

# 二氧化碳升高如何影響森林氮供應？

## 科學講堂

氮是植物必需的一種養分，因此土壤中能夠被植物直接吸收的氮含量，會直接影響植物的生長。一直以來有一個猜想：當大氣中的二氧化碳濃度上升，會刺激植物生長，使其吸收更多氮元素，從而可能降低生態系統中氮的供應。這反過來又可能限制植物的進一步生長，使我們更難借助植物來「固碳」，以減緩碳排放的影響。近日有研究透過分析瑞典過去五十多年的樹木年輪來探討這個問題，以下與各位分享相關發現。



●寒冷地區植物與土壤中有機物質分解較慢，減緩了氮元素釋回環境的過程。這些低溫生態系統中的植物通常也只能獲得較少的養分，形成某種程度的限制循環。圖為歐洲雲杉。網上圖片

實驗室研究顯示，為植物提供更多二氧化碳，會加速其光合作用，進而促進生長。許多關於地球系統與氣候變遷的模型已納入此機制，因此預測未來大氣中二氧化碳濃度升高時，環境可能具備更大的「固碳」潛力。然而如前所述，養分供應會限制此一「潛力」的增長。特別是在寒冷地區，植物與土壤中有機物質分解較慢，從而減緩了氮元素釋

回環境的過程。這些低溫生態系統中的植物通常也只能獲得較少的養分，形成某種程度的限制循環。

### 對比同位素 測定氮供應量

植物生長旺盛吸收氮，會降低周圍生態系統中的

氮供應量。分析植物中不同氮同位素的組成，有助我們評估此一動態。氮15與氮14是氮的兩種穩定同位素，其中氮15的原子核比氮14多一個中子，因此略重。當生態系統中的氮供應超過植物需求時，多餘的氮會經由各種途徑流失。較輕的氮14較

易流失，而氮15則傾向於留在系統中。因此，透過分析氮15與氮14的相對比例，可推斷生態系統中氮的供應狀況。

最近一項研究分析了超過一千六百個歐洲雲杉與歐洲赤松的年輪樣本，比較其中的氮15與氮14比例，以推斷生態系統中的氮變化。這些樣本於1961至2018年間在瑞典各地採集，反映了過去數十年間瑞典樹木生長的變化。研究特別選取樹齡介於40年至60年間的樣本，以降低樹齡差異可能帶來的影響。

結果顯示，瑞典各地樹木中的氮含量皆以相似速度下降，這項發現頗令人驚訝，因為不同地區本身氮供應量差異甚大：瑞典北部氮供應向來偏低，南部則較高，可達北部的四倍。數據分析表明，大氣二氧化碳濃度的上升與氮含量下降之間存在密切關聯。

不過，研究人員也指出，植物可與真菌形成互利共生的關係，幫助植物從土壤中吸收氮，因此植物生長與氮供應之間的關係，可能比我們過去想像的更為複雜。

## 小結

植物、土壤與氣候之間的交互作用，仍有許多值得深入探討之處，唯有更全面地理解這些過程，我們才能更準確預測地球未來的變化。

●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。

# 量子機器學習邁入實用 AI「如虎添翼」

## 都大探索

一直以來，量子科技彷彿只存在於科幻電影或頂尖實驗室。

不過，這種遙不可及的距離感正在逐漸消失。近年來，隨著各國政府與科技巨擘持續投入資源，量子計算（quantum computing）已逐步從實驗室邁向實際應用。

更值得關注的是，頗具前景的研究正在進行中，目標是開發出能在較高溫度環境下運作的量子位元類型，使部分新型量子電腦得以朝着「室溫運作」的方向發展，不再受限於絕對零度（即攝氏零下273.15度）的極低溫操作環境，這不僅有望降低技術門檻與成本，也可能讓量子計算及其重要分支——量子機器學習（quantum machine learning）成為人工智能（AI）發展的新方向。

要理解量子機器學習，我們或許要先從日常使用的傳統電腦說起。無論是手機、個人電腦，還是雲端的超級電腦，其運作原理相當直接：所有訊號都是由「0」和「1」構成。

這種方式在處理文字、圖片或影片時已十分高效，但面對例如藥物分子模擬、全球物流路線或即時城市交通系統調動等極度複雜的問題，即使傳統電腦運算速度再快，也要花上極長時間。

量子電腦的突破在於其基本運算單位，即量子位元（qubit），能同時處於多種狀態，並透過量子糾纏（quantum entanglement）彼此影響。所謂量子糾纏，是指多個量子位元發生糾纏後，其狀態不再相互獨立，而是形成一個整體系統。即使這些量子位元在空間上分隔，對

其中一個的測量結果，仍會即時影響其他量子位元的狀態。

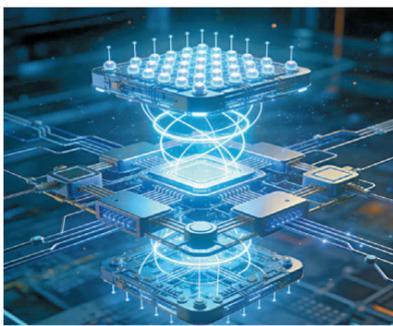
這種高度協調的特性，使量子系統能並行處理大量相互關聯的資訊。以處理問題的過程為例，傳統電腦必須逐一嘗試每條可能路徑，而量子電腦則能同時探索無數條路徑，從而大幅加速運算。

### 可推動智慧醫療發展

因此，當傳統電腦的運算能力面臨瓶頸，量子機器學習應運而生。機器學習（machine learning）讓電腦從海量數據中學習規律，以進行預測；而量子機器學習則嘗試利用量子計算的特性，大幅加速「學習過程」，在處理結構高度複雜、相互關聯的數據展現獨特優勢。需強調的是，量子機器學習的實際加速效果仍處於理論與實驗階段，尚待未來量子硬件技術突破，方能進一步驗證。

儘管量子機器學習距離實際應用仍有一段距離，許多本地和海外院校的研究單位已積極投入相關的研究。香港都會大學科技學院研究團隊亦在探索量子機器學習於醫療領域的應用潛力，包括基於生物訊號的心血管疾病分類的量子機器學習框架，以及構建用於腦電圖（EEG）分類的量子機器學習方法等，期望能為智慧醫療帶來突破。

然而，量子機器學習的發展仍面臨不少挑戰。首先是技術限制：現階段的量子電腦仍受制於量子位元數量有限，而且極度容易受到外間環境干擾而出現誤差。學術界稱它們為「含噪聲中等規模量子（NISQ）處理器」，就像一



●量子機器可加速AI「學習過程」。圖為AI生成的量子電腦。AI生成圖片

部性能強大但仍不穩定的新型引擎。此外，量子演算法的設計難度甚高，並非所有AI問題皆適合以量子方式處理。

其次是成本與普及性問題：即使量子電腦已開始實際運作，其建設、維護及操作成本依然非常高昂。因此，量子機器學習很可能仍主要應用於科研、國防或高價值產業領域，短期內難以迅速普及至大眾的日常生活。

最後，安全與倫理問題也不容忽視。量子計算強大的運算能力，理論上足以破解現行某些公開金鑰加密技術，對金融交易、個人隱私與網絡安全構成潛在威脅。若量子機器學習被不當使用或被少數機構所壟斷，其對社會造成的影響將不容小覷。

●熊景輝博士  
香港都會大學科技學院  
電子工程與計算機科學系主任、副教授

## 古嶺今談

Coffee or tea? 咖啡和茶風靡全球，在英語語境中有「美國咖啡、英國茶（American coffee, British tea）」一說，意思是美國人更愛咖啡而英國人更愛茶。而這句話不僅反映了飲食偏好，更蘊含了深厚的歷史與文化根源。

英國的茶文化由十六世紀中葉東印度公司將茶葉引入英國開始。十七世紀中，茶葉在英國貴族和上流圈子開始流行，以茶待友成為英國社會的重要社交活動。至十八世紀，隨著茶葉價格逐步下降，促進茶葉在中產階級普及起來，形成下午茶文化。

### 泡茶加鹽引論戰

十九世紀，更出現了關於茶葉禮儀的規範。英國人對茶的熱愛延續至今，對如何泡茶亦有相當的考究。2024年1月，美國一名化學家提出在泡茶時加鹽可緩和茶的澀味，引起無數英國網民反對，美國駐倫敦大使館和英國內閣辦公室紛紛加入戰團討論泡茶的最好方法，引發一輪外交風波，證明茶在英國的重要性。

美國咖啡的歷史則可以追溯到十七世紀。當時咖啡在歐洲已經盛行，1620年英國船隻五月花號（Mayflower）將英國移民送到美洲大陸，也將咖啡和茶帶入美洲。而英國人作為美洲大陸的新移民，連繫着英國本土的飲食文化。1773年發生的「波士頓傾茶事件」（Boston Tea Party）則令美國人從崇尚喝茶變成愛喝咖啡。

事件起源於十八世紀下旬，英國政府通過合稱《湯森法令》（Townshend Acts）的一系列法令向英屬殖民地北美十三州（Thirteen colonies）進口商品徵稅，包括生活用品如玻璃、紙張和茶葉等，引發強烈抗議。殖民地者認為稅項違反了他們「無代表不納稅」（no taxation without representation）的權利，抗議徵稅的英國議會中沒有他們自己選出來的代表，反對向沒有其代表的議會交稅。

### 茶成為壓迫象徵

在爭議中，發生了波士頓大屠殺（Boston Massacre），最後《湯森法令》被取消，僅保留《茶稅》（Tea Act）。該法案讓英國東印度公司可直接向殖民地銷售茶葉卻無需繳交茶稅，令其可以以更低的價格賣茶葉，損害殖民地本地茶葉進口商的利益。

美國殖民地者情緒高漲，要求英國東印度公司運茶船一樣要繳交茶稅，當達茅斯號（The Dartmouth）和其餘兩艘茶船拒絕支付關稅時，趁夜色潛入船隻並將茶葉傾倒入海抗議。英國議會以《不可容忍法令》（Intolerable Acts）回應，懲罰殖民者的破壞行為，並強化對北美殖民地的管控，最後引致美國獨立戰爭的爆發。

茶葉事件後和獨立戰爭期間，茶成為英國壓迫美國的象徵，美國人認為喝茶是不愛國的行為，加上徵稅後的茶葉比咖啡昂貴，於是紛紛改喝咖啡，有了「美國咖啡、英國茶」這個說法。獨立運動期間，美國人抵制茶葉和懲罰不支持運動的人，最有名的懲罰就是塗柏油和黏羽毛（tarring and feathering），被害人會被脫光上身或全身，被淋上滾燙的柏油，再被推倒在羽毛堆上打滾。滾燙的柏油燒傷皮膚，黏在身上的羽毛造成皮膚損傷外，移除時也會產生極大痛楚。

今天，美國還是全球最大的咖啡消費國之一，全球最大的咖啡連鎖店也是美國的公司，而英國則則是人均茶葉消費量排名前列的國家之一，以英式下午茶文化聞名，英國人可以說是手不離茶。雖然愈來愈多美國人以茶代咖啡，英國人也崇尚喝咖啡，但這個「美國咖啡、英國茶」的說法依然深刻反映了兩國的歷史與文化差異。

●曾健欣博士 嶺南大學歷史系講師

# AI賦能教育 以人為本共創未來

## 數教新知

隨着人工智能（AI）迅速發展，教育的數碼轉型已進入關鍵階段。數字教育的核心，不僅在於硬件添置或技能培訓，更在於系統化培養學生的AI素養，讓他們在AI無孔不入的時代，既能善用科技解難，亦能堅守責任感和正向價值。本校從1998年「資訊科技先導學校」至現在成為「數字教育卓越中心」的歷程中，深刻體會AI為教育帶來的機遇與挑戰，並累積若干可供教界參考的經驗與反思。

AI為教育帶來的最大機遇，在於突破學科界限，連結知識與真實生活。傳統文化與現代科技以往恍如平行線，如今因AI出現而相互啟發，為學習開拓前所未有的新方向。例如，本校學生在「學生創新大賽」奪冠的作品「舌診小精靈」，結合AI影像辨識技術與傳統中醫舌診智慧，開發出協助初步分析健康狀況的應用程式。

### 不僅改善生活 更可傳播文化

這不僅展現技術創新，更體現科技與仁愛的融合。另一作品「川劇變臉機械人」則運用編程與機械工程技術，控制機械人模擬川劇變臉，以創新方式呈現非物質文化遺產。學校提供多元的海外交流機會，讓學生不僅運用AI改善生活，更將傳統文化傳播至世界各地，從知識的接收者轉變為文化的創造者與傳承者。

在教學層面，本校透過教育局推出的電子學習配套計劃引入AI支援的學與教工具，讓教師即時



收集及分析學生的學習數據，並提供個人化回饋。這有助教師精準掌握學生的學習狀況，及早介入支援，更有效照顧學生的多樣性。同時，我們鼓勵教師善用生成式AI優化備課與行政工作，減省繁瑣事務，以騰出更多時間專注於學生的情感需要、價值引導與成長陪伴。

然而，生成式AI亦為學術誠信與價值教育帶來新挑戰。本校推行「AI@舊墟」課程時，深知技術本為中性，關鍵在於使用者的態度。有見及此，我們參考私隱專員公署指引，率先制定《學生使用生成式人工智能可接受使用政策》，明確規範AI的使用界線，並強調人類監督的重要性。我們教導學生：AI是強大的輔助工具，但絕不能取代獨立思考。挑戰不在禁止使用AI，而在培養學生成為負責任、具批判性思維的數碼公民。

本校擁抱科技的同時，亦堅守「立德樹人」的教育宗旨，持續推動「5P理念」（政策、地方、人物、計劃及過程）與「智慧幸福校園」願景，讓學生理解在充滿變化的科技時代中，同理心、道德判斷與人際協作尤為重要。

例如，跨學科課程「童理夢飛翔」結合聯合國可持續發展目標的理念，引導學生以工程思維探討全球暖化和社區議題，培養關愛社會、勇於承擔的精神。

AI應用於教育，本質上是一場以人為本的教育革新。唯有在擁抱創新的同時，堅守人文價值，方能培養出兼具智慧與仁心的未來棟樑，讓科技真正服務於人類福祉。

●大埔舊墟公立學校  
（學校為教育局2025/2026學年數字教育卓越中心之一）

●數字教育的核心在於系統化培養學生的AI素養。校方供圖