

智慧矿山安全生产监控系统设计

Design of Safe Production Monitoring System for Smart Mine

孙常军, 安文, 郑洪涛, 魏民, 李小雷 (新汶矿业集团有限责任公司, 山东 新泰 271200)

摘要:为了提高矿井安全生产监控系统可靠性以及监控效率,基于CAN总线设计一种安全监控系统,并详细对监控系统结构组成、硬件及软件结构进行设计。设计的监控系统可实现对井下环境中有害气体成分、机电设备运行情况等进行监测,同时具备自动报警功能,当发现监测结果存在异常时井下智能节点以及地面监控中心均会自动发出预警信息,从而在一定程度上提升矿井安全保障能力。

关键词:安全监控; CAN总线; 智能节点; 传感器; 安全预警

中图分类号: TD76 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-609X(2021)05-0084-03

Abstract:To enhance the reliability and efficiency of safe production monitoring system of mines, a safety monitoring system is designed based on CAN bus, and its composition, hardware and software are all designed in detail. This designed monitoring system can monitor the composition of harmful gas and operation of mechanical and electrical equipment underground, and has the function of automatic alarm. When monitoring results are abnormal, underground intelligent nodes and surface monitoring center will automatically send out early warning information, improving the safety guarantee capability of mines to a certain degree.

Key words:safety monitoring; CAN bus; intelligent nodes; sensors; early safety warning

1 前言

矿井安全生产监控系统主要对井下环境参数、机电设备运行状况(局部通风机、水泵、主要通风机等设备启停、转速等)进行实时监测,当监测到有异常问题时会发出预警信息甚至切断供电,从而确保井下生产安全^[1-3]。安全生产监控系统分地面、井下两个部分,井下部分运行存在监控点数量多、测量数据大、传输距离远等特点,同时工作环境十分恶劣,从而对监控系统运行可靠性以及实时性有较高要求^[4-5]。为了提高安全监控系统可靠性,本文基于工业以太网以及CAN总线构建一种矿井安全生产监控系统,该系统主干传输网络由工业以太网构成,现场控制可通过CAN总线或者以太网实现,充分利用工业以太网、现场总线在控制、通信方面优势,来为矿井安全生产服务。

2 安全监控系统结构框架

根据矿井现场需要,设计的安全生产监控系统结构如图1所示。系统结构包括地面安全监控系统、通信介质、井下现场智能节点、CAN接口卡等。地面安全监控系统结构包括有监控中心监测系统、地面远程监控系统等;井下现场智能节点是安全监控系统的重要组成部分,主要用以监测数据的采集、处理以及传输,主要结构为CAN控制器以及单片机;通信介质为双绞线,传输距离达10 km。

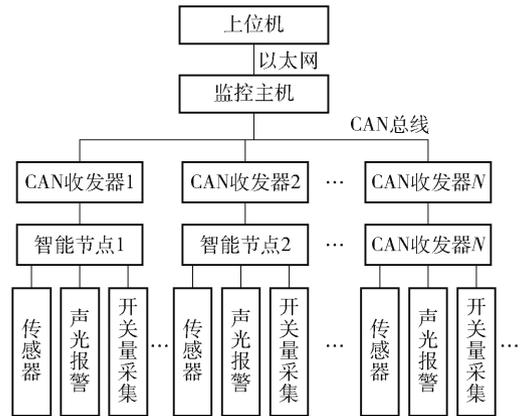


图1 安全生产监控系统结构

井下布置的智能节点接收各类安全传感器(粉尘、瓦斯、温度等)监测数据,对监测数据进行处理后就地显示,超过设定阈值时会发出预警信息^[6]。

[作者简介] 孙常军(1971-),男,山东乳山人,研究生,高级工程师,从事矿业工程方向研究。

[基金项目] 山东省重大科技创新工程项目“面向城市治理的人工智能视频分析和决策平台”(项目编号:2019JZZY010121)

[引用格式] 孙常军,安文,郑洪涛,等. 智慧矿山安全生产监控系统设计[J]. 中国矿山工程,2021,50(5):84-86.

同时监测数据由智能节点收发电路通过 CAN 总线传输给地面监控室监控 PC。监控 PC 对监测数据进行处理分析,同时通过 CAN 总线传输给监控中心,从而实现矿井安全监控以及监测数据共享。

3 安全监控系统硬件结构

3.1 监控数据采集系统设计

监控数据采集系统结构如图 2 所示,数据采集、显示等均通过智能节点实现,智能节点由外围模拟电路、数字量采集电路、AT89C15 单片机等构成。AT89C15 单片机对现场布置的各类传感器模拟量、开关量等信号进行采集,处理后的监控数据分两路分别传输给智能节点液晶显示屏、井口数据收发器(CAN 总线传输)^[7-8]。当发生紧急情况时,如瓦斯浓度超标、电机温度异常等,可通过控制输出切断设备供电。

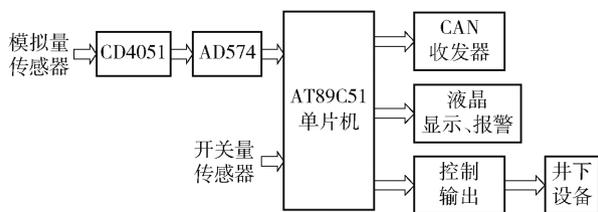


图2 监控数据采集系统结构

3.2 安全监测传感器类型

传感器是实现井下各类设备运行状况、井下环境参数监测的关键,根据矿井生产需要,布置的安全传感器类型、参数分别为:

(1)甲烷传感器。设备型号为 JWC-1,对井下回风巷道、综采工作面以及掘进工作面等位置对瓦斯浓度进行实时监测。具体监测参数:瓦斯浓度测量范围 0% ~ 4%;输出信号 1 ~ 5 mA;响应时间 ≤ 30 s。

(2)局部通风风筒风量开关传感器。设备型号为 GFD6,该传感器无需供电即可对局部通风机风筒内风量进行监测。主要监测参数:接触电阻 $\leq 1 \Omega$;信号传输距离 ≥ 2 km;输出信号类型为无源开关量信号。

(3)一氧化碳传感器。选用的传感器型号为 KGA3,实时监测采面、巷道等位置 CO 浓度。主要监测参数为:测量范围 $0 \sim 1\ 000 \times 10^{-6}$;响应时间 ≤ 35 s;输出频率 200 ~ 1 000 Hz。

(4)温度传感器。选用的传感器型号为 KGW5,可对井下温度进行实时监测。主要监测参数:测量范围 $0 \sim 100$ °C;输出电流 1 ~ 5 mA。

(5)负压传感器。选用的传感器型号为 KGY4,布置在巷道风门闭门、风井等位置,对通风负压进行连续监测。主要监测参数:测量范围 0 ~ 5 kPa;输出信号 1 ~ 5 Ma。

(6)烟雾传感器。布置的烟雾传感器型号为 GQQ0.1,布置在井下用以对供电电缆发热、机械摩擦以及煤层自燃等引起的烟雾进行监测。主要监测参数:输出信号开关量 0/5 mA;响应时间 < 60 s。

(7)机电设备开停传感器。选用的传感器型号为 GKT18,用以监测供电电流在 5 A 以上的各类交流驱动电机运行情况。主要监测参数:输出信号:开关量 0/5 mA;设备电流 ≥ 5 A。

(8)水位传感器。选用的水位传感器型号为 KGU9,对中央水仓内水位深度进行实时监测,主要监测参数:水位深度 0 ~ 10 m;输出信号 1 ~ 5 mA;分辨率 0.01 m。

在井下布置的各类传感器、供电电源均为本安型。在采掘作业面以及其他巷道、硐室内布置的传感器位置、类型等均应满足《煤矿安全规程》相关规定。

3.3 CAN 总线收发器设计

智能节点与上位机、CAN 总线上其他节点间连接方式为 CAN 接口电路-CAN 总线收发器。收发器电路由 SJA1000(CAN 通信控制器)、AT89C51(微控制器)、PCA82C250(总线驱动器)、6N137(光电耦合器)等构成,具体结构如图 3 所示。控制器中微控制器 AT89C51 为收发器核心,负责 SJA1000 初始化,数据的接收、传输。PCA82C250 是 CAN 总线与 SJA1000 间通信接口,主要起到驱动发送、差动发送及接收等功能。

3.4 CAN 接口卡

CAN 总线与监控 PC 机间连接采用 CAN 接口卡,其中 PC 机用于对整个监控系统的监控、调度,并向各个节点发出控制指令、接收节点信息。CAN 接口卡将 CAN 总线上接收到的信息转换成符合 USB 通信协议的信息,从而为 PC 机内置的应用软件提供支持。

4 智能节点软件设计

在井下布置的智能节点主要是获取传、计算以及处理传感器获取到的监测数据,并显示传感器监测结果,当发现监测值超过设定阈值时发出报警信息;接收来自于监控 PC 参数信息,并将该阶段获取到的实时参数、报警信息实时传输给监控 PC。

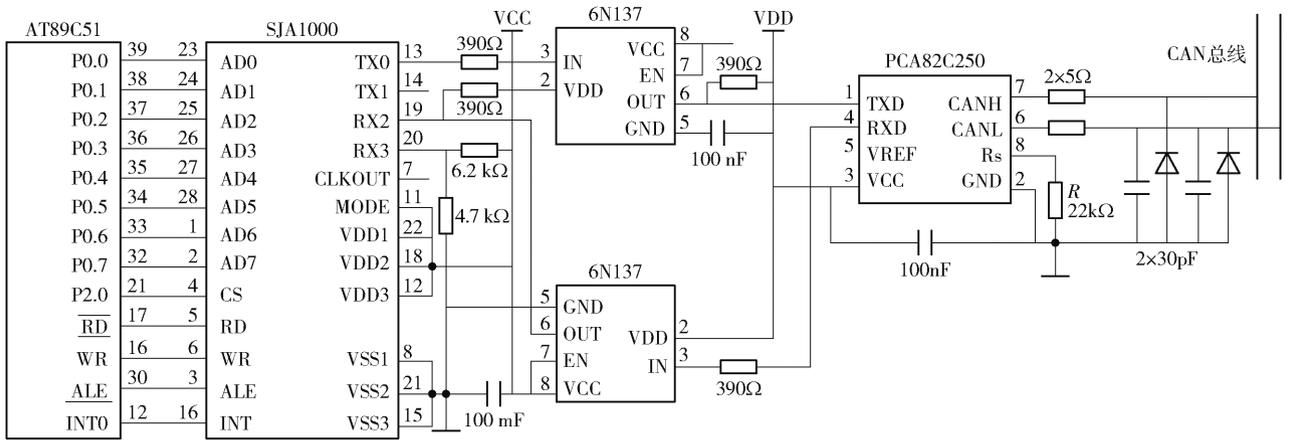


图3 CAN总线收发器结构图

4.1 节点初始化程序

智能节点通信主要依靠通信控制器 SJA1000 实现,为了确保节点数据精准收发,需要对通信控制器 SJA1000 进行初始化处理。SJA1000 有复位模式、工作模式两种。节点初始化在复位模式下实现,主要是恢复 SJA1000 工作方式、滤波参数等设置。在完成初始化后,智能节点进入工作模式。初始化程序如图4所示。

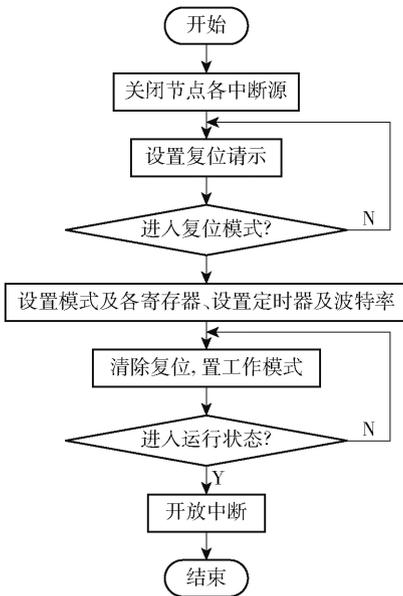


图4 节点初始化程序

4.2 发送、接收程序

在工作模式下智能节点进行报文发送、接收。报文从井下智能节点发送至 CAN 总线,并由 CAN 控制器将报文信息传输给监控 PC。单片机对需要发送的信息首先传输给 SJA1000 并启动发送命令,整个发送过程由 SJA1000 自动完成。接收程序由 SJA1000 自动将信息从 CAN 总线传输给 CAN 缓冲器。

5 结论

(1)安全监控系统对提升煤矿生产安全具有重要意义。为了进一步提升安全监控系统可靠性及监控精度,使用 CAN 总线设计了一种安全监控系统,该系统采用智能节点对布置在井下各个位置的传感器监测信息进行采集、传输,通过 CAN 总线、CAN 接口卡等将监测信息传输至地面监控中心。

(2)对安全监控系统结构进行设计,针对井下运行环境恶劣、电磁干扰严重以及粉尘、水等含量大等问题,对瓦斯、CO、温度等各类传感器进行选型。依据安全监控需要对 CAN 总线收发器、CAN 接口卡以及智能节点软件等进行设计。在山西某矿主运巷内对设计的监控系统运行情况进行测试,发现该安全监控系统可实现实时监测对井下环境、设备运行情况,可靠性较强。

[参考文献]

- [1] 李永超. 新田煤矿安全生产监控及自动化系统设计[J]. 能源与环保, 2020, 42(4): 141 - 144.
- [2] 刘慧志. 基于 CAN 总线的煤矿安全实时监控系统设计[J]. 煤炭科技, 2020, 41(2): 69 - 71.
- [3] 冯波. 煤矿安全通风智能监测监控系统设计[J]. 机电工程技术, 2019, 48(11): 22 - 23, 76.
- [4] 王其轩, 陈北辰. 基于 CAN 总线的煤矿安全监控系统设计[J]. 煤炭工程, 2019, 51(3): 28 - 32.
- [5] 乔媛媛. 某煤矿安全体系构建及监管系统设计[开发][D]. 西安: 西安理工大学, 2018.
- [6] 刘明. 金家渠煤矿矿井安全监测监控系统设计[D]. 西安: 西安科技大学, 2018.
- [7] 李宁. 煤矿监测监控系统的构建和管理[J]. 中国矿山工程, 2018, 47(2): 68 - 70.
- [8] 郭丽军, 孙博, 连小林, 等. 安全监控与瓦斯监测系统在黄白茨矿的应用[J]. 中国矿山工程, 2014, 43(3): 57 - 59, 70.