

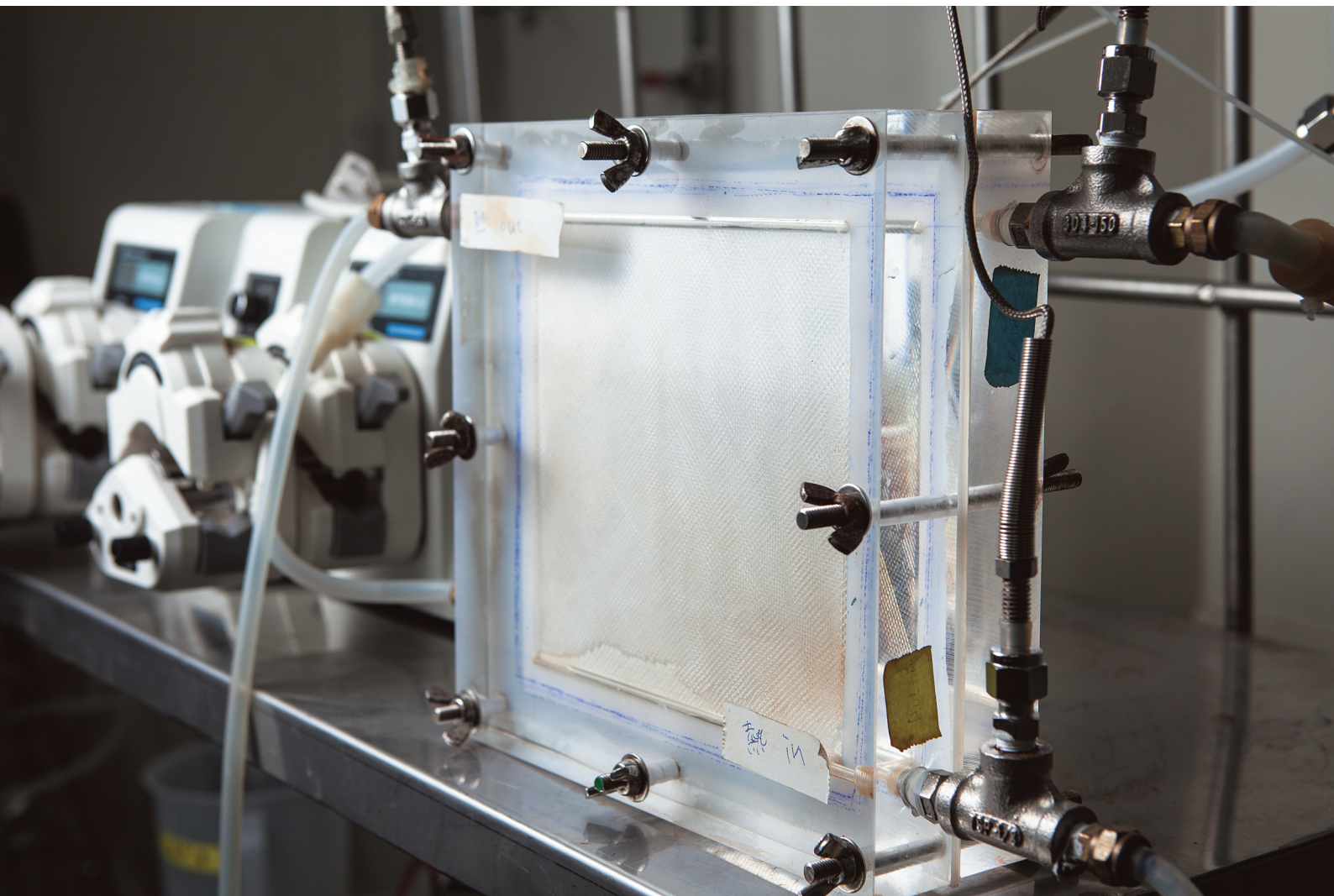


工業廢水處理與回收技術能量充沛

工研院助國內外廠商 節水環保愛地球

憑藉水處理技術創新研發，工研院建立高競爭力的工業廢水處理技術優勢，不僅協助國內相關業者處理各種廢水問題，並且走向國際將臺灣廢水處理技術應用於新加坡、馬來西亞、越南、中國大陸……等，為臺灣水處理產業創造利基之外，也為地球節約能源帶來很大貢獻。

撰文／劉麗惠 攝影／李庭歡



薄膜蒸餾技術為一種新穎脫鹽及資源回收技術，可以有效協助產業界進行水資源回收與海淡脫鹽。

臺灣工業用水量龐大，每年大約使用 18 億噸，如果能將工業用廢水有效回收處理，對避免臺灣缺水將帶來很大幫助。然而，相較於日本工業用水回收再使用率高達 7 成，臺灣卻只有 4 成，顯示臺灣在節水與工業廢水回收上仍有很大的努力空間。

工研院材料與化工研究所水科技研究組組長梁德明表示，工研院積極投入廢水處理技術的創新研發，至今已經建立領先全球的廢水處理與廢水回收技術，在此基礎之下，只要臺灣企業能夠建立深厚的節約用水思維，積極導入相關廢水處理與回收技術與應用，勢必可以達到很大的節水效益。

4 大技術創新 國內外廠商爭相採用

梁德明同時指出，工研院至今已經具備多元的水處理技術及經驗，並藉由研究開發計畫以及與國內外廠商的合作，在水處理領域不斷獲得突破，建立具備競爭力的水處理核心技術與專利布局，同時擁有水處理模組與系統的設計能力。

在各種技術之中，又以厭氧性生物處理的「上流式厭氣汙泥床」（UASB）技術；可處理含氟、砷等工業廢水的「流體化床結晶廢水處理技術」（Fluidized Bed Crystallization; FBC）；應用於廢水回收再利用的「薄膜蒸餾技術」與「倒極式電透析脫鹽技術」（Electrodialysis Reversal Desalination Technology）等，為工研院水最具創新研發的技術項目。

創新技術 1》上流式厭氣汙泥床技術

目前工業廢水處理技術包括「好氧性生物處理」與「厭氧性生物處理」2 種，由於好氧性處理技術汙泥生長量較多且所耗費的能源較大，使得「厭氧生物處理」開始受到重視。梁德明解釋，工研院開發的「UASB」技術包括進流水分配、汙泥床、汙泥毯與氣固液分離等裝置，整合運作可以讓有機廢水由底部進入反應槽之後，在厭氧條件之下，由厭氧微生物將有機物降解代謝成甲烷氣體與二氧化碳。另外，廢水、微生物與生物產氣則由三相分離器分別導引排出槽外，微生物則流入沉

澱區並回到反應槽中。

梁德明進一步指出，該技術透過上述運作模式，可以協助企業以低初設成本建置廢水處理設備，之後並可以低操作成本運作系統，且可針對再生能源如甲烷進行回收，目前這項技術已經被廣泛應用於食品、石化、化工、造紙、發酵、塑膠、光電產業等工業領域，國內包括亞洲化學、長春石化、統一企業、友達光電……等都已经導入，此外，「UASB」專利技術目前也於東南亞如馬來西亞、越南等國家，有多個食品產業與釀酒產業實績。

創新技術 2》流體化床結晶廢水處理技術 FBC

梁德明指出，工研院的「FBC」技術主要利用 0.2 ~ 0.5 mm 矽砂擔體在結晶槽中做為結晶核種，使欲處理的進流水以及添加藥劑，由該反應槽底部進入並向上流動，再利用反應槽外接的流水迴路，調整進流水過飽和度，以及達到擔體上流速度，使欲處理的無機離子於矽砂擔體表面形成穩態結晶體，當晶體粒徑達 1 ~ 2mm 後，排出槽外進行回收再利用，達到廢棄物減量的目的。

「傳統技術在處理半導體含氟廢水時，會產生很多汙泥，但是透過 FBC 技術將使含氟廢水結晶，可以做到無汙泥產生的效益，」梁德明解釋，由於傳統技術處理產生的汙泥含水量高達 75%，在結晶處理之後含水量只剩下 5%，可大幅提高廢水處理效益，此外，結晶之後的產物如氟化鈣，也可回收再利用。

梁德明說，由於 FBC 技術在廢水處理上可以達到極高的效益，因此目前國內已經有 20 幾個導入案例。除此之外，藉由該技術的實力，工研院在 2014 年與全球最大水處理公司荷蘭 DHV 競標新加坡美光廠一案時，贏得標單，因此與建設新加坡美光廠的廢水處理工程公司合作，成為新加坡美光廠廢水處理技術顧問。

創新技術 3》薄膜蒸餾技術

在廢水回收領域，工研院也有許多精彩的創新，其中又以近年來創新研發的「薄膜蒸餾技術」受到最大的矚目。「薄膜蒸餾技術為一種新穎脫鹽及資源回收技術，



可以有效協助產業界進行水資源回收與海淡脫鹽。」梁德明分析，此技術主要利用廢熱增加廢水溫度，當廢水流經多孔且疏水性薄膜一側，薄膜另一側以低溫水循環，控制薄膜兩側高低溫差，然後以薄膜兩側流體接觸面的蒸氣壓差為趨動力，使水蒸氣分子經薄膜孔洞，由高溫側傳輸到低溫側，於低溫側凝結成液體。

創新技術 4》倒極式電透析脫鹽再生技術

薄膜蒸餾技術之外，工研院的「倒極式電透析脫鹽再生技術」（EDR）同樣具備競爭力。梁德明說，水再生利用的關鍵在於脫除水中鹽分，而目前廢水脫鹽回收主要有逆滲透（RO）、離子交換樹脂與電透析 3 種技術，其中離子交換樹脂只適用於低導電度廢水，RO 則廣泛使用在海水或鹹水脫鹽，也常被使用於廢水回收，但該技術廢水成分複雜，再加上 RO 系統易發生阻塞，存在諸多問題。有鑒於此，工研院創新研發出 EDR 脫鹽技術，該技術具備可控制較高脫鹽率與回收率的特色，而且 EDR 膜壽命長、不易結垢與容易清洗，因此適合應用在工業廢水導電度去除與回收水再生技術領域。

梁德明說明，工研院 EDR 脫鹽技術已申請相關專利，如水回收處理系統及水回收處理方法、降低水中二氧化碳的方法等，並且擴展於各種行業水與廢水的工程應用，包括地下水脫鹽、河川水脫鹽、冷卻循環水脫鹽、

RO 濃縮水脫鹽、製程廢水脫鹽回收再利用等。例如，中鋼公司就透過導入 EDR 進行原水脫鹽處理、工業廢水回收等，達到卓越的回收成效。

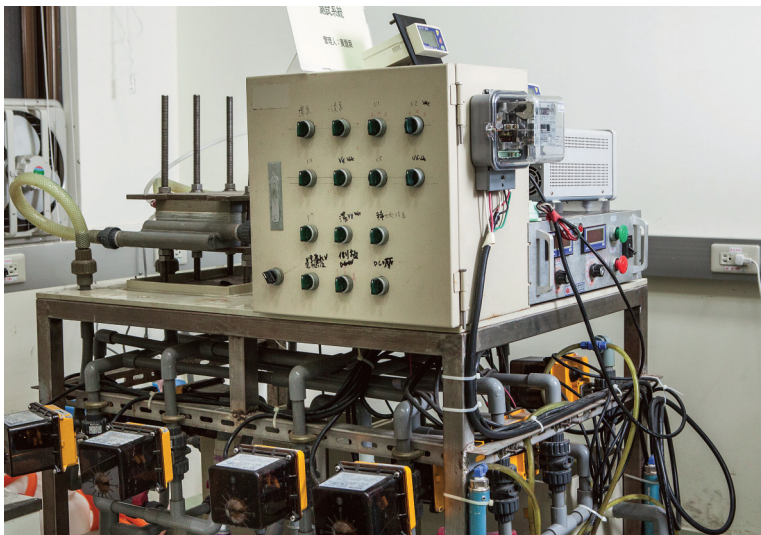
扶植產業發展 協助廠商節水環保

梁德明強調，伴隨著臺灣產業的演變，工研院在水處理相關技術與應用發展，已經從早期輔導傳統產業進行工業廢水處理，慢慢演進到協助高科技產業製程廢水處理。在技術開發與應用領域也已經從廢水處理走到廢水回收再利用，多年來已經在國內外市場提供全面性的解決方案，包括技術研發、實驗室級或實廠級模組測試、技術評估、系統設計、試車、人員操作與教育訓練等專業服務。

目前工研院已有超過 100 個以上的成功實廠案例，產業範圍涵蓋電子業、面板業、石化業、化工業、食品業、紡織業、鋼鐵業等，同時也技術移轉多項水處理與回收技術至水處理產業，例如，技轉薄膜蒸餾技術予松喬公司與中宇公司，以及將 EDR 技術技轉水工社、松喬、華太、環揚、中鼎等公司。

由於工研院廢水處理技術已經走在世界前端，因此該團隊更走出臺灣，與馬來西亞的 Trident、Enviroserve、新加坡 Century Water、Glowtec、PEC 等工程公司合作，成功將臺灣廢水處理技術應用於新加坡、中國大陸、馬來西亞、越南、印尼、韓國等地，促使臺灣水資源技術躍上國際舞臺。

展望未來，梁德明強調，臺灣工業用水與民生用水的比例約為 1：1，因此如果所有工業廠商都能做到最佳的廢水回收再利用機制，對於臺灣用水量不足的問題，勢必可以帶來相當大的幫助。因此，工研院在技術上的創新研發不會中斷，希望為工業創造更好的廢水處理方法，但是他也呼籲臺灣工業界，除了符合法規要求，也應該將廢水回收利用視為企業社會責任的重要方向，才能創造永續臺灣，同時為企業帶來永續經營的能量。■



工研院的「倒極式電透析脫鹽再生技術」可控制較高脫鹽率與回收率的特色，適合應用在工業廢水導電度去除與回收水再生技術領域。