

基于 ZigBee 的无线水表抄表系统的设计*

魏东旭¹, 王平²

(1. 淮阴师范学院 物电学院, 江苏 淮安 223300;
2. 南京航空航天大学 自动化学院, 江苏 南京 210016)

摘要: 为方便、准确、及时地对用户水表用水量进行抄读, 实现水表抄表的自动化、网络化和规范化, 建立了基于 ZigBee 无线网络的自动抄表系统, 提出了无线抄表的方案, 并完成了对节点电路及各相应模块电路的设计。通过测试, 节点模块能准确地对脉冲水表进行抄读, 并且各节点之间可以顺利、准确地实现数据的传输, 证实了将 ZigBee 技术应用于无线抄表的可能性。

关键词: ZigBee; 无线抄表; 节点; 无线网络

中图分类号: TH86

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)16-0049-03

Design of wireless water meter-reading system based on ZigBee technology

Wei Dongxu¹, Wang Ping²

(1. School of Physics and Electronic Electrical Engineering, Huaiyin Normal University, Huaian 223300, China;
2. College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: In order to read the water meter conveniently, accurately and timely, achieving water meter reading automation, networking and standardization as a result. Automatic meter reading system which based on the ZigBee wireless network is established. The wireless meter reading scheme is put forward, and the node and corresponding module design are completed. Through the test, the node module can read the pulse meter accurately, and the data can be transferred between each node smoothly and accurately, which confirms that ZigBee technology can be applied for wireless meter reading.

Key words: ZigBee; wireless meter reading; node; wireless network

目前的自动抄表系统, 从数据传输角度划分, 可分为有线、无线两大类。这两大类抄表系统各有其适用的应用领域, 但就抄表系统的投资、建设、维护等几方面而言, 无线抄表系统显然具有更大优势。

从应用角度而言, 目前市场上的几种水表的无线抄表方案或多或少存在以下几种问题: (1) 使用成本较高; (2) 网络的自管理能力有限; (3) 抄表终端的供电问题难以很好地解决, 由于抄表终端难以做到极低功耗, 所以供电问题始终是一个瓶颈。

1 ZigBee 技术

1.1 ZigBee 技术简介

随着无线通信技术的不断发展, 近年来出现了面向低成本设备无线联网要求的技术, 称之为 ZigBee, 它是

一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术, 主要适用于自动控制、远程控制领域及家用设备联网。采用 ZigBee 技术可以为水表的无线抄表提供很好的解决方案。

目前主要的无线技术都集中在 1 Mb/s 以上的速率, 新的标准还在追求更快的速率; 而 IEEE 802.15.4/ZigBee 恰恰填补了低速率无线通信技术的空缺, 与其他标准在应用上几乎无交叉^[1]。

1.2 ZigBee 协议架构

完整的 ZigBee 协议栈主要由物理层(PHY)、媒体访问控制层(MAC)、网络层(NWK)、安全层和高层应用规范组成。其中, 物理层和 MAC 层由 IEEE 802.15.4 协议标准定义, 网络层和应用层由 ZigBee 联盟制定。ZigBee 协议架构^[2]如图 1 所示。

* 基金项目: 淮安市科技支撑计划(工业)项目(HAG09054-15)

网络与通信 Network and Communication

2 无线抄表系统设计

2.1 无线抄表系统构架

分析自来水抄表系统的技术要求,结合 ZigBee 技术的特点和技术优势,在实际应用中,根据抄表用户的不同分布灵活地构建抄表的无线网络。

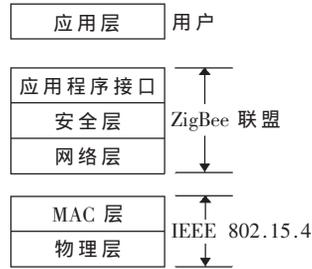


图 1 ZigBee 协议架构

所构建的 ZigBee 网络

既可以是星型拓扑,也可以是网状网络拓扑。不论是哪种拓扑结构的 ZigBee 网络,根据实际的组网要求,设计合理的网络结构。如图 2 所示,本系统的拓扑结构采用 MESH 网状网络结构,保证数据传输的可靠性。每幢单元楼设置一个 ZigBee 远端节点,一个小区设置一个 ZigBee 中心节点,ZigBee 中心节点数据集中上传到集抄中心。

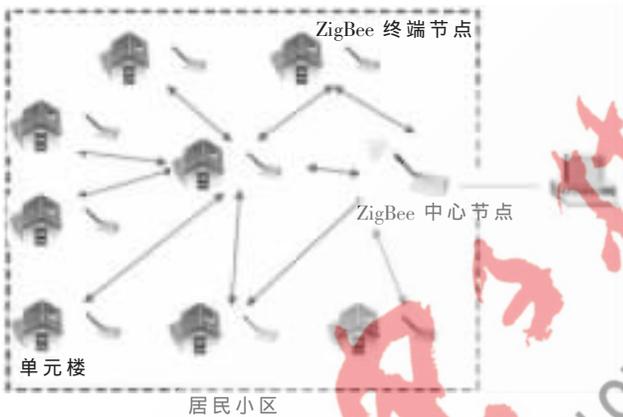


图 2 系统拓扑图

2.2 基于 ZigBee 无线通信技术的智能水表

水表本体部分仍旧选用目前市场上的带脉冲输出的水表,因为水表的制造工艺成熟,不必自行开发任何部件,利用原有可靠的技术能节约开发时间和成本。水表的机械表头读数仍旧存在,当通信异常或智能水表计数部分故障时,依然可以读取数据,减少故障带来的计量损失。图 3 所示为智能水表的结构框图。



图 3 智能水表结构框图

3 ZigBee 节点电路设计

系统结构框图如图 4 所示。在本系统中,每个终端既是采集器模块、中继器模块,同时又是集中器中的 ZigBee 数据收发模块。但各模块功能各不相同,主要通过软件实现。

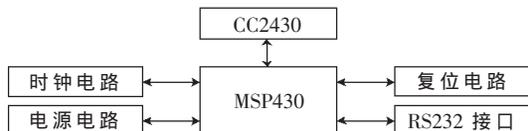


图 4 节点系统框图

在节点系统中,采用 MSP430 单片机实现对脉冲水表和 ZigBee 无线模块 CC2430 的控制。

MSP430 系列单片机是美国德州仪器(TI)1996 年开始推向市场的一种 16 位超低功耗、具有精简指令集(RISC)的混合信号处理器^[3-4](Mixed Signal Processor)。之所以称为混合信号处理器,是由于其针对实际应用需求,将多个不同功能的模拟电路、数字电路模块和微处理器集成在一个芯片上,以提供“单片”解决方案。该系列单片机多应用于需要电池供电的便携式仪器仪表中。

CC2430 芯片作为单芯片 ZigBee 解决方案,已经将 ZigBee 主要功能电路封装在模块内^[5-6](如时钟电路、RF 电路、温度检测等),同时芯片内集成了 8051 MCU,理论上可以制作为独立的终端设备,但是考虑到下载程序的要求,必须让其与单片机构成同一系统,这样才能下载程序,才能更好地实现对系统的控制。因此要设计相应外围电路,包括复位电路、电源电路、晶振时钟电路、接口电路等。

3.1 复位电路设计

复位电路主要完成系统的复位功能,可以采用上电复位和系统在运行时用户的按键复位。复位电路可以由简单的 RC 电路构成,也可以选用专门的系统复位芯片。为了简化电路,本系统选取了复位开关的方式,即可以通过手动控制系统的复位。系统复位电路如图 5 所示。在系统需要复位时,可以按下 S 键,复位电路就会产生一个低电平,输入到芯片的 RESET 口,使得芯片重新启动,执行一系列的硬件初始化操作,并将芯片的相关寄存器组恢复为默认的数值,使得程序从默认的地方开始执行。

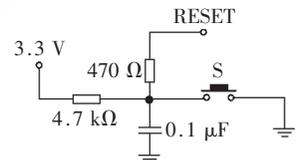


图 5 系统复位电路

3.2 电源模块的设计

由于 CC2430 具有出色的低功耗性能,因此,硬件平台采用 4 节 1.5 V 干电池供电。因为 CC2430 及其外围电路采用 3.3 V 电源供电,所以需要设计一个 DC-DC 电源转换电路,将电池输入电压转换为 3.3 V 工作电压,使系统在 4 V~6 V 电池电压范围内正常工作。选用 AS2815-3.3 线性电压转换芯片实现转换功能,电路原理图如图 6 所示。图中 V_{CC_5V} 是干电池提供的系统电源, $V_{CC_3.3V}$ 为信号采集模块中光耦隔离电路电源,经磁珠 FB1 滤波后作为网络节点的主电源 $V_{DD_3.3V}$ 。

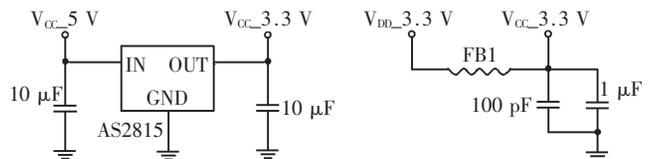


图 6 电源电路

3.3 时钟电路设计

目前所有的微控制器均为时序电路,需要一个时

网络与通信 Network and Communication

钟信号才能工作。晶振电路用于向 CPU 及其他电路提供工作的时钟。因此,系统使用较低的外部时钟信号,以降低因高速开关时钟所造成的噪声。本系统选用 11.059 2 MHz 的晶振。晶振的设计电路原理图如图 7 所示。

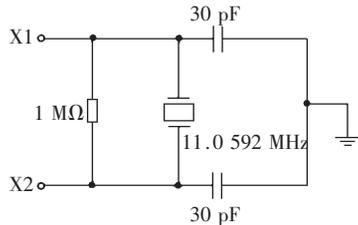


图 7 时钟电路

4 测试结果及结论

将所建立的硬件开发平台通过 RS232 串口和 PC 机相连,平台上的数据的发送和接收以及平台上 ZigBee 网络的建立可以通过串口在 PC 机上串口助手来显示。通过串口助手观测硬件电路板发过来的通信信息。

操作步骤:

- (1) 打开一个串口调试程序,设置波特率为 9 600 b/s。
- (2) 组成设备,让一个节点作为发送设备与 PC 机串口相连作为节点 A,与 COM 相连,设定自己为第一节点,开始建立网络。
- (3) 让另外一个节点与另外一台 PC 机串口相连作为节点 B,与 COM 相连,申请加入 A 建立的网络。

(4) 从 B 节点发送数据,可以从 A 节点成功接收,如图 8 所示完成测试。

根据以上测试可知,ZigBee 两个节点之间可以按照 ZigBee 协议进行正常建网、节点加入和通信,这给 ZigBee 抄表设计的成功带来希望,可以此为据进行无线抄表系统的设计。

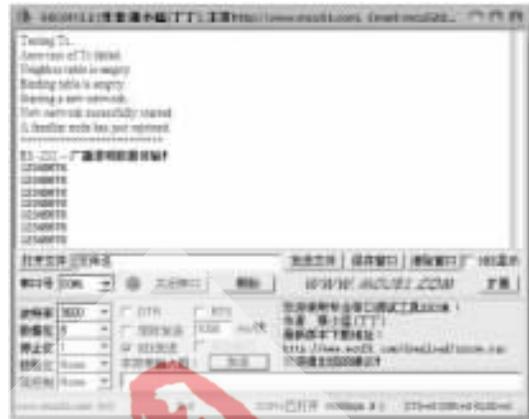
参考文献

- [1] 冀小平,商莹,王光玲.基于 CC2480 的 ZigBee 无线水表自动抄表系统研究与设计[J].现代电子技术,2009,32(11):71-73.
- [2] 朱永利,陈涛,郭少杰.ZigBee 技术在无线抄表中的应用[J].电力系统通信,2008,29(8):37-39.
- [3] 蒋万秋,崔明.基于 MSP430 单片机的紫外线强度探测器设计[J].微计算机信息,2011,27(2):47-49.
- [4] 胡大可.MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [5] 汪玉凤,姜林.基于 ZigBee 和 GPRS 的无线抄表系统[J].仪表技术与传感器,2010(10):49-50.
- [6] 尹应鹏,李平舟,郭志华.基于 CC2430 的 ZigBee 无线数传模块的设计和实现[J].电子元器件应用,2008(4):18-21.

(收稿日期:2012-04-29)

作者简介:

魏东旭,男,1982年生,硕士,讲师,主要研究方向:测控



(a) 节点 A



(b) 节点 B

图 8 串口调试通信结果

技术及仪器。

王平,男,1977年生,博士,副教授,主要研究方向:测控技术及仪器。