

西台吉乃尔盐湖矿区地下卤水组分 区域分异特征

张西营^{1,2}, 马海州¹, 韩元红^{1,2}, 杜仲谋³, 范惠萍⁴

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039;

3. 青海盐湖三元钾肥股份有限公司, 青海 格尔木 816000;

4. 青海盐湖工业股份有限公司, 青海 格尔木 816000)

摘要: 随着采卤活动的不断深入, 西台吉乃尔盐湖矿区地下卤水的化学组分也逐渐产生了区域分异。根据化学组成随时间变化特征, 矿区可划分为5个不同区域: 西北孔隙卤水区、孔隙卤水和晶间卤水过渡区、降落漏斗核心区、降落漏斗周围区以及地表水影响区。研究表明, 地表径流并未对矿区地下卤水产生明显影响, 亦即现有的补水模式没有产生明显的作用。因此, 有必要重新探讨补水模式, 从而使得固体矿有效地向液体矿转变。

关键词: 西台吉乃尔盐湖; 地下卤水; 化学组分变化; 区域分异特征

中图分类号: P641.464

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2012)01-0024-05

引言

西台吉乃尔盐湖位于青海省海西蒙古族藏族自治州大柴旦境内, 其湖盆为构造断陷盆地, 盆内有晚更新世—全新世数十米厚的含盐岩系沉积。西台吉乃尔盐湖(以下简称为西台盐湖)是一个富含钾、锂、硼等多种有用组分的盐湖^[1]。该盐湖未开发利用前地下卤水各化学组分没有明显变化^[2], 但随着近年来该盐湖采卤活动的加剧, 人为活动正逐渐影响着盐湖矿区各种水体化学组分的变化^[3]。影响变化的因素比较复杂, 内部因素(如TDS、相对密度)仍然是影响卤水化学组分变化的主要原因, 但外部因素的影响(如水位变化)则越来越凸显其重要性^[4]。本文对所有28个观测孔(图1)的化学组分的变化趋势作了分析并将其归类, 同时也分析了导致变化的原因, 从而为后期卤水的开采和研究提供参考。

1 数据与方法

根据获取的2003年7月至2006年4月共33个月份的所有钻孔水化学分析数据(其中有些孔点数据不全或部分缺失), 具体分析方法见相关参考文献^[5]。对数据比较全的孔点或数据序列, 按12个月进行简单的移动平均分析, 对仅有部分数据的孔点, 按6个月进行移动平均。经处理后, 可以较好地观察到各化学组分的变化趋势。由于图中变量太多, 为观察方便, 移动平均线没有显示出来。然后, 根据各组分的变化特征和移动平均结果进行划区和成因分析。

2 结果与讨论

原始水化学数据处理后的结果显示, 在矿区范围内, 各孔点的变化在区域上存在较大的

收稿日期: 2011-07-20; 修回日期: 2011-10-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(40903014)

作者简介: 张西营(1977-), 男, 副研, 主要从事盐湖矿物学和地球化学研究。E-mail: xyzhchina@isl.ac.cn。

差异, 根据这些差异, 所有的钻孔可分为 5 种类型, 同时也分属 5 个不同的区: 西北孔隙卤水区、孔隙卤水和晶间卤水过渡区、降落漏斗核心区、降落漏斗周围区以及地表径流影响区。同时, 为了简明探讨矿区的整体变化, 对每一类型仅以具有代表性的一个或数个钻孔进行分析。



图 1 西台吉乃尔矿区观测井分布

Fig. 1 Distribution of observation wells in West Taiji-har mining area

2.1 孔隙卤水区

该区主要包括西北部的孔隙卤水区的 G01、G02、G03、G04 等 4 个钻孔, 其各组分变化相似, 现以 G01 孔变化趋势图(图 2) 探讨其变化。

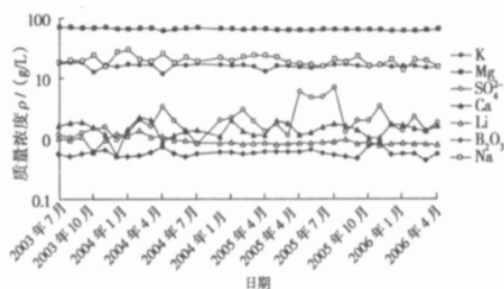


图 2 G01 孔地下卤水主要元素随时间变化

Fig. 2 Changes of main elements with time in underground brine in drill hole G01

这类钻孔的变化趋势相当稳定, 各主要组

分基本不随时间的推移而发生变大或变小的趋势。除了 SO_4^{2-} 有随季节的变化而稍有升高或减低且整体趋势有升高之外, K、Mg、Li、 B_2O_3 这 4 个有用组分没什么变化, 这也与该地区地下卤水化学组分的时空变化规律相一致^[6]。

西北孔隙卤水区的化学组分尤其是有用组分几乎没有明显变化趋势, 在 5 个类型中属于最为稳定的区域。这表明在苦水沟一带形成的新湖对该地区地下卤水没有产生实质性的影响。但随着采卤活动的加强, 采卤支渠已经延伸至孔隙卤水区附近, 这必然会引起该地区地下卤水化学场的复杂变化, 同时苦水沟湖水的补给等因素则会导致更为复杂的变化, 这是后期采卤应当特别重视的。

2.2 孔隙卤水和晶间卤水过渡区

该区主要包括西北部的孔隙卤水区的 G05、G06、G07、G08、G09、G10 等 6 个钻孔, 它们位于孔隙卤水和晶间卤水的过度区域。这些观测孔各组分变化相似, 现以 G05 孔来探讨其变化趋势(图 3)。

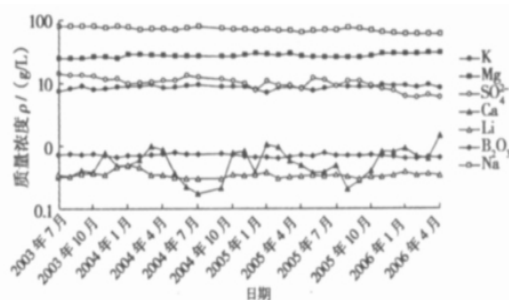


图 3 G05 孔地下卤水主要元素随时间变化

Fig. 3 Changes of main elements with time in underground brine in drill hole G05

这类钻孔的变化趋势也较稳定, 除了 Ca 有一定变化外(在夏季含量较高, 其他季节相对较低), K、Mg、Li、 B_2O_3 这 4 个有用组分基本上没有随时间的推移而发生变大或变小的趋势。孔隙卤水与晶间卤水过渡区没有明显变化, 尤其是有用组分 K、Mg、Li、 B_2O_3 等, 这说明抽卤对卤水品质的影响还尚小, 同时, 化学组分的变化与气候的季节性也没有表现出显著相关性。

2.3 降落漏斗核心区

该区主要包括采渠中部的 G17 和 G18, 两孔位于漏斗中心的核心部位, 尤其是 G18 孔。由于二者的变化均较大且有不同, 现把它们分别予以探讨(图 4 和图 5)。

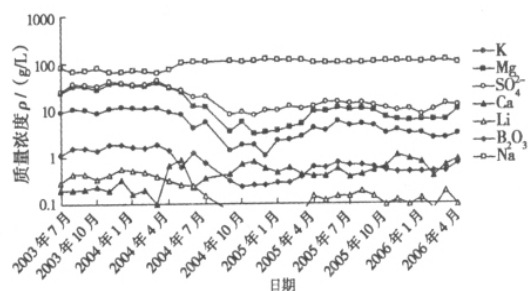


图 4 G17 孔地下卤水主要元素随时间变化

Fig. 4 Changes of main elements with time in underground brine in drill hole G17

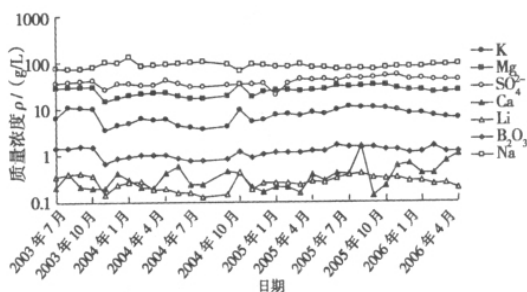


图 5 G18 孔地下卤水主要元素随时间变化

Fig. 5 Changes of main elements with time in underground brine in drill hole G18

G17 孔地下卤水中的 K、Mg、Li、 B_2O_3 质量浓度随季节有明显变化, 且整体有显著下降的趋势, 而 Na、Ca 则呈现上升趋势, 尤其是 Ca。G17 周围地下卤水很可能受到了湖水的补给, 这导致 G17 孔含盐地层中石盐的溶解和 Na 质量浓度的明显升高, 同时也导致卤水中 Ca 的增加。但不可忽视的是, 这样补水的后果严重导致了卤水品质的下降。以 K 为例, 与采卤前期的 10% 左右比较稳定的卤水品质相比, 采卤后期最低时只有 1% 左右, 同时伴随较明显的季节波动(夏季较高, 其他时段稍低), 其他有用组分也有类似变化。

与 G17 孔相比, G18 孔变化要缓和的多, 二者变化也明显不同。G18 孔各组分也受到了

季节的影响而产生一定的波动, 但变幅很小, 同时, 有用组分 K、Mg、Li、 B_2O_3 有缓慢增加的大趋势。Na 则呈现逐渐减小的趋势, Ca 变幅较大但增大的趋势也较缓。从图 5 中可以看出, G18 孔很可能受到了矿区南部下渗河水的影响, 故带有一些季节性的变化特征, 但 Na 的减少说明卤水浓度的增加, 从而使 Na 转入固相石盐中。同时, Na 的减少也使地下卤水中 K、Mg、Li、 B_2O_3 等有用组分相对增加, 从而提高了卤水的品质。因此, 综合分析来看, 地表水的补给并没有很有效地补偿因抽卤而造成的地下卤水的减少, 从而导致该地区收支的严重不平衡, 最终的结果就是形成了严重下陷的降落漏斗。

降落漏斗核心区是变化最大的地区, 在 5 种类型中变化最大而范围最小, 基本上以 G18 和 G17 为中心, 方圆在 10 km^2 左右。结合孔隙卤水与晶间卤水过渡区以及降落漏斗周围区的变化特点可以看出, 采卤活动对地下卤水化学组分的影响范围是很有限的, 它对绝大部分地区地下卤水的品质没有明显影响。

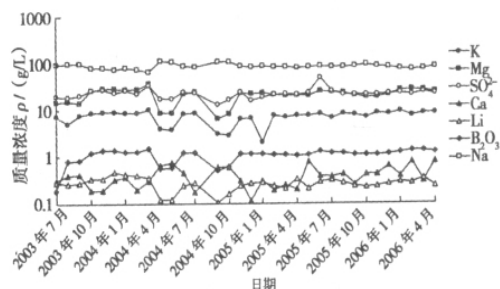


图 6 G13 孔地下卤水主要元素随时间变化

Fig. 6 Changes of main elements with time in underground brine in drill hole G13

2.4 降落漏斗周围区

该区主要包括西北部的孔隙卤水区的 G13、G14、G15、G19、G20、G22、G23、G24、G25、G27、G28、G29 等 12 个观测孔, 它们围绕在降落漏斗的核心区域周围。这些观测孔各组分变化相似, 相对比较稳定。现以 G13 孔来探讨其变化趋势(图 6)。该地区有用组分 K、Mg、Li、 B_2O_3 等也没有明显变化, 这说明抽卤影响似乎并没有对卤水品质产生明显影响, 同时, 化学组

分的变化与气候的季节性也没有表现出显著相关性。南部下渗河水及湖水等地表水可以对这些地区产生一定的补偿作用,这使得该地区化学组分的变化相对于孔隙卤水区稳定性要差。

图6显示了这些钻孔的一般特点(以G13为例)。主要组分虽然有些许波动,但整体比较稳定,没有明显的变化趋势。唯一波动较大的就是Ca,它的变化与观测孔所处的位置有关,在南部或比较靠近湖区的孔点多数表现出一定的季节性变化,但地下卤水中Ca质量浓度的最高值的出现似乎要比洪水期或融冰期在时间上滞后。

2.5 地表径流影响区

该分区主要包括西北部的孔隙卤水区的G11、G26、G30、G31等4个观测孔,它们主要分布在引水工程形成的新河流附近。这些观测孔各组分变化相似,很大程度上都受到了河水的补给。现以G31孔来探讨其变化趋势(图7)。

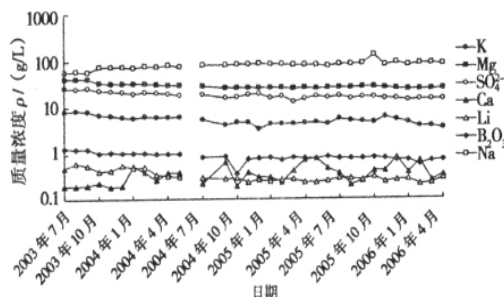


图7 G31孔地下卤水主要元素随时间变化

Fig. 7 Changes of main elements with time in underground brine in drill hole G31

G31孔中的K、Mg、Li、 B_2O_3 呈缓慢递减趋势,而Na和Ca则呈缓慢递增趋势,这与河水对这些地区地下卤水的补给相关。盐层中的石盐因河水溶解而增加,而有用组分K、Mg、Li、 B_2O_3 则相对减少。整体上,各组分或多或少表现出了一定的季节性特点,但不明显。其他钻孔情况类似,只是因所处位置不同而有些许变化,但总的变化特点是一致的。

地表径流影响区的化学组分表现出了明显的季节性变化,但这一地区目前尚不在采卤工程的范围之内,对目前采卤活动和整体卤水品质的影响也比较小。通过环布矿区四周的地表

水系统(包括渗流河水),也许能够逐步解决有效补水的问题。

3 结 论

根据西台吉乃尔盐湖矿区2003年7月至2006年4月观测孔水化学分析结果,矿区地下卤水组分的变化具有一定的区域分异性,据此把矿区分为西北孔隙卤水区、孔隙卤水和晶间卤水过渡区、降落漏斗核心区、降落漏斗周围区以及地表径流影响区5个区域。不同区域地表水的分布不均一,因此,对地下卤水品质的影响也不同。地表径流影响区最大并有明显的季节性变化,其他地区受影响明显要小。这表明现存地表水对大部分矿区尚无明显补给作用。实际上,补水过程中卤水化学组分的变化只是表象,它反映的是各离子相互作用、固-液转化等内在的复杂的物理化学变化过程。有效补水是关键,否则大量的固体矿难以通过补水转化为液体矿床,这显然对后期开采利用有重要影响。

致谢:青海中信国安科技发展有限公司提供了数据和相关资料;公司各位领导对本研究工作一直大力支持;陈元军工程师给予了很多帮助;在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 郑喜玉,张明刚,徐昶,等.中国盐湖志[M].北京:科学出版社,2002:163-164.
- [2] 张西营,马海州,高东林,等.柴达木盆地西台吉乃尔盐湖矿区卤水水化学特征[J].盐湖研究,2007,15(2):12-19.
- [3] 张西营,马海州,高东林,等.西台吉乃尔盐湖矿区湖水水化学动态变化及其影响因素分析[J].水文地质工程地质,2009,36(225):119-123.
- [4] 张西营,马海州,高东林,等.西台吉乃尔盐湖矿区地下卤水化学组分变化的影响因素分析[J].盐湖研究,2009,17(4):22-26.
- [5] 张西营,马海州,高东林,等.采卤初期西台吉乃尔盐湖矿区卤水中钾、镁、硼水化学动态变化[J].湖泊科学,2007,19(6):727-734.
- [6] 马东旭,马海州,高东林,等.西台吉乃尔盐湖矿区地下卤水钾、镁、锂、硼的时空变化特征[J].盐湖研究,2009,17(3):17-22.

Characteristics of Regional Differentiation of Chemical Components in Underground Brine at Mining Area of West Taijinar Salt Lake

ZHANG Xi-ying^{1,2}, MA Hai-zhou¹, HAN Yuan-hong^{1,2}, DU Zhong-mou³, FAN Huiping⁴

(1. Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining, 810008, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039, China;

3. Qinghai Salt Lake San Yuan Potash Co., Ltd., Golmud, 816000, China;

4. Qinghai Salt Lake Industoial Limited Company, Golmud 816000, China)

Abstract: Along with the deeply mining at mining area of West Taijinar Salt Lake, the chemical components of underground brine has gradually engendered differentiation. In light to the characteristics of chemical components changes with time, the whole mining area is divided into five different sub-region: north-west pore brine area, transitional area of pore brine and intercrystalline brine, central area of cone of depression, margin area of cone of depression, and area influenced by surface water. The result shows that the surface runoffs do not bring the obvious influences to underground brine, namely, the model of supply of fresh water does not work effectively. Therefore, it is necessary to discuss the model that can produce the effective transmission from the solid deposit to liquid deposit.

Key words: West Taijinar Salt Lake; Underground brine; Changes of chemical components; Characteristics of regional differentiation

《盐湖研究》2012 年征订启事

《盐湖研究》是原国家科委批准的学术类自然科学期刊,由中国科学院青海盐湖研究所主办,科学出版社出版,1993 年创刊并在国内外公开发行。

《盐湖研究》是国内唯一的研究盐湖科学和技术的专业性期刊。面向国内外报导交流盐湖、地下卤水、油田水、海水等基础、应用、开发和技术及管理的研究报告、论文和成果,探讨其资源的分离提取技术与综合利用途径。

《盐湖研究》为季刊, A₄ 开本, 72 页, 每季末月 5 日出版发行。单价: 8.00 元/本, 全年订价: 32.00 元。中国标准刊号: ISSN1008-858X; CN63-1026/P。邮发代号: 56-20。全国各地邮局均可订阅, 也可直接与《盐湖研究》编辑部联系, 联系电话: 0971-6301683