

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】河海大學段青雲教授蒞臨港澳海洋研究中心 (CORE) 開展講座

2025 年 8 月 6 日，港澳海洋研究中心 (CORE) 有幸邀請到河海大學水文學及水資源管理專家段青雲教授作客香港科技大學並舉辦學術講座。講座以“減少地球系統模型中的參數不確定性 (Reducing Parametric Uncertainty in Earth System Models)”為主題，吸引了眾多師生積極參與。

會上，段教授系統闡述了如何通過不確定性量化方法減少地球系統模型 (ESMs) 中的參數不確定性。內容涵蓋實驗設計、全局敏感性分析、代理模型及自動優化技術等前沿方法，並結合實際案例展示了這些技術如何提升地球系統模型的模擬能力。

本次講座為相關領域學者及學生提供了深入了解地球系統模型前沿研究的寶貴機會，進一步促進了內地與港澳在海洋與水文領域的學術交流，顯著增強了 CORE 在區域內的學術影響力。



2. 【活動回顧】2025 中國海岸帶綜合生態環境考察

從廣西北部灣的碧波蕩漾到遼東渤海灣的礁石嶙峋，中國海岸線蜿蜒萬里，承載着豐富的海岸帶生態系統與人類活動的交織印記。2025 年 6 月 24 日至 8 月 16 日，一支由香港科技大學（廣州）地球與海洋大氣科學學域劉易教授牽頭，聯合香港科技大學海洋系何丁教授、吳龍君教授及深圳大學高等研究院周之超教授團隊組成的聯合科考隊，在港澳海洋研究中心（CORE）和香港研資局卓越學科領域計劃項目——“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）的支持下，完成了一場歷時 54 天、總行程 14000 公里的中國海岸帶綜合性生態環境調查。

第一幕：出發！繪就一張海岸線生態地圖

團隊跨越廣西至遼寧，覆蓋超過 180 個小流域（圖 1），所有採樣點都經過精心設計，系統開展了水環境、微生物、地球化學等多學科交叉的野外採樣與監測工作。這不是一次簡單的“沿海旅行”，而是一次科學精度極高的“生態尋蹤”。

“裝備精良”：從多參數水質儀、現場過濾裝置、低溫保存設備和培養箱等，科考隊員攜帶的不僅是工具，更是連接現場與實驗室的數據橋樑。

“陣容精英”：團隊成員具備豐富的野外採樣和科學考察經驗，不但能保證自身安全，還能高效兼顧採樣操作與樣品質量：無論是生物樣本的無菌採集，還是溶解有機質的高解像度保存，每一步都嚴格執行操作規範，確保樣本質量與數據可靠性。

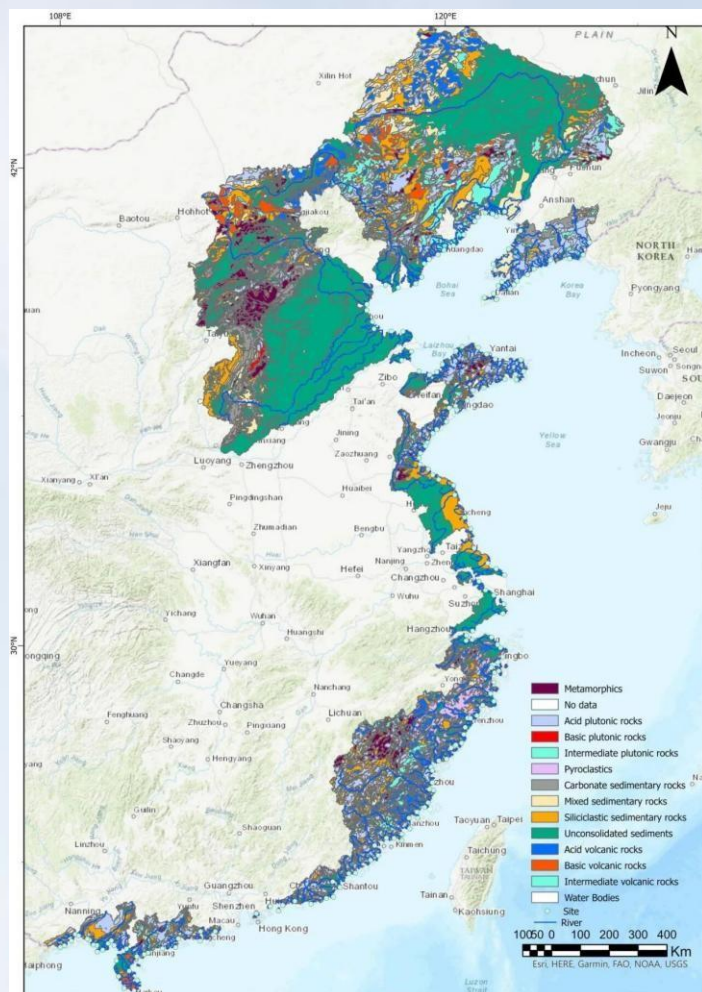


圖 1. 中國海岸帶小流域綜合調查採樣點分佈圖

第二幕：途中！科考路上的“冰與火之歌”

海岸帶科考，既是一場科學的遠征，也是一次體能與意志的考驗。

“變幻的天氣”：南方的颱風驟雨、北方的乾旱酷暑，途中的狂風，岸邊的泥灘，無一不是科考隊員的“日常”（圖 2）。

“沿途的風景”：從紅樹林到礁石灘，從村莊到城市，領略祖國的大好河山，沿途美麗的風景是大自然給採樣隊員們的鼓勵。（圖 3，圖 4）



圖 2. (圖片組合) 一會兒暴雨傾盆，一會兒烈日當空

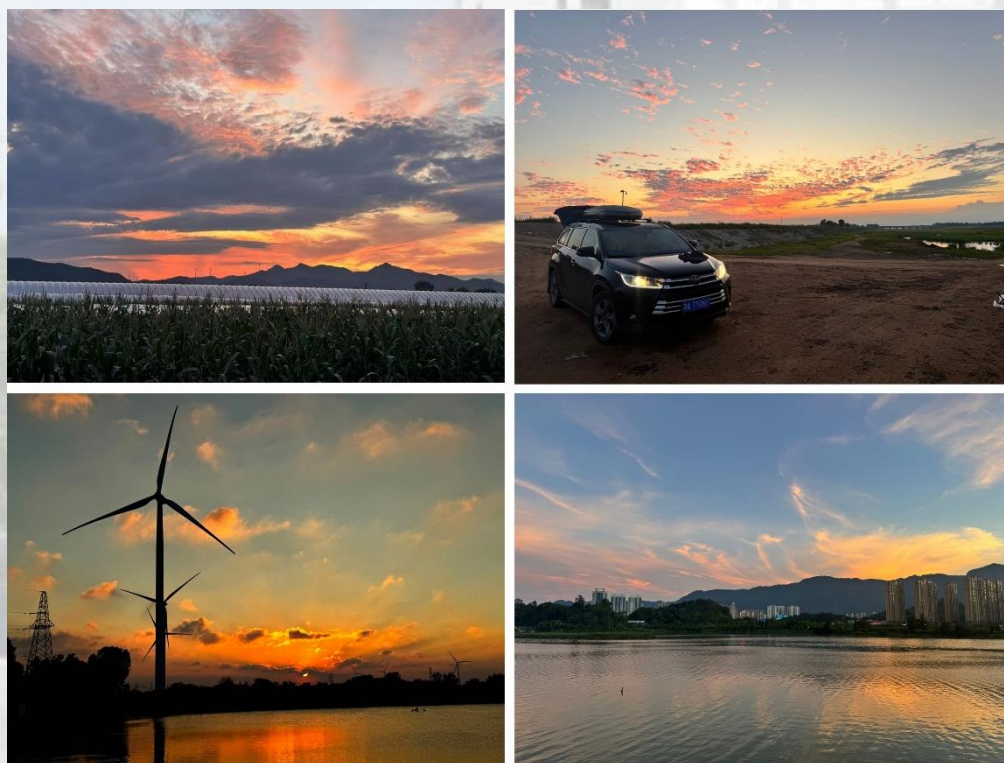


圖 3. (圖片組合) 沿途的風景



圖 4. (圖片組合) 豐富的地貌

第三幕：停靠！你取水來我挖泥

每一次停靠都是科學與自然的對話。

“團隊的力量”：無論是深夜整理樣品，還是合力搬運設備，隊員之間的默契與支持，構成了這次漫長科考中最溫暖的底色。笑聲與汗水，共同鑄就了這段難忘的旅程。實驗室的工作也一樣辛苦——接收樣品、寄送耗材，為野外採樣提供了強力支持。（圖 5）

“可愛的人民”：從“做乜嘢？”到“弄啥嘞？”採樣隊員感受了當地的風土人情，並與當地居民充分交流，結下了深厚的友誼。（圖 6）



圖 5. 採樣隊員用“蛤蟆功”抽取孔隙水



圖 6. 當地村民向隊員“投餵”他們的勞動果實——火龍果

第四幕：歸來！樣本箱裏，藏着海岸線未來的答案

當最後一批樣本穩穩存入-80°C 超低溫冰櫃，這場跨越中國南北的海岸帶科考暫告一段落。貼滿標籤的樣品瓶、整齊排列的數據記錄，背後是無數個日夜的堅持與付出。

致敬每一位科考隊員（王浩然，趙毅夫，黃祺智，李俊輝，金寶印，祁虹凱，王煥，莊鈞懿）：你們在烈日下採樣、在狂風暴雨中前行、在深夜裏整理數據。你們採集的每一滴水、每一粒沉積物、每一份微生物樣本，都將成為揭開海岸帶生態機制的關鍵密碼。

科學的接力棒：野外工作的結束，意味着實驗室分析的開始。接下來，這些樣本將經歷同位素分析、宏基因組測序、營養鹽檢測等一系列精密研究。我們期待從這些數據中揭示海岸帶生物地球化學循環的驅動機制，解析新型污染物的規律，評估生態健康狀態，為中國海岸帶保護與可持續發展提供堅實科學基礎。



圖 7. 本次採樣終點：中朝界河——鴨綠江



圖 8. 本次採樣的部分樣品

3. 【活動回顧】與中國海洋大學代表團開展調研交流

2025 年 8 月 13 日至 16 日，中國海洋大學海洋環境與資源戰略研究中心主任、管理學院教授張瑛率代表團赴香港，與港澳海洋研究中心 (CORE) 進行了深入交流。

訪問期間，代表團先後參觀香港葵青貨櫃碼頭，併到訪香港科技大學港澳海洋研究中心開展實地調研和座談。雙方圍繞大灣區海洋環境資源協同管理創新、氣候變化適應型藍色經濟發展路徑、亞太區域海洋可持續發展能力建設等議題進行了深度研討，旨在為粵港澳大灣區的海洋可持續發展提供科學決策支持。此次調研交流活動充分體現了 CORE 在連接內地與港澳地區學術合作中的關鍵作用，未來中心將繼續積極推動高水平跨境科研協作，進一步擴大其在國內外海洋研究領域的影響力。



二、科研進展亮點

亮點 1. 養蚝治“富”：協同減排應對氣候加劇的近海缺氧



溶解氧濃度是衡量海洋環境健康的重要指標，直接影響水生生物的生存與繁衍。近幾十年來，河口和海岸帶水體缺氧問題日益嚴峻，已成為全球範圍內亟待應對的重大環境挑戰。這一趨勢主要源於人類活動向水域輸入過量營養物質所引發的水體富營養化，同時全球氣候變暖又進一步加劇了缺氧程度，對海洋生態系統構成嚴重威脅。

傳統上，治理富營養化與缺氧主要依賴減少陸源營養鹽輸入，旨在從源頭控制污染物排放。然而，在氣候變化影響下，海水層化加劇導致氧氣從上層水體向底層的輸送減少，同時氧氣在水體中的溶解度也因為水溫升高而下降，這些過程正逐漸抵消陸地減排措施的效果。此外，陸源治理手段難以有效應對非點源污染（如大氣沉降），在技術可行性與經濟成本方面仍面臨極大制約。隨着治理進程不斷推進，進一步減排的邊際成本持續上升，這些因素共同限制了僅依靠陸地措施治理營養鹽污染的整體成效。

在這一背景下，濾食性貝類（如蚝）養殖作為一種兼具生態與經濟效益的補充性治理途徑，正越來越受到科學界和資源管理者的重視。

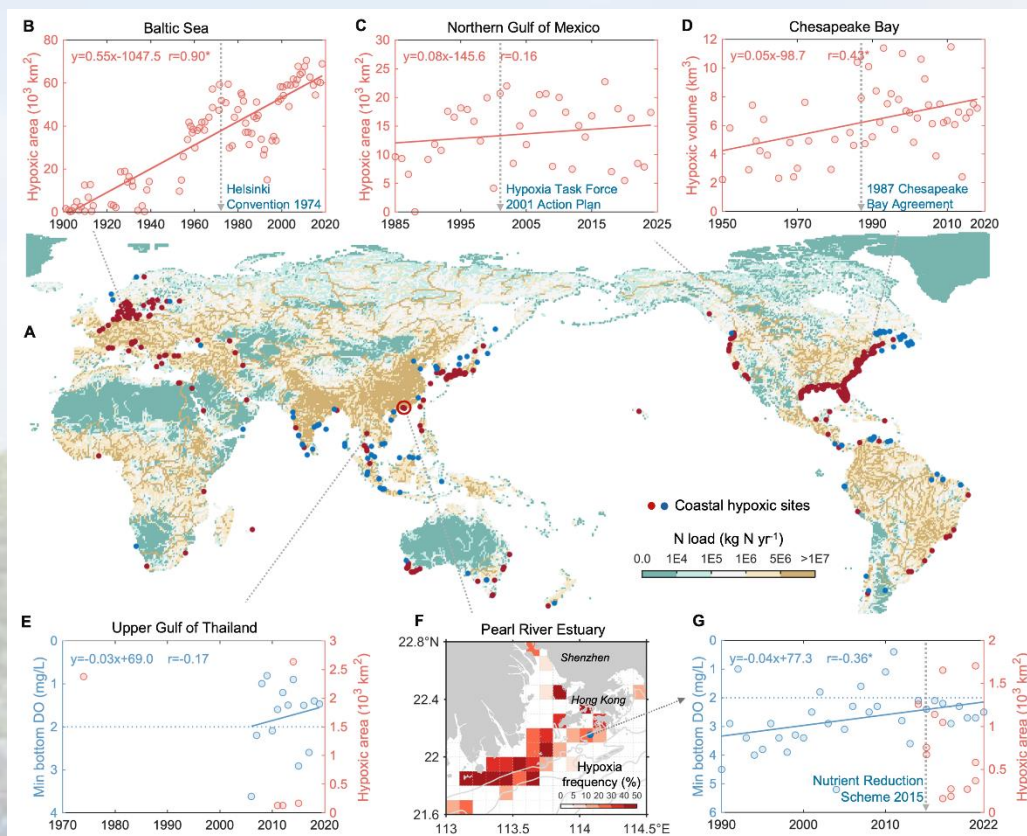


圖 1. 全球氮排放與近海缺氧“熱點”分佈。A 圖顯示全球氮排放（顏色）與已知缺氧區（紅/藍點）。B-G 圖表明，從波羅的海到珠江口，全球多個海域正面臨缺氧威脅，且部分區域缺氧趨勢在實施減排措施後仍在加劇。

作用機制：蚝如何緩解缺氧？

蚝通過濾食水體中的浮游植物、有機碎屑等顆粒有機物，直接降低水體中有機物的濃度。這些有機物原本在底層水體中經微生物礦化分解過程會消耗大量氧氣，蚝的攝食行為從源頭上削弱了這一耗氧途徑。與此同時，在蚝的生長過程中，一部分氮、磷等營養鹽被轉化為其軟組織，並最終通過成蚝採收從水體中永久移除，從而減少營養鹽的再循環。

研究方法：應對氣候加劇缺氧的模擬預測挑戰與創新

珠江口作為中國第二大河流——珠江的入海口，不僅承受着流域內密集人口和高速經濟發展的巨大環境壓力，還面臨全球氣候變化的深刻影響。該區域周邊分佈着粵港澳大灣區這一世界級城市群，工業和農業活動導致大量營養物質輸入，引發嚴重的富營養化與季節性缺氧問題。與此同時，珠江口擁有規模可觀的蚝養殖產業，養殖面積約佔全國的 10%，是研究養殖活動與水質環境動態響應關係的理想研究場所。

相比於歐美發達國家廣泛研究的切薩皮克灣、墨西哥灣北部和波羅的海等缺氧區，珠江口代表了發展中國家沿海區域的典型特徵：正處於經濟快速增長與環境污染治理並行的關鍵階段，監測數據相對有限，營養鹽輸入持續高位，缺氧問題呈現顯著的季節性和空間異質性。其研究成果對廣大發展中國家沿海區域治理具有重要的參考與借鑑價值。

儘管濾食性貝類養殖被視為緩解河口與海岸帶缺氧的潛在手段，但其實際效果在氣候變暖背景下面臨諸多不確定性。當前研究存在顯著不足：全球氣候模型難以準確模擬區域尺度的河口過程，而大規模貝類養殖對缺氧緩解效應的量化研究仍極為有限，特別是在未來氣候情景下的協同減排效益尚未得到系統評估。

針對這一空白，香港科技大學海洋動力學與模擬研究團隊基於先前開發的物理-生態-蚝養殖耦合數值模型（Yu and Gan, 2021, ES&T），構建了一個高分辨率的海岸帶物理-生物地球化學-蚝養殖模擬體系。研究採用中

國海多尺度海洋模擬系統（CMOMS）作為區域氣候動力背景，通過動態降尺度將全球氣候模式與河口-陸架尺度模型相耦合，從而實現對河口水動力過程和生態系統響應的準確模擬。

該模型體系不僅涵蓋珠江口及其鄰近海域的複雜水動力過程，還整合了氮、磷、氧生物地球化學循環模塊，並特別引入了蚝的濾食、排泄及生物沉積等關鍵生態功能。通過對比不同營養鹽管理情景（“持續減排”與“維持現狀”）與蚝養殖干預方案，研究首次量化了在近期（2016–2045）和遠期（2071–2100）氣候變化情景下，蚝養殖作為輔助減排手段對緩解缺氧的長期協同效益。

這一方法有效克服了氣候模型在模擬區域海岸帶過程時的分辨率不足問題，為科學評估貝類養殖的氣候韌性及生態效益提供了可靠工具。

研究亮點：

1) 氣候變化削弱營養鹽減排效果

研究表明，即使在嚴格執行減排措施的情景下，2071–2100 年間珠江口缺氧體積仍將因氣候變暖及徑流量增大導致的海水層化加劇而增加 6%。這一結果表明，單純依靠陸源營養鹽減排策略在氣候變化背景下效果有限，面臨嚴峻挑戰。

然而，若不實施減排，同期缺氧體積將急劇擴大 195%，底層耗氧量上升 17%，與減排情景相比，兩個 30 年間的缺氧體積增幅分別高達 147% 和 586%。這一對比表明，儘管減排無法完全抵消氣候變化的影響，但對防止更嚴重的缺氧災害仍具有關鍵作用。

2) 蚝養殖顯著緩解區域缺氧

模擬結果表明，在珠江口西部海域設置面積為 100 平方公里、養殖密度為 100 隻/平方米的蚝養殖區，可使局部缺氧體積減少 34%，相當於每年從水體中移除約 7.7 萬噸氮。以國際氮交易價格估算，該氮移除量的年生態經濟價值可達 25 億美元。

全球啟示與發展前景：

儘管眾多發展中國家（如印尼、孟加拉和烏拉圭等）沿海水域適宜發展貝類與藻類養殖，但目前全球非投餌型水產養殖仍高度集中，這些區域的開發程度顯著不足。中國作為全球最大的貝類與藻類生產國，其經驗與技術路徑可為國際社會提供重要參照。本研究為海岸帶地區發展環境友好型水產養殖的生態效益提供了關鍵科學依據，闡明了一條兼顧提升食物產量與改善水域環境的雙贏路徑。

尤其在氣候變暖持續加劇的背景下，推廣此類“生態修復型養殖”模式，可望成為應對近海缺氧問題的一項重要補充性策略，為全球眾多發展中國家提供可持續的治理方案。

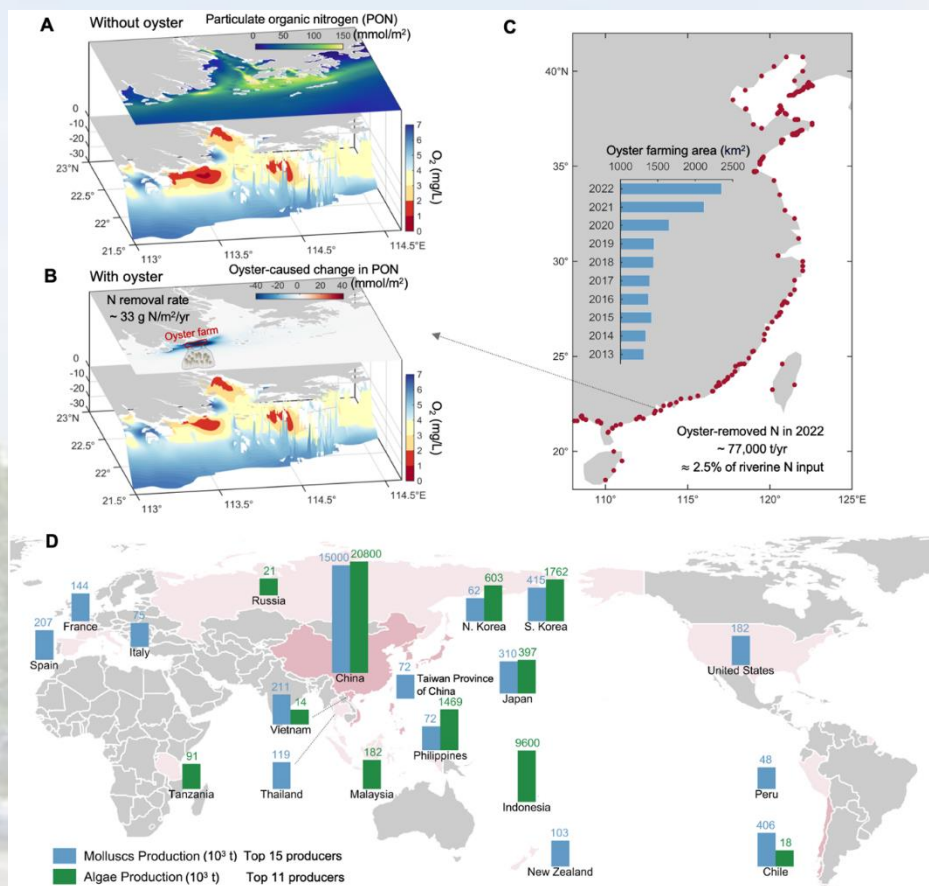


圖 2. 蚝養殖的緩解缺氧效應及全球非投餌型水產養殖分佈格局。（A-B）模擬顯示，蚝養殖有效降低了水體顆粒有機氮濃度（圖 B），並改善了底層溶解氧水平（圖 A）。（C）中國主要蚝養殖區域分佈（紅點）及近年養殖面積變化（藍色柱狀）。（D）全球主要國家/地區貝類與藻類產量。

亮點 2. AI 驅動的海岸帶葉綠素 a 時空動態模擬：從缺失值填補到未來預測

港澳海洋研究中心 (CORE) 成員香港科技大學楊燦教授與甘劍平教授致力於人工智能 (AI) 在海洋科學中的研究與實踐，其工作在該領域取得了重大進展，成果發表於 *Nature communications*。近海地區以其豐富的生物生產力、不可或缺的生態服務功能以及顯著的經濟價值，深刻維繫着人類的生存與發展福祉。然而，多變脆弱的近海生態系統缺乏有效的研判手段，難以精準預測其演變趨勢，因而無法為此制定針對性的保護政策。為此，團隊研發了一種耦合遙感數據的大尺度葉綠素 a 時空數據驅動預測方法，用以研判近海生態系統演變趨勢。通過設計先填補後預測的範式，借助前沿的生成式 AI 模型，輔以先進的時空數據處理的網絡架構，解決了三大難題：1) 葉綠素 a 的複雜時間變化；2) 葉綠素 a 空間分佈的異質性；3) 遙感數據的高缺失率。在四大典型海域（珠江口、墨西哥灣北部、切薩皮克灣、長江口）驗證中，相較於海洋學數據填補方法，填補誤差降低 45.90-81.39%。在珠江口，相較於數值模擬方法，預測精度提升 58.99%。方法和使用說明可詳見：<https://stimp-tutorials.readthedocs.io/en/latest/>

研究背景

近海海洋是全球最具生產力的生態系統之一，然而其健康狀況正受到富營養化、缺氧等問題的嚴重威脅。葉綠素 a (Chl-a) 濃度是衡量海洋生態系統健康的關鍵指標。準確預測其時空分佈對診斷和預測海洋環境變化至關重要。

然而，當前缺乏有效的方法。傳統方法主要分為兩類：一類是基於物理-生物地球化學耦合的數值模型，另一類是基於歷史觀測的數據驅動方法。前者受限於複雜的營養級傳遞過程和誤差累積問題，後者則因衛星觀測數據的高缺失率而難以捕捉完整的時空動態。

研究方法

團隊開發了一種先進的人工智能驅動的時空填補與預測 (STIMP) 模型，用於近海葉綠素 a 濃度的預測。STIMP 的成功可歸因於其“先填補、後預測”的研究範式。由於觀測數據缺失率高，Chl-a 呈現出複雜的時空變異特徵，這對生態系統的理解和預測帶來了挑戰。多數數據驅動方法在觀測數據集完整時能夠預測葉綠素 a，但在數據不完整時難以準確識別其時間動態和空間關聯。

STIMP 將葉綠素 a 的預測分解為兩個連續步驟：

- 1) 填補過程 p_{θ} ，基於部分觀測 $\mathbf{X}^{ob}$ 重建多個可能的完整時空 Chl-a 分佈；
- 2) 預測過程，基於每一個重建出的連續且完整的時空分佈 $\mathbf{X}$ 精確預測 Chl-a 變化。

通過使用 Rubin 規則，對多次填補和預測過程的結果進行集成平均，最終得到 Chl-a 的預測值。該方法不僅藉助精確缺失值填補提升整體預測性能，還可提供置信區間以量化預測不確定性。

$$p(\tilde{\mathbf{Y}}|\mathbf{X}^{ob}) = \int_{\mathbf{X}} p_{\Phi}(\tilde{\mathbf{Y}}|\mathbf{X})p_{\theta}(\mathbf{X}|\mathbf{X}^{ob})d\mathbf{X}.$$

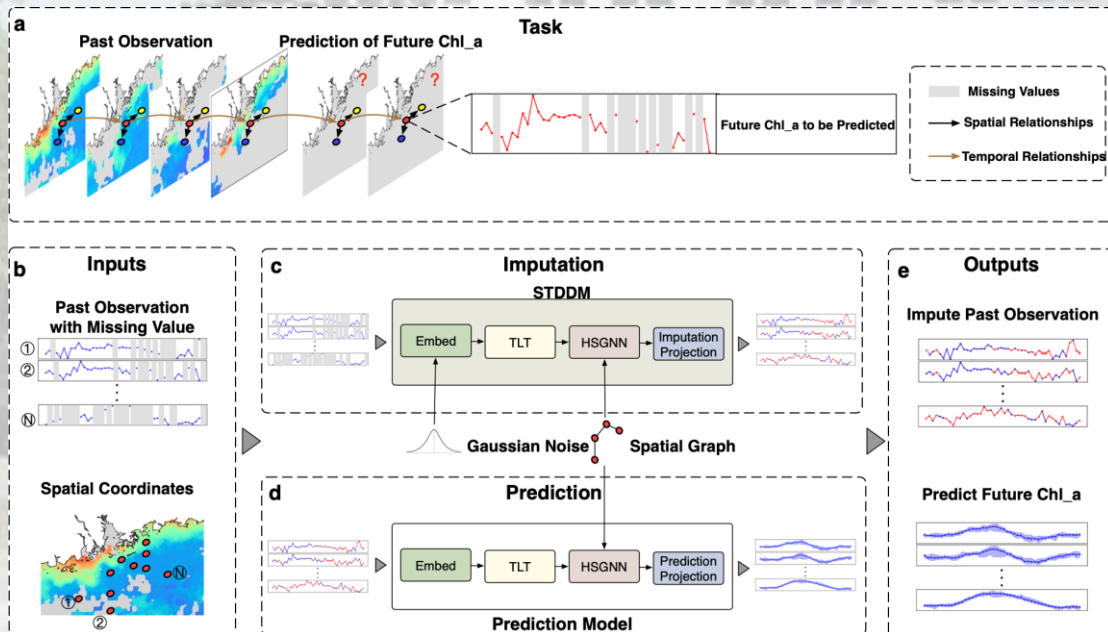
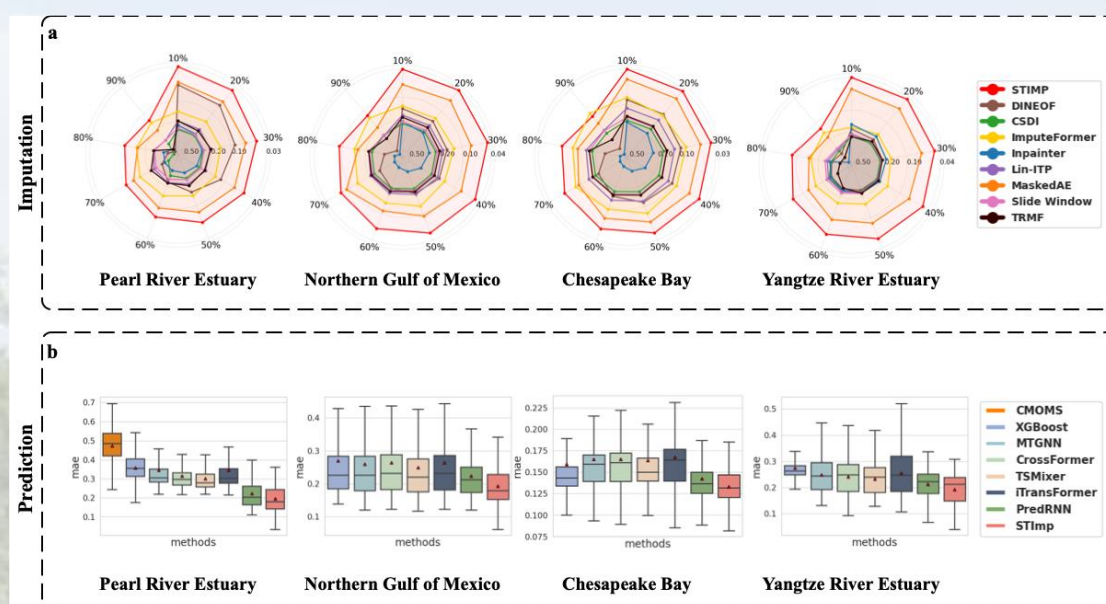


圖 1: a. STIMP 的整體框架包含兩個連續階段：數據填補和預測。b. STIMP 以過去部分觀測得到的葉綠素 a 數據及其空間坐標作為輸入。c. STIMP 藉助時空去噪擴散

模型 (STDDM)，從過去不完整的觀測數據中重建出具有時空關聯性的完整 Chl-a 數據集。**d.** STIMP 基於已填補完整的 Chl-a 數據集，輸出未來的 Chl-a 分佈預測結果。**e.** STIMP 的輸出包括重建後的歷史葉綠素 a 數據和整個海域未來葉綠素 a 的預測結果。

整體探究結果

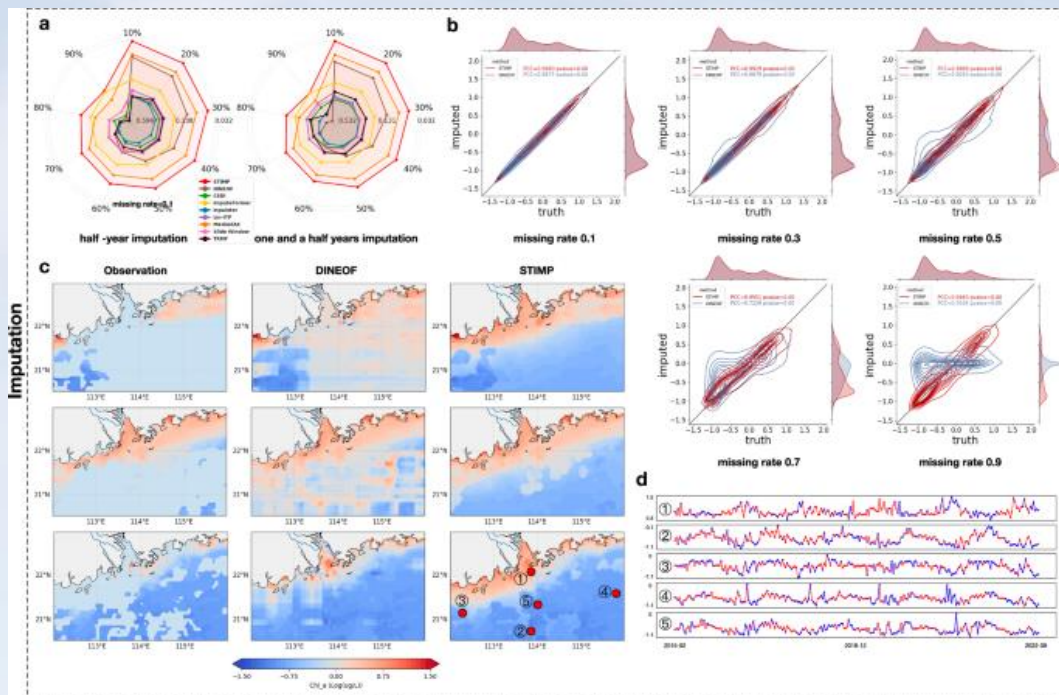
研究在四個典型沿海區域（珠江口、墨西哥灣北部、切薩皮克灣、長江口）上驗證了 STIMP 的有效性。結果顯示：在填補任務中，STIMP 比地理科學中常用的 DINEOF 方法降低平均絕對誤差(MAE) **45.90–81.39%**，比主流 AI 方法降低 **8.92–43.04%**。在預測任務中，STIMP 比生物地球物理模型降低 MAE **58.99%**，比 AI 基準模型降低 **6.54–13.68%**。



圖二： **a.** 不同填補方法所重建的葉綠素 a 濃度與真實值之間的整體 MAE。針對每一處近海海域，我們構建了缺失率從 10%至 90%共九種不同缺失情形的數據集。**b.** 不同預測方法所得到的葉綠素 a 預測值與真實值之間的整體 MAE。

詳細探究結果

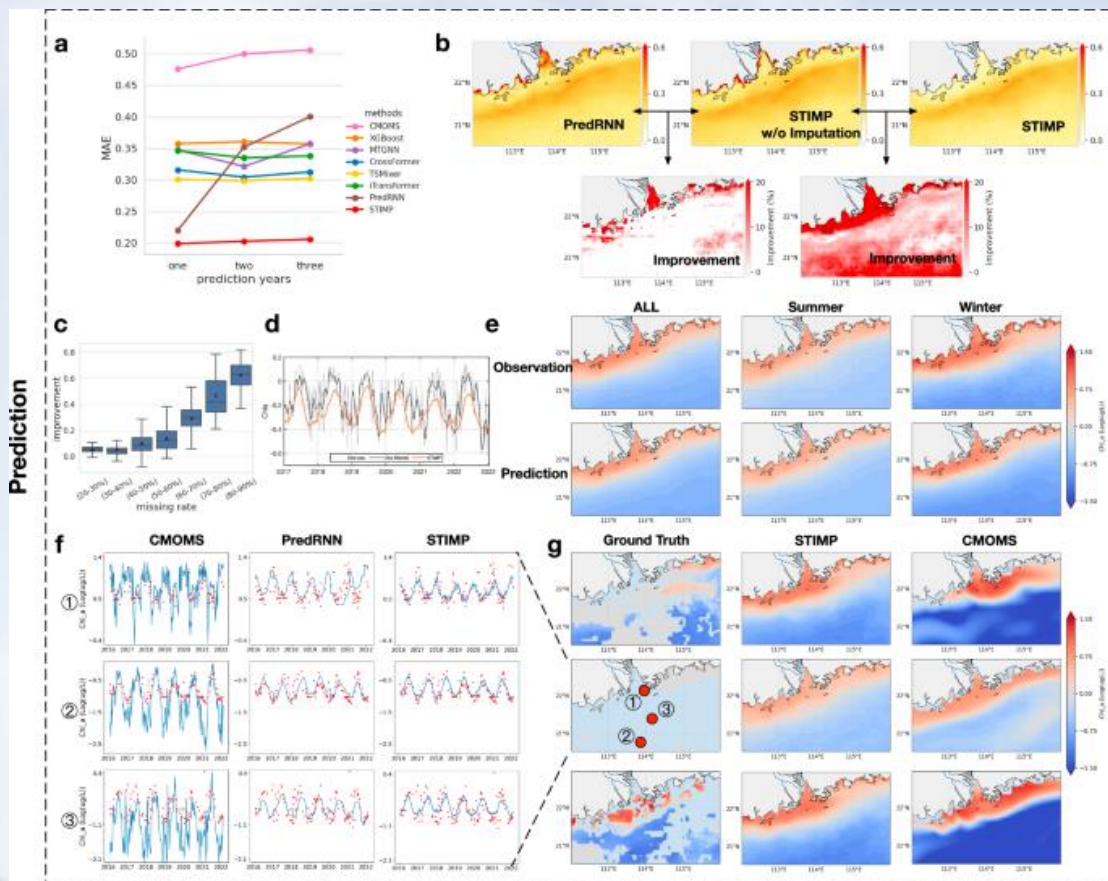
港澳海洋研究中心 (CORE) 團隊深耕珠江口領域，相關研究發表於 *Nature communications*, *JGR*, *JPO* 等國際知名期刊。



圖三：a. 不同填補方法在半年及一年半時期內重建 Chl-a 與真實值之間的整體 MAE。b. 在 10%、30%、50%、70%和 90%缺失率下，STIMP 與 DINEOF 所得填補數據與真實數據之間的皮爾遜相關係數。c. 珠江口區域 Chl-a 的實測值與填補結果分佈。左起第一列為存在大量缺失值的原始觀測數據；第二、三列分別為 DINEOF 與 STIMP 方法對應的 Chl-a 插補結果。d. STIMP 方法在五個點位處的 Chl-a 插補值。藍色曲線代表原始觀測值，紅色曲線表示填補得到的 Chl-a 數據。

對於填補任務，STIMP 在不同時間長度上都表現很好（圖三 a）。團隊選取了 2015 年 2 月 7 日至 2016 年 2 月 2 日整個珠江口的觀測數據，並設置 10%、30%、50%、70%和 90%五種缺失率（圖三 b），研究發現，與 DINEOF 方法相比，即使缺失率高達 90%，STIMP 填補數據與真實數據之間的皮爾遜相關係數（PCC）仍保持在 0.90 以上。STIMP 在 2015 年 2 月 7 日、5 月 5 日和 10 月 10 日的填補過程中更好地保持了空間關係（圖三 c）。即使在數據缺失率較高的情況下（如 2015 年 2 月 7 日），STIMP 仍能有效重建完整數據。此外，STIMP 在填補過程中也很好地保持了時間關係。圖 3d 展示了 2015 年 2 月 7 日至 2022 年 9 月 22 日期間五個點位的填補結果，其中藍色表示觀測值，紅色表示填補值。與簡單的

線性插值相比, STIMP 能夠捕捉更多波動變化, 尤其在處理長期缺失數據時表現更為優異。



圖四: **a.** STIMP 與基線模型在 1 年、2 年及 3 年預測周期內的 MAE 對比。**b.** PredRNN、無插補步驟的 STIMP 及完整 STIMP 方法的預測值與實際值之間的 MAE。**c.** 插補操作對模型性能的提升與數據缺失率之間的關係。**d.** 2017 年 1 月至 2022 年 12 月區域平均 Chl-a 的時間序列。**e.** 觀測值與預測值的時間平均 Chl-a 水平分佈對比。**f.** 三個點位的 Chl-a 預測結果: 第一至第三列分別為 CMOMS、PredRNN 和 STIMP 的預測值, 紅色散點代表觀測值, 藍色陰影區域表示 STIMP 的置信區間, 用於量化預測不確定性。**g.** 整個珠江口的 Chl-a 預測: 第一列為真實觀測結果, 第二和第三列分別為 STIMP 和 CMOMS 的預測結果。

對於預測任務, STIMP 在長期預測方面展現出更多優勢。如圖四 a 所示, STIMP 在長期預測中的改進更為顯著。STIMP 的優異性能源於其“先插補後預測”的框架以及三個精心設計的模塊。STIMP 捕捉 Chl-a 的空間

分佈和季節信號（圖四 b）。在缺失率較高的區域，STIMP 相比 PredRNN 通常表現出更大的性能提升（圖四 c）。“先插補後預測”的策略有效幫助 STIMP 捕捉葉綠素 a 的空間分佈和季節信號。在整個珠江口區域內，STIMP 預測 Chl-a 時間序列呈現出明顯的季節循環（圖四 d），並展現出正確的空間分佈（圖四 e）。此外，團隊選擇了珠江口三個具體點位進行案例研究，以進一步證明 STIMP 相對於其他基線方法的優越性（① 22° 9' N, 113° 49' E; ② 20° 41' N, 113° 41' E; ③ 21° 16' N, 114° 1' E）。相比於數值模擬方式，STIMP 不僅能夠提供準確的 Chl-a 預測值（圖 4f 藍色曲線），還可提供置信區間——通過預測值周圍的陰影區域可視化呈現，從而量化預測的不確定性。

總結

STIMP 為高缺失率、非平穩、異質性的沿海 Chl-a 數據提供了一種高效的填補與預測解決方案，有望在海洋環境保護、赤潮預警、藍碳經濟等領域發揮重要作用。STIMP 在捕捉異常峰值信號方面仍有不足，未來可考慮與數值模型融合以提升極端事件預測能力。

三、論文（2025 年 08 月 - 2025 年 09 月）

1. Wu, Y., Fang, H., Huang, L., He, C., Shi, Q., Yi, Y., ... & Wang, K. (2025). Reservoir operation regulates the dynamics of dissolved organic matter in sediments. *Journal of Environmental Management*, 392, 126850. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126850>
2. Lin, S., & Gan, J. (2025). Variability and dynamics of wave effects on upwelling circulation off the Pearl River Estuary. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 130(9), e2025JC022928.

<http://doi.org/10.1029/2025JC022928>

3. He, D., Wang, W.*, Yi, Y., Zhong, J., Mostofa, K. M., Hu, X., Shi, W., He, D. & Li, S. L. Cascading river damming amplifies photosynthetic organic matter production and DOC transport. *Water Research*, 124036. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2025.124036>
4. Chen, Z., Torres, R., Yao, J., He, D., Fan, D., Conley, D., Manning, A. & Ge, J.*. Regulating factors and spatiotemporal patterns of terrestrial dissolved organic carbon adsorption in a high-turbidity estuary. *Water Research*, 123837. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123837>
5. Sun, J., Zhou, X., Lin, Y., Yang, X., Yu, L., Yung, C. C. M., Zhang, Q. & Li, J. (2025). Superlinear control of phosphorus recycling in coastal sediments by organic matter availability. *Water Research*, 283, 123889. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123889>
6. Wu, L., Song, Z., Xiao, Z., Zhang, X., Van Zwieten, L., Guo, L., ... & Wang, H. (2025). Assessment of Soil Organic and Inorganic Carbon Stocks in Coastal Salt Marshes of China: Key Mechanisms Elucidated. *Global Change Biology*, 31(8), e70421. <http://doi.org/10.1111/gcb.70421>
7. Liu, Y. J., Chen, Z. L., Zhang, Z., Yi, Y., Cai, R., Ye, M., ... & He, D. (2025). Size and Structure-Dependent Molecular Fingerprint Transformation of Microplastic-Derived Dissolved Organic Matter in

Sunlit Seawater: Implication for Marine Carbon Cycles. Environmental Science & Technology. <http://doi.org/10.1021/acs.est.5c04083>

8. Yu, L., Gan, J., Li, D., Cheng, W., Zhang, Y., Kung, H., Hui, C., and Chen, Z.. Shellfish aquaculture complements nutrient reduction in mitigating climate-exacerbated coastal hypoxia. Environmental Science & Technology, 2025. <http://doi.org/10.1021/acs.est.5c06682>
9. Zhang, F., Kung, H., Zhang, F., Yang, C., & Gan, J. AI-powered spatiotemporal imputation and prediction of chlorophyll-a concentration in coastal ecosystems. Nature Communications volume 16, Article number: 7656 (2025) <http://doi.org/10.1038/s41467-025-62901-9>
10. Cai, R., Lechtenfeld, O. J., Yan, Z., Yi, Y., Chen, X., Zheng, Q., ... & He, D. (2025). Constraining biorecalcitrance of carboxyl-rich alicyclic molecules in the ocean. Science Advances, 11(28), eadw1148. <http://doi.org/10.1126/sciadv.adw1148>