



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# 節水教育訓練課程

高科技廠回收再利用技術及新穎回收處理技術介紹

2019. 11. 01



上海漢華水處理工程股份有限公司  
SHANGHAI HANTECH CO., LTD.



劉育穎

eon.liu@hantech.com.tw



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# OUTLINE

- 一. 前言-水資源現況及再生水發展背景
- 二. 回收系統簡介
- 三. 廢水高級處理
- 四. 臭氧微細氣泡技術及應用
- 五. Challenges and Opportunities
- 六. 回收新技術簡介





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

前言-

## 水資源現況及再生水發展背景





# 氣候變遷與水資源變化

## 2016：氣候變遷新紀錄

地表與海面最高氣溫



**+1°C**

比工業革命前  
均溫高出攝氏  
1度以上  
2016年升溫：  
多達攝氏1.21度

最高海面溫度



**+0.38°C**

比1981-2010  
年均溫高出攝  
氏0.38度

最高二氧化碳濃度



**403ppm**

403百萬分率  
(ppm)：  
史上最高大  
氣濃度

北極海冰消融



**↓2<sup>nd</sup>**

冰覆蓋率  
史上第二低

最高海平面



**+82mm**

比1993年平均  
值高出82毫米  
連續第**6**年升高

最廣泛乾旱



**12%**

全球任何月份  
都有12%土地  
乾旱

資料來源／美國氣象學會、法新社

製表／陳韻涵

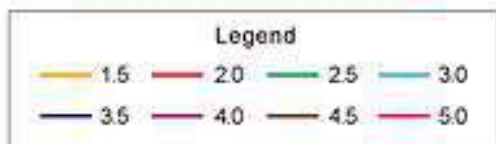
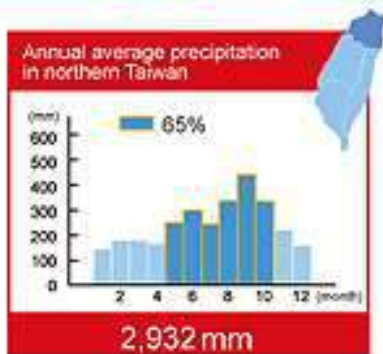
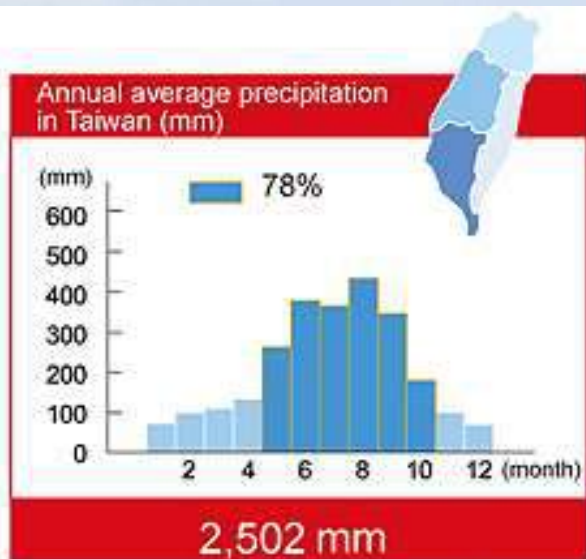
■聯合報

2016：氣候變新紀錄資料來源 / 美國氣象學會、法新社 製表 /

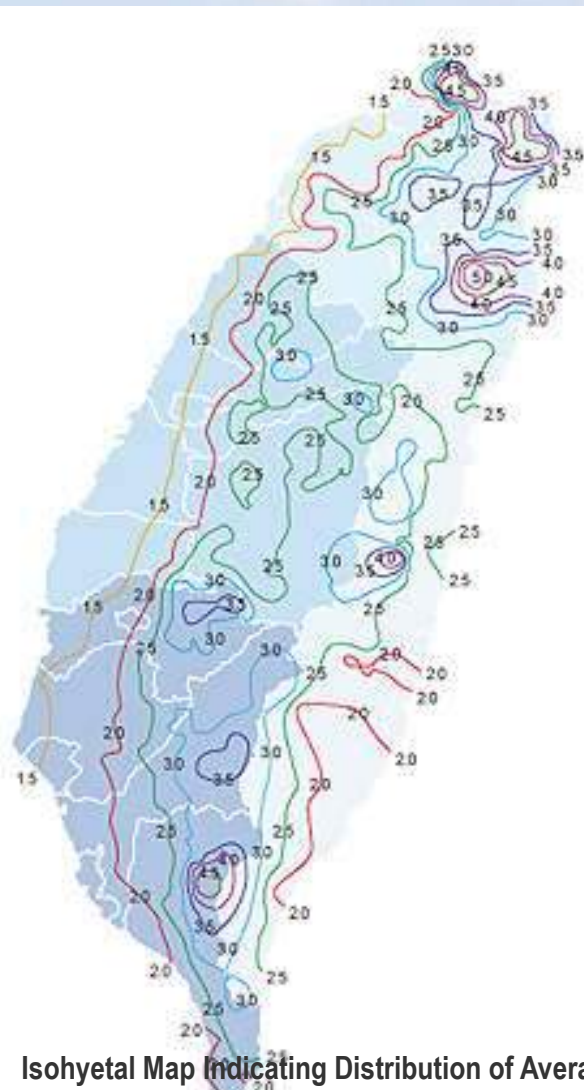
陳韻涵 聯合新聞網2017.08.12



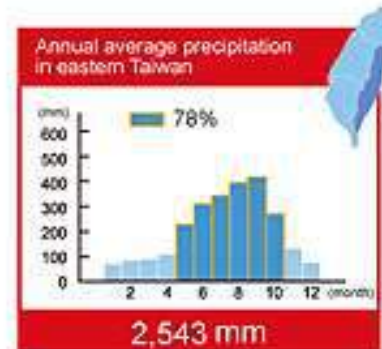
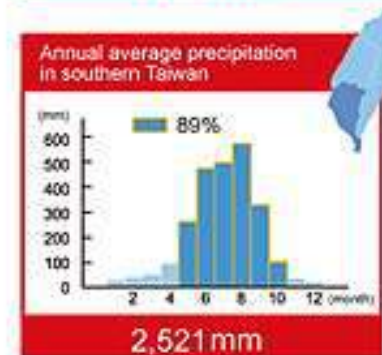
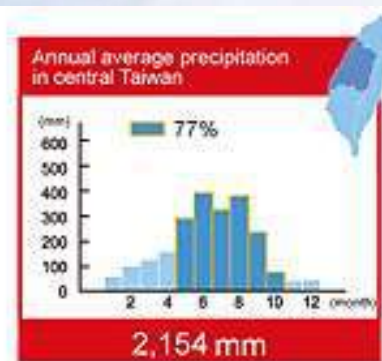
# Precipitation in Taiwan



Unit : 1,000mm



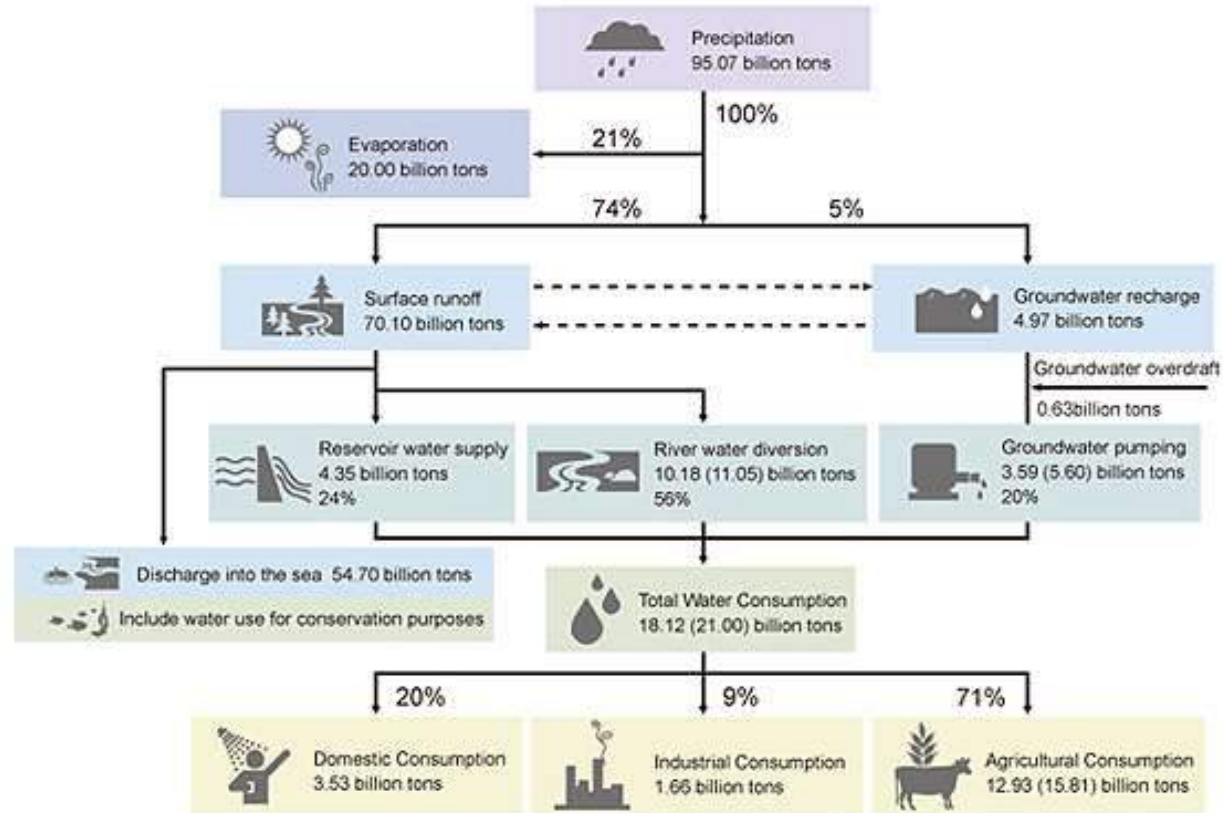
Isohyetal Map Indicating Distribution of Average Annual Precipitation in Taiwan(1949-2009)





# Water Resources Allocation

## ◆ Current water resources utilization



Note: numbers in ( ) include irrigation water use in addition to that of regional irrigation associations and farms belonging to Taiwan Sugar Corporation

Utilization of Water Resources in Taiwan (Average Water Resources Utilization from 2000 to 2009)

*9% for Industrial Use*



\*Source: Chen Shen-hsien (2006)



# Prediction in 7 critical regions

Unit: CMD

**Hsinchu**  
 + Now : 0  
 + 2021 : -56,000

Hsinchu Science Park

**Changhua**  
 + Now : 0  
 + 2021 : -32,000

Central Taiwan Science Park

**Yunlin**  
 + Now : 0  
 + 2021 : -9,000

Southern Taiwan Science Park

**Taoyuan**  
 + Now : -117,000  
 + 2021 : -39,000

**Taichung**  
 + Now : 0  
 + 2021 : -461,000

**Tainan**  
 + Now : -9,000  
 + 2021 : -124,000

**Kaohsiung**  
 + Now : -148,000  
 + 2021 : -274,000

**High risk of water shortage**

**Land subsidence**

Source : Sinotech Engineering Consultants, Inc.



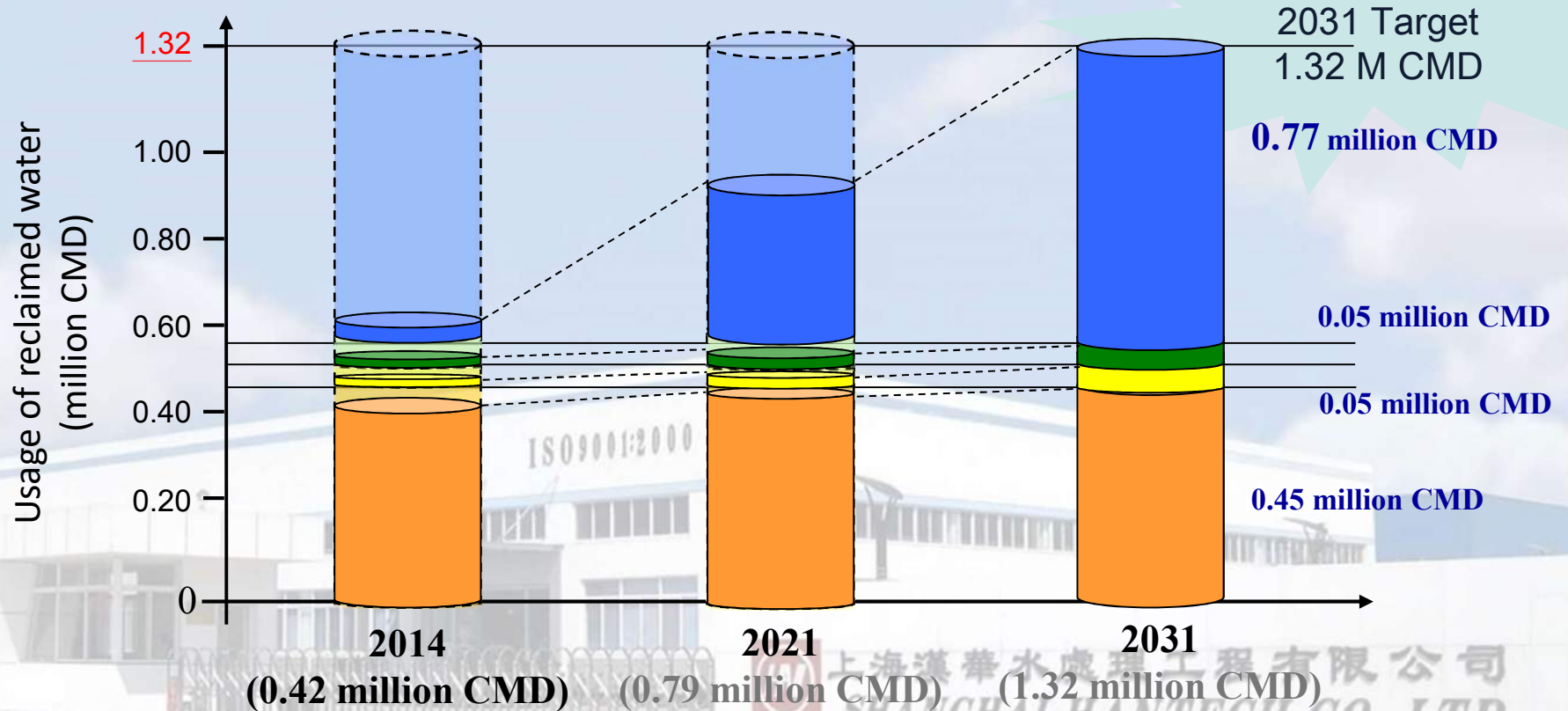
# 我國再生水利用發展







## Current status and the target for reclaimed water supply

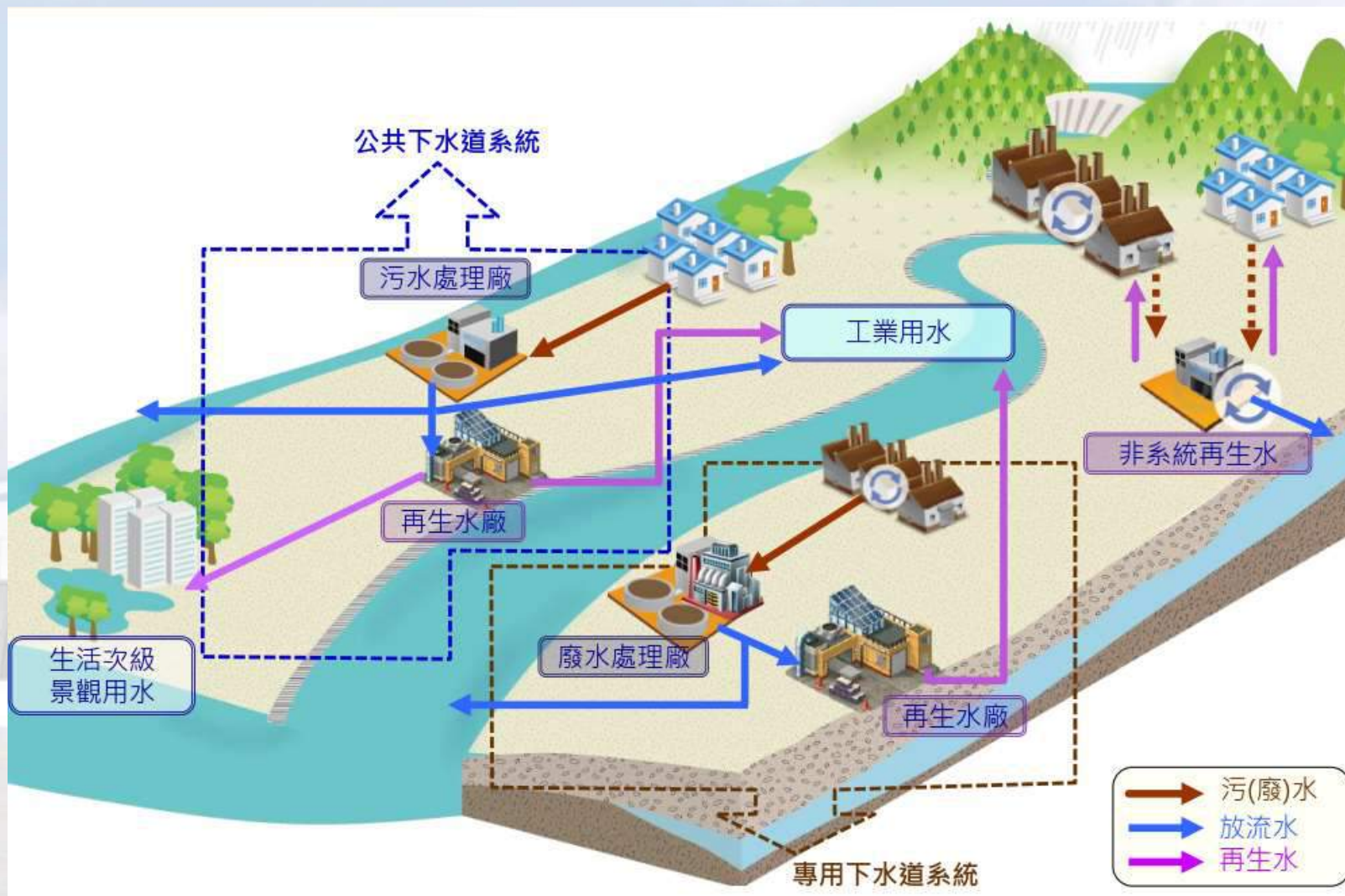


- Effluent reclamation from municipal WWTP: **24,965** CMD
- Effluent reclamation from WWTP of industrial parks: **7,071** CMD
- Wastewater reuse in domestic sector: **7,180** CMD
- Wastewater reuse in industrial sector: **384,803** CMD

***The more challenging part !***



# 再生水產業推動策略





# 污水下水道建設發展





穩定供水·循環永續  
水與發展

計畫資源對齊

擴大資源效益

加速整合推動

前瞻基礎建設計畫-水環境建設  
再生水工程推動計畫(內政部)  
行政院106年7月10日院臺建字第  
1060022815號函核定  
行政院108年4月10日院臺建字第  
1080010936號函核定第一次修正

結合

建構都市  
儲備小水庫

黑水變  
藍金

公共污水處理廠  
放流水回收再利  
用示範推動方案

水湳廠再生水工程新  
增1萬噸/日

仁德廠再生水工程新  
增1萬噸/日

臨海取水管線-擴大  
原臨海示範案供水  
量至3.3萬噸/日



# 再生水廠現在進行式



前導建設

示範計畫

營運中

建設中

規劃中

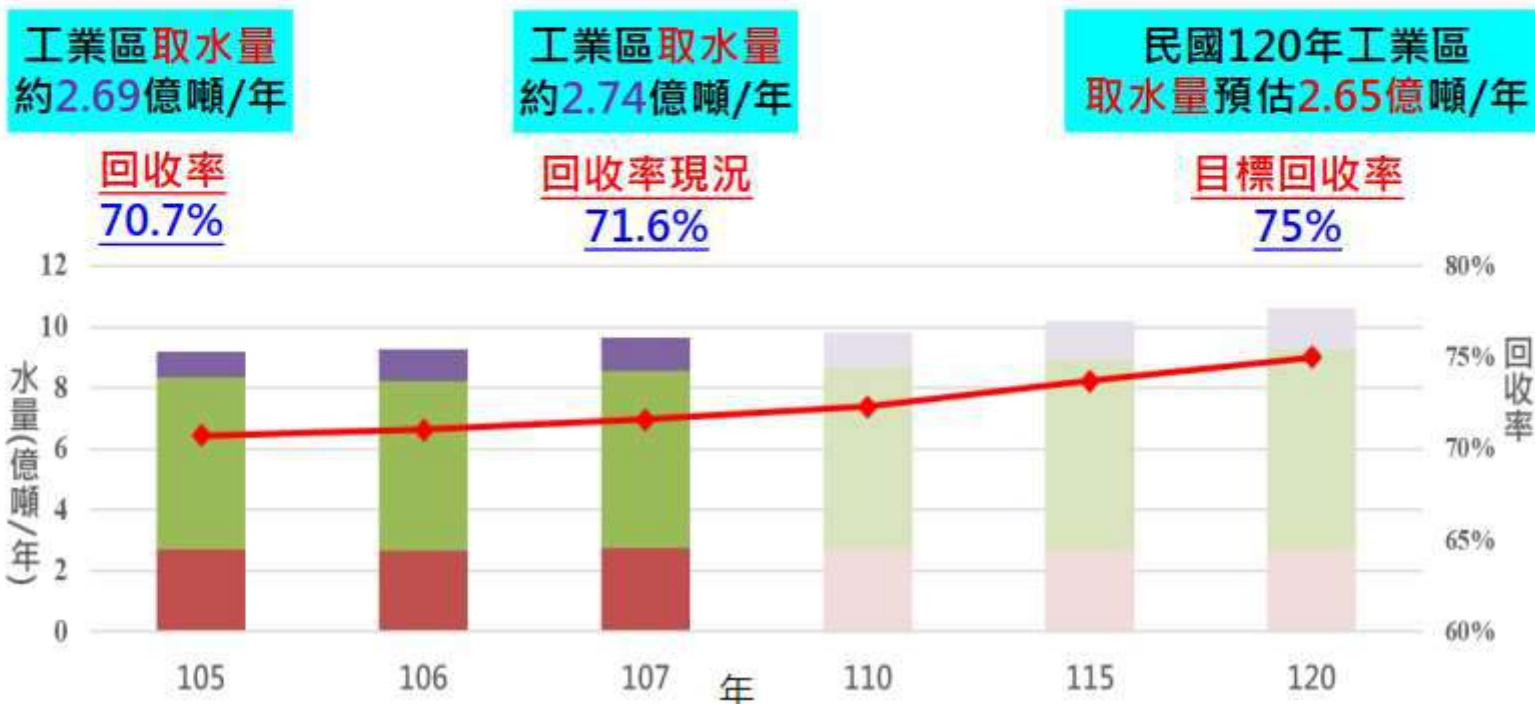
108.06



## 工業區水回收目標

主要策略

- 因應未來產業發展需要，需持續提高用水重複利用率，降低總用水量，為產業永續發展之關鍵。
  - 鼓勵使用再生水、雨水回收等替代水源：降低取水量，提升區域水資源調度彈性。
  - 加強廠商節水輔導：回收水量增加200萬噸/年，循環用水增加750萬噸/年。
  - 推動區域水資源整合：媒合區域水資源互相利用，創造循環利用新模式。

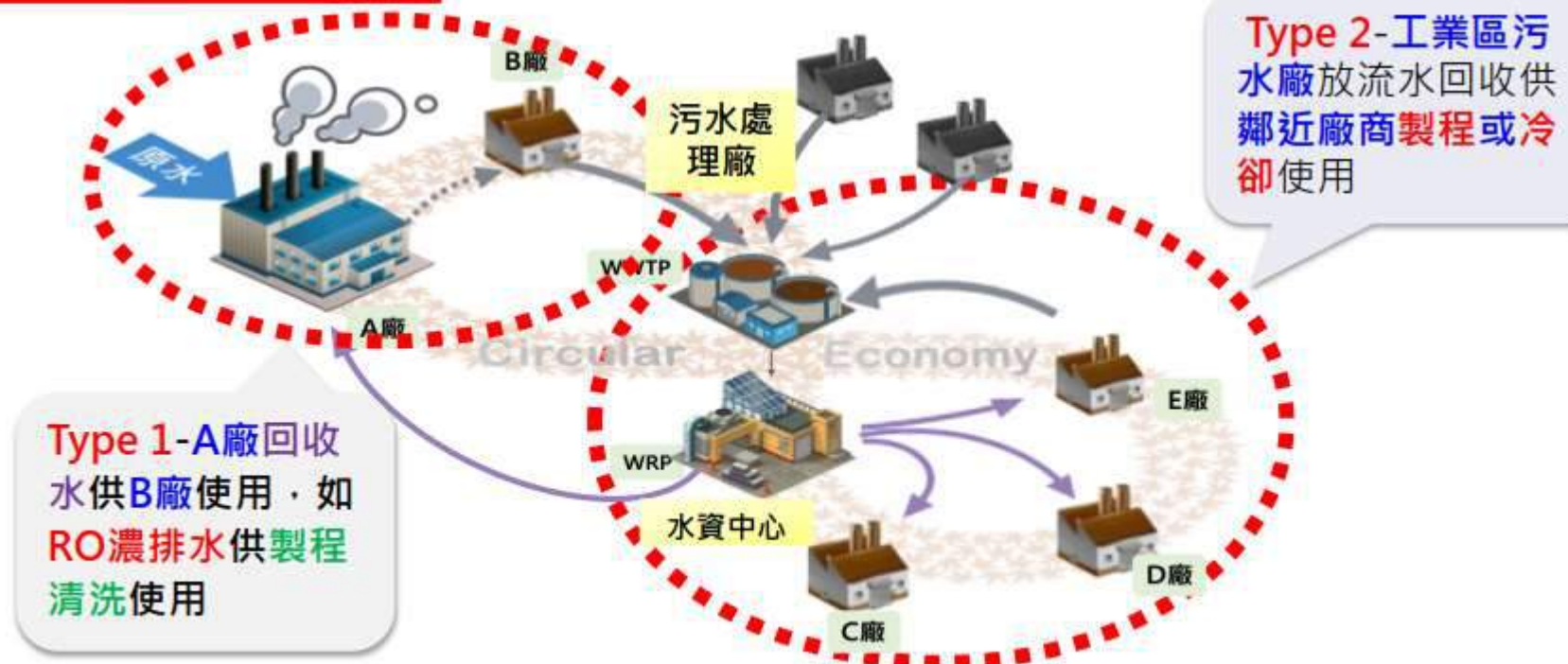




## 工業用水回收循環作法

- 廠商節水回收: 廠內水資源循環再利用。
- 使用新興水源: 高雄臨海工業區使用鳳山溪及臨海再生水達7.8萬噸/日。
- 區域水資源整合: 產業園區廠際水資源供需媒合。

### 區域水資源整合型態





## 產業界用水處境

### 法規面

- 環保署於104年3月31日修正發布「水污染防治費收費辦法」，事業及工業區專用污水下水道開徵水污費；耗水費即將開徵。
- 104年12月14日立法院三讀通過「再生水資源發展條例」，賦予廢汙水及放流水回收利用的法源；水源供應短缺之虞地區內開發單位用水計畫強制使用一定比率再生水。

### 技術面

- 工業廢水成分複雜，相關案例及操作經驗不足，如欠缺適當前處理機制，將使薄膜脫鹽設備無法發揮最大效能
- 自來水收費低，用水者基於成本考量，使用再生水意願不高

### 實務面

- 水再生系統之薄膜材料與模組仍以國外大廠品牌為主，使建置與操作維修成本居高不下，導致工業廢水回率成長緩慢。
- 各用水大戶(如中鋼、台積電、台塑等)正積極尋求替代水源與再生水技術以滿足產能擴充之供水需求

### 需求面

- 高效能且經濟可行之本土水再生技術與設備

上海漢華水處理工程股份有限公司

SHANGHAI HANTECH CO., LTD.





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 回收系統簡介



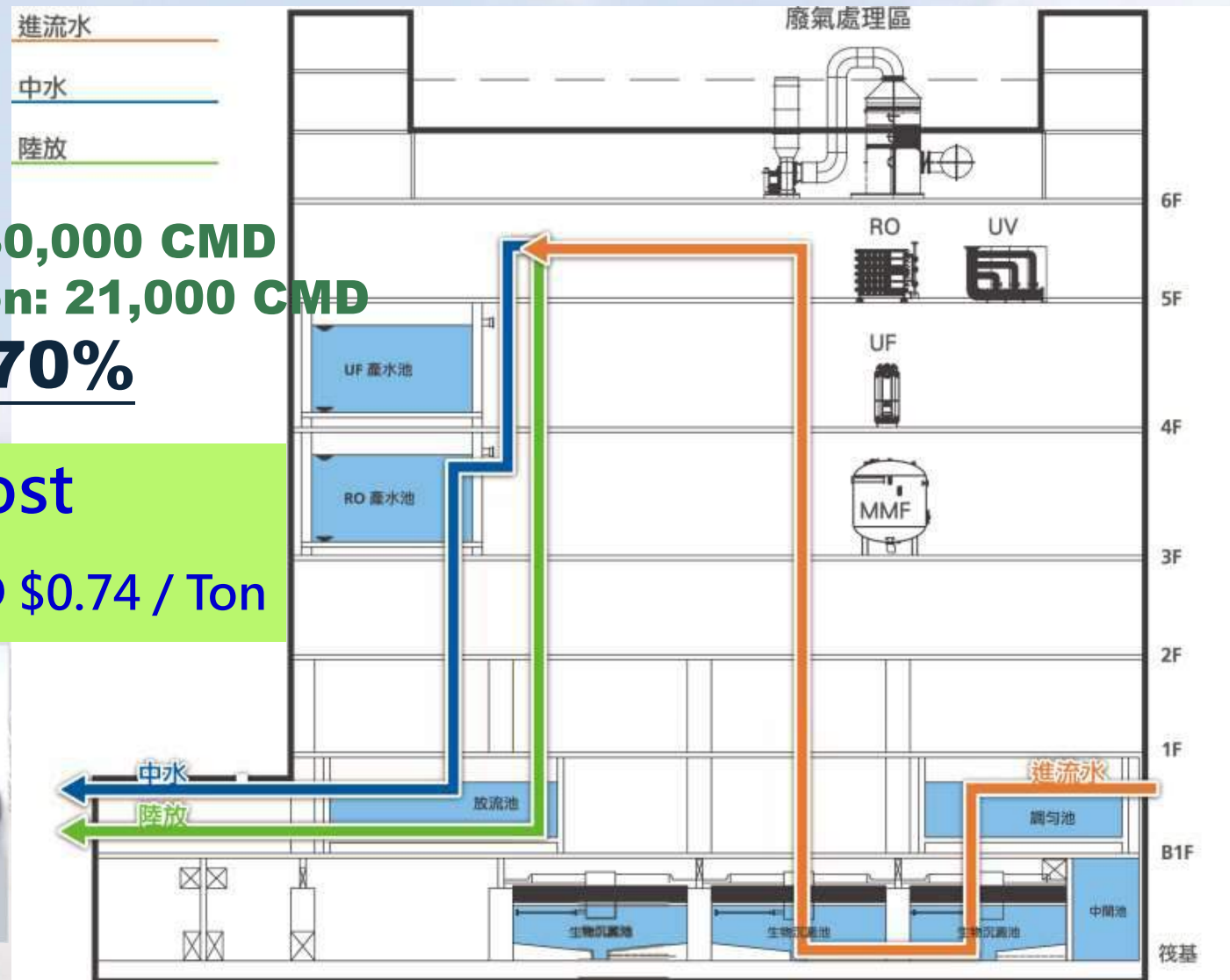


# 廢水回收系統(一)

Capacity: 30,000 CMD  
Reclamation: 21,000 CMD  
Recovery: **70%**

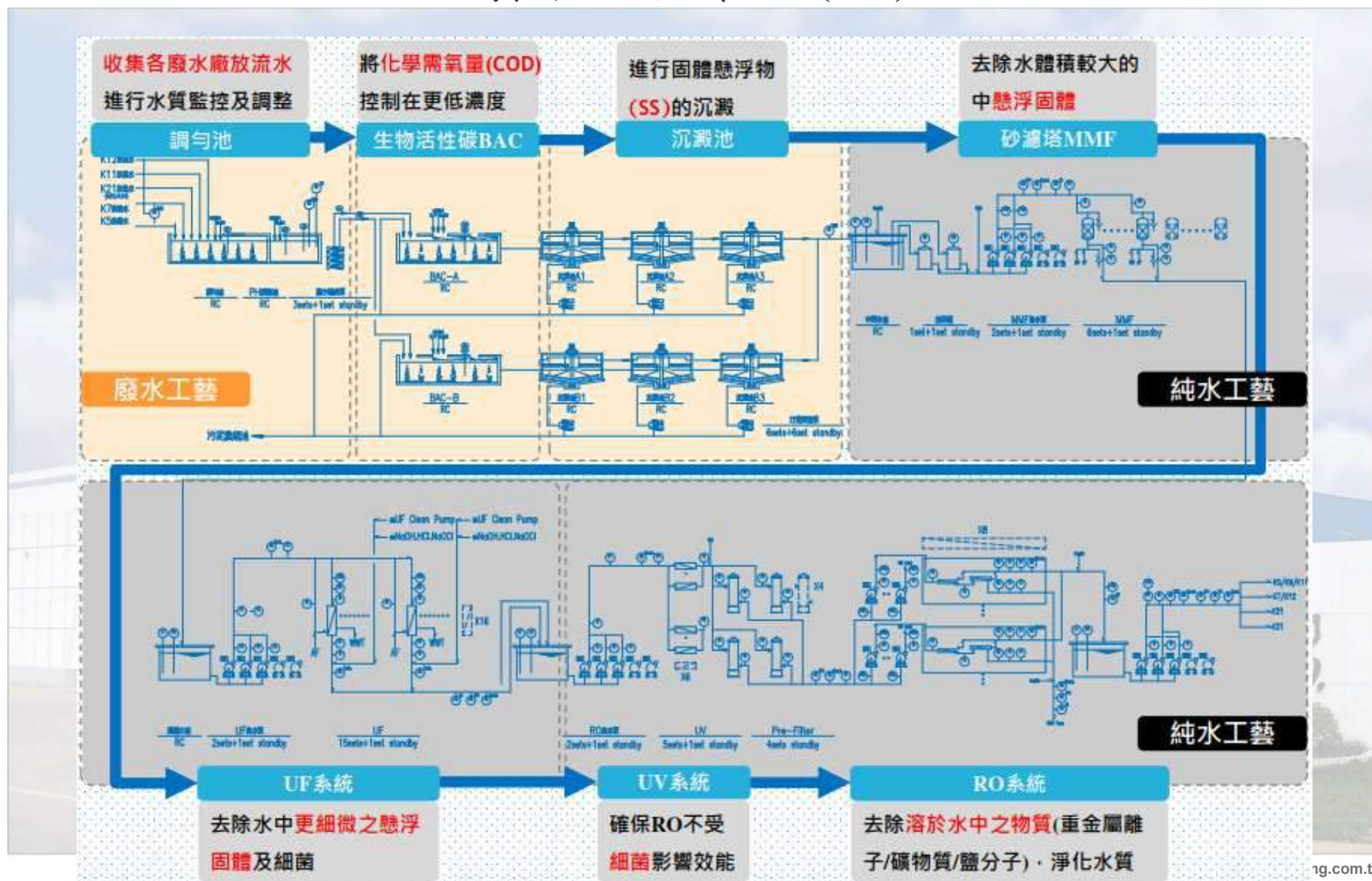
Water Cost

1m<sup>3</sup> ≙ USD \$0.74 / Ton



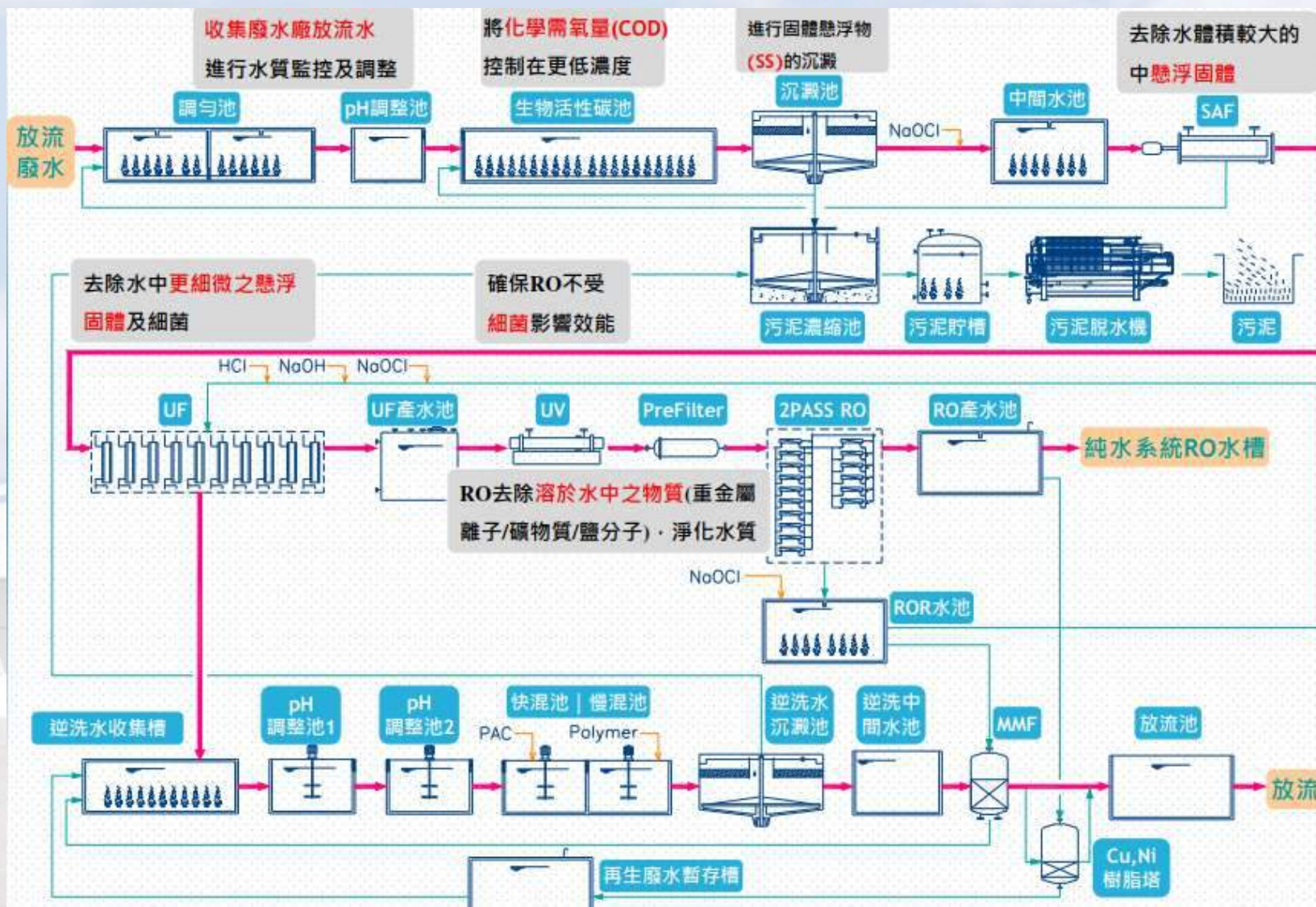


# 廢水回收系統(一)





## 廢水回收系統(二)





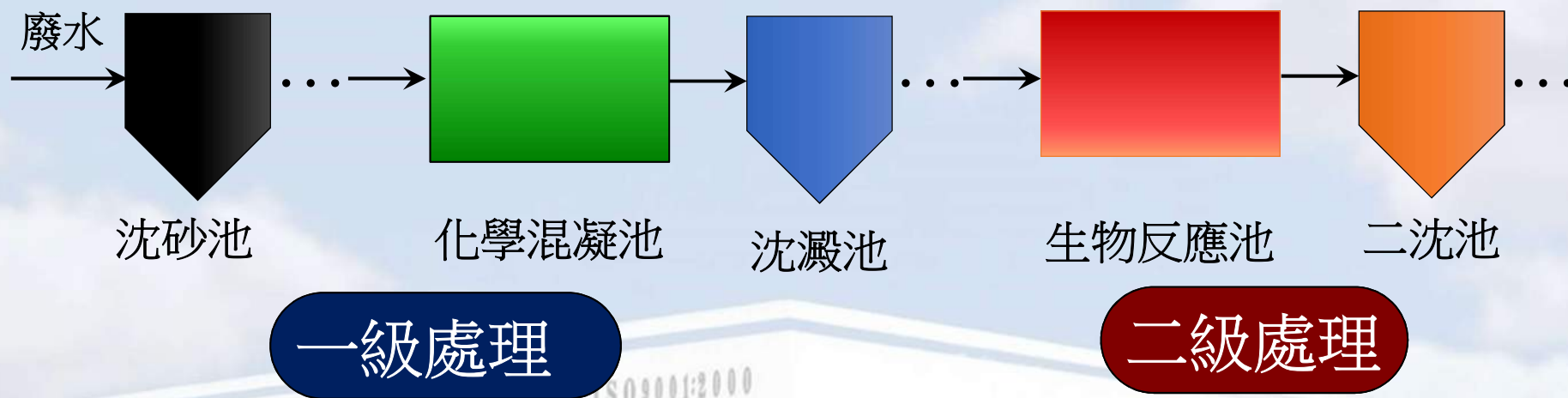
漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 廢水高級處理





## 一般廢水處理



- 前處理單元：攔污、沉砂等水質及水量調整
- 化混沉澱：加入化學藥劑去除水中懸浮物
- 生物處理單元：利用微生物分解水中有機物質



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 廢水高級處理

- Remove residual matter from secondary effluent  
去除二級處理後殘存物質
- Not biodegradable organic, nutrients, color, inorganic matter  
微生物難分解的有機物、氮磷營養物質、色度、重金屬
- Removal rate: BOD5 less than 5 mg/L
- Nitrification, APO, Chemical coagulation and filtration  
生物脫氮、除磷法(硝化、脫硝、AOP)、混凝沈殿法、砂濾法
- Advanced oxidation, Membrane, Ion exchange, adsorption  
高級氧化法、逆滲透法、電透析法、離子交換、活性碳法
- Water recycle and reuse  
水回收再利用、UF、RO、EDR



上海漢華水處理工程股份有限公司  
SHANGHAI HANTECH CO., LTD.



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 廢水高級處理-深層過濾

- 使流體通過50 ~ 80 cm深的砂層 (石英砂或無煙煤) 藉以移除 50 ~ 100  $\mu\text{m}$ 以上之雜質顆粒，亦可去除原蟲與寄生蟲卵，並能使錳與鐵氧化，形成沉澱而移除
- 依水流方向可分成上流式、下流式與側流式等
- 依濾料可分成單層濾料與多層濾料(MMF)等型式







## 高級氧化系統 (Advanced oxidation)

以強氧化劑去除放流水中微量有機物(低於10 mg/L等級)或去除放流水中有毒物質(如環境荷爾蒙，0.001 mg/L等級)可作最後階段之拋光處理 (polishing)，或作薄膜前處理 (降低有機堵塞趨勢)

型式：

- 臭氧
- 臭氧+紫外光
- 臭氧+過氧化氫
- 紫外光+過氧化氫





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 臭氧微細氣泡技術及應用





## 廢水處理曝氣單元設備

### 好氧生物處理曝氣系統：

以用最低的動力將空氣中的氧溶解於水中，除供給微生物分解污染質所需的氧氣，並可產生良好的攪拌混和效果，避免生物污泥之沉澱累積

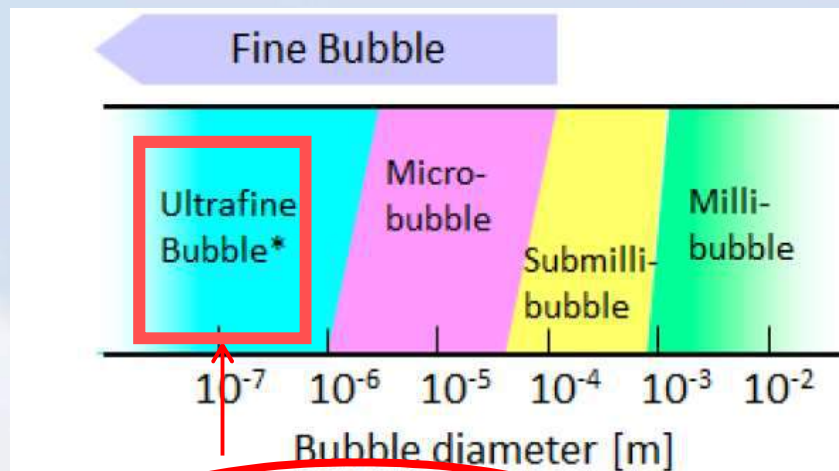
### 曝氣盤

- 粗氣泡型產生氣泡較大，直徑約5~8 mm，氧傳送效率約4~8%，主要應用於污水攪拌
- 細氣泡散氣盤產生氣泡直徑約1~3 mm，曝氣槽內液體運動較緩和，氧傳輸效率約8~12%

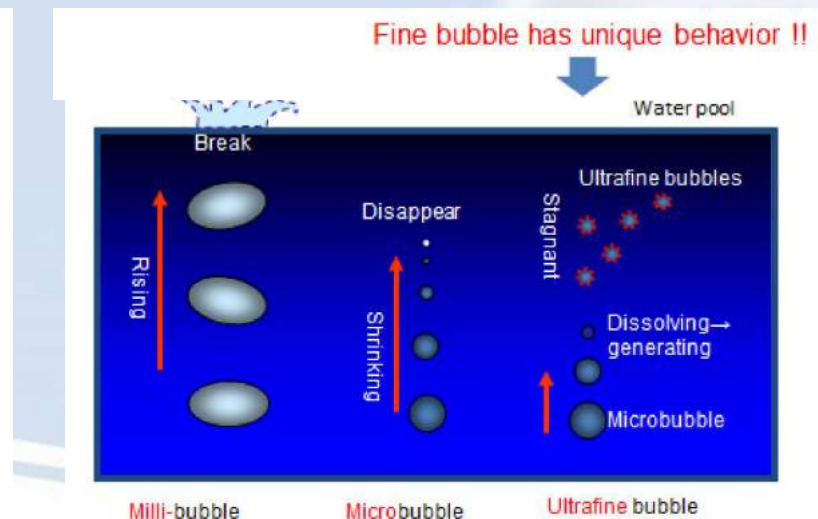




# 微氣泡技術



微氣泡技術  
 $2 \times 10^{-7} \text{ M} = 0.2 \mu\text{m}$



一般社団法人微細気泡産業会  
Fine Bubble Industries Association

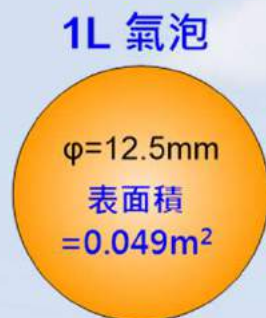
「超微氣泡」顆粒大小定義，2015年「日本社団法人微細氣泡產業會」招開「國際標準畫」，微氣泡大小從過去的Micro Bubble變成Ultrafine Bubble。



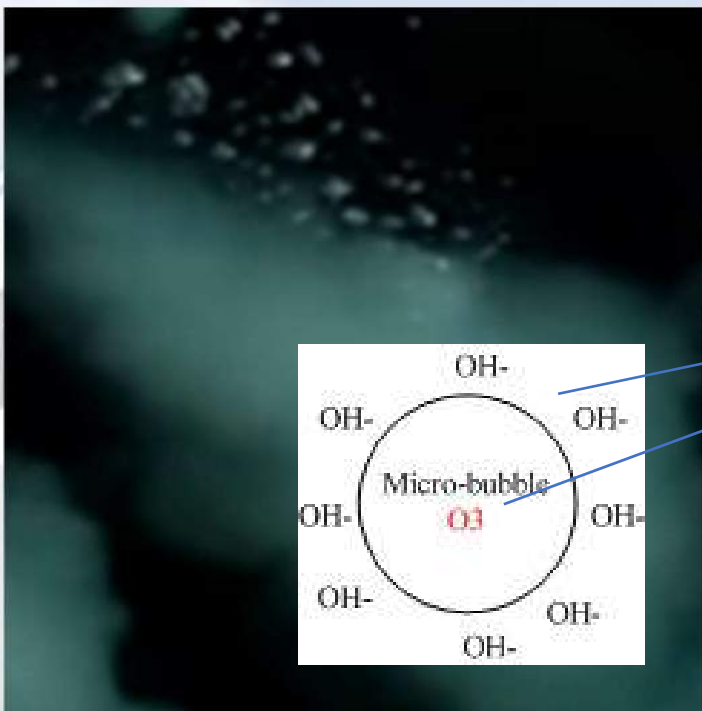


## 臭氧微細氣泡技術

- 細氣泡臭氧緩慢上升，延長在水中的反應時間
- 提升臭氧在水中溶解效率，有效拉高臭氧水中濃度



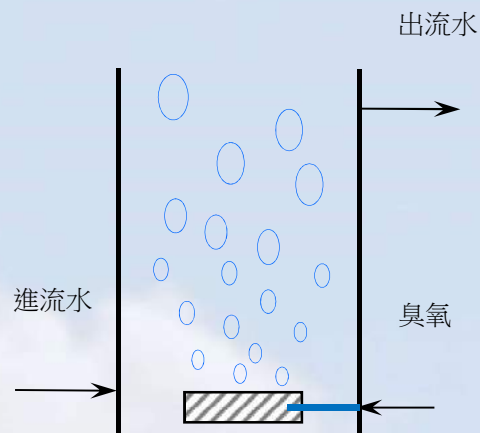
表面積增加率 =  $30000\text{m}^2 / 0.05\text{m}^2 = 600,000$  倍！



名稱	標準氧化電位(V)
$\text{F}_2$	2.87
氫氧自由基 $\text{OH}\cdot$	2.8
臭氧 $\text{O}_3$	2.07
$\text{H}_2\text{O}_2$	1.78
$\text{ClO}$	1.5
$\text{Cl}_2$	1.36
$\text{O}_2$	1.23

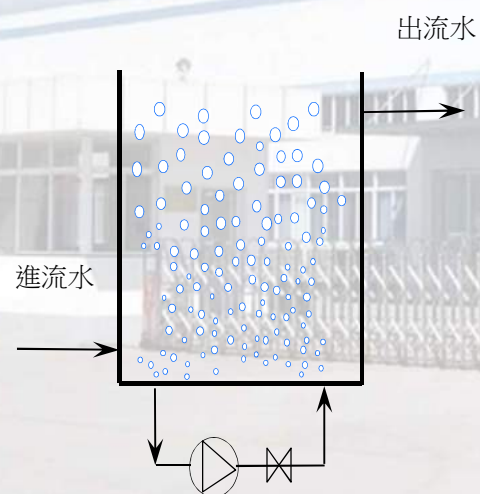


## 臭氧微細氣泡技術



### 一般臭氧處理廢水

- 廢水中有機物增加薄膜結垢風險
- 一般臭氧曝氣產生細氣泡粒徑為1~3 mm
- 臭氧溶解率低，濃度不易提升
- TOC去除率低，影響產水水質



### 微氣泡臭氧系統

- 增加臭氧溶解率，提高臭氧停留時間
- 增加AOP前處理效能
- 去除20~50% TOC
- 有機物大分子→小分子
- 殺菌、脫色



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 臭氧微細氣泡處理應用

- 提升水中含氧量，微生物活性上升，提高分解化學有機物COD之效率。



AOP製程，小型測試系統



上海漢華水處理工程股份有限公司  
SHANGHAI HANTECH CO., LTD.



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# Challenges and Opportunities

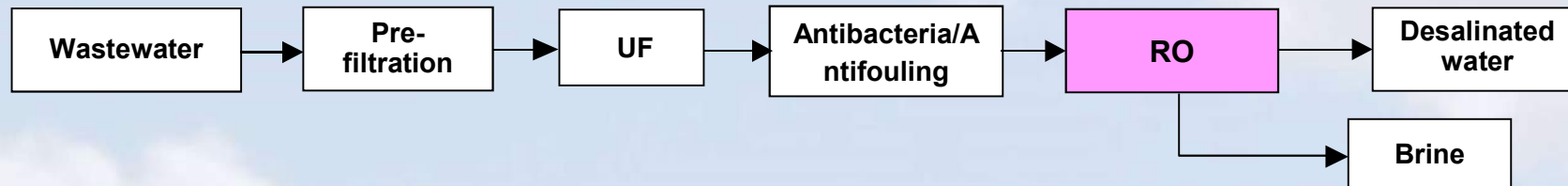






# Reuse after Wastewater Treatment

## Conventional Wastewater Reclamation Process



## Problems and Challenges

1. **High TDS** → Membrane scaling  
→ Damage of membrane
2. **Recalcitrant organics** → Organic fouling  
→ Flux reduction → Frequent cleaning
3. **Limited Recovery rate** (~ 50%)
4. **High OPEX** (\$25~30 NTD/m<sup>3</sup>) → Low tap water price (\$11.5 NTD/m<sup>3</sup>)  
→ Hesitation of users





# Membrane Fouling

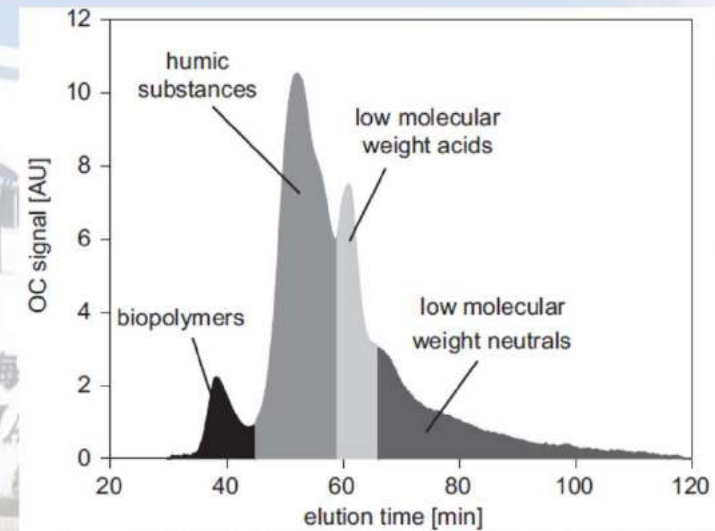
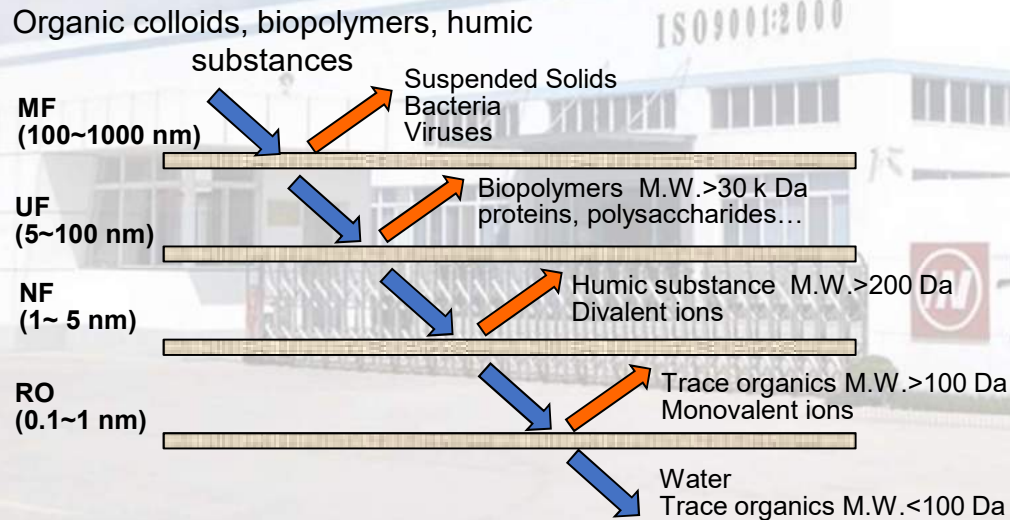
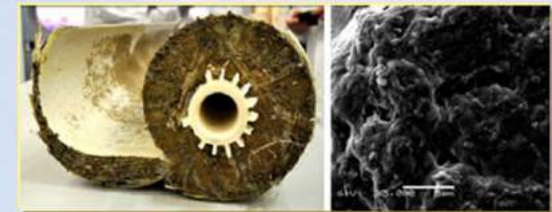
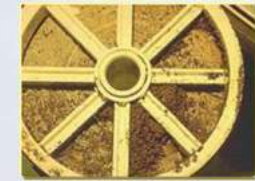


WWTP  
secondary effluent



W/o or Poor Pretreatment

## Biofouling



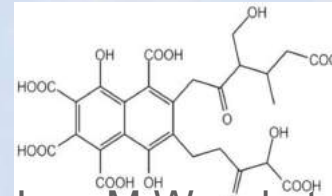
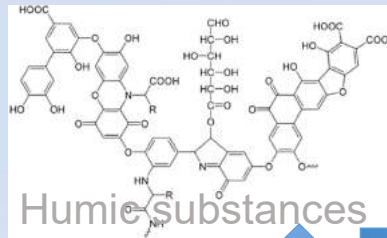
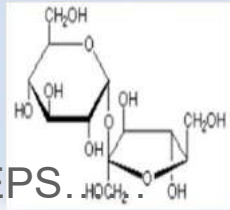
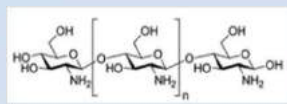
**Dissolved organics and MW distribution**

Jens Haberkamp,, Aki S. Ruhl, Mathias Ernst, Martin Jekel  
WATER RESEARCH 41 (2007)



# Fouling Problem and Solutions

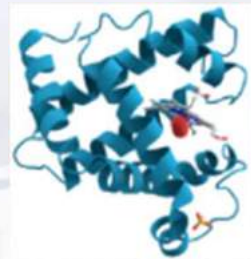
## Reclamation of Second Effluent from Industrial WWTP



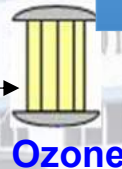
Biopolymers, EPS.

Humic substances

Low M.W. substances



Secondary Effluent



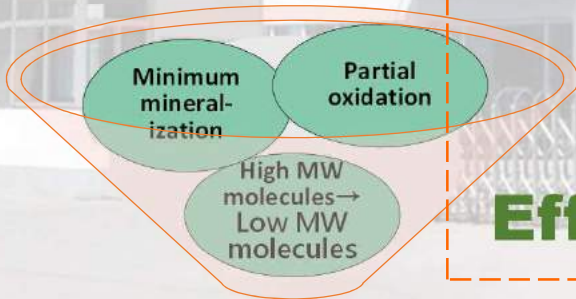
Ozone



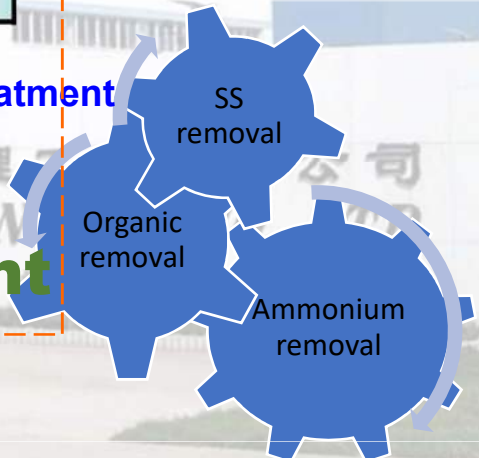
BioNET  
Biological Treatment

Foulant Removal

Membrane Filtration



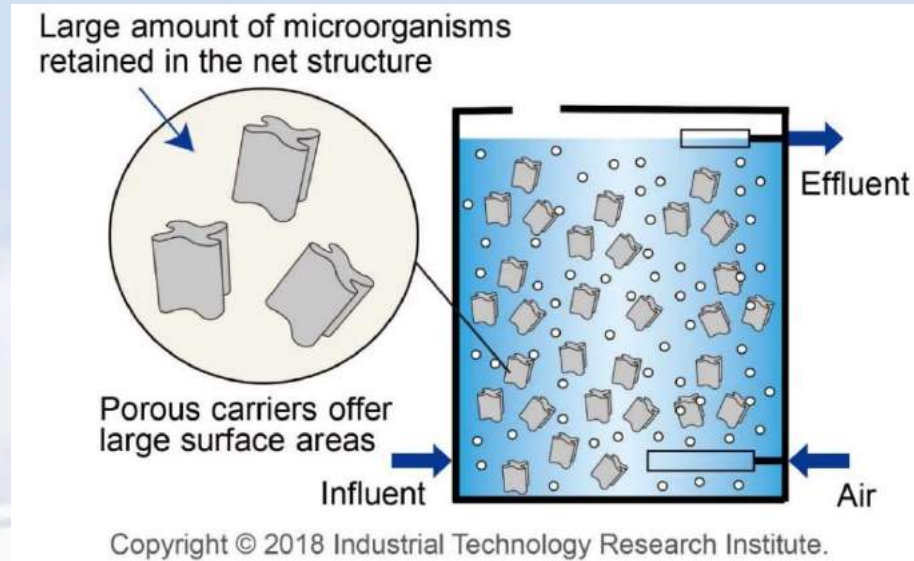
### Effective Pretreatment





# BioNET® Technology

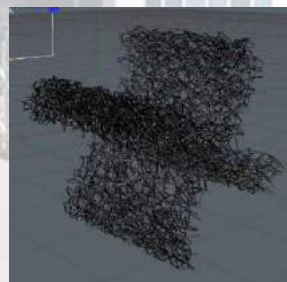
## - Advanced biological treatment



Donggang river  
300,000 CMD  
raw water  
pretreatment plant



Full scale  
secondary effluent  
treatment plant



### Features

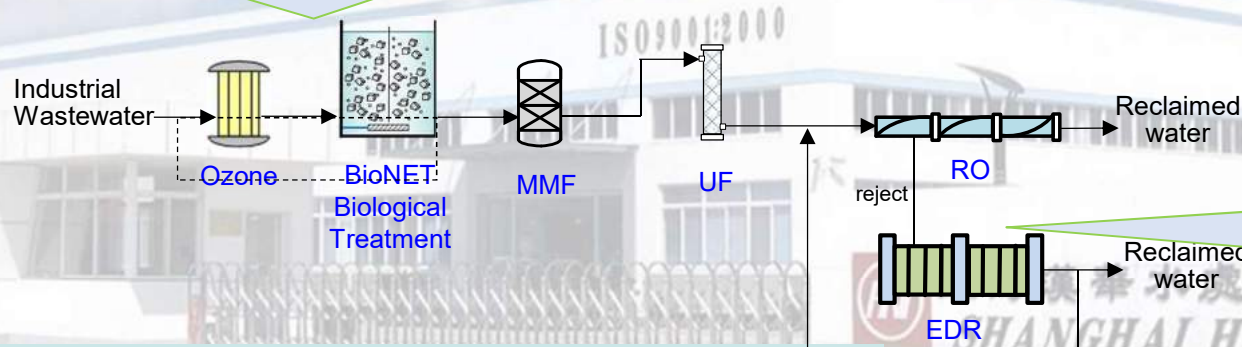
- High biomass concentration
- High capability of solid retaining
- Diversity of microbial populations
- Shorter hydraulic retention time
- High oxygen utilization efficiency
- Simple operation and maintenance



# Suggestion

- Membrane fouling and scaling is critical
- Appropriate pretreatment is recommended
- Reduce cost by increasing recovery percentage

**O<sub>3</sub>+biological treatment to remove recalcitrant organic contents and NH<sub>3</sub>-N**



**EDR for RO reject treatment to increase water recovery**

**High reclaimed water quality (TOC < 500 ppb) and High water recovery rate (> 65%)**





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 回收新技術簡介





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# EDR倒極式電透析 (electrodialysis reversal, EDR)





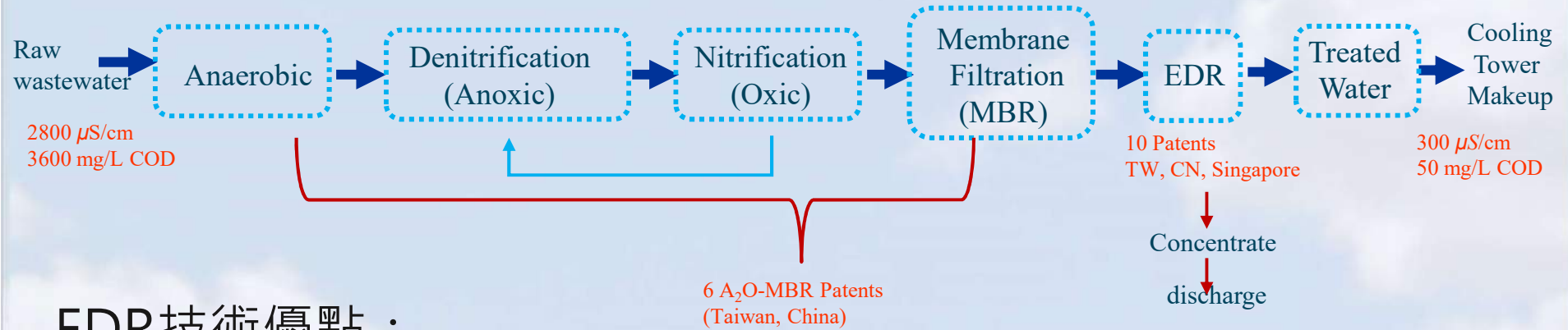
## EDR 技術簡介

- 電透析(electrodialysis, ED)處理技術是利用不同特性的薄膜對水中的離子作分離選擇，水中離子的移動則是靠正負直流電來當吸引的驅動力。倒極式電透析(electrodialysis reversal, EDR)倒極式電透析是將電透析處理技術作進一步修正，乃利用直流電正負極和內部導流的切換來延長薄膜使用壽命。
- 電透析法脫鹽的原理係利用陽離子只能穿透陽離子交換膜，而陰離子只穿透陰離子交換膜的特性，在外加直流電場的作用下，水中的陰離子移向陽極、陽離子移向陰極，最後得到淡水及濃水，達到淡化除鹽的目的。
- EDR可每隔一定時間將兩端電極極性互換，而淡水及濃水之控制閥亦隨之切換，如此反覆操作，能自動清洗離子交換膜表面上的結垢，可增加電透析系統的操作穩定性及壽命。
- ED膜較RO膜有較好的物理性及抗化性(包括耐SiO<sub>2</sub>)，EDR更對雜質、膠質及細菌的容忍度較RO為高。





# Organic WW treatment and reclamation



## EDR技術優點：

1. 操作成本低
2. 節省工業用水量
3. 減少廢水處理量及成本
4. 投資成本低



Flow rate: 1200 CMD  
Biological system  
(A<sub>2</sub>O/MBR)

Clean water : 600 CMD  
Concentrate: 600 CMD  
EDR system

\*Cost saving NT\$12,600,000/year



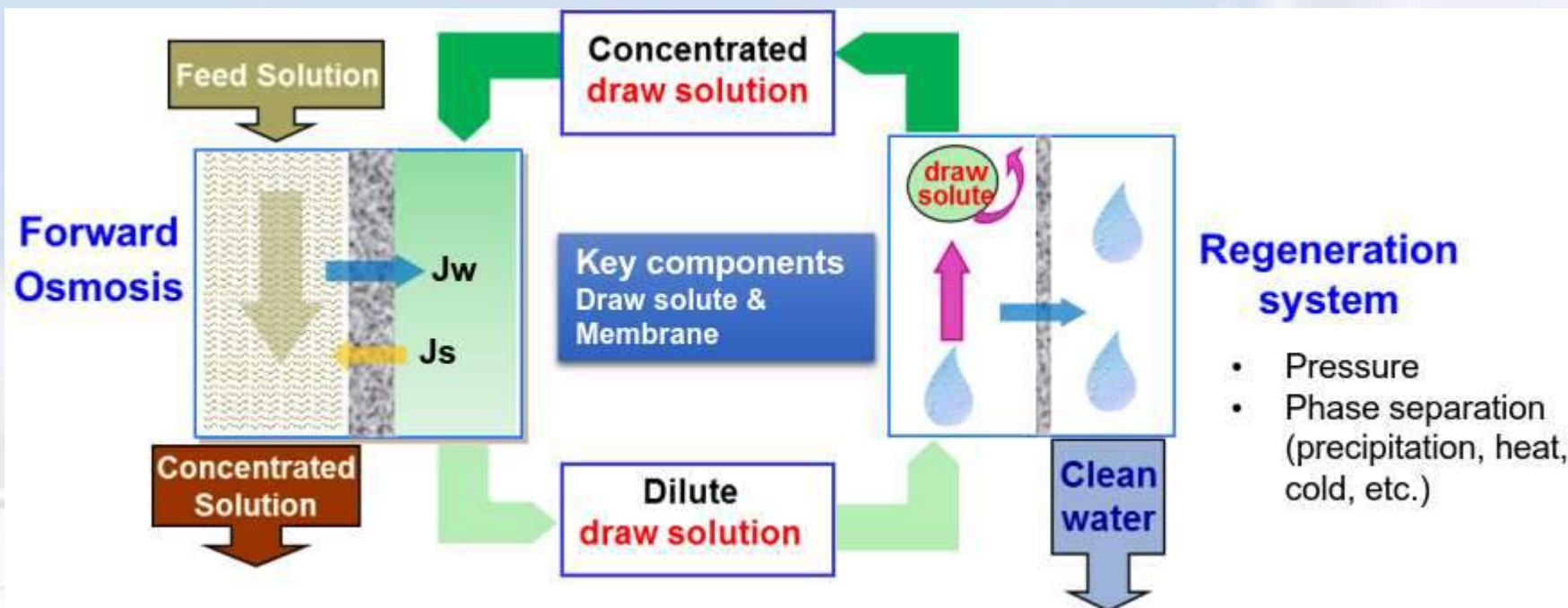
漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# 正向滲透技術與其應用 (Forward Osmosis)





## 正滲透脫鹽程序



■ **Driving force for FO process:**  
the difference in osmotic pressure between the draw solution and the feed solution.

$$J_w = A (\pi_d - \pi_f)$$

$J_w$ : water flux

$A$ : water permeability coefficient

$\pi_d$ : osmotic pressure at **draw solution**

$\pi_f$ : osmotic pressure at feed solution



## FO 技術應用

### ◆ 工業應用

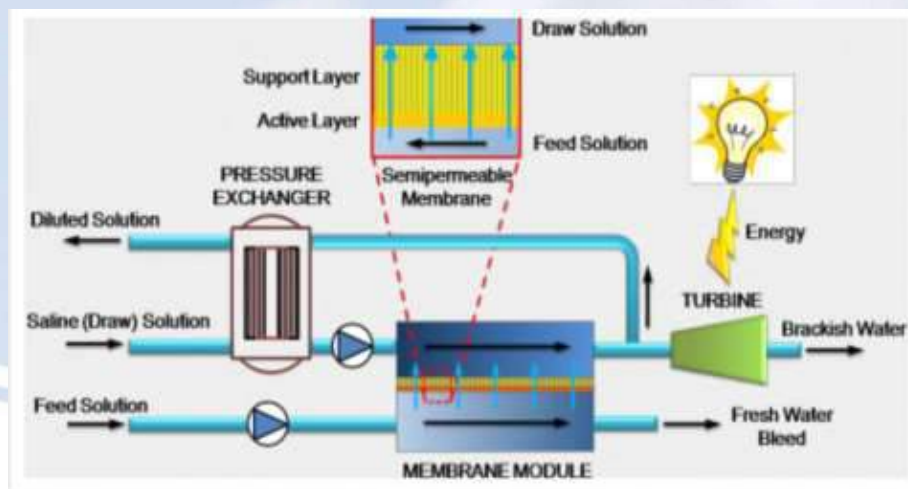
- 食品工業：加工食品濃縮、救命水袋。
- 生醫工業：緩釋性藥物、蛋白或DNA濃縮。
- 化學工業：純化與濃度。

### ◆ 環境應用

- 海水淡化、鹵水濃縮、零排放。

### ◆ 再生能源應用

- 壓力延遲滲透 (pressure retarded osmosis, PRO) 技術，藉由滲透壓差進行發電。



壓力延遲滲透 PRO 示意圖

Ref: <http://www.yalescientific.org/2013/02/the-elixir-of-life-generating-electricity-from-water/>

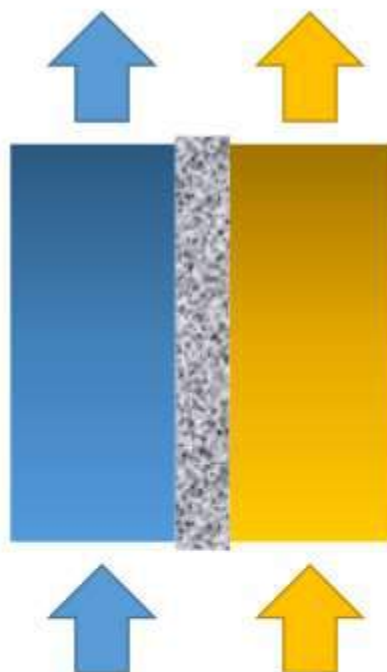
Power generation by pressure retarded osmosis

- Company: Statkraft (Norway)
- Pilot Capacity: 10 kw (2009~2012)
- Membrane energy density: 1 W/m<sup>2</sup>



## FO 技術應用

廢液減量、再處理  
或資源化再利用



稀釋液體，直接使用  
或排放

需要被濃縮液體、濃縮具  
資源化廢液  
(ROR, 電鍍廢液、有機廢  
液..etc.)

需要被稀釋液體 (化學品、  
海水鹵水、海水...etc.)

不需處理提取液回收問題，建置成本與操作成本都可大幅降低



## FO 技術應用

- FO技術目前仍再尋求適切的應用機會 (ROR再濃縮、ZLD、有機廢液濃縮減量、污泥濃縮..etc.)。
- FO膜材購置不易且價格高，工研院有能力自主化。
- 提取液選擇攸關系統能耗，可相變化提取液有機會降低系統能耗。

公司 (國別)	Oasys Water (USA)	Modern Water (UK)	Trevi systems (USA)
應用領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 煙道含硫廢水處理(FGD)</li> <li>• 油頁岩氣作業水 (Produced water)處理</li> <li>• 零排放(ZLD)</li> </ul>	海水脫鹽	海水脫鹽
薄膜	TFC薄膜	TFC薄膜	Toyobo HF
吸引溶質	NH <sub>4</sub> HCO <sub>4</sub>	NaCl	Polymer (ethane diol/propane diol)
系統流程	FO-Heat	FO-RO	FO-Heat-NF
實際應用/模 場設置規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permian Basin, Texas, USA 油氣開採作業水處理</li> <li>• 2014 Changxing Power Plant, 浙江省, China. FGD廢水處理, 處理水量 650 m<sup>3</sup>/day</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2010, Al Khaluf 海淡廠, Oman. 處理水量100 m<sup>3</sup>/day</li> <li>• 2012. Al Najdah海淡廠, Oman. 處理水量200 m<sup>3</sup>/day</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012, 於Port Hueneme, CA, USA, 設置模場, 供軍方測試</li> <li>• 2013, 於Romberg Facility, Tiburon, CA, USA 設置 10 m<sup>3</sup>/day 模場</li> <li>• 2014, 於Masdar Abu Dhabi設置50 m<sup>3</sup>/day 海水脫鹽模場</li> </ul>



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# 薄膜蒸餾 (Membrane distillation, MD)





# MD 技術簡介

**MD**

- Driving force:  $\Delta P_{\text{vapor}}$
- Membrane: hydrophobic porous membrane (PTFE、PVDF、PP)
- Property:
  - reduction of osmotic limits
  - waste heat and solar energy could be used

**Critical Issues**

- Membrane wetting
- Vapor pressure decreasing

12.1 kPa @ NaCl 1 wt%  
11.2 kPa @ NaCl 5 wt%  
8.2 kPa @ NaCl 20 wt%  
@ 50 °C

3.2 kPa @ 25C

Formation of crystals inside pores can result in membrane wetting.

$C_{\text{feed}} \uparrow, P_{\text{vapor}} \downarrow, \text{flux} \downarrow$

Porosity increase (50%→70%)

Theoretical model for MD flux: Stefan-Maxwell diffusion model

$$J_v = \frac{\epsilon M D_e P (P_{m1} - P_{m2})}{R T \delta \chi (P_{\text{air}})_{\text{In}}}$$

<p><math>\epsilon</math> : porosity</p> <p><math>M</math> : molecular weight of vapor</p> <p><math>D_e</math> : diffusion coefficient of vapor</p> <p><math>P</math> : gas pressure in pore</p> <p><math>P_{m1}-P_{m2}</math> : vapor pressure difference</p>	<p><math>R</math> : gas constant</p> <p><math>T</math> : temp.<sub>ave.</sub> in pore</p> <p><math>\delta</math> : thickness of membrane</p> <p><math>\chi</math> : tortuosity</p>
---	--

Highly hydrophobic membrane

Porosity enhancement of PTFE membrane

Hydrophobicity enhancement of PVDF membrane

- surface modification
- inner pore roughness increment

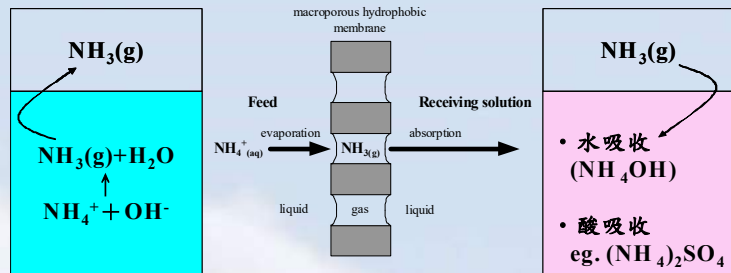
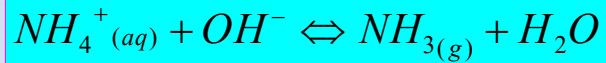
$\cos \theta_m = r \cos \theta_Y$

- $\theta_m$ : the measured contact angle
- $\theta_Y$ : the Young contact angle
- $r$ : the roughness ratio-the ratio between the actual and projected solid surface area ( $r=1$  for a smooth surface and  $>1$  for a rough one)

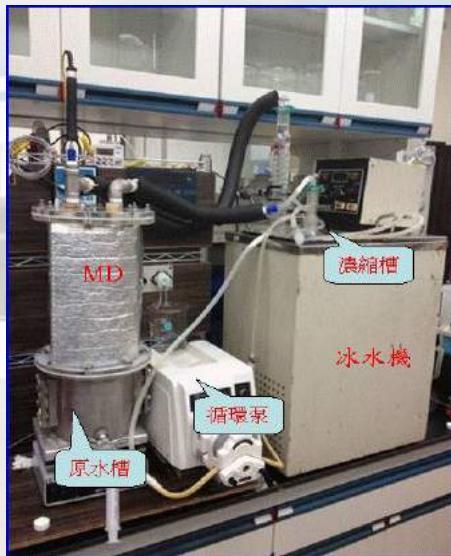




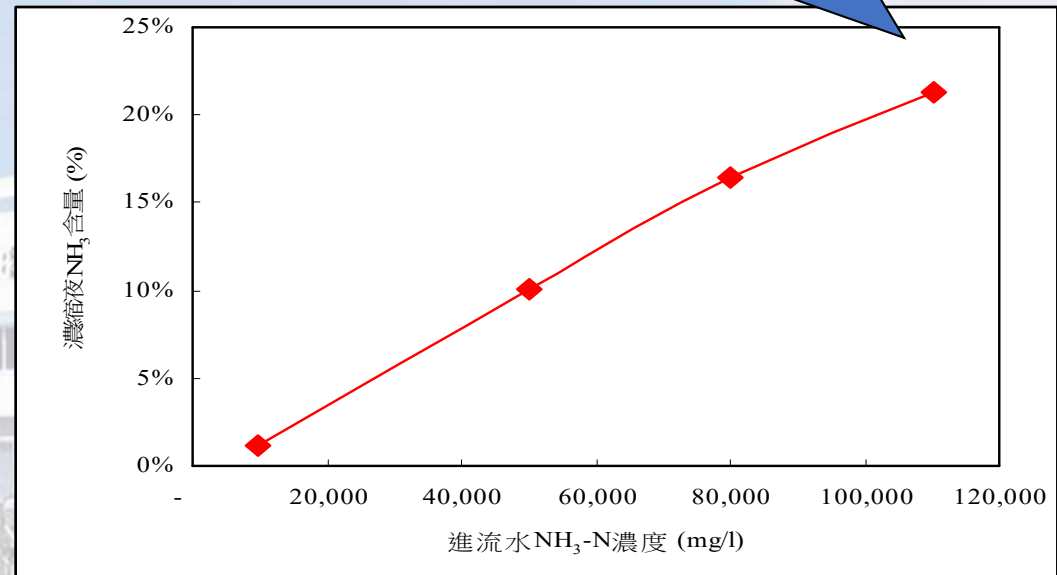
# MD for Ammonia Recovery



Schematic of MD for ammonia separation



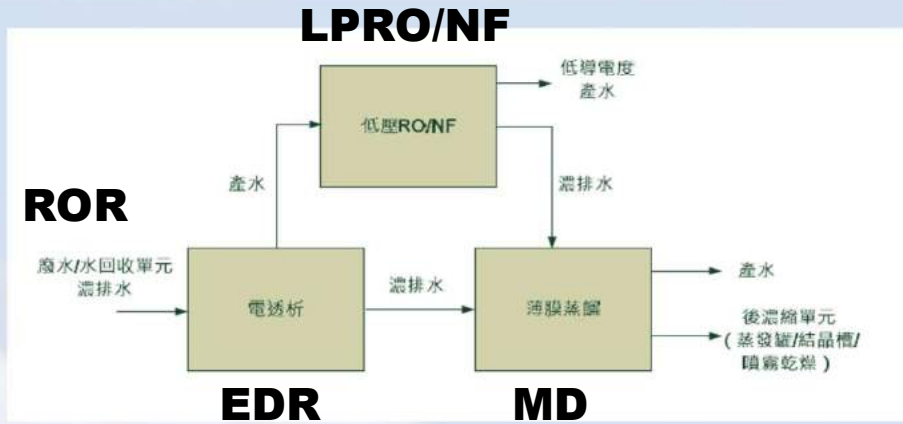
Concentrated ammonia hydroxide can be reached 20% or more



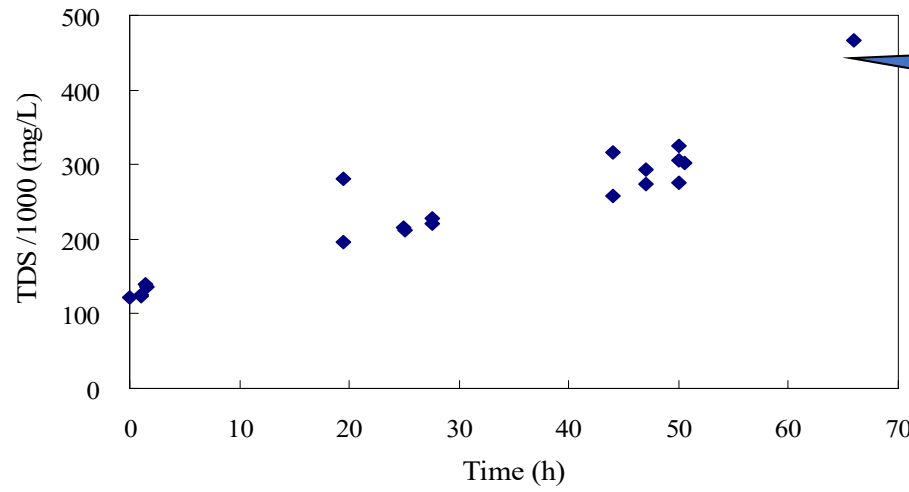
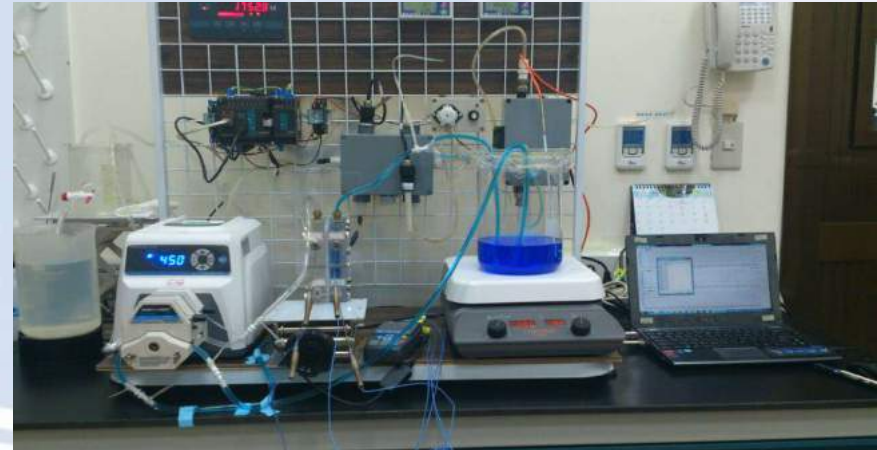
Influent ammonia conc. vs concentrated ammonia conc.



# MD for Near zero discharge



Schematic of MD for near zero discharge



Conc. of TDS vs operating time

Concentrated over 4 times in terms of TDS

TDS from 121,270 mg/L is concentrated to 466,900 mg/L after 66 hrs operating



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# 電容脫鹽技術 (Capacitive deionization, CDI)



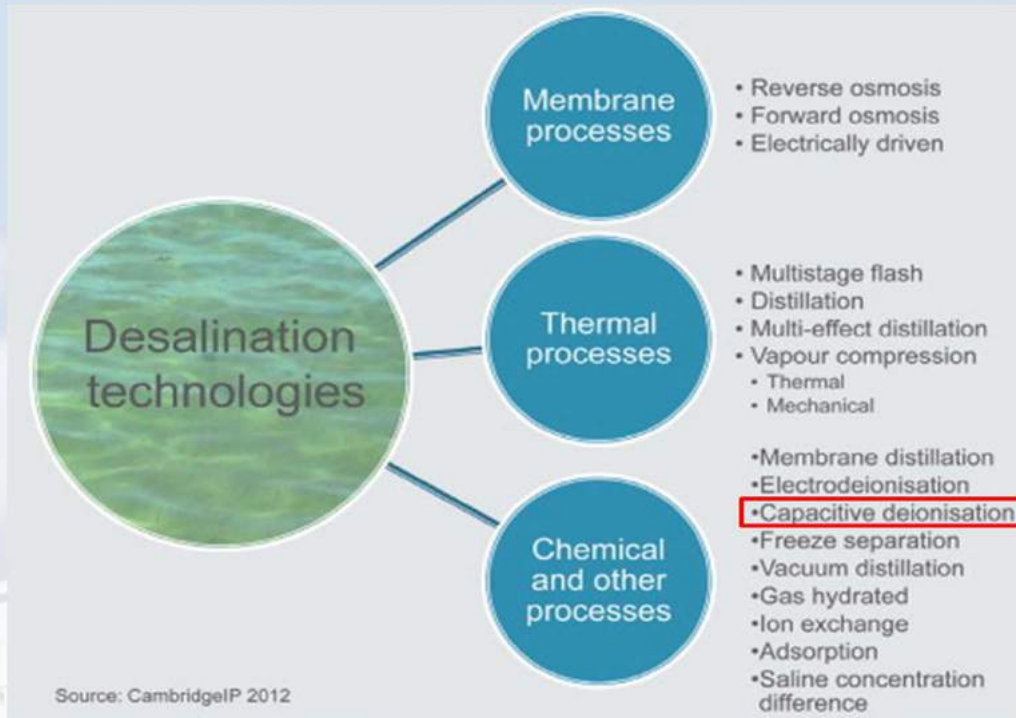


## EDR 技術簡介

- 電容脫鹽技術或稱作電容去離子技術，它是一種不使用薄膜、低用電、可使用太陽能、安全性高的低壓脫鹽技術，有別於一般耗能、高壓操作的逆滲透脫鹽技術，以電吸附程序 ( Electrosorption Process ) 來去除水中微量離子的電化學技術，係利用雙電層 ( Electrical Double Layer ; EDL ) 原理，藉由離子吸脫附達到脫鹽的目的。
- 在去離子化循環 ( Deionization Cycle ) 時，首先在兩側電極上各導入一個外在電荷，當水進入時，離子就會各自被兩側相反電荷所吸引而加以分離，此時便可得到純水。而進行再生循環 ( Regeneration Cycle ) 時，只要將兩側電極上所帶的電荷進行交換或不通電，就可將所吸附的離子重新釋出。



# Desalination technologies-CDI



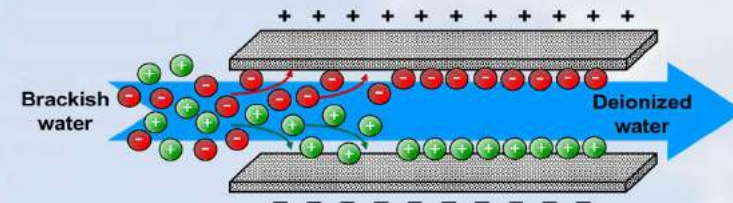
Renewable Energy Focus, Volume 13, Issue 2, March-April 2012, Pages 20-22

## Existing desalination technologies

- **High energy consumption and capital expenditures**
- **Thermal distillation or membrane-based (RO) technologies**, restricted to only economically well-off countries.

## Sustainable desalination :

1. low cost and energy requirement
2. greater operational efficiency



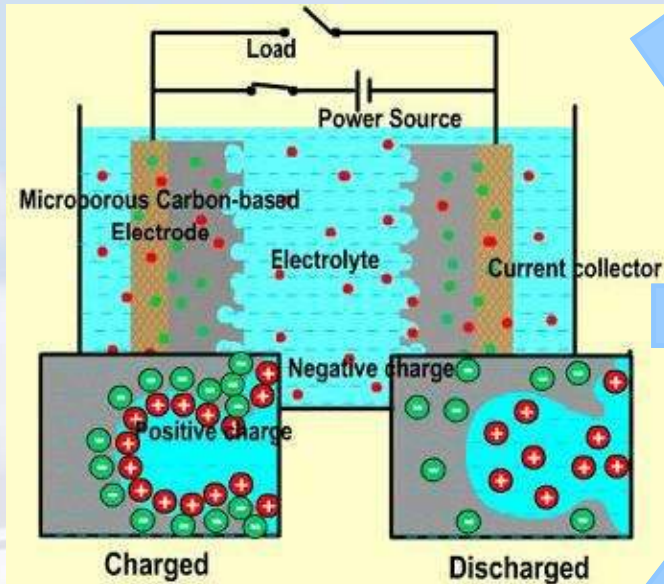
## Capacitive Deionization (CDI)

### Advantages of CDI

- No use of chemicals
- Low energy consumption, energy recovery during discharge
- Not subject to as much fouling as RO
- High removal efficiency
- Simple, cheap and robust design
- Applicable on-line (e.g. washing machine)



# CDI core technologies

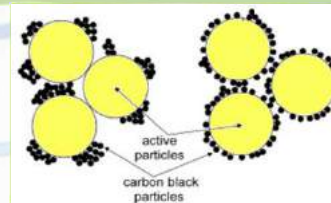


Capacitive Deionization

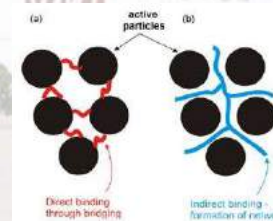
## 活性材料 (active materials)



## 導電材料 (conductivity materials)



## 結合劑 (Binder)



## List of electrode materials

- Aerogel
- Activated carbon
- Activated + metal oxide
- Graphene

- Graphite
- Carbon black
- Carbon fiber
- Graphene oxide

- PVDF
- PTFE



漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 微藻 (微生物技術)

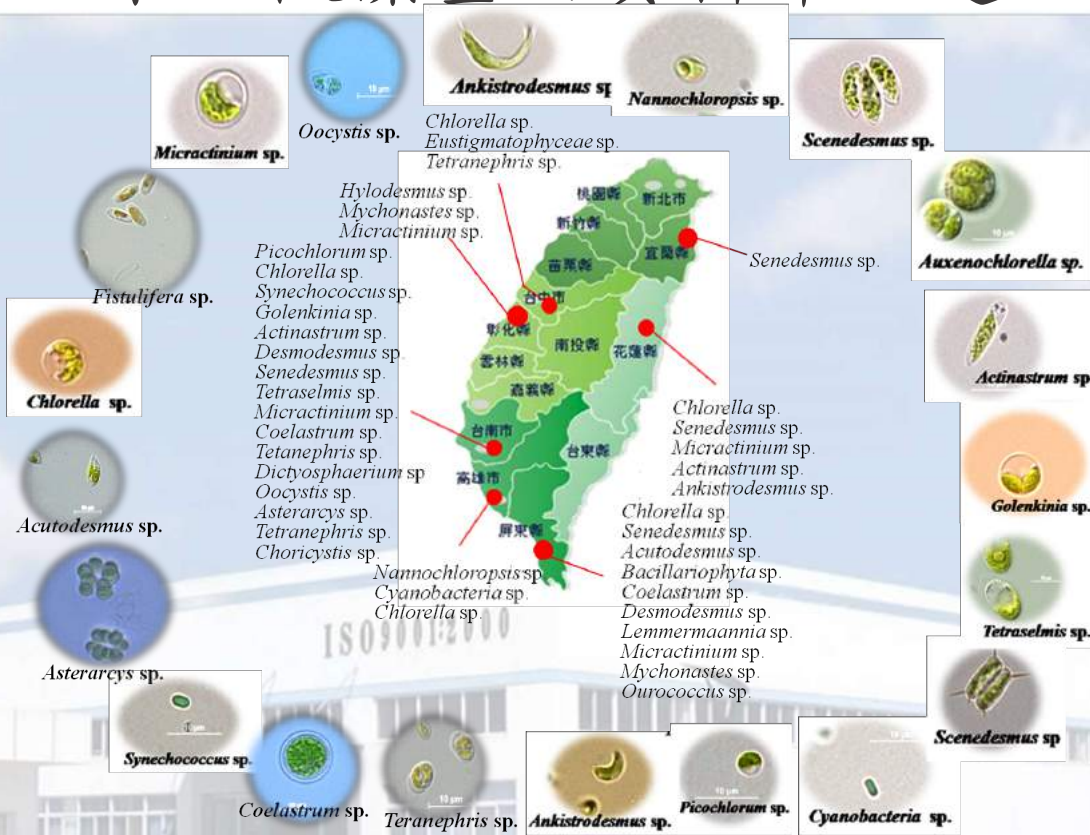




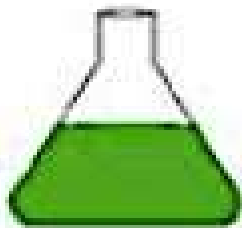
# 本土微藻基因資料庫之建立



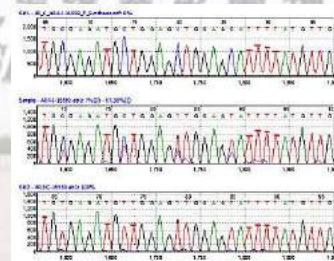
張嘉修 教授  
(成功大學化學工程系)



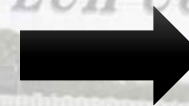
Isolation & purification



Preculture



Identification



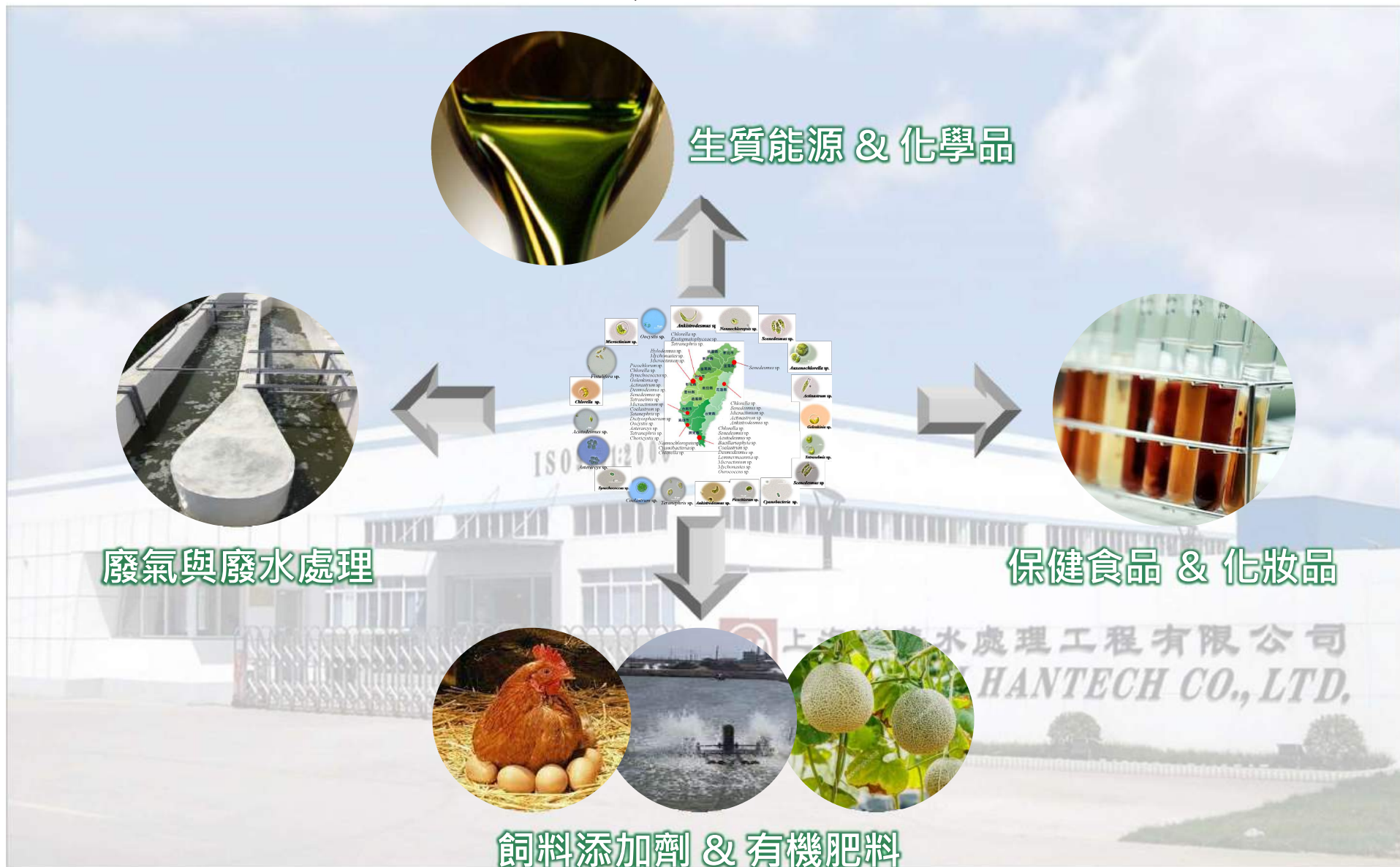
Application





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

## 微藻應用方向





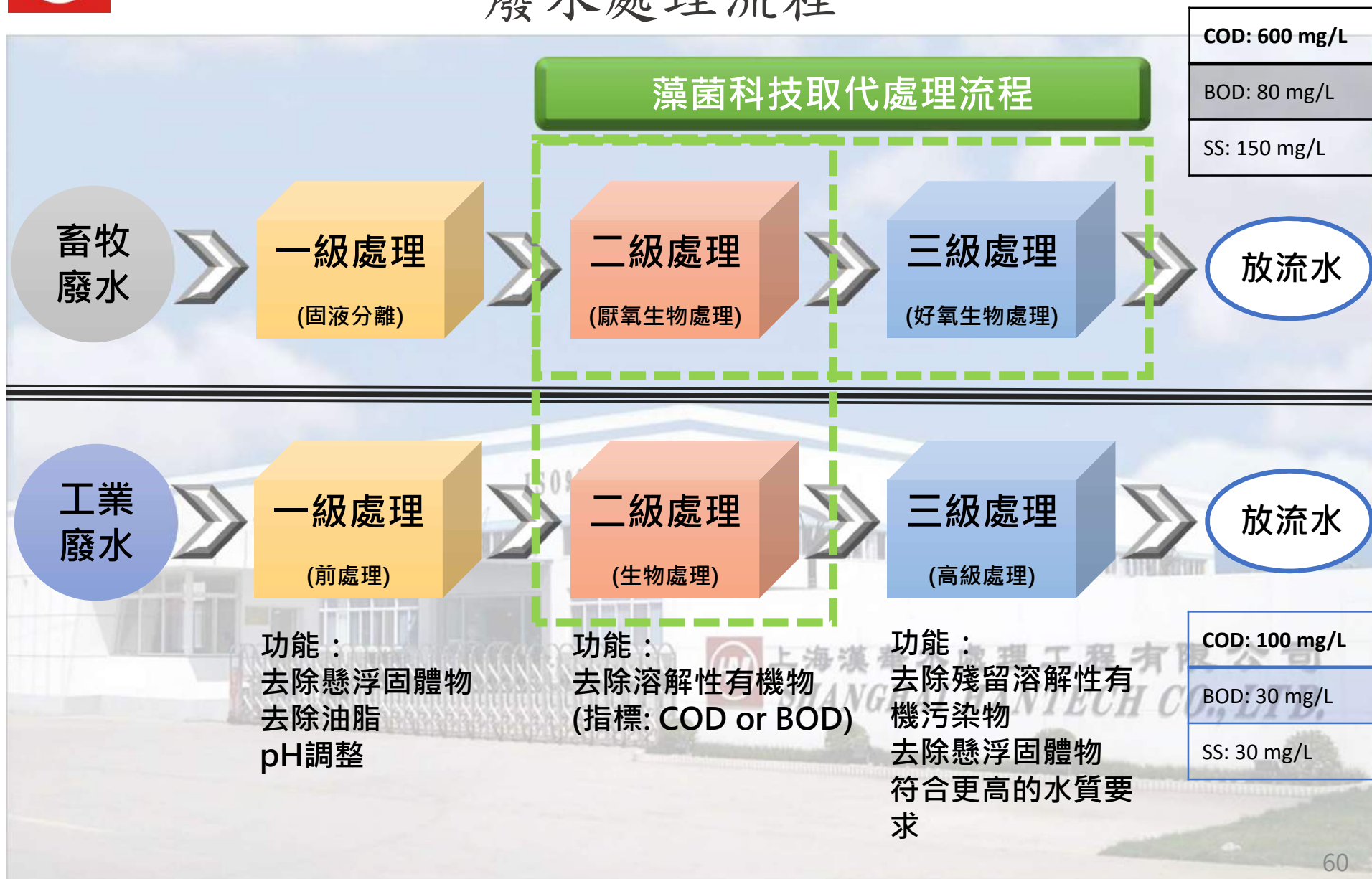
漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

# 美國 NASA 進行 Offshore Membrane Enclosures for Growing Algae 計畫





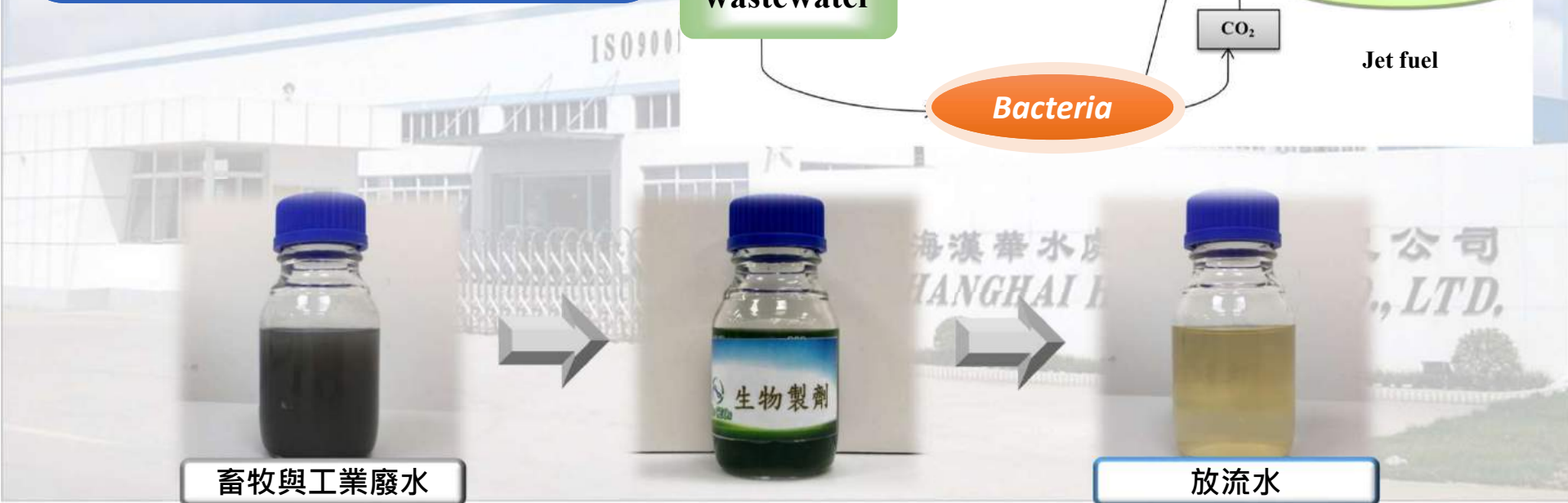
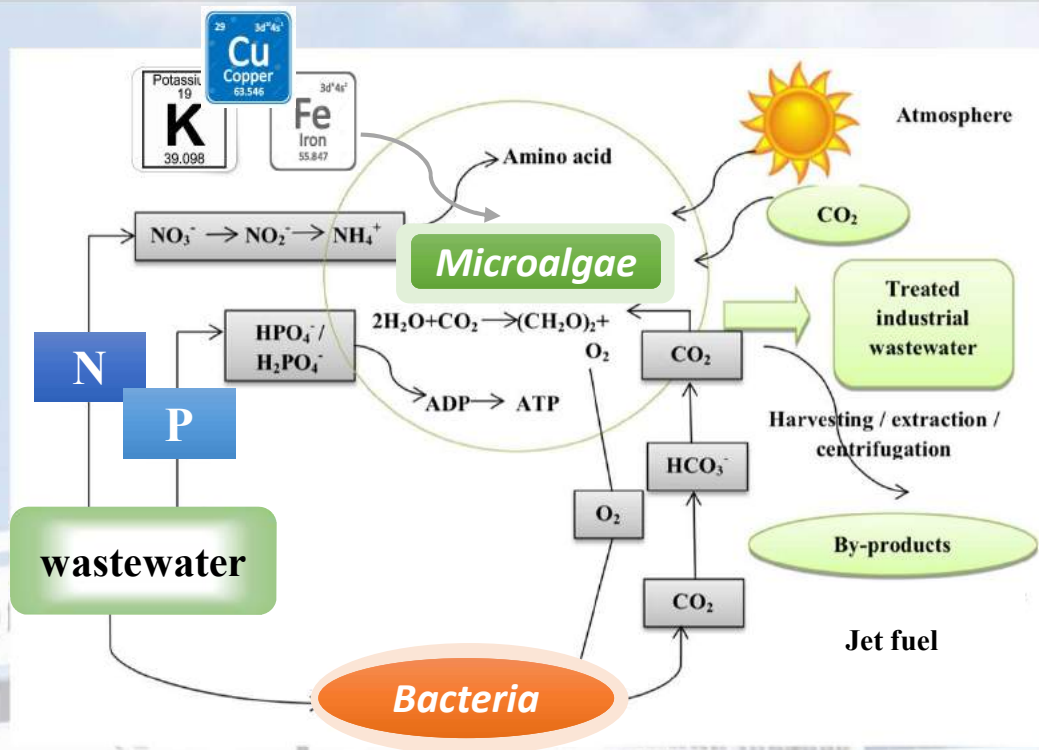
# 廢水處理流程





# 技術優勢 - 藻 + 菌廢水處理技術

針對各式廢水策略性搭配不同菌種及藻種進行有機物質、硝酸鹽類、磷酸鹽類、金屬離子之有效移除





漢華水處理工程股份有限公司  
HANTECH ENGINEERING CO.,LTD

THANK YOU

