



# 能否准确预报两个月天气 海洋的这个参数很重要

◎本报记者 叶青 通讯员 徐晓璐

早上出门,看天气预报。出差旅行,更要看天气预报。天气预报和我们的生活息息相关,但我们往往也发现,1天之内的天气预报比较准确,时间越往后,预报的结果越容易不准,并且目前的预报时限只能在14天之内。

天气预报时限涉及到大气的季节内振荡

(ISO)研究。近日,中国科学院南海海洋研究所热带海洋环境国家重点实验室(LTO)研究员杜岩团队,在热带印度洋海洋动力过程影响大气的ISO方面的研究中取得新进展,相关研究成果发表在《气候动力学》上。

今后一旦对ISO研究透彻,天气预报的时限将可拉长至一两个月,使我们能够对即将发生的极端天气提前采取应对措施,实现“无缝隙”气候预测。

## ISO同长短期气候密切相关

“ISO不局限于某一种具体现象,而是描述一类时间尺度的变化。”杜岩团队成员、博士梁韵说道:“对于一个事物,我们实际得到的观测数据是多种时空尺度变化叠加的结果。不同尺度变化的形成机制不同,因此在研究过程中,为了简化问题,我们通常将不同尺度的变化分离开来。”

什么是时间尺度呢?梁韵以日变化为例介绍:“每一天的气温变化规律基本是早晚比较冷,中午最热,这是由于地球自转所致的日升日落规律造成的日变化,也就是我们最常见的‘天’时间尺度。”

“ISO,是一种时间尺度大于一个月但小于一个季度的变化。”梁韵说。由于ISO能直接影响其所在地区的长期天气变化和造成短期气候异常,又能通过改变大气对流和环流、激发大气波动、与厄尔尼诺等其他时间尺度的气候模态相互作用等方式间接影响全球的气候,近年来成为气候变化研究的重要前沿课题之一。

热带地区的ISO尤为活跃,大致可以分为北传和东传两种类型。其中,东传型最初由马登(Madden)和朱利安(Julian)两位科学家发现,因

此也常被称为马登-朱利安振荡(MJO)。“东传ISO是一种行星尺度的深对流系统,伴随着气压、风场、降水、海温等多种要素的变化,最初生成于热带西印度洋,以每秒5—10米的速度向东传播,在热带东南印度洋被显著加强,经过西太平洋之后强度逐渐减弱,深对流最终消失于日界线附近。”梁韵指出,该ISO具有较为显著的季节特性,在北半球冬季,也就是12月至次年2月最为旺盛。

东传ISO在某些地区的持续性活跃往往还会引起一些较为极端的天气,比如2008年初我国南方雨雪冰冻灾害,1998年和2020年夏季长江流域的洪涝,以及2009年冬季和2010年冬季云南的百年大旱等。赤道附近东传ISO对对流和环流的异常甚至可通过影响海洋蒸发、流动、波动,进而影响到海洋中一些现象的发展和演变,甚至影响海洋微生物的生长。

“ISO能影响亚洲季风区、非洲大陆、太平洋岛屿,甚至北美西海岸等多个区域的天气和气候。”梁韵指出,ISO是连接天气和气候的桥梁,理解ISO的发生发展是研究天气及气候变化的重要环节,也是实现“无缝隙”气候预测的关键。

ISO能直接影响其所在地区的长期天气变化和造成短期气候异常,又能通过改变大气对流和环流、激发大气波动、与厄尔尼诺等其他时间尺度的气候模态相互作用等方式间接影响全球的气候。

# 汤加火山继续喷发有啥后果? 2亿年前地球给出了“参考答案”

◎本报记者 张晔

南太平洋岛国汤加的洪阿哈帕伊岛1月14日和1月15日发生火山喷发,这一事件在近日引发公众关注。那么,如果有一连串类似汤加火山这样的喷发会带来什么呢?记者1月15日从中国科学院南京地质古生物研究所获悉,国内



多个科研机构合作完成的最新研究成果“三叠纪-侏罗纪之交的火山作用:增强的大陆化学风化与碳循环扰动”在《自然·通讯》上发表。

该研究表明,在距今约两亿年前的三叠纪-侏罗纪(T-J)之交,大规模的火山活动遍及全球;火山喷发不仅造成大规模的生物灭绝事件(显生宙“五次生物大灭绝”之一),也是陆地风化和碳循环波动的主要诱因。

## 追踪沉积物中火山活动记录是难点

中国科学院南京古生物研究所研究员王永栋告诉记者,这次的火山喷发主要发生在近60万年的时间内,形成了横跨北美和邻近联合大陆(简称为盘古大陆)地区的大规模岩浆沉积。火山活动向大气中排放了大量的轻碳同位素和甲烷气体,造成了全球范围内的碳同位素负偏现象。不断增加的大气CO<sub>2</sub>等温室气体,造成了气候变暖、海洋缺氧和海水酸化,并造成了之后侏罗纪早期的大陆化学风化作用不断增强。

但是,有关火山作用、碳同位素漂移和大陆化学风化作用之间在关系,在很大程度上是科学家推断的,迄今尚未找到有力的证据。这是沉积环境和保存方面的原因导致的,在远离火山喷发地区的陆相地层中,追踪沉积物中火山活动的记录一直是个难点。

近年研究发现,火山活动是地质历史上最重要的自然来源,并且汞元素可以在大气中进行

## 找到东传ISO冬季最强原因

杜岩团队即把研究的眼光聚集在东传ISO上。过去的科学研究普遍认为,ISO是一种大气内部模态,也有一些研究从海洋的角度分析了热带西南印度洋ISO的生成。“我们主要从海洋角度分析了海洋动力过程在热带东南印度洋对ISO的加强作用。”梁韵说,“因为海洋的变化比大气缓慢,我们通常说海洋拥有记忆功能。某些情况下,可以通过海洋波动追溯前期大气变化对海洋产生的影响,这就为我们的预测研究提供了一定的信号。”

在此之前,关于东传ISO的研究普遍从大气内部的扰动出发,关注水汽、风场等大气要素的变化。但杜岩团队把关注点放在海洋动力过程中,并将研究时间提前到秋季,且在此过程中,海表温度(SST)被作为重要的媒介,海洋波动通过影响SST进而影响大气。

基于对观测数据和再分析资料的分析,杜岩团队发现热带东南印度洋和大气在50—80天的ISO信号相关性,二者均在北半球冬季最活

## 实现“无缝隙”气候预测的关键

“目前天气预报的准确预报时间被限制在14天以内,对厄尔尼诺—南方涛动等气候变化模态的准确预测也存在困难,这正是由于对ISO的研究尚不完善。”梁韵指出,“一旦能够研究透彻ISO,天气预报的时限将可拉长至一两个月,那么对于有可能发生的极端天气,我们就能够提前采取应对措施。”

不同尺度的变化并非独立存在,而是相互作用、存在着能量传递的。梁韵补充道,我们平常说的天气通常是时间尺度在两周以内的小尺度变化,而气候是长于一个季度的大尺度变化,ISO的时间尺度则介于二者之间。

值得一提的是,对ISO的透彻研究可提升对于厄尔尼诺现象预测的精确度。厄尔尼诺是指在太平洋中部和东部的热带海洋地区,海水温度异常持续变暖,进而影响整个世界气候的现象。厄尔尼诺现象可对全球气候产生毁灭性的影响,引发洪水、导致干旱和农作物歉收,并且通过海

火山活动向大气中排放了大量的轻碳同位素和甲烷气体,造成了全球范围内的碳同位素负偏现象。不断增加的大气CO<sub>2</sub>等温室气体,造成了气候变暖、海洋缺氧和海水酸化,并造成了之后侏罗纪早期的大陆化学风化作用不断增强。

长距离传输,因此十分有利于在大范围的陆海地层中保存下来,可以作为追踪火山活动踪迹的良好指标。

## 火山喷发对汞和碳循环有巨大影响

由中国地质大学(武汉)沈俊研究员、喻建新教授、冯庆来教授、谢树成院士,以及中国科学院南京古生物研究所王永栋研究员和李丽琴博士等组成的一个国内外科研团队,选择了东亚地区代

表并具有东传特性。梁韵说:“秋季的季风转换能够导致赤道的波动。我们发现,在北半球秋季,印度洋上空的西南季风转变为东北季风,赤道附近的风场变率较大,风场产生的影响在苏门答腊沿岸累积,促使了下沉罗斯贝波的生成。”

而下沉罗斯贝波具有西传特性,且对应着加深的温跃层和暖的SST异常。下沉罗斯贝波在苏门答腊沿岸生成后西传至东经90°附近,使得该处SST增暖,进而加强与ISO有关的深对流。此外,由于该波动的生成主要与秋季的季风转换有关,其传播至东经90°需要5—6周,因此对大气ISO的加强主要发生在冬季。这一过程也在一定程度上解释了东传ISO在冬季最强的原因。

“我们一方面解释了海洋如何加强大气中的深对流现象,即海洋波动首先影响海表面温度,海表面温度再影响到大气;另一方面解释了为什么东传ISO在冬季是最强的,从而阐释了它的季节特性。”梁韵表示。

气作用的遥相关,对相当远的地区,甚至对北半球中高纬度的环流变化产生一定影响,如使得我国大部分地区的降水有偏少趋势。

“厄尔尼诺的预测存在春季预报障碍现象。春季预报障碍跟热带西太平洋西风爆发密切相关,而西风爆发又和ISO有着极大关系。东传ISO在冬季是最强的,它到达西太平洋之后,能够影响该海域次年春季的西风爆发。目前无法准确预测西风爆发,是导致厄尔尼诺春季预报障碍的重要原因之一。我们希望能更早地预测厄尔尼诺,从而与其有关的天气灾害所带来的损失降到最低。”梁韵解释。

什么时候可实现对天气长达一两个月的预报和厄尔尼诺的准确预报呢?对此,梁韵表示,“我们的研究主要是从物理现象来讨论,从机制上进行解释,仍需继续完善该机制原理,并把它理论化。同时天气预测也离不开计算机技术的强有力支持。”

## 新知

## 哺乳动物亚洲短尾鼯鼠 利用毒素获得最大觅食收益

科技日报讯(记者赵汉斌)很多两栖爬行动物和无脊椎动物会利用动物毒素帮助捕食并囤积食物。记者1月16日从中国科学院昆明动物研究所了解到,该所与昆明医科大学附属第三医院合作,揭示了哺乳动物亚洲短尾鼯鼠也可利用毒素获得最大的觅食收益。

有毒动物占了整个动物界的15%以上,但人们对有毒哺乳动物的研究还很少。昆明动物研究所天然药物功能蛋白质组学学科组长期从事动物毒素分子多样性发掘及其生态系统功能的研究和利用,对蜈蚣、蝎子、马蜂、蜘蛛等有毒节肢动物以及蛇类、蛙类等有毒脊椎动物的毒素分子多样性及利用进行了系统的研究。

“化石证据表明,许多已灭绝的哺乳动物拥有毒液输送系统。现存有毒哺乳动物包括鼯鼠、鸭嘴兽、懒猴和蝙蝠等,它们通过有凹槽的牙齿将有毒的唾液输送给猎物。”昆明动物研究所研究员蒋学龙介绍,鼯鼠逮到小型猎物时,往往随即吃掉;而遇到大型猎物,则会囤积起来慢慢享用。“鼯鼠利用毒液麻痹和制服猎物,是研究毒液利用和最佳觅食收益之间关系的理想模型。”蒋学龙说。

分布于我国西南部和越南北部的亚洲短尾鼯鼠,下颌有两颗用于输送毒液的牙齿。昆明动物研究所赖仞和蒋学龙研究员领导的团队,近期从亚洲短尾鼯鼠的颌下毒腺中分离出来一种鼯鼠毒素。这种毒素特异性分布在唾液腺中,其结构和功能与蛇、黄蜂和海蜗牛的毒素相似,表明哺乳动物和非哺乳动物的毒液在进化上有关联性。

研究发现,鼯鼠毒素通过增强凝血酶和第十二因子活性并抑制纤溶酶活性,诱导急性高血压和凝血,还通过抑制弹性蛋白酶,表现出强烈的镇痛作用。“值得注意的是,这种毒素可在猎物体内保持16小时半衰期的高血浆稳定性,可能会延长中毒时间,以麻痹猎物并囤积供日后食用。”蒋学龙说,这提示亚洲短尾鼯鼠通过利用毒液以达到最佳觅食收益,也为凝血系统的酶活性调控提供了新思路。研究结果发表在国际期刊《细胞和分子生命科学》上。

## 这个1亿年前的小昆虫 拥有实力派“演技”

新华社讯(记者王珏)年幼模仿蚂蚁、长大模仿泥蜂,拥有如此实力派“演技”的,竟然是一类1亿年前的小小昆虫。由中科院南京地质古生物研究所领衔的一项国际研究最新发现,生活在1亿年前的一类昆虫奇翅虫,会随自己的生长模拟不同动物,堪称远古时期的“超级演员”。

此次,研究团队对来自中国、美国、德国、斯洛伐克等地的100多块奇翅虫化石展开研究。其中,研究人员发现了十多只形态类似蚂蚁的奇翅虫幼虫。化石里的奇翅虫幼虫体长3至5毫米,腹部很瘦,类似蚂蚁的腹部。它们的触角和腿,也和当时的原始蚂蚁非常接近。

有趣的是,奇翅虫长大后,还变换了模仿对象,“奇翅虫长出翅膀后,没法再‘扮演’没翅膀的蚂蚁了,又假扮起了蜂类。”领导此项研究的中科院南京古生物研究所研究员王博说,奇翅虫的胸腹部变得很像蜂类的“细腰”,它们翅膀以及身体的形状和大小,也非常接近当时的一种原始蜂类:长背泥蜂。

“生物在形态和行为上模仿另一种生物的现象被称为拟态,这在大自然中并不少见。但在生长过程中会转换模仿对象的动物,此前在化石中还没发现过。小时候假装蚂蚁,长大后假装泥蜂,奇翅虫这种‘超级演员’一生都在模仿更为凶猛的昆虫。这种绝佳的‘演技’可能吓住天敌,让它们最大限度地保护自己。”王博说。

相关研究已于近日刊发在国际地学综合期刊《地球科学评论》上。

## 最优量子门检验首次实现 为容错量子计算奠定基础

科技日报讯(记者吴长锋)记者1月17日从中国科学技术大学获悉,该校郭光灿院士团队李传锋、项国勇研究组与复旦大学朱黄俊和北京理工大学尚江伟合作,首次在实验中实现了基于局域操作的最优量子门检验。研究成果日前在线发表在国际知名期刊《物理评论快报》上,并入选“编辑推荐”文章。

量子门是构建量子计算机的基本单元,实现高保真度的量子门操作是容错量子计算的必要条件。如何检验实际制备的量子门保真度是否达到要求是实现容错量子计算首先要解决的问题。对于量子门中参数个数随着量子系统大小指数增加,传统量子过程层析方案随量子门的规模增大,测量次数和计算量都呈指数增长。对于未来大规模的量子门和量子线路的质量表征,传统采用的量子过程层析方法已经不具备实际可操作性。近期发展的量子门检验为解决上述问题带来了曙光,它对于大多数量子门都能达到最优的样本复杂度,并且只用到局域操作。但是这种方法对实验误差和量子门瑕疵并不鲁棒。

研究人员把量子门检验的思想与近年来该小组系统发展的多参数量子精密测量平台相结合,改进了量子门检验的数据处理算法,使得量子门检验在保留高效率的同时提升了对误差的鲁棒性。改进后的量子门检验通过对量子门输出进行多次的局域投影测量,来实现对量子门的失真度上界的估计。实验结果显示上界的估计值和样本数n呈接近反比关系,也就是1/n的估计精度。更重要的是,该方法所需要的样本复杂度并不随量子门规模的增大而增大。

研究人员利用最优量子门检验对两比特CNOT门和三比特Toffoli门分别进行了检验。两者平均只需用到1600次和2600次测量就能检验保真度是否达到了99%和97%以上,所使用的测量基数仅为20和32个。而用量子过程层析去刻画它们的失真度需要324和4096个测量基,以及上百万次测量。因此,量子门检验对大规模量子门和量子线路的验证具有重要意义。