

## 附件 3:

## 合肥研究院研究生因公出国（境）事后公示表

姓 名	刘牛先	部 门	等离子体所 六室		
学 号	BA20168006	在 读 学 位	博 士	出 访 国 家	韩 国
计划出访任务	参加第 25 届 PSI 大会（线上会议），并在会议中以海报形式汇报课题组最新科研成果及工作进展。				
计划日程	线上会议，2022 年 6 月 13-17 日				
计划往返路线	线上会议无需出境				
邀请单位介绍	Korea Institute of Fusion Energy (KFE)，是韩国唯一一家专门研究核聚变的研究机构，拥有全超导磁体托卡马克装置 KSTAR，第 25 届 PSI 大会的举办方。				
费用来源	须列出哪类经费（如：自然科学基金课题支付） 中国科学院任务/院其他任务，核算账号：E05F0K113X1				
预算经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	0	0	0	0	注册费 275 美元； 文章版面费 300 美元
实际费用来源及支付金额	<input checked="" type="checkbox"/> 课题组 <u>275 美元</u> <input type="checkbox"/> 学校 _____ <input type="checkbox"/> 国外资助单位 _____ <input type="checkbox"/> 其他资助单位 _____				
实际开始日期	2022 年 6 月 13 日		实际结束日期	2022 年 6 月 17 日	

实际往返路线	线上会议，无需出境				
实际经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	0	0	0	0	注册费 275 美元
<b>实际出访单位名称及主要日程安排：</b> 2022 年 6 月 13 日-6 月 17 日，远程观看会议主要报告。					
<b>出访总结</b>					
<p>出访主要学习、工作、生活内容、取得成果等（体裁不限，1500 字以上，可另附页）</p> <p>等离子体与表面相互作用大会（Plasma surface interaction, PSI）是可控聚变中等离子体与壁材料相互作用领域的顶级会议，此次第 25 届 PSI 大会由韩国聚变能研究所（Korea Institute of Fusion Energy, KFE）组织承办。会议于 2022 年 6 月 13 日至 17 日以线上的形式举办。</p> <p>会议中，本人代表课题组对 EAST 装置上低能中性粒子相关的研究以视频海报的形式做了相关报告。面对等离子体材料(PFMs)的腐蚀是未来核聚变反应堆如 ITER 的关键问题之一。EAST 上进行类 ITER 瓦块的腐蚀沉积试验中发现磁阴影区出现了模拟中没有的腐蚀，这很有可能中性粒子所造成的。在 EAST 开展的 A1 的腐蚀实验测量的中性粒子腐蚀，与通过计算得到的铝腐蚀速率吻合较好。在以往的研究中已经发现中性粒子的能谱会随着等离子体条件的变化而变化，从而导致其引起的腐蚀的改变。此外，模拟中发现在 ITER 中，中性粒子将会造成与带电粒子同量级的腐蚀。本研究使用 EAST 新近发展的基于飞行时间法的低能中性粒子分析仪(LENPA)，对托卡马克装置中与等离子体与壁相互作用相关的能量小于 1000eV 的中性粒子进行了测量和分析。EAST 具有与 ITER 类似的偏滤器结构和加热手段，在 EAST 上进行中性粒子的研究，对 ITER 极具参考价值。</p> <p>由于欧姆放电相对于辅助加热放电更简单，我们首先分析了中性粒子在欧姆放电中的行为。由于 EAST，欧姆放电通常用于放电测试与放电清洗炮，因此只有少量的欧姆放电。对 12 炮欧姆放电，弦平均密度在 <math>0.9\text{--}3.0\times 10^{19}\text{ m}^{-3}</math> 的 LENPA 测量数据进行了分析。在采集到的数据中，当放电的弦平均密度低于 <math>0.9\times 10^{19}\text{ m}^{-3}</math> 时 LENPA 测量到的信号过低因此无法得出有意义的能谱，这是因为探测器的立体角小，信噪比太低。这些欧姆放电有三种不同的平衡位型，包括双零(DN)、上单零(USN)和下单零(LSN)。等离子体电流在 400-600 kA 之间，中性粒子的中性通量 <math>\Gamma_{20\text{--}3000}</math> 在 <math>0.45\times 10^{18}\text{--}1.21\times 10^{18}\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}\text{ sr}^{-1}</math> 之间。<math>\Gamma_{20\text{--}3000}</math> 和 <math>\Gamma_{20\text{--}1000}</math> 的中性总通量随着弦平均密度的增加而增加，而 <math>\Gamma_{1000\text{--}3000}</math> 对线平均密度的变化不敏感。分析后发现，在不同弦平均密度下的欧姆放电中，随着线平均密度在欧姆放电中增加，芯部和边界等离子体密度都增加。同时与芯部等离子体相比，边界等离子体具有更高的中性密度和更低的等离子体温度。因此，较低的能量中性通量随着线平均密度的增加而显著增加。同时发现当等离子体弦平均密度增加到 <math>2.5\times 10^{19}\text{ m}^{-3}</math> 以上时，<math>\Gamma_{20\text{--}1000}</math> 的中性通量不再增加。在之前的 PLT 装置上也观察到了类似的行为。而 EAST 装置中的中性通量比 PLT 高两个数量级。在欧姆放电的两种不同的加料模式中，发现使用 SMBI 加料的放电通常比不使用 SMBI 加料</p>					

的的放电具有更低的中性通量。而采用 SMBI 加料的放电，低能中性粒子较少，高能中性粒子较多。这是因为与 GP 相比，SMBI 加料速度更快，发散角更小，因此加料效率更高，加料位置更深。而对于只有 GP 的放电，其更能提高边界的中性粒子密度，这与 EAST 中平面测得的中性压力变化是一致的。

在对辅助加热对中性粒子影响的的研究中，为了排除放电参数变化较大对中性粒子的影响，我们选择了 2 天内条件相似的放电，他们仅有加热功率的不同。其他条件如电流、位型、加料等都相同。分析发现 85% 以上的中性粒子能量在 20-1000 eV 之间，而且随辅助加热功率的增大，在测量范围内的中性粒子通量均增大，中性粒子的平均能量在 400-500 eV 左右，与欧姆放电相比有较大的增加。对比不同辅助加热功率与欧姆放电的中性粒子能谱发现，辅助加热放电在 高能部分具有更大的通量，在弯晶谱仪 (PXCS) 测得的芯部数据中发现，离子温度随加热功率的增大而增大，且辅助加热放电的边缘等离子体密度较欧姆放电明显增加，这可能是欧姆与辅助加热放电中性粒子的区别。

通过参加本次大会，与等离子体与壁相互作用领域的相关专家同行进行了有效的交流，展示了自己相关工作进展，了解等离子体与壁相互作用领域各方向最新科研进展和成果，获益颇多。这项工作得到了国家重点研发计划和自然科学基金的支持。

公示情况:

签字:

日期: