

# 基于 LoRa 的城市内涝监测预警系统

胡春杰<sup>1,2</sup>, 杨 溯<sup>1</sup>, 刘 峰<sup>3</sup>

(1. 水利部南京水利水文自动化研究所, 江苏 南京 210012; 2. 江苏南水科技有限公司, 江苏 南京 210012;  
3. 河海大学 计算机与信息学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:**针对日益严重的城市内涝状况,设计了一种基于 LoRa 的城市内涝监测预警系统,以传感器和 LoRa 无线通信网络为核心,将采集到的水雨情数据通过 LoRa 通信模块上传至网关,网关汇集数据后通过 GPRS 传输到中心站,构建了一套低功耗、低成本,灵活组网而且远距离通信的城市内涝监测预警系统。该系统解决传统城市水雨情监测数据通信能力差与无法泛组网的问题,提高城市排水和应急处置效率,减少人民群众伤亡和财产损失。

**关键词:**传感器;城市内涝;网关;LoRa 技术;监测预警系统

**中图分类号:**TP273      **文献标识码:**B      **文章编号:**1007-7839(2021)06-0040-0003

## Urban waterlogging monitoring and early warning system based on LoRa

HU Chunjie<sup>1,2</sup>, YANG Su<sup>1</sup>, LIU Feng<sup>3</sup>

(1. *Nanjing Automation Institute of Water Conservancy and Hydrology, Ministry of Water Resources, Nanjing 210012, China*; 2. *Jiangsu Nanshui Technology Co., Ltd., Nanjing 210012, China*;  
3. *College of Computer and Information, Hohai University, Nanjing 210098, China*)

**Abstract:** Aiming at the increasingly serious urban waterlogging situation, an urban waterlogging monitoring and early warning system based on LoRa is designed. Taking the sensor and Lora wireless communication network as the core, the collected water and rain data are uploaded to the gateway through Lora communication module, and the gateway collects the data and transmits it to the central station through GPRS, so as to build a set of low-power and low-cost, urban flood monitoring and early warning system with flexible networking and long-distance communication. The system solves the problems of poor communication ability of traditional urban water and rain monitoring data and inability to pan network, improves the efficiency of urban drainage and emergency disposal, and reduces people's casualties and property losses.

**Key words:** sensor; urban flood; gateway; LoRa technology; monitoring and early warning system

城市排水防涝和防洪减灾建设的重要性,已经受到各地防汛部门的高度关注,城市内涝监测是城市防洪减灾的关键。考虑到城市内涝数据采集范围广、监测点分散、信号的稳定性,同时也要考虑到传输功耗、模块成本,本文设计了一种利用 LoRa 的城市内涝监测预警系统,该系统不仅满足城市内涝

监测的低功耗与广覆盖 2 个方面需求,而且也具有非常重要的实用意义与防洪工作指导意义,具有良好的推广价值和经济效益。

## 1 技术选取

城市内涝监测区域周围障碍物多,数据传输时

收稿日期:2021-12-23

作者简介:胡春杰(1990—),男,工程师,硕士,研究方向为物联网测控、水利信息化。E-mail:448396246@com。

需要一种穿透能力强、远距离、性价比高的无线传输技术。

无线电波衰减公式:

$$L_{ds}=32.44+20\lg d+20\lg f \quad (1)$$

式中: $L_{ds}$ 为电磁波损耗; $d$ 为通信距离; $f$ 为发射频率。从式(1)可知,在无线电波传输距离一定时,高频信号传输损耗更大<sup>[1]</sup>。

从表1可得,WiFi,Bluetooth,ZigBee等通信技术通信频段为2.4 GHz,传输损耗大,不宜远距离传输,而NB-LoT使用频段范围较多,但其中1 GHz以下频段需要授权,穿越障碍物能力弱,无法自建网络。LoRa技术成熟、无需授权、协议公开且简单,功耗极低;自建网络成本低且不局限于运营商信号,

非常适用于通信环境较差的应用场景<sup>[2-3]</sup>,因此本系统采用LoRa通信技术作为采集节点与网关节点间的数据传输方式。

## 2 系统框架设计

本系统设计主要由水雨情采集节点、网关节点、中心站3个部分组成,如图1所示。水雨情采集节点定时采集水雨情数据发送到无线网关,网关节点再将数据通过GPRS通信模块将数据传输到中心站,中心服务器解析无线网关上传的水雨情数据并存储到本地数据库中,显示终端用于查看采集的数据,及时做出防汛减灾决策。

## 3 硬件设计

### 3.1 数据采集

数据采集节点包含各种传感器、STM32、太阳能供电模块、LoRa通信模块,结构框图如图2所示。

传感器模块包含水位传感器和雨量传感器。其中,水位传感器采用RS485接口与微控制通信,采用差分信号、半双工方式传输信号,差分信号转换为逻辑信号,然后由微控制器接收处理,硬件连接图如图3所示。雨量传感器采用国产JDZ05-1

表1 几种无线技术比较

类型	频段/MHz	距离/m	功耗	网络节点
WiFi	2 400	50	高	少
Bluetooth	2 400	50	中等	中等
ZigBee	2 400	75	极低	多
NB-LoT	699-1 980	15 000	低	多
LoRa	470-510	20 000	极低	多

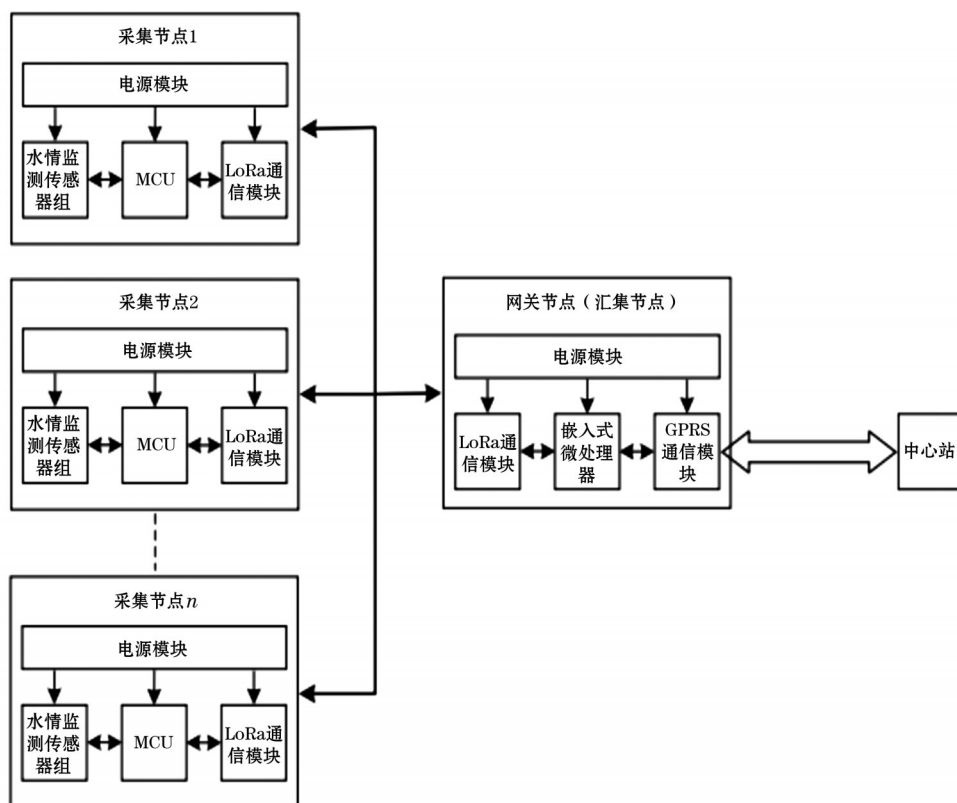


图1 系统框架

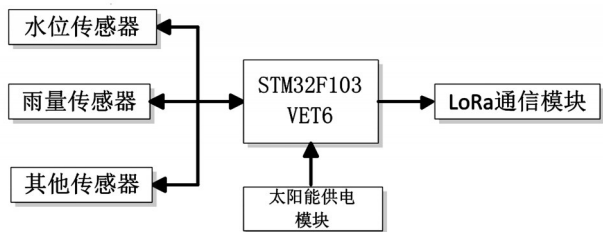


图2 数据采集节点结构

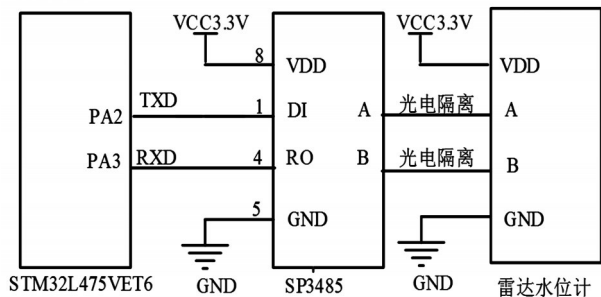


图3 水位传感器硬件设计

型<sup>[4]</sup>，其分辨力为0.5mm，雨强范围在0~4mm/min，硬件连接图如图4所示。

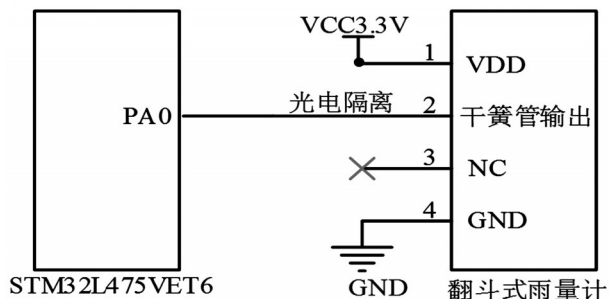


图4 雨量传感器硬件设计

LoRa 通信模块采用宏电 H6820 LoRa 模块，支持 433/470/490 等 Sub-GHz 频段，采用工业级 32 位处理器和射频模块。

数据采集节点中将 LoRa 模块设置成终端模式，与微控制器通过串口进行连接，硬件连接实现如图5所示。

### 3.2 网关节点

网关节点由微控制器、太阳能供电模块、LoRa 通信模块及 GPRS 模块组成，是数据采集节点和中心站之间的桥梁。结构框图如图6所示。网关节点主要包括2个方面的功能：(1)负责水雨情数据采集节点信息的接收并将其转发至中心站；(2)负责接收中心站的指令并将其下达至数据采集节点。

微控制器采用搭载三星 S3C2440A 的 Mini2440

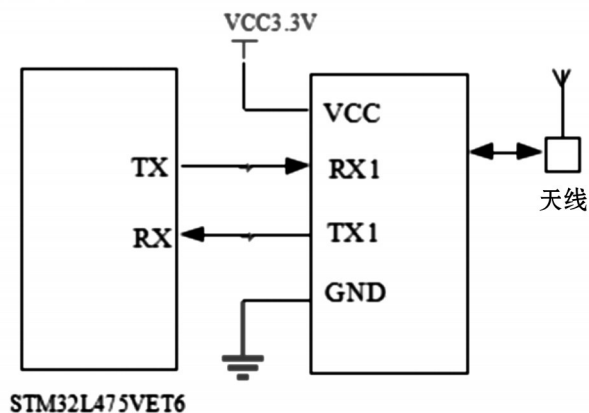


图5 微控制器与LoRa模块连接

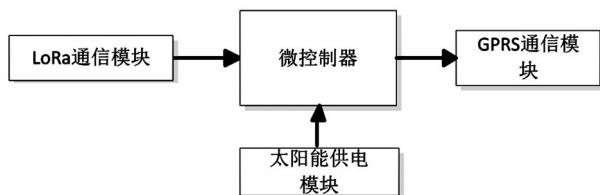


图6 网关节点结构框

开发板，板载 64M SDRAM、128M 的闪存，百兆网卡接口、USB 接口及 JTAG 调试等接口，拥有强大的扩展能力。GPRS 模块型号为宏电 H7718，该模块能在各种恶劣环境下稳定运行，常用于水文气象行业、智能交通等领域，具体连接如图7所示。

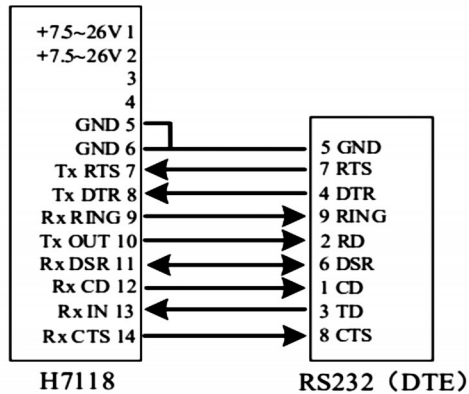


图7 GPRS模块连接

## 4 软件设计

数据采集节点主要功能是采集城市内水雨情数据，加入 LoRa 网络和通过 LoRa 通信模块发送数据至网关<sup>[5-6]</sup>。

采集节点采集数据之后会向网关发送请求，收到 LoRa 网关的建立连接指令后与网关建立连接，如

(下转第 55 页)

的问题。本文综合分析高效节水灌溉技术应用中存在的一些问题,并试探性地提出了4点对策措施,希望能够为高效节水灌溉技术建设推广提供一定参考。

#### 参考文献:

- [1] 韩振中. 我国灌溉发展历程与新时代发展对策[J]. 中国农村水利水电, 2020(3): 1-3.
- [2] 邓若石. 苏州市农业用水及节水效益统计[J]. 江苏水利, 2020(5): 51-55.
- [3] 蒋晓红, 孙晨, 吉凤鸣. 江苏省大型灌区生态建设探索及实践[J]. 江苏水利, 2020(8): 29-32.
- [4] 夏晶, 王洁, 张礼华. 浅谈江苏低压管道灌溉工程发展

的技术路径[J]. 江苏水利, 2018(12): 28-30, 34.

- [5] 韩振中. 节水灌溉“迷局”与灌溉现代化发展[J]. 节水灌溉, 2014(6): 78-81.
- [6] 邵润泽, 舒飞, 李丽娜. 连云港市东海县沐南灌区用水现状及存在问题[J]. 江苏水利, 2020(5): 56-58, 63.
- [7] 汤树海, 刘辉, 王飞, 等. 平原区低压管道灌溉推广应用的问题及对策研究[J]. 江苏水利, 2017(4): 21-24.
- [8] 王俊, 聂杰, 刘德斌, 等. 江苏沿海地区节水灌溉现状分析及途径探讨[J]. 江苏水利, 2015(1): 23-25.
- [9] 孙金凤, 戴鹏程, 王瑞, 等. 基于灌溉水有效利用系数分析农业节水问题的探究[J]. 江苏水利, 2021(1): 10-13.
- [10] 牟汉书, 周婕, 李霞, 等. 大型灌区水源精准调度模式研究及应用[J]. 江苏水利, 2021(4): 16-19, 24.

(上接第42页)

果收到网关回复, LoRa通信模块将水雨情数据传送到LoRa网关节点, 然后进入待机状态; 如果没有收到网关回复, 本次数据采集不成功, 采集节点直接进入待机状态, 等待下次唤醒, 继续采集数据。

网关节点的主要功能是管理LoRa无线网络、收集节点数据通过GPRS模块转发至远程服务器<sup>[7]</sup>。

## 5 中心站设计

城市内涝监测平台主要负责接收不同地区采集节点的各种水雨情数据, 并对数据进行存储解析, 还可以设置水雨情数据的阈值并发出实时报警。平台以SQL Server 2012作为后台数据库, 采用Microsoft Visual Studio 2010为开发软件, 利用C#语言的三层架构体系<sup>[8-9]</sup>, 开发了一套城市内涝监测平台。监测平台软件界面简洁友好、操作简便, 可实时查询城市各个监测站点水雨情信息, 为科学指导防汛减灾提供准确数据与技术支撑。

## 6 结语

本文在城市内涝监测预警系统现状的基础上, 设计了一种基于LoRa的城市内涝监测预警系统, 利用雨量传感器、水位传感器等多种传感器采集数据, 通过LoRa通信模块上传至网关, 网关汇集数据后再经GPRS模块传输到中心站, 实现监测数据的远程传输、显示、查询。该系统不仅满足城市内涝监测的低功耗与广覆盖2个方面需求, 还具有非常重要的实用意义与防洪工作指导意义, 为有关机

构提供决策参考的科学依据, 以提升城市整体排涝能力。

#### 参考文献:

- [1] REDA HAFTU TASEW, DAELY PHILIP TOBIANTO, KHARELJEEVAN, et al. On the application of IoT: meteorological information display system based on LoRa wireless communication[J]. ETE Technical Review, 2018, 35(3): 256-265.
- [2] 张新. LoRa技术及其在煤矿中的应用分析[J]. 煤炭工程, 2019, 51(3): 79-82.
- [3] 郭伟, 王晨辉, 李鹏, 等. 基于LoRa的地质灾害分布式实时监测系统[J]. 水文地质工程地质, 2020, 47(4): 107-113.
- [4] 余敏. 旧州水文站自动测报与人工观测降水量对比分析[J]. 水利信息化, 2010(4): 62-64.
- [5] 刘强强, 马苗立, 翟宝蓉. 基于LoRa的大气环境监测系统[J]. 计量与测试技术, 2018, 45(5): 6-9.
- [6] 漆海霞, 董义洁, 林圳鑫, 等. 基于LoRa的花生土壤水分监测系统设计与试验[J]. 农机化研究, 2021, 43(8): 69-74.
- [7] 严朝阳, 方飞, 曹宾, 等. 基于LoRa的物联网数据传输系统研究与设计[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2021, 33(3): 354-363.
- [8] 陈翠, 胡春杰, 阮聪, 牛智星. 一种水雨情实时监测系统与设计[J]. 水力发电, 2020, 46(3): 21-23, 72.
- [9] 张忠义, 王喆, 方丹辉. 基于物联网与GPRS技术对武汉市内涝监测预警系统的优化设计[J]. 安全与环境工程, 2018, 25(2): 37-43.