

附件 6

“固废资源化”重点专项 2018 年度 项目申报指南

为贯彻党中央《关于加快推进生态文明建设的意见》精神和党的十九大关于“加强固体废弃物和垃圾处置”、“推进资源全面节约和循环利用”的部署，按照《国务院关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》（国发〔2014〕64 号）要求，科技部会同有关部门、地方及相关行业组织制定了国家重点研发计划“固废资源化”重点专项实施方案。专项面向生态文明建设与保障资源安全供给的国家重大战略需求，以“减量化、资源化、无害化”为核心原则，围绕源头减量—智能分类—高效转化—清洁利用—精深加工—精准管控全技术链，研究适应我国固废特征的循环利用和污染协同控制理论体系，攻克整装成套的固废资源化利用技术，形成固废问题系统性综合解决方案与推广模式，建立系列集成示范基地，全面引领提升我国固废资源化科技支撑与保障能力，促进壮大资源循环利用产业规模，为大幅度提高我国资源利用效率，支撑生态文明建设提供科技保障。

本专项执行期从 2018—2022 年。2018 年拟部署 33 个研究方向，国拨经费概算约 8.5 亿元。重点针对固废源头减量、智能分

类回收、清洁增值利用、高效安全转化、智能精深拆解、精准管控决策，以及综合集成示范等内容部署相关基础研究、共性关键技术、应用示范类研究任务。

本专项以项目为单元组织申报，项目执行期 2018—2022 年。鼓励产学研用联合申报。项目承担单位需推动研究成果转化应用和支持专项数据共享。除指南中有特殊说明外，对于共性关键技术类项目，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；对于应用示范类项目，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 2: 1。同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近，技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，结合过程管理开展中期评估，根据中期评估结果，再择优继续支持。所有项目均应整体申报，须覆盖全部考核指标。除指南中有特殊说明外，每个项目下设课题数不超过 6 个，项目所含单位总数不超过 10 家。

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. 固废资源化利用基础科学问题（基础研究类）

1.1 固废环境资源交互属性与风险调控基础研究

研究内容：研究固废产生、消纳及利用过程与人类活动的生

态环境响应关系；研究固废产生、储运、处置全过程特征污染物释放、迁移规律及环境效应；研究毒害成分阻断原理及多元组份协同调控机理；构建固废资源化全过程风险评估体系和综合调控技术方法，形成固废资源化风险调控理论基础。

考核指标：阐明大宗固废资源环境属性时空分布规律与差异特征，揭示 5 类及以上典型大宗高危害性固废产生及资源属性的影响机制；建立涵盖《国家危险废物名录》10 大类以上危险废物指纹特征的数据库；建立特征污染物和毒害组份释放、迁移和累积的定量化表征模型，估算准确率达到 80% 以上；提出典型特征污染物与毒害组份转化调控及阻断新理论，开发 2~3 项多组份特征污染物无害化调控新技术；形成固废资源环境属性判别标准与资源化全过程风险评估方法体系；发表高水平学术论文 80 篇以上，编制国家标准及规范 3 项以上。

2. 重污染固废源头减量与生态链接技术（共性关键技术类）

2.1 磷资源清洁利用与重污染固废源头近零排放技术

研究内容：研究中低品位磷矿非常规体系清洁反应及磷石膏源头减量技术，研究高效分离与磷产品调控技术，开发中低品位磷矿清洁利用过程钙硅等伴生组份协同化、规模化、高值化利用技术和产品，研发中低品位磷矿清洁利用全流程优化集成关键技术及核心装备，开展工程示范。

考核指标：形成 2~3 套不同技术路线的中低品位磷矿磷酸清

洁生产技术及装备，其中须涵盖非湿法生产技术，采用非湿法工艺生产磷酸过程 P_2O_5 综合收率大于 85%，湿法工艺生产磷酸过程 P_2O_5 综合收率大于 95%，重污染固废源头减排率大于 90%（以传统硫酸法浸取 28% P_2O_5 磷矿排放废渣量为基准），磷资源中钙硅等伴生组份综合利用率大于 95%；针对不同技术路线，建成 2 项万吨级/年（以 100% P_2O_5 计）规模的示范工程，实现经济稳定运行，重污染固废实现近零排放；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

2.2 典型重金属冶炼危废源头减量及全过程控制技术

研究内容：针对铜冶炼、锌冶炼行业，研究重金属危废非常规冶炼源头减量技术，研究中间物料矿相调控与高效分离技术，研究废酸净化与循环利用技术，研究重金属尾渣资源化利用与安全处置技术，研发冶炼过程典型重金属危废源头减量及全过程控制成套技术，开展工程示范。

考核指标：针对铜冶炼过程，建立 1~2 套经济合理的典型重金属冶炼危废全过程控制成套技术，铜冶炼烟尘、渣泥等返回利用率大于 95%，过程废酸利用率大于 80%，全过程危废削减 70% 以上，实现尾渣利用与安全处置，建成 10 万吨级/年规模的铜冶炼生产过程集成应用示范工程，实现典型危废全过程控制和稳定运行；针对

锌冶炼过程,建立 1~2 套经济合理的典型重金属危废源头减量成套技术与装备, 锌冶炼铁渣源头减排量大于 98%, 实现尾渣利用与近零排放, 建成万吨级/年规模示范工程, 实现稳定运行。形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系(申请发明专利 10 件以上, 编制标准及规范 3 项以上), 建立商业化推广创新模式。

有关说明: 本指南方向拟部署项目 2 项, 针对铜冶炼和锌冶炼行业分别部署 1 项。每份申报书只能选择其中一个行业进行申报。

2.3 钢铁行业钒钛冶炼废渣源头减量与资源化利用技术

研究内容: 针对钢铁行业钒钛冶炼废渣源头减量重大需求, 研究钒钛特色资源非常规体系反应分离过程, 研究钒钛冶炼废渣短流程源头减量技术, 研究钒铬等伴生组份高效分离与高值利用技术, 研发尾渣大规模资源化利用技术, 开发成套化技术及装备, 开展工程示范。

考核指标: 形成 1~2 套钢铁行业钒钛冶炼废渣源头减量成套技术及装备, 钒钛冶炼废渣源头削减 70%, 钛、钒、铬回收率大于 80%, 获得 3~5 种钒、钛、铬高值化产品, 全过程重金属排放实现减量 90% 以上, 建成 2~3 项万吨级/年规模示范工程, 实现经济稳定运行; 形成特色尾渣大规模资源化利用成套技术及装备, 尾渣中有价金属资源回收率大于 75%, 尾渣综合利用率大于 95%, 建成 10 万吨级/年规模示范工程, 实现经济稳定运行; 构建固废源头减量—尾渣规模化利用一体化技术体系; 形成覆盖研究内容

的技术专利与标准规范（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

2.4 钢铁化工多产业典型固废耦合利用生态链接技术

研究内容：研究大型钢铁、化工多产业共生园区物质代谢及转化规律，研发产业共生大数据管理技术与应用平台；研究多产业渣尘在线协同循环利用技术；研究不同行业典型固废有价值组份耦合提取及跨行业协同利用技术；研究多产业典型固废耦合制备海洋工程材料、环保材料等高值化材料技术；构建经济与环境效益突出的工业园区多产业固废生态链接集成技术体系，开展工程示范。

考核指标：形成 2~3 套经济合理的钢铁化工多产业典型废物耦合利用成套技术，园区内典型固废有价值元素耦合提取平均转价率大于 85%，渣尘在线循环利用率大于 80%，再生功能材料重金属固化率大于 98%；依托大型钢铁化工多产业园区，集中建设 3~4 条万吨级/年规模生产示范线，园区产业间固废循环利用率大于 60%，实现稳定运行；建成固废多产业共生利用大数据管理与应用平台；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：示范工程建设应依托国家园区循环化改造重点支持园区；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。

3. 智能化回收与分类技术（共性关键技术类）

3.1 生活垃圾分类回收模式与智慧环卫关键装备

研究内容：研究城镇生活垃圾产生的时空分布规律和相适应的分类方法及回收模式，研制城镇生活垃圾分类回收、精细分拣等智能化装备，研发城市环卫数据采集传输与人工智能分类收运集成技术，开发基于物联网、大数据与云计算技术的城镇环卫作业智能耦合系统化平台，开展智慧环卫全链条工程示范。

考核指标：形成 3~4 套经济合理的城镇生活垃圾分类回收模式，形成 4~5 项智能化技术及装备，覆盖城镇生活垃圾分类回收、输运、分拣全过程，分拣准确率大于 90%；建成基于物联网移动互联与大数据云计算的智慧环卫云平台，形成 1 套及以上全链条成套技术与装备，数据同步时间小于 5 秒、响应时间小于 2 秒，成套技术应用不少于 3 个城镇智慧环卫项目；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

3.2 基于大数据的互联网+典型城市再生资源回收技术

研究内容：研究典型城市再生资源智能回收装备和信息安全处理技术，研究基于大数据与云计算的回收流程智能解析技术，开发废弃电器电子产品等典型城市再生资源线上线下融合回收系

统，研发多元数据支撑的典型城市再生资源自动识别分级和价值评估技术，开展互联网+典型再生资源回收工程示范，研究基于数据采集监测与增值服务一体化的再生资源回收模式。

考核指标：针对不同类型城市再生资源，形成 2~3 台（套）智能化回收装备，典型再生资源图像识别率大于 90%，单台存储设备消磁时间小于 30 秒；形成 1~2 套互联网+废旧小型电子产品回收集成技术及应用示范系统，品牌手机和平板电脑自动识别准确率大于 90%，上述两类废旧电子产品回收分发规模大于 1000 万台/年，实现经济稳定运行；形成废旧家用电器线上线下耦合回收集成技术及应用示范系统，系统响应时间小于 2 秒，试点城市大于 10 个，实现经济稳定运行；建成典型再生资源回收大数据与云计算平台，形成废旧电子产品智能定价机制；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

4. 有机固废高效转化利用及安全处置（共性关键技术类）

4.1 城镇高含固有机固废高效制备生物燃气技术与装备

研究内容：研究城镇高含固有机固废高效制备生物燃气过程有机物微生物强化降解与多介质传质机理、固相残余物生化和热化学耦合转化规律，研发高含固生物有机质反应器内生物强化技术、智能化分析和调控技术，研究固相反应残余物系统内自消纳资源化技术，研发耐受杂、抗干扰、连续式高固体厌氧消化反应

器和监控系统，集成成套技术与装备，开展工程示范。

考核指标：形成 1~2 套经济合理的高含固有机固废高效制备生物燃气成套技术及装备，厌氧反应器内物料含固率不低于 25%，有机物转化率不低于 50%，液相残余率低于 40%，非惰性终端固相残余物量低于 10%，最大容杂率达到 10%；建成 1~2 项成套技术示范工程，厌氧反应器单体规模不低于 100 吨/天，实现稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求企业牵头，产学研联合申报。

4.2 城镇易腐有机固废生物转化与二次污染控制技术

研究内容：研究城镇易腐有机固废生物转化与二次污染控制过程中微生物群落与物质结构变化规律，研发易腐垃圾多组份协同降解转化技术及装备，研究反应过程挥发性污染物及新兴污染物系统识别与深度控制技术，构建不同生物转化模式全过程环境风险评价体系，集成成套技术与装备，开展工程示范。

考核指标：形成 2 套及以上不同技术路线的城镇易腐有机固废生物转化成套技术与装备，易腐垃圾中有机物转化率大于 70%，过程中渗沥液实现自消纳，挥发性污染物排放指标优于项目执行期结束时国家执行的相关环保标准，识别 2~3 种优先控制新兴污染物并形成相应的关键控制技术；建成 2 项不同技术路线的成套

技术示范工程，处理规模达到 10 万吨/年以上，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

4.3 酿酒废弃物热化学能源化与资源化耦合利用技术

研究内容：研究酿酒废弃物能源化与资源化属性及分质预处理技术，研究酿酒废弃物热化学能源化转化与材料化利用耦合技术，研发转化过程中可利用燃气用于酿酒工艺过程的高效耦合技术，研究转化利用过程制备土壤改良材料与酿酒工艺过程衔接技术，研制整装成套智能化装备，开展工程示范。

考核指标：形成 1~2 套酿酒废弃物能源化与资源化耦合利用成套技术及装备，废弃物能源化、资源化利用率大于 90%，可利用燃气能源循环利用率大于 95%，土壤改良材料实现 100% 安全利用；建成 10 万吨/年酿酒废弃物能源化与资源化耦合利用示范工程及 20 万亩土壤改良材料土地利用示范工程，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求企业牵头，产学研联合申报。

4.4 城镇及工业有机固废高效热解技术及大型化装备

研究内容：针对城镇及工业有机固废热解装备大型化需求，研究有机固废热解过程有害物质迁移转化规律及脱焦除硫控氮新

技术，研究重金属、二噁英、生物毒性等危害特性热阻断技术，研究高温热解气深度净化与高效利用技术，研究热解残渣安全高值化利用技术，研制新型结构大型化热解装备，开展成套技术工程示范。

考核指标：针对不同城镇及工业有机固废，形成 2 套经济合理的高效热解成套技术及装备，减容率大于 90%（湿基），热解残渣实现生物炭利用，特征污染物达到欧盟现行垃圾焚烧污染物排放标准（DIRECTIVE 2010）水平；针对不同集成技术，建成 2 项示范工程，规模达到 300 吨/天，实现稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立产业化推广创新模式。

4.5 有机固废高效清洁稳定焚烧关键技术与装备

研究内容：开发多种有机固废协同稳定焚烧技术及装备；研究焚烧过程参数测量和数据耦合诊断技术，开发过程智能自动优化控制系统；研究焚烧烟气腐蚀介质钝化和高参数余热利用技术；研制烟气二噁英、重金属等多种污染物协同净化、超低排放技术及设备；开展工程示范。

考核指标：针对不同炉型，形成 2 套有机固废高效清洁稳定焚烧成套技术与装备，焚烧烟气余热利用主蒸汽温度高于 430℃，烟气二噁英浓度低于 0.05 ng TEQ/Nm³，汞、铅、镉、CO 等污染物指标达到欧盟现行垃圾焚烧污染物排放标准（DIRECTIVE

2010) 水平；针对不同炉型，建成 2 项 400 吨/天规模以上的示范工程，其中污泥、沼渣、渗沥液的协同处置率不低于 5%，正常投用率超过 90%，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

4.6 存余垃圾无害化处置与二次污染防治技术及装备

研究内容：识别存余垃圾污染与资源属性，研究污染物与可回收物交互作用及耦合机制；研究存余垃圾稳定化预处理、可回收物清洁回收和陈腐有机物利用技术；研究资源化利用过程中恶臭和病源微生物污染控制技术；研发高浓度渗滤液碳氮协同削减及浓缩液全量化处理技术；构建存余垃圾原位削减、无害化处理与资源化利用技术体系，开展工程示范。

考核指标：存余垃圾分选率大于 90%，可回收物回收率大于 95%；无机惰性废物和陈腐有机物利用率大于 95%；渗滤液（含浓缩液）实现全量化处理，盐分去除率大于 95%，腐殖质浓度大于 30%；出水水质达到《城市污水再生利用 工业用水水质标准》（GB/T 19923~2005）相关指标要求，实现零排放；建成示范工程不少于 3 项，单体工程资源化和无害化处理规模不小于 10 万吨/年，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

5. 无机固废清洁增值利用技术（共性关键技术类）

5.1 大宗低阶固废规模化制备高值矿物材料关键技术

研究内容：针对矿业、冶金、化工、陶瓷典型行业大宗低阶固废规模化增值利用迫切需求，研究固废低阶组份物相高温重构技术，研究固废杂质组份快速安全分离技术与大型化装备，研究固废有害组份微观结构调控屏蔽及稳定固化技术，研究固废颗粒表面改性和界面协同设计技术，研究固废全体量原位复合增强高性能化技术，开展系列工程示范，开发再生高值矿物材料中高端应用。

考核指标：形成 3~5 套针对不同行业的经济合理的大宗低阶固废制备矿物材料成套技术与装备，再生产品类型涵盖 4~6 种大宗矿物材料，固废利用率均大于 90%，再生矿物材料固废含量比大于 60%，产品性能达到行业中高端标准：功能型蜂窝陶瓷体积密度大于 2.58 g/cm^3 ，孔密度 30~50cps；环保治理材料氧化钙含量大于 70%；耐高温材料体积密度大于 2.36 g/cm^3 ，高温在线修补抗折强度($1400^\circ\text{C}\times 0.5\text{h}$)大于 1.60MPa；耐冲蚀磨损材料 1400°C 冲蚀磨损体积冲蚀率小于 $0.70 \text{ mm}^3/\text{g}$ 。建成 3~5 项万吨级/年规模的示范工程，实现稳定运行。形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制/修订标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：每份申报书应包括矿业、冶金、化工、陶瓷行业

的典型大宗低阶固废利用研发内容。

5.2 复杂铜基多金属固废协同冶炼技术与成套装备

研究内容：针对复杂铜基多金属固废，研究协同冶炼过程多金属迁移分配和逸出规律，研究协同清洁冶炼技术，研制冷炼过程核心部件与装备，研究金属铜定向分离与纯化技术，研究稀贵金属定向富集与深度分离技术，开发协同熔炼过程智能优化控制系统，开展工程示范。

考核指标：形成 2~3 套复杂铜基多金属固废协同冶炼与优化控制成套技术及装备，单台装备处理能力达到 10 万吨/年，氧气喷嘴寿命大于 6 个月，铜综合回收率大于 98%，稀贵金属回收率大于 95%；针对不同含铜废料，建立 2 项 10 万吨级/年规模示范工程，实现经济稳定运行，废水废气排放指标优于项目执行期结束时国家执行的相关环保标准；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

5.3 难熔金属废料高效回收与清洁提取技术及装备

研究内容：针对航天航空、国防军工、大型工程等领域，研究难熔金属多元复杂废料快速识别与分类方法，研究功能复合涂层高效剥离技术，研究高纯难熔金属器件原位快速修复技术，研制难熔合金深度除杂与冶炼提纯装备，研究喷涂及增材制造废料

选择性分离与高效提取技术，构建难熔金属复杂废料高效回收与清洁提取技术体系，开展工程示范。

技术指标：难熔金属分类检测识别率大于 95%，涂层高附加值成分回收率大于 90%，难熔金属高值残料修复回收率大于 95%，钽、铌回收率大于 98%，钨、钼回收率大于 98%，回收核级锆的有效利用率大于 80%；分别建成钨钼、钽铌、锆废料规模回收利用示范线各 1 条，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

5.4 锂电/光伏新兴无机固废全组份循环利用技术

研究内容：针对新能源材料生产过程，研发锂电陶瓷固废能源金属温和浸出与短流程回用技术及装备，研究多金属尾渣整体利用制备中高端建材技术，研究光伏生产过程硅基固废深度解离与原位回用技术及装备，研究硅渣尾料结构调控整体化利用技术，开展工程示范。

考核指标：形成 2~4 套经济合理的锂电、光伏生产过程典型固废循环利用成套技术及装备；锂电生产过程陶瓷固废利用率大于 95%，能源金属浸出率大于 90%；光伏生产过程硅基固废综合利用率大于 95%，再生硅和高纯硅产品纯度分别达到 3N 和 6N；尾渣实现 100% 整体利用，产品性能达到行业中高端标准，其中

隔热多孔材料筒压强度大于 1.5MPa、堆积密度小于 500kg/m³，高强微晶材料抗压强度大于 600MPa、莫氏硬度大于 5 级；建成相应万吨级/年示范工程 2 项及千吨级/年尾渣利用生产线 2 条，实现稳定运行；形成覆盖研发内容的相关技术专利及标准体系(申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上)，建立商业化推广创新模式。

5.5 有色行业典型危废资源化利用及安全处置技术

研究内容：针对铝冶炼、黄金冶炼、锌冶炼典型高毒危废，研究典型危废毒害组份赋存规律与安全利用属性，研究氟/氯/硫/碱等毒害组份安全解离与稳定处置技术，研发有价值组份协同提取与高值利用技术及装备，研究尾渣无害化处置及资源化利用技术，开展工程示范。

考核指标：针对不同种类典型危废，形成 4~6 套经济合理的无害化利用与安全处置一体化成套技术。针对铝冶炼行业，赤泥中游离碱含量低于 1%，铝回收率大于 75%，铁回收率大于 85%，钛回收率大于 20%，全部赤泥利用率达 100%；电解铝危废氟、氯毒害组份无害化处置率达 100%，实现铝、硅等有价值组份产品化高值利用，氟化盐和碳的综合回收利用；建成 2~4 项针对不同种类危废的万吨级/年示范工程，实现稳定运行。针对黄金及锌冶炼行业，氰化渣氰根脱除率达到 99%，无害化率达 100%，金等有价值金属回收率大于 85%；锌冶炼含硫危废硫脱除率达到 90%，

单质硫回收率大于 90%；建成 2~4 项针对不同种类危废的万吨级/年工程示范，实现稳定运行。形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

有关说明：本指南方向拟部署项目 2 项，针对铝冶炼、黄金及锌冶炼拟分别部署 1 项，每份申报书只能选择铝冶炼或黄金及锌冶炼中的 1 项进行申报。

5.6 典型工业污泥毒害组份安全转化与固化技术及装备

研究内容：针对制药、造纸、制革行业典型工业污泥及典型化工精馏釜残，研究抗生素类、可吸附有机卤化物、重金属等特征污染物安全转化调控机理，研发有机毒害组份热化学高效安全转化及材料化、能源化利用技术，研究无机毒害组份热化学安全固化与制备建筑材料技术，研制适合不同行业典型污泥及残渣资源化安全利用的成套智能化装备，开展工程示范。

考核指标：针对典型有害工业污泥及精馏釜残，形成 3~5 套经济合理的资源化、能源化安全利用成套技术与装备；实现抗生素、可吸附有机卤化物等典型有机污染物 100% 安全转化，铬类等典型无机污染物 100% 晶格固化与材料化；形成 3~5 种功能材料与建筑材料，符合国家及行业相关质量标准；针对不同行业建成 3~5 项 3000 吨/年以上的规模化示范工程，实现稳定运行；形成覆盖研发内容的国际、国内标准和专利体系（申请发明专利 10

件以上，编制标准及规范 3 项以上)，建立商业化推广创新模式。

有关说明：申报书应同时包含制药、造纸、制革、化工 4 个行业研究和示范内容。

6. 废旧复合材料精细回收与精深利用（共性关键技术类）

6.1 退役动力电池异构兼容利用与智能拆解技术

研究内容：针对电动汽车动力电池大规模退役趋势，研究退役电池无损诊断、余能检测方法及分级装备；研制高离散退役电池异构兼容并网装备；研发基于机器人的退役方形动力电池多维识选与智能转载输送技术；研制智能拆解与物料智能归集成套装备；开展工程示范，研究动力电池全生命周期价值链生态耦合模式。

考核指标：形成具备 5 种及以上类型电池兼容能力的分级装备，单机分级能力大于 120 个/小时；形成同时接入 5 种及以上异构电池类型的并网储能装备，额定效率大于 95%；形成兼容 20 种及以上退役方形动力电池智能拆解生产线成套装备，电池单体拆解效率大于 360 个/小时、动态识选准确率大于 95%、解离物料归集准确率大于 95%；建成退役动力电池 MW 级异构兼容规模储能示范工程、智能拆解能力大于 1 万吨/年示范工程各 1 项，均实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立退役动力电池逆向供应链商业化运行模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

6.2 废旧移动终端整机无损拆解与安全再利用技术

研究内容：针对废旧移动终端，研究整机及元器件图像识别、无损检测与评估分类方法，研制废旧移动终端存储介质信息安全擦除装备，研制整机无损拆解与元器件自动化精细分选技术及装备，研制液晶屏精密拆解与可重复利用性能自动检测技术及装备，开展工程示范。

考核指标：建成废旧移动终端产品分类数据库，覆盖产品型号大于2万种；形成1套及以上废旧移动终端整机无损拆解与安全再利用集成技术及系列核心装备；其中，信息擦除装备清除率达100%、清除速率大于30M/秒，整机无损拆解装备破损良率大于90%，关键元器件自动识别分选装备精准率大于96%，液晶屏精密拆解装备生产良率大于90%；建成2项示范工程，手机和平板电脑拆解总量达到2000万台/年，二次液晶屏再利用总量达到500万片/年，实现经济稳定运行。形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系(申请发明专利10件以上,编制标准及规范3项以上)，建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

6.3 废旧重型装备损伤检测与再制造形性调控技术

研究内容：针对海洋装备、冶金装备、掘进装备等重点行业废旧重型装备，研究关键部件损伤演变规律、性能衰变机理与冗

余可靠性评估技术，研发再制造用复合涂层材料，研究关键部件绿色表面处理与形性调控技术，研制智能再制造成套技术及装备，构建再制造装备绿色化质量保证体系，开展系列工程示范。

考核指标：形成 3~4 套废旧重型装备损伤检测与再制造形性调控成套技术及装备；智能检测系统检测精度偏离值小于 5%；表面清洁装备处理能力大于 30m²/h、清洗率大于 98%；包覆型金属基复合涂层材料松装密度大于 2.0g/cm³；喷涂结合强度大于 50MPa；熔覆层耐中性盐雾腐蚀性能大于 2000 小时；复合镀层结合强度大于 500MPa，与新品相比，耐磨性提高 3 倍以上；实现典型装备部件综合再制造率达 95% 以上；建成 3~4 项不同行业再制造成套技术示范工程，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准规范（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化推广创新模式。

6.4 废线路板多组份协同利用与定向分离技术

研究内容：研究废线路板整体化利用过程有机树脂转化分离技术原理与稀贵金属定向分离机理；研究废树脂粉末协同干膜废料复合材料化技术；研究废线路板协同废杂金属清洁冶炼技术；研究废线路板低温裂解协同自热回用技术；研究油气定向捕集与高效分离技术；研究稀贵金属循环富集与定向分离技术；开展工程示范。

考核指标：建成 3 套不同技术路线的废线路板多组份协同

利用成套技术及装备，复合材料制品有机废料利用比例大于 50%，通过国家环保产品认证；有机物热解率大于 98%，裂解油捕集率大于 98%，溴化物脱除率大于 99%，烟气二噁英排放浓度小于 0.1ngTEQ/Nm³；铜回收率大于 98%，稀贵金属回收率大于 95%；建成 3 项不同技术路线的万吨级/年规模示范工程，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上）；建立商业化推广创新模式。

有关说明：要求由企业牵头，产学研联合申报。

6.5 废乘用车轮胎高效裂解与副产物综合利用技术

研究内容：针对废乘用车轮胎，研究裂解过程有害元素迁移转化和控制规律；研制连续高效裂解技术与装备；研究裂解产品品质调控技术；研究裂解固相副产物改性制备复合材料技术；研制大型化成套装备，开展工程示范；研究技术推广应用商业模式及配套政策。

考核指标：形成 2~3 套不同技术路线、经济合理的高效裂解与副产物综合利用成套技术及装备，废乘用车轮胎综合利用率大于 95%，连续高效裂解装备综合能耗小于 350 千瓦时/吨，高品质产品有效收率大于 75%，单台处理能力大于 30 吨/天，生产过程二氧化硫、氮氧化物、二噁英类等主要污染物排放优于国家最新排放限值，其中关键排放指标：二噁英/呋喃类<0.1ngTEQ/Nm³、

NO_x<200mg/Nm³、SO₂<55mg/Nm³、颗粒物<150mg/Nm³；掺用裂解产物的成品轮胎性能满足国家标准 GB 9743~2007 要求；建成 2 项不同技术路线的万吨级/年规模示范工程，实现稳定运行；形成覆盖研发内容的技术专利与标准体系(申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上)，建立商业化推广创新模式。

7. 固废全过程精准管理与决策支撑技术（共性关键技术类）

7.1 产品全生命周期识别溯源体系及绩效评价技术

研究内容：针对典型产品全生命周期识别、追溯、评估技术需求，研究废旧产品回收利用社会行为，分析全生命周期减量化技术发展趋势；针对包装物、电器电子产品、汽车及典型部件、铅蓄电池等典型产品，集成研发快速识别、材质检测和传感技术及车载计量与监控一体化技术；建立多品种全生命周期信息大数据平台，构建生产者履责绩效评价体系，开展区域集成示范应用。

考核指标：形成 3~4 项经济合理的典型产品全生命周期快速识别技术，目标产品包括电器电子、汽车、铅酸蓄电池和包装物等 4 类产品；建成能支撑发布国家生产者责任延伸信用评价报告的信息数据库及评价标准 3 项以上；在 1~2 个国家试点地区（国办发〔2016〕99 号）开展单品种示范应用；选择 1 个城市开展上述 4 类产品集成示范应用；编制相关标准及规范 3 项以上，建立技术应用推广的商业模式。

有关说明：本项目申报内容须与国家循环经济发展综合管理

部门推动落实《生产者责任延伸制度推行方案》任务部署和试点工作紧密结合；试点地区和集成示范城市所在地政府应出具书面支持文件并承诺协调落实相关支持政策。

7.2 危险废物环境风险评估与分类管控技术

研究内容：针对危险废物环境风险管控需求，研究危险废物环境风险评估技术和分级分类管理技术，开发危险废物全过程环境风险评估技术平台；集成研发危险废物全过程智能化可追溯管控技术；开展典型区域应用示范，研究配套技术政策。

考核指标：建立满足业务化运行需要的风险评估技术平台，适用于不少于 5 类重金属危险废物、3 类高危害有机污染物危险废物；形成危险废物分级分类管理体系；实现典型危险废物全过程 100% 智能化可追溯；完成 2 个典型化工园区危险废物全过程智能化可追溯管控技术应用示范，1 个典型区域重点危险废物全过程环境风险评估技术应用示范；形成 5 个行业 10 类典型危险废物污染控制技术规范。

有关说明：本项目申报内容须与国家环境保护主管部门推动落实《“十三五”危险废物环境管理重点任务及分工方案》任务部署紧密结合；原则上不要求提供其它经费配套。

8. 系统性解决方案研发及集成示范（应用示范类）

8.1 南方新兴超大城市生活垃圾集约化处置集成示范

研究内容：针对典型南方新兴超大城市，研究其城市垃圾产

生特性、时空分布及处理设施优化方法；研究适应南方新兴超大城市特征的垃圾精准分类减量—智能分质收集收运—资源化清洁规模利用—安全协同处置全链条集约化处置集成技术体系；构建匹配城市特征的垃圾集约化处置全过程物联网监控系统 and 大数据管理平台；研究提出技术集成—工程示范—政策管理一体化的生活垃圾系统化解决方案与商业化运行模式；依托南方新兴超大城市，开展综合示范。

考核指标：形成 3 套以上南方新兴超大城市生活垃圾集约化处置全链条成套技术及装备，建成 3 项以上全链条综合集成示范工程，并实现经济稳定运行，总规模达到 2000 吨/天以上，垃圾资源化利用率大于 40%，进入终端焚烧、填埋系统的垃圾量较示范工程实施前减少 10%，原生垃圾实现零填埋；建成城市垃圾收运物联网监控系统和全过程大数据管理平台；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化创新推广模式；形成超大城市生活垃圾集约化处置综合性解决方案，项目成果在综合示范城市实现推广应用，带动新增固废处理能力达到 100 万吨/年以上。

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。

8.2 东部中小城市固废园区化协同处置集成示范

研究内容：针对我国东部经济发达地区中小城市，研究基于

物联网的城乡垃圾分类收集收运技术；研究园区化分质分类、协同处置、污染集中控制的集成技术；研发固废—水—能系统耦合技术及优化调控平台；开发固废分类收集—智能监控收运—清洁能源化—协同处理处置的园区化系统性解决方案及运营新模式；依托典型东部中小城市，开展综合示范。

考核指标：形成 3~4 套适合东部中小城市的园区化固废协同处置成套技术及装备；建成 1 个联合运营的固废综合处置园区，典型示范工程不少于 3 项，单体工程协同处置固体废物大于 3 类，城市垃圾分类收运的物联网监测覆盖率大于 60%，园区内城市固废综合利用率大于 75%，园区处理处置总规模大于 50 万吨/年，实现经济合理运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上），建立商业化创新推广模式；形成适合于东部中小城市特征的城乡固废园区化协同处置综合解决方案，在综合示范城市实现推广应用，带动新增固废处理能力达到 50 万吨/年以上。

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。

8.3 华南中小城市多源固废区域化利用处置集成示范

研究内容：针对我国华南废线路板等再生资源集散度高的典型中小城市，研究废线路板器件智能拆解和分选技术；研究废线路板高效冶炼集成技术与装备；研究多金属绿色回收高值利用成

套技术；研究园区重金属污染跟踪监测与防控集成技术；研究提出废线路板、废塑料等多源固废区域化利用处置的系统性技术方案。依托华南地区典型中小城市，开展综合示范。

考核指标：形成 2~3 套适合我国华南典型再生资源集散区域的多源固废回收拆解、再生利用和协同处置的成套技术及装备，实现废线路板多组分物料定向分离率大于 98%；建立万吨级/年度线路板高效冶炼示范工程，铜回收率大于 98%，稀贵金属回收率达到 95%；形成典型再生资源多元固废区域化协同处置系统性解决方案，建成废线路板、废塑料等典型多源固废区域化综合处置示范基地 1 个，固废综合利用率大于 75%，实现经济合理运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系(申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上)，带动新增固废利用处置能力达到 50 万吨/年以上。

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。

8.4 农村厕所粪便高效资源化处理关键技术与示范

研究内容：以我国农村典型区域为重点，开展厕所排泄物中致病微生物、有机污染物和氮磷污染物的迁移和转化机制研究；突破高浓度粪便、尿液等排泄物安全卫生收集、储存和运输及其资源化利用关键技术；开发粪便污染物深度控制及资源化利用设备；建立涵盖污染物环境容量、卫生技术、人居环境质量的管理

体系；研究“厕所革命”成套技术和装备的标准规范及产业化推广模式，开展成套技术应用集成示范。

考核指标：建立不小于 3 套的厕所粪便安全卫生收集、储存、运输、污染物深度控制及其资源化利用成套技术与装备。建成 3 个综合示范区，示范区规模不小于 1000 户。实现创新卫生公共厕所比传统水冲公共厕所节水 60% 以上，实现污染物近零排放；农村户用卫生厕所使用满意度达到 85% 以上；排泄物氮、磷回收率分别达到 50% 以上；其他污染物无害化处理率和资源化利用率达到 90%。形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制 1 项以上相关技术标准规范）；形成适合于农村地区特征的“厕所革命”综合性解决方案，在综合示范区推广应用。

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。

8.5 铜铅锌综合冶炼基地多源固废协同利用集成示范

研究内容：针对铜铅锌大型有色金属综合冶炼基地，研究多源固废资源环境属性与过程溯源；研究铜铅锌冶炼系统多物料耦合利用与协同处理集成技术；研究多源固废跨产业链接规模化消纳技术；研究渣尘无害化及安全处置技术；开发铜铅锌基地固废转化一体化智能集成管控系统；研究提出铜铅锌综合冶炼基地多源固废协同利用解决方案，依托典型区域，开展技术集成综合示

范。

考核指标：建立典型铜铅锌综合冶炼基地多源固废源解析清单及物质流分析模型，形成 4~5 套铜铅锌生产过程多源固废协同利用成套技术，集成应用于 50 万吨/年规模以上大型铜铅锌综合冶炼基地，建成 4~5 项示范工程，铜铅回收率分别大于 98%，锌回收率大于 97%，实现经济稳定运行；开发智能管控集成系统，覆盖 90% 以上的主要生产过程；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上）；形成大型铜铅锌综合冶炼基地多源固废协同利用综合性解决方案，在大型冶炼基地实现推广应用，年消纳固废大于 30 万吨，综合消纳率大于 80%。

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；由大型有色冶炼企业牵头，产学研联合申报。

8.6 中部矿业特色产业集聚区固废资源化利用集成示范

研究内容：针对中部有色、陶瓷等特色产业集聚区，研究多产业固废资源环境属性和生态环境影响效应，研究特色矿产选冶、加工过程多源固废中稀有稀土稀散金属高效富集、定向分离与清洁提取技术；研究适合集聚区生态环境特征的有色尾矿、冶炼渣、陶瓷废料等典型固废的分质梯级利用技术；研究提出中部有色、陶瓷等特色产业集聚区多源固废资源化利用综合解决方案，依托

典型区域，开展综合示范。

考核指标：建立有色、陶瓷等特色产业固废生态环境影响解析清单及分析模型；形成 3~4 套中部矿业特色产业集聚区多源固废资源化利用成套技术及综合性解决方案；有色冶炼固废利用率大于 90%，稀散金属综合回收率大于 80%，稀土总回收率大于 90%，稀有金属回收率大于 85%；特色尾矿建工建材利用产品达到行业中高端标准，陶瓷制品与装饰材料中陶瓷固废利用比例大于 90%；建成 4~5 项示范工程，年消纳固废总量大于 10 万吨，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上）；项目成果在特色产业集聚区实现推广应用，带动新增固废处理能力达到 100 万吨/年以上。

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。

8.7 西南化工冶金特色产业集聚区固废规模利用集成示范

研究内容：针对西南磷化工、锰冶金、铝冶炼等特色产业集聚区，研究多产业固废资源环境属性和生态环境影响效应；研究磷石膏、锰渣、赤泥等典型重污染固废源头减量、安全处置、综合利用的成套化集成技术与产品方案；研究集聚区特色产业多源固废生态化协同利用成套技术；研究构建西南化工冶金特色产业集聚区固废资源化综合解决方案，依托典型区域，开展综合示范。

考核指标：提出磷化工、锰冶金、铝冶炼等特色产业固废生态环境影响解析清单及分析模型；形成 3~4 套西南地区磷化工、锰冶金、铝冶炼等特色产业多源固废资源化利用成套技术及综合性解决方案；建成 4~5 项示范工程，其中磷石膏处理示范线年处理量达到 50 万吨以上，锰冶金示范工程年消纳固废 10 万吨以上，铝冶炼示范工程年消纳固废 10 万吨以上，实现经济稳定运行；形成覆盖研究内容的技术专利与标准体系（申请发明专利 10 件以上，编制标准及规范 3 项以上）；项目成果在特色产业区实现推广应用，带动新增固废处理能力达到 100 万吨/年以上。

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。