

大时空尺度湍流磁重联数值模拟研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/7713.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！

12月18日，国际应用数学杂志 *Applied Mathematical Modelling* 在线发表了中国科学院云南天文台太阳活动与CME理论研究团组副研究员朱伯靖与中山大学国家超算中心天河二号、中国科学院大学地球与行星科学学院、中国科学院计算地球动力学重点实验室、美国哥伦比亚大学应用数学与物理系合作者的系列研究成果。

太阳大气磁重联与实验室及空间物理磁重联在时空尺度上存在显著差异，是典型大时空尺度湍流磁重联(空间尺度上，实测电流片厚度与电子特征长度比在 $10^{10}\sim 10^{11}$ 量级；时间尺度上，实测快重联演化时间与电子回旋时间比也在 $10^{10}\sim 10^{11}$ 量级；定义为LTSTMR)。

太阳大气活动磁场相关基本问题主要包括磁能与等离子体能相互转化、等离子体加热及高能粒子加速等。数值模拟对这些自然真实物理过程进行跨时空尺度连续定量刻画和预测时，需同时描述以下几个方面：大中尺度流体属性及微小尺度粒子属性、理想及非理想MHD条件、离子及电子MHD过程。迄今为止，国内外天体物理、太阳物理、空间等离子体物理及实验室等离子体物理研究机构和团组，尚无可以有效解决这些问题的数值工具。

该系列成果依托天河二号十万核心超算平台，系统开展了“RHPIC-LBM开发验证及湍流在LTSTMR中作用数值模拟研究”。系列文章1中，研究人员创造性地把国际MHD数值模拟中的格子玻尔兹曼方法首次引进到LTSTMR研究，把磁场与等离子体运动相互作用，转化为等离子流体与磁场虚拟流体间相互作用，应用高阶广义分布函数实现同时刻画粒子及流体属性目的；并通过十万核心计算中对程序自身(可靠性、稳定性、扩展性)及LTSTMR中磁场拓扑结构精细演化过程进行了验证和考核。系列文章2中，通过对3D LTSTMR耗散区内“磁场Self-generating-organization湍动”、“等离子体Self-feeding-sustaining湍动”、及两者湍动相互耦合定量研究，首次对这三类湍动在3D LTSTMR中的作用给出了理论框架描述。

在太阳大气三维磁重联研究中，该系列成果目前属唯一公开报道、可同时刻画大中动力学及小微动理学连续时空演化、可同时刻画耗散区B与U湍动耦合过程的数值方法。2018年11月至今，研究人员应用该方法，在3D LTSTMR湍流产生过程及3D高能粒子加速方面也获得了一些新物理内容。

该项目得到中科院前沿科学与教育局重点项目及云南省创新团队培育项目资助。

论文链接：[12](#)

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