

附件 2

“固废资源循环利用与生态回归”重大专项 2026 年度项目申报指南

“固废资源循环利用与生态回归”重大专项围绕大宗固废规模化利用与生态回归、含钙/钠固废绿色材料化及高值转化利用、含碳固废低碳能源化与高值材料化利用、含铝固废多元素梯级提取与高值利用等方向，一体部署基础研究、技术攻关、应用示范三类项目开展链式攻关，加大科技成果转化，助推全省固废大宗消纳与经济社会绿色转型发展。2026 年度部署项目 5 项，其中青年科学家项目 1 项。

1. 大宗固废规模化利用与生态回归

1.1 煤矸石回填利用过程的风险防控技术及多场景工程示范(应用示范类)

研究内容：研究多源煤矸石矿物化学组成、关键有害元素赋存特征及多场景生态利用适宜性评价方法；研究低活性煤矸石基胶凝材料多固废协同激发机理及矿井水离子调控机制，揭示高浓度料浆流变与早强规律，研发矿井

水调制的自流平早强充填材料，优化制浆与长距离泵送工艺，开发复杂裂隙密实充填技术；研发多源固废协同、微生物或风化等快速成土关键技术，开发生态有机土的制备工艺，构建一体化生境重构技术体系；研究煤矸石典型有害元素多相迁移转化与环境风险演化机制，开发固废基自修复防渗和风险阻隔关键技术，构建“源头控制-过程阻隔-动态监测”的煤矸石回填一体化防控体系；开发集成物联网、多参数协同监测与环境风险预警的固废全生命周期管控平台，集成全链条核心技术建设井下充填、地面回填等多场景规模化消纳煤矸石的工程示范。

考核指标：建立典型煤矸石适用性多维度评价体系；研发的充填材料，固废总掺量 $\geq 80\%$ ，浆体流动度不低于 200 mm，泌水率不大于 5%，初凝时间大于 6 小时，3 天抗压强度 ≥ 1.0 MPa，28 天抗压强度 ≥ 3.0 MPa；形成煤矸石成土工艺配方，重构土壤有机质含量 ≥ 20 g/kg，一体化生境重构试验区植被覆盖度 $\geq 85\%$ ；研发固废基自修复防渗材料，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-8}$ cm/s；基于典型煤矸石适用性多维度评价，构建煤矸石充填回填利用区一体化防控体系，按照相关标准要求，在下游汇流区及下风向区域布设不少于 4 个土壤采样监测点、在流场上下游及扩散影

响区至少各布设 1 个地下水在线监测点，运行期每季度、封场后每半年开展监测，开发固废全生命周期管控与风险预警平台 1 套，实现特征污染物达到风险阈值 1.2 倍时 24h 自动预警；集成核心技术建设废弃矿井充填、在役矿井充填、地面回填等多场景规模化消纳煤矸石的工程示范，回填规模不少于 200 万吨/年。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

1.2 大宗固废道路工程规模化消纳技术研发与示范 (应用示范类)

研究内容：研究煤矸石等典型颗粒状固废复合预处理及其再生骨料分级技术，探明固废在预处理过程中理化及力学特性演变规律，形成颗粒状固废制备骨料关键技术；研究粉煤灰、脱硫石膏、赤泥等粉状固废的协同水化机理和工作性能，开发固废基复合胶凝材料制备技术；基于固废基骨料和复合胶凝材料，研发固废路基填料、半刚性基层材料和固废骨料沥青混合料，形成适用于不同等级公路的材料组成设计方法。多尺度评价废旧沥青路面材料理化性质变化规律，研究油石分离机理和分离程度评价方法；

研发油石精细分离装备和富油细料制浆设备；评价大掺量再生混合料的路用性能及和易性，研制靶向提升再生性能的专用添加剂。开展多固废复合镁质胶凝体系水化动力学与界面相容机制研究，开发粉煤灰基多固废镁质声屏障材料制备关键技术。基于上述研究成果，铺设试验路段，开展长期智能监测，与普通道路进行性能与成本的对比评价，建立适用于固废基道路工程的质量控制体系。

考核指标：固废基骨料压碎值 $\leq 26\%$ ，针片状颗粒含量 $\leq 15\%$ 。固废复合胶凝材料中固废掺量不低于 80% ， 28 d 抗压强度 $\geq 42.5\text{ MPa}$ ；固废稳定基层材料 7 d 无侧限抗压强度达到 $3.5\text{--}5.0\text{ MPa}$ ，冻融强度比不低于 80% ；固废骨料沥青混合料天然集料替代率不低于 30% ，动稳定度、水稳定性、低温抗裂性能满足现行公路沥青路面技术规范要求；预处理后粗料油石比 $\leq 2.5\%$ ，结团程度降低率 $\geq 20\%$ ，再生沥青混合料掺量 $\geq 40\%$ ，再生砂浆中沥青融合度 100% ，AC、SMA级配再生沥青混合料掺量分别 $\geq 60\%$ 、 $\geq 40\%$ ，较行业常规水平提升1倍以上，拓展再生沥青混合料应用的特种再生混合料类型 ≥ 2 种，研发 100 t/h 油石分离、 60 t/h 富油细料制浆设备；形成粉煤灰基多固废镁质声屏障材料产品，固废占比 $\geq 50\%$ ，声屏障材料降噪

系数 ≥ 0.7 ，抗压强度 ≥ 1.5 MPa，建成千吨级声屏障材料工程示范生产线，实现稳定运行；制定相关标准 2 项，建成不少于 1 条 20 万吨/年以上固废基道路工程材料中试或示范生产线，铺设 5 公里以上的示范路段。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2. 含钙/钠固废绿色材料化及高值转化利用

2.1 煤基固废矿化固碳充填关键技术与装备集成示范(应用示范类)

研究内容：围绕煤炭绿色开采、煤基固废消纳与 CO₂ 矿化封存协同需求，以煤矸石、粉煤灰、脱硫石膏、赤泥、电石渣等固废为原料，研究固废组成与烟气条件对矿化充填材料制备及性能调控的影响，揭示充填材料内 CO₂ 迁移-扩散-矿化规律及长期稳定封存机制，阐明材料固碳机理及其与充填体的协同增强机制。研发固废配伍优化、活性调控、矿化强化与性能协同提升技术，开发高固废掺量、高固碳能力和良好工程性能的矿化充填材料；在此基础上，开展 CO₂ 矿化充填反应装置的设计与集成研究，研制一套模块化、自动化的矿化充填材料制备关键装置，具备

充填材料制备、CO₂矿化反应、运行参数监测与控制等功能。开发高效矿化充填集成工艺，建成年处理四十万吨级固废矿化充填工程示范。

考核指标：（1）研制 2 种以上固废矿化固碳充填材料，离层注浆有效充填率 $\geq 85\%$ ，充填体饱和压实密度 $\geq 1.5 \text{ g/cm}^3$ ，抗压强度 $\geq 2.0 \text{ MPa}$ ；膏体充填材料 28 d 抗压强度 $\geq 5 \text{ MPa}$ ，可泵时间 $\geq 6 \text{ h}$ ，泌水率 $\leq 2\%$ ，充填材料矿化效率 $\geq 50\%$ ，煤矸石和粉煤灰掺量 $\geq 70\%$ 。（2）研发模块化、自动化的矿化固碳充填材料制备关键装置，开发矿化充填一体化工艺，固废处理量达到 25 t/h 以上。（3）建成 20 万吨/年固废矿化离层注浆充填示范工程 1 项，完成 72 h 连续运行验证；建成 20 万吨/年固废矿化膏体充填示范工程 1 项，完成 72 h 性能考核试验；完成充填过程全生命周期评价。

有关说明：项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2.2 化工废盐资源化制备高值产品关键技术研发与示范(应用示范类)

研究内容：系统调研山西省化工废盐、硫泡沫等化工

废渣来源、产出特征与资源属性，全面解析生产工艺对化工废渣中无机组分、有机组分及重金属杂质的赋存形态的影响机制；开发化工废渣高效除杂及分离提纯技术，实现有机物、重金属等杂质深度去除及有价值组分高效分离；研发规模化钠盐、硫酸盐提纯分盐技术及装备，获得高纯度氯化钠、硫酸盐等中间产品；研发硫酸钠、氯化钠制备硫酸钾、碳酸氢钠等高值产品反应结晶技术及配套关键装备，获得高附加值产品；集成预处理-分离-提纯-资源化全流程技术，优化工艺衔接与能耗控制，构建化工废渣资源化利用技术体系，建成万吨级工程示范。

考核指标：开发化工废渣除杂、分离、精制等关键技术，获得纯度 $\geq 90\%$ 的硫酸钠、氯化钠等中间产品；研发氯化钠、硫酸钠、氯化钾制备硫酸钾、碳酸氢钠技术及配套装备，建成100吨/年化工废盐除杂、分盐、转化制硫酸钾中试示范，硫酸钾产品纯度 $\geq 95\%$ ；建成10000吨/年化工废盐制备碳酸氢钠示范工程，碳酸氢钠产品纯度 $\geq 98\%$ ，执行期内碳酸氢钠产量不低于10000吨；建成年处理规模 ≥ 5000 吨含硫废渣示范工程，实现硫资源回收率 $\geq 90\%$ ，处理成本较传统方法降低30%，稳定运行3个月以上，执行期内硫资源产量不小于3000吨。

有关说明:项目牵头申报单位须为具有独立法人资格的企业。项目申请财政资金资助额度不超过 500 万元,承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

2.3 钢渣组分定向调控制备功能材料研究(基础研究类, 青年科学家项目)

研究内容:以钢渣为原料,通过选择性提取、组分调控与结构重构,制备具有丰富氧空位和良好催化氧化性能的钙基材料,考察材料对焦化废水特征污染物的去除效果,解析材料活化过硫酸盐的关键活性位点,揭示氧空位介导的电子转移机制,明确非自由基的生成路径与焦化废水污染物降解动力学特性,从分子水平阐释氧空位对非自由基生成的调控机制,精准调控反应过程。利用钢渣与烟气 CO_2 协同制备高性能固碳建材,研究钢渣碳酸化的反应历程及产品力学性能的发展规律,探明烟气 CO_2 浓度、温度、含水量等多重因素交互影响下碳酸化产物在试块孔隙内的生长规律,阐明碳酸化产物生成对材料孔隙结构和综合性能的影响,提出碳酸化过程产物特性定向调控与 CO_2 扩散强化机制,建立碳酸化反应程度与材料综合性能的关联,获得钢渣基高固碳量、高强度和高耐久性建材的制备方法。

考核指标: 获得钢渣钙基废水处理材料的制备方法及构效关系,揭示钙基材料对焦化废水特征污染物的去除机制。实现对典型焦化难降解有机物的去除率达到 95%以上,非均相催化贡献率 $>80\%$; COD、氨氮的去除率 $\geq 85\%$;材料循环使用 10 个周期后, COD 的去除率 $\geq 70\%$ 。深化对钢渣碳酸化反应历程及反应产物碳酸钙晶体形成机理的科学认识,提出钢渣基建材固碳效率与综合性能的协同优化方法,形成钢渣基高性能固碳建材制备与性能调控关键技术,实现每吨钢渣基建材制品固定 $\text{CO}_2 \geq 200 \text{ kg}$, 固体原料中钢渣掺量 $\geq 90\%$, 7 天抗压强度 $\geq 80 \text{ MPa}$, 50 次冻融循环后制品的质量变化率 $\leq 5\%$, 强度损失率 $\leq 10\%$ 。

有关说明: 本项目为青年科学家项目,项目申请省财政资金资助额度不超过 50 万元,项目负责人及其他参与人员年龄均须在 40 周岁以内(截至本指南发布日期)。