

# 科学研究动态监测快报

---

2017 年 9 月 1 日 第 17 期 (总第 227 期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ 国际机构关注汉堡 G20 峰会关于气候变化的进展
- ◇ WB: 扩大气候投资需要在五大领域创新
- ◇ 美国地方性和非国家行动的减排贡献不容小觑
- ◇ 未来 2/3 的欧洲人口将遭受气候灾害的影响
- ◇ 气候变化或是近 6 万印度农民自杀的原因
- ◇ 气候变暖将导致全球主要农作物减产
- ◇ 中国学者建议我国 CO<sub>2</sub> 地质封存选址需充分考虑环境适宜性
- ◇ 科学家提出减缓全球变暖的两种气候工程方法
- ◇ 美研究人员认为 2100 年《巴黎协定》温控目标极难实现
- ◇ 北极海冰损失影响大西洋海洋环流系统
- ◇ 年轻人将肩负起 1000 亿吨二氧化碳负排放的重担
- ◇ 欧洲中期天气预报中心发布全球气候监测数据集 ERA5

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

# 目 录

## 热点问题聚焦

国际机构关注汉堡 G20 峰会关于气候变化的进展..... 1

## 气候政策与战略

WB: 扩大气候投资需要在五大领域创新..... 3

美国地方性和非国家行动的减排贡献不容小觑..... 4

## 气候变化事实与影响

未来 2/3 的欧洲人口将遭受气候灾害的影响..... 5

气候变化或是近 6 万印度农民自杀的原因..... 6

气候变暖将导致全球主要农作物减产..... 7

## 气候变化减缓与适应

中国学者建议我国 CO<sub>2</sub> 地质封存选址需充分考虑环境适宜性..... 7

科学家提出减缓全球变暖的两种气候工程方法..... 8

## 前沿研究动态

美研究人员认为 2100 年《巴黎协定》温控目标极难实现..... 10

北极海冰损失影响大西洋海洋环流系统..... 10

年轻人将肩负起 1000 亿吨二氧化碳负排放的重担..... 11

## 数据与图表

欧洲中期天气预报中心发布全球气候监测数据集 ERA5..... 12

### 国际机构关注汉堡 G20 峰会关于气候变化的进展

2017 年 7 月 7—8 日，二十国集团（G20）峰会在德国汉堡举行。此次峰会是美国宣布决定退出《巴黎协定》后的首次主要经济体首脑会议，气候变化是其重点议题之一，受到了较大的关注。针对气候变化这一重点议题，峰会结束后，德国观察（Germanwatch）和全球环境战略研究所（IGES）分别发布了题为《汉堡 G20 峰会关于气候与能源的成果》（*The Hamburg G20 Summit Outcome on Climate and Energy*）和《2017 年德国汉堡 G20 峰会对气候变化、绿色金融和可持续发展目标的影响》（*Implications of the 2017 G20 Summit in Hamburg, Germany, for Climate Change, Green Finance and Sustainable Development Goals*）的报告，介绍了汉堡 G20 峰会在气候变化、绿色金融和可持续发展目标方面的进展情况。

#### 1 峰会总体进展

在气候方面，最终令人鼓舞的结果是除美国外的所有国家达成了共识，坚决支持实施《巴黎协定》和可持续发展目标（SDG）。峰会公报指出，美国打算退出《巴黎协定》，但其他 19 个国家表示《巴黎协定》是不可逆转的，强调了美国在气候变化问题上的孤立立场。此外，19 个国家还通过了《G20 汉堡气候和能源行动增长计划》（*G20 Hamburg Climate and Energy Action Plan for Growth*）。

在绿色与气候金融方面，G20 在议定的《汉堡更新：推进 G20 关于 2030 年可持续发展议程的行动计划》（*Hamburg Update: Taking Forward the G20 Action Plan on the 2030 Agenda for Sustainable Development*）文件中，就绿色与气候融资问题发出了明确和积极的信息。该文件描述了各国承诺的行动，包括鼓励私有资源用于低碳和气候适应发展，以及确定并帮助克服绿色金融和私人绿色投资的制度与市场障碍。美国总统特朗普对气候变化和环境的不情愿态度，影响了 G20 关于绿色和气候融资的讨论。但是，《绿色金融研究小组 2017 年综合报告》（*Green Finance Study Group 2017 Synthesis Report*）显示，自 2016 年 G20 峰会以来，绿色金融已在 G20 多个国家取得实际进展。

在 SDG 方面，美国并没有反对实施新发展议程的承诺。峰会重申和更新了 G20 的 SDG 行动计划，虽然并没有包括单个国家的声明，但美国表示目前仍在审查以前已通过的集体行动。与环境有关的其他 3 项重大举措包括：“G20 海洋垃圾行动计划”（*G20 Marine Litter Action Plan*）、“关于打击野生动植物及其商品非法贸易的高级别原则”（*High Level Principles on Combatting Corruption Related to Illegal Trade in Wildlife and Wildlife Products*）和“资源效率对话”（*Resource Efficiency Dialogue*）。

## 2 气候和能源行动计划主要成果

此次峰会发布的气候和能源行动计划，明确了履行气候治理责任、推动能源转型方面的具体举措。行动计划中列出的主要成果包括：

(1) 根据《巴黎协定》，承诺在 2050 年前推动全球能源转型，即在 2050 年前能源部门必须实现温室气体零排放。

(2) 强调各成员方应制定并在 2020 年前提交一份长期的、低温室气体发展战略 (LTS)，承认 LTS 在指导国家规划和政策制定、主流化气候行动、激励投资流动与技术创新中的重要作用。

(3) 在《巴黎协定》的框架下，承诺推进当前和未来的国家自主贡献 (NDC)，并就较贫穷国家的 NDC 进行合作，承认需要进一步加强雄心。

(4) 承诺根据绿色金融研究小组 (Green Finance Study Group) 和气候相关金融披露特别小组 (Task Force on Climate-Related Financial Disclosure) 的建议，在符合《巴黎协定》目标的基础上，采取明确的行动创造一个有利于增加公共和私人投资的外部环境。

(5) 创建“气候与灾害风险金融和保险解决方案全球伙伴关系” (Global Partnership for Climate and Disaster Risk Finance and Insurance Solutions)，以应对贫穷和脆弱人群在面临气候变化带来的灾害风险和影响时缺乏保护的状况。

## 3 峰会存在的缺陷

虽然汉堡峰会总体方向大多是积极的，但仍然存在重大缺陷。第一，无论是气候变化还是 SDG，都没有太多的资金承诺。第二，除了国内生产总值 (GDP) 以外，没有讨论经济繁荣的替代措施，峰会整体的焦点仍在传统经济增长和金融问题上。峰会强调了需要更具包容性的经济增长，但很少讨论需要更加环保的经济活动。第三，单独的汉堡行动计划 (除了领导人宣言以外的其他主要成果文件) 没有强调气候变化或 SDG，而是将重点放在传统经济增长问题上。因此，G20 国家还没有将可持续发展作为其主要的组织原则。总体而言，关于环境问题的讨论通常仅限于气候变化、海洋垃圾、野生动植物的非法贸易和资源效率。峰会成果之一——《发展承诺汉堡年度进展报告》 (Hamburg Annual Progress Report on Development Commitments) 指出，在 31 个积极承诺中，已有 3 个被认为是完整的，另外 28 个正在步入正轨。然而，报告的结论是，G20 在环境和社会可持续性方面采取的行动是显著的，但似乎不足以实现预期的雄心。

(廖琴 编译)

### 参考文献

[1] The Hamburg G20 Summit Outcome on Climate and Energy. <http://germanwatch.org/en/14098>

[2] Implications of the 2017 G20 Summit in Hamburg, Germany, for Climate Change, Green Finance and Sustainable Development Goals. <https://pub.iges.or.jp/pub/implications-2017-g20-summit-hamburg-germany>

### WB：扩大气候投资需要在五大领域创新

2017年7月28日，世界银行（World Bank, WB）发表题为《扩大气候投资需要在五个重点领域创新》（Scaling up Climate Investments Will Require Innovation in Five Key Areas）的博文指出，气候智能型农业、绿色建筑、智慧城市、能源储存和绿色债券5个重点领域代表着气候友好型投资的前沿领域，它们的创新能够改变全球经济的运转方式，使其满足以绿色增长为唯一准绳的可持续未来的需要。

新兴市场的企业不能再忽视气候变化带来的风险。越来越多的公司及其投资者正在寻求向气候友好型投资组合转型和投资的机会。吸引私营部门参与气候友好型投资将成为气候事业日益增长的基石。私营部门已经在许多领域发挥了重要的作用，2016年为全球新可再生能源技术的研发提供了近1/3（25亿美元）的投资。然而，为满足《巴黎协定》的目标，在创新的气候友好型投资中，尤其是在新兴市场中，扩大这些技术将需要数万亿美元。国际金融公司（IFC）估计，到2030年，21个发展中国家将提供超过23万亿美元的气候友好型投资机遇。目前，IFC正在帮助扩大41个新兴市场的气候投资。然而，扩大气候投资需要在气候智能型农业、绿色建筑、智慧城市、能源储存和绿色债券5个行业进行创新，以吸引私营部门的投资。

**（1）气候智能型农业。**满足未来对粮食的需求将是全球与气候有关的最大挑战之一。全球人口预计将从2015年的73亿增长到2050年的97亿。如果没有采取强有力的措施来提高农业生产力和气候适应能力，预计到2030年，全球农业产量将降低50%。幸运的是，企业已经开始采取气候智能型农业措施，在减少温室气体排放的同时，可以显著提高生产力和气候适应能力。IFC专注于通过为特定的农业需求提供投资和支持来帮助扩大这些措施，包括提高动物蛋白生产者的生产力、通过精准农业优化投入，以及通过在物流和基础设施方面的投资减少粮食浪费。

**（2）绿色建筑。**全球人口增长的另一重大影响是城市环境的快速增长，这将对现有的建筑存量造成压力。据估计，全球温室气体排放的1/3来自于建筑物。这一挑战也为绿色建筑的气候友好型投资创造了机会。为帮助私人贷款机构了解并参与这个机会，IFC正在帮助推广一种通用且便于使用的绿色绩效标准，以确定建筑物中可节省成本的领域。IFC的“卓越设计、更高能效”（EDGE）绿色建筑项目为开发商和投资者提供了一种免费的工具，可以在新的和现有的建筑物中选择减少能源、水和材料消费的方案。

**（3）智慧城市。**随着全球人口和收入的增长，到2050年，预计发展中国家有70%的人口将生活在城市。这为建设智慧城市提供了机会，智慧城市能够可持续地满足城市环境中对基础设施的需求。当前，私营部门的干预措施正在极大地改变城

市景观。在美国，优步（Uber）和来福车（Lyft）等拼车服务正在减少城市的汽车拥有量，从而减少拥堵与温室气体排放。IFC 正在土耳其投资建立公私合作伙伴关系，以扩大地铁轨道服务，并在印度升级改造街道照明网络。

**(4) 能源储存。**在一些新兴经济体中，太阳能和风能技术往往因供电不稳定（即“间歇性”供电）问题而未得到充分利用。能源储存解决方案可以通过提供备用发电方案帮助减少这些影响。IFC 的最新研究表明，在未来 10 年，新兴市场的能源储存技术每年将增长 40%。这种增长很可能会产生重大的环境、社会和经济效益。IFC 正在通过对能源储存市场进行早期风险投资，推动从锂离子电池到光伏储存系统等储能技术市场的发展。

**(5) 绿色债券。**当前面临的一大挑战仍然是扩大气候友好型投资的能力，以吸引新的金融机构或投资者进入气候友好型投资领域。例如，养老基金、保险公司和主权财富基金等机构投资者管理着 71.4 万亿美元的资产，但目前在全球气候融资中发挥的作用十分有限。为了吸引这些投资者，气候友好型项目必须具有规模性、安全性和简单性。IFC 的绿色债券计划已经非常成功地吸引了这些投资者，在过去 10 年中，通过 74 个绿色债券发行了超过 57 亿美元的 13 种货币。

（廖琴 编译）

原文题目：Scaling up Climate Investments Will Require Innovation in Five Key Areas

来源：<http://blogs.worldbank.org/climatechange/scaling-climate-investments-will-require-innovation-five-key-areas>

## 美国地方性和非国家行动的减排贡献不容小觑

2017 年 7 月 20 日，新气候研究所（NewClimate Institute）发布题为《特朗普时代地方性和非国家行动的影响》（*The Impact of Subnational and Non-state Climate Action in the Trump Era*）的简报，初步分析了美国地方性和非国家行动及其对美国排放量的影响，结果显示，目前美国地方性和非国家行动者所做出的承诺将使 2025 年美国完成其国家自主减排贡献更高目标的一半。

2017 年 6 月 1 日，美国总统特朗普宣布美国退出《巴黎协定》的决定，在此之前，美国政府已经实施了一些倒退政策，可能会对推动减排产生不利影响，并很可能使美国无法完成 2025 年的国家自主贡献（NDC）目标。但实际情况却截然不同。美国几个州政府已表示将继续执行《巴黎协定》的目标，且可再生能源仍在以前所未有的速度增长。尽管美国政府的政策可能会拉平（flatten off）减排，但减排机会仍存在于地方性和非国家行动。地方性和非国家行动范围包括地方性政府（美国州层面或者城市层面）设定各自的目标，企业大力推动可再生能源并减少自身排放，突破性、变革性技术的创新、涌现和推广，或者以部门转型为目标的合作倡议。

鉴于对地方性和非国家减缓承诺的量化需求日益剧增。2017 年 7 月 12 日，一项名为“美国气候变化誓言”（*America's Pledge on Climate Change*）的新倡议得以启

动，以“汇编和量化美国各州、城市和企业的行动，使其温室气体排放量与《巴黎协定》的目标一致”。在“气候行动透明度”（*Climate Action Transparency*）的倡议下，由新气候研究所、世界资源研究所、碳信息披露项目（CDP）和气候集团组成的联合小组正在制定将地方性和非国家行动纳入国家方案的指南。

研究以 2015 年为基准年，使用“当前的管理政策”情景和“目前报告的地方性和非国家承诺”情景分析了到 2025 年美国地方性和非国家行动对其排放量的影响。“当前的管理政策”情景只考虑当前实施的联邦政策，不包括清洁电力计划，且不考虑土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）。在其他一些研究中，“当前的管理政策”情景已经低于“没有气候行动情景”，因为它包括像燃油经济性标准这样的行动。“目前报告的地方性和非国家承诺”情景是主要情景，将单独的地方性和非国家参与者（地区、城市 and 包括公用事业公司）的温室气体减排承诺考虑在内。分析涵盖了 339 个地方性和非国家参与者的承诺，这些参与者制定了量化的减排目标，并且可以获得其历史排放数据。

分析结果表明，目前美国地方性和非国家行动者所做出的承诺将使 2025 年美国完成其国家自主减排贡献更高目标的一半。根据“目前报告的各州和企业承诺”情景，2025 年温室气体排放量将在 2005 年水平上减少 13%，这相当于从“当前的管理政策”情景每年减少 480 MtCO<sub>2e</sub>。大部分估计的削减（近 75%）来自于美国州层面的承诺，最大的贡献者是加利福尼亚州和纽约州。美国其他州、城市和公司的贡献较小。除了电力公司以外，其他公司的承诺是 2015—2025 年最雄心勃勃的减排率（26%），主要是由于雄心勃勃的可再生能源利用目标。拟议的美国城市减排率一般也高于美国州层面的减排率。电力公司的承诺被发现是最没有雄心壮志的，同期平均减少 7%。

简报指出，地方性和非国家参与者的削减幅度可能大于研究的预估值，因为越来越多的参与者承诺开展行动（没有将它们全部包括在内），一些承诺的影响很难量化（例如金融部门的承诺就没有包括在内），全球倡议支持单独的参与者采取行动（他们的目标没有包括在内），这些行为可能会导致系统性、变革性的影响。

（曾静静 编译）

原文题目：The Impact of Subnational and Non-state Climate Action in the Trump Era

来源：<https://newclimate.org/2017/07/20/the-impact-of-subnational-and-non-state-climate-action-in-the-trump-era/>

## 气候变化事实与影响

### 未来 2/3 的欧洲人口将遭受气候灾害的影响

2017 年 8 月 1 日，欧洲委员会联合研究中心（EC-JRC）领衔的研究团队在《柳叶刀 地球健康》（*Lancet Planetary Health*）期刊发表题为《天气相关的灾害对欧洲

人口的风险随时间推移而日益增加:数据驱动的预测研究》(Increasing Risk over Time of Weather-related Hazards to the European Population: A Data-driven Prognostic Study)的文章指出,如果目前不采取任何措施,到2100年,与天气有关的灾害将每年影响约2/3的欧洲人口,这可能导致死亡人数增加50倍。

该研究将文献记载的灾害信息与风险和人口统计预测相结合,考虑热浪、寒潮、野火、干旱、暴风、河流洪水和沿海洪水等天气相关的灾害。研究利用气候和生物物理模型,在常规情景下(BAU)评估了全球变暖所带来危害的时间、地点、强度和频率变化。利用区域模拟平台(territorial modelling platform)模拟长期的人口动态,用于表达人类暴露程度的变化。基于1981—2010年灾害事件数据库收集的2300多条记录,分析了人类对极端天气的脆弱性。

结果表明,如果温度上升和气候变化不受控制,到2100年每年约有2/3的欧洲人口(3.5亿)面临灾害性的气候极端事件,而这一比例在1981—2010年只有5%(0.25亿)。每年气候极端事件造成的死亡人数(15.2万)比1981—2010年(3000人)增加50倍。欧洲南部遭受的影响最为严重,极端天气可能会成为该地区面临的最大环境风险。到2100年欧洲南部每年每百万居民中将有700人死于极端天气事件,而这一数字在1981—2010年只有11人。

天气灾害风险的大幅上升主要是由全球变暖引起(占90%以上),其中主要通过热浪频率的增加产生危害(到2100年每年造成的死亡人数为15.15万人,而1981—2010年为约2700人),其他造成天气灾害风险增加的因素还包括人口增长和城市化。如果不采取适当的适应措施,全球变暖会导致欧洲气候相关风险迅速上升。该研究结果可以帮助优化区域投资,解决天气灾害给人类带来的影响差异和适应能力差异问题。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Increasing Risk over Time of Weather-related Hazards to the European Population: A Data-driven Prognostic Study

来源: <http://press.thelancet.com/weatherhealth.pdf>

## 气候变化或是近6万印度农民自杀的原因

2017年7月31日,《美国科学院院刊》(PNAS)发表的《对作物有破坏性的温度提高了印度的自杀率》(Crop-Damaging Temperatures Increase Suicide Rates in India)显示,近30年来,气候变化可能是近6万印度农业相关人员自杀的原因。

根据世界卫生组织(WHO)的统计,印度是世界上自杀人数最多的国家。印度国家犯罪记录局(National Crime Records Bureau)的数据显示,2015年印度自杀人口为133623人,其中,有超过12000人是农民(约1/10)。印度官方称,破产和负债是导致农民自杀的主要因素。



来自美国加州大学伯克利分校（University of California, Berkeley）的研究人员基于 1967 年以来印度的年度自杀数据、温度和降水数据，使用普通的最小二乘回归法分析了温度和降水对印度自杀率的影响。分析结果显示，印度农业对气候变化极其敏感，农业压力是印度自杀率上升的主要原因。在农作物生长期，日均温度上升 1 °C，印度自杀人口新增 67 人，日均温度上升 5 °C，自杀人口将新增 335 人。总体而言，近 30 年气候变暖导致了印度总计 5.93 万名农民自杀。相比之下，非农作物生长期的气温上升与自杀率没有明显的关系。

（董利莘 编译）

原文题目：Crop-damaging Temperatures Increase Suicide Rates in India

来源：<http://www.pnas.org/content/114/33/8746.full>

## 气候变暖将导致全球主要农作物减产

2017 年 7 月 10 日，《美国科学院院刊》（PNAS）发表题为《四种独立估计显示温度上升降低了全球主要作物产量》（Temperature Increase Reduces Global Yields of Major Crops in Four Independent Estimates）的文章显示，全球平均气温每升高 1 °C，全球小麦、水稻、玉米和大豆 4 种主要农作物的产量将分别降低 6.0%、3.2%、7.4% 和 3.1%。

人类 2/3 的热量来自小麦、水稻、玉米和大豆，但气候变化对这 4 种农作物的影响却不是很清楚。来自北京大学、南京农业大学、美国佛罗里达大学（University of Florida）和中国科学院植物研究所等机构的研究人员通过基于全球网格和局部点的模型、统计回归和场地变暖实验等分析方法，评估了气候变化对全球主要农作物的影响。研究结果表明，所有分析方法均得出同一结论，气温上升会对全球小麦、水稻、玉米和大豆的产量产生负面影响。如不采取相应措施，全球平均气温每升高 1 °C，全球小麦、水稻、玉米和大豆 4 种主要农作物的产量将分别降低 6.0%、3.2%、7.4% 和 3.1%。研究结果还显示，气温上升对不同作物以及不同地区的影响大不相同。气温上升可能会使某些地区作物增产，但对绝大多数地区的影响是负面的。

（董利莘 编译）

原文题目：Temperature Increase Reduces Global Yields of Major Crops in Four Independent Estimates

来源：<http://www.pnas.org/content/early/2017/08/10/1701762114>

## 气候变化减缓与适应

### 中国学者建议我国 CO<sub>2</sub> 地质封存选址需充分考虑环境适宜性

2017 年 8 月 8 日，环境保护部环境规划院和中国科学院武汉岩土力学研究所的研究人员在《科学报告》（*Science Report*）期刊发表题为《基于环境考虑的中国二氧化碳地质封存场地筛选》（Environmental Concern-Based Site Screening of Carbon

Dioxide Geological Storage in China) 的文章, 该文基于《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南(试行)》方法, 初步探讨了中国实施二氧化碳(CO<sub>2</sub>)地质封存的环境选址方法学问题, 认为环境问题是二氧化碳地质封存中公众关注的焦点之一。环境适宜性评价结果表明, 中国的新疆、青海和内蒙古等西部省份的二氧化碳地质封存环境适宜性优良且区域面积较大, 建议研究制定跨区域的运输管网规划, 在开展示范项目时优先考虑西部地区的大型排放源。

二氧化碳地质封存项目的环境影响和环境风险受到国际社会的广泛关注, 项目选址是公众关注的焦点, 对地下水和地表水的影响是选址阶段的重点环境问题。二氧化碳泄漏会对人体健康、生态系统、土壤、地下水等产生负面影响, 美国、澳大利亚、欧盟等国家针对二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)的环境影响与环境风险在国家层面制定了环境管理规定, 对水源地、地下水、人群健康等提出了保护性的规定。中国环境保护部发布的《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南(试行)》, 将人群、动植物等生命体及与之密切相关的地下水、地表水、大气、土壤等环境介质作为环境风险主要受体。

场地筛选结果显示, 新疆、青海和内蒙古等西部省份的二氧化碳地质封存选址环境适宜性优良的区域面积较大, 对环境影响小。同时, 这些地区有着相当数量的油气开采和煤化工分布。因此, 国家层面的CCUS战略部署, 可以优先考虑这三个省份。新疆维吾尔自治区CCUS选址环境适宜性高的区域面积达到483688平方公里, 约占中国该类分区总面积的78%; 其次为青海省, 比例约为14%; 再次为内蒙古自治区, 比例约为7%。

从中国环境适宜性优良的二氧化碳地质封存区域面积看, 西部地区最大, 中部次之, 东部地区最小, 而中国大型人为二氧化碳排放源的分布却与此格局不一致。为此, 研究人员建议基于中国环境适宜性评价结果并结合经济成本, 考虑跨区域的运输管网规划建设。地质封存示范项目宜优先考虑西部地区的大型排放源。此外, 需要进一步精细化和区域化二氧化碳地质封存选址的环境分析和环境管理。

(廖琴 编译)

原文题目: Environmental Concern-Based Site Screening of Carbon Dioxide Geological Storage in China

来源: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-07881-7>

## 科学家提出减缓全球变暖的两种气候工程方法

2017年7月21日, 《科学》(*Science*) 期刊发表题为《一种卷云气候调节盘?》(A Cirrus Cloud Climate Dial?)和《注入硫以冷却地球》(Sulfur Injections for a Cooler Planet)的观点性文章, 提出了减缓全球变暖的两种气候工程方法, 一种是驱散卷云的方法, 一种是向平流层注入含硫气溶胶的方法。

气候工程是抵消人为温室气体引起的气候变暖的一种潜在手段。科学家建议的方法大致分为两类, 第一类方法旨在从大气中去除二氧化碳, 第二类方法旨在改变

地球辐射平衡。第二类方法中最突出的气候工程方法是将大气气溶胶颗粒或其前体气体注入平流层，这些颗粒将太阳辐射反射回太空。相比之下，通过将卷云变得稀薄的气候工程主要针对从地球发射的长波辐射。

## 1 驱散卷云法

卷云的长波辐射效应取决于它们的光学深度和形成的高度。在不同高度形成的两个光学厚度相同的卷云将具有不同的辐射效应。在更暖的气候中，卷云将在较高的高度形成，从而增加其升温效果。卷云经常通过液体气溶胶颗粒（如硫酸或硝酸）的均相成核而形成。或者，它们可以通过作为冰成核颗粒（INP）的固体气溶胶颗粒（如沙尘、花粉或其他生物颗粒）的异相成核而形成。如果将适当的 INP 注入卷云，则在较低的相对湿度和较高的温度下，卷云将通过这些 INP 成核形成，而防止通过均相冷冻形成。用这种方式播种的卷云减少了它们的辐射影响和寿命，因此与“天然”卷云相比降低了总体的变暖效果。

如果卷云变薄起作用，则是优于太阳辐射变化的方法，因为卷云变薄会更直接地抵消温室气体的变暖效应。如果卷云播种出现偏差，可能会导致额外的变暖而不是预期的冷却效应。如果仔细选择卷云播种的时间和地点，可以提高卷云变薄的气候效应。为此，需要瞄准卷云的长波升温效果，并避免太阳光效应的影响。卷云播种在高纬度地区更为有效。

## 2 平流层气溶胶改性法

平流层气溶胶改性法（SAM）是向平流层连续注入含硫气溶胶，以增加地球大气的反射率。这种方法的效果类似于在大型火山喷发后观察到的温度降低。SAM 可以被看作是减轻气候变化影响严重程度（如热浪、洪水、干旱和海平面上升）的最后手段。SAM 技术目前尚未得到开发，科学家们只是开始把握这些干预措施的潜在风险和好处。计算机模型显示，使用 SAM 可以减缓温室气体引起的全球气温和极端降水变化。然而，如果这一方法使用不当，将会产生一些副作用。例如，进入地球表面的太阳辐射减少将降低蒸发作用，从而导致降水减少；水文循环的减弱，影响了水资源的利用，主要是在热带地区，并减少了季风降水。

当前，大多数的地球系统模型不能充分捕获平流层气溶胶、化学、辐射和气候之间的耦合作用，因此，科学家不能模拟干预措施的全部影响。除可能影响的科学评估外，了解平流层硫注入的经济成本和技术要求至关重要。

另外，科学家指出，气候干预只能被视为温室气体减排和脱碳的补充方法，而不是替代方法。SAM 不会改善大气中二氧化碳增加带来的后果。

（廖琴 编译）

### 参考文献

[1] A Cirrus Cloud Climate Dial ? <http://science.sciencemag.org/content/357/6348/248>

[2] Sulfur Injections for a Cooler Planet. <http://science.sciencemag.org/content/357/6348/246>

## 前沿研究动态

### 美研究人员认为 2100 年《巴黎协定》温控目标极难实现

2017 年 7 月 31 日，美国华盛顿大学（University of Washington）和加利福尼亚大学（University of California）的研究人员在《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《2100 年温度升高幅度低于 2 °C 不太可能实现》（*Less than 2 °C Warming by 2100 Unlikely*）的文章，通过分析 1960—2010 年的统计数据、科学数据和经济数据，发现 2100 年全球温度可能升高 2.0~4.9 °C。即使采取减少温室气体排放的措施，也极难实现《巴黎协定》的温控目标。

根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新发布的对 2100 年的预测，在人口、经济增长和碳利用方面的 4 种情景（RCP2.6、4.5、6 和 8.5）下，全球气温将有不同程度的增加。然而，这些预测结果并不完全基于统计方法。因此，该研究采用 Kaya 碳排放公式（Kaya Identity），基于统计学方法建立了到 2100 年全球碳排放和温度变化的概率预测。

影响排放情景的 2 个关键的社会经济驱动因素是人口和 GDP。联合国发布的预测显示，到 2100 年全球人口为 112 亿，90% 置信区间为 97~129 亿。IPCC 有 3 个典型浓度排放情景采用的人口数量低于 97 亿，这意味着未来人口预测数量的高估可能使其对气候的影响被错误估计。该研究利用联合国对 1960—2010 年所有国家的概率人口预测数据，建立了人均国内生产总值（GDP）和碳强度联合贝叶斯分层模型（Bayesian hierarchical model）。

结果显示，累积二氧化碳排放量的 95% 置信区间内包含了 IPCC 的 2 个中等排放情景。全球温度升高可能的范围是 2.0~4.9 °C，中位数为 3.2 °C，温度升高低于 2 °C 的可能性为 5%，温度升高低于 1.5 °C 的可能性为 1%。要实现升温幅度小于 1.5 °C 的目标需要碳强度比近年来更快地下降。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Less than 2 °C Warming by 2100 Unlikely

来源：<https://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate3352.html>

### 北极海冰损失影响大西洋海洋环流系统

2017 年 7 月 31 日，英国南安普顿大学（University of Southampton）和美国耶鲁大学（Yale University）的研究人员在《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《北极海冰减少削弱了大西洋经向翻转流》（*Arctic Sea-ice Decline Weakens the Atlantic Meridional Overturning Circulation*）的文章指出，在数十年的时间尺度上，北极海冰消退可影响世界最大的海洋环流系统之一——大西洋经向翻转环流（AMOC）。

自 1980 年以来，北极海冰范围平均面积每年减少约 20%，与此同时，AMOC 以高达 0.4 Sv/年（流量单位，1 Sv=10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/s）的速度在减缓。尽管从海洋自然年代际变率来看，近期 AMOC 减速的归因仍然是一个未解决的问题，但有关 AMOC 强度的间接证据支持以下假说：AMOC 正在作为气候变化的一部分而逐渐减弱。目前学界没有就 AMOC 减速和增暖空洞的确切原因及其特定的外部强迫的归因达成一致意见。该研究的主要目的是研究这些现象是否可以由持续的北极气候变化驱动。

北极海冰在过去几十年的持续消退使海洋表面热量和淡水通量出现异常，造成影响海洋环流的正浮力异常。该研究使用最佳的通量扰动框架和综合的气候模式模拟，估计 AMOC 在北极和全球范围内对浮力异常驱动因素的敏感性，以及对更普遍的海冰消退的敏感性。研究发现，在十年尺度上，副极地北大西洋淡水通量异常对 AMOC 的影响最大，而在几十年尺度上（大于 20 年），北极淡水通量异常变得更加重要。正浮力异常传播到北大西洋，削弱了 AMOC 及其向东的热量输送。因此，北极海冰消退或许可解释 AMOC 的减缓，以及副极地北大西洋持续出现的增暖空洞。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Arctic Sea-ice Decline Weakens the Atlantic Meridional Overturning Circulation

来源：<https://www.nature.com/nclimate/journal/v7/n8/full/nclimate3353.html>

## 年轻人将肩负起 1000 亿吨二氧化碳负排放的重担

2017 年 7 月 18 日，《地球系统动力学》(*Earth System Dynamics*) 期刊发表的《年轻人的负担：二氧化碳负排放的需求》(Young People's Burden: Requirement of Negative CO<sub>2</sub> Emissions) 文章显示，若在 2021 年前，全球以每年 2% 的速度增加二氧化碳排放量，年轻人不仅需要承担持续高化石燃料排放带来的气候变化及其后果，还需要承担昂贵的碳移除技术开发成本，肩负起 1000 亿吨二氧化碳负排放的重担。

全球气温是与海平面高度相关的基本气候指标，若要阻止海平面继续上升，就必须保持全球气温接近工业化前水平。然而，温室气体辐射强迫的增长速度在过去 10 年明显加快，2016 年全球气温至少比 1880—1920 年的平均温度升高了 1.3 °C。全球气温已经升至全新世以来的最高值，地球现在与艾木间冰期 (Eemian Interglacial Stage) 一样温暖，当时的海平面比现在高出 6~9 m。并且，目前气候变暖仍在进行中，这将威胁沿海地区数百万人的生计。

来自美国哥伦比亚大学 (Columbia University)、英国谢菲尔德大学 (University of Sheffield)、中国科学院地球环境研究所等机构的研究人员预测了不同情景下二氧化碳排放将对年轻人造成的影响以及若要将温度维持在艾木间冰期的水平需要采取的措施。研究结果显示，若在 2021 年前，全球以每年 2% 的速度增加二氧化碳排放量（2000—2015 年二氧化碳排放年均增长速度 2.6%），那么 2100 年，若要将温度维持在艾木间冰期的水平，国际社会需要从大气层中移除 1000 多亿吨碳。这只能用昂贵

的技术解决方案实现，例如，即便使用发展较成熟的碳捕获和封存技术，其最低成本估计也高达 89~535 万美元，并且该技术还存在很大的风险和不确定性。在这种情况下，年轻人不仅需要承担持续高化石燃料排放带来的气候变化及其后果，还需要承担昂贵的碳移除技术开发成本。若在 2021 年前，全球以每年 6% 的速度减少二氧化碳排放量，那么 2100 年，若要将温度维持在艾木间冰期的水平，国际社会需要从大气层中移除约 150 亿吨碳，其中，100 亿吨碳可以通过植树造林、增加土壤肥力等农林业改进措施清除。在这种情况下，全球温升趋势可能会受到限制，最小化地发生不可逆转的气候影响。

(董利莘 编译)

原文题目: Young People's Burden: Requirement of Negative CO<sub>2</sub> Emissions

来源: <https://www.earth-syst-dynam.net/8/577/2017/esd-8-577-2017.pdf>

## 数据与图表

### 欧洲中期天气预报中心发布全球气候监测数据集 ERA5

2017 年 7 月 17 日，欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 运营的哥白尼气候变化服务 (C3S) 发布了迄今最强大的全球气候监测数据集——《2010—2016 年 ERA5 气候再分析数据集》(ERA5 climate reanalysis)。该数据集提供了对全球近期气候全新和综合的数字描述，可以开放获取并免费下载大量气候数据。

ERA5 是 ECMWF 全球气候再分析资料第 5 代产品，之前的产品包括 FGGE、ERA-15、ERA-40 和 ERA-Interim。与 ERA-Interim 相比，ERA5 增加了包括 100 m 风分量在内的许多新变量。此次发布的气候再分析数据的特点在于大量用于监测气候变化、科学研究和教育以及商业应用的数据，可以服务于公众、企业或机构，为评估气候趋势和气候变化提供了途径。

ERA5 提供基本气候变量 (essential climate variables, ECVs) 的格点气候数据记录 (Climate Data Records, CDRs) 和过去 40~65 年大气环流的详细描述。内容包括大气参数估计 (如不同高度上的气温、压力和风) 和地表参数估计 (如降水、海冰、土壤湿度、地表温度和波浪高度)。每小时分析场水平分辨率为 31 km，垂直分层 137 层，顶层达到 0.01 hPa 高度 (约 80 km)。各参数的不确定性信息每 3 小时提供一次，水平分辨率达 62 km。

ECMWF 计划于 2018 年上半年发布 1979—2009 年 ERA5 数据库，于 2019 年第一季度发布 1950—1978 年 ERA5 数据库。

(刘燕飞 编译)

原文题目: C3S Releases Powerful New Climate Change "Encyclopaedia" for Public Use

来源: <http://climate.copernicus.eu/news-and-media/news/c3s-releases-powerful-new-climate-change-encyclopaedia-public-use>

## 《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利益，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; donglp@llas.ac.cn; peihj@llas.ac.cn; liaoqin@llas.ac.cn; liuyf@llas.ac.cn