
化工 / 材料 / 循環永續科技
SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chemical Engineering / Material / Circular Sustainability Technology
慎而思之、勤而行之
Think carefully, act diligently.
感謝狀
感謝狀
指導有方
徐啟銘
Chi-Min Shu

Science and Technology

Chemical Engineering / Material / Circular Sustainability Technology

徐啟銘 先生

Shu, Chi-Min・68 歲（1958 年 11 月）

學歷

美國密蘇里大學蘿拉分校化學工程學系 博士
美國密蘇里大學蘿拉分校化學工程學系 碩士
東海大學化學工程學系 學士

現任

國立雲林科技大學環境與安全衛生工程學系 特約講座教授
國立雲林科技大學製程安全與產業防災中心 主任
經濟部產業發展署廢棄物再利用會議 召集人
內政部消防署危害性化學品災害搶救 諮詢專家
毒性化學物質緊急應變 諮詢委員

曾任

美國貝泰公司 (Bechtel Corporation) 製程安全工程師
國立雲林科技大學 學術副校長
教育部區域產學合作中心 主任
台灣產業安全與防災學會 理事長
中華壓力容器協會 理事長

評審評語

長期深耕製程安全、防災及綠色化學技術研發，成果兼具學術創新與產業實效。廣泛協助企業降低風險，推動產學合作與人才培育，對提升我國產業安全與永續貢獻卓著。

Long-standing dedication has been shown in research and development related to process safety, disaster prevention, and green chemistry technologies, with achievements combining academic innovation and practical industrial impact. Through extensive assistance to enterprises in lessening risks, as well as the promotion of industry-academia collaboration and talent cultivation, substantial contributions have been made to enhancing Taiwan's industrial safety and sustainability.

得獎感言

非常感謝東元科技文教基金會與評審委員的肯定。能夠獲得東元獎，對我而言不只是個人的榮譽，更是對雲林科技大學、研究團隊、助理、歷屆學生、產業夥伴，以及長期支持製程安全與產業防災工作的各界先進共同努力的肯定。也感謝家人一路以來的支持，讓我能夠長期投入這條不一定容易被看見、卻十分重要的研究道路。
製程安全的工作，本質上是一種損失預防。最好的結果，往往不是多完成一件看得見的產品，而是讓事故沒有發生，讓人員、環境與產業避免承受原本可能出現的傷害與損失。

早年在美國貝泰公司從事製程安全工作時，我深刻體會到安全專業必須建立在科學證據、現場理解與長期累積之上。回到臺灣任教後，我也一直期盼讓學術研究走進產業現場，使每一次產學合作都成為拉近研究與實務的機會。
這份榮譽提醒我，製程安全、產業防災與人才培育仍有許多工作需要持續推進。面對新興能源、循環永續、高科技製程與智慧化安全管理等新的風險與需求，我將繼續與團隊、學生及產業夥伴共同努力，讓安全研究不只停留在論文與實驗室，也能成為守護產業發展與社會安全的基礎力量。

對「東元獎」的期望

東元獎長期鼓勵科技創新、人文關懷與社會實踐，對臺灣學術研究與產業發展具有重要意義。這項獎項不僅肯定個別研究者的努力，也提醒科技工作者，專業知識應能回應社會需求，並在產業、環境與公共利益之間發揮更積極的作用。
面對淨零轉型、能源安全、產業升級與循環永續等挑戰，許多問題已無法只靠單一領域解決，更需要學術界、產業界與政府部門持續交流合作。期盼東元獎未來繼續鼓勵跨領域、跨世代的研究與實務連結，支持更多年輕研究者在專業養成過程中看見科技與社會需求的關係，並將所學投入公共利益，讓科技創新成為推動臺灣社會安全、產業韌性與永續發展的重要力量。



把研究做進現場，把機會留給下一代

專訪撰稿 / 葉文欽
特約攝影 / 林韋言



製程安全是一門成果往往不容易被看見的專業，因為最好的結果，正是讓原本可能發生的事故沒有發生。徐啟銘三十多年來做的，就是這樣一份工作。他長年留在雲林科技大學與技職教育體系，卻從未把研究關在校園裡，自己估計跑過一千多家工廠，把產業碰到的真實問題帶回實驗室，再讓研究結果重新走進現場。從製程安全到鋰電池、廢棄物與公共安全，專業領域一路擴張，也先後獲選美國與英國兩大化工專業學會會士。然而比起這些頭銜，徐啟銘更像一個始終閒不下來的工程師與老師。碰到問題，他習慣先到現場看清楚，該量的就實際量，不能確定的就再找證據；面對學生也是如此，要求可以很高，該幫一把的時候卻從不袖手旁觀。這種近乎固執的務實，讓他三十多年來始終在工廠與校園之間來回，也形塑出一條很不像典型學院研究者的路。

徐啟銘並不是從小就知道自己會走上學術研究的人。父母做小生意，受過的學校教育不多，家裡又有七個孩子，談不上能替每個孩子安排一條精細的升學道路，然而只要孩子有機會往前走，他們總是盡力把那個機會留下來。小學二年級前後，由於住家附近的環境複雜，母親擔心孩子受到影響，於是搬離了原來的生活圈；多年之後，當徐啟銘準備赴美留學，雖然家裡經濟並不寬裕，父母仍四處借錢、標會，設法把他送出去。他的人生方向並不是父母或師長事先替他規畫好的，反而是在一次次摸索與選擇之中，身邊總有人願意替他多做一點，讓原本未必走得下去的路，始終還有繼續往前的可能。

得遇伯樂，找到自己的方向

徐啟銘在國小的成績一直不差，經常排在班上前幾名，因此小學畢業前也曾去報考臺中縣市幾所私立中學，沒想到成績卻離錄取標準差了一段距離。對當時幾乎沒有補習經驗的他來說，不少考題甚至陌生到看不懂，這才第一次發現，不同學校與學習環境之間的差距可以如此之大。他後來形容，原本以為自己跑在前面，出去一比才發現「連人家的車尾燈都看不到」。

沒考上私立中學後，徐啟銘進入市立國中，也把不少時間花在足球校隊上。但教練龔義三注意到他的課業表現，告訴他以這樣的程度，將來其實有機會考上不錯的高中，才讓他重新思考自己的方向。徐啟銘最後決定不再踢足球，插班進入私立中學，希望替自己爭取更好的升學機會；沒想到換了環境，第一次考試又成了全班的「最後幾名」。從小學的前幾名，到接連看見不同學習環境之間的落差，他只能重新追起，一步一步把不足補回來。

走出舒適圈，徐啟銘後來進入了東海大學化工系，這時的他依然喜歡運動，也不是那種一開始就認定自己要走學術道路的學生，但比較自由的學習環境，加上周遭同學與老師的刺激，讓他逐漸發現自己還可以往更遠的地方走。大學畢業後，他決定赴美國密蘇里大學羅拉分校攻讀化工碩、博士，一開始只能用家裡四處借來的錢，直到第二學期取得獎助學金，經濟壓力才減輕。但此時的阻礙不只有財力問題，從英文能力到研究訓練，都讓他意識到自己的不足，於是這個從前最愛把時間花在球場上的學生，讀起書來突然像換了一個人。徐啟銘自己形容：「我到美國就變成另外一個人。」他



整天往圖書館和實驗室鑽，甚至連圖書館裡編在「TP」類、也就是化工技術相關的書籍，「幾乎都看完了」，常常讀到眼睛都腫起來。準備資格考時，他又一頭栽進輸送現象、熱力學、反應工程等化工基礎科目，最後這三科都考出極好的成績。過去那個「明明會念書，卻更喜歡打球」的學生，開始下苦功追著知識跑，徐啟銘作為研究者的基本功，也是在這段留美歲月裡逐漸打磨了出來。

苦讀讓徐啟銘追上了課業，但真正讓他開始理解一個學者應該怎麼做學問的，則是留學期間遇見的恩師 Marshall E. Findley。徐啟銘最記得的，是老師從來不會因為身為教授，就假裝什麼都知道。學生問到一時回答不了的問題，他會很直接地說「I don't know either」，再花兩、三天找資料，回來繼續和學生討論。對當時還在摸索研究方法的徐啟銘來說，這種坦然面對未知、凡事回到資料與證據的態度，本身就是最直接的學術訓練。

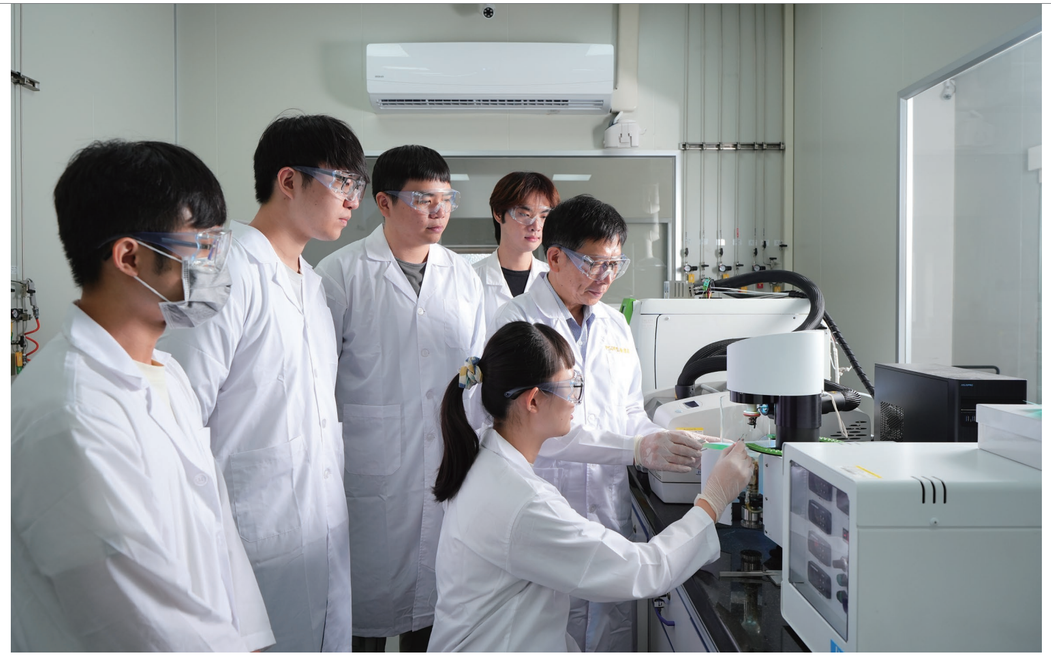
Findley 對學生的要求很高，花在學生身上的時間也毫不含糊。徐啟銘回憶，自己的英文文章常被老師改得密密麻麻，「從頭到尾，就只有我的姓名沒被改到而已。」碰到數學推導不懂，老師會陪著他一步一步算；冬天看他衣服穿得不夠，甚至脫下自己身上的外套直接送給他。這些看似研究之外的小事，讓遠赴異鄉求學的徐啟銘切身感受到了學者的典範，包括如何面對知識，以及如何對待自己的學生。畢業時，Findley 握著他的手告訴他：「你將來做什麼，都會超越老師。」這句話徐啟銘一直記到自己成為教授以後，也常拿來勉勵學生：「學生想要超越老師，我覺得是好事，你要讓學生有機會。」



一念返臺，讓製程安全在雲林生根

如果說 Findley 讓徐啟銘看見一個學者應該怎麼做學問，那麼博士畢業後進入美國貝泰公司（Bechtel Corporation），則讓他真正理解學問如何走進工廠。當時安全並不是化工領域裡最熱門的選擇，老師還曾提醒他這個方向相對冷門，他卻反問：「為什麼不能做？」Findley 聽到這個回答後，反而稱許他知道自己要的是什麼。進入大型工程公司後，徐啟銘開始接觸製程安全管理、危害辨識與損失預防，也第一次從產業的角度理解，實驗室裡的化學反應做得出來是一回事，真正進入生產線後能否長期安全運轉，又是另一回事。這段工作經驗，後來成了他返臺建立製程安全研究的重要起點。

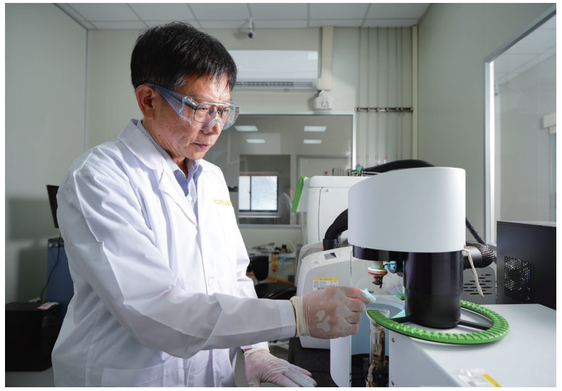
就在美國的工作逐漸站穩之際，徐啟銘卻毅然決定回臺。當時他的收入已經相當不錯，甚至記得自己領了幾次雙週薪，就能用現金買下一輛 Honda Accord；回臺看到大學教職的薪資時，落差之大讓他嚇了一跳。但眼看父母逐漸年老，想起當初家裡四處借錢才把自己送出國，如今有了能力，他認為也到了該回來陪伴父母的時候。父親過世前一天，徐啟銘替他洗澡，父親忽然問兒子是不是因為自己才回臺灣，言語間帶著歉意，他只告訴父親不必這樣想，這是一個很自然的決定，「至少這樣我能陪著他，一直陪著他。」



1995 年返臺後，徐啟銘進入當時的雲林技術學院任教。對他來說，這不只是換了一個工作環境，也等於要把在美國接觸到的製程安全觀念，重新放進臺灣的產業與研究現場。當時他在臺灣學界人脈有限，製程安全所需的儀器又十分昂貴，早期的實驗室幾乎都是空蕩蕩的。徐啟銘於是從接觸企業、承接實際問題做起，一邊瞭解工廠真正面對的風險，一邊累積設備、學生與合作經驗，讓研究室逐漸有能力進行更完整的熱危害分析、燃爆分析與風險評估。多年之後，當初看似條件有限的落腳之處，反而逐漸成為他發展這套研究方法的基地：工廠把真實問題帶進校園，研究團隊用實驗與數據尋找答案，學生再跟著走進產業現場。而這也讓他日後的研究始終保有一個很鮮明的特色：問題從現場來，答案也必須回到現場接受檢驗。

觸類旁通，讓安全研究追著產業問題走

徐啟銘的研究範圍並不是一開始就畫好了一張版圖，而是在一次次進入工廠、接觸不同安全問題後慢慢長出來的。最早的核心仍是他熟悉的製程安全與熱危害分析，「簡單說，我們在量熱。」化學反應從實驗室走進工廠，規模放大之後，原本能夠散掉的熱可能開始累積，最後造成熱失控，因此必須先量出物質何時開始異常放熱、溫度與壓力怎麼變化，再判斷製程該如何設計與操作。徐啟銘長年在實驗室與工廠之





間來回，1998 年成立製程安全與防災實驗室，2013 年再成立製程安全與產業防災中心，研究也從化工製程逐漸伸向愈來愈多不同的產業問題。

在研究的道路上，他依然勇於走出舒適圈。早年有人找上門談鋰電池安全問題的研究，徐啟銘坦言自己並不熟悉，第一個反應是想婉拒，但眼見企業不斷出現這方面的問題，於是決定讓研究團隊跨出原來的範圍。然而跨進一個陌生領域時，老師未必能瞭解一切，甚至必須跟學生一起學習。這一點，倒有幾分像徐啟銘當年從 Findley 身上看到的學術態度。新的儀器進到實驗室，往往是學生先上手操作，再從一次次實驗中摸熟設備與數據，徐啟銘甚至笑說，「學生也會把老師帶出去」。在這樣的研究裡，老師不是站在前面把答案交給學生，而是企業帶來新的問題，學生和老師一起學習，再從原本熟悉的熱危害與風險分析往外延伸。做得愈多，能夠彼此連結的經驗也愈多，而他形容這就是所謂的「觸類旁通」。

就這樣，鋰電池一步步成為團隊的重要研究題目。2012 年，徐啟銘等人在《Applied Energy》發表熱失控研究，利用 VSP2 絕熱量熱設備，觀察採用不同正極材料 18650 電池在不易散熱的情況下，放熱、溫度與壓力如何變化。後來研究又從「危險怎麼發生」往「出了異常之後怎麼處理」推進，團隊取得「電池滅火有效性測試系統」專利，把不同滅火藥劑、施放位置與距離放進可控制的實驗條件中比較，讓滅火方案的選擇有更具體的實驗依據。原本並不熟悉的領域，就這樣被納入他長年累積的安全研究之中。

隨著產業型態改變，新的問題仍不斷找上門。從粉塵爆炸到廢棄物與固體再生燃料（SRF），徐啟銘的研究範圍一路擴張。以大量堆置的廢棄物為例，堆置物內部可能已逐漸升溫，表面卻還看不出異狀，因此團隊進一步發展即時監控方法，把內部或底層溫度、表面紅外線熱影像與一般影像放在一起判讀。從化工製程一路做到鋰電池、粉塵與再生燃料，題目看起來愈來愈廣，背後其實始終延續著同一套思路：碰到新的材料與新的產業問題，就重新去量、去試、去找證據，再想辦法讓結果真正回到現場。

由己及人，讓專業成為幫助別人的力量

三十多年累積下來，徐啟銘早已不只是埋首實驗室的研究者。他先後獲選美國化學工程師學會（AIChE）與英國化學工程師學會（IChemE）會士，這是極為難得的殊榮。此外，多年來頻繁進出產業現場，臺灣不少重要的公共安全議題也有他的參與，包括高雄地下管線氣爆後續的安全管理諮詢，以及化學事故原因研究與公共危險品相關檢測。只是無論面對多大的事故，他到現場仍保留著一個很樸素的習慣：隨身帶著尺。這也是當年 Findley 留給他的影響之一，老師處理工程問題時，總要親自查看、實際量測，而不是只坐在桌前憑資料下判斷，多年後徐啟銘帶學生跑現場依然如此。從一把尺到大型公安事故，背後其實都是同一種工作方法，先把眼前真正發生的事情弄清楚，再談專業判斷。

看過的現場愈多，他的工作也愈來愈不像單純回答一個學術問題，而是得面對事故、產線，以及背後真正受到影響的人。早年的徐啟銘眼睛很利，到工廠常能一口氣指出一長串



缺失，甚至因此被叫作「徐百條」。但在這個領域裡做得愈久，他愈明白把問題挑出來只是專業的第一步，畢竟設備不能說換就換，生產有成本與時程，人也有現實處境，真正困難的是怎麼讓改善做得下去。因此現在走進工廠，他更常想到的是一句：「我能幫你什麼？」態度變得柔軟，對證據的要求卻沒有放鬆，他依然常講：「我只做真的，想要假的不要找我。」只是現在對他而言，專業不是站在一旁判斷誰做錯了就好，而是在守住原則之後，還願意陪著對方把問題解決。

這種不只指出問題、還想幫人把問題解決的態度，也延伸到他與學生的關係。曾有一名成績很好的女學生，家中經濟並不寬裕，星期日還得回家照顧長輩，好讓長期辛苦照護的母親能休息一天。徐啟銘希望她繼續念研究所，卻從母親口中得知，家裡讓孩子讀完大學已經很不容易，實在沒有餘力再供她深造。於是他安排學生多參與研究計畫，讓她靠自己的工作增加收入，把研究所念完。多年後，這名學生已經成家、有了兩個孩子，在麥寮工作又得長途通勤，他知道她兼顧家庭不易，又找機會讓她回到團隊擔任計畫經理。徐啟銘說起自己怎麼看學生，只用一句話概括：「學生不是畢業就跟我沒關係了，那只是個開始。」

也因此，無論後來有多少研究成果、走過多少工廠與事故現場，徐啟銘始終把老師看成自己最重要的身分。教了幾十年的必修課，他仍要求自己用上課時間三倍的工夫備課；



AIChE 雲科大學生分會活動合影，分會於 2015 年 2 月獲核准成立，徐啟銘擔任分會顧問（Advisor）。

做研究時，也不把學生當成只是替老師執行工作的助手，而是笑稱：「我是個問題創造者，他們才是問題的解決者。」當年 Findley 告訴他，學生將來做得比老師更好，本來就是值得期待的事，如今他也用同樣的眼光看自己的學生。老師不需要永遠站在最前面，真正重要的是把問題、方法與機會交出去，讓學生有一天能走得比自己更遠。

三十多年來，徐啟銘就這樣和雲科大一起走到了今天。他常說「這個學校對我真的很好」，也希望這次獲得東元獎，外界看到的不只是他個人的成果，而是技職體系裡還有許多長年貼著產業做研究、認真帶學生的老師，只是未必有那麼多機會被看見。從父母設法送他出國，到教練提醒他可以再往前走，再到 Findley 讓他看見學者與老師應有的樣子，徐啟銘一路得到過不少人的幫助。到了今天，他做的事情其實仍很相似，不替別人決定人生要往哪裡走，卻願意在對方需要的時候多做一點，讓學生也有機會找到自己的路。

成就歷程

徐啟銘教授自東海大學化學工程學系接受基礎訓練後，赴美國密蘇里大學蘿拉分校深造，取得化學工程碩士與博士學位。完成博士訓練後，曾任美國貝泰公司製程安全工程師，接觸化工生產流程中的製程安全管理、危害辨識與損失預防工作。這段產業實務經驗，成為他日後回到臺灣推動製程安全與產業防災研究的重要基礎。

1995 年，徐教授回到臺灣，進入雲林科技大學任教。當時製程安全與損失預防在臺灣仍屬相對不易被看見的領域，相關成果往往不如生產績效立即可見，卻與人員安全、環境保護與產業穩定密切相關。徐教授於 1998 年成立製程安全與防災實驗室，長期投入製程安全、熱危害分析、燃爆分析與風險評估，逐步將海外實務經驗轉化為臺灣本土的研究與人才培育能量。

隨著產業製程日益複雜，重大工安事件也使政府與產業更加重視事前預防與科學化風險管理。徐教授於 2013 年成立製程安全與產業防災中心，將原有實驗室能量擴展為結合產學合作、檢測服務、事故分析、公共安全支援與人才培育的平台。其工作逐步從校園實驗室走向石化、化工、能源、材料、高科技製程與公共安全治理場域。

回顧其研究歷程，徐教授並非只是在單一技術上累積成果，而是長期把「事故未發生」背後所需的科學基礎、實務方法與人才訓練建立起來。從製程安全到新興能源，從熱危害分析到公共危險品檢測平台，他將原本相對冷門的損失預防研究，發展成結合學術研究、產業實務、公共安全與人才培育的長期工作。

具體貢獻事蹟

徐啟銘教授的研究核心在於協助高風險化學製程於事故發生前辨識危害、評估風險並提出改善策略。化工、石化、能源與材料產業在製程開發、儲運與量產過程中，可能面臨熱失控、火災、爆炸、洩漏與反應失控等風險；徐教授長期以熱危害分析、燃爆分析、製程安全與風險評估為基礎，建立可供產業現場使用的安全評估與防災方法。

在熱危害分析與製程安全技術方面，徐教授團隊運用熱卡分析、燃爆特性分析與本質安全設計概念，協助產業在製程正式放大或運轉前，掌握物質可能發生的放熱、分解、燃燒或爆炸特性。這些研究成果可用於反應安全評估、儲槽與製程條件改善、化學品危害辨識及安全資料管理，使企業在產品開發與製程管理階段即能降低潛在風險。近年亦結合製程安全資訊 (PSI) 與製程安全管理 (PSM) 數位工具，協助高風險場域提升資訊整合、危害分析與緊急應變決策能力。

面對能源轉型與循環經濟帶來的新興安全問題，徐教授將既有熱危害與風險分析能力延伸至鋰電池、儲能、氫能與

固體再生燃料 (SRF) 等領域。針對鋰電池熱失控風險，團隊提出可提前約 20 分鐘預警的多訊號預警架構，並取得電池滅火有效性測試系統相關專利；在 SRF 與廢棄物能源化方面，則發展廢棄物熱危害即時監控系統及方法，以降低堆置、處理與再利用過程中的自燃與環境風險。相關研究也延伸至綠色水熱合成、沸石、金屬有機框架 (MOFs) 及半導體環境安全等方向，呼應化工、材料與循環永續的整合需求。

徐教授亦透過製程安全與產業防災中心，將研究能力轉化為公共安全與產業治理工具。中心任務涵蓋一般爆竹煙火檢驗、製程安全與燃爆研究、智慧安全防災技術及公共危險品試驗等面向，協助主管機關與產業進行危險品判定、檢測、分級與安全管理。公共危險品檢測平台已完成，並可支援氧化性固體、氧化性液體、易燃性液體、易燃性固體等危險物品試驗需求；中心成立以來，也已與國內逾百家廠商合作，提供化學物質本質危害特性檢測分析與安全參數，協助產業提升化工防災能力。面對重大工安事件，徐教授曾於高雄地下管線氣爆後參與地下管線安全管理相關專業諮詢，並針對某化學公司 DMPAT 自分解失控反應等事件進行事故原因研究；此外，他也長期透過火災調查、毒性化學物質緊急應變及危害性化學品災害搶救等諮詢角色，將學術專業投入公共安全支援。

在學術影響與人才培育方面，徐教授已發表 SCI 論文約 760 篇，Google Scholar 引用超過 29,000 次，h-index 為 80；並長期培育製程安全、工業安全與防災相關人才，包含 7 位博士後、52 位博士及 100 位以上碩士。這些學生分布於學術界、政府機關、研究機構與產業界，持續將安全專業帶入不同場域。其長期貢獻亦獲國內外專業社群肯定，包括獲選 AIChE、IChemE、IET、NATAS、RSC、TwIChE Fellow，並於 2023 年獲選 IAAM Fellow、2026 年獲選 IAAM Life time Fellow。曾獲國家產學大師獎、2024 年勞動部國家職業安全衛生獎個人奉獻獎、師鐸獎、2023 年第 3 屆綠色化學應用及創新獎（教育類）、Mettler-Toledo Award、Trevor Kletz Merit Award、TA Instruments-ICTAC Award、2023 年 JTACC V4 Scientific Excellence Award 等重要榮譽。

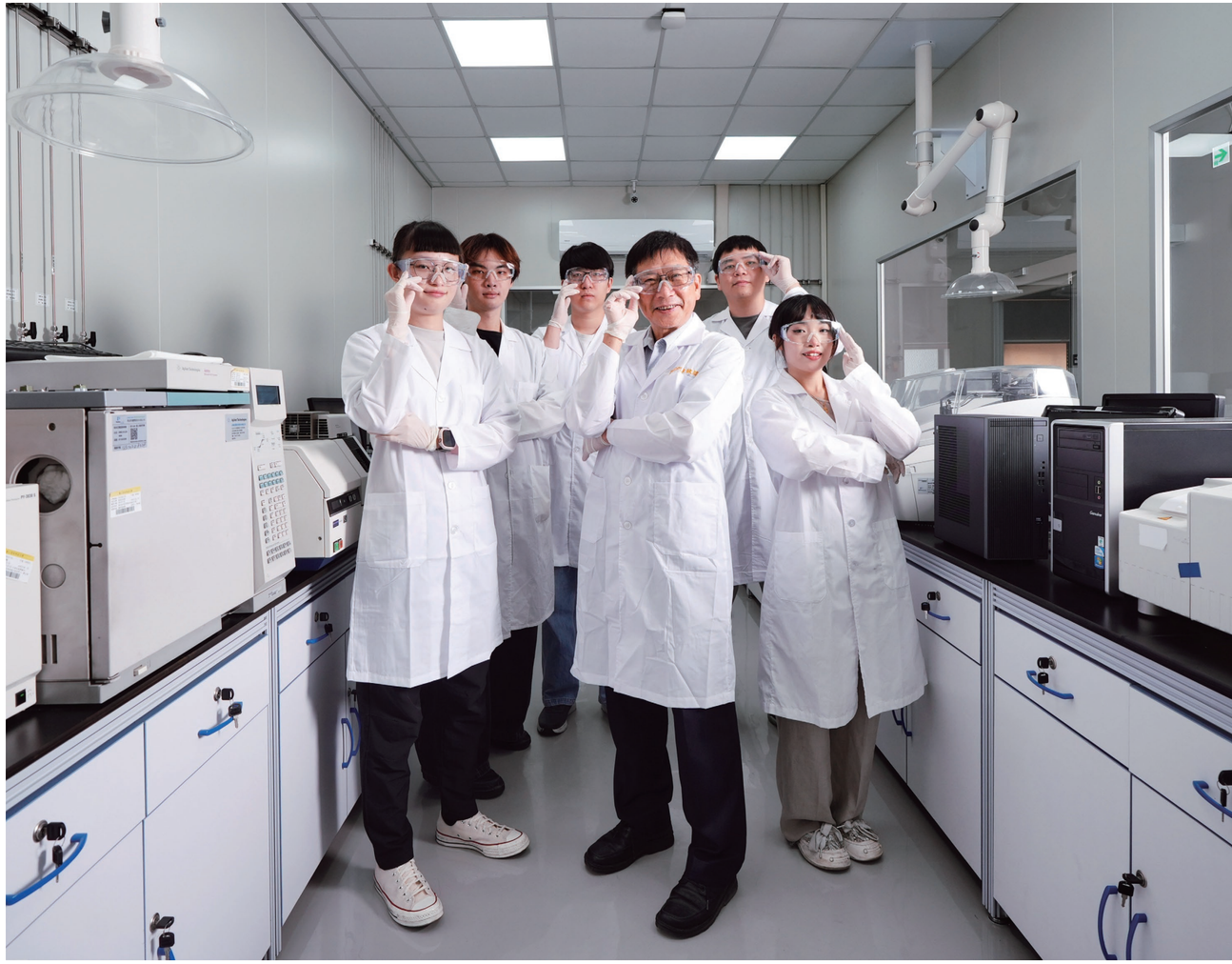
近年另獲 2025 年經濟部國家產業創新獎（個人組）、2024 年中國工程師學會台中分會工程終身成就獎、2023 年東海大學第 24 屆傑出校友、2022 年中國工程師學會傑出工程教授獎（化工）與 IChemE Process Safety Award (Highly Commended)，並於 2022 年獲教育部「教育家人物典範」肯定。

研究展望

未來產業安全所面對的問題將更加複雜。淨零轉型、能源儲存、氫能應用、廢棄物能源化、半導體製程與高風險化學品管理，都使製程安全不再只是傳統化工廠內部的議題，而是與能源、材料、環境、供應鏈與公共安全密切相連。徐教授未來將持續以製程安全、熱危害分析與風險評估為基礎，協助產業在技術開發與製程設計初期即納入安全考量。

在方法上，製程安全需要從事故後處理，逐步向更早期的辨識、預警與預防移動。徐教授將持續推動智慧監控、AI 預測、即時風險分析，以及 PSM/PSI 數位工具的深化應用，使安全管理不只依賴經驗判斷，也能建立在更完整的資料、模型與現場回饋之上。透過這些工具，產業可望更早發現異常訊號，並在風險擴大前採取有效處置。

在應用場域上，鋰離子電池、儲能、氫能、SRF、綠色製程與半導體環境安全，將是製程安全能力持續延伸的重要方向。這些領域同時關係到能源轉型、循環永續與高科技產業競爭力，也對材料特性、反應行為、熱穩定性與系統安全提出新的要求。未來若能在研發、設計、量產與管理階段及早導入安全評估，將有助於降低事故風險，使安全成為新興產業與永續轉型持續前進的基礎。



History of Achievements

Professor Shu, Chi-Min received his foundational training in chemical engineering at Tunghai University before pursuing graduate studies at the University of Missouri-Rolla in the United States, where he earned his master's and doctoral degrees in chemical engineering. After completing his doctoral training, he served as a process safety engineer at Bechtel Corporation, working with process safety management, hazard identification, and loss prevention in chemical production operations. This industrial experience became an important foundation for his later work in advancing process safety and industrial disaster prevention in Taiwan.

In 1995, Professor Shu returned to Taiwan and joined National Yunlin University of Science and Technology. At the time, process safety and loss prevention remained relatively less visible fields in Taiwan. Their results were often not as immediately apparent as production performance, yet they were closely tied to personnel safety, environmental protection, and industrial stability. In 1998, Professor Shu established the Process Safety and Disaster Prevention Laboratory, dedicating himself over the long term to process safety, thermal hazard analysis, combustion and explosion analysis, and risk assessment. Through this work, he gradually transformed his overseas industrial experience into research capacity and talent cultivation rooted in Taiwan.

As industrial processes became increasingly complex, major industrial safety incidents also led government agencies and industries to place greater emphasis on prevention and



scientific risk management. In 2013, Professor Shu established the Center for Process Safety and Industrial Disaster Prevention, expanding the capacity of the original laboratory into a platform that integrates industry-academia collaboration, testing services, incident analysis, public safety support, and talent cultivation. His work has gradually extended from the university laboratory to petrochemical, chemical, energy, materials, high-tech manufacturing, and public safety governance settings.

Looking back on his research career, Professor Shu has not merely accumulated achievements in a single technology. Rather, he has worked over the long term to build the scientific foundation, practical methods, and professional training needed behind the goal of "preventing accidents from occurring". From process safety to emerging energy, and from thermal hazard analysis to a public hazardous materials testing platform, he has developed loss prevention, once a relatively underrecognized research area, into long-term work that connects academic research, industrial practice, public safety, and talent cultivation.

Technical Contributions

Professor Shu, Chi-Min's research focuses on helping high-risk chemical processes identify hazards, assess risks, and develop improvement strategies before accidents occur. During process development, storage, transportation, and scale-up production, the chemical, petrochemical, energy, and materials industries may face risks, such as thermal runaway, fire, explosion, leakage, and reaction runaway. Professor Shu has long built on thermal hazard analysis, combustion and explosion analysis, process safety,

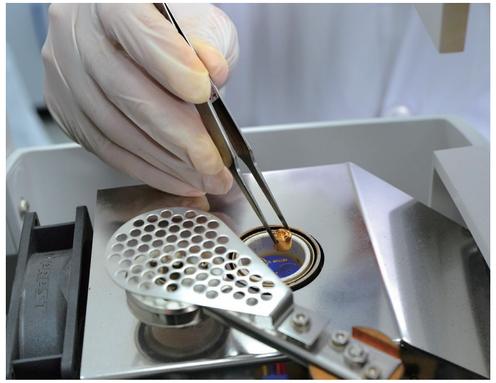












and risk assessment to establish safety evaluation and disaster prevention methods that can be applied in industrial settings.

In thermal hazard analysis and process safety technologies, Professor Shu's team applies thermal calorimetry, combustion and explosion characteristics analysis, and concepts of inherently safer design to help industries understand the possible heat release, decomposition, combustion, and explosion characteristics of materials before processes are scaled up or operated. These research outcomes can be applied to reaction safety assessment, improvements in storage tanks and process conditions, chemical hazard identification, and safety data management, enabling enterprises to reduce potential risks from the stages of product development and process management. In recent years, his work has also integrated digital tools for process safety information (PSI) and process safety management (PSM), helping high-risk sites strengthen information integration, hazard analysis, and emergency response decision-making.

In response to emerging safety issues brought about by energy transition and the circular economy, Professor Shu has extended his capabilities in thermal hazard and risk analysis to areas such as lithium batteries, energy storage, hydrogen energy, and solid recovered fuel (SRF). For lithium battery thermal runaway risks, his team proposed a multi-signal warning framework with approximately 20 minutes of advance warning and obtained a patent related to a battery fire-extinguishing effectiveness testing system. In the area of SRF and waste-to-energy utilization, the team developed a real-time monitoring system and method for waste thermal hazards to reduce spontaneous combustion and environmental risks during storage, treatment, and reuse. Related research has also extended to green hydrothermal synthesis, zeolites, metal-organic frameworks (MOFs), and semiconductor environmental safety, reflecting the integrated needs of chemical engineering, materials, and circular sustainability.

Professor Shu has also transformed research capacity into tools for public safety and industrial governance through the Center for Process Safety and Industrial Disaster Prevention. The center's work covers areas, such as inspection of general fireworks and firecrackers, process safety and combustion/explosion research, intelligent safety and disaster prevention technologies, and public hazardous materials testing. It assists competent authorities and industries in the identification, testing, classification, and safety management of hazardous materials. The public hazardous materials testing platform has been completed and can support testing needs for hazardous materials, such as oxidizing solids, oxidizing liquids, flammable liquids, and flammable solids. Since the center was established, it has also collaborated with more than 100 domestic companies, providing testing analyses and safety parameters for the intrinsic hazard characteristics of chemical substances and helping industries enhance their chemical disaster prevention capabilities. In response to major industrial safety incidents, Professor Shu participated in professional consultation related to underground pipeline safety management after the Kaohsiung underground pipeline gas explosion, and conducted incident-cause research on events such as the DMPAT self-decomposition runaway reaction at a domestic chemical company. In addition, he has long contributed his academic expertise to public safety support through consultative roles in fire investigation, toxic chemical emergency response, and rescue operations for hazardous chemical disasters.

In terms of academic impact and talent cultivation, Professor Shu has published approximately 760 SCI papers, received more than 29,000 Google Scholar citations, and achieved an h-index of 80. He has also long cultivated talent in process safety, industrial safety, and disaster prevention, including 7 postdoctoral researchers, 52 doctoral graduates, and more than 100 master's graduates. These students now serve in academia, government agencies, research institutions, and industry, continuing to bring safety expertise into different fields. His long-term contributions



AIChE YunTech Student Chapter - group photograph Approved in February 2015, with Chi-Min Shu serving as its advisor.

have also been recognized by domestic and international professional communities, including election as Fellow of AIChE, IChemE, IET, NATAS, RSC, and TwIChE. His fellowships also include IAAM Fellow (2023) and IAAM Lifetime Fellow (2026). His honors include the National Master of Industry-Academia Award, the 2024 National Occupational Safety and Health Award (Individual Contribution Award), the Excellent Teacher Award, the 2023 third Green Chemistry Application and Innovation Award (Education Category), the Mettler-Toledo Award, the Trevor Kletz Merit Award, the TA Instruments-ICTAC Award, and the 2023 JTACC V4 Scientific Excellence Award.

His recent honors also include the 2025 National Industrial Innovation Award (Individual Category) from Taiwan's Ministry of Economic Affairs and a lifetime achievement award from the Taichung Chapter of the Chinese Institute of Engineers (2024). He was recognized as a distinguished alumnus of Tunghai University in 2023. In 2022, he received an outstanding engineering professor award in chemical engineering from the Chinese Institute of Engineers and the IChemE Process Safety Award (Highly Commended), and was recognized as an exemplary educator by Taiwan's Ministry of Education.

Future Prospects of Research

The challenges facing industrial safety will become increasingly complex. Net-zero transition, energy storage, hydrogen energy applications, waste-to-energy utilization, semiconductor processes, and the management of high-risk chemicals all mean that process safety is no longer only an issue within traditional chemical plants. It is closely connected with energy, materials, the environment, supply chains, and public safety. In the future, Professor Shu will continue to build on process safety, thermal hazard analysis, and risk assessment to help industries incorporate safety considerations at the early stages of technology development and process design.

In terms of methodology, process safety needs to move from post-incident response toward earlier identification, warning, and prevention. Professor Shu will continue to promote the deeper application of intelligent monitoring, AI prediction, real-time risk analysis, and digital tools for PSM/PSI, so that safety management does not rely solely on experiential judgment but can instead be grounded in more complete data, models, and field feedback. Through these tools, industries are expected to identify abnormal signals earlier and take effective action before risks escalate.

In terms of application areas, lithium-ion batteries, energy storage, hydrogen energy, SRF, green processes, and semiconductor environmental safety will be important directions for the continued extension of process safety capabilities. These areas are closely related to energy transition, circular sustainability, and the competitiveness of high-tech industries, while also posing new requirements for material properties, reaction behavior, thermal stability, and system safety. If safety assessment can be introduced early in the stages of research and development, design, mass production, and management, it will help lessen accident risks and make safety a foundation for the continued advancement of emerging industries and sustainable transition.

