

污泥減量新技術介紹

水之源企業股份有限公司

周珊珊博士



台灣污泥處理現狀

- 台灣每年產生近400萬噸污泥，每年總量增長超過20%，僅少部分 (<15%) 進行焚燒或農業用途，大部分仍採掩埋方式處置，對生態環境造成嚴重影響。
- 由於土地資源緊張，多數掩埋場已接近飽和，新增掩埋場數量有限，無法承擔日益增長污泥量，迫切尋求有效解決方案。



污水管網覆蓋率：

1992年 (3%)

2003年 (14.7%)

2009年 (33%) (40,000噸/天)

污泥處置費用：

堆肥/掩埋：NT2,500~4,500元/噸

焚化：NT5000~6,000元/噸

固化：NT8000~10,000元/噸



水之源企業股份有限公司

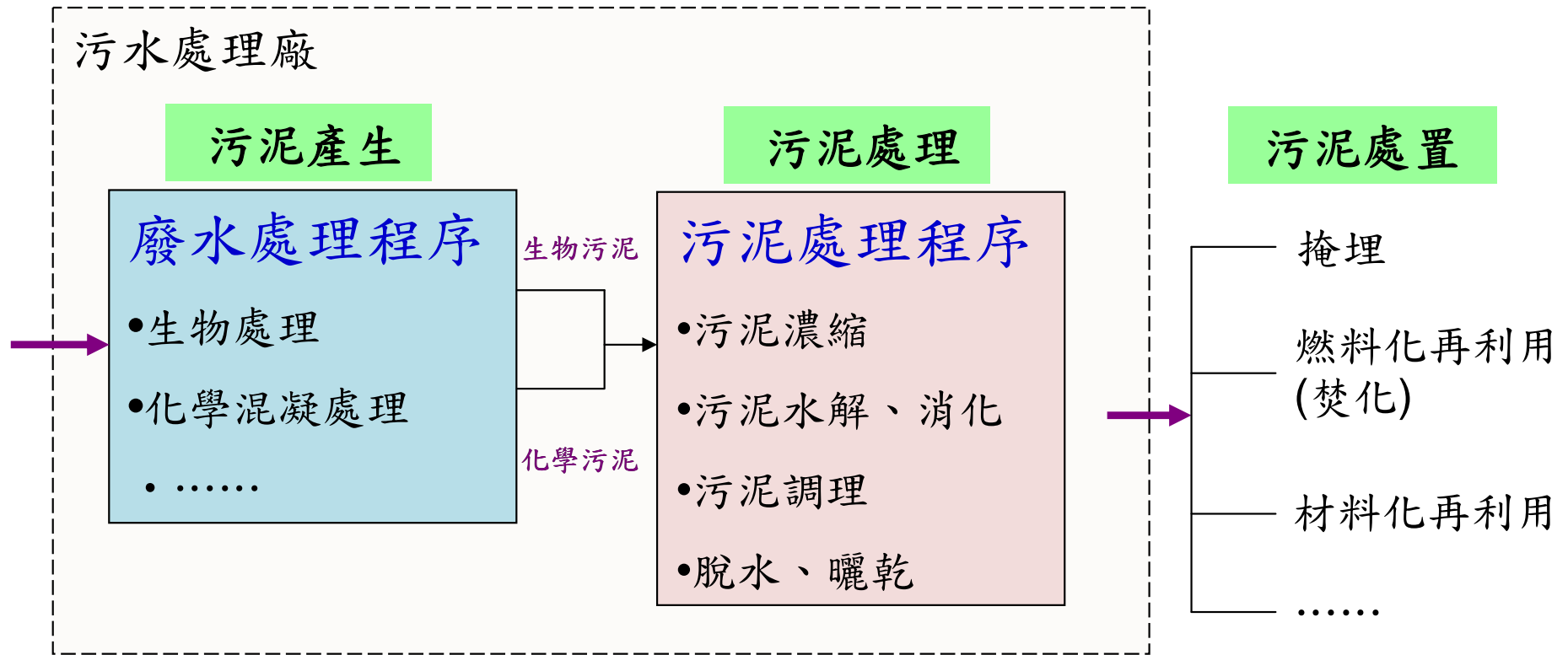
WaterPark Environment

污泥處理問題面面觀

- 污泥產量逐年增加
- 污泥處理法規日趨嚴格，污泥棄置成本逐漸提高
- 污泥廢棄物後續處置問題
 - 掩埋：現有掩埋場空間不足，且無新設掩埋場(導致污泥清運費逐年增加，且未來可能無處可去)
 - 焚化：污泥含水量太高，所需輔助燃料量太多，且容易產生有害衍生物
- 污泥減量技術具有未來市場前瞻性
- 污泥處理的關鍵問題
 - 現有污泥脫水機僅能將生物污泥含水率降至80%
 - 細胞內水分(> 70%)無法移除



污水處理廠污泥產生與處理處置之整體分析



污泥產生量關鍵因素

- 生物與化學處理
- 程序的選擇與組合
- 各單元操作條件(如加藥量)

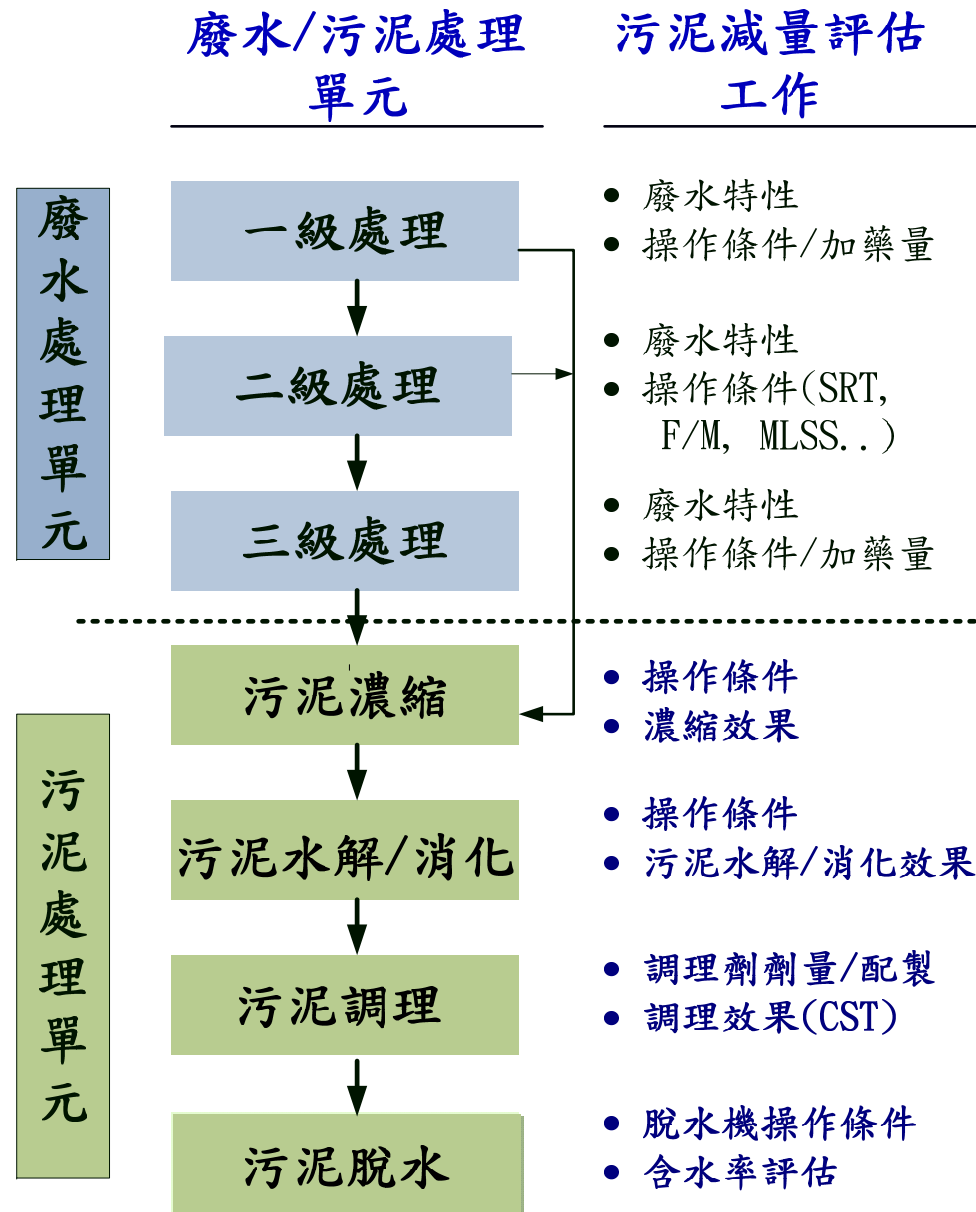
污泥產生量關鍵因素

- 生物與化學污泥的分流
- 是否考量進一步減少有機質(如水解、消化)
- 最終污泥處理單元(脫水或曬乾)可達的含水率

污泥處置關鍵因素

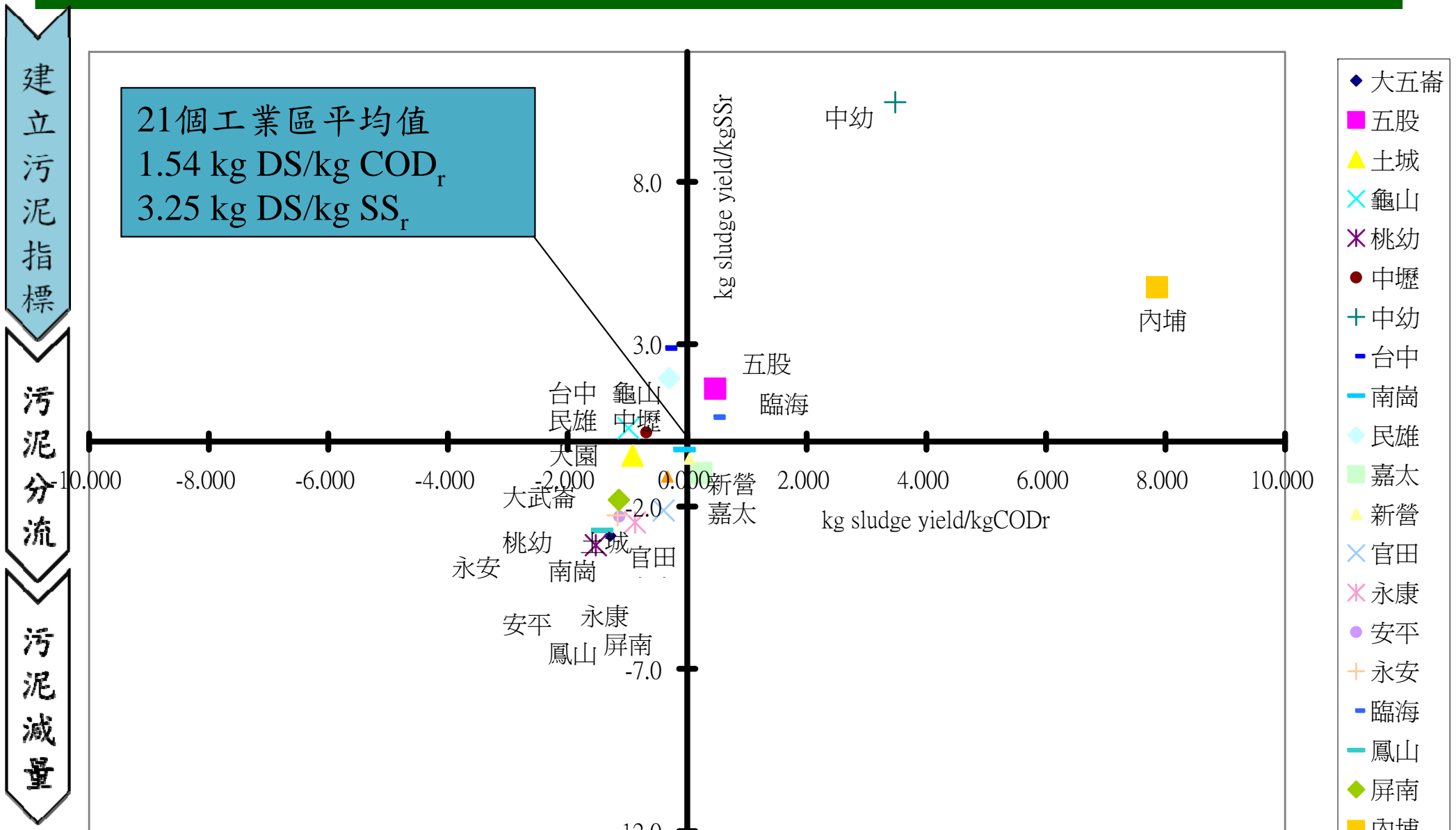
- 含水率、熱值
- 三成分(水份、灰份、可燃份)
- 重金屬含量
- 元素分析

污水廠污泥處理問題解析



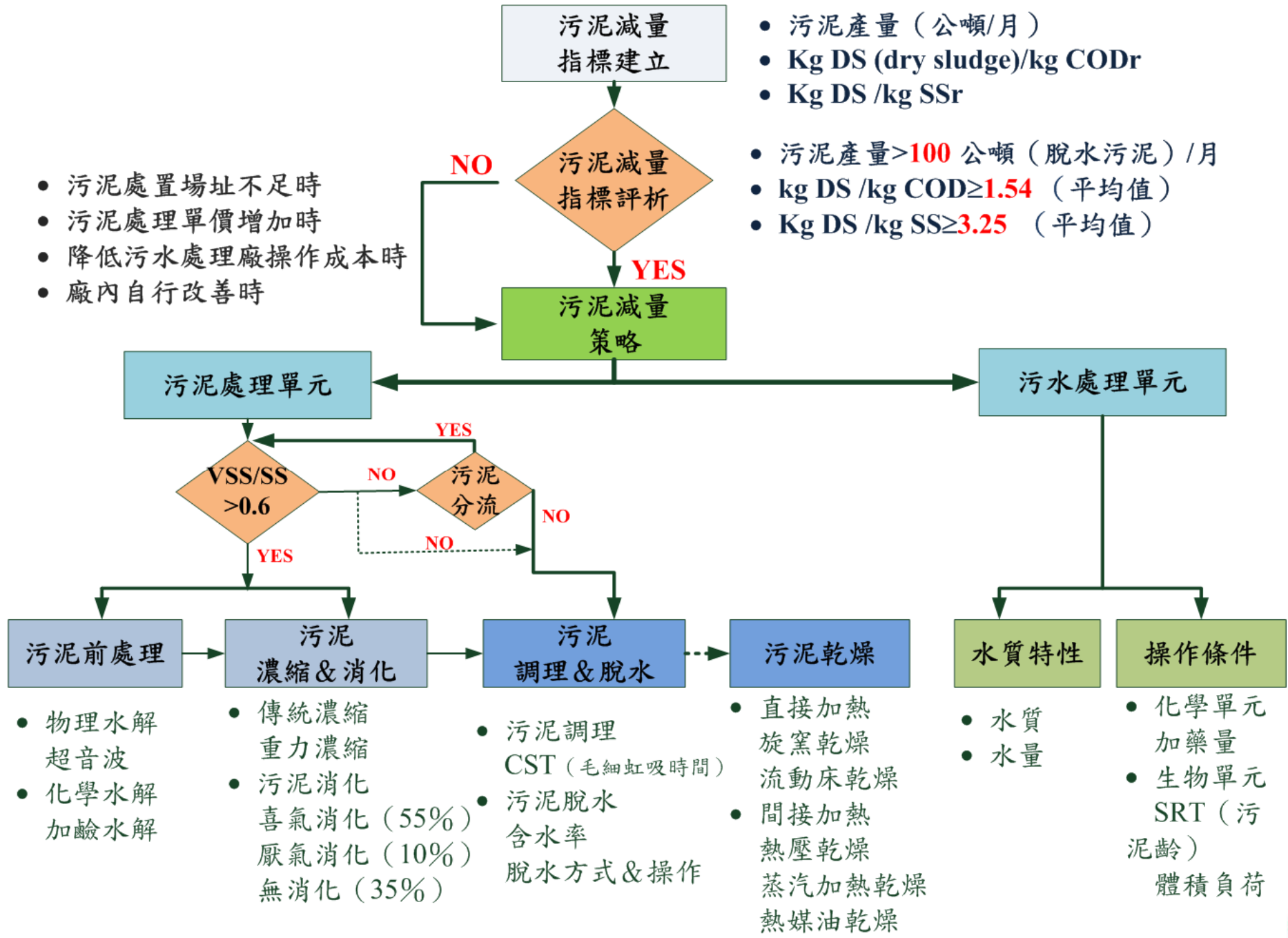
污水處理廠污泥指標建立-以工業區資料進行統計

kg DS/ kgCOD_r & kgDS/kgSS_r



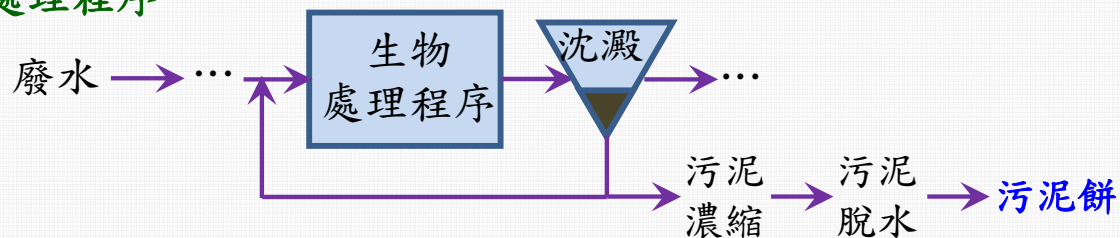
工業區污水處理廠污泥減量執行構想

建立污泥指標
污泥分流
污泥減量



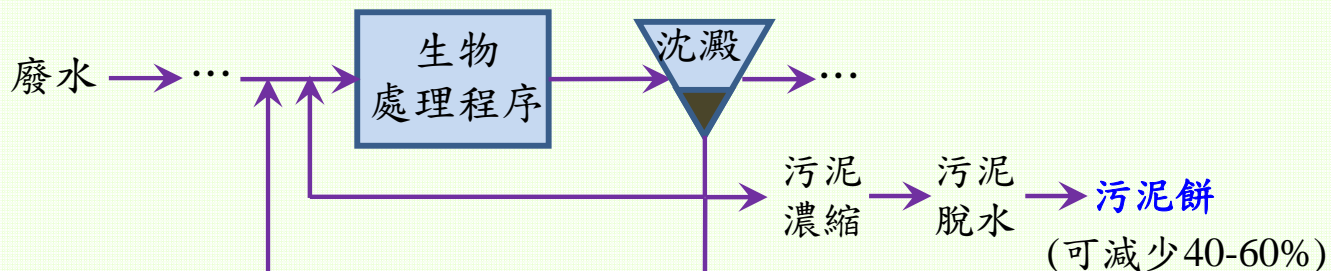
污泥水解概念

廢水處理程序



污泥餅

- 含水率80%
- 70% 水存在細胞內



產業效益

- 節省清運費用(40%)

環保效益

- 減少污泥量
- 節省掩埋空間，延長掩埋場使用年限

細胞破碎
水份釋出

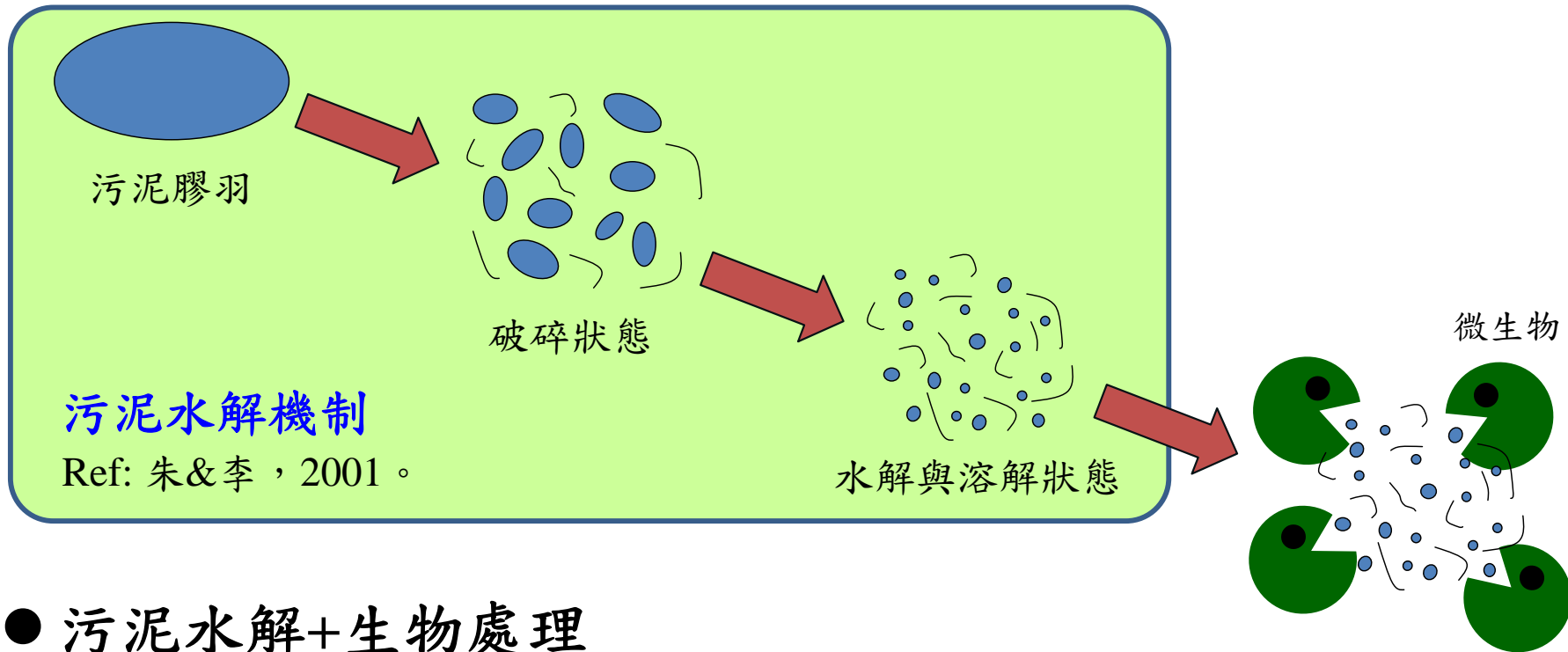
污泥減量水解技術



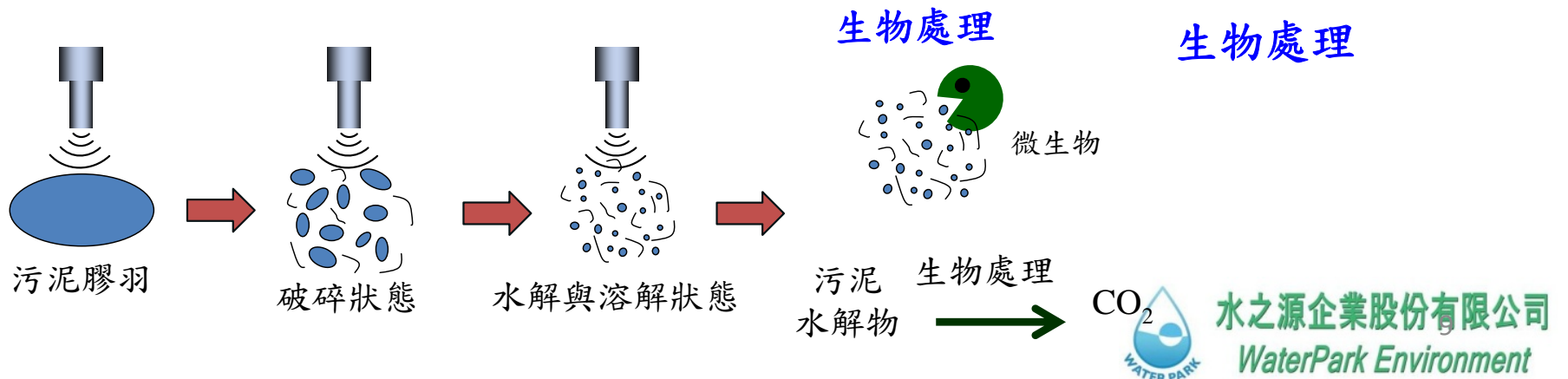
污泥減量 & 後續生物處理程序

● 污泥減量

➤ 污泥水解技術(污泥減量限制步驟)



● 污泥水解+生物處理



商業化污泥水解技術

● 熱處理技術

- 溫度提高150-200°C，或將壓力提高至600-2,500 kPa
- 商業化案例：挪威Cambi公司

● 化學處理技術

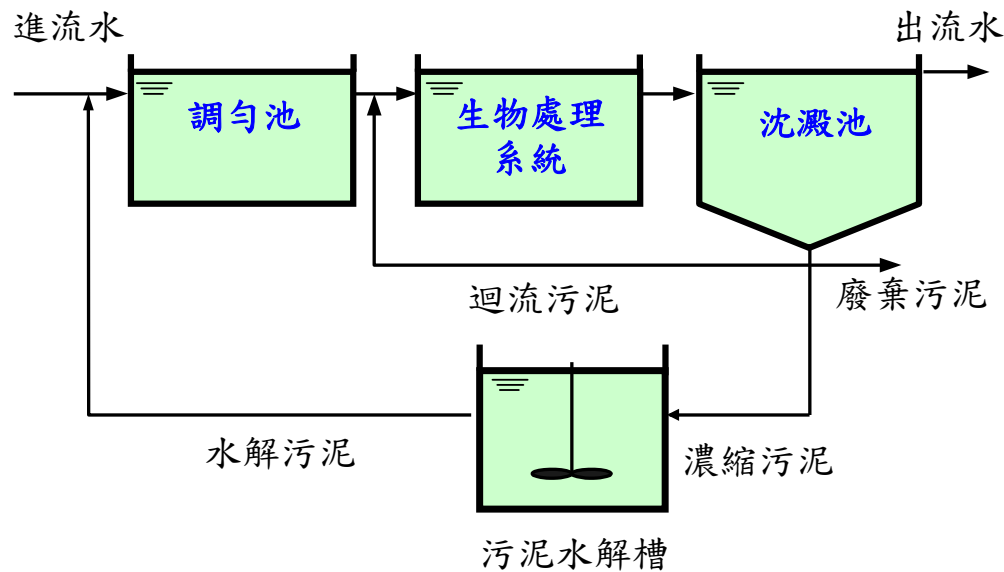
- 酸或鹼處理與氧化處理等二類
- 商業化案例：Zimpro程序與Vertech程序

● 超音波處理技術

- 無須添加化學藥劑，污泥水解效率最高
- 商業化案例：德國Ultrawaves公司

加鹼污泥水解技術

(工研院)



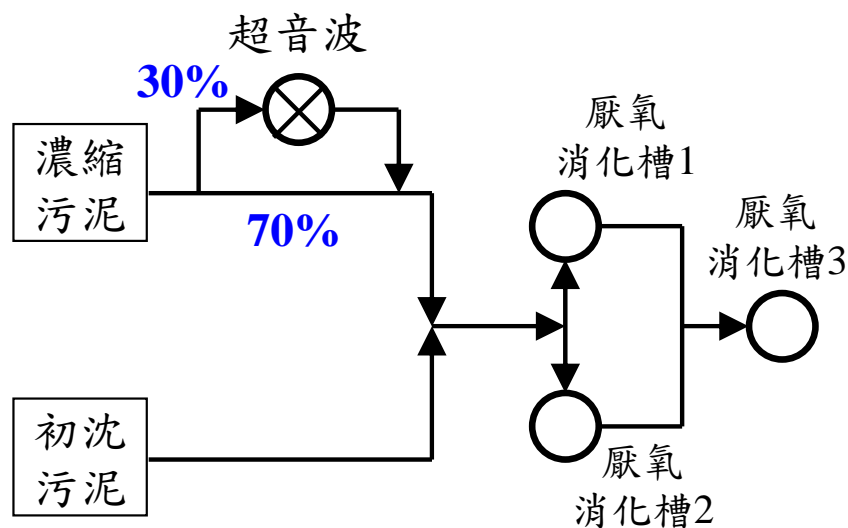
- 整合性喜氣污泥水解減量系統
- 聚酯纖維廢水產生廢棄污泥
- $Q=4,500$ CMD (COD=1,500-1,800mg/L)
 - 840 CMD (COD=12,500mg/L)
 - 3,660 CMD (COD=150 mg/L)
- $COD_{eff}=50$ mg/L
- WAS=200 CMD
- 污泥餅量=200噸/月
- 水解條件：污泥濃度=2%，pH=11-12



可減少廢水處理場20%以上污泥量(整個減量系統)



超音波水解技術(實場應用)

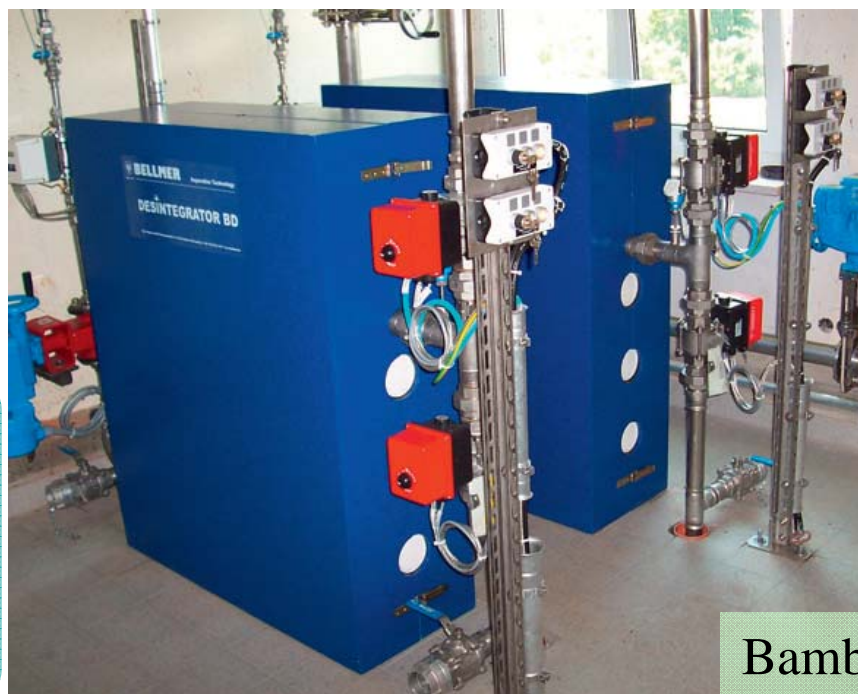


- 設計容量：230,000 PE
- 實際負荷：289,000 PE
- 生物處理程序：硝化、脫硝、除磷、二沉池
- 污泥處理：初沈污泥+濃縮廢棄污泥
- 污泥濃縮方式：離心式
- 厭氧消化槽：3 Digester mesophilic (2,000 m³, 3,000 m³, 2,000 m³), 18 days HRT

- WAS treated: 30%→90%
- Operation: 8 hours per day
- Payback time: 3 years



- 污泥(VS)的減量達54-60%
- Biogas可增加30% (~2,270 m³/d)
- 無須再建造第4座厭氧消化槽



Bamberg (Germany)



水之源企業股份有限公司
WaterPark Environment

工研院創新超音波系統

● 超音波硬體自行設計與製造



● 超音波模組設計

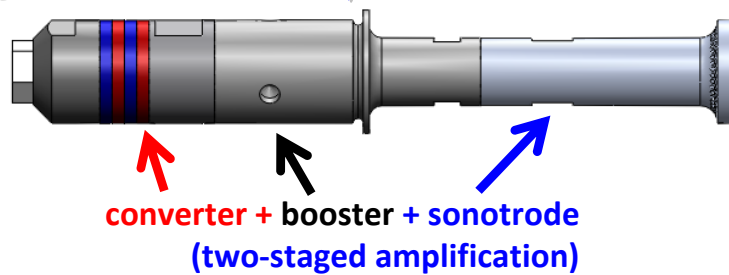
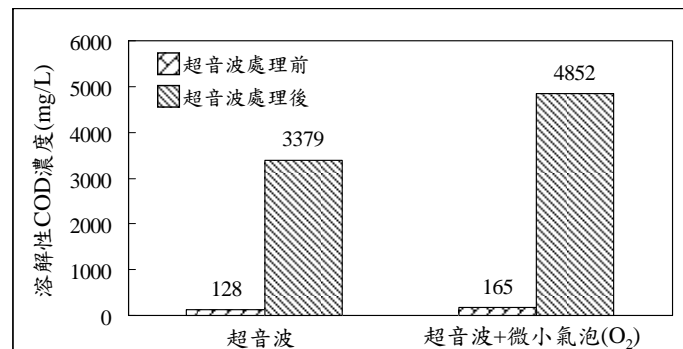
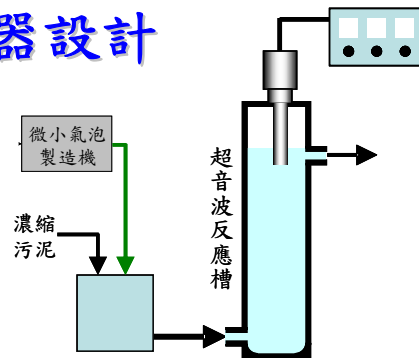


Fig. 超音波機電轉換及機械放大系統

設計上需注意：三者元件的縱向共振頻率原則上皆需符合20 kHz，以維持適當的機電轉換效率，讓超音波能量能夠順暢的由超音波換能器傳遞至超音波增幅器及超音波喇叭

● 超音波反應器設計



污泥減量單元小型連續試驗

- 目的：

考量工業區污水廠污泥產生量與處置費日益增加，因此，選擇不同污泥水解技術，評估其污泥減量效率

- 示範場址：

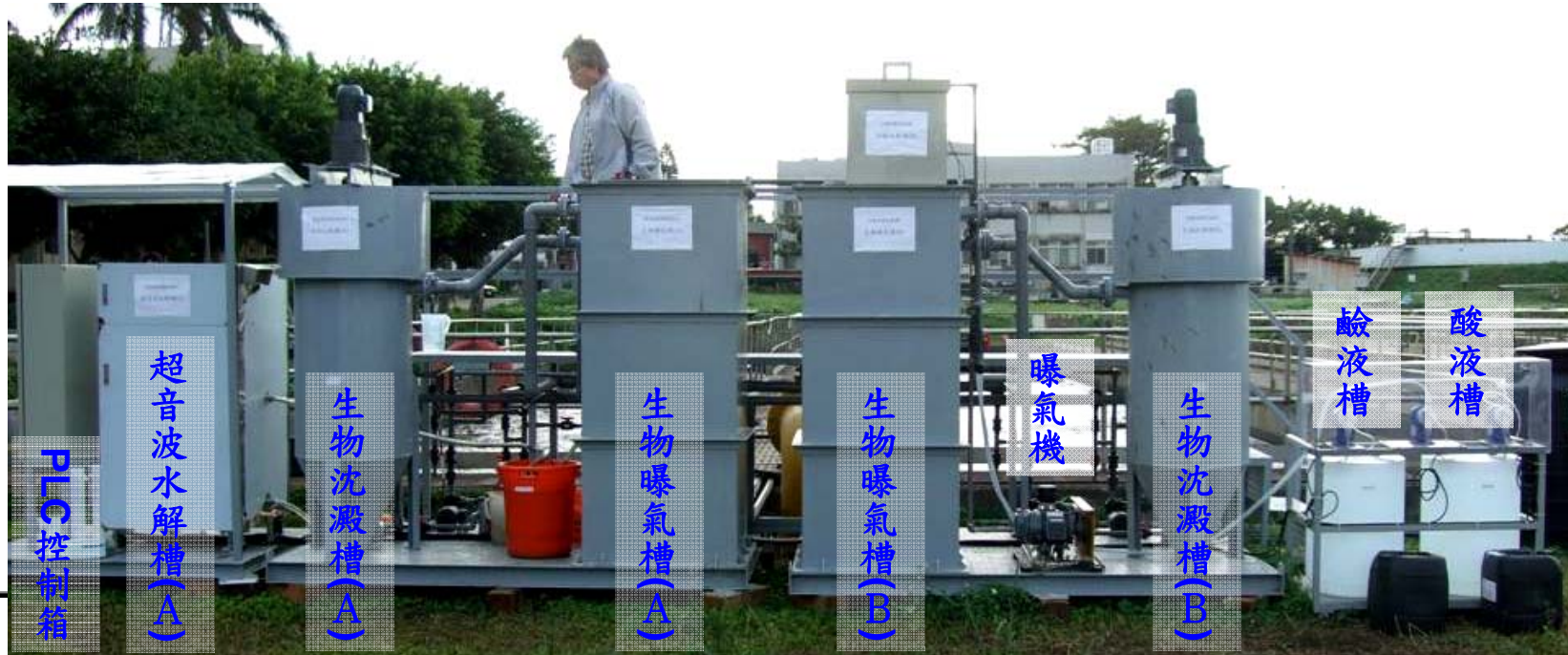
以全省最大污泥產生量的中壢工業區為試驗場址

- 污泥水解技術：

1.加鹼水解技術

2.超音波水解技術

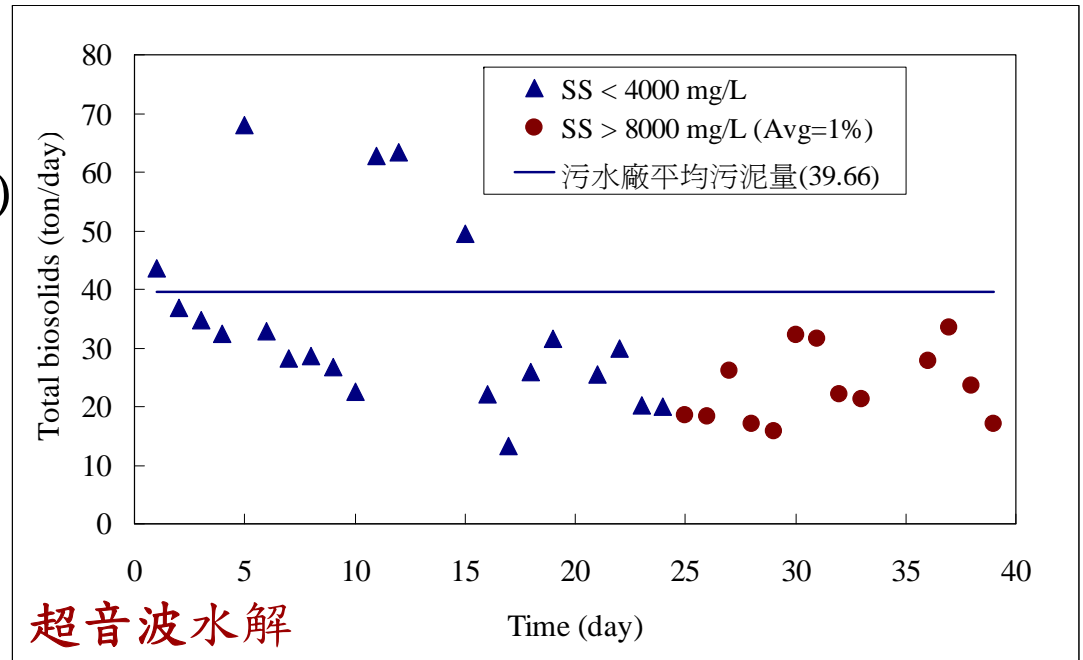
- 模場照片：



污泥減量單元小型連續試驗

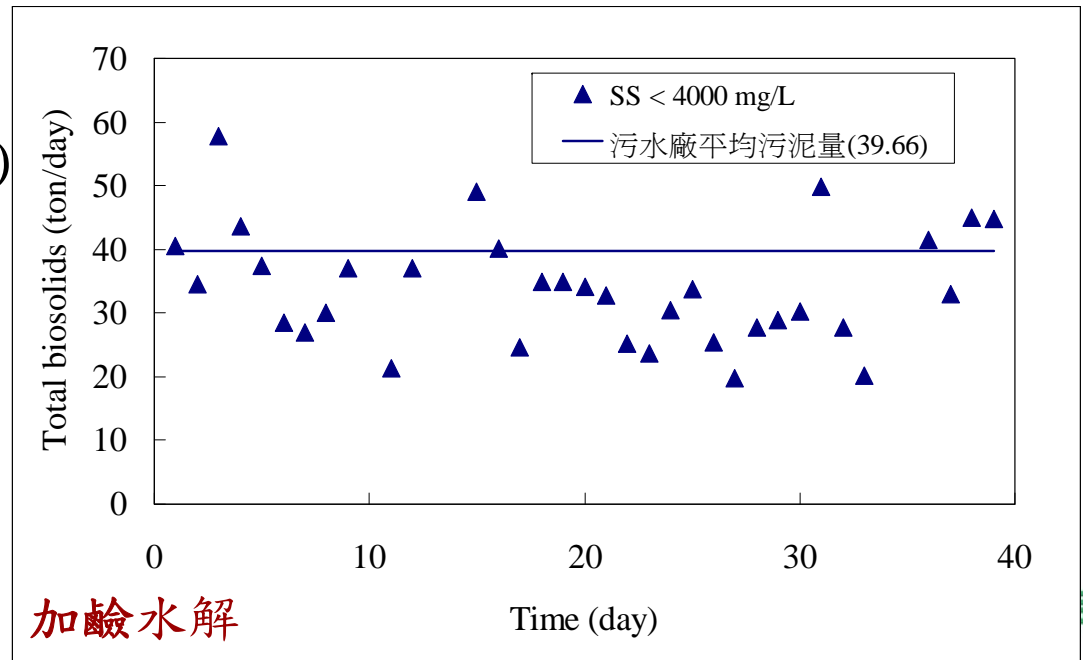
●超音波：(40%污泥減量)

操作成本=0.84 元/kg SS(含水率80%)
(840元/噸污泥)



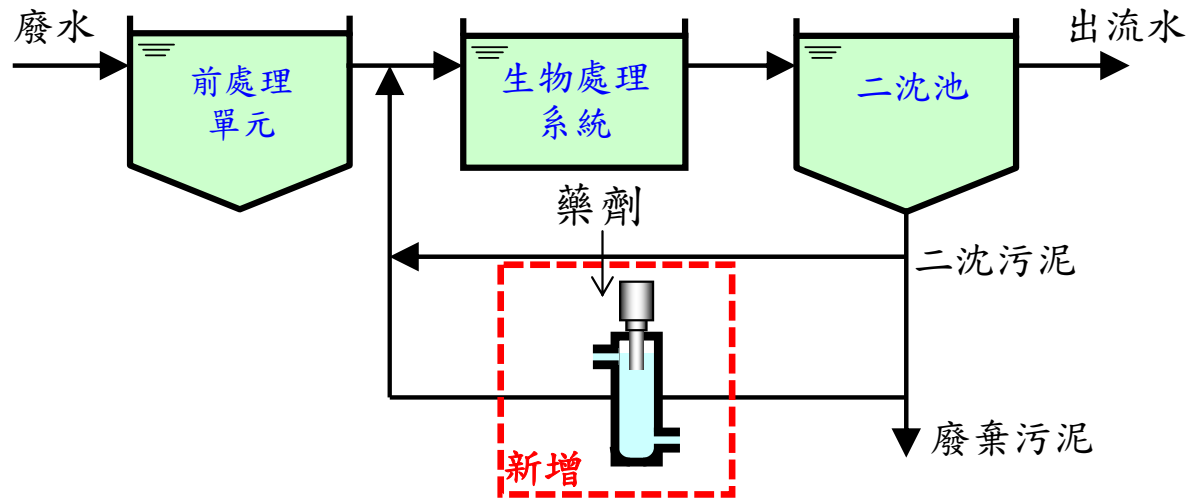
●鹼水解：(20%污泥減量)

操作成本=1.96 元/kg SS(含水率80%)
(1,960元/噸污泥)

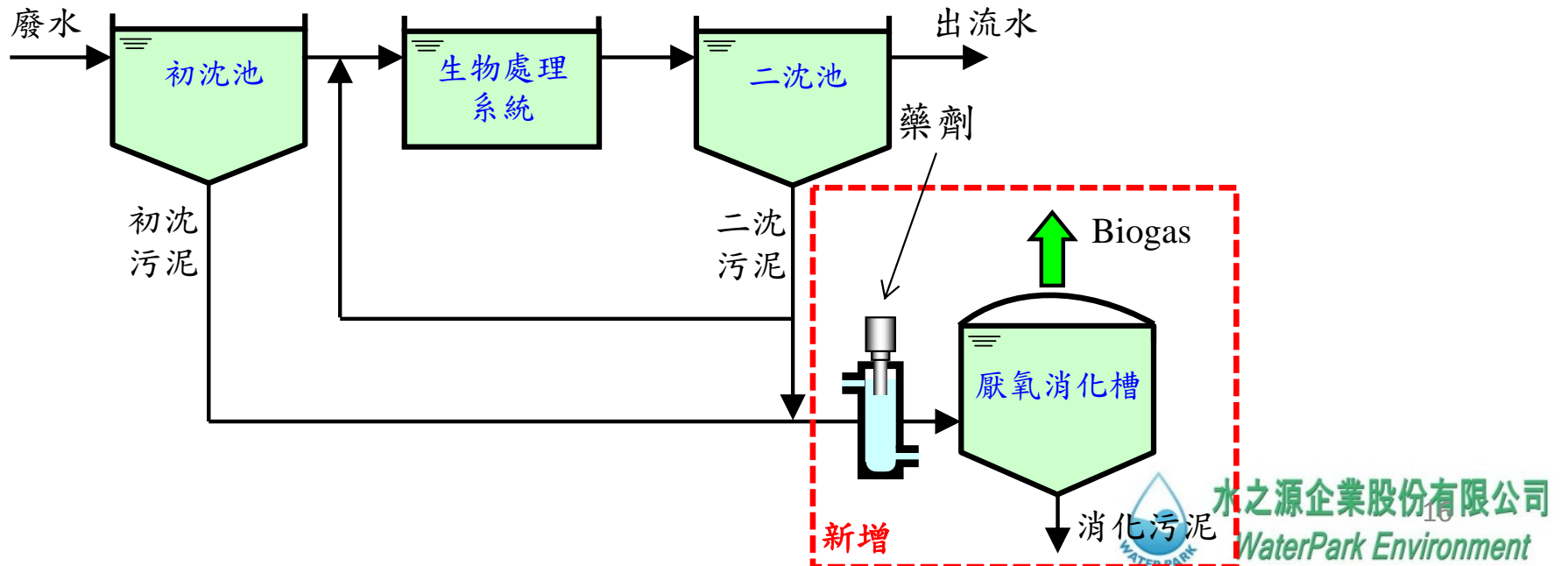


產品/技術應用

● 中小型廠：結合廠內現有廢水處理程序



● 中大型廠：新建厭氧消化程序

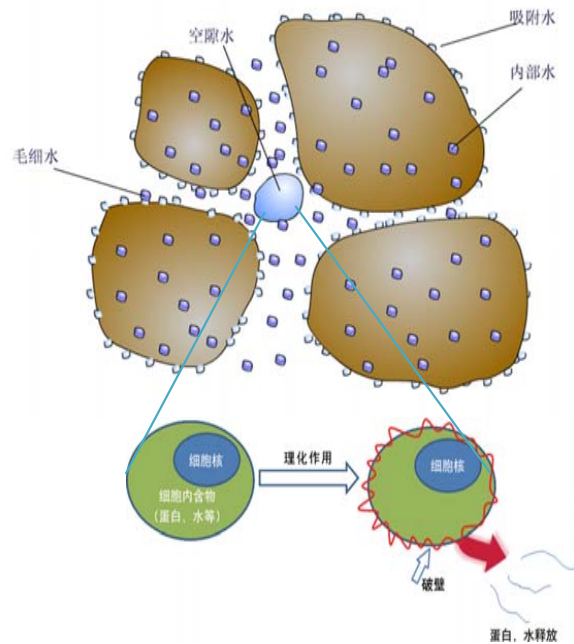


污泥深度脱水技術



污泥脫水的瓶頸

- 生物污泥常存在著許多水合能力很好之帶負電之小膠體粒子，需透過污泥調理改變系統中膠體粒子之固液分離性質來脫除水分，以降低含水率與委外清理費用
- 污泥中水之存在形式包括自由水、間隙水、表面水及水合水，固體表面的電性親和力使水分包納於膠羽中，其中間隙水佔了70-80%不易去除，但大多數之脫水程序只能除去自由水及間隙水，表面水及水合水不易去除。
- 傳統污泥脫水方式係利用絮凝劑使固體顆粒因電性吸引而形成大團塊顆粒，間隙水並無法被有效脫除。



深度調理溶凝膠過程示意

● 調理過程

一 單體之交聯聚合

化學引發
劑
輻射技術
引發

單體
自由基均聚或
共聚

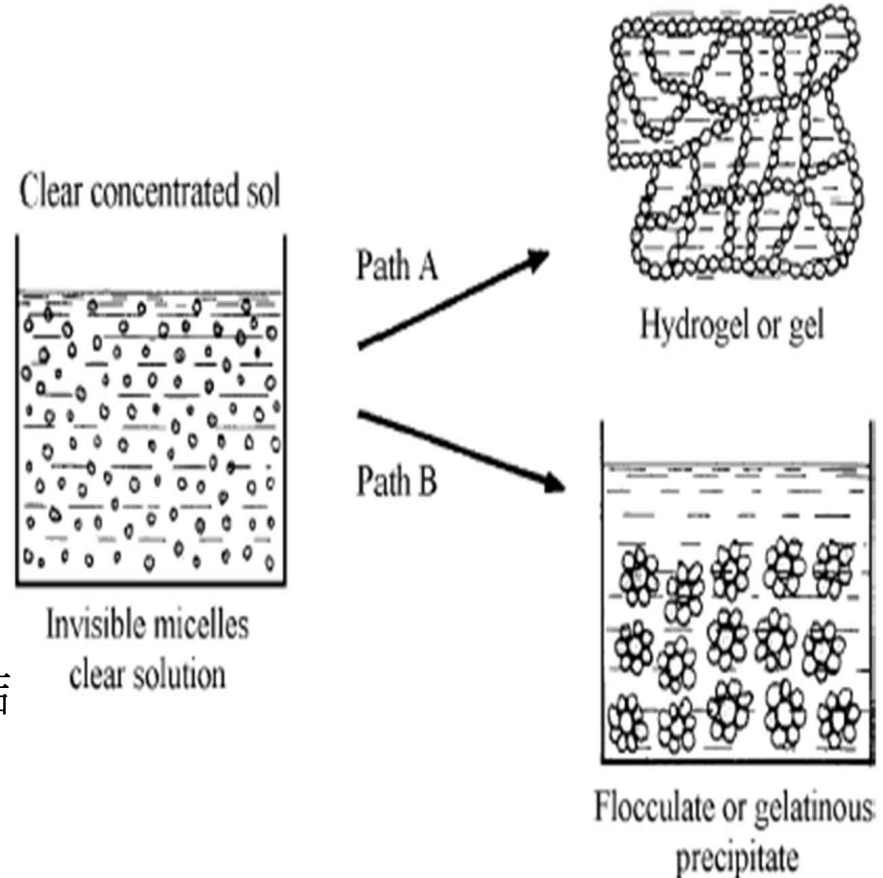
親水性 → 疏水性

非均勻 → 均勻顆粒

散亂沉降 → 架橋連結

膠體 → 蜂巢式絮凝

智能凝膠



具有細胞破壁處理的強化效果，特別適用於含大量生物污泥之脫水調理

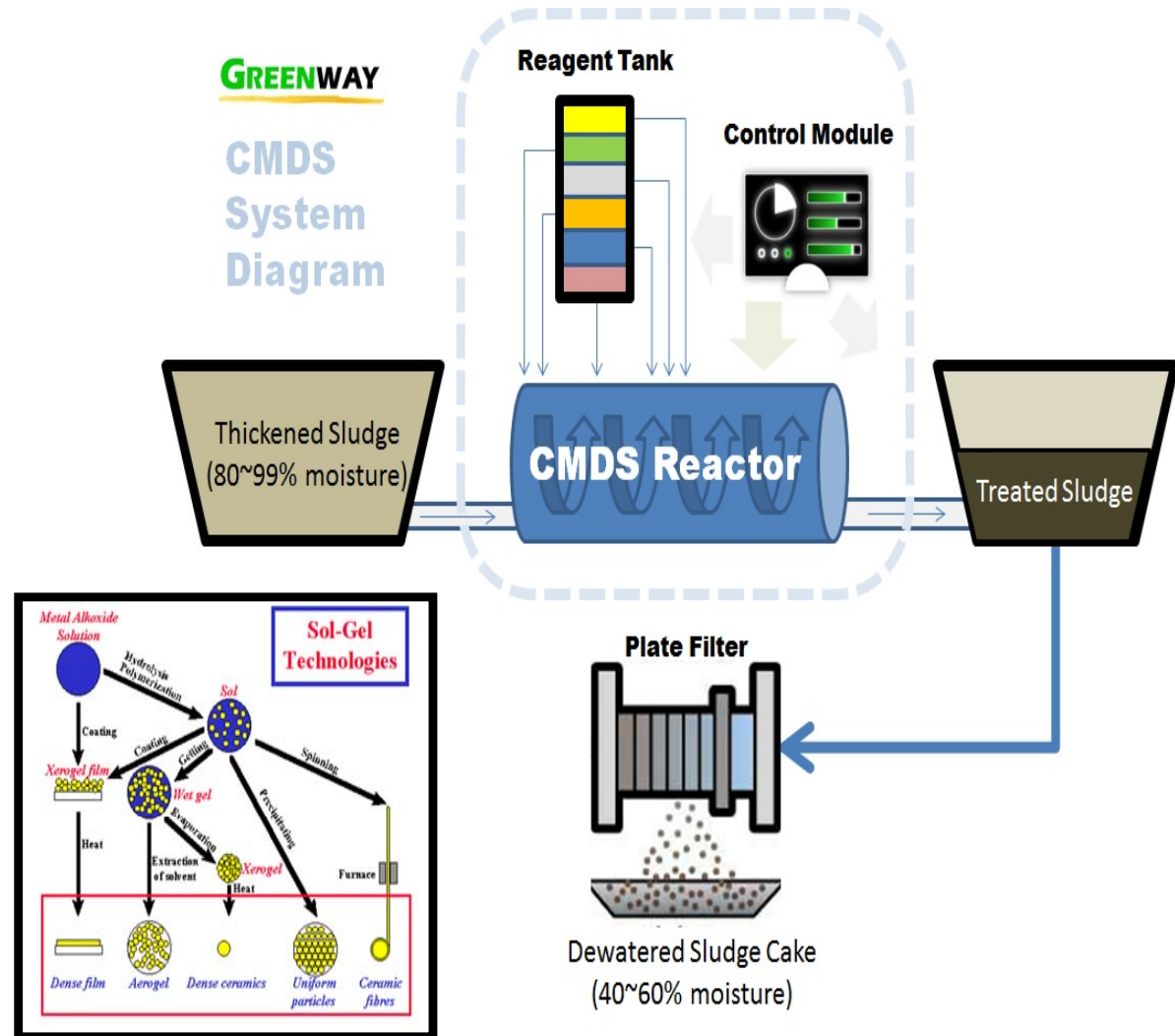


創新的污泥深度調理技術

--含水率可降至**60%**以下

- 傳統的污泥脫水技術為將自由水與污泥粒子間之隙水從懸浮膠羽中用物理或化學的方法脫除。

- 本專利技術是將污泥由溶膠態(sol)的前驅物，通過溶膠-凝膠(sol-gel)法在室溫下重組，成為具穩定孔隙組態的固體網狀架構，其內涵水分更易透過表面過濾和壓濾排出，也更易於乾燥和焚燒所形成的類陶瓷結構。



連續式加藥調理裝置

- 專利【GW系列藥劑】

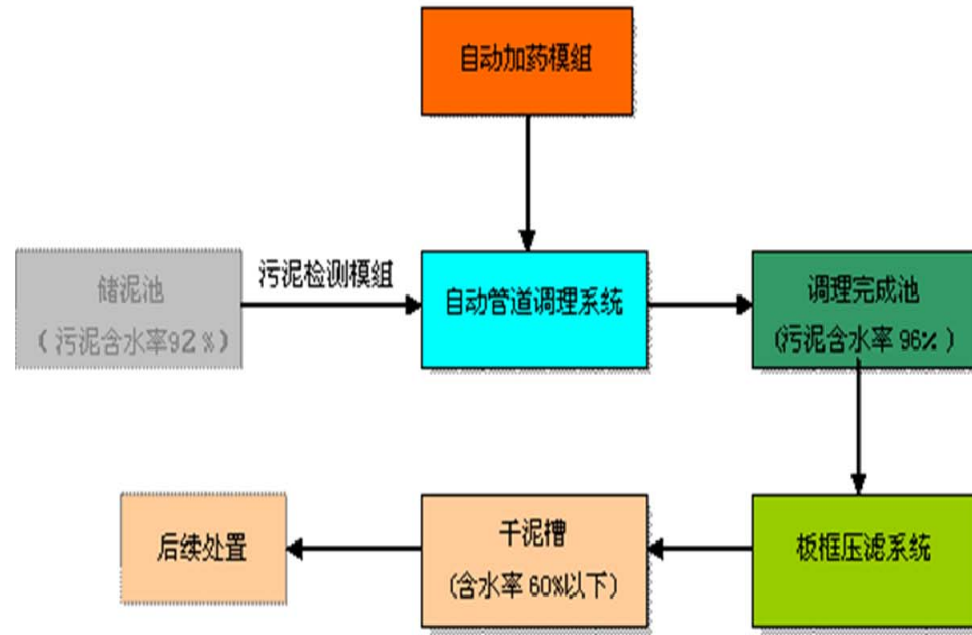
- 首先破壞污泥的胞壁和絮體結構，形成沉降聚合體。
- 包覆懸浮膠體和三價陽離子，形成緊密的晶狀絮體沉降以利固液分離。

- CMDS連續式調理技術

採用管道式進行調理混合加藥，使污泥和藥劑在管道中充分混合調理。

- CMDS管道式調理裝備特點

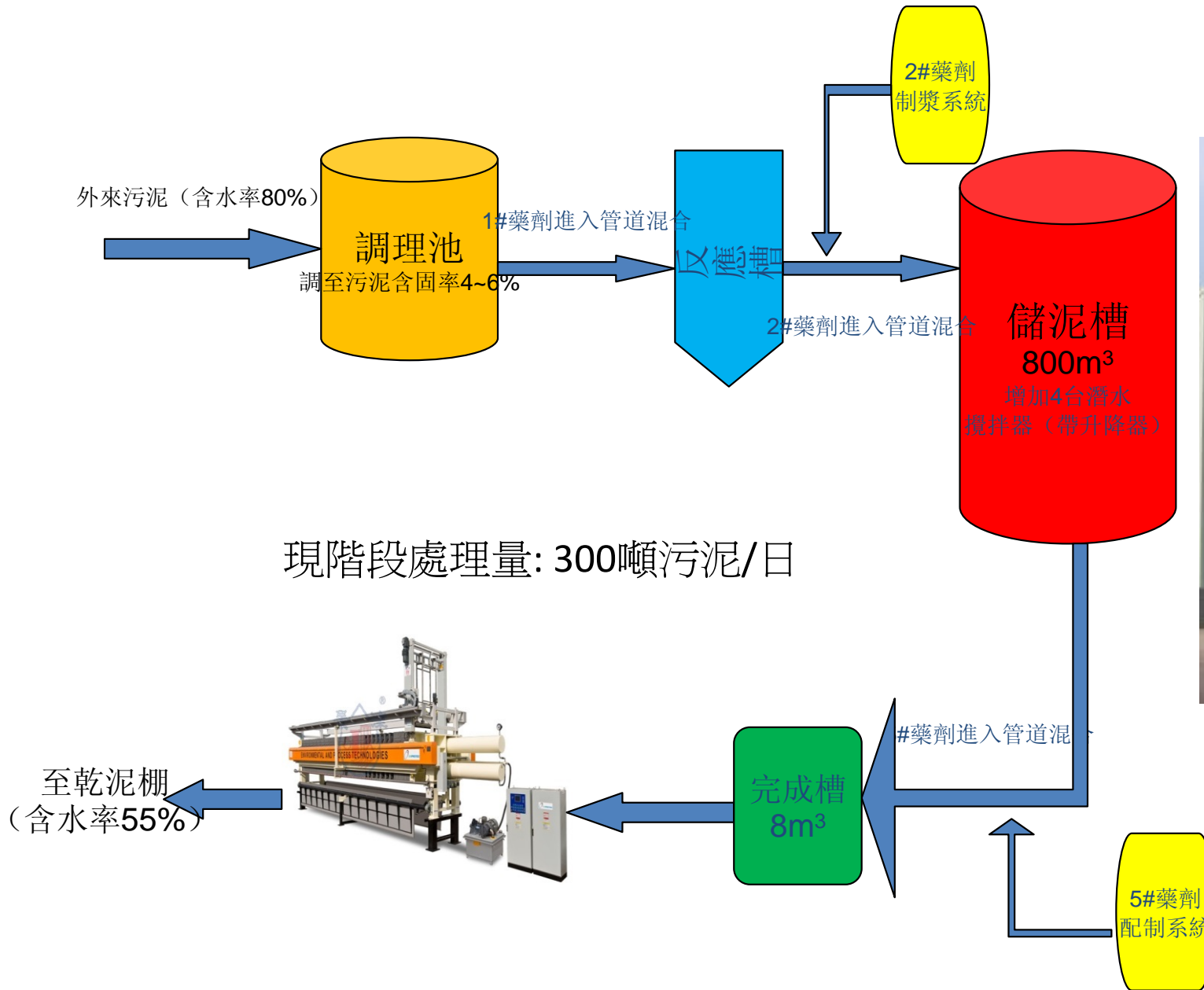
- 設備可連續調理運行
- 管內調理無臭味散發
- 調理充分混合均勻
- 根據污泥特性自動優化調理程式，自動控制加藥方式



工艺流程图



昆山市新昆熱電污泥廠一期污泥脫水案例

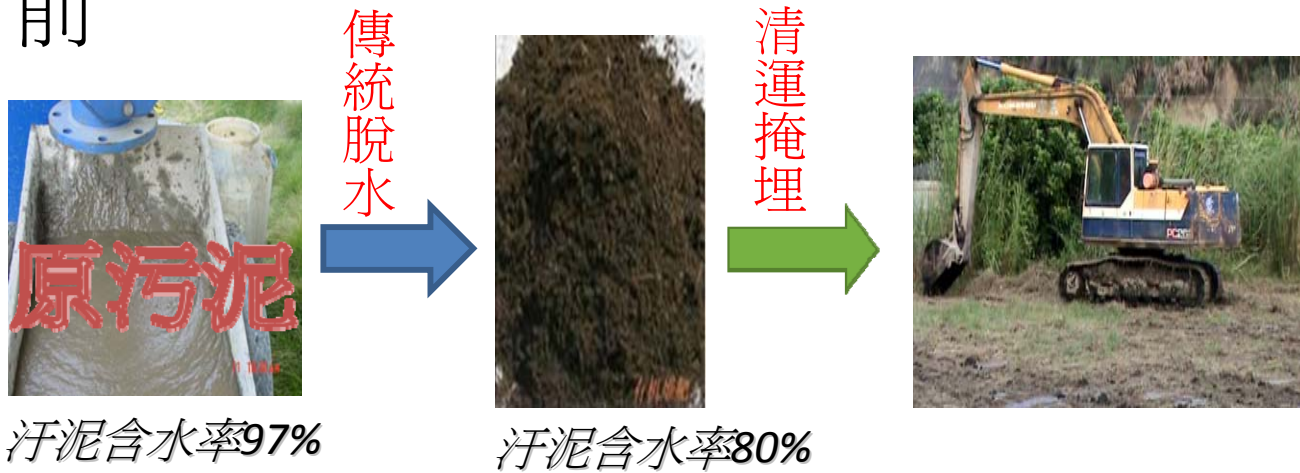


含水率80%的污泥減量95%，年節約燃煤量4500噸

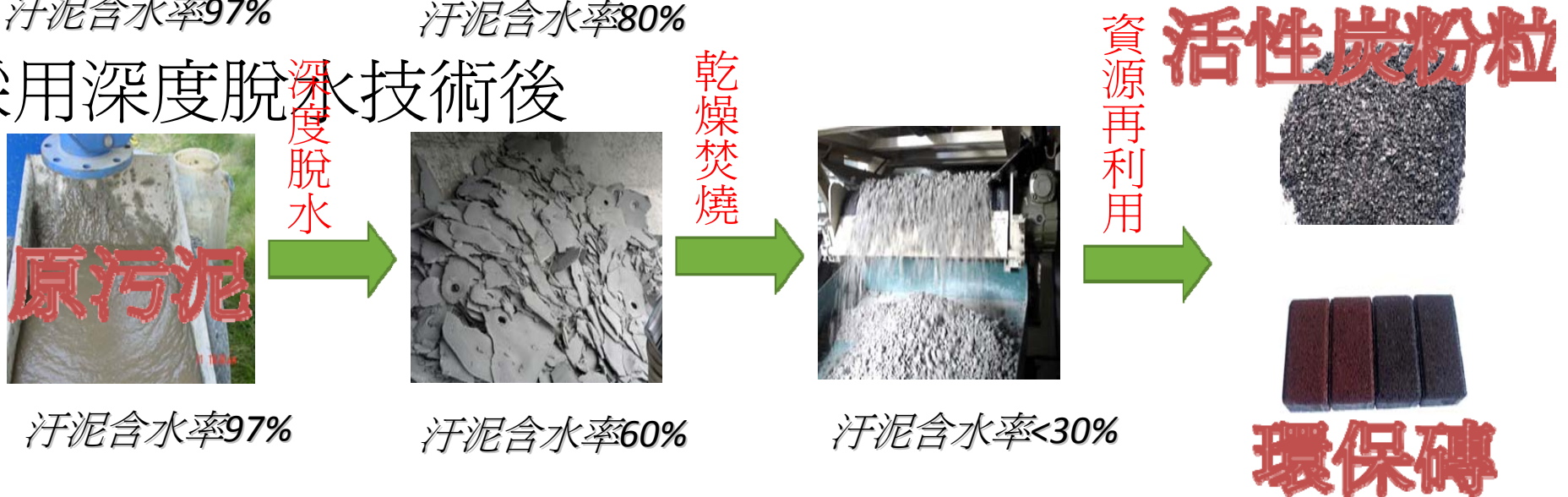


積極的污泥處理策略

- 目前



- 採用深度脫水技術後



與其他污泥處置方法比較

- **混凝石灰調理**
 - 一般污泥處理廠（如廈門、紹興污水廠）添加三氯化鐵和石灰作為污泥調理和吸附劑，不僅無法有效減量，同時會產生大量含氯廢水，掩埋後造成二次污染。在高溫下產生鹽酸和氯氣等腐蝕性氣體，對安全造成嚴重威脅。
 - 綠威採用無毒高分子聚合調理劑，酸鹼度呈中性，在高溫下也不會產生任何有毒氣體，對人員安全提供充分保障。
- **真正實現減量化、能源化**
 - 一般污泥處理廠添加大量石灰吸附污泥水分，雖然降低污泥含水率，但污泥的減量效果有限。污泥經石灰鈣化後熱值降低，無法進行有效資源化利用。
 - 綠威採用少量粉煤灰或特殊矽渣作為載體，不僅節省大量運行成本，真正實現污泥減量，壓濾污泥熱值可超過1000大卡。
- **零污染和全自動化**
 - 一般污泥處置場臭味四溢，任意搭建，勞動強度高，存在嚴重安全隱患。
 - 綠威污泥處置系統採用全封閉流水線，從進泥、調理、壓濾、輸送完全自動控制，操作人員與污泥完全隔離，完全實現污泥不落地、污水不外泄、臭氣不外溢。



各種污泥深度調理測試結果

模廠測試結果		
污泥來源	濾餅含水率%	壓濾壓力kgf
北部A工業區	53~58	14~15
	64~68	4~6
北部B工業區	54~58	14~15
	64~68	4~6
某面板廠	70~75	4~6
A科學園區	55~59	14~15
	64~68	4~6
B科學園區	55~59	14~15
某半導體廠	68~73	4~6
A化工廠	68~75	4~6
B化工廠	66~70	4~6



某化工廠污泥減量效益評估(範例)

污泥清理費: 4000元NT/ton

現況汙泥量與操作成本			A方案改善後(深度調理+壓濾機)			B方案改善後(深度調理+壓濾機+乾燥機)		
濾餅重	ton/d	4.2	濾餅重	ton/d	1.575	濾餅重	ton/d	0.9
濾餅重	kg/d	4200	濾餅重	kg/d	1575	濾餅重	kg/d	900
濾餅含水率		85%	濾餅含水率		60%	濾餅含水率		30%
汙泥乾重(DS)	kg/d	630	汙泥乾重(DS)	kg/d	630	汙泥乾重(DS)	kg/d	630
每年清運費	元/年	5376000	每年清運費	元/年	2016000	每年清運費	元/年	1152000
			每年節省清運費	元/年	3360000	每年節省清運費	元/年	4224000
調理藥劑用量	kg/月	730						
調理藥劑單價	元/kg	110						
調理藥劑總價	元/月	80300	調理藥劑總價(水之源)	元/月		調理藥劑總價(水之源)	元/月	
調理藥劑總價	元/年	963600	調理藥劑總價(水之源)	元/年	2000000	調理藥劑總價(水之源)	元/年	2000000
清運+藥劑總費用	元/年	6339600	清運+藥劑總費用	元/年	4016000	清運+藥劑總費用	元/年	3152000

壓濾機,調理機與周邊設備投資費用約500萬NT



綜合分析



污水處理廠污泥減量建議範例

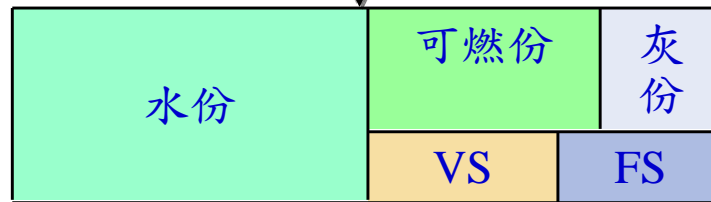
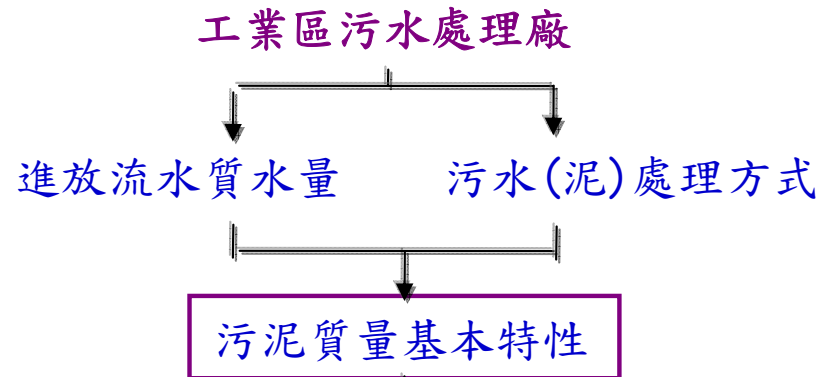
中壢工業區

改善措施	項目	建議事項	改善順序	參考依據	備註
污水處理改善	化學混凝單元	檢視化學混凝加藥量及定期瓶杯試驗	1	kgDS/kgSSr 平均值=2.43	目前kgDS/kgSSr =3.53
污泥處理改善	污泥分流	化學與生物污泥分流收集及後續處理	2	VSS/SS \geq 0.6	濃縮污泥目前之 VSS/SS \leq 0.5
	污泥水解	建議超音波污泥水解或加鹼水解	3	污泥水解率 \geq 20% (以 CODs或VSS計)	水解前須增設污泥濃縮設備，使污泥濃度 $>$ 5%
	污泥深度脫水	建議以特殊深度調理劑搭配壓濾機	4	VSS減少率 \geq 40%	需增設連續調理機
	污泥乾燥	建議增設污泥乾燥設備	5	處理及再利用機構含水率要求 焚化廠 $<$ 40% 汽電共生廠 $<$ 50% 水泥廠 $<$ 50%	目前污泥曬乾床效果不佳、無污泥烘乾設備



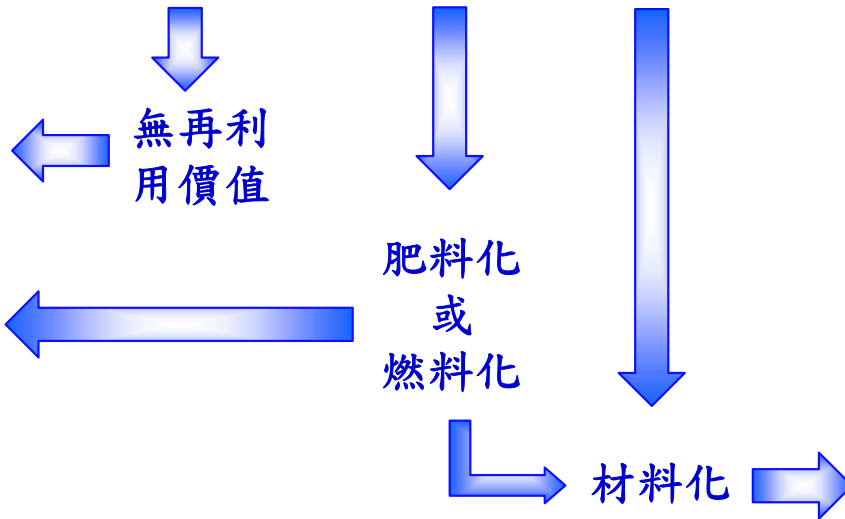
工業區污泥處置方法與策略

工業區污泥
特性分析



前處理去除(曬乾床、乾燥等)，以降低清運費

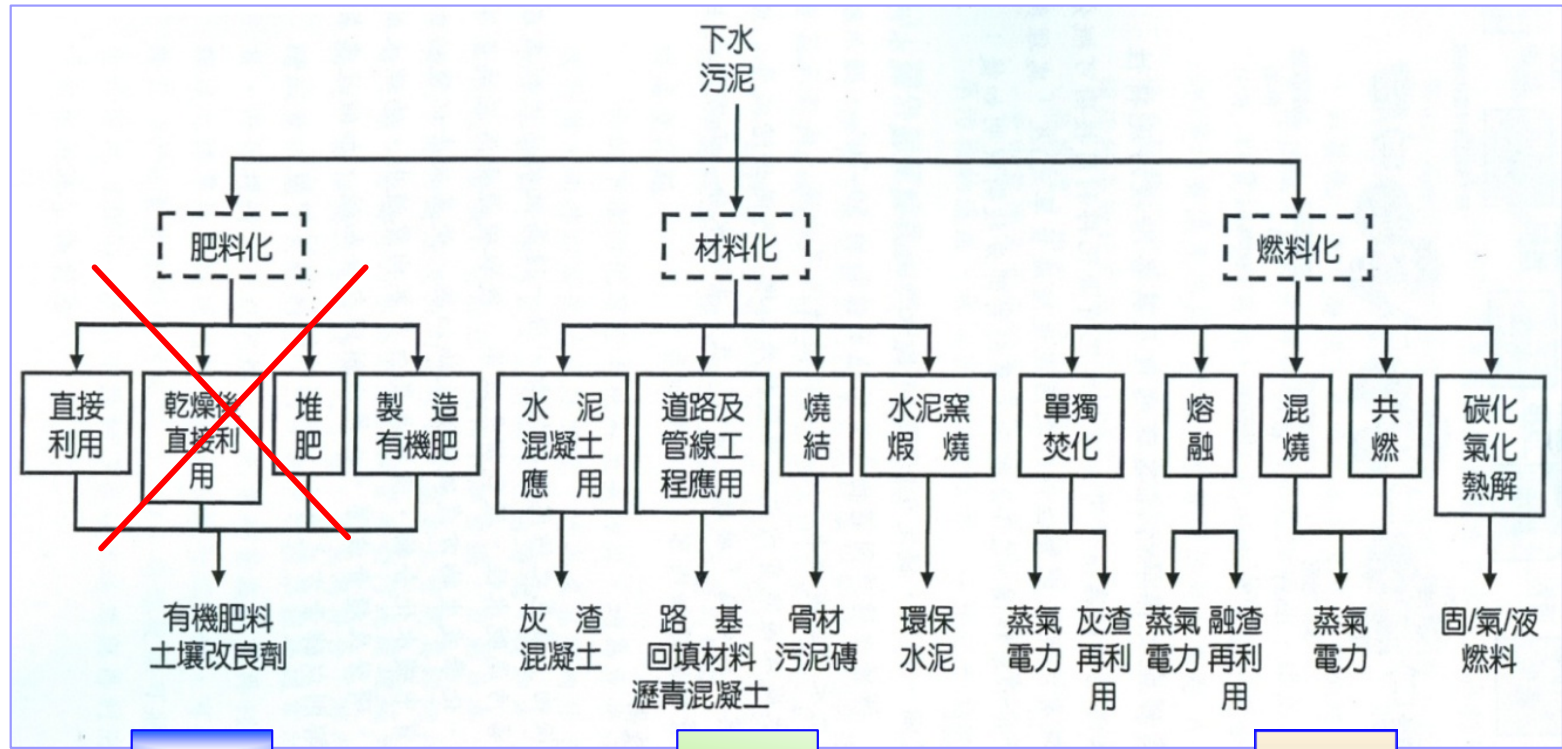
堆肥(肥力、污染物、重金屬?)
焚化(熱值、空氣污染?)
燃料(熱值、污染物、接受條件?)



水泥生料
磚瓦生料
骨材粒料
(成份、污染物?)

工業區污泥資源化再利用

工業區污泥資源化再利用技術示意圖



- 砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅含量規範
- 農委會規定堆肥產品只能作景觀園藝用途

- 技術較成熟
- 再利用機構選擇性多
- 可申請個案再利用
- 市場接受度較高

- 含水率40%以下
- 濕基低位發熱量達 1,200~1,500 kcal/kg 以上
- 粒徑 >1-3mm
- 處置設施設置及操作成本高
- 廠商接受度?
- 民眾接受度?

結語-污泥深度調理與脫水技術

技術簡介

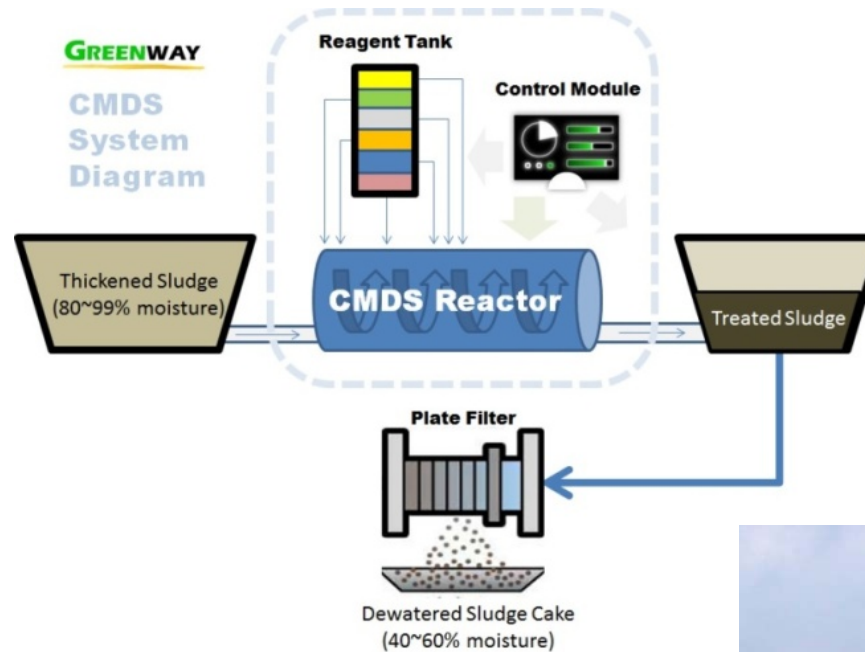
將污泥由溶膠態(sol)的前驅物，通過溶膠-凝膠(sol-gel)法在室溫下重組，成為具穩定孔隙組態的固體網狀架構，其內涵水分更易透過表面過濾的毛細現象流動和壓濾排出，也更易於乾燥和焚燒所需形成的類陶瓷結構。

應用

- 生活污水處理廠污泥脫水調理
- 各種工業廢水處理廠污泥脫水調理
- 污泥中間處理廠的二次減量
- 具有細胞破壁處理強化效果，特別適用含大量生物污泥之脫水調理

專利

- 專利【GW系列污泥調理藥劑】
- 專用CMDS管道式自動調理加藥裝備



實際案例

- 新昆熱電污泥廠(右圖) - 處理昆山市各污水處理廠300噸/天污泥餅，含水率80%的污泥減量95%，年節約燃煤量4500噸
- 昆山吳淞江污水處理廠(水量60,000 CMD)，原設計污泥40噸/天(含水率80%)，設置本專利設備後，污泥餅量小於原來的一半(含水率55%)，且供新昆熱電廠發電

