

合肥研究院长脉冲高约束等离子体维持机理研究获进展

文章来源：合肥物质科学研究院

发布时间：2014-05-14

【字号：小 中 大】

中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所在2012年实验中获得了超过30秒的长脉冲“高约束模式”（H模）等离子体，创造了新的“H模”长度世界纪录。为了解释维持长脉冲“H模”的机理，徐国盛研究员带领课题组经过一年多的研究，取得了新进展。他们在“H模”等离子体边界观察到一种新的静电准相干模，并首次获得准相干模排出粒子和热的直接实验证据。相关成果最近发表在国际物理学期刊《物理评论快报》（*Physical Review Letters*）上。

如何在托卡马克装置中长时间维持“高约束模式”（H模）是核聚变研究当前面临的一个主要难题。要维持“H模”，需要在等离子体边界区域有某种输运方式，持续不断地排出粒子和热，否则杂质粒子和能量就会不断积累，最终导致高约束状态终止。通常伴随“H模”出现的“边界局域模”，虽然能起到排出粒子和热的作用，但是其带来的瞬态热负荷，会严重侵蚀面对等离子体的器壁材料，是目前任何材料所不能承受的。因此，要实现聚变能就必须找到一种在等离子体边界区域持续性排出粒子和热的方式。

等离子体所的科研人员在长脉冲“H模”等离子体边界的陡峭压力梯度区域，观察到一种新的静电准相干模，其频率接近当地电子逆磁漂移频率，在等离子体坐标系下沿电子逆磁漂移方向传播。为了实现对准相干模驱动的径向粒子通量和热通量的直接实验测量，他们首次在托卡马克装置上使用了金刚石镀膜的探针，伸到了等离子体边界区域，获得了准相干模驱动径向朝外的粒子输运和热输运的关键实验证据，证明了准相干模对于长脉冲“H模”的维持起到了至关重要的作用。此外，他们使用了新研制的具有上下对称观测区域的充气成像系统，实现了对准相干模二维精细空间结构的直接观测。与此同时，他们使用了大型回旋动力学数值模拟程序，对准相干模的物理性质及产生机制进行了研究。模拟结果显示，这种准相干模具有耗散俘获电子模的特征，对于理解它在什么情况下会出现，及为什么会驱动径向朝外的输运具有重要的理论指导意义。这种新的静电准相干模的发现，可能为核聚变装置中维持稳态高约束等离子体提供一种新的途径。

背景：核聚变能源清洁、安全且燃料取之不尽用之不竭，被认为是取代化石能源、彻底解决环境污染问题的理想能源形式。托卡马克是产生核聚变反应的一种装置。核聚变目前仍然处于研发阶段。正在法国建造中的“国际热核聚变实验堆”（ITER），预计2020年建成，试图实现“自持燃烧”，即像煤球炉那样，点燃后，聚变反应产生的热足以把燃料加热到核反应所需的温度，不再需要外界辅助加热。

[文章链接](#)