

顶板灰岩抽采系统对矿井通风系统影响的研究

王云龙

(义棠煤业有限责任公司,山西 介休 032000)

摘要:义棠煤业矿井瓦斯主要赋存在煤层顶板灰岩裂隙内,以游离状态为主,建立地面瓦斯抽采系统抽采之后,矿井出现总回风小于总进风的情况,给通风管理带来困扰。为科学系统地解释这种现象,分析义棠煤业矿井通风系统历史数据及井下实际情况,综合各方面因素提出了灰岩瓦斯抽采系统影响机理,并建立相关研究模型。通过实际测量数据及计算分析,得出较为相符的数据结果,为之后有针对性地采取措施提供了科学可靠的依据。

关键词:顶板灰岩抽采;通风系统;漏风量

中图分类号:TD72

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Influence of Gas Drainage of Roof Limestone on Mine Ventilation System

WANG Yunlong

(Yitang Coal Industry Co., Ltd., Jiexiu 032000, China)

Abstract: The gas, mainly in free state, exists in the fissures of roof limestone of the coal seam in Yitang Mine. After the establishment of surface gas drainage system, the total return air volume is less than the total inlet air. In order to explain the phenomenon scientifically, the historical data and conditions of the underground ventilation system were analyzed. Taking all factors into consideration, an influence mechanism of limestone gas drainage system was put forward and research models were established. With actual measurement data and calculation, more consistent data were obtained, which could provide a scientific and reliable basis for targeted measures in future.

Key words: gas drainage of roof limestone; ventilation system; air leakage volume

通风系统和瓦斯抽采系统作为煤矿的两大主要系统,为保障矿井的安全生产起到重要的作用,尤其是随着采掘深度的加大,煤层瓦斯涌出量增大,抽采系统作为解决瓦斯问题的有效手段,在矿井普遍运用,准确地测量通风系统各用风地点的风量就显得尤为重要。由于矿井内部涌出各种气体及外部裂隙,一般情况下会导致总回风量大于总进风量,但由于各种缘由,会造成不同情况的出现。

1 矿井概况

山西义棠煤业有限责任公司(简称“义棠煤业”

下同)井田面积 17.726 km²,保有储量 1.4 亿 t,可采储量 9400 万 t。批准可采煤层 4 层(1[#],2[#],9[#],10[#]煤层),设计生产能力 180 万 t/a。矿井分两个水平开采,上组煤水平开采 1[#]、2[#]煤层,下组煤水平开采 9[#]、10[#]煤层。煤田内的断层均为开放型断层,属于张性断裂,落差较大(一般 10 m 以上),且井田内延伸长度大,这些断层为瓦斯向上运移提供了通道。1[#]、2[#]煤层的上覆岩层含有中细粒砂岩、砂岩、砂质泥岩等,这样的岩性组合不利于瓦斯的保存,导致 1[#]、2[#]煤层瓦斯含量低。K₂石灰岩上覆于 9[#]煤层顶板,层位稳定,平均厚度 8.14 m,受地质运

收稿日期:2020-01-02

作者简介:王云龙(1987-),男,山西大同人,本科,工程师,从事煤矿通风管理工作,E-mail:630915222@qq.com

动的影响, K_2 石灰岩及其上部的 K_3 、 K_4 灰岩节理发育, 透气性较好, 利于 9[#]、10[#] 及 11[#] 煤层瓦斯的储存; 而 K_2 、 K_3 、 K_4 灰岩之间夹杂灰泥岩或炭质泥岩, 这些泥岩和炭质泥岩具有结构致密、透气性差的特点, 使瓦斯不能继续向上逸散, 致使灰岩充当了瓦斯的储集层, 导致 9[#]、10[#] 及 11[#] 煤层瓦斯含量低, K_2 、 K_3 、 K_4 灰岩中储存了大量游离状态的瓦斯^[1-2]。矿井综合柱状图见图 1。

层厚/m	煤岩名称	岩层柱状
4.03	K_4 石灰岩	
2.60	钙质泥岩	
0.25	7 [#] 上煤	
0.68	泥岩	
0.54	7 [#] 煤	
1.70	细砂岩	
3.09	泥岩	
4.96	K_3 石灰岩	
0.27	8 [#] 煤	
0.58	泥岩	
1.70	砂质泥岩	
2.32	中、细砂岩	
2.47	泥岩	
6.18	中、细砂岩	
1.54	砂质泥岩	
5.52	泥岩	
8.14	K_2 石灰岩	
1.27	9 [#] 煤	
0.84	泥岩	
4.32	10 [#] 煤	
0.79	碳质泥岩	
1.89	11 [#] 煤	

图 1 矿井综合柱状图

Fig. 1 Stratum histogram in the mine

根据华北科技学院编制的《矿井瓦斯涌出量预测报告》, 1[#]、2[#]、9+10[#] 煤层瓦斯含量预测最大值分别为 4.5、3.5、4.6 m^3/t 。

义棠煤业通风方式为中央分列式, 通风方法为机械抽出式, 共布置 5 个井筒, 四进一回。5 个井筒包括行人斜井、主斜井、副斜井、2[#] 进风立井进风, 3[#] 回风立井回风。风井工业广场建有地面瓦斯抽采系统, 分别为高浓度抽采系统和低浓度抽采系统。高浓度抽采系统范围为下组煤西翼专用回风巷和瓦斯抽采巷; 低浓度抽采系统抽采范围为 100507 回采工作面上隅角和部分钻孔, 其中上隅角采取插管抽采。钻孔全部为顶板邻近层穿层钻孔布置, 抽采 K_2 、 K_3 石灰岩内瓦斯。

2 问题及原因分析

2.1 发现问题

随着矿井采掘深度的延伸, 生产过程中发现瓦斯

涌出量增加, 主要集中在下组煤西翼区域。为有效解决瓦斯安全隐患, 充分利用瓦斯这一清洁能源, 公司建立并使用地面瓦斯抽采系统, 对矿井下组煤西翼区域进行瓦斯抽采。上组煤不符合抽采系统的建立标准, 且通风系统能解决瓦斯问题, 故未建立抽采系统。抽采系统运行之后, 矿井测风统计发现, 矿井总回风量小于总进风量, 主要集中在下组煤西翼区域, 异于矿井以往测量结果, 给通风管理带来困扰。同时, 在下组煤西翼各采掘顺槽顶板裂隙处都不同程度地出现吸气现象, 距离抽采钻场越近, 吸气情况越发明显。

2.2 原因分析及建立模型

2.2.1 原因分析

发现这一情况后, 首先排除了测量仪器的故障及人员测量失误, 确认总回风量减少的事实。同时, 统计矿井相关历史数据资料, 实地测量相关参数, 结合本矿井较为特殊的抽采系统综合分析, 认为造成这一现象的主要原因是瓦斯抽采系统, 其通过 9+10[#] 煤直接顶 K_2 石灰岩内丰富的节理构造等通道, 吸入矿井风量, 造成矿井总回风量减少^[3]。

2.2.2 建立模型及说明

1) 根据原有分析, 建立本矿井通风系统简单模型示意图, 见图 2。

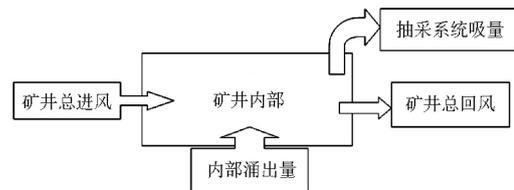


图 2 现矿井通风系统示意图

Fig. 2 Current ventilation system of the mine

矿井进风经过井下各用风地点后, 再加上矿井本身涌出的各种气体, 通过回风立井排出矿井, 但部分风量通过巷道裂隙、管路破口等通道进入瓦斯抽采系统排出矿井^[4]。其数学公式为:

$$\begin{aligned} Q_i + Q_y &= Q_h + Q_c, \\ Q_c &= Q_i + Q_y - Q_h. \end{aligned} \quad (1)$$

式中: Q_i 为矿井总进风量, m^3/min ; Q_y 为矿井内部涌出各种气体量, m^3/min ; Q_h 为矿井总回风量, m^3/min ; Q_c 为矿井抽采系统吸风量, m^3/min 。

2) 数值的解释说明。首先, 公式(1)中各风量数值均为标况值, 标况参数选定为压力 101.3 kPa, 温度 20 $^{\circ}C$ 。实测数据需进行换算^[5]。依据理想气态平衡方程 $pV = nRT$, 换算公式为:

$$Q_0 = \frac{293p}{101.3(t + 273)} Q \quad (2)$$

式中: Q_0 为标况风量, m^3/min ; Q 为实测风量, m^3/min ;

t 为测风地点风流温度, $^{\circ}\text{C}$; p 为测风地点大气压力, kPa 。

其次, 矿井抽采系统吸风量的计算公式如下:

$$Q_c = Q_z - Q_b \quad (3)$$

式中: Q_c 为矿井抽采系统吸风量, m^3/min ; Q_z 为矿井抽采系统总抽采混量, m^3/min ; Q_b 为矿井煤层(或邻近层)补给瓦斯量, m^3/min 。不同煤层或岩层的瓦斯补给浓度有所差异, 需根据不同的瓦斯赋存条件及瓦斯来源进行具体分析。

最后, 矿井内部涌出各种气体量需根据各矿井历史测风数据进行统计分析, 通过计算得出其值。

2.3 实践计算

2.3.1 数据的采集

1) 仪器及地点选取。为保证本次测量数据的准确性, 需保证测量数据仪器完好。抽采系统数据依据 KJ350 型矿井瓦斯抽采在线监测系统, 该系统定期进行人工检测校对, 数据可靠有效。通风系统数据依据人工检测, 仪器主要包括风表、空盒气压表、干球温度计。

2) 数据整理汇总。11月22日, 两组人员进行井下风量测量, 记录各地点测量风量及相关参数, 并读取抽采在线监测数据。具体数据如表1、表2所示。

2.3.2 验算分析

1) 矿井总进回风验算。根据矿井历史风量测量数据, 矿井涌出气体量取 $150 \text{ m}^3/\text{min}$, 查表带入数值, 得 $Q_c = Q_j + Q_y - Q_b = 438.8 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

通过对比发现, 该数值与抽采系统吸入空气量实际检测值 $427.94 \text{ m}^3/\text{min}$ 接近。考虑到测量数据误差, 基本可认为二者相等模型处理。

2) 下组煤总进回风验算。根据矿井历史风量测量数据, 矿井涌出气体量取 $110 \text{ m}^3/\text{min}$, 查表带入数值, 得 $Q_c = Q_j + Q_y - Q_b = 436.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

通过对比发现, 该数值与抽采系统吸入空气量

表1 11月22日瓦斯抽采系统参数

Table 1 Parameters of gas drainage system (Nov. 22)

名称	标况混量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)	瓦斯浓度/ %	标况混量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)	吸入空气量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)
高浓抽采系统	380.5	36.20	137.74	242.76
低浓抽采系统	186.3	0.60	1.12	185.18
合计	566.8	—	138.86	427.94

备注: 根据矿井历史研究统计, 本矿井 K_2 灰岩内原始瓦斯浓度在 99.9%, 则可认为混量中的空气为矿井漏风。

表2 11月22日矿井风量数据

Table 2 Air volume of the mine (Nov. 22)

地点	实测风量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)	标况风量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)	测点 大气压/kPa	温度/ $^{\circ}\text{C}$
上组煤总进风	2 576	2 419.6	94.5	18
下组煤总进风	9 371	9 044.2	97.1	18
矿井总进风	—	11 463.8	—	—
上组煤总回风	2 642	2 456.8	94.2	20
下组煤总回风	9 236	8 718.2	96.6	23
矿井总回风	—	11 175.0	—	—
进回风量差值	—	288.8	—	—

实际检测量 $427.94 \text{ m}^3/\text{min}$ 接近。考虑到测量数据误差, 基本可认为二者相等, 模型处理。

3) 上组煤总进回风验算。根据矿井历史风量测量数据, 矿井涌出气体量取 $40 \text{ m}^3/\text{min}$, 查表带入数值, 得 $Q_c = Q_j + Q_y - Q_b = 2.8 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

通过计算可知, 上组煤由于未建立瓦斯抽采系统, 故其总进回风基本符合一般规律。

综合上述, 矿井进的漏风主要是在下组煤水平, 原因是地面瓦斯抽采系统吸入漏风造成的。

3 结论

通过实地测量并分析可知, 直接顶灰岩抽采对巷道通风系统有着较为明显的影响, 其通过裂隙等通道吸入矿井风量, 造成矿井有效风量减少, 抽采系统运行效率降低, 可能引起煤层自燃等情况。故一经发现类似情况, 需及时进行全面排查, 及时堵漏, 确保通风系统、抽采系统的可靠运行。

参考文献:

- [1] 袁军伟. 义棠煤业瓦斯赋存特征及影响因素分析[J]. 煤炭工程, 2013(4): 62-64.
YUAN Junwei. Analysis of gas occurrence characteristics and influencing factors in yitang coal industry[J]. 2013(4): 62-64.
- [2] 太原正越工程设计有限公司. 山西义棠煤业有限责任公司矿井瓦斯抽采工程初步设计[R]. 太原: 太原正越工程设计有限公司, 2014.
- [3] 王奕博. 抽采条件下采空区漏风对上隅角瓦斯积聚特性研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2019.
- [4] 唐德馨, 秦汝祥, 朱玉. 基于顶板裂隙条件下采空区漏风及瓦斯运移路径的研究[J]. 煤炭技术, 2019(6): 9-12.
TANG Dexin, QIN Ruxiang, ZHU Yu. Study on air leakage and gas migration path in goaf Based on roof fissure condition[J]. Coal Technology, 2019(6): 9-12.
- [5] 贺高旺. 矿井通风[M]. 太原: 山西人民出版社, 2010.

(编辑: 樊 敏)