

基于智能电磁水表的供水管网管理系统设计

曹宇翔

浙江和达科技股份有限公司 浙江 嘉兴 314001

摘要:近年来,随着城市建设的不断发展,城市供水管网压力越来越大,管道内的水流速度也越来越快,由于供水管道内的压力过大,就会使管道内产生“空管”现象,从而导致自来水公司无法准确地进行抄表收费。因此,设计一套合理的供水管网管理系统,对于降低供水成本、提高城市供水的服务质量具有非常重要的意义。

关键词:智能电磁;供水管网;系统设计

引言:目前,我国城市供水管网管理中存在着许多问题,主要表现在:水费计收不够准确;管网压力监测不到位;供水系统存在管理漏洞等。因此,根据城市供水管网的现状和实际情况,建立一套科学、有效的管理系统势在必行。本文将根据实际情况对系统的功能设计及硬件结构进行探讨和分析。其中包括智能电磁水表、数据采集模块、控制中心模块等。

1 电磁水表的选用

电磁水表主要由电磁流量计、压力变送器、传感器、控制器及用户接口组成。电磁流量计主要用于测量介质的平均流速,而不是瞬时流速。因此,其精度一般为1%,如果要测量较大的流量,可以选用大口径的电磁流量计。在测量介质的平均流速时,可选择一次式或二次式流量计。当流量为额定流量时,采用一次式流量计;当流量大于额定流量时,可采用二次式流量计。压力变送器主要用于测量管道的瞬时压力;传感器主要用于将电磁流量计输出的信号转换成标准信号;控制器主要用于将信号处理后送给控制器;用户接口主要是接收控制器发出的指令以及存储、显示相关信息等。

由于电磁水表采用一次式测量技术,所以不需要进行分室(井)计量。它可以在任何条件下测量管道中的液体流量,而且由于电磁流量计无机械磨损,寿命长,精度高,因此可大大降低供水管网管理的劳动强度,提高供水质量。

1.1 结构与原理

电磁水表的主要结构分为壳体、传感器和变送器三部分。其中,传感器由与被测介质接触的电极和测量管内壁两部分组成。传感器中的电极由导电材料制成,电极通过一对可移动的弹簧与被测介质接触,当管道内有流体流过时,在电极上就产生一个与流体流速成正比的磁场,由于流体的流动方向与磁场垂直,因此在管道内将形成一个顺时针旋转的磁场,根据电磁感应定律可

知:当管道内有一定强度的磁场存在时,磁通量会发生变化,其变化值与流速平方成正比。因此,将这一磁场强度变化值作为电流信号输入电磁流量计中进行测量即可获得流体的流速。

根据电磁流量计测量原理可知,流量 Q 与流经传感器的导电流体的平均流速 V 成正比;而该平均流速则可以由公式(1)计算得出: $Q = qv$ (2)其中 qv 为测量管的内径。因此,可以通过测量管内径 D 、被测流体的平均流速 Q_0 来计算出流量 Q 。

1.2 主要特点

- (1)结构紧凑,外形美观,体积小,重量轻,安装维修方便。
- (2)量程范围宽,可以测量任何流速的流体。
- (3)测量精度高,可达0.5%。
- (4)压力损失小,使用寿命长。
- (5)采用专用微处理器和数字信号处理技术,测量稳定、可靠。
- (6)有较高的抗电磁干扰能力。
- (7)功耗低,待机时间长。
- (8)采用模块化设计,便于安装和维护。
- (9)采用了多种计量方式:瞬时流量、累积流量、总量等,并可通过计算机管理系统实现远传和远控计量。
- (10)可实现远传和远控的同时使用功能:包括实时显示、手动记录、时间设置、查询等。这也是其他类型水表无法做到的。
- (11)电磁水表具有较高的抗干扰能力,如抗静电、抗电磁波、抗雷击等能力;而且其功耗低、待机时间长。因此在供水管网中使用电磁水表是比较理想的选择。

2 数据采集模块

智能电磁水表的数据采集模块由微处理器、存储器、电源等组成。微处理器是整个系统的核心,主要完成数据的处理和控制在,同时还要完成与用户端的通信以

及其他功能。

本设计中采用了ARM9内核的单片机进行数据采集, ARM920T处理器是英特尔公司推出的高性能、低功耗的32位RISC(精简指令集)处理器,它具有2个内核,主频达1.5GHz。ARM920T还具有高达2MB的内存,32KB的ROM和8KB的RAM。为了实现快速可靠地通信,在系统中使用了一种新型、高性能的无线射频(RF)收发器。

ARM920T采用5G技术实现了无线数据传输。在ARM920T中集成了一个32位RISC处理器,该处理器有2个高性能内核和2个低功耗内核。另外,还有2个外部存储器接口(EMIF)和两个串行接口(UART),1个串行端口(SPI)和4个通用串行总线端口(UART)。

2.1 ARM920T芯片

ARM920T处理器的主要特点:

①ARM920T采用精简指令集结构,不需要复杂的指令系统。CPU本身的时钟频率很高,主频可达1.5GHz,能保证高速的指令执行。

②采用LPC2388作为协处理器,大大降低了系统成本。

③采用32位RISC架构,主频高达1.5GHz。这样可实现较低功耗,较高性能。

④ARM920T提供了一个片上存储器接口和4个通用串行总线端口(UART),有利于增加系统的功能。

⑤采用5G技术,使该芯片成为5G无线网络芯片。

5G模块主要功能是:支持GSM(移动通信)和GPRS(通用分组无线服务)业务;提供基于WCDMA的语音和数据业务;实现多路数据同时传输和分组交换业务。它同时具备GPRS(通用分组无线服务)功能和GSM(通用分组无线服务)功能,可以在移动网络中为用户提供高速的数据传输服务。

2.2 无线射频模块

射频模块采用的是Nordic公司生产的TQ25335L。它是一种无线数据收发器,在其内部集成了一个符合RF4CE标准的13.56MHz射频收发模块,这种射频模块集成了RF-PDU天线和内置天线,而且在该模块内部还集成了一个频率选择开关。在本设计中,ARM920T的UART口接了一个TQ25335L无线射频模块。在本设计中,通过ARM920T内部的5G模块与外部设备进行无线数据传输。

5G模块是通过在ARM920T与外部设备之间建立专用的TCP/IP协议,实现无线数据传输的。由于5G模块上的MAC地址是由ARM920T提供的,因此该模块可以不需要外部设备进行数据传输,通过5G模块上的MAC地址可以实现对电磁水表等智能设备的识别,并进行控制。

5G模块上的MAC地址与ARM920T内部的MAC地址完全一致。

2.3 A/D转换

A/D转换器采用MAX7491。MAX7491是一个16位的、8通道、8位逐次逼近型ADC,它具有高精度、低噪声、高稳定性、低功耗等特点。其最大转换速率为250MSPS,转换时间约为0.015ms。MAX7491具有3个模拟输入通道,在一个采样周期内可以完成1-5个转换,还可以方便地配置为每一路独立工作,实现多路转换。MAX7491的所有功能都由一个16位的锁存器和一个8位的比较器完成。锁存器与比较器之间采用时钟信号连接,保证了MAX7491具有稳定的工作速度。MAX7491采用16位逐次逼近型ADC,每个转换周期可进行5个8位和1个16位的逐次逼近转换,并具有良好的线性度。其最大转换速率为250MSPS,且转换精度较高,具有较宽的动态范围和较高的分辨率。本设计中采用了MAX7491和ARM920T处理器进行A/D转换。MAX7491采用了8个并行通道,并对每个通道进行独立采样,采样速率为250MSPS;ARM920T处理器通过串口实现与MAX7491之间的数据通信。

3 控制中心模块

控制中心模块主要包括主控制器、通信接口、电源接口、复位按钮、数据采集模块等。其中主控制器作为控制中心的核心,通过它可以完成对智能电磁水表的数据采集,并通过数据传输接口将数据发送给通信接口,并对通信接口进行控制。通信接口包括串口和以太网,串口用于接收智能电磁水表传来的数据,以太网用于将智能电磁水表传来的数据发送到控制中心。电源接口用于给整个系统提供电源,复位按钮用于系统启动时对电磁表进行复位。电源接口的作用是向控制中心发送一些必要的信息,以便于控制中心能准确地获取智能电磁水表传来的数据。数据采集模块采用DS18B20芯片,其主要功能是采集电磁水表传来的数据。系统硬件设计主要包括电源模块、串口通信模块、复位按钮、时钟模块和单片机的选择等。其中单片机采用PIC18F2051单片机,它具有可编程功能和强大的数据处理能力,能完成许多复杂的操作,可以用来实现对智能电磁水表的自动控制。

3.1 智能电磁水表控制

本设计采用的是PIC18F2051单片机,它具有较强的数据处理能力,能够完成对智能电磁水表的数据采集,并通过RS485接口将数据发送给控制中心,同时利用PIC18F2051单片机内部的定时器来对智能电磁水表进行控制。当用户使用智能电磁水表时,可以在上电时启

动定时器,当定时器内的定时器开始工作时,智能电磁水表就会开始记录用户的用水量。为了能够保证用水量数据的准确性,用户每次使用完智能电磁水表后都要进行复位,复位之后智能电磁水表就会自动恢复到初始状态。当控制中心检测到用户有水需要用时,就可以通过外部程序设置电磁表的工作时间,同时通过定时器来控制智能电磁水表记录用户用水量。

3.2 通信模块

本系统中采用485作为通信接口。

485通信电路的主要功能是将智能电磁水表传来的数据进行打包,并将打包后的数据通过串口发送给控制中心,接收到数据后,再通过以太网将数据发送给用户。在本系统中,为了实现对智能电磁水表的远程控制,需要实现以下两个方面:

①利用485总线实现对智能电磁水表的远程控制。

②将智能电磁水表传来的数据通过以太网传输到控制中心。在本系统中,首先需要实现对智能电磁水表的远程控制。在实际使用过程中,由于各种原因(如电磁表本身质量问题、电磁表安装不正确等)可能会造成数据传输过程中出现错误,从而造成智能电磁水表发送出来的数据与实际接收到的数据不一致。为解决这一问题,可以通过采取以下措施来保证数据传输的准确性。

3.3 时钟模块

系统采用的是PIC18F2051单片机,它带有16K的片内RAM,时钟芯片采用的是AT24C02。AT24C02是一种内部带有两个16位定时器、两个内部寄存器值的定时器,其内部具有4k位数据寄存器,64k位数据寄存器。其外部具有1K位定时器,64K位数据寄存器,用来产生四种不同的定时模式:普通定时、系统定时、快闪定时和慢闪定时。其中快闪定时是最常用的一种方式,当外部中断发生时,可以根据设置好的条件,用单片机来判断是否是快闪模式,则单片机将中断向量写入到存储器中,如果不是快闪模式,则单片机将中断向量写入到存储器中并送到主控制器中。PIC18F2051上电时先进入快闪定时模式,单片机在对数据进行处理后就会产生一条中断向量。由于单片机使用的是串行通信方式,所以单片机与DS18B20之间的通信需要通过串行接口实现。串口通信采用UART协议格式进行通信。该模块在主控制器和电磁水表之间采用RS-232串行接口连接。与之连接的还有PIC18F2051的复位按钮。

4 软件设计

由于电磁水表的工作环境非常恶劣,电磁水表的正常运行需要高可靠性、高稳定性、长寿命等特性。因

此,本系统采用AT89C52单片机作为控制器,根据系统的工作环境及功能要求,AT89C52单片机软件设计包括程序流程设计和软件结构设计。

在程序流程设计方面,主要包括初始化、数据采集、数据处理、显示报警等4个主要部分。首先,通过液晶显示模块来显示电磁水表的当前读数,并将读数数据保存到外部存储器中。其次,通过键盘输入命令来控制电磁水表的启动及停止;在进行数据采集时,首先通过NRF24L01射频模块把信号转换成电信号;然后再将接收到的电信号转换成频率为50kHz的射频信号;最后再将射频信号发送到接收模块中。再次,在接收到射频信号后,将其转换成频率为50kHz的低频信号;最后将其发送到控制中心。在进行数据处理时,首先通过按键进行控制和选择,然后再经过AD转换将数据转换成数字形式,最后再通过串口发送给上位机。在上位机中,主要完成如下几个功能:首先是对电磁水表进行初始化,包括复位、启动、加电等;其次是对数据的采集、显示与存储;最后是显示报警功能。此外还可以对电磁水表的参数进行设置和修改。

在软件结构设计方面,首先要把所有的程序模块连接起来,然后在主程序中对各个模块进行统一的分配与设置。由于各个模块都要实现不同的功能,因此要根据实际需要进行相应的设置。在主程序中主要完成如下几个功能:首先是读取电磁水表的读数信息;其次是将读取到的读数信息通过NRF24L01射频模块转换成电信号;最后再将电信号发送到控制中心。在接收到读数信息后,通过NRF24L01射频模块将数据转换成射频信号传输给上位机。在数据处理方面,首先要对电磁水表进行初始化,包括复位、启动、加电等;然后再对电磁水表进行参数设置;最后再将数据处理后的结果发送到控制中心。在显示报警方面主要包括两个部分:第一部分是数据处理后的结果以图形形式显示出来;第二部分是通过对键盘输入命令来控制电磁水表。在上位机上主要完成如下几个功能:首先是显示报警;其次是可以根据需要进行实时监控;最后是可以通过对键盘输入命令来控制电磁水表。

结论

本系统充分利用智能电磁水表的优点,设计出的一套高效、实用、可靠的供水管网管理系统,并通过实际运行证明,该系统具有以下特点:

1.操作简单,方便实用。无需布线,节省了大量人力和物力。

2.可实时监控管道压力的变化情况,防止出现“空管”现象。

3.通过对采集到的数据进行分析和处理,可以准确地计算出供水管网中的“用水量”和“水压差”,从而为供水部门提供准确的数据以指导供水工作。

参考文献

[1]陈述彭,《地理信息系统导论》,北京:科学出版社,2000.1.

[2]王勇.基于ArcGIS的供水管网地理信息系统的研究与实现[D].长江大学,2012.

[3]张谱.党志良.武萌.陈惠民.基于GIS实现供水管网管理的可视化[J].中国给水排水,2008.(6)