煤层底板含水层突水危险性评价及防治对策

陈寒秋[1]，翟 宇[2]，回胜利[1]，刘小满[2]，王心义[2,3]
(1. 平顶山天安煤业股份有限公司 八矿，河南 平顶山 467000；2. 河南理工大学 资源环境学院，河南 焦作 454000；
3. 中国平煤神马能源化工集团有限责任公司 防治水研究所，河南 平顶山 467000)

摘 要： 根据平煤八矿己组煤底部的 L_2 灰岩含水层、L_7 灰岩含水层和寒武灰岩含水层的地质和水文钻孔资料，通过分析己组煤底板含水层的水位标高及己组煤与含水层的距离，利用突水系数法对 L_2 和 L_7 薄层灰岩含水层以及寒武厚层灰岩含水层的突水危险性进行评价和突水危险性分区，结合断层的发育情况设计底板灰岩水的防治水方案，制定了己组煤底板含水层的疏水降压、岩层井下注浆加固和井下强排水的防治水方案，为矿井己组煤安全生产奠定了基础。

关键词： 煤层底板含水层；突水系数法；突水危险性；断层发育；防治水方案
中图分类号： TD743 **文献标志码：** A **文章编号：** 0253－2336(2011)07－0112－04

Evaluation on Water Inrush Danger from Aquifer under Seam Floor and Water Inrush Prevention and Control Countermeasures

CHEN Han-qiu[1], ZHAI Yu[2], HUI Sheng-li[1], LIU Xiao-man[2], WANG Xin-yi[2,3]
(1. *No. 8 Mine, Pingdingshan Tian'an Coal Mining Corporation Ltd., Pingdingshan* 467000, *China*;
2. *School of Resources and Environment, Henan Polytechnic University, Jiaozuo* 454000, *China*;
3. *Research Institute of Mine Water Prevention and Control, China Pingmei Shenma Group, Pingdingshan* 467000, *China*)

Abstract: According to the geological and hydrological borehole information of L_2 limestone aquifer, L_7 limestone aquifer and Cambrian limestone aquifer under the No. 6 seam floor in No. 8 Mine of Pingdingshan Coal Mining Group, with the analysis on the water table level of the aquifer under No. 6 seam floor and the distance between the seam to the aquifer, the water inrush coefficient method was applied to the evaluation on the dangers of the aquifers in L_2 and L_7 thin limestone as well as in the Cambrian thick limestone and to the dangers divided. In combination with the fault development conditions, the water prevention and control plan of the limestone water under the seam floor was designed. Water prevention and control plan with water bumping and water pressure dropping of the aquifer under seam floor, underground strata grouting reinforcement and underground water drainage was set up to set the basis for the mine safety production.

Key words: aquifer under seam floor; water inrush coefficient method; water inrush danger; fault development; water prevention and control plan

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

1 地质概况

平煤八矿位于平顶山煤田的东南部，地理坐标为东经 113°22′9″～113°30′14″、北纬 33°45′13″～33°47′26″，矿区东西走向长 12.5 km，南北倾向宽 3.36 km，面积 41.419 5 km^2。该矿主采二叠系山西组己组煤，原煤年产量约 300 万 t。八矿井田地处李口向斜东南翼，总体上呈单斜构造形态，次级褶曲有郭庄背斜及井田南侧的小型向斜，地层倾角 0～42°，平均 15°。井田内主要有任庄断层、辛店断层、张湾断层及白石沟断层等控制性大断层。另外目前已揭露小断层（断层落差在 1～2 m 以下）达 300 余条，以张性高角度正断层为主。井田内主要构造分布如图 1 所示，基本特征如下。

1) 李口向斜位于井田北部，轴向 NW，－430 m 以上倾角平均 25°，－430 m 以下倾角平均 6°，向 NW 方向倾伏的宽缓褶曲。

2) 郭庄背斜位于井田西南边缘，轴向 NW，东北翼倾角 25°左右，西南翼倾角 10°左右，幅度约 60 m。

3) 东高庄向斜位于井田南部，西与郭庄背斜

基金项目：国家自然科学基金重点资助项目(40638040)；“十一五”国家科技支撑计划重点资助项目(2007BAK24B04)；国家自然科学基金资助项目(40972164)

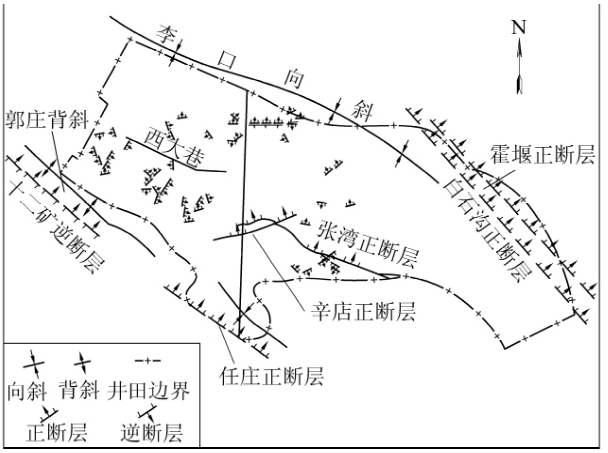


图 1　八矿地质构造

毗邻，轴向近 EW，倾角 0 ~ 20°，幅度约 60 m。

4）任庄正断层位于井田南部边界，走向 NW，倾向 NW，倾角 75°，长 3 000 m，落差 160 m 左右。

5）白石沟逆断层位于井田东北深部，走向 NW，倾向 NE，倾角 50 ~ 60°，长近万米，井田内长 3 000 m，落差 120 m 左右。

6）辛店正断层位于井田中部，走向 NE，倾向 NW，倾角 30°左右，长 2 900 m，落差 40 ~ 50 m，断层两侧 100 ~ 200 m 内有次级断层出现。

7）张湾正断层位于己三扩大采区上部，走向 NW，倾向 SW，倾角 37 ~ 38°，长 3 800 m，落差 14 ~ 20 m，断层影响宽度 50 m。

矿井水文地质概况如下所述。

1）L_2薄层灰岩含水层。L_2灰岩含水层距己组煤距离在 16.6 m 左右，张湾断层以南以及东高庄向斜部位厚度较大，辛庄断层以西厚度较薄，是己组煤的直接充水含水层。该含水层岩溶发育，以溶蚀裂隙为主，局部可见小溶洞（溶洞直径一般小于 1.0 m，最大值也小于 2.5 m）。据钻孔抽水试验资料，该含水层渗透系数为 0.001 13 ~ 8.200 00 m/d，单位涌水量为 0.000 045 6 ~ 0.113 009 0 L/（s·m），富水性不均一。该含水层对己组煤层的开采有一定威胁。

2）L_7薄层灰岩含水层。L_7灰岩至己组煤底部的岩层厚度均值约为 65.4 m，是己组煤的间接充水含水层。该含水层岩溶发育，以溶蚀裂隙为主，局部可见小溶洞。据钻孔抽水试验资料，该含水层渗透系数为 0.007 6 ~ 3.047 0 m/d，单位涌水量为 0.000 18 ~ 0.356 90 L/（s·m），富水性不均一。该含水层含水性相对 L_2 较强，尤其是其与寒武灰岩间的铝土泥岩隔水层厚度仅 3.13 ~ 9.50 m，均值约 6.69 m，最薄处仅 1.0 m，已揭露的钻孔表明水位基本一致，水力联系密切。

3）寒武灰岩含水层。该含水层顶部至己组煤层间距约 80.49 m，为己组煤的间接充水含水层。主要含水层段为寒武系上统崮山组厚层状白云质灰岩和中统上部张夏组厚层状鲕状灰岩，总厚度约 300 m。据钻孔及抽水试验资料，寒武灰岩埋深小于 420 m 时，大小不等、形态各异的溶洞密集，溶洞最大达 8 m，岩溶裂隙较为发育，单位涌水量在 2.27 ~ 26.62 L/（s·m），渗透系数在 1.092 ~ 7.470 m/d；埋深大于 420 m 时岩溶分布不均一，研究区内未见有溶洞分布，岩溶总体上不如上部发育，但在构造发育地带和断层的交汇部位，溶孔、溶隙及裂隙也十分发育，单位涌水量在 0.002 03 ~ 0.894 00 L/（s·m），渗透系数在 0.730 ~ 1.096 m/d。该含水层矿化度 0.9 g/L，属 $HCO_3^- \cdot SO_4^{2-} - Na^+ \cdot Ca^{2+}$ 型水。

2　底板灰岩突水危险性评价

目前威胁八矿己组煤安全开采的水源为底板石炭系 L_2 和 L_7 薄层灰岩含水层以及寒武厚层灰岩含水层。这里根据常用的突水系数法以及断层发育程度来评价底板含水层突水的危险性。突水系数法计算式为 $k = P/M$，其中，k 为突水系数，MPa/m；P 为底板承受的静水压力，MPa；M 为隔水层厚度，m。

2.1　L_2薄层灰岩含水层突水性

依据井下 53 个钻孔的监测资料绘制己组煤底部到寒武灰岩顶部之间的岩层厚度等值线图（图 2）。由图 2 可以看出：己组煤底部到 L_2 薄层灰岩含水层顶部之间的岩层厚度最大值为 30.97 m，最小值为 4.66 m，平均值为 16.6 m。

L_2 灰岩水为己组煤的直接底板充水含水层，且己组煤底部到 L_2 薄层灰岩含水层顶部之间的岩层厚度平均值仅为 16.6 m，很容易发生突水。但由于 L_2 薄层灰岩含水层厚度较薄，长期的采掘疏放使得该含水层已基本上被疏干，再加上 L_2 与 L_7 薄层灰岩含水层间的距离在 48.8 m 左右，已揭露的钻孔表明二者水力联系不甚密切，因此 L_2 薄层灰

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

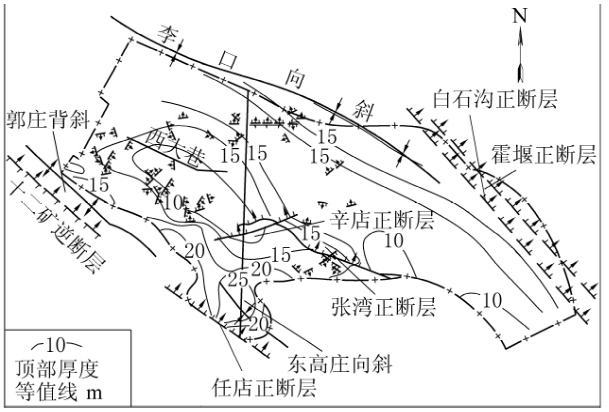


图 2　己组煤底部到 L_2 灰岩顶部厚度等值线

岩含水层对己组煤开采的威胁相对较小。

2.2　L_7 薄层灰岩含水层突水性

由井下 50 个钻孔资料（表 1）绘制己组煤底部到 L_7 薄层灰岩顶部之间的岩层厚度等值线图（图 3）。由图 3 可以看出：己组煤底部到 L_7 薄层灰岩含水层顶部之间的岩层厚度最大值为 85.75 m，最小值为 45.75 m，平均值为 65.4 m。

表 1　L_7 灰岩含水层突水系数

孔号	己煤到 L_7 厚度/m	水位标高/m	水压/MPa	突水系数/(MPa·m^{-1})
5－3	60.73	－280	2.63	0.043
6－1	56.91	－330	0.72	0.013
6－3	65.00	－250	3.39	0.052
6－6	63.84	－275	1.71	0.027
7－7	68.43	－330	0.77	0.011
8－1	61.68	－340	0.20	0.003
9－13	72.89	－250	3.94	0.054
9′－3	77.71	－275	2.73	0.035
10－6	45.75	－320	0.08	0.002
11－16	55.52	－230	5.08	0.091
12′－11	59.32	－350	0.17	0.003
13－24	66.02	－300	4.55	0.069
13－28	71.55	－330	2.31	0.032
13′－10	51.21	－350	0.38	0.007
13′－11	53.64	－350	0.48	0.009
14－8	54.40	－350	0.72	0.013
15－4	55.72	－350	0.03	0.001
15－14	63.84	－250	6.15	0.096
17－15	53.56	－240	5.72	0.107
18－9	64.2	－270	2.57	0.040
18′－7	78.71	－270	2.88	0.037
15－12	57.00	－280	4.87	0.085

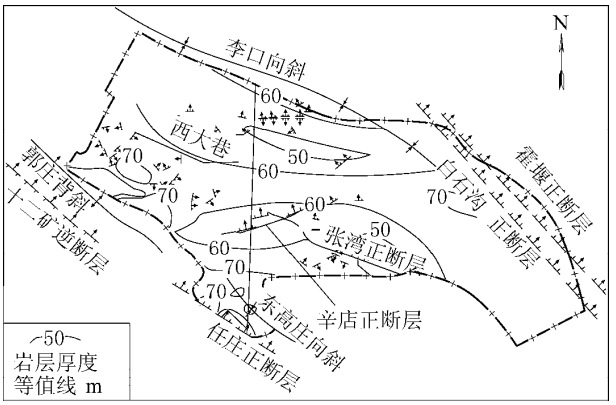


图 3　己组煤底部到 L_7 薄层灰岩顶部之间的岩层厚度等值线

结合 L_7 灰岩含水层的水压资料绘制突水系数等值线图（图 4）可以看出：0.08 MPa/m 等值线以北区域的实际突水系数大于 0.08 MPa/m，0.06 MPa/m 等值线以南的区域突水系数小于临界突水系数 0.06 MPa/m，己组煤西大巷处在 0.06 MPa/m 等值线附近。因此 L_7 薄层灰岩含水层对己组煤开采威胁最大，尤其是在各种不利因素（底板破碎带、裂隙密集带、溶隙、溶洞、钻孔）的诱发下可以导致底板突水事故。

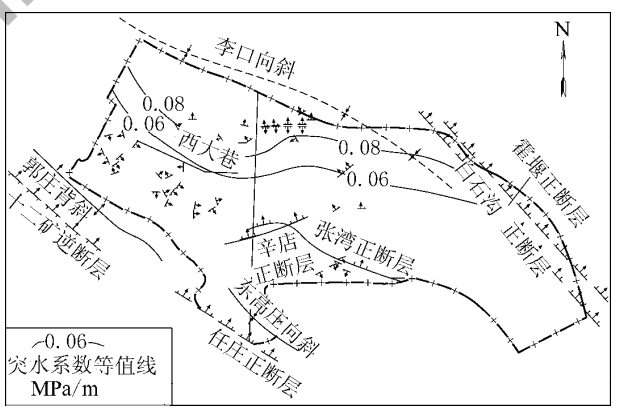


图 4　底板突水系数等值线

2.3　寒武灰岩含水层突水性

由井下 32 个钻孔资料可绘制己组煤底部到寒武灰岩顶部之间的岩层厚度等值线图（图 5）可以看出：己组煤底部到寒武灰岩顶部之间的岩层厚度最大值为 112 m，最小值为 70.76 m，平均值为 80.49 m。根据寒武灰岩含水层的水压资料可绘制突水系数等值线图（图 6），由图 6 可以看出：只有矿区北部靠近李口向斜的 17－15 和 11－16 钻孔的突水系数分别为 0.060 和 0.061 MPa/m，等于或略大于临界突水系数值 0.06 MPa/m，其他地带的

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

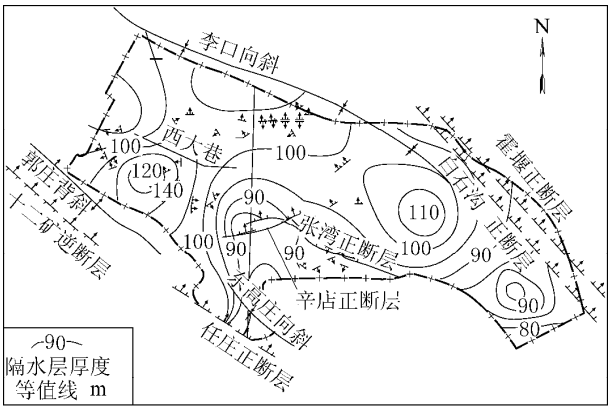


图 5　己组煤底部到寒武灰岩顶部的隔水层厚度等值线

突水系数都小于临界突水系数值 0.06 MPa/m。因此，在八矿矿区北部的局部地带，寒灰含水层对己组煤开采有一定直接威胁，对其他地带基本没有直接威胁。

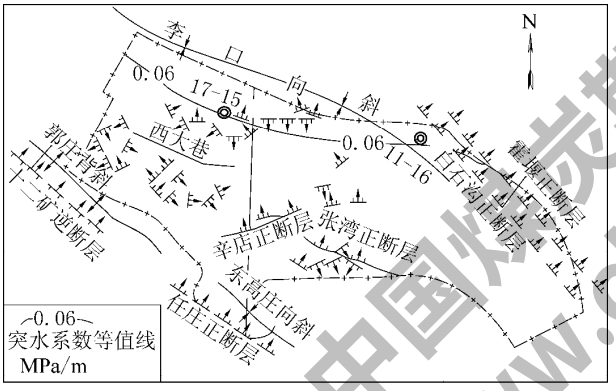


图 6　寒武系灰岩含水层突水系数等值线

3　底板灰岩水防治水方案

依据突水系数和断层的发育程度可制定如下的防治水方案：①在西大巷附近，L_7灰岩含水层的突水系数在 0.06 ~0.08 MPa/m，寒武灰岩含水层的突水系数小于 0.06 MPa/m，因此在西大巷附近区域内宜采取 L_7灰岩含水层和寒武灰岩含水层的联合疏水降压方案，疏放孔位置、数量、深度可由井下综合物探方法并结合水文地质特征确定，疏水量及疏降水压以突水系数不超过 0.06 MPa/m 为限。②在西大巷以北的区域，L_7灰岩含水层的突水系数大于 0.08 MPa/m，寒武灰岩含水层的突水系数大于 0.06 MPa/m，加上该区域内恰好是小规模断层较为发育的地带，也是易发生底板灰岩含水层突水的地带，因此宜采取己组煤底板岩层井下注浆加固方案，底板最小注浆加固深度在 87 m 以上，注浆加固钻孔的位置可根据 L_7灰岩含水层和寒武灰岩含水层富水区的位置确定。③在西大巷以南的区域内，L_7灰岩含水层和寒武灰岩含水层的的突水系数均小于 0.06 MPa/m，因此仅采取井下强排水方案即可。

4　结　　语

结合八矿西大巷底板灰岩水防治水方案，设计了地热水从西大巷至地面用户的综合利用方案，实现了底板灰岩含水层疏水降压、井下地热灾害治理孔和地热水综合利用的有机结合。并从疏水降压、地热灾害治理和地热水综合利用等方面进行了效益评价，结果表明：寒武灰岩含水层疏水降压的地热水并用于综合利用后，在解放煤炭储量、地热灾害治理和地热水综合利用等方面具有较高的社会和经济效益。

参考文献：

[1] 李世峰，金瞰昆，刘素娟，等. 矿井地质及矿井水文地质[M]. 徐州：中国矿业大学出版社，2009.
[2] 常明辉，杨志斌，李　燕，等. 矿井突水的预测预报[J]. 煤炭技术，2010，29(9)：113－115.
[3] 陈兆芹，杨予生，高国军，等. 煤矿防治水管理模式探讨[J]. 价值工程，2010，29(9)：35.
[4] 靳德武. 我国煤层底板突水问题的研究现状及展望[J]. 煤炭科学技术，2002，30(6)：1－4.
[5] 王志荣. 河南省矿井水资源综合利用研究[J]. 水文地质工程地质，1995，17(4)：38－41.
[6] 郑世书，陈江中，刘汉湖，等. 专门水文地质学[M]. 徐州：中国矿业大学出版社，1999.
[7] 李和平，乔　旺，王瑞智，等. 孙家沟煤矿水文地质特征及矿井水害防治研究[J]. 中国煤炭地质，2010，22(12)：42－45.
[8] 王心义，单智勇. 岩溶裂隙型矿区水害防治技术及水资源综合利用[M]. 北京：煤炭工业出版社，2008.
[9] 余德沛，陆春元. 矿井水灾害防治技术[M]. 北京：中国经济出版社，1986.
[10] 张光德，李栋臣. 矿井水害防治[M]. 徐州：中国矿业大学出版社，2003.

作者简介：陈寒秋（1968—），男，河南商城人，高级工程师，硕士，主要从事安全工程的研究和管理工作。联系人：王心义，河南理工大学教授、博士生导师，中平能化集团防治水首席专家。Tel：13608631971，E－mail：wangxy@hpu.edu.cn

收稿日期：2011－02－06；责任编辑：代艳玲

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net