

# 兰花宝欣煤矿3号带压开采 煤层底板突水危险性评价

吕育强 秦涛 徐永飞

(山西兰花焦煤有限公司)

**摘 要:**基于兰花宝欣煤矿3号煤层开采主要受奥灰水威胁,深入分析矿井水文地质条件特征及含水层富水性、地质构造、隔水层等影响底板突水因素,结合煤层底板保护层破坏深度、底板保护层厚度、有效保护层厚度及安全水头压力的分析计算,运用“五图-双系数法”对3号煤层底板突水危险性进行风险评估,按“三级判别”进行带压等级分区,并针对性提出煤矿防治水安全保障措施,实现安全带压开采是可行的。

**关键词:**带压开采;带压系数;突水系数;突水危险性评价

## 0 引 言

在一些矿区的矿井受水害威胁,其中之一在煤层底板承受下伏含水层水压而进行带压开采时,往往存在着煤层底板突水威胁,很大程度上矿井的水文地质条件、构造条件、隔水岩柱厚度及其隔水、抗水性能。在底板隔水岩柱薄弱的地带存在着岩溶水突破相对隔水层溃入矿井的可能性。为了有效防范突水灾害,开展带压开采煤层底板突水危险性评价显得尤为必要。

目前底板突水危险性评价方法很多,考虑采用单一方法的局限性,常常使其评价结果具不确定性,很难达到预期效果。由于矿井带压开采煤层层数多,各煤层间距相对较小,本次评价选用“五图一双系数法”进行带压开采多煤层底板突水危险性评价,可以较全面地考虑多方面因素,避免各煤层之间错综干扰,图表结合而直观,从而得出较为理想的评价成果。以3号煤层为例进行带压开采底板突水危险性评价。

## 1 矿井地质

矿区位于沁水煤田西翼古县矿区北部,南北长约km,东西宽约km,井田面积6.0181 km<sup>2</sup>,矿井生产能力90万吨/年,高瓦斯矿井。主要煤层赋存于石炭系上统太原组和二叠系下统山西组。开采标高为879.97m~539.96m,含可采煤层4层,为山西组2、3号和太原组9+10、11号,煤层平均厚度0.9m~2.0m不等,总厚度约6.3m。井田总体为一走向北东,倾向南东的单斜构造,东北部局部走向转为北西向,倾向北东,地层倾角3—7°。未发现岩浆岩侵入体,地质构造属简单类。

## 2 矿井水文地质条件

本区属于霍泉泉域,影响和危害的含水层主要为奥陶系中统碳酸盐岩裂隙含水层、石炭系上统太原组石灰岩岩溶裂隙含水层、二叠系下统下石盒子组砂岩裂隙含水层和第四系砂砾孔隙含水层。含水层之间都有稳定的隔水层,水力联系较弱。根据区域地下水补径排条件和矿井各主要含水层的补径排条件,确定影响矿井充水的主要含水层为奥陶系灰岩含水层。据井田内供水井资料:上马家沟组水位标高为842.2m,单位涌水量为0.2058L/(s·m),富水性为中等。霍泉出露标高为518.6m,据此推算水力坡度为8.84‰,确定其奥灰水位标高在834—856m左右。各煤层均位于奥灰岩溶水水位标高以下,属全矿带压开采矿井。3号煤层位于山西组(P1s)下部,进入采区的水量主要来自下石盒子组碎屑岩裂隙水,水文地质类型划分为中等。

## 3 3号煤层底板突水危险性评价

在煤矿采掘生产过程中,当煤层底板下存在承

压含水层时,由于采掘活动破坏了煤层底板隔水层的天然受力状态,底板承压水在静水压力和矿山压力的作用下可能突破底板隔水层涌入矿井,造成底板突水。主要影响因素有含水层的富水性及水压、断裂构造、隔水层厚度及岩性组合、矿压破坏、地应力等。其中承压水水压的大小和隔水层的稳定性强弱是决定底板是否突水的一对基本矛盾。底板突水的评价方法有“五图—双系数”法、“三图—双预测”法、脆弱性指数法、模糊综合评判法、人工神经网络法和“下三带”理论等。

### 3.1 “五图—双系数”法评价方法及标准

#### 3.1.1 “五图—双系数法”的评价方法

“五图—双系数法”是一种适用于带压开采工作面评价的方法。其中最重要的是围绕底板保护层破坏深度等值线图、底板保护层厚度等值线图、煤层底板上的水头等值线图、有效保护层厚度等值线图和带水头压力开采评价图等“五图”,“带压系数”和“突水系数”和“三级判别”来进行评价突水与否、突水形式和突水量变化的三个指标。具体分析流程见图1。

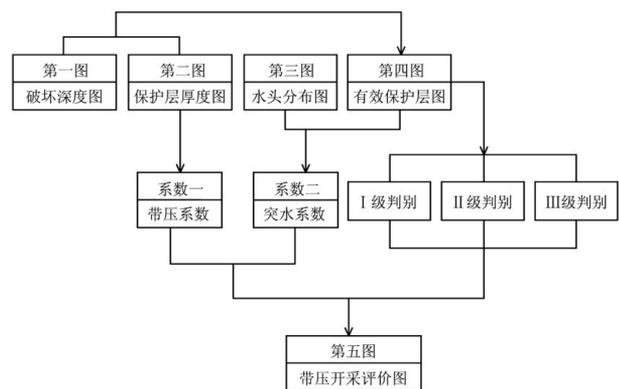


图1 “五图—双系数法”流程图

#### 3.1.2 “五图—双系数法”的评价标准

依据《煤矿防治水规定》和井田断裂构造发育程度,本次评价以“带压系数”为主要评价指标,结合“突水系数”评价指标,并配合“三级判别”,共分为三

种评价标准：I级评价：当“带压系数”和“突水系数”均大于临界值0.10MPa/m时，由于承压水头高，底板保护层难以阻抗作用在其上的水头压力，工作面必然发生直通式突水。II级评价：当“带压系数”小于0.10MPa/m，“突水系数”大于0.10MPa/m时，“带压系数”未超出临界值，符合《煤矿防治水规定》附录四中“底板正常块段突水系数一般不大于0.10MPa/m”的规定，发生底板突水的可能性较小。但工作面存在发生非直通式突水的可能性。并且“突水系数”超过临界值，说明：在底板保护层中“有效保护层”阻抗水头压力的能力较低，无形中增加了在断裂构造附近存在发生突水的可能性。III级评价：“带压系数”和“突水系数”均小于0.10MPa/m时，“双系数”均未超出临界值，同样工作面存在发生非直通式突水的可能性。但在底板保护层中“有效保护层”阻抗水

带压开采相对安全区(I)，该区段带压水头较小，发生突水的可能性较小，或者即使发生突水其可能造成的破坏影响较小；当突水系数大于0.10MPa/m时，为带压开采危险区(II)，该区段带压水头较高，一旦发生突水可能造成的破坏影响较大，必须在制定专门带压开采设计，进行必要的防治水工程的基础上，作好处置应对预案的情况下方可开采。

### 3.2 突水系数的计算

评价带压开采安全的标准是突水系数。2009年12月1日起实施的《煤矿防治水规定》中突水系数计算公式：，式中：T—突水系数(Mpa/m)，P—底板隔水层承受的水压(Mpa)，M—底板隔水层厚度(m)。其中计算参数选取：(a)水层厚度是指主采煤层底板至下伏对煤层开发有水压力严重威胁的含水层顶面之间的隔水岩层总厚度，，式中：H煤—煤层

表1 3号煤层钻孔奥灰水突水系数计算表

孔号	3号煤层 底板埋深 (m)	3号煤层 底板标高 (m)	O <sub>2</sub> 顶面 标高 (m)	水位 标高 (m)	隔水层 厚度 (m)	底板采动导水 破坏带深度 (m)	底板隔水层 承受水压值 (Mpa)	突水 系数 (T)	备注
101	394.70	726.30	602.25	840.20	124.05	83.83	2.33	0.0188	
102	487.38	696.62	400.20	837.00	296.42	84.61	4.28	0.0144	
103	407.50	792.50	648.29	848.00	144.21	83.93	1.96	0.0136	
副竖井	396.90	740.58	616.50	841.80	124.08	83.84	2.21	0.0178	
补1	480.50	684.40	519.07	836.90	165.33	84.55	3.11	0.0188	
最低底板标高	820	580	270	842	310	87.44	5.6056	0.0181	

头压力的能力较高，能起到安全保护作用，因此，正常情况下发生底板突水的可能性极小。

### 3.1.3 带压开采分区指标

根据《煤矿防治水规定》附录四中“底板受构造破坏块段突水系数一般不大于0.06MPa/m，正常块段不大于0.1MPa/m”的规定。在综合考虑矿井断裂构造、陷落柱发育的基础上，选取突水系数0.10MPa/m做为划分标准，当突水系数小于0.10MPa/m时，为

底板标高(m)，h—奥灰顶面标高(m)；(b)本井田来讲，威胁煤层开采的底板水源主要来自奥陶系岩溶水。因此，在确定水头压力时，采用奥陶系岩溶水的水压标高减去相应的奥陶系顶面标高值作为底板隔水层承受的水压(P)；，式中：H—奥灰岩溶水压标高(m)。

### 3.3 带压开采分区

3号煤层最大突水系数分别为0.0188MPa/m，均



图1 3号煤层带压开采分区图

小于临界突水系数0.10MPa/m,矿井内断裂构造发育特征,井构造为简单程度,煤层全部区域均属带压开采相对安全区。

### 3.4 安全隔水层厚度及安全水头压力

安全隔水层厚度是指承受某一水压值作用的隔水底板所需要的最小厚度,这个厚度与一定的水压值相对应,不同的水压值就要求不同的安全隔水层厚度。根据《煤矿防治水规定》中安全隔水层厚度计算公式,计算时考虑到不同地段水压的变化,本次计算不仅选择了各钻孔处的实际水压进行计算对比,还选择了不同水压值段(1Mpa、2Mpa、3Mpa、4Mpa、5Mpa)来计算不同的隔水层厚度值。选择巷道底板宽度L=20、25、30m为采区的最大控顶距离。计算结果见表5。如果计算的安全隔水层厚度小于或等

于实际隔水层厚度,即 $t_{安全} \leq t_{实际}$ ,则安全或极限平衡;如果 $t_{安全} > t_{实际}$ ,则可能发生突水。

### 3.5 “五图—双系数法”评价结果

通过对钻孔资料的分析,矿区内3号煤层底板埋深在394.70~820.00m之间。通过计算得出“导水破坏深度”发育高度83.83~87.44m,平均84.7m;其分布状况见图2,总体上逐渐向东北部递增;

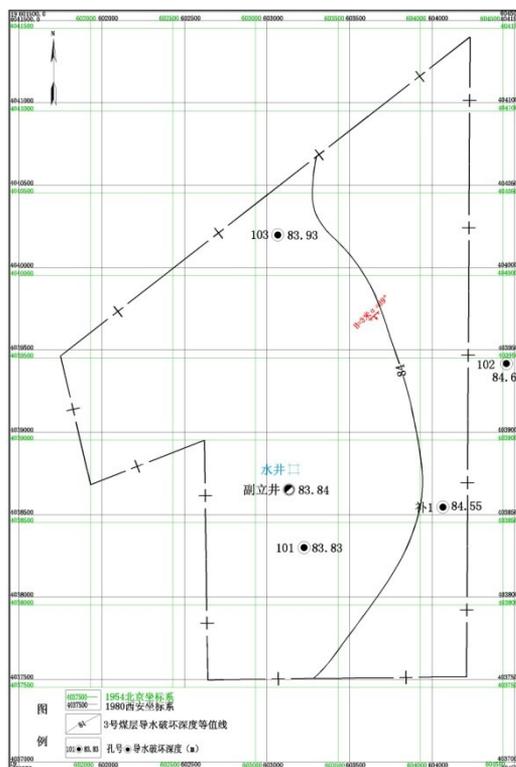


图2 3号煤层底板保护破坏深度等值线图

3号煤层底板保护层(隔水层)厚度在124.05~310.00m之间,其厚度变化情况及规律见图3,总体上逐渐向东北部递增。

煤层底板承受的水头高度在199.71~572.00m,具体水头分布见图4。

通过计算得出的“有效保护层”厚度在40.22~222.56m之间,其厚度变化情况及规律,总体上与“底板保护层”一致,见图5。

表2 3号煤层安全隔水层厚度计算成果表

孔号	底板隔水层承受水压值 (Mpa)	隔水层厚度 (m)	L=20 安全隔水层厚度 (m)	L=25 安全隔水层厚度 (m)	L=30 安全隔水层厚度 (m)	对比分析		结论
						对比	突水系数 (T)	
101	2.33	124.05	15.94	19.47	22.82	$t_{安全} < t_{实际}$	0.0188	安全
102	4.28	296.42	22.14	27.20	32.09	$t_{安全} < t_{实际}$	0.0144	安全
103	1.96	144.21	14.50	17.67	20.67	$t_{安全} < t_{实际}$	0.0136	安全
副竖井	2.21	124.08	12.20	18.90	22.14	$t_{安全} < t_{实际}$	0.0178	安全
补1	3.11	165.33	18.65	22.85	26.87	$t_{安全} < t_{实际}$	0.0188	安全
最低底板标高	5.61	310.00	25.58	31.49	37.22	$t_{安全} < t_{实际}$	0.0181	不安全
	1		9.94	12.00	13.90			
	2		14.66	17.87	20.91			
	3		18.29	22.40	26.33			
	4		21.36	26.22	30.91			
	5		24.06	29.59	34.95			

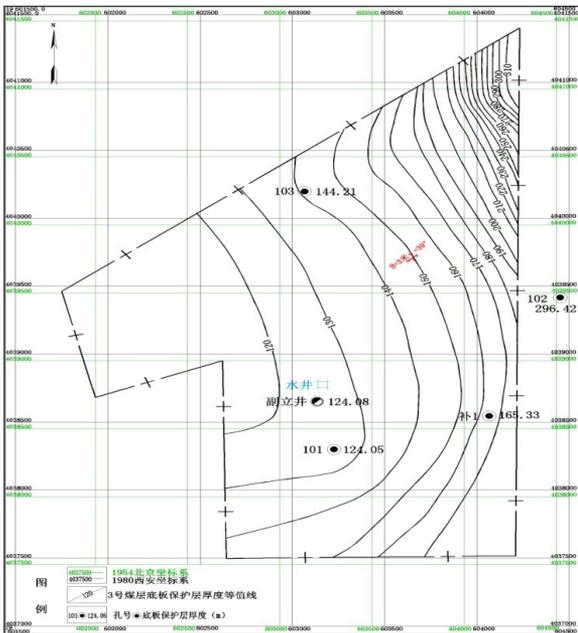


图3 3号煤层底板保护层厚度等值线图

通过综合分析研究,并计算得出3号煤层的“带压系数”在0.0136~0.0188MPa/m之间,“突水系数”在0.020~0.058MPa/m之间。绘制3号煤层底板带压系数等值线和突水系数等值线,并以“带压系数”为主要评价指标,结合“突水系数”评价指标,并配合“三级判别”,进行带压等级分区见图6。结合评价标准,3号煤层带压开采时“双系数”均小于

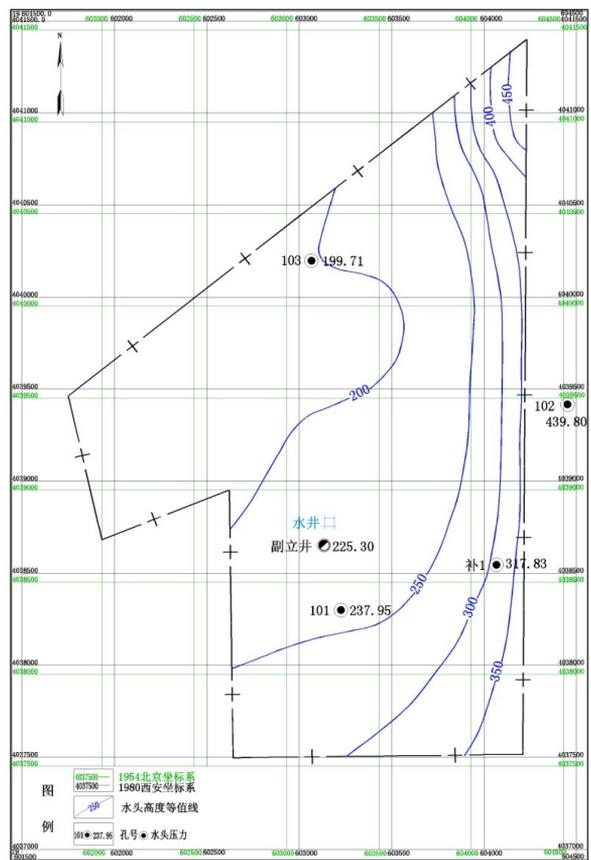


图4 水头分布图

0.10MPa/m,属Ⅲ级评价的范畴,正常情况下,发生突水的可能性极小。

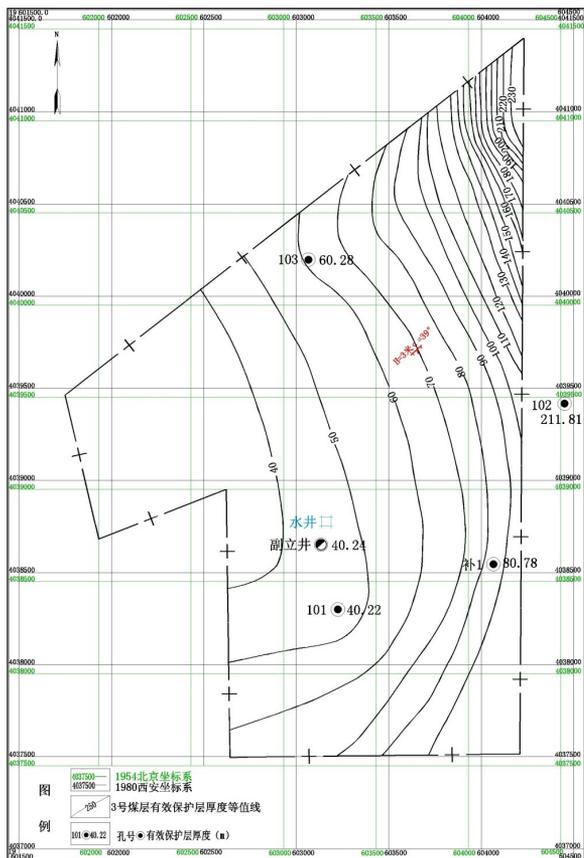


图5 3号煤层有效保护层厚度等值线图

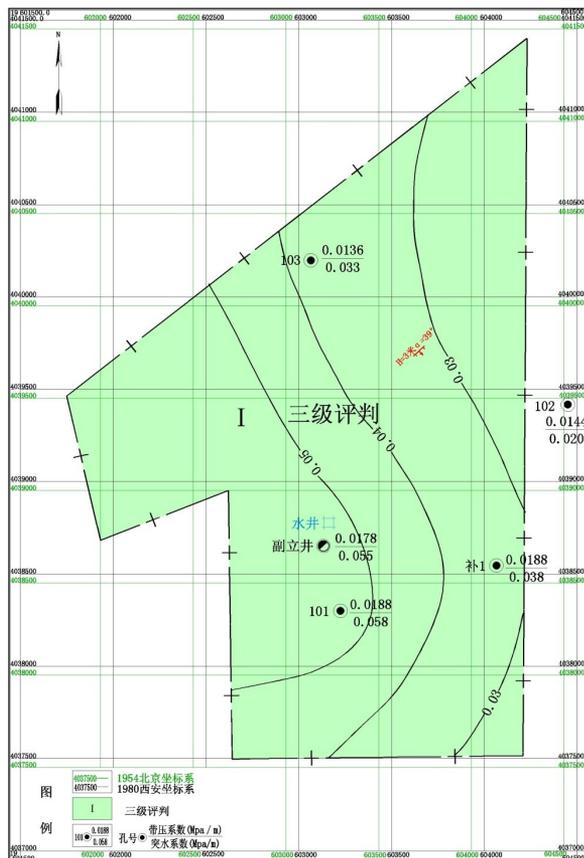


图6 3号煤层带压开采评价图

#### 4 结 语

3号煤层底板最大突水系数为0.0188MPa/m,均小于临界突水系数0.10MPa/m为带压开采相对安全区。在相对安全区带压开采危险性小,一般情况下可带压开采。煤层总体上带压开采安全性高,在加强断裂构造的探查的基础上,采取针对性的对断层及陷落柱的防治措施,可满足带压开采的要求。

#### 参考文献

[1] 徐树媛,刘大伟.山西新阳矿太原组下组煤层底板岩

溶水安全性评价[J].中国煤炭地质,2014,(10):44-48.

[2] 汤友谊,杨参参,申江,杨昌永.煤层底板灰岩含水层突水危险性评价[J].河南理工大学学报(自然科学版),2012,(3): 268-271.

[3] 张圣才,于德亮,李士强等.兖州矿区兴隆庄煤矿下组煤底板岩溶水参数计算及突水危险性评价[J].中国煤炭地质,2015,27(3):35-39.

[4] 国家安全生产监督管理总局,国家煤矿安全监督局.煤矿防治水规定[S].北京:煤炭工业出版社.2009.

[5] 武强,李周尧.矿井水灾防治[M].徐州:中国矿业大学出版社,2002.