

中子活化法在聚变中子诊断中的应用

Tuesday, 16 July 2024 10:30 (15 minutes)

磁约束聚变研究中, 氘氘 (DD)、氘氚 (DT) 聚变中子诊断是评估等离子体约束与加热性能的重要参数, 聚变中子诊断包括中子产额、中子能谱、中子中子通量及分布测量, 中子产额诊断更是作为聚变功率输出测量的重要手段。中子活化诊断作为一种测量精度高、量程宽且不易受干扰的被动测量手段, 常用于聚变装置的中子产额、中子能谱以及材料活化实验研究。作为标准的中子诊断方法在 JET、TFTR、JT-60U、KSTAR 和 LHD 等大型装置上得到发展和应用。通过中子活化法可以分别测量 2.45MeV 和 14MeV 中子的产额, 还可开展等离子体中氘的约束、慢化和燃烧的研究。活化法中子产额测量可用于监测聚变功率, 能够稳定线性的获得装置的聚变功率水平, 将成为国际热核聚变装置 ITER 以及未来聚变反应堆运行控制和主机安全保护系统的重要组成部分。

EAST 装置上建成两套独立的中子活化测量系统并成功参与多轮实验运行, 中子活化系统由活化样品、气动传输系统以及高纯锗谱仪系统组成。活化样品采用 99.999% 的高纯钢 (In) 和硅 (Si) 薄圆片 ($\phi 20 \times 1\text{mm}$), 可分别用于 DD 和 DT 中子的测量。气动传输系统利用单条传输管路 ($\phi 63\text{mm}$) 和转换气阀, 实现活化样品在活化测量实验室与诊断窗口内活化终端之间的双向传输。等离子体放电实验中, 将 In、Si 活化样品通过气动传输系统传输进入装置内进行中子辐照, 通过测量辐照后 In、Si 样品的 γ 全能峰净计数并结合对应的探测效率刻度系数, 分别得到放电期间辐照终端处的 DD、DT 中子通量, 再结合装置的中子输运系数, 获得等离子体的 DD、DT 聚变中子产额。基于中子活化系统, 在 EAST 装置上开展了等离子体 DD/DT 中子产额的实验研究, 首次实验获得了装置的氘燃烧率数据, 并开展了装置氘燃烧率的初步研究以及装置结构材料的活化研究。

Primary author: LI, kai (皖西学院)

Presenter: LI, kai (皖西学院)

Session Classification: 第三分会场 (RCS2)

Track Classification: 其它研究方向