
中国科学家首次在实验室实现激光驱动湍流磁重联

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21621.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！

中国科学家首次在实验室实现激光驱动湍流磁重联。

我国科研人员依托上海高功率激光物理国家实验室神光II装置，首次在实验室实现激光驱动湍流磁重联物理过程，并通过标度变换用于解释太阳耀斑爆发现象，实验证实湍流过程对耀斑快速触发以及高能带电粒子加速的重要性。相关成果论文于1月17日刊发在《自然—物理》上。

论文通讯作者、北京师范大学天文系教授仲佳勇告诉《中国科学报》，这项工作的重要意义在于实验上首次利用激光等离子体实现了湍流磁重联，激光等离子体更加容易标度变换到太阳耀斑等离子体，从而可以在地面对太阳耀斑内部的物理过程进行更加细致和系统的定量研究。

另外一方面，发现湍流磁重联中，高能电子的加速主要来源于重联平行电场，而费米加速过程可以忽略，这对传统的高能电子加速机制提出新的认识和理解。

太阳耀斑是一种最剧烈的太阳活动现象，一次典型耀斑的爆发相当于数十亿枚氢弹的爆炸，耀斑能产生多波段辐射，剧烈的耀斑会严重影响日地空间环境，对人类生活存在巨大影响，所以认识和了解耀斑活动具有重大意义。目前耀斑触发理论的基本出发点之一是磁重联。

磁重联是等离子体中方向相反的磁力线因互相靠近而发生的重新联结的过程，重联会将磁能快速转化为等离子体热能和动能。在天体物理中磁重联模型还被广泛的应用于恒星形成、太阳风与地球磁层的耦合、吸积盘物理以及伽玛暴研究中。

湍流磁重联是等离子磁流体中磁场能量耗散的最有效的方式之一，其观测特征是存在速度或磁场涡旋结构、多重联点、等离子体团的分裂、破碎以及加速高能电子和离子等现象，然而激光驱动湍流磁重联尚未在实验室得到直接的证实和系统的研究。

仲佳勇领导的实验室天体物理研究团队，长期专注于利用强激光近距离、主动可控的模拟各类天体等离子体物理过程。

早在2010年，仲佳勇与合作者利用上海高功率激光物理国家实验室神光II号装置巧妙的构造了激光等离子体磁重联拓扑结构，成功模拟了太阳耀斑中环顶X射线源和重联喷流。该项工作开辟了实验室天体物理研究的新领域，并获得了2011年度中国科学十大进展。

仲佳勇介绍，利用高能量激光系统，科学家们能够在实验室中获得极端的物理实验条件，模拟多种高能量密度天体物理现象。这种研究方法不仅可以用来验证天文观测的理论模型，而且为发现

新物理提供新途径。在太阳等离子体中湍流过程无处不在，它可以促进磁重联过程的快速发生，反过来磁重联也会加快湍流过程，进而达到磁场以及磁流体能量的快速耗散。

团队在前期工作的基础上，提出了利用神光Ⅱ四路激光多点烧蚀金属靶，设计具有微扰特征并且磁性相反的等离子体磁环来增大磁场相互作用区，进而实现湍流磁重联的实验构想。

论文第一作者，北京师范大学天文与天体物理前沿所研究人员平永利博士介绍，实验中首次发现相互作用区形成的电流片呈现碎片化结构，采用傅里叶谱分析方法获得功率谱信息，并发现该功率谱符合典型等离子体湍流幂律谱特征。

她表示，通过时空标度变换发现实验室湍流与太阳耀斑小尺度湍流结构一致，并且在电流片出流方向的电子能谱呈现非热的幂律谱特征，通过数值理论模拟发现，在湍流磁重联过程中，高能电子主要被重联平行电场所加速，而回旋过程在出流区域对电子起到了减速作用，同时费米的加速效应可以忽略不计，这些研究成果为理解太阳耀斑高能粒子起源和加速过程具有重要意义。(来源：中国科学报 崔雪芹)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41567-022-01855-x>

作者：仲佳勇等 来源：《自然—物理》

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](https://www.iikx.com)转发