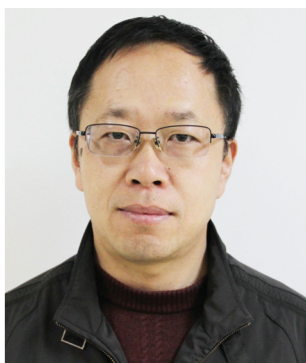


氢氧化铝基锂吸附剂从卤水中吸附锂的机理

吴志坚^{1,2}, 郭 敏^{1,2}, 李 权^{1,2}, 刘 忠^{1,2}

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 中国科学院盐湖资源综合高效利用重点实验室, 青海 西宁 810008;

2. 青海省盐湖资源化学重点实验室, 青海 西宁 810008)



摘 要:氢氧化铝基锂吸附剂是采用吸附法从卤水中提锂时唯一得到产业化应用的吸附剂,该吸附剂的吸附速率和吸附容量适中,选择性和循环使用性能较好,制备成本低。综合分析了吸附剂的制备、吸附和脱附性能、吸附剂吸附与脱附后的结构与形貌变化,重点分析了吸附机理。锂离子很可能是以裸离子的形式进入氢氧化铝层内的八面体空腔内而被吸附,为平衡电荷,氯离子进入层间。筛分效应和锂离子与其它离子水合作用的差异是吸附剂对锂有较好选择性的主要原因。

关键词:氢氧化铝;锂吸附剂;吸附机理;水合作用;筛分效应

作者简介:吴志坚(1965 -),男,研究员,专业研究方向:盐湖资源分离提取和盐湖高值化材料。Email: zjwu@isl.ac.cn。

中图分类号:TQ131.11

文献标识码:A

文章编号:1008-858X(2018)03-0001-06

75%~80%的氯化锂、碳酸锂及其衍生物都是由卤水生产的^[1]。吸附法是从卤水中提取锂的有效方法之一,氢氧化铝基锂吸附剂是采用吸附法从卤水中提锂时唯一得到产业化应用的吸附剂。无论采用何种方法制备,该吸附剂基本骨架的主要成分都是氢氧化铝,因而这里将该吸附剂称为氢氧化铝基锂吸附剂。该吸附剂制备成本低,无论是采用的原料,还是制备过程,成本都较低。该吸附剂的综合性能优良,从卤水中吸附锂时具有这样的主要特征:(1)在有其它阳离子共存的溶液中,对锂的吸附表现出了较好的选择性;(2)具有可逆性,吸附之后用水就可使锂脱附;(3)吸附速率较快,吸附30 min后就已接近饱和^[2]。一般来说,物理吸附的选择性较低,而化学吸附的选择性较高;物理吸附是可逆的,而化学

吸附是不可逆的^[3]。氢氧化铝基锂吸附剂从卤水中吸附锂时,吸附速率适中,吸附具有较好的选择性,吸附过程可逆。这些情况表明,氢氧化铝基锂吸附剂同时表现出了某些物理吸附和化学吸附的特征,这在吸附剂中是不常见的。为此,本文在总结氢氧化铝基锂吸附剂制备、吸附脱附性能、吸附前后及脱附后吸附剂结构与形貌变化的基础上,对氢氧化铝基锂吸附剂从卤水中吸附锂的机理进行深入讨论。

1 氢氧化铝基锂吸附剂的制备

不管采用何种制备方法,都要得到 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 或其类似物。刚从水中分离出来的 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 或其类似物含水量较

收稿日期:2018-08-29

基金项目:青海省科学技术厅应用基础研究项目(2018-ZJ-722),青海省科学技术厅重点研发与转化计划项目(2018-GX-121),2016年青海省“高端创新人才千人计划”项目(青人才字[2016]11号)。

高,可达 80% 以上。不同方法制备的化合物, LiCl 的嵌入量不同,含有的结晶水量也不同^[4]。将负载了足够量 LiCl 的 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 或其类似物水洗,同时去除锂离子和氯离子^[5],得到的产物可用于从溶液中吸附锂。对氢氧化铝基锂吸附剂的粒度要求一般为 10 目 ~ 140 目^[6]。依据 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 或其类似物的制备方法不同,可将吸附剂的制备主要归纳为 4 种方法。

1.1 氯化锂溶液浸泡氢氧化铝

在氯化铝溶液中加入碱液,将氯化铝转化成氢氧化铝,用氯化锂溶液浸泡处理生成的氢氧化铝即得 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。采用 AlCl_3 、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$ 制备氢氧化铝时,最终得到的氢氧化铝基锂吸附剂性能相近,而用 NaAlO_2 制备时,则可能存在差异^[7]。除了采用铝盐制备的氢氧化铝之外,也可以采用三水铝矿 $\alpha - \text{Al}(\text{OH})_3$ 或三羟铝石 $\beta - \text{Al}(\text{OH})_3$ 作为基体来制备 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。锂离子嵌入氢氧化铝的活化能约为 27 kJ mol^{-1} ,因而锂离子的嵌入需要较高的温度 ($> 80 \text{ }^\circ\text{C}$)^[8]。

1.2 氢氧化锂溶液浸泡氢氧化铝后酸化转化

将氢氧化铝颗粒浸泡在氢氧化锂溶液中,确保氢氧化锂进入氢氧化铝颗粒的层间空隙中,该过程需要 1 ~ 2 d,氢氧化锂进入氢氧化铝颗粒的层间空隙后,颗粒略微膨胀,但不会开裂。浸泡之后,用盐酸调节溶液 pH 值,使其转化成 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ^[9],为使转化过程中的 pH 不会太低,加入 NaHCO_3 溶液进行缓冲,使 pH 保持在 5 ~ 6^[6]。

1.3 氯化铝和氯化锂溶液共沉淀

将氯化铝和氯化锂溶液混合均匀,然后与氢氧化钠溶液在搅拌下反应,可一步合成出 $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。产物性能和加料方式、铝锂比、反应温度、终点 pH 值、加料速度、氢氧化钠浓度、搅拌陈化时间以及干燥温度有关系,优化的实验条件为:加料方式为氯化铝和氯化锂混合溶液滴加到氢氧化钠溶液中、Al/Li 为 2/1.2 (摩尔比)、终点 pH 值 4.5、反应温度 $75 \text{ }^\circ\text{C}$ 、搅拌速度 150 r/min 、NaOH 浓度 8 mol/L 、加料速度

15 mL/min 、搅拌陈化时间 30 min 、干燥温度 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ^[2]。

1.4 机械化学合成法

以 LiOH 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为原料,采用无溶剂机械化学法,可合成 Li-Al 双氢氧化物。首先将 LiOH 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 粉末以 Li/Al 摩尔比为 1/2 的量进行混合,在干燥情况下混合研磨 2 h,然后加水湿磨 1 h。两步研磨过程都不需要加热。XRD、FT-IR 等分析表征结果表明,所得产物为高度结晶的 Li-Al 双氢氧化物,没有明显的杂质相。如果只进行一步的干磨,得到的 Li-Al 双氢氧化物结晶度低,有明显的杂质存在^[10]。

除了上述制备方法之外,也有将氢氧化铝基锂吸附剂负载于无机或聚合物表面,制备复合吸附剂的研究工作^[1]。

2 吸附与脱附性能

氢氧化铝基锂吸附剂在 pH 值为 3 到 8 范围内使用时效果较好,pH 低于 3 时,吸附剂溶解;pH 高于 8 时,吸附性能下降^[4]。温度升高,吸附速率加快^[7]。吸附速率适中,吸附 30 min 后就已接近吸附饱和^[2]。吸附剂对锂的选择性较好,氢氧化铝基锂吸附剂对锂的分配系数远大于其它金属离子的分配系数,其对锂离子的选择性要好于其它金属阳离子,选择性次序为 $\text{Li}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ ^[9]。吸附剂在吸附锂离子的同时,为平衡电荷,会吸附同等数目的 Cl^- ,该吸附剂也可吸附 F^- 或 SO_4^{2-} 等阴离子,吸附这些阴离子后,置换出 Cl^- ^[11]。

氢氧化铝基锂吸附剂吸附锂的过程是可逆的,在 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上及液/固比 100 以上的条件下,氯化锂可以完全脱附。温度升高,脱附量增大,脱附速度加快。 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下脱附不完全^[5]。用水就可使氯化锂脱附,水的加入会使氢氧化铝层内八面体空腔中的部分锂离子转移到层间而脱附。脱附在开始阶段速率最快,半小时后脱附量明显减小,溶液中的氯化锂对脱附有抑制作用^[4]。一般来说,为使更多的氯化锂脱附,需要使用较多的水,所得到的脱附液中氯化锂浓度不高。

3 吸附剂吸附与脱附后的结构与形貌变化

对于氢氧化铝母体、锂盐嵌入之后形成的复合物、部分锂盐脱附后形成的产物,它们的基本结构都是层状的^[12],层间能产生氢键^[13]。嵌入化合物的(001)平面与母体氢氧化铝的(001)平面平行。锂离子、阴离子和水分子首先进入层间,然后锂离子进入氢氧化铝层层内^[13]。氢氧化铝层

内结构中三分之二的八面体位点被铝离子占据,铝原子也只有这样一种相同的位置。被铝离子占据的空腔比未被占据的空腔要小。锂离子进入氢氧化铝层内之后,锂离子占据氢氧化铝层内结构中剩余三分之一的八面体位点,形成 $[\text{LiAl}_2(\text{OH})_6]^+$ 层。为保持电中性,层间容纳阴离子,同时还容纳水分子,这种结构具有阴离子交换性能^[5]。锂盐嵌入之后, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 层间距增大。部分锂盐脱附后氢氧化铝层间距减小,而氢氧化铝层内原子间距变化可以忽略^[5]。

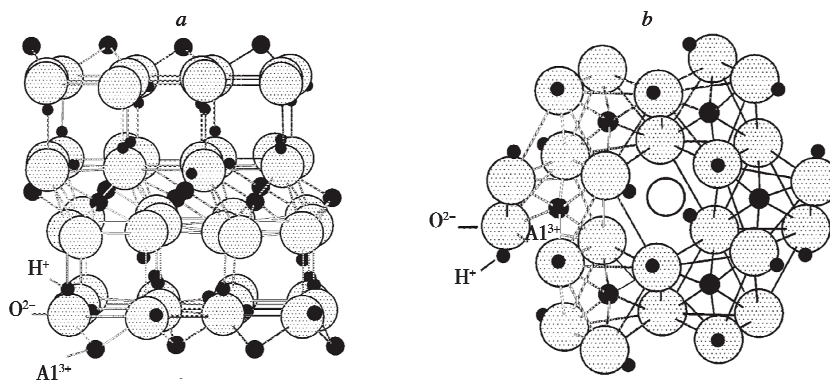


图1 三水铝石八面体结构(a: (100)面投影,b: (001)面投影)^[13]

Fig. 1 Gibbsite structure; a. projection to the (100) plane; b. projection to the (001) plane. The position of octahedral voids is shown schematically.

在吸附过程中,锂离子、阴离子和水分子向吸附剂表面扩散,然后通过层间由外围向内部扩散。锂离子在氢氧化铝层间的扩散是容易的,由于锂离子与质子之间的静电排斥,锂离子进入氢氧化铝层间后导致层间氢键的削弱,氢键的削弱有利于阴离子和水分子进入层间。进入层间的锂离子由层间向氢氧化铝层内的八面体空腔内移动,锂

离子进入空腔后,会使构成该空腔的氢氧根离子位置发生变化。首先,氢氧根离子与锂离子之间的距离会发生变化,其次,氢氧根会调整取向,减小锂离子与氢原子之间的斥力。阴离子和水分子的嵌入使得氢氧化铝层间距增加 0.28 nm 以上^[4]。

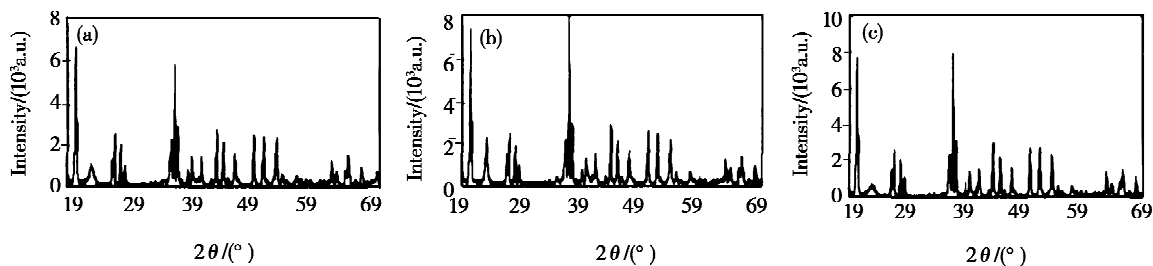


图2 吸附剂 XRD 图(a、b、c 分别为吸附前、吸附后、洗脱后的吸附剂)^[9]

Fig. 2 XRD patterns of adsorbents (Samples before adsorption, after adsorption, and after washing)

氢氧化铝基锂吸附剂吸附前后 XRD 分析结果表明,吸附前后样品 X 射线衍射峰主要峰位置基本没有变化,说明吸附剂的结构比较稳定,吸附前后没有发生较大变化^[2,9]。锂盐嵌入之后与嵌入之前相比,铝原子核外的电场梯度会发生变化,对电场梯度的主要贡献来自于铝原子与附近氧和氢原子的相互作用,因而锂盐的嵌入导致了铝原子所处环境的变化^[4]。

在吸附剂吸附/脱附循环使用的过程中,吸附剂的形貌和比表面积变化较大,吸附剂多次循环使用之后,比表面积明显增大^[4,5,13]。在吸附剂多次循环使用的过程中,没有铝离子从氢氧化铝基体中释放出来,表明虽然基体的形貌和比表面积等发生了变化,但氢氧化铝基体本身没有发生溶损^[5]。

表 1 三水铝石及嵌入—脱嵌氯化锂后的三水铝石部分性能比较^[13]

Table. 1 Comparison of some characteristics of the initial gibb site and the product formed after the intercalation-deintercalation of lithium chloride

性 能	三水铝石(未处理)	嵌入—脱嵌氯化锂后三水铝石
比表面积/(m ² /g)	0.1 ~ 0.2	6 ~ 8
平均粒度/μm	50 ~ 60	8 ~ 10(平均直径), 0.1 ~ 0.15(厚度)
钠含量/%	0.2 ~ 0.3	<0.002 ~ 0.003
锂含量/%	0	<0.01 ~ 0.015

4 吸附机理

氢氧化铝基锂吸附剂对锂的吸附量适中,对锂的选择性较好,说明锂离子和吸附剂之间不仅有较好的吸引作用,而且对锂离子有特定的识别机制。制备氢氧化铝基锂吸附剂时,先将锂离子导入到 Al(OH)₃层间的八面体空位中,再用水洗掉部分锂离子,留下特定的空隙。锂离子和吸附剂之间的吸引作用很可能来自于锂离子与构成八面体空位或空穴的氢氧根,裸锂离子的半径小(0.068 nm),裸锂离子外的电场强度较高,和氢氧根中带部分副电性的氧原子能产生较强的吸引作用。在特定的溶液 pH 值下,=Al-OH 可发生解离,形成 =Al-O⁻^[7],在这种情况下,吸附剂与锂离子之间的吸引作用得到加强。

吸附剂中的部分锂离子去除后,留下的特定空隙对原导入的目的离子(Li⁺)具有筛选和记忆效应。在其它阳离子存在情况下,氢氧化铝基锂吸附剂可优先吸附锂离子。Li⁺、Na⁺、K⁺、Cs⁺、Mg²⁺、Ca²⁺的裸离子半径分别为 0.068、0.095、0.133、0.169、0.065、0.099 nm,它们水合离子半径分别为 0.38、0.36、0.33、0.33、0.43、0.41 nm,

相应的水合数分别为 5、4、3、1、6、6。水合数是最靠近离子的水分子数目,实际受影响的水分子的数目比这一数目要大得多。用不同的测定方法得出的水合半径和水合数存在一定差异^[14]。Mg²⁺的情况与其它阳离子的情况不同,其它阳离子与水分子形成的都是一般的水合离子,而 Mg²⁺与水分子之间形成的是络离子[Mg(H₂O)₆]²⁺。上述离子的裸离子半径差别较大,相比之下,它们的水合离子半径则相差较小。

若氢氧化铝基锂吸附剂吸附锂离子时,锂离子是以水合离子的形式被吸附的,吸附剂的选择性应该没有实验得到的结果好,尤其是 Li⁺对 Na⁺和 K⁺的选择性。在所有的碱金属离子中,锂离子的水合作用最强,如果锂离子是以水合离子的形式嵌入 Al(OH)₃层间,氯离子作为平衡离子跟进,那么其他碱金属离子也会嵌入 Al(OH)₃层间,氯离子作为平衡离子也同时跟进。在这种情况下,吸附剂的选择性会比较差。如果锂离子是以裸离子的形式嵌入 Al(OH)₃层间,氯离子作为平衡离子跟进,那么其他碱金属离子不容易嵌入 Al(OH)₃层间,在这种情况下,吸附剂的选择性会较好。虽然目前还没有吸附过程中锂离子是以裸离子的形式嵌入 Al(OH)₃层间的直接证据,但基

于上述的综合分析,锂离子以裸离子的形式被吸附的可能性更大。吸附之后,锂离子不再与水分子直接结合,而是与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 层内构成八面体空位或空穴的氢氧根结合了。吸附锂的过程中, Li^+ 因尺寸匹配优先进入层状 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的八面体空穴位置,其余半径较大的碱金属及碱土金属离子因空间位阻效应不易进入孔道被吸附^[15,16]。

相比 Na^+ 和 K^+ , 氢氧化铝基锂吸附剂对 Mg^{2+} 的选择性要差些^[2], 这可能是因为锂和镁在元素周期表中处于对角线位置, 物理化学性质类似, 尤其是裸离子半径接近, Li^+ 和 Mg^{2+} 的裸离子半径分别为 0.068 和 0.065 nm^[14]。虽然 Mg^{2+} 与 Li^+ 的裸离子半径很接近, 但 Mg^{2+} 所带电荷是 Li^+ 的两倍, 两种离子与水分子之间的作用存在明显差异。 Mg^{2+} 与水分子之间结合紧密, 形成络离子 $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, 该络离子半径为 0.43 nm; Li^+ 与水分子之间的结合, 虽然比 Na^+ 和 K^+ 离子与水分子之间的结合更强, 但不如 Mg^{2+} 离子, Li^+ 与水分子之间不能形成络离子, 只能形成水合数为 5 的水和离子, 该水合离子的半径为 0.38 nm^[14]。虽然 Li^+ 和 Mg^{2+} 的裸离子半径很接近, 但是 Mg^{2+} 水合作用的自由能比 Li^+ 的要大 4 倍^[9], Mg^{2+} 与水分子之间的结合比 Li^+ 与水分之间的结合要牢固得多。在被吸附的过程中, Li^+ 比 Mg^{2+} 更容易摆脱水分子而被吸附。在较高的温度下, 氢键被破坏, Li^+ 与水分子之间的水合作用会被削弱, 也有利于 Li^+ 摆脱水分子而被吸附。

5 结 论

1) 氢氧化铝基锂吸附剂是采用吸附法从卤水中提锂时唯一得到产业化应用的吸附剂, 该吸附剂的吸附速率和吸附容量适中, 选择性和循环使用性能较好, 制备成本低。该吸附剂的主要制备方法有氯化锂溶液浸泡氢氧化铝、氢氧化锂溶液浸泡氢氧化铝后酸化转化、氯化铝和氯化锂溶液共沉淀、机械化学合成法等。

2) 氢氧化铝基锂吸附剂在 pH 值为 3 到 8 的范围内使用时效果较好^[4], 温度升高, 吸附速率加快^[7], 选择性次序为 $\text{Li}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ ^[9]。吸附剂在吸附锂离子的同时, 为平衡电荷, 会吸附同等数目的 Cl^- ^[11]。用水就可使锂脱

附, 较高的液/固比有利于脱附。

3) 对于氢氧化铝母体、锂盐嵌入之后形成的复合物、部分锂盐脱附后形成的产物, 它们的基本结构都是层状的^[12], 层间能产生氢键^[13]。吸附时锂离子、阴离子和水分子首先进入层间, 然后锂离子进入氢氧化铝层层内的八面体空腔, 氯离子进入层间来平衡电荷^[13]。吸附剂多次循环使用之后, 比表面积明显增大^[4,5,13]。

4) 锂离子和吸附剂之间的吸引作用很可能来自于锂离子与构成八面体空位或空穴的氢氧根, 裸锂离子半径小 (0.068 nm), 裸锂离子外的电场强度较高, 和氢氧根中带部分负电性的氧原子能产生较强的吸引作用。在特定的溶液 pH 值下, $=\text{Al}-\text{OH}$ 可发生解离后形成 $=\text{Al}-\text{O}^-$ ^[7], 使吸引作用得到加强。

5) 虽然目前还没有锂离子是以裸离子的形式被吸附的直接证据, 但基于综合分析, 锂离子以裸离子的形式被吸附的可能性更大。吸附之后, 锂离子不再与水分子直接结合, 而是与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 层内构成八面体空位或空穴的氢氧根结合了。吸附锂的过程中, Li^+ 因尺寸匹配优先进入层状 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 八面体的空穴位置, 其余半径较大的碱金属及碱土金属离子因空间位阻效应不易进入空穴^[15,16]。

6) 虽然 Mg^{2+} 与 Li^+ 的裸离子半径很接近, 但 Mg^{2+} 所带电荷是 Li^+ 的两倍, 两种离子与水分子之间的作用存在明显差异。 Mg^{2+} 与水分子之间形成了结合更紧密的络离子 $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, 而 Li^+ 与水分子之间只能形成水合数为 5 的水和离子, Mg^{2+} 水合作用的自由能比 Li^+ 的要大 4 倍^[9]。在被吸附的过程中, Li^+ 比 Mg^{2+} 更容易摆脱水分子而被吸附。

参考文献:

- [1] Harrison S, Sharma C V K, Viani B E, *et al.* Lithium extraction composition and method of preparation thereof USP, 8637428[P]. 2014.
- [2] 李杰. 铝盐锂吸附剂制备工艺及吸附性能研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2011.
- [3] 顾惕人. 表面化学[M]. 北京: 科学出版社, 1994:406.
- [4] Isupov V P, Kotsupalo N P, Nemudry A P, *et al.* Aluminium hydroxide as selective sorbent of lithium salts from brines and technical solutions[J]. Adsorption and its Applications in In-

- dustry and Environmental Protection, Studies in Surface Science and Catalysis, 1998(120): 621–652.
- [5] Tarasov K A, Isupov V P, Chupakhina L E, *et al.* A time resolved, in-situ X-ray diffraction study of the de-intercalation of anions and lithium cations from $[\text{LiAl}_2(\text{OH})_6]_n \text{X} \cdot q\text{H}_2\text{O}$ ($\text{X} = \text{Cl}^-$, Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) [J]. Journal of Material Chemistry, 2004(14): 1443–1447.
- [6] Bauman W C, Burba J L. Composition for the recovery of lithium values from brine and process of making/using said composition; USP, 6,280,693 B1[P]. 2001.
- [7] Pauwels H, Brach M, Fouillac C. Study of Li^+ adsorption onto polymeric aluminium (III) hydroxide for application in the treatment of geothermal waters[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 1995(100): 73–82.
- [8] Wang S L, Lin C H, Yan Y Y, *et al.* Synthesis of Li/Al LDH using aluminum and LiOH [J]. Applied Clay Science, 2013(72): 191–195.
- [9] 董茜, 李燕杰, 朴香兰, 等. 铝盐吸附剂从盐湖卤水中吸附锂的研究[J]. 稀有金属, 2007, 31(3): 357–361.
- [10] Qu J, He X M, Wang B T, *et al.* Synthesis of Li–Al layered double hydroxides via a mechanochemical route [J]. Applied Clay Science, 2016(120): 24–27.
- [11] 苏艳茹. 一种新型锂吸附剂的性能、结构及其吸附机理的探讨[J]. 铀矿冶, 1991(4): 22–29.
- [12] Nemudry A P, Isupov V P, Kotsupalo N P, *et al.* Reaction of crystalline aluminium hydroxide with aqueous solutions of lithium salts[J]. Reactivity of Solids, 1986(1): 221–226.
- [13] Isupov V P, Chupakhina L E, Mitrofanova R P, *et al.* Synthesis, structure, properties, and application of aluminium hydroxide intercalation compounds[J]. Chemistry for Sustainable Development, 2000(8): 121–127.
- [14] J. N. 伊斯雷尔奇维利. 分子间力和表面力 (原书第三版) [M]. 王晓琳, 唐元晖, 卢滇楠, 译. 北京: 科学出版社, 2014.
- [15] 许乃才, 史丹丹, 黎四霞, 等. 利用吸附技术提取盐湖卤水中锂的研究进展[J]. 材料导报 A: 综述篇, 2017, 31(9): 116–121.
- [16] 李杰, 熊小波. 铝盐吸附剂盐湖卤水提锂的研究现状及展望[J]. 无机盐工业, 2010, 42(10): 9–11.

Adsorption Mechanisms for the Recovery of Lithium from Brines Using Aluminum Hydroxide Based Adsorbent

WU Zhi-jian^{1,2}, GUO Min^{1,2}, LI Quan^{1,2}, LIU Zhong^{1,2}

(1. Key Laboratory of Comprehensive and Highly Efficient Utilization of Salt Lake Resources, Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining, 810008, China; 2. Key Laboratory of Salt Lake Resources Chemistry of Qinghai Province, Xining, 810008, China)

Abstract: Aluminum hydroxide based adsorbent is the only one adsorbent which has been used for the production of lithium salts from brines using adsorption method. This adsorbent has a moderate adsorption rate and adsorption capacity, and it has a relatively good selectivity and recycle performance with a low preparation cost. Based on the analysis of the preparation of the adsorbent, adsorption and desorption properties, and structure and morphology changes of the adsorbent after adsorption and desorption, the adsorption mechanisms were emphatically discussed. Lithium cations are probably adsorbed as the naked cations, entering the octahedral cavities within the aluminum hydroxide layers. In order to balance the charge, chloride anions enter into the interlayers of the aluminum hydroxide layers. Sieve effect and hydration differences between lithium cations and the other cations are the key factor for the good selectivity of the adsorbent.

Key words: Aluminum hydroxide; Lithium adsorbent; Adsorption mechanism; Hydration; Sieve effect