

# 陕西省环境保护科学技术奖申报 项目公示材料

## 一、项目基本情况

**项目名称：**土壤中持久性自由基的产生机制与环境效应

**主要完成人：**祝可成；贾汉忠；王艳华；张弛；贾志峰；代允超；  
陈娜；李彦霏；王志强

**主要完成单位：**西北农林科技大学，陕西师范大学，长安大学

**申报等级：**特等奖

**联系人及电话：**贾志峰 15829012186

## 二、主要完成人情况

**姓名：**贾志峰

**性别：**男

**民族：**汉

**政治面貌：**中共党员

**最高学历：**博士研究生

**职务职称：**副教授

**手机号：**15829012186

**电子邮箱：**409538088@chd.edu.cn

**工作单位：**长安大学

**通讯地址：**陕西省西安市雁塔区育才路中段长安大学本部东院

**对本项目主要技术贡献：**主要以黄土丘陵沟壑区为典型研究区域，开展了土壤中微塑料等有机污染物污染特征、环境风险及持久性自由基的作用研究。

## 三、项目简介

**所属科学技术领域：**本项目属于土壤学、环境科学和化学等交叉学科技术领域

**主要内容：**土壤持久性自由基（Persistent free radicals, PFRs）是指带有未配对电子的有机分子或基团。相较于传统认识的瞬时自由基（如 $\cdot\text{OH}$ ），PFRs具有较长的寿命和较强的顺磁稳定性，且更易随着介质进行迁移而增加生物体的暴露水平。基于其反应活性（如诱导产生活性氧的能力），PFRs会诱发生物系统的氧化应激反应，引起细胞和器官损伤，被认为是一类新型的环境风险物质。目前，环境介质中PFRs的存在及其环境效应引起了国内外科研人员的广泛重视，有关PFRs的环境地球行为已成为研究的热点。然而，之前的相关研究主要聚焦于焚烧飞灰和大气颗粒物，对于常温常压下土壤生态系统中PFRs的生成、积累和命运认识不足。为此，本项目系统探讨土壤中PFRs的形成过程与稳定机制、反应活性与氧化潜能、潜在毒性与生态风险等关键科学难题，为评估PFRs的环境行为与效应提供科学与技术支撑。主要内容如下：（1）明晰土壤中PFRs的赋存特征与形成机制；（2）揭示土壤中不同类型PFRs的反应活性与关键控制因子；（3）探明PFRs对土壤生态系统的毒性效应与解毒策略。

**创新程度：**（1）发现并报道了多种土壤环境介质上PFRs的存在及赋存特征，从分子水平上解析了土壤微观界面PFRs的形成与稳定机制，明确了影响和调控PFRs转化和累积的关键因子。土壤中PFRs的发现是环境科学领域新认知。这部分工作的开展对认识土壤中PFRs的形成过程、环境稳定性和转化规律具有重要的科学意义，对诠释和调控有机污染土壤中PFRs的污染程度具有重要的指导作用，同时为场地风险评估和预测提供了重要的理论基础。（2）揭示了

土壤环境中PFRs诱导产生活性氧的界面过程与转化路径，明确了PFRs丰度、类型和赋存方式与其反应活性的关系，揭示了土壤中PFRs对氧化潜能的贡献。本工作为PFRs的潜在毒性提供了直接证据，降低了以往对于有机污染物转化形成与外源添加物所携带PFRs的风险识别的不确定性，是避免土壤中PFRs污染错判和漏判的重要依据。（3）证实了土壤环境中PFRs反应活性与毒性效应的关系，揭示了土壤生化指标（如酶活性和微生物群落）响应PFRs胁迫的内在机制，阐明了PFRs对土壤动物和植物的致毒途径以及生物体的解毒策略。该工作解析了土壤环境中活性物质的形成过程与调控方法，为认识PFRs在污染物转化过程的潜在贡献、并客观全面评估PFRs的环境效应提供科学依据，为土壤中有机污染物的去除提供新的思路，为开发高效、绿色、低成本的土壤污染修复技术提供必要的理论支撑。

#### 四、代表性论文专著

Zhifeng Jia, Wei Wei, Yanhua Wang, Yingjie Chang, Rui Lei, Yanhong Che, 2024. Occurrence characteristics and risk assessment of microplastics in agricultural soils in the loess hilly gully area of Yan' an, China. *Sci Total Environ*, 912: 169627.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169627>.