

# 甲烷传感器在矿井监测监控的应用研究

姚红帅

(西山煤电(集团)有限责任公司大数据中心, 山西太原 030053)

**摘要:** 矿井监测监控系统中甲烷传感器发挥着至关重要的作用, 选择适合的甲烷传感器, 能够有效地提升矿井监测监控甲烷气体数据的质量, 实时掌控矿井内部甲烷气体浓度, 为后续资源开发提供安全保障。基于此, 以甲烷传感器以及矿井监测监控系统为研究对象, 结合当前矿井开发现状, 通过对我国常见的甲烷传感器设备及其应用特点的分析, 探究矿井监测监控系统的组成以及甲烷传感器设备调试, 阐述甲烷传感器在矿井监测监控中的实际应用, 保证气体监测数据质量。

**关键词:** 甲烷传感器; 矿井监测监控; 系统构成; 设备调试; 实际应用分析

## 0 引言

在当前矿井开发发展中, 矿井瓦斯爆炸安全事故严重威胁着工作人员的生命安全, 降低矿井开发企业的经济效益, 产生的社会不良影响较大。造成这一现象的原因主要是由于在开发作业前没有监测到瓦斯气体的浓度, 没有经过特殊工艺的处理, 盲目开展开发作业, 诱发安全事故。瓦斯气体中甲烷气体占据 90% 左右, 因此, 为了防止瓦斯爆炸发生, 需提升甲烷监测监控水平, 切实获得矿井内部甲烷气体的浓度, 以保证矿井开发的稳定性。

## 1 当前我国常见的甲烷传感器设备种类以及应用特点

### 1.1 半导体甲烷传感器

半导体甲烷传感器的应用原理为利用半导体材料吸附矿井内部的气体分析, 进而气体分析影响半导体电导率, 通过半导体电导率的变化确定矿井内部甲烷气体的浓度。因此, 为了保证半导体甲烷传感器监测质量, 半导体甲烷传感器需要保证灵敏度达标, 能够快速地做出相关反应。现阶段, 我国对半导体甲烷传感器设备的研究力度加深, 其矿井监测监控气体浓度数据较为精准, 在我国矿井监测监控中较为常见。最初半导体甲烷传感器主要有三种, 分别是  $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}$ , 随着我国科学技术的不断发展, 半导体甲烷传感器设备的功能不断完善, 传感器种类呈现多样化发展趋势, 新型传感器设备出现在我国市场中。半导体传感器在使用过程要基于实际情况, 选择具有针对性的监测方式, 基于电阻传感器以及非电阻传感器探测矿井气体中甲烷的浓度, 检验电流以及电压的数值, 测定气体中甲烷浓度。

半导体甲烷传感器在矿井气体监测监控中, 其施工工艺较为简单, 监测的范围较大, 能够保证矿井内部甲烷气体监测数据的精准性, 因此, 半导体甲烷传感器在我国矿井监测监控中广泛应用。但是, 半导体甲烷传感器在应用过程中也会存在一定的弊端, 在监测监控中容易受到环境运输的影响, 导致气体探测数据出现一定的误差, 监测监控数据精准性不够。另外, 在半导体甲烷传感器长时间没有接触到气体时, 系统会自动判定半导体甲烷传感器进入休眠状态, 在矿井内部的甲烷浓度超标时, 报警系统不能及时触发预警信号, 增加矿井开发安全风险。

### 1.2 干涉式甲烷传感器

干涉式甲烷传感器主要是通过光的干涉变化现象, 监测矿井内部甲烷气体的浓度, 实现矿井监测监控操作, 例如图 1 所示。在干涉式甲烷传感器的实际应用过程中, 需要借助外界干预手段, 辅助同一光源分散为两束光源, 在经过基准气体与甲烷气体中, 基于气体光折射率以及光程等数据判定矿井内部的甲烷气体浓度。甲烷气体检验工作中, 基于干涉式甲烷传感器的干涉条纹变化规律, 断定气体的总浓度<sup>[1]</sup>。

干涉式甲烷传感器在实际应用中, 测量的精准度较

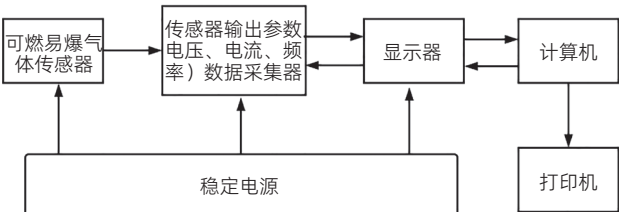


图1 矿井生产系统结构

高,并且能够适用大多数矿井监测监控工作中,监测数据的结果具有可靠性特点。但是,矿井监测监控系统中应用干涉式甲烷传感器时,其信号采集的难度较大,对技术人员的专业性要求较高,同时,干涉式甲烷传感器气体监测的成本远高于气体甲烷传感器设备。另外,干涉式甲烷传感器的结构较为复杂,其制造工艺较难,在当前我国矿井监测监控中出现率较低。

### 1.3 催化燃烧式甲烷传感器

催化燃烧式甲烷传感器在接触可燃性气体后,设备元件表面将会发生氧化反应,通过分析氧化反映的情况进行热量以及电阻计算,测定矿井中甲烷气体的浓度。在催化燃烧式甲烷传感器实际应用过程中,利用粘合剂将氧化铝与铂丝结合,再对其表面涂抹金属材料,形成特有的催化层。在进行甲烷气体探测时,将其加热至400℃,在特定的高温环境中与可燃性气体接触,促使金属催化层发生氧化反应,实现甲烷气体浓度测量的目的。因此,基于催化燃烧式甲烷传感器的应用原理,将电阻设置为预警阀门,将甲烷气体超标时,自动触发预警装置,发出报警信号<sup>[2]</sup>。

催化燃烧式甲烷传感器的使用年限相对较长,同时计算气体参数精准度较高,具有快速反应的表现,测量出的数值与矿井内部环境有着直接的联系,现阶段,催化燃烧式甲烷传感器在我国低甲烷气体测定中较为常见。但是,催化燃烧式甲烷传感器也存在一定的缺点,长时间在恶劣环境中运转,会大大降低催化燃烧式甲烷传感器设备的使用寿命,并且催化层与非可燃气体接触,会产生一定的有毒气体,增加工程人员中毒的风险。

## 2 矿井监测监控系统组成

如图2所示,我国矿井监测监控系统是由地上系统和地下系统两部分组成。其中,地上系统由监控主机、联网设备、打印机以及地面控制器构成。地下系统由监控分站以及甲烷传感器、负压传感器以及一氧化碳传感器构成<sup>[3]</sup>。

### 2.1 监控主机

监控主机在我国矿井监测监控中占据非常关键的地位,基于监控主机控制实现双系统运行,能够基于矿井监测监控需求自动切换系统进行监测作业。监控主机具有可视化窗口,通过可视化窗口也能够更加直观地观测到矿井内部甲烷气体的浓度,同时,监控主机能够保存相关数据信息,并通过数据计算形成完整的监测数据曲

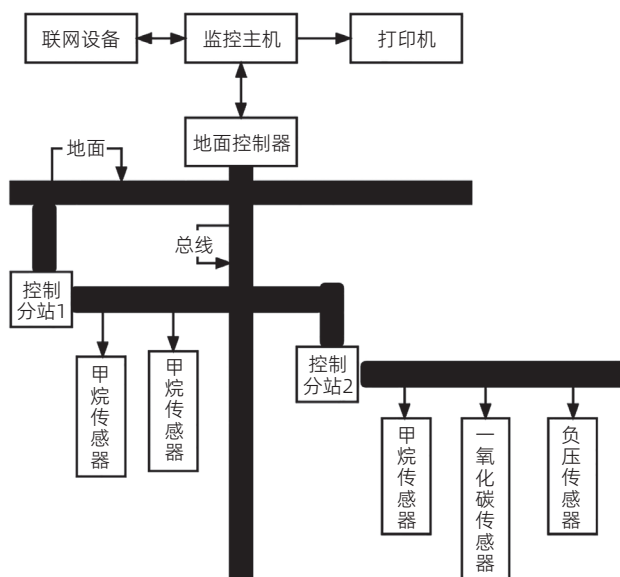


图2 矿井监测监控系统构造图

线图,并连接打印机将所监测时间段数据打印出来。另外,监控主机能够自动处理历史监测数据信息,预测矿井内部甲烷气体的浓度,并连接甲烷浓度超标报警系统<sup>[4]</sup>。

### 2.2 地面控制器

地面控制器主要是连接监控主机与地下控制分站,加强系统之间的联系,提升纵向信号处理效率以及质量,保证监控主机监测信号高质量传播。另外,地面控制器具有一定的监控作用,能够监测系统运行数据信息,例如电压电流、传感器信号和通讯信号等,将监测的数据信息实时传输至监控主机,开展透明系统管理,为后期系统运行设备故障维修提供数据基础。

### 2.3 井下监控分站

井下监控分站是由各种传感器设备组成,主要是实时监测矿井下甲烷气体浓度,利用总线以及地面控制器将测定的数据信息传输至地面监控主机中,相关技术人员通过读取监控主机相关数据,掌握矿井甲烷气体浓度,保证矿井资源开发安全稳定进行,当甲烷浓度超标时,及时触发预警信号,结合实际情况制定站队形的处理方案,以“安全生产”为原则,保证井下资源开发施工安全。

## 3 甲烷传感器设备应用调试分析

### 3.1 灵敏度的调试与校正

为了保证甲烷传感器设备气体测定的精准性,在开始应用前进行调试作业,及时矫正偏差问题,为提升矿井监测监控质量提供保障。结合实际情况,我国矿井监测监控系统中甲烷传感器设备一周至少开展一次矫正工

作,在矫正完成后,利用正常气体进行甲烷传感器检验,保证其灵敏度达标。例如,在甲烷传感器矫正施工中,利用2%浓度的甲烷气体为基础,首先将传感器输出信号与数字万用表连接,提升对气体流量的控制,在对甲烷传感器的气体进行采样,采用3 mA的电流表进行测验,适当调整电位器<sup>[5]</sup>。

### 3.2 报警点的调试方法

保证报警点运行稳定,当甲烷气体浓度超标时,报警点及时发出响应,保证其预警作用。在矿井报警点布置中,基于《煤矿安全规程》,保证报警点布置的科学性,使其在实际应用中灵敏度达标。例如,当矿井内部的瓦斯浓度在1%时,采用灵敏度测试,将数字万用表与传感器串联,如果数值表内容为2 mA时,没有触发报警点响应,需要对电位器进行调整,直至报警为止。

## 4 甲烷传感器在矿井气体监测监控中监测方法分析

### 4.1 甲烷传感器产生气体浓度信号

以催化燃烧式甲烷传感器在矿井气体监测监控为例,实现将元件与电桥进行连接,利用CPU高低电流控制催化燃烧式甲烷传感器敏感元件的电源,促使催化燃烧式甲烷传感器处于运行或者停止状态。在监测期间,矿井甲烷气体的浓度为0时,考量是否由于设备调试存在问题,及时调整电位器。在矿井监测监控期间,甲烷与传感器催化层接触,促使甲烷燃烧,由于温度升高,电阻值逐渐增大,产生与甲烷气体浓度相同的电位差信号,通过电位差了解矿井内部甲烷气体浓度。

### 4.2 电位差信号放大

在催化燃烧式甲烷传感器应用过程中,由于其催化反应后产生的电位差信号较小,在一定程度上增加数据采集的难度,为了优化这一问题,通过差分式放大电路实现扩大电位差信号,促使原有的双端输出变为单端输出,获得电压输出信号与A/D转换器处理信号吻合,通过A/D信号转换获得数据信息。

### 4.3 显示数据

在A/D转换器完成信号转换后,将信号传输至单片机中,经过系统计算得到矿井内甲烷气体浓度数据。

### 4.4 基于报警信息做断电操作

矿井监测监控系统的作用是监测矿井内部气体浓度,基于监测数据做出相应的反应,降低矿井资源开发中出现瓦斯爆炸等安全风险。基于甲烷传感器设备,对矿井

内部气体进行测定,当超出规定的甲烷气体浓度预警值时,及时触发报警系统,出现蜂鸣警告。同时,系统自动做出安全预防反应,切断电源,禁止工程人员进行下一步资源开发作业,传感器各个分站会向主机传达断电信号,避免瓦斯爆炸等安全事故的发生。

### 4.5 甲烷传感器应用中的注意事项

在甲烷传感器应用过程中,为了保证气体测定的精准度,提升甲烷传感器监测监控数据的可靠性,定期开展设备调试,开展遥控调校,调校传感器内部的遥感信号解码电路,基于调校命令对解码电路自动进行调准。另外,在当前绿色可持续发展的理念下,加强矿井监测监控系统运行能耗控制是发展趋势,积极选用低能耗的元件,采用集成化供电元件控制系统,在满足矿浆监测监控系统控制需求的基础上减少设备故障时间,压缩资源开发企业的成本消耗。

## 5 结束语

通过上述分析可以看出,在当前发展背景下基于甲烷传感器洞察矿井内部瓦斯的含量,基于测定数据信息采用针对性处理措施,降低瓦斯爆炸的安全风险,提升矿井开发工作安全性,保证矿井开发稳定开展。随着我国对矿井监测监控重视程度的不断提升,系统的功能性将不断完善,更多先进设备应用在矿井监测监控系统中,提升气体监测质量。以甲烷传感器为例,基于矿井的实际情况,选择科学的甲烷传感器设备,提升气体监测监控效果,为我国矿井资源开发提供安全保障。

### 参考文献

- [1] 原恒,王翔.矿井无线激光甲烷传感器的模块设计与应用研究[J].山东煤炭科技,2022,40(9):144-146.
- [2] 裴雷雷.激光甲烷传感器在矿井生产过程中的应用研究[J].煤炭与化工,2020,43(07):91-92+95.
- [3] 崔富明.甲烷传感器在矿井甲烷监测中应用的分析[J].机械管理开发,2020,35(03):109-110.
- [4] 张衡.某煤矿光干涉瓦斯检定仪、甲烷传感器、便携式甲烷监测报警仪监测瓦斯时读数有偏差的分析研究[J].决策探索(中),2017,(08):18-19.
- [5] 黄荣光.DJ4G-2000A固定式甲烷断电仪在我司矿井中的应用[C]//福建省煤炭学会,江苏省煤炭学会,江西省煤炭学会,安徽省煤炭学会,湖南省煤炭学会.2007年赣皖湘苏闽五省煤炭学会联合学术交流会议论文集.《能源与环境》编辑部,2007:232-235.