

市政水利工程中地下管道用水智能化建设策略

汤青峰

(江苏省淮安市淮安区住房和城乡建设局, 江苏 淮安 223001)

【摘要】我国城镇化发展速度加快,给排水管网运行压力增大,问题日益突出,需要以智能技术应用为基础,探讨地下用水管道智能化建设的策略。首先,文本选择了广州市某地城市地下用水管网改造工程案例,分析了实现工程建设目标的方案,又对方案中所涉及的技术及其各自优势进行了对比。在此基础上,探究了智能技术应用的实践方法,包括可以用其升级井盖等物理设备,监测排水等管网运行状态,实现不停动状态下地下给排水管网的检修工作。

【关键词】市政水利工程;地下用水管道建设;智能化建设;策略

20世纪60年代开始,国外就有了使用地理信息系统、测绘技术建设与管理城市给排水工程的实践。截至2010年,英国伦敦、美国纽约都已经使用人工智能、大数据技术建设了完备的城市地下管道运维管理系统。相较于国外,我国在该方面的研究与实践起步更晚,有关理论体系也处在不断丰富过程之中。但利好是,我国可以借鉴类似工程的成功经验,探索将arcgis、BIM、3D实时监测等技术引入地下管道用水智能化建设工作的新方法,以实现城市给排水精细化管理。

一、地下用水管道智能化建设案例

(一) 案例概述

本文研究所依托的案例是2020年广州市某区的供水系统整治改造工程。该工程项目原服务对象是辖区内以管道式取水为主的用户,区域市政年用水消耗量约在50万立方米。工程建设的目标是对管道系统进行重新布局,使用智慧化取水监控平台监测用户取水量,尤其是区域内水资源消耗量大的用户。工程建设的背景问题主要是区域内的取用水管道陈旧,管理松散,用户取水量计算原始数据存在被篡改的可能性,无法对用户用水量、用水状态进行全面有效监管。

工程完工并投入使用的三个月之后,业主方选取了5-7月区域供水系统的数据,比较历史同时期数据,发现用户单月用水量降低比例从约8%到约15%不等,先可以确定工程改造的水资源节约效益明显。其次,排除气候因素对用户用水量的影响,继续选取用户约三个月的用水数据进行比较,可以判断用水数据的计算精准度明显提升,智慧化使用水平平台监控用户用水

行为、提高用水管理水平的效果也十分显著。

(二) 核心技术分析

1. 整体架构。工程综合收集建设所需的资料,围绕建设预期目标,将整个智慧化取水监控平台分为节点监测网、数据传输系统和监控中心三个部分。其基本的工作流程是由传感器节点捕捉数据,实现对供水系统内水资源流向、用量的数据检测和记录。数据汇总成节点之后会通过通信与数据处理服务器传递至监控中心。监控中心后台会使用已设定的程序筛选、分析数据,最后将数据结果通过互联网、政务外网反馈到水务局等管理单位,并由以上单位处理问题。

2. 节点监测。在节点监测方面,工程主要使用了Zigbee网络拓扑技术中的网状型结构,也被称为树形结构,进行全区域内的监测点布置工作,以保证节点数据汇集、反馈高效,也不会破坏数据整体结构。节点监测网络由多个传感器节点、路由器节点和一个汇聚节点的完整节点构成。传感器节点分别安置在管道和蓄水池的两端,与流量计共同捕捉数据,再将其传输到最近的路由器节点之中。

3. 数据传输。数据传输系统使用公共固定IP接入因特网组网,节点监测网向监控中心传输数据。或监控中心需要调取监测点数据时,SMS功能会先实现监控点与监控中心之间的网络联系,再由GPRS模块进行主动连接,实现数据的传输。遥测终端、GPRS模块、基站、监测中心之间就会形成准确、高效传输数据的组网。

4. 系统监控。监控中心作为智慧用水平台的“大脑”,负责接收终端遥测感应并传输过来的各种信

息,信息经过分类、整理会汇集成不同类型的数据,存入数据库。比如取水信息会汇总成水利部门所需要的数据,通过移动型 GPRS 网络进行传输,水利部门可以通过这些数据将用水单位按照用水量进行分类,并比较同一用户在不同时期内的用水量,从中总结规律、找到问题。一方面可以用分析结果调节区域内不同供水线路的总供水量;另一方面可以通过终端预警和提示,引导用户调整用水行为,主动降低用水量,节约水资源。

二、案例分析—智能化地下用水管道的关联技术

(一) BIM 技术

BIM 技术全称是建筑信息模型,其以三维数字化为载体,可以贯穿整个工程项目的设计、施工、运维,各个环节,环节内出现的信息会配合形成信息集合。其特点是可视化、参数化、可模拟性、协调性、优化性和可出图性。现阶段,随着 BIM 技术的不断完善,出现了许多配套的建模软件,例如 revit、civil 3D、天正系列、bentley 系列。本文所使用的案例虽然在建设中没有直接使用 BIM 技术,但其整体思维就是 BIM 的模型思维:将可视但不可监控的用户用水量、用水时间汇总成可看到的,形象具体的模型,再通过这些模型来反映问题、解决问题。考虑到 BIM 技术的优势,其他市政水利工程建设单位可以考虑将技术、软件也应用到工程设计和方案比较过程之中,有效避免施工建设时可能遇到的问题,节约建设成本也提高地下管道用水智能化建设的效率和质量^[1]。

(二) 数据库技术

数据库技术不仅是本文案例的关键技术,也是所有智能化地下用水管道,地下综合管网系统中的关键技术。其主要用于对数据进行采集、组织、存储和使用,并可以实现数据共享。其最大的特点是结构性、灵活性、共享性和独立性。比如在管理地下管道出水量时,可以基于管理者的需求建立个性化数据库,主导信息的输入、输出和修改,并将分类整理完成的数据,通过创建用户进行加密的、分配权限的信息共享。在实践中通常会将数据库技术与 BIM 模型技术联合使用,用以统一处理地下水道、网络的属性和空间信息。

(三) 物联网技术

该技术是以互联网为核心的,也是对互联网的物理延伸,可以拓展到理论层面的任何东西,实现无形信息和有形物体之间的交换与沟通。比如监测管道流量,就是使用了传感器这一物理载体:传感器中的左右侧电极会提取到水的压力信号,信号通过传感器传

到另一端,再转换成数字信号,编码之后即为信息。物联网技术与数据库技术也有紧密的联系,通过数据传输实现最终的技术应用目标。而在联合应用中通常会将整个物联网分为感知层、网络层、应用层三个层次:感知层通过无线传感设备获取水压状态信息、管道位置,信息通过网关传递。信号到达应用层之后,系统终端会实现数据的查询、实时监测、应急处理或补充数据库等操作,也会将数据编辑成折线图、变化曲线图用于分析问题^[2]。

三、市政水利工程中地下管道用水智能化建设的实践策略

(一) 用以升级物理设备

地下用水管道组成了市政水利工程中的重要部分;而整个管道又是由多个类型、用途不同的构件组成的。所以要实现管道用水智能化建设,首先就要实现这些物理设备设施的智能化升级。比如要解决井盖陷落导致的马路“吃人”问题,管道内可燃气体浓度升高时管道炸裂导致的井盖伤人问题,以及预防井盖被不法分子偷盗,可以使用上文所提及的物联网技术。一方面使智能井盖能监测地下用水管道,尤其是排水管道内的各项数据变化;另一方面可以基于井盖当前位置的变化数据实现智能报警。

整套系统由软硬件两部分组成:硬件系统中主要包括 NB-Iot 传输模块、角度采集模块、主控模块及电路、数据采集模块和自动报警模块。其中 NB-Iot 传输模块就是典型的物联网传输系统,同样包括感知层、网络层和应用层。其通常会安装在井盖面向地下管道的一侧,用于将检测到的管道内参数发送到管理平台。角度采集模块是依靠倾斜传感器实现功能的:井盖位移发生改变,摆锤会发生摇动,传感器、变压器等会捕捉到角度变化数据,数据会与初始信息进行比较计算,发送给主控模块,由主控模块做出相应反应^[3]。

软件系统则主要是利用采集终端与云监控平台实现功能。基本逻辑是通过 Java 编程语言算法等,达成系统各模块之间的驱动与联系。比如无线采集终端采集到了温度、水位等数据之后,at89C51 和 windows 系统会驱动程序,“唤醒”外部设备,自动捕捉排水管道内易燃易爆气体含量指数等信息。终端可以汇总信息再下达指令,也可以触发自动执行指令的功能,提高问题处理的效率。

(二) 用以监测管网状态

近年来厄尔尼诺现象使我国多遭受暴雨威胁,暴

雨导致城市内涝、污水洪流甚至河水倒灌，不仅破坏城市生态环境，也会威胁人民群众的生命财产安全。所以在进行智能化地下管道用水系统建设方面，还可以基于 oracl 数据库、arcgis 技术完善排水管道监测系统。

核心思路是在重点的排水口、排污口加装流量传感器，对污水厂、居民区，泵站和关键的节点、管网进行重点监测，将 24 小时采集的数据汇总到监管平台之中。系统可以基于 JavaScript 进行开发，整套系统包括接入层、数据层、服务层、应用层四个层次，形成一个完整的体系。系统功能模块分为视图展示、隐患管理、监控分布与展示、数据查询、监测预警五个部分^[4]。

外业采集得来的视频、音频、图像、数字资料，会通过视图展示呈现出来。值班人员可以放大、缩小、刷新或移动查看这些信息，通过对管道既往检测管理数据的比对，排查排水管道的缺陷，定位缺陷发生的位置，下达隐患排查的指令。再将操作过程与结果汇总成管理记录，导入数据库，形成管理档案。而即便是无人值守管理模式之下，以上数据也可以通过自动汇总，在后台进行对比、分析，形成隐患监测与分析结果，传输给相应的管理人员。或者直接以发送预警的形式，指导工作人员开展下一阶段工作。

平台管理人员更可以主动进行问题的查询，比如通过在线监控监测居民区排污口排水状态，地下排水管网管道安装状态等信息。结合各监测点实时汇总的管网流量信息，排水用户用水量信息，泵站流量信息等开展工作。更可以比较不同监测点、不同时间段内的管网历史运行数据，加强问题管理，实现分区域监测和问题溯源。

（三）用以实现不停运检修

市政水利工程在长期投入使用中必然会产生或大或小的问题，需要进行高质量的检修。但地下管网错综复杂，想要查明问题产生的位置、原因通常要进行停运状态下的检修工作。这种操作不仅会增加其他区域管网的给排水压力，还会影响本区域内居民生产生活活动，所以需要利用智能技术进行不停运的数字化检修。

用以不停运状态下管网检修的设备可以是满水状态下的仿生龟，可以是非满水状态下的螺旋侦察机器人，或者全环境下的履带式侦察机器人。这些机器人作为哨兵能够精准捕捉信息，例如仿生龟身

体前后各配置两个上下推进器、水压传感器，形成一个工作闭环系统。其本身具有潜水定位等功能，能在管道满水情况下稳定悬浮和定深监测。仿生龟的工作原理是获取满水管道的声呐，声呐信息经过计算、整理会变为沉积物、气体环境、水体环境等相关数据。

而全环境下的履带式侦察机器人会随身携带测量杆，机器人随着管道沉积物的高度上下摆动即完成了测量，得到沉积物容量、高度、总体积等数据。这些数据会用来分析管道的病害问题，结合管道走向、埋深等基础参数，汇总成分析结果并传输到工程中心。工程中心会下发任务订单，指导工作人员按照流程完成管网清障等工作。

具体运维工作中，智能机器人还可以辅助工作人员进行快速问题定位。比如智能机器人在管网中行走，采集数据、发射信号，地面就可以得到管道走向图、异常点位等信息，做好标高等的测定和标记工作。再有理有据选择快速处理问题的方法^[5]，或者制定工程量清单、外包工程招标书，科学组织招标工作，让更专业的队伍做专业的事。

结束语：

实践证明，应用智能化技术完成市政水利工程中地下用水管道的建设，可以提高水资源的利用效率、市政服务的质量。而想要达成既定目标，就需要工程组织、设计与建设单位认真剖析同类工程项目，从中汲取经验，立足本地、本工程实际情况，选择应用不同的物理设备和软件平台，搭建合理的技术应用框架，确保工程施工建设、运维管理的效益。

参考文献：

- [1] 翟俊豪. 关于城市市政水利工程中地下管道用水智能化建设 [J]. 现代企业文化, 2021(18):31-32.
- [2] 冯海亮, 戴伯英, 李建文, 等. 城市市政水利工程中地下管道用水智能化建设研究 [J]. 水利规划与设计, 2021(2):63-65, 84.
- [3] 周运生. 物联网模式下通信井盖智能化升级解决方案 [J]. 信息技术与信息化, 2019(12):137-139.
- [4] 王志文. 建筑给排水系统的智能化管理与监控 [J]. 建材与装饰, 2023, 19(36):85-87.
- [5] 樊雪莲. 城市供排水管网体系智能化建设方案——“打造”会说话的管道 [C]. // 2017 年塑料新材料、新技术、新成果交流会暨中国塑协专家委员会年会论文集. 2017:395-400.