

苍山县大青山铁矿矿床水文地质特征与涌水量预测

孙茂田,张忠涛

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:山东省苍山县大青山铁矿属隐伏的鞍山式低品位铁矿。该文分析了矿床的水文地质条件,阐述了矿体盖层、矿体围岩及顶底板水文地质特征。对研究区内勘探孔进行野外简易水文地质编录和水文地质钻孔分层抽水试验,获得了含水层厚度、影响半径、渗透系数等基础数据,采用“大井”涌水量计算法对矿体赋存各标高段进行涌水量推算,结果可为当地矿床开采技术条件提供技术指导,也为同类研究提供实例。

关键词:水文地质条件;模型计算;涌水量预测;大青山铁矿;山东苍山

中图分类号:TD742.1

文献标识码:B

引文格式:孙茂田,张忠涛.苍山县大青山铁矿矿床水文地质特征与涌水量预测[J].山东国土资源,2015,31(2):19-23. SUN Maotian, ZHANG Zhongtao. Hydrogeological Characteristics and Water Inflow Prediction of Daqing Iron Deposit in Cangshan County[J]. Shandong Land and Resources, 2015,31(2):19-23.

矿床水文地质条件和矿坑涌水量预测既可防治矿坑突水、淹水等矿山恶性事故,又是确定矿山疏干设计、生产能力的主要指标;是矿产资源评价与开发利用工作的重要技术程序。对矿床水文地质特征分析和矿坑坑道涌水量预测非常必要。以苍山县大青山铁矿矿床为研究区域,对区内勘探孔进行野外简易水文地质编录和水文地质钻孔分层抽水试验,从而获得矿床水文地质基础性参数,为同类地区矿床水文地质评价和开发提供指导作用^[1-3]。

1 水文地质条件

区内气象属暖温带半湿润季风气候,1991—2012年平均降水量820.8 mm,年最大降水量1399.3 mm(1943年),年最小降水量482.0 mm(1988年)。年降水季节分布不均,多年平均蒸发量1380.6 mm,最大冻土深度31 cm。矿区北侧约2.0 km的会宝岭水库为区内最大的地表水体,防洪水位高程78.25 m,总库容2.09亿m³,水库最大泄洪量1800 m³/s。

研究区位于鲁中南山丘陵碳酸盐类水文地

质区,邹城—枣庄单斜断陷水文地质亚区,苍山断块岩溶水系统水文地质小区的中部。地势总体为北西高南东低,当地最低侵蚀基准面为矿区南部的东新兴大泉出露处,最低侵蚀基准面标高+48.00 m。矿床矿体位于当地最低侵蚀基准面之下。

1.1 含水岩组的划分

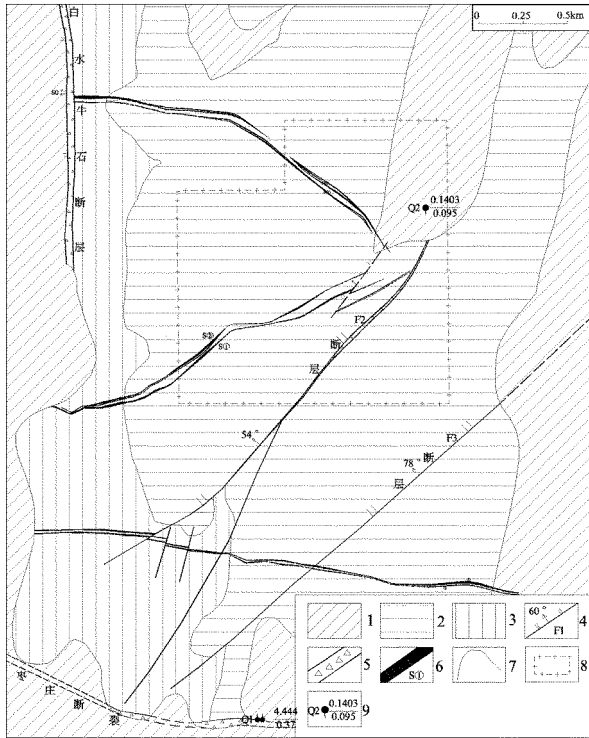
研究区地下水含水岩组划分为松散岩类孔隙水含水岩组、碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水岩组和基岩裂隙水含水岩组(图1)^[4]。

1.1.1 松散岩类孔隙含水岩组

分布于山前倾斜堆积平原地带,由冲洪积、坡积或残积物所形成,含水层岩性为第四纪含砾石砂质粘土,一般厚度0~13.50 m,厚度较薄,水位变化受大气降水影响较大,富水性较弱。

1.1.2 碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙含水岩组

含水层岩性主要为寒武纪朱砂洞组灰岩、李官组石英砂岩、震旦纪终家庄组粉砂岩和青白口纪二青山组灰岩、石英砂岩等,岩石多裸露地表且裂隙岩溶发育不均匀,在构造、地形有利部位往往有泉出露。地下水单位涌水量0.00275~0.095 L/s·m,



1—松散岩类孔隙含水层;2—碎屑岩类碳酸盐岩类裂隙含水层;3—基岩裂隙含水层;4—实测断层及产状;5—断层破碎带;6—铁矿体及编号;7—水文地质分区分界线;8—研究区范围;9—泉及编号

图 1 大青山铁矿区域水文地质图

该含水层富水性弱—中等,属富水性不均匀的裂隙岩溶水。

1.1.3 基岩裂隙含水岩组

赋存于太古宙泰山岩群裂隙中,含水层岩性主要为山草峪组黑云变粒岩、黑云角闪片岩和磁铁角闪石英岩等,钻孔水位埋深 55 m,单位涌水量 0.001 6 L/s · m,渗透系数 0.025 m/d,水化学类型为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水,矿化度小于 0.5 g/L,富水性弱。

1.2 地下水补给径流与排泄条件

1.2.1 基岩丘陵区

大气降水入渗是区内裂隙岩溶水和基岩裂隙水的唯一补给源。研究区内变质岩裸露区、碎屑岩及碳酸盐岩裸露区,地表坡度较大,地表裂隙不发育,大气降水大部分沿地表径流,极少部分沿裂隙岩溶通道垂直渗入补给地下水,后转为水平运动,在沟谷低洼处或断层切割处以泉的形式排泄于地表。地下水流向与地形坡向、岩层倾向基本一致。

1.2.2 山前平原区

研究区内东南部分布山前冲洪积平原,有利于

降水入渗补给,径流条件良好。地下水的补给来源主要包括大气降水直接渗入补给、地表水体和河流的侧向补给、季节性的渠道和灌溉回渗补给及下部含水层的顶托补给。

地下水径流由西北向东南,排泄方式为地下水开采、蒸发和径流排泄区外。

2 含水层隔水层与断层构造

2.1 矿体盖层含水层

2.1.1 松散岩类孔隙含水层

主要分布于矿区东部和南部的山前倾斜堆积低凹地带,民井单位涌水量 0.09~0.47 L/s · m,地下水类型为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型水。

2.1.2 碳酸盐岩类岩溶裂隙含水层

分布于矿区西部边缘,白水牛石断层(F1)以西,岩性为朱砂洞组中厚层灰岩,民井单位涌水量 1.389 L/m · s,富水性中等。水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca}$ 型水,矿化度小于 0.5 g/L。

2.1.3 碎屑岩类裂隙含水层

分布于矿区中部,枣庄断裂以北,为区内主要含水层。岩性主要为李官组石英砂岩、佟家庄组粉砂岩和二青山组灰岩、石英砂岩,钻孔单位涌水量 0.000 179 L/s · m,渗透系数为 0.000 6~0.001 8 m/d,含水性为弱富水性^[5],水化学类型为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 或 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型水,矿化度小于 1.0 g/L。

2.2 矿层围岩及顶底板裂隙含水层

含水层位于沉积盖层之下,岩性为黑云变粒岩、黑云角闪片岩及磁铁角闪石英岩等,裂隙不发育,含水不丰富,渗透性微弱。经钻孔矿层及矿层顶底板混合抽水试验^[6],钻孔水位埋深 55.39 m,单位涌水量 0.001 6 L/s · m,渗透系数 0.025 m/d,为裂隙承压水,该岩层视为隔水层^[5],水化学类型为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水,矿化度小于 0.5 g/L。

2.3 隔水层

隔水层主要为佟家庄组页岩(厚 5.90~16.70 m)和二青山组页岩(厚 51.40~77.55 m),位于沉积盖层中部。岩石较完整,结构致密,层理较发育,裂隙不发育,含水极微弱,垂向上不透水,相对具有较好阻水作用,为良好隔水层;其次为黑山官组页岩,位于沉积盖层底部,不整合于泰山岩群含矿变质岩系之上,岩石结构致密,裂隙不发育,垂向上一般

不透水,起到一定的隔水作用。

2.4 断层构造

2.4.1 白水牛石断层

位于研究区西部,距离该矿床约 1 200 m。断层走向近 SN,倾向 W,倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,为 W 盘下降、E 盘上升的正断层。断层破碎带出露宽度约 15~40 m。上盘民井单位涌水量 $0.025\text{ L/s}\cdot\text{m}$,渗透系数 1.03 m/d ;下盘民井单位涌水量 $0.000\ 3\text{ L/s}\cdot\text{m}$,泉涌水量为 0.061 L/s 。断层破碎带内发育有厚度约 4 m 的断层泥,构造角砾岩发育,胶结物成分为泥质、硅镁质,胶结良好,为不透水断层^①。

2.4.2 F2 断层

位于研究区中部,断层总体走向 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$,倾向 NW,倾角 $54^{\circ}\sim 60^{\circ}$,延伸长度约 2.6 km,为 W 盘下降,E 盘上升的正断层。断层构造带发育,破碎带宽约 2~7 m,局部可达 20 余米。带内角砾岩和断层泥发育,泥质、钙质胶结,胶结程度较差。断距较大,垂直断距 95~118 m,水平断距约 120~150 m,断层切穿了上部盖层和含矿地层及铁矿带,对盖层和矿体具明显错动作用,破坏了矿体的连续性。水文地质孔 SZK005 对断层上下盘分别抽水时,断层破碎带内单位涌水量 $0.000\ 14\text{ L/m}\cdot\text{s}$,渗透系数 0.001 m/d ;断层上盘黑云变粒岩、磁铁角闪石英岩单位涌水量 $0.001\ 61\text{ L/m}\cdot\text{s}$,渗透系数 0.025 m/d ,上盘稳定水位标高 68.30 m;断层下盘黑云变粒岩单位涌水量 $0.000\ 065\text{ L/m}\cdot\text{s}$,渗透系数 $0.000\ 1\text{ m/d}$,下盘稳定水位标高 90.63 m。断层两盘涌水量、渗透系数和静止水位均具差异性,F2 断层视为不透水断层。

2.4.3 F3 断层

位于研究区中南部,断层总体走向 49° ,倾向 NW,倾角 78° ,延伸长度约 2.5 km,为高角度正断层。断层两盘地层岩石碎裂,局部发育断层泥和角砾岩。断层断距较小,对盖层略具错动作用。该断层距研究区矿体较远,透水性和导水性及其他水文地质特性目前尚不明确。

2.4.4 枣庄断裂

位于研究区南部,为区域性断裂,走向近 EW,断裂带宽 30~80 m,带内发育构造角砾岩。断裂倾向 S,倾角 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$,为高角度正断层。断层破碎带角砾岩发育,钙质及粘土胶结良好,发育有断层泥,为阻水断层,成为南北天然的水文地质分区界线,分

成了裂隙岩溶水含水区和基岩裂隙水含水区;断层破碎带的富水性随出露位置和岩性不同而异,断层东部黑云变粒岩出露地段,民井涌水量 0.051 L/s ;断层东侧的东新兴泉涌水量 4.444 L/s 。

3 矿床充水条件分析

矿区内沉积盖层较厚,不整合于含矿地层及铁矿带之上,底部为隔水的黑山官组页岩,阻隔盖层地下水向下入渗,对矿床开采不会产生直接充水。

变质岩裂隙含水层是矿床的直接充水水源,钻孔抽水试验表明其含水性差,渗透性微弱;矿床内的 F2 断层切穿矿体,对断层破碎带及断层上、下盘的黑云变粒岩分别进行抽水实验,单位涌水量均小于 $0.1\text{ L/s}\cdot\text{m}$,渗透系数为 0.001 m/d ,视为阻水断层;方清水库为区内唯一的较大地表水体,矿体围岩导水性差,地表水体与地下含水层无直接水力联系和沟通现象,水库对矿体开采不会产生直接的水力联系。

大气降水和盖层裂隙岩溶水为矿床间接充水起着补给作用。矿体顶板基岩裂隙水为矿床开采的直接主要充水水源^[7]。

4 矿床坑道涌水量预测

4.1 边界条件的确定

矿床南、北两矿带矿体沿走向呈舒缓波状展布,围岩黑云变粒岩为弱含水的承压含水层。F2 断层为阻水断层,切割破坏了铁矿带,对 F2 断层两侧分别预测矿坑涌水量。断层两侧概化为直线隔水边界附近的承压完整井水文地质计算模型^[8-9](图 2)。

4.2 矿床开采方式及计算公式选择

矿体为陡倾斜层状矿体,采用巷道方式开采,矿床顶部埋深 $+78\sim +226\text{ m}$, -55 m 以上多为盖层。采用直线隔水边界附近的承压完整井公式分别对矿体 -100 m , -200 m , -300 m , -400 m 标高涌水量进行预测。根据西部邻区水文地质条件相似的北辛庄铁矿采坑排水资料,丰水期排水量是正常排水量的 2 倍,故最大涌水量按正常用水量 2 倍进行计算。

4.2.1 计算公式^[8]

^① 山东省地质厅 813 队,山东省苍峰铁矿地质勘探总结报告,1961 年

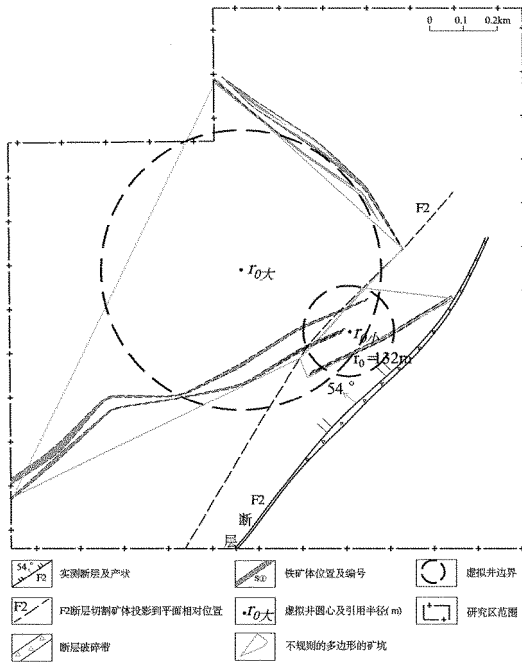


图 2 矿坑平面边界条件示意图

$$Q = \frac{\pi K(2H - M)M}{\ln \frac{R_0^2}{2dr_0}} \quad (1)$$

$$R_0 = 10S\sqrt{K} + r_0 \quad (2)$$

$$r_0 = \sqrt[2n]{\rho_1 - \rho_2 \cdots \rho_{2n}} \quad (3)$$

$$Q_{\max} = 2Q \quad (4)$$

式中： Q 为坑道正常涌水量(m^3/d)； Q_{\max} 为最大涌水量(m^3/d)； K 为渗透系数(m/d)； H 为矿体及顶底板含水层水头高度(m)； M 为含水层厚度(m)； d 为竖井到隔水边界的距离(m)； S 为水位降深(m)； R_0 为引用影响半径(m)； r_0 为引用半径(m)； $\rho_1 - \rho_2 \cdots \rho_{2n}$ 为多边形顶及其多边中点至重心的距离(m)； n 为多边形顶角数。

4.2.2 计算参数的确定

H ：根据钻孔稳定水位确定。水位标高：取 +50.51 m。 K ：坑道渗透系数采用 SZK005, SZK1503 钻孔矿层及其顶底板抽水试验成果, $K_{\text{上}} = 0.0143 m/d$, $K_{\text{下}} = 0.0001 m/d$ 。 R_0 ：选用公式 $R_0 = 10 \cdot S \sqrt{K} + r_0$ 进行计算, 考虑到疏干水平不同, 令 $S = H$ 。 r_0 ：大圆的引用半径($r_{0\text{大}}$)为 415 m, 小圆的引用半径($r_{0\text{小}}$)为 132 m。

4.2.3 预测结果

断层上盘(F2 断层切割矿体左侧)：-100 m 标高坑道正常涌水量 118.55 m^3/d , 最大涌水量 237.10 m^3/d ;

-200 m 标高正常涌水量 318.17 m^3/d , 最大涌水量 636.34 m^3/d ; -300 m 标高正常涌水量 527.98 m^3/d , 最大涌水量 1055.96 m^3/d ; -400 m 标高正常涌水量 761.37 m^3/d , 最大涌水量 1522.74 m^3/d 。

断层下盘(F2 断层切割矿体右侧)：-100 m 标高坑道正常涌水量 1.92 m^3/d , 最大涌水量 3.84 m^3/d ; -200 m 标高正常涌水量 6.61 m^3/d , 最大涌水量 13.22 m^3/d ; -300 m 标高正常涌水量 11.70 m^3/d , 最大涌水量 23.40 m^3/d ; -400 m 标高正常涌水量 17.12 m^3/d , 最大涌水量 34.24 m^3/d (图 3)。

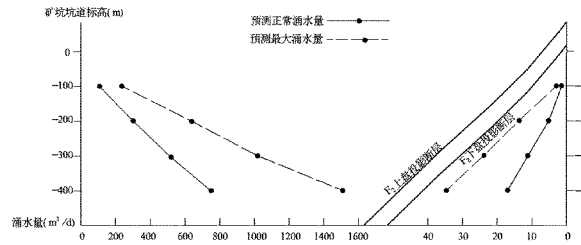


图 3 坑道涌水量预测结果示意图

预测结果与水文地质条件相似的邻区开采矿山北辛庄铁矿涌水量对比分析, 采深 100 m 时矿坑正常排水量为 144 m^3/d , 与研究区坑道涌水量预测计算结果相近。参数的确定及公式的选择合理, 结果可为当地矿床开采技术条件提供技术指导。

5 结语

(1) 矿床采用井下坑道开采方式, 未来矿山企业在坑道施工和开采过程中, 应边探边采, 及时观测水量、水质变化, 做到“早预测早预防”。为防止盖层裂隙岩溶水通过构造导水溃入坑道, 矿体顶部及断层附近均须留设防水保安矿柱。

(2) 大青山铁矿为顶、底板间接充水的水文地质条件简单—中等的以裂隙充水为主的矿床(第二类、第一型)。

(3) 大青山矿区附近村庄及农田较多, 以后矿山生产时矿山疏干排水可满足部分村庄生产及生活用水需求, 实施矿山排水综合利用, 使矿坑水真正做到资源化开发利用。

参考文献:

[1] 张本臣, 刘喜信, 孙传斌, 等. 矿坑涌水量预测的影响因素分析[J]. 吉林地质, 2006, 25(1): 58-61.

- [2] 朱昶,刘怀思,王强,等.山东省郟山稀土矿矿区西部水文地质条件分析[J].山东国土资源,2013,29(5):26-31.
- [3] 张俊峰.东乡铜矿矿床水文地质条件及矿坑涌水量预测(论文)[EB/OL].(2010-01-07)[2013-10-14]http://www.docin.com/p-41287717.html.
- [4] 中国地质调查局.水文地质手册(第二版)[M].北京:地质出版社,2012:93-100.
- [5] GB12719-91.矿区水文地质工程地质勘探规范[S].
- [6] 薛禹群,朱学愚.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1978.
- [7] 沈继方,于青春,胡章喜,等.矿床水文地质学[M].武汉:中国地质大学出版社,1992:1-56.
- [8] 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.
- [9] 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.

Hydrogeological Characteristics and Water Inflow Prediction of Daqing Iron Deposit in Cangshan County

SUN Maotian, ZHANG Zhongtao

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

Abstract: Daqingshan iron deposit in Cangshan county of Shandong province belongs to Anshan type low grade iron deposit. In this paper, hydrogeological conditions of this deposit have been analyzed, the cover layers, country rocks of ore bodies and hydrogeological characteristics of top and bottom roofs. Simple field hydrological geological logging and hydrogeological drilling stratification pumping tests of exploration holes in this area have been carried out, and obtained basic datas of aquifer thickness, radius of influence and permeability coefficient. By using inflow calculation method of "large wells", water inflow amounts of each elevation sections have been predicated. The obtained results can not only provide technical guidance for local mining, but also provide an example for the similar research.

Key words: Hydrogeological conditions; calculation model; inflow water prediction; Daqingshan iron deposit; Cangshan county