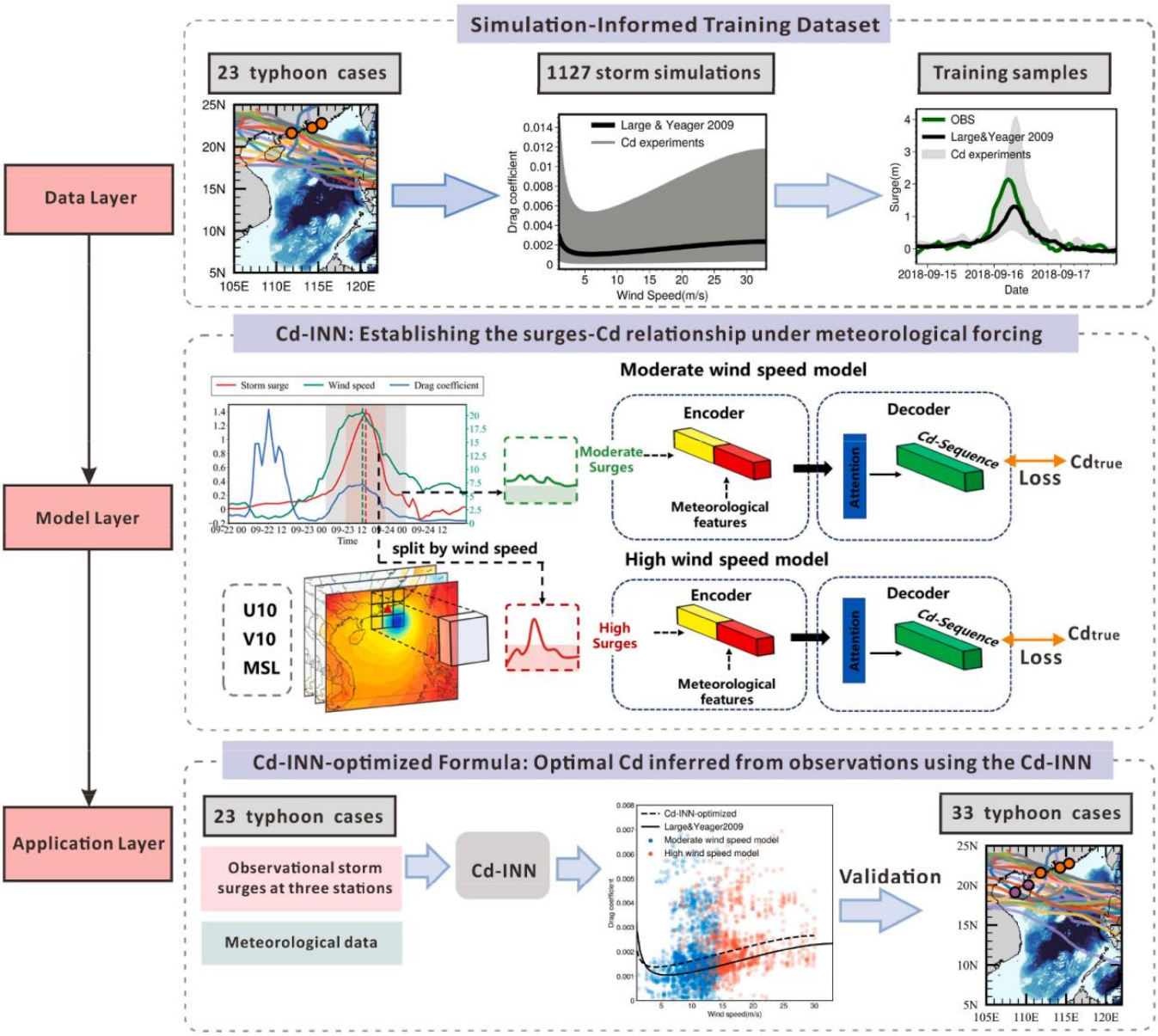
风应力拖曳系数优化研究取得进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/43476.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！

风应力拖曳系数优化研究取得进展。近日，中国科学院南海海洋研究所研究员李毅能、彭世球团队研究提出风暴潮模拟信息驱动的深度学习框架——多模型风应力拖曳系数反演神经网络（Cd-INN），实现了对现有风应力拖曳系数参数化方案的智能优化。基于南海五个验潮站、33个台风个例的系统检验表明，优化后的方案使最大风暴增水模拟的平均绝对误差降低32.2%。相关成果发表于《海洋工程与科学（英文）》。



风暴潮模拟信息驱动的风应力拖曳系数优化框架（Cd-INN）。研究团队供图

台风风暴潮是沿海地区破坏性最强的自然灾害之一。台风期间，近海处于中-高风速环境，风暴增水主要受正压过程驱动，而风应力对总增水的贡献超过80%，其大小直接取决于风应力拖曳系数（Cd）的取值。然而，Cd在中等至高风速区间的取值长期存在显著分歧。传统四维变分资料同化方法虽可间接优化Cd，但计算代价高昂；纯数据驱动的深度学习方案则高度依赖高频观测，且缺乏物理可解释性，难以无缝融入数值模式。

针对上述难题，研究团队基于约1.8公里分辨率的POM模式，以ERA5再分析风场与Holland台风模型风场融合构建驱动风场，针对1985-2018年间影响广东阳江闸坡、中国香港和广东汕尾三个验潮站的23个台风个例，开展了1127组风暴潮敏感性数值模拟。在此基础上构建的Cd-INN，利用卷积神经网络提取站点周边气象场的空间特征，并通过带注意力机制的双向门控循环单元捕捉气象特征、局地增水与Cd之间的复杂依赖关系，且针对中等风速与高风速情形分别训练，确保反演关系符合物理规律。检验表明，Cd-INN反演值与目标值的相关系数超过0.9；在未参与训练的海口、东方两个独立验潮站，相关系数亦达到约0.6，展现出良好的空间泛化能力。

将Cd-INN应用于长期观测资料反演出各台风个例的最优Cd后，研究团队按Large Yeager（2009）方案形式拟合出一套新的参数化方案。与原方案相比，新方案在风速超过5米/秒后给出明显更大的Cd，修正了原方案的系统性低估。与六种常用参数化方案的对比显示，新方案在5-30米/秒主要风速范围内与经过南海检验的Peng Li（2015）方案高度接近。

将优化方案植入风暴潮模式后，南海五个验潮站33个台风个例的系统检验显示，最大风暴增水平均绝对误差整体降低32.2%。以2018年台风山竹为例，香港站最大增水模拟偏差由-0.84米减小至-0.64米，改进23.5%。逐站与逐台风个例剔除的敏感性试验进一步表明，上述结论不依赖任何单一站点或个例，具有良好稳健性。

该框架具备持续优化能力：训练完成后，单个样本的Cd反演仅需约16秒（单块NVIDIA RTX 4090显卡），且可随新观测资料积累快速更新订正，无需反复开展高昂的同化计算。该框架还可推广应用于其他参数化方案的系统性偏差订正，在地球系统模式参数优化中具有广阔前景。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.joes.2026.09.009

作者：李毅能等 来源：《海洋工程与科学》

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转发