

欧亚中高纬春、夏季极端高温事件变异机理研究

刘思畅 洪海旭 孙建奇 于水

研究背景

欧亚大陆人口众多，气候、生态系统复杂多样。在全球变暖背景下，欧亚极端高温事件的强度不断增强，影响范围扩大，持续时间延长，对社会经济、生态环境和人体健康等造成极大的危害。因此开展欧亚地区极端高温事件的研究至关重要。

已有关于欧亚极端高温事件的研究多聚焦于中低纬地区，针对纬度较高、相对寒冷的中高纬地区极端高温事件缺乏系统性研究；此外，欧亚中高纬地区春、夏季呈现显著增暖趋势，在这样的背景下，极端高温事件如何变化？其变异机理是什么？亟需针对这些问题开展研究。

欧亚中高纬春季极端高温事件变异机理

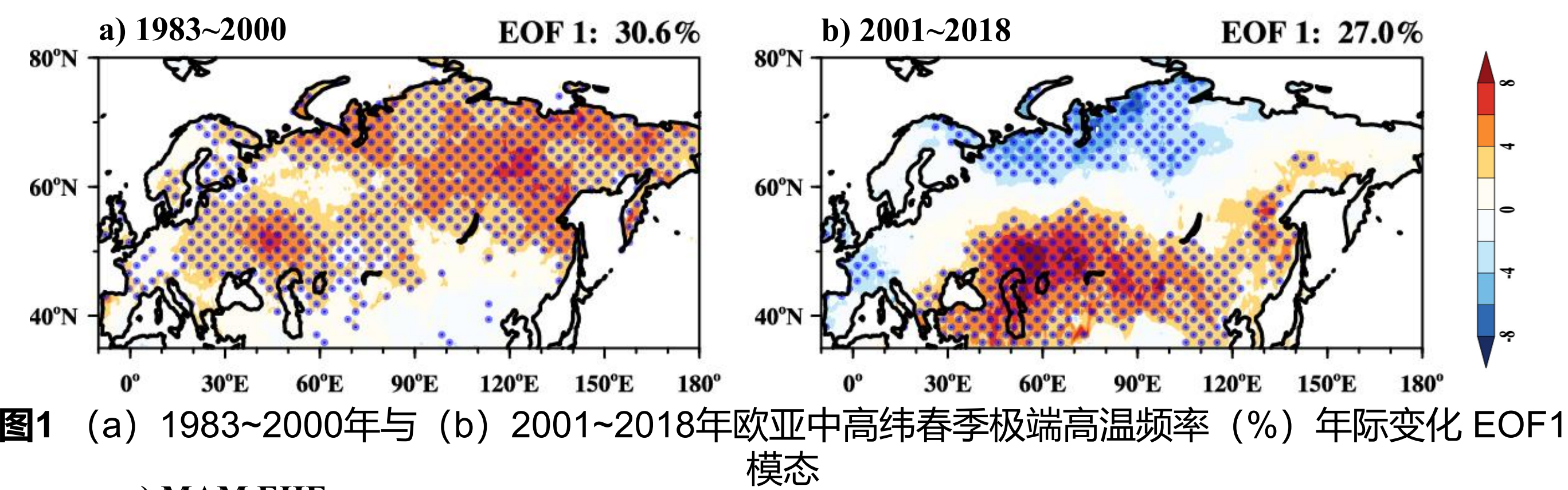


图1 (a) 1983~2000年与 (b) 2001~2018年欧亚中高纬春季极端高温频率 (%) 年际变化 EOF1 模态

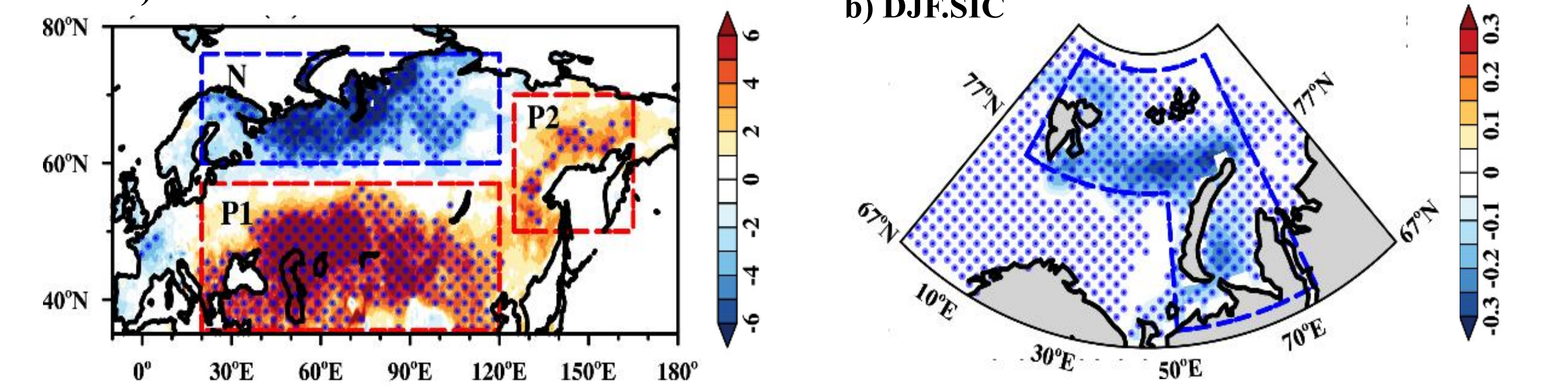


图2 2001~2018年 (a) 欧亚中高纬春季极端高温频率 (%) 与 (b) 北极冬季海冰SVD1模态

欧亚中高纬度春季极端高温事件年际变化的主导模态在2000年左右变为偶极型分布 (图1b)，该偶极型年际主导模态的变化与冬季北极海冰加速减少密切相关 (图2)

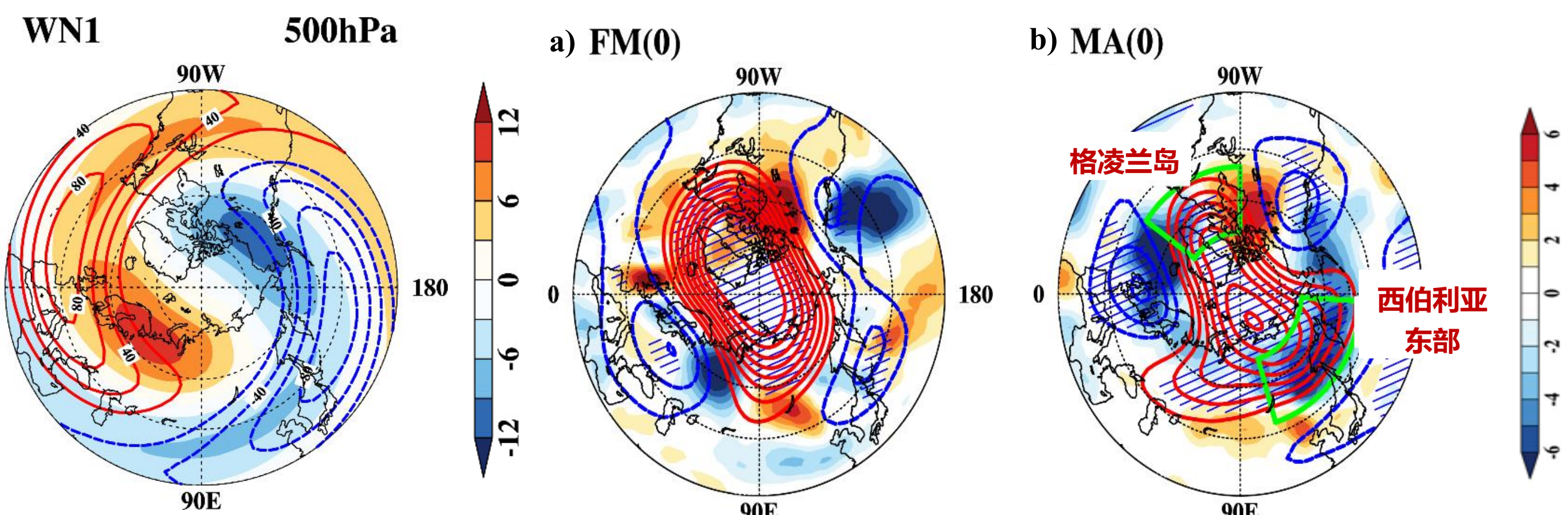


图3 负的冬季海冰指数回归的冬季 500 hPa位势高度场的1波分量 (填色, gpm) 及其气候态 (等值线)

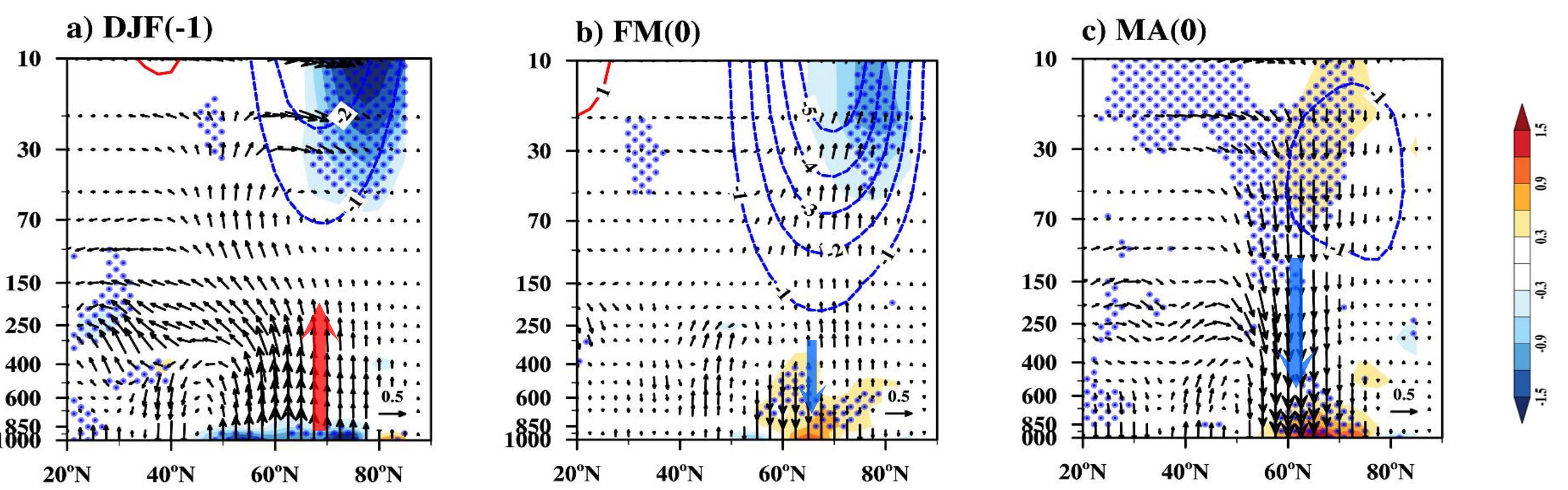


图4 负的冬季海冰指数回归的 (a) 2-3月和 (b) 3-4月平均的200hPa 垂直波通量(填色, $10^{-2} \text{m}^2 \text{s}^{-2}$) 和100hPa位势高度异常 (等值线, gpm)

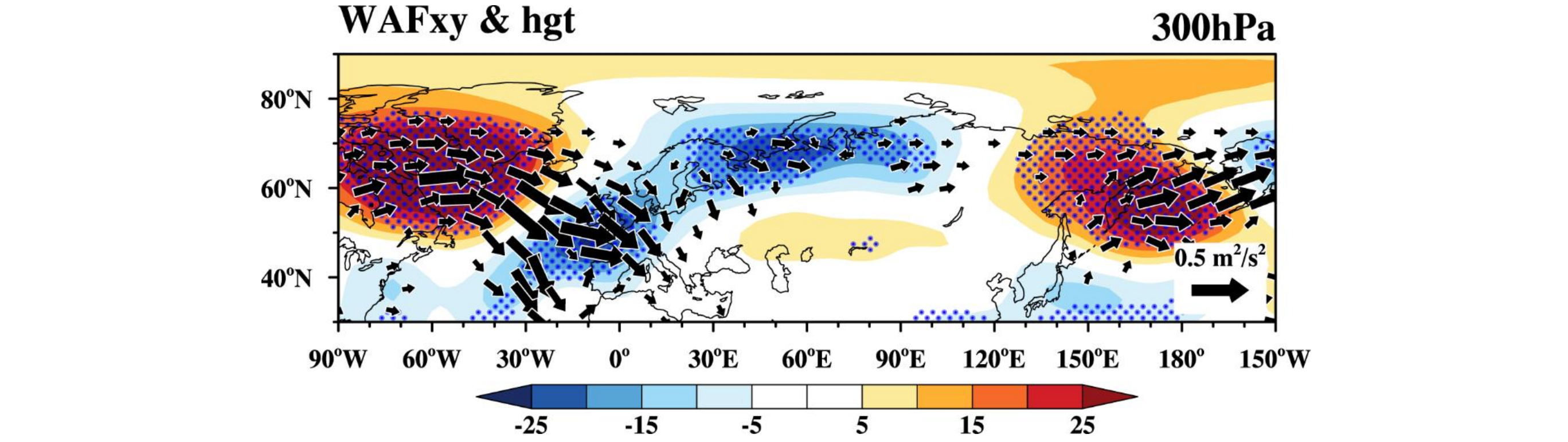


图5 负的冬季海冰指数回归的纬向风异常 (等值线, m s^{-1})、EP通量(矢量, $10^8 \text{m}^2 \text{s}^{-2}$) 和EP通量散度(填色, $\text{m s}^{-1} \text{day}^{-1}$)

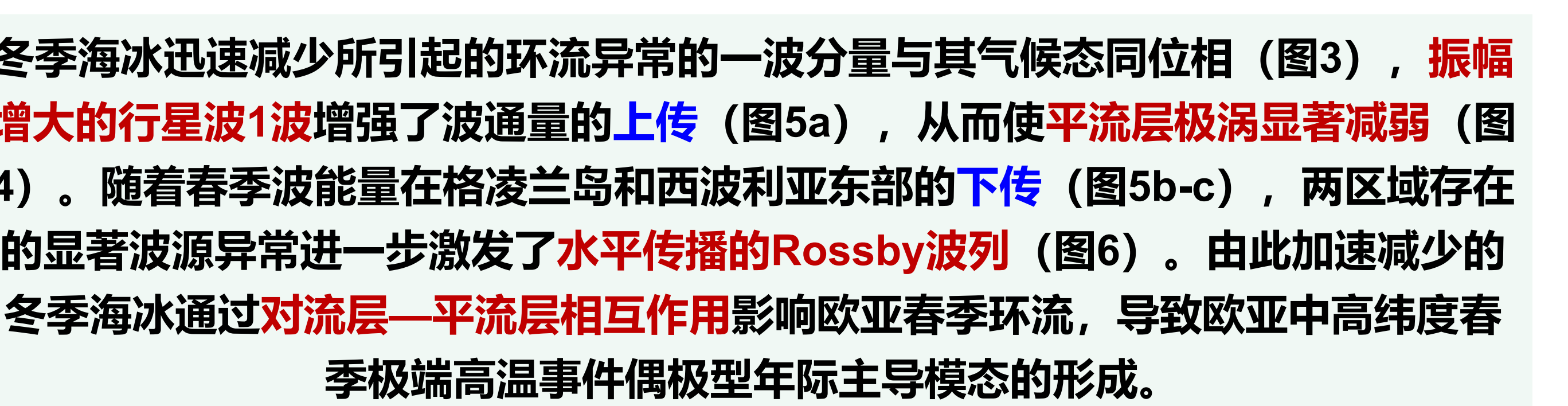


图6 负的冬季海冰指数回归的春季300 hPa 位势高度异常(gpm) 和水平波通量 ($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$)

亚洲中高纬夏季极端高温事件变化及其可能机制

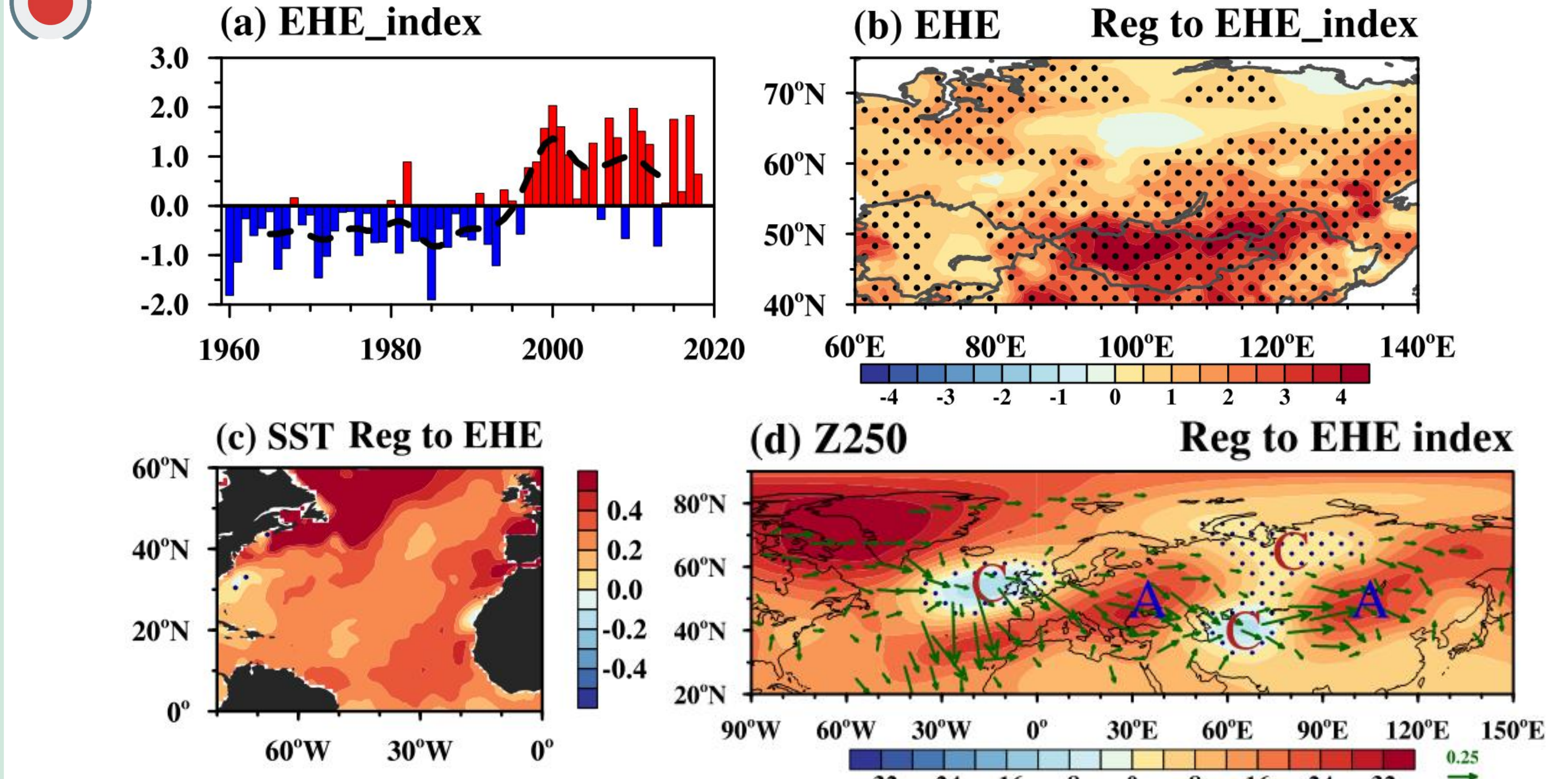


图7 (a) 1960-2018年亚洲中高纬极端高温事件频次指数 (EHE指数) 时间序列 (黑色虚线表示9年低通滤波的EHE指数)。EHE指数回归的 (b) 亚洲中高纬极端高温事件频次, (c) 海表温度异常 ($^{\circ}\text{C}$) 和 (d) 250 hPa位势高度异常 (gpm) 及相关的波作用通量 ($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$)

亚洲中高纬夏季极端高温事件于20世纪90年代中期存在显著的年代际增多 (图7a和7b)，该年代际变化可能与大西洋多年代际振荡的位相转换有关 (图7c)，后者能通过激发东传Rossby波列导致蒙古地区高压异常 (图7d)，进而导致亚洲中高纬夏季极端高温事件的年代际增多。

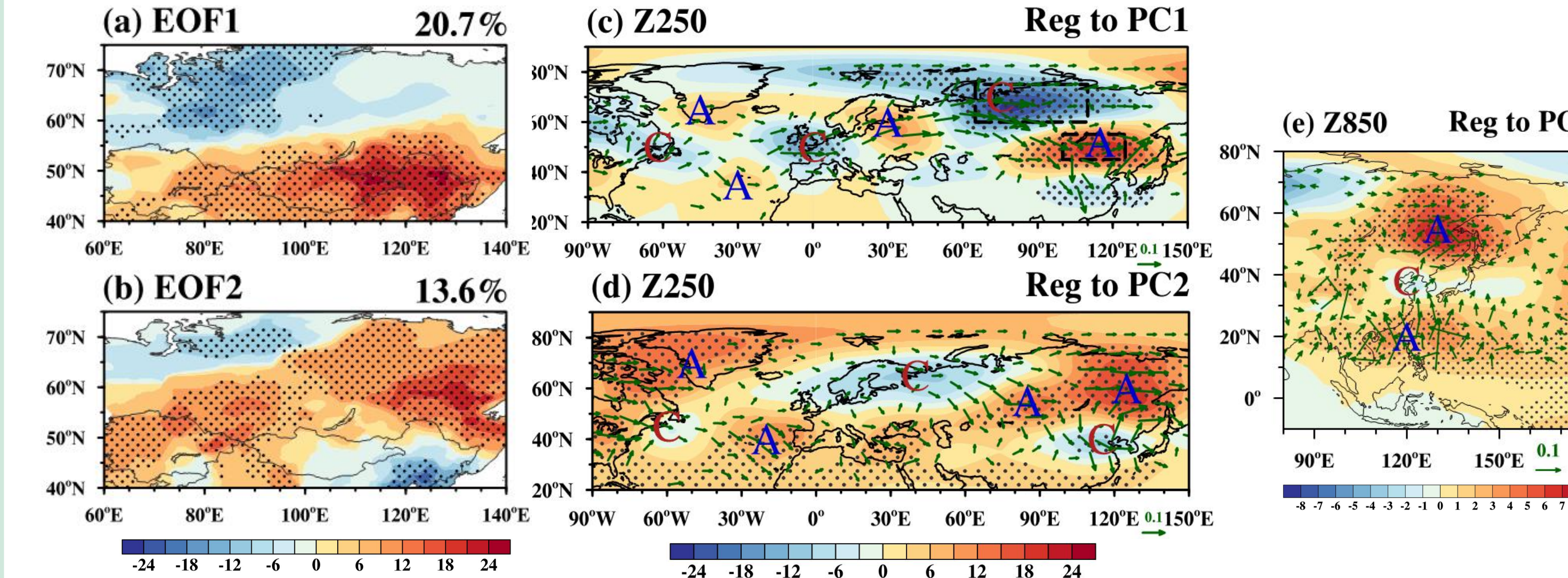


图8 1965-2013年亚洲中高纬极端高温事件频次年际变化的 (a) 第一模态和 (b) 第二模态 (c) PC1指数和 (d) PC2指数回归的250 hPa位势高度异常 (gpm) 及相关波作用通量 ($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$)。 (e) PC2指数回归的850 hPa位势高度异常

亚洲中高纬极端高温事件频次年际变化的前两个模态分别呈现出经向型和斜三极型 (图8a和8b)，分别与极地-欧亚型遥相关 (POL; 图8c) 和北大西洋振荡 (NAO; 图8d) 有关。此外，第二模态还与东亚-太平洋型遥相关 (EAP; 图8e) 有关。

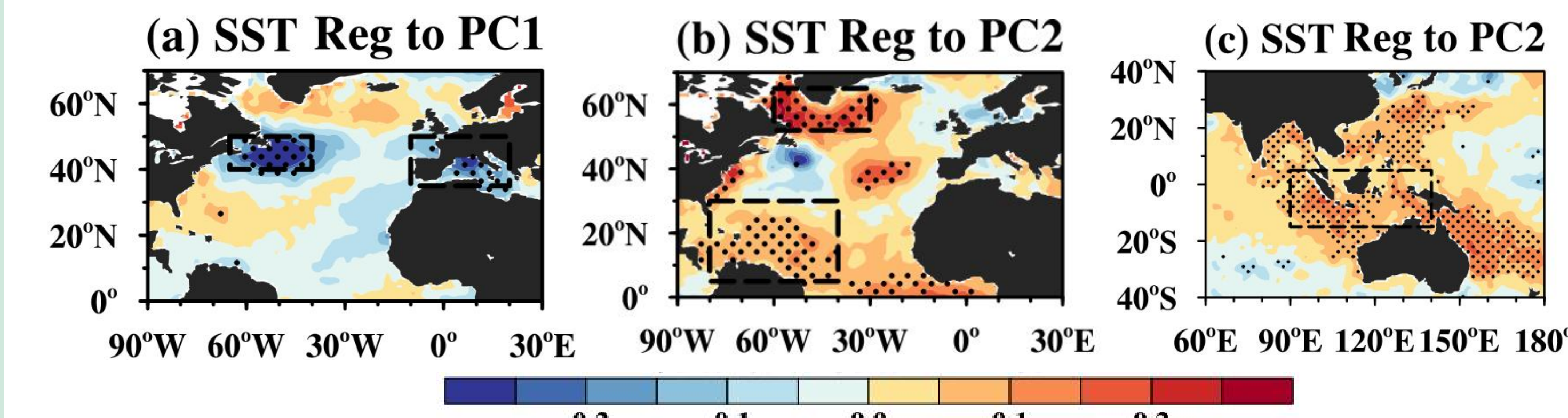


图9 1965-2013年 (a) PC1指数和 (b) PC2指数回归的北大西洋海表温度异常 (单位: $^{\circ}\text{C}$)， (c) PC2指数回归的海洋性大陆区域的海表温度异常 (单位: $^{\circ}\text{C}$)

北大西洋西部和地中海西部海温异常 (图9a) 可以通过影响POL，导致第一模态的变化；北大西洋三极型海温异常 (图9b) 与海洋性大陆附近的海温异常 (图9c) 可以分别通过影响NAO和EAP，进而影响第二模态。

总结

欧亚中高纬春季极端高温事件年际变化的主导模态在2000年左右由全区一致型分布转变为南北偶极型分布，这一变化与近20年冬季北极海冰的迅速减少密切相关。

亚洲中高纬度夏季极端高温事件年际变化的第一 (二) 模态分别呈现出经向型 (斜三极型)，且与POL (NAO和EAP) 变化有关。此外，北大西洋西部和地中海西部海温异常 (北大西洋三极型与海洋性大陆附近的海温异常) 可以通过影响上述遥相关的变化，从而影响第一 (二) 模态。

参考文献

- Sun J, Liu S, Cohen J, et al. Influence and prediction value of Arctic sea ice for spring Eurasian extreme heat events. *Commun. Earth Environ.*, 2022.
- Hong H, Sun J, Wang H. Variations in summer extreme high-temperature events over northern Asia and the possible mechanisms. *J. Climate*, 2022.