

## 热点聚焦

暴雪强风袭击美国, 供电、交通等领域遭重创

# 「炸弹气旋」认知空间待解锁

专家顾问 中央气象台正高级工程师周宁芳 高级工程师孟庆涛

本报记者 吴鹏

### “炸弹气旋”携暴雪强风侵袭美国

当地时间1月6日,“炸弹气旋”侵袭美国,导致其南部和东北部多个地区出现大风降温、降雪、冻雨等恶劣天气。

根据 AccuWeather 的数据,肯塔基州的降雪量(Snowfall)创下历史新高,打破了112年以来的单日最高降雪纪录,列克星敦市最大降雪量达250毫米。

美国国家天气局表示,受强风暴侵袭,科罗拉多州部分地区降雪量或达400毫米。在某些地区,风速达每小时88.5公里。

受暴风雪影响,弗吉尼亚州有超过10万户用户停电。降雪导致马萨诸塞州的数百所学校关闭。1月6日,全美有超过2000个航班被取消;1月7日,全美还有1500多个航班被取消。

### “炸弹气旋”有何特点,又是如何形成的?

此次天气事件中“炸弹气旋”的威力可见一斑。“炸弹气旋”又叫爆发性气旋或“气象炸弹”。不过,“炸弹气旋”和炸弹一点关系都没有,也不是传说中的气象武器,而是一种自然现象。

与飓风一样,“炸弹气旋”本质上也是一种气旋,一般用来指代温带那些气压快速降低的气旋。根据美国气象系统的定义,如果某一气旋在24小时内中心气压下降24百帕及以上,那么该气旋就可以称为“炸弹气旋”。

此次“炸弹气旋”不禁令人想起2018年1月袭击北美东海岸地区的“炸弹气旋”。2018年的“炸弹气旋”中心气压在21小时内降低了53百帕,这一气压降低速度创美国近年之最,最低降至951百帕,这一数值已经堪比三级飓风,如2017年重创美国的四级飓风“哈维”(中心最低气压为937百帕)。

那么具有强大冲击力的“炸弹气旋”是如何形成的呢?根据美国国家海洋和大气管理局(NOAA)的研究,当冷气团与暖气团强烈相撞时,就可能产生“炸弹气旋”。在北美地区,这种气旋主要是由冷空气与大西洋上的暖湿空气相遇而形成的。

“炸弹气旋”的“出生地”一般在哪里呢?大量研究表明,它们大多出生于冷季的洋面上,在北大西洋、北大西洋比较常见。北大西洋暖流(黑潮)和北大西洋暖流(墨西哥湾流)为“炸弹气旋”的发展提供了充足的暖湿能量。

从季节分布上来看,它们往往在冬季和春季发生,夏季和秋季较少,但不同区域“炸弹气旋”发生频率的季节变化特征存在明显差异。北半球的爆发性气旋主要发生在10月至次年3月,尤其是在冬季居多。

### “炸弹气旋”并非美国特产

“炸弹气旋”中的“炸弹”二字并非浪得虚名,由于其发展速度很快,因此常常伴随暴风、暴风雪和暴风雨等剧烈天气灾害,是中纬度地区冬半年除寒潮以外影响范围最大、危害程度最严重的天气系统,往往会给人民的生命财产安全带来巨大的危害。历史上许多袭击美国东海岸以及在大西洋西北部导致船只沉没的臭名昭著的风暴都是“炸弹气旋”。

在天气云图上,“炸弹气旋”的螺旋状云带空间尺度一般为数千公里,与飓风的空间尺度不相上下,甚至还要更大一些。因此当这样的系统发展起来,即使是美国这样国土面积很大的国家,也可能半个国土受到波及。

“炸弹气旋”显然并非美国特产。由于气旋主要是出海后或者在沿岸增强,所以“炸弹气旋”主要影响大洋沿海地区,比如北美、西欧、日本等地。温带气旋在我国也很常见,天气新闻里常见的蒙古气旋、东北冷涡、江淮气旋都属于这个大家族(我国习惯用地名来命名)。只是在我国,温带气旋的性子相对比较温和,很少出现强度较强的“炸弹气旋”,但这种天气系统带来的破坏仍不可轻视。例如,2013年11月24日夜,在山东半岛东部的海面上,一次“炸弹气旋”过程造成2艘船沉没。

### 新闻深一度 亟待解锁的空间还很多

在全球变暖的影响下,热带气旋将变得更强、更大,更具破坏性。即使“炸弹气旋”不常露面,也仍然需要时刻警惕。有研究指出,全球变暖可能会导致更多强风力的深对流风暴产生。到2100年,与急流相伴的气旋比例将增加45%,与急流相伴的“炸弹气旋”将增加60%。

随着我国经济的高速发展,北大西洋已成为国际航海运输必经的重要战略要地,“炸弹气旋”对北大西洋沿岸生产、生活和航海运输的影响与日俱增。因此,系统、深入地开展对北大西洋爆发性气旋的气候学特征及发展机理的研究,弄清“炸弹气旋”的强度、数量、移动路径将呈现怎样的变化趋势,对于保障远洋航运安全等具有重要意义。其中,加强监测预报,获取高时空分辨率资料仍然是提高气旋预报准确率的关键。

## 世界气象组织

### 从数据交换到早期预警、气象融资,多维发力应对极端气候事件挑战

过去一年,世界气象组织(WMO)致力于在地球大气状态和变化规律、大气与陆地和海洋的相互作用、天气和气候及由此产生的水资源分布等方面开展国际合作与协调。通过建立综合地球系统观测网络,制定观测和监测标准,提供与天气、气候和水相关的服务以及业务水文活动等,促进气象信息快速交流。

天气和气候观测预测进展显著。2021年,WMO密切监测全球气候状况以及极端天气气候事件,加强多灾种早期预警系统建设等,提高了早期预警决策的有效性,减轻了水文气象灾害造成的损失。

建立全球命运共同体的气象融资机制。在联合国第26届气候变化大会(格拉斯哥峰会)上,WMO与联合国开发计划署(UNDP)、联合国环境规划署(UNEP)宣布建立系统观测融资机制(SOFF),确保天气和气候观测的系统性,特别是填补最不发达国家和小岛屿发展中国家基础天气和气候数据方面的空白。

全面修订数据交换政策。如今,天气气候数据产品和服务需求呈爆炸性增长,WMO关于统一的地球系统数据国际交换政策重申了对免费和不受限制的数据交换承诺,呼吁各国更广泛地交换以科学为基础的水文观测信息,有助于提升天气、气候和水文服务的社会效益。

此外,WMO还通过全球基本观测网(GBON)一项新标准。该标准有助于确定和弥补基本观测系统中的重大差距,提高天气预报和信息的质量,特别是在非洲、太平洋和加勒比群岛以及拉丁美洲的部分地区。

过去50年中,与水相关的灾害占据了主导地位,如洪水、干旱和冰川加速融化。WMO于2021年成立了水与气候联盟,将气象、水文和气候服务作为地球系统的整体来协同推进。

## 英国气象局

### 应对气候变化的优先级是“+++++”

2021年的最后一天,英国气象局(Met Office)宣称其经历了有记录以来最热的一年之际,当天英格兰西部最高气温达到了破纪录的15.8℃。

在这一年11月13日,联合国第26届气候变化大会(COP26峰会)落幕,近200个国家共同签署《格拉斯哥气候公约》。

因此不难理解,2021年英国气象局对气候变化的关注达到了一个新的高度。2021年初,英国气象局着眼于气候变化背景下极端风暴增加的风险研究,重视预测气候变化对未来风暴活动的影响,这对于制定缓解和适应计划至关重要。

5月,英国气象局关注新冠肺炎疫情导致的经济社会活动变化对气候变化影响的研究。短时间内,来自全球30个不同研究组织的50名科学家开展研究,运行了12个气候模型并进行了300多次实验以评估2020年“异常”排放的影响。研究显示,二氧化碳水平仍然继续上升,如同“非常轻微地减慢了水龙头的流量,但水位继续上升”。

同一个月,由英国气象局、自然环境研究委员会(NERC)和科学技术设施委员会(STFC)共同资助 GungHo 项目迎来十周年。该项目旨在规划开发下一代超级计算机动态模式,截至2021年5月已经能够运行其第一个5天全球天气和1年气候模拟。

7月,英国气象局参加了伊比利亚干旱环境(LIAISE)地表与大气相互作用的实地考察活动。此次活动将有助于利用最先进的模型来帮助确定当前地表过程和陆地-大气-水文相互作用中的模型缺陷。

到了2021年底,英国气象局使用英国气候预测(UKPC)调查了不列颠群岛天气模式的未来变化。研究表明,不列颠群岛冬季正在向更温暖、更潮湿转变,夏季将转向更热、更干燥。

在我们梳理国际几家主要气象机构和组织过去一年关注的天气气候事件和推动的重点项目时,有几个发现:首先,技术升级仍然是不变的主线,在大西洋东岸,欧洲中期天气预报中心两次升级集合预报系统,在大西洋西岸,美国国家海洋和大气管理局升级其全球预报系统模式以改善飓风预报、降雪位置模拟等;另一边,在极端天气频发的背景下,以世界气象组织多灾种早期预警系统、欧洲洪水预警系统等为代表的气象灾害预警能力建设被赋予更高的优先级。

极具广泛性的一点是,当所有机构和组织都在经历这个“不断变化的气候影响我们天气系统的时代”时,他们都在思考着、抉择着——这里面包括发展超算、云平台、地球系统模式等“必选项目”,也包括“公民科学战略”、向商业卫星运营商购买气象数据、创建地球的“数字双胞胎”等开拓性努力。对科学来说,没有哪个选择是可以一劳永逸的,也没有哪种创新是不可实现的——

### 2021—2030年战略、未来十年天气研究重点,超算、云平台、地球系统模式、数字双胞胎……

# 气象科学探新路

## 国际主要气象机构组织“年度报告”(速读版)



### 推动灾害预警能力建设

加强多灾种早期预警系统建设,减轻水文气象灾害损失。

### 全面修订数据交换政策

关于统一的地球系统数据国际交换政策重申了对免费和不受限制的数据交换承诺,呼吁更广泛地交换水文观测信息。

### 发布系列年度报告

发布《温室气体公报》《联合科学2021报告》《2021年气候服务状况:水》等报告,提供了与气候变化相关的最新科学数据和研究发现。



已经或即将与中国、日本、韩国、非洲、智利等国家和区域的相关机构签署一系列合作协议,目标搭建卫星数据“全球社区”。

从2021年到2022年,与ECMWF联合倡议的欧洲天气云平台将从项目试点过渡到全面运行状态。



着眼于气候变化背景下极端风暴增加的风险研究。

调查了不列颠群岛天气模式的未来变化。研究表明,群岛冬季正在向更温暖、更潮湿转变,夏季将转向更热、更干燥。

## 欧洲中期天气预报中心 立足当下眺望未来十年

作为全球数值预报领域的风向标,欧洲中期天气预报中心(ECMWF)过去一年有哪些新举措?机构官方选取四组记录,用来标记过去一年的新闻亮点。

综合预测系统两次升级。2021年5月11日,ECMWF集合预报系统(IFS)进行了升级,为高分辨率预报(HRES)和集合预报(ENS)引入了单精度,并提高了ENS的垂直分辨率。同年10月12日,IFS的最新一次升级,改进了模型中潮湿物理的表示,并增加了多云地区卫星观测在数据同化中的使用。

推动天气科学发展的项目和研讨会。2021年1月,ECMWF启动了2021—2030年战略。战略中的关键行动包括:实现3公里—4公里分辨率的集合预报,开发高精度的地球数字模型,增加对云技术的使用,迈向开放数据等。2021年3月,ECMWF联合欧空局(ESA)和欧洲气象卫星开发组织(Eumetsat),共同向欧盟提出了“目标地球”(DestinE)计划,其目的是创建地球的“数字双胞胎”。

继续实施哥白尼服务。ECMWF与

## 欧洲气象卫星开发组织 搭建卫星数据“全球社区”

如果把欧洲气象卫星开发组织(EUMETSAT)在过去一年的大动作收集起来作样本,那这个机构释放出的信号是很明确的,即合作、合作,还是合作。

在2021年,哥白尼计划中Sentinel-6 Michael Freilich 卫星正式上线。这颗用以测量海平面上升的卫星,就是由EUMETSAT和欧洲委员会、欧洲航天局、美国国家航空航天局及美国国家海洋和大气管理局等机构联合推动的一个项目。

如果说在气象卫星开发领域,合作良好的机构通过技术交流寻求共同发展并非新鲜事,那么EUMETSAT在推动数据开放、共享中透露出的决心就更引人瞩目了。过去一年以及未来数月EUMETSAT已经或即将与国际机构签署的一系列合作协议中,合作方就包括中国、日本、韩国、非洲、智利等国家和区域的相关机构,加上此前与美国、俄罗斯等已经开展的合作,EUMETSAT构建“全球社区”的努力呼之欲出。其目的就是通过数据和科学的交流,应对改进天气预报和

气候变化监测的全球挑战。

在“共享”的同时,是“开放”。从2021年到2022年,EUMETSAT和欧洲中期天气预报中心(ECMWF)联合倡议的欧洲天气云平台将从项目试点过渡到全面运行状态。在EUMETSAT官方看来,其可以被称作“整个欧洲气象服务发展的关键”。它在一个基于云的平台上提供来自EUMETSAT、ECMWF和成员国气象服务的访问数据,并允许用户在平台上处理数据。目的是通过提高访问数据的易用性来切实提高天气预报的准确性。

此外,EUMETSAT正在启动一项创新计划,即首次从商业卫星运营商Spire公司处购买掩星数据用于天气预报。值得注意的是,合同中特别注明,EUMETSAT被允许与任何第三方共享数据。

这些大动作背后的驱动力是什么?EUMETSAT一位管理人员的话或许可以解释:“在不断变化的气候影响我们天气系统的时代,有关地球气候的精确和可验证数据从未如此重要”。

## 面向2030



2021年1月,ECMWF启动2021—2030年战略。关键行动包括:实现3公里—4公里分辨率的集合预报,开发高精度的地球数字模型,增加对云技术的使用,迈向数据开放等。



2021年12月,NOAA科学顾问委员会批准了一份国会授权的报告。该报告提出了未来十年的天气研究重点,确定了33个优先发展领域,包括加速开发地球系统模式以提高预测准确性,在未来十年内将计算能力至少提升100倍及更好地理解社会因素如何影响预报的传播和使用等。

## 美国国家海洋和大气管理局

### 强化海洋观测、天气研究为灾害风险应对做好准备

2021年,美国国家海洋和大气管理局(NOAA)持续升级其天气预报模式,并且确定了未来十年的天气研究重点:聚焦海洋可持续发展,不断提升海洋观测能力,为应对海平面上升和气候变化等灾害风险做好准备。

1月11日,NOAA发射测试了新型无人机Altius-600,检验其收集天气数据的能力,以改善飓风预报。

1月15日,NOAA发布《公民科学战略》报告,通过公民力量,提供了一条更好地观测、预测和认识环境,以及管理和保护自然资源的途径。

3月22日,NOAA升级其全球预报系统(GFS)天气模式,以改善飓风预报、降雪位置模拟、强降雨预报等。

7月21日,NOAA宣布成立NOAA气候委员会,旨在利用NOAA的资源和专业能力为美国政府应对气候危机提供支撑。

9月,NOAA发布一系列2021财年海洋可持续发展研究资助计划,涉及沿海及基础设施韧性,海洋观测和墨西哥湾自然资源管理研究等。

其后,NOAA发布《北极报告单》指出,北极持续变暖速度是全球其他地区的两倍多;自1979年以来,北极海冰覆盖面积大幅减少是气候变化最具标志性的指标之一;北冰洋酸化速度快于全球其他海洋地区,但空间差异性很大。

12月17日,NOAA科学顾问委员会批准了一份国会授权报告。该报告提出了未来十年的天气研究重点,确定了33个优先发展领域,涉及天气领域三大“支柱”,即观测数据和资料同化、预报和信息交付相关的研究、基础设施建设和人才需求,比如加速开发地球系统模式以提高预测准确性,在未来十年内将计算能力至少提升100倍,以及更好地理解社会因素如何影响预报的传播和使用等。

2021年,NOAA研发推进了下一代天气预报模式——C-SHIELD,即“全球至本地尺度高分辨率预测大陆系统”,可提高龙卷风、冰雹、暴雨等极端天气预报准确率。

本报记者 王婉、赵晓妮、卢健、吴鹏根据 WMO, Met Office, EUMETSAT, NOAA 官网编译