

文章编号:1671-251X(2014)02-0008-03

DOI:

黄剑波,朱宗玖,徐欢. 基于 ZigBee 的井下人员生理指标监测系统[J]. 工矿自动化,2014,40(2):8-10.

基于 ZigBee 的井下人员生理指标监测系统设计

黄剑波, 朱宗玖, 徐欢

(安徽理工大学 电气与信息工程学院, 安徽 淮南 232001)

摘要:针对传统的井下人员监测系统多用于井下人员的定位而无法实时获取井下人员生理指标的问题,设计了一种基于 ZigBee 的井下人员生理指标监测系统。该系统通过多个无线传感器采集井下人员生理指标,路由器接收传感器采集到的生理指标数据,并通过无线链路发送给网关;网关通过以太网接口将数据上传到地面监测中心,实现井下人员生理指标的实时监测。测试结果表明,该系统满足心率监测要求,进一步提高了煤矿安全管理水平。

关键词:井下人员;生理指标;ZigBee;传感器;JN5139

中图分类号:TD774

文献标志码:A

网络出版时间:

网络出版地址:

Design of physiological indexes monitoring system for underground personnel
based on ZigBee

HUANG Jianbo, ZHU Zongjiu, XU Huan

(School of Electrical and Information Engineering, Anhui University of Science and Technology,
Huainan 232001, China)

Abstract:In view of problem that traditional underground personnel monitoring system is usually used for underground personnel positioning and hard to obtain physiological indexes of underground personnel, a physiological indexes monitoring system for underground personnel based on ZigBee was designed. The system collects physiological indexes of underground personnel through multiple wireless sensors, router receives the physiological indexes data collected by the sensors, and sends it to gateway by wireless link. The gateway uploads it to ground monitoring center through Ethernet interface, so as to realize real-time monitoring of the physiological indexes of underground personnel. The test result shows that the system meets requirement of heart rate monitoring, and further improves management level of coal mine safety.

Key words:underground personnel; physiological indexes; ZigBee; sensor; JN5139

0 引言

井下人员的安全一直是煤矿安全生产的重点,而传统的监测系统更多的是用于井下人员定位。由于煤矿井下的特殊工作环境,对井下人员的生理指标进行实时监测,有利于及早发现问题。在矿难发生时,可以实时了解被困人员的生理状况,便于制定营救计划。鉴此,本文设计了一种基于 ZigBee 的井

下人员生理指标监测系统。该系统通过多个无线传感器采集人员生理指标,路由器收发生理指标信息,通过网关以有线的方式将信息上传到地面监测中心,由监测中心对数据进行分析,实现井下人员生理指标的实时监测。

1 ZigBee 简介

ZigBee 是一种新兴的短距离、低速率、低功耗

收稿日期:2013-10-09;修回日期:2013-12-19。

基金项目:安徽高校省级自然科学研究重点项目(KJ2011A088)。

作者简介:黄剑波(1990—),男,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为物联网技术,E-mail:378071697@qq.com。

无线网络技术,它是一种介于无线标志技术和蓝牙之间的技术提案。ZigBee 有 2.4 GHz、868 MHz、915 MHz 三个工作频段,速率分别为 250、20、40 kbit/s,不同的数据速率能为不同的应用提供较好的选择;信道接入方式采用 CSMA-CA,能有效减少帧的冲突;为抗干扰和多径衰落,ZigBee 在物理层采用直接序列扩频。

ZigBee 网络可以构成星状、树状和网状网络,每个网络都有唯一的一个协调器,具有对本网络的管理能力^[1]。根据巷道环境和井下人员分布情况,采用树状拓扑结构来满足设计要求。如图 1 所示,树状拓扑结构包括 1 个协调器,该协调器作为整个网络的中心,可以连接多个路由器和终端节点。路由器负责某一区域的通信,也可以连接多个路由器和终端节点。

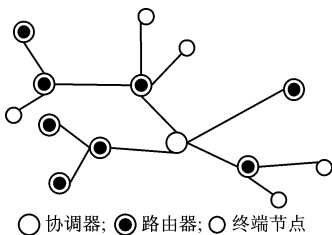


图 1 树状拓扑结构

2 系统总体设计

生理指标监测系统分为井上和井下 2 部分。井上部分由矿用网络交换机和以嵌入式平台为核心的地面监测中心组成。嵌入式平台采用 S3C2440A 微处理器,该微处理器片上资源丰富,有利于减少硬件电路设计的难度。井下部分由 ZigBee 节点组成,ZigBee 节点包括 ZigBee 网关、ZigBee 路由器和 ZigBee 终端传感器^[2]。矿用网络交换机与 ZigBee 网关通过有线方式连接。生理指标监测系统总体结构如图 2 所示。

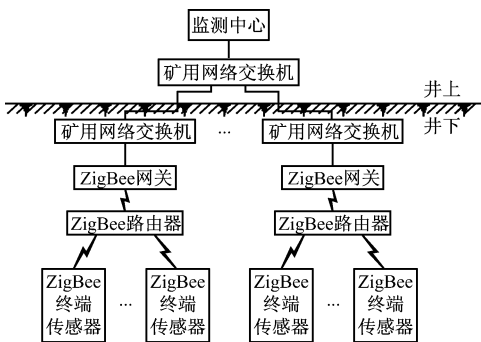


图 2 生理指标监测系统总体结构

2.1 系统硬件设计

生理指标监测系统的 ZigBee 模块选用 JN5139 模块。JN5139 模块基于 JN5139 无线微处理器,采用 ARM7 内核,具有低功率、低成本、完全兼容 IEEE 802.15.4 等特点。它集成了 32 bit RISC MCU 内核、高性能的 2.4 GHz IEEE 802.15.4 收发器、192 kB ROM 和 96 kB RAM。该模块提供了丰富的外围器件,可以满足不同的应用需求^[3]。

ZigBee 终端传感器由 JN5139 模块、电源模块、信号采集模块和信号处理模块组成,如图 3 所示。多种生理指标传感器放置于井下人员身上,负责实时采集井下人员的生理指标信息,如心率、血压、呼吸等,传感器对各种原始信号进行采集后,需要进行 AD 转换^[1],转换工作由信号处理模块完成。转换后得到的数字信号通过无线链路发送至 ZigBee 路由器。

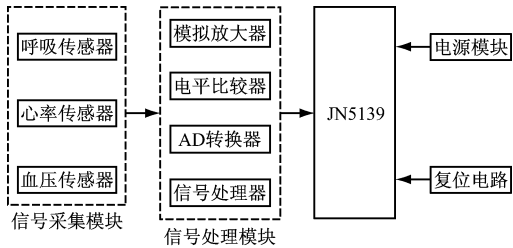


图 3 ZigBee 终端传感器结构

ZigBee 路由器由 JN5139 模块和电源模块组成,固定设置于巷道和开采工作区中,接收由 ZigBee 终端传感器采集到的井下人员生理指标数据,并将数据通过无线链路发送给 ZigBee 网关。

ZigBee 网关的硬件电路和 ZigBee 路由器类似,它在监测系统中属于网络协调者,所有的设备都与其通信。ZigBee 网关将 ZigBee 路由器发送来的生理指标数据通过以太网接口传送给嵌入式平台,嵌入式平台可以预先设置心率和血压的上下门限值。地面监测中心根据收集到的生理指标信息,可以对突发状况进行预警。

2.2 信号采集模块设计

呼吸信号采用阻抗法进行采集。人体的胸腔相当于一段容积导体,对于高频电流来说,电阻的变化主要取决于胸部阻抗。随着人体呼吸时胸腔内气体的变化,胸部阻抗亦随之变化。所以可以通过检测胸部电压的变化来反映阻抗的变化,从而间接反映出人体呼吸的情况。本系统中采用 GXF-4 型胸腹部呼吸运动波形传感器,该传感器具有灵敏度高、体积小、耗电低和适合于佩戴使用等特点。

心率信号的采集目前有多种方法,其中压电式

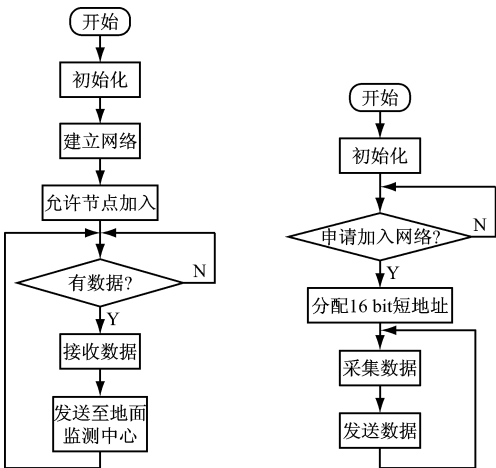
传感器以其测量方便的特点而被广泛使用。本系统中的心率传感器采用 PVDF 压电传感器,该传感器具有压电系数大、机械性能强度高、重量轻和动态范围广等优点。

血压信号的采集通过压力式传感器来完成。压力式传感器测量血压的原理和方法是把袖带绑在上手臂部位,给袖带充气到一定压力时完全压迫动脉血管并阻断血流,然后随着袖带压力的缓慢减低,动脉血管将呈现阻闭—渐开—全开的过程,在此减压过程中动脉血管壁的搏动将导致袖带内气体产生振荡信号,理论和实验均证明该振荡信号与收缩压、舒张压、平均压存在确定的对应关系。通过对该振荡信号的采集和处理可以精确得出人体的血压指标。

在各种信号采集传感器的协同使用时,可以将多种传感器内置于特制的背心内。井下人员将该背心穿戴于身上,背心中的传感器将自动根据设定对生理指标进行实时采集和监测,不仅便于操作,而且避免了井下人员穿戴过多设备的弊端。

2.3 系统软件设计

井下人员的生理指标数据通过 ZigBee 终端传感器采集,采集的数据通过 ZigBee 路由器和 ZigBee 网关传送至地面监测中心。井下人员佩戴的 ZigBee 终端传感器拥有一个 64 bit 的 IEEE 地址,也可以用 16 bit 短地址来减小数据包的大小。在发生矿难时很容易根据 ZigBee 网关最后记录找到井下人员的具体位置,便于营救。ZigBee 网关负责完成网络的建立、接收传感器发送过来的数据等功能。ZigBee 网关和 ZigBee 终端传感器程序流程如图 4 所示。



(a) ZigBee 网关 (b) ZigBee 终端传感器
图 4 ZigBee 网关和 ZigBee 终端传感器程序流程

地面监测中心的软件设计需要完成对数据的处理,主要是对收集到的生理指标信息与预先设置的门限值进行比较,并决定是否报警;通过历史查询功能可以在矿难发生时通过查询得知意外发生时各个终端的位置和井下人员当时的身体状况,便于制定营救措施。

3 测试结果

心率是生理监测中非常重要的指标之一。对于成年人来说,当每分钟的心率低于 50 次时称为心跳过缓,高于 160 次称为心跳过速^[4]。本文主要测试了系统的心率监测功能。在实验室中将心率传感器的 2 个感应接头分别平放于手心上,每 10 s 进行一次心率采集,为时 2 min。心率监测结果见表 1。5 次实验的误差均小于生理指标监测系统的规定最大误差(0.1%),满足心率监测的要求。

表 1 心率监测结果

心率/次	测试时间/min	测试结果/次	相对误差/%
70	2	69	0.014
64	2	67	0.047
78	2	77	0.013
81	2	81	0
63	2	61	0.032

4 结语

针对井下人员不断移动而造成实时监测困难的问题,设计了一种基于 ZigBee 的井下人员生理指标监测系统。一旦井下发生事故,该系统可以根据网关的最后记录得知各个终端的具体位置以及佩戴者当时的身体状况,为地面人员制定营救计划提供了很好的依据,进一步提高了煤矿安全生产水平。

参考文献:

[1] 李文仲,段朝玉. ZigBee2006 无线网络与无线定位实战[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.

[2] 宋先明,温良,王红尧,等. 煤矿井下应急救援无线生命体征监测系统[J]. 煤炭科学技术,2012,40(6): 86-88.

[3] Jennic 公司. Jennic JN5139 ZigBee 解决方案[J]. 世界电子元器件,2008(9):45.

[4] 廉小亲,金亮. 基于脉搏传感器的家用智能心率监控系统[J]. 东南大学学报:自然科学版,2005,35(增刊 2): 245-247.