

文章编号:1671-251X(2015)12-0009-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.12.003
黄丹群. 井下液压支架压力在线监测系统设计[J]. 工矿自动化, 2015, 41(12): 9-11.

井下液压支架压力在线监测系统设计

黄丹群^{1,2}

- (1. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015;
2. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘要:针对现有煤矿井下液压支架压力监测系统存在布线困难、组网规模小、传输距离短等问题,采用 WaveMesh 无线自组网技术,设计了一种井下液压支架压力在线监测系统。该系统通过无线压力传感器采集液压支架的压力数据,压力数据以无线方式传送给无线监测分站,并由无线监测分站通过 RS485 总线与光纤环网相连上传至地面监测主机。实际应用表明,该系统运行稳定、可靠,可实时、精确监测井下液压支架的压力变化。

关键词:液压支架; 压力监测; 无线自组网; WaveMesh; 无线压力传感器

中图分类号:TD322/655.3 文献标志码:A 网络出版时间:2015-12-04 15:34
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20151204.1534.003.html>

Design of online pressure monitoring system of underground hydraulic support

HUANG Danqun^{1,2}

- (1. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China;
2. Tiandi(Changzhou)Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: For problems of complex wiring, small network scale and short transmission distance of existing pressure monitoring system of coal mine underground hydraulic support, an online pressure monitoring system of underground hydraulic support was designed by use of WaveMesh wireless ad hoc network technology. The system collects pressure data of hydraulic support through wireless pressure sensor. Wireless monitoring substation receives the pressure data wirelessly and sends it to ground monitoring host through RS485 bus and optical fiber ring network. The application shows that the system runs stably and reliably, which can realize real-time and accurate monitoring of underground hydraulic support pressure.

Key words: hydraulic support; pressure monitoring; wireless ad hoc network; WaveMesh; wireless pressure sensor

0 引言

随着煤炭开采不断向深处进行,综采工作面所受地压越来越大,对井下液压支架压力的监测显得尤为重要^[1]。目前的井下液压支架压力监测系统主要采用有线组网的方式,有线传感器将采集的数据通过矿用电缆传输给监测分站,监测分站再将数据

上传给上位机^[2]。但综采工作面环境十分恶劣,液压支架下的空间狭小,系统布线和维护不便,且回采过程中线缆容易被岩石砸断,影响压力数据的监测。现在也有部分使用无线方式的液压支架压力监测系统,但受无线传输能力的限制,系统的组网规模往往较小,数据上传的及时性和网络的稳定性也有很大不足^[3-4]。因此,本文设计了一种基于 WaveMesh

收稿日期:2015-09-18;修回日期:2015-11-13;责任编辑:盛男。

基金项目:中国煤炭科工集团有限公司科技创新基金面上项目(2014MS027)。

作者简介:黄丹群(1978—),男,湖北浠水人,工程师,主要从事矿山工业控制相关方面的研究工作,E-mail:hdq98@126.com。

无线自组网技术的井下液压支架压力在线监测系统,该系统利用无线压力传感器对液压支架受力状况进行精确测量,测量数据通过无线压力传感器和无线监测分站组成的底层无线通信网络汇集到无线监测分站,再经光纤环网上传至地面监测主机,实现对井下液压支架压力的在线监测。

1 系统工作原理

1.1 系统组成

井下液压支架压力在线监测系统分为井上和井下两部分,由监测主机、上位机软件、矿用隔爆兼本质安全型交换机、数据光端机、无线监测分站、本质安全型电源和无线压力传感器等组成,如图 1 所示。井下的无线压力传感器可实时采集并显示 3 路压力数据,各传感器之间可进行数据传输,也可通过动态路由算法选择最合适的数据传输路径将数据汇集到无线监测分站,无线监测分站通过 RS485 总线与光纤环网相连,并将数据上传到地面监测主机。系统在上位机软件的支持下,最终实现对井下采集数据进行显示、统计、分析、查询、打印和网络传输等功能。

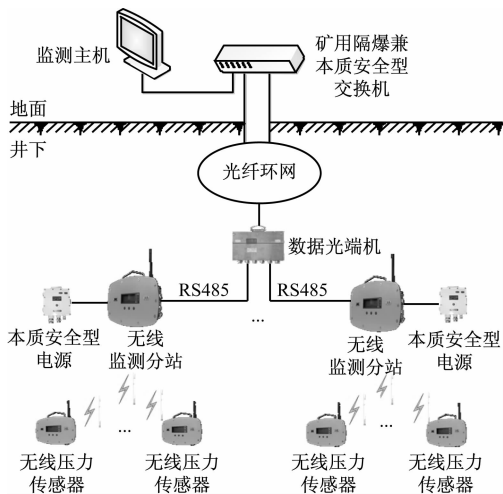


图 1 井下液压支架压力在线监测系统组成

1.2 系统通信模式

为提高系统数据传输效率、组网灵活性和可靠性,无线监测分站与光纤环网之间采用 RS485 总线传输数据,无线监测分站和无线压力传感器之间使用 WaveMesh 无线自组网技术传输数据。WaveMesh 无线自组网技术采用多径路由协议并使用跳频机制,可有效克服外来无线干扰。无线压力传感器具有自动组建和维护网络功能,传感器可随时加入、离开网络,当系统中部分传感器瘫痪时,剩余网络仍能正常工作^[5-6]。同时无线压力传感器在原路由仍能工作时主动发现新的路由,保证在任

意时刻都能采用最优路由通信。单个无线压力传感器的最大传输距离为 100 m,支持 255 级中继路由,大大延长了无线通信距离。当不需要无线数据通信时,无线网络处于休眠状态,功耗极低,节约了无线压力传感器的电池电量。

2 无线压力传感器硬件设计

无线压力传感器对液压支架的压力状态进行感知和采集,是整个系统设计的关键。

无线压力传感器主要由单片机电路、压力信号采集电路、供电电路、供电电路、按键电路、液晶显示电路和存储电路组成,如图 2 所示。压力信号采集电路对液压支架压力进行采集并转换为模拟电压信号,信号经放大、滤波后送至单片机电路进行处理,处理后的数据在液晶屏上显示并存至存储电路,同时通过无线通信电路进行传输。按键、液晶显示和存储等电路可实现无线压力传感器参数的设定,如压力标校、传感器地址和无线网络的 ID、发射功率、通信速率等参数的设定。

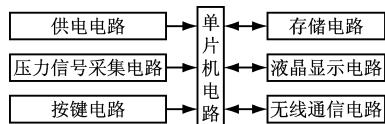


图 2 无线压力传感器硬件结构

2.1 单片机电路

单片机电路以基于增强版 Cortex-M0+内核的高集成、超低功耗 32 位单片机 MKL25Z128 为核心。MKL25Z128 的 PTC4—PTC11 引脚负责控制液晶屏的显示;PTD4—PTD6 引脚配置为按键输入接口,与液晶屏配合使用对传感器参数进行设置;PTC1,PTC2 引脚配置为 IIC 通信接口,用于存储和读取传感器状态信息;PTE0,PTE1 引脚配置为 TXD,RXD 通信接口,用于接收采集的压力数据;PTA0,PTA3 引脚配置为调试接口,用于在线 Debug 调试,擦除或下载单片机程序。

2.2 压力信号采集电路

压力信号采集电路由压力探头、模数转换器 AD7706 和高精度基准电压芯片 LM285-1.2 组成,如图 3 所示。LM285-1.2 为精密带隙基准电压源,为压力信号的采集提供较高参考精度。3 路压力探头通过高压油管与支架的液压回路相连,液压回路的液体介质作用到压力探头上产生应变,压力探头利用应变原理将压力信号转换成电压信号输入至 AD7706。通过对 AD7706 的 PGA 编程控制,实现

对不同幅度输入信号的1~128倍放大,放大后的信号通过SPI总线串行输入至单片机。

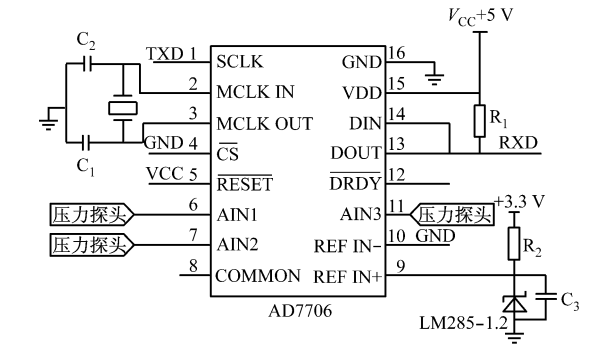


图3 压力信号采集电路

2.3 无线通信电路

无线通信电路选用微功率、低功耗无线组网模块BM200N设计。BM200N接口电路如图4所示。BM200N内嵌无线移动自组网协议WaveMesh,工作在433 MHz频段,RF调制方式为GFSK,拥有1个基本信道和1~16个辅助信道(跳频),信道频点和数量可配置。BM200N的ACT引脚应用在低功耗场合,用于唤醒外设的信号,其高电平有效;SET引脚用于配置模式选择,高电平进入正常工作模式,低电平进入配置模式;TXD,RXD引脚用于无线数据的收发;RESET引脚为模块复位引脚,其低电平有效。

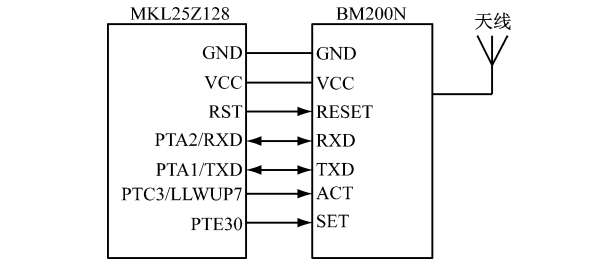


图4 BM200N接口电路

3 无线压力传感器软件设计

无线压力传感器软件使用keil4设计,采用模块化结构编程,主要包括主程序、数据采集、按键输入、液晶显示和无线通信等模块。无线压力传感器主程序流程如图5所示。上电后,先进行初始化,主要完成I/O口、UART、定时器和参数等初始化。无线压力传感器使用电池供电,为了减小电池损耗,更大程度上增加电池使用时间,初始化结束后传感器即进入休眠状态,传感器可通过内部定时器、外部按键和无线触发3种方式唤醒单片机;定时器设置计时

标志,唤醒单片机进行定时采样,采样结束后退出并清除标志;通过按键配置传感器参数,对压力数据进行标校等操作,重要参数均存在外部存储器,避免再次更新程序时丢失重要参数;监测分站与传感器的无线通信采用群呼方式,监测分站先向全网进行帧群发,各传感器收到命令后触发中断,将自身数据发送至监测分站。

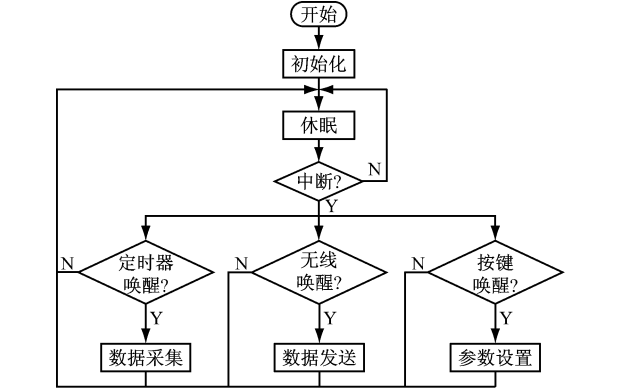


图5 无线压力传感器主程序流程

4 结语

给出了一种井下液压支架压力在线监测系统的设计方案,详细介绍了系统组成、无线自组网通信模式和无线压力传感器的软硬件设计。该系统在威信云投粤电扎西能源有限公司观音山煤矿进行了长时间运行,可实现对井下液压支架压力的在线监测,减少了工作面的繁琐布线,同时加大了无线组网规模,延长了数据无线传输距离,提升了无线网络的稳定性和数据的抗干扰能力。

参考文献:

[1] 田成金,魏文艳,朱小林. 基于SAC型液压支架电液控制系统的跟机自动化技术研究[J]. 煤矿开采,2012,17(2):46-50.

[2] 孟庆勇. 煤矿掘进巷道围岩压力在线监测预警系统[J]. 工矿自动化,2015,41(8):6-9.

[3] 吴耀明,娄华平,张国良. 基于CC2530的矿用无线顶板压力传感器的设计[J]. 工矿自动化,2012,38(12):77-79.

[4] 韩涛,黄友锐,曲立国. 矿井通风机无线监控系统设计[J]. 工矿自动化,2014,40(4):81-83.

[5] 王璐,周中阔,韩忠. 基于CAN总线的煤矿液压支架压力监测系统设计[J]. 煤炭技术,2012,31(1):43-44.

[6] 李学哲,胡兴志,封孝辉,等. 基于ZigBee的煤矿巷道压力监测系统设计[J]. 工矿自动化,2014,40(4):19-22.