

# 霍亂弧菌抵抗「天敵」竟會「波及」人類？

## 科學講堂

霍亂由霍亂弧菌引致，是一種會令人腹瀉的嚴重傳染病。霍亂在香港並不算嚴重，但對清潔水源供應不穩定的地區來說，霍亂仍是一種肆虐的疾病。從1961年持續至今，我們其實仍處於第七次霍亂大流行之中。霍亂弧菌自然也有它們的「天敵」，今次就和大家分享霍亂弧菌與「天敵」的互動如何塑造了它們的演化。

霍亂弧菌的「天敵」主要是一種名為ICP1的噬菌體。噬菌體是一種專門攻擊細菌的病毒，它們會侵入細菌內部並利用細菌的資源進行複製，最終導致細菌裂解死亡。霍亂弧菌為求生存，演化出多種抵禦噬菌體的機制；與此同時，ICP1也會不斷演化以突破細菌的防禦。

今次分享的研究收集了不同地區的霍亂弧菌，再進行基因分析並加以比對。研究人員發現，與鄰近的印度相比，孟加拉的霍亂弧菌演化得出奇地快，其中受改變的基因有不少都與抗衡ICP1噬菌體有關，反映病毒為霍亂弧菌帶來不少生存壓力，驅使它們不斷改變。

由於水源是霍亂弧菌傳播的主要渠道，以往我們傾向留意河流、水塘等水體來了解霍亂的散播。然而，儘管恒河從印度流入孟加拉，帶來大量水源交換，這個研究卻發現孟加拉的霍亂弧菌很少在鄰近的印度流行，彷彿國界也是霍亂傳播的一個屏障。孟加拉和印度的霍亂弧菌，過去二十年來基本上是各自分別演化的。這項觀察暗示，人類的流動，而非僅是河流的流動，可能才是該地區霍亂散播的一個重要因素。

### 卸除防衛換取傳播能力

另一個有趣的發現是，在全球較為流行的霍亂弧菌，大多是缺少了噬菌體防禦基因的品種——缺乏防禦機制反而讓這些細菌更易在全球流通。

生物學家推論，維持防禦噬菌體的機制需要消耗不少資源；當環境中噬菌體數量不多時，高昂的防禦成本可能反過來阻礙霍亂弧菌的發展。換句話

說，這類細菌可能以「卸除部分防護」為代價，換取更快速的繁殖和傳播能力。

不過，擁有防禦噬菌體的機制，仍會使霍亂弧菌佔據明顯優勢。2022年3月至4月，孟加拉曾爆發一次較大規模的霍亂，位於首都達卡的一個疾病研究中心為超過四萬名病人提供治療。值得注意的是，研究人員發現這次疫情與霍亂弧菌新獲得的防禦基因PLE11出現的時間高度吻合。

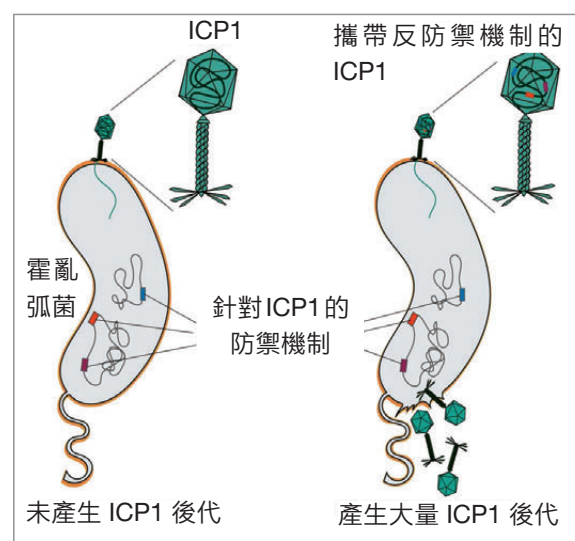
PLE11能夠製造出一種名為Rta的蛋白質。這種蛋白質的作用是阻礙ICP1噬菌體組裝其尾部結構（需要尾部結構的完整才能有效感染新的細菌），因而阻止病毒擴散。正是這項機制讓攜帶PLE11的霍亂弧菌在爆發期間得以大規模傳播。

ICP1噬菌體並非毫無還手之力。隨著PLE11在霍亂弧菌中逐漸普及，部分ICP1品系也演化出相應的對策。這些ICP1藉由改變自身尾部蛋白質的結構，不再受Rta蛋白的干擾，重新獲得感染能力。

此外，某些ICP1更發展出針對性的基因破壞機制，能夠直接使細菌的PLE11防禦基因失活。

### 小結

儘管PLE11的出現與2022年霍亂大爆發在時間上吻合，兩者之間是否存在直接的因果關係，仍有待



更深入的分析。此外，為什麼霍亂弧菌在國境兩側（孟加拉和印度）的演化路徑會如此不同？這些都是科學家們持續探索的課題。希望今次以霍亂為背景的故事，能夠讓大家認識到細菌、噬菌體和人類在大自然中複雜的互動與演化。

●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。

# AI 驅動自適應燒焊 提升作業安全

## 都大探索

在香港建築工地，俗稱「燒焊」的焊接及切割工序是結構工程的核心所在。傳統上，這項技藝依賴師傅多年累積的「手感」與「火候」。然而，隨著基礎設施日益龐大複雜，尤其高強度鋼材的廣泛應用，加上勞動力短缺與技工老齡化問題愈趨嚴峻，傳統手動焊接正面臨前所未有的技術傳承與職業安全挑戰。在這情況下，「自適應燒焊機械人」(Adaptive Robotic Welding)的引入，正是應對複雜多層多道焊接難題、確保施工質量及提升工地職安健的關鍵方案。

要推動創新科技落地，人才培育是不可或缺的關鍵。配合特區政府推動「建造業2.0」及「安全智慧工地」系統(Smart Site Safety System, 4S)，香港都會大學(都大)作為應用科學大學，將於2026/27學年開辦「機器人和自動化工程榮譽應用理學士」課程，以回應業界對高科技建造人才殷切的需求。

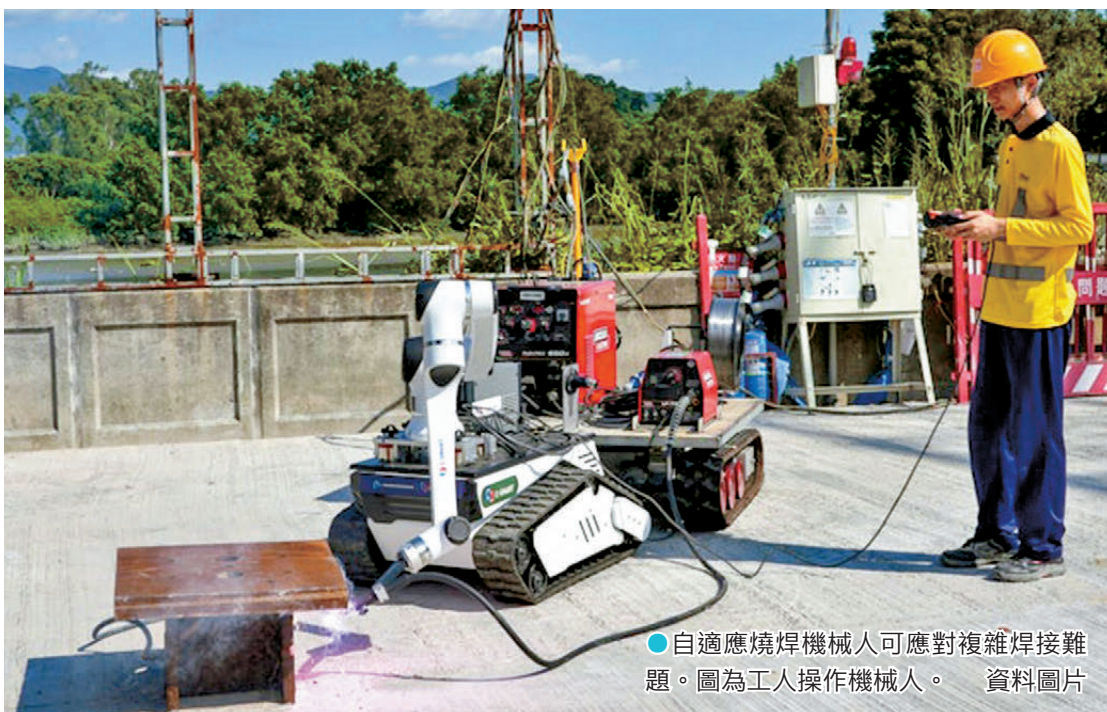
該課程重點培養學生在機械人定製、改裝及維護方面的能力，並引進多款建築機械人(如燒焊及噴漆機械人)，讓學生在校期間即可獲得實務操作經驗。課程採用跨學科設計，內容涵蓋計算機科學、電機工程及力學基礎等，並結合人工智能(AI)、物聯網(IoT)及智慧工地技術，培養能解決真實工程問題的專業人才。

課程根據香港工程師學會其中兩個相關專業界別的要求而設計，並提供廣泛的實習與工作為本學習機會，確保畢業生可無縫銜接高科技建造市場。

### 傳統手動焊接存瓶頸

要理解建造業為何渴求高科技人才，以及AI機械人的實際應用價值，必須先解構手動焊接在建築工地所面臨的技術複雜性。首先，工地上常見的厚鋼結構(如工字樑或大跨度橋樑)往往需要進行「全滲透對接焊」。這類焊接工序無法一次完成，必須透過多層多道焊道疊加來填滿接縫。每一層焊道的厚度、寬度，以及與前一層的融合度，都必須精確一致；只要其中一層出現輕微瑕疵，便可能影響整體結構安全，嚴重時甚至需要報廢重做。

其次，施工環境亦為焊工帶來挑戰。工地環境遠不及工廠受控，接縫間隙往往不均勻。焊工在手動焊接時，需一邊觀察熔池，一邊按即時的間隙調整焊條角度與擺動頻率，這種「即時回饋」



●自適應燒焊機械人可應對複雜焊接難題。圖為工人操作機械人。 資料圖片

極度耗費精神與體力，而焊接時產生的強光，亦會損害工人視力。

此外，焊接時的熱輸入必須控制在特定範圍內。熱力過高會降低鋼材的強度和延展性；熱力不足則會引起氬致裂紋。然而，焊工需長時間手動操作，難以維持穩定焊接速度，容易埋下工程結構的安全隱患。

### AI成機械人「眼睛」與「大腦」

傳統工業機械人是「盲」的，只能遵循預設的路徑運作，一旦工件出現數毫米偏差便會失效。AI結合傳感器，則為機械人加上「眼睛」與「大腦」，使其具備自適應能力。

焊接開始前，機械人利用3D鐳射掃描器自動獲取接縫的實際幾何形狀。AI系統能從掃描數據中快速識別接縫的特徵，並在數分鐘內生成最優焊接路徑，操作員無需耗費數小時編寫複雜程式。

AI演算法將資深焊工的工藝轉化為數學模型：當傳感器偵測到接縫間隙變寬時，系統會自動調整擺動幅度及焊接電流，確保焊道能完美填補間隙並精確控制熱輸入。

針對多層焊接，AI可根據掃描所得的凹槽剖面，自動計算所需的焊道層數。每完成一層，機械人會重新掃描，偵測當前層的表面狀況，並為下一層自動調整策略，從而確保最終表面的平整度。

自適應機械人的引入，將焊接工種從傳統的「骯髒、危險及沉悶」轉變為「智慧監督」模式，顯著改善工地安全環境。

一方面，燒焊產生的煙塵含有金屬氧化物，屬第一類致癌物。機械人作業實現了「空間隔離」，操作員可以在數米外的安全區域進行遠程監控，避免吸入毒煙或遭受熱輻射傷害。

另一方面，機械人可大幅減輕人體工學損傷風險。燒焊弧溫高達攝氏1,500度以上，焊工必須穿戴厚重防護服，在戶外環境中極易中暑。而焊接密集的工字樑時，常常維持彎腰姿勢，導致嚴重的肌肉骨骼損傷。機械人承擔了最頻繁、笨重的體力勞動，外國研究顯示自動化系統可減少約68%的安全事故，並顯著降低工人肌肉骨骼損傷風險。機械人的應用有助於減少焊接作業中不當及重複性的工作姿勢，提升作業安全。

由AI驅動的自適應燒焊技術，不僅是提升建築效率的工具，更是保障工人健康的堅實護盾。正如都大研究與課程所體現的，透過科技創新與專業培訓的雙軌並行，我們正將建築工地從高風險作業環境，逐步轉化為安全、精準且具持續性的智慧場域。



●白俊偉博士 香港都會大學科技學院高級講師

## 數教新知

隨着人工智能(AI)浪潮席捲全球，教育界正

經歷深層變革。作為數字教育的先行者，本校循序漸進地將AI融入中文科的學與教——從神話探索、古詩賞析到寫作回饋，探索AI如何由輔助工具轉化為啟發思維的「學習夥伴」。

本校多年來參與教育局數字教育卓越中心計劃，為校本AI教育奠定穩健的發展定位。我們深信AI的價值在於「賦能」而非「替代」，透過設計適切的學習框架，引導學生運用生成式AI時，同步進行判斷、分析與反思，從而培養深度思考能力，實踐「開拓智慧」的教育目標。

古詩教學的難點，在於學生往往因時代隔閡而難以共情。為此，本校讓學生利用AI對話機械人「穿越時空」，模擬與古代文人深入交流。

以學習柳宗元的《江雪》為例，學生先構思訪談內容，再與「AI柳宗元」對話，彼此分享克服困難的經歷，互勵互勉。沉浸式的互動不僅讓學生深切體會詩人創作的心境，加深受對文學作品的理解，更能培養多角度思考與自我反思的能力。

在六年級的中國神話單元中，AI成為了學生的「靈感捕手」。學生運用AI蒐集神話人物特點，並學習撰寫提示詞以獲取寫作建議，為《女媧補天》構思創新的後續發展。教師更將學生創作的故事轉化為四格漫畫，協助不同能力的學生跨越文字障礙，提升參與感和學習成就感。

### 教師引導學生明辨性思考

針對寫作教學，本校引入AI寫作回饋平台，為學生提供即時且個人化的回饋，包括錯別字提示、佳句標示及意念修訂。學生提交初稿後，能即時檢視並修訂文章，教師的角色則轉為重點引導學生明辨性思考——分析AI的建議是否適切，判斷哪些意見值得採納，思索如何把文章修訂得更精準。

儘管AI威力強大，本校仍然強調「人機協作」的本質。AI應用作「引發思考」而非「代替思考」。在數字教學情境下，教師更需引導學生如何精準提問、驗證資訊及秉持學術誠信。科技可成為強大助力，讓學生在數碼時代的洪流中，深刻傳承中華文化的智慧。

AI的出現，為中文科帶來的不是取代經典的風險，而是深化學習的可能。只要教師堅守教育本心，善用科技賦能，學生定能在數字浪潮中培養出扎實的語文能力，繼續保持對文學的熱忱與深刻的思辨力。

●樊永業主任、羅妙芝老師 佛教慈敬學校  
(學校為教育局2025/26學年數字教育卓越中心之一)



●筆者學校將AI融入中文科的學與教，探索AI如何由輔助工具轉化為啟發思維的「學習夥伴」。

作者供圖

# 大嶼山抗日游擊隊 以生命守護香港

## 古蹟今談

屯門龍鼓灘附近的海面上，83年前曾發生一場悲壯的抗日戰鬥。

1943年5月的一個夜晚，七名游擊隊員在海上遭遇日軍伏擊，最終全數壯烈犧牲。他們的名字是劉春祥、曾可送、林容、汪送、譚金火、溫發、劉佳。他們隸屬於中國共產黨領導的廣東人民抗日游擊總隊(東江縱隊前身)港九大隊，這是香港淪陷期間唯一一支由始至終堅持抗戰的武裝部隊。

1941年12月，日軍入侵香港。港九大隊前身的數支武裝工作隊迅速進入新界剝區、收集英軍遺留武器，展開抗日宣傳，建立起多個游擊基地。

1942年2月3日，港九大隊正式成立；同年4月，派員前往大嶼山開展抗戰工作。這座扼守航線的島嶼戰略地位重要，卻長期被土匪盤據。9月，港九大隊派出劉春祥率十餘人增援，與原有隊伍合組「大嶼山中隊」，劉春祥任中隊長，蘇光、陳亮明分任副中隊長與政治指導員。從此，



●臨危不懼的劉春祥抗日英雄群體(陳挺通畫)。 香港沙頭角抗戰紀念館提供

大嶼山成為抗日游擊的重要據點之一。

為擴大根據地，大嶼山中隊計劃開闢對岸的流浮山、龍鼓灘以及內伶仃等海島，與廣東寶安及五桂山的抗日游擊隊聯繫，控制粵港澳的航運，破壞敵人的海上交通。

1943年5月一天夜晚，劉春祥帶領六名班排骨幹從東涌出發，乘帆船前往龍鼓灘，希望清剿當

地土匪並建立據點。不幸的是，當他們行至龍鼓洲與沙洲對開海面時，遭遇日軍兩艘炮艇伏擊。敵軍火力強大，而帆船又無法高速行駛。情況萬分危急，但劉春祥和隊員毫不退縮。他們奮勇還擊，堅持到底，展現了游擊戰士寧死不屈的英勇精神。最終，帆船被擊沉，所有游擊隊員連同船家梁克一家五口，共十二人以身殉國。

噩耗傳回大嶼山，部隊震驚哀痛，舉行追悼會誓言堅持戰鬥，並派人搜尋烈士遺體，但無功而返。

多年來，他們的事跡鮮為人知。直到2020年，國家退役軍人事務部將劉春祥等人列入「抗日英雄群體」，正式向這批英烈致敬。1997年香港回歸當月，港九大隊老戰士曾親赴龍鼓灘遙祭戰友。經新界鄉議局等愛國團體推動和屯門民政事務處支持，2023年5月，一座莊嚴的紀念碑終於矗立在龍鼓灘海旁的山丘上。

劉春祥抗日英雄群體以生命守護香港、守護國家。他們浴血奮戰的愛國精神不應只活在紀念碑上，更該活在我們每個中華兒女心中，成為推動中華民族偉大復興的精神力量。

●劉蜀永教授 嶺南香港與華南歷史研究部、嚴柔媛 嶺南香港與華南歷史研究部