条形封闭煤场安全监测系统的设计与应用[*1]

王玉婷,齐 朋

(包钢集团设计研究院(有限公司),内蒙古 包头 014010)

摘 要: 随着国家对环保要求的提高,露天堆煤方式势必要进行改变,煤场封闭刻不容缓。煤场封闭后,工作人员作业环境封闭、煤尘大,安全问题亟需重视。文章结合某条形封闭煤场安全监测系统的设计与应用,实现了对煤场内的气体监测、粉尘监测、温度监测并给出早期预警,以达到保障人员及煤场安全的目的。

关键词: 煤场封闭; 气体监测; 粉尘监测; 温度监测; 安全

中图分类号: TP277 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2019)03-0088-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.03.026

Design and Applications of Safety Monitoring System in Sealed Strip-type Coal Yard

Wang Yu-ting, Qi Peng

(*Design and Research Institute (Co., Ltd.) of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: With the enhancement of national environmental requirements, it is necessary to change the mode of open-air coal piling and it is urgent to seal the coal yard. After the coal yard is sealed, the working environment of staff is sealed and with more coal dust, so the safety issue needs to be paid urgent attentin. In the paper, the gas, dust and temperature monitorings in coal yard are realized as well as the early warning is given combining with the design and applications of safety monitoring system in a sealed strip-type coal yard so as to ensure the safety of personnel and coal yard.

Key words: sealing of coal yard; gas monitoring; dust monitoring; temperature monitoring; safety

我国早期煤炭企业及电厂储煤形式多为露天储煤,露天储煤的一次性投资较小,但是煤炭暴露在空气中,容易造成煤炭的损失,且污染周围的环境。近年来随着国家以及社会各界对环境与空气质量的关注,露天储煤造成的环保问题日益加重,露天堆煤的方式势必要进行改变,煤场封闭工作刻不容缓。煤场封闭是用大跨度钢架结构和彩钢板把煤场遮盖,建成稳定安全及环保的建筑物。将煤场区域与主生产区分离,实现“净污分区”。但是煤场封闭后,工作人员作业环境封闭、煤尘大,安全问题极需重视。文中结合条形封闭煤场对安全监测系统进行设计与应用。

1 条形封闭煤场概述

钢网架条形封闭煤场跨度可达到130 m,长度基本不受限,经济跨度为70~90 m[1],占地面积较

* 收稿日期: 2019-05-07

作者简介: 王玉婷(1984-),女,内蒙古包头市人,工程师,现从事自动化相关设计工作。

大。每个煤场设一台斗轮堆取料机进行堆取煤作业。条形封闭煤场整体结构安全性较高，密封性较好，外形也较美观。穹形网架条形封闭煤场剖面图参见图 1。煤场封闭后，煤尘大，工作人员内部作业环境变差，为保障人员及煤场安全，需要设计适合封闭性煤场的安全监测系统。

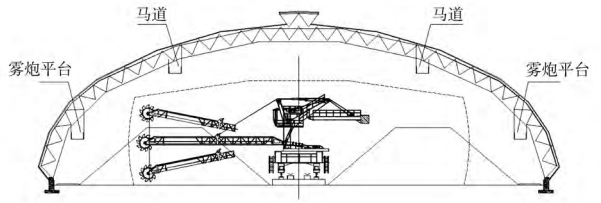


图 1　穹形网架条形封闭煤场剖面图

2　气体监测

2.1　可燃气体监测

煤场封闭后，煤堆在碳化过程中产生的甲烷会慢慢聚集到煤场上方，汽车运输、装卸过程中挥发出的甲烷等可燃气体也会慢慢聚集到煤场上方，可燃性气体聚集在这样一个封闭空间内无法飘散出去，一旦聚集的浓度达到一定值时，遇到明火可能会燃烧甚至发生爆炸。因此，利用煤场内煤堆上方所设检修走台（马道）各设置一列固定式可燃气体探测器，当可燃气体达到设定报警浓度时，发出声光报警，提醒工作人员关注并迅速撤离现场，以确保人身安全。同时为工作人员配备便携式可燃气体检测报警器。要求当工作人员进入作业场所时携带可燃气体检测报警器，当探测到可燃气体达到设定浓度进行报警时迅速撤离当前区域以确保人身安全。

2.2　有毒气体监测

煤场封闭后，考虑到煤堆中挥发出来的有毒气体（CO）对人体有害，利用煤场内煤堆上方所设检修走台（马道）各设置一列固定式有毒气体探测器，当有毒气体探测器达到设定报警浓度时，发出声光报警，提醒工作人员关注并迅速撤离现场，以确保人身安全。同时为工作人员配备便携式有毒气体检测报警器。

3　粉尘监测

煤场封闭后，结构体安全性较高，密封性较好，基本不漏粉尘，对周围的环境起到了一定的保护，避免环境污染，但是煤场内作业环境差、煤尘大，一方面严重危害工人的身体健康，致使工人患尘肺病；另一方面粉尘浓度过高还潜伏着爆炸的危险。及时有效地对作业场所的粉尘浓度进行监测，能更好地掌握粉尘浓度状况，进行有效的除尘和降尘，对确保人身安全和提高环境质量发挥着极其重要的作用。因此，利用煤场内煤堆上方所设检修走台（马道）各设置一列固定式粉尘传感器，当作业区域内（特别是进行装卸作业时）粉尘浓度达到设定报警浓度时，发出声光报警，提醒工作人员采取措施进行降尘处理，浓度过高时迅速撤离现场以确保人身安全，可采取远程自动降尘控制。

4　温度监测

封闭煤场内部的煤堆经过长期大量的堆积以后，随着时间缓慢进行的氧化而发热，使煤的温度逐渐升高，最终导致自燃起火，从而造成能源的浪费，威胁到工作人员的人身安全和设备的运行，给安全生产带来了相当大的隐患，造成重大损失。加装红外热成像温度监测系统，能准确快速查找自燃点，将自燃点挖出处理，减少不必要的损失。利用检修走台（马道）的钢结构安装红外热成像装置，系统可在煤炭温度达到燃点前进行早期预警，提醒工作人员采取防范及处理措施。

5　监测系统组成

5.1　气体监测系统

5.1.1　可燃气体监测系统

可燃气体监测系统主要设备包括前端可燃气体探测器，可燃气体就地报警仪、可燃气体报警控制器以及相应的线缆及安装材料等。

可燃气体探测器是一种安装在爆炸性危险环境的点型气体探测设备，用以监测周围空气中可燃气体从 0 ~ 100% LEL 范围内的变化。该传感器采用催化燃烧技术，它将现场的可燃气体浓度转化成电信号并传送至气体报警控制器，以达到监测现场可燃气体浓度的目的。

在煤场的马道平台底部各设置一列固定式可燃气体探测器，可燃气体探测器可加就地声光报警仪，当可燃气体达到设定报警浓度（一般可设置为爆炸下限的 25% ~40%，数值可根据现场环境调整）时，声光报警仪发出声光报警，提醒各区域工作人员关注并撤离。现场设备通过电源及信号线连接至可燃气体报警控制器，报警控制器再通过通讯电缆将信

号上传至输煤集控室，控制室管理人员即可对煤场内可燃气体状况进行监测及调控处理[2]。

可燃气体探测器的主要技术参数参见表1。条形封闭煤场一般长度较长，选用RS485总线制的可燃气体探测器更为合理，线缆相对较少，施工更为方便。

表1 可燃气体探测器主要技术参数

监测原理	催化燃烧式
测量范围	0～100% LEL
检测精度	±5% LEL
供电电源	24V DC(正常工作电压为10～30V DC)
输出信号	三线制4～20 mA，继电器无源触点，RS485总线
报警限设定	25% LEL一次报警；40% LEL二次报警，报警上限可调
防护和防爆等级	IP66，ExdIICT6
电气接口	可选G1/2，G3/4，1/2NPT
工作温度/℃	-45～+70
相对湿度/%	<95
大气压/kPa	86～106

5.1.2 有毒气体监测系统

有毒气体监测系统主要设备包括前端有毒气体探测器，有毒气体就地报警仪、有毒气体报警控制器以及相应的线缆及安装材料等。

有毒气体探测器，用于检测大气中的有毒气体，浓度用百万分之一表示，广泛应用于石油、燃气、化工、冶金等存在有毒气体的场所，用以检测室内外危险场所的泄漏情况。探测器采用工业级高可靠性的电化学传感器，当被测场所存在有毒气体时，探测器将气体浓度转换成电信号并传送到报警控制仪表，显示出现场有毒气体浓度值。

在煤场的马道平台底部各设置一列固定式有毒气体探测器，有毒气体探测器可加就地声光报警仪，当有毒气体达到设定报警浓度(一般可设置为100×10^{-6}，数值可根据现场环境调整)时，声光报警仪发出声光报警，提醒各区域工作人员关注并撤离。现场设备通过电源及信号线连接至有毒气体报警控制器，报警控制器再通过通讯电缆将信号上传至输煤集控室，控制室管理人员即可对煤场内有毒气体状况进行监测及调控处理。

有毒气体探测器的主要技术参数参见表2。条形封闭煤场选用RS485总线制的有毒气体探测器更为合理。

表2 有毒气体探测器主要技术参数

监测原理	电化学式
测量范围/10^{-6}	0～50，0～100，0～200，0～300，0～500，0～1 000(量程根据需要选择)
检测精度	±3% FS
供电电源	24V DC(正常工作电压为10～30V DC)
输出信号	三线制4～20 mA，继电器无源触点，RS485总线
报警限设定	量程内可任意点设置报警，数值可根据现场环境调整
防护和防爆等级	IP66，ExdIICT6
电气接口	可选G1/2，G3/4，1/2 NPT
工作温度/℃	-20～+50
相对湿度/%	<95
大气压/kPa	86～106

便携式气体检测报警器可选用有毒气体、可燃气体复合式多合一型，根据储煤品种挥发的气体成分进行设定。便携式气体检测报警器数量可在每个煤场出入口处配备两台，也可根据各出入口工作人员数量进行配置。可在保证安全生产前提下适当进行增减。

5.2 粉尘浓度监测系统

粉尘浓度监测系统主要设备包括前端粉尘浓度传感器、声光报警器、报警控制显示仪表以及相应的线缆及安装材料等。

粉尘浓度传感器可直读空气中粉尘颗粒物质量浓度。该传感器由采样头、检测装置、单片机系统及抽气系统组成，利用光散射原理对粉尘进行检测，由微处理器对检测数据进行运算直接显示粉尘质量浓度并转换成数据信号输出至二次报警控制显示仪表，实现作业车间的粉尘浓度在线监测，实时报警。企业可实时掌握车间内的粉尘浓度。

在煤场的马道平台底部各设置一列粉尘浓度传感器，可加就地声光报警器，当现场粉尘浓度达到设定报警浓度(一般可设置为50 mg/m^3，数值可根据现场环境调整)时，粉尘探测器报警继电器输出启动探测器配接的防爆声光报警器，提醒现场工作人员关注并撤离，粉尘探测器同时将信号经过RS485通讯上传到计算机监控系统，由计算机监控系统进行分析、控制，提示值班人员作出安全控制措施。同时以LED显示屏的方式直接显示出当时的粉尘浓

度值。

粉尘浓度传感器的主要技术参数参见表 3。条形封闭煤场选用 RS485 总线制的粉尘浓度传感器，线缆相对较少，施工更为方便[3]。

表 3　粉尘浓度传感器主要技术参数

监测原理	光散射原理
测量范围/(mg·m^{-3})	0～1 000(可定制其他量程)
检测精度/%	±10
供电电源	12～24V DC(正常工作电压为 10～30V DC)
输出信号	(200～1 000) Hz 频率信号，4～20 mA，RS485 总线，继电器无源触点可选配
报警限设定	量程内可任意点设置报警，数值可根据现场环境调整
采样流量/(L·min^{-1})	2
防护和防爆等级	矿用本质安全型，Exd ib IICT6
电气接口	可选 G1/2，G3/4，1/2NPT
工作温度/℃	0～+40
相对湿度/%	<95
大气压/kPa	86～106

5.3　红外热成像温度监测系统

红外热成像温度监测系统主要设备包括前端红外热成像仪、工业交换机、监控主机、分析软件以及相应的线缆及安装材料等。

红外热成像仪可以自动进行温度和图像扫描，通过网络实时将各点温度、图像上传并存储于监控主机，通过分析软件生成直观的图像并能够在温度越限后自动报警。

在煤场的马道平台底部各设置一列红外热成像仪，每台热成像仪测温区域约为 250～300 m^2，热成像仪加装俯仰云台，通过云台转动可以对煤堆实现多方位的扫描，检测煤堆表面的热分布状态，通过网线、光缆及网络设备传输至上位机监控系统，生成直观的红外热像图，构成实时监测平台。在上位监控主机中可以显示煤堆表面温度的分布情况，实现温度越限自动报警，温升趋势分析等。当发出报警信号或发现自燃点时，提醒工作人员采取防范及处理措施，启动喷淋装置，降低煤炭温度[3]。

红外热成像仪的主要技术参数参见表 4。可根据封闭煤场的区域大小及马道设置情况综合考虑，计算所需红外热成像仪的数量并进行合理的布置。然后通过网线、光缆及网络设备传输至上位机监控系统。

表 4　红外热成像仪主要技术参数

探测器类型	非制冷焦平面
红外分辨率	320×240 像素
像素间距/μm	25
调焦	自动或手动
测温范围/℃	-20～300
测温精度	2 ℃或读数的 ±2%
空间分辨率/m	0.5
测温区域/m^2	250～300
图像存储类型	流格式
供电电源	12/24V DC(正常工作电压为 10～30V DC)
以太网接口	RJ45
工作温度/℃	-40～+70
相对湿度/%	<95
大气压/kPa	86～106
系统软件功能	同时显示所有监控画面，提供高温报警，平均温度，历史温度查询等功能，满足招标要求。

6　结束语

条形封闭煤场一般占地面积较大，可同时储存多个煤种，应结合煤炭种类的性质，设置气体监测、粉尘监测、温度监测系统，各系统按设定值进行早期预警，当出现安全预警提示时，提醒管理人员及作业人员及时采取防范及处理措施，保障人员安全。由于本安全监测系统投资较大，实际项目应用时，应结合项目投资有选择的进行各监测系统设置。

参　考　文　献

[1] 安晓乐. 简述储煤场封闭形式比较[J]. 山东工业技术，2018，(10)：75.

[2] 陶明如. 煤场安全监测系统在电厂内的应用[J]. 中小企业管理与科技，2014，(22)：196－197.

[3] 王艳春. 封闭煤场安全综合监测系统的研究[J]. 科技视界，2019，(27)：405.