
“悟空”号揭示正负电子福布斯下降行为新特征

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39247.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！

“悟空”号揭示正负电子福布斯下降行为新特征。

近日，中国科学院紫金山天文台利用“悟空”号卫星8年的观测数据，精确测量了8次正负电子福布斯下降效应，首次统计性揭示了正负电子流量在下降以及恢复阶段的行为特性，并阐明其与引发福布斯下降的日冕物质抛射物理参数的关联。

太阳离地球有1.5亿公里远，但它的一举一动却能影响地球附近的空间环境。当太阳突然“打个喷嚏”，也就是发生剧烈的日冕物质抛射时，一团携带着强磁场的等离子体云就会以每秒几百甚至上千公里的速度冲向行星际空间。这些等离子体团扫过地球时，会扰动原本相对平静的磁环境，让来自深空的宇宙线粒子流量突然下降，也让宇宙线电子“感冒”——电子流量快速下降，直到几天甚至几周后才恢复到正常水平。这种先降后升的现象，科学家称之为福布斯下降，该现象是研究太阳活动与宇宙线传播关系的重要手段。

以往的观测手段存在“偏科”——绝大多数数据来自地面的中子探测器。这类设备主要捕捉宇宙线中强子成分

（如质子、原子核），无法识别具体粒子种类且能量分辨能力较差。

“悟空”号自2015年底发射升空以来，已在轨运行超过10年。它的能量分辨率高、粒子鉴别本领强、有效接收度大，尤其在正负电子的观测上具有优势。宇宙线中哪些是电子、哪些是质子、哪些是重核，“悟空”能分得清清楚楚

；带电粒子能量多少，“悟空”也能测

得很准。利用

2016年至2024年的观测数据

，紫金山天文台“悟空”号国际合作团队

成功识别出8次清晰的正负电子福布斯下降事件，这是首次系统性地研究正负电子福布斯下降行为。研究发现，

这些福布斯下降事件并非千篇一律，而是存在显著的多样性。一部分事件，其恢复时间明显依赖能量，能量越高的电子，恢复得越快，反之则越慢。另一部分事件，不论粒子能量高低，其恢复时间几乎不随能量变化。

为什么会出现截然不同的恢复行为？研究团队进一步分析了引发这些事件的日冕物质抛射的物理参数，包括抛射速度、角宽度，以及抛射方向相对于地球的几何位置。结果发现，那些恢复时间随能量变化的事件，往往对应着速度较快、角宽度较大、正对地球的日冕物质抛射；而恢复时间不随能量变化的事件，则来自速度较慢、角宽度较小、偏向地球一侧抛射的日冕物质抛射。为了验证这个发现，研究团队利用宇宙线在日球层内传播的数值模拟工具，定量重现了观测结果。模拟与观测吻合良好，证实了物理关联的可靠性。

这一研究

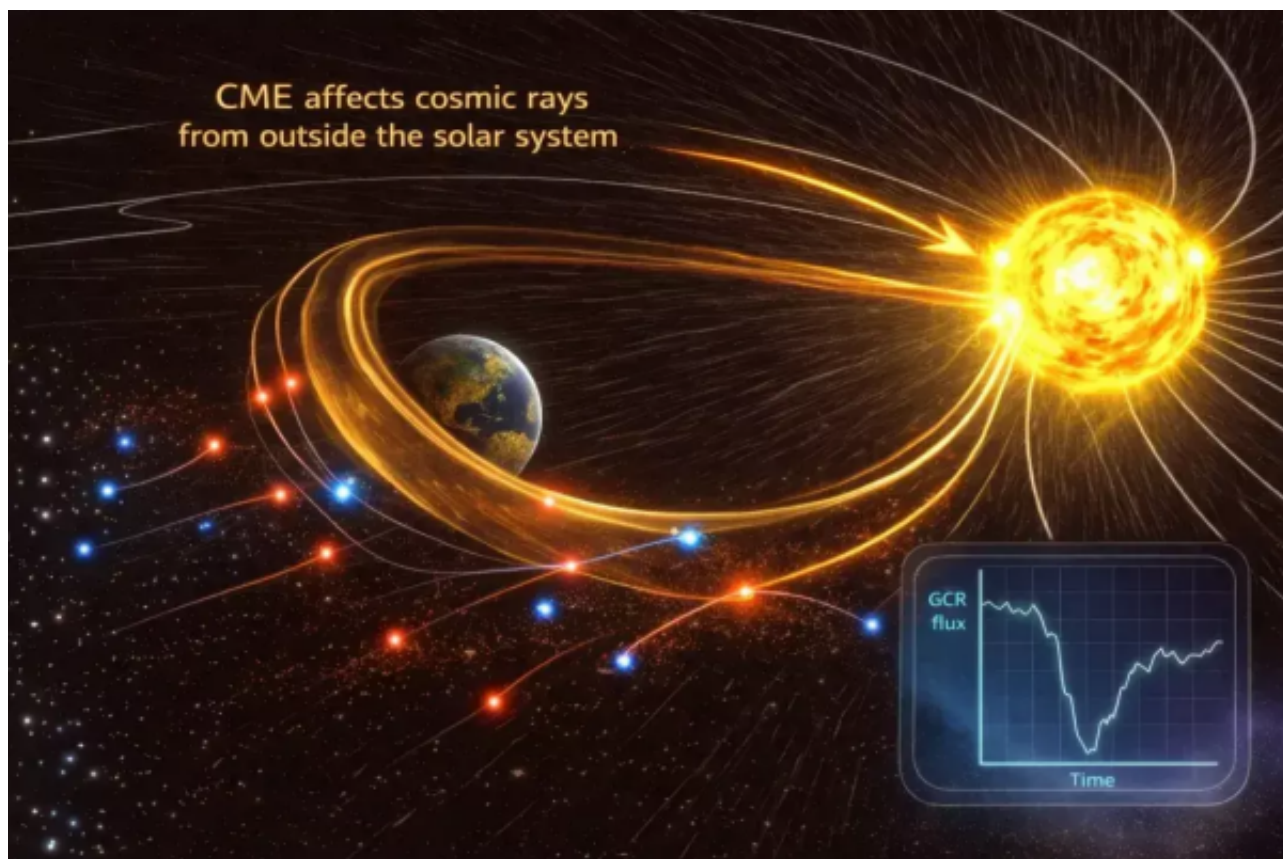
为理解宇宙线在行星际空间中的短时标传播过程提供了全新的观测约束。不同能量的电子在福布斯下降中的行为差异，就像一把天然的“探针”，可以帮助科学家追踪行星际空间磁湍流的变化特征。

该研究对于空间天气预报也有潜在价值。日冕物质抛射不仅会引起福布斯下降，还会触发地磁暴、电离层扰动等空间灾害性天气，可能影响卫星运行、通信导航甚至地面电网。更好地理解福布斯下降的物理机制，有助于提升空间天气的预警能力。

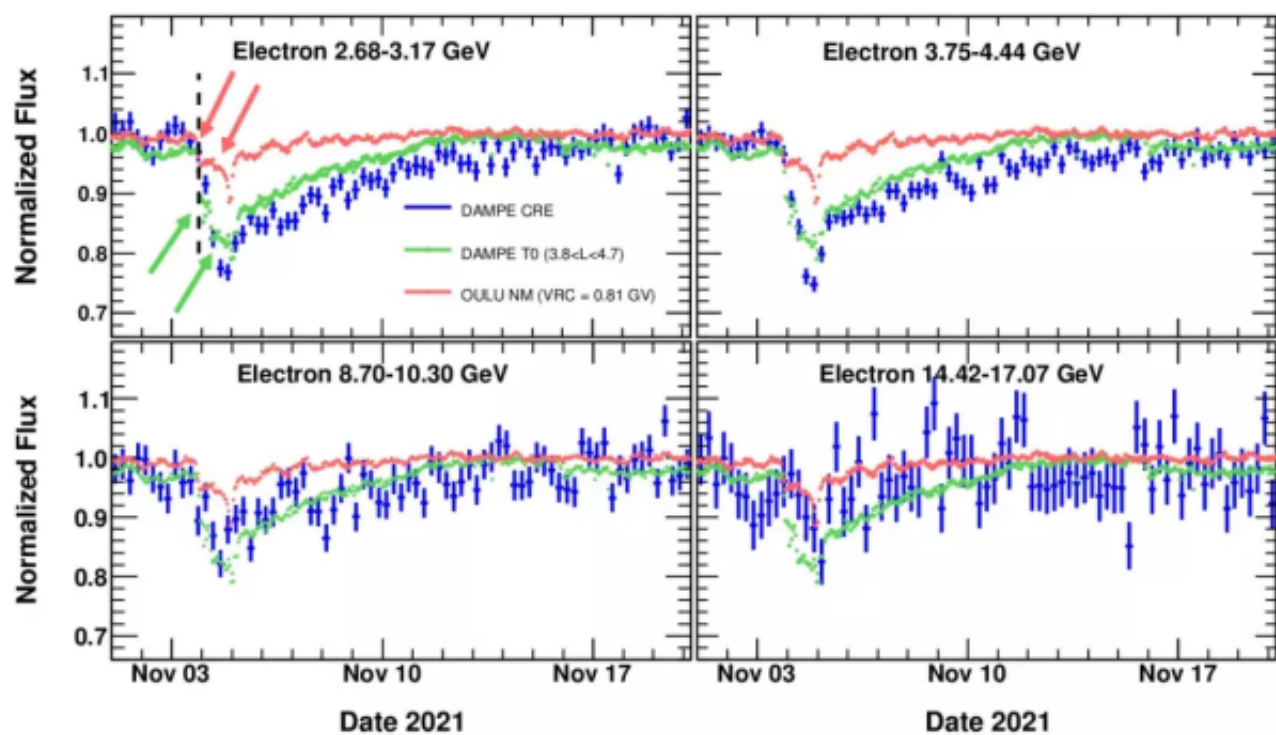
太阳的活动还在继续，“悟空”号卫星也仍在持续运行。未来，随着更多福布斯下降事件被记录和分析，人类对太阳—行星际—地球空间耦合过程的理解将越来越深入。下一次太阳“打喷嚏”的时候，“悟空”的火眼金睛，还会看到什么？我们拭目以待。

相关研究成果发表在《物理评论快报》（Physical Review Letters）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会、中国科学院等的支持。

[论文链接](#)



日冕物质抛射及其阻碍宇宙线传播影响的示意图



“悟空”号卫星观测的2021年11月4日福布斯下降事件4个能段正负电子流量随时间的变化（蓝点），与“悟空”号卫星无触发计数率（绿点），以及中子探测器数据（红点）的比较。

研究团队单位：紫金山天文台

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](https://www.iikx.com)转发