

山西丰汇井田水文地质特征探析

张晓志 李楠 王卉

山西省第三地质工程勘察院有限公司 山西晋中 030620

摘要: 受煤矿采动的影响,工作面上方地表水和松散含水层水可能会对井下煤层开采造成安全隐患。文章利用水文地质勘探成果,论述了井田地质、水文地质条件,重点通过分析松散层及基岩风化带含水层赋存厚度、分布规律以及导水裂缝带的钻探实际揭露高度,评价了四含水对矿井充水的影响,并预测了未来开采中的矿井涌水量,为矿井防治水工作提供依据。

关键词: 水文地质; 导水裂缝带; 矿井涌水量

Analysis of hydrogeological characteristics of Fenghui mine field in Shanxi Province

Xiaozhi Zhang, Nan Li, Hui Wang

Shanxi Third Geological Engineering Investigation Institute Co., LTD., Jinzhong 030620, China

Abstract: Under the influence of coal mining, surface water and loose aquifer water above the working face may cause hidden danger to the underground coal mining. Based on the results of hydrogeological exploration, this paper discusses the conditions of well-field geology and hydrogeology. The influence of four water cuts on mine water filling is evaluated by analyzing the thickness and distribution of aquifer in loose layer and weathering zone of bedrock as well as the actual exposed height of drilling in the water-conducting fracture zone and the mine water inflow in future mining is predicted, which provides a basis for mine water prevention and control.

Keywords: hydrogeology; water-conductive fissure zone; Mine inflow

丰汇井田位于太行山西翼的黄土丘陵—河流堆积阶梯地带,松溪河从井田东部边界附近由北向南流过,矿井规划的15119工作面距郭庄水库约2km,因此,井田进行了水文地质勘探工作,进一步查明井田水文地质条件,分析预测15119工作面开采的充水强度,指导矿井防治水工作。

1 井田地质条件

井田内基岩大面积出露,二叠系下统山西组地层零星分布;二叠系下石盒子组地层广泛分布于井田东部;二叠系上石盒子组地层广泛分布于井田中西部;新生界覆盖于各个时代基岩之上。

井田总体为一走向北东、倾向北西的单斜构造,在此基础上发育了一些宽缓的向背斜构造。井田内断层陷落柱较发育。

15号煤层为井田稳定的可采煤层,位于太原组下段,厚度4.20~6.20m,平均4.97m。结构较简单。顶板为

深灰色粉砂岩、砂质泥岩、泥岩。

2 井田水文地质条件

2.1 地表水

本区属海河流域松溪河水系,井田位于松溪河上游,松溪河在井田东部边界附近由南向北流过,在井田东北边界附近为郭庄水库。井田内无常年性河流,主要冲沟近东西走向,雨季有流水,较小沟谷纵横发育,均为季节性沟谷。

2.2 井田含水层

2.2.1 松散岩类孔隙含水岩组

主要分布于井田沟谷中,富水性差异较大。在松溪河河谷中,全新统厚度一般10~20m,砂砾石中含较丰富的潜水,民井的单井水量每小时可达100m³以上,其余支沟中,补给条件相对较差,富水性弱,单位涌水量0.00116~0.0309L/s·m,水化学类型以HCO₃·SO₄-Ca·Na型为主。

2.2.2 碎屑岩类裂隙含水岩组

(1) 石盒子组砂岩裂隙含水层

该组浅部风化裂隙发育，渗透性较强。单位涌水量 $0.133\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 0.538m/d ，富水性中等。水化学类型为 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{—Ca}\cdot\text{Na}$ 型。

(2) 山西组砂岩裂隙含水层

本组含较厚的砂岩数层，富水性弱，单位涌水量 $0.00011\sim 0.016\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，富水性弱，水位标高 $871.81\sim 940.41\text{m}$ ，南高北低，水化学类型属 $\text{HCO}_3\text{—Na}\cdot\text{Ca}$ 型。

2.2.3 碎屑岩夹碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组

主要为石炭系上统太原组的三层灰岩组成，自下而上为 K_2 、 K_3 、 K_4 。本组含水层以 K_2 为主， K_3 次之。单位涌水量 $0.00254\sim 0.0560\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，富水性弱。另外，郭庄水库附近地段（ZK05）的富水性明显强于其余地段（ZK02、ZK04），可见郭庄水库与井田含水层存在一定的水力联系。水化学类型以 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{—Na}$ 型为主。

周边矿井开采15号煤层，井下涌水主要以顶板淋水形式出现，水量较小且极易疏干。综上所述，太原组含水层富水性弱。

2.2.4 碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组

由奥陶系中统的深灰色厚层状石灰岩、角砾状石灰岩、薄层泥灰岩及白云岩和石膏等组成。裂隙岩溶主要发育于上马家沟组二段下部及其以下的灰岩之中，富水性较强^[1]，峰峰组及上马家沟组上部地层含水微弱。水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{—Na}\cdot\text{Ca}$ 型。

井田东北部 5.7km 处的昔阳县城供水水源地供水井资料，水位标高 464.42m ；位于井田北部 6.5km 的南渡海村供水井，水位标高 435.983m 。由此推算井田内的岩溶水水位标高在 $487\sim 497\text{m}$ 之间。井田15号煤层最低底板标高为 500m ，不受奥陶系岩溶水的影响。

2.3 井田隔水层

2.3.1 石盒子组泥岩隔水层

二叠系上、下石盒子组地层为一套泥岩和砂岩交互沉积地层，泥岩沉积厚度大，且连续稳定，是基岩风化裂隙含水层以及地表水与煤系地层之间较好的隔水层。

2.3.2 煤层底板至奥灰顶面之间隔水层

15号煤层至奥灰顶面正常地段间距为 $36.21\sim 52.37\text{m}$ ，平均厚度 40.10m 。其中本溪组厚 $30.01\sim 37.23\text{m}$ ，平均 31.28m ，其岩性为灰—浅灰色粘土质泥岩、中砂岩、灰岩偶夹薄煤层，下部为铝质泥岩组成，隔水性能较好，15号煤层底板至本溪组上界面平均间距为 8.82m ，由粉

砂岩、砂质泥岩及泥岩组成。

3 四含水对矿井充水影响分析

3.1 松散层及基岩风化裂隙层揭露情况

据水文钻孔揭露，松散层厚度为 $3.90\sim 17.60\text{m}$ ，平均 6.59m ；基岩风化层厚度为 $4.62\sim 24.20\text{m}$ ，平均 14.54m 。

3.2 松散层及基岩风化带含水层分布规律分析

井田松溪河沟谷以外地段上覆松散层及基岩风化带含水层的富水性总体为弱，且在沟谷地段含水层富水性明显强于山坡、山顶地段。另外，ZK01、ZK02、ZK03个钻孔附近沟谷中存在不同程度的流水，根据观测的水位标高来看，松散含水层的水位受沟谷流水影响，现状条件下ZK01、ZK03号孔松散层水位与沟谷水位基本一致，ZK02号孔水位略高于沟谷水位，松散含水层为山坡两侧向沟谷补给，然后总体由南向北径流。

ZK05号水文孔上覆松散层及基岩风化带含水层的富水性为弱，其富水性与钻孔所处位置有一定的关系，钻孔距郭庄水库约 500m ，孔口高于郭庄水库水位约 15m ，松散层及基岩风化带含水层水位埋深 9.40m ，均高于郭庄水库水位标高，松散含水层径流方向由山坡顺层向郭庄水库，由于含水层补给来源主要靠山坡以上大气降水入渗补给，补给强度有限（详见表1）。

表1 松散层和基岩风化带含水层抽水试验结果表

钻孔编号	水位埋深 (m)	单位涌水量 ($\text{L/s}\cdot\text{m}$)	渗透系数 (m/d)
ZK01	1.33	0.0278	0.3157
ZK02	11.97	0.00138	0.0197
ZK03	2.51	0.0194	0.1454
ZK04	4.89	0.00466	0.0248
ZK05	9.40	0.00116	0.00498

3.3 导水裂缝带发育高度分析

ZK03孔施工中对孔内水位进行了观测，开孔至 158.00m 处，孔内水位一直保持在 3m 左右，当施工至 158.00m 时，出现孔内水位突降现象，水位埋深 10.00m ，后续施工过程中孔内水位逐渐降低，掉钻前孔内最大水位埋深为 11.50m 。钻孔在施工至 180.20m 时，发生掉钻现象，孔内冲洗液全漏，无水位，掉钻深度至 183.79m 。

根据施工情况，ZK03孔在 158.00m 时揭露导水裂缝带，在 180.20m 时揭露垮落带，该孔15号煤底板埋深为 200m ，采厚约 4.4m ，由此计算出导水裂缝带高度 37.60m ，垮落带高度 15.40m 。

据ZK03孔实际揭露情况，15号煤层导水裂缝带高度 37.60m ，尚未达到松散层及地表，另外，目前该孔附

近的沟谷中尚有流水，可见，下伏煤层的开采产生的导水裂缝带未破坏松散含水层。

3.4 四含水对矿井充水的影响

由于地层呈背向斜构造，松溪河及其支流均未切割煤系地层，河床基底基岩地层大多是隔水性能较好的泥岩，砂岩的渗透性也很小。井田内煤层埋深在150m以上，实测的导水裂缝带高度为37.60m，考虑到松散层最大厚度约35m，基岩风化带最大厚度约25m，由此判断导水裂缝带一般达不到松散层，且井田在松溪河附近留设了保安煤柱，其以外地段第四系松散含水层富水性弱。总的来说，第四系松散含水层对矿井充水影响不大^[2]。

4 矿井涌水量预算

15号煤层开采过程中，主要充水含水层为太原组灰岩含水层。采用“大井”法预测矿井涌水量，预算公式采用承压转无压公式^[3]：

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

式中：Q——预计矿井涌水量（m³/d）；

M——含水层厚度（m）；

h₀——“大井”中水头高度，疏干后h₀=0（m）。

计算参数选择水文孔对太原组灰岩含水层抽水试验资料，15119工作面面积为143037m²，各计算参数见表2。

表2 太原组含水层“大井”法参数表

渗透系数 (m/d)		含水层以上水 头高度 (m)	大井半径 (m)	影响半径 (m)
平均值	0.0338	210	213.38	305.25
最大值	0.0524			

经计算，矿井正常涌水量1997m³/d，最大涌水量3096m³/d。

5 结语

钻孔实测15号煤层垮落带发育高度15.40m、导水裂缝带发育高度37.60m，可作为矿井防治水评价的参考依据。

通过分析松散层及基岩风化裂隙带钻孔揭露厚度、松散含水层富水性和实测导水裂缝带发育高度，表明正常情况下井田开采15号煤层受第四系松散含水层影响不大。

井田靠近郭庄水库附近地段太原组灰岩含水层富水性有所增强，并且为了避免煤层开采受郭庄水库的影响，必须按规定留设足够的防隔水煤柱。

参考文献：

- [1]赵治霞，孙玉震.新义井田水文地质特征分析[J].西部探矿工程，2008，20（4）：133-135.
- [2]周笑绿，杨国勇.一种矿井突水量预测的近似方法[J].西安科技大学学报，2005，25（3）：341-344.
- [3]赵春永，梅玲，党宇宁.矿井涌水量计算方法分析[J].中国资源综合利用.2015（9）：62-63.