

地质与矿产

# 苍峰铁矿带苍山县沟西—西官庄矿区沟西矿段 (凤凰山铁矿)主井井筒检查孔水文地质特征分析

朱昶

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

**摘要:**苍峰铁矿带苍山县沟西—西官庄矿区沟西矿段, 又称凤凰山铁矿, 为隐伏的鞍山式低品位铁矿, 矿区水文地质条件属于中等型。对施工的主井、副井、进风井、东风井和西风井井筒检查孔进行了水文地质编录和分层抽水试验, 以主井井筒检查孔为例, 划分了4层含水段, 求得了各含水层的水文地质参数, 对荒径涌水量进行了预测; 基本查明了井筒检查孔的含水性等水文地质特征, 确定了注浆段, 为矿山立井防治水方案提供了设计依据。

**关键词:**井筒检查孔; 含(隔)水层; 荒径涌水量; 注浆段; 凤凰山铁矿; 苍山县

中图分类号: TD262

文献标识码: A

## 0 引言

为今后铁矿矿山资源开发利用及铁矿防治水方案提供参考, 减少矿山施工过程中遇有裂隙岩溶含水层而发生突水事故, 对施工主井、副井、进风井、东风井和西风井井筒检查孔进行了水文地质编录和分层抽水试验<sup>①</sup>, 以主井井筒检查孔为例, 对竖井井筒检查孔进行水文地质特征分析。

苍山县凤凰山铁矿隶属临沂矿业集团有限责任公司, 行政区划属山东省苍山县尚沿镇, 为隐伏的鞍山式低品位铁矿, 矿床规模大, 矿石质量较好。矿层由老到新主要为新太古代泰山岩群山草峪组, 新元古代青白口纪土门群黑山官组、二青山组和震旦纪土门群佟家庄组, 古生代寒武纪长清群李官组、朱砂洞组、馒头组<sup>②</sup>。第四系分布于山前平地及沟谷两侧。泰山岩群山草峪组是(鞍山式)铁矿的赋存层位<sup>[1]</sup>。

对施工主井、副井、进风井、东风井和西风井井筒检查孔进行了水文地质编录和分层抽水试验, 以主井井筒检查孔为例, 阐述分析其水文地质特征。

## 1 水文地质条件

### 1.1 地形地貌

矿区位于鲁中台隆的南部丘陵区, 地形西高东低, 矿区西部最高点标高+218.10 m, 东南部最低点标高+41.50 m。东北及南部为剥蚀冲洪积地形, 地势较平坦, 标高+40.70~+88.80 m。当地最低侵蚀基准面标高+47.50 m, 该矿床矿体位于当地最低侵蚀基准面之下。

### 1.2 气象水文

区内气象属暖温带季风半湿润气候, 四季分明, 多年平均气温13.2℃。多年平均降水量787.7 mm (1958—2011年); 年平均蒸发量1385.9 mm, 最大冻土深度31 cm。

矿区内地表水不发育, 会宝岭水库位于矿区北西约4.5 km, 为区外最大的地表水体, 防洪水位高程78.25 m, 总库容2.09亿m<sup>3</sup>。

### 1.3 含(隔)水性

#### 1.3.1 朱砂洞组灰岩含水段

含水段分为上灰岩、余粮村页岩、下灰岩, 分布

收稿日期: 2013-04-15; 修订日期: 2013-11-18; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 朱昶(1981—), 男, 山东微山人, 工程师, 主要从事矿区水工环地质勘查、评价工作; E-mail: zhuchangh@163.com。

①山东省鲁南地质工程勘察院, 临沂矿业集团有限责任公司凤凰山铁矿主井井筒检查孔水文地质工程地质勘察报告, 2013年。

②山东省鲁南地质工程勘察院, 山东省苍山县沟西—西官庄矿区沟西矿段铁矿勘探报告, 2012年。

于第四系之下、盖层的上部,裂隙不发育或较发育,钻进过程中冲洗液消耗量 2 376 ~ 4 752 L/h,孔内不返水,钻孔单位涌水量 0.185 L/s · m,为中等富水潜水含水层<sup>[4]</sup>。地下水水化学类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca 型水,矿化度小于 0.52 g/L。

### 1.3.2 石英砂岩含水层

由石英砂岩与泥灰岩组成,裂隙发育,钻进过程中冲洗液消耗量 3 960 ~ 6 336 L/h。井检孔含水层埋深 144.55 ~ 247.40 m,井检孔单位涌水量 0.26 L/s · m,为中等富水承压水含水层<sup>[2]</sup>。地下水水化学类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca 型水,矿化度小于 0.51 g/L。

### 1.3.3 石英砂岩、粉砂岩、含海绿石石英砂岩含水段

含水段共分 2 段,采用混合抽水试验,含水层埋深 247.40 ~ 523.30 m,均为承压含水层,分布在盖层的中部及底部,半张性裂隙不发育,均为闭合裂隙,井检孔地下水位埋深 8.20 m,含水层埋深 511.45 ~ 523.30 m,钻孔单位涌水量 0.004 7 L/s · m,由于含水层补给来源差,含水极差,为弱富水含水层,水化学类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca · Mg 型水,矿化度小于 0.689 g/L。

### 1.3.4 隔水层

埋深 525.80 ~ 1 092.00 m,为承压含水层,岩性为页岩、黑云变粒岩、黑云角闪片岩及磁铁角闪石英岩等,钻孔单位涌水量 0.057 ~ 0.175 L/s · m,水化学类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca 或 HCO<sub>3</sub> · SO<sub>4</sub> - Ca · Na 型水,矿化度 1.42 ~ 1.96 g/L。该含水层岩石裂隙多为闭合型裂隙,含水性微弱,阻隔水性较好。

综合分析,水文地质钻孔由于岩性变化及裂隙发育不均一,含水层的水文地质条件不同,造成涌水量有所不相同,含水层的补给条件及裂隙发育不均一是制约水量大小的主要因素。

## 1.4 断层构造水文地质特征

井检孔附近地层走向近 SN,向南东缓倾斜的单斜构造,地层倾角一般在 10° ~ 12°。根据物探及地质勘探资料:F6 断层位于井检孔的东部 120 m,走向 NE,倾向 NW,倾角 49° ~ 80°,为高角度透水正断层,钻孔未有揭露;位于井检孔东 F7 断层,距离 1 160 m,断层走向 NE,倾向 NW,倾角 63°,为一阻水性断裂,该断层距井检孔较远,主井施工不会对断层产生影响。

上部盖层石英砂岩、灰岩、含海绿石石英砂岩裂隙发育,裂隙频率一般 5 ~ 8 条/m,下部基岩局部破

碎段,是由于区内泰山岩群变质地层经过强烈的变质变形作用形成了一系列复式倒转似背斜和复式倒转似向斜,基底发育褶皱构造的挤压影响所致。

## 1.5 大气降水与矿坑充水的影响

大气降水是该区地下水主要补给来源,降水一般集中在每年的 7,8,9 月份。根据地下水动态观测资料分析,最高水位标高 47.84 m,最低水位标高 43.15 m,矿区内地形起伏较大,地形坡降大于  $6 \times 10^{-3}$ ,地表径流快,不利于大气降水的入渗,因页岩泥灰岩裂隙不发育,隔水性较好,大气降水间接性补给矿坑地下水比较慢也比较弱,不会直接对矿坑产生充水危害。

## 2 井检孔涌水量计算

### 2.1 水文地质试验

抽水试验段共划分为 4 段,采用稳定流抽水试验<sup>[3]</sup>(图 1—图 4),从 4 张曲线图中可以看出,水位降深与涌水量均比较稳定,黑云变粒岩段单位涌水量最小,其他试验段涌水量自上而下逐渐增大,单位涌水量也随之增大,石英砂岩段抽水试验经计算渗透系数最大,裂隙发育,为较好的含水段。

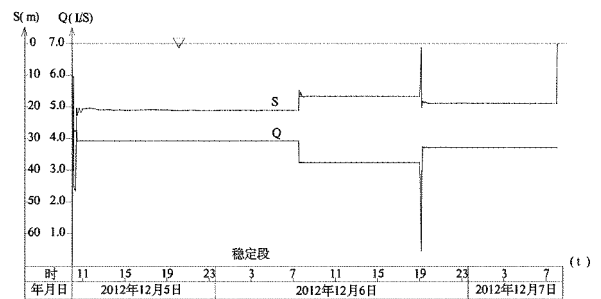


图 1 上部灰岩段抽水试验段 QS - f(t) 曲线

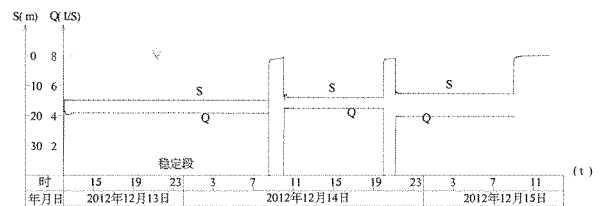


图 2 石英砂岩段抽水试验段 QS - f(t) 曲线

## 2.2 井筒涌水量预测评价

### 2.2.1 水文地质参数的确定

井检孔位于南矿带的底板黑云变粒岩中。井检孔抽水试验证明,上部灰岩及石英砂岩含水层水量

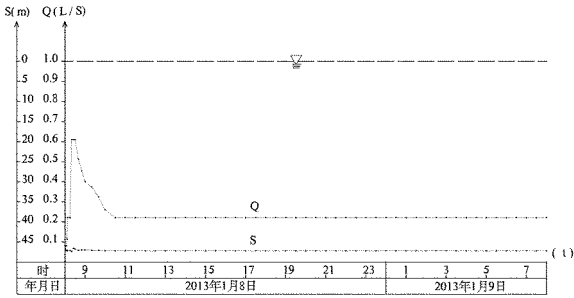


图3 粉砂岩、页岩抽水试验段 QS-f(t)曲线

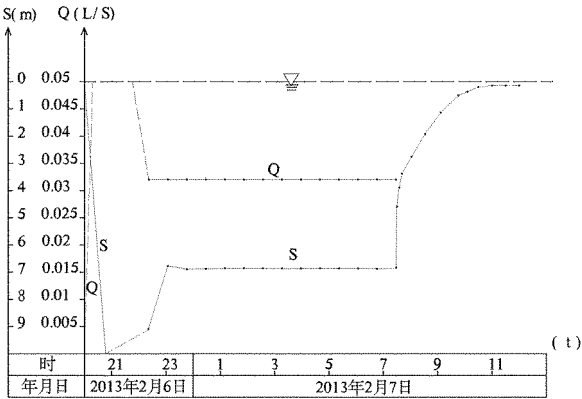


图4 黑云变粒岩段抽水试验段 QS-f(t)曲线

较大,佟家庄组粉砂岩、二青山组页岩、灰岩及含海绿石英砂岩含水层水文地质条件补给差。虽然上

部第四系覆盖,朱砂洞组灰岩受季节性影响水位变化较大,采用潜水完整井计算;李官组石英砂岩承压水含水层,抽水时未完全揭露含水层底板,采用承压非完整井计算;佟家庄组、二青山组承压含水层,采用承压完整井计算;黑云变粒岩含水段均采用无限边界承压完整井公式计算<sup>[4,5]</sup>。

潜水完整井公式:

$$K = \frac{0.73Q}{(2H - S)S}(\log R - \log r)$$

$$R = 2S \sqrt{KH}$$

承压非完整井公式:

$$K = \frac{0.3685Q}{MS} \{ (\log R - \log r) + 0.5\xi \}$$

承压完整井公式:

$$K = \frac{0.366Q}{MS}(\log R - \log r)$$

$$R = 10S \sqrt{K}$$

式中:Q—流量(m<sup>3</sup>/d);K—渗透系数(m/d);R—影响半径(m);r—钻孔半径(m);M—含水层厚度(m);S—水位降深(m);H—水柱高度(m);ξ—阻力系数。

各含水段的水文地质参数计算结果见表1。

表1 钻孔抽水试验计算成果

工程编号	孔深(m)		钻孔半径(m)	静止水位(m)	含水层厚(m)	水柱高度(m)	含水层名称	水位降深		涌水量(L/s)	渗透系数(m/d)	影响半径(m)
	自	至						次序	降深(m)			
井检孔	3.10	128.95	0.061	6.95	119.10	122.00	灰岩	S1	16.73	3.239	0.184	159
								S2	18.95	3.719	0.194	183
								S3	21.16	3.922	0.185	201
	144.55	247.40	0.061	6.75	102.85	240.65	石英砂岩	S1	12.80	3.922	0.533	95
								S2	14.14	4.459	0.571	107
								S3	19.25	5.002	0.479	133
	247.40	523.30	0.046	8.20	11.85	515.10	粉砂岩页岩	S1	47.20	0.221	0.0401	94
	525.80	1183.40	0.046	83.70	307.00	1008.30	黑云变粒岩	S1	6.86	0.032	0.0008	2

2.2.2 井筒(荒径)涌水量预计

上部盖层灰岩选择直线隔水边界潜水完整井,石英砂岩采用承压转无压直线隔水边界完整井计算,中下部粉砂岩、页岩及黑云变粒岩影响范围较小,盖层选择无限边界承压转无压完整井公式计算<sup>[4,5]</sup>。

隔水边界潜水完整井:

$$Q = \frac{1.366K(2H - S)S}{2\lg R - \lg 2dr}$$

$$R = 2S \sqrt{KH}$$

承压转无压隔水边界完整井:

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

承压转无压无限边界完整井:

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

$$R = 10S \sqrt{K}$$

最大涌水量:Q<sub>天</sub> = 3Q

式中:Q—井筒预计涌水量(m<sup>3</sup>/d);Q<sub>天</sub>—井筒最大涌水量(m<sup>3</sup>/d);K—平均渗透系数(m/d);R—影响

半径(m); $r$ —井筒半径(荒井半径)(3.50 m); $M$ —含水层厚度(m); $S$ —静止水位至含水层底板的降距(m); $H$ —水柱高度(m); $d$ —井筒到断层的距离1160m。主井井筒(荒径)涌水量预计结果见表2。

表2 井筒涌水量预计结果

预测层位	起止深度(m)		预计涌水量( $m^3/d$ )	
	自	至	正常	最大
朱砂洞组	6.75	128.95	1717	5151
李官组	144.55	247.40	10983	32949
二青山组、佟家庄组 黑山官组	247.40	523.30	268	804
山草峪组	523.30	1183.40	300	900

### 2.3 注浆段的确定

井筒检查孔产生充水现象且岩石破碎段为:58.65 ~ 63.95 m, 128.95 ~ 144.55 m, 157.95 ~ 169.70m, 328.90 ~ 345.15 m。上部灰岩及石英砂岩段,含水层水量较大,在井筒设计施工中应引起足够的重视,采取注浆或帷幕护壁的方法予以解决。

## 3 结论

该矿床产于变质岩系岩层中,为隐伏矿体,矿区

水文地质条件属于中等型。建议未来矿山企业在坑道设计和施工过程中,应提前打入探水孔,做到“早预测早预防,有疑必探、先探后掘”的防治水原则<sup>[6]</sup>。

致谢:山东省鲁南地质工程勘察院陈占成研究员阅读全文并给予取予悉心指导和帮助。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] GB12719-91. 矿区水文地质工程地质勘探规范[S].
- [3] 薛禹群,朱学愚. 地下水动力学[M]. 北京:地质出版社,1978.
- [4] 地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1985:716-757.
- [5] 供水水文地质手册编写组. 供水水文地质手册第二册水文地质计算[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [6] 谢军民,姜文娟. 栖霞香乔东部石灰岩矿区水文地质条件分析[J]. 山东国土资源,2012,28(10):33-37.

## Analysis on Hydrogeological Characteristics of Inspection Hole in Main Shaft in Gouxu Section of Gouxu - Xiguanzhuang Mine (Fenghuangshan Iron Deposit) in Cangshan County in Cangyi Iron Deposit Belt

ZHU Chang

(Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

**Abstract:** Fenghuangshan iron deposit in Cangshan county is hidden low grade iron deposit, and hydrogeological condition belongs to medium type. Hydrogeological logging and pumping tests of inspection holes of main shafts, auxiliary shafts, intake shaft, Dongfeng well and Xifeng well bore wells have been carried out. Setting inspection holes of main shaft as an example, four ore-bearing layers have been divided, the aquifer hydrogeological parameters have been obtained, and shortage of water inflow diameter has been predicted. Hydrogeological characteristics, such as aquosity has been identified basically, grouting segment has been determined. It will provide design basis for making water prevention programs mine shaft.

**Key words:** Shaft inspection hole; containing (septum) water layer; shortage diameter water inflow; grouting segment; Phoenix Mountain Iron; Cangshan county