

合肥研究院在提高高密度低杂波电流驱动能力方面取得进展

近期，中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所低杂波课题组研究人员在提高高密度低杂波电流驱动能力研究方面取得新进展，相关研究成果由研究员丁伯江和博士李妙辉等发表在聚变领域期刊Nuclear Fusion上[Nucl. Fusion 58 (2018) 095003; Nucl. Fusion 58 (2018) 126015]。

高密度下低杂波电流驱动效率反常下降是低杂波电流驱动研究领域所面临的一项挑战，也是限制其在ITER和未来反应堆上应用的一个关键因素。为探索低杂波在未来聚变堆的应用，近年来，课题组研究人员利用EAST上两套不同频率的高功率低杂波系统开展了相关研究。结果表明[Nucl. Fusion 58 (2018) 095003]：边缘等离子体参数和低杂波频率是影响低杂波电流驱动的重要因素，通过提高波源频率、降低边界返流和提高边界电子温度，减弱低杂波参量衰变行为和降低波功率在边缘的碰撞吸收，从而提高高密度下低杂波电流驱动能力。进一步研究表明[Nucl. Fusion 58 (2018) 126015]：不同频率低杂波电流驱动能力的差异随等离子体密度的增加而增加（表1），与参量衰变行为的差异随等离子体密度的变化相一致（图1），进一步证明了参量衰变对低杂波电流驱动的影响；在实验上首次观察到等离子体边缘电流分布和低杂波参量衰变之间的相关性（图1、2）（参量衰变强，边缘驱动电流份额大；参量衰变过程产生的子波具有较高平行折射率（ N_{\parallel} ），沉积在相对靠外的区域，导致边缘电流相对较高），为低杂波改善边缘电流分布和提高等离子体约束提供了一种可能的新方法；非线性模拟结果（图3）表明随密度的增加，参量衰变驱动的模式增长率增大，但4.6 GHz的增长率明显小于2.45 GHz，定性地解释了实验结果。

以上工作获得等离子体所各系统的鼎力相助，同时也得益于国际同行的合作，特别是意大利ENEA、法国CEA和美国MIT合作者的共同研究，并得到了国家重点研发项目、国家磁约束核聚变能发展研究专项、国家自然科学基金、中科院合肥大科学中心“高端用户培育基金”及王宽诚教育基金等的资助。

表1、不同密度条件下两种频率对应的环电压和快电子辐射的差异

n_e (10^{19} m^{-3})	$V_{\text{loop}_{2.45}}$ (V)	$V_{\text{loop}_{4.6}}$ (V)	$\Delta V =$ (V)	ΔECE (au)
1.5	0.12	0.06	0.06	0.27
2.3	0.27	0.15	0.12	0.56
2.7	0.44	0.22	0.22	0.9

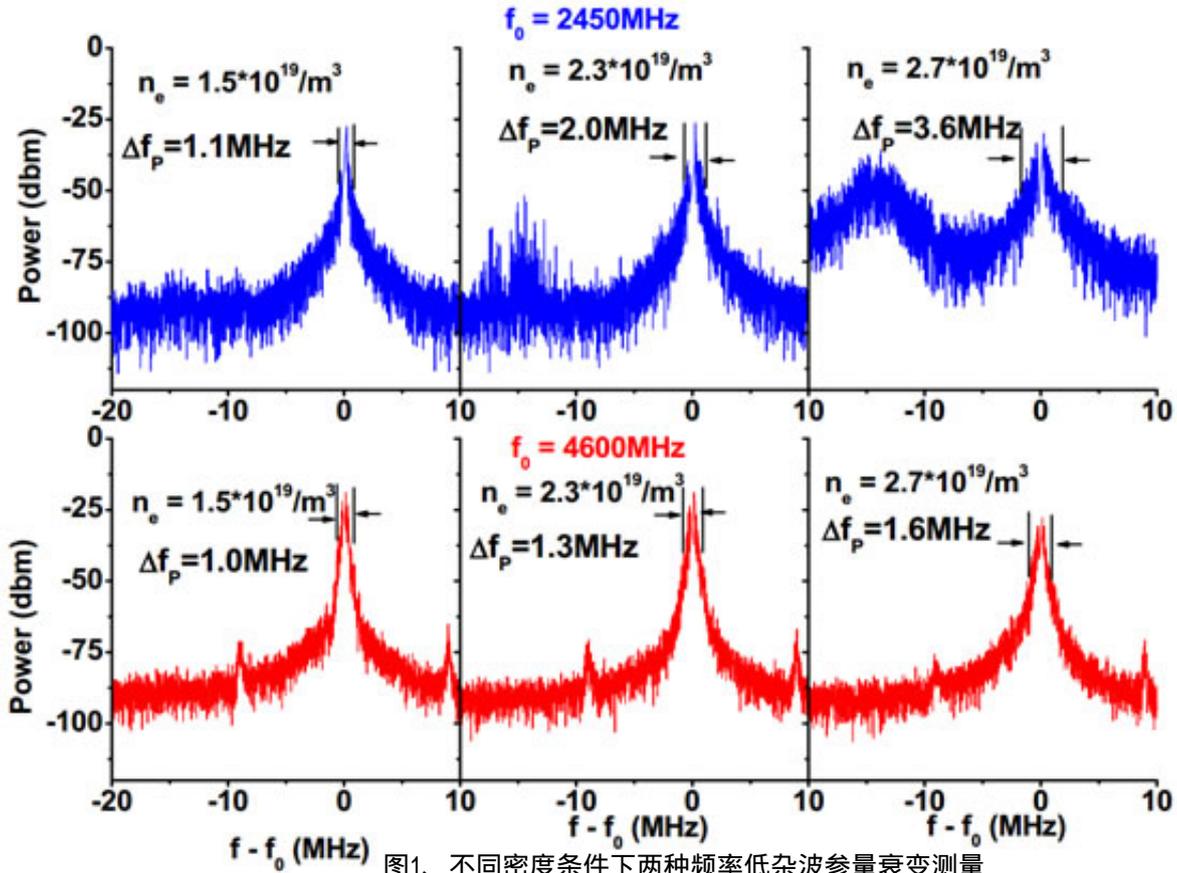


图1、不同密度条件下两种频率低杂波参量衰变测量

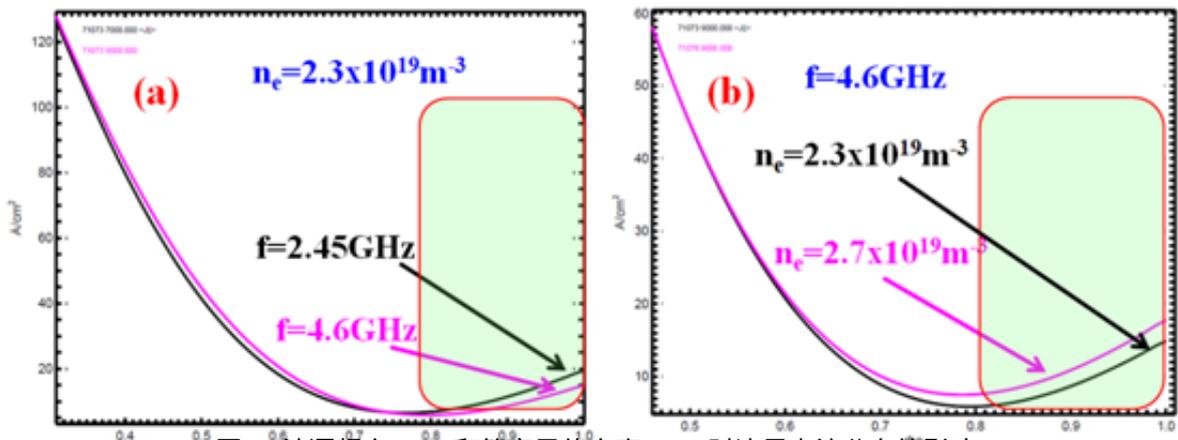


图2、波源频率 (a) 和等离子体密度 (b) 对边界电流分布的影响

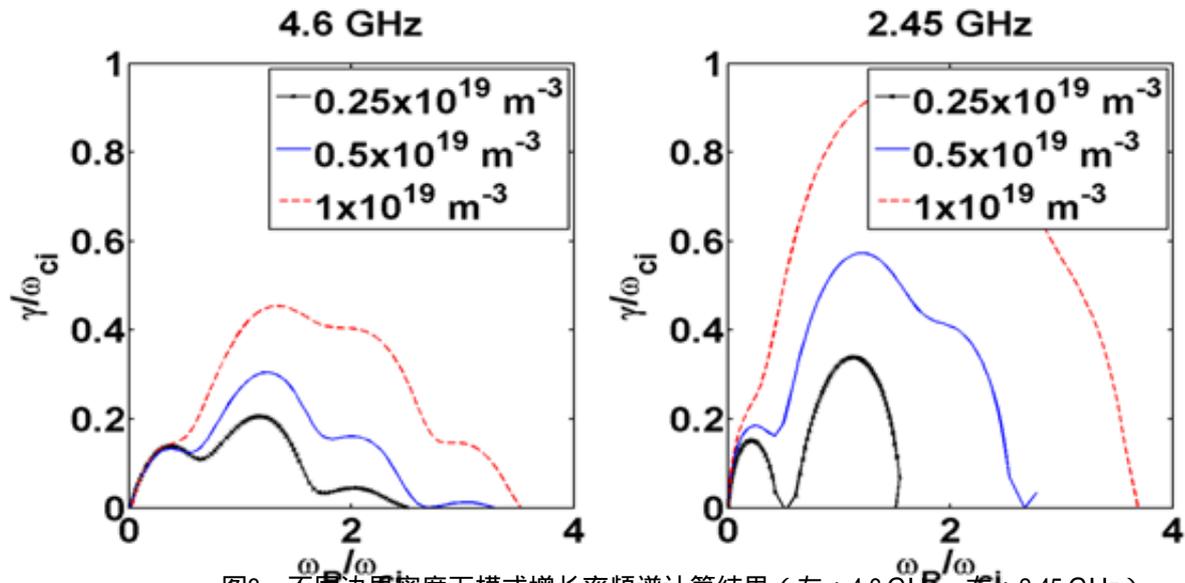


图3、不同边界密度下模式增长率频谱计算结果（左：4.6 GHz，右：2.45 GHz）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/130049.html>