

文章编号:1671-251X(2014)12-0086-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.12.023
鲁忠良,杨楠珂.凤翅山煤矿外部漏风测试及改造[J].工矿自动化,2014,40(12):86-89.

凤翅山煤矿外部漏风测试及改造

鲁忠良^{1,2}, 杨楠珂¹

(1. 河南理工大学 安全科学与工程学院, 河南 焦作 454003;

2. 河南省瓦斯地质与瓦斯治理重点实验室——省部共建国家重点实验室培育基地, 河南 焦作 454003)

摘要:针对凤翅山煤矿兼做行人和运料通道的回风副斜井外部漏风现象严重的现状,采用风表直接测定法对选取的测点进行了矿井外部漏风测试,根据外部漏风率的变化确定了防爆风门绞车绳通行窗口为矿井主要漏风源;针对原有绞车绳通行窗口采用橡胶皮垫固定在防爆风门上进行封闭的方法容易导致漏风的问题,提出了采用移动挡板封闭窗口的改造方案。测定结果表明,改造后的矿井外部漏风率由原来的15.5%降至6.5%,通风机负压减小了318 Pa。

关键词:通风系统;外部漏风;风表直接测定法;外部漏风率;漏风源

中图分类号:TD728 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Exterior ventilation leakage test and reform of Fengchishan Coal Mine

LU Zhongliang^{1,2}, YANG Nanke¹

(1. College of Safety Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China;

2. State Key Laboratory Cultivation Base for Gas Geology and Gas Control, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: In view of status of serious exterior ventilation leakage of auxiliary inclined air returning shaft used for staff and material transportation in Fengchishan Coal Mine, wind meter direct measuring method was used to test mine exterior ventilation leakage of selected test points, winch rope access window of explosion-proof ventilation door was determined as main ventilation leakage source according to change of exterior ventilation leakage rate. In view of problem that original closed method of winch rope access window easily led to ventilation leakage by use of rubber pad to fix on explosion-proof ventilation door, a reform scheme by use of movable baffle to close the window was proposed. The test results show that exterior ventilation leakage rate is reduced from 15.5% to 6.5% and negative pressure of ventilator is reduced by 318 Pa after reform.

Key words: ventilation system; exterior ventilation leakage; wind meter direct measuring method; exterior ventilation leakage rate; ventilation leakage source

0 引言

矿井外部漏风量是指通过地表裂隙、崩落带、采空区连通地表或风井附近的通风设施(如反风门、防爆盖等)以及其他连通地表的硐室工作窗口(如提升设备的绞车绳出口)漏入风硐的风量^[1]。这部分风

量不能进入井下主要用风巷道,未能稀释或排出井下有毒有害气体及矿尘,也不能用于井下人员呼吸,所以属于无效风量。矿井外部漏风会降低通风效率、增大通风机能量损耗、影响矿井通风系统稳定性、弱化矿井抗灾能力,甚至可能造成通风事故^[2-3]。矿井的外部漏风率是评价一个矿井通风系统优劣的

收稿日期:2014-03-07;修回日期:2014-10-15;责任编辑:盛男。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51174109,51174109)。

作者简介:鲁忠良(1964—),男,吉林镇赓人,教授,硕士研究生导师,研究方向为通风与除尘,E-mail:zhonglianglu@126.com。

重要指标^[4]。《煤矿安全规程》规定无提升设备的主要通风系统外部漏风率不得超过5%,有提升设备的主要通风系统外部漏风率不得超过15%。本文采用风表直接测定法对河南平禹煤电有限责任公司凤翅山煤矿进行外部漏风测试,根据外部漏风率的变化确定主要漏风源,并对防爆风门绞车绳通行窗口进行改造,以降低矿井的外部漏风率。

1 矿井概况

凤翅山煤矿开拓方式为双斜井开拓,通风方式为中央并列式,通风方法为抽出式。主斜井进风,副斜井回风。在副斜井井口安装2台BDK62-8-No20B型轴流式通风机作为矿井地面主要通风机,配套2台YE630S2-10型电动机,功率为2×90 kW,额定转速为740 r/min,其中一台使用,一台备用。采煤工作面采用全风压上行通风,硐室采用调节风门控风,回风直接进入回风巷。由于副斜井同时担负矿井的行人、运料任务,所以能连通地表的通道较多,外部漏风较为严重。

2 外部漏风测试

2.1 测试方法选择

目前常用的矿井外部漏风测试方法有风表直接测定法、瓦斯等值法、示踪气体法、精密测风仪表法、漏风路线风阻法、通风机房水柱计法等^[5-7]。针对凤翅山煤矿的通风系统情况,结合现场实际,采用风表直接测定法测定矿井外部漏风。风表直接测定法原理:在通风机扩散器选取适当断面,测定通风机的风量,同时在总回风巷测定矿井总回风量,通过两者之差求出矿井的外部漏风量。

凤翅山煤矿回风副斜井外部漏风测点布置如图1所示。选取测点1测定矿井总回风量 Q_h ;风硐内选取测点2测定风硐风量 Q_f ;在通风机扩散器设置测点3测定通风机的排风量 Q_p 。忽略矿井空气密度、井下压力变化等影响,则测点2与测点1风量之差为行人硐室风门、防爆风门绞车绳通行窗口以及直通地表裂隙的漏风量之和,用 Q_{L1} 表示;测点3与测点2风量之差为检修口和通风机本体的漏风量,用 Q_{L2} 表示。

矿井外部漏风量:

$$Q_L = Q_p - Q_h \tag{1}$$

矿井外部漏风率:

$$P_L = Q_L / Q_p \tag{2}$$

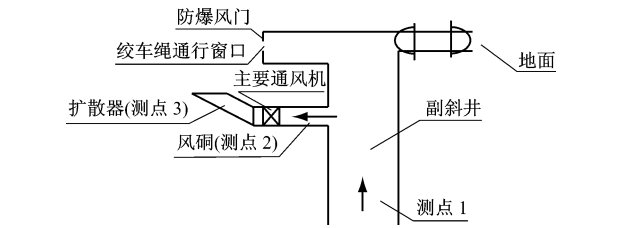


图1 外部漏风测点布置

2.2 测试结果及数据分析

机械风表采用GFA-2型中速风表。风表校正风速 V_a 和实际风速 V_r 分别为

$$V_a = 1.002V_s + 0.1 \tag{3}$$

$$V_r = kV_a = (S - c)V_a / S \tag{4}$$

式中: V_s 为指示风速; k 为测风方法校正系数; S 为测点断面面积; c 为测风影响常数,通常取0.4。

则所测点风量为

$$Q = V_r S \tag{5}$$

各测点初始风量测定结果见表1。

表1 初始风量测定结果

测风地点	断面 积/ m^2	风速/ $(m \cdot s^{-1})$			风量/ $(m^3 \cdot min^{-1})$
		V_s	V_a	V_r	
测点1	12.13	3.60	3.71	3.58	2 609.13
测点2	9.05	5.71	5.82	5.56	3 021.32
测点3	15.00	3.42	3.53	3.43	3 089.51

则矿井外部漏风率为

$$P_L = (Q_p - Q_h) / Q_p \times 100\% = (3\,089.51 - 2\,609.13) / 3\,089.51 \times 100\% = 15.5\%$$

矿井外部漏风率超出了《煤矿安全规程》的规定。

$$Q_{L1} |_{(m^3 \cdot min^{-1})} = Q_f - Q_h = 3\,021.32 - 2\,609.13 = 412.19$$

$$Q_{L2} |_{(m^3 \cdot min^{-1})} = Q_p - Q_f = 3\,089.51 - 3\,021.32 = 68.19$$

Q_{L1} 占外部漏风量的百分比为

$$p_1 = Q_{L1} / (Q_{L1} + Q_{L2}) \times 100\% = 412.19 / (412.19 + 68.19) \times 100\% = 85.8\%$$

Q_{L2} 占外部漏风量的百分比

$$p_2 = Q_{L2} / (Q_{L1} + Q_{L2}) \times 100\% = 68.19 / (412.19 + 68.19) \times 100\% = 14.2\%$$

通过数据分析可知,行人硐室风门、防爆风门绞车绳通行窗口以及直通地表裂隙的漏风量为412.19 m³/min,占矿井外部漏风量的85.8%;检修口与通风机本体的漏风量为68.19 m³/min,占矿井外部漏风量的14.2%。表明矿井的主要外部漏风

源是行人硐室风门、防爆风门绞车绳通行窗口和直通地表裂隙。

2.3 主要漏风源查找

凤翅山煤矿回风副斜井采用锚喷支护,明显存在的直通地表裂隙较少,小裂隙查找困难。行人硐室风门轻微变形,风门上部有明显缝隙,并且外部风门关闭不严,容易导致漏风。防爆风门绞车绳通行窗口采用橡胶皮垫进行封闭、固定,但绞车运行时,绞车绳张紧,皮垫受力左右移动,皮垫容易撕裂甚至脱落,漏风面积增大。行人硐室风门虽然有漏风但是风门不常开,所以初步推断防爆风门绞车绳通行窗口漏风为矿井外部漏风的主要原因。

为证明推断的准确性,将防爆风门绞车绳通行窗口用皮垫暂时封闭,风量测定结果见表 2。

表 2 防爆风门绞车绳通行窗口封闭后风量测定结果

测风地点	断面 积/m ²	风速/(m·s ⁻¹)			风量/ (m ³ ·min ⁻¹)
		V _s	V _a	V _r	
测点 1	12.13	3.59	3.70	3.58	2 602.08
测点 2	9.05	5.20	5.31	5.08	2 756.10
测点 3	15.00	3.11	3.22	3.13	2 817.41

则矿井外部漏风率为

$$P_L = (Q_p - Q_h) / Q_p \times 100\% = (2\,817.41 - 2\,602.08) / 2\,817.41 = 7.6\%$$

矿井外部漏风率降低到 7.6%,表明防爆风门绞车绳通行窗口漏风为凤翅山煤矿外部漏风的主要原因。

3 外部漏风源改造

3.1 改造方案

防爆风门绞车绳通行窗口为 40 cm×60 cm 的长方形,窗口处于敞开状态时漏风面积为 0.24 m²。原有的绞车绳通行窗口采用橡胶皮垫固定在防爆风门上进行封闭的方法。该方法存在以下弊端:

(1) 当绞车处于工作状态时,绞车绳左右摆动,固定的皮垫无法克服应力,容易被撕裂甚至脱落,直接导致漏风面积增大。

(2) 封闭用的皮垫为软性材料,并固定在防爆风门上,在矿井通风机负压的影响下,容易向外鼓起,四周缝隙增大,导致密闭不严。

防爆风门绞车绳通行窗口改造思路:首先保证窗口时刻处于封闭状态,且不受绞车绳运动的影响,则应该由原来的固定封闭改为移动封闭;其次封闭材料应为硬性材料,能够在负压状态下不变形。

防爆风门绞车绳通行窗口改造方案如图 2 所示,具体改造方案设计:

- (1) 制作 1 块 60 cm×80cm 木质挡板,挡板厚度为 3 cm,挡板全部由 0.5 mm 铁皮包裹。
- (2) 挡板内侧铁皮表面覆盖 0.5 mm 橡胶皮垫,挡板中央钻 φ23 mm 小孔(绞车绳 φ21.5 mm)。
- (3) 用 30 mm×30 mm×3 mm(边宽×边宽×边厚)型角钢制作长方形框架,框架内侧尺寸为 60.1 cm×80.1 cm,将挡板固定于角钢框架内。
- (4) 在角钢框架上下两边,距左右两侧 20 cm 处各安装 1 个定滑轮,滑轮外径 φ80 mm,厚度为 28 mm,其安装形式为焊接。
- (5) 在防爆风门上距绞车绳通行窗口上下两边 20 cm 处,将用 30 mm×30 mm×3 mm(边宽×边宽×边厚)型角钢制作的滑轮槽焊接在防爆风门上。
- (6) 挡板安装在滑轮槽内。

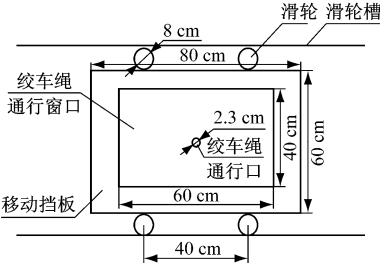


图 2 防爆风门绞车绳通行窗口改造方案

设计防爆风门绞车绳通行窗口移动挡板时,要考虑绞车绳运动过程中左右的摆幅,确保移动挡板的宽度在绞车绳摆幅最大时,仍然可以完全遮挡窗口。绞车绳的摆幅需要根据多次观测确定。该矿井绞车绳摆幅左右各 5 cm,因此移动挡板的设计富余量为左右各 10 cm。

移动挡板的厚度与滑轮槽的设计要匹配,保证安装后移动挡板与防爆风门间的缝隙足够小,以减少漏风。

移动挡板在使用过程中内侧固定的皮垫起到密封作用,移动挡板在运动过程中会存在磨损,要及时检测、更换。定期在皮垫上和滑轮槽内涂润滑油,减小摩擦力。

3.2 效果分析

对防爆风门绞车绳通行窗口进行改造后,按照外部漏风的测定方案,再次对矿井进行外部漏风测试,结果见表 3。

此时,矿井外部漏风率为

$$P_L = (Q_p - Q_h) / Q_p \times 100\% = (2\,791.08 - 2\,609.13) / 2\,791.08 \times 100\% = 6.5\%$$

表3 漏风源改造后风量测定结果					
测风地点	断面 积/m ²	风速/(m·s ⁻¹)			风量/ (m ³ ·min ⁻¹)
		V _s	V _a	V _r	
测点1	12.13	3.60	3.71	3.58	2 609.13
测点2	9.05	5.17	5.28	5.05	2 740.50
测点3	15.00	3.08	3.19	3.10	2 791.08

改造后的矿井外部漏风率由原来的 15.5%降至 6.5%，提高了矿井的有效风量率。改造后矿井通风机房水柱计读数由 2 000 Pa 降至 1 682 Pa，大大降低了通风机负荷和通风成本，提高了通风系统的稳定性。改造后的防爆风门绞车绳通行窗口采用移动挡板，不仅起到良好的封闭作用，而且避免了绞车绳与挡板的硬性摩擦，延长了绞车绳的使用寿命。

4 结语

通过外部漏风率的变化情况确定了防爆风门的绞车绳通行窗口为主要漏风源，提出了防爆风门绞车绳通行窗口的具体改造措施，大大降低了矿井的

外部漏风率。

参考文献：

[1] 张国枢. 矿井外部漏风的控制分析和测算方法[J]. 煤矿安全,1986(10):24-28.

[2] 杨胜强,刘殿武. 通风与安全[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2009.

[3] 邹孝付,马小平,焦晓宇,等. 煤矿通风系统的优化实现[J]. 工矿自动化,2012,38(3):61-62.

[4] 张军,叶建军. 等值法测定矿井外部漏风率[J]. 矿业安全与环保,2004,31(增刊 1):9-10.

[5] 周洵远,徐石铮. 矿井漏风探讨[J]. 冶金安全,1984(1):23-25.

[6] 刘泽功. 矿井外部漏风检测方法及应用实例[J]. 煤矿安全,1996(9):15-18.

[7] 焦殿志,彭辉,王建军,等. 矿井通风设施外部漏风的检测方法研究[J]. 华北科技学院学报,2012,9(3):31-35.