

港澳海洋研究中心月報

一、科研活動

活動 1. 港澳海洋研究中心代表團赴印尼訪問萬隆理工學院（ITB, Bandung Institute of Technology）以發展海洋研究相關合作

2024 年 1 月 25 日至 1 月 26 日，港澳海洋研究中心（CORE）代表團赴印尼訪問了萬隆理工學院（ITB）地球科學與技術學院（FEST, Faculty of Earth Sciences and Technology），旨在發展 ITB 和香港之間的雙邊研究合作。代表團由港澳海洋研究中心（CORE）中心主任甘劍平教授帶領，與萬隆理工學院（ITB）教職人員和學生進行了深入的交流。

在訪問期間，港澳海洋研究中心（CORE）成員與萬隆理工學院（ITB）海洋學研究小組進行了學術討論，探索新的合作機會。甘劍平教授還發表了題為“緩解香港水域富營養化和缺氧挑戰”的客座講座，分享了港澳海洋研究中心（CORE）的最新研究進展。這不僅增進了萬隆理工學院（ITB）對港澳海洋研究中心（CORE）了解，也為雙方的合作奠定了堅實的基礎。

此次訪問促使港澳海洋研究中心（CORE）和萬隆理工學院（ITB）之間的聯繫更加緊密，並就開展亞熱帶珠江河口和印尼的熱帶 Balikpapan Bay 比較研究達成共識。港澳海洋研究中心代表團此次印尼之行推動共建“一帶一路”交流合作行穩致遠，為構建人類命運共同體建設貢獻學科智慧和學者力量。



活動 2. 穆穆教授在香港科技大學開展關於海洋與大氣科學的研討會：提高海洋-大氣重大影響事件預報的定向觀測理論、方法與實現

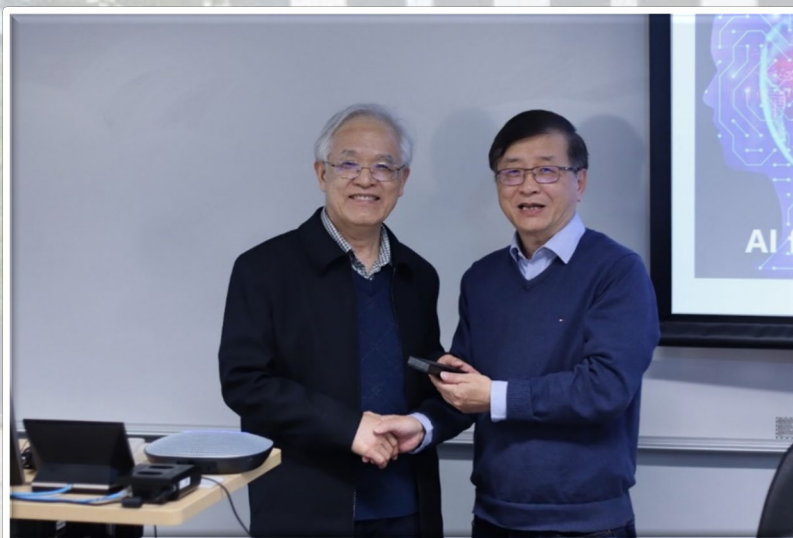
2024 年 1 月 30 日下午，穆穆教授（中國科學院院士，大氣物理學家）在香港科技大學開展了關於海洋與大氣科學的研討會。

重大影響的海洋大氣事件，如 ENSO（El Niño-Southern Oscillation，是發生於赤道東太平洋地區的風場和海面溫度震盪）、颱風、黑潮大迴旋和阻塞等，常常導致區域性甚至全球性的經濟和社會損失。準確預測這些事件至關重要，然而它仍然是一個持久的挑戰。觀測不僅在理解這些事件方面起着關鍵作用，而且在提高預測能力方面也起着重要作用。定向觀測是一種專門用於數值預測的優化策略，解決了“最佳觀測應該在哪裡部署”這一關鍵問題。其理論基礎依賴於有規律的擾動的增長速度比隨機擾動更快，實質上，識別最佳增長擾動和確定影響相關預測結果的敏感區域是定向觀測的關鍵。

鑒於重大影響海洋大氣事件的複雜環境，研究學者們提出了條件非線性最優擾動（CNOP）方法。該方法在完全非線性框架下尋找在未來時間內導致最大預測誤差的最優擾動。基於 CNOP 的定向觀測已經在各個領域廣泛探索，包括颱風、ENSO、印度洋偶極子（IOD）、烏拉爾阻塞高壓、異常黑潮變化等。在觀測系統模擬實驗（OSSEs）中，建立在 CNOP 敏感區域內的觀測數組展示了比傳統觀測方法更好的性能。此外，在觀測系統實驗（OSEs）中，某些應用，如針對颱風的定向觀測和黃海的垂直溫度剖

面，也在實際場景中得到了有意義的結果。這些研究結果表明，基於 CNOP 的定向觀測方法是提高重大影響海洋大氣事件預測技能的有效策略，具有顯著的效果和節約成本的特點。本次研討會重點介紹了定向觀測的理論，展示使用 CNOP 方法進行相關應用，並討論其未來的前景和挑戰。

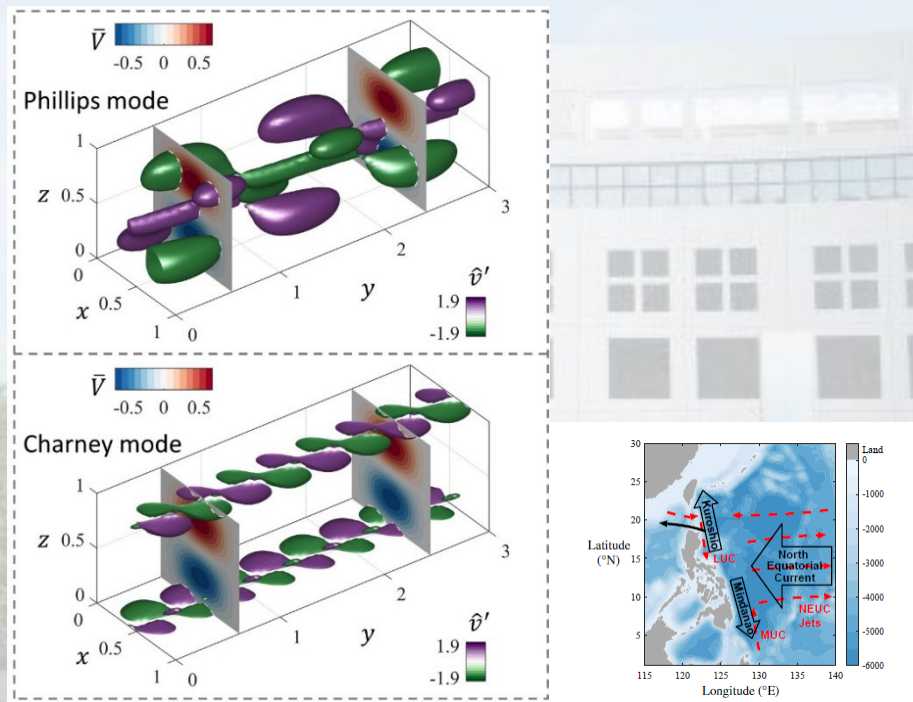
本次研討會線上線下逾 50 人參與，參與學者討論熱烈，就重大影響的海洋大氣事件預測的挑戰、機遇與未來交流意見。研討會於當地時間下午 3:30 圓滿結束。



二、科研進展亮點

亮點 1. 海洋洋流-潛流系統二維斜壓不穩定性分析

我們研究了由西北太平洋多層環流驅動的中尺度洋流-潛流系統的動力學，解析了仍未知的呂宋島潛流的動力學起源。我們採用先進的雙全局 (biglobal) 分析，它可以處理連續不均勻的垂直剪切和強烈的水平變化的實際基本流動。我們發現上下水流之間以及垂直邊界附近的高垂直切變產生了具有不同動力學特徵的兩個不穩定模式分支，並揭示了斜壓和正壓不穩定性之間的相互作用，以及地轉運動和黏滯/擴散運動的耦合。研究結果發表在頂級流體力學期刊 (*Phys. Rev. Fluids.*)。



Isosurface of the disturbance for meridional velocity for most unstable Phillips and Charney mode.
Right panel shows the LUC and current system in the western Pacific Ocean.

亮點 2. 喀斯特和非喀斯特地區水電水庫 CO₂ 排放的影響因素對比探究

碳在水庫和湖泊系統中的遷移、轉化和排放為 CO₂ 已經得到廣泛研究。然而，在大型熱層化河-水庫系統中，關於喀斯特和非喀斯特地區的碳循環變化仍存在不確定性。為填補這一知識空白，我們結合水化學、同位素組成 ($\delta^{13}\text{C}$)、CO₂ 分壓 (pCO₂) 和 CO₂ 通量 (FCO₂) 的測量結果，闡明了中國長江流域的洪家渡水庫 (HJD, 喀斯特水庫) 和上遊江水庫 (SYJ, 非喀斯特水庫) 中不同碳生物地球化學過程的差異、控制機製和環境效應。結果表明，關鍵的生物地球化學過程與 CO₂ 的產生和排放相關。此外，通過對全球選定水庫的分析，可以看出喀斯特水庫的 CO₂ 排放潛力較低。我們的研究結果表明，應考慮不同地質背景的影響，以減小區域和全球 CO₂ 排放估計的誤差。研究結果發表在環境地學頂級期刊 (*Water Research*)。

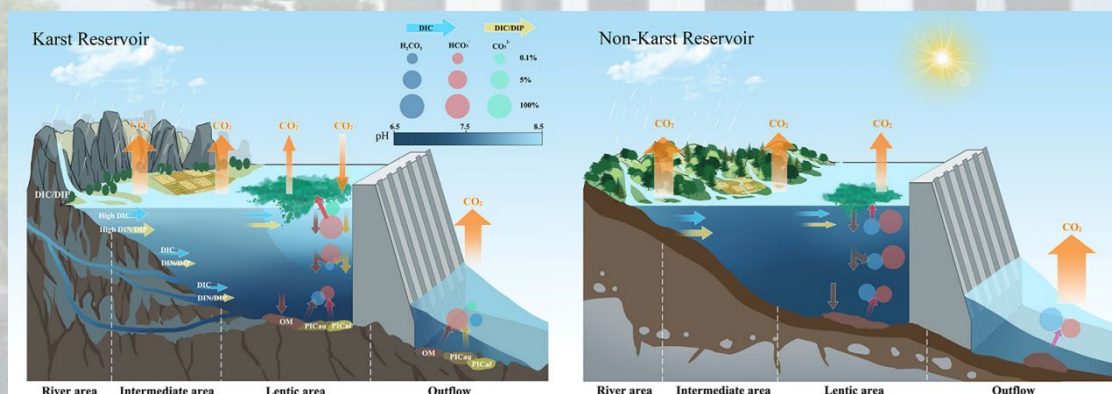


Figure: Carbon cycling processes from karst (left panel) and non-karst (right panel) hydroelectric reservoirs

三、論文 (2023 年 12 月-2024 年 1 月)

1. Zhang, J., Hao, Q., Li, Q., Zhao, X., Fu, X., Wang, W., He, D., Li, Y., Zhang, Z., Zhang, X., & Song, Z. (2024). Source identification of sedimentary organic carbon in coastal wetlands of the western Bohai Sea. *The Science of the Total Environment*, 913, 169282–169282.
2. Yan, Z., Xin, Y., Zhong, X., Yi, Y., Li, P., Wang, Y., Zhou, Y., He, Y., He, C., Shi, Q., Xu, W., & He, D. (2024). Evolution of dissolved organic nitrogen chemistry during transportation to the marginal sea: Insights from nitrogen isotope and molecular composition analyses. *Water Research (Oxford)*, 249, 120942–120942.
3. Zhao, Q., Gao, L., Meng, Q., Zhu, M., & Xiong, M. (2024). Nonlinear causal relationships between urbanization and extreme climate events in China. *Journal of Cleaner Production*, 434, 139889-.
4. Wang, W., Li, S.-L., Zhong, J., Yi, Y., Yue, F., Han, Z., Wu, Q., He, D., & Liu, C.-Q. (2024). Unraveling the factors influencing CO₂ emissions from hydroelectric reservoirs in karst and non-karst regions: A comparative analysis. *Water Research (Oxford)*, 248, 120893–120893.
5. Li, P., Liang, W., Zhou, Y., Yi, Y., He, C., Shi, Q., & He, D. (2024). Hypoxia diversifies molecular composition of dissolved organic matter and enhances preservation of terrestrial organic carbon in the Yangtze River Estuary. *Science of the Total Environment*, 906, 167661.
6. Chen, X., J. Gan, and J. McWilliams, 2023. Biglobal analysis of baroclinic instability in a current-undercurrent oceanic system, *Phys. Rev. Fluids*. FG10238.
7. Gao, L., Du, H., Huang, H., Zhang, L., & Zhang, P. (2023). Modelling the compound floods upon combined rainfall and storm surge events in a low-lying coastal city. *Journal of Hydrology*, 627, 130476.

8. Chen, D., Shi, Z., Li, R., Li, X., Cheng, Y., & Xu, J. (2023). Hydrodynamics drives shifts in phytoplankton community composition and carbon-to-chlorophyll a ratio in the northern South China Sea. *Frontiers in Marine Science*.
9. Shen, P., Wei, S., Shi, H., Gao, L., & Zhou, W. (2023). Coastal flood risk and smart resilience evaluation under changing climate. *Ocean-Land-Atmosphere Research*.
10. Liang, W., Liu, T., Wang, Y., Jiao, J. J., Gan, J., & He, D. (2023). Spatiotemporal-aware machine learning approaches for dissolved oxygen prediction in coastal waters. *Science of The Total Environment*, 905, 167138.
11. Chen, Z. L., Yi, Y., Zhang, H., Li, P., Wang, Y., Yan, Z., Wang, K., He, C., Shi, Q., & He, D. (2024). Differences in Dissolved Organic Matter Molecular Composition along Two Plume Trajectories from the Yangtze River Estuary to the East China Sea. *ACS Environmental Au*, 4(1), 31–41.
12. Zhao, C., Zhang, H., Li, P., Yi, Y., Zhou, Y., Wang, Y., He, C., Shi, Q., & He, D. (2023). Dissolved organic matter cycling revealed from the molecular level in three coastal bays of China. *The Science of the Total Environment*, 904, 166843–166843.
13. Ying, A., Liang, T., Li, Z., & Fu, L. (2023). A resolvent-based prediction framework for incompressible turbulent channel flow with limited measurements. *Journal of Fluid Mechanics*, 976, A31.