

察尔汗盐湖低品位卤水自然蒸发试验研究

张兆广, 祁 燕

(青海省柴达木综合地质 勘查大队, 青海 格尔木 816000)

摘要: 察尔汗盐湖是一个以卤水钾镁盐矿为主的大型综合性盐类矿床, 盐湖东部潜卤水水化学类型为氯化物型, 从KCl等组份含量来看, 属低钾高钠低镁的卤水。对该类型卤水进行自然蒸发试验, 确定盐类结晶析出顺序和光卤石矿物的最佳分离点, 取得光卤石矿的产率和光卤石中KCl含量等基础数据, 以对该卤水工业利用性能作出评价。

关键词: 低品位; 卤水; 试验; 光卤石; 产率

中图分类号: TQ443.4 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2006)01-0017-07

0 引 言

我国是重要的农业大国, 也是世界上第二大钾肥消费国(次于美国), 但国内钾资源贫乏, 已探明的工业储量仅占世界总储量的0.47%。我国钾肥需求量约 600×10^4 t/a(占世界消费量的12%), 而国内自给率仅有10%, 其余需大量进口。面对国内钾肥资源供不应求的严重局势, 充分研究、开发低品位含钾卤水资源势在必行。

察尔汗盐湖位于柴达木盆地的中东部, 是我国内陆高原上一个大型的现代盐湖钾镁盐矿床。盐湖矿区东西长168 km, 南北宽20~40 km, 面积5 856 km²。盐湖东部潜卤水水化学类型为低钾高钠低镁的氯化物型, 卤水中KCl含量0.34%~0.81%, 大部分地段KCl含量为0.50%左右, KCl

资源量达 $1\,000\times 10^4$ t以上。该资源若能得到充分利用, 将在一定程度上缓解国内钾资源的紧缺。

1 蒸发试验概况

试验样品采自察尔汗盐湖东部的潜卤水。蒸发试验工作在格尔木市内进行。

根据KCl的品位分布特征, 分别安排了两组试验, 一组试验样品的原卤KCl含量为0.65%, 试验编号为03-10H; 另一组试验样品的原卤KCl含量为0.42%, 试验编号为03-20H。两组试验样品中的组份组成见表1, 在K⁺、Na⁺、Mg²⁺/Cl⁻-H₂O四元体系相图上的位置见图1。从表1可以看出, 所取试验样品具有很强的代表性。

表1 试验样品组份含量及相图指数表

Table 1 Compositions of the raw brines and their phase diagram indices

样品	密度	组份含量/%					配盐结果/%					相图指数/%			备注
		Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	2KCl	2NaCl	MgCl ₂	
03-20HL ₀	1.207/21℃	6.69	0.221	0.593	1.78	16.62	0.066	0.42	17.01	6.97	1.57	1.3	65.5	33.2	
03-10HL ₀	1.217/16℃	5.16	0.341	0.679	2.59	16.86	0.053	0.65	13.12	10.15	1.82	2.72	54.85	42.43	

收稿日期: 2005-04-30

作者简介: 张兆广(1978-), 男, 助理工程师, 主要从事盐湖矿产的勘查、开发研究工作。

2 蒸发试验方法

将试验样品 03—20H 打入 7 个 4 m×2.1 m×0.3 m 的铁制蒸发箱内,蒸发面积约 54 m²,卤水深度 0.25 m 左右;将试验样品 03—10H 打入用砖块砌边,用塑料布衬底和衬里的 7 m×4 m×1 m 的简易蒸发池,蒸发面积约 26 m²,卤水深度在 0.6 m 左右,均进行自然蒸发试验。定时观测卤水密度、析盐种类,根据密度变化和析

盐种类确定固液分离的时间及分离次数。在观测过程中采取必要的监测样品进行化验,及时计算出相图指数,以相图理论作指导,预测结晶路线,探求光卤石矿的最佳分离点。

在进行自然蒸发的同时进行了比蒸发系数的测定,其方法是在蒸发试样旁边,用同样容器(直径=60 cm 的塑料盆)盛入与样品体积大致相当的自来水进行蒸发,在同一时间段内分别称取卤水和淡水重量,计算各自的蒸发量和比蒸发系数。

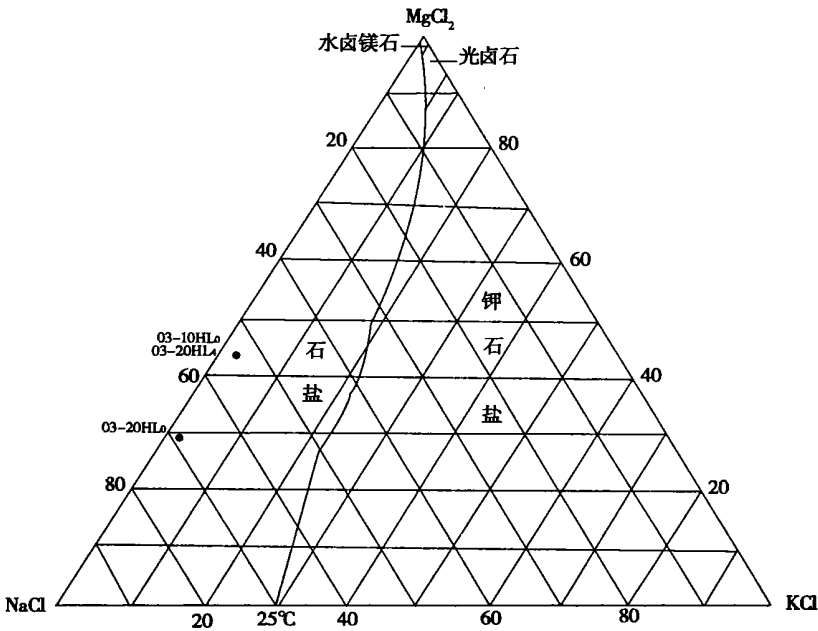


图 1 试验原卤成分组成点在 25℃ Na⁺、K⁺、Mg²⁺/Cl⁻-H₂O 相图上的位置

Fig. 1 Composition points of the raw brines in the phase diagram of the Na⁺, K⁺, Mg²⁺/Cl⁻-H₂O system

3 试验结果

(1) 03—10H 样品(KCl 含量为 0.65%) 试验结果

03—10H 样品重 19 211 kg, 2003 年 8 月 5 日打入简易蒸发池。这一阶段的气温高、蒸发快。据试验过程中取样分析结果表明,母液中 NaCl 含量逐渐降低,KCl、MgCl₂、CaCl₂ 的密度在逐渐增高,观测发现有固体石盐不断析出。当密度达到 1.236/16℃时,于 9 月 16 日进行了本

试验的第一次固液分离,分离出固相物 2 196.9 kg,产率为 11.44%,分离出的固相矿物主要是石盐,因缺少镜下鉴定资料,无法确定其他矿物。将化学分析结果进行配盐计算后表明,应含有少量的石膏(CaSO₄·2H₂O)。此外固体石盐夹带了 0.13%的 KCl 和 1.78%的 MgCl₂,还夹带了少量的 CaCl₂。此时母液中的 KCl 含量增高至 1.12%,是原卤的 1.72 倍,蒸发水份(含少量作业损失)6 344.1 kg,占原卤量的 33%。

进行了本组试验样品的第一次固液分离之后,继续进行蒸发,其母液中组份的变化规律同

前, 10 月 16 日取样分析, 并依分析结果计算了相图指数。由于此时的气温处于 0℃以下, 从 -10℃的相图上看(见图 2), 已进入光卤石相区, 并将有光卤石产出, 为减少已析出的石盐对 KCl、MgCl₂ 的夹带, 进行本组试验的第二次固液分离, 分离时母液密度为 1.282/-3℃。分离出固相石盐(含少量 CaSO₄·2H₂O) 688.7 kg, 产率为 3.58%。固相物夹带了 0.46% 的 KCl 和 3.85% 的 MgCl₂, 同时夹带少量 CaCl₂。母液中 KCl 含量达 1.53%, 是原卤的 235%。蒸发水份(含作业损失) 2 498.4 kg, 占原卤的 13%。

第二次分离后的钾饱和母液 7 482.9 kg。两次分离共产出石盐 2 885.6 kg, 产率为 15%。第二次固液分离 10 余天后, 于 11 月 2 日对析出的少量的固体进行分析, 发现已经析出光卤石, KCl 含量达 18.36%。样品进入光卤石析出阶段时, 由于气温低, 蒸发速度缓慢, 至 2004 年 4 月 9 日试验结束, 共产出 KCl 含量为 15.31% 的光卤石 750 kg, 产率为 3.9%。以上试验数据

见表 2、表 3、图 2。

(2) 03—20H 样品(KCl 含量为 0.42%) 试验结果

这组样品于 2003 年 8 月 7 日打入 7 个 4 m×2.1 m×0.3 m 的铁制蒸发箱内进行自然蒸发试验, 样品重量 18 404 kg。其试验方法及试验过程完全和 03—10H 样品相同。通过监测样品的分析结果发现这组样品至 8 月 22 日, 经过 15 天的蒸发, 监测样 03—20HL₄ 组份组成与 03—10H 样品原卤组成十分接近, 只有 CaCl₂ 略高, 在相图上几乎位于同一个点上(见图 1)。对于其试验过程等不再赘述。本组试验至 2003 年 10 月 24 日共进行了三次固液分离, 产出石盐 3 738.1 kg, 产率为 20.31%, 与此同时卤水进入光卤石析出阶段。试验于 2004 年 4 月 10 日结束, 产出 KCl 含量为 15.79% 的光卤石 448.6 kg, 产率为 2.44%, 以上试验数据见表 4、表 5、图 2。

表 2 03—10H 样卤水盐田自然蒸发制取光卤石试验结果

Table 2 Experimental results of the natural evaporation of the 03—10H brine in salt pans

试验日期	料别	样品编号	母液密度	产品名称	重量 / kg	产率 / %	组份含量%					分布率%		
							Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺ Mg ²⁺
2003 8 5	入	03—10H ₆	1.217/16℃	原卤	19211	100	5.16	0.341	0.679	2.59	16.89	0.053		
	出(入)	03—10H ₈	1.236/16℃	卤水	10670	55.54	2.47	0.586	1.14	4.38	18.68	0.055	97.70	25.46 97.91
2003 9.16	出	03—10H ₈		石盐	2196.9	11.44	35.13	0.067	0.438	0.455	55.34	0.225	2.30	74.54 2.09
				损失与失水	6344.1	33.02								
	出(入)	03—10H ₁₄	1.282/-3℃	卤水	7482.9	38.95	0.69	0.800	1.53	6.04	21.39	0.012	95.04	4.85 96.47
2003 11 9	出	03—10H ₁₄		石盐	688.7	3.58	31.88	0.243	0.515	0.982	53.60	0.603	2.66	20.61 1.44
				损失与失水	2498.4	13.01								
2003.11.21	出	03—10H ₁₅		光卤石			2.38	9.63	0.32	8.24	35.28	0.074		
	出	03—10H ₁₆	1.348/6℃	老卤	5116	26.63	0.154	0.056	2.24	7.98	26.28	0.006	4.31	0.69 84.89
2004 4 9	出	03—10H ₁₆		光卤石	750.0	3.90	6.33	8.03	0.529	7.42	38.48	0.199	90.73	4.16 11.58
				损失与失水	1616.9	8.42								
				合计	19211	100							100.00	100.00 100.00
备注	1、03—10H ₁₅ 为试验过程中的监测样品;													
	2、料别一栏中“出(入)”表示这一阶段的出料即为下一阶段的入料, 此栏数据不计入合计一栏中。													

表 3 03—10H 样各阶段卤水组份含量变化情况及其相图指数表

Table 3 Variation of the composition of Brine 03—10H at different stages of evaporation and the corresponding phase diagram indices

取样日期	母液密度	样品编号	组份含量/%						配盐结果/%				相图指数/%			水化学类型
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NaCl	KCl	MgCl ₂	CaCl ₂	NaCl	KCl	MgCl ₂	
2003 8. 5	1 217/16℃	03—10H ₀	5. 16	0 341	0 679	2 59	16 89	0. 053	13. 12	0 650	10 15	1. 88	54 85	2 72	42. 43	氯化物型
2003 8. 9	1 214/30℃	03—10H ₁	5. 00	0 356	0 710	2 73	17. 32	0. 062	12. 71	0 679	10 69	1. 97	52 78	2 82	44. 40	
2003 8 13	1 215/25℃	03—10H ₂	4. 68	0 379	0 785	2 90	17. 30	0. 066	11. 90	0 723	11 36	2. 17	49 62	3 01	47. 37	
2003 8 18	1 218/27℃	03—10H ₃	4. 48	0 401	0 826	3 07	17. 47	0. 084	11. 39	0 765	12 03	2. 29	47 10	3 16	49. 74	
2003 8 22	1 220/27℃	03—10H ₄	4. 06	0 420	0 866	3 19	17. 55	0. 073	10. 32	0 801	12 50	2. 40	43 69	3 39	52. 92	
2003 9. 2	1 224/22℃	03—10H ₅	3. 58	0 467	0 958	3 60	17. 90	0. 069	9 10	0 890	14 10	2. 65	37 78	3 69	58. 53	
2003 9. 6	1 229/24℃	03—10H ₆	2. 92	0 512	1. 05	3 95	18 11	0. 069	7 42	0 976	15 47	2. 91	31 09	4 09	64. 82	
2003 9 12	1 230/27℃	03—10H ₇	2. 81	0 564	1. 08	4 19	18 42	0. 066	7 14	1 08	16 41	2. 99	28 99	4 38	66 6	
2003 9 16	1 236/16℃	03—10H ₈	2. 47	0 586	1. 14	4 38	18 68	0. 055	6 28	1 12	17 16	3. 16	25 57	4 56	69. 87	
2003 9 28	1 242/17℃	03—10H ₉	1. 97	0 635	1. 22	4 76	19 44	0. 060	5 01	1 21	18 65	3. 38	20 14	4 87	74. 99	
2003 10 8	1 254/15℃	03—10H ₁₀	1. 43	0 685	1. 36	5 18	20 17	0. 039	3 64	1 31	20 29	3. 77	14 42	5 19	80. 39	
2003 10. 15	1 261/10℃	03—10H ₁₁	1. 17	0 715	1. 39	5 39	20 38	0. 029	2 97	1 36	21 11	3. 85	11 67	5 35	82. 98	
2003 10. 24	1 270/7℃	03—10H ₁₂	0. 93	0 755	1. 48	5 72	21 05	0. 023	2 36	1 44	22 41	4. 10	9 00	5 49	85. 51	
2003 11 8	1 281/—7℃	03—10H ₁₃	0 720	0 810	1. 49	5 89	21 34	0. 025	1 83	1 54	23 07	4. 13	6 92	5 82	87. 26	
2003 11 9	1 282/—3℃	03—10H ₁₄	0 690	0 800	1. 53	6 04	21 39	0. 012	1 75	1 53	23 66	4. 24	6 50	5 68	87. 82	
2003 11. 21	1 281/—8℃	03—10H ₁₅	0 615	0 670	1. 67	6 03	21 00	0. 023	1 56	1 28	23 62	4. 62	5 90	4 84	89. 26	
2004 4. 9	1 348/6℃	03—10H ₁₆	0 154	0 056	2. 24	7 98	26 28	0. 006	0 39	0 11	31 26	6. 20	1 23	0 35	98. 42	

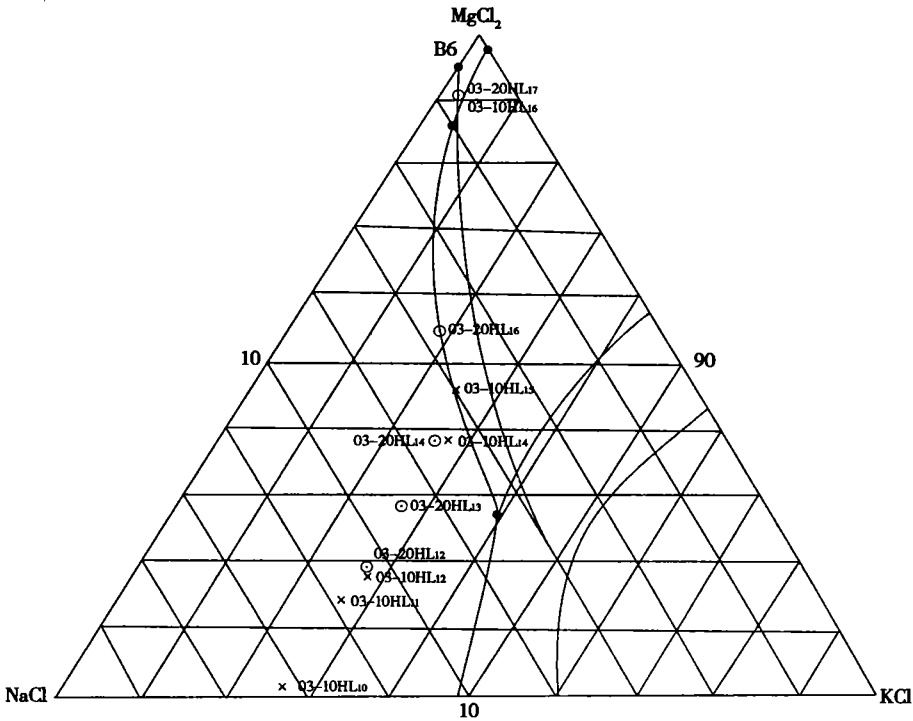


图 2 二组试验样品的蒸发结晶路线

° 0℃等温线 2.5℃等温线 × 03—10H 组液相点 o 03—20H 组液相点

Fig. 2 Evaporation courses of the two brine series

4 试验结果讨论

下面对试验结果进行分析讨论。将 03—10H 组和 03—20H 两组样品的试验结果在相图上分析(见图 2)结果如下:

03—20H 试验样的蒸发面积约是 03—10H 试验样蒸发面积的 2 倍, 经过 15 d 的蒸发, 其母液的组成十分接近 03—10H 样品的原卤组成(见表 6)。也就是说, 如果对于 03—20H 样品在同等的气温条件和同等的蒸发面积下, 经过约一个月时间的自然蒸发, 其组份组成就已达到 03—10H 原卤样品之组份组成。由于两组样品试验条件(主要指蒸发面积)不完全相同, 难于进行完全的对比。但从分离出的固相石盐的数量上可以进行分析, 03—10H 样品经两次分离, 固相石盐产率为 15%, 而 03—20H 样品经三次分离, 固相石盐产率达 20.31%。说明 03—20H 样品的石盐析出阶段较 03—10H 样品的石盐析出阶段还要长, 其产率高出 35.4% 以上。由于固相石盐的产率高, 换言之, 产出的石盐多, 母液中夹带的 KCl、MgCl₂ 就会多, 因而光

卤石产率会降低。

03—10H 组试验样当密度达到 1.282/—3℃时液相含 KCl 为 1.53%、MgCl₂ 为 23.66% 左右, 石盐产率达 15%, 光卤石产率达 3.90%, K⁺ 在光卤石中的回收率为 90.37%; 03—20H 组试验样当密度达到 1.283/4℃时, 液相含 KCl 为 1.42%、MgCl₂ 为 23.66% 左右, 石盐产率达 20.31%, 光卤石产率为 2.44%, K⁺ 在光卤石中的回收率为 89.54%。

样品在石盐阶段的比蒸发系数平均为 0.65, 光卤石阶段的比蒸发系数平均为 0.40。

通过对两组试验的分析讨论, 总结得出如下结论:

- 1) 试验卤水的结晶路线符合相应温度下 K⁺、Na⁺、Mg²⁺/Cl⁻—H₂O 水盐体系。结晶顺序为石盐—光卤石—水氯镁石, 即结晶路线沿着石盐与光卤石的共饱线浓缩进入水氯镁石的结晶区。
- 2) 试验样品的水化学类型及其高钠的组份特征决定了该类型卤水有较长的石盐阶段, 其低钾的组份特征反映了光卤石为卤水晚期的产物, 因而光卤石的结晶阶段较短, 相应的产率也较低。

表 4 03—20H 组卤水盐田自然蒸发制取光卤石试验结果

Table 4 Experimental results of the natural evaporation of the 03—20H brine in salt pans

试验日期	料别	样品编号	母液密度	产品名称	重量 / kg	产率 / %	组份含量 / %						分布率 / %		
							Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺
2003 8 7	入	03—20H ₆	1.207/21℃	原卤	18404	100.0	6.69	0.221	0.593	1.78	16.62	0.066			
	出(入)	03—20H ₅	1.220/24℃	卤水	10056	54.64	4.03	0.396	1.03	3.11	17.26	0.084	98.16	31.95	97.18
2003 9 1	出	03—20H ₅		石盐	2484.1	13.50	34.75	0.030	0.240	0.365	55.56	0.251	1.84	68.05	2.82
				损失与失水	5863.9	31.86									
2003 9 15	出(入)	03—20H ₁₀	1.241/20℃	卤水	6797	36.93	2.08	0.588	1.45	4.56	19.20	0.050	96.28	10.25	95.38
	出	03—20H ₅ ₁₀		石盐	887.3	4.82	33.75	0.088	0.372	0.659	54.69	0.400	1.88	21.70	1.80
2003 10 24				损失与失水	2371.7	12.89									
	出(入)	03—20H ₅ ₁₅	1.283/4℃	卤水	5196	28.23	0.710	0.745	1.83	5.80	21.71	0.019	94.01	2.54	94.06
2003 11 21	出	03—20H ₅ ₁₅		石盐	367.3	2.00	30.50	0.255	0.606	1.15	52.94	0.642	2.27	7.71	1.32
				损失与失水	1233.7	6.70									
2004 4 10	出	03—20H ₅ ₁₆		光卤石			3.70	7.88	0.66	7.06	34.41	0.076			
	出	03—20H ₅ ₁₇	1.351/7℃	老卤	3634	19.74	0.149	0.051	2.55	7.68	26.28	0.009	4.47	0.37	84.28
2004 4 10	出	03—20H ₅ ₁₇		光卤石	448.6	2.44	7.10	8.28	0.604	7.22	39.03	0.243	89.54	2.17	9.78
				损失与失水	113.4	6.05									
合计					18404	100.0							100.0	100.0	100.0
备注															
1. 03—10H ₅ ₁₆ 为试验过程中的监测样品;															
2. 料别一栏中“出(入)”表示这一阶段的出料即为下一阶段的入料, 此栏数据不计入合计一栏中。															

表 5 03—20H 样各阶段卤水组份含量变化情况及其相图指数表

Table 5 Variation of the composition of Brine 03—20H at different stages of evaporation and the corresponding phase diagram indices

取样日期	母液密度	样品编号	组份含量/%						配盐结果/%				相图指数/%			水化学类型
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NaCl	KCl	MgCl ₂	CaCl ₂	NaCl	KCl	MgCl ₂	
2003.8.7	1.207/21℃	03—20H ₀	6.69	0.221	0.593	1.78	16.62	0.066	17.01	0.421	6.97	1.64	69.71	1.73	28.56	氯化物型
2003.8.9	1.207/24℃	03—20H ₁	6.63	0.246	0.683	1.94	16.93	0.079	16.85	0.469	7.60	1.77	37.62	1.88	30.50	
2003.8.13	1.207/27℃	03—20H ₂	6.10	0.268	0.693	2.09	17.04	0.093	15.51	0.511	8.19	1.92	64.06	2.11	33.83	
2003.8.18	1.211/32℃	03—20H ₃	5.70	0.300	0.785	2.33	17.12	0.091	14.49	0.572	9.13	2.17	59.90	2.36	37.74	
2003.8.22	1.213/32℃	03—20H ₄	5.20	0.335	0.866	2.60	17.21	0.101	13.22	0.639	10.18	2.40	54.99	2.66	42.35	
2003.9.1	1.220/24℃	03—20H ₅	4.03	0.396	1.03	3.11	17.26	0.084	10.24	0.755	12.18	2.85	44.19	3.26	52.55	
2003.9.4	1.222/29℃	03—20H ₆	3.85	0.464	1.08	3.40	17.76	0.087	9.79	0.885	13.32	2.99	40.80	3.69	55.51	
2003.9.6	1.226/27℃	03—20H ₇	3.53	0.484	1.15	3.56	17.90	0.082	8.97	0.923	13.95	3.18	37.62	3.87	58.51	
2003.9.9	1.227/14℃	03—20H ₈	2.92	0.516	1.21	3.86	18.11	0.074	7.42	0.984	15.12	3.35	31.54	4.18	64.28	
2003.9.12	1.233/28℃	03—20H ₉	2.57	0.562	1.35	4.20	18.68	0.052	6.53	1.07	16.45	3.74	27.17	4.45	68.40	
2003.9.15	1.241/20℃	03—20H ₁₀	2.08	0.588	1.45	4.56	19.20	0.050	5.29	1.12	17.86	4.02	21.80	4.61	73.59	
2003.9.28	1.254/17℃	03—20H ₁₁	1.52	0.640	1.58	4.95	20.00	0.033	3.86	1.22	19.39	4.38	15.77	4.99	79.24	
2003.10.8	1.264/15℃	03—20H ₁₂	1.07	0.700	1.70	5.41	20.78	0.029	2.72	1.33	21.19	4.71	10.78	5.27	83.95	
2003.10.15	1.272/8℃	03—20H ₁₃	0.88	0.735	1.77	5.63	21.22	0.021	2.24	1.40	22.05	4.90	8.72	5.45	85.83	
2003.10.24	1.286/-1℃	03—20H ₁₄	0.700	0.740	1.81	5.79	21.57	0.019	1.78	1.41	22.68	5.01	6.88	5.45	87.67	
2003.10.24	1.283/-4℃	03—20H ₁₅	0.710	0.745	1.83	5.80	21.71	0.019	1.80	1.42	22.72	5.07	6.94	5.47	87.59	
2003.11.21	1.291/-8℃	03—20H ₁₆	0.530	0.510	2.07	5.91	21.43	0.019	1.35	0.97	23.15	5.73	5.30	3.81	90.89	
2004.4.10	1.351/7℃	03—20H ₁₇	0.149	0.051	2.55	7.68	26.28	0.009	0.38	0.097	30.08	7.06	1.24	0.32	98.44	

表 6 03—10H 与 03—20H 卤水组份对比表

Table 6 Comparison of the compositions of 03—10H and 03—20H brines

试验编号	样品编号	母液密度	原卤重量/kg	组份含量/%				备注
				KCl	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	
03—10H	L ₀	1.217/16℃	1921.1	0.65	12.97	10.14	1.82	蒸发 15 天后所取样品
03—20H	L ₄	1.213/32℃	18404	0.64	12.97	10.18	2.28	

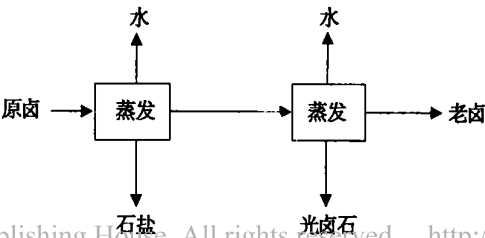
3) 试验表明自然蒸发的析盐过程可以通过母液的密度和成份对分离点进行有效的控制。还可通过卤水表面飘浮的结晶物质特征进行控制,其分离较易掌握。由于石盐的析出阶段较长,不同阶段分离石盐时所夹带的 KCl 含量不尽相同。因此掌握最佳的分离点对于盐田生产尤为重要。

4) 通过实验研究,我们认为盐田生产时可将老卤打入钠盐池中进行兑卤。从相图上分析,对于这种低钾卤水,相图上的位置主要取决于母液中 NaCl 和 MgCl₂ 二者的含量。兑卤之后的母液在相图上将向光卤石相区靠近。这就意味着可以兑出一部分石盐,从而减少石盐析出阶段,减少自然蒸发时间,也会减少一部分石

盐对母液中 KCl、MgCl₂ 的夹带量,促使光卤石矿物析出速度的加快。通过兑卤可以使老卤得到循环利用,从而解决老卤的排放问题。

5 低钾高钠卤水的工业利用性能评价

两组实验得出的自然蒸发试验的一般原理流程为:



采用上述蒸发流程, 含 KCl 0.5%左右的 100 t 原卤(密度平均按 1.210 计, 折合卤水 82.64 m³)可产出含 KCl 15%以上的光卤石矿 3 t 左右, 析出固相石盐(含少量 CaSO₄、CaCl₂) 15~20.31 t, 石盐池与光卤石池比例大致为 7:1 至 5:1。如果采用我们提出的将老卤打入钠盐池进行兑卤, 促使 Na⁺ 提前析出, 通过老卤的循环利用可使高钠卤水向高镁卤水转变。

通过试验低钾高镁卤水的光卤石产率为 4%, 根据蒸发试验所获光卤石的数量及质量, 结合氯化钾加工工艺和生产成本进行了经济评价。认为当该类型卤水的 KCl 含量降至 0.5% 时, 用以加工生产氯化钾仍有较好的经济效益, 当 KCl 品位降至 0.30% 时, 仍有微利。以上的经济评价是针对低钾高镁卤水而言, 这种类型

的卤水在蒸发过程中没有独立的石盐析出阶段, 而低钾高钠卤水蒸发过程具有较长的石盐阶段, 会增加钠盐池面积, 原矿生产成本也会增加, 但由于该区 KCl 品位最低为 0.40% 以上, 因此仍有一定的经济效益。

察尔汗盐湖通过几十年的开发, 钾的选矿工艺日趋成熟, 部分厂家已在开采利用 KCl 在 0.5% 左右的卤水从而生产出较优质的光卤石, 进而生产出优质钾肥, 事实说明在经济上是合算的。对于察尔汗东部的低钾高钠卤水采用蒸发和兑卤工艺, 可以减少盐田生产及原矿生产成本, 解决生产尾液的排放, 以适宜的生产规模进行氯化钾生产, 在技术上是可行的, 经济上是合理的。

Study on the Natural Evaporation of Low Grade Brines from Chaerhan Salt Lake

ZHANG Zhao-guang, QI Yan
(*Qinghai Qaidam Geological Comprehensive Exploration Group, Golmud 816000, China*)

Abstract: Chaerhan Salt Lake is a large composite salt deposit with the primary composition of potassium and magnesium brines. The brines feature high sodium contents, but low potassium and magnesium contents. The present work involved the natural evaporation of the brines, for the determination of the crystallization sequences of different minerals and the optimal separation points of carnallite. Fundamental data of the yields of carnallite and its KCl contents were obtained for the evaluation of the feasibility of utilizing the brines.

Key words: Low grade; Brine; Experiment; Carnallite; Yield