

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.04.020

# 基于 GPRS 的农村污水处理远程 监测系统\*

刘佳滢, 张建义, 袁嫣红\*

(浙江理工大学 机械与自动控制学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**针对农村污水处理设施分布广,难以集中监测和统一管理的问题,对信号采集技术、无线传输技术和远程监测系统等方面进行了研究,提出了一种基于 Cortex-M0 内核单片机以及 GPRS 技术的农村污水处理远程监测系统,利用 TCP/IP 协议自定义格式实现了现场与远端服务器之间的信息交互。首先介绍了系统的整体结构,其次描述了系统各模块的设计过程,最后对系统的性能进行了实地的测试。研究表明,该系统能实时监测污水处理系统的各项参数,能够实现数据存储、历史数据查询、报警设置等多项功能,同时系统运行成本低,管理简单,维护方便,满足了农村污水处理远程监测系统的技术要求。

**关键词:**农村污水处理;GPRS;远程监测系统;TCP/IP 协议

中图分类号:TP277.2

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)04-0421-04

## Remote monitoring system of rural sewage treatment based on GPRS

LIU Jia-ying, ZHANG Jian-yi, YUAN Yan-hong

(School of Mechanical Engineering & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Aiming at the problems that the sewage treatment facilities in rural areas were widely distributed and difficult to be centralized monitored and managed, the signal acquisition technology, the wireless transmission technology and the remote monitoring were researched, and a remote monitoring system of rural sewage treatment based on Cortex-M0 MCU and GPRS technology was proposed. The TCP/IP protocol was used to achieve the communication between site and remote serve. The structure of this system was introduced first, then the design process of each module was described. Finally, the performance of the system was tested in the filed. The results indicate that the system can real-timely monitor the parameters of sewage treatment system and realize the functions of data storage, historical data query and alarm setting. Meanwhile it has low operation cost, simple management and convenient maintenance, and meets the technical requirements of remote monitoring system of rural sewage treatment.

**Key words:** rural sewage treatment; GPRS; remote monitoring system; TCP/IP protocol

## 0 引 言

随着农村居民生活水平的提高,农村的污水排放量逐渐增大,农村水环境质量呈现不断恶化的趋势,其

中一个重要原因是监管力度的不足和监测手段的落后<sup>[1-2]</sup>。目前我国大多数污水监测方式以人工现场采样、实验室仪器分析为主,这样容易造成数据报告的滞后,无法对水质的变化及时做出反应和调整<sup>[3]</sup>。近

收稿日期:2016-10-26

基金项目:国家科技支撑计划项目(2014BAF06B03)

作者简介:刘佳滢(1993-),女,浙江衢州人,硕士研究生,主要从事嵌入式系统方面的研究。E-mail:1522910571@qq.com

通信联系人:袁嫣红,女,教授。E-mail:2501908518@qq.com

年来,国家及各省在水资源污染方面加强治理的同时,也越来越重视污水处理监测管理方面,因此建立一套完善的适合农村环境的监测系统,便于对污水处理数据进行实时监测和管理,是污水处理过程的关键一步。

由于农村污水处理设施规模小、分布广,加上农村地形复杂,对设备的实时监测不适合搭建有线通讯网络,若采用光纤或无线电台方式实现无线通讯,不仅耗资巨大,而且不易维护<sup>[4-5]</sup>。针对农村污水处理设施的特点,系统选用中国移动专有的物联网 GPRS 网络作为其通信方式进行远程数据传输,GPRS 网络覆盖范围广,无建网初期费用,其高速的数据传输速率和永远在线的特点,配合按流量计费的资费方式,使得 GPRS 通讯在远程监测系统中具有无可比拟的性价比优势<sup>[6-7]</sup>。

农村生活污水处理远程监测系统可对污水处理的运行状态进行远程实时监测并对相关信息进行管理,整合了现场与非现场数据采集、无线远程传输、数据存储与分析、档案管理、信息传送等功能,便于运行单位与监管部门及时、全面地掌握设施运行的相关信息并辅助用于运行与监管的决策,降低设施运行与监管的人力与交通成本。

本研究将提出一种基于 Cortex-Mo 内核单片机以及 GPRS 技术的农村污水处理远程监测系统。

## 1 污水处理远程监测系统的设计

污水处理远程监测系统应包含以下功能:用户可以远程监测污水处理的实时数据和历史数据,并设置报警功能;用户可以随时修改数据采集的参数;根据以上功能,监测系统由信号采集器、GPRS 数据传输单元(DTU)以及云监测中心 3 部分组成,系统的整体架构如图 1 所示。

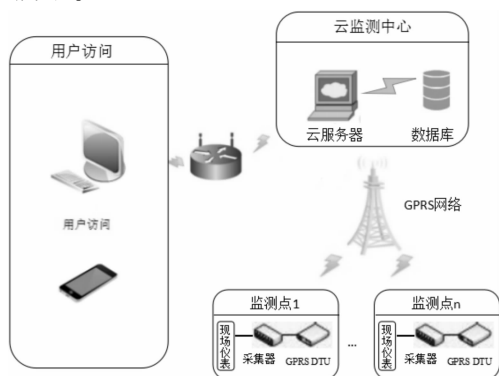


图 1 远程监测系统总体架构图

### 1.1 信号采集器

各个污水处理系统的采集反馈系统处于系统架构的最底层,它是实现污水处理远程监测的关键。污水处理系统要采集的信息有水量(瞬时流量、总流量)、水质(PH 值、溶解氧、浊度等)以及现场设备运转情况(电机电压、电流等)。由于现场仪表来自不同厂家,其输出的信号有 485 信号、4~20 mA 电流信号以及标准电压信号,信号采集器的接口应采用多种不同的接口以匹配各种现场仪表。

由于 RS485 通信采用平衡发送与差分接收的模式,在实际使用过程中存在比较大的干扰,需要采取隔离的方式来抑制干扰<sup>[8]</sup>。该系统设计中,RS485 信号的采集选用 ADM2587E 作为收发器,它是 ADI 推出的一款集成了 icoupler 数字隔离器的隔离型 RS485/422 收发器,同时集成了 isopower 技术的 DC-DC 隔离电源,无需任何外围电路就可单独实现 RS485/422 的隔离通讯<sup>[9]</sup>。模拟信号的采集是利用 STM32 微处理器自带的内部 ADC 对信号进行采样,对多个采样值求取平均值之后,经微处理器处理计算,再通过 GPRS 网络传输到数据监控中心。

信号采集器提供了不同的供电方式,包括 220 V 供电、24 V DC 供电以及太阳能电池板供电,方便各种场合使用,其结构图如图 2 所示。

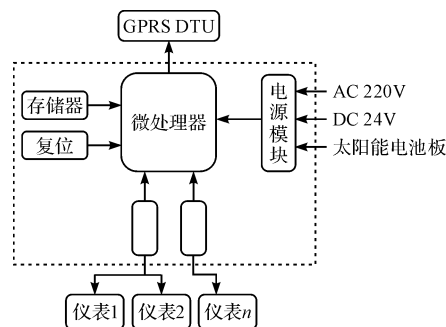


图 2 信号采集器内部结构图

### 1.2 GPRS 数据传输单元(DTU)

每个污水处理站都配备了一个 GPRS 数据传输单元(DTU),其作用是将信号采集器采集到的数据上传到检测中心服务器,并接收服务器下发的指令,以达到修改采集参数的目的。各个污水处理站之间不相互通信,只与服务器之间进行数据传输,各 GPRS DTU 含有唯一的 ID 号,服务器可通过 ID 号来判断数据来源于哪个污水处理站。

系统数据传输单元的设计采用中移物联网的工业

级 GSM 通信模块,模块内部嵌有 SIM 卡,无需外接 SD 卡槽,方便系统的硬件设计;GSM 模块内嵌强大的 TCP/IP 协议栈,可实现语音、SMS、数据和传真信息的高速传输<sup>[10]</sup>。微处理器通过发送 AT 指令控制通信模块的启停以及数据收发,通信模块的通信流程如图 3 所示。

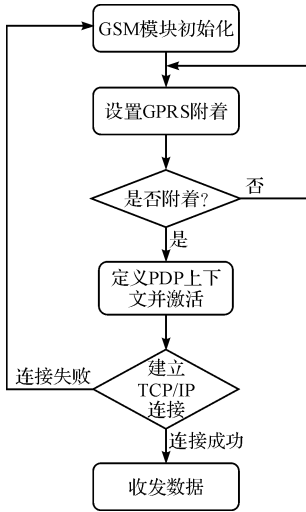


图3 GSM 模块通信流程图

系统的 DTU 支持上电自动拨号、采用心跳包保持永久在线、支持断线自动重连、自动重拨号的特点,这样保证了数据采集的稳定性与完整性。

### 1.3 云监测中心系统

云监测中心的功能是实现采集数据的实时曲线显示,并将数据存储到数据库。监测中心采用阿里云系统,分为数据采集通道模块、WEB 服务模块、数据库模块、APP、推送模块。其中中心结构如图 4 所示。

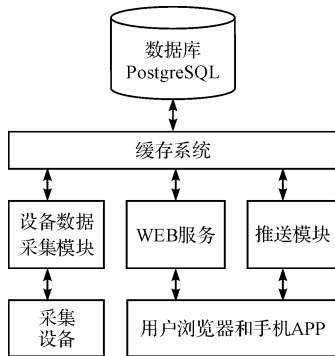


图4 云监测中心结构图

设备数据采集模块通过 TCP/IP 方式与 GPRS DTU 连接,然后通过 TCP/IP 协议自定义格式进行数据交互。数据库采用独立的服务器,为了提高大数据的处理能力,使用高性能的 PostgreSQL 数据库。为了减少数据库的压力,在数据库和服务之间添加一层数据缓存系统。WEB 服务是系统主要对外的服务方式,

也是系统主要功能所在。WEB 服务器有基于 Chrome 核心的浏览器网页客户端 (PC 端) 和手机客户端 (手机 APP) 两部分。PC 端,以数据监测及分析为主要目的,它针对相关部门的需要管理众多地理位置分散的污水处理点的运行状况,负责接收各个处理点上传的实时数据,进行显示、分析处理、存储、报警等工作,实现分散式污水处理设施数据的集中管理。手机客户端,以审查为目的,用户可以通过它对重要的统计数据浏览。

## 2 系统测试与数据分析

### 2.1 系统测试

目前,该监测系统已于 2016 年 6 月份开始安吉多个村庄进行测试,通过与现场流量计、水质检测仪的连接,成功实现了污水处理数据的实时监测与集中管理。各个村庄的服务器数据查看图如图 5 所示。

标识号	名称	流量(M3/h)	总量(M3)	更新时间	操作
1064815594748	剑山村	7.65	124433.2	2016-10-13 10:38:43	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815594175	钱里村	0	2106.6	2016-09-29 00:50:53	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815594835	刘家墩村村后	2.18	936.2	2016-10-13 10:38:43	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815594537	刘家墩村山后	0	914.2	2016-10-13 10:38:29	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815592408	报福桥	24.18	1888.6	2016-08-21 10:29:09	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815594064	双一村	0	19.1	2016-10-13 10:38:37	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815592716	驷门村	3.44	4666.8	2016-10-08 20:28:16	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815592289	鲁家村	0	2284.6	2016-10-13 10:38:36	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815592634	马家弄村	0.11	1137.7	2016-10-13 10:38:37	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录
1064815594416	马家弄村2	0	834.6	2016-10-13 10:38:32	实时数据 历史数据 报警设置 报警记录

图5 安吉各村庄服务器数据查看图

用户可随时查看污水处理的实时数据以及历史数据,并自行设定报警范围,当现场数据超出报警值的范围时,网页将自动产生报警信息,并将报警记录推送到手机 APP,用户可及时发现异常并采取相应的措施,极大地提高了污水处理的效率。

### 2.2 数据分析

本研究随机选取安吉 3 个村庄中秋以及国庆前后的日产水量进行分析,得到折线图如图 6 所示。

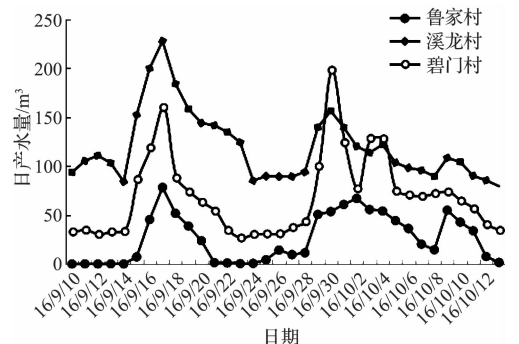


图6 各村庄日产水量折线图

各个村庄地理环境的差异、人口数量的不同,导致了村庄的日产水量有较大的差异。从图 6 中不难发现,尽管平均日产水量差异较大,但自 2016 年 9 月 14 日,由于农村人口增加,3 个村庄日产水量均迅速上升,之后逐渐下降,趋向平缓,恢复到正常水平后,在 9 月 30 日又再次上升,而后又逐渐下降。从图 6 可以看出,农村污水处理的日产水量与人口总量有具正相关性,但由于数据量有限,只能看个概念。当后续数据积累到一定量时,将从更大的时间跨度分析农村生活污水处理的数据,今后研究的重点将对污水处理的数据进行预测分析,以实现即将出现异常的数据进行预警;可分析农村污水处理系统的日产水量与当地人口流动以及季节变化的一些相关性,从而进一步可初步预测人口的变化量以及未来人口的流动趋势和农村地区生活习惯。

### 3 结束语

结合农村污水处理的特点,本研究提出了一种适用于农村的污水处理远程监控系统,该系统基于我省五水共治计划下的农村生活污水处理项目,主要目标是致力于帮助相关部门监测浙江省农村生活污水处理系统的实际运行情况、效果分析、故障排查,并根据污水处理的数据了解农村的一些生活习性和人口流动。本研究提出的农村生活污水处理远程监测系统已经得到了实地试用验证。实验结果表明,系统实现了污水处理的实时监测功能,方便了分散式污水处理点的集中监测管理和数据存储,降低了农村生活污水数据监测的成本。

目前我省五水共治项目中的农村生活污水处理建设已经进入尾声,各个地方陆续需要一套监测系统来监测和维护污水处理系统的状态,分析运行的结果,本研究提出的系统具有良好的应用前景。

### 参考文献(References):

- [1] 吴美玲. 基于 GPRS 的污水处理远程监控系统的设计与研究[D]. 武汉:武汉理工大学自动化学院,2006.
- [2] 郭金堆. 污水厂电气设备的检测与维护管理应用[J]. 机电工程技术,2016,45(12):115-117.
- [3] 王 群. 基于 ARM 与 GPRS 的污水在线监测系统研究[D]. 甘肃:兰州理工大学电气工程与信息工程学院,2011.
- [4] 赵 诚,王 东. 基于 GPRS 污水处理监控系统设计[J]. 电子设计工程,2010,18(2):48.
- [5] 卜岩冯,许月明,卓 明,等. 浙江省农村生活污水处理技术应用现状及处理效果分析[J]. 环境污染与防治,2014,36(6):106-108.
- [6] 卢满怀. 基于 GPRS 的污水处理无线监测系统设计与实现[J]. 设计天地,2001(1):62.
- [7] 王 盈,陶 猛. 基于 ZigBee 和 GPRS 的液压设备远程故障处理系统[J]. 液压气动与密封,2012(9):48-51.
- [8] 余旺欣. RS485 远程通信电路系统设计[J]. 科技信息,2009(30):227-228.
- [9] 北京晶圆智通科技有限公司. 浅谈 ADM2587E 在 RS485/422 接口隔离中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2012,12(5):86-87.
- [10] 陈滢涛,杨俊起,康润生,等. 基于 SIM300 的短信传输系统的设计与研究[J]. 计算机工程与科学,2008,30(3):157.

[编辑:周昱晨]

#### 本文引用格式:

刘佳滢,张建业,袁嫣红. 基于 GPRS 的农村污水处理远程监测系统[J]. 机电工程,2017,34(4):421-424.

LIU Jia-ying, ZHANG Jian-yi, YUAN Yan-hong. Remote monitoring system of rural sewage treatment based on GPRS[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017,34(4):421-424.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>