
合肥研究院研制出超高时空分辨率汤姆逊散射诊断系统

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6520.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！

合肥研究院研制出超高时空分辨率汤姆逊散射诊断系统。近日，中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所诊断组承担研制的超高时空分辨率汤姆逊散射诊断系统顺利通过专家验收。该诊断系统可分别在4kHz YAG激光超高频模式(10个脉冲)和100Hz YAG激光连续模式下实现等离子体电子温度、密度全空间同步测量。目前，该诊断系统是国际上由单台激光器实现的频率最高的汤姆逊散射诊断。

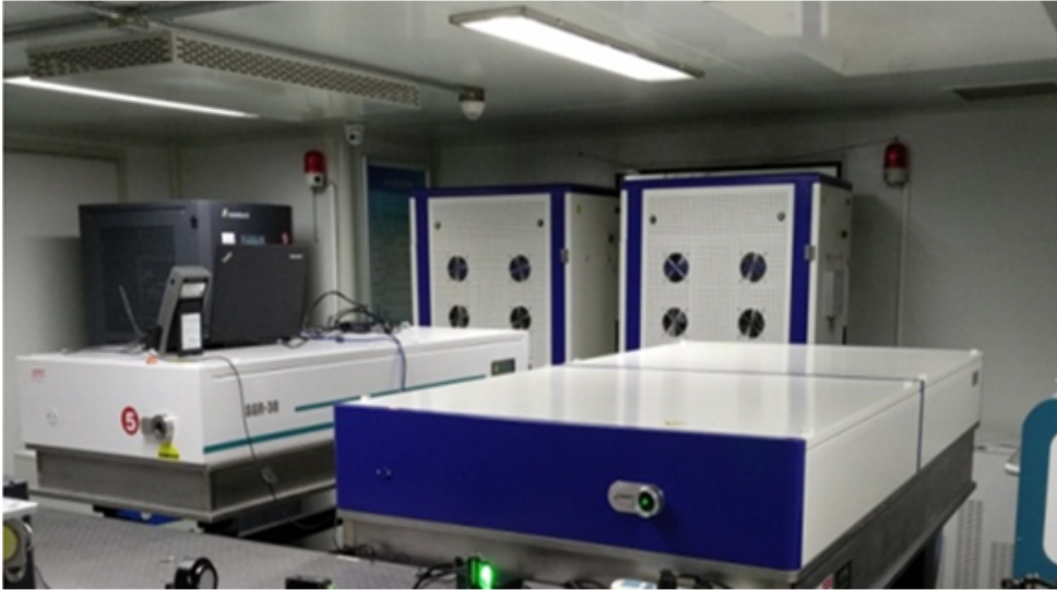
电子温度、密度分布是聚变装置重要的基本参数，也是很多聚变物理问题研究的基础。激光汤姆逊散射诊断通过电子在激光作用下的散射谱形状和强度获得电子温度、密度实验数据。由于其原理清晰，被国际公认为是聚变研究中最可靠的电子温度、密度分布诊断手段，是包括ITER在内国际各聚变装置优先发展的诊断手段。由于汤姆逊散射诊断需要在纳秒级时间内分析激光与电子产生的光子量级的散射谱，此系统对于激光器、弱快信号探测技术提出了极高的要求，被聚变研究中认为是最难的几个诊断之一，此前只有少数几个发达国家具有完整的研制能力。

对于以高参数、长脉冲为目标的EAST来说，1亿度以上的电子温度必须由汤姆逊散射准确测量，但1亿度电子激光散射谱谱宽更宽、强度更弱，要想获得高精度信号，对系统激光器和探测器提出了更高的要求，即需要考虑快速物理过程也要兼顾诊断稳定运行时间可达1000秒以上。近年来，等离子体所激光汤姆逊散射课题组针对EAST装置实验需求，不断吸收消化国际先进激光、探测技术，成功发展了具有超高时空分辨率的汤姆逊散射诊断系统。近期，该研究团队开创性地提出一种串脉冲方法并开展技术攻关，成功研制出了具有特色的4kHz/3J YAG脉冲激光器。同时攻克高性能散射光分光、红外弱快信号探测、高速采集、高效激光传输和自动准直关键技术难题，该系统在EAST装置上成功实现了空间45测量点、最高时间分辨250 μ s、最高空间分辨率3mm、电子温度与密度误差分别小于10%和15%的全空间电子温度密度分布测量。该系统是目前国际上频率最高的由单台激光器实现的YAG汤姆逊散射诊断系统，尤其是4kHz高功率激光器已远超目前主流装置上普遍使用的几十赫兹以及ITER在研的300Hz激光器。

同时，该研究团队通过全腔水冷结构，研制完成3.5J/100Hz全灯泵浦工作模式激光器，该激光器可在3.5J大功率模式下以100Hz连续稳定工作10多分钟，激光器综合参数已达国际前沿水平。该激光器通过激光合束技术实现与4kHz激光器的协同工作，为EAST长脉冲稳态运行多时间尺度研究提供可靠的研究手段。

相关工作在科技部国家磁约束核聚变能发展研究专项“EAST等离子体关键分布参数对外部功率动态响应的研究”“EAST高约束模式下边界输运垒精细结构研究”和国家自然科学基金项目共同支

持下完成，已为EAST成功实现100秒H模和电子温度一亿度等离子体放电等重大成果提供了重要的数据支持。



EAST汤姆逊散射诊断高频高能量YAG激光器



EAST汤姆逊散射诊断分光光谱仪阵列及高速采集系统

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://iikx.com)转发