

# 影响跨越多个圈层 全球变暖何以“四处横行”

关注全球变暖③

◎本报记者 吴纯新  
通讯员 庞伟红

近日,瑞士恩格尔贝格的工作人员为铁力士山上的冰川铺上了白色的毯子,以防止冰川融化。这是当地为缩小全球气候变暖对冰川影响的一种无奈之举。

## 在地球各圈层均有迹可循

“气候变化不是孤立的,地球不同圈层之间相互作用才构成了气候系统。”任国玉介绍,气候系统包括大气圈、岩石圈、水圈、生物圈和冰冻圈。近些年人类圈又被提出。各圈层与大气圈相互作用,影响着地球的气候状态。这6个圈层中,任何一个圈层的变化都可能引起一个地区甚至全球的气候变化。

平均温度、降水量、极端温度和降水的长期显著变化,以及墨西哥湾飓风强度变大、山地和北极冰川和海冰加速融化等,均是气候变化的表象。

目前来看,全球变暖是全球气候变化最重要的迹象之一。

任国玉说,全球变暖的观测研究,需要使用长序列地表温度资料。最早的地表气温观测,是在17世纪的欧洲,但比较系统的观测数据仅有100多年。20世纪中期后,观测网络逐步加密,观测数据质量不断提高。我国具有至少60年观测数据的地面气象站点有2400个左右;还有120多个探空站点,可观测地面到一万多米高度的大气异常和变化情况。

世界气象组织发布数据显示,2019年全球地表年平均温度比1850年—1900年平均高1.1摄氏度,有记录以来仅次于2016年。20世纪80年代以来,每10年的气温都比上一个10年高。

20世纪50年代初以来,全球地表平均气温平均每10年升高0.12摄氏度;我国年平均地面气温每10年上升0.25摄氏度。剔除城市化影响偏差以后,我国每10年上升速率为0.18摄氏度

气温升高、冰川融化,以及近年来频发的极端天气现象,都发生在全球变暖的重要气候背景下。

如何识别全球变暖,它如何对地球产生影响?全球变暖给我们带来的直观感受,只是越来越热吗?

国家气候中心首席专家、中国地质大学(武汉)教授任国玉认为,全球变暖已是公认事实,但其带来的影响十分复杂,科学认知防范全球变暖,平衡研究尤为重要。

左右,比全球平均略高。

任国玉指出,城市化影响偏差,以及全球陆地和海洋观测记录的空间覆盖不均匀,特别是早期全球陆地和海洋大部分地区缺少观测,是造成目前全球变暖速率估计不确定性的主要原因。

全球变暖不仅表现在器测数据显示的地表平均温度上升,实际上,其影响在地球的各个圈层均有迹可循。

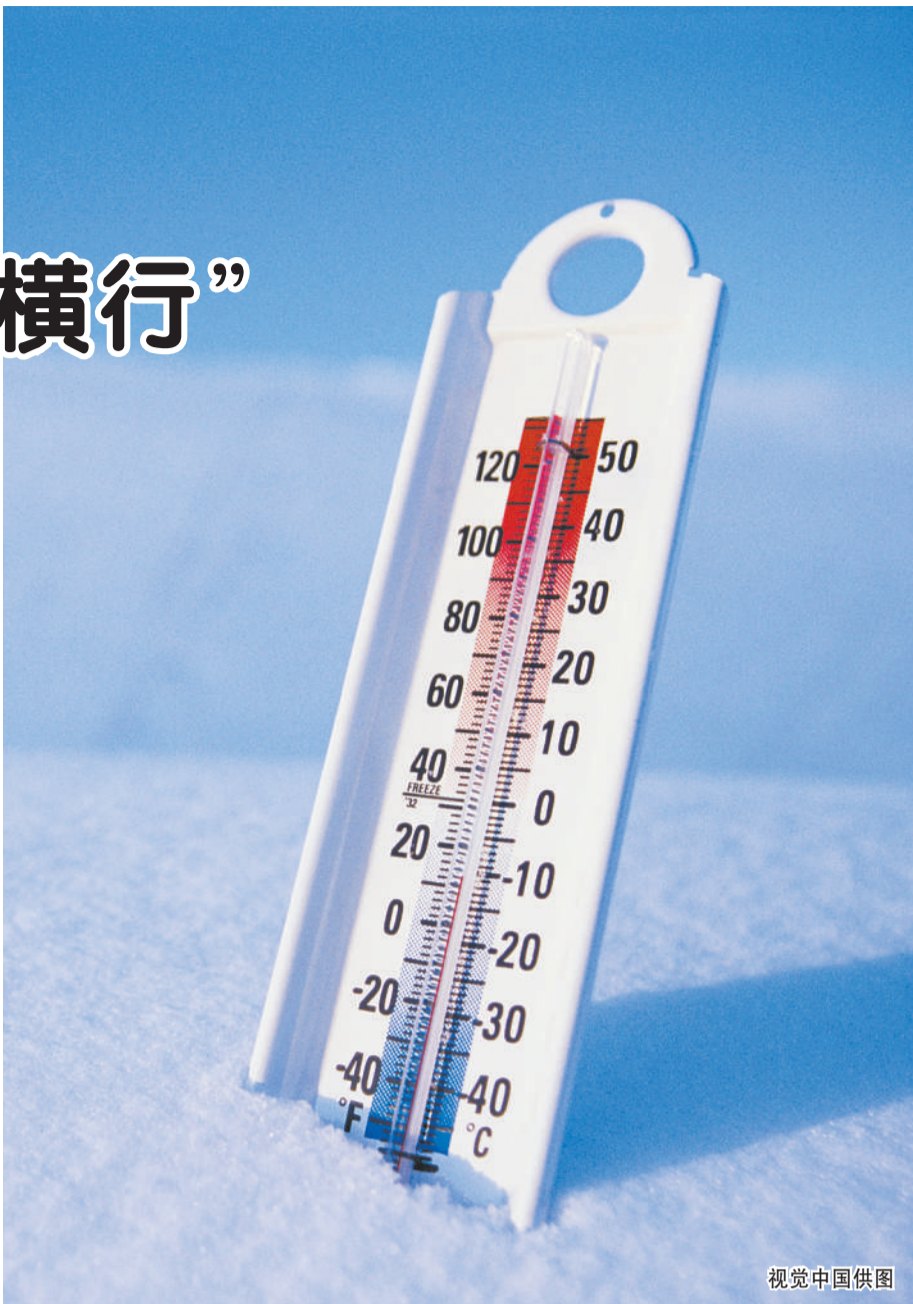
作为地球水圈的主体,海洋热含量增加;自1993年以来,海平面的上升趋势为(3.3±0.3)毫米/年;同时,因为海洋吸收了大气中释放的过量二氧化碳,海洋酸化明显。

而在冰冻圈,全球变暖造成全球积雪和雪盖融化加剧,全球海冰和冰原明显融化,范围明显减小。

“冰冻圈十分特殊,被科研人员视为地球气候变化的晴雨表。”任国玉表示,冰冻圈具有高易变性、高反照率,启动大洋环流传输带和巨大相变潜热等独特性,深刻影响全球气候环境变化和异常。

其中,南极冰盖和格陵兰冰盖保存有地球气候和环境变化记录。IPCC第五次评估报告指出,1992年至2011年,格陵兰冰盖和西南极冰盖冰量损失增加,且增加速率呈现加快趋势。

在陆地岩石圈和生物圈,全球变暖下,生长季的长度有加长的趋势;冬季变短,夏季变长,以北美为例,1952年—2011年北半球平均夏季从78天增加到95天,冬季从76天减少到73天;全球绿化、物种范围移动均有增加趋势。



视觉中国供图

气候变化不是孤立的,地球不同圈层之间相互作用才构成了气候系统。气候系统包括大气圈、岩石圈、水圈、生物圈和冰冻圈,近些年人类圈又被提出。各圈层与大气圈相互作用,影响着地球的气候状态。

对此,任国玉表示,气候变化发生在包括多年代、百年、千年甚至更长的地质时间尺度上,涉及气候系统外强迫因子及其变化,也涉及气候系

统内部分量的变化及反馈机制,“在可预见的未来,像电影《后天》中描述的快速气候突变发生的可能性,应该说很小”。

## 进一步研究才能解开更多谜题

在全球变暖的背景下,全球陆地或一个特定区域的极端天气气候事件频率、强度和持续期是否发生了明显趋势性变化?

在任国玉看来,我国幅员广阔,自然环境复杂多样,不同地区对气候变化的响应差别很大,极端天气气候事件有增有减。

多年来,任国玉团队利用大陆范围过去50至60年每天的地面实测气象资料,对高温、低温、强降水、干旱、热带风暴、沙尘暴、大风等7种主要类型极端天气气候事件频率和强度的长期变化趋势分别进行了分析。

研究表明,过去50至60年间,我国极端高温事件有较明显增多,但极端低温事件却有显著的减少;强降水事件有所增加,但增加趋势存在较大的区域差异,长江流域、东南沿海及新疆等地强降水事件频率上升,而华北、东北南部和西南地区强降水事件频率则表现为下降;气象干旱面积百分率有所增加;影响我国的热带气旋或台风、沙尘暴及大风等极端事件发生频率都有不同程度的减少。

进一步将上述7种主要类型极端天气气候事件的总体变化情况进行区域综合分析,可发现在这个时间内,我国具有重大影响的各种极端事件发生频率总体上看没有出现明显增加或减少的趋势性变化,观测记录的前30余年呈略微减少趋势,而后30余年则略有增加。

此前,美国科学家也对美国本土区域开展了类似研究,同样表明美国本土区域不同类型的极端气温、降水事件总体变化趋势不很明显。“这些研究结果提醒我们,笼统地说‘受全球变暖影响,极端天气气候事件不断增多、增强’是不准确的。”任国玉说,至少在我国这样一个次大陆尺度的区域范围内,极端天气气候事件变化表现出比通常想象更为复杂的图景。

“全球变暖与极端天气气候事件变化的联系尚需研究。”任国玉表示,全球平均气温明显上升是科学界的共识,但全球变暖的速率到底是多少,以及气候变暖如何影响全球或中国极端天气气候事件变化,仍存在较大不确定性,需要开展进一步研究。

## 新知

### 因3个基因有利于子代种群 “大个子”雄虫受雌虫青睐

科技日报讯(记者翟剑)据中国农业科学院(以下简称中国农科院)最新消息,该院植物保护研究所(以下简称植保所)农业入侵生物预防与防控创新团队,基于qPCR技术等,对昆虫的种群繁衍能力与其配偶选择之间的密切关系进行了研究,阐明了豚草天敌广聚萤叶甲雌虫选择大体型雄虫交配的生物学意义和调控机制。相关研究论文在线发表于动物学和生态学国际著名期刊《动物生态学》。

论文通讯作者、中国农科院植保所研究员周忠实介绍,在动物界,雌虫选择与雄虫交配通常产生一定的“繁殖与生存效益”。最新的这项研究发现广聚萤叶甲雌虫对配偶具有明显的选择性,在大体型雄虫和小体型雄虫同时存在的情况下,雌虫更喜欢选择大体型雄虫;雌虫选择大体型雄虫交配后,其繁殖力显著提高。不少研究认为,雄虫的精液蛋白能给雌虫卵巢发育和卵子发生提供必要的营养。

团队研究发现,雌虫选择与大体型雄虫交配时,不仅可以繁育出更多的子代,且发育过程中的子代存活率更高,种群的内禀增长率、局限增长率和净增长率亦显著升高。经种群发展预测,选择与大体型雄虫交配的子代种群发展趋势明显加快。有意思的是,雌虫选择与大体型雄虫交配后,其子代大体型的成虫也显著增多。这说明选择大体型雄虫交配不仅可以促进雌虫的生殖,且对子代种群起到了明显优化的作用。随后,团队基于qPCR技术等筛选得到在大体型雄虫精巢和附腺中高表达的基因OcACE、OcSFP和OcCBP,通过qPCR技术分析3个基因的表达谱,发现均在初羽化雄虫的附腺和睾丸中高表达,之后表达量趋于平稳,在雌雄虫不同的组织的表达谱发现,3个基因在初交配结束雌虫的交配囊中表达量高于其他组织2倍以上。说明上述基因均为精液蛋白基因。通过RNAi沉默雌虫体内3个基因后,与之交配的雌虫生殖力表现出明显下降。进一步明确了精液蛋白在成虫生殖调控与种群繁衍中发挥着非常重要的作用。

### 根据113个胡桃科果实化石 科学家重构其洲际分布演化史

科技日报讯(记者赵汉斌)记者8月25日从中国科学院西双版纳热带植物园了解到,该园生物地理与生态学研究组研究人员从分子和化石的角度,阐述了北温带代表类群榆科和胡桃科洲际多样性分布不均的演化历史,并为今后分布区和生态位演化研究提供了新的框架。

“在不同大洲,北半球温带植物多样性差异很大,亚洲的物种多样性高于北美,远高于欧洲,甚至形成东亚北美间断分布的格局。造成这种差异的驱动因素是什么,一直是生物地理学和宏观生态学关注的基本和热点问题。”西双版纳热带植物园研究员星耀武说,而要准确重建北温带类群的多样化历史,需要多学科的交叉和多种证据的综合分析,尤其需要结合化石和现代分子资料的分析。

为准确重建北半球木本植物多样性演化历史,研究组选择化石记录丰富的胡桃科和榆科为研究对象进行生物地理学研究。研究组首先筛选113个胡桃科鉴定可靠的果实化石,利用全证据法将化石整合到分子系统树中,并进行分化时间的推断和祖先分布区的重建。

与基于现生类群的结果不同,整合的分析表明,胡桃科起源于晚白垩纪的北美或欧洲中纬度地区,支持北温带区系起源的假说;自中新世后,东亚才成为胡桃科的快速演化中心。胡桃科的扩散主要经过北大西洋陆桥由北美扩散至欧洲,随后扩散至东亚,而不是主要经过白令陆桥。

此外,研究组还通过叶绿体基因组解析了榆科属级系统发育关系,认为榆科分为热带分支和温带分支。分子和化石证据都支持东亚为榆科温带类群的快速分化中心,是温带类群的博物馆又是其分化摇篮。由于中新世之后其在欧洲大量灭绝,从而形成东亚物种最丰富,欧洲物种缺乏的洲际分布不均。该研究是综合多证据多学科探讨多样性分布格局的有利尝试,进一步加强了对北温带多样性格局形成历史的认识。

### 碳纳米点可调制声致发光波长 水中蓝紫光变为橙光

科技日报讯(记者吴长锋)记者从中国科学院合肥物质科学研究院了解到,该院固体所研究员徐文课题组与重庆医科大学超声医学工程国家重点实验室合作,利用自主研制的“球形聚焦声系统”,开展了碳纳米点对声致发光效应影响的研究,观测到碳纳米点对声致发光具有明显的调制作用,可使水中的蓝—紫色光调制为橙色发光,其调制效应可肉眼分辨。相关研究成果日前发表在《纳米级》上。

在声场作用下,液体如纯水中会发生空化,形成气泡。气泡在正、负交替的声压驱动下缓慢膨胀、快速塌缩并发出光脉冲,此现象为声致发光。这一过程可通过气泡将声能积聚并转换为光能,为声学领域的重要实验现象。但是,目前学界对声致发光机理的认识仍未完全清晰。有研究认为,在声空化以及气泡膨胀和塌缩过程中,产生的羟基自由基是纯水中声致发光的关键要素。而碳纳米点作为一种表面具有丰富化学基团且表面活性较强的纳米材料,常被用作自由基捕获体。

鉴于此,研究人员利用碳纳米点对声致发光实验中的羟基自由基进行调制,使声致发光波长发生了显著变化。通过声致发光光谱分析、光脉冲信号时间分辨测量,及对超声作用前后碳点的物理、化学特性表征分析,证实了碳纳米点对水中声致发光的影响,主要是通过碳纳米点与羟基自由基的耦合产生。

此外,超声处理是碳纳米材料制备过程中常用的方法。这项研究发现聚焦超声作用可使碳纳米点的碳核尺寸变小、碳核结晶更好、碳点分散更均匀。而超声诱导的化学效应可使碳点表面的基团被氧化,形成了更多的羧基。

这一研究结果为深入理解声致发光的微观机理提供了新的研究方法,将有助于进一步设计、优化荧光碳点的合成、调控及应用。

# 特斯拉100年前的发明,早已“长”在鲨鱼肠道中

1920年,发明家特斯拉设计了一种被他称作“瓣膜导管”的管道结构,后人将其称为特斯拉阀。这种管道的内部设计可以确保流体沿一个特定的方向流动,而无需移动部件。据最近发表在《英国皇家学会学报B辑》上的一篇文章,特斯拉阀可以作为一个模型,用于解释食物如何通过多种鲨鱼的消化系统。基于鲨鱼肠道的最新CT扫描结果,科学家们得出结论,它们的肠道是一种天然的特斯拉阀。

## 液体只能单向流动

特斯拉阀中一个巧妙设计是一组相互连接的、不对称的泪珠状回路。在专利申请中,特斯拉描述这一串11个流体控制组件“由扩大、迂回、突出的挡板或斗状结构组成。当流体沿某一方向通过时,除了有表面摩擦外,几乎没有阻力,但是液体如果想从相反的方向流过几乎不可能。”此外,由于特斯拉阀可以在不移动部件的情况下实现这一点,所以它更能承受频繁操作带来的磨损。

特斯拉称,相反方向的水流通过阀门的速度可以相差200倍,这可能夸大其词了。根据他的设计,纽约大学的一个科学家团队于2021年建造了一个可以实际运行的特斯拉阀,并通过测量

在不同压力下,分别从两个方向通过阀门的水流量来检验这一说法。科学家们发现,水在两个方向的流动速度仅差了约一半。

但是在实验中,水的流速是一个关键的影响因素。当水流较慢时,阀门提供的阻力很小,而一旦流速超过某个阈值,阀门的阻力就会增加,产生反向湍流,导致管道被涡流和破坏性水流“堵塞”。因此,根据论文共同作者利夫·莱斯托夫的说法,它实际上更像是一个开关,有助于平滑脉冲流,类似于交流/直流电转换器将交流电转换为直流电。莱斯托夫认为这可能正是特斯拉设计这个阀门的意图,因为他最出名的发明就是交流电机和交流/直流电转换器。

## 数字化扫描观察肠道组织

现在,特斯拉阀为研究鲨鱼不同寻常的肠道结构提供了线索。鲨鱼是食物链顶端的掠食者,可以以多个物种为食,因此它们在生态系统生物多样性的控制中具有很重要的作用。大多数鲨鱼的螺旋肠中含有不同数量的褶皱,它们的基本形态有以下4种:柱状、卷轴状和两种漏斗状——包括细口指前和指后的两种形式。这4种类型的肠道通常以二维草图显示,这些草图包括鲨鱼肠道解剖后的二维展开图,或来自三维结构成像

的二维切片。但这些草图并不能帮助科学家们深入了解该结构是如何工作的。

“是时候使用现代技术来观察鲨鱼惊人的螺旋肠结构了。”论文的共同作者,美国加州州立大学多明格斯山分校的萨曼莎·利说,“我们开发了一种新的数字化扫描方法,来扫描这些组织。通过这种方法,我们不需要对软组织进行切片,就可以非常详细地观察它们。”

去年,日本研究人员用3D模型重建了一种猫鲨肠道组织的显微切片图像,这让他们得以一瞥卷轴状螺旋肠的解剖结构。文章的共同作者亚当·萨默斯和其在美国华盛顿大学富莱德港实验室的同事认为,CT扫描可能可以完成类似的工作,因为这项技术能从不同角度拍摄一系列X射线图像,然后将它们组合成3D图像。

“CT扫描是了解鲨鱼肠道三维结构为数不多的方法之一。”萨默斯说,“肠道如此复杂,有多层重叠在一起,解剖会破坏组织的脉络和连接。这就好像把一份卷起来的报纸剪开阅读,报道内容没法连贯起来。”

萨默斯等人从洛杉矶自然历史博物馆保存的22种鲨鱼标本和先前获赠的冷冻鲨鱼标本中获得了肠道样本。这些肠道样本经解剖取出后,用去离子水冲洗干净。该团队用液体填充肠道

样本,并将其冷冻干燥以保持形状,然后对它进行扫描,获得虚拟的3D模型。

接下来,该团队对这4种未冷冻的肠道样本进行多次实验。例如,研究人员让液体流过螺旋状肠道结构,发现液体沿正向流动时,通常需要大约35分钟才能通过;但是当肠道方向颠倒后,这个过程的时间会翻倍。这与去年纽约大学的特斯拉阀实验的结果一致。

该团队还对5条安乐死的太平洋白斑角鲨进行实验。研究人员让不同黏度的有色液体通过螺旋肠,观察螺旋肠对液体的反应。肠道似乎减缓了食物的运动,通过重力和肠道平滑肌的收缩引导食物通过肠道。然而,肌肉收缩主要是用来混合和搅动流经的液体;这种不寻常的肠道结构足以推动任何东西移动。

这种奇特的肠道结构之所以会进化出来,首要原因可能是鲨鱼要间隔数天甚至数周才有一顿大餐。论文作者猜测,这种不寻常的螺旋结构扩大了肠道的表面积和体积,从而延长了食物在肠道中停留的时间。这能促使更多的营养物质被吸收,以及减少了消化食物所需的能量。

(Jennifer Ouellette撰文,赵冰莹翻译,据“环球科学”)