

# 带压开采工作面采前水文地质条件分析

李冲

(冀中能源股份有限公司 邢东矿,河北 邢台 054001)

**摘要:**为确保带压开采工作面实现安全回采,满足《煤矿防治水规定》要求,以邢台某矿5519工作面为例,介绍其范围内含水层及隔水层分布情况,并对该工作面回采前的顶、底板充水因素进行了分析,结果表明煤层顶板的野青灰岩含水层、5<sup>#</sup>煤顶板砂岩含水层及煤层底板的砂岩层和伏青灰岩含水层为直接充水水源,需重点防范。最后利用突水系数法对工作面回采安全性进行评价。评价结果显示工作面基本满足安全开采要求,通过采取一系列防探水措施后,工作面可以安全回采。该评价结果对于类似条件下工作面的安全回采具有重要的参考意义。

**关键词:**带压开采;水文地质;分析;突水系数法;评价

**中图分类号:**P641.4      **文献标志码:**A      **文章编号:**1674-5876(2014)01-0001-04

## Analysis of hydrogeological condition of working face under pressure in pre-exploitation

LI Chong

(Xingtai Coal Mine, Jizhong Energy Resources Co. Ltd., Xingtai 054000, China)

**Abstract:** In order to ensure the mining working face under pressure to realize safety mining and meet the requirements of the prevention and control of coal mine water regulation, this paper focused on the analysis of aquifer and water-resisting layer and the filling water factors of 5519 working face of a Xingtai Coal Mine. Results show that the Yeqing limestone aquifer, the sandstone aquifer of 5<sup>#</sup> coal roof and floor and Fuqing limestone aquifer for direct water filling water needs to focus on prevention, and the water inrush coefficient method is applied to the evaluation on the safety of 5519 working face. Results also show that the working face meets the requirements of safety in mining. Ground water prevention measures are implemented to ensure to realize safety mining of 5519 working face. The evaluation result has important referential significance for the similar working face.

**Key words:** compensated mining; hydrogeological; analysis; water inrush coefficient method; evaluation

我国的煤炭资源开发历史悠久,矿井水害一直是岩溶矿区煤矿安全生产面临的主要问题之一<sup>[1-3]</sup>。近20年来我国煤矿发生多起煤矿重特大突水事故<sup>[4]</sup>,造成了大量的财物损失,为降低矿井突水事故的发生,《煤矿防治水规定》<sup>[5]</sup>要求,工作面回采前必须进行水文地质条件分析。尤其是带压开采的工作面,具有较大的突水危险性,故本文以邢台某矿5519工作面为例,对其带压开采5<sup>#</sup>煤过程中的水文地质条件进行了分析,明确了充水水源

及充水通道,利用突水系数法对其底板突水危险性进行了评价,提出了相应的防治水措施,为实现工作面的安全回采提供了技术保障,以期对类似条件工作面的开采提供参考依据。

### 1 工作面概况

5519工作面东至F<sub>34</sub>断层,南至f<sub>703-1</sub>断层,西至5517采空区,北至5500运输上山。工作面走向

长 630 m, 倾向长 76 m, 主采 5<sup>#</sup> 煤, 煤层标高在 -260 ~ -360 m 之间, 煤层平均厚度 1.5 m, 储量  $9.2 \times 10^4$  t.

5519 工作面掘进前, 进行了物探超前, 钻探超前探测, 工作面掘进结束后, 采用瞬变电磁、音频电透视、坑透等物探手段进行了综合探测, 在物探基础上进行钻探, 并对 5<sup>#</sup> 煤底板断层构造带、物探异常区进行了钻探验证及注浆加固.

## 2 水文地质条件概况

### 2.1 含水层

井田范围内主要含水层为奥陶系灰岩、大青灰岩、伏青灰岩、野青灰岩、煤系砂岩、下石盒子组砂岩及第四系底部砾石层等, 其中奥灰含水层和大青灰岩含水层为影响 5<sup>#</sup> 煤开采的主要含水层, 上述各含水层特征如表 1.

表 1 各含水层主要特征一览表

含水层名称	厚度/m	单位涌水量/(L/s·m)	地下水类型	水质类型	富水性	矿化度/(g/L)
第四系底部砾石层	0.52 ~ 15.96	0.008 32 ~ 0.126 00	孔隙承压水	HCO <sub>3</sub> · SO <sub>4</sub> - Ca · Na	弱	0.37 ~ 0.59
下石盒子组砂岩	8.89 ~ 29.41	0.000 00 ~ 0.059 90	裂隙水	HCO <sub>3</sub> · Cl - Na · Ca	中等	0.33 ~ 0.43
2 煤顶板砂岩	0.00 ~ 21.00	0.000 22 ~ 0.047 90	裂隙水	HCO <sub>3</sub> · Cl - Na · Ca	弱	0.26 ~ 0.41
野青灰岩	0.20 ~ 4.42	0.013 50 ~ 0.019 80	岩溶裂隙水	HCO <sub>3</sub> · Cl - Na · Ca	弱	
伏青灰岩	0.20 ~ 2.91		岩溶裂隙水		弱	
大青灰岩	2.14 ~ 10.52	0.001 86 ~ 1.626 00	岩溶裂隙水	HCO <sub>3</sub> · Cl - Ca · Na	强	0.23 ~ 0.34
本溪灰岩	1.50 ~ 8.21	0.191 00 ~ 3.438 00	岩溶裂隙水	HCO <sub>3</sub> · SO <sub>4</sub> - Ca · Mg	强	0.24 ~ 0.29
奥陶系灰岩	600.00 ~ 800.00	0.078 10 ~ 5.045 00	岩溶裂隙水	HCO <sub>3</sub> · SO <sub>4</sub> - Ca · Mg	很强	0.30

### 2.2 隔水层

根据井田地质勘探和水文地质勘探揭露, 各含水层之间均分布有厚度不等, 岩性多以砂岩、泥岩、铝土岩和页岩构成的隔水层, 主要含水层及隔水层空间分布情况参见表 2. 在隔水层岩性组成中, 铝土质泥岩具可塑性, 遇水膨胀, 阻水性好, 中间本溪

灰岩抗压强度大, 可起支撑作用. 因此, 该相对隔水层特定的岩性组合, 对阻止底板奥灰水的突出极为有利. 但随着采动的影响, 导致开采三带影响范围以及底板破坏影响范围内, 使得隔水层的隔水能力减弱甚至消失, 若存在大的断层及陷落柱导通奥灰强含水层, 将对生产带来极大的危害.

表 2 主要含水层及隔水层空间关系一览表

名称	厚度/m	主要岩性特征
2 <sup>#</sup> 煤	6.50	
隔水层	58.38 ~ 65.56	由粉砂岩、中细砂岩组成
野青灰岩裂隙岩溶含水层	1.27 ~ 4.26	以灰色、浅灰色隐晶质灰岩为主
隔水层	16.08 ~ 17.68	由泥岩、粉砂岩等组成
5 <sup>#</sup> 煤	1.50	
隔水层	68.23 ~ 73.56	由细砂岩、泥岩、粉砂岩等组成
大青灰岩裂隙岩溶含水层	1.70 ~ 8.22	以浅灰、深灰色灰岩为主
隔水层	5.63 ~ 7.53	由粉砂岩、泥岩、铝土质粉砂岩等组成
9 <sup>#</sup> 煤	3.50	
隔水层	26.91 ~ 34.24	由铝土岩、铝土质、细粉砂岩等组成
奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层	545.00	以灰色、深灰色灰岩和花斑状灰岩为主

## 3 充水因素分析

据相邻工作面资料分析, 影响 5519 工作面回采的含水层有奥陶系灰岩、大青灰岩、伏青灰岩、野青灰岩、煤系砂岩及第四系底部砾石含水层等. 其中大青灰岩、伏青灰岩、5<sup>#</sup> 煤底板砂岩为 5519 工作面 5<sup>#</sup> 煤底板含水层, 野青灰岩、5<sup>#</sup> 煤顶板砂岩、及第

四系底部砾石层为 5<sup>#</sup> 煤顶板含水层.

### 3.1 顶板充水因素分析

通过对本采区钻孔资料的分析可知, 5<sup>#</sup> 煤顶板主要由砂质页岩、细粒砂岩和灰岩构成, 5<sup>#</sup> 煤平均厚度为 1.5 m, 煤层倾角小于 55°, 属缓、中倾斜岩层.

根据我国煤炭部门以往总结的经验公式:

$$H_f = \frac{100M}{1.6M + 3.6} \pm 5.6. \quad (1)$$

式中,  $H_f$ : 顶板出现裂隙带最大高度, m;  $M$ : 累计采煤厚度, m.

计算 5500 采区范围内, 5#煤顶板裂隙带高度, 计算结果见表 3.

表 3 5#煤顶板裂隙带高度统计表(单位:m)

孔号	5#煤厚度	裂隙带高度(+5.6)	裂隙带高度(-5.6)
补07	2.70	39.69	28.49
补17	2.02	35.17	23.97
补18	0.60	18.76	7.56
补48	1.95	34.62	23.42
补49	1.65	32.04	20.84
扩19	0.68	20.10	8.91
4011	2.50	38.49	27.29
4022	2.06	35.47	24.27

综合上述计算结果, 5500 采区范围内, 5#煤顶板裂隙带高度变化范围为 18.76 ~ 39.69 m. 根据上述各钻孔统计结果, 5#距离野青灰岩含水层及第四系底部砾石含水层距离分别为 119.99 ~ 257.48, 6.41 ~ 13.20 m.

通过对比分析, 5#煤顶板裂隙带影响范围均超过了野青灰岩含水层, 但距离第四系底部砾石含水层较远, 对 5#煤开采影响不大. 因此, 5#煤回采过程中必然会揭露野青灰岩含水层, 造成顶板野青灰岩局部积水下渗; 同时, 位于 5#煤顶板裂隙带范围内的煤系砂岩裂隙含水层也会下渗采掘工作面, 成为 5519 工作面开采的充水水源.

### 3.2 底板充水因素分析

5519 工作面底板主要充水水源为伏青灰岩含水层、大青灰岩含水层及奥灰含水层, 其中伏青灰岩含水层为直接充水水源, 大青灰岩含水层及奥灰含水层为间接充水水源.

伏青灰岩含水层位于 5519 工作面煤层底板下 29.45 ~ 34.80 m 之间, 分布较稳定, 在 5500 采区范围内, 厚度一般在 1.77 ~ 2.08 m, 平均厚度为 1.95 m, 在井田中部和深部, 岩芯致密完整, 不含水; 大青灰岩含水层及奥灰含水层在本区富水性较强, 但距离 5#煤较远, 正常情况下, 不会直接对工作面造成突水威胁. 可一旦存在隐伏构造及导水裂隙或封闭不良钻孔时, 使其与上覆含水层沟通, 将成为上覆含水层的主要补给水源和矿井突水水源, 对矿井安全构成威胁.

因此, 在工作面回采过程中, 要重点防范, 积极探明隐伏构造的存在, 防止构造导通奥灰水, 造成矿井的突水事故.

## 4 工作面回采安全性评价

根据《煤矿防治水规定》, 工作面掘进和回采期间, 可以采用突水系数法进行安全评价, 在底板受构造破坏影响地段, 突水系数不大于 0.06 MPa/m 时可进行安全回采, 对于正常地段, 突水系数不大于 0.1 MPa/m 可进行安全回采. 其计算公式为

$$T = \frac{P}{M} \quad (2)$$

式中,  $T$ : 突水系数, MPa/m;  $P$ : 底板隔水层承受的压力, MPa;  $M$ : 底板隔水层厚度, m.

通过分析 5500 采区钻孔资料, 由于奥灰含水层距离 5#煤隔水层厚度较大, 对工作面开采影响不大, 在此不进行计算, 只针对可能造成影响的大青灰岩含水层进行突水系数计算, 5519 工作面钻孔突水系数计算结果见表 4.

表 4 5519 工作面回采大青灰岩含水层突水系数计算表

孔号	5#煤底板到大青灰岩含水层顶板距离/m	水压 /MPa	大青水位 标高/m	突水系数 /(MPa/m)
补07	74.75	3.85	±0	0.052
补18	67.26	3.14		0.047
补48	63.54	3.78		0.059
补49	81.78	3.28		0.040
4011	73.48	3.73		0.051
4022	80.88	3.82		0.047

根据上述计算结果, 5519 工作面突水系数为 0.040 ~ 0.059 MPa/m 之间, 小于 0.06 MPa/m, 位于安全突水系数内, 正常情况下工作面开采是安全的.

## 5 工作面采前防治水措施

工作面回采前采用综合物探手段<sup>[6]</sup>(电法、瞬变电磁、电透视、坑透等), 对煤层、工作面顶板、底板、巷道外侧一定范围内的底板、老空水、隐伏导水构造及裂隙密集发育带的分布情况进行探测, 以查明工作面内部、底板及周围一定范围内隐伏构造、富水异常区及底板薄弱地带等, 并利用钻探对查明的导水构造、富水异常区进行验证<sup>[7]</sup>. 该阶段的防治水工作流程<sup>[8]</sup>参见图 1.

对已经验证的导水构造、富水异常区和底板薄弱地带进行局部注浆加固<sup>[9,10]</sup>,加固过程和要求要满足《煤矿防治水规定》的要求.局部注浆加固完成后,必须进行加固效果的检验,满足加固要求后方可进行下一步工作,否则应进行局部再次注浆加固,直至满足加固要求为止.

为了查明5519工作面内部煤层隐伏构造发育及分布情况,设计组织施工煤层探查孔,两钻间距20 m,2个巷道同时交叉施工,要求钻孔深度对穿整个工作面,以探测工作面内是否存在落差大于1个煤厚的断层、直径大于20 m陷落柱等隐伏构造.

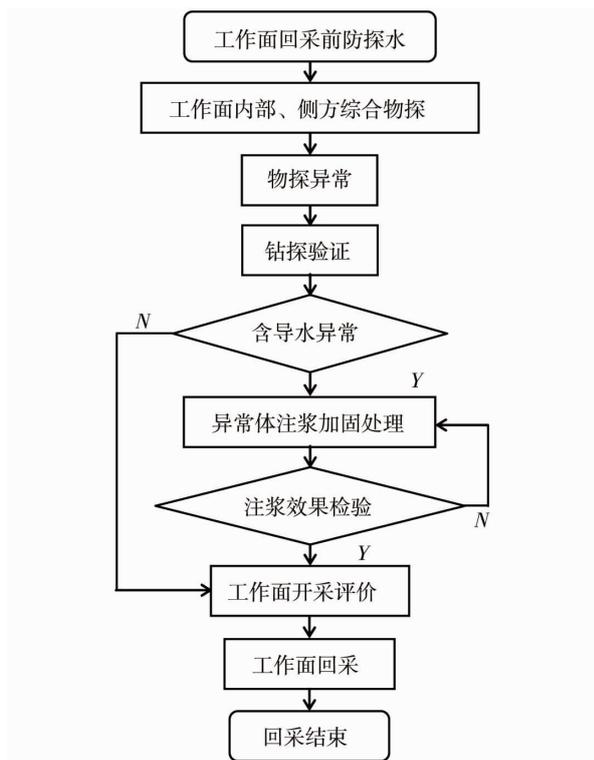


图1 工作面回采前防治水工作流程框图

## 6 结论

1) 在5519工作面开采过程中,主要的充水水

源为5#煤顶板的局部未疏干野青灰岩水和顶板砂岩含水层水.

2) 5519工作面突水系数均小于0.06 MPa/m,工作面基本满足安全开采要求.

3) 工作面回采前应采取综合物探、钻探等一系列措施后,方可进行回采.回采过程中要完善排水系统,保证排水能力;同时加强对隐伏构造的探测,防止隐伏构造导通下伏的强含水层,避免突水危险.

## 参考文献:

- [1] 朱国维,丁雯,武彩霞.华北煤田底板矿井水分布及突水机理浅析[J].中国煤炭,2008,34(2):9-11.
- [2] 韩银行,袁会,肖新成.赵家寨煤矿综合防治水技术探讨及应用[J].科技信息,2009(19):366-367.
- [3] 赵全福.煤矿安全手册-第五篇 矿井防治水[M].北京:煤炭工业出版社,1992.
- [4] 李冲,白峰青,尹立星,等.葛泉矿东井带压开采9#煤综合防治水技术研究[J].矿业工程研究,2010,25(3):46-48.
- [5] 国家安全生产监督管理总局,国家煤矿安全监察局.煤矿防治水规定[S].北京:煤炭工业出版社,2009.
- [6] 白峰青,李冲.掘进巷道超前探测技术研究[J].矿业工程研究,2012,27(4):4-6.
- [7] 国家安全生产监督管理总局,国家煤矿安全监察局.煤矿安全规程[M].北京:煤炭工业出版社,2006.
- [8] 冀中能源股份有限公司邢台矿.工作面防探水设计及措施[R].邢台矿,2013.
- [9] 陈寒秋,翟宇,回胜利,等.煤层底板含水层突水危险行评价及防治对策[J].煤炭科学技术,2011,39(7):112-115.
- [10] 杨泽伟,黎兴强,姚清银.煤矿综合防治水患的研究及应用[J].中国减灾,2013(15):133-136.