**2025年度湖北省自然科学奖公示信息**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 南方红壤区土壤矿物形成演化与重金属形态调控 |
| 提名单位 | 华中农业大学 |
| 提名意见 | （不超过600字，如实对科学发现点的原创性、科学价值、国内外自然科学界公认度以及推动学科发展的作用进行概述。若填写数据，请慎重，公示后数据不可更改）该项目在国家自然科学基金、国家重点研发计划和国际合作欧盟Erasmus+等项目资助下，由谭文峰教授带领团队成员历时20余年完成。他们长期从事土壤矿物学和界面化学研究，围绕土壤矿物转化和重金属形态调控，创建了土壤活性矿物多尺度结构分析方法，明确了土壤铁、锰矿物结构、形成转化特征与地带性分布规律；明确了土壤矿物形貌、结构和有机质官能团影响重金属固定的分子机制，阐明了土壤无机有机组分互作及其对重金属形态转化的影响机制，量化了土壤活性组分对土壤重金属固定的贡献；创新了土壤胶体表面吸附理论，拓展了重金属多界面形态预测模型，以此为基础发展了重金属形态调控技术，构建了土壤重金属精准修复体系，实现了我国南方红壤区中、轻度重金属污染土壤“边生产、边修复”的安全利用。拟申报成果具有显著的原创性，对实现耕地安全利用和保障国家粮食安全具有重要的指导意义和潜在应用价值。对照自然科学奖授奖条件，决定提名该项目为2025年度湖北省自然科学奖一等奖。 |
| 项目简介 | 南方红壤区是我国重要粮食主产区，该区域土壤多呈酸性、重金属活性高，面临着严峻的土壤重金属污染问题，给我国耕地保护与粮食安全生产带来严峻挑战。土壤活性矿物（如铁、锰氧化物）比表面积 大、吸附能力强，是南方红壤区重金属固定的关键组分，控制着重金属的环境行为。因此，以土壤活性矿物的结构特征和转化过程为关键、土壤重金属形态调控为核心，揭示土壤活性组分固定重金属的分子机制，研发污染土壤精准修复技术体系，是农田土壤重金属污染防治和粮食安全保障亟需解决的重大基础理论问题。基于上述国家重大需求和学科前沿问题，该团队自2002年开始，创新了土壤活性矿物分析方法，量化了土壤多组分固定重金属的分子机制，研发了土壤重金属形态调控技术与精准修复体系。主要原创性成果如下：（1）创新了土壤活性矿物多尺度结构分析方法：国际上首创四元一次线性方程组法，系统剖析了我国南方可变电荷土壤中氧化铁的类型和含量；结合选择性溶提和示差粉末X射线衍射技术，率先在国内鉴定出土壤及其铁锰结核中锰矿物类型，首次实现了钙锰矿和锂硬锰矿的常压形成，并提出钙锰矿生物-化学耦合形成的新观点。从而突破了土壤活性矿物结构形成与转化表征的方法瓶颈，推动了土壤矿物学的发展。（2）量化了土壤活性组分对重金属固定的贡献与分子机制：土壤活性组分（矿物、有机质、微生物）种类繁多、组成复杂、异质性高，其表面重金属固定过程与分子作用机制的量化一直是重金属形态调控的难点。我们结合同步辐射X射线和荧光等多种先进光谱技术，明确了土壤矿物形貌和结构对重金属固定的影响机制，阐明了土壤无机-有机组分相互作用及其对重金属形态转化的影响过程，量化了土壤活性组分界面对重金属固定的贡献与分子机制。这些结果创新了土壤化学表面吸附理论，为土壤重金属形态预测与污染控制策略提供了重要参数。（3）构建了污染土壤重金属形态调控技术与精准修复体系：针对我国南方红壤区不同土壤类型和土地利用方式，我们拓展了重金属多界面形态分布预测模型，在国际上首次将模型从富有机质土壤应用到富氧化物土壤；构建了以重金属形态转化调控为技术核心的“一地一策”精准修复策略，开发了集成环境、社会和经济效益综合评价的重金属污染土壤修复技术平台，实现了中、轻度重金属污染土壤“边生产、边修复”的安全利用。项目围绕土壤矿物转化和重金属形态调控发表学术论文200余篇，其中专业顶刊Environmental Science & Technology 24篇，Geochimica et Cosmochimica Acta 23篇；5篇代表性论文他引527次，单篇最高被引304次。后续研究获得国家自然科学基金重点项目、重点国际合作项目和科技部重点研发计划等资助。鉴于项目团队持续创新，第一完成人获国家杰出青年基金资助，项目组获批湖北省自然科学基金创新团队；团队成员相继入选中组部“万人计划”领军人才、教育部新世纪优秀人才支持计划、科技部中青年科技创新领军人才、农业农村部“神农英才”计划、“武汉英才”产业领军人才等各类省部级人才计划10余人次；相关学位论文获教育部“全国优秀博士学位论文”1人次、“全国优秀博士学位论文”提名奖1人次。 |
| 主要完成人（完成单位） | 数量不超过提名等级规定的上限，按贡献大小从左至右、从上到下顺序排列。名字间用“、”号隔开。谭文峰（华中农业大学）、冯雄汉（华中农业大学）、熊娟（华中农业大学）、方临川（西北农林科技大学）、汪明霞（华中农业大学） |
| 代表性论文（专著）目录 |
| 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（ 年 月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 | 是否国内期刊，如是，请填写CN号 |
| 1 | Adsorption and redox reactions of heavy metals on synthesized Mn oxide minerals? /Environmental pollution /Xiong Han Feng, Li Mei Zhai, Wen Feng Tan, Fan Liu, Ji Zheng He | 2007.147:366-373. | 2006-05-24 | Fan Liu | Xionghan Feng | 翟丽梅, 谭文峰, 贺纪正 | 225 | SCIE，CSCD | 否 | 否 |
| 2 | Lead binding to soil fulvic and humic acids: NICA-Donnanmodeling and XAFS spectroscopy/ Environmental Science Technology /Juan Xiong, Luuk K. Koopal, Wenfeng Tan, Linchuan Fang, Mingxia Wang, Wei Zhao, Fan Liu, Jing Zhang, Liping Weng | 2013.47(20):11634-11642. | 2013-09-16 | Wenfeng Tan | Juan Xiong | 方临川, 汪明霞, 赵巍, 刘凡, 张静, 翁莉萍 | 92 | SCIE，CSCD | 是 | 否 |
| 3 | Mechanisms of soil humic acid adsorption onto montmorillonite and kaolinite. /Journal of Colloid and Interface Science / Hongfeng Chen, Luuk Koopal, Juan Xiong, Marcelo Avena, Wenfeng Tan. | 2017, 504：457–467. | 2017-05-23 | Wenfeng Tan | Hongfeng Chen | 熊娟, | 105 | SCIE，CSCD | 是 | 否 |
| 4 | Elemental composition and geochemical characteristics of iron-manganese nodules in mainsoils of China /Pedosphere/Wenfeng Tan, Fan Liu, Yonghua Li, Hongqing Hu, Qiaoyun Huang | 2006, 16(1):72-81. | 2006-02-01 | Fan Liu | Wenfeng Tan | 李永华, 胡红青, 黄巧云 | 62 | SCIE，CSCD | 否 | CN 32-1315/P |
| 5 | Quantitative analysis of Pbadsorption on sulfhydrylmodified biochar /Biochar/Juan Xiong, Mengge Zhou,Chenchen Qu, Daohai Yu, Chang Chen, Mingxia Wang, Wenfeng Tan | 2021. 3: 37-49. | 2021-01-03 | Wenfeng Tan | Juan Xiong | 周梦鸽,渠晨晨, 于道海, 陈畅, 汪明霞 | 43 | SCIE，CSCD | 否 | CN 21-1615/S |