



山大陈耀团队自主研制的太阳射电毫米波谱仪观测到首例太阳耀斑事件

日期: 2023年02月07日

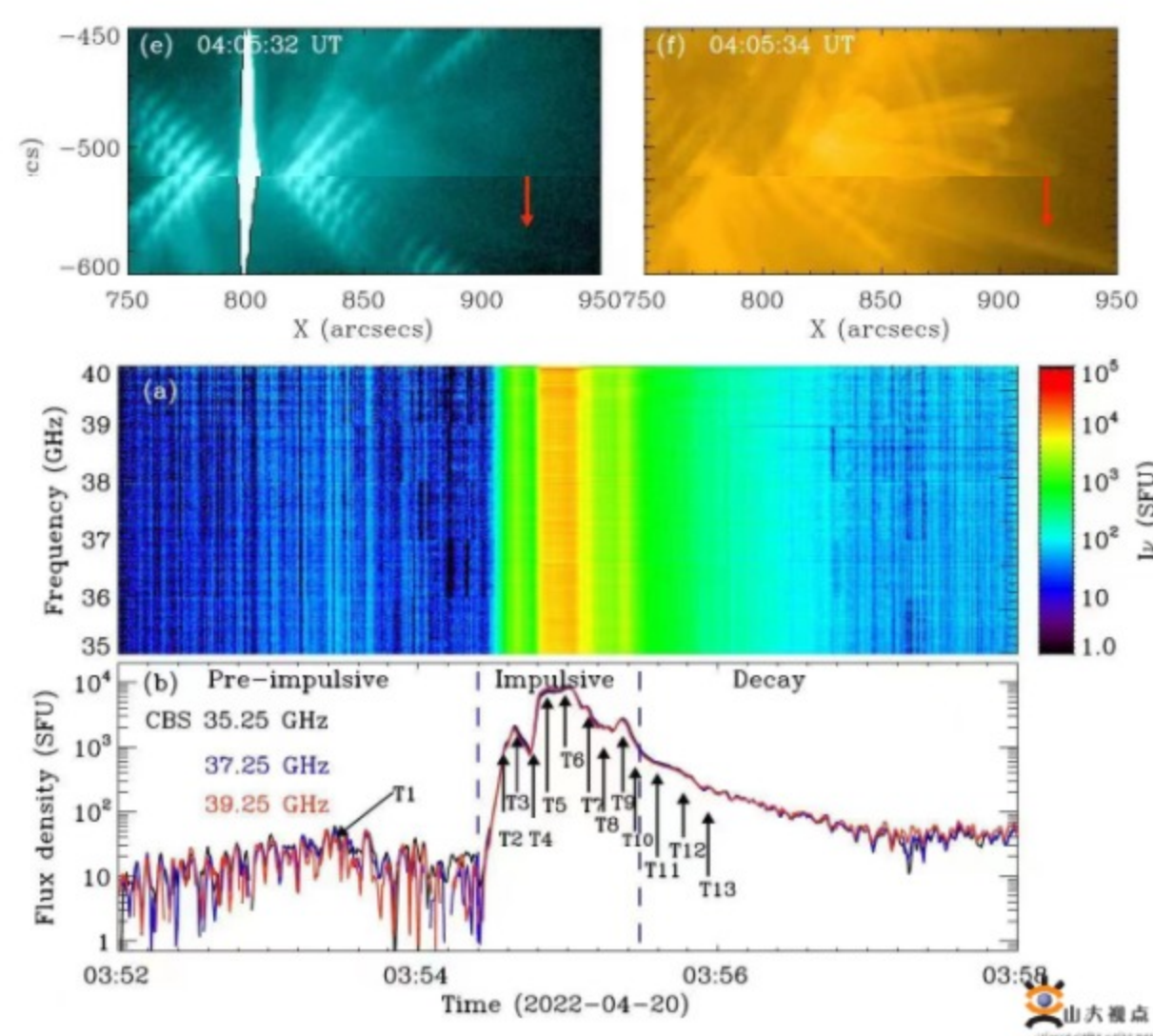
来源: 山东大学

【大 中 小】

【打印】

【关闭】

山东大学“太阳爆发及其对行星空间环境的影响”攀登计划创新团队、空间科学研究院空间电磁探测技术实验室自主研制的35-40GHz毫米波太阳射电连续谱仪观测到首例太阳耀斑事件, 获得了相应毫米波太阳耀斑爆发动态频谱图, 相关研究以“The First Flare Observation with a New Solar Microwave Spectrometer Working in 35–40 GHz”为题在线发表于自然科学指数期刊The Astrophysical Journal Letters (IF: 8.811), 机电与信息工程学院副教授、空间电磁探测技术实验室主任严发宝与实验室武昭为论文共同第一作者, 空间科学研究院教授陈耀为论文通讯作者。



上两图为SDO卫星拍摄到的极紫外耀斑爆发图像, 中图为本文设备所给出的35-40GHz耀斑爆发动态频谱, 下图为该设备给出的三频点辐射流量随时间变化的剖面曲线图

以往研发的太阳射电动态频谱仪均工作于20GHz以下频段。在20GHz以上, 仅在35GHz等极少数分立频率上可测量辐射流量, 难以实现耀斑毫米波辐射能谱的有效测量。为解决该问题, 团队最早于2017年提出了35-40GHz毫米波太阳射电频谱仪的研制计划, 拟定的关键科学目标便是精确测量耀斑毫米波回旋同步辐射谱, 以推动耀斑高能电子加速和电磁辐射过程及空间天气灾害预警预报方面的研究。至当前第一篇耀斑研究文章发表, 历时近五年。

上图所示为2022年4月20日的X2.2级耀斑期间, 由空间电磁探测技术实验室自研设备观测到的太阳毫米波动态频谱及相关数据。在耀斑脉冲相期间可观测到三波峰值; 在最高峰即第二峰, 35-40 GHz区间射电流量最高可达9300 SFU, 相应辐射流量随频率增加而增加, 说明此时回旋同步辐射谱的翻转频率(ν_t)超过35甚至40GHz; 在另外两峰期间, 翻转频率略小, 仍主要位于20至35GHz之间。基于本设备及日本野边山观测站在17GHz及更低频率上的数据, 可很好限制该耀斑脉冲厘米-毫米波辐射谱形参数, 这在以往是无法实现的。

此外, 在脉冲相各峰前后, 所得辐射谱均呈先硬后软的变化趋势, 在衰退相则缓慢硬化。此类现象在低翻转频率事件($\nu_t < 20$ GHz)中曾报道过, 但对于高翻转频率事件($\nu_t > 20$ GHz)仍属首次报道。拟合表明, 脉冲相期间翻转频率和翻转流量呈幂律相关($I_t \propto \nu_t^{4.8}$, $cc=0.82$), 相应幂律谱指数高于低翻转频率事件中的相应数值(脉冲相 $\gamma \sim 3.7$, 恢复相 $\gamma \sim 1.75$)。

该设备于2020年建成并投入常规观测, 是世界上首台套也是目前唯一一套工作于毫米波频段的太阳射电频谱仪。在研制过程中, 空间电磁探测技术实验室突破了毫米波高精度探测、GHz采样数据并行实时处理、宽带信号的平坦度处理、低噪声的恒温技术、毫米波探测系统的校准等系列关键技术, 先后在中国科学、RAA、PASJ、ApJS、ApJL等国内外权威期刊发表多篇学术论文, 基于仪器核心技术授权国家发明专利5项。

空间电磁探测技术实验室自2018年初由空间科学研究院陈耀教授、机电与信息工程学院严发宝副教授联合成立, 作为山东大学空间科学攀登计划团队的重要组成部分, 围绕微波探测与智能信息处理关键技术突破, 积极对接国家战略和地方需求, 获得了国家自然科学基金重大科研仪器研制项目、基金委重大项目课题、国家重大科技基础设施——子午工程II期、jw装发预研等项目资助, 形成了国家需求牵引的“新设备、新数据、新科学”发展模式, 有效推动了跨学院的多学科汇聚交叉创新与融合发展。

文章链接: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/acad02>

分享到: