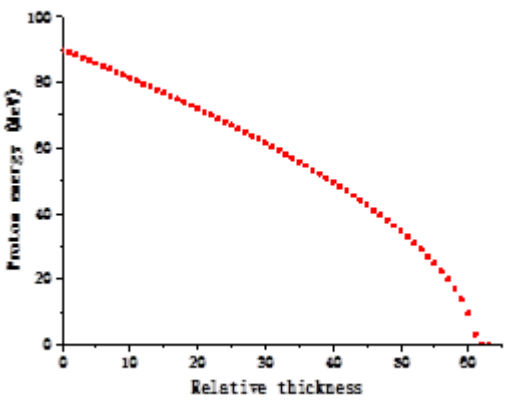
助力宇航器件抗辐射性能评估，原子能院开发出质子SEE截面预测新模型

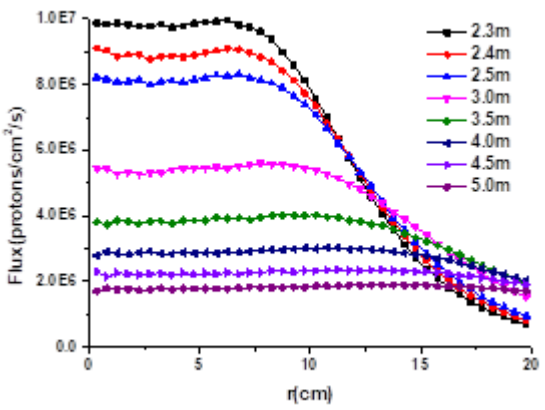
发表时间：2022-08-16 09:22:32

质子是空间辐射环境的主要成分，其引发微电子器件产生的单粒子效应（SEE）是造成航天器在轨故障乃至灾难性后果的主要因素之一。作为质子SEE机理研究的核心内容，质子SEE截面预测模型对于评估器件在空间中的抗辐射性能，进而保障航天器的可靠运行具有重要意义。近日，原子能院核物理研究所辐射效应研究团队开发出一种新的质子SEE截面预测模型，并通过实验证实了其可靠性。

在地面开展加速器模拟辐照试验，是研究质子SEE最有效的技术手段，能够为质子SEE截面预测模型研究提供可靠的实验数据。原子能院基于100 MeV质子回旋加速器开展了质子SEE试验装置建设，突破了其中的质子降能和扩束两项关键技术，通过提出一种简单有效的二进制降能器设计方法，实现了质子能量的准连续可调，有效提升了多能点质子SEE试验的效率；针对100 MeV质子进行了双环双散射体扩束方案设计，满足了试验对大面积、均匀化质子束流的需求。



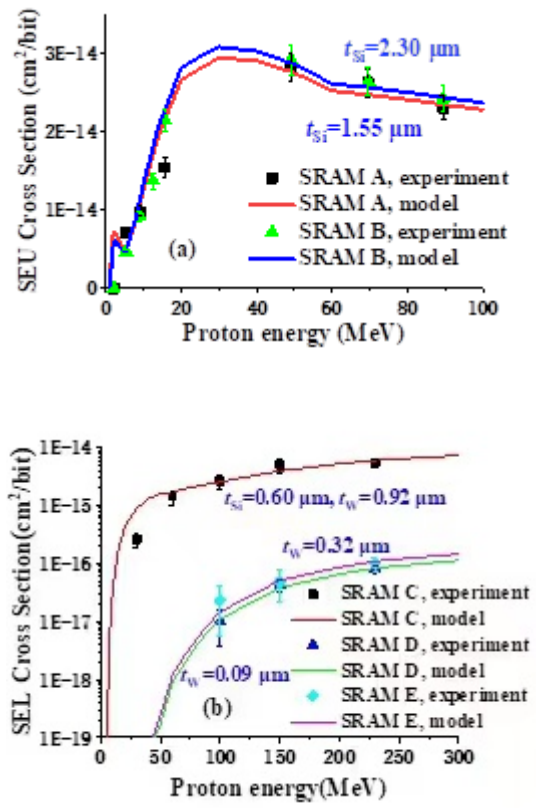
质子通过不同降能片组合之后的能量



质子双环双散射体扩束方案在不同位置实现的扩束效果

在这两项关键技术取得突破的基础上，原子能院在SCI期刊《物理学报》上先后发表两篇成果文章，并且开展了国内首次中能质子SEE地面模拟试验，为国内宇航器件的质子SEE考核试验提供了技术支撑。

在质子SEE截面预测中，传统的分析模型仅适用于由质子与硅材料核反应起主导作用的低LET阈值器件，且无法预测质子的入射角度效应。原子能院提出了新的理论假设，将质子与器件不同材料核反应的贡献、质子入射角度均考虑在内，进而发展了一种基于重离子SEE截面预测质子SEE截面的分析模型，并在100 MeV质子回旋加速器上开展相关实验证实了其可靠性。与传统模型相比，新模型对于实验所用的两款低LET（线性能量转移）阈值器件的预测效果更好，同时适用于质子与高Z（原子序数）材料核反应起主导作用的高LET阈值器件等一般情形，并能较准确地预测角度效应。



新模型对5款LET阈值由低到高的器件质子SEE截面的预测

新模型对预估器件在空间中的质子SEE错误率方面具有重要应用价值，相关研究成果于近日发表于《Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B》（《物理研究中的核仪器和方法B》）期刊。

上述3篇论文的第一作者均为原子能院核物理所副研究员韩金华，通讯作者均为研究员郭刚。研究工作得到了国家自然基金青年基金、财政部稳定支持等项目的资助。（核物理所 韩金华 郭刚）

版权所有:中国原子能科学研究院　　主办单位:中国原子能科学研究院新闻中心
通讯地址:北京275信箱　　邮编:102413　　电话:010-69357493　　技术支持:信息中心
京公网安备11040102100168号　　京ICP备18028624号-6