偏滤器热负荷控制与高性能台基兼容运行模式研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/38976.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！

偏滤器热负荷控制与高性能台基兼容运行模式研究获进展
。近日，中国科学院合肥物质科学研究院等在偏滤器瞬态和稳态热负荷集成控制研究中取得进展。
该研究首次在金属壁环境、分钟量级时间尺度上，演示了能够将偏滤器部分脱靶、无边缘局域模的高约束模式运行与高台基性能相结合的等离子体运行模式。

在下一代聚变装置中，偏滤器热负荷控制面临挑战。当前，同时实现偏滤器脱靶、完全抑制边缘局域模并维持高性能台基的稳态运行模式，是聚变研究的重要目标。

研究通过反馈控制注入轻杂质气体，在分钟量级时间尺度上实现了被称为脱靶—湍流主导台基的运行机制。在该机制主导的放电中，偏滤器靶板热负荷降低，边缘局域模被抑制，同时台基的电子温度增加，整体等离子体能量约束得到改善。

研究发现，部分脱靶状态结合封闭的偏滤器结构，有助于将中性粒子捕获在偏滤器区域内并被抽走，减少再循环中性粒子和杂质对台基的冷却，提高台基温度梯度。增强的台基温度梯度为微观不稳定性，可以提供充足的自由能并激发高频宽谱湍流。
大型回旋动理学模拟证实，该湍流是由温度梯度驱动的捕获电子模。这种湍流在台基区驱动持续向外的粒子与热输运，形成自然的输运通道，限制台基增长并抑制边缘局域模触发，维持稳态无边缘局域模运行。基于此，研究实现并维持了分钟量级的脱靶—湍流主导台基放电运行。

这项研究发现了高性能集成运行模式并阐明了背后的物理机制。偏滤器部分脱靶结合封闭偏滤器位形，可提升台基温度梯度，激发温度梯度驱动的捕获电子模湍流。这种湍流在

台基区形
成稳定向外的粒子
和热输运通道，从而限制台基压力增
长，在抑制边缘局域模
的同时维持了高性能。同时，这一物理过程由温度梯度、密度梯度和碰撞率等物理参数主导。ITER装置的
台基预计具有更低的密度梯度、更弱的E×B流剪切以及更低的碰撞率
，这些条件将更利于激发脱靶—湍流主导台基模式中的捕获电子模湍流。

相关研究成果发表在《物理评论快报》（*Physical Review Letters*）上。

论文链接

脱靶—湍流主导台基运行模式的物理机制

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