论文

聚乙二醇辅助合成氧化镁及其处理含铅溶液的性能

程文婷^①, 薄秋芳^①, 程芳琴^{①*}, 许涛^②^① 山西大学国家环境保护煤炭废弃物资源化高效利用技术重点实验室; 山西大学资源与环境工程研究所, 太原 030006^② 南风化工集团技术中心, 运城 044000

*通讯作者, E-mail: cfangqin@hotmail.com

收稿日期: 2013-01-31; 接受日期: 2013-04-23; 网络版发表日期: 2013-07-03

doi: 10.1360/032013-49

摘要 以聚乙二醇(PEG-10000)辅助, 在室温(25 °C)下由 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 与 Na_2CO_3 通过层-层自组装制备出具有六棱柱状形貌的 MgO , 并以其对含铅溶液的吸附为探针反应, 研究其对重金属离子的吸附性能. 研究表明, 所制备氧化镁的前驱体为 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; 经 600 °C 焙烧得到的六棱柱状 MgO 比表面积大于 55 m^2/g , 具有良好的吸附性能; 对含铅溶液的吸附过程符合 Langmuir 等温吸附, 饱和吸附量达到 390 mg/g .

关键词六棱柱状氧化镁
三水碳酸镁
沉淀结晶
结构导向剂
层-层自组装

1 引言

随着工农业的发展, 有毒重金属对环境的污染已引起人们越来越多的重视. 由于重金属自身不能自然降解, 易通过食物链进入人体, 因此与环境相关的有毒重金属离子的有效去除与分离成为一项极富挑战性的工作. 众所周知, Pb(II) 是水处理领域较难处理的重金属离子之一^[1]. 张等^[2]研究了活性炭对水中 Pb(II) 的吸附, 结果表明, 活性炭对 Pb(II) 的吸附属于物理吸附和化学吸附并存的过程, 最大吸附量为 52.54 mg/g . 雒等^[3]采用静态法研究了活性炭吸附处理含 Pb(II) 废水的过程, 考察了活性炭对含 Pb(II) 废水的吸附特性, 结果表明, 活性炭对 Pb(II) 吸附平衡时间为 100 min, 吸附过程符合 Langmuir 等温吸附模型. 近年来, 氧化镁(MgO)作为一种新型吸附材料在废水处理方面有着广泛的应用. 郝等^[4]采用共沉淀法制备出片状纳米 MgO , 并研究了其对 Pb(II) 的吸附性能, 结果表明, MgO 对 Pb(II) 的吸附也符合 Langmuir 等温吸附模型, 吸附过程以化学吸附为主, 且具有自发性.

研究表明, 同一般的金属氧化物相比, MgO 溶度

积较大, 用 MgO 处理重金属离子除发生吸附作用外, 还会因置换作用使重金属离子生成沉淀^[5]. 目前, 被用作吸附剂的 MgO 多为普通 MgO . 但普通 MgO 处理重金属离子时最大吸附量不高、利用率低, 导致处理成本高, 影响其在工业上的应用. 其可能的原因是普通 MgO 多为六方晶形或无定形晶体、亲水性强、晶粒间趋向于二次团聚, 影响其吸附性能. 由于具有能耗低、杂质少、易制取等优点, 自盐湖卤水中提取镁成为一种绿色、环保的新途径. 国内外的科学学者针对自盐湖卤水中提取镁的工作进行了大量的研究, 主要方法有: 沉淀结晶法^[6-8]、溶剂萃取法^[9]和离子筛吸附法^[10]等. 其中, 沉淀结晶法具有成本低、纯度高、产量大等优点而在工业上有着广泛的应用. 然而, 传统沉淀结晶法制备的 MgO 晶体具有晶粒尺寸大、比表面积小、吸附性能差等不足.

目前, 制备无机功能材料采用最多的方法是水热法, 而水热法与其他方法最大的不同在于结构导向剂的引入, 其使得反应产物呈现形貌多样性, 性能良好^[11-17]. Song 等^[15]以 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为镁源、尿素为沉淀剂、乙醇为溶剂, 制备了具有纳米结构的花状 MgO 粉体, 经 400 °C 焙烧后, 该 MgO 粉体的比表

面达到 $72 \text{ m}^2/\text{g}$. Panda 等^[16]由 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 制备了具有纳米棒状结构的 MgO , MgO 纳米棒的长度约 $20 \mu\text{m}$ 、直径约 300 nm . 虽然水热法具有操作简单、产品形貌丰富等优点, 但目前仅能在实验室小范围内实现. 综合传统沉淀结晶法和水热法的优点, 本文以氯化镁($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)为镁源、碳酸钠(Na_2CO_3)为沉淀剂, 并加入结构导向剂聚乙二醇(PEG-10000), 制备微米尺度、吸附性能优良的 MgO 材料.

2 实验部分

2.1 实验原料

六水氯化镁($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、碳酸钠(Na_2CO_3)、聚乙二醇(PEG-10000)、硝酸铅($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)、乙二胺四乙酸二钠(EDTA)均为分析纯试剂. 实验所用去离子水的电导率小于 $1 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$.

2.2 MgO 的制备

准确称取 0.475 g PEG-10000 加入到 200 mL 0.5 mol/L 的 MgCl_2 溶液中, 待溶液混合均匀后, 将混合溶液加入如图 1 所示的 1 L 沉淀结晶反应器中, 反应器温度设定为 25°C ; 开启搅拌器, 转速为 300 r/min ; 用滴液漏斗将 200 mL 0.5 mol/L 的 Na_2CO_3 溶液滴加到 MgCl_2 溶液中($[\text{Mg}^{2+}]/[\text{CO}_3^{2-}] = 1$), 滴加时间为 2 h ; 待 Na_2CO_3 溶液滴加完毕, 继续搅拌 2 h ; 反应结束后用真空泵对母液进行过滤, 并用乙醇与去离子水反

复清洗滤饼, 直至清洗液 pH 为 7 ; 最后将过滤洗涤后的滤饼置于温度为 50°C 的鼓风干燥箱中干燥 10 h 后取出, 经不同温度焙烧 2 h 得到白色固体.

2.3 分析和表征方法

采用美国 Perkin Elmer 公司的 Pyris 1 TGA 热分析仪对样品进行热重测试, 样品在测试之前于 120°C 烘箱中干燥 6 h ; 样品红外分析采用美国 Perkin Elmer 公司的 Frontier 型红外分析仪(FT-IR); 采用日本岛津公司的 JEOL JSM-6701F 型扫描电子显微镜观察样品微观形貌; 样品晶体结构采用德国 Bruker 公司的 D8 Advance 型 X 射线粉末衍射仪(XRD)测定; 采用美国 Quanta 公司的 AS-1C-VP 型比表面-孔径分布测定仪, 以 N_2 吸附法测定 MgO 粉体的比表面积, 样品在测试之前需在 280°C 脱气 8 h .

2.4 柠檬酸法测定 MgO 活性

称取 0.1 g MgO 加入 100 mL 不含 CO_2 的去离子水中, 在恒速搅拌的情况下向该溶液中滴加 $2\sim 3$ 滴酚酞指示剂($w = 1\%$), 溶液呈粉红色. 向此溶液中加入 5 mL 浓度为 0.1 mol/L 的柠檬酸溶液并开始计时, 待溶液由无色再次变成粉红色停止计时, 记录所需时间^[17]. 变色时间越短, MgO 的活性越好.

柠檬酸法测定 MgO 活性的原理在于: 活性 MgO 粒子在水中水化生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 进一步离解出 Mg^{2+} 和 OH^- . 当溶液中加入一定量柠檬酸后, 溶液中的 OH^- 可与酸发生中和反应, 中和酸所需要的时间越短, 说明 MgO 的活性越高, 水化反应越快. 由于酚酞指示剂在碱性条件下呈红色, 在酸性条件下不显色, 可通过其变色时间来表征 MgO 的活性.

2.5 MgO 对 $\text{Pb}(\text{II})$ 吸附能力的测定

吸附动力学实验: 准确移取 100 mL 初始浓度为 100 mg/L 的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 向其中加入 0.05 g 经 600°C 焙烧的 MgO 样品, 在室温下每隔一段时间取少量上层清液, 用 EDTA 滴定清液中 $\text{Pb}(\text{II})$ 含量.

等温吸附平衡实验: 配制 $\text{Pb}(\text{II})$ 初始浓度为 100 、 200 、 300 、 400 、 500 和 1000 mg/L 的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 各取 100 mL , 向其中加入 0.05 g 经 600°C 焙烧的 MgO 样品, 在室温下恒速搅拌 12 h 后, 取少量上层清液, 用 EDTA 滴定清液中 $\text{Pb}(\text{II})$ 含量.

吸附动力学与等温吸附平衡实验装置如图 2 所示.

图 1 沉淀结晶反应器示意图. (a) 沉淀结晶反应器; (b) 循环水; (c) 温度计; (d) 温度控制器; (e, f) 搅拌器; (g) 滴液漏斗

图2 吸附动力学与吸附平衡测试装置示意图。(a) 磁力搅拌器; (b) 恒温水浴; (c) 温度控制器; (d) 锥形瓶; (e) 磁力转子

3 结果与讨论

3.1 MgO 及其前驱体的表征与分析

以 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 作为镁源、 Na_2CO_3 为沉淀剂、PEG-10000 为结构导向剂, 经沉淀结晶反应得到的 MgO 前驱体及经过不同温度焙烧所得 MgO 的 XRD 图谱如图 3 所示。从图 3(a)可以看出, MgO 前驱体在 13° 、 23° 、 30° 、 36° 和 47° 处具有明显的特征衍射峰; 与标准卡片(JCPDS 20-0669)相一致, 为具有单斜晶结构的三水碳酸镁, 分子式为 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。所制备的 MgO 前驱体的衍射峰峰型尖锐、强度较高, 具有良好的结晶度。图 3(b)为经不同温度焙烧所得 MgO 的 XRD 图谱。从图中可以看出, 经不同温度($\geq 500^\circ\text{C}$)焙烧, MgO 前驱体 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的特征衍射峰完全

消失, 相应地, 在 43° 与 62° 处出现明显的特征衍射峰; 所得到的强而尖锐的特征衍射峰归结为立方相的 MgO (JCPDS 45-0946), 伴随焙烧温度的升高(由 500°C 升高到 800°C), MgO 的特征衍射峰逐渐增强, 半峰宽逐渐变窄。由 Scherrer 公式^[18]计算得到, MgO 的晶粒尺寸分别为 8.3、9.6、14.6 和 27.7 nm。这是因为 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 生成 MgO 的临界温度范围一般为 $450\sim 500^\circ\text{C}$ ^[19]。当焙烧温度较低时($\leq 700^\circ\text{C}$), $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 刚刚达到热分解温度, 此过程中的 MgO 晶粒尺寸较小。然而, 随着焙烧温度的进一步升高, 生成的 MgO 晶粒发生烧结, 使得其晶粒尺寸急剧增大。

图 4(a)为 MgO 前驱体的热重分析曲线。由图中可以看出, MgO 前驱体在测量范围内存在两个失重区间: 360°C 以下失重约为 39.0%, 为 MgO 前驱体中结晶水的脱除导致; 第二失重区间为 $360\sim 490^\circ\text{C}$, 失重为 31.6%, 可以归因于 MgCO_3 的分解。当温度高于 500°C 时, MgO 前驱体完全转变为 MgO, 这可以由图 3(b)看出。图 4(b)是 MgO 前驱体的 FT-IR 谱图。对于 MgO 前驱体样品, 3426 和 3124 cm^{-1} 处的吸收峰来源于结晶水; CO_3^{2-} 不对称伸缩振动表现为 1516 和 1403 cm^{-1} 两个峰; 1104 cm^{-1} 处的峰则归因于 CO_3^{2-} 的对称伸缩振动; 位于 979 、 845 和 627 cm^{-1} 处的 3 个峰是由 CO_3^{2-} 的弯曲振动所致。该结果与相关文献^[20-22]报道一致。

图 5 为以 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为镁源、 Na_2CO_3 为沉淀剂、PEG-10000 为结构导向剂, 经沉淀结晶反应后所得 MgO 前驱体 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 及经 600°C 焙烧得到 MgO 的微观形貌。由图 5(a)可以看出, 所制备的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶体具有明显的六棱柱状结构, 表面光滑, 直径约

图3 MgO 前驱体(a)和经不同温度焙烧所得 MgO (b)的 XRD 图谱

图 4 MgO 前驱体的热重分析(a)与 FT-IR 谱图(b)

为 12 μm . 图 5(b)为所制备柱状 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的顶端局部放大图, 可以看出, 柱状的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 是由多个细小的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 微晶组装而成, 这一现象的存在可用层-层自组装原理^[23]来解释. 图 5(c)为经 600 $^{\circ}\text{C}$ 焙烧所得 MgO 的微观形貌, 可以看出, 经 600 $^{\circ}\text{C}$ 焙烧后所制备 MgO 晶体具有表面光滑的柱状形貌, 其长度约 70 μm 、直径约 8 μm . 图 5(d)是对六棱柱状 MgO 顶端的局部放大图, 可以看出, 与未焙烧样品相比, 经 600 $^{\circ}\text{C}$ 焙烧 MgO 柱的顶端表面光滑, 产生这一现象的原因在于焙烧过程中的烧结现象.

$\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 在晶体生长阶段的层-层自组装机理如图 6 所示: 在反应初始阶段, Na_2CO_3 与 MgCl_2 反应生成细小的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 微晶, 由于结构导向剂 PEG-10000 的存在, 生成的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 微晶在其表面做定向排列; 随着反应的进行, 在 PEG-10000 表面做定向排列的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 微晶生长成 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

图 6 六棱柱状 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 生成过程示意图

晶棒; 此时, 溶液中的 PEG-10000 又在 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶棒表面做定向排列; 在结构导向剂的作用下较小的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶棒相互结合, 形成了具有六棱柱状形貌的 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶体; 经 600 $^{\circ}\text{C}$ 焙烧后得到具有六棱柱状形貌的 MgO.

经不同温度焙烧所得 MgO 的比表面积和活性(变色时间)与焙烧温度的关系如图 7 所示. 从图中可以看出, 随着焙烧温度的升高, MgO 的比表面积呈下降趋势; 其变色时间逐渐增加, 相对应的活性下降. 当焙烧温度低于 700 $^{\circ}\text{C}$ 时, MgO 的比表面呈现缓慢减小的趋势, 数值维持在 55 m^2/g 以上, 变色时间小于 18 s; 随着焙烧温度达到 800 $^{\circ}\text{C}$, MgO 的比表面积急剧减小(约 30 m^2/g), 变色时间长达 35 s. 这是由于焙烧温度高于 800 $^{\circ}\text{C}$ 时, 较小粒径的 MgO 发生明显的烧结, 从而导致 MgO 的比表面积和活性显著下降.

3.2 氧化镁吸附能力的分析

将 600 $^{\circ}\text{C}$ 焙烧所得六棱柱状 MgO 放入初始浓度为 100 mg/L 的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液后, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 浓度随时间

图 5 MgO 前驱体 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (a, b)与经 600 $^{\circ}\text{C}$ 焙烧所得 MgO (c, d)的微观形貌

图7 经不同温度焙烧 MgO 的比表面积和变色时间与焙烧温度的关系

图8 MgO 吸附能力随时间的变化曲线

变化的关系曲线如图8所示. 从图中可以看出, MgO 对 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的吸附性能良好, 这与 MgO 的高比表面有直接的联系; 在吸附反应进行到 10 min 时, 溶液中约 65% 的 Pb(II) 被迅速吸附到 MgO 表面, 在反应进行到 2 h 时, 溶液中的 Pb(II) 几乎被完全吸附.

为了进一步研究 MgO 的吸附能力, 将 0.05 g 经 600 °C 焙烧的 MgO 样品分别加入到不同浓度的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中吸附 12 h, 测定其吸附性能, 结果如图9所示. 从图中可以看出, 柱状 MgO 对 Pb(II) 的吸附符合 Langumir 等温吸附模型, 拟合相关度为 0.9972, 由此可以看出, MgO 对 Pb(II) 的吸附接近于单分子层吸附, 饱和吸附量为 390 mg/g.

图9 Langumir 吸附模型拟合曲线(a)与 MgO 对 Pb(II) 吸附等温线(b)

4 结论

以 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为镁源、 Na_2CO_3 为沉淀剂、PEG-10000 为结构导向剂, 采用沉淀结晶法得到 MgO 前驱体 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 经 600 °C 焙烧制备了具有六棱柱状结构的 MgO. 所制备的 MgO 具有较高的比表面积和良好的吸附活性. 以 100 mg/L 的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液模拟工业废水, 对具有六棱柱状形貌的 MgO 吸附性能做进一步研究. 结果表明, 所制备的六棱柱状形貌 MgO 具有良好的吸附性能; 使用不同浓度的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液对具有六棱柱状形貌 MgO 的吸附能力进行研究, 结果表明, 所制备的具有六棱柱状形貌的 MgO 对 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的吸附符合 Langumir 等温吸附, 饱和吸附量为 390 mg/g.

致谢 本工作得到国家高技术研究发展计划项目(863 项目, 2012AA061602)、高等学校博士学科点专项科研基金(20121401120012)和山西省环保厅环保科研课题(2012H08)资助, 特此一并致谢.

参考文献

- 1 Machida M, Mochimaru T, Tatsumoto H. Lead(II) adsorption onto the graphene layer of carbonaceous materials in aqueous solution. *Carbon*, 2006, 44: 2681–2688
- 2 张淑琴, 童仕唐. 活性炭对重金属离子铅镉铜的吸附研究. *环境科学与管理*, 2008, 3: 91–94
- 3 雒和敏, 曹国璞. 活性炭对含铅废水吸附特性研究. *环境工程学报*, 2010, 4: 373–376
- 4 郝建文, 柴多里, 杨保俊. 片状纳米氢氧化镁吸附铅离子吸附平衡与动力学. *硅酸盐通报*, 2012, 31: 1127–1132
- 5 Liu YY, Jiang J, Gao MR, Yu B, Mao LB, Yu SH. Phase transformation of magnesium amorphous calcium carbonate (Mg-ACC) in a binary solution of ethanol and water. *Cry Growth Des*, 2013, 13: 59–65
- 6 Cheng WT, Li ZB. Controlled supersaturation precipitation of hydromagnesite for the $\text{MgCl}_2\text{-Na}_2\text{CO}_3$ system at elevated temperatures: Chemical modeling and experiment. *Ind Eng Chem Res*, 2010, 49: 1964–1974
- 7 孙淑英, 宋兴福, 张登科, 赵盼盼, 孙玉柱, 于建国. 废弃水氯镁石反应结晶制备高纯氢氧化镁. *环境科学与技术*, 2010, 33: 298–300
- 8 Sevonkaev I, Matijević E. Formation of magnesium fluoride particles of different morphologies. *Langmuir*, 2009, 25: 10534–10539
- 9 王宝和, 张伟, 张文博, 范方荣. 溶剂置换干燥法制备纳米氧化镁粉体的研究. *盐业与化工*, 2006, 35: 13–16
- 10 尹红军, 邓天龙, 李栋婵. 盐湖卤水资源锂镁分离提取的研究进展. *无机盐工业*, 2009, 41: 1–4
- 11 彭卿, 李亚栋. 功能纳米材料的化学控制合成、组装、结构与性能. *中国科学 B 辑: 化学*, 2008, 39: 1028–1052
- 12 李乐乐, 孙聆东, 张亚文, 严纯华. 功能模板导向的自组装合成介孔结构有机/无机复合材料. *中国科学 B 辑: 化学*, 2009, 39: 1314–1323
- 13 Kang ES, Takahashi M, Tokuda Y, Yoko T. Template-free magnesium oxide hollow sphere inclusion in organic-inorganic hybrid films via sol-gel reaction. *Langmuir*, 2006, 22: 5220–5223
- 14 Narottam S, Apurba S, Biplab R, Hari CB, Indrajit M, Asit BP. Preparation of MgO nano-rods with strong catalytic activity via hydrated basic magnesium carbonates. *Mater Res Bull*, 2011, 46: 2163–2167
- 15 Cao CY, Qu J, Wei F, Liu H, Song WG. Superb adsorption capacity and mechanism of flowerlike magnesium oxide nanostructures for lead and cadmium ions. *ACS Appl Mater Interfaces*, 2012, 4: 4283–4287
- 16 Sutradhar N, Sinhamahapatra A, Pahari SK, Pal P, Bajaj HC, Mukhopadhyay I, Panda AB. Controlled synthesis of different morphologies of MgO and their use as solid base catalysts. *J Phys Chem C*, 2011, 115: 12308–12316
- 17 王宝和, 范方荣, 张文博, 崔丹丹, 景殿策. 煅烧工艺对纳米氧化镁粉体活性的影响. *无机盐工业*, 2005, 37: 15–16
- 18 Klug HP, Alexander LE. *X-Ray Diffraction Procedures: For Polycrystalline and Amorphous Materials*. New York: Wiley, 1974
- 19 Gao G, Xiang L. Emulsion-phase synthesis of honeycomb-like $\text{Mg}_5(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ micro-spheres and subsequent decomposition to MgO. *J Alloys Comp*, 2010, 495: 242–246
- 20 Rao TR, Chohan VS. Kinetics of thermal decomposition of hydromagnesite. *Chem Eng Technol*, 1995, 18: 359–363
- 21 Botha A, Strydom CA. DTA and FT-IR analysis of the rehydration of basic magnesium carbonate. *J Therm Anal Calorim*, 2003, 71: 987–996
- 22 Zhang ZP, Zheng YJ, Ni YW, Liu ZM, Chen JP, Liang XM. Temperature- and pH-dependent morphology and FT-IR analysis of magnesium carbonate hydrates. *J Phys Chem B*, 2006, 110: 12969–12973
- 23 刘欢, 翟锦, 江雷. 纳米材料的自组装研究进展. *无机化学学报*, 2006, 22: 585–597
- 24 郑荣光, 王芳. 氢氧化镁处理含铅废水的研究. *无机盐工业*, 2000, 32: 26–27

Synthesis of magnesium oxide assisted by PEG-10000 and adsorption capacity for lead solution

CHENG WenTing¹, BO QiuFang¹, CHENG FangQin^{1*}, XU Tao²

1 State Environmental Protection Key Laboratory on Efficient Resource-utilization Techniques of Coal Waste; Institute of Resources and Environment Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006, China

2 Technology Center of Nafine Chemical Industry Group CO., LTD., Yuncheng 044000, China

*Corresponding author (email: cfangqin@hotmail.com)

Abstract: A novel hexagonal columnar MgO was synthesized by precipitation method assisted by structure director (PEG-10000). Experiment results show that this hexagonal columnar structure can be explained by self-assemble with layer by layer. The precursor of MgO was nesquehonite, and MgO with large surface area ($> 55 \text{ m}^2/\text{g}$) was obtained after calcination at 600°C . The adsorption performance of hexagonal columnar MgO was also studied in lead solution, and saturated adsorption was 390 mg/g . The results of adsorption are conformed to Langmuir model, which mean that the novel hexagonal columnar MgO has a high adsorption performance.

Keywords: hexagonal columnar MgO, nesquehonite, precipitation, structure director, layer-by-layer self-assemble