

# 科学研究动态监测快报

---

2017 年 4 月 15 日 第 8 期 (总第 218 期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ 美国签署能源独立行政令影响其实现气候承诺
- ◇ 国际机构呼吁全球能源系统的深度转型
- ◇ WMO: 2016 年打破多项纪录的全球极端气候趋势仍将继续
- ◇ Brookings: 美国与能源及气候变化相关的 12 大经济事实
- ◇ 瑞典科学家发布快速脱碳路线图
- ◇ 未来气候变暖或将打破地球大气圈的平衡状态
- ◇ 即使实现气候目标未来致死热浪仍会威胁数亿人口
- ◇ 气候变化造成的物种迁移影响巨大
- ◇ 人为气候变化对行星波共振和极端天气事件的影响
- ◇ 2016 年全球新增可再生能源发电容量创历史新高

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

美国签署能源独立行政令影响其实现气候承诺..... 1

### 气候政策与战略

国际机构呼吁全球能源系统的深度转型..... 3

### 气候变化事实与影响

WMO: 2016年打破多项纪录的全球极端气候趋势仍将继续..... 5

Brookings: 美国与能源及气候变化相关的12大经济事实..... 6

### 气候变化减缓与适应

瑞典科学家发布快速脱碳路线图..... 8

### 前沿研究动态

未来气候变暖或将打破地球大气圈的平衡状态..... 9

即使实现气候目标未来致死热浪仍会威胁数亿人口..... 9

气候变化造成的物种迁移影响巨大..... 10

人为气候变化对行星波共振和极端天气事件的影响..... 11

### 数据与图表

2016年全球新增可再生能源发电容量创历史新高..... 12

# 美国签署能源独立行政令影响其实现气候承诺

2017年3月28日，美国特朗普政府签署《关于促进美国能源独立与经济增长的行政命令》（以下简称能源独立行政令），旨在撤销奥巴马政府时期的气候变化政策，推动煤炭行业和油气开采业就业。该行政令将对美国的气候行动及其气候承诺目标的实现产生影响，本文就能源独立行政令的主要内容和影响进行整理，以供参考。

## 1 能源独立行政令的主要内容

能源独立行政令指出，虽然促进丰富能源资源的清洁和安全开发符合美国国家利益，但同时需要避免压制能源生产、限制经济增长、阻碍就业发展等不必要的监管负担。能源独立行政令包括以下主要内容：

（1）解除奥巴马政府时期一系列能源和气候相关的总统行动。①撤销 2013 年 11 月 1 日签署的行政命令《为美国应对气候变化影响做好准备》（*Preparing the United States for the Impacts of Climate Change*），该行政命令旨在通过采取一系列重要措施，提高美国社区和经济的气候变化恢复能力。为美国应对气候变化影响做好准备是 2013 年 6 月美国奥巴马总统《气候行动计划》（*Climate Action Plan*）的关键支柱之一。②撤销 2013 年 6 月 25 日签署的总统备忘录《电力部门碳污染标准》（*Power Sector Carbon Pollution Standards*），该备忘录指示美国环境保护署（EPA）制定新建电厂和现有电厂的碳排放标准。③撤销 2015 年 11 月 3 日签署的总统备忘录《减轻自然资源开发的影响，鼓励相关私人投资》（*Mitigating Impacts on Natural Resources from Development and Encouraging Related Private Investment*），该备忘录指示国防部（DOD）、内政部（DOI）、农业部（USDA）、环境保护署（EPA）、国家海洋和大气管理局（NOAA）及其下属机构，避免并尽可能减少土地、水、野生生物等生态资源和自然资源受土地或水资源干扰活动造成的有害影响，并确保有效解决有害影响问题。④撤销 2016 年 9 月 21 日签署的总统备忘录《气候变化与国家安全》（*Climate Change and National Security*），该备忘录要求各政府部门在制定落实国家安全政策和计划时必须将气候变化的影响因素考虑在内，要求政府组建联邦气候与国家安全工作组，工作组需列出关乎气候变化与国家安全的“重点事项”，并在政府内部加强气候变化信息共享。⑤撤销 2013 年 6 月总统执行办公室（Executive Office of the President）发布的《总统气候行动计划》（*The President's Climate Action Plan*），该计划基于奥巴马总统第一任期内所取得的显著进展，详细阐述了奥巴马政府在其第二任期采取的应对气候变化的一揽子举措。该计划主要包括削减美国的碳排放、应对气候变化对美国产生的影响、引领国际应对全球气候变化的行动。⑥撤销 2014 年 3 月总统执行办公室发布的《气候行动计划——削减甲烷排放战略》（*Climate Action Plan – Strategy to Cut Methane Emissions*），该战略

概述了甲烷的排放源、削减甲烷排放的新举措、政府改进甲烷排放观测的行动，并强调以技术和产业为主导的削减甲烷排放的最佳实践。⑦撤销 2016 年 8 月 5 日环境质量管理委员会（Council on Environmental Quality, CEQ）发布的《联邦部门和机构关于考虑温室气体排放和气候变化对国家环境政策法案评估影响的最终指导意见》（*Final Guidance for Federal Departments and Agencies on Consideration of Greenhouse Gas Emissions and the Effects of Climate Change in National Environmental Policy Act Reviews*），该指导意见为联邦部门和机构提供了一个框架，同时考虑了提案行动与气候变化之间的相互影响。

**（2）审查环境保护署《清洁电力计划》（*Clean Power Plan*）及相关规则和机构行动。**环境保护署暂停、修改或者撤销《清洁电力计划》关于电力部门温室气体排放的政策，撤销关于《清洁电力计划》的法律备忘录。2015 年 8 月发布的《清洁电力计划》是奥巴马政府气候政策的标志性要素，要求美国电力部门在 2030 年之前二氧化碳排放量比 2005 年水平削减 32%，二氧化硫和氮氧化物排放量比 2005 年水平分别下降 90% 和 72%。

**（3）审查碳、一氧化二氮和甲烷的社会成本估算影响分析。**解散由经济顾问委员会（CEA）和行政管理预算局（OMB）召集的温室气体社会成本跨部门工作组（*Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases, IWG*），撤销 IWG 发布的关于社会碳成本的监管影响分析的一系列政策。

**（4）撤销限制联邦土地煤炭租赁的规定。**指示内政部（DOI）修改或撤销对联邦土地煤炭租赁的限制，重启与该法令相关的联邦土地采矿活动，开展所有符合法律法规的联邦煤炭租赁活动。

**（5）审查与美国石油和天然气开发相关的法规。**指示内政部和环境保护署审查关于石油和天然气管理、生产、标准和资源保护的一系列法规。

## 2 能源独立行政令对美国气候行动的影响

2017 年 3 月 31 日，气候行动追踪（Climate Action Tracker, CAT）<sup>1</sup>组织发布题为《特朗普的气候政策将使美国的气候行动评级从“中”下降到“不足”》（*Trump's Climate Policies Would See US Climate Action Rating Drop from "Medium" to "Insufficient"*）的报告，指出特朗普 3 月 28 日签署的能源独立行政令将使美国的气候行动评级从“中”下降到“不足”，使美国无法完成 2025 年《巴黎协定》（*Paris Agreement*）承诺。

该报告指出，如果特朗普能源独立行政令作为《巴黎协定》下的一项承诺被写入法律，将使美国的气候行动评级从“中”下降到“不足”。如果其他所有国家都

---

<sup>1</sup>CAT 是 2009 年由气候分析组织（Climate Analytics）、英国能源咨询公司 Ecofys、新气候研究所（NewClimate Institute）和德国波茨坦气候影响研究所（PIK）4 个机构联合组成的一个独立科学分析组织，专门跟踪围绕全球变暖控制在 2°C 目标的气候行动和全球努力。

遵循该行动水平，将使全球增暖约 4 °C。这将使美国在全球气候行动联盟中排名垫底。特朗普的能源独立行政令将使美国大幅落后于其 2025 年《巴黎协定》国家自主贡献（NDC）承诺。根据 CAT 的预测，在该行政令政策下，美国的排放量到 2025 年和 2030 年与今天大致相似，而不是达到其承诺的 2025 年比 2014 年水平下降 13%。

根据 CAT 的分析，特朗普的能源独立行政令在近年来不太可能扭转美国排放量下降的趋势，原因包括：首先，虽然能源独立行政令开始“暂停、修改和撤销”目前实施的政策，但这些步骤在未来几年可能会遭遇法律纠纷，因此，能源独立行政令对排放量的影响将被延迟；其次，不可阻挡的市场压力（如可再生能源的低成本）和国家与地方层面的行动（如加利福尼亚州独立的汽车燃油效率标准）将继续推动近几年美国温室气体排放量的降低。

（刘燕飞 编译）

参考文献：

[1] Presidential Executive Order on Promoting Energy Independence and Economic Growth.

[https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/03/28/presidential-executive-order-promoting-energy-independence-and-economy-1](https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/03/28/presidential-executive-order-promoting-energy-independence-and-economy)

[2] Trump's Climate Policies Would See US Climate Action Rating Drop from "Medium" to

"Insufficient". [http://climateactiontracker.org/assets/publications/briefing\\_papers/CAT\\_2017-03-31\\_US\\_Briefing\\_Trump\\_Executive\\_Order.pdf](http://climateactiontracker.org/assets/publications/briefing_papers/CAT_2017-03-31_US_Briefing_Trump_Executive_Order.pdf)

## 气候政策与战略

### 国际机构呼吁全球能源系统的深度转型

根据国际能源署（IEA）2017 年 3 月 17 日发布的最新数据，由于可再生能源发电的持续增长、煤炭向天然气的转变、能源效率的提高，以及全球经济结构变化，全球能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量连续 3 年停滞增长。为了实现长期的气候目标，全球碳排放量需要在 2020 年前达到峰值，并在 2050 年削减至目前排放水平的 30% 以下。3 月 20 日，IEA 和国际可再生能源署（IRENA）联合发布题为《能源转型展望：低碳能源系统投资需求》（*Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System*）的报告，指出要实现全球温升幅度不超过 2 °C 的目标，需要全球能源系统进行前所未有的转型。报告的主要结论如下：

（1）为了实现《巴黎协定》（*Paris Agreement*）“远低于 2 °C”的目标，能源系统转型在技术上是可行的，但需要进行重大的政策改革、积极的碳定价，以及额外的技术创新。2050 年，全球能源供应的 70% 都需要是低碳能源。到 2050 年，减排潜力的最大份额来自于可再生能源和能源效率的提高，但是包括核能、碳捕获与封存（CCS）等的所有低碳技术都将发挥作用。

(2) 能源转型将需要大量额外的政策干预。①可再生能源将在发电方面发挥主导作用。②高水平的波动性可再生能源的精心整合成为经济有效的能源部门转型的关键支柱。③通过部署清洁能源技术改善空气质量的同时，确保贫困人口能够获取现代能源服务仍然是重要的优先事项。

(3) 为了实现气候目标，能源供应的总投资不需要超过目前的水平，而终端部门需要大量额外的投资。①能源供应的投资需求不会超过能源部门目前的投入水平。它需要适当和重要的政策信号，以确保与“远低于 2 °C”目标兼容的低碳技术投资成为市场规范。②工业和家庭对更高效的家电、建筑改造、可再生能源和电气化（包括电动汽车和热泵）的额外投资需求是重要的。为了使能源消费者获得使用更高效技术所带来的较低能源消耗的潜在收益，政策将需要确保调动更高的前期投资需求。

(4) 到 2050 年，仍然需要使用化石燃料。①在化石燃料中，煤炭的使用量将减少最多，以实现气候目标。②天然气将继续在能源转型中发挥重要作用，以确保电力部门的系统灵活性，并替代采暖和交通运输中碳排放较高的燃料。③由于被较少含碳量的能源所替代，石油的使用将会下降，但是其替代品在诸如石油化工等几个行业将具有挑战性。④在 IEA 的分析中，CCS 在电力和工业部门发挥重要作用，而在 IRENA 的分析中，CCS 只在工业部门发挥重要作用。

(5) 巨大的能源部门转型将需要稳定、长期的价格信号才能具有经济效益，从而允许及时采用低碳技术，并尽可能减少滞留的能源资产。拖延行动将显著增加滞留资产和投资需求。

(6) 对于所有国家而言，可再生能源和能源效率对成功实现全球低碳转型都至关重要，但还需要根据每个国家的情况，包括能源部门潜力以及政策和技术优先事项，补充其他低碳技术。

(7) 能源部门转型将需要跨越电力和终端用途部门。①电动汽车将在客运和货运公路运输中占主要份额。②可再生能源部署将需要超越电力部门，进入供热和运输部门。③经济实惠、可靠和可持续的生物能源供应将是一个优先领域，尤其是考虑到特定终端部门的替代性选择有限的情况。

(8) 技术创新是可持续能源部门长期转型的核心。①短期的扩大研究、开发、示范和部署 (RDD&D) 的技术创新支出将有助于确保关键技术的可用性，并进一步降低成本。②并非全部的减排量可以单凭现有的技术来实现。目前市场上尚未大规模提供的其他低碳技术，例如电动卡车或者蓄电池，将需要补充现有的选择。③技术创新必须以支持政策、监管设计、新的业务模式以及负担得起的融资相补充。

(9) 逐步淘汰低效的化石燃料补贴以及碳定价的较强信号将有助于提供一个公平的竞争环境，但需要补充其他措施，以实现远低于 2 °C 的目标。①价格信号对于能源部门至关重要，以确保在投资决策中考虑气候因素。②确保考虑到且充分重视社会中最贫困人口的能量需求也很重要。

(10) 能源部门转型可以带来重要的共同利益，例如降低空气污染、减少化石燃料进口国家的支出、降低家庭能源支出。尽管总体的能源投资需求很大，但是向低碳的能源部门转型的相关投资增量需求只占世界国内生产总值（GDP）的一小部分。IEA 认为，转型有关的额外投资需求在 2050 年将不会超过全球 GDP 的 0.3%；IRENA 指出，额外的投资需求在 2050 年将占全球 GDP 的 0.4%，并对就业和经济增长产生积极影响。

(曾静静 编译)

原文题目: Perspectives for the Energy Transition - Investment Needs for a Low-Carbon Energy System

来源: [https://www.energiewende2017.com/wp-content/uploads/2017/03/Perspectives-for-the-Energy-Transition\\_WEB.pdf](https://www.energiewende2017.com/wp-content/uploads/2017/03/Perspectives-for-the-Energy-Transition_WEB.pdf)

## 气候变化事实与影响

### WMO：2016 年打破多项纪录的全球极端气候趋势仍将继续

2017 年 3 月 21 日，世界气象组织（WMO）发布题为《2016 年 WMO 全球气候状况声明》（*WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2016*）的报告指出，2016 年多种气候指标都创造了历史新高，包括全球温度创下新记录，北极海冰处于异常低位，海平面上升和海洋温度升高均势头不减。WMO 在发布报告的网站声明中称，进入 2017 年后这种极端天气和气候状况仍在继续。报告的主要结论如下：

**(1) 全球温度。**①2016 年几乎全球各地温度都创下纪录。除南美洲阿根廷中部和澳大利亚西南部的部分地区外，全球大多数陆地地表温度都高于 1961—1990 年的平均水平。②高纬度的许多地区，年平均温度都比 1961—1990 年之间的平均水平高 3℃ 以上，特别是在俄罗斯海岸和阿拉斯加、加拿大西北部等地区。③除北极之外，2016 年的高温在全球范围内都呈现出一致性。

**(2) 海洋。**①2016 年全球平均海洋表面温度打破记录，其中，2016 年初的高温最为异常。②全球海洋热含量达到继 2015 年后的第二高，北半球海洋热含量达到新高，而南半球海洋温度则略微要低。③20 世纪以来，全球海平面已经上升了 20 cm，主要驱动因素为海洋的热膨胀、冰川与冰盖的融化。

**(3) 北极海冰。**①2016 年 3 月 24 日，北极海冰面积季节性最大值为 145.2 km<sup>2</sup>，这一值为 1979 有卫星记录以来出现的最低值。②2016 年秋季海冰结冰过程异常缓慢，海冰面积在 11 月中旬有几天甚至还有所减少。

**(4) 降水。**①2016 年一开始，非洲南部大部分地区就出现严重干旱。2015/2016 年连续第二年夏季雨季（第一年 10 月至第二年 4 月）降雨量比长期平均值普遍低 20%~60%。世界粮食计划署（World Food Programme, WFP）估计 2017 年初将有

1820 万人需要接受紧急援助。②临时数据显示，2016 年是亚马逊盆地有记录以来最为干燥的一年，此外，巴西东北部也出现严重干旱。厄尔尼诺使中美洲和南美洲北部出现干旱。③中国长江流域经历了自 1999 年以来最严重的洪灾，一些支流洪水水位打破历史记录。对于中国整体来说，2016 年是有记录以来最湿润的一年，全中国平均降雨量为 730 mm，比长期平均记录高 16%。

**(5) 热浪。**①对于非洲南部来说，2016 年 1 月的第一周以极端热浪开始。1 月 7 日，比勒陀利亚和约翰内斯堡的温度分别达到了 42.4 °C 和 38.9 °C，两地的温度都比各自的长期记录高出 3 °C 以上。②2016 年 4 月和 5 月夏季风开始之前，南亚和东南亚也受到了极端高温的影响。4 月 28 日泰国 Mae Hong Son 的温度达到破纪录的 44.6 °C，而 5 月 19 日印度 Phalodi 镇的温度达到破纪录的 51.0 °C。③中东部分地区和非洲北部温度打破纪录或接近纪录。7 月 21 日科威特 Mitribah 镇温度飙升至 54.0 °C，这一数值打破亚洲的高温记录。其他极端高温包括 7 月 22 日伊拉克 Basra 省的 53.9 °C 和伊朗伊斯兰共和国的 53.0 °C，此外，摩洛哥、突尼斯、利比亚和阿拉伯联合酋长国也都出现了极端高温。④2016 年 9 月前半个月极端高温也侵袭了欧洲西部和中部许多地区，9 月 6 日西班牙南部温度达到 45.4 °C。

(裴惠娟 编译)

原文题目：WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2016

来源：[http://library.wmo.int/opac/doc\\_num.php?explnum\\_id=3414](http://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414)

## Brookings：美国与能源及气候变化相关的 12 大经济事实

2017 年 3 月 27 日，布鲁金斯学会（Brookings）与芝加哥大学能源政策研究所联合发布的题为《能源和气候变化相关的 12 个经济事实》（*Twelve Economic Facts on Energy and Climate Change*）的报告，概述了美国与能源和气候变化相关的 12 个重大经济事实，为潜在的政策解决方案奠定了基础。

报告指出，美国正处于能源革命阶段，致使大气中二氧化碳浓度以及全球平均温升高于 1960 年以来任何时期。在此背景下，温室气体排放作为未来问题虽然经常被讨论，美国却没有应对的积极方案。人类面临的各种气象灾害只是全球变暖的反馈之一，尽管风险一直存在，美国化石燃料消费群体却并未意识到这与他们存在潜在的联系，消费与投资倾向均与清洁能源相背离。

### 1 能源和气候挑战

**事实 1：**美国能源资源丰富。目前，美国正在大幅增加能源生产，包括传统化石燃料和可再生能源。



**事实 2:** 全球正在变暖。这并不是未来话题，气候变化正在发生，全球平均气温正在上升。

**事实 3:** 依目前形势，全球化石燃料充分燃烧会导致约 8 °C 温升。人们通常会错误地认为化石燃料逐渐枯竭自然会限制二氧化碳的排放及相关温升。

**事实 4:** 预计到 2100 年中国和印度温室气体排放量在全球温室气体排放总量中的比重将大幅增加。应延长关注二氧化碳的时间尺度，以方便进行温升及气候变化预测。

**事实 5:** 未来 70 年，预计美国各州温度都将增加。如果全球二氧化碳排放量依目前形势持续增长，美国气候将面临较大变化，各行业也将遭受前所未有的冲击。

**事实 6:** 美国多数基础设施易受气候变化影响。基于适应气候变化的基础设施建设预算成本往往较高，美国多数基础设施的设计与建造在最初并未考虑气候变化因素。

**事实 7:** 使用化石燃料导致的社会问题无法用它们的价格来衡量。相较于其他能源成本，化石燃料价格低，尤其是天然气能源。

## 2 气候减缓和适应

**事实 8:** 2050 年前，可再生能源发电量有望超越煤炭。经历了以煤炭为主导的火电时代，美国正在改革电力行业，以期减少二氧化碳排放。

**事实 9:** 交通运输行业二氧化碳排放量已超过电力行业。作为美国最大的与能源排放相关的行业，电力二氧化碳排放量长期居于首位，2016 年交通运输行业二氧化碳排放量超过电力行业，这是自 1979 年以来的首次。

**事实 10:** 以燃煤为动力的电动汽车，其排放量远远高于以天然气为动力的电动汽车。车辆已逐步改进为部分或全部由电力驱动，汽油使用量的减少有助于减缓二氧化碳排放。

**事实 11:** 能源研发方面的公共投资远低于 20 世纪七八十年代水平。政府对能源研发的投资依具体情况实行，经济不景气、物价萎靡时也会予以相应资金支持。

**事实 12:** 与气候变化相匹配的投资将显著降低气候变化带来的损失。美国沿海海平面上升将对人类及经济产生威胁，风暴潮带来的损失将不可估量。

(王曲梅 编译)

原文题目: Twelve Economic Facts on Energy and Climate Change

来源: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/03/thp\\_20170327\\_twelve\\_economic\\_facts\\_energy\\_climate\\_change.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/03/thp_20170327_twelve_economic_facts_energy_climate_change.pdf)

### 瑞典科学家发布快速脱碳路线图

2017年3月24日，瑞典斯德哥尔摩大学（Stockholm University）、瑞典皇家科学院（The Royal Swedish Academy of Sciences）、国际应用系统分析研究所（International Institute for Applied Systems Analysis）等机构的研究人员在《科学》（*Science*）期刊发表题为《快速脱碳路线图》（A Roadmap for Rapid Decarbonization）的文章，从创新、制度、基础设施和投资4个方面（包括了能源、农业、建筑和运输等行业）提出了每十年碳排放量减半的脱碳路线，以期到2050年实现净零碳排放。

**（1）2017—2020年：比较容易。**化石燃料年排放量需在2020年之前开始下降。碳税计划、限额交易体系、上网电价和配额方法等政策应该加以大规模推广。欧盟碳排放交易体系需要以合适的底价开始启动（>50美元/吨二氧化碳）。《联合国气候变化框架公约（UNFCCC）》应该逐渐成为一个先锋论坛，以便国家，企业，非政府组织和科学界可以在该论坛上讨论完善路线图。到2020年，必须取消化石燃料补贴。通过放弃煤炭开采和关闭矿山以及积极资助可再生能源，中国的温室气体排放在未来几年可以持续下降。到2020年，工业化国家的所有城市和主要的企业应该制定脱碳战略。国际社会必须努力将低碳发展作为优先事项。需要利用创新的财政机制来激励食品系统中的碳管理。农业、农场和民间社会应制定可持续食品系统的全球战略，以推动更健康的饮食习惯和减少食物浪费。

**（2）2020—2030年：艰巨的努力。**到2030年，仅能源效率的提高就将减少40%~50%的碳排放量。在21世纪20年代，全球碳定价需覆盖所有的温室气体排放量，开始至少为50美元/吨；到21世纪中叶，温室气体排放量的价格应超过400美元/吨。到2030年，哥本哈根和汉堡等城市将不再使用化石燃料，并在国家和地区的经济特区建立限额交易体系。各国应效仿挪威、德国和荷兰，到2030年逐步淘汰新车中的内燃机。通过可再生燃料、电气化以及高铁替换短途的空中航行，长途运输的脱碳将变得很关键。在气候解决方案的研究和开发（R&D）方面的公共和私人投资应增加一个数量级。在更加高效的工业生产模式、电池寿命的延长和改进的能源存储方案、显著降低碳捕集与封存（CCS）成本计划、替代飞机推进系统、超智能电网和可持续城市化方面还需要大量的资源。迫切需要研究生物圈的碳汇能力。需要为退化土地的造林和建立清除大气中CO<sub>2</sub>的“无悔”（no-regret）方法（如生物质发电联合碳捕集与封存，BECCS；直接空气碳捕集与封存，DACCS）提供强大的资金支持。

**（3）2030—2040年：许多突破。**到2040年，挪威、丹麦和瑞典等先锋国家应该完成所有部门的电气化。用于个人交通的内燃机在全球道路中将变得稀少。航空燃料应该被完全碳中和（carbon neutral）。合成燃料、生物甲烷和氢气应成为替代物。2030年后，所有建筑施工必须是碳中和或碳负性（carbon-negative）。建筑业应使用

零碳混凝土和钢筋，或者使用零碳排放物质（如木材、石头和碳纤维）替代。使用超导电缆的多中心电网希望可以为发展中国家提供能源。创新的资金机制应该促进对一些必要的突破进行投资，包括为转型设计的主权财富基金（sovereign wealth funds）和有效的国际企业税收制度等。

**（4）2040—2050 年：改进和巩固。**基于前几阶段的成功和失败经验，一些减缓战略将被放弃、改进或扩大。到 21 世纪 40 年代初期，欧洲主要国家将接近净零碳状态。到 2050 年，市场动态将推动北美、南美、亚洲和非洲的大部分地区实现目标。天然气仍然可作为备用能源来提供一些能源。模块化核反应堆可能将在地方能源结构中占有一定比例。到 2050 年，全球将达到净零碳排放，并且全球经济将由无碳能源驱动。

（廖琴 编译）

原文题目：A Roadmap for Rapid Decarbonization

来源：<http://science.sciencemag.org/content/355/6331/1269.full>

## 前沿研究动态

### 未来气候变暖或将打破地球大气圈的平衡状态

2017 年 4 月 4 日，*Nature Communications* 发表的《未来气候强迫潜力在最近 4.2 亿年没有先例》（Future Climate Forcing Potentially without Precedent in the Last 420 Million Years）显示，有增无减的化石燃料使用可能会将地球大气圈的平衡状态打破。

来自英国南安普敦大学（University of Southampton）、卫斯理大学（Wesleyan University）和布里斯托大学（University of Bristol）的研究者基于 112 项已发表研究中 1500 个独立的大气二氧化碳含量数据，研究了过去 4.2 亿年以来温室效应在地球长期气候变化中的作用。研究结果显示，4.2 亿年以来，地球大气圈能够保持稳定是长期大气二氧化碳浓度下降基本抵消了太阳辐射量增加的结果。然而，按照目前的二氧化碳排放增速，未来大气二氧化碳浓度将达到地质记录中前所未有的水平。到 2400 年大气中的二氧化碳浓度将上升到至少 4.2 亿年内前所未见的水平。届时，地球大气圈的平衡状态或将被打破。

（董利莘 编译）

原文题目：Future Climate Forcing Potentially without Precedent in the Last 420 Million Years

来源：<http://www.nature.com/articles/ncomms14845>

### 即使实现气候目标未来致死热浪仍会威胁数亿人口

2017 年 3 月 27 日，PNAS 发表题为《研究全球变暖对人类热胁迫的致死后果》（Communicating the Deadly Consequences of Global Warming for Human Heat Stress）的文章指出，即使巴黎气候大会上制定的控温 2 °C 的目标得以实现，未来极端热浪导致的死亡人数仍会继续上升，脆弱城市的人口需要采取多方面的适应措施去应对将会出现的各种极端高温事件。

2015 年国际社会曾在巴黎气候大会上制定目标,承诺将全球升温幅度控制在比工业革命前上升 2 °C 以内,以防止危险的气候变化。在全球变暖的大背景下,极端热浪事件的频率和强度都会增加。英国利物浦约翰摩尔斯大学 (Liverpool John Moores University) 科研人员带领的国际研究团队,基于国际耦合模式比较计划第五阶段 (CMIP5) 的多个模型,利用美国国家气象局 (National Weather Service) 开发的酷热指数 (Heat Index, HI)<sup>2</sup>,计算了 1979—2099 年全球 44 个大城市中热浪导致的体感温度变化趋势,以揭示全球变暖对大城市致死的极端热浪发生概率的贡献。

研究结果表明,全球平均大气温度与高温胁迫之间呈现非线性相关关系。这意味着今后如果出现和当前同样程度的气候变暖幅度,所造成的社会影响会远远大于历史经验。具体表现为,在到本世纪末全球变暖 2 °C 的情景下,巴基斯坦卡拉奇和印度加尔各答每年都会遭遇与当地 2015 年极端热浪类似的状况。在全球变暖只有 1.5 °C 的情况下,遭受热浪袭击的大城市数量会加倍,预计到 2050 年,在中等人口增长情况下,大城市受热浪胁迫致死的人数将超过 3.5 亿。研究结果强调,即使巴黎目标得以实现,脆弱城市的人口仍然需要加强适应。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Communicating the Deadly Consequences of Global Warming for Human Heat Stress

来源: <http://www.pnas.org/content/early/2017/03/21/1617526114.abstract>

## 气候变化造成的物种迁移影响巨大

2017 年 3 月 31 日, *Science* 发表题为《气候变化背景下的生物多样性重新分布:对生态系统和人类福祉的影响》(Biodiversity Redistribution Under Climate Change: Impacts on Ecosystems and Human Well-being) 的文章指出,气候变化造成的生物多样性重新分布会给人类社会造成巨大影响,带来新的健康风险、经济威胁和资源冲突。

为了应对气候变化,陆地上的物种会以平均每 10 年 17 km 的速度向两极迁移,海洋物种会以平均每 10 年 72 km 的速度向两极移动。一些陆地生物还会向山顶移动以逃避日益变暖的山底,而海底变暖时一些鱼类也会向海底深处迁移。不同于其他物种,人类居住地相对较为固定,因此,物种迁移不可避免地会给人类社会带来重大影响。

在澳大利亚塔斯马尼亚大学 (University of Tasmania) 科研人员的带领下,来自 33 家国际研究机构的 44 名研究人员,通过调查研究地中海和澳大利亚东部海岸,揭示气候变化如何改变热带鱼类的分布,并通过文献综述总结了物种重新分布产生的生态、社会和经济影响。研究结果表明,由于过度消耗海草林和海草场,海洋变暖导致的热带鱼类迁移给其迁入的温带地区带来了严重的威胁。食草热带鱼的增加会深刻地改变生态系统,导致礁石裸露,影响包括鱼、龙虾之类的物种,造成严重的经济和管

---

<sup>2</sup> 高温时,相对湿度增加的情况下,人体真正感受到的温度会超过实际温度,也就是体感温度。美国国家气象局用酷热指数 (HI) 来估计体感温度,当预测的体感温度持续高于 40.6°C (105°F) 时国家气象局就会发出预警,所以这个值也被作为确定高温胁迫的一个阈值。

理后果。研究通过文献调研发现，物种分布范围改变会影响的领域包括：①资源。由于环境的变化，鱼类、森林和农作物处于风险之中，主要的咖啡种植地区预计将增加，有价值的木材（如欧洲的挪威云杉）会被价值更低的温带树种（如地中海橡树）取代。②产业。随着珊瑚死亡，水母用于娱乐，海胆破坏鱼类栖息地，旅游业、休闲渔业会受到损害。③冲突。物种在经济区之间移动会导致冲突，例如，冰岛和其他国家之间的“鲭鱼大战”（Mackerel Wars）。④健康。变暖会使蚊子向两极移动并进入以前没有接触过蚊子的地区，诸如疟疾之类的传染病会变得越来越普遍。⑤土著文化。鱼类和驯鹿的分布范围变化会影响北极人群的粮食安全和传统知识体系。

研究人员总结，传统的物种管理目的是保护和保留历史环境，新的管理方式需要承认物种迁移出传统分布范围的必然性。无论是地方层面还是国际层面，在制定保护目标、政策和管理行动时都需要考虑物种分布范围的变化。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Biodiversity Redistribution under Climate Change: Impacts on Ecosystems and Human Well-being  
来源：<http://science.sciencemag.org/content/355/6332/eaai9214>

## 人为气候变化对行星波共振和极端天气事件的影响

2017年3月27日，美国宾夕法尼亚州立大学（Pennsylvania State University）和德国波茨坦波茨坦气候影响研究所（PIK）等机构的研究人员在《科学报告》（*Scientific Reports*）发表题为《人为气候变化对行星波共振和极端天气事件的影响》（*Influence of Anthropogenic Climate Change on Planetary Wave Resonance and Extreme Weather Events*）的文章指出，人为因素造成的气候变暖会以有利于大气波动共振的方式影响纬向平均温度分布，并导致持续性极端气候事件的增加。

北半球夏季极端天气的持续已被证明与特定波长范围内（纬向波数为6~8）高振幅准静态大气罗斯贝（Rossby）波的存在有关，其内在机制涉及天气尺度波动的准谐振放大（Quasi Resonant Amplification, QRA）现象，大气波动数目被限制在有效的中纬度大气波导范围内。近几十年来，发生准谐振放大现象的有利条件和相关的极端天气有所增加，可能与北极放大效应造成的增暖有关。

该研究通过分离与准谐振放大现象有利条件相关的区域平均地表温度分布“指纹”（Fingerprint）信号，在国际耦合模式比较计划第五阶段（CMIP5）气候模式中研究了指纹信号随时间的变化。模型和观察结果表明，指纹信号最近才出现在自然变率背景噪声上，这意味着对大气波动的准谐振放大现象的影响大部分是在过去40年发生的。该研究表明，人为因素造成的气候变暖会以有利于大气波动共振的方式影响纬向平均温度分布，并导致持续性极端天气事件的增加。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Influence of Anthropogenic Climate Change on Planetary Wave Resonance and Extreme Weather Events  
来源：<http://www.nature.com/articles/srep45242>

## 数据与图表

### 2016 年全球新增可再生能源发电容量创历史新高

2017 年 3 月 30 日，国际可再生能源署（IRENA）发布题为《2017 年可再生能源装机容量统计》（*Renewable Capacity Statistics 2017*）的数据报告，指出 2016 年全球可再生能源发电容量增加了 161 GW，创历史新高。

报告指出，截止到 2016 年年底，全球可再生能源总装机达到 2006 GW，其中水力发电容量占比最大，达到 1122 GW，其次为风电和太阳能发电，装机容量分别为 467 GW 和 296 GW（图 1）。其他包括生物能装机容量 110 GW，地热能装机容量 13 GW，海洋能装机容量 500 MW。2016 年，全球可再生能源发电容量增长 8.7%，其中太阳能发展最快，新增 71 GW。与之相比，风能发电量增加了 51 GW，水电和生物质能发电量分别增加了 30 GW 和 9 GW，地热能发电增长了不到 1 GW。

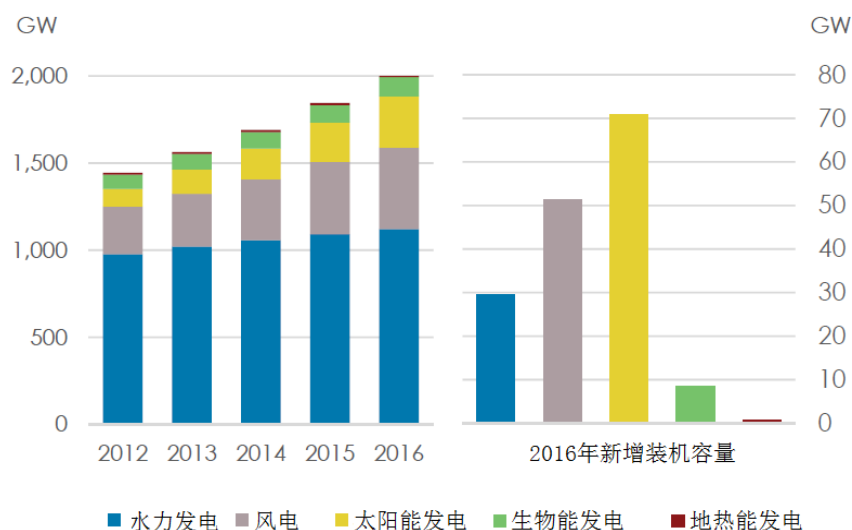


图 1 2012—2016 年可再生能源装机容量变化趋势

2016 年的可再生能源新增量中，58% 来自亚洲。这使得亚洲累计可再生能源发电容量达到 812 GW，约占全球可再生能源发电容量的 41%。亚洲同时也是发展速度最快的区域，增幅为 13.1%。北美增幅为 7.8%，增加 24 GW。欧洲可再生能源装机增长速度较为温和，2016 年增幅为 4.4%，增加 21 GW。非洲 2016 年新增 4.1 GW，这一数字是 2015 年的 2 倍。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Renewable Capacity Statistics 2017

来源：<http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=3831>

## 《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)