

自然风压对北岭煤业通风的影响分析

郭琦

(中煤平朔集团北岭煤业有限公司,山西朔州 036006)

摘要:矿井自然风压的形成是矿井空气温度、密度、湿度、空气成分和井深等多重因素综合作用的结果,结合北岭煤业自然风压对通风系统的影响,定性分析了北岭煤业自然风压的形成和变化,得出结论:气温变化影响两个进风巷联巷各自的综合风压,导致两个进风井的进风量发生变化。根据分析结果,采取了增大主进风井(副斜井)风阻、适当降低加热风机功率,减小副进风井(副斜井)风阻、适当提高加热风机功率的措施,两个进风井的风量回归正常。

关键词:自然风压;定性分析;影响;空气密度

中图分类号:TD724

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Influence Analysis of Natural Wind Pressure on Ventilation in Beiling Coal Industry

GUO Qi

(Beiling Coal Industry Co., Ltd., China Coal Pingshuo Group, Shuozhou 036006, China)

Abstract: The formation of natural wind pressure is the result of the multiple factors, including air temperature, density, humidity, air composition, and well depth in mines. The study qualitatively analyzed the formation and changes of the natural wind pressure based on its influence on the ventilation system in Beiling Coal Industry. The results show that: air temperature variation affects the comprehensive wind pressure through two air inlet lanes respectively, resulting in changes of supply air rate of the two air intake shafts. Accordingly, some measures were taken, including increasing the wind resistance and lowering the heating fan power of the main intake shaft (auxiliary inclined shaft), and reducing the wind resistance and increasing the heating fan power of the intake shaft (auxiliary inclined shaft) where return air occurs. The composition of the two intake shafts returns to the normal value.

Key words: natural wind pressure; qualitative analysis; influence; air density

矿井自然风压的形成原因一般有两个,一个是井筒的标高差,另一个是空气的密度差。矿井自然风压对矿井通风有一定影响,一般表现在冬季加强机械通风,夏季阻碍机械通风。但是一些地方小窑依据当地地势修筑进、回风井,使得自然风压对矿井通风的影响表现出多元化的特点。

1 原小窑通风系统概况

北岭煤业原为地方小窑,原来采用中央并列式通风方式,抽出式通风方法。主斜井、副斜井进风,回风斜井回风。主井标高 1 275.5 m,副井标高 1 260.3 m,回风井标高 1 275.3 m。矿井主通风机型号为FBCDZ-No 24,其中1台通风机工作,1台备

* 收稿日期:2020-03-25

作者简介:郭琦(1985-),男,山西吕梁人,硕士研究生,工程师,从事矿井“一通三防”工作,E-mail:63810614@qq.com。

用。主斜井断面为 8.5 m²,副斜井断面为 12.6 m²。

表 1 所示,主斜井进风量减少,副斜井进风量增加,总回风量基本保持不变,副斜井开始出现结冰现象。

2 问题的提出

2016 年 11 月 15 号,气温下降明显,测风数据如

表 1 2016 年 11 月 15 日测风数据和正常测风数据对比表
Table 1 Comparison of the data on Nov. 15, 2016 and the normal data of wind

地 点	副斜井风量/ (m ³ · min ⁻¹)	主斜井风量/ (m ³ · min ⁻¹)	回风斜井风量/ (m ³ · min ⁻¹)	备注
11.15 测风数据	3 004	633	3 727	气温下降明显时两个进风井筒风量变化明显
11.05 测风数据	2 691	923	3 662	遵循配风计划的正常风量
10.25 测风数据	2 635	944	3 579	遵循配风计划的正常风量
10.15 测风数据	2 712	912	3 624	遵循配风计划的正常风量

3 原因分析

随着气温的下降,矿井的自然风压发生了变化,对矿井通风系统产生作用,出现了上述的现象。

3.1 理论分析

1)主斜井井口标高高于副斜井井口标高,两井筒井口标高相差 15 m,形成自然风压^[1];

2)因季节变更,大气昼夜温差大,夜间大气温度骤降,这是出现这一现象的客观因素之一^[2];

3)副斜井支护采用钢筋混凝土,主斜井支护采用锚网喷,地面空气在温度较低情况下分别进入井筒后,因两井筒支护材料不同,副斜井空气与围岩热交换较快,温度下降幅度大,主斜井空气与围岩热交换较慢,温度下降幅度小,致使两井筒空气柱产生温差,造成自然风压;

4)副斜井井筒内有淋水,主斜井较干燥,两井筒间的空气湿度不同,两井筒空气密度出现差异,造成自然风压^[3];

5)因基建运输影响,两进风井筒间(在主辅联巷)未彻底完善风流隔断设施,这是造成主副斜井风量受气温下降而发生变化的主观因素之一^[4]。

3.2 数学分析

图 1 为北岭煤业通风简化示意图。

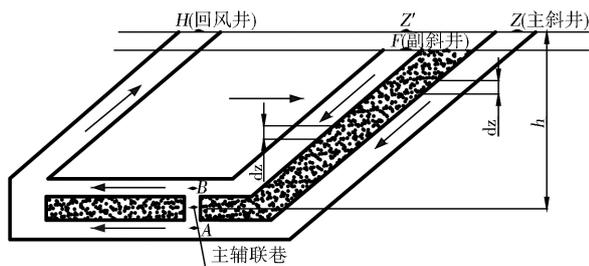


图 1 北岭煤业通风简化示意图

Fig. 1 Simplified schematic diagram of ventilation in Beiling Coal Industry

根据图 1 可知,我矿的通风系统有 3 个支路:主

斜井—回风井支路(Z—A—H 支路);副斜井—回风井通路(F—B—H 支路);主斜井—副斜井支路(Z—A—B—F 支路)。

主斜井进风处的综合风压为:

$$p_Z = p_{ZJ} + p_{ZH} + p_{ZF} \quad (1)$$

副斜井进风处的综合风压为:

$$p_F = p_{FJ} + p_{FH} + p_{ZF} \quad (2)$$

式中: p_{ZJ} 为 Z—A—H 支路在 Z 处的机械风压,Pa; p_{ZH} 为 Z—A—H 支路在 Z 处的自然风压,Pa; p_{FJ} 为 F—B—H 支路在 F 处的机械风压,Pa; p_{FH} 为 F—B—H 支路在 F 处的自然风压,Pa; p_{ZF} 为 Z—A—B—F 支路产生的自然风压,Pa。

我们规定机械风压方向为正,冬天进风在进风井口被加热,使得井内空气温度高于大气温度,则式(1)、(2)可整理为:

$$p_Z = p_{ZJ} - p_{ZH} - p_{ZF} \quad (3)$$

$$p_F = p_{FJ} - p_{FH} + p_{ZF} \quad (4)$$

对于主斜井—副斜井支路(Z—A—B—F 支路),分析其自然风压^[5]:

$$p_{ZF} = \int_B^Z \rho_1 g dz - \int_A^Z \rho_2 g dz \quad (5)$$

式中: h 为矿井最高点至最低点水平的距离,m; g 为重力加速度,m/s²; ρ_1 、 ρ_2 分别为 Z'—B 和 Z—A 巷道中 dz 段的空气密度,kg/m³。

我们为了简化计算,取 ρ_1 、 ρ_2 为 Z'—B 和 Z—A 巷道空气的平均密度,则公式(5)可简化为:

$$p_{ZF} = hg(\rho_1 - \rho_2) \quad (6)$$

同理:

$$p_{ZH} = hg(\rho_3 - \rho_2) \quad (7)$$

$$p_{FH} = hg(\rho_3 - \rho_1) \quad (8)$$

式中: ρ_3 为回风井内空气的平均密度,kg/m³。

副斜井支路由于线路短、断面大、风阻小,因而风量大、风速高,在外界气温低的情况下进风流温度升高的幅度小,加之副斜井有漏水处,空气湿度也

大,这就导致了空气平均密度变大;而主斜井支路则由于线路长断面小,风阻大,因而风量小,风速低,在外界气温低的情况下进风流温度升高的幅度大,空气平均密度变小,这样副斜井和主斜井空气平均密度的差值就会变大^[6]。

随着外界气温的降低副斜井和主斜井的空气温度都会下降,但是通过上述分析,我们知道副斜井和主斜井空气平均密度的变化应该为: $\rho_1 \uparrow \uparrow \uparrow, \rho_2 \uparrow$ 。因为井下几乎常年处于恒温状态,所以我们认为 ρ_3 维持不变,则

$$p_{ZF} = hg(\rho_1 \uparrow \uparrow \uparrow - \rho_2 \uparrow) \Rightarrow p_{ZF} \uparrow \uparrow \quad (9)$$

$$p_{ZH} = hg(\rho_3 - \rho_2 \uparrow) \Rightarrow p_{ZH} \downarrow \quad (10)$$

$$p_Z = p_{ZJ} - p_{ZH} \downarrow - p_{ZF} \uparrow \uparrow \Rightarrow p_Z \downarrow \quad (11)$$

$$p_{FH} = hg(\rho_3 - \rho_1 \uparrow \uparrow \uparrow) \Rightarrow p_{FH} \downarrow \downarrow \downarrow \quad (12)$$

$$p_F = p_{FJ} - p_{FH} \downarrow \downarrow \downarrow + p_{ZF} \uparrow \uparrow \Rightarrow p_F \uparrow \quad (13)$$

由上述公式推导,我们发现,外界气温下降,主斜井的综合风压减小,副斜井的综合风压增大,所以就出现了主斜井进风量减少,副斜井风量增加的情况。

同理随着外界气温的升高,副斜井和主斜井的空气温度都会上升,在我们认为 ρ_3 维持不变的情况下,上述公式符号升降变为反向,会出现主斜井的综合风压增大,副斜井的综合风压减小,导致主斜井进风量增加,副斜井风量减少的情况。

4 解决措施

结合原因分析,矿通风部门及时并有针对性地参考文献:

- [1] 张加元. 自然风压对通风系统影响的定性分析[J]. 现代矿业, 2009(2): 117-119.
ZHANG Jiayuan. Qualitative Analysis of the Influence of Natural Wind Pressure on Ventilation System[J]. Modern Mining, 2009(2): 117-119.
- [2] 陈成星. 冬季自然风压对煤矿通风的影响及其治理措施[J]. 山东煤炭科技, 2002(2): 9-10.
CHEN Chengxin. The Influence of Natural Wind Pressure on Coal Mine Ventilation in Winter and Its Control Measures[J]. Shandong Coal Science and Technology, 2002(2): 9-10.
- [3] 刘振明, 闫广祥. 自然风压对矿井通风的影响分析[J]. 山西焦煤科技, 2003(6): 1-2.
LIU Zhenming, YAN Guangxiang. Analysis on the Influence of Natural Wind Pressure on Mine Ventilation[J]. Shanxi Coking Coal Technology, 2003(6): 1-2.
- [4] 胡明松, 徐文忠. 自然风压对井通风网络稳定影响的研究[J]. 煤炭工程, 2008(11): 72-73.
HU Mingsong, XU Wengzhong. Study on the Influence of Natural Wind Pressure on Mine Ventilation Network Stability[J]. Coal Engineering, 2008(11): 72-73.
- [5] 王德明. 矿井通风与安全[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2007.
- [6] 左照全. 自然风压对矿井通风系统的影响及治理对策[J]. 山西焦煤科技, 2013(9): 43-45.
ZUO Zhaoquan. The Influence of Natural Wind Pressure on Mine Ventilation System and Its Countermeasures[J]. Shanxi Coking Coal Technology, 2013(9): 43-45.

(编辑: 樊 敏)

采取了措施。

1) 通过增加副斜井井口卷闸门的开合度, 增大副斜井井筒风阻, 减小其进风量, 可以有效地消除副斜井结冰现象, 同样也可以达到增加主斜井机械风压的作用;

2) 清除主斜井冒落浮煤和杂物, 增大主斜井的断面, 减小井筒风阻;

3) 在保证主斜井最低进风温度的前提下, 适当的降低主斜井加热风机的功率;

4) 适当的提高副斜井加热风机的功率;

5) 在主辅联巷处设置正反风门, 完全隔断两个进风井筒间的连接, 彻底形成独立进风通道, 最大程度的减少由于气温导致的自然风压变化, 影响矿井通风的现象。

采取上述综合措施后, 矿通风部门又进行了全面的测风, 发现主斜井和副斜井进风量恢复到正常水平, 副斜井结冰现象消失。在之后每旬一次的测风中也未发现两个进风井筒风量大幅变化的情况。

5 结束语

自然风压对矿井通风的影响随着季节的变化在变化, 主要表现在夏季和冬季。本文结合北岭煤业的实际通风情况、井巷的布置和冬季气温变化, 综合分析了自然风压的产生和影响矿井通风的原因, 解决了自然风压对北岭煤业通风的影响, 保证了矿井的通风安全可靠, 同时为类似矿井消除自然风压影响提供了借鉴。