

# 科学研究动态监测快报

---

2017 年 4 月 1 日 第 7 期 (总第 217 期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ 美国特朗普总统 2018 年财年预算及其影响分析
- ◇ 多研究关注气候变化对中国冬季霾污染的影响
- ◇ 国际机构对 G20 可持续基础设施投资提出政策建议
- ◇ 气候变暖导致土壤释放更多的二氧化碳
- ◇ 气候变化将导致美国农业全要素生产率下降
- ◇ 美研究分析污染物排放和热浪对臭氧污染的贡献
- ◇ 自然变率是引起北极海冰减少的主导因素
- ◇ 中美研究发现全球海洋热量被低估 13%
- ◇ 未来欧洲极端海平面高度将大幅增加
- ◇ 中国学者率先证实大气中的铁酸溶解过程
- ◇ 2017 年汛期 (6—8 月) 我国降水趋势预测

中国科学院兰州文献情报中心  
中国科学院资源环境科学信息中心

---

中国科学院兰州文献情报中心  
邮编: 730000

电话: 0931-8270063

地址: 甘肃兰州市天水中路 8 号  
网址: <http://www.llas.ac.cn>

## 目 录

### 热点问题聚焦

- 美国特朗普总统 2018 年财年预算及其影响分析..... 1  
多研究关注气候变化对中国冬季霾污染的影响..... 4

### 气候政策与战略

- 国际机构对 G20 可持续基础设施投资提出政策建议..... 7

### 气候变化事实与影响

- 气候变暖导致土壤释放更多的二氧化碳..... 8  
气候变化将导致美国农业全要素生产率下降..... 9

### 前沿研究进展

- 美研究分析污染物排放和热浪对臭氧污染的贡献..... 10  
自然变率是引起北极海冰减少的主导因素..... 11

### 前沿研究动态

- 中美研究发现全球海洋热量被低估 13%..... 12  
未来欧洲极端海平面高度将大幅增加..... 13  
中国学者率先证实大气中的铁酸溶解过程..... 13

### 短期气候预测

- 2017 年汛期(6—8 月)我国降水趋势预测..... 14

# 美国特朗普总统 2018 年财年预算及其影响分析

2017 年 3 月 16 日，美国总统执行办公室发布将于今年 10 月 1 日开始的 2018 财年预算纲要《美国优先：让美国再次伟大的预算蓝图》（*America First: A Budget Blueprint to Make America Great Again*），概述了特朗普总统关于 2018 财年政府各部门的预算计划，呼吁大幅削减联邦科研机构的预算，并相应增加国防军备方面的预算，此举很可能招致科学界和国会许多议员的强烈反对。本文主要就涉及气候变化方面的预算变化、特朗普就任以来的相关举措，以及对美国未来气候变化行动的可能影响等进行介绍，以供参考。

## 1 气候变化方面的预算变化

早在竞选之初，特朗普就将气候变化视为骗局，从此次公布的预算蓝图来看，特朗普削减了全球变暖方面的联邦行动、国际合作和研究经费，而美国环境保护署（EPA）将受到较大的冲击（表 1）。预算蓝图没有具体细化每个研究计划预算的削减情况，这还不包括任何新税或者其他收入。特朗普正寻求通过削减国内计划和国务院的预算来支付五角大楼开支的大幅增加。其中，气候变化的部门/机构预算变化情况主要涉及如下：

表 1 涉及气候变化的部门/机构预算变化情况（单位：亿美元）

机构/部门	2017 执行	2018 预算请求	变化情况	变化百分比
环境保护署	82	57	-26	-31.4%
能源部	297	280	-17	-5.6%
国家航空航天局	192	191	-2	-0.8%
国务院/美国国际开发署	380	271	-109	-28.7%
内政部	132	116	-15	-11.7%

### 1.1 环境保护署（EPA）

EPA 将面临有史以来最大的预算削减：削减 26 亿美元或者 31.4% 的预算。主要包括：①停止资助《清洁电力计划》（*Clean Power Plan*）、国际气候变化计划、气候变化研究与合作项目，以及相关行动等将节省超过 1 亿美元。②取消对特定区域行动的资助，例如五大湖修复计划（*Great Lakes Restoration Initiative*）、切萨皮克湾（*Chesapeake Bay*）和其他地理项目，从而节省 4.27 亿美元。将资助地方环境保护行动和计划的责任归还到州和地方政府，从而允许 EPA 关注最重要的国家优先事项。③取消 50 多个 EPA 部署项目，额外节省 3.47 亿美元。例如，有 25 年历史的“能源之星”（*Energy Star*）自愿分类计划，通过帮助消费者和企业选择更高效率的设备，预计每年将为消费者和企业节省 240~340 亿美元。

## 1.2 能源部 (DOE)

DOE 的预算需求为 280 亿美元,比 2017 年度执行水平减少 17 亿美元或者 5.6%。为了加强美国的核能力,美国国家核安全管理局 (National Nuclear Security Administration) 的预算增加了 14 亿美元,增幅达 11%。

由于私营部门更好地资助了先进能源研究和发展,并将创新技术商业化,预算取消了能源先进研究计划署 (Advanced Research Projects Agency-Energy, ARPA-E)、17 项创新技术贷款担保计划 (Title 17 Innovative Technology Loan Guarantee Program) 和先进技术车辆生产计划 (Advanced Technology Vehicle Manufacturing Program)。

## 1.3 国家航空航天局 (NASA)

NASA 的预算需求为 191 亿美元,比 2017 年度执行水平减少 0.8%。该机构开创了世界对地球碳排放影响及其温室效应的认识,而特朗普政府将其使命重新聚焦于空间探测和恢复超音速商业航空研究。预算终止了 4 个地球科学任务,分别是浮游生物、气溶胶、云和海洋生态系统 (PACE) 任务、轨道碳观测 3 号卫星 (OCO-3)、深太空气候观测站 (DSCOVR) 计划和气候绝对辐射和折射率观测器 (CLARREO),减少对地球科学研究基金的资助。

## 1.4 国家海洋和大气管理局 (NOAA)

NOAA 支持沿海和海洋管理、研究与教育的针对性基金和项目将被砍掉 2.5 亿美元,包括支持大学研究沿海生态系统、渔业与水产养殖、气候恢复力和环境素养的整个海洋资助 (Sea Grant) 计划。海洋资助计划的一部分使命是传达气候变化的威胁,并为其做好准备。

## 1.5 国务院/美国国际开发署 (USAID)

国务院/美国国际开发署针对国际气候行动的预算将合计被削减 109 亿美元或者 28.7%。预算取消了对“全球气候变化倡议” (*Global Climate Change Initiative*) 的资助,该倡议资助所有与气候有关的双边行动,并为美国对《联合国气候变化框架公约》 (UNFCCC) 和联合国气候变化专门委员会 (IPCC) 的贡献提供资金,还包括帮助发展中国家追踪和减少其排放量,发展其可再生能源的能力。预算还将取消美国对绿色气候基金的贡献,美国已经承诺为帮助发展中国家应对气候影响提供 30 亿美元,但只支付了 10 亿美元。

## 1.6 内政部 (DOI)

负责管理联邦土地和监督一系列气候研究的内政部预算削减了 15 亿美元或者 11.7%。预算蓝图呼吁为支持在联邦土地 (包括海上) 上开发能源的项目增加资助,但没有提供具体的支出数字。美国地质调查局 (USGS) 的预算将减少超过 9 亿美元,以聚焦基础科学计划的投资。保留的预算包括陆地卫星 (Landsat-9) 地面系统,以及支撑可持续的能源开发、负责任的资源管理和降低自然灾害风险的研究与数据收集。

## 2 特朗普就任以来的相关举措

自 2017 年 1 月 20 日上任以来，特朗普采取了许多将对资源、环境和气候变化领域产生重要影响的政策行动。

### 2.1 发布优先能源计划

1 月 21 日，特朗普政府在白宫网站公布要优先处理的 6 大问题，其中第一条就是《美国优先能源计划》(*America First Energy Plan*)，指出美国能源行业一直受到繁重法规的制约，特朗普政府致力于“消除有害与不必要的政策”，例如《气候行动计划》(*Climate Action Plan*)和《美国水域》(*Waters of the US*) 条例，消除这些限制将帮助美国工人的工资在未来 7 年增长超过 300 亿美元。特朗普政府将重新开发国内页岩气、石油和天然气资源，发展清洁煤炭技术，重振美国的煤炭行业，以发展经济和实现能源独立。该计划指出保护空气、水、自然栖息地、自然储备和资源仍然是一个高度优先事项，并将重新调整 EPA 的基本使命。

### 2.2 重启输油管道项目

1 月 24 日，特朗普政府发布总统备忘录，推进 Keystone XL 和达科他 (Dakota) 两项输油管线建设，并就加速环境审查和高优先级基础设施项目的批准签署行政命令。Keystone XL 和 Dakota 输油管道建设项目此前分别于 2015 年底和 2016 年由于环境问题和原住民的抗议被中止。此次特朗普重启了两个输油管道项目的谈判，要求建设输油管道使用美国造的材料，并表示该项目可为美国创造 2.8 万个就业岗位。

### 2.3 撤销溪流保护条例

2 月 16 日，特朗普政府签署立法，撤销了内政部一项禁止表面采矿作业在附近水道倾倒废物的规定——《溪流保护条例》(*Stream Protection Rule*)。特朗普政府认为该条例过度繁琐的监管阻碍了煤炭行业的发展，减少煤炭产量并导致煤炭就业机会减少。《溪流保护条例》于 2016 年 2 月 3 日颁布，指出煤矿开采对溪流、鱼类和野生动物产生不利影响，为了规范地面采煤作业，规定禁止在间歇或常年溪流及其 100 英尺以内的土地上进行地面采煤和开采作业。此外，在间歇或常年溪流中填充过量弃土的开采者，需要实施鱼类和野生动物保护措施以抵消其环境危害。

### 2.4 修改美国水域条例

2 月 28 日，特朗普政府发布总统行政命令，指示 EPA 和美国陆军工兵部队 (Army Corps of Engineers) 修改 2015 年的《美国水域》(*Waters of the United States*) 条例。该条例根据《1972 年清洁水法案》(*1972 Clean Water Act*) 颁布，覆盖美国 60% 的水体，给予联邦政府不只在主要水体，还有在湿地、河流和溪流等水域的管理权力。该条例的修改影响到可能会污染河流分支和间歇性水体的农业生产活动和发展。

### 2.5 任命多位有能源企业背景的内阁成员

特朗普政府内阁成员中有许多具有能源企业背景，例如国务卿雷克斯·蒂勒森 (Rex W. Tillerson) 是埃克森美孚石油公司的首席执行官 (CEO)；商务部长威尔伯·罗斯 (Wilbur L. Ross) 是私募股权公司 WL Ross & Co. 的董事长，曾并购多个煤炭钢铁

工业企业；能源部部长詹姆斯·佩里（James R. Perry）曾任德克萨斯州长，是总部设在达拉斯的能源传输公司董事会董事，这家公司承建着北达科他州输油管线项目；环境保护署署长斯科特·普鲁特（Scott Pruitt），曾任俄克拉荷马州总检察长，与石油化工行业联系紧密，并对全球气候变暖持怀疑态度，对奥巴马政府的气候变化政策提起过法律诉讼。

### 3 对美国未来气候变化行动的可能影响

#### 3.1 应对气候变化行动或将放缓

削减气候变化方面的预算仅是特朗普政府计划改变奥巴马政府气候变化工作部署迈出的第一步。早在竞选之初，特朗普就宣称气候变化是一个“骗局”，并承诺当选后会废除奥巴马时期的气候议程，包括取消《清洁电力计划》、取消限制石油和天然气开采过程排放甲烷的规定、取消限制联邦开采煤炭租赁的规定，以及让美国退出《巴黎协定》（Paris Agreement）等，从而或将使美国国内气候变化应对行动放缓。此外，尽管气候变化已经成为全球共识，但是特朗普政府计划减少气候变化在政府决策中的作用，且不排除特朗普效仿小布什政府通过发布其他替代性举措，有意违背气候承诺，使国际应对气候变化行动前景堪忧。

#### 3.2 气候变化科学研究可能受影响

美国一直引领着全球气候变化科学的研究前沿，并且是气候变化数据保存与收集方面的世界领袖。此次发布的总统预算蓝图对美国气候变化科学研究预算进行了大幅度地削减，这将对美国及全球气候变化科学研究界产生较大冲击，从而可能使气候变化科学研究受到影响。此外，由于特朗普政府对气候变化持怀疑态度，以及任命多位具有能源企业背景的内阁成员，势必造成美国国内气候变化怀疑论有进一步抬头的趋势，这无疑也使美国气候变化政策蒙上一层阴影。

（曾静静，刘燕飞 编写）

## 多研究关注气候变化对中国冬季霾污染的影响

中国空气污染对经济发展和公众健康造成了不利影响，减缓空气污染成为科学界、公众和政府关注的一大重要问题。尽管中国政府实施了严格的大气污染物排放控制措施，但近年来，中国持续性霾污染事件仍呈频发趋势，其中冬季（12月至次年2月）发生的频率最大。霾事件指大气细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）含量升高，从而导致能见度小于10 km的情况。当细颗粒物浓度超过150 μg/m<sup>3</sup>，即世界卫生组织（WHO）规定的危害人类健康的水平时，可视为严重霾事件。例如，2013年1月发生的严重霾事件，席卷了中国30多个城市，北京的PM<sub>2.5</sub>最大日均浓度更是超过了500 μg/m<sup>3</sup>，并导致高达34亿美元的经济损失。虽然污染物的排放通常被认为是导致霾事件的罪魁祸首，但是气象条件也对霾事件的发生和发展产生重要影响。

近期，国际多篇文章从气候变化角度分析了中国京津冀区域冬季严重霾事件的成因，为中国空气污染治理提供了一个新思路。2017年3月1日，《大气科学进展》(*Advances in Atmospheric Sciences*) 期刊发表题为《京津冀区域持续性霾事件发生的大气环流和动力学机制》(*Atmospheric Circulation and Dynamic Mechanism for Persistent Haze Events in the Beijing - Tianjin - Hebei Region*) 的封面文章，揭示了1980年以来持续性严重霾污染事件发生的大气环流和动力机制。15日，《科学进展》(*Science Advances*) 期刊发表题为《北极海冰、欧亚大陆积雪与中国冬季极端霾》(*Arctic Sea Ice, Eurasia Snow, and Extreme Winter Haze in China*) 的文章，指出全球气候变化导致的北极海冰减少与欧亚降雪增加改变了区域大气环流结构，进而可能加剧了中国近年来的冬季严重空气污染问题。20日，《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*) 期刊发表题为《气候变化背景下天气条件导致北京严重霾的发生更加频繁》(*Weather Conditions Conducive to Beijing Severe Haze More Frequent Under Climate Change*) 的文章，发现全球变暖会增加有利于类似北京严重霾事件发生的天气条件，并增加未来冬季严重霾事件的发生频率和持续时间。这些研究成果受到了科学家和媒体的广泛关注。本文对这3篇文章的核心观点进行了整理，以供参考。

## 1 霾事件发生的大气环流和动力机制

国家气候中心丁一汇院士课题组在《大气科学进展》期刊发表的文章，基于区域极端事件目标识别技术(OITREE)分析了1980—2013年京津冀区域持续性霾事件(RPHEs)发生的环流和动力机制。研究发现，过去34年，京津冀发生了49起区域持续性霾事件，发生的频率呈上升趋势，多数持续性强霾事件发生在秋冬季节，其发生的大气环流和动力机制为：

(1) 京津冀持续性霾天气的水汽条件。京津冀持续性霾事件的发生有三条主要的水汽输送通道：东南和西南两条长路径水汽输送通道以及偏西的短路径水汽输送通道。京津冀持续性严重霾事件发生的类型可分为纬向西风(ZWA)型和高压脊(HPR)型。当纬向西风型霾事件发生时，主要是由东南和西南水汽输送通道向京津冀地区输送水汽，大部分区域相对湿度可达70%~80%，充分的水汽条件有利于霾天气的形成和维持。而高压脊型霾事件发生时，主要是由西南和偏西通道向京津冀地区输送水汽，相对湿度较平直西风型略低，约为60%~70%。

(2) 京津冀持续性霾天气的动力机制。在纬向西风气流或高压脊前西北气流的大尺度环流背景下，京津冀区域对流层可产生持续而深厚的下沉气流，从而挤压大气边界层致使其厚度降低，低层产生逆温，大气的垂直扩散能力和大气环境容量均下降，大量的污染物和水汽聚集在较低的边界层内，为霾天气的维持和加剧提供了有利的动力条件。

## 2 静稳天气是导致严重霾事件的重要因素

美国佐治亚理工学院 (*Georgia Institute of Technology*) 王育航教授团队在《科学进展》期刊发表的文章, 收集了包括气象能见度观测与卫星监测数据在内的相关资料, 基于地表风速与逆温强度创建了空气污染潜势指数 (*pollution potential index, PPI*), 以分析空气污染历史水平, 并量化扩散条件对区域空气污染的影响。研究发现, 发生于中国华平原 2013 年 1 月的空气污染事件严重程度远高于过去 30 年间的任何水平。由于同时期的污染物排放并没有明显变化, 但在静稳天气条件下, 冬季大量来自工业与机动车排放的空气污染物不能通过水平扩散或垂直混合来有效清除, 空气污染物便开始累积, 导致 2013 年 1 月的严重霾事件的发生。

中国海洋大学青岛海洋科学与技术国家实验室蔡文炬教授和南京信息工程大学廖宏教授在《自然·气候变化》期刊发表的文章, 利用北京观测的七年冬季逐日 *PM2.5* 浓度和逐日再分析气象资料, 通过合成分析构建了严重霾事件与大尺度环流变化之间的关系, 并定义了一个霾天气指数 (*haze weather index, HWI*), 用以指示气象条件 (大气上下层的垂直温度梯度, 对流层低层经向风速, 以及对流层中层纬向环流) 是否有利于极端霾的发生。研究表明, 与 1948—1981 年相比, 1982—2015 年北京霾天气指数  $>0$  的值 (即有利于严重霾事件发生的天气条件) 的频率增加了 10%。因此, 可以认为过去数十年的气候变化产生了更易于北京发生霾事件的天气条件。

## 3 极地气候变化加剧冬季霾事件的发生

王育航教授团队利用主成分分析、最大协方差分析及全球气候模式进一步调查了气候变化背景下, 北极海冰、欧亚大陆北部积雪和厄尔尼诺—南方涛动 (*ENSO*) 等气候因子的变化对大尺度大气环流形势以及中国东部地区污染扩散条件的影响。研究发现, 中国东部平原地区静稳天气条件与北极海冰和中高纬度欧亚大陆北部地区积雪面积的变化密切相关。北极海冰在 2012 年秋季减小到历史性低位, 而欧亚大陆北部积雪覆盖面积在 2012 年初冬季节达到历史性最大。海冰减少与积雪面积增加导致影响中国的西伯利亚高压脊减弱, 由此减小了海陆气压与温度梯度, 并导致东亚冬季风传播路径向东偏移, 这一变化降低了中国东部地区的地表风速并创造了区域大范围的静稳天气条件。该模拟研究结果与当年冬季中国东部整体气温偏高, 而位于中国以东的韩国和日本遭遇严寒天气相吻合, 这些区域的气温变化清楚地表明冷空气影响范围发生了改变。

中国科学院大气物理研究所王会军院士课题组于 2015 年在《大气和海洋科学快报》 (*Atmospheric and Oceanic Science Letters*) 期刊上发表的《北极海冰减少加剧中国东部霾污染》 (*Arctic Sea Ice Decline Intensified Haze Pollution in Eastern China*) 文章, 也指出北极海冰减少显著加剧了中国东部霾天气的发生。

## 4 未来霾污染事件的发生将会更加频繁

蔡文炬教授和廖宏教授的研究进一步利用耦合模式比较计划阶段五（CMIP5）的 15 个气候模式，模拟了历史气候（1950—1999）和未来高温温室气体排放情景（RCP8.5）气候（2050—2099）下，强霾天气发生的频率。结果发现，在未来全球气候变暖背景下，与 1950—1999 年相比，到 2050—2099 年，霾天气指数高于 1 的事件（类似于 2013 年 1 月的严重霾污染事件）将增加 50%。因此，未来霾事件将会更加频繁地发生，特别是极端事件。在全球气候变暖背景下，北极涛动向正位相增强、东亚冬季风减弱、东亚大槽变浅以及近地表大气增暖较快导致中低层大气更加稳定，这些因素的共同作用导致了严重霾事件的增加。

## 5 启示

这些研究将气候变化与区域空气污染问题联系起来，结果清楚地表明，全球气候变化导致的大尺度环流扰动对区域环境产生了显著的影响。尽管当前我国正在采取措施努力减少污染物排放，但研究发现，全球气候变化导致的北极海冰等气候因子与区域大气环境变化趋势将会在未来持续，导致我国华北平原冬季大范围的空气污染现象可能将会在未来一段时期内反复出现。因此，不利的天气条件给我国华北平原冬季空气污染治理带来了更大的挑战。根据以上研究，我国一方面需要大幅减少污染物的排放，另一方面还需要进一步应对气候变化，以考虑空气污染治理与温室气体减排的协同效应。

（廖琴 编写）

主要参考文献：

- [1] Atmospheric Circulation and Dynamic Mechanism for Persistent Haze Events in the Beijing - Tianjin - Hebei Region. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00376-016-6158-z>
- [2] Arctic Sea Ice, Eurasia Snow, and Extreme Winter Haze in China. <http://advances.sciencemag.org/content/3/3/e1602751>
- [3] Weather Conditions Conducive to Beijing Severe Haze More Frequent Under Climate Change. <http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate3249.html#affil-auth>
- [4] Arctic Sea Ice Decline Intensified Haze Pollution in Eastern China. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3878/AOSL20140081>

## 气候政策与战略

### 国际机构对 G20 可持续基础设施投资提出政策建议

2017 年 3 月 17 日，布鲁金斯学会（Brookings Institution）、国际治理创新中心（Centre for International Governance Innovation, CIGI）等机构的经济专家向 G20 财政部长提交《实现气候政策、可持续基础设施和融资的综合方法》（*Towards a Comprehensive Approach to Climate Policy, Sustainable Infrastructure, and Finance*）政策简报，通过增加可持续基础设施、动员可持续融资并采用碳定价，提出了激励低

碳增长的一揽子政策，以同时实现《巴黎协定》（*Paris Agreement*）和可持续发展目标（SDGs）的目标。提案的主要内容如下：

**（1）加强并重新定位投资策略。**未来 20 年转型的关键是需要对可持续基础设施投资。可持续基础设施投资面临着诸如全球碳预算减少、气候风险增加、基础设施长期耗用等亟待解决的问题。**政策建议包括：**①G20 国家可持续基础设施需符合可持续发展目标，同时需与 2°C 温控目标兼容，基础设施建设与投资需符合长期气候战略。②G20 国家应全面评估可持续基础设施的现有投资、未来规划和障碍，以支持可持续发展相关目标。③G20 国家应邀请多边开发银行（MDBs）与其他国际组织和私人实体合作，为可持续基础设施建立统一标准。

**（2）融资转型，推动变革。**可持续基础设施投资需要加强所有来源的融资，并转向绿色基础设施，获得长期的融资是扩大可持续基础设施投资的主要障碍。“绿色金融”对吸引可持续基础设施投资至关重要。**政策建议包括：**①基于在杭州峰会上做出的承诺，G20 应要求 MDBs 设置整个系统的目标，以支持扩大可持续基础设施。②G20 应邀请金融稳定委员会（Financial Stability Board）建立共享平台，用以交流经验及制定披露气候相关的金融风险的办法。③促进碳定价与绿色金融之间的联系，G20 国家政府应充分发挥职能，通过 MDBs 与（半）公立国家银行制定碳定价。

**（3）通过价格设置，利用市场力量减缓气候变化。**在当前价格体系中，碳投资倾向于高碳的基础设施的主要原因有：一是化石燃料补贴对碳密集型投资造成不利的激励效应；二是在引导投资方面，不曾涉及大气污染。碳定价的行政和政治障碍可以转化为机会，合理的碳定价除了为气候变化减缓提供激励措施外，也会产生显著的公共收入。**政策建议包括：**①全面评估碳定价：G20 国家财政部长应致力于同行审查过程，以评估目前的碳定价体系是否满足提交的国家自主贡献（NDCs）。②逐步取消化石燃料补贴：G20 国家现在应设定 2022 年为取消化石燃料补贴（包括生产和消费补贴）的目标日期，并应在 2018 年完成化石燃料补贴同行审查。③制定碳定价路线图：G20 国家应建立碳定价合作的长期平台，旨在制定实施碳定价的路线图，同意碳价格随着时间发展变化，支持碳定价体系的双边努力和多变同行审查。

（王曲梅 编译）

原文题目：Towards a Comprehensive Approach to Climate Policy, Sustainable Infrastructure, and Finance

来源：[http://www.g20-insights.org/policy\\_briefs/towards-comprehensive-approach-climate-policy-sustainable-infrastructure-finance/](http://www.g20-insights.org/policy_briefs/towards-comprehensive-approach-climate-policy-sustainable-infrastructure-finance/)

## 气候变化事实与影响

### 气候变暖导致土壤释放更多的二氧化碳

2017 年 3 月 9 日，《科学》（*Science*）发表题为《全土碳通量对变暖的响应》（The Whole-soil Carbon Flux in Response to Warming）的文章显示，随着气候变暖，底土中的碳并不稳定，较之预期，土壤将释放更多的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）。

土壤有机碳储量是大气层的 3 倍。气候变暖通过加速微生物分解土壤有机碳的速度，导致土壤释放更多的 CO<sub>2</sub>，进而又进一步加速气候变暖。到目前为止，大多数大田实验集中在表层土壤（0~20 cm），表层土壤中储存了超过 50% 的土壤有机碳。但中层土壤（20~60 cm）和深层土壤（60~100 cm）对温度的响应如何？气候变暖背景下，深层土壤在碳循环中又扮演着什么样的角色？这尚且是一个悬而未决的问题。

美国劳伦斯伯克利国家实验室（Lawrence Berkeley National Laboratory）的科学家基于一个创新的田间试验，通过在 3 处采样点土壤中安装一组不锈钢“吸管”，探索了温度升高时，0~100cm 土壤中 5 个深度梯度的 CO<sub>2</sub> 浓度和土壤其他性质的变化，模拟了不同深度土壤碳剖面对土壤 CO<sub>2</sub> 排放总量的贡献。研究结果显示，气候变暖背景下，3 处采样点土壤的 CO<sub>2</sub> 排放量增加了 34%~37%。其中，仅 40% 的 CO<sub>2</sub> 排放增量来源于表层土壤，这表明中层土壤和深层土壤中储存的有机碳并不稳定，是碳循环的关键组成部分。该研究结果还显示，受气候变暖的影响，到 2100 年，中层土壤和深层土壤对土壤 CO<sub>2</sub> 排放总量的贡献将显著高于现在，甚至可能高达年度人为 CO<sub>2</sub> 排放总量的 30%。

（董利莘 编译）

原文题目：The Whole-soil Carbon Flux in Response to Warming

来源：<http://science.sciencemag.org/content/early/2017/03/08/science.aal1319>

## 气候变化将导致美国农业全要素生产率下降

2017 年 3 月 6 日，《美国国家科学院院刊》（PNAS）发表题为《测定气候对美国农业生产总值的影响》（Determining Climate Effects on US Total Agricultural Productivity）的文章显示，1981—2010 年温度和降了解释了约 70% 美国区域农业全要素生产率（Total Factor Productivity, TFP）的增长，如果这一关系继续下去，预计到 2050 年美国农业 TFP 将下降到 1980 年前的水平。

农业生产对气候的敏感性尚未得到充分量化。美国农业的 TFP 持续增长了一个多世纪，其中，大部分增长通常归因于技术变革。量化 TFP 和气候变化之间的关系对于预测美国农业 TFP 未来的发展趋势至关重要。

来自美国马里兰大学（University of Maryland）、中国南京信息工程大学（Nanjing University of Information Science and Technology）、美国科罗拉多州立大学（Colorado State University）和中国华东师范大学（East China Normal University）的研究者通过多元回归模型分析了气候变化与区域农业 TFP 变化之间的相关性，并预测了未来农业 TFP 的变化趋势。研究结果显示，1981—2010 年温度和降了解释了约 70% 美国区域农业 TFP 的增长。到目前为止，气候变化对区域 TFP 的影响已超过了技术进步。如果这一关系继续下去，预计在中到高排放情景下气候变化将导致 TFP 的年均下降率达到 2.84%~4.34%。因此，即使将目前的创新速度考虑在内，到 2050 年美国农业

TFP 也将下降到 1980 年前的水平。该研究对气候变化与农业 TFP 进行了综合评估，为政策制定者提供了更客观的信息参考。

(董利苹 编译)

原文题目: Determining Climate Effects on US Total Agricultural Productivity

来源: <http://www.pnas.org/content/114/12/E2285.full.pdf>

## 前沿研究进展

### 美研究分析污染物排放和热浪对臭氧污染的贡献

在美国，地面臭氧从 1940 年开始被认为是对公众健康有害的空气污染物。地面臭氧对全球和区域上不同的前体排放物和气候产生响应，将对设计有效的美国空气质量控制政策具有影响。近期两篇文章分析了污染物排放和热浪等造成美国地面臭氧污染的贡献和影响。

2017 年 3 月 1 日，美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 和普林斯顿大学 (Princeton University) 的研究人员在《大气化学与物理学》(*Atmospheric Chemistry and Physics*) 发表题为《1998—2014 年美国地表臭氧趋势和极端情况：量化亚洲污染物排放增加、美国国内控制、森林火灾和气候因素的作用》(US Surface Ozone Trends and Extremes from 1980 to 2014: Quantifying the Roles of Rising Asian Emissions, Domestic Controls, Wildfires, and Climate) 的文章，指出亚洲污染物排放对美国西部臭氧浓度升高的贡献高达 65%，甲烷排放贡献约 15%，野火排放贡献不到 10%。

研究人员利用观测数据和地球物理流体力学实验室大气模式 (GFDL-AM3) 定量分析了 1980—2014 年间亚洲污染物排放、美国国内控制政策、森林火灾和气候因素的作用。结果表明，自 1990 年以来，亚洲的人为氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ ) 排放量增加至过去的 3 倍，对美国西部春季臭氧背景浓度增加 (0.3~0.5 ppb/yr) 的贡献高达 65%，超过美国国内  $\text{NO}_x$  控制所致臭氧减少量的 50%。在此期间，甲烷排放贡献了约 15%，野火排放贡献了不到 10%。在夏季，亚洲排放量的增加大致抵消了  $\text{NO}_x$  排放控制所致臭氧减少量，导致美国西部农村地区臭氧变化趋势微弱。相比之下，在美国东部，通过其区域  $\text{NO}_x$  排放控制，过去十年地表臭氧显著下降。美国东南部臭氧减少最为明显，美国东北部更早发生对  $\text{NO}_x$  敏感的臭氧产物和生物源碳氢化合物排放的季节性爆发。控制  $\text{NO}_x$  排放将继续有利于长期控制美国东南部全年的臭氧空气质量。

另一项研究为，2017 年 2 月 27 日，美国加利福尼亚大学 (University of California) 研究人员在《美国国家科学院院刊》(PNAS) 发表题为《北美东部地表臭氧、颗粒物和温度极值同时发生》(Co-occurrence of Extremes in Surface Ozone, Particulate Matter, and Temperature over Eastern North America) 的文章，指出热浪和空气污染的同时出现使其对健康的协同影响增加。

暴露于极端温度和高浓度的臭氧和颗粒物污染物对人类健康构成重大威胁，并且在未来气候变化下可能会恶化。由于热浪和污染事件有共同的基本气象驱动因素，因此常常同时发生，两者同时发生造成的健康影响超过其单独影响的总和。有证据表明污染事件和热浪将在未来气候变化下加剧，因此了解两者共同发生的本质则尤为重要。该研究利用美国和加拿大东部地区 1999—2013 年的地面观测数据，分析 4~9 月地表臭氧、颗粒物污染和最高温度的记录水平，研究表明极端温度常与大规模污染事件重叠，具有最高的温度和最高的污染水平。大规模、极端事件爆发使人类健康处于风险之中，需要采用多压力方法评估对人类健康和植被的影响。

(刘燕飞 编译)

#### 参考文献

- [1] Lin M, Horowitz L W, Payton R, et al. US Surface Ozone Trends and Extremes from 1980 to 2014: Quantifying the Roles of Rising Asian Emissions, Domestic Controls, Wildfires, and Climate. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2017(17): 2943-2970.
- [2] Jordan L. Schnell, Michael J. Prather. Co-occurrence of Extremes in Surface Ozone, Particulate Matter, and Temperature over Eastern North America. *PNAS*. 2017. doi: 10.1073/pnas.1614453114

## 自然变率是引起北极海冰减少的主导因素

2017 年 3 月 13 日,《自然 气候变化》(*Nature Climate Change*) 期刊发表题为《高纬度大气环流变化对北极夏季海冰的影响》(*Influence of High-latitude Atmospheric Circulation Changes on Summertime Arctic Sea Ice*) 的文章,指出自 1979 年以来,自然变率能够解释一半(30~50%)的北极海冰面积的下降,表明大气环流的变化(主要与自然内部变化率相关)影响了北极夏季海冰覆盖面积。

过去 30 年以来,北极海冰迅速下降,增暖速度达到全球平均速度的 2 倍。然而北极变暖与海冰损失之间的关系尚不清楚。美国加利福尼亚大学(University of California)、华盛顿大学(University of Washington)、国家海洋和大气管理局(NOAA)和普林斯顿大学(Princeton University)的研究人员通过大气环流模式、海洋—海冰模式和再分析资料相结合,分析了影响大气环流从而也影响海冰的 3 个因素:温度、湿度和向下长波辐射,研究了夏季(6—8 月)的大气环流对 9 月海冰范围的影响。

结果表明,自 1979 年以来,夏季大气环流能够解释高达 60% 的海冰减少。格陵兰岛和北冰洋地区的反气旋趋势增强,伴随对流层正压结构,使对流层低层温度升高、湿度增加,从而增加了海冰的向下长波辐射。近地层的变化受大气环流变化的主导,超过海冰覆盖变化的反馈作用。研究还发现,1979 年以来,自然变率主导了北极夏季环流趋势,能够解释 30~50% 的 9 月海冰面积的减少。

加拿大环境及气候变化部(Environment and Climate Change Canada)的 Neil Swart 在当期新闻与观点文章《造成北极海冰损失的自然原因》(*Climate Variability: Natural Causes of Arctic Sea-ice Loss*)中指出,北极海冰近期的变化是由两个主要因

素驱动：响应外部压力（比如温室气体增加）带来的长期冰川损失，以及内部气候变率带来的短期随机变化。这项新的研究在估计自然变率对北极海冰衰退的贡献方面取得重大进展，证明了大气环流是北极海冰损失的驱动因素，而不是对海冰损失的响应。

（刘燕飞 编译）

参考文献：

[1] Influence of High-latitude Atmospheric Circulation Changes on Summertime Arctic Sea Ice.

<http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate3241.html>

[2] Climate Variability: Natural Causes of Arctic Sea-ice Loss.

<http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate3254.html>

## 前沿研究动态

### 中美研究发现全球海洋热量被低估 13%

2017年3月10日，中科院大气物理研究所、美国国家大气研究中心（NCAR）、国家海洋和大气管理局（NOAA）联合在《科学进展》（*Science Advances*）期刊发表题为《1960—2015年海洋热含量的改善估计》（Improved Estimates of Ocean Heat Content from 1960 to 2015）的文章指出，全球海洋储存的能量比先前估计高13%，20世纪末期以来，海洋增暖速度增加到1991年以前水平的4倍。

海洋储存了地球上温室气体捕获的绝大多数热量，是了解地球增暖的关键，但由于海洋观测稀疏，测量海洋热量变化一直都是科学界面临的重大挑战之一。因此研究人员通过订正历史海洋温度数据的系统性偏差，以及扩展和改进空间插值方案，从而获取了改进的海洋热含量估计。

研究的关键结论包括：①全球海洋热量储存比先前估计更大。1960年以来，全球海洋储存的能量比政府间气候变化专门委员会第5次评估报告（IPCC AR5）的估计高13%。②全球海洋热量自1992年以来发生剧烈变化。全球海洋热含量在1980年前变化相对较小；1980年开始稳定增加；自1992年以来，大量热量开始渗入700米以下深层海洋。③1992年以来全球海洋增暖速度比之前翻两番。1960—1991年，全球海洋热含量总量的线性变化趋势为 $0.15 \pm 0.08 \times 10^{22}$ 焦耳/年，而在1992—2015年，这一趋势为 $0.61 \pm 0.04 \times 10^{22}$ 焦耳/年，全球海洋增暖速度达到1960—1991年水平的4倍。④全球海洋的最大增暖位于大西洋。六大主要洋盆自1998年以来经历了明显的变暖，最大增暖出现在南大洋、热带/副热带太平洋和热带/副热带大西洋。1998—2015年，大西洋占全球海洋热量增加的31%，南大洋、印度洋和太平洋分别占28%、24%和17%。⑤1998年以来，深海在全球变暖中的作用越来越重要。深层海洋（700—2000 m）的热含量相对于整层海洋（0—2000 m）的占比在1960—1998年为32%，到1998—2015年增加至38%。

该研究获取了追溯到 1960 年的可靠海洋观测数据，有助于解决全球海平面上升观测问题，并解释全球增温“停滞”争论中“缺失的热量”难题。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Improved Estimates of Ocean Heat Content from 1960 to 2015

来源: <http://advances.sciencemag.org/content/3/3/e1601545>

## 未来欧洲极端海平面高度将大幅增加

2017 年 3 月 13 日,《地球未来》(*Earth's Future*) 期刊发表题为《欧洲整个沿海地区极端海平面上升》(*Extreme Sea Levels on the Rise along Europe's Coasts*) 的文章指出,如果温室气体排放继续增加,到 21 世纪末,目前北欧地区每 100 年一遇的大规模沿海洪灾可能每年发生一次,如今大多数欧洲人没有经历过的罕见灾难性事件会成为其生活的一部分。

气候变化导致的海平面上升会加剧海岸洪水的频率和程度,但是迄今为止,大多数研究评估未来气候变化对极端海平面的影响时,仅仅关注了平均海平面上升因素,而没有考虑气候变化对潮汐、风暴潮和波浪能量变化的潜在影响产生的综合后果。以欧盟联合研究中心(JRC)为首的研究团队,利用全球气候模型(Global Climate Models, GCM),综合考虑了全球变暖对海平面上升、风暴潮和波浪活动的影响,评估了在整个 21 世纪中不同的温室气体排放情景下欧洲海岸线极端海平面高度(在大风暴发生引发大洪水时海平面达到的最大高度)的变化。

研究表明,到 2100 年全球变暖导致的海平面上升使欧洲海岸洪水风险增加。在最极端的典型浓度路径(RCP) 8.5 情景下,即整个 21 世纪内温室气体排放持续增加,至 21 世纪末欧洲沿海 100 年一遇的极端海平面高度平均会升高 81 cm,意味着当前面临 100 年一遇的海岸洪水侵袭的 500 万欧洲人将会每年遭遇一次类似水平的海岸洪水;即使在中等的 RCP 4.5 情景下,即温室气体排放在 2040 年达到峰值,至 21 世纪末欧洲沿海岸 100 年一遇的极端海平面平均会升高 57 cm,意味着极端海岸洪水事件每隔几年就发生一次。具体来讲,北海(North Sea)地区极端海平面增幅将最大,在 RCP 8.5 情景下,至 2100 年该地区极端海平面升高约 1 m,波罗的海(Baltic Sea)以及英国和爱尔兰周边的大西洋海岸极端海平面高度增幅也与此相近。研究人员指出,如今的异常事件发生频率升高会使得现有的海岸防护结构超出其设计限度,导致欧洲大部分海岸地区面临洪水风险。除非采取不同的防护措施,否则欧洲每年将有 500 万人受到海岸洪水的侵袭。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Extreme Sea Levels on the Rise along Europe's Coasts

来源: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016EF000505/abstract>

## 中国学者率先证实大气中的铁酸溶解过程

2017 年 3 月 1 日,《科学进展》(*Science Advances*) 期刊发表题为《空气污染与

气溶胶相互作用为海洋生态系统提供更多的生物可利用铁》(Air Pollution–Aerosol Interactions Produce More Bioavailable Iron for Ocean Ecosystems) 的文章, 首次从大气外场观测实验中证实了铁酸溶解过程, 指出人为污染形成的酸性物质可以溶解颗粒物中的不可溶铁(Fe), 这些颗粒物在沉降到海洋中以后, 可为海洋表面的浮游生物提供铁营养物质, 从而有可能提高海洋吸收温室气体的能力。

长期以来, 科学家就提出了铁溶解假说, 即人为污染物和天然排放物形成的酸能够溶解大气颗粒物中的不可溶铁, 从而提高向海洋供应的生物可利用铁。然而, 实地观测还没有能提供证实这一假设的直接证据。中国山东大学和英国伯明翰大学(University of Birmingham)等机构的科学家在位于中国大陆和朝鲜半岛之间的黄海水域采集了 18 个大气气溶胶颗粒样本, 利用纳米二次离子质谱(NanoSIMS)和扫描透射电子显微镜(STEM)等单粒子分析技术发现, 在大气中停留 1~2 天后, 钢铁工业和燃煤产生的含铁颗粒的表面包裹着一层厚厚的硫酸盐, 并进一步发现该硫酸盐包裹层中含有可溶解的硫酸铁。而从钢铁厂和发电厂分别收集的富铁颗粒物和粉煤灰颗粒物中未检测到可溶解的铁。由于东亚地区大气中的二氧化硫大部分来自燃煤和工业排放, 而北半球大部分的硫酸盐是由人类活动排放的二氧化硫经过二次化学反应所形成, 所以研究者认为黄海上空发现的含可溶性铁的硫酸盐来自人为排放的二氧化硫。

该研究用大气外场观测样品率先为铁的酸溶解假说提供了证据, 因为没有其他的大气来源或过程会导致这些硫酸铁的形成。这种“新的”生物可利用的铁营养物质有可能会促进海洋表面微生物的生长, 并增加海洋吸收二氧化碳的能力, 从而抵消部分全球变暖。展望未来, 自然或人为过程排放的酸性气体物质和大气酸度的变化将影响铁溶解过程, 进而影响海洋中的可溶性铁。因此, 地球化学模型需要捕捉这一过程, 以更好地理解空气污染与大气铁循环和海洋生物地球化学的相互作用。

(廖琴 编译)

原文题目: Air Pollution–Aerosol Interactions Produce More Bioavailable Iron for Ocean Ecosystems

来源: <http://advances.sciencemag.org/content/3/3/e1601749>

## 短期气候预测

### 2017 年汛期(6—8 月)我国降水趋势预测

2017 年 3 月 23 日, 中国科学院大气物理研究所国际气候与环境科学中心发布 2017 年第 2 期《短期气候预测信息》。预测意见显示: 预计, 2017 年春季至夏初, 赤道中东太平洋海温处于中性状态。2017 年夏季(6—8 月), 全国总体降水形势趋于常年, 出现大范围洪涝灾害的可能性不大。华南大部、黄淮流域、华北东部、东北南部、东北北部、新疆大部和西藏南部地区降水正常略偏多, 其中新疆北部降水偏多 2 成左右。我国其它大部分地区降水正常略偏少。预计今年登陆台风数接近正常。

(摘自 2017 年第 2 期《短期气候预测信息》)

## 《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称《监测快报》)是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心分别编辑的主要科学创新研究领域的科学前沿研究进展动态监测报道类信息快报。按照“统筹规划、系统布局、分工负责、整体集成、长期积累、深度分析、协同服务、支撑决策”的发展思路,《监测快报》的不同专门学科领域专辑,分别聚焦特定的专门科学创新研究领域,介绍特定专门科学创新研究领域的前沿研究进展动态。《监测快报》的内容主要聚焦于报道各相应专门科学研究领域的科学前沿研究进展、科学研究热点方向、科学研究重大发现与突破等,以及相应专门科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、重大研发布局、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。《监测快报》的重点服务对象,一是相应专门科学创新研究领域的科学家;二是相应专门科学创新研究领域的主要学科战略研究专家;三是关注相关科学创新研究领域前沿进展动态的科研管理与决策者。

《监测快报》主要有以下专门性科学领域专辑,分别为由中国科学院文献情报中心编辑的《空间光电科技专辑》等;由中国科学院兰州文献情报中心编辑的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由中国科学院成都文献情报中心编辑的《信息技术专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由中科院武汉文献情报中心编辑的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由中国科学院上海生命科学信息中心编辑的《BioInsight》等。

《监测快报》是内部资料,不公开出版发行;除了其所报道的专题分析报告代表相应署名作者的观点外,其所刊载报道的中文翻译信息并不代表译者及其所在单位的观点。

## 版权及合理使用声明

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心按照主要科学研究领域分工编辑的科学研究进展动态监测报道类信息快报。

《监测快报》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员遵守中国版权法的有关规定，严禁将《监测快报》用于任何商业或其他营利性用途。读者在个人学习、研究目的中使用信息报道稿件，应注明版权信息和信息来源。未经编辑单位允许，有关单位和用户不能以任何方式全辑转载、链接或发布相关科学领域专辑《监测快报》内容。有关用户单位要链接、整期发布或转载相关学科领域专辑《监测快报》内容，应向具体编辑单位发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与具体编辑单位签订服务协议。

欢迎对《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

### 气候变化科学专辑：

编辑出版：中国科学院兰州文献情报中心（中国科学院资源环境科学信息中心）

联系地址：兰州市天水中路8号（730000）

联系人：曾静静 董利苹 裴惠娟 廖琴 刘燕飞

电话：（0931）8270063

电子邮件：[zengjj@llas.ac.cn](mailto:zengjj@llas.ac.cn); [donglp@llas.ac.cn](mailto:donglp@llas.ac.cn); [peihj@llas.ac.cn](mailto:peihj@llas.ac.cn); [liaoqin@llas.ac.cn](mailto:liaoqin@llas.ac.cn); [liuyf@llas.ac.cn](mailto:liuyf@llas.ac.cn)