



台灣氣膠研究學會



Taiwan Association for Aerosol Research

2024 Aug.

94

CONTENTS

02 公佈欄

06 重要會議日期

07 The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024

13 地理資訊系統與地理人工智慧於空氣污染之應用

18 AI技術在空氣品質預報的應用

22 氣膠新知

23 專家介紹 陳則綸

《台灣氣膠研究學會會訊》為台灣氣膠研究學會發行之會員通訊，每季發行一次

發行人 蔡瀛逸

編輯團隊 陳裕政、彭彥彬、莊校奇、丁育韻
王聖翔、吳治達、許金玉、蔡佩穎

發行日期 2024 年 08 月 31 日

本會網址 <http://www.taar.org.tw/>

E-mail taarasst@gmail.com

公佈欄

- 第十六屆第八次理監事聯席會議已於 2024 年 6 月 22 日召開，本次會議審查會員申請案結果如下，本季共有 15 件個人會員申請成為本會會員（5 位永久會員、9 位初級會員、1 位常年正會員），成為台灣氣膠研究學會永久正會員與初級會員，歡迎加入台灣氣膠研究學會！
- 本會第十六屆理監事及各委員會委員即將任期屆滿。對於全體理監事及委員會委員，於過去兩年義務性為學會服務，謹在此向他們致上十二萬分的謝意。學會的發展需要各位會員先進熱心地參與。
- 第十七屆新任理監事，謹訂於 2024 年 9 月 20 日於國立宜蘭大學進行投票與開票程序，開票完成後將進行第十七屆台灣氣膠研究學會會員大會與第一次理監事會議。

第 8 次理監事聯席會議參觀國立宜蘭大學場地



公佈欄

個人永久會員

鄭羽辰 Yu-Chen Cheng

博士生研究助理
PhD Research Assistant

國立臺灣大學 環境工程學研究所
Graduate Institute of Environmental Engineering, National Taiwan University

潘述元 Shu-Yuan Pan

副教授
Associate Professor

國立臺灣大學 生物環境系統工程學系
Department of Bioenvironmental Systems Engineering, National Taiwan University

陳昭宏 Jhao-Hong Chen

研究員
Researcher

聖路易斯華盛頓大學
Washington University in St. Louis

潘詩諭 Shih-Yu Pan

博士後研究員
Postdoctoral Researcher

國立陽明交通大學 環境與職業衛生研究所
Institute of Environmental and Occupational Health Sciences, National Yang Ming Chiao Tung University

古曼寧 Aji Kusumaning Asri

碩士生
Master Degree Student

國立成功大學 測量及空間資訊學系
Department of Geomatics, National Cheng Kung University

公佈欄

初級會員

Dinh Chi Thien

博士生
PhD Student

臺北醫學大學醫學院
International Graduate Program in Medicine, Taipei Medical University

歐芬芳 Fefi Eka Wardiani

博士生
PhD Student

中原大學 環境工程學系
Environmental Engineering, Chung Yuan Christian University

Firdian Makrufardi

博士生
PhD Student

臺北醫學大學醫學院
International Graduate Program in Medicine, Taipei Medical University

呂韋辰 Wei-Chen Lu

學士生
Bachelor's degree student

國立宜蘭大學 環境工程學系
Department of Environmental Engineering, National Ilan University

黎氏孝 Le Thi Hieu

博士生
PhD Student

國立高雄科技大學 海洋環境工程學系
Marine Environmental Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology

公佈欄

初級會員

黃宥嘉 You-Jia Huang

碩士生

Master Degree Student

國立屏東科技大學 環境工程與科學系

Department of Environmental Science and Engineering, National Pingtung University of Science and Technology

林昱程 Yu-Cheng Lin

研究生

Postgraduate

國家衛生研究院 國家環境醫學研究所

National Institute of Environmental Health Science, National Health Research Institutes

林子琦 Tzu-Chi Lin

博士生

PhD Student

國立臺灣大學 環境工程學研究所

Graduate Institute of Environmental Engineering, National Taiwan University

曾振倫 Zhen-Lun Tseng

學士生

Bachelor's degree student

嘉南藥理大學 藥學系

Department of Pharmacy, Chia Nan University of Pharmacy & Science

常年正會員

許家瑋 Chia-Wei Hsu

博士生

PhD Student

國立成功大學 測量及空間資訊學系

Department of Geomatics, National Cheng Kung University

重要會議日期

會議日期

September 20-21, 2024

會議名稱

第31屆國際氣膠科技研討會

The 31st International Conference on Aerosol Science and Technology

會議地點

National Ilan University

Yilan, Taiwan

網站

<https://2024-icast.taar.org.tw/>

會議日期

November 3-7, 2024

會議名稱

第13屆亞洲氣膠研討會

13th Asian Aerosol Conference

會議地點

Sarawak, Malaysia

網站

<https://www.asianaerosol2024.com/>

The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024



印尼萬隆理工學院 (Institute of Technology Bandung)
T&T_IAA 會議現場。此次會議共有 100 多位師生參與，
台灣共有 50 多位師生與企業代表參加

The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024



開場致詞 - 印尼萬隆理工學院 Prof. Ir. Puji Lestari, Ph.D(第一屆 IAA 會長)



開場致詞 - 台灣氣膠研究學會蔡瀛逸會長

The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024



開場後與會學者合影留念



研討會場與會師生合影留念

The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024



會議主持人王琳麒教授與 Dr. Arie Dipareza Safei ;
本次研討會共有 66 篇口頭論文發表



研討會海報張貼現場，共有 22 篇海報發表

The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024



會議報告學生與主持人合影留念

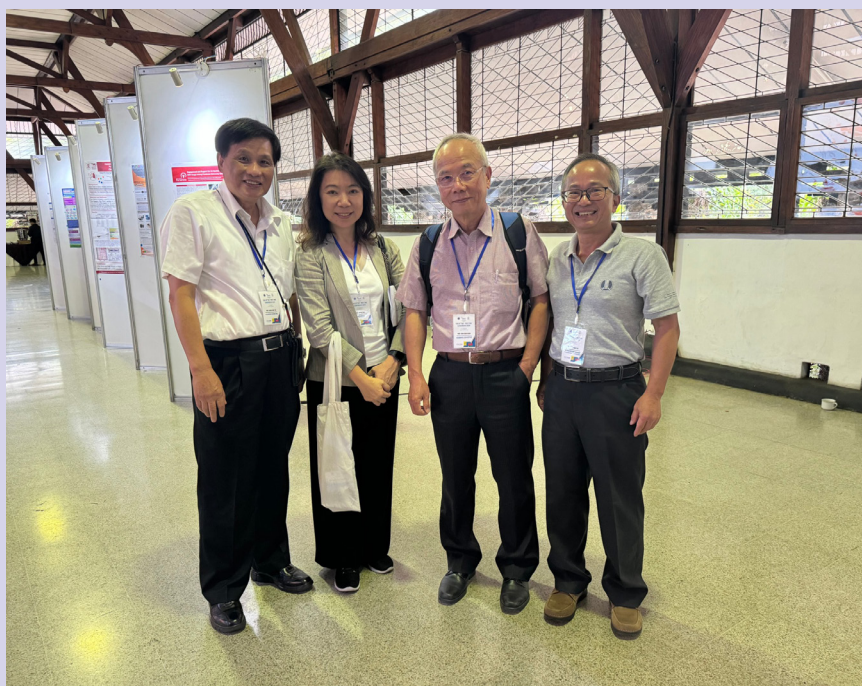


交通車上師生合影留念

The 10th T&T- The 1st IAA Conference 2024



台灣與會學者與代表合影留念



榮譽會長合影

地理資訊系統與地理人工智慧於空氣污染之應用

許瑋倫¹ Aji Kusumaning Asri¹ 吳治達^{1,2*}

¹國立成功大學測量及空間資訊學系

²國家衛生研究院國家環境醫學研究所

*通訊作者：chidawu@mail.ncku.edu.tw

一 前言

空氣污染是當今全球面臨的重大挑戰，對於人類健康和社會永續發展構成了重大威脅。空氣污染與多種疾病密切相關，如呼吸道系統疾病、心血管疾病以及癌症等等，因此空污議題具有無法被忽視的重要性。空氣污染物主要包含粒狀污染物與氣狀污染物，粒狀污染物主要為懸浮微粒，氣狀污染物則包含硫氧化物、氮氧化物等等。空氣污染的來源與地區的人類活動與自然樣貌密切相關，因此空氣污染物的濃度及組成比例依照地區特性而有所不同。基於此，了解空氣污染濃度分布有助於釐清不同空氣污染物的來源，也提供環境政策的制定、公共衛生規劃的參考。

二 傳統空氣污染推估方法學

空氣污染的濃度可以透過空氣品質監測站量測，這些測站配備了高精度的監測儀器，能夠提供準確的空氣污染濃度數值。由於監測站的分布無法覆蓋所有區域，大部分地區仍缺乏直接的空氣污染數據。因此，如何基於現有的監測數據並搭配合適的模式方法，以推估沒有監測站地區的空氣污染濃度變化，實為空污研究領域長期以來的重要課題。

早期的空氣污染空間推估方法主要依賴空間內插技術 (Spatial Interpolation)，如克利金法 (Kriging Interpolation)。空間方法係基於空氣品質監測站的監測數據，並根據距離權重推算整個區域的空氣污染濃度。由於空間內插方法僅考慮距離因子，無法充分考量地區排放源特性的變化，在監測站較少的地區，預測結果往往較不精確。因此，為了更準確地預測空氣污染濃度分布，研究者們陸續開發了各種基於不同技術的空氣污染推估方法學，主要分為兩大類：考量大氣物理及化學反應過程的化學傳輸模型 (Chemical Transport Model) 和以數據為基礎的統計模型 (Statistical Model)。化學傳輸模型係透過描述污染物在大氣中的傳輸、轉化和沉降過程以進行模型。這類模型通常需要依賴大量的大氣物理化學參數，然而由於在地的相關數據獲取困難，因此模擬過程中又會包含一些假設，進而增加模型的不確定性。相較之下，統計模型係通過分析空氣污染濃度數據與其他影響變數 (如氣象、地形、土地利用排放源等) 之間的關係，來建立迴歸預測模型。近年已有許多研究案例係選擇統計模型以進行空氣污染預測。

三 地理資訊系統在土地利用迴歸的應用

空氣污染物的分布與土地利用類型密切相關，透過結合在地排放污染源及土地利用型態資料，建立空氣污染推估模型，可以更好的捕捉不同地區的空污特性，從而提高空氣污染濃度分布的預測準確性。在蒐集及處理上述土地資料的過程中，經常需要使用多種來源的空間資料與數據，如排放源位置、交通路網分布、土地利用分類，以及衛星影像等。地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 能有效整合這些不同類型的空間數據，並通過其內的空間分析工具以解析並獲取土地利用和排放源的分布資訊 (圖一)。這些排放源的空间資訊為精進空氣污染推估模型提供了重要的基礎，同時空氣污染物與周邊土地排放源的關聯性得以被探究。

在這樣的基礎上，結合 GIS 排放源資訊與多元線性迴歸進行建模的土地利用迴歸 (Land-use Regression, LUR) 被過去研究廣泛應用於空氣污染推估上。土地利用迴歸係以測站的空氣污染物監測濃度作為應變數，經過 GIS 空間分析工具所獲取的氣象條件、土地利用型態、排放源分布等相關變數作為解釋變數，通過多元線性迴歸來描述空氣污染物與這些土地利用及環境因子之間的關係，針對沒有監測站的地區，只要在模型中代入當地土地利用及環境因子的數值，即可以模擬該地區的空氣污染物可能濃度。LUR 的優勢在於其考量了在地排放源的影響效應，並且應用上具有靈活性，能根據特定污染物的特性或區域差異進行調整。然而，空氣污染與土地利用及環境因子之間的關係往往極為複雜，有時單以線性模型並無法非常好的進行解釋。正值此刻，能夠捕捉數據間複雜關係的人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 技術橫空出世，同時在結合 GIS 的土地排放源資訊後，發展出創新的「地理人工智慧」(Geospaital Artificial Intelligence, Geo-AI)，並且逐漸被引入及實際應用在空氣污染模擬上，進而提升模型的預測準確性。

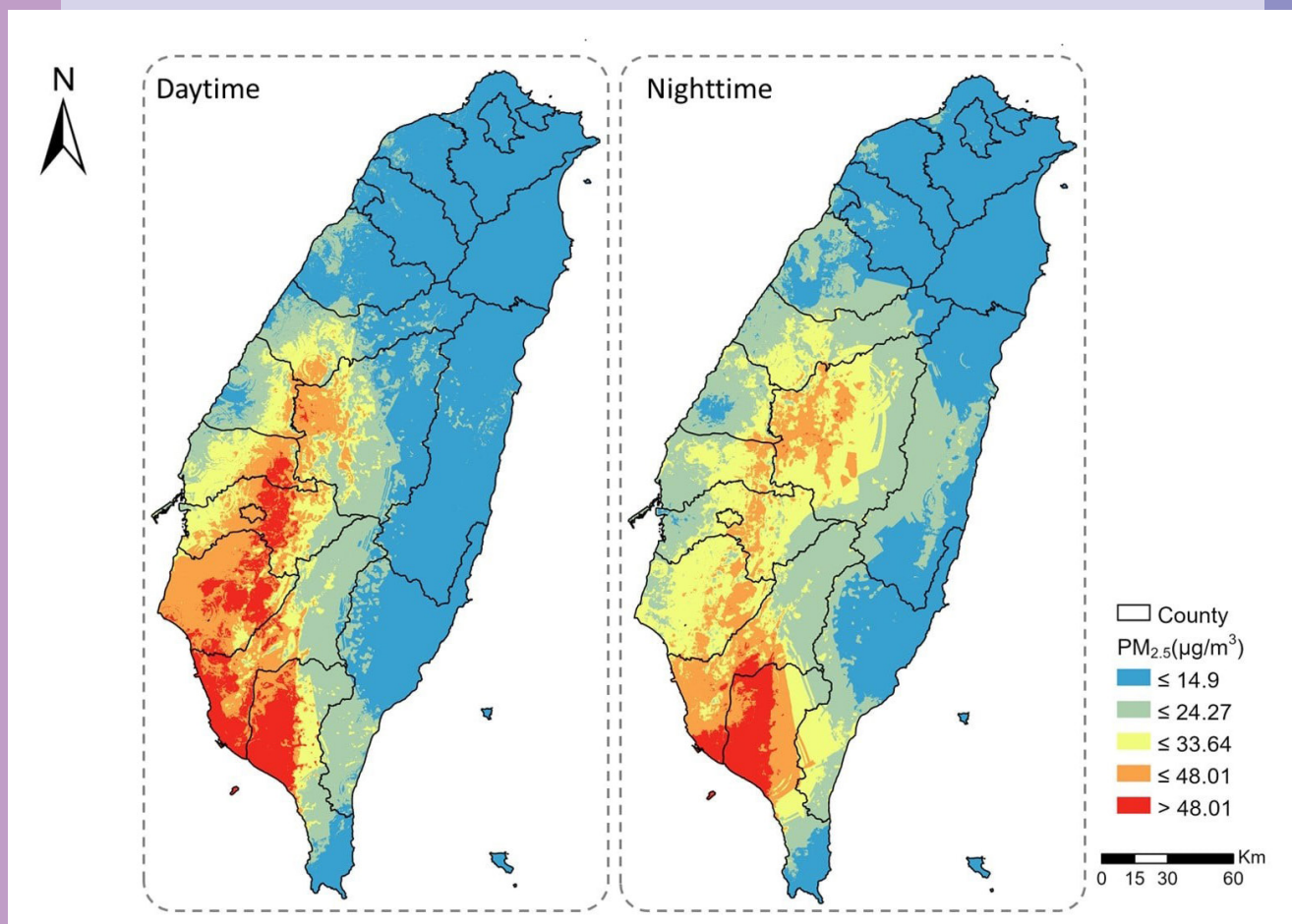


圖一：透過 GIS 獲取周邊土地排放源分布資訊示意

四 地理人工智慧 (Geospaital Artificial Intelligence, Geo-AI)

Geo-AI 的核心概念在於結合 GIS 與 AI 的優勢，利用空間分析工具與技術以處理並獲取多元的環境與空間資料，並運用機器學習或者進一步整合不同演算法推估優勢的集成學習方法，對大量數據進行自動學習，進而捕捉污染濃度與排放源因子間的複雜關聯性，以建立準確性更高的模型來解決複雜的空污模擬問題。

本團隊長期著眼於 Geo-AI 於空氣污染模擬上的應用，築基於 Geo-AI 的概念，我們團隊迄今已經發表了 24 篇有關空氣污染模擬方法學的研究論文。其中在 2023 年最新發表的研究報告中，我們提出了一種名為「集成混合空間學習模型」(Ensemble Mixed Spatial Models, EMSMs) 的方法，該方法結合了本文所提到的克利金空間內插、土地利用迴歸、機器學習及集成學習等四種空污推估方法學，針對臺灣近二十餘年細懸浮微粒 (Fine Particulate Particle, $PM_{2.5}$) 濃度的日間、夜間與日平均濃度變化進行分析。該研究蒐集了環境部國家空氣品質監測站的 $PM_{2.5}$ 濃度數據做為依變數。解釋變數方面包含其他相關空氣污染物數據、用中央氣象局的溫度、雨量、風速、風量等氣象監測數據；土地利用資料包含土地利用分類清單、地標、數值交通路網以及代表植物狀況的衛星常態化差異植生指標 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 資料庫等。基於上述變數所建立的資料庫，使用四種機器學習演算法，包含：梯度提升 (gradient boosting)、極限梯度提升 (extreme gradient boosting)、輕度梯度提升 (light gradient boosting machine)，以及類別梯度提升 (categorical boosting)，最後結合各項單一演算法的推估成果，以發展集成學習模型，來建立日間、夜間與日平均 $PM_{2.5}$ 濃度的空間推估模型。圖二係應用集成混合空間學習模型模擬全台 $PM_{2.5}$ 濃度分布示意。整體而言，所發展的模型在三個時間解析度上，均具有九成以上的模擬準確度，可在 50m*50m 的網格解析度下，正確且良好的模擬每一天台灣 $PM_{2.5}$ 濃度變化。同時在建模過程中，演算法亦會進行重要影響因子與排放來源篩選。這些成果為制定空氣污染防範政策提供了重要的科學依據。



圖二：利用集成混合空間學習模型模擬全台 PM_{2.5} 濃度分布成果 (以 2016 年 12 月 31 日為例)

五 結論

Geo-AI 為環境相關議題提供了創新的解決方案。本研究團隊基於這一概念，建立了一個結合多種地理空間資料和機器學習演算法優勢的「集成混合空間學習模型」。該模型不僅展現了良好的預測能力，分析模擬的成果可以做為環境政策制定的科學基礎外，相關方法目前亦已廣泛被應用到顆粒、氣態及揮發性有機化合物等多種型態的空污上，展示了未來 Geo-AI 在協助解決空氣污染問題的可能性。

參考文獻

1. 吳治達*、林祐如、曾于庭 (2024) 人工智慧揭密空氣污染時空變化 - 透過 Geo-AI 模擬戴奧辛時空分布。科學月刊，2024(3): 64-69。
2. 吳治達*(2023) 氣候變遷下的空氣污染分布：地理人工智慧技術之應用。土木水利 50(1): 16-23。
3. 吳治達* (2023) 「數位孿生 (Digital-Twin) 多維空間資訊整合分析於空氣污染之應用：地理人工智慧 (Geo-AI) 於環境戴奧辛污染模擬新進展」。地科推動中心電子報 (第二期)。國科會地球科學研究推動中心。
http://esrpc.ncu.edu.tw/public/tw/edm/edm_detail/27
4. 吳治達*、林祐如、曾于庭 (2023) 臭氧污染在哪兒？以 Geo-AI 分析空污空間分布。GeoDigital Life 空間數位生活，2023(2)：空間測繪、人工智慧。
5. Wong, P. Y., H. J. Su, S. C. C. Lung, C. D. Wu*. 2023. An ensemble mixed spatial model in estimating long-term and diurnal variations of PM_{2.5} in Taiwan. Science of the Total Environment 866, 161336.

AI 技術在空氣品質預報的應用

王聖翔、陳瑜

國立中央大學 大氣科學系

近年來許多研究使用各種數值方法來預測污染物濃度，通常分為兩類：物理模型和統計模型。物理模型主要基於排放清單及大氣化學和動力過程為基礎所進行空氣污染物的擴散模擬，台灣較常見如高斯擴散模式 (AEROMOD、ISC)、大氣化學模式 (CAMx、WRF-Chem 和 CMAQ)。而統計模型為基於空氣污染物濃度與其他影響因素之間的相關性或統計關係，由一套統計程式訓練歷史數據獲得學習，並隨著時間的推移而改進，又稱機器學習 (可稱為 AI 的一部分)，此技術可以幫助預測未來污染物濃度的時間和空間變化。隨著技術的進步，已開發出多種機器學習模型，這些算法可分為三個主要分支：監督學習、非監督學習和強化學習。

監督學習是一種廣泛使用的機器學習方法，使計算機能夠根據歷史和當前數據預測結果，中間的過程多採用分類和回歸算法，分類算法通常用於將污染物濃度分類為不同的標籤或組別，這使得能夠制定有效的策略以防止由空氣污染引起的事故。例如，Corani & Scanagatta (2016) 利用監督學習的貝葉斯網絡分類來確定污染物超過某些閾值的可能性，從而產生更準確的後驗概率。相較之下，回歸算法旨在觀察和預測基於相應輸出特徵的輸入量，一些常用的監督學習回歸算法包括支持向量機 (SVM)、反向傳播神經網絡 (BPNN)、線性回歸和 Elman 遞歸神經網絡。Jasim et al. (2020) 通過整合 SVM 和地理資訊系統 (GIS) 模型開發了一個預測一氧化碳 (CO) 排放的模型，該研究利用現場調查數據和地理資訊來預測 CO 排放，達到 81% 的準確率，最低 RMSE 為 0.067 ppm。另一項研究結合了來自 WRF 的高時空解析度資料與反向傳播神經網絡 (BPNN)，預報中國東部長江三角洲地區 (YRD) 72 小時的 $PM_{2.5}$ 濃度 (Jia et al., 2019)，該研究顯示出對 72 小時 $PM_{2.5}$ 濃度預測度為可接受，四季的相關性從 0.4 到 0.52 不等。BPNN 也被用於訓練嚴重污染濃度條件，與原始模型相比，RMSE 有所改善，改善比例達 44.1%。回歸監督學習在許多關於空氣品質評估的研究中被廣泛使用，其優點為易於獲得、成本效益高且易於實施。然而，這些模型通常面臨一個共同的缺點：預測不足的問題，這個問題意味著預測值將低於觀察值，在空氣品質評估的背景下，這一缺點可能導致對排放結果的低估，也因此導致未能及時採取措施以防止空氣品質惡化，進而可能會導致各種健康相關問題。

近年來，機器學習已在台灣的多項研究中用於評估空氣品質 (Chang et al., 2020 ; Doreswamy et al., 2020 ; Lee et al., 2020 ; Liang et al., 2020 ; Soh et al., 2018 ; Wong et al., 2021 ; Zhou et al., 2019) 。例如，2020 年的一項研究利用機器學習調查了北台灣 PM_{2.5} 的時空特徵 (Chang et al., 2020) ，作者使用不同輸入特徵的 BPNN 開發了兩個模型，這兩個模型表現一致，誤差變化範圍從 5 到 ~14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最高相關性 R² 值達 0.85。Zhou et al. (2019) 的研究成功利用長短期記憶 (LSTM) 算法預測台北市 5 個站點的 NO_x、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 水平。此外，他們的模型有效識別了三重空品站的 PM_{2.5}、PM₁₀ 和 NO_x 的高排放事件，濃度分別超過 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 150 ppb。

除了上述參考文獻，本文作者研究團隊應用一套集成式學習模型以增強空氣品質評估 (Tran et al., 2023)，並著重於預測 O₃ 和 PM_{2.5} 等關鍵污染物，以及估算行星邊界層高度 (PBLH)。此集成式機器學習框架，整合 LSTM、SVM 和隨機森林 (RF)，最佳化預測 PM_{2.5} 和 O₃ 的 48 小時濃度變化。結果顯示，O₃ 的預測結果達 0.97 到 0.81 的高相關性，RMSE 值在 1 小時到 48 小時預測中波動在 4.77 到 11.65 ppb 之間。另一方面，PM_{2.5} 的預測表現也有所改善，RMSE 變動在 4.8 到 11.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，相關係數在 0.95 到 0.66 之間。PBLH 預報模型亦顯示良好的結果，相關係數最高達到 0.97，最低 RMSE 僅為 0.0215m。

本文所介紹的研究成果強調了機器學習在空氣品質預報的潛力，可以期待未來透過機器學習技術提升，將可提供及時和準確的空氣品質預測，有助於政府對抗空氣污染的應對策略和環境治理開啟新頁。

參考文獻

Chang, F. J., Chang, L. C., Kang, C. C., Wang, Y. S., & Huang, A. (2020). Explore spatio-temporal PM_{2.5} features in northern Taiwan using machine learning techniques. *Science of the Total Environment*, 736. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139656>

Corani, G., & Scanagatta, M. (2016). Air pollution prediction via multi-label classification. *Environmental Modelling and Software*, 80, 259–264. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.02.030>

Doreswamy, Harishkumar, K. S., Km, Y., & Gad, I. (2020). Forecasting Air Pollution Particulate Matter (PM_{2.5}) Using Machine Learning Regression Models. *Procedia Computer Science*, 171, 2057–2066. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.221>

Jasim, O. Z., Hamed, N. H., & Abid, M. A. (2020). Urban Air Quality Assessment Using Integrated Artificial Intelligence Algorithms and Geographic Information System Modeling in a Highly Congested Area, Iraq. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 55(1). <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.55.1.16>

Jia, M., Cheng, X., Zhao, T., Yin, C., Zhang, X., Wu, X., Wang, L., & Zhang, R. (2019). Regional air quality forecast using a machine learning method and the WRF model over the yangtze river delta, east China. *Aerosol and Air Quality Research*, 19(7), 1602–1613. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.05.0275>

Lee, M., Lin, L., Chen, C. Y., Tsao, Y., Yao, T. H., Fei, M. H., & Fang, S. H. (2020). Forecasting Air Quality in Taiwan by Using Machine Learning. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61151-7>

參考文獻

Liang, Y. C., Maimury, Y., Chen, A. H. L., & Juarez, J. R. C. (2020). Machine learning-based prediction of air quality. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(24), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app10249151>

Soh, P. W., Chang, J. W., & Huang, J. W. (2018). Adaptive Deep Learning-Based Air Quality Prediction Model Using the Most Relevant Spatial-Temporal Relations. *IEEE Access*, 6, 38186–38199. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2849820>

Tran, H. D., Huang, H.-Y., Yu, J.-Y., & S.-H. Wang (2023). Forecasting hourly PM_{2.5} concentration with an optimized LSTM model, *Atmospheric Environment*, 315, 120161, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120161>.

Wong, P. Y., Lee, H. Y., Zeng, Y. T., Chern, Y. R., Chen, N. T., Candice Lung, S. C., Su, H. J., & Wu, C. da. (2021). Using a land use regression model with machine learning to estimate ground level PM_{2.5}. *Environmental Pollution*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116846>

Zhou, Y., Chang, F. J., Chang, L. C., Kao, I. F., & Wang, Y. S. (2019). Explore a deep learning multi-output neural network for regional multi-step-ahead air quality forecasts. *Journal of Cleaner Production*, 209, 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.243>

氣膠新知

看不見的敵人：揭露室內空氣污染

Publisher : Independently published

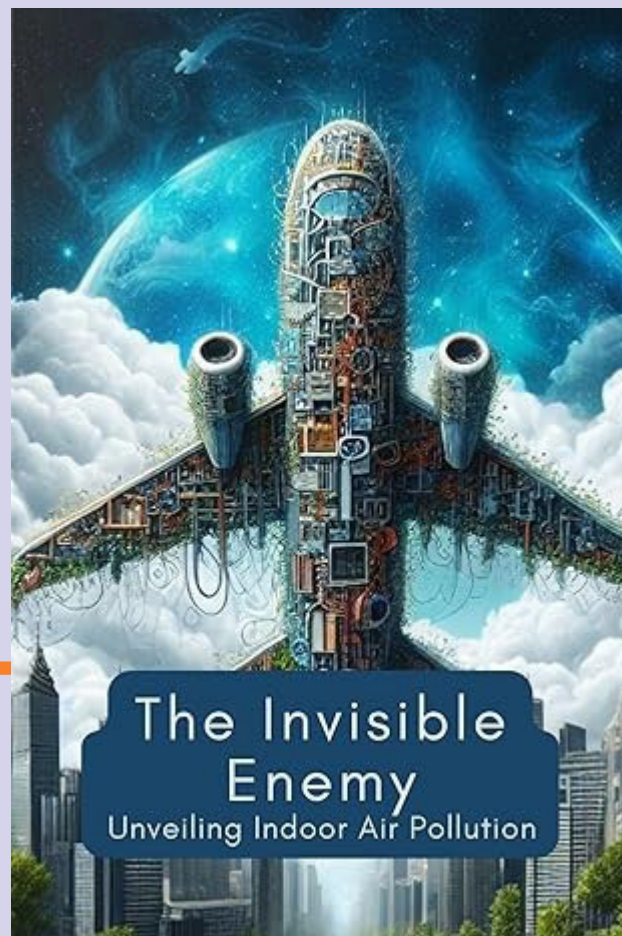
Publication date : April 26, 2024

Language : English

Print length : 205 pages

Page numbers source ISBN : 979-8324059231

by Amal Forman (Author)



在我們的日常生活中，我們常常忽略了一個隱形的威脅：室內空氣污染。這本書深入探討了這個令人擔憂的問題，揭示了潛藏在我們自己家中的看不見的污染物。從基礎知識開始，它揭示了這個問題的來源，揭露了那些令人驚訝的罪魁禍首，它們負責污染我們的呼吸空間。從烹飪煙霧到清潔化學品，書中揭示了導致室內空氣品質不良的多種來源。關注健康和福祉，作者引導讀者了解持續暴露於這些污染物可能帶來的危險。通過深入的研究和科學研究，書中強調了長期暴露的後果，從過敏和呼吸道疾病到其他常見病症。為了裝備和賦能讀者，書中提供了改善室內空氣質量的實用解決方案。從採用簡單習慣到整合現代科技，它提供了如何為自己和家人創造更安全、更健康的生活環境的指導。結合引人入勝的敘事和啟發性的事實，這本書加深了我們對空氣污染的理解，並挑戰我們在追求清新空氣方面保持警覺。對於任何關心自身健康和每日呼吸空氣品質的人來說，這是一本必讀的書籍。

專家介紹



陳則綸

現職

國立中山大學環境工程研究所助理教授

學歷

國立臺灣大學環境工程學研究所 博士

國立臺灣大學環境工程學研究所 碩士

E-MAIL

tselun.chen@mail.nsysu.edu.tw

Website

<https://iee.nsysu.edu.tw/p/412-1208-25378.php?Lang=zh-tw>

陳則綸博士為國立中山大學環境工程研究所助理教授，過去曾於台大環工所以及瑞士「蘇黎世聯邦理工學院」(ETH Zürich) 擔任博士後，亦曾於美國「阿貢國家實驗室」(Argonne National Laboratory) 與德國「斯圖加特大學」(University of Stuttgart) 擔任訪問學者。陳博士的研究方向主軸為「空氣污染與能源技術開發之研究」，主要研究領域包含：(1) 整合式空氣污染技術；(2) 電化學二氧化碳捕捉與再利用技術；(3) 大氣氣膠粒徑分布與來源解析等議題。陳博士為空氣污染與能源技術實驗室 (Air Pollution and Energy Technology Laboratory) 之負責人。研究內容與目標包含運用氧化吸收法並結合製程強化概念進行多種空氣污染物之共去除、增進介面質傳與反應器設計以開發二氧化碳電催化技術、建立長時間氣膠粒徑分布量測探討來源分析與氣膠微粒演變等，未來期望將其研究專長與成果應用於國內重點產業以推動共污減碳，邁向淨零轉型之路徑。陳博士近 5 年已發表 28 篇 SCI 期刊論文；並於 2024 年 2 月加入中山環工所團隊，未來研究將結合本身專業與淨零排放、空氣污染與氣候變遷等議題。

近年研究主題

一 開發新穎電催化模組進行二氧化碳還原轉化技術

陳博士於瑞士 ETH Zürich 擔任博士後研究員期間（受國科會博士後千里馬計畫補助），主要以電化學方法進行負碳技術開發的研究，旨於利用電化學方法將二氧化碳轉化成有價值的碳產物（例如一氧化碳再合成或甲酸等），我們建立以 electroless deposition 方法於奈米纖維與碳紙上進行奈米金屬顆粒的沉積（銅、金與鈮），同時進行 2D 與 3D 的金屬無電鍍沉積，並製備成氣體擴散電極 (Gas diffusion electrode, GDE)，將氣體擴散電極可作為電化學模組內的工作電極，同時，將電催化模組設計成可調控流場變化，探討二氧化碳氣態質傳速率之提升，進而期望提升整體二氧化碳轉化率，將二氧化碳視為一種再生原料，促進負碳技術的發展。

二 發展超重力技術進行多種空氣污染物之績效評估

本研究主題主要探討以超重力技術進行多種空氣污染物去除，以及都市焚化爐飛灰進行二氧化碳礦化之效能、質傳與動力學模式，以及環境衝擊與經濟成本評估等研究；主要研究目標包含：評估超重力技術同步淨化多種空氣污染物之績效、建立超重力系統中對於多種空氣污染物去除之質傳模式、評估超重力技術結合二氧化碳礦化對於都市焚化飛灰穩定化效果、建立二氧化碳礦化與飛灰中鈣離子溶出行為之反應動力式，與評估技術經濟可行性與環境衝擊以達系統最佳化。

其研究主要於國內重點產業建立超重力技術示範，提供產業新穎技術開發外以及提升空污排放實質減量，超重力技術過去鮮少應用於環境工程，經本研究實證後，可望作為國內中小型工業的最佳可行技術之選項，降低其成本與能耗；相關研究成果發表至 Chemical Engineering Journal、Waste Management、Journal of Environmental and Chemical Engineering、以及 Environmental Pollution 等國際期刊。

三 評估台北都會地區 COVID-19 第三級警戒期間 對於空氣品質影響

應用台大環工所 IMPACT 空氣品質測站相關數據，分析台北市 COVID-19 第三級警戒期間，分析各項空氣污染物、氣象條件與車流量時間序列變化，特別針對警戒期間前中後的粒徑分布變化與懸浮微粒數目濃度的變化，配合相關交通排放氣體污染物與氣象條件，解析交通源排放於警戒期間下降是否有助於空氣品質之改善；目前各國已有相關文獻說明各項措施之空氣品質影響，係以全球尺度、區域尺度與都市尺度進行探討。前兩者主要搭配衛星反演數據、地面量測數據及模式模擬等方法，分析 COVID-19 封城期間，主要空氣污染物變化，例如：氣動粒徑 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下之懸浮微粒質量濃度 ($\text{PM}_{2.5}$)、一氧化碳 (CO)、氮氧化物 (NO_x , 以 NO 與 NO_2 為主)、以及臭氧 (O_3) 等；後者則使用近交通道路量測或移動量測的方式進行分析。目前文獻以歐美國家、中國以及印度為主，其主要結論為，COVID-19 封城措施確實可經由人為活動或交通量減少，降低 $\text{PM}_{2.5}$ 、CO 與 NO_x ，然而卻會提升地面 O_3 的濃度，主要是因為 NO_x 的下降可能會減緩 O_3 滴定效應 (titration effect)，進而促進 O_3 的生成；因此，從政策管制面來看，藉由 COVID-19 管制期間對於空氣品質影響之變化，更需進一步重新思考空氣污染管制策略的規劃；目前最新研究成果已發表至 Environmental International 國際期刊。

重要關鍵詞與解釋

氣體擴散電極 (Gas Diffusion Electrode)

於電化學系統中以高疏水性、高導電性、多孔性與高活性表面積之材料作為電極製備材料，於常壓下可使氣體與電解液於微孔中處於平衡狀態，可提升氣體分子的擴散質傳速率，形成穩定的氣 - 液 - 固三相界面，進而發生異相電化學反應。

超重重力技術 (High-gravity Technology)

係以傳統填充床加裝機械旋轉設備，使其床體旋轉過程中所產生離心力於床體產生高重力環境場，於空污防治領域可做為強化氣液質傳反應之設備。