

自动防灭火装置在串草圪旦煤矿主井的应用研究

姜 龙 刘晓军 薛建军

准格尔旗云飞矿业有限责任公司串草圪旦煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯 010308

[摘要]煤矿主井担负着煤炭运输系统的中枢, 同时部分煤矿主井还同时担负进风巷道的功能, 巷道空间有限, 同时被皮带输送机、电缆、水管等一些设备设施占用, 空间狭窄, 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引起局部温度过高, 存在较大的安全隐患, 一旦火灾形成, 火借风势, 火势会非常迅猛向井下蔓延, 同时产生的烟雾、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。在《煤矿安全规程》第一百四十五条规定, “装有带式输送机的井筒兼做进风井时, 必须装设自动报警灭火装置, 敷设消防管路”。因此为了有效防范火灾的发生, 及时发现火情将损失降到最低, 就需要配备防灭火装置, 目前煤矿主流的防灭火装置主要是两种, 通过对比当下煤矿主运输巷道防灭火装置的优缺点, 针对串草圪旦煤矿主井巷道空间小, 不适合大型防灭火装置布设的特点, 利用目前测温光纤技术, 研制了测温光纤与喷淋装置联动的自动防灭火装置, 合理安装布设, 经现场使用验证, 能够有效实时监测火灾情况, 保障人员的生命安全。

[关键词]测温光纤; 煤矿; 实时监测; 自动防灭火

DOI: 10.33142/ec.v5i3.5495

中图分类号: TD27

文献标识码: A

Application Research on Automatic Fire Prevention and Extinguishing Device in the Main Shaft of Chuancao Gedan Coal Mine

JIANG Long, LIU Xiaojun, XUE Jianjun

Chuancao Gedan Coal Mine of Jungar Banner Yunfei Mining Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 010308, China

Abstract: The main shaft of the coal mine is the center of the coal transportation system. At the same time, some main shafts of the coal mine are also responsible for the function of air inlet roadway. The roadway space is limited and occupied by some equipment and facilities such as belt conveyor, cable and water pipe, the space is narrow. During the transportation of belt conveyor, sometimes, the local temperature is too high due to roller rotation failure or belt deviation, mutual friction and heating, and there are great potential safety hazards. Once a fire is formed, the fire will spread to the underground very rapidly by taking advantage of the wind. At the same time, the generated smoke, carbon monoxide and other harmful gases enter the underground operation site with the air flow, threatening the life safety of personnel. Article 145 of the “Coal Mine Safety Regulations” stipulates that “when the shaft equipped with belt conveyor is also used as air intake shaft, automatic alarm and fire extinguishing device must be installed and fire-fighting pipeline must be laid”. Therefore, in order to effectively prevent the occurrence of fire, find the fire in time and minimize the loss, it is necessary to be equipped with fire prevention and extinguishing devices. At present, there are mainly two kinds of mainstream fire prevention and extinguishing devices in coal mines. By comparing the advantages and disadvantages of fire prevention and extinguishing devices in the current main transportation roadway of coal mines, in view of the small space in the main roadway of Chuancao Gedan coal mine, which is not suitable for the layout of large-scale fire prevention and extinguishing devices, using the current temperature measurement optical fiber technology, an automatic fire prevention and extinguishing device linked with temperature measurement optical fiber and sprinkler device is developed. It is reasonably installed and arranged, and is verified by field use that it can effectively monitor the fire situation in real time and ensure the life safety of personnel.

Keywords: temperature measuring optical fiber; coal mine; real time monitoring; automatic fire prevention and extinguishing

1 串草圪旦煤矿主井运输巷现状

串草圪旦煤矿(以下简称“串矿”)为开滦集团内蒙古公司下属, 主井做为矿井唯一的原煤运输巷道共计1100m, 巷道截面为 4.5m×5.1m, 皮带架尺寸为 1.5m×1.6m, 再加上一些皮带附属设施、巷道两端电缆、管路等, 占据一半以上巷道面积, 同时主井兼做进风巷道, 极易引发火灾事故, 威胁人员的生命安全。

2 自动防灭火装置的研究

目前煤矿井下主要采用的防灭火系统主要有两种, 第

一种是以烟雾传感器为检测手段, 控制切断运输机电源, 连接控制电动球阀开启喷水灭火的方式, 烟雾传感器一般设置在机头、机尾下风向, 无法实现火灾事故点的精确定位, 一般为通过告警, 由人工使用消防沙箱、消防水管等方式灭火, 具有一定的局限性, 此种灭火系统为目前煤矿普遍使用的方式;

第二种为在整个主井沿线布设全景摄像头、明火探测器、有毒气体探测器、可燃气体探测器、巡检机器人等检测装置, 将各种数据传输到报警监控中心, 通过数据比对

控制现场安设的水炮等方式实现灭火,此种方式自动化程度高、因为有多种手段检测火情,所以误差较小,但是同样存在缺点,成本高,现场布设难度大,维护量大等特点,不适合煤矿主井长距离巷道防灭火。

为了解决上述两种技术存在的问题,同时更加贴合和适应串矿主井的结构特点,从而研究了测温光纤与喷淋装置联动的自动防灭火装置,系统简单可靠,能够充分利用串矿主井的结构特点,以及现有的装置、管线的布局,利用光线测温技术,结合烟雾传感器共同检测,将自动化、通讯等技术引入进来,组成自动防灭火装置。

2.1 装置构造

自动防灭火装置井上由工控机、UPS 电源、打印机、低压配电系统的电涌保护器、矿用隔爆兼本质安全型光纤测温主机、矿用本安型声光报警器、矿用本安型网络交换机、矿用隔爆兼本安稳压电源组成;井下部分由本安型电动球阀、矿用隔爆兼本安型直流电源、煤矿用烟雾传感器、遥控发射器、煤矿用阻燃探测光缆、煤矿用聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套通信电缆、喷淋装置等组成。

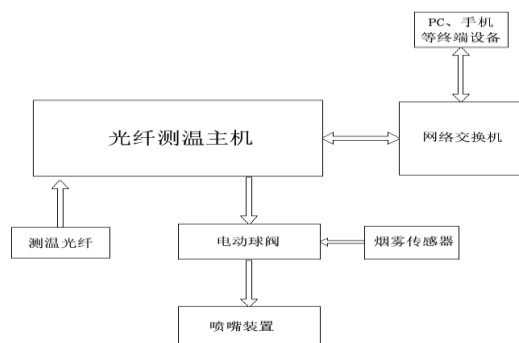


图1 自动防灭火装置结构图

2.2 测温定位工作原理

2.2.1 测温原理

分布式光纤测温系统是一种实时、在线、连续的温度监测系统,能准确探测光纤沿线各点的温度并定位报警装置。分布式光纤测温监控软件可设置最多255个分区,同时每个分区都设定好温度报警值,当某个分区最高温度超过限定值时,可控制打开对应分区的电动球阀,进行洒水灭火。同时烟雾传感器检测到烟雾值超标时,输出高电平信号,控制电动球阀打开,经喷头也可以进行洒水。系统基于后向拉曼(Raman)散射原理和光时域反射(OTDR)定位原理研发而成,具有光信号的发生、光谱分析、光电转换、信号放大和处理等功能,采用特种感温光缆作为温度传感器,可精确测量感温光缆铺设方向各个位置的温度并定位温度异常点,具有良好的性能指标和系统稳定性。系统集计算机、光纤通讯、光纤传感、光电控制等技术于一体,具有本质安全,耐腐蚀,不受电磁干扰等优点,连续监测长距离大范围环境温度信息,为电力、石油、交通、

煤矿等领域提供优质的温度监测解决方案。

2.2.2 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一常量,通过计算拉曼散射信号的回波时间,就可以实现对所有温度点准确定位,并将信号传输给测温主机。

2.3 执行机构工作原理

执行机构采用电动球阀、喷嘴结构,测温光纤局部超温或烟雾传感器检测烟雾值超标时,测温主机打开电动球阀,经喷头进行洒水灭火,并发出告警。

3 自动防灭火装置安装方案

3.1 井筒用报警灭火控制装置

井筒用报警灭火控制装置施工主要包含以下几个部分:

- ①水管开口转接(DN19 转 KJ10);
- ②喷水管路组装,喷嘴安装并接好高压胶管;
- ③设备固定,喷水管路固定,烟雾传感器固定
- ④电缆及测温光缆敷设;
- ⑤设备接线;
- ⑥设备通电测试;
- ⑦操作室测温主机及监控电脑摆放;⑧系统通电调试。

3.2 井筒水管开口转接(DN19 转 KJ10)

井筒水管实际每隔50m有一DN19的接口。实际安装50M装一套,安装时选DN19变KJ10的三通接入水管接口, DN19一端接一个截止阀, KJ10一端接高压胶管。

3.3 喷水管路组装,喷嘴安装并接好高压胶管(地面施工)

喷水管路采用DN20镀锌钢管,总长度为1000mm,镀锌管一端接喷头,另一端安装Φ10快插座,安装4个喷嘴,喷嘴安装总长度1000mm安装好后插入高压胶管并用U型卡固定。镀锌管由3根300mm组成,镀锌管用三通对接(DN20 转 DN15 的三通)共接3个三通,安装三通时镀锌管的外丝扣处要缠生料带最少5圈以上,对接完后未接喷头的一端装一个Φ10快插接头座,另一端接DN20*DN15的异径弯头,安装三通时要注意,三通朝向与竖直方向的夹角为45°,呈左右交叉排列形式分布,共装接4个。镀锌管接完成后拧入喷嘴,拧入前喷嘴侧外螺纹需缠绕生料带5圈以上,用活动扳手拧紧。

3.4 设备固定,喷水管路固定,烟雾传感器固定

先确定安装位置,再将矿用隔爆兼本安直流电源箱安装在井筒右侧壁上,用带挂钩的膨胀螺丝悬挂;

先确定安装位置,再将喷水管路的喷嘴垂直皮带,用喉箍固定在做好的支架上,则支架固定在皮带架两边槽钢上,保证喷嘴喷出的水能够覆盖皮带断面;

烟雾传感器则用挂钩挂在喷水管路中间位置,保证喷嘴喷出的水不会溅到烟雾传感器上。预留足够的信号线连接到电动球阀;

先确定安装位置,再将本安型电动球阀安装在井筒右侧壁上,用带挂钩的膨胀螺丝悬挂。

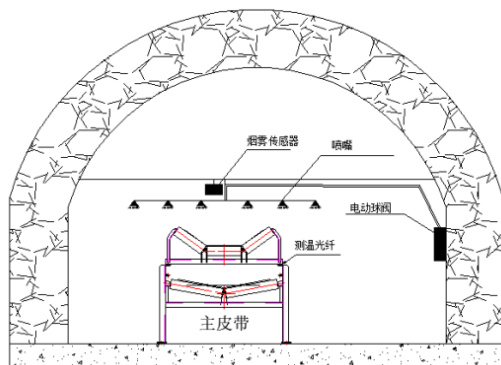


图2 安装位置示意图

3.5 电缆及测温光缆敷设

电缆和 485 通讯电缆铺设在井筒右侧壁的线缆勾上；拉电缆和 485 通讯电缆时，在设备安装位置，至少预留 1m，方便接线；将测温光缆铺设在皮带架右侧槽钢上，测温光缆敷设时应注意，沿带走向敷设，每隔 100m 预留 5m 左右，绕成圆环状，用扎带和绝缘胶布固定好，光纤每隔 10m 左右需用扎带固定在皮带架上，防止其松脱。敷设至井筒底部时，预留 20m 左右的尾纤，绕成圆环状，并用扎带和绝缘胶布固定好。



图3 现场安装图

3.6 设备接线

电源电缆、通讯电缆接线，按从下往上顺序接线，保证每台直流电源箱和球阀前后电缆留有余量，通讯电缆接至电动球阀时注意，电缆剪断剥掉护套时，将屏蔽层拧成一股，并用胶布包好只留接线端子位置，通讯电缆两端屏蔽层对接到端子排上，确保整根通讯电缆的屏蔽层连在一起，在通讯电缆的首末端各并接一个 120Ω 终端电阻，提高通信质量。将烟雾传感的信号线接入电动球阀。同时取一段电源电缆，从直流电源箱接至电动球阀内，提供 DC12V 供电；

3.7 设备通电测试

所有设备的水、电路连接完毕后，接入 AC127V 主电源，从井筒口位置从 1 开始按顺序往下设置电动球阀机号（使用遥控器设置），同时将工作模式调至烟雾模式，打开分区所有阀门，按下烟雾传感器测试按钮，查看球阀是否开启，洒水效果可调整喷头旋钮，使洒水效果达到最佳。

3.8 操作室测温主机及监控电脑摆放

测温主机、串口服务器及监控电脑摆放在主井集控室，光纤需先经喇叭口至测温主机内部后，预留相应长度，再进行熔接，由于测温光缆为多模光纤，需先将熔接机调至多模熔接模式，再行熔接，熔接损耗不得大于 0.2dB。连接监控电脑主机、显示器配线，通讯电缆接至 485 中继器，同时串口服务器、测温主机和监控电脑通过交换机以太网连接，同时取一路 AC127V 电源给测温主机供电，并提供通讯电缆屏蔽层接地；取一路 AC220V 给监控电脑等设备供电。



图4 安装位置图

3.9 系统通电调试

机房所有设备通电后，打开井筒用报警灭火控制装置软件，设置相应参数，查看电动球阀和测温主机参数获取是否正常，设置测温主机分区参数，分别测试单动和联动效果，运行正常后交付验收。

4 自动防灭火装置安装工期

自动防灭火装置安装工期具体如表 1 所示，共计耗时 16 天，以上工作时间均按照每天连续工作 8 小时计算，利用检修班次进行。

表1 自动防灭火装置安装工期表

序号	安装内容	耗时（天）
1	将设备从仓库运输到主井口	0.5
2	铺设光纤	2
3	铺设电力和通讯电缆	2
4	打固定设备膨胀螺丝	2
5	将设备及辅材运至安装位置	2
6	安装设备，固定喷水管路，固定烟雾传感器，接线路	5
7	安装工控机，系统通电调试	1
8	软件调试	1
9	系统测试	0.5

5 现场应用情况

串矿主井长度为 1200m, 共计安设 24 组自动灭火执行机构, 沿线在皮带运输机槽钢内敷设有测温光纤, 自动灭火装置经 RS485 总线并接、信号转换后接入交换机。上位机监控软件为自动防灭火装置监控软件, 通过该软件可事实查看各球阀的编号, 开/关状态等信息, 同时也能通过监控软件直接控制球阀动作, 修改参数等。通过利用测温光纤技术的基础上, 结合烟雾传感器, 由温度变化、烟雾浓度变化两项参考指标, 制定自动喷水灭火的经验值, 在串矿实际使用中, 效果明显, 能够有效保证主井预防火灾, 从而保证人员的生命安全, 确保安全生产, 在历次安全生产标准化检查中, 均得到专家们的一致认可。

6 结束语

在煤矿主井皮带运输机因距离长, 同时主井兼做进风巷等原因, 极易引发火灾事故, 造成人员伤亡和财产损失, 所以自动防灭火装置的研究具有实用价值, 本文根据串矿主井自动防灭火装置的研究和应用, 利用测温光纤技术和材料的科技发展成果, 再加上自动化的成熟运用, 研制出

本文中的自动防灭火装置, 具有结构简单, 技术成熟, 维护量小, 成本低等特点, 很适合大范围推广使用, 该装置在实际运用中能够很好的起到预防和消除火灾隐患的作用, 对煤矿安全生产有着至关重要的作用。

【参考文献】

[1] 李小沫. 串草圪旦煤矿综放工作面 CO 浓度超限治理实践[J]. 内蒙古煤炭经济, 2014(7): 2.

[2] 赵亚杰. 浅埋特厚煤层综放工作面采空区遗煤自燃防治技术[M]. 内蒙古: 内蒙古科技大学, 2019.

[3] 王海宾, 王坚志, 杜艳波. 深井粉煤灰防灭火灌浆自动控制系统研究与应用[J]. 山东煤炭科技, 2012(3): 2.

作者简介: 姜龙 (1986.5-) 男, 辽宁朝阳县人, 汉族, 大学本科学历, 工程师, 负责机电技术管理工作; 刘晓军 (1986.9-) 男, 内蒙古商都县人, 蒙古族, 大学本科学历, 工程师, 负责机电技术管理工作; 薛建军 (1979.12-) 男, 河北省蔚县人, 汉族, 大学本科学历, 工程师, 负责机电技术管理工作。