

含硼老卤添加芒硝卤水继续富集的控制

张柏顺, 张淑霞

(青海地矿集团有限公司, 青海 西宁 810001)

摘要: 探讨老卤添加芒硝(芒硝水)的方法富集硼锂原理以及各种控制手段应用的限制因素, 认为老卤添加芒硝水较适合盐湖地区使用。

关键词: 卤水; 芒硝; 硼; 锂; 蒸发

中图分类号: TQ128.54 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2006)02-0026-09

卤水的自然蒸发过程中, 硼锂一般富集在晒制盐田钾混盐(光卤石、泻利盐混合物)后的老卤(氯化镁含量很高的卤水)之中。老卤中硼、锂的提取率与硼锂的富集程度有关。据前人研究, 在高镁硫酸盐体系的老卤中 B_2O_3 含量为 1.6%, 硼酸提取率大于 70%; B_2O_3 含量为 2.6% 时, 硼酸提取率大于 75%。一般认为, 老卤中 B_2O_3 含量达到 2%, 老卤提取硼酸较容易。

但是, 盐湖类型不同, 老卤阶段的硼、锂富集程度不同。老卤中若 B_2O_3 、 Li^+ 达不到要求, 卤水提硼、锂难以进行。

使用盐湖自产的芒硝(或芒硝水)添加到老卤之中除镁, 具有操作成本相对低廉、老卤中价值较低的氯化镁可转化为价值更高的硫酸镁(泻利盐, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$)、老卤硼、锂可以继续富集等优点。

1 试验简述

1.1 试验原理

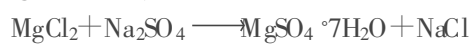
硫酸盐型卤水的蒸发析盐分析, 一般使用 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+}/Cl^- 、 SO_4^{2-} 简化的三角形相图。以下使用硫酸盐型卤水的 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+}/Cl^- 、

SO_4^{2-} 的 20℃ 介稳相图分析老卤硼、锂富集。

从卤水成分上看, 一般硫酸盐型卤水(K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+}/Cl^- 、 SO_4^{2-}) 都可以看成氯化镁、芒硝、氯化钾、氯化钠以不同程度混合的混合物, 其中 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 溶解度特性在简化的三角形相图中反映。所有蒸发过程都是由芒硝含量较高的卤水(相图下部)向氯化镁含量高的卤水(相图上部)的转变过程, 并且蒸发过程深入, 卤水越来越难蒸发。

从五元相图可以看出, 氯化镁相区附近的卤水难以蒸发, 而远离氯化镁区的泻利盐区, 虽然卤水镁离子含量较高, 但卤水蒸发依然容易进行。这一现象说明, 卤水氯化镁含量高低才是判断卤水是否难以蒸发的真正原因, 并且, 在已经难以蒸发的卤水中加入芒硝矿、芒硝水, 使氯化镁转化为泻利盐, 可以使卤水继续蒸发。

卤水添加芒硝(芒硝水), 使卤水中难以蒸发的氯化镁组分转化为易于蒸发、分离的泻利盐($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)、氯化钠



老卤添加芒硝矿, 成本较高, 客观上产品(或副产品)需要精制收回成本, 需要热溶—冷结晶工艺配合, 其工艺路线如图 2。

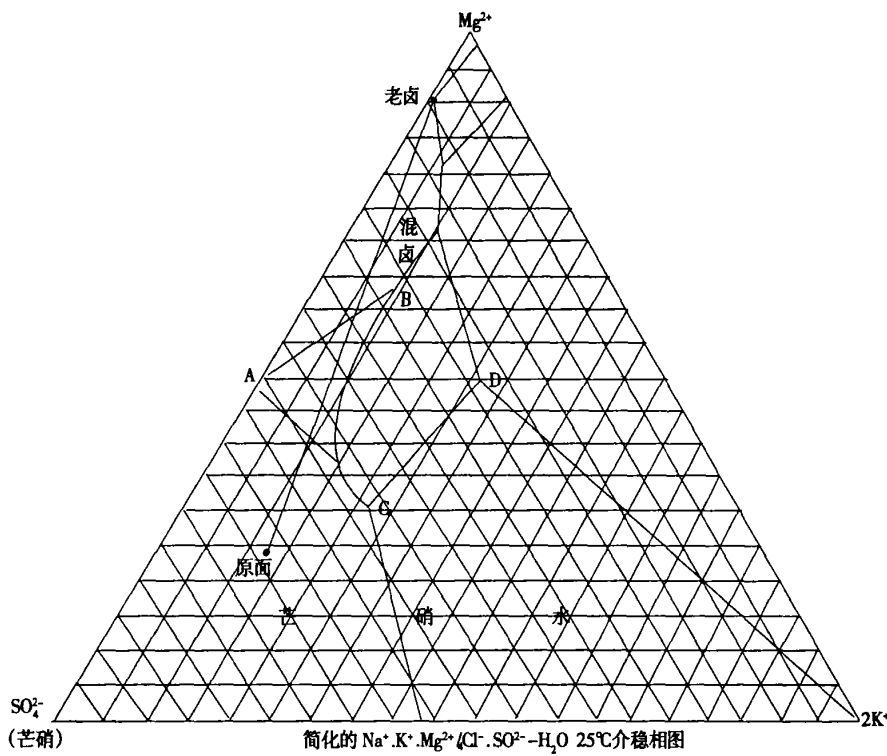


图 1 老卤添加芒硝相图分析图

Fig. 1 Phase diagram for the addition of Glauber's salt to bitterns

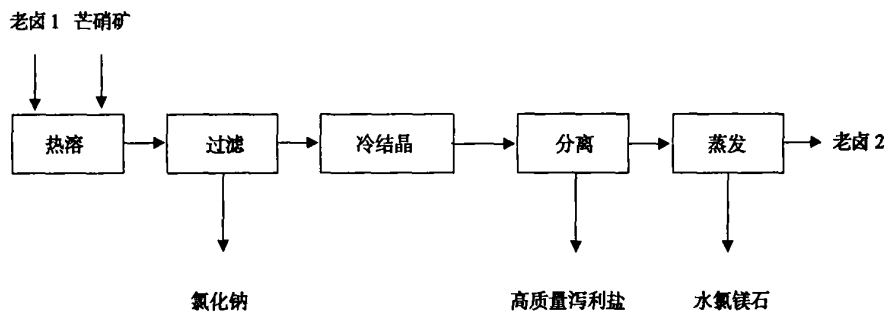


图 2 老卤添加芒硝热溶—冷结晶工艺流程图

Fig. 2 The heated dissolution-cooled crystallization process flow chart for adding Glauber's salt to bitterns

老卤添加芒硝水,随着芒硝水添加,进入系统水分较多,需要盐田工艺配合,工艺路线如图 3。

在老卤添加芒硝矿的热溶—冷结晶工艺中,随着泻利盐产出,卤水水份、氯化镁含量减少。总体而言,添加芒硝矿热溶—冷结晶副产泻利盐、石盐(NaCl)后,卤水硼、锂富集,硼、锂富集利用成为现实。

老卤添加芒硝水,老卤盐田副产泻利盐、石盐后,卤水状况和热溶—冷结晶后卤水相同,硼锂可以继续富集。

老卤由难以蒸发变化到可以蒸发,是通过副产泻利盐、石盐的易于蒸发分离特性来实现的。

1.2 试验方法

将 160 t 产钾后的母液强制蒸发得 30 t 老

卤,对 16.0 t 的 B_2O_3 含量达到 1.23%的老卤进行添加芒硝水处理。芒硝分次加入,共计加入量 4.3 t,经蒸发后 B_2O_3 含量达到 1.98%。

1.3 试验结果

试验结果见下表 3。

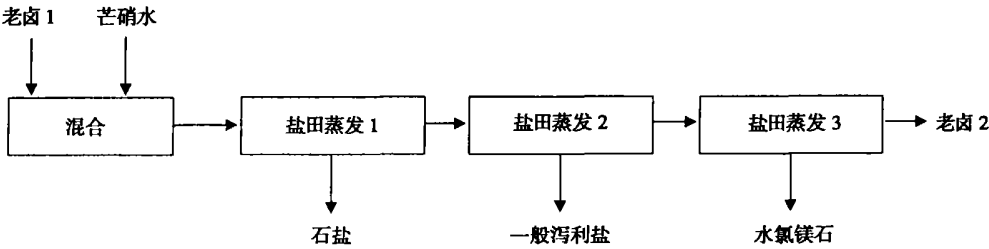


图 3 老卤添加芒硝水工艺流程图

Fig. 3 Flow chart for adding Glauber's salt liquids to bitterns

表 1 老卤添加芒硝矿热溶—冷结晶后镁离子含量判断表

Table 1 The magnesium content of the bittern after HDCC treatment

	组分含量/ %		H_2O/Mg^{2+}
	Mg^{2+}	H_2O	
老 卤	9.25	60.15	6.503
副产泻利盐	9.87	51.6	5.183
备 注	热溶—冷结晶析出泻利盐过程中,水的损失较老卤低,说明卤水可以继续蒸发使硼锂继续富集。		

表 2 卤水添加芒硝水后蒸发性质变化表

Table 2 The evaporability of bittern before and after adding Glauber's salt liquors

物 料		氯化镁含量	单成分蒸发 状况	总体蒸发状况 (以目标卤水为准)	备 注
阶段	名称				
变化前	老卤 1 芒硝水	较高 无	基本不蒸发 易于蒸发	基本不蒸发	目标卤水
变化后	老卤 2 泻利盐 石盐	较老卤 1 低 无 无	可以蒸发 易于蒸发 可以蒸发	可以蒸发	目标卤水

表 3 老卤添加芒硝矿试验

Table 3 Experiment for adding Glauber's salt to the bittern

料别	名称	重量 /kg	组分含量/ %					分布率		
			K^+	Na^+	Ma^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	B_2O_3	Li^+	B_2O_3 Li^+
入料	老卤 1	16 000	0.07	0.10	9.25	26.77	2.17	1.23	0.24	
	芒硝	4 300	0.02	31.25	0.16	0.00	64.97	0.0018	0.006	
	淡水									
出料	1 池固体	6 990	0.05	8.63	7.65	16.16	27.02	0.31	0.08	17.59 22.05
	2 池固体	1 800	0.65	8.24	8.61	24.24	20.53	0.47	0.08	6.87 5.68
	老卤 2	4 700	0.04	0.11	8.61	23.77	3.22	1.98	0.39	75.54 72.24

结果可以看出,老卤 1 由于氯化镁含量较高,卤水已经不能蒸发,硼、锂不能富集。此时

的卤水中添加芒硝水,卤水可以继续蒸发,副产泻利盐、石盐后,老卤硼、锂得到富集(B_2O_3 由

1.23% 增加到 1.98%, Li^+ 由 0.24% 增加到 0.39%)。

2 结果与讨论

2.1 老卤添加芒硝的两种方式

2.1.1 工艺流程

从原料上看,老卤芒硝的添加,可以分两种形式。第一,老卤添加芒硝矿;第二,老卤添加

芒硝水。老卤添加芒硝矿工艺流程图见图 2,老卤添加芒硝水工艺流程图见图 4。

添加芒硝矿用热溶—冷结晶法回收泻利盐,添加芒硝水利用盐田回收泻利盐。

2.1.2 添加芒硝矿、芒硝水成本比较

老卤添加芒硝矿和芒硝水的成本比较结果见下表 4。

芒硝矿换为芒硝水,原料成本降低,即使采用热溶—冷结晶法生产泻利盐,也可节俭 28~57 元/吨成本,芒硝水具有一定优势^[1]。

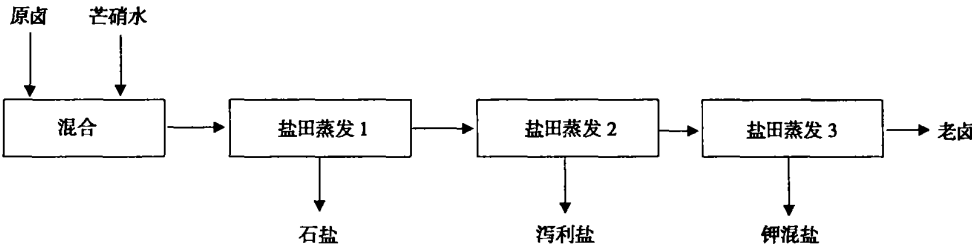


图 4 老卤添加芒硝水工艺流程图
Fig. 4 Flow chart for adding Glauber's salt liquor to the bitter

表 4 老卤添加芒硝矿和芒硝水成本比较表

Table 4 Cost comparison for adding

项目	添加芒硝矿			添加芒硝水			备 注
	单价/ (元/吨)	数量/吨	总价/元	单价/ (元/吨)	数量/吨	总价/元	
主要原料	100~150	0.58	58~87	5	6	30	折合—吨泻利盐
粗估原料成本			58~87			30	

一般状况下,添加芒硝水成本较低,更适合工业应用。

2.1.3 老卤添加芒硝矿和芒硝水的区别

虽然老卤添加芒硝适合工业应用,但是,老卤添加芒硝水是新兴技术,需要做的工作较多。两种方法比较见下表 5。

2.2 盐湖中的芒硝水

2.2.1 卤水中的芒硝水资源

从地质角度上看,盐湖卤水分布是很不均匀的。传统认为某一盐湖卤水是硫酸盐型卤水,是所有单个卤水的加权平均值结果。就某

一地区而言,卤水的性质一般较为丰富,即可能是氯化物型,也可能是硫酸盐型,或硫酸镁亚型和硫酸钠亚型。盐湖不同地区卤水性质的差异,是卤水添加芒硝(或芒硝水)硼、锂继续富集的资源前提。表 6 是某盐湖的不同地区的卤水组分表。

上述盐湖卤水属于硫酸镁亚型,但是,就整个盐湖不同地区而言,每个样点卤水性质、组分含量各不相同。对于这种硫酸盐型卤水体系,3、5、6 样点卤水日晒可以产出硫酸钠(或其复盐),我们称之为该盐湖的芒硝水。

表 5 添加芒硝矿、芒硝水的区别表

Table 5 Differences between adding Glauber’s salt and adding its solution

序号	比较项目	芒硝矿法	芒硝水法
1	热源	外供热源	太阳能
2	成本影响因素	芒硝矿、热源	盐田面积
3	系统带进水分	较少	较多
4	生产形式	车间	盐田
5	试验添加设施	溶罐若干	集卤渠、汽车、水罐、配套盐田
6	方案实施难点	芒硝完全溶解、热溶—冷结晶产出高质量泻利盐产品	卤水分离点控制
7	试验资金需求	较少	稍多
8	产品方案要求	质量较高泻利盐	泻利盐质量可以低一些
9	方案衡量方法	高质量泻利盐热溶—冷结晶的产出	盐田日晒产出一般质量泻利盐
10	将来操作技术含量	较高	较低

注:“高质量泻利盐”是指产品直接经过干燥就可获得无水硫酸镁产品的泻利盐。

表 6 盐湖不同位置几种典型卤水特征表

Table 6 Characteristics of the brines in different locations of one salt lake

位置	深度/m	相图位置	主组分含量/mg/L			相图指数		
			K ⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	2K ⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻
1	0.00—1.02	泻盐区下部	4 390.0	19 464.6	47 900.0	4.15	59.05	36.80
	0.43—3.41	泻盐区中部	6 920.0	38 197.8	35 130.1	4.38	77.56	18.06
	3.77—10.07	泻盐区下部	5 160.0	34 644.6	55 473.4	3.20	68.88	27.93
2	4.06—10.07	泻盐区下部	5 770.0	34 777.5	55 401.4	3.55	68.72	27.72
	14.55—18.41	泻盐区下部	5 070.0	41 080.5	89 778.2	2.42	62.82	34.76
	0.36—1.95	泻盐区中部	7 780.0	39 554.4	32 413.5	4.83	78.81	16.35
3	1.95—8.00	白钠镁矾区上部	3 940.0	10 907.6	26 424.7	6.52	57.94	35.54
	8.00—14.11	白钠镁矾区中部	2 060.0	6 509.9	20 189.0	5.23	53.08	41.69
	17.47—20.85	芒硝区	1 140.0	4 319.0	23 975.7	3.31	40.19	56.50
4	0.31—2.43	泻盐区上部	3 860.0	12 362.0	10 331.2	7.43	76.40	16.17
5	1.12—2.54	芒硝区上部	1 200.0	2 593.1	15 928.9	5.34	37.04	57.62
6	2.54—4.95	芒硝区中部	1 200.0	2 441.8	18 377.9	5.01	32.69	62.30

注: 1. 整体卤水属于硫酸盐型, 相图位置在泻利盐区下部。

2. 白钠镁矾分子式: Na₂SO₄·MgSO₄·4H₂O。

2.2.2 芒硝水在相图中位置

在芒硝、白钠镁矾、钾芒硝、部分氯化钾相区的卤水自然蒸发过程中, 结晶固体都有芒硝成分, 这种卤水就称为芒硝水。这种卤水与氯化镁含量较高老卤混合, 相图上进入了泻利盐区。混合卤水蒸发析出石盐、泻利盐后, 老卤浓度降低, 老卤可以继续蒸发。试验和工业生产时, 只要合理选择采卤位置, 就可以选择到我们需求的芒硝水。芒硝水在相图中的位置为图 1 的 A、B、C、D、2K⁺、SO₄²⁻ 所包围的相区之内, 并且相图位置越低, 芒硝水效果越好。

2.3 原卤添加芒硝与老卤添加芒硝水

2.3.1 添加芒硝水工艺流程图

卤水添加芒硝水, 硼、锂在老卤中可以继续富集的原因就是卤水氯化镁含量降低, 原卤添加芒硝水也可达到这种效果, 原卤添加芒硝水工艺流程图见下图 5。

原卤添加芒硝水, 使卤水体系氯化镁含量降低, 利于蒸发。

2.3.2 添加过程中有效控制芒硝使用量的关键性操作

芒硝矿(芒硝水)使用是硼锂富集的前提, 为了提高技术实用性, 要尽量减少芒硝矿(芒硝水)使用, 有效降低原料成本。

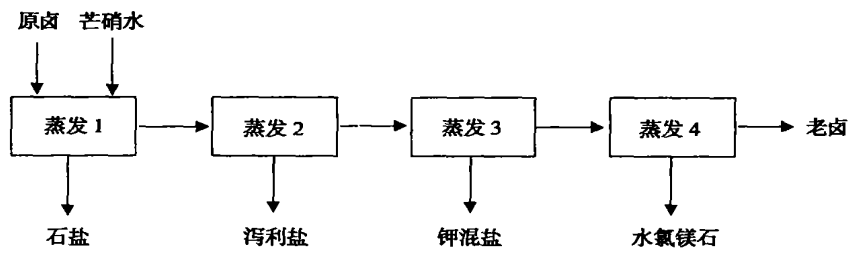


图 5 原卤添加芒硝水工艺流程图

Fig. 5 Flow chart for adding Glauber's salt liquor to the raw brine

卤水添加芒硝水副产泻利盐后, 卤水氯化镁含量降低, 卤水可以继续蒸发, 老卤中硼、锂富集可以达到预想范围之内, 对于氯化镁含量较高卤水, 有一份芒硝矿(芒硝水)添加, 卤水中就有一份泻利盐、石盐产出, 反应原理如下:



老卤添加芒硝副产石盐、泻利盐后, 控制这种水氯镁石产出, 是老卤添加芒硝减少芒硝使用量关键手段。

原卤添加芒硝水, 由于控制路线较长, 为了达到预期硼、锂含量, 理论上需要多添加芒硝矿(芒硝水), 这就无法实现降低原料芒硝水(芒硝

矿)使用量目的, 我们采用初时少添加芒硝水, 待到老卤阶段, 再添加适量芒硝水, 该工艺过程相对复杂。

对比原卤、老卤添加芒硝矿(芒硝水)的使用量, 以老卤添加芒硝水(芒硝矿)工艺更有优势。

2.3.3 添加芒硝水对于钾矿物的影响

盐湖资源综合利用一般具有成本较低, 市场竞争力较强的优点。老卤硼、锂富集利用是在卤水钾矿物充分利用之后展开的, 硼、锂富集要求不影响钾矿物回收利用为前提。卤水氯化镁含量高低对加工工艺的影响前人已经做过探讨试验, 其工艺流程、试验结果见图 6、7 和表 7。

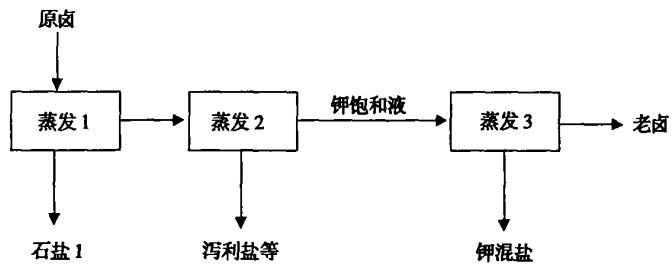


图 6 硫酸盐型卤水正常日晒制造钾混盐工艺流程图

Fig. 6 Flow chart for production of potassium mixed salts by solar evaporation of sulfate type brines

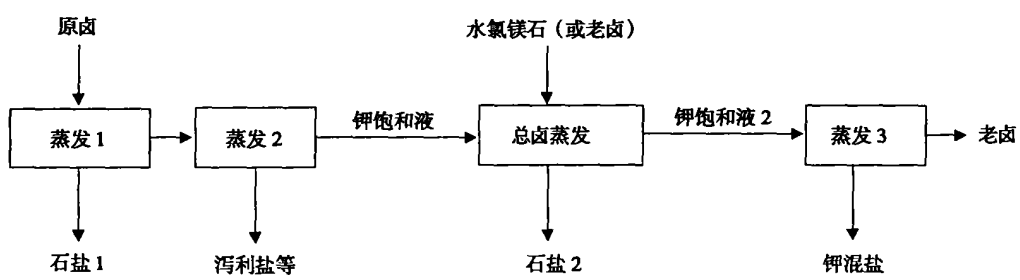


图 7 硫酸盐型卤水兑卤制造钾混盐工艺流程图

Fig. 7 Flow chart for production of potassium mixed salts by blending brines of the sulfate type

盐田日晒卤水, 达钾饱和(将要从固体析出) 时, 兑入水氯镁石或老卤, 卤水钾矿物由饱和变为钾不饱和, 卤水日晒仍可析出部分石盐,

目标钾矿物氯化钠含量降低, 钾矿物深加工技术相对简单。

由此可见, 卤水中高含量氯化镁对于钾矿

表 7 钾饱和液添加水氯镁石钾混盐质量状况

Table 7 Quality statistics of the potassium mixed salts with and without adding bischofite to the potassium saturated brine									
物料名称		重量/g	产率/ %	组分含量/ %					备 注
进出系统	物料名称			Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
进	钾饱和液 1	326.27	6.90	2.59	2.41	11.80	10.17		
	水氯镁石	139.44			0.17	10.91			
	氯化钠	49.2	10.56	24.88	0.72	2.04	40.68	8.27	
	钾饱和液	390.0	83.74	2.00	1.92	5.31	15.92	6.71	
出	损失	18.0	3.87						
	失水	8.5	1.83						
	合计	465.7	100.00						
钾饱和液直接晒制钾混盐				12.89	7.89	4.89	30.96	15.55	较大规模 试验结果
兑卤钾饱和液晒制钾混盐				5.48	6.92	8.16	28.04	14.23	较大规模 试验结果

物提炼有帮助性作用。原卤添加芒硝, 不利于钾矿物加工。老卤添加芒硝总体上优于原卤法。

2.3.4 副产泻利盐量对于工艺应用影响

卤水添加芒硝(芒硝水) 原料量越大, 副产泻利盐数量越多, 从生产角度分析, 泻利盐产品必须最大限度利用方能达到投入、产出平衡。

从市场角度看, 硫酸镁产品市场并不大^[2], 而硫酸镁的产出渠道很多, 若供应大于市场需求容量, 必将导致硫酸镁产品价格下降, 最终影响到卤水添加芒硝硼、锂富集技术的应用。为此, 老卤添加芒硝, 只有控制多产水氯镁石, 方能达到控制芒硝矿(芒硝水) 的使用量, 近而控制减少副产泻利盐数量。

表 8 老卤添加芒硝的不同操作使用无水芒硝与副产纯无水硫酸镁量

Table 8 Comparison of the results of the different operation for adding Glauber's salt to the bittern							
序号	原料名称	原料量/kg	百分含量/%		转变过程	添加纯芒硝量 t/t 硼酸	产出无水硫酸镁 t/t 硼酸
			Mg ²⁺	B ₂ O ₃			
1	老卤 1	202.04	9.17	0.98			
2	老卤 2	160.98	9.25	1.23	老卤 1→老卤 2	8.99	7.61
3	老卤 3	100	8.61	1.98	老卤 1→老卤 3	24.50	20.76
比较结果						节减 37%	少产 37%

表 9 硫酸盐型卤水深加工使用芒硝、副产泻利盐状况表

Table 9 Description of the utilization of Glauber's salt for intensive treatment of the sulfate type brines				
卤水一般日晒加工过程	原卤预晒阶段	盐田钾混盐阶段	硼的富集加工阶段	锂的富集加工阶段
芒硝的使用	无	无	有	有
副产泻利盐	有	有(混盐)	有	有

从技术应用上看, 老卤添加芒硝矿(芒硝水)更利于水氯镁石产出控制, 所以, 老卤添加芒硝水更具有竞争优势。

2.3.5 原卤、老卤添加芒硝水比较
比较原卤、老卤添加芒硝水, 其结果见下表。

表 10 原卤、老卤添加芒硝区别表				
Table 10 Differences between adding Glauber's salt to rawbrines and to bitterns				
序号	比较项目	原卤添加芒硝	老卤添加芒硝	依据的控制因素
1	工艺限定因素	① 硫酸镁市场② 原料芒硝矿成本、规模③ 钾矿物质量	老卤产出水氯镁石程度	
2	原料物理状况	只可使用芒硝水	可使用芒硝矿、芒硝水	热溶冷结晶特性以及加工成本
3	原料芒硝使用量	稍大	稍小	氯化镁转化为泻利盐的量多少
4	操作难易	稍难	稍易	工艺处理原卤量大
5	硼锂损失控制	稍易	稍难	氯化镁转化为泻利盐数量衡量
6	蒸发速度	较快	较慢	老卤中氯化镁转化为硫酸镁数量多少
7	副产品	盐田泻利盐	盐田泻利盐、高质量泻利盐	原料特性
8	副产品泻利盐数量	稍多	稍少	老卤添加芒硝水后, 盐田控制氯化镁产出, 氯化镁转化硫酸镁少。

总体来看, 原卤添加芒硝, 对于芒硝矿资源大小、副产泻利盐市场大小依赖更大, 最终影响卤水添加芒硝技术应用范围。

2.4 卤水富集程度探讨

试验老卤的 B₂O₃ 含量为 1.23%, 经添加芒硝水, 产出泻利盐后卤水 B₂O₃ 含量增加到 1.98%。试验反映了卤水去除镁离子后可以继续深度蒸发这一事实。可以看出, 卤水在蒸发后期任意阶段(包括卤水锂的富集阶段), 都可以采用添加芒硝水的方法实现硼、锂富集。

卤水在蒸发过程中, 赋存于固体中的硼、锂含量也将直接影响到添加芒硝水技术的应用。硼锂在泻利盐中赋存分为两种形式。第一种是母液夹带, 与副产固体数量多少等因素有关; 第二种是固体的物理、化学吸附, 这种状态的硼锂于固体数量、固体物理性质有关。母液夹带可以通过减少夹带固体量、减少夹带母液硼锂含量来控制(富含硼锂副产固体用稀硼锂卤水洗涤, 适当地进行回收)。而固体物理、化学吸附

硼锂回收就显得办法较少。老卤添加芒硝试验, 减少副产泻利盐固体对于硼锂的物理、化学吸附的研究显得更为重要。

2.5 研究硼、锂在副产固体吸附损失的试验

老卤除镁副产固体的物理、化学吸附与固体形态、固体夹带杂质有关。副产泻利盐的物理、化学吸附可以使用下述方法进行考察: ①使用不同方法控制副产固体形成和固体杂质含量; ②利用固体配盐方法判断固体重量, 剩余就是固体母液夹带量; ③根据母液量、母液硼、锂含量判断固体的母液夹带损失; ④根据母液夹带损失和固体总硼、锂损失量计算副产固体吸附损失。

需说明的是, 硼、锂在最终母液、副产品中含量较少, 分析误差较大, 影响最终结果分析。进行硼锂吸附损失的分析, 需要有较强的硼、锂分析方法。

对本次试验的固体含量、母液夹带含量分析如表 11。

表 11 副产固体母液夹带估算表

名称	组分含量/ %					固液比例/ %	
	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	固体	液体(老卤 2)
2 池固体	0.65	8.24	8.61	24.24	20.53	68.60	31.40
老卤 2	0.04	0.11	8.61	23.77	3.22		

副产固体为 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 利用镁离子配制
泻利盐换算系数为 $246.31/24.31=10.13$, 利用
 SO_4^{2-} 配制泻利盐配制系数为 $246.31/96=$
 2.567 . 设每 100 克副产固体中含有泻利盐 X
克, 母液量为 Y 克, 则有

$$(100 \times 7.65\% - Y \times 8.61\%) \times 10.13 = X$$
$$(100 \times 20.53\% - Y \times 3.22\%) \times 2.567 = X$$

解得 $X=68.60$ 克, $Y=31.40$ 克

故副产固体含量 68.60%, 母液含量
31.40%。

上述分析中, 母液夹带、副产固体含量的判
断是基于老卤、副产品的主元素(Mg^{2+} 、 SO_4^{2-})
进行的。主元素含量较高, 相对误差较小, 母
液、副产固体的判断受化学分析误差影响较小。
以此为基础, 通过准确的硼、锂分析, 对于副产
泻利盐硼、锂的物理、化学吸附判断, 笔者认为
是准确的。

3 结 论

盐湖类型不同蒸发至老卤阶段的硼、锂富

集程度不同, 老卤添加芒硝(芒硝水) 副产泻利
盐后, 老卤可以继续蒸发实现硼的富集。

从添加原料种类来看, 老卤添加芒硝分为
添加芒硝矿和添加芒硝水两种方法。就盐湖而
言, 添加芒硝水较有优势。

从添加地点上看, 可分为原卤添加芒硝和
老卤添加芒硝。老卤添加芒硝具有副产泻利盐
较少, 操作较为便利的特点。

从老卤添加芒硝硼、锂损失上看, 主要存在
副产固体母液夹带损失和副产固体的固体吸附
损失。固体吸附损失的考察, 需要有准确的硼、
锂分析系统配合。

总之, 老卤添加芒硝是硼锂综合利用的桥
梁, 老卤添加芒硝是一个系统工程, 我们相信,
通过老卤添加芒硝的处理, 盐湖中硼、锂的资源
的利用终将成为现实。

参考文献:

[1] 潘长华, 等. 无机化工产品·复混肥料·农药·兽药[M]. 北
京: 化学工业出版社, 1999. 1.

[2] 黄西平, 等. 我国镁资源利用现状及开发前景[J]. 海湖
盐与化工, 2004, 6.

Manipulation of the Further Enrichment of Boron-containing
Bitterns by Adding Glauber’ s Salt Brines

ZHANG Bai-shun, ZHANG Shu-xia
(Qinghai Geology and Mineral Group Co. Ltd, Xining 810001, China)

Abstract: The principle for further enrichment of boron and lithium by adding Glauber’ s salt to bitterns was
discussed. The application of different techniques and their restraints were presented in details. The conclusion
is that the addition of Glauber’ s salt to bitterns is more suitable for salt lake areas.

Key words: Brine; Glauber’ s salt; Boron; Lithium; Evaporation