

# 基于无线传感器网络的智能水质监测与节水管理系统的设计

杨少春<sup>1</sup>, 李郁丰<sup>2</sup>

(1. 武汉职业技术学院 电子信息工程学院, 湖北 武汉 430074;

2. 杭州山科能源科技开发公司, 浙江 杭州 310000)

**摘要:** 针对我国水资源现状, 提出“四监一控”的智能水质监测与节水管理系统方案, 通过传感器采集水信息对应的电信号, 上传至数据控制器, 经处理后用无线通讯上传至数据中心服务器平台, 将有关信息通过 GSM 网用短信发送给用户手机, 以便及时到现场实地检查予以解决, 经实际运行, 效果达到设计要求。

**关键词:** 水质监测; 水流传感器; 无线通信; 控制器; 数据中心

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2016) 03-0073-03

## 一、引言

据有关资料报道, 全国 669 座城市中有 400 座供水不足, 110 座严重缺水, 32 个百万以上人口大城市中, 30 个长期缺水, 46 个重点城市中有 45.6% 的水质变差, 特别是近几年, 城市建设大发展使用水量急剧增大, 导致输水管道破损漏水屡屡频发。目前, 全国城市供水量漏损水量每年高达 60 亿立方米, 相当于浙江、福建、江西、海南省一年城市供水量的总和。人类肆意挥霍、污染导致水质变差, 工业没有达标的大量污水排放和人们生活没有处理的排污, 已使全球大部分地面水体严重污染, 尤其在我国, 因科技普及不够及盲目追求短期效益等原因使我国已成为全球水质污染最严重的区域, 全国几乎没有几条可称洁净的水系, 人类将面临一场严重的缺水危机, 节约和保护水源已成为全球公认、必须要解决的重要问题。

## 二、智能水质监测与节水管理系统组成

为实现水质的监控和管理, 我们设计了一种基于无线传感器网络的智能水质监测与节水管理系统方案。该方案由“四监一控”系统组成, 分别是供水管网水流量远程监测管理系统; 供水管网压力远程控制管理系统; 供水管网漏水声远程监测管理系统; 供水管网水质远程监测管理系统和数字化水平衡监测

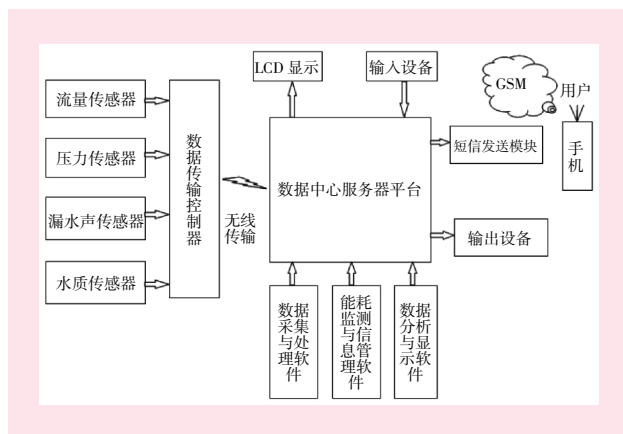


图 1 智能水质监测与节水管理系统结构框图

收稿日期: 2015-11-18

作者简介: 杨少春(1958-), 男, 河南南阳人, 武汉职业技术学院电子信息工程学院教授, 研究方向, 电子测控技术。

监控管理平台。

图1为整个系统方案结构框图,通过流量传感器采集水流量信息,压力传感器采集瞬时供水管网压力,漏水声传感器随时监测水管破裂漏水以及各水管与阀门接头漏水滴水,水质传感器采集瞬时水的浑浊度、PH值、和余氯等指标,分别通过以上四个传感器获取对应的电信号,通过RS485有线传输至数据传输控制器(内含数字信号处理接口),存储传感器实时采集的用户水表的计量数据,经处理后用无线通讯上传至数据中心服务器平台,服务器平台经过水平衡监测管理平台软件对上传的数据进行统计、分析、比较,从而发现用水的漏损量和区域漏损位置。通过GSM网络用短信发送给用户手机报警信息,通知用户根据报警信息提供的测量点位置哪个参数出现故障,及时到现场实地检查予以解决。

另一方面,数据中心服务器平台通过LCD显示屏,及时显示瞬时供水管网压力、水管破裂漏水、瞬时水的浑浊度、PH值、和余氯等指标以及发送给用户的报警信息。

#### (一)水流量传感器

水流量数据采集使用由普通水表加装流量传感器组成的智能远程水表,水表仍采用原WS-40~200垂直螺翼式水表,无需更换,用于计量流经自来水管道的水的总量。流量传感器的设计是利用霍尔效应实现对流量数据的采集,由磁头和霍尔传感器两部分组成,其中磁头安装在水表指针处,通过外加钢圈将霍尔传感器固定在磁头上方即可以完成磁头、传感器的安装,改造安装后的效果如图2所示。

磁头由磁铁组成,产生环境所需的磁场。水流通过水表,推动叶片,磁头利用齿轮轴跟叶片进行同步运动。叶片转动多少圈,磁头也相应的转动多少圈,进行磁力线的切割。然后根据霍尔效应原理转换成电信号,利用导线传输给数据传输控制器进行数据的解析、处理和存储。

#### (二)水压力传感器

水压力传感器由压力变送器和压阻式压力传感器组成。将水管打一小孔把压阻式压力传感器放入水管内,压阻式压力传感器依据单晶硅材料的压阻效应,将压力的变化转换成电信号的变化,根据管壁内压强的变化而输出不同的电流值,不同的压强值根据一一对应原则会产生相对应的电流值,再通过压力变送器的处理、放大形成有效的电信号传输给数据控制器,然后经过数据传输控制器解析、处理、存储、传输功能,通过无线(GSM)方式上传至数据中心。

在具体安装中需将数据传输控制器安装在防水罩内,再将防水外罩固定在监测井井壁上,压力变送器输出信号线接在控制器自带的防水接线盒内即可。其硬件设备安装原理如图3。



图2 对流量数据采集的智能远传水表

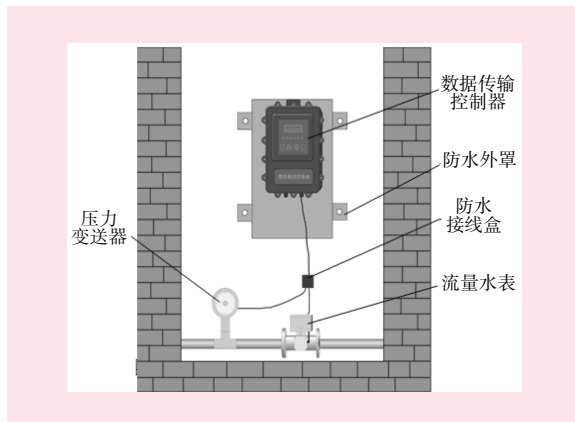


图3 硬件设备安装原理图

#### (三)漏水声传感器

管道正常时沿管线无异常声波,但当某点发生漏水时,就会在该点产生漏水声波,并沿管道向远方传播。系统设计在管网上消火栓、阀门或暴露管道等处安装一套由多个记录仪组成的整体化的声波接收系统监测该声波。按预定时间(如夜间1:00—5:00),记录管网的声波信号,通过记录到的声波强度和离散度来分析判断是否有漏点,并将这些信息存储传输到数据中心,使用户能及时的发现管道是否存在泄漏,起到检漏和预警的作用。数据读取既可由人工到现场采集,也可用永久性的固定网络,以无线方式定时发送到数据中心。

#### (四)水质传感器

水质传感器的设计是由现场感应探头和信号处理电路两部分组成。感应探头是水质传感器的关键部位,它根据水中某些物质的生物、化学、物理特性来测定该物质的浓度,信号处理电路对感应探头的信号进行放大、去噪等处理。水质传感器根据应用原理可以分为生物学水质传感器、化学水质传感器、物理学水质传感器。其中物理学水质传感器具有结构简单、成本低廉、使用方便等特点,得到了广泛的应用。因此,我们在系统设计中选择了物理学传感器类中通常使用的余氯传感器,用于测量水中次氯酸(HOCl)的浓度。依靠电极因次氯酸浓度变化所产生的电流变化,然后将电流信号转化成为电压信号传输出来。

测量水质浑浊度的原理是当光线通过被测水样

时,与入射光成 $90^{\circ}$ 方向产生散射光,其散射光会随水质浑浊度变化而变化,当变化的散射光照在光电元件上,会产生变化的电信号,该信号与基准信号一起送入信号处理器。

### 三、软件系统设计及运行

在图1中,数据中心服务器通过无线传输方式获取流量传感器、压力传感器、漏水声传感器、水质传感器的信息,数据信息的采集与处理由中心服务器上运行的数据采集与处理软件完成。软件采用模块化多线程方式编写,按照功能将软件划分为5个模块:数据采集模块、短信发送模块、数据显示模块、参数设置和信息管理模块、数据分析模块、数据保存模块。整个系统设计的运行过程如下:

1.对已经调试完成的系统进行供电,由于数据传输控制器是有源供电,传感器的电流也是控制器提供,因此只需要让装载软件功能的服务器运转即可。

2.传感器会实时采集监测点的数据并且存储在控制器中,可以根据控制命令选择实时上传还是在某个时间点将前个时间段存储的水表数据一起上传至数据中心。

3.数据中心会对上传的数据进行后台运行,如图4所示。首先是数据采集,并把采集的数据存入到缓存,而后数据处理模块对数据进行处理、分析、比较和管理。如果硬件设备出现报警设置现象或者上传的数据不在设置范围内,就会启动系统的报警功

能,报警信息在LCD显示模块的控制下显示在LCD屏上。此外,在短信发送程序模块的控制下,使用GSM方式把报警信息发送到相应的SIM卡上。

4.服务器平台的管理人员或者手机持有者,根据报警信息判断故障原因并采取积极措施进行解决。

5.待故障问题解决后服务器管理人员利用输入设备对数据中心的相应报警信息进行处理并消除报警,否则报警动作会一直存在。

6.服务器管理人员可以利用输出设备(如打印机)将采集到的数据信息、日志或者报警信息以WORD、EXCEL的形式打印出来。

### 四、结束语

该“四监一控”的智能水质监测与节水管理系统运行时,由数据传输控制器将四个传感器的电信号,通过无线方式传输到数据中心服务器平台。其中有些报警信息会通过GSM网络,采用短信发送的方式发送到用户手机,使用户及时了解水流量、水压、漏水及水质的变化信息,以便及时到现场实地检查予以解决。该系统具有方便、快捷、有便携式接受终端等特点,因而极大地方便了用户,同时该系统能够带来较大的经济效益和社会效益。系统经实际运行后,效果达到设计要求。

#### 参考文献:

- [1] 杨少春.传感器原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2015.
- [2] 林锦实.传感器与检测技术[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [3] 梁森.自动检测与转换技术[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [4] 朱正平,等.电离层无线电探测系统中数据采集与处理软件开发[J].中南民族大学学报(自然科学版),2012,(2):75-78.

[责任编辑:詹华西]

(下转第79页)

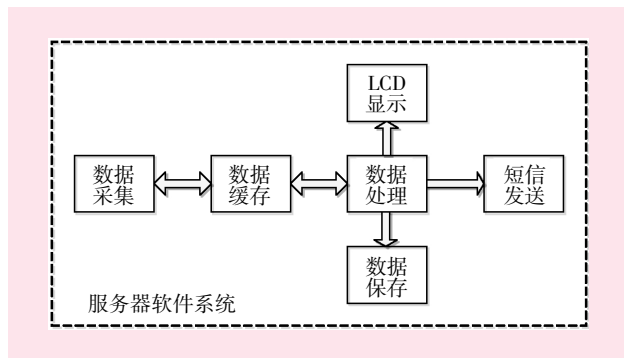


图4 服务器软件系统图

（上接第 75 页）

# The Design of Intelligent Monitoring on Water Quality and Management System of Water Conservation Based on Wireless Sensor Network

YANG Shao-chun<sup>1</sup>, LI Yu-feng<sup>2</sup>

(1. College of Electronic & Information Engineering, Wuhan Polytechnic, Wuhan, 430074, China;

2. Hangzhou Shanke Technology Company of Energy Development, Hangzhou, 310000, China)

**Abstract:** Based on the current situation of water resources in China, the design of intelligence monitoring on water quality and management system of water conservation is proposed, i.e. "4 Monitors + 1 Controller". It can collect the electronic signals of specific water information by sensor and transmit them to data controller for process, which will then be transmitted to the server at data center via wireless network. The relevant information is sent to users' mobile phones by GSM network in the form of text message so as to help them solve the problems in time at site. As tested, the system has achieved the design requirement in practical operation.

**Key words:** monitoring on water quality; sensor; wireless communication; controller; data center