

黄铁绢英岩型金矿矿坑涌水量预测探讨

姚杰

中国冶金地质总局广西地质勘查院

DOI: 10.12238/ems.v5i8.7448

[摘要] 通过对广西某黄铁绢英岩型金矿区投入的水文地质工作量获取所需水文地质参数, 选用三种不同方法预测赋存于寒武系黄洞口组粉砂岩、细砂岩中的黄铁绢英岩型金矿体未来矿坑涌水量, 并对比各算法进行评价。

[关键词] 矿坑涌水量; 水文地质比拟法; 渗入系数法; 稳定流大井法

Prediction of mine water inflow in pyrite-sericite gold deposit

Yao Jie

Guangxi Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geological Bureau

[Abstract] Based on the hydrogeological parameters obtained from the input of a pyrite-sericite gold deposit in Guangxi, three different methods are selected to predict the future mine water inflow of pyrite-sericite gold deposits hosted in siltstone and fine sandstone of the Cambrian Huangdongkou Formation, and the algorithms are compared and evaluated.

[Key words] Mine water inflow; Hydrogeological analogy method; Infiltration coefficient method; Stable flow well method

一、边界条件概化

广西某黄铁绢英岩型矿区金矿体为构造成矿, 在寒武系黄洞口组第三-四段 ($\in h_3^{3-4}$) 与花岗斑岩皆有出露, 因此, 把黄洞口组第三-四段作为统一含水层考虑。根据矿山的供水边界条件, 把边界进水类型概化为一“大井”或“水平廊道”位于直线供水边界附近。未来矿坑疏干情况下, 地下水主要呈潜水层流状态, 计算中按潜水非完整井处理。

计算方法: 选用水文地质比拟法、渗入系数法以及稳定流大井法三种方法进行对比计算。

计算范围: 选取已控制的内蕴经济资源量为 332 类的高级别金矿体 I-3 作为矿坑涌水量计算范围。

计算时期: 雨季矿坑最大涌水量以及平水期涌水量。

计算水平: 考虑 I-3 矿体内 332 类金矿体主要分布在

-38.0 标高以上, 计算-38.0m 水平的矿坑涌水量。

二、水文地质比拟法

将矿区与其东面相连的老矿山进行比拟计算。矿坑涌水量主要与大气降水、开采水平(水位降深)及矿坑系统面积有关, 因此, 同时采用含水层厚度、降深比拟法(比拟法 1)及矿坑系统面积、降深比拟法(比拟法 2), 分别预测本矿山 I-3 矿体未来矿坑系统涌水量, 见表 1。

三、渗入系数法(近似水均衡法)

矿区地表水与地下水分水岭一致, 构成比较完整的盆状地形, 有利于降水汇集和地下水和积聚, 含水层补给主要为降水渗入, 因而可用降水渗入系数法(对地下水均衡条件简化处理后的近似方法)来概算可能获得的补给量。

表 1 水文地质比拟法预测坑道涌水量计算表

矿坑系统	开采水平 (m)	矿坑系统面积 (m ²)	含水层厚度 (m)	水位降深 (m)	6-8 月矿坑最大涌水量 (m ³ /d)	计算公式
老矿山	105	$F_0=1645378$	$H_0=350$	$S_0=160$	$Q_0=600.00$	

本次调查矿山	I-3 号矿体 (300~316 线)	-38	F ₁ =1811646	H ₁ =232	S ₁ =144	Q ₁ =334.99	比拟法 1 $Q_1=Q_0 \times \frac{(2H_1-S_1) S_1 \sqrt{F_1}}{(2H_0-S_0) S_0 \sqrt{F_0}}$
						Q ₂ =565.21	比拟法 2 $Q_1=Q_0 \times \frac{S_1 \sqrt{F_1}}{S_0 \sqrt{F_0}}$

计算公式: $Q = F \cdot h' \cdot \alpha$

α - 降水渗入系数

式中: Q-降水渗入补给量 (m³)

通过对矿内泉水 Q80 动态观测流量资料, 求得全区平水

F-降水汇集面积 (m²)

期 (9 月至翌年 4 月) 及丰水期 (5~8 月) 的渗入系数 α_1 、

h' - 降水量 (m)

α_2 (见表 2), 然后计算 I-3 矿体受影响的汇水面积范围内

平水期和丰水期地下水渗入量 (见表 3)。

表 2 降水渗入系数 α 计算表

观测点	汇集面积 F ₀ (m ²)	降水量 h' (m)		降水汇集量 (m ³)		渗入补给量 Q (m ³)		渗入系数 α	
		平水期	丰水期	平水期	丰水期	平水期	丰水期	平水期	丰水期
Q ₈₀	39136.7	0.449	0.766	17580.21	29986.54	2106.36	3925.56	0.120	0.131

表 3 矿区降水渗入量 Q 计算表

汇水面积 F (m ²)	降水量 h' (m)		渗入系数 (m/d)		降水渗入量 $Q = F \cdot h' \cdot \alpha$			
	平水期	丰水期	平水期	丰水期	平水期		丰水期	
					m ³ /年	m ³ /日	m ³ /年	m ³ /日
1811645.6	0.449	0.766	0.1198 (Q80)	0.1309 (Q80)	97503.59	267.13	181715	497.85

四、稳定流大井法

雨季矿坑涌水量计算的水位标高 $h_{\text{雨}}=200.64\text{m}$, 采用动态

假设的 I-3 号矿体坑道系统位于 300 线~316 线间, 简化为长度 $a=320.00\text{m}$, 宽度 $b=108.00\text{m}$ 的矩形区域, 矿体倾角为 $68\sim 90^\circ$, 平均倾角 71° 左右, 未来矿坑系统倾斜度大于 45° 。将 I-3 号矿体的未来矿坑系统 (坑道) 简化为一大井, 由于该系统位于直线供水边界附近, 班茶冲供水边界距离 $d=190\text{m}$ 。因此按潜水非完整井计算大井平水、丰水期涌水量。

观测平水期水位作为旱季水位标高 $h_{\text{旱}}=191.72\text{m}$ 。

未来坑道系统的平水期、丰水期水位降深分别为: $S_{\text{平}}=134.72\text{m}$ 、 $S_{\text{雨}}=143.64\text{m}$

1、计算参数的确定

(4) 大井引用半径 r_0 。

(1) 渗透系数 (K)

I-3 号矿体系统近似矩形, 长 $a=320.00\text{m}$, 宽 $b=108.00\text{m}$,

未来矿坑直接充水含水层为 ϵh_3^{3-4} 裂隙含水层, 取位于 I-3 号矿体 306 勘探线的 ZK306-4 孔抽水试验 (两段 6 次降深) 两次抽水试验所得渗透系数的平均值为 $K=0.01513\text{m/d}$ 。

$a/b=2.96$, 小于 10, 大井引用半径 r_0 由公式: $r_0 = \eta \frac{a+b}{4}$

渗透系数公式选取了潜水非完整井的计算公式 $K = \frac{0.366Q}{LS} \lg \frac{0.66L}{r}$ 。

确定 $r_0=122.408\text{m}$ 。

(2) 含水层厚度 (H)

(5) 影响半径采用《水文地质手册》 $R=2d$ 。 $d=190\text{m}$, 因此 $R=380\text{m}$ 。

根据抽水试验孔 ZK306-4 钻孔揭露厚度、孔内初始水位, 并结合动态观测地下水位等, 确定含水层厚度值: $H_{\text{平}}=222.94\text{m}$, $H_{\text{雨}}=231.86\text{m}$ 。

(2)、计算结果

根据前述的水文地质边界条件、矿坑系统的概化及确定的

的计算参数, 采用 $Q = 1.366K \frac{(2H-S)S}{R_c}$ 计算平水期涌水量为 $Q_{\text{平}}=374.503\text{m}^3/\text{d}$, 丰水期涌水量为 $Q_{\text{雨}}=410.746\text{m}^3/\text{d}$ 。公式中

其中水流阻力值 R_c 采用了《水文地质手册》中

$R_c = 2 \ln \frac{2d}{r_0} + \xi_0 - \xi_1$ (利用手册中的替代法修正为潜水

非完整井公式) 来计算, ξ 为补充水流阻力值, 具体见表 4。

表4 矿坑涌水量计算表

矿坑系统	计算公式	计算参数	平水期涌水量 (m ³ /d)
I-3号矿体 (300~316线)	$Q = 1.366K \frac{(2H-S)S}{R_c}$ $R_c = 2 \ln \frac{2d}{r_0} + \xi_0 - \xi_1$ $r_0 = \eta \frac{a+b}{4}$	K=0.01513m/d, H _雨 =231.86m, H _平 =222.94m S _雨 =143.64m, S _平 =134.72m a=320.00m, b=108.00m η=1.144, d=190m ξ ₀ =0.0494, ξ ₁ =0.00165	Q _平 =374.503
			丰水期水量 (m ³ /d)
			Q _雨 =410.746

五、矿坑涌水量预测结果评述

1、三种估算方法的矿坑涌水量计算结果见表5。

表5 矿坑涌水量计算结果表

计算方法	矿坑涌水量 (m ³ /d)		备注
	平水期 (9月至翌年4月)	丰水期 (5~8月)	
水文地质比拟法	比拟法1	—	老矿山只收集到丰水期涌水量
	比拟法2	—	
渗入系数法 (近似水均衡法)	267.133	497.849	采用Q80渗入系数
稳定流大井法	374.503	410.746	直线供水边界

2、水文地质比拟法没有收集到丰水期涌水量数据,只进行了矿坑最大涌水量的估算,两种方法结果分别为334.99m³/d、565.21m³/d,计算结果有差异,其原因可能是两个坑道系统标高变化大、所处位置的地层含水性和导水性存在差异、长期排水疏干含水层等原因造成。

3、渗入系数法概算的I-3矿体所处的矿坑系统内地下水天然条件下的平水期涌水量为267.133m³/d、丰水期涌水量为497.849m³/d。经对比小于水文地质比拟法2、大于稳定流大井法的雨季矿坑涌水量。此外,要注意随着矿坑开拓,一部份地表水会渗入地下,使矿坑水的补给源增多。

4、稳定流大井法是根据地表水文地质测绘及钻孔抽水试验资料,边界条件确定为位于直线供水边界附近。渗透系数(K)是利用ZK306-4孔抽水试验潜水不完整井平均值得出。含水层厚度(H)及水位降深(S)值因抽水试验孔仅有1个,I-3矿体附地质钻孔揭露深度有限,代表性有所欠缺。

六、计算方法评价

矿坑开采系统是复杂的,变化的,因此单纯采用一种方法预测矿坑涌水量是有局限性的。稳定流大井法的涌水量在抽水试验孔附近I-3(300~316线)一带较有参考性;水文地质比拟法在矿区相邻有老矿山时使用是比较简单易行的方法;渗入系数法在矿区能系统的进行动态观测工作的基础上使用,所获得的结果是比较可靠的。

【参考文献】

[1]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(第一版)[S].北京:地质出版社,1978

[2]中国地质调查局.水文地质手册(第二版)[S].北京:地质出版社,2012

[3]国家冶金工业局.供水水文地质勘察规范:GB50017-2001[S].北京:中国计划出版社,2001

[4]刘兆昌,李广贺,朱琨.供水水文地质[M].北京:中国建筑工业出版社,1998

[5]郭东屏,宋众勋,钱会,等.地下水动力学[M].陕西:陕西科学技术出版社,1994

[6]薛禹群.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1997

[7]陈崇希.地下水动力学[M].北京:中国地质大学出版社,1999

[8]中华人民共和国国土资源部.水文水井地质钻探规程[S].北京:中国标准出版社,2014

[9]朱学愚,钱孝星.地下水水文学[M].北京:中国环境科学出版社,2005

[10]陈南祥.水文地质学[M].北京:中国水利水电出版社,2008

作者简介:姚杰,男,1981年生,大学本科,工程师,中国冶金地质总局广西地质勘查院,主要从事水工环调查、地质灾害评估、设计及施工工作