



曾江源
 博士，副研究员
 中国科学院空天信息
 创新研究院

国家优秀青年基金获得者，中国科学院青促会“优秀会员”，现任中国科学院空天院青促会理事长。担任 RSE 编委及执行客座编辑、IEEE JSTARS 副主编、The Innovation Geoscience 学术编辑。获得 ISPRS 最佳青年作者奖、URSI 青年科学家奖、PIERS 首届青年科学家奖、李小文遥感科学青年奖、中国科学院百篇优秀博士学位论文奖等。

21 世纪初全球土壤水分时空变化特征及影响机制

项目背景：了解新世纪以来(2000-2021 年)土壤水分的时空变化规律及其影响因素，对于深入了解土壤水分对气候变暖的响应以及水资源管理、干旱预警、水文生态环境保护等至关重要。本项目以 ESA CCI 土壤水分数据、EAR5 再分析气象资料、光学 MODIS 植被资料，以及各种不同来源的环境因子数据(如地表类型、植被覆盖度、土壤质地、海拔高度等)为数据源，量化了 21 世纪初全球土壤水分时空变化趋势；揭示了全球尺度下土壤水分对降水、温度以及植被覆盖的响应机制；最后进一步量化了不同环境下土壤水分的变化及其影响因素，以及其在“DDWW”(干的地方越干，湿的地方越湿)范式上的有效性。项目成果将为气候变化的减缓、适应和预警及该背景下的水资源管理提供科学依据。项目核心成果以第一标注发表于遥感领域顶级期刊 RSE 和 IEEE TGRS。

研究成果 1：在全球范围内，土壤水分总体呈下降趋势，平均速率为 $-0.10 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ 。南半球的变干趋势在全球变干中占主导地位，并且纬度越高，总体变干趋势越强。

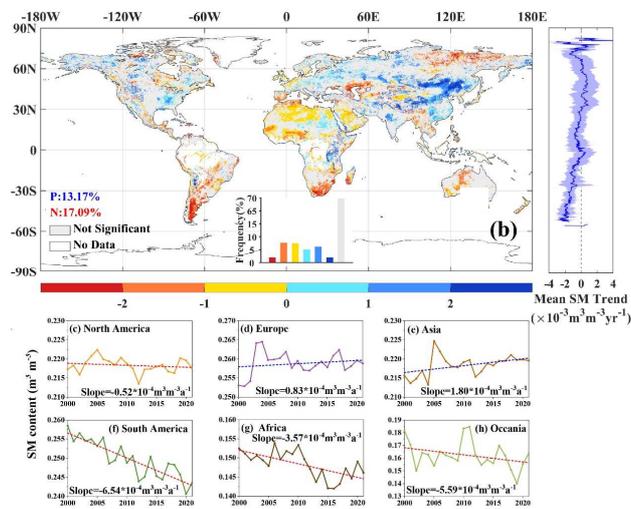


图 1. 2000-2021 年全球范围内土壤水分($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)的年际趋势 ($\times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ yr}^{-1}$, p-value<0.05)

研究成果 2：在土壤水分含量相对较高的地区，降雨的水分补给作用占主导地位；在土壤水分含量相对较低的地区，植被和降水对土壤水分变化的正向影响更为显著。在全范围内，与降水和植被相比，表层土壤温度对土壤水分的影响相对较小。

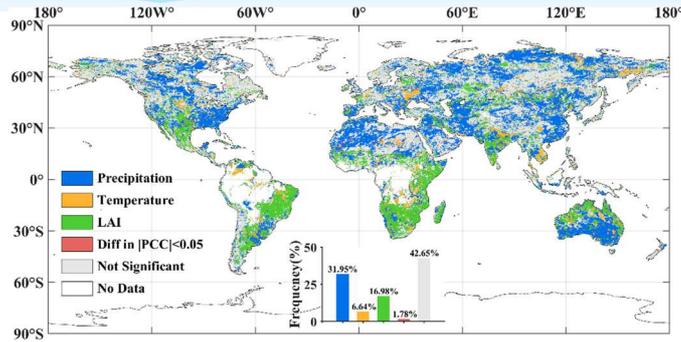


图 2. 2000-2021 年全球范围内土壤水分与 ERA5 降水、ERA5 表层土壤温度和 GLASS LAI 之间最强偏相关系数(p-value < 0.05)的空间分布

研究成果 3: 从土壤水分角度对 DDWW 范式的评估结果表明, 该范式能够概括 41.06% 的土壤水分显著变化地区。其中降水补充作用和植被保水作用对“湿的地区变湿”和“干的地区变干”模式具有重要影响。土壤温度是“湿的地区变干”模式的重要影响因素, 而植被覆盖和降水量的减少共同影响了“干的地区变干”模式。

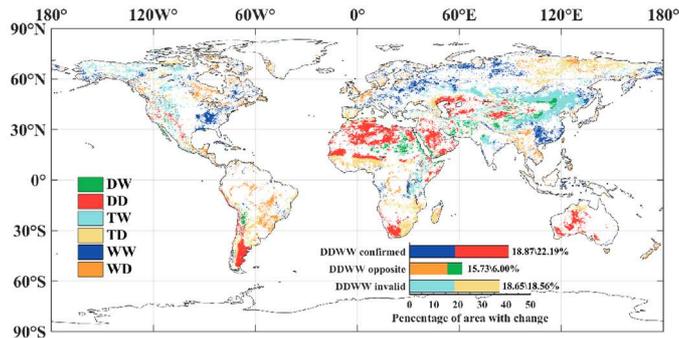


图 3. 2000-2021 年期间从土壤水分变化的角度对 DDWW 范式进行的全球评估(p-value < 0.05)。DW、DD、WW、WD、TW、TD 分别代表干的地区变湿、干的地区变干、湿的地区变湿、湿的地区变干、过渡区变湿和过渡区变干

知识产权:

[1]. Peng, C., Zeng, J.*, Chen, K. S., et al. (2023). Global spatiotemporal trend of satellite-based soil moisture and its influencing factors in the early 21st century. *Remote Sensing of Environment*, 291, 113569.

[2]. Wang, T., Zeng, J.*, Chen, K. S., et al. (2022). Comparison of different intercalibration methods of brightness temperatures from FY-3D and AMSR2. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 60, 5304217.

[3]. Luo, L., Zhang, J., Wang, H., et al. (2024). Innovations in science, technology, engineering, and policy (iSTEP) for addressing environmental issues towards sustainable development. *The Innovation Geoscience*, 100087-1.