

“资源循环利用”重点专项

2026 年度项目申报指南

(征求意见稿)

为深入贯彻习近平总书记关于建立绿色低碳循环发展经济体系的重要指示精神，加快推动资源循环领域高水平科技自立自强，国家重点研发计划启动实施“资源循环利用”重点专项（以下简称“重点专项”），根据本重点专项实施方案部署，现发布 2026 年度项目申报指南。

一、总体目标

本重点专项围绕国家战略需求，以保障国家战略资源安全为总体目标，聚焦我国传统资源循环利用链条中存在的回收体系无序、再生质量不高、回收再利用品类不全、产业自动化智能化规模化水平低等关键问题，着力构建自主可控、智慧高效、绿色循环的技术创新体系及现代产业体系，推动国家发展与资源安全从“传统路径”向“技术驱动”的范式变革，从“生态代价”到“资源减碳”的系统跃迁，从“地下挖矿”到“地上得矿”的格局重塑。为实现碳达峰碳中和目标、全面推进美丽中国建设提供坚实支撑，为全球可持续发展贡献资源循环领域的“中国方案”。

二、任务布局

2026 年度指南部署围绕再生资源现代化回收体系与国家资源循环数字平台构建技术，废旧金属、高分子材料、废旧“新三样”及设备等高质高值循环利用技术等方面，拟部署 12 项指南任务。

三、主要原则

深入推动科技创新和产业创新深度融合：坚持“无场景不立项、无应用不验收、以企业为主体、以开放建生态”原则，建立“场景驱动、权益共享、行业赋能、实效评价”的闭环管理机制。坚持在真实应用场景中开展技术攻关，落实团队内部成果赋权与利益共享机制，以行业规模化应用作为成果价值标尺，并将应用实效纳入项目刚性考核指标，确保科研产出与市场需求深度契合，实现创新链与产业链的精准对接。

坚持产业需求牵引与产学研融通创新：本专项共性技术类、关键技术类、示范应用类项目均要求在真实应用场景中研发。项目参与单位应至少包含一家能提供真实业务场景的企业。无场景提供单位的亦可申报，并申请由主责单位协助联系应用场景企业。项目申报书中需明确现场研发投入时间，项目负责人以及课题负责人在指定现场的研发时间不低于总研发时间的 60%。

推动科技成果向现实生产力高效转化：具备产业孵化条件的项目成果，主责单位与参研单位共同加快转化工作，培育行业新质生产力。主责单位将配备技术经理人团队及有关科创孵化基金全程跟踪服务项目研发全过程，提前做好科技成果转化准备工作。主责单位及其所属单位所设立的创业投资基金对项目研发成果享有优先孵化权，具体方式在任务书中另行约定。

完善多元投入机制：指本专项的研发资金由中央和地方财政资金、主责单位资金以及承研单位自筹资金多元构成。主责单位自筹资金与其他单位资金实施专户管理，专款专用。指南中有明确自筹经费要求的，申报书中应明确出资单位。无法明确出资单位的，亦可申报，并申请由主责单位落实出资单位。如主责单位（或其指定的所属单位）及自筹经费主要出资单位不是申报书中的项目参与单位，在任务书中明确其为参与单位。

健全成果赋权与收益共享机制：建立责权利对等的多元投入与收益共享机制，并按有关规定依法享有科技成果的使用权、处置权、收益权。其中，中央和地方财政出资部分，项目产生的科技成果所有权及知识产权由各参与单位协商分配，并主要由研发实施团队共享。主责单位及其他出资单位出资部分，项目产生的科技成果所有权及知识产权按出资比例分配。主责单位鼓励项目研发团队在研发成功后持续参

与推动成果转化运用、工艺适配集成和技术迭代升级，并探索在项目孵化公司中为项目核心团队设立股权、期权等多种收益分享机制。

建立以实效为导向的评价体系：项目验收应通过现场验收、用户评价或第三方测评等多种方式，在真实市场和应用场景下开展。其中真实用户等行业意见起关键作用。

四、申报要求

项目统一按指南任务的三级标题（如 1.多尺度典型再生资源储量评估技术）的研究方向申报。每个研究方向拟支持 1 项。申报项目的研究内容必须涵盖三级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标，实施周期不超过 3 年。项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 8 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

五、指南任务

（一）回收体系共性技术（共性技术类）

1.多尺度“城市矿山”典型再生资源储量评估技术

研究内容：针对典型再生资源“家底不清、分布不明”的技术瓶颈，面向社会源、工业源等不同来源的钢铁、有色金属（铜、铝、锂、钴、镍、稀土等）、塑料等典型再生资源，以及“新三样”、机动车、电子电器、基础设施、建筑等典型资源载体，基于调查、统计、遥感等多源数据融合与

空间尺度转换、人工智能辅助等手段，构建再生资源储量评估技术方法；综合运用现地调查、检验检测、文本分析、模型模拟等方法，构建不同典型资源载体的再生资源含量数据库，开展全国-区域-城镇-公里网格多尺度再生资源储量和释放量现状评估；分析典型再生资源时空演变规律，开发数据与智能技术驱动的再生资源储量及释放量动态预测模型，预测储量和释放量变化趋势，预测再生资源支撑重点行业和新领域产业发展的供给能力；遴选典型地区，开展储量和释放量评估精度验证、模型校准，并与调查检测交叉验证；构建典型再生资源跨行业、长时序、多尺度、公里级储量数字图谱，研发集数据管理、模型调用、时空可视化于一体的数字原型系统。

考核指标：形成典型再生资源多尺度储量评估技术方法（含数据管理模块）1套，并被相关行业组织、企业等采纳应用，形成相关标准规范 ≥ 4 项（其中国家或行业标准 ≥ 1 项）；构建再生资源含量数据库1个，涵盖 ≥ 10 类资源载体、 ≥ 20 种再生资源，有效数据记录 ≥ 10 万条；开发数智驱动的再生资源储量预测模型1套，揭示再生资源储量形成与释放规律，形成典型年份（如每5年）储量与释放量预测结果，涵盖 ≥ 10 类资源载体、 ≥ 20 种再生资源；完成两个典型地区（涵盖 ≥ 5 类资源载体、 ≥ 15 种典型再生资源）的储量与释放量评估应用与精度验证，典型品类评估精度 $\geq 90\%$ ；形

成再生资源储量图谱 1 套，主要再生资源储量空间分辨率达到公里级，覆盖 ≥ 1000 家企业的调查数据（包括废钢铁、废有色金属、废塑料、废旧“新三样”、报废机动车、废电子电器等重点细分领域），建成数字原型系统 1 个。

关键词：再生资源；储量评估；数字图谱

2. “城市矿山”典型再生资源回收体系规划布局关键技术

研究内容：针对“城市矿山”中典型再生资源回收体系布局存在系统性、科学性、协同性不足等问题，开展社会源、工业源等不同来源中产生量大（如钢铁、铜、铝等金属，塑料、纤维等高分子材料）、退役规模大或集中（如“新三样”、机动车、设备等）、战略重要性高（如稀土、稀散金属等）等典型再生资源的回收体系设计和规划布局关键技术研究。研究地理空间信息、人口与消费规模分布、产业空间格局、交通基础设施网络、区域再生资源综合禀赋、碳减排潜力等回收体系规划布局影响因素，整合关联多维异构数据，建立回收体系规划布局关键影响因子数据库；研究回收体系基础设施空间选址、规模等级、处理功能、服务范围之间的耦合机制，构建回收体系规划布局优化模型，提出典型再生资源回收模式、路径的设计方案，形成多层级、多类型的回收体系规划布局技术、关键标准，以及典型品类、代表区域的规划布局方案；研究回收体系多维度综合效益评价体系，在典

型区域开展回收体系布局验证，定量评估回收体系布局效果；研发回收体系规划布局数字原型系统，实现布局方案设计、可视化展示等功能，提出回收体系规划相关政策建议。

考核指标：建立涵盖 ≥ 6 类关键影响因素的回收体系布局数据库，各类影响因子有效数据占比 $\geq 90\%$ ，实现回收体系规划布局真实有效基础数据输入；构建涵盖技术、经济、产业、资源、环境等多维度的回收体系规划布局优化模型，形成回收体系设计方案1套，形成典型品类、代表区域的多层级回收体系优化布局方案 ≥ 10 套，形成规划布局方法、技术规范等相关标准规范 ≥ 2 项；提出回收体系效益评价体系，在至少1个区域（人口规模 ≥ 50 万）开展规划布局应用及评价验证，同时涵盖社会源和工业源中5个以上品类，实现回收体系运行效率提高 $\geq 15\%$ ，综合回收成本降低 $\geq 10\%$ ；开发高精度、高效率的回收体系规划布局数字原型系统1套，形成回收体系布局政策建议 ≥ 3 份，被至少1个地级及以上政府部门采纳。

关键词：再生资源；回收体系；规划布局

（二）资源循环数字溯源和智能应用共性技术（共性技术类）

1. 典型再生资源全生命周期数据溯源与标识解析关键技术

研究内容：针对再生资源循环利用产业链条长、数据来

源分散，溯源断点多、资源标识不通等问题，研究适配资源循环行业品类多、主体杂等特点的统一、可扩展的数据建模，以及异构数据同义表征与标识技术，支持行业多维标准兼容和信息高效互通；研发跨主体、跨平台的标识解析与数据智能搜索技术，实现产业链上下游溯源信息的精准定位；研究合理运用标识解析、区块链、数据安全加密等开发全链路、多层级的对象关联与可信溯源技术，支撑构建典型再生资源全生命周期数据溯源体系；面向废钢、废有色金属、废旧动力电池等典型品类，集成统一建模、标识解析、数据关联与溯源等关键技术并实现适配，开展再生材料认证、合规监管等溯源应用验证。

考核指标：构建覆盖 ≥ 30 种典型细分品类的行业统一数据模型和编码体系，形成标准 ≥ 5 项（其中国家或行业标准 ≥ 1 项）；设计具备原创性、开放性和兼容性的再生资源标识解析与数据溯源网络架构，以及应用层协议框架（不少于2项），形成支撑联接产业上下游多方主体及相关平台的数据溯源基础技术，实现编码解析准确率 $\geq 99.99\%$ ；形成支持多模式接入的对象关联和可信溯源通用服务组件 ≥ 3 项，实现端侧数据精准采集与标识高效识别，采集识别准确率 $\geq 95\%$ ，支持关联产业上下游相关平台的溯源节点 ≥ 20 个，支持对各节点真实、异构、非标准化数据进行智能解析与判别，形成结构化、标准化的关键溯源信息，语义准确率 $\geq 95\%$ ；在再

生材料认证、合规监管等 ≥ 3 类行业场景开展基于真实业务链路的应用验证，链接上下游企业 ≥ 50 家，形成基于统一技术体系、可复制可推广的数据溯源应用示范；发表高水平学术论文 ≥ 3 篇，申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词：再生资源；数据模型；标识解析；数据溯源

（三）废钢高质循环利用技术与装备（关键技术类）

1. 镀锡废钢锡脱除与高纯铁制备关键技术

研究内容：针对现有大规模镀锡废钢镀层选择性脱除难、收率低、成本高、污染重、再利用价值低以及基体残余杂质含量高、难以满足高质化利用需求等难点问题，开展镀层锡快速绿色脱除与精准调控技术研究，研发废钢镀层锡元素高效脱除关键技术及装备；开展锡选择性提取与纯化关键技术研究，研发高品质锡化合物制备技术及脱锡液的闭环再利用关键技术和装备；开展废钢制备高纯铁关键技术研究，研发稳定连续电解提纯、电解液深度净化、真空氢等离子体精炼等关键技术与装备，实现废钢基材高质化提纯并完成高纯铁在高性能产品中的应用验证。

考核指标：镀锡废钢表面锡层的脱除时间 ≤ 25 分钟，钢表面镀层锡元素脱除率 $\geq 90\%$ ，深度洁净后废钢表面药剂残留量 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^2$ ；高品质锡化合物中锡元素含量 $\geq 36\%$ ，杂质元素铁、铅、锑、砷总量 $\leq 0.05\%$ ，废钢表层锡元素的回收率 $\geq 85\%$ ；建成1套镀锡废钢表层锡元素绿色高效脱除及锡

的高值化回收年处理能力千吨级中试生产线；建成废钢制备高纯铁试验验证线 1 条(包括稳定连续电解提纯、电解液深度净化、真空氢等离子体精炼等相关装备)，实现 4N 级以上高纯铁日产百公斤级稳定制备能力；完成高纯铁在 1-2 种重点材料中的应用验证；制定相关工艺技术规范 ≥ 2 项。

关键词：镀锡废钢；绿色快速脱锡；高纯铁；高值回收

（四）废旧高分子材料循环利用技术与装备（关键技术类）

1. 海洋源渔业废塑料循环利用技术与装备

研究内容：针对海洋渔业废渔网、缆绳等循环利用过程自动化程度低、再生粒子性能损失严重、含杂量高、难以高值化利用的问题，开展智能检测—自动化切割—高效多级清洗—低能耗干燥-改性造粒-高值利用全链条关键技术和设备研究。开发智能快检设备，替代人工经验科学识别废渔网材质、杂质含量、水分含量、老化性能，并进行原料分级；开展自动化切割、高压预清洗、低水耗摩擦清洗、浮选/沉降相结合的多级清洗除杂技术工艺研究，有效降低渔网绳中泥沙等杂质含量；开展低能耗烘干-深度除杂-低温造粒技术研究，提升再生料产品性能，解决现有高温造粒再生料降级严重的问题；针对纺丝、注塑级海洋废塑料再生制品需求，进行改性复性高值利用关键技术研究，形成专用料。

考核指标：分别建立海洋渔业废尼龙 6 及聚丙烯智能检测—自动化切割—高效多级清洗—低能耗干燥-改性复性-高值利用现代化再生中试产线各 1 套，其中尼龙 6 年总处理规模 ≥ 5000 吨，聚丙烯年总处理规模 ≥ 1.0 万吨，实现智能检测材质识别准确率 $\geq 95\%$ ，杂质、水分含量检测准确率 $\geq 85\%$ ，响应时间 $\leq 1s$ ；高压预清洗除杂率 $\geq 80\%$ ，浮选/沉降分选产物纯度 $\geq 98\%$ ，造粒前原料含水率 $\leq 5\%$ ；形成尼龙 6、聚丙烯高中低端分级再生料 ≥ 6 种，每种产品具有明确的纯度、流动性能和力学性能指标，其中尼龙纯度 $\geq 99\%$ ，聚丙烯纯度 $\geq 98\%$ ；额定工况下成套装备连续稳定运行 ≥ 30 天，原料处理成本 ≤ 1300 元/吨（不含改性、造粒）；形成可用于大宗纺丝、注塑等典型应用场景的改性专用料 ≥ 3 种，专用料拉伸强度等力学性能达到原生树脂的 90%以上。编制国家/地方/行业/团体标准 ≥ 1 项，申请发明专利 ≥ 8 项。

关键词：海洋渔业废塑料；智能检测；清洗除杂；高值化利用

2. 基于循环流化床的混杂废塑料催化裂解关键技术与装备

研究内容：面向生活垃圾、造纸厂废弃物等未深度分选的低值混杂废塑料，开展以产品定向调控为核心的循环流化床直接催化裂解关键技术攻关与中试验证，实现废塑料直接高值化制备烯烃、BTX 芳烃与绿色航煤。研究流化床内废塑

料颗粒与催化剂/热载体的多相热质传递强化机制、热裂解与催化裂解协同耦合机制，建立混杂废塑料定向转化调控方法，开发适配混杂原料的循环流化床直接催化裂解工艺与核心装备；研制适配多产乙烯/丙烯等低碳烯烃、BTX 芳烃及绿色航煤馏分的高稳定、高选择性专用催化剂，形成在同一套循环流化床装置内可按需切换的“多产低碳烯烃”、“多产 BTX 芳烃”、“多产绿色航煤馏分”差异化工工艺方案，实现裂解产物可控调节；开发催化裂解-产物高效分离—深度脱杂—高值化利用耦合技术，构建适配聚合级乙烯/丙烯、BTX 芳烃、绿色航煤三类目标产品的成套精制与高值化利用完整技术体系；完成上述全链条关键技术的集成耦合，开展千吨级中试稳定运行试验，考核不同原料、不同工艺模式下的技术经济性。

考核指标：建成基于循环流化床工艺的低值混杂废塑料直接催化裂解中试产线，产线适配生活垃圾、纸塑等含氯废塑料，实现废塑料化学循环转化率 $\geq 90\%$ ，连续稳定运行时间 ≥ 30 天；原料氯含量不高于 10000ppm 状态下，裂解过程脱氯率 $\geq 95\%$ ，产物氯含量 $\leq 20\text{ppm}$ ；研制分别适配多产乙烯/丙烯、BTX 芳烃及绿色航煤馏分的专用催化剂 ≥ 3 种，不同催化剂条件下，基于干基无灰废塑料，烯烃+BTX 芳烃选择性 $\geq 70\%$ ；多产乙烯/丙烯催化剂的乙烯+丙烯选择性 $\geq 50\%$ ；多产芳烃催化剂的 BTX 芳烃选择性 $\geq 45\%$ ；多产绿色航煤催化

剂的裂解油选择性 $\geq 80\%$ ，其中 160°C - 300°C 航煤馏分占比 $\geq 60\%$ ；完成至少一种催化剂的十万吨级装置工业应用；开发催化裂解-产物高效分离—深度脱杂—高值化利用耦合技术，开展全流程工艺验证，乙烯丙烯经分离-脱杂后符合聚合级乙烯/丙烯要求，BTX 芳烃经分离-脱杂后满足下游化工市场要求，航煤馏分经精制—改质后符合 GB6537-2025 标准；形成基于循环流化床工艺的低值混杂废塑料直接催化裂解千吨级工艺包；开发 10 万吨级基于循环流化床的混杂废塑料催化裂解工艺包，基于 10 万吨级工艺包核算的完全制造成本（包含原料、预处理、能耗、催化剂、人员、安全环保等要素）不高于对应目标产品年均销售价格的 85%，盈亏平衡产能利用率不高于 70%；编制国家/地方/行业/团体标准不少于 1 项，申请发明专利 ≥ 8 项。

关键词：低值混杂废塑料；催化裂解；催化裂解产烯烃；裂解油

（五）废旧“新三样”及设备循环利用技术与装备（关键技术类）

1. 风电场退役机组循环利用智能化综合评估系统研发

研究内容：针对临退役风电场处置依赖人工经验、机组状态无标准化定量判别手段、循环利用路径缺乏专用决策工具等瓶颈，研发风电场退役机组循环利用智能综合评估系统。开展风电机组运行基础数据库与现场检验数据库体系构

建研究；研发风电机组物理状态评估算法模型，实现机组性能、寿命、残值等综合状况精准评估；开展评估系统总体架构设计，开发集成多维度评价和到期决策分析及循环利用处置方案推荐功能的退役风电机组循环利用综合评估软件平台；选取临退役风电场开展风电机组退役评估应用，支撑退役风电机组梯次复用、备件再利用、再制造与材料资源化利用决策。

考核指标：完成适配退役风电机组评估模型的运行基础数据库和现场检验数据库表结构各 1 套，覆盖数据类型不少于 5 种，配套形成数据缺失字段兼容处理规则；形成退役机组物理状态一体化评估算法模型 1 套，充分考虑老旧机组普遍存在运维记录、检测资料、SCADA 运行数据缺失等现实情况，兼容多类数据不完备场景，该方法适用于 90%以上风电场；形成风电场到期决策分析和退役风电机组综合评估软件平台 1 套，其中性能评估的预估准确度不低于 90%，寿命预测至少包括叶片、齿轮箱、塔架、主轴和主轴承 5 类核心部件，基于机组设计资料和现场实际控制参数计算得到的载荷计算精度不低于 90%；完成至少 1 个风电场技术应用验证；申请发明专利 ≥ 6 件，取得软件著作权不少于 1 件，编制行业/地方/团体标准不少于 1 项。

关键词：退役风电机组；状态评估；寿命预测；经济价值分析；退役处置决策

2. 光伏电站退役组件智能评估关键技术与装备研发

研究内容：针对光伏电站退役评价难、退役组件处置依据不明等问题，开展光伏电站退役组件性能评估关键技术与装备研发。研究面向电站退役评估的多模态数据治理、评估方法、大模型与数字建模技术，实现电站退役及技改智能评估标准化；研究退役组件衰退率反演、可回收材料预测、残值评估、分级及新应用场景寿命预测等技术，实现退役组件智能处置决策；研究面向退役判定的组件状态检测技术与装备，开发退役组件判定高通量智能作业系统；研制光伏电站退役综合评估智能体平台，选取至少 1 个临退役光伏电站开展退役光伏组件全链条智能评估技术集成与应用，实现整套技术与装备的工程化验证。

考核指标：研制待退役电站多模态数据集 1 个，至少包含 6 种数据类型，评估大模型 1 个，电站退役评估准确率不低于 90%；退役组件处置决策准确率不低于 95%，可适配 7 种及以上晶硅电池结构的组件技术；检测装备不少于 3 种，电站组件在线判定通量单套不低于 1MWp/小时；开发退役电站智能评估平台软件 1 套，在不低于 4MWp 的单体光伏电站开展退役评估技术验证与应用。申请发明专利不少于 10 件、软件著作权不少于 6 件。编制国家/行业/地方/团体标准不少于 2 项。

关键词：退役光伏组件；高通量综合评估；衰退率反演；

回收材料预测；寿命预测；智能处置决策

3.城市轨道交通车辆高值化循环利用关键技术研究

研究内容：针对退运城市轨道交通车辆粗放式拆解且自动化程度低、整车剩余价值挖潜不足、高价值部件判定方法缺失且循环路径不通等突出问题，开展退运城市轨道交通车辆高值化循环利用关键技术研究。研究退运车辆整车性能检测与剩余寿命评估方法，构建涵盖车体、转向架、牵引、制动、电气等系统的循环利用分级体系，支撑整车级、部件级循环利用；开展整车梯次利用改造示范车辆研究，对退运车辆开展定制化功能重构，制定退运车辆改货运、教学教具等梯次利用方案，支撑高值循环利用；研究多车型混线快速适配拆解装备产线，设计可调节车体定位与模块化拆解工序，开发柔性协作拆解装备，依托人机协同作业，设置多功能工位，完成退运车辆预检、部件拆解、转向架分离，实现多车型混线高效保护性拆解；研究车辆牵引、制动及悬挂系统关键部件的再制造技术，形成标准化工艺流程及工艺方法，研究车载空调的升级改造、牵引电机翻新改造技术，研究适配金属部件的专用数字化增材再制造、金属橡胶件无损剥离及金属骨架复用技术；研究关键再制造零部件和整车的应用评价方法，形成标准规范。

考核指标：形成退运轨道交通车辆残余寿命预测模型 1 套，整车性能检测准确率 $\geq 95\%$ ，残余寿命预测准确率 $\geq 90\%$ ，

建立分级评价体系 1 套；完成不少于两类应用场景的退运车辆整车梯次利用改造方案及样机，材料循环率 $\geq 80\%$ ；开发多车型混线快速适配拆解装备产线 1 套，研制拆解协作装备不少于 2 套，涵盖退运车辆预检、车辆拆解等功能，车辆拆解效率提升 20%，关键零部件损伤率 $\leq 8\%$ ；车载空调改造升级后综合能耗降低 10%以上；牵引电机功能恢复至新品的 100%；形成金属零部件再制造成套技术方案 ≥ 3 套，研制专用修复材料 ≥ 3 种，实现牵引拉杆、制动缸体、倍率勾贝、推筒 4 类金属部件再制造，再制造性能不低于新品性能；实现空气弹簧、一系弹簧、横向止档、弹性节点 4 类金属橡胶件再制造，再制造金属橡胶件垂向、横向静刚度允许偏差控制在 $\pm 15\%$ 以内，复用材料损伤率 $\leq 8\%$ ；关键再制造零部件和整车的应用评价方法 1 套；制定行业/团体标准不少于 3 项。

关键词：城市轨道交通车辆；循环利用；再制造；应用评价

4. 基于多模态融合的废旧智能终端识别检测与价值评估关键技术与装备

研究内容：针对废旧消费类智能终端（手机、平板电脑、智能穿戴类产品等）人工检测依赖度高、价值判别效率低、关键部件价值开发不足等问题，研发功能性完好（可正常开机）的废旧智能终端整机高并发信息清除与快速检测技术，

实现批量化信息安全清除与检测；研发功能性故障（无法正常开机）的废旧智能终端非侵入式多模态融合识别检测技术，实现整机与关键部件批量化快速无损检测与识别；研发关键部件性能量化评价方法与寿命预测模型，实现关键部件健康状态与剩余寿命准确评估，构建多维价值评估模型与分级决策方法，形成标准化分级判定规则与处置策略；研发集成信息安全清除、智能检测识别、多维价值评估于一体的高效废旧智能终端检测与价值评估一体化装备；选取典型废旧智能终端回收利用场景开展应用验证，形成可复制推广的价值评估解决方案。

考核指标：形成多模态融合的智能终端价值评估成套技术及装备，解决废旧智能终端状态识别高度依赖人工、关键部件价值挖掘不足的核心难题，其中，研发信息清除与快速检测技术满足国家强制性标准的清除要求，支持多终端并行同步数据清除及快速检测，单批次可同时完成 ≥ 24 台，连续作业无卡顿、无漏清、无错清，检测准确率 $\geq 99\%$ ；研发非侵入式识别检测技术，关键部件识别准确率 $\geq 96\%$ ；研发关键部件健康状态评估与剩余寿命预测技术，评估准确率 $\geq 96\%$ ，建立废旧智能终端整机及关键部件多维（资源、环境、经济等）价值评估与分级判定方法，准确率 $\geq 95\%$ ，建成覆盖不少于2类（手机、平板电脑、智能穿戴类产品等）典型智能终端的价值评估数据库1套；研制废旧智能终端检测与

价值评估装备在全国性、功能性的资源回收再利用平台开展应用验证，单套检测能力 ≥ 120 台/小时；申请发明专利 ≥ 8 件；制定国家/行业/地方/团体标准不少于 2 项。

关键词：智能终端；多模态融合检测；寿命预测；价值评估

5. 废旧电子电器高值零部件再制造关键技术与装备

研究内容：针对废旧电子电器高值零部件（存储芯片、处理器芯片等）再制造能力不足、关键性能恢复低等问题，研发高值零部件批量化性能检测技术及装备，实现关键指标快速筛查、无损判别与自动化批量检测；研发高性能二次构件的批量再制造工艺、信息清除技术及装备，实现性能恢复与数据脱敏；研发再制造可靠性认证与寿命预测技术，建立再制造质量保障体系；研发基于数字化标识的废旧电子电器高值零部件全流程精准信息溯源技术，实现来源可查、去向可追；开展典型废旧电子电器高值零部件再制造全流程集成验证，形成可复制推广的高值零部件再制造技术解决方案。

考核指标：形成废旧电子电器高值零部件（存储芯片、处理器芯片等）再制造关键技术成套技术及装备，解决再制造效率低、可靠性不足的技术问题，其中，研发高值电子零部件批量化性能检测技术及装备，关键指标检测准确率 $\geq 95\%$ ；研发高性能部/器件的批量再制造工艺，经再制造后的部/器件关键性能指标（读写速度、功耗等）达到同型号新

品技术要求，研发信息清除技术及装备满足国家强制性标准的清除要求；研发再制造可靠性认证与寿命预测技术，寿命预测模型精度 $\geq 90\%$ ；研发基于数字化标识废旧电子电器高值零部件精准信息溯源技术，溯源准确率 $\geq 98\%$ ；在不少于 2 种典型废旧电子电器高值零部件再制造场景开展应用验证；申请发明专利 ≥ 8 件；制定再制造工艺及产品国家/行业/地方/团体标准不少于 2 项。

关键词：废旧电子电器；关键零部件再制造；可靠性评估；信息溯源

（六）金属高质循环利用工艺集成及产线示范（集成技术类）

1. 多源稀土二次资源协同综合回收技术与示范

研究内容：针对稀土金属电解/还原熔盐渣等多源稀土二次资源综合利用率低，含氟废水及危废产生量大，稀土、锂、氟等战略资源流失的迫切需求，突破多源稀土废料高温交互分解与氟定向脱除、熔盐非碱转高效除氟及废渣资源循环再生等关键技术，揭示多源稀土二次资源高温交互作用及协同分解机制，形成以高温交互分解为核心的短流程、低成本、低污染协同综合回收技术体系，可协同处理电解/还原熔盐渣、钕铁硼废料等，实现镨钕、铽镝、锂、氟等战略资源的全量化、高值化回收，打通多源稀土二次资源协同共治与循环利用技术通道，提升稀土资源供应链韧性和战略资源

保障能力。

考核指标：形成稀土金属电解/还原熔盐渣等稀土二次资源协同综合回收集成技术 1 套，完成千吨级/年示范线工程验证（连续运行时间不少于 3 个月），形成可推广的多源稀土二次资源协同回收技术方案，短流程协同处置吨渣综合处理成本较碱转工艺降低 $\geq 20\%$ ，高温交互分解过程氟去除率 $\geq 98\%$ ，脱氟物料稀土浸出率 $\geq 95\%$ ，锂回收率 $\geq 92\%$ 。稀土料液含氟量降至 50 mg/L 以下，形成颠覆性熔盐渣脱氟技术 1 套，工作温度低于 1000 °C，并完成千吨级/年示范工程验证（连续运行时间不少于 3 个月）。

关键词：稀土金属电解/还原熔盐；稀土二次资源；协同综合回收

“资源循环利用”重点专项 2026年度“揭榜挂帅”榜单

(征求意见稿)

为深入贯彻习近平总书记关于建立绿色低碳循环发展经济体系的重要指示精神，加快推动资源循环领域高水平科技自立自强，国家重点研发计划启动实施“资源循环利用”重点专项（以下简称“重点专项”）聚焦国家战略亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的重大攻关需求，凝练形成2026年度“揭榜挂帅”榜单，现将榜单任务及有关要求予以发布。

一、申报说明

本批榜单发布7个研究方向，每个研究方向拟支持1项。每个项目下设课题数不超过5个，项目参与单位总数不超过8家。项目设1名负责人，每个课题设1名负责人。研发时限不超过2年，立项6个月和12个月后，开展“里程碑”考核。榜单申报“不设门槛”，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求，项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探索实行“负面清单”。

二、主要原则

深入推动科技创新和产业创新深度融合：坚持“无场景不立项、无应用不验收、以企业为主体、以开放建生态”原

则，建立“场景驱动、权益共享、行业赋能、实效评价”的闭环管理机制。坚持在真实应用场景中开展技术攻关，落实团队内部成果赋权与利益共享机制，以行业规模化应用作为成果价值标尺，并将应用实效纳入项目刚性考核指标，确保科研产出与市场需求深度契合，实现创新链与产业链的精准对接。

坚持产业需求牵引与产学研融通创新：本专项共性技术类、关键技术类、集成技术类项目均要求在真实应用场景中研发。项目参与单位应至少包含一家能提供真实业务场景的企业。无场景提供单位的亦可申报，并申请由主责单位协助联系应用场景企业。项目申报书中需明确现场研发投入时间，项目负责人以及课题负责人在指定现场的研发时间不低于总研发时间的60%。

推动科技成果向现实生产力高效转化：具备产业孵化条件的项目成果，主责单位与参研单位共同加快转化工作，培育行业新质生产力。主责单位将配备技术经理人团队及有关科创孵化基金全程跟踪服务项目研发全过程，提前做好科技成果转化准备工作。主责单位及其所属单位所设立的创业投资基金对项目研发成果享有优先孵化权，具体方式在任务书中另行约定。

完善多元投入机制：指本专项的研发资金由中央和地方财政资金、主责单位资金以及承研单位自筹资金多元构成。

主责单位自筹资金与其他单位资金实施专户管理，专款专用。指南中有明确自筹经费要求的，申报书中应明确出资单位。无法明确出资单位的，亦可申报，并申请由主责单位落实出资单位。如主责单位（或其指定的所属单位）及自筹经费主要出资单位不是申报书中的项目参与单位，在任务书中明确其为参与单位。

健全成果赋权与收益共享机制：建立责权利对等的多元投入与收益共享机制，并按有关规定依法享有科技成果的使用权、处置权、收益权。其中，中央和地方财政出资部分，项目产生的科技成果所有权及知识产权由各参与单位协商分配，并主要由研发实施团队共享。主责单位及其他出资单位出资部分，项目产生的科技成果所有权及知识产权按出资比例分配。主责单位鼓励项目研发团队在研发成功后持续参与推动成果转化运用、工艺适配集成和技术迭代升级，并探索在项目孵化公司中为项目核心团队设立股权、期权等多种收益分享机制。

建立以实效为导向的评价体系：项目验收应通过现场验收、用户评价或第三方测评等多种方式，在真实市场和应用场景下开展。其中真实用户等行业意见起关键作用。

三、攻关要求

揭榜立项后，揭榜团队须签署“军令状”，对“里程碑”考核要求、经费拨付方式、奖惩措施和成果归属等进行具体

约定，并将榜单任务目标摆在突出位置，集中优势资源，全力开展限时攻关。项目（课题）负责人在揭榜攻关期间，原则上不得调离或辞去工作职位。

项目实施过程中，需保证在真实场景的研发时长，并将最终用户意见作为重要考量，通过实地勘察、仿真评测、应用环境检测等方式开展“里程碑”考核，并视考核情况分阶段拨付经费，实施不力的将及时叫停。项目验收将通过现场验收、用户和第三方测评等方式，在真实应用场景下开展，并充分发挥最终用户作用，以成败论英雄。由于主观不努力等因素导致攻关失败的，将按照有关规定严肃追责，并依规纳入诚信记录。

四、榜单任务

（一）多模态废不锈钢智能识别分选技术与装备（关键技术类）

研究内容：针对废不锈钢来料混杂、精细分选技术装备缺乏，导致大量高价值废不锈钢降级使用问题，开展废不锈钢多模态融合感知及分选决策技术研究，建立面向复杂原料的分类决策模型，实现多源数据高速协同处理、关键牌号准确分类；研发瞬态高效探测技术与废不锈钢高通量分选装备，集成视觉定位、光谱检测与高速分离模块，实现异形运动物料高速定位追踪、瞬态高效光谱检测与分离；开展复杂物料高效预处理技术与系统集成应用研究，建立包含清洗、

筛分、多模态识别、精料分级的废不锈钢智能识别分选体系，构建多模态样本数据库，建立示范产线，支撑废不锈钢高质化利用。

考核指标：多模态数据协同决策时间 $\leq 100\text{ms}$ ，分类决策模型关键牌号识别准确率 $\geq 90\%$ ，提供废不锈钢高价值合金元素 Ni、Cr、Mo 等元素成分分级信息，分级准确率 $\geq 90\%$ ；不规则运动物料激光击打定位精度 $\leq 10\text{mm}$ （皮带速度不低于 2m/s ）；废不锈钢高通量分选装备包括二分选和多分选两种类型，二分选装备一次性分选种类 ≥ 2 种，在线分选准确率 $\geq 85\%$ ，典型片块破碎料（ $20\text{mm} \leq \text{尺寸} \leq 100\text{mm}$ ）分选效率 ≥ 40 件/秒；多分选装备具备激光预清洗功能，一次性分选种类 ≥ 6 种，在线分选准确率 $\geq 85\%$ ，典型片块破碎料（ $20\text{mm} \leq \text{尺寸} \leq 100\text{mm}$ ）分选效率 ≥ 10 件/秒；多模态样本数据库标注样本数量 ≥ 3000 组；建成废旧不锈钢分选示范产线，连续稳定运行 ≥ 3 个月，日处理能力 ≥ 50 吨，分选成本 ≤ 100 元/吨（包含设备折旧成本）。制定标准或规范 ≥ 1 项。

关键词：废不锈钢；智能识别；分选装备；高质化利用

（二）城市混合垃圾中废塑料高效智能分选关键技术与装备（关键技术类）

研究内容：针对我国典型城市生活源垃圾中厨余有机物含量高、湿度大、导致废塑料分选难度大、效率低、设备难以稳定运行等问题，结合 AI 等高效智能手段开展“预处理-

筛分-智能识别-材质分选”关键技术及多模块协同技术研究，实现适应不同成分的混合垃圾的工艺优化。攻克混合垃圾连续均匀上料、破袋解缠绕、低损伤破碎及有机杂质高效分离技术，实现有机杂质、细颗粒及非目标物的高效分离；突破高湿复杂混合垃圾条件下立体、平面及其他形态物料的多模态感知识别与精准分流技术，提升遮挡、重叠、黏附及形变条件下的稳定分选能力；研发融合光谱、视觉与 AI 算法的材质识别及分选技术，重点实现 PE、PP 等目标塑料与 PVC、纸、纺织物等异质物料的精准分离，提升塑料产品质量；研制适用于典型城市混合垃圾场景的智能分选成套装备，开展现场工程化验证，形成面向废塑料高值化利用的工程化解决方案。

考核指标：构建适用于典型城市混合垃圾的智能分选成套装备 1 套，包含预处理、筛选、识别及材质分选等核心单元，可适应塑料含量 7% 以上的生活垃圾原料，实现主要目标类别识别准确率 $\geq 95\%$ ，废塑料整体分离回收率 $\geq 90\%$ ；分离出 PE、PP 等目标塑料纯度 $\geq 95\%$ ，分选产物中 PVC 质量分数 $\leq 1\%$ ；选取典型城市进行现场工程化验证，实现单线原料处理能力 ≥ 500 吨/日（按每日有效运行 20 小时计），成套装备无故障连续运行 ≥ 30 天，连续运行期间累计处理原料 ≥ 6000 吨，主要产品纯度和目标塑料回收率波动幅度 $\leq \pm 5\%$ ，垃圾综合分选成本 ≤ 50 元/吨；编制混杂垃圾分选产物分类规范

及国家/行业/地方/团体标准 ≥ 1 项，申请发明专利 ≥ 6 项。

关键词：混合垃圾；废塑料；智能分选；预处理

（三）低值可回收物多品类智能精细分选关键技术与装备（关键技术类）

研究内容：针对“一袋式回收”“单箱体回收箱”等典型收集模式下混杂低值可回收物品类复杂、形态差异大、重叠遮挡严重、传统人工分选效率低等问题，开展低值可回收物多品类精细分选关键技术与装备研发。研究多模态光谱、机器视觉与AI融合感知识别技术，实现复杂背景、遮挡、重叠和污染条件下纸、塑料、金属、纺织品、纸基复合包装、玻璃等物料的精准识别与分类；研究气流分选/机械分拣/机械臂抓取/磁选等多模块协同技术，优化“筛分—光电/AI识别—气流/机械分选—重力/磁选—自动打包”工艺组合，形成适应不同原料品类、形态条件的智能精细分选成套装备；构建“源头收集-中端分选-末端利用”物料平衡模型，定量分析不同物料类别的进入量、分选回收量、损失量和杂质迁移规律，优化分选级数、工艺参数及设备布局；研究纸塑复合物、铝塑复合物、废纺织品及单一树脂塑料等重点低值物料的精细分选与质量控制技术，形成分选产品与造纸、再生塑料、纤维材料等末端资源化利用产业相衔接的质量评价体系和技术规范。

考核指标：形成适用于“一袋式回收”“单箱体回收箱”

等收集模式下汇集的混杂低值可回收物智能分选成套装备 ≥ 1 套,主要目标低值品类智能识别准确率 $\geq 90\%$,形成稳定运行的精细化分选品类 ≥ 20 类,这20类以上目标物料平均识别准确率 $\geq 95\%$;饮料纸基复合包装、杂塑料、废旧纺织品等主要目标低值品类机械分选产品纯度 $\geq 95\%$,主要目标品类质量回收率 $\geq 90\%$,混杂低值可回收物综合质量回收率 $\geq 85\%$,在上述20类目标物料中不少于10类形成明确的末端资源化利用方向;核心分选工序人工参与率 $\leq 5\%$,在同等原料组成和产品质量要求条件下,分选处理效率达到传统纯人工分选模式的4倍以上,单位物料分选成本(含投资及运营成本)不高于传统人工分选方式的30%;形成用于智能分选的低值可回收物特征数据库、基础大模型和快速适应新回收品类的小模型;形成基于不同原料状态/规模的低值可回收物智能分选产线经济性最优化设计模型;建成低值可回收物智能化高效分选示范产线,单线处理能力 ≥ 200 吨/天,并连续稳定运行 ≥ 30 天,期间单线平均处理能力不低于设计能力的90%,主要产品纯度和目标品类回收率波动幅度 $\leq \pm 5\%$;编制低值可回收物分选规范及国家/行业/地方/团体标准 ≥ 1 项,申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词：低值可回收物；智能分选；高值化

（四）废旧纺织品智能精细分拣关键技术与装备（关键技术类）

研究内容：针对废旧纺织品来料混杂、成分多样、深色/混纺识别难、人工分拣效率低、成本高的问题，形成“自动上料-品类智能分拣-材质智能分拣-破碎及组件去除-材质精分”一体化技术和成套装备；研发面向废旧纺织品品类分选一再流通需求的自动分离平铺上料技术及其关键组件；建设分级分类废旧纺织品品类和面料材质的标准化样本库，突破基于多模态融合的废旧纺织品品类、材质组分及颜色识别技术和算法模型；研发废旧纺织品高效破碎、碎片均匀铺送及非纤维附属物去除与分离技术及关键机构；研究分拣过程全链条数据采集、自学习模型更新与远程运维技术，构建废旧纺织品智能分拣产线及大数据管控平台。

考核指标：开发自动分离平铺上料技术与装备，动态流转条件平铺上料速度不低于 50 件/分钟；建立覆盖主要服装品类、材质类型的样本库，数据样本量不少于 50000；建立覆盖冬装、夏装、T 恤等服装品类的特征识别数据库、基础大模型和快速适应新回收品类的小模型，识别能力 ≥ 70 种，分拣准确率 $\geq 90\%$ ；建立覆盖涤纶、棉、羊毛、锦纶、氨纶等主流纤维及典型混纺组合的在线光谱数据库、基础大模型和快速适应新回收品类的小模型，纤维材质识别准确率 $\geq 90\%$ ，对高含量（ $\geq 80\%$ ）棉、涤纶、羊毛、锦纶等混纺织物，主成分含量识别误差 $\leq \pm 5$ 个百分点，颜色识别准确率 $\geq 95\%$ ；服装破碎后附件去除率 $\geq 95\%$ ；形成废旧纺织品智能分

拣装备 ≥ 1 套，产线分拣处理效率 ≥ 3 吨/小时，对不同废旧纺织品赋存状态的2个典型的城市进行工程化验证，在同等原料组成和产品质量要求条件下，分选处理效率达到传统纯人工分选模式的3倍以上，单吨分选成本较人工分选下降50%以上，编制国家/地方/行业/团体标准不少于1项，申请发明专利 ≥ 8 项，登记软件著作权 ≥ 5 项。

关键词：废旧纺织品；材质识别；服装品类识别；算法模型

（五）废旧动力电池多层级智能检测评估关键技术与核心装备研究（关键技术类）

研究内容：针对废旧动力电池状态信息模糊、剩余寿命难预测、退役检测与评估缺少科学方法等问题，研究废旧动力电池整包-模组-单元多层级状态感知、特征增强与性能表征技术；研究废旧动力电池时频多源异构退化特征的性能评估模型与剩余寿命预测方法，构建面向全应用场景的退役状态分级判别技术；研究废旧动力电池容量跳水、内短路、析锂等典型内部隐蔽缺陷识别、判别与定位技术；研究基于材料属性、性能状态和损伤特征等多维信息的废旧动力电池退役时间与残值智能化评估技术，形成故障电池数据库和知识库；研发可兼容电池包通用电气结构下真实通信场景、融合快速检测与信息溯源的废旧动力电池多层级高精度透明检测装备，破解废旧动力电池识别、检测与评估缺失、退役时

间判定失准导致余能冗余、高值化利用受限等关键制约瓶颈。

考核指标：废旧动力电池性能表征测量参数在现有国标基础上增加类型 ≥ 10 类，研制退役电池多层级频域信号采集模块 ≥ 5 套，形成通用信号采集接口协议 ≥ 1 套；完成废旧动力电池的剩余寿命评估方法 ≥ 2 类，寿命估计准确率 $\geq 93\%$ ，建立分级使用判别方法 ≥ 2 套，分级判别准确率 $\geq 90\%$ ；完成废旧动力电池故障诊断方法 ≥ 2 类，可诊断故障类型 ≥ 5 种，实现多层级多维度，包括但不限于电压、温度、容量、内阻、功率、能量、气体、压力等维度，一致性诊断准确率 $\geq 95\%$ ，误报率 $\leq 5\%$ ，建成电池故障数据库及知识库 ≥ 1 个，各故障类型样本数量 ≥ 50 条；建立废旧动力电池包退役时间评估方法 ≥ 2 套，退役时间评估准确率 $\geq 90\%$ ，价值评估方法 ≥ 2 套，价值评估准确率 $\geq 90\%$ ；形成废旧动力电池检测技术及装备 ≥ 3 种，开发基于少量数据的电池包和电芯状态估计算法，形成可泛化的快速判别模型 ≥ 1 套，实现现场单次检测时间 ≤ 15 分钟；申请发明专利不少于5项、软件著作权不少于3项。

关键词：退役电池；透明检测；残值评估；智能装备；高值利用

（六）基于数字孪生的报废机动车批量化精细拆解工艺与智能装备研究（关键技术类）

研究内容：针对我国报废机动车拆解行业长期存在的自动化水平低、产线车型适应能力不足、高值材料回收率低、拆解质量稳定性差等问题，研究面向多车型报废机动车的模块化拆解与人机协同作业方法，研究参数可配置、工序可重构的精细化柔性拆解工艺；突破报废机动车螺钉连接、焊接等典型连接结构的视觉智能识别、目标定位与柔顺拆解关键技术，研发集成三维视觉感知系统、力-位协同控制模块、快换多功能末端执行器的柔性机器人拆解工作站，实现发动机、变速器、动力电池包、驱动电机、轮圈、车门等涵盖燃油车和新能源车典型零部件的自动化批量化精细拆解作业；突破基于数字孪生的多车型混流拆解产线设计与柔性作业导引关键技术，研发适配多车型、多工况的机动车高效精细化拆解数字孪生服务平台。

考核指标：形成报废机动车智能精细化拆解工艺规范 ≥ 1 套，涵盖多车型识别、拆解序列规划、柔性执行控制、安全作业等要求；形成针对发动机、变速器、动力电池包、驱动电机、轮圈、车门等零部件在整车上可实现批量化拆卸的智能化拆解设备 ≥ 2 套，螺钉识别和焊接定位准确率 $\geq 95\%$ ，拆解螺钉类别 ≥ 5 种，单工位拆解节拍 ≤ 10 分钟，关键零部件破损率 $\leq 8\%$ ，拆解成本（含投资与运营）不高于纯人工拆解成本的65%；形成报废机动车智能精细化拆解数字孪生管理系统1套，集成不少于8类各尺寸等级的燃油车和新能源

车的数字孪生模型，涵盖不少于 5 种典型拆解工艺及装备，产线仿真一致性 $\geq 90\%$ ，设备运行状态指标监控覆盖率 $\geq 95\%$ ，具备拆解产线仿真设计、工艺仿真规划、过程监控、作业导引等功能。

关键词：报废机动车；精细拆解；智能装备；数字孪生

（七）高端科学仪器循环利用与智能再制造关键技术研究（关键技术类）

研究内容：针对色谱、质谱、光谱等高端科学仪器循环利用过程中评估依赖人工经验、精准修复再制造技术装备欠缺、部件合规溯源体系缺失等突出问题，开展全链条关键技术与装备研发。研究基于维修大数据知识库的高端科学仪器检测性能智能评估与分级判定技术，建立覆盖色谱、质谱、光谱等全品类的多维度量化表征模型与高价值部件循环利用可行性评估系统；揭示核心部件性能退化与整机指标漂移的映射机理，攻关离子源、质量分析器、检测器、光学系统等核心部件的无损检测、精准修复与性能强化关键技术；开发整机模块化智能化拆解与柔性精准再制造装备，建立覆盖“评估-拆解-修复-检测-校准”全过程的标准化质量控制体系；研发符合计量溯源规范的再制造质量管控系统与数据风险分级脱敏技术，构建全链路审计存证与部件合规处置流程；搭建区域性高端仪器合规循环利用服务体系与验证节点，实现回收、梯次利用、再制造、流转、环保处置的全流

程闭环。

考核指标：建成覆盖色谱、质谱、光谱等品类的高端仪器量化表征模型与评估软件 1 套，形成不少于 20 项关键性能指标的分级评价体系；开发智能评估与再制造决策支持系统 1 套，旧件识别覆盖率达到 90%以上，高价值部件循环利用可行性评估准确率 $\geq 90\%$ ；攻克核心部件修复与性能升级关键技术不少于 4 项，研制智能拆解、核心部件再制造专用装备不少于 2 套，再制造产品核心性能复测达标率不低于 95%，整机平均无故障运行时间不低于 4000 小时；建成年再制造能力不低于 100 台套、年规范化处置能力不低于 400 台套的中试产线（废旧仪器购置成本与再制造成本总和，应低于新机或零部件市场价格的 80%）；形成智能拆解、精准再制造团体/行业标准不少于 2 项；申请发明专利及软件著作权不少于 5 项。

关键词：高端科学仪器；循环利用；色谱仪；质谱仪；光谱仪；智能再制造；智能评估；合规溯源