



新闻动态

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 研究亮点

图片新闻

头条新闻

通知公告

学术活动

综合新闻

科研动态

研究亮点

学术前沿

尧中华等-JGR: 磁重联和偶极化过程驱动木星的晨爆和极光注入现象

2020-09-02 | 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

木星上拥有太阳系中最强的极光现象，其紫外极光图片提供了诸多丰富的特征。事实上，在哈勃太空望远镜对木星的首批极光观测中，人们就发现了巨大的极光增强区域。根据极光形态和发生位置等特征，该现象被命名为木星极光晨爆（Auroral Dawn Storm）。虽然木星晨爆事件被发现至今已有20多年，其物理机制依然不清楚。其中一个主要的原因是缺乏木星晨爆事件对应的磁层观测，因此很难判断木星晨爆事件是由何种磁层过程所驱动。通常认为，木星磁层的磁重联过程与晨爆事件有密切关系，此外，哈勃太空望远镜提供的越来越多的木星极光观测显示出木星的晨爆事件与木星极光向低纬度扩散有关联。木星极光向低纬度扩散通常也被称之为极光注入事件，其对应的是磁层内的热等离子体从远处向靠近木星的区域注入，最近可达到木卫一的轨道附近（约6个木星半径处）。

在2016年到2019年期间，中科院地质与地球物理研究所尧中华副研究员与列日大学太空中心主任Denis Grodent教授以及Bertrand Bonfond研究员等人主导了一系列的哈勃太空望远镜木星极光观测项目，实现了同时完成卫星就位观测和木星极光拍摄，获得了一系列的木星晨爆事件和磁层扰动的联合观测。在2017年5月13日至5月17日期间（图1），哈勃太空望远镜进行了“准连续”拍摄，并且记录了其中的一个发生在5月16日的“孤立事件”，即在前一天和后一天都处于平静状态的一次极光晨爆和极光注入同时事件。考虑到木星空间环境持续处于变化之中，这种“孤立事件”非常难得，能够提供给我们极佳的机会来理解其发生机制。与孤立极光对应的是，木星磁场也在同一天出现了一个磁重联“孤立事件”（空间等离子体能量释放的最核心机制）。因此两个独立观测设备中的同时“孤立事件”提供了强有力的支持证据将木星晨爆与磁重联进行物理关联。

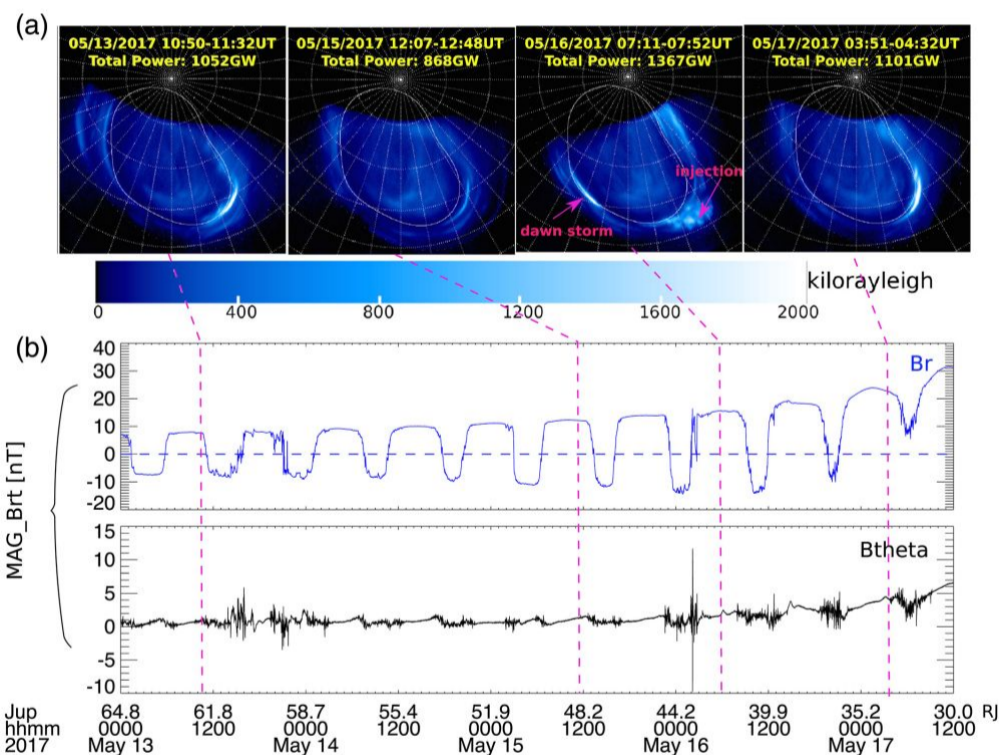


图1 (a) 哈勃太空望远镜拍摄的木星北极极光；(b) Juno卫星观测的木星磁场径向分量 (Br) 和南北向分量 (Btheta)

通过分析大量哈勃太空望远镜拍摄的极光图片，他们还进一步给出极光晨爆和极光注入的“共生”关系（图2）。将2017年5月16日极光注入区域沿磁力线追踪到磁层中，恰好对应了磁层中观测到的偶极化。因此他们的研究直接从观测上推测出木星晨爆极光事件与磁重联对应，而木星极光注入事件则与磁场偶极化对应。由于磁层中磁重联和偶极化是强耦合的关系，因此物理上也很好地解释了极光晨爆事件和极光注入事件经常共同出现。该研究还提出磁重联区可以在一段时间内持续产生偶极化注入事件，由于偶极化过程是随行星共转的，因此这些先后产生的偶极化注入事件会在经度上有所区分，从而形成极光图片上沿不同经度排列的多个极光注入事件，这也解释了极光晨爆是与多个极光注入结构共同出现的极光现象（图3）。

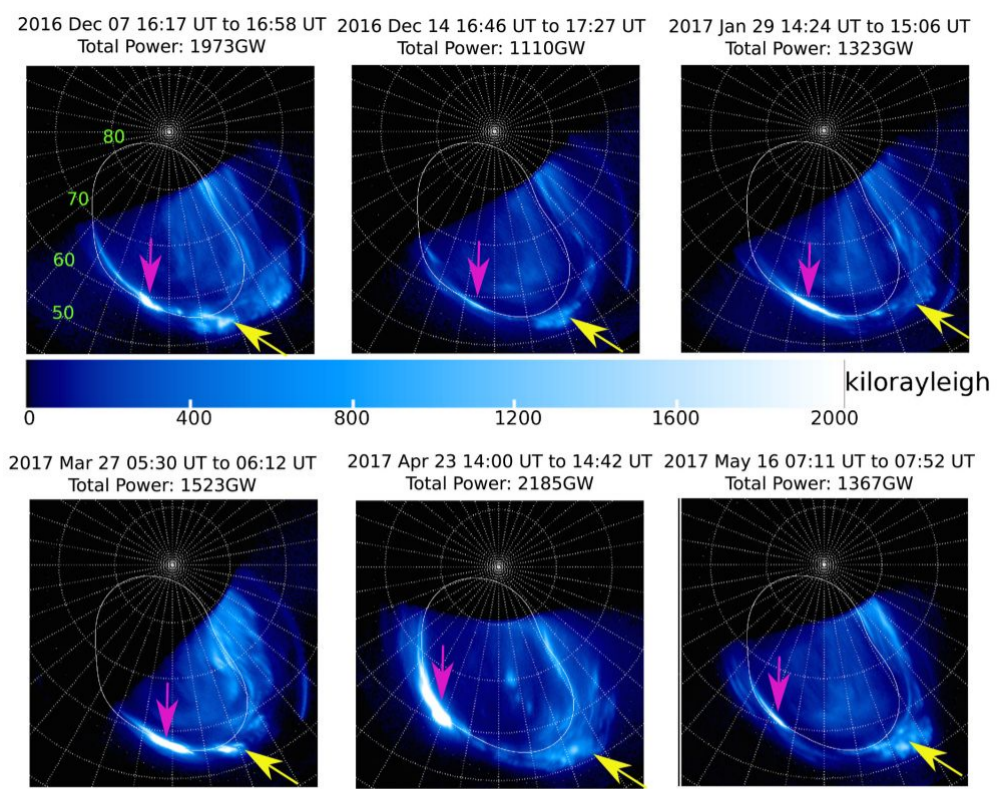


图2 选自哈勃木星观测项目G0-14634的6次典型极光晨爆与极光注入同步发生事件

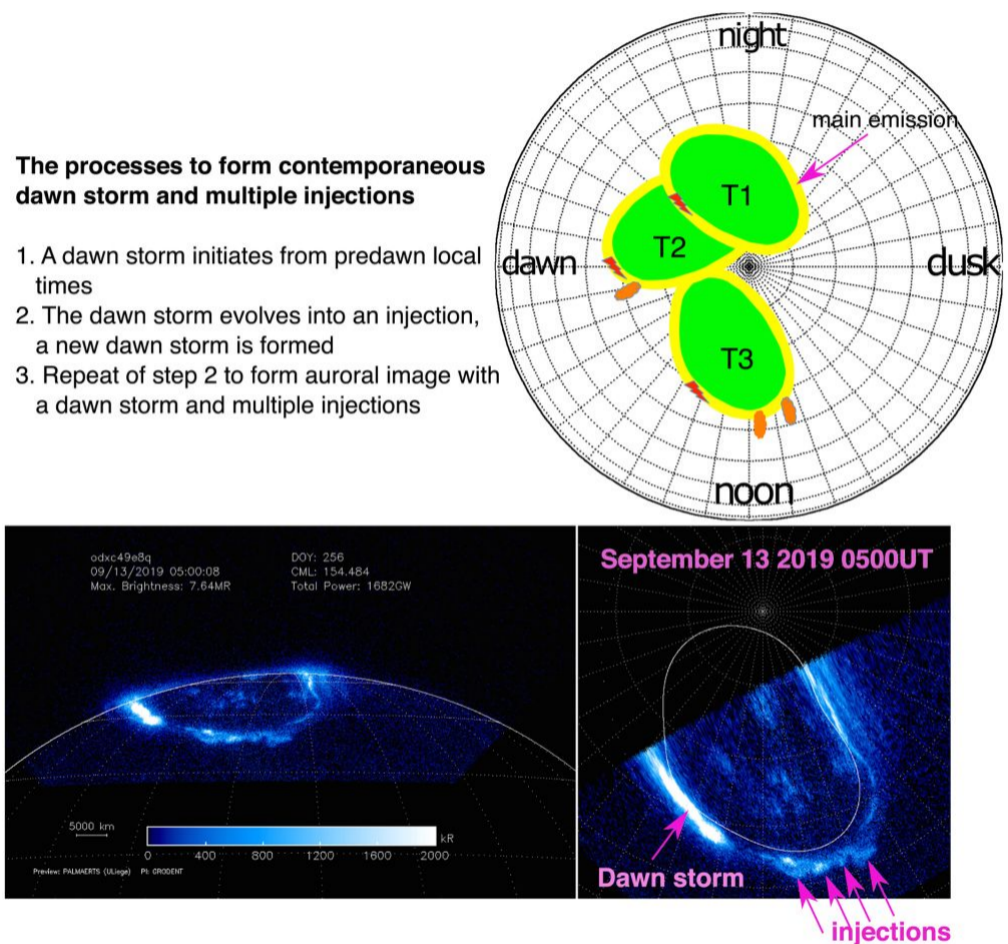


图3 示意图显示极光晨爆事件如何触发多次极光注入，从而形成如下图所示的极光特征，即一个极光晨爆与多个极光注入结构共同产生

研究成果发表于 *JGR-Space Physics*。(Yao Z H, Bonfond B, Clark G, et al. Reconnection and Dipolarization Driven Auroral Dawn Storms and Injections[J]. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2020: e2019JA027663. DOI: 10.1029/2019JA027663) (原文链接)