云南天文台关于耀斑大尺度电流片中湍流耗散的研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18650.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，中国科学院云南天文台研究人员在《天文和天体物理学研究》（*Research in Astronomy and Astrophysics*）上发表最新研究成果，发现在太阳爆发耀斑的大尺度电流片中，由于撕裂模不稳定性的发生会使得电流片中出现湍流。该研究量化分析了出现湍流后的磁重联速率、耗散率、耗散尺度等，发现湍流通过增宽电流片的方式有力加速了电流片内的磁重联过程。

太阳耀斑是太阳系内最剧烈的爆发活动之一，在一次大的耀斑事件中能释放高达10^{32}尔格的能量到行星际空间。而磁重联过程在耀斑的能量释放中发挥着十分关键的作用。根据Lin-Forbes模型，在太阳大气中，一个大尺度的中性电流片连接着太阳耀斑和相应的爆发磁绳，这个电流片是发生磁重联的主要场所。经典的理论预期电流片的宽度在离子惯性尺度（几十米到几百米），而观测中发现的电流片宽度往往在10^4-10^5公里量级。它们之间的巨大差异可能跟电流片内的湍流相关，因此准确地量化电流片中湍流引起的能量耗散过程对于理解太阳耀斑中的快速能量释放至关重要。

研究人员利用二维的高分辨率磁流体力学（MHD）数值模拟，基于经典的双带耀斑模型并考虑了重力分层情况，分析了大尺度耀斑电流片中的湍流对于磁重联过程的影响（图1）。随着撕裂模不稳定性在电流片中的发生，磁重联速率出现了明显的跃升。研究人员考察了电流片内部的耗散速率，定性发现湍流在电流片中的出现相当于引入了一种额外的耗散方式，极大提升了其中的耗散速率。通过对磁能能谱的分析，研究人员计算出了相应的耗散尺度为100-200公里量级，远远大于经典理论所认为的离子惯性尺度（在日冕环境为几十米至上百米），对应着磁岛之间相互作用时产生的次级磁重联电流片的厚度。另外，根据Biskamp理论，研究人员得到的电流片整体厚度的范围在1500-2500公里之间，很好地对应了观测上得到的电流片厚度的量级，说明观测中得到的结果符合Taylor尺度的理论预期。

另一方面，研究发现在耀斑环顶部的终止激波区域对于放大湍流程度有一定作用，具体的放大因子则与终止激波附近位形有关。通过对能量转化率的计算表明，在终止激波区域内对于热能的转化相较于动能有更高的转化效率。

该工作获得中科院战略性先导科技专项（A类）、国家自然科学基金委重点项目、云南省高层次人才培养支持计划-云岭学者项目、云南省太阳物理科学家工作室项目的支持。

论文链接

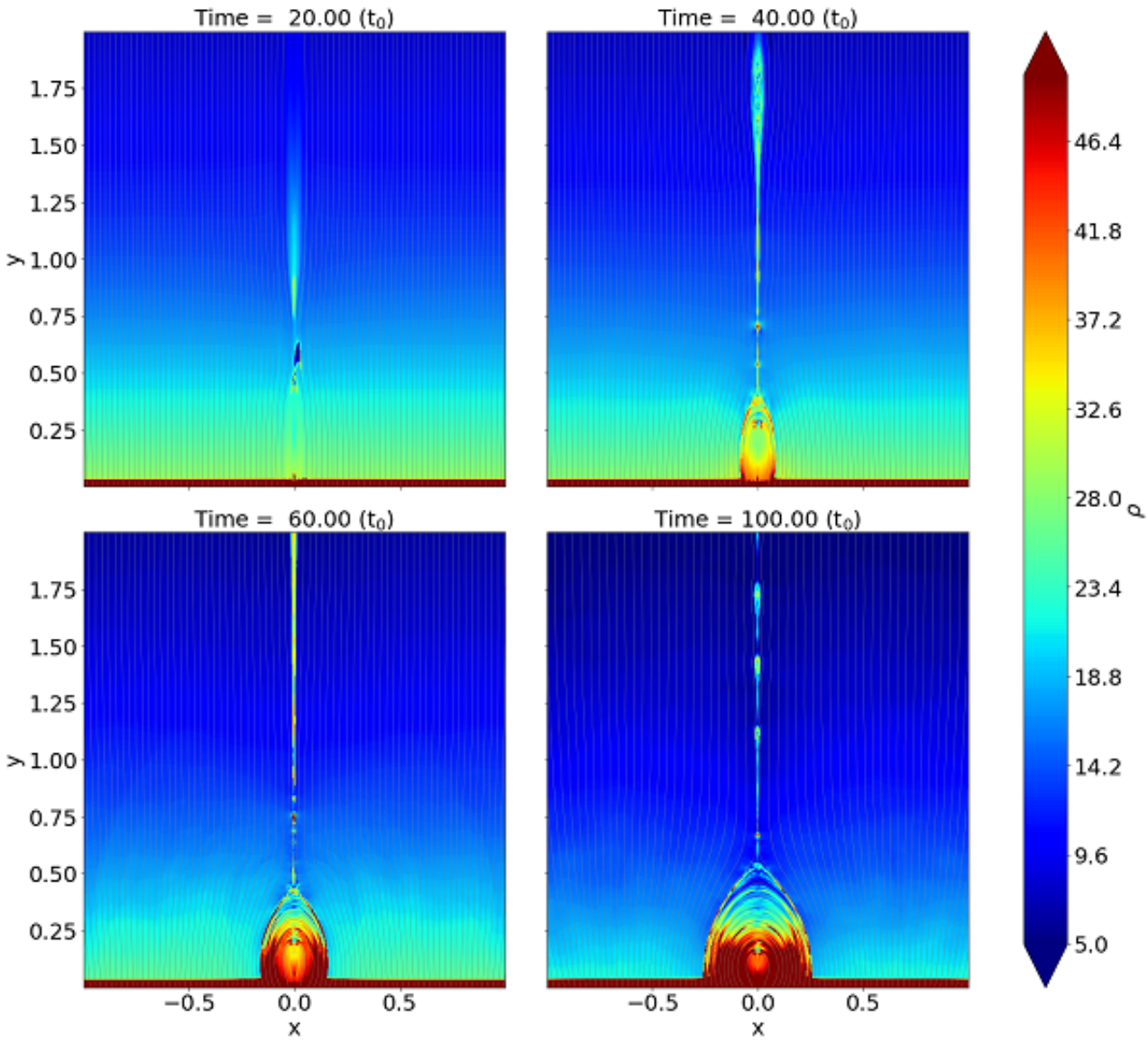


图1 在模拟中，密度的分布（背景彩色部分）和磁力线（灰色实线）的演化情况

研究团队单位：云南天文台

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