

北京市科学技术奖申报项目公示

| | | | | |
|---|---|-----|------------|---|
| 项 目 名 称 | 锦屏深地核天体物理装置的研发及应用 | | | |
| 提 名 者 | 中国原子能科学研究院 | | | |
| 申 报 奖 种 | 北京市科学技术进步奖一等奖 | | | |
| 完 成 单 位 | 1、中国原子能科学研究院;2、中国科学院近代物理研究所;3、北京师范大学 | | | |
| 完 成 人 | 1、柳卫平;2、何建军;3、李志宏;4、唐晓东;5、连钢;6、崔保群;7、孙良亭;8、郭冰;9、苏俊;10、谌阳平;11、张立勇;12、高丙水;13、武启;14、陈立华;15、李云居 | | | |
| 提名意见 | | | | |
| <p>该项目针对深地环境核物理实验平台建设和核天体物理关键问题突破，成功研制了我国首个同时也是世界上最强流灵敏度最高的深地低本底核反应实验装置，开展了核天体物理关键反应的直接测量工作，取得了一系列具有创新性的国际先进水平的研究成果。主要创新性工作包括：1. 成功研制世界最强流高稳定深地极低本底加速器装置；2. 突破了深地极端条件下强流低本底测量技术；3. 突破深地核反应截面测量的极限，建立世界最灵敏核反应测量装置，取得了一系列天体物理关键反应直接测量的成果。项目共发表高水平研究论文 60 余篇，获 7 项专利授权，总体成果具有较大的影响力。</p> <p>提名材料属实，主要完成人单位、完成人组成及排序无异议。提名该项目为北京市科学技术奖科学技术进步奖（类别：技术开发类）（一等奖）。</p> | | | | |
| 完成人对项目主要贡献 | | | | |
| 姓名 | 排名 | 职称 | 单位 | 主要贡献 |
| 柳卫平 | 1 | 研究员 | 中国原子能科学研究院 | 任锦屏深地核天体物理实验 jUNA 首席科学家和重大项目负责人，提出 JUNA 项目建议，总体负责 JUNA 深地核天体实验平台项目规划、加速器和探测器总体目标确立、国内外团队组织、物理目标确定、国际咨询合作和重大项目申请、执行、项目例会推进和成果发表验收，具体负责 12C(a, g) 160 课题的研究。总体负责强流加速器和实验平台的总体设计，总体规划 JUNA 平台开展的 4 个物理实验和成果总结，负责 12C(a, g) 160 |

| | | | | |
|-----|---|------|--------------|---|
| | | | | 的研究课题。 |
| 何建军 | 2 | 教授 | 北京师范大学 | 负责课题 3 关键核天体反应 $^{19}\text{F}(p, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$ 在伽莫夫能区反应截面的直接测量。负责耐强流辐照注入靶的研制；完成对关键核天体反应 $^{19}\text{F}(p, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$ 在伽莫夫能区的反应截面直接测量及其重要天体物理意义研究；负责文章的撰写与发表。 |
| 李志宏 | 3 | 研究员 | 中国原子能科学研究院 | 任锦屏深地核天体物理实验学术领导小组成员，负责主持 $^{25}\text{Mg}(p, \gamma)^{26}\text{Al}$ 实验研究工作，指导完成 4π BGO 伽马探测器阵列和高功率镁靶的研制。 |
| 唐晓东 | 4 | 研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 协调强流离子源的研制，负责极低本底中子探测阵列的研制，利用平台开展的物理实验测量。 |
| 连钢 | 5 | 副研究员 | 中国原子能科学研究院 | 负责 JUNA 深地实验室的建设和极低本底强流高稳定实验平台的研制。负责极低本底强流高稳定实验平台的物理设计，完成 JUNA 平台实验的被动屏蔽系统，参与利用平台开展的物理实验测量。 |
| 崔保群 | 6 | 研究员 | 中国原子能科学研究院 | 负责 JUNA 深地实验室强流加速器的研制。负责强流加速器的总体方案设计，完成短间隙强流加速管等加速器主要部件的总体设计，组织实施强流加速器的建造与调试。 |
| 孙良亭 | 7 | 研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 总体负责 JUNA 加速器离子源及 LEPT 系统。负责离子源系统的整体规划与选型，确定质子源与 α 源的设计与参数设定，完成对总体参数实现与运行结果的优化。 |
| 郭冰 | 8 | 研究员 | 中国原子能科学研究院 | 任锦屏深地核天体物理实验 JUNA 副总指挥和学术领导小组成员及学术秘书，任 JUNA 加速器研制项目（中核集团集中研发）的负责人，共同策划项目的研究方向和实施方案。具体负责 ^{22}Ne 中子源课题的研究。 |
| 苏俊 | 9 | 教授 | 北京师范大学 | 负责高效率高分辨伽马射线探测器阵列的设计和研发，采用冷却技术将 BGO 探测阵能量分辨率提高到 11%。负责 ^{12}C 同位素富集靶制备，利用 FCVA 技术提高了 ^{12}C 同位素富集靶的抗 ^4He 束流辐照能力。共同负责了 $^{25}\text{Mg}(p, \gamma)^{26}\text{Al}$ 关键 92 keV 共振测量和“圣杯反应” $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma)^{16}\text{O}$ |

| | | | | |
|-----|----|-------|--------------|---|
| | | | | 直接测量实验。 |
| 谌阳平 | 10 | 副研究员 | 中国原子能科学研究院 | 负责 JUNA 项目 " $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma)^{160}$ 反应直接测量" 实验和实验室本底测量工作。负责 $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma)^{160}$ 反应直接测量实验的实验设计和完成, 负责完成 JUNA 平台本底测量工作, 参与利用平台开展的其他物理实验测量。 |
| 张立勇 | 11 | 副教授 | 北京师范大学 | 负责 $^{19}\text{F}(\text{p}, \alpha \gamma)^{160}$ 的实验测量工作, 包括高稳定性注入靶研制、地面实验测试, 地下正式实验、数据分析、文章发表等。成功将该反应从之前的 $E_{\text{c.m.}} = 198 \text{ keV}$ 一直向下推进至 72.4 keV , 达到目前深地条件下的极限。基于实验测定的 S 因子, 我们与国际同行开展了理论方面合作, 将之前 0.01 GK 温度附近的反应率不确定度降低了 2 到 3 个数量级, 极大地降低了该反应率在天体网络计算中引入的误差。 |
| 高丙水 | 12 | 副研究员 | 中国科学院近代物理研究所 | 负责中子源反应 $^{13}\text{C}(\alpha, \text{n})^{160}$ 在天体能区的截面测量工作。研制了高效率低本底的中子探测器阵列, 并完成地下中子本底测量工作。研制了可用于强流轰击的 ^{13}C 同位素厚靶, 并首次完成了覆盖完整 i-过程能区的中子源反应 $^{13}\text{C}(\alpha, \text{n})^{160}$ 截面测量工作。 |
| 武启 | 13 | 高级工程师 | 中科院近代物理研究所 | 负责 JUNA 强流离子源及低能传输线平台的研制。负责研发适用于深地环境的 2.45 GHz 和 14.5 GHz 强流电子回旋共振 (ECR) 离子源, 攻克了强流高品质 He^{2+} 离子束产生、长寿命微波窗研制、以及大动态工作电压高品质束流引出系统设计等系列核心关键技术; 实现了 10 emA H^{+} 束、 10 emA He^{+} 束及 2 emA He^{2+} 束流的稳定产生及优于 90% 的高效率低能量传输, 在复杂深地低本底环境中设备能够长期稳定可靠运行。 |
| 陈立华 | 14 | 高级工程师 | 中国原子能科学研究院 | 负责 400kV 强流加速器的光路、分析磁铁、束流线等设计工作以及加速器整体的实验调试等工作。负责 400kV 强流加速器的束流光路设计, 完成分析磁铁系统和束流线等的研制工作, 负责加速器整体的实验调试, 使加速器的束流强度和加速能量满足物理实验需要, 并参与利用加速器开展的物理实验测量。 |
| 李云居 | 15 | 研究员 | 中国原子能科学研究院 | 自主研制了 JUNA 强流高功率反应靶, 成功应用于第一阶段的四个实验 |

| | | | | 中, 确保了实验顺利开展和加速器的安全运行。突破了大面积反应靶快速制备技术, 制作出直径 40 mm、不均匀度小于 10%的 25Mg 同位素反应靶, 保证了 25Mg (p, g) 26Al 实验成功开展。 | | | | |
|----------|---------|------------------------|--------|--|------------|--------------------------------------|--------------|------|
| 主要知识产权目录 | | | | | | | | |
| 序号 | 知识产权类别 | 名称 | 国家(地区) | 授权号 | 授权公告日 | 发明人 | 权利人 | 应用方式 |
| 1 | 发明专利权 | 一种高压多级加速电极的冷却结构及电位分配方法 | 中国 | ZL201810075232.1 | 2019-08-06 | 陈立华, 崔保群, 马鹰俊, 唐兵, 黄青华, 马瑞刚, 连钢, 柳卫平 | 中国原子能科学研究院 | 技术开发 |
| 2 | 发明专利权 | 一种用于 ECR 离子源的高压隔离波导 | 中国 | ZL202010190409.X | 2021-06-22 | 孙良亭, 刘玉国, 武启, 刘建立 | 中国科学院近代物理研究所 | 技术开发 |
| 3 | 实用新型专利权 | 一种高压屏蔽仓 | 中国 | ZL201720830927.7 | 2018-04-13 | 陈立华, 崔保群, 马鹰俊, 唐兵, 黄青华, 马瑞刚, 马燮 | 中国原子能科学研究院 | 技术开发 |
| 4 | 实用新型专利权 | 一种高电压隔离大功率设备冷却系统 | 中国 | ZL201721028190.3 | 2018-03-13 | 陈立华, 崔保群, 唐兵, 马瑞刚, 黄青华, 马鹰俊, 马燮 | 中国原子能科学研究院 | 技术开发 |
| 5 | 实用新型专利权 | 一种水冷真空室 | 中国 | ZL201720830930.9 | 2018-06-29 | 崔保群, 黄青华, 陈立华, 唐兵, 马瑞刚, 马鹰俊, 马燮 | 中国原子能科学研究院 | 技术开发 |

| 6 | 实用新型专利权 | 一种用于高电位隔离设备上的冷却介质运输结构 | 中国 | ZL201721028286. X | 2018-03-13 | 陈立华, 崔保群, 马鹰俊, 唐兵, 黄青华, 马瑞刚, 连钢, 柳卫平 | 中国原子能科学研究院 | 技术开发 |
|---------|--|------------------------------------|----------------------|-------------------|------------|--|------------|------|
| 代表作发表情况 | | | | | | | | |
| 序号 | 代表作名称 | 期刊名称 | 年卷期页码 | 通讯作者 | 第一作者 | 全部作者 | 发表时候选人署名单位 | |
| 1 | Progress of Jinping Underground laboratory for Nuclear Astrophysics (JUNA) | SCIENCE CHINA | 2016, 59 (4), 642001 | 柳卫平 | 柳卫平 | 柳卫平, 李志宏, 何建军, 唐晓东, 连钢, 安竹, 常建军, 陈涵, 陈庆豪, 陈雄军, 陈治钧, 崔保群, 杜先超, 符长波, 甘林, 郭冰, 贺国珠, Alexander Heger, 侯素青, 黄瀚雄, 黄宁, 贾保禄, 江历阳, Shigeru Kubono, 李荐民, 李阔昂, 李涛, 李云居, Maria Lugaro, 罗小兵, 马鸿义, 马少波, 梅东明, 钱永忠, 秦久昌, 任杰, 谌阳平, 苏俊, 孙良亭, 谭万鹏, Isao Tanihata, 王硕, 王鹏, 王友宝, 武启, 许世伟, 颜胜权, 杨立涛, 杨尧, 于祥庆, 岳骞, 曾晟, 张环宇, 张辉, 张立勇, 张宁涛, 张奇玮, 张涛, 张笑鹏, 张雪珍, 张志民, 赵伟, 赵苗, 周超 | 中国原子能科学研究院 | |
| 2 | Properties of fluorine targets and | Nuclear Instruments and Methods in | Volume 438, Pages | 许世伟, 何建军 | 张立勇 | 张立勇, 许世伟, 何建军, 王硕, 陈涵, 胡钧, 马少波, 张宁涛, 侯素青, 柳卫平 | 中国科学院国家天文台 | |

| | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------|-----|-----|--|------------|
| | their application on the astrophysically important $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}$ reaction | Physics Research Section B | 48-53 | | | | |
| 3 | 锦屏深地核天体物理实验(JUNA)进展 | 原子能科学技术 | 2019, 53(10): 1729-1741 | 无 | 柳卫平 | 柳卫平, 李志宏, 何建军, 唐晓东, 连钢, 郭冰, 苏俊, 李云居, 崔保群, 孙良亭, 武启, 安竹, 陈庆豪, 陈雄军, 谌阳平, 陈治钧, 杜先超, 符长波, 甘林, 贺国珠, Alexander Heger, 侯素青, 黄翰雄, 黄宁, 贾保禄, 江历阳, Shigeru Kubono, 李荐民, 李阔昂, 李涛, Maria Lugaro, 罗小兵, 马少波, 梅东明, 钱永忠, 秦久昌, 任杰, 谭万鹏, Isao Tanihata, 王鹏, 王硕, 王友宝, 许世伟, 颜胜权, 杨立涛, 于祥庆, 岳骞, 曾晟, 张环宇, 张辉, 张立勇, 张宁涛, 张奇玮, 张涛, 方晓, 张笑鹏, 张雪珍, 张志民, 赵伟, 赵茁, 周超, 陈云华, 祁宁春, 吴世勇, 郭绪元, 周济芳, 何胜明, 宁金华, 岳剑锋 | 中国原子能科学研究院 |
| 4 | Measurement of gamma detector backgrounds in | Science China Physics, Mechanics & Astronomy | 2017, 60(10): 0-102022 | 柳卫平 | 谌阳平 | 谌阳平, 苏俊, 柳卫平, 连钢, 甘林, 乔律华, 颜胜权, 周勇, 岳骞, 曾志, 胡庆东, 米宇豪, 赵伟 | 中国原子能科学研究院 |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---------------------|-----|-----|---|--------------|
| | the energy range of 3-8 MeV at Jinping underground laboratory for nuclear astrophysics | | | | | | |
| 5 | A proposed direct measurement of cross section at Gamow window for key reaction $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}$ in Asymptotic Giant Branch stars with a planned accelerator in CJPL | Science China Physics, Mechanics & Astronomy | 2016, 59(5): 652001 | 何建军 | 何建军 | 何建军, 许世伟, 马少波, 胡钧, 张立勇, 符长波, 张宁涛, 连钢, 苏俊, 李云居, 颜胜权, 谌阳平, 侯素青, 贾保禄, 张涛, 张笑鹏, 郭冰, Shigeru Kubono, 柳卫平 | 中国科学院近代物理研究所 |