

### 半月间强台风接连来袭,秋台风一周一个组团来

# 全球变暖海洋升温,台风变强变多了吗

魏科

“贝碧嘉”刚走,“普拉桑”又至,秋台风一周一个组团来。

9月过半,我国接连遭受两次严重的台风袭击。9月6日至8日,最高风速达17级的今年11号台风“摩羯”以超强台风级风力席卷菲律宾、中国、越南等地,造成严重灾害;中秋节前夕,强台风“贝碧嘉”以14级巅峰风力登陆临港新城,上海遭遇75年来最强台风。

近年来,每逢夏秋,强台风来袭的消息似乎出现得越来越频繁。台风形成于热带海洋之上,温暖的海洋为台风的发生和发展提供了充足的热量和充沛的水汽。全球变暖导致海洋温度升高,一个随之而来的问题就是,这是不是意味着台风越来越多、越来越强了呢?

#### 强度增加

#### 超强台风数量已近翻倍

越简单的问题越不好回答。就台风而言,首先是观测资料的问题。台风生命期的绝大多数时间在海面上。在还没有气象卫星的年代,人类对热带气旋全球范围的观测十分有限——广袤的洋面上,很多卷起巨浪的台风和飓风从出现到消亡,可能从不为人所知。当时,只有到了近岸地区,人类才对台风有了一定的观测,但很多信息掌握不足。随着气象卫星的广泛应用和观测水平的提高,人们观测到的台风数量增多,但这无法代表真实的台风数量是否在增加。

全球变暖和台风之间的关系研究,一直是国际研究的热门话题,最早的突破出现在2005年。这一年,著名台风学家伊曼纽尔和气象学家韦伯特分别在《自然》和《科学》杂志上发表论文

指出,受全球变暖影响,过去30年间,北大西洋和西北太平洋的热带气旋潜在破坏力分别增强了一倍以上和约75%;20世纪70年代,全球平均每年发生约10个超强台风(4至5级飓风),20世纪90年代之后,每年达到18个之多,数量几乎翻了一番——其中在北大西洋、印度洋和西南太平洋增加最多,在北大西洋增加最小。

20多年来,科研人员从观测、理论和数值模拟多个角度研究了这个问题,采用的数据越来越精细,用来模拟台风的数值模式分辨率也越来越高。众多研究在全球变暖和强台风的关系上结论比较一致,即全球变暖可能导致台风和飓风强度增加,热带气旋的强度可能会增加,从而出现更多超级台风。

#### 数量减少

#### 台风对海温有“刹车”作用

但是,在全球变暖对台风和飓风数量的影响上,学界存在争议。一些研究表明,全球变暖可能导致热带气旋发生的频率上升;另一些研究则认为,全球变暖可能导致热带气旋的发生频率下降。两者分歧的核心是如何评估台风对于海温的“刹车”效应。

对海洋进行加热的主要是太阳的短波辐射。因此,海洋表层温度较高,而下层水温偏低。当台风经过时,会在海面上掀起惊涛骇浪,使得下层冷水被翻卷到海面。故而,台风过后的海面温度降低,就像给不断升高的海温踩了一脚“刹车”。

台风的这种“刹车”作用有强有弱:当台风比较强的时候,能卷起更下部温度更低的冷水,“刹车”作用就比较强;当台风较弱时,卷起的冷水没那么冷,“刹车”作用就比较弱。

也就是说,在全球变暖趋势下,台风威力渐长,而当超强台风肆虐之后,

海水表面温度经历过“刹车”效应后很可能降温,从而影响到后续台风的生成和发展,由此导致台风数量的减少。

#### 秋台风活跃

#### “狠角色”更具破坏性

由于台风和台风来自热带海洋,更暖的海面温度意味着台风会携带更强降雨,带来极端降雨的可能性更大。数值模型显示,到本世纪末,热带气旋带来的平均降水将增加约10%—15%。

更强的台风和台风也意味着更剧烈的风,这将带来更大的破坏性,尤其考虑到未来海平面的持续上升,台风和台风期间的风暴潮也将更具破坏性。

全球变暖导致海洋变暖,这意味着台风在向中纬度移动过程中,能持续不断从海洋获取能量而不断增强,因此登陆前达到台风级别的热带气旋将越来越多。这一趋势已得到观测资料的证实。

研究人员分析了1973年至2017年期间7月至9月在我国登陆的台风数据,发现自2004年以来,登陆我国南部的台风中,约有9.7%在登陆前24小时内快速增强,而在1973—1987年间,这一比例仅为1.6%。1988—2003年间为3.1%。

另外,由于暖海温持续时间更长,秋季台风会更加活跃。与夏季台风相比,秋台风里“狠角色”更多,强台风及以上级别占比高。而由于秋季影响台风路径的西北太平洋副热带高压减弱东退,台风路径则更偏向日本和韩国地区。

例如,2018年9月到10月,日本接连遭受超强台风“飞燕”“潭美”和“康妮”的侵袭。其中,“潭美”横扫日本全国,导致日本关西国际机场关闭,九州岛和冲绳50万户停电,东京电力公司辖区内约56万户停电,日本高速干线列车、公交、轮渡、地铁和近郊列车全面

中断,共造成5人死亡、1人失踪、200余人受伤。

#### 强势北拓

#### “走得慢”风雨更强

受全球变暖影响,海洋温度升高,热带地区向南北半球的极地方向扩展,台风影响范围也随之扩大,在北半球的活动范围更加偏北,“北上”台风增加,甚至挺进从未出现的区域。

1975年8月,台风“妮娜”长驱直入,往西到达我国河南西部,在河南伏牛山脉和桐柏山脉之间的大片山脉丘陵地区倾泻暴雨,创下我国暴雨的多项历史记录。这次暴雨引发多处水库溃坝,积水面积达1.2万平方公里,冲毁京广铁路102千米,造成交通中断16天,导致1015.5万人口受灾,直接经济损失近百亿元。

有研究表明,热带气旋的移动速度也在变慢。1949年到2016年,热带气旋的速度下降了10%。1949年热带气旋的平均时速超过19千米,2016年的平均速度降至约17千米。这种速度减慢在陆地上更为明显,热带气旋在西北太平洋区域陆地上速度减缓了30%,在北大西洋附近陆地和澳大利亚等地减缓了20%。

当台风移速更慢,一方面可在热带海洋上更充分发展,成长为更强台风;另一方面,其在陆地上的肆虐时间更长,从而带来更强的风雨灾害。而当台风移动缓慢时,其环流保持更易稳定,更有利于水汽的远程输送。例如,2021年7月郑州特大暴雨灾害前后,远东海上的台风“烟花”移动速度只有5—15千米/小时,这使得台风北侧的偏东风气流长期稳定维持,源源不断将海上水汽输送到中原地区。

(作者为中国科学院大气物理研究所研究员)



台风卫星云图

## “海洋十年”寻求气候应对新路

本报记者 许琦敏

海洋在全球气候变化中扮演着重要角色,它就像地球的空调,极大减缓着气候变化对人类的影响。但是,人类对于海洋的科学认知还十分不足,这限制了利用海洋来减缓和适应全球气候变化的能力。

2017年,经72届联合国大会批准,联合国发起“海洋科学促进可持续发展十年(2021—2030)”(简称“海洋十年”)倡议,旨在推动海洋领域形成创新性的科学解决方案,扭转全球海洋的退化趋势,促进海洋、气候和人类社会的可持续发展。在这一倡议中,我国发挥了重要作用,正在引领世界提出基于海洋的全球气候变化解决方案。

#### 三大瓶颈

#### 限制地球“最大空调”利用

工业革命以来,人类排放的温室气体不断增加,致使海洋和大气温度不断升高,造成全球气候变化不断加剧。全球升温会导致极地海冰融化、全球海平面上升,而海平面上升甚至会令一些岛国消失,沿海城市应对海洋和气候灾害的成本也不断增加。近几十年来,世界各国纷纷出台措施,希望在本世纪末将全球气温的平均升温幅度控制在2℃以内。

占地球表面71%的海洋,在全球气候变化中起着控制性作用。欧洲科学院院士、自然资源部第一海洋研究所研究员乔方利介绍,全球气候变化本质上是一个热量问题,海洋的热量大约是大气热含量的1000倍,2—3米厚度的海洋,其热含量就与整个大气层的热含量相当,“可以说,海洋打个喷嚏,大气系统就会感冒,甚至是重感冒”。

经实际观测资料估算,人类排放的二氧化碳约有25—33%进入了海洋,这大大减弱了全球气候变化的强度。同时,温室气体造成地球气候系统的热量增加,其中有93%进入了海洋,仅有2.3%左右留在大气中。乔方利说:“海洋是地球最大的空调,如果海洋没有吸收这93%的热量,我们的地球气候系统或许早已崩溃。”

气候系统包括海洋、大气、陆地和冰等多个圈层,且各圈层之间存在复杂的相互作用。乔方利表示,虽然人类更多通过大气感受到气候变化,但海洋在气候系统中的核心作用是毋庸置疑的,“这已是国际科学界的共识”。

乔方利认为,基于海洋的气候变化解决方案会成为人类应对气候变化的关键一环,但其重要性尚未得到充分重视。科学研究是认识海洋的基础,海洋研究目前主要面临三大瓶颈:第一,各国对海洋科技投入不足,这使得全球海洋观测能力不足;第二,尚不具备准确



海底白化的珊瑚

预测海洋与气候变化的能力;第三,对于海洋如何控制气候变化、海洋本身如何受气候变化影响等问题,人类仍缺乏科学共识。

#### 七大预期成果 引领海洋科技革命

为应对海洋研究的薄弱现状,联合国于2021年1月正式启动了“海洋十年”倡议行动。这是联合国框架下最重要的海洋倡议,其关键标志是将原来长期的海洋科学研究,向为全球海洋治理提供科学解决方案转变。

2017年,第72届联合国大会授权联合国教科文组织政府间海洋学委员会(以下简称“海委会”)牵头制定“海洋十年”路线图。海委会从全球遴选出19名海洋科学领域的领军专家组成规划委员会,开展路线图的编制工作。乔方利作为中国唯一代表入选该专家组。

“海洋十年”以“推动形成变革性的海洋科学解决方案,促进可持续发展,联结人类和海洋”为使命,提出了7大预期成果,包括清洁的海洋、健康且有恢复力的海洋、物产丰富的海洋、可预测的海洋、安全的海洋、可获取的海洋、富于启迪并具有吸引力的海洋。

围绕上述预期成果,“海洋十年”策划和实施了一系列国际大科学计划、项目和活动,不仅关注科技的革新和知识的获取,更强调科技和知识在全球海洋综合治理中的应用,为管理、决策和施

策提供核心科技支撑。

乔方利说,“海洋十年”将引领新一轮海洋科技革命,影响全球海洋治理格局。它将在《联合国海洋法公约》框架下,产生所需的数据、信息和知识,以便在全球、地区、国家乃至地方等制定更稳健且具有科学依据的各级政策,加强科学与政策之间的衔接。

#### 中国智慧和方案 为世界作出重大贡献

自“海洋十年”策划、实施至今,我国一直深度参与其中,甚至在若干核心领域实现了国际引领。“特别是在海洋计划实施中,中国为世界作出了重大贡献。”乔方利说。

在“海洋十年”启动伊始,我国自然资源部就组织13个相关部委,成立了“海洋十年”中国委员会,组织全国科技力量编制了“海洋十年”中国行动方案。在此期间,我国承建了联合国“海洋十年”海洋与气候协作中心。

协作中心是“海洋十年”的分权管理机构,负责协调本领域若干国际大科学计划的实施,迄今共有8个全球性、区域性协作中心获批。我国承建的海洋与气候协作中心是首批获批的全球性中心——在联合国框架下,对不同国家牵头的海洋与气候领域国际大科学计划实施协调,这在我国海洋领域尚属首次。协作中心的核心任务是凝练若干国

际大科学计划的研究成果,提出全球气候变化基于海洋的解决方案。我国迄今已牵头5个国际大科学计划(全球共56个)。其中,为提升海洋与气候的观测和预测能力,乔方利发起了“海洋与气候无缝预报系统(OSF)”国际大科学计划,目前已有50多个国家、70余家大学和研究所,以及5个国际组织参与。

同时,“海洋十年”中国行动方案在气候预测领域取得重要突破,将我国的海洋、台风和气候预测能力跨越式推进到国际前沿,为全球海洋治理和世界应对气候变化提供了中国智慧和方案。乔方利率领科研团队在国际上原创建立了浪致混合理论,创建了国际首个浪—潮—流耦合海洋模式、新型台风模式和包含海浪的气候模式。

这些模式将持续了半个世纪的海洋模拟与预报误差降低了80%以上,将“台风强度预报”这一数十年的瓶颈难题的误差降低了40%,将一直存在的气候模式共性误差缩小了约一半。这些模式被美欧等十余个国家实际应用并大幅提升了其模拟预测能力。

在海洋观测领域,基于北斗卫星,我国还实现了海洋与气候观测技术的原创突破,使海洋和气候的观测与监测能力显著提升。在“海洋十年”OSF大科学计划支持下,乔方利带领的科研团队成功研制出低成本、高精度、智能型新一代全球导航卫星系统(GNSS)海洋表层漂流浮标,其观测成本仅为传统设备的4%左右。

■本报见习记者 刘琦

文汇报:海洋为何在气候谈判和公众认知中长期被忽视?

乔方利:全球气候谈判主要集中在讨论陆地碳排放和能源转型等问题,海洋议题经常被忽视。这一方面是因为海洋问题范围广、复杂度高,难以用单一描述或简单政策解决;另一方面,许多与海洋相关的气候变化影响往往在数年甚至更长时间后才会逐渐显现,决策者和公众难以在短期内感受到其紧迫性。此外,海洋属于全球公域,没有哪个单一国家或机构能够完全负责其管理和保护,现有的全球治理结构难以协调跨国家的海洋保护和气候行动,这种种因素均导致海洋在气候谈判中难以获得充分讨论。

在公众认知层面,海洋对气候变化的影响不像极端天气事件那样直接影响人们的生活。而且,对非沿海地区的人们来说,海洋并非日常生活中的的一部分,这也让海洋距离公众话语有点远。同时,社会缺乏系统性的科普教育,海洋在气候变化中的作用涉及复杂的科学原理,也都阻碍了海洋科普的传播。

文汇报:海洋科普如何深入人心?

乔方利:海洋科普首先要从基础教育入手,激发年轻人对海洋科学的兴趣。通过建立联合国“海洋十年”进校园联盟,我们联合国际机构、高校、协会、企业、科研院所、中小学、基金会、博物馆和公益组织等近70家单位共同开展海洋科普教育。该联盟的目标是从不同教育层级培养对海洋感兴趣的学生,鼓励大学生和研究生选择海洋与气候研究作为职业方向,从而形成更宽口径的优势研究团队。

今年7月,我们牵头组建的联合国“海洋十年”海洋与气候协作中心与全球领先的科研出版和信息分析机构爱思唯尔签署谅解备忘录,共同推进海洋气候研究科技突破、全球科研培训与科普教育、海洋与气候科技期刊发展等工作。此后,我们在爱思唯尔直播平台开展海洋与气候变化相关讲座,吸引了众多线上听众。

文汇报:如何从身边小事做起保护海洋,推进气候治理?

乔方利:联合国“海洋十年”给公众提供了可依据的行动目标。例如,要确保“清洁的海洋”,就要减少海洋污染,我们就应注意减少塑料制品的使用,因为它们最终会通过河流进入海洋。又如,要维系“健康且有恢复力的海洋”,即保护海洋生物多样性、保持海洋生态系统健康,这就要求我们共同努力,减少温室气体、污染物和营养盐的排放。

“可预测的海洋”看起来似乎只与科学家相关,其实同样需要公众参与。比如,科学家布放浮标收集数据,需要公众帮助保护这些浮标,不去破坏它们。邮轮也可以在旅途中收集海洋数据,助力提升台风和海洋热浪的预报精度。

## 让「气候调节者」不再「隐身」

——乔方利谈海洋科普如何走进公众视野



浮冰上的北极熊 (本版图片均视觉中国)