偏滤器脱靶与高约束等离子体兼容集成研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/14249.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所与美国通用原子公司等合作，在托卡马克偏滤器脱靶与高性能等离子体的兼容集成研究中取得进展，相关研究成果以*Integration of full divertor detachment with improved core confinement for tokamak fusion plasmas*为题，发表在《自然·通讯》上。

2013年，中美EAST/DIII-D联合实验正式启动，联合研究团队面向ITER和CFETR，在同时具有远轴内部输运垒与边界输运垒的高极向比压先进稳态运行模式方面取得了多项原创性研究成果。

偏滤器脱靶能够有效降低偏滤器靶板表面的高热负荷和材料腐蚀，是解决未来聚变堆稳态运行等离子体与壁相互作用难题颇具前景的途径，但通常偏滤器脱靶，尤其是完全脱靶会带来中心等离子体约束性能较大的损失。因此，偏滤器脱靶与中心高性能等离子体的兼容集成是国际聚变科学研究的目标之一。2018年，联合实验团队在该运行模式下探索芯部高约束等离子体与偏滤器脱靶的兼容集成研究。

EAST/DIII-D新一轮联合实验利用封闭偏滤器下的杂质注入脱靶控制，以及高极向比压运行模式下双输运垒带来的约束增强，在DIII-D装置上实现了高比压高参数芯部等离子体与偏滤器全脱靶状态的有效兼容集成，等离子体归一化比压达到3（βN~3），能量约束因子比普通高约束模式高50%（H98~1.5）。科研人员利用发展的主动反馈系统优化杂质注入量实现了对高比压等离子体下的偏滤器脱靶的主动控制，获得了低热流和粒子流的偏滤器等离子体，有效减缓了高性能等离子体与壁的强烈相互作用。

研究人员结合理论模拟揭示了偏滤器脱靶、边界输运垒和内部输运垒三者之间相互作用的物理机制。偏滤器完全脱靶减弱了边界输运垒，但增强了远轴区域的内部输运垒。这种由脱靶引起的双输运垒的自组织协同作用，改善了芯部与边界的兼容性，带来了能量约束的净增益，为解决磁约束聚变能研究中极具挑战性的科学问题之一的“芯部-边界的兼容性”，提供了重要参考。下一步，科研人员将利用这些结果来验证芯部-边界-偏滤器集成方案的一致性，并将研究成果拓展到EAST装置稳态长脉冲高约束运行和未来聚变堆实验的稳态运行。

该研究成果得益于等离子体所与美国通用原子公司、美国橡树岭联合大学、美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室、美国圣地亚国家实验室和美国橡树岭国家实验室等研究机构的长期合作及EAST/DIII-D联合实验研究团队成员的通力协作。研究工作得到国家自然科学基金、科学技术部磁约束核聚变能发展研究专项、中科院、安徽省和合肥综合性国家科学中心的支持。

论文链接

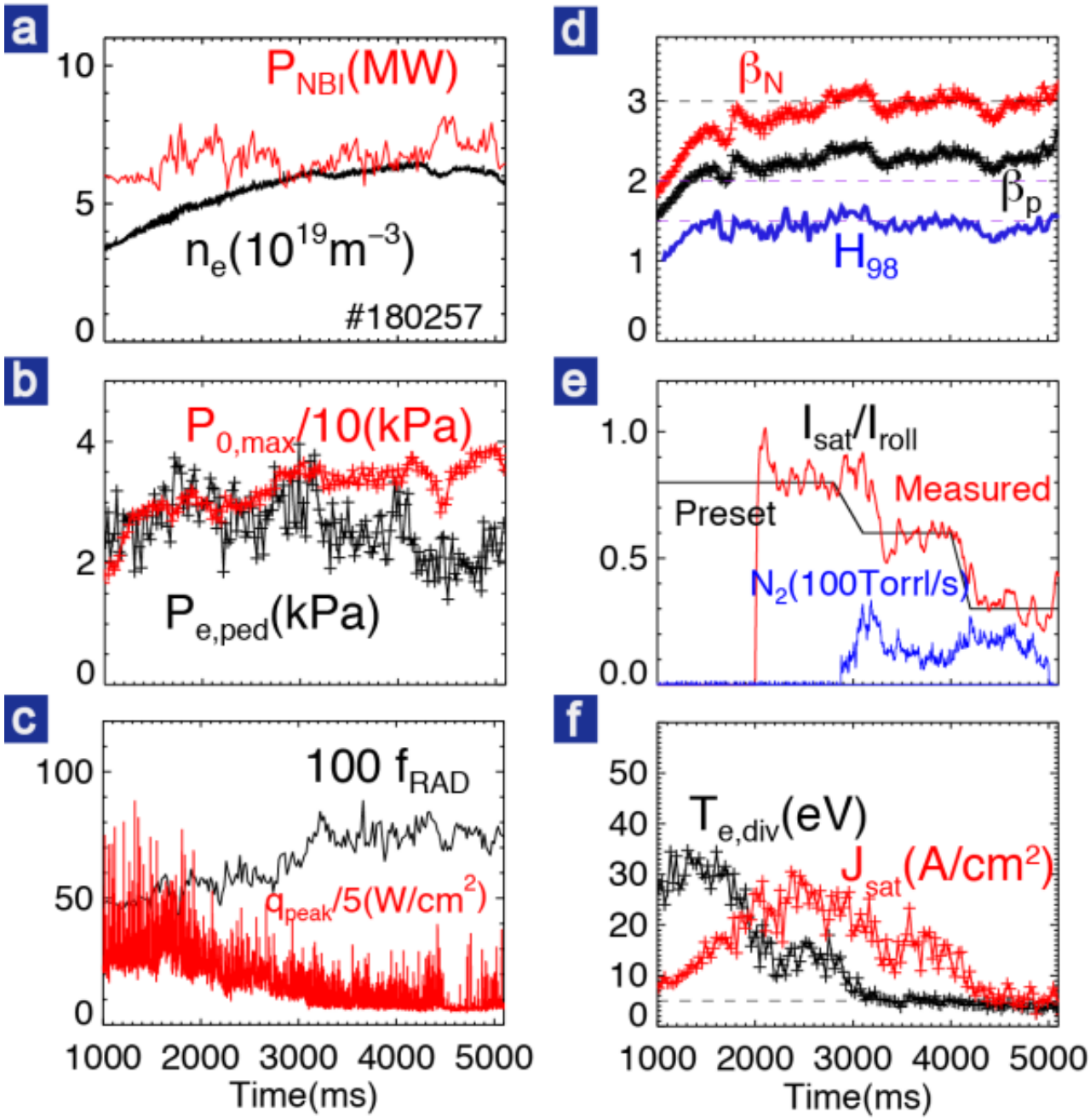


图1.偏滤器脱靶主动控制实验中的高比压高约束等离子体主要放电参数

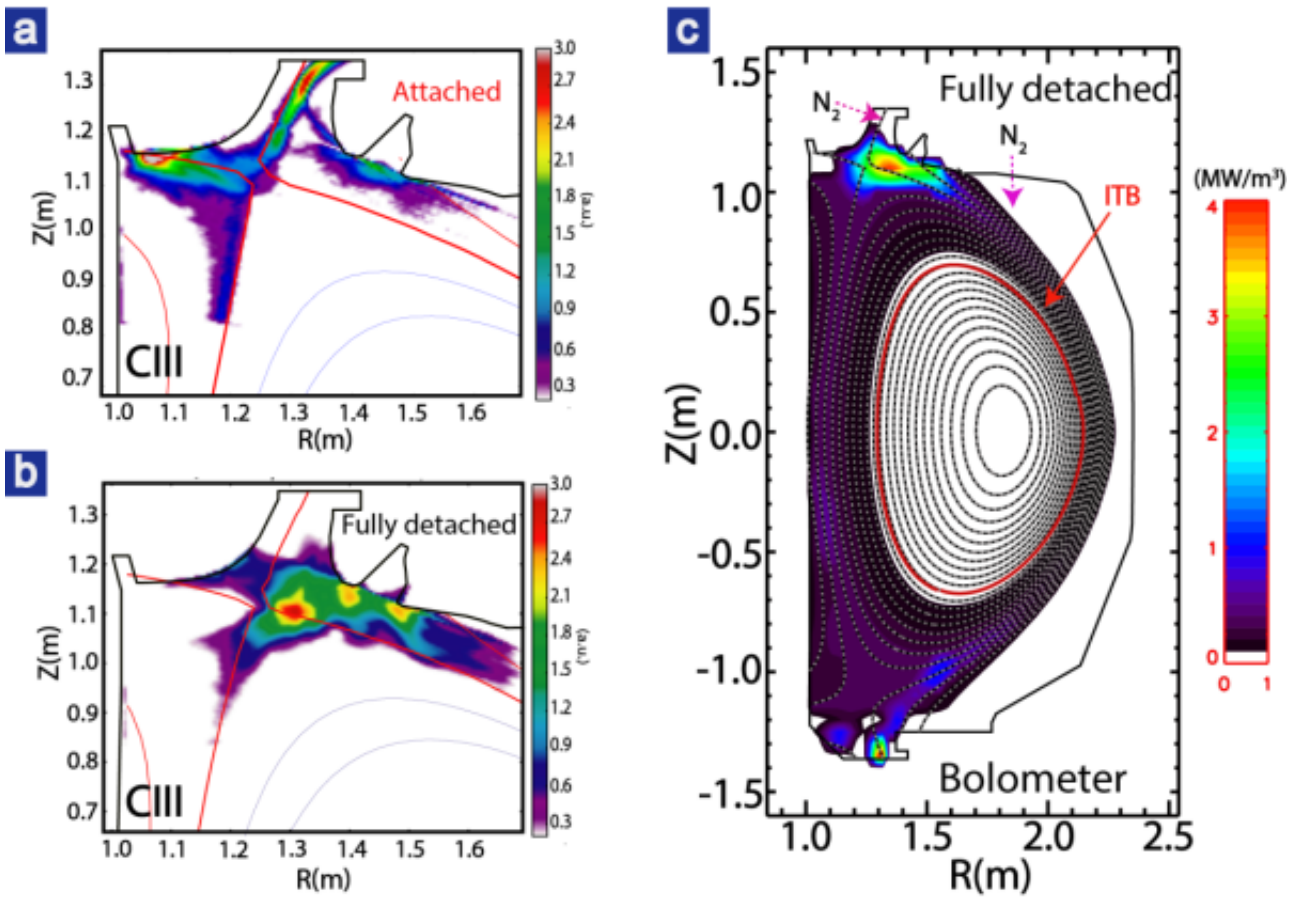


图2.偏滤器全脱靶与着靶状态等离子体辐射的二维分布对比

研究团队单位：合肥物质科学研究院

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发