

# 宁武煤田大汉沟矿区晚石炭-早二叠世 煤系水文地质特征

姚春卉<sup>1</sup>, 张心彬<sup>2</sup>

(1. 山东省煤田地质局 第五勘探队, 山东 泰安 271000; 2. 山东省煤田地质规划勘察研究院, 山东 泰安 271000)

**摘要:**在研究宁武煤田大汉沟矿区地表径流、主要含水层与隔水层、地下水补给、径流和排泄条件的基础上, 考虑到矿井充水等因素, 计算了矿井涌水量。通过计算 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层在不同的底板突水系数条件下安全区、过渡区和危险区的开采水平范围, 发现 2<sup>#</sup>—4<sup>#</sup> 煤层大都处于安全区-过渡区, 仅 5<sup>#</sup> 煤层在最低开采水平至 1189.70 m 时处于危险区。通过计算 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层的冒落带和导水裂隙带的高度, 发现局部地区下部煤层采空区垮落的导水裂隙大都影响上部煤层的开采。通过分析 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层的水文地质类型, 认为先期开采地段 2<sup>#</sup>—4<sup>#</sup> 煤层水文地质类型为中等, 5<sup>#</sup> 煤层为中等-复杂。通过解析法预算出矿井涌水量, 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层的矿井正常涌水量为 3738.82 m<sup>3</sup>/d, 最大涌水量为 249.25 m<sup>3</sup>/h。

**关键词:**水文地质; 矿井充水; 涌水量; 大汉沟矿区

中图分类号: TD745; P641.4

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2012)06-0086-07

## Hydrogeological Characteristics of Coal Measure Strata of Late Carboniferous and Early Permian of Dahangou Mine Area in Ningwu Coalfield

YAO Chunhui<sup>1</sup>, ZHANG Xinbin<sup>2</sup>

(1. The Fifth Prospecting Team of Shandong Provincial Bureau of Coal Geology, Tai'an, Shandong 271000, China;

2. Shandong Provincial Institute of Coal Geological and Planning Exploration, Tai'an, Shandong 271000, China)

**Abstract:** Based on the study of the surface runoff, the main aquifers and aquifuges, groundwater recharge, runoff and drainage conditions of Dahangou Mine Area in Ningwu Coalfield, the paper determined the mine water filling factors and calculated the mine discharge rate. Through analysis of the mining areas of safe zones, transition zones and dangerous zones of the coal seam No. 2 to No. 5 under different floor water bursting coefficients, the majority of coal seam No. 2 to No. 4 are found to be located in the safe zones to transition zones, and the area between the lowest mining level to 1189.70 m of coal seam No. 5 is located in the dangerous zones. The calculation results of heights of the caving zones and water flowing fractured zones of coal seam No. 2 to No. 5 indicate that the water conducted zones of the lower coal beds goaf will locally affect the upper coal seams mining. The analysis of the hydrogeological types of coal seam No. 2 to No. 5 shows that the hydrogeological type of coal seam No. 2 to No. 4 is moderate, while that of coal seam No. 5 is moderate to complex. Calculated by using the analytical method, the normal discharge rate of the coal seam No. 2 to No. 5 is 3738.82 m<sup>3</sup>/d, and the maximum is 249.25 m<sup>3</sup>/h.

**Key words:** hydrogeology; mine filling water; mine discharge rate; Dahangou Mine Area

水文地质条件作为煤矿安全生产的重要保障因素之一, 越来越受到人们的重视。王秀兰<sup>[1]</sup>、罗颖锋<sup>[2]</sup>、陈韶知<sup>[3]</sup>等对矿井水文特征以及矿井涌水量的计算方法进行了论述; 宋春辉<sup>[4]</sup>、温文富<sup>[5]</sup>、刘大野<sup>[6]</sup>、华解明<sup>[7]</sup>、张鹏<sup>[8]</sup>等分别运用比拟法、解析法及“大井法”等对矿井的涌水量进行了对比分析; 姜玉海<sup>[9]</sup>、张自

收稿日期: 2012-08-27

作者简介: 姚春卉(1973—), 女, 安徽淮北人, 工程师, 主要从事煤田地质勘探研究工作. E-mail: yaochunhuilgz@163.com

祥<sup>[10]</sup>则论述了矿井防治水的常用方法。目前,矿井水文特征分析理论与技术日趋成熟,但是针对不同矿区如何采用最有效的方法分析矿区的水文特征,还有待探究。

本文立足宁武煤田大汉沟矿区,对该矿区 5.026 km<sup>2</sup> 的区域,通过钻探、测井、抽水试验等方法获取数据,使用解析法对该矿区的水文特征进行详细分析,总结了该矿区开采的矿井水文规律,为下一步工作面的布置与矿井水治理方案的确定提供基础数据。

## 1 矿井地质概况

### 1.1 含煤地层

大汉沟矿区位于宁武煤田东南部,含煤地层为二叠系下统山西组和石炭系上统太原组。山西组含1-1<sup>#</sup>, 1-2<sup>#</sup>, 1-3<sup>#</sup> 和 1-4<sup>#</sup> 共 4 层定名煤层,平均厚度 1.64 m,各煤层层位及厚度变化较大,发育不稳定,无可采煤层。太原组共含 7 层定名煤层,自上而下编号为 2<sup>#</sup>, 2<sub>下</sub><sup>#</sup>, 3<sup>#</sup>, 4<sup>#</sup>, 4<sub>下</sub><sup>#</sup>, 5<sup>#</sup> 及 6<sup>#</sup>,煤层总厚度 12.75 m,其中 2<sup>#</sup>, 2<sub>下</sub><sup>#</sup>, 3<sup>#</sup>, 4<sup>#</sup>, 5<sup>#</sup> 较发育,为可采煤层。

### 1.2 地表径流

大汉沟矿区位于宁武煤田东南部,宁静向斜汾河槽地东北端,为黄河流域汾河水系,汾河纵贯煤田南部,是本区最大的常年性河流。地势东南高、西北低,被大面积黄土覆盖,部分基岩出露,沟谷发育,无地表水体,汛期有季节性河流。

### 1.3 主要含水层

1)中奥陶统石灰岩岩溶含水岩组。由厚层状石灰岩、角砾状石灰岩以及泥灰岩等组成,岩溶较发育,含岩溶水,富水性中等,在矿区东南侧露头区接受大气降水补给,向西南径流,在汾河或其支流河谷以泉水的形式排泄。

2)太原组、山西组砂岩裂隙含水岩组。主要为碎屑岩沉积,砂岩为主要含水层,含裂隙水,富水性弱。本含水岩组地下水在露头区接受了大气降水的补给,沿岩层倾向向西径流,通过矿井排水。

3)二叠系砂岩裂隙含水岩组。由砂岩、砂质泥岩以及泥岩等组成,以砂岩为主要含水层,含砂岩裂隙水,富水性弱。

4)第四系全新统砂砾石层孔隙含水层。为近代河床冲积、洪积而成的泥砾、砾石及河谷两侧的残坡积物,厚 4.50~12.85 m。含孔隙潜水,水位埋深为 0~12 m。

### 1.4 主要隔水层

1)5<sup>#</sup> 煤层底为奥陶系顶岩层,由泥质岩、铝质泥岩、粉砂岩、细砂岩以及粗砂岩组成,构造裂隙不发育,隔水性能良好,为煤层与下伏中奥陶统石灰岩之间的隔水层。

2)石炭、二叠系砂岩裂隙含水层之间的岩层,厚度大且稳定,可视为隔水层。

3)煤系地层砂岩间的粉砂岩、泥岩等,也可组成层间隔水层组。

### 1.5 地下水的补给、径流及排泄条件

矿区内地下水主要来自大气降水的渗入补给,加之矿区内地形起伏较大,沟谷发育,坡度较陡,汇水面积小,降水量少且集中,大气降水大部分成为地表径流,补给条件较差。

矿区内地下水的径流受宁静向斜蓄水构造的控制,径流方向西南。由于含水层产状和地形之间的组合不一,地下水的径流形态以汇流型,侧向交替为主,局部为缓流型,垂向交替。地下水的排泄形式有泉、民井和生产矿井等,其他形式的排泄量较少。

## 2 矿井充水因素分析

### 2.1 地表水对煤层开采的影响

地表水主要来自大气降水,大气降水通过第四系表土层渗入井下,且矿区煤层倾角较大,东部有露头,大气降水通过煤层露头渗入,对井下安全生产有一定影响。

## 2.2 构造对矿井充水的影响

断层对含水层和隔水层的影响形式不同,它可以破坏隔水岩层强度、降低隔水性能,也可破坏含水层的连续性、降低含水性,还可使含水性弱的含水层与含水性强的含水层对接,使弱含水层的富水性增强。本矿区东部露头处 F5 断层,使煤层含水层与对盘的奥陶系石灰岩含水层对接,形成导水边界,通过断层导水。

## 2.3 地下水动态变化对矿井开采的影响

1) 孔隙水:第四系和第三系孔隙水含水量小,为弱富水性,对矿井的充水作用较小。

2) 裂隙水:为石炭-二叠系砂岩裂隙含水层,直接充水层为煤层顶底板砂岩,间接充水层为煤层顶底板上覆或下伏的砂岩裂隙含水层,二者均对矿井的充水有一定影响。

3) 岩溶水:本矿区岩溶水有两种:一种是石炭系层间岩溶水,大部分为间接充水层,对矿坑充水有一定的影响;另一种是奥陶系石灰岩岩溶水,为间接充水层。矿区内 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层除东部高于奥灰水标高外,大部分存在带压,随着开采深度的增加,煤层开采将逐渐受到奥灰水威胁。

为进行详细地质勘探,对该矿区施工了 16 个钻孔,进尺 7413 m,物探测井 7015 m,抽水试验 5 次,根据矿井涌水预测预计方法<sup>[4]</sup>,得出如下结果:

2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层底板到奥灰顶面岩层厚度分别为 95.01, 88.78, 78.45, 63.34, 33.50 m, 则各煤层相应的最大突水系数分别为 0.07, 0.07, 0.08, 0.10, 0.19 MPa/m。根据隔水层的厚度和突水系数,计算出三区(安全区、过渡区、危险区)范围(表 1)。

表 1 各煤层安全可采标高计算表

Tab. 1 The coal seam recoverable elevation calculation table

煤层	隔水层厚度/m	构造复杂区		正常开采区	
		突水系数 $T_s$ /(MPa/m)	底板标高 $x$ /m	突水系数 $T_s$ /(MPa/m)	底板标高 $x$ /m
2 <sup>#</sup>	95.01	0.06	1011.36	0.10	623.56
2 <sub>下</sub> <sup>#</sup>	88.78	0.06	1043.27	0.10	680.90
3 <sup>#</sup>	78.45	0.06	1096.18	0.10	775.98
4 <sup>#</sup>	63.34	0.06	1173.58	0.10	865.05
5 <sup>#</sup>	33.50	0.06	1326.44	0.10	1189.70

计算公式

$$T_s = (1498.04 - x + M) / 100 / M$$

$T_s$ —突水系数, MPa/m;  $x$ —底板标高, m;  $M$ —隔水层厚度, m

1) 2<sup>#</sup> 煤层底板突水系数 0.06 MPa/m, 开采水平 1011.36 m 以上为安全区;底板突水系数 0.10 MPa/m, 最低开采水平至 1011.36 m 时为过渡区。

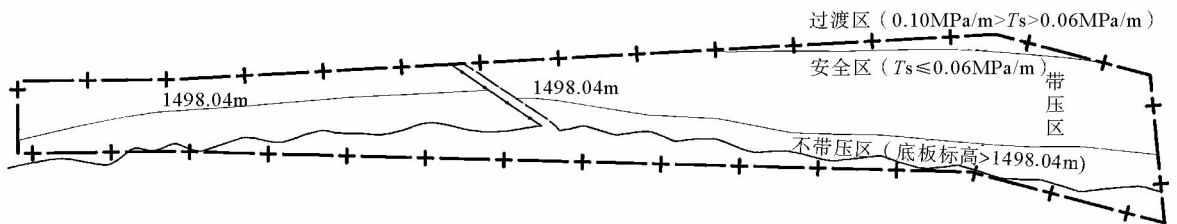


图 1 大汉沟矿区 2<sup>#</sup> 煤层奥灰带压开采示意图

Fig. 1 Pressurized mining sketch of Ordovician limestone of No. 2 coalbed in Dahangou mine

2) 2<sub>下</sub><sup>#</sup> 煤层底板突水系数 0.06 MPa/m, 开采水平 1043.27 m 以上为安全区;底板突水系数 0.10 MPa/m, 最

低开采水平至 1043.27 m 时为过渡区(图 2)。

3)3<sup>#</sup>煤层底板突水系数 0.06 MPa/m,开采水平 1096.18 m 以上为安全区;底板突水系数 0.10 MPa/m,最低开采水平 1096.18 m 时为过渡区(图 3)。

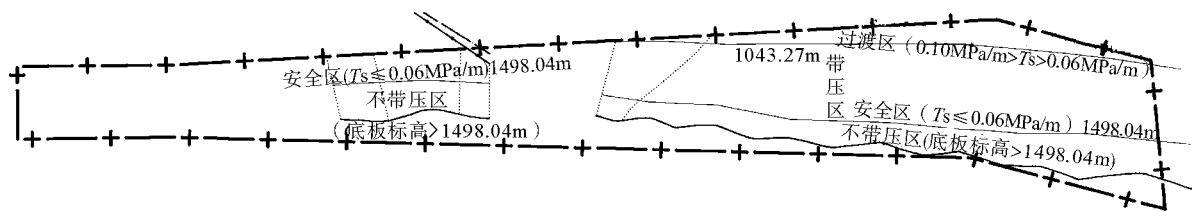


图 2 大汉沟矿区 2<sup>#</sup>煤层奥灰带压开采示意图

Fig. 2 Pressurized mining sketch of Ordovician limestone of the lower part of No. 2 coalbed in Dahangou mine

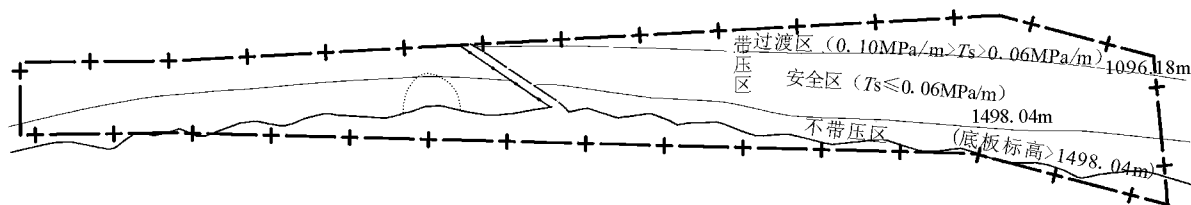


图 3 大汉沟矿区 3<sup>#</sup>煤层奥灰带压开采示意图

Fig. 3 Pressurized mining sketch of Ordovician limestone of No. 3 coalbed in Dahangou mine

4)4<sup>#</sup>煤层底板突水系数 0.06 MPa/m,开采水平 1173.58 m 以上为安全区;底板突水系数 0.10 MPa/m,最低开采水平至 1173.58 m 时为过渡区(图 4)。

5)5<sup>#</sup>煤层底板突水系数 0.06 MPa/m,开采水平 1326.44 m 以上为安全区;底板突水系数 0.10 MPa/m,开采水平 1189.70~1326.44 m 时为过渡区,最低开采水平至 1189.70 m 时为危险区(图 5)。

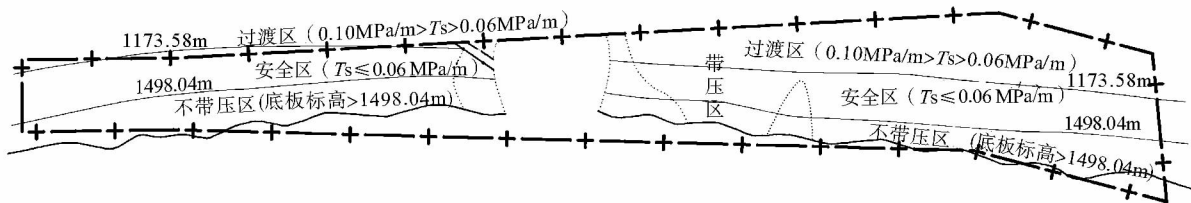


图 4 大汉沟矿区 4<sup>#</sup>煤层奥灰带压开采示意图

Fig. 4 Pressurized mining sketch of Ordovician limestone of No. 4 coalbed in Dahangou mine

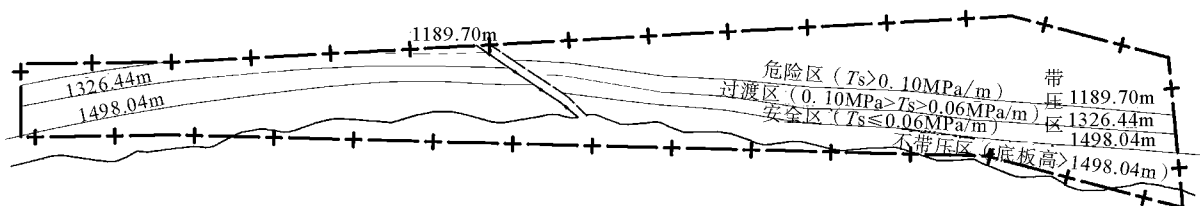


图 5 大汉沟矿区 5<sup>#</sup>煤层奥灰带压开采示意图

Fig. 5 Pressurized mining sketch of Ordovician limestone of No. 5 coalbed in Dahangou mine

## 2.4 冒落带、导水裂隙带对煤层开采的影响

当开采下部煤层时,其形成的冒落带和导水裂隙带可能沟通上部煤层采空区积水,形成地质灾害。要分析下部煤层开采是否能沟通上部煤层采空区,需要计算各煤层冒落带和导水裂隙带最大高度。

2<sup>#</sup>煤层顶板岩性为砂质泥岩和粉砂岩,粉砂岩的抗压强度为 6.0 MPa,抗拉强度 0.70~2.05 MPa,平均 1.56 MPa;2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层顶板岩性为砂质泥岩和粉砂岩,抗压强度 6.4~27.4 MPa,抗拉强度 1.64~3.95 MPa,平均 3.00 MPa;3<sup>#</sup>煤层顶板为砂质泥岩,抗压强度 4.6~33.9 MPa,抗拉强度 1.37~4.76 MPa;4<sup>#</sup>煤层顶板以泥岩、砂质泥岩为主,抗压强度 20.1 MPa,抗拉强度 1.40~2.69 MPa;5<sup>#</sup>煤层顶板为砂质泥岩和泥岩,抗压强度 20.1 MPa,抗拉强度 1.40~2.52 MPa,平均 2.20 MPa。以上煤层顶板均属中硬岩,计算公式为:

$$H_{ii} = (100Mh) / (7.5h + 293) + 7.3, \quad (1)$$

$$H_m = 0.5H_{ii}.$$

其中: $H_m$ —冒落带最大高度,m; $H_{ii}$ —导水裂隙带最大高度,m; $M$ —煤层厚度,m; $h$ —采煤工作面小阶段垂高,本矿区采用数值为 12 m。根据式(1)计算出各煤层冒落带的高度和导水裂隙带高度,见表 2。

表 2 煤层冒落带导水裂隙带高度表

Tab. 2 The height of caving zone and water flowing fractured zone

煤层	煤层厚度 $M/m$	煤层间距/m	冒落带高度 $H_m/m$	导水裂隙带高度 $H_{ii}/m$
2 <sup>#</sup>	0.27~4.78	$\frac{1.41 \sim 7.51}{4.35}$	4.07~11.14	8.15~22.28
2 <sub>下</sub> <sup>#</sup>	0.00~2.79	$\frac{2.68 \sim 13.83}{7.13}$	0.00~8.02	0.00~16.04
3 <sup>#</sup>	0.00~2.96	$\frac{12.32 \sim 40.18}{23.46}$	0.00~8.29	0.00~16.57
4 <sup>#</sup>	0.00~1.58	$\frac{2.82 \sim 26.07}{12.33}$	0.00~6.13	0.00~12.25
5 <sup>#</sup>	1.20~14.85		5.53~26.91	11.06~53.83

根据各煤层冒落带和导水裂隙带的高度可知:①正常情况下 2<sup>#</sup>煤层距离地表较远,不会与地表导通,但东部煤层露头埋藏较浅,开采时可能会导通地表水体;②2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层与 2<sup>#</sup>煤层间距平均 4.35 m,2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层采空区垮落的导水裂隙高度大于 2 号煤层底板标高,2<sup>#</sup>煤层采空区积水会进入 2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层巷道及采空区;③3<sup>#</sup>煤与 2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层间距平均 7.13 m,3<sup>#</sup>煤层采空区垮落的导水裂隙高度高于 2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层底板标高,2<sub>下</sub><sup>#</sup>煤层采空区积水会进入 3<sup>#</sup>煤层巷道及采空区;④4<sup>#</sup>煤层与 3<sup>#</sup>煤层间距平均 23.46 m,4<sup>#</sup>煤层采空区垮落的导水裂隙高度在局部地区会高于煤层底板标高,这些地区应引起高度重视;⑤5<sup>#</sup>煤层与 4<sup>#</sup>,3<sup>#</sup>,2<sub>下</sub><sup>#</sup>,2<sup>#</sup>煤层的层间距在局部地区小于 5<sup>#</sup>煤层采空区垮落的导水裂隙高度,开采这些地区附近煤层的时候,应引起高度重视,以免上部煤层采空积水进入 5<sup>#</sup>煤层巷道及采空区。

## 2.5 煤层水文地质类型

先期开采的 2<sup>#</sup>,2<sub>下</sub><sup>#</sup>,3<sup>#</sup>,4<sup>#</sup>以及 5<sup>#</sup>煤层受采掘破坏或影响的直接充水层为山西组砂岩裂隙含水层,仅在露头部位接受补给,补给条件差,补给量较少。

2<sup>#</sup>煤层:顶底板砂岩含水层单位涌水量为 0.000 19<0.1 L/s·m。正常涌水量  $Q_1$  为 6.25 m<sup>3</sup>/h,  $Q_1 \leq 180$  m<sup>3</sup>/h;最大涌水量  $Q_2$  为 8.33 m<sup>3</sup>/h,  $Q_2 \leq 300$  m<sup>3</sup>/h。共有 3 处积水区,预测积水量 39 432 m<sup>3</sup>。矿区构造中等(急倾斜煤层),2<sup>#</sup>—4<sup>#</sup>煤层不存在突水系数>0.10 MPa/m 的区域,大汉沟煤矿先期开采地段 2<sup>#</sup>,2<sub>下</sub><sup>#</sup>,3<sup>#</sup>,4<sup>#</sup>

煤层水文地质类型中等。

5#煤层:顶底板砂岩含水层单位涌水量  $0.00022 < 0.1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ;正常涌水量  $Q_1$  为  $6.67 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_1 \leq 180 \text{ m}^3/\text{h}$ ;最大涌水量  $Q_2$  为  $10.00 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_2 \leq 300 \text{ m}^3/\text{h}$ ;矿区地质构造中等(急倾斜煤层),煤层最大突水系数  $0.19 \text{ MPa}/\text{m}$ ,确定大汉沟煤矿 5#煤层先期开采地段突水系数  $< 0.10 \text{ MPa}/\text{m}$ ,水文地质类型为中等,突水系数  $> 0.10 \text{ MPa}/\text{m}$ ,水文地质类型为复杂,以上计算依据 2009 年国家安监总局《煤矿防治水规定》。

### 3 矿井涌水量预算

#### 3.1 矿井涌水量预算

分别对矿井内 2 个水文孔的 2# 及 5# 煤层顶底板含水层进行了提水试验。从 2# 煤层顶板至 5# 煤层底板钻孔资料可以看出,太原组含水层不发育,富水性较弱。大汉沟煤矿 2#—5# 含煤地层岩性为泥岩、砂质泥岩和粉砂岩,可视为隔水层。

矿井涌水量常用的计算方法有比拟法和解析法等。根据研究区的实际情况,综合考虑含水层的水文地质条件以及边界条件等因素,选用解析法计算矿井涌水量<sup>[5,7]</sup>,采用地下水动力学解析法中承压转无压完整井的稳定流计算公式<sup>[8]</sup>:

$$Q = \frac{1.366K(2H-M)M}{\lg R - \lg r_0} \quad (2)$$

其中: $Q$ —预算矿井涌水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $K$ —渗透系数,  $\text{m}/\text{d}$ ;  $H$ —水柱高度,自然水位至含水层底板的距离,  $\text{m}$ ;  $M$ —含水层厚度,  $\text{m}$ ;  $S$ —水位降深,为自然水位至疏干标高的距离,  $\text{m}$ ;  $R$ —引用影响半径,  $\text{m}$ ;  $r_0$ —引用半径,  $\text{m}$ 。  
计算公式:

$$r_0 = \frac{\eta(a+b)}{4}, R = r_0 + 10s\sqrt{K} \quad (3)$$

1) 渗透系数( $K$ )值:采用邻区大远矿 2# 煤顶底板含水层抽水试验计算,为  $0.027 \text{ m}/\text{d}$ ;

2) 水柱高度( $H$ )值:采用矿井内 K8—1 水文孔对 2# 煤层顶底板含水层进行抽水试验,恢复水位标高 ( $1590.41 \text{ m}$ ) 至 4# 煤层底板的标高 ( $900.00 \text{ m}$ ), 距离为  $690.41 \text{ m}$ ;

3) 水位降深( $S$ ):与水柱高度相同;

4) 含水层厚度( $M$ )值:采用矿井 2#—5# 煤顶底板含水层平均真厚度  $21.90 \text{ m}$ ;

5) 面积( $F$ ):全矿井面积  $725 \times 3975 \text{ m}^2$ ,矿区形状大致可概化为矩形。大井半径采用  $r_0 = \eta(a+b)/4$  计算,  $\eta$  值为 1(表 3),引用半径( $r_0$ )为  $1175 \text{ m}$ (其中,本研究区为矩形,  $a$  为长边  $3975 \text{ m}$ ,  $b$  为短边  $725 \text{ m}$ )。

表 3 采用的系数  $\eta$  值表

Tab. 3 The adopted coefficient value of  $\eta$

$b/a$	0	0.2	0.40	0.60	0.80	1.00
$\eta$	1.00	1.12	1.14	1.16	1.18	1.18

经计算,2#—5#煤层矿井正常涌水量为  $3738.82 \text{ m}^3/\text{d}$ ,各参数见表 4。由于目前未取得本矿井最大涌水量与正常涌水量的经验系数,采用宁武煤田统计值 1.6,经计算先期开采地段 2#—5#煤层最大涌水量为  $249.25 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

表 4 大汉沟矿区 2#—5#煤层矿井涌水量预算表

Tab. 4 The mine discharge budget sheet of No. 2 to No. 5 coal beds in Dahangou mine

参数	$M/\text{m}$	$K/(\text{m}/\text{d})$	$H/\text{m}$	$r_0/\text{m}$	$R/\text{m}$	$h_0/\text{m}$	$S/\text{m}$	$Q/(\text{m}^3/\text{d})$
数值	21.90	0.027	690.41	1175	2310	0	690.41	3738.82

### 3.2 预算结果说明

1) 以上预算的矿井涌水量不包括矿井突水,如断层水、老空积水和浅部雨季地表水等进入矿井所引起的突水。

2) 由于本矿区煤层直接充水含水层水位埋深较大,勘探时提桶法提水试验的成果无法用于涌水量预算,渗透系数采用相邻的大远煤矿的成果,对“大井法”预算矿井涌水量有一定的影响。

3) 矿井在生产过程中,应加强矿井涌水量的观测工作,探索适合本矿区的涌水量预测方法,并根据实际观测资料及时修正。

4) 初次揭露含水层时,矿井涌水量一般较大,经过一定时间的疏排后,涌水量会逐渐减少。

### 4 结论

1) 确定 2<sup>#</sup>, 2<sub>下</sub><sup>#</sup>, 3<sup>#</sup>, 4<sup>#</sup> 和 5<sup>#</sup> 煤层在不同的底板突水系数条件下,安全区、过渡区和危险区的开采水平范围,认为 2<sup>#</sup>—4<sup>#</sup> 煤层处于安全区或过渡区,仅 5<sup>#</sup> 煤层最低开采水平至 1189.70 m 时,处于危险区。

2) 分别计算 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层的冒落带和导水裂隙带的高度,分析发现下部煤层采空区垮落的导水裂隙带都在局部地区影响上部煤层开采。

3) 确定了 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层的水文地质类型。先期开采地段 2<sup>#</sup>—4<sup>#</sup> 煤层水文地质类型均为中等;5<sup>#</sup> 煤层先期开采地段突水系数 < 0.10 MPa/m 时,水文地质类型为中等,突水系数 > 0.10 MPa/m 时,水文地质类型为复杂。

4) 采用解析法预算了 2<sup>#</sup>—5<sup>#</sup> 煤层的矿井正常涌水量为 3738.82 m<sup>3</sup>/d,最大涌水量为 249.25 m<sup>3</sup>/h。

### 参考文献:

- [1] 王秀兰,王计堂. 矿井充水因素分析及评价[J]. 煤炭工程, 2009(7): 87-90.  
WANG Xiulan, WANG Jitang. The mine water filling factor analysis and evaluation[J]. Coal Project, 2009(7): 87-90.
- [2] 罗颖锋. 矿山涌水量预测方法对比分析[J]. 中国西部科技, 2012, 11(4): 9-10.  
LUO Yingfeng. The growth comparison of forecasting methods[J]. China Western Science and Technology, 2012, 11(4): 9-10.
- [3] 陈韶知,刘树才,杨国勇. 矿井涌水量预测方法的发展[J]. 工程地球物理学报, 2009, 6(1): 68-72.  
CHEN Mingzhi, LIU Shucui, YANG Guoyong. The development of mining water inflow predict method[J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2009, 6(1): 68-72.
- [4] 宋春辉,杨云龙,郭继锋. 浅析矿井涌水量预测的几种常见方法[J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19(10): 177-178.  
SONG Chunhui, YANG Yunlong, GUO Jifeng. Some common methods for predicting the total yield of the mine water[J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2009, 19(10): 177-178.
- [5] 温文富,曹丽文. 比拟法和解析法在某矿井涌水量预测中的分析比较[J]. 中国煤炭, 2011, 37(7): 38-40.  
WEN Wenfu, CAO Liwen. Comparative analysis for analogue method and analytical method in prediction of water inflow in some coal mine[J]. China Coal, 2011, 37(7): 38-40.
- [6] 刘大野,陈立云,徐会. 矿井单位涌水量比拟法在矿井涌水量预测中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2010, 22(10): 41-45.  
LIU Daye, CHEN Liyun, XU Hui. Application of mine specific capacity analogue method in mine water inflow prediction[J]. Coal Geology of China, 2010, 22(10): 41-45.
- [7] 华解明. “大井法”预测矿井涌水量问题探讨[J]. 中国煤炭地质, 2001, 21(6): 45-48.  
HUA Jieming. Questioning on mine water inflow “virtual large diameter well” method prediction[J]. Coal Geology of China, 2001, 21(6): 45-48.
- [8] 张鹏,孙亚军. 解析法在带压开采疏干涌水量预测中的应用[J]. 中州煤炭, 2012, 196(4): 23-25.  
ZHANG Peng, SUN Yajun. Application of analytical method for water flow prediction of draining with mining under safe water pressure of aquifer[J]. Zhongzhou Coal, 2012, 196(4): 23-25.
- [9] 姜玉海. 新义煤矿矿井充水因素分析及防治水措施[J]. 中州煤炭, 2009, 157(1): 35-36.  
JIANG Yuhai. Xinyi coal mine water inrush factors and water prevention measures[J]. Zhongzhou Coal, 2009, 157(1): 35-36.
- [10] 张自祥,李小龙,俞显忠,等. 杨村煤矿矿井充水因素分析[J]. 淮南职业技术学院学报, 2012, 21(1): 5-9.  
ZHANG Zixiang, LI Xiaolong, YU Xianzhong, et al. Yangcun coal mine water filling factor analysis[J]. Journal of Huainan Vocational and Technical College, 2012, 21(1): 5-9.