

機械 / 淨零排放 / 環境科技

SCIENCE AND TECHNOLOGY

Mechanical Engineering / Net Zero Emissions /

Environmental Technology

盡人事，聽天命

Do my best and leave the rest to the Heaven.



Science and Technology

Mechanical Engineering / Net Zero Emissions / Environmental Technology

張木彬 先生

Moo Been Chang · 65 歲 (1958 年 2 月)

學歷

美國伊利諾大學香檳校區 土木與環境工程系 博士
美國伊利諾大學香檳校區 土木與環境工程系 碩士

現任

國立中央大學環工所 講座教授
台灣 PM2.5 監測與控制產業發展協會 理事長
台灣氣膠研究學會 長程規劃委員會主任委員

曾任

國立中央大學永續環境科技研究中心 主任
台灣氣膠研究學會 會長
行政院國家科學委員會環境工程學門 召集人
國立中央大學環境工程研究所 所長

評審評語

致力於空氣污染物控制技術研發，學術表現傑出，理論與實務兼備。長期協助國內企業改善戴奧辛排放，並輔導進行污染防制設備改善，對我國空氣品質提升有卓越貢獻。

Dedicated to the development of innovative air pollution control technologies, Prof. Chang has outstanding performance in both fundamental and practical aspects. He has assisted domestic enterprises to reduce dioxin emissions and provides guidance on the pollution prevention/control, making outstanding contributions to the improvement of air quality.

得獎感言

感謝東元基金會給予個人研究團隊的肯定，也感謝服務單位國立中央大學環工所的支持及研究團隊成員之辛勤投入。本人帶領之研究團隊自 1992 年成立以來即以 (A) 發展先進的空氣污染防制技術與 (B) 掌握持久性有機污染物 (POPs) 之生成機制及其於環境之流佈為發展主軸。歷經卅餘載的耕耘及歷年來團隊成員的持續努力，近幾年在這兩個研究主軸累積了相對豐碩的研究成果，未來也期望持續深耕，為國家培育優秀的高端環境工程人才，另一方面在空氣污染防制研究領域持續精進，為提升國內的空氣品質及協助國內產業邁向淨零排放作出具體貢獻。



電漿、觸媒技術領銜應用 以環境工程堅守台灣淨土

採訪撰稿 / 欣傳媒·黃睿荃
攝影 / 欣傳媒



一杯單一純麥威士忌、一盞書燈、一首 1960 年代的披頭四搖滾樂...，中央大學環境工程研究所講座教授張木彬一派紳士愉悅的表示這就是他最愜意的狀態。回顧投身教育及環境工程領域的三十七年間，台灣從農業邁入工業社會，環境破壞身歷其境，記憶中童年鄉間美好的生態破壞殆盡，兀立於市區且規模龐大的垃圾山怵目驚心，土壤、水質、空氣汙染等危害生命安全的工業與農業汙染問題，各界束手無策，甚至消極迴避。張木彬教授卻是在台灣環境議題最艱難的年代，以環境工程的專長，挺身守護台灣淨土的環境工程專家。

從耕讀走向理工 環境工程開拓嶄新視野

1958 年出生於屏東長治的張木彬，與妻子共有 2 女，他戲稱自己是「庄腳团仔」，從小在課業之餘要參與農作；雨季來臨之際「才能待在家裡好好讀書」，但是童年晴耕雨讀所帶來的記憶，讓張木彬對土地產生無比的熱愛。

1970 年代，台灣推動十大建設，經濟成長、就業機會增加、物價穩定，台灣也正式成為新興工業化經濟體，搖身走入工業化的時代；張木彬考上屏東高中，抱著如果我學理工、學工程，應該可以幫國家、民生做更多的事，完成更多建設！的想法，在當年工程建設大力推展的氛圍下，張木彬從此踏上理工求學之路；高中畢業後，張木彬考上創系第一年的國立中興大學環境工程學系，有鑒於環境工程領域的「科技整合性」，舉凡物理、土木工程、化學工程、乃至氣象與機械之基礎知識皆須涉獵，開闊的學術視野帶給張木彬



新的衝擊與強烈的求知慾，「那時因為是創系第一年，很多的老師都來自業界，專精環境工程的教授不多。」因國內師資有限，而萌發出國留學深造的想法。

1976 至 1980 年，張木彬作為第一屆環境工程系學生，在資源尚未到位的初創階段，張木彬與同學創辦系刊，透過翻譯國外環境工程的期刊論文，除磨練英文讀寫能力也增廣知識見聞，「當時學習、讀書風氣很興盛，學生也想多練練英文」張木彬謙遜地講述當年求知若渴的風潮；且由於創辦系刊，張木彬採訪了當時國立中興大學校長羅雲平博士，「當時有人質疑校長為什麼要把校門口的路開這麼大條，但現在來看，卻是剛好夠用，也因為校長的那一次採訪，我們深刻了解到環境工程學門的重要性，以及看事情要有遠見、有格局、有方向」。

解決工業環境問題 張木彬：環境工程，攸關人命

「環境工程，攸關人命」，大學時期張木彬一邊讀書一邊發現自己就讀的科系與社會事件息息相關，「當時，因為

工業化的持續發展，鋼鐵廠林立，結果傳出工人吸入過多一氧化碳的中毒事件，因為系上老師受委託改善鋼鐵廠空氣汙染，開始參與教授的專案。」協助藉由大氣擴散模式計算下風處濃度及民眾曝露風險，從工廠第一線開始參與研究「解決問題」，張木彬回想每一個專案，都與社會發展產生的問題環環相扣，「解決環境的各種問題，成為我們科系中最重要方向」；不只是鋼鐵廠，河川汙染也成為時代中的環境癥結，「當時因為下水道的建設尚未普及，民生及工業廢水幾乎都排進河川中，最嚴重的是淡水河跟愛河。」來自農村山林，目睹自然原生風貌的張木彬對於工業時代的發展，除了看見環境問題陸續產生，在中心也感受到山明水秀的「家」正在流逝，但經過下水道工程建設及汙染改善的過程，這兩條河川現在已出現比原來清澈的樣貌，所以將環境工程專業落實在公共建設上，解決民生問題是很有意義的事。

1980 到 1990 年，正是台灣推動「十四項建設」、「國家建設六年計畫」、成為亞洲四小龍的年代，台灣從工業起飛帶動整體經濟達到前所未有的高峰階段，所以張木彬在

1986年下定決心，返鄉回到屏東大仁藥專公害防治科任教，但在兩年後選擇辭去大仁藥專的教職身份，他在這時期確定了熱愛教書的志向、同時在台灣建設發展高峰的時代，環境產生的問題盡收眼底，心中仍念念不忘要抱持解決問題的心走回學術研究，「這是一條孤寂的路，還好太太一直都很支持我」張木彬誠懇感謝太太，也在這一年再度通過公費留學考試，回到美國伊利諾大學攻讀博士學位。

戴奧辛研究成果翻轉台灣垃圾焚化爐

張木彬在博士班奠定未來研究發展，至今台灣但凡論及「戴奧辛」無人不知其研究成果；張木彬博士研究期間接受

電機、土木工程雙教授指導，從電漿觸媒技術介入環境工程，「我那時做的研究是排氣之『脫硫脫硝』技術研發，由於煤經燃燒後產生二氧化硫，二氧化硫會產生酸雨；另外，則是氮氧化物的排放，造成光化學煙霧及臭氧問題，對人體及生態的傷害都很大，我致力研發的是能同時去除氮氧化物、硫氧化物的電漿轉換技術」，張木彬說起博士班的研究以及當時大環境所面臨的困境，想解決問題又熱愛教書，學術成為他披荊斬棘的途徑。

博士班學成後，帶著電漿技術的研究成果返回台灣，張木彬將當時的研究擴大，從當時硫氧化物 / 氮氧化物的基礎將範圍擴大，把揮發性有機化合物（VOCs）去除及二氧化碳

轉換納入；此外，他在博士班時期接受指導教授建議「一個人不能只有一個題目，至少要有兩個題目互相支持」，於是戴奧辛的研究從此展開。

1992年內湖垃圾焚化廠正式啟動，「那時候垃圾焚化廠並沒有戴奧辛排放標準，但為了民眾的健康及環境的安全考量，我決定開展戴奧辛的研究。」張木彬回國後繼續著手找尋深入研究的資源，從焚化後的灰燼開始搜集、到煙道採樣，逐步建立戴奧辛的採樣分析技術。

張木彬啟動戴奧辛研究，是從內湖的垃圾焚化廠開始。作為台灣第一個垃圾焚化廠，過去採用的方式為透過靜電集塵器去除粒狀物（PM），經過濕式洗滌塔並加入鹼劑（氫氧

化鈉），將氯化氫及二氧化硫去除，不讓有害物質從煙囪排出，但經張木彬帶學生採樣檢測，戴奧辛濃度從煙囪排出去的濃度竟高於靜電集塵器入口之5倍，驚人的數據引起台北市議會關注，進而開展全台灣垃圾焚化廠的改善翻轉；張木彬指出，進入靜電集塵器前的煙氣中氯化氫濃度相當高，約落在400至500ppm，為防止靜電集塵器受酸腐侵蝕，溫度須維持在230度，低於此溫度氯化氫將冷凝成為鹽酸，更重要的是因為靜電集塵器收集的粉塵含有大量金屬物質，如銅、鐵是生成戴奧辛的催化劑，「250度到400度是戴奧辛的再生成高峰，230度已經接近此溫度窗，造成戴奧辛之再合成，導致煙囪排出之戴奧辛濃度反比靜電集塵器入口高」張木彬





解釋，而最為嚴重的部分是戴奧辛不溶於水，後期煙氣進入濕式洗滌塔並無去除效果，而直接從煙囪排出，戴奧辛濃度並未減量。

張木彬發布研究成果，受到台北市議會及市政府關注，進而強烈要求環保局即刻改善，而他也提出「先除酸、再除塵」的解決方案。張木彬表示，靜電集塵器需改為袋式集塵器，將溫度控制於 150 至 160 度，以抑制戴奧辛之再生成，並將濕式洗滌塔改為半乾式除酸塔並移至袋式集塵器之前，焚化廠之戴奧辛排放從此進入有效控管範圍，列入法規並定

期抽驗，而他最為開心的是除了解決台灣環境的問題，「日本的垃圾焚化廠也都跟進我們的方式，有效降低戴奧辛生成」張木彬滿意地說。

透過電漿觸媒技術轉換溫室氣體再利用

實際上他的研究成果並不侷限於戴奧辛，延續博士班電漿技術的應用，在台灣發展階段加入觸媒技術，張木彬指出，全球暖化的問題日益嚴峻，將二氧化碳、甲烷透過技術轉換為可再利用的資源，發展 CCUS（碳捕獲、再利用、封存技

術）成為台灣目前當務之急，也是張木彬年屆 65 仍全心盡力的目標；張木彬表示，台灣高達 99% 石化燃料皆為進口，使用一次即排放溫室氣體，並無法有更多的利用價值，對此，張木彬表示，二氧化碳透過電漿、觸媒技術可以生成氫氣與一氧化碳，除了降低二氧化碳排放，氫氣可作為燃料使用，可從資源開展循環經濟，「期望這項技術持續推動擴大規模，將來可以與目前傳統以電解水生成氫氣的方式相媲美，以不同的技術進入市場，有效競爭」張木彬補充解釋，在溫室氣體中，半導體產業常使用的全氟化物（PFCs）如八氟環丁烷（C₄F₈）的全球暖化潛勢（GWP）非常高，二氧化碳的全球暖化潛勢為 1，C₄F₈ 則高達 10300，「這是當務之急，目前已經跟國內高科技業洽談，希望發展的電漿觸媒技術未來可以擴大應用到台灣相關產業。」他語重心長地說。

秉持教學熱忱，將近 40 年的教學研究生涯，最為感動的就是仍在這一片土地上守護環境與栽培學子，張木彬目前指導 3 位博士生、7 位碩士生；回憶當年「鐵血教授」的時代，再看到如今的學生成長茁壯，張木彬相當喜悅，「學術之路雖然孤寂，但總是會看到學生一直成長」，面對未來接續而

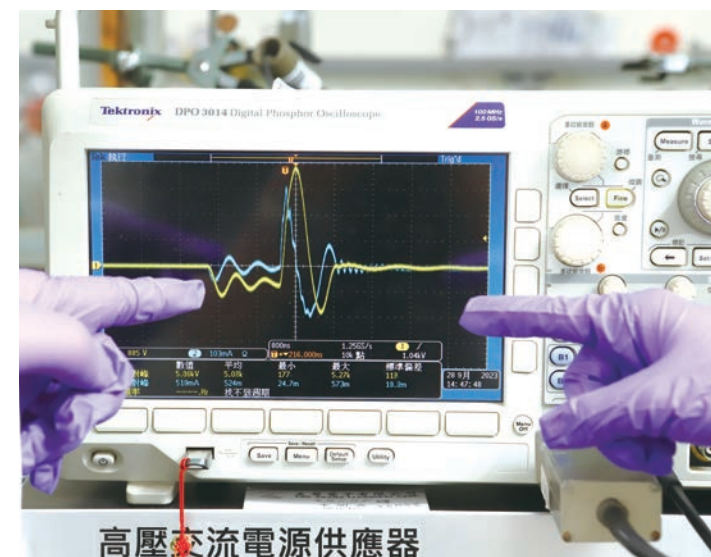
來的環境挑戰，張木彬諄諄教誨學子：「做研究一定要走在最前端，創新再創新，直到大家只要看到這個題目就想到你」做為指標、熱切對環境的關心，作為「庄腳囡仔」的張木彬，仍以最初的關愛守護這塊土地。

對「東元獎」的期望

東元電機成立於民國 45 年，是歷史悠久的績優上市公司，以生產馬達及家電聞名全球，旗下成立之東元科技文教基金會設有「東元獎」，每年於科技及人文各領域選拔表現傑出人才給予獎勵，因遴選過程公正嚴謹，深獲產官學研各界肯定，成立以來已有百位人文與科技菁英獲獎，成為同儕與後輩學習之典範，於學術及產業界之影響深遠。期許東元科技文教基金會鼓勵得獎者持續研究創作，透過座談及演講等方式將獲獎者之學思歷程及研究創作心得與年輕世代交流傳承，擴大社會影響力。面對全球環境變遷、經濟成長、社會平權、貧富差距等巨大挑戰，個人也期許基金會積極推廣聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）理念，引領全國各界共同努力，朝消除貧窮、減緩氣候變遷、促進性別平權等 17 項 SDGs 目標邁進。

成就歷程

張教授之研究團隊成立以來即以掌握毒性空氣污染物於環境介質之流佈及發展創新之空氣污染物控制技術為研究主軸，近五年的研究主題包括：(1) 大氣中毒性污染物（如 PAHs 及 PCDD/Fs）之分佈特性研究、(2) 燃煤及煉鋼程序之 PM_{2.5} 及 PAHs 流佈特性研究、(3) 新穎控制技術應用於揮發性有機污染物（VOCs）及氮氧化物（NO_x）之去除、(4) 溫室效應氣體（PFCs, CO₂ 及 CH₄）之轉換與再利用、(5) 多重污染物併同去除技術及 (6) 觸媒 / 電漿整合技術開發，迄今發表 195 篇 SCI 期刊論文，總引用次數 6500，h-Index 達 45（依 Scopus 資料庫）。

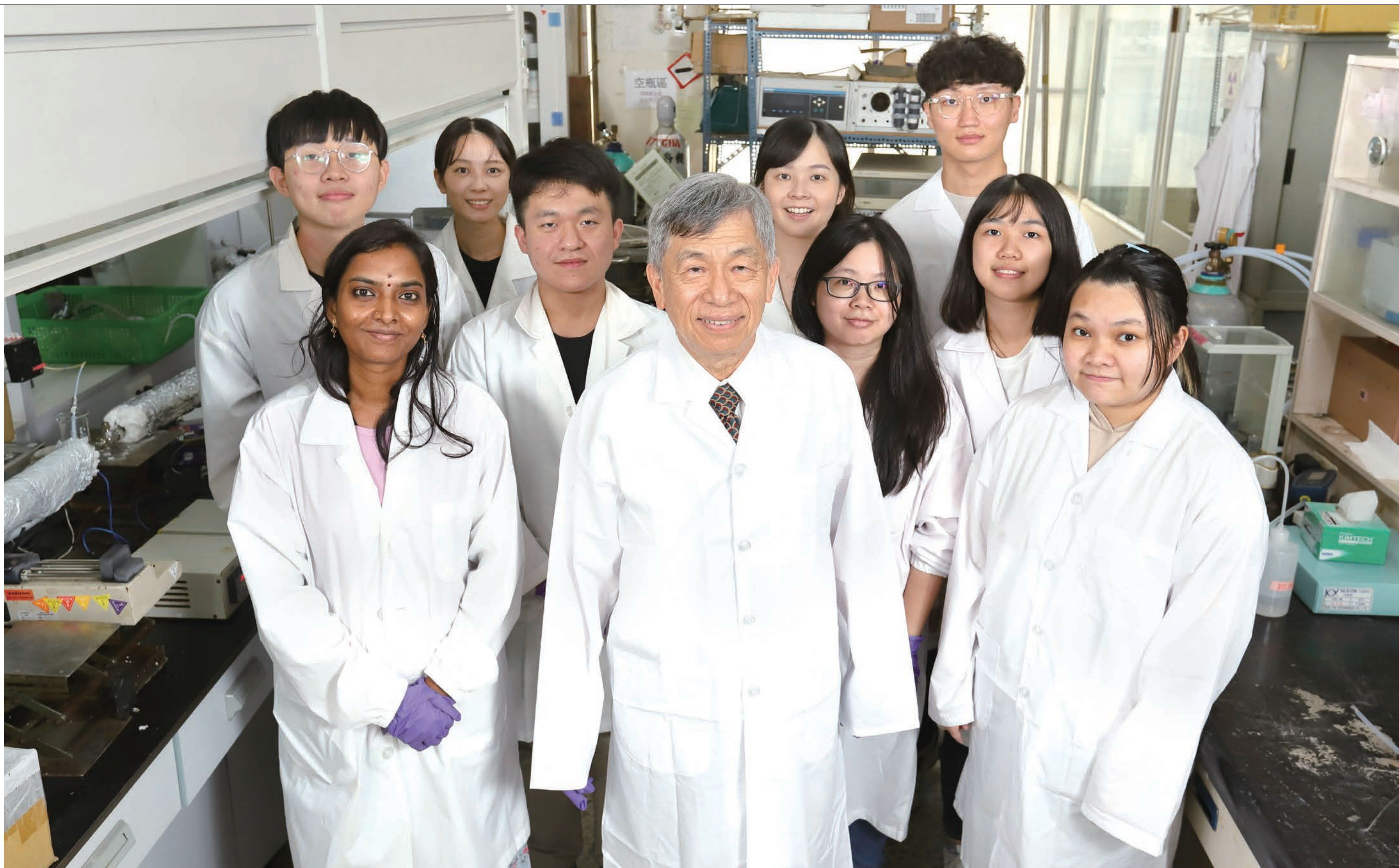


具體貢獻事蹟

張教授在國內外學術組織擔任多項重要職務，亦多次獲邀於國際研討會擔任主題演講或規劃委員，近二十年執行超過 180 件產學及國科會研究計畫案，研究總經費 190,497,519 元，培育逾百位環境工程碩博士菁英。工程實務方面，除積極協助國內大型都市廢棄物焚化廠及煉鋼業改善戴奧辛排放使其順利運轉外，近幾年也持續協助輔導高科技產業及中小型企业進行戴奧辛排放減量與污染防治設備改善，提升產業競爭力。

研究展望

帶領研究團隊持續研發低碳排 / 高效率之空氣污染防治技術及開發新穎之二氧化碳轉化 / 再利用技術，協助業界解決空氣污染問題及因應淨零排放挑戰。





Prospective of “TECO Award”

TECO Electric was established in 1956 and has developed into a great company with excellent performance. It is well known globally for the production of motors and home appliances. Hundreds of humanities and science and technology elites have won the TECO award, becoming a model for peers and future generations to learn from, and has a profound influence on the academia and industry. It is expected that TECO Foundation will encourage award-winning scholars to lead teams to continue their research works and assist domestic industries to solve the problems and face the challenges. I would also strongly encourage the Foundation to promote 17 SDGs (Sustainable Development

Goals) established by the UN to end poverty, improve health and education, reduce inequality, and spur economic growth while tackling climate change to achieve the sustainable development globally.

History of Achievements

Since its establishment, Professor Chang's research team has focused on understanding the distribution of toxic air pollutants in environment and developing innovative air pollution control technologies. The research topics in the past five years include: (1) Toxic pollutants in the atmosphere (such as Research on the distribution characteristics of PAHs and PCN), (2) Research on

the distribution characteristics of PM2.5 and PAHs in coal burning and steelmaking processes, (3) Application of novel control technology to volatile organic pollutants (VOCs) and nitrogen oxides (NOx), (4) conversion and reuse of greenhouse effect gases (PFCs, CO₂ and CH₄), (5) multiple pollutant simultaneous removal technology and (6) development of catalyst/plasma integrated technology, 196 SCI articles published so far Journal articles, total citation times 6500, h-Index reaches 45 (according to Scopus database).

Technical Contributions

Professor Chang holds important positions in academic organizations at home and abroad, and has been invited to serve as keynote speaker or planning committee member at international seminars. He has completed more than 180 research projects supported by industries, university and the National Science Council, with a total funding of 190,497,519 NTD. In addition to helping large-scale municipal waste incinerators and steelmaking plants to reduce dioxin emission, Prof. Chang also continues to assist and guide high-tech and small/medium-sized enterprises to improve their performance in combating air pollution and reducing GHGs emission.

Future Prospects of Research

Continue to work on the development of low-carbon and high-efficiency air pollution control technologies to help domestic industries to meet the regulations and also reach the carbon neutrality.

