

磁约束聚变边界等离子体中的原子分子过程研究

魏宝仁, 肖君, 杨洋, 姚科, Roger Hutton, 邹亚明

复旦大学现代物理研究所、核科学与技术系、核物理与离子束应用教育部重点实验室,
上海 200433

Email: brwei@fudan.edu.cn zouym@fudan.edu.cn

摘要：原子分子过程对研究聚变等离子体的能量和粒子输运及其与第一壁的作用有非常重要的影响。但聚变等离子体中电子能量分布范围很广，其中的原子分子过程非常复杂，上述影响只能通过理论模拟来推测，而模拟需要精确、系统的原子分子数据。结合聚变研究的需求，上海 EBIT 实验室系统的开展了、并正在开展原子光谱以及原子分子碰撞截面方面的研究。

电子束离子阱 (EBIT) 是研究等离子体中原子参数的理想工具，其电子束能量连续可调，可以研究任意温度、任意元素的等离子体。复旦大学建有高能 EBIT 装置和低能 EBIT 装置，电子束能量范围为 20 eV~151 keV，可以覆盖托卡马克中的边界等离子体和芯部等离子体温度区。近几年系统地研究了第一壁材料钨的光谱和能级数据。同时我们也在开展等离子体相关的带电离子与原子分子碰撞过程中的

电荷交换绝对截面的精确测量。图 1 为针对 JET 装置测量的钨光谱在上海 EBIT 上开展的实验室测量结果，通过考虑 JET 谱线蓝移以后，实验室光谱与 JET 装置光谱很好地符合，EBIT 光谱可以为托卡马克装置等离子体诊断提供标准谱[1]。

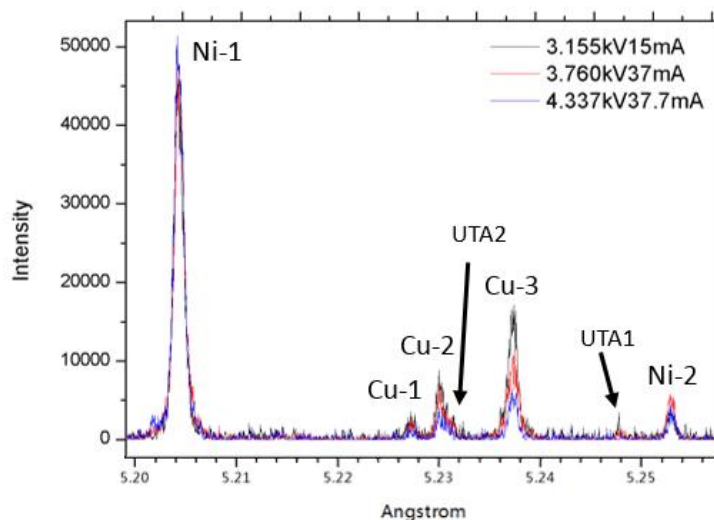


图 1 EBIT 中获得的钨离子光谱，考虑从蓝移后与 JET 光谱很好地符合

关键词：边界等离子体；钨光谱；高电荷态离子；电荷交换截面

参考文献

[1] J. Rzadkiewicz, Y. Yang, and JET Contributors, *et al.*, High-resolution tungsten spectroscopy relevant to the diagnostic of high-temperature tokamak plasmas, *Phys. Rev. A*. 2018, 97, 052501

基金项目：国际热核聚变实验堆 (ITER) 计划专项 (2015GB117000)