

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】第三屆港澳海洋暨卓越學科領域計劃

(AoE) 項目論壇圓滿成功

2024年10月21日至23日，第三屆港澳海洋暨卓越學科領域計劃 (AoE) 項目論壇在香港科技大學圓滿舉行。本屆論壇以“**地球系統科學促進氣候變化、碳中和與藍色經濟**”為主題，旨在推動區域地球系統科學的學術交流與合作。此次論壇由港澳海洋研究中心(CORE)聯合卓越學科領域計劃(以下簡稱“AoE”)“**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**”(以下簡稱“Earth-HK”)項目組，以及香港科技大學海洋科學系主辦，匯聚了來自各界的專家學者，共同探討海洋研究的前沿問題。

香港科技大學副校長(研究及發展)鄭光廷教授於開幕式歡迎所有參會者來到位於美麗海邊的科大校園，更寄語參會者去透過本次論壇實踐高層次的學術交流。

本論壇圍繞：**1)大氣-海洋動力學耦合與氣候氣候變化；2)海洋-陸地-大氣系統中的生物地球化學循環與碳中和；3)海洋技術、數字孿生與藍色經濟發展；4)粵港澳大灣區地球系統科學研究**，四大會議專題展開了深入的討論。本次論壇有幸邀請到來自

世界各地的演講嘉賓，包括來自美國和法國的傑出學者。與會的專家學者們積極分享了各自的研究成果和實踐經驗，促進了不同學科之間的交流與合作，為未來的海洋科學研究方向和合作機會提供了新的思路。

我們相信，此次論壇將為粵港澳大灣區及中國海洋科學技術和藍色產業的發展做出重要貢獻。論壇的成功舉辦，標誌着各方在應對氣候變化挑戰方面的合作邁出了堅實的一步。感謝所有參與者的支持與貢獻，期待在未來的合作中繼續推動海洋科學的發展，攜手應對氣候變化帶來的挑戰，為可持續發展目標的實現貢獻智慧與力量。





2. 【活動回顧】港澳海洋研究中心成員出席 2024 全球海洋中心城市論壇暨世界頂尖科學家海洋論壇

2024 年 10 月 31 日至 11 月 2 日，中國海洋經濟博覽會（簡稱“中國海博會”）在中國深圳隆重舉行。其中 2024 年 10 月 31 日至 11 月 1 日為中國海博會宏觀論壇，即全球海洋中心城市論壇（簡稱“論壇”）。論壇以全球海洋中心城市建設為主題，邀請來自國際組織，國內外政府機構，商業領域、科技領域、學術領域專家及代表擔任演講嘉賓，圍繞海洋科技、海洋產業、航運運輸、海洋文明、海洋合作治理等維度設置十大話題並展開討論，為促進全球海洋城市交流合作、加快發展藍色夥伴關係、推動海洋經濟高質量發展、打造更具國際競爭力、吸引力和創造力的全球海洋中心城市建言獻策。

港澳海洋研究中心 (CORE) 中心主任甘劍平教授、科學諮詢委員會主席戴民漢教授出席了該活動，並在專項全體會議“面向未來的藍色科學：發展海洋生態系統研究”中發表演講並和與會者展開深入的討論與交流。兩位教授的發言有助於深化公眾對海洋系統的理解，促進藍色經濟與海洋科學的協同發展，推動海洋經濟的高質量發展。



二、科研進展亮點

亮點 1. 提升潛流系統模擬能力的非線性失穩新機理及混合參數化自適應新方案

香港科技大學甘劍平教授團隊近期在西北太平洋潛流的動力學機理及參數化方面取得系列進展。針對呂宋潛流 (LUC) 這一代表性西邊界潛流在主流全球和區域海洋模式中不能被成功模擬這一重要問題，該團隊基於物理推理和高解像度 (3km 網格) 中國海多尺度模擬系統 (CMOMS, <https://odmp.hkust.edu.hk/cmoms/>) 模擬實驗，設計了一種自適應的垂向混合參數化方案 (AMS)，通過在次表層區域引入 Munk 型格式增強了低理查森數區域的垂向混合強度，從而準確模擬出呂宋潛流，得到的潛流分佈特徵與季節變化性均與觀測結果一致。同時，以此潛流系統為模型，該團隊建立了針對全三維海流系統的非線性穩定性和二次失穩分析框架，揭示出潛流由於非線性穩定性而產生強時空變化和強非地轉分量的新機制。該工作增進了對表流-潛流系統動力過程的物理認識，提升了對西北太平洋表層次表層環流的數值模擬能力，並為進一步開展該區域生物地球化學過程研究奠定了基礎。

眾所周知，西北太平洋表層的北赤道流-黑潮-棉蘭老流 (NKM) 環流系統對全球海洋流動和氣候變化都有重要作用。在 NKM 環流下方更深層處 (500~2000m)，還存在一個與表層流向相反的潛流環流系統 NKMU，主要由北赤道潛流 (NEUC)、呂宋潛流 (LUC) 和棉蘭老潛流 (MUC) 組成 (見圖 1)。相比

上層環流，該潛流環流系統受到的關注較少，但其對於次表層物質能量輸運以及赤道-亞熱帶環流交互具有重要作用。

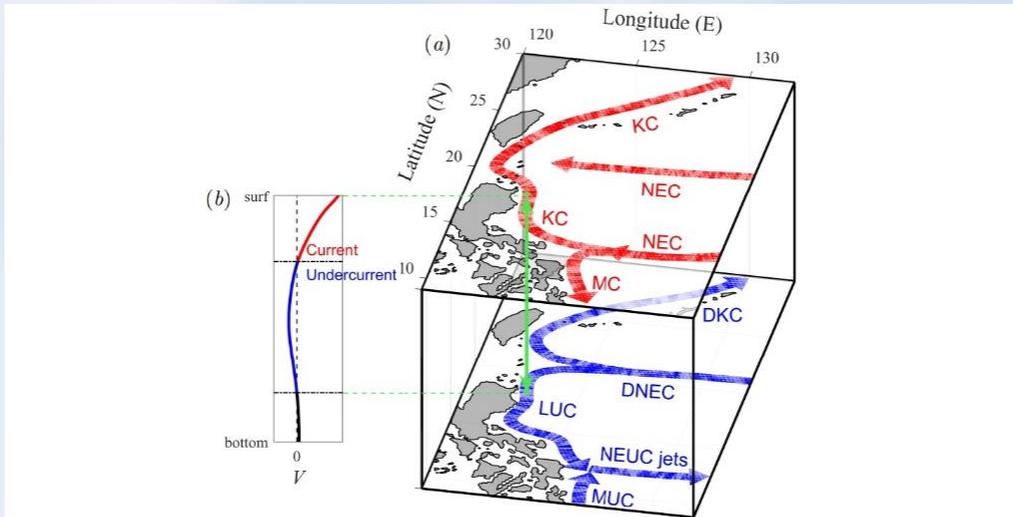


圖 1 西北太平洋表層環流和次表層環流示意圖。表層環流 (0~500m) 由北赤道流 (NEC)、黑潮 (KC) 和棉蘭老流 (MC) 組成，次表層環流 (500-2000m) 由北赤道潛流 (NEUC)、呂宋潛流 (LUC) 和棉蘭老流 (MUC) 組成

目前已有系列觀測工作揭示出潛流系統的基本特徵，但潛流系統的動力過程仍未得到充分認識，直接影響了對其數值建模的能力。以呂宋潛流為例，目前主流的全球模式 HYCOM 和 OFES，以及甘教授團隊開發的 CMOMS 區域模式（改進前），均沒有捕捉到呂宋潛流的存在（見圖 2）。

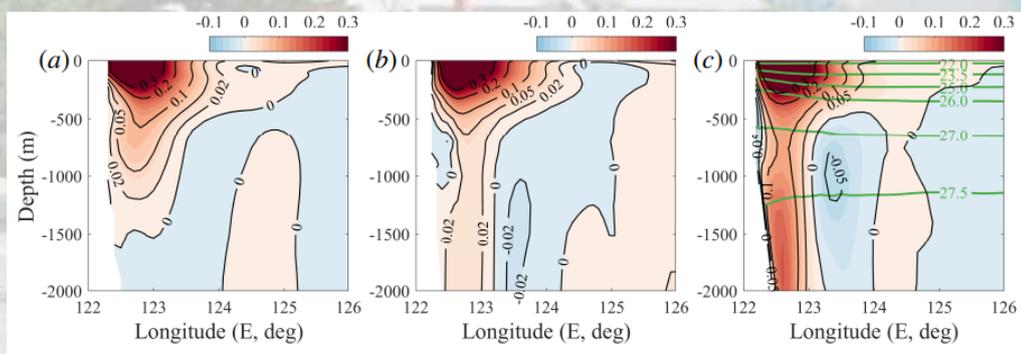


圖 2 全球和區域模式得到的 18°N 處平均緯向速度 (m/s) 分佈：(a) OFES；(b) HYCOM；(c) CMOMS（改進前）。在表層黑潮的下方均沒有得到向南（負速度）的呂宋潛流（速度~-0.1m/s）

甘教授團隊以 CMOMS 為基礎開展改進研究，並主要關注垂向混合過程。為彌補基準 CMOMS 中使用的 Mellor-Yamada 格式會低估混合層以下低理查森數區域渦擴散係數的不足，基於 Munk 型格式設計了一種自適應垂向混合參數化方案 (AMS) 來強化低理查森數區域的垂向混合強度 (見圖 3)，且該方案的效果優於 KPP 格式。應用 AMS 後，成功捕捉到了呂宋潛流，其強度分佈和季節性變化與直接測量的結果一致 (見圖 4)。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，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。此外，非線性和亞中尺度運動對呂宋潛流也有正向作用。

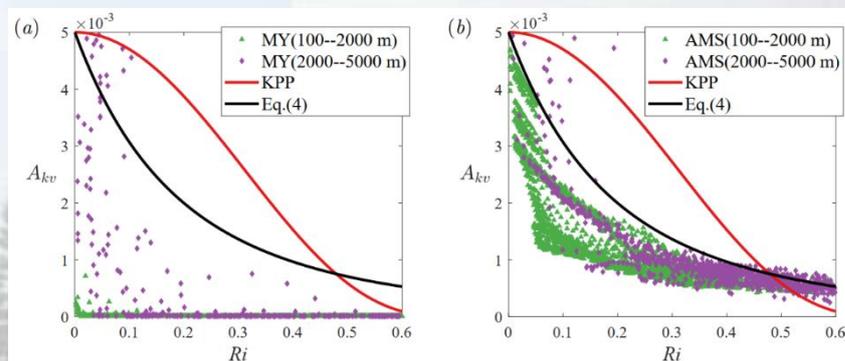


圖 3 應用 AMS 之前 (a) 和之後 (b) 的 18°N 處混合層以下渦擴散係數與理查森數的分佈的散點圖

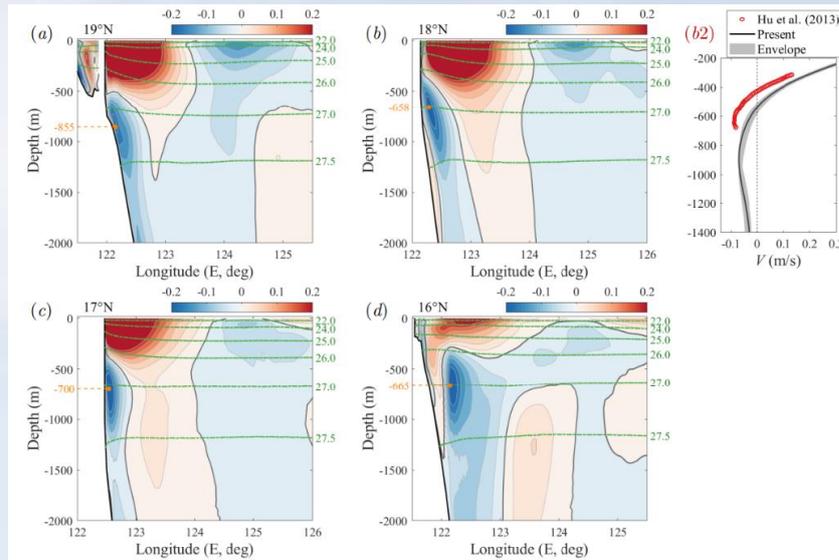


圖 4 使用 AMS 後 CMOMS 得到的 19°N~16°N 年平均緯向速度分佈，及與直接測量結果(Hu D. et al, 2013)的對比

以表層流-潛流系統為模型，甘教授團隊建立了基於全局穩定性和弗洛凱理論的非線性穩定性及二次失穩分析框架，得到了全三維流動的非線性演化及誘導出小尺度非周期脈動的機理，並揭示出潛流由於非線性穩定性而產生強時空變化和強非地轉分量的新機制（見圖 5）。

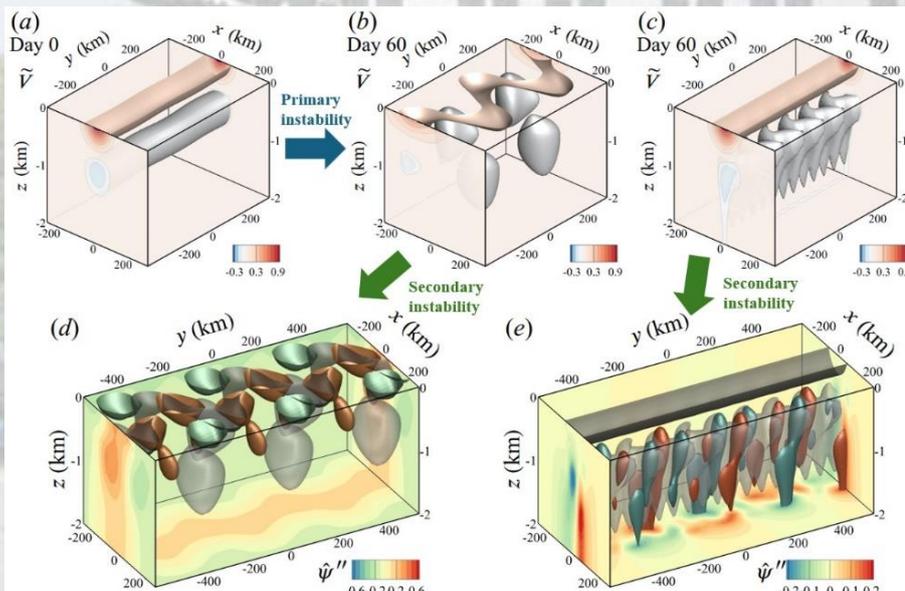


圖 5 初始均勻地轉的表層流-潛流發生首次斜壓失穩產生表流-潛流蜿蜒和破碎，以及該全三維繫統再發生二次失穩產生小尺度非周期氣旋型脈動的過程

三、論文 (2024 年 10 月 - 2024 年 11 月)

1. Chen, G., Wang, H., Zhang, Q.W., Geng, R., Wang, J., Yi, Y.B., Li, M., He, D. (2024). Variation of Dissolved Organic Matter Chemistry in the Runoff From Slopes Covered With Biocrusts Under Rainfall: Insights From the Linkages Between the Optical and Molecular Composition Analyses, Land Degradation & Development.
2. Zhao, C., Tian, Z., Zhang, Q., Wang, Y., Zhang, P., Sun, G., Yang, Y., He, D., Tu, S. & Wang, J. (2024). Unraveling the distribution of black carbon in Chinese forest soils using machine learning approaches. *Geophysical Research Letters*, 51(19), e2024GL110618.
3. Chen, X., Gan, J., Hui, C., & McWilliams, J. C. (2024). Parameterization of the vertical mixing for the Luzon Undercurrent in the northern Western Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 129, e2024JC021378. doi:10.1029/2024JC021378
4. Chen, X., Gan, J., & McWilliams, J. C. (2024). Baroclinic nonlinear saturation and secondary instability of current-undercurrent meanders. *Physical Review Fluids*, 9(10), 103801.