

doi:10.3969/j.issn.1674-3636.2010.03.251

山西晋城矿区成庄井田构造变形的定量与瓦斯赋存的关系

秦 超, 曾 勇, 刘金津, 刘艳沙, 陈凤杰

(中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州 221116)

摘要:通过对山西晋城阳城矿区成庄井田构造变形的定量研究,根据构造破坏性系数、剖面变形系数和平面变形系数引出构造变形系数,并绘制出煤层构造变形区划图,显示出西北部、西南部、东部的破坏程度依次减小,从而对于瓦斯的储集和运移的研究有所帮助。

关键词:构造破坏性系数;剖面变形系数;平面变形系数;构造变形系数;瓦斯;储集;运移;山西晋城

中图分类号:P618.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-3636(2010)03-0251-04

0 引 言

成庄井田位于山西省东南部晋城西北 20km,跨沁水县和晋城市,大部分地域属晋城市下村乡,西北部位于沁水县郑村乡地域之内。3 号煤层位于山西组的下部,为主要可采煤层之一,厚度稳定,顶底板多为粉砂岩,少数为泥岩。

不同类型的地质构造在其形成过程中由于构造应力场及其内部应力状态的不同,导致煤层及其盖层的产状、结构、物性、裂隙发育和地下水径流条件出现差异,从而影响煤层瓦斯的保存。笔者把构造变形量化,从而较准确地把握瓦斯的赋存规律。

1 煤田构造特征

成庄井田位于太行山复背斜西翼,为阳城山字型构造体系脊柱南端东侧及马蹄形盾地北侧与新华夏系构造体系的复合部位,总体构造面貌表现为走向 NNE(北部区)—NE(南部区)、倾向北西的单斜构造,地层倾角 3°~15°,一般在 10°以内。

1.1 褶曲

区内褶曲较为发育,多为幅度不大,两翼平缓开阔的背斜、向斜。按轴向可分为 NNE、NNW、N45°~60°W、NNE 和 N25°~35°W 等 6 组褶曲。

1.2 断层

井田内断层根据勘探报告共见 20 条,其走向长度除 F₆、F₇、F₉ 在 500m 以上外,多数均小于 300m,最大落差未超过 30m(图 1)。

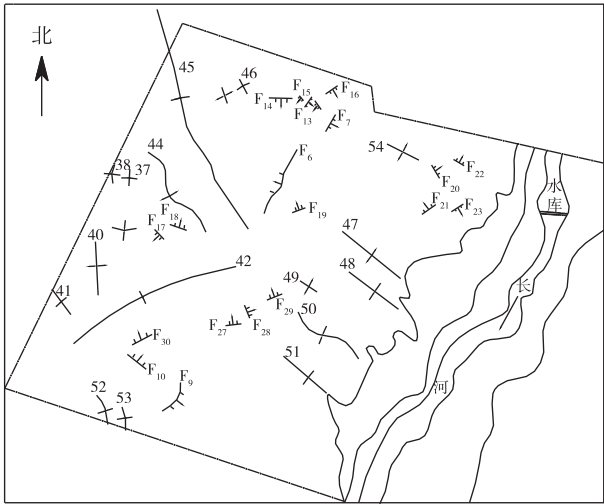


图 1 成庄井田构造纲要图

2 断层与褶曲分析

按它们的走向方位经统计后作出了断层走向玫瑰花图(图 2)和褶曲轴向玫瑰花图(图 3)。从两图中可以看出,断层组走向可以明显地划分出 2 组,即以 NE—SW 向为主的 1 组和以 NW—SE 向为辅的 1

组。褶皱组轴向也可以划分为 2 组,即以 NW—SE 向为主的 1 组和以 NE—SW 为辅的 1 组。从图 3 可以看出,本区主应力来自 NE—SW 方向。图 2 虽是以 NE—SW 向为主,但由于均为正断层,表明其拉伸方向为 NW 和 SE 向,所以受挤压应力仍是以 NE—SW 向为主,这个结论与煤层走向所分析的主应力方向一致。由于全区发育正断层,对于煤层甲烷赋存的影响类似,所以对分析研究本区煤层甲烷相对赋存规律而言,断层性质可以不考虑。

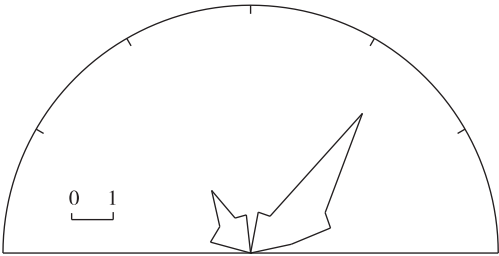


图 2 成庄井田断层走向玫瑰花图

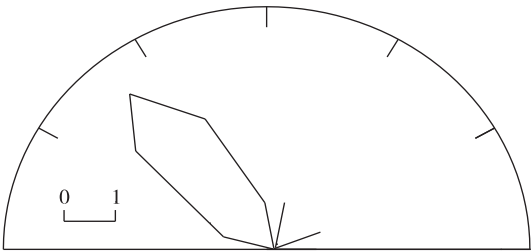


图 3 成庄井田褶皱轴向玫瑰花图

2.1 煤层断裂破坏指数 (K_g)

断层对煤层的破坏程度,直接影响到煤层甲烷的赋存条件。煤层断裂破坏指数是定量评价煤层被断层破坏程度的一个指标,常用评价参数是断层数量和断层总长度,计算公式采用前苏联学者格佐夫斯基于 1975 年所总结的公式:

$$K_g = 0.01e \times 2.8C \cdot (LV + 2_{\max} - LV + 2_{\min}) / (V + 2)$$
 (1)

式(1)中, $e \approx 2.71828 \cdots$; $L_{\max}$ 为区段内断层在某个长度等级中的最大长度(m); $L_{\min}$ 为区段内断层在某个长度等级中的最小长度(m); Δ 为按断层的长度在该区段内的等级间隔。

V, C 为破坏性指数。按公式 $\lg N = V \cdot \lg L + C$ 求得。 N 为区段内某个长度等级内断层的数量, L 为区段内断层在某个长度等级内的断层平均长度

(m)。

根据成庄井田断层分布情况,将全区分为 6 个区段。经数理统计得出各区段断层破坏性系数计算基础数据表(表 1)。

破坏性系数的确定:在以 $\lg N$ 为纵坐标、 $\lg L$ 为横坐标的直角坐标中,分别将每一区段内长度等级出现的频率点投在坐标中,得到合适公式 $\lg N = V \cdot \lg L + C$ 的直线,求出该直线与横坐标正向夹角 β ,利用公式 $V = \tan \beta$ 求出系数 V ;而 C 直接从纵坐标与直线的交点上量取。

利用以上求得的数值,计算出破坏性指数 K_g (表 2)。

表 1 成庄井田 3 号煤层断层破坏性系数计算基础数据表

区段	断层等级编号	断层等级间隔/m	断层平均长度 L_i /m	$\lg L_i$	单位面积内该等级断层平均数 N_i/km^2	$\lg N_i$
I	I 1	0 ~ 300	220	2.342 4	0.312 5	-0.505 1
	I 2	300 ~ 600	415	2.618 0	0.125 0	-0.903 1
	I 3	600 ~ 900	900	2.954 2	0.062 5	-1.204 1
II	II 1	0 ~ 300	142.5	2.153 8	0.307 7	-0.511 9
	II 2	300 ~ 600	445	2.648 4	0.153 8	-0.812 9
	II 3	600 ~ 900	900	2.954 2	0.076 9	-1.113 9
III	III 1	0 ~ 200	105	2.021 2	0.173 9	-0.759 7
	III 2	200 ~ 400	300	2.477 1	0.087 0	-1.060 7
IV	无断层					

表 2 成庄井田断层对 3 号煤层破坏性指数计算表

区段	V	C	$L_{\max}$	$L_{\min}$	Δ	K_g
I	-1.191 8	2.45	2 300	170	300	5.286 2
II	-0.759 0	1.11	900	120	300	1.468 6
III	-0.531 7	0.35	300	90	200	0.004 7
IV	无断层					

从表 2 明显看出,成庄井田断层对 3 号煤层的破坏性程度可以分成以下 4 类。

A 类:为破坏程度较强类型,包括第 I 区段,位于井田的西北部。区段内分布有 9 条断层,破坏性指数平均达到 5.286 2。

B 类:为破坏程度中等类型,包括第 II 区段,位于井田的西南部。区段内分布有 7 条断层,破坏性

指数平均为 1.468 6。

C 类:为破坏程度较弱类型,包括第Ⅲ区段,位于井田的东北部。区段内分布有 4 条断层,破坏性指数平均为 0.004 7。

D 类:为破坏程度极弱类型,包括第Ⅳ区段,位于井田的东南部。在此区段内,在精查和精查(补充)勘探中未发现较大断层。

2.2 褶皱构造变形系数

变形系数是表示褶皱构造变形程度的定量指标,它是以定量表述层状岩层在构造应力作用下发生褶皱变形的程度。按测量空间的划分,变形系数可分为剖面变形系数(K_n)和平面变形系数(K_p),其值越大,构造变形越强。

$$K_n = (L - L_0)/L_0 (K_n \geq 0)$$
式(2)中, L 为剖面上某一层面向两端点间的实际长度(m); L_0 为该层面两端点间的水平投影长度(m)。

$$K_p = h \cdot L_1/L \cdot L_2$$
式(3)中, L 为计算单元中心处两条等高线的平距(m); L_1 为靠近计算单元中心的等高线在单元内的实际长度(m); L_2 为靠近计算单元中心的等高线在单元内的割线长度(m)。

2.2.1 剖面变形系数(K_n) 根据成庄井田 3 号煤层埋深在剖面图上的标高,利用勘探线剖面图,采用分段滑动平均取值法,确定了 6 个计算区段,分别进行各参数值的计算。由计算结果可知, K_n 的最小值为 0.001 5,最大值 0.041,一般均在 0.003 0~0.012 之间。根据计算结果,可绘制出 K_n 等值线图。

2.2.2 平面变形系数(K_p) 为了计算平面系数,在成庄井田范围内,按坐标线方向共划分 255 网格,每个网格边长为 1 000m,作为计算平面变成系数的网格单元。采用滑动窗口法,以任一网格焦点周围的 4 个网格作为一个计算单元,以此计算出每一个单元中的 K_p 值,将计算结果置于单元中心的网格交叉点上。由于相邻计算单元互相覆盖了 50% 的面积,计算时逐格移动,故称之为滑动窗口法。

由这种方法可知,平面变形系数相对较高值位于井田西部中段地区,相对较低值位于井田西北、东北及西南部地区。

3 构造变形综合定量分析

根据以上对构造破坏性指数(K_g)、剖面变形系

数(K_n)和平面变形系数(K_p)的研究结果,对成庄井田 3 号煤层构造变形进行综合定量分析。采用上述定量参数,利用平面变形系数的网格单元进行构造变形综合指数(CTI)的计算,CTI 的值越大,构造变动越大,则煤层构造变形也越大。CTI 计算公式为:

$$CTI = (K_g \cdot Q_g + K_n \cdot Q_n + K_p \cdot Q_p)/3 \times 100\%$$
(4)

式(4)中, Q 为个参数的相对权重。

根据 CTI 值的计算结果,发现它们的变化范围非常大,且呈阶梯式跃变,大致可分出 3 个台阶,即大于 170% 者占全部计算数值的 27%;20%~60% 之间的占 25%;小于 5% 者占 48%,为此将成庄井田划分出 3 种构造变形类型(表 3)。同时绘制 3 号煤层构造变形区划图(图 4)。

表 3 3 号煤层构造变形类型划分表		
构造变形类型	CTI 值/%	煤层破坏程度
I	>170	强
II	170~5	中等
III	<5	弱

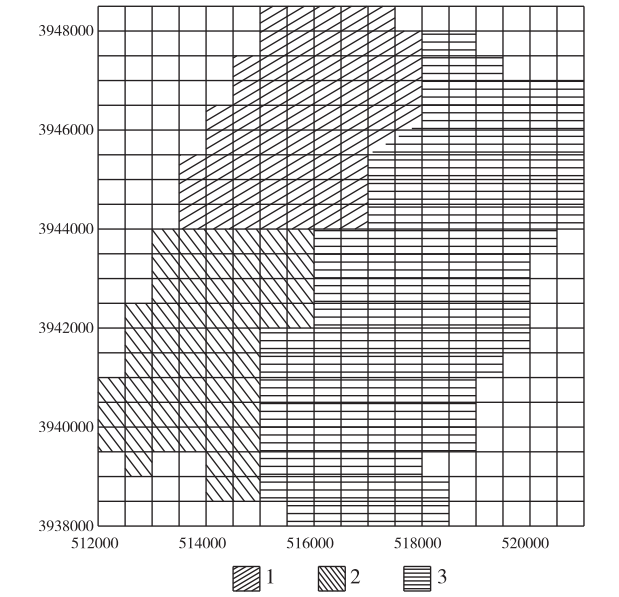


图 4 成庄井田 3 号煤层构造变形区划图
1-强;2-中等;3-弱

对研究区内 3 号煤层构造变形分析,引入了构造变形综合指数(CTI),从而得到煤层破坏程度强

弱的分布情况,对于煤层甲烷的储集和运移的研究有所帮助。

4 结 语

通过对山西晋城阳城矿区成庄井田构造变形的定量研究,可得出以下结论。

① 本区均为正断层,根据断层和褶皱发育程度,可推断出构造主应力来自 NE—SW 方向。

② 根据构造破坏性系数(K_g)得出,西北部、西南部、东北部和东南部破坏程度依次减小。

③ 根据剖面变形系数(K_n)得出,变形程度相对较大的地段位于井田西部。

④ 根据平面变形系数(K_p)得出,变形程度相对较大的地段位于井田西部中段地区,其他地段相对较低。

⑤ 根据 K_g 、 K_n 和 K_p 引出构造变形系数(CTI),并绘制出煤层构造变形区划图,显示出西北部、西南部、东部的破坏程度依次减小。另一方面,由于构造破坏区多为应力集中区,所以,在断层通道被阻或者某些局部地段也会出现瓦斯富集带,生产中应注意防范。

参考文献:

- [1] 李世峰. 晋城矿区成庄井田水文地质条件分析[J]. 矿业安全与环保, 2006, 27(增刊 1): 51 - 52.
- [2] 张子敏. 瓦斯地质学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009.
- [3] 李志明. 地应力与油气勘探开发[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [4] 马托埃 M. 地壳变形[M]. 孙坦, 张道安, 译. 北京: 地质出版社, 1984.
- [5] 霍布斯 B E, 明斯 W D, 威廉斯 P F. 构造地质学纲要[M]. 刘和甫, 吴正文, 译. 北京: 石油工业出版社, 1982.
- [6] 管树巍, 李本亮, 何登发, 等. 复杂构造解析中的几何学方法与应用[J]. 地质科学, 2007, 42(4): 722 - 739.
- [7] 吴云, 周硕愚, 韩健, 等. 断裂带形变的分形模型及其应用[J]. 地壳形变与地震, 1995, 15(4): 37 - 44.
- [8] 钟嘉猷. 实验构造地质学及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [9] 傅雪海, 秦勇, 韦重韬. 煤层气地质学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2007.
- [10] 吴财芳, 秦勇, 傅雪海, 等. 煤层气成藏的宏观动力能条件及其地质演化过程——以山西沁水盆地为例[J]. 地学前沿, 2005, 9(12): 299 - 309.

Relationship between quantitative tectonic deformation and gas occurrence in Chengzhuang Mine, Jincheng Coalfield of Shanxi Province

QIN Chao, ZENG Yong, LIU Jin-jin, LIU Yan-sha, CHEN Feng-jie

(College of Resources and Earth Sciences, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, Jiangsu)

Abstract: Through quantitative study of tectonic deformation in Chengzhuang Mine, Jincheng Coalfield in Shanxi Province, and based on the construction destructive coefficient, profile deformation coefficient and plane deformation coefficient, the structural deformation coefficient was educed, and the coal seam deformation zoning map was drawn, showing northwest, southwest, east of the destruction was reduced in degree in turn. And the above conclusions were helpful to the study of gas collection and migration.

Keywords: Destructive coefficient of structure; Profile deformation coefficient; Plane deformation coefficient; Tectonic deformation coefficient; Gas; Collection; Migration; Jincheng, Shanxi