

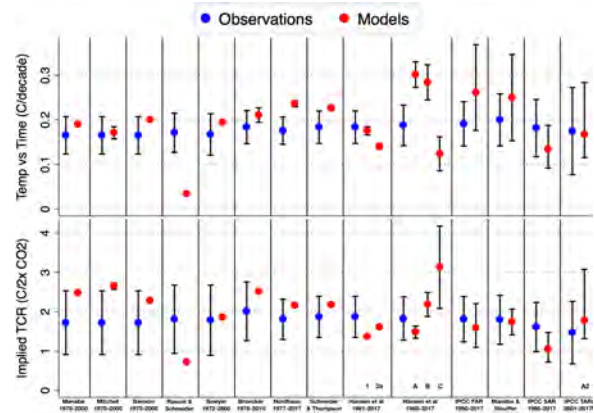
编辑选编

气候模式在预测全球变暖方面取得的成功

加州大学伯克利分校的Hausfather等回顾评估了1970—2007年发布的气候模式的预测技巧。模式预测的准确性主要依赖于精确的气候物理模式和对未来二氧化碳排放及其他影响因素的精确假设。如果未来排放量的变化与现实不同，那么最好的基于物理的模式仍然是不准确的。为了解释这一点，研究分析了模式和观测的全球平均地表温度（GMST）和大气二氧化碳（以及其他气候驱动因素）之间的关系。研究发现，过去50年发布的气候模式在预测模式发布后几年的全球变暖总体上是相当准确的，特别是在考虑大气二氧化碳和其他气候驱动因素的模拟变化和实际变化之间的差异时。这项研究有助于解决公众对过去气候模拟工作表现的困惑，并增加对模式准确预测全球变暖的信心。

研究还指出，GMST预测中不确定性的一个主要来源是气候驱动因素。而且，在这些驱动因素中，人类活动产生的温室气体排放将在很大程度上决定未来的地表变暖。尽管未来的气候驱动因素未知，但GMST的气候模式预测对于应对温室气体排放的增加是有用的。

虽然研究表明，气候模式能够准确预测GMST，但这些预测对于理解和应对正在进行的气候变化的影响是不够的。例如，区域气候变化特别容易受到不可预测的



气候模式与模式预测期内观测值之间的比较，包括温度与时间（上）以及隐含的人为强迫指标（下）

气候变化的影响，这极大地限制了预测的潜力——即使在知道气候驱动因素的十年时间尺度上也是如此。此外，仅根据全球海洋监测系统的预测，很难预测，例如：海平面将上升到什么程度，大气二氧化碳吸收造成的海洋酸化将如何影响海洋生态系统，以及未来火灾、干旱和洪水的频率和程度。气候模式应持续改进，提高对气候变化影响的认识，同时需要提高模式分辨率、更多地表示与气候有关的过程，为一个需要远远超过地表变暖预测的气候变化做计划。

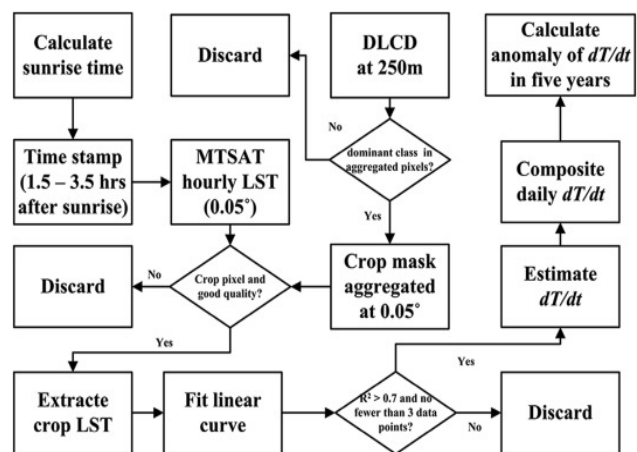
来源：Evaluating the performance of past climate model projections. *Geophysical Research Letters*, 2020, Vol. 47.

（侯美亭 编译）

静止卫星反演地表温度监测和预警农业干旱的潜力

以往研究已经发展了一些基于热遥感的干旱指数，对农业干旱的有效预警具有价值，但迄今为止，这些方法对地表温度（LST）估计的不确定性比较敏感。在此，澳大利亚格里菲斯大学的Hu等提出了相对稳健且易于计算的干旱指数——温度上升指数（temperature rise index, TRI），其代表了上午LST升高幅度的异常。通常在日出后1.5~3.5 h，LST出现线性增长，这种增长在干燥条件下比在潮湿条件下更迅速，因为植被表面气孔控制的结果。

研究利用MTSAT-2静止卫星反演了澳大利亚小麦带2010—2014年生长期的LST。将计算出的TRI与1个月、3个月和6个月时间尺度的降水综合指数、卫星被动微波遥感得到的土壤水分、光学遥感得到的植被条件（归一化植被指数NDVI）进行了比较。并将各项指标与小麦年产量进行了比较，发现TRI与作为澳大利亚旱情业务指标的降水异常的相关系数总体大于0.6。TRI产生了与土壤水分非常相似的时空干旱格局，但由于其更精细的分辨率而具有更多的细节。TRI与观测到的植被状况之间存在大于1个月的时滞，因而支持在预警中使用TRI。在几种干旱指数中，TRI解释了小麦产量的最大变异（35%）。与



一种新的热干旱指数TRI的计算流程

其他指数相比，TRI与小麦产量的相关在近1个月前就已最大。因此，研究提出的热干旱指数在干旱预警中具有相当大的应用潜力。

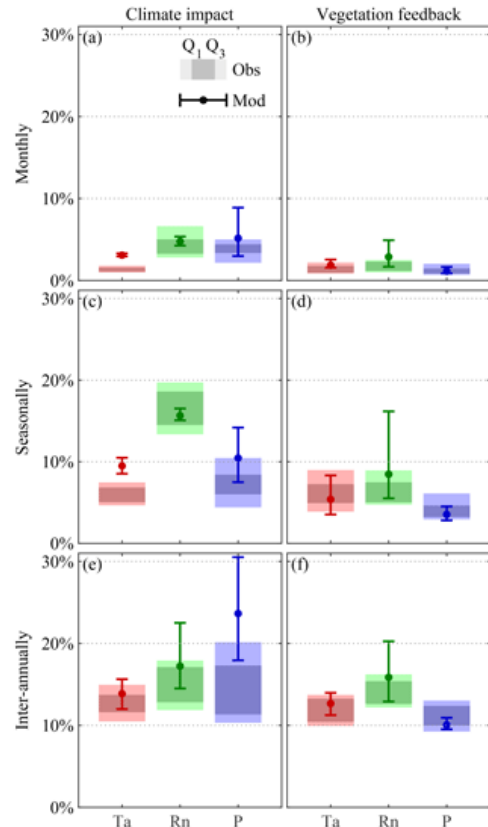
来源：Monitoring agricultural drought in Australia using MTSAT-2 land surface temperature retrievals. *Remote Sensing of Environment*, 2020, Vol. 236.

（侯美亭 编译）

全球生物圈—气候相互作用：多时间尺度观测和模式的因果评估

比利时根特大学的Claessen等通过采用谱Granger因果关系框架（该框架允许识别潜在的相互依赖变量），在多个时间尺度上探索了气候—植被相互作用的双向性。基于全球和多个年代际遥感叶面积指数（LAI）记录和大气观测资料表明，气候对植被变异的控制随时间尺度的延长而增强，年际尺度高于多月尺度。在全球范围内，降水是植被最主要的驱动力，尤其是在（半）干旱地区。能量驱动的纬度带LAI的季节变化主要受辐射控制，而气温在年际尺度上控制着高纬度地区植被的生长和衰变。这些观测结果被用作评估第五阶段耦合模式相互比较项目（CMIP5）中四个ESM模拟的基准。

分析表明，在LAI动态上，ESMs有过度反映气候控制的趋势，特别是在年际尺度上，对于干旱和半干旱地区降水的作用存在高估。类似地，CMIP5模式高估了气温对季节性植被变化的控制，特别是在森林地区。总的来说，无论是在观测还是在模式中，气候对LAI的影响都比LAI对气候的反馈强；换言之，局部气候变化对LAI时间动态的影响比LAI反馈更大。然而，需要注意的是，虽然植被直接对局地气候条件做出反应，但本研究中的空间配置特征不允许识别远程反馈，这可能导致低估植被对气候的生物物理影响。尽管如此，由于反照率的变化，CMIP5模式高估了北半球LAI变化对辐射的影响。总的来说，本研究强调了将因果统计与观测数据结合起来对ESMs中特定交互作用进行基准测试的潜力，而不是对单个变量的大小和动态进行更为传统的评估。



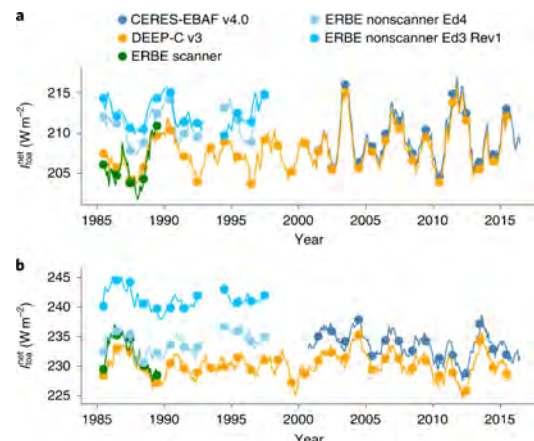
气候对植被的影响(左)和植被对气候的反馈(右)的全球平均
来源：Global biosphere–climate interaction: a causal appraisal of observations and models over multiple temporal scales. *Biogeosciences*, 2019, Vol. 16.

侯美亭 编译

大气短波吸收是“变暗”和“变亮”的重要驱动力

近几十年来，到达地球表面的太阳（短波）辐射经历了巨大的变化。自20世纪50年代以来，地表短波辐射在大面积区域逐渐减弱。在欧洲，这种所谓的“变暗”一直持续到20世纪80年代末，那时“变亮”开始，地表短波辐射再次增加。在中国，“变暗”在20世纪80年代趋于平稳，但直到2005年才转为“变亮”。云层和气溶胶的变化是造成这种现象的主要潜在原因，但科学界尚未就不同潜在强迫因子的相对作用达成共识。

瑞士苏黎世联邦理工学院的Schwarz等收集了来自地面和空间的长期观测数据，研究了1985—2015年欧洲和中国短波能量平衡的年代际变化。在这个以观测为基础的框架内，分析表明，大气顶部净短波辐射的增加和大气短波吸收的减少，各自贡献了欧洲观测到的亮化趋势的大约一半。对中国来说，尽管大气净短波辐射的顶部出现了相反的趋势，但在2005年之前持续“变暗”并随后“变亮”。这表明大气短波吸收的变化是欧洲增亮的主要驱动力，也可能是中国地表变化趋势的主要原因。



不同数据源区域平均大气层顶短波通量的对比：欧洲部分（40°—50° N，10°W—20°E）（上）；中国部分区域（20°—40° N，100°—120° E）（下）

来源：Changes in atmospheric shortwave absorption as important driver of dimming and brightening. *Nature Geoscience*, 2020, Vol. 13.

侯美亭 编译