
重金属界面吸附过程及分子形态研究取得系列进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9219.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

土壤是重金属的源和汇。重金属进入土壤后，与各种土壤组分发生物理、化学和生物反应，决定着重金属在土-液界面的反应行为，从而影响其在环境中的毒性。开展重金属在土壤组分上宏观吸附热力学、动力学行为和分子机制的研究是评价重金属环境行为的基础。

中国科学院水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室研究员方临川团队联合同步辐射光源X-射线吸收精细结构光谱（XAFS、 μ XAFS）、等温滴定微量热（ITC）等多种分子技术研究了重金属在土壤多种活性组分（细菌、矿物、腐殖酸及其复合体）表面吸附的过程及其分子形态。近日，该团队在环境类期刊Environmental Science Technology和Environmental Pollution先后发表研究论文3篇，通讯作者为方临川及谭文锋。研究获得以下进展：

1、揭示了土壤腐殖酸吸附重金属的分子机制

采用等温滴定量热（ITC）和X射线吸收精细光谱（XAFS）等技术，结合非理想竞争吸附（NICA）模型计算，明确了铜与腐殖酸不同类型官能团结合的热力学参数、作用机制及其络合物稳定性的差异，揭示了Cu主要与羧基形成双齿配位络合物吸附在腐殖酸上。该研究结果可更好地预测重金属离子在土壤中的化学形态，为土壤重金属环境标准、土壤修复、污染风险评估等提供参考。该研究成果以Proton and copper binding to humic acids analyzed by XAFS spectroscopy and isothermal titration calorimetry 为题发表于Environmental Science Technology。博士研究生徐晋玲为第一作者，方临川、谭文峰为共同通讯作者。

2、阐明了野生抗性细菌吸附重金属的分子机制

通过从铅锌矿区污染土壤中筛选出的能耐受高浓度铅的野生抗性菌，利用表面络合模型（DLM）和ATR-FTIR光谱初步确定了Pb(II)的主要结合基团为羧基和磷酸基。在此基础上，研究采用等温滴定量热法（ITC）分析了结合的配位类型，再进一步通过X射线吸收精细结构（XAFS）光谱解析了铅原子的配位原子和键长等分子结构信息。该研究结合团队成员前期关于铅结合特异性蛋白-鞭毛蛋白的相关发现，最终揭示了Pb(II)在该野生抗性菌表面可能存在的分子结构。该研究结合宏观及微观技术手段，从分子层面揭示了金属离子在野生抗性菌表面的结合机制，发现了鞭毛蛋白在有毒有害金属离子结合中的关键作用，为环境污染修复菌种的筛选与基因工程菌的构建提供了指导。该研究结果以Lead binding to wild metal-resistant bacteria analyzed by ITC and XAFS spectroscopy 为题发表在Environmental Pollution。博士研究生陈寒松为第一作者，方临川为通讯作者。

3、明确了铅在水铁矿-细菌复合体表面的分配及分子形态

利用在活细菌存在下合成水铁矿-细菌复合体样品，利用表面络合模型（DLM）初步判定铅离子在复合体表面的结合位点，再通过等温滴定量热法（ITC）分析配位类型及反应驱动因子，最后结合X射线吸收精细结构（XAFS）光谱

及微区荧光图谱（ μ -XRF）揭示铅离子在水铁矿-细菌复合体表面的空间分布及分子结构特征。该研究结合宏观及微观技术手段，从分子层面揭示了金属离子在矿物-微生物界面的结合机制，进一步

明确了地球关键带中一些微生物富集区的有毒有害金属的归趋行为。该研究成果以Molecular Mechanisms of Lead Binding to Ferrihydrite ? Bacteria Composites: ITC, XAFS, and μ -XRF Investigations 为题发表于Environmental Science Technology。博士研究生陈寒松为第一作者，方临川为通讯作者。

以上研究均以黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室为第一完成单位，并且得到国家自然科学基金（41425006，41571314，41977031）、中科院西部之光项目（XAB2016A03）以及黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室青年团队（A314021403-Q1）等共同资助。

论文链接：[123](#)

研究团队单位：水土保持研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](#)转发