中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究中心科技成果登记表

（2024.01 版）

<table>
<tr><td>成果名称</td><td>堆用新型超长服役寿命稀土基中子吸收控制芯块核安材料的开发及预服役评价</td></tr>
<tr><td>成果编号</td><td>XTCG-2024ga030</td></tr>
<tr><td>所属技术领域</td><td>☐电子信息 ☐先进制造 ☐航空航天 ☐现代交通 ☐生物医药与医疗器械 ☑新材料 ☐新能源与节能 ☐环境保护 ☐地球、空间与海洋 ☐核应用技术 ☐现代农业 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>可应用产业领域</td><td>☐.节能环保 ☐新一代信息技术 ☐生物技术 ☐高端装备制造 ☑新材料 ☐新能源汽车 ☐节能环保 ☐数字创意 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>所解决行业问题</td><td>核燃料元件是核反应堆的心脏，控制棒元件是堆芯高安全裕度可靠运行的节拍器。新一代反应堆对其运行可靠性提出了更高的需求，其中特种反应堆、超高通量实验堆和浮动核电站等新型反应堆对于控制棒元件的中子吸收能力、热传导能力及结构尺寸稳定性的要求愈加苛刻。目前常规控制棒元件所选用的碳化硼/硼钢、银-铟-镉合金和金属铪等材料存在燃耗较高或耐温性较低等不足。此外，控制棒元件所需的高丰度同位素（^{10}B、^{113}Cd 和 ^{177}Hf 等）受制于国外进口。</td></tr>
<tr><td>成果介绍</td><td>针对我国核反应堆控制技术对稀土基控制棒材料的紧迫需求，本项目提出建立自主可控且经济性高的稀土基中/高熵中子吸收控制陶瓷芯块的设计及研发体系，设计稀土基中/高熵中子吸收控制陶瓷的组元组合，优化陶瓷芯块制备工艺，实现可控制备；研究材料的力学、耐腐蚀性能和离子辐照性能，揭示腐蚀机理和离子辐照机制，建立稀土基中/高熵中子吸收控制陶瓷芯块的制备与优化技术方案以及离子辐照行为评价办法，为开发满足新一代核反应堆稳定控制需求的控制棒元件提供充分的理论基础和技术支撑，为提升新一代核反应堆的安全裕度及可靠性提供充分保障。</td></tr>
<tr><td>关键指标</td><td><table>
<tr><td>指标</td><td>国际现有水平</td><td>国内现有水平</td><td>本成果可达到水平</td></tr>
<tr><td>耐重离子辐照剂量</td><td>100dpa</td><td>30dpa</td><td>120dpa</td></tr>
<tr><td>压缩强度</td><td>550 MPa</td><td>550 MPa</td><td>600 MPa</td></tr>
<tr><td>硬度</td><td>10 GPa</td><td>8 GPa</td><td>10 GPa</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>预期成果领先性</td><td>☐核心指标优于国际同类技术
☐核心指标达到国际同类技术水平
☑核心指标优于国内同类技术
☐核心指标达到国内同类技术水平
☐核心指标达到当前市场应用领先水平
☐其他</td></tr>
<tr><td>制备工艺水平</td><td>粉体材料：☐克重级 ☐百克级 ☑公斤级
器件设备：☐有样机 ☐零部件无样机</td></tr>
</table>

专利布局情况	☐尚未申请专利 ☐已受理未授权专利 3 项 ☐已授权专利 0 项 授权专利号/受理专利号： ZL202210501873.5，ZL202210551689.1，ZL202210466605.4
是否已在企业应用	☐是， ☑否，计划合作方式☐转让 ☑许可