

水文地质环境地质

## \* 武所屯煤矿12煤老空积水区水文地质参数研究

刘涛<sup>1</sup>, 李明建<sup>2</sup>, 曹保国<sup>3</sup>

(1. 枣庄市国土资源局, 山东 枣庄 277102; 2. 山东省煤田地质规划勘察研究院, 山东 枣庄 277102; 3. 山东省武所屯生建煤矿, 山东 滕州 277521)

**摘要:**通过该矿12煤老空积水的疏放试验,选取相应的数学模型,计算了太原组12煤老空积水区的水文地质参数——渗透系数、充水系数;为滕北矿区类似条件下的老空积水疏放提供了理论依据。根据试验提出了利用集水廊道原理,扩大钻孔涌水量,节约工程费用,提高疏放效率的工程设计方法。

**关键词:**防治;老空积水;水文地质参数;集水廊道;武所屯煤矿

**中图分类号:**TD742<sup>+</sup>.2

**文献标识码:**A

武所屯煤矿位于滕县煤田滕北矿区,1976年建井,是该矿区开发的第一对矿井,其他矿井多在其后10~20多年才开始建设。因此对该矿井老空积水区水文地质参数的分析研究,不但可指导矿区探放水工作,而且对全矿区防治水工作、煤炭安全开采具有重要的指导意义。该矿在八采区利用构造带和老巷的集水原理,仅用了2个钻孔就疏放了12煤老空积水,解放了受其影响的14煤,实现了安全生产。

## 1 12煤水文地质条件

滕北矿区面积445 km<sup>2</sup>,现有15对生产及在建矿井,武所屯矿位于这一平原隐伏型煤田的东南角,为埋藏最浅的矿井。其东、南两边界分别为庄里断层(H>600 m)、张坡断层(H>100 m),西、北部属人为边界,整体上为向NW倾斜的单斜构造,伴有轻度褶曲起伏。井田内主要可采煤层有12,14,16,17煤层,现主采12,14煤层。根据多年水文地质观测,12煤开采的主要充水方式为顶板裂隙淋水,除1989年10月11日309工作面发生一次顶板突水外,生产中未发生大的淋涌水现象,水文地质条件综合评定为简单型,因此当前该矿井防治水工作重点是老空积水<sup>[1,2]</sup>。12煤上覆第四系厚42~55 m,侏罗系砂砾岩厚0~212.5 m,其余为残留的太原组煤系地层。12煤直接顶板为泥岩、砂质泥岩,遇水后易泥

化、崩解,因此12煤老空区的透水性比一般砂岩类顶板要差些。

## 2 八采区积水及探放水工作

### 2.1 八采积水区分析

八采区为该矿最浅的一个采区,12煤层埋深80~115 m,煤厚平均1.17 m,于2002—2005年回采完毕,回采时顶板淋水较大。2007年布置14煤掘进巷道,两煤层之间为八灰,厚2.5~3.0 m。为了安全掘进,需要疏放上覆12煤层已开采区中的老空水。根据在12煤采掘工程平面图上标绘的等高距为2 m的积水线图分析,采区总体上为一向NW倾斜的单斜构造、稍有起伏,采区中部有一隆起、幅度约小于10 m,轴向呈近EW向,成为采空区积水自流下泄的分水岭。推断积水线标高-52 m,以此计算积水区面积10万m<sup>2</sup>。考虑12煤顶板岩性,老空区充水系数暂取0.3,则积水量为3.51万m<sup>3</sup>。积水区内12煤底板最低标高-64.10 m。

### 2.2 探放水情况

#### 2.2.1 14802下顺槽放水

根据对12煤老空积水线图和14煤开采设计的分析,确定探放水方案为在14煤最下部14802下顺槽先放水,以期达到减少放水次数、扩大放水面积、

\* 收稿日期:2009-09-16;修订日期:2010-05-25;编辑:陶卫卫

作者简介:刘涛(1983—),男,山东枣庄人,工程师,主要从事煤矿水文地质工作;E-mail:zzkckf@126.com。

使上部其他巷道得以解放的目的。巷道掘进至5号测点,顶板开始潮湿、挂汗,并出现少量滴水。实际测量巷道底板标高-57.7 m,相应12煤底板标高约-53.0 m。巷道前方45 m处有一落差3.5 m的正断层,12煤回采时为过断层留设了20 m保护煤柱,对盘下降,为12煤老空区。沿断层跳采带12煤柱间的12806中顺槽顶板垮落可能不充分,从而形成良好的集水廊道,是有利的放水位置。为此沿掘进方向施工探水孔1个,探深40 m,无水。经研究,允许再掘进30 m,同时做好防排水措施。实际掘进25 m时顶板出现淋水,停止掘进。

在巷道迎头设计探放水钻孔1个,孔口标高-59 m,预计透水点12煤底板标高-61.3 m。钻孔于2007年5月18日出水,水压0.056 MPa,说明积水线标高为-53.4 m。为保证安全,利用阀门控制放水速度,放水量 $16.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。5月24日,增加一台水泵,按钻孔最大排水量排水。上午9:00将钻孔阀门完全打开,出水量 $55 \text{ m}^3/\text{h}$ ,11:00水量为 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ ,13:00水量为 $38 \text{ m}^3/\text{h}$ 。5月25日9:00水量为 $32 \text{ m}^3/\text{h}$ ,之后每天都系统测量钻孔水量。6月17日钻孔出水量降至 $3.7 \text{ m}^3/\text{h}$ ;7月16日后水量一直稳定在 $3.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,同时原12808溢水池水量由原来的 $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 变为 $1.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。说明八采区动态补给水量为 $4.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

钻孔出水量稳定后说明其疏干的积水面积也达到稳定。经计算疏干积水区面积为 $4.71 \text{ 万 m}^2$ ,排出总水量 $11\,189 \text{ m}^3$ ,放出静水量 $8\,166 \text{ m}^3$ 。剩余积水区面积 $5.2 \text{ 万 m}^2$ ,受12煤底板起伏和地质构造影响,分为2个积水区块,西部积水线标高-59 m,东部积水线标高-56 m。

### 2.2.2 14801下顺槽放水

根据设计东部积水区影响14煤开采,需要再次放水。于是在14801下顺槽施工一个放水钻孔,透入原12810中巷在14煤层位遗留的一段巷道,孔口标高-57.2 m。8月2日钻孔出水,初揭水量 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ ,8月3日为 $22.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,8月12日减为 $5.4 \text{ m}^3/\text{h}$ ,8月30日稳定在 $4.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。受14801下放水影响,14802下钻孔出水量衰减至 $0.1 \text{ m}^3/\text{h}$ ,并逐渐干涸;12808溢水池也逐渐干涸。此钻孔成为八采区唯一的出水点,再次说明了八采区动态补给水量为 $4.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。此次放出静水量 $3\,554.4 \text{ m}^3$ ,疏干积水面积 $2.03 \text{ 万 m}^2$ 。

至此14煤设计开采范围内12煤老空积水已全部放出,可以实现14煤的安全掘进及回采。

## 3 根据放水试验反演采空区充水参数

对采空区积水疏放前,准确掌握积水标高、预测积水量、制定合理的放水方案是成功放水的必要工作。在无经验参数的条件下,一般采用规程或其他矿区经验法计算,往往误差较大。由于采空区积水性与煤层顶底板岩性、采厚以及开采方式相关,及时总结计算相关参数,对新区防治水具有重要意义<sup>[3,4]</sup>。八采区放水过程中对全区各出水点进行了系统观测记录,建立台账。分别在出水点用容积法、在排水沟上用流速法、在水仓用电子流量计法进行观测,还应用了矿井水文自动观测系统数据相互验证,较为准确地获得了流量、水位等基本数据。

### 3.1 流量过程线特征

5月24—6月24日14802下放水钻孔自然状态下流量过程见图1。曲线第一段为5月24—29日,流量线呈抛物线型,衰减迅速,反映了放水点空间较大,透水性良好的赋水条件。曲线符合水桶底部放水理论,可用方程 $Q = KF \sqrt{2gh}$ 描述。式中 $K$ 为经验系数,一般取 $0.6 \sim 0.8$ , $F$ 为出水孔面积, $g$ 为重力加速度, $h$ 为水头高度,是时间的函数,为变量,因此 $Q$ 随时间的增长,水头降低,水量变小。这与该孔位于断层跳采带并联通有煤柱支撑的巷道位置有关。钻探也证明煤壁处突然有 $0.6 \text{ m}$ 的钻杆突然进入,类似掉钻现象,这之后变硬,钻孔返出煤粉、木屑等杂物。

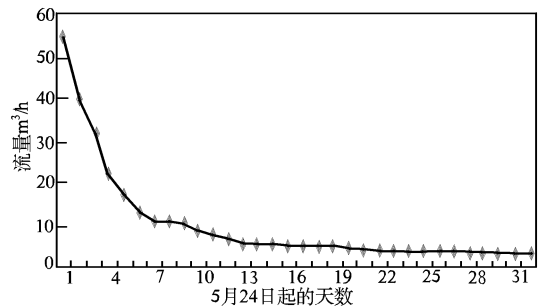


图1 14802下放水流量变化曲线图

5月30—6月1日,水量稳定在 $10.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,相当于含水层抽水过程中出现的稳定段,接近于稳定渗流理论,说明排水形成的“大井”与周围补给量达到暂时平衡,其出水量与含水层透水性能有关,因此

可以此计算采空区这一特殊含水层的渗透性参数。6月1日以后流量开始逐步减小,说明含水层水位降落已接近到积水区的下边界,补给量小于出水量。6月17日降为 $3.7\text{ m}^3/\text{h}$ ,7月16日开始稳定在 $3.0\text{ m}^3/\text{h}$ ,表明疏干区扩大并趋于稳定。其他出水点水量观测也证明这一结论,如14802中巷7号测点淋水5月30日干涸;12808上反水池流量6月1日开始下降并逐步减小,7月16日后稳定在 $1.06\text{ m}^3/\text{h}$ 。说明该区出水量与动态补给量达到平衡。

### 3.2 采空区富水性参数

#### 3.2.1 充水系数 $K$

这是评价采空区富水性的基本参数。放水前根据该矿12煤顶板岩性,选用了规程推荐系数(0.3~0.5)的下限0.3,预算了积水区水量。14802下放水量达到稳定时排出总水量 $11\,189\text{ m}^3$ ,其中静水量 $8\,166\text{ m}^3$ ,疏干面积 $4.71\text{ 万 m}^2$ 。取平均煤厚 $1.17\text{ m}$ ,根据 $Q=K \cdot F \cdot M$ 计算( $Q$ 为积水量; $K$ 为充水系数; $F$ 为采空区面积 $\text{m}^2$ ; $M$ 为采煤厚度 $\text{m}$ ), $K=0.15$ 。同样计算14801下放放水孔资料可得, $K=0.152$ ,二者比较一致。二次放水平均充水系数0.15。

三采区12煤老空积水区2001年施工9个放水钻孔,放水11个月,累计放水量 $13.4\text{ 万 m}^3$ ,最后出水点流量稳定在 $6.5\text{ m}^3/\text{h}$ 。减去11个月的动态补给,则放出静水量 $8.16\text{ 万 m}^3$ 。该采区煤厚平均 $1.30\text{ m}$ ,疏干水平 $-132.3\sim-153.0\text{ m}$ ,水压 $0.21\text{ MPa}$ ,面积 $327\,606\text{ m}^2$ ,则 $K$ 值为0.192。

由此可知,对于该矿12煤采空区充水系数为0.15~0.20之间,远小于一般的经验值。分析原因认为,该矿12煤实测冒裂带高度为采厚的20倍,一般在 $20\sim30\text{ m}$ 之间,而该区积水高度最大为 $10.5\text{ m}$ ,小于矿区冒裂带高度,但已经大于垮落带高度。随着积水高度增加,积水系数略增大。综合分析认为滕北矿区12煤沉积环境相同,顶板岩性变化不大,在缓倾斜、炮采、全冒法顶板管理条件下采空区充水系数确定为0.15~0.30较为恰当<sup>[5]</sup>。当积水水头高度小于 $10\text{ m}$ 时取0.15,高度 $10\sim20\text{ m}$ 时取0.20,高度大于 $20\text{ m}$ 时取0.3。

#### 3.2.2 采空区渗透系数 $K_1$

采空区顶板垮落充水后相当于形成一个人工含水层,其透水性能可用含水层渗透系数 $K_1$ 表示,这是水文地质计算的重要参数。根据14802下放放水曲线分析,其稳定段可用含水层稳定流理论公式进行

描述。根据放水孔位置和采区构造分析,其边界开采条件为,钻孔放水点位于积水线(可视为隔水边界)南侧 $48\text{ m}$ 处,对于5月30日监测的影响范围而言,其他方位相当于无限边界;14802中巷7号测点淋水相当于一个水位观测点。钻孔联通的巷道长度 $L$ 为 $20\text{ m}$ ,概化为引用半径 $r_0=L/4=5\text{ m}$ ,选用地下水直线隔水边界,潜水(无压)含水层计算模型,则

$$Q = \frac{\pi K_1 (2H - S) S}{\ln R^2 - \ln 2dr}$$

$Q$ —5月30日上午9点稳定流量为 $10.5\text{ m}^3/\text{h}$ ; $R$ —影响半径; $H$ —放水点12煤底板以上积水水头高度 $7.9\text{ m}$ ; $S$ —水位降深,分别取放水孔处 $S_0=5.6\text{ m}$ ,14802中巷降深 $S_1=1\text{ m}$ ; $d$ —放水点中心到积水线(隔水边界)距离 $48\text{ m}$ ; $r$ —引用半径(分别取放水巷道 $r_0=5\text{ m}$ ,放水点到14802中观测点距离 $r_1=115\text{ m}$ ,由将5月30日同一时间的 $r_0, r_1, S_0, S_1$ 代入上式可联解得

$$K_1 = \frac{Q(\ln 2dr_1 - \ln 2dr_0)}{\pi(2H - S_0 - S_1)(S_0 - S_1)} \\ = 0.2477\text{ m/h} = 0.59\text{ m/d}$$

由计算可知,该区12煤采空区正常塌落区的透水能力仅相当于细砂—中砂的经验值( $5\sim20\text{ m/d}$ )。说明采空区经压实后的透水能力较弱,远非想象中的大裂隙或岩溶通道,这也是在进行采空区放水时钻孔流量变异性很大的原因。如果钻孔处在正常采空区放水,因有效钻孔孔径 $r_0$ 很小(一般孔径 $<0.1\text{ m}$ ),则钻孔涌水量也很小,产生所谓“有压无水、高压少水”现象。如果要扩大单孔放水量,必须充分利用巷道系统或孤岛煤柱、构造、跳采带等支撑形成的未充分垮落区来扩大透水能力,加大有效集水工程(巷道、钻孔等)断面,事实上是利用“集水廊道”原理扩大放水效果。

## 4 结论

(1)通过八采区老空积水疏放的实践,为其下伏14煤层的安全掘进和开采创造了条件。

(2)该矿七采区上部煤层受四采区老孔积水的影响,需要得到疏放,通过研究总结,为解放受采空区积水影响的七采区煤层提供经验和参数,对其研究和制定综合防治水方案具有重要意义。

(3)通过放水观测,首次获得了滕北矿区12煤采空区的水文地质参数“充水系数 $K$ 和渗透系数

$K_1$ ”,为矿区及其他类似条件下采空区积水疏放、钻孔设计提供了理论依据。

(4)从理论上说明了老空区放水常出现的“有压无水、高压少水”现象的原因,提出了用“集水廊道”原理充分利用原巷道和构造条件扩大单孔放水量,提高疏干效率的方法。

### 参考文献:

[1] 柴登榜. 矿井地质工作手册[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1984.

[2] 淮南煤炭学院. 矿井地质及矿井水文地质[M]. 北京:煤炭工业出版社,1985.

[3] 冯家元,孙震,焉德斌,等. 浅谈大隆矿区老空水综合防治[J]. 煤矿安全,2007,(4):23-25.

[4] 王书荣,崔伟宏,张民. 滕州郭庄煤矿十二采区第十下层灰岩水赋存规律及涌水量预测[J]. 山东国土资源,2009,25(8):34-36.

[5] 国家煤矿安全生产监督管理总局. 煤矿安全规程[M]. 北京:煤炭工业出版社,2009.

## Study on Hydrogeological Parameters in Working - out Section of No. 12 Coal Setion in Wusuotun Coal Mine

LIU Tao<sup>1</sup>, LI Mingjian<sup>2</sup>, CAO Baoguo<sup>3</sup>

(1. Zaozhuang Bureau of Land and Resources, Shandong Zaozhuang 277102, China; 2. Shandong Provincial Planning and Surveying Institute of Coal Geology, Shandong Zaozhuang 277102, China; 3. Wusuotun Production and Construction Coal Mine, Shandong Tengzhou 277521, China)

**Abstract:** Through draining water practice of No. 12 coal section in Wusuotun coal mine, choosing relative mathematical model, hydrogeological parameters including hydraulic conductivity and water filling coefficient of working - out section of No. 12 coal seam were calculated in this paper. The research results can provide theoretical foundation for draining water from the working - out section to the coal mine with the same condition in Tengbei mining area. By using the theory of drainage galleries, an engineering design method was put forward in this paper. It can improve the flow rate of well, the efficiency of water drainage and save engineering cost.

**Key words:** Water management; water in goaf; hydrogeological parameters; drainage galleries; Wusuotun coal mine