周期缩短50%以上,平均上行数据包大小缩小近 40%,破解了已建系统数据共享费用高、维护成本高的难题。



(a) 不同迭代下的漏损定位模型效果评估(b) 不同迭代下的漏损量分析模型效果评估 图 1 不同迭代下的漏损模型效果评估

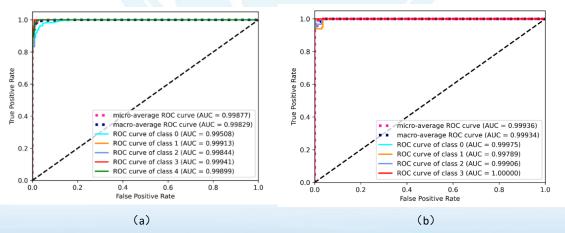


图 2 (a) 漏损定位模型和 (b) 漏损量分析模型的 ROC 曲线

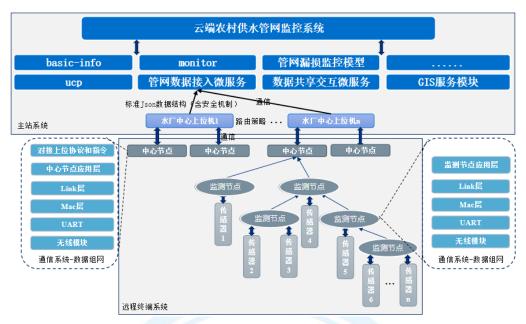


图 3 农村供水管网监控系统组成



图 4 农村供水管网监控系统应用界面

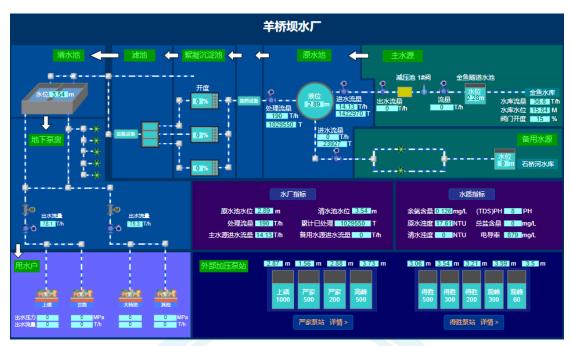


图 5 水厂组态监控界面

