

doi:10.13301/j.cnki.ct.2017.06.106

基于 WiFi 通信的矿井监测无线传感器网络研究

江月新, 黄云龙, 余建军
(衢州职业技术学院, 浙江 衢州 324000)

摘 要: 针对现有矿井监测系统中无线传感器网络部署复杂、传输速率低、难以接入等问题, 设计了一种基于 WiFi 通信的无线传感器网络矿井监测系统。该系统基于 STM32 芯片和 WiFi 芯片搭建矿井监测的硬件平台, 利用 802.11 协议实现传感器节点的 WiFi 自组网通信, 通过路由器节点汇聚传感器节点的测量参数并进行转发, 最终传输至监测中心实现矿井监测。

关键词: 无线传感器网络; 矿井监测系统; 监测中心

中图分类号: TN926 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008 - 8725(2017)06 - 0278 - 03

Research on Mine Monitoring Wireless Sensor Network Based on WiFi Communication

JIANG Yue-xin, HUANG Yun-long, YU Jian-jun
(Quzhou College of Technology, Quzhou 324000, China)

Abstract: Aiming at the problems of low data-rate, complex deployment, access difficulties and other issues on the traditional mine information monitoring system (MIMS), a new MIMS based on WiFi wireless sensor networks is designed. The hardware platform of MIMS is constructed based on STM32 and WiFi chips, it uses 802.11 protocols to realize the WiFi communication between wireless sensors, and aggregates and forwards the wireless data with the help of the router nodes, ultimately transmitted those packets to the remote monitoring center.

Key words: wireless sensor network; mine information monitoring system; monitoring center

0 引言

当前, 以 ZigBee、蓝牙、GPRS 为代表的无线通信技术迅速应用于无线传感器网络, 实现覆盖范围内的无线环境监测与信息采集。随着 WiFi 技术和标准的广泛推广, 基于 WiFi 技术构建的无线传感器网络无疑更加方便易用, 特别适用于矿井环境监测的应用环境。基于此, 本文设计了基于 WiFi 无线传感器网络的矿井监测系统。该系统主要有三方面的优势: (1) WiFi 传输速率高, 便于实现矿井温度、湿度、音频甚至监测视频等多种参数的快速采集和转发; (2) 无线路由器节点能够基于 802.11 协议实现快速自组网, 协调传感器节点通信, 汇聚无线监测数据并路由转发。该系统充分利用了 WiFi 通信组网能力强、成本低、速率高等优点, 能够实时全面地掌握矿井内的温湿度变化, 实现地下矿井环境下的远程、实时、自动的组网测量, 确保煤矿生产的安全和稳定。

1 系统总体结构

矿井监测系统首要任务是实现地下矿井温度和湿度数据的精准采集, 为煤矿开采和安全生产提供依据, 其核心是部署在矿井内部的基于 WiFi 通信的无线传感器网络。考虑到煤矿的实际构建和开采需要, 可能包含多个矿井, 且不同矿井间隔较远, 矿井监测系统设计为图 1 所示的树形结构。

系统中, 传感器节点采集矿井环境参数, 并向路由节点发送; 路由节点汇聚覆盖范围内的矿井环境数据, 通过网关与监测中心相连, 实现矿井参数的无

线路由和转发。同时, 路由器节点对覆盖范围的传感器节点进行组网和节点管理。网关节点负责收集和所有的矿井数据和信息, 并转发至远程的监测中心。监测中心作为终端系统, 对获取的矿井参数进行汇聚和处理, 以实现远程对矿井环境的远程监控。

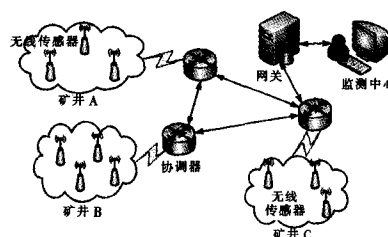


图 1 基于 WiFi 的矿井监测系统总体结构

2 传感器节点硬件设计

矿井监测系统传感器节点是系统功能实现的基础, 在完成矿井参数采集的同时, 还要完成同一矿井内无线传感器节点的自组网, 并成功地发送和接收数据信息。除了传感器节点本身对参数采集、功耗等指标的要求, 矿井监测系统对使用环境、数据传输的距离和速率的需求, 都需要在传感器节点硬件设计中加以考虑。

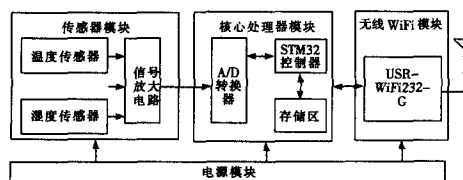


图 2 传感器节点硬件结构框图

综合考虑矿井监测系统的功能、扩展能力及成本等因素,本文提出了基于WiFi通信的无线传感器设计方案,其结构如图2所示。其中:微处理器模块是终端节点信息处理和控制核心;WiFi模块是终端节点与路由节点传输数据的通道,采用802.11的无线协议进行通信;在传感器模块中,温度信号由温度传感器采集,湿度信号由湿度传感器采集,信号放大模块电路为传感器提供工作电压并对其输出电压进行放大;电源模块为系统供电。

微控制器模块采用STM32系列的STM32F1-03VET6。STM32是美国ARM公司设计的一款基于Cortex-M3内核的高性能、低成本、低功耗的处理器。STM32处理器系统主要包括系统复位电路、时钟电路、电源电路等。这里采用LM2576将5V转换为3.3V,而利用AMS1117-2.5将5V转换为2.5V。

根据矿井监测系统的设计要求,WiFi通信模块采用USR-WiFi232-G芯片。该芯片集成了WiFi通信所需的所有功能模块,工作在2.412~2.484GHz频段内,可外置天线。正常情况下,该芯片支持的WiFi通信距离可达150m;当外置天线时,WiFi通信距离可扩展到400m。在温湿度传感器模块方面,系统选择AM2303芯片。相比普通的温湿度传感器,AM2303芯片的温度和湿度的测量范围完全能够满足矿井监测的需求。

3 矿井监测系统设计

3.1 基于WiFi的无线传感网络设计

传感器节点软件采用了常用的C语言的硬件开发平台编程开发,并采用了模块化设计,包括网络初始化、矿井参数采集、数据转发与休眠等模块。由于路由器节点不采集矿井参数,且可供选成品类型丰富多样。因此,这里主要关注传感器节点的软件设计。

数据采集之前,传感器节点需要进行初始化,启动STM32的时钟配置和中断配置,以及SPI、AD和DMA等外配置。初始化后,启动外接传感器进行矿井参数采集,并通过WiFi通信模块与路由器节点建立连接,并进行数据传输。为降低功耗,设计采用了DMA通道,A/D转换后的数据直接通过DMA通道传输到SPI的发送数据寄存器中,进而保存在SD卡中,CPU可处于睡眠模式。当全部无线矿井参数传输结束后,断开Socket连接,重新启动AD和DMA等外设,CPU再次进入睡眠模式。

WiFi232芯片能够支持2种无线组网方式,(1)当作其他传感器节点的无线接入点(AP)接入WiFi网络;(2)作为普通的无线节点(STA)接入WiFi网络。对于传感器节点,主要以STA的方式接入无线路由器节点,实现网络覆盖和数据传输;对

于路由器节点,则是利用WiFi232芯片的AP组网功能,对覆盖范围内的传感器节点进行组网管理和数据转发。值得注意的是,WiFi232芯片还支持AP+STA的复合模式。即对同一个无线传感器节点,AP和STA可一并开放。一方面,传感器节点的STA接口能够通过WiFi协议接入其所在的无线传感器网络;另一方面,该节点也可以开通AP接口,使得传感器节点可以通过邻近的AP转发实现更大范围的监测覆盖和数据传输。因此,多种方式并存的无线组网模式为传感器网络部署和组网提供了更有力的支持。

3.2 监测中心软件设计

监测中心软件负责实现监测系统的参数设置、实时监测等核心功能,访问传感器采集的矿井参数,并对相应数据进行处理和显示。软件采用B/S结构,基于.NET Framework平台进行设计和开发,在Visual Studio 2013环境中编写。

由于系统采用WiFi通信并接入Internet,非常便于用户通过手机或各种智能终端接入监测中心,随时随地监测矿井下的温度、湿度等情况。基于B/S模式,用户可使用浏览器随时接入监测中心,通过监测系统的用户终端界面实时地查看各个矿井的各项环境参数,并基于该矿井监测系统对矿井安全进行评估,实时管理和维护煤矿生产。

4 系统试验

系统的实地试验安排在郑州市某处废弃的地下坑道中进行。该处内包含有2个连通的坑道,每个坑道作为1个矿井,在每处矿井部署4个无线传感器节点。2个矿井中的8个传感器节点和其所在的路由器节点构成了全覆盖的WiFi自组网。矿井中温度、湿度传感器的采样间隔设定45min。

为了验证系统性能,从2016年4月10日至2016年5月10日期间,连续记录8个传感器节点在30d内的温度、湿度测量值和数据包发送数,并人工测量相同时刻各个矿井的实际温度和湿度,记录监测中心收到的对应传感器节点的数据包数。

统计30d内监测中心软件记录的矿井监测信息,并基于30d的矿井参数,比较某矿井内温度人工测量值与监测中心收到测量值,分析并统计矿井监测系统的温湿度采集误差和数据包传输率,发现:平均温度误差小于 $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$,湿度平均测量误差小于7.3%,数据包平均传输成功率达到了94.2%。这3项指标说明该系统能够精确地采集和传输矿井环境参数,便于实时地掌握矿井的环境参数。

5 结语

相比传统的无线传感器网络,本文设计的矿井监测系统采用了成熟开放的WiFi通信技术,具有

doi:10.13301/j.cnki.ct.2017.06.107

刨煤机动力采煤装置设计研究

乔红兵, 何成亮, 陈 振, 林 尚, 白 宇, 张 龔

(中国矿业大学(北京) 机电与信息工程学院, 北京 100083)

摘 要: 采用了电机牵引控制刨头, 并根据生产动力需求选择不同的调速方法。设计利用了空回状态的刨链作为动力提供装置, 并使用变速机构, 对刨刀盘获得的动力进行计算, 使刨刀能够在静力采煤的同时能够以旋转的方式落煤。

关键词: 刨煤机; 齿条—齿轮机构; 变速机构

中图分类号: TD421.62 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-8725(2017)06-0280-03

Study on Design of Coal Mining Equipment with Coal Plow

QIAO Hong-bing, HE Cheng-liang, CHEN Zhen, LIN Shang, BAI Yu, ZHANG Yan

(College of Mechanical Electrical and Information Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Adopted motor traction control plow head, and choose different speed control methods according to production power demand. Designed using the plow returned-empty state chain as a power device, and used of variable speed institutions, made power calculation of cutter disk access to make the cutter can be able to rotate at the same time in the static of mining coal.

Key words: coal plow; rack-pinion mechanism; speed change mechanism

0 引言

刨煤机作为一种以静力刨煤方式、往复破煤, 集落煤、装煤及运煤于一体的采煤机械, 特别适合于开采薄煤层和中厚煤层。针对我国薄煤层分布广泛的特点, 刨煤机对我国煤炭开采业具有十分重要的意义。

1 刨煤机应用现状分析

刨煤机作为我国薄煤层的主要开采工具, 按照其落煤的方式不同, 可分为静力刨煤机和动力刨煤机。现阶段使用的刨煤机, 包括从国外引进以及自主研制, 已经运用到薄煤层和中厚煤层的开采当中, 但是采煤效果不太理想。静力刨煤机相对于滚筒采煤机具有结构简单, 没有复杂的电液控制系统, 使用维修方便。其具有随时刨煤, 随时推进, 实

现了连续采煤, 块煤率高等优点。

但是由于刨头没有动力, 不能像滚筒采煤机截割部利用螺旋叶片进行铣削式落煤。因此, 为了使刨煤机适用于更广的煤层赋存环境, 提高刨煤机的生产效率。本文结合滚筒采煤机和现有刨煤机的优点设计一种能为刨头提供动力的新型刨煤机。

2 刨头动力装置设计

2.1 电机牵引控制刨头

机电系统的一般组成如图1所示。

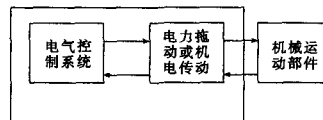


图1 机电传动系统组成

机电传动控制能实现电能到机械能的转换以

组网灵活、技术成熟度高、传输速率高、易于访问等优势。该系统通过传感器节点获取矿井温度、湿度参数, 基于广泛应用的802.11协议完成组网和矿井参数收发, 然后由WiFi路由节点将无线信息转发至终端系统。监测中心软件采用B/S结构, 仅把智能终端接入Internet, 即可通过浏览器随时随地监测矿井, 实现矿井环境的实时在线监测。试验结果表明: 该系统的数据包传输正确率94.2%, 温湿度采集误差都控制在允许范围内, 能够实现准确、可靠地监测矿井环境。

参考文献:

- [1] 杨艳国, 王祎, 周新雨, 等. 基于无线传感器的矿井通风测试系统及软件开发[J]. 金属矿山, 2015, 44(5): 149-152.
- [2] 徐淑英. 基于物联网技术的智能粮仓监控管理系统应用研究[J].

物流工程与管理, 2016, 38(3): 117-119, 110.

- [3] 余修武. 矿井安全智能监测无线传感器网络关键技术研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2013.
- [4] 曲春燕. 基于ZigBee无线网络的粮库粮情监控系统的研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2015.
- [5] 于婷. 多小区蜂窝网中D2D通信资源分配方法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.
- [6] 史丽娟, 包亚萍, 田峰. 基于GPRS和ZigBee的矿井无线监测系统的设计[J]. 煤炭技术, 2010, 29(3): 43-46.
- [7] 陈松, 荣军, 彭佳豪, 等. 粮库检测系统的网络设计[J]. 计算技术与自动化, 2015, 34(4): 122-125.
- [8] 钱志鸿, 王义君. 面向物联网的无线传感器网络综述[J]. 电子与信息学报, 2013, 35(1): 215-227.

作者简介: 江月新(1969-), 浙江衢州人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电气及自动化研究, 电子信箱: jiangyuxin1969@21cn.com.

责任编辑: 李富文 收稿日期: 2017-01-20