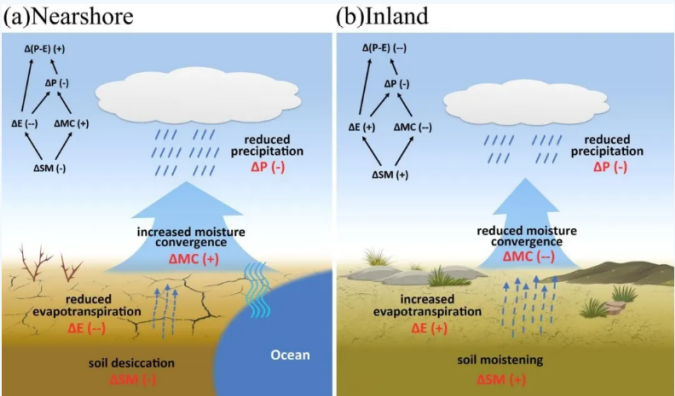


近日，兰州大学大气科学学院王闪闪教授团队在陆气耦合对全球水循环变化的影响研究方面取得重要进展，系列研究成果分别发表于国际知名期刊《Geophysical Research Letters》和《Climate Dynamics》。研究系统揭示了旱区地表可用水量（即降水减蒸散，P-E）对土壤湿度（SM）变化的响应规律，并率先阐明了近海与内陆两类旱区中SM影响P-E的不同机制。

SM作为连接陆地与大气系统的关键变量，通过调控蒸散和大气水汽输送，显著影响P-E，进而决定区域的干湿状况。旱区生态环境脆弱，对全球气候变化及人类活动极为敏感。团队研究发现，在全球尺度上旱地P-E对SM的响应强度总体表现为正值，且在未来温室气体排放情景下，这一响应将进一步增大。值得注意的是，以往研究大多将旱地视为一个整体，未能充分识别其内部不同区域响应机制的差异性。针对这一问题，团队率先将全球旱区系统划分为近海旱区（距海岸500公里内）和内陆旱区（距海岸1000公里外），通过多模型对比（CMIP6）和陆气耦合敏感性试验（LFMIP-pdLC）分离SM效应，并结合大气水汽收支分解方程，揭示了二者在SM—（P-E）反馈中存在的截然相反的作用机制。



土壤湿度效应对近海及内陆旱区地表可用水量影响的概念图
(a) 近海旱区：土壤干旱导致蒸散减少，同时促进来自海洋的水汽辐合，从而提升大气湿度并部分缓解降水减少。(b) 内陆旱区：土壤变湿虽促进蒸散增加，但水汽辐合减少导致降水减少更为显著。

在近海旱区（如美国西南部、地中海沿岸、南非等地），未来SM趋于变干。这种“干化”会激发一个有益的正反馈：土壤变干 → 蒸散减少 → 同时增强来自海洋的水汽辐合 → 增强的水汽辐合部分抵消了降水因蒸散减少而下降的幅度 → 增加的P-E缓解了当地的干旱趋势。

在内陆旱区（如萨赫勒地区、中亚等地），未来SM反而呈现“湿化”趋势。这种“湿化”却引发了一个不利的负反馈：土壤变湿 → 蒸散增加 → 由于远离水汽源地，导致大气中的水汽辐合减少 → 水汽辐合的减少完全抵消了蒸散对降水的潜在促进作用 → 降水减少，P-E下降，加剧了当地的干旱压力。

该系列研究从“湿润区与旱区”的宏观对比，深入到“旱区内部”的微观剖析，清晰描绘了SM-水循环反馈的复杂图景，尤其指出，忽视旱地内部的空间异质性，可能会导致对未来水资源变化评估的偏差甚至误判。

研究成果不仅深化了对陆气相互作用过程的理论认识，而且为全球旱地的差异化水资源管理、生态恢复策略制定以及气候变化适应提供了关键的科学依据。

上述研究的第一作者为硕士研究生胡圆园，研究得到了国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目（U24A20604）及国家自然科学基金（42522503，42475023）等项目的资助。

论文链接（*通讯作者）：

Hu, Y., Wang, S.*, Guan, X., & Huang, J. (2025). Distinct effects of soil moisture on surface water availability in nearshore and inland drylands. Geophysical Research Letters, 52, e2025GL117631. <https://doi.org/10.1029/2025GL117631>

Hu, Y., Wang, S.*, Wang, H., & Zhang, J. (2025). Enhanced response of surface water availability to soil moisture in humid regions under global warming. Climate Dynamics, 63(10), Article 378.<https://doi.org/10.1007/s00382-025-07847-w>



兰州大学大气科学学院
College of Atmospheric Science, Lanzhou University





长按关注 兰大大气

学篤時宜 風正人和