

港澳海洋研究中心月報

一、科研活動預告與回顧

1. 【活動預告】卓越學科領域計畫 (AoE) Earth-HK

項目年度研討會

以港澳海洋中心 (CORE) 成員為骨幹的 Earth-HK 項目組將於 9 月 13 日至 9 月 14 日在香港理工大學舉行年度研討會。本次研討會將聚焦於剛剛結束的科考航次工作總結，以及各子項目的研究進展，旨在為研究人員提供一個分享成果和經驗的平臺，促進各方的合作與交流。

隨着卓越學科領域計劃 (AoE) 下 Earth-HK 項目的科研進展，港澳海洋中心 (CORE) 在粵港澳大灣區的海洋研究有望取得更大突破。我們期待此次研討會能夠激發更多的創新思維，推動區域內海洋科學研究的進一步發展。



RGC Areas of Excellence Scheme (AoE/P-601/23-N)
Study of the Regional Earth System for Sustainable
Development under Climate Change in the Greater Bay Area

香港科技大學
THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

EARTH-HK
Ocean
Area of Excellence Scheme

Earth-HK Annual Workshop 2024

13 Sep 2024 14:45-18:00 & 14 Sep 2024 09:00-18:00
N003 (Yu Tung Shan Theatre), Block N, PolyU

Ugc



二、科研進展亮點

亮點 1. 建設可視化系統沉浸式實驗室

港澳海洋研究中心於香港科技大學建立了一個可視化系統沉浸式實驗室。實驗室配備一個一百八十度環型屏幕及觸控台，可以全面展示由港澳海洋研究中心研究團隊研發的 WavyOcean 海洋數據可視化平臺，此裝置讓研究人員及參觀人士完全投入 WavyOcean 的情境當中，得到沉浸式的使用體驗。

港澳海洋研究中心的研究團隊正在開發 WavyOcean2.0，該系統將會提供更全面的數據分析及支持沉浸式 3D 展示，預計 2024 年第四季完成初步開發。



亮點 2. 流-地形相互作用對上升流底邊界層的影響

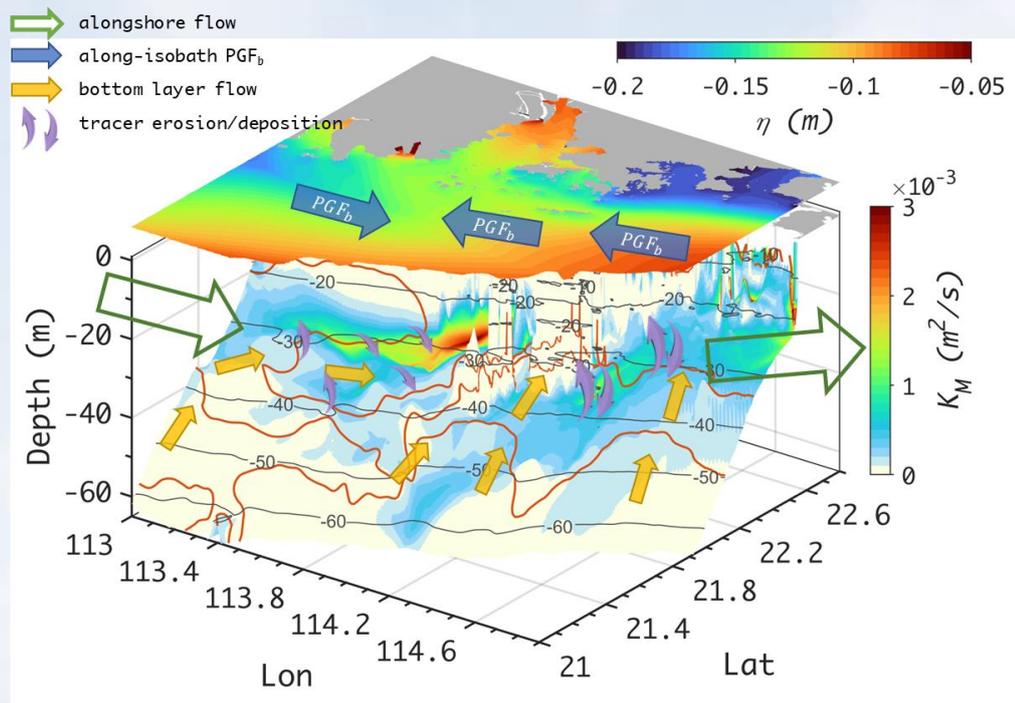
底邊界層動力學在調節淺海陸架地區的能量、動量平衡和環流中起着重要作用,對海床與海水之間的物質交換產生影響,進而影響海水中的生物地球化學過程,調節海洋底層缺氧事件的發生及其強度。

近岸風生上升流攜帶高營養鹽低溶解氧的底層低溫海水向岸輸運,對近岸生物地球化學過程尤其重要。因此,上升流過程下的底邊界層動力學受到長期關注。然而,以往相關的研究多針對於理想化的二維(忽略沿岸方向動力的影響)上升流,複雜三維地形下流-地形相互作用對跨岸上升流及其對底邊界層動力的影響尚未得到充分的認識。本研究以中國南海北部陸架為例,對此問題進行探究。

本研究利用過程導向的數學模型發現,由海流引起的混合過程底層海水跨岸輸運引起浮力輸運共同決定底邊界層的發展。珠江口以外西南側和東南側陸架的地形與風驅動的沿岸流相互作用,產生沿岸方向的壓強梯度力,通過地轉關係調節了底層海流的強度和方向(向岸/離岸),控制了底邊界層的動力學平衡,從而形成了不同的底邊界動力狀態:西南陸架上的沿岸壓強梯度力引起的底層離岸輸運更有利於底邊界層的發展。進一步對海床上示蹤物的運動軌跡模擬結果表明,空間變化的底邊界層動力特徵對顆粒物的運動有顯著影響。海床示蹤物在東部(西部)陸架

上底層具有高（低）濃度、短（長）懸浮時間、及較強（弱）的向岸輸運的特徵。

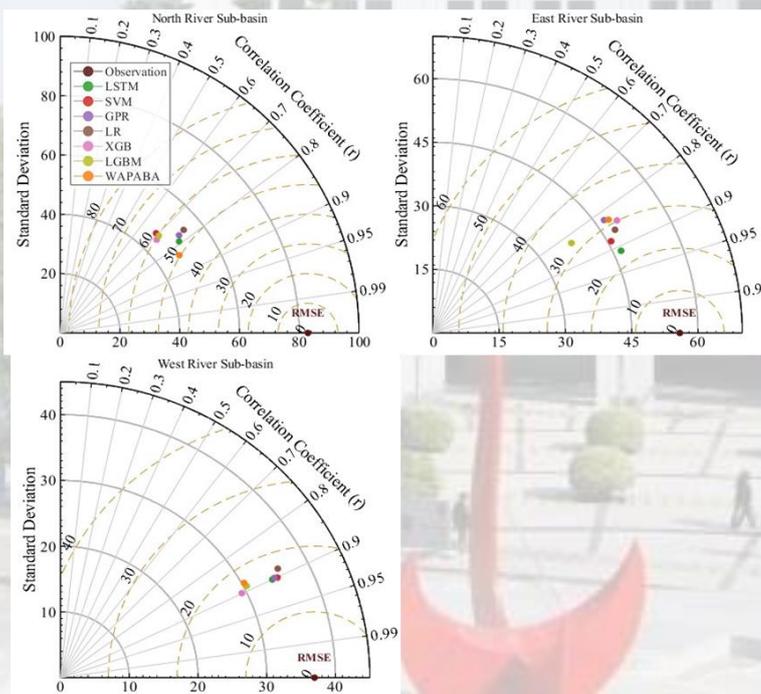
本研究結果發表在期刊 *Journal of Geophysical Research: Oceans* 上 (<https://doi.org/10.1029/2024JC020895>)。



亮點 2. 風驅上升環流下的 BBL 動力學示意圖。 $z=0$ 上方的彩色陰影顯示了高程 (η) 的分佈。傾斜地形上方的彩色陰影顯示了底部平均垂直粘度 (K_m) 的分佈。橙色線條顯示了底部傾斜地形上的等溫線（分別為 22°C、23°C 和 24°C，海岸側溫度較低）。綠色、藍色、黃色和紫色箭頭分別表示沿岸流、底層沿等深線的壓力梯度力、底層流動和海床示蹤物的侵蝕/沉積

亮點 3. 機器學習方法應用於改進亞熱帶河流流域的降雨徑流模擬研究

機器學習模型在模擬亞熱帶地區月降雨徑流方面的表現尚未得到充分調查。在本研究中，我們評估了六種廣泛使用的機器學習模型的性能，包括長短期記憶網絡（LSTM）、支持向量機（SVM）、高斯過程回歸（GPR）、LASSO 回歸（LR）、極端梯度提升（XGB）和輕量級梯度提升機（LGBM），並與一個降雨徑流模型（WAPABA 模型）在模擬珠江流域三個亞熱帶次流域的月流量方面進行對比。結果表明，LSTM 通常比其他五種機器學習模型在模擬月流量方面表現出更優越的能力。將上個月的流量作為輸入變量可以提高所有機器學習模型的性能。與 WAPABA 模型相比，LSTM 在三個次流域中的兩個中表現出更好的性能。在濕季模擬中，LSTM 的表現略優於 WAPABA 模型。總的來說，這項研究證實了機器學習方法在亞熱帶流域月尺度降雨徑流建模中的適用性，並提出了一個有效的策略來改善它們的性能。



亮點 3. WAPABA 模型和機器學習模型對珠江個子流域徑流模擬對比分析的泰勒圖（標準差和均方根誤差的單位為 mm/月）。

亮點 4. 雲的輻射反饋效應對熱帶環流起到重要調節作用

雲輻射相互作用（CRI）是影響熱帶天氣模式和短期氣候變化（如 MJO）的關鍵過程。本研究使用簡化的“水星球”配置的社區地球系統模型 2（CESM2），探討 CRI 強度變化如何影響熱帶大氣的平均狀態和 MJO 的行為。通過調整影響雲形成過程的 DCS 參數，我們發現增加 CRI 導致大氣變暖、熱帶地區濕度增加、哈德利環流增強、信風更強、赤道輻合帶（ITCZ）增強，伴隨更多雲層和降雨，這表明雲、輻射和大氣環流之間的反饋更強。此外，增強的 CRI 使 MJO 更強並減緩其移動。這一強化可能是由於平均大氣狀態的變化，促進了深對流的發展。進一步地，CRI 特別是其與長波輻射的相互作用，直接影響 MJO 的持續性和緩慢移動，維持和減緩了柱狀濕靜能量在短期氣候尺度上的傳播。

亮點 5. 南海北部潮流對上升流的調製及其動力機制研究

上升流是近海區域海洋環流的主要特徵與生物化學過程的重要驅動因素。其特點是深層海水向上運動，將富含營養的冷水帶入光合層，促進海洋生態系統的繁榮。動力上，它由沿岸風應力引起的埃克曼輸運驅動，並受地形、河流羽流和潮汐的調節。潮流作為近海環流的重要組成部分，通過潮汐混合以及非線性動力引起的餘流影響上升流。強烈的潮流運動也可導致上升流與潮流之間的顯著非線性作用。潮流對上升流的這些影響機制並非孤立存在，而是共同調節著上升環流的結構，包括沿岸與跨岸輸運等。在南海北部複雜陸架地形上，潮流對上升流三維結構的空間變化具有重要影響，但該影響及其動力機制尚未明確。

結合現場和衛星觀測數據以及高解析度數值模型，我們研究了潮流對南海北部沿岸上升流的影響及其動力機制。結果表明，潮流對上升流的調製主要通過潮汐餘流實現，並通過潮流與亞潮流的相互作用得到進一步增強。在南海北部內陸架，潮流減弱了上升環流的沿岸與跨岸輸運，同時增強了外陸架的輸運。動力機制上，該影響主要通過調節跨等深線和沿等深線的壓強梯度，從而改變上升環流中的地轉輸運。底邊界層往上，潮流對上升流的地轉調製由水面梯度引起的正壓過程主導。而潮流調製的海水密度梯度變化引起的斜壓過程在一定程度上抵消了該正壓效應，並增強了底邊界層的向岸輸運。基於渦度動力學，斜壓性和地形的聯合效應在陡坡上得到增強，從而加強了潮流調製的沿等深線壓強梯度。同時，潮流顯著增強了底邊界層厚度與剪切力，也促進了底邊界層的向岸輸運。相應地，潮汐增強的底部切應力旋度在內陸架的影響十分重要。潮流調製的強度因潮流強度和地形的不同而異。在強潮流持續作用下，上升流底邊界層向岸輸運在陡坡上可增加七倍。該研究揭示了潮流對上升

流的影響以及在複雜多變地形上潮流與亞潮流相互作用的海洋動力過程。

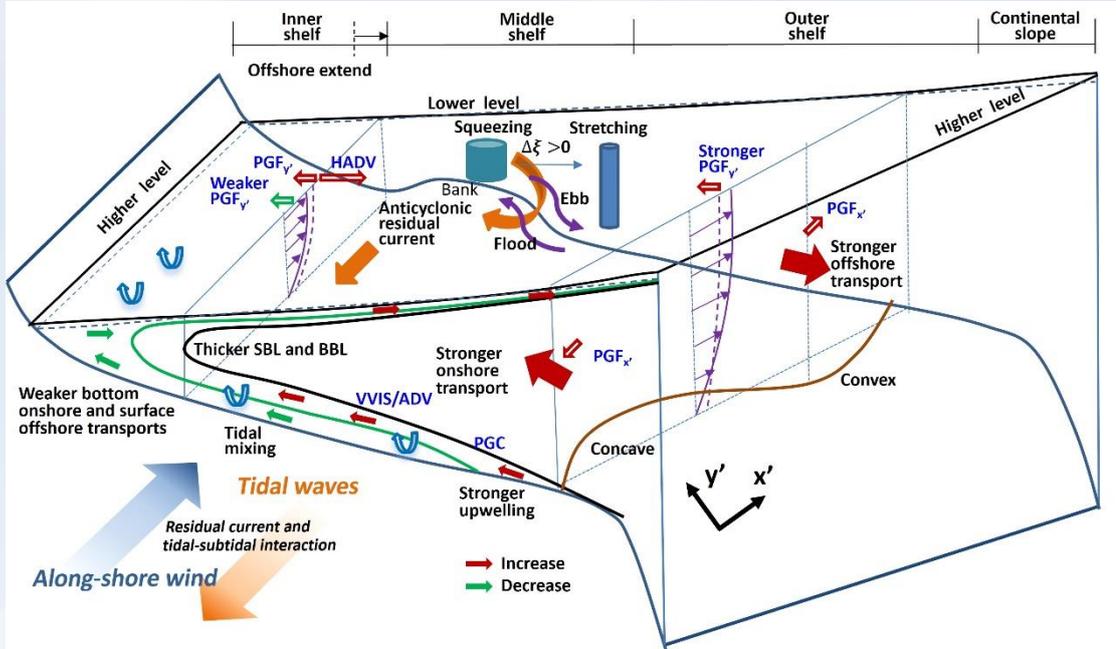


图 1. 南海北部潮流对上升流的影响与动力机制示意图。紫色剖线代表沿岸流的变化。空心箭头代表潮流影响下沿岸与跨岸运输的变化。实心箭头代表运输变化的驱动力。

三、論文（2024年8月 - 2024年9月）

1. Chao, G. U., Yi, L. I. U., Hongkai, Q. I., & Mengqian, L. U. (2024). Influences of carbonate weathering and hyporheic exchange on carbon fluxes in Pearl River Basin, China. *Water Research*, 122014.
2. Han, Y., Qi, Y., Zhong, J., Yi, Y., Nai, H., He, D., He, C., Shi, Q., & Li, S.-L. (2024). Deciphering dissolved organic matter characteristics and its fate in a glacier-fed desert river—the Tarim river, China. *Environmental Research*, 257, 119251-.
3. Li, K., Yang, Q., & Li, X. (2024). An Analysis of the Spatiotemporal Variability of Key Water Quality Parameters in China. *Hydrology*, 11(9), 135.
4. Li, X., Zhou, W.-H., Liu, J., & Wang, C. (2024). Influence of non-plastic fines and density state on stress-dilatancy behavior of coral sand: an experimental investigation. *Acta Geotechnica*, 19(8), 5757–5779.
5. Yu, H., & Yang, Q. (2024). Applying Machine Learning Methods to Improve Rainfall–Runoff Modeling in Subtropical River Basins. *Water*, 16(15), 2199.
6. Lin, S., & Gan, J. (2024). Dynamics of tidal effects on coastal upwelling circulation over variable shelves in the northern South China Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 129, e2024JC021193.