

文章编号: 1673-3363-(2013)03-0432-05

平顶山矿区构造环境对煤与瓦斯突出的控制作用

张建国^{1,2}

(1. 中国矿业大学安全工程学院, 江苏 徐州 221116; 2. 中国平煤神马集团, 河南 平顶山 467000)

摘要 运用板块构造和地质动力区划理论, 研究了平顶山矿区地形地貌和构造演化特征, 得出了平顶山矿区地质构造的形成机制和空间分布特征。研究表明, 平顶山矿区多次受秦岭造山带由南向北的挤压、剪切作用, 形成了以郯县正断层、襄郯正断层、鲁叶正断层为界的四周凹陷带。平顶山矿区中部凸起, 全局俯视呈“N”字形地貌, 具备发生煤与瓦斯突出等矿井动力灾害的构造环境。利用地质动力区划方法, 划分的Ⅲ级活动断裂和Ⅳ级活动断裂, 从区域性的尺度上控制了井田煤与瓦斯突出的宏观分布特征, Ⅴ级活动断裂决定了煤与瓦斯突出的局部分布特征。对十二矿井田划分了4个构造分区, 控制着十二矿煤与瓦斯突出动力灾害的发生。

关键词 煤与瓦斯突出; 地质动力区划; 构造环境; 活动断裂

中图分类号 TD 713

文献标志码 A

Control effect of structure environment to coal and gas outburst in Pingdingshan mining area

ZHANG Jian-guo^{1,2}

(1. Faculty of Safety Engineering, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116, China;
2. China Pingmei Shenma Group, Pingdingshan, Henan 467000, China)

Abstract The topography and geomorphology and tectonic evolution characteristics in Pingdingshan mining area were studied under plate tectonics and geo-dynamic division theory to obtain the formation mechanism and spatial distribution characteristic. The results showed that the Pingdingshan mining area is subjected to the south-to-north downthrust and collision by Qinling orogenic belt, and thus the depression belt formed, bordered by Jiaxian, Xiangjia and Luye normal faults. The middle uplift and N font geomorphology in Pingdingshan mining area have structure environment to cause mine dynamic disasters such as coal and gas outburst. The III level and IV level active faults divided by geo-dynamic division controlled the macro-distribution of coal and gas outburst, and the V level active faults determined the local distribution characteristics. The mine No.12 was divided into four tectonic divisions, which controlled coal and gas outburst occurrence.

Key words coal and gas outburst; geo-dynamic division; structure environment; active faults

煤与瓦斯突出是严重威胁煤矿安全生产的动力灾害, 与断层、断裂活动密切相关, 其动力因素

是区域构造应力场及其空间分布的非均匀性^[1-2]。目前普遍承认, 煤与瓦斯突出是诸因素综合作用的

收稿日期: 2012-02-13

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2011CB201205); 国家自然科学基金项目(51074161)

作者简介: 张建国(1965-), 男, 汉族, 河南省滑县人, 博士, 从事煤矿安全方面的研究。

E-mail: 13952194967@163.com

Tel: 13952194967

结果,地质构造尤其是活动断裂控制着的分区分带。Shepherd^[3], Josien^[4], Bibles^[5], Frodsham^[6], 郭德勇^[7-8], 张子敏^[9], 刘彦伟^[10], 高魁^[11]等国内外学者在煤与瓦斯突出地质构造方面进行了大量的研究工作。煤与瓦斯突出预测的准确性和可靠性,从根本上说取决于对活动断裂和区域构造应力场的研究水平^[12]。针对平顶山东部矿区煤与瓦斯突出的问题,运用板块构造和地质动力区划理论,研究平顶山矿区地形地貌和构造演化特征,分析其构造环境,基于地质构造的形成机制和空间分布特征,研究地质构造对煤与瓦斯突出的控制作用。

1 区域构造背景

平顶山矿区位于华北聚煤区南缘逆冲推覆构造带的东北缘,逆冲推覆构造带对平顶山矿区的作用表现为2个方面:1)通过挤压造成了矿区煤岩层孔隙率降低,增强了煤系封存瓦斯的能力,为煤与瓦斯突出提供了物质基础;2)造成矿区局部煤岩层的构造应力产生集中,煤岩体的弹性潜能增加并在局部地区产生能量聚集。局部地区煤岩层聚集的弹性能足够发生突出,当采掘工程接近该区域时,煤岩体聚集的能量释放,诱发煤与瓦斯突出。

区内受六期构造运动的影响:中岳运动使前震旦系地层产生强烈的褶皱、断裂并伴有岩浆活动,形成了昆仑-秦岭纬向构造带的雏形,奠定了前震旦纪的褶皱基底。少林运动、怀远运动和加里东运动表现为升降运动,同时还有相应的继承中岳运动的性质,使沉积盖层在一定程度上产生纬向构造。燕山晚期,有中酸性岩浆沿构造薄弱带侵入。喜马拉雅运动在本区主要表现为升降运动并伴有断裂产生,使凹陷进一步发展,接受厚度达千米以上的新生代沉积,形成目前的地质景观。

平顶山矿区突出的地质特征是区内断块隆起,四周凹陷,形成了以郏县正断层、襄郑正断层、叶鲁正断层为界的四周凹陷带(图1)。

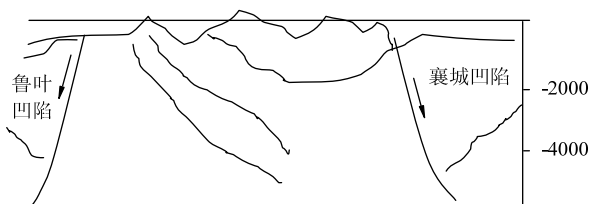


图1 平顶山凸起构造剖面示意图

Fig.1 Pingdingshan salient structure profile schematic diagram

2 平顶山矿区区域构造环境

2.1 平顶山矿区地形地貌特征

研究表明,地形地貌的基本形态和主要特征取决于地质构造形式,地质构造形式与矿井动力现象有着密切联系。构造运动是现代地形地貌形成与发展的源动力,活动断裂是地壳运动的结果和标志。现代地貌反映活动断裂信息,可以用这些信息来追溯构造运动的特征与规律。

研究中在1:50000地形图上提取DEM特征,包括地形特征的提取和水系特征的提取,重新组织和处理后,形成三维虚拟现实(图2)。平顶山东矿区四周凹陷,中间凸起,全局俯视呈“N”字形地貌,可见其在地质构造历史时期构造活动强烈,具备发生煤与瓦斯突出等矿井动力灾害的构造环境。可以看出平顶山矿区地形经历历次构造运动演化作用的结果。而每次地质构造运动产生的不同构造应力场作用和板块构造的碰撞,区域构造应力的挤压或拉张引起的地层隆起或拗陷,以及形成的一系列不同级别的断裂、褶皱,均控制着区域地质环境及其不同矿区、矿井、采区的煤层、围岩发生不同程度的变形破坏,并同时引起水文、地应力的变化,从而控制着煤层瓦斯的赋存和变化。



图2 平顶山矿区三维地形图

Fig.2 Three-dimensional topography of Pingdingshan mine area

2.2 平顶山矿区活动构造的划分

地质动力区划主要是根据地形地貌的基本形态和主要特征决定于地质构造形式的原理,通过对地形地貌的分析,查明断裂的形成与发展,确定活动断裂及断块间的相互作用方式。地质动力区划工作遵循从总体到局部的原则,查明地壳的活动构造,以解决工程实际问题为目标,针对人类工程活动所引发的地质动力灾害开展研究工作。

在平顶山矿区断块构造划分中,以绘图法为主,结合航拍片判读、地面和井下考查、地震及区域构造活动调查和趋势面方法来进行的。最终进行了I~V级活动构造的划分,确定研究区域活动构

造的分布形式、活动断裂的位置及断块间的相互作用方式(图 3)。

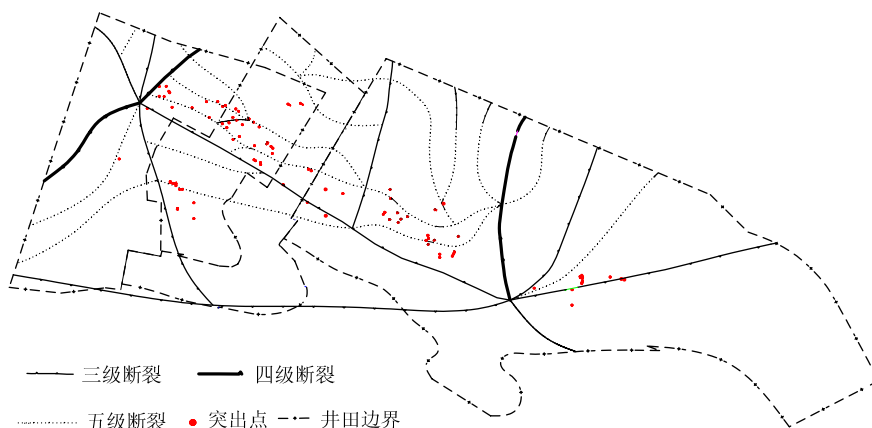


图 3 平顶山东部矿区活动断裂与煤与瓦斯突出显现

Fig.3 Active faults and coal and gas outburst incidence of Pingdingshan eastern mine area

3 平顶山矿区构造环境对煤与瓦斯突出的控制作用分析

3.1 活动断裂对煤与瓦斯突出的控制作用

以十二矿为例,煤与瓦斯突出主要发生在井田北部和西部,西部突出次数最多,达到了 16 次,井田北部突出次数为 11 次。己₁₅₋₁₇煤层发生的 16 次煤与瓦斯突出位于 III-9, V-11 断裂交汇地带。III-9 活动断裂是利用地质动力区划方法在 1:100000 的地形图上确定的穿过十矿井田的活动断裂,其延伸距离长,影响范围广,活动性强,导致了该断裂影响的区域内煤与瓦斯突出发生的次数和强度都较大。断裂的交汇处煤岩体破坏严重,为煤与瓦斯突出的发生提供了条件。

己₁₅煤层发生的 11 次煤与瓦斯突出有 5 次位于 III-12 附近,1 次位于 V-12 和 V-25 交汇处,2 次位于 V-12 附近,1 次位于 V-12 和 V-13 之间,2 次位于 V-14 附近。该区域煤与瓦斯突出的发生主要受 III-12 断裂的控制,在 III-12 附近,由于其近于平行的分布着活动断裂 V-12, V-13 和 VI-11,并有 V-12, VI-9, VI-10 等断裂与上述断裂斜交,导致本区域内断裂构造非常复杂,煤岩体遭受切割严重,进而导致了煤与瓦斯突出发生的次数和强度较大。

从断裂构造与突出点的空间分布关系来看,十二矿煤与瓦斯突出主要分布在 III 级断裂附近,III 级断裂从区域性的尺度上控制了井田煤与瓦斯突出的宏观分布特征。在 III 级断裂带的影响范围内,突出点多发生在 V 级断裂附近,或者是断裂带密集分布的区域。此外多条断裂的交汇地带亦是煤与瓦斯

突出的多发地带。V 级断裂控制了突出点的局部分布。

3.2 构造体系分区与煤与瓦斯突出分析

十二矿井田总体为一走向北西西的单斜构造。井田内褶曲构造主要有李口向斜、牛庄向斜、郭庄背斜。井田内共有大中型断层(落差 $\geq 20\text{m}$)3 条,井田东北部边界外断层 1 条,分别为原十一矿逆断层(F3), F2 逆断层和牛庄逆断层(F1)。井田南部发育 F5 逆断层、牛庄向斜轴南侧发育 F6 逆断层、井田西部发育 F7 逆断层等小断层。

根据十二矿已探明的地质构造和地质动力区划确定的活动断裂,将十二矿井田划分为 4 个构造分区,具体如下:

1) 牛庄向斜南翼构造分区。该区域位于井田南部,牛庄向斜南翼至井田边界范围,III-3, III-9 等断裂从其中通过,构造相对简单;

2) 牛庄向斜北翼与郭庄背斜南翼构造分区。该区域位于井田中部偏南区域,为两个褶曲构造的公共区域,其间还发育 F2 逆断层、牛庄逆断层和原十一矿逆断层,还包括 III-9, V-11 等断裂,此区构造复杂;

3) 郭庄背斜北翼构造分区。该区域位于井田中部,郭庄背斜北翼,主要构造有 III-12, V-12, V-13 等断裂,此区构造复杂;

4) 井田北部构造分区。该区域位于井田北部,构造相对简单,发育 V-14, 断裂 V-15 断裂, V-17 断裂等,此区构造相对简单。

十二矿发生的煤与瓦斯突出,全部位于牛庄向斜北翼与郭庄背斜南翼构造分区和郭庄背斜北翼

构造分区，牛庄向斜南翼构造分区和井田北部构造分区未发生煤与瓦斯突出。

牛庄向斜北翼与郭庄背斜南翼构造分区共发生突出 16 次，突出强度为 7~190 t，多数在 100 t

以下。突出点主要分布在Ⅲ-9 断裂和 V-11 断裂交汇的区域。突出点分布如图 4 所示。具体突出参数如表 1 所示。

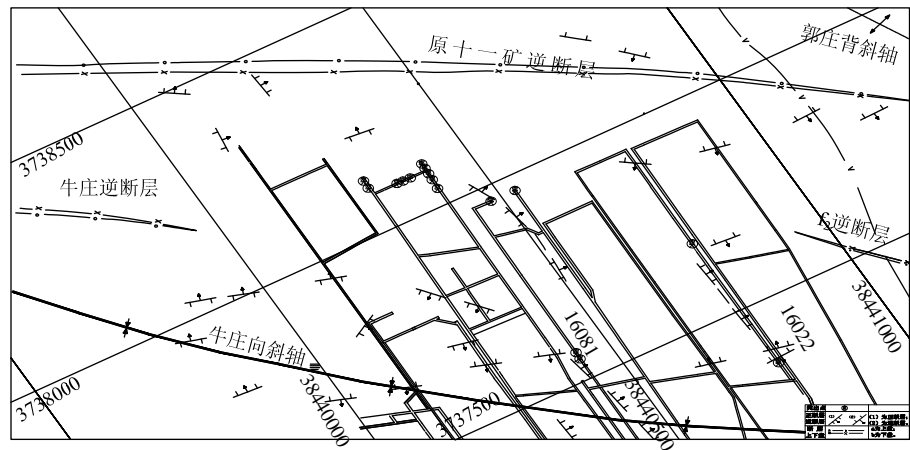


图 4 牛庄向斜北翼与郭庄背斜南翼构造分区突出分布

Fig.4 Outburst distribution in the tectonic division of north limb of Niuzhuang syncline and south limb of Guozhuang anticline

表 1 牛庄向斜北翼与郭庄背斜南翼构造分区突出情况

Table 1 Outburst situation in the tectonic division of north limb of Niuzhuang syncline and south limb of Guozhuang anticline

地点	时间	突出煤量/t	突出瓦斯量/m ³
己 15-17-16101 风巷	1989.01.03	104	9700
己 15-17-16101 机巷	1989.02.13	85	20000
己 15-17-16101 风巷	1989.03.03	19	2966
己 15-17-16101 风巷	1989.03.07	7	1122
己 15-17-16101 机巷	1989.03.18	7.9	578
己 15-17-16101 风巷	1989.03.22	30	2072
己 15-17-16101 风巷	1989.04.02	25	1064
己 15-17-16101 下切眼	1989.05.15	36	3700
己 15-17-16101 炮采下切眼	1989.05.22	13	217
己 15-17-16101 炮采下切眼	1989.05.24	45.4	13040
己 15-17-16041 风巷	1990.11.20	6.3	不详
己 15-17-16041 采面	1991.01.22	91	不详
己 15-17-16081 机巷	1992.10.14	36	950
己 15-17-16081 机巷	1992.10.21	29	513
己 15-17-16081 机巷	1993.02.12	25	1435
己 15-17-16081 切眼	1993.02.21	290	18335

郭庄背斜北翼构造分区共发生突出 11 次，最小突出强度为 9 t，最大为 293 t，3 次突出强度在 100 t 以上。突出主要受到Ⅲ-12，V-12，V-13 等断裂的控制。

从构造分区与煤与瓦斯突出分布的关系来看，分区地质条件复杂，断裂密集或者是大型断裂是突

出的控制因素。

4 结 论

1) 平顶山矿区中部凸起，全局俯视图呈“N”字形地貌，在地质新构造历史时期活动强烈，积聚了较大的变形能量，具备发生煤与瓦斯突出等矿井动力灾害的构造环境。

2) 煤与瓦斯突出的发生与地质动力区划方法确定的活动断裂具有紧密联系。Ⅲ级活动断裂和Ⅳ级活动断裂从区域性的尺度上控制了井田煤与瓦斯突出的宏观分布特征，V 级活动断裂决定了煤与瓦斯突出的局部分布特征。

3) 十二矿井田划分的牛庄向斜北翼与郭庄背斜南翼构造分区和郭庄背斜北翼构造分区地质构造复杂，大型断裂或多个断裂密集分布，控制着十二矿煤与瓦斯突出动力灾害的发生。

参考文献：

[1] 张宏伟. 活动断裂研究与矿井动力现象预测[J]. 煤炭学报, 1998, 23(2): 113-118.
ZHANG Hong-wei. Study of active faults and forecast of dynamic phenomena in mines[J]. Journal of China Coal Society, 1998, 23(2): 113-118.
[2] 宋卫华, 张宏伟. 断层滑动准则和稳定性评价及构造应力场的反演[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(增刊): 3740-3745.
SONG Wei-hua, ZHANG Hong-wei. Assessment on faults slide criterion and stability and back-analysis of

- tectonic stress field[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2008, 27(Supp): 3740-3745.
- [3] SHEPHERD J, RIXON L K, GRIFFITH L. Outbursts and geological structures in coal mines; a review[J]. Int J Rock Mech Min Sci & Geomech Abstr, 1981, 18(4): 267-283.
- [4] JOSIEN J P, REVALOR, R. The fight against dynamic phenomena; French coal mines experience[C]// Proc 23rd Inter Conf of Safety in Mines Res Inst. Washington DC: [s.n], 1989: 31-40.
- [5] BIBLER C. J, MARSHALL J. S, PILCHER. Status of worldwide coal mine methane emissions and use[J]. Int J Coal Geol, 1998, 35 (1): 283-310.
- [6] FRODSHAM K, GAYER R A. The impact of tectonic deformation upon coal seams in the South Wales coal-field[J]. Int J Coal Geol, 1999, 38(3/4): 297-332.
- [7] 郭德勇, 韩德馨. 地质构造控制煤与瓦斯突出作用类型研究[J]. 煤炭学报, 1998, 23(4): 337-341.
- GUO De-yong, HAN De-xin. Research on the types of geological tectonic controlling coal gas outbursts[J]. Journal of China Coal Society, 1998, 23(4): 337-341.
- [8] 郭德勇, 韩德馨, 王新义. 煤与瓦斯突出的构造物理环境及其应用[J]. 北京科技大学学报, 2002, 24(6): 581-584.
- GUO De-yong, HAN De-xin, WANG Xin-yi. Outburst-prone tectonophysical environment and its applications[J]. Journal of University of Science and Technology Beijing, 2002, 24(6): 581-584.
- [9] 张子敏, 张玉贵. 大平煤矿特大型煤与瓦斯突出瓦斯地质分析[J]. 煤炭学报, 2005, 30(2): 137-140.
- ZHANG Zi-miu, ZHANG Yu-gui. Investigation into coal gas outburst occurred in Duping coal mine by using theories of gas geology[J]. Journal of China Coal Society, 2005, 30(2): 137-140.
- [10] 刘彦伟, 陈攀, 魏建平. 煤层地质构造对煤与瓦斯突出的控制作用[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(1): 24-27.
- LIU Yan-wei, CHEN Pan, WEI Jian-ping. Seam geological structure to control role of coal and gas outburst [J]. Coal Science and Technology, 2010, 38(1): 24-27.
- [11] 高魁, 刘泽功, 刘健, 等. 地质构造物理环境对煤与瓦斯突出的影响综合分析[J]. 煤矿安全, 2012, 43(8): 174-176.
- GAO Kui, LIU Ze-gong, LIU Jian, et al. Comprehensive analysis of geological structure physical environment impact on coal and gas outburst[J]. Safety in Coal Mines, 2012, 43(8): 174-176.
- [12] 韩军. 构造及其演化对煤与瓦斯突出的控制作用研究[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学矿业学院, 2008.

(上接第 431 页)

- 2004, 49(3): 65-69.
- JIN Ju-liang, WEI Yi-ming, DING Jing. Fuzzy comprehensive evaluation model based on improved analytic hierarchy process[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004, 49(3): 65-69.
- [12] MICHELE B, CHRISTINE C, RAFFAELLO S. A re-examination of the algebraic properties of the AHP as a ratio-scaling technique[J]. Journal of Mathematical Psychology, 2011, 55(4): 152-165.
- [13] UFUK C. Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(5): 8900-8909.
- [14] SAATY T L. The analytic hierarchy process[M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [15] VANLAARHOVEN P J M, PEDRYEZ W. A fuzzy extension of saaty's priority theory[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1983, 3(11): 229-241.
- [16] 诸克军, 张新兰, 肖荔瑾. Fuzzy AHP 方法及应用[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(12): 64-69.
- ZHU Ke-jun, ZHANG Xin-lan, XIAO Li-jin. The method and applications of fuzzy AHP[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 1997, 17(12): 64-69.
- [17] 张启宇, 白冷. 矿井通风系统可靠性的统计分析[J]. 世界采矿快报, 1996(17): 14-16.
- ZHANG Qi-yu, BAI Leng. Reliability analysis of mine ventilation system [J]. World Mining Express, 1996(17): 14-16.
- [18] 徐瑞龙. 通风网络的可靠度确定[J]. 阜新矿业学院学报, 1985, 4(3): 32-38.
- XU Rui-long. The determination of reliability of ventilation network[J]. Journal of Fuxin Mining Institute, 1985, 4(3): 32-38.
- [19] 董海燕. 矿井通风网络的可靠度分析[J]. 系统工程理论与实践, 1988, 8(3): 47-51.
- DONG Hai-yan. Reliability analysis of mine ventilation network[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 1988, 8(3): 47-51.
- [20] 金星, 洪延姬, 深怀荣, 等. 工程系统可靠性数值分析方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.