紫金山天文台发现新型太阳射电辐射——太阳孤波辐射

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/26021.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！

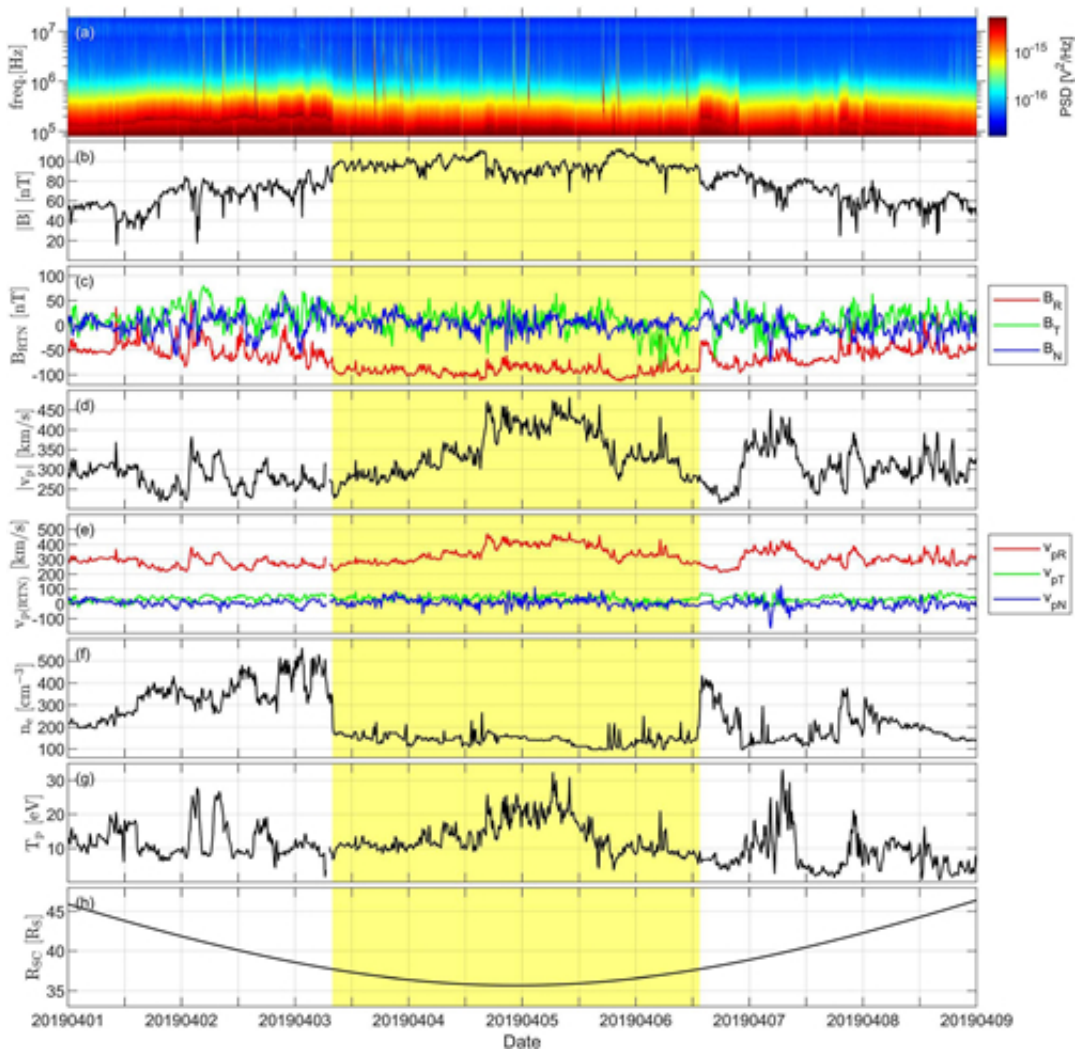
近期，中国科学院紫金山天文台日球射电研究课题组，利用帕克太阳探针（PSP）上射电频谱仪的抵近太阳观测资料，发现了一类明显不同于II型和III型射电暴的新型太阳射电暴——太阳孤波辐射。新型的小尺度太阳孤波辐射的发现是太阳射电研究领域的新进展，有望为探索日冕加热和太阳风加速，尤其是太阳大气磁等离子体活动在粒子动力学尺度上的“元过程”提供有力的新型探测诊断手段。

太阳风加速和日冕加热是太阳物理领域的难题。主要困难在于针对高温稀薄且完全电离的日冕等离子体，尤其是在粒子动力学尺度上的等离子体集体相互作用“元过程”，缺乏有效的天体物理诊断手段。依据辐射动力学谱，太阳射电辐射可以分成较多不同的类型，反映了辐射源区在大气环境和物理机制上的不同。例如，以快速频率漂移为特征（相对频漂率大于每秒10%）的III型射电暴，主要由伴随耀斑活动产生的高能电子束直接激发产生；由日冕物质抛射驱动激波的II型射电暴，具有相对较慢的频率漂移（相对频漂率小于每秒1%）；而与太阳活动区黑子磁场有关的I型射电暴的动力学谱则几乎不呈现频率漂移。因此，不同类型太阳射电辐射的研究，对揭示辐射机制具有重要的科学意义，并可为不同环境下的各类太阳活动现象和动力学过程的研究提供有效的观测诊断手段。

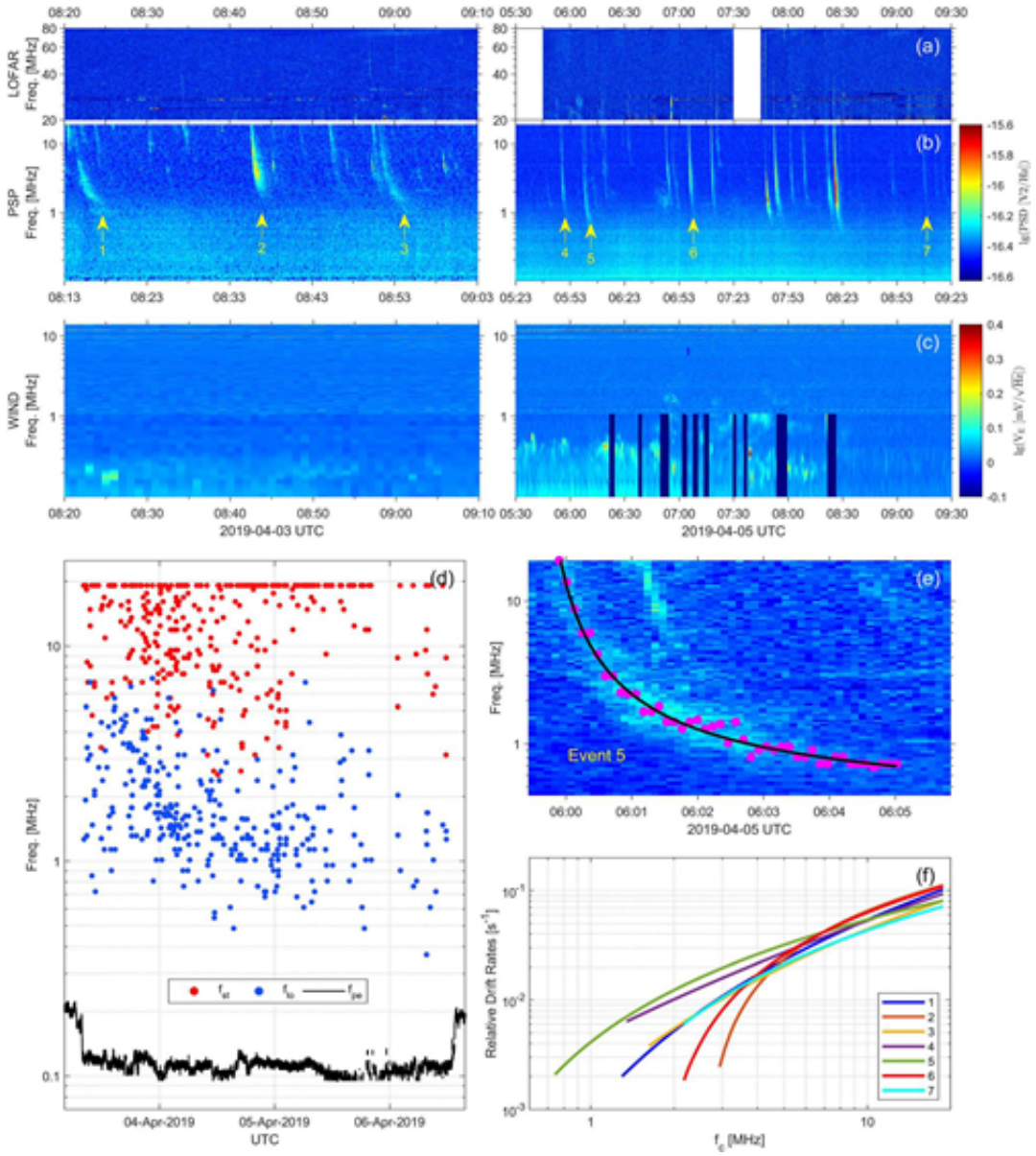
该课题组基于PSP在距离太阳约1/6个AU（地球到太阳的平均距离）处的观测资料，发现了在一个开放的低密度磁通道内存在大量小尺度弱射电辐射源。这些小尺度辐射源的持续时间为分钟量级，辐射频率变化范围从~10 MHz向低频漂移到~0.1 MHz，辐射强度相对微弱以至在1 AU处已衰减到目前卫星天线的探测灵敏度之下。特别是，它们的动力学谱特征呈现强演化的特征，其相对频漂率从高频端的大于每秒1%减小到低频端的小于每秒1%。研究结合普遍采用的太阳大气模型，分析了这类新型射电暴的辐射机制和动力学演化行为。结果显示，这类新型小尺度射电暴的辐射源区主要位于1.1到6.1个太阳半径的高日冕区，属于日冕向太阳风的过渡区，是典型的太阳风加速区。同时，在这一区域内易产生的动力学阿尔文孤波及其捕获的加速电子的回旋脉泽辐射，能够自洽一致地解释这类新型小尺度射电暴的辐射机制及其动力学谱的强演化行为。因此，它被称为太阳孤波辐射。

相关研究成果发表在《天体物理杂志》（*The Astrophysical Journal*）上。研究工作得到中国科学院战略性先导科技专项（B类）和国家自然科学基金的支持。

论文链接



PSP在2019年4月1-9日在约36个太阳半径处观测到的低密度磁通道（黄色标记区域：08:08:34 UT on 2019 April 3 and 13:17:09 UT on 2019 April 6）。（a）为射电功率谱密度；（b）为磁场强度；（c）为磁场的3个分量；（d）为太阳风速度；（e）为太阳风速度的3个分量；（f）为等离子体密度；（g）为等离子体温度；（h）为PSP的日心距离。



PSP在穿越图1中低密度磁通道期间观测到的太阳孤波辐射事件。（a）、（b）、（c）为1 AU处的WIND卫星（c）和欧洲LOFAR地面射电阵（a）与PSP卫星（b）同时均有观测的两段射电功率谱密度对比；（d）为PSP观测到的385个太阳孤波辐射事件的起始频率fst（红色圆点）和终止频率flo（蓝色圆点），以及PSP实地测量的等离子体频率fpe（黑色曲线）；（e）为图（b）中事件5的最大功率谱密度（粉色圆点）及其随频率变化的拟合曲线（黑色曲线）；（f）为（b）中标记的7个事件的相对频漂率随频率的变化。

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转发