



太平洋热带不稳定波 (TIWs) 的历史长期变化趋势获揭示

发布时间: 2024-02-01



近日, 中国科学院南海海洋研究所热带海洋环境国家重点实验室(LTO)海洋动力热力过程课题组杜岩团队, 在赤道太平洋海洋动力长期变化研究方面取得新进展, 相关成果以“Intensification of Pacific tropical instability waves over the recent three decades”为题, 发表在Nature Climate Change。LTO助理研究员王闵杨为第一作者, LTO研究员杜岩和美国斯克里普斯海洋研究所教授Shang-Ping Xie同为通讯作者, 日本海洋地球科学技术机构(JAMSTEC)教授Hideharu Sasaki和教授Masami Nonaka为共同作者。

热带不稳定波 (Tropical Instability Waves, TIWs) 是热带太平洋最显著的中尺度动力过程之一, 由赤道流系的剪切不稳定产生, 表现为赤道东太平洋海表流场和海表温度的月周期、1000km级扰动 (图1a)。TIWs海流扰动将赤道区域上涌的冷海水与赤道外暖海水经向搅拌混合, 影响赤道区域营养盐分布和热量收支平衡, 进而影响海洋生态环境和气候长期变化。自20世纪90年代以来, 热带太平洋经历了类似拉尼娜现象的平均状态变化, 影响太平洋沿岸乃至全球的气候和天气变化 (如台风和ENSO等)。然而, 由于赤道海流缺乏观测, 以及卫星高度计数据难以计算赤道海流, TIWs等赤道动力过程的长期演变规律仍不清楚, 这限制了我们对热带太平洋气候长期变化的理解与预估。

为解决卫星高度计诊断赤道海表流场的难题, 研究团队自主提出了卫星高度计诊断非平衡态海表流场的动力方程, 考虑了加速度项与压强梯度力平衡, 而不是传统的地转平衡。利用该方程, 我们首次诊断出TIWs近30年的海表流场数据, 结果与锚定浮标观测十分接近。基于该数据, 我们发现TIWs在此期间持续增强, 其海流涡动能 (eddy kinetic energy, EKE) 每十年增长12% (图1b粗红线)。同时利用其他3套独立数据进行了对比验证: 卫星观测海表温度 (1982-2021, 品红线)、热带海洋锚定浮标观测的海流数据 (1980s-2020, 黑线) 以及1/10 涡分辨率全球大洋环流模式数据 (OFES2, 1958-2021, 蓝线), 结论与卫星高度计诊断结果一致。

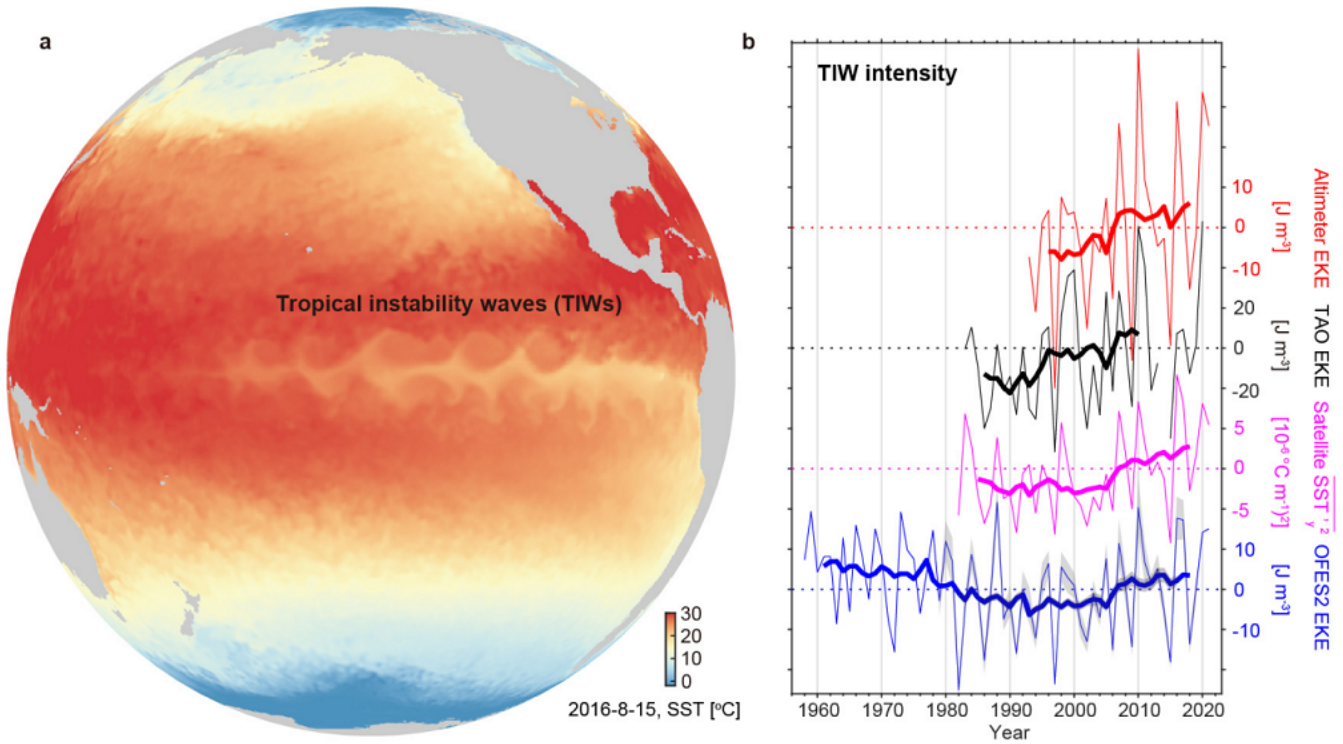


图1.太平洋热带不稳定波 (TIWs) 现象及其强度长期变化序列。a.日平均卫星海表温度；b. TIWs强度多年代际序列 (红色：卫星高度计EKE；黑色：锚定浮标单点观测EKE；品红：卫星海表温度经向梯度的方差；蓝色：OFES2模拟EKE，灰色阴影是模式集合)。细线：年平均，粗线：9年滑动平均，已去除1993-2021年气候态平均。

大尺度海洋环流和海温风场的趋势分析表明，TIWs增强的动力机制是源于热带东太平洋气候近30年赤道南北不对称变化。赤道以北增暖更快 (图2a)，伴随跨赤道南风增强、赤道海流加速 (图2c)，使海流剪切加强、TIWs增强。伴随TIWs增强，我们发现TIWs的经向搅拌效应加强，使冷舌区的非线性加热效应每十年增加23%，在海洋长期热收支平衡中不可忽视，是近期热带东太平洋气候态变冷的负反馈项。说明TIWs在响应气候变化的同时，反馈影响着热带太平洋的海温变化。目前大部分气候模式由于分辨率较粗 (1°) 无法分辨TIWs过程，因此无法反映TIWs对冷舌的非线性加热效应，可能造成一定的模拟偏差 (比如赤道冷舌区的冷偏差)，未来气候模拟和预估需要考虑TIWs这一反馈作用 (比如通过参数化或者提高模式分辨率)。

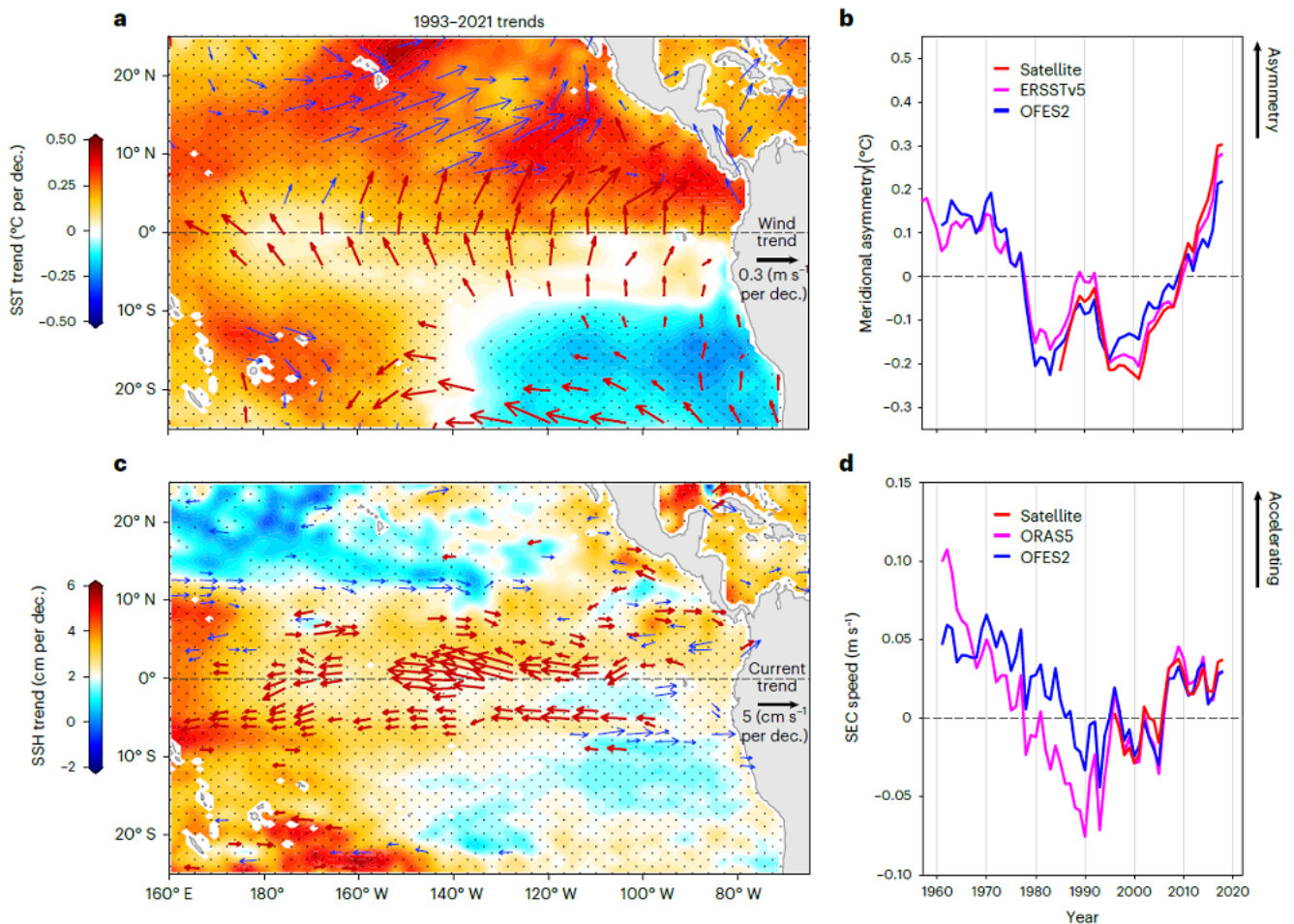



图2. 近30年热带太平洋海温、风场和海表环流的变化趋势。a. 海表温度和海面风场趋势；b. 东太跨赤道海温不对称变化（海表温度北侧减南侧）；c. 海表高度和海表流场趋势；d. 南赤道流（SEC, 0-4°N平均）流速长期变化。b/d为9年滑动平均，已去除1993-2021年气候态平均。

该研究揭示了太平洋TIWs对历史气候变化的显著响应，表明TIWs深度参与并反馈影响气候变化，这一结果为研究海洋多尺度动力过程响应和影响气候变化提供参考。

该研究获得国家自然科学基金(42090042,42106024)、中科院国际合作项目(133244KYSB20190031,183311KYSB20200015)、LTO自主研究项目(LTOZZ2203)及南海所自主部署项目(SCSIO202201)等项目的联合资助。

相关论文信息：Wang, M., Xie, SP., Sasaki, H. et al. Intensification of Pacific tropical instability waves over the recent three decades. *Nat. Clim. Chang.* (2024).

论文链接：<https://doi.org/10.1038/s41558-023-01915-x>

版权所有 © 中国科学院南海海洋研究所 备案序号：粤ICP备05007992号 

地址：广州市海珠区新港西路164号 邮编：510301

Email: webmaster@scsio.ac.cn 电话：020-84452227 (综合办) 传真：020-84451672



官方微信



官方网站

本网站及其文字内容归中国科学院南海海洋研究所所有，任何单位及个人未经许可，不得擅自转载或他用。

