

介绍一个计算坑道涌水量的经验公式

确定坑道預計涌水量,是水文地质工作的主要目的。如果預計涌水量是近乎实际的话,则所拟定的疏干方案和所选择的排水机械及其数量将是合理的;否则,将会招致矿坑的淹没或者造成浪费。因此正确地选择坑道涌水量计算公式,就显得特别重要。

一、公式的拟定

目前有关这方面的预测计算公式虽然很多,由于地质或水文地质条件的变化不同,也就很难窥其全貌。如广东某矿区,矿床为独立大脉,充填于小坪煤系砂页岩裂隙中,倾角很陡,平均在 70° 以上。砂页岩为微弱透水层,矿体极大部份埋藏于当地侵蚀基准以下,而矿体本身就是破裂含水带,其水力特性为承压水,与上覆冲积层不具水力联系。按水文地质构造条件来说,类似“自流斜地”构造。地下水的补给来源主要靠大气降水,因此以静储量为主,动储量不丰富。

该区经有关理论和经验方面的计算公式对比结果,与坑道实际涌水量出入很大。为使预计数值能近乎实际,根据前述水文地质条件的特征,坑道涌水量变化情况,拟定如下公式

$$Q = q_1 - \frac{l}{4} + q_2 \left(\frac{3l}{4} + L \right) \text{ 其通式为}$$

$$Q = q_1 - \frac{al}{n} + q_2 \left[\frac{(n-a)l}{n} + L \right]$$

Q ——涌水量 ($\text{米}^3/\text{昼夜}$)

l ——月计划进尺长度 (米)

q_1, q_2 ——均为长度-米的涌水量 ($\text{米}^3/\text{昼夜} \cdot \text{米}$)

L ——坑道累计进尺总长度 (米), l 不包括在内

$n \cdot a$ ——系坑道揭露过程中,出水现象由最大变至正常出水或滴水状态所需时间,如需一星期则为月的 $\frac{1}{4}$;若需2个月,则为年的 $\frac{1}{6}$

如此类推。 n 取其分母; a 取其分子。

当沿矿脉破裂含水带而拉沿脉坑道时,地下水主要从三面进入(两壁和底)、经一星期左右,出水或强滴水现象即显著减弱。也就是说,静储量一经排尽后,涌水量受到补给来源的限制,即转入正常出水状

态。因此按月进尺长度(l)除以4(即式中的 $\frac{l}{4}$);

式中的 $\frac{3l}{4}$ (即 $l - \frac{l}{4}$)这段涌水量,因为已进入恒流状态,不再受静储量的限制,而只受补给来源的影响,因此涌水量的计算和累计进尺总长度(L)相同。

1.式中的 q_1 是个常数值,确定的方法有二:一是随坑道掘进及时收集新开拓段的涌水量,然后取其平均值。测得次数愈多,其数值愈准确。二是按矿区水文地质条件和已获得的所需各项计算参数,应用地下水动力学公式求得。

笔者所研究的矿区,即是采用后者。根据进入坑道的水,是由承压水转变为无压水的状态,计算公式应采用连续水流原理,由承压水变为无压水的计算公式比较合理,按达西定理,应用了裘布衣公式

$$q_1 = \frac{K(2HM - M^2 - h^2)}{R}$$

由于水位已降至坑道底 $h = 0$ 故

$$q_1 = \frac{K(2H - M)M}{R}$$

式中符号

q_1 ——单位长度涌水量 ($\text{米}^3/\text{昼夜} \cdot \text{米}$)

K ——渗透系数 (米/昼夜)

H ——下降水位深度 (米),自静止水位至坑道底板。

M ——含水层厚度 (米)

R ——影响半径 (米),根据抽水试验实测或有关经验公确定。

应用上述公式须要说明的是,当开拓坑道位于地表水体附近, $R \geq L$ 的条件下, R 以 L 代之。(L ——由坑道至地表水体的距离)

再者,上述公式系两面流的计算式,如为单面或三面以上的,则按具体情况来确定 q_1 的数值。

2.式中 q_2 同样是一个常数值,该值系根据坑道各自单位长度涌水量而后取平均值。(但不包括 q_1 的数值在内)。时间愈长,所取的平均数值,就愈准确。

二、公式的应用

1. 当水文地质条件和坑道出水现象, 类似原文所述及的情况, 使用上述公式时, 能获得令人满意的效果,

果, 现将两个矿区, 不同矿床, 使用该公式计算的涌水量和实测涌水量的结果, 列表如下:

时 间	矿床形态 涌水量比较值	脉 状 矿 床 （錫矿）					脉 状 矿 床 （黑钨）			
		計算湧水量 (米³/昼夜)	实测湧水量 (米³/昼夜)	誤 差 (%)	降 雨 量 (毫米)	备 注	計算湧水量 (米³/昼夜)	实测湧水量 (米³/昼夜)	誤 差 (%)	备 注
一 九 六 三 年	5	1175.13	1060.60	10.79	48.2	迂盲矿体				
	6	1505.40	1753.60	14.10	449.4					
	7	1295.54	1662.00	22.05	365.7					
	8	1365.41	1615.95	15.50	71.4					
	9	1683.18	1748.28	3.72	130.1					
	10	2040.03	2119.07	3.73	11.3					
	11	2724.30	2679.40	1.68	48.1		835.00	684.54	22.0	
	12	3200.94	2641.03	21.20	10.0	863.50	702.19	23.0		
一 九 六 四 年	1	2694.59	2744.46	1.80	86.0	迂小断裂 雨天主要在本月下旬,影响小	886.50	743.60	19.2	迂盲矿脉 迂小断裂
	2	2905.74	3032.76	4.18	31.1		941.30	890.00	5.4	
	3	2999.50	2868.52	4.30	52.2		969.50	1267.50	23.5	
	4	3206.40	2963.26	8.20	29.9		1143.00	1279.40	16.7	
	5	3286.70	3077.40	6.80	276.2		1347.40	1493.50	9.7	

从上表所列数值可以看出, 除在外来因素影响的情况下 (如降雨、盲矿脉、含水或导水的断裂……), 计算结果和实测数值误差较大外, 否则, 相差无几, 但是应予指出: 除某些外来因素 (如盲脉、断裂等) 难于“预料”外, 看来进行地表渗入量的测定很重要, 对预测涌水量, 将会收到更能令人满意的效果。

2. 关于式中 q_1 值的两种确定方法: 一是随着坑道掘进, 分段测出由最大变至正常的涌水量, 然后取其平均值; 一是根据矿区水文地质条件利用地下水动力学公式求得。兹就两种方法分别所得结果, 对比如下:

脉状矿床 (锡矿)			脉状矿床 (黑钨)		
q_1 计算值 (米 ³ /小 时·米)	q_1 实测值 (米 ³ /小 时·米)	备 注	q_1 计算值 (米 ³ /小 时·米)	q_1 实测值 (米 ³ /小 时·米)	备 注
1.92	1.81		1.40	1.12	
1.92	1.83		1.40	0.92	
1.92	1.88		1.40	1.15	
1.92	1.84		1.40	1.28	天 雨
1.92	1.93	天 雨	1.40	1.17	
1.92	2.20	遇盲矿脉	1.40	1.70	遇盲矿脉
1.92	1.85				
1.92	1.87				

注: q_1 计算值系根据矿区水文地质条件和有关确定参数计算得来, 故只有一个。

3. b_1 值是指坑道揭露时起, 出水现象由最大变至正常时间内单位进尺长度涌水量的平均值。

三、尾 部

1. 使用上述公式预计坑道涌水量主要的先决条件是:

- (1) 矿床地下水的补给来源以大气降水为主;
- (2) 巷道开拓过程中, 涌水或滴水现象经过一定时间后, 具有明显的变化。

据笔者的经历, 一般有色金属矿床, 尤其是脉矿, 水文地质条件类似本文所述及的颇为多见。该公式不久前曾在另一个条件相似的矿区使用证明, 获得了甚为良好的效果, 准确性达 70% 以上。

2. 如果矿区勘探钻孔较多, 而且做过抽水 (简单的也好) 或自然水位降低试验等工作, 当水文地质资料甚为完备的情况下, 在使用本文所述及的裘布衣公式或其它地下水动力学公式计算 q_1 时, 对有关参数, 应采用平均值, 如渗透系数 (K_{cp}), 水位降低 (H_{cp}), 含水层的厚度 (M_{cp})……等。

3. 当开拓坑道水位降低值, 大于抽水孔的水位降低值, 在计算 q_1 时, 对影响半径 (R) 的确定, 可利用经验公式。单位涌水量, 单位水位降低, 含水层岩石特性等求得, 如果条件许可, 当然以直接观测最精确。但是, 有色金属裂隙脉状水矿床, 不管岩层的裂隙发育程度如何? 水位降低如何, 水力特性怎样, 影响半径一般多在 1000 米以下; 超越 1000 米以上者, 实属罕见 (岩溶 (喀斯特) 岩层和砂砾层除外)。因此, 当无实测资料, 而须用其它方法来确定影响半径时, 应多加比较, 所取数值, 才比较正确可靠。

陈 林