

MOFs 材料对木材干燥释放 VOCs 的吸附 及其对丙酮荧光猝灭性能的研究

胡子维¹, 张晓涛^{1,2*}, 王喜明^{1*}

(1. 内蒙古农业大学材料科学与艺术设计学院 呼和浩特 010018; 2. 内蒙古农业大学理学院呼和浩特 010018)

摘要: 木材加工干燥过程中会释放大量挥发性有机化合物(VOCs), 而室内空气污染的主要来源是家庭装修常用的人造板及木制品等在其使用过程中释放的 VOCs, 会引发头痛、睡眠障碍等疾病, 浓度超过标准时有致癌的风险。因此, 对 VOCs 的治理研究具有重要意义。本研究制备了 Mg-MOFs-IMA-1、Mg-MOFs-IMA-2、La-MOFs、Ce-MOFs、Nd-MOFs、Tb-Mg-MOFs 和 Eu-Mg-MOFs 材料, 对国产樟子松在干燥过程中所释放的四种具有代表性的 VOCs 苯、 α -蒎烯、 β -蒎烯和四氯化碳的吸附性能及其对丙酮荧光探针环境监测性能进行研究。以碱土金属镁作为金属中心, 分别以异烟酸和 2, 2'-联吡啶-4, 4'二羧酸作为有机配体, 成功构筑出首例新型微米级的三维单晶吸附材料 Mg-MOFs-IMA-1 和 Mg-MOFs-IMA-2, 两种材料均表现出对苯、 α -蒎烯、 β -蒎烯和四氯化碳具有良好的吸附效果。尤其是 Mg-MOFs-IMA-2 对苯和 β -蒎烯效果最好, 吸附量分别为 182.26 mg/g 和 144.42 mg/g。以稀土金属 La³⁺、Ce³⁺、Nd³⁺为离子中心, 甲基- α -D-吡喃半乳糖苷和邻苯二甲酸酐为配体进行分子重排和配位自组装, 合成了一系列吸附容量大、吸附效果好、无毒无害、回收成本低、可多次回收、操作简单、结构稳定、无二次环境污染的 La-MOFs、Ce-MOFs、Nd-MOFs 智能吸附材料。完全满足智能吸附 α -蒎烯、 β -蒎烯、苯、四氯化碳的设计要求, La-MOFs 对 α -蒎烯气体的最大吸附量为 178.7220mg/g, Ce-MOFs 和 Nd-MOFs 对苯的最大吸附量为 128.98mg/g 和 132.22mg/g。稀土元素修饰的 MOF 材料兼具了 MOF 孔隙率高、比表面积大和光致发光的优点, 在荧光传感方面易于诱导发光, 在荧光检测 VOC 的领域表现出良好的应用前景。以异烟酸为有机配体, 镁离子为金属中心, 加入 Eu³⁺和 Tb³⁺制备了 Tb-Mg-MOFs 和 Eu-Mg-MOFs, 丙酮环境下在紫外光 254nm 具有荧光猝灭效果, Eu-Mg-MOFs 加入丙酮后发光强度减弱或局部猝灭, 当丙酮挥发后, 由于两者间存在相互作用而并非简单的物理吸附, Eu-Mg-MOFs 无法完全恢复荧光性。Tb-Mg-MOFs 加入丙酮后发光强度显著减弱。当丙酮挥发后, Tb-Mg-MOFs 在 7min 后完全恢复荧光性, 具有良好的重现性, 在荧光探针领域具有优秀的应用的潜力。本研究对吸附木材干燥过程释放的 VOCs 和丙酮荧光探针提供了新的制备方案, 并为解决室内空气污染的潜在污危害提供了新策略。

关键词: 木材干燥, 金属有机骨架化合物, 吸附, VOCs, 丙酮, 荧光猝灭