

製程減廢

零浪費，淨環保：製程升級，贏得綠色即戰力！

梁蜀昀 博士

0989558907
marisa515@itri.org.tw

112年12月14日



OUTLINE SLIDE



01



全球淨零減廢零趨勢分享



02



工研院淨零減廢推動思維



03



AI智慧優化空水聯合防治減碳平台介紹



04



實際案例分享



05



Q & A

壹、淨零排放成為不可逆的趨勢 減排工作迫在眉睫

▶ 除了國家層級，企業亦紛紛設定或規劃淨零排放目標

- 目前全球已有超過130個國家宣示/規劃/討論淨零排放目標，**歐盟**、**日本**、加拿大、紐西蘭等都已完成「淨零排放」目標的**立法程序**，多以**2050**年為淨零碳排的目標年。
- 全球銷售額最大的**2000**家上市公司中，有417家（**21%**）、涵蓋**33%**銷售額的公司已做出了淨零排放承諾，**三成**的企業將目標定在**2030**年前，**四成以上**的企業將淨零排放目標訂在**2041-2050**年間。

▶ 減排政策與措施

- 目前全球已有 64項碳定價機制（包含碳排放交易體系和碳稅），涵蓋45個國家、35個州或省，占全球溫室氣體排放總量的21.5%。
 - ✓ **中國**全國**碳排放權交易機制**在今年7月16日正式啟動，首日成交量為410萬噸，成為全球覆蓋溫室氣體排放量規模最大的碳市場。
 - ✓ **歐盟**於7月14日碳邊境調整機制（**CBAM**）草案細則，為全球第一份關於碳關稅(或稱碳邊境調整稅)的法令，將於2026年正式實施。目前納入**水泥**、**肥料**、**鋼鐵**、**鋁**、**電力**等產業，共**248**項HS6產品。
- 2020年全球已經有853家企業實施「**內部碳定價**」，另有1,159家企業也宣稱將在2年之內實施「**內部碳定價**」。

淨零排放趨勢的影響與意涵

▶ 全球供應鏈重新洗牌

渣打銀行今年發布的《零碳倒數計時》報告，對全球400家跨國公司淨零轉型情況進行了調查，調查結果顯示

- 96%的跨國公司計畫在2050年達到淨零排放。
- 跨國公司表示，有73%的碳排放量主要來自於他們的供應鏈(即範疇3的部分)。
- 67%的跨國公司表示，要求供應商降低碳排是他們邁向淨零目標的第一步。
- 78%的跨國公司表示，在2025年前，會將把碳排成效不佳的供應商替換掉，其中15%已經開始行動。跨國公司預計全球約35%的現有供應商可能會被替換掉。
- 64%的跨國公司認為，相較於已開發國家的供應商，開發中國家的供應商較難達成跨國公司的減排目標。因此，有57%的跨國公司表示，準備或願意把開發中國家的供應商換成對石化燃料依賴度較低的已開發國家供應商。
- 45%的跨國公司表示，願意多付費購買淨零排放供應商生產的產品或提供的服務，加價幅度平均約為7%。

企業實現碳中和的路徑與作法

企業可以九大關鍵措施為指引，採取各行業通用和特定的關鍵行動

	短期	中期	長期
各行業通用的措施	<ul style="list-style-type: none"> ①完成碳盤查並設定碳中和目標 ①設計詳細的碳中和路徑圖 ⑤倡導節能，減少不必要的差旅或紙質材料的使用 ④利用能源管理系統和照明改造系統，對建築進行節能升級 	<ul style="list-style-type: none"> ③透過部署太陽能系統或直購綠電等方式，採用可再生能源 ④設計和選擇新建築時，採用綠色建築標準 ⑥⑧制定培訓和激勵計畫，推動供應鏈和下游物流節能減碳 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥制定供應鏈碳績效評估標準，並應用於各業務部門 ⑧針對下游物流制定並實施新的評估標準，重點關注減碳表現
工業製造業	<ul style="list-style-type: none"> ⑦對產品進行生命周期碳排放評估(計算碳足跡) ②應用系統化方法從廢棄物中回收能源 	<ul style="list-style-type: none"> ②識別並應用新的工藝和流程管理工具，提高製造流程效率 	<ul style="list-style-type: none"> ⑨提升電氣化、低碳和可再生能源產品的份額

資料來源：BCG及UNGC(2021), 企業碳中和路徑圖-落實巴黎協定和聯合國可持續發展目標之路

貳、工研院淨零減廢推動思維

因應工業廢水零排放及碳排減量需求，規劃設計空水汙設備處理系統提案，串聯環境感測器+資服系統與分析 + 吸附與回收等技術，共創低碳綠轉解決方案，協助企業淨零轉型

外部的要求 (法規與供應鏈)

環保法規趨嚴趨勢

- 空品惡化防制辦法
- 鍋爐空汙排放標準
- 放流水標準
- 氣候變遷因應法

供應鏈減碳需求

- 國際供應鏈碳排減量要求
- 碳盤查/碳足跡

企業痛點

1. 缺認知：6成SME不知自身碳排狀況與有哪些資源
2. 缺策略：9成SME沒有淨零因應對策
3. 缺解方：不知有何解法與不知改變的第一步為何?

投資廢水循環再利用擔負社會企業責任，提升企業形象

內部的應變 (法規與供應鏈)



- ✓ 為符合二級排放標準，需6,000萬添購新設備，物料、水電、人力的營運成本每月接近1,000萬元，換算一年總花費超過1億元。
- ✓ 無空水汙處理整合方案，廠商需要購置兩套設備，投入成本高。

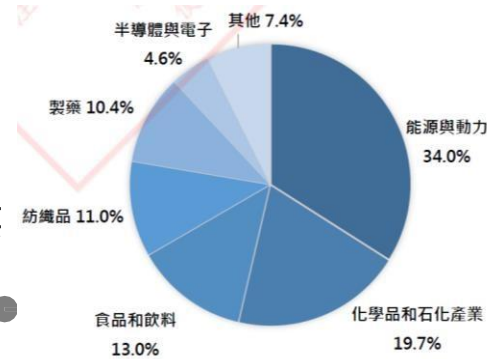
企業困境

工研院解方

- ✓ 建置智慧永續循環點石成金生態系
- ✓ 開發AI智慧優化空水聯合防治減碳平台

延伸處理回收廢水內含
稀土元素和貴金屬

空水汙低碳綠轉處理解方
成為陪伴企業踏入淨零的最佳夥伴



全球ZLD應用市場規模分析

資料來源：產經博識網-水處理市場與水資源永續循環利用發展趨勢

需求診斷
解方服務

空水汙
整合處理

數據加值
碳權預備

參、AI智慧優化空水聯合防治減碳平台介紹

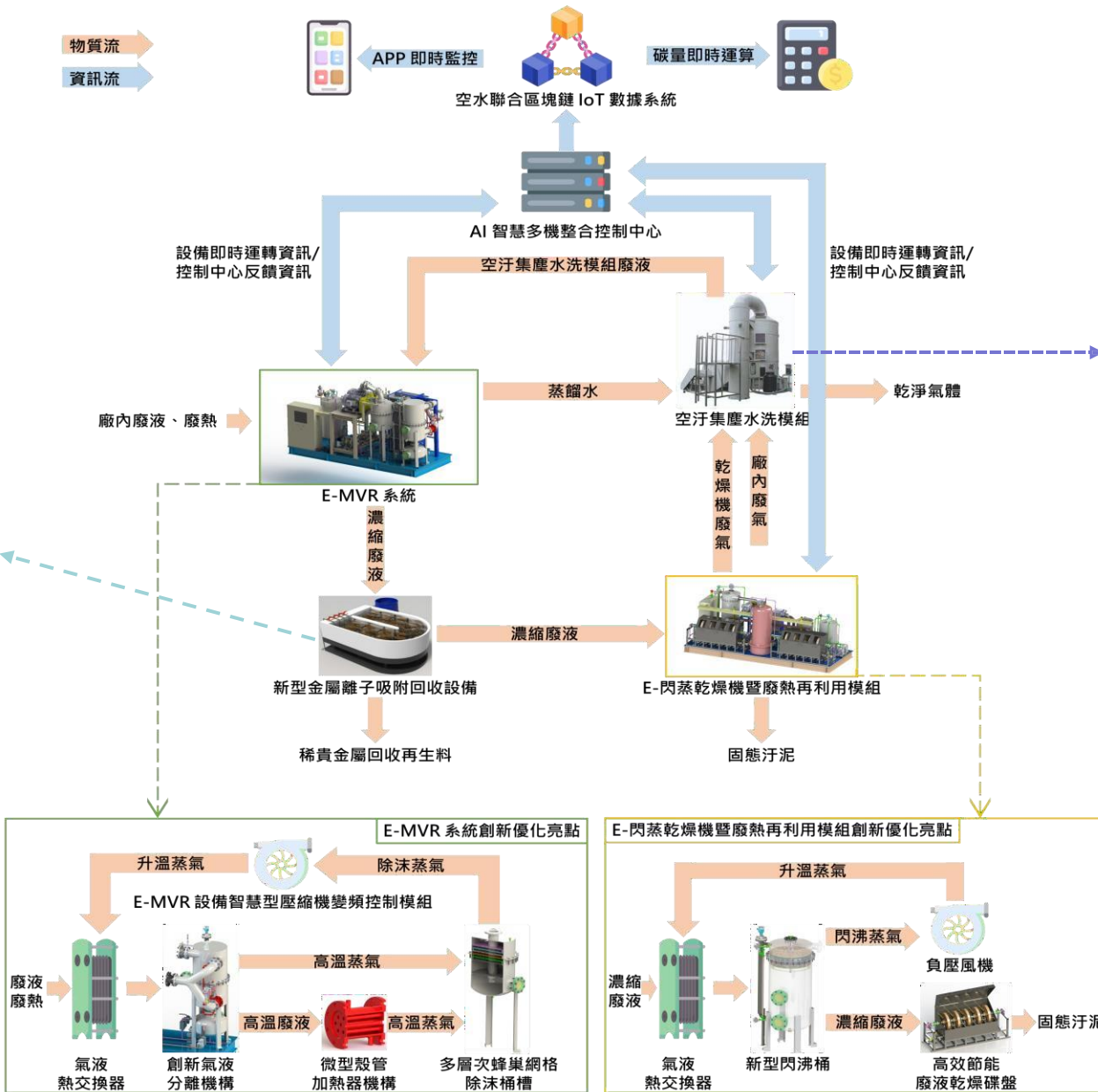
協助企業
達成ESG目標

新型金屬離子吸附回收設備

引進**LCW**聚合物纖維吸附技術，利用其強大的整合能力，將E-MVR排出濃縮廢液中的稀貴金屬成分回收再利用，取得**循環經濟**效益。

E-MVR系統功效

利用工廠內部產生的廢熱，將廢水蒸餾濃縮至飽和濃度，有效**完成廢水減量**，並可將取得之蒸餾水回收至工廠內部繼續使用，降低工廠消耗之水量。



空汙集塵水洗模組

經E-MVR回收熱能之工廠廢氣，雖已解決廢熱處理問題，但仍需經由渦流離心機、袋式集塵器與洗滌塔所組成之空汙防治模組處理後，始能**符合法規標準進行排放**。

E-閃蒸乾燥機暨廢熱再利用模組功效

利用閃蒸作用所回收之蒸氣熱能，對經由E-MVR系統處理之濃縮廢液重複加熱、乾燥至形成固態污泥，以完成**廢水零排放**之目標。

AI智慧優化空水聯合防治減碳平台設計目標

減少ISO14064-1:2018碳排量

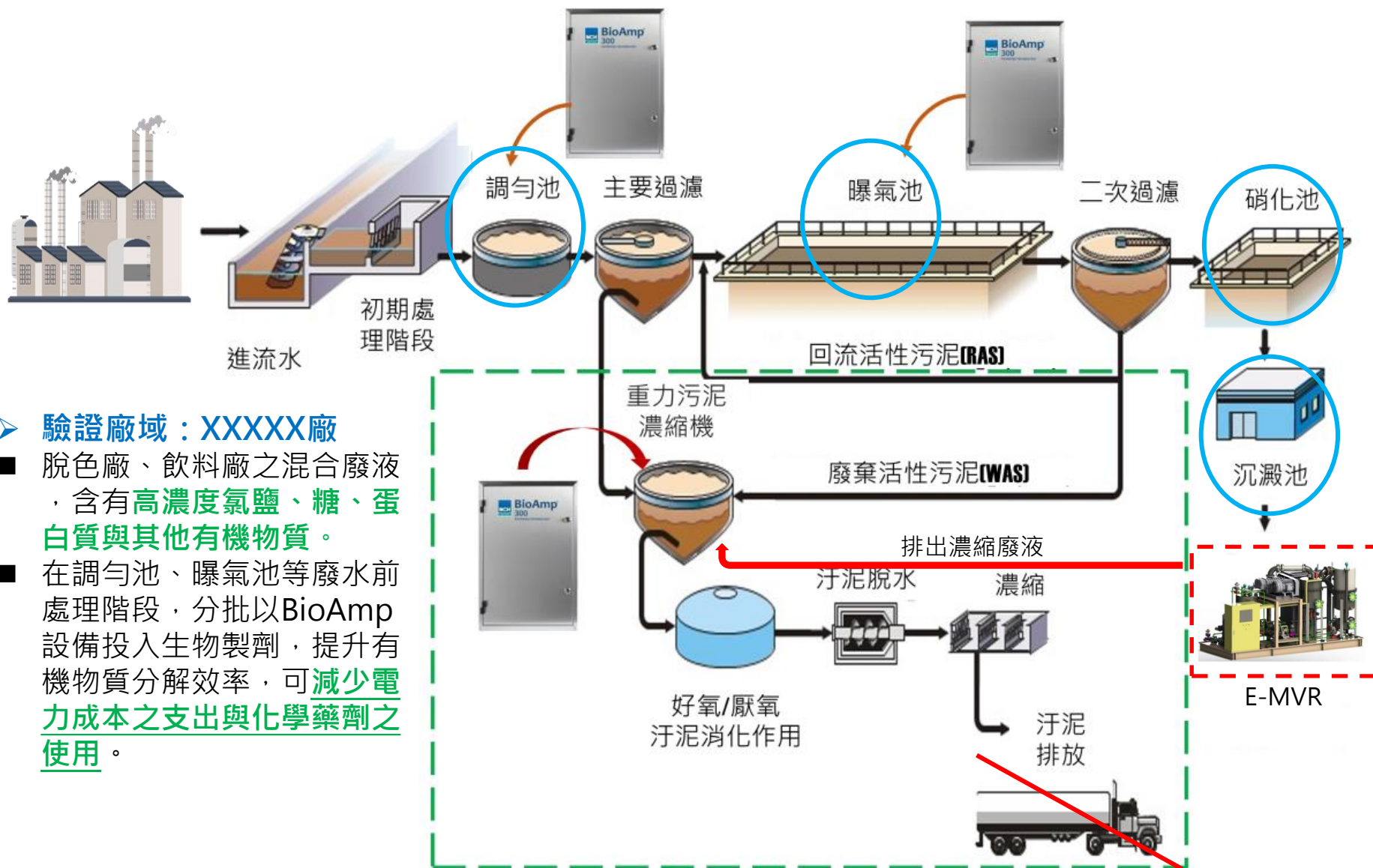
為因應我國環保法規日趨加嚴、2050淨零轉型規劃，以及企業供應鏈碳排放減量、落實ESG永續經營等需求，企業應如何就現有之廢水處理設施為基礎，以最小幅度的設備更新，達成工業**廢水零排放**、**降低廢棄物處理成本**及**減少溫室氣體排放**等目標為工研院推動之目標。

提供節能廢水處理設備

擇用以高效節能為研發主軸之**E-MVR設備**回收蒸氣熱能或工廠廢熱，配合廠內原有之MVR與空污處理設備，針對經前處理之工業廢水進行蒸餾濃縮，**節能減碳之餘並帶來創水之效益**。倘於廢水前處理與汙泥消化階段分別導入**BioAmp生物處理技術**，可進一步提升有機物質分解效率，**減少40%終端汙泥之產出**，並有效**降低廢棄物處理成本與ISO 14064-1 scope 3、5碳盤量**，為企業帶來實質經濟效益。



肆、實際案例分享(1)



■ 經過二次過濾及硝化池、沉澱池處理後之工廠廢液，將以E-MVR設備進行蒸餾提濃，並將其所排出之濃縮廢液導入污泥壓縮機，再以BioAmp進行最後一輪的生物製劑投放，利用生物菌分解污泥中殘餘之有機物質。

■ 使用BioAmp設備投放生物製劑，均以電腦進行自動化操作，無須人力配合；且因生物製劑能有效分解工業廢水中絕大多數的有機物質，不僅有利於E-MVR回收蒸餾水再利用，並減少終端污泥之產出，意即連帶減少委託廢棄物處理廠商所支出之龐大費用，降低廢棄物處理成本。

➤ 驗證廠域：XXXXX廠

- 脫色廠、飲料廠之混合廢液，含有高濃度氯鹽、糖、蛋白質與其他有機物質。
- 在調勻池、曝氣池等廢水前處理階段，分批以BioAmp設備投入生物製劑，提升有機物質分解效率，可減少電力成本之支出與化學藥劑之使用。

生物處理技術 - BioAmp

- 由細菌和營養物質組成，可分解各種有機物：
- ✓ 碳水化合物
- ✓ 油和脂肪
- ✓ 澱粉
- ✓ 蛋白質
- ✓ 蔬菜
- ✓ 動物糞便
- 透過氣相色譜分析，可分解碳氫化合物產品：
- ✓ 石油
- ✓ 汽油
- ✓ 柴油
- ✓ 揮發性芳香化合物，包含 BTEX (苯、甲苯、乙苯、二甲苯)



FreeFlow生物製劑

有機污水處理 技術優勢

- 1 一天產生30兆-500兆細菌，兼具耗氧、厭氧及兼氧菌種。
- 2 生成酶複合物分解脂肪酸、氨、酒精、蛋白質、碳水化合物與污泥。
- 3 轉化為二氧化碳和水：有效改善水質、去除異味。
- 4 不需要酶和表面活性劑，無溶劑和酶/生物完全分解。
- 5 對動植物安全，不含E.COIL、沙門氏菌、李斯特菌、希蓋拉導致食物中毒的細菌。
- 6 自動控制微生物培育系統，溫度保持在最佳增生條件，僅在完全活化時才釋放細菌。



可產生多種分解酶、分解有機物質效果優異！

- 自動化培菌機功能：
- ✓ 電腦控制
- ✓ 自動注入微生物製劑
- ✓ 每天產出的菌數，等同於1100公升液態生物藥劑或化學藥劑

- 脂肪酶 – 分解油、脂肪
- 澱粉酶 – 分解澱粉
- 蛋白酶 – 分解蛋白質
- 纖維素酶 – 分解紙張、蔬菜
- 氨基酸酶 – 分解動物排泄物

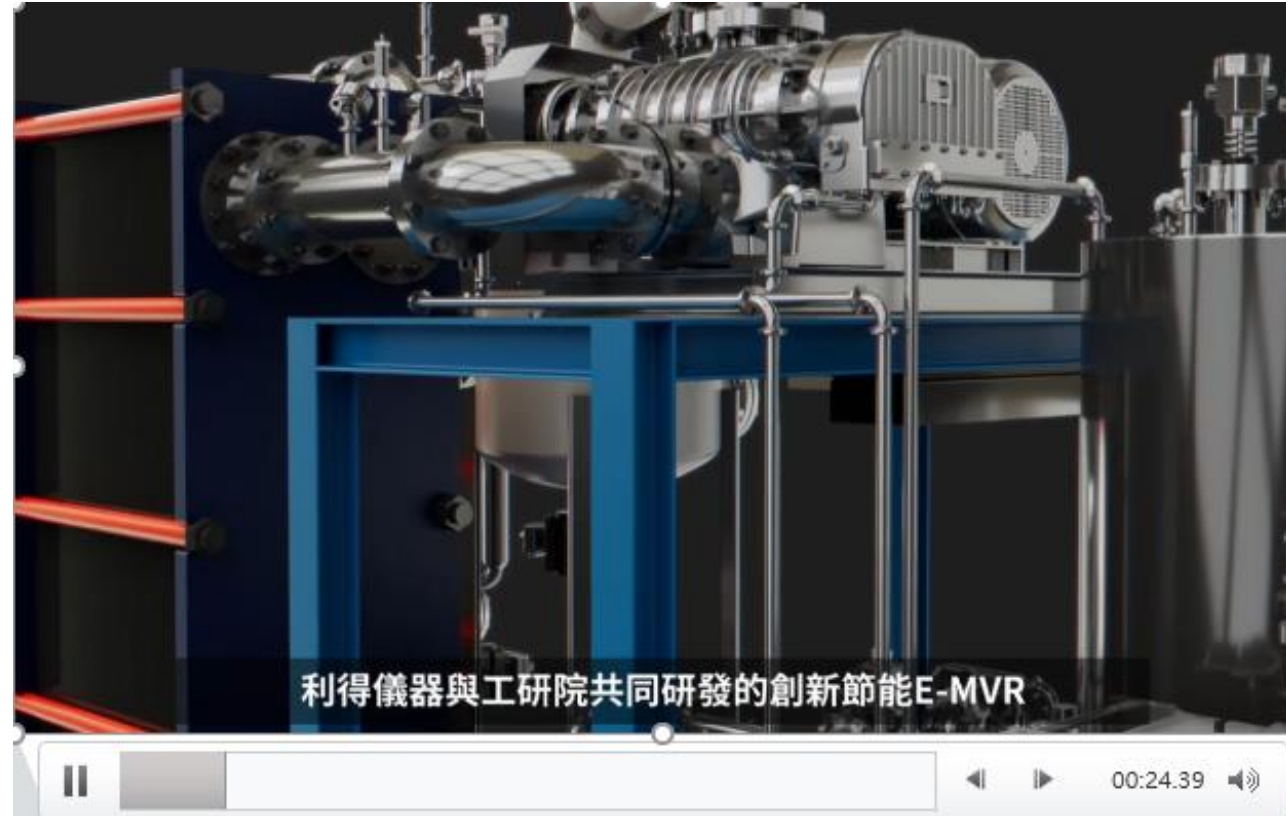


MVR機械式蒸汽再壓縮技術

mechanical vapor recompression

MVR是將電能轉換為壓縮機的機械能，回收二次蒸汽的能量時再進行增壓，產生高溫高壓的蒸氣，做為蒸餾設備中的熱源，除了節省能源外，約可回收90~95%的能源，使得蒸餾過程的能源能耗約5~10%，進而減少對外界能源的需求的一項節能技術。

20T小型MVR項目說明	MED	MVR(90%)
廢液進料量(CMD)	**	35.1
蒸餾水量(CMD)	20	26
濃縮廢液量(CMD)	**	9.1
操作時間(hr)	24	24
MVR機構耗電(KWH)	**	12
空壓源(KWH)(NT\$2.8/KWH)	**	8
冰水機(CMH)(NT\$3.2/CMH)	**	1.5
蒸氣需求(KG/hr)(0.7KWH/KG)	700	65
每小時處理成本(NT\$/hr)	1633.33	188.2
廢液減少量(蒸餾水產出量)(T/天)	20	26
每噸處理成本(NT\$/T)	1960	173.7
節約成本(與單效蒸發器比)	0%	91.14%
COP(蒸發每噸水比值)	1	11.28



佳
水質口感

少
占地面積

無
水垢問題

少
能耗

傳統蒸餾
1/11

實際案例分享(2)

2014

淨水知識庫 - 台灣-澎湖縣水質分析(Taiwan-Penghu)
益銳股份有限公司 (easywellwater.com)


年資料

	目標	 MVR 蒸餾水	 七美鄉	 望安鄉	 馬公市
TDS	< 150 ppm	6	513	444	590
總硬度	< 30 mg/L	0.6	> 100	90	99

2023

自來水全球資訊網-平均水質 (water.gov.tw)

年資料

項目	目標	 MVR 蒸餾水	 七美鄉	 望安鄉	 馬公市
總溶解固體量	< 150 mg/L	6	307	288	329
總硬度	< 20 mg/L	0.6	23	46	24

yahoo! 新聞

陳光復關心澎湖飲用水安全 產官學集思廣益

地方中心 / 澎湖報導
2023年10月28日



陳光復關心澎湖飲用水安全 產官學集思廣益

小型MVR

貨櫃型設計：方便移動測試

海水濃縮測試

每日供水量
每天24噸
(約1小時1噸蒸餾水)

MVR機構耗電
5~15kWH
(依照功率不同調整)

主設備尺寸

2mx5mx2.8m
(貨櫃型)

設備重量
約8噸

操作時間
24 hrs/day

冷卻系統
2.4CMH

設備稼動率
75%

作動熱源
蒸汽(60 +/- 10 kg/hr)

作動空壓源
15HP(50%作動6 kWh)

來料分析	海水條件	濃縮液成份	蒸餾水成份
鹽分	3.5%	13.5%	0%
水	96.5%	86.5%	100%
TDS	45000 mg/L	***	0~1 mg/L
日產量(噸/天)	32.5 噸/天	8.5 噸/天	24 噸/天

可移動貨櫃型MVR系統

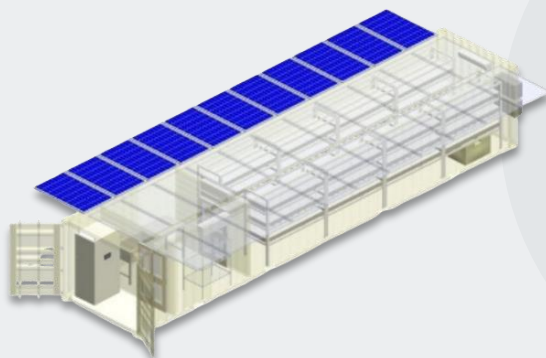


拖車+貨櫃：
靈活性高、方便
可以隨時移動到所需要的地方



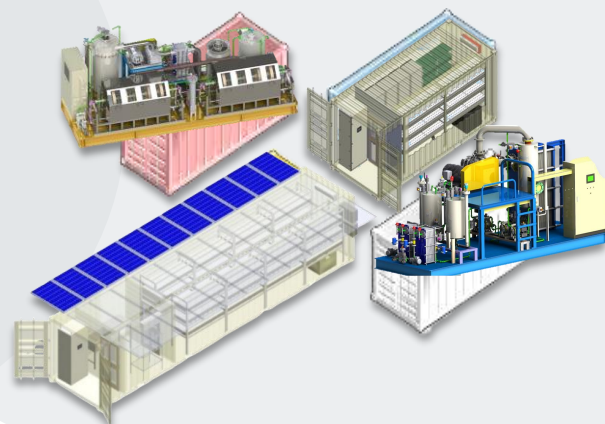
簡式處理：

獨立一座，移到定點就可以進行水處理



模組化組合：

包括有前處理、後處理、MVR水處理模組，依照規模搭配多種系統



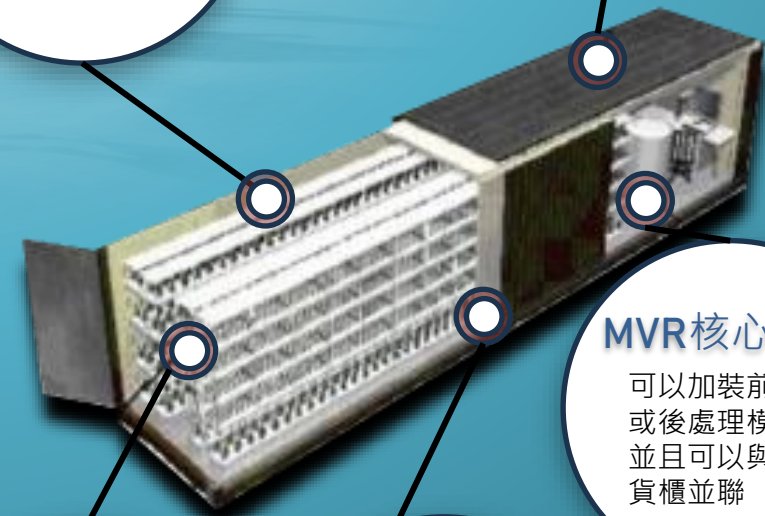
模組化說明

其他模組

電能儲存模組
遠端通訊模組
水源暫存模組
熱泵供能模組

綠能電池組

太陽能板或風力發電可以在電力匱乏區域提供一定的供電效果



MVR核心模組

可以加裝前處理或後處理模組，並且可以與養殖貨櫃並聯

前/後處理模組

可以加裝前處理或後處理模組，並且可以與其他貨櫃並聯

隔熱材料

加裝隔熱材料，使貨櫃內溫度比較能保持穩定，可因應各種氣候要求

MVR水質比較

佳

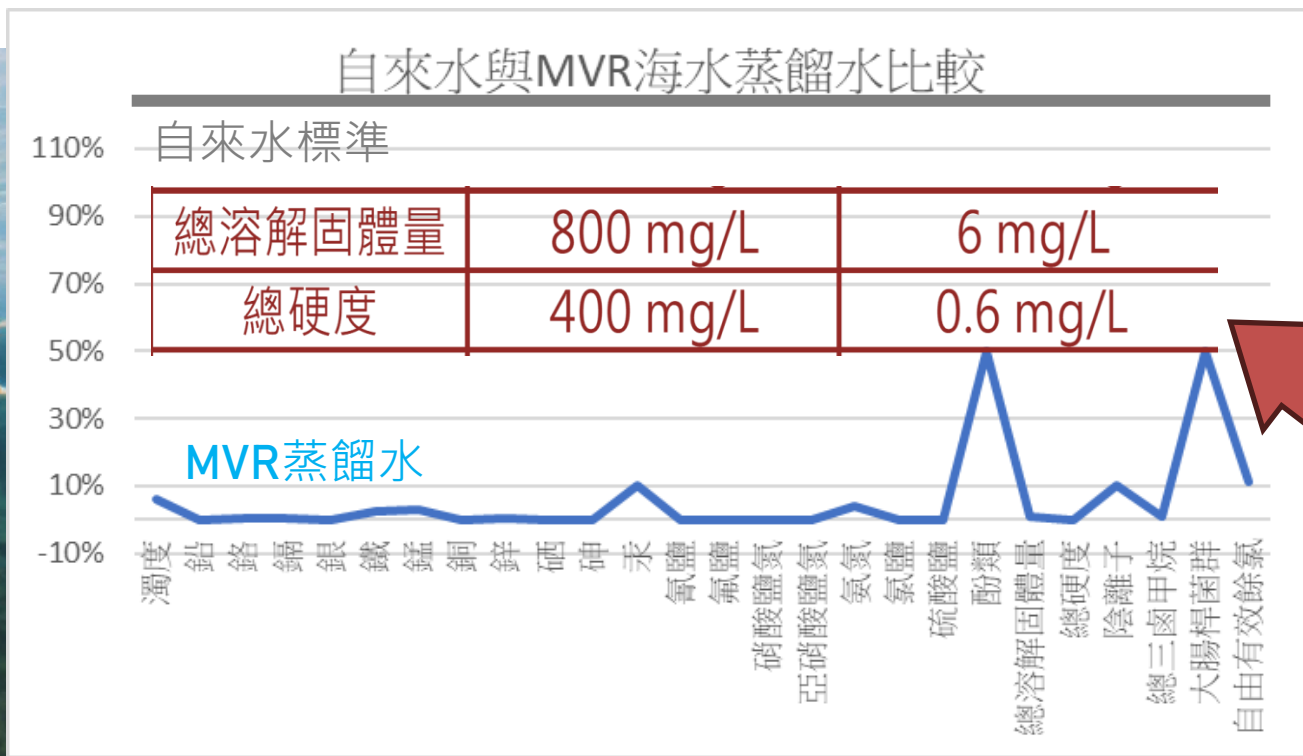
水質口感：

水中固含量 < 150mg/L →→ MVR蒸餾水 < 10mg/L

無

水垢問題：

水中總硬度 < 20mg/L →→ MVR蒸餾水 < 1mg/L



檢驗項目	自來水水質標準	MVR海水蒸餾水	備註
濁度	4 NTU	0.25 NTU	
鉛	0.05 mg/L	ND	MDL = 0.000013 mg/L
鉻	0.05 mg/L	<0.0001 mg/L	
鎳	0.005 mg/L	ND	MDL = 0.000020 mg/L
銀	0.05 mg/L	ND	MDL = 0.000022 mg/L
鐵	0.3 mg/L	0.00683 mg/L	
錳	0.05 mg/L	0.00138 mg/L	
銅	1.0 mg/L	0.00011 mg/L	
鋅	5.0 mg/L	0.00946 mg/L	
硒	0.05 mg/L	ND	MDL = 0.000049 mg/L
砷	0.05 mg/L	ND	MDL = 0.000012 mg/L
汞	0.002 mg/L	<0.0002 mg/L	
氯鹽	0.05 mg/L	ND	
氟鹽	0.8 mg/L	ND	
硝酸鹽氮	10 mg/L	ND	MDL = 0.0020 mg/L
亞硝酸鹽氮	0.1 mg/L	ND	MDL = 0.00015 mg/L
氨氮	0.5 mg/L	<0.02 mg/L	
氯鹽	250 mg/L	0.33 mg/L	
硫酸鹽	250 mg/L	ND	MDL = 0.052 mg/L
酚類	0.001 mg/L	<0.001 mg/L	
總溶解固體量	800 mg/L	6 mg/L	
總硬度	400 mg/L	0.6 mg/L	
陰離子	0.5 mg/L	<0.05 mg/L	
介面活性劑	0.15 mg/L	<0.00135 mg/L	
總三鹵甲烷	1 MPN / 100ml	<1	
大腸桿菌群	1 MPN / 100ml	<1	
自由有效餘氯	0.2至1.5 mg/L	ND	MDL = 0.023 mg/L

處理成本比較



項目	限值
氯覽	≤ 200(mg/L)
總溶解固體量	≤ 400(mg/L)
自由有效餘氯	0.5~1.0(mg/L)
蘭低飽和指數(LSI)	± (依計算)
硼	≤ 1 (mg/L)
其餘參考飲用水水質標準	



MVR

進水利用率：**99%**，水成本**50**元/噸水
(可直接抽海水，進水成本小於**10**元/噸水)

電力成本：**150** 元/噸水

結合廢熱：耗電成本降至**60**元/噸水

耗材更換：**10** 元/噸水

生產水成本：**210** 元/噸水

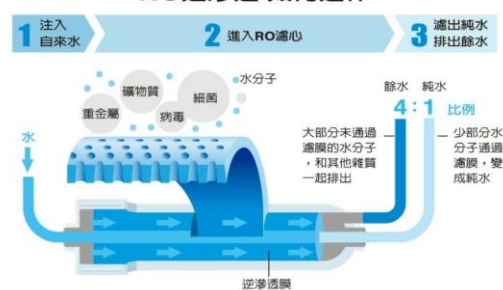
1.有廢熱可用生產成本降為**120**元/噸水

2.結合太陽能後，成本降為**60**元/噸

VS

RO逆滲透

RO逆滲透 如何運作



進水利用率：20%，水成本250元/噸水
(海水淡化水成本50~60元/噸水)

電力成本：**20**元/噸水

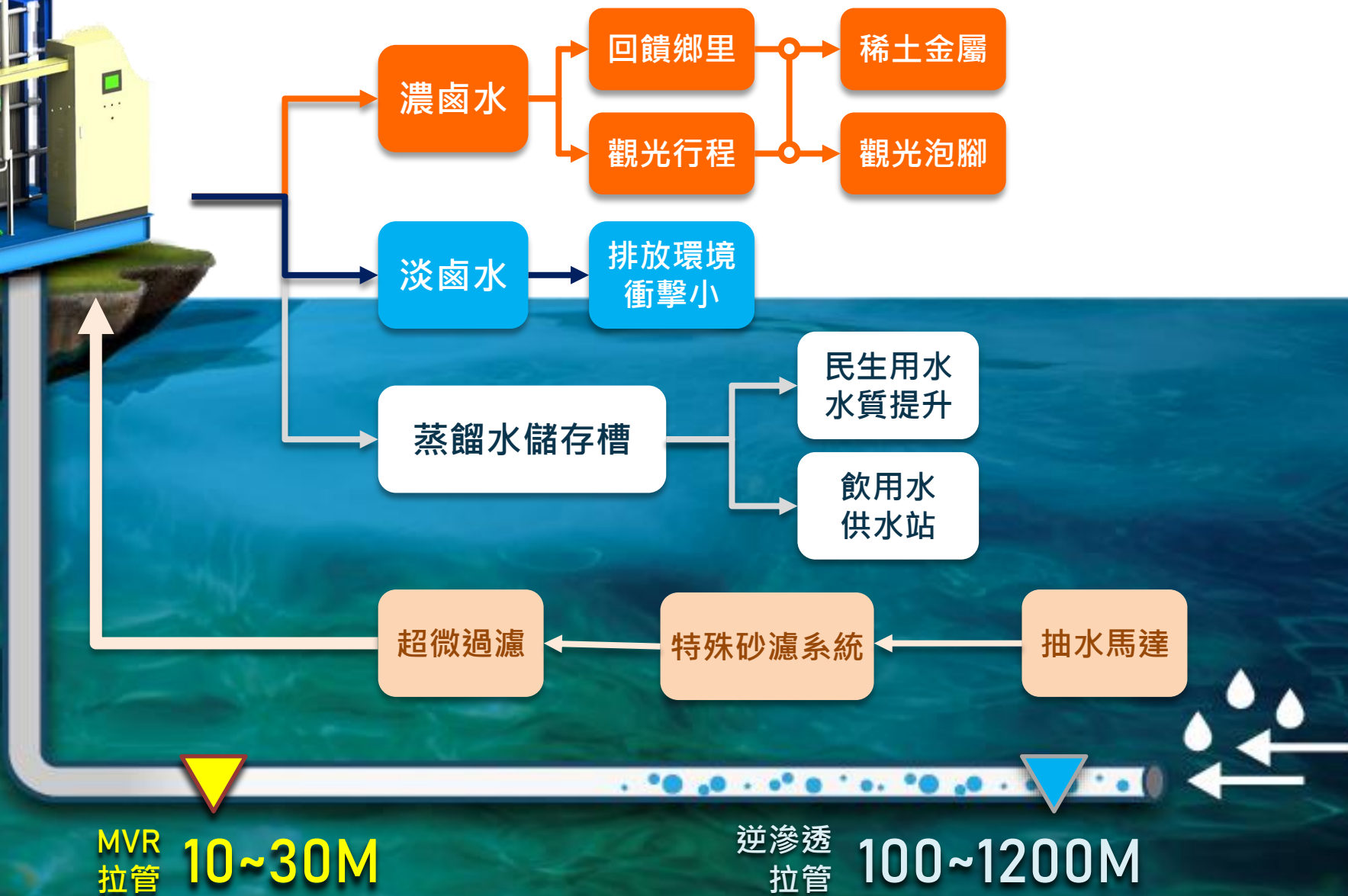
耗材更換：**50**元/噸水

生產水成本：**320**元/噸水

小島海水淡化設備建置與應用



建設簡單，拉管容易
取水方便，環境衝擊小
濃淡鹵水可依需求調整
排放問題小



MVR 拉管 10~30M

逆滲透 拉管 100~1200M

小島飲用水供水評估

澎湖人均用水量為237L/日，
我們可以僅針對
飲水量5L/日/人進行修正

如果選定**七美**做為目標執行

各村落每日需純水飲水量為**20噸/日**

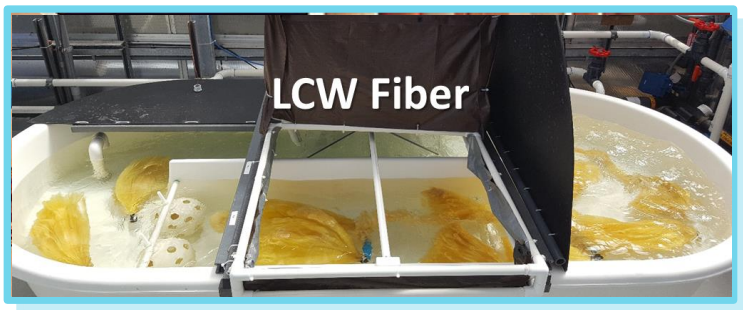
地名	人口數	戶數	戶人口數
馬公市	63,657	26,194	2.43
湖西鄉	15,820	6,338	2.49
白沙鄉	10,047	3,639	2.85
西嶼鄉	8,341	3,119	2.67
望安鄉	5,448	2,051	2.65
七美鄉	3,910	1,499	2.6

用水	目前供水量 噸/日	不足量 噸/日
馬公地區	18,000	11,000
望安、將軍島	560	160
虎井島 桶盤島	300	-
七美島	1,200	200
白沙鄉	3,000	1,800
西嶼鄉	2,500	1,300
合計	25,560	14,460

村別	人口			飲水量
	107年	108年	109年	
東湖村	264	269	278	1.4噸
西湖村	659	660	677	3.4噸
中和村	725	735	748	3.7噸
平和村	409	403	409	2.1噸
海豐村	380	389	412	2.1噸
南港村	1,388	1,343	1,361	7.3噸
合計	3,825	3,799	3,885	20噸



一台移動式小型MVR產能24噸/日
剛好可以符合七美島日常飲水需求



產業 > 科技

海水提取鈾燃料、核廢放射污染有解？81歲教授的野望

美國能源部位於華盛頓州的西北太平洋國家研究室日前宣佈與LCW超臨界流體科技公司，成功研發在海水中萃取「鈾」的技術，並且具有商用化的前景。這項清淨科技（以價廉環保、可重複使用的亞克力人造纖維為原料）研究計畫的關鍵人物正是來自台灣，已經81歲的魏建謨教授。



魏建謨教授1967年在美国加州大學爾灣分校(University of California, Irvine)獲得博士學位，師從諾貝爾化學獎得主F. Sherwood Rowland (1995年諾貝爾化學獎)。其為超臨界流體技術的世界頂級權威專家，在世界著名期刊中發表近三百篇學術文章，並且獲得多項美國國家專利。近幾年魏教授致力於**吸附纖維材料**的研究。

專利

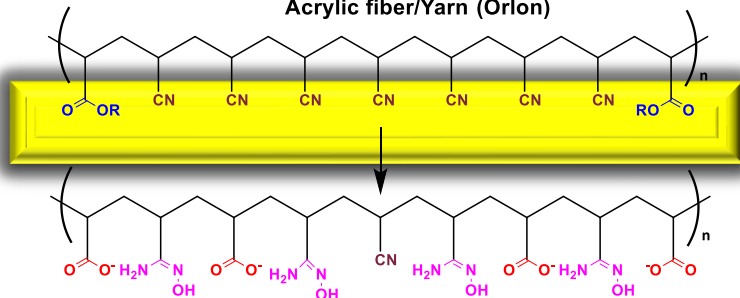
(12) **United States Patent**
Wai et al.

(10) **Patent No.:** US 10,570,027 B2
(45) **Date of Patent:** Feb. 25, 2020

(54) **CONVERTING ACRYLIC FIBERS TO AMIDOXIME-CARBOXYLATE CONTAINING POLYMER ADSORBENTS FOR SEQUESTERING URANIUM AND OTHER ELEMENTS FROM WATER**

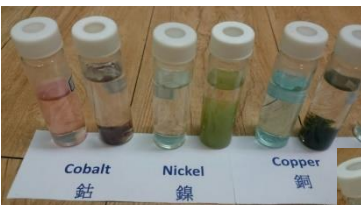
(52) **U.S. CL.**
CPC C02F 1/285 (2013.01); B01J 20/264 (2013.01); B01J 20/28023 (2013.01); B01J 20/28033 (2013.01); C08F 8/30 (2013.01); C02F 2101/10 (2013.01); C02F 2103/08 (2013.01)

Acrylic fiber/Yarn (Orlon)



機制

白色的LCW螯合纖維捕獲水體中金屬離子即會顯現該金屬螯合物的顏色



核心技術

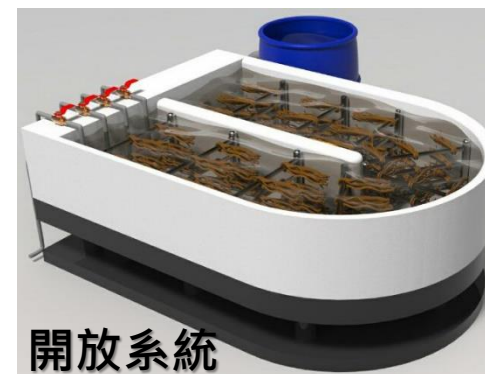
整合官能基於亞克力纖維

LCW has developed a highly efficient, robust, and low-cost polymer adsorbent which is capable of removing various metal species.



應用

- 用於有毒金屬環境修復和回收有價值材料的超臨界流體萃取技術。
- 從電子垃圾（城市採礦）中回收稀土元素和貴金屬。



開放系統



填充LCW
纖維材料的管柱

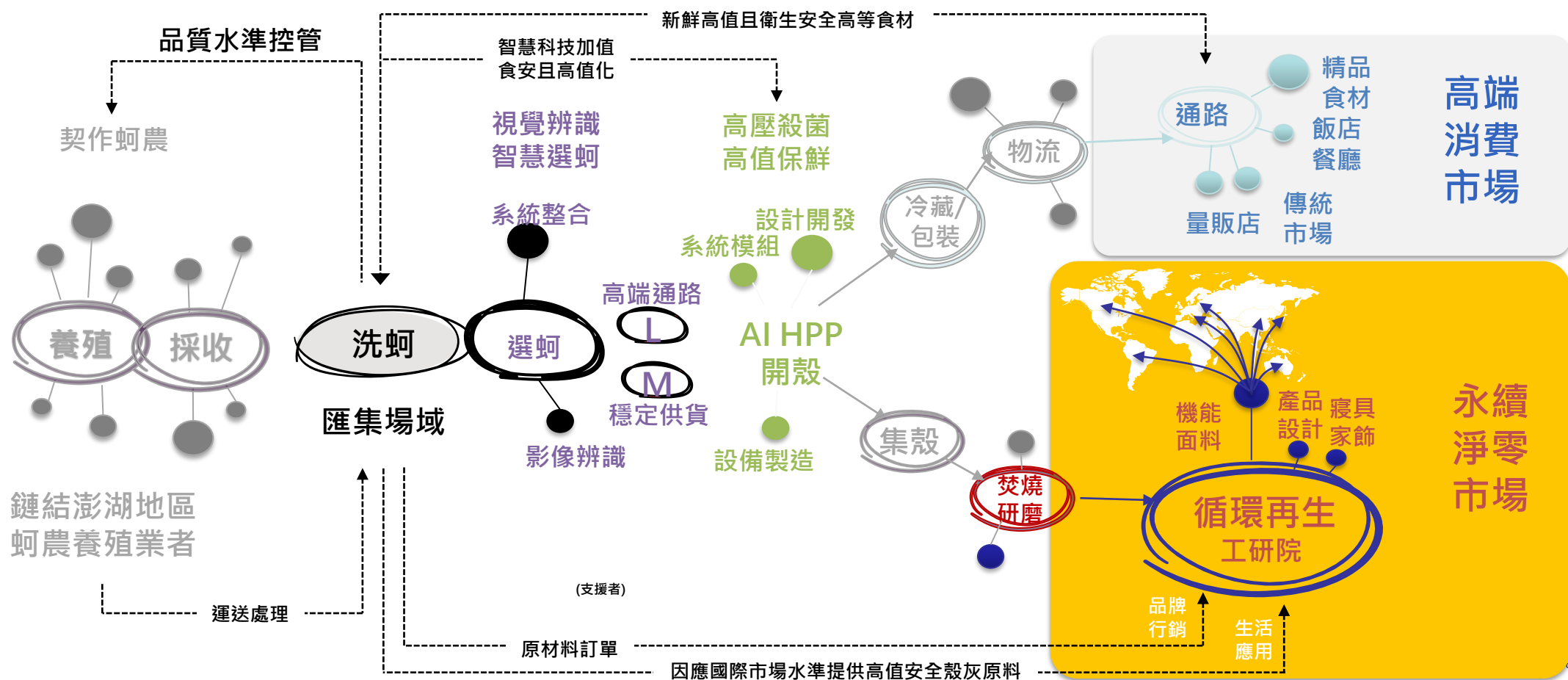
管柱系統

觀光與地方創生效益



蚶殼灰循環再生品入主國際

將蚶殼循環處理成灰再生應用於面料、寢具家飾及生活產品，以永續市場為目標，推展MIT設計產品



觀光與地方創生效益

結合設計開發殼灰循環再生品，鏈結跨域生態成員 **共同開發永續再生新商品**



永續蚵殼灰器皿

結合水庫淤泥+奈米化蚵殼形成器皿
(可衍伸作為植栽、擴香石等特色商品開發)



蚵殼灰手作藍染布織品

發揮蚵粉特性取代化學調劑，以純手工方式進行藍染，形成特殊花樣布織品
(可做為消費體驗活動)



奈米蚵殼灰抗菌手工皂

添加奈米級蚵粉特性抗菌，並融合台灣特色茶香，開發奈米蚵殼灰抗菌手工皂。可開發設計多款造型手工皂(可做為飯店內備品+消費體驗活動)



海毛紗科技機能襪

具防臭、抗菌、調節溫度功能之機能針織襪(商品開發)



海毛紗抗菌毛巾 / 浴袍

應用蚵殼灰具抗菌防蹣功能
(可做為飯店備品)

海毛紗保暖服飾

運用蚵殼+回收寶特瓶PE再生製作形成保暖科技棉(可設計多款保暖機能服飾，如飯店制服等)



THE END