
合肥研究院在共振磁扰动下高能离子损失模拟研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11945.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所EAST大科学工程团队研究员孙有文课题组的博士何开洋在共振磁扰动（RMP）下高能离子损失模拟研究中取得新进展，自主开发全轨道模拟程序结果以Full-orbit simulation of fast ion loss under resonant magnetic perturbations in the EAST tokamak为题，发表在Nuclear Fusion上。该结果是继近期发表的Roles of primary and sideband resonances in the confinement of energetic passing ions under resonant magnetic perturbations和Resonant effects on the loss of energetic trapped ions induced by low-n resonant magnetic perturbations两篇成果后的又一新进展。

托卡马克中高能离子的充分约束，对现今装置运行和未来聚变堆成功具有重要意义。RMP作为边界局域模控制的重要手段之一，被广泛使用，但其三维效应可能会威胁高能离子的约束。因此，近年来，学界广泛关注RMP对高能离子约束的影响。合肥研究院的科研人员利用数值模拟方式，研究RMP下高能离子损失，取得了一系列新进展。

基于对损失粒子的相空间分析，模拟结果揭示了共振机制在俘获离子损失中的关键作用（图1），以及该机制对RMP谱型的依赖性。研究结果显示了线性共振在n=2 RMP下的作用，表明了非线性共振在n=1 RMP中的作用，揭示了不同三维场条件下高能粒子的共振损失机理。

基于对粒子相空间漂移岛结构的细致分析，研究首次系统性揭示了边带共振效应在RMP下通行离子约束中的主导作用（图2）。该结论否定了以往磁拓扑主导通行离子约束的直观理解，明确指出RMP谱型中非共振分量的重要作用，对预测高比压放电中高能通行离子约束具有重要意义。

为获取更真实的模拟结果及满足未来实验分析的需求，科研人员自主开发出基于全轨道的Monte-Carlo程序SOFT。该程序通过在托卡马克磁场中求解粒子真实轨道，能够更真实地还原高能离子的行为（图3）。目前，程序已应用于RMP下NBI离子损失特性及其物理机制的分析中。

上述研究成果对RMP下快离子损失份额评估、物理机制理解和将来损失优化方案设计具有重要意义。研究工作得到国家重点研发、国家自然科学基金、国家磁约束核聚变能发展研究专项等的支持。

论文链接：[1](#)、[2](#)、[3](#)

图1.损失俘获离子的相空间分布 (g) 以及不同能段的共振条件 (a)-(f)

图2.边带共振效应在漂移岛形成中的主导性作用 (阴影对应的区间)

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](http://www.iikx.com)转发