

基于卫星遥感观测重构水下三维流场的研究取得新进展

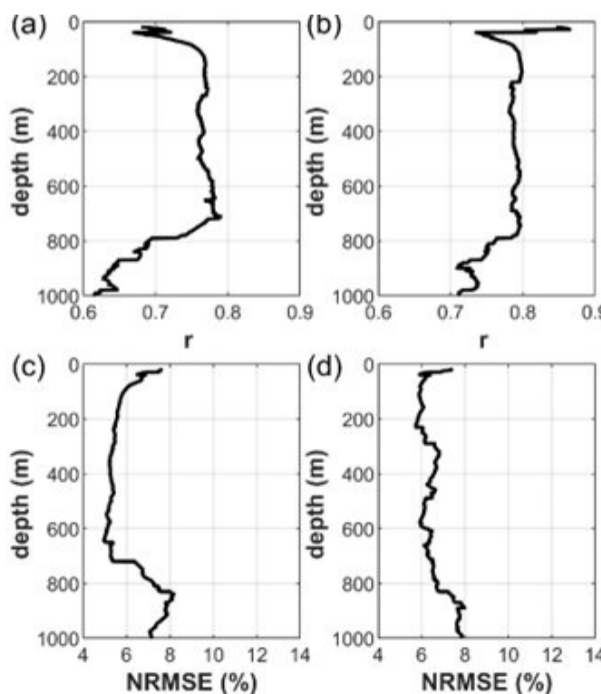
2024-12-13 来源: | 【大 中 小】 | 【打印】 【关闭】

近日, 中国科学院海洋研究所徐永生团队在基于卫星观测重构水下三维流场的研究中取得了突破性进展。相关研究成果发表在国际期刊《IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters》上。

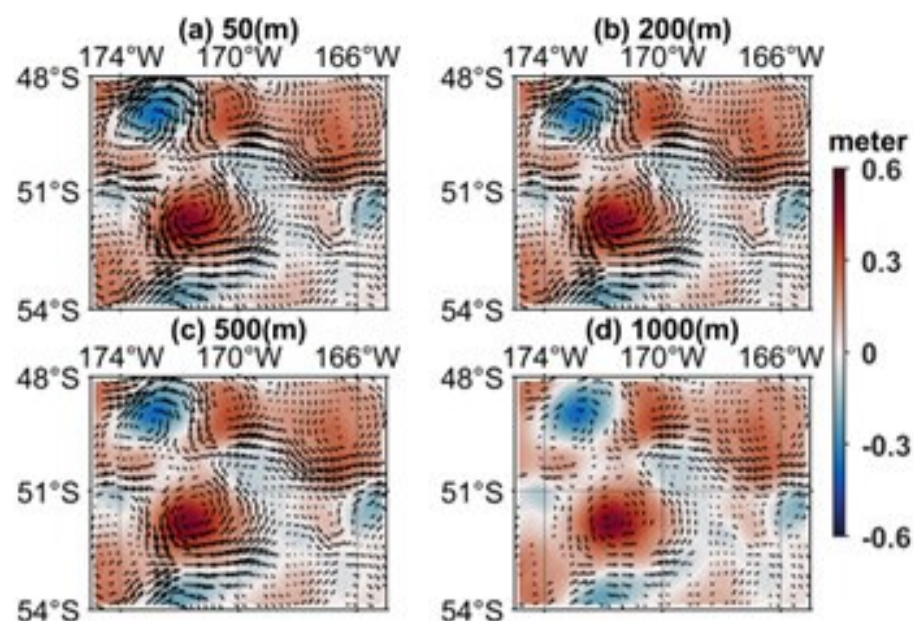
海流作为海洋动力学的重要组成部分, 在研究海洋动力过程与全球变化、构建海洋数值预测模型、预测污染扩散和生态系统变化等方面具有不可或缺的作用。同时, 它在军事海洋战略、航运安全保障和海洋资源开发等领域也展现出广阔的应用前景。尽管卫星海洋遥感技术具备全球覆盖的优势, 但其目前只能获取海洋表层信息。如何基于卫星表层观测数据重建海洋内部的三维流场, 不仅具有重要的科学研究价值, 还具有重要的实践应用意义。

然而, 利用卫星观测数据重构三维流场面临诸多挑战, 这主要源于海流变化的高度复杂性、观测难度大以及观测数据资源的极度匮乏。一方面, 高精度仪器如海流计和声学多普勒流速剖面仪 (ADCP) 的成本高昂; 另一方面, 观测过程对平台的稳定性要求严苛, 且操作复杂, 导致高质量海流观测数据极为稀缺, 难以满足全球三维海流场构建的迫切需求。传统的水下三维重构方法通常依赖贯穿不同水深的剖面测量数据, 但此类海流数据资源本身稀缺性极高, 进一步加剧了重构的难度。这些因素显著限制了卫星海洋遥感技术的应用。

针对这些难题, 徐永生提出了一种基于卫星遥感数据的新型三维流场重构技术。该技术通过分析区域温盐结构数据, 提取关键垂向动力模态特征, 尤其聚焦于承载海洋大部分动能 (约90%) 的正压模态与第一斜压模态。通过构建卫星表面观测信息与这两种主导模态之间的映射模型, 实现了对三维海流场的有效重构。要获取这两个关键模态的解, 至少需要来自两个不同深度的全球覆盖海流信息源。徐永生研究团队通过将卫星高度计和散射计数据反演出的地转流和埃克曼流 (代表表层海流) 与Argo浮标提供的1000米深度海流数据相结合, 有效解决了这一问题。该方法的可靠性通过与超过15,000组ADCP实测海流剖面数据的对比得到了验证。



重构三维流场与ADCP的对比结果: (a)和(b)分别是南北和东西方向流的随深度变化的相关系数, (c)和(d)分别是南北和东西方向流随深度变化的归一化均方根误差



不同深度重构流场与海面高度之关系

尽管卫星遥感技术在海流观测中具有重要的科学价值和实际意义，但直接通过卫星遥感手段探测海面矢量流仍是一项尚未在实践中攻克的难题。本研究中所采用的表面流数据，是基于卫星高度计与散射计反演得到的地转流与埃克曼流分量，这些仅是海流复杂成分中的一部分，因而不可避免地存在一定的精度局限性。全分量海流的卫星遥感直接探测是海洋遥感技术的前沿探索领域，同时也是一个多学科交叉融合的难题，亟待科学界加以攻克。在国家自然科学基金的重点支持下，徐永生团队与航天科工集团23所紧密协作，共同致力于实现海面矢量流的直接遥感探测。目前，联合团队研发的测流载荷已通过南海机载校飞验证，并成功搭载于珞珈二号卫星，现正稳定运行。这一突破使我国成为全球首个拥有Ka波段顺轨干涉SAR测流实验卫星的国家。联合团队正在积极探索遥感测流误差校正的新方法，以期实现新的突破。这些努力不仅推动了海流遥感观测技术的发展，也为海洋科学研究、环境保护和资源开发等领域带来了新的可能性。

本文第一作者为徐永生研究员指导的博士生向亮，徐永生研究员为通讯作者。本研究得到了基金委联合基金（项目编号：U22A20587）的资助支持。

文章信息：

Xiang and Xu et al., Reconstruction of Interior Velocity in the Southern Pacific Ocean Using Satellite and Argo Data, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 22, pp. 1-5, 2025, Art no. 1500405, doi: 10.1109/LGRS.2024.3508023.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10770283>



版权所有 © 中国科学院海洋研究所 鲁ICP备10006911号-6

鲁公网安备37020202001323号

古镇口园区地址：青岛市西海岸新区海军路88号

南海路园区地址：青岛市市南区南海路7号

科考船码头基地：青岛市西海岸新区长江东路8号

邮编：266000 邮件：iocas@qd

电话：0532-82898611

传真：0532-82898612

