

港澳海洋研究中心月報

一、科研活動預告與回顧

1. 【活動回顧】海洋研究中心（CORE）參加 ReThink HK 可持續發展商業盛會

2025 年 9 月 11 日至 12 日，港澳海洋研究中心（CORE）亮相於中國香港會議展覽中心舉辦的 ReThink HK 可持續發展博覽會。在這一聚焦可持續商業轉型的標誌性盛會上，我們向與會嘉賓重點推介了為粵港澳大灣區（GBA）量身打造的創新成果——區域地球系統數字孿生平臺 WavyOcean 2.0。

作為香港推動可持續商業實踐的重要平臺，ReThink HK 致力於匯聚各方智慧，為企業在應對全球性風險、把握轉型機遇方面提供前沿見解與靈感。本屆活動吸引了大量企業領袖、可持續發展領域的專業人士，以及負責在財務、運營、供應鏈、人力資源等多個職能部門內製定並實施淨零排放與 ESG 戰略的關鍵決策者。

通過本次參展，CORE 不僅與眾多業界變革者進行了深度交流，還有效連結了關鍵合作夥伴，積極融入到香港日益強勁的綠色變革浪潮之中。我們十分珍惜在 ReThink HK 2025 期間與各方建立的連接，並期待未來能攜手更多夥伴，共同推動粵港澳大灣區及更廣闊區域向可持續未來邁進。



從左至右：香港科技大學副校長（大學拓展）吳宏偉教授，環境及可持續發展部首席發展策略師陸恭蕙教授，協理副校長（教學）馮志雄教授，海洋科學系博士後研究員程偉聰博士（CORE 成員）

2. 【活動預告】香港研究資助局（RGC）監查與評估小組（M&A）蒞臨香港科技大學实地考察 Earth-HK 項目階段性成果

香港研究資助局（RGC）監查與評估小組（M&A）定於 2025 年 10 月 27 日蒞臨香港科技大學，對 Earth-HK 項目（全稱為“氣候變化下粵港澳大灣區可持續發展的區域地球系統研究”，項目編號：AoE/P-601/23-N）進行階段性成果的實地評估。為全面梳理項目進展、展示研究成效，項目團隊計劃將於 10 月 26 日組織一場為期半天的階段性工作研討會。

Earth-HK 項目匯聚了多名 CORE 核心成員。項目啟動一年半以來，已在區域地球系統研究方面取得多項重要進展，不僅在國際期刊上發表了多篇學術論文，還連續兩年組織開展了針對粵港澳大灣區海域的科學考察航次，積累了寶貴的第一手數據。

本次研討會的召開，旨在進一步凝練項目階段性成果，為應對粵港澳大灣區可持續發展所面臨的氣候與環境挑戰提供科學支撐。會議成果預計將為項目後續研究方向的優化提供決策依據，並強化內地與香港在應對全球變化領域的科研協作，推進灣區科創建設。



二、科研進展亮點

亮點 1. 菲律賓海的“呼吸泵”：三維環流如何耦合外在驅動與內在響應

看似平靜的海面之下，其實隱藏着如同“千層餅”般複雜的層狀環流結構。近日，港澳海洋研究中心成員團隊香港科技大學甘劍平教授團隊在《Progress in Oceanography》發表研究成果，系統揭示了菲律賓海三層環流結構的形成機制與動力來源，清晰描繪了菲律賓海作為西太平洋的“動力樞紐”，在接收大尺度外在強迫(extrinsic)的同時，通過內部複雜的地形和流場相互作用(intrinsic)，兩者協同塑造完整三維環流結構的動態圖像。

研究背景：

從海洋環流的角度看，菲律賓海堪稱西太平洋的“環流心臟”：它不僅是北赤道流的關鍵分叉點，黑潮與棉蘭老流在此誕生，更是連接上層和深層水體交換的重要通道。經由 Yap-Mariana Junction(YMJ)這一唯一狹窄的深層通道，南極底層水持續注入菲律賓海底層，藉助複雜的海底地形和三維流場相互作用，全海盆尺度的上升流將深層富含營養鹽的水體輸運至透光層，進而支撐起菲律賓海生態系統運作。與此同時，該海區的環流動力變化還會通過黑潮等“海洋動脈”傳遞至中國東海、南海等鄰近海域，直接調控這些區域的環流結構，水團特性乃至生態動態。總之，菲律賓海在西

北太平洋的環流和生態系統中扮演着關鍵角色，而對其三維環流動力機制的認知局限，正是準確理解這一“環流心臟”如何跳動的關鍵所在。

研究方法：

要釐清如此複雜的三維環流動力機制，離不開強大的研究工具。本研究團隊採用了經過嚴格驗證的中國海多尺度海洋模型(CMOMS, <https://odmp.hkust.edu.hk/cmoms/>),其優勢在於該模型通過一系列物理參數的局地化優化,能更精準地模擬菲律賓海、西邊界流系及中國近海海域的複雜過程。更重要的是,團隊創新性的應用了層積分渦度方程(LIVE)診斷框架。這一方法的獨特優勢在於,結合模式的診斷輸出項, LIVE 將維持環流的渦度來源進行精準的“溯源”和“分解”,清晰地將外在強迫(如行星渦度通量)與內在動力(如流場與地形的相互作用)分離開來。這為我們理解環流是“如何被驅動”以及“如何自我調整”提供了前所未有的清晰視角。

研究亮點：

本研究首次系統性地揭示了菲律賓海完整的三層環流結構及其截然不同的動力機制：

- 上層(<500 m): 反氣旋環流, 主要由行星渦度通量驅動, 體現了大尺度環流的外在強迫;
- 中層(500-2,400 m): 反氣旋環流, 但其動力來源發生根本性轉變, 由水平和垂向的相對渦度通量共同維持;
- 底層(>2,400 m): 氣旋式環流, 其動力來源回歸行星渦度通量, 但最終通過 JEBAR 效應與複雜地形達成平衡, 凸顯了海底地形再塑造深海底層環流的決定作用。

研究進一步發現, 由於各層水體水平流入和流出不匹配, 觸發了貫穿整個菲律賓海盆的淨上升運動, 將深層富營養水體帶入上層, 如同一個巨大的“呼吸泵”。水體的水平 and 垂向輸運對菲律賓海中層環流機制影響最大, 直接導致其行星渦度通量變為中層反氣旋環流的匯項。

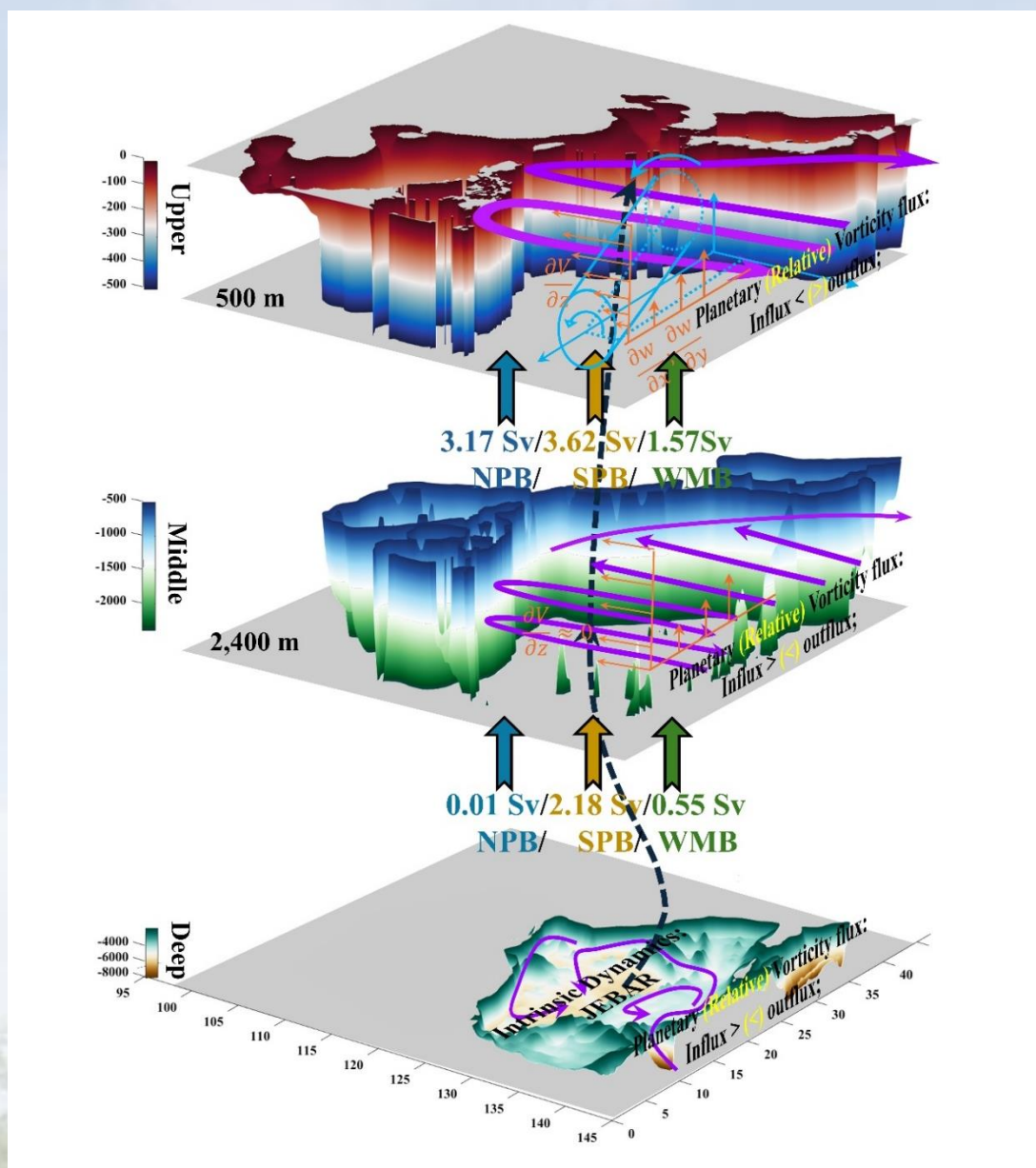


圖 1. 菲律賓海及其子海盆層狀環流控制過程示意圖。箭頭表示北菲律賓海盆（藍色）、南菲律賓海盆（黃色）和西馬里亞納海盆（綠色）垂向輸運方向，數值為各海盆跨越 500 米和 2400 米深度界面的輸運通量

研究意義：

這項研究的價值，遠不止於揭開菲律賓海的環流奧秘：從海洋動力的角度，它有助於理解北赤道流分叉的機理以及由此引起的太平洋西邊界流的變化；從實際影響來看，菲律賓海環流的強度和效率將會直接影響進入中國東海和南海的水體性質，進而影響我國近海的生態環境、漁業資源以及區域氣候。可以說，這項研究清晰展示了菲律賓海洋環流中“外在驅動”

和“內在響應”的協同機制，為後續研究西北太平洋與中國近海海洋動力與生態關聯提供了重要支撐。

更多詳細分析，歡迎查閱：Liang, L., Gan, J., Kung, H., Hui, C., 2025 Layered circulation and dynamics of the Philippine Sea. Progress in Oceanography. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2025.103597>

下載連結：

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079661125001855?dgcid=author>

亮點 2. 潮汐流與大氣無機氮驅動香港大鵬灣營養鹽與葉綠素 a 的晝夜變化

潮汐流與大氣無機氮共同驅動香港大鵬灣溶解營養物質與葉綠素 a 濃度的晝夜變化近岸海域藻華頻髮帶來嚴重環境後果，亟需探明其驅動機制。香港大鵬灣中心表層水體雖溶解無機氮水平低於其他海域，卻呈現高葉綠素 a 濃度現象。研究假設潮汐流與大氣沉降輸入的養分可被初級生產者快速消耗。為驗證此假說，團隊於 2022 年 9 月（連續 3 日每小時採樣）和 12 月（連續 4 日每半小時採樣）開展野外調查，測定海表水體的葉綠素 a、溶解營養鹽濃度，並利用新型在線分析儀實時監測氣溶膠氮含量。

關鍵發現：

1. 晝夜波動特徵：所有參數均呈現顯著晝夜變化
2. 季節差異機制：
 - 9 月（夏季）：退潮後出現營養鹽與葉綠素 a 峰值（圖 1），表明潮汐流可能輸送陸源營養物質
 - 12 月（冬季）：觀測到與低潮無關的異常營養鹽與葉綠素峰值（圖 2），推測為夜間大氣氮沉降的響應
3. 生態影響：潮汐平流可能同時輸送營養物質與浮游植物，導致葉綠素濃度劇變。

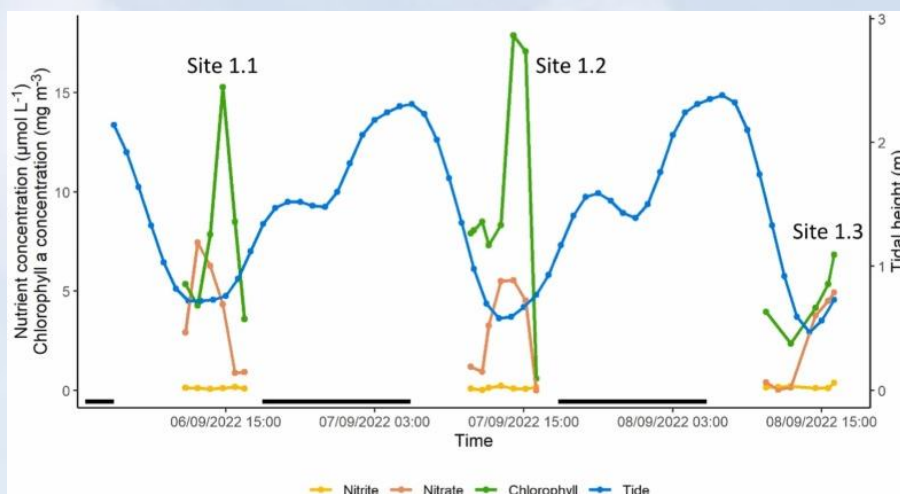


圖 1: 2022 年 9 月所測參數的時間序列圖

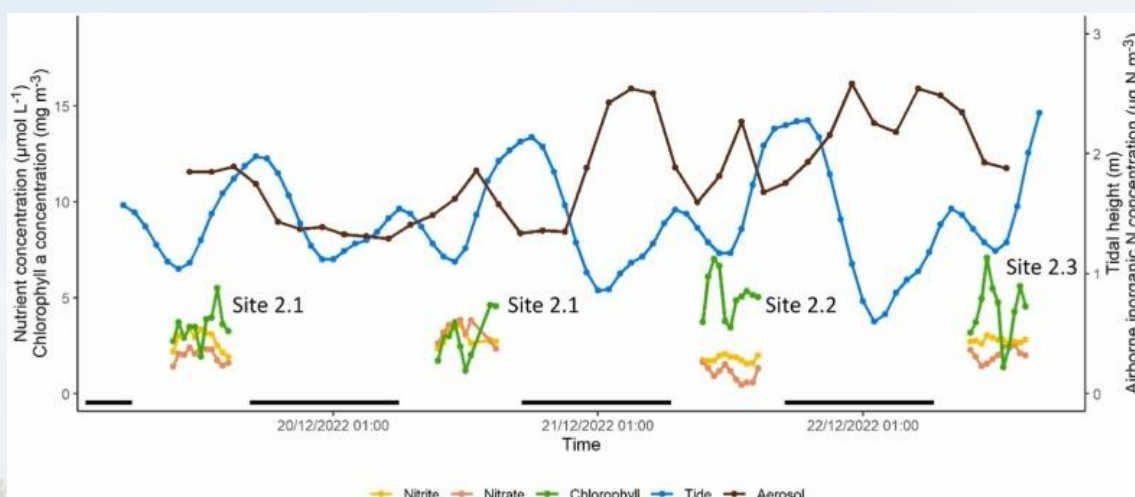


圖 2: 2022 年 12 月所測參數的時間序列圖

研究意義:

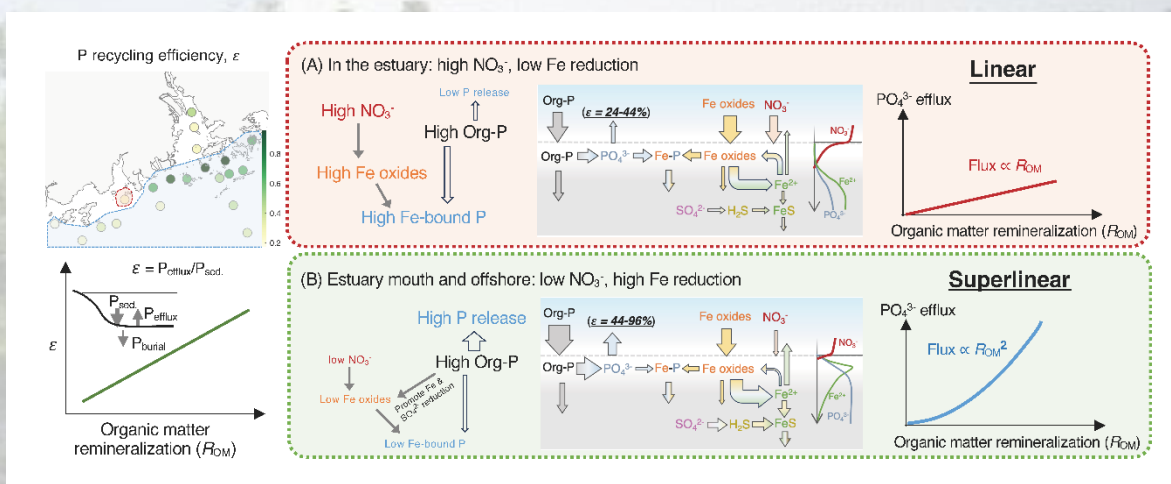
- 方法學革新：後續研究建議採用拉格朗日採樣法（追蹤潮汐流）替代歐拉靜態採樣點，以捕捉快速變化過程
- 監測啟示：葉綠素 a 存在顯著晝夜波動，現有監測方案需考慮採樣時間與季節偏差
- 環境管理：量化潮汐流與大氣沉降對底層水體碳輸出及耗氧過程的影響至關重要，需開展跨區域合作治理大氣氮污染源

本研究成果已發表於 *Regional Studies in Marine Science* (原文連結:

<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103941>)，為香港東部海域藻華防控提供新視角。

亮點 3. 有機質對近岸海洋沉積物磷循環的超線性控制

沉積物中的磷循環是水體磷的關鍵來源。然而，近岸海洋沉積物中磷再循環與埋藏作用的平衡仍缺乏量化認知，特別是在具有不同鐵和有機質沉積水平的河口系統中。本研究通過對典型河口海岸系統的沉積物磷循環進行探究，發現磷酸鹽通量存在跨越四個數量級的空間異質性。我們發現，在有機質富集且溶氧滲透深度持續較淺的這類沉積環境中，底層水體硝酸鹽的水平成為調控磷循環的關鍵因子。更值得注意的是，磷通量對有機碳再礦化的響應呈現超線性關係，而非其他體系中常見的有機質按比例釋放磷酸鹽所預測的線性增長。我們深入探討了這種非線性效應背後的驅動機制，定量揭示了沉積物中鐵與有機質供給平衡對磷循環的調控作用，並建立了可供區域和全球磷收支模型參考的關鍵量化關係。



三、論文 (2025 年 09 月 - 2025 年 10 月)

1. Zhang, Z. X., Sachs, J. P., Wang, Y. P., Chen, Z. L., Huguet, A., & He, D.* (2025). Molecular and trace metal signatures of pristine and anthropogenically altered mangrove sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 219, 118309.

2. Zhang, Z., Chen, Z. L.*, Liu, Y., Yi, Y., Cai, R., Ye, M., Liu, M.Y., Yan, M., Leung, K. M.Y. & He, D.* (2025). Molecular Fingerprints of Dissolved Organic Matter Leached from Microplastics over Prolonged Photochemical Aging: Implications for Aquatic Carbon Cycling. *Water Research*, 124163.
3. Chen, G., Wang, H.*, Zhang, Q., Chang, C., Wang, F., Zhang, Q., ... & He, D. Unraveling the links between molecular weight and multidimensional dynamics of dissolved organic matter in the runoff from gentle sloping land under rainfall. *Water Research*, 124061.
4. Liu, S., Mai, F., Huang, M., Yang, Q., Li, X., Mu, G., Zhang, B., Lu, L., Pang, Y., He, D., Zhang, Q., Liu, Y. & Tong, Y.* Comprehensive analysis of greenhouse gases emissions and microbial dynamics in glacier-fed lakes across various ablation stages. *Water Research*, 124064
5. Du, Y., Zhao, C., Han, X., An, S., Mao, Z., Xun, F., He, D., Zhang, Y., Feng, M., Luo, W., Wu, Qi. & Xing, P.* Authigenic CaCO_3 precipitation contributes to the stabilization of algal-derived organic carbon in karst lake. *Water Research*, 123999.
6. Fei, K., Du, H., Lei, C. C., & Gao, L.* (2025). Assessing the impact of migration activities on flood exposure and evaluating sustainable development areas based on hydrodynamic simulations and gridded migration data. *Journal of Hydrology*, 133425.
7. Liang, L., Gan, J., Kung, H., Hui, C., 2025 Layered circulation and dynamics of the Philippine Sea. *Progress in Oceanography*.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2025.103597>