

# 基于物联网技术的泵站供水计量系统设计

邬智俊<sup>1</sup>, 刘美华<sup>2</sup>, 胡 钢<sup>1</sup>, 沈 波<sup>3</sup>, 章梅娟<sup>2</sup>

(1. 河海大学物联网工程学院, 江苏 常州 213022; 2. 南通市供排水管理站, 江苏 南通 226007;  
3. 南通市水利局, 江苏 南通 226007)

**摘要:** 针对南通市农用泵站数量庞大, 安装精密计量设备工程量大, 经费需求大的问题, 设计了一种基于物联网技术的泵站供水计量系统。该系统利用电流、电压传感器采集水泵运行的相关参数并进行水电转换的处理, 利用4G远程无线通信技术, 将数据上传至监测终端, 实时监测泵站水泵的耗电量、供水量, 提高了农田水利智能化、信息化水平。

**关键词:** 供水计量; 水电转换; 4G; 实时监测; 智能化

中图分类号: TV93 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839(2018)09-0053-04

## Design of water supply metering system of pumping station based on Internet of things technology

WU Zhijun<sup>1</sup>, LIU Meihua<sup>2</sup>, HU Gang<sup>1</sup>, SHEN Bo<sup>3</sup>, ZHANG Meijuan<sup>2</sup>

(1. College of Internet of Things Engineering, Hohai University, Changzhou 213022, Jiangsu;  
2. Nantong Water Supply and Drainage Management Station, Nantong 226007, Jiangsu;  
3. Nantong Water Conservancy Bureau, Nantong 226007, Jiangsu)

**Abstract:** Aiming at the problem of large quantity, large installation amount of precision measuring equipment and large demand for funds of agricultural pumping station in Nantong City, a water supply metering system of pumping station based on Internet of things technology was designed. The system used the current and voltage sensors to collect the relevant parameters of the pump operation and carried out the processing of hydropower conversion. By using 4G remote wireless communication technology, the data was uploaded to the monitoring terminal to monitor the power consumption and water supply of the pump in real time. Therefore, the level of intellectualization and informatization of farmland water conservancy was improved.

**Key words:** water supply metering; hydropower conversion; 4G; real-time monitoring; intellectualization

## 0 引言

在我国传统农业中, 农业水量计量往往是水费征收人员挨家挨户的上门抄表, 这种传统的计量模式极大的耗费了人力物力, 并且此种方式对于数据的保管极为不便, 数据利用率低<sup>[1-2]</sup>。因此,

如何利用物联网技术来提高农业水量计量的信息化、智能化程度, 成为了相关领域研究人员面临的重要课题<sup>[3]</sup>。

根据农业水价综合改革总体任务与目标要求, 到“十三五”期末农业用水要全面实现计量收费。南通目前的农业水费征收模式是根据种植作物分

收稿日期: 2018-06-25

基金项目: 江苏水利科技项目(2017070)

作者简介: 邬智俊(1994—), 男, 硕士研究生, 主要从事信息感知与智能系统研究工作。

类按亩一户一票逐户征收,需要耗费大量的人力资源进行开票和上门收费工作。区域内农用泵站数量庞大,规模小且较分散,到“十三五”期末全面安装计量设施面临工程量大、经费需求高等难题,使得农业水费计量征收非常困难。针对上述问题,本文设计了一种基于物联网技术的泵站供水计量系统。该系统能够根据传感器捕获泵站水泵的相关运行参数,经过微处理器对数据处理,利用4G远程无线通信技术上传至上位机监测终端,实现泵站供水量的实时监测。同时,收集到的海量数据可以为农业大数据研究作为依据,为农业水费智能化征收、农业用水投入产出评价指标体系的构建与评价奠定坚实的基础。

### 1 系统结构设计

基于物联网技术的泵站供水计量系统由电量-水量监测节点、数据通信节点和上位机监测终端构成,系统结构框图如图1所示。数据采集部分处于系统框图的最底层,主要由微处理器、电压、电流互感器、电能计量芯片等模块构成,用于采集泵站中的水泵的工作状态以及耗电量与供水量。系统框图的中间部分为数据传输节点,主要由目前技术成熟的4G DTU实现,其内嵌完备的TCP/IP协议栈,含有支持五模十二频的4G模块,可以长期高速稳定的工作,抗干扰能力强,使用方便。

数据传输节点和水量-电量监测节点采用485方式进行通信。系统框图的顶层为上位机监测终端,负责与数据通信节点进行信息传输,可以实时获取电量-水量监测节点的数据,并存入数据库之中为水费征收和农业用水投入产出评价指标体系的构建与评价提供数据支撑,同时可远程修改监测节点的重要参数,大大节约了人力物力。

### 2 系统硬件设计

农业用水计量设备主要由电源电路、指示模块、采集单元、处理模块、存储模块以及通信模块组成。设备硬件总体结构如图2所示。

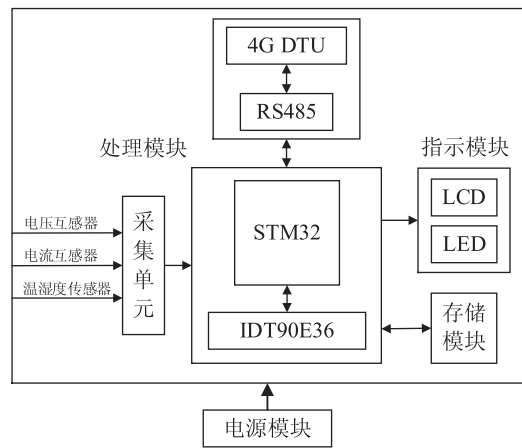


图2 硬件总体结构框图

采集单元包括采集水泵电机的电压、电流等

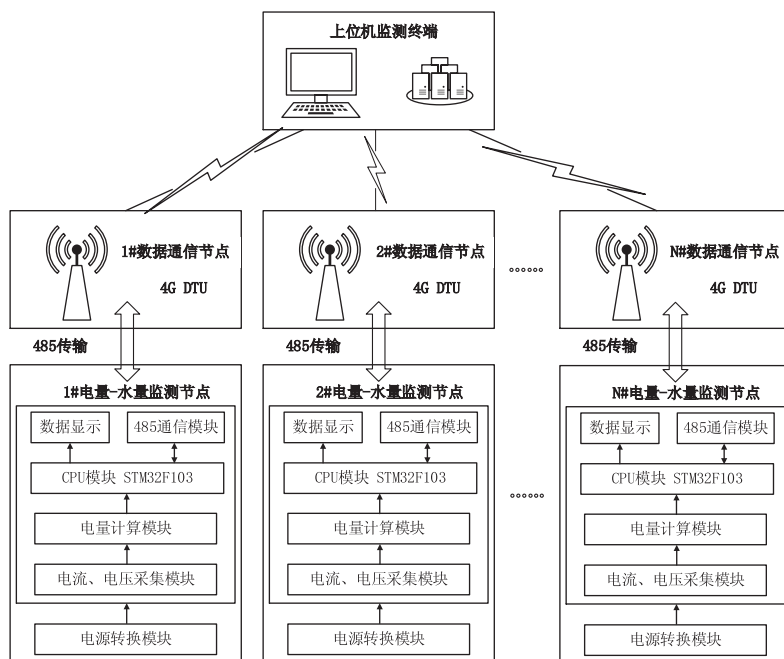


图1 系统结构框图

信息, 这些信息单相传递给处理模块进行相关处理。

处理模块主要有核心处理器和电能计量芯片 IDT90E36 构成。核心处理器选用意法半导体公司的 STM32F103 系列, 该系列芯片时钟频率最高达到 72 MHz, 片内含有大容量存储器, 包含了多个 UART、SPI 接口, 并支持停机、睡眠和待机 3 种低功耗模式<sup>[4]</sup>。电能计量芯片其输入为电压、电流互感器采集到并经过降压处理稳定在 0 ~ 720 mV 范围内的交流电压信号, 并由芯片内部进行计算可得出瞬时功率, 通过 SPI 接口与核心处理器进行通信, 核心处理器通过对芯片寄存器地址访问以获取相关参数。整个处理模块负责对采集到的数据, 进行判断整合, 形成规定好格式的数据帧。

通信模块由 RS485 模块和 4G DTU 组成, 处理模块将封装好的数据帧经 RS485 传输至 DTU 的, 之后 DTU 以无线的方式传输至上位机监测终端; 参数下传与数据上传的方式相同, 数据流方向相反。

存储模块选用 24C0X 系列的芯片, 芯片与处理器之间通过 IIC 串行总线进行通信, 存储模块主要实现重要参数的存储, 如开关阈值、水电转换系数、发送间隔等。

指示模块主要包括 TFTLCD 液晶屏和 LED 指示灯, 液晶屏主要显示泵站环境的水泵运行状态、耗电量、供水量、工作时长参数; LED 主要分为三类: (1)电源指示; (2)工作指示; (3)通信指示。

### 3 系统软件设计

#### 3.1 计量装置软件设计

计量装置的程序的主流程如图 3 所示, 程序首先进行各个模块的初始化, 接着对存储器进行读取判定其是否存有数据, 若存有数据则读取装置的相关参数(水泵电机工作电流阈值、水电转换系数等); 若无数据则直接进行接收中断判断。当装置收到了上位机监测终端下传的参数信息则进行接收, 相关处理后存放在存储器当中, 否则直接与电能计量模块建立 SPI 通信, 读取水泵电机的电流, 并对其进行判定, 当电流超过阈值(电机的工作电流)则打开相应的定时计数器, 电能计量芯片根据捕获的电压、电流进行耗电量的计算, 微处理器则根据水电转换系数进行电量-水量数值

的转换; 最后根据微处理器的定时计数器数值是否达到数据上传的时间间隔而进行数据的上传。

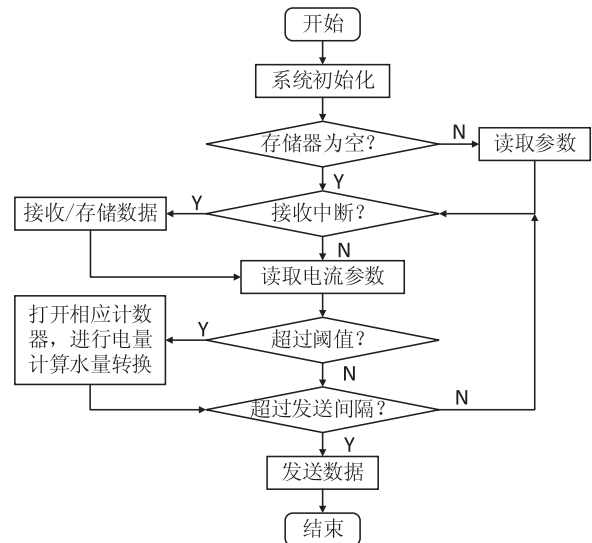


图3 计量装置主程序流程图

#### 3.2 上位机监测终端软件设计

上位机监测终端软件采用 Visual Studio2013 工具开发, 软件分为前台应用程序和后台数据库两个部分。前台应用程序采用基于 .NET 的通用语言机制框架设计的 C# 编程语言; 后台数据库采用关系数据库管理系统 SQL Server2012。

软件架构如图 4 所示, 分为客户端、服务层、业务层及数据层四个层面。(1)数据层: 主要包含了泵站信息数据库和泵站运行参数监测数据库。(2)业务层: 负责整个系统功能的实现, 本软件的功能框架如图 5 所示, 主要有农业用水信息在线监测功能和监测终端参数修改功能, 其中监测功能主要包括监测泵站中各个水泵的运行状态、耗电量、供水量、累加计算各个水泵的总耗电量和供水量等参数; 监测终端参数修改功能主要是通过界面操作向下位机终端发送指令达到修改下位机终端的工作电流阈值、水电转换系数以及数据发送间隔参数。(3)服务层: 向上一层提供数据和权限的服务。(4)客户端: 即 Windows 应用程序, 面向用户, 提供了 GUI 界面, 实现良好的人机交互。

其中, 监测终端的接收程序流程图如图 6 所示, 软件运行后将启用多线程模式, 为接收数据这个事件独立开辟一个线程, 每发生一次接收事件, 就开辟一个线程, 事件结束后关闭线程, 主线程可进行其他操作。系统在接收到 Internet 上的数据后, 首先对数据的长度、格式进行判断, 若不符

合约定好的帧格式则丢弃该数据进行下一轮的接收；若符合规范则进行数据帧的解析，将数据分割存放至相应的数据库表中，更新的IP地址和端口号，为参数修改功能提供重要的支撑。

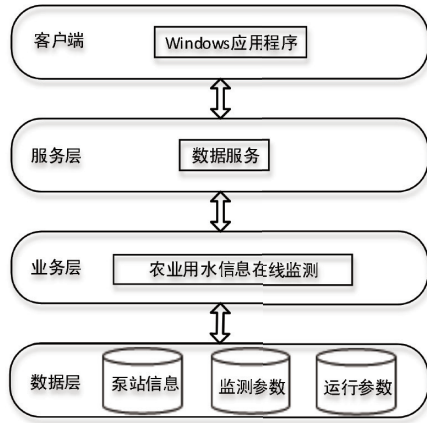


图4 上位机软件总体架构

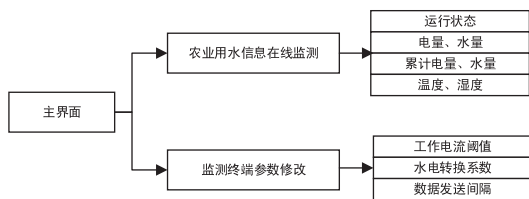


图5 上位机软件功能架构

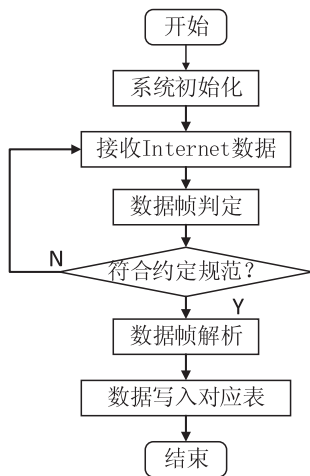


图6 接收数据流程图

### 4 系统测试

本文以南通市如皋市白蒲镇某泵房作为实验案例，对泵站供水计量系统进行功能测试。图7为监测设备现场安装示意图，装置安装在动力柜附近，方便对水泵电机的电压电流进行采集，供电来源于配电柜，可通过装置附近的空开进行装置的开关控制。

经实地测试表明，该计量装置能够准确判定水泵的工作状态，水泵工作时能够实时计量耗电量的以及对供水量进行转换计算。同时，计量装置处理后的数据能按照规定时间间隔上传至服务器端的监测终端，参数修改的功能也能够无差实现。图8为运行在服务器端软件的信息监测界面。该界面中不但显示了计量终端上传的数据，同时还累计了各个水泵的总耗电量和供水量，为农业水费征收提供依据。



图7 监测设备现场安装示意图

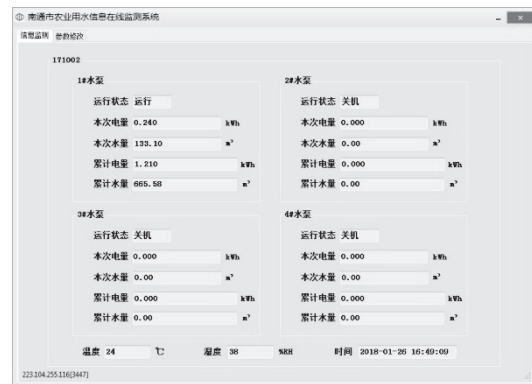


图8 信息监测界面

### 5 结论

本文以南通市农用泵站水量计量目前存在的问题为研究背景，设计了一种基于物联网技术的泵站供水计量系统。该系统能够根据传感器捕获泵站水泵的相关运行参数，经过处理器对数据处理，利用4G远程无线通信技术上传至上位机监测终端，实现泵站供水量的实时监测。同时，收集到的海量数据可以为农业大数据研究作为依据，为农业水费征收、农业用水投入产出评价指标体系的构建与评价奠定坚实的基础，提高了农田水利（下转第60页）

---

(上接第 56 页)

智能化、信息化水平,在现代化农业中具有良好的应用前景和实际意义。

**参考文献:**

[1] 魏庆华.供水计量无线抄表系统的发展[J].中国计量,2007(3):49-51.

[2] 周学蕾.设施农业用水计量与调度管理系统的应用研究[D].太原:太原理工大学,2011.

[3] 孙刚,吴文彪,郑文刚,等.采用 MODBUS 的灌溉用水远程自动抄表系统[J].农业工程学报,2008(s2):76-80.

[4] 刘璐,房俊龙,赵忠泽,等.灌区地下水位远程监测终端设计[J].农机化研究,2015(6):97-100.