地质地球所揭示高能粒子在外日球层的传播特征

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/7889.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！

行星际辐射是行星物理的重要研究内容。行星际辐射主要由太阳高能粒子和银河宇宙射线组成，其对深空探测活动产生重要影响，成为行星科学及其工程技术方面的重要研究课题。例如，嫦娥四号、火星一号及国际上正开展的Parker Solar Probe、Solar Orbiter、IMAP等深空探测计划几乎无一例外地载有高能粒子设备，通过获取数据对相关科学问题进行研究。

高能粒子在行星际空间中的传播过程是一个基础性科学问题，涉及若干基本物理过程。在行星际空间中，湍动磁场将使高能粒子进行扩散运动，与此同时，空间变化的行星际磁场对高能粒子产生绝热聚焦作用。这两种作用相互影响，共同施加于高能粒子传播过程，在实际场景中很难将其区分开来。前人往往对空间变化的行星际磁场中的高能粒子扩散系数进行理论计算，而很难将高能粒子扩散与绝热聚焦作用及其传播效应进行具体呈现。中国科学院地质与地球物理研究所地球与行星物理重点实验室副研究员何宏青与中科院院士万卫星通过数值求解五维Fokker-Planck传播方程，揭示了高能粒子扩散作用与绝热聚焦作用对高能粒子传播过程、空间分布及径向演化的重要影响，并重点研究了高能粒子事件在外日球层的传播特征，发现了若干奇特高能粒子现象（沿径向传播，沿磁力线传播，“洪水”现象等）并予以理论解释（图1，图2）。研究进一步厘清了扩散机制与绝热聚焦机制的主要作用区域及协同演化情形。研究结果重现了目前已有卫星观测现象，并将用于预测后续深空探测计划的观测结果。

研究成果发表于*The Astrophysical Journal Letters*。

论文链接

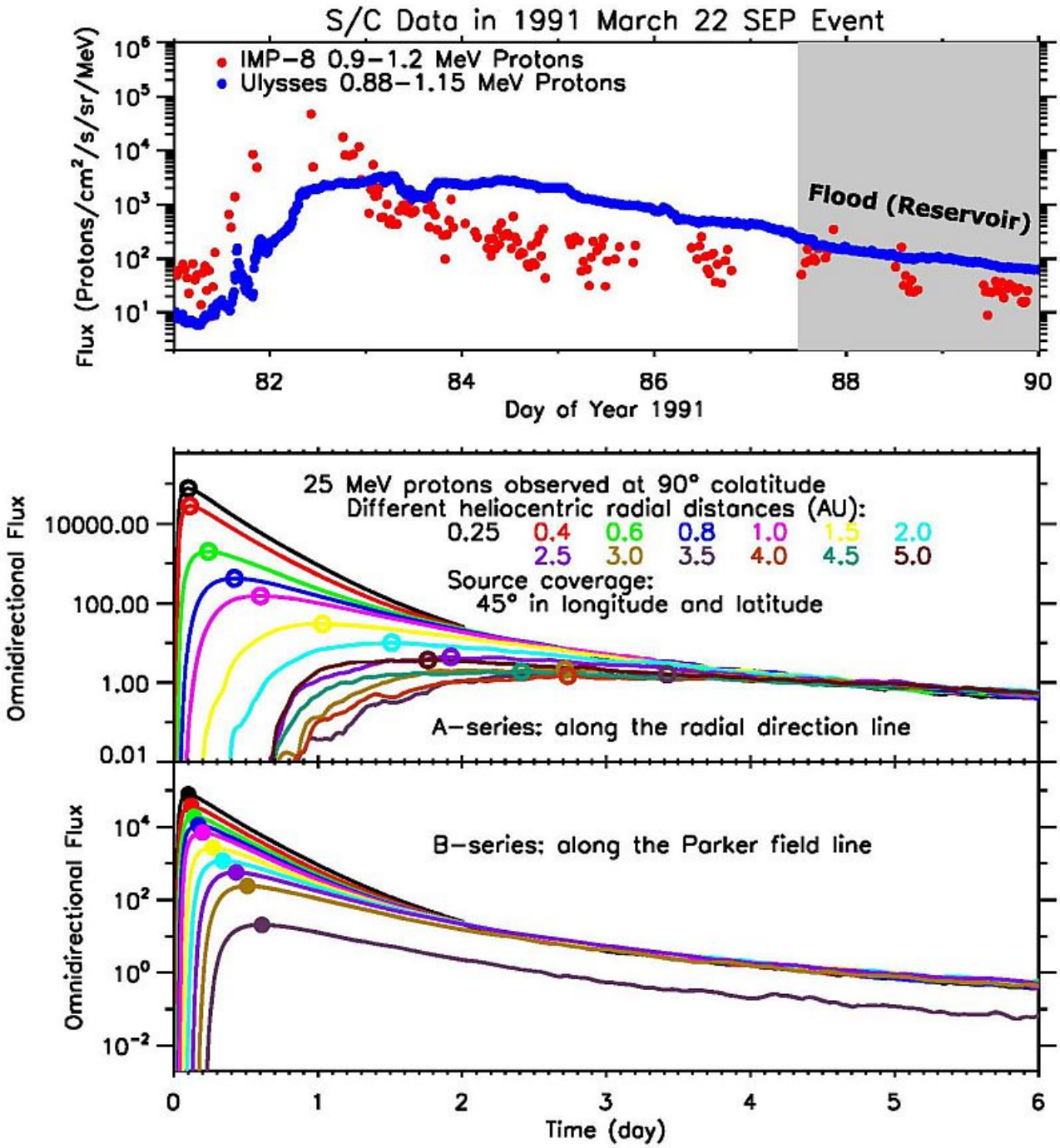


图1太阳高能粒子事件在内、外日球层的径向演化过程。上图为多卫星观测数据，中、下图分别为沿径向与沿磁力线的数值模拟结果。高能粒子“洪水”现象（前称“水库”现象）在数值模拟中得以定量重现。沿磁力线的高能粒子通量随日心距离增大而减小（在较大日心距离处，粒子通量剧烈减小），而沿径向的高能粒子通量在较远外日球层随日心距离增大而增大。这一反直觉现象可用扩散机制与绝热聚焦机制的相互作用解释

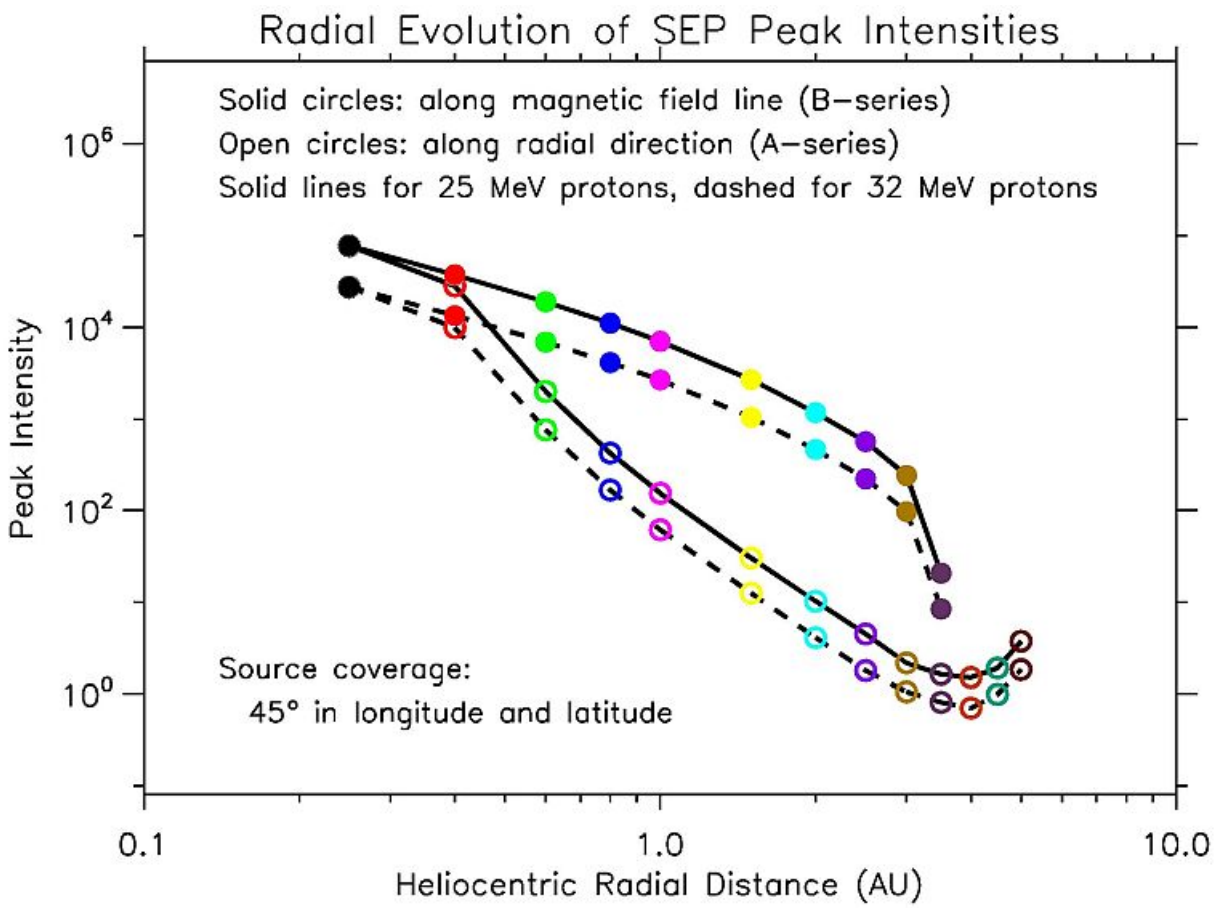


图2高能粒子事件峰值通量在内、外日球层的径向演化。扩散机制与绝热聚焦机制的相互作用使高能粒子在外日球层的演化呈现奇特性与复杂性

研究团队单位：地质与地球物理研究所

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