

中国核学会技术发明奖申报项目公示

| | |
|---|---|
| 项目名称 | 加速器生产医用同位素的关键核心技术及其应用 |
| 提名者 | 赵红卫 |
| 申报奖种 | 中国核学会技术发明一等奖 |
| 完成单位 | 中国科学院近代物理研究所 |
| 完成人 | 秦芝, 范芳丽, 王洁茹, 吴晓蕾, 陈德胜, 曹石巍, 白静, 田伟, 谈存敏, 黄清钢, 高瑞勤, 林木, 王洋, 李博林 |
| 项目简介 (限 500 字) | |
| <p>医用同位素是放射性药物的源头, 其在心脑血管病、恶性肿瘤、神经退行性等重大疾病的诊断治疗方面发挥了巨大作用。如 ^{99m}Tc 是临床医学应用最为广泛的放射性诊断核素, 占据所有诊断核素的 80% 以上。在多种肿瘤 PET 成像诊断中, ^{68}Ga-FAPI 的诊断灵敏度明显优于常用的 ^{18}F-FDG 药物, 且可与 ^{177}Lu 形成靶向放射性诊疗一体化, 未来发展潜力巨大。^{211}At 发射的 α 粒子线性传能密度高, 在组织中射程短 $55 \sim 80 \mu\text{m}$, 仅相当于 $6 \sim 8$ 个细胞范围, 对细胞 DNA 的损伤不可修复, 是一种理想的靶向 α 治疗核素 (Target Alpha Therapy, TAT)。但我国医用同位素严重依赖进口, 价格昂贵, 供不应求, 严重威胁人民群众身体健康和社会稳定。本项目针对国内医用同位素依赖进口, 无法自主生产的“卡脖子”问题, 攻克了加速器生产诊断核素 ^{131}I、$^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$、$^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ 和治疗核素 ^{211}At、^{225}Ac 与 ^{223}Ra 的关键核心技术, 成功打通了这几种医用核素的化学分离纯化工艺流程, 建立了机器人操控的下靶装置以及自动化化控制的柱色谱分离纯化样机。项目成功研发的 ^{68}Ge-^{68}Ga 发生器经西南医科大学附属医院核医学科进行影像学评价, 确认自制的 ^{68}Ge-^{68}Ga 发生器与进口 ITG 公司的无明显差异, 达到了临床应用要求。加速器生产医用核素的相关研究成果已申请专利 15 个, 获得授权发明专利 3 个, 实用新型 1 个, 软件著作权 1 个, 发表文章 7 篇。本项目掌握的加速器生产医用同位素的关键技术, 为建立稳定自主的医用同位素供应保障体系奠定了基础, 能够解决医用同位素严重依赖进口的困境, 促进靶向放射性同位素药物的发展, 对于保障人民生命健康和建设健康中国具有十分重要的意义。</p> | |

| 完成人对项目主要贡献 | | | | |
|------------|----|-------|--------------|--|
| 姓名 | 排名 | 职称 | 单位 | 主要贡献 |
| 秦芝 | 1 | 研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责整个项目的设计和实施，进行了加速器生产医用同位素的关键技术研发，带领团队成功打通了加速器生产 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 、 ^{211}At 、 ^{225}Ac 和 ^{223}Ra 等六种医用同位素的工艺流程。 |
| 范芳丽 | 2 | 研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 参与项目整体完成，负责加速器生产核素 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的关键技术。 |
| 王洁茹 | 3 | 助理研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责加速器产生 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 核素的分离流程研发。 |
| 吴晓蕾 | 4 | 高级工程师 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责项目中加速器辐照实验以及研制机器人操控的下靶装置。 |
| 陈德胜 | 5 | 助理研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责加速器产生 ^{221}At 核素的实验流程以及金属 Th 靶的制备。 |
| 曹石巍 | 6 | 副研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责自动化控制的柱色谱分离纯化样机的研制。 |
| 白静 | 7 | 研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责加速器产生 ^{131}I 核素的化学分离工艺流程以及产品纯度分析。 |
| 田伟 | 8 | 副研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责项目中 ^{100}Mo 靶的制备以及加速器辐照实验。 |
| 谈存敏 | 9 | 副研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责加速器产生 ^{225}Ac 和 ^{223}Ra 核素的化学分离工艺流程。 |
| 黄清钢 | 10 | 助理 | 中国科学 | 参与加速器产生 ^{221}At 核素的实 |

| | | | | |
|-----|----|-------|--------------|---|
| | | 研究员 | 院近代物理研究所 | 验以及得到的医用核素的质量鉴定。 |
| 高瑞勤 | 11 | 研究实习员 | 中国科学院近代物理研究所 | 参与加速器产生 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 的实验以及核素的药物标记。 |
| 林木 | 12 | 助理研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 参与加速器产生 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的实验，对加速器辐照进行优化设计。 |
| 王洋 | 13 | 青年研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 参与加速器产生 ^{221}At 核素的实验。 |
| 李博林 | 14 | 助理研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 参与 ^{225}Ac 和 ^{223}Ra 的实验，研制了机器人操控的下靶装置。 |

代表性论文专著（需公示）

| 序号 | 论文专著名称 | 刊名 | 年卷页码 (xx年xx卷xx页) | 发表时间 | 全部作者 | 他引总次数 |
|----|---|--|---------------------|-------------|---|-------|
| 1 | Production of medical isotope ^{68}Ge based on a novel chromatography separation technique and assembling of $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ generator | Applied Radiation and Isotopes | 2023年192卷110599页 | 2022年11月30日 | 王洁茹, 高瑞勤, 曹石巍, 秦芝, 林木, 黄清钢, 姚泽恩 | 0 |
| 2 | Highly selective separation of medical isotope $^{99\text{m}}\text{Tc}$ from irradiated ^{100}Mo target using PEG-based resins | Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry | 2023年332卷1113页 | 2023年1月18日 | 范芳丽, 程念炜, 金卓凡, 陈德胜, 田伟, 黄清钢, 曹石巍, 谈存敏, 王洁茹, 吴晓蕾, 白静, 秦芝 | 0 |
| 3 | Practicality of hierarchically macro/mesoporous $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ as a promising sorbent in the preparation of low specific activity $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ generator | Applied Radiation and Isotopes | 2021年178卷109986页 | 2021年11月16日 | 王洁茹, 高瑞勤, 黄清钢, 殷小杰, 林木, 曹石巍, 陈德胜, 范芳丽, 吴晓蕾, 秦芝, 郭治军, 白静, 初剑, 田伟, 谈存敏, 程念炜, 贾子萌 | 4 |
| 4 | 加速器生产医用同位素 ^{211}At 及单抗标记 | 化学学报 | 2021年11卷1376页 | 2021年8月18日 | 陈德胜, 刘藏豪, 黄清钢, 曹石巍, 田伟, 殷小杰, 谈存敏, 王洁茹, 初剑, 贾子萌, 程念炜, 高瑞勤, 吴晓蕾, 秦芝, 范芳丽, 白静, 李飞泽, 廖家莉, 杨远友, 刘宁 | 2 |
| 5 | 质子引起天然铀裂变产生医用同位素钼-99的研究 | 同位素 | 2020年33卷347页 | 2020年12月 | 王洁茹, 陈德胜, 黄清钢, 秦芝, 郭治军, 吴晓蕾, 初剑, 白静, 田伟, 范芳丽, 殷小杰, 谈存敏, 曹石巍 | 0 |
| 6 | 加速器直接生产 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的化学分离纯化研究现状 | 同位素 | 2021年34卷556页 | 2021年12月 | 范芳丽, 程念炜, 吴晓蕾, 秦芝 | 0 |
| 7 | 干馏法从铀的裂变产物中分离 ^{131}I | 同位素 | 2021年34卷581页 | 2021年12月 | 初剑, 曹石巍, 陈德胜, 吴晓蕾, 王洁茹, 田伟, 黄清钢, 殷小杰, 史克亮, 范芳丽, 秦芝, 白静 | 0 |

| | |
|---|---|
| 合 计 | 6 |
| 所有论文作者签字（必须本人签字，不得代签） | |
| <p>秦芝 范芳丽 王洁茹 林木 陈德胜 姚泽恩 贾子萌 曹石巍 白静 黄清钢 谈存敏 田伟 高瑞勤 金卓凡 郭治军 殷小杰 刘葳豪 廖家新 刘宁 程念炜 李飞泽 史克亮 杨远友 初剑 吴晓蕾</p> | |
| 声明：上述论文专著用于提名中国核学会技术发明一等奖，已征得所列论文、专著作者的同意。 | |
| 第一完成人（签名）： 2021年 5月 6日 | |

核心知识产权列表（需公示）

| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 专利有效状态 |
|----|--------|--|--------|------------------|---------------|----------|--------------------|------------------------|--------|
| 1 | 发明 | 一种从大量、低比活度 Mo 溶液中分离 ^{99m}Tc 的装置及方法 | 中国 | ZL202010284409.6 | 2022年 4月 19日 | 5090770 | 中国科学院近代物理研究所 | 范芳丽, 秦芝 | 有效 |
| 2 | 发明 | 一种利用加速器辐照 ^{100}Mo 生产 ^{99m}Tc 的工艺 | 中国 | ZL202010606674.1 | 2022年 5月 17日 | 5160734 | 兰州大学, 中国科学院近代物理研究所 | 陈德胜, 秦芝, 吴晓蕾, 黄清钢, 王洁茹 | 有效 |
| 3 | 发明 | 利用干馏法从铀裂变产物中分离医用同位素 ^{131}I 的方法 | 中国 | ZL201910816150.0 | 2020年 12月 29日 | 4176168 | 中国科学院近代物理研究所 | 白静, 秦芝, 初剑, 陈德胜 | 有效 |
| 4 | 软件著作权 | 铜-225 分离纯化自动控制系统 (AcRaSS V1.0) | 中国 | 2021SR0707424 | 2020年 9月 23日 | 7430050 | 中国科学院近代物理研究所 | 曹石巍 | 已登记 |
| 5 | 实用新型 | 一种低比活度钼得发生器 | 中国 | ZL202220649988.4 | 2022年 9月 16日 | 17421520 | 中国科学院近代物理研究所 | 王洁茹, 秦芝, 曹石巍, 高瑞勤, 黄清钢 | 有效 |

所有知识产权权利人签字（必须本人签字，不得代签）

秦芝 汪芳丽 王洁茹 陈俊成 董清钢 曹石磊 高瑞勤
吴晓蕾 何舒 刘剑

声明：上述知识产权用于提名中国核学会技术发明一等奖，已征得所列知识产权权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人（签名）：

秦芝 2023年5月6日