

# 中国核学会科学技术奖申报项目公示

|      |                                                       |
|------|-------------------------------------------------------|
| 项目名称 | 高电压梯度、宽频带、快响应油冷磁合金加载腔高频系统                             |
| 提名者  | 中国科学院近代物理研究所                                          |
| 申报奖种 | 中国核学会技术发明奖                                            |
| 完成单位 | 中国科学院近代物理研究所<br>青岛云路先进材料技术股份有限公司<br>北京航天广通科技有限公司      |
| 完成人  | 杨建成、丛岩、许哲、金鹏、李世龙、付昕、张瑞锋、王泽凡、姜勇、申国栋、韩小东、周睿怀、蔡付成、杨东、张现猛 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 项目简介（限 500 字）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>本项目属核科学基础与应用研究的粒子加速器及技术领域。项目聚焦我国强流重离子同步加速器新一代高频系统设计建造中面临的理论难点和技术挑战。研究的主要技术内容包括：（1）大尺寸高性能液冷磁合金环制备技术：打破国外技术封锁与产品禁售，搭建国内首个磁环性能测试评估平台，确定磁环的工艺参数及加工流程，建成国内首条磁环自动化生产示范线，国产磁环性能达国际领先水平；（2）高功率密度磁合金腔体设计技术：设计高功率密度下腔体冷却结构并创新腔体高强度冷却液密封技术；（3）高功率推挽电子管功率源技术：创新阳极电源共绕扼流圈技术和帘栅调制技术，降低管耗提升谐波性能；（4）多谐波数字低电平技术：创新幅度相位与 IQ 解调相结合的方式，实现 8 次谐波的精确控制。综合以上技术创新研制成功国内首台高电压梯度、宽频带、快响应油冷磁合金加载腔高频系统。项目研究过程中申请授权专利达到 18 项。研究成果已成功应用于强流重离子加速器装置 HIAF、空间环境地面模拟装置 SESRI、质子位移损伤效应模拟试验装置 PREF 等诸多国家大科学装置之中；软磁合金</p> |

高频技术不仅应用于医用重离子治疗装置,有效推动了高性能纳米晶软磁合金材料在家电、光储、汽车电磁兼容等领域的应用。本课题所研发的纳米晶磁环产业化技术推广已实现亿元产值。

完成人对项目主要贡献（项目奖）

| 姓名  | 排名 | 职称     | 单位           | 主要贡献                                                       |
|-----|----|--------|--------------|------------------------------------------------------------|
| 杨建成 | 1  | 研究员    | 中国科学院近代物理研究所 | 新一代强流重离子加速器磁合金高频系统总体方案设计、制定核心材料与关键技术攻关路线                   |
| 丛岩  | 2  | 正高级工程师 | 中国科学院近代物理研究所 | 高梯度油冷磁合金加载腔高频系统总体技术方案设计、百千瓦级宽带功率源与多谐波宽带低电平总体方案设计与关键核心技术攻关  |
| 许哲  | 3  | 正高级工程师 | 中国科学院近代物理研究所 | 高梯度油冷磁合金加载腔高频系统总体技术方案设计、大尺寸磁合金环与高功率密度磁合金加载腔总体方案设计与关键核心技术攻关 |
| 金鹏  | 4  | 正高级工程师 | 中国科学院近代物理研究所 | 磁环方案与关键工艺设计研究、磁环测试评估平台设计、磁合金腔整体性能评估测试                      |
| 李世龙 | 5  | 高级工程师  | 中国科学院近代物理研究所 | 宽频带多谐波低电平具体方案设计与实施、关键技术攻关与磁合金高频系统测试                        |
| 付昕  | 6  | 工程师    | 中国科学院近代物理研究所 | 磁合金环关键工艺设计、磁环性能评估、腔体与磁合金环的冷却分析与设计、系统测试                     |
| 张瑞锋 | 7  | 高级工程师  | 中国科学院近代物理研究所 | 磁合金高频系统的控制总体方案设计、远程数据传输与监控界面设计                             |

|     |    |       |                  |                                           |
|-----|----|-------|------------------|-------------------------------------------|
| 王泽凡 | 8  | 工程师   | 青岛云路先进材料技术股份有限公司 | 磁合金环带材研究与制备、磁合金环的加工工艺方案实施与批量化生产           |
| 姜勇  | 9  | 高级工程师 | 北京航天广通科技有限公司     | 宽带大功率推挽式电子管功率源的总体设计、功率传输关键技术研究            |
| 申国栋 | 10 | 研究员   | 中国科学院近代物理研究所     | 液冷磁合金高频系统整体应用中的性能分析与工程推进                  |
| 韩小东 | 11 | 高级工程师 | 中国科学院近代物理研究所     | 磁合金高频系统的整体安装工艺方案设计与系统调试                   |
| 周睿怀 | 12 | 工程师   | 先进能源科学与技术广东省实验室  | 宽带多谐波低电平系统核心处理板卡的硬件方案设计与调试                |
| 蔡付成 | 13 | 副研究员  | 中国科学院近代物理研究所     | 高频系统多谐波模式的束流合并与散束聚束方案设计、系统多谐波扫频变幅数据的分析与评估 |
| 杨东  | 14 | 高级工程师 | 青岛云路先进材料技术股份有限公司 | 磁合金环带材裁切、绝缘涂抹、卷绕、充磁、高温退火等关键工艺的実施          |
| 张现猛 | 15 | 高级工程师 | 北京航天广通科技有限公司     | 宽带大功率推挽式电子管功率源宽带前级固态方案设计、功率源系统测试          |

### 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                                                         | Dual-harmonic broadband low-level RF system for HIAF booster                                                           | Radiat Detect Technol Methods                                 | 2025, 9:33-40      | 2024-10-4 | 李世龙, 许哲, 丛岩, 张瑞锋, 韩小东, 周睿怀, 王章                       | 1 |
| 2                                                         | Design of the deceleration magnetic alloy cavity for a high-intensity heavy-ion accelerator facility Spectrometer Ring | Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A | 2021, 1005:1653 64 | 2021-5-10 | 王凯, 许哲, 金鹏, 付昕, 乔勇, 丛岩, 仪孝平, 李世龙, 张瑞锋, 韩小东, 杨建成, 夏佳文 | 8 |
| 合 计                                                       |                                                                                                                        |                                                               |                    |           |                                                      | 9 |
| 所有论文作者签字（必须本人签字，不得代签）                                     |                                                                                                                        |                                                               |                    |           |                                                      |   |
| <div>杨建 丛岩 许哲 金鹏 李屹 付昕 张瑞锋<br/>夏佳文 周睿怀 仪孝平 乔勇 王章 王凯</div> |                                                                                                                        |                                                               |                    |           |                                                      |   |
| 声明：上述论文专著用于提名中国核学会技术发明奖，已征得所列论文、专著作者的同意。                  |                                                                                                                        |                                                               |                    |           |                                                      |   |
| 第一完成人（签名）：杨建<br>年 月 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  | 发明专利   | 一种同步加速器快响应磁合金高频系统 | 中国     | ZL 2022 1 1709078.1 | 2025年7月 | 第8040636号 | 中国科学院近代物理研究所 | 许哲; 金鹏; 丛岩; 付昕; 李世龙; 张瑞锋; 韩 | 有效     |

|   |          |                                      |    |                        |                                     |                    |                          |                                                                                               |    |
|---|----------|--------------------------------------|----|------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   |          |                                      |    |                        | 1<br>日                              |                    |                          | 小东; 仪<br>孝平                                                                                   |    |
| 2 | 发明<br>专利 | 一种同步加速<br>器单周期主动<br>变能数字低电<br>平系统    | 中国 | ZL 2023 1<br>1824481.3 | 20<br>24<br>年<br>7<br>月<br>23<br>日  | 第<br>721863<br>5 号 | 中国科<br>学院近<br>代物理<br>研究所 | 丛岩; 许<br>哲; 李世<br>龙; 张瑞<br>锋; 韩小<br>东; 周睿<br>怀                                                | 有效 |
| 3 | 发明<br>专利 | 一种用于同步<br>加速器的数字<br>低电平系统            | 中国 | ZL 2019 1<br>0479885.0 | 20<br>21<br>年<br>11<br>月<br>30<br>日 | 第<br>482522<br>3 号 | 中国科<br>学院近<br>代物理<br>研究所 | 丛岩; 许<br>哲; 王贤<br>武; 仪孝<br>平; 张瑞<br>锋; 李世<br>龙; 韩小<br>东                                       | 有效 |
| 4 | 发明<br>专利 | 磁性材料加载<br>的液冷高梯度<br>宽频带同步加<br>速器高频系统 | 中国 | ZL 2023 1<br>0399412.6 | 20<br>26<br>年<br>7<br>月<br>7<br>日   | 第<br>908253<br>3 号 | 中国科<br>学院近<br>代物理<br>研究所 | 金鹏; 许<br>哲; 丛岩;<br>杨建成;<br>付昕; 张<br>瑞锋; 李<br>世龙; 仪<br>孝平; 韩<br>小东; 姜<br>勇; 余才<br>军; 庞靖;<br>杨东 | 有效 |
| 5 | 发明<br>专利 | 一种磁性加载<br>材料测试平台<br>及其使用方法           | 中国 | ZL 2022 1<br>1496520.7 | 20<br>25<br>年<br>11<br>月<br>4<br>日  | 第<br>843780<br>8 号 | 中国科<br>学院近<br>代物理<br>研究所 | 金鹏; 许<br>哲; 付昕;<br>王凯; 乔<br>勇; 丛岩;<br>杨建成;<br>张瑞锋;<br>韩小东;<br>李世龙                             | 有效 |
| 6 | 发明<br>专利 | 一种变频非调<br>谐腔结构                       | 中国 | ZL 2019 1<br>0359890.8 | 20<br>21<br>年<br>11<br>月<br>2<br>日  | 第<br>476477<br>9 号 | 中国科<br>学院近<br>代物理<br>研究所 | 许哲; 金<br>鹏; 付<br>昕; 王<br>凯; 乔<br>勇; 丛岩                                                        | 有效 |

|    |      |                         |    |                      |           |           |                                |                                               |    |
|----|------|-------------------------|----|----------------------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------------------|----|
| 7  | 发明专利 | 基于宽带单腔双谐波的控制方法、低电平系统及介质 | 中国 | ZL 2024 1 0931157. X | 2024年9月6日 | 第7349167号 | 中国科学院近代物理研究所                   | 李世龙; 许哲; 丛岩; 张瑞锋; 韩小东; 周睿怀                    | 有效 |
| 8  | 发明专利 | 一种非晶合金带材表面清洗方法及非晶合金带材   | 中国 | ZL 2022 1 0409377. 7 | 2024年7月5日 | 第7163606号 | 青岛云路先进材料科技股份有限公司; 中国科学院近代物理研究所 | 李晓雨; 王泽凡; 杨东; 车贵迪; 金鹏; 许哲; 杨建成; 付昕            | 有效 |
| 9  | 发明专利 | 一种紧凑型多离子同步加速器           | 中国 | ZL 2022 1 1331886. 9 | 2023年7月7日 | 第6118733号 | 中国科学院近代物理研究所                   | 杨建成; 夏佳文; 詹文龙; 申国栋; 阮爽; 刘杰; 王耿; 蔡付成; 马桂梅; 朱云鹏 | 有效 |
| 10 | 发明专利 | 栅极谐振部件和栅极谐振装置           | 中国 | ZL 2017 1 1292564. 7 | 2021年6月8日 | 第4472572号 | 北京航天广通科技有限公司                   | 赵海琪; 张现猛; 刘宇                                  | 有效 |
| 11 | 发明专利 | 用于磁合金环热处理的柔性内衬          | 中国 | ZL 2022 1 0409384. 7 | 2024年7月9日 | 第7181620号 | 中国科学院近代物理研究所; 青岛云路先进材料科技股份有限公司 | 许哲; 金鹏; 杨建成; 付昕; 丛岩; 庞靖; 杨东; 王泽凡; 袁鄰          | 有效 |

|        |      |                          |    |                     |             |           |                          |                                      |    |
|--------|------|--------------------------|----|---------------------|-------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|----|
| 1<br>2 | 发明专利 | 加速器单正弦模式下高频数字低电平的控制方法及系统 | 中国 | ZL 2019 1 0916992.5 | 2022年11月29日 | 第5610944号 | 中国科学院近代物理研究所             | 丛岩; 许哲; 周睿怀; 张瑞锋; 李世龙; 韩小东           | 有效 |
| 1<br>3 | 发明专利 | 高频谐振腔调谐方法                | 中国 | ZL 2018 1 0987306.9 | 2021年9月24日  | 第4696966号 | 中国科学院近代物理研究所; 惠州离子科学研究中心 | 丛岩; 许哲; 李世龙; 张瑞锋; 周睿怀; 王皓宁; 仪孝平; 韩小东 | 有效 |
| 1<br>4 | 发明专利 | 高频腔失谐检测单元及其检测方法          | 中国 | ZL 2018 1 0851267.X | 2024年1月30日  | 第6659585号 | 中国科学院近代物理研究所             | 张瑞锋; 许哲; 王贤武; 丛岩; 李世龙; 韩小东           | 有效 |
| 1<br>5 | 发明专利 | 一种重离子直线加速器数字低电平控制系统及方法   | 中国 | ZL 2023 1 0991323.0 | 2023年10月31日 | 第6444361号 | 中国科学院近代物理研究所             | 张瑞锋; 丛岩; 许哲; 李世龙; 韩小东; 周睿怀           | 有效 |
| 1<br>6 | 发明专利 | 一种用于粒子加速器的束流斩波系统及其使用方法   | 中国 | ZL 2023 1 0892880.7 | 2026年4月21日  | 第8887757号 | 中国科学院近代物理研究所             | 韩小东; 许哲; 丛岩; 张瑞锋; 李世龙; 周睿怀           | 有效 |
| 1<br>7 | 发明专利 | 一种铁氧体高频加载腔偏磁曲线测试装置及方法    | 中国 | ZL 2021 1 0313772.0 | 2024年2月2日   | 第6678650号 | 中国科学院近代物理研究所             | 李世龙; 许哲; 丛岩; 仪孝平; 张瑞锋; 韩小东           | 有效 |

|        |      |                        |    |                        |                                    |                   |              |                                                   |    |
|--------|------|------------------------|----|------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------|---------------------------------------------------|----|
| 1<br>8 | 发明专利 | 一种多工作模式的同步脉冲发生装置及其工作方法 | 中国 | ZL 2020 1<br>0258253.4 | 20<br>23<br>年<br>9<br>月<br>19<br>日 | 第<br>633174<br>6号 | 中国科学院近代物理研究所 | 韩小东;<br>许哲; 丛<br>岩; 李世<br>龙; 张瑞<br>锋; 仪孝<br>平; 冯勇 | 有效 |
|--------|------|------------------------|----|------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------|---------------------------------------------------|----|

所有知识产权权利人签字（必须本人签字，不得代签）

车发迪 王泽凡 杨东 李强 孙明 袁静  
 阮爽 姜付成 马松松 朱云鹏 申国栋 刘杰  
 王耿 李勇 刘宇 余才军 李海强 张祖强  
 许哲 丛岩 金鹏 付昕 李屹 张瑞锋 阮小东  
 仪孝平 孙昕 齐勇 冯勇 王凯 王皓宇  
 周睿峰 夏文文 潘斌 杨磊

声明：上述知识产权用于提名中国核学会技术发明奖，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）：杨磊

年 月 日