

智慧城市地下三维管网的监测预警系统探究

聂丽艳^{1,2}, 吕贵奇^{1,2}, 程随胜^{1,2}

(1. 河北天元地理信息科技工程有限公司; 2. 河北省市政管网智能监控技术创新中心)

【摘要】为加强城市地下三维管网的管理和维修工作, 减少地下管道漏水量, 文章采用 B/S 框架和 SSH2 框架开发了地下三维管网监测预警系统终端, 并设计了远程监测预警系统的软件和硬件系统, 实现了地下三维管网远程监测和预警功能, 可以准确监测出地下三维管网的运行工况, 及时发现地下三维管网泄漏点和故障点并向管理人员发出预警信号, 为城市地下管网的管理与维护工作的开展提供了帮助。

【关键词】智慧城市; 地下三维管网; 监测预警

中图分类号: TU99

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.11.055

Research on Monitoring and Early Warning System of Underground 3D Pipe Network in Smart City

NIE Li-yan^{1,2}, LYU Gui-qi^{1,2}, CHENG Sui-sheng^{1,2}

(1. Hebei Tianyuan Geographic Information Engineering Co., Ltd; 2. Hebei Municipal Pipe Network Intelligent Monitoring Technology Innovation Center)

【Abstract】In order to strengthen the management and maintenance of the urban underground three-dimensional pipe network and reduce the leakage of the underground pipe network, the B/S framework and SSH2 framework are used in this paper to develop the monitoring and early warning system terminal of the underground three-dimensional pipe network, and the software and hardware systems of the remote monitoring and early warning system are designed to realize the remote monitoring and early warning functions of the underground three-dimensional pipe network. It can accurately monitor the operating conditions of the underground three-dimensional pipe network, timely find leakage points and fault points of underground three-dimensional pipe network and send warning signals to management personnel, which provides help for the management and maintenance of urban underground pipe network.

【Keywords】smart city; underground three-dimensional pipe network; monitoring and early warning

1 智慧城市地下三维管网监测预警系统硬件设计

1.1 系统总体结构设计

智能城市地下三维管网监测预警系统主要包括应用层、网络层和感知层, 监测预警系统结构见图 1。

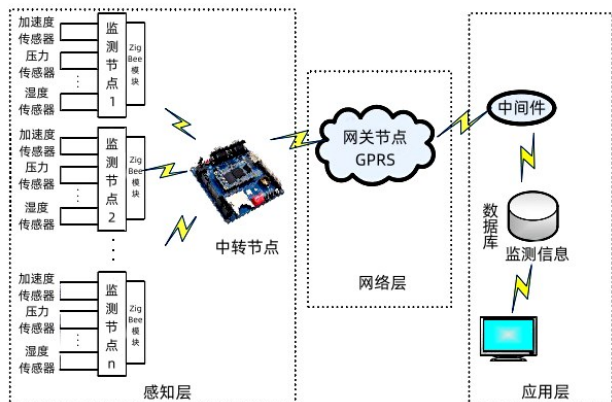


图1 三维管网监测预警系统结构图

图中感知层节点为数据采集系统, 包括湿度传感器、压力传感器、速度传感器等, 主要用于监测地下管网故障点、泄漏点和运行状态。采集系统收集地下管网运行状态信息后通过 ZigBee 技术将数据上传至中转节点, 由中转节点对数据进行分析、打包, 最后将数据上传至监测预警系统处理。监测预警系统对数据处理后, 可以将监测结果通过液晶显示屏直观呈现在管理人员眼前, 以便管理人员对地下管网进行管理与维护^[1]。

1.2 数据采集系统设计

数据采集模块主要包括 A/D 转换电路、驱动放大电路和传感器, 数据采集对象为地下管道和阀门, 采集参数为地下管网湿度、压力和振动等信息。数据采集完成后通过 GPRS 将数据上传至监测预警系统中进行数据分析、处理、定位地下管网故障位置等, 以此实现对地下管网的远程监测和预警。

1.2.1 传感器选型

为准确、快速监测地下管网运行信息、泄漏信号、振动频率和环境信息等数据,监测预警系统数据传感器采用三轴加速传感器,该传感器可以在不明确物体运动方向的情况下,准确监测物体运动加速度信号,传感器技术指标如表1所示。该传感器采用双层壳体结构,结构坚固、密封性好,其输出结构采用防水连接器FX9,可以适用于恶劣工作环境^[2]。

表1 传感器技术指标

横向灵敏度	<5%
量程	±10 g
使用频率范围	0.5-5000Hz+1dB
使用温度	-30℃~+85℃
输出灵敏度	0.8mA/g
谐振频率	>15kHz
供电	DC8V~30V
绝缘电阻	>1000MΩ

1.2.2 A/D 转换模块

地下管网监测预警系统接收到三轴加速度传感器采集数据后,首先需要对数据进行模数转换,以此简化或加快监测预警系统数据处理速度。数据采集系统采用AD7606模数转换器,该转换器与其他类型转换器相比,拥有多传输通道以及分布式控制和路基编程的特点,可满足地下管网监测系统采集管网振动信号的要求,同时该传感器还具备较高的系统集成度和通道密度,满足数据采集系统设计要求^[3]。

1.2.3 微处理器模块

微处理器模块采用ARM处理器,其体积小、成本低、功耗低、性能高;响应速度快、寻址方式多且灵活;兼容性强,支持ARM/Thumb指令集。

数据采集系统采用STM32F103芯片作为主控芯片,该芯片执行速度和处理速度较快、工作性能好,并且芯片功耗和造价成本较低,满足地下管网监测预警系统设计要求。

1.3 通信模块设计

地下管网监测预警系统采用GPRS无线通信技术实现下位监测系统与服务器或上位机之间的通信以及数据接收和发送,施工过程中采用流量计费方式,流量价格优惠,且传输效率高。该方式可实现随时随地在线连接访问地下管线监测预警系统,可为城市地下管网的管理和维护提供便捷服务^[4]。

GPRS系统采用USR-GM1数据传输模块。该模块具备串口转语音通话、GPRS数据等功能,可实现串口与互联网传输数据。此外,该模块网络协议设置简单、使用便捷,简化了系统的操作。

2 地下三维管网监测预警系统软件设计

2.1 系统软件总体设计

监测预警系统主要具备地下管网远程监测和预警功能,系统通过GPRS串口接收采集数据,经过分析处理后寻找地下管网故障点,并通过液晶显示屏幕反馈给用户。同时,为简化地下三维管网监测预警系统开发,便于用户可以随时随地访问监测预警系统,该系统采用B/S框架,利用web技术将系统功能集成于服务器中,通过web server与服务器进行通信交流,用户只需登录浏览器即可快速访问三维管网监测预警系统^[5]。

地下三维管网监测预警系统各监测节点主要通过RS485总线与传感器进行实时通信。数据采集过程中,微处理每隔1min读取一次传感器采集数据,经过处理和打包后利用ZigBee通信模块将数据传输至中转节点,由中转节点对数据进行归总、分析和封装,最后利用GPRS无线通信模块将数据上传至地下三维管网监测预警系统,经过对数据进行处理和解析后将监测结果反馈给管理人员。

2.2 数据采集模块软件设计

地下三维管网数据采集模块由不同传感器节点组成,采集模块主要通过GPRS与监测终端进行通信交流,实现城市地下管网远程监测与管理。数据采集模块采用Socket编程,当地下三维管网监测预警系统运行后,Socket服务器自动连接远程设备,远程设备接入后启动设备与服务器的数据通信线程,以此来实现接收远程设备数据的目的。Socket服务器运行过程中,每隔10s自动扫描设备IP连接状态,如果远程设备断开连接,服务器可以自动更新设备通讯状态,并反馈至管理人员远程设备通讯中断^[6]。

2.3 通信模块软件设计

地下三维管网监测预警数据传输功能由GPRS通信模块实现,采集模块传输数据时向GPRS模块发送连接申请,GPRS模块检测IP地址为数据采集

模块后确认申请并与数据采集模块进行通信。

地下三维管网监测预警系统接收数据时由服务器对传输数据进行初步处理,剔除乱码信息、重复信息等不必要数据,然后利用TCP/IP协议将数据进行打包并传输至上层应用程序。

2.4 异常报警模块

地下三维管网监测预警系统可以通过不同传感器节点监测地下管道和阀门漏水信号,并通过液晶显示屏向管理人员反馈监测管网运行情况、阀门型号、异常位置等信息。当地下管网出现漏水、损坏等问题时,监测预警系统以红色标志显示异常位置并向管理人员发出异常警报提示^[7]。

地下三维管网监测预警系统网页端采用Web数据交互方式,其可以实时与服务器进行通信,当用户登录网页端时可以快速加载客户需求内容,实时显示地下管网各监测点运行情况。当监测预警系统监测数据超过设定上下限值时,表明地下管网监测点存在泄漏情况,异常报警模块产生异常预警信号。

3 地下三维管网监测预警系统设计与实现

地下三维管网监测预警系统采用SSH2集成框架,该框架包括数据访问层、业务逻辑层和数据展现层,其中数据展现层主要通过JS、HTML、CSS等前端技术实现后台数据与前端页面的交互。此外,数据展现层还负责数据传送和接收客户请求;业务逻辑层核心为Spring控制器,主要负责业务逻辑处理;数据访问层通过Hibernate实现数据库交互、请求处理以及返回处理结果。

地下三维管网检测预警系统主要实现地下管网预警管理和远程监测,用户可以通过浏览器快速访问系统数据库,以此查看、监测和管理地下管网运行情况。地下三维管网监测预警系统监测功能可以监测地下管网、阀门等运行情况、异常位置、阀门IP等信息;查询功能可以查询系统地下管网运行监测曲线、历史数据等;管理功能包括设定用户权限、监测点报警阈值设定等^[8]。

3.1 系统登录和管理模块

用户管理模块主要管理用户个人账户、密码和信息等。公告管理模块负责管理系统发布通知、公告等。密码管理模块主要负责密码加密和存储。登

录模块为监测预警系统入口,用户登录监测预警系统服务器时需要输入身份信息进行验证,验证通过后系统根据用户身份为其分配权限。本文设计监测预警系统用户身份包括操作人员和管理人员两种。

3.2 监测点及阀门管理

该功能为地下管网监测点和阀门信息的更改操作。其中地下管网站点信息是监测预警系统辨识地下管网和阀门的主要依据,为避免用户填写错误,系统支持下拉菜单选择项。

3.3 监测数据管理模块

该模块可以查看地下管网监测点数据、历史数据和数据分析曲线等,当用户输入查询条件后,可以实时查看监测点运行工况。当地下管网监测点出现异常时,监测预警系统监测列表会出现红色标记,并向管理人员发送警示信息。

4 结语

综上,本文基于B/S框架提出了地下三维管网监测预警系统设计方案,实现了地下管网运行工况和泄漏点的监测预警,加强了地下三维管网的管理。

参考文献

- [1] 一种基于无线传感器技术的地下管网管线位移沉降监测方法及云监测平台[J].传感器世界, 2021, 27 (12): 42.
- [2] 王浩勇, 吴晓龙, 张瑞丰, 周荣超, 张静峰, 赵海波. 基于BIM的地下管网实时监测系统开发研究[J].区域供热, 2021 (6): 37-47+73.
- [3] 马俊瑞, 刘旭, 陈晓爽, 皮明宇. 基于物联网多源数据融合的管线监测平台设计应用[J].北京测绘, 2021, 35 (8): 1099-1102.
- [4] 江楠, 张万辉, 马扬, 王韩纳, 潘靖阳. 城市排水管网信息数据库与智慧排水系统研究现状与发展趋势[J].广东土木与建筑, 2021, 28 (4): 56-60.
- [5] 谈文蓉, 王金奎, 曹新悦, 王洋, 雷宇琦. 城市地下管网运维大数据预处理技术研究[J].西南民族大学学报(自然科学版), 2020, 46 (4): 386-393.
- [6] 孟繁伟. 大型地下管网式枢纽型供水工程中顶管的施工技术应用与分析[J].住宅与房地产, 2018 (19): 240-241.
- [7] 王海燕, 胡婷, 谢燕. 城市地下管网综合管理信息化研究及应用[J].计算机与网络, 2018, 44 (4): 63-65.
- [8] 邓梁, 刘新华. 基于BIM协同的地下管网三维建模方法研究[J].国防交通工程与技术, 2022, 20 (5): 63-67.