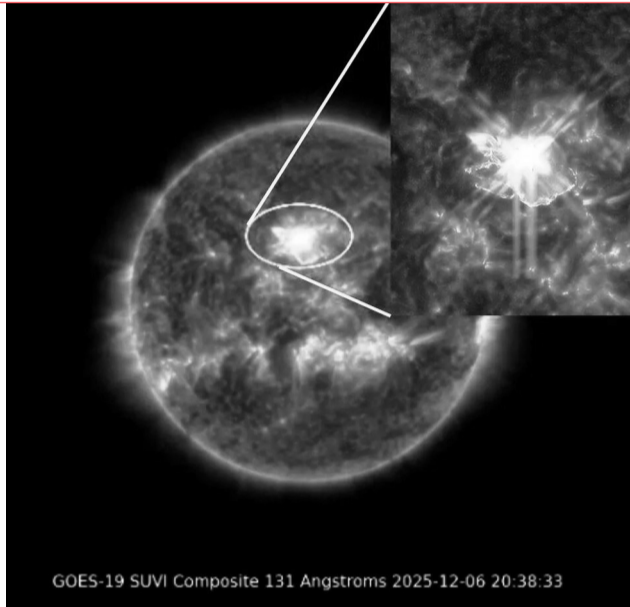


2025年已发生超6场大地磁暴 为何今年太阳脾气特别“暴”

近两年，“地磁暴”这个源自天文学的专业词汇，正以前所未有的频率闯入公众视野。

记者通过搜索了解到，从1月至今，仅在本年度，显著的地磁暴事件已被媒体报道超过6次。最近一次就发生在12月9日——北京时间12月7日04时39分，太阳活动区14299爆发了一次M8.1级耀斑过程，其抛射的带电粒子在9—10日抵达地球，引发一次中等甚至更强级别的地磁暴。

为何我们会感觉地磁暴越来越频繁？它究竟是什么，又将对我们的生活产生哪些影响？



太阳活动区14299爆发了一次M8.1级耀斑过程
图源：国家空间天气监测预警中心

今年处在“太阳的暴躁期”

“地磁暴是一种由太阳爆发活动引起的现象。”浙江省天文学会科普讲师徐煜华解释，太阳表面的大气层由里向外分为光球层、色球层及日冕层，地磁暴是由于太阳日冕物质抛射引起的。“每一次抛射能将数以亿吨计的太阳物质，以数百到数千千米每秒的速度抛离太阳表面。它携带着太阳强大的磁场能，一旦‘命中’地球，产生的冲击波可能会引发地磁场方向与大小的变化。”

简单来说，地磁暴就像是太阳“打了个喷嚏”，而这场威力远超一次氢弹爆炸的“喷嚏”，就会让地球发生“磁场感冒”。

了解地磁暴，我们还可以先仰望一下“太阳黑子”。通过望远镜，大家可以很容易观测到太阳脸上的“小雀斑”，徐煜华介绍，这些雀斑就是“太阳黑子”。它们是太阳上磁场聚集的地方，磁场较强，温度较周围的光球温度(大约6000摄氏度)低，所以观测时就是黑色的。而看起来

可能“芝麻大”的太阳黑子，每一个的直径都超过地球。

当我们看到的黑子数量越多，耀斑爆发的概率就越大。“今年，我们就处在一个‘太阳的暴躁期’。”徐煜华告诉记者，太阳活动一般遵循大约11年的周期规律，2024—2025年正处于第25个太阳活动周的高峰期。这意味着与过去相比，近两年太阳活动更为频繁且强烈，进而增加了地磁暴发生的概率。而下一次高峰期，预计将发生在2036年。

为什么现在更常听说地磁暴

监测能力的提升与民众关注度的提高也是大家更常听说地磁暴的原因。

我国已建立完善的地磁暴监测体系。国家空间天气监测预警中心会基于地磁暴预报开展极光

预报，能在太阳爆发活动出现时，判断其是否引发地磁暴，并提前2至3天作出预测。目前，国家部署了84台(套)空间天气观测设备，并依托风云系列气象卫星实现业务化监测，为深入洞察空间天气变

化奠定坚实基础。

除此之外，随着公众对航天、通信、电网安全的认知提高，以及极光观测成为热门话题，让大家对每一次地磁暴的发生都印象深刻。

对普通人的影响可忽略不计

最近不想上班？晚上睡不着？是不是都是地磁暴“惹的祸”？对此，徐煜华表示，地磁暴对普通人的影响非常微弱，甚至可以忽略不计，遇到地磁暴预警不必惊慌或者采取特殊防护措施。

“地磁暴是一种全球现象，对于极光爱好者或摄影人来说，也

许还是一次难得的‘追光’机会。”徐煜华说，地磁暴一般会在高纬度地区贡献令人叹为观止的极光景象。像这两天，我国北部就有机会出现较为明显的极光，部分地区甚至有出现红绿复合极光的可能。

但地磁暴对航天领域会带来较大的影响。高能粒子流和地磁

扰动会对空间站、卫星的电气元件工作、飞行姿态等产生影响，飞船在轨受到的辐射也会增强。“不过在及时的监测和预报下，科研人员们也会不断优化航天运行策略，为稳定的太空探索奠定基础。”徐煜华说道。

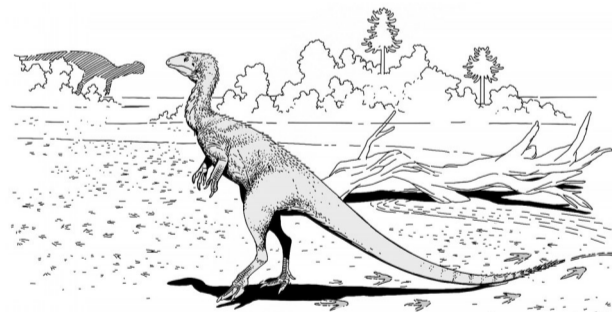
据潮新闻

农家垫脚石上发现413个恐龙足迹

研究发现小型兽脚类恐龙或已具备鸟类运动能力

乡村农家垫脚石竟是重要的恐龙足迹化石，研究人员通过精确测量和生物力学分析，提出一个新观点：这些小型兽脚类恐龙可能采用了一种类似现代地栖鸟类的“接地奔跑”步态……

12月8日，记者从自贡恐龙博物馆获悉，由该博物馆和中国地质大学(北京)等机构组成的科研团队对一批珍贵恐龙足迹化石的研究取得重大突破。研究表明，四川富顺县永年镇五里村保存的413个早侏罗世(约1.9亿至1.8亿年前)的兽脚类恐龙足迹与尾迹，为揭示早期兽脚类恐龙的多样性、运动方式及行为特征提供了极为珍贵的实证。



造迹者的警戒行为留下尾迹



池塘边兽脚类恐龙足迹的“垫脚石”石板

发现

“鸡爪”状痕迹是1.9亿年前恐龙足迹

1998年7月，富顺县永年镇五里村村民丁永富、丁永健兄弟为方便用水在屋旁空地开挖池塘，并将开采出的长条形石块铺在四周作为垫脚石。近二十年间，村民们虽注意到有些岩石表面布满“鸡爪”状痕迹，但未深究。

随着恐龙足迹知识的普及，2017年4月，丁永富的女儿丁丽将石块照片发到网上询问，引起自贡恐龙博物馆专家的重视。“这些看似普通的石块，实则有可能蕴含着恐龙生存的重大秘密。”自贡恐龙博物馆研究馆员、研究部主任江山回忆，馆方迅速行动，于同年5月确认这些石块为重要恐龙足迹化石，并成功将其征集回馆进行保护与研究。

研究团队发现，这批由8块石板组成的核心标本上，密布着413个清晰的三趾型兽脚类足迹，距今约1.9亿至1.8亿年前，足迹密度极高。其

中一块石板的足迹密度达到每平方分米约2个，是中国下侏罗统中密度最高的兽脚类足迹记录之一。

这批足迹以蹠脚龙足迹(Gral-lator)为主，平均长度约为14.5厘米，形态“紧凑”，具有清晰的圆形趾垫和尖锐的爪痕。同时，研究团队还发现了部分较大的实雷龙足迹，最大的足迹长达22.5厘米，在形态上与经典的巨大实雷龙足迹(Eu-brontes giganteus)相似。

江山解释：“蹠脚龙足迹与实雷龙足迹的组合，是早侏罗世全球广泛分布的经典足迹组合。这一发现印证了当时恐龙动物群的全球相似性，为研究早期恐龙演化与扩散提供了重要线索。”

研究

尾迹可能是警戒行为或攻击性信号

研究人员采用高分辨率三维表面扫描和数字摄影测量技术，对石板表面的细微痕迹进行了毫米级精度的数字化建模。

研究发现，与足迹相伴保存有数条清晰的尾迹痕迹。这些尾迹长度在20至40厘米之间，宽约2至3厘米，深度较浅(约0.5厘米)。其横截面呈清晰的V形或U形，底部可见一条更细的中央凹槽(可能为尾椎腹侧脊的印痕)，两侧伴有因尾部侧向移动推挤沉积物而形成的冲出脊。这些形态细节在高清三维模型中得以清晰呈现，确认为恐龙尾部与地面接触的直接遗迹。

研究团队成员、中国地质大学(北京)邢立达副教授指出，两足恐龙尾迹非常罕见，其成因一直有不同看法，主要假说包括稳定身体、减速时尾部向后旋转，以及在中等深水中脚掌行走等。传统假说多与运动平衡相关，但四川富顺的发现打开了新的解读窗口。

研究团队结合现生鸟类的行为学，推断尾迹可能与以相对低速移动的造迹者有关，并提出尾迹是由于主动或被动降低尾部所致，原因并非保持平衡，这些尾迹可能记录了早期兽脚类恐龙的特殊行为瞬间。这些行为可能包括：

一种可能是警戒行为。尾迹通常发现于水体附近，这些地方常有猎物和捕食者光顾。研究团队推断，当小型兽脚类恐龙，尤其是对于那些可能被较大个体恐龙或景物遮挡的小型个体，抬起上身观察周围环境、监视潜在捕食者或猎物时，尾部自然接触地面，形成了这些痕迹。

另一种可能是攻击性信号。一些鸟类会倾向于通过持续抬起上身以显得更大，或压低重心准备攻击来显示攻击性。在此过程中，尾部位置相对降低，也会形成尾迹。这些尾迹很可能记录了早侏罗世小型兽脚类恐龙在滨湖或滨岸地带活动时，其低速移动、停驻观望或同类互动中展示出的攻击性姿态的瞬间行为。

观点

这些恐龙可能已具备类似鸟类的运动能力

研究人员通过对可辨识行迹的精确测量和生物力学分析，还提出了一个新观点：这些小型兽脚类恐龙可能采用了一种类似现代地栖鸟

类的“接地奔跑”步态。

分析显示，其相对步频较高，复步长与臀高之比等参数与鸡形目和鸚形目等鸟类在行走—奔跑转换时的数值非常接近。这表明这些早侏罗世的小型捕食者可能已经演化出了高效、节能的运动策略，其运动速度估算范围在每秒1.6至2.4米之间(约合每小时5.8至8.6公里)。

据悉，该研究由自贡恐龙博物馆研究馆员江山、叶勇、彭光照，以及中国地质大学(北京)邢立达副教授等学者共同完成。

自贡五里村足迹点凭借其高密度的足迹、清晰的形态特征以及可能的行为证据，为早侏罗世四川盆地恐龙动物群研究提供了宝贵材料，进一步丰富了对早侏罗世四川盆地恐龙动物群的认识。该足迹点不仅为全球分布的经典足迹类型提供了具有重要意义的亚洲实例，还表明这些早期兽脚类恐龙可能已具备类似鸟类的运动能力，并且留下了可能与它们复杂行为相关的直接证据，为古生态重建打开了新的窗口。据红星新闻 自贡恐龙博物馆供图