



加快打造原始创新策源地，加快突破关键核心技术，努力抢占科技制高点，为把我国建设成为世界科技强国作出新的更大的贡献。

——习近平总书记在致中国科学院建院70周年贺信中作出的“两加快一努力”重要指示要求

[首页](#)[组织机构](#)[科学研究](#)[成果转化](#)[人才教育](#)[学部与院士](#)[科学普及](#)[党建与科学文化](#)[信息公开](#)[首页 > 科研进展](#)

空间中心在数据同化应用于行星际背景太阳风的三维磁流体力学模拟方面获进展

2023-08-03 来源：国家空间科学中心

【字体：大 中 小】



语音播报



由太阳耀斑、日冕物质抛射等太阳活动引起的灾害性空间天气属于非传统自然灾害，因此有必要对空间天气进行监测和预报。数据同化是以自治的方式将数据合并到模型中提高模型准确性的技术，旨在使用所有可用信息尽可能准确地确定真实物理过程，在物理模型基础上加入时空不规则分布的观测数据，通过同化过程将观测值与物理模型融合，达到模型与观测数据相匹配，从而得出更精确的分析结果。在稀疏观测和异步采集的情况下，数据同化可对模型变量进行自治分析，提高模型的预测能力。在数值预报中引入数据同化方法，可在初始条件等方面改进模型，捕获原始模型无法重现的过程，使模型预测的系统演变更接近真实的系统演变，提高预测可信度。

中国科学院国家空间科学中心太阳活动与空间天气重点实验室研究员沈芳团队尝试将数据同化应用到行星际背景太阳风三维磁流体力学（MHD）数值模拟中，利用三维MHD数值模型和OMNI数据库近地观测数据重建0.1到1AU范围内的太阳风参数（图1），模拟2018-2021年太阳活动从第24太阳周期衰减到第25太阳周期上升的时间段，选取GONG光球层磁图作为日冕行星际模型的输入源，选取顺序数据同化方法中的卡尔曼滤波估计系统状态，研究2018-2021年的太阳风参数，推断数据同化对太阳风模拟的影响。科研团队采用有限差分法中的总变差不增Lax-Friedrich格式，选用扩散法消除磁场散度，通过组合Lax-Friedrich格式保持密度和压强的正性，采用特征分析法给定边界条件。模型中计算区域为0.1-1AU，采用结构体网格，使用六片网格系统，同时在径向方向使用等比网格，并划分为多个分区，求解MHD方程组的数值解。研究利用太阳风数值模型生成了两种不同的结果——不进行数据同化（记为Model 1）和对模拟结果进行数据同化（记为Model 2），以评估数据同化算法用于太阳风预报的性能。研究卡尔曼滤波结果如何偏离模型，可推断数据同化的影响。研究使用径向速度、数密度、温度、总的磁场强度和径向磁场强度5个太阳风参数作为模型向量，同化的时间分辨率设置为1小时，将初始状态的协方差矩阵设置为0，模型过程噪声和观测噪声定义为高斯白噪声。

与不使用数据同化的模型状态相比，使用数据同化的模型可改善对近地太阳风参数的估计。采用数据同化后，状态向量仍低估了太阳风参数的峰值，但与模型1的模拟结果相比，模型2的状态向量与观测数据出现峰值的时间更加吻合。对于CR2234和CR2243，错误警报高速流已被数据同化删除（图2）。研究对1AU处观测、模拟和同化的太阳风参数的统计分析表明，在2018-2021年的54个卡林顿周中，有42个卡林顿周同化后的近地太阳风参数优于纯模型状态，同化

模拟的预报结果比单纯模式的预报结果更准确，均方根误差明显减小，相关系数增大，特别是在数密度和总的磁场强度方面。因此，当使用行星际MHD模型预测太阳风参数时，将卡尔曼滤波直接应用于模拟结果可明显改善模拟值。

相关研究成果发表在《空间天气》(Space Weather) 上。

[论文链接](#)

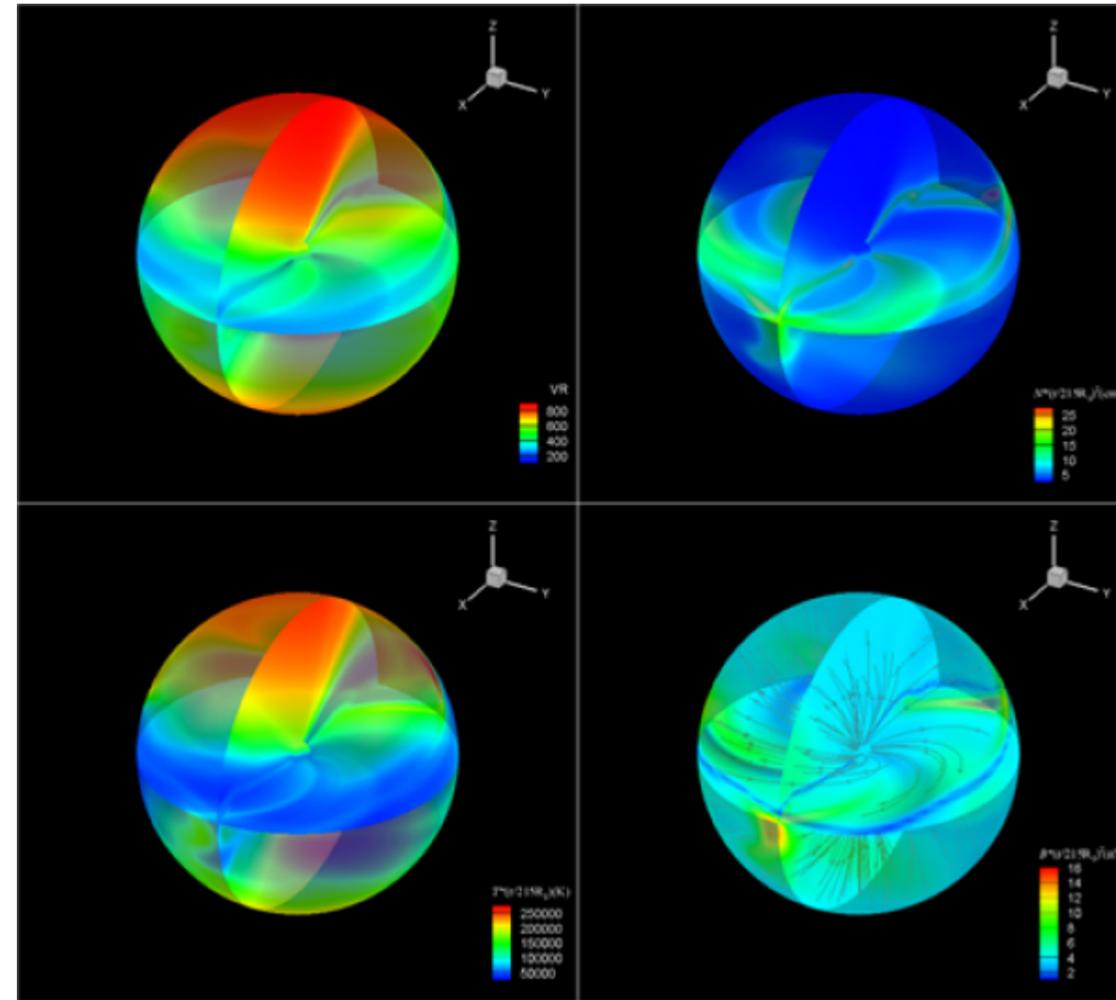


图1. CR2204日球层子午面和赤道面的太阳风参数分布。



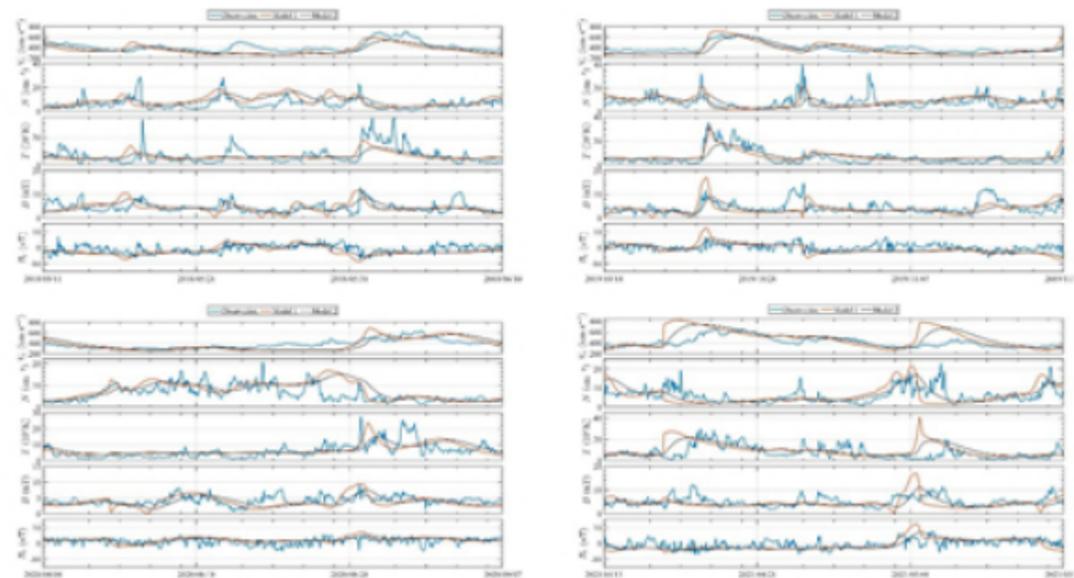


图2. 观测（蓝）、模型1（红）和模型2（黑）在2018年CR2204、2019年CR2223、2020年CR2234和2021年CR2243时的1AU处太阳风参数。

责任编辑：侯茜 打印     更多分享

- » 上一篇：自动化所揭示颅内电刺激改善个体情绪状态新机制
- » 下一篇：城市环境所在气象条件对东南沿海近地面臭氧演化影响方面获进展



扫一扫在手机打开当前页

