

# 定位漏水检测系统构成及应用方式

张文亮 冯博

深圳市祥为测控技术有限公司 广东 深圳 518000

**[摘要]**随着城市建设进程的逐渐加快,各城市的管网体系愈发庞大,管网漏水问题愈发明显,漏水的影响程度也在逐渐增强。因此,需要加强对城市管网漏水的检测力度,灵活利用检测系统,精准定位、准确排查,及时找到漏水的位置与情况,及时处理,以此避免出现严重的漏水,造成资源的浪费。本文简要分析了漏水检测及定位漏水检测系统基本框架,结合定位漏水检测系统分析其硬件、软件层面的构成,提出相应的应用方式,以期能够为城市管网体系的良性运行提供有价值的参考资料。

**[关键词]**定位漏水检测系统;系统构成;应用方式

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.224

定位漏水检测系统是一种较为常见的,运用于管网检测的系统工具。在城市管网的运行过程中,给排水管网的漏水问题经常发生。管网漏水不仅会造成城市饮水资源的浪费,更会影响漏水发声位置所在区域的居民生活、城市交通,造成不良的社会影响,损失社会效益与经济效益。因此,建议测控工作人员加强对检测系统的利用,精准把握检测系统架构,充分发挥定位漏水检测系统的硬件构成作用,发挥软件系统功能价值,将其运用到城市管网漏水的定位与检测中,直观获取检测数据,获得精准的检测结果,提升测控工作的整体水平<sup>[1]</sup>。

## 一、漏水检测及定位漏水检测系统基本框架

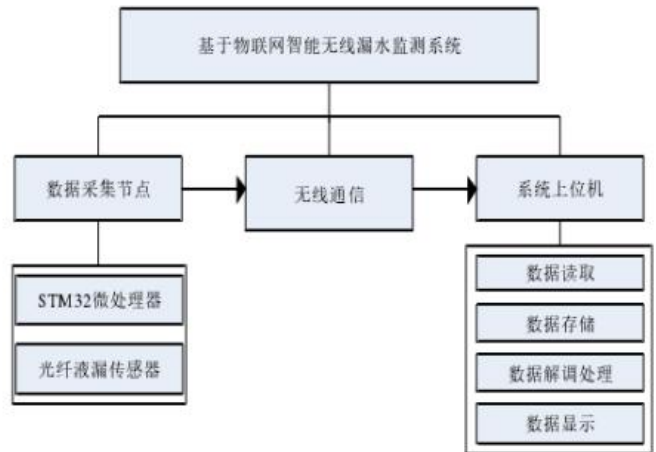
### (一)漏水检测概述

漏水检测一般就是指对管网漏水情况的检测。传统的管道漏水检测主要是在管道区域内安装检测表,或者通过“听音法”、“探地雷达法”、“红外法”等进行检测。在实际过程中,区域装表的检测方法,就是在区域内安装流量统计表,计量漏水数据,但是对表的要求较高,需安装一定数量的表,同时控制表的密集性。这一方法无法精准获取管道的漏水位置,需要人工排查,会影响下一步修复工作的效率<sup>[2]</sup>。听音法就是指利用专业的听音设备,听管道的声音,分析是否存在漏水的声音,判断漏水的位置,这也是之前一段时间较为常见的漏水检测方法。红外线检测法,就是指利用热成像技术,借助不同物体热辐射红外线波动不同的情况,对不同物体的波段进行采集,获取温度差,通过观察红外线图像发现管网的漏水点;但是这一技术的测量精度较低,难以精准提供漏水程度。探地雷达法,就是指利用电磁波信号,对管网进行测量,读取反射波信号,分析管道状态;由于管网所在地下位置结构复杂,层次较为混乱的情况,严重影响了电磁波的穿透能力,加之这一方法的成本较高,因此不作为主要检测方法。

### (二)定位漏水检测系统基本框架

定位漏水检测系统就是指一种基于计算机技术、物联网技术、传感技术基础之上的,具有定位功能、漏水检测功能的系统工具。定位漏水检测系统一般分为四个模块,包括:电源管理模块、传感模块、信号处理模块、无线通信模块,这四个模块互相作用,为用户终端传输检测所得的数据与图像,辅助工作人员完成对管网的漏水检测工作。这一技术具有可靠性较强、精度较高、能够可视化地下管网情况、数据精度高的优势,且能够适用于大部分的地下管网排查需求<sup>[3]</sup>。

关于定位漏水检测系统的实际应用,工作人员需要根据管网漏水检测需求,进行需求分析,借助无线物联网技术优势,设计无线的漏水定位检测系统。本次应用中,工作人员以 Zigbee 技术为协议技术,发挥其低功耗、低成本优势。之后,利用这一技术的组网能力,设定大范围、长距离的传输指令,构建网络状的拓扑结构,保证数据传输的可靠与稳定<sup>[4]</sup>。之后引入分布式光纤传感设备,以光作为信号传感载体,弱化地下电磁场的影响,以此满足复杂环境下的数据获取需求,在检测不同参数数据时有较强的优势。还需要配置系统上位机,采用 Labview 软件形成系统,实时监测地下管网的漏水情况,形成系统架构如图一。



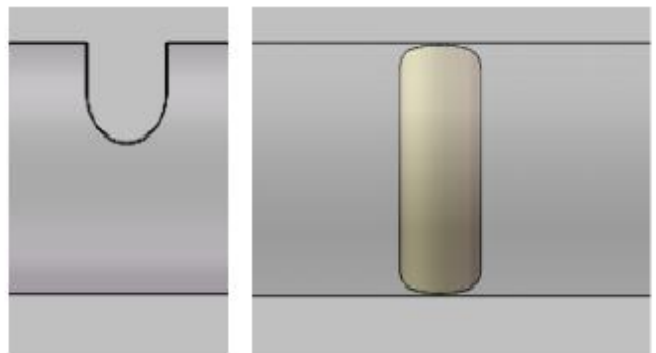
图一 定位漏水检测系统架构

## 二、定位漏水检测系统的构成

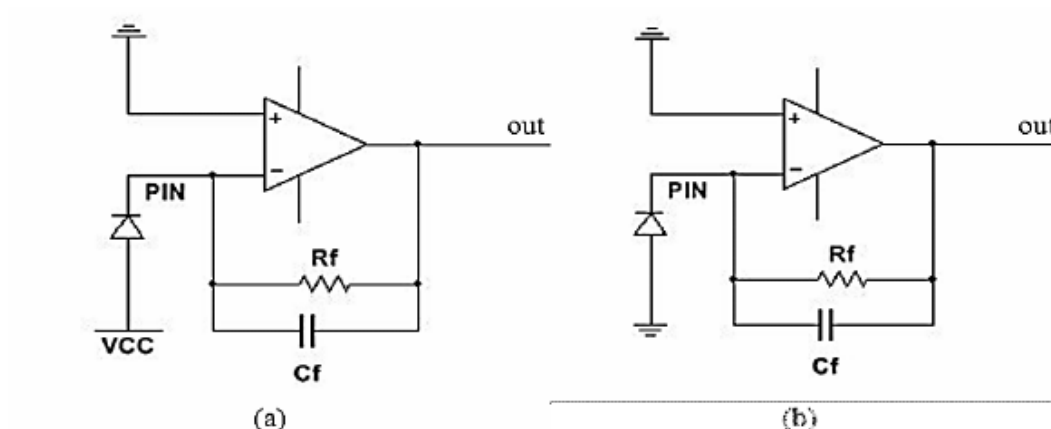
### (一)定位漏水检测系统硬件构成

#### (1)传感器模块

光纤漏水传感器是传感器模块的核心构成之一,工作人员要对漏水传感器进行模型设计,明确其定位原理。自动化、智能化是光纤漏水传感器的功能优势。工作人员在传感器模块中设置Led灯光借助耦合结构形式,在光纤的两端形成较强的光强脉冲。这一传感器模块支持之下,对管网的漏水检测原理就是:Led灯光与耦合结构之间的介质发生变化,有空气变为水,此时输出的对应光强会发生变化,以此判断管网是否存在漏水的问题。根据图二所示,可以采用U型结构的耦合结构,其中耦合结构与Led等共同形成分布式光纤创安琪的传感感点。在实际应用的过程中,Led灯光的顺序与传感位点是一一对应的,之后将这种对应关系绑定,将绑定好的序号加入传输信号中,形成信号编帧。信号会传输到上位机上,与上位机的对应点位进行对比分析,解码漏水数据信息,显示信息,工作人员可以根据这些数据信息判断出,哪一个点位发生了漏水<sup>[5]</sup>。



图二U型耦合结构



图三两种不同的光伏工作模式电路

### (2) 信号处理模块

信号处理模块的作用是对传感器所采集到的信号进行处理,将转变为电子设备可以接收到的电信号。这就需要工作人员对这一模块进行光电转换的电路设计。根据不同的工作模式需求,工作人员可以采用两种不同的光电二极管连接方法。第一种是在反向偏置电压之下的光导工作模式(如图三(2)),此时PN结耗增加,势垒增大,能够提升二极管的响应性能,实现更好的高频作业。另一种是没有偏置电压作用的工作模式(如图三(b)),这种模式的高频性能一般,但是工作状态较为稳定,不会产生过多的暗电流。工作人员最终选择了零偏置的模式<sup>[6]</sup>。

之后进行信号处理模块的主控电路布置。工作人员需分别准备MCU、电源电路、复位电路、晶振电路、SW下载调试接口电路,由这些零部件共同构成主控制器的最小系统电路。在信号处理模块的运行过程中,32bit单片机发挥其作用,其中72MHz的工作频率能够满足流水信息的信号处理速度控制需求,SWD调试接口能够满足程序下载与调试需求;64kbyte Flash能够满足漏水的数据采集与保存需求。内部集成的12位ADC转换器能够满足采集管网漏水信息的需求。整体模块的运行能耗较低,具有低消耗、高性能的优势<sup>[7]</sup>。

### (3) 无线自组网络节点硬件

无线自组网络节点硬件主要包括:核心芯片、节点电路、串口转换等。在本次对定位漏水检测系统的构成研究中,工作人员借助Zigbee无线组网技术,搭建一个能够自组网的无线网络结构。本系统的核心芯片可以选择TI公司的Zigbee技术片上系统芯片CC2530。这一芯片具有较强的抗干扰能力、信号接收能力,灵敏度较高,能够充分满足无线通信过程的可靠性、高速性。采用高频集成技术配合芯片,能够适当减少外部元件数量,控制供电电压,符合现阶段管网漏水检测系统应用的有关标准<sup>[8]</sup>。

关于串口转接,工作人员需要安装无线网络协调器节点,实现与上位机之间的数据通信。考虑到本次使用芯片的特殊性,为了与上位机进行数据通信,工作人员对外接串口进行转换匹配。这样一来,可以实现上位机与协调器之间的通信转换。

### (4) 电源模块

电源模块是系统硬件构成的重要部分之一,是硬件系统运行的能源源泉。设置电源模块,目的是保证各个构成部分能够正常运行,实现基本功能。在这一模块的设置中,工作人员将上位机与调节器节点连接,同时将无线网络的节点与漏水信号的模块连接起来。由于管网漏水的定位检测环境较为复杂,因此,工作人员决定采用大容量聚合物的充电锂电池,以此满足漏水定位检测系统运行需求。

### (二) 定位漏水检测系统的软件构成

### (1) 集成开发环境

本次的定位漏水检测系统使员工的是CC2530芯片,开发软件是IAR Embedded Workbench,其具有套件使用方面,集成度较高,编译器幼儿与性较强的特点。在实际系统运行的过程中,工作人员打开协议栈,可以直接进行二次开发、系统检测等工作,可以根据不同时期的定位漏水检测工作进行持续更新。

关于Z-Stack协议栈,这是Zigbee通信的具体体现形式,就是一种以代码形式体现出来的数据库。工作人员可以利用每层的函数数据达到所需要的功能,包括:系统启动、驱动运行、初始化、进入任务轮询等。Z-Stack协议栈中有很多文件夹,每个层的文件夹中都包含了不同的管网漏水事件的专业知识及处理数据<sup>[9]</sup>。

### (2) 终端软件系统

终端软件系统就是指定位漏水检测系统的客户端系统,工作人员利用这一软件系统,可以直接接收定位漏水检测系统传输过来的管网定位漏水信息,也可以通过远程操作对已经确定的位置进行数据锁定,以便于更加准确的找到漏水的问题。在实际操作中,工作人员可以搭建本系统的网状通信网络,在电脑的软件程序上构建拓扑结构,下载程序,形成网络的初始化流程。之后,给系统上电,进行初始化,完成协调之后才可以进入正式工作状态,可以运用于之后的管网漏水检测与定位工作中。为了更好的发挥定位漏水检测工作,还需要完成定位漏水信号的混合编程工作,根据系统结构,设计相应的编帧程序。完成编帧程序设定之后,工作人员可以利用这一的系统展开管网漏水检测工作,若系统发现漏水信息,则会将包含漏水信息的数据进行处理,将处理之后的数据编帧到符合通信协议的格式中,这样才会在终端系统呈现具体的漏水信息,甚至呈现漏水图像。

### 三、定位漏水检测系统的应用方式

在完成上述的定位漏水检测系统架构构成之后,工作人员利用这一系统展开管网定位漏水检测工作。在实际过程中,工作人员借助系统功能,输入本地检测的地下管网的实际情况与各项数据,模拟管网漏水环境,对长度为4m的漏水监测点进行实验。工作人员结合漏水检测区域的位置情况,随机选择了6个漏水位置,在每个漏水位置进行测量与记录,标记没有发生漏水时的传感系统之间的电压值参数。之后进行漏水情况检测,记录不同位置漏水之后的电压值数据。之后,工作人员将标准数据与实际数据进行对比分析(如表1),可以发现,二者有明显不同。根据这样的数值差异,可以确定管道的漏水位置。在管道发生漏水时,本系统会显示出漏水的具体位置,同时发出红色灯光警报,以便于工作人员更有效的开展漏水管网的修复工作。一般情况下,可以允许系统所检测到的管道漏水位置误差在 $\pm 0.5\text{m}$ 之间。

表1 定位漏水检测系统检测数据

漏水位置/g/m	电压值/mV	电压变化值/mV	显示位位置/m	误差/m
0.1	171	21.4	0.5	0.4
0.8	219	24.9	0.4	-0.4
1.5	249	25.6	1.3	-0.2
2.4	344	28	2.6	0.2
2.8	355	20.8	2.7	-0.1
3.5	439	23.6	3.2	-0.3

结语

综上所述,根据本次研究的定位漏水系统的软硬件构成情况来看,这一系统具有较强的定位优势,能够充分满足不同的漏水定位检测需求,有助于提高检测测控工作效率。在今后的定位漏水检测中,建议工作人员要加强对系统硬件的配置,丰富不通的硬件构成部分,奠定高效检测技术。同时要加强对系统软件构成的配置,提升系统的联动与传感能力,增强定位漏水检测系统功能,促使其能够充分满足复杂条件下的管网漏水检测与排查,获取具有较强可靠性与精确度的结果,为之后的管网维修与保养提供依据。

参考文献

[1]刘艳妮.智能漏水检测系统设计[J].南方农机,2021,52(18):194-196.  
 [2]陈雪娇.基于Welch算法的管道漏水检测仪设计[J].国外电子测量技术,2021,40(08):139-144.

[3]段浩然,赵鹏,秦磊,李伟,解振鹏,南文博.建筑地下工程漏水的红外热成像检测[J].无损检测,2021,43(08):72-76.

[4]乔锐.基于物联网技术的无线漏水监测系统研究设计[D].中北大学,2021.

[5]张彦军,乔锐,翟成瑞,朱珊珊,杜依林.ZigBee无线漏水监测系统的设计[J].实验室研究与探索,2021,40(04):92-96+132.

[6]南海,杨晓雨,陈星,宁克冰.浅谈石化装置区地下水管线漏水检测方法[J].全面腐蚀控制,2021,35(02):63-66.

[7]侯钰龙,姚嘉迪,邱婉琳,高小龙,苏一鸣,杨水旺.基于光纤多源扫描定位的准分布式漏水传感器[J].光学技术,2020,46(05):557-561.

[8]张彦军,王军,张华栋.基于ZigBee的漏水定位测试系统设计[J].中国电子科学研究院学报,2020,15(04):388-392.

[9]方超.基于DSP的家庭漏水检测系统设计[J].电子制作,2019(12):10-11.

作者简介:

张文亮(1989年)男,汉族,广东省深圳市人,本科,从事产品研发规划工作。

冯博(1986年7月)男,汉族,广东省深圳市人,本科,中级工程师,研究方向:传感器技术。

(上接第457页)

子电路仿真技术的应用则能够尽可能的避免这种现象的发生,设计人员能够通过电子电路仿真技术来模拟不同电子电路在不同环境中的具体应用效果,不断的对电子电路进行改进,为此研发出更加新颖便捷的电子开发方式,优化最终生成的电子产品,不断推动电子产品相关生成行业的发展。

3.4有效验证集成电路设计的功能

集成电路在设计成功之后只有经过专业的检测验证之后才能够应用到电子产品的生产之中,而验证集成电路设计效果同样也是一件较为复杂的工作,甚至还可能对工作人员的安全造成一定程度的威胁。通过采用电子电路仿真技术不仅能够模拟验证集成电路在不同环境下的运行效果,还可以得到更加精确的电路功能、参数等信息,设计人员只需要将电子电路仿真技术的模拟分析功能与设计出的集成电路的可行性结合起来,便能够从根本上了解到集成电路的具体情况,从而达到有效验证集成电路设计的目的。同时采用电子电路仿真技术验证电路设计时,及时电路没有达到预期的效果或者存在其他一些方面的问题,也能够根据电子电路仿真技术给出的部分数据来进行电路设计优化,最终使得其设计结果能够得到应用。

3.5在集成电路的虚拟测试中的应用

想要设计出最佳的集成电路,那么务必要对所有的电器元件功能参数都了解清楚,如若单纯依靠人力来进行对应测试的话那么得到的效果也是无法保证的,而且效率还比较底下,不利于集成电路设计整体进程的推动。而电子电路仿真技术在集成电路的虚拟测试中的应用则能够完美的将该类问题全部解决掉。在进行集成电路设计过程中,针对其所应用的电子产品的实际使用环境以及其他方面的一些相关数据,来进行有效的

模拟,通过模拟相关环境检测集成电路中不同元器件的运行状态,并对产生相应数据信息进行有效的分析,确保集成电路作用的完全发挥,保证集成电路在各种适用情况下都能够满足工作需求,以此来达到不断提高最终生成电子产品稳定性与安全性的目的。

四、结束语

总而言之,电子电路仿真技术在集成电路设计中有着较为重要的应用,其不仅能够最大程度上优化集成电路的设计方案,还能够有效的对集成电路的具体性能进行检测,对于推动相关电子行业发展也是有着极其重要的作用。但是在未来社会不断发展的过程中,电子电路仿真技术在面临着越来越多应用市场和广泛发展前景的同时也应当根据实际情况对自身技术进行不断革新,这样才能够保证电子电路仿真技术在未来不断的应用过程中满足越来越多电子电路设计的需求。

参考文献

[1]姜天鹏.浅析电子电路仿真技术在集成电路设计中的应用[J].科学与信息化,2018:26-27.

[2]俞亚堃,李娜,何小明.探究电子电路仿真技术在电路设计开发中的作用[J].数字通信世界,2018:209.

[3]洗凯仪.仿真软件EWB在电子技术电路设计中的运用[J].仪器仪表用户,2006:148-149.

作者简介:

夏峥军(1997年10月)男,汉族,湖南岳阳人,本科,研究方向:嵌入式。

徐军(1976年3月)男,汉族,湖南岳阳人,本科,研究方向:嵌入式。