

陕西省镇安县东沟金矿生产坑道系统涌水量预测方法对比

郭昂青

(黑龙江省齐齐哈尔矿产勘查开发总院 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘 要 根据矿区的水文地质条件和勘探坑道系统长期排水量动态观测资料和钻孔抽水试验资料,分别采用水文地质比拟预测法和 $Q-S$ 曲线外推预测法,对矿区生产坑道系统涌水量进行预测对比。利用此方法预测的生产坑道系统涌水量,比较接近实际情况,预测的生产坑道系统最大涌水量可以作为生产坑道系统设计排水量的依据。对条件类似的矿山可采用水文地质比拟法预测坑道系统的涌水量。

关键词 生产坑道系统;涌水量;预测方法对比;陕西省

PREDICTION METHODS FOR INFLOW IN THE PRODUCTION TUNNEL SYSTEM OF DONGGOU GOLD MINE IN SHAANXI PROVINCE

GUO Ang-qing

(Qiqihar Institute of Mineral Resources Exploration, Qiqihar 161006, Heilongjiang Province, China)

Abstract : The hydrological and geological conditions are studied with the dynamic observation record of long-term discharge of the exploration tunnel system and the data of pumping test in drill holes. The hydrogeological analogy method and the $Q-S$ curve extrapolation forecasting method are adopted to forecast and compare the inflow of the production tunnel system in mining area. The forecasted inflow by the hydrogeological analogy is fairly close to the actual situation. The maximum inflow can be used as the basis for the design of discharge of the production tunnel system. The hydrogeological analogy method can also be applied in other mines with similar conditions.

Key words : production tunnel system; inflow; prediction method; Shaanxi Province

1 矿区概况

矿区位于陕西省镇安县张家乡,面积 1.08 km²。矿区地处秦岭南麓低中山区,山脉多呈东西向展布,地势北西高,东南低,地形切割强烈^[1]。由灰岩组成的山系多形成陡峭的山坡或悬崖峭壁,由页岩组成的山坡则比较平缓,地形有利于降水的自然排泄。勘查区范围内最低侵蚀基准面标高为 900 m。矿体主要赋存于当地侵蚀基准面以上。矿体附近无地表水体。

本区 1970~2008 年历年最大降雨量 1244.1 mm (1983 年),最小降水量 506.7 mm (1997 年),相差 737.4 mm。多年平均降水量 760.2 mm,一般 600~1000 mm,每年 6~8 月份为雨季,降水量 359.8 mm,占年降水量的 47.3%。

矿区现有 3 个中段坑道系统,分别为 1150 m 中段长度 3274 m、1110 m 中段长度 3959 m 和 1050 m 中段长度 3437 m。

2 矿区水文地质条件

2.1 主要充水含水层分布及特征

2.1.1 碳酸盐岩裂隙岩溶含水层

主要分布于矿区北西及南西部,走向北西,主要由石炭系中统四峡口组 (C_{2s}) 和石炭系下统袁家沟组 (C_{1y}) 薄—中厚层状灰岩组成。在裂隙发育、碳酸盐纯度较高岩溶发育的地带,地下水流量大小随季节和降雨量变化显著,泉流量大于 0.80 L/s。矿区岩溶主要分布于 1290~1270 m、1214~1197 m、951.20~950.71 m 三

收稿日期 2012-02-14,修回日期 2012-04-05。编辑 李兰英。

作者简介 郭昂青(1960—),男,水工环高级工程师,长期从事水工环地质工作。通信地址 黑龙江省齐齐哈尔市中华西路 185 号, E-mail//gaq-sky@163.com

个标高段,且从上至下岩溶发育程度逐渐减弱,规模逐渐变小^[2]。本层富水性弱—中等,为矿区主要充水含水层。

2.1.2 碳酸盐岩夹碎屑岩裂隙岩溶含水层

主要分布于矿区中部丘陵背斜的两翼,东沟四周的陡坡上和矿区北部。由泥盆系上统南羊山组上段(D_3n^3)、中段(D_3n^2)、中统杨岭沟组上段(D_2y^3)、中段(D_2y^2)砾状生物碎屑—粒屑灰岩、中薄层状泥晶灰岩、泥质灰岩夹粉砂质页岩、泥质页岩、粉砂岩等细碎屑岩组成。岩溶发育较弱。在断裂构造发育和裂隙密集地带,岩溶较发育,但规模较小。当钻孔揭露到该层灰岩地段时,普遍漏水。该岩组岩溶、含水性、导水性不均,地下水位一般埋深均在 100 m 以下。地下水主要在地势低洼和断裂带附近以泉的形式排泄,泉水流量 0.11~1.15 L/s。本层富水性弱—中等,为矿区主要充水含水层。矿体赋存于南羊山组地层内,赋矿围岩为泥灰岩、粉砂岩夹粉砂质页岩、钙质砂岩。

2.1.3 断裂构造含水带

矿区地下水主要受断裂构造控制,虽然围岩富水性中等—弱,甚至不含水,赋矿断裂带含水微弱,但在横向和斜交断裂的应力作用下,形成了脉状承压含水带。由于断裂构造的力学性质、方向和规模不同,对矿床的充水程度也不同。如北东向断裂含水带富水性中等,局部较强,坑道最大涌水量 3.43 L/s,为矿区主要充水含水带。

2.2 隔水层

区内分布的页岩、粉砂岩、灰岩在节理裂隙不发育岩石完整地带,其含水性、透水性极弱,基本不透水,可视为隔水层。此外,压扭性断裂带也可视为相对隔水层。

2.3 矿区地下水补给径流排泄条件

大气降水是矿区地下水最主要的补给来源,也是矿床主要充水水源。降水通过地表风化带、岩溶发育带及构造裂隙发育带渗入而补给地下水。天然状态下地下水通过断裂破碎带、裂隙密集带和灰岩溶隙径流,在地势低洼处以泉的形式排泄于地表沟溪。地下水由北、东、西三面向矿区汇集,总体流向与地形坡向基本一致,水力坡度小于地形坡度。在矿坑排水的强烈干扰下,矿区地下水环境受到严重破坏,致使地下水补给、径流和排泄条件急剧改变。

2.4 水文地质边界条件

坑道系统的上部边界为大气降水补给边界;北、

东、西侧向边界为地下水侧向补给边界,南侧边界为地下水侧向排泄边界。

3 生产坑道系统涌水量预测

生产坑道系统涌水量预测是为矿山排水设计提供重要的基础依据,对矿山安全生产具有重要的意义。目前主要的预测方法有:解析法、数值法、 $Q-S$ 曲线外推法、相关外推法、水均衡法及比拟法。根据矿区的水文地质条件、勘探坑道系统长期排水量动态观测资料和钻孔抽水试验资料,分别采用水文地质比拟预测法和 $Q-S$ 曲线外推预测法,对矿区将来生产坑道系统涌水量进行预测。

由于最上部的 1150 m 中段坑道系统地下水已处于疏干状态,故本次只进行 1110 m 和 1050 m 中段坑道系统的涌水量预测。

3.1 坑道系统充水条件

3.1.1 充水水源

根据区域和矿区的水文地质条件,矿区坑道系统的充水水源以大气降水为主,地下水储存量为辅。

3.1.2 充水通道

上部(1150 m 中段以上)充水通道主要为岩溶通道、构造风化裂隙通道。中部充水通道(1150~1110 m 中段)以风化构造裂隙通道为主。下部(1110~1050 m 中段)充水通道主要为构造裂隙通道。此外,还存在人为充水通道(钻孔、风钻炮眼、放炮震开裂隙等充水通道)。

3.1.3 充水强度

根据各中段坑道系统排水量长期观测资料,1110 m 中段坑道系统充水强度,枯水期平均为 2.46 L/s,丰水期平均为 4.41 L/s。1050 m 中段坑道系统充水强度,枯水期平均为 1.41 L/s,丰水期平均为 13.84 L/s。根据本次坑道系统排水量长期观测资料,最大排水量为 3124.48 m³/d,属中水矿山。

3.2 坑道系统涌水量预测方法

3.2.1 水文地质比拟预测法

该方法是以相似比拟理论为基础建立起来的。要求比拟地段的水文地质条件与预测地段的水文地质条件相似。此方法最适用于已勘探矿区深部水平(中段)和外围矿段的涌水量预测,也可用于具相似条件的新矿区。该方法一般是在整理坑道系统排水量和掘进资料的基础上,求得某些真实的坑道系统水文地质指标,并做为比拟因子进行预测的。

本次采用了富水系数比拟法和单位涌水量比拟法. 其预测的 1110 m 中段和 1050 m 中段生产坑道系统涌水量见表 1.

3.2.2 $Q-S$ 曲线外推预测法

利用矿区抽水试验孔三次降深的抽水试验资料, 建立 $Q-S$ 曲线方程, 进行外推降深和井径换算来预测坑道系统的涌水量. 降深允许外推范围, 一般不超过抽放水试验最大降深的 2~3 倍. 此法的优点在于避开了求取各种水文地质参数, 计算简便^[3]. 因此, 它适用于水文地质条件复杂, 且难于取得有关参数的矿区.

本次利用 $Q-S$ 曲线外推法, 对 1110 m 中段和 1050 m 中段坑道系统进行了涌水量预测, 其预测的坑道系统涌水量见表 1.

4 生产坑道系统涌水量预测方法对比

4.1 水文地质比拟预测法

水文地质比拟法中的富水系数比拟法和单位涌水量比拟法所采用的计算参数 Q_0 (勘探坑道系统实际排水量), 分别由 1110 m 中段和 1050 m 中段勘探坑道系统实际排水量长期观测得来; S_0 (勘探坑道系统实际降深) 由长期观测孔地下水水位平均值确定; F_0 (勘探坑道系统实际疏干面积) 分别根据 1110 m 中段和 1050 m 中段坑道系统分布范围, 在 1:1000 水文地质图上确定. 由此可见, 预测计算所采用的参数精度较高. 预测的生产坑道系统涌水量接近勘探坑道系统实测排水量 (1110 m 中段生产和勘探坑道系统最大涌水量相差 0.07~0.30 倍, 1050 m 中段生产和勘探坑道系统最大涌水量相差 0.12~0.65 倍, 见表 1).

4.2 $Q-S$ 曲线外推预测法

$Q-S$ 曲线外推法所采用的计算参数 $Q_{\text{孔}}$ (钻孔外推涌水量) 为水文地质孔抽水试验外推的钻孔涌水量, F (大井影响面积) 根据 1110 m 中段和 1050 m 中段坑道系统分布范围, 从 1:1000 水文地质图上确定. S (钻孔外推降深) 根据长期观测孔地下水水位资料确定. $r_{\text{井}}$ (大井引用半径) 与 $r_{\text{孔}}$ (钻孔半径) 相差 3710 倍, 由此可见, 预测计算所采用的参数精度不高. 预测的生产坑道系统涌水量与勘探坑道系统实测排水量相差较大 (1110 m 中段生产和勘探坑道系统最大涌水量相差 9.69 倍, 1050 m 中段生产和勘探坑道系统最大涌水量相差 0.98 倍, 见表 1).

5 结语

由水文地质比拟法和 $Q-S$ 曲线外推法预测的 1110 m 中段和 1050 m 中段生产坑道系统涌水量, 与 1110 m 中段和 1050 m 中段勘探坑道系统的实际排水量对比可以看出, 利用水文地质比拟法预测的生产坑道系统涌水量, 比较接近勘探坑道系统的实际排水量. 以此方法预测的生产坑道系统最大涌水量, 可以作为生产坑道系统设计排水量的依据. 对条件类似的矿山可采用水文地质比拟法预测坑道系统的涌水量.

参考文献:

- [1] 地质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, 1978.
- [2] 西安地质学院. 等. 水文地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [3] 房佩贤, 卫中鼎, 廖资升. 专门水文地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1996.

表 1 矿区生产坑道系统涌水量预测方法对比表

Table 1 Forecasting methods for inflow in the production tunnel system of mine

中段 标高/m	预测方法		生产坑道系统预测涌水量/(m ³ /d)			勘探坑道系统实测排水量/(m ³ /d)			计算公式
			最小	平均	最大	最小	平均	最大	
1110	水文地质 比拟法	富水系数比拟法	258.01	404.50	1151.10				① $Q=Q_0 \frac{F}{F_0} \sqrt{\frac{S}{S_0}}$
		单位涌水量比拟法	26.48	355.16	946.77	212.20	332.67	887.07	
	$Q-S$ 曲线外推法			9480.18					② $Q=Q_0 \sqrt[4]{\frac{S}{S_0}} \sqrt[4]{\frac{S}{S_0}}$
1050	水文地质 比拟法	富水系数比拟法	172.93	1137.11	5139.78				③ $Q_{\text{孔}}=0.3064^{1.5478} \sqrt{S}$
		单位涌水量比拟法	137.04	901.18	3509.77				
	$Q-S$ 曲线外推法			6179.87		122.00	802.22	3124.48	④ $Q_{\text{井}}=Q_{\text{孔}} \sqrt{\frac{r_{\text{井}}}{r_{\text{孔}}}}$ ⑤ $r_{\text{井}}=0.565 \sqrt{F}$

注: 1) 公式①为富水系数比拟法计算公式; 2) 公式②为单位涌水量比拟法计算公式; 3) 公式③④⑤为 $Q-S$ 曲线外推法计算公式; 4) 公式①和②中 Q 、 S 、 F 分别为预测生产坑道系统的涌水量(m³/d)、降深(m)和疏干面积(m²), Q_0 、 S_0 、 F_0 分别为勘探坑道系统实际涌水量(m³/d)、降深(m)和疏干面积(m²); 5) 公式③④⑤中 $Q_{\text{孔}}$ 、 S 分别为钻孔外推涌水量(m³/d)和降深(m), $Q_{\text{井}}$ 为大井外推涌水量(m³/d), $r_{\text{孔}}$ 、 $r_{\text{井}}$ 分别为钻孔半径和大井引用半径(m), F 为大井影响面积(m²).