

井筒报警灭火控制装置在煤矿的应用

甘海洋

筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司 四川 宜宾 645250

【摘要】：随着煤矿机械化水平的提高和发展的需要，对煤矿提升运输的安全性、经济性、快速性和高效性提出了更高的要求。煤矿带式输送机在运输过程中，有时会因为托辊转动失灵或皮带跑偏相互摩擦发热而发生火警，产生的烟雾、一氧化碳等有害气体随进风流进入井下作业地点，威胁人员的生命安全。所以《煤矿安全规程》规定，装有带式输送机的井筒兼作进风井时，井筒中必须装设自动报警灭火装置和敷设消防管路，一旦带式输送机出现火警征兆，立即报警并采取灭火措施。井筒报警灭火控制装置是一种集控制功能于一体，通过 RS485 通讯，实现自动洒水控制。控制设备采用三片式高平台，电路采用集成电路，由控制板、液晶显示屏、接口板等组成，可以配接不同类型的传感器。整套装置采用本质安全型电源供电，井下使用维护方便安全。

【关键词】：井筒；灭火；监控；报警；应用

Application of Alarm and Fire Extinguishing Control Device for Shaft in Coal Mine

Haiyang Gan

Junlian Sichuan Coal Furong Xinwei Coal Industry Co., Ltd. Sichuan Yibin 645250

Abstract: With the improvement of coal mine mechanization level and the need of development, higher requirements are put forward for improving the safety, economy, rapidity and efficiency of coal mine transportation. During the transportation of belt conveyor in coal mine, sometimes fire occurs because of the rotation failure of idler or the friction and heat of belt deviation, and the harmful gases such as smoke and carbon monoxide enter the underground operation site with the inlet airflow, threatening the life safety of personnel. Therefore, *Coal Mine Safety Regulations* stipulates that when the shaft equipped with belt conveyor is also used as an air inlet shaft, automatic alarm and fire extinguishing devices and fire fighting pipelines must be installed in the shaft. Once the belt conveyor has fire signs, it will immediately alarm and take fire extinguishing measures. Wellbore alarm and fire extinguishing control device is a set of control functions in one, through RS485 communication, automatic sprinkler control. The control equipment adopts three-chip high platform, and the circuit adopts integrated circuit, which is composed of control board, liquid crystal display screen and interface board, and can be connected with different types of sensors. The whole set of equipment is powered by intrinsically safe power supply, which is convenient and safe for underground use and maintenance.

Keywords: Wellbore; Fire extinguishing; Monitoring; Alarm; Application

1 井筒报警灭火控制装置的组成

一是传感控制层，采用 ZWX4-Z 矿用隔爆兼本安型光纤测温主机和双通道测温光纤检测整条皮带温度，采用 GQQ5 矿用烟雾传感器对井筒内各类火灾隐患产生的烟雾进行实时监测，而 DFH20/7(A) 矿用本安型电动球阀则能根据实时温控和烟控自动进行洒水灭火。

二是传输层，采用带串口服务器功能的 KJ1136-F 矿用本安型传输分站，同时支持以太网电口信号、光口信号和 RS485 信号，实现对各类检测数据的上传和自动报警灭火指令的下达。

三是应用层，井筒报警灭火控制装置软件，分析整个井筒温度分布，控制温度超限区域的电动球阀自动洒水灭火（如图 1）。

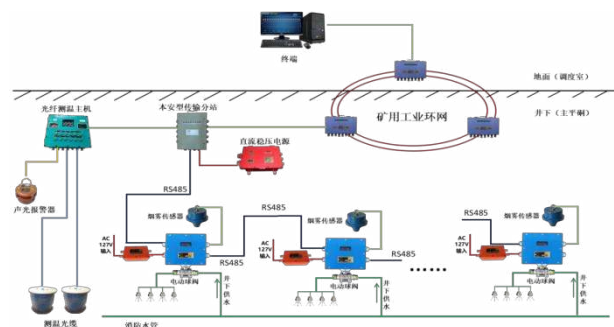


图 1 井筒报警灭火控制装置架构图

2 井筒报警灭火控制装置的原理

2.1 系统原理

系统利用井筒报警灭火控制装置、分布式光纤测温系统、煤矿采空区火灾多参数监测装置等监控手段自动提取日常监测数据，同时存储对应的工作面、巷道、防火措施等信息。并建立相应的矿井火灾应急预案。

结合矿井实际情况，计算结果能以 GIS 图形化的形式为应急逃生提供决策支持。系统能够与井筒用报警灭火控制装置、分布式光纤测温系统、煤矿采空区火灾多参数监测装置等相关系统进行连接，实现矿井火灾的实时监测和动态仿真，及灾变条件下避灾路线的智能规划。

2.2 火灾预警原理

火灾预警由 ZWX4-Z 光纤测温主机和测温光缆组成，分布式光纤测温是一种实时、在线、连续的温度测量技术，可以提供井筒内皮带的 0.5 米精度内的温度分布并定位报警位置。

2.3 自动灭火装置原理

自动灭火装置采用一体化电动球阀，配套烟雾传感器，使用本安电源，带 485 通讯接口，集合控制和洒水，达到自动灭火效果。

每 50 米布置一套电动球阀，配接一个烟雾传感器，隔爆兼本安直流电源箱供电。经 485 总线并接、信号转换后接入传输分站。传输分站布置在新场主平硐井口，通过矿用环网与上位机（电脑终端）连接。上位机监控软件为井筒用报警灭火控制装置监控软件，通过该监控软件可实时查看各装置球阀的编号、开/关状态等信息，同时也能直接控制球阀动作，修改参数等功能（如图 2）。

烟雾传感器安装于洒水管路下风口约 10 米处，信号线接入电动球阀。当烟雾传感器监测到有烟雾时，即刻打开球阀进行洒水灭火，并将报警信号上传至上位机。

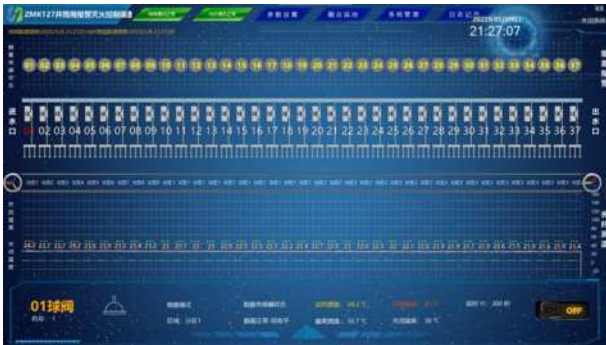


图 2 井筒用报警灭火控制装置监控软件图

2.4 系统联动原理

电脑终端摆放于井上控制中心，井筒用报警灭火控制装置软件安装于电脑终端上，根据输送机安装长度设置分区，可实时通过分布式光纤测温主机和测温光缆获得整个井筒内的温度分布，并绘出动态温度曲线。软件界面可实时显示烟雾传感器状态、球阀通讯状态及开关状态、温度曲线和最高温度值等。通过系统分析每个分区的最高温度值，若某个分区最高温度超过报警值，分区报警状态会显示在监控界面上，快速定位报警位置，自动打开对应分区的 DFH20/7(A)矿用本安型电动球阀，

进行洒水灭火，当获取的实时温度低于下限温度，控制关闭球阀。

2.5 测温原理

分布式光纤测温主机采用分布式光纤传感与控制技术以及测温预警技术。其工作原理是利用光在光导纤维中传输时产生的自发拉曼（Raman）散射和光时域反射（OTDR）原理来获取空间温度分布信息的。

测温原理：激光器发出激光脉冲，经光纤耦合器进入感温光纤。激光在传输过程中，产生的背向拉曼散射光，分为 Stokes（温度不敏感）和 Anti-stokes（温度敏感）光信号。通过处理后可计算出光纤沿途各点的温度分布。

2.5.1 分布式光纤测温特点

无盲区：分布式光纤测温是一种实时、在线、连续的温度测量技术，它由光纤测温主机、感温光纤、监控软件等组成，能准确探测光纤沿线各点的温度并定位报警位置，空间定位精度最高可达 0.5 米，可做到被测区域无盲区。

高安全可靠：采样光波信号，免受高压环境下强电磁干扰，数据稳定可靠。另外，光纤本身绝缘，不导电，能充分保障操作人员人身安全。

性能优异：测温精度一般为 1℃（最高可达 0.5℃），空间分辨率一般为 1 米（最高可达 0.5 米）。

2.5.2 分布式光纤测温主机特点

带 5.6 英寸串口屏显示，能显示实时报警信息、实时温度曲线，可查询报警历史记录，针对不同的故障类型（断纤、超温）有不同的报警提示功能。

2.6 定位原理

利用光时域反射技术（OTDR），光在光纤中的传播速度是常量，通过计算拉曼散射信号的回波时间，就可实现对所有温度点的准确定位。

3 主要设备技术参数

3.1 ZWX4-Z 矿用隔爆兼本安型光纤测温主机

矿用隔爆兼本安型光纤测温主机采用分布式光纤传感与控制技术以及测温预警技术，利用光在光导纤维中传输时产生的自发拉曼（Raman）散射和光时域反射（OTDR）原理来获取空间温度分布信息，用于易燃、易爆等危险区域和有强电磁干扰、腐蚀、高温和防爆要求的温度监测。

3.2 DFH20/7(A)矿用本安型电动球阀

矿用本安型电动球阀是自动灭火装置的关键设备，是实现装置各项功能正常工作的执行单元。该电动球阀用于煤矿井下，作为自动灭火装置的控制设备，三片式高平台，电路采用集成电路，由控制板、液晶显示屏、接口板等组成，可以配接

不同类型的传感器。

3.3 KDW127/18 矿用隔爆兼本安型直流稳压电源

矿用隔爆兼本安型直流稳压电源负责给本系统其他设备提供 12V 直流本安电源。

3.4 KXB24 矿用本安型声光报警器

主要用于煤矿井下配接矿用隔爆兼本安型光纤测温主机使用,具有语音、灯光提示报警功能,安装方便,性能可靠。

3.5 GQQ5 煤矿用烟雾传感器

GQQ5 煤矿用烟雾传感器,为矿用本质安全型电气设备,内含烟雾检测探头,适用于煤矿井下、露天煤矿、选煤厂等工作场所,作为带式输送机输送带烟雾检测之用。

3.6 KJJ12 矿用本安型网络交换机

KJJ12 矿用本安型网络交换机为传输设备,可将 RS485 信号转换为以太网(光或电)信号。具有以太网光口和以太网电口,支持全双工,可以将 RS485 信号和以太网信号相互转换。

3.7 井筒用报警灭火控制装置软件

主要技术参数:

井筒用报警灭火控制装置软件可接入多条皮带、变电所和硐室等防灭火,并可设置分区监测,同时每个分区都可以根据实际情况设定不同温度报警值。可实时通过分布式光纤测温主机和测温光缆获得整个光缆沿线的温度分布,并绘出动态温度曲线,分析每个分区的最高温度值,若某个分区温度超过报警值,分区报警状态会显示在监控界面上,快速定位报警位置,自动打开对应分区的 DFH20/7(A)矿用本安型电动球阀,进行洒水灭火,当获取的实时温度低于下限温度,控制关闭球阀。

4 安装与应用

(1) 根据矿井输送机安装长度实际情况采用洒水全覆盖设计,沿着输送机方向平行敷设一趟 DN32 的洒水镀锌管路,管路按每 50 米一组进行划分,每组管路以 5 米间距均匀布置 10 个洒水喷嘴,每组采用一台电动球阀控制,水源取自 DN100 主管路。每组管路配置一台隔爆兼本质安全型直流稳压电源给电动球阀供电并控制电动球阀的开启与闭合,隔爆兼本质安全型直流稳压电源与胶带输送机机头操作机房内本质安全型直流电源分布式光纤测温主机相连,提供电源和数据传输。洒水喷嘴的安装高度为胶带输送机皮带面以上 1.5 米,洒水喷嘴可调节水雾喷洒方式,以满足现场灭火需求。

从胶带输送机机头操作机房本质安全型直流电源分布式光纤测温主机处敷设一路测温光缆,测温光缆沿胶带输送机槽

钢敷设(图 3),长度为大于皮带长度,每隔 2m 使用扎带将测温光缆固定在胶带输送机槽钢内,以防止光缆被胶带输送机散落的煤矸石砸伤或者砸断。主要对井筒皮带火灾隐患点进行无盲区全覆盖监测。



图 3 测温光缆安装位置

(2) 分布式光纤测温监控软件上对井筒进行分区监测,每 50 米设定一个分区,并设置一个温度报警值,当其中某个分区温度测量值超过设定值时,则该分区报警状态会显示在监控软件上,可通过软件快速定位报警位置,同时光纤测温主机输出一个高电平信号控制声光报警器动作,提醒附近人员注意查看故障并及时排除问题,设备安装及实际洒水效果。

5 优点

(1) 声光报警器配套光纤测温主机使用,具有语音、灯光提示报警功能,安装方便,性能可靠。(2) 采用分布式光纤测温,可全覆盖无死角地监测整条皮带的温度,具有可绕曲、不受电磁干扰等特点。(3) 测温主机带有彩色液晶显示屏,可显示分区报警、超温报警、断纤故障报警、温度曲线、历史数据等内容。(4) 测温主机面板带有 12 个操作按钮,可就地操作,也可以远程操作。(5) 采用本安型一体化电动球阀,集通讯和控制于一体,可直接配接不同的传感器,无需外接控制箱。(6) 电动球阀带有 1.3 寸 OLED 液晶显示屏,可显示机号、模式、球阀状态等;配套 FYF1 遥控发送器,可就地控制或更改参数,方便使用和维护。(7) 电动球阀带有 485 通讯功能,可远程控制或更改参数。(8) 上位机软件可实时显示温度曲线和各设备的状态,报警温度可在软件上设置。

6 结论

井筒用报警灭火控制装置自动灭火装置是一种集控制功能于一体,通过 RS485 通讯,实现自动洒水控制。控制设备采用三片式高平台,电路采用集成电路,由控制板、液晶显示屏、接口板等组成,可以配接不同类型的传感器,适用性更广。整套装置采用本质安全型电源供电,能满足煤矿井下电气设备安全供电要求,使用方便、安全,维护简单,胶带摩擦产生高温和气体时能根据实时温控和烟控自动进行洒水快速灭火。

参考文献:

- [1] 高泽伟.关于煤矿皮带巷自动报警灭火系统的研究[J].工程建设(重庆),2021,4(3):3.
- [2] 闫晓飞.通风防灭火技术在煤矿中的应用研究[J].能源与节能,2018(9):189-190.