

陕西矿井水文地质类型划分与特征分析研究

贺俊¹ 赵卫军²

1 陕西矿业开发工贸有限公司 2 渭南市自然资源和规划局

DOI:10.12238/gmsm.v5i4.1404

[摘要] 结合矿井以往地质数据、研究成果,借鉴邻矿相关数据,在对陕西某煤矿矿井水文地质条件、矿井充水因素、矿井涌水量等分析研究的基础上,按照《煤矿防治水细则》中相关要求与规定,进一步分析受采掘破坏或者影响的含水层及水体、井田及周边老空水的分布状况、矿井涌水量、突水量分布规律、开采受水害影响的程度等,确定了矿井开采3号煤矿矿井水文地质类型为“简单”类型,并提出防治水建议。

[关键词] 矿井地质; 水文地质; 水文地质类型; 涌水量预测

中图分类号: P641.1 文献标识码: A

Study on hydrogeological classification and characteristic analysis of a mine in Shaanxi Province

Jun He¹ Weijun Zhao²

1 Shaanxi Mining Industry and Trade Co., Ltd 2 Weinan Natural Resources and Planning Bureau

[Abstract] Combining the previous geological data and research results of the mine, and referring to the relevant data of neighboring mines, on the basis of the analysis and research on the hydrogeological conditions of a coal mine in Shaanxi, the factors of mine water filling, and the amount of water inflow in the mine, according to the relevant requirements and provisions in the Detailed Rules for Coal Mine Water Prevention and Control, The distribution of aquifer and water body damaged or affected by mining, the distribution of old empty water in mine fields and surrounding areas, the distribution law of mine water inflow and water inrush, and the degree of mining affected by water damage are further analyzed, the hydrogeological type of No. 3 coal mine is determined as "simple" type, and suggestions on water prevention and control are put forward.

[Key words] mine geology; hydrogeology; hydrogeological type; prediction of inflow

引言

矿井水文地质类型是对煤矿水文地质条件、矿井涌水量及突水量、开采受水害影响程度以及防治水难易程度等特征的综合评价^[1],其复杂程度直接影响矿井的开拓方式、采掘系统布置以及矿井的总体设计^[2]。开展矿井水文地质类型划分工作,分析和评价矿井开采受水害危害程度,有针对性做好防治水工作,排查消除矿井水害隐患,可实现矿井安全、有序、高效生产^[3]。因此,开展煤矿水文地质条件类型划分工作,对于综合防治矿井水害、指导煤矿安全生产具有十分重要的意义。

1 矿井地质概况

研究矿井位于陕西省铜川市耀州区,属黄陇侏罗纪煤田,据地表及钻孔揭露,地层由老到新依次为三叠系、侏罗系、白垩系、第四系。侏罗系中统延安组为该井田含煤地层,含可采或局部可采煤层8层,自上而下依次编号为2¹、2²、3¹、3²、

3³、4¹、4²、4^{2下}煤层,其中,3号煤层为主要可采煤层,4-2号煤层为次要可采煤层,其余均不可采。3号煤层位于延安组第二段中上部,煤层埋深404-823m,厚度0-4m,平均厚度2.05m(图1)。井田构造总体形态为倾向北西的单斜构造,地层倾角一般4-8°,发育有宽缓的南北向波状起伏,未见断层和岩浆活动,属简单构造类型。

2 矿井水文地质条件

2.1 含水层与隔水层

根据岩性组合及含水层的水力性质,井田内自上而下共发育含水层6组:第四系松散堆积物孔隙潜水含水层(Q₄),厚度0-93.43m,平均厚度14.21m,富水性较弱;白垩系下统华池组砂岩裂隙含水层(K_{1h}),厚度42.48-424.56m,平均厚度211.35m,富水性弱;白垩系下统洛河组砂岩裂隙孔隙含水层(K_{1l}),厚度245.75-315.60m,平均厚度282.88m,富水性中等;侏罗系中统直

罗组下段砂岩裂隙含水层 (J_{2z}^1), 厚度23.67~107.70m, 平均厚度69.21m, 富水性弱; 侏罗系中统延安组砂岩裂隙含水层 (J_{2y}), 厚度14.63~96.63m, 平均厚度48.16m, 富水性弱; 三叠系上统永坪组砂岩裂隙含水层 (T_{3y}), 富水性弱。

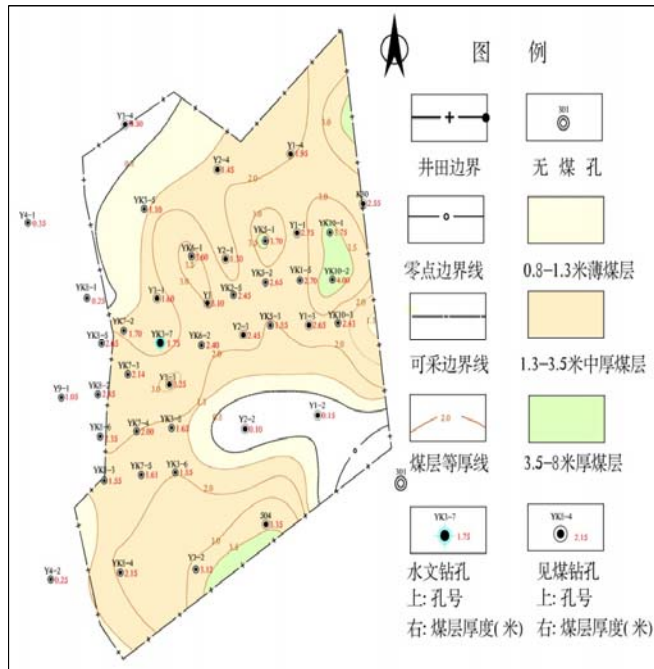


图1 3号煤层等厚线图

井田内隔水层自上而下可划分为3组: 白垩系下统宜君组相对隔水层 (K_1y), 全区分布, 厚1.15~49.35m, 平均厚度15.47m, 以紫灰色、棕红色砾岩为主; 侏罗系中统直罗组上段相对隔水层 (J_{2z}^2), 以紫杂色泥岩、粉砂岩为主; 侏罗系下统富县组隔水层 (J_{1f}), 以粉砂岩为主。

2. 矿井充水条件

2.2.1 充水水源

大气降水是地表水及地下水的补给来源, 因此, 矿井充水直接或间接都与大气降水有关。井田内地表水主要为地表溪流。未来矿井开采煤层位于当地侵蚀基准面下, 上覆基岩厚度远大于采煤后形成的导水裂隙带高度, 一般不会直接导通地表水体, 故其为矿井充水的间接水源。区内第四系潜水和华池环河组砂岩裂隙含水层由于未被导水裂隙带导通, 故其为未来矿井充水的间接补给水源。

2.2.2 矿井充水因素分析

(1) 矿井充水通道

井田内断裂构造不发育, 也不存在封闭不良钻孔, 主要分析冒落、导水裂隙带对矿井充水的影响, 据相关规范中的经验公式^[4-6]:

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2 \quad (1)$$

$$H_{ii} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6 \quad (2)$$

式中: H_m —冒落带最大高度, m;

H_{ii} —导水裂隙带最大高度, m;

$\sum M$ —累计采厚(取煤层厚度), m;

根据公式(1)、公式(2)计算, 导水裂隙带高度为25.49~45.60m。井田内煤层顶板至洛河组底界高度67.4~134.4m, 导水裂隙带顶距洛河组底界高度38.92~103.31m(表1、图2), 各个钻孔导水裂隙带均未导通洛河组含水层底界, 若考虑50m安全距离的计算误差, 部分钻孔导水裂隙带可导通洛河组含水层。因此, 导水裂隙带为未来矿井的主要充水通道, 将直接导通直罗组和延安组含水层。

表1 3号煤层导水裂隙带高度统计表

孔号	煤厚(m)	冒落带高度	导水裂隙带最大高度(m)	煤层顶板至洛河组底界高度(m)	导水裂隙带顶距洛河组底界高度(m)
Y1-1	2.75	10.81	39.98	111.78	71.81
Y2-1	1.30	7.38	28.49	80.66	52.17
Y3-1	1.65	8.37	32.04	118.76	86.72
Y3-2	3.15	11.52	42.06	124.94	82.88
Y1-3	2.65	10.62	39.40	105.88	66.48
Y1-4	1.95	9.12	34.62	94.76	60.14
Y2-3	2.45	10.23	38.18	79.09	40.91
Y2-4	1.45	7.82	30.09	87.01	56.92
Y9-1	1.05	6.59	25.49	98	72.51
YK1-5	2.70	10.72	39.69	116.07	76.38
YK5-1	3.70	12.37	44.47	96.65	52.18
YK5-2	2.65	10.62	39.40	104.5	65.10
YK5-3	1.85	8.88	33.80	103.8	70.00
YK2-5	2.45	10.23	38.18	78.7	40.52

注: 表中仅提供部分数据

(2) 矿井充水水源

根据上述矿井充水通道分析, 煤层开采后形成的导水裂隙带直接导通直罗组和延安组砂岩裂隙含水层, 部分裂隙有可能导通洛河组砂岩裂隙含水层, 不能导通地面及地表水体, 加之地表排泄条件好, 因此, 大气降水、地表水和洛河组砂岩裂隙水为矿井间接充水水源, 直罗组和延安组砂岩裂隙水为矿井直接充水水源。

(3) 矿井充水强度分析

矿井充水强度主要决定于煤层顶板以上含水层的富水性、厚度及导水裂隙沟通各含水层的程度、采煤方式和开采强度等

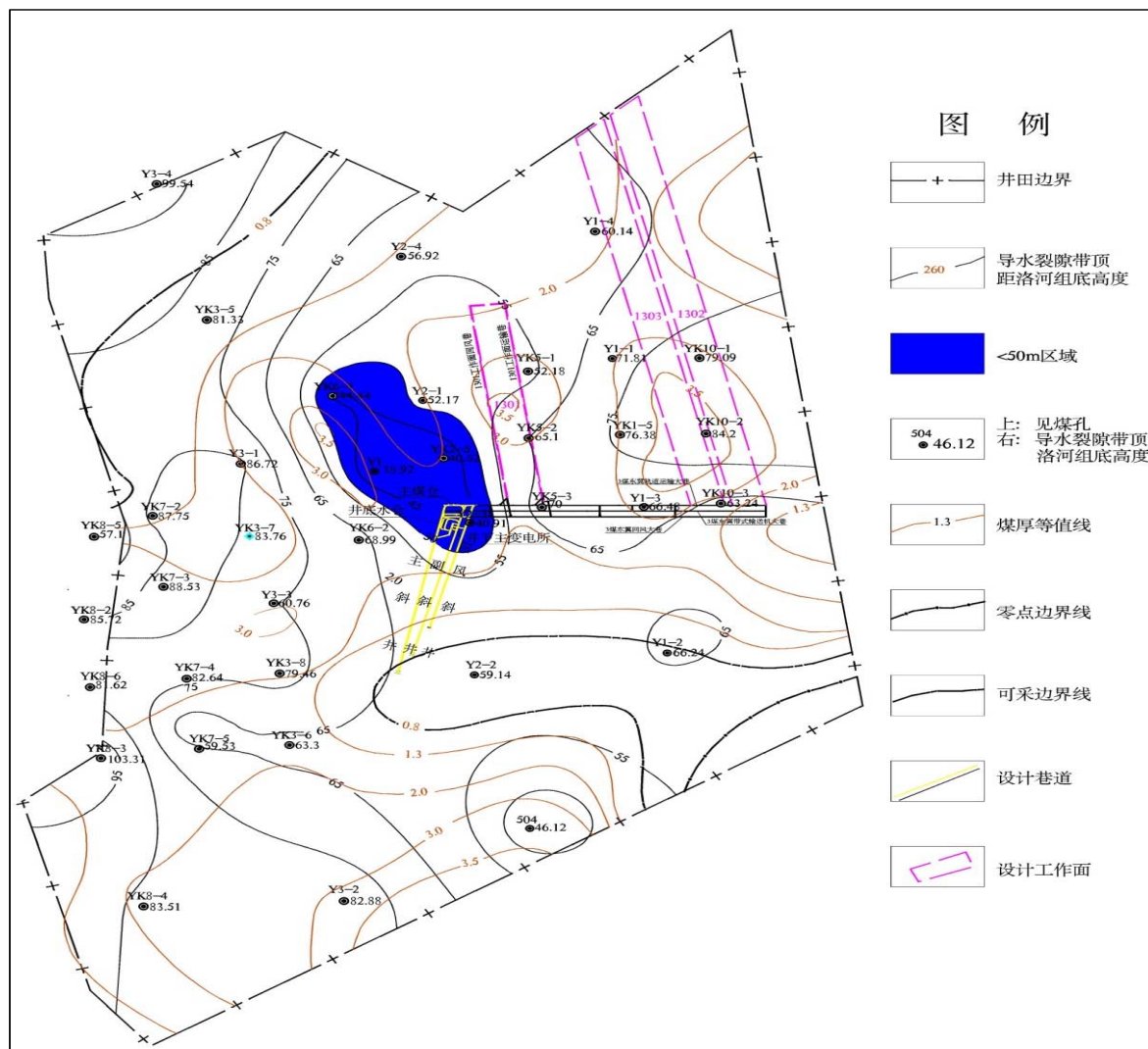


图2 3号煤导水裂隙带顶距洛河组底界高度与煤厚等值线叠合图

因素^[5]。该矿井采用综采一次采全高的方式,煤层厚度较薄,开采强度较低,延安组、直罗组砂岩裂隙含水层由于其富水性弱,充水强度小,对未来矿井的生产造成影响较小。

3 矿井涌水量分析

3.1 矿井涌水量预测

参考相邻矿井涌水量观测数据,采用大井法进行涌水量预测,相邻矿井近3年涌水量正常为170~200m³/h,最大涌水量为250.68m³/h,平均涌水量为210.7m³/h。选用裘布依承压转无压公式^[6]进行计算:

$$Q = \frac{1.366K(2HM - M^2 - h_0^2)}{\lg \frac{R_0}{r_0}} \quad (3)$$

式中: Q-矿井涌水量(m³/d);

K-渗透系数(m/d);

H-开采前水柱高度(m),静水位标高与煤层底板标高之差;

M-含水层厚度(m);

h₀-开采后水柱高度(m),动水位到含水层底板的距离;

r₀-引用半径(m), r₀=η×(a+b)/4;

R₀-引用影响半径(m), R₀=r₀+R;

R-影响半径(m),承压水 R=10S√K。

经计算,该矿井未来矿井正常涌水量24.5+5.0+23.0=52.5m³/h,矿井最大涌水量为73.5m³/h(表2)。

表2 大井法计算参数和结果一览表

工作面	含水层	K	H	S	r ₀	R	R ₀	M	h ₀	Q
		(m/d)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /h)
1301	直罗组+延安组	0.000093	101	101	444.9	9.7	454.6	101	0	5.8
1302	直罗组+延安组	0.000093	152.3	152.3	468.9	14.7	483.6	152.3	0	9.2
1303	直罗组+延安组	0.000093	125.6	125.6	493.9	12.1	506.0	125.6	0	8.0
合计										23.0

3.2 比拟法

矿井煤产量比拟法进行涌水量预测,可按如下公式进行计算:

$$Q=K \cdot P \quad (4)$$

式中: K—富水系数;

P—煤炭产量;

Q—矿井涌水量。

在类比时, 周边煤矿矿井涌水量参考如下: 主要井巷取 $24.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 掘进巷道取 $5 \text{ m}^3/\text{h}$, 回采工作面涌水量取 $27.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 合计 $57.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。该矿年生产规模为185万吨, 根据公式4计算其富水系数为0.3081。通过类比, 预计矿井正常涌水量为 $37.0 \text{ m}^3/\text{h}$, 最大涌水量为 $51.8 \text{ m}^3/\text{h}$ (正常涌水量的1.4倍)。

3. 3矿井涌水量预测结果评价

采用两种方法对矿井涌水量预计结果存在一定的差异, 分析认为: 大井法预计的涌水量值偏大, 这是由于大井法在进行矿井涌水量预测时概化的含水层结构的非均质及富水性差异引起的; 比拟法利用了相邻井下涌水量观测资料, 在比拟时主要考虑了煤产量对矿井涌水的影响, 矿井涌水量还受降雨量、地质构造及含水层等的影响, 其预算结果偏小。综合考虑, 建议矿井涌水量计算结果采用大井法计算结果, 即未来矿井正常涌水量 $52.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 最大涌水量 $73.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

4 矿井水文地质类型划分

结合上文分析, 按照《煤矿防治水细则》第十二条要求^[1], 根据井田内受采掘破坏或者影响的含水层及水体, 井田及周边老空水的分布状况、矿井涌水量、突水量、开采受水害影响的程度及防治水工作难易程度, 对矿井水文地质类型进行划分。

4.1 井田内采掘破坏或影响的含水层及含水层

未来3年井田内受开采破坏影响的含水层主要为侏罗系中统直罗组和延安组砂岩裂隙含水层, 含水层主要接受潜水顺层补给以及上部含水层越流渗透补给, 含水岩体在横向上具不连续性, 垂向上具分段性, 水力联系一般, 补给条件差, 富水性弱, 充水强度小; 同时, 根据已有钻孔抽水数据, 侏罗系中统直罗组、延安组含水层, 采取混合抽水试验, 单位涌水量 $q=0.000274-0.000570 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, ($q \leq 0.1$)。因此, 该项矿井水文地质类型划分指标属“简单”类型。

4.2 井田及周边老空水的分布状况

该矿井为产能置换的新建矿井, 井田范围内无历史开采小窑及采空区, 无老空积水。因此, 该项矿井水文地质类型划分指标属“简单”类型。

4.3 矿井涌水量

根据该矿井涌水量观测记录、未来3年矿井涌水量预测可知, 矿井正常涌水量为 $52.5 \text{ m}^3/\text{h} \leq 180 \text{ m}^3/\text{h}$, 矿井最大涌水量为 $73.5 \text{ m}^3/\text{h} \leq 180 \text{ m}^3/\text{h}$, 因此, 该项矿井水文地质类型划分指标属“简单”类型。

4.4 矿井突水量

该矿井尚未发生过突水事件。因此, 该项矿井水文地质类型划分指标属“简单”类型。

4.5 开采受水害影响程度

煤层开采后形成的导水裂隙带直接导通直罗组和延安组砂

岩裂隙含水层, 部分裂隙有可能导通洛河组砂岩裂隙含水层, 总体而言, 导水裂隙高度低于基岩面, 开采过程基本不会对大气降水以及地表水的影响。煤层开采后主要充水含水层为侏罗系中统直罗组和延安组砂岩裂隙含水层, 但补给条件差, 富水性弱, 充水强度小, 矿井涌水量小, 一般不会对矿井生产构成威胁, 矿井开采受水害影响程度较小, 因此, 该项矿井水文地质类型划分指标属“简单”类型。

4.6 水文地质类型划分结果

该矿井主采3号煤层顶板主要充水含水层本身补给条件差, 富水性弱, 充水强度小, 加之矿井已配备排水系统, 能够满足矿井排水需要。该矿井防治工作在技术上成熟, 工程量小、难度小, 矿井防治水工作简单。因此, 该项矿井水文地质类型划分指标属“简单”类型。

综上所述, 该矿井开采3号煤层时矿井水文地质类型为“简单”类型。

5 结论与建议

①通过经验公式计算得到该矿井导水裂隙带高度 $25.49-45.60 \text{ m}$, 并与洛河组底界高度进行比对, 揭示出导水裂隙带为未来矿井的主要充水通道, 直罗组和延安组砂岩裂隙水为矿井直接充水水源, 大气降水、地表水和洛河组砂岩裂隙水为矿井间接充水水源。

②采用邻矿涌水量观测数据, 利用大井法、比拟法两种方法对矿井涌水量进行预测, 通过分析评价两个预测结果, 得到矿井正常涌水量 $52.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 矿井最大涌水量为 $73.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

③在分析井田内受采掘破坏或者影响的含水层及水体、矿井及周边老空水的分布状况、矿井涌水量、突水量分布规律、开采受水害影响的程度及防治水工作难易程度等指标的基础上, 确定该矿井开采3号煤层时矿井水文地质类型为“简单”类型。

④煤层开采形成的冒裂带发育具有延迟性和突然性, 煤矿尚未投产, 还未充分暴露对生产有重要影响的水文地质问题, 建议煤矿在开采时应重视冒裂带对矿井涌水的影响, 随时应对可能发生的水患。

[参考文献]

- [1] 国家煤矿安全监察局. 煤矿防治水规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2018.
- [2] 刘畅, 霍俊杰. 山西某矿井水文地质类型划分及防治水工作建议[J]. 煤炭技术, 2019, 38(08): 66-68.
- [3] 侯志鹏. 牛山煤业矿井水文地质类型划分[J]. 山西冶金, 2020, 188(06): 141-142, 147.
- [4] 武强, 赵苏启, 董书宁, 等. 煤矿防治水手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2013.
- [5] 武强, 赵苏启, 孙文洁, 等. 中国煤矿水文地质类型划分与特征分析[J]. 煤炭学报, 2013, 38(6): 901-905.
- [6] 梁犁丽, 胡宇丰, 柳长顺, 等. 矿井涌水量多方法预测与对比分析[J]. 人民黄河, 2021, 43(202): 66-68.