

西坡矿掘进工作面瓦斯涌出量影响因素分析

王 杰 (山西西山矿业管理有限公司, 山西 太原 030053)

摘要: 为降低西坡矿 5201 工作面瓦斯异常涌出现状, 设计提出了瓦斯异常涌出量分源预测方法, 分析掘进工作面主要瓦斯涌出来源和涌出量。分析得出导致矿井掘进工作面瓦斯异常涌出量及来源的关键影响因素与技术参数, 以西坡矿 5201 掘进工作面为工程背景确定了分源预测结果的修正系数与瓦斯涌出不均衡系数, 并针对性的提出了预测防治技术, 有效保证矿井掘进工作面的安全生产。

关键词: 瓦斯; 涌出规律; 涌出强度; 掘进工作面

Abstract: in order to reduce the occurrence of abnormal gas gushing in 5201 face of Xipo mine, a separate source prediction method of gas gushing amount is proposed, and the main gas gushing sources and gushing amount of heading face are analyzed. The key factors and technical parameters causing the gas emission and its source of the heading face are analyzed and obtained. Taking the 5201 heading face of Xipo mine as the engineering background, the correction coefficient of the sub source prediction result and the unbalanced coefficient of gas emission are determined, and the prediction and prevention technology is put forward to effectively ensure the safe production of the mine heading face.

Key words: gas; Gushing law; Gushing strength; Heading face

瓦斯是威胁煤矿安全的“第一杀手”。随着矿井采掘深度的不断延伸, 在开采深部煤层时, 赋存的瓦斯会大量涌出。鉴于瓦斯涌出的多变性、不均衡性, 同时受矿井水文地质条件、采掘扰动、开采工艺等综合因素影响, 难以治理。当前瓦斯涌出来源主要分析方法有: 分源预测法、矿山统计法。分源预测法基于理论计算为基础, 结合开采煤层赋存条件、采掘工艺、抽采方式等技术参数的要求条件苛刻, 当技术参数选取不科学时会影响其准确性。本文针对矿井掘进工作面瓦斯涌出来源及涌出量难以精准预测的问题, 以西坡矿 5201 掘进工作面为工程背景, 基于瓦斯涌出量预测标准和掘进期间动态监测, 分析影响掘进工作面瓦斯涌出量和来源的主要因素, 并针对性的提出预测防治技术, 有效保证矿井的安全开采。

1 矿井概况

西坡矿位于吕梁市柳林县境内, 井田占地面积约 16.63km², 年设计生产能力为 210 万 t。现在主要开采 5# 煤, 煤厚 2.65m, 煤层倾角 3.0° ~ 12.0°, 平均 5°; 煤层顶、底板为砂质泥岩、泥岩。5# 煤上方约 5m 赋存有一层厚度约 0.8m 左右的 5_上 煤, 工作面为 5201 回风顺槽。5# 煤视密度为 1.31t/m³, 挥发分为 25.19%, 原始瓦斯含量为 10.66t/m³, 残存瓦斯含量为 1.88m³/t。在 5201 工作面巷道掘进初, 西坡矿在相邻的巷道采取递进式施工顺层预抽钻孔, 治理瓦斯。经过动态监测, 5102 工作面在掘进前期所开采的煤层残余瓦斯含量平均为 7.3m³/t。

2 工作面瓦斯涌出量预测

西坡矿 5201 掘进工作面沿 5# 煤层掘进, 由于挖掘空间小对相邻煤层的扰动小, 进而邻近煤层的瓦斯涌出量也较小; 掘进期间的瓦斯涌出主要来源于采掘煤层的落煤和煤壁。落煤瓦斯涌出与掘进工艺、巷道断面、掘

进速度、瓦斯含量等密切相关, 煤壁瓦斯涌出与暴露煤壁面积、暴露时间、瓦斯含量等有关。综掘工艺实现连续破煤, 有利于瓦斯的平稳涌出, 呈典型的“方波”形态, 破煤期间瓦斯涌出与非破煤期间瓦斯涌出比值基本恒定。矿井瓦斯涌出量预测公式为:

$$q_{\text{掘}} = q_1 + q_2 \quad (1)$$

$$q_1 = DVq_0 \left(2\sqrt{\frac{L}{V}} - 1 \right) \quad (2)$$

$$q_2 = SV \gamma (W_0 - W_c) \quad (3)$$

式中:

q_0 —煤壁瓦斯涌出强度, m³/m²·min;

q_1 —煤壁涌出量, m³/min;

q_2 —落煤涌出量, m³/min; D—巷道周长, m;

S—巷道断面面积, m²;

W_0 —瓦斯含量, m³/t。

经过三个月的暴露, 巷道煤壁已基本不再向外大量涌出瓦斯, 煤壁瓦斯涌出强度的计算公式 (4):

$$q_0 = 0.026[0.0004(V)^2 + 0.16]W \quad (4)$$

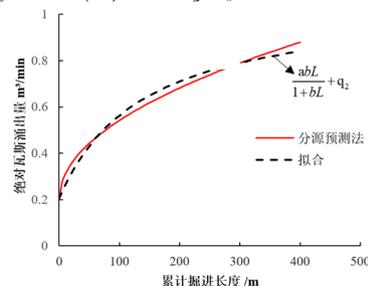


图 1 5201 回风顺槽瓦斯涌出量预测与拟合结果

煤质变化主要通过挥发分来反映, 当煤的挥发分越高, 其变质程度越低, 煤壁瓦斯涌出强度也就相对较高, 与之相对应的煤壁的瓦斯涌出量就高。西坡矿结合 5201 回风顺槽工作面的水文地质条件, 在满足拟合精度的前提下, 采用分源预测法得到了西坡矿 5201 回风顺槽掘

进工作面瓦斯涌出量，从掘进前的 0.2m³/min 逐渐增加到 0.88m³/min，待巷道掘进 400m 以后达到长期稳定。5201 回风顺槽瓦斯涌出量预测与拟合结果如图 1 所示。

3 工作面瓦斯涌出来源分析

西坡矿为研究影响煤壁与落煤瓦斯涌出比例的关系及其影响因素，通过公式计算其中煤的挥发份 V 和煤的密度 γ 为常数，可以简化 q₁/q₂ 简化为：

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{DVq_0(2\sqrt{\frac{L}{V}}-1)}{SV\gamma(W_0-W_c)} = k \frac{D(2\sqrt{\frac{L}{V}}-1)}{S(1-\frac{W_c}{W_0})} = 587 \frac{k D}{\eta S} \quad (5)$$

$$\frac{D}{S} = \begin{cases} \text{薄及中厚煤层: } \frac{2m_0}{b \cdot m_0} = \frac{2}{b} \\ \text{厚煤层: } \frac{2h+b}{h \cdot b} = \frac{2}{b} + \frac{1}{h} \end{cases}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \begin{cases} \text{薄及中厚煤层: } 1174 \frac{k}{\eta \cdot b} \\ \text{厚煤层: } 587 \frac{k}{\eta} \cdot (\frac{2}{b} + \frac{1}{h}) \end{cases}$$

式中：

K- 常数，k=0.026[0.0004(V²+0.16)]/γ；

η=1- $\frac{W_c}{W_0}$ - 煤层的瓦斯可抽率，即煤层内瓦斯可解

吸瓦斯含量占总瓦斯含量的比例。

煤的挥发分、密度、残存瓦斯含量一般较为稳定，与瓦斯可抽率与煤的瓦斯含量有关，当煤层瓦斯含量越高时，瓦斯可抽率越大，落煤瓦斯涌出所占比例越高；针对高瓦斯或者突出矿井，巷道掘进前瓦斯含量一般已预抽到 8m³/t 以下，在瓦斯含量、挥发分、密度等为定值时，落煤、煤壁瓦斯涌出比例和巷道断面参数有直接关系。针对薄及中厚煤层，瓦斯涌出比例仅与巷道宽度有关，宽度越大，落煤涌出比例越高；针对薄及中厚煤层，瓦斯涌出比例还与巷道高度有关，巷道宽度和高度越大，落煤所占涌出比例越高。根据 5201 回风顺槽掘进工作面基本条件，代入相关数据后得到落煤与煤壁瓦斯涌出比例为 3.1:1，即落煤瓦斯涌出占比为 23.28%，煤壁瓦斯涌出为 76.22%。

4 瓦斯涌出动态监测

西坡矿对 5201 回风顺槽生产期间，回风流中的瓦斯浓度动态监测，并采用加权方法计算得出：检修班瓦斯涌出量即为煤壁瓦斯涌出量，生产班瓦斯涌出量与检修班瓦斯涌出量之差值即为落煤瓦斯涌出量。5201 回风顺槽前期掘进速度不稳定，导致瓦斯涌出量变化较大，无法有效观测前期随掘进距离的增加瓦斯涌出变化情况。本次仅对工作面后期正常掘进期间的瓦斯涌出量进行分析，时间区段为 2018 年 9 月 27 日至 2018 年 11 月 26 日。

5201 回风顺槽掘进期间瓦斯涌出曲线如图 2 所示。由图可见，11 月 5 日至 15 日区间和 11 月 25 日至 26 日区间，掘进工作面瓦斯涌出量显著增加，经核实，11 月

5 日至 15 日 1121 回风顺槽掘进期间揭露两条断层，受断层影响瓦斯涌出量增加 0.74m³/min；11 月 25 日 1121 回风顺槽向 3_上煤层放炮施工高位钻场，5_上煤层受扰动影响，煤层瓦斯涌入 5201 回风顺槽，造成掘进面瓦斯涌出量增加 0.50m³/min；在监测时间以外 5102 工作面的相对瓦斯涌出量偶有小幅波动，整体上保持稳定。

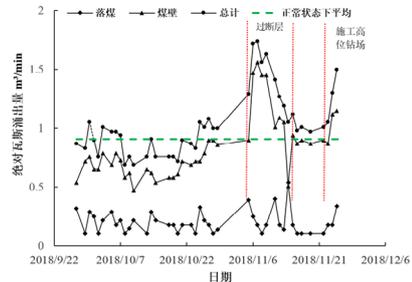


图 2 掘进工作面瓦斯涌出量统计结果

根据图 2 可以看出，在巷道的采掘初期，可不考虑受煤层断层和掘进高位钻场揭露的影响因素，5201 回风顺槽绝对瓦斯涌出量 0.69~1.12m³/min，平均 0.91m³/min；其中落煤绝对瓦斯量 0.11~0.33m³/min，平均 0.18m³/min，占比 19.8%；煤壁绝对瓦斯涌出量 0.47~0.94m³/min，平均 0.73m³/min，占比 80.2%。

通过将工作面实际瓦斯涌出量与预测数据进行对比，涌出量相近，对比研究可知，5102 工作面在掘进初期的瓦斯涌出量修正系数为 1.03，正常状态下瓦斯涌出不均衡系数为 1.23。5201 回风顺槽掘进工作面瓦斯涌出整体较小，配风量 300~500m³/min，通过通风方式解决掘进期间的瓦斯涌出问题。经简化与修正后的瓦斯涌出量预测可根据下式计算：

$$q_{\text{掘-分源预测}} = \frac{abL}{1+bL} + q_2 \quad (6)$$

$$q_{\text{掘-修正后}} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_{\text{掘-分源预测}}$$

选取典型掘进工作面，根据生产统计法对分源预测法数据进行修正得到正常掘进期间的平均瓦斯涌出量，进而根据生产期间考察结果得到瓦斯涌出不均衡系数，可实现同一煤层相同采掘技术下对工作面瓦斯异常涌出的科学、精准预测。

5 结论

为分析得出掘进工作面主要瓦斯涌出来源和涌出量，西坡矿采取分源预测法预测结果为瓦斯涌出稳定后的平均值，总体与实际较为吻合，但为进一步提高预测精度，应结合生产统计法得到相近条件下的修正系数，对预测结果做修正。在瓦斯含量等煤层基本参数为定值的情况下，掘进期间落煤与煤壁瓦斯涌出所占比例与掘进速度没有关系，仅与煤层的瓦斯可抽率、巷道断面参数有关。

参考文献：

- [1] 吕俊高, 郭运美. 基于掘进工作面瓦斯涌出量的煤层瓦斯含量预测研究 [J]. 煤炭技术, 2015(11):152-153.
- [2] 尹灿伟, 余同勇, 李新建. 掘进工作面瓦斯涌出影响因素分析及预测模型 [J]. 中州煤炭, 2014(02).