矿物改良剂在重金属污染土壤修复中的应用  
———湖南株洲地区 Cd、Pb 污染土壤的修复实验  
廖立兵，姜浩，何茂乾，梁树平，龙梅，王军玲，杜高翔

（ 中国地质大学 材料科学与工程学院，北京 100083 ）

本文介绍了我国土壤重金属污染现状及重 金属在土壤中的存在状态。就石灰、磷酸盐、沸 石等无机矿物作为改良剂原位修复重金属污染 土壤的改良效果、改良作用机制、存在问题及国 内外研究进展做了简要综述，并对此方面研究的 未来趋势提出展望。

以海泡石、膨润土和生石灰为修复材料，对 湖南株洲地区重金属元素 Cd、Pb 污染农田土壤 进行了室内修复实验。土壤样品采自株洲冶炼 厂西9 km处。用于土壤修复的材料要求Cd、Pb 元素含量尽可能低。 经过筛选，采用了湖南常德 市澧县大堰当镇产膨润土、河北产海泡石和北京 益利精细化学品有限公司提供的生石灰为修复 材料。 设计了3 因素（ 膨润土、海泡石和生石灰3 种修复材料） 、4 水平（ 4 种添加量） 的正交实验， 共获得16 组配方。 每种配方都进行了种植小白 菜的盆栽实验。 小白菜种植前和收割后，对每组 配方土壤进行了 Cd、Pb 含量及 pH 测定。 对种植 的小白菜进行了 Cd、Pb含量测定。

盆栽小白菜的正交实验结果表明，海泡石、 膨润土、石灰对小白菜中Cd和Pb含量的影响顺 序均为：膨润土 >海泡石 > 石灰；在实验条件下, 对降低小白菜中 Cd 含量，最优土壤修复配方为: 膨润土 60 g,海泡石20 g,石灰8 g；对降低小白菜 中 Pb 含量,最优土壤修复配方为: 膨润土 60 g, 海泡石40 g,石灰8 g。

对于Cd含量为1. 23 Rg/g、Pb含量为136. 7 Mg/g的土壤，当每10 kg 土壤添加膨润土60 g、海 泡石20 g、石灰6 g时，种植的小白菜中Cd含量 为 0. 154 Mg/g,Pb 含量为 0. 141 Mg/g。 与未修复 土壤的实验结果对比,小白菜中 Cd 含量降低 61%,Pb 含量降低46%。

研究认为,海泡石、膨润土、石灰通过孔道吸 附、表面吸附和层间阳离子的交换作用吸附Cd、 Pb，以及通过提高土壤pH值,从而改变Cd、Pb的 形态，使Cd、Pb发生沉淀或共沉淀，降低其生物 有效性和迁移性的途径对土壤进行修复。

基金项目: 中国地质调查项目“长江流域主要重金属元素地球化 学特征与生态效应评价”子课题“株洲重金属污染土壤修复研 究”资助

作者简介:廖立兵,男,48 岁,教授,矿物材料专业. E-mail: lbliao @ cugb. edu. cn