

引用格式: 姜鹏飞, 周文龙, 杜国山, 等. 萃取法提取盐湖卤水中硼及其机理研究[J]. 有色设备, 2025, 39(6): 55-61.

XIAN Pengfei, ZHOU Wenlong, DU Guoshan, et al. Experiment and mechanism study on extracting boron from salt lake brine by extraction method[J]. Nonferrous Metallurgical Equipment, 2025, 39(6): 55-61.

萃取法提取盐湖卤水中硼及其机理研究

姜鹏飞, 周文龙, 杜国山, 唐建文
(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 在老卤提锂工艺中, 萃取法在盐湖老卤水提硼中具有高选择性和高收率的优势。对青海某盐湖卤水中硼的提取进行了萃取试验研究, 确定了硼的萃取机理、最优的萃取和反萃条件。研究表明, 硼酸萃取过程为酯化反应过程, $C_8H_{18}O$ 与 H_3BO_3 酯化反应生成二溶剂化物, 即 $2C_8H_{17}O-B-OH$; 在萃取液 $pH = 1.5$ 、萃取有机相组成为 50% 异辛醇 + 50% 磺化煤油、萃取相比 $O/A = 1$ 条件下, 单次萃取后负载有机相硼酸浓度为 18.08 g/L, 硼酸单级萃取率为 92.94%; 在负载有机相硼酸实际浓度为 51.49 g/L、反萃相比 $O/A = 1$ 条件下, 反萃率为 78.06%, 反萃液中硼酸浓度为 40.19 g/L。该研究旨在为萃取提硼的工业化设计提供理论依据与数据支撑。

[关键词] 盐湖卤水; 硼; 萃取; 异辛醇; 酯化; 反萃

[中图分类号] TQ128⁺.5; TS396.5

[文献标志码] A

[文章编号] 1003-8884(2025)06-0055-07

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2025.06.007

0 前言

硼化工产品的基础化工原料、玻璃制造、陶瓷、纺织、皮革、冶金等多个工业领域具有广泛应用。我国属于硼资源相对匮乏的国家, 仅占世界资源总量的 11.7%^[1]。目前, 硼化工品的基础资源为硼镁石, 主要开采来源为辽宁省沉积变质矿中的纤维硼镁矿和青藏高原地区的盐湖卤水。纤维硼镁矿经过几十年的开采和加工, 资源储量及品位日趋减少, B_2O_3 的含量逐年降低至约 15%^[2]。

我国盐湖卤水也含有大量的硼资源, 主要集中在青海和西藏地区。盐湖卤水富含硼、锂、溴等战略性元素, 具有巨大的开发利用价值。我国青海省已探明的液体和固体硼矿总储量约 1 174 万 t (以 B_2O_3 计), 占全国硼储量的 29.94%, 居全国第二位^[3]。柴达木盆地盐湖数量众多, 适合提硼的盐湖有察尔汗盐湖、东西台吉乃尔湖、五矿一里坪盐湖、大柴旦盐湖、小柴旦盐湖等, 卤水中硼的提取路线基本是先提钾然后在析钾后的老卤中提取硼, B_2O_3 的质量分数一般在 3% 以上^[4-5]。随着近年来卤水的

开采, 卤水的浓度值逐年降低, 西台盐湖地区 B_2O_3 的浓度由 2003 年 1 580 mg/L 下降至 2019 年 968 mg/L, 硼浓度下降了 38.73%^[6]。

在现有的原卤和老卤提锂体系中, 大部分的硼分布在吸附尾液、膜法提锂尾液 (反渗透淡水、纳滤浓水、一段除硼外排液) 中, 少部分硼和锂共同进入后续沉锂环节中^[7]。因此, 硼的大规模提取主要来自吸附尾液和膜法提锂尾液。沉锂环节中硼的提取一般经少量杂质去除后获得小规模硼酸产品。

原卤提锂工艺中, 应用较为成熟的工艺为原卤吸附→纳滤膜法镁锂分离→树脂除钙镁→反渗透及蒸发浓缩得到富锂卤水→精制→沉锂生产碳酸锂。在此工艺中, 硼的提取一般在纳滤膜法工序以及富锂卤水精制工序中采用膜法或离子交换法进行截留和提取。罗玉堂等^[8]报道了青海盐湖启迪新材料公司采用纳滤膜法截留和提取硼的工艺, 浓水中硼的浓度可达到 3~6 g/L。离子交换法对硼酸的吸附选择性高且分离效果好, 但树脂吸附容量小, 洗脱剂消耗量大, 生产成本低, 适用于沉锂环节富锂卤水液中少量硼的脱除。

[收稿日期] 2025-07-05

[第一作者] 姜鹏飞 (1989—), 男, 河北衡水人, 工程师, 硕士, 主要从事稀有金属冶金的研究和设计工作。

在老卤提锂工艺中,东台吉乃尔盐湖采用先提锂后提硼工艺,提锂后的尾卤返回盐田摊晒浓缩 + 萃取提硼工艺。西台吉乃尔盐湖则采用酸化 + 萃取先提硼,提硼后卤水返回提锂工艺。朱朝梁等^[9]采用异辛醇-异戊醇-磺化煤油体系对青海东台吉乃尔盐湖进行了萃取提硼研究。罗阿敏等^[10]采用二元醇(EHD)-正辛醇体系对青海西台吉乃尔盐湖进行了硼萃取试验研究。胡湖生^[11]针对高浓度的氯化镁卤水体系采用 2-乙基己醇作为萃取剂进行了硼萃取试验研究。任元成等^[12]使用异辛醇和己二醇的混合醇作为萃取剂进行了盐田老卤硼的提取试验。萃取提硼工艺相对成熟,但萃取剂的选择至关重要。

鉴于萃取法在盐湖老卤水提硼中具有高选择性和高收率的优势,本研究以异辛醇为萃取剂,探究其对青海某盐湖老卤中硼的萃取规律与机理,重点在于优化工艺参数,以期萃取提硼的工业化设计提供理论依据与数据支撑。

1 试验部分

1.1 试剂

萃取剂采用化学纯异辛醇;稀释剂采用航空煤油;pH 调节剂为盐酸;卤水为青海某盐湖老卤,pH 值约为 4.5,其主要化学成分见表 1。

表 1 青海某盐湖卤水的化学成分

Table 1 Chemical compositions of brine from a salt lake in Qinghai Province g/L

元素	Li	Mg	H ₃ BO ₃
浓度	4.91	122	19.46

1.2 试验仪器

电热恒温水浴锅(米淇 HH 系列);分析天平(力辰 LC-FA1004);电动搅拌机;精密酸度计(力辰 LC-PH-3S);低温恒温槽(力辰 LC-DC-2006);电感耦合等离子体发射光谱仪(CZMLD 品牌,ICP700T)。

1.3 试验原理

1.3.1 萃取剂的选择

采用溶剂萃取法从盐湖卤水中提取硼酸,是利用硼酸可以和醇发生酯化反应的特性,将硼酸从液相萃取到有机相中,实现硼与卤水中其他元素分离,再通过反萃实现硼酸的提取和富集。

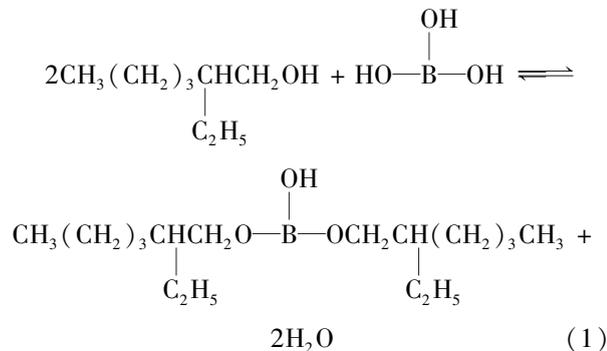
目前已知的硼萃取剂包括脂肪醇、芳香醇、混合

醇等。脂肪醇适用于酸性条件,芳香醇适用于碱性条件。萃取工艺一般与酸化工艺叠加使用,卤水酸化提硼工艺的酸度与脂肪醇萃取硼酸的酸度基本吻合,脂肪醇和卤水酸化萃取工艺协同性更强。脂肪醇包括一元醇和二元醇,一元醇如异辛醇、异戊醇、A1416 等脂肪醇,二元醇如 2-乙基-1,3-己二醇和 2-丁基-2-乙基-1,3-己二醇,均可从卤水中萃取硼酸。因一元醇价格优势明显且来源广泛,本试验采用一元醇中的异辛醇作为硼酸萃取剂。

1.3.2 萃取机理

硼酸可与异辛醇发生酯化反应,生成硼酸单异辛酯、硼酸二异辛酯或硼酸三异辛酯。有机相中硼酸的反萃取过程为萃合酯类物的逆向水解反应过程,即平衡反应向生成硼酸和异辛醇方向移动。

以生成硼酸二异辛酯为例说明反应机理。在酸性条件下,硼酸的形式为 B(OH)₃。萃取过程中,硼酸中的 B—OH 键断裂,硼酸失去 2 个羟基,主体结构变成—B(OH)—。异辛醇的 RO—H 键断裂,主体结构变成 RO—。上述硼酸—B(OH)—和 2 个异辛醇 RO—结合形成 RO—B(OH)—OR,—OH 和—H 结合形成水分子。结合形成的萃合物 RO—B(OH)—OR 因其与有机溶剂的相似性,优先溶解于异辛醇有机相中,从而实现硼从水相到有机相的分离。萃取过程总反应方程式见式(1)。



1.4 试验步骤

1) 卤水调酸:根据目标 pH 值,老卤中加入不同量的盐酸。

2) 萃取:将酸化后的老卤与有机相按照一定的体积放置于分液漏斗中,振荡 5 min 后静置分层,然后取样分析。

3) 反萃取:将反萃剂与有机相按照一定的体积放置于分液漏斗中,振荡 5 min 后静置分层,然后取样分析。

1.5 萃取率和反萃率的计算方法

萃取率 E 、反萃率 F 的计算式见式(2)~(3)。

$$E = (W_{\text{卤水}} - W_{\text{萃余相}}) / W_{\text{卤水}} \quad (2)$$

$$F = W_{\text{反萃液}} / W_{\text{有机相}} \quad (3)$$

式中: $W_{\text{卤水}}$ 为卤水中硼的含量; $W_{\text{萃余相}}$ 为萃取后水相中硼的含量; $W_{\text{反萃液}}$ 为反萃后水相中硼的含量; $W_{\text{有机相}}$ 为反萃后有机相中硼的含量。

2 结果与讨论

2.1 硼酸萃取

2.1.1 酸度对萃取的影响

硼酸盐在水溶液中随着 pH 值的不同呈现多种硼氧配阴离子。张爱芸等^[13]提到,在不同 pH 值条件下硼酸在卤水中的电离状态不同,并给出了硼酸-水系不同 pH 值下硼的形态分布(图1)。可以看出:在低 pH 值下($\text{pH} < 7.0$),硼主要以硼酸分子形式存在于溶液中;随着 pH 值的升高,分子形态存在的硼酸量逐渐减小,聚合式离子态的 $\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4^-$ 含量逐渐升高;当 pH 值达到 10.0 时,分子形态的硼酸全部电离,硼全部以离子态形式存在于溶液中。

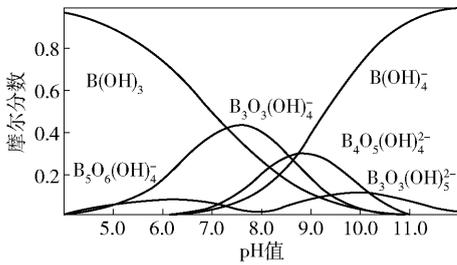


图1 硼-水系中硼存在分布^[13]

Fig.1 Distribution of boron forms in boron water system^[13]

卤水中硼酸的存在形式直接影响硼酸的萃取过程,因此有必要研究 pH 值对硼酸萃取平衡的影响,确定合适的卤水萃取 pH 值范围。在有机相中异辛醇体积分数占比 50%、萃取相比 $O/A = 1$ 的条件下,对卤水萃取效果进行了研究。图2给出了萃取 pH 值与硼酸萃取率的关系。从图2可以看出, pH 值在 $-1.4 \sim 1.5$ 范围内, pH 值对硼酸的萃取率基本没有影响;当 pH 值超过 1.5 以后,硼酸萃取率逐渐降低。结合硼酸-水系硼酸的形态分布图,可能是因为硼酸萃取率在 pH 值超过 1.5 以后逐渐降低,随着 pH 值的升高,分子态的硼酸量逐渐降低,导致酯化反应所需硼酸分子的浓度下降,在萃取过

程中与异辛醇发生酯化反应的概率逐渐降低,酯化反应平衡提前达到平衡,硼酸萃取率逐渐降低。

因此,采用异辛醇萃取硼酸时,宜在较酸性条件下进行,即卤水溶液中硼酸以分子形式存在,才能有效提高硼酸萃取效率。本试验选定卤水萃取 pH 值为 1.5。

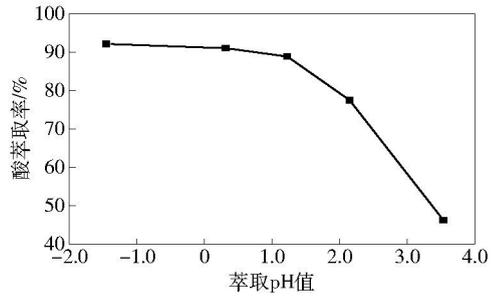


图2 卤水 pH 值对萃取率的影响

Fig.2 Effect of brine pH value on extraction rate

2.1.2 相比对萃取的影响

萃取相比对萃取率有较大影响,即相比越大,提供的有机相越多,硼酸的萃取率越高。

图3给出了不同相比条件下的硼酸萃取率和有机相中的硼酸浓度。可以得出:相比的增大,硼酸萃取率逐渐提高,有机相中硼酸浓度逐渐减小;当相比 $O/A = 0.5$ 时,硼酸单级萃取率 80.58%,有机相中硼酸浓度达到 31.35 g/L;当相比为 $O/A = 1$ 时,硼酸单级萃取率达到 92.94%,有机相中硼酸浓度达到 18.08 g/L。综合考虑溶剂用量和投资成本,本试验按相比 $O/A = 1$ 进行。

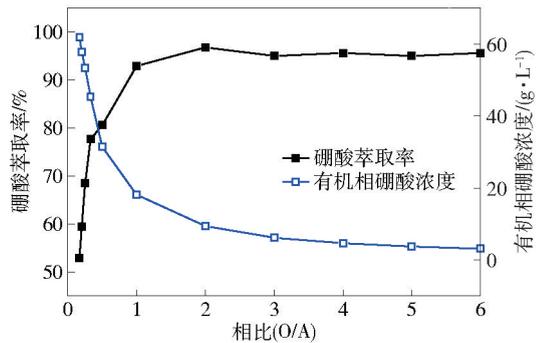


图3 相比对萃取硼酸的影响

Fig.3 Effect of phase ratio on extracting boric acid

2.1.3 异辛醇体积分数对萃取率的影响

在 pH 值为 1.5、相比 O/A 为 1 条件下,考察有机相中异辛醇浓度对萃取率的影响,研究结果见图4。从图4可以看出,萃取率随异辛醇浓度的增

加而增加;当异辛醇浓度达到 50% 时,萃取率达到 92.94%,继续提高有机相中异辛醇浓度,硼酸萃取率变化很小。因此,本试验有机相中异辛醇体积分数选定为 50%。

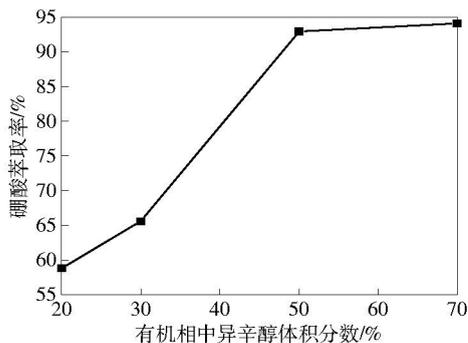


图 4 有机相中异辛醇体积分数对萃取率影响
Fig. 4 Effect of isooctanol volume fraction in organic phase on extraction rate

2.1.4 有机相萃取饱和容量试验

图 5 给出了有机相循环萃取次数对萃取的影响。图 5 的数据表明,有机相循环萃取次数变多,有机相中累积的硼酸浓度增加,当萃取 10 次后,有机相中硼酸浓度达到 70 g/L。从单次硼酸萃取量看,单次硼酸萃取量逐渐降低,这是由于随着萃取次数的增加,有机相中游离的异辛醇逐渐减少,因此单次萃取量逐渐降低。

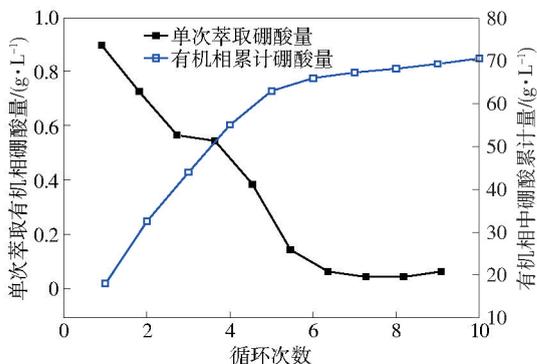


图 5 循环次数对萃取的影响
Fig. 5 Effect of cycle times on extraction times

2.1.5 萃取级数的确定

为确定工业上连续萃取硼酸级数,用相比试验得到的料液浓度和有机相中硼酸浓度作出萃取等温线,采用作图法求得理论级数,图 6 为操作线 O/A = 1 的萃取等温线。

本试验有机相由 50% 异辛醇 + 50% 煤油组成,

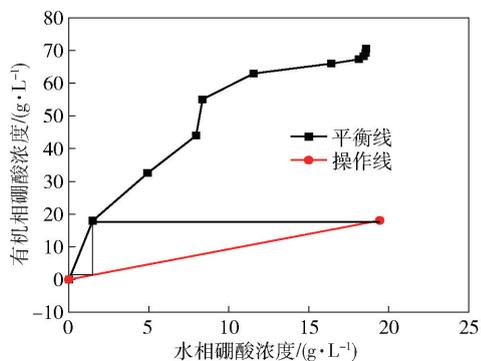


图 6 相比 O/A = 1 时萃取级数
Fig. 6 Extraction stage at O/A = 1

饱和容量约为 70 g/L。从图 6 可知,相比 O/A = 1 时,采用 3 级连续萃取可使萃余液中硼酸浓度降低至 0.2 g/L。

2.1.6 萃取试验效果验证

根据萃取级数试验结果(图 6),50% 异辛醇 + 50% 煤油组成的有机相,经过 3 级连续逆流萃取后负载有机相容量约为 70 g/L。实际有机相的负载浓度越高,越容易出现三相、油水界面不清晰。因此,有机相的负载容量应小于有机相的理论饱和容量。在工程设计中,有机相的设计容量宜设置在理论容量的 70% ~ 80%,即有机相的负载浓度在 49 ~ 56 g/L 为宜。

为模拟并匹配工业上逆流多级连续萃取工段得到 49 ~ 56 g/L 的负载有机相,本试验分析了不同相比的萃取试验结果,认为在有机相为 50% 异辛醇 + 50% 煤油在相比 O/A = 1/4、pH = -1.5 的条件下单级萃取得到的负载有机相硼酸浓度为 51.49 g/L,有机相中的硼酸浓度在设计容量区间内。后续的反萃试验以上述负载硼酸浓度为 51.49 g/L 的有机相为原料进行反萃试验。

2.2 硼酸反萃

2.2.1 反萃取剂的选择

根据酯化反应具有可逆性的特点,采用碱性溶液反萃能够获得较高的反萃率,反应产物分别为硼酸盐和异辛醇。而在弱酸性条件下反萃,反萃率可能较低,但可以得到用途更为广泛的硼酸。综合考虑,本试验在弱酸性条件下进行反萃,并采用盐酸调节反萃液酸度。

2.2.2 酸度对反萃率的影响

唐明林等^[14]利用 A1416 (β -支链伯醇)对浮选

硼酸后的母液进行了萃取硼酸试验,其反萃液酸度试验结果表明,酸性条件下,酸性越强,反萃率越低,在 pH 为 1.0 条件下反萃率约 65%;在 pH = 7.0 条件下反萃率约 90%。程温莹等^[15]利用 2-乙醇采用卤水酸化 + 萃取工艺提硼,其反萃液酸度试验结果表明,酸性条件下,酸度越强,反萃率越低。高成花等^[16]针对东台吉乃尔盐湖卤水,以异辛醇为萃取剂,采用卤水酸化 + 萃取工艺提硼,其反萃液酸度试验结果表明,酸性越强,反萃率越高;碱性条件下,碱性越强,酯类有机物越容易分解。

为探究酸性条件下酯的分解机理,进行反萃酸度试验。反萃液酸度试验条件和试验结果见表 2,

表 2 反萃液酸度对反萃率的影响

Table 2 Effect of acidity in stripping solution on stripping rate

pH 值	H ₃ BO ₃ (有机相)/ (g·L ⁻¹)	O/A	H ₃ BO ₃ (反萃液)/ (g·L ⁻¹)	反萃 率/%	时间/ min
0.47	51.49	1	40.19	78.06	
1.0	51.49	1	40.19	78.06	
2.5	51.49	1	35.32	68.61	<2
4.6	51.49	1	32.86	63.83	
7.0	51.49	1	32.29	62.71	

表 3 相比对反萃率的影响

Table 3 Comparison of effects on reverse extraction

反萃液 pH 值	试验条件		试验结果			
	H ₃ BO ₃ (有机相)/ (g·L ⁻¹)	O/A	H ₃ BO ₃ (反萃液)/ (g·L ⁻¹)	反萃率/%	H ₃ BO ₃ (有机相)/ (g·L ⁻¹)	现象
1.0	51.49	0.5	21.93	85.18	7.63	无硼酸结晶
1.0	51.49	1	40.19	78.06	11.30	微量硼酸结晶
1.0	51.49	2	—	—	—	大量硼酸结晶
1.0	51.49	3	—	—	—	大量硼酸结晶

2.3 萃合物的确定

异辛醇萃取硼酸基本原理为利用异辛醇上的羟基与硼酸中的一个或者多个羟基发生酯化反应,生成硼酸异辛酯,可能为单异辛酯、硼酸二异辛酯、硼酸三异辛酯,见式(4)。为进一步确定异辛醇萃取硼酸机理,本文采用斜率法对异辛醇萃取试验进行了研究。

酸度对反萃率的影响如图 7 所示。由图 7 可知,反萃液酸度越高,反萃取率越高,原因在于酸度越强,氢离子能够破坏酯类有机物的碳氧键,使酯化反应逆向进行,但反萃液酸度过高,会增加后续硼酸精制的难度。因此,本试验选定反萃液 pH = 1.0。

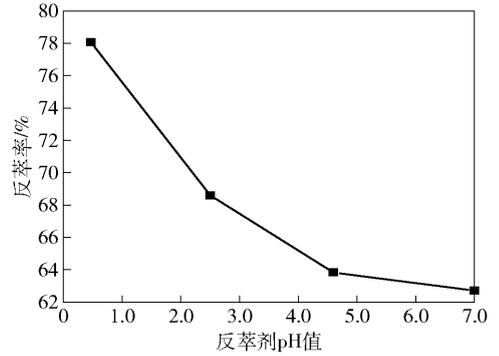


图 7 反萃酸度对反萃率的影响

Fig. 7 Effect of acidity on stripping rate

2.2.3 相比对反萃率的影响

表 3 的数据表明:相比的增加,反萃取率逐渐减小;当相比为 0.5 时,反萃取率为 85.18%,反萃液中无硼酸结晶;当相比为 1 时,反萃取率为 78.06%,反萃液中有微量的硼酸晶体析出;继续增大相比,反萃液中有大量硼酸晶体析出。考虑到反萃液中大量硼酸晶体的析出,使萃取过程无法连续进行。因此,本试验反萃的相比选择 O/A = 1。



式中:R 的分子结构为 $CH_3(CH_2)_3CHCH_2$ 。
 $\begin{array}{c} | \\ C_2H_5 \end{array}$

平衡常数 K 的计算见式(5),硼酸的分配系数 D 的计算见式(6)。

$$K = \frac{C_{[R_a - BO_3H_{3-a}]}}{C_{[H_2O]}} \times \frac{C_{[H_2O]}^a}{C_{[H_3BO_3]} / C_{[ROH]}^a} \quad (5)$$

$$D = C_{[R_a - BO_3H_3 - a]} / C_{[H_3BO_3]} \quad (6)$$

D 与 $[ROH]$ 关系式见式(7)。

$$\lg D = \lg K + a \lg \{ [ROH] / [H_2O] \} \quad (7)$$

以 $\lg D$ 为纵坐标, $\lg \{ [ROH] / [H_2O] \}$ 为横坐标, 作图 8, 则 $\lg K$ 为截距, a 则为曲线的斜率。

从图 8 中 $\lg D$ 与 $\lg \{ [ROH] / [H_2O] \}$ 的关系可以看出, 其曲线斜率为 2.19。这表明异辛醇与 H_3BO_3 酯化反应生成的产物可能为二溶剂化物, 即硼酸二异辛酯, 其结构式为:

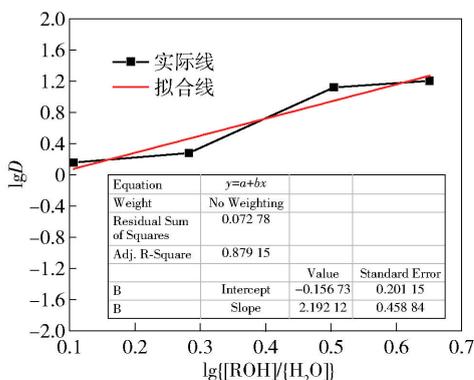
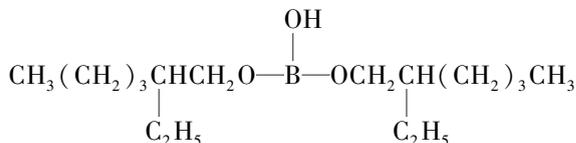


图 8 $\lg \{ [ROH] / [H_2O] \}$ 与 $\lg D$ 关系图

Fig. 8 Relationship between $\lg [ROH] / [H_2O]$ and $\lg D$

3 结论

通过试验可得出如下结论。

1) 对青海某盐湖卤水中硼的提取进行了萃取试验研究, 确定了硼萃取的最优条件。在萃取液酸度 $pH = 1.5$ 、有机相中异辛醇体积分数占比 50%、萃取相比 $O/A = 1$ 条件下, 单次萃取后负载有机相硼酸浓度为 18.08 g/L , 硼酸单级萃取率 92.94%。

2) 本试验使用酸性水溶液作为反萃试剂, 负载有机相中硼酸实际浓度为 51.49 g/L , 反萃相比 $O/A = 1$, 反萃率 78.06%, 反萃液中硼酸浓度 40.19 g/L 。

3) 异辛醇萃取硼酸为酯化反应过程, 通过斜率法对萃取试验结果进行了研究, 酯化产物可能为二溶剂化合物。

后续研究可通过试验进一步确定反萃级数, 以及通过红外或者拉曼等微观手段研究异辛醇和硼酸的萃取机理。

[参考文献]

- [1] 张金才, 王敏. 盐湖卤水提硼方法的研究概述[J]. 化工矿物与加工, 2005(5): 5-7, 30.
- [2] 李国忠. 浅谈硼镁铁矿开发利用[J]. 无机盐工业, 1998(6): 20-22.
- [3] 高峰, 郑绵平, 卮贞, 等. 盐湖卤水锂资源及其开发进展[J]. 地球学报, 2011, 32(4): 483-492.
- [4] 韩井伟, 李法强, 彭正军. 溶剂萃取法从提锂后盐湖卤水中提硼的工艺研究[J]. 化工矿物与加工, 2007(8): 23-26.
- [5] 杨鑫, 徐徽, 陈白珍, 等. 盐湖卤水硫酸法提取硼酸的工艺研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2008, 31(1): 72-77.
- [6] 余明祥, 李陇岗, 陈元军, 等. 西台吉乃尔盐湖原卤水历年来钾硼锂镁等元素品位变化及未来变化趋势预测[J]. 盐湖研究, 2021, 29(3): 98-103.
- [7] 唐彬彬, 蒋文杰, 杨晓军, 等. 锰系吸附剂对自贡地下水低品位锂的吸附性能研究[J]. 绿色矿冶, 2024, 40(2): 18-25.
- [8] 罗玉堂, 景海德. 盐湖卤水纳滤膜法除硼工艺影响因素探究[J]. 盐科学与化工, 2020, 49(7): 46-49.
- [9] 朱朝梁, 温现明, 邓小明, 等. 酸沉-萃取-结晶法从高镁卤水中提取硼酸的工艺研究[J]. 无机盐工业, 2016, 48(10): 20-22.
- [10] 罗阿敏, 杨建元. 萃取法从盐湖卤水中提取硼[J]. 化学工程, 2019, 47(6): 37-41.
- [11] 胡湖生. 用离心萃取器从罗布泊盐湖卤水中萃取硼的研究[J]. 盐湖研究, 2019, 27(3): 52-61.
- [12] 任元成, 陈元军, 翟瑶瑶, 等. 溶剂萃取法提取盐湖卤水中硼的研究[J]. 化工矿物与加工, 2020, 49(11): 43-47.
- [13] 张爱芸, 曹敏. 含硼卤水热力学研究[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2007: 34-35.
- [14] 唐明林, 邓天龙, 杨建元, 等. A1416 从选后母液中萃取硼酸研究[J]. 盐湖研究, 1994, 2(1): 63-66.
- [15] 程温莹, 杨建元, 晏俊义, 等. 用 2-乙级己醇从东台吉乃尔盐湖酸化提硼母液中回收硼[J]. 盐海湖盐与化工, 1998, 27(1): 34-37.
- [16] 高成花, 邓小川, 张琨, 等. 离心萃取法卤水提硼的研究[J]. 盐湖研究, 2010, 18(2): 26-31.

Experiment and mechanism study on extracting boron from salt lake brine by extraction method

XIAN Pengfei, ZHOU Wenlong, DU Guoshan, TANG Jianwen
(China ENFI Engineering Corporation, Beijing 100038, China)

Abstract: In the process of lithium extraction from old brine, the extraction method has the advantages of high selectivity and high yield in boron extraction from old brine in salt lakes. An extraction experiment was conducted on boron from brine of a salt lake in Qinghai Province, and the extraction mechanism of boron and the optimal extraction and stripping conditions were determined. The research results indicate that the boric acid extraction process is an esterification reaction process, and the esterification reaction between $C_8H_{18}O$ and H_3BO_3 produces a cosolvent, namely $2C_8H_{17}O-B-OH$. At an acidity pH value of ~ 1.5 in the extraction solution, the organic phase was composed of 50% isooctanol and 50% sulfonated kerosene. Compared with $O/A = 1$, the concentration of boric acid loaded on the organic phase after a single extraction was 18.08 g/L, and the single-stage extraction rate of boric acid was 92.94%. When the actual concentration of loaded organic phase boric acid is 51.49 g/L, the stripping rate is 78.06% compared to $O/A = 1$, and the boric acid concentration in the stripping solution is 40.19 g/L. The study aims to provide theoretical basis and data support for the industrial design of boron extraction.

Keywords: salt lake brine; boron; extraction; isooctanol; esterification; stripping

▲