

2025 年度陕西省科学技术奖提名公示

（科技进步奖）

一、项目名称

小直径测井中子管及其应用技术

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省物理学会。

提名意见：本项目探明了潘宁离子源内氙气电离机理，揭示了中子管的发热机制，优化了中子管结构，在此基础上研发了小直径测井中子管，突破了行业技术瓶颈，填补了国内空白，相关技术处于国内领先水平。研发了系列中子管石油测井设备，提高了石油勘探和开发的效率，获得了显著的经济效益。项目材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。特提名为陕西省科技进步奖三等奖。

三、项目简介

优化了中子管结构，使得其能正常工作的极限温度从先前的 150℃ 提高到了 175℃，达到了和国外同一参数水平，突破了该领域的技术瓶颈。研发的 GN25 型测井中子管，被鉴定为“国内领先水平”。基于该技术的测井设备已广泛应用于中石油、中海油等大中型企业。研发了中子管生产线并实现了测井中子管的产业化，实现直接销售额 1500 万/每年，基于该技术的测井装备及技术服务每年销售额超过 2 亿。提出了基于热分析法的中子通量测量方法，基于该方法的相关技术成功应用于测量我国先进核反应堆（CARR 堆）的中子注量率，解决了目前核反应堆中子注量率特别高时无法直接测量的难题，相关专利获得第二十三届全国发明专利博览会金奖。研发了一系列中子管测井仪器，极大地提高了石油勘探和开发的效率，降低了勘探成本，增加了石油产量，获得了显著的经济效益。基于中子管研制的辐射场检测设备已用于军用和民用核设施中的氙应用。

四、客观评价

（1）西京学院与西安冠能中子探测技术有限公司联合研制出 GN 高温长寿命小直径中子管，2016 年通过中国石油和化工自动化应用协会鉴定（中石化自协鉴字[2016]第 035 号），其主要指标参数如表 1，鉴定委员会鉴定结论为“国内领先水平”。

(2) 提出了基于热分析法的中子通量测量方法，基于该方法的相关技术成功应用于测量我国先进核反应堆（CARR 堆）的中子注量率，解决了目前核反应堆中子注量率特别高时无法直接测量的难题，相关专利获得在第二十三届全国发明展览会·一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛上荣获“发明创业奖·项目奖”金奖。

(3) 依托相关技术及应用已累计获批国家自然科学基金 3 项，省级、市厅级项目 8 项，发表相关论文 30 余篇，出版专著一部，授权专利 20 余件，获批一个省级创新团队：西京学院先进中子探测技术及器件材料创新团队（2020-2025），以及一个陕西省高校青年创新团队：先进离子源与离子应用技术创新团队（2023-2026）。

(4) 西京学院、西安冠能中子探测技术有限公司、西北核技术研究院，共同组建并获批两个省级科研平台：陕西省可控中子源工程技术研究中心（2018）、陕西省可控中子源应用技术国际联合研究中心（2017），其中西京学院为依托的单位。

五、应用情况

西京学院、西安奥华电子仪器股份有限公司联合成立的“西安冠能中子探测技术有限公司”是国内目前最大的中子管生产企业，每年制造 100 支左右，实现直接销售额 1500 万/每年，基于该技术的测井装备广泛应用于中石油、中海油等大中型企业，每年销售额超过 3 亿，近 3 年累计实现新增销售额超 1.2 亿，不仅占据着国内绝大部分市场，还实现了技术输出，先后为乌兹别克斯坦、伊拉克、南苏丹、印度尼西亚、乍得等国家的企业提供石油测井服务。

研发的 D-D、D-T 中子管，分别产生 2.4MeV、14.1MeV 的单能中子，用于辐射探测器的标定、生物辐照实验、单粒子辐照效应实验、半导体材料及器件的抗辐照实验等。先后为中国工程物理研究院、西北核技术研究院、西安交通大学、西北工业大学、西北大学等科研院所和高校提供技术服务 20 余次。

军事方面，利用中子管研制的 3D-RadMD 辐射场三维动态监测、处置和退役武器系统，已用于军用和民用核设施监控。研发了基于小型可控中子源的现场校准平台，该项目可实现中子剂量仪器线性范围测试及校准系数获取，并进行能量修正，将有效解决了**武器阵地固定式中子剂量仪器在线原位校准问题。

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	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)
----	--------	----------	--------	-----------	------------	----------------	-------------	------------

1	发明专利	一种中子管靶流离子成分比例的检测方法	中国	ZL202010767524.9	2023-03-24	第5816428号	西京学院；西安冠能中子探测技术有限公司	周晓华；陆杰；欧阳晓平
2	发明专利	一种双向引出潘宁离子源的中子管结构	中国	ZL202110360414.5	2023-10-31	第6443968号	西京学院	周晓华；巨少甲；李杰；连百万；欧阳晓平
3	发明专利	一种便携式补偿中子测井仪三级刻度井	中国	ZL201711251761.4	2020-12-01	第4126383号	西京学院	徐强；杨志高；欧阳晓平；王智健；辛督强；周晓华；张建祥；王倩；李拓；王娟；魏燕明；王永仓
4	发明专利	一种自成靶中子管充气台及其充气方法	中国	ZL201610506241.2	2018-01-12	第2777832号	西安冠能中子探测技术有限公司	邵方华；汪永安；陆杰；百超良；刘洋
5	发明专利	一种基于可逆比热容法测量核反应堆中子通量密度的方法	中国	ZL201810310408.7	2019-08-20	第3500584号	西京学院	杨铜锁；朱庆福；鲁瑾；辛督强；王永仓；王藩；张建祥；史永谦
6	发明专利	一种用于地层参数测量的中子爆发及测量时序控制方法	中国	ZL201610790511.7	2019-06-14	第3416157号	西安奥华电子仪器股份有限公司	肖江涛；杨连会
7	标准	生产测井四参数组合测井仪	中国	T/SXBX 001-2023	2023-03-31	省标协(2023)01号	西安冠能中子探测技术有限公司；西京学院	李建新；白磊磊；张洪亮；陈耀华；王正坤；王庆；陈显；李慧；宋洁；张清彤；贾慧丽；张亚伟；罗庆；张立；朱玲玲；符莹；宋磊；李长星；吕宁；周晓华
8	论文	A concise method to calculate the target current ion species fraction in D-D and D-T neutron tubes	美国	Nucl. Instr. Meth. A	2021	987:164836	西京学院；西安冠能中子探测技术有限公司	Xiaohua Zhou; Jie Lu; Yang Liu; Xiaoping Ouyang
9	论文	Contrast experiments of PIG positive and negative hydrogen ion sources for neutron tubes	俄罗斯	Instrum. Exp. Tech.	2020	63(4): 595-59	西京学院；工信部第五电子研究所；西安冠能中子探测技术有限公司	Xiaohua Zhou; Yunfei En; Jie Lu; Yang Liu; Kang Li; Zhifeng Lei; Zhijian Wang.; Xiaoping Ouyang,
10	论文	可逆比热容法测量高中子注量率	中国	原子能科学技术	2023	57(3): 939-945	西京学院；中国原子能研究院	杨铜锁；朱庆福；史永谦；辛督强；乔硕；王璠；鲁瑾；彭旦；张建祥

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
周晓华	1	无	副教授	西京学院	西京学院	优化了中子管结构
李康	2	副总经理	工程师	西安冠能中子探测技术有限公司	西安冠能中子探测技术有限公司	实施了中子管产业化
杨铜锁	3	无	副教授	西京学院	西京学院	提出了高通量热中子检测方法
刘洋	4	副总经理	工程师	西安冠能中子探测技术有限公司	西安冠能中子探测技术有限公司	提升了中子管处理工艺
肖江涛	5	总工程师	高级工程师	西安奥华电子仪器股份有限公司	西安奥华电子仪器股份有限公司	研发了中子管测井设备
辛督强	6	副院长	教授	西京学院	西京学院	参与提出了中子管地层元素分析方法
张建祥	7	无	副教授	西京学院	西京学院	参与提出了高通量热中子检测方法

八、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位	排名	创新推广贡献
西京学院	1	揭示了中子管潘宁离子源内氘气体的电离机制，在此基础上优化了中子管结构，提升了其综合性能。基于核反应理论建立了中子管靶压、靶流以及中子产额满足的产额方程，该方程对分析中子管的工作特性具有一般性意义。能给出中子管产额的极限，为其可能的使用范围提供参考。提出了分析中子管靶流成分的新方法，实验结果与理论高度一致。该方法避免了传统的质谱分析所面临的放射性污染和技术复杂性问题，具有很强的实用性。
西安冠能中子探测技术有限公司	2	研发小直径中子管在 2016 年被鉴定为“国内领先水平”。研发了中子管生产线，实现了测井中子管的产业化，每年制造 100 支左右，实现直接销售额 1500 万元/每年，基于该技术的测井装备及测井服务每年销售额超过 2 亿。针对高温环境中的使用需求，通过采用优化设计，使得中子管能正常工作的极限温度从先前的 150℃ 提高到了 175℃，到达了和国外同一参数水平，基于该技术的测井设备已广泛应用于中石油、中海油等大中型企业，获得了良好的经济效益。
西安奥华电子仪器股份有限公司	3	替代了原有的化学中子源，研发了一系列中子管测井仪器，极大地提高了石油勘探和开发的效率，降低了勘探成本，增加了石油产量，获得了显著的经济效益。利用中子管研制了辐射场三维动态监测已用于军用和民用核设施监控。研发了小型可控中子源的现场校准平台，效解决**武器阵地固定式中子剂量仪器在线原位校准问题。先后为中国工程物理研究院、西北核技术研究院、西安交通大学、西北工业大学、西北大学等科研院所和高校提供技术服务 30 余次。

九、完成人合作关系说明

周晓华，李康，刘洋合作发表了相关论文。周晓华，辛督强合作获批了省级科研项目并结题。杨铜锁，辛督强，张建祥工共同授权了国家发明专利。肖江涛，辛督强合作获批了省级科研项目并结题。