

基于 Zigbee 的矿井安全监测系统设计

李绍民,董玉华

(大连民族学院 信息与通信工程学院,辽宁 大连 116605)

摘要:设计了一种基于 ZigBee 的矿井安全监测系统。实现了无线网络传输数据,终端节点实时采集数据信息,手持控制终端实时显示数据,手持控制终端灵活控制监控节点,遇险自动发送报警短信等功能。测试结果显示,低功耗、稳定性好、监控灵活,弥补了传统监测系统的不足。

关键词:Zigbee;无线网络;矿井安全监测

中图分类号:TN919 **文献标志码:**A

Design of Mine Safety Monitoring System Based on ZigBee

LI Shao-min, DONG Yu-hua

(College of Information and Communication Engineering, Dalian Nationalities University,
Dalian Liaoning 116605, China)

Abstract:In this paper, a mine safety monitoring system based on ZigBee is designed. In the system the data information is transmitted by ZigBee wireless network, is real time collected through the terminal node and can be displayed on the handy terminal. The handy terminal can control the monitoring node flexibly, and can achieve the function that alarm message can be sent automatically when dangerous, and so on. The test results show that the system has low power consumption, good stability, flexible monitoring, and these advantages offset the absence in the traditional systems.

Key words:ZigBee; wireless network; mine safety monitoring

随着世界经济的发展,对矿产资源的需求越来越大,特别是煤炭资源的需求在快速的增加。同时矿井开采的规模与产量逐年扩大,矿井安全事故居高不下,频频发生,严重威胁着矿工的生命安全,特别是煤矿事故的大量频发,矿井安全状况令人担忧。

从总体上看,开采地质条件和自然灾害条件是影响矿井生产安全的客观因素,而矿井开采技术与装备水平、安全技术和装备落后,以及安全管理问题是影响安全生产的主要因素^[1]。

传统的矿井安全监测系统主要采用光缆、电缆等有线方式来传输信号,这种监测系统存在着诸多缺点:(1)大量使用光缆、电缆,系统成本高,且容易损坏;(2)井下铺设传输线复杂,且系统维

护不方便;(3)监测点不能灵活移动,监测覆盖范围小;(4)网络自我修复能力差;(5)监控局限于监控中心,监控人员必须时时在岗,系统灵活性低。根据上述的分析,矿井安全监测对无线通信技术的需求愈加迫切。使用无线传感器网络作为煤矿监控系统的通信基础成为了发展的大势所趋^[2]。因此,构建一套基于无线通信、组网灵活、扩展性强、安全可靠的矿井安全监测系统迫在眉睫。

本文将先进的 ZigBee 无线网络技术引进到矿井安全监测系统中来,构建了一套低成本、低功耗、稳定性好、特别是监控灵活的无线矿井安全监控系统。

收稿日期:2014-07-10

作者简介:李绍民(1963-),男,辽宁锦州人,教授,主要从事电子系统设计研究。

1 系统设计原理

ZigBee 无线传感器网络具有低数据率、低功耗的特点,其网状拓扑结构适用于矿井下复杂地形,满足了矿井监控系统对数据传输的要求,因此本文选用 ZigBee 无线传感器网络构建矿井安全监控系统。系统的体系结构框图如图 1。

传感器实时采集井下气体浓度、温湿度等安全信息,通过 ZigBee 网络无线传输数据,发往监控中心,可在 PC 机和 ARM 控制终端上显示实时信息,当出现险情时可通过 GSM 发送短信告知用户,短信内容包括超标数据和监测点所在位置,同时地面和井下的声光报警器报警,及时告知用户险情,PC 机界面显示遇险情况。可通过 PC 机、短信、ARM 控制终端控制监测节点的开启和关闭。随着网络的扩大,在整个无线网络中可增加路由节点,以实现数据远程传输,且监测节点可根据用户需要随意增加或移动。

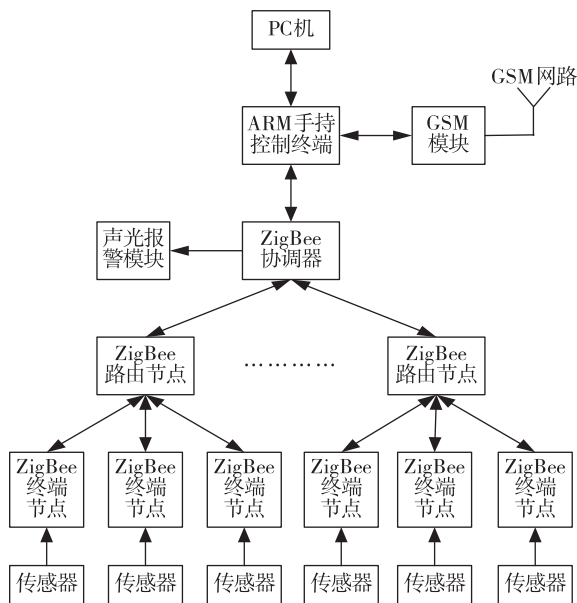


图1 系统总体设计方案

2 硬件电路设计

选用 TI - Chipcon 公司的 CC2430 作为 ZigBee 模块的处理器,该芯片是全球首款支持 ZigBee 协议的片上系统(SOC)解决方案,系统中 ZigBee 负责数据采集与传输,ARM 手持终端负责与 ZigBee 的通信与控制。系统硬件电路包括:ZigBee 协调器电路、ZigBee 路由节点电路、ZigBee 终端电路和 ARM 终端。其中 ZigBee 协调器电路与 ZigBee 路由节点电路基本一致,只是路由节点不

需要声光报警。

2.1 ZigBee 电路设计

2.1.1 电源电路

ZigBee 协调器和路由节点仅需 3.3 V 电压供电,但 ZigBee 终端节点外接各类传感器。而大多数的传感器是以电量的形式输出,如电压、电流等^[3]。根据所用传感器和 ZigBee 模块的供电特性本文设计了三组电源,分别是 12V、5V、3.3V,如图 2。

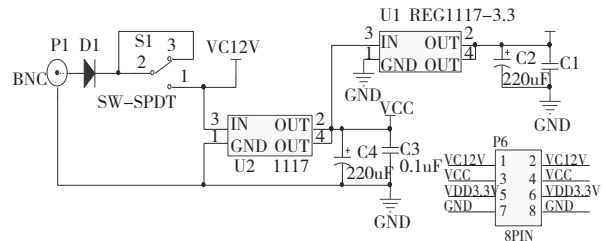


图2 电源电路图

2.1.2 串行接口电路

采用串行通信实现 ZigBee 协调器和 ARM 控制终端之间的通信,ZigBee 协调器通过 RS-232 串口与 ARM 控制终端 COM 口相连。使用 MAX232 进行电平转换。电路如图 3。

ZigBee 协调器与核心板的接口电路、LED 指示灯电路、声光报警电路如图 4。

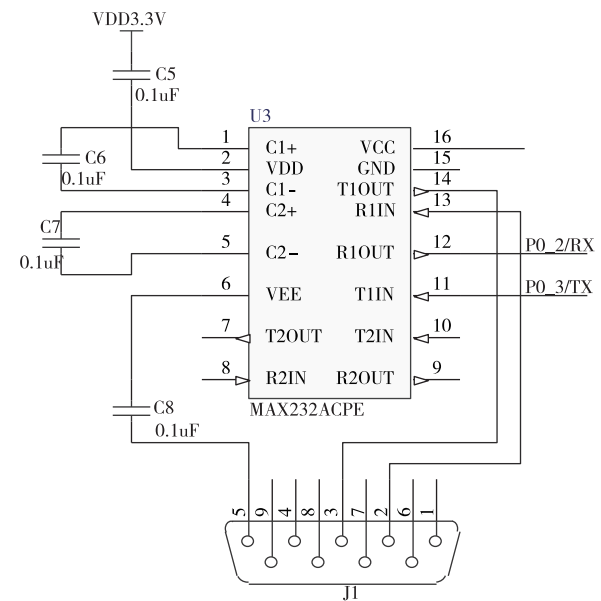


图3 协调器串行接口电路图

2.2 ARM 硬件电路设计

ARM 部分选择三星公司的 S3C2440A,采用专用的开发板,人机接口部分采用触摸屏和 TFT 屏。

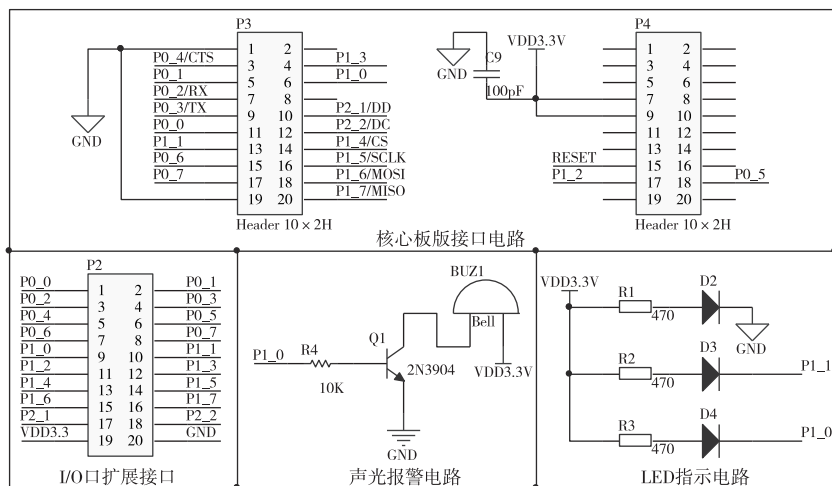


图4 其他部分电路图

2.2.1 电源电路设计

S3C2440A 内核工作电压以及 I/O 输出电压不同,内核工作电压为 1.25V,而存储系统、I/O 口工作电压为 3.3V。因此采用专业的电压转换芯片 LM1117-3.3 将 +5V 电压转换为存储系统、I/O 口的工作电压 3.3V,采用专业的电压转换芯片 MAX8860 将 +5V 电压转换为内核的工作电压 1.25V。其转换电路如图 5。

2.2.2 串行接口电路设计

ARM 控制终端在系统中起到数据处理、数据转发作用,其和 ZigBee 协调器、GSM 模块通过串口相连。ARM 处理器 S3C2440 具有 3 个串口: UART0、1、2。其中 UART0、1 可组合为一个全双工的串口。在本设计中,需要 2 个串口,采用了 UART0、1,ARM 控制终端串行接口电路如图 6。

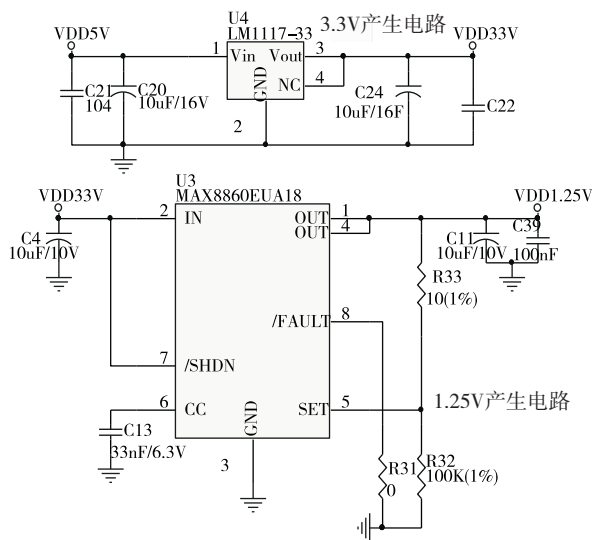


图5 ARM 电源电路图

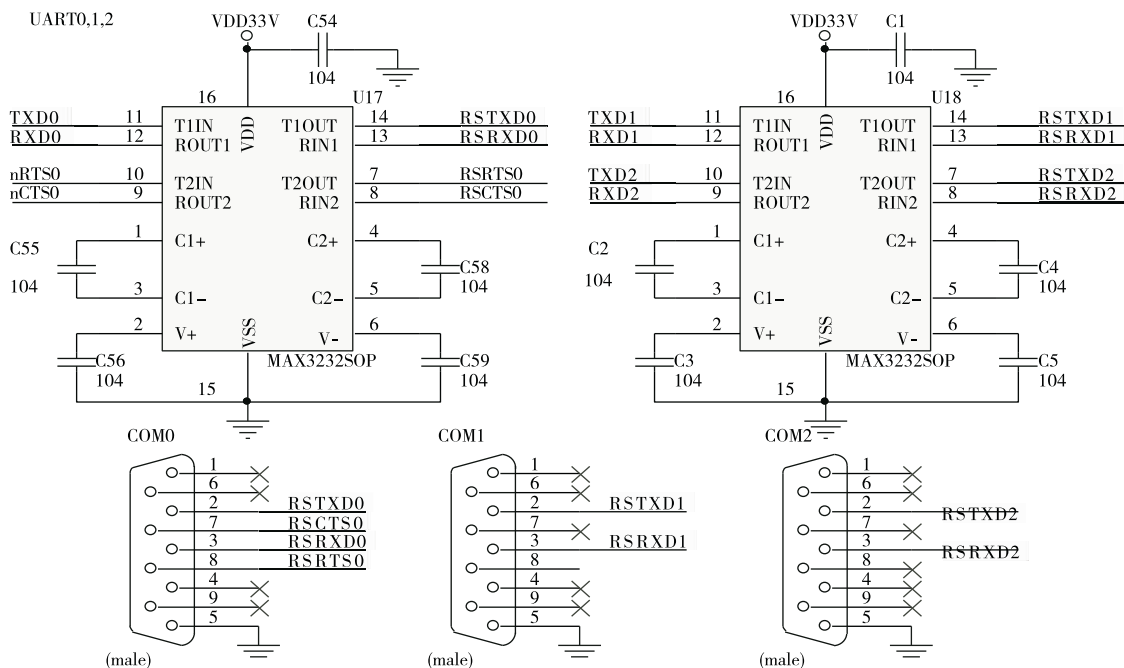


图6 串口硬件电路图

3 系统软件设计

3.1 ZigBee 软件设计

ZigBee 软件的设计主要是在 ZigBee 协议栈^[5]进行相应的修改设计。Z - Stack 是 TI 提供的符合 ZigBee 规范的免费协议栈,完全可以运行在 CC2430 芯片上,利用 Z - Stack,用户能够简单快速地开发出适合自己的 ZigBee 应用。本设计所选用的协议栈版本是 ZStack - 1.4.3 - 1.2.1。

3.1.1 协调器软件设计

协调器是整个 ZigBee 网络的核心,也是网络的第一个设备。主要负责网络的建立、节点成员的加入、网络地址分配、网络链接表的更新、数据的收集与转发等。此外,在本设计中还要协调器通过串口与 ARM 控制终端进行通信,因此需要在协议栈中编写 ZigBee 串口应用程序。程序流程如图 7。

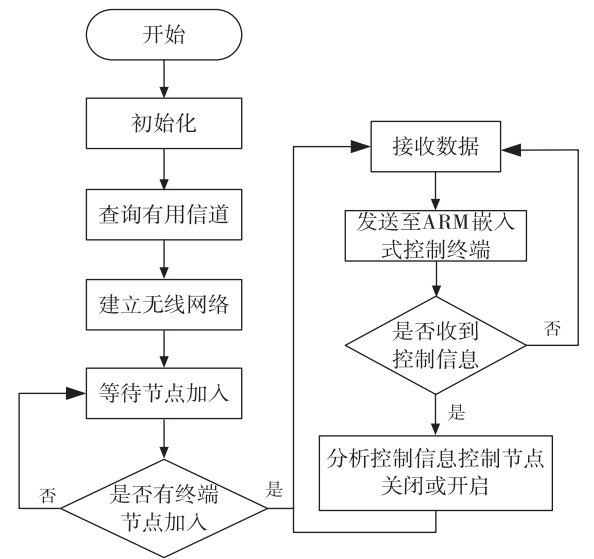


图7 ZigBee 协调器程序流程图

3.1.2 路由节点软件设计

ZigBee 路由节点在本设计中主要实现路由传输监测节点数据信息功能,如图 8。

3.1.3 监测节点软件设计

终端节点的软件主要负责数据采集与发送。监测节点实时采集各个传感器的输出数据信息,并将数据信息通过无线网络发送给协调器;同时也实时准备接收协调器发送的控制命令,收到控制命令执行相应的操作。所以监测节点的软件设计主要包括:无线网络的加入、传感器数据采集、无线数据的发送和接收。监测节点的程序流程如图 9。

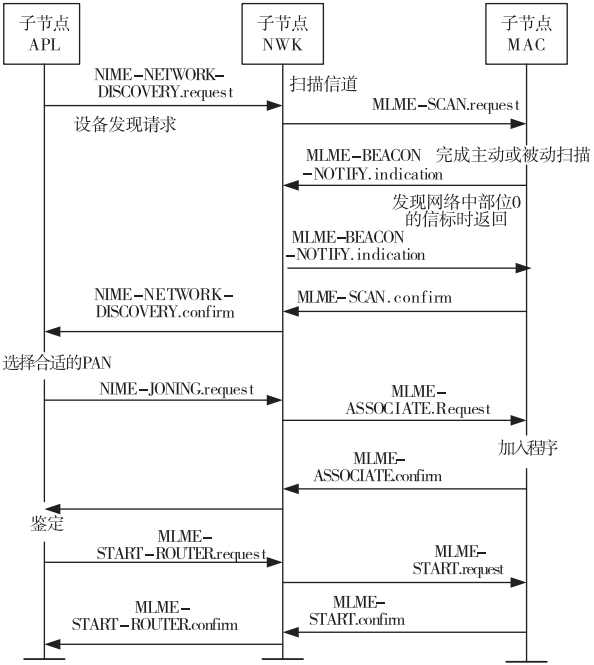


图8 路由节点加入网络流程图

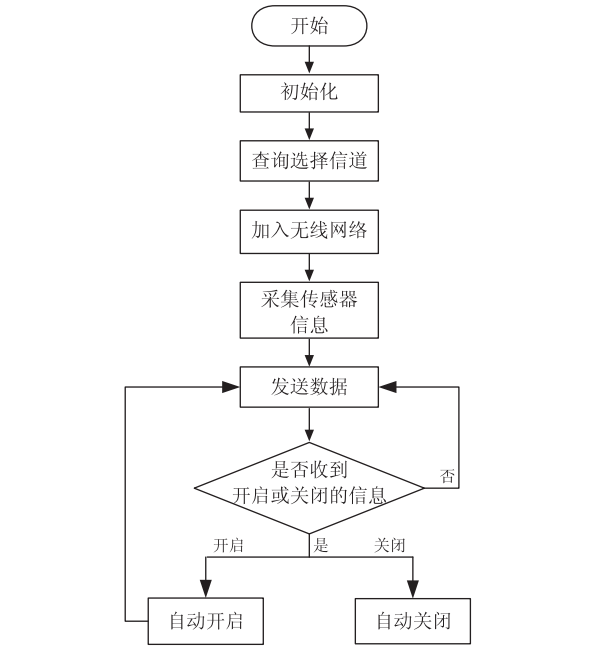


图9 ZigBee 监测节点程序流程图

3.2 ARM 软件设计

ARM 手持控制终端在本设计中主要实现的功能有:液晶屏实时显示监测节点数据信息;通过触摸屏控制监测节点;当气体浓度超标时,控制 GSM 模块发送报警短信。软件设计主要包括串行通信设计、LCD 显示设计、触摸屏设计^[6]。ARM 手持控制终端的程序流程图如图 10。

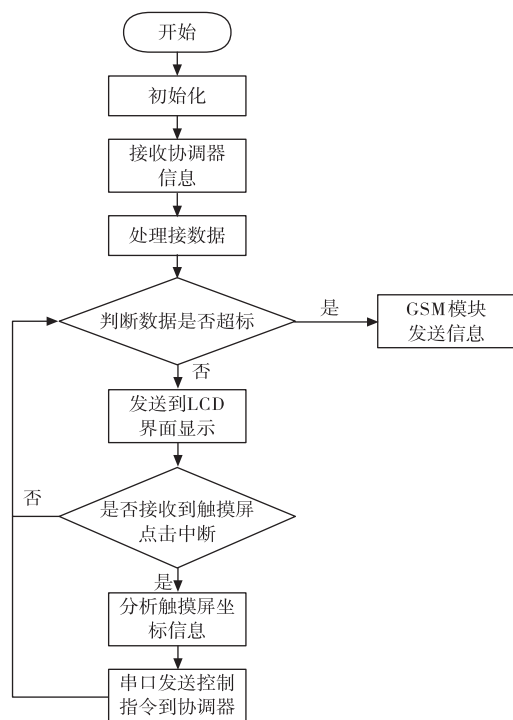


图10 ARM手持控制终端程序流程图

4 结 语

提出一种基于 ZigBee 的矿井安全监测系统解决方案,并设计实现了一套基于 ZigBee 的矿井安全监测系统。经系统测试验证,在矿井下可以

实现数据准确可靠稳定的传输,每个监测点的功耗只有 0.1W,远小于传统监测仪表平均 1W 的功耗,而且由于实现无线传输,布置监控点十分灵活。为当前的矿井安全监测提供了一种低成本新型的解决方法,使用 ZigBee 无线传感器网络解决了布线 and 管理的难点,降低了成本,实现了井下不同区域的数据实时采集及显示。随着 ZigBee 技术的发展,将在环境监测系统、智能交通系统、医疗护理、智能家居等领域中被广泛应用。

参考文献:

- [1] 杨立刚. 我国煤矿安全事故的原因分析[J]. 安全. 2008(10):5-7.
- [2] 张嘉怡,刘建文,伍川辉. ZigBee 技术在煤矿安全监测中的应用[J]. 中国测试技术,2008,34(4):122-125.
- [3] 王俊杰. 检测技术与仪表[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2010.
- [4] 孙弋. 基于 S3C2440 的嵌入式 Linux 开发实例[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2010.
- [5] 胡兴志,李学哲,杨兴波,等. 被动式煤矿井下环境安全监测系统设计[J]. 工矿自动化,2014,40(6):77-79.
- [6] 于金涛,韩轲,姜海涛,等. 基于 CC2430 的无线传感器网络系统节点设计[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2010,26(02):192-195.

(责任编辑 刘敏)

(上接第 511 页)

- [9] O'HAYRE R, NANU M, SCHOONMAN J, et al. The influence of TiO_2 particle size in $\text{TiO}_2/\text{CuInS}_2$ nanocomposite solar cells[J]. Advanced Functional Materials, 2006, 16: 1566-1576.
- [10] WANG J X, RUAN H, LI W J, et al. Highly efficient oxidation of gaseous benzene on novel $\text{Ag}_3\text{VO}_4/\text{TiO}_2$ nanocomposite photocatalysts under visible and simulated solar light irradiation[J]. The Journal of Physical Chemistry C, 2012, 116:13935-13943.
- [11] WANG S M, LI D, LSUN C, et al. Synthesis and characterization of $\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{Ag}_3\text{VO}_4$ composites with

significantly enhanced visible-light photocatalytic activity for triphenylmethane dye degradation[J]. Applied Catalysis B-Environmental, 2013, 144:885-892.

- [12] BISCHPFF B L, ANDERSON M A. Peptization process in the sol-gel preparation of porous anatase (TiO_2) [J]. Chemistry of Materials, 1995, 7: 1772-1778.
- [13] BRUNAUER S, DEMING L S, DEMIN W E. On a theory of the van der waals adsorption of gases [J]. Journal of the American Chemical Society, 1940, 62: 1723-1732.

(责任编辑 邹永红)