**环境保护科学技术奖提名项目公示内容**

**一、项目名称：**

基于环境安全的磷石膏基多源固废功能材料制备关键技术及应用

**二、提名奖项和等级：**

科技进步一等奖或二等奖。

**三、主要完成单位：**

昆明理工大学、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、云南省固体废物管理中心、云南磷化集团有限公司、云南绿色环境科技开发有限公司、云南云天化云峰化工有限公司、云南璇淦科技有限公司

**四、主要完成人：**

何宾宾、黄凯、王万禄、宋鑫、冯辉、马丽萍、谢容生、韦洪莲、董邵斌、马克猛、岑启宏、孙科源、候屹东、刘娉、陶涛

**五、提名者：**中国环境科学学会固体废物分会

**六、项目简介：**

我国磷石膏堆存量已超8亿吨，含有磷、氟和重金属等特征污染物，利用率低，环境风险巨大。本项目针对上述问题，历经十余年，依托国家重点研发计划项目，揭示了磷石膏中特征污染物的赋存形态，开发了磷、氟分步高效回收和多源固废稳定化制备磷石膏基功能材料关键技术，构建了多场景工程应用环境风险评估技术体系。取得如下创新成果：

1. **阐明了磷石膏中磷、氟及重金属特征污染物赋存形态，发明了分步高效回收磷、氟资源的方法。**通过系统解析特征污染物赋存形态，明晰了磷、氟及重金属的赋存形态分别为H3PO4、CaHPO4，HF、Al3+-F、CaF2，MSO4（M为Pb、As、Zn等）等。根据磷、氟在磷石膏晶体成核及成长过程中的转化规律，研发了磷、氟分步高效回收技术，实现了磷、氟回收率分别达85%、95%。
2. **揭示了多源固废协同稳定固化磷石膏中特征污染物机理，研发了磷石膏基多功能材料制备技术。**利用黄磷炉渣中CaO快速水解提升体系pH值，促使磷石膏中可溶性磷、氟转化为Ca3(PO4)2、CaF2等低溶度积化合物，重金属则通过钢渣中Fe-Mn氧化物吸附及粉煤灰硅铝基质包裹形成“物理-化学”双重封存结构。耦合钢渣/粉煤灰中活性SiO2、Al2O3诱导产生水化硅酸钙和水化铝酸钙，与磷石膏反应生成钙矾石，形成致密的三维网络骨架，实现多功能材料强度与稳定性协同提升：28d抗压、抗折强度分别达10.4Mpa、2.1Mpa，浸出液中特征污染物浓度最好可达《地表水环境质量标准》Ⅲ类要求。
3. **构建了环境风险评估技术体系，实现了多场景工程应用。**设计了集成土壤、水体、大气和植被模块的SWAT-KM模型，实现了污染物多环境介质垂直/水平传质一体化模拟，预测误差较传统模型降低25%以上。创新了“环境风险表征-环境影响评价-环境监测验证”三维环境风险评估技术体系，支撑了磷石膏基多功能材料在不同工程场景应用。

本项目获授权专利23件，发表论文25篇，出版专著3部，制定发布省级标准1项。技术成果已在10家龙头企业应用，建成了全国首套75万吨/年磷石膏磷氟回收装置，并在国内推广20余套，并入选《国家先进适用工业技术设备目录》。