

# 教育部工程研究中心年度报告

(2021年1月——2021年12月)

工程中心名称：核技术应用教育部工程研究中心

所属技术领域：能源与矿业工程

工程中心主任：汤彬

工程中心联系人/联系电话：张雄杰 18970930812

依托单位名称：东华理工大学

2022年3月30日填报

# 编 制 说 明

- 一、报告由中心依托单位和主管部门审核并签章；
- 二、报告中主管部门指的是申报单位所属国务院有关部门相关司局或所在地方省级教育主管部门；
- 三、请按规范全称填写报告中的依托单位名称；
- 四、报告中正文须采用宋体小四号字填写，单倍行距；
- 五、凡不填写内容的栏目，请用“无”标示；
- 六、封面“所属技术领域”包括“机械与运载工程”“信息与电子工程”“化工、冶金与材料工程”“能源与矿业工程”“土木、水利与建筑工程”“环境与轻纺工程”“农业”“医药卫生”；
- 七、第八部分“年度与运行情况统计表”中所填写内容均为编制周期内情况；
- 八、报告提交一份 **WORD** 文档和一份有电子章或盖章后扫描的 **PDF** 文件至教育部科技司。

# 目录

一、 技术攻关与创新情况 .....	1
二、 成果转化与行业贡献 .....	2
1. 总体情况 .....	2
2. 工程化案例 .....	3
3. 行业服务情况 .....	14
三、 学科发展与人才培养 .....	16
1. 支撑学科发展情况 .....	16
2. 人才培养情况 .....	17
3. 研究队伍建设情况 .....	18
四、 开放与运行管理 .....	19
1. 主管部门、依托单位支持情况 .....	19
2. 仪器设备开放共享情况 .....	19
3. 学风建设情况 .....	20
4. 技术委员会工作情况 .....	22
五、 下一年度工作计划 .....	23
六、 问题与建议 .....	23
七、 审核意见 .....	24
附表 1 专利授权情况 .....	27
附表 2 国家级纵向科研项目 .....	29
附表 3 省部级纵向科研项目 .....	33
附表 4 横向科研项目 .....	37
附表 5 部分论文列表 .....	40
附表 6 出版专著列表 .....	46
附表 7 科技获奖情况统计表 .....	47
附表 8 开放基金资助列表 .....	48
附表 9 对外技术交流表 .....	49
附表 10 研究生论文发表情况 .....	50
附表 11 研究生创新项目汇总表 .....	50
附表 12 固定研究人员名单 .....	54
附表 13 大型仪器设备清单（30 万以上） .....	56
附表 14 教学成果奖列表 .....	58

# 一、技术攻关与创新情况（结合总体定位和研究方向，概述中心本年度技术攻关进展情况和代表性成果，字数不超过 2000 字）

## 1、射线源与辐射探测技术

### （1）高性能中子管研究

中心依托国家重点研发计划“重大科学仪器设备开发”重点专项“高性能长寿命中子管研制与应用”项目，由江西东华金科实业有限公司牵头，项目负责人、中心主任汤彬教授，联合中国原子能科学研究院、北京信成科技集团、工业和信息化部电子第五研究所、东华理工大学、南京航空航天大学等单位，围绕研发具有自主知识产权的高产额长寿命中子管及配套中子发生器，提高中子管性能及质量可靠性，解决密封氙中子管的批量化制造稳定性等工程化瓶颈问题，并完成基于中子管的中子测井、在线分析等仪器的应用示范。

### （2）半导体核辐射探测器研制

在半导体核辐射探测器材料和器件方面，继续开展 Si、GaAs 和 AlGaAs/GaAs 核辐射探测器的研制。创新研究思路，深入探索了变组分、变掺杂、微结构对中子探测器性能的影响，有效提高了中子探测器的探测效率。在 Si 基探测器方面，通过采取深沟槽、双面沟槽等手段，有效提高了中子俘获效率，提升探测效率。在 GaAs 基探测器方面，通过制备肖特基势垒、微沟槽等手段，提升探测效率。在 AlGaAs/GaAs 基探测器方面，通过变组分、变掺杂的 AlGaAs 探测层及微沟槽结构，提升探测效率。同时，也积极拓展新型半导体材料和器件，如钙钛矿型 CsPbBr<sub>3</sub> 单晶、六方 BN 薄膜，并取得了突破性进展。利用自主搭建的低压化学气相沉积（LPCVD）系统，在蓝宝石衬底上沉积了厚度 1 $\mu$ m 的 BN 薄膜，并在此基础上，制备出的金属-半导体-金属（MSM）结构的 BN 中子探测器，能够实现中子的直接探测。采用布里奇曼法生长 CsPbBr<sub>3</sub> 单晶，晶体尺寸最大已经达到  $\Phi 15 \times 70$  mm，并在此基础上，制备的探测器对  $\alpha$  粒子和  $\gamma$  射线已表现出优异的探测能力。

## 2、核与辐射公共安全技术

### （1）面向 U/Pu 无损检测用的中子多重性测量系统研发

确定乏燃料内的铀钚含量与分离后的铀钚含量，实现铀钚质量的闭合衡算，防止核扩散，满足可信燃料管理要求，具有重要意义。中子多重性测量技术是传统符合中子测量方法的扩展，是一种全新的无损检测分析方法。基于中子多重性测量技术，提出无源模式实现待测元素的定量测量装置。该装置主要用于 MOX 生产线中产生的各种类型的 MOX 物料、MOX 芯块及抹棉、固体废物的测量。该装置在现场进行了检验，测试结果表明，装置探测效率高于 40%，测量下限优于 1mg 240Pu 金属，标准样品 6 次独立测量的结果与真实值平均相对误差为 1.12%，精密度为 0.3%，并可自动完成样品放置、测量、取出的操作，适用于核电站、核燃料工厂、废物转形站和废物处置场等设施，实现核材料闭合衡算，防止核扩散，具有重要的应用前景。

## **(2) 双能 X 射线的矿石分选技术研究**

中心针对金属矿品位低、爆破位移、采矿误差等造成的矿石贫化与损失率高，开采成本居高不下等问题，通过研究典型铀、铅、钨等金属矿石的物质成分、矿化特点、结构构造、共伴生矿物组合等工艺矿物学特征，以金属元素最易吸收 X 射线能谱区间为核心谱段，结合双能 X 射线成像与分析理论，获取基于全谱的图像和基于核心谱段的图像数据，消除基体（围岩）的密度及厚度差异，重新构建针对金属元素的 X 射线特征图，以获取图像像素中与金属含量的特征数据，结合智能分选算法，实现低品位金属矿石的自动分选。该技术是我国矿山降本增效、提升资源利用率水平的有效途径，对满足我国中长期核能高速发展对铀资源的需求，保障国防安全具有极其重要的意义。

## **3、核资源勘查开发工程**

### **(1) 复杂难处理铀矿绿色高效生物堆浸关键技术研究**

铀属于国家战略性资源，随着核电的迅速发展，需求量逐年上升。硬岩型铀矿是我国重要的铀资源类型，赣粤两省约占全国已探明铀资源储量的三分之一，大部分为高氟低硫、高钽、极低品位等复杂难处理铀矿，常规化学处理成本高、铀浸出效率低、环境污染风险大，其绿色高效提取是亟待攻克的世界性难题。本研究以我国最大的火山岩型铀矿（江西 721 矿）和花岗岩型铀矿（广东 745 矿）为基地，系统开展了复杂难处理铀矿绿色高效提取的系列核心技术攻关，取得了重大突破，获得了 2020 年度江西省科技进步奖一等奖。

### **(2) 沉积盆地砂岩型铀矿成矿作用与勘查关键技术创新及其应用研究**

本研究提出了砂岩型铀矿“双阶段双模式”成矿理论，发展并丰富了铀成矿理论体系，研发集成了适用于砂岩型铀矿的找矿组合关键技术，建立了不同类型砂岩型铀矿找矿模式。若将这种找矿模式在沉积盆地中进行推广应用，将会大大节约勘查成本，缩短找矿周期，取得巨大经济利益和社会效益。

## **二、成果转化与行业贡献**

### **1. 总体情况（总体介绍当年工程技术成果转移转化情况及其对行业、区域发展的贡献度和影响力，不超过 1000 字）**

2021 年，工程中心聚焦国际前沿科技问题，紧密围绕国家重大战略与国计民生重大需求，先后开展了多项基础性与前沿性研究，并取得了一系列的创新成果。

(1) 工程中心先后在核技术应用相关领域授权发明专利 9 项，实用型专利 10 项（见附表 1）。《融合自然  $\gamma$  能谱与中子时间谱的铀矿测井仪及铀定量方程》《融合瞬发中子时间谱修正自然  $\gamma$  总量的铀矿测井定量方法》《融合自然  $\gamma$  能谱与中子时间谱的铀矿测井刻度参数求法》等专利为我国铀矿测井工程化产业的发展提供了技术储备和条件保障。

(2) 结合国内多所科研院所的科研任务需求，工程中心先后与国内多家研究所开展科研合作，如中国原子能研究所、核工业航测遥感中心、工业和信息化部电子第五研究所、南京航空航天大学、上海计量测试研究院等单位，主持（协助）完成了符合国家重大战略需求的科学研究任务，相关研究成果也被广泛的应用于这些科研项目