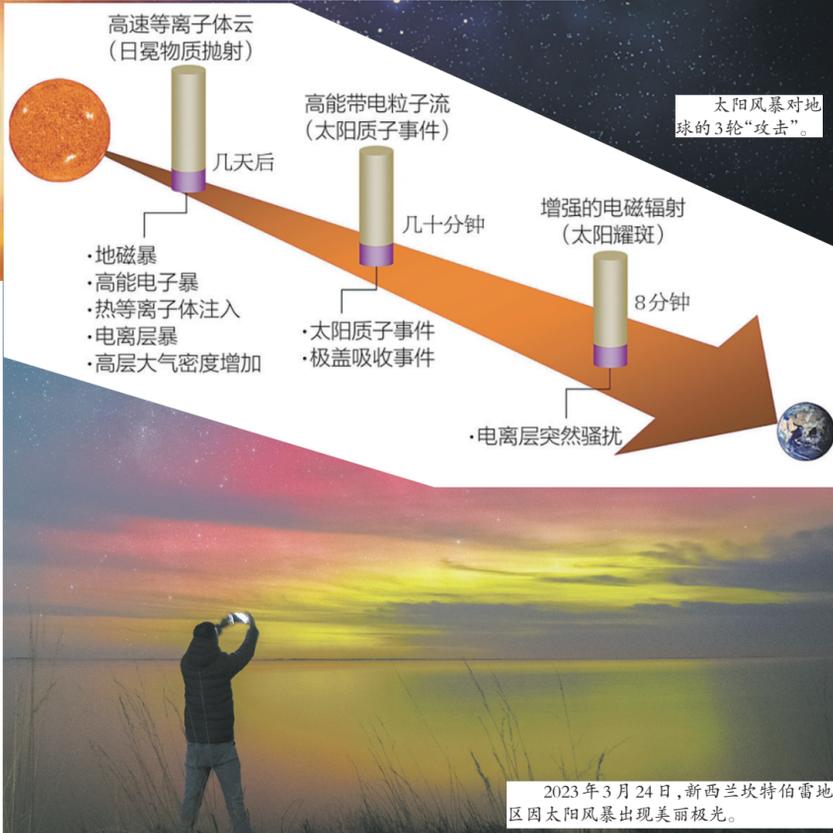


超强太阳风暴真的要来了吗？



太阳长了一张麻子脸，“麻子”还越来越多？根据比利时皇家观测台公布的国际太阳黑子数据，今年6月，太阳表面出现了160多个太阳黑子，这是20多年来太阳黑子数最多的一个月。有文章称，未来2-3年太阳活动愈加极端，可能发生灾害性很强的太阳风暴，而在8月6日和8日，太阳连续爆发了两次较强的X级耀斑事件，似乎也验证了这个预测，这引起了公众的广泛关注和担忧。

那么，太阳风暴是一种什么现象？灾害性的超强太阳风暴真会发生吗？我们今天就来聊聊这个话题。



太阳黑子实为强磁场聚集地

那太阳风暴是怎么产生的呢？这就要先说说太阳黑子了。

太阳的光球并非像肉眼看到的那样光洁，也会长“青春痘”，科学家把这种时常出现的深暗色斑点称为“太阳黑子”。因为太阳“脸”大，“痘”自然也不小，一个中等大小的黑子大概和地球差不多大。

其实，太阳黑子并不黑，只是因为它的温度比光球低，在明亮的光球背景衬托下显得黑而已。太阳黑子温度低的直接原因是它自身具有强磁场，磁场强度在1000-4000高斯之间，比地球上的磁场强度高出1万倍。强磁场能够抑制太阳内部能量通过对流的方式向外传递。所以，当强磁场浮现到太阳表面时，该区域的背景温度会从5700℃缓慢降至4000℃左右，使该区域以暗点形式出现，即黑子产生。

黑子倾向于成群出现。一个发展成熟的典型黑子群由两部分组成，因太阳自转的原因，西边的部分总在前面，称为前导部分；东边的部分则称为后随部分。前导黑子和后随黑子的磁场极性相反，一个表现得如北磁极(N)，另一个则表现得如南磁极(S)，所以这样的黑子群也被称为双极黑子群。一般情况下，黑子越大，磁场极性越复杂，磁场强度也越大。

太阳风暴实际上就是太阳物质和能量挣脱磁场束缚的一次释放过程，而太阳黑子正是这场“博弈”的关键位置，因此，可以说太阳黑子就是太阳风暴的源头。

从长期来看，太阳黑子数量的多少存在11年左右的周期变化。1843年，德国天文爱好者施瓦布通过1826-1843年间的日常黑子观测，首次发现了这一现象。黑子相对数年均值的极大和极小年份，分别称为太阳活动的极大年(峰年)和极小年(谷年)。通常，科学家也将黑子相对数年均值相对较高的太阳活动极大年和其相邻的几年，称为太阳活动高年；黑子相对数年均值相对较低的太阳活动极小年和其相邻的几年，称为太阳活动低年。

黑子越多太阳风暴频次越高

“风暴”在《辞海》中的解释为：刮大风而且同时有大雨的天气现象，比喻规模大而气势猛烈的事件或现象。所谓太阳风暴，是人们对太阳爆发活动及其引起近地扰动的一种形象和通俗的说法，其结果会对我们的卫星运行、导航通信、地面系统产生一系列影响。

从记录的第一个太阳活动周期算起(以1755年极小年起算的活动周为第1太阳活动周)，人类已经有24个太阳活动周期的完整记录。其中，有的活动周太阳黑子数整体偏低，属于弱活动周；有的活动周太阳黑子数整体偏高，属于强活动周。

根据历史资料统计，一个太阳活动周中太阳风暴的发生频次，与太阳活动周的总体强度基本呈现正相关的关系，即太阳活动周的黑子数越多，活动周愈强，太阳风暴的次数就愈多、强度愈强；太阳活动周的黑子数愈少，活动周愈弱，太阳风暴的次数则愈少、强度愈弱。

此外，在一个太阳活动周中，比较剧烈的太阳风暴都发生在太阳活动高年。例如，史上最强烈太阳风暴——卡林顿事件，发生在1759年，是第1太阳活动周的高年；让世人瞩目的加拿大魁北克大停电事件，发生在1989年，是第23太阳活动周的高年；引起多颗卫星故障的万圣节事件，发生在2003年，是第24太阳活动周的高年。太阳风暴对于地球的影响细分起来，可形象地称之为3轮“攻击”。

第一轮：耀斑爆发影响短波通信

太阳耀斑爆发时增强的电磁辐射以光速奔跑，只需约8分钟即可到达地球空间，会导致地球向阳面电离层的电离迅速增加，电离层发生短波吸收现象，从而影响短波通信(短波通信是一种利用短波无线电波进行远距离通信的技术，广泛应用于军事、民航、海运、天气预报、紧急救援等领域)。

第二轮：高能粒子引发太阳质子事件

高能带电粒子的速度相对较慢，约几十分钟后到达地球空间，主要导致地球中高轨道尤其是同步轨道高度

的高能质子等粒子通量急速上升，发生太阳质子事件。这时，轨道上的航天器周围如同遭遇了一场高能带电粒子“暴雨”的袭击，粒子像高速飞行的子弹，能够击穿几毫米厚的金属，袭击航天器内的微电子器件等，具有很强的破坏性。它们会造成航天器发生异常或故障，给在轨航天器的安全运行带来巨大威胁，甚至损坏航天器。

第三轮：快速等离子体云可影响卫星运行

太阳从日冕抛射出的快速等离子体云1-4天到达地球，会与地球的磁层发生相互作用，引起全球性磁场的剧烈震荡，发生地磁暴。当发生强地磁暴时，会导致地球低轨道大气密度急剧增大，对卫星的拖曳效应迅速上升，引起卫星轨道的快速衰减；同时大量

热等离子体的注入，可导致卫星表面充电电压升高，发生静电放电现象，从而引起航天器异常；地磁暴发生及其后数天，可能引发高能电子暴，而高能电子具有极强的穿透力，会在卫星附近产生高达数千伏的电压差，由此引起的放电脉冲可损坏卫星材料、破坏电子器件，甚至导致卫星报废；地磁暴还可能引发电离层暴，使全球导航定位精度下降。

地球上可以用肉眼观测到的最壮观空间天气现象“极光”，就与太阳风暴息息相关。如果想看极光，在太阳风暴第三轮攻击到来之前，去地理纬度高的地方静等便可。因为当大量的等离子体注入到北极、南极地区的电离层时，它们会与高层大气分子、原子进行撞击，从而形成绚烂多彩的极光。

峰年将至但谈不上“灾难”

当前，我们正处于第25太阳活动周高年前夕。美国国家航空航天局(NASA)联合美国国家海洋和大气管理局(NOAA)牵头成立的第25太阳活动周预测专家组(由来自美国、中国、加拿大、英国和日本等国的12名科学家组成)预测，虽然第25活动周太阳活动水平比第24太阳活动周略高，但仍然属于一个弱活动周，低于过去24个太阳活动周的平均水平。不过，由于太阳风暴的发生具有偶发性，不排除发生强太阳风暴的可能。

从数据来看，自2019年12月进入第25太阳活动周以来，截至今年8月的近4年时间里，太阳活动整体水平一直稳步上升。表征太阳活动水平的太阳黑子数平滑月均值(平滑值是指在一个数据序列中，用某个值来平滑相邻的两个数据点，以使数据变得更加平滑或减少波动)从2019年12月的2上升至今年1月的113，接近第24太阳活动周的峰值116。而今年6-7月，太阳黑子数的月均值为160左右，已超过第24太阳活动周的峰值146，是自2002年10月以来的最高值。根据监测显示，本活动周太阳活动仍处于上升趋势中。

但站在宏观角度来分析，在过往的4年攀升过程中，虽然发生了多次太阳风暴，但频次和强度仍然偏低。例如，在2020-2022年，标志着太阳风暴首轮攻击的耀斑事件，共爆发214个M级耀斑、9个X级耀斑(X级属于大耀斑)。其中，最强级别的耀斑为X2.2级，发生在2022年4月20日，由于爆发位置位于日面西边缘且持续时间短，只引起亚太地区比较明显的电离层突然骚扰，并未引发太阳质子事件、地磁暴等第二轮、第三轮攻击事件。标志着第二轮攻击的太阳质子事件，只发生了6次小质子事件，对在轨航天器基本没构成威胁。标志着第三轮攻击的地磁暴，算是比较频繁，共有166个时段(一个时段为3小时)发生

地磁暴，有6个时段为大磁暴级别。其中，最强的一次地磁暴事件发生在2021年11月4日，地磁Ap指数(地球磁场活动的一个指标，主要用于监测太阳风暴和地磁暴的强度和频率)为69，属中等强度的地磁暴。

今年以来，太阳活动上升到一个新水平，太阳风暴的发生频次也有所增加。从1月份至8月份，太阳累计出现了225个太阳黑子，接近2022年全年的261个，这导致了太阳爆发活动的频繁发生。截至目前，太阳发生了11次X级耀斑，超过了2020-2022年的总和。其中，最强级别仍为X2.2级，发生在2月18日，爆发位置位于日面东边缘，引起了东太平洋地区比较明显的电离层突然骚扰。巧合的是，其它10次X级耀斑事件的爆发位置也都比较偏，没有引发太阳质子事件、地磁暴等。

这些数据表明，太阳峰年即将到来，太阳脸上的“麻子”会更多，“脾气”会更暴，太阳风暴也迟早会来。预计在2025年前后，地球会遭受更多的高能粒子和频繁高速太阳风的冲击。

中国科学院国家空间科学中心的空间环境预报中心也做好了准备，利用天地基观测设备全天候监视太阳的一举一动，做好太阳风暴的预警工作，并向卫星运行、导航通信等部门及时发布耀斑、太阳质子事件和地磁暴等各类预警信息，以便提前做好规避和防护，如耀斑期间提高短波频率、调整航天员出舱窗口以规避太阳高能粒子等。

总之，太阳黑子、耀斑等太阳活动是太阳系内的自然现象，必然会对地球产生一定影响。但是，地球拥有强大的磁场和大气层，科学家也在积极研究保护地球和人类的技术手段。相信随着科技水平的不断提高，未来人类将会更好地应对太阳风暴等现象带来的影响，并继续探索宇宙的奥秘。

(据《北京日报》)

编辑：荣英 田园 美术：白海龙

科技与新知

从恒星耀斑到伽马射线暴——

看宇宙间那一场场盛大的“烟花表演”

夜空看起来非常宁静，但用一台可在几天内扫描整个天空的望远镜凝视太空，我们就会见证一场场盛大的“烟花表演”：从恒星耀斑到伽马射线暴(GRB)，从快速射电暴(FRB)到千新星，这些宇宙间盛大的“烟火”向我们展示宇宙极致绚丽的同时，也在向我们讲述着宇宙的奥秘。

恒星耀斑：活跃恒星的剧烈电磁喷发

中国科学院国家天文台研究员张承民向科技日报记者介绍说：“恒星耀斑是恒星大气中最剧烈的爆发现象之一，指恒星表面局部区域突然释放出极高能量的过程。在此过程中，恒星会在多个波段释放出强烈的电磁辐射，同时还会出现剧烈的高能粒子辐射。当太阳发生耀斑时，我们会看到其突然变亮，然后迅速恢复平静。类似的事情也发生在各种质量大小不一、温度和光度不同的恒星中。”

张承民解释，科学家已经知道太阳耀斑出现的原因：构成太阳的旋转气体携带磁场，由于太阳外层的对流和太阳自转，使得这些气体不停地运动，磁力线不断被拉伸和纠缠。当这些磁力线彼此接触并合并时，会释放出大量能量，它加热太阳周围的大气层并使粒子加速运动，导致突然爆发。

有时，多余能量会将太阳的一些物质喷射出来，形成日冕物质抛射。在极端情况下，这些高能辐射物质会到达地球，与地磁场相互作用，还可能危及卫星甚至地面电力基础设施。因此，天文学家一直在密切监测太阳的爆发活动。

千新星：碰撞中子星产生的大爆炸

千新星是碰撞中子星产生的大爆炸。当两颗中子星围绕一个共同的质心运行时，系统会以引力波的形式释放能量。最终，两颗中子星相撞，科学家在电磁光谱的可见光、红外和伽马射线部分会看到强烈的闪光。

“千新星是近些年引入的天文学术语，因为其峰值亮度高达经典新星的1000倍。”张承民介绍说。

科学家对千新星的了解大多来自双中子星并合产生的引力波事件GW170817，其证实了一些关于千新星的假设。首先，它支持中子星并合产生短而强烈伽马射线爆发的观点；其次，它证明了这些并合会孕育出一些重元素：中子被吸收到原子核中，产生铂和金等重金属。

不过，这其中诸多细节仍然未知，中子星的“状态方程”仍然是天体物理

学领域最大的“悬案”之一。

FRB：来自遥远他乡的神秘脉冲

2007年，天文学家首次发现了FRB，这是来自遥远星系的强大的无线电脉冲，持续时间为几毫秒。起初，他们很困惑：什么事情能在几分之一秒内释放出与太阳辐射10万年一样多的能量？

2012年，又一个重复的FRB闯入天文学家的视野。截至2023年7月，人们总共观测到了675次FRB。

张承民指出：“FRB如此短暂、强烈和明亮，科学家认为，其源头的物质分布必须非常致密。而且，鉴于FRB呈极化状态，因此源头必须具有非常强的磁场。在此基础上，科学家普遍认为FRB是由被称为磁星的强磁化年轻中子星爆发而来。”

天文学家也一直在研究如何利用这些FRB，因为每个FRB脉冲都以无线电频率到达地球，根据高频和低频信号之间的时间延迟，科学家可推断出它们所到之处的一些特性。

GRB：宇宙中最明亮的闪光

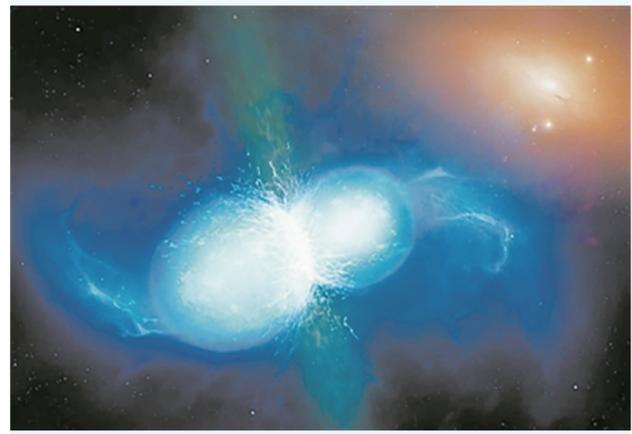
张承民解释说，伽马射线是能量最高的光，GRB是人们见过的最亮、能量最高的瞬态光子爆发事件。它们可以持续几毫秒到几分钟。鉴于它们也经常出现在X射线、光学和无线电发射中“露出马脚”，科学家因此能研究它们的来源。

目前，科学家发现了两种不同的GRB。张承民说：“长GRB持续时间为2-60秒，被认为由核心坍塌的超亮超新星产生。这种坍塌形成了一个黑洞，将恒星的残余物搅成强大的喷流。”而短GRB持续时间不到2秒，与中子星和黑洞等致密物体的并合有关。

GRB不断给人类带来惊喜。2022年10月9日，天文学家发现了迄今最剧烈爆发的长GRB，并将其命名为BOAT，它可能是人类文明开始以来，宇宙向地球发射的最亮信号。

张承民说：“星辰日月高天际，雪散烟花遍海隅。这些绚丽的‘烟花’也是遥远宇宙传来的‘使者’，对其开展深入研究将有助于我们进一步揭示宇宙的秘密。”

(据《科技日报》)



两颗中子星碰撞(艺术图)。

四千年前我国已有陶瓷排水系统

施普林格·自然旗下专业学术期刊《自然·水》日前发表一篇论文指出，中国已知最早的陶瓷排水系统在平粮台古城遗址出土。这一系统约有4000年历史，可能是应对远古环境危机的适应策略，体现了人类社会进行集体水管理的早期案例。

平粮台古城遗址发现于1980年，是中国最早的规划完整的高等级史前城址，开创了城市建设规划先河。遗址位于河南淮阳东南，是距今4300年至3900年新石器时代晚期龙山时代古城，面积约5万平方米。平粮台古城属温带季风性气候，年降水量季节变化差异大，夏季降雨量每月可达500毫米，面临气候不确定性威胁。

论文作者张海、庄奕杰和同事分析了平粮台所在淮阳地区的147个沉积物岩芯，有证据表明距今4200

年前存在短期降水波动，包括一些极端降雨事件。

平粮台古城的排水系统涵盖城内日常排水、城墙排涝和城门通道排水。

在遗址南城门外出土了三组陶质排水管道，呈倒“品”字形排列，两端有落差，可向城外排水。

在遗址南城门外东侧的城墙内有两组陶瓷排水管道。这两组陶瓷排水管道均纵向穿过城墙。每组陶瓷排水管道皆有一定坡度，城内高于城外，城内连通有进水沟或洼地，城外通过沟渠排向外侧壕沟。论文作者经实地勘查认为两组陶瓷排水管道似乎经过多次维修和重建。

平粮台被认为没有社会等级分层，因此，论文作者认为管理这类排水管道基建是一种合作的水治理方式。(据《科普时报》)