

# 平阴县洪范池铁矿开采对附近泉水的影响

胡艳霞<sup>1</sup>, 徐东来<sup>2,3</sup>

(1. 济南大学城市发展学院, 山东 济南 250022; 2. 中国地质大学水资源与环境学院, 北京 100083; 3. 山东省地质测绘院, 山东 济南 250014)

**摘要:**洪范池铁矿体赋存于太古宙泰山岩群山草峪组, 矿体周围泉水众多, 论证矿床开采疏排水能否对泉水产生影响具有重要意义。研究分析表明, 朱砂洞组含水层及山草峪组风氧化带裂隙水是矿床充水的直接充水水源, 矿床充水水文地质条件属简单类型。泉水出露于寒武纪张夏组含水层中, 并且与山草峪组含水层间无水力联系。若张夏组含水层不与采区沟通, 矿山生产疏排水不会对泉水产生明显的影响。

**关键词:**洪范池铁矿; 开采; 水文地质; 泉水; 平阴县

**中图分类号:**TV213.4

**文献标识码:**A

平阴县洪范池镇泉水众多, 据统计有大小泉水34处, 是少有的泉乡, 济南七十二名泉有4个位列其中。书院泉出露于洪范池铁矿矿体南东, 其矿区西侧有龙池泉。因此, 研究该矿区水文地质特征, 分析洪范池铁矿排水能否对泉水产生影响显得尤为重要。

## 1 矿床水文地质特征

洪范池铁矿位于汶上-东阿铁矿成矿带的北端。区域出露有早古生代寒武纪地层和新生代第四纪地层(图1); 基底为太古宙泰山岩群山草峪组<sup>[1-2]</sup>。矿区内大部分被第四系坡洪积物或冲洪积物所覆盖。向深部依次为寒武纪九龙群疙瘩状灰岩、竹叶状灰岩夹页岩和厚层鲕状灰岩; 寒武纪长清群紫红色页岩、灰岩、泥岩、钙质泥岩等, 并与下伏泰山岩群山草峪组呈不整合接触<sup>[3,4]</sup>。洪范池铁矿矿体就赋存于泰山岩群山草峪组中<sup>[5]</sup>。

### 1.1 区域水文地质特征

矿区位于平阴单斜构造水文地质单元西南面。矿区内大面积出露寒武纪张夏组、炒米店组、崮山组, 岩层倾向NW, 呈单斜产出。第四纪大站组沿山间沟谷普遍分布, 沂河组分布于浪溪河两岸冲洪

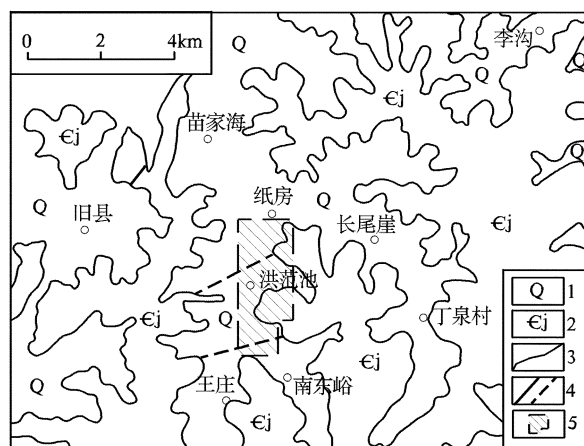


图1 平阴县洪范池铁矿地质略图

1—第四系; 2—寒武纪九龙群; 3—地层界限; 4—实测断层; 5—矿区范围

积一级阶地上。矿区内最低侵蚀基准面为67.80 m。

根据地形地貌、岩性构造及地下水的补、径、排、储条件, 可将该区划分为松散岩类孔隙、碳酸盐岩类裂隙岩溶、碳酸盐岩类碎屑岩类岩溶裂隙以及变质岩类风化裂隙四大含水岩组<sup>[6]</sup>。而隔水岩组分别为馒头组页岩隔水岩组和山草峪组变质岩类隔水岩组。

### 1.2 矿区水文地质特征

\* 收稿日期: 2009-11-06; 修订日期: 2009-12-04; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 山东省自然科学基金(编号: 2008BS08007)。

作者简介: 胡艳霞(1975—), 女, 湖南隆回人, 讲师, 主要从事资源与环境教学工作。

1.2.1 含水岩组特征

(1)第四系松散岩类孔隙含水岩组。该类地下水由冲洪积物和坡洪积物含水岩组构成。坡洪积物孔隙水主要分布于丘陵地区沟谷坡麓或山前地带。无良好含水层,含水层岩性主要为黏质砂土或砂质黏土,厚度较小,一般在 5~8 m,水位埋深一般 10~15 m,山前地带可达 20 m。单井涌水量一般小于 500 m<sup>3</sup>/d,单位涌水量在 0.795 L/s·m 左右,富水性中等。地下水水化学类型主要为 HCO<sub>3</sub>-Ca 型,矿化度 0.58 g/L 左右;冲洪积物孔隙水主要分布在矿区北侧周河—纸坊一带及浪溪河流域山前地带的冲洪积扇区段。含水层岩性为砂砾石层,冲洪积扇顶部为砂砾石,颗粒较粗,砂砾石层厚度大,向前缘逐渐变薄,厚度一般 5~10m。透水性良好,水位埋深一般在 5~8 m,单井涌水量在 500~1000 m<sup>3</sup>/d,降深在 2.54~9.00 m,单位涌水量一般在 1.543~3.350 L/s·m,水量丰富,属于强富水含水岩组。矿化度 0.50 g/L 左右,水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca 型,

水质良好。

(2)寒武系碳酸盐岩类裂隙岩溶含水岩组。矿区范围内主要有三山子组、炒米店组及张夏组含水岩组。三山子组、炒米店组岩层在矿区内出露位置相对较高,大气降水一部分沿地形坡向顺沟谷直接流入浪溪河中,一部分沿构造裂隙部位直接入渗补给下伏含水岩组,两含水岩组富水性较弱,对未来矿井的生产开采影响不大。张夏组含水层大部分出露地表,钻孔揭露厚度为 7.89~78.30 m,由南至北,埋藏厚度逐渐加大。该含水岩组含水层厚度在 5~20 m 之间,水位埋深一般在 5.93~16.36 m,在山前地带,部分井孔水位埋深大于 25 m。该含水岩组裂隙岩溶发育不均匀,富水性迥然不同,经简易抽水实验,单井涌水量在 480~720 m<sup>3</sup>/d 之间,降深在 17.708~35.00 m,单位涌水量一般在 0.238~0.470L/s·m 之间,富水中等(表 1)。矿化度 0.491~0.535 g/L 之间,水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca 型。在非构造裂隙发育部位成井率较低,富水性弱。

表 1 张夏组含水层调查井孔及抽水实验参数统计

孔号	孔深(m)	井孔半径(m)	水位埋深(m)	含水层厚度(m)	涌水量(m <sup>3</sup> /d)	降深(m)	单位涌水量(L/s·m)	影响半径(m)	渗透系数(m/d)
27	170	0.16	31.51	15.00	720	35.00	0.238	461.23	1.736
38	218	0.11	6.47	20.00	720	17.708	0.470	282.02	2.54
43	270	0.19	5.93	25.00	480	18.783	0.295	199.71	1.13
23	240	0.11	—	—	干井	—	—	—	—
46	260	0.11	—	—	干井	—	—	—	—
48	190	0.11	—	—	干井	—	—	—	—

(3)寒武系碳酸盐岩夹碎屑岩类岩溶裂隙含水岩组。该含水岩组主要由寒武纪崮山组及朱砂洞组含水层构成。崮山组含水层在矿区内出露位置相对较高,岩性以薄板状灰岩为主,夹有页岩层,岩溶裂隙发育较弱,富水性极差,对矿床充水影响不大。朱砂洞组含水层,埋藏于馒头组之下,顶板标高为 -93.38~-108.57 m,厚度为 103.10~114.00 m,在区内分布较稳定。岩性以灰质白云岩为主,局部夹有薄层泥岩,岩溶裂隙发育较弱,在岩层裂隙或层理间常有纤维状石膏呈不规则状、团块状或似层状产出。该含水层是矿体顶部的主要含水岩组,水位标高在 78.327~82.322 m 之间,具有承压性,经抽水试验,单位涌水量 0.000 28~0.016 L/s·m,为弱富水含水层。

该岩组以黑云变粒岩为主,埋藏于寒武纪地层之下,因强风化使岩石变得松软。该岩组风氧化层厚度达 3.79~20.57 m,工程揭露层底实际标高为 -187.95~-229.92 m。该层岩石裂隙较发育,但裂隙深度浅且细小,影响深度在几米至十几米之间,因此该层储水空间不大,富水性弱且不均。

1.2.2 隔水层特征

(1)寒武纪馒头组。该隔水层在矿区内分布稳定,地表无出露,岩性以紫红色页岩为主,顶部夹灰岩透镜体,底部为厚约 20 m 左右的一层泥岩,层底标高为 -79.534~-108.566 m,厚度 103.10~135.39m,倾角 3°~5°,产状平缓。经钻探工程揭露,该层以页岩、泥岩为主,裂隙不发育,且整个层位厚度大,是很好的隔水层。

(2)泰山岩群山草峪组。该隔水层为矿体围

(4)泰山岩群变质岩类风氧化带裂隙含水岩

岩,岩性以黑云变粒岩为主,次为黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩,夹有条带状条纹磁铁角闪石英岩(即含矿层)。岩石坚硬、致密,节理裂隙多为闭合状,碳酸盐质薄膜充填,单位涌水量 $0.000\ 16\ \text{L/s}\cdot\text{m}$ 。

### 1.2.3 地下水的补给径流排泄条件

(1)第四系松散岩类孔隙水。区内松散岩类孔隙水的主要补给来源是大气降水,其次是地表水体的入渗补给,此外还接受基岩地下水的越流顶托补给和农业灌溉的回渗补给<sup>[7]</sup>。其排泄方式以人工开采为主,或以潜流的形式排泄出该区。

(2)寒武系碳酸盐岩类裂隙岩溶水。其补给来源主要为大气降水,由于该区基岩大部分裸露地表,且产状平缓,地表岩溶裂隙发育,可直接接受大气降水的补给,因此岩溶裂隙地下水水位动态年内变化特征表现为陡升与缓降2个阶段,最高水位出现在每年的8—9月,水位最低时常见于5—6月。地下水位年变化幅度在4~8 m之间。在天然状态下,裂隙岩溶水顺岩层倾向向北西径流。在此过程中,部分地下水则以泉的形式排泄于沟谷河流中,一部分顶托补给第四系孔隙水,其余部分则继续向北西方向运移排泄出区外。

(3)寒武系碳酸盐岩夹碎屑岩类岩溶裂隙水。其补给来源主要来自东平县境内地下水侧向径流补给,该含水层由于受馒头组厚层页岩的隔水,与上部第四系及张夏组含水层基本无水力联系。因区内对该层地下水基本未开采利用,所以其承压水位年度变化幅度不大,地下水径流缓慢,循环交替缓慢,水质矿化度较高;其排泄方式以径流的方式向下游北西方向缓慢排泄。

(4)泰山岩群变质岩类风氧化带裂隙水。矿区内该类型地下水区域侧向径流强度不大,其补给源主要是朱砂洞组岩溶裂隙水的越流补给,通过钻孔水位测量结果表明,朱砂洞组含水层比山草峪组风氧化带含水层的水位标高明显偏高,在裂隙构造发育地段山草峪组风氧化带裂隙水接受朱砂洞组含水层水补给。此含水层具有承压性,其承压水头年度变化幅度不大,径流缓慢,排泄微弱,矿化度为 $1.087\ \text{g/L}$ ,水化学类型为 $\text{SO}_4 - \text{Ca}\cdot\text{Na}$ 。

## 2 矿床充水因素分析

### 2.1 地表水体对矿床充水的影响

从地层岩性结构看,由于矿床上部有厚层的馒

头组页岩层隔水阻隔,地表水与埋藏于寒武系之下的矿体基本无水力联系。因此,矿区内地表水不会对矿床充水构成威胁,为间接充水水源。

### 2.2 地下水对矿床充水的影响

矿体赋存于泰山岩群山草峪组中,其顶板为寒武纪朱砂洞组白云质灰岩夹页岩及泥岩,矿体呈带状分布。由于寒武纪馒头组为隔水岩层,且在区内分布稳定,所以区内第四系孔隙水及张夏组裂隙岩溶水,与下伏含水层基本无水力联系,对矿床不会构成威胁,属间接充水水源。朱砂洞组及山草峪组含水层处于馒头组隔水层下面,与下伏矿体直接接触,由于这2个含水层之间不存在明显的隔水层,因此沿山草峪组风氧化带裂隙发育部位可对矿床构成直接充水威胁。综上所述,朱砂洞组与山草峪组含水层是矿区内直接充水水源。

### 2.3 未封钻孔对矿床充水的影响

在20世纪70年代铁矿普查时,矿区内施工的钻孔均未封孔,这些钻孔可能沟通馒头组上部与下部的各含水层之间水力联系。在未来矿床开采时,如井巷揭露或接近这些钻孔时,则它们可成为导致地表水、第四系孔隙水及其他含水岩组地下水涌入井巷的通道。在矿井生产时,若预先做好钻孔的重新封闭工作,对矿床不会构成威胁。

## 3 矿床开采对泉水的影响

### 3.1 泉水的成因

在洪范池镇附近,张夏组含水层大都出露在地表,地下部分只有5~60 m,该底部即为馒头组页岩和泥岩,是区内很好的隔水层,因此在张夏组底部,地表岩溶裂隙构造发育处,容易出露下降泉<sup>[8]</sup>。泉水和下伏馒头组底部朱砂洞组含水岩层与山草峪组内的铁矿矿体联系甚微,但和张夏组裂隙岩溶含水层关系密切<sup>[9]</sup>。

### 3.2 矿床开采对泉水的影响

张夏组下伏地层为馒头组、朱砂洞组及山草峪组。馒头组厚度 $103.10\sim 135.39\ \text{m}$ ,岩性为紫红色页岩及泥岩,属于中硬岩石。朱砂洞组厚度 $103.10\sim 114.00\ \text{m}$ ,岩性以灰质白云岩为主,局部夹薄层泥岩,属于中硬岩石。山草峪组顶部风化岩层,厚度 $3.79\sim 20.57\ \text{m}$ ,岩性为黑云斜长片麻岩及黑云变粒

岩为主,岩石风化强烈,属于软弱岩石。张夏组距离铁矿层大于200 m,矿层倾向 $50^{\circ} \sim 66^{\circ}$ ,矿体开采总厚度不大于15 m。因此,根据“上三带”理论,采用急倾矿层冒落带和导水裂隙带高度计算公式<sup>[10,11]</sup>(按中硬岩石,开采矿层的高差按400 m计算):

①导水裂隙带高度计算公式:

$$H_{\text{导}} = 100 \sum Mh / (7.5h + 293) \pm 8.4$$

②冒落带高度计算公式:

$$H_{\text{垮}} = 0.5 H_{\text{导}}$$

其中: $H_{\text{导}}$ —导水裂隙带高度(m); $H_{\text{垮}}$ —冒落带高度(m); $M$ —矿层开采总厚度(m); $h$ —开采矿层的高差(m)。

$$\begin{aligned} H_{\text{导}} &= 100 \times 15 \times 400 / (7.5 \times 400 + 293) \pm 8.4 \\ &= 182.2 \pm 8.4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H_{\text{垮}} = 0.5 \times (182.2 \pm 8.4 \text{ m}) = 91.1 \pm 4.2 \text{ m}$$

根据计算得出,导水裂隙带最大高度为190.6 m,矿体距张夏组含水层尚有10 m以上的距离,并且矿井在生产中在矿体顶部还要留设防水矿柱,因此,矿井疏排水对泉水不会产生明显的影响。

## 4 结论

洪范池铁矿在生产开采时,泉水、地表水体、第四系孔隙水及张夏组岩溶水,均对矿体构不成直接威胁,为间接充水水源,对矿坑涌水和矿坑排水没有

大的影响;朱砂洞组及山草峪组含水层是矿床充水的直接充水水源,矿床充水水文地质条件属简单类型。在建设生产时,矿体上部留足防水保护矿柱,矿井的疏排水对泉水不会有明显的影响。

## 参考文献:

- [1] 宋明春,王沛成. 山东省区域地质[M]. 济南:山东省地图出版社,2003.
- [2] 曹国权,张天祯. 鲁西早前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [3] 张增奇,刘明渭. 山东省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [4] 曾广湘,吕昶,徐金芳. 山东铁矿地质[M]. 济南:山东科学技术出版社,1998.
- [5] 徐东来,胡艳霞. 山东省平阴县洪范池铁矿地质特征[J]. 山东国土资源,2008,24(1):7-9.
- [6] 孔庆友,张天祯,于学峰,等. 山东地勘读本[M]. 济南:山东科学技术出版社,2002.
- [7] 李传谟,康凤新. 岩溶水资源及增源增采模型[M]. 济南:山东科学技术出版社,1999.
- [8] 徐军祥,康凤新. 山东地下水资源可持续开发利用研究[M]. 北京:海洋出版社,2001.
- [9] 付东叶,高明波,朱国庆. 洪范池镇泉水的地质成因探析[J]. 资源与产业,2007,9(6):109-111.
- [10] 邹友峰,邓喀中. 矿山开采沉陷工程[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [11] 陆经林. 最新煤田(矿)地质工程技术实用手册[S]. 北京:科大电子出版社,2004.

## Influence to the Surrounding Springs Due to Exploitation of Hongfanchi Iron Deposit in Pingyin County

HU Yan-xia<sup>1</sup>, XU Dong-lai<sup>2,3</sup>

(1. City Development College of Jinan University, Shandong Jinan 250022, China; 2. Water Resources and Environment College of China Geological University, Beijing 100083, China; 3. Shandong Geological Surveying and Mapping Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Hongfanchi magnetite deposit locates in Shancaoyu formation of Neoproterozoic Taishan group. There are many springs around the orebodies. Thus, it has great significance to study the effect on springs of mining water. As showed by the study result, water-bearing layers of Zhushadong formation and fissured water in efflorescent oxygenized belts of Shancaoyu formation are direct water sources. The hydrogeological condition of deposit water filling type is simple. The spring water exposed in water bearing layers of Cambrian Zhangxia formation and has no hydraulic interaction with water bearing layers of Shancaoyu formation. If water bearing layers of Zhangxia formation do not communicate with mining area, it has no obvious influence to spring water.

**Key words:** Hongfanchi iron deposit; hydrogeology; springs; Pingyin county