

丰城矿区煤与瓦斯突出分布规律及其影响因素

李兴, 李树清, 谭妍

(湖南科技大学 能源与安全工程学院, 湖南 湘潭 411201; 湖南科技大学 煤矿安全开采技术湖南省重点实验室, 湖南 湘潭 411201)

摘要: 为了促进丰城矿区的防突工作, 根据矿区地质条件, 以向斜轴部为界将矿区 B_4 煤层开采区域划分为北翼开采煤组和南翼开采煤组, 结合丰城矿区 186 次突出的分布状况, 进而分析了突出分布规律及影响因素。结果表明: 丰城矿区北翼煤组以小型突出为主, 而南翼煤组以中型突出为主; 其中, 地质构造及顶底板岩性是控制丰城矿区煤与瓦斯突出的主要影响因素, 突出分布具有明显的区域性, 北翼煤组发生突出次数多于南翼煤组。这不仅为矿区的防突工作提供了理论指导, 也为类似条件的矿区提供了借鉴。

关键词: 高瓦斯; 瓦斯赋存; 突出规律; 影响因素

中图分类号: TD713.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2016)02-0034-06

Outburst distribution law of coal and gas and the influencing factors in Fengcheng mining area

LI Xing, LI Shuqing, TAN Yan

(School of Mining and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

Hunan Provincial Key Laboratory of Safe Mining Techniques of Coal Mines, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: In order to better prevent and control the outburst task, in accordance with the geologic condition of Fengcheng mining area, the B_4 coal seam is divided into coal seam of south limb coal seam and coal seam of north limb which are established on the axis of anticline. Combining the 186 coal and gas outbursts in Fengcheng mining area with characteristics of distribution, this paper analyzes the outburst distribution law of coal and gas and influencing factors. Results show that the coal group of north limb generally occurs small-scale outburst, coal group of south limb mainly happens medium-scale outburst, such as the geological structure and the lithologies of seam roof and floor are the principal influencing factors, coal and gas outbursts indicate evidently regional, the number of coal seam outburst with north limb is more than that of the south limb. This can provide the theoretical basis for the prevention of coal and gas outburst, and ensure safety in the mine production, meanwhile it can be used as references for similar mining areas.

Key words: high gas; gas occurrence; outbursting law of coal and gas; influencing factors

近年来,我国部分矿区逐渐进入深部开采,煤层瓦斯压力越来越大,瓦斯含量越来越高,煤与瓦斯突出灾害日趋严重,突出机理日益复杂^[1-3]。丰城矿区是江西省主要产煤区之一,也是高瓦斯和煤与瓦斯突出灾害较严重的地区之一,其所属矿井现已逐步进入深部开采。因此,根据丰城矿区已发生的突出事故分析其突出分布规律及影响因素对于保证矿井安全生产有重要的作用,对类似矿区的防突工作具有一定的借

收稿日期:2015-09-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51374104;51274095;51274096);湖南省自然科学基金资助项目(2015JJ2058)

通信作者:李树清(1969-),男,湖南湘阴人,博士(后),教授,研究方向:安全工程. E-mail: lsq_hnust@163.com

鉴意义.

1 矿区概况

丰城矿区位于江西省萍(乡)-乐(平)含煤区中部,开采单一缓倾斜中厚 B_4 煤层. 矿区现生产矿井中 6 对为煤与瓦斯突出矿井,自东向西依次为坪湖、建新、曲江、丰龙、尚庄、八一煤矿,矿区所属各矿井位置示意图如图 1 所示.

丰城矿区总体呈向斜构造,并伴生次级褶曲和断裂构造,地层倾角平均 10° 左右,其轴线走向为 $N60^\circ E$,生产矿井主要分布在向斜两翼. 坪湖、建新、八一、尚庄煤矿均位于向斜的北翼,其中坪湖、建新煤矿地层呈走向 $NEE-EW$,倾向 SE 的单斜构造,倾角为 $7^\circ \sim 12^\circ$,其东部有少数大型断裂构造,次级断裂构造发育;八一煤矿地层呈走向 NE ,倾向 SE 的单斜构造,倾角约为 10° ;尚庄煤矿地层呈走向 NE ,倾向 SE 的单斜构造,倾角为 $10^\circ \sim 15^\circ$,断裂构造大多集中在矿井西北部;曲江、丰龙公司位于向斜的南翼,为一宽缓的向斜构造,区内地层倾角由东向西略增大,倾角在 $10^\circ \sim 32^\circ$ 之间,断层自东向西的规模和密度增加. 据此,以石上曲江向斜轴部为界将区内的坪湖、建新、八一、尚庄煤矿划分为北翼开采煤组,曲江和丰龙公司划分为南翼开采煤组. 区域构造示意图如图 2 所示.

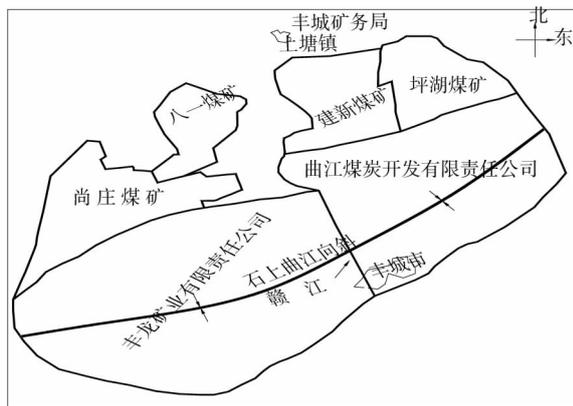


图1 丰城矿区各矿井位置分布

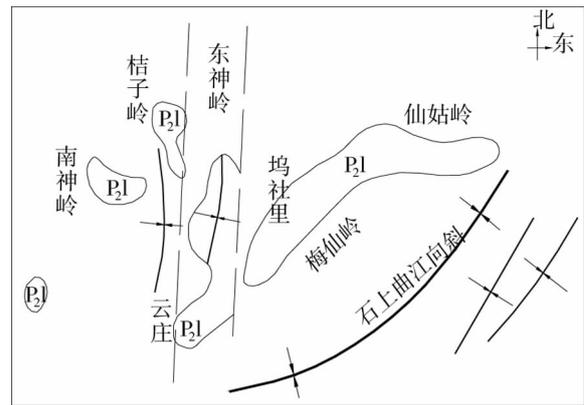


图2 区域构造

2 矿区煤层瓦斯赋存特点

2.1 煤层赋存情况

丰城矿区主要含煤地层为二叠系上统龙潭组,自下而上依次分为 A, B, C 组煤,厚度为 330 ~ 550 m. 区内 B 煤组含煤性最好, A, C 煤组次之; B 组煤含煤 2 ~ 5 层,其中 B_4 煤层为全区大部分可采的稳定 ~ 较稳定煤层,该煤层为矿区各矿井主采煤层. 该煤层赋存稳定,结构简单,厚度为 0.35 ~ 4.09 m,平均为 1.50 m,倾角一般为 $8^\circ \sim 15^\circ$,含夹矸 0 ~ 3 层. B_4 煤层顶板以炭质粉砂岩、炭质页岩、粉砂岩或泥岩为主,薄至中厚层状,致密均一;底板多为粘土岩、泥质砂岩、粉砂岩或泥岩.

2.2 瓦斯赋存参数

丰城矿区各矿井瓦斯基本参数如表 1 所示^[4].

表1 丰城矿区各矿井煤层瓦斯基本参数

矿井名称	测定组数	瓦斯压力 /MPa	瓦斯含量 /(m^3/t)	瓦斯放散初速度	煤的坚固性系数	瓦斯吸附常数	
						$a/(cm^3/g)$	b/MPa^{-1}
坪湖	13	0.95 ~ 4.60	9.70 ~ 21.58	10.0 ~ 13.0	0.32 ~ 0.61	28.65 ~ 34.13	0.48 ~ 0.80
建新	26	0.16 ~ 4.70	1.84 ~ 29.31	8.0 ~ 16.5	0.30 ~ 1.00	22.66 ~ 39.67	0.42 ~ 1.84
曲江	17	6.65 ~ 8.48	0.34 ~ 25.30	11.0 ~ 20.0	0.19 ~ 0.44	22.08 ~ 25.94	0.57 ~ 0.91
尚庄	12	0.38 ~ 3.90	4.20 ~ 18.81	10.0 ~ 18.0	0.23 ~ 0.63	22.54 ~ 33.60	0.48 ~ 0.81
丰龙	15	0.05 ~ 0.83	2.10 ~ 5.26	11.0 ~ 26.0	0.17 ~ 0.46	18.96 ~ 24.09	0.78 ~ 1.33

综上所述,丰城矿区各矿井现已逐步进入深部开采,煤层瓦斯压力和瓦斯含量自东向西逐渐增大;同时,向斜北翼各矿井瓦斯压力和瓦斯含量总体随开采深度增加而增大,而向斜南翼各矿井煤层瓦斯压力和瓦斯含量与煤层埋深关系复杂,丰龙公司由于其B₄煤层被其上覆地层剥蚀,造成瓦斯大量逸散,导致煤层瓦斯压力和瓦斯含量较小;矿区南北翼煤层坚固性系数、瓦斯放散初速度及吸附常数相差不大.据此说明,丰城矿区大部分矿井煤层瓦斯压力大、瓦斯含量高、煤质松软、瓦斯吸附能力强,煤层突出危险性较大.

3 煤与瓦斯突出规律分析

3.1 煤与瓦斯突出特征分析

矿区自1974年坪湖煤矿首次发生煤与瓦斯突出,截止目前共发生突出186次,最大突出强度1390 t,最大突出瓦斯量 $162 \times 10^4 \text{ m}^3$,是全国重点监控的瓦斯灾害严重的矿区之一.突出强度按突出煤量划分^[5]:小型突出: $<100 \text{ t}$;中型突出: $100 \sim 500 \text{ t}$;大型突出: $500 \sim 1000 \text{ t}$;特大型突出: $>1000 \text{ t}$.基本情况统计如表2所示.

表2 丰城矿区突出基本情况

煤组	突出次数	突出强度					突出类型		
		平均突出强度/t	小型突出/次	中型突出/次	大型突出/次	特大型突出/次	压出/次	倾出/次	突出/次
北翼煤组	179	144.7	114	57	5	3	61	34	84
南翼煤组	7	192.9	2	3	2	0	0	0	7

由表2可知,在186次突出中,北翼煤组发生突出179次,占总数的96.24%;南翼煤组突出7次,占总数的3.76%;北翼煤组突出类型以突出为主,突出强度以小型突出为主,平均突出强度为144.7 t.而南翼煤组突出类型仍以突出为主,突出强度以中型突出为主,平均突出强度192.9 t.由此说明,丰城矿区主要以中小型突出为主,北翼煤组突出次数多于南翼煤组.

3.2 煤与瓦斯突出分布特征

丰城矿区历年煤与瓦斯突出位置分布示意图如图3所示.

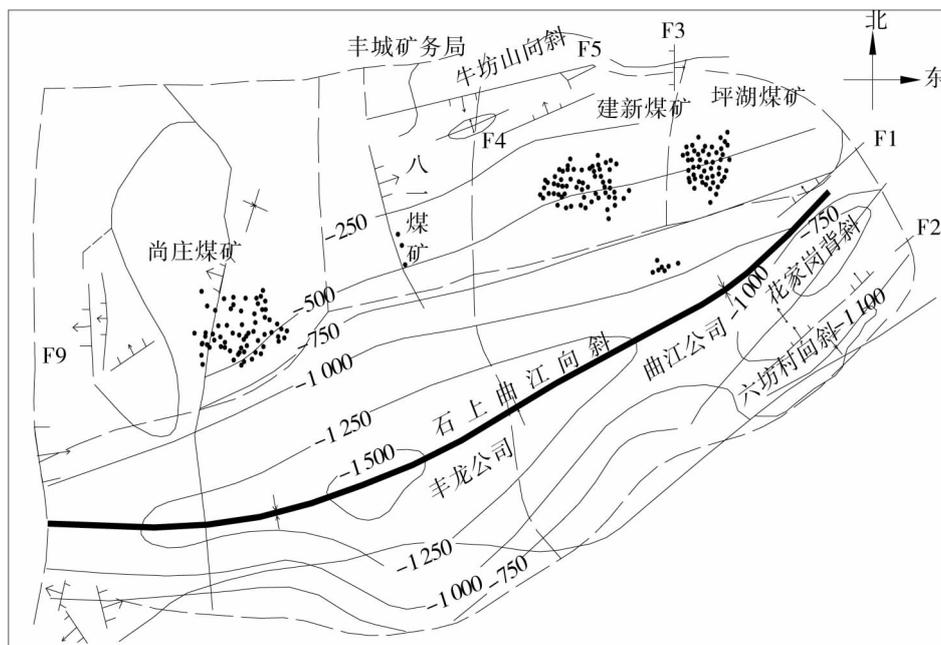


图3 丰城矿区煤与瓦斯突出分布

由图3可知,丰城矿区煤与瓦斯突出分布具有明显的区域性.分布具有以下特征:向斜北翼的坪湖煤

矿西部突出次数较中部多,突出主要发生在埋深在 400 ~ 600 m 之间的煤层;建新煤矿的中部和南部突出次数较多,突出主要发生在埋深在 200 ~ 500 m 之间的煤层;八一煤矿中部突出次数较多,突出主要发生在埋深 500 m 以上的煤层;尚庄煤矿东部突出次数较南部多,突出主要发生在埋深 600 m 以上的煤层. 向斜南翼的曲江煤矿突出主要发生在中部和南部,突出埋深在 800 m 以下的煤层;而丰龙公司尚未发生过突出.

4 煤与瓦斯突出影响因素分析

一般认为煤与瓦斯突出的影响因素有煤层埋深、地质构造、顶底板岩性、煤的变质程度和采掘工艺等. 下面针对这些因素逐一分析.

4.1 煤层埋深

一般而言,随着煤层埋藏深度的增加,瓦斯压力增大,煤体受到的地应力越大,储存在煤体中的弹性潜能和瓦斯内能增大,发生突出的危险性也就越大^[6-8]. 根据丰城矿区的统计资料,突出与煤层埋深关系如图 4 所示.

由图 4 可知,北翼煤组始突标高为 -273 m,突出主要发生埋深为 200 ~ 400 m;南翼煤组始突埋深为 -810 m,突出主要发生埋深为 800 m 以下. 从表中结果看,没有因为南翼开采深度较大而导致突出频度增加. 笔者分析这可能与瓦斯治理状况有关. 北翼开采历史较早,受当时瓦斯治理能力的制约,导致煤与瓦斯突出较为频繁. 南翼开采时间较短,曲江公司在 2003 年建成投产,而丰龙公司 2012 年才建成投产,虽然开采深度较大,但瓦斯治理更加规范,瓦斯治理能力较强,导致煤与瓦斯突出发生的频度少于北翼.

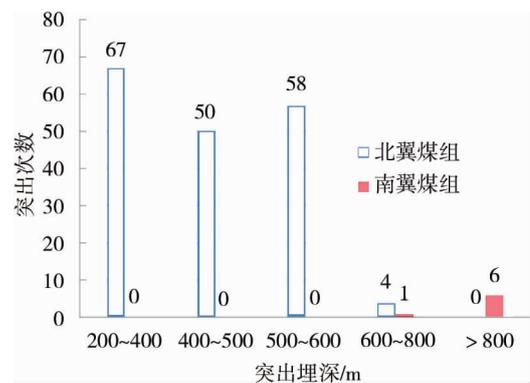


图 4 煤层突出埋深情况

4.2 地质构造

突出易受地质构造控制,突出多发生在断层陡变带、断层活动带、煤层厚度变化带等构造敏感带^[9-11]. 突出与地质构造关系如图 5 所示.

由图 5 可知,丰城矿区突出多发生在地质构造带,占突出总数的 69.4%. 通过地质资料分析,向斜北翼地层平缓,开采区域煤层由少数大型断裂构造控制,次级断裂构造发育,且多为封闭型断层,易造成瓦斯积聚,使煤体内储存的瓦斯内能较大. 同时,在地质构造应力的作用下,要么使煤层及其围岩发生挤压或断裂,造成煤体破坏失稳;要么形成构造软煤,煤体强度降低,从而容易发生突出. 而南翼煤组开采区域大型地质构造发育程度较低,次级断裂构造在边界较发育,且多为张扭性正断层,造成瓦斯不断向地表运移,使煤体内瓦斯含量较低,突出危险性减小. 由此说明,地质构造也是突出的主要控制因素之一.

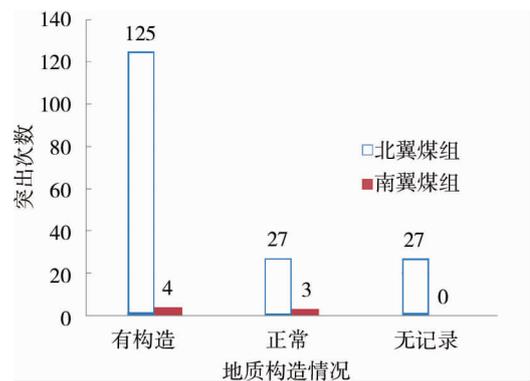


图 5 地质构造突出情况

由此说明,地质构造也是突出的主要控制因素之一.

4.3 顶底板岩性

煤层顶底板的岩性特征影响着煤层瓦斯赋存,而封闭型结构易造成瓦斯富集,在突出过程中产生的瓦斯膨胀能,不仅能破坏煤体,而且是搬运破碎煤体,促使煤体突出向深部发展的动力之一^[5,12]. 根据地质资料表明,向斜北翼煤层顶板以炭质粉砂岩、炭质页岩或粉砂岩为主,厚度较大;底板多为粘土岩、泥质砂岩或砂质粉砂岩;该类岩石岩性致密,气体绝对渗透率较小,瓦斯保存良好,瓦斯渗透路线较长,煤体内储存的高压瓦斯能量大,在外力诱导下容易引发突出,导致北翼各矿井突出灾害严重. 而南翼煤层顶板以炭质

粉砂岩、页岩、泥岩和炭质泥岩为主；底板为炭质泥岩和粘土岩为主，同时煤层厚度较大，该类岩性组合同样对瓦斯具有良好的封存能力，但由于该区域煤层被上覆地层以一定倾角冲刷剥蚀，造成瓦斯大量逸散，煤层内储存的能量降低，突出危险程度减小。由此说明，顶底板岩性造成煤体内积蓄能量不同，对南北翼煤组突出具有不同的控制作用。

4.4 煤的变质程度

一般而言，随着煤体变质程度的增加，煤层瓦斯含量和瓦斯吸附能力逐渐增大，煤层的突出危险性越大^[7,13]。丰城矿区以焦煤为主，局部地区有少量瘦煤。北翼煤组在地质构造变质作用的影响下，实测镜质组反射率为 1.45%，煤的变质程度稍低，但瓦斯保存良好，故煤层瓦斯含量略高，煤层突出严重；而南翼煤组实测镜质组反射率为 1.66%，变质程度略高，煤层原始瓦斯含量高，瓦斯吸附能力强，但 600 m 埋深以上煤层被上覆地层将其全部剥蚀，瓦斯易沿氧化裂隙带逸散，造成煤层瓦斯含量偏低，仅发生过 7 次突出。据此说明，煤的变质程度对煤层瓦斯含量产生了一定的影响，既存在高瓦斯区域（北翼建新煤矿煤层最大瓦斯含量为 29.31 m³/t），同时存在低瓦斯区域（南翼丰龙公司煤层最大瓦斯含量仅为 5.26 m³/t），瓦斯分布区域具有明显的不均衡性，对突出具有一定的控制作用。

4.5 采掘工艺

采掘作业不仅能引起煤体应力状态的变化，还可使新暴露煤体在动载荷作用下造成煤的突然破碎，诱导发生突出^[11]。突出与采掘工艺关系如图 6 所示。

由图 6 可知，丰城矿区诱导突出的作业方式有放炮、机掘和打钻等作业方式。在所有诱导突出的作业中，北翼、南翼煤组的突出主要诱因均为放炮作业，在其震动作用下破碎煤体诱导突出，占突出总数的 91.9%。

4.6 突出危险性分析

对丰城矿区各煤矿的突出次数和突出强度进行统计分析，其中八一煤矿突出资料不详，故未对该矿突出次数和突出强度进行统计。突出统计情况图 7 所示。

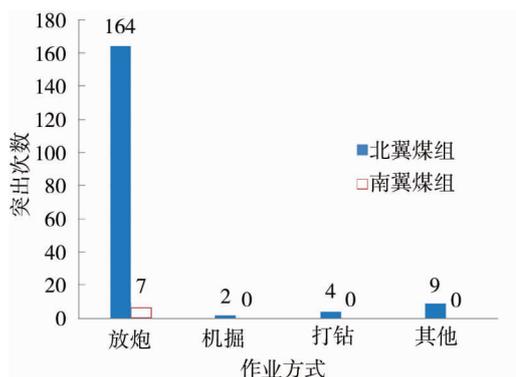


图 6 采掘工艺突出情况

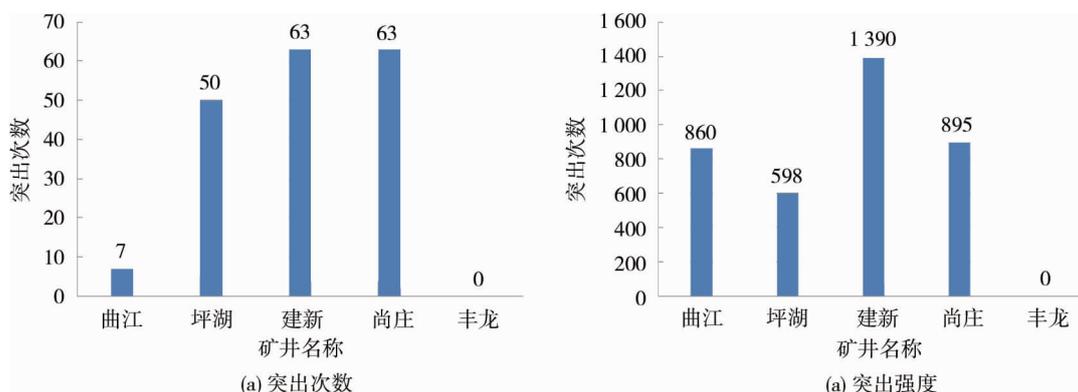


图 7 丰城矿区突出情况

由图 7 可知，北翼煤组建新煤矿突出次数较多，突出强度最大；而南翼煤组曲江公司突出次数最多，突出强度最大。综上所述，在煤层埋深、地质构造以及采掘工艺等多方面因素共同作用下，丰城矿区北翼煤组突出次数多于南翼煤组，突出情况严重。

5 结论

1) 丰城矿区煤层瓦斯压力大、瓦斯含量高，突出比较严重。突出危险性具有明显区域性，北翼煤组以小型突出为主，而南翼煤组以中型突出为主，且北翼煤组的突出次数明显多于南翼煤组，这为丰城矿区各矿井的防突工作提供理论指导。

2) 丰城矿区煤与瓦斯突出的影响因素包括煤层埋深、地质构造、煤层顶底板岩性、煤的变质程度和采掘工艺等,不同的影响因素对突出的控制作用不同,但地质构造和顶底板岩性等影响因素对突出具有较为明显的控制作用。

参考文献:

- [1] 虎维岳. 深部煤炭开采地质安全保障技术现状与研究方向[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(8): 1-5.
- [2] 谢和平, 周宏伟, 薛东杰, 等. 煤炭深部开采与极限开采深度的研究与思考[J]. 煤炭学报, 2012, 37(4): 535-542.
- [3] 赵辉, 熊祖强, 王文. 矿井深部开采面临的主要问题及对策[J]. 煤炭工程, 2010(7): 11-13.
- [4] 廖文德, 赖达金, 彭呈喜. 丰城矿区 B₄ 煤层瓦斯赋存规律探讨[J]. 江西煤炭科技, 2007(2): 69-72.
- [5] 余启香, 程远平. 矿井瓦斯防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2012.
- [6] 刘彦伟, 潘辉. 鹤壁矿区煤与瓦斯突出规律及其控制因素[J]. 煤矿安全, 2006(12): 13-16.
- [7] 孙和应, 常松岭. 矿井瓦斯防治技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009.
- [8] 刘永茜, 张子敏. 鹤壁矿区煤与瓦斯突出因素分析[J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(10): 79-81.
- [9] 方前程, 袁军伟, 商丽. 潘三矿煤与瓦斯突出规律浅析[J]. 煤矿安全, 2009(9): 86-88.
- [10] 李增学. 煤矿地质学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [11] 张子敏. 瓦斯地质学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009.
- [12] 彭立世. 煤与瓦斯突出区域预测的认识基础[J]. 煤矿安全, 1996(2): 35-37.
- [13] 吕贵友. 鹤岗矿区煤变质特征及变质规律[J]. 中国煤田地质, 2005, 17(3): 15-16.