

附件：

## 陕西高等学校科学技术研究优秀成果推荐项目公示材料

**成果名称：**高性能测井中子管技术及其应用

**成果简介：**小直径高产额耐高温测井中子管是可控中子源测井设备的核心部件，在石油测井领域发挥着重要作用，然而由于国外技术封锁，相关技术是该领域的卡脖子问题。

通过多年的技术积累并结合基于多物理场的仿真优化方法，提出了直径 25mm 的微型测井中子管技术方案，研发了相应的材料处理工艺、制造工艺以及测试平台，在此基础上成功研发了 GN25 型测井中子管，其主要指标参数通过行业协会检测，在 2016 年被鉴定为“国内领先水平”。针对高温环境中的使用需求，通过采用 V 型靶结构来增大散热面积，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℃，达到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。其中 2021 与中国石油集团测井公司技术中心签订的单项技术开发合同达 719 万元。研发了中子管生产线并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/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。鉴于负氘离子中子管的诸多优势，利用现有的正氘离子中子管技术，通过改变靶压极性，采用正高压引出负氘离子打靶来产生中子，从而开发了负氘离子中子管原理样机，为进一步的产业化奠定了基础。

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。建立了包含 D-T 中子发生器、闪烁晶体探测器以及地层、井眼和测井仪等的地层元素测井模型，发展了基于蒙特卡罗方法的中子散射谱生成技术，得到了地层中 8 种常见元素的标准俘获伽马能谱。研发了具有高度灵活性和可扩展性、能够适应不同油气藏环境测井需求的脉冲中子复杂油气藏元素测井仪标准谱生成器，实现了测井数据的实时采集和处理，为测井数据的解释和分析提供可靠依据。该成果已被测井企业采用，提高了测井作业的效率。

**完成单位：**西京学院，西安冠能中子探测技术有限公司

**完成人：**周晓华，辛督强，张建祥，李康，刘洋，闫星全，李刚

完成人合作关系情况：

序号	合作方式	合作关系人及排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	周晓华（1）；刘洋（4）；李康（5）	2019-2022	共同发表 SCI 论文 1 篇	正负离子中子管产额对比实验(SCI 论文)
2	论文合著	周晓华（1）；刘洋（3）	2019-2022	共同发表 SCI 论文 1 篇	中子管产额极限的理论分析（SCI 论文）
3	共同知识产权	闫星泉（4）；刘洋（5）；辛督强（9）	2015-2017	共同获得科技成果鉴定	“国内领先水平”科技成果鉴定报告
4	共同知识产权	辛督强（5）；周晓华（6）；张建祥（7）	2018-2022	共同授权发明专利 1 件	一种便携式补偿中子测井仪三级刻度器
5	共同知识产权	辛督强（4）；张建祥（7）	2018-2021	共同授权发明专利 1 件	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
6	共同知识产权	闫星泉（5）；李刚（6）	2019-2022	共同授权发明专利 1 件	a 伴随粒子中子管阳极直流电源电路
7	共同知识产权	刘洋（1）；李康（2）；李刚（3）	2021-2022	共同授权实用新型专利 1 件	中子管测试用快插插头、带快插插头中子管
8	共同获奖	辛督强（4）；张建祥（5）	2017-2021	共同获得第二十三届全国发明博览会 金奖	第二十三届全国发明展览会金奖
9	共同立项	辛督强（1）；张建祥（5）	2017-2021	共同获批教育厅科研计划项目并结题	D-D 中子管密度测井蒙特卡罗模拟研究
10	共同立项	辛督强（1）；周晓华（3）	2018-2021	共同获批陕西省科技计划项目并结题	脉冲中子复杂油气藏元素测井仪标准谱生成器研发及应用

主要论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表 时间	通 讯 作 者	第一作 者
1	A concise method to calculate the target current ion species fraction in D-D and D-T neutron tubes	Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A	周晓华, 陆杰, 刘洋, 欧阳晓平	2021 年 987 卷 164836 页	2020 -11-01	周晓华	周晓华
2	Contrast Experiments of Pig Positive and Negative Hydrogen Ion Sources for Neutron Tubes	Instruments and Experimental Techniques	周晓华, 恩云飞, 陆杰, 刘洋, 李康, 雷志峰, 王智健, 欧阳晓平	2020 年 63 卷 595 页	2020 -06-01	周晓华	周晓华

主要知识产权证明目录：

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	发明专利有效状态
实用新型专利	微型测井中子管	中国	ZL20162048874 0.9	2016-12-07	第 5737048 号	西安冠能中子探测技术有限公司	汪永安；陆杰；白超良； 刘洋	公开
发明专利	一种便携式补偿中子测井仪三级刻度井	中国	ZL20171125176 1.4	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	公开
实用新型专利	中子管测试用快插插头、带快插插头中子管	中国	ZL20212162295 7.1	2021-12-07	第 15033523 号	西安冠能中子探测技术有限公司	刘洋；李康；李刚；于轶 鹏	公开
发明专利	一种自成靶中子管充气台及其充气方法	中国	ZL20161050624 1.2	2018-01-12	第 2777832 号	西安冠能中子探测技术有限公司	郜方华；汪永安；陆杰； 百超良；刘洋	公开
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	ZL20181031040 8.7	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	公开
发明专利	a 伴随粒子中子管阳极直流电源电路	中国	ZL20191076438 1.3	2021-03-30	第 4329811 号	西安冠能中子探测技术有限公司； 西安奥华电子仪器有限公司	陆杰；张德民；汪永安；柴 鑫；闫星泉；李刚	公开
发明专利	一种中子管靶流离子成分比例的检测方法	中国	ZL20201076752 4.9	2023-03-24	第 5816428 号	西京学院	周晓华；陆杰；欧阳晓平	公开
发明专利	一种双向引出潘宁离子源的中子管结构	中国	ZL20211036041 4.5	2022-10-31	第 6443968 号	西京学院	周晓华；巨少甲；李杰；连 百万；欧阳晓平	公开

主要完成人情况表：

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
周晓华	1	副教授	西京学院	西京学院
辛督强	2	教授	西京学院	西京学院
张建祥	3	副教授	西京学院	西京学院
李康	4	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
刘洋	5	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
闫星全	6	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
李刚	7	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