

# 煤矿安全监控系统智能化水平提升研究

贾林杰\*

(潞安化工集团常村煤矿,山西长治 046000)

**摘要:**简单介绍了煤矿智能化概念,对安全监控系统与智能化建设的差距进行了分析。主要从传输架构简单化、装备智能化两方面提出了提高安全监控系统智能化水平的思路。通过完善、增加、优化系统功能,实现两级架构传输、智能识别、智能分析、自主判断、自动控制等功能,达到提高安全监控系统的智能化水平目的。

**关键词:**安全监控;智能化;技术探讨

**中图分类号:**TD76 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2025)01-0128-04

目前,基本上所有煤矿的安全监控系统都实现了一些基本功能,主要是应急联动、超限控制与实时监测环境内存在的有害气体与设备的运行状况。可是由于传感器技术与安全监控技术发展比较迅速,我国提高了矿山智能化建设的重视程度与煤矿企业提高了安全监控系统智能化、系统化的需求,固有安全监控系统未有简单的传输架构、未深入多系统融合联动、未有多样的系统功能、未有较强的分析系统数据的能力、未充分利用监控数据等问题显现出来。在本文中,经过对现场实际需求进行调研,并和安全监控技术之后的走向相结合,自数据的使用、分析系统数据的能力、传感器监测参数、装备智能化、传输架构等方面来将其智能化水平提高。

## 1 简述煤矿智能化的定义

何为煤矿智能化,煤矿智能化就是经过把智能装备、大数据、云计算、工业物联网、人工智能等充分和现代化的煤矿开发应用相融合,形成了智能系统,且该智能系统是可以系统控制、动态预测、自动学习、实时互联、全面感知的,促进煤矿运行更加智能化。

## 2 安全监控系统和智能化建设要求之间的差距

在2020年3月,我国八部委将《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》的通知联合印发出来,在该通知中明确指出,在以后的5年内几乎所有煤矿要将智能化这一总体目标实现,建立煤矿智能化体系,且该体系是自动执行、智能决策与智能感知的。与现在安全监控系

统和智能化建设要求之间的差距较大,表现在以下几个方面:

(1)安全监控系统传输架构较复杂,无线传感器与有线传感器端至地面中心站所使用的传输分别是4级、3级,还存在较多的交互环节与数据转换、较长的巡检周期、较大的线路干扰等有关问题。

(2)安全监控系统没有复杂的功能、没有较多的数据量、没有分析自主数据的能力,现在,传感器所采集的数据主要是设备实时的运行状态与存在于环境内的有害有毒气体,没有采集本传感器的工作状态参数,例如工作时长、故障、自检、调校、供电等;系统没有进一步利用与挖掘采集有关数据。

(3)在井下设备中,绝大多数安全监控系统设备由电源箱、交换机、安全监控分站、断电器、各种传感器组成。各种传感器所采集的参数比较单一,导致传感器的数量与种类比较多,大概有20种,包括馈电、风门、烟雾、设备开停、H<sub>2</sub>S、O<sub>2</sub>、温度、风速、CO、瓦斯等,所以需要选取多参数传感器进行使用,多种参数被传感器采集,且传感器数量是1台。

(4)多系统融合联动程度未充分深入,目前,每个矿井几乎都是选取地面软件进行多系统融合,存在的问题为稳定性较低、数据延误等,系统在融合联动之后所存在的功能是应急广播与人员定位。

(5)系统未有较强的排除故障、自评估、自诊断的能力,系统无法对断电范围、复电值、断电值、报警值的

\* 收稿日期:2023-04-25

作者简介:贾林杰(1989-),男(汉族),山西长治人,工程师,现从事煤矿自动化监测监控管理工作。

设置和传感器的设置能否满足要求自评与自诊断,无法自排除系统内发生的故障。

### 3 安全监控系统智能化水平提高的路径

#### 3.1 传输层级的减少与硬件融合的实现

固有安全监控系统促进控制与监测得以实现的架构模式是总线传输的4级或3级架构+以太环网,该模式有较多的设备、铺设较长的线路、较高的建设成本、较为复杂的数据转换交互层级,较长的巡检周期等缺点。所以,要通过多功能监控分站统一对数据进行交互、运算、处理、采集及自组网传输平台的实现,促进有线传感器端到地面中心站端所使用的传输架构模式为两级的实现,将核心网络传输层级减少。两级传输架构模式所具有的优点是较低的故障率与建设成本、较短的巡检周期、简单的架构等。图1即为两级架构图。

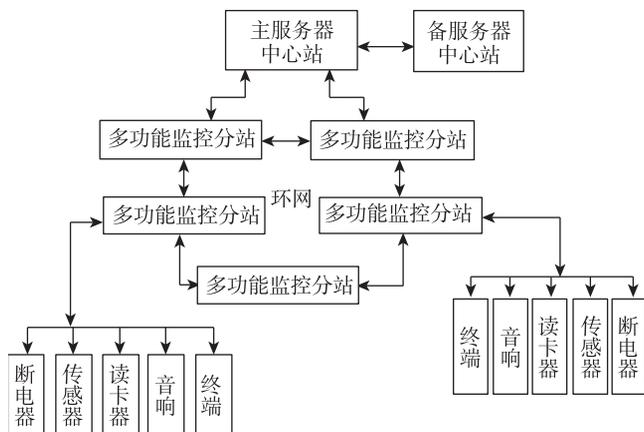


图1 两级传输架构

1台多功能监控分站能够对安全监控中的人员定位读取器与每个传感器对应的数据进行采集,还能对有关高压防爆开关有关的参数进行采集,还能促进所有通信系统彼此的通信,其中通信系统包括有线调度、输送带喊话器、应急广播系统,可以使多系统之间更好地联动与融合,进而使系统更加稳定、可靠。

#### 3.2 装备功能的智能化

基于装备功能较多,实现装备系统化,系统唯有具有较强的运算能力、较大的数据量、较多的检测信息,智能化方能实现。所以,一定要将装备智能化水平提高,将安全监控系统的自主控制、判断与分析能力提高。

(1)多功能监控分站智能化。在该系统中,最主要的就是多功能监控分站,多功能监控分站可以对井下传感器所有数据进行联动、融合、转换、存储、交互、处理、采集等。

①就信号传输而言,要求多功能监控分站所具有的信号传输措施种类多,比方说光口、网口、CAN、RS485等,由多功能监控分站对以太环网传输平台进行组建,将以太网使用到地面中心站与多功能监控分站之间;从多功能监控分站到模拟量传感器之间所使用的有线传输的传输方式为CAN、RS485工业以太网,所使用的无线传输方式为RF1D、WiF、ZigBee、WaveMesh等;

②就异地交叉控制而言,能够促进各多功能监控分站通信的实现,可以从主干网脱离前提下,经过利用多功能监控分站促进主要功能的实现,且主要功能包括融合联动与采集终端设备中的有关数据;

③就远程升级而言,能够促进地面远程在线升级更新多功能监控分站对应程序的实现。在多功能监控分站需要对功能进行完善或增加时,维护人员不需要至井下依次更新设备的程序,只要到中心站利用软件对相应设备进行点击,就能将设备程序升级与更新,进而降低维护人员劳动强度;

④就智能识别而言,多功能分站所具有的功能是可以对接至每个通道传感器的接入时间、量程、种类等有关参数,进行自动识别。由于地面中心站对传感器参数的定义和井下实际安装的传感器不同,造成在不短的时间内一直有报警出现在传感器中。经过对多功能监控分站进行完善,能够对接至每个通道传感器的接入时间、量程、种类等有关参数并自动识别,把全部参数传输到地面中心站,并以此为依据来设置,防止由于设置不正确而出现报警,使被动定义转变成主动定义得以实现。

(2)电源箱的智能化。电源箱所选择的类型是隔爆兼本安型,该类型设备电源箱能够把交流电源直接转变成本安直流电源,且交流电源是外部所输入的,该设备将本安型直流电流提供给传感器与多功能监控分站,系统稳定与否直接由供电电源正常与否所决定。通常,井下的交流供电电压等级分别是660V、380V、127V,之前的变压方法是变压器抽头,变压器所能承受的电压波动的最大值为15%上下,若电压有较大波动,易损害电源箱,与此同时,监测电源箱中的参数与通信功能就无法工作。所以,一定要提高电源箱的智能化。

①将所设计的宽频开关电源应用到交流输入端,这样可以使交流电源在90~1200 V范围内自动切换与识别,防止由于外部交流电源出现波动而损坏电源箱或降低本安电源的稳定性;

②将所设计的模块化应用到本安电源中,且模块与模块间的运行是独立的;

③电源箱能够实时监测有关参数,其中参数包括本安电源模块的充放电状态、箱体中的温度、电池电压、功率、电流、电压以及电源箱中输入的交流电流、电压、供电状态等,还能将监测的所有数据传输到地面中心站,而且电源箱还应具备故障消除之后的恢复、短路保护、限压、限流、电源指示的功能;

④应将备用电源放置后备电源维护电源箱中,备用电池能4h以上不间断供电,备用电源所使用的方式是浮充电,还具有避免过放电与过充电功能;

⑤地面中心站与通信电源箱之间实时通信的实现,电源箱中的电池充放电可以由中心站远程维护。

(3)传感器的智能化。在安全监控系统中,最基本的就是传感器,提供系统数据的也是传感器。需通过利用现代先进的传感技术与微处理器所具有的优点,来对传感器进行研究,且该传感器具有较高性能、较强可靠性、较多监测参数,而且传感器还能够自排除故障、自调校、自校正、自诊断,提高传感器智能化。

①传感器数字化就是将全部断路器与传感器的传输全数字化,能够传输更多的信息。传感器既要对环境内存在的有害有毒气体进行实时监测,还要实时监测传感器的有关参数,其中包括其工作状态、黑白元件的工作时间、功率、电流、电压等,还要把所监测的有关数据传输到地面中心站;

②地面中心站软件会对传感器分级报警进行设置,在报警之后,同步至传感器,此时,传感器按照监测值、频率的不同,发出的闪烁报警灯光与报警声音也是不同的;

③将UWB技术使用到传感器中,主要作用就是定位准确,能够准确定位传感器所安装的位置,保证传感器能够安设到位;

④在线调校模拟量传感器,每周按时调校传感器时,上传平台与本地平台显示状态为调校状态即可,无须设置,这样降低工作量,降低由于传感器没有对调校状态设置或者调校时间超过标准时间而造成报警频次出现;

⑤传感器对运行期间出现的异常数据和标校数据进行自动识别,当传感器运行期间,可以自动识别异常数据与调校数据,并把这些数据存储起来,所存储的最长时间为24h,在24h内,能够利用遥控查询数据,但人工无法删除或修改数据;

⑥模拟量传感器所用的开关电源应该是高效的,所使用的元器件类型应该是贴片类,可以降低整个传

感器功耗,使其有效工作距离延长;

⑦在传感器中,应采取的防护措施是抗射频辐射、群脉冲、浪涌、静电,将传感器抵抗外界干扰的能力提高;

⑧模拟量传感器所使用的内部注塑外壳应该为不锈钢材料,该注塑外壳能提高防护等级至IP68,使其防尘防水能力增强;

⑨传感器故障的自动识别,能够自动识别传感器线路故障、供电不足、电路板与元件异常等故障。

#### 4 提高分析系统数据的能力

中心站软件的作用就是存储与显示井下所传输至中心站软件中的数据,还提供其他功能,包括打印报表、查询历史数据等,并按照现场设备的安设状况定义有关参数,包括逻辑关联、断电范围、复电值、断电值、报警值、位置等。为了促进系统智能化的实现,中心站软件需要将下面几项功能进行增加或完善:

(1)将即插即用功能增加。中心站软件能够对每个测点相连的传感器的有关参数进行自动识别,就传感器的类型来说,在中心站软件所定义的和现场挂接不同时,就会由软件发出类型不匹配报警,对异常数据进行保存。

(2)传感器调校提醒功能的完善。根据《煤矿安全规程》中的有关规定,甲烷传感器定期调校的时间是15d,若调校时间没有按照规定时间进行,软件就会发出提醒,还会自动识别其调校期间的数据。

(3)在线调校传感器功能的增加。在传感器处于调整状态期间,中心站软件就会对状态自动识别,调校标注该数据,用于区分正常数据与该数据。

(4)区域管理功能的增加。该功能能够在通风类型不同的区域中对所设置的传感器参数、数量、类型是否满足规范进行提醒。

(5)将自评估、自诊断能力增加。该能力能够评估与诊断系统本身的数据服务、数据库、双机热备等功能,并按照评估的最后结果将排除故障的方法提供出来。

(6)将控制器与传感器定义诊断评估与设置功能进行增加,能够按照配置信息对传感器有关设置进行自动诊断,诊断其设置是否符合有关标准,若不符合,系统就不会正常定义,还可将语音报警发出。

(7)实时监视软件所有模块的运行状况、数据库与通信设备的连接状况、电源的供电状况及分站的工作状况,在其中任何一个模块发生异常时,就会有语音提

示报警发出。

(8)分级报警功能的增加。按照不同的检测值、不同的报警时长,所设置的报警级别也是不同的,对应的报警级别所使用的颜色也是不同的,中心站对报警级别的设置会同步上传至传感器,一般分级报警功能要在4级以上。

(9)将中心站远程在线升级模拟量传感器功能增加。在传感器完善与增加这些功能时,维护人员不需要至井下依次更新设备的程序,只要到中心站软件对相应设备进行点击,就能将设备程序升级与更新,进而将工作量减少。

(10)存在过滤、筛选信息的功能,并支持查询分析信息与筛选统计,具体状况如下:

①传感器分析标校数据,在传感器处于标校期间,系统可以自动识别与标记,在完成标校后将标记自动恢复,软件也可以区分正常采样与标校过程中的数据;

②分析异常数据的系统,可以对运行期间发生突变的数据进行自动识别,依据斜率或绝对值发生的改变来识别,可以设置改变级别,进而对火灾与瓦斯突变进行预报警;

③大数据分析系统,能够按照用户对筛选条件的多组合设置,分析与筛选历史数据。

(11)设备台账管理功能,自设备开始使用至最后移除,过程中删除、故障、断电、标校、报警等记录可成为报表台账主要组成部分。

## 5 结束语

经过对两级传输架构的使用,能够丰富传感器、电源箱、多功能监控分站等设备中的有关监测参数,使数据的判断与分析能力提高;增加中心站软件,使地面中心站可以在线远程升级与更新井下电源箱、多功能监控分站、传感器等设备中的程序,还能使地面中心站远程控制在校调校、即插即用、充放电维护备用电源等,使安全监控系统更加智能。

## 参考文献:

- [1] 谢春华.煤矿安全监控系统浪涌防护的有效技术措施[J].电子技术与软件工程,2022(20):55-58.
- [2] 王晨.信息融合技术在煤矿安全监控中的应用[J].矿业装备,2021(6):21-24.
- [3] 周雁鹏.煤矿安全监控信息管理系统的设计与实现管窥[J].西部探矿工程,2019,31(7):44-46.

(上接第127页)

## 5 瓦斯抽采效果分析

顶板定向长钻孔分段水力压裂将高压水注入围岩,使煤层及围岩中孔隙发生扩张并形成裂缝,为瓦斯解吸及运移提供了通道,增加了煤层渗透率,提高了瓦斯抽采效果。在压裂20#钻孔期间,21#钻孔出正压瓦斯;21#钻孔压裂期间,22#钻孔出正压瓦斯。表明高压水通过裂缝对围岩瓦斯起到了驱赶效应。通过对3个定向长钻孔及区域瓦斯抽采压裂前后抽采效果分析,得出水力压裂后抽采浓度、纯量均有显著提升。顶板定向长钻孔分段水力压裂后,定向钻孔单孔瓦斯抽采平均浓度由19.5%提高至52.1%,本煤层区域预抽平均浓度由1.7%提高至10.5%。顶板定向长钻孔分段水力压裂后,定向钻孔单孔瓦斯抽采平均纯量由0.02m<sup>3</sup>/min提高至0.05m<sup>3</sup>/min,本煤层区域预抽平均纯量由0.0038m<sup>3</sup>/min提高至0.0133m<sup>3</sup>/min。

## 6 结论

(1)对工作面顶板的水力压裂处理,主要是弱化顶板的完整性,使其在工作面上部围岩关键层随采动影响能够及时垮落,对工作面顶板进行持续压裂,可以降

低初次垮落步距及平均来压步距。

(2)在28214工作面坚硬顶板定向长钻孔开展分段水力压裂技术研究,三个压裂钻孔单段压力峰值最大达到37.5MPa,单段注水量最大达到36.8m<sup>3</sup>,单段压裂时长最大达到196min。

(3)坚硬顶板定向长钻孔开展分段水力压裂对工作面本煤层及其围岩裂隙发育具有明显促进效果,对3个定向长钻孔及本煤层区域瓦斯抽采效果压裂前后对比分析,得出水力压裂后抽采浓度、纯量均有大幅提升。

## 参考文献:

- [1] 王向东.高瓦斯矿井水力压裂卸压增透技术研究与应用[J].自动化应用,2020(1):101-102,105.
- [2] 冯纬.水力冲孔卸压增透技术在高瓦斯矿井中的应用研究[J].山东煤炭科技,2021,39(7):126-128,137.
- [3] 苏伟光.矿井坚硬顶板定向水力压裂卸压技术研究[J].中国化工贸易,2020,12(30):89,91.
- [4] 长命.定向水力压裂技术处理坚硬顶板试验研究[J].现代物业:下旬刊,2012(8):21-23.
- [5] 魏海潮.坚硬顶板巷道水力压裂切顶卸压技术研究[J].中国化工贸易,2020,12(22):108,110.