

山东省兰陵县王埝沟铁矿矿床 充水因素分析及涌水量预测

李军,朱昶,张立,何平,徐锦亮,马腾

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:王埝沟铁矿为大型沉积变质型(鞍山式)低品位铁矿,矿区水文地质条件中等。通过对区内地表水文地质调查、地质孔简易水文地质编录、分层抽水试验及井下坑道水文地质调查,查明了矿床的水文地质特征及充水来源;结合目前矿坑实际涌水量,采用“大井法”与“比拟法”对不同标高矿坑正常涌水量和最大涌水量进行预测,为矿床深部的开采提供可靠依据,并在此基础上为矿床深部的开采提出合理的建议。

关键词:充水因素;涌水量预测;比拟法;大井法;王埝沟铁矿;山东兰陵

中图分类号:TD742 **文献标识码:**B

引文格式:李军,朱昶,张立,等.山东省兰陵县王埝沟铁矿矿床充水因素分析及涌水量预测[J].山东国土资源,2015,31(7):50-54.LI Jun, ZHU Chang, ZHANG Li, etc. Analysis On Deposit Water Filling Factors and Prediction of water inflow in Wangniangou Iron in Lanling County of Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2015,31(7):50-54.

王埝沟铁矿床位于山东省兰陵县尚岩镇,属苍峰铁矿带的东延部分^[1]。2005—2007年山东省鲁南地质工程勘察院对该地区进行了详查一勘探评价,并提交铁矿石资源量17 356.3万t。该矿床建井后于2012年5月正式开采,经开采证实,矿体产出稳定,矿石质量较好。根据勘探资料分析矿体深部未封闭,其深部仍有一定的成矿远景,为增加矿山后备资源,2013—2014年该院对该地区进行了矿床深部补充勘探工作,共求得铁矿石资源量20 110.1万t,深部新增铁矿石量2 753.8万t。因此,研究该矿区水文地质条件、进行矿床充水因素分析及预测矿床深部开采涌水量,对于矿床深部的开采具有重要意义。

1 矿区水文地质条件

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,最高点标高+109.40 m,东部最低点标高+52.40m。该矿区南起孙埝沟,北至杜村南部,西

临近白水石牛村,东南至马套村,面积3.25 km²。当地最低侵蚀基准面为标高+48.0 m。矿床位于当地最低侵蚀基准面之下。

1.2 气象水文

区内气象属暖温带半湿润季风气候,四季分明,雨热同季。多年平均气温13.3℃,平均降水量787.7 mm(1969—2013年),年最大降水量1417.3 mm(1960年),最大冻土深度31 cm。

该区地表水不发育,仅为季节性沟溪。会宝岭水库位于矿区北西侧2 km处,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m³。

1.3 含水层

根据详查一勘探及补充勘探资料,矿区内分为第四纪孔隙含水岩层、长清群李官组裂隙含水层、土门群二青山组岩溶裂隙含水层和山草峪组基岩裂隙含水层(图1)。

1.3.1 第四纪孔隙含水岩层

主要分布于山前倾斜堆积平原沟溪两岸,位于矿区的西部、中部及东部,占整个矿区面积的1/2。

收稿日期:2014-09-02;修订日期:2014-10-22;编辑:陶卫卫

作者简介:李军(1983—),男,安徽阜阳人,助理工程师,主要从事矿区水工环地质勘查、地质找矿工作;E-mail:lijunjun333@126.com

含水层厚度 0~25.38 m 不等,自西向东逐渐增厚,其成因为冲洪积、坡积或残积物所形成,主要成分为砂质粘土,地下水埋藏深度 2.67 m,且受气候影响较大,富水较弱。

1.3.2 长清群李官组裂隙含水层

分布在西部、中部及东部一带,呈近南北向及北东方向展布,岩性主要为石英砂岩。含水层厚 47.19~51.05 m,岩层倾向 E,倾角 10°~15°,裂隙较发育,大部分裸露地表,分布在丘陵高地。该层裂隙渗透性能差,含水较弱,泉涌水量小于 0.01 L/s,富水较弱。

1.3.3 土门群二青山组岩溶裂隙含水层

该含水岩层为矿区主要含水岩层,分布在整个矿区的中深部,呈近 SN 向的带状展布,含水层厚

73.35~136.00 m,岩层走向 10°~15°,倾向 SE,倾角 10°~14°,由灰岩含水层与石英砂岩含水层组成。含水层埋深 47.66~303.00 m,自西向东逐渐变深,钻孔单位涌水量 0.00989~4.47 L/(s·m),渗透系数 0.024~0.0553 m/d。属含水不均匀的岩溶裂隙水,富水中等。

1.3.4 泰山岩群山草峪组基岩裂隙含水层

该含水岩组位于沉积岩地层之下,岩性为泰山岩群山草峪组黑云变粒岩、黑云角闪片岩及磁铁角闪石英岩等,地表露头较少。通过抽水试验,钻孔单位涌水量 0.006 7~0.010 2 L/(s·m),渗透系数 0.000 20~0.006 7 m/d。该含水层为裂隙发育不均匀的微弱含水层。

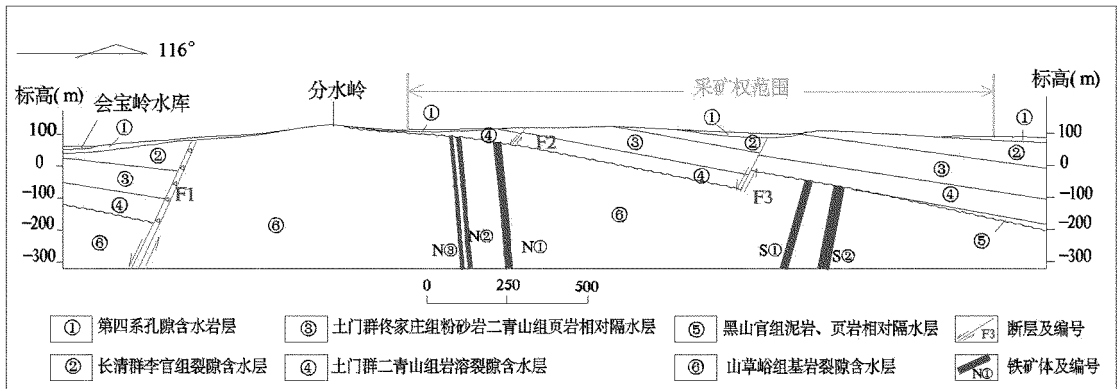


图 1 水文地质特征剖面示意图

1.4 隔水层

根据详查—勘探及补充勘探资料,矿区内分为土门群佟家庄组粉砂岩、二青山组页岩相对隔水层和黑山官组泥岩、页岩相对隔水层。

1.4.1 佟家庄组粉砂岩二青山组页岩相对隔水层

该隔水层由土门群佟家庄组粉砂岩、二青山组紫色页岩组成,分布于全矿区,含水层平均厚度 57.07m,最厚 97.20 m,自西向东逐渐增厚,西部由于剥蚀严重厚度只有 0.64 m,位于第四系和李官组砂岩之下,全区发育,岩体完整,裂隙不发育,民井涌水量小于 0.01 L/s,富水性极微弱,具较好阻水作用。

1.4.2 黑山官组泥岩、页岩相对隔水层

该隔水层由黑山官组泥岩、页岩及底砾岩组成,位于二青山组石英砂岩之下,不整合于山草峪组黑云变粒岩之上。矿床内黑山官组发育不完全,产出不稳定,仅在矿区东部发育。含水层厚 0.00~

2.00m。岩石较为致密,裂隙不发育,起到一定的隔水作用,为局部发育的隔水层。

1.5 断层构造水文地质特征

矿区内及外围断裂构造较发育,主要为白水牛石断层(F1)及其次级派生构造(F2,F3)。

白水牛石断层(F1):位于矿区西 590 m 处,断裂呈近 SN 走向,倾向 W,倾角 60°,为 W 盘下降 E 盘上升的正断层。断层破碎带在地表出露宽度 10~40 m,胶结物成分为泥质、硅镁质,胶结良好,经民井试验单位涌水量 0.025 L/s·m,泉涌水量为 0.061L/s,其透水性较弱,为局部隔水的断层,由于距矿床较远,对矿床无直接影响。

F2 断层:位于矿区西部孙埵沟村北侧,走向 NE65°~70°,倾向 NW,倾角 65°。断层延伸规模小,延深较浅,断距小,断层最大断深至盖层的底部,没有对矿体切割影响。对矿床水文地质条件意义不大。

F3 断层:位于矿区中部王捻沟一带,走向 NE $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,倾向 NW,倾角 65° ,宽 2~5 m,破碎带为泥钙质胶结,胶结较好,具不透水性,起阻水作用,断层抽水试验单位涌水量 $0.000179\text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$,渗透系数为 $0.00039\text{ m}/\text{d}$ 。该断裂通过钻探验证及坑道调查,断距小,断层最大断深至山草峪组变质岩层顶部,尚未对矿体及围岩产生切割影响。

2 矿床充水因素分析

该矿床产于泰山岩群山草峪组变质岩系岩层中,为隐伏矿体,矿体呈倾斜的层状,矿体走向 NW $279^{\circ}\sim 284^{\circ}$,有南北两翼矿体组成,呈向型状,N 翼矿体倾向 SW,倾角 $81^{\circ}\sim 88^{\circ}$,局部直立或倒转;S 翼矿体倾向 NE,倾角 $63^{\circ}\sim 75^{\circ}$,局部较缓。矿体顶部西端埋深 34.82 m,向 E 侧倾伏,并隐伏于沉积岩地层之下。

2.1 降水对矿坑充水的影响

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。根据坑道总涌水量动态观测资料分析与月降雨量对比分析,涌水量受季节性影响变化并不明显(图 2),由于矿坑被沉积岩地层覆盖,降水入渗补给较慢,一般大气降水 3~4 月后,矿坑涌水量才开始有缓缓上升现象。

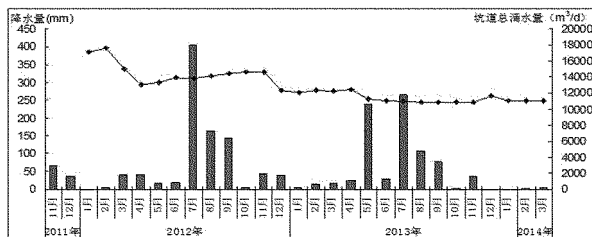


图 2 降雨量与坑道涌水量动态关系对比图

由于矿区内地形起伏较大,地形坡降大于 13×10^{-3} ,地表径流快,不利于大气降水的入渗,且有土门群二青山组泥灰岩、页岩相对隔水层的阻隔,大气降水间接性补给矿坑地下水较慢也较弱,不会直接对矿坑产生充水危害。

2.2 地表水体对矿坑充水的影响

会宝岭水库位于矿区北西侧 2 km,为距离矿床最近的水体,水库与矿床之间有一近 NNE 走向的丘陵山脉,标高 +88.9~+100.20 m,高于水库防洪水位标高(+78.25 m),由于丘陵的阻隔,水库水不会溢入矿床内。

王捻沟村东季节性冲沟,位于矿区中部,近南北向蜿蜒横穿矿体,根据流量断面测量,上游断面流量 $0.044\text{ m}^3/\text{s}$,下游断面流量 $0.0197\text{ m}^3/\text{s}$,测量堰距 640 m,渗入量 $0.0243\text{ m}^3/\text{s}$,仅可补给浅层含水层地下水,且由于土门群二青山组泥灰岩、页岩相对隔水层的阻隔,不会对矿坑产生充水危害。

2.3 二青山组岩溶裂隙含水层对矿床的充水影响

土门群二青山组岩溶裂隙含水层富水中等,与上部矿体呈不整合接触,其含水层的水易直接溃入采矿坑道,对坑道产生充水危害。根据钻孔揭露矿层均较完整,裂隙发育较差,为防止地下水直接溃入坑道造成危害,开采时上部矿体均应留一定厚度的防水保安矿柱。F3 断层附近,即位于南北矿带的第 12 勘查线附近应加大预留防水保安矿柱的厚度至 20 m,以防止该含水层的水直接溃入矿坑。

2.4 基岩裂隙含水层对矿床的充水影响

矿床位于山草峪组基岩裂隙含水层中,山草峪组基岩裂隙含水层为直接充水水源。根据钻孔水文地质编录、水文地质孔抽水试验及井下-430 m 坑道水文地质调查,该含水层为裂隙发育不均匀的弱含水层,含水较为微弱,对矿床危害较小。在矿床东部 20 线到 28 线之间,由于该处矿体及围岩较为破碎,微张性裂隙较发育,其富水性相对较强,局部会形成较强的出水点,因此,在开采过程中对矿坑周围进行加固处理,对于大的出水点采取注浆止水等措施,以防危害发生。

3 矿坑涌水量预测

3.1 边界条件的确定

该矿床矿体沿走向呈舒缓波状展布,围岩黑云变粒岩,二者均为弱含水的承压含水层。该次坑道涌水量预测范围为矿床资源储量估算边界,由于 F1 断层离估算边界较远,不在矿床开采影响范围内,不作为阻水边界处理,而 F2、F3 断层虽为阻水断层,但其垂向延伸较浅,没有穿过矿体及其围岩。因此, F2、F3 断层不作为阻水边界处理。

由于矿体及围岩埋藏较深,裂隙发育较差,富水性较小,渗透性较弱,矿体均被第四系及盖层所覆盖,地下水局部具微承压性质,可视为相对隔水底板的双边进水无限边界承压水完整井水文地质模型计算。

3.2 坑道涌水量预测

目前王埝沟铁矿正处于开采初期,采用地下巷道开采,现在已开采到-430 m 水平标高。根据矿坑最新涌水量动态观测资料分析:矿坑最大涌水量 407.4 m³/h,最小涌水量 294.9 m³/h,平均涌水量 338.32 m³/h,矿坑最大涌水量为正常涌水量的 1.21 倍。

结合钻孔抽水试验资料及矿坑实际涌水量资料对矿床深部开采进行涌水量预测。以 SZK1204 孔地面标高为基础,地下水水位埋深 9.93 m,水位标高 +79.28 m,下部确定最低控制开采水平-760 m 标高原则计算,采用“大井法”和“比拟法”对开采到不同水平标高时矿坑正常涌水量和矿坑最大涌水量进行预测^[2,3]。

3.2.1 “大井法”涌水量预测计算

(1)计算公式的确定:矿床开采时,地下水由承压转为无压状态,选用“大井法”稳定流承压转无压公式予以计算:

$$Q = \frac{1.366K[(2H - M)M]}{\lg R_0 - \lg r_0}$$

$$Q_{\max} = 1.11Q$$

式中:Q—预测矿坑正常涌水量(m³/d); Q_{max}—预测矿坑最大涌水量; K—渗透系数(m/d); H—承压水头高度(m); M—含水层厚度(m); R₀—引用影响半径(m), R₀ = 10√(K+r₀); r₀—坑道引用半径(m)。

(2)计算参数的确定: K—坑道渗透系数采用 ZK304, ZK804, ZK1204, ZK2404 钻孔抽水试验资料加权平均值 K = 0.0031 m/d; H—承压水头高度根据预测标高与各钻孔平均稳定水位高程 79.28 m 计算; r₀—矿坑几何图形近似矩形,故采用 r₀ = η(a+b)/4 公式计算;(式中:a = 2370 m 为矿坑长度;b = 476 m 为矿坑平均宽度;η = 1.1 查表得); M—预测各不同开采水平时基岩裂隙含水层的平均厚度(m)。

(3)预测结果:分别对-430, -480, -550, -620, -690 和-760 开采标高的矿坑涌水量进行预测,将上述参数代入公式,其矿坑涌水量计算结果见表 1。

3.2.2 比拟法涌水量预测计算

(1)公式的确定:选用地下水呈层流运动时的承压水计算公式:

$$Q = \frac{rS}{r_1 s_1} \quad Q_{\max} = 1.21Q$$

式中:Q—预测坑道正常涌水量(m³/h); Q₁—实测坑道正常涌水量(m³/h); S—预测坑道疏干水量时水位降深(m); s₁—实测坑道水位降深(m); Q_{max}—预测坑道最大涌水量(m³/h); r₁—实测坑道引用半径(m); r—预测坑道引用半径(m),令 r₁ = r。

表 1 “大井法”预测各不同开采标高坑道涌水量 (涌水量单位 m³/d 转换为 m³/h)

预测标高 (m)	渗透系数 K(m/d)	承压水头高度 H(m)	含水层厚度 M(m)	坑道影响半径 r ₀ (m)	坑道引用影响半径 R ₀ (m)	涌水量	
						正常涌水量 Q m ³ /h	最大涌水量 Q _{max} m ³ /h
-430		509.28	378.66		1066.34	319.05	386.05
-480		559.28	428.66		1094.17	359.86	435.43
-550	0.0031	629.28	498.66	782.65	1133.16	417.87	505.62
-620		699.28	568.66		1172.15	475.82	575.74
-690		769.28	638.66		1211.15	536.54	649.22
-760		839.28	708.66		1250.13	597.41	722.86

(2)计算参数的确定: Q₁—实测-430 m 标高坑道正常涌水量为 338.32 m³/h; s₁—实测-430 m 标高坑道水位降深为 509.28 m; S—预测坑道疏干水量水位降深根据预测标高与各钻孔平均稳定水位高程 79.28 m 计算; r₀—令 r₁ = r。

(3)估算结果:分别对-480, -550, -620, -690 和-760 开采标高的矿坑涌水量进行预测,将上述参数代入公式,其矿坑涌水量计算结果见表 2。

表 2 “比拟法”预测不同开采标高的矿坑涌水量

预测标高(m)	-480	-550	-620	-690	-760
涌水量 Q (m ³ /h)	371.54	418.07	464.54	511.04	557.54
最大涌水量 Q _{max} (m ³ /h)	449.56	505.86	562.07	618.36	674.62

3.3 矿坑涌水量预测结果对比分析

为取得较为符合实际条件的坑道涌水量预测值,该次矿坑涌水量预测采用地下水动力学“大井法”、“比拟法”计算公式 2 种方法进行预测,其预测结果对比见表 3。

表 3 预测矿坑涌水量对比

预测标高	-430	-480	-550	-620	-690	-760
“大井法”预测坑道涌水量(m ³ /h)	319.05	359.86	417.87	475.82	536.54	597.41
“比拟法”预测坑道涌水量(m ³ /h)		371.54	418.07	464.54	511.04	557.54
实测坑道涌水量(m ³ /h)	338.32					

经过对比“大井法”对-430 标高矿坑涌水量结

果 $319.05 \text{ m}^3/\text{h}$ 与目前 -430 标高坑道实际涌水量 $338.32 \text{ m}^3/\text{h}$ 比较接近,对深部的预测结果可做为矿床开采的参考资料;“比拟法”预测结果与“大井法”预测结果基本一致,也可作为深部矿床开采的参考资料^[4-5]。

4 结 论

(1) 矿床隐伏于变质岩系岩层中,由于矿体处于丘陵区,地形有利于自然排水,大气降水及地表水体不构成矿床充水的主要因素,其直接充水来源为泰山岩群山草峪组基岩裂隙含水层,经过富水性分析与坑道涌水量预测,不会对矿床造成较大的危害,水文地质边界简单,矿床水文地质条件复杂程度为中等型。

(2) 在坑道施工和开采过程中,为防止土门群二青山组岩溶裂隙含水层的水直接溃入矿坑,上部矿

体均应留一定厚度的防水保安矿柱,位于南北矿带的第 12 勘查线(F3 断层)附近应加大预留防水保安矿柱的厚度至 20 m;在矿床东部 20 线到 28 线之间,对矿坑及围岩破碎段进行加固处理,对于大的出水点应及时采取止水措施,做到“早预测早预防,有疑必探、先探后掘”。

参 考 文 献:

- [1] 安仰生,韩廷宝,刘邦君,等.山东苍山王埵沟铁矿床地质特征及找矿方法探讨[J].山东国土资源,2008,24(7-8):44-47.
- [2] 采矿手册编写组.采矿手册[M].北京:冶金工业出版社,1989:40-42.
- [3] 供水水文地质手册编写组.供水水文地质手册(第2册:水文地质计算)[M].北京:地质出版社,1985.
- [4] 谢军民,姜文娟,栖霞香奂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.
- [5] 孙强,贾纪旺,魏宗红,等.山东济宁何岗煤矿下组煤水文地质条件研究[J].山东国土资源,2012,28(8):31-32.

Analysis On Deposit Water Filling Factors and Prediction of water inflow in Wangniangou Iron in Lanling County of Shandong Province

LI Jun, ZHU Chang, ZHANG Li, HE Ping, XU Jinliang, MA Teng

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

Abstract: Wangniangou iron deposit is a large sedimentary metamorphic type (Anshan type) low grade iron deposit. Hydrogeological conditions in this area belongs to middle type. Through hydrogeology survey, simple hydrological catalog of geological drilling holes, layered pumping test and hydrogeological survey of underground tunnels, hydrogeological characteristics and water filling source have been found out. Combining with actual water inflow of pits, by using "big well method" and "analogy method", normal water inflow and largest water inflow at different elevation have been predicated. It can provide reliable basis for ore exploration in deep part.

Key words: Water filling factors; prediction of water inflow; analogy method; big well method; Wangniangou iron deposit; Lanling county of Shandong province