

基于海洋表层遥感观测的次表层三维温盐场智能探测研究

杨俊钢¹, Ole Baltazar Andersen², 贾永君³, 张胜军⁴

1. 自然资源部第一海洋研究所; 2. Technical University of Denmark, Denmark
3. 国家卫星海洋应用中心; 4. 东北大学

海洋三维温盐场是重要的海洋环境物理参数,与海洋物理过程密切相关。现场观测仅能获取时空分布稀疏的温盐数据,而卫星遥感仅可获取海洋表层丰富的观测数据,但无法探测次表层。如何基于丰富的海洋表层遥感观测数据获取次表层三维温盐场信息,进而提供时空高分辨率的海水温盐数据,对于海洋监测预报、海洋科学研究、碳循环和全球气候变化研究具有重要意义。

针对月均次表层三维温度场获取问题,本研究提出了一种基于多源海表遥感数据的次表层三维温度场重构模型—CNN-Swin Temporal Parallel ConvLSTM (CSTP-ConvLSTM),该模型通过空间双分支结构和时序增强机制,实现了对局部细节、全局依赖及非线性演化的多尺度建模,提升了 1000 m 以浅海水温度精度;重构实验结果表明,CSTP-ConvLSTM 在整体性能上显著优于传统方法和单一深度学习模型,基于 ARMOR3D 和 EN4 独立数据集的评估验证了模型在时空一致性和物理合理性方面的优势,本研究为高分辨率三维温度场的获取提供了一种有效途径,也为深入理解温跃层动力过程及其气候效应奠定了方法学基础。针对每日次表层三维温度场获取问题,开展了基于生成对抗网络的高分辨率三维温度场智能重构研究,构建了基于传统条件生成对抗网络和顾及季节变化的生成对抗网络的海洋三维温度场重构模型,实现基于 SLA、SST、SSS 和海面风场遥感的每日次表层三维温度场重构,南海和太平洋海域三维温盐场重构实验结果表明重构结果与再分析数据保持良好一致,能够反应出典型垂向断面的季节变化特征以及典型海洋现象的温度场特征。针对海洋高分辨率每日三维温盐场获取难题,基于图注意力机制时空融合模型,发展了一种基于时空图注意力网络的海洋次表层三维温盐场重构模型 (STGAT),实现了基于 SLA、SST、SSS 和海面风场等海表卫星遥感数据的次表层海水三维温盐场重构。西北太平洋三维温盐场重构实验表明,STGAT 模型重构与再分析数据保持良好的一致性,可以充分捕捉复杂多变海洋动力过程,为获取高分辨率高精度海洋三维温盐场数据提供了一种新的方法。