



中鼎長期深耕水處理領域 打造多元水資源典範一 以南科再生水廠為例

中鼎工程股份有限公司水資源工程部專案工程師 / 李岱洛
中鼎工程股份有限公司水資源工程部專案經理 / 蘇侯洵
中鼎工程股份有限公司水資源工程部部門主管 / 黃昊辰

關鍵字：再生水、多元化水資源、高科技製程用水、統包

摘要

南科再生水廠為臺灣首座由民間企業自行投資開發興建之再生水廠，由中鼎受台積電委託，採 Design, Build, Own and Operate (DBOO) 模式，負責投資、設計、興建及 20 年操作營運管理，充分展現中鼎統包整合與全生命週期管理的專業能力。中鼎自許為「地球永續的把關者」，憑藉深耕水資源領域 40 逾年的專業經驗與實績，回應氣候變遷與缺水挑戰，積極投入水資源循環與產業用水韌性建構。

本案具多項技術創新與突破，對國際水

務市場具指標意義：(1) 建立投資、設計、興建與營運一條龍商業模式，提升顧客財務與營運穩定性；(2) 透過實廠規模驗證，成功導入國產水處理技術，強化本土供應鏈能力；(3) 首創將工業混合廢水精煉處理至超純水等級，符合半導體製程使用標準，突破高科技產業應用再生水之門檻；(4) 導入 AIoT 智慧控制與精準加藥系統，提升處理效能並降低藥劑與能源耗用，實現智能化與節能減碳雙重目標。

本案全期供水量達每日 2 萬噸，有效穩定南科園區用水並降低自來水依賴，因營運成效卓著，後續將擴建至每日 3 萬噸產能。



除了園區工業再生水，本案積極配合政府多元水資源政策，成功媒合南部區域市政再生水資源，在中鼎嚴謹的水質監測與品質把關下，整合後供水量為每日 6.7 萬噸，為高科技產業水資源永續發展建立新典範。

一、中鼎深耕水資源工程近半世紀 開創多元水資源解方

1980 年代臺灣經濟快速成長，產業擴張帶動大量消耗有限資源、環境負荷提升。近年受極端氣候影響，旱澇不均加劇形成缺水危機，使再生水發展成為成為全球永續治理的重要策略。臺灣年降雨量為世界平均的 2.6 倍，然因降雨季節分布不均，及地形導致水資源迅速流失，仍成為缺水國家，許多企業紛紛投入水資源領域的技術開發及應用。

中鼎深耕水資源領域 40 餘年，早期協助產業符合法規要求，處理特定污染物、完備城市基礎建設，承攬如：台灣中油公司各

廠之煉油和石化廢水處理、各工業區廢水處理以及市政民生污水處理等專案，奠定完整水處理工程實績與技術基礎。早在 20 多年前，中鼎即完成全球首座石化廢水回收工程「中美和石化廠廢水處理回收工程」，首創以 UF+RO 雙膜法，成功將高污染負荷廢水轉化為可重新利用之水源，並獲國際期刊／雜誌報導肯定 (<https://www.watertechonline.com/magazine/61312>)，如圖 1 示。近年，更導入先進高效氧化技術，應用在技術門檻甚高的「亞東石化觀音對苯二甲酸廠的廢水處理統包案」，以客製化服務協助業主處理高濃度廢水，在兼顧處理效能與環境友善的前提下，展現工業水處理整合能力，如圖 1 所示。

除了工業廢水處理，中鼎亦因應全球水資源循環趨勢，以多元水資源開發為核心發展，攜手政府及民間單位，共同開發符合自來水供水標準的民生污水再生流程及工業廢水回收技術，近年代表性專案包括高雄鳳山



(a) 中美和石化廠

(b) 亞東石化廠

圖 1 中鼎早期水領域實績



及臨海兩座水資源中心，以及全台首座大型海水淡化設施—新竹海水淡化廠。中鼎持續以水處理專業創造自身影響力，為水資源永續提供多元解方。

相較於傳統水源受自然條件限制，「再生水」能夠依據產業需求，以客製化方式提供符合客戶需求的產品水質，且供水及品質穩定，能有效克服自然水源條件的諸多限制，現已成為產業開拓新興水源的重要管道。基於長期技術累積及工程整合經驗，由中鼎執行全球首座工業廢水回用於半導體製程的打造的再生水廠「台積電南科再生水廠—中鼎水綠能再生中心」就此開啟高階再生水應用的新篇章（圖2）。

二、革新與突破：厚植臺灣水處理國家隊

（一）商業模式的變革

「南科再生水廠」的推動，不僅在工

程面上創新，更代表水資源基礎建設融資與營運模式的重要轉型。本案是民間企業首次採用 DBOO（Design, Build, Own and Operation）的商業模式完成設置，突破傳統由政府主導或企業自行投資建廠之慣行架構，該商業模式的變革對整個產業產生深遠影響。

雖然環保設施有助於企業推廣永續 ESG，但也增加了其成本的負擔。透過這種民間企業合作的商業模式，由中鼎提供投資、設計、建造及 20 年的操作營運，使用端企業僅需支付再生水的使用費，無需自行承擔建設的高額資本支出與長期運營再生水廠的風險，藉著專業服務供應機制能有效分攤使用端企業財務壓力，並能確保水資穩定、系統最佳化運作，使企業在兼顧財務效率及 ESG 目標的同時，達成永續用水布局。

再生水的推動亦將使工業區逐步轉型，透過穩定且可預測之再生水供應，園區可降低對傳統自來水與天然水源的依賴，進而促



圖 2 台積電南科再生水廠



進產業升級與招商吸引力。再生水利用的商業模式不僅能帶來環保效益，還能創造新的商機和市場，形成一個良性循環，全面提升產業的可持續發展能力。此商業模式已吸引許多國內外企業的關注和興趣，形成技術輸出與服務外銷之潛在契機，為水處理產業價值鏈升級提供了各種可能性。

另一方面，南科再生水廠是全球首創將廢水回收再利用於半導體製程的水處理設施，其成功運轉證明，再生水經高階處理與嚴謹品質控制後，可滿足高科技製程對水質純度與穩定度之嚴格要求，突破過往高科技產業對再生水應用的技術與心理門檻。這一示範案例不僅在產業界引發關注，更為政府推動多元水源政策提供具體實證基礎。

本案所展現的工程整能力與穩定營運成果，已吸引國內外產官學界前來交流觀摩，這不僅是對台積電與中鼎技術實力的肯定，也顯示南科再生水廠在全球水資源管理與高科技產業永續發展議題上具指標意義，厚植水處理國家隊的整體競爭實力。

(二) 以本土創新技術完成實廠規模驗證

「南科再生水廠」不僅為高階再生水應用創新里程碑，更象徵臺灣本土水處理技術邁向實廠規模驗證與國際競爭。相較於國內許多水處理核心技術仍仰賴國外授權，本案導入多項臺灣自主研發之處理技術，並藉由長期穩定運轉，證明其對在地水質特性與產業需求的高度適應性。

本案處理的原水是成份複雜的工業混合廢水，其污染物組成與濃度變動幅度相較民生污水處理困難，且存在多種小分子物質，處理難度與風險極具挑戰性。本案處理流程如圖3所示，採多重屏障、分段去除設計，以強化系統穩定與污染物截流率，產出的再生水品質門檻高，因要確保半導體精密製程的穩定性及良率，其對水質潔淨度要求接近超純水等級，對總有機碳、溶解性鹽類等均有嚴格標準。

為確保本案技術與工程能成功執行，中鼎在專案投標前，特別與工研院共同組成「再

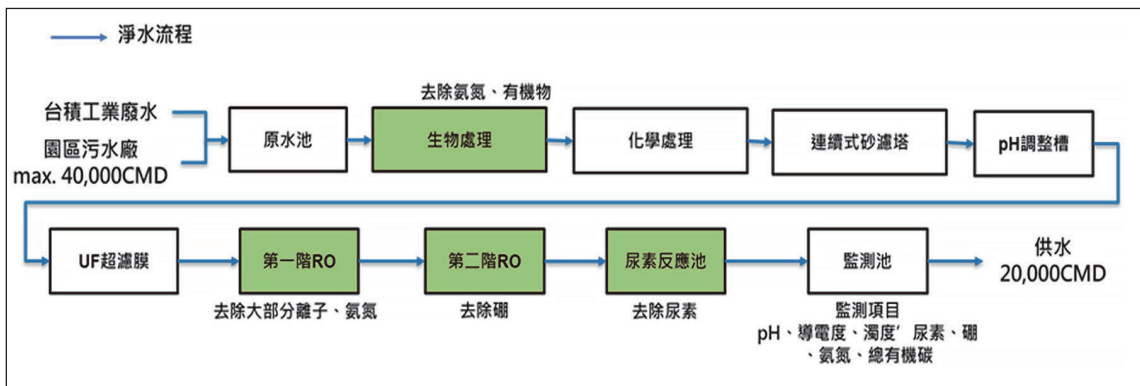


圖3 南科再生水廠再生水處理程序



生水國家隊」，以國際統包工程標準程序，進行處理流程的規劃與設計。為求審慎的確認及驗證，除實驗室測試外，更進一步投資具實廠規模的前導試驗（pilot test），以實廠放流水進行長時間操作測試，以佐證規劃設計的可行性及周延性，同時兼顧友善環境，最終與激烈的國際大廠技術競爭下脫穎而出，順利取得專案。

南科再生水廠所採用的創新技術包括由工研院研發的「高級生物處理程序（BioNET）」和「化學處理程序（FBC）」，如圖 4，該等技術在專案籌備時並未有廣泛的實廠應用案例，然而其設計理念以低污染負荷與高效率去除為導向，不僅使處理後的水質優於傳統生物處理、化學混凝方式，更能大幅降低能源耗損、減少污泥的產生，一方面克服了原水條件複雜和產水標準嚴苛的雙重挑戰，另一方面更展現綠色工程在節能減碳、減少二次污染的多重效益，實現中鼎以「綠色工程」專業為地球永續把關的承諾。

（三）首創 AIoT 智慧監控與精準加藥系統

本案處理來源水質複雜且動態變化，受到園區內工廠製程或運行情況波動影響，不似生活污水水質單純與可預測，再加上最終產品水質標準嚴格，對系統緩衝能力、操作精準度與應變能力提出嚴格要求。

為因應此挑戰，中鼎善用智慧技術（AIoT），以營運近四年的操作經驗，建構操作邏輯與數據分析框架。開發由 AI 進行大數據分析，搭配情境分析及經驗歸納，找到典範操作模式，將最適操作程序標準化，形成可學習與自動化的 AI 模型（圖 5）。

該模型以處理單元的進流水質、流量及循環流量作為前饋控制，以出流水質作為回饋控制，透過遞迴神經網路（Recurrent Neural Network, RNN）持續優化操作策略，實現系統自我調整與動態控制。未來模型部屬後，將能取代部分人為經驗操作，預期能

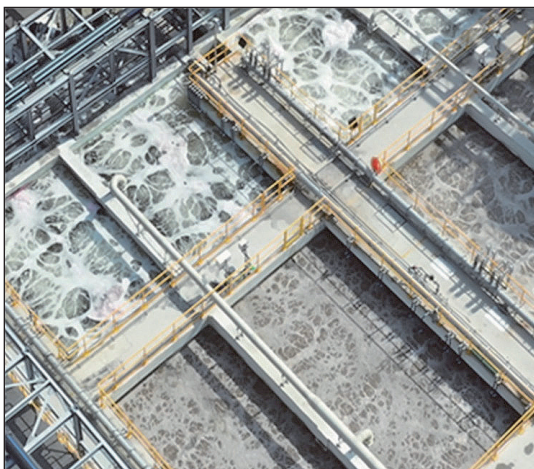


圖 4 南科再生水廠應用之生物處理程序（BioNET，左圖）和化學處理程序（FBC，右圖）

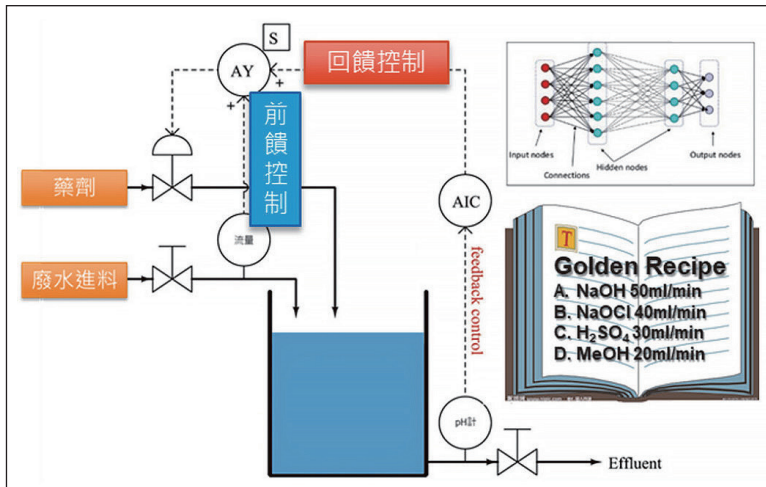


圖 5 南科再生水廠開發 AI 模型概念

減少 10% ~ 15% 的藥劑量，另一方面能減少操作人員負擔、縮短因應時間，提升操作效率，甚至能達成主動異常預警，提前進行環境檢視與維護、降低異常突發事件的風險。

導入智慧控制代表高階水處理管理從傳統人工操作邁向智慧化、自動化，結合 AI 模型的持續學習能力與 IoT 即時感測資料，可在保障水質穩定的同時，最大化節能減碳與環境友善效益，實現中鼎智慧運營的「綠色工程」理念。

三、中鼎集團全生命週期工程管理與營運

中鼎公司致力提供全球客戶最值得信賴的工程服務，能依據業主委託，承攬工程建設項目的設計 (Engineering)、採購 (Procurement) 及施工 (Construction) 的統包工程 (EPC)。公司多年來屢獲國內外知名

業主指定為可靠的合作夥伴，並成為國內唯一名列國際工程期刊 ENR 的全球百大統包工程公司。中鼎在全球統包工程專案管理上的經驗與實績，亦完整應用於南科再生水廠建置與營運管理。

本家中鼎應用自主開發之 iEPC 智能化統包工程管理平台 (圖 6)，實現工程資料與管理流程線上化。iEPC 系統以 Tag Platform 將整廠工程資料數據化，並透過 Tag 連結設計、施工、設備及採購等各單元資訊，將傳統階段式管理轉化為微分式。當工程中所有的設計工作流及資料在 Tag Platform 上透明化，系統可即時追蹤並記錄所有變動，因此在整個興建過程中，專案各執行單位皆可藉由 Tag 查詢整廠相關訊息，如工程圖件、設備規範、3D 模型、器材請購量、施工量等資訊，有效整合設計與施工流程，為專案提升敏捷的管控能力，達到 Just in Time 的資源管理效率。



圖 6 iEPC 全生命週期的虛實整合服務

中鼎在本案的規劃、設計、施工與營運，更以「綠色工程」專業，極大化回收率、最小化環境衝擊為目標。建置智慧水務管理系統，包含精準控制加藥量、24 小時即時水質數據掌握等，如圖 7；使用高效能機械設備，有效提高各項資源的使用效能，相對地也達到節能減碳的效果。

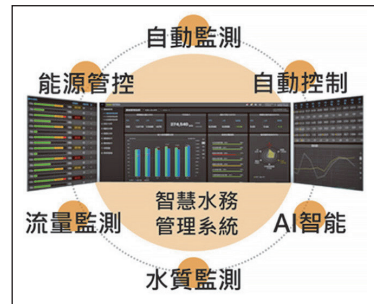


圖 7 南科再生水廠智慧水務管理系統

以砂濾處理單元為例，使用連續反洗式重力砂濾槽（圖 8），相較於傳統壓力式砂濾槽，可以節電、降低反洗廢水量約 3%、利用多槽共構節省用地面積。此外，本案以組合式 FRP 水槽（圖 7）取代銲接不銹鋼水槽，降低材料使用量 21.7%，相當於減少約 6.61 噸碳排放當量（tCO₂e）。

透過全生命週期的管理與實踐綠色工程，中鼎不僅確保南科再生水廠在建置與營運期間維持穩定、高效與可持續運行，也為國內外產業提供一個兼顧環境永續、資源效率與品質的標竿案例。



圖 8 南科再生水廠連續反洗式重力砂濾槽（左圖）及組合式 FRP 水槽（右圖）



四、地球永續的把關者—水資源 韌性建構與 ESG 價值體現

南科再生水廠不僅回收與淨化工業廢水，亦導入台南市政府永康及安平再生水廠的民生再生水，透過南科再生水廠監控後一併轉供，建立多道水質把關機制，供水模式如下圖 9 所示，有效減少半導體產業對自來水的依賴，提高水資源自主性，實現政府與產業跨界合作的共榮模式。

(一) 穩定供水與產業發展支撐

本廠設置主要目標為回收並淨化工業廢水作為半導體製程使用，同時達成減少工業廢水排放、穩定產業供水鏈、增加水資源供給源頭的效益。本案自 2023 年 7 月正式將工業再生水導入半導體晶圓製程，截至 2025 年底南科廠區累積使用量超過 1.5 千萬噸，相當於緩解台南科學園區每日用水量 10% 至 12%。此數據顯示，在極端氣候條件下，南科再生水廠對穩定晶圓生產的重要性，同時

節省了運補所耗的能源及降低環境負荷，增強產業應對極端氣候的韌性，對國家社會經濟穩定發展具有積極貢獻。

南科再生水廠以逐步協助企業提高再生水替代率為目標，持續增量導入，逐步完備南科廠區的用水安全及產業永續。

(二) 成為南部環境教育設施場所首選

中鼎致力推廣環境教育與綠色工程理念，為了讓更多人了解再生水資源、享受優質的教學服務，特於廠區的「中鼎水綠能再生中心」大樓中，規劃建置解說展示及視聽空間、環境教育教室。南科再生水廠將淨零永續視為本案發展的重要責任，以中鼎核心「綠色工程」的核心概念出發，設計出涵蓋「水資源利用」、「再生水處理技術」、「企業責任與合作」、「綠色工程」及「循環經濟」等五大面向的教學主題；期望透過教育課程的規劃與推廣，令來訪者了解在產業發展的同時，政府、台積電、中鼎及水務產業持續

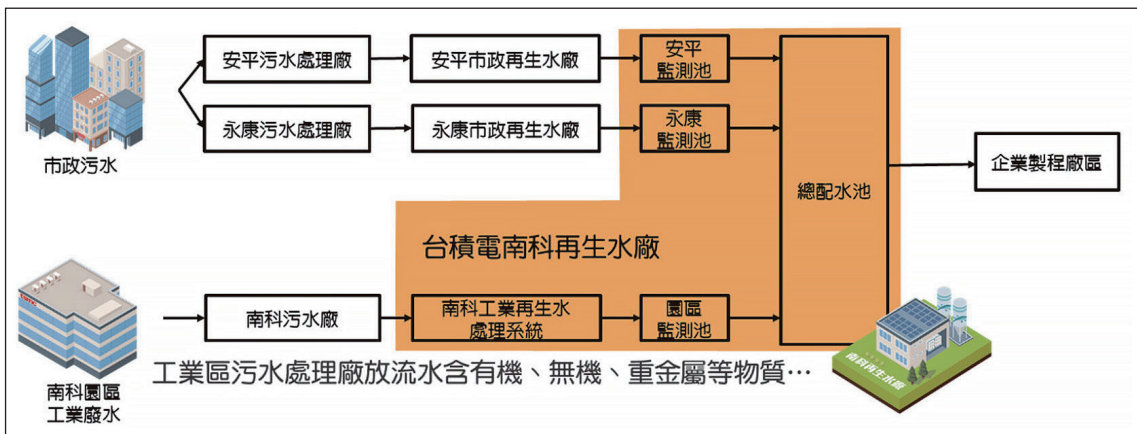


圖 9 南科再生水廠供水模式



默默的致力於地球環境永續的工作。本案更於 2023 年 12 月取得環境部環境教育設施場所認證（112 環部研證字第 EC112001 號）。

現階段課程服務方案，包括：國小學生分齡課程、水知能相關領域院校學生及團體廠區參訪、學校教師研習。去年（2025 年）發展新課程方案及相關主題活動，拜訪與服務人次再創年度新高。截至 2026 年 1 月已接待產（台灣水務協會等）、官（經濟部、台南市政府、水利署、國土管理署、南科園區管理局、北市下水道工程處等）、學（美國西北大學、日本上野高校、中國工程師學會等）、研（工研院）及國際機構（International Water Association、墨西哥經濟部）近 200 場次、6,700 人次，如表 1。

表 1 環境教育園區接待場次及人數統計

服務類別	執行場次	參與人數
戶外教學	77	2,354
環境教育研習	25	623
特別企劃活動	33	2,184
參訪活動	54	1,533
總計	189場	6,694人

本廠自 2024 年起響應聯合國世界環境日，每年舉辦探索地方水資源的「永續水旅行」以及到校服務的「永續水未來」（圖 10），前者帶領一般民眾進行一場水的深度旅行活動，讓民眾理解企業面臨用水危機下所進行的水資源管理、循環再生的綠色工程技術，進一步認同企業的節水作為、願意付出自我的節水行動；後者以台南市各級學校



圖 10 環境教育活動



為對象到校授課，引導學生認識再生水及循環再利用的方法，理解新興水源是未來重要的水資源，也是用水危機的解決方案。去年（2025年）首次推出高中生實驗性課程，以在校、在廠實作經驗，讓學生對水處理更有感，對應SDG4、11、17，並促進跨領域學習及地方互動。

另響應烏山頭水庫環境教育園區的邀請，協辦「秋 chill 烏山頭水庫環境教育闖關活動」（圖 10），透過互動式教具操作，在短時間內讓多達 276 位民眾理解再生水對水資源永續的重要性。

因卓越的水資源貢獻與環境教育的投入，獲頒環境部首屆淨水永續獎及水務產業協會首屆金質獎（圖 11、表 2）。未來，南科再生水廠將持續開發新課程或主題活動，以實踐水資源永續行動為目標，成就環境友善與工業技術經濟發展的共榮共好。

五、結論

中鼎已成功驗證工業用水可經再生處理後，回用到半導體製程中，並透過 DBOO 模式落實此技術，使企業無需投入任何建設費用，僅支付處理費用，即可取得符合高標準的再生水供應。此模式不僅降低企業資本支出與運營風險，更提供了一個可複製的產業水資源管理方案。

響應政府長期推動多元供水政策，本案示範了企業如何透過新興水源方案，提升供水韌性並降低系統風險。本案的數項創舉，包括本土技術實廠驗證、AIoT 智慧監控及精準加藥系統、全生命週期管理，以及環境教育推廣，持續影響水務市場的後續發展，更是為業界拋磚引玉，鼓勵民間企業採用 BOT 商業模式拓展新興水源，攜手中鼎成為地球永續的守護者。



圖 11 獲頒淨水永續獎（左圖）、水務產業金質獎（右圖）



表 2 南科再生水廠相關新聞、專訪及期刊

類別	項次	出處及時間	標題及連結
新聞	1	環境部 (2024/3)	環境部首屆「淨水永續獎」頒獎鼓勵廢水能資源化 https://reurl.cc/VME2nZ
新聞	2	環境部 (2023/12)	全球首座工業廢水回用至半導體製程之再生水廠通過認證為環境教育設施場所 https://reurl.cc/eyEpnQ
新聞	3	GlobalSpec News (2022/11)	First industrial wastewater reclamation plant for chip fabs https://reurl.cc/lyRplq
新聞	4	EUROVIEW News (2022/9)	TSMC opens water recycling plant in Tainan https://reurl.cc/E6nmD0
專訪	5	TSMC ESG (2022/10)	台積電南科再生水廠通水，全球首創工業再生水回用半導體製程 https://reurl.cc/qvqpXy
專訪／期刊	6	遠見 (2022/9)	台積電 8 年前就默默布局？全球第一座工業廢水再生水廠在南科 https://reurl.cc/K1A2vq
專訪	7	聽天下 (2023/5)	標題：全球工程巨象在永續道路上也能跳舞？關鍵在創新思維 https://reurl.cc/bYXdyo
專訪／期刊	8	新電子科技雜誌 Micro-electronics (2023/7)	轉廢為能 / 轉廢為資雙管齊下 中鼎集團打造循環經濟一條龍 https://reurl.cc/5dr3Zv
專訪	9	工研院 (2024/1)	工研院致力引領業界尋找淨零藍海新商機【新聞特攻隊】影片： https://youtu.be/CgL4ASRDtkQ
期刊	10	Water & Wastewater Asia (2024/9)	Recycling and reuse of water resources from industrial wastewater in Taiwan https://lurl.cc/CixAGq
期刊	11	商業週刊 第 1901 期 (2024/4)	台積電花 2 倍錢也要做！台美新廠都「標配」再生水廠 https://reurl.cc/YqODpn
期刊	12	經濟部水利署 節水紀實 第 38 期 (2023/8)	[封面故事] 中鼎集團 創新綠色工程 全球節水的推手 https://reurl.cc/QE92g9
期刊	13	台南科學園區 南科簡訊 第 285 期 (2022/10)	啟動南科再生水計畫 https://reurl.cc/xvGW2L

目前本廠擴建規劃持續進行中，將進一步提升既有產能。未來，中鼎將持續運用水資源領域累積的經驗，持續探索多元水源的應用，加速新興水源產業及技術的發展，期望促使各產業積極支持導入多元水源，實現永續未來。

誌謝

本案感謝台積電的支持與信任，展現雙方在工程執行與整合管理上的高度協同，使全球首座工業廢水回用至半導體製程使用的再生水廠得以順利落成，成功奠定產業創新的重要里程碑。