

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「氣候變遷下粵港澳大灣區永續發展的區域地球系統研究」(EARTH-HK)開幕式暨第一屆研討會即將於2024年3月22日-23日在香港科技大學展開

19位港澳海洋中心成員聯合其他來自香港、澳門、中國內地、美國、加拿大和瑞典等的國際海洋研究和地球科學專家於2023年成功獲得香港研究資助局(研資局)2023/24年度「卓越學科領域計劃」(Areas of Excellence Scheme, AoE)合共港幣八千七百多萬元資助,該研究項目名為「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」(EARTH-HK, <https://earthhk.hkust.edu.hk/>)。

通過了解區域地球系統的複雜性,EARTH-HK旨在開發可持續發展的創新策略。通過各高校的協同努力,我們希望推進對區域地球系統(RES)的理解,並在大灣區(GBA)開發可持續發展的策略。

Earth-HK的開幕式暨第一屆研討會將於2024年3月22日-23日在香港科技大學展開。是次會議將匯集項目成員、專家和政策制定者,深入探討區域地球系統。活動這將是一個交流和合作的平臺,有助於推動大灣區(GBA)開發可持續發展。



2. 【活動回顧】香港交椅洲人工島

港澳海洋中心主任甘劍平教授及其研究團隊一直積極參與香港政府部門海洋相關議題的會議，特別在香港及大灣區海域的研究和由團隊研發的多源異質海洋資料動態視覺化系統 WavyOcean，亦為香港有關部門提供了具參考價值的數據和資訊，同時對香港最大的填海工程提供了寶貴的意見和建議。

香港政府在 2024 年 2 月 28 日及發布的新一份《財政預算案》提出，會延遲原定在 2025 年展開的交椅洲人工島填海工程，會再做規劃及環評工作。

Hong Kong economy

Hong Kong's Lantau Tomorrow plan delayed by 2 to 3 years, finance chief Paul Chan reveals, authorities to focus on Northern Metropolis scheme instead

- Announcement of delay comes as city expected to record its fourth deficit exceeding HK\$100 billion
- Chan says government needs to complete feasibility studies and come up with mitigating measures for environmental impact of reclamation project

香港財務長陳茂波表示，香港「明日大嶼」計劃延後 2 至 3 年，政府需完成可行性研究並提出緩解填海工程對環境影響的措施(南華早報報道)

3. 【活動回顧】朱日祥教授蒞臨港科大圍繞主題“多層相互作用的油氣形成與富集機理”開展研討會

在可預見的未來，石油和天然氣將仍然是最重要的能源來源。理解油氣形成和富集機制需要深入了解多層次物質和能量循環。揮發性成分是地球的血液，是多層次互動的推動力，與地球的演化、資源、環境和氣候系統變化密切相關。探索揮發性物質的跨層次交換是透過多層次相互作用創新油氣形成和富集理論的有效方法。

地球物理學家、中國科學院院士朱日祥教授於2023年12月20日作客香港科技大學，與各專家學者就油氣形成和富集機制進行展開了深入討論，並分享各自的研究成果和最新發現，助力於推動油氣領域的研究與發展，積極應對未來化石能源革命。



二、科研進展亮點

亮點 1. 西北太平洋呂宋潛流垂直混合的參數化研究

呂宋潛流 (LUC) 是西太平洋北部最重要的西邊界潛流之一，對於次表層水輸送和副熱帶-赤道環流連接有至關重要的作用。過去三十年的研究在利用觀測數據揭示呂宋潛流的基本特徵方面取得了豐富的進展，然而呂宋潛流的動力學成因尚未得到完全解釋，也未能在海洋模式中得到成功模擬。本項工作基於中國海多尺度海洋模擬系統 CMOMS 對西太平洋環流進行了高分辨率 (3 公里和 60 層網格) 的數值研究。我們尤其關注垂直混合過程，目標為通過改進垂直混合參數化方案來合理解析呂宋潛流。基於物理推理和建模實驗，通過在西邊界次表層區域引入類 Munk 型函數來增強低理查森數區域的垂直混合強度，我們設計了一種自適應的混合方案 (AMS)。應用該自適應方案，可以很好地再現出西太平洋的兩層環流結構，併合理解析出呂宋潛流的近岸部分，獲得了與觀測數據一致的模擬結果。進一步地，通過動量平衡分析研究了呂宋潛流的動力學過程，我們發現呂宋潛流主要是由西邊界附近強烈的溫躍層傾斜引起的斜壓壓強梯度力維持的。在這個高剪切區域中，至關重要的是通過增強垂直混合為呂宋潛流提供足夠的地轉支持。此外，非線性和亞中尺度運動對呂宋潛流也有正向作用。這項工作增進了對表流-潛流系統的物理理解，並提高了解析呂宋潛流和西太平洋環流的數值建模能力。

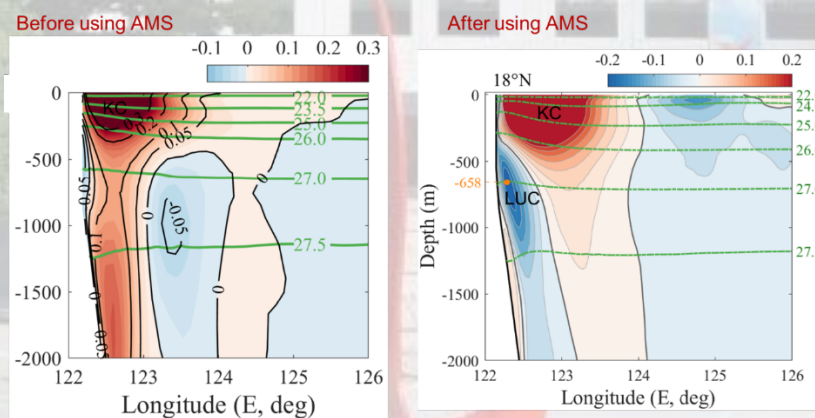


圖 1 呂宋潛流形成的 AMS (Adopted Mixing Scheme) 參數化方案

圖註：使用自適應混合方案前 (左) 與後 (右)，CMOMS 給出的 18° N 年平均緯向速度截面

亮點 2. 基於摩擦納米發電機 (TENG) 的波浪能轉換器: TENG 的實驗原型機和理論建模

我們提出的波浪能轉換器 (WEC) 是一種垂盪運動的點吸式 WEC，如圖 1 (a) 所示，其採用新型 TENG 進行能量轉換。TENG 通過摩擦起電和靜電感應工作，其可主要由塑料製成；因此，它不同於傳統電磁發電機，並且具有超越傳統電磁發電機成本效益的潛力。我們實驗室製備的 TENG 原型機及其測試裝置如圖 1 (b) 所示，其中 TENG 的旋轉由電機控制。實驗測量了 TENG 在不同旋轉角度下的阻抗以及不同負載電阻下的電學響應。圖 1 (c) 展示了使用 TENG 為一個 1 W LED 供電的情況，體現了 TENG 和 WEC 實際應用的潛力，例如該 WEC 可以用作波浪能供電的海洋導航信號燈。基於實驗結果、Kirchhoff 電路定律和參數辨識方法，我們建立了 TENG 的理論模型，並將其兩種不同負載電阻下的相應結果與實驗結果進行了對比，如圖 1 (d) 所示，可以看出系統在 $R=20\ \Omega$ 時表現為欠阻尼情況，而在 $R=100\ \Omega$ 時表現為過阻尼情況，並且在這兩種情況下，理論和實驗結果之間都有比較好的吻合。這為建立 WEC 的波—線模型奠定了基礎。在接下來的研究中，我們將首先完成 TENG 特性的綜合表征，然後將製備 WEC 原型機並進行波浪水槽測試以研究其水動力學特性和能量轉換性能。

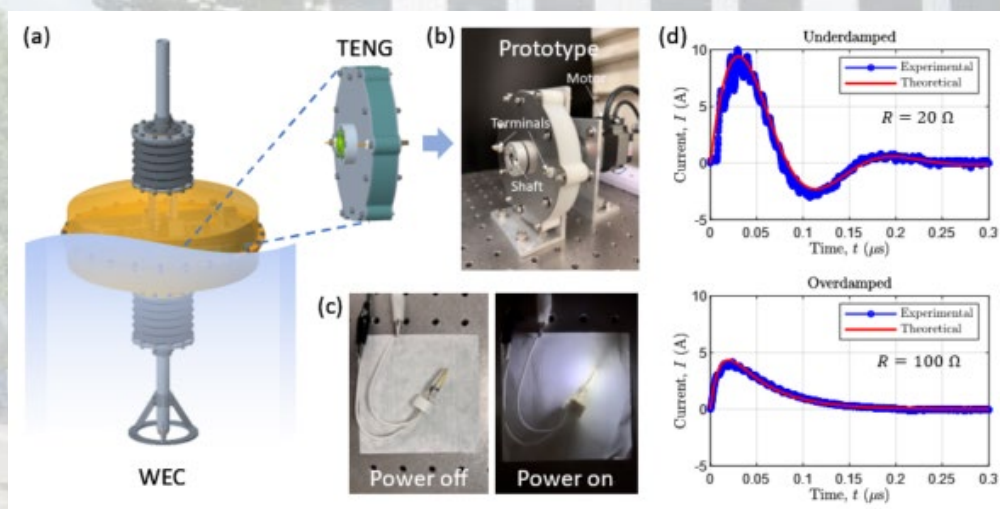


圖 2 TENG 實驗原型機測試和理論建模：(a) WEC 和 TENG 的示意圖；(b) TENG 原型機和測試裝置；(c) 為 1 W LED 供電的展示（由於 TENG 的輸出電流為脈衝序列形式，點亮後燈光處於相對高頻的閃爍模式）；(d) 欠阻尼和過阻尼情況下的實驗結果和理論結果的對比。

亮點 3. 海洋鹽度和溫度廓線對熱帶氣旋快速增強作用的分析

我們研究了 2023 年影響中國南海地區的兩次熱帶氣旋案例“泰利”和“蘇拉”的鹽度和溫度廓線與颱風風速的關係，發現在熱帶氣旋發展初期，颱風強度與海洋溫度梯度呈正相關關係，這是由於較大的溫度分層能夠阻止海洋混合，有利於颱風的加強，揭示了颱風所產生的強降水注入到海洋表面時，使得海洋表層的鹽度降低，抑制湍流的垂直混合和深層冷水上翻，維持海表較高的溫度，有利於颱風的繼續加強，且該現象在海洋表層比較明顯。

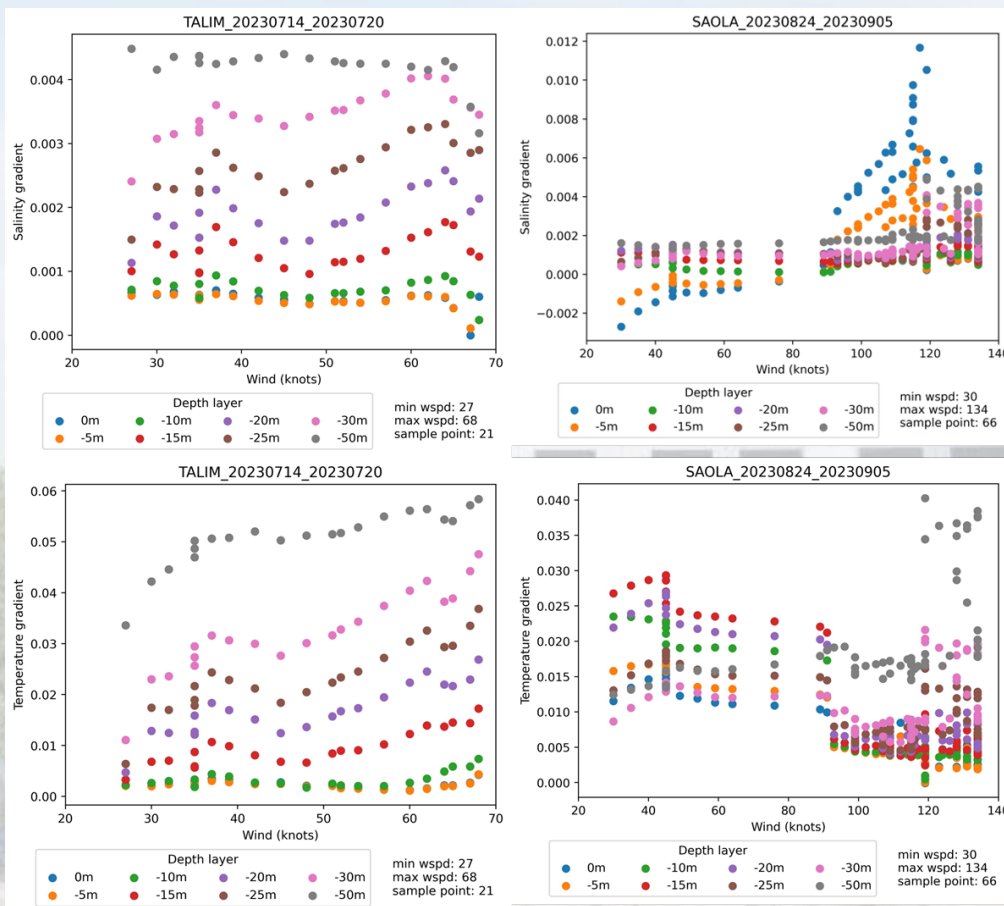


圖 3: 熱帶氣旋“泰利”和“蘇拉”海洋鹽度和溫度與風速的關係

三、論文 (2024 年 2 月-2024 年 3 月)

1. Zhang, C., Zhang, X., Chen, Q., Ye, S., Li, B., Pan, B., ... & Li, M. (2024) Variations in growth, photosynthesis, oxidative stress and microcystin production in *Microcystis aeruginosa* caused by acute exposure to Benzalkonium Chloride and Benzalkonium Bromide. *Process Safety and Environmental Protection*, 182, 1110-1120.
2. Gao, T., Qiu, H., & Fu, L. (2024). A semi-meshless Lagrangian finite-volume framework based on Voronoi diagram for general elastoplastic Reissner-Mindlin shell. *Journal of Computational Physics*, 501, 112802.
3. Chen, Z. L., Zhang, H., Yi, Y., He, Y., Li, P., Wang, Y., ... & He, D. (2024). Dissolved organic matter composition and characteristics during extreme flood events in the Yangtze River Estuary. *Science of The Total Environment*, 914, 169827.
4. Zheng, Q., Li, T., Ma, B., Fu, L., & Li, X. (2024). High-fidelity reconstruction of large-area damaged turbulent fields with a physically constrained generative adversarial network. *Physical Review Fluids*, 9(2), 024608.
5. Wang, K., Huang, L., He, G., Liu, Y., Xu, S., He, D., ... & Fang, H. (2024). Crucial Role of Tributary Bays in the Carbon Burial of Three Gorges Reservoir. *ACS ES&T Water*.

6. Lønborg, C., Carreira, C., Abril, G., Agustí, S., Amaral, V., Andersson, A., ... & Álvarez-Salgado, X. A. (2023). A global database of dissolved organic matter (DOM) measurements in coastal waters (CoastDOM v1). *Earth system science data discussions*, 2023, 1–30.