

衛星遙感 繪圖敬告世

天上覽氣候
結合人類活動模擬
料5年內製「活地圖」

人類社會的不同活動是加劇氣候變化的主因，令全球受嚴峻威脅，科學界正致力將「人類活動」因素結合氣候數據，以拆解當中錯綜複雜的關係，屬極深奧的研究領域。香港中文大學太空與地球信息科學研究所所長林暉領導香港與內地的跨學科專家團隊，採用衛星遙感科技接收地理環境監測數據，首次詳盡地為地球系統模型引入「人」的元素，透過分析模擬，探究人類活動與氣候變化的相互影響，並藉此於5年內製成一個「活地圖」，呈現氣候變化下中國未來50年的環境及生態狀況，長遠更希望能結合更多地區數據，為全人類作監察預警。

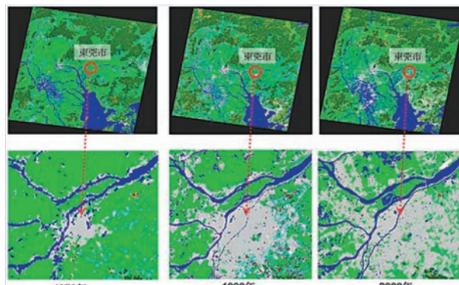
■香港文匯報記者 鄭伊莎

氣候變化是科學問題，也是涉及各國減排及社會可持續發展的政治議題。針對中國設計一個有科學基礎支持的減排試驗方案，以及讓公眾更容易理解未來氣候變化的影響，林暉領導中大深圳研究院、中國科學院及南京師範大學專家團隊，今年獲國家科技部「國家重大科學研究計劃」資助1,500萬元，展開為期5年的「人類活動與全球變化相互影響的模擬與評估」大型跨學科項目。林暉近日在接受香港文匯報訪問時介紹指，研究利用中大太空所地面站的衛星遙感科技，監測不同地區的環境變化、接收相關數據，並結合科技部現存數據；進而利用全球系統模型及虛擬地理環境技術，模擬人類不同生活模式和環境因素，將對全球氣候變化和人類帶來什麼影響。

重點研珠三角青藏高原

團隊以珠江三角洲及青藏高原兩個代表性地區作個案研究，林暉解釋指，珠三角城市化迅速，如深圳由30年前僅3萬人口，增逾500倍至現時的1,600萬人，變化極大且數據齊全易收集；人煙稀少的青藏高原則是「亞洲水潭」，積雪融化後流遍多個國家，是極為重要的研究地標。

他說：「我們希望在兩個典型的地區，做一些試驗性的工作，研究氣候變化帶來的海平面上升、降雨多、溫度升



■中大太空所採用衛星遙感科技，監測珠三角等地的環境變化。圖中灰色部分為東莞市城市化區域。 中大圖片

林暉：因創新難才嘗試

是次研究要結合人類活動和自然環境因素，於地球系統模型中更準確地模擬和分析氣候變化，林暉強調，「人類活動」及「氣候變化」分別屬於較微觀及宏觀的研究項目，如何調整兩者的尺度亦需待團隊深入鑽研，當中科學挑戰相當大。另一方面，團隊於模擬人類活動時也需要更貼近現實，讓結果更精準，技術上先要提高地圖及數據模型的分辨率，困難亦不小。

「放大」需更高分辨率

人類活動的類別眾多，林暉舉例指，現有的地球系統模型現包含不同的土地利用，透過調節就可反映，例如當某地的森林被砍伐，就可加入作模擬，了解對氣候的影響。不過他強調，要令研究準確則涉及具體的科學問題，「因為模擬要貼近現實，才有真正效果，所以要提高模型的分辨率，就像地圖的比例尺一樣，將地圖上格子的尺度調得更精細，這是一個很大的問題。」

此外，因人類各項活動涉及時間較短，範圍未必太大，屬較微觀的項目，相反氣候及各種變化卻是宏觀的研究，林暉表示，技術上要如何調整兩者的尺度，對接研究，仍有待深入探討。

網絡共享可修改

他又提到，研究採用模擬地理環境平台，將不同專家的氣候變化模型及預測融入分析，當中涉及地理知識工程及智能系統領域，有別於以往單純分享數據，亦是另一挑戰。「我們除共享知識，將不同的知識及思

想加進去，也可以讓人修改」，並公開予專家通過網絡交流，推動社會可持續發展。他笑言，雖然研究要克服不少異常複雜的問題，但因難才算得上是創新研究，才令他感興趣。

「多智能體」模型「兵棋推演」

如此龐大的研究要如何模擬「人類活動」的影響呢？林暉形容研究就如「兵棋推演」一般，需在棋盤先設定不同的人類活動及其影響，以訂定下一步相應的減排措施，「先模擬在不同的土地用途下，譬如工廠或民居地方的活動，會產生多少碳排放量，計算出對大氣系統、農牧業、水資源、植被等的影響，然後統計出需要把排放量減到多少。」團隊採用「多智能體」模型及高分辨率模型，綜合分析人類活動及相關地區的地形、河流、山脈等自然環境因素，建構一個比Google地圖更優越的3D動態地圖，展示未來氣候變化的可能影響。

讓公眾知國家未來50年狀況

「每個國家都有不同的空間分佈，我們希望通過動態地圖，讓大家看到每個地方的空氣移動、溫度變化、二氧化碳排放、污染物飄移等情況，讓地圖『說話』。」林暉進一步說，系統可模擬在氣候變化下，中國所選用的生產方式及生活模式，對1年至50年後的环境和生態系統將有何影響，作預測評估。他指，未來如獲更多經費，將可收集中國以外地區的環境數據，令研究擴展至全球。他又坦言，因全球科學家各有不同的氣候變化模式及預測，故有意把不同的模型融合到系統，一同管理。

除了科學領域的創新貢獻，林暉和團隊更希望走前一步，在政策層面為國家應對氣候變化提出建議方案。他解釋說，當研究試驗出不同的生產方式及生活模式的影響後，5年後將可針對性地提出相關的諮詢報告及減排方案，「例如水資源政策、農業如何節水和肥料的排放量、車輛採用什麼能源等領域，都可以作一些建議。」他相信，這些具體的科學分析將為各地政府討論節能減排時，提供重要的科學理據。

想加進去，也可以讓人修改」，並公開予專家通過網絡交流，推動社會可持續發展。他笑言，雖然研究要克服不少異常複雜的問題，但因難才算得上是創新研究，才令他感興趣。

至於預計中的「活地圖」成果，也是一個嶄新領域。林暉解釋說，地圖由以往紙質，演變成電子地圖和衛星地圖，後者需要地圖數據庫的支持，他們希望再進一步加入氣候變化及人類活動的模擬演算，「譬如污染物如何受風吹流動、洋流的洋動、人類行為等，這些都是動態的，都能顯示在網絡3D地圖上。」

林暉又指，近年各地科學家都積極開發新模型研究氣候變化，例如日本採用地球模擬器，專研大氣及海洋洋流等，而香港與內地科學家合作，也具備雄厚科研實力。他表示，現時全球10多個主要氣候模型中，多個降雨、溫度模型來自中國，在有關科研背景支持下，加上是次團隊合作經驗豐富，默契、協調都很好，有信心在5年後可做出成績。

■記者 鄭伊莎

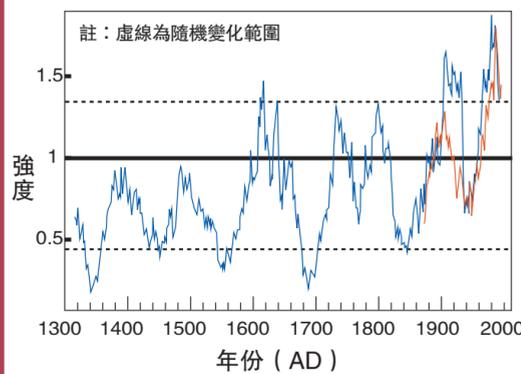


■中大太空所遙感科學館外觀。 中大圖片

■林暉希望通過動態地圖，讓大家看到每個地方的空氣移動、溫度變化、二氧化碳排放、污染物飄移等情況，讓地圖「說話」。

梁祖彝 攝

厄爾尼諾強度變化史



註：虛線為隨機變化範圍

針葉樹年輪道千年氣候故事

要了解全球氣候，除衛星遙感資訊外，大自然中亦有更「貼地」的研究素材。香港大學地理系助理教授李金豹(小圖)的研究團隊，便透過東南亞及南美北部的樹木年輪「閱讀」氣候變化的波動規律，並將數據加入氣候模型分析，藉此推敲過去幾百年以至幾千年的氣候變化，期望未來可預測及拆解更多導致厄爾尼諾現象的「氣候密碼」。

厄爾尼諾現象主要指赤道太平洋中部和東部的海水異常變暖，並引致各地連串的反常天氣，以不規則周期出現，近數十年有增加傾向。李金豹表示，現代科學儀器往往只記錄了數十年至近百年氣候數據，令科學家要作綜合分析時，難以全面解讀厄爾尼諾現象與全球暖化的箇中機理，促使他和團隊數年前起重點研究樹木年輪。

寬：高溫多雨 窄：低溫少雨

在四季變化明顯的地區，樹木每年會形成一個生長輪，俗稱年輪。李金豹解釋說，年輪寬闊反映當年的氣溫高、降水多，相反年輪狹窄反映氣溫低、降水量少，「研究樹輪的變化，可以反推過去幾百年至幾千年的氣候，可對氣候變化的特徵與影響因素有更深入的了解。」他和團隊主要研究年輪清晰可見的針葉樹，現正採集逾2,200個東南亞及南美北部地點的樹木年輪的寬窄變化，並陸續增加樣品數目。

李金豹團隊兩年前曾按年輪分析確認，暖化會令極端天氣越趨頻繁，「但具體什麼因素有何影響力呢？這還要再研究。」目前，他們正將更大量數據加入氣候模型，深入研究，希望提高氣候預測的精準度，估計明年將可完成，屆時有望拆解更多令厄爾尼諾現象越趨頻繁的「氣候密碼」。

■記者 鄭伊莎

後記

香港科學家，謝謝！

氣候變化影響全球，而科研同樣無分國界，香港在有關研究中一直貢獻巨大力量。是次系列報道結集了大批香港科學家的第一手研究資料及經驗，既較微觀地探討了在氣候變化下，對香港和鄰近地區關於極端天氣、生態系統及海平面的可能衝擊和應對方向，同時也從更宏觀角度入手，演算全球海洋生物所受威脅，並以衛星技術，預視全中國以至全球的氣候變化狀況，希望為世人帶來警示。

聯合國氣候變化峰會剛剛落幕，這並不代表議題告一段落。藉着是次系列報道，記者除希望社會能更清楚香港科學家的投入與貢獻外，更重要的是喚醒大眾對氣候變化的關注，身體力行落實減排，愛護我們的家——地球。

■記者 鄭伊莎

自家環境數據好重要

全球不少大氣科學家，都會以超級電腦模擬及地球系統模型探討氣候變化情況，曾與美國國家大氣研究中心及太空總署合作的中文大學地球系統科學課程助理教授戴沛權指，由於各區域的氣候變化不同，如何按當地的環境因素度身訂造出一套最合適的工具，是研究的關鍵。

充足的氣候數據是建立適切大氣模型的基礎之一，戴沛權指，世界各區域的氣候變化不同，現時數據主要來自歐美地區，亞洲相對來說缺乏更長期的數據，對科學家來說是一大挑戰。不過他亦表示，以中國為例，近10多年來越來越重視科研，相信未來可集合更多氣候數據，有利提高區域氣候研究水平。

■記者 鄭伊莎

■戴沛權說要針對所屬地區進行大氣研究，需加入當地的環境因素，設計一套合適的研究工具。

梁祖彝 攝