

刘店煤矿水文地质条件分析及涌水量预测

赵东云¹ 尹尚先² 马玉姣¹

(1. 中国矿业大学 安全工程学院, 江苏 徐州 221008; 2. 华北科技学院 安全工程中心, 北京 东燕郊 101601)

摘 要: 为了防止煤矿突水灾害的发生, 通过对刘店煤矿地质构造和水文地质条件进行分析, 得出井田水文地质条件为简单—中等。在分析矿区含水层富水性及灰岩岩溶发育情况的基础上, 利用地下水动力学法和比拟法预算矿井正常涌水量。两种预测方法所得结果基本接近, 符合本矿的水文地质条件和规律, 为未来设计矿井正常排水能力提供依据。

关键词: 水文地质条件; 涌水量预测; 地下水动力学法; 比拟法

中图分类号: TD742⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7169(2009)04-0030-04

1 井田概况

1.1 井田地层

刘店井田位于淮北平原西南部, 地势平坦, 海拔 30.16~31.47 m, 全部为新生界覆盖。矿区内揭露地层自下而上为石炭系上统本溪组和太原组、二叠系下统山西组和下石盒子组、二叠系上统上石盒子组及新生界上第三系、第四系。

1.2 井田构造

矿区位于涡阳向斜的东翼, 宏观上为一倾向

北北西的单斜构造。区内发育有二个次级背斜和二个次级向斜, 根据褶皱所在地点名称分别命名为: 李庄向斜、庚庄背斜、武大寨向斜、石塚背斜。

据地质钻探揭露以及地震资料分析, 井田内共发育断层 109 条, 其中正断层 98 条, 逆断层 11 条。

落差大于 100 m 的断层有 8 条; 落差在 100~50 m 的断层有 5 条; 落差在 50~20 m 的断层有 18 条; 落差小于 20 m 的断层有 78 条; 断层基本上呈东西向、北北西方向有规律地展布 (图 1)。

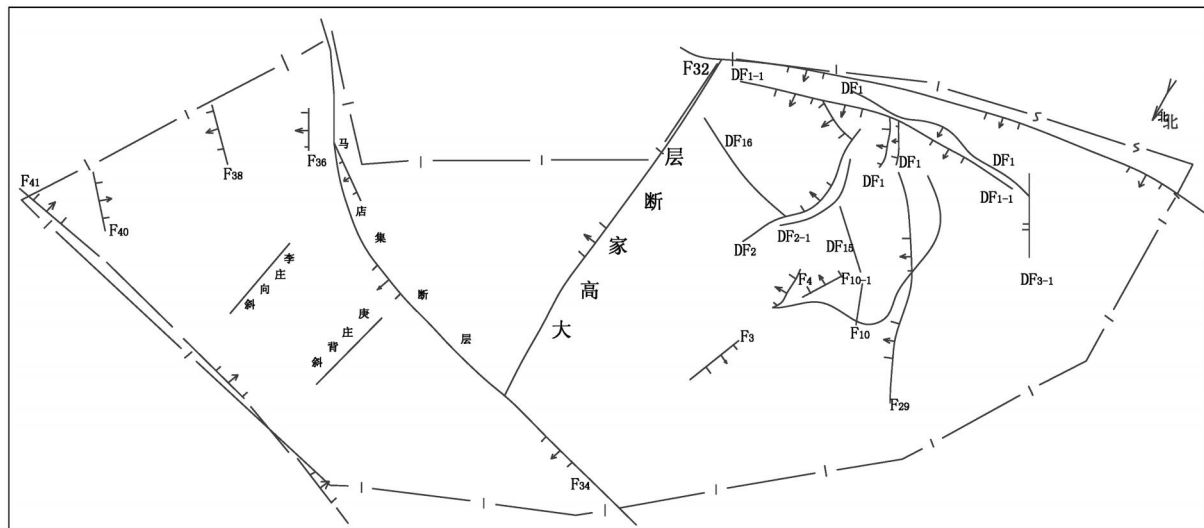


图 1 刘店煤矿构造纲要图

2 井田水文地质条件分析

2.1 采区 1-4 灰岩岩溶发育情况分析

根据 2008 年井下施工的放 1、放 2、放 3、观

1、观 2 和观 3 六个钻孔资料, 岩芯采取率偏低, 只有观 1、观 3 和放 1 孔灰岩岩芯采取率在 60% 以上, 其它岩芯采取率偏低, 观 3 孔四灰小溶洞的发

收稿日期: 2009-09-12

作者简介: 赵东云 (1983-), 女, 山东东阿人, 中国矿业大学 (徐州) 安全工程学院在读硕士研究生。

育,形状为圆形或椭圆形,孔内多为方解石脉充填,多呈封闭状态,局部形成网格状,隔板状或蜂窝状,故其富水性和透水性均差。岩芯所见的岩溶裂隙基本上在 1~2 mm 宽左右,且被方解石脉充填,裂隙 1~2 条/m 左右。

从施工的放 1、放 2、观 1 和观 3 六个钻孔岩芯来看,属于岩石质量好的、岩体较完整;放 3 和观 2 孔,属于岩石质量劣—中等、岩体较完整性差—中等。通过对本次钻孔柱状资料统计分析,也说明井田太灰岩溶裂隙发育程度差。

2.2 灰岩水文地质条件分析及富水性分析

通过对水文地质条件、水质和抽水资料的分析,认为刘店井田 10 煤底板灰岩水文地质特征和富水性具有如下特征:

1) 地处相对封闭的水文地质单元。刘店矿所处的涡阳矿区位置东西分别受丰口—夏邑 固始断裂控制,南北分别受孟集断裂和宿北断裂制约。这些大的断裂均具有一定的隔水能力,井田内次一级构造展布形迹主要受控于四周边界断层。这种格局使得矿区被形成了一个孤立的、较为封闭的断块,由于断层的阻隔与外围失去了水力联系。

2) 根据井田钻孔岩芯统计分析得出井田太原组 1、2、3 和 4 灰岩溶都不甚发育;模糊综合评判的结果为五个钻孔所代表的区域都是极弱径流带;根据 04-16、G31、04-1、07-7、07 水 1、07 水 2、07 观 1 抽水试验的结果,1~4 灰含水层富水性指标 q 与煤系地层砂岩含水层基本相同,按矿井水文地质规程, $q < 0.1$ 和 $q < 0.01$ 分别为弱和极弱含水层,由此可以看出本含水岩组富水性弱,这些条件为 10 煤开采提供了有利条件。

3 矿井涌水量预算

3.1 可采煤层顶底板砂岩裂隙水进入矿井的涌水量

对本矿区水文地质条件分析,井巷开拓时,7 煤、10 煤煤层顶底板砂岩裂隙水将直接进入矿坑,煤层顶底板砂岩裂隙水是矿井的直接充水水源,当水位降至含水层底板(-641 m)时 $h_0 = 0$,地下水处于承压转为无压水流状态,以此计算涌水量。

根据淮北各矿实际开采资料,可采煤层顶板冒落带高度一般在 35 m 左右,煤层底板开采破坏

深度在 10~12 m,因此在统计含水层厚度时一般考虑到煤层顶板上 30 m 左右,将粗、中、细粒砂岩厚度累加;若该水平上仍为砂岩或隔水层较薄(小于 5 m)时,上推到大于 5 m 的隔水层为止。统计底板含水层厚度时,一般考虑到底板下 20 m 左右,将粗、中、细粒砂岩厚度累加,特殊情况处理方法与顶板相同。

3.1.1 用地下水动力学公式法计算矿井涌水量

地下水动力学法计算公式(稳定流理论)

井壁进水的承压转为无压完整井公式

$$Q = 1.366K[(2S - M)M - h_0^2] / (l_g R_0 - l_g r_0) \quad (1)$$

计算影响半径的吉哈尔特经验公式

$$R = 10S \sqrt{K} \quad (2)$$

“大井”引用半径计算公式(不规则圆形, $a/b < 2 \sim 3$)

$$r_0 = \sqrt{F/\pi} \quad (3)$$

“大井”引用影响半径计算公式

$$R_0 = R + r_0 \quad (4)$$

公式中字母含义和单位如下:

Q —预计矿井涌水量 (m^3/h)

S —水位降低值 (m)

K —渗透系数 (m/d)

M —含水层厚度 (m)

h_0 —含水层底板以上动水位高度,煤层顶底板砂岩裂隙水降至各煤层底板时, $h_0 = 0$ (m)

R —影响半径 (m)

r_0 —“大井”引用半径 (m)

R_0 —“大井”影响引用半径 (m)

F —主采煤层面积 (m^2)

1) 7 煤层顶底板砂岩裂隙水矿井正常涌水量—区—水平 7 煤层储量估算面积为 $14.60 km^2$,故取其面积的 1/2,即 $F = 7.30 km^2$,水位降低 S 值采用—水平 - 641 m,与 7 煤顶底板砂岩裂隙水含水层静止水位标高平均值 25.25 m 来计算,即 $S = 666.25 m$ 。7 煤顶底板砂岩裂隙水含水层厚度 $M = 28.56 m$ 。

渗透系数 K 值选用本矿区的煤顶底板砂岩裂隙水含水层抽水试验获得 K 值的加权平均值,即 $K = 0.01668 m/d$ 。

采用上述计算参数及公式 (1)、(2)、(3)、

(4)预算 7煤层顶底板砂岩裂隙水进入矿井的涌水量,计算结果: $Q = 181.9 \text{ m}^3/\text{h}$,即 7煤顶底板砂岩裂隙水进入矿井的正常涌水量为 $Q = 181.9 \text{ m}^3/\text{h}$ (见表 3)。

表 3 7煤层顶底板砂岩裂隙水矿井涌水量预算结果表

F (Km^2)	K (m/d)	M (m)	S (m)	R (m)	r_0 (m)	R_0 (m)	Q (m^3/h)
7.30	0.01668	28.56	666.25	860.47	1524.36	2384.83	181.9

渗透系数 K值选用本矿区的煤顶底板砂岩裂隙水含水层抽水试验获得 K值的加权平均值,即 $K = 0.03061 \text{ m/d}$ 。

采用上述计算参数及公式 (1)、(2)、(3)、(4)预算 10煤层顶底板砂岩裂隙水进入矿井的涌水量,计算结果: $Q = 198.88 \text{ m}^3/\text{h}$,即 10煤顶底板砂岩裂隙水进入矿井的正常涌水量为 $Q = 198.88 \text{ m}^3/\text{h}$ (见表 4)。

表 4 10煤层顶底板砂岩裂隙水矿井涌水量预算结果表

F (Km^2)	K (m/d)	M (m)	S (m)	R (m)	r_0 (m)	R_0 (m)	Q (m^3/h)
4.2578	0.03061	26.37	662.51	1159.11	1164.48	2323.59	198.88

2) 10煤层顶底板砂岩裂隙水矿井正常涌水量一水平 10煤层储量估算面积为 8.5156 km^2 ,故取其面积的 1/2,既 $F = 4.2578 \text{ km}^2$,水位降低 S值采用一水平 - 641 m,与 10煤顶底板砂岩裂隙水含水层静止水位标高平均值 21.51 m来计算,即 $S = 662.51 \text{ m}$ 。10煤顶底板砂岩裂隙水含水层厚度 $M = 26.37 \text{ m}$ 。

3.1.2 比拟法预算矿井涌水量

1) 比拟法计算公式

$$Q = Q_0 \sqrt{F/F_0} \sqrt{S/S_0} \quad (5)$$

公式中字母含义和单位如下:

Q—预计矿井涌水量 (m^3/h)

Q_0 —生产矿井实测矿井涌水量 (m^3/h)

F—主采煤层面积 (m^2)

F_0 —生产矿井井下巷道围圈面积 (m^2)

S—水位降低值 (m)

S_0 —生产矿井水位降低值 (m)

比拟条件:邻近的临涣煤矿水文地质条件与本矿区基本相似,选用和临涣煤矿实测涌水量进

行比拟。

据临涣井田资料,该井田上覆新生界松散层厚 170 ~ 249m,构造的主要特点是断裂构造发育,而褶曲构造甚为微弱。主采煤层为 G、C、D煤层(组)。自 1985年 12月投产,至 1993年底,生产能力已达 100 ~ 120 t/a。各煤层开采及坑巷掘进时,煤组间砂岩裂隙水进入矿坑,即煤层顶、底部砂岩裂隙水直接向矿坑充水为矿坑正常涌水量。正常情况下新生界砂层孔隙水和太原组灰岩岩溶裂隙水对矿坑充水无直接影响。

2) 比拟参数的选择

临涣煤矿 1984 ~ 1990年矿井正常涌水量为 $Q_0 = 434.18 \text{ m}^3/\text{h}$,最大涌水量为 $Q_{\text{最大}} = 590.16 \text{ m}^3/\text{h}$;井巷围圈面积为 $F_0 = 9 \text{ km}^2$;一水平开采水位降低值 $S_0 = 474 \text{ m}$ 。

本矿区一水平为 - 641 m,7煤和 10煤顶底板砂岩裂隙水含水层平均水位标高为 $H = 25.25 \text{ m}$,故 $S = 666.25 \text{ m}$,F采用 7煤层一区一水平储量估算面积的 1/2,即 $F = 7.30 \text{ km}^2$ 。

3) 预算结果

矿井正常涌水量为 $463.6 \text{ m}^3/\text{h}$,最大涌水量为 $630.15 \text{ m}^3/\text{h}$ (见表 5)。

表 5 比拟法矿井涌水量预算表

矿名	S/m	F/ Km^2	$Q_{\text{正常}}$ / $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$Q_{\text{最大}}$ / $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
临涣煤矿	474	9	434.18	590.16
本矿井	666.25	7.30	463.6	630.15

3.2 太原组灰岩岩溶裂隙含水层涌水量预计

1) 开采范围 10煤层底板灰岩裂隙水矿井正常涌水量。假设 10煤开采范围内布置巷道揭露 1 - 4灰岩含水层,一区一水平 10煤层储量估算面积为 8.5156 km^2 ,故取其面积的 1/2,即 $F = 4.2578 \text{ km}^2$ 。水位降低 S值采用本矿区对太灰水抽水试验获得的水位标高平均值与涌水量预算一水平 - 641 m的差值。即 $S = 661.41 \text{ m}$ 。

2) 渗透系数的确定。渗透系数采用本矿区 04 - 16、04 - 1、07 - 7、07观 1、07水 1、07水 2孔对太灰 1-4灰抽水试验获得 K值的加权平均值,见表 6。

表 6 1-4 灰含水层渗透系数 K 加权平均计算表

孔号	04-16	04-1	07-7	07观	07水	07水2
K(m/d)	0.1633	0.0369	0.081	0.083	0.144	0.096
含水层厚	15.70	15.01	32.36	19.91	12.85	24.85
K值加权平均	0.0963 m/d					

含水层厚度 M 值采用本矿区钻孔揭露太原组 1~4 层灰岩厚度的平均值,即 $M = 20.11 \text{ m}$ 。

3) 预算结果。采用上述计算参数及公式 (1)、(2)、(3)、(4) 预计 10 煤层底板灰岩裂隙水进入矿井的涌水量,计算结果: $Q = 325.3 \text{ m}^3/\text{h}$,即 10 煤顶底板砂岩裂隙水进入矿井的正常涌水量为 $Q = 325.3 \text{ m}^3/\text{h}$ (表 7)。

表 7 太灰水的可能突水量预算结果表

$K/\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$	M/m	S/m	R/m	r_0/m	R_0/m	$Q/\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
0.0963	20.11	661.41	2052.5	1164.17	3216.67	325.3

4 结论

1) 大井法预计矿井砂岩裂隙水正常涌水量 $380.78 \text{ m}^3/\text{h}$ (7 煤与 10 煤层顶底板砂岩裂隙水矿井涌水量之和);比拟法预算矿井正常涌水量为 $463.6 \text{ m}^3/\text{h}$,最大涌水量为 $630.15 \text{ m}^3/\text{h}$ 。矿井涌水量计算公式和参数选择合理,两种方法预测的正常涌水量结果基本接近,符合本矿区水文地质条件和规律。

质条件和规律。

2) 由于 1-4 灰为弱富水性含水层,即使采场范围内灰岩全部揭露出水,其涌水量仅 $325.3 \text{ m}^3/\text{h}$,比矿井砂岩裂隙水正常涌水量 $380.78 \text{ m}^3/\text{h}$ 小,所以灰岩水与砂岩水一样易于疏降。

3) 如果取砂岩裂隙水最大涌水量为 $630.15 \text{ m}^3/\text{h}$,而 $325.3 \text{ m}^3/\text{h}$ 为已经考虑最大范围 1-4 灰含水层涌水量,因此矿井灾害涌水量为 $955.45 \text{ m}^3/\text{h}$;目前刘店煤矿的设计正常排水能力为 $1260 \text{ m}^3/\text{h}$,最大排水能力为 $2100 \text{ m}^3/\text{h}$,水仓容积 7000 m^3 ,矿井排水能力完全满足灾变时排水能力要求。

参考文献:

- [1] 安徽省地质局.安徽省涡阳县刘店煤矿一井田地质普查报告[R].合肥,1993
- [2] 安徽省地质局.安徽省涡阳县刘店煤矿二井田详查地质报告[R].合肥,1993
- [3] 安徽省地质局.安徽省涡阳县刘店煤矿勘探地质报告[R].合肥,2007
- [4] 淮北矿业集团勘探公司.刘店煤矿太原组上段水文地质补充勘探报告[R].淮北,2007
- [5] 薛禹群.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1979

Analysis of Hydrogeological Conditions and Forecast of Water Inflow in Liudian Mine

ZHAO Dongyun¹, YIN Shangxian², MA Yujiao¹

(1. Faculty of Safety Engineering China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221008;

2. North China Institute of Science and Technology, Yanjiao Beijing-East 101601)

Abstract: In order to prevent the sudden disaster of mine water bursting, by analyzing the geological structure and hydrogeological conditions of Liudian mine, it can be educed that the hydrogeological conditions of Liudian mine is simple-moderate. Based on analyzing water yield property character of area of aquifer and limestone karst development, natural water inflow of the mine can be estimated by using groundwater dynamics and hydrologic analogy. The result numerated through two methods is adjacent basically and congruous to hydrogeological condition and regularity of the mine which can provide gist for designing natural drainability of the mine in the future.

Key words: hydrogeological condition; forecasting of water inflow; groundwater dynamics; hydrologic analogy