

在城市供水管网运行管理中 应用自动化监测技术的价值分析

陈小燕

遂宁市明星水务设计有限公司

摘要:如今,随着城市建设工作的不断开展,供水管网的运行管理也越来越重要。其关系到水资源的管控,以及对各种泄漏、爆管、地面塌陷等一系列问题的规避。为此,必须要在城市供水管网运行管理过程中,采用先进的自动化监测技术。在减少水资源浪费的同时,也保证水系统的安全性。所以在本文中,笔者分析了在城市供水管网运行管理中应用自动化监测技术的价值,希望能为城市供水网络的正常运行,提供一定的推动力。

关键词:城市;供水管网;运行;管理;自动化监测技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.070

前言:城市供水管网在运行的过程中,容易产生各种问题,从而影响供水的稳定性和持续性。在当前的社会背景下,城市规模不断扩大,供水管网更是随之而进行扩展。带来了更多的安全隐患,促使监测和维护工作越来越复杂。也因此,必须要采用自动化监测技术来进行管理,对管网开展实时监测与定位,快速发现问题、解决问题,打造更加高效的供水网络体系。

一、城市供水管网监测中存在的问题

在城市供水管网的监测中,存在以下问题:第一是要求高,城市供水管网必须全天24小时不间断运行,因此也要求实时监测管网的情况。以便在产生突发情况时,能及时进行反馈。第二是管理难,城市供水管网所涉及的范围非常广,覆盖范围广。同时地下管网之间互相影响和干扰,供水设施之间点多面广,种类也非常多,规格和标准也存在差异。第三是监测难,城市供水管网所处的环境较为复杂,同时信息化建设不到位。一些地区甚至采用人工监测的手段,所以较为滞后,无法快速解决所存在的问题。第四是维护难,管线设施较为隐蔽,管材的类型非常多,而且建设标准也很高。同时未能定期对监测设备进行维护、升级,年久失修,所以不利于监测工作的开展^[1]。

基于以上问题,必须要对城市供水管网监测系统运行优化,采用自动化、智能化的技术。改变过去滞后的监测方式,实现24小时不间断的自动、远程监控目标。快速找出其中所存在的问题,解决问题,保证城市供水的安全性、稳定性。

二、城市供水管网自动监测系统的概述

所谓城市供水管网自动监测系统,指的是一种能监控城市供水系统状态和性能的先进技术。同时也是一个综合性的平台,集中了传感器、通讯、信息处理以及预警、管理方面的平台。其借助安装在管网中间的传感器来收集流量和压力、水质等信息,再借助无线、有线的

方式,传递至中央监控中心。通过这个监控中心,可以对数据和信息进行一定的分析,从而实现对整个城市供水管网的实时监测、管理。快速发现其中的问题,并解决问题,满足城市居民对水资源的使用需求。

(一)系统的功能

通过在城市供水管网运行管理中,采用自动化监测技术,可以实现对供水管网结构与外部环境进行全面监测。由于城市供水管网分布广而复杂,如果采用传统监测手段,可能无法发现其中的问题。而自动化监测手段则能面向供水管道领域,提供自动化实时监测预警服务,对数据进行智能化处理和利用,实现动态化的管理目标。而且其中的信息化平台建设,可将供水管网结构与外部环境监测数据汇集到一个系统中,从而实现实时预警的目的^[2]。不仅如此,自动化监测技术还能了解管道结构受力情况,促使监测数据与设计值进行对比,分析管道运行期间的稳定性是否达到了要求,并提供有用的决策依据。

(二)系统的特点

城市供水管网自动监测系统具有这样几个特点:第一是实用性,整个系统采用了能广泛覆盖的GPRS网络。可实现各种线程的远程并发通信,促使网络运行更加顺畅。而且采用软硬件技术来构建系统架构,并开展集中化的监控与远程的调度。第二是方便性,系统预留了能扩展的接口,从而便于后期的维护和升级。同时也能根据警报信息,快速定位故障点,为维修提供了一定的方便。第三是操作较为容易,整个自动化监测系统的功能较为完善,可以为工作人员提供可视化的平台,方便查看。而且整个界面是中文的,简洁大方、一目了然。第三是智能性,整个系统可支持远程监控和管理,工作人员可以借助互联网随时查看各种数据、信息,以及系统的运行状态,从而随时随地进行管理、调度。不仅如此,其中的智能预警还能在数据和信息产生异常时,自动发出警报,快速处理潜在的风险。同时系统能自动进行记录和跟踪,较为智能和先进。

三、城市供水管网自动监测系统的设计

(一)传感器网络搭建

要在供水管网的一些重点区域安装各种传感器,其中包括静力水准仪、固定式测斜仪、钢弦压力盒传感器等,以便加强各方面的监测。这些传感器会将所采集的数据传递至中心控制器中。而且要确保这些传感器和自动监测系统之间的兼容,充分考虑管网的布局以及供水的环境。将传感器安装在合适的区域,促使传感器和中心控制器之间的通信更加快速。

(二)中心控制器的设计

中心控制器属于自动监测系统的中心,其可以对数

据和信息进行采集、分析、处理。也可以对数据和信息进行存储,利用无线网络接收远程命令。不仅如此,其还要能进行计算,根据所设定的算法来分析所监控的各种情况,了解水质是否存在异常,发出警报^[3]。

(三) 数据的传输和展示

为了对供水管网的数据进行展示、传输,要采用无线通信技术,比如无线网络、5G等等。中心控制器将收集的各种数据和信息传递到远程控制平台,工作人员要利用远程监控平台进行查询和搜索,为决策提供一定的依据。通过远程控制平台,还能对数据进行分析,自动生成相应的报告。

(四) 异常报警和处理

在自动化监测系统中,还要设定一种能自动报警的技术。一旦检测到数据异常,中心控制器便会自动发出警报。警报信号通过声光信号或者短信提醒等方式,及时发送给工作人员。促使工作人员及时采取针对性的措施,对问题进行解决。而且报警信息还会传递至远程控制平台,从而有据可依、有案可查。

(五) 系统调试、运行与维护

在对监测系统进行设计之后,要开展调试的工作。从而保证整个系统能正常运行,促使传感器数据的采集更加准确,以及中心控制器能正常运行,保证数据在远程监控平台能得到一定的展示。在对系统进行投入使用之后,还要对系统进行运行、维护。定期对传感器进行校准和维护,保证监测数据的科学性、准确性。同时要对中心控制器的软件进行更新与升级,加强对数据的备份、管理。只有持续对监测系统进行优化,才能提高监测工作的质量。

四、在城市供水管网运行管理中应用自动化监测技术的案例分析

(一) 工程案例

本案例中的城市供水管网,位于A市某片区的供水管线自动化改造节点。管线落于粉质黏土夹黏质粉土中,管底落于黏土和浜土中。这些土质具有一定的差异性,拟监测管道的覆土埋深为2.1m,拟建管道地基不均匀,要在这样的基础上建立自动化监测系统。同时,这也属于当地首个供水管网自动化维护项目。在改造的范围内,也就是新管道和旧管道连接断水处的位置,选择管段断面来安装自动化监测设备,即支持各种传感器监测数据处理、分析、预警的系统。其可以获取、管理、展示各种传感器的数据,并对其进行输出。而且保证数据的真实性和准确性。

其中的自动化监测包括了管道结构和管网环境这两方面的内容。针对管道结构的位移以及不均匀沉降进行监测;针对管网环境的管顶土压力、地下水位、管道四周土体温度等进行监测;针对水质进行监测^[4]。

在安装和调试的过程中,难免会对本地区的供水管道稳定性产生影响。本项目同样对桥墩与污水管道基础施工产生影响,所以监测预警的数据要遵循相应的规范和标准,比如DB31/T1333-2021、DJ/TJ08-2001-2016等等。其中,管道位移和不均匀沉降的变化速率为2mm/d,累积量为20mm。管道周边地下水位和管顶土压力的

变化速率为30mm,累积量为100mm、0.35Mpa。

(二) 自动化监测系统的功能

供水管网自动化监测系统具有强大的功能,可以对各种数据进行实时获取、利用、分析、展示。操作起来非常简单方便,其中的B/S架构设计,能通过计算机端主流Web浏览器登录查看。整个系统也能接入各种不同的监测类型,并进行扩展,方便后面接入更多的传感器数据接口。同时,大数据查询和传输性能更是非常好,并具有可视化的展示功能,可借助丰富多样的图形和表格来进行展示。最后还有自动监测和预警的功能,能及时发现供水管网中的异常,快速对其进行解决。

(三) 自动化监测的方法和过程

1. 竖向位移与不均匀沉降

在本供水管网的自动监测系统中,选择的传感器是静力水准仪。其能够在管网保护性监测期间,对竖向位移与不均匀沉降的情况进行监测。整个静力水准仪包括了测点、基点,其中的基点高程要用到几何水准来进行多次审核。通过连通液的原理,连接连通管的储液罐,促使液面维持在一个水平面中。检测各种储液罐的液面高度,再进行计算,得出各个静力水准仪的竖向位移情况、相对差异沉降情况。

2. 水平位移

在本次项目改造中,所采用的监测设备是固定式测斜仪,其可以掌控监测阶段的实时水平位移情况。通过钻机钻孔埋设,在相应的位置采用30型钻机钻孔到管底下面2m。成孔直径为120mm,钻机成孔之后,在其中埋设十字导向槽的PVC管。再采用测头模型,在钻孔里的测斜管中,朝着导槽进行滑动,观察导槽的通畅性。固定式测斜仪包括了几个不同的探头传感器,安装在管道底部2m的位置,以及扰动层(和管道抱箍装置进行结合)。在安装至测斜管之后,还要连接采集设备,并对其进行调试,同时对测点进行保护。

3. 地下水的水位

为了对地下水位进行监测,也采用了振弦式渗压设备,从而了解地下水位的变化情况。通过钻机钻孔埋设,在相应的区域采用30型钻机钻孔到6m,再接入PVC水位管。在孔底3m的位置安装透水管,而且在外侧采用工业滤网进行覆盖。在水位管的滤管上面的位置,采用碰撞土球封闭。同时按照孔的深度,通过轧带对渗压计进行利用,吊装到离孔底1m处的位置。将振弦式渗压设备和多功能采集模块进行连接,通过钢丝绳来对其进行提升。最后还要检测仪器设备的参数,算出变化量,和理论值对比设备的准确性。

4. 管顶土压力与四周土体温度

在对管顶土压力和四周的土体温度进行监测时,所选择的设备是钢弦压力盒传感器。对设备进行埋设,从而了解管道四周土压力荷载情况,以及土体的温度。设备的安装位置在管道的顶部,要促使设备受力面和受力的方向进行垂直。也要在设备四周包裹30cm的细砂,促使导线和采集箱进行连接,根据设备的标定系数,将应变值与压力值调到0,再收集原始频率数据、土体温度数据^[5]。

(四) 水质监测

同时也要对水质进行监测，采用管网插入式水站，这是一种能在带压自来水管中监测水质的传感器系统。可监测的参数包括了有机物参数（TOC、DOC、UV254）、氯、电导率、温度等等。将锚链管座安装于管道中，其中的水通过“吸水管”流入流通池中。泵会将水从流通池送回管道，避免水流失。水质的数据会通过终端发送到中央数据库，从而实现对水质的远程监测。

五、监测的结果和分析

(一) 管道不均匀沉降

在进行监测的过程中，发现管道存在不均匀沉降的问题。主要表现在这些方面：第一，管道西的接口处差异沉降变化达到了3.4mm，管道东和西接口的不均匀沉降变化达到了35mm，管道两边相对不均匀沉降率达到了5.1%。按照复测基准点的高程得出结论：管道西接口位置竖向位移下沉大概10mm，管道东竖向位移下沉大概44mm。分析目前的实际情况，之所以产生这样的沉降，主要是因为四周道路桥梁施工堆积了过多的材料，导致静动荷载产生变化，以及管道不均匀沉降。

(二) 管道水平位移

通过采用以上设备和仪器，对管道水平位移进行监测之后，发现管道西接口位置朝着南道路桥梁施工方向偏移29mm。对现场的实际情况进行分析，发现管道东下沉的主要原因，是因为四周道路桥梁道路堆载了一些土方，导致荷载不均匀，使管道水平位移朝着南边移动。

(三) 地下水位

在进行监测之后，发现地下水位的初始高程是2.5119m，总体变化量在-240-300mm的范围内。根据现场的实际情况来进行分析，地下水变化的原因在于降雨量增多，以及四周工程开挖、抽排水。

(四) 管顶土压力

根据所监测的管道管顶土的压力情况，发现管道管顶土方回填后初始土压力是74Kpa。总体变化范围在-20-40Kpa的范围内。同时，管道管顶土所产生的压力变化，也是因为四周道路桥梁工程堆放的土方、材料所导致的。

(五) 四周土体温度

在对四周土体温度进行监测之后，发现管道四周土体温度的总体变化范围在15%-25%之间。而且土体温度逐渐降低，对本地区的气候条件进行分析，发现地区温度越低，土体的温度也越低，具体如表1所示。最终得出结论：城市供水管网四周土体温度会受到气候的影响。

表1：土体的温度情况

相对湿度	28%	41.2%	61%
降水	0%	12%	24%
地区温度	10℃	20℃	30℃
土体温度	17.2℃	29℃	32.8℃

(六) 水质的情况

在对水质进行监测的过程中发现，经过一段时间的供水管网压力变化，数值没有产生太大的波动。管网白

天到晚上的压力差达到了3.5bar。TOC、DOC或UV254的浓度产生了一些变化，但没有达到自动警报的阈值，具体见表2所示。在稳定而准确的监测状态下，余氯却在几个小时内不断减少。由此可看出，自动水管网中的水未能进行完全消毒，得出结论：消毒加氯设备可能产生了问题，需要进行及时解决^[6]。

表2：水质的情况

	TOC	DOC	UV254
采样点1	0.12±0.01mg/L	7.11±2.45mg/L	0.19±2.33AU/cm
采样点2	0.16±0.5mg/L	4.12±0.28mg/L	0.15±0.22AU/cm
采样点3	0.18±0.29mg/L	4.6±0.1mg/L	5.44±0.2AU/cm

(七) 对监测过程中发现的问题进行解决

通过自动化监测，发现存在管道不均匀沉降，水平位移等情况。其所导致的压力或流量变化，使系统发出预警信号，指示可能存在泄漏的现象。系统会自动启动控制措施，借助其中的智能调节阀，可以实现对泄漏点附近管道的封闭，阻止水流，从而避免泄漏继续扩大。同时，系统还可以调整管网的水压，减少对泄漏点的压力，降低泄漏造成的破坏。针对水质监测所发现的问题，还要加强对消毒加氯设备的维修和维护，重新布置加氯点。从而发挥出消毒的作用，保证供水管网中的水质更加安全。

六、总结与体会

综上所述，自动化监测技术在城市供水管网的运行和管理中，起着非常重要的作用，具有一定的应用价值。其不但促使供水管网的运行数据得到了采集与利用，同时也能实时感知其中的故障、问题，保证城市供水系统的稳定性。并且能加强已敷设的供水管网状态监测，对其趋势作出科学的预测和判断。从而建立一个安全、高效、方便的供水体系，形成良好的城市居住环境。

参考文献

[1] 江治国. 基于物联网的水务移动监测平台应用研究[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2024, (01): 1-5.

[2] 吕竹, 罗轶, 韦运明, 陈韶杰, 傅凯春. 应对新供水管网漏损标准的多种控制措施研究实践[J]. 城镇供水, 2024, (02): 39-43.

[3] 郭晨, 赵顺萍, 张润泽, 孙乃硕, 刘明昊, 耿雨辰. 大口径阀门的智能化改造在城市供水管网中的实践与应用[J]. 城镇供水, 2024, (02): 82-86.

[4] 徐立仁. 基于自动化监测技术在城市供水管网运行管理的应用分析与探讨[J]. 城镇供水, 2023, (04): 68-73.

[5] 张承雄. 基于机器学习算法的城市供水管网漏损监测模型研究[J]. 智能城市, 2024, 10(03): 1-3.

[6] 王禾, 颜合想, 信昆仑, 张诗佳, 陶涛. 基于移动压力监测的供水管网水力模型校核[J]. 中国给水排水, 2024, 40(05): 50-56.

作者简介：陈小燕，1987.2，女，汉族，重庆，助理工程师，研究方向：城市供水。