

科学研究动态监测快报

2017 年 2 月 15 日 第 4 期 (总第 214 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 国际气候变化科技态势概览 2016
- ◇ 澳大利亚发布 2016 年气候声明
- ◇ 气候变化将改变全球温和天气模式
- ◇ WRI: 美国清洁电力计划不会产生显著的负面经济影响
- ◇ BNEF: 发展中国家领跑全球清洁能源开发
- ◇ 美研究机构发布最新的全球适应倡议国家指数排名
- ◇ 当前海洋表面温度类似于末次间冰期
- ◇ 侏罗纪早期的大洋缺氧事件促进了大型湖泊的碳固定

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

国际气候变化科技态势概览 2016..... 1

气候变化事实与影响

澳大利亚发布 2016 年气候声明..... 5

气候变化将改变全球温和天气模式..... 6

气候变化减缓与适应

WRI: 美国清洁电力计划不会产生显著的负面经济影响..... 7

BNEF: 发展中国家领跑全球清洁能源开发..... 9

前沿研究进展

美研究机构发布最新的全球适应倡议国家指数排名..... 10

前沿研究动态

当前海洋表面温度类似于末次间冰期..... 11

侏罗纪早期的大洋缺氧事件促进了大型湖泊的碳固定..... 12

国际气候变化科技态势概览 2016

编者按：本文基于《科学研究动态监测快报—气候变化科学专辑》2016年度国际气候变化科技动态的系统监测信息，遴选并总结了过去一年国际气候变化领域的重要科技进展和政策行动等科技态势，供读者作全面了解参考。这些主要科技态势包括：里程碑式的全球气候变化新协议正式生效；2015年多项关键气候指标再创新高；全球增温停滞现象及其原因研究成新热点；人类活动推迟下个冰期的到来；年代际的ENSO爆发活动可由混合震荡模式来解释；首次证实气候变化对云分布变化的影响；首次量化气候变暖和陆地生物圈碳吸收能力之间的关系；发现将CO₂转化为烃类燃料的高效催化剂；重建过去200万年的全球平均温度演变；新方法与新工具的研究取得若干进展。

1 里程碑式的全球气候变化新协议正式生效

2015年12月12日，《联合国气候变化框架公约》缔约方会议第21次会议（COP21）暨《京都议定书》缔约方会议第11次会议（CMP11）在法国巴黎圆满落幕。《联合国气候变化框架公约》195个缔约方国家一致通过2020年后的全球气候变化新协议——《巴黎协定》（*Paris Agreement*），这是自1992年达成《联合国气候变化框架公约》、1997年达成《京都议定书》以来，人类社会应对气候变化历史上第3个具有里程碑式的具有法律约束力的协议。2016年10月5日，联合国秘书长潘基文宣布，应对气候变化的《巴黎协定》于2016年11月4日正式生效¹。从2015年12月制定开始，《巴黎协定》通过不到一年即将生效，是历史上批约生效最快的国际条约之一。

2 2015年多项关键气候指标再创新高

2015年12月30日，世界资源研究所（WRI）发表报告²，对2015年在人类历史上最显著的气候里程碑事件进行了回顾，包括：①2015年成为创纪录的最热年份。②2015年全球地表平均温度比工业革命前高1℃以上。③全球范围内的大气中CO₂浓度首次在2015年3月记录到超过400 ppm。据美国国家海洋和大气管理局（NOAA）声明³，南极观测站二氧化碳浓度于2016年5月23日首次达到400 ppm。2016年8

¹ Landmark Climate Change Agreement to Enter into Force.

<http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/landmark-climate-change-agreement-to-enter-into-force/>

² Climate Milestones of 2015: The Good, the Bad and the Signs to Watch.

<http://www.wri.org/blog/2015/12/climate-milestones-2015-good-bad-and-signs-watch>

³ NOAA. 2016-06-15. South Pole is the last place on Earth to pass a global warming milestone.

<http://research.noaa.gov/News/NewsArchive/LatestNews/TabId/684/ArtMID/1768/ArticleID/11760/South-Pole-is-the-last-place-on-Earth-to-pass-a-global-warming-milestone.aspx>

月，美国气象学会（AMS）发布《2015年气候状态》⁴称，2015年全球温度、大气二氧化碳（CO₂）浓度和海平面高度等关键气候指标再次刷新历史记录。8月2日，美国环境保护署（EPA）发布第四版《美国气候变化指标》⁵，基于观察的趋势数据剖析了37个气候变化指标，指出气候变化的信号更加强烈和更具说服力。

3 全球增温停滞现象及其原因研究成新热点

多项研究表明近年来的增温停滞是气候自然波动的结果，但同时有研究认为全球增温停滞并未发生。德国马普气象学研究所指出⁶气候变暖已经暂停，加拿大维多利亚大学⁷利用修正的地表数据支持这一论点。英国气象局和埃克塞特大学的研究指出⁸，气候变暖暂停期再持续5年的概率高达25%，爱丁堡大学预测停滞现象不会超过10年⁹，南安普顿大学¹⁰预测到2100年全球变暖暂停的现象会消失。美国明尼苏达大学¹¹、加州大学¹²、NASA¹³多项研究认为全球变暖减缓的是由于海洋的自然变化引起。中美多项研究指出其因素是气候年代际自然变率¹⁴⁻¹⁵，加拿大麦吉尔大学的研究人员利用新的数学分形方法证明了这一结论¹⁶。而美国斯坦福大学利用新的统计方法检验后对全球增温停滞现象提出质疑¹⁷。

4 人类活动推迟下个冰期的到来

德国波茨坦气候影响研究所（PIK）研究人员通过研究同位素和大气CO₂浓度之间的关系¹⁸表明，太阳辐射和CO₂浓度之间的关系是解释地球历史上8个冰川时期的关键标准。这是首次通过量化关键因素来研究历史上的8个冰川时期。研究人员利用地球系统模式模拟大气、海洋、冰川和全球碳循环，分析了人类继续排放二

⁴ State of the Climate in 2015. <https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/state-of-the-climate/>

⁵ Climate Change Indicators in the United States.

<https://www.epa.gov/newsreleases/epa-report-tracks-our-changing-climate>

⁶ Marotzke J, Forster P M. Forcing, feedback and internal variability in global temperature trends. *Nature*,2015,517: 565-570.

⁷ John C. Fyfe, Gerald A. Meehl, Matthew H. England et. al.. Making Sense of the Early-2000s Warming Slowdown. *Nature Climate Change*, 2016, doi:10.1038/nclimate2938

⁸ Roberts C D, Palmer M D, McNeall D, et al. Quantifying the Likelihood of a Continued Hiatus in Global Warming. *Nature Climate Change*, 2015,5: 337-342.

⁹ Schurer A P, Hegerl G C, Obrochta S P. Determining the likelihood of pauses and surges in global warming. *Geophysical Research Letters*, 2015, 42(14):5974-5982.

¹⁰ The Rogue Nature of Hiatuses in a Global Warming Climate.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL068950/abstract>

¹¹ Steinman B A, Mann M E, Miller S K. Atlantic and Pacific Multi Decadal Oscillations and Northern Hemisphere Temperatures. *Science*,2015, 347(6225): 988-991.

¹² Nieves V, Willis J K, Patzert W C. Recent hiatus caused by decadal shift in Indo-Pacific heating. *Science*, 2015,349(6247): 532-535.

¹³ Pacific Sea Level Rise Patterns and Global Surface Temperature Variability.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL069401/abstract>

¹⁴ Guan X D, Huang J P, Guo R X, et al. The role of dynamically induced variability in the recent warming trend slowdown over the Northern Hemisphere. *Scientific Reports*,2015,5,12669. doi:10.1038/srep12669

¹⁵ Trenberth K E. Has there been a hiatus? *Science*, 2015,349(6249): 691-692.

¹⁶ Lovejoy S. Using scaling for macroweather forecasting including the pause. *Geophysical Research Letters*, 2015, 42(17):7148-7155.

¹⁷ Rajaratnam B, Romano J, Tsiang M. Debunking the Climate Hiatus. *Climatic Change*,2015,133(2):129-140.

¹⁸ Ganopolski A, Winkelmann R, Schellnhuber H. J. Critical Insolation-CO₂ Relation for Diagnosing Past and Future Glacial Inception. *Nature*, 2016, 529: 200-203.

氧化碳对北半球冰川质量产生的影响，结果表明未来人为排放的 1000~1500 Gt CO₂ 将使下个冰期推迟至少 10 万年，人为因素已经成为一项抑制冰期到来的地质力量。

5 年代际的 ENSO 爆发活动可由混合震荡模式来解释

美国康乃尔大学、夏威夷大学和北卡罗来纳大学的研究人员基于充电震荡理论 (recharge oscillator theory)，在混合震荡模式 (MMO) 中分离出两种小振幅震荡 (SAO)——振幅单调递增的单调性 SAO 和振幅先减后增的非单调性 SAO，并结合三维动力模式与几何奇异摄动理论 (Geometric Singular Perturbation Theory)，研究热带太平洋气候系统的概念模型¹⁹。研究结果表明，系统可以从小振幅震荡爆发成为大振幅事件，即厄尔尼诺小振幅事件缓慢增长，直到达到临界值爆发厄尔尼诺大振幅事件。如同放电过程结束一样，厄尔尼诺大振幅事件迅速结束。放电过程非常强烈，以至于系统回复达到反位相最大值，即发生拉尼娜事件。随后小振幅事件重新发展，直到重新达到临界值循环整个周期。该研究首次深入联系混合震荡模式动力学和厄尔尼诺爆发事件，并成功捕捉 ENSO 系统信息，指出年代际的厄尔尼诺—南方涛动 (ENSO) 爆发活动能够由混合震荡模式 (MMO) 所解释，并预测 ENSO 震荡振幅增长的临界点。

6 首次证实气候变化对云分布变化的影响

美国加利福尼亚大学 (University of California) 斯克里普斯海洋研究所 (Scripps Institution of Oceanography)、劳伦斯利物莫国家实验室 (Lawrence Livermore National Laboratory)、科罗拉多州立大学 (Colorado State University) 的研究人员首次证实了气候变化对地球上云的分布变化的影响²⁰。过去 30 年来，气候变化对云的影响包括中纬度风暴路径向两极移动、副热带干旱地区 (南北半球 20~30° 之间的地区) 扩大、以及云顶高度抬升。云发生变化的主要驱动因素为温室气体浓度的增加以及火山气溶胶引起的辐射冷却。云移动至高纬度地区后，比其在低纬度地区时反射出更少的太阳辐射，从而使地球接收到更多的太阳辐射。同时，较高的云顶高度意味着云体在垂直方向上发展旺盛，将吸收更多的红外辐射或热辐射，防止热量散发至空间。因此，风暴路径向两极移动以及云顶高度抬升都是对气候变化的正反馈，使全球变暖加剧。

7 首次量化气候变暖和陆地生物圈碳吸收能力之间的关系

以澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 科研人员为首的国际科学家小组，利用英国南极调查局 (British Antarctic Survey) 在 20 年前采集自南极劳冰穹 (Law

¹⁹ Roberts Andrew, Guckenheimer John, Widiastih Esther, et al. Mixed Mode Oscillations of the El Niño-Southern Oscillation. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2016, 73(4): 1755–1766.

²⁰ Norris Joel R., Allen Robert J., Evan Amato T. et al. Evidence for Climate Change in the Satellite Cloud Record. *Nature*, 2016, 536: 72-75.

Dome) 冰芯样本中的空气泡, 定量研究地球陆地生物圈对温度变化的敏感性²¹。通过研究小冰河期(公元 1300—1870 年)大气 CO₂ 浓度降低的原因, 首次量化了气候变暖和陆地生物圈碳吸收能力之间的关系。研究结果表明, 在气候变暖的情况下, 地球陆地生物圈吸收的碳减少。地球温度每升高 1 °C, 陆地生物圈吸收的 CO₂ 浓度降低 20 ppm。文章首次验证和量化了陆地、海洋和大气碳循环之间的关系, 并指出陆地生物圈储存能力降低导致大气 CO₂ 浓度增加, 引起地球表面温度升高, 导致陆地储存的碳更少, 最终形成一种正反馈。

8 发现将 CO₂ 转化为烃类燃料的高效催化剂

以二氧化碳和水为原料, 可以制造烃类燃料, 这一过程可以同时解决能源危机和气候变暖两大全球性问题。但长期以来, 囿于二氧化碳的化学惰性, 即便使用包括银或其他贵金属在内的多种催化剂触发反应, 这一过程的效率也非常低。来自美国伊利诺伊大学(University of Illinois)、韩国忠北国立大学(Chungbuk National University)、美国阿贡国家实验室(Argonne National Laboratory)、新墨西哥大学(University of New Mexico)和路易斯维尔大学(University of Louisville)的研究团队发现了一种纳米结构的过渡金属硫化物(Transition Metal Dichalcogenide)从本质上解决了 CO₂ 转化为烃类燃料的催化剂问题²²。该团队开发出了一款人工仿生叶太阳能装置, 以 CO₂ 和水为原料, 在阳光和微生物的作用下, 可进行光化学反应, 将 CO₂ 转化为烃类燃料。这种新的催化剂实现了经济有效(快 1000 倍, 便宜 20 倍)地将空气中的二氧化碳直接转变为烃类燃料, 或将改变目前太阳能设备效率低、无法大规模应用的局面。

9 重建过去 200 万年的全球平均温度演变

重建地球过去的气候影响着对气候系统动力和敏感性的理解能力, 然而目前只有几个孤立的时间窗口上的全球温度重建, 难以确定获得跨冰期的持续性资料。美国斯坦福大学(Stanford University)的科研人员使用源自 59 个海洋沉积岩心的逾两万个海洋表面温度重建记录, 以 1000 年为间隔, 重建了过去 200 万年的全球平均表面温度²³。结果表明, 全球温度自大约 120 万年前开始逐渐降低, 降温趋势于中更新世气候过渡期开始时停止, 时间先于 90 万年前冰盖范围达到最大。因此, 全球变冷可能是气候向中更新世气候过渡期近 10 万年的冰期转变的一个先决条件。过去 80 万年以来, 极地放大作用(Polar Amplification)随着时间推移一直较为稳定, 即极地温度变化幅度比全球温度变化更大, 全球温度和大气温室气体浓度与冰川周期紧密耦合。该研究通

²¹ Rubino M., Etheridge D. M., Trudinger C. M., et al. Low Atmospheric CO₂ Levels During the Little Ice Age Due to Cooling-induced Terrestrial Uptake. *Nature Geoscience*, 2016, (9): 691-694.

²² Asaid Mohammad, Kim Kibum, Liu Cong, et al. Nanostructured Transition Metal Dichalcogenide Electrocatalysts for CO₂ Reduction in Ionic Liquid. *Science*, 2016, 353(6298): 467-470.

²³ Snyder Carolyn W. Evolution of Global Temperature Over the Past Two Million Years. *Nature*, 2016, (538): 226-228.

过温度重建与温室气体辐射强迫的比较，对地球系统的敏感性进行估计后指出，在百万年时间尺度上，大气二氧化碳浓度每增加一倍，全球平均地表温度增加 7~13 °C。结果表明，随着冰川、植被和大气颗粒物继续对全球变暖做出响应，如果稳定在当今的温室气体水平，在未来几千年地球温度将上升 3~7 °C。

10 新方法与新工具的研究取得若干进展

挪威卑尔根大学和英国牛津大学的科学家通过采用中分辨率成像光谱仪（MODIS）获取的时间序列数据，以及气温、水分、云量等 3 个与植被生产力有关的气候变量数据，建立了一种新型指标——植被敏感度指数（vegetation sensitivity index）来分析过去 14 年间不同区域对气候变率的敏感性大小，并绘制了全球植被敏感度指数地图²⁴。美国哥伦比亚大学、冰岛大学、冰岛雷克雅未克能源公司和英国南安普敦大学等机构的研究人员发现 CO₂ 在被注入地下玄武岩层后，可通过自然化学反应转化为固态碳酸盐而被封存²⁵，这一对环境无害且可以永久封存 CO₂ 的新方法避免了泄漏的风险。2016 年 8 月 23 日，联合国粮食及农业组织（FAO）面向农民、决策者和科学家发布了一个名为“全球畜牧环境评价模型”（Global Livestock Environmental Assessment Model, GLEAM）的创新型互动工具²⁶，可反映生命周期评估模式下畜牧业生产链上的生物物理过程及活动，帮助计算家畜的温室气体排放量以及肉、奶、蛋的产量。

（曾静静 刘燕飞 裴惠娟 董利苹 廖琴 编写）

气候变化事实与影响

澳大利亚发布 2016 年气候声明

2017 年 1 月 5 日，澳大利亚气象局（Bureau of Meteorology）发布《2016 年度气候声明》（*Annual Climate Statement 2016*）指出，2016 年是澳大利亚史上第 4 热的年份，极端事件多发，降水超过历史平均水平。该声明主要内容如下：

1 全球

2016 年全球平均温度比历史平均（1961—1990 年，下同）水平高 0.83 ± 0.09 °C，超过 2015 年，连续第 3 年创造历史高温纪录。2016 年的全球陆地区域温度高于全球平均温度。2016 年，全球海表温度也是历史上最热的一年，打破了 2015 年创造的纪录。

²⁴ Seddon Alistair W. R., Macias-Fauria Marc, Long Peter R., et al. Sensitivity of Global Terrestrial Ecosystems to Climate Variability. *Nature*, 2016, (531): 229-232.

²⁵ Matter Juerg M., Stute Martin, Snæbjörnsdóttir Sandra Ó., et al. Rapid Carbon Mineralization for Permanent Disposal of Anthropogenic Carbon Dioxide Emissions. *Science*, 2016, 352(6291): 1312-1314.

²⁶ FAO. Sizing Up Livestock Farming's Carbon Footprint. <http://www.fao.org/news/story/en/item/429417/icode/>. 2016-08-23

2 澳大利亚

(1) 温度：2016 年是澳大利亚历史上平均温度第 4 高的年份，超过历史平均水平 0.87 °C。最高温超过平均水平 0.7 °C，最低温超过平均水平 1.03 °C。澳大利亚周围的海表温度创史上最高纪录，超过历史平均水平 0.77 °C。

(2) 降水：2016 年降水量达 544.99 mm，超过历史平均水平 (465.2 mm) 17%。

(3) 主要气候影响：①海洋偏暖是 2016 年的显著特征之一。厄尔尼诺于 2016 年 5 月结束后，太平洋持续增暖，澳大利亚北部全年保持或接近温度纪录。厄尔尼诺和正在发生的气候变化相互作用创造了 2016 年全球性的高温纪录。②澳大利亚一般会在中强度厄尔尼诺现象崩溃之后几个月出现高于历史平均值的降水量，2016 年 5 月底这种趋势被强烈的负位相的印度洋偶极子 (Indian Ocean Dipole, IOD) 加强。负位相 IOD、澳大利亚北部海域偏暖以及太平洋类似于拉尼娜现象的共同作用，造成澳大利亚 5~9 月降水量偏多。负位相 IOD 于 10 月开始削弱，至 11 月底消散，引起澳大利亚更加均匀的降水分布。

(4) 主要天气事件：①2016 年初，维多利亚瓦伊河 (Wye River) 和西澳大利亚发生大型火灾。②1 月，塔斯马尼亚 (Tasmania) 发生严重洪水。③1~2 月，塔斯马尼亚西北部发生大型森林火灾，约 123800 ha 森林被烧毁。④6 月初，东海岸低气压造成新南威尔士 (New South Wales) 大型沿海洪水和侵蚀，影响维多利亚 (Victoria) 和塔斯马尼亚。⑤6~9 月，昆士兰 (Queensland) 西部、中部和南部发生洪水。⑥9 月末，大型雷暴和龙卷风袭击南澳大利亚并造成广泛损失。⑦9~10 月，新南威尔士内陆、维多利亚北部和西部地区发生洪水。⑧11 月初，超级单体风暴造成澳大利亚东南部和昆士兰东南部广泛灾害，并发生雹灾。⑨11 月 21 日，雷暴导致维多利亚北部草原发生火灾。⑩12 月，热带低压引起澳大利亚西北部和东南部异常降水，造成金伯利 (Kimberley)、乌卢鲁 (Uluru)、阿德莱德 (Adelaide) 等多个城市发生洪水。

(刘燕飞 编译)

原文题目：Annual Climate Statement 2016

来源：<http://www.bom.gov.au/climate/current/annual/aus/2016/>

气候变化将改变全球温和天气模式

2017 年 1 月 18 日，美国普林斯顿大学 (Princeton University)、国家海洋和大气管理局 (NOAA) 的研究人员在《气候变化》(Climatic Change) 上发表题为《温和天气模式的转变对预测的辐射强迫的响应》(Shifting Patterns of Mild Weather in Response to Projected Radiative Forcing) 的文章，指出气候变化将改变全球温和天气的分布格局，这是首个关于气候变化将如何影响温和天气的发生频率和位置的全球分析。

气候变化对气候平均状态和极端气候事件都会造成影响。极端气候事件会扰乱社会生活，但对极端条件的定义很少。相比之下，温和天气发生频繁，众多人类活动都在温和天气条件下开展。因此，该研究基于简单的气象标准，分析了全球温和天气对辐射强迫的响应。

该研究中，温和天气被定义为日平均温度 18~30℃，日降水量小于 1 mm，露点温度低于 20℃的天气。当前全球每年温和天气平均日数为 74 天，占全年日数的 20%。一般而言，温和天气在热带地区主要受降水和湿度的影响，在副热带地区受热浪的影响，在极地地区则受寒潮的影响。该研究主要结论如下：

(1) 在典型浓度路径 (RCP) 4.5 情景下，全球温和天气分布发生变化。热带和副热带地区温和天气减少，而中纬度地区温和天气日数略有增加。受灾最严重的区域位于非洲、亚洲和拉丁美洲，其中，某些区域到 2100 年全年温和日数减少达 15~50 天。

(2) 全球温和天气年度平均日数下降，在不久的将来 (2016—2035 年) 减少 4 天/年；到本世纪末 (2081—2100 年) 减少 10 天/年，减少幅度达 14%。

(3) 全球温和天气日数出现区域变化。许多区域温和天气的季节分布出现转变，夏季温和天气减少而冬季温和天气增加。

(4) 辐射强迫变化引起的温和天气的季节性和区域性日数变化大于厄尔尼诺—南方涛动 (ENSO) 引起的温和天气的年际变化。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Shifting Patterns of Mild Weather in Response to Projected Radiative Forcing

来源: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10584-016-1885-9>

气候变化减缓与适应

WRI: 美国清洁电力计划不会产生显著的负面经济影响

清洁电力计划 (Clean Power Plan, CPP) 是美国环境保护署 (EPA) 发布的一项旨在限制发电厂二氧化碳排放的规定。然而，目前 CPP 的实施被美国最高法院暂停，现任总统特朗普 (Trump) 声称该计划正在对美国经济造成重大损害，并明确表示要完全取消该计划。2017 年 1 月 19 日，世界资源研究所 (WRI) 发布题为《清洁电力计划的经济影响：研究相同的监管如何可以产生不同的结果》(The Economic Impacts of the Clean Power Plan: How Studies of the Same Regulation can Produce Such Different Results) 的报告，通过分析有关 CPP 经济影响的 4 项研究，评估了 CPP 的成本，指出没有任何证据证明 CPP 使美国电力负担不起。

各种组织已经公布了 CPP 经济影响的预测，得出的该政策对电力可负担性和整体经济的影响结论明显不同。WRI 报告分析了 CPP 的 4 项经济研究——1 项由 EPA 进行，其他 3 项由私人咨询公司进行，分别为 NERA 经济咨询公司 (NERA Economic

Consulting)、Synapse 能源经济咨询公司 (Synapse Energy Economics) 和 M.J. Bradley & Associates (MJB&A), 通过美国电力系统在监管是否到位情况下的比较预测, 估计了 CPP 的成本。研究选择了未来太阳能发电成本、未来风力发电成本、未来需求方能源效率项目的成本、未来需求方能源效率项目的节省、未来天然气价格和实现减排目标的合作 6 项有影响力的假设来评估 CPP 的成本。各假设项对 CPP 成本的影响总结如下:

(1) 太阳能光伏成本。较高的太阳能发电成本假设将通常导致更高的 CPP 成本估计, 因为太阳能替代了化石燃料发电。NERA 研究使用来自美国能源信息署 (EIA) 的预测。EPA 和 MJB&A 使用国家可再生能源实验室 (NREL) 的估计。Synapse 使用美国能源部 (DOE) 2012 年关于太阳能未来潜力研究的部分情景。这些预测基本认为, 未来 10 年太阳能光伏成本将在 2014 年水平 (2.34 美元/W) 上继续下降 (表 1)。

(2) 风能发电成本。与太阳能一样, 较高的风能发电成本假设通常导致更高的 CPP 成本估计。NERA 研究仍依赖于 EIA 的预测, 这是所有预测中风能成本最高的估计。Synapse 基于 DOE 的 2015 年风能愿景报告开发了自己的估计。EPA 和 MJB&A 使用 NREL 的预测, 其假设略低于 Synapse 估计的成本。一些预测显示, 未来 10 年风能发电成本将低于 2014 年水平 (1.71 美元/W), 另一些预测则显示风能发电成本将增加。

(3) 需求方能源效率项目成本。较高的能源效率 (EE) 项目成本假设导致更高的 CPP 成本估计, 因为各州将使用 EE 项目来执行 CPP。EPA 开发了自己的成本估计, 显示 EE 项目投资规模较小时, EE 的成本相对较高, 且随着投资规模的增加, 其成本将降低。MJB&A 基于劳伦斯伯克利实验室 (LBNL) 的最新估计, 其成本估计在 4 项研究中最低。与 EPA 相反, MJB&A 假设 EE 成本是随时间增加的。Synapse 基于其对 EE 项目的自身研究, 假设 EE 成本位于经验估计范围的中间。NERA 采用 EPA 的最高成本估计, 但不像 EPA 将其应用到所有项目而不管投资规模。NERA 的 EE 成本估计在 4 项研究中最高。在所有研究中, 每兆瓦时电力节省的成本远比零售电价便宜, 使能源效率成为一个具有高度成本效益的减排机遇。

(4) 来自需求方能源效率项目的节省。①CPP 到位下的 EE 节省。CPP 鼓励扩大使用 EE, 每项研究都假设来自新 EE 项目的节省将显著增加。EPA 和 NERA 假设来自新 EE 项目的节省将从 2014 年的 25 TWh 增加到 2025 年的 38~39 TWh。MJB&A 研究包括新 EE 的各种路径, “最适度的 EE 情景” 与 EPA 假设一致, “最显著的 EE 情景” 假设其节省是 2014 年的 2 倍。Synapse 研究对 EE 项目的节省最乐观, 其节省增加至近 100 TWh。②缺少 CPP 时的 EE 节省。在没有 CPP 的情况下, 4 项 CPP 研究都假设 EE 项目的节省将显著减少。EPA 和 MJB&A 的假设为 0, NERA 的假设也类似。

(5) 天然气价格。未来天然气价格假设对 CPP 成本的影响估计并不十分明确, 但在多数地方, 较高的天然气价格可能导致 CPP 的成本较高。EPA 和 MJB&A 使用嵌入在综合规划模型 (Integrated Planning Model) 中的假设, 其估计的价格高于 NERA

和 Synapse 使用的 EIA 预测。

(6) 州际间合作程度。更大程度的州际合作假设通常导致更低的 CPP 成本。NERA 和 EPA 研究都包括 2 种情景，一个是假设没有州之间的合作，另一个是假设有限的合作。Synapse 研究假设更大程度的合作（两大州群之间的交易）。MJB&A 研究包含 4 种情景，其中，有 3 种假设是全国性的交易（除加利福尼亚州外），1 种假设是有限的交易。

表 1 清洁电力计划（CPP）研究假设总结

假设项	MJB&A	EPA	Synapse	NERA
太阳能光伏成本（到 2022 年，美元/W）	1.57	1.57	2.00	2.27
风能发电成本（到 2022 年，美元/W）	1.69	1.69	1.72	1.98
需求方能源效率项目成本（2020—2030 年，美分/kWh）	2.7	4.3	4.7	7.2
没有 CPP 时来自新能源效率项目的节省（到 2020 年，TWh）	0	0	16	3
天然气价格（到 2022 年，美元/百万英热）	5.46	5.46	5.2	5.2

（廖琴 编译）

原文题目：The Economic Impacts of the Clean Power Plan: How Studies of the Same Regulation can Produce Such Different Results

来源：<http://www.wri.org/publication/economic-impacts-of-clean-power-plan>

BNEF：发展中国家领跑全球清洁能源开发

2016 年 12 月 14 日，彭博新能源财经（Bloomberg New Energy Finance, BNEF）发布题为《清洁能源新视野：清洁能源国家竞争指数 2016》（*Climatescope: The Clean Energy Country Competitiveness Index 2016*）的报告，评估了 2015 年南美洲、非洲、亚洲和中东地区的 58 个新兴经济体国家清洁能源发展状况，结果显示：发展中国家领跑全球清洁能源开发，并将继续以前所未有的力度推动清洁能源消费。报告的主要结论如下：

(1) 全球清洁能源的中心已经由“北”转向“南”。相比于富裕的经济合作与发展组织（OECD）国家，报告涵盖的发展中国家（以下简称“Climatescope 国家”）2015 年累计吸引了 1541 亿美元的投资，新增的清洁能源装机容量为 69.8 GW。中国所占份额最大，但是欠发达国家也发挥了一定的作用。与上年同期数字相比，Climatescope 国家的投资增长和部署增长速率也远高于 OECD 国家。

(2) 太阳能设备成本的大幅下降正在推动部署和促进增长。Climatescope 国家太阳能投资从 2014 年飙升了 43%，达到 718 亿美元。Climatescope 国家清洁能源投资总额增加了 248 亿美元，太阳能投资几乎占了全部。光伏成本本质上等同于风力，最新的电力招标合同表明，光伏现在可以在价格上超过化石燃料项目。

(3) 设备成本的下降，特别是太阳能，以及创新业务和融资模式彻底改变了如何解决最不发达国家的能源获取问题。多达 12 亿的人仍然缺乏获取足够的能源，但是应对这一问题的传统轴辐式 (hub-and-spoke) 响应正受到一批聚焦“离网”或者“微电网”解决方案的新玩家的挑战。许多都是私人资助的初创企业，到 2015 年这些企业累计筹集了超过 4.5 亿美元的资金。

(4) 由于《巴黎协定》的激励，4/5 的 Climatescope 国家史无前例地确定了国家清洁能源目标，3/4 的 Climatescope 国家已经设定了 CO₂ 减排目标。2014 年，分别只有 58% 和 22% 的 Climatescope 国家确定了清洁能源目标和 CO₂ 减排目标。联合国气候变化谈判促进了各国的相关行动。然而，许多国家目前尚缺乏具体的政策机制来实现各自的目标。

(5) 富裕国家正在加速其对新兴市场清洁能源的资助。OECD 国家私人投资者、银行和发展金融机构几乎占到 Climatescope 国家所有资本的一半（不包括几乎所有资本由本地提供的中国）。2012 年，OECD 国家的资助大约占 Climatescope 国家清洁能源资本的 1/3。

(6) Climatescope 国家已经实现了最大的清洁能源普及率，现在开始遇到集成挑战。在一些国家，风力或者太阳能项目已经完全建成，但没有任何相关的传输线来提供电力。在其他国家，电网运营商优先考虑输送化石燃料发电厂的电力而非可再生能源项目的电力。

(7) 这些改善条件反映在接受调查的大部分国家的 Climatescope 分数的提高。项目考察的所有国家的平均分数从 1.14 上升到 1.35（在 0~5 的范围内），而得分高于 2 的国家数量从 2 跃升到 10。中国再次名列所有国家的首位，智利、洪都拉斯、肯尼亚、墨西哥和乌拉圭是取得最大进步的高得分国家。

(曾静静 编译)

原文题目: Climatescope: The Clean Energy Country Competitiveness Index 2016

来源: <http://global-climatescope.org/en/download/reports/climatescope-2016-report-en.pdf>

前沿研究进展

美研究机构发布最新的全球适应倡议国家指数排名

2017 年 1 月 11 日，美国圣母大学全球适应倡议 (Notre Dame Global Adaptation Initiative, ND-GAIN) 发布最新的全球适应倡议国家指数 (ND-GAIN Country Index)，对 181 个国家对气候变化脆弱性以及成功实施适应解决方案的准备情况进行了排名，结果显示治理是提高各国对气候变化准备能力的主要因素。

研究人员测算了成功适应气候变化的普遍因素，例如经济情况的好转、包括可靠的饮用水等资源的获取、农业能力和政治稳定。结果显示：2015 年，应对气候变

化呈现出最大改进的前 5 个国家分别是加纳、所罗门群岛、佛得角、斯里兰卡和缅甸；改进最小的国家则包括波斯尼亚和黑塞哥维那、智利、马其顿、布隆迪和巴西。

圣母大学政治科学教授、环境变化计划全球适应倡议副主任 Patrick Regan 指出，政治变革为各国带来了改善该国应对气候问题的整体稳定性，在适应气候变化显得至关重要的时候，这些数据表明，决策者是确保各国为面临的潜在毁灭性的自然灾害做好准备的关键因素。

缅甸位居取得进展国家的首位。在经历了几十年的军事统治和宪政改革后，该国实现了彻底的政治变革、民主选举和消除经济制裁，并扩大了信息和通讯技术基础设施。

自 2009 年结束暴力冲突以来，斯里兰卡一直都在取得稳步的进展。最近的选举结束了政治腐败，随之进行的改革已经大幅提高该国的准备得分情况。

布隆迪取得的进展最小，导致 2015 年排名的最大幅度下降。该国遭受了内乱，并在 2015 年宣布发生政变，使其成为当年政治最不稳定的国家之一。

指数还测量了在过去 5 年排名有所改进或者下滑的国家。过去 5 年取得显著改进的国家包括俄罗斯、乌兹别克斯坦、伊朗和卢旺达。与此同时，叙利亚、古巴、西班牙和阿根廷等的分数有所下滑。完整的国家排名以及国家概况和可视化工具可参见 index.gain.org。

全球适应倡议国家指数涉及横跨 181 个国家 45 个指标的 21 年数据，旨在揭开全球适应解决方案，从而拯救生命和改善生计，同时加强私营部门的市场地位以及公共部门的政策决定。该指数不仅测量脆弱性，还涉及承担投资的准备情况，从而支撑有关供应链、资本项目和社区参与的战略、运营和声誉决定。全球适应倡议设在圣母大学环境变化计划。

(曾静静 编译)

原文题目：Annual ND-GAIN Country Index Reveals Biggest Movers in Climate Change Adaptation

来源：<http://www.gain.org/press-releases/annual-nd-gain-country-index-reveals-biggest-movers-climate-change-adaptation>

前沿研究动态

当前海洋表面温度类似于末次间冰期

2017 年 1 月 20 日，*Science* 期刊发表题为《末次间冰期区域和全球海洋表面温度》(Regional and Global Sea-surface Temperatures During the Last Interglaciatiion) 的文章指出，如今全球海洋表面温度与末次间冰期 (Last Interglaciatiion) 非常相似，而当时全球海平面比现在高 6~9 m，这预示着全球海平面可能会在未来数千年上涨超过 6 m，气候变暖可能导致的严重后果令人担忧。

间冰期是两次冰期之间气候变暖的时期。末次间冰期被认为发生在 12.9 万~11.6 万年前，被认为是地球没有人类活动前最温暖的时期之一。但是，对于末次间冰期海洋表面温度的重建一直存在不确定性，先前研究认为末次间冰期海洋表面温度与当前的差别不高于 2 °C。

以美国俄勒冈州立大学（Oregon State University）的科研人员为首的研究团队，分析了 83 处地点海洋沉淀物岩芯记录，获得了关于末次间冰期海洋表面温度的 104 份记录数据。研究人员将这些得自岩芯的数据与观测到的 1870—1889 年和 1995—2014 年的数据进行了比较，发现 12.9 万年前末次间冰期开始时，全球海洋表面温度比 1870—1889 年的平均值高出约 0.5 ± 0.3 °C；此后温度缓慢上升，4000 年后达到峰值，与 1995—2014 年的平均值相当。研究人员指出，这一发现有助于未来更好地理解气候变暖对海洋的影响。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Regional and Global Sea-surface Temperatures During the Last Interglaciation

来源：<http://science.sciencemag.org/content/355/6322/276>

侏罗纪早期的大洋缺氧事件促进了大型湖泊的碳固定

2017 年 1 月 16 日，*Nature Geoscience* 发表的《侏罗纪早期大洋缺氧事件中膨胀湖泊系统的碳固定》（Carbon Sequestration in an Expanded Lake System During the Toarcian Oceanic Anoxic Event）一文指出，侏罗纪早期大洋（以 Toarcian 大洋为例）缺氧事件（约 183 百万年前）引发了全球大型湖泊有机质的大量埋藏，进而加速了全球碳循环过程。

尽管侏罗纪早期大洋缺氧事件在海洋领域的研究较为深入，但在大陆气候与环境变化方面的相关研究却比较匮乏。牛津大学地球科学系（Department of Earth Sciences, University of Oxford）的研究人员利用放射性同位素和来自湖泊中黑色页岩的孢粉和地球化学相关数据，研究了侏罗纪早期大洋缺氧事件对大型湖泊碳循环的影响。研究结果显示全球变暖、大气中二氧化碳浓度升高和水文循环的增强使侏罗纪早期大洋缺氧事件引发了湖泊有机生产力的增加，进而促进了河流的营养供应，导致仅四川盆地就有约 460 吨的有机碳被固定，形成了全球碳循环的一个主要负反馈。而海洋和大型湖泊系统营养物质的加速供应加速了全球碳循环过程，缩短了全球 $\delta^{13}\text{C}$ 在全球碳循环过程中的滞留时间。

（王曲梅 编译）

原文题目：Carbon Sequestration in an Expanded Lake System During the Toarcian Oceanic Anoxic Event

来源：<http://www.nature.com/ngeo/journal/vaop/ncurrent/full/ngeo2871.html>

《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; donglp@llas.ac.cn; peihj@llas.ac.cn; liaoqin@llas.ac.cn; liuyf@llas.ac.cn