

面向快中子监测的自给能探测器性能表征和原型设计

Tuesday, 16 July 2024 14:00 (15 minutes)

现有快中子反应堆主要通过堆外探测器进行堆芯监测，但受限于外围裂变室探测器对堆内分布测量的低空间分辨率和难以实现局部功率畸变跟踪，利用堆内自给能探测器测量技术进行快中子反应堆的注量率在线监测，成为先进堆用核探测器研发的关键内容。本研究基于理论模拟计算和研究堆辐照考核表征了压水堆常用的高灵敏度 β 衰变型铷、钷自给能探测器的性能：在快中子环境中，探测器灵敏度下降2个量级至 10^{-24} n·cm⁻²·s⁻¹，响应电流受到电磁和 γ 等本底噪声的强烈干扰。结果表明：典型的压水堆用自给能探测器在快中子场存在时间特性不稳定和中子灵敏度极低等制约，无法满足基本测量条件。基于FNG、VTR和TAPIRO等快中子环境问题，采用蒙特卡罗模型和公开实验数据对模拟计算的正确性进行了验证，并开展了快中子自给能探测器的初步设计研究。针对发射体材料的适用性选择，通过分析探测器内辐射诱导电子相关的快谱有效截面，提出了基于非弹性散射反应的快响应型发射体材料，并对其脉冲响应时间特性和信号灵敏度组分进行了理论计算。综合考虑涉及快中子探测一般标准的材料基本性质，实现了对探测器灵敏区的材料定型，并通过管式结构设计和尺寸调整优化了探测器的强信号、快响应性能。基于蒙特卡罗方法对探测器响应模拟的研究结果表明：所设计的快中子自给能探测器原型可实现nA级测量信号，满足无偏压、紧凑、在线式和瞬时响应的快中子监测要求。

Primary authors: Dr 周, 遥 (XJTU); Prof. 刘, 宙宇 (西安交通大学核科学与技术学院); Prof. 曹, 良志 (西安交通大学); 隋, 心杰 (西安交通大学核科学与技术学院); Prof. 吴, 宏春 (西安交通大学核科学与技术学院)

Presenter: Dr 周, 遥 (XJTU)

Session Classification: 第一分会场 (RAS3)

Track Classification: 其它探测器