

研究在海浪有效波高智能预报领域取得新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40181.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

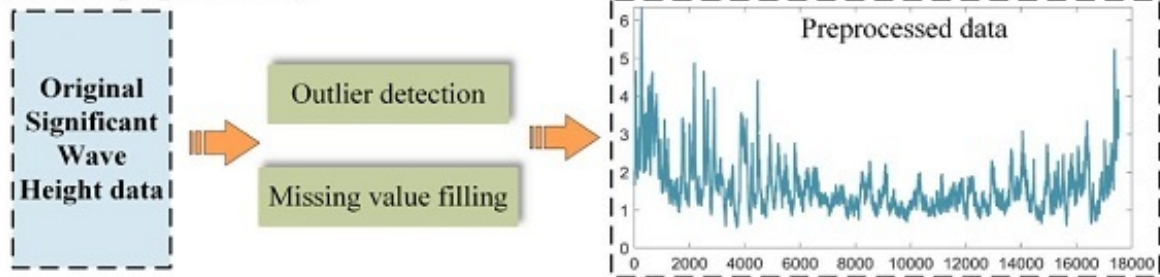
研究在海浪有效波高智能预报领域取得新进展。有效波高（Significant Wave Height, SWH）是海洋灾害预警、海上交通安全保障、波浪能资源开发的核心基础参数。海浪演化过程受气象条件、海底地形、极端天气事件等多因素耦合驱动，呈现强非线性、高波动性、非平稳性等特征，极大提升了高精度精准预报的难度，是当前海洋精准预报亟待突破的关键技术瓶颈。针对这一行业难题，中国科学院烟台海岸带研究所近岸河口物理海洋研究组（毛森华研究团队）联合中国计量大学、浙江大学等多家单位协同攻关，创新性提出一种融合自适应双层分解与双向长短期记忆网络—注意力机制的混合智能预测模型，在海浪有效波高短期高精度预报领域取得重要进展。

研究团队创新性构建了分解-优化-预测一体化智能建模框架（图1），有效解决了传统海浪预报模型精度低、稳定性不足等短板。研究首先采用完备集合经验模态分解方法，对原始海浪有效波高时序数据完成第一层基础分解；在此基础上，引入新型冠豪猪优化器，对变分模态分解的核心参数开展自适应智能寻优，实现高频分量的第二层精细化分解。完成双层逐级分解后，团队通过K-means聚类算法，将所有分解分量精准划分为高、中、低频三类组分（图2），大幅降低了原始海浪时序数据的复杂度，从根源上抑制了传统信号分解方法普遍存在的模态混叠问题，为后续高精度预测奠定了优质数据基础。

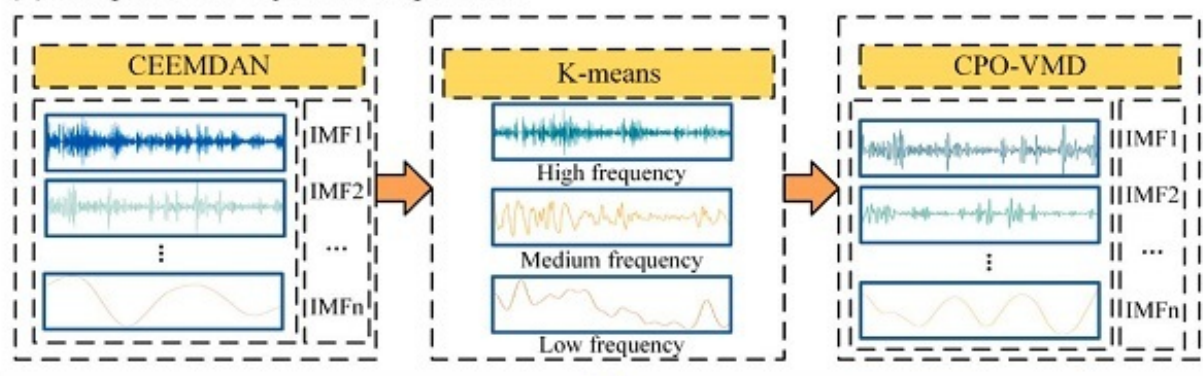
Original Significant Wave Height data

Data decomposition section

(1) Data preprocessing

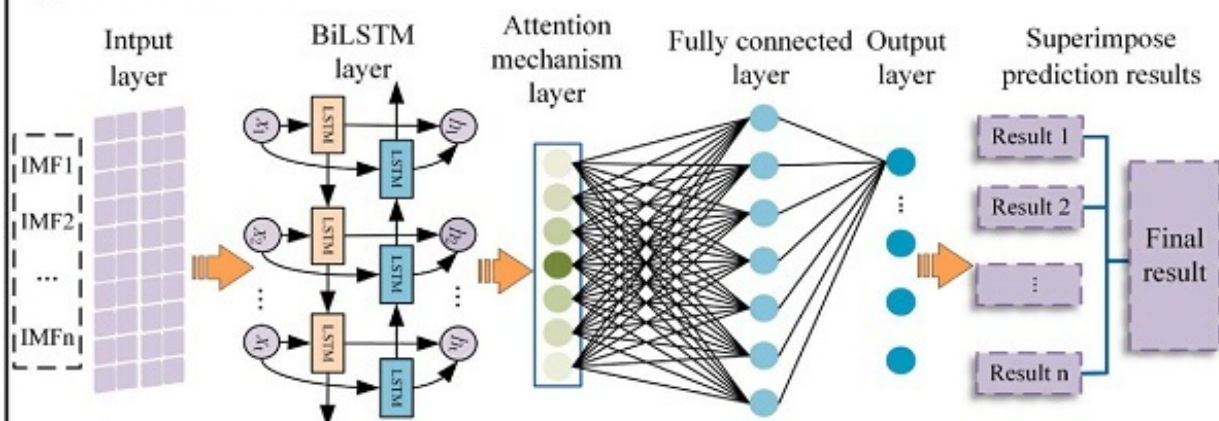


(2) Adaptive two-layer decomposition



Data prediction section

(3) Predictive model



(4) Model evaluation

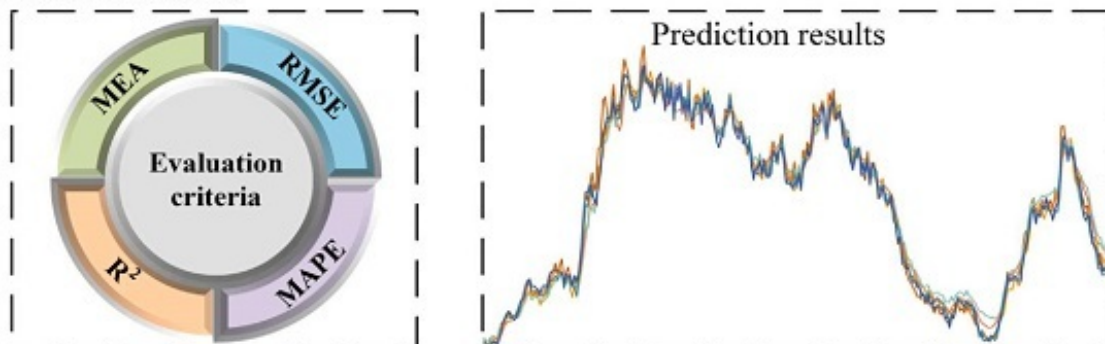


图1 混合预测模型整体框架与技术流程图

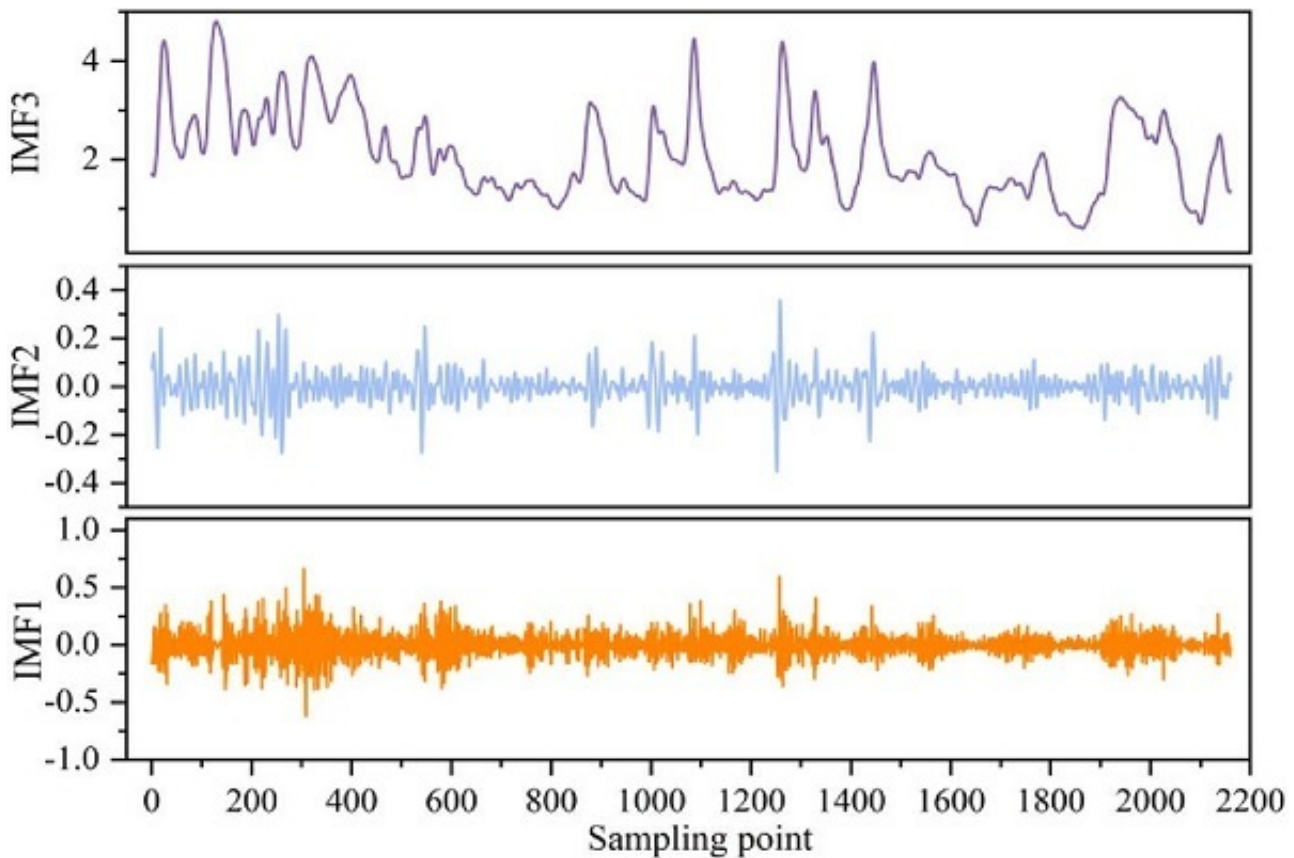


图2 单次分解后的分量聚类重构结果

在核心预测模块，研究融合双向长短期记忆网络（BiLSTM）与注意力机制，构建高性能智能预测体系，针对性适配海浪动态演化规律。其中，双向长短期记忆网络可同步挖掘海浪时序数据的过往与未来双向关联信息，精准捕捉波高演化的长程依赖规律；注意力机制能够对关键特征实现自适应加权强化，显著提升模型对海浪波高突变、极值峰值等关键场景的识别与响应能力，有效解决了极端海况下海浪预报偏差大的行业难题。

为全面验证模型的可靠性、泛化性与实用性，研究团队采用美国国家海洋和大气管理局（NOAA）布设的太平洋、大西洋多海域海洋浮标实测数据，开展了多场景、系统性对比实验，模型核心性能优势显著。首先是跨海域泛化性能优异。研究将单站点训练完成的模型，直接应用于太平洋、大西洋环境差异显著的多个海域站点（图3），完成跨区域泛化测试。结果显示，模型在各测试站点的预测决定系数均稳定在0.99以上，全程保持超高预报精度，可适配不同海域的复杂波浪环境，具备极强的通用性与迁移应用能力。其次是极端海况的高鲁棒性，研究依托台风玛娃过境期间的真实海况实测数据开展专项验证，模型可精准复现有效波高从常规波动快速攀升至极值峰值的全过程，完美适配极端天气下的海浪突变特征。不同分解策略的对比试验结果（图4）表明，经双层分解结合冠豪猪优化器优化后的模型，海浪极值峰值预测偏差大幅降低，在极端海况下仍能保持稳定、精准的预报结果。

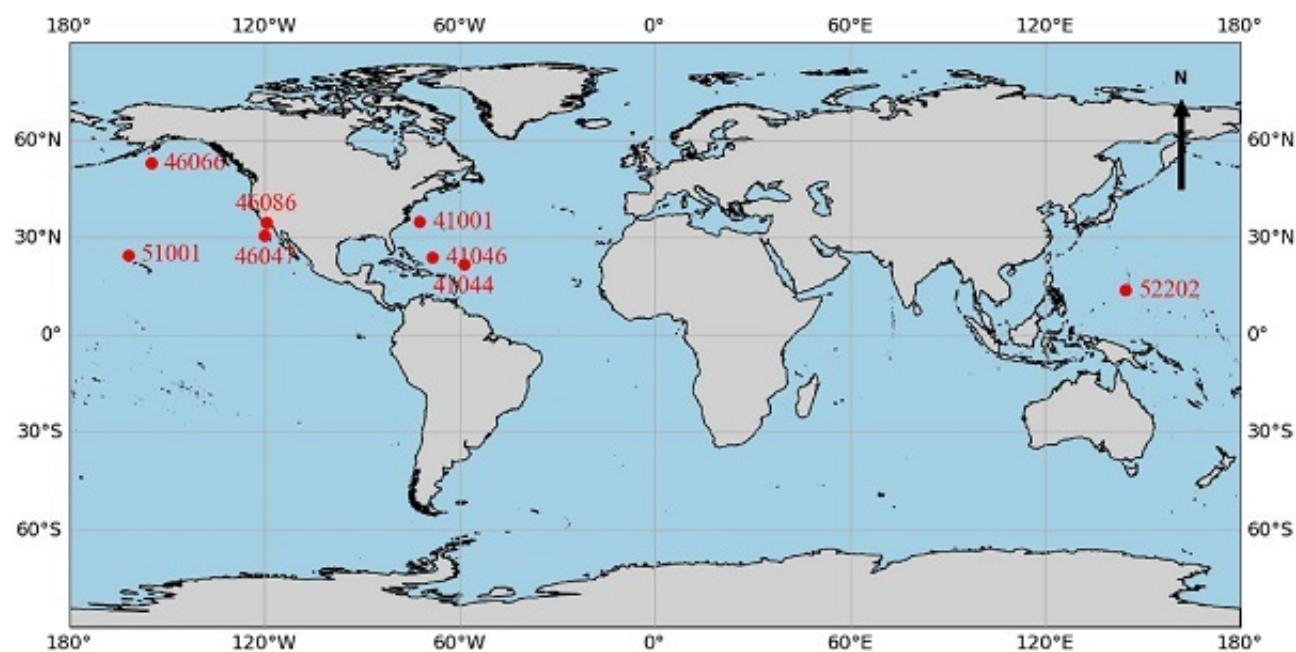


图3 试验观测站点分布与位置示意图

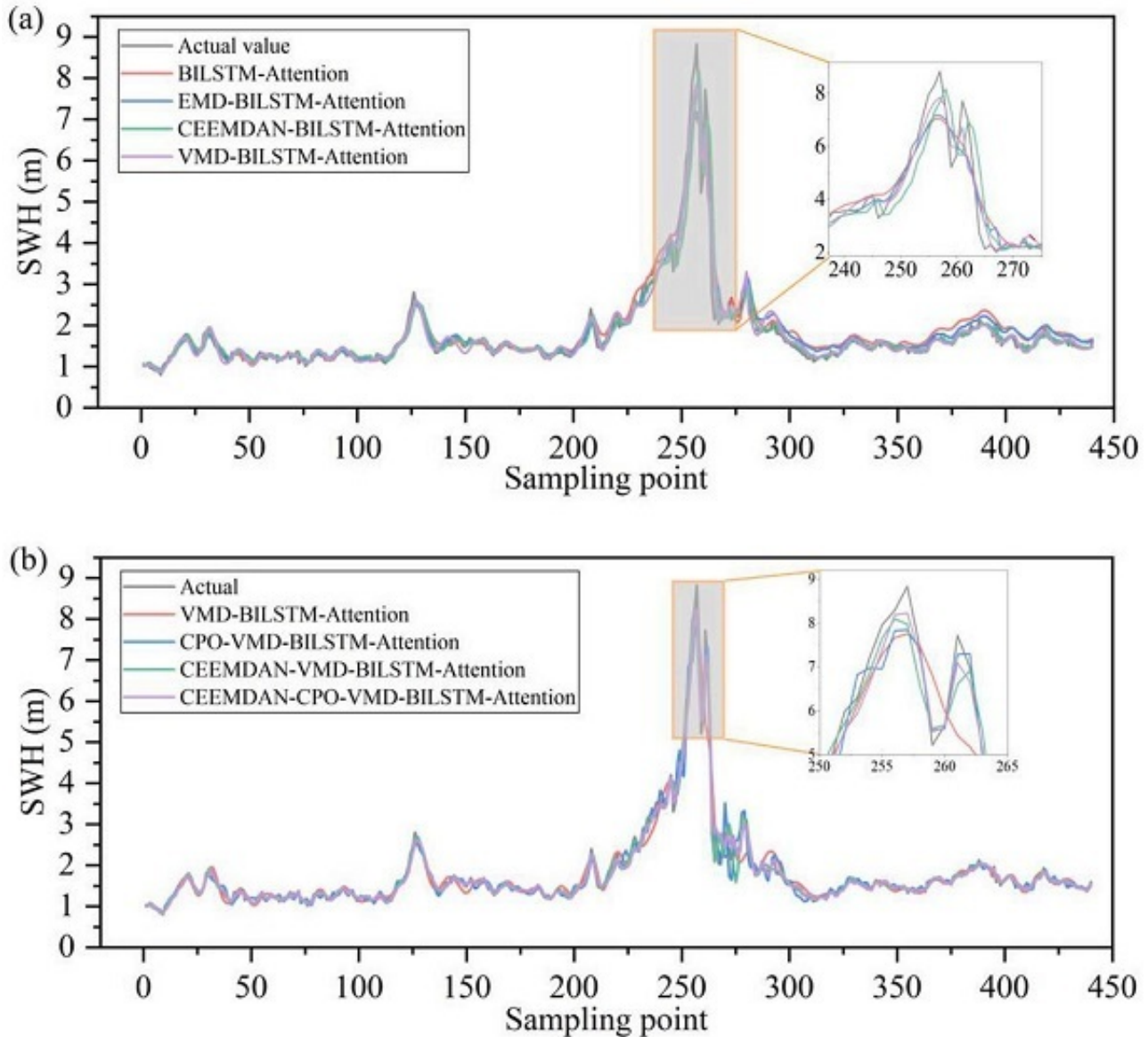


图4 极端天气条件下不同分解策略的预测结果对比

试验结果表明，该新型混合模型在1—6小时短期预报时效内可持续保持优异的预测性能，完全满足海上作业安全预警、海洋灾害防控的实际业务应用需求。该研究成果为波浪能资源高效开发、海上航行安全保障、海洋灾害防灾减灾提供了全新的技术方案与可靠数据支撑，对提升我国海洋环境预报能力、筑牢海洋经济活动安全屏障具有重要的理论意义与工程应用价值。

研究成果以Short-term significant wave height prediction based on adaptive two-layer decomposition and BiLSTM-attention model为题，发表于海洋工程领域国际知名期刊 Ocean Engineering。该研究获得国家重点研发计划、国家自然科学基金、山东省重点研发计划、浙江省自然科学基金等项目的资助。（来源：中国科学院烟台海岸带研究所）

相关论文信息：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801826020214>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权

等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。
作者：毛淼华等 来源：《海洋工程》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发