

[气候变化的故事]

太阳风暴的气候变化故事

文_叶 谦

叶谦，博士，曾任中国气象科学研究院兼职研究员、中国气象局华风影视集团高级顾问、世界气象组织北京 2008 年奥运会预报演示项目社会经济影响评价课题首席科学家。现任国际全球环境变化人文影响中国委员会（CNC-IHDP）副秘书长、国际全球环境变化人文影响计划（IHDP）主任特别顾问，IHDP 核心计划综合风险防范计划执行主任。研究领域包括：卫星气候学、气候变化的社会经济影响以及全球变化等。



2012 年 1 月 22 日，中国的农历正月初一，在远离地球 1.5 亿千米的太阳上发生了自 2005 年以来最强的太阳风暴（图 1）。美国国家大气海洋局制定的太阳风暴 5 级标准（其中 1 级最弱、5 级最强），这次太阳风暴的强度为 3 级。同地球上经常发生的台风、飓风和其他风暴天气一样，太阳表面也存在着各种“天气”现象。那么，太阳上的这些“天气”现象会对地球造成什么影响呢？

同地球上空气每时每刻都在运动一样，一般情况下，太阳最上层大气也稳定地向外空间射出由质子和电子等组成的等离子体流。因为这些带电粒子在宇宙空间中运动与地球大气的流动有着相近的物理特性，因此被科学家形象地称为“太阳风”。

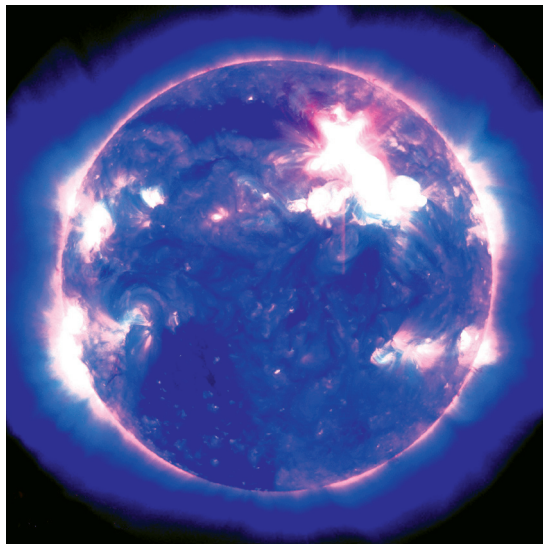


图 1 2012 年 1 月 22 日太阳风暴爆发

与地球上 12 级台风每秒 32.5 米以上的风速相比，太阳风的风速则猛烈得惊人，一般为每秒 350 ~ 450 千米，而在太阳风暴爆发时，速度更可高达惊人的每秒 800 千米，是地球上最强风暴风速的上万倍。幸运的是，普通的太阳风所含粒子密度非常低，每立方厘米只有几个到几十个粒子，对地球影响几乎可以忽略不计。而太阳风暴粒子含量较多，因此，对地球的影响就会很大。当太阳风暴射出的带电粒子到达地球时，就会对地球磁场造成巨大影响，引起磁暴。进入 20



图2 挪威北极光

世纪以来,人们发现,磁暴会影响无线电接收,各种电子设备乃至大型电网也会受到影响,对空间站工作的宇航员健康也会带来威胁。在磁暴期内,曾经发生过部分地区无线电和电视传播中断、北美供电系统停运、前苏联的“礼炮”号空间站脱离轨道等灾害事件。

但是,太阳风暴也给我们带来了一些益处。对那些不惧严寒的摄影爱好者而言,太阳风暴爆发给他们带来了绝好的艺术创造机遇。例如,此次太阳风暴所携带的大量电子粒子袭击地球,与地球磁场相互作用绚丽地引发了罕见的北极光,挪威出现了罕见的“凤凰状”极光景色(图2)。

对于研究全球气候变化的科学家而言,此次太阳风暴的爆发意义也不一般。这主要是两方面的原因:第一,太阳是地球上一切活动(包括气候系统)的终极能量来源。长期以来,研究太阳活动对地球气候变化的影响机制一直是国际科学界的一个热点。特别是对工业化革命以来的全球变暖原因的探究,更是引发人类活动影响主导还是自然变化(包括太阳活动的作用)的科学论战。对研究太阳活动

以及太阳对地球气候影响的科学家而言,由于此次太阳风暴代表着新太阳活动周已经到来,并可能将在2013—2014年前后到达新的最强期,而这段时间太阳活动的日趋活跃,造成空间天气事件频繁出现的可能性增大,这给科学家们分离源于太阳和人类的气候效应研究提供了一个极好的时机。

第二,由于近年来太阳活动出现了一些异常表现,一方面可能是由其内部所发生某种未知的变化引起,另一方面也可能预示1920年以来的强太阳活动期可能即将或已经结束,而这都可能对未来地球环境和气候产生重大影响,因此也受到全球科学家的高度关注。

对于太阳活动影响气候变化的机制,科学家已经提出了至少三种可能。包括太阳总辐射机制。通俗讲,就是太阳活动造成达到地球表面总辐射能量变化,直接引发了气候变化。根据这个机制,为了降低目前全球变暖的趋势,国际上一些科学家提出了向太空发射面向太阳的数万个小镜子,阻挡太阳辐射到达地面的科学设想。而另一部分科学家提出太阳短波辐射变化机制。他们认为太阳紫外辐射变化能引起地球中高层大

气物理化学性质的变化(比如臭氧的变化),再通过大气系统内部物理化学过程将变化传递到下层大气,引发了天气、气候变化。第三种机制是能量粒子(包括太阳能量粒子和银河宇宙射线)机制,该机制认为太阳活动首先影响地球空间天气,通过对地球某些特定区域云微物理过程的影响,导致云层宏观特征变化。这在短时间会引起包括降水、温度等相关气象要素的变化,而长期积累,就会引起全球云的时空分布变化,最后导致全球辐射能量平衡变化,从而引发气候变化。

总之,虽然太阳长期变化会对地球气候的形成和演变有着重要影响已经形成了广泛的科学共识,但是,在百年和十年这样相对较短的时间尺度上,太阳活动对气候的影响,尤其对近一百年来全球气候变暖的影响如何,科学界目前还存在争议(图3)。随着新的探测手段的出现,对太阳活动在科学认识上的进一步深化,科学家将会充分利用新太阳周到来的机遇,探明太阳—气候之间关系,以区分源于太阳活动和人类活动的气候效应有关物理机制,帮助人类更好地了解 and 应对全球气候变化。■

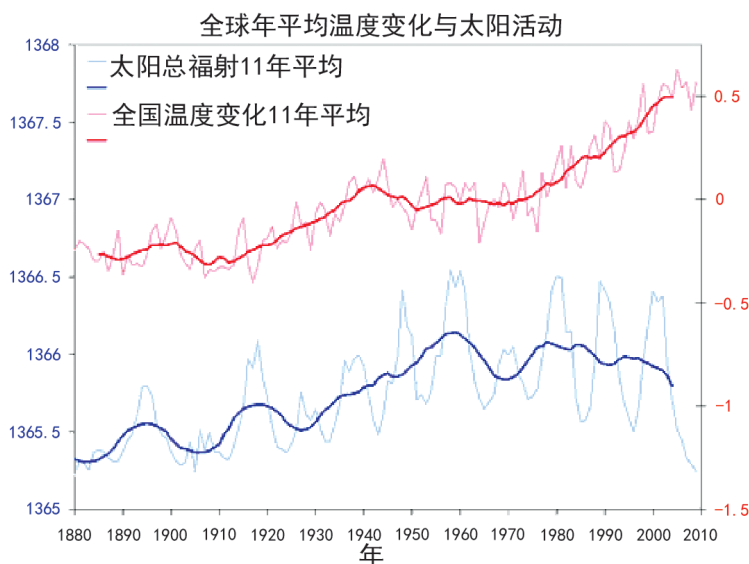


图3 全球年平均气温变化(红线)与年平均太阳总辐射(蓝线)关系