

Analysis of Coal and Gas Outburst Critical Depth of 7 Coal Seam in Xutuan Coal Mine, Huaibei

Jianting Zhai^{1,2}, Haifeng Wang³, Guanwen Lu¹, Jilin Wang¹

¹School of Resources and Earth Science, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu

²Xutuan Mine, Huaibei Mining Group Company, Huaibei Anhui

³School of Safety Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu

Email: kirin8848@126.com

Received: Jun. 29th, 2016; accepted: Jul. 14th, 2016; published: Jul. 21st, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The outburst risk evaluation index value was obtained through the testing experiment of 7 coal seam gas basic parameters of δ_1 , δ_2 mining area and δ_2 extension in Xutuan coal mine, the risk of coal and gas outburst and the critical depth of outburst were evaluated based on the previous data. By statistics and calculation, it was inferred that in the -620 m elevation the gas pressure would reach the critical value, the gas content was close to the critical value and the measured gas initial velocity exceeded the critical value which was 11 mmHg, in the elevation that was less than -464 m the coal sturdiness coefficient would reach the critical value and the type of coal damage in the geological failure zone of the study area was III - IV. Comprehensive analysis showed that the critical depth of gas outburst risk in the study area should be no less than the -620 m elevation, and the -615 m elevation was proposed as the critical depth of gas outburst risk which was used in the production based on safety consideration.

Keywords

Xutuan Coal Mine, Gas Outburst, Risk, Critical Depth

淮北矿业许疃煤矿7煤层煤与瓦斯突出危险性临界深度分析

翟建廷^{1,2}, 王海锋³, 路冠文¹, 汪吉林¹

¹中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州
²淮北矿业(集团)有限责任公司许疃矿, 安徽 淮北
³中国矿业大学安全工程学院, 江苏 徐州
Email: kirin8848@126.com

收稿日期: 2016年6月29日; 录用日期: 2016年7月14日; 发布日期: 2016年7月21日

摘要

通过对许疃矿8₁、8₂采区及8₂下延采区范围内7煤层瓦斯基础参数的实验测试, 获得了突出危险性评价指标值, 结合研究区以往的有关数据, 对煤与瓦斯突出危险性 & 突出临界深度进行了评价。经统计及计算, 推测-620 m标高时瓦斯压力达到突出临界值, 瓦斯含量接近突出临界值, 实测瓦斯放散初速度最大为11 mmHg, 超过了突出临界值, 推算煤坚固性系数在标高低于-464 m时将达到突出临界值, 研究区地质破坏带的煤体破坏类型为III~IV类。综合分析认为研究区瓦斯突出危险性临界深度应不低于-620 m标高, 基于安全考虑, 建议以-615 m作为生产中采用的瓦斯突出危险性临界深度。

关键词

许疃矿, 瓦斯突出, 危险性, 临界深度

1. 引言

瓦斯事故是威胁煤矿安全生产的重要灾害之一, 日益引起人们的重视, 且对矿井煤层进行科学合理的煤与瓦斯突出危险性评价一直是高突矿井的研究课题[1]-[3]。2006年, 国家安全生产监督管理总局(以下简称国家局)颁布了安全生产行业标准AQ1024-2006《煤与瓦斯突出矿井鉴定规范》(以下简称《鉴定规范》)[4]; 此后国家陆续出台有关加强煤层煤与瓦斯突出(以下简称突出)危险性鉴定的相关文件。2009年开始执行的《防治煤与瓦斯突出规定》(以下简称《防突规定》)第八条至第十三条专门就煤层突出危险性鉴定进行了相关规定[5]。因此, 开展矿井煤层突出危险性评价技术研究, 以便采取针对性防治措施进行治理, 是矿井瓦斯防治的重要研究内容[6][7]。

本文依据《防突规定》、《鉴定规范》以及《煤矿安全规程》, 分析了81、82采区7煤层瓦斯基本参数, 合理地评价了许疃煤矿煤与瓦斯突出危险性, 对煤矿安全生产提供了指导与借鉴。

2. 许疃矿81、82采区概况

许疃煤矿位于安徽省蒙城县境内, 隶属淮北矿业(集团)公司, 其81、82采区位于井田的西翼中段, 81采区走向长1600 m, 倾斜宽约1400 m, 面积约2.24 km², 采区上下限标高分别为-360 m和-500 m。82采区走向长3800 m, 倾斜宽1500~2250 m, 平均约1850 m, 面积约7 km²。采区上限标高为-390 m~-410 m, 采区下限标高最低为-660 m。井田采用立井、主要运输石门、分组集中运输大巷开拓。

3. 瓦斯基础参数测试

为了准确合理地评价许疃煤矿7煤层(7₁, 7₂)煤与瓦斯突出危险性, 本次研究中的瓦斯测定参数包括煤层瓦斯压力、煤层瓦斯含量、瓦斯放散初速度、煤的坚固性系数值以及煤体破坏类型。

3.1. 瓦斯压力统计及预测

煤层瓦斯压力是评价瓦斯特征的最基本参数, 瓦斯压力大小主要取决于成煤后瓦斯的排放条件, 准

确定煤层瓦斯压力对确定瓦斯含量与涌出量大小具有重要意义[8] [9]。

测压地点的选取是直接影响测压是否成功的一个关键因素, 选取测压地点时, 为了最大限度反映煤层原始状态下的瓦斯压力, 需遵循若干原则, 包括: (1) 岩层致密完整、无破碎, 50 m 范围内无断层和大的裂隙; (2) 岩层无淋水, 岩柱(垂高)最少大于 10 m; (3) 目标煤层周围无采空区, 尽量选取在最近几年开拓的岩石巷道; (4) 如果选取顺煤层施工测压孔, 钻孔长度应大于 70 m, 选取构造简单、有利于施工的最近开掘的煤巷; (5) 岩柱应保证距煤层顶板 15~20 m。此外, 要求测压钻孔直径 75~95 mm, 钻孔进入煤层底板 0.5 m。

研究区在前期开拓及生产中已经积累有瓦斯压力数据, 但测定深度有限(表 1, 编号 1~8), 本次研究在矿井深部补充测定了 4 个点(表 1, 编号 9~12), 获得了深部煤层的瓦斯压力数据。由于 7_1 煤层、 7_2 煤层距离较近, 采用 7_1 煤层、 7_2 煤层联合测压。

根据瓦斯压力的实测数据, 拟合得到研究区瓦斯压力与标高的相关关系(图 1)。

根据瓦斯压力实测数据, 研究区的 81 采区、82 采区及 82 下延采区范围内 7 煤层(7_1 , 7_2)最大实测瓦斯压力为 0.64 MPa (标高为-585 m, 表压); 根据瓦斯压力与标高的拟合关系, 推测标高为-615 m 处的瓦

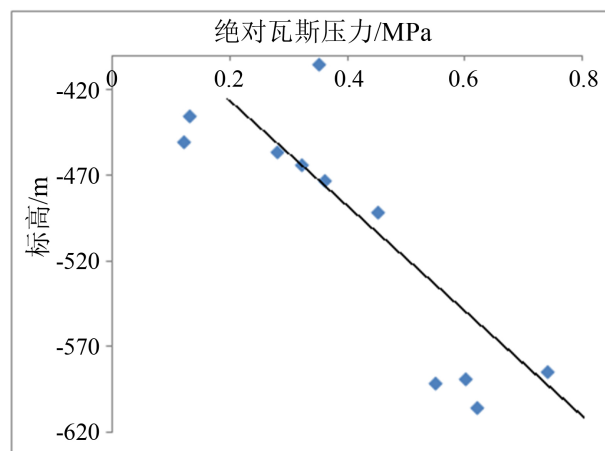


Figure 1. Correlation between absolute gas pressure and elevation
图 1. 绝对瓦斯压力与标高相关关系

Table 1. 7 measured pressure value of gas in coal seam

表 1. 7 煤层瓦斯实测压力值

编号	煤层	地点	标高/m	实测表压/MPa	绝对压力/MPa
1	7_1	边界排水巷	-449.9	0.02	0.12
2	7_1	8 ₁ 采区上山下口	-456.16	0.18	0.28
3	7_1	8 ₂ 一区段变电所回风口	-405.32	0.25	0.35
4	7_1	7 ₁ 28 轨道巷 G16-G15	-491	0.35	0.45
5	7_2	8 ₂ 回风与运输联巷	-435.2	0.03	0.13
6	7_2	8 ₂ 26 轨道巷口	-464.08	0.22	0.32
7	7_2	8 ₂ 下延回风下山一中	-472.6	0.26	0.36
8	7_2	8 ₂ 下延四中水仓	-585	0.64	0.74
9	7_2	8 ₂ 下延人行下山 3 号点	-591.2	0.45	0.55
10	7_2		-588.8	0.5	0.6
11	7_2	8 ₂ 下四中岩石集中巷 1#钻场	-606	0.52	0.62
12	7_2		-605.1	0.35	0.45

斯压力 0.72 MPa (表压), 接近突出危险临界值。

3.2. 瓦斯含量计算

煤层瓦斯含量是指在天然条件下, 单位质量或体积的煤体中所含的瓦斯量。本次采用间接法测定煤的瓦斯含量[10] [11], 计算公式为:

$$X = \frac{VpT_0}{Tp_0\xi} + \frac{abp}{1+bp} \cdot e^{n(t_0-t)} \cdot \frac{1}{1+0.31W} \cdot \frac{100-A_{ad}-M_{ad}}{100}$$

式中: V 单位质量煤的孔隙容积, m^3/t ;

p 煤层瓦斯压力, MPa;

T_0, p_0 标准状态下的绝对温度($^{\circ}\text{C}$)和压力(MPa);

ξ 瓦斯压缩系数;

a 煤的极限瓦斯吸附量, m^3/t ;

b 吸附常数, MPa^{-1} ;

t_0 实验室测定煤吸附常数时的实验温度, $^{\circ}\text{C}$;

t 煤层温度, $^{\circ}\text{C}$;

A_{ad} 、 M_{ad} 煤的灰分和水分质量分数, %。

将各参数带入含量计算公式, 即可求得瓦斯含量(表 2)。

通过计算, 在 8₂ 下延采区标高-585.0 m 处, 7 煤层实测最大瓦斯压力为 0.64 MPa, 计算的瓦斯含量为 6.0 m^3/t ; 8₂ 下延采区范围内 7 煤层标高-615 m 以浅, 推算出的最大瓦斯含量为 6.4 m^3/t , 煤层瓦斯压力和瓦斯含量均未超过《防突规定》的 0.74 MPa 和 8 m^3/t 。

3.3. 瓦斯放散初速度测定

煤的瓦斯放散初速度 ΔP 反映了煤在常压下吸附瓦斯的能力和放散瓦斯的速率, 表现了煤的微观结构, 是反映煤层突出危险性大小的指标之一。本次测定采用 WT-1 型瓦斯扩散速度测定仪, 结果显示, 7 煤层瓦斯放散初速度最大为 11 mmHg, 超过了突出临界值 10 mmHg (表 3)。

3.4. 煤坚固性系数

煤的硬度用坚固性系数 f 值表示[12]。本次测定采用常用的落锤破碎测定法, 简称落锤法。测试仪器包括 JPT-2 型架盘天平、量筒、分样筛和落锤等。坚固性系数实验结果显示, 7 煤坚固性系数值最小为 0.33 (表 4), 低于突出临界值 0.5。根据坚固性系数与标高的拟合关系, 当标高低于-464 m 时, 坚固性系数即达到突出临界值, 煤体较软, 可能出现瓦斯突出(图 2)。

3.5. 煤体破坏类型

煤的破坏类型是指煤体受构造破坏形成的煤的物理、力学性质和特征的差异。煤的破坏程度越严重, 瓦斯突出危险性越大。《防治煤与瓦斯突出细则》中将煤的破坏类型分为 I、II、III、IV、V 类[13]-[15]。

Table 2. Estimated value of maximum gas pressure and gas content

表 2. 最大瓦斯压力和瓦斯含量的推算值

标高/m	埋深/m	最大绝对瓦斯压力/MPa	瓦斯含量/ m^3/t
-585.0	610.6	0.74	6.0
-615.0	640.6	0.82 (推算值)	6.4

通过对 8₂ 采区及 8₂ 下采区煤样的观察, 对照细则确定 7 煤层正常区域的破坏类型为 II 类, 7 煤层地质破坏带的破坏类型为 III~IV 类, 达到突出煤层单项指标煤体破坏类型的临界值。

4. 评价指标和结果

4.1. 评价结果

通过现场观察与瓦斯基本参数的测定, 分析认为许疃煤矿 7 煤层在鉴定范围内煤体破坏类型在正常区域 II 类, 在地质破坏带为 III~IV 类, 达到突出煤体破坏类型的临界值; 7 煤层在标高-585 m 处实测瓦斯压力为 0.64 MPa (表压), 推算标高-615 m 最大瓦斯压力为 0.72 MPa (表压), 推算标高-620 m 处最大瓦斯压力达到突出临界值(表压 0.74 MPa); 煤样的最小坚固性系数值为 0.33, 低于突出临界值 0.5, 推算标高-464 m 以深达到突出临界值; 最大瓦斯放散初速度为 11 mmHg, 大于突出临界值 10 mmHg。综合各项单项指标, 认为研究区瓦斯突出危险性临界深度应不低于-620 m 标高, 基于安全考虑, 可以-615 m 作为生产中采用的瓦斯突出危险性临界深度(表 5)。

Table 3. 7 coal seam gas initial velocity determination results
表 3. 7 煤层瓦斯放散初速度测定结果

序号	采样地点	煤层	标高/m	瓦斯放散初速度/mmHg
1	8 ₂ 下四中岩石集中巷	7 ₂	-597	10
2	三区段联络上山	7 ₂	-481.7	11
3	8 ₂ 回风上山与运输联巷	7 ₂	-434.2	9
4	边界排水巷	7 ₁	-448.2	7
5	8 ₂ 下延回风下山 6#钻场	7 ₂	-565	7
6	8 ₂ 下延回风下山 7#~8#钻场	7 ₂	-590.5	7

Table 4. Test results of F value of the 7 coal seam
表 4. 7 煤层坚固性系数 f 值的测试结果

采样地点	煤层	标高/m	煤的坚固性系数
三区段联络上山	7 ₂	-481.7	0.48
8 ₂ 回风上山与运输联巷	7 ₂	-434.2	0.51
边界排水巷	7 ₁	-448.2	0.53
8 ₂ 下延回风下山 6#钻场	7 ₂	-565	0.41
8 ₂ 下延回风下山 7#~8#钻场	7 ₂	-590.5	0.33

Table 5. Table of coal and gas outburst risk identification in critical depth range
表 5. 临界深度范围内煤与瓦斯突出危险性鉴定表

深度/m	压力/MPa	瓦斯含量/m ³ /t	放散初速度/mmHg	坚固系数	破坏类型(地质破坏带)
-464 以浅					达到临界值
-615 以浅			实测超限	超限	达到临界值
-615	接近临界值	接近临界值	实测超限	超限	达到临界值
-620	达到临界值	接近临界值	实测超限	超限	达到临界值

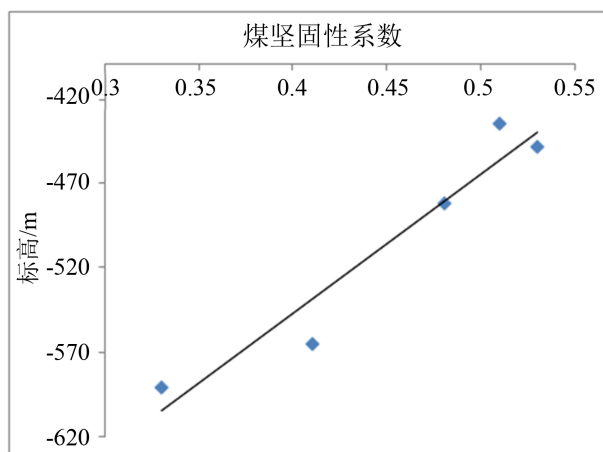


Figure 2. Relationship between solid coefficient and elevation of coal sample

图 2. 煤样坚固性系数与标高关系

Table 6. 8_2 in a mining area yard outburst test results

表 6. 8_2 下采区一中车场突出危险性测试成果

测量地点	钻孔	钻屑瓦斯解吸指标		打钻动力
		$K_1/\text{ml/g}\cdot\text{min}^{-1/2}$	$\Delta h_2/\text{Pa}$	现象
8 ₂ 下采区四中岩石集中巷标高-600 m (湿煤)	1#	0.06	40	无
		0.01	40	无
		0.03	20	无
		0.02	20	无
	2#	0.02	40	无
		0.08	20	无
		0.07	20	无
		0.03	20	无

4.2. 实例验证

为了验证评价结果的可靠性，8₂下采区四中岩石集中巷掘进时，在-600 m 采用钻屑解吸指标法进行了测试验证，实测 7 煤层钻屑瓦斯解吸指标最大值为 40 Pa 和 0.08 ml/g·min^{-1/2}，未超过《防突规定》的临界值 160 Pa、0.4 ml/g·min^{-1/2} (表 6)，无煤与瓦斯突出危险性，故前文的评价结果可信。

5. 结论

(1) 8₁采区、8₂采区及 8₂下延采区范围内，7 煤层最大实测瓦斯压力为 0.64 MPa (标高为-585 m)，推测标高-620 m 达到瓦斯突出临界压力。

(2) 8₂下延采区范围内 7 煤层标高-615 m 以浅，推算出的瓦斯含量为 6.4 m³/t，未超过《防突规定》的 8 m³/t；7 煤层瓦斯放散初速度实测值最大为 11 mmHg，超过了突出临界值。

(3) 7 煤坚固性系数值最小为 0.33，低于突出临界值，推算当标高为-464 m 时，煤坚固性系数达到突出临界值，可能出现瓦斯突出。

(4) 通过对 8₂采区及 8₂下采区煤样的观察，7 煤层正常区域的破坏类型为 II 类，地质破坏带的破坏

类型为 III~IV 类, 达到单项指标煤体破坏类型的临界值。

(5)综合各项单项指标, 认为研究区瓦斯突出危险性临界深度应不低于-620 m 标高, 基于安全考虑, 建议以-615 m 作为生产中采用的瓦斯突出危险性临界深度。

基金项目

国家自然科学基金项目(41430317, 41472134), 中国科学院战略性先导科技专项(XDA05030100)。

参考文献 (References)

- [1] Gui, X.Y. and Yu, Z.M. (2008) Research on Risk Evaluation of Mine Gas Outburst Fatalness in Xiangshui Mine. *Journal of Coal Science and Engineering (China)*, **14**, 267-271. <http://dx.doi.org/10.1007/s12404-008-0057-6>
- [2] Skoczylas, N. and Wierzbicki, M. (2014) Evaluation and Management of the Gas and Rock Outburst Hazard in the Light of International Legal Regulations. *Archives of Mining Sciences*, **59**, 1119-1129. <http://dx.doi.org/10.2478/amsc-2014-0078>
- [3] 桂祥友, 郁钟铭. 基于灰色关联分析的瓦斯突出危险性风险评价[J]. 采矿与安全工程学报, 2006, 23(4): 464-467.
- [4] 国家安全生产监督管理总局. AQ1024-2006 煤与瓦斯突出矿井鉴定规范[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2007.
- [5] 国家安全生产监督管理总局. 国家煤矿安全监察局. 防治煤与瓦斯突出规定[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [6] Li, D. and Cheng, Y. (2014) Evaluation of Gas Control Ability of a Coal and Gas Outburst Mine. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, **36**, 2401-2409. <http://dx.doi.org/10.1080/15567036.2011.567241>
- [7] Skoczylas, N. (2012) Coal Seam Methane Pressure as a Parameter Determining the Level of the Outburst Risk-Laboratory and *in Situ* Research/Ciśnienie Złożowe Jako Parametr Określający Stan Zagrożenia Wyrzutami Metanu I Skal-Badania Laboratoryjne I Kopalniane. *Archives of Mining Sciences*, **57**, 861-869. <http://dx.doi.org/10.2478/v10267-012-0056-8>
- [8] 贾炳, 倪小明. 不同煤体结构组合的煤与瓦斯突出临界瓦斯压力[J]. 煤炭科学技术, 2012, 40(11): 69-72.
- [9] 彭守建, 等. 抽采瓦斯过程中煤层瓦斯压力演化规律的物理模拟试验研究[J]. 煤炭学报, 2015, 40(3): 571-578.
- [10] 闫江伟, 张小兵, 张子敏. 煤与瓦斯突出地质控制机理探讨[J]. 煤炭学报, 2013, 38(7): 1174-1178.
- [11] 李希建, 林柏泉. 煤与瓦斯突出机理研究现状及分析[J]. 煤田地质与勘探, 2010, 38(1): 7-13.
- [12] 文畅平. 隧道瓦斯突出危险性评价的属性识别模型与实例[J]. 煤炭学报, 2011(8): 1322-1328.
- [13] 何宗礼, 孔建伟, 车云立. 平煤十一矿-850m 以上已_(16,17)煤层突出危险性评价[J]. 中州煤炭, 2009(6): 88-90, 100.
- [14] 蔡毅, 蒲家全, 李秋林. 煤层突出危险性鉴定指标分析[J]. 矿业安全与环保, 2011, 38(4): 87-88, 92.
- [15] 煤炭工业部. 防治煤与瓦斯突出细则[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.

期刊投稿者将享受以下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网覆盖推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>