



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

專題演講

企業價值鏈導入循環減廢與資源再生

資源再生/減廢組

梁德明 博士

水科技研究組 組長
材料與化工研究所
tehming.liang@itri.org.tw

2019.11.19



高科技產業(半導體產業)是台灣的經濟命脈，在產業持續成長過程中，如何**永續發展**便伴隨著**環境與社會責任**

台灣半導體產值2.6兆元

產值佔台灣GDP 15%

就業人口約23萬人

半導體總產值居全球第三

封裝測試產值居全球第一

晶圓代工產值居全球第一

IC設計產值居全球第二

記憶體產值居全球第四



聯合國制定2030年永續發展議程，推出17項永續發展指標(SDGs)，其中多需高度仰賴資源使用效率的提升，呼籲將經濟成長與自然資源耗用及環境衝擊脫鉤，循環經濟將是落實SDGs的槓桿與關鍵策略。



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



推動循環減廢之策略

線性經濟轉換為循環經濟之新思維

LINEAR ECONOMY

TAKE ▶ MAKE ▶ DUMP



Energy from finite sources

after W McDonough and M Braungart

CIRCULAR ECONOMY

TECHNICAL
NUTRIENTS



BIOLOGICAL
NUTRIENTS



energy from renewable sources

RETHINK: REDUCE – REPAIR - RECYCLE

The three Rs (3R)

Reduce, Reuse and Recycle. The rule of the three Rs (3R).

Life Cycle Re-thinking – 3 key principles

- 1.No waste 天然資源有限 廢棄物止步
- 2.Value is maintained 價值創造 以使用取代擁有
- 3.Consider economic framework conditions 延伸生產者責任制度 產業循環化為目標

廢水

有機、無機

汙泥

重金屬、有機

電子垃圾

邊料、下腳料

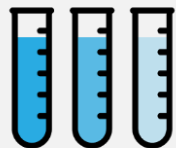
廢氣

NO_x、SO_x...

過去電子產業廢棄物主要回收方式



中和



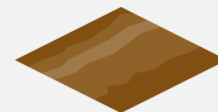
稀釋



焚燒



固化

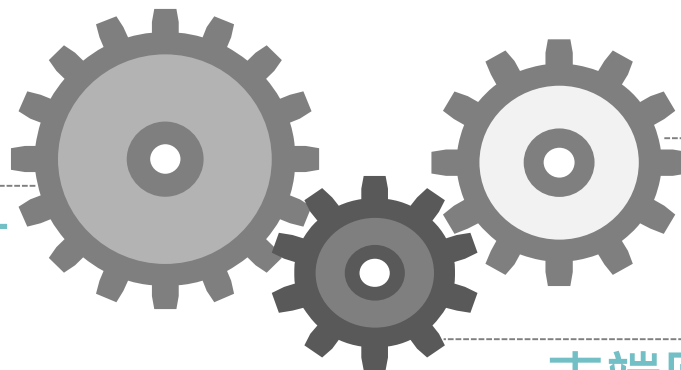


掩埋

以零汙染、零廢棄之訴求形成之新經濟模式

採用低耗能、高價值
之資源再生解決方案

源頭設計



產業共生

產業如何永續發展之
創新獲利模式

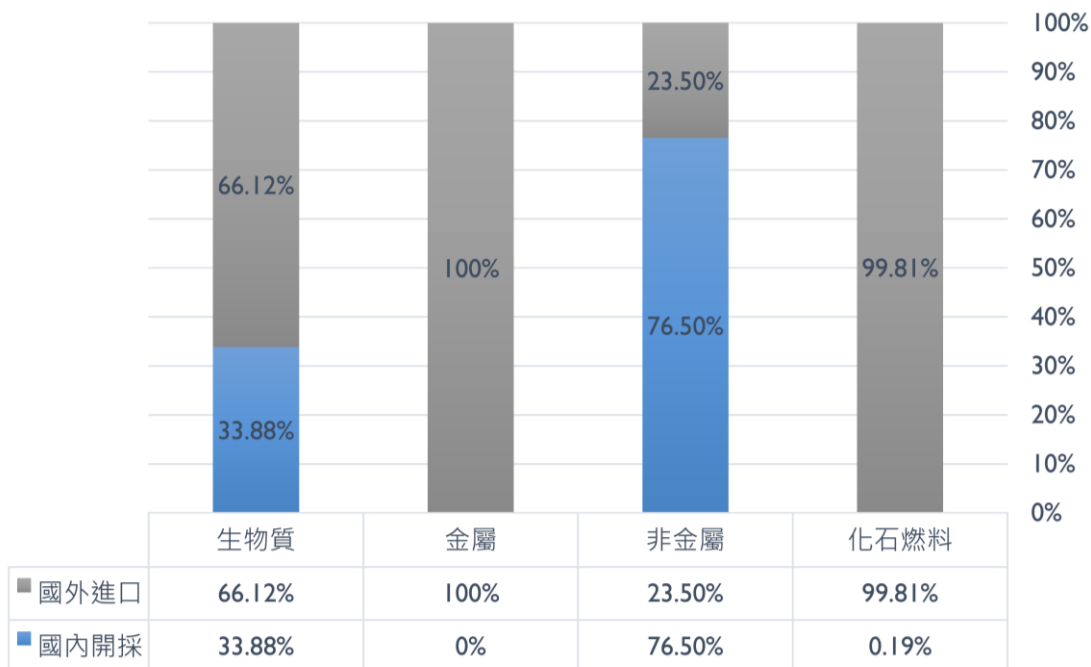
如何妥善回收並提高
廢棄物資源化比例

末端回收

對國際原物料進口依存度高

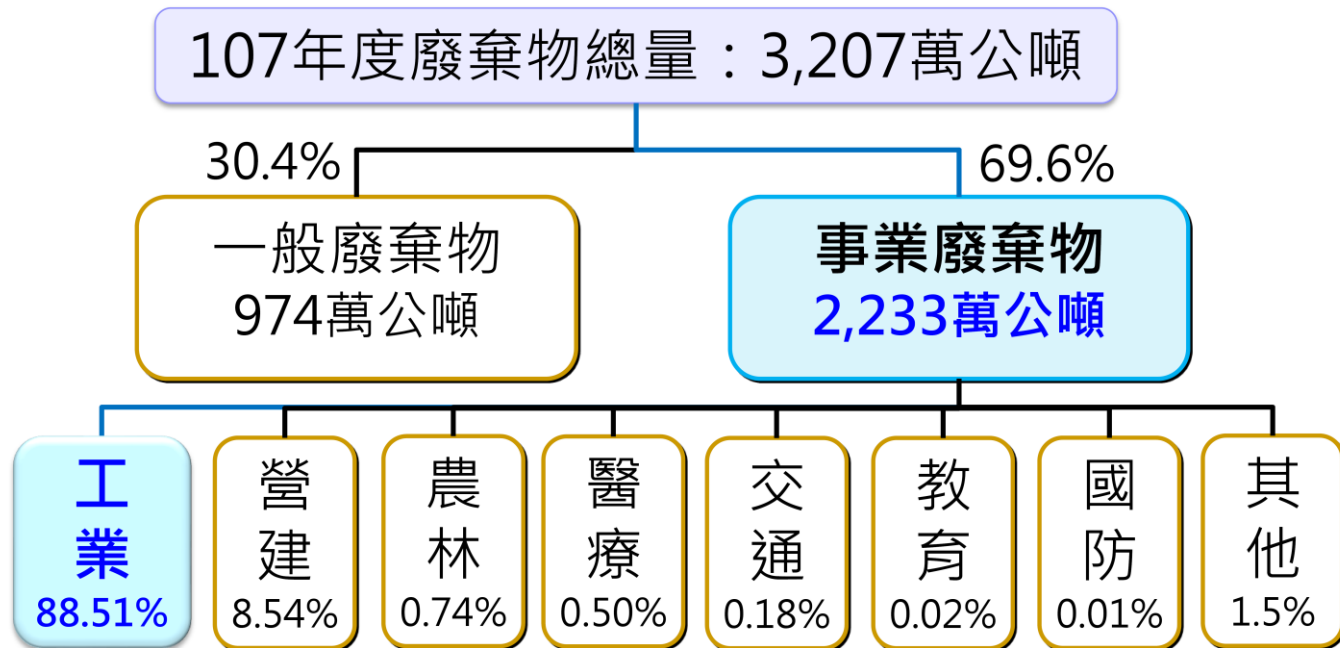
台灣本島礦產資源缺乏，九成以上原料資源仰賴進口，且居民環境永續意識逐年升高與深化，產業發展面臨水、電、土地與能資源取得成本日益升高與國際競爭加劇之瓶頸

- 金銀等22種礦產資源將於未來50年內耗盡
- 鐵、銅、石油、天然氣等將在50-100年內耗盡



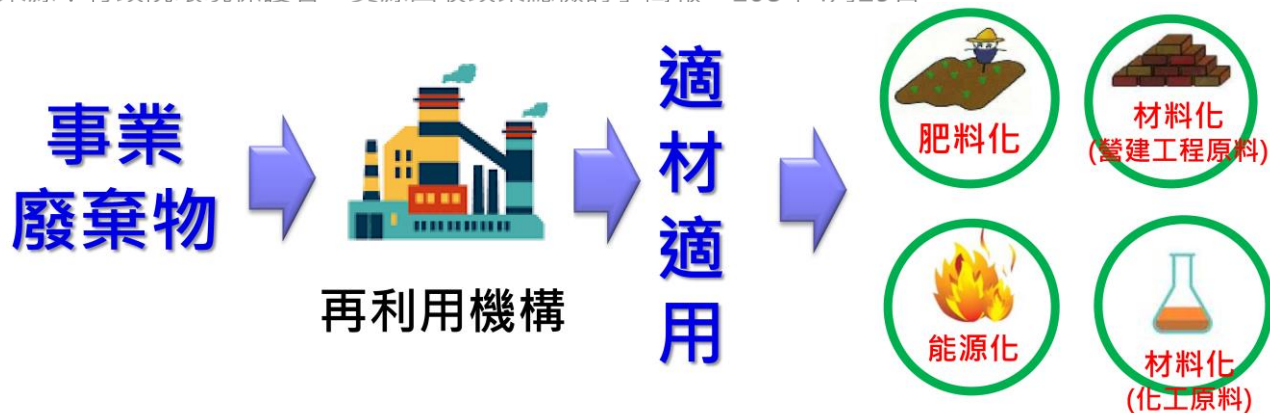
每年使用約3.3億噸，扣除加工再出口物質
國內實際消費量2.6億噸，平均每人每年消耗11公噸

事業廢棄物產生現況

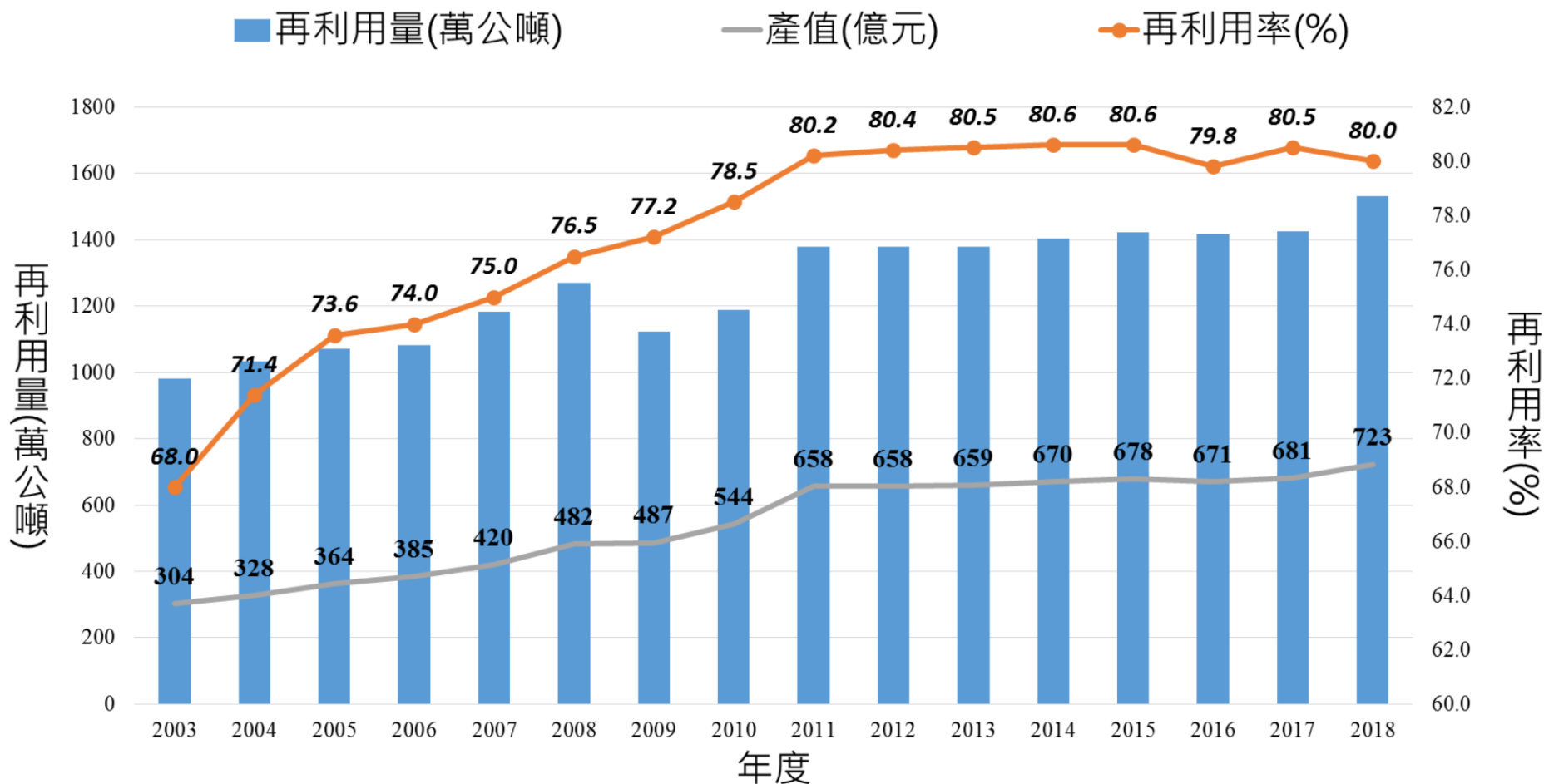


1,977萬公噸

資料來源：行政院環境保護署「資源回收政策總檢討」簡報，108年4月29日



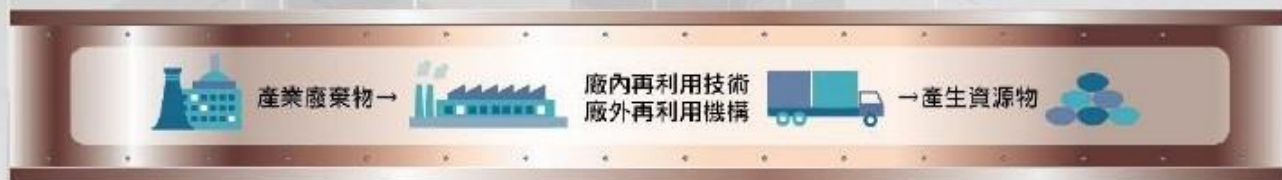
工業廢棄物再利用成效



- 107年工業廢棄物再利用量約1,532公噸，再利用率已提升至80%
- 資源再生產業產值由92年249億元成長至107年之723億元(成長幅度: 138%)

來源: 經濟部工業局

半導體產業的資源物及循環經濟



電子零件

長晶廠



資源物

晶片切晶砂污泥、破片

資源再生後的新產品：



回收切削粉

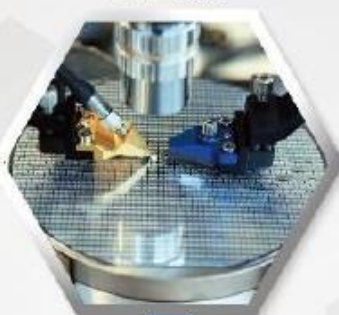


矽粉
(矽鐵替代產品)



回收切削油

晶圓廠



資源物

廢HF、H₂SO₄、廢硫酸銅溶液、
廢有機溶液、混合廢溶劑

資源再生後的新產品：



電子級IPA



電析銅片

封測廠



資源物

廢電路板、廢溶劑

資源再生後的新產品：



非氰化製程廢電
路板回收黃金、鉍



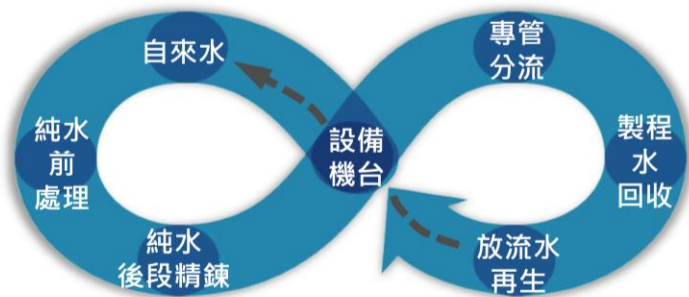
回收高純溶劑

半導體業能/資源永續使用策略

能源 節能減碳



水資源 循環再利用



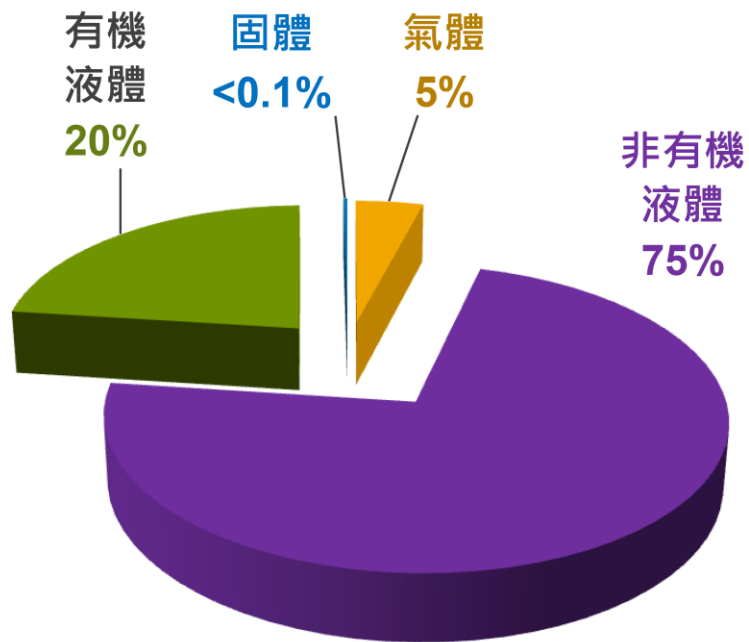
原物料 資源活化



圖片來源: 台積電

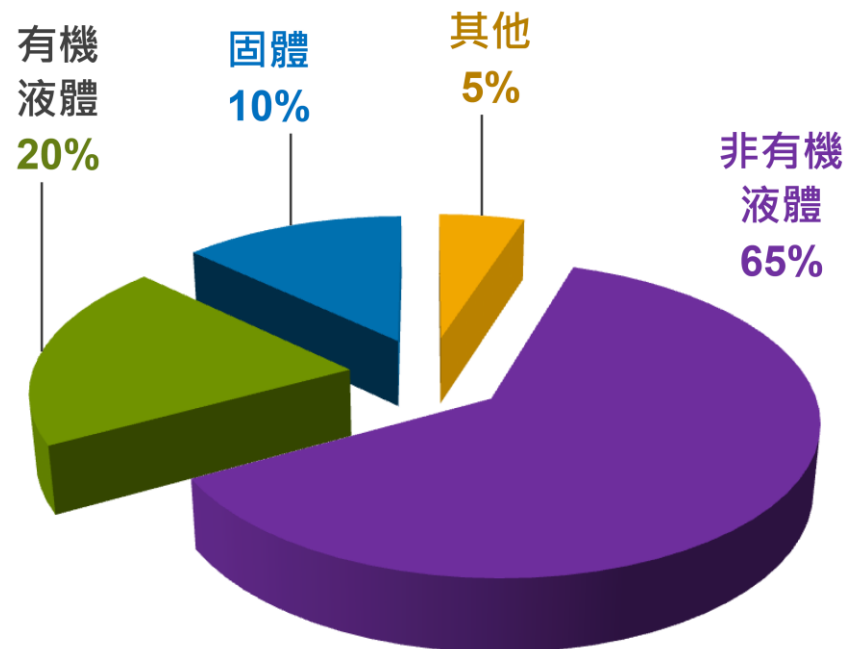
半導體業原物料與廢棄物比例

原物料比例



氣體：不含 H_2 , O_2 , N_2

廢棄物比例



半導體業之原料比例中液體約佔95%(含有機與無機)，所產生之廢棄物型態約85%為液相，故水回收再利用及其有價物質回收循環便成為一大關鍵

圖片來源: 台積電

循環減廢 – 以水資源再生為例

台灣

全球先進國家中年雨量第一



全球排名第19名的缺水國家

平均年降雨：

全球陸地：900毫米

臺灣：2,500毫米 (全球平均的2.8倍)

平均人年水分配使用率：

全球：22,628 立方公尺/人年

台灣：4,595 立方公尺/人年(全球平均的1/7)

水危機 Water Crises

連續7年被World Economic Forum (WEF)列入全球前五大危機

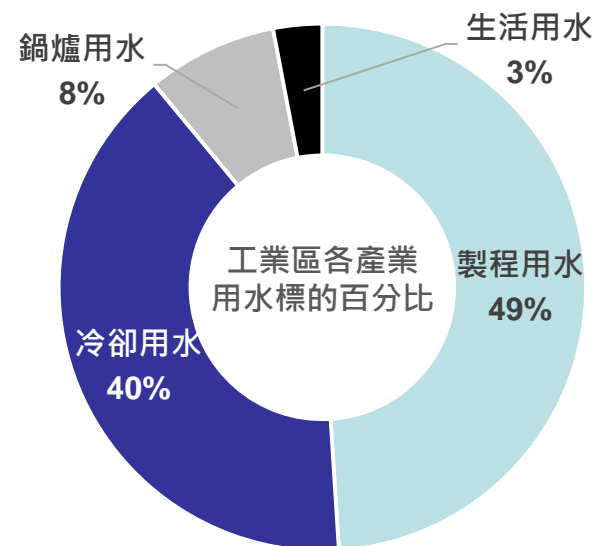
“Water Crises: A significant decline in the available quality and quantity of fresh water, resulting in harmful effects on human health and/or economic activity.”

– WEF Global Risks Report 2018

乾旱及氣候變遷已為地球帶來警訊，因應經濟發展，用水需求會持續增加。水資源短缺將成為全球下一個危機，因此如何有效利用水資源將成為當前政府與企業最重要之課題。

工業用水集中於六大高耗水產業

行業別	佔工業總用水量比例		
	合計	> 1,000 CMD	> 2,500 CMD
化材業	30.8%	29.5%	27.9%
電子業	22.5%	16.5%	11.3%
造紙業	12.2%	11.9%	11.4%
基本金屬業	8.4%	7.6%	7.0%
紡織業	6.2%	4.5%	3.2%
石油業	4.9%	4.8%	4.8%
小計	85%	74.8%	65.6%



- 冷卻、成品與桶槽清洗，蒸氣加熱
- 各階段製程加工成品清洗、空調、淨水系統
- 冷卻、各階段製程加工成品清洗
- 冷卻、合成反應、成品清洗，蒸氣加熱

數據來源: 財團法人環境與發展基金會

再生水之利用

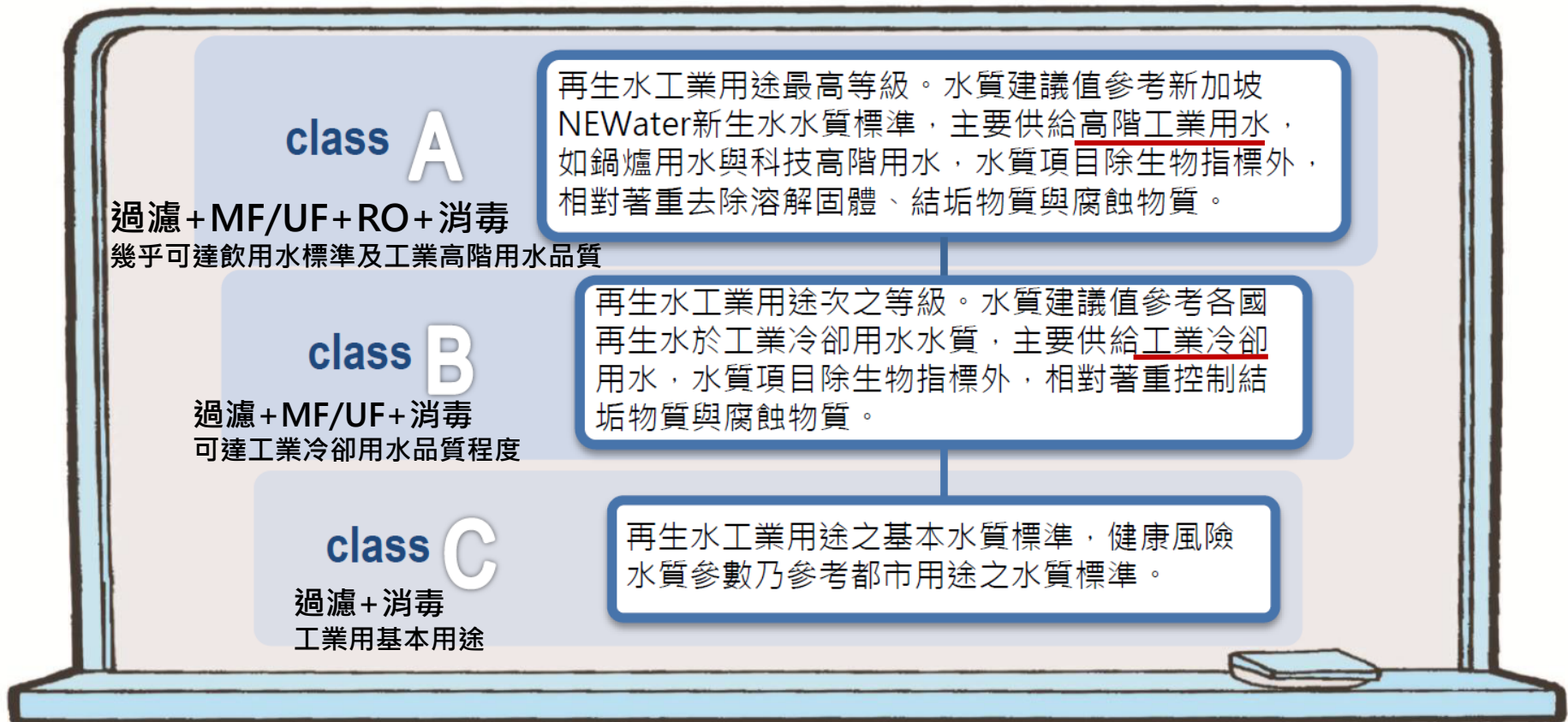
再生水利用以不得供作直接食用及食品業、藥品業之用水為原則，依用途不同，廢（污）水經過污水處理設施處理後，其放流水透過水再生設施，或廢（污）水直接進入水再生設施處理後，藉由配水系統提供**工業用水**(冷卻水、製程水與鍋爐用水)、**生活次級用水**(沖廁、地板清洗、洗車及其他不與人體直接接觸用途等)、**環境景觀用水**(景觀澆灌、灑水、街道清洗、濕地及河川環境保育及其他不與人體直接接觸之用途)等。

再生水水質標準

水質項目	基本水質標準	生活次級用途
		景觀、澆灌、清洗、灑水抑制揚塵、沖廁等
pH	6.0-8.5	6.0-8.5
濁度 (NTU)	5	5
TOC (mg/L)	10	10
氨氮 (mg/L)	10	10
餘氯 (mg/L)	-	結合餘氯: 0.4/ 自由餘氯: 0.1
大腸桿菌群 (CFU/100 mL)	-	200

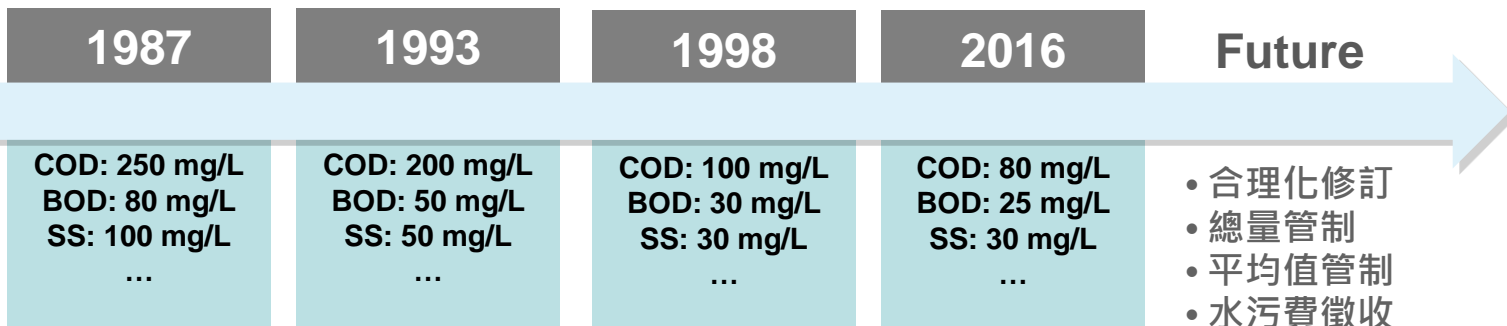
再生水之利用

- 工業用途之再生水依水質可分為Class A, B, C 三級，依其水質得以應用於各特定用途，符合相關用途水質標準



事業放流水標準之演進及相關廢水處理技術

事業放流水標準之演進



廢水



去除水中懸浮固體物、膠體物、油脂等。



去除水中溶解性有機物，(降解COD or BOD)



去除廢水中難以生物降解之有機物、溶解性無機物

放流水

處理技術

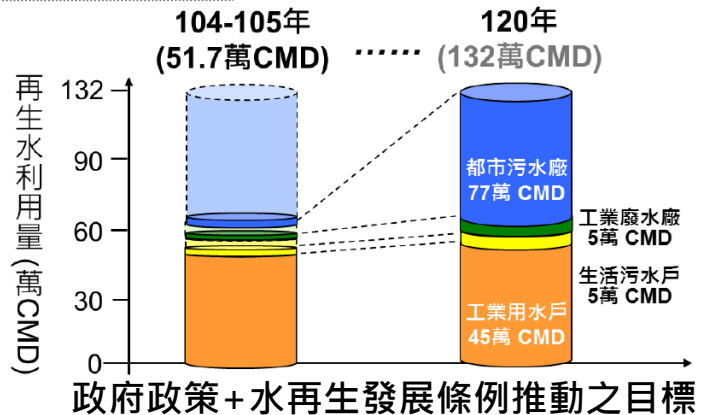
物理篩除
混凝
沉澱
浮除
中和(pH調整)
調勻

處理技術

活性污泥(AST)
上流式厭氧污泥(UASB)
厭氣流體化床(AFB)

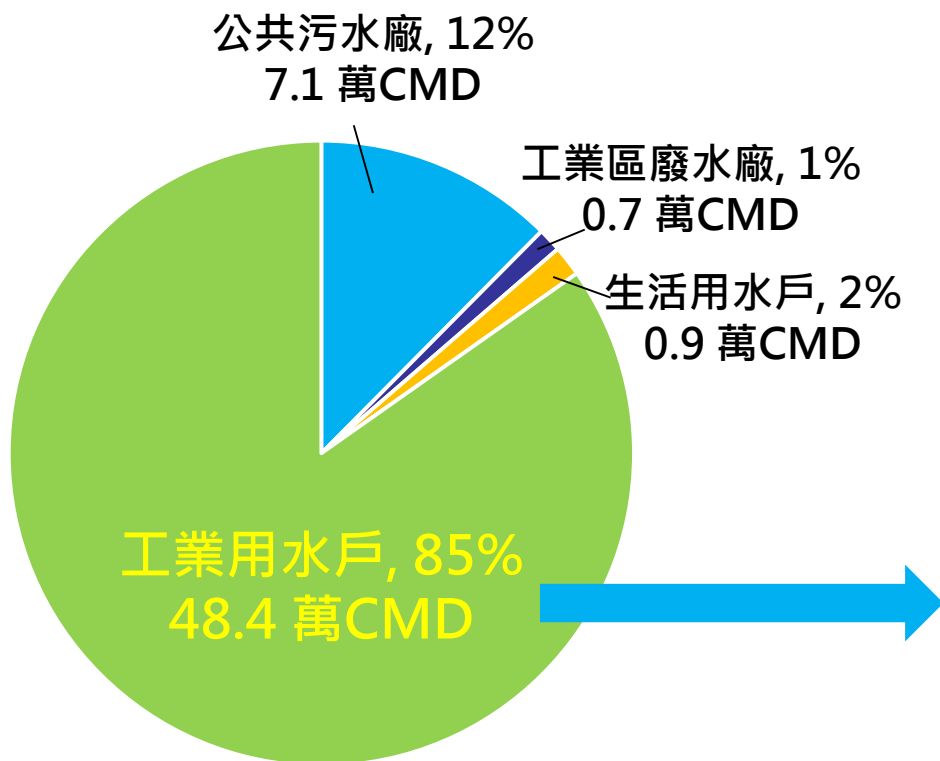
處理技術

活性碳吸附
離子交換
膜分離技術
電透析
臭氧氧化法
Fenton法



評估合適之水回收處理技術，將可提高水資源回收再利用率，並補足用水缺口

現階段台灣再生水利用量



現況：107年 **57.1萬**CMD

工業用水戶基於用水效率最佳化，
大多已自主進行廠內用水回收作業

全球水務樞紐標準化

水資源解決方案 | 適合全產業應用

來源: 經濟部水利署

節能

Energy saving



貯能系統 ESS

薄膜蒸餾 MD

電容去離子技術 CDI

智慧監控

Smart monitor



水質監控 Water Quality

水量監控 Water Quantity

加藥控制 Chemical Addition

造水監控 Water Production

循環技術

Recycling technology

污泥材料化 Sludge Materialization

污泥能源化 Sludge Energization

氨氮回收 Ammonia Recovery



支撐式液態薄膜 SLM

薄膜蒸餾 MD

有價金屬回收 Metal Recovery

創造能源 Energy Production

智慧水管理 Smart Water Management

中水 Reclaimed Water

造水 Water Production



霍亂弧菌 | 大腸菌 | 鞭毛蟲
痢疾桿菌 | 隱孢子蟲 | 藻類

農藥 | 有機物
三鹵甲烷

砂濾 SF

微濾 MF

0.1 μm

超濾 UF

0.01 μm

奈濾 NF

0.001 μm

逆滲透 RO

0.0001 μm

腐植酸 | 病毒 | 黃腐酸
陰離子界面活性劑

氯離子 | 鈉離子 | 鋅離子
氟離子 | 鉛離子 | 硫酸根離子

BioNET

Ceramic membrane

Highly-concentrated

Anti-scaling

High Quality

Total solution

Zero discharge

生物擔體

陶瓷膜

高倍濃縮

抗結垢

高品質產水

整體規劃

近零排放

Pressure difference 壓力差

Temperature difference 溫度差

Concentration difference 濃度差

Voltage difference 電壓差

MF | UF | MBR

薄膜蒸餾 MD

離子交換 IE

EDR

中空纖維膜 | NF

MD

IE

電容去離子技術

CDI

台積電：邁向循環經濟3.0

產業案例

~Y2010 循環經濟 1.0

供廠外他業降級使用：

- 異地回收
- 廢物分類，廢水回收和降級再利用

源頭減量

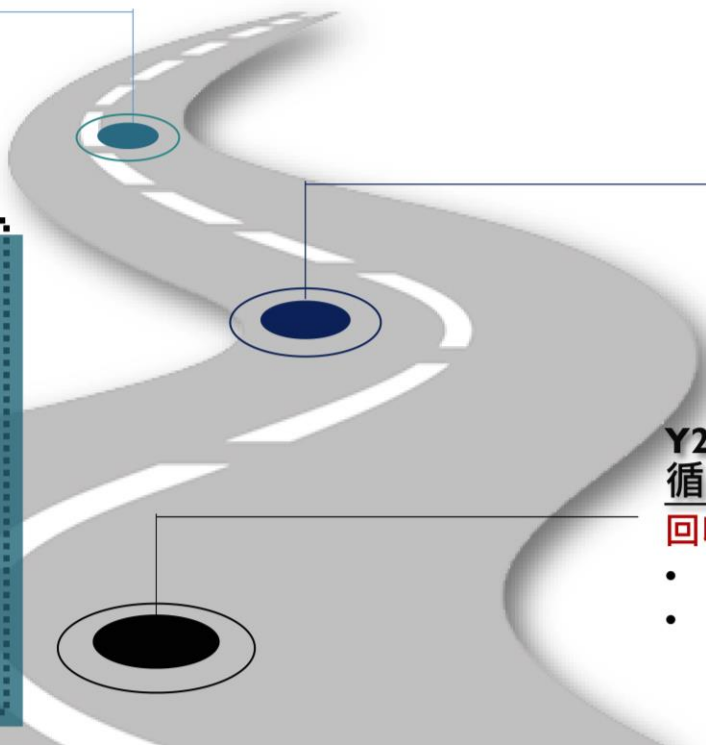
持續推動源頭分類減廢，要求廠商提供低耗量化學品機台

循環經濟

與廠商合作研究新的廢棄物回收技術，強化廢棄物回收再利用

稽核輔導

透過高科技產業之廢棄物廠商評鑑稽核規範，進行稽核與聯合評鑑輔導



Y2010~present 循環經濟 2.0

導入廠內降級使用：

- 內部再生使用
- 廢棄物料增值

Y2015~present 循環經濟 3.0

回收後回供電子業使用：

- 從搖籃到搖籃
- 返回電子級能資源物料

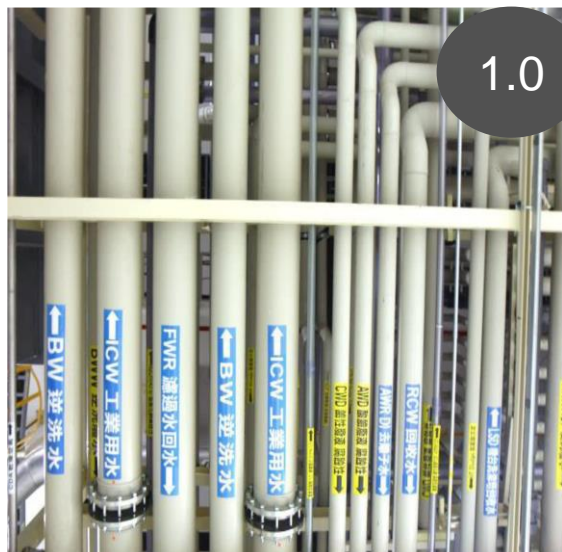
107年

總廢棄物產出量 473,756公噸

回收廢棄物產出量 447,940公噸

95%
廢棄物回收率

來源: SEMI 國際半導體產業協會



廢棄物管理

有效進行廢棄物分類管理

各製程機台廢水/液分流設置
水回收及廢棄物處理技術研發

製程水回收率>85%

廢棄物降級使用率>90%



廢棄物再利用衍伸

廠外異業合作再利用

與46家廠商合作處理25項廢棄物，
製成30類以上產品利用於其他產業

達95%回收率

廢棄物增值再利用

投入廢棄物再生技術研發
TMAH, 銅, 硫酸, 氨水, 冰晶石...



搖籃到搖籃

活化/純化再生

提升再生技術，使資源化產品自工
業級提升自電子級

ppm→ppt

廢棄物增值再利用

投入廢棄物再生技術研發
TMAH, 銅, 硫酸, 氨水, 冰晶石...

CIRCULAR

循環再生

循環設計
水循環
廢棄物/可再利用資源
管理

LOW CARBON

低碳使命

整合型碳管理
綠色及再生能源投資
低碳產品及服務
調適與韌性
創造永續生活型態

INCLUSIVE

社會共融

社會影響
社會創新

COLLABORATIVE

價值共創

智能型採購
供應鏈管理科技化發展
策略性夥伴關係

以永續發展為目標推動各項工作，攜手供應商建立綠色供應鏈，並著手進行供應鏈流程改善

2016

源頭管理

資源化40%
無硼顯影劑導入

2017

資源化開發

顯影劑回收專案(NMP取代DMSO)
廢膠條再利用

2018

資源循環

資源化65→70%

2019

2020

建構產業循環模式

日月光策略		日月光執行案例	成果
循環再生	• 循環設計	• 製程浸泡槽藥水回收使用	• 藥水添加量減少27%
		• 減少釘架下腳料產出	• 平均降低23.5%基板原物料
		• 無硼原物料導入	• 節省硼廢液處理費130萬/月
廢棄物/可再利用資源管理	• 錫球再利用	• 回收量960公斤/年	
	• 化學品再利用:丙酮回收	• 減少丙酮廢液8噸/年	
	• 水循環	• 中水回收再利用	• 中水回收量2017年495萬噸
低碳使命	• 低碳產品	• 晶舟盒回收	• Y2017回收量4.1萬個/年
		• 化學空桶回收	• 直接再利用回收量約10噸
價值共創	• 智能型採購 • 供應鏈管理科技化發展	• 封測環安雲的循環經濟策略	• 封測產業化學品一致性管理標準，提升管理時效。
		• 策略性夥伴關係	• 二氧化矽壓模膠做為水泥原料
社會共融	• 社會影響	• 提供園區內廠商電動交通車接駁使用	• 35萬人次/年的使用量

使產品生命週期達能
資源消耗之最小化

清潔生產

提高能源效率
減少溫室氣體排放

碳資源管理

用水效率提升
2020年單位產品用水
減量10%

水風險管理

推動循環經濟
降低生產對環境之衝擊

廢棄物管理

280 萬 KWH 再生能源發電量

再生能源發電量達280萬KWH，為台灣晶圓代工 業界之冠

51% 單位含氟溫室氣體排放削減量

達成排放強度降低51%的削減目標，年度含氟溫 室氣體減量達128.5萬噸CO₂e，氣體取代措施節 省原物料費用達 2,000萬元以上

3.15 百萬噸再生水使用量

新加坡I2i廠使用再生水量達3.15百萬噸，占I2i廠總取水量3.35百萬噸之94%，南科廠未來配合政府興建再生系統完成後將逐步測試引用，來提高再生水用量，降低當地水資源衝擊

90% 廢棄物再利用

再利用數量為35,053公噸，回收再生資源收益超過3,500萬元

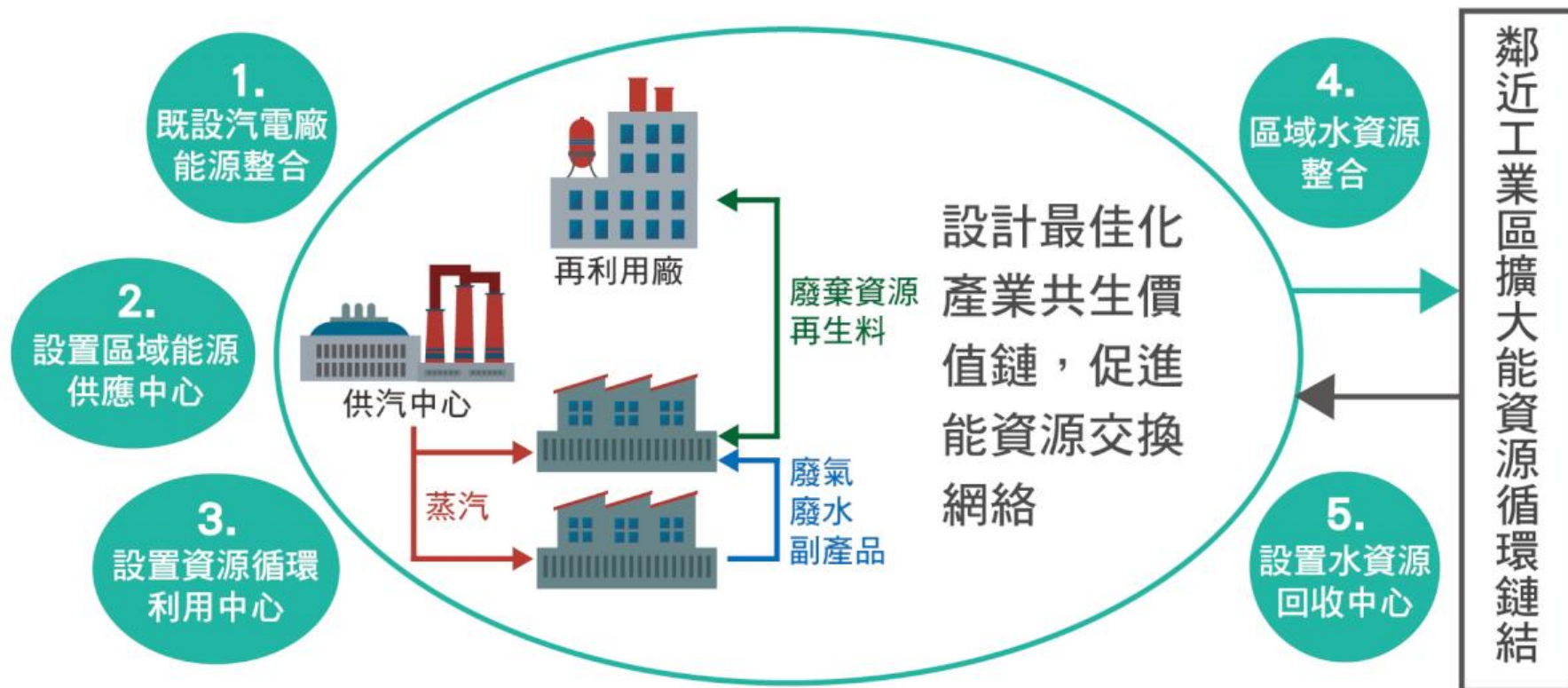
100% 認證

聯電所有廠房均通過ISO 14064-1 溫室氣體排放量查證、ISO 14001環境管理認證及QC 080000有害物質管理系統認證
台灣所有廠區皆取得「經濟部工業局清潔生產評估系統認證」

來源: SEMI 國際半導體產業協會

工業局除持續推動既設工業區能資源循環利用外，未來國內新設工業區前，將以循環經濟之思維模式發展**循環經濟園區**，透過系統性的規劃設計，將工業生產過程排放的能源、資源、廢棄物及廢水，妥善收集、再生及循環利用，兼顧產業發展與環境保護。

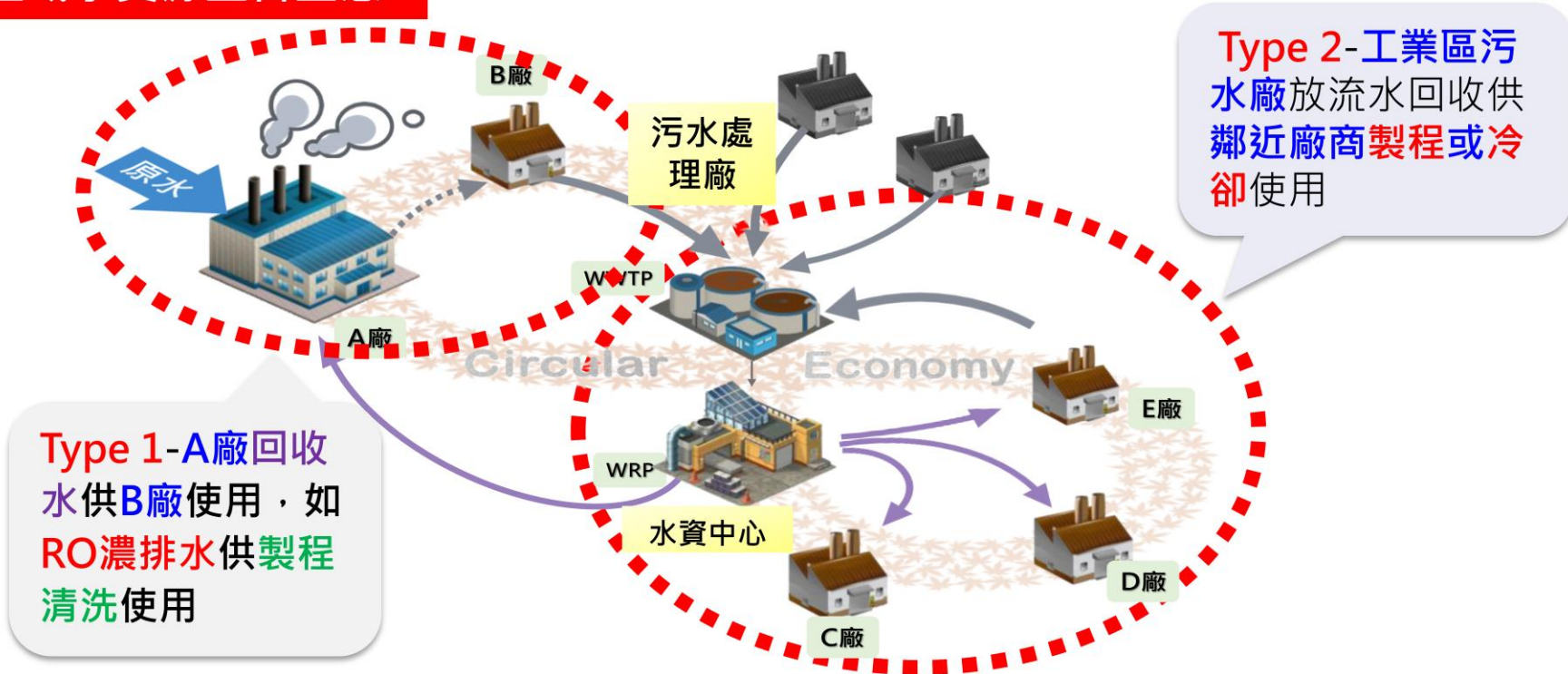
「能資源整合」為循環經濟的第一步



工業用水回收循環作法

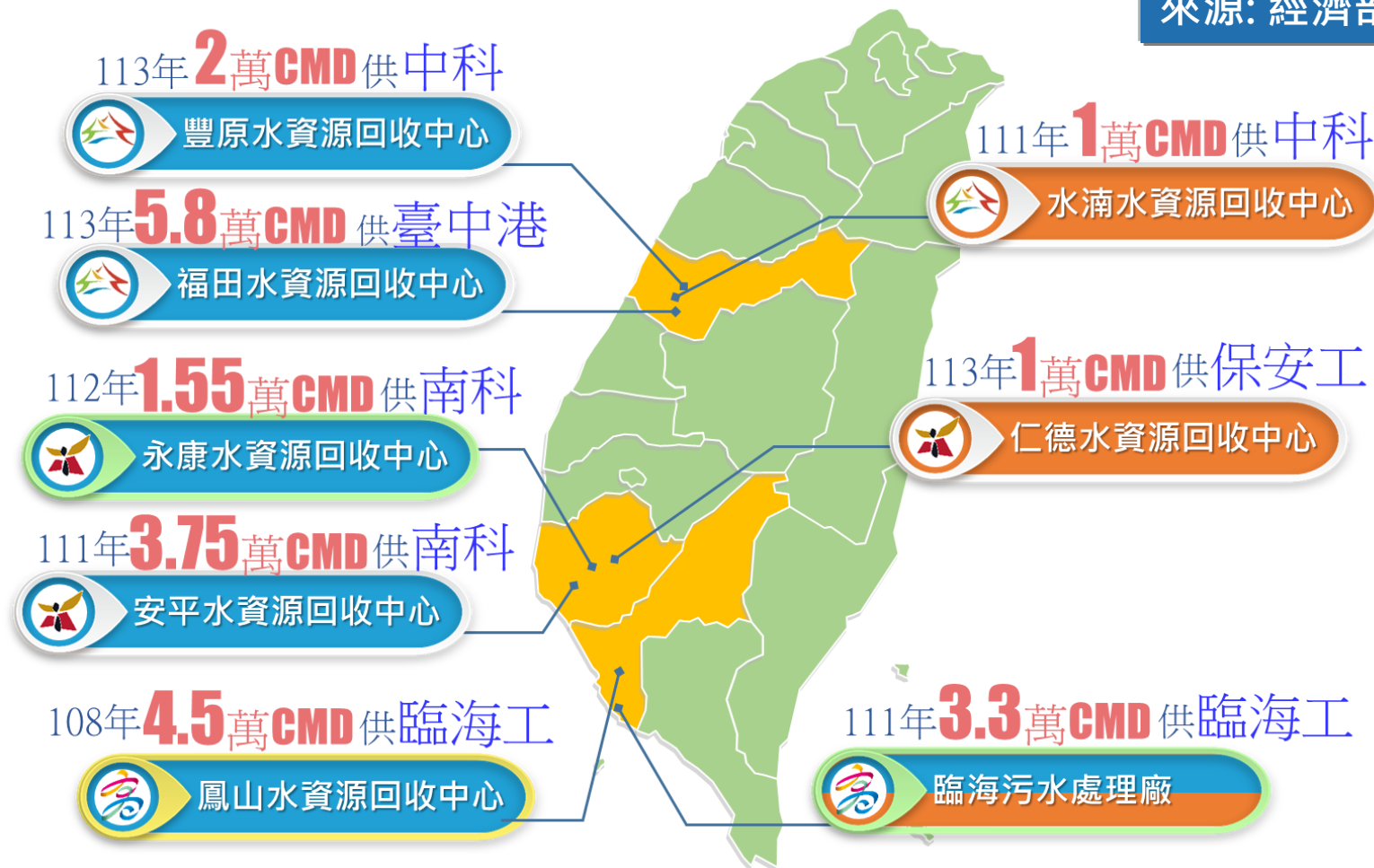
- 廠商節水回收: 廠內水資源循環再利用
- 使用新興水源: 高雄臨海工業區使用鳳山溪及臨海再生水達7.8萬噸天
- 區域水資源整合: 產業園區廠水資源供需媒合

區域水資源整合型態



再生水廠現在進行式

來源: 經濟部水利署



前瞻建設

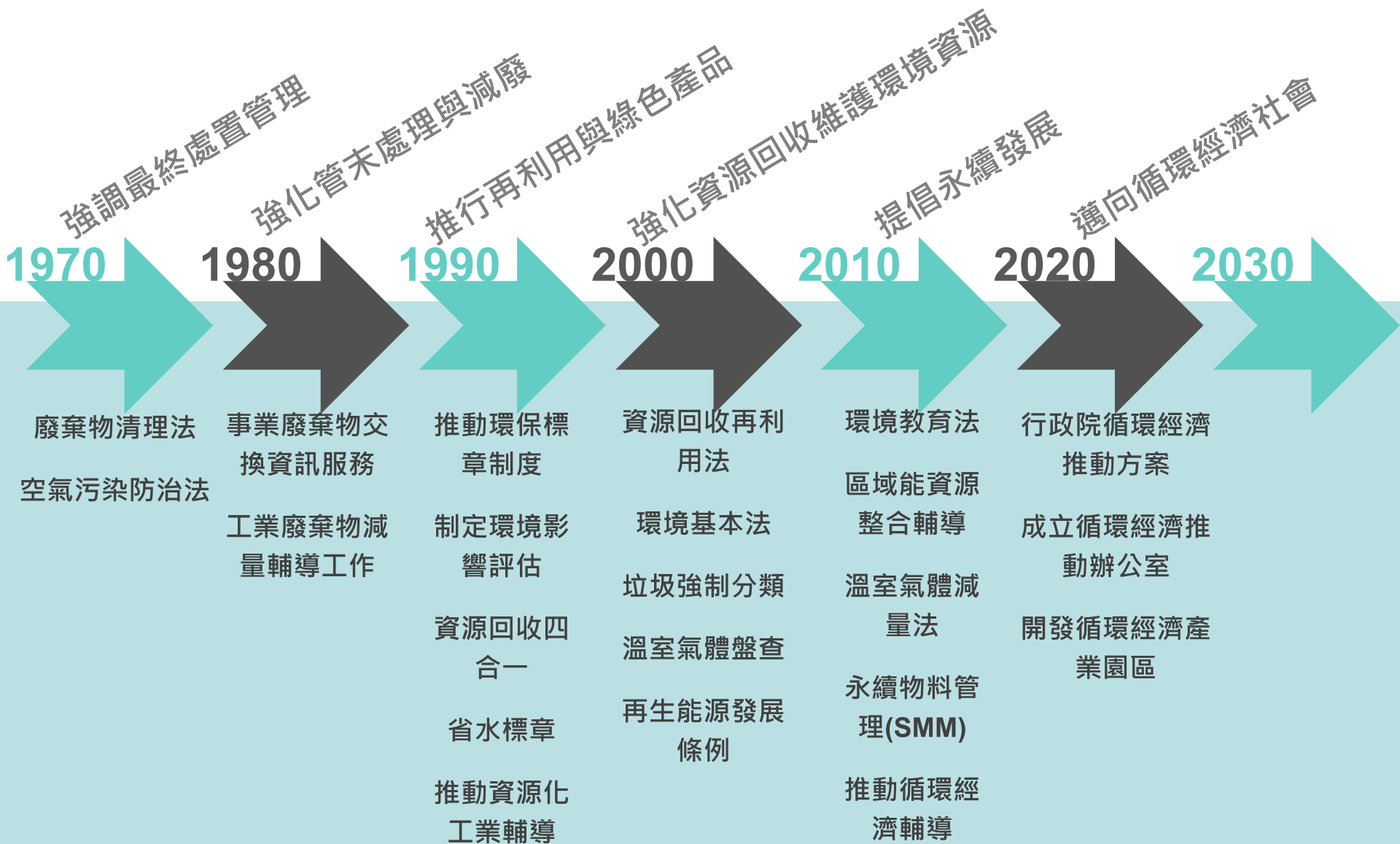
示範計畫

營運中

建設中

規劃中

台灣資源再生與循環產業政策法規演進



產業永續發展之困境與機會

機會: 解決方案



資源短缺

以電子垃圾為例，其每年以500%速率增加，但進入循環利用的僅有20%
金銀銻鎢等稀有金屬將在50年內開採殆盡

環境衝擊

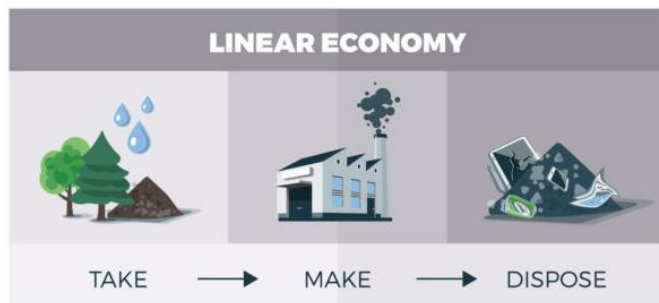
電子廢棄物佔垃圾總量之2%，卻在垃圾掩埋場中之有毒(有害)物質中佔比高達70%



人口增長

開發中國家(印度、衣索比亞、印尼等)人口快速成長，預計於2050年全球人口將達97億

經濟?
環保?



線性經濟轉換為循環經濟之新思維



搖籃到搖籃之循環經濟概念

企業導入循環減廢與資源再生概念，不僅符合循環經濟，更將帶來龐大商機

Q&A

梁德明 博士

水科技研究組 組長
材料與化工研究所

tehming.liang@itri.org.tw

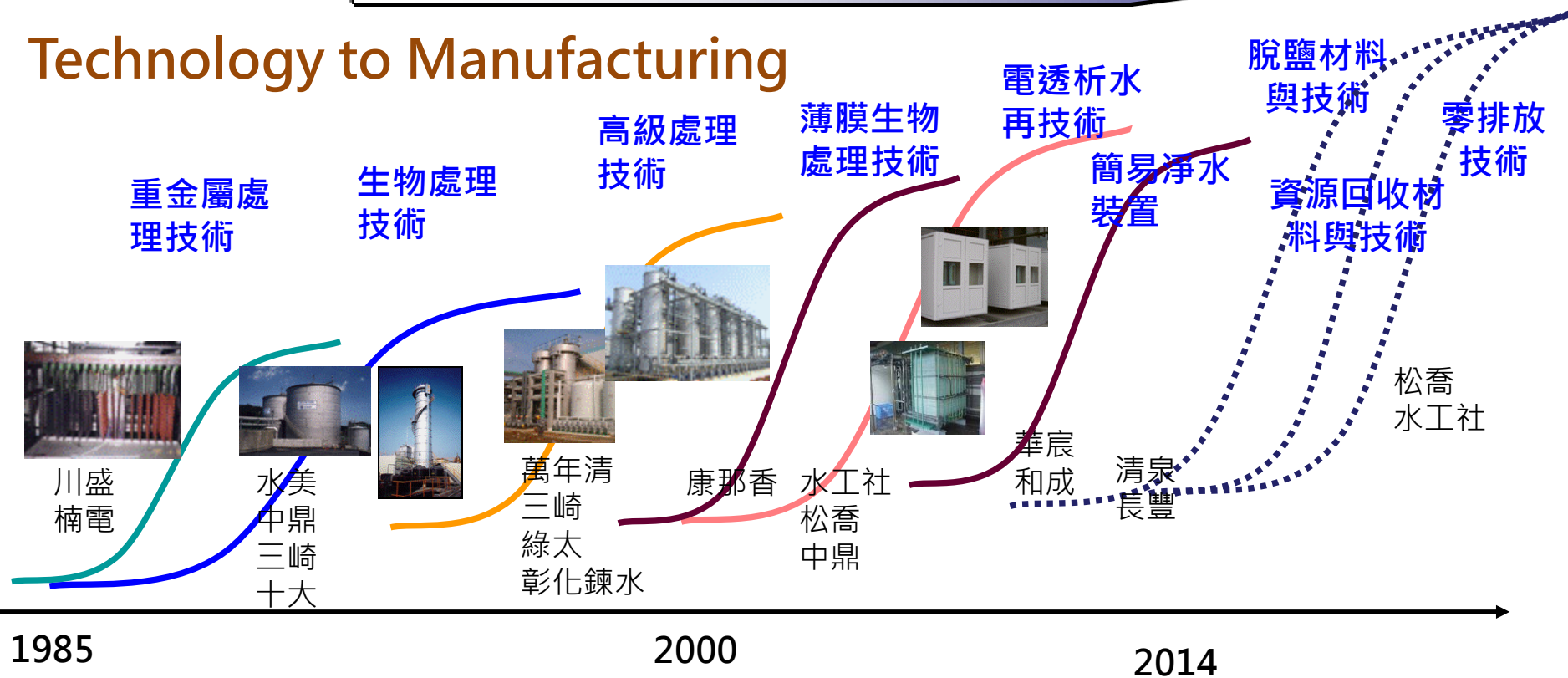
Thanks

環保法規越來越嚴格, 永續發展需求愈來愈強烈

傳統工業如食品、石化、化工、人纖、紡織...

新興工業如半導體、LCD、LED、Solar cell...

Technology to Manufacturing





針對水/廢水處理及水回收再生等需求，提供專業的技術解決方案，累積了25年以上的水處理經驗，擁有豐富扎實的技術與實廠放大應用實績，目前已有超過100個以上的成功實廠案例。

厭氧生物處理技術

上流式厭氧污泥床(UASB)
厭氧流體化床(AFB)
厭氧薄膜生物系統(MCMFB)

好氧生物處理技術

改良式好氧生物(AICAR)
BioNET生物技術
膜離生物反應器(MBR)

物化及水回收處理技術

流體化床結晶床(FBC)
電解還原/流體化床(Fenton)
倒極式電透析(EDR)

薄膜材料與套裝式處理設備

NF(奈濾)膜材與淨水技術
Qwater
淨水手杖0

國內應用實績

高科技業：>20案
半導體：台積、聯電...
面板：友達、群創....
太陽能：昱晶、奇力...
節水技術服務高科技產業>220案

傳統產業：>60案
食品：統一、金蘭、葡萄王
酒廠：台酒、金酒....
石化：長春、亞東石化、中美和
染整：佳和、遠東、麗嘉.....
節水技術服務一般產業>100案次

國家公共工程：6案
自來水公司、彰化永靖、苗栗卓蘭淨水場、屏東加工區、東港溪鳳山淨水場
節水技術服務政府機關、學校 > 30案次

社區/家用/個人運用：10案
偏遠社區學校：羅浮國小
緊急救災：慈濟、水利署、家用/個人：華宸、錢唐軒、和成
節水技術服務民生用水>50案次
雨水貯留>10案次

國際市場機會與應用實績

新加坡

- 政府計畫
新加坡電子產業用水效率提升服務計畫，完成8案次。
合作對象：新加坡南洋大學。
- 高科技業
美商Micron含氟廢水工程案
合作廠商：水之源/新加坡 Century Water
- 未來市場：高科技廢水處理與水再生回用

中國大陸：>20案

- 主要實績：
以台商為主之產業：造紙、化纖、電鍍、化工、PCB等
- 合作廠商：萬年清、松喬、彰化煉水、尚磊、水工社、新長豐
- 未來市場：傳產業/高科技廢水處理與水再生回用

馬來西亞

- 主要實績：10案
以當地傳統產業：食品、飲料與乳製品、化工、紡織等
- 合作廠商：Trident(local)
- 未來市場：傳統業廢水

- 菲律賓、泰國、印尼、柬埔寨、印度、中國大陸
- 慈濟、紅十字會

印尼

- 主要實績：1案(寶成鞋業)
- 合作廠商：萬年清
- 未來市場：棕梠油相關工業

越南

- 主要實績：3案
以台商為主之產業：發酵、皮革、螺絲
- 合作廠商：萬年清、水工社、松喬
- 未來市場：傳統業廢水

創新水科技研發 邁向永續發展之願景

Innovative Technology R&D for Water Sustainable Development

[關於我們](#)[技術服務](#)[技術園地](#)[活動訊息](#)[廠商專區](#)[影音圖片](#)[相關連結](#)[聯絡我們](#)

技術動態

[RSS](#)[MORE >](#)

- Qwater進駐烏來地區協助提供飲用水
- 有了BioMF 飲用水不再是味噌湯
- 電紡奈米纖維複合膜應用於直接接觸式薄膜蒸餾系統

最新活動

[RSS](#)[MORE >](#)

- 2015水利產業研討會 (2015/10/29~30)
- 水資源處理技術交流會 (2015/10/28)
- 國際綠色產業展 (TiGIS)水利產業專家論壇 (2015/10/14)

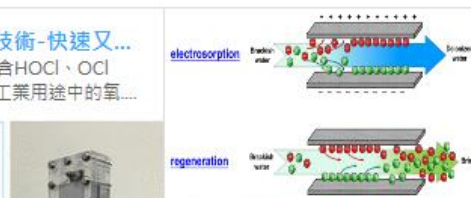
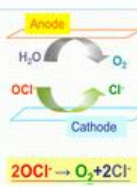


超音波污泥減量技術之開發



高效益兩水貯留供水系統...
氣候變遷效應及都市化發展，降雨集流
時間縮短與逕流量變...

電化學除氯技術-快速又...
自由餘氯(包含HOCl、OCl
-)常作為民生與工業用途中的氧...



電容脫鹽技術(CDI)-下世...
水資源不足是人類未來面對的重大難
題，而當前全世界容易...



廠商專區
水科技產業廠商
專業園地

廠商專區 資訊刊登

最佳的商品加值
行銷平台



<http://www.itriwater.org.tw/>