

文章编号:1671-251X(2023)S1-0036-04

煤矿安全监测系统数据传输一致性设计与实现

孟广瑞¹, 张璐², 张仁生³

1. 国家能源集团 煤矿智能化办公室, 北京 100010;
2. 国能数智科技开发(北京)有限公司, 北京 100010;
3. 神东锦界煤矿智能运维队, 辽宁 大连 719319)

摘要:为促进煤矿安全生产,提升集团安全监控及安全管理标准化水平,基于对采集、传输数据技术的研究和国家煤矿安监局下发的关于《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》的通知,通过梳理矿端采集模块的功能,利用 78 家单位的接入数据形成矿端采集器的核心逻辑,提出在煤矿安全监测系统中设计与实现数据传输的实时性和一致性。实地系统测试结果表明,升级改造后的煤矿安全监测系统采用二级数据传输和多线程工作模式,数据传输延时基本控制在秒级范围以内,为井下异常状态的处置提供决策支持。加入重发和补发的机制,解决了通信链路异常问题,保障了数据传输的一致性,为事故追查、推演提供准确、完整的信息,确保各级安全调度有序进行。

关键词:安全监测系统;实时传输;实时性;一致性

中图分类号:TD655.3 文献标志码:A

Design and implementation of data transmission consistency in coal mine safety monitoring system

MENG Guangrui¹, ZHANG Lu², ZHANG Rensheng³

1. Coal Mine Intelligent Office of CHN Energy, Beijing 100010, China; 2. China Numeric Intelligence Technology Development (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100010, China;
3. Shendong Jinjie Coal Mine Intelligent Operation and Maintenance Team, Dalian 719319, China)

0 引言

我国矿产资源丰富,开采环境复杂,煤矿安全生产受到极大关注。随着我国对煤矿安全生产问题关注度的提高、计算机网络技术的飞速发展及政府对智能化建设的扶持力度不断增加,推动煤矿智能化安全生产^[1-3]。

目前,许多学者已对煤矿安全监测系统的设计与应用进行了深入研究。莫夫^[4]考虑到无线传感器适用场景广泛、功耗低等特点,在煤矿安全监测中使用无线传感器网络技术,以提高煤矿智能化安全生产水平。闵晓勇等^[5]采用通信、数据库、计算机等新兴科技手段集成煤矿安全监测系统,分析比较了不同传输设备的优缺点,最终选用了无线联网的方式。杨玲玲等^[6]通过分析煤矿安全监测监控技术的应用现状,提出存在信息传输接口协议不规范、管理水平有待提高等问题。郑学召等^[7]梳理了煤矿安全监测

国内外的研究现状,基于对采集、传输数据的物联网技术的研究,发现仍存在感知设备和技术应用不成熟、数据库安全性低等问题,造成数据采集不及时、信息不全面、发送与接收的部分信息不匹配。针对以上存在的问题,结合国家煤矿安监局下发关于《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》的 5 号文通知^[11],本文简要介绍了煤矿安全监测系统,提出了保障数据传输的实时性和一致性至关重要。

1 煤矿安全监测系统

为促进煤矿安全生产,提升集团安全监控及安全管理标准化水平,煤矿安全监测系统应运而生。煤矿安全监测系统需要将矿井下各类传感器及分站采集到的数据实时传输给集团数据监测中心,便于应急指挥中心的调度人员通过煤矿安全监测系统对矿井下的工作情况进行实时监测与分析,以保障井下作业安全进行^[8-10]。

收稿日期:2023-06-26;编辑:郑海霞。

作者简介:孟广瑞(1985—),男,黑龙江肇东市人,工程师,主要研究方向为煤矿智能化,E-mail:372456999@qq.com。

煤矿安全监测系统需接入 78 家单位的数据,包括矿井和洗煤厂数据。数据种类包括实时数据,报警数据、故障数据、测点区域等基础信息数据及一些统计汇总的数据。由于需要接入的数据是离散存储的,所以数据传输的设计重点围绕在数据的汇聚、采集及传输上。同时由于系统特质,数据的实时性和一致性的保障至关重要^[11-13]。

安全监测系统的数据采用二级传输模式,即以点对点的形式直接从矿端采集到集团端,数据采用文本方式进行交换传输,如图 1 所示。矿端数据采集模块采用多线程工作模式,将需要上报的数据生成文件存储到指定目录,采集模块启用高低优先级线程池对指定目录下的文件进行格式校验、种类校验、编码校验、读取、加密压缩、传输、移动文件至备份目录。集团端的数据采集模块读取到数据后会进行相应的反序操作,并对数据进行逻辑计算与存储。

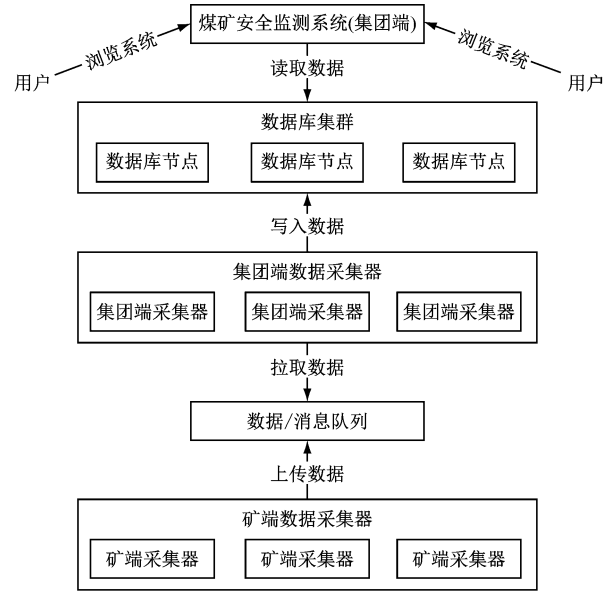


图 1 煤矿安全监测系统软件结构

2 设计与实现

准确、完整地实时监测基础数据和数据结构有助于实现对矿井下生产状态及人员工作情况进行实时监测与分析,确保井下作业安全有序地进行。矿端采集器是安装在矿井下的数据采集模块,是获取井下数据信息的重要部件。

2.1 矿端采集器主要功能

矿端采集模块的逻辑功能如图 2 所示,从整体功能上划分,可分为:① 对文件生成事件的监听,此监听器主要监听文件的创建事件,一旦有新文件生成,即触发程序中的监听器并对文件进行处理;② 文件操作,文件操作包括对文件的读取、编码和加密、压缩移动存储等功能,加密和压缩主要解决安全传输和减少带宽负载问题;③ 文件发送逻辑判断,

在文件发送时,对文件时间进行判断,保证时效高的文件优先传送;④ 数据状态控制,通过对文件数据信息上传的状态维护,来判断数据传送是否成功,若不成功需要再次进行重发及补发操作。

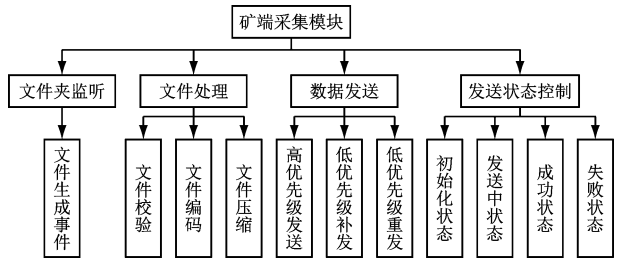


图 2 矿端采集模块的逻辑功能

2.2 矿端采集器核心逻辑

矿端采集器会监听写入数据文件的文件夹,一旦监听到文件夹下有新的文件生成,就会触发发送上传的逻辑;由于某些原因(网络原因),文件一旦发生积累,也会启动异步线程对文件再次扫描发送;发送操作执行后,会把文件移除到相应的备份文件夹,保证该文件夹下的文件都是待处理的文件。同时也会把发送状态记录到数据库中,若文件发送失败,则启用补传线程对文件再次发送。

2.2.1 实时性

为了保证数据的实时性,在发送的逻辑里采用高低优先级 2 个线程池,发送逻辑会对当前发送的数据文件进行时间校验,数据上传流程如图 3 所示。如果文件时间与服务器时间相差 2 min 内,会启用高优先级线程对数据进行上传;文件时间与服务器时间相差大于 2 min,则启用低优先级线程对数据文件进行上传;对于发送失败再传及补传的文件也是启用低优先级线程进行发送。以保障最优先处理时效性高的数据信息,保证最新生成的数据能够实时传输。

2.2.2 一致性

在上传发送逻辑中,对数据的发送状态进行跟踪,对未发送成功的数据,系统采用重发和补发机制。重发机制主要针对矿端采集程序与集团端消息队列间的链路异常问题;补发机制是针对矿端采集服务器与集团端采集服务器间的通信链路异常问题。重发与补发若失败,会尝试多次发送。除此,采用一致性检测核对数据的发送量与接收量是否一致的机制。数据发送状态如图 4 所示。

重发时,系统会检测数据状态为 1 且当前时间 - 发送时间 > T1 的记录,发送成功后更新数据状态;若不成功,则休眠一段时间;补发时,系统会检测数据状态为 2 且当前时间 - 发送时间 > T2 的记录,发送成功后更新数据状态。

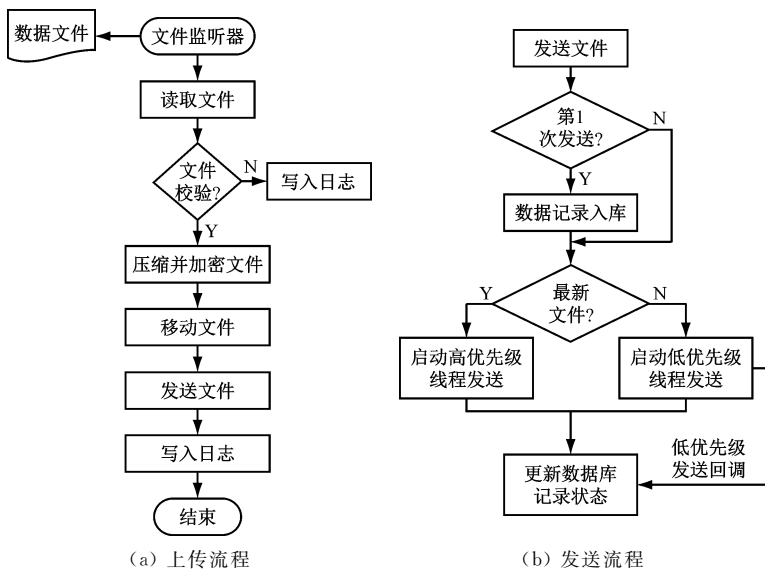


图 3 数据上传及发送流程

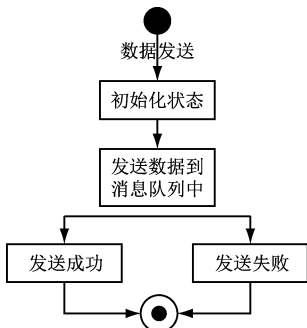


图 4 数据发送状态

3 应用场景

煤矿安全监测系统中实时数据传输的一致性保障了煤矿生产过程中矿井监测信息准确、完整的分类、存储和上传,具有广泛的应用场景。

1) 实时准确的安全监测。高时效性的数据传输可实现对生产过程中的实时监测数据进行分类、存储和上传,为深度数据分析和挖掘奠定基础。同时,数据实时传输到集团数据监测中心,便于地面人员通过煤矿安全监测系统对井下安全状态及人员工作情况进行实时监测与分析,以保障井下作业安全进行。

2) 及时有效的预警处置。准确、完整的实时监测数据为集团及子分公司的安全调度提供有力保障,极大提高了各部门的工作效率,降低了公司的管理成本。基于实时传输的井下监测信息,经过对数据的深度分析和挖掘,及时获取最新的预警趋势,便于应急指挥中心的调度人员根据异常趋势进行预警处置。

3) 全过程的推演复盘。通过上传到集团端的矿井实时监测数据,可实现对处置全过程的复盘,为事故追查、推演提供准确、完整的监测信息。

4 运行测试

截至目前系统已正常运行了 2 a 左右,总测点数约 2 万个;平均每天上传的实时数据记录数约为 8 000 万条;每天接收到的数据文件总数约为 200 万左右(包括基础文件、实时数据文件、报警文件和统计类文件);数据传输延时基本控制在秒级范围以内。

5 结论

1) 采用点对点的二级数据传输模式,将数据转换成文本文件储存。其中,采集模块采用多线程工作模式,确保最新数据实时传输。

2) 升级改造后的煤矿安全检测系统中加入了重发和补发机制,解决了采集程序和服务器的通信链路异常问题。

3) 煤矿安全检测系统可实时核对接入单位数据的发送量与接收量是否一致,确保实时传输数据的一致性。

4) 经过实地运行测试,升级改造后的煤矿安全检测系统其数据传输延时基本控制在秒级范围以内,在保障数据传输实时性和一致性的前提下,不仅为决策提供依据,同时也使预警分析更加精确,在很大程度上简化了矿井安全管理,保证矿井的安全生产。

参考文献:

[1] 杨星辉. 煤矿安全监测监控系统应用探析[J]. 机电工程技术, 2021, 50(2): 237-238,244.
[2] 胡森荣,朱宗玖. 基于 LoRa 与 HMM 的煤矿安全监测系统设计[J]. 煤矿机械, 2020, 41(7): 7-9.

车辆收到各个系统的急停信号后,动力系统立即执行刹车指令,直到车辆完全停止。无人驾驶系统紧急停车控制如图 8 所示。

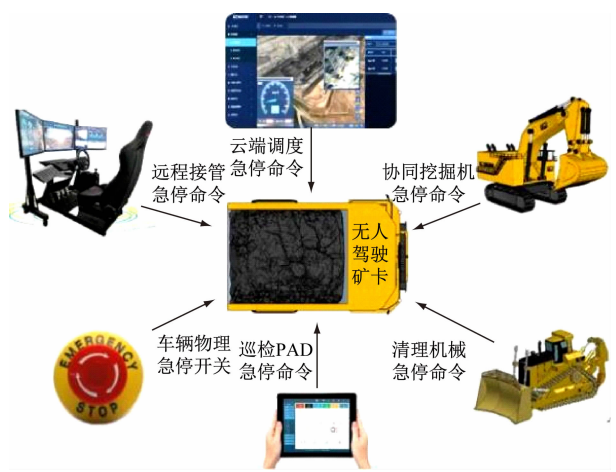


图 8 无人驾驶系统紧急停车控制

同时,无人驾驶矿卡的主控系统与控制车身的紧急制动、电制动系统相互监测,当主控系统发现电制动失效时,立即向紧急制动系统下发机械制动指令,控制无人驾驶矿卡紧急停车;如遇主控系统死机等情况,紧急控制系统接收不到主控系统发送的消息,则自动判断主控系统失效,同时触发机械制动系统,强制无人驾驶矿卡停车。

5 结语

针对露天煤矿的作业生产环境,提出了包括硬件系统冗余设计、软件可靠性设计、网络设计、安全停车设计在内的矿卡无人驾驶系统安全架构设计体系及其关键技术,在不断迭代现场技术的同时逐步建立起适合露天煤矿本身生产情况的无人化生产模式,并对今后智慧矿山建设起到积极推动作用。

参考文献:

[1] 刘小杰,曹胜武,罗怀廷,等. 露天矿山无人驾驶卡车安全管控研究[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(S1): 43-48.

[2] 袁瑜. 矿用卡车的无人驾驶技术[J]. 矿业装备, 2013(10): 72-74.

[3] 张涛,路向阳,李雷,等. 露天矿山运输无人驾驶关键技术与标准[J]. 控制与信息技术, 2019(2): 13-19.

[4] 李梅,杨帅伟,孙振明,等. 智慧矿山框架与发展前景研究[J]. 煤炭科学技术, 2017, 45(1): 121-128, 134.

[5] 闫凌,黄佳德. 矿用卡车无人驾驶系统研究[J]. 工矿自动化, 2021, 47(4): 19-29.

[6] 孟峰,徐照,薛国庆,等. 5G+无人驾驶技术在国能宝日希勒露天煤矿智能化建设中的应用研究[J]. 中国煤炭, 2021, 47(S1): 172-182.

(上接第 38 页)

[3] 吴炬华. 基于雾计算的煤矿安全监测系统研究[J]. 煤炭技术, 2021, 40(12): 193-195.

[4] 莫夫. 无线传感器网络的煤矿安全监控系统开发与设计[J]. 煤炭技术, 2013, 32(10): 71-72.

[5] 闵晓勇,雷玉勇. 网络技术在煤矿安全监测监控中的应用[J]. 矿山机械, 2005(4): 71-72.

[6] 杨玲玲,宋磊,张文杰. 煤矿安全监测监控系统的应用及发展[J]. 山西建筑, 2010, 36(33): 209-210.

[7] 郑学召,童鑫,郭军,等. 煤矿智能监测与预警技术研究现状与发展趋势[J]. 工矿自动化, 2020, 46(6): 35-40.

[8] 刘统玉,王纪强,孟祥军,等. 面向矿山安全物联网的

光纤传感器[J]. 工矿自动化, 2018, 44(3): 1-7.

[9] 赵亚军,薛峰,熊仆. 无线技术在煤矿安全监控系统中的应用趋势[J]. 煤炭技术, 2016, 35(1): 286-287.

[10] 聂百胜,彭斌,范鹏宏,等. 矿山无线安全监测预警系统设计及关键技术[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(7): 53-58.

[11] 熊守丽. 关于异地数据库传输数据一致性检测仿真[J]. 计算机仿真, 2019, 36(2): 458-461, 468.

[12] 谭琦. 监控组态软件运行实时性检测仿真研究[J]. 计算机仿真, 2018, 35(3): 353-356.

[13] 董志明,郭齐胜. 试验训练一体化仿真支撑技术研究[J]. 计算机仿真, 2021, 38(2): 1-3, 23.