

全國重點實驗室
新里程

港建沿海城市氣候韌性全國重點實驗室
以科創應對極端天氣

探建海上城市 拓寬發展空間

全球氣候變化極端天氣頻現，持續衝擊世界各地民眾。對像香港般人口稠密的沿海城市來說，更面臨沉重的發展壓力。由香港理工大學和香港科技大學合建、今年7月新設立的沿海城市氣候韌性全國重點實驗室，正致力從科學與創新入手應對相關挑戰。實驗室主任之一、港科大副校長吳宏偉接受香港文匯報專訪，就此提出了建設海上漂浮城市的設想，透過配套開發深海可燃冰能源的計劃，並利用全球領先的土工離心機技術，系統地評估海上城市建設和資源開採的可行性，希望能匯聚科技的力量破解「向海要地」的世紀難題，拓寬人類在氣候變遷下的生存與發展空間。

●香港文匯報記者 陸雅楠

在全國重點實驗室重組過程中，沿海城市氣候韌性全國重點實驗室是香港3所新設的實驗室之一，以科學視角對應國家，以至人類社會的當代重大需求。本身為國際斜坡治理專家的吳宏偉，正致力帶領團隊以創新科技應對氣候變化帶來的城市安全挑戰，希望能結合新實驗室的發展，推進其「海上人居」設想，為沿海城市於海平面上升的威脅及土地不足挑戰下，開創新出路。

海底生物留存空間 維持海洋生態

吳宏偉憶述，自己30年前在劍橋大學做博士後研究時已接觸水上及水下城市概念，覺得像科幻片一般。他認為，要建設能容納萬人以上的大型海上漂浮建築與城鎮，理論上絕對可行，但必須全面考慮氣候變化的影響。為免因填海而阻斷雨水和海洋生物通道，衝擊生態環境，他提出利用鋼懸鏈線立管，作為支撐建設的大平台，留有供水流和海底生物通過的空隙，這樣不僅為海底生物保留生存空間，更能依靠生態群自然淨化水體，「這樣

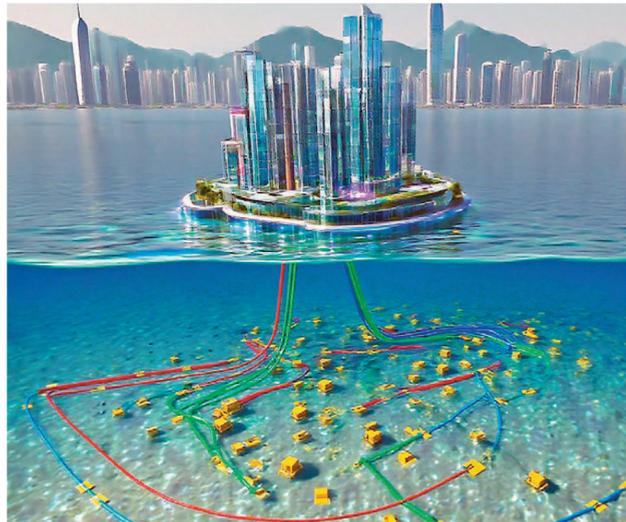
既可以維持海洋生態，又能讓人類在水面上安居，這才是人類與自然和諧共處的理想模式。」

可燃冰作能源 新法助開採

為收集相關數據，團隊利用離心機加上新型模擬鋼懸鏈線立管三維運動模型箱，系統模擬海上巨型結構遭遇極端天氣時潛在的疲勞破壞，及海底地基所需的抓力，評估氣候變化對結構的影響。雖然實驗仍處起步階段，但吳宏偉有信心可設計出供長期使用的工程方案，為這座未來的海上城市奠基。

與此同時，面對海上城市龐大的能源需求，團隊將目光投向被譽為「海底新能源明珠」的可燃冰。吳宏偉指，可燃冰開採需在海底極端環

吳宏偉團隊以先進的土工離心機設備，通過不同大型模型箱，模擬極端氣候場景。
香港文匯報記者陸雅楠 攝



●海上人居概念圖 (AI生成)。

境下精準控制溫度與壓力，使固態物質穩定轉化為氣態，「過程稍有不慎就可能導致管線爆裂，技術難度極高。」他以日本為例，在2002年至2017年間累計投入超過50億港元進行相關研究，足見開發成本的巨大。雖然我國在南海已成為全球首個實現深海可燃冰持續開採並轉化為天然氣的國家，但仍有關鍵技術瓶頸尚待突破。

針對這個難題，吳宏偉與博士生Sina Baghbanrezvan合作，帶領團隊設計新型離心機模擬可燃冰的開採箱，它具有維持天然氣水合物形成的熱力學有利條件，在氯化期間維持高壓水的連續輸入，以及在離心機轉動的過程中控制井筒溫度與壓力的能力，可在相對較小的模型中，重現深海採集可燃冰及其轉化過程，短時間評估出適合長期應用的工程方案，每次實驗成本少於數十萬港元。

吳宏偉說，此舉可為實現可燃冰商業化開採制定安全經濟的策略，為人類社會提供穩定可靠的能源保障；他希望透過整合與匯聚各項科技工程的突破成果，讓科幻世界中的未來海上城市成真。

倡建「一條龍」國際化教育體系吸才

近月美國政府的留學生政策亂象，改變全球人才流動格局；香港高等教育亦因而成為相關領域新焦點，各所大學共收到1,100宗當地國際生相關查詢，並接納約60宗轉學來港的入學個案。吳宏偉指，當前重點是吸引全球精英，並非單純追求人數，應營造合適環境進一步發揮本港優勢。他建議，可構建本港以至大灣區內地城市小學至大學「一條龍」的國際化教育體系，完善精英學子子女的教學支援，同時以大灣區作為試點，系統優化國際學生簽證安排。

吳宏偉表示，要吸引國際人才除高等教育發展，基礎教育配套亦很重要，「國際知名學者教授最關心的是子女教育。如果沒有優質的小學和中學配套，很難吸引他們舉家來華。」他提到，早前港科大(廣州)便率先嘗試相關概念，與廣州南沙民心港人子弟學校合作，為學生提供部分學分課程，形成從基礎教育到高等教育的完整鏈條。他認為，透過完善的人才支援配套，並加強港澳與內地在人才流動、設備共享、數據互通等方面的深度協同，香港有望在提升國家人才競爭力方面發揮獨特的重要作用。

簽證方面，吳宏偉建議，香港可聯同大灣區內地城市，試行「承諾制」審批模式，對25個全面免簽國來港接受學歷教育的學生實施「一年期入境學習許可」制度，以高等院校錄取通知書免簽入境，並便利轉換成學生簽證。

至於非學歷的教育交流項目，亦可對免簽國學生試行落地簽180天政策，並探索「院校擔保備案制」及「團體簽證」特別通道。

物理機制，為防治工程提供科學依據。他形容不同研究平台收集到的數據，可匯聚成大型檢測器，既可驗證理論模型準確性，又能還原不同地勢潛在風險，針對性地為沿海城市進行風險排查，實施加固工程，並在未來建設中融入抵禦極端氣候的治理方案，減少地陷、山泥傾斜等危及市民的情況。

基於這些創新研究成果，團隊已成功開發出「生態型三層覆蓋系統」，突破性地利用建築廢料與天然土壤構建防護層，節省材料30%至40%，更摒棄傳統防水工膜，解決老化及滲漏問題，在治理斜坡的同時實現環保、美觀與減碳的多重效益。吳宏偉表示，團隊將持續優化系統，為應對氣候變化挑戰提供更多創新解決方案。

助內地建全球最長人造水槽 模擬山地災害物理機制

作為港理大和港科大共同籌組的沿海城市氣候韌性全國重點實驗室一員，吳宏偉與團隊基於過去二十多年深耕的「狀態相關非飽和土本構關係」基礎研究成果，開發出一系列突破性技術，應用範圍涵蓋斜坡治理、填海工程評估、水浸預測及災後分析等領域，為沿海城市安全提供解決方案。

近年香港多次遭遇破紀錄的極端暴雨天氣，嚴重影響市民生活以至生命財產安全。吳宏偉指，許多城市基建建於數十年前，傳統工程設計或難以承受當前極端氣候，故其團隊以先進



●全球最大、最長的約190米人造水槽。
受訪者提供的視頻截圖

的土工離心機設備，通過不同大型模型箱，模擬暴雨誘發山體滑坡、填海土地固結沉降、地震地面響應及液化現象、海上建築抗風浪性能測試等極端場景，得出的實驗數據，已廣泛應用於隧道建設、海洋平台、填海工程及災害評估等領域。

吳宏偉以生動比喻解析這套系統：「就像配備智能廚具的現代化廚房，我們擁有兩大核心模組。『快炒系統』負責即時數據處理，『煲湯系統』進行長期模擬運算，再配合『烤箱模組』完成結果驗證。」從製樣到實驗完成通常需一兩個星期，常規實驗可在24小時內完成，複雜項目也僅需三四天。通過大量重複實驗研究不同坡度與岩土特性變化，團隊已建立起龐大的實驗數據庫，幫助大幅提升科研效率並降低工程成本。

數據可匯成檢測器 驗證理論模型準確性

值得一提的是，吳宏偉團隊聘拍中國科學院等科研人員，於雲南東川所建立的山地災害大尺度動力學模擬實驗平台，建有全球最大、最長的約190米人造水槽，能精準模擬山地災害

明確、更重要的角色。

科研人員國籍多元如「小聯合國」

背負「全國重點」的名號，吳宏偉說，實驗室團隊除要建設國際一流科研平台，應對氣候變化等全球性挑戰，更要發揮香港的國際化和科研優勢，培養和吸引國際頂尖人才，着力提升國家科技實力，其團隊歷來匯聚23個國籍的科研人員，如同學術「小聯合國」，認為這種多元環境，正是培育國際話語權的沃土。

吳宏偉與記者分享一名自費來港求學的德國學生的故事，「這位年輕人告訴我，選擇港科大是看中香港作為進入內地發展的『跳板』優勢。」對方更笑言：「未來要回德國競選總

理。」該德國學生目前在上海發展，吳宏偉相信，經過中國文化的潛移默化，其將來回德後必將成為促進中德友好的重要橋樑。

他表示，如香港能培養更多這樣的國際化人才，能通過他們促進國際友誼提升中國的國際話語權，同時這些人才既能在港展才華，也能連接至內地發展，「這種獨特的『駁腳』模式，將為國家整體科研實力的提升注入強勁動力。」

吳宏偉期望，通過把香港的國際化基因注入整個大灣區，整合「香港研發、灣區產業化」模式，進一步構建「引進來、輸出去」的良性循環，將能有效助力國家邁向「教育強國、科技強國、人才強國」的目標。

背負「全國重點」名號 更需貢獻港力育才

當今世界，科技革命與大國博弈衝擊相互交織，香港亦正成為國家科學力量愈見重要的組成部分。吳宏偉指，今次全國重點實驗室的重組其團隊能成功獲選，「除感到欣喜，也明白這意味著香港科研工作要肩負起更大的國家責任。」

本港的國家重點實驗室重組成全國重點實驗室，吳宏偉認為，能為香港科學家提供了更清晰方向，「過去『藍天研究』(基礎研究)只要達到國際領先即可，現在則需要同時明確對國家和香港的戰略價值。」他強調，「這絕非束縛，而是讓香港科學家與國家發展的連結更加緊密。」他相信，在祖國堅實支持下，香港科研界將在國際舞台和國家發展大局中扮演更



●吳宏偉(左)指導博士生Sina Baghbanrezvan(右)。
香港文匯報記者陸雅楠 攝



●吳宏偉的團隊歷來匯聚不同國籍的科研人員，如同學術「小聯合國」。
香港文匯報記者陸雅楠 攝