

“场地土壤污染成因与治理技术”重点专项

2018 年度项目申报指南建议

(征求意见稿)

为贯彻落实《关于加快推进生态文明建设的意见》，按照《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》要求，科技部会同有关部门及地方，制定了国家重点研发计划“场地土壤污染成因与治理技术”重点专项实施方案。本专项结合《土壤污染防治行动计划》目标和任务，紧紧围绕国家场地土壤污染防治的重大科技需求，重点支持场地土壤污染形成机制、监测预警、风险管控、治理修复、安全利用等技术、材料和装备创新研发与典型示范，形成土壤污染防控与修复系统解决技术方案与产业化模式，在典型区开展规模化示范应用，实现环境、经济、社会等综合效益。

本专项要求以项目为单元组织申报，项目执行期 4-5 年。2018 年拟安排不超过 35 个项目，约占专项总任务的 30%左右。鼓励产学研用联合申报。对于企业牵头的应用示范类项目，以及场地土壤污染综合治理与集成示范类项目，充分发挥地方政府组织协调作用，形成产学研用研发团队。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。所有项目均应整体申报，须覆盖全部考核指标。每个项目下设任务（课题）数不超过 6 个，项目申报团队单位总数不超过 10 个。

应用示范类项目鼓励在国家可持续发展议程创新示范区、

国家可持续发展实验区、国家生态文明试验区等区域开展。

本专项 2018 年项目申报指南如下：

1. 场地土壤污染成因与源解析理论与方法

1.1 我国污染场地时空分布规律及其形成机制

研究内容：研究我国污染场地区域分布及其与产业行业的关系，明确有毒有害物质名录及污染场地时空分布规律；运用大数据及遥感等技术，探明我国不同区域重点行业污染场地空间分布特征、变化趋势及驱动因子；研发场地污染数据挖掘方法；阐明污染场地形成机制，发展污染场地时空分布预测模型，建立数据库和可视化管理平台。

考核指标：建立全国污染场地名录及动态数据库 1 套；明确我国污染场地区域分布与产业行业关系，提出污染场地时空演变驱动机制及主控因子；建立我国场地污染数据挖掘方法、时空分布图集与可视化管理平台，实现业务化应用；申请国家发明专利或软件著作权 10 项，发表高质量论文 25 篇，出版专著 2 部。

1.2 基于大数据的场地土壤与地下水污染识别、预测和管控策略

研究内容：研究基于大数据的场地土壤与地下水污染识别方法、预测模型及管控策略；开发我国场地土壤及地下水污染物大数据互联网体系，完善数据开放及共享体系；研发基于大数据的场地污染智能识别模式，明确区域尺度场地土壤与地下水特征污染物的源-汇关系；创建我国场地土壤与地下水污染状

况评估与预警的软件系统，基于土壤污染综合防治先行区建设，制定污染场地中长期风险管控对策。

考核指标：构建我国场地土壤及地下水污染状况大数据互联网共享和评估技术体系，实现场地土壤及地下水污染趋势的定时预测与发布；开发出基于大数据的场地土壤与地下水污染与风险识别方法 1 套，建立区域场地土壤及地下水污染预测预警体系，形成我国场地土壤与地下水污染风险管控策略；成果被国家有关部门采纳和应用；申请国家发明专利或者软件著作权 10 项，发表高质量论文 25 篇，出版专著 2 部。

1.3 经济快速发展区场地土壤污染源识别与源-汇关系

研究内容：研究京津冀、长三角、珠三角、长江经济带等不同区域的场地特性、污染特征、污染源与排放强度；筛选不同区域场地土壤优先管控污染物，建立优先控制污染物排放清单；研究不同区域场地土壤污染物溯源方法，阐明优先管控污染物源-汇关系；识别污染源主控因子和优先管控污染源，评估土壤优先控制污染物排放强度，明确污染源的防控要素；为经济快速发展区域场地土壤污染风险管控与治理提供基础信息和方法学。

考核指标：建立不同区域的场地土壤污染源-汇关系，形成污染源识别技术与方法体系 1 套；建立区域场地土壤污染物排放强度评估方法，提出优先控制污染物排放清单 1 套；编制场地土壤优先管控污染源识别与排放强度评估技术规范 4 套。申请国家发明专利或者软件著作权 10 项，发表高质量论文 30 篇，

出版专著 2 部。

1.4 重点行业场地污染形成机制与源解析

研究内容：研究我国金属采选/冶炼和化工行业污染物排放与场地土壤、地下水污染特征及发生规律，解析典型重点行业场地土壤和地下水污染形成机制，建立优控污染物排放清单；揭示重点行业场地土壤-地下水污染物多相分布特征和源-汇关系，研究重点行业场地土壤和地下水污染源解析方法，提出重点污染源的环境风险防控要素与防治途径；为我国场地土壤-地下水污染源监管和排放控制提供理论和方法支撑。

考核指标：阐明金属采选/冶炼和化工行业场地土壤及地下水污染形成机制，建立特征污染物清单 1 套；形成重点行业场地土壤及地下水污染源解析方法体系，提出污染源-汇机制和风险防控途径；制定场地土壤污染源解析技术标准、规范和指南 2 套，并被国家有关部门采纳和应用；申请国家发明专利和软件著作权不少于 10 项，发表高质量论文 30 篇，出版专著 2 部。

1.5 场地土壤重金属积累、转化与生态环境效应

研究内容：研究场地土壤重金属赋存特性与积累规律，解析重金属形态转化的生物地球化学过程，建立调控重金属形态转化的技术原理；阐明不同区域及行业场地土壤污染物形态转化条件、潜力及其生物效应，揭示影响重金属生物有效性的主控因子；开发重金属污染生物效应评价方法，精准评估污染场地的生态环境风险，形成风险防控、预警与安全利用方法方案。

考核指标：确定不同区域和行业场地土壤重金属积累规律

和生物地球化学机制，提出场地土壤中重金属积累与有效性的主控因子，开发出重金属污染生物效应评价方法，形成风险防控、预警与安全利用方法体系，制定出调控场地土壤重金属有效性的系统方案，选择典型重金属污染场地进行验证和应用。发表高质量论文 40 篇，申请国家发明专利或软件著作权 10 项，出版专著 2 部。

1.6 污染场地土壤-地下水系统中重金属迁移扩散与预测

研究内容：选择长三角、珠三角、京津冀、长株潭等重点区域，研究不同区域场地土壤和地下水重金属迁移扩散规律，揭示不同类型重金属在不同场地介质中多相分配、空间分布及其与介质组成结构的关系；研究不同场地条件下土壤-地下水重金属的迁移、扩散动态及通量，阐明迁移扩散过程与机制；探明场地土壤-地下水重金属迁移扩散主控因素，为场地土壤-地下水重金属污染转移风险管控和治理修复提供理论支撑。

考核指标：明确不同区域场地土壤-地下水系统重金属迁移规律、扩散通量及主控机制，阐明重金属迁移驱动机制，建立非均质多相介质重金属运移扩散模型 1 套，提出不同区域场地土壤-地下水重金属污染风险管控和治理修复策略，并选择不同区域污染场地开展试验性应用。发表高质量论文 40 篇，申请国家发明专利或软件著作权 10 项，出版专著 2 部。

1.7 场地土壤与地下水污染物多介质界面过程与调控机制

研究内容：研究场地土壤与地下水中重金属和有机污染物的相互作用，表征多介质、多界面、多过程复合的环境行为，

阐明污染物的物理-化学-生物学耦合过程，揭示基于化学质量平衡及区域多介质间的传质机制；研究场地工程管控和修复过程中污染物多界面过程及其驱动机制，发展多组分可分辨的高灵敏表征技术；开发土壤-地下水系统重金属界面原位表征方法，创建多介质界面污染过程调控的新途径和新方法，形成多介质界面污染过程调控方法体系。

考核指标：明确场地土壤-地下水污染物作用机制和界面传质过程，建立场地土壤污染物界面机制与刻画模型 1 套；开发出土壤-地下水系统重金属界面通量计算方法 1 套，形成界面反应原位表征新技术 1 套；发表高质量论文 40 篇，申请国家发明专利或软件著作权 10 项，出版相关专著不少于 2 部。

2. 场地土壤污染调查监测与风险监管技术与设备

2.1 污染场地土壤及地下水原位采样新技术与新设备

研究内容：开发适用于我国场地土壤弱扰动原位采样的高频声波钻进设备、全液压直推式钻进设备，以及与之配套的低扰动土壤采样、地下水快速建井采样技术与装备；研制挥发性有机污染物（VOC）膜界面探测器等原位检测工具，开发地下水分层快速取样新技术与设备，制定污染场地土壤与地下水原位采样技术规范，提出产业化发展模式。

考核指标：研制场地土壤原位采样的高频声波钻进和全液压直推式钻进设备各 1 套，最大采样深度不少于 30m，其他技术性能指标达到国际同类产品先进水平，整机部件国产化率不低于 80%，生产成本低于国际同类产品 30%以上；研制出原位

VOC 膜界面探测器等场地检测工具 3 套，开发出地下水分层快速取样技术与设备 1 套；开展不少于 20 个案例场地验证与示范。申请国家发明专利不少于 20 项；编制污染场地土壤及地下水原位采样技术规范 1 套，编写技术应用案例 10 套。

有关说明：建议由企业牵头，产学研联合申报。

2.2 场地污染实时响应监测预警技术与装备

研究内容：研发冶炼、焦化、化工、油气开采等重点行业场地污染新型数据采集器和传感器；研究土壤与地下水污染风险源泄露无损监测技术，开发场地污染物监测筛选技术，开发污染场地多要素、全过程综合在线监测体系；建立集成污染场地一体化模拟系统，研发场地污染的智能预测技术，实现污染物分布、迁移的可视化模拟；研究建立场地污染监测与预警平台；研究产业化发展模式；选择不同类型污染场地进行验证。

考核指标：研制出有机和无机多组分在线监测数据采集与传感成套仪器各 1 套；建立污染场地监测筛选技术体系，开发出场地重点污染风险源泄露实时响应的无损监测技术，实现泄漏点精准定位，最小响应泄露量低于 0.1m^3 ，漏点定位精度达到米级，漏点检率不低于 90%；形成智慧型、可视化场地环境污染预警技术体系，建立典型重点行业企业多维度、多组分场地监测-模拟-预警综合平台 2 套；选择重点行业场地开展验证性应用。申请国家发明专利不少于 15 项。

2.3 场地土壤污染物形态和有效性测定方法与标准化

研究内容：研究主要污染行业场地土壤中各类典型污染物形态的原位表征技术；开发基于生物、化学、生态学等耦合手段的污染物生物有效性测试方法，形成适用我国场地土壤主要重金属类和有机类污染物生物有效性测定的标准技术体系；采用标准化技术研究污染物形态和有效性的时空变异特征及主控因子，构建基于主控因子的污染物有效性预测模型；选择不同类型污染场地进行验证。

考核指标：研发场地污染物形态原位表征方法不少于 2 种；创建场地土壤污染物生物有效性测定的国际标准技术体系 1 套，形成不少于 15 种的有机和重金属污染物生物有效性测定技术指南，被国家有关部门采纳和应用；提出基于主控因子的污染物有效性预测模型 2 个；开展不少于 20 个案例的场地应用验证；申请国家发明专利 15 项以上。

2.4 场地土壤环境风险评估方法和基准

研究内容：针对我国场地土壤环境风险评估中的污染物形态归趋、生物有效性等问题，研究建立适合我国国情的多层次、本土化的场地土壤污染风险评估技术与方法体系；基于污染物的有效剂量-形态-效应关系，研究建立涵盖多污染物的我国场地土壤环境质量基准体系；针对场地特征及再利用方式，研究建立我国场地土壤环境安全利用指标和阈值体系；选择典型污染场地进行验证。

考核指标：形成我国场地土壤污染风险评估技术体系 1 套，编写分别针对人体健康风险、生态风险和保护地下水安全的场

地土壤风险评估技术指南各 1 套；建立我国场地土壤环境基准体系 1 套，建立基于不同开发用途的我国场地土壤环境安全利用阈值体系 1 套，包含污染物不少于 80 种；所研发的指南、基准被国家有关部门采纳和应用；开展不少于 20 个案例场地的风险评估应用验证；申请国家发明专利 15 项以上。

2.5 场地土壤环境损害鉴定评估方法和标准

研究内容：研究基于生物有效性和毒性的污染物性质鉴定标准与技术方法，建立场地土壤与地下水环境基线确定与污染损害调查技术方法，构建基于场地污染物迁移与归趋的生态环境和人体健康损害因果关系多证据判定技术；研究场地污染损害实物量化和价值评估技术，建立适合我国国情的土壤环境修复和生态恢复费用核算标准体系，形成不同区域和行业场地土壤生态环境损害鉴定评估技术方法体系；研究制定场地土壤生态环境损害鉴定评估技术标准和工作规范；选择典型污染场地开展损害评估技术验证。

考核指标：形成基于生物毒性的环境污染物有毒有害特性评估方法与危险特性鉴别技术，建立场地生态环境损害基线确定与损害调查技术方法体系；提出基于生态环境与人体健康损害的因果关系判定与责任分配原则与技术方法体系，开发出场地土壤环境修复和生态恢复技术快速筛选与损害量化工具，编制场地生态环境损害鉴定评估技术指南 10 套，被国家有关部门采纳和应用；开展不少于 20 个案例的场地环境损害鉴定评估应用示范与验证；申请国家发明专利 10 项以上。

2.6 污染场地绿色可持续修复评估体系与方法

研究内容：研究我国污染场地绿色可持续管理框架、评价指标和技术方法，提出与国际接轨的污染场地绿色可持续修复发展战略；研究适合国情的绿色可持续修复评估方法和指标体系；选择典型污染场地开展实际案例研究，分类构建我国污染场地全过程可持续管理方法和标准规范；选择京津冀、长三角等区域，构建区域尺度污染场地治理修复与再开发综合效益评价方法及模型，并进行实例验证，形成我国污染场地再开发规划决策支持系统。

考核指标：提出中国污染场地绿色可持续管理框架体系和发展战略，被国家有关部门采纳和应用；形成典型污染场地绿色可持续修复技术评价指标体系 1 套；编制污染场地绿色可持续修复技术标准、规范和指南不少于 7 套，被国家有关部门采纳和应用；开发场地修复绿色可持续评估软件工具、区域尺度场地风险管控与安全利用可持续性评估软件工具各 1 套；开展不少于 20 个案例场地绿色可持续修复应用示范；申请国家发明专利 10 项以上。

2.7 污染场地修复后土壤与场地安全利用监管技术和标准

研究内容：针对我国污染场地修复与再开发利用过程不关联的问题，以及修复后土壤安全处置研究滞后的状况，研究不同污染场地修复后土壤再利用的环境风险评估方法及利用处置技术，建立不同区域、行业和土地利用方式下的场地修复后土壤安全利用处置技术体系；研究修复后场地再开发安全利用控

制技术体系、长期监管技术与评判标准，提出修复后不同用地功能场地安全利用与风险管控方案；选择典型污染场地开展示范。

考核指标：编制不同应用情景的修复后土壤再利用环境风险评估技术指南 3 套；制定不同区域、行业和土地利用方式场地修复后土壤安全利用等级划分标准；建立修复后场地再开发安全利用控制技术体系，编制技术指南 5 套，被国家有关部门采纳和应用；建立修复后场地安全利用技术体系，开展不少于 20 个案例的场地应用示范验证；申请国家发明专利 10 项以上。

2.8 重点行业有毒有害物质排放场景与定量估算方法

研究内容：选择制药、印染、涂料生产与使用等重点行业，研究有毒有害物质环境排放特征，筛选重点行业高关注有毒有害物质清单，构建典型行业有毒有害物质排放场景，阐明高关注有毒有害物质环境转归机制，发展多介质环境暴露估算方法，评估潜在土壤环境风险，研发有毒有害物质排放定量估算软件，为重点行业企业土壤污染风险管控提供技术方法。

考核指标：形成重点行业高关注有毒有害物质清单，建立多介质环境暴露估算方法，研发工业园区污水处理厂有毒有害物质排放预测模型 1 套，形成有毒有害物质排放与暴露模拟软件 5 套，制定有毒有害物质环境暴露参数手册 1 套，上述清单、模型需被国家有关部门采纳和应用。申请国家发明专利或软件著作权 8 项以上，发表论文 15 篇以上。

2.9 长江经济带高关注化学品风险管控关键技术

研究内容：针对长江经济带化工企业集聚、化学品种类繁多、风险高的特点，研究长江经济带高关注化学品污染特征和分布规律，识别沿江地区化学品重点风险源；研究建立土壤及环境生物中高关注化学品的分析方法，评估高关注化学品环境健康风险；选择典型化工园区开展应用示范，确定长江经济带优先控制化学品目录，并提出风险控制综合管理对策。

考核指标：完善和建立 300 种高关注化学品的环境分析方法，研发化学品危害信息流转识别软件系统 1 套，完成优先级别最高的 20 种高关注化学品的环境与健康风险评估，提出长江经济带优先控制化学品目录和空间分布图谱，完成 1 个省域和 2 个不同类型化工园区化学品风险管控的应用示范。申请国家发明专利或软件著作权 10 项。

3. 矿区和油田场地土壤污染源头控制与治理技术

3.1 重金属尾矿库污染高效固化/稳定化材料、技术与装备

研究内容：研究典型矿种尾矿重金属释放特点与污染规律；研发重金属尾矿污染长效固化剂/稳定剂等环境功能材料；研发重金属尾矿库表面高效生物/物化覆盖材料，以及重金属尾矿库污染土壤稳定层构建与快速中间覆盖技术与装备；开发重金属尾矿库深层尾砂高压旋喷注浆等固化/稳定化技术与装备；形成重金属尾矿侵蚀土壤污染源头控制与修复技术体系，并进行现场技术应用验证，建立工程技术规范。

考核指标：创制重金属尾矿污染长效固化剂/稳定化剂、高效生物/物化覆盖材料等环境友好的修复功能材料 6 种；研发重

金属尾矿库固化/稳定化装备 4 套，建设功能材料及装备生产线 1 条；生产和应用成本明显低于国际同类产品；选择西南金属采选区，开展不少于 10 个案例场地应用示范验证，实现重金属稳定化率达到 85%以上；编制重金属尾矿库源头控制与修复技术规范 2 项，形成重金属尾矿库固化/稳定化、生物/物化覆盖技术方案；申请国家发明专利 10 项以上。

有关说明：建议由企业牵头，产学研联合申报。

3.2 浸矿场地残留浸矿剂高效淋洗材料、技术与装备

研究内容：研究稀土、金矿等堆浸场和原地浸矿场残留浸矿剂释放特征，以及与土壤和地下水污染关联的源-汇关系；研发堆浸场和原地浸矿场残留浸矿剂绿色淋洗剂等修复材料和快速淋洗工艺及技术，开发浸矿场地淋洗液可移动处理利用设备；研究建立堆浸场和原地浸矿场污染源头控制与治理技术体系，并进行示范验证。

考核指标：研制稀土、金矿等典型浸矿场残留浸矿剂的绿色淋洗剂 6 种以上，形成残留浸矿剂快速淋洗工艺与技术不少于 5 项；研发浸矿场淋洗液处理和利用技术装备 4 套；开展不少于 6 个案例场地示范应用验证，浸矿场最终淋洗液达到国家稀土工业污染物排放标准等要求，不产生二次污染，提出堆浸场和原地浸矿场污染源头控制与治理技术体系；制定浸矿场治理技术规范 3 套，被有关部门采纳和应用；申请国家发明专利 15 项以上。

3.3 高浓度石油污染土壤绿色清洗-脱附集成技术与智能化

装备

研究内容：研究油气开采场地高浓度石油污染时空特点与规律；研发高浓度石油污染土壤修复的环境友好型淋洗剂和增溶剂等修复材料；研制高浓度石油污染土壤模块化、自动化、低能耗、智能型的能规模化运行的热解修复技术与装备；研发高浓度石油污染土壤的绿色清洗-高效热脱附联合修复技术与装备；构建油气开采场地高浓度石油污染源头控制与修复技术体系，并进行技术示范验证。

考核指标：开发友好型淋洗剂和增溶剂等修复材料不少于 6 种，创制先进的热解和绿色清洗-高效热脱附技术与装备各 1 套，生产和应用成本明显低于国内外同类产品；建设修复材料及装备生产线 2 条，提出油气开采场地高浓度石油污染源头控制与修复技术体系，形成产业化发展模式；开展不少于 6 个案例场地示范应用验证，修复后土壤石油烃含量达到修复目标和实现土壤安全利用；制定石油开采场地修复技术规范 2 套；申请国家发明专利 15 项以上。

4. 城市污染场地土壤风险管控与地下水协同修复技术

4.1 复合有机污染场地土壤高效化学氧化/还原技术

研究内容：针对农药、煤化工、石油化工等重点行业场地污染问题，创制高传质性并具有亲水亲脂双重特性的还原材料及强化辅助材料，形成氯代烃和苯系物污染场地原位高效还原修复技术；创制高传质性缓释氧化材料、增溶脱附及强化辅助材料，评估材料用于土壤污染物脱附和氧化效果，突破场地土

壤中多环芳烃和农药污染物高效氧化技术；研发低渗透性场地土壤有机污染物原位物理强化/高效化学氧化/还原技术与装备，建立高效原位氧化/还原修复技术与装备体系；开展规模化集成与试验示范，创建可推广应用的产业化模式。

考核指标：研制高传质、高效氧化/还原功能材料不少于 3 种，增溶和辅助材料不少于 3 种，材料成本比国际同类降低 30% 以上，修复后氯代烃和苯系物去除率达 90% 以上。研发低渗透场地原位氧化还原修复技术和装备 2 套，实现低渗透地层的渗透性能提高 1~2 数量级；形成高效氧化还原修复技术规范 3 套；申请发明专利 10 项以上。开展不少于 3 个案例场地示范验证，形成产业化模式。

4.2 有机污染场地土壤修复热脱附成套技术与装备

研究内容：针对焦化、石油化工等有机污染场地土壤，研究场地土壤有机污染物在高温条件下理化性质变化，创新具备热回用单元的低能耗、智能化、集约化、可快速移动及组装的成套热脱附技术与装备，研发配套的安全、高效、集成化的水气抽提及处理系统，开展热脱附后的尾气二次污染治理技术研究，并进行规模化集成与试验示范，提升异位热脱附成套技术与装备的修复能力与能效水平。

考核指标：创新适用于城市有机污染场地土壤的热脱附技术与装备 2 套，直接热脱附设备单台套处理规模不低于 30t/h，加热单元的容积利用率不低于 60%；间接热脱附设备单台套处理规模不低于 3t/h；热脱附成套技术与装备国产化水平达到

80%，与同类国际装备相比，半挥发性有机污染土壤（含水率20%）直接和间接热脱附能耗分别不高于3500MJ/t和2500MJ/t，污染物去除率不低于97%，尾气满足大气污染物排放行业标准，二噁英不超过0.1ngTEQ/m³；开展不少于5个案例场地示范验证，形成产业化模式。编制相关技术规范、操作指南3套；申请国家发明专利或软件著作权15项以上。

有关说明：建议由企业牵头，产学研联合申报。

4.3 制革类及铬化工类场地污染土壤风险管控与修复技术

研究内容：研究制革类及铬化工类场地铬污染物迁移转化机制，探明场地环境风险构成，建立风险管控技术体系；研制绿色高效修复材料和生产制备先进技术，评估材料安全性、便利性、长效性和修复适用性；开发场地土壤和地下水风险管控与修复技术与装备体系，进行集成示范和适用性评估；研究建立制革类及铬化工类污染场地风险协同管控与修复技术体系。

考核指标：建立制革类及铬化工类污染场地风险评估与管控方法体系；研制绿色高效修复药剂和材料2种以上，材料生产成本比国际上同类材料降低30%以上，修复后土壤六价铬浓度降到2mg/kg以下；开展不少于5个案例场地污染风险管控与修复技术集成试验示范，形成产业化模式。编制相关技术规范、操作指南5套；申请国家发明专利或软件著作权10项以上。

4.4 固体废物填埋场地土壤污染风险管控与净化技术

研究内容：研究固体废物填埋场地土壤及地下水污染风险评价指标体系，开发固体废物填埋场地土壤及地下水特征污染

物快速精准识别监测方法与深层检测技术；开发填埋堆体固体废物开采、分质资源化利用技术，开发耐久性、抗侵蚀的新型阻隔防渗屏障材料，研发固体废物填埋场地垂直多层抗侵蚀屏障防污染技术、渗漏点微创修补技术；研发土壤和地下水高效协同修复技术，在示范工程中得到应用。

考核指标：建立固体废物填埋场渗漏快速精准监测与检测技术；形成土壤及地下水污染长效阻控技术体系，阻隔能力提升 100 倍以上；形成的填埋场土壤及地下水污染净化技术，有机物去除率 90%以上，重金属生物有效性降低 70%以上，较常规原位修复技术节省修复成本 60%；开展不少于 3 个案例场地示范验证，形成填埋场源控与污染协同治理技术方案；编制技术标准、规范和指南 3 套；申请和授权发明专利 20 项以上。

4.5 地下水原位修复功能材料定向注入与强化传输技术

研究内容：针对传统修复功能材料投放工艺粗糙、在含水介质中难扩散的问题，研发修复功能材料定向注入、分层注入等精准注入方式，开发功能材料强化传输技术，突破钻进与注入耦合的一体化智能化装备，形成地下水污染强化原位注入创新技术体系。

考核指标：研发修复功能材料定向精准注入及强化传输技术和装备，突破钻进与注入耦合的一体化智能化装备，最大钻进与注入深度不低于 30m，低渗透地层注入材料扩散半径不低于 3m，装备国产化水平达到 60%；研发技术装备在示范工程中得到应用；编制原位修复功能材料注入技术规范 2 套。申请和

授权发明专利 10 项。

有关说明：建议由企业牵头，产学研申报。

4.6 场地地下水卤代溶剂污染高效修复技术

研究内容：针对低渗透场地地下水有机溶剂污染物脱附效率瓶颈问题，研发高增溶表面活性材料，开发低能耗、能量高效利用的原位热强化驱动与氧化修复技术；耦合原位、异位有机溶剂分离净化技术，创建基于增溶与热驱动的原位高效脱附-氧化集成技术体系与成套装备，形成场地地下水卤代溶剂污染高效修复创新技术体系。

考核指标：开发高增溶表面活性材料 3-5 种，增溶效果与清水相比提高 2 个数量级，生产成本降低 30%；研发原位热驱动-强化氧化修复装备 1 套，实现驱动扩散与氧化修复耦合，装备国产化水平达到 60%；形成低渗透场地原位强化增溶、驱动和氧化修复技术体系，研发的技术、材料和装备实现工程化示范应用；编制高效修复技术规范 2 套，申请国家发明专利 10 项。

5. 场地土壤污染治理与再开发利用技术综合集成示范

5.1 西南金属采选场地及周边土壤污染防控与治理技术研发与集成示范

研究内容：针对贵州、云南、广西、四川等西南地区大型多金属矿采选及周边土壤中多种重金属污染问题，研究污染迁移和源-汇关系，研发矿区尾矿库等场地原位固化-防渗-阻隔-覆盖防控技术，发展生物/物化覆盖材料与稳定层构建技术，建设尾矿库、矿坑等场地与周边土壤的工程化阻断体系；集成矿区

场地及周边复合污染土壤强化原位修复，建设金属矿区场地及周边土壤污染全过程控制和分级治理体系；形成金属采选场地及周边土壤污染综合防治方案和修复技术模式，进行土壤污染防控与治理技术集成示范。

考核指标：研发形成适合西南金属矿区场地污染综合治理模式 3 套，筛选生态修复新材料 10 种，材料性能指标不低于国外同类产品先进水平，生产成本降低 30%；建立金属采选场地污染综合治理示范区 3 个以上，实现重金属扩散率下降 80%，矿区周边地表和地下水符合当地水体功能要求。制定污染防控与治理修复技术规范 4 项；申请国家发明专利和软件著作权不少于 15 项；形成技术应用与推广模式。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.2 中南有色金属冶炼场地综合防控及再开发安全利用技术研发与集成示范

研究内容：针对湖南、湖北以及江西、安徽等地区有色金属冶炼场地及周边土壤污染问题，研究典型冶炼场地与周边土壤重金属污染迁移和源-汇关系；开发冶炼场地重金属污染土壤长效绿色固化/稳定剂，创制冶炼场地重金属污染原位和异位固化/稳定化、分离修复技术及装备；研究冶炼场地修复过程中二次污染综合防控和再开发安全利用技术；集成冶炼场地土壤污染分级治理技术、修复技术和资源化安全利用技术体系；开展典型金属冶炼区综合防控及再开发安全利用技术集成应用示

范。

考核指标：研发冶炼场地土壤重金属污染固化稳定化剂等修复功能材料 15 种，重金属原位和异位固化稳定化与分离装备 4 套，材料与装备性能指标不低于国外同类产品先进水平，生产成本降低 30%，装备国产化水平达到 60%；建立金属冶炼区土壤重金属复合污染修复技术模式，建设技术集成应用示范工程，实现重金属稳定化率达到 90%以上；制定场地修复技术规范 2 套和技术方案 1 套，申请国家发明专利 15 项。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.3 华南电子废物拆解场地复合污染土壤协同修复技术装备与综合治理示范

研究内容：研究废旧电器电子产品处理处置场地土壤重金属和毒害有机物复合污染特征；研制物化固定剂、吸附阻隔剂、生物修复剂等风险管控和修复材料；研发物化固定、阻隔和常温分解、强化生物降解等协同修复技术和智能化装备；集成电子废物拆解场地复合污染土壤协同修复技术、产品和装备，开展典型污染区综合治理修复工程示范，构建华南地区电子废物拆解场地综合治理技术模式。

考核指标：研制拆解场地复合污染土壤绿色高效修复材料 4 种，建立修复材料生产线 1 条；研发物化固定、阻隔和常温分解、强化生物降解等协同修复技术和智能化装备 3 套，设备国产化水平达到 80%，生产和应用成本低于国内外同类设备；研

发技术及装备在示范工程中得到应用，处理后土壤中有机污染物去除率达 95%以上，重金属活性降低 85%以上或达到修复目标，修复后土壤实现安全利用，治理成本明显低于国内外同类场地。编制技术规范 3 套；申请国家发明专利不少于 10 项。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.4 西北特殊生境有色金属污染场地土壤原位物化和生态修复技术及集成示范

研究内容：针对新疆、甘肃、宁夏及内蒙等西北干旱、高盐碱和高风蚀区的特殊气候和生境特征，研发铅锌矿、铜矿、金矿等典型有色金属尾矿渣污染固化控制技术与装备，开发矿尘和尾矿土的胶结抗风蚀技术和矿区重污染土壤原位生物矿化钝化技术；研发有色金属矿区-绿洲交错带中土壤和地下水重金属污染阻断材料与技术，开发干旱区有色金属矿区盐碱土壤重金属污染的原位生物稳定化技术；集成原位物化、生物修复工程技术与成套装备，在国家生态文明先行示范区等区域进行规模化工程示范。

考核指标：形成适用于西北干旱区有色金属矿区土壤污染原位防控与修复成套技术与装备体系。研制修复材料产品不少于 8 种，建设生产制备线 1~2 条；尾矿渣和土壤原位生物钝化修复技术装备 1 套，固化后能抗 30m/s 以上风力，重金属淋滤率削减 95%以上；建立干旱区有色金属矿山重金属污染场地防控与修复示范区不少于 3 个，达到满足国家风险管控或修复要

求修复后土壤实现安全利用。编制相关技术规范 2 套，形成“集成示范”阶段后的技术推广体制与机制；申请国家发明专利 15 项以上。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.5 京津冀及周边焦化场地污染治理与再开发利用技术研究集成示范

研究内容：研究土壤污染过程、生物多样性变化与环境容量承载力，形成土壤污染风险管控和安全再开发指标体系；研发焦化场地复杂环境下复合污染土壤固化/稳化-降解新材料和新技术，建立多相抽提-热处理-生化一体化高效原位修复技术及风险管控技术集成体系，在山西、河北等地区进行集成工程示范；创建可持续场地污染治理修复与安全再开发利用新模式；研究形成集成示范和技术推广的体制与机制。

考核指标：建设典型行业场地土壤污染治理技术集成应用示范与安全再利用工程 3 个，实现示范区场地土壤污染风险得到有效控制，资源和能源消耗明显降低，修复过程中二次污染可控，修复后土壤再利用或回用率达到 80%以上，污染场地安全利用率达 95%；形成适用于京津冀及周边地区场地土壤污染综合防治与修复技术方案与风险监管模式 4 套；形成“集成示范”阶段后的技术推广体制与机制。编制技术规范与标准 5 套，申请国家发明专利 10 项以上。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承

诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.6 长江三角洲农药污染场地修复及安全利用关键技术与集成示范

研究内容：针对长三角农药污染场地条件与污染物源-汇关系，研制径流阻断和垂直阻隔的风险阻隔、高效氧化和生物修复系列技术，开发绿色修复与安全利用为一体的集成技术体系；开发高效长效原位氧化和生物修复药剂，建立基于原位控制、强化治理和长期监控为一体的修复技术体系，结合城市或区域空间发展规划进行集成工程示范，研究农药污染场地修复及安全利用技术方案。

考核指标：开发出高效氧化和生物修复材料不少于 4 种，农药降解率不低于 80%，生产和应用成本低于国外同类材料 30%以上；形成风险阻隔、高效氧化和生物修复技术体系，建立集成示范区不少于 3 个，修复后土壤再利用或回用率达到 80%以上，污染场地安全利用率达 95%；编制农药污染场地修复治理技术指南或规范 2 套，形成技术应用和推广机制；申请国家发明专利 10 项以上。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.7 油田开采区土壤污染源头控制技术集成示范

研究内容：针对油气开采区土壤石油烃污染源头控制问题，研究典型油气开采区场地及周边土壤石油烃污染迁移特征和源

汇关系；研发废弃泥浆和钻井污水固液分离处理技术与装备，泥浆回收再利用技术与撬装设备；集成油田开采区土壤污染源头控制技术，建立典型油田开采区土壤污染源头控制技术集成示范工程，形成油气开采区土壤污染源头控制技术体系。

考核指标：建立典型油气开采区土壤石油烃污染源解析模型 1 套，形成油气开采区土壤污染源头控制与修复技术体系和模式；形成油气开采区固液分离处理、泥浆回收再利用关键技术；建立示范区不少于 3 个，达到修复目标；修复后土壤再利用或回用率达到 80%以上，污染场地安全利用率达 95%；编制油气开采土壤修复行业技术规范 4 套，申请国家发明专利 10 项。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。

5.8 长江经济带石化类场地污染治理技术与集成示范

研究内容：针对长江经济带等地区炼化企业、油库、加油站类石化有机污染场地，研究建立场地土壤环境风险管理的大数据平台；集成形成石化场地污染源控制-过程阻断-原位修复相耦合的风险管控与修复技术与装备体系；通过污染场地风险管控与治理修复技术应用示范，形成石化类有机污染场地污染治理修复与安全开发利用技术体系，建立监测预警-风险管控的管理平台，创建绿色可持续石化类场地污染治理修复集成技术方案与管控模式。

考核指标：建立长江经济带石化企业场地污染在线监测与环境风险管理的预警系统，形成数据采集和智能控制平台；集

成石化场地污染防控与修复技术和装备体系，提出修复系统技术集成模式；建立长江经济带石化类场地监测预警-风险管控技术示范区不少于 3 个，达到修复目标，修复后土壤再利用或回用率达到 80%以上，污染场地安全利用率达 95%；申请国家发明专利不少于 15 项。

有关说明：综合示范所在地政府需出具书面支持文件，承诺协调落实相关政策和经费配套措施；产学研联合申报。