## 太阳打“喷嚏” 地球会怎样

**2024年1月1日，我国“夸父一号”卫星成功记录了第25太阳活动周截至目前最大的耀斑，再次刷新了第25太阳活动周最大耀斑的纪录。太阳这颗离我们最近的恒星并非一成不变，太阳爆发有时候会严重影响地球周围的空间天气，进而影响人类的生活。**

**太阳爆发影响人类生产生活**

空间天气是指平流层以外的空间环境变化。跟日常天气不同，空间环境变化主要受太阳活动影响。通常太阳爆发对空间天气的影响有三种不同的情况，包括耀斑、太阳高能粒子和日冕物质抛射。

太阳爆发，首先能影响到地球的就是太阳耀斑活动。出现耀斑时，太阳表面有一小部分会突然变亮。这种亮度增加通常在可见光的波段并不明显，而是在其他波段上非常明显，例如X射线波段。所以耀斑并不是肉眼可见的，在太阳的X光照片中，耀斑导致局部变亮，亮度远高出其他区域。如果耀斑正好对着地球，耀斑发出的强烈辐射会扰动电离层，引发通信故障，导致飞机通信失灵以及GPS定位错误。由于耀斑的影响是以光速传播的，到达地球只需要8分钟，所以第一批到达地球的辐射，也被称为第一波“攻击”。

跨入2024年，我国首颗综合性太阳探测卫星“夸父一号”卫星，成功地记录了第25太阳活动周截至目前最大的耀斑。这是一个X5.0级耀斑，同时还伴随日冕物质抛射，这也再次刷新了第25太阳活动周最大耀斑的纪录。“夸父一号”卫星的三个载荷成功地跟踪和记录了这次爆发，将为太阳物理学家带来加速高能电子的相关信息。综合利用“夸父一号”卫星的观测数据，同时结合国内外相关观测设备提供的多波段数据，未来科研人员将围绕此次X5.0级耀斑开展进一步的科学研究。

太阳活动同样会产生大量的高能粒子，这些高能粒子沿着磁力线传播，如果方向正好合适，这些接近光速的太阳高能粒子最快十几分钟就能抵达地球，所以也被称为第二重“打击”。

太阳高能粒子具有很强的穿透能力，对于空间设备和航天员等，都有很强的杀伤力。太阳高能粒子会对卫星产生破坏。这些高能粒子能够穿透卫星设备表层，进入卫星设备内部，使内部产生强大的电压差，从而造成击穿损坏。这种损坏通常不可修复，也是卫星设计制造需要努力防护的。不止空间活动，太阳高能粒子甚至可能危害在地球极区飞行的乘客和机组人员的健康，所以在太阳活动期间，航空公司都会避免飞机飞越极区，而是采用其他的航线。

对于地球来说，影响最大的还是第三波“打击”——日冕物质抛射。太阳爆发时向外抛射出高速等离子体团。通常的太阳风速度为300到800公里/秒，但日冕物质抛射的速度通常在1000公里以上，最快能达到每秒3000公里，抵达地球只需要十几个小时。这些从太阳上被抛射出去的等离子体团蕴含着巨大的能量，在抵达地球附近时和地球磁场相互作用，能强烈扰动地球的磁场，形成磁暴，同时影响空间和地面高纬度地区的环境，甚至干扰卫星通信和定位导航信号。

磁暴会在高纬度地区的输电线路上形成强烈的磁暴感应电流，这种感应电流导致变压器过载，严重情况下甚至会损坏输电设备。与地面原因导致的停电事故通常发生在一个小范围内不同，由磁暴感应电流引发的停电事故通常发生在较大范围，严重影响人类的生产和生活。

磁暴会在地球磁层里产生大量的振荡，这些振荡会让各种粒子加速，在地球附近空间形成粒子暴。由于相当多的卫星在地球磁层中运行，所以磁暴可能损坏卫星。幸运的是，人类进入太空时代以来，还没有超级强烈的磁暴发生过，我们对此并没有切身体会。

除了对磁层形成干扰，磁暴还会引起大气密度上升。曾经有卫星发射因此失败——卫星通过测量大气密度来确定自身高度，由于大气密度整体上升，程序判定卫星一直没有到达预定的开机高度，所以卫星一直处于保护模式，不能打开自带的发动机调整轨道，最后在大气层中烧毁。

**这个太阳活动周期很猛烈**

通常，太阳活动按照11年周期变化。从极小年开始活动逐年上升，在抵达峰值后下降，再回到下一个极小年。不过太阳活动并不严格按照周期变化，而且每个周期都不一样。上一个太阳周从2009年到2020年，太阳活动非常稀少，几乎没有特别强烈的爆发。

目前正处于太阳活动第25周期，从现在的太阳活动趋势来看，这个周期很可能非常活跃，比之前的周期猛烈。

我们即将进入这个太阳周期的高峰期，太阳爆发将日渐频繁剧烈。2023年12月，北京北部山区出现了极光的疾驰旋舞，“北京极光”话题一度登上热搜。要知道，通常极光发生在地磁纬度的60°左右，高度可能在100公里到400公里左右，磁暴的强度必须足够大，极光本身也要足够亮，我们才有可能看得见。由此可见，此次的太阳爆发有多大！

如前所说，太阳爆发可能会给人类的生产和生活造成很大的影响。航天器、卫星应有防范空间天气灾害的预案。例如，在太阳爆发来临之际，可以让一些容易受到攻击损坏的电子线路停止工作，避免单粒子事件导致的错误命令或者代码。

此外，航天器可以增加一些对抗高能粒子辐射的保护装置。例如，加装防护罩。但现代社会的航天活动日益频繁，尤其是商业航天活动。而航天器也在朝小型化方向发展——在总体重量接近一吨的航天器上，加上十几公斤甚至几十公斤重的金属保护层，可以安全有效地防止高能粒子的影响；但小型航天器自身的重量只有十几公斤，甚至几公斤，显然无法加装厚重的金属保护。那么，就需要更好地了解空间天气状况，采用更加灵活有效的机制，来防范空间天气的危害。

总而言之，近几年，不论通信或是乘坐飞机出行，人类会更加频繁地面临空间天气带来的影响。展望更长远的未来，人类将进入星际旅行时代，这也就意味着，空间天气预报将更加重要。

**我国正构建空间天气预报“天地网”**

应对和防范空间天气导致的问题，最重要的是做好空间天气的预报。

太阳耀斑无法预测，但太阳表面的活动区都能观测到，当这些活动区面对地球时，都可以做适当的预警。虽然，到目前为止，导致日冕物质抛射发生的原因仍然还是一个未解的谜，但是日冕物质抛射一旦离开太阳，通常能被地面或者空间望远镜发现。

理论上讲，抛射出的等离子体团是否到达地球、什么时间到达地球都能被预报。只是现在的模型尚不能准确预报，还需要不断完善，才能更加准确地预报磁暴发生的时间和等级。

在空间天气预报方面，我国已采取了很多措施。比如子午工程。子午工程一期于2008年开工建设，2012年建成，利用东经120°子午线附近，北起漠河，经北京、武汉，南至海南并延伸到南极中山站，以及东起上海，经武汉、成都，西至拉萨的沿北纬30°纬度线附近现有的15个监测台站，建成一个十字形的多种手段监测网络。子午工程二期于2019年开工建设，在一期工程的基础上，新增16个台站。它们将和一期的监测台站一起，组成一个“井”字形的监测网络。其中，稻城太阳射电成像望远镜（DSRT）是子午工程标志性设备，它采用原创性的圆环阵列构型和中心定标总体方案，突破了单通道多环绝对相位定标等核心关键技术，实现了626路接收链路的高精度定标和实时自动补偿，率先建成“射电相机”。稻城太阳射电成像望远镜调试期已开展长期稳定太阳射电成像成谱监测，验证了太阳监测的全部指标。利用这个望远镜，我国科学家还开展了我国首次脉冲星实时成像观测；实现我国首次双站雷达成像观测；与欧洲低频阵列（LOFAR）成功开展联合观测，实现交叉验证。

此外，我国还发射了几颗太阳监测卫星，例如“夸父一号”“羲和号”，它们也将在空间天气预报方面大显身手。其中，“羲和号”是我国首颗探日卫星，2021年10月14日发射升空。几年来，“羲和号”产生了超过400TB的高质量科学数据和一系列原创性科研成果。目前，我国正在开展“羲和二号”日地L5太阳探测工程论证，根据论证方案，“羲和二号”将争取于2026年左右发射至日地L5点，对太阳进行立体探测——日地L5点，即日地第五拉格朗日点，距离地球约1.5亿公里，尚为国际探测的空白区域。“羲和二号”发射后，可深入探索太阳活动区磁场的起源和演化，研究太阳爆发的传播规律和对地响应，还可为实现空间天气及时预警及准确预报提供关键数据和技术基础。

天地一体，将极大地促进我国对太阳爆发的研究，更好地了解空间天气变化的源头，更加准确地预报空间天气，有效应对空间天气可能带来的灾害。