



電子報第 232 期

活動訊息

◆ 論文徵稿

即日起徵求「能源與綠色製程」、「食品與生技醫藥」、「淨零碳排與精密製造」等3大主題領域的研究論文，邀請各界踴躍投稿，及蒞臨與會交流。

◆ 第25屆超臨界流體技術應用與發展研討會暨115年度會員大會

時間：2026年 **10月16日(五)**

地點：中山醫學大學誠愛樓第三演講廳

淨零永續

◆ 印度首輛氫能火車啟用 官方盼 2030 年前鐵路淨零碳排

資料來源：<https://tw.news.yahoo.com/>

◆ 台水邁向淨零碳排 獲 ISO 碳盤查國際驗證

資料來源：<https://n.yam.com/Article/20260714387882>

◆ 專業課程

https://college.itri.org.tw/nzschool/course_SMT.html

產學新聞

◆ 生技股越來越噴！器官重建技術突破，亞果生醫 7 月啟動瘋狂漲勢

資料來源：<https://www.moneyweekly.com.tw/ArticleData/Info/Article/236230>

◆ 台超萃取洗淨精機 掌握健康新商機

資料來源：<https://www.ctee.com.tw/news/20260716700399-439901>

◆ 亞果生醫膠原蛋白醫材 邁向全球 瑞晶珂膠原蛋白植入劑獲衛福部三類醫材核准上市

資料來源：<https://money.udn.com/money/story/5724/9629757>

◆ 綠茵生技亞洲生技展 協助品牌打造具市場競爭力的明星保健產品

資料來源：<https://www.ctee.com.tw/news/20260713701339-431205>

◆ 超臨界流體技術創新應用動態(new!!!)

技術文摘

- ◆ 二氧化碳-正十六烷混合物的相行為和 Widom-Line 類比：從亞臨界區到超臨界區(Phase Behavior and Widom-Line Analogy in CO₂-n-Hexadecane Mixtures: From Subcritical to Supercritical Regions)



- ◆ 用於回收酚類化合物和葡萄渣增值利用的順序加壓和超臨界萃取策略 (Sequential Pressurized and Supercritical Extraction Strategies for the Recovery of Phenolic Compounds and Grape Bagasse Valorization)
- ◆ 利用人工智慧計算對超臨界加工條件下藥物溶解度進行進階模擬和數值評估 (Advanced simulation and numerical evaluation of pharmaceutical solubility estimation under supercritical processing using artificial intelligence computations)
- ◆ 利用超臨界流體萃取法從葡萄籽和蛋黃果種子中提取的油脂進行生物精煉，以評估其生產效率 (Management and diagnostic of productive efficiency in a biorefinery of oils obtained by supercritical fluid extraction from grape and lucuma seeds)
- ◆ 超臨界二氧化碳工程化塊狀移植物已開發用於骨再生 (Supercritical CO₂ engineered block grafts developed for bone regeneration)
- ◆ 超臨界二氧化碳對聚對苯二甲酸乙二醇酯中污染物的淨化研究：基於分子描述符的視角 (Study on the Decontamination of Contaminants in Polyethylene Terephthalate by Supercritical Carbon Dioxide: From the Perspective of Molecular Descriptors)

團體會員介紹

- ◆ 台灣端板鋼鐵企業股份有限公司

教育訓練班

- ◆ (日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班 115/08/17~115/08/21
- ◆ (夜間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班 115/09/08~115/09/20



TSCFA 台灣超臨界流體協會

第二十五屆 超臨界流體技術應用與發展研討會



論文徵稿

發表日期 | 115年10月16日 (五)

申請收件截止日期 | 115年9月17日(四)

審核結果通知日期 | 115年10月01日(四)



發表地點 | 中山醫學大學誠愛樓第三演講廳
(台中市南區建國北路一段110號)

論文主題



能源與綠色製程



食品與生技醫藥



淨零碳排與精密製造

聯絡資訊：

台灣超臨界流體協會 吳家瑩小姐 專線：(07)355-5706 投稿信箱：tscfa@mail.mirdc.org.tw

協會網址：<https://www.tscfa.org.tw/>

主辦單位 | TSCFA 台灣超臨界流體協會





2026年
第二十五屆 超臨界流體技術應用與發展研討會
暨 115年度會員大會

主辦單位 | TSCFA 台灣超臨界流體協會
 中山醫學大學健康管理學院 健康產業科技管理學系

2026.10.16
INVITATION







2026年
第二十五屆 超臨界流體技術應用與發展研討會
暨115年度會員大會

親愛的貴賓 您好：

台灣超臨界流體協會謹訂於民國115年10月16日(星期五)，假中山醫學大學誠愛樓第三演講廳，舉辦「第25屆超臨界流體技術應用與發展研討會」，並於當日下午16時舉行115年度會員大會。 恭請

蒞臨指導

主辦單位：台灣超臨界流體協會
中山醫學大學健康管理學院 健康產業科技管理學系
技術研討會暨年會籌備會主任委員 梁明在 理 事 長
副主任委員暨論文主任委員 蘇至善 副理事長
台灣超臨界流體協會 全體理監事暨籌備會委員

敬邀

115
年度研討會暨會員大會議程

時 間	議 程 內 容
09:00~09:30	報到 - 領取資料
09:30~09:40	開幕式 (主任委員致歡迎詞 / 貴賓致詞)
09:40~10:20	邀請演講(I) 國立台北科技大學游謙輝研究助理教授
10:20~10:30	Coffee Break
10:30~11:10	邀請演講(II) 中山醫學大學張元衍教授
11:20~11:40	OP 01
11:40~12:00	OP 02
12:00~13:00	午餐/聯誼時間
13:00~13:20	OP 03
13:20~13:40	OP 04
13:40~14:00	OP 05
14:00~14:40	邀請演講(III) 國立中興大學賴秉杉教授
14:40~16:00	海報論文展示評選及廠商展示區交流/會員大會報到/茶歇
16:00~17:00	會員大會 理監事選舉開票作業
17:00~17:10	宣佈第十二屆理監事當選名單
17:10~17:40	前往晚宴會場
18:00~20:00	晚宴 - 頒贈捐助廠商感謝狀 - 研究論文優良及佳作獎

※如因不可抗拒因素，本會保有活動內容變更調整之權利。

※晚宴地點：朝善良辰婚宴會館 台中文南店(台中市南屯區文心南路99號， (04) 3600-6000)



生技股越來越噴！器官重建技術突破，亞果生醫 7 月啟動瘋狂漲勢

2026/7/8 洪崇晏

隨著全球高齡化社會來臨與器官捐贈需求持續攀升，異種器官移植已成為解決全球器官短缺的「聖杯」與重要發展方向。台灣再生醫學龍頭，興櫃股-亞果生醫（6748）近年憑藉高門檻的「三類醫材」與美國「FDA 510(k)」核准經驗，成功由單點醫材產品跨足至「組織再生與醫材平台」。近日，亞果生醫攜手高雄醫學大學醫療研究團隊傳出重大捷報，成功完成「去細胞化豬腎臟移植至羊體內」之異種器官再生研究手術。目前手術過程順利、受試羊隻術後狀況良好，已正式進入術後長期觀察與功能驗證階段，象徵台灣在高階再生醫療技術領域逐步與國際接軌。

「以戰養戰」商業策略：核心生醫材料全線開賣，營收寫下翻倍成長

亞果生醫專注於再生醫學與組織工程，利用獨家專利技術平台生產去細胞化膠原蛋白生醫材料。不同於普遍僅有題材的生技研發公司，亞果旗下多項高階醫療與護理主力商品已正式步入商戰階段，並成功打入各大醫療體系通路，展現強勁的營收翻倍年成長率：

- **醫美與整型醫材**：取得衛福部第三等級醫療器材上市許可的「瑞晶珂® 膠原蛋白植入劑」已正式開賣，用於臉部皺紋修補，正透過全台醫美診所逐步鋪貨。
- **傷口照護敷料**：源自豬真皮層、用於慢性難癒傷口（如糖尿病足、壓瘡）的「亞比斯·可拉® 膠原美粒」已全面上市，核心原因得益於「醫院進藥陸續完成，且持續開發新醫院」，帶動醫材使用量顯著增加。
- **牙科與骨科醫材**：用於輔助組織修復與再生的「膠原蛋白生物膜」及骨填料等產品亦已開賣，穩定供應臨床手術之用。
- **高階眼科醫材與保養品**：榮獲國家級生醫獎項的「亞比斯·可拉® 膠原蛋白眼角膜基質」正積極鎖定國際授權與代理；而以自產高品質膠原蛋白為基底的修護型保養品系列也已開賣，提供穩定的日常現金流。

受惠於全台醫院進藥效益顯現，亞果生醫 5 月單月營收較去年同期驚人增長了 290.91%，累計營收年增率亦達 70.51%，展現出「利用日常醫材營收，支撐尖端器官研發」的健康商業閉環。

受試羊「狀況很好」的底層科學：跨越魔王級技術挑戰

在眾多器官重建中，腎臟因高動力的微血管網與高血流灌流密度，被公認為最難跨越的「魔王級」技術。羊隻等大型動物通常是從小動物邁向人體臨床前不



可或缺的「關鍵橋梁」。本次研究以豬隻腎臟作為基礎，透過去細胞化 (Decellularization) 技術移除原有細胞，保留完整腎臟之細胞外基質與血管結構並移植至羊體。受試羊狀況穩定，在技術上釋出了三大核心訊號：

- **微循環重建成功**：高壓血液泵入後，去細胞豬腎支架並未崩塌，且無急性血小板活化導致的致命血栓，證明血管網的物理剛性與抗血栓設計在大型動物體內完全可行。
- **專利去細胞技術 (SCCO2) 的完美驗證**：羊隻體內未出現嚴重的超急性免疫排斥反應，證實亞果的超臨界二氧化碳去細胞技術，能在徹底洗淨豬細胞抗原的同時，完美保留膠原蛋白支架與生物訊號。
- **引導血管再內皮化**：羊隻能穩定存活，意味著受體自身的內皮幹細胞與血管成功新生並附著於支架內壁，完成了異種器官「生物化」的關鍵閉環。

這些穩定的數據大幅降低了未知風險，讓監管機關相信未來的臨床推進是「有數據支持的科學」，而非盲目冒險。

關鍵下一階段：挑戰 50% 腎功能恢復與單顆維持生命驗證

研究團隊指出，目前已進入術後長期觀察期，將於術後 1 至 3 個月內持續觀察移植腎臟之血管新生、組織分化及生理整合情形，以評估其再生能力與腎功能恢復狀態。

最關鍵的指標在於：**若移植腎臟經評估可恢復超過 50% 以上功能，研究團隊將進一步摘除羊體另一顆原有健康腎臟**，以硬實力驗證該移植腎臟是否具備維持生命所需之獨立腎功能，這將是異種器官功能性驗證的決定性一環。亞果生醫表示，本項研究預計將與高醫團隊持續合作至少兩年，深入推進異種器官重建、免疫相容性及長期功能穩定性等關鍵技術開發，並以實現「異種腎臟移植於人體臨床應用」為核心目標。

科技里程碑與理性投資：解碼生技產業下一步

受試羊的成功，讓市場對亞果生醫實現「器官修復夢」報以熱烈期待，反映在 2026 年中的股價上更呈現爆發性上揚，一度衝高至 180 至 200 元區間。然而，投資人也需保持冷靜思考：從大型動物試驗走到真正人體臨床應用仍是一場長期抗戰。雖然亞果自產的去細胞膠原蛋白具備高度技術壁壘，產品毛利率表現優異 (約 48%)，但由於正同時進行極其燒錢的「豬腎移植羊體」大型異種器官動物實驗，其每季度的研究發展費用與營業費用相當龐大。

投資人應將三類醫材與 FDA 核准視為技術平台被認證的起點，並務實追蹤公司現有已開賣產品 (如醫美植入劑、傷口敷料) 的營收放大速度，能否全面支



撐龐大的研發支出。唯有密切追蹤後續兩年與高醫團隊的長期動物數據、人體臨床啟動時程及法規審查里程碑，才能理性衡量亞果生醫在異種移植巨浪中的真實價值。

資料來源：<https://www.moneyweekly.com.tw/ArticleData/Info/Article/236230>



台超萃取洗淨精機 掌握健康新商機

2026.07.16 工商時報 王妙琴

精準健康與再生醫學浪潮興起，「超臨界流體萃取」、「AI 人工智慧」與「外泌體應用」成為生技產業三大關鍵技術趨勢，從天然活性成分取得、智慧研發分析到細胞修復應用，三項技術融合正推動高純度、高活性及精準化產品開發。專注超臨界流體與超音波萃取設備研發製造超過 25 年以上的台超萃取洗淨精機股份有限公司協理邱永和博士表示，未來大健康產業競爭將從配方延伸至原料製程開發，如何在源頭確保活性成分完整與品質穩定，將成為產品價值提升的重要關鍵。

超臨界二氧化碳萃取技術利用二氧化碳在超臨界狀態下兼具氣體擴散與液體溶解特性，分子小、穿透力強，可深入原料組織取得珍貴活性成分，相較傳統溶劑萃取，該技術可在低溫、密閉環境下完成製程，防止氧化、熱降解、溶劑殘留風險，得以保留天然素材中的有效成分與品質。

邱博士並指出，隨著全球 AI 人工智慧快速發展，生技研發也朝智慧化邁進，透過 AI 分析大量生物數據，可協助研究人員掌握活性成分作用機制，加速新素材開發與精準健康產品研發。

近年備受關注的外泌體，因具有細胞間訊息傳遞功能，並攜帶蛋白質、脂質及微小核糖核酸 (miRNA) 等資訊，以高效載體扮演智慧傳輸工具，已成為再生醫學、抗衰老及精準醫療的重要研究方向，利用超臨界流體技術萃取植物外泌體 (胞外體)，或將其應用於人源外泌體的純化與濃縮，提升活性成分的純度與參透力，在未來結合 AI 智慧分析與高純化製程，有望拓展更多大健康應用。

台超萃取洗淨精機股份有限公司持續整合超臨界流體、超音波萃取與 AI 智慧應用，提供跨產業製程解決方案，協助食品、生技、美妝及大健康產業提升原料品質，掌握精準健康新商機。

資料來源：<https://www.ctee.com.tw/news/20260716700399-439901>



亞果生醫膠原蛋白醫材 邁向全球 瑞晶珂膠原蛋白植入劑獲衛福部 三類醫材核准上市

2026/07/16 經濟日報 吳國棟

再生醫療廠商亞果生醫持續深化膠原蛋白再生醫材布局，董事長謝達仁表示，公司以自主研發的膠原蛋白平台技術為核心，繼「膠原蛋白眼角膜基質」取得衛福部第三等級醫療器材製造許可（衛部醫器製字第 008155 號）後，再傳喜訊 - 「瑞晶珂膠原蛋白植入劑」於日前獲得衛福部三類醫材上市核准通知；同時毛髮增生及器官再生等領域也取得重要進展，未來將透過專利技術、國際市場布局與臨床驗證，打造兼具醫療價值與商業潛力的再生醫療平台，朝全球市場穩健邁進。

亞果生醫董事長謝達仁。 亞果生醫/提供

謝達仁指出，公司研發的膠原蛋白植入劑，已取得全球 29 國的專利，突破傳統填充材料限制，採用獨特的微米顆粒生物支架（ Scaffold ）結構，不僅具備組織填補功能，更能提供細胞附著與生長環境，引導人體自行生成膠原蛋白，達到「填補加再生」的雙重效果，讓再生醫療從單純材料植入，邁向真正的組織再生修復。

他表示，相較於市售玻尿酸或傳統膠原蛋白產品，新技術最大的特色在於保留完整真皮膠原蛋白支架結構，無須添加化學交聯劑，不僅降低感染、發炎及組織潰爛等風險，也可避免注射後形成硬塊或俗稱「毛毛蟲」的不自然外觀。此外，特殊網狀顆粒支架結構，即使誤入血管，仍能讓紅血球順利通過，有效降低血管阻塞及組織壞死風險，大幅提升醫療安全性。

另外，毛髮增生產品技術已取得台灣及日本發明專利，並即將於三軍總醫院及高雄醫學大學附設醫院展開人體臨床試驗，同步推動 TFDA 第三類醫療器材申請。

除了醫美市場，亞果生醫更將目光放在高階再生醫療領域。謝達仁指出，膠原蛋白支架材料可望延伸至腎臟、肝臟、心臟等器官重建應用，透過提供細胞生長環境，引導組織修復與功能重建，未來有機會成為再生醫學的重要基礎材料，為器官缺損患者帶來更多治療選擇。

國際布局方面，亞果生醫近年積極拓展海外市場，旗下「膠原蛋白眼角膜基質」已完成越南送件，預計最快於 2026 年第三季取得上市許可，並同步推進印度人體臨床試驗，持續提升台灣再生醫療技術的國際能見度。日前公司也攜手越南 CT 集團舉辦國際眼角膜科學研討會，深化台越醫療合作，展現拓展東南



亞市場的決心。

謝達仁強調，亞果生醫將持續投入再生醫材創新研發，並結合智慧製造、自動化生產及 ESG 永續策略，提升產品品質與供應能力。未來公司將以眼科、醫美、毛髮增生及器官再生四大產品線為核心，持續拓展全球市場，朝國際級再生醫療領導品牌邁進，為患者提供更安全、更有效的再生醫療解決方案，也為台灣生技產業創造更高國際競爭力。

資料來源：<https://money.udn.com/money/story/5724/9629757>



綠茵生技亞洲生技展 協助品牌打造具市場競爭力的明星保健產品

2026.07.13 工商時報 許俊揚

綠茵生技(南港展覽館 1 館、攤位號碼 J606)今年以「從科研實證原料，到消費者真正有感的產品方案」為主題，展示特色原料、精準配方與市場策略，協助品牌打造兼具市場競爭力的明星保健產品。此次展覽納入五大生活情境，一次掌握 2026 保健市場趨勢；超過 20 項國際特色保健原料完整展示；韓國原廠專家分享最新科研成果；及一站式 ODM / CDMO 服務，協助品牌加速產品商品化等四大亮點。

在五大生活情境展示中，綠茵生技將呈現最新健康趨勢，讓參觀者更直觀了解科研如何轉化為日常保健應用。其中，「歡聚餐桌·享受輕盈」展區將展出獲得輔助醫學學會認可及全球首獲美國 FDA NDI 認證的 Insumate®專利定序 19 肽及由法國知名大學路易巴斯德衍生企業 Phytodia 所開發的 OleaVita™橄欖葉萃取。

「美麗日常·晶采綻放」將展出挪威科學實證 PDRN 鱈魚精巢萃取，以及含 BEU12™胜肽的 BeauSaki™金絲燕窩萃取；「辦公時刻·順暢防護」則展示 RabenLiv®神仙菜萃取與 beLP1™韓國專利後生元，提供符合現代生活型態的日常保健新選擇。

另外，「晚安療癒·晶亮深眠」則展示 Affron®西班牙蕃紅花萃取與創新南瓜胜肽；「創造動能·續航新極限」則以 MussLift™藍貽貝萃取為亮點，展現運動營養與熟齡健康的創新應用。

展覽期間，綠茵生技也將舉辦多場專業研討會，邀請韓國原廠專家分享最新科研成果與市場趨勢。今年特別邀請韓國原廠專家來台分享最新國際科研成果，包括 Dr. Shin 將解析 beLP1™後生元於體重管理的研究進展；以及商業開發部經理 SooHyun Paik 則分享植物乳酸桿菌 binmenrich™ PRO (AO55) 於益生菌打造由內而外保養健康的最新應用。此外，現場也將發表 BEU12™燕窩胜肽於養顏美容保健領域的最新應用，以及新一代視覺保健植物胜肽的最新研究成果，帶領業界掌握保健市場最新研發趨勢。

綠茵生技表示，保健市場已從成分競爭走向科研實證、產品差異化與品牌價值的新時代。未來綠茵生技將以「創新研發」為核心，持續整合國際優質原料、自主研發技術與市場洞察，協助品牌打造更具競爭力的保健產品，共同開創健康產業新商機。

資料來源：<https://www.ctee.com.tw/news/20260713701339-431205>



超臨界流體技術創新應用動態

超臨界流體技術創新應用動態 (2026 年 8 月)

一、食品與生技醫藥

1. 跨欄技術 (Hurdle Technology) 非熱殺菌

發表於 International Journal of Food Microbiology 等國際期刊，研究指出將 SCCO₂ 結合脈衝電場 (PEF) 或高功率超音波，能在維持乳製品與果汁原有生物活性物質 (如抗氧化成分) 的前提下，達到超過 5 log cfu/mL 的廣譜減菌效果。

文獻名稱：Supercritical carbon dioxide inactivation technology for food product preservation

2. 再生塑料「食品級」去污製程

歐洲學術機構於 2026 年中發表最新技術，利用 SCCO₂ 的高效穿透與低黏度特性，作為聚烯烴 (Polyolefins) 等消費後再生塑料的淨化步驟，能徹底移除塑膠微孔中的非故意添加物 (NIAS)，使再生塑料安全應用於食品接觸級包材。

文獻名稱：Super-Critical Fluid Extraction (SFE) with CO₂ as decontamination step for recycling polyethylenes for food contact

3. 高價值果實種子油與天然風味劑萃取

在食品工業中，SCCO₂ 萃取已形成高度成熟的全球產業鏈。2026 年商業化焦點轉向食品副產物 (如釀酒後的葡萄籽、果汁殘渣)，以無毒溶劑方式大量提取富含 Omega-3、不飽和脂肪酸與維生素的機能性高純度油脂。

文獻名稱：Supercritical CO₂ extraction of oil from fruit seed by-product: advances, challenges, and pathways to commercial viability

4. 釀酒廢棄物的多階段高值化分級

科學家利用 120°C 至 160°C 的亞臨界水對葡萄粕進行分級萃取。在 120°C 與 1.3 bar 條件下，不需任何化學溶劑即可釋放出極高含量的酚類抗氧化物，對李斯特菌有顯著抑制活性，並能透過麥芽糊精順利微膠囊化成穩定的食品添加粉末。

文獻名稱：Applying Subcritical Water Extraction to Fractionate Grape Pomace into Functional Ingredients



5. 魚類殘渣生物活性肽提取

藉由調控 100°C–374°C 的亞臨界水介電常數，水能同時扮演弱酸與弱鹼的催化角色，在幾分鐘內高效水解魚皮、魚骨中的膠原蛋白，轉化為高生物利用率的機能性醫藥活性肽，且完全免除強酸強鹼的水解污染。

文獻名稱：Subcritical water extraction (SWE) for valorizing fish waste into collagen: Current state and future prospects

二、能源與綠色製程

1. Purifire Energy 水熱氣化技術：將污水轉化為綠色燃料

英國 Purifire Energy 公司執行長 Neel Shah 於專訪中介紹該公司自主研發的水熱氣化 (Hydrothermal Gasification) 技術「PuriTherm」，為專利製程可將污水污泥轉化為綠色燃料。報導聚焦於該技術與英國水務公司 Severn Trent 的合作進展，探討此項技術如何協助英國水務業因應日益嚴格的法規遵循挑戰，並評估英國推動「去中心化循環模式」的可行性。訪談亦觸及該技術過去發展受阻的原因，以及未來 12 至 18 個月預計達成的商業化突破里程碑，並討論廢水衍生燃料對英國整體脫碳目標的貢獻。

- 技術重點：水熱氣化 (HTG) 將高含水污泥直接轉化為可用燃料，無需前置乾燥，操作溫度超過 400°C。
- 應用場域：英國污水處理廠，結合水務公司既有基礎設施
- 產業意義：呼應英國「乾旱調適 / 循環用水」政策方向，具規模化商轉潛力

來源連結：[watermagazine.co.uk – Turning wastewater into green fuel](https://watermagazine.co.uk/turning-wastewater-into-green-fuel)

2. WPI 獲美國聯邦補助 150 萬美元，推動「自由基引發水熱液化」(RI-HTL) 技術破壞 PFAS 永久性化學物質

美國伍斯特理工學院 (WPI) 宣布獲得美國聯邦政府 150 萬美元專案補助，用以加速其「自由基引發水熱液化」(Radical-Initiated Hydrothermal Liquefaction, RI-HTL) 技術之研發。該技術結合高溫、高壓與無毒化學品，可破壞 PFAS (全氟 / 多氟烷基物質，俗稱「永久性化學物質」) 分子中極穩定的碳 - 氟鍵。實驗室初步測試顯示，RI-HTL 可破壞超過 99% 的 PFAS 污染物，包括滅火泡沫中的殘留物。

- 技術路徑：以「植物吸收污染土壤中的 PFAS→收成生物質→以 RI-HTL 處理」為整體流程



- 附加效益：處理過程可同時將受污染生物質轉化為生質油，作為永續航空燃油（SAF）等原料
- 補助用途：強化 PFAS 分析實驗室設備，並將 RI-HTL 技術由實驗室推向商業化驗證階段

來源連結：[wpi.edu – WPI Awarded \\$1.5 Million to Advance RI-HTL PFAS Destruction Technology](https://wpi.edu/news/wpi-awarded-1.5-million-to-advance-ri-hlt-pfas-destruction-technology)

3. 超臨界 CO₂ 為「科技化戰場」關鍵基礎技術—中美競爭觀點

2025 年 12 月 20 日，中國核工業集團(CNNC)與中國核動力研究設計院(NPIC)宣布「超碳一號」(Chaotan One)啟用，這是全球首座商業化超臨界二氧化碳(sCO₂)發電機組，為 2×15MW 的煉鋼廠廢熱發電示範項目。中國長期將 sCO₂ 列為「軍民融合」戰略重點，自 2010 年代起投入大量學術研究，近年更透過與法國電力公司(EDF)合作等方式推進商業化驗證。如今「超碳一號」代表中國已從實驗階段邁入商轉階段，可能使其掌握下一代電力元件供應鏈的先發優勢。

文章分析指出，儘管當前新興科技討論多聚焦於 AI、網路戰與自主系統，但這些能力皆仰賴穩定高效的電力供應，凸顯 SCCO₂ 發電技術的戰略重要性。文中回顧美國能源部主導的 STEP Demo 示範電廠（德州聖安東尼奧，10MW 先導計畫）進展，並指出中國大陸正積極推動國家級 SCCO₂ 商用發電，對美國長期居於能源創新領先地位形成直接挑戰。

來源連結：[smallwarsjournal.com – The Strategic Importance of Supercritical CO₂](https://smallwarsjournal.com/2025/12/20/the-strategic-importance-of-supercritical-co2/)

編註：

1. 位於貴州六盤水的首鋼水城鋼鐵集團廠區，其第二台 15 兆瓦超臨界二氧化碳發電機組在 2026 年 7 月中旬正式並網發電，發電成本約人民幣 0.5 元/度。
2. 中國國家能源局於 2026 年 7 月 10 日印發《能源領域節能降碳行動計劃（2026—2028 年）》，明確將超臨界二氧化碳發電與 CCUS 列為必須加快突破的重大前沿與戰略性關鍵技術。

戰略意涵：

- sCO₂ 系統耗水量與燃料需求較低，能降低後勤補給線在惡劣/爭議環境中遭截斷的風險，對於支援定向能武器、AI 目標識別系統等高耗能軍事平台尤其關鍵。
- 小型化、高效率的 sCO₂ 系統也適合用於民軍兩用基礎設施(如深水港、物流樞紐)，可作為「灰色地帶」經濟治國手段，掩護軍事擴



張。

美國的因應

- 美國能源部推動核子先導計畫、國防部與能源部合作以 C-17 運輸核反應爐、投入小型模組化反應爐等。
- 在 sCO₂ 領域，美國德州聖安東尼奧的 STEP Demo 設施(10MW)已於 2024 年完成首次發電與滿速運轉測試，但商業化規模仍落後於中國。

三、材料與精密製造

利用生質能或有機小分子進行水熱碳化法來合成石墨烯或高階碳材相關研究：

1.木質素的雙階段水熱分級組裝

文獻名稱：Valorization of lignin into carbon spheres, carbon dots, and graphene-like layers

技術亮點：系統性闡述了木質素在無化學添加劑之水熱環境下的轉換機制。

- 第一階段 (250°C)：木質素水解碎片化，釋放可溶性芳香族片段。
- 第二階段 (300–350°C)：這些碎片透過自我組裝與重鍵平面融合 (Planar fusion)，在短短 15 分鐘內重組為類石墨烯層 (Graphene-like layers)、碳球與碳點。

2. 氧化石墨烯 (GO) 輔助碳水化合物定向水熱碳化

文獻名稱：Graphene Oxide Assisted Hydrothermal Carbonization of Carbon Hydrates

技術亮點：探討微量 GO 對葡萄糖 (Glucose) 或纖維素水熱碳化的模板效應。傳統葡萄糖水熱只會產生絕緣的微米碳球，但只要加入 1:800 導向比例的 GO，GO 的兩親性二維結構就會像「模板」一樣引導葡萄糖碎片結晶，在高壓釜內直接長成厚度僅數十奈米的高導電性碳片 (Carbon Platelets)。

傳統碳水化合物 (如葡萄糖、纖維素) 經由水熱碳化 (HTC) 通常會形成微米級的球狀結構 (Carbon Spheres)。本研究利用 GO 作為二維模板與成核中心，GO 表面的含氧官能基與碳水化合物分子形成氫鍵，吸引其吸附於 GO 片層表面。GO 片層發揮模板作用，引導碳水化合物在二維平面上脫水碳化，從而抑制無序球狀結構的生成，改為形成碳奈米片 (Carbon



Nanosheets) 或三維碳塊體 (Carbon Monoliths)。

水熱碳化反應：反應設備採用特氟龍內襯不銹鋼高壓反應釜；反應溫度約 180–200°C，壓力為飽和壓力，反應時間為 4–24 小時（視碳源種類與所需的碳化程度而定，纖維素通常需要較高溫度或較長時間）。

3. 以 5-甲氧基-2-甲基-4-硝基苯胺衍生分散染料在超臨界二氧化碳中染色性探討

文獻名稱：The Study on Dyeability of 5-Methoxy-2-methyl-4-nitroaniline Derivative Disperse Dyes in Supercritical Carbon Dioxide)

陳翰 亞東科技大學 材料織品服裝系，紡織綜合研究期刊 (2026 年 7 月 31 日)

摘要：本研究以 5-甲氧基-2-甲基-4-硝基苯胺合成 3 支分散性染料，並使用這些染料在超臨界二氧化碳中對聚酯進行染色，染色布樣以耐水洗、耐水、耐汗(酸、鹼)和耐摩擦色牢度等 ISO 和 AATCC 標準進行堅牢度評估。從染色結果可以看出，染料 Red1 至 Red3 第一次染色具有超過 85% 的染色相對上色率，證實這系列染料非常適用於聚酯織物的超臨界二氧化碳染色技術。染色後的布樣經由 ISO 及 AATCC 標準進行測試，包含耐水洗、耐水、耐汗（酸、鹼）與耐摩擦等各項色牢度評估，均展現出優異的堅牢性能。

4. 一體化 CO₂ 捕集轉化系統

一體化捕集轉化系統 (Integrated Carbon Capture and Utilization/Conversion, 簡稱 ICCU 或 ICCC) 是當前碳中和技術 (CCUS) 的最前沿突破。它顛覆了傳統「先捕集、再分離、後封存 / 利用」的獨立分步流程，將二氧化碳的「吸附捕集」與「催化轉化」直接融合在同一個反應槽或單一製程中。當吸附劑抓到 CO₂ 後，不需要高溫加熱讓它變回氣體脫離，系統會直接通入綠氫或利用電化學反應，在原地 (In-situ) 直接將被吸附的碳結構轉化為化學品。

一體化系統之所以能做到這一點，主要依賴雙功能材料 (Dual-Functional Materials, DFMs) 的開發：將「吸附位點」(如鹼金屬氧化物、胺基化合物) 與「催化位點」(如鎳、鈦、銅等金屬觸媒) 完美結合在同一個奈米基底上。

其中電化學一體化還原(Integrated Electrochemical)法在常溫常壓下施加再生能源電力，直接合成甲酸或甲醇。以 CaO 吸收劑搭配 Ni 催化劑為例，載體上的 CaO 與 CO₂ 接觸，瞬間發生放熱反應，形成碳酸鈣，此時廢氣中的



氮氣和水蒸氣直接排出，CO₂ 被吸收在 DFMs 表面；切換通入氫氣，鄰近的鎳催化位點迅速將 H₂ 解離為活性氫原子，打破 CaCO₃ 的碳氧鍵，將其轉化為甲烷(CH₄)和水蒸氣，並讓吸收劑回復到 CaO 狀態。

四、延伸閱讀

1. PuriFire Energy(UK)

PuriFire Energy 是一家總部位於英國劍橋的清潔技術新創公司，2019 至 2020 年間由 Dr. Matthew Pearce 與 Neel Shah 創立，旨在商業化克蘭菲爾德大學 (Cranfield University) 的水熱處理技術。

公司創立與技術源起

- 2019 年 11 月：公司於英國正式註冊成立 ([Purifire Energy Limited](#))。
- 2020 年：由創辦人 Dr. Matthew Pearce 將其在克蘭菲爾德大學的早期水熱處理研究成果商業化，正式展開營運。
- 核心技術定位：專注於開發專利超臨界水氣化與水熱處理技術，將濕垃圾、厭氧消化液等廢棄物與廢水轉化為綠氫及生物甲醇。
- 2024 年 8 月：完成 270 萬英鎊 (約 350 萬美元) 的種子輪融資，由 HICO Investment Group 領投，並獲得 Innovate UK 65 萬美元補助。
- 2025 年 9 月：宣佈在劍橋地區取得新廠房與工業空間，建立專屬的研發與创新中心 (R&D Centre)，擴大綠色燃料技術的開發。
- 近期發展：積極與全球航運及化工產業洽談綠色甲醇的供應合作，致力於協助重工業脫碳。

2. WPI「自由基引發水熱液化」(RI-HTL) 技術

Michael Timko 教授團隊與其衍生綠能公司 River Otter Renewables，計畫在未來兩年內將這套連續流系統的處理能力提升至每日 100 加侖。目前的開發方向是將其打造為模組化設備，未來可直接裝載於卡車拖車上，開往廢水處理廠或受污染農地進行現場連續處置。

(1) 技術運作原理

- 核心機制：改良自傳統的水熱液化 (HTL) 技術，透過添加過氧化氫 (H₂O₂) 產生綠色化學自由基，加速並強化反應。
- 反應條件：在反應器內對含水污泥進行加熱與加壓，不需經過高耗能的乾燥與焚燒程序。
- 處理效率：實驗顯示能在短時間內破壞處理水中 99% 的 PFAS、固體廢棄物中 98% 以及油相產物中 89% 的 PFAS。



(2) 額外環保與經濟效益

- 轉化原油：可將廢棄污泥轉換為產率達 60% 的生物原油（高於傳統 HTL 的 40%），適合作為永續航空燃料等重工業燃料的原料。
- 減少體積：大幅降低需要掩埋或後續處理的固體廢棄物體積，降低污水處理廠的營運成本與碳排放。

(3) 核心操作參數

- 操作溫度：280° C ~ 350° C。
- 操作壓力：15 ~ 25 MPa，以確保系統在該高溫下維持液相。
- 反應停留時間：10 ~ 40 分鐘。相較於傳統大於 60 分鐘的反應，RI-HTL 在極短時間內即可催化解聚。

(4) 進料與反應物料規格

- 適用進料含水率：60% ~ 90%。專為未乾燥的濕污泥（Sludge）或高濃度廢水設計，省去高耗能的乾燥程序。
- 自由基引發劑：過氧化氫（ H_2O_2 ）。於密閉系統內熱解產生大量羥基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ），為主動攻擊 PFAS 的核心關鍵。
- pH 值與輔助催化劑：通常維持在弱鹼性（有時視工況添加少量的 KOH 或 NaOH 緩衝劑），以抑制焦炭生成並提高碳轉化率。

伍斯特理工學院（WPI）Michael Timko 教授團隊在開發「自由基引發水熱液化」（RI-HTL）技術時，針對不同的研發與放大階段，主要設計並使用了以下兩種反應器型式：

(1) 實驗室驗證階段：高壓釜間歇式反應器（Batch Autoclave Reactor）

在初期證實化學機制與 PFAS 破壞率的實驗中，WPI 團隊使用的是批次式高壓密閉反應器。

- **操作方式**：將含水污泥或 PFAS 消防泡沫樣品與微量過氧化氫（ H_2O_2 ）一同鎖入高壓釜中。
- **加熱型式**：置於專用加熱套或沙浴中快速升溫至約 300°C，停留反應數分鐘至半小時，待降溫冷開後再對產物（水、油、固體、氣體）進行分相收集與 PFAS 殘留量分析。
- **設計目的**：此型式雖然無法連續進料，但極度適合用來精準控制化學計量、測試不同自由基引發劑的反應動力學，並成功在此階段實現了破壞率高達 99% 的核心實驗數據。

(2) 工業放大階段：連續流反應器（Continuous-Flow Reactor）

隨著 WPI 團隊成功獲得美國聯邦政府 150 萬美元的最新撥款資助，研究



重心已正式推進至實用化與工業規模放大。WPI 目前正在全力打造一套「連續流反應器」系統。

- 操作方式：透過高壓泥漿泵（High-pressure slurry pump）不間斷地將污染土壤、污水污泥或高濃度廢水推入反應器中，同時在線連續注入過氧化氫，讓物料流經密閉的高溫高壓管道。
- 主要技術優勢：
 - **降低能耗**：連續流設計能透過精密的熱交換系統，實現極高的熱能回收率，大幅降低運作能耗。
 - **高處理量**：擺脫了間歇式反應器每次都要裝料、加熱、冷卻、卸料的繁瑣步驟，滿足污水處理廠或土壤整治現場的實地部署需求。
 - **油水分離效率高**：在連續流出的管末端透過常壓解降，能更有效、自動化地將生成的生物原油與處理水分離。
- 專利減壓系統（毛細管降壓 / 串聯節流閥）：不使用單一的常規減壓閥，而是採用一組長度精確計算的高壓毛細管組，或是多級串聯的耐磨損節流閥，讓壓力緩慢、分階梯式下降，避免流體在單一點發生劇烈閃蒸。
- 雙氧水（ H_2O_2 ）自由基防焦化：這正是 RI-HTL 技術的內建優勢。過氧化氫分解產生的羥基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ）具有極強的氧化解聚能力，能主動攻擊並打斷大分子有機物，阻斷「聚合生成焦炭」的反應路徑，從源頭減少固體焦炭的產生。



二氧化碳-正十六烷混合物的相行為和 Widom-Line 類比：從亞臨界區到超臨界區

Phase Behavior and Widom-Line Analogy in CO₂-n-Hexadecane Mixtures: From Subcritical to Supercritical Regions

By Danilo A Ribeiro^a, Kese P.F. Alberton^a, Silvia M.Z. Sebrão^a, Krishnaswamy Rajagopal^a, Frederico W. Tavares^{a,b,*}

^aDepartment of Chemical Engineering - School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, CEP:21949900, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

^bProgram of Chemical Engineering /COPPE- Federal University of Rio de Janeiro, CEP: 21949-972, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

摘要

本文利用高壓平衡池，研究了高濃度二氧化碳 (CO₂) 下，25、50 和 90 °C 時 CO₂ + 正十六烷 (n-C16) 混合物的相行為。在這些條件下，體系從近臨界狀態演變為完全超臨界狀態，從而可以系統地分析溫度對相平衡的影響。飽和壓力以目測確定，相組成則以基於質量平衡和相體積測量的體積法進行估算。在 25 °C 時，系統在高壓下表現出液-液平衡，包括混溶窗口、質量正壓性以及較低壓力下的液-液-氣相變。在 50 °C 時，儘管體系已完全超臨界，但仍保持一定的結構性行為，表現出連續的相變和正壓性轉變。這種中間狀態包含一個擬臨界轉變。可以藉鏡維多姆線理論來解釋這一現象，其中富含二氧化碳相的液態和氣態特徵之間的平衡迅速重組。在 90 °C 時，這些效應減弱，系統趨向經典的汽液平衡行為。本研究透過提供不同熱力學狀態下的體積和相平衡數據，以及利用體積法在高壓下獲得的相組成和密度，擴展了現有文獻。研究結果有助於理解富含二氧化碳的混合物，並為開發和驗證應用於多相流、提高石油採收率和碳封存的熱力學模型提供了可靠數據。

關鍵字： 富二氧化碳相、超臨界二氧化碳、維多姆線、正壓性、混溶窗口、體積法

資料來源：<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.6962580>



用於回收酚類化合物和葡萄渣增值利用的順序加壓和超臨界萃取策略

Sequential Pressurized and Supercritical Extraction Strategies for the Recovery of Phenolic Compounds and Grape Bagasse Valorization

By Vanessa Souza Carvalho, Jonas da Silva, Lucas Cantão Freitas, Sandra Regina Salvador Ferreira, Marcos Lúcio Corazza *

Universidade Federal de Santa Catarina: Florianopolis, SC, BR

摘要

葡萄渣是豐富的農工副產品，也是具有抗氧化特性的酚類化合物的重要來源。本研究評估了索氏萃取、超臨界流體萃取（SFE）、加壓液體萃取（PLE）、亞臨界水萃取（SWE）和順序萃取策略，用於從葡萄渣中回收生物活性化合物。採用 Box-Behnken 設計評估 SFE 和 PLE 製程對萃取率的影響，並進一步測定 PLE 萃取物的總酚含量（TPC）、總花青素含量（TAC）和抗氧化活性（ABTS）。水醇萃取對酚類化合物的選擇性較高，而水基萃取雖然提高了萃取率，但也萃取出其他極性成分。在 SWE 中，提高溫度可以提高萃取率和酚類化合物的回收率，但花青素含量在更嚴苛的熱條件下會降低。與 PLE 相比，SWE 在酚類物質含量和抗氧化活性相當的情況下提供了更高的萃取率，顯示 SWE 能夠回收更多高極性非酚類化合物；而 PLE 的萃取率高於 SFE。順序提取實驗表明，第一步提取了大部分酚類物質和抗氧化活性物質，而第二步水相提取提高了總提取率。順序 PLE-SWE 萃取路線獲得了最高的總酚含量（198.0 mg GAE/g）和抗氧化活性（2321 $\mu\text{mol TE/g}$ ），證明了順序萃取在葡萄渣分餾和增值利用方面的潛力。

關鍵字： 葡萄渣； 酚類化合物； 加壓液體萃取； 亞臨界水提取； 順序提取

資料來源：<https://www.preprints.org/manuscript/202605.1426>



利用人工智慧計算對超臨界加工條件下藥物溶解度進行進階模擬和數值評估

Advanced simulation and numerical evaluation of pharmaceutical solubility estimation under supercritical processing using artificial intelligence computations

By **Ahmed H. Albariqi, Rami M. Alzhrani, Majed A. Alghamdi, Sameer**

Alshehri, Humood Al Shmrany & Mohammad J. Akbar

Department of Medical Laboratory, College of Applied medical sciences, Prince Sattam bin Abdulaziz University, Alkharj, 11942, Saudi Arabia

摘要

藥物水溶性差一直是製藥業的焦點。對溶解度數據進行計算分析對於評估可用於提高藥物溶解度的超臨界加工流程至關重要。本研究利用機器學習技術，開發了一種用於估算藥物在不同加工條件下於超臨界二氧化碳（SC-CO₂）中溶解度的計算方法。透過創新性地結合實驗數據和先進的機器學習技術，本研究探討了 SC-CO₂ 溶劑密度和格列本脲溶解度的預測。本研究使用的資料集涵蓋了一系列溫度和壓力值，以及相應的溶劑密度和溶解度結果。透過採用多種機器學習模型，包括卷積神經網路（CNN）、多層感知器（MLP）和深度神經網路（DNN）架構，本研究進行了預測建模，以闡明資料集中蘊含的複雜關係。這些模型採用創新的蜻蜓演算法（DA）進行超參數優化，進一步提升了其預測能力。在溶解度預測方面，多層感知器（MLP）模型取得了 0.99093 的優異 R² 值，凸顯了其在捕捉複雜溶解度模式方面的卓越能力。卷積神經網路（CNN）和深度神經網路（DNN）模型緊接在後，R² 值分別為 0.97218 和 0.98625。此外，該研究也擴展到超臨界二氧化碳（SC-CO₂）密度的預測，這是溶解度動力學中的關鍵因素。在此方面，MLP 模型再次脫穎而出，取得了驚人的 0.99911 的 R² 值。DNN 和 CNN 模型也取得了 0.94799 和 0.88958 的可觀 R² 值，凸顯了它們在捕捉溫度、壓力和溶劑密度之間複雜相互作用方面的出色能力。這些結果表明，數據驅動模型能夠可靠地捕捉溫度、壓力和溶劑密度對藥物溶解度的耦合影響，為超臨界藥物製程設計提供了一個實用的預測框架。

資料來源：<https://www.nature.com/articles/s41598-026-45225-6>



利用超臨界流體萃取法從葡萄籽和蛋黃果種子中提取的油脂進行生物精煉，以 評估其生產效率

Management and diagnostic of productive efficiency in a biorefinery of oils obtained by
supercritical fluid extraction from grape and lucuma seeds

By **Fredy Vicente Huayta Socantaype, Luis Enrique Napan Tacca**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel 150881, Lima, Peru

摘要

本文對一座以超臨界二氧化碳（SCD）為綠色溶劑，並從葡萄籽和盧庫瑪籽中提取油脂的工業生物煉製廠進行了全面診斷。分析採用 SuperPro Designer 中的模擬模型，考察了三個關鍵面向：運行性能、品質效率和製程的環境影響。結果顯示，此製程的整體效率為 1.73%，主要受乾燥（TDR-102）和去殼（SR-101）環節的限制，導致產能僅為理論潛力的 12.7%。此製程的水足跡為每公斤油脂消耗 103 公斤水，廢棄物指數為每公斤原料 0.03 公斤，顯示需要改善資源管理。該模型提出了一系列最佳化措施，重點在於強化製程、標準化原料以及借助人工智慧實現動態控制。總體而言，結果表明，將製程模擬與永續性指標相結合，可以指導循環經濟模式下生物煉製廠的發展。

資料來源：[10.17268/agroind.sci.2026.02.03](https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2026.02.03)



超臨界二氧化碳工程化塊狀移植片已開發用於骨再生

Supercritical CO₂ engineered block grafts developed for bone regeneration

By Asrar Elahi, Dawn Coates, Kai

Chun Li, Tanmoy Bhattacharjee, Benedict Seo, Warwick Duncan

Sir John Walsh Research Institute, University of Otago, Dunedin, Otago, 9016, New Zealand

摘要

骨質流失是牙科領域的重大挑戰，通常會導致齒槽骨吸收，進而影響牙科治療效果。目前製備骨塊移植片的方法往往會導致移植片強度不足且骨整合不良。本研究旨在利用超臨界流體萃取 (SCF) 及其後續處理技術，製備牛源性骨塊異種移植片，以優化其機械強度和生物相容性。牛股骨髁骨塊分為六組：第 1 組：原骨；第 2 組：Bio-Oss®；第 3 組：SCF-CO₂；第 4 組：SCF-CO₂-H₂O₂；第 5 組：SCF-CO₂-H₂O₂-H₂O₂；第 6 組：SCF-CO₂-H₂O₂+SC132 蛋白酶分析內容包括：利用傅立葉變換紅外光譜 (FTIR) 分析化學成分和結晶度，透過壓縮試驗測定機械強度，採用掃描電子顯微鏡 (SEM) 觀察表面形貌，以及使用能量色散 X 射線光譜 (EDS) 進行化學表徵。採用大鼠皮下和綿羊下顎骨移植模型進行體內安全性和生物學測試。SCF 處理的支架在生物安全性測試中顯示出良好的生物相容性，且脂質含量降低，效果良好。與原始骨骼相比，第 4 組和第 5 組骨塊的平均 (±標準差) 機械強度顯著提高 (分別為 37.47 ± 16.91 MPa 和 34.95 ± 11.89 MPa, $p < 0.05$)。SEM 顯微照片顯示，SCF-CO₂ 處理後，特別是 SCF-CO₂-H₂O₂ 處理後，骨小梁結構中的膠原纖維碎片減少，孔隙開放。大鼠和綿羊模型均未出現任何不良免疫反應。總體而言，SCF-CO₂ 和後處理提供了一種新型的異種來源塊狀移植，具有非常有希望的臨床應用潛力。

關鍵字： 骨塊；體內；胃蛋白酶；超臨界流體；異種移植

資料來源：[10.1016/j.bioadv.2026.215019](https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2026.215019)



超臨界二氧化碳對聚對苯二甲酸乙二醇酯中污染物的淨化研究：基於分子描述符的視角

Study on the Decontamination of Contaminants in Polyethylene Terephthalate by Supercritical Carbon Dioxide: From the Perspective of Molecular Descriptors

By Huai-ning Zhong, Can Xu, Qi-Zhi Su, Yue Liang, Hanke Li, Ben Dong*, Dan Li, Xiaohui Wang*

State Key Laboratory of Pulp and Paper Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China

摘要

全球塑膠污染問題日益嚴重，極需開發高效率且永續的回收技術，特別是用於生產安全、符合食品接觸標準的再生塑膠。在循環經濟框架下，聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）因其優異的可回收性而具有巨大的應用前景。然而，PET 在其生命週期中引入的污染物構成了一項重大挑戰，而傳統的去污方法往往能耗高、有熱降解風險或殘留化學物質。超臨界二氧化碳（scCO₂）作為一種極具潛力的綠色替代方案脫穎而出，但人們對其去污效果，尤其是從分子結構角度來看，仍缺乏系統的了解。因此，本研究旨在全面評估 scCO₂ 對 44 種代表性污染物污染的 PET 的去污性能，並著重於闡明去污效率與污染物分子特徵之間的內在關聯。結果表明，scCO₂ 在較短的處理時間（<30 分鐘）內即可對大多數污染物實現高去除率（>95%）。利用 126 個分子描述子以及五溶質 ESABV 描述子系統對去污效率進行相關性分析，結果表明，具有高 sp³ 雜化碳含量、柔性脂肪鏈和均勻靜電分佈的污染物易於去除，而具有芳香環、強氫鍵傾向和剛性構象的污染物則去除效率較低。引入乙醇作為助溶劑可增強難降解污染物的去除效果。此外，超臨界二氧化碳（scCO₂）對超過 90% 的物質的去除效果優於傳統的真空去污方法。這項工作建立了關鍵的結構-效率關係，為優化基於 scCO₂ 的製程以實現食品級再生 PET 的生產和推進可持續塑膠回收利用提供了理論基礎。

關鍵字： 資源回收，去污，超臨界二氧化碳，聚對苯二甲酸乙二醇酯，分子描述符

資料來源：<https://doi.org/10.1021/acs.est.6c00285>



台灣端板

鋼鐵企業股份有限公司

Taiwan End-Plate Co., Ltd.

公司概要/簡介

台灣端板鋼鐵企業股份有限公司創立於 1967 年 9 月，具有多年石油化工、發電廠、化纖廠、肥料廠、食品廠各型工廠壓力設備設計、製造及安裝豐富經驗。台灣端板在新北市三重區與高雄市永安區各擁有一座工廠，多年來承蒙各界支持與惠顧，使公司產品獲得國內外客戶的好評。

公司產品

- ◆ [端板 Head](#)
- ◆ [球槽 Spherical Tank](#)
- ◆ 壓力容器 Pressure Vessel
 1. [壓力槽 Pressure Vessel](#)
 2. [塔槽 Tower](#)
 3. [除氧器 Deaerator](#)
 4. [過濾器 Filter](#)
 5. [反應攪拌槽 Reactor & Agitator Tank](#)
- ◆ [熱交換器 Heat Exchanger](#)
- ◆ 儲槽 API Tank
 1. [冷凍儲槽](#)
 2. [API 儲槽](#)
- ◆ [處理系統 Treatment System](#)
- ◆ [燃燒塔 Flare](#)
- ◆ [配管工程 Piping Work](#)
- ◆ [其他\(1\) Other](#)
- ◆ [其他\(2\) Other](#)

認證/證書

- ◆ [ASME](#)
- ◆ [ISO](#)
- ◆ [ML](#)
- ◆ [CNS](#)



TSCFA 台灣超臨界流體協會

Taiwan Supercritical Fluid Association

(日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班



需要有操作證照的單位，歡迎向協會報名。

- 上課日期：**115/08/17~08/19 08:00~17:00**；**115/08/20~08/21 08:00~17:00(實習)**
- 上課時數：高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練課程時數 35 小時＋2 小時(測驗)。
- 課程內容：高壓氣體概論 3HR、種類及構造 3HR、附屬裝置及附屬品 3HR、自動檢查與檢點維護 3HR、安全裝置及其使用 3HR、操作要領與異常處理 3HR、事故預防與處置 3HR、安全運轉實習 12HR、高壓氣體特定設備相關法規 2HR，共 35 小時。(另加學科測驗 1 小時及術科測驗約 1~2 小時)
- 上課地點：高雄市楠梓區高楠公路 1001 號【金屬工業研究發展中心研發大樓 2 樓 產業人力發展組】
- 參加對象：從事高壓氣體特定設備操作人員或主管人員。
- 費用：本班研習費新台幣 7,000 元整，**本會會員享九折優惠**。
- 名額：每班 30 名，額滿為止。
- 結訓資格：期滿經測驗成績合格者，取得【高壓氣體特定設備操作人員安全衛生訓練】之證書。
- 報名辦法：1.傳真報名：(07)355-7586台灣超臨界流體協會
2.報名信箱：tscfa@mail.mirdc.org.tw
3.研習費請電匯至 兆豐國際商銀 港都分行(代碼017)
戶名：社團法人台灣超臨界流體協會 帳號：002-09-018479 (註明參加班別及服務單位)或以劃線支票抬頭寫「台灣超臨界流體協會」連同報名表掛號郵寄台灣超臨界流體協會，本會於收款後立即開收據寄回。

※洽詢電話：(07)355-5706 吳小姐 繳交一寸相片一張及身份證正本



報 名 表

課 程 名 稱	高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練				上課日期	115 年 08/17~08/21	
姓 名	出生年月日	身份證字號	手機號碼	畢業校名		公司產品	
服務單位					電 話		
服務地址	□□□				傳 真		
發票住址	□□□				統一編號		
負 責 人	人	訓練聯絡人 / 職稱		email :			
參加費用	共	元	參加性質	□公司指派		□自行參加	
繳 費 方 式	□郵政劃撥 □支票 □附送現金			報名日期	年 月 日		

※ 出生年月日、身份證字號、畢業校名、電話、地址須詳填，以利製作證書。

上課日期時間表

課程名稱：(日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

2026/08/17 (一)	08:00 ~ 17:00
2026/08/18 (二)	08:00 ~ 17:00
2026/08/19 (三)	08:00 ~ 17:00
2026/08/20 (四)	08:00 ~ 17:00 (實習第 1 組)
2026/08/21 (五)	08:00 ~ 14:00 (實習第 1 組)



TSCFA 台灣超臨界流體協會

Taiwan Supercritical Fluid Association

(夜間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

需要有操作證照的單位，歡迎向協會報名。

- 上課日期：**115/09/08~09/17 18:30~21:30**；**09/19~09/20 08:00~17:00(實習)**
- 上課時數：高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練課程時數 35 小時 + 2 小時(測驗)。
- 課程內容：高壓氣體概論 3HR、種類及構造 3HR、附屬裝置及附屬品 3HR、自動檢查與檢點維護 3HR、安全裝置及其使用 3HR、操作要領與異常處理 3HR、事故預防與處置 3HR、安全運轉實習 12HR、高壓氣體特定設備相關法規 2HR，共 35 小時。(另加學科測驗 1 小時及術科測驗約 1~2 小時)
- 上課地點：高雄市楠梓區高楠公路 1001 號【金屬工業研究發展中心研發大樓 2 樓 產業人力發展組】
- 參加對象：從事高壓氣體特定設備操作人員或主管人員。
- 費用：本班研習費**新台幣 7,000 元整**，**本會會員享九折優惠**。
- 名額：每班 30 名，額滿為止。
- 結訓資格：期滿經測驗成績合格者，取得【高壓氣體特定設備操作人員安全衛生訓練】之證書。
- 報名辦法：
 - 1.傳真報名：(07)355-7586台灣超臨界流體協會
 - 2.報名信箱：tscfa@mail.mirde.org.tw
 - 3.研習費請電匯至 兆豐國際商銀 港都分行(代碼017)
戶名：社團法人台灣超臨界流體協會 帳號：002-09-018479 (註明參加班別及服務單位)或以劃線支票抬頭寫「台灣超臨界流體協會」連同報名表掛號郵寄台灣超臨界流體協會，本會於收款後立即開收據寄回。

※洽詢電話：(07)355-5706 吳小姐 繳交一寸相片一張及身份證正本



報 名 表

課程名稱	高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練				上課日期	115 年 09/08~09/20	
姓 名	出生年月日	身份證字號	手機號碼	畢業校名		公司產品	
服務單位					電 話		
服務地址	□□□				傳 真		
發票住址	□□□				統一編號		
負 責 人	人	訓練聯絡人 / 職稱		email :			
參加費用	共	元	參加性質	□公司指派		□自行參加	
繳費方式	□郵政劃撥 □支票 □附送現金			報名日期	年 月 日		

※ 出生年月日、身份證字號、畢業校名、電話、地址須詳填，以利製作證書。

上課日期時間表

課程名稱：(日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

2026/09/08 (二)	18:30 ~ 21:30
2026/09/09 (三)	18:30 ~ 21:30
2026/09/10 (四)	18:30 ~ 21:30
2026/09/11 (五)	18:30 ~ 21:30
2026/09/14 (一)	18:30 ~ 21:30
2026/09/15 (二)	18:30 ~ 21:30
2026/09/16 (三)	18:30 ~ 21:30
2026/09/17 (四)	18:30 ~ 21:30
2026/09/19 (六)	08:00 ~ 17:00 (實習第 1 組)
2026/09/20 (日)	08:00 ~ 14:00 (實習第 1 組)