

关于水质分析结果的表示和审核中几个问题的商榷

王 晋 强 (水文地质工程地质研究所)

关于水质分析结果的表示和审核,在《天然水分析方法》和《岩石矿物分析》二书中均作了详细的说明,现就几个有关的问题,结合自己的工作实践,谈几点粗浅的看法。

一、关于水的矿化度的含义和表示

水的矿化度,故名思义,就是水被矿化的程度,对它的含义归纳起来大致有两种理解,有的认为,水的矿化度是指天然水流经围岩后单位体积水样中含有矿物质的总重量;有的则认为水的矿化度是指单位体积水样中溶解的总盐量。水的矿化度在数值上的实际表示又常因测定方法不同而异。因此对同一个水样在数值上可以相差很多,这就给使用这些数据带来一定的困难。

认为矿化度是矿物质总和,则矿化度一般是用实测的阴阳离子总量减去重碳酸根离子的一半来表示。这是因为碳酸岩溶于水时是以下列反应进行。

$\text{Ca}(\text{Mg})\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{Mg}^{2+}) + 2\text{HCO}_3^-$ 进入水中的重碳酸根离子,其一半是由矿物(碳酸岩)来的,另一半是由空气中的二氧化碳溶于水以后对碳酸岩浸蚀的结果,这一部分不是矿物质,不包括在矿化度之内。因此用实测的阴阳离子总量减去重碳酸根的一半来表示矿化度有一定的道理,但是属于次生污染而进入水中的非矿物质,象 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 等的含量应不应该包括在矿化度之内呢?这是应该提出的一个问题。

矿化度用可溶性固体总量表示,也可能是基于上述认识,即水中重碳酸根离子含量的一半是由碳酸岩溶解所致,另一半来源于空气中的二氧化碳,而正好在 105°C 烘干恒重时,重碳酸根离子又分解跑掉一半,所以可以用可溶性固体总量来表示矿化度,但硝酸根离子(NO_3^-) 在 105°C 时是难以分解挥发的(见表2),这就把不是原生矿物质的 NO_3^- 离子也包括在矿化度里面了。

如果矿化度是指溶于水的总含盐量,即应由实测的阴阳离子总量来表示。若实测的阴阳离子项目不多,而以可溶性固体总量的数值来表示矿化度时,则所得每升水中可溶性固体总量的毫克数还应再加上重碳酸根离子的一半。

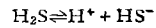
总之,水的矿化度的含义和表示方法在水文地质工作中应当求得统一。今后随着测试手段的不断更新,水中被测定的阴阳离子项目逐渐增加,我认为的是可以用实测的阴阳离子总量来表示矿化度的。但在矿化度含义未统一之前,若引用矿化度的数据时,最好注明该数值是属于何种概念,因为不同的含义其数值有时会相差很大。

二、关于分析结果的审查

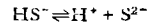
水质分析结果可根据水化学原理进行审查,有关的规程和书中已有叙述。现就一些比较复杂的水型讨论如下:

1. 关于某些特殊水样中一些含量较高的组分,如卤水中的硫化物,高温热水中的硼酸盐,硅酸盐等,进行化学分析以后,其含量应如何表示。

目前水质分析中对于某些溶于水呈游离状态的气体成分或呈胶体状态存在于水中的物质,其分析结果分别以分子或氧化物的形式表示,如 H_2S 、 SiO_2 等,但实际上硫化氢在水中并不完全以游离的 H_2S 形式存在,而是根据水体的 pH 值的大小,以不同形式的硫化物存在于水中。



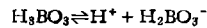
$$K_1 = 8.9 \times 10^{-8} \quad \text{PK}_1 = 7.05$$



$$K_2 = 1.3 \times 10^{-13} \quad \text{PK}_2 = 12.90$$

粗略计算,每升含有 30—40 毫克的硫化氢,水的 pH 应接近于 6,如果水样实测的 $\text{pH} > 6$,则水中不仅含有 HS^- ,还可能含有 S^{2-} ,因此其分析结果完全用 H_2S 表示,而且也不参予阴阳离子配衡,是不符合实际情况因而也是不够妥当的。

同样硼也存在这样的问题



$$K_1 = 5.8 \times 10^{-10} \quad \text{PK}_1 = 9.24$$

我国某些地区的高温热水,硼的含量(以 B_2O_3 或 H_2BO_3 计)每升高达一百毫克以上,粗略计算其所在水体的 pH 值应接近于 6,若水样的 $\text{pH} > 6$,则硼的分析结果不应完全以酸(HBO_2 或 H_3BO_3) 的形式表示。因为从实测的水体 pH 值较高和硼的含量较大这两点来看,很可能有一部分是硼酸盐的溶解所致(自然界中硼多以硼砂形式存在),另外,若以 H_3BO_3 或 B_2O_3 表示其含量,则将不参予阴阳离子配衡,这样与实际情况相差甚远(见表1)

从表 1 看出,当硼含量高时,一定要分别测出硼酸和硼酸盐的含量,同时硼酸盐要参予阴阳离子配衡。

此外,关于砷(As^{+3} , As^{+5}) 铬(Cr^{+6}) 等在水体中呈阴离子形式存在,分析结果应列入阴离子栏内,含量高时应作为阴离子参予配衡。

2. 关于用实测固形物的含量与所测各阴阳离子总和相比较来检验分析结果的准确性时,应注意几个问题,

(1) 在 105°C 下烘干恒重实测固形物时,除重碳酸根离子分解外,还有哪些组分可能分解?

表 1 硼酸盐参予阴阳离子配衡与否的结果对比

水样编号	pH	阳离子总毫克当量数 (毫克当量/升)	阴离子总毫克当量数 - BO_3^- (毫克当量/升)	BO_3^- (毫克当量/升)	H_3BO_3 (毫克当量/升)	阴离子总毫克当量数 + BO_3^- (毫克当量/升)
78-0002	8.30	22.04	20.18	2.00	3.14	22.18
78-0011	6.70	16.48	14.90	1.25	2.18	16.15
78-0016	8.60	24.51	21.40	3.00	2.63	24.40
78-0019	8.95	24.27	20.91	2.52	3.56	23.42
78-0020	7.60	22.49	20.93	1.96	3.36	22.90
78-0021	7.80	22.11	20.11	2.07	3.70	22.18
78-0022	8.85	22.67	19.29	2.06	3.07	21.34
78-0026	7.05	22.17	19.67	1.65	3.32	21.32
78-0027	7.00	21.99	20.34	1.48	3.43	21.82

根据熔点超过100℃的盐, 择选几种在 110℃烘干, 称量结果如下

表 2

物质名称	熔点 (℃)	原重量 (克)	烘干一定时间后称重 (克)			
			1小时	2小时	2.5小时	3小时
NH_4NO_3	169.6	1.0000	0.9608	0.9606	0.9603	0.9604
NH_4Cl	340	1.0000	0.9538	0.9534	0.9534	0.9535
NaNO_2	271	1.0000	0.9675	0.9678	0.9680	0.9674
NaNO_3	306	1.0000	0.9735	0.9729	0.9729	0.9731

从表2看出, 显然经过一小时烘干失重的是水分, 以后又经过2小时烘干, 重量基本未变。根据 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 NH_4HCO_3 的熔点都在 100℃以下, 因此在 105℃烘干时, 除 HCO_3^- 离子分解外, NH_4^+ 离子、 NO_2^- 离子是会分解挥发的, NO_3^- 离子是难以分解跑掉的, 所以实测离子总量与固形物对比时, 除减去 HCO_3^- 离子的一半还可减去 NH_4^+ 离子和 NO_2^- 离子, 而 NO_3^- 离子是不应该减去的。

(2) 对于硅、硼含量较高的水样, 在审核分析结果时, 一定要在离子总量中, 再加上它们的含量, 这样才能与可溶性固体总量基本相符 (见表3)

总之, 关于实测阴阳离子总量与可溶性固体总量相比较以检验分析结果的准确性时, 除减去重碳酸根离子的一半外, 还可减去 NH_4^+ 和 NO_2^- 离子, 再加上硅、硼的含量。

表 3 离子总量与可溶性固体总量核校时, 加不加硼, 硅含量的结果对比

水样编号	固形物 (毫克/升)	阴阳离子总量 - $\frac{1}{2}\text{HCO}_3^-$ (毫克/升)	SiO_2 (毫克/升)	H_3BO_3 (毫克/升)	阴阳离子总量 - $\frac{1}{2}\text{HCO}_3^-$ + SiO_2 + H_3BO_3 (毫克/升)
78-0002	1597	1282.8	160.8	193.8	1637.4
78-0003	1554	1248.7	153.2	233.1	1635
78-0009	920	689.6	157.7	90.90	938.3
78-0010	961	819.1	87.23	51.33	957.6
78-0011	1207	938.3	180.5	134.9	1253.7
78-0017	1142	924.4	180.7	84.60	1189.7
78-0020	1637	1338.1	148.3	207.7	1694.1
78-0022	1576	1275.5	122.8	189.9	1588.2

·杂志期刊题录·

庐山真有第四纪冰川吗?

要重视工程建设前期的地质工作

庐山没有第四纪冰川吗?

八十年代的地质学

略谈岩溶(喀斯特)及其研究方向

〔施雅风,《自然辩证法通讯》* 2 (1981) 41〕

〔谷德振,《自然辩证法通讯》 3 (1981) 4〕

〔景才瑞,《自然辩证法通讯》 4 (1981) 42〕

〔叶连俊,《自然辩证法通讯》 5 (1981) 37〕

〔卢耀如,《自然辩证法通讯》 1 (1982) 5〕

* 《自然辩证法通讯》是关于自然科学的哲学、历史和社会学的综合性、理论性杂志。1980年创刊, 双月刊, 设有“科学家论坛”、“科学哲学”、“科学学与科技政策”、“科学前沿”、“问题讨论”、“科学技术史”、“人物评传”、“书刊评介”等栏目。