



# 太空也需要天气预报? 中国已布下“天罗地网”

## 什么是空间天气?

1957年人造卫星上天,人类进入空间时代。从此,人们开始意识到在陆地、海洋和大气环境之外,还存在与人类生存发展息息相关的第四环境——空间环境。瞬时发生的爆发性太阳活动通常会引起空间环境的剧烈变化,影响地面和空间技术系统的运行和可靠性,人们称之为“空间天气”。

与普通天气的“风雨雷电”类似,空间天气也有多种表现形式,包括电磁场、等离子体、高能粒子等多种不同尺度、不同程度的扰动,可以说是太空中的“风雨雷电”。太阳每时每刻都在向外吹拂着等离子体,我们称之为“太阳风”,平时,地球就浸泡在太阳风中。日冕物质抛射就像是源自太阳的“飓风”,它肆虐太阳系空间,会引起地球空间环境的剧烈扰动。

空间天气也会产生高能粒子“雨”。首先,太阳爆发本身就会向外释放大量的高能粒子,并冲击地球空间;另外,日冕物质抛射袭击地球时,会引起地球磁层中带电粒子的加速,产生高能电子暴。此外,太阳活动对地球的冲击也会引发空间电流的扰动,引起地面磁场的跳变,还会产生极光等现象,这些都是太空中的“雷电”现象。

## 空间天气如何影响人类生活?

空间天气会影响人类在空间和地面运行的各种技术系统。包括航天活动,以及与日常生活密切相关的卫星通信、导航定位、防灾减灾、航空飞行、电力、输油管道乃至铁路运行等。比如与我们生活息息相关的电力系统,地磁暴在地面产生地磁感应电流,可能使输电网中的变压器受损或者烧毁,造成停电事故。上世纪80年代末的空间天气事件就导致加拿大魁北克省大面积停电超过9小时。

航天活动方面,空间天气产生的大量高能粒子会影响卫星的运行安全;高层大气密度增加会改变低轨道卫星的运行姿态和运行轨道等。比如,在2022年,由于地磁暴的影响,星链卫星刚刚发射的49颗卫星,就有38颗重入大气层烧毁。

通信导航定位方面,电离层作为通信导航定位系统电波信号传播的媒介,其中的扰动会影响通信导航定位的精度,甚至完全失效。

说到这里,不少人可能有个疑惑,前段时间,发生了X级大耀斑和超大地磁暴,但很多人并没有感受到对自己生活的影响,这又是为什么呢?这是因为,空间天气除了产生极光这种肉眼可见的景观之外,是一种看不见摸不着的太空现象,因此普通人可能没有太强的切身感受。

但实际上,根据公开报道,前段时间的X级耀斑和超大地磁暴在全球范围内产生了多方面的影响。比如,在航天活动方面,包括中国空间站在内的低轨卫星或航天器遭受到了更强的阻力;部分卫星暂停了科研观测任务。在通信导航定位方面,美国、日本、加拿大以及中国等多个国家报告了强烈的电波吸收导致通信中断以及导航卫星失锁等现象。在电力系统方面,新西兰的电力传输服务临时关闭了全国部分变电站,以防设备损坏。

可见,看不见摸不着的空间天气对人类生活的影响却是实实在在的。尤其值得注意的是,随着人类科技的进步,空间天气灾害对人类活动的影响将越发显著。

中国气象局国家空间天气监测预警中心发布提示,2日3时39分,太阳活动区13697爆发了一次强度为M7.3级的中等耀斑,并伴随明显的日冕物质抛射活动,喷发类型为全晕喷发。受此影响,预计4日前后可能发生小至中等地磁暴。

“地磁暴凸显空间天气预报重要性。”前段时间,地球出现几十年来最强地磁暴之一,全球多地可见极光,世界气象组织作出这样的提醒。

天气预报我们都很熟悉,什么是空间天气?空间天气如何影响人类生活?做好空间天气监测预警,中国有何大国重器?



▲空间天气监测预警示意图。



▲位于四川省甘孜州的圆环阵太阳射电成像望远镜,由313部直径6米的抛物面天线构成,它是目前全球规模最大的综合孔径射电望远镜,不但能监测太阳的各种爆发活动,还能监测太阳风暴进入星际的过程。

▼位于内蒙古锡林郭勒盟的行星际闪烁望远镜,由我国自主研制,接收面积和灵敏度处于国际领先水平。从太阳大气爆发到行星际空间传播,再到地球空间响应,这是一个完整的链条。行星际闪烁望远镜就聚焦这个链条的中间纽带——行星际空间。它可以感知太阳风湍流引起的射电流量的闪烁,遥测太阳风的动态传播过程。

## 中国如何布下“天罗地网”?

天气预报讲究“未雨绸缪”,空间天气预报也是一样。相关机构需要尽可能提前对空间天气事件的发生时间和强度进行预报,判断其可能产生的影响范围和程度,提醒各方面采取针对性措施。

早在1992年,中国科学院国家空间科学中心就成立了空间环境预报中心,这是我国第一个专业的空间天气预报机构,20多年来,为我国载人航天工程等国家重大航天任务提供了全过程的空间环境预报保障。该中心同时也是国际空间环境服务组织中国区域警报中心的运行机构,面向全球发布空间天气预报。

进入本世纪,我国在空间天气和空间环境监测和研究方面的投入迅速增加。空间环境监测主要分为地基监测和天基监测两种方式。简单来理解,就是“基于地面”和“基于太空”,可以合力布下“天罗地网”。在天基探测方面,针对空间天气的源头——太阳,我国先后发射了“羲和号”和“夸父一号”卫星,紧盯着太阳的一举一动。在地基监测方面,则要提到一个响亮的名字——子午工程。

位于四川省甘孜州被称为“千眼天珠”的圆环阵太阳射电成像望远镜、位于内蒙古锡林郭勒盟的行星际闪烁望远镜和位于海南省的三站式非相干散射雷达,都是子午工程的标志性设备。

从四川到内蒙古再到海南,子午工程的设备分布怎么会如此广泛?

事实上,空间天气扰动是沿经纬向分布和传播的。基于这个特点,子午工程沿东经100度和120度、北纬30度和40度,布局了31个观测台站,建设了282台监测设备,其中就包括20余台套自主研发的具有国际先进水平的大型监测设备。

从中高层大气、电离层、磁层,到行星际、太阳大气,子午工程的探测范围涵盖了五大空间环境圈层,能获取多达40类的空间环境参数,可见子午工程规模之浩大。

子午工程I期,即“东半球空间环境地基综合监测子午链”,于2012年完成建设并投入运行。子午工程II期,即“空间环境地基综合监测网”,已经于近期完成建设,成为国际上综合观测能力最强的地基空间天气监测网络。子午工程II期经国家验收后将进入正式运行,对国内外科学家开放共享探测数据和研究成果。

本文图:央视、新华社、人民网

