萘磺酸根插层类水滑石对水中 Pb^{2+} 的脱除性能

夏梦棋, 孔祥贵, 蒋美红, 雷晓东*

北京化工大学, 化工资源有效利用国家重点实验室, 北京 100029

*通讯作者, E-mail: leixd@mail.buct.edu.cn

收稿日期: 2016-12-08; 接受日期: 2017-01-19; 网络版发表日期: 2017-03-17

国家自然科学基金(编号: U1407130)和国家重点基础研究发展计划(编号: 2014CB932104)资助项目

摘要 采用共沉淀法制备得到1,5-萘二磺酸根插层的镁铝类水滑石, 将其应用于废水中 Pb^{2+} 的脱除. 通过X射线衍射(XRD)、红外光谱(IR)、扫描电镜(SEM)等表征手段对所制备的粉末样品进行了结构表征. 插层后的类水滑石对 Pb^{2+} 表现出较好的络合分离性能, 容量高于110 mg/g. 本文系统探讨了初始pH、类水滑石的用量、接触时间、络合温度以及 Pb^{2+} 的初始浓度对脱除溶液中 Pb^{2+} 的影响. 实验结果表明, 反应条件对 Pb^{2+} 的脱除有较大的影响, 类水滑石对 Pb^{2+} 的脱除是通过层间1,5-萘二磺酸根和表面羟基与 Pb^{2+} 的络合作用实现的. 处理后, 水溶液中残留的 Pb^{2+} 浓度低于0.04 mg/L, 这一结果符合国家地表水环境质量的第Ⅲ类标准(≤ 0.05 mg/L).

关键词 类水滑石, 1,5-萘二磺酸根, Pb^{2+} , 废水

1 引言

含铅废水主要来源于工业废水、城市垃圾与生活污水的不断排放, 铅进入人体后会影响到人的骨骼及智力发育, 对动植物的生长存在严重危害^[1,2]. 目前含铅废水的传统处理方法有化学沉淀、膜分离、离子交换以及吸附等方法^[3-8]. 相对于其他方法, 吸附法因其具有运行简单、高效低耗、成本低廉等优势而被广泛应用.

层状双金属氢氧化物(LDHs), 又被称为层状阴离子黏土或类水滑石, 因其具有较好的离子交换能力而受到了人们的广泛关注^[9,10]. 类水滑石结构通式为 $[\text{M}^{2+}_{1-x}\text{M}^{3+}_x(\text{OH})_2]^{x+}(\text{A}^{n-})_{x/n}\cdot m\text{H}_2\text{O}$, 其中 M^{3+} 、 M^{2+} 分别为3价和2价的金属离子, x 是 $[\text{M}^{2+}]/([\text{M}^{2+}]+[\text{M}^{3+}])$ 的摩尔比, A^{n-} 为层间阴离子^[11]. 类水滑石的层间阴离子可以

被其他阴离子替换, 因此可以作为高效吸附剂应用于废水中无机、有机阴离子的去除^[12-14].

目前研究发现, EDTA、柠檬酸、酒石酸、苹果酸和谷氨酸等有机配体分子插层的类水滑石能有效地去除水溶液中的重金属离子, 如 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 等离子, 其原因在于插层类水滑石中的有机分子与金属离子能形成配合物, 从而达到去除金属离子的目的^[12,15-17], 但是都很难将溶液中的重金属离子的浓度降低到符合国家水环境质量标准. 同时, 类水滑石在水溶液中以固体形式存在, 可以通过简单的过滤等方式使基体材料与溶液分离. 1,5-萘二磺酸钠能与 Cu^{2+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Eu^{3+} 等金属离子形成配合物^[18-21], 且配位平衡常数都较大, 可以极大地降低水溶液中金属离子的浓度, 但是其溶解于水, 形成配合物后难以与液体分离. 如果将萘磺酸根插入类水滑石层间, 则可以预

引用格式: 夏梦棋, 孔祥贵, 蒋美红, 雷晓东. 萘磺酸根插层类水滑石对水中 Pb^{2+} 的脱除性能. 中国科学: 化学, 2017, 47: 486-492
Xia M, Kong X, Jiang M, Lei X. Removal performance of 1,5-naphthalenedisulfonate intercalated layered double hydroxide for Pb^{2+} in water. *Sci Sin Chim*, 2017, 47: 486-492, doi: 10.1360/N032016-00222

期其络合 Pb^{2+} , 固液分离性能将得到实现.

本文采用共沉淀法制备得到的1,5-萘二磺酸根插层镁铝类水滑石, 考察了其对水溶液中 Pb^{2+} 的络合脱除性能.

2 实验部分

2.1 试剂与仪器

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 购于国药集团化学工业有限公司(中国); $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 购于汕头市西陇化工厂有限公司(中国); NaOH 购于北京化工厂(中国); HCl 、1,5-萘二磺酸钠购于上海阿拉丁生化科技股份有限公司(中国). 以上试剂均为分析纯. 去离子水, 电导率 $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$, 实验室自制.

X射线粉末衍射仪, 日本岛津仪器公司生产; 布鲁克Vector 22型红外光谱仪, 德国布鲁格仪器公司生产; Zeiss SUPRA 55扫描电子显微镜, 日本日立公司生产. ICPs 7500型元素分析仪, 日本岛津公司生产.

2.2 萘磺酸根插层类水滑石和 CO_3 -LDH的制备

以水为分散介质分散1,5-萘二磺酸钠(1,5-NDS- Na_2), 并用共沉淀法制备插层类水滑石^[22]. 称取 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 7.69 g (0.03 mol) 和 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 3.75 g (0.01 mol), 用脱除了 CO_2 的去离子水配成盐溶液A; 另取 NaOH 3.3 g (0.08 mol) 和1,5-NDS- Na_2 5.08 g (0.015 mol), 溶于除 CO_2 的去离子水配成溶液B. 把溶液B置于四口烧瓶中, 在85℃油浴保温条件下进行搅拌, 将溶液A以1滴/s的速度滴入B中, 最后调节pH至9, 在85℃油浴中晶化9 h. 过滤, 水洗并在60℃下干燥24 h, 得到1,5-NDS插层类水滑石(1,5-NDS-LDH).

为了进行对比, 采用共沉淀法制备 CO_3 -LDH. 称取 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 3.75 g (0.01 mol) 和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 7.69 g (0.03 mol) 配成盐溶液A; 另取 NaOH 3.3 g (0.08 mol) 和 Na_2CO_3 溶于水中配成溶液B. 把溶液A置于四口烧瓶中, 在85℃油浴保温条件下进行搅拌, 将溶液B以1滴/秒的速度滴入A中, 最后调节pH至9, 然后在85℃油浴中晶化9 h. 过滤, 水洗并在60℃下干燥24 h, 得到 CO_3 -LDH.

2.3 分离实验

将 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 配制成浓度为1000 ppm的备用液, 实验过程中利用去离子水稀释备用液到所需的浓度. 取

100 mL所配制的溶液, 称取一定量的类水滑石, 在一定温度下搅拌, 根据不同时间间隔取样, 同时使用0.22 μm 滤膜过滤, 用电感耦合等离子体光谱仪(ICP)测定 Pb^{2+} 浓度. Pb^{2+} 脱除量的计算公式如下:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (1)$$

其中, q_e (mg/g)为达到平衡时的脱除量; V (L)为溶液体积; m (g)为所使用类水滑石的质量; C_0 (mg/L)为 Pb^{2+} 的初始浓度; C_e (mg/L)为络合平衡时 Pb^{2+} 的浓度.

3 结果与讨论

3.1 1,5-NDS-LDH的结构

图1为1,5-NDS-LDH (a)和 CO_3 -LDH (b)的XRD图谱. 从图1可知, CO_3 -LDH的衍射峰(003)、(006)所对应层板间距为 $d_{(003)}=0.78 \text{ nm}$ 、 $d_{(006)}=0.39 \text{ nm}$, 与文献中一致^[23]. 1,5-NDS-LDH与 CO_3 -LDH的衍射峰(003)、(006)相比, 其层间距变大, $d_{(003)}=1.51 \text{ nm}$ 、 $d_{(006)}=0.75 \text{ nm}$, 说明1,5-NDS离子成功插入类水滑石层板之间, 另外在24°处有较强的峰, 因此层板间存在共插层的 CO_3^{2-} .

图2分别为1,5-NDS-LDH (a)、 CO_3 -LDH (b)和1,5-NDS- Na_2 (c)的傅里叶变换红外(FTIR)光谱图. 在 CO_3 -LDH (b)中 1365 cm^{-1} 属于 CO_3^{2-} 的特征伸缩振动峰, 3450 cm^{-1} 处的特征峰对应于类水滑石层板间羟基和水的伸缩振动峰^[24]. 在1,5-NDS- Na_2 (c)谱图中S-O的特征峰出现在 1215 和 1045 cm^{-1} 处, 而 3096 cm^{-1} 处的吸收峰属于萘环中C-H的伸缩振动峰^[25,26]. 对于插层改性后的1,5-NDS-LDH (a), 其S-O的特征峰变为 1205 和 1040 cm^{-1} , 与1,5-NDS- Na_2 相比发生了蓝移, 说明层间插入的萘磺酸根与层板有一定的键合力.

图1 1,5-NDS-LDH (a)和 CO_3 -LDH (b)的XRD图谱

图2 1,5-NDS-LDH (a)、 CO_3 -LDH (b)、1,5-NDS- Na_2 (c)的IR图(网络版彩图)

3.2 对水中 Pb^{2+} 的脱除性能

3.2.1 初始pH对 Pb^{2+} 去除的影响

在 Pb^{2+} 溶液的初始浓度为100 mg/L, 温度为298 K, 1,5-NDS-LDH的量为0.8 g/L时, 不同初始pH对容量的影响如图3所示. 由图可知, 随着pH的增加, 脱除量也逐渐增大, 当pH为6~8时, 去除量没有太大的变化. 由于 Pb^{2+} 的 $\text{p}K_{\text{sp}}$ 为14.92, pH约为8时形成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沉淀. 因而, 当用NaOH溶液调节pH至7和8时, 局部会立即形成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沉淀, 这不利于实验的进行, 所以脱除实验均在pH为6的条件下进行. 当pH较低时, 溶液中存在较多 H^+ , 会与 Pb^{2+} 竞争结合于1,5-NDS-LDH的表面而导致脱除量不大, 且在强酸条件下, 1,5-NDS-LDH的结构会被破坏. 因此, 1,5-NDS-LDH在弱酸和中性下均可适用.

3.2.2 1,5-NDS-LDH用量对 Pb^{2+} 脱除的影响

在298 K, pH=6的条件下, 不同1,5-NDS-LDH的用量对 Pb^{2+} 脱除的影响如图4所示. 从图4可知, 随着1,5-NDS-LDH用量的增加, Pb^{2+} 的脱除率也随之增大, 但脱除容量却逐渐减小; 当类水滑石的用量增加至2 g/L时, 脱除率几乎达到100%. 1,5-NDS-LDH用量的增加导致 Pb^{2+} 的结合中心也增多, 从而导致脱除率的增大. 但类水滑石用量较少时, 活性位点显露更充分, 单位质量类水滑石络合的 Pb^{2+} 更多, 因此, 去除容量较大. 当类水滑石量增加时, 颗粒间的碰撞概率增大而易使其发生聚集, 进而导致其单位质量中的活性中心显露量减少, 同时, 溶液中可供络合的 Pb^{2+} 的量不足, 最后

图3 不同初始pH对去除量的影响

图4 1,5-NDS-LDH的用量对 Pb^{2+} 去除的影响(网络版彩图)

使得1,5-NDS-LDH的脱除容量降低. 考虑脱除率与单位质量类水滑石的去除容量, 1,5-NDS-LDH投放量为0.8~2 g/L较为合适.

3.2.3 接触时间对 Pb^{2+} 脱除的影响

图5为1,5-NDS-LDH和 CO_3 -LDH去除 Pb^{2+} ($C_0=100$ mg/L)的容量与时间的关系曲线. 由曲线可知, 在相同条件下插层类水滑石对 Pb^{2+} 的去除量超过碳酸根插层的类水滑石, 而且反应时间在200 min后趋近于平衡. 出现这个现象是因为 CO_3 -LDH通过表面羟基的络合作用去除 Pb^{2+} , 而1,5-NDS-LDH去除 Pb^{2+} 过程中不仅存在表面羟基络合作用, 还存在层间1,5-NDS $^{2-}$ 的络合作用. 因此, 插层组装的1,5-NDS-LDH对 Pb^{2+} 的去除效果更好. 图6是 Pb^{2+} 初始浓度为20 mg/L的脱除曲线, 很明显, 经处理后, 水溶液中剩余的 Pb^{2+} 浓度低于0.04 mg/L, 根据国家环境保护总局发布的地表水环境质量标准,

图5 不同水滑石对去除量的影响(网络版彩图)

图6 $C_0=20\text{mg/L}$ 时去除平衡曲线(网络版彩图)

达到了第Ⅲ类标准($\leq 0.05\text{ mg/L}$). 这表明, 1,5-NDS-LDH 可用于 Pb^{2+} 污染水体或土壤的紧急救治或修复.

表1为动力学模型拟合所得到的相关参数, 由表1可知, 1,5-NDS-LDH的脱除过程与准二级动力学模型拟合的匹配度更接近, 表明该类水滑石对 Pb^{2+} 的脱除是以速率控制为主的化学反应过程.

表2为等温吸附模型的拟合参数, 从表2的结果可

知, 1,5-NDS-LDH对 Pb^{2+} 的脱除符合Langmuir模型, 表明1,5-NDS-LDH是一个均相体系, 其 Pb^{2+} 脱除的活性位对 Pb^{2+} 的亲合力是一致的, 因而其脱除均通过化学络合作用来实现.

3.2.4 Pb^{2+} 初始浓度对脱除效果的影响

图7是在298 K, $\text{pH}=6$, 1,5-NDS-LDH量为 0.8 g/L 的条件下, 初始浓度为 $25\sim 50\text{ mg/L}$ 的 Pb^{2+} 溶液对脱除率以及脱除容量的影响. 从图7可以看出, 1,5-NDS-LDH单位质量的平衡脱除容量随 Pb^{2+} 初始浓度的增加而增大, 而脱除率逐渐减少. 当溶液中 Pb^{2+} 浓度增大时, 基于浓差作用, 络合的推动力也会增大, 导致单位质量的去除容量增大, 而对于高浓度的 Pb^{2+} , 相比而言, 类水滑石上的活性中心较少, 致使脱除率降低. 当溶液中 Pb^{2+} 浓度由 20 mg/L 增大到 220 mg/L 时, 脱除率从99%减少到40%, 脱除量则从 25.3 mg/g 增大至 111.4 mg/g . 但是当 Pb^{2+} 浓度大于 220 mg/L 时, 脱除量缓慢增大直至平衡. 表3为已报道的不同材料对水中 Pb^{2+} 的脱除容量的比较, 前4种材料的容量低于1,5-NDS-LDH的 114.6 mg/g .

图7 Pb^{2+} 初始浓度对脱除效果的影响(网络版彩图)

表1 动力学拟合参数

$q_{e,\text{exp}}$	First-order			Second-order		
	k_1	q_e	R^2	k_2	q_e	R^2
105.61	0.018	87.42	0.9982	0.000227	111.23	0.9992

表2 等温吸附模型参数

Langmuir model			Freundlich model		
q_{max}	K_a	R^2	n	K_F	R^2
118.48	0.23	0.9996	8.36	62.45	0.9609

表3 不同材料对水中 Pb^{2+} 的脱除量

材料	最大脱除容量 q_e (mg/g)	参考文献
环氧氯丙烷交联壳聚糖	34.1	[27]
巯基官能化的水凝胶	36.7	[28]
交联金属印迹壳聚糖微粒	74.1	[29]
氨基官能化磁铁矿/高岭土	86.1	[22]
壳聚糖/环氧氯丙烷/三磷酸腺苷	166.9	[30]
壳聚糖/巯基功能化氧化石墨烯复合物	447	[1]
1,5-NDS-LDH	114.6	本文工作

虽然表中后两种材料的容量高于1,5-NDS-LDH,但分别采用了价格昂贵的三磷酸腺苷和石墨烯材料.很明显,从经济成本与实际使用效果综合衡量,1,5-NDS-LDH用于去除水溶液中的 Pb^{2+} 具有更好的应用前景.

3.2.5 温度对 Pb^{2+} 脱除的影响

在溶液 $\text{pH}=6$,1,5-NDS-LDH用量为0.8 g/L时,不同温度下1,5-NDS-LDH对 Pb^{2+} 的脱除曲线如图8所示.很明显,温度越高,脱除量越大,即温度升高有利于络合反应的进行,表明1,5-NDS-LD对 Pb^{2+} 的络合脱除为吸热过程.

3.2.6 Pb^{2+} 的脱除机理探讨

表4为类水滑石1,5-NDS-LDH中Mg、Al与1,5-NDS²⁻的含量,通过1,5-NDS-LDH的量与络合 Pb^{2+} 的量,可计算出每个 Pb^{2+} 可能与1,5-NDS²⁻的结合比例.计算所得到的 Pb^{2+} 与1,5-NDS²⁻的物质的量之比约为1.28.表明每个1,5-NDS²⁻约能够与一个 Pb^{2+} 形成络合物,其中还有少量 Pb^{2+} 由于与类水滑石表面的 OH^- 的络合作用而被吸附到表面(约占剩余的0.28).因此,我们给出的 Pb^{2+} 的脱除机理如图9所示.在1,5-NDS-LDH去除 Pb^{2+} 的过程中主要存在类水滑石层间1,5-NDS²⁻和表面羟基与 Pb^{2+} 的络合作用.

图10为1,5-NDS-LDH络合 Pb^{2+} 前后的SEM图像,由图可知,处理前的1,5-NDS-LDH (a)呈现片状结构,而吸附后(b)与吸附前相比,1,5-NDS-LDH的片状结构未发生明显变化,络合 Pb^{2+} 后的XRD谱图也能表明

1,5-NDS-LDH的层状结构未被破坏.

4 结论

本文利用共沉淀法制备得到的1,5-NDS-LDH,能

图8 温度对脱除量的影响(网络版彩图)

图9 结构吸附示意图(网络版彩图)

表4 处理含 Pb^{2+} 水溶液后1,5-NDS-LDH的ICP分析结果

质量百分数(%)				Pb^{2+} 与1,5-NDS ²⁻ 的摩尔比率
Mg	Al	1,5-NDS ²⁻	Pb^{2+}	
10.54	4.82	2.26	18.76	1.28

图 10 1,5-NDS-LDH吸附前(a)和吸附后(b)的SEM图

够通过层间1,5-NDS²⁻和表面OH⁻与Pb²⁺的络合作用,有效去除水溶液中的Pb²⁺。实验结果表明,当溶液pH为6时,Pb²⁺的去除量较高,达到110 mg/g以上;在同样条件下,1,5-NDS-LDH对Pb²⁺的脱除优于CO₃-LDH,而且Pb²⁺初始浓度为20 mg/L时,水溶液中剩余的Pb²⁺浓度低于地表水环境质量的第III类标准(≤0.05 mg/L)。

脱除Pb²⁺后的1,5-NDS-LDH的循环再生是该材料实际应用中需要考虑的问题,而现有循环再生方法主要有碱处理、酸处理以及有机物萃取处理^[31,32],我们将在后继工作中研究其再生利用性能和效果。1,5-NDS-LDH在Pb²⁺污染水体或土壤的紧急救治和修复中具有广泛的应用前景。

参考文献

- Kong W, Li Q, Liu J, Li X, Zhao L, Su Y, Yue Q, Gao B. *RSC Adv*, 2016, 6: 83234–83243
- Madadrang CJ, Kim HY, Gao G, Wang N, Zhu J, Feng H, Gorrington M, Kasner ML, Hou S. *ACS Appl Mater Interf*, 2012, 4: 1186–1193
- Sis H, Uysal T. *Appl Clay Sci*, 2014, 95: 1–8
- Yurekli Y. *J Hazard Mater*, 2016, 309: 53–64
- Naushad M, Mittal A, Rathore M, Gupta V. *Desalin Water Treat*, 2015, 54: 2883–2890
- Mittal A, Ahmad R, Hasan I. *Desalin Water Treat*, 2016, 57: 17790–17807
- Yang S, Hu J, Chen C, Shao D, Wang X. *Environ Sci Technol*, 2011, 45: 3621–3627
- Yang Y, Xie Y, Pang L, Li M, Song X, Wen J, Zhao H. *Langmuir*, 2013, 29: 10727–10736
- Cavani F, Trifirò F, Vaccari A. *Catal Today*, 1991, 11: 173–301
- Carpani I, Berrettoni M, Ballarin B, Giorgetti M, Scavetta E, Tonelli D. *Solid State Ion*, 2004, 168: 167–175
- Evans DG, Slade RCT. *Struct Bond*, 2006, 119: 1–87
- Kameda T, Shinmyou T, Yoshioka T. *Mater Chem Phys*, 2016, 177: 8–11
- Gao Z, Du B, Zhang G, Gao Y, Li Z, Zhang H, Duan X. *Ind Eng Chem Res*, 2011, 50: 5334–5345
- Zhang F, Du N, Song S, Hou W. *Mater Chem Phys*, 2015, 152: 95–103
- Lee JH, Kim BS, Lee JC, Park S. *Eco-Materials Processing & Design VI*. Zurich: Trans Tech Publications, 2005
- Repo E, Warchol JK, Bhatnagar A, Sillanpää M. *J Colloid Interf Sci*, 2011, 358: 261–267
- Wang J, Cheng C, Yang X, Chen C, Li A. *Ind Eng Chem Res*, 2013, 52: 4072–4082
- Liu JT, Fan SD, Li DQ. *Acta Crystallogr E*, 2006, 62: m2165–m2166
- Liu YQ, Wu YX, Zeng XR, Wen HR. *Acta Crystallogr E*, 2007, 63: m3120
- Zhao JP, Hu BW, Liu FC, Hu X, Zeng YF, Bu XH. *CrystEngComm*, 2007, 9: 902–906
- Liu WJ, Wang N, Wei ZQ, Zhao X, Chang LM, Yue ST, Liu YL, Cai YP. *Inorg Chem Commun*, 2011, 14: 1807–1814
- Qin L, Yan L, Chen J, Liu T, Yu H, Du B. *Ind Eng Chem Res*, 2016, 55: 7344–7354
- Bookin AS. *Clays Clay Miner*, 1993, 41: 558–564

- 24 Yang W, Kim Y, Liu PKT, Sahimi M, Tsotsis TT. *Chem Eng Sci*, 2002, 57: 2945–2953
- 25 Kameda T, Saito M, Umetsu Y. *Mater Trans*, 2006, 47: 923–930
- 26 Chen AH, Liu SC, Chen CY, Chen CY. *J Hazard Mater*, 2008, 154: 184–191
- 27 Hua R, Li Z. *Chem Eng J*, 2014, 249: 189–200
- 28 Chen CY, Yang CY, Chen AH. *J Environ Manage*, 2011, 92: 796–802
- 29 Laus R, Costa TG, Szpoganicz B, Fávère VT. *J Hazard Mater*, 2010, 183: 233–241
- 30 Li X, Zhou H, Wu W, Wei S, Xu Y, Kuang Y. *J Colloid Interf Sci*, 2015, 448: 389–397
- 31 Mittal H, Maity A, Sinha Ray S. *J Phys Chem B*, 2015, 119: 2026–2039
- 32 Zhao P, Liu X, Tian W, Yan D, Sun X, Lei X. *Chem Eng J*, 2015, 279: 597–604

Removal performance of 1,5-naphthalenedisulfonate intercalated layered double hydroxide for Pb^{2+} in water

Mengqi Xia, Xianggui Kong, Meihong Jiang, Xiaodong Lei*

State Key Laboratory of Chemical Resource Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China

*Corresponding author (email: leixd@mail.buct.edu.cn)

Abstract: 1,5-Naphthalenedisulfonate (1,5-NDS) intercalated MgAl layered double hydroxide (1,5-NDS-LDH) was prepared by a co-precipitation method. The 1,5-NDS-LDH was used as a functional material for removing Pb^{2+} from water. The XRD, IR, SEM and ICP were used to investigate the structure of the product. The prepared 1,5-NDS-LDH sample exhibited excellent removal properties for Pb^{2+} , with a capacity up to 100.3 mg/g. Furthermore, the influences of initial pH, 1,5-NDS-LDH dosage, contact time, temperature and initial concentration of Pb^{2+} on the removal were also discussed. The test results reveal that the removal ability for Pb^{2+} is influenced by the conditions. And, the Pb^{2+} is removed by 1,5-NDS-LDH with the complexation of the interlayer 1,5-NDS and Pb^{2+} surface OH^- with Pb^{2+} . After treatment, The Pb^{2+} residual is about 0.04 mg/L in aqueous solution, lower than the third class of national surface water environment quality standard (≤ 0.05 mg/L).

Keywords: layered double hydroxide, 1,5-naphthalenedisulfonate, Pb^{2+} , wastewater

doi: [10.1360/N032016-00222](https://doi.org/10.1360/N032016-00222)