

察尔汗盐湖采卤过程中晶间卤水 水位时空变化规律的趋势面分析*

刘兴起 谭红兵[†] 葛文胜

(中国地质大学 北京 100083)

[†](中国科学院盐湖研究所 西宁 810008)

提要 应用趋势面分析对 1991 年 1 月—1994 年 12 月期间察尔汗盐湖晶间卤水水位的时空变化进行了研究。结果表明, 1、2 次趋势面反映了察尔汗盐湖晶间卤水水位变化的背景; 3—5 次趋势面能够较确切的反映察尔汗盐湖采卤过程中晶间卤水水位的变化规律。1 次剩余分析所反映的正、负异常带和 5 次趋势分析所反映的高、低水位带在研究区的分布规律, 充分说明了随着采卤的不断进行, 晶间卤水的低水位带逐渐向研究区的南部移动同抽卤有关, 研究区通过东西方向上晶间卤水的补给明显大于南北方向的补给。

关键词 察尔汗盐湖, 晶间卤水, 采卤, 趋势面分析

中图分类号 P333.9

在地质调查中, 其结果往往用数据的形式表示, 这些数据一般包含 3 部分的变化: 反映规律性变化部分的区域变化, 反映局部范围变化特点的局部变化以及由随机因素所造成偏差的随机性变化(小乔治等, 1970)。趋势面分析是拟合数学面的一种数理统计方法, 它在分析确定成矿远景区(朱裕生, 1984)、区域元素的分布规律(刘兴起等, 1998)等方面取得了良好的效果。察尔汗盐湖晶间卤水富含钾, 是青海钾肥厂年产 20 万 t KCl 的主要液体矿来源(杨谦等, 1993; 袁见齐等, 1995)。许多学者对察尔汗盐湖富钾卤水的水位、水化学及其他物理特征的变化均做了大量的研究工作(李海龙等, 1999; 于升松等, 2000), 这对于青海钾肥厂及时掌握晶间卤水的变化, 调整采卤方案以及进行盐湖钾资源的可持续开采具有十分重要的意义。本文将利用趋势面分析的方法研究“八五”期间察尔汗盐湖采卤过程中晶间卤水水位随时间和空间的变化规律。”

1 数据的获得及研究方法

自 1988 年 4 月起, 青海钾肥厂一期工程便在察尔汗盐湖内开始了对 S₄ 层晶间卤水的开采。继“七五”之后, “八五”期间(1991 年 1 月—1994 年 12 月)仍坚持每月对研究区 100 多个孔地下晶间卤水水位的定期观测, 得到了这期间察尔汗盐湖晶间卤水大规模采卤期和停泵非采卤期的水位数据 5000 余个(于升松等, 2000), 这些水位资料包含着极其丰富的水位动态变化信息, 有其共性也有其独特性。为排除随机性干扰, 了解区域水位

* 国家八五重点科技攻关项目, 85—802 号。刘兴起, 男, 出生于 1966 年 4 月, 博士, E-mail: xingqiliu@yahoo.com

收稿日期: 2000-01-28; 收修改稿日期: 2000-11-25

变化趋势和不同时期水位变化的共性特征,突出局部异常,研究水位变化的特征及其影响因素,作者采取了二维趋势分析的方法,其数学模型参见文献(朱裕生,1984)。

2 研究结果

2.1 趋势分析

对1991年1月—1994年12月共48个月察尔汗盐湖晶间卤水水位进行了1—5次趋势面分析。各个月份水位的1次趋势面的拟合度变化于37.87%—79.06%之间,平均为60.55%,其拟合度较高。察尔汗盐湖晶间卤水水位在整个区域内的波动并不是很大,其空间特征为一个比较平缓的似平面状,该平面所反映的水位自西南部向东北部出现增高的趋势,递增方向在 $N11.19^{\circ}E-N62.79^{\circ}E$ 之间,平均为 $N41.63^{\circ}E$,递增幅度变幅为0.055—0.189m/km,平均为0.119m/km(表1)。2次趋势面为长轴呈北东向延伸的椭球面之一部分,仍然显示出研究区北东部的的水位高背景区和西南部的的水位低背景区的特点。可见,1、2次趋势面反映了察尔汗盐湖晶间卤水水位变化的背景。

自3次趋势面开始,各个月份水位趋势面的拟合度有较明显的增加,到5次趋势面,其拟合度平均为95.64%,有的高达99.85%(表1),各次趋势面开始显示研究区内水位的高背景区和低背景区,表明3—5次趋势面能够较确切的反映察尔汗盐湖采卤过程中晶间卤水水位的变化规律。

表1 察尔汗盐湖采卤过程中晶间卤水水位1—5次趋势面分析特征参数

Tab.1 Characteristic index of 1st—5th trend surface analysis of the intercrystalline brine level during the time of brine mining in the Qarhan Salt Lake

项目	趋势面拟合度(%)					1次趋势面递增方向($^{\circ}$)	1次趋势面递增幅度(m/km)
	1次	2次	3次	4次	5次		
变化范围	37.87—79.06	60.52—85.04	67.13—94.32	74.38—98.27	80.69—99.85	$N11.19E-N62.79E$	0.055—0.189
平均	60.55	71.06	86.27	90.38	95.64	$N41.63E$	0.119

对于采卤期和非采卤期各次趋势面所反映出的水位变化规律是不同的,这里以1次和5次趋势面分析的结果讨论如下。

采卤期 该期水位在整个区域内的变幅较大,其1次趋势面自西南向东北方向的平均递增幅度为0.128m/km,平均递增方向为 $N44.49^{\circ}E$ (表2)。

表2 采卤期和非采卤期晶间卤水水位1次趋势面递增方向和递增幅度的对比

Tab.2 Comparison of the first trend surface increase and decrease direction and range of the intercrystalline brine level during the time of brine mining and no brine mining

项目	采卤期		非采卤期	
	递增方向($^{\circ}$)	递增幅度(m/km)	递增方向($^{\circ}$)	递增幅度(m/km)
变化范围	$N12.90E-N62.79E$	0.070—0.189	$N11.20E-N39.26E$	0.055—0.114
平均	$N44.49E$	0.128	$N29.24E$	0.082

采卤期,5次趋势面反映的水位分布和变化特征在不同的采卤阶段是不同的。1991年1月—1993年4月,5次趋势面所反映的低水位带的中心基本上在 IV_5 孔附近出现,向

外呈比较规则的同心椭圆状水位逐渐增高, 椭圆的长轴呈近南北向而与 IX₁—IX₂ 一线基本重合, 随着不断的抽卤, 低水位带逐渐表现出向东南方向移动的趋势, 从 1993 年 7 月到 1994 年 12 月, 低水位的中心带基本上一直出现在 IX₂ 孔附近, 水位向外逐渐增高所组成的中心椭圆也变得较不规则, 椭圆的长轴方向变为沿 NW—SE 向延伸(图 1)。在低水位带的迁移演变过程中, 研究区的东北角和西北角出现较高的水位带。

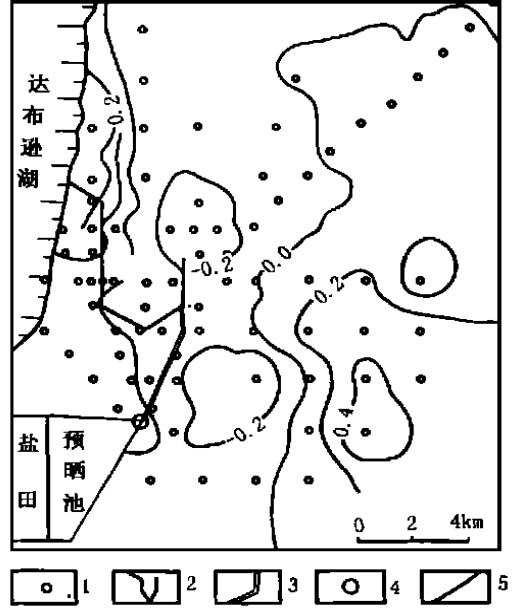
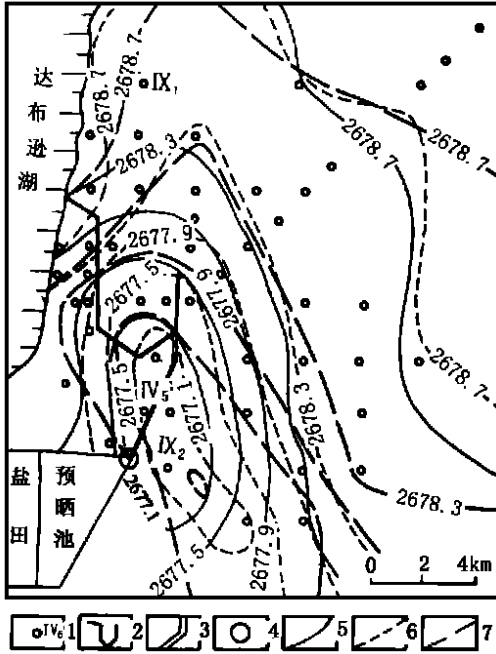


图 1 察尔汗盐湖采卤期晶间卤水水位 5 次趋势面随时间的变化

Fig.1 Change in the fifth trend surface of intercrystalline brine level with time during the time of brine mining in the Qarhan Salt Lake

- 1. 观测孔及编号; 2. 集卤渠; 3. 输卤渠; 4. 主抽卤点; 5. 1992 年 9 月水位 5 次趋势等值线(m); 6. 1993 年 5 月水位 5 次趋势等值线(m); 7. 1994 年 9 月水位 5 次趋势等值线(m)

图 2 察尔汗盐湖非采卤期晶间卤水水位 5 次趋势面(1994 年 3 月)

Fig.2 The fifth trend surface of intercrystalline brine level during the time of no brine mining in the Qarhan Salt Lake (March 3, 1994)

- 1. 观测孔; 2. 集卤渠; 3. 输卤渠; 4. 主抽卤点; 5. 5 次趋势等值线(m)

非采卤期 本期水位在整个区域内的变幅较小, 其 1 次趋势面自西南向东北方向平均递增幅度为 0.082m/km(表 2), 平均递增方向为 N29.24°E。

非采卤期水位的 5 次趋势面等水位线没有形成明显的低水位带(图 2)。在非采卤期, 研究区的东北角和西北角仍然出现较高的水位带。

2.2 剩余分析

剩余分析是指对观测值减去该点的趋势值所作的分析。对于剩余分析, 对拟合度 C 的要求不能过高, 否则会漏掉有价值的异常, 因此, 这里选择了一次剩余分析。

综合 1991 年 1 月—1994 年 12 月这期间 1 次水位的剩余分析, 可以得出研究区内存

在着4个较明显异常带(图3)。为便于说明,根据异常带的空间分布而划分为:西部正异常带、东南角正异常带、中西部负异常带和东北角异常带(采卤期和非采卤期表现不同)。

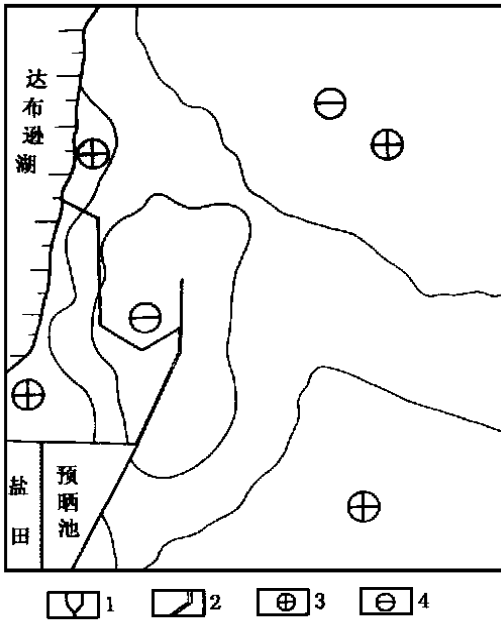


图3 察尔汗盐湖晶间卤水水位1次剩余分析异常带的划分

Fig. 3 Division of abnormal belts of the first time surface trend residual analysis of intercrystalline brine-level in the Qarhan Salt Lake

- 1. 集卤渠; 2. 输卤渠; 3. 正异常带; 4. 负异常带

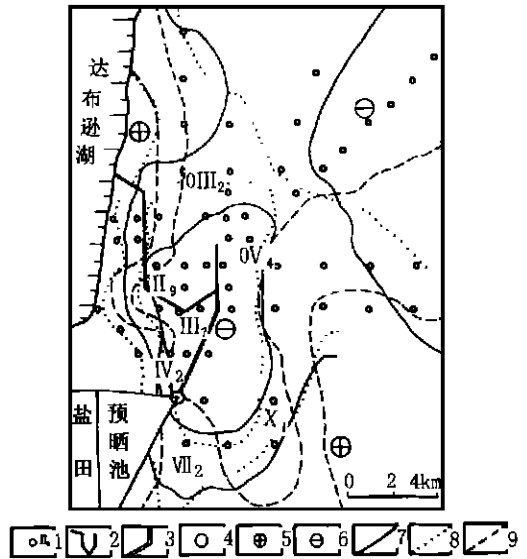


图4 察尔汗盐湖采卤期间晶间卤水水位1次剩余分析负异常带的迁移

Fig. 4 Migration of negative abnormal belts of the first time surface trend residual analysis of intercrystalline brine-level during the time of brine mining in the Qarhan Salt Lake

- 1. 观测孔及编号; 2. 集卤渠; 3. 输卤渠; 4. 主抽卤点;
- 5. 正异常带; 6. 负异常带; 7. 1992年5月剩余分析(m); 8. 1992年9月剩余分析(m); 9. 1993年5月剩余分析(m)

西部正异常带,出现在达不逊湖岸线以东1—2km的范围内,并沿湖岸线延伸。东南角和西部正异常等值线所组成的形状基本不受采卤期和非采卤期的影响(图4、图5)。

中西部负异常带和东北角异常带明显受采卤期和非采卤期的影响。

采卤期 东北角负异常带和东北角弱负异常带的范围出现较大的变化(图4), 1991年1月—1993年5月,中西部负异常带的最低点基本上出现在III_b孔附近,负异常带的大体范围北端到达0III_b附近,南端到达VI_b孔附近,西端在II₉—IV₂一线附近,东端在0V₄—X₁一线附近,此时的东北角异常带与中西部异常带还没有连同而呈一个独立的弱负异常带。随着大规模抽卤,中西部负异常带不断向北和东北方向扩展,南端向南和东南方向扩展,东北角弱负异常带则向西南方向扩展,到1993年5月后,中西部负异常带的北端则同东北角弱负异常带连通,南端到达研究区的最南部,从而形成了一个沿近南北向延伸而贯穿整个研究区的大的负异常带,其一直持续到1994年12月。在此过程中负异

常带的最低点基本上没有移动。

非采卤期 北角异常带在非采卤期表现为弱的正异常带, 中西部异常带则表现为没有较明显的负异常低点(图 5)。

3 结论

通过对察尔汗盐湖晶间卤水采卤过程中水动态的趋势面和剩余分析, 可以看出, 5 次趋势面在研究区内所显示的低水位带和剩余分析所显示的负异常带在采卤期和非采卤期有很大的区别。在非采卤期不形成明显的低水位带和负异常带, 充分反映了晶间卤水水位恢复的特征。在采卤期, 明显的低水位带和负异常带的出现反映它们同抽卤有关, 渠道附近的晶间卤水不断向集卤渠汇集而被输送到抽卤点抽掉, 反映到剩余分析上, 在渠道附近出现负异常带, “八五” 初期, 这种负异常带范围较小, 随着不断的大规模抽卤, 负异常带则不断的扩大, 在东西方向上, 负异常的范围几乎没有延伸, 而在南北方向上, 逐渐往南和往北延伸而形成贯穿整个研究区的大的负异常带, 在此演变过程中, 剩余分析所显示的两个正异常带的范围基本保持不变, 反映了抽卤过程中, 晶间卤水通过西边和东南方向的补给特征, 负异常带的演变过程和正异常带在研究区的分布充分反映了研究区东西方向上晶间卤水的补给明显大于南北方向的补给。

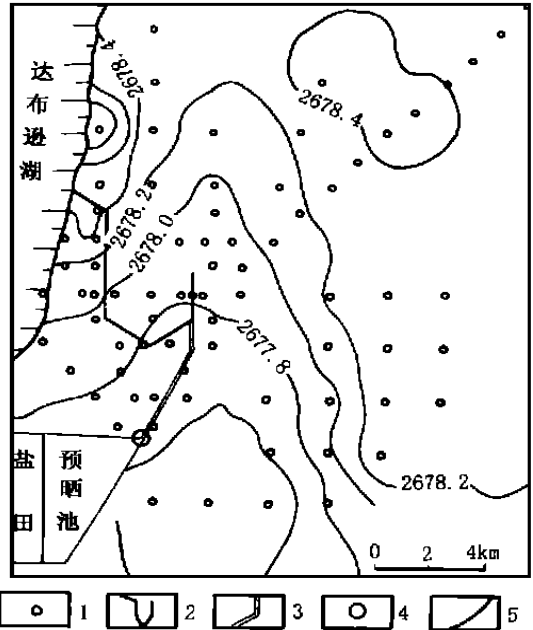


图 5 察尔汗盐湖非采卤期晶间卤水水位 1 次剩余分析负异常带的分布

Fig. 5 Distribution of negative abnormal belts of the first time surface trend residual analysis of intercrystalline brine level during the time of no-mining brine in the Qarhan Salt Lake

1. 观测孔; 2. 集卤渠; 3. 输卤集; 4. 主抽卤点;
5. 1 次剩余分析(m)

参 考 文 献

- 小乔治·S·科克, 理查德·E·林克主编, 1970. 王仁, 刘钊堂译, 1978. 地质数据统计分析. 北京: 科学出版社, 7—12
- 于升松等, 2000. 察尔汗盐湖首采区钾卤水动态及其预测. 北京: 科学出版社, 1—3
- 于升松, 谭红兵, 邵明显等, 2000. 察尔汗盐湖 S4 层晶间卤水的粘滞性. 海洋与湖沼, 31(5): 553—557
- 朱裕生, 1984. 矿产资源评价方法学导论. 北京: 地质出版社, 187—193
- 刘兴起, 于升松, 邵明显, 1998. 察尔汗盐湖晶间卤水痕量元素分布特征研究. 海洋与湖沼, 29(4): 416—423
- 李海龙, 马国祥, 1999. 察尔汗地下卤水动态规律研究. 海洋与湖沼, 30(2): 212—218
- 杨谦, 吴必豪, 王绳祖等, 1993. 察尔汗盐湖钾盐矿床地质. 北京: 地质出版社, 70—80
- 袁贞齐, 杨谦, 孙大鹏等, 1995. 察尔汗盐湖钾盐矿床的形成条件. 北京: 地质出版社, 81—89

TREND SURFACE ANALYSIS ON FLUCTUATION OF INTERCRYSTALLINE BRINE WITH TIME AND SPACE DURING THE TIME OF MINING BRINE IN QARHAN SALT LAKE

LIU Xing- Qi, TAN Hong- Bing, GE Wen- Sheng

(*Geoscience University of China, Beijing, 100083*)

(*Institute of Salt Lakes, The Chinese Academy of sciences, Xining, 810008*)

Abstract In this article, the fluctuation of intercrystalline brine- level with time and space was studied by utilizing trend surface analysis of the data collected from January, 1991 to December, 1994, in Qarhan salt lake. The results indicate that the first and second trend surfaces reflected the background of the intercrystalline brine- level fluctuation. At the same time, the third, fourth and fifth trend surfaces can be used to interpret the fluctuation of the intercrystalline brine- level during the time of mining brine in the salt lake. The distribution of the positive and negative abnormal belts of the first trend surface residual analysis and the high and low waterlevel belts of the fifth trend surface analysis fully illustrated that the low intercrystalline brine-level belt that moved slowly towards the south with successive mining was mainly attributed to brine mining. The amount of supply for intercrystalline brine from the east- west direction was no doubt much more than that from the south- north direction.

Key words Qarhan Salt Lake, Intercrystalline brine, Mining brine, Trend surface analysis