

次季节尺度上的“暖北极-冷欧亚”模态

黄建平*, 谢永坤

兰州大学西部生态安全协同创新中心, 兰州 730000

* 联系人, E-mail: hjp@lzu.edu.cn

“Warm Arctic-cold Eurasia” mode at subseasonal time scale

Jianping Huang* & Yongkun Xie

Collaborative Innovation Center for Western Ecological Safety, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

* Corresponding author, E-mail: hjp@lzu.edu.cn

doi: [10.1360/TB-2023-0244](https://doi.org/10.1360/TB-2023-0244)

1979以来北极地区增暖的速率约为全球平均的4倍^[1]. 从20世纪80年代末到21世纪10年代初, 欧亚大陆冬季呈现变冷的趋势^[2,3]. 这种暖-冷对比也存在于年际和年代际尺度^[3~6], 即“暖北极-冷欧亚”模态. 这一模态被认为和中低纬的极端天气气候事件有关^[2~9], 探索其成因及其在不同时间尺度的变化, 已成为当前的研究热点.

然而, 目前关于“暖北极-冷欧亚”模态存在3方面的争论: (1) 成因——外强迫驱动, 还是气候系统内部变率调控^[8,9]; (2) 北极对中纬度的影响——一些研究表明北极对中纬度有显著影响^[3~6], 而另一些研究指出北极对中纬度的影响很微弱^[10~12], 且不稳定^[9]; (3) 趋势——随着北极继续增暖, 过去几十年的“暖北极-冷欧亚”模态可能不会继续^[12].

近期, Yin等人^[13]通过对次季节尺度“暖北极-冷欧亚”模

态的研究, 对该模态的动力机制以及相关学术争论提供了新的观点和证据. 如图1所示, 主要在以下3方面取得了重要进展:

(1) “暖北极-冷欧亚”模态在次季节尺度上的特征. 以往对“暖北极-冷欧亚”模态的研究, 多聚焦于季节平均的尺度, Yin等人^[13]对次季节尺度的研究, 是以往年际、年代际和长期趋势研究基础上的重要进展, 从而形成了“暖北极-冷欧亚”模态在不同时间尺度上的完整物理图像.

(2) 次季节尺度上“暖北极-冷欧亚”模态的动力机制. 以往对季节平均的研究, 无法解释“暖北极-冷欧亚”模态在次季节尺度上的反转现象, Yin等人^[13]研究揭示次季节尺度反转的影响因子及动力机制: 11~12月副热带大西洋区域的海温负异常, 通过异常Rossby波列, 加强乌拉尔阻塞高压和西伯

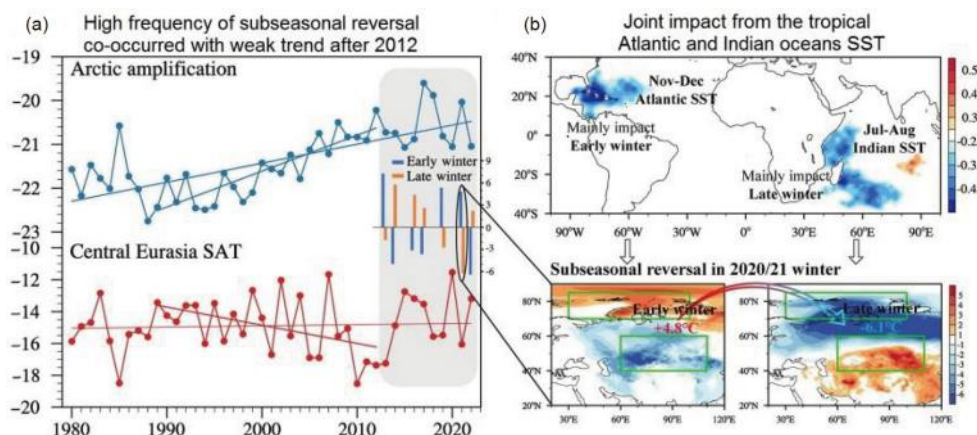


图1 “暖北极-冷欧亚”的趋势和次季节反转(a)以及大西洋和印度洋海温对“暖北极-冷欧亚”次季节反转的调控作用(b)^[13]

Figure 1 The trend and subseasonal reversal of “Warm Arctic-cold Eurasia” mode (a), and the regulatory role of Atlantic and Indian Ocean sea surface temperatures on the subseasonal reversal of “Warm Arctic-cold Eurasia” mode (b)^[13]

利亚高压,从而引起前冬出现“暖北极-冷欧亚”模态;与之相对,赤道偏南半球的热带印度洋次表层海温的西负-东正的偶极子模态,可以从夏季7~8月一直持续到来年2月,并且在后冬激发印度洋区域的下沉运动以及欧亚大陆的上升运动,从而促使西伯利亚高压和乌拉尔阻塞高压减弱,进而导致后冬“冷北极-暖欧亚”模态。

(3) 对学术争议的澄清。Yin等人^[13]揭示的“暖北极-冷欧亚”模态在次季节尺度上的变化及机制,澄清了导致当前学术争议的重要原因。针对北极与欧亚的联系显著减弱的观点^[12],他们发现,北极与欧亚中纬度气温在次季节尺度上的

联系在近十年并未减弱:在暖北极和冷欧亚的联系减弱的近十年中,“暖北极-冷欧亚”与“冷北极-暖欧亚”在次季节尺度上的位相反转显著增加。因此,以往研究采用的季节平均,掩盖了“暖北极-冷欧亚”模态的次季节反转,从而引起争议。

综上所述,关于“暖北极-冷欧亚”模态,目前已经研究了其在次季节、年际、年代际和长期趋势等不同时间尺度的特征及机制。未来研究仍需在以下方面努力:(1) 该模态的可预测性及其在气候预测中的应用;(2) 影响该模态不同时间尺度变率的外强迫和多天气-气候系统协同作用;(3) 对该模态变率的量化归因及未来变化预测。

致谢 感谢国家自然科学基金(91937302)资助。

参考文献

- 1 Rantanen M, Karpechko A, Lipponen A, et al. The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979. *Commun Earth Environ*, 2022, 3: 168
- 2 Cohen J, Screen J, Furtado J, et al. Recent Arctic amplification and extreme mid-latitude weather. *Nat Geosci*, 2014, 7: 627–637
- 3 Xie Y, Wu G, Liu Y, et al. Eurasian cooling linked with Arctic warming: Insights from PV dynamics. *J Climate*, 2020, 33: 2627–2644
- 4 Zhang Y, Yin Z, Wang H, et al. 2020/21 Record-breaking cold waves in east of China enhanced by the “Warm Arctic-Cold Siberia” pattern. *Environ Res Lett*, 2021, 16: 094040
- 5 Mori M, Kosaka Y, Watanabe M, et al. A reconciled estimate of the influence of Arctic sea-ice loss on recent Eurasian cooling. *Nat Clim Change*, 2019, 9: 123–29
- 6 Xie Y, Wu G, Liu Y, et al. A dynamic and thermodynamic coupling view of the linkages between Eurasian cooling and Arctic warming. *Clim Dyn*, 2022, 58: 2725–2744
- 7 Yin Z, Wan Y, Zhang Y, et al. Why super sandstorm 2021 in North China? *Natl Sci Rev*, 2022, 9: nwab165
- 8 Cohen J, Zhang X, Francis J, et al. Divergent consensus on Arctic amplification influence on midlatitude severe winter weather. *Nat Clim Chang*, 2020, 10: 20–29
- 9 Overland J, Dethloff K, Francis J, et al. Nonlinear response of mid-latitude weather to the changing Arctic. *Nat Clim Change*, 2016, 6: 992–999
- 10 Screen J, Blackport R. Is sea-ice-driven Eurasian cooling too weak in models? *Nat Clim Change*, 2019, 9: 934–936
- 11 Blackport R, Screen J, van der Wiel K, et al. Minimal influence of reduced Arctic sea ice on coincident cold winters in mid-latitudes. *Nat Clim Change*, 2019, 9: 697–704
- 12 Blackport R, Screen J. Weakened evidence for mid-latitude impacts of Arctic warming. *Nat Clim Change*, 2020, 10: 1065–1066
- 13 Yin Z, Zhang Y, Zhou B, et al. Subseasonal variability and the Arctic warming-Eurasia cooling trend. *Sci Bull*, 2023, 68: 528–535