



(<http://www.pmo.cas.cn/>)

MENU

[首页](#) ($./././$) >> [新闻动态](#) ($./././$) >> [科研进展](#) ($./$)

新研究发现太阳耀斑高能电子存在高低能截止

由中科院紫金山天文台、北京大学和德国波茨坦莱布尼兹天体物理研究所学者组成的国际团队利用X射线和太阳高能粒子（SEP）数据进行了一项最新研究，确认了耀斑高能电子中存在同粒子加速过程相关的高、低能截止，对高能能谱分析、耀斑电子加速和传输研究有重要意义，并可帮助理解极光、地球伽马闪、其他高能天体的高能辐射。文章近期发表在The Astrophysical Journal杂志。

耀斑是太阳外层大气内的剧烈活动现象，是灾害性空间天气的源头之一，同时也是一个天然粒子加速器，短时间内可加速大量电子至最高几十MeV以上，离子至10 GeV以上。这些高能粒子在传播中产生一系列的效应和强烈的X射线、伽马射线辐射（图1），是影响耀斑能量释放和分配的核心要素之一。

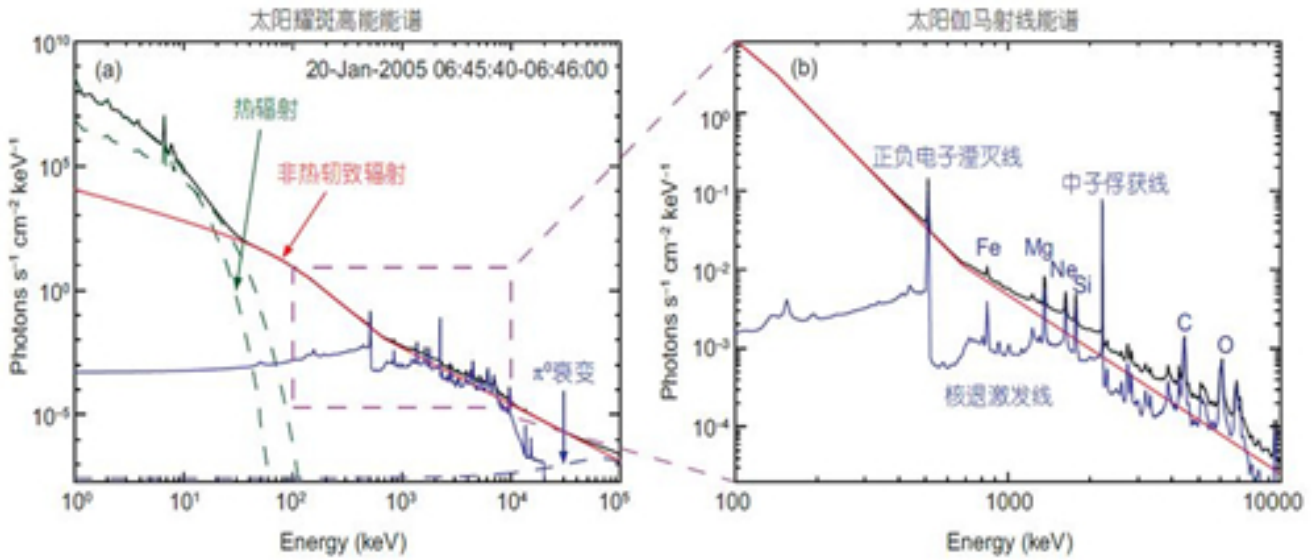


图1 一个X7级强耀斑的高能能谱 (苏杨, 等, 2020)

高、低能截止分别定义加速电子分布的能量上下限，是理解粒子加速和能量分配的重要参量。尤其是低能截止，是关联电子数量和能量的关键参数。其存在会导致X射线韧致辐射幂律谱在截止能量以下显著变平，光子谱谱指数低至~1.3，是一种谱弯折较大的特殊双折谱（如图2左，红色）。但在大多数情况下，X射线能谱的低能端被千万度高温等离子体的热辐射所主导，这种特征往往仅表现为普通的双折谱，但这样就很难同其他产生双折谱的物理过程区分开，如，太阳大气的反照叠加albedo，返回电流能损，超热辐射分量，仪器堆积效应等。

因此，是否存在直接由加速过程产生的低能截止，甚至低能截止是否有必要引入一直是个疑问。有学者认为，低能截止仅是数学分析和能量估计所需的一个限制参量，而非加速过程必然产生的。

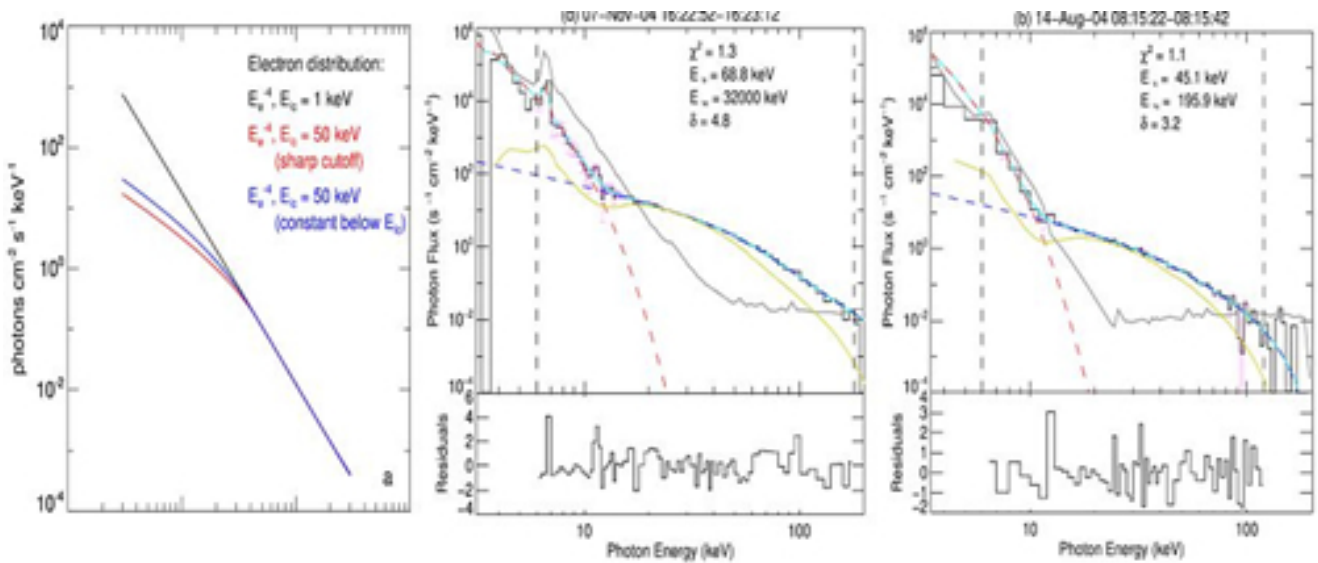


图2 左图显示单幂律和两种低能截止幂律电子分布产生的韧致辐射X射线能谱；中图和右图是 RHESSI观测到的耀斑能谱和拟合结果，均显示出了完整的低能截止特征。（Xia et al. 2021）

考虑到此，团队从两个独特角度寻找同加速过程相关的截止能量：一是选择了截止能量很高和热辐射较弱的一些特殊耀斑，从而发现了低能截止的完整能谱特征（图2中）；二是同时从X射线能谱和SEP电子两个方面发现了一致的高、低能截止能量。前者来自是从耀斑源区沿耀斑环向下注入色球层的电子，后者是从耀斑源区沿开放磁场逃逸到行星际空间的高能电子（排除CME加速），两者具有同源性质。而之前X射线和SEP的联合分析主要关注的是电子幂律分布指数。此外，团队还详细分析了高能截止对X射线能谱谱形的影响（图2右），强调了这个被忽视的重要因素。

该工作的第一作者为紫台博士研究生夏凡小雨，通讯作者为紫台苏杨研究员。该工作是我国第一颗太阳综合观测卫星ASO-S的HXI载荷科学准备研究内容之一，得到了NSFC基金（11820101002, U1631242, 11921003, U1731241等）、中科院空间科学先导专项、German SpaceAgency DLR等项目支持。

文章链接：<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ApJ...908..111X/abstract>
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ApJ...908..111X/abstract>)

相关文献：

[1] Su Y, Chen W, Xiong S L, et al. Monitoring and research of high-energy solar flare emissions with GECAM (in Chinese). Sci Sin-Phys Mech Astron, 2020, 50: 129505, [苏杨, 陈维, 熊少林, 等. GECAM太阳耀斑高能辐射监测和研究. 中国科学: 物理学力学天文学, 2020, 50: 129505]

[2] Xia, Fanxiaoyu; Su, Yang; Wang, Wen; Wang, Linghua; Warmuth, Alexander; Gan, Weiqun; Li, Youping, Detection of Energy Cutoffs in Flare-accelerated Electrons, ApJ, 2021, 908:111



(<http://www.cas.cn>)

联系我们

地址：（210023）江苏省南京市栖霞区元化路10号 电子邮件：pmoo@pmo.ac.cn
电话：86-25-83332000 传真：86-25-83332091 紫金山园区参观咨询：86-25-84347515

友情链接

- 院内网站
- 科技网站
- 新闻媒体
- 服务网站



[_\(http://bszs.conac.cn/sitename?](http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=08C161D91E0976F3E053012819AC64E8)



官方微信号

[_\(http://www.pmo.cas.cn\).](http://www.pmo.cas.cn)

[method=show&id=08C161D91E0976F3E053012819AC64E8\).](http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=08C161D91E0976F3E053012819AC64E8)

版权所有：中国科学院紫金山天文台 备案序号：苏ICP备05007736号 (<http://beian.miit.gov.cn>)