
合肥研究院在破裂物理研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14110.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EAST团队等离子体破裂物理课题组在破裂物理、逃逸电子和破裂预测等方面取得了系列新进展。相关研究成果发表在*Nuclear Fusion*、*Plasma Physics and Controlled Fusion*等上。

托卡马克等离子体在破裂时，能量在极短的时间内沉积到装置第一壁材料，会直接导致材料损伤，影响装置运行安全。在ITER和CFETR等装置上，由于高储能和大电流等因素，破裂造成的损伤更加严重，破裂期间形成于等离子体表面的晕电流会直接威胁内部部件安全。利用偏滤器部件的电流传感器，课题组研究了类ITER钨铜偏滤器和石墨偏滤器晕电流结构特征，指出了垂直位移深度是决定靶板晕电流份额的最主要原因，得到了类ITER偏滤器晕电流实验定标关系（图1），为未来偏滤器设计提供了可靠的实验支撑。

在逃逸电子方面，课题组系统研究了EAST装置破裂期间逃逸电子的产生和损失过程（图2），指出了低杂波共振加热产生的超热电子对逃逸种子的贡献，分析了磁流体不稳定性等对逃逸电子损失的影响。在放电平台期间发现了两种逃逸电子产生机制的分叉现象，直接证实了理论预测的逃逸电子产生存在两个阈值电场，即Dreicer电场和雪崩效应阈值电场，深化了对雪崩效应的认识。

由于破裂原因复杂且发展速度太快，利用传统算法或单一神经网络算法，较难实现高准确率的破裂预测。课题组基于大数据处理，提出一种深度机器学习的算法，预测模型能实现超过85%的破裂，平均提前预警时间大于50毫秒。模型能兼顾常规的几种破裂放电识别。同时，课题组在EAST控制系统PCS上建立了基于随机森林模型的高密度破裂预测模块（DPRF），并开展了演示实验（图3）：DPRF以PCS提供的实时信号作为输入计算破裂概率，并将计算的破裂概率传递给警报系统，当破裂概率达到设定的阈值且持续超过10 ms的时候，警报系统就给MGI系统发出信号，再由MGI系统往等离子体中充入杂质气体，有效缓解破裂对装置的损伤。

相关研究工作主要由曾龙、陈大龙、胡文慧、唐天、郭笔豪和朱翔等人完成。研究工作得到国家重点研发计划、中科院青年创新促进会、国家自然科学基金等的资助。

论文链接：[1](#)、[2](#)、[3](#)、[4](#)、[5](#)

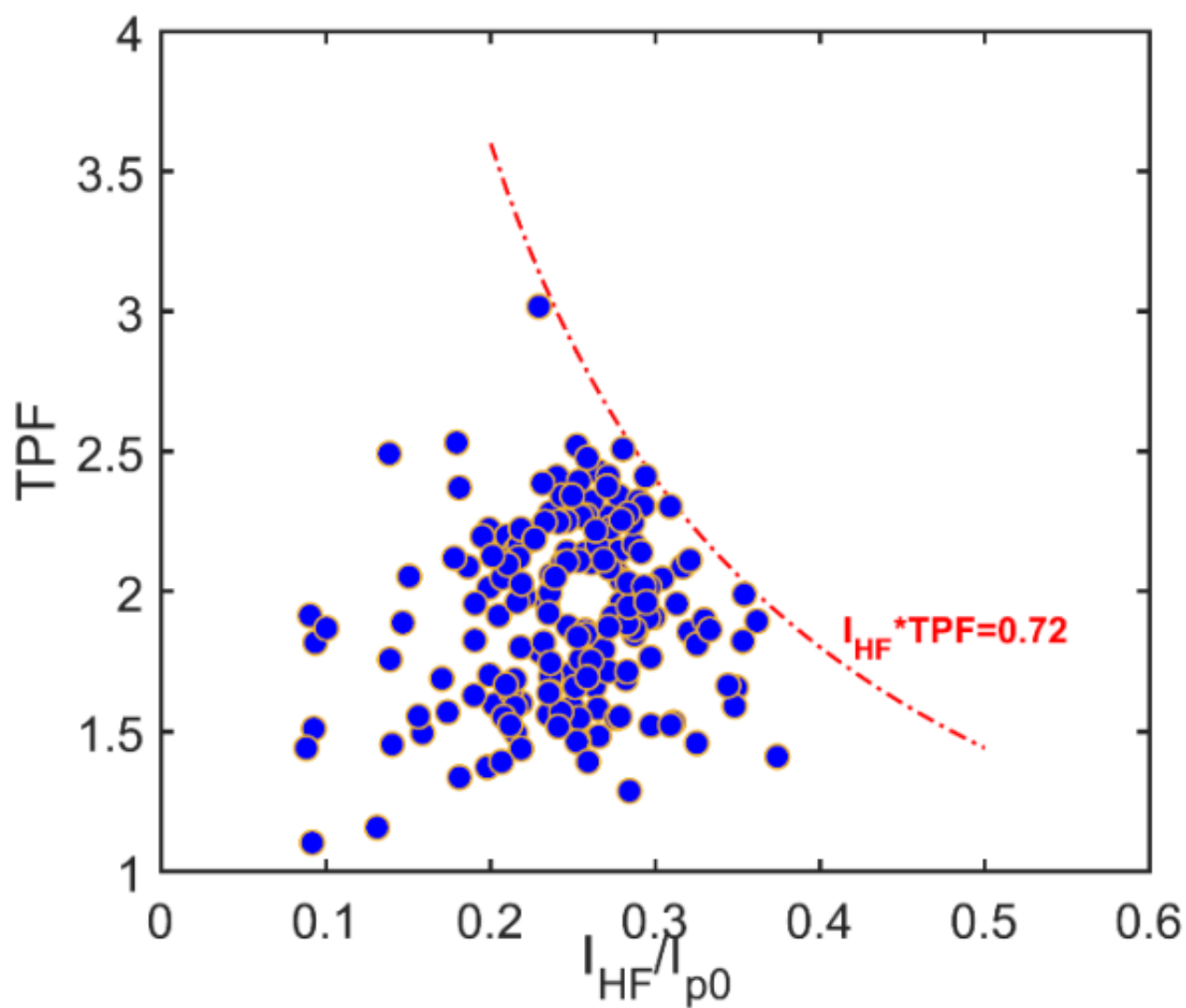


图1.晕电流与环向不对称因子

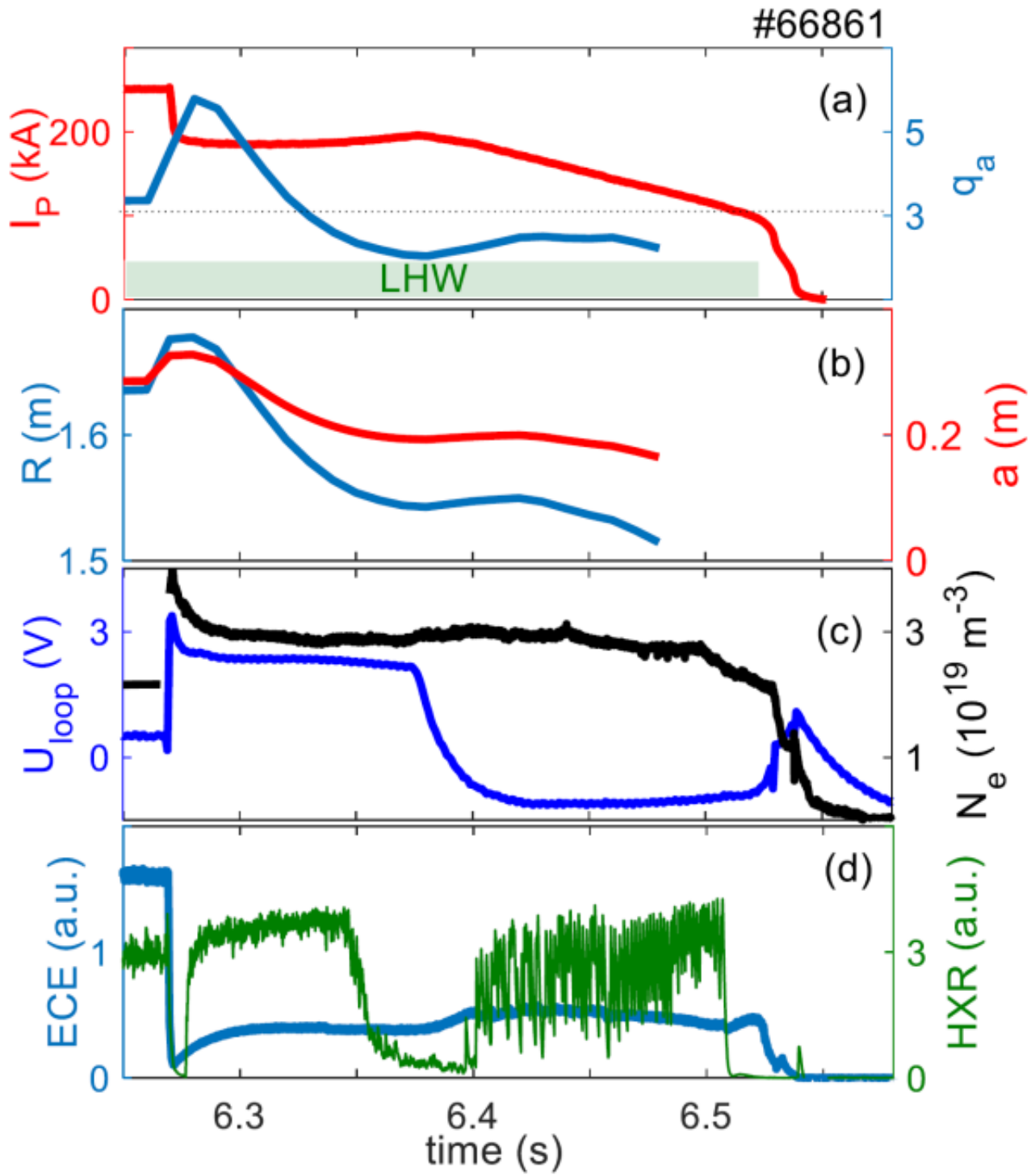


图2.EAST破裂期间逃逸电子行为

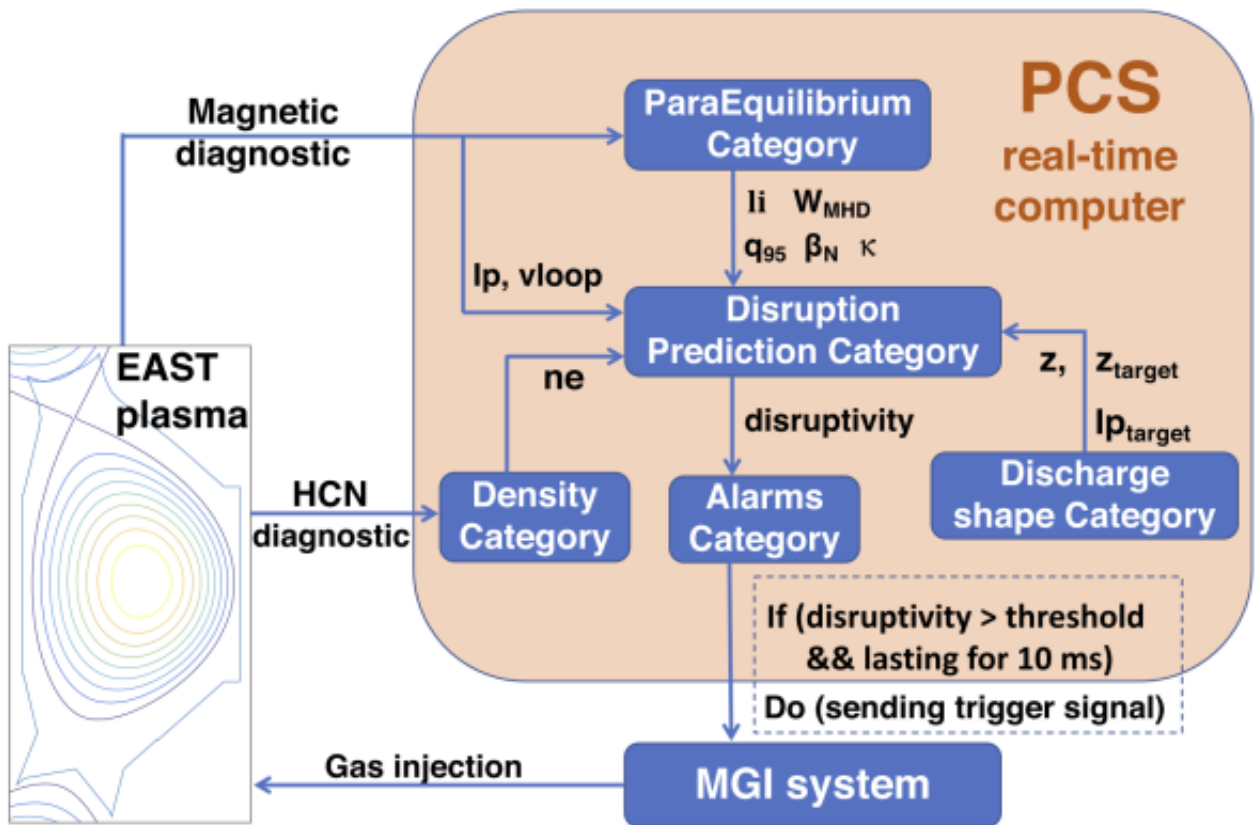


图3.EAST装置包含实时高密度破裂预测模块和MGI的破裂防护闭环控制系统

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](https://www.iikx.com)转发