附件1

**中国科学院南京土壤研究所**

**2019年“大学生创新实践训练计划”项目申报方向**

**方向1：**水稻磷高效关键基因的鉴定与功能分析

**指导教师：**沈仁芳

水稻是中国较为重要的粮食作物，目前水稻生产中由于磷肥低效，而过度施用磷肥，造成环境污染，因而，培育磷高效利用的水稻品种迫在眉睫。前期通过四年的大田筛选得到了两个磷高效品种和两个磷低效品种。因此，拟以这4个水稻品种为研究对象，利用植物生理学，分子生物学，遗传学等一系列技术手段，找到控制水稻磷高效的关键基因，并对其功能进行分析。

**方向2： 腐殖酸-微生物协同修复铬污染场地**

**指导教师：宋昕 研究员**

我国铬渣堆周边的土壤和地下水污染问题严重，所造成的环境风险相当严峻。目前铬污染场地的原位微生物修复具有绿色可持续性，成为国内外研究的热点。然而原位微生物修复技术具有修复周期长的局限性，为提高原位微生物修复效率，本课题拟研发腐殖酸-微生物协同修复技术，利用腐殖酸丰富的还原性官能团将六价铬还原为三价铬，同时为土著微生物提供碳源并强化其代谢能力，研究腐殖酸-微生物协同修复铬污染的效果及协同机制，并探讨环境因子对协同体系去除Cr(VI)的影响，为铬污染场地的微生物修复提供技术支撑。

**方向3： 土壤蛋白组学技术开发**

**指导教师： 兰平**

随着土壤宏基因组学发展，作为后基因组时代的土壤宏蛋白质组学越来越受到关注。土壤宏蛋白质组学的研究对于碳氮磷的生物地球化学循环以及土壤有机质积累的研究具有重大理论意义，可将蛋白信息与相关的生态系统过程联系起来。但是，土壤蛋白含量少，样品复杂程度高，极大限制了土壤蛋白的分离提取和进一步分析。因此，通过改进和优化土壤蛋白的提取技术，得到高浓度的蛋白是土壤宏蛋白质组学研究的前提条件。本项目将指导大学生开展土壤蛋白组学技术开发方面的科学研究。

**方向4： 烟稻轮作区农田生态环境定位监测**

**指导教师： 李德成 研究员**

烟稻轮作是我国南方一些地区主要的农业种植模式之一。良好的生态环境条件是保障该类农田土壤可持续利用的关键。本项目拟在我国烟稻轮作最典型的湖南郴州，通过选择代表性农田，建设定位监测站点，开展涵盖水体、土壤、大气沉降、作物、肥料、农药等要素的监测活动，旨在建立标准的监测指标数据库，分析农田生态环境的要素的演变特征及其影响因素，并尝试建立多尺度预警模型，服务于指导当地的烟稻轮作模式的可持续性。

**方向5： 土壤重金属污染修复**

**指导教师： 周静**

随着我国经济社会的快速发展，有毒化学物，尤其是重金属通过多种途径进入土壤，导致我国土壤环境面临前所未有的挑战。继“镉大米”事件后，小麦镉污染（“镉小麦”）再次引起人们对农用地土壤重金属污染和粮食安全问题的广泛关注。因此，结合我国耕地重金属污染现状，项目将通过原位钝化技术、低吸收作物栽培、农艺调控措施等手段降低小麦对重金属的吸收，实现重金属污染耕地“边生产边修复”，形成可复制、易推广的弱碱性农田土壤重金属污染综合防治与修复技术集成模式。

**方向6：微生物膜胞外电子传递特征及其在多环芳烃降解中的作用**

**指导教师：王 芳**

多环芳烃类持久性有机污染物广泛存在于土壤中，由于其水溶性低、吸附强、难降解，给土壤安全和人体健康带来极大风险。微生物修复是环境污染修复的主要方式之一。微生物通过合成分泌胞外聚合物并聚集形成生物膜，利用微生物膜进行PAHs污染修复备受研究者关注。胞外电子传递是微生物膜进行氧化还原反应的重要驱动力，在污染物迁移转化过程中具有重要作用。本研究围绕降解菌生物膜胞外电子传递及其与PAHs降解动力学的耦合关系，从生物电化学角度探讨微生物膜高效降解PAHs的过程和机制，为微生物修复土壤PAHs污染提供理论和技术支持。

**方向7： 土壤水分测定与数学建模**

**指导教师： 潘喜才 研究员**

土壤水分测定对于农田土壤墒情监测预报和精准灌溉至关重要。通过测量土壤介电特性获取水分含量的方法广泛应用于生产和生活当中。然而由于自然界中土壤复杂多变，从而导致常规的介电法测定土壤含水量的准确有待进一步提高。本研究项目主要利用时域反射仪观测电磁波在土壤中的传输信号，通过分析电磁波信号特征，建立新的介电常数和含水量的关系模型，从而提高土壤含水量观测的准确性。本项目的申请人需要具有一定的数理基础，了解数学建模的优先。

**方向8：含氯有机污染物高级氧化修复技术机制与应用**

**指导教师： 晏井春**

利用过硫酸盐（PS）产生硫酸根自由基（SO4•-）降解含氯有机污染物是当前的研究热点。传统活化剂Fe2+应用pH值范围窄、副反应多，Fe0电子利用效率低和不能重复使用，无法满足修复需求。为此，本项目拟制备粒径、硫化程度和界面性质可控的高活性硫化亚铁（FeS）催化PS降解氯苯类化合物，实现FeS催化活性高、使用寿命长，并可以重复使用的目的。研究含氯有机污染物在FeS/PS体系的反应动力学、反应途径和电子传递等界面化学行为，厘清含氯有机污染物降解效率与其分子结构的关系，从分子尺度阐明FeS/PS体系电子传递、活性自由基产生和含氯有机污染物降解机制。

**方向9：土壤微生物多样性与生态功能**

**指导教师： 陈瑞蕊**

土壤微生物群落的稳定性和回复性是土壤微生物对环境胁迫抵抗力与受环境胁迫后回复力的综合表现，可以灵敏的表征土壤地力水平，也可用于微生物对地力响应的评价指标。利用长期不同施肥处理的土壤，进行短暂和持续两类胁迫，通过高通量测序，比较胁迫前后土壤微生物群落结构的分异度和恢复度，分析土壤微生物群落的抵抗力与回复力，综合反映不同地力水平下土壤微生物群落对外界干扰的响应。

**方向10： 耦合宇宙射线中子法和无人机遥感的土壤水分动态监测**

**指导教师： 李晓鹏**

在农业、水文、气象等领域关注的几十米至几千米的中小尺度上，由于土壤水强烈的空间变异性，点测量和高空遥感方法难以同时准确掌握土壤的宏观水量和空间分布信息。针对该问题，联合应用宇宙射线中子法与无人机遥感两项技术特点互补的中小尺度土壤水监测技术。利用无人机遥感的高空间识别能力优势，精确校正宇宙射线中子法中植被等近地氢源干扰；并利用后者宏观水量估算准确的优势，校准无人机遥感植被指数-热惯量法所得土壤水空间分布模型。通过技术融合，建立一种高精度、高空间分辨率的中尺度土壤水分动态监测新方法，推进对中小尺度土壤水分循环过程及机理的深入认识。

**方向11：多环芳烃污染土壤的电动强化-化学氧化协同修复技术研究**

**指导教师： 仓龙**

本课题针对原位氧化修复中氧化剂在土壤中输送困难和有机污染物去除效率不高的难题，提出利用电动力学来输送氧化剂（过硫酸盐和双氧水等），并通过电极效应和化学活化试剂来活化氧化剂提高其去除污染物的效率；通过考察电动力学对氧化试剂的迁移机制，研究不同控制条件（投加方式和电解液组分控制等）和活化方式（电极活化和化学活化等）下氧化剂的迁移行为和对有机污染物的氧化降解规律，实现场地污染土壤中多环芳烃的高效氧化降解。

**方向12： 大气沉降对土壤-作物系统镉铅循环过程的影响**

**指导教师： 胡文友**

目前，关于土壤和作物中重金属来源的研究较多，针对大气沉降对土壤-作物系统重金属富集的影响缺乏足够重视。以南京沿江流域土壤-作物-大气系统镉铅为研究对象，从农田生态系统镉铅多介质循环过程的动态观点出发，通过空间和地统计分析、大田微区试验、稳定同位素示踪、模型模拟等技术手段，在区域尺度和田间自然条件下研究大气沉降对土壤-作物系统镉铅循环过程的影响，阐明区域镉铅多介质富集的时空演变规律、来源及环境输入通量，揭示大气沉降对土壤-作物系统镉铅富集的影响及其贡献，并对区域土壤镉铅长期累积趋势进行预测预警。

**方向13： 基于机器学习的遥感大数据分析与建模**

**指导教师： 徐胜祥**

随着对地观测遥感大数据不断涌现，其数据维度的丰富性、传感器的多样化等特点使得传统的数据表达方式已不能满足实际应用需求。海量遥感数据处理、机器学习方法等已成为遥感大数据的研究热点。为快速地从遥感大数据中挖掘具有高价值的知识，实现分类、预测等任务，本研究重点关注两方面的问题：（1）基于单独的计算机或集群系统，如何设计一个用户友好的工作流模型，灵活、高效地实现遥感大数据的分析处理；（2）如何利用数学统计、优化方法对机器学习的参数进行优化，实现多种复杂的机器学习方法，高效的开展遥感大数据的建模预测。