

文章编号: 1001-1986(2004)03-0036-02

# 地下水化学动力学方法运用过程中的若干问题探讨

段水云 (山西煤田水文地质 229 队, 山西 太原 030006)

**摘要:** 对用地下水化学动力学方法计算出的 5 种水文地质参数定量评价研究区水文地质条件的整个过程中存在的问题, 进行了较全面的分析, 认为用地下水化学动力学方法计算出的 5 种水文地质参数, 通常只能粗略地评价研究区的水文地质条件, 对于无钻孔或钻孔很少的区域, 此方法便难以应用。

**关键词:** 化学指标; 地下水化学动力学; 水文地质参数

**中图分类号:** P641.3 **文献标识码:** A

## 1 引言

近几年, 笔者多次用地下水化学动力学方法, 对不同研究区的 5 种水文地质参数进行了计算, 并且用计算出的 5 种水文地质参数的结果, 对区域水文地质条件进行了定量评价。在具体运用过程中发现了若干问题, 并进行了如下探讨。

## 2 用化学指标计算 5 种水文地质参数的公式<sup>[1]</sup>

### 2.1 用水化学指标表示达西定律

$$V_{ni} = \frac{\Delta S_{iAB} \sum_{j=1}^m v_{ij} k_j (2 - \beta_{jA} - \beta_{jB})}{2\Delta a_{ijAB}}, \quad (1)$$

式中  $a_{ij}$  为  $j$  矿物溶于水和水中的  $i$  组份的活度 ( $\text{mol/L}$ );  $V_{ni}$  为  $i$  组分在地下水流向上“示踪”的法向渗透速度 ( $\text{m/d}$ );  $\Delta S_{iAB}$  为  $i$  组分在流线上由  $A$  点运移到  $B$  点的间距 ( $\text{m}$ ), 即  $\Delta S_{iAB} = S_{iB} - S_{iA}$ ;  $k_j$  为  $j$  矿物溶解化学动力学常数 ( $\text{mol/L} \cdot \text{d}$ );  $j$  为水文地质系统中, 参与水文地球化学平衡进程的矿物数,  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ ;  $i$  为  $j$  矿物溶于水中的  $i$  组份,  $i = \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \dots$ ;  $v_{ij}$  为  $j$  矿物溶于水中  $i$  组份的化学计量系数 (无量纲);  $\Delta a_{ijAB}$  为由  $j$  矿物制约水溶解和容纳  $i$  组份, 在流线上任意点  $A, B$  相对应的活度差 ( $\text{mol/L}$ );  $\Delta a_{ijAB} = a_{ijB} - a_{ijA}$ ;  $\beta_{jA}, \beta_{jB}$  为  $j$  矿物对应于任意点  $A, B$  处的饱和指数。

### 2.2 用水化学指标表示地下水年龄 (或地下水滞留时间) $t$ 的公式

$$t_{ijAB} = \frac{2n\Delta a_{ijAB}}{\sum_{j=1}^m v_{ij} \bar{k}_j (2 - \beta_{jA} - \beta_{jB})}, \quad (2)$$

式中  $t_{ijAB}$  为由  $j$  矿物制约溶解和容纳  $i$  组分, 在流

线上任意点  $A$  运移到点  $B$  的地下水年龄;  $n$  为岩石的孔隙度; 则  $\bar{k}_j = nk_j$ 。

### 2.3 用水化学指标表示地下水的实际速度 ( $u$ )

$$u_{ijAB} = \frac{\Delta S_{iAB} \sum_{j=1}^m v_{ij} k_j (2 - \beta_{jA} - \beta_{jB})}{2n\Delta a_{ijAB}}. \quad (3)$$

### 2.4 用水化学指标表示含水层的渗透系数 ( $K$ )

$$k_{ijAB} = \frac{\Delta S_{iAB}^2 \sum_{j=1}^m v_{ij} k_j (2 - \beta_{jA} - \beta_{jB})}{2\Delta a_{ijAB} \Delta h_{AB}}. \quad (4)$$

式中  $\Delta h_{AB}$  为  $i$  组分在流线  $AB$  上由  $A$  点运移到  $B$  点的水位变化值;  $k_{ijAB}$  为流线上任意两点  $A, B$  用  $i$  组份化学指标确定的渗透系数 ( $\text{m/d}$ )。

### 2.5 用水化学指标表示导水系数 ( $T$ )

$$T_{ijAB} = \frac{\Delta S_{iAB}^2 \sum_{j=1}^m v_{ij} k'_j (2 - \beta_{jA} - \beta_{jB})}{2\Delta a_{ijAB} \Delta h_{AB}} \quad (k'_j = k_j m), \quad (5)$$

式中  $k'_j$  为  $AB$  段整个含水层的化学动力学常数;  $m$  为含水层厚度。

## 3 存在的问题

### 3.1 在获取公式 (1) ~ (5) 中化学动力学常数 $k_j$ 或者 $k'_j$ 过程中存在的误差因素

由于地下水化学动力学常数  $k_j$  或者  $k'_j$  是在有钻孔抽水实验资料的区域, 利用地下水动力学公式所计算出的渗透系数  $K$  值或者导水系数  $T$  值之后反推算来的<sup>[1]</sup>。因此, 化学动力学常数  $k_j$  或者  $k'_j$  的误差大小完全取决于渗透系数  $K$  值或者导水系数  $T$  值的误差大小。在用裘布衣单井公式计算含水层渗透系数时, 由于研究区中存在着所要计算的钻孔的水文地质条件不能满足裘布衣单井公式推导的

假定条件<sup>[2,3]</sup>;又由于利用地下水动力学公式计算出的渗透系数 $K$ 值或导水系数 $T$ 值不是水位最大降深时的 $K$ 值或 $T$ 值;其次是含水层厚度判断不准确或者是测量不准确;最后是由于种种原因使影响半径计算不准确<sup>[4]</sup>。这4种情况都会导致由地下水动力学方法求出的 $K$ 值或 $T$ 值出现误差,因此由公式(4)或公式(5)反推算出的地下水化学动力学常数 $k_j$ 或 $k'_j$ 就不准确。由此推算出的5种水文地质参数值就不准确。

### 3.2 用地下水化学动力学方法计算出的5种水文地质参数值出现误差的因素

3.2.1 由于用地下水化学动力学方法计算5种水文地质参数值的一般方法,是把研究区按地下水动力学方法计算出的渗透系数 $K$ 值和导水系数 $T$ 值划分成不同的小区,然后在不同的小区中,选取有代表性的值作为小区 $K$ 值或 $T$ 值。而所选取的这个值接近或等于小区中所有钻孔的渗透系数 $K$ 值或导水系数 $T$ 值的平均值,把选好的 $K$ 值或 $T$ 值代入(4)式或(5)式就可以反算求出地下水化学动力学常数 $k_j$ 或 $k'_j$ <sup>[1]</sup>。再利用小区中通过钻孔而垂直于等水位线的线上各点的活度 $a_i$ 值和饱和指数 $\beta_j$ 值,以及相对应的两点之间的水位差和两点之间的距离,利用(1)~(5)式就可以求出5种水文地质参数值<sup>[1]</sup>。在计算过程中,一方面,由于用地下水动力学方法求出的渗透系数 $K$ 值或导水系数 $T$ 值存在误差,因此由存在误差的 $K$ 值或 $T$ 值反算推出的化学动力学常数 $k_j$ 或 $k'_j$ 自然也有着误差;另一方面,由于存在着依靠地下水动力学方法计算出的 $K$ 值或 $T$ 值划分出的小区在曲线走势上跟实际情况存在着误差,再加上划分各小区时,对地质、构造、岩溶发育程度、水文地质和水文地球化学条件把握的不准确,从而导致划分出的小区跟实际情况存在误差,由此导致活度 $a_i$ 和饱和指数 $\beta_j$ 等值线形态图在走势上出现偏差,根据 $a_i$ 和 $\beta_j$ 等值线图推算出的垂直于等水位线的线上的各点的 $a_i$ 和 $\beta_j$ 值同样会出现偏差。这些情况都会导致由公式(1)~(5)求出的5种水文地质参数值产生误差。

3.2.2 根据钻孔水样化验资料,可以求出每个钻孔的离子活度 $a_i$ 和饱和指数 $\beta_j$ ,就可利用该资料编制

研究区的 $a_i$ 和 $\beta_j$ 等值线图。编制图件前,应注意删去异常点<sup>[1]</sup>,但有些点是盲目删去的,从而导致绘制出的离子活度和饱和指数等值线图失真。

3.2.3 在测量水位标高时,由于存在各种因素的影响,会出现误差,使所作的等水位线图不可能跟实际情况完全吻合,从而导致计算出的5种水文地质参数值出现偏差。再者,由于通过钻孔而垂直于等水位线的线上的每两个点之间的距离有可能测量不准确,或者等水位线上两点之间的距离不均匀,也会造成计算出的5种水文地质参数值出现误差。

3.2.4 如果研究区内钻孔分布不均匀,需根据现有钻孔的水样化验资料,用地下水动力学方法计算出渗透系数 $K$ 值或导水系数 $T$ 值,再利用这些 $K$ 值或 $T$ 值,把研究区划分成不同的小区。这种情况下划分出的各小区一定跟实际情况不吻合,进而使计算出的 $k_j$ 值或者 $k'_j$ 值也会跟实际情况不相符,由此使计算出的5种水文地质参数一定存在误差。同样,在划分出的小区内,如果钻孔分布不均匀,那么根据这些钻孔的水样化验资料计算出的 $K$ 、 $T$ 平均值和选取的有代表性的 $K$ 、 $T$ 值,都会跟实际情况不吻合,导致计算出的 $k_j$ 或者 $k'_j$ 跟实际情况不吻合,进而由 $k_j$ 或者 $k'_j$ 计算出的5种水文地质参数值跟实际情况也会不吻合。

## 4 结论

由于在编制离子活度 $a_i$ 、饱和指数 $\beta_j$ 、渗透系数 $K$ 、导水系数 $T$ 、渗透速度 $v$ 、地下水年龄(或地下水贮留时间) $t$ 和实际速度 $u$ 等图件时,不仅利用了5种水文地质参数的计算结果,而且充分考虑和研究了研究区的地质、构造和水文地质条件,在此基础上编制出了这5种水文地质参数图<sup>[1]</sup>,应该是与研究区的地质构造及水文地质条件比较吻合的。

## 参考文献

- [1] 曹玉清,胡宽容.岩溶化学环境水文地质[M].长春:吉林大学出版社,1994.
- [2] 薛禹群,朱学愚.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1979.
- [3] 陕西省综合勘察院.供水水文地质勘察[M].北京:中国建筑工业出版社,1980.
- [4] 供水水文地质手册编写组.供水水文地质手册(第二册)[M].北京:地质出版社,1978.

## Some problems in the process of applying groundwater dynamics method

DUAN Shui-yun (The 229<sup>th</sup> Team of Shanxi Coal Field Hydrogeology Bureau, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Some problems existed in comprehensive analysis process are discussed, which uses groundwater dynamics method to calculate 5 hydrogeological parameters for evaluating quantitatively hydrogeological conditions in the study area. Generally, 5 hydrogeological parameters can only evaluate primarily the hydrogeological conditions in study area only. In the area having no or only a few drill holes, the method is difficult to apply.

**Key words:** chemistry index; groundwater dynamics; hydro-geological parameters