科学家获得一种高性能稳态等离子体运行模式

作者：丁佳 来源：中国科学报

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/5909.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！

科学家获得一种高性能稳态等离子体运行模式。太阳耀斑是一种剧烈的太阳活动现象，可对人类的航天、通信、导航等带来诸多影响。其实，在地球上也存在着一种太阳耀斑，它给人类制造麻烦的本领，可一点不亚于天上的那个大火球。

在有着人造太阳之称的托卡马克核聚变实验装置(EAST)中，高约束等离子体的边界区域会周期性地表现出一种不稳定性，叫做边界局域模(ELM)。大幅度的ELM类似于太阳耀斑，它的爆发会造成等离子体能量和粒子的瞬间释放，喷射出强大的热脉冲，侵蚀装置的内壁，甚至导致材料的熔化，并产生大量杂质粒子污染聚变堆芯部等离子体，使得聚变堆难以长时间稳态运行。

未来，聚变堆想要稳定运行，就需要将ELM带来的瞬态热负荷降低至少20倍。EAST团队负责人、中国科学院合肥物质科学研究院研究员万宝年说，因此，探索无ELM或具有小幅度ELM的高约束运行模式及其物理机制，不但是一个重大科学前沿问题，也是我们面临的一个严峻挑战。

近日，中科院合肥物质院等离子体物理研究所EAST团队在前期研究的基础上，发展出了一种高性能稳态等离子体运行模式，并系统验证了其与未来聚变堆若干运行条件的兼容性。相关成果日前在线发表于《物理评论快报》。

这种模式叫做杂草型小幅度边界局域模，它带来的瞬态热负荷通常低于常规大幅度ELM的1/20，被国际聚变界认为是未来强磁场稳态聚变堆的明日之星。

然而，虽然这种杂草模式在国际其他托卡马克上也曾被观察到过，但其机理和获得条件一直没有搞清楚，科学家难以稳定地获得这种运行模式。

针对这一难题，万宝年、等离子体所研究员徐国盛等人带领科研人员进行了攻关，在与未来聚变堆类似的金属壁、低旋转、电子主导加热等物理条件下，稳定地重复实现了这种杂草模式的高性能稳态运行，从而确认了获得这一模式的物理条件。

我们发现，较高的刮削层密度和较宽的边界台基是这一运动模式形成的关键因素。徐国盛说。他们还通过实验验证了它与诸多未来稳态聚变堆特需条件的兼容性。

值得一提的是，该实验还发现这种模式对杂质具有很强的排出能力，特别适合实现高性能等离子体的长时间稳态运行。因此，这一运行模式为解决聚变堆瞬态热负荷瓶颈问题、实现聚变堆的稳态运行提供了一种潜在的新方案。

EAST是我国自主设计建造的、世界上第一个非圆截面全超导托卡马克核聚变实验装置。自2010年获得高约束等离子体以来，该团队一直致力于为聚变堆的高约束稳态运行提供解决方案，在过去的9年时间里，该装置不断打破高约束等离子体运行时间的世界纪录，率先在国际上实现突破百秒量级的高约束稳态运行。

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.122.255001

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