
研究发现磁绳两阶段演化在约束耀斑中的作用

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6533.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！

研究发现磁绳两阶段演化在约束耀斑中的作用。太阳耀斑是太阳大气中剧烈的爆发现象，耀斑研究对于天体物理和空间天气领域具有重要的理论和应用价值。最近，中国科学院国家天文台博士杨书红主导的研究团队综合利用云南抚仙湖观测站新真空太阳望远镜(NVST)和美国太阳动力学天文台(SDO)数据，对耀斑过程进行了详细分析，发现磁绳的两阶段演化(特别是磁绳与活动区大尺度磁环之间的重联)对于约束耀斑的形成具有重要作用。

有日冕物质抛射伴随的耀斑称为爆发耀斑(eruptive flare)，无日冕物质抛射伴随的耀斑称为约束耀斑(confined flare)。磁绳(当磁绳中充斥着冷密物质时表现为暗条)被认为在耀斑过程中扮演了重要角色。向上抬升的磁绳会受到上方磁环的束缚，若上方束缚过强，磁绳到达一定高度后被迫停止，从而形成约束耀斑。这在观测上通常表现为暗条到达一定高度后即停止上升，继而向太阳表面回落。

杨书红等人发现，由于光球磁场的剪切运动，磁力线变得扭曲，形成剪切纤维结构(见图1);持续的剪切运动最终造就缠绕的磁绳结构。基于耀斑即将发生时的光球磁场数据，他们利用非线性无力场方法对日冕磁场进行了外推计算。结果显示，在磁中性线上存在一个扭缠的磁绳结构，磁绳上方覆盖着小尺度磁环，再之上是活动区的大尺度环系(见图2)。当磁绳因扭缠不稳定而抬升时，拉伸上覆磁环，磁绳下方的反向磁力线发生重联产生耀斑。这一演化阶段称为磁绳的“标准上升(standard rising)”阶段(见图3)。当继续上升的磁绳遇到活动区大尺度磁环时，两者之间发生重联。磁绳中的扭缠因此被转移和分散到新形成的大尺度磁场系统中，而不会逃离太阳进入行星际空间，所以最终形成了约束耀斑。这一演化阶段称为磁绳的“外部重联(external reconnecting)”阶段。

该研究结果表明，磁绳的两阶段演化(特别是磁绳的外部重联)导致了约束耀斑的形成。这对于理解耀斑与日冕物质抛射的关系以及日冕物质抛射的形成条件具有重要意义，也为建立太阳活动预报模型、预测灾害性空间天气事件提供了重要的观测基础。

该项工作由国家天文台、中国气象局国家空间天气监测预警中心、中科院云南天文台的科研人员合作完成，文章已于近期发表在国际期刊《天体物理学杂志》上(Shuhong Yang, Jun Zhang, Qiao Song, Yi Bi, Ting Li. 2019, ApJ, 878, 38)。

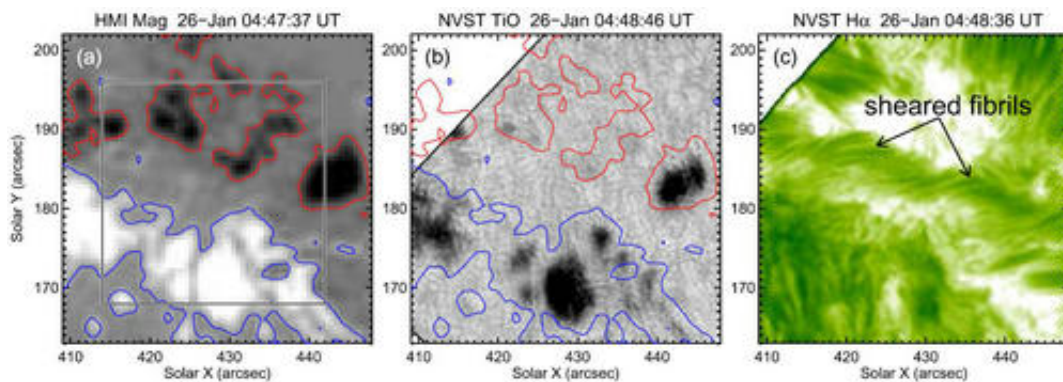


图1：耀斑发生前的光球磁场以及低层大气成像(从左到右依次是：SDO/HMI光球磁图，NVST/TiO光球图像，NVST/H α 色球图像)

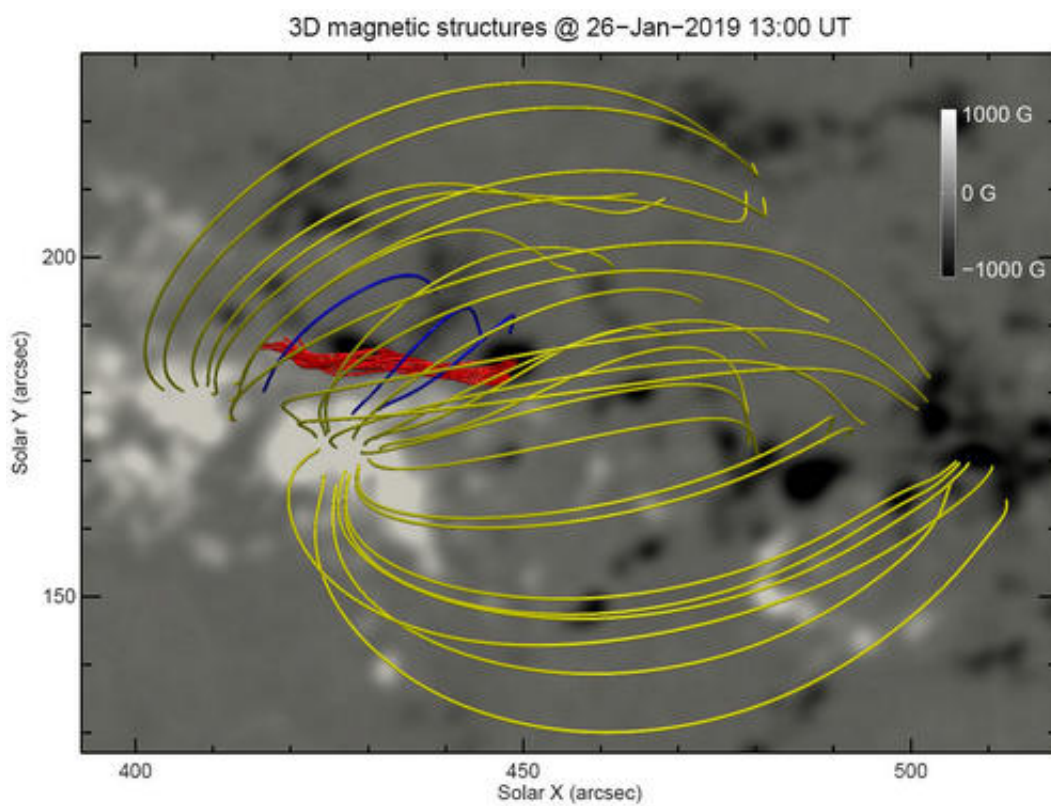


图2：计算所得日冕三维磁结构俯视图(红色：磁绳;蓝色：磁绳上方小尺度磁环;金色：活动区大尺度磁环)

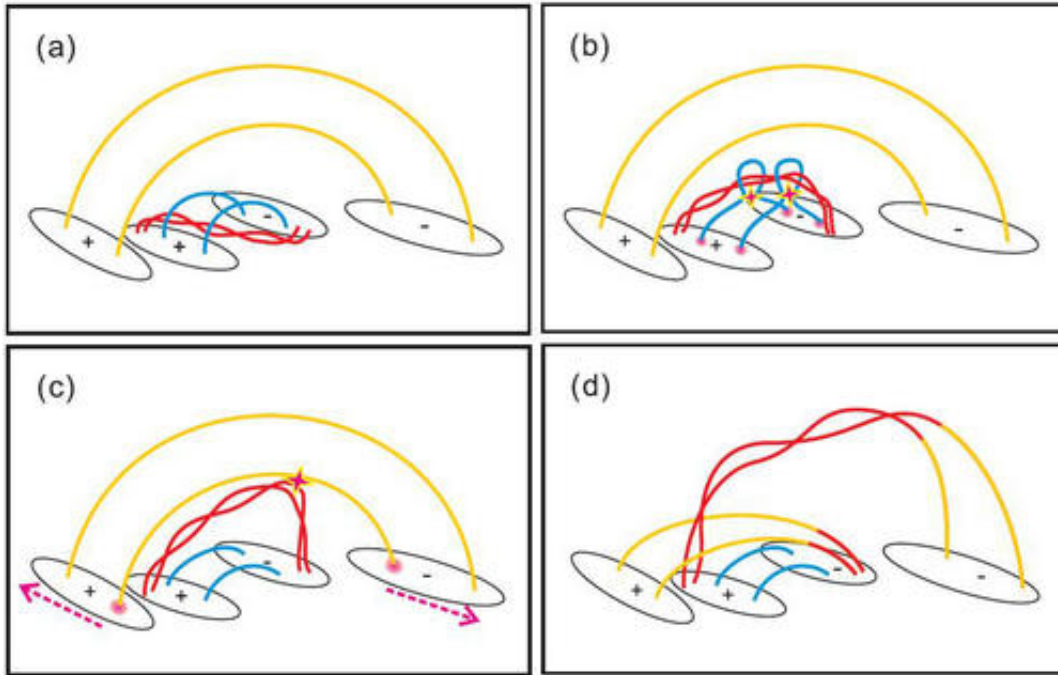


图3：磁绳两阶段演化导致约束耀斑示意图(a-b：标准上升;c-d：外部重联)

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](http://www.iikx.com)转发