

西台吉乃尔盐湖卤水自然蒸发试验研究

郭爱武¹, 李吉生¹, 王菊香¹, 邵明凤¹, 李刚²

(1. 青海省岩矿测试应用研究所, 青海 西宁 810008

2. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008)

摘要: 根据西台吉乃尔盐湖卤水组成进行相图分析, 并进行自然蒸发, 获得自然蒸发试验数据, 对西台吉乃尔盐湖卤水综合利用提供依据。

关键词: 相图分析; 钾混盐; 光卤石; 西台吉乃尔

中图分类号: P619.211

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2009)03-0029-03

1 前言

西台吉乃尔盐湖地处柴达木盆地中部, 介于 $37^{\circ}33' \sim 37^{\circ}53'N$, $93^{\circ}13' \sim 93^{\circ}34'E$ 。湖区面积约为 570 km^2 , 矿区内地形平坦, 海拔标高 $2\ 680 \sim 3\ 000 \text{ m}$ 左右, 年平均蒸发量为 $2\ 649.6 \text{ mm}$, 而降雨量为 30.5 mm 。每年流域内有益盐类组分随着河水被携带至西台盐湖矿区, KCl 补给为 $5\ 300 \text{ t/a}$ 左右, 加之其它盐类组分的总盐量将达数万吨每年。西台吉乃尔盐湖有两种卤水组成, 一种是氯化物型卤水面积约为 $50 \sim 100 \text{ km}^2$, 位于西台盐湖的西北角; 另一种是属于硫酸镁亚型盐湖卤水。本文主要介绍西台吉乃尔硫酸镁亚型盐湖卤水, 基本以 Na^+ , K^+ , $Mg^{2+} // Cl^-$, $SO_4^{2-} - H_2O$ 五元体系相图数据为依据^[1], 参照柴达木盆地气候条件, 作相图分析, 并进行自然蒸发, 其主要蒸发析盐过程依次为氯化钠、七水硫酸镁、六水硫酸镁、氯化钾、光卤石和老卤(锂盐随卤水蒸发不以固体形式析出, 富存于老卤中)。本次自然蒸发试验获取了该盐湖晶间卤水蒸发结晶路线、物料关系和各盐类分离的控制参数, 对盐湖资源的综合利用提供了相化学依据。

2 试验原料

西台吉乃尔盐湖主要是一个钾镁硫酸盐矿床, 钾资源主要储存在钠盐层的晶间卤水中, 卤水 2004 年 5 月取自泵站, 主要含氯化钠、氯化钾、氯化镁和硫酸镁, 组成见表 1。

表 1 晶间卤水组成

Table 1 Chemical composition of intercrystalline brine

化学组成	$NaCl$	KCl	$MgCl_2$	$MgSO_4$	H_2O	相对密度 / (g/mL)
质量分数 / %	16.81	1.56	5.25	4.17	72.21	1.233/10 $^{\circ}C$

3 相图计算

将卤水组成绘于 Na^+ , K^+ , $Mg^{2+} // Cl^-$, $SO_4^{2-} - H_2O$ 五元体系 ($25^{\circ}C$) 相图上, 如图 1 所示, 位于图中 M 点。以相图为依据指导蒸发, 蒸发结晶路线首先蒸发部分水分, 卤水饱和析出氯化钠; 其次是硫酸镁、氯化钾和硫酸镁、光卤石和硫酸镁; 最后析出氯化镁和硫酸镁。根据相图中 M 点组成进行工艺计算^[2], 其物料平衡计算结果如图 2 所示, 蒸发过程中液固相化学组成数据见表 2。

收稿日期: 2009-03-09 修回日期: 2009-06-25

作者简介: 郭爱武(1967-), 女, 工程师, 主要从事岩矿测试工作。

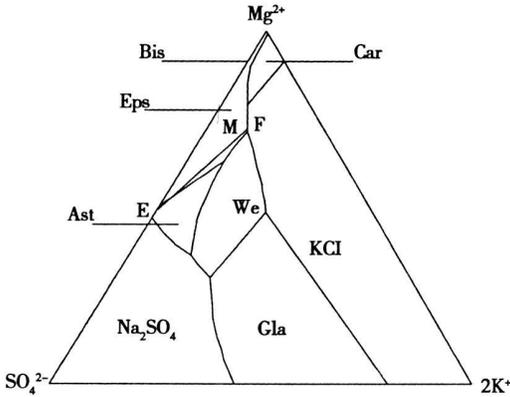


图 1 25 °C Na⁺, K⁺, Mg⁺ // Cl⁻, SO₄²⁻-H₂O 五元体系介稳相图

Fig 1 Metastable equilibrium Phase diagram of Na⁺, K⁺, Mg⁺ // Cl⁻, SO₄²⁻-H₂O quinary system at 25 °C

4 试验设备

自然蒸发采用塑料盆 (盆口直径 54.2 cm, 盆地直径 41.5 cm, 盆高度 18.1 cm), 温度计; 比重计; 磅秤为 100 kg 感量为 0.05 kg

5 试验方法

试验用卤水 30.00 kg 卤水深 15.0 cm 在室外进行自然蒸发, 每天早晨记录气温、卤水温度、测量比重。用偏光显微镜观察卤水蒸发过程中固相变化, 如有新固相析出时进行固液分离, 用比重计测定卤水密度, 并取液固样进行化学分析, 用布氏漏斗进行固液分离, 分析结果见表 2。

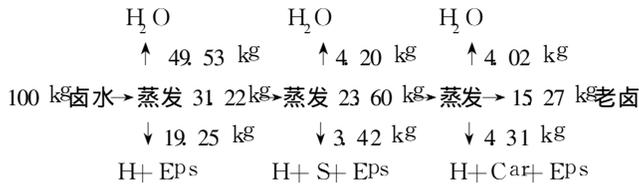


图 2 物料平衡计算示意图

Fig 2 Schematic diagram of mass balance calculation

表 2 蒸发试验的液固相化学组成

Table 2 Chemical compositions of liquid and solid phase from brine evaporation experiment

编号	相对密度 / (g/mL)	各化学组成的质量分数 / %					固相
		NaCl	KCl	MgCl ₂	MgSO ₄	H ₂ O	
L-0	1.233/10 °C	16.81	1.56	5.25	4.17	72.21	
L-1	1.248/9 °C	12.64	2.25	7.68	5.71	71.72	
L-2	1.260/10 °C	12.03	2.57	8.66	7.11	69.63	
L-3	1.267/8 °C	9.25	2.74	9.44	7.72	70.85	
S-3		77.81	0.67	2.04	1.64	17.84	H
L-4	1.282/9 °C	6.82	3.18	11.32	9.54	69.14	
L-5	1.274/9 °C	6.15	4.04	14.80	6.15	68.86	
L-6	1.282/10 °C	3.91	4.61	15.70	6.62	69.16	
L-7	1.286/10 °C	3.58	4.42	17.19	6.38	66.98	
L-8	1.289/10 °C	4.75	4.80	18.64	6.65	65.16	
S-8		45.93	1.53	9.44	12.98	30.12	H+ Eps
L-9	1.290/8 °C	2.88	3.62	20.01	5.45	68.04	
L-10	1.285/8 °C	2.77	2.75	21.54	4.17	68.77	
L-11	1.293/11 °C	1.96	2.88	22.40	4.61	68.15	
S-11		13.76	14.26	4.54	26.16	41.28	H+ S+ Eps
L-12	1.305/8 °C	3.05	2.76	23.58	5.09	65.52	
L-13	1.300/9 °C	1.06	2.29	23.50	4.71	68.44	
L-14	1.307/13 °C	1.66	1.45	24.79	4.89	67.21	
L-15	1.303/14 °C	1.17	0.93	25.81	4.37	67.72	
L-16	1.304/11 °C	1.20	0.42	27.81	3.87	66.70	
S-16		10.22	12.07	23.26	10.31	44.14	H+ Car+ Eps

注: H-NaCl; S-KCl; Eps-MgSO₄·7H₂O; Car-KCl·MgCl₂·6H₂O; Bis-MgCl₂·6H₂O

6 分析方法

银量方法测定氯离子; 四苯硼钠重量法测定钾离子; 硫酸钡重量法测定硫酸根; EDTA方法测定镁离子; 钠离子用差减法。

7 结果与讨论

1) 西台吉乃尔盐湖有两种卤水构成, 一种是氯化物卤水, 另一种是硫酸镁亚型卤水, 本文主要讨论硫酸镁亚型卤水。锂盐随卤水蒸发不以固体形式析出, 赋存于老卤中, 对蒸发结晶路线影响甚微, 主要讨论蒸发析出的固相。西台吉乃尔硫酸镁亚型盐湖卤水以 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} // Cl^- 、 SO_4^{2-} - H_2O 五元体系相图数据为依据是恰当的, 基本上可用此体系相图数据计算蒸发过程的物料关系;

2) 试验获得了自然蒸发卤水各阶段的固相、液相分离点, 物料分布关系, 为修建盐田提供各阶段的面积比参数;

3) 通过流程图计算 29.24 吨卤水生产 1 t

钾混盐矿和 1.26 吨光卤石矿;

4) 当卤水中 L-3 点钾质量分数达到 1.44% 时, 开始有七水硫酸镁析出; 卤水中 L-8 点钾的质量分数达到 2.52%, 开始有氯化钾析出; 卤水中 L-11 点钾的质量分数降至 1.51% 时, 开始析出光卤石; 卤水中钾的质量分数降至 0.22%, 卤水中钾基本析出完毕, 氯化镁开始饱和 (即卤水为老卤, 锂盐富存于老卤中);

5) 钾混盐矿可直接用于车间热溶加工生产硫酸钾镁肥产品, 硫酸钾镁肥可加水生产硫酸钾肥料, 钾混盐矿还可直接用反浮选法生产硫酸钾镁肥。

参考文献:

- [1] 金作美, 肖志显, 梁式梅. (Na^+ , K^+ , Mg^{2+}), (Cl^- , SO_4^{2-})- H_2O 五元体系介稳平衡的研究[J]. 化学学报, 1980, 38(4): 313-320.
- [2] 维克托洛夫 M.M. 无机物工艺学图解计算[M]. 罗澄源等译. 第 2 版. 北京: 中国工业出版社, 1964.
- [3] 郭爱武, 李刚. 马海盐湖卤水自然蒸发实验研究[J]. 盐湖研究, 2008, 16(3): 30-32.
- [4] 李刚, 吴景泉. 利用盐田钾混盐矿制取软钾镁矾的研究[J]. 盐湖研究, 1998, 6(2-3): 49-51.

Study on Natural Evaporation of Brine in West Taijinar Salt Lakes

GUO Aiwu, LI Ji-sheng, WANG Ju-xiang, SHAO Ming-feng, LI Gan-g

(1. Qinghai Provincial Institute of Application and Testing for Rock and Mineral Xining 810008 China

2. Qinghai Institute of Salt lakes Chinese Academy of Sciences Xining 810008 China)

Abstract Phase diagram of brine chemical composition in west Taijinar salt lakes was analyzed in the paper. Natural evaporation experimental data were obtained. It provided the basis for comprehensive utilization of brine in west Taijinar salt lake.

Key words: Phase diagram analysis; Potassium mixed salt; Camallite; West Taijinar