

# 气象大数据可助力碳达峰碳中和目标实现

环球视线

1月11日,国际首份《2021年全球海洋变暖》报告发布。报告指出,2021年海洋升温持续,并成为有现代海洋观测记录以来最暖的一年。同时,地中海、北大西洋、南大洋、北太平洋海区温度均创历史新高。

不仅是海洋,此前世界气象组织(WMO)发布的《2021年全球气候状况临时报告》也指出,2021年全球平均气温(1月至9月)较1850年至1900年高出1.09℃;2020年全球温室气体浓度再创新高,二氧化碳、甲烷和氧化亚氮的浓度分别为工业化前水平的149%、262%和123%。

持续攀升的气温不停地给人类敲响警钟,创纪录的大气温室气体浓度和累积热量已将地球推向未知领域。有研究表明,按照目前各国政策的实施情况,到2100年全球平均气温仍将比工业化前水平高出2.8℃,即使《巴黎协定》中承诺的无条件“国家自主贡献”和净零碳排放承诺都实现,温度还将高出2.2℃。

可以预见的是,未来气候系统变化造成的影响和风险将比预计的更为剧烈。在此背景下,实现碳达峰碳中和目标的道路注定荆棘丛生、困难重重。好在,气象大数据可以化解诸多气候风险,并成为助力碳达峰碳中和目标实现的重要引擎。

## 碳达峰碳中和道路上的“拦路虎”——“灰犀牛”和“黑天鹅”

气候风险是未来人类社会面临的巨大危机,其中“灰犀牛”和“黑天鹅”这两类风险的发生,可能对自然生态系统和人类社会产生广泛而深远的影响。实现碳达峰碳中和目标,就是为了避免这两类风险事件的发生。

所谓“灰犀牛”,是指大概率高风险事件。此类事件一般早有预兆,但是没有得到足够重视,从而引发严重后果。气候变化导致极端天气气候事件增加,对自然系统和社会经济系统产生显著不利影响已经是大概率要发生的,这就属于“灰犀牛”事件。如果社会经济系统不进行较大变革,那么风险将持续增加。

而“黑天鹅”则是小概率高风险事件,主要指没有预料到的突发事件或问题。例如,气候系统一旦突破某些阈值或临界点,就会发生快速变化。大西洋经向翻转环流显著减缓或崩溃、冰盖崩塌、北

## 名士观点 应对气候变化

■ 气象大数据可捕捉“灰犀牛”和“黑天鹅”等事件,排除碳达峰碳中和目标实现道路上的诸多潜在风险。

■ 气象大数据可赋能农业、交通和能源等领域,提高可再生能源利用率,为我国能源转型发挥积极作用。

■ 在气象大数据的“喂养”下,地球系统模式可以计算得出最有效、最合理的碳达峰碳中和路径,从而为寻找最优科学路径提供强有力的技术和工具支持。

本期嘉宾:  
中国科学院大气物理研究所副研究员 成里京  
国家气象信息中心正研级高级工程师 沈文海  
国家气候中心研究员 巢清尘

采访人:本报记者 吴鹏

型战略资源,大数据分析以其少量依赖因果关系、主要依靠数据相关性发现知识的新模式,成为继经验、理论和计算模式之后的数据密集型科学范式的典型代表,未来或将成为“黑天鹅”的天敌。

## “气象大数据+”开出的花

我国碳达峰碳中和目标的实现主要依赖于科技的进步和经济发展方式的转型,但同时也会受到未来气候灾害的直接影响。例如,植树造林,以及利用太阳能、风能等清洁能源都是实现碳达峰碳中和目标的重要举措,但在多大程度和范围内采取上述举措则主要依赖于气温、降水、辐射、风速等基本的天气和气候状况。在极端天气气候条件下,比如“副高活动”“极涡活动”异常等带来的大范围风能、光能异常,可能导致大规模电力供应不足问题,2020年冬季美国得克萨斯州的能源灾难问题就是前车之鉴。

按照2030年风能和太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上的发展目标,以及2060年前实现碳中和要求,届时我国风能和太阳能发电总装机容量需要达到60亿千瓦以上。

海上、陆上哪里的风能潜力大?哪个地区的太阳能资源还有待挖掘?哪些地方可能面临长时间“无风无光”的低发电情形?大规模开发风能太阳能资源对未来生态环境的影响又是如何?这些都需要气象大数据和相应的大数据分析方法作为引路先锋。

风能、太阳能资源分布和开发受到季节、地理分布等自然条件影响,其间歇性和波动性会影响电网稳定性。借助长时间序列、高时空分辨率的风能、太阳能数据,科学家可以厘清风能、太阳能在不同时段和不同区域的时空变化特征,充分利用风能、太阳能资源的时空互补性,减少风电、光伏发电的间歇性和波动性,促进新能源消纳,提高可再生能源利用率。

目前,气象部门以大数据为支撑,针对我国风电、光伏发电的时空互补性做了深入研究,初步提出了不同地区风电、光伏开发的最优配比地图,即发电最稳定情况下风电和光伏的最优比例,可为我国能源转型发挥积极作用。

如果说气象大数据是一条河流的话,那么其流经之处,包括对于实现碳达峰

中和目标都至关重要的农业、交通和能源领域,都会开出不一样的花朵。

## “喂养”地球系统模式

据统计,2017年,全球的数据总量为21.6ZB(1个ZB等于十万亿字节),如果用256GB的iPad平板电脑来存储这些数据,所需平板电脑堆积起来的高度将超过地球到月球之间的距离。其中,就数据体量而言,气象数据当前总量超过20PB,仅每天产生的数据量就达几十个TB。

如何让如此海量的数据实现价值聚变?“喂养”地球系统模式无疑是性价比最高的方式之一。

地球系统模式能够定量刻画大气、陆地、海洋碳循环等地球系统各部分之间的相互作用过程,是认识、理解全球碳循环过程和机制,以及模拟和预估气候变化的核心工具。通过设置不同的碳达峰碳中和目标约束(如何减排、如何增汇等),地球系统模式可以得到最有效、最合理的碳达峰碳中和路径,从而为寻找最优科学路径提供强有力的技术和工具支持。

需要注意的是,地球系统模式的预测能力并不一定会因为数据量的剧增而提升,科学家还需要深入理解这些数据背后地球系统各圈层之间的相互作用和反馈机制。

在此基础上,以地球系统模式为核心,建设国家碳中和核算-评估-决策支持中心,用科技能力建设支撑碳达峰碳中和目标实现。

目前,气象部门已经建成我国第一个“自上而下”反演大气二氧化碳源-汇变化的碳监测同化反馈核算系统——碳监测核查支持系统,可准确区分全球、中国区域、省市、格点等不同尺度的自然碳通量和人为碳通量。

未来,需要进一步研发和优化可正确刻画循环复杂过程的地球系统模式,结合不同减排情景和人类活动影响,预估2030年和2060年全球及我国碳收支特征,以及我国不同陆地生态系统对碳中和的贡献;研究规划最优碳中和路径的方法论,评估不同路径可能的方案和转换能源结构的最优途径,为我国2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和目标提供强有力的科技支撑。

## “飓风种子”存活率获更高关注度

预测在飓风季节会生成多少热带飓风对于减灾和备灾非常重要,但准确预测一直以来都是难点。有研究表明,“热带气旋种子”(对流层低层的弱涡)的数量与其存活率会影响热带气旋生成的数量。因此,有必要对导致风暴种子演变为全面飓风和台风的条件进行研究,进而提高风暴强度的预测准确率。

近日,发表在《地球物理研究通讯》的一项研究成果表明,利用气候条件来估测潜在热带气旋种子的存活率是预测未来飓风的一种有用方法。“风暴种子(数量)的变化在未来并不那么重要,我们需要更加关注存活率。”该研究作者之一、东京大学大气和海洋研究所的气候科学家佐藤正树说。

通过对2000年至2018年间北半球夏季热带气旋和“热带气旋种子”的数据库进行研究,给定月份出现的种子数量与一个地区天气系统的平均涡度或旋转速度,以及平均垂直风速有关。在研究期内,只有约10%-20%的种子发展为热带气旋。此外,研究人员还收集了风暴期间的大气变量和海表温度,以确定热带风暴种子生长所需的最佳条件。研究发现,气候条件(如海表温度、湿度和风)决定了种子是否会发展成飓风。

该研究结果可以应用到未来的研究中,比如研究随着气候不断变化,飓风的频率和强度将如何变化。

## 气候变化对野火后的森林恢复构成威胁

受春季和夏季气温升高和干燥条件影响,近几十年来,美国西部的野火季节长度总体上增加了约25天。野火发生后,烧毁地区的植被恢复对于维持或重建森林生态系统功能(如生物多样性、水净化和栖息地提供等)至关重要。

近日发表在《地球物理研究-生物地球科学》杂志的一项研究表明,在山区生态系统发生毁灭性野火后,充足持久的积雪是森林恢复的关键,但气候变化正导致西北太平洋地区积雪大幅减少。

“根据目前的气候变化预测,积雪在帮助恢复植被方面的作用将在整个西方变得越来越重要。然而,气候变化已经增加了以雨而不是雪的形式出现的冬季降水的比例,降低了春季雪水当量(衡量雪水含量的指标),并导致春季融雪提前。”该研究作者之一、美国内华达大学里诺分校教授安妮·诺林说,“森林可能会经历更频繁的干旱条件,这将影响野火后植被的再生。”

该项研究成果有助于了解这些生态系统趋势,进而改进森林管理措施,比如少雪冬季后的重新播种工作可选择更耐旱的物种。

(来源:美国地球物理学会 编译:李慧)

## 1月国际强天气事件

### 》》》 编辑点评

暴雨、洪水、强降雪、山体滑坡……气候变化背景下极端天气气候事件增加的趋势已经越发清晰,长期和持续的气候风险将愈加凸显,并不断由自然系统向经济社会系统渗透蔓延。世界经济论坛每年发布《全球风险报告》,从经济、环境、地缘政治、技术、社会等领域评估全球存在的主要风险。分析最近几年的报告可以发现,从出现概率来看,极端天气持续列为近5年榜单发生概率第一。

如果不努力控制温室气体排放,未来气候系统变化造成的影响和风险将比预计的来得更为剧烈。加强气候适应努力、增强气候韧性建设已经迫在眉睫。建立气候变化风险早期监测预警和风险评估体系,有效管理不同时间尺度下气候变化所引起的潜在风险成为首要任务。

近年来频发的极端天气气候事件是自然向人类发出的不堪重负的“低吼”。加快经济发展方式转型步伐、走绿色发展之路是人类与自然和谐相处之道,也是实现可持续发展的唯一途径。(吴鹏)



▲1月7日,在印度尼西亚查亚普拉市,救援人员在转移受灾群众。图/新华社

新年伊始,全球各地异常天气打破了新年的祥和,让我们一起来看看各地都发生了什么。

### 在美国——

受持续强降雨的影响,近日,美国西海岸华盛顿州等多地受灾持续,洪水淹没了多处民宅、道路和大片农田,导致5万多户家庭停电。多地持续发布洪灾和大风警报,华盛顿州不得不出动国民警卫队协助防洪。而在美国东部沿海地区,多地的冬季风暴警报仍未解除,弗吉尼亚州、宾夕法尼亚州、纽约州等多地出现强降雪天气。

### 在印度尼西亚——

1月7日早上,印度尼西亚巴布亚省首府查亚普拉地区发生洪水和山体滑坡。当地政府提醒查亚普拉的民众,特别是住在海岸和山区附近的居民,要时刻保持警惕。目前,当地仍处于雨季。此外,印度尼西亚齐特区北亚齐地区灾害管理局称,近日北亚齐地区多地遭遇洪水,3.6万余人受灾。

### 在巴西——

1月8日,巴西东南部米纳斯吉拉斯州卡皮托利乌市(Capitolio)的旅游景点福尔那斯湖峡谷发生一起岩石坠落砸中游船的事故。截至1月10日,事故已造成10人死亡、约20人失踪,另有32人受伤。该州消防部门负责人佩德罗·艾哈拉称,事故发生地近



▲1月8日拍摄的巴基斯坦北部度假胜地穆里山区的雪灾现场。图/新华社

一段时间以来普降暴雨,雨水导致大量石块松动滑落,最终发生了坍塌事故。

### 在日本——

受寒流影响,1月6日,以日本首都圈为主的太平洋一侧出现降雪。日本气象厅时隔约4年向东京23区发布大雪警报。东京都中心积雪达10厘米,为2020年3月下旬以来的首次。受大雪影响,6日至7日,东京超200人因滑倒受伤而被送往医院。东京羽田和成田机场起降的国内航线中多个航班被取消,东海道线等部分列车晚点。

### 在巴基斯坦——

从1月8日开始,雨雪天气袭击巴基斯坦开普省,该省的上迪尔、开伯尔和马尔丹地区,都出现了极端天气导致的人员伤亡事故,数以千计的的车辆被困在雪中。大雪和山体滑坡导致该省部分路段被关闭。巴基斯坦气象部门预测,未来开普省丘陵地区将有更多降雨和降雪。

(本报记者李慧根据新华社、中新网、日本共同社等整理)