

基于 ZigBee 无线网络的农村地区沼气抄表系统研究

秦国栋

(嘉兴职业技术学院 机电与汽车分院,浙江 嘉兴 314036)

摘要:目前沼气管站的供气对象主要是广大农村,但是农户分布较为分散,不利于集中抄表。基于 ZigBee 无线网络的沼气抄表系统可有效解决抄表难的问题,利用无线中继的方式将每个用户的用气量集中在一起,然后经因特网传输到沼气管站的管理中心,极大地方便工作人员和用户。该系统使用 CC2530 片上系统,外围简单,造价低廉,功耗极低,易于推广。

关键词:沼气;无线抄表;ZigBee;CC2530

中图分类号:S24;TM933 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)02-0137-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.02.0137

在传统的沼气用量采用人工抄表,每月沼气管站派人到每个用户家中抄表,回到管理中心后再输入到计算机数据库中,然后再核算和收费。随着沼气管站的供气量加大,用户数量增加,这种模式显然已经不符合沼气生产自动化、现代化和智能化的要求。并且使用人工抄表,不仅耗费大量的人力和物力,且容易发生漏抄、错抄等情况,还有人工抄表模式抄表周期较长,无法及时读取用户用气量,给沼气管站管理部门分析用气情况带来一定的困难。沼气管站供气对象多集中于农村地区,农户分散,不利于集中抄表,需要一套可靠、实用的无线沼气抄表系统。

目前无线抄气表可分 3 个方向:(1)基于红外线技术,其优点是硬件成本低,抗干扰强;缺点是红外线波长较短,衍射能力差,不能穿透墙壁,故只能点对点直线传输;(2)租用 GPRS 网络,其优点是稳定、可靠,租用的运营商来维护通讯链路,不需用户去维护通信线路;缺点是因需支付租用费用给通讯运营,故运行成本高^[1]。(3)采用 ZigBee 无线传感网络传输,优点是协议简单,可快速组网,低功耗;缺点是距离较近^[2]。

分析了几种方案的优缺点后,综合考虑,在气表的终端采集模块采用 ZigBee 无线传输网络,每个用户单元增加汇聚节点和协调器,扩大传输距离,实现远程无线抄表系统。终端采集模块负责

采集用户用气量,并与上一级汇聚节点进行通信;汇聚节点则在整个系统中起着承上启下的作用,一方面采集终端模块的数据,另一方面将数据传输给协调器。协调器负责整个组网工作,将采集到的数据通过现有的网络上传到管理中心,实现网关工作^[3]。

1 ZigBee 技术

Zigbee 技术采用直接序列扩频(DSSS)无线信号的收发方式进行数据传输,其工作在 2.4 GHz 波段和 868/915 MHz 波段,属于免费频段。Zigbee 可以建立低成本、低功耗的小范围的无线通信网络。低功耗指在电待机模式下,2 节 5 号干电池可支持单个节点工作 24 个月,蓝牙在相同条件下只能工作数天,而 WiFi 仅仅工作数小时。低成本指的通过协议大幅简化,降低了对通信 CPU 的要求,8051 单片机实现全功能的主节点仅需 32 kb 代码,而子功能节点则仅需 4 kb 代码。Zigbee 工作速率在 $20 \sim 250 \text{ kb} \cdot \text{s}^{-1}$,工作在 2.4 GHz 波段时速率为 $250 \text{ kb} \cdot \text{s}^{-1}$ 、915 MHz 波段速率为 $40 \text{ kb} \cdot \text{s}^{-1}$ 、868 MHz 波段速率为 $20 \text{ kb} \cdot \text{s}^{-1}$ 。Zigbee 技术可组成星状、树状及网状等多种网络结构,每个主节点最多可管理 254 个子节点;主节点可由上一层网络节点管理,最多可组成 65 000 个节点的网络。采用 ZigBee 技术典型的传输距离为 $10 \sim 75 \text{ m}$ ^[4]。

为了增加传输的安全性,Zigbee 采用了 3 级安全模式,包括无安全设定、使用接入控制清单、防止非法获取数据,都采用高级加密标准的对称密码,用户可灵活确定传输安全特性。

收稿日期:2015-12-31

基金项目:嘉兴市科技局资助项目(2013AY21034);浙江省科技厅公益性技术应用研究计划资助项目(2013C31125)

作者简介:秦国栋(1982-),男,河南省武陟县人,硕士,讲师,从事嵌入式设计研究。E-mail:q118@163.com。

Zigbee 包括 3 种节点即子节点、全功能节点、协调器。网络中大部分为子节点,只具有部分网络功能,用于基础数据采集;全功能节点负责与所控制的子节点进行通信,汇集数据和发布控制,称之为全功能设备。还有一种全功能节点可实现通信路由的作用形成协调器,可与其它网络连接,实现网关等功能。

2 沼气无线抄表设计方案

无线沼气用量自动抄表系统的结构如图 1 所示,沼气表的计量信息通过 RS232 或 RS485 等接口与 ZigBee 通信模块进行通信,将用户计量信息传送给 ZigBee 模块。各用户的计量信息数据经 ZigBee 通信模块转化 ZigBee 的通信协议包,即终端节点。终端节点将数据传输给就近的全功能模块,及中继节点,全功能模块根据协议的驱动路由算法,自主选择最优的通信路径,其它的全功能模块以多跳通信的方式把沼气用量数据包传到网络的 ZigBee 协调器,即网关。ZigBee 协调器收到沼气用量数据包后,首先按原路径返回收到的信息进行确认,与原始发送数据的终端节点模块进行握手通信,这样完成一次完整的 ZigBee 无线通信过程。如果没有握手信息,终端节点模块将继续发送数据,直到收到握手信息。其次 ZigBee 协调器把收到的沼气用量信息通过因特网传给管理计算机,最终实现无线自动抄表过程,从而实现了沼气用量数据的集中管理。

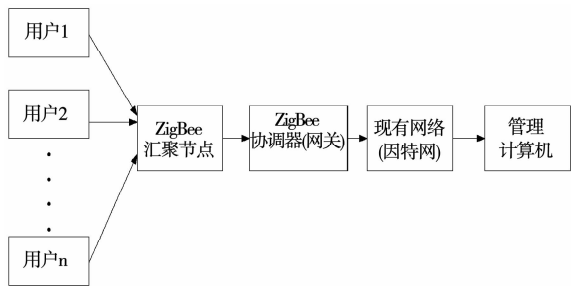


图 1 无线抄表系统框图

Fig.1 Structure of the wireless AMR

3 无线沼气抄表系统硬件设计

无线抄表系统首先要求低功耗,外围器件少,设计简单。本系统选用美国德州仪器公司生产的 CC2530 芯片,其是工作在 2.4-GHz 的符合 IEEE 802.15.4 规范的 ZigBee 片上系统。CC2530 芯片结合了德州仪器的业界领先的黄金单元 Zig-Bee 协议栈,提供了一个强大和完整的 ZigBee 解

决方案。CC2530 芯片可以用非常低廉的材料成本去建立强大的 ZigBee 网络节点。CC2530 具备了领先的 RF 收发器性能,并且加入了标准的增强型 8051 CPU 内核,系统内部集成闪存,集成 RAM 有 8 kb 和 ADC、USB、定时器等诸多外设。CC2530 目前有四种不同的闪存版本供用户选择,即 32、64、128、256 kb 的闪存。CC2530 具有不同的运行模式,这些运行模式让它适应超低功耗要求的系统。由于集成了一个 8051 单片机,用户无需外接单片机即可与外接通信,故进一步降低了能源消耗。

本系统的终端硬件设计如图 2 所示,通过电路可知,该终端外围电路及其简单。CC2530 芯片的 P2.1、P2.2、P1.0、P1.1 是终端与用户气表的连接数据端口,通过该端口终端可以读出用户的用气量。协调器用该端口与因特网相连。汇聚节点不用该端口。

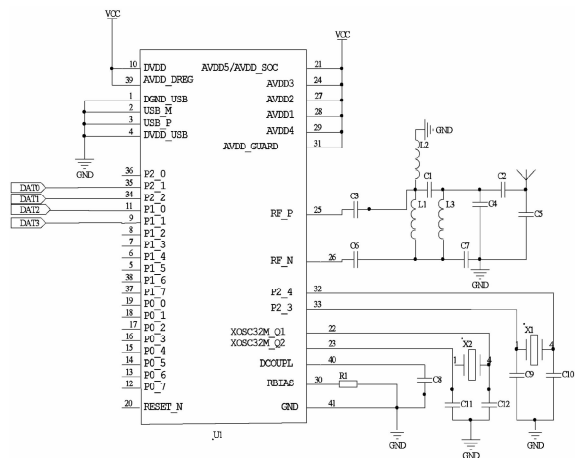


图 2 CC2530 接口电路图

Fig.2 Interface of CC2530

4 无线抄气表系统软件设计

4.1 通信协议设计

ZigBee 数据通信方式分为帧模式与流模式两种^[5]。其中帧模式是通过 ZigBee 芯片上 RAM 进行缓存处理,流模式是通过 ZigBee 芯片上数据寄存器进行单个字节处理的。本系统选用帧传输模式。符合完整 IEEE802.15.4 规范的协议帧要求至少包含 9 个字节的数据。包括由 4 个字节的帧前导字节、1 个字节的帧开始标志、1 个字节的帧长度标志、1~125 个字节的数据净荷和 2 个字节的帧校验组成,具体数据格式见图 3。

ZigBee 终端采集模块通过沼气表进行有线

通信获取用量数据在数据净荷字节中。协议栈的设计采用 SMAC,其简化 IEEE 802.15.4 标准的协议栈,其中包括了 PHY 层和 MAC 层。并且 SMAC 功能丰富和移植方便,加快了开发设计过程。SMAC 具有良好的可移植性,整个协议栈可分为驱动层、物理层、媒体控制层和应用层 4 层。上层需要调用下层函数,这样就降低了整个协议栈与具体硬件的依赖性。驱动层需要完成硬件的端口定义、寄存器定义、SPI 和 SCI 接口驱动、中断事件处理。物理层则涉及与驱动层相关的数据传输、切换工作状态、检测信道能量、检测链接质量、设置信道、调节增益及调节输出功率。媒体控制层功能基本与物理层类似。这样通过对物理层功能的相关调用实现了不依赖硬件,实现了协议的移植,快速实现应用层的编制。

4字节	1字节	1字节	1~125字节	2字节
帧前导字节 preamble	帧开始标志 SFD	帧长度标志 frame length indicator	数据净荷 pay load data	帧校验 FCS

图 3 数据帧结构

Fig. 3 Structure of data frame

4.2 应用层软件设计

这里的应用层软件主要是介绍 ZigBee 数据采集模块的应用软件设计。从整个沼气抄表系统的需求分析可知,数据采集终端经常处于空闲状态,只有当需要发送数据的时候,协调器发送命令信号通知数据采集终端进行沼气用量采集,数据采集终端先解析命令,然后采集终端并发送相应的数据,完成后自动握手通信后,终端自动进入低功耗状态,等待下次命令的进行激活。ZigBee 数据采集终端工作流程图如图 4 所示。

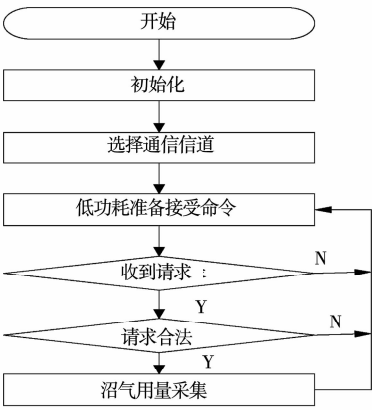


图 4 软件流程图

Fig. 4 Flowchart of the application software

5 结论

基于 ZigBee 网络的无线沼气抄表系统,减少了沼气站工作人员的工作量,减少了抄表的麻烦,提高了工作效率,降低了运行成本。使用该系统避免了发生漏抄、错抄等情况,给沼气站管理部门分析用气情况带来极大的方便,并且使用该系统相对其它抄表方式还具有低成本特点,易于推广。

参考文献:

[1] 闵华松. 基于 RF 的无线抄表系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(2): 639-642.

[2] 郭丹, 李俊芳. ZigBee 无线网络技术在抄表系统中的应用[J]. 自动化仪表, 2009(4): 20-23.

[3] 郭斌, 钱建平, 张太红, 等. 基于 Zigbee 的果蔬冷链配送环境信息采集系统[J]. 农业工程学报, 2011(6): 208-214.

[4] 章伟聪, 俞新武, 李忠成. 基于 CC2530 及 ZigBee 协议栈设计无线网络传感器节点[J]. 计算机系统应用, 2011(7): 184-188.

[5] 闫银发, 公茂法, 汤元信. 基于 ZigBee 技术的无线网络抄表系统设计[J]. 电测与仪表, 2006, 43(6): 43-45.

Study of Biogas Meter Reading System Based on ZigBee Wireless Network in Rural Areas

QIN Guo-dong

(Department of Mechanical and Automobile Engineering, College of Jiaxing Vocational Technology, Jiaxing, Zhejiang 314036)

Abstract: Currently methane gas stations target mainly rural, but the distribution of farmers is more dispersed, and it is not conducive to centralized meter reading. Meter working of gas station is certain difficulties. The ZigBee-based wireless network meter reading system could effectively solve the problem of meter working difficulty. System uses wireless repeater way gathered each user's gas consumption, and then transmitted via the Internet to the management center gas station, greatly facilitate the work of staff and users. And the system uses the CC2530 chip, peripheral simple, low cost, low power consumption, and easy to spread.

Keywords: biogas; wireless meter reading; ZigBee; CC2530