

山东省苍山县土山铁矿矿床水文地质特征

朱昶

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要:苍山县土山地区赋存沉积变质型铁矿,是以裂隙岩溶为主的水文地质条件中等的充水矿床。该文详细论述了土山铁矿床的水文地质特征,划分了矿床主要含水岩组,对其充水条件进行了分析。确定水文地质单元边界条件模型,采用水平坑道涌水量计算公式对坑道各水平涌水量预测。为铁矿设计和开采提供了较为详尽的技术资料。

关键词:水文地质条件;涌水量预测;对比分析;土山铁矿床;苍山县

中图分类号:P641.4

文献标识码:A

苍山县土山地区是山东省内探获隐伏的“鞍山式”低品位铁矿床,矿体产出稳定,矿石质量较好。矿区地层由老到新主要为新太古代泰山岩群山草峪组,新元古代土门群黑山官组、二青山组和佟家庄组,古生代寒武纪长清群李官组、朱砂洞组、馒头组,九龙群张夏组、崮山组、炒米店组。新太古代泰山岩群山草峪组是沉积变质型铁矿的赋存层位^[1]。第四系分布于山前平地及沟谷两侧。

1 矿区水文地质特征

1.1 地形地貌

矿区位于鲁中台隆的南部丘陵区,地形北高南低,西高东低,区内西南石城崮山最高点标高+248.40 m,东南新兴镇最低点标高+45.00 m,当地最低侵蚀基准面为东新兴大泉出露处(最低侵蚀基准面标高+50.00 m),矿体位于当地最低侵蚀基准面之下^{①[2]}。

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

约3.5 km,为区外最大的地表水体,防洪水位高程+78.25 m,总库容1.97亿m³。后大窑村沟溪是矿区内唯一的常年流水小溪,枯水期流量4.829 L/s,雨季流量最大可达103.60 L/s。

1.3 含(隔)水岩层

据地质时代、岩性及富水程度和钻孔抽水试验,分为盖层裂隙岩溶含水岩层、隔水岩层和基岩水裂隙含水岩层^[3]。

1.3.1 裂隙岩溶含水岩层

(1)长清群李官组裂隙岩溶含水岩层

岩性主要为白色长石石英砂岩,含水层厚度57.00 m,岩层倾向N,倾向14°,大部分裸露地表,大气降水为主要补给来源,含水微弱,涌水量小于0.01 L/s,为弱富水含水层。含水岩层位于盖层顶部,对矿床开采影响较小。

(2)土门群二青山组裂隙岩溶含水岩层

为矿床主要含水岩层,岩性由页岩、灰岩、含海绿石英砂岩等组成,岩层厚度13.40~143.45 m,自西向东逐渐增厚。主要富水含水岩层一般厚12.10~18.80 m,埋深50.40~170.20 m。根据ZK204水文地质钻孔抽水试验结果,钻孔涌水量0.325 L/s,单位涌水量0.061 2 L/sm,渗透系数0.399 m/d,地下水水位埋深27.56 m,为弱富水性。施工过程中ZK103,ZK502钻孔钻进至二青山组一

收稿日期:2013-05-31;修订日期:2013-11-28;编辑:曹丽丽

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

①山东省鲁南地质工程勘察院,山东省苍山县木山矿区土山矿段铁矿补充详查报告,2012年

段(石英砂岩)时出现涌水现象,水头高出地表,暴雨后呈现涌水现象,其余钻孔未见异常水位出现。由于受地形及构造条件的控制,泉水沿断层带溢出,水量随季节性变化明显,地下水富水性呈不均匀性,水化学类型 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型水,矿化度小于 0.5 g/L 。

1.3.2 基岩裂隙含水岩层

岩性为黑云变粒岩、黑云角闪片岩及磁铁角闪石英岩等,裂隙较发育,为含水不丰富渗透性微弱的含水岩层。通过 ZK204 钻孔矿层及矿层顶底板混合抽水试验,钻孔涌水量 0.082 L/s ,单位涌水量 $0.0154 \text{ L/s} \cdot \text{m}$,渗透系数 0.006 m/d ,水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Na} \cdot \text{Ca}$ 型水,矿化度小于 0.5 g/L 。

1.3.3 土门群二青山组泥质灰岩、页岩隔水层

隔水层岩层厚 $23.40 \sim 95.70 \text{ m}$,全矿床均发育,岩石较完整,结构致密,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,为隔水层^[4]。

1.3.4 土门群黑山官组页岩隔水层

隔水层由黑山官组页岩及角砾岩组成,产出厚度不稳定,据钻孔揭露,岩层厚度一般为 $1.35 \sim 5.90 \text{ m}$,最厚 6.40 m 。岩石结构致密,裂隙不发育,起到一定的隔水作用。

1.4 断层构造水文地质特征

区内断裂构造主要为白水牛石断层(F4)、枣庄断层(F8),其次级派生构造 F1, F2, F3,以白水牛石断层及枣庄断层最具代表性,控制着岩性分布及地貌特征,对地下水活动有较强的控制作用^[5]。

F1 断层:位于矿区西北部,走向 $\text{NE } 58^\circ$,倾向 NW,倾角 75° ,断层规模较小,延深较浅,远离矿体,对矿床开采产生影响较小。

F2 断层:位于矿区东部,为白水牛石断裂的次生构造,断层走向 $\text{NE } 21^\circ$,倾向 NW,倾角 80° ,断裂带宽 0.2 m ,北端较窄,南端稍宽,断层角砾岩为泥质钙质胶结,胶结较好,裂隙较发育,有一定的透水性,南端断裂由于稍宽,微具阻水性,二青山组石英砂岩含水层受此断层的阻水影响,在南端与枣庄断层交会处以泉水形式溢出地表。当矿床深部开采时,易沿此断裂破碎带袭夺泉水产生矿坑充水,形成泉水导水通道。矿床开采时,坑道不宜穿过 F2 断层和破坏该断层,以防地下水涌入坑道。

F3 断层:位于矿区东部,为白水牛石断裂的次生构造,走向 $\text{NE } 16^\circ$,倾向 NW,倾角 59° ,破碎带宽

$0.5 \sim 2 \text{ m}$,具一侧透水一侧阻水,起一定的阻水作用,南端亦形成泉溢出地表,泉涌水量 10.858 L/s ,随季节变化差异明显。矿床开采时坑道不宜破坏性穿过该断层,以防袭夺泉水及地下水直接涌入坑道。

白水牛石断层(F4):位于矿区中部,呈近 SN 走向,倾向 W,倾角 $60^\circ \sim 80^\circ$,为西盘下降东盘上升的正断层。断层破碎带在地表出露宽度 $10 \sim 40 \text{ m}$,民井试验单位涌水量 $0.025 \text{ L/s} \cdot \text{m}$,渗透系数 1.03 m/d ,泉涌水量为 0.061 L/s (引用苍峰铁矿报告资料)。盖层出露部位为角砾岩,胶结物成分为泥质、硅镁质,胶结良好,为不透水挡水墙,对矿坑充水危害较小。

枣庄断裂(F8):走向近 EW,倾向 SW,倾角 $75^\circ \sim 80^\circ$,为南盘下降北盘上升之正断层。断层破碎带在地表出露宽度 $30 \sim 80 \text{ m}$,断层北侧属含水较丰富的岩溶裂隙水,断层南侧具阻水性,分成了含水丰富的层状岩溶裂隙水含水区和含水微弱的变质岩裂隙水含水区,为阻水断层。断层破碎带的富水性随出露位置和岩性不同而异,矿区西部及东部黑云变粒岩出露地段,民井涌水量 0.051 L/s ;中部盖层出露地段于后大窑和东新兴有 M4, M8 泉出露,泉水流量 $4.444 \sim 10.858 \text{ L/s}$,当矿床深部开采时,或对构造产生一定的破坏,使上下含水层勾通,造成构造导水而袭夺泉水,对矿坑充水直接危害。

F9, F10, F11 断层位于矿床范围内,错断矿体的连续性,平行分布,走向 $12^\circ \sim 15^\circ$,倾向 SE 和 NW,倾角 $80^\circ \sim 85^\circ$,破碎带水平宽 $0.1 \sim 0.3 \text{ m}$,为钙质胶结,裂隙较发育,水平方向具透水性,垂直方向不导水,均为次级小构造,岩层错断较小,断距不大,无与地表水体勾通现象,对矿床开采无较大影响。

2 坑道涌水量预测

2.1 矿床充水通道分析

矿床地下水主要补给来源为大气降水,受季节性影响变化较明显,为区域分水岭的补给地带,地形坡降大于 13×10^{-3} ,地表径流快,不利于大气降水的入渗,降水入渗补给较慢,盖层之下含水层大部分被二青山组页岩、泥灰岩及黑山官组页岩阻隔,不会直接对矿坑产生充水危害^[6]。

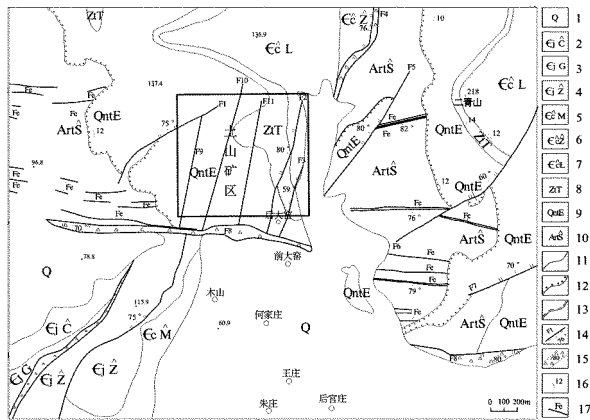
矿体顶板围岩为黑云变粒岩,富水性弱,导水性

较差,渗透系数 0.006 m/d。钻孔揭露矿层均较完整,裂隙较发育,在顶板岩层的节理裂隙将生为渗入性通道,可能形成面状渗水性涌水,渗入性通道涌水量不大,但持续时间较长,对矿床开采产生一定影响^[7]。

矿床内分布有 7 条断层均含水微弱,由于构造应力作用,近构造部位裂隙发育,局部可形成溃入性通道,因矿体顶板黑云变粒岩较厚,透水性微弱,构造对矿床开采产生威胁和影响较小。

2.2 边界条件的确定

矿床为微承压的弱含水层;矿体延深长度 980 m,平均宽度 30 m,F2 以西矿体均被盖层所覆盖,岩石较完整,渗透性微弱;位于矿体的南部约 700 m 的枣庄断裂(F8)为阻水边界,西部为黑云变粒岩裸露地表,视为相对隔水底板的单边进水微承压水完整井水文地质模型(图 1)。



1—第四系;2—炒米店组;3—崮山组;4—张夏组;5—馒头组;6—朱砂洞组;7—李官组;8—佟家庄组;9—二青山组;10—山草峪组;11—实测地质界线;12—角度不整合界线;13—平行不整合界线;14—实测断层及编号;15—断层破碎带及产状;16—地层产状;17—铁矿体

图 1 水文地质边界条件模型背景图

2.3 计算公式选择

矿山采用巷道开采,据矿体的走向和分布,确定预测到矿体顶板至矿体储量计算底界的原则(即:-150.00~-500.00 m 标高水平),采用水平坑道法对坑道涌水量进行计算。

2.3.1 水平坑道涌水量计算公式

水平坑道涌水量计算公式如下^[8,9]:

$$Q = \frac{1}{2}BKH^2\left(\frac{1}{R_D} + \frac{1}{R_0}\right) \quad (1)$$

$$Q_{\max} = \frac{1}{2}BHK_{\mp}^2\left(\frac{1}{R_D} + \frac{1}{R_0}\right) + Q_{\text{泉}} \quad (2)$$

$$R_0 = 10S\sqrt{K} + r_0 \quad (3)$$

式中:Q 为坑道正常涌水量(m³/d);Q_{max} 为坑道最大涌水量(m³/d);B 为坑道长度(m);K 为渗透系数(m/d);H 为平水期水头高度(m);H_± 为丰水期水头高度(m);R_D 为坑道至 F8 隔水边界距离(m);R₀ 为引用影响半径(m);Q_泉 为坑道袭夺泉水涌水量(m³/d)。

2.3.2 计算参数的确定

B:开采坑道沿矿体走向开挖的长度 980 m。
H:依据 ZK204 钻孔稳定水位确定(以 ZK204 孔地面标高为基础,地下水水位埋深+28.44 m,水位标高+73.85 m)。H_±:依据 ZK103 钻孔稳定水位最高丰水期水位标高+84.30 m。
K:坑道渗透系数采用 ZK204 钻孔矿层及矿层顶底板混抽水试验值。
S:根据 ZK204 钻孔稳定水位标高确定。
R_D:坑道至 F8 隔水边界平均距离 R_D 为 700 m。
R₀:矿坑几何图形近似矩形,采用 $r_0 = \frac{b}{2}$ 公式计算,b:坑道平均宽度,为 30 m。
H_泉:泉涌水量 938 m³/d(当矿坑大面积开采时,形成地下采空区,矿层顶板应力平衡发生改变,发生地面沉陷,易改变地下水动力条件,造成盖层含水层水下渗而袭夺泉水,增大坑道涌水量)。

2.3.3 预测结果评述

矿床充水来源一是大气降水补给,二是矿体及矿体顶、底板围岩裂隙含水层自身充水。预测标高-150 m:正常涌水量 993 m³/d,最大涌水量 1 089 m³/d。预测标高-200 m:正常涌水量 1 285 m³/d,最大涌水量 1 385 m³/d。预测标高-300 m:正常涌水量 1 931 m³/d,最大涌水量 2 041 m³/d。预测标高-400 m:正常涌水量 2 339 m³/d,最大涌水量 2 685 m³/d。预测标高-500 m:正常涌水量 3 485 m³/d,最大涌水量 3 613 m³/d。

2.3.4 对比分析

目前生产部门开始投入基建,竖井掘进深度-200 m,坑道掘进长度 200 m,坑道实测涌水量 1 000 m³/d(2013 年 4 月 15 日),预测正常涌水量与坑道实际涌水量相对比较接近,随着深部的开采增加,地下水压力的增强,涌水量会逐渐增大;由于没有较强的涌水含水层和补给水源,矿床开采时将不

会产生较大涌水现象。因此认为参数的确定、公式的选择是合理的,预测坑道涌水量可提供设计部门参考使用。

3 结语

矿体处于丘陵区,属隐伏形式,位于最低侵蚀基准面以下,地表地形有利于自然排水,矿体及围岩含水层富水性微弱,地下水补给条件差,地表水体不构成矿床充水的主要因素,构造破碎带富水性中等,水文地质条件为中等的以裂隙岩溶为主的充水矿床(第二类、第二型)。采用井下坑道开采方式,矿体顶板需留有防水保安矿柱,以防盖层裂隙岩溶水间接或直接溃入坑道。

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] 薛禹群,朱学愚.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1978.
- [3] GB12719-91.矿区水文地质工程地质勘探规范[S].
- [4] 冯明,吴继伟,张先,等.构造地质学[M].北京:地质出版社,2007:13-15.
- [5] 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.
- [6] 罗文金,刘百顺,孙亚伟,等.河南省新安县郁山铝土矿床水文地质特征[J].地质与勘探,2012,48(3):533-537.
- [7] 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.
- [8] 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 of Tushan Iron Deposit in Cangshan County of Shandong Province

ZHU Chang

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

Abstract: Sedimentary metamorphic iron deposit occurred in Tushan area of Cangshan county. It is a water-filled fracture-karst deposit with medium hydrogeological conditions. In this paper, hydrogeological characteristics of Tushan iron deposit have been introduced in detail, main water bearing rock groups of the deposits have been divided, and its water-filled conditions have been analyzed as well. The model of hydrogeological unit boundary conditions has been determined. By using horizontal tunnel water inflow calculating formula, each horizontal tunnel water inflow has been predicated. It will provide more detailed data mining conditions for design and production of Tushan iron deposit in the future.

Key words: Hydrogeological conditions; water inflow forecasting; comparative analysis; Tushan iron deposit; Cangshan county