

附件

重要资源循环利用工程 (技术推广及装备产业化) 实施方案

一、引言

资源循环利用产业是战略性新兴产业的重要组成部分，是为节约资源、发展循环经济、实现废弃物综合利用、保护环境提供物质基础和技术保障的产业，其产业链长，产业关联度大，吸纳就业能力强，对经济增长拉动作用明显。本工程主要涵盖资源循环利用产业中的城市矿产（再生资源）、再制造、产业废弃物资源化利用以及废旧商品回收体系建设四个领域。

为加快培育和发展战略性新兴产业，推动重要资源循环利用工程的实施，根据《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》（国发[2012]28号）和《循环经济发展战略及近期行动计划》（国发[2013]5号）的总体部署，制定本实施方案。

二、背景情况

（一）国内外发展情况

随着工业化发展，自20世纪中期开始，西方对回收利用废弃物中再生资源的重视程度不断提高，再生资源回收体系日趋完善，回收利用规模不断扩大，成为经济社会发展的重要支撑。据国际回收局统计，目前世界主要有色金属产量中，来自于资源回收再利用的比例均超过了30%，同时稀贵金属、废纸、废塑料、

废玻璃等再生资源的回收利用也受到重视。2010 年发达国家废旧商品产业规模已达 1.8 万亿美元。

“十一五”以来，我国大力推进节能减排，发展循环经济，建设资源节约型环境友好型社会，为资源循环利用产业发展创造了巨大需求。据初步测算，2013 年我国资源循环利用产业总产值超过 1.4 万亿元，从业人数 2000 万人，初步形成了门类较为齐全的产业体系。开发了一系列具备国际、国内先进水平的废有色金属、稀贵金属、废弃电器电子产品的高值化回收利用技术和装备；我国自主研发创新“尺寸恢复和性能提升”再制造模式，再制造零件尺寸精度、性能指标和质量标准均不低于原型新品质量水平，积极推进汽车零部件、机床、工程机械等再制造试点；我国工业固体废物综合利用率近 20.6 亿吨，磷石膏生产硫酸联产水泥技术、尾矿生产加气混凝土技术等 1000 多项技术获得国家发明专利授权；在废旧商品回收体系建设方面，我国 2013 年废旧商品回收总量约为 1.6 亿吨，回收总值达 4817 亿元人民币，再生资源回收、分拣、处理工艺水平快速提升。

（二）存在的问题

我国资源循环利用产业仍处在发展初期，企业规模小，经营分散，总体产业化水平低，龙头型、骨干型和支柱型企业数量偏少。特别是资源循环利用技术的研发、推广以及装备的产业化不足，已成为制约资源循环利用产业规范化、规模化发展的重要因素。一方面，企业技术水平低、研发能力差，行业内的科技人员比重远低于其他行业，加工利用技术水平不高，精深加工能力差，

存在着高品质、高性能的优质再生资源作为加工低端、低档次产品的原料使用的现象。另一方面，装备产业化能力不足，先进技术和装备依赖进口，自有知识产权不足，资源循环利用装备产业化程度较低，使得资源循环利用产品质量不高。此外，管理制度不完善，技术研发和推广的促进机制不健全，产学研衔接不紧密，相关技术、装备标准和产品标准建设相对滞后，产业规范化发展程度低，难以支撑先进技术、装备的推广应用。

（三）实施本工程的必要性和紧迫性

加快发展资源循环利用产业，有助于培育新的经济增长点，缓解资源环境瓶颈约束，是调整经济结构、转变发展方式的内在要求，也是建设生态文明，实现绿色、循环、低碳发展的战略选择。但我国资源循环利用产业发展的技术装备水平不高，产业化、规模化发展程度较低。实施本工程有助于解决资源循环利用行业技术落后，加工利用水平技术不高，产业化水平低、先进技术装备推广动力不足等问题，形成完善的推进机制，促进资源循环利用技术和装备升级。

三、工程目标

（一）总体目标

到 2017 年，基本形成适应资源循环利用产业发展的技术研发、推广和装备产业化能力，攻克一批技术障碍，技术储备能力显著增强，企业重大科技成果集成、转化能力大幅提高，掌握一批具有主导地位的关键核心技术，部分达到国际先进水平，初步形成主要资源循环利用装备的成套化生产能力。

(二) 分项目标

城市矿产(再生资源):到2017年,废钢铁、废有色金属(稀贵金属)、废塑料、废橡胶、废弃电器电子产品的资源化利用技术和成套装备产业化水平明显提升,形成拥有自主知识产权的成套化技术及装备20项,企业拥有及新申请相关专利50项以上。

再制造:到2017年,机械产品再制造损伤检测、体积修复等再制造技术攻关和装备研发取得突破,实现再制造成套装备的完全国产化和体系化,再制造纳米电刷镀技术装备、电弧喷涂等成熟表面工程装备得到大范围示范应用。

产业废弃物资源化利用:到2017年,在共伴生矿产资源、尾矿、粉煤灰、煤矸石、冶炼渣、工业副产石膏、赤泥、建筑废物等领域研发60-70项具有自主知识产权的技术、装备,推广50-60项先进适用技术、装备。

废旧商品回收体系建设:到2017年,在合理规划的基础上,建设一批分拣技术先进、环保设施完备和劳动保护措施健全的回收分拣中心和回收分拣集聚区,对电子废弃物等品种开展智能回收试点。

四、重点任务和领域

(一) 城市矿产(再生资源)

1. 废钢铁

关键技术与装备研发:开发废钢破碎料提纯、制块、增加体密度的加工技术、超大超厚型废钢加工解体技术设备,研发废钢尾渣有色金属提取技术、不锈钢机械化拆解及分离技术。

先进技术与装备推广：普及剪切机、抓钢机和防辐射设备、合金快速分析仪等机械化、自动化检测设备，在年加工利用能力100万吨以上的废钢铁回收利用企业推广超宽履带输送装备、预碾压机、磁力分选设备等。

2. 废有色金属

关键技术与装备研发：重点突破废杂铜制备空心异型铜合金材料技术、废旧铅酸电池清洁回收和强化熔炼关键技术与设备、废弃纸铝塑复合包装物再生利用技术、废铝预处理及废铝罐低烧损还原技术，加强废有色金属快速检测技术和设备研发。

先进技术与装备推广：推广废有色金属机械化拆解预处理技术、废电线电缆自动筛选分离处理设备。

3. 废稀贵金属

关键技术与装备研发：研发稀贵金属再生和深加工关键技术，开发金、银、铂、钯、铑、钆、钴、镍等稀贵金属的高效回收、精细分离和提纯等清洁生产技术工艺，开发废电器电子产品、感光材料、化工产品、医药材料中的稀贵金属高附加值加工技术。

先进技术与装备推广：推广废旧稀贵金属成分快速检测设备、高效电解银工艺技术和工业废料中多金属复合回收技术。

4. 废塑料

关键技术与装备研发：开发废塑料改性等高值化利用技术、废塑料回收利用二次污染控制技术及相关专用设备，研发阻燃塑料、纸塑、铝塑、钢塑复合材料等分离技术。

先进技术与装备推广：推广废旧塑料破碎分选改性造粒生产

线、废塑料自动识别及分选技术。

5. 废橡胶

关键技术与装备研发：研发废橡胶新型环保再生技术与装备、废轮胎常温粉碎和深加工技术与装备、活化胶粉改性道路沥青技术与装备。

先进技术与装备推广：推广废旧轮胎回收精细胶粉全自动设备、硫化橡胶粉常压连续脱硫成套装备。

6. 废弃电器电子产品

关键技术与装备研发：研发报废手机、液晶面板、复印机和荧光灯管预处理与分离关键技术和设备，开发电路板元器件高效脱除及贵重金属提取技术、废锂电池金属提取技术和成套设备，研发废弃电器电子产品中的非金属材料拆解产物综合利用技术。

先进技术与装备推广：推广废冰箱整体拆解与多组份资源化利用一体化设备、废印制电路板粉碎分离回收技术及成套设备。

重点领域

1. 报废手机。研发报废手机高值化回收处理技术及成套设备，突破报废手机中稀贵金属快速识别及回收利用技术，报废手机液晶屏幕检测及再利用技术，废手机电路板回收及处理处置技术等，开发专用拆解处理线及设备，依托企业建设 100 万部/年报废手机一体化回收处理示范中心。

2. 废电池。针对报废一次性干电池、废铅酸电池、废锂电池，研发废电池处理利用技术及专用设备，重点研发废镍镉电池、锌锰电池、锂电池中金属高效提取及非金属材料处理处置技术及专用装备，建设 5000 - 10000 吨/年废锂电池回收利用示范工程，建设废镍镉电池

及锌锰电池回收利用示范工程。

(二) 再制造

1. 再制造高效无损拆解方面

关键技术与装备研发：开展可拆解性设计、产品结构干涉分析等方法研究，研发废旧复杂机电产品拆解工艺，开发针对大型、复杂和高端装备的再制造生产技术与自动化装备。

先进技术与装备推广：推广快速、无损、自动化拆解装备。

2. 再制造损伤检测与寿命评估方面

关键技术与装备研发：研发多参量多信息融合的先进无损检测技术及设备，建立高可靠度的再制造毛坯件剩余寿命预测模型，研发适用再制造产品表面涂覆层残余应力状态及与基体结合强度的快速无损检测技术，研发再制造专用寿命评估设备。

先进技术与装备推广：推广涡流/磁记忆无损检测技术与装备、超声/相控阵无损检测技术与装备。

3. 再制造先进成形与加工方面

关键技术与装备研发：研制智能化、自动化纳米复合再制造设备，研发自动化再制造成形加工系统，实现再制造加工过程的一体化，具备表面再制造与三维立体再制造的能力。

先进技术与装备推广：推广全自动化纳米复合表面工程技术装备。

重点领域

1.再制造专业技术装备生产。提供再制造技术装备生产的系统性解决方案。研发再制造

旧件拆解、清洗、无损检测、装配、再制品检测等技术和成套装备。研发激光熔覆、喷涂等表面修复的成套技术设备。

2. 培育再制造服务产业。支持专业化公司利用表面修复、激光等技术为工矿企业设备的高值易损部件提供个性化再制造服务，建立再制造旧件回收、产品营销、溯源等信息化管理系统。推动构建废弃物逆向物流交易平台。

(三) 产业废弃物资源化利用

1. 共伴生矿产资源

关键技术与装备研发：研发低品位共伴生矿高效选冶、稀贵金属分离提取等技术，研发弱磁性铁矿高梯度磁选抛尾技术，推进低品位铝土矿浮选脱硅工艺技术优化，开发黄金尾矿硫化物深度分选及有价组分提取技术。

先进技术与装备推广：推广微细粒磁铁矿全磁分选、贫磁铁矿预选、贫磁铁矿弱磁-反浮选技术，推广异步混合浮选、电化学控制浮选、低品位铜、镍、铅、锌、铝等矿产加压浸出技术，复杂难处理金矿循环流态化焙烧等工艺技术，推广大型机械搅拌式充气浮选机等高效选矿装备。

2. 尾矿

关键技术与装备研发：开发尾矿中有价非金属矿物的高效分离提取技术、生物技术回收有色多金属矿尾矿中有价元素的共性技术、尾矿中残余贵金属提取过程中氰化替代技术、黑色及有色金属选矿尾矿连续充填技术。

先进技术与装备推广：推广铁尾矿有价元素综合利用技术、

有色多金属矿尾矿中有价元素综合利用技术，加强富硅尾矿生产超耐久性尾矿高强混凝土技术、尾矿高效充填采空区技术应用。

3. 煤矸石

关键技术与装备研发：研发煤矸石低温活化矿井填充技术、煤矸石生态治理技术、煤矸石制岩面保温材料及提取超细纤维造纸技术、煤矸石制备环保材料技术及尾渣利用技术、煤矸石代替粘土烧制彩瓦等技术、煤矸石生产复合净水剂等高值产品技术。

先进技术与装备推广：推广煤矸石不上井置换煤柱技术、煤矸石生产硅酸铝纤维技术、煤矸石烧制空心砖和陶粒技术、含白矸（硬岩）和黑矸（可燃煤矸石）混杂煤矸石分选技术。

4. 粉煤灰

关键技术与装备研发：研发大掺量粉煤灰混凝土路面材料技术，突破粉煤灰提取碳粉、玻璃微珠等高值产品技术及装备、粉煤灰制备环保材料技术，开发高铝粉煤灰大规模生产氧化铝联产化工、建材产品的成套技术与装备，开发高铝粉煤灰低能耗冶炼硅铝合金技术。

先进技术与装备推广：推广粉煤灰分选和粉磨等精细加工技术、粉煤灰筑高速公路路堤技术、大掺量粉煤灰混凝土技术和少熟料粉煤灰胶凝材料技术、粉煤灰超细化及改性升级技术。

5. 工业副产石膏

关键技术与装备研发：研发脱硫石膏质量在线监测技术，加强低能耗磷石膏制硫酸钾副产氯化铵等技术和利用副产石膏改良土壤的技术研发。

先进技术与装备推广：推广湿法磷酸萃取工艺控制和优化技术、低能耗磷石膏制硫酸联产水泥技术、磷石膏制硫酸钾副产氯化铵技术、低品质磷石膏生产矿井充填专用胶凝材料技术。

6. 冶炼渣

关键技术与装备研发：研发冶炼渣热能回收技术、冶炼渣熔态利用技术、压罐式钢渣余热自解稳定化处理工艺技术、微膨胀型充填采矿专用胶凝材料技术、铜镍冶炼冷态渣深度还原磁选提铁综合利用技术、铜镍冶炼渣热态提铁和深度综合利用技术、铅电解阳极泥中提取金银的工艺技术。

先进技术与装备推广：推广高钛高炉渣提钛技术、钢渣棒磨机宽带磁选提纯技术，推广采用选矿法从冶炼渣中回收金属铜技术、铜冶炼阳极泥及废渣（料）综合利用技术及装备、锌浸出渣中提取铟技术及装备。

7. 赤泥

关键技术与装备研发：研发赤泥低成本脱碱技术、高铁赤泥及赤泥铁精矿深度选铁技术、赤泥中多组分回收技术、脱碱赤泥无害化制环保建材及环境修复材料技术、赤泥制备路基固结材料技术、赤泥循环流化床脱硫技术、赤泥生产复合材料技术。

先进技术与装备推广：推广拜耳法赤泥旋流分级综合利用技术、赤泥胶结充填技术、拜耳法高铁赤泥砂浆生产铁质原料技术、拜耳法高铁赤泥高效选铁技术、赤泥制备新型燃煤脱硫剂技术、赤泥制备工业窑炉用耐火保温材料技术。

8. 建筑废物

关键技术与装备研发：研发建（构）筑物的拆除技术、建筑废物的分类与再生骨料处理技术、建筑废物资源化再生关键装备、新型再生建筑材料应用技术工艺。

先进技术与装备推广：推广再生混凝土及其制品制备关键技术、再生混凝土及其制品施工关键技术、再生无机料在道路工程中的应用技术。

9. 废矿物油

关键装备技术研发：研发重金属添加剂高效分离及综合利用技术、物理破乳技术、微乳化、固相催化等精炼技术、废油生产微乳柴油技术、废润滑油超临界流体萃取技术。

先进技术与装备推广：推广废油高速离心沉降预处理技术装备、废矿物油蒸馏—加氢再炼制技术装备、废油絮凝吸附分离技术、餐厨废油脂肪酸固体酸催化气相反应制备生物柴油技术装备、餐厨废油气相脂化反应技术装备。

重点领域

资源循环利用装备制造。针对共伴生矿产资源、尾矿、粉煤灰、煤矸石、脱硫石膏、赤泥、建筑废弃物、废矿物油等领域，研发各类产业废物回收利用成套设备，推广应用尾矿生产建筑材料生产设备，建筑垃圾、道路沥青处理及利用设备。

（四）废旧商品回收体系建设

1. 回收交易环节

关键技术与装备研发：开发大宗废弃物、易污染环境的重点废旧商品回收技术，研发自动回收机等先进废旧商品回收设备，

研发基于物联网的再生资源收运系统监测技术和传感识别装备，推动再生资源交易平台建设。

先进技术与装备推广：重点支持龙头企业建设、改造标准化居民固定或流动式废旧商品回收网点，安装自动回收设备，建设网上再生资源回收交易平台。

2. 分拣加工环节

关键技术与装备研发：重点研发 PET 瓶、PS 泡沫塑料、农地膜等废塑料的分拣加工技术，废玻璃光学分拣技术和设备，废纸脱墨技术和设备。

先进技术与装备推广：推广分拣加工拆解成套装备及配套设备，推进产业化。

重点领域

建立完整的废旧商品回收利用产业链。推动智能化回收体系建设，试点建设智能回收设施、信息平台与现代物流相结合的回收体系。支持废旧商品分拣加工处理企业采用现代分拣分选设备，推动废旧商品分选、拆解、破碎、加工利用的技术和装备升级，逐步实现废旧商品自动化、精细化分拣处理。

五、组织实施

坚持企业为主，地方具体组织推动、国家引导及培育示范的实施格局。发挥战略性新兴产业发展部际联席会议的统筹协调作用，在循环经济“十百千”示范行动中强化对先进技术与装备推广的要求，支撑循环经济重大工程任务目标完成。结合中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的要求，加强循环经济领域

科研统筹，实施“十三五”循环经济科技行动计划，推动重点任务中的关键技术与装备研发。

各有关部门要在职责范围内发挥各自职能，加强部门间协调配合，突出各自优势，推动技术研发，加大技术创新支持力度，组织相关示范和技术、装备推广应用工作，推动形成产学研机制，强化各领域标准制修订，支持相关产业发展，确保本实施方案确定各项工作重点落到实处。国家发展改革委将会同科技部等有关部门适时组织开展实施方案的中期评估和后评估。地方政府有关主管部门要按照国家统一部署，并结合地方实际，抓好任务的分解落实。发挥主观能动性，积极落实相关保障措施。有关行业协会和中介组织要发挥专业技术和信息优势，配合有关管理部门开展技术咨询论证、政策解读、方案评审、技术筛选和推介等工作，为企业开展相关技术装备研发和推广提出有力支撑。

六、保障措施

（一）加大支持力度，引导资金投入

各地方应在科学论证的前提下，通过各自循环经济发展专项资金等现有资金渠道，支持资源循环利用技术产业化。本工程涉及研发的相关任务，需要财政资金支持的，按照深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的要求纳入国家有关科技计划（专项、基金等）统筹给予支持。创新支持方式，组织示范推广，建立公共服务平台等，发挥对社会资金的引导带动作用，鼓励和引导民间资本投向资源循环利用产业领域。

（二）加强政策引导，优化产业发展环境

研究建立长效机制，完善资源循环利用产业发展的法律法规和标准体系，强化相关标准的设定，为在各行业推广资源循环利用技术和装备提供倒逼机制。研究采取综合措施推动资源循环利用技术研发、推广和装备的产业化。将资源循环利用产品和技术纳入《国家鼓励的循环经济技术、工艺和设备名录》等给予引导支持。加大风险防控力度，减少各类风险的影响。

（三）创新体制机制，发挥目标导向作用

支持构建以企业为主体、市场为导向的技术创新机制，引进吸收国外先进技术，鼓励企业和中介机构、行业协会等建立技术创新和转让平台，组织联合攻关，共同解决资源循环利用技术和装备发展中的关键和共性问题。推动专业化技术研发机构发展，鼓励商业模式创新，支持资源循环利用服务业公司为企业提供“一站式”服务。发挥资源产出率的目标导向作用，建立企业、园区的资源产出率统计评价体系，开展循环经济和资源利用效率评价，增强企业加强废弃物利用的积极性和动力。

（四）发挥部门合力，形成共同推进机制

按照财政科技计划（专项、基金等）管理改革要求，对有关研发推广平台进行梳理，优化布局。在资源循环利用技术和装备研发的技术攻关和产业发展中，推动相关产学研机制的形成。鼓励企业加大技术和装备方面的投入，加强企业与国内高校和科研院所的合作，加大人才培养力度，发挥高等职业技术教育方面的资源优势，加速资源循环利用领域教育、科技和产业的集聚整合。