



近日，兰州大学大气科学学院季飞团队在国际知名期刊《Environmental Research Letters》上发表了题为“Observed evolution of global climate change hotspots”的研究论文。该研究首次揭示了全球气候变化热点长期趋势的动态演化特征，并发现了气候变化热点主要驱动因素的转变。结果表明，青藏高原、蒙古高原及阿拉伯半岛等地区因快速增温响应成为持续性热点区；而美国东南部早期呈现衰退趋势，但对极端天气的脆弱性响应持续加剧；同时气候变化热点区正从系统性增暖主导型向局地化极端事件驱动型转变，凸显了极端气候事件影响的日益强化，这些发现为理解气候变化影响的时空演化规律提供了关键科学依据。

Environ. Res. Lett. 20 (2025) 074031

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/addede>

ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

LETTER

Observed evolution of global climate change hotspots

Zhuoya Du¹, Xuchou Han², Fei Ji^{1,2*}, Zhenhao Xu^{1,2}, Xiaodan Guan^{1,2} and Jianping Huang²

¹ College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, People's Republic of China

² Collaborative Innovation Center for Western Ecological Safety, Lanzhou University, Lanzhou, People's Republic of China

³ State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, People's Republic of China

⁴ University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, People's Republic of China

* Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: ji@lzu.edu.cn

Keywords: climate change, hotspots, EEMD, evolution, extreme events

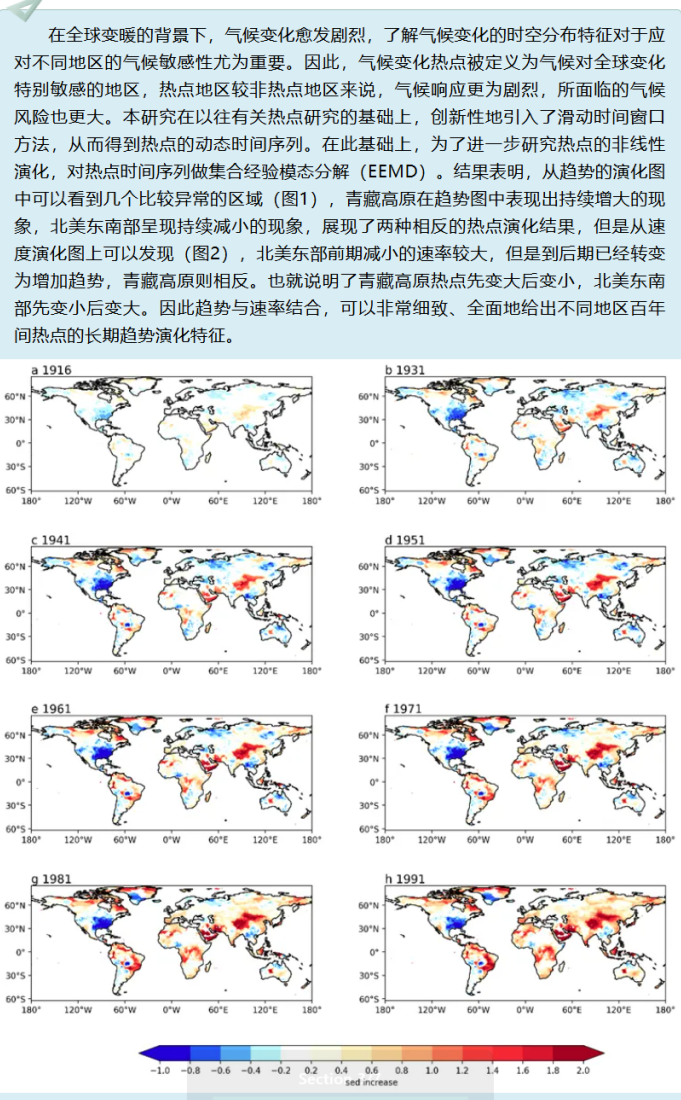


图 1 全球范围内不同时期SED非线性演变趋势累积变化的空间分布

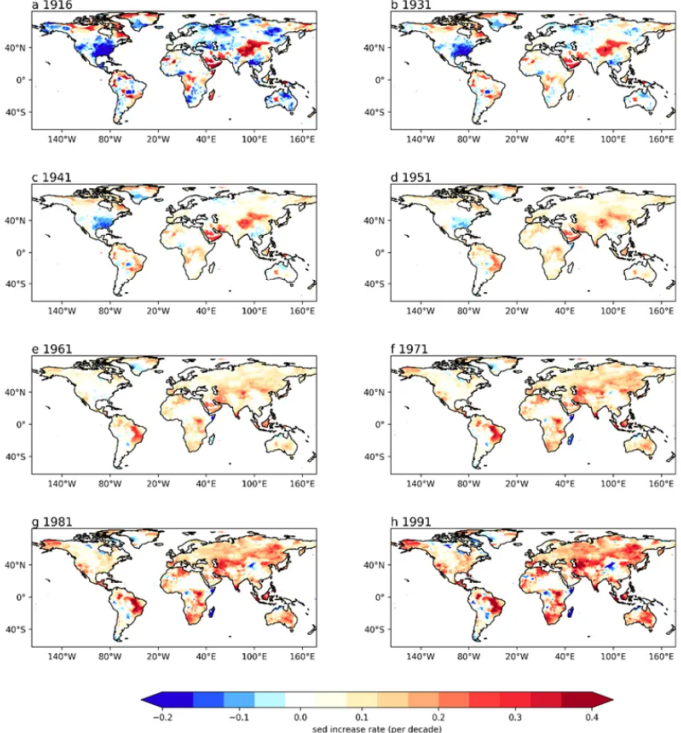


图 2 全球范围内不同时期SED非线性演变趋势累积速率（每10年）的空间分布

由于气候热点是由7个气象因子计算得到，所以本研究使用地理探测器模型（GDM）评估了各因子对热点分布的贡献。研究发现，二十世纪初，主要由平均温度变化主导SED空间分布；1940~1970年，极端干湿事件成为影响SED分布的主导因素；而到近些年来，极端高温的影响越来越显著，成为近期内SED分布贡献最大的因素（图3）。

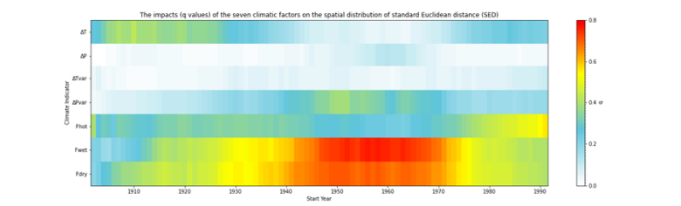


图 3 七个气候因子对标准欧氏距离（SED）空间分布的影响强度（q值）

为了更细致的验证以上结论，本文参考IPCC AR6的分区标准，得到每个区域的最大贡献因子（图4）。气候变化热点区的主导因子与强度呈现显著演变：1910年地表平均温度变化（ ΔT ）主导全球37.21%区域（以北欧、北美等高纬地区为主），同时降水类极端事件（极端干旱Fdry占32.56%、极端湿涝Fwet占13.95%）在热带和东亚凸显（图4a）；至1950年，极端干旱（Fdry, 30.23%）成为南亚、东亚及北非的主导因子，极端湿涝（Fwet, 25.58%）在西伯利亚、地中海等地影响增强，而 ΔT 贡献率下降对应全球阶段性降温（图4b）；到1990年，极端高温（Fhot, 41.86%）跃升为北美、东亚、澳洲等地的首要驱动因子，但降水类极端事件（Fdry+Fwet）合计仍占51.16%（图4c）。热点强度变化方面，1910年多数区域呈下降趋势（蓝点为主），仅青藏高原、中亚东部等出现中度增强（红点）（图4a）；1950年趋势逆转，欧洲、西伯利亚等地显著上升（红点增大），北美东南部降幅趋缓（图4b）；至1990年全球近乎普遍加速增强（红点主导），仅南美南部等零星区域微弱下降（小蓝点）（图4c）。上述发现表明，气候变化热点区已从温度主导转向极端事件（高温/干湿事件）驱动，且全球热点强度呈世纪尺度加速增强态势。

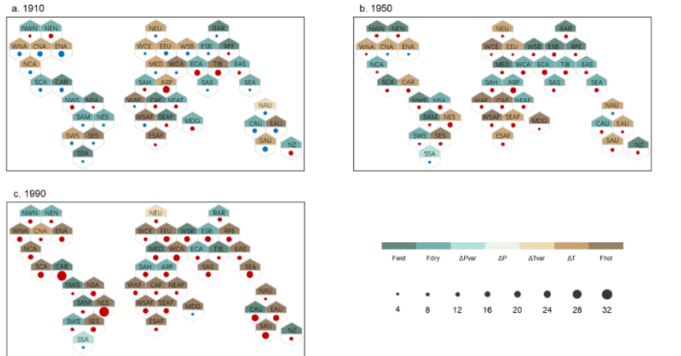


图 4 IPCC AR6划分的43个参考区域在(a)早期(1910年)、(b)中期(1950年)和(c)晚期(1990年)的主导影响因子分布图。图中颜色表示各时段内对区域SED分布贡献最大的气象因子，实心圆点反映该时段区域SED累积趋势的瞬时变化率（蓝色为负值，红色为正值）。



该论文通讯作者为季飞副教授，第一作者为兰州大学大气科学学院2023级硕士研究生杜卓娅。

文章信息：

Du, Z., Han, X., Ji, F., Xu, Z., Guan, X., & Huang, J. (2025). Observed evolution of global climate change hotspots. Environmental Research Letters, 20 (7), 074031. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/addede>



图文来源|大气科学学院
编辑|隆嘉欣
责编|蔡晓倩
审核|史万峰