



扫二维码 看科学报 扫二维码 看科学网

主办:中国科学院 中国工程院 国家自然科学基金委员会 中国科学技术协会
总第 8420 期 2024 年 1 月 3 日 星期三 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.sciencecn.net

太阳活动周“最强耀斑”来袭

对人类健康基本无害,我国太阳活动监测已初具规模

■本报记者 倪思洁

2024年1月1日,新年第一天,太阳在5时55分时爆发了一个X5.0级强耀斑。中国科学院国家空间科学中心(以下简称空间中心)、国家空间天气监测预警中心均发布耀斑橙色预警。

空间中心判断,本次X5.0级耀斑事件由位于日面东边缘的活动区AR3536(N05E75)爆发产生。当前该活动区比较活跃,后续仍有爆发的可能。

本次X5.0级耀斑引起了地球电离层突然骚扰,主要造成太平洋区域短波通信中断,频率在30兆赫兹以下的信号丢失或中断现象持续时间超过60分钟。耀斑发生时,中国区域处于夜侧,因此并未受到影响。

针对此次强耀斑事件,《中国科学报》对空间中心研究员钟秋珍和副研究员李志涛进行了专访。

本次活动周以来“最强耀斑”,相当于10万次强火山爆发

《中国科学报》:X5.0级的强耀斑有多强?

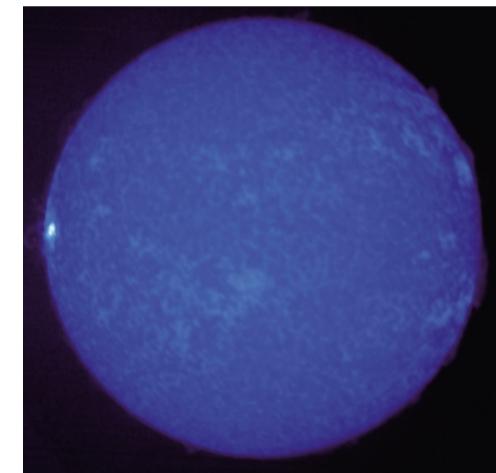
李志涛:目前,国际上按照软X射线峰值流量的量级,将太阳X射线耀斑分成五级——A,B,C,M,X,所释放能量依次增大10倍。C级以下的耀斑均为小耀斑,M级耀斑为中等耀斑,X级耀斑则为大耀斑。

各等级后面的数值表示X射线峰值流量的具体数值。X5.0级表示耀斑软X射线峰值流量为每平方米释放 5×10^{-4} 瓦。X级耀斑能释放出 10^8 焦耳的巨大能量,相当于几十亿颗巨型氢弹同时爆炸释放的能量,或者10万次强火山爆发释放的能量总和。由此可见耀斑的威力之大。

《中国科学报》:2023年似乎有很多太阳爆发活动,比如2023年初,太阳在6天内连续爆发3次X级耀斑,2023年12月又爆发了一次X2.8级大耀斑。目前太阳活动和耀斑爆发频率是否已经达到高峰?

李志涛:从长期来看,太阳活动具有11年左右的周期性。第25太阳活动周起始于2019年12月,根据对太阳黑子的监测以及空间中心和国际太阳活动预报小组的预测,2024年将迎来第25太阳活动周年峰。

目前太阳活动水平处于高位,太阳黑子日益增多,日面上不断出现结构复杂的大黑子群,爆发频繁,像2023年12月14日的X2.8级、本次的X5.0级,是本活动周以来最强级别的耀斑。



“夸父一号”卫星观测到莱曼阿尔法新波段下的X5.0级耀斑,蓝色全日面为宁静太阳的莱曼阿尔法波段辐射,左侧的白色亮点为耀斑爆发时莱曼阿尔法辐射增强。

中国科学院紫金山天文台供图

会向地球发起“三轮攻击”,但对人类健康基本无害

《中国科学报》:太阳强耀斑为什么会影响通信信号?

李志涛:太阳耀斑是发生在太阳大气局部区域的一种剧烈的爆发现象,几乎全波段的电磁辐射都会随之增强。强的耀斑往往伴随高能带电粒子流和离子体云的喷射,当它们朝向地球时,可能会对地球发起“三轮攻击”。

第一轮出现在耀斑爆发的8分钟后。强烈的电磁辐射会以光速抵达地球空间,直接进入电离层和高层大气,使电离层中的电子浓度急剧增大,引发电离层突然骚扰,可导致短波无线电信号衰落,甚至中断。

第二轮攻击大约出现在耀斑爆发的几十分钟后。比炮弹快万倍以上的高能带电粒子流到达地球空间,发生太阳质子事件,可能给空间飞行器带来危害,也可能威胁执行任务的航天员的生命安全。

第三轮攻击会出现在耀斑爆发的1至4天。高速等离子体云,即日冕物质抛射会携带磁场到达地球附近,引发地磁暴、电离层暴、热层暴等,可损坏卫星、电网、通信、导航等。

《中国科学报》:网上有人说“耀斑还可能对人类健康产生一定影响,如增加癌症风险等”,根据你们的判断,它对人们的身体健康是

否会造成危害?

李志涛:到达地球上的太阳辐射能量只有太阳总辐射能量的很小一部分,再加上地球大气层的保护,直接到达人体的辐射是很少的。因此,即使是强耀斑,对人类健康基本上也是没有危害的。

预报仍是世界性难题,我国需提升全天候监测能力

《中国科学报》:我们应该如何预防太阳强耀斑带来的风险?

钟秋珍:要预防太阳耀斑带来的风险,首先要有一业化的天地基空间环境监测,其次要有准确的空间天气预报能力,为防灾减灾提供可靠依据。此外,我们要及时关注国内外专业机构的预报、警报。太阳质子事件在耀斑爆发后几十分钟才会出现,而地磁暴则在1至4天后才会发生,当我们收到事件的预报信息后,有充足的时间进行应对。

《中国科学报》:以目前的监测技术,我们是否有可能提前预报太阳耀斑爆发活动?

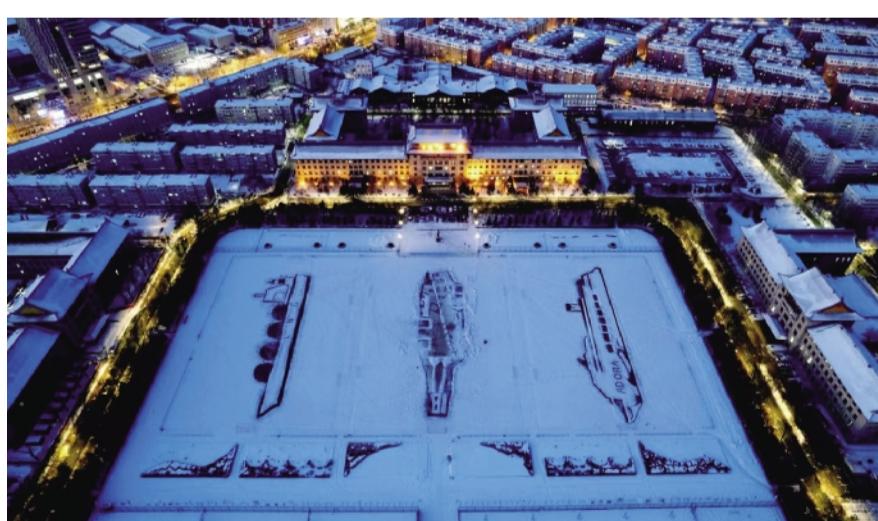
钟秋珍:预报耀斑,主要依赖对太阳黑子磁场和大小的监测。不过,太阳耀斑的发生具有很强的偶然性,即便我们能判断出哪些结构复杂的活动区会爆发耀斑,但它具体什么时候爆发、爆发级别多大,目前仍是世界性难题。

过去很长一段时间,人们通过对黑子的结构和磁类型进行分类与鉴别,基于人工经验和分析统计模型,来预测黑子产生耀斑的可能性,比如“结构和磁场极性越复杂,越容易产生耀斑”。最近,国内外基于人工智能技术,开始依靠大数据分析开展耀斑的智能预报。

《中国科学报》:目前,我国太阳活动监测预警的具体机制如何?

钟秋珍:目前我国的太阳活动监测系统已初具规模。2012年“东半球空间环境地基综合监测子午链”(子午工程一期)完成建设并运行,2023年“空间环境地基综合监测网”(子午工程二期)基本完成建设。这些国家重大科技基础设施将提供地基太阳活动监测。先进天基太阳天文台“夸父一号”、“羲和号”等卫星,以第25太阳活动周峰年为契机,揭示太阳磁场、太阳耀斑和日冕物质抛射的起源,提供天基太阳活动监测。

但是,目前我国在全天候监测和数据传输实时性方面还有待提高,需进一步加强自主能力建设,针对空间天气预报预警需求,在发射太阳活动与空间天气科学研究卫星之外,实施空间天气监测专星任务。



哈尔滨工程大学师生用雪打造出中国造船业的“三颗明珠”,图为夜景。

哈尔滨工程大学供图

夜色下的“三颗明珠”

本报讯(记者温才妃)2023年12月31日,哈尔滨工程大学近千名师生用5小时,在该校军工操场上用雪打造出中国造船业的“三颗明珠”——航空母舰福建舰、“爱达·魔都号”邮轮、国产LNG运输船,迎接跨年。

当时,军工操场的积雪厚度超过10厘米,室外温度低于零下20摄氏度。学生们有序分工,标点定位,挥锹铲雪、平整塑形,在北斗卫星高精度的定位指引下,布下262个特征点、1400多米长的线,以冰雪为卷,以铁锹为笔,勾勒出“三颗明珠”的雏形。

哈尔滨工程大学智能科学与工程学院研究生谭波说:“舰队需要标定点的数量多,点与点之间的距离在分米级,为完美呈现舰队的整体形状,细致刻画出舰队的线条,我们采用卫星联合增强导航实验室研发的北斗PPP-RTK技术对舰队的关键点进行了快速厘米级定位,确保了舰队关键点位置正确、整体形状不会变形。”

科研人员开发新型全钒液流电池单体电堆



70千瓦级高功率密度全钒液流电池单体电堆。
中国科学院大连化学物理研究所供图

本报讯(见习记者孙丹宁)近日,中国科学院大连化学物理研究所研究员李先锋团队开发出70千瓦级高功率密度全钒液流电池单体电堆。该单体电堆体积功率密度由70千瓦/立方米提高至130千瓦/立方米,在体积保持不变的条件下,功率由30千瓦提高至70千瓦,成本较目前的30千瓦级电堆降低40%,有望推进全钒液流电池的商业化进程。

全钒液流电池因其安全性高、寿命长、效率高、环境友好等特点,是大规模储能的首选技术之一。目前由于全钒液流电池初始投入较高,限制了其进一步普及应用。电堆是全钒液流电池系统的主要核心部件,其功率密度决定了电堆成本。功率密度越高,相同输出功率条件下电堆体积越小、成本越低。

非厄米量子系统纠缠性质研究有了新进展

本报讯(记者温才妃 通讯员许晓凤)福州大学物理与信息工程学院教授郑仕标课题组发现非厄米复合量子系统在奇异地能够呈现出纠缠相变。近日,相关研究结果发表于《物理评论快报》。

近20年来,人们在理论上预测并在实验上验证了奇异地导致的各种非厄米现象。但是,这些现象都可在量子和经典系统中出现。这导致了一个悬而未决的根本性问题——什么样的非厄米现象能够完全背离经典物理?

课题组发现,非厄米光子-量子比特相互作用系统在奇异地能够呈现出量子纠缠的相变现象。一方面,纠缠是纯量子力学效应,没有对应的经典概念;另一方面,纠缠相变是非厄米系统所特有的奇异地。因此,该团队发现的现象回答了上述根本问题。

课题组在电路量子电动力学系统中实现了量

子比特与具有耗散的微波谐振器的可控耦合,并在此基础上观测到了奇异地相变。实验结果表明,当量子比特与谐振器的微波光子的耦合系数小于耗散系数的1/4时,即奇异地时,系统本征态的纠缠度与耦合系数成正比。当耦合系数达到这个临界值时,纠缠度突然停止变化,其变化率从一个大于零的常数跳跃到零,验证了理论预测。

审稿专家认为,这个工作是非厄米量子系统纠缠性质研究的一个里程碑。由于在奇异地附近,非厄米系统的性质对控制参数的变化很敏感,奇异地效应可应用于高灵敏度传感的实现。迄今为止所报道的奇异地增强的传感都局限于经典系统,而课题组所提出的方法有望用于量子系统参数的高灵敏度测量。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.260201>

大象祖先的鼻子究竟有多发达?

本报讯(记者胡珉琦)象鼻是脊椎动物最灵敏的器官,具有至少4万条肌肉和极度发达的神经系统。大象祖先类群的鼻子有多发达?在一项最新研究中,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员王世绩、邓涛等对长鼻类下颌的多样性和演化历程及其与象鼻的共同演进进行了深入研究,揭示了早期象类的取食方式和有关器官的独特演变过程。相关研究成果发表于eLife。

早在1700万年前至1500万年前的中新世,早期象类中的明星物种——具有铲子状下颌的铲齿象,发展出用鼻子卷住植物配合下颌切断植物的进食方式,这是象鼻最早实现卷握功能的证据。

在这项研究中,科研人员对铲齿象、嵌齿象和豕棱齿象这三类主要的长鼻象进行了功能形态的对比研究,发现它们的下颌形态各不相同。

此后,研究人员又深入研究了3种象类的食性和取食方式,结果表明铲齿象、豕棱齿象和嵌齿象具有不同的采食方式和生活环境。铲齿象生活在较开阔的环境中,其下颌只适于切割垂直生长的植物,它利用灵活的鼻子卷住植物,再用下颌进行水平切割,这种采食方式具有非常高的效率;豕棱齿象生活在比较封闭的环境中,适于切割水平或倾斜生长的枝条,它用鼻子辅助压住枝条,然后配合下颌完成采食;嵌齿象的生境介于前两者之间或者与前两者重合,它的采食方式是多样化的,在林地和草地都能有效适应。

这项研究认为,对于早期象类,伸长的下颌和下门齿是主要的取食器官,而象鼻仅作为辅助工具,不同下颌形态的早期象类具有不同的生态适应性。随着生态环境逐渐变得干冷,铲齿象更能适应相对开阔的生态环境,以草本植物为食,最终促进了象鼻抓握功能和灵活性的发展。

铲齿象向开阔生境的扩张由于晚中新世初的托尔托纳极热事件引起的包括铲齿象在内的灭绝事件而终止,但嵌齿象类接替铲齿象类,持续扩散到晚中新世的开阔生境之中,在象鼻持续向更高的灵活性和更强的抓握功能的演化过程中,象类的取食功能完全转移到长鼻,最终导致原来的采食器官——下颌和下门齿的缩短。

研究人员表示,这项研究为我们认识大象这一重要类群所拥有的象鼻和下颌演化与生态背景提供了重要证据,并为理解长鼻类如何适应环境、环境变化如何塑造独特器官提供了新的见解。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.7554/eLife.90908.1>

7.6级大地震后,日本核电站再临风口浪尖

■本报记者 冯丽妃

日本当地时间1月1日16时10分,日本西海岸石川县能登半岛发生7.6级地震,震源深度30公里。

截至记者发稿前,地震已造成当地55人遇难。此次地震还导致两座核电站乏燃料池水溢出,再次将广受关注的日本核电站安全问题置于舆论的风口浪尖。

此次地震有何地质背景?强震之后发生强余震的可能性大吗?坐落在地震“火药桶”上的日本近年来何加速核电站重启审批?《中国科学报》就此采访了中国地质大学(北京)教授徐锡伟。

人员伤亡情况与房屋抗震强度有关

《中国科学报》:请谈谈此次地震的地质背景。

徐锡伟:此次地震位于日本西海岸石川县轮岛市东北30千米海域。日本是坐落在活动断层上的国度,活动断层的密度甚至比青藏高原地区还要大。日本岛弧是太平洋板块向西俯冲形成的板块边缘局部隆起带,属于环太平洋地震带,强烈的构造变形导致地震和火山活动十分强烈。

此次近海地震与我国汶川地震以及最近的甘肃6.2级地震一样,都是逆冲型,破坏力较大。据日本媒体报道,此次地震导致靠近震源的轮岛市向西移动约1.3米,出现了较大的地壳变动。此外,石川县内的穴水町向西移动1米、珠洲市向西移动约0.8米、能登岛也向西北方向移动约0.6米。

《中国科学报》:此次强震导致的人员伤亡情况与震源深度有关吗?

徐锡伟:震源70公里以内的地震都属于浅源地震,此次地震震源深度30公里,仍属于浅源地震,破坏力仍然较大,但比震源深度更浅的同震级地震的破坏力要弱。同时,尽管震中300公里范围内没有大中城市,但实际人口密度仍较大。

地震造成的人员伤亡情况与日本房屋质量有一定关系。日本的房屋建筑质量、抗震设防标准都是全世界最高的,基本是“全世界地震最安全”的地方。

《中国科学报》:地震发生后,日本气象厅迅速对该地区发布“大海啸警报”。你如何看待海啸对该地区的潜在破坏力?

徐锡伟:逆冲型地震在发震断层两侧会出现差异垂直到运动,可触发海啸的发生。此次逆冲型地震引发海啸的可能性较大,与陆地大地震相比,地震引发的大海啸往往更危险,会卷走房屋等设施,比如2011年日本东海岸地震引发的巨大海啸对附近多处房屋造成毁灭性破坏,并引发福岛第一核电站核泄漏。

日本东海岸从北到南有千岛海沟、日本海沟等深海沟,它们是西太平洋板块向西俯冲的海底地貌表现,也是地震海啸多发地带。综合海水深度和海底结构等因素,日本西部海域逆冲型地震引发的地壳差异垂直到运动幅度比东部海域要小,触发海啸的破坏力就没有那么大。日本气象厅预估的浪高5米海啸实际上仅有1.2米左右。1月2日上午,日本气象厅已解除此次地震后的全部海啸预警。

同样规模余震可能性不太大

《中国科学报》:地震发生后,日本气象厅预测,未来一周内,特别是两三天内,仍有再次发生震级7级左右地震的可能性。这种可能性大吗?

徐锡伟:震级为7.6级大地震发生后再次发生7级左右的强余震是有可能的。这可以把余震看作是大地震或特大地震发生后,地壳中应力调整的结果。通常,大地震过后,随着时间的推移余震震级会变小。此次地震前后已经发生了多次5至6级的地震,释放了一定的积累应力或应变能,估计不一定发生同样规模的强余震。

《中国科学报》:通常如何判断余震的大小?

徐锡伟:一种方法是根据历史案例来推测余震大小,另一种方法则是根据发生地震区域应力/应变积累量与释放量来推测。在地震三要素中,余震发生的地点是明确的,其余的震级、时间两个要素,可以根据对地震活动的长期监测,以及应力/应变变化来预测,但准确预测仍然很难。

加速重启审批核电站

《中国科学报》:此次地震波及日本两座核电站,你如何看待地震对日本核电站安全的影响?

徐锡伟:核泄漏大家都很害怕,关键是强化核设施本身的安全建设。

此次距离震中约70公里的石川县的志贺核电站有一座变压器发生火灾,该核电站乏燃料池中有水溢出并流入周边区域。同时,附近新潟县的柏崎刈羽核电站部分机组反应堆乏燃料池中的水也发生溢出,但并未外泄到建筑外。地震发生后火灾被迅速扑灭,监测数据亦表明泄漏的放射性物质未对外部环境造成影响。

日本核电站有严格的施工标准,如5公里范围内要拆除行动断层,即50万-40