

关于矿化度和溶解性固体的探讨

季秀万

(江苏省水文地质工程地质勘察院, 江苏 淮安 223005)

摘要:水文地质勘察、岩土工程勘察中进行水质腐蚀性评价,涉及到矿化度、溶解性固体两个主要的名称。根据工作需要和工作中遇到的提问,甚至于权威学者、审图工程师的意见,查阅了技术标准、教科书、手册,并在网络上进行了搜索。不同行业规程的概念均对溶解性固体进行了叙述,对矿化度作表述较少。根据搜集的代表性的技术标准:公路、铁路、饮用水及矿泉水3个行业的有关标准,利用技术标准中相应的试验过程、计算方法,进行了对比分析,得出了结论,并在此基础上提出了建议。

关键词:矿化度;溶解性固体;总溶解固体;溶解性总固体;溶解性固体总量;水的腐蚀性

中图分类号:P642

文献标识码:A

文章编号:1674-3636(2011)01-0082-04

0 引言

在现今水文地质、工程地质和岩土工程勘察中,均涉及到水质评价问题,其中一个指标为矿化度或总矿化度,而实验室做出的是溶解性固体、溶解性固体总量或叫总溶解固体,两者有没有区别呢?有区别又是什么区别呢?工程实践中几乎每个项目均遇到类似问题,部分地区的审图人员也提出意见,勘察成果编写者经常混淆。笔者查阅了相关的专著、规范、试验标准,进行对比分析,供资料编写及岩土水评价的同行参考,也可为修订技术标准提供一些有益的依据。

1 两个概念(术语)

1.1 矿化度

水的矿化度,又称水的总矿化度,指溶解于地下水中物质的总量,即地下水中的阴离子、阳离子含量之和(庄文华等,1985)。

1.2 溶解性固体(总溶解固体)

溶解性固体,又称为总溶解固体、溶解性固体总量,是指溶解在水中的固体(如氯化物、硫酸盐、硝酸盐、重碳酸盐及硅酸盐等)的总量(张留俊等,

2003)。其数值近似为总含盐量与碳酸氢根含量的一半之差。

2 几个技术标准的相关内容

《公路工程水质分析试验规程》(JTJ056—1984)(以下简称“公路水质规程”)及其操作指南(张留俊等,2003),《公路工程水质分析试验操作指南》第25页矿化度的计算公式,通常情况下:

$$C = \frac{(W - W_0)}{V} \times 10^6 + \frac{1}{2} C_1 \quad (1)$$

式(1)中, C 为水样的矿化度(mg/L); W 为蒸发皿及残渣的总质量(g); W_0 为蒸发皿的总质量(g); V 为水的体积(mL); C_1 为水样中重碳酸根的含量(mg/L)。

并注明:水样全分析时,可将所有离子含量相加,即为矿化度。

《公路工程水质分析试验操作指南》第34页溶解性固体总量的计算公式,通常情况下:

$$C = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \times 1\,000 \times 1\,000 \quad (2)$$

式(2)中, C 为溶解性固体的含量(mg/L); W_2 为蒸发皿和溶解性固体总质量(g); W_1 为蒸发皿的总质量(g); V 为水的体积(mL)。

《铁路工程水质分析规程》(TB10104—2003)(以下简称“铁路水质规程”)。该标准第4.7节“溶解性固体(总矿化度)的测定”关于溶解性固体和矿化度,认为是相同的,其试验方法及计算结果一致。没有涉及“溶解性总固体”的概念。计算公式如下:

$$\rho(\text{DS}) = \frac{(m_1 - m_2)}{V} \times 10^6 \quad (3)$$

式(3)中, $\rho(\text{DS})$ 为溶解性固体的质量浓度(mg/L); m_1 为蒸发皿和溶解性固体总质量(g); m_2 为蒸发皿的总质量(g); V 为试样的体积(mL)。

此处的计算结果大约相当于“公路水质规程”的溶解固体总量,不是岩土水评价的矿化度。

《生活饮用水标准检验方法》(GB/T5750.1—5750.13—2006)(以下简称“生活饮用水标准”)。

该标准第8章提出了溶解性总固体(TDS)的概念,原理:水样经过滤后,在一定温度下烘干,所得的固体残渣称为溶解性总固体,包括不易挥发的可溶盐、有机物及能通过过滤器的不溶性微粒等。计算公式如下:

$$\rho(\text{TDS}) = \frac{(m_1 - m_0) \times 1\,000 \times 1\,000}{V} \quad (4)$$

式(4)中, $\rho(\text{TDS})$ 为水样中溶解性总固体的质量浓度(mg/L); m_0 为蒸发皿的总质量(g); m_1 为蒸发皿和溶解性总固体的质量(g); V 为试样的体积(mL)。

《饮用天然矿泉水检验方法》(GB/T8538—2008)(以下简称“饮用矿泉水标准”)。

该标准关于第4.8.1.2款:溶解性总固体是水中溶解的无机矿物成分的总和,……,将溶解性固体含量加上碳酸氢盐含量的一半即为溶解性总固体。计算公式如下:

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1) \times 1\,000}{V} + \frac{1}{2} \rho(\text{HCO}_3^-) \quad (5)$$

式(5)中, ρ 为水样中溶解性总固体的质量浓度(mg/L); m_1 为蒸发皿质量(mg); m_2 为蒸发皿和溶解性固体总质量(mg); V 为试样的体积(mL); $\rho(\text{HCO}_3^-)$ 为碳酸氢盐的质量浓度(mg/L)。

3 分 析

(1)现行《岩土工程勘察规范》第12章对水土腐蚀性试验项目要求和评价中所提及的是总矿化度,通常理解为就是前述的矿化度。否则概念上更

混淆了。

(2)“饮用矿泉水标准”是几个标准中对溶解性固体和溶解性总固体的关系作出明确规定的。也是现行国家技术标准中时间最新的,其具有一定的权威性,关键是这两个概念经过这样表述,概念明确、关系清楚。

(3)“公路水质规程”分别表述了矿化度和溶解性固体,并列出了各自计算方法,也可以说概念明确、关系清楚。得出的结论是矿化度的值相当于水中阴阳离子含量之和,与可溶性固体的最重要差别在于对1/2重碳酸根含量的取舍。由于重碳酸根蒸发烘干分解成碳酸根、二氧化碳和水,烘干损失的二氧化碳和水的质量相当于碳酸氢盐的一半。因此,笔者理解为对同一对象而言,矿化度描述的是常温状态,溶解性固体描述的是烘干状态。其数值相差碳酸氢盐含量的一半。

(4)不同的技术标准因行业不同,时间跨度不一,涉及的表述相对杂乱。规范评价水的腐蚀性用的是矿化度,而几种技术标准用的是试验的溶解性固体等;不同技术标准概念均不相同,从试验同样的“质量法”试验结果,在“铁路水质规程”中为“溶解性固体(总矿化度)”,在“饮用矿泉水标准”称“溶解性固体”,在“公路水质规程规范”称“溶解性固体总量”,在“生活饮用水标准”中为“溶解性总固体”。虽然字数不多,但很易混淆。

(5)现列出上述各规范关于矿化度和溶解性固体等描述的内容(表1)。

由表1中结合上文内容可见:(1)所有比较是基于同样的实验方法(质量法)进行的。

(2)首先推荐《饮用天然矿泉水检验方法》(GB/T 8538—2008),理由有:国家标准,颁布实施年代最新;该标准定义的溶解性固体和溶解性总固体含义清楚,计算明确;试验方法与其他标准相同;所作的规定与现行的其他规范基本没有冲突。

(3)“铁路水质规程”将溶解性固体和总矿化度并为一个概念,所列试验方法和计算公式也相同,与其他现行规程不完全一致,从计算公式和概念上应该是溶解性固体的,与总矿化度相差1/2碳酸氢盐的含量。

(4)“生活饮用水标准”是所测的指标,实质为溶解性固体,应加上1/2碳酸氢盐的含量才是溶解性总固体。

表 1 关于矿化度和溶解性固体等描述的内容对比表

标准名称	代号	出现名词	是否有定义	测试方法	计算公式
公路工程水质分析操作规程	JTJ056—1984	矿化度 溶解性固体总量	有定义 有定义	质量法	式 2.1 式 2.2
铁路工程水质分析规程	TB10104—2003	溶解性固体(总矿化度)	无定义	质量法	式 2.3,意义同 式 2.2
生活饮用水标准 检验方法	GB/T5750.1— 5750.13—2006	溶解性总固体	有定义	质量法	式 2.4,意义同 式 2.2、式 2.3
饮用天然矿泉水 检验方法	GB/T8538—2008	溶解性总固体 溶解性固体	有定义	质量法	式 2.5 意义同 式 2.1

注:文中、表中所列的公式,主要为碳酸盐钙镁离子水,其他类型水计算公式相似,文中未予罗列

(5)“公路水质规程”,现用矿化度就是溶解性总固体,溶解性固体总量认为等于溶解性固体,与现行《饮用天然矿泉水检验方法》(GB/T8538—2008)基本一致。

(6)对同一对象(样品)而言,理解为矿化度描述的是常温状态,溶解性固体描述的是烘干状态。矿化度主要是作定性分类、定量评价用的,除了进行水土腐蚀性评价,矿化度也是判别地下水水质咸淡类型的一个指标(地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队,1983;刘兆昌等,2005),溶解性总固体是实验室试验结果再计算所得指标,溶解性固体及溶解性固体总量是试验直接得出指标。

(7)在进行地下水分类中,用到矿化概念(地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队,1983),而也有用总溶解固体(刘兆昌等,2005)。两个分类的级别和各级别的数值是完全相同的,但文献(刘兆昌等,2005)中根据其内容描述,分类的数据与文献(地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队,1983)中碳酸氢根含量相差 1/2,需注意。

4 结 语

(1)对同一对象(样品)而言,矿化度描述的是常温状态,溶解性固体描述的是烘干状态。矿化度是评价指标,溶解性总固体是实验计算指标,溶解性固体及溶解性固体总量是试验指标。建议不同标准适当统一,评价只出现矿化度,试验时可用溶解性总固体和溶解性固体两个词。

(2)矿化度与溶解性固体数值相差重碳酸盐含量的一半。即各种规范规定的水质分析试验方法

(质量法)试验所得的溶解性固体加上 1/2 重碳酸根含量等于矿化度。

(3)笔者得出如下几个等式(在数值上):
溶解性总固本 = 总矿化度(或简称矿化度)
溶解性总固体 = 溶解性固体 + 1/2 重碳酸盐的含量

总溶解性固体 = 溶解性固体 = 溶解性固体总量
(4)笔者建议,《铁路工程水质分析规程》(TB10104—2003)修编时去掉括号中的“总矿化度”,如需引入矿化度或总矿化度概念,需加上 1/2 碳酸氢盐的含量。《生活饮用水标准检验方法》(GB/T5750.1—5750.13—2006)在修订时应与《饮用天然矿泉水检验方法》(GB/T8538—2008)一致,如说明是溶解性总固体,仍需要加上 1/2 碳酸氢盐的含量。

(5)高等学校教材《供水水文地质》一书中所作出的分类与传统的水文地质分类相差 1/2 碳酸氢盐的含量,作为专业水文地质教材,再版时建议修正。

至此,笔者对这两个概念及其相似的另外几个术语作了理顺,希望专业同行今后能正确开展工作,得出需要的参数,进行合理的岩土水评价,也希望不同行业的技术标准修订者们能考虑使用者的实际问题。

5 致 谢

成文过程中,得到丁济金的大力协助,在此表示感谢!

参考文献:

地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队. 1983. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社.

DZ/T 0064. 1—0064. 80—1993, 地下水质检验方法[S].

GB50021—2001, 岩土工程勘察规范[S].

GB/T5750. 1—5750. 13—2006, 生活饮用水标准检验方法[S].

GB/T8538—2008, 饮用天然矿泉水检验方法[S].

刘兆昌, 李广贺, 朱琨. 2005. 供水水文地质[M]. 北京: 中国建筑工业出版社.

TB10104—2003, 铁路工程水质分析规程[S].

庄文华, 黄婉义. 1985. 定量分析及地下水分析(水文地质专业用)[M]. 武汉: 武汉地质学院化学教研室.

张留俊, 王福胜, 秦志坚. 2003. 公路工程水质分析操作指南[M]. 西安: 西北工业大学出版社.

Discussions on salinity and dissolved solids

JI Xiu-wan

(Exploration Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Jiangsu Province, Huaian 223005, Jiangsu)

Abstract: The hydro-geological investigation, geotechnical engineering investigation of corrosion of water quality assessment involves two major items: salinity and dissolved solids. According to the necessity and problems encountered in practice, even the authoritative scholars, the viewpoints of plan approval engineers, technical standard, inspection, text books, manuals and conducted search on the network. The concepts of different codes in different ranks on the dissolved solids were described. Little expression was on salinity. In accordance with the collection of technical standards for the representation of road, rail, water and mineral water standards for the three industry sectors to identify a few of the technical standards for the appropriate test procedures, calculation methods, and were compared and analyzed conclusions and recommendations on this basis. The authors sorted out the technical tests for groundwater samples and appraisal trains of thoughts for hydrogeology, engineering geology, geotechnical engineering and other professional experts.

Keywords: Salinity; Dissolved solids (DS); Total dissolved solids(TDS); Dissolved total solids(DTS); Total amount of dissolved solids; Water corrosion

澳大利亚两金属矿远景调查项目设计通过审查

由江苏省国土资源厅科技处组织的“澳大利亚昆士兰州艾萨山地区铜多金属矿远景调查”、“澳大利亚北部省博罗卢拉地区铁铜矿远景调查”项目设计审查会于 2011 年 1 月 19 日在南京举行。这 2 个项目系 2010 年度第二批国外矿产资源风险勘查专项资金项目,均由江苏省地质调查研究院组织实施。项目总体工作部署分 2 个层次:一是加强对目标国有关矿政管理的法律法规、拟开展工作区已有资料的收集研究,二是采用 1:5 万地质专项调查与物化探相结合的手段,加强综合找矿信息研究,最终圈定可供进一步勘查的找矿靶区。

参审专家一致认为,“设计书”研究了调查区及周边地区现已收集到的地质、矿产、物化探及遥感等资料,对调查区成矿地质背景、控矿因素等进行了初步分析,目标任务明确,设计依据较充分;“设计书”遵循区域展开、面中求点、点上突破的原则,拟定的技术路线及工作方法正确、找矿思路清晰,可操作性强;主要实物工作量布置基本合理;人员组织、质量管理与保障措施得当;预算编制较合理,内容齐全。鉴于调查区地处国外,在国内可搜集到的资料有限,不可预见因素及风险较大,建议在项目实施过程中,一要加强资料的收集研究,二要根据实际情况,适时调整工作部署,以提高勘查工作投入的有效性。设计通过审查,获优秀级。

(黄建平)