

# 動物亦有「指紋」可區分不同個體

你覺得同一種動物，每隻個體都長得一樣嗎？答案當然是「不一樣」。那麼大家會好奇科學家到底是如何分辨野外的動物個體的？

最直接的辦法是為研究物種添加獨特的個體標記，如耳標、頸圈、顏料記號、鳥類腳環等等。但這些做法一般需要先捕捉標記對象，不單會對動物造成壓力，影響牠們的行為，也會增加受傷的風險。因此，如何在不打擾到動物的情況下進行個體識別，成為了科學家的一個重要課題。

幸好，許多物種身上天生就擁有獨一無二的特徵，研究員會把這些特徵當作辨認牠們身份的「身份證」。例如一些天生身上帶有斑點、斑紋或條紋的物種，像長頸鹿、老虎和花豹等。牠們個體身上的斑紋或條紋樣式都是獨一無二的，就如我們的指紋。科學家能透過照片，在不影響動物的情況下對比牠們的斑紋樣式，精準地分辨不同個體。

對於那些沒有明顯斑紋的物種，科學家會使用各種「新奇」的識別方式。例如研究員會利用獅子的鬃毛斑點分布來辨認個體；海豚和鯊魚的背鰭及鯨魚的尾鰭常有刻痕或缺口，可用作「自然標記」；大象耳朵邊緣的缺口痕跡，甚至臉面部皺紋也有助科學家分辨個體。

隨著近年機器學習及影像辨識技術的發展，愈來愈多研究團隊亦會運用人工智能系統自動對比動物面部或身體特徵，進行個體識別。更有團隊嘗試利用「聲紋」進行辨識，透過測量物種（如鳥類、鯨

豚、蝙蝠）的叫聲在頻率與節奏的差異來辨認個體。

## 助探究種群內變化

不過，科學家為什麼要大費周章去分辨動物個體呢？因為當我們能在種群中分辨個體，研究就不再局限於「這裏有一群動物」的層次，而是能更深入探究種群內的動態和變化。

試想，我們每天都看到100隻鹿在森林裏出沒，可能會直觀地認為這裏棲息着100隻鹿。然而，透過個體識別可能揭示兩種情況：一、每天看到的都是相同的100隻個體，代表這是一群數量穩定的鹿群；二、每天出沒的100隻個體其實不盡相同，意味鹿群總數其實超過100，並且牠們還會遊走在這片森林以外的棲息地。這些差異會影響我們對族群數量、生存率、棲息地、活動範圍與遷徙路線等方面的評估，進而影響對物種和生境的保育方針。

此外，即使在同一物種中，個體在生理、體格和行為上也存在差異。這些差異會使個體在面對不同的外在環境時作出不同的反應。比如鹿群裏有的天生大膽，較容易走出森林到村莊覓食；有的則較謹慎，偏好在森林深處活動。在面對人為生態干擾或環境變遷時，大膽的個體可能較快適應新環境，謹慎的個體則可能會承受更高的壓力。把個體辨識與行為特質結合，科學家就能預測哪些個體在環境轉變下更脆弱，從而制定更精準的保育策略。

其實參與個體識別研究的不僅僅是科學家，許多研究項目也會收集公民科學家的數據，幫助研究團



▲大象耳朵邊緣的缺口和象牙的形狀是辨認個體時常用的特徵，但這些特徵有可能隨時隨地改變（右圖紅色箭頭位置）。而牠們臉部的皺紋則相對穩定可靠（綠色線條）。  
作者供圖

◀一些天生身上帶有斑點、斑紋或條紋的物種，牠們個體身上的斑紋或條紋樣式都是獨一無二的。圖為兩隻不同長頸鹿個體身上斑紋的對比。  
作者供圖

隊進一步了解物種的生態。如透過收集來自世界各地觀鳥人士的雀鳥腳環紀錄或潛水愛好者分享的鯨鯊照片，科學家能遠距離追蹤物種移動路徑和去向。與此同時，當我們對野生動物族群的認知不再

單單是一個總數，理解每個個體都是獨特的存在時，大眾對牠們的保育意識也會隨之增強，進一步推動保育工作的進步。

●龔驥選 嶺南大學科學教研部助理教授（研究）

## 專上院校跨學科發展 助專職醫療教育創新

東華論衡

科技日新月異，醫療技術與知識日益精進，昔日一些不治之症如今逐漸

迎來治癒的曙光。全球醫療體系日趨複雜，醫療服務亦由過往以醫生主導，逐步發展為涵蓋多元專職醫療的協作模式。單一專業訓練已難應對公共衛生挑戰，唯有互補協作方能發揮最大效能。面對人口老齡化和基層醫療需求大增所帶來的挑戰，跨專業教育正提供了重要的應對方向。

### 讓醫護學生共同學習互相協作

跨專業教育旨在打破專業壁壘，讓醫護學生共同學習、互相協作，了解彼此在醫療系統、病人治療及康復旅程中的角色，從而為病人提供更全面的護理。

舉例而言，專職醫療人員需理解護士在臨床護理、藥物管理、健康監測及健康教育等方面的重要角色；同時，護士亦需要認識物理治療師和職業治療師等專職醫療人員在患者功能重建、生活自理及社區融入方面的專業角色。透過這種跨領域的相互理解與協作，醫療團隊能更緊密配合，為患者提供以病人為中心的全人護理。

面對人口老化壓力，政府已公布《基層醫療

健康藍圖》，提出以「預防為重、社區為本」的策略，推動更完善的基層醫療系統。在老齡化社會下，長者護理更需要跨專業團隊介入，社工、護士、物理治療師及職業治療師等專業人員之間的溝通與協作，不但是提供全面健康照護的關鍵，亦有助優化資源配置、提升市民自我健康管理能力，支持實現《藍圖》的長遠目標。

作為本港首間及唯一開設五個獲專業認可的護理及專職醫療專業學位課程的自資專上院校，東華學院一直致力實踐跨學科教育模式，加強護理、專職醫療以及其他專業之間的協作。

醫療及健康科學學院以「跨專業」與「跨地域」的策略，課程融合專業知識與國際視野，並加入醫療倫理、病人溝通等元素，讓學生明了醫學不止於治病，更是回應病人身心需求，培育具綜合思維、能應對挑戰的專職醫療人才。

在「跨專業」實踐方面，學院與香港科技大學合作，攜手推進跨專業醫療健康教育、創新科研、知識轉移及社區外展服務，共同培育面向未來的醫療人才。

學院亦與鄰舍輔導會合作，讓物理治療、職業治療及醫療化驗學生攜手為超過400位長者提供流動診所服務及一站式健康諮詢檢查，讓

學生親身體會團隊合作如何提升病人照護質素。

在「跨地域」方面，則為學生注入國際視野，透過國際合作交流了解不同地區的醫療體系。去年首辦的「放射師亞太青年座談會」，學院聯同日本順天堂大學及新加坡理工學院，聚焦醫療影像及放射治療，探討病人為本、癌症診斷及醫療制度差異。學院亦恒常舉辦「跨學科學術交流團」，例如安排物理治療、職業治療和健康科學學生，參訪台灣當地醫院與機構，從多專業角度審視患者需要，比較兩地制度異同。

推動跨學科發展，是將專職醫療教育從「專業訓練」提升至「全人培育」的重要實踐路徑，從而裝備學生在真實環境中與其他醫護人員及社會合作夥伴緊密合作，為病人營造更全面的復康環境。這不僅回應香港作為國際醫療樞紐的定位，更有助培育具前瞻視野及協作能力的新一代專業人才，守護大眾健康，驅動社會前進。

●東華學院校長 陳慧慈

東華學院自2010年創立以來，致力培育契合社會發展所需、具備專業素養的優秀人才。本專欄旨在與各界交流分享真知灼見，攜手打造香港成為國際教育樞紐。

## 科學講堂

### 改良碳封存技術 減緩缺水地區環境暖化

近日天氣大幅波動，時而氣溫高企，時而大雨滂沱，令人難以適應。這種氣候變化也提醒我們關注二氧化碳等溫室氣體在全球的累積與影響，促使大家思考如何有效減少大氣中的二氧化碳？將二氧化碳溶解於岩石中再封存於地下，是否可行？本次與各位分享一項近期研究，結果顯示，即使在較乾燥缺水的地區，此類方法亦能順利實施。

二氧化碳是大氣中的主要溫室氣體之一，會加劇全球暖化。若能將其封存於地下，則可避免其使地球溫度持續上升。具體做法之一，是將二氧化碳溶於水中，再將富含二氧化碳的溶液注入地下岩層；另一種方法則是將二氧化碳轉化為超臨界流體狀態，使其兼具氣體與液體的特性，從而能夠滲入地層深處。冰島於2011年至2014年間在一個名為CarbFix的項目中試驗了第一種方法，目前正擴大規模進行應用；美國華盛頓州則於2013年至2015年間測試了第二種方法。

兩種方法在執行細節上存在一項重要差異：第二種方法所使用的超臨界二氧化碳具有較強浮力，傾向向上遷移，因此在注入地下後，需以不透水的岩層將其頂部封閉。

相比之下，將二氧化碳溶於水所形成的溶液密度高於普通水，因而會自然沉入地下深處。此類溶液呈酸性，會溶解地層岩石中的碳酸鹽礦物，釋放出鎂、鈣等離子。同時，溶解態的二氧化碳轉化為碳酸鹽，並與釋出的鎂、鈣離子結合，形成穩定的礦物結晶，從溶液中析出，從而實現長期封存。不過該方法需消耗大量水資源。根據冰島的經驗，每封存一噸二氧化碳，約需動用25噸水。目前許多乾燥缺水地區因商業與工業活動活躍，碳排放量較大，卻面臨水資源匱乏的困境。因此，亟需尋找減少用水量的改良方案。

### 水分循環再利用

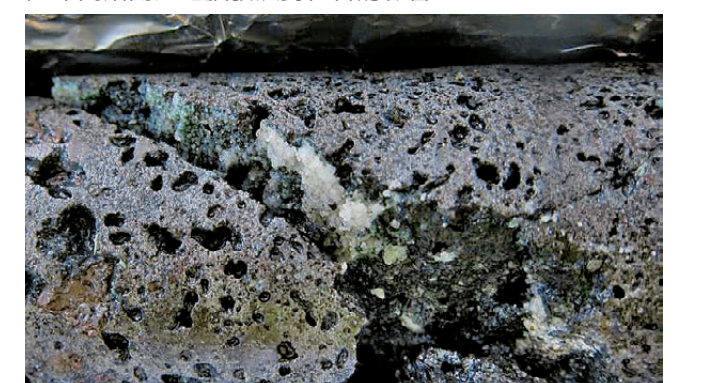
近期，有研究團隊在沙特阿拉伯西部進行試驗，對上述方法加以改進，以實現水分的循環再利用。改良後的方案設置了兩個深井：第一個深井如常注入富含二氧化碳的溶液，隨著二氧化碳轉化為礦物而被釋放，溶液中二氧化碳濃度降低，密度減小，因而趨向向上流動；第二個深井底部則配備水泵，將地下水抽回地面，再輸送至第一個深井，與新補充的二氧化碳重新混合，繼續注入地底深處。

研究團隊還在水中添加了特定示蹤化合物，用以追蹤水體在兩井之間的流動路徑及化學反應過程。試驗初期，研究人員測得較多溶出的碳酸鹽，與二氧化碳礦化反應的特徵一致，顯示該改良方法運行順暢。

極端氣候事件似乎日益頻繁，反映出我們對碳排放處理技術的需求更為迫切。本次介紹的改良方法有望進一步擴大規模，並在更多地區獲得完善應用。

●杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。



●圖為CarbFix項目由二氧化碳溶液形成的鈣化合物。  
網上圖片

## 三峽大壩見證科技與自然共生

科技暢想

從宜昌登船逆流而上，第一站便是三峽大壩。遊輪緩緩駛入

那個巨大的水箱，閘門在身後無聲關閉。當我們的遊輪開始上升時，整座機器用呼吸般的節奏運作，我站在輪廊內，抬頭望向那些粗壯的鋼纜與齒輪，心中沒有恐懼，只有對設計者鎮密思維的敬佩。遊輪從進入承船廂到升至上游水位，其間沒有顛簸，沒有刺耳的噪音，約四十分鐘後，前方的閘門緩緩打開，陽光灑入輪廊。我們的船平穩駛入上游平湖，甲板上的旅客不約而同地鼓起掌來。

過去，船隻通過五級船閘需耗時三小時至四小時，但如今有了升船機——這座被稱作「電梯」的機械奇蹟，讓三千噸級以下的船舶可在四十分鐘內翻越四十層樓高的落差。

升船機全線總長約7,300米，塔柱建築高度達146米。核心部件是一隻巨大的輪廊，外形尺寸長132米、寬23米、高10米，正常水深3.5米。它可以輕鬆容納一艘三千噸級的船舶。而當承船廂加滿水後，總重量約15,500噸，這相當於一百節高鐵車廂。它的最大提升高度為113米，約四十層樓高。

### 驅動系統全球首創

升船機的靈魂在於它的驅動系統，工程師採用了四套全球領先的齒輪齒條爬升系統，並由256根高強度鋼纜輔助牽引。這是全球首創的技術方案：巨型齒輪與固定在混凝土塔柱上的齒條精密嚙合，確保兩側水平偏差小於兩厘米。據現場解說員介紹，試運行時工程師曾將一枚硬幣立在甲板上，然後啟動升船機完成近百米的升降，那枚硬幣從頭到尾紋絲不動。

更令人安心的是，升船機擁有一套獨立的「長螺母柱—短螺桿」安全機構。即使在斷

電、機械故障或極端天氣情況下，這套系統也能立即鎖死，確保輪廊絕不墜落，從根本上消除了傳統升降設備最令人擔憂的風險。

升船機帶來的效率提升是革命性的。過去，船舶通過五級船閘平均需要3.5小時，而現在全程僅需36分鐘至50分鐘，節省了近80%的時間。截至目前，它已安全運行近五萬班次，累計通過船舶三萬艘次，客運量突破156萬人次，貨運量超過1,860萬噸（截至2024年12月）。

更難能可貴的是，平均過壩時間從通航初期的75分鐘縮短至50分鐘左右，設備停機故障率從通航初期的11%降至目前的不足1%（截至2024年12月）。客運量從一百萬到二百萬人次僅用了一年七個月，創下了全球同類工程的最快紀錄。

這些數字背後，是中國工程師持續優化的成果。每一次故障率的下降，每一次過壩時間的縮短，都來自對技術細節的極致追求。站在大壩上俯瞰上下游航道，我看到的是一條井然有序的「水上高速公路」，而升船機就是其中最關鍵的節點。

離開升船機繼續西行，三峽大壩的水力發電威力同樣震撼。三十二台七十萬千瓦機組，總裝機容量兩千二百五十萬千瓦，年均發電量約一千億度。這些電力沿着高壓線網傳輸千里，足以點亮半個中國的夜晚。曾經咆哮的洪水被馴服為清潔能源，江水穿過水輪機後依舊奔湧向田園與城鎮。

科技與自然在此共生——大壩調蓄洪水，發電照亮萬家，船閘與升船機暢通航運，而兩岸的青山綠水並未被犧牲，反而因水位抬升形成了三峽水庫這一新生的生態景觀。

這一切背後，是國家的強大。從齒輪齒條的冶金工藝到萬噸級平衡重的精密鑄造，從百



●升船機塔柱建築高度達146米，它的最大提升高度為113米，約四十層樓高。  
作者供圖

萬移民的妥善安置到跨省電網的協同調度，沒有完整的工業體系與統一的意志，升船機與大壩只能是紙上談兵。站在船頭仰望兩岸青山，我感受到一種踏實：當一個民族有能力運用頂尖科技重塑山河，她的未來便如長江之水，勢不可擋。

●洪文正

香港新興科技教育協會培育科普人才，提高各界對科技創意的認識，為香港青年提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org

