
研究发现太阳耀斑高能电子存在高低能截止

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13353.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！

由中国科学院紫金山天文台、北京大学和德国波茨坦莱布尼兹天体物理研究所组成的国际团队，利用X射线和太阳高能粒子（SEP）数据开展的最新研究，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具有重要意义，并可帮助理解极光、地球伽马闪、其他高能天体的高能辐射。相关研究成果发表在The Astrophysical Journal上。

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，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。

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）。然而，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，该特征往往仅表现为普通的双折谱，但很难同其他产生双折谱的物理过程区分开，例如，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。

科研人员从两个角度寻找同加速过程相关的截止能量：一是选择截止能量很高和热辐射较弱的一些特殊耀斑，从而发现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，科研人员还详细分析了高能截止对X射线能谱谱形的影响（图2右），强调了這個被忽视的重要因素。

紫金山天文台博士研究生夏凡小雨为论文第一作者，研究员苏杨为论文通讯作者。该研究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，并得到国家自然科学基金委员会、中科院空间科学先导专项、German Space Agency DLR等的支持。

[论文链接](#)

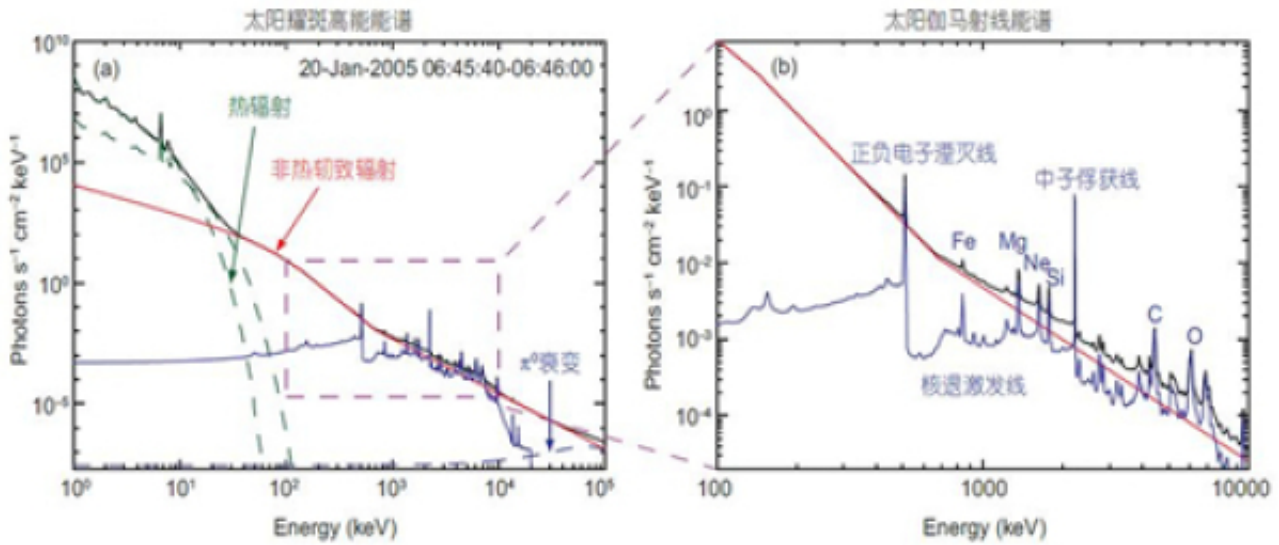


图1.一个X7级强耀斑的高能能谱

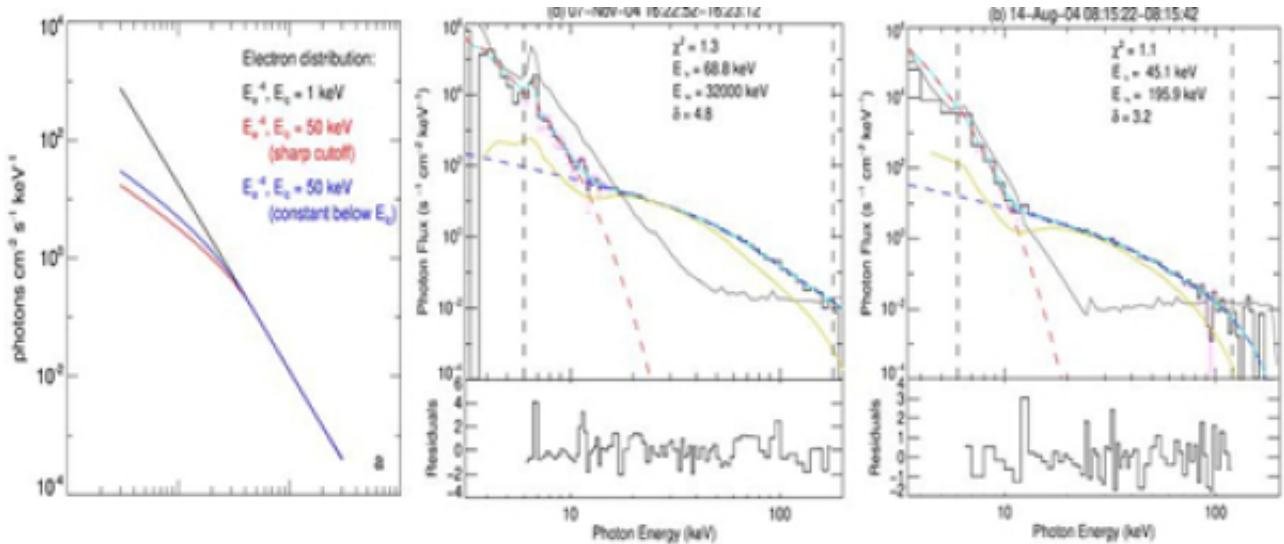


图2.左图显示单幂律和两种低能截止幂律电子分布产生的韧致辐射X射线能谱；中图和右图是RH ESSI观测到的耀斑能谱和拟合结果，均显示出了完整的低能截止特征。

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](http://www.iikx.com)转发