2026年度江西省科学技术奖（科技进步奖）提名项目公示

项目名称：面向铀煤能源矿产的源探协同核探测关键技术及工程应用

提名单位：江西省教育厅

提名等级：特等奖或一等奖

项目简介：

铀、煤炭是我国重要战略资源：铀是核电与核工业的核心原料，亟需加快增储上产；煤炭作为能源保供压舱石，亟需推进清洁高效利用。传统取样送检检测模式存在分析滞后、样品代表性不足、资源损耗大、检测效率低等瓶颈。本项目面向矿石分选、在线分析、井中探矿等工程需求，以天然与人工伽马、中子激发、透射X射线等多射线为核探针，构建“源探协同-多谱融合”核探测体系，发展“高精度、宽适应、快响应”的元素识别与动态定量技术，形成现场快速核探测基础理论-方法技术-仪器装备一体化解决方案，支撑铀矿增储增产、煤炭提质增效，保障国家能源战略落地实施。

1）基础理论突破：提出并建立源探协同多源辐射场原创理论模型。将待测岩矿石、煤炭物料等介质等效为平面辐射源，离散为无缝邻接的正方形子源单元，构建可表征元素含量、介质密度的辐射特征量，揭示子源对测点的辐射贡献规律，推导

辐射响应正演方程与元素（或密度）解析反演方程，建立适配矿石分选、在线分析、井中探矿等场景、兼容多种探测阵列的多源辐射场理论，利用二维卷积与反卷积数学方法，实现源探协同范式下的正反演普适性建模。

2）方法技术创新：发明多谱融合多参数同步定量技术。针对大面源解耦的子源面源、带状面源两类构型，集成天然与人工伽马、透射 X 射线、瞬发裂变中子三类核探针，面向矿石分选、在线分析、井中探矿三类典型场景，研发与前述辐射场正反演理论自洽的差异化探测方案，攻克复杂工况校准、高精度核探测等关键技术，实现被测元素含量、介质密度等多参数同步定量的技术创新。

3）仪器装备领跑：研制铀矿探采与煤炭高效利用成套核探测装备。针对铀矿品位智能分级、低品位尾矿资源化利用需求，依托天然伽马、透射 X 射线核探针，研发皮带矿石定量分选、卡车门式扫描分选装备；面向燃煤工况动态调控需求，采用中子激发伽马核探针，研制皮带煤质在线分析装置；面向井中原位铀定量需求，集成天然伽马、瞬发裂变中子核探针，开发适用于铀矿勘探、地浸采铀在线监测的铀定量测井仪器。全套装备及核心元器件自主可控，填补国产化空白，整体达到国际领跑水平。

相关成果已在铀矿石智能分选、煤质在线检测、铀矿勘探与地浸采冶等场景规模化应用，支撑建成国内 3 个千吨级铀矿

大基地，夯实铀资源自主保供能力；技术应用于纳米比亚中资海外铀矿山，盘活低品位尾矿资源，支撑海外铀供给基地建设；在霍林河坑口电厂等多家大型火电企业稳定投用，显著提升煤炭利用效能；核心器件同步拓展应用于水泥、石油等行业。依托成果获中美欧日多国专利授权，斩获国际发明展金奖，牵头制定国家标准、团体标准。近三年实现直接营收 40 亿元，间接效益超千亿元，长期潜在价值超五千亿元。

项目团队为全国杰出专业技术团队、全国高校黄大年式教师团队，建有全国重点实验室，荣获中国核能行业协会科技创新团队奖；团队骨干先后获全国创新争先奖、光华工程科技奖等人才大奖。经院士专家组鉴定：项目整体达国际先进水平，其中源探协同多源辐射场原创理论模型、多谱融合多参数同步定量技术、铀矿石智能分选装备达国际领先水平，社会经济与生态环境效益十分显著。

主要知识产权和标准规范等目录：

序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	是否计入第一完成人权属	是否计入第一完成单位权属
1	发明专利	一种γ能谱测井铀矿定量五点反褶积	中国	CN 1150 3270 5 B	2023-02-17	第 57387 02 号	东华理工大学	汤彬;张雄杰;王海涛;	是	是

		解释方法						刘志锋;张焱;王仁波;张丽娇;陈锐;黄凡;周书民;瞿金辉		
2	发明专利	基于γ辐射场数值矩阵分解的铀矿石品位分选方法	中国	CN 118779713 B	2025-01-21	第7676155 号	东华理工大学南昌校区	张雄杰;王冬阳;汤彬;王仁波;张丽娇;刘琦;张焱;刘志锋;陈锐;王海涛;曹杰	否	是
3	发明专利	一种煤炭成分在线检测装置	中国	CN 102175702 B	2012-07-04	第9946 92 号	贾文宝	贾文宝	否	否
4	发明专利	一种特征频率谱库的电可控中子伽马能谱解析	中国	CN 109740279 B	2022-06-14	第5226758 号	东华理工大学	张焱;汤彬;王仁波;张雄杰	否	是

		方法								
5	发明专利	融合自然γ能谱与中子时间谱的铀矿测井刻度参数求法	中国	CN108825219B	2021-08-10	第4608616号	东华理工大学	汤彬;王海涛;陈锐;黄凡;张积运;张雄杰;刘志锋;王仁波;周书民;管少斌;瞿金辉	是	是
6	发明专利	基于超热中子时间谱的瞬发中子测井及铀矿定量方法	中国	CN103470252B	2017-01-04	第2336041号	东华理工大学	汤彬;王仁波;周书民;张雄杰;王海涛;陈锐;刘志锋	是	是
7	发明专利	一种利用湿法刻蚀具有微沟槽的AlGaAs/GaAs中子探测器	中国	CN112490319B	2023-03-28	第5820476号	东华理工大学	汤彬;邹继军;陈大洪;彭新村;朱志甫	是	是

8	发明专利	一种变掺杂变组分的AlGaNGaN中子探测器	中国	CN106711250B	2018-04-17	第2885192号	东华理工大学	汤彬;朱志甫;邹继军;王盛茂;邓文娟;彭新村	是	是
9	发明专利	一种井内封堵结构、分层抽液量测量装置及其测量方法	中国	CN114934756B	2024-01-05	第6604598号	中核通辽铀业有限责任公司	原渊;苏学斌;张勇;张万亮;王文涛;唐学涛;孔凡楠;董惠琦;郝瑞辉	否	否
10	发明专利	一种可剥离钍钾辐射干扰的运动矿车铀矿石品位检测方法	中国	CN119148192B	2025-11-25	第8511881号	中广核铀业发展有限公司;东华理工大学	邱斌;张雄杰;刘玉龙;王仁波;秦超飞;汤彬;张怀峰;陈宁;瞿金辉	否	否

11	发明专利	一种用于中子激发伽马元素成像的检测装置及测量方法	中国	CN 115032221 B	2025-03-28	第7837545号	南京航空航天大学	程璨;贾文宝;陈奕泽;赵冬;单卿;凌永生;史潮;张建东	否	否
12	发明专利	能谱计数窗口的定位方法、装置、电子设备及存储介质	中国	CN 115097513 B	2023-03-21	第5796446号	上海市计量测试技术研究院	赵超;唐方东;何林锋	否	否
13	实用新型专利	一种铀矿石品位分选装置	中国	CN 223097402 U	2025-07-15	第23085501号	东华理工大学	王冬阳;张雄杰;汤彬;王仁波;张丽娇;刘琦;张焱;陈锐;王海涛;曹杰;刘志锋	否	是
14	实用新型专利	一种铀矿测井用中子管离子源驱动高	中国	CN 206149162 U	2017-05-03	第6120731号	东华理工大学	王海涛;汤彬;王仁波;	否	是

		压脉冲电源						周书民;刘志锋;张雄杰;瞿金辉 陈锐		
15	标准	核仪器仪表 地球物理密度测井仪	中国	GB/T 41485—2022/IEC 61874:1998	2022-04-15	国家市场监督管理总局;国家标准化管理委员会	核工业航测遥感中心;深圳市计量质量检测研究院;中国铀业有限公司	张积运;唐晓川;管少斌;杜晓立;李名兆;全旭东、周宗杰;高国林;喻翔;孙海仁;张岩;黄清波;欧阳游;杜一滨;孙陶	否	否

主要完成人情况：

汤彬、张雄杰、张焱、邱斌、贾文宝、原渊、刘志锋、赵超、苏学斌、刘洋、王仁波、管少斌、凌永生、单卿、王海涛、姚

泽恩、周书民、张丽娇、瞿金辉、刘琦

主要完成单位情况：

东华理工大学、南京航空航天大学、核工业北京化工冶金研究院、中广核铀业发展有限公司、核工业航测遥感中心、上海市计量测试技术研究院有限公司、兰州大学