

空间中心以观测数据驱动模拟再现日冕物质抛射触发过程

文章来源：空间科学与应用研究中心

发布时间：2013-07-04

【字号：小 中 大】

日前，日冕物质抛射（Coronal Mass Ejections, CME）数值模拟研究取得突破性进展。中科院国家空间科学中心空间天气学国家重点实验室太阳-行星际-地磁天气团队(Solar-Interplanetary-GeoMagnetic Weather Group, 简称SIGMA天气组)：江朝伟（第一作者）、冯学尚（通讯作者）同美国阿拉巴马大学空间物理学家合作，首次以SDO时序观测数据驱动模拟再现了2011年9月6日发生于活动区AR 11283的日冕物质抛射触发过程。这项研究成果发表在美国学术期刊《天体物理快报》（*The Astrophysical Journal Letters, ApJL*）第771期。

作为空间天气的主要驱动源，太阳爆发活动如日冕物质抛射究竟是如何被触发的疑问长久困扰着太阳物理和空间物理学界。大量观测研究试图解决这一问题，但至今，围绕该疑问的争论依然激烈。基于磁流体（MHD）模型的数值模拟是研究日冕物质抛射触发过程的强有力工具和重要技术手段，该方法从定量上揭示可能的爆发机制并再现爆发过程。目前，国际上多个研究小组都致力于开发能够重现日冕物质抛射触发过程的三维时变MHD数值模式，但是往往止步于简单、理想化的磁结构，如偶极子、四极子磁场或解析形式的磁通量绳，无法表现真实、复杂的日冕物质抛射爆发过程。

SIGMA天气组江朝伟等人创造性地联合静态日冕磁场外推技术和时变的MHD模式，将爆发前真实的三维磁场重构数据输入到最新开发的由观测数据驱动的CESE-MHD模式中，数值再现了2011年9月6日发生于活动区AR 11283的一次大型爆发过程（见图1）。

为获得爆发前准静态的磁场位形，作者利用之前开发的高性能日冕非线性无力场外推方法，重构了和观测一致的三维磁场（见图二）。通过对爆发前磁场的定量分析和磁拓扑解析，发现了爆发前活动区内存在特殊的所谓“Sigmoid”的S形磁绳，其观测表现为极紫外的高温S形日冕环；此外，该研究组还发现在磁绳和其束缚磁场之间还存在潜在的电流环不稳定性（Torus instability），在背景场内存在一个日冕磁零点（Magnetic null）；种种迹象均表明该次爆发事件极有可能是发生于磁零点的磁场重联削弱了背景场的束缚力，使磁绳产生了一定的膨胀，并触发了电流环不稳定性，从而导致了最终的爆发。模拟结果有力地验证了这一过程，并与太阳动力学卫星（SDO）的观测完美吻合。

这项研究成果作为太阳物理领域中的一重要技术成就，将为科学家进一步理解日冕物质抛射和建立基于物理的空间天气预报模式奠定基础。

[原文链接](#)

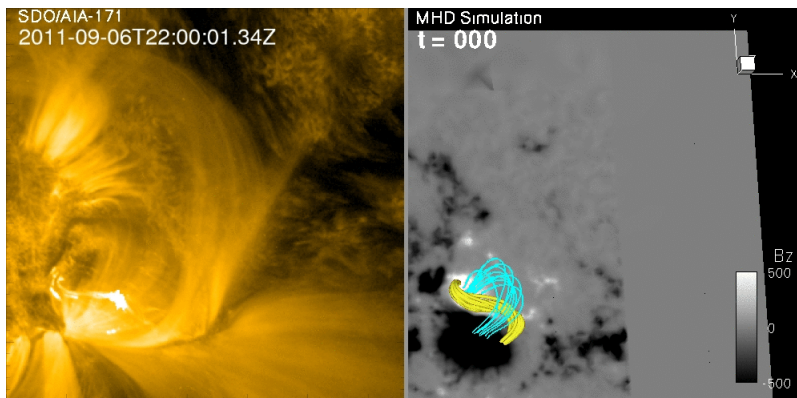


图1：2011年9月6日CME触发过程的SDO 观测和 MHD 模拟。

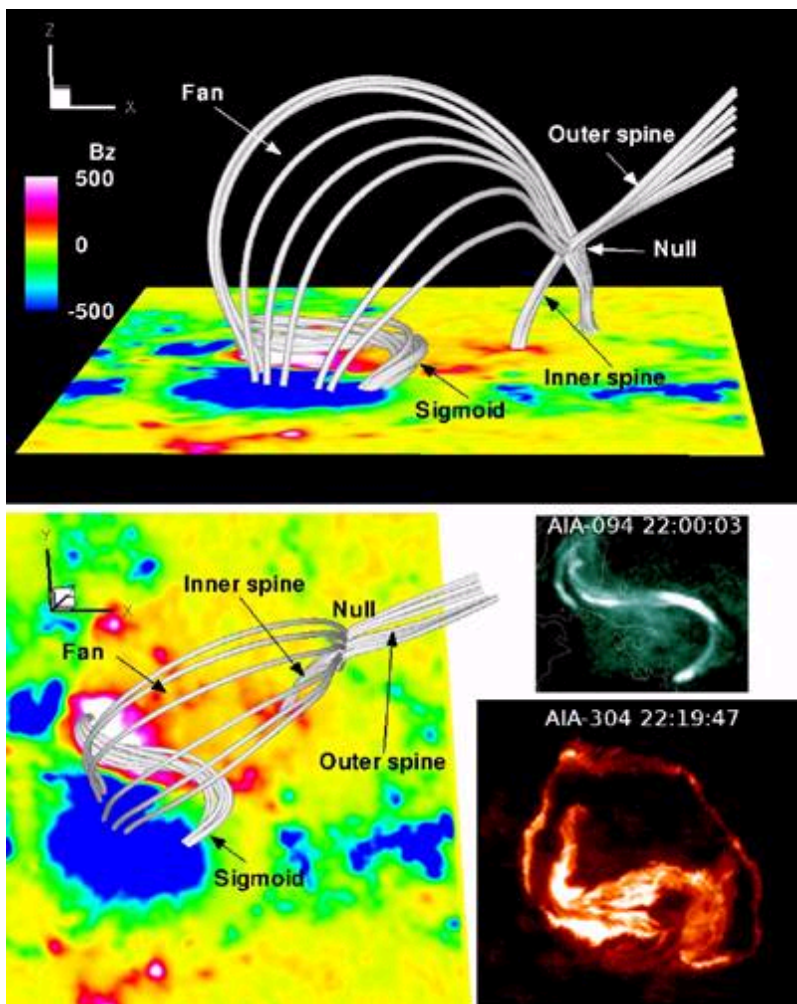


图2: CME 爆发前的磁场拓扑位形

打印本页

关闭本页