

山东省东平县大高庄铁矿矿床 充水因素分析及涌水量预测

李军

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要:大高庄铁矿为中型沉积变质型铁矿。通过对区内地表水文地质调查、前人工作资料的收集、以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,确定其水文地质边界条件简单,水文地质条件属于中等;结合目前矿坑实际涌水量,采用“狭长水平坑道法”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,为矿床的开采提供可靠依据。

关键词:充水因素;涌水量预测;狭长水平坑道法;大井法;大高庄铁矿;东平县

中图分类号:P618.11

文献标识码:B

引文格式:李军.山东省东平县大高庄铁矿矿床充水因素分析及涌水量预测[J].山东国土资源,2016,32(3):47-50.

LI Jun. Analysis On Water Filling Factors and Water Inflow Predication of Dagaozhuang Iron Deposit in Dongping County of Shandong Province[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(3):47-50.

大高庄铁矿位于东平县城南约 10km,行政区划隶属东平县彭集镇管辖,矿区内公路交通较为发达。2013 年山东省鲁南地质工程勘察院对大高庄铁矿采矿证内的铁矿资源储量进行了估算:保有资源储量 2 170.0 万 t,平均品位 TFe 30.09%,mFe 22.51%,为中型铁矿床^①。该矿床采矿权人为山东盛鑫矿业有限公司,设计开采标高+48~-620 m,一期开采至-400 m 水平,开采方式为地下开采,生产规模 80 万 t/a,现在矿山正处于建井阶段,其-100m 和-160 m 中段运输巷已经贯通,大部分穿脉已施工完成。矿床即将开采。因此,研究该矿区水文地质条件,进行矿床充水因素分析,预测矿床深部开采涌水量,矿床的开采具有重要意义。

1 矿区水文地质条件

1.1 地形地貌

矿区地貌位于鲁中南山地丘陵区之汶泗平原区西部,地貌类型属山前冲洪积平原区,矿区地形平坦,地面标高 45 m 左右。矿区最低侵蚀基准面为

小汶河,最低侵蚀基准面水位标高+38.50 m,该矿体位于当地最低侵蚀基准面之下。

1.2 气象水文

该区属暖温带大陆性季风气候区,四季分明,冬季干冷,夏季炎热,最高气温 41.2℃(2009 年 6 月 25 日),最低气温-16.5℃(1981 年 1 月 27 日),多年平均气温 14.0℃,最大冻土深度 33 cm(1982 年 12 月 5 日)。

该区属于淮河流域运河(京杭)水系,主要的河流为大汶河及小汶河。大汶河,流经工作区北部边缘,全长 201 km,上游又称汶河,在大汶口与小汶河汇合,境内大汶河已成为季节性河流。小汶河是大汶河的排泄支流,经汶上向南注入微山湖。

1.3 含水层与隔水层特征

根据区域资料的收集及区内岩土层岩性、埋藏条件、抽水试验成果及含水层富水性自上而下划分为第四系松散岩类孔隙含水层、杂色粘土相对隔水层、上部风化层基岩裂隙弱含水层及基岩裂隙弱含水层^[1,2](图 1)。

收稿日期:2015-03-13;修订日期:2015-03-29;编辑:曹丽丽

作者简介:李军(1983—),男,安徽阜阳人,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

①山东省鲁南地质工程勘察院,山东省东平县大高庄矿区铁矿资源储量核实报告报告,2013 年 11 月。

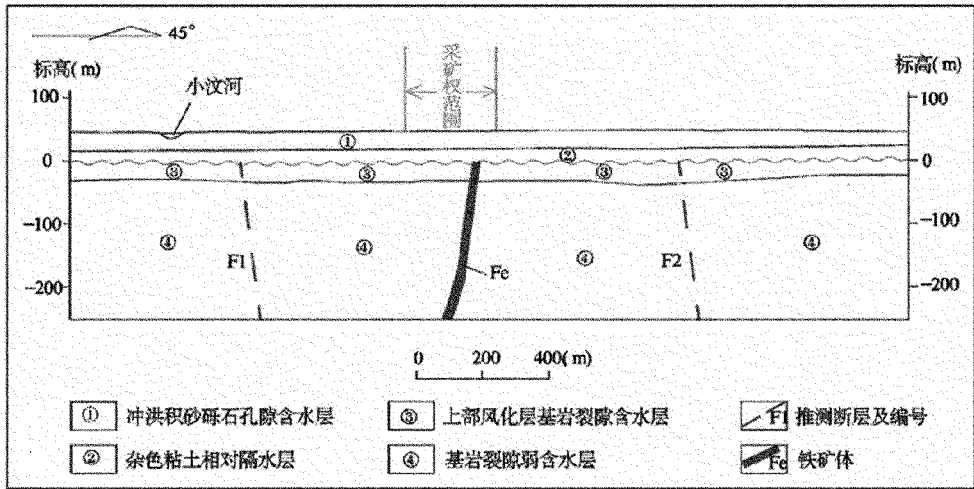


图 1 水文地质特征剖面示意图

1.3.1 第四系松散岩类孔隙含水层

为矿区内主要浅层含水层,分布稳定,厚度一般在 5~25 m 左右,岩性主要为中细砂和砾石,中细砂层和砾石层之间夹有 2~5 m 厚的粘土层或杂色粘土或亚粘土层。透水性好,富水性强。根据民井简易抽水试验,单位涌水量大于 $0.5 \text{ L/s} \cdot \text{m}$,渗透系数大于 3 m/d 。大气降水为主要补给源,其次为河水的侧渗补给和农灌回渗补给。地下水径流循环较快,主要排泄方式为人工开采,其次为地下径流和蒸发。

1.3.2 杂色粘土相对隔水层

矿床范围内及附近埋藏在 20 m 以下,有 10~35 m 厚的杂色粘土层,杂色粘土含少量铁质结核和钙质姜石,粘塑性强,透水性较差,具一定隔水性能。

1.3.3 基岩裂隙弱含水层

该含水层赋存于为新太古代泰山岩群。其岩性为细粒斜长角闪岩、黑云角闪片岩、角闪石英片岩、角闪石英磁铁岩、黑云石英片岩等。根据水文地质钻孔抽水试验及坑道水文地质编录,矿层及矿层顶底板涌水量 $0.07 \sim 0.278 \text{ L/s}$,钻孔单位涌水量 $0.002 \sim 0.013 \text{ L/s} \cdot \text{m}$,渗透系数 $0.0011 \sim 0.005 \text{ m/d}$,该含水层为含水极微弱的承压含水层,富水性微弱。

1.3.4 上部风化层基岩裂隙含水层

该含水层埋藏于第四系松散岩类之下,为新太古代泰山岩群上部。其岩性与基岩裂隙含水层岩性一样。埋藏深度为 50~80 m (底板标高 -1~-30 m),其厚度不一,一般在 10~30 m,该层裂隙发育或较发育,富水性不均匀,一般较弱。通过水文地质钻孔上部风化带抽水试验,钻孔单位涌水量为 0.005

$\sim 0.084 \text{ L/s} \cdot \text{m}$,渗透系数为 $0.02 \sim 0.101 \text{ m/d}$,为富水性不均匀的弱含水层,局部富水性中等,具承压性。

1.4 断层构造特征

矿区内构造不发育,通过资料收集、地表工作与坑道编录,在矿区内尚未发现大的断裂构造。

通过资料收集工作,紧在矿区外围发现 5 条断层,经过推测均为弱导水性断层或性质不明断裂。其中 F1, F2 与 F3 距离矿区相对较近。F1 组断裂走向 NW 或 NNW,倾向 SW,东盘上升向南扭动,西盘下降向北扭动,断层两盘均为变质岩系和古近系弱含水层或隔水层,推测为一弱导水断层;F2 组断裂为张扭性断层,该断层宽度数米至数十米,根据抽水试验结果,证实为一弱透水断层;F3 组断裂为张性断裂,分布于矿区南部为汶泗断裂的一部分,走向近 EW 向,倾向 S 或 SSW,北盘上升,南盘下降,被 F1 组断层错断,因两盘岩性为弱含水层或隔水层,推测为一弱导水断层。

2 矿床充水因素分析

该矿床产于泰山岩群变质岩系岩层中,由 3 个矿带 9 个矿体组成。矿体多呈层状、似层状、透镜状,矿体赋存于泰山岩群山草峪组地层中,岩性为磁铁角闪石英岩。各矿体近平行排列,产状与围岩一致。区内矿体总体走向 320° ,倾向 SW,倾角 $58^\circ \sim 83^\circ$;赋存标高 $0 \sim -540 \text{ m}$;埋深 48~588 m。区内矿带最长 2 800 m,控制最大斜深 630 m。矿床平均厚度为 6.28 m,厚度变化系数 86.42%,厚度不稳

定。

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,降水主要集中在每年的 6,7,8,9 月份。根据矿坑涌水量动态观测资料分析与月降雨量对比分析,矿坑涌水量受季节性影响变化并不明显,大气降水滞后 3 个月左右,矿坑涌水量略有上升趋势。矿区因内下伏杂色粘土相对隔水层,隔水性相对较好,分布面积较大,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。

2.2 地表水体对矿坑充水的影响

矿区位于汶泗河冲洪积扇强富水地段,地表覆盖较厚的第四系。矿区内大汶河与小汶河,在矿区境内边缘流过,仅可补给冲洪积砂砾石孔隙含水层,由于地表第四系覆盖较厚且有杂色粘土相对隔水层阻隔,不会对矿坑产生充水危害。

2.3 上部风化层基岩裂隙弱含水层对矿床的充水影响

该含水层位于基岩裂隙含水层的上部,富水性虽弱,但不均匀,局部中等富水,富水性强于基岩裂隙含水层。它与上部矿体直接接触,其含水层的水易直接溃入采矿坑道,对坑道产生一定充水危害。为防止该含水层水直接溃入坑道造成危害,开采时上部矿体均应留设足够的防水保安矿柱。

2.4 基岩裂隙含水层对矿床的充水影响

矿床及顶底板均位于新太古代泰山岩群中,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坑道水文地质调查,该含水层岩性裂隙一般不发育,局部较为发育,但多处闭合状态,含水微弱,其充水水量小,对矿床危害较小。

特别指出,在矿床开采过程中,由于该含水层岩性裂隙发育不均匀,局部裂隙发育处,出水量将会较大,对矿坑内大的出水点采取注浆止水等措施,以防危害发生。

3 坑道涌水量预测

3.1 边界条件的确定

该矿床矿体及顶底板围岩均为基岩裂隙承压含水层。本次坑道涌水量预测范围为矿床资源储量估

算边界,由于 F1, F2 等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。由于深部矿体围岩富水性微弱,计算时将底板作为相对隔水层视为矿坑底部的直线隔水边界,因此,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]。

3.2 坑道涌水量预测

目前该矿山井下-100 m 与-160 m 坑道已经形成,根据矿坑最新涌水量动态观测资料及类似矿山实际生产资料分析:本矿床矿坑平均涌水量 1 919.7 m³/d,矿井最大涌水量为正常稳定涌水量的 1.4 倍。

依照矿体的走向和分布及地下坑道的贯通情况,涌水量预测范围大致为近 EW 向展布的长条形,对标高-100 m 以下至标高-280 m 各水平标高采用“水平狭长坑道法”和“大井法”进行涌水量预测^[4-6]。

3.2.1 “水平狭长坑道法”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“水平狭长坑道法”稳定流承压转无压公式予以计算:

$$Q = \frac{BK[(2H - M)M]}{R_0}$$

$$Q_{\max} = 1.4Q$$

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

(2) 计算参数的确定。B 为开采坑道沿矿体走向开挖的长度,为 2 840 m;K 为坑道渗透系数,采用钻孔矿层及矿层顶底板混合抽水试验平均值确定,K = 0.003 m/d;H 为各开采标高,根据各钻孔平均稳定水位高程 41.39 m 计算;S 为巷道需疏干,确定 S = H;r₀ 为选用矿体平均宽度 8.05 m 的一半,即 4.025 m。M 为各开采标高段的含水层平均厚度(m)。

(3) 预测结果:分别对-100 m, -160 m, -220 m, -280 m 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。

表 1 “水平狭长坑道法”预测各不同开采标高坑道涌水量

预测标高 (m)	承压水头高度 H (m)	含水层厚度 M (m)	坑道引用影响半径 R ₀ (m)	涌水量	
				正常涌水量 Q (m ³ /d)	最大涌水量 Q _{max} (m ³ /d)
-100	141.39	109.87	80.5	1986.8	2781.52
-160	201.39	169.87	113.4	2948.4	4127.76
-220	261.39	229.87	146.3	3897.3	5456.22
-280	321.39	289.87	179.1	4840.6	6776.84

3.2.2 “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:

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

$$Q_{max} = 1.4Q$$

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

(2) 计算参数的确定。K 为坑道渗透系数,采用钻孔矿层及矿层顶底板混合抽水试验平均值确定,K=0.003 m/d;S 为巷道需疏干,各开采标高根据各钻孔平均稳定水位高程 41.39 m 计算;r₀ 为矿区面积地段开采面积大井半径,r₀ = (F/3.14)^{1/2} = 722.83 m;F 为勘探工程控制的矿体分布范围,F = 1.6404 × 10⁶ m²;M 为各标高段黑云变粒岩中揭露的含水层平均厚度 (m)。

(3) 预测结果。分别对 -100 m, -160 m, -220 m, -280 m 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 “水平狭长坑道法”预测各不同开采标高坑道涌水量

预测标高 (m)	承压水头高度 H (m)	含水层厚度 M (m)	坑道引用影响半径 R ₀ (m)	涌水量	
				正常涌水量 Q (m ³ /d)	最大涌水量 Q _{max} (m ³ /d)
-100	141.39	109.87	722.83	2880.5	4032.7
-160	201.39	169.87	722.83	4545.8	6364.1
-220	261.39	229.87	722.83	6274.9	8787.9
-280	321.39	289.87	722.83	8066.5	1129.3

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,现将“水平狭长坑道法”、“大井法”的预测结果与实际用水量对比分析,结果见表 3。

表 3 预测矿坑涌水量对比

预测标高	-100m	-120m	-220m	-280m
“水平狭长坑道法”预测坑道涌水量 (m ³ /h)	1986.8	2948.4	3897.3	4840.6
“大井法”预测坑道涌水量 (m ³ /h)	2880.5	4545.8	6274.9	8066.5
实测坑道涌水量 (m ³ /h)		2074.92		

由表 3 可以看出,狭长水平坑道涌水量计算结果与目前矿井坑道实际排水量相差甚少,预测结果与实际结果比较接近。对不同开采标高的涌水量预测结果可做为矿床开采的参考资料。

4 结 论

(1) 该矿床产于泰山岩群变质岩中,为隐伏矿体,位于最低侵蚀基准面以下,矿体及围岩基岩裂隙含水层富水性微弱,渗透性极差,为矿床直接充水含水层;区域上断裂构造虽发育,但矿床开采影响范围内断裂构造不发育,断裂构造不对该矿床的开采造成较大的影响;大气降水入渗是矿区内地下水的主要间接补给来源,因松散层底部有粘土层阻隔,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。确定本矿床是以裂隙含水层充水为主、水文地质边界简单的矿床,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,为防止上部富水性不均匀的风化层基岩裂隙含水层水直接溃入坑道造成危害,开采时上部矿体应留设足够的防水保安矿柱;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注浆止水措施;做到“早预测早预防,有疑必探、先探后掘”的防治水原则,以防止矿井灾害的发生。

参 考 文 献:

[1] 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.
 [2] GB1271991.矿区水文地质工程地质勘探规范[S].
 [3] 薛禹群.地下水动力学原理[M].北京:地质出版社,1986.
 [4] 田晓明,展茂征.锡林郭勒盟农乃庙井田充水因素分析及涌水量预测[J].山东国土资源,2014,30(7):48-50.
 [5] 朱昶.山东省苍山县土山铁矿矿床水文地质特征[J].山东国土资源,2014,30(12):43-46.
 [6] 朱昶,许锦亮,刘邦军.山东省苍山县沟西一西官庄铁矿沟西矿区水文地质特征及涌水量预测[J].山东国土资源,2014,30(2):41-45.

Analysis On Water Filling Factors and Water Inflow Predication of Dagaozhuang Iron Deposit in Dongping County of Shandong Province

LI Jun

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

Abstract: Dagaozhuang iron deposit is a large middle sized sedimentary metamorphic iron deposit. Through hydrogeology survey, reformer information and hydrogeology survey of underground tunnels, hydrogeological characteristics and water filling source of this deposit have been found out. It is showed that its hydrogeological boundary condition is simple and hydrogeological condition is medium type. Combining with actual water inflow, by using the "long and narrow adit method " and " big well method ", normal water inflow and largest water inflow at different elevation have been predicated. It can provide reliable basis for deposit in deep mining.