

經濟部



污染防治設施缺失與改善案例彙編(一)



經濟部工業局

序

近幾十年來我國工商業界蓬勃發展，而國內產業於發展過程中，配合環保法規的要求及環保產業的帶動，在水污染防治及空氣污染防制方面大多已設置相關處理設施；惟本局在進行產業污染防治輔導時，發現部份廠商污染防治設施在設計階段即有問題，因此在後續操作時無法達應有的功能，耗費許多人力及財力於後續的操作及製程修正，造成廠商甚大的困擾。

有鑑於此，本局特於 94 年度規劃「污染防治設施缺失與改善案例彙編(一)」，彙編內容主要為廢水污染防治方面之案例，共蒐集 30 個案例。希望透過各案例工廠廢水之污染防治缺失與改善經過實例經驗，提供給產業界於廢水處理時之參考，期能有效降低操作成本；另希望環境工程業者於設計時，了解以往已發生之設計缺失，以避免同樣缺失再次發生。更期望產業界於不增加主要污染防治設施前提下，能據以提升現有污染防治設施之處理功能，達到污染防治設施最佳化，減少廠商操作及處理成本，以進一步降低產業污染防治投資成本，落實廠內污染防治工作，達成經濟與環保雙贏及有效提昇產業競爭力之目的。

本彙編編撰過程，承蒙審查委員及計畫執行單位財團法人台灣產業服務基金會全力參與編輯與審查工作，使本彙編得以圓滿完成，謹致上最誠摯之謝忱。

經濟部工業局謹識

中華民國 94 年 12 月

目 錄

第一章 前 言	1-1
第二章 前處理單元	2-1
第三章 物化處理單元	3-1
第四章 生物處理單元	4-1
第五章 污泥處理單元	5-1
第六章 操作維護部分	6-1
第七章 結 語	7-1

第一章 前言

1.1 緣起

近幾十年來於國內產業發展過程中，產業界配合環保法規的要求及環保產業的帶動，在水污染防治及空氣污染防制方面大多已設置相關處理設施；惟環保要求日趨嚴格，產業污染防治投資成本亦隨之提高，加上台灣地區地狹人稠，對環境的危害緩衝能力相當不足，更加深業者在污染防治投資上之負擔。尤其近幾年因部份產業外移，及國內勞動力成本持續升高等因素，使產業營運發展之壓力日趨沉重。

有鑑於此，經濟部工業局特於 94 年度規劃「污染防治設施缺失與改善案例彙編（一）」，彙編內容主要為廢水污染防治方面之案例，至於空氣污染防制方面之案例彙編，將另行規劃。期能藉由本彙編所蒐集到之案例缺失與改善資料，提供產業界及環保工程業界於廢水污染防治方面之參考資料。在工廠不增加污染防治設施前提下，能據以提升現有污染防治設施之處理功能，達到污染防治設施最佳化，減少廠商操作及處理成本，以進一步降低產業污染防治投資成本，落實廠內污染防治工作，達成經濟與環保雙贏及有效提昇產業競爭力之目的。

1.2 內容說明

為讓案例彙編工作成果較為完善，專案小組人員先進行相關案例之蒐集工作；資料來源及蒐集途徑，主要為歷年工業局委託執行單位進行工廠輔導之成果報告內容中，有關廢水處理單元設施重大設計錯誤或選用不當之具體報告資料，以及工業局歷年來出版之污染防治技術手冊中相關處理單元設計缺失探討資料，及輔導單位、專家學者及環境工程公司之設計經驗等。

本案例彙編共彙整造紙業、製藥業、電鍍業、染整業、紙漿業、皮革業、食品業、紡織業、印刷電路板業、液晶面板業、金屬表面處理業

及家電業等 12 個不同行業及工業區污水處理廠，共蒐集 30 個案例。每個案例以「背景」、「處理流程與設計條件」、「設計缺失之檢討」、「改善方案」等四部份進行介紹。各案例工廠之內容以各缺失主題為主，其他缺失或問題簡略介紹，以突顯各案例缺失主題。於改善方案上，除陳述正確之設計資料外，盡量以運用既有設施情況下，後續需進行改善之實務技術為主。

彙編內容區分為前言、前處理單元、物化處理單元、生物處理單元、污泥處理單元、操作維護部分及結語等七大章節；彙編內容摘要詳表 1.1 所示，而各章節內容大綱分述如下：

- 1.前言：內容包括緣起及內容說明，說明本案例彙編製作依據及彙編內容摘要。
- 2.前處理單元：介紹各案例工廠於前處理單元所遇到之問題與解決方案；內容包括抽水站、攔污柵及調勻池等單元，共蒐集 4 個案例。
- 3.物化處理單元：介紹各案例工廠於物化處理單元所遇到之問題與解決方案；內容包括中和池、混凝池、膠凝池、矩形沉澱池及加壓浮除池等單元，共蒐集 6 個案例。
- 4.生物處理單元：介紹各案例工廠於生物處理單元所遇到之問題與解決方案；內容包括曝氣池、滴濾塔、接觸氧化池、重力沉澱池及曝氣設備等單元，共蒐集 13 個案例。
- 5.污泥處理單元：介紹各案例工廠於污泥處理單元所遇到之問題與解決方案；內容包括帶濾式脫水機、板框式脫水機、曬乾床及污泥處置等單元，共蒐集 4 個案例。
- 6.操作維護部分：介紹各案例工廠於操作維護部分所遇到之問題與解決方案；內容包括氯鹽、鋅鹽及色度等方面之困擾排除，共蒐集 3 個案例。
- 7.結語：說明本案例彙編的使用重點，及彙編內容摘要表，以供閱讀者查詢之用；並提供經濟部工業局協助產業技術提昇及產業交流的後續

管道。

表 1.1 彙編案例之缺失與改善方案一覽表

項次	缺失設施	現場狀況	改善方案
前處理單元	抽水站 (案例一)	- 因泵浦之揚程/抽水量不足，偶而抽水站有滿溢現象。 (廠方計畫更換泵浦及必要之管線設備)	因該組泵浦為臥式橫軸泵，由於泵浦廠商常於同規格下，不同馬達有不同抽水量之設計。經查該組泵浦與其他，其差別僅有馬力大小而已，因此只需將馬達由 25Hp 更換為 30Hp，即可解決問題。
	機械式攔污柵 (案例二)	- 現場機械式攔污柵高程過高，攔污效果有限。 - 現場機械式攔污柵維護費用過高。	- 淘汰該攔污柵。 - 更換高程較適當之攔污柵，並設置吊籃將污物吊至地面 1 樓。
	調勻池 (案例三)	放流水質波動過大，原廢水排放無法有效改善下，宜加強調勻池之能力。	- 改善現有調勻池之調勻功能。 - 建議宜考慮新增調勻池。
	調勻池 (案例四)	1 台泵浦抽水量約 3 m³/min，2 台泵浦抽水量 3.6~3.8 m³/min，造成廢水量大時操作上之困擾。 (主要為流量計偵測範圍因素，後為管線之管損因素)	- 更換流量計：原偵測範圍為 2~4 m³/hr，建議更換為 2.5~5 m³/min，則輸水量最高可達 5 m³/min，如再增加輸水量，則流量計之準確性會大幅下降。 - 配合流量計之更換，管線管徑加大，由原先之 4 吋擴大為 6 吋。 - 原管線設置方式有誤，增加 2 個彎頭及附屬配件之管損；進行改善時，需減少不必要之彎頭及附屬配件設於縮管之前，可減少管損。
物化處理單元	pH 調整池 (案例五)	- 現場設置 pH 調整池+混凝池+膠凝池+沉澱池，pH 調整加藥位置點之考量。 (因屬染整廢水，而 PAC 之 pH 值約 3.5，於加藥量大時，常導致混凝池 pH 值降低。)	- 加藥點更換，使成混凝池+pH 調整池+膠凝池+沉澱池，則混凝之最佳 pH 值將較易控制。 - 進流點及加藥點更換，使成混凝/pH 調整池+膠凝池+沉澱池，因混凝/pH 調整於同 1 池，則混凝之最佳 pH 值亦將較易控制。
	混凝池 (案例六)	- 停留時間及轉速 (現場停留時間約 25min，轉速約 50 rpm) - 加藥量問題 (PAC 加藥量約 500 ppm)	- 停留時間及轉速應由 G 值（速度坡降）計算而來，一般設計之停留時間會因廢水量之增加而減少，但其停留時間最低不宜低於 5min，而轉速須配合漿板形式而異，現場攪拌機轉速明顯偏低。 - 混凝劑過度添加將增加污泥量，jar test 時，應以生成膠羽之最少添加量為目標，因膠羽生成後將由 polymer 使成較大膠羽。
	膠凝池 (案例七)	池體/轉速 (廢水量達 72,000CMD，單 1 池體設計，轉速固定為 30 rpm)	- 於廢水量較大之膠凝池池體設計上，常分成 3 池，且各池之轉速皆不同（依序遞減），且最好設置可調式變速機。 - 於池體硬體設備已設置完成情況下，如轉速過大，使混凝膠羽破碎，建議增設可調式變

表 1.1 彙編案例之缺失與改善方案一覽表

項次	缺失設施	現場狀況	改善方案
			速機或變頻器，以便調整較佳之 G 值。 • 攪拌機之攪拌器型更改，可加大 G 值。
	矩形沉澱池 (案例八)	• 鏈條式刮泥機常掉/斷鏈 (約 2~4 次/年，故障頻率過高)	• 鏈條式刮泥機需定期進行運轉維護，一般至少 1 次/年。 • 故障原因常為齒輪/鏈條磨損因素所引起；於維護保養上，如於 take-off 軸承調整鏈條垂度、長軸軸承打黃油、齒輪正反對調及鏈條正反接等方式，皆能延長使用年限。 • 主驅動輪之鏈條因塑膠硬化導致拉力不足斷裂，可考慮以不銹鋼製取代。
	加壓浮除池 (案例九)	• 浮渣刮板橡皮更換 (約 1~2 次/月，更換頻率過高)	• 刮板橡皮常更換原因，在於橡皮與浮渣收集口間之長期磨損引起。 • 減少磨損方法有：收集口加裝橫條、橡皮寬度不變但長度減少及加裝提升裝置。
	加壓浮除池 (案例十)	• 去除效率提昇 (原去除效率 SS 約 93%，現僅 90%)	• polymer 注入管線(斜插方式)常會堵塞，因此須定期清理該管線，尤其是主管線部分。 • 提高加壓槽之壓力，由常見之 4.0 kg/cm ² ，提高至 4.2 kg/cm ² 。 • 加強浮除池底渣清除頻率。
生物處理單元	曝氣池 (案例十一)	• 泡沫問題 (泡沫過多，影響觀瞻)	• 廠內減少界面活性劑之使用量。 • 加強前處理單元表面浮油之清除頻率。 • (1) 減少低紊流區；處理過程宜避免造成廢水長期停留之死角。(2) 增加污泥廢棄量(提高 BOD 負荷)。
	曝氣池 (案例十二)	• pH 值上升 (有機負荷低及低溶氧操作，導致硝化/脫硝同時作用)	• 由於系統之 pH 值由 6.5 上升至 8 左右，尚未到需加藥處理階段。 • 如擬減緩 pH 值上升程度，增加溶氧(減少沉積缺氧區域)即可。
	曝氣池 (案例十三)	• pH 值下降 (氮鹽約 100mg/L，硝化現象嚴重)	• 盡量減少製程廢水氮鹽排放量。 • 曝氣池採間接曝氣法，以增加脫硝作用；可有效減緩 pH 下降程度。 • 工廠 pH 值仍下降至 5.5~6 間，應於放流前添加氫氧化鈉，使放流水 pH 值維持在 6 以上。
	曝氣池 (案例十四)	• 絲狀菌困擾 (SV ₃₀ 約 850mL/L，屬絲狀菌分類 3)	• 先檢視系統之有機負荷、溶氧值及沉積程度，予以恢復正常參數操作。 • 於迴流污泥處逐漸添加次氯酸鈉，添加濃度約 10~50mg/L；待大部份之絲狀菌菌絲斷落後停止添加，該階段處理水質常隨之惡化。 • 停止添加氧化劑後，系統之微生物相應會逐步恢復。
	曝氣池 (案例十五)	• 溶氧值控制 (因鼓風機產生風量過大，溶氧值約 4~6mg/L)	• 池內溶氧值過高，導致後續污泥沉降性不佳。 • 增加池內 MLSS 濃度，間接降低池內溶氧值。 • 以裝設變頻器、換較小馬達、設排風管等方

表 1.1 彙編案例之缺失與改善方案一覽表

項次	缺失設施	現場狀況	改善方案
			式，以減少風量產生，直接降低池內溶氧值。
	滴濾塔 (案例十六)	• 未設置通風口 (塔內通風不良，影響處理效率)	• 滴濾塔四週底部增設通風口，以增加塔內空氣對流。
	接觸氧化池 (案例十七)	• 池內水流循環不佳 (案例廠增設自吸式陸上型泵浦以增加循環，但仍失敗)	• 由於接觸氧化池左側為辦公室，故泵浦設置於池右側，因吸入端過遠，導致無法抽送水體。 • 設置「自吸桶」，即可解決無法抽送水體之問題。
	重力沉澱池 (案例十八)	• 缺浮渣出口及浮渣擋板，另出流水周邊有藻類滋生，影響觀瞻。	• 由於生物沉澱池常會有浮渣產生，故浮渣出口及浮渣擋板應為必備設施。 • 於整流筒上緣加設浮渣出口。 • 於溢流堰板前增設浮渣擋板。 • 增設藻類刮除器。
	曝氣設備 (案例十九)	• 使用表曝機，有池底部污泥沉積問題。 (2 座池體，共使用 9 台表曝機，池底部污泥沉積問題嚴重)	• 表曝機底部四周加裝圍圈，以增加向下吸引能力。 • 表曝機加設水中攪拌機，直接減少池內污泥沉積現象。
	曝氣設備 (案例二十)	• 使用噴射式曝氣機(air jet) (4 台曝氣機，因過多攪拌，導致污泥鬆散)	• 以計時器控制方式，間歇開啟 4 台曝氣機，以減少對污泥之剪力。 • 長期而言，以改設置鼓風機+散氣盤方式較易操作維護。
	曝氣設備 (案例二十一)	• 曝氣不均/散氣盤阻塞 (曝氣管線尾端未曝氣，導致污泥易沉積，另亦有散氣盤阻塞問題)	• 以增設曝氣支管/閘閥方式，解決曝氣管線尾端未曝氣問題。 • 散氣盤阻塞分為無機(碳酸鹽及鐵鹽沉積)及有機(生物黏膜)阻塞 2 種，除抽乾池體進行清理或更換外；亦可將 HCl 氣體加入供應氣體中，以進行酸洗作業。
	曝氣設備 (案例二十二)	• 鼓風機困擾 (設置 3 台 300Hp 離心式鼓風機，1 台故障無法修復)	• 該鼓風機轉速達 3,600rpm，故障時有軸承不易購買及安裝時之動態平衡問題未能克服，為設計者之嚴重缺失。 • 為有效節省維修經費，可考慮直接運送至國外原廠進行維修。 • 未來應逐步更換較小台之魯式鼓風機，以便於日常維修所需。
	氮磷去除 (案例二十三)	• 希能降低氮磷操作成本及增加生物處理效率	• 設計及實際操作上脫硝反應所需之有機碳源為異丙醇，可有效減少。 • 可考慮加設醱酵槽，預計可強化除磷效果。 • 細氣泡架設點由池底部 0.5m 處降至 0.1m 處，應可增加 COD 之去除效率。
污泥	帶式脫水機	• 污泥含水率高，無法有效	• 調整 polymer 種類及添加量，以取得最佳添加

表 1.1 彙編案例之缺失與改善方案一覽表

項次	缺失設施	現場狀況	改善方案
處理單元	(案例二十四)	降低 (含水率約 85%，污泥處理費用高)	效果。 • 調整污泥脫水處理量，讓有限空間有較多污泥，污泥脫水後之含水率會較低。 • 請原廠技師調整滾筒間隙，以降低脫水後污泥含水率。
	板框式脫水機 (案例二十五)	• 污泥處理量不足，需提升處理能力或增購設備	• 濾布操作 3,000 批次後需拆下進行徹底之酸洗工作，以恢復原設計能力。 • 依型錄資料顯示，如為加大處理量，可增加板框數，處理量可直接增加 20 %。 • 濾布規格要求固體捕捉率為 98%，較一般要求高，導致濾布孔隙 (mesh) 較小，處理量無法有效提高。如更換較大孔隙之濾布，則處理量將可相對提高。
	曬乾床 (案例二十六)	• 脫水效率希能有效提升	• 增加添加 polymer 程序，以增加污泥脫水性。 • 設置塑膠濾板設備，以便於日常維護管理。
	污泥處置 (案例二十七)	• 污泥烘乾	• 如鼓風機尚有剩餘風力，可予以導引作為烘乾污泥之用。 • 利用空間以曝曬方式，降低污泥含水率。
操作維護部分	氯鹽困擾 (案例二十八)	• 部分製程有大量氯鹽產生，常造成生物處理系統失敗。	• 先加強廠內排放氯鹽製程之管理工作，以減少氯鹽廢水產生量。 • 氯鹽廢水予以收集儲存。 • 分批少量排入調勻池進行相關處理。運用生物之適應能力，分批少量排入所造成之氯鹽濃度，若尚未達到生物可容忍之極限值，活性污泥系統應仍能勉強運作。
	鋅鹽困擾 (案例二十九)	• 鋅離子為兩性物質，去除不易。 (曾專案研究於 pH8~9，以重金屬捕捉劑有較大去除效果，然整體操作費用過高。)	• 鋅離子廢水予以收集儲存，尤其是含鋅廢液部分。 • 採用濃縮罐方式，將含鋅廢水予以濃縮。 • 將濃縮後之含鋅廢液委外處理；可製成氧化鋅及硫化鋅等相關產品。
	色度困擾 (案例三十)	• 色度過高，附近居民有怨言。 (雖符合環保法規標準，仍希經濟有效降低色度)	• 較簡易之方法為採用漂白劑去除色度。 • 還原漂白劑 (酸性亞硫酸鈉、保險粉等) 效果較佳，但易有工安方面之顧慮。 • 氧化漂白劑 (漂白粉、過氧化氫等) 之工安顧慮較少。 • 因所添加之漂白劑需漂白反應時間，且對水中微生物有危害；其添加點宜為生物處理單元之後，可在物化處理單元之前。

第二章 前處理單元

前處理單元主要設施為抽水站、攔污柵、沉砂池、除油池、初沉池及調勻池等單元；本章節主要節錄抽水站、攔污柵及調勻池等 3 個單元共 4 個案例；行業別則有造紙業、製藥業及電鍍業等 3 行業工廠及工業區污水處理廠。

每個案例以「背景」、「處理流程與設計條件」、「設計缺失之檢討」、「改善方案」等四部份進行介紹。各案例工廠之內容以各缺失主題為主，其他缺失或問題簡略介紹，以突顯該缺失。於改善方案上，除陳述正確之設計資料外，盡量以運用既有設施情況下，後續需進行改善之實務技術為主。

案 例 一

一、案例背景

工廠為專業之白/灰紙板製造廠，以紙漿/廢紙為原料，產製白/灰紙板，產能約 3,668 公噸/月，供內外銷之用。廠內製程設備有 2 套脫墨設施及 2 台抄紙機；廠內管理除 5S 運動外，並完成環境管理系統建置工作。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

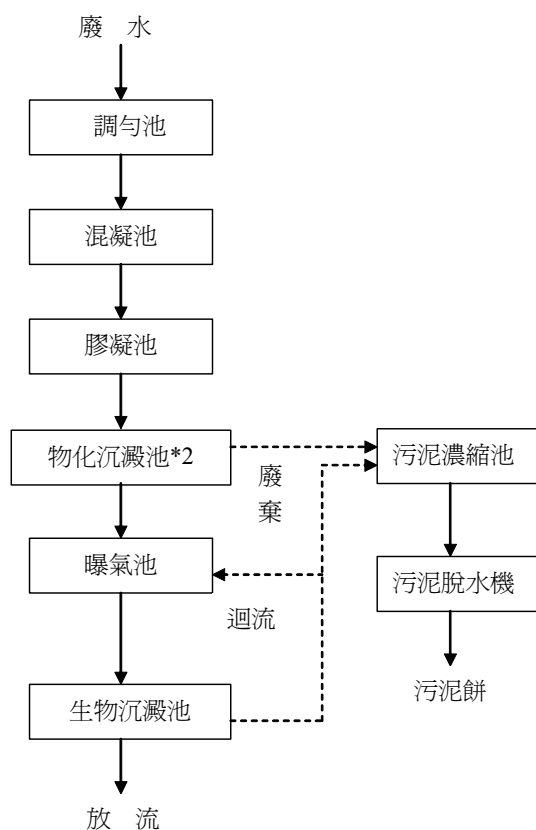


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

(1)原廢水特性：廢水量約 7,000-8,000CMD，COD 約 900~1,700 mg/L，SS 約 1,500~2,000 mg/L。

(2)放流水特性：處理設備位於廠區外；於一般狀況下 COD<140 mg/L，如表 1 所示。但若污泥較鬆散時，處理水質較不穩定。

表 1 廢水處理後之放流水狀況

項目	廢水量 (CMD)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
一般狀況下	7,000~8,000	80~140	5~25	5~15
放流水標準	-- --	180	30	30

三、單元設計缺失

- 1.由於廢水處理廠位於廠區外，因此廠區內所產生之廢水，係先經過細篩設備去除部分雜質後，收集於廠區內之抽水站，再靠泵浦送至廢水處理廠處理。因設計時未考慮廢水尖峰流量，導致部分時段抽水站有廢水滿溢現象發生，廢水泵設備如圖 2 所示。
- 2.於部分時間，生物污泥仍有膨化現象發生；該時間之放流水水質易超過放流水管制標準。



圖 2 廢水泵設備圖

四、改善方案

- 1.於抽水站廢水抽取方面，採用 2 台豎軸離心式泵浦抽取池中水體至廠區外調勻池單元，現場人員表示所設計之泵浦送水量與揚程皆不足，需更換泵浦，及必要之附屬配件/管件。經現場勘查後，查出為國內某著名泵浦公司產品，其設備型號為：CVD 3 25-250B，規格內容分別為豎軸、3 相、25Hp、250mm 出口管徑、870 rpm，額定送水量為 9 T/min（約 12,960 CMD），揚程為 6 m。因輸水路程約達 2.0 公里（彎頭壓損未計），以現有泵浦之送水量及揚程設施規格而言應可滿足所需，然對於尖峰時段廢水量之輸送上，實際操作上確有不足之處。
- 2.因抄紙機係 24 小時操作，若依一般設計值取每小時水量之 3 倍進行規劃，則管路輸送設備將顯得過大。經查泵浦公司設備型號資料發現，另有型號 CVD 3 30-250B 相關設備規格與現場採用之泵浦幾近相同，唯一差別為馬力數不同，該型號泵浦係採用 30Hp，而送水量可達 10.5 T/min（約 15,120CMD），揚程可達 7.7m。因僅部分時段抽水站有廢水滿溢現象發生，因此建議如需略微加大送水量及揚程，直接將現有 25Hp 馬達更換為 30Hp 馬達即可。如後續廢水量有較大之變動，再視需求進行規劃相關之改善工作。
- 3.生物污泥膨化現象，可參考案例十四之改善說明。

案 例 二

一、案例背景

某由政府單位管理之污水處理廠，係由國內著名之設計顧問工程公司統籌設計，另由知名之工程公司承攬施工。由於設計處理量較大，處理後之放流水質可穩定符合放流水管制標準，然仍有部分設計上缺失可供參考。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

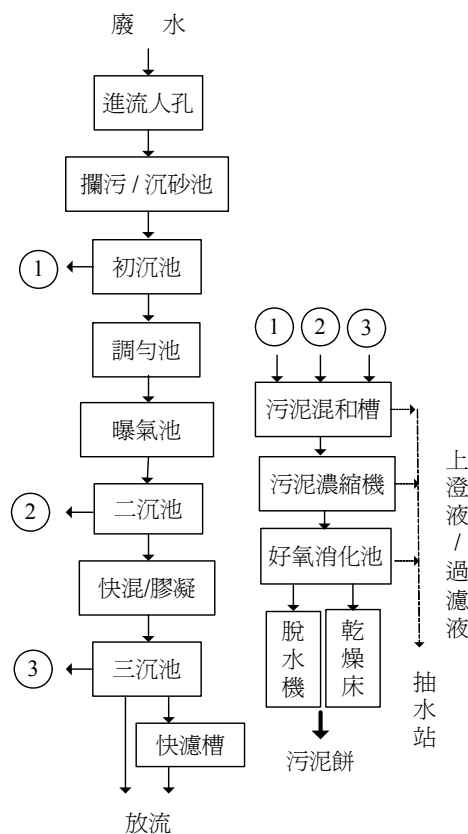


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

(1) 採用初沉+調勻+活性污泥+混凝沉澱法，處理工廠廢（污）水；由

於進流廢水污染度較低，處理水質可穩定符合放流水管制標準。

(2) 污水處理廠之平均進流廢水量約 4,600~5,100 CMD，有關污水處理廠設計條件與實際操作值詳如表 1 所示。

表 1 污水處理廠設計條件與實際操作狀況

項 目	設計值	實際操作值	放流水質
COD (mg/L)	500	60~220	15~20
BOD (mg/L)	250	10~50	0.6~2.5
SS (mg/L)	300	10~60	5~10

三、單元設計缺失

1. 現場機械式攔污柵污物輸送高程過高，如圖 2 所示，導致攔污效果有限，且維護費用高。
2. 初沉池及三沉池皆為矩形池體，刮泥機故障率高，造成操作上之困擾。
3. 曝氣池溶氧值約 4~5mg/L，明顯偏高，有浪費能源之嫌。

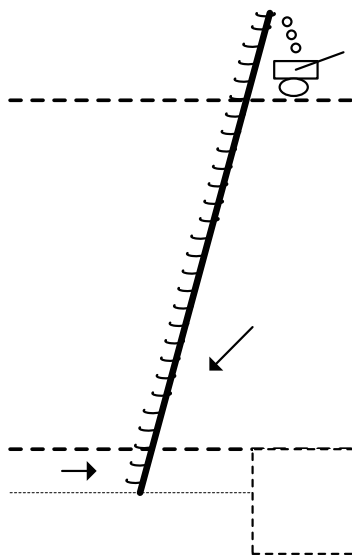


圖 2 機械式攔污柵剖面

四、改善方案

1. 依圖 2 所示，機械式攔污柵係架設於地下 1 樓底部，而排污物點卻位

於 1 樓，由於地下室為挑高設計，導致其整個攔污輸送高程高達 2 層樓高；另由於攔污柵勾型輸送爪為塑膠製，於勾到硬物時，易於輸送過程斷裂，且其數量高達近千個，每個輸送爪更換材料費為 600 元；設備相當壯觀，但卻有日常維護上之困擾。污水廠完工接手運轉 2 年後，設備因輸送爪斷裂，且備品已用完，導致停止運轉中，建議改為較簡易之勾耙式機械攔污柵，如圖 3 所示；且運用吊籃等設施將其攔除之污物吊至 1 樓運棄即可。於設備安裝上需注意：攔污柵應具有前後水位差 1m 以上之水壓強度，且污水穿過攔污柵之流速應在 60~120cm/sec 以防止沉澱。柵攔槽之底高，比污水進水管管底至少低 8~15cm，以防止死角淤塞。機械清除式攔污柵之設置斜度應與水平成 45~90 度，採用較陡可節省空間；人工式之斜度為 30~75 度以利於操作，常用者為 30~45 度。（資料來源：廢水處理單元設計及異常對策）

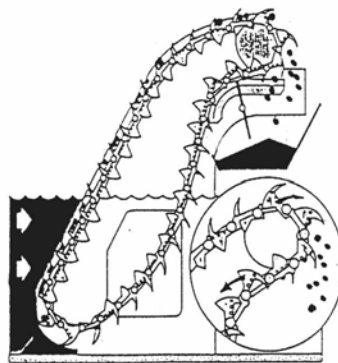


圖 3 勾耙式機械攔污柵

- 2.初沉池及三沉池為矩形池體設計，因刮泥機故障率高，造成操作上之困擾。初沉池及三沉池單元各有 1 台刮泥機故障停擺，且面臨無人維修窘境。由於矩形池體有刮泥機維護較困難之事實，於廠區空間足夠下，為後續操作維護上之方便，理應設置傳統之圓形沉澱池；但在已設置完成之前提下，仍應盡量使用該刮泥機設備，而一般矩形池體刮泥機之維護工作，可參閱案例八。
- 3.曝氣池溶氧約 4~5mg/L，明顯偏高之情形；初步研討，除有機負荷較低因素外，所選用之鼓風機送風規格亦較高，且未配置變頻器設備所造成。鼓風機送風量之降低方法，可參閱案例十五。

案 例 三

一、案例背景

工廠為專業之中藥製造廠，製程如圖 1 所示；廠內製程因各原料製作因素，廢水量及廢水水質因而有相當大之變化，易造成放流水質隨之變動較大。

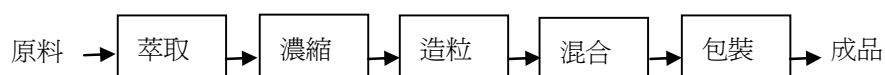


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

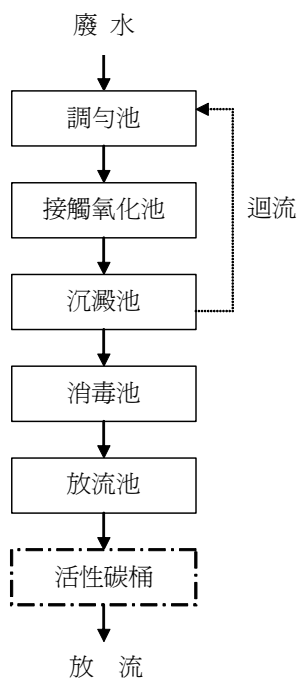


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

- (1)原廢水特性：廢水量約 1-10 CMD，濕製程（萃取/濃縮）時因桶槽清洗，導致廢水量達 10 CMD，COD 及 SS 約 2,000~3,000 mg/L 間。乾製程(造粒/混合)時廢水量約 1CMD，COD 及 SS 約 100~200 mg/L 間。
- (2)放流水特性：一般狀況下 COD<100 mg/L，但製程廢水排放量大且污染濃度較高時，常導致處理水質不穩定，如表 1 所示。

表 1 廢水處理後之放流水狀況

項 目	廢水量 (CMD)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	真色 色度
一般狀況	5~15	84~150	20~50	20~50	- - -
放流水標準	- - -	100	30	30	550

*設計值：廢水量約 10 CMD，BOD 及 SS 皆為 200mg/L。

三、單元設計缺失

- 1.由於廢水處理量較少，現場處理設備為預鑄式建築物污水處理設施，惟活性碳桶為加設，處理功能設計上明顯不足。
- 2.由於廢水污染度變動較大，於設施之處理能力有限情況下，放流水質常有不合格情況發生。

四、改善方案

1.製程管理改善

- (1)廠內於製程更換進行桶槽清洗時，廢水量大且污染濃度高（尤其第一次清洗水）；建議進行清洗程序改善工作，如固定桶槽進行單一物種萃取/濃縮工作、清洗水回收作為下次之添加水、採噴霧乾燥機清洗、順序更改（由須較高潔淨度開始）、以加壓空氣噴管集中桶內廢液並以廢紙吸附等措施，以減少廢水量及污染物之排放。
- (2)桶槽清洗時瞬間排放之大量廢水（且污染濃度高），勢必將造成處

理設備之重大負荷，嚴重影響放流水水質；建議於製程區域建立廢水收集設施，並以泵浦定量抽取排放至廢水處理設備處理。

2.處理設備改善

- (1)調勻池池面覆蓋有大量泡沫，因有加蓋鐵片避免飛揚，在不影響景觀及處理功能狀況下，可暫時忽略泡沫問題。建議於廢水進入調勻池前加設濾網，並調整 pH 計位置及加藥點，以便能有更貼切之加藥中和效果。另因採重力流方式處理，進流量等於處理量，如能改為泵浦控制，將可有效發揮調勻功能，因可控制處理量，處理水質將較穩定。
- (2)由於原廢水質量變動過大，現有調勻功能明顯不足；為提升放流水質合格率，調勻池單元勢必需進行擴建之評估工作，在未來調勻池單元之擴建上，建議如下：
 - A.新建調勻池設備應可有效達到調勻水質之功能，而水量調整上，建議可設置「分水計量堰」，以達調勻水量、水質之目標；設計上應有 10m^3 以上之調勻停留容量，調勻池之剖面，詳如圖 3 所示。
 - B.建議應保持高水位操作：對於突增之衝擊，將有較大之緩衝能力。另由於採高水位操作，揚水泵故障時將導致水位持續上升終致溢流，而有效防止溢流之裝置，建議如下：
 - (A)於警戒水位附近設置繞流管，讓廢水可透過繞流管藉重力流至下一處理單元，管徑以大於最大小時廢水量設計之。
 - (B)無法設置繞流管時，應設置緊急用泵，揚水能力以最大小時抽水量設計之。

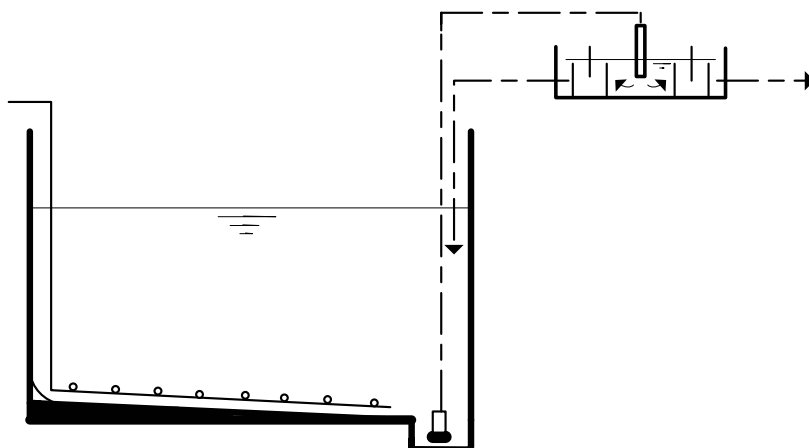


圖 3 調勻池剖面

送風機

案 例 四

一、案例背景

工廠係專業之電著塗裝公司，製程以塗裝各類型零件為主，零件依狀況，必要時先經過酸洗，再進行塗裝及清洗作業；過程中所帶出之帶出液則經過 UF 系統回收，清洗廢水則排放至廢水處理廠處理。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

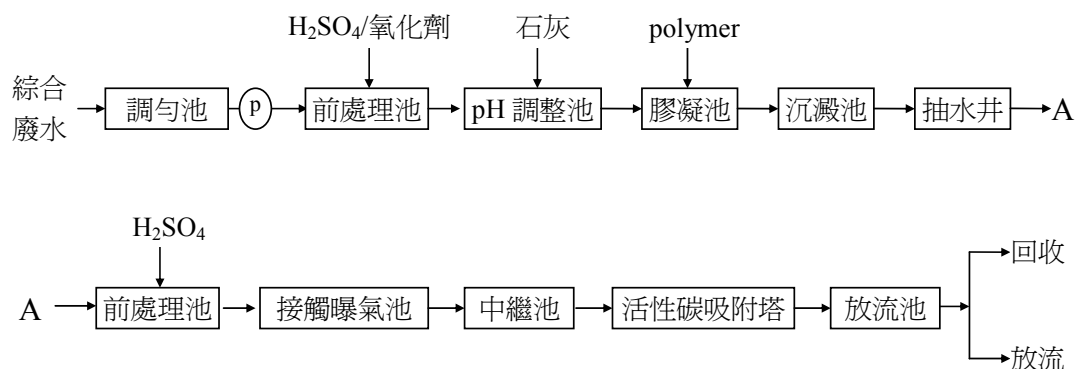


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

綜合廢水量約為 $120\text{m}^3/\text{hr}$ ，廢水水質 $\text{SS} < 100\text{mg/L}$ ，COD 濃度依據零件種類而異，一般約為 $450\sim 650\text{mg/L}$ ；綜合廢水採用化學混凝沉澱法＋接觸曝氣法＋活性碳吸附法處理；處理水質 SS 可達到 30mg/L 以下，COD 約為 70mg/L 以下。

三、單元設計缺失

1. 調勻池 1 台泵浦抽水量約 $3\text{ m}^3/\text{min}$ ，當廢水量大時，啟動 2 台泵浦，總抽水量約 $3.6\sim 3.8\text{ m}^3/\text{min}$ ，抽水量仍舊不足，造成操作上之困擾，設備如圖 2 所示。

2.接觸曝氣池有處理效率較低之困擾。



圖 2 現場抽水泵管線安裝方式

四、改善方案

1.由圖 2 可知，抽水泵之電磁流量計選用及管線安裝方式有誤，導致兩台抽水機同時啟動之水量僅約 1.2 倍額定水量；由於流量計之基本安裝原則須前端 10 倍管徑，後端 5 倍管徑，由圖可知前端近 20 倍管徑。另管線安裝方式上包含過早縮管及彎管因素，導致管損過大，抽水量明顯受到抑制。安裝錯誤除減少廢水抽取量外，亦將影響抽水泵之使用壽命。相關之建議如下：

- (1)更換流量計：原偵測範圍為 $2\sim4\text{ m}^3/\text{hr}$ ，建議更換為 $2.5\sim5\text{ m}^3/\text{min}$ ，則泵送水量最高將可達 $5\text{ m}^3/\text{min}$ ，但如再增加送水量，則流量計之準確性會大幅下降。
- (2)配合流量計之更換，管線管徑予以加大，由原先之 4 吋擴大為 6 吋。
- (3)如圖 2 所示，原管線設置方式有誤，增加 2 個彎頭及附屬配件之管損；建議進行改善時，泵浦抽送之主要輸送管線需直線安裝，以減少不必要之彎頭；且流量計安裝於直管間，另附屬配件設於縮管之前，將可有效減少管損。至於繞管部分則單純用於直管維修（流量計維護校正）時之臨時處置。

- 2.接觸曝氣池有處理效率較低之困擾，除因前物化處理不佳所導致之因素外，尚有接觸池內水流循環不佳之缺失。於後續改善上，除需加強前物化處理之處理效率外，可考慮於內加設沉水式泵浦，運用泵浦之動力及相關管線之配置，將可強化池內水流狀況及接觸材清洗效率，對該單元處理效率之提升應有正面之幫助。

第三章 物化處理單元

物化處理單元主要設施為 pH 調整池、混凝池、膠凝池、沉澱池及浮除池等單元；本章節主要節錄上述 5 個單元共 6 個案例；行業別則有染整業、電鍍業、紙漿業、造紙業、紡織業及皮革業等 6 行業工廠。

每個案例以「背景」、「處理流程與設計條件」、「設計缺失之檢討」、「改善方案」等四部份進行介紹。各案例工廠之內容以各缺失主題為主，其他缺失或問題簡略介紹，以突顯該缺失。於改善方案上，除陳述正確之設計資料外，儘量以運用既有設施情況下，後續需進行改善之實務技術為主。

案 例 五

一、案例背景

該廠位於工業區內，為專業布匹染整製造工廠，製程如圖 1 所示；主要廢水來源為染色/定型處理製程。

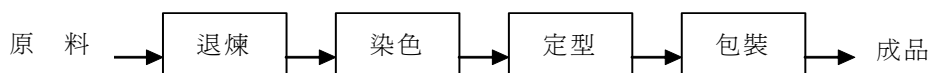


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 2 所示

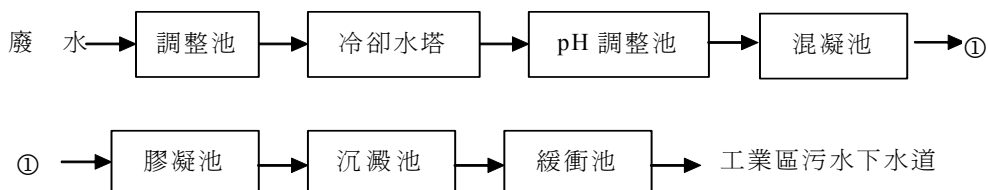


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

廢水量約 50~150 CMD，廢水排放至工業區下水道系統，進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理前後狀況

項目 檢測值	COD (mg/L)	SS (mg/L)	pH	溫度 (℃)
處理前	700~1,900	100~700	9~10	40~50
處理後	400~600	70~140	7~8	32~34

三、單元設計缺失

- 1.調勻池設於廠房下方，由於未設置攪拌設備，易有沉積現象發生。
- 2.當 pH 調整池將廢水 pH 值調至 7.5，因 PAC 之 pH 值約 3.5，於加藥量大時，常導致混凝池 pH 值降低至 6~6.5，無法保持最佳 pH 控制值，如圖 3 所示。
- 3.處理排放水仍有色度之困擾。



圖 3 現場 pH 調整池

四、改善方案

- 1.調勻池容積約 600 m³，設於廠房下方，由於未設置攪拌設備，易有沉積現象發生，以往係累積一段時間後，請水肥車抽取沉積之污泥。建議先於調勻池進流口設置必要之攔污設備，以攔阻較大之污物；另於維修口處設置 air jet 型攪拌曝氣機，採不定時攪拌/曝氣方式，除可減少沉積現象發生外，將有調勻及減少臭味發生之效果。
- 2.廢水處理設備之主要處理單元為混凝沉澱程序，由於整個處理設施較簡陋，整體處理效率恐有不足之虞，相關建議如下：
 - (1)由於處理流程為 pH 調整池+混凝池+膠凝池+沉澱池，因屬染整廢水，而 PAC 之 pH 值約 3.5，於加藥量達 1,000~1,200mg/L 時，常導致混凝池 pH 值降低至 6~6.5，無法保持最佳 pH 控制值。因 pH 控制值常為混凝成效之重要關鍵，因此，相關建議如下：

- A.加藥點更換：以混凝池（添加 PAC）+pH 調整池（添加酸、鹼劑）+膠凝池+沉澱池方式，則混凝作用之 pH 值將由 pH 調整池掌握，將較易控制混凝沉降作用所需之最佳 pH 值。
- B.進流點及加藥點更換：廢棄 pH 調整池之使用，廢水直接進流至原混凝池，並於混凝池出口處控制所需之 pH 值；使成混凝/pH 調整池+膠凝池+沉澱池，因混凝/pH 調整於同 1 池，則混凝之最佳 pH 值亦將較易控制。
- (2)pH 調整池及混凝池之攪拌機皆安裝於池體中間，攪拌時易有整體移動現象發生；由於攪拌作用主要增加粒子間之相互接觸機會，以達到必要之速度坡降（G 值），故整體移動現象將導致能量浪費。建議攪拌機於池體之安裝上，宜偏左或右安裝，將可減少整體移動現象，讓攪拌動力充分發揮。
- 3.染整廢水排放時常有真色色度問題，對處理色度問題，除電化學、曝氣池添加活性碳（PACT）及裝設活性碳桶外，另可考慮漂白劑（Bleaching Agent）之使用，其原理係藉化學處理使廢水中所含的天然色素，或紡織、製織工程中所附著施用的色素，變化為無色的藥劑。相關作法，可參考範例三十之內容。

案 例 六

一、案例背景

工廠位於加工出口區內，已建置 ISO 9000 系統，並推行 5S 及提案制度；製程如圖 1 所示。

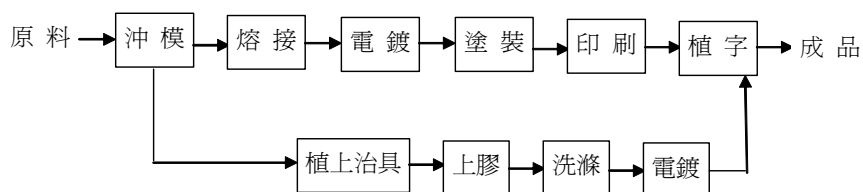


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

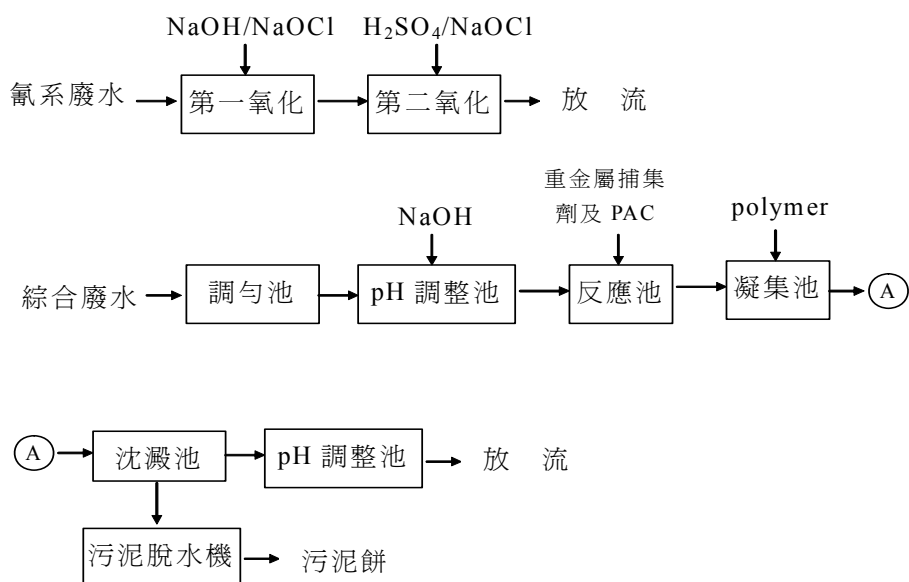


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

用水量合計為 160 CMD，其中製程用水約 150 CMD，冷卻用水約 10 CMD，綜合廢水量合計約 150 CMD，處理前後水質及用藥狀況如表 1 及表 2 所示。

表 1 原廢水與放流水水質

項目	pH	COD (mg/L)	SS (mg/L)	Ni ²⁺ (mg/L)	CN ⁻ (mg/L)
原廢水	2.5	246	126	77.1	366
放流水	7.6	72.1	14.7	0.15	0.36

表 2 藥劑使用種類與使用量

使用藥劑	液鹼	重金屬 捕集劑	PAC	高分子 聚合物	硫酸	次氯 酸鈉
使用量 (噸/月)	4	0.02	7	0.005	0.3	1

三、單元設計缺失

- 1.反應池之設計停留時間約 25min，而攪拌機之轉速約 50rpm，明顯過低；另 PAC 添加量達 7 噸/月，經計算加藥量約為 400mg/L，以原廢水水質狀況而言，有添加過量之虞。
- 2.放流水電導度約 1,670 μ S/cm，以水利渠道搭排時電導度過高。



圖 3 現場攪拌機

四、改善方案

- 1.反應池之設計停留時間約 25min，而攪拌機之轉速約 50rpm，明顯過低；由於停留時間及轉速應由 G 值(速度坡降)計算而來，常用 $P=\mu VG^2$ 進行設計，速度坡降 G 值=20~80sec⁻¹，GT 值在 10⁴~10⁵ 間。一般設計之廢水停留時間會因廢水量之增加而減少，而較常見之設計停留時間約在 30min 以上；而攪拌機之轉速須配合漿板形式而異，一般選用上常在 80~120 rpm 間；由於現場反應池之停留時間及攪拌機轉速明顯偏低，導致有反應不完全之虞，應再進一步研討。（資料來源：化學混凝單元設計與操作）
- 2.以原廢水水質狀況 SS 僅 126 mg/L 而言，PAC 添加量經計算約為 400mg/L，似乎有過度添加。據現場人員表示，該添加量係當初環保工程公司試車結果，一直沿用至今；由於環保工程公司試車階段為求儘快有最佳效果，常會過量添加混凝劑。一般於混凝沉澱單元之混凝及助凝劑之添加量，係由杯瓶試驗(jar test)之結果來確認最佳加藥量；混凝劑之添加量常直接影響污泥之形成量，尤其混凝劑採用 PAC，其結果最為明顯。建議於施作杯瓶試驗時，以形成小型膠羽之最小添加量即為混凝劑添加量，因形成小膠羽後將由助凝劑協助形成大膠羽，以便後續之沉降；為確認混凝劑之最小添加量，前述步驟可多作幾次，必要時可以過濾方式確認膠羽量，惟添加混凝劑形成膠羽之最小添加量務必確認。後續之助凝劑添加量可比照辦理，最佳加藥量之確定除可增加混凝沉澱效果外，亦可有效降低物化污泥之產生量。
- 3.由於灌溉水質之電導度標準為 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，案例廠放流水約在 1,670 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上；後續為減少放流水電導度過高之困擾，建議可從加強工廠污染預防（採用清潔生產製程、加強廠內減廢工作及廢水廢液妥善分流處理等）及改善既有廢水處理設施（調整最佳操作參數、增設離子交換系統或薄膜處理設施等）著手進行。

案例七

一、案例背景

工廠為國內兩大紙漿廠之一，以木片（已改為尤加利）為主要原料，產製紙漿與部分紙品，廠內製程如圖 1 所示。

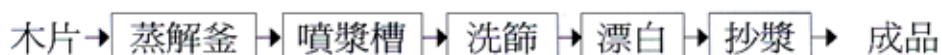


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

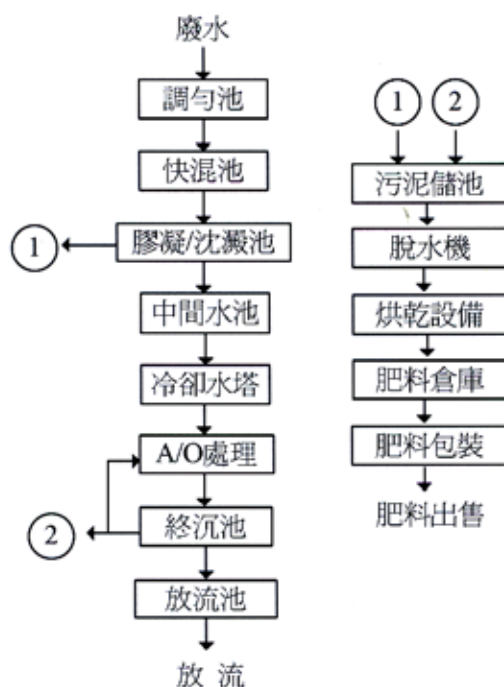


圖 2 廢水處理流程

2. 設計條件

廢水處理廠於 82 年擴建完成，處理量為 72,000 CMD，包含於膠凝階段為增加鹼度所抽進之海水（約 6,000CMD），進流水水質及放流水

水質如表 1 所示，藥劑使用情形如表 2 所示。

表 1 廢水處理前後水質狀況

檢測值	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	色度	溫度 (°C)	pH
處理前	600~700	200~300	200~300	100	---	6~8
處理後	100~160	10~20	15~25	<30	<35	6.8~7.8

表 2 藥劑使用情形

項目	石灰	尿素	磷酸	陽離子 助凝劑	陰離子 助凝劑
使用量 (T/月)	550	6	12	1.5	3.5

三、單元設計缺失

1. 膠凝池之水力停留時間約為 20min，以單一池體設計操作；池體內之攪拌機轉速為 30rpm。設計上之缺失為不應單一池體設計，且攪拌機之轉速不應固定為 30rpm。現場膠凝池所形成之膠羽，如圖 3 所示。
2. 由於曝氣池之曝氣方式採用固定式表曝機，因機械曝氣結果，導致污泥有鬆化現象；其特徵為 SV_{30} 介於 700~950mL/L，但幾小時後 SV_{30} 常降為 400~600 mL/L，膠羽鬆散且絲狀菌不多(絲狀菌分類為 0~1)；污泥鬆化嚴重時，添加混凝劑控制即可。



圖 3 膠凝池之混凝膠羽

四、改善方案

1. 一般於混凝階段之膠凝池設計，常用 $P=\mu VG^2$ 進行設計，其水力停留時間通常在 20~30min，速度坡降 G 值=20~80sec⁻¹， GT 值在 $10^4\sim10^5$ ；以石灰為混凝劑時，因固形物比重較大，應使用較高之 G 值，若以硫酸鋁為混凝劑，則使用較低之 G 值。而於池體之設計上，一般較大水量時應設計 2~3 池，並配置不同轉速（依次遞減）之攪拌機；另池內之水流速度通常需維持於 0.3m/s 以下，以避免已形成之膠羽破壞。（資料來源：廢水處理單元設計與異常對策）
2. 工廠於混凝階段所使用之混凝劑為石灰，且為後續生物處理所需，於膠凝池前端引進海水；由於混凝膠羽粒子脆弱，過高或過低之速度坡降，均會阻礙可沉降膠羽之形成。目前單一池體設計及攪拌機固定轉數皆為不適當之設計，將使得物化膠羽之形成不易控制。相關之建議如下：
 - (1) 建議之膠凝池設計資料如下：停留時間不變，因水量大宜分成數池；如分成 3 池，每池之攪拌機轉速分別為 10~30、5~15 及 1~10 rpm；如分成 2 池，每池之攪拌機轉速分別為 20~30 及 3~15 rpm；所設置之攪拌機應為可變速型。
 - (2) 由於膠凝池已設置完成，依既有之設施，可進行之改善方式如下：
 - A. 加設變頻器設備：該設備可讓攪拌機之轉速調降至所需之轉速，即速度坡降可往下調，可讓膠羽之相互接觸機會減少。
 - B. 膠凝池之攪拌機攪拌器更改：攪拌機之攪拌器為輪葉型，如改為漿板型，因與液體之接觸點變大，將可有較大之 G 值，膠羽之相互接觸機會較多。馬達因透過減速機將轉速調小，其所形成之扭力固定且相當大，因此，因接觸點增加所導致之扭力，一般應在可容許範圍。
 - C. 前述兩項為攪拌程度之改善建議，一般於混凝階段之要點為停留時間、攪拌程度及助凝劑之使用三項；於停留時間固定下，可變動之

項目僅攪拌程度及助凝劑之使用兩項；廠方應隨時施做杯瓶試驗，以因應廢水水質之變化，做適當之調整，讓物化處理效率提升。

- 3.由於曝氣池採用固定式表曝機，導致污泥有鬆化現象；如為減少污泥鬆化現象，應進行表曝機之改善工作，其可行方案可參考案例十九之說明。

案 例 八

一、案例背景

某造紙工廠以各式廢紙為原料，產製工業用紙；廠內設有兩台抄紙機，以 24 小時三班進行抄紙工作，廠內除實施 5S 運動外，亦已取得環境管理系統驗證。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

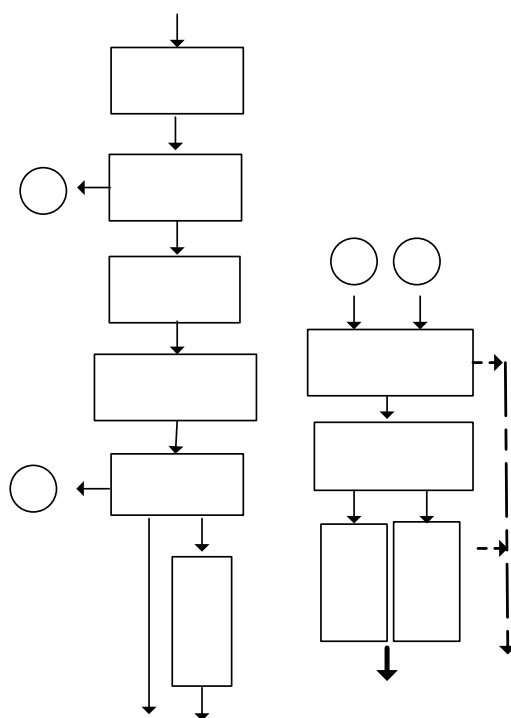


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

廢水設計量為 8,000 CMD，處理廢水量為 7,000 CMD，進流水水質

及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理廠設計條件與實際操作狀況

項 目	設計值	實際操作值	放流水質
COD (mg/L)	1,000	760~1,500	80~120
BOD (mg/L)	250	300~500	15~25
SS (mg/L)	800	700~2,200	10~20

三、單元設計缺失

- 1.初沉池及二沉池皆設計為矩形池體，原採用油壓式刮泥機，因效果不佳而改用鏈條式刮泥機，但故障率仍偏高，鏈條式刮泥機如圖 2 所示，造成維護上之困擾。
- 2.曝氣池溶氧為 4~6mg/L，為鼓風機風量過高因素引起。



圖 2 矩型刮泥機設備圖

四、改善方案

- 1.初沉池及二沉池原分別設置 3 台矩形油壓式刮泥機，而油壓式刮泥機具有故障率較低之特色，但其刮泥效果亦較低，尤其污泥具有 polymer 成分或生物污泥，其刮除效果更差；設計上為減少維護成本，致採用油壓式刮泥機，但卻遭遇刮泥效果太差之結果，為設計上之明顯缺失，解決之道，確實惟有更換一途。

2.二沉池單元（共 3 池）之矩形鏈條式刮泥機，經查所採用之刮泥機為美國 P 廠牌，且為短軸型；該廠牌刮泥機之特色為除現場所需另行準備之固定螺絲外，設備浸水部分全部採用塑膠製；另設備安裝上有問題，諸如：下刮板有偏移現象、軌道橡膠襯片有缺破現象及齒輪座並未固定完整等。齒輪座並未固定完整，如圖 3 所示，需用不收縮水泥予以填補。另一般正常狀況下，如設備安裝時能有效注意平行移動問題，且能依操作維護手冊內容定期維護；該設備於使用一段時間後，常因主驅動鍊條並未能完全浸水，易有脆化斷鍊問題發生；該問題發生後，除可先用備品予以更換斷裂部分外，亦可將整組鍊條改為不銹鋼製，將可一勞永逸解決該問題。鏈條矩型沉澱池設備可能之故障因素及解決方法如下：

(1)矩型沉澱池之刮泥設備，其傳動軸心（shaft）安裝於池體兩壁時應力求其準確性，施工過程需藉助經緯儀「定位」，國內環境工程公司大多缺乏此項設備，而勉強以水平儀替代，或使用者不熟悉該套儀器，則施工時易產生誤差。誤差大者，於試車階段即易發生鏈條脫落、扯斷現象，誤差小者，於日後連續運轉時，因軸上之鏈輪（sprocket）與鏈條無法正確咬合，易使鏈輪異常磨損，可能導致鏈條鬆脫、跳齒，甚至扯斷。徹底解決方法為抽乾池水，以經緯儀校正，調整軸心於池體兩壁之正確位置。

(2)刮泥設備之主驅動軸（head shaft）上有驅動鏈輪（動力供給）1 只及帶動鏈輪（帶動鏈條）2 只，運轉時驅動機力量施加於驅動鏈輪帶動軸心運轉（驅動鏈輪在主驅動軸之一端），以確保鏈條平行移動；尤其長軸式刮泥機於其他軸上之鏈輪兩邊係以軸環（collar）定位，另採固定螺絲（set screw）使鏈輪與軸同步運轉；由於裝於池壁之水潤軸承（wall bearing）承擔所有之磨損，如水潤軸承未配黃油管線，且操作上未定期保養潤滑，易造成軸卡死而鏈輪移位，導致鏈條脫落、扯斷。此外，一般刮泥設備之驅動機組常設有安全插梢裝置，當刮到重物或鏈條運轉不順時，插梢即會因受力過大而折斷，使驅

動機組空轉，以保護整套刮泥設備；操作人員常因跳脫頻率過高而省略該保護設施。

- (3)鏈條式刮泥機之定期保養較一般圓形刮泥機重要，因鏈條、鏈輪工作環境需對抗污泥（含砂），故易磨損；一旦磨損導致間隙變大，常造成鏈條鬆弛，此為運轉跳齒終至斷裂之主因；於維護保養上，諸如於 take-off 軸承調整鏈條垂度、長軸軸承打黃油、齒輪正反對調及鏈條正反接等方式，皆能延長設備使用年限。如操作人員能定期依原廠建議調整相關元件鬆緊度及更換必要之備品，則鏈條式刮泥機必可如國外經驗長久操作無虞。



圖 3 齒輪座未固定完全

- 3.曝氣機產生之曝氣量需有效運用之，其改善方案，可參閱案例十五之說明。

案 例 九

一、案例背景

工廠為專業之梭織布壓染工廠，使用之染料種類以反應性染料為主 (佔 65%)，製程如圖 1，製程廢水來源包括退漿、精練、漂白、絲光、染色，以及生活廢水，廢水量約 3,000CMD。

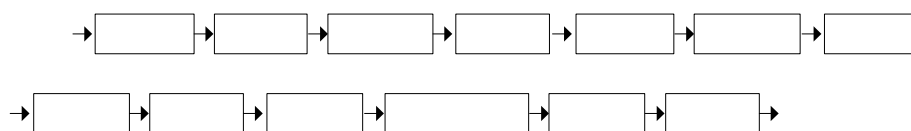


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

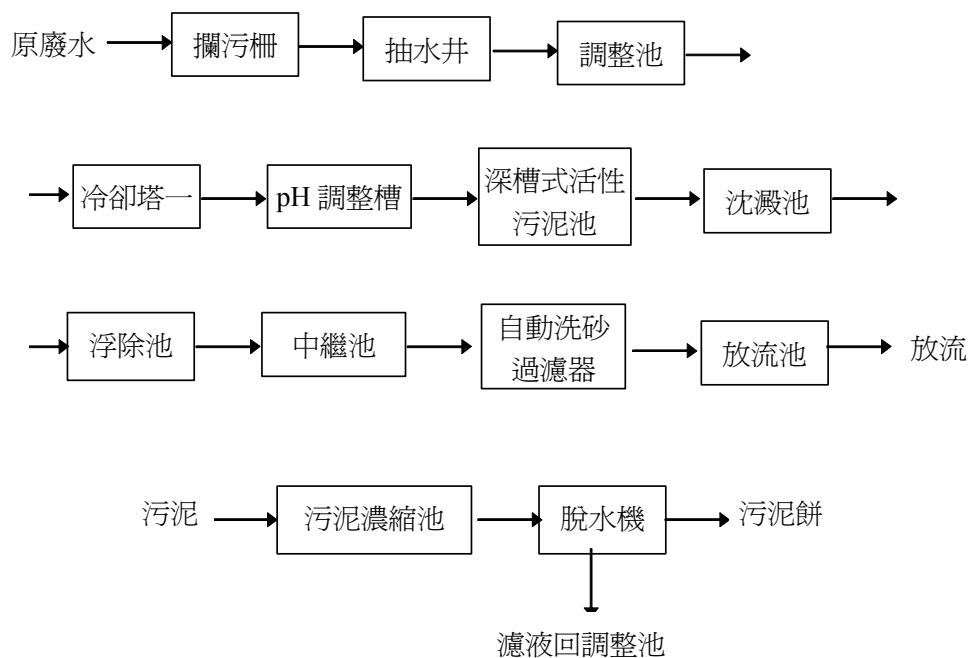


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

廠內各製程廢水水質狀況如表 1 所示，放流水之 COD 為 50~90 mg/L，BOD 為 18~26 mg/L，SS 為 9~25mg/L，符合放流水管制標準。

表 1 廠內各製程廢水水質狀況

廢水來源	退漿	精練	漂白	絲光	壓染	蒸染	浸染	樹脂	綜合廢水
COD	1,000~10,000	1,000~10,000	400~900	--	1,200~3,200	300~1,500	--	700~1,400	1,600~2,500
BOD	1,000~1,500	400~800	--	--	--	--	--	--	300~800
SS			80~120	100~280	300~922	100~256	--	200~370	150~450
pH	5.2	12.9	11.6	13.0	12.0	12.3	--	6.8	11.5
廢水量(CMD)	300	400	300	200	200	1,000	300	300	3,000

*：污染物濃度單位為 mg/L，pH 除外。

三、單元設計缺失

- 1.浮除池單元設有 3 處浮渣刮除口，由於刮板橡皮與刮除口摩擦頻率過高，導致橡皮更換頻繁，約每月 1 次，造成操作上之困擾。
- 2.脫水機採用帶濾式，脫水後之污泥含水率約 85%，希能有效降低含水率。
- 3.放流水有色度之困擾。

四、改善方案

- 1.浮除池單元之浮渣刮除口數量，應依浮渣產生量決定，較常見的有 1、2、3 及 4 個刮除口等 4 種設計；依該廠之浮渣產生量而言，可能僅設計 2 個浮渣刮除口即可，由於刮板橡皮與刮除口摩擦頻率過高，導致橡皮更換頻繁，約每月 1 次。相關建議如下：
 - (1)以浮渣產生量而言，3 處浮渣刮除口是否會過多，可進行評估；如評估結果可減少，則可安排於適當之檢修時機，予以更換為 2 個浮渣刮除口。

(2)一般減少刮板橡皮磨損方法如下：

A.刮除口加裝橫條：如各刮除口分別裝設兩條橫條。

B.橡皮寬度不變但長度減少：主要為減少浸水高度，原理為浮渣係浮於水面上，水面上之橡皮方有刮除效果，而水面下之橡皮功用不大；如減少水面下之橡皮長度（或適當調整之），則每次刮除時橡皮之彎曲程度將較低，破損之機會因而減少。

C.加裝提升裝置：刮板橡皮將浮渣刮至刮除口後，刮板整個上提（因外圍軌道因素），使橡皮不接觸到刮除口，自然可大幅延長該橡皮之使用壽命；如圖 3 所示。



圖 3 浮除刮板上提設施

- 2.帶濾式脫水機希能有效降低脫水污泥含水率，可參閱案例二十四之說明。
- 3.放流水色度之困擾，可參閱案例三十之說明。

案 例 十

一、案例背景

工廠為專業之衛生紙製造廠，以原生漿料為原料，產製面紙、衛生紙等紙類，廠內共有 3 台抄紙機。廢水先收集於原水池後，再經加壓浮除系統處理後排放。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

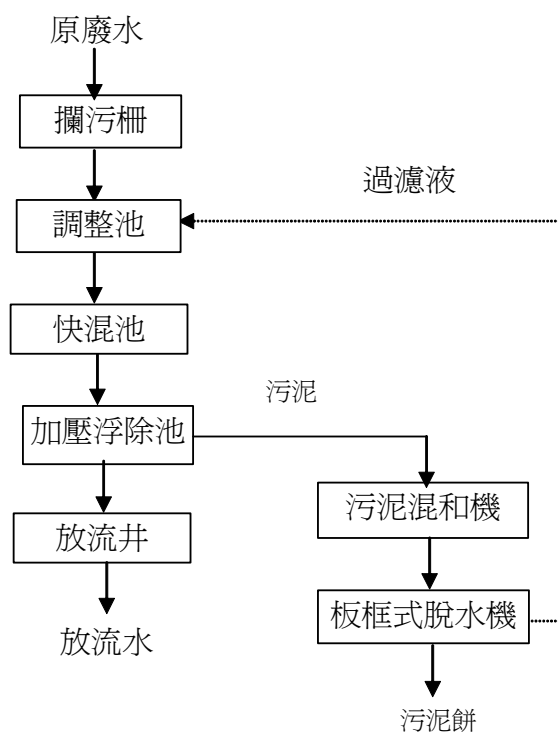


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

總處理水量約 3,000 CMD，物化處理設備為加壓浮除系統；廢水處理廠之進流水質與放流水質平均值如表 1 所示。

表 1 廢水處理廠之進流與放流水質資料

項次	COD (mg/L)	SS (mg/L)	透視度 (cm)	水溫 (°C)	pH
進流水質	420	250	----	35	7.6
放流水質	73	22	22	32	7.2
放流標準	100	30	----	35	6~9

註：放流水管制真色色度，其標準為 550 ADM I。

三、單元設計缺失

- 1.加壓浮除系統之 SS 處理效率約 90%，與一般效率相較下偏低；經查各項相關設施，發現 polymer 注入為 T 型，與一般設計斜 T 型注入有異。
- 2.抄製色紙時，放流水有色度問題。

四、改善方案

- 1.加壓浮除系統(簡稱 DAF)係利用高壓空氣注入加壓的水容器中，經適當時間的溶解混合後，將空氣飽和溶解於加壓水中，然後將壓力容器中飽和液釋放至開放水槽中，因減壓後溶有空氣的混合液，會立刻釋出微小氣泡群，氣泡附著於水中膠羽，形成整體比重小於水之浮渣物。其相關設施及構造如圖 2 所示；一般對於 SS 之處理效率常約為 95%，部分工廠甚至可將處理效率提升至 98%；因此除非是舊形式之 DAF(如方形池體)，否則 SS 處理效率應以維持 95% 為目標。

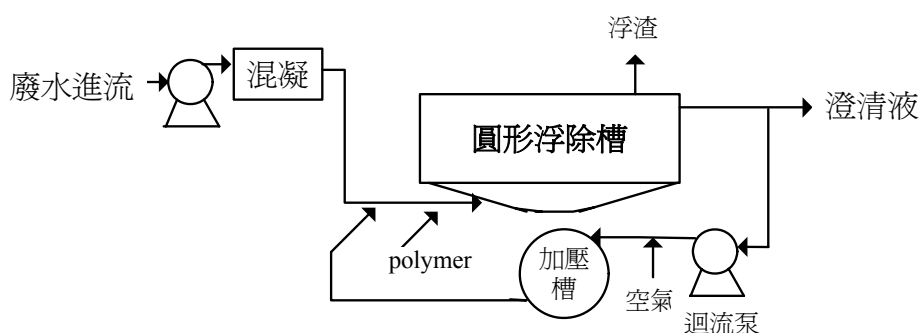


圖 2 浮除系統簡圖

2.在中高 SS 值時 DAF 去除率應有 95%，但在較低 SS 時，90%去除率已不易；然以造紙廢水而言，效率約 90%，較一般效率相較下偏低；改善建議如下：

(1)由於 polymer 注入為 T 型，與一般設計斜 T 型注入有異；因斜 T 型注入方式，對 polymer 注入量有所助益；另於注入點上，因 polymer 具黏性，與水體接觸後易有黏膜產生，依一般操作經驗，該黏膜將持續擴大，另該黏膜並非積於 polymer 管線，而是積於主輸送管上。因此，polymer 注入點除需斜 T 型注入外，其兩端亦需設法蘭，以便於清除黏膜，如圖 3 所示。

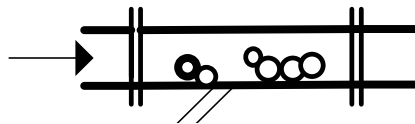


圖 3 polymer 注入與安裝方式

(2)加壓浮除系統其他操作注意事項如下：

- A.加壓浮除系統之空氣溶解狀況效果好壞，可由槽體水面上是否有 milking 現象觀察得知，有 milking 現象表示氣泡細小，浮除效果相對較佳；該現象可作為相關改善工作及現場調控上之參考。
- B.加壓槽之壓力控制不足，約為 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ；可由空壓機之壓力設定，讓加壓槽由 $4.0\text{ kg}/\text{cm}^2$ ，提高至 $4.2\text{ kg}/\text{cm}^2$ ；讓迴流水壓力升高，將有助於增加浮除效率。而加壓槽槽頂之洩壓閥一般設定為 $5.0\text{ kg}/\text{cm}^2$ ，故槽內壓力略微提高，應是可接受之範圍。
- C.浮除槽之底閥清除頻率應增加，因底閥會積存部分 SS，該積於底部之 SS，已不易形成浮渣刮除，而會伺機隨出流水流出，故宜加強清除頻率。

(3)混凝效果直接影響加壓浮除效率，因此，原廢水水質之穩定性相對

重要；現場操作人員除需請廠務人員控制排放水之穩定性外，亦需隨時注意廢水混凝效果，以便做適當之調控。

(4)混凝劑之種類亦是浮除效果之關鍵，一般而言，氯鹽系統之混凝劑較重，較不適合於加壓浮除系統使用；而鋁鹽混凝劑較輕，較適合添加於本系統，惟 PAC 效果較佳但費用較貴，而硫酸鋁效果略差但較便宜。

2.放流水有色度問題，可參閱案例三十之說明。

第四章 生物處理單元

生物處理單元主要設施為曝氣池、接觸氧化池、滴濾塔、氧化深渠、沉澱池及相關附屬設備等；本章節主要節錄曝氣池、接觸氧化池、滴濾塔、沉澱池及曝氣設備等 5 個單元共 13 個案例；行業別則有皮革業、食品業、造紙業、製藥業、紡織業及液晶面板業等 6 行業工廠。

每個案例以「背景」、「處理流程與設計條件」、「設計缺失之檢討」、「改善方案」等四部份進行介紹。各案例工廠之內容以各缺失主題為主，其他缺失或問題簡略介紹，以突顯該缺失。於改善方案上，除陳述正確之設計資料外，盡量以運用既有設施情況下，後續需進行改善之實務技術為主。

案 例 十 一

一、案例背景

工廠為濕藍皮鞋面革製革廠，以進口濕藍皮為原料，生產鞋面革供鞋類之下游廠商作原料。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

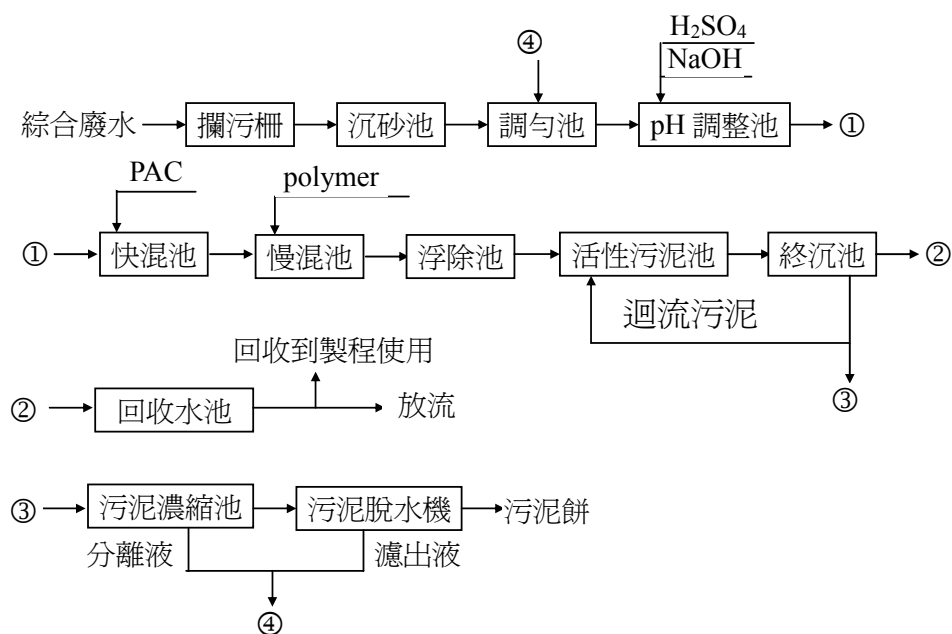


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

廢水設計量為 3,000 CMD，處理廢水量僅為 700~1,000 CMD，進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水廠之進流水水質及放流水水質

項 目	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	真色色度
進流廢水	350~600	90~110	180~300	---
放流水	85~90	12~15	15~20	200

三、單元設計缺失

- 1.浮除池之浮除效果有限，僅有約 80%之懸浮物去除能力。
- 2.曝氣池產生過多之泡沫，設計上並未考量油漬之去除或減少生物泡沫之產生，現場僅能使用灑水消泡方式處理。

四、改善方案

- 1.浮除池之浮除效果有限，對於浮除池之浮除效果提升上，可參閱案例十。
- 2.一般廢水處理廠之調勻池或曝氣池常有泡沫之困擾，輕微時僅風吹飛揚，有觀瞻上問題；但嚴重時泡沫可佈滿池水面，甚至覆蓋池旁步道，致使操作上有安全之虞。該廠處理泡沫問題上，大多以灑水消泡方式處置；但了解其原因後，可從設備設計或操作策略上進行改善。
- 3.由於為製革業廢水，製革後段之染色如使用界面活性劑，應更換或減少使用量；另噴皮革亮光油時，排氣洗滌之洗滌液是否含過多之界面活性劑，皆須進行探討，方能有效減少泡沫之形成。
- 4.基本上引起泡沫之原因，可概分為物化性泡沫(油脂及界面活性劑)及生物性泡沫兩種，其中油脂較不易引起嚴重之泡沫問題，而界面活性劑較無適當之處置方案。以下針對產生泡沫之原因及處置進行說明：

(1)物化性泡沫

物化性泡沫主要由界面活性劑引起，其為親油性原子團與親水性原子團組成之兩親媒性物質，具兩種基本性質：A.大部份形成膠體質點而溶存；B.因機能部之作用，以選擇性的配向吸著，顯著改變界面之狀態或性質。界面活性劑對水域生物的危害性分別為：乳化性、滲透性及難分解性，舉凡標榜洗淨能力越強之界面活性劑，其對水域生物之危害性亦相對增強，目前業者產品雖逐漸將 ABS 結構轉為 LAS 結構(軟性)，可讓水中殘留濃度降低，但亦有報告（資料來源：界面活性劑應用實務）指出 LAS 結構之生物毒性反而更大，而因界面活

性劑所引起之泡沫，除廠內減少使用量外，尚無其他有效防治方法。於引起物化性泡沫問題上，另需談及油脂之相對性，油脂基本上可分成表面浮油與乳化油，乳化油將增強界面活性劑引起之泡沫安定性，而界面活性劑之存在亦會將表面浮油逐漸轉成乳化油。因此，於前處理單元應設置油脂去除設備；且已截留之表面浮油，應盡速清除之，避免讓界面活性劑將表面浮油逐漸轉成乳化油，造成後續處理上，有泡沫、污泥包裹及污泥上浮方面之困擾。

(2)生物性泡沫

依據資料（資料來源：廢水處理功能生物診斷技術）顯示，於曝氣池表面（或污泥消化池）形成有泡之浮渣，大多為 *Nocardia* 屬（亦屬絲狀微生物），如圖 2 所示；型態上本屬是屬於放射菌，比其他的絲狀細菌的菌絲短，常在氣泡上附著而上浮，在曝氣池表面形成泡狀浮渣（異常發泡），然後於沉澱池使污泥上浮。其原因在於該屬生物具強疏水性且高黏性，一旦大量生長且附著於池內之氣泡，則增加氣泡對於機械、化學刺激的安定性。另亦屬放射菌之分枝桿菌 (*Mycobacterium* 屬)的某一種，亦被證實也具有形成浮渣之能力。

美國及澳洲研究人員調查發現，在泡沫中 *N. pinensis* 是主要的微生物，而 *Nocardia amarae* 次之，當混和液中每 1 克 VSS 中含有土壤絲菌超過 26mg 時，會產生令人討厭之泡沫（Jenkins,1992）。另油脂與界面活性劑之存在亦會增加生物性泡沫，資料顯示陰離子性界面活性劑與它們的生物分解產物，能夠提高活性污泥中土壤絲菌之起泡作用（Ho 及 Jenkins ,1991）。

其防治方案（資料來源：廢水微生物學）有：用氯殺菌、運用生物選擇器、減少曝氣池空氣流量、降低 pH 值與減少油脂量、添加厭氧消化槽上澄液、抗泡沫劑與鐵鹽、減少低紊流區及物理性地去除泡沫等；其中以（1）減少低紊流區；因放射菌常在靜水表面繁殖，處理過程宜避免造成廢水長期停留之死角。（2）增加污泥廢棄量（提

高 BOD 負荷)，該 2 方法較有效且常用。

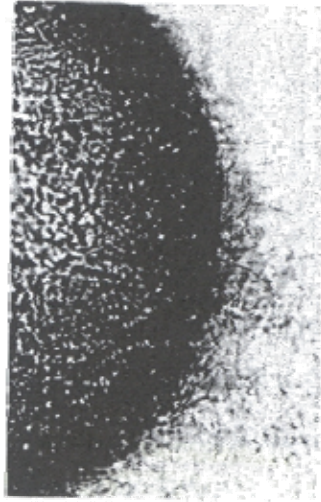


圖 2 在氣泡上大量附著的 *Nocardia amarae*

(資料來源：廢水處理功能生物診斷技術)

案 例 十二

一、案例背景

某食品加工廠以澱粉、果糖、香精及添加料為原料，專門產製各式餅乾、禮盒及飲料等產品，部分製程產製肉類食品。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

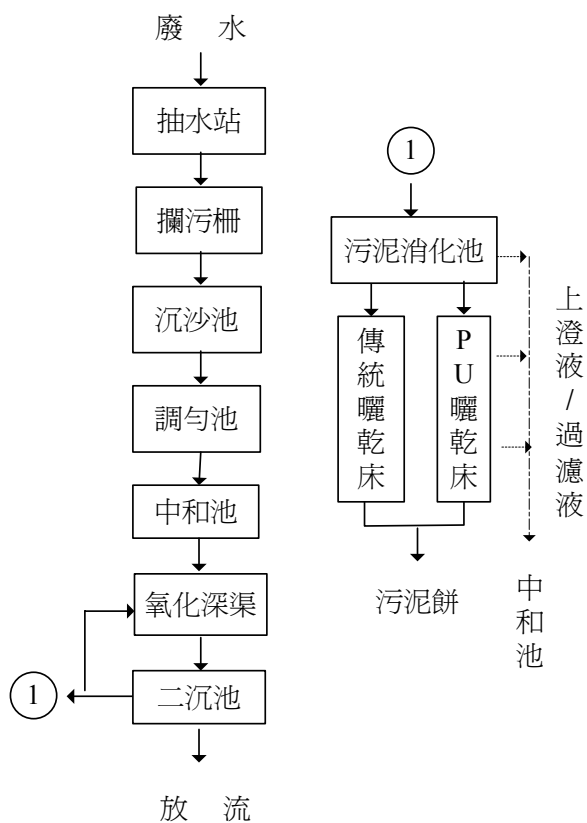


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

設計廢水量為 2,000 CMD，處理廢水量約 1,000 CMD，進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水廠實際操作狀況

項 目	設計進流	實際操作值 (平均)	放流水質 (平均)
COD (mg/L)	500	581	78
BOD (mg/L)	150	267	9
SS (mg/L)	180	186	12

三、單元設計缺失

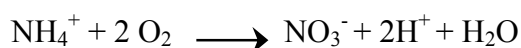
1. 由於廢水處理量減少，操作上仍使用原設計之兩座氧化深渠，導致處理系統有 pH 值逐漸上升之跡象，雖未達需加藥控制之程度，但仍須予以特別注意。
2. 污泥處理有臭味之困擾。

四、改善方案

1. 處理系統有 pH 值逐漸上升之困擾，其原因探討及解決方案如下：

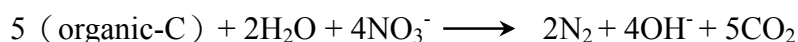
(1) 廢水中含有相當濃度之 $\text{NH}_4\text{-N}$ ，進行硝化/脫硝作用所致

A. 硝化作用：硝化作用進行時產生酸，易使系統 pH 值降低，如下列平衡方程式。



(經 *Nitrosomonas*、*Nitrobacter* 菌屬作用)

B. 脫硝作用：當水中存在硝酸根離子，且於「氧氣供應不足」情況下，微生物將以硝酸鹽類代替氧氣進行呼吸代謝，多數之脫硝菌為氧化有機物質之異營菌，少部份為氧化無機物質之自營菌，可將硝酸鹽類還原為氣態氮化合物，因產生氫氧基離子，反而使系統 pH 值上升，如下列平衡方程式。



(自營菌：*Thiobacillus*、*Micrococcus* 菌屬作用)

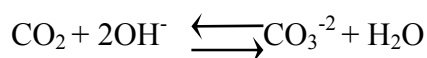
(異營菌：*Pseudomonas*、*Achromobacter* 菌屬作用)

由於脫硝作用程度仍受前段硝化作用之直接影響，並不會使系

統 pH 值持續上升。

(2)因藻類行光合作用，消耗 CO₂，易讓系統 pH 值上升

當廢水含有多量之氮、磷成分，於日照普遍時，因藻類進行光合作用，消耗水體之 CO₂，因此提升系統 pH 值，如下列平衡方程式；此時藻類包含水體表面衍生之藻類，及於污泥或處理水中皆會有之綠藻類、藍藻、矽藻類等。但於夜間藻類行呼吸作用時，則會產生 CO₂，系統 pH 值會略為降低。



當藻類生長迅速時，因進行光合作用消耗水體之 CO₂，整個系統所提升之 pH 值可高達 10；防治之道除直接減少氮磷成分外，可從加蓋遮蔽棚(減少日照)及減少廢水停留時間著手改善。

(3)因曝氣導致 CO₂ 減少，引起系統 pH 值上升

二氧化碳為微酸性之氣體，常因系統內曝氣作用因素，直接減少水中之 CO₂ 濃度，間接提升系統 pH 值，如下列平衡方程式。



因曝氣作用所去除 CO₂ 之操作，其極限值為曝氣至與大氣中之 CO₂ 平衡時，此時系統之 pH 值約 8.6；如水中含有較高之鹼度，易有較高之 pH 值，較低之鹼度有較低之 pH 值；防治之道為直接減少曝氣作用即可。

2.現場設置兩座氧化深渠，如圖 2 所示，每座深渠設置 2 台表曝機，而操作策略為操作兩座氧化深渠，每座深渠採輪流開啟 1 台表曝機方式運轉。由於氧化深渠原本即有厭氧區域，如圖 3 所示；如輪流運轉 1 台表曝機，預計厭氧區域將擴大範圍。因屬食品廢水、渠內有機負荷低及廢水停留時間長之情況下，研判污泥應會有硝化作用產生；加上渠底污泥沉積區域恐已有缺氧段產生，污泥應已達脫硝作用階段，因而造成系統 pH 值由 6.5 上升至 8 左右，尚未達到加藥處理之必要性。現今之操作程序有可承受較大之負荷衝擊及污泥量較小之優點；由於

食品工廠製程廢水排放不易控制，如擬減緩系統 pH 值上升程度，建議應進行必要之管線修改工作，以僅使用 1 座氧化深渠，且 2 台表曝機同時運轉方式；可達到提高渠內有機負荷及降低廢水停留時間，甚至減少渠底污泥沉積之缺氧程度。



圖 2 氧化深渠狀況

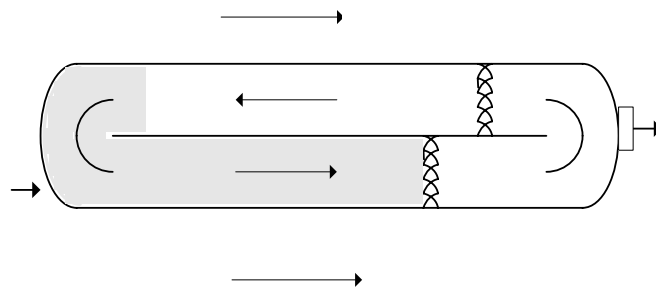


圖 3 標準氧化深渠配置

3. 污泥處理上有臭味之困擾情形，一般應變措施為於污泥消化池即加強曝氣（提高溶氧值）或減少污泥停留時間即可有效控制；但該廠因污泥已達脫硝作用階段，初期曝氣措施反而加強臭味發生（氣態氮化合物釋出，明顯阿摩尼亞味道）；建議宜從減少污泥脫硝程度後（可由 pH 值減緩上升程度得知），再以加強曝氣及減少污泥停留時間方式，以減少污泥消化池甚至曬乾床之臭味發生。

案 例 十 三

一、案例背景

某食品加工廠產製餅乾及各式飲料，87 年因放流水標準因素及業務需要進行廢水處理廠擴建工作；然於訂單結束及轉移至海外廠因素，導致近年來國內產能大幅下降，廠內製程亦因訂單因素常會更動，廢水污染濃度亦隨之變化。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

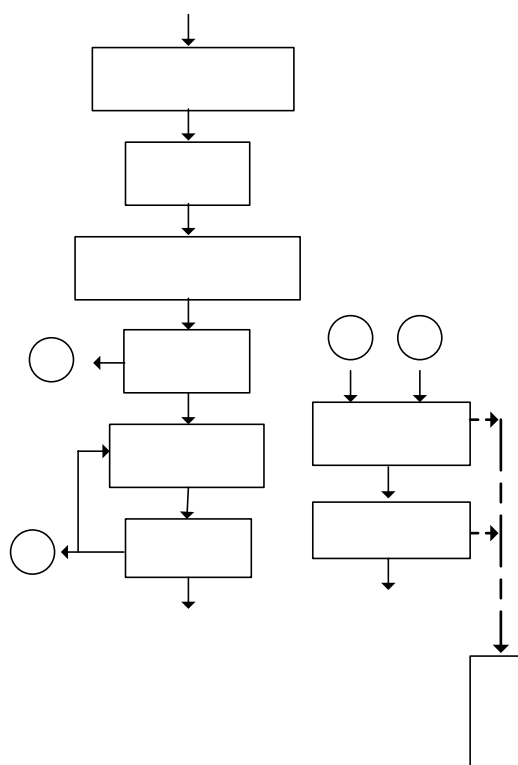


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

廢水設計量為 6,000 CMD，處理廢水量為 2,000 CMD，進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理廠設計條件與實際操作狀況

項 目	設計值	實際操作值 (平均)	放流水質 (平均)
COD (mg/L)	400	262	69
BOD (mg/L)	200	51	4
SS (mg/L)	250	90	8

三、單元設計缺失

1. 調勻池設計容量為停留約 12 小時，但因廢水量減少且為單座設計，導致廢水停留時間常高達 36 小時，低污染負荷下，於調勻池單元即有硝化現象發生。
2. 原廢水 pH 值約 6.5~7.0，曝氣池出流水 pH 值約 5.5~6.0，該廠於迴流污泥管線添加 NaOH，讓放流水 pH 值可符合標準，但導致操作成本較高。

四、改善方案

1. 處理系統 pH 值下降問題，一般為廢水中含有較高濃度之 $\text{NH}_4\text{-N}$ （進行硝化作用）、廢水中含有 H_2S （產生 H_2SO_4 ）及有機物分解（ CO_2 增加）等三種原因。以下為曝氣池 pH 值下降原因探討：

(1) 廢水中含有 H_2S

硫還原菌於厭氧狀態下會將硫酸鹽類還原為 H_2S ，而硫氧化菌會於適當時機將 H_2S 氧化為 H_2SO_4 ，使系統中 pH 值迅速下降，如下列平衡方程式。於含高硫酸鹽類廢水之處理過程，尤其明顯。



此外，如廢水中有 HNO_3 存在，更易產生 H_2SO_4



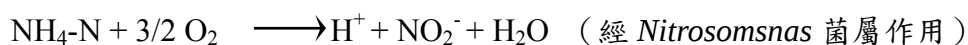
(經 *Thiobacillus denitrificans* 菌屬作用)

為避免硫還原菌將硫酸鹽類還原為 H_2S ，處理設備宜避免於不通風狀況下操作或減少沉積現象發生。以生活廢水為例，如調勻池為地

下密閉式設計，因廢棄蛋白質之胺基酸內即含有硫官能基，硫還原菌於厭氧狀態下會將該硫化物還原為 H_2S ，調勻池池頂將產生酸腐蝕，且出流水 pH 值將明顯下降。

(2) 廢水中含有 NH_4-N ，進行硝化作用

曝氣池充分曝氣時，微生物先進行有機碳氧化作用，至 COD 濃度降至某程度（或 NH_4-N 濃度相對較高時），硝化菌（屬絕對喜氣菌）將呈優勢，並進行硝化作用。由於硝化菌為自營菌，攝取無機碳如 CO_2 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 為碳源，將 NH_4-N 氧化為亞硝酸及硝酸，因此硝化作用進行時產生酸，易使系統中 pH 值降低，如下列平衡方程式。



NH_4-N 濃度較高時，整個處理系統宜考慮改為除氮處理程序； NH_4-N 濃度不高時，運用硝化菌屬絕對喜氣菌之特性，適當調降廢水中溶氧值，可使系統中 pH 值下降速度變緩。

(3) 污泥分解有機物，放出許多二氧化碳溶於水中，導致系統之 pH 值降低。

於生物可氧化基質較多時，該現象較明顯，水中溶氧量亦常隨之降低；然隨著可氧化基質已逐漸被處理時，該現象轉而趨緩；最後因曝氣效應，pH 值及溶氧量會逐漸回升。整體而言，除非原廢水 pH 值即偏低，否則該現象不易讓水質 pH 值低於 6 以下，因本項因素而添加鹼劑之機會較少。

2. 原廢水之 BOD/COD 約 0.45，屬相當適合生物處理之水質，系統之 pH 值下降快速，研判應是系統內進行硝化作用最有可能（廢水氮鹽濃度約 100mg/L）。由於硝化現象之發生原因大致上為系統內廢水停留時間較長、系統長期處於低負荷下操作及 NH_4-N 濃度相對較高時；相關對應處置上，除盡量於廢水來源減少 NH_4-N 排放濃度外，改善方向宜從減少廢水停留時間及提高負荷著手。可行方案建議如下：

- (1)調勻池採低液位操作：可減少廢水停留時間，相對降低該單元吸附/分解作用，間接提高生物處理單元之負荷。執行上，可考慮以 3~6 小時為操作目標。
- (2)降低曝氣池之溶氧值：減緩生物處理活性，間接提高池內污泥之負荷。或曝氣池採間接曝氣法，以增加脫硝作用；可有效減緩 pH 下降程度。
- (3)降低曝氣池之 MLSS 濃度：可間接提升單位污泥之有機負荷量。
- (4)2 座曝氣池改為 1 座操作：每座曝氣池將直接提高 1 倍之負荷，如圖 2 所示。
- (5)如各項可行改善工作完成後，放流水 pH 值仍有超過標準之虞；後續不宜採用於迴流污泥管線加藥方式，藥劑將耗用於反應式中，pH 值提升效果較少；可直接於放流前添加，其添加量將直接有效。



圖 2 減少 1 座曝氣池之使用

案 例 十 四

一、案例背景

工廠為專業之灰紙板製造廠，以廢紙為原料，產製灰紙板。廠內製程因產品因素，並未設置脫墨設施；原設有 2 台抄紙機，目前因環境因素考量，現階段僅有 1 台抄紙機進行抄紙工作。廢水量因抄紙量減少而相對減少，已由原先之 5,000CMD 降為約 2,500CMD。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

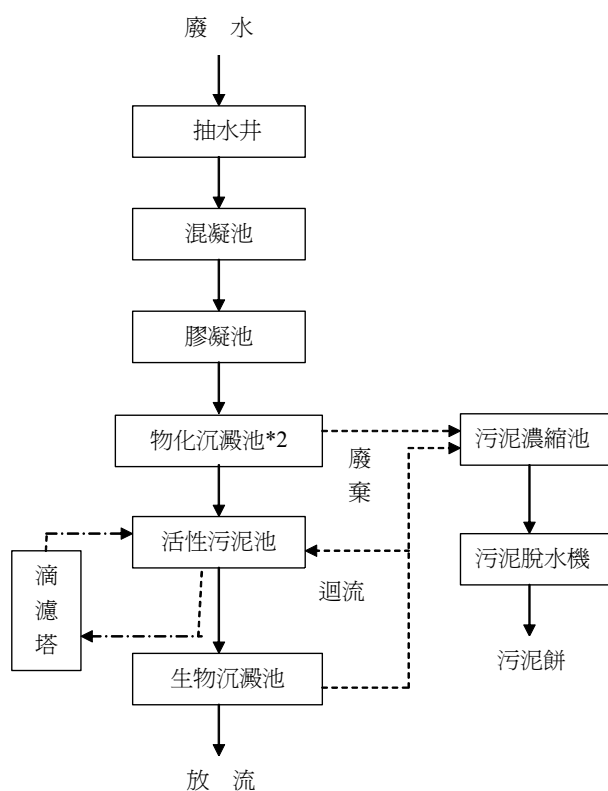


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

(1) 原廢水特性：廢水量約 2,500-2,800CMD，COD 約 600~700 mg/L，

SS 約 500~600 mg/L。

(2)放流水特性：一般狀況下 COD<100 mg/L，但常因活性污泥池產生大量泡沫，且污泥較鬆散，導致處理水質較不穩定。

三、單元設計缺失

- 1.設計建造初期，未考慮造紙業廢水處理廠易有污泥膨化現象發生，以便採用較適當之處理程序；導致曝氣池之污泥常有膨化現象發生，如圖 2 所示，除處理效率降低，放流水易有不符合標準之情況發生。



圖 2 30 分鐘沉降結果

四、改善方案

- 1.污泥膨化現象通常包含污泥鬆化及絲狀菌過度生長兩種情況。污泥鬆化之特徵為 SV_{30} 介於 700~950mL/L，但幾小時後 SV_{30} 常降為 400~600 mL/L，膠羽鬆散且絲狀菌不多(絲狀菌分類為 0~1)、污泥不易從沉澱池溢出，嚴重時添加混凝劑控制即可；該廠污泥 SV_{30} 約 850mL/L，經顯微鏡觀察如圖 3 所示，判斷應屬於絲狀菌過度生長，其發生污泥膨化原因，推測如下：

(1)行業特性：因造紙業製程廢水排放變異性高，部分時段有高溫廢水

排放；因此，造紙業工廠每年特定時間（夏季）廢水處理廠常有污泥膨化問題發生。

(2)曝氣系統為 4 台沉水式曝氣機輪流曝氣，此曝氣方式將導致池內四周溶氧量值差異度變大；另沉水式曝氣機具易維修之優點，但其曝氣方式易導致膠羽鬆散。

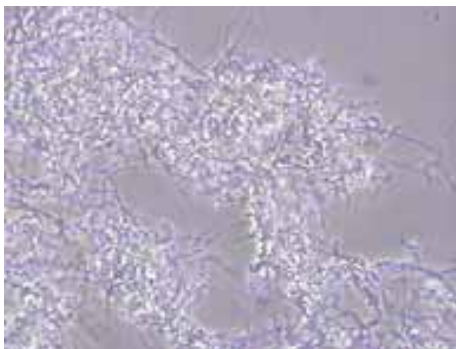


圖 3 以顯微鏡觀察絲狀菌過度生長情形

2.原因探討及相關處置建議

(1)絲狀菌之特性資料

依據資料顯示，造成污泥膨化之原因生物，大致上有 *Sphaerotilus natans*, *Bacillus*, *Thiothrix*, *Escherichia*, *Beggiatoa*, *Geotrichum candidum*, 絲狀增殖酵母及其他絲狀微生物等；一般而言，絲狀菌之比增殖速率較細菌為低。因此，絲狀菌在生存競爭環境中如欲得勝，在於環境突遭變異時，對其他細菌之增殖速度形成抑制，而對絲狀菌抑制較小，如此才會形成優勢。有關絲狀菌之特性，歸納如下：

- A.與膠羽生成菌比較，絲狀菌有較大之表面積與體積之比，因此對低濃度基質、溶氧之攝取較有利。
- B.絲狀菌比膠羽生成菌具有較強之抑制物質抵抗性。
- C.絲狀菌不為原生動物及微小後生動物等掠食者所攝取。
- D.絲狀菌比膠羽生成菌對環境有較廣之適應範圍。

(2)活性污泥膨化之原因及處置對策

污泥膨化之原因大致上有：廢水特性(如高醣類廢水)、基質濃度低、pH 過低(低於 6)、硫化物濃度高、溶氧值低及營養物不足等因素。但因可能同時存在兩種以上因素，故在判別上不容易。

活性污泥膨化之處置對策上，基本上可分為暫時性、較長時間性及永久性等三種，如表 1 所示。

表 1 污泥膨化之處置對策

暫時性	較長時	永久性
·添加化學氧化劑 ·添加無機性之混凝劑 ·增大污泥迴流量及廢棄污泥量	·調節供給氧氣量 ·供給必須之營養劑 ·調整系統之食微比	·曝氣池體為栓塞流型 ·系統中加入缺氧段 ·設多段分隔式曝氣系統

廢水處理廠發生污泥膨化現象，最常用之處置方式為於迴流污泥添加氯或過氧化氫，兩者添加濃度分別為 10~20mg/L 及 100~200mg/L，添加時間需視膨化狀況而定。然於添加前仍需檢視發生原因，先採取表 1 較長時之處置，以減少再發生之機會；而對於常發生之處理廠，建議採表 1 永久性之處置，其處置原理分別如下：(1) 栓塞流型法之基質濃度呈梯度下降，不易有優勢菌種；(2) 加缺氧段取因於絲狀菌大多屬絕對好氧菌；(3) 而多段分隔式則為綜合前兩者之特性而成。

該廠於發生污泥膨化現象後，曝氣設備改為間歇式操作曝氣，以減少對污泥之衝擊；另採用於迴流污泥添加過氧化氫方式進行殺菌，添加量由 10mg/L 逐漸增加至約 50mg/L，添加期間約 4 天，經 1 星期後逐漸恢復往常，約 2 星期完全恢復往常。

3. 以下簡介污泥膨化現象進行處置時，須注意之事項：

(1) 廢水處理廠發生污泥膨化現象時，如能立即判定絲狀微菌種類，對防治工作上有絕對幫助；絲狀菌之鑑別工作，工研院環安衛中心、成功大學環工所及生物技術開發中心皆擁有偵測探針之設備，且曾

完成鑑定相關菌種，業界若需進行絲狀菌體鑑定工作，可逕洽諮詢作為參考。

(2)廢水處理廠於遭遇絲狀菌膨化困擾時，如發現屬污泥膨化初期，建議應以系統之調整因應之；如發現以系統之調整無法克制污泥膨化現象，則需進行添加化學氧化劑以破壞絲狀菌之優勢，然系統之調整仍為破壞菌種優勢後，微生物群恢復原狀之必要條件，故系統之調整為絕對需進行之工作。另因污泥膨化現象如於早期發現，將較易於採取必要措施。建議現場操作人員，應每日進行污泥顯微鏡觀察工作；如未有顯微鏡設備，至少每日須作 SV_{30} 沉降試驗，以利及早防範。

(3)廢水處理廠決定添加化學氧化劑以抑制絲狀菌生長，防治原因在於絲狀菌已為優勢菌種，若不破壞此優勢，無法恢復正常微生物相。但此舉亦會抑制原生動物，且因菌絲斷裂、原生動物死亡及膠羽破碎，導致處理效率會隨之降低，處理水質會明顯惡化；此為暫時現象，於停止添加後，各微生物將慢慢恢復，配合系統作適當調整修正，則於該新環境中將逐漸恢復原微生物相。不過因各廠污泥膨化現象程度不一，所需之化學氧化劑添加量也不同，故執行時宜由少量逐步添加，添加期間亦須以沉降實驗及顯微鏡觀察作為添加效果之確認工作。尤其處置過程需詳實記錄，以作為再次污泥膨化時之參考對策。

案 例 十 五

一、案例背景

工廠為上市公司，產製各種成衣用布、各種裡布、旅行箱及手袋用布等。製程廢水先收集調勻後，再經冷卻水塔、活性污泥系統及物化處理系統後排放。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

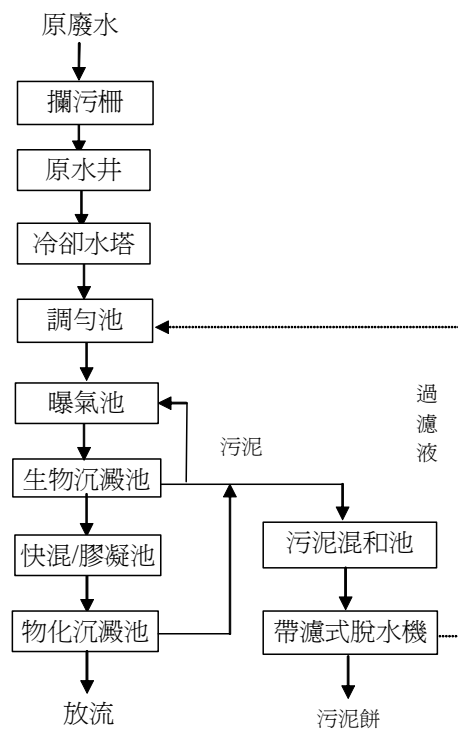


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

工廠產量因淡季因素減少，然而廢水量卻因製程因素增加，以往廢水量約 1,000 CMD，實際廢水量接近 3,000 CMD，且每星期一、二未開工，直至星期三約 17：00 方有廢水排放，廢水處理廠之進流水質與放

流水質平均如表 1 所示。

表 1 廢水處理廠之進流與放流水質資料

項次	COD (mg/L)	SS (mg/L)	真色 色度	水溫 (°C)	pH
進流水質 (平均)	900	700	----	40	9
放流水質 (平均)	110	15	----	30	7
放流水標準	140	30	550	35	6~9

*放流標準以印染整理業第二類為標準。

三、單元設計缺失

1. 矩型曝氣池兩座，為地下密閉式設計（僅留出入人孔），有效體積為 3,465 m³，採用 3 台 25Hp 鼓風機曝氣配合 1,100 個細氣泡散氣盤曝氣傳氧/攪拌。池內 MLSS 濃度及溶氧值分別為 1,200mg/L 及 4~6mg/L，設有 15Hp 離心式泵浦 2 台抽送活性污泥至生物沉澱池。設計上缺失為曝氣池係地下密閉式設計，鼓風機啟用 1 台，池內溶氧值低於 1mg/L，用 2 台溶氧值約 4~6mg/L，因溶氧過高，導致膠羽較細小，不利於沉降。
2. 生物及物化沉澱池各 1 座為矩形池體，採油壓式刮泥設備刮泥，而生物沉澱池未設置浮渣擋板及其他附屬設備，物化沉澱池加設傾斜管，如圖 2 所示。設計上缺失為沉澱池採用油壓式刮泥設備，該設備刮泥效率差，另生物沉澱池未設置浮渣擋板等設施。



圖 2 物化沉澱池（加傾斜管設備）

四、改善方案

1. 工廠主要缺失為因溶氧過高導致膠羽較細小，另採用刮泥效率較差之設備，導致放流水 SS 偏高，雖物化沉澱池加設傾斜管設備，但未能徹底解決問題。如能有效降低溶氧過高導致膠羽較細小之問題，並更換刮泥設備，或許可節省物化單元之加藥程序。
2. 曝氣池採細氣泡曝氣系統攪拌/傳氧，池內溶氧值為 4~6 mg/L；一般評估曝氣池之溶氧值是否足夠，其理論依據為先將曝氣池膠羽視為球形，而為使球型之中心點位置之溶氧值，仍保有生物活性，依環工技術理論而言，為保持球型之中心點位置仍有最大活性之最小溶氧值（ K_m ）為 0.1 mg/L，且因氧氣於球形外圍滲透至中心點會依序遞減，而為保持中心點之溶氧值為 0.1 mg/L，則球形外圍之溶氧值應維持在 0.5 mg/L。另考慮池內膠羽不會單純皆為小圓形，配合部份較大型膠羽之需求，池內溶氧值應維持為 1.0 mg/L；最後考慮池內大多會有沉積現象發生，而為避免沉積區域發生厭氧現象，池內溶氧值需求調高為 1.5 mg/L 以上；因此，一般曝氣池內溶氧值常建議為 1.5~2.0 mg/L。執行時需依據理論推估之結果及配合實際操作狀況，以確認最佳操作參數，說明如下：

(1) 曝氣池採用之細氣泡曝氣系統屬較高效率（高傳氧/充分攪拌）之設備。由於維持較高之溶氧值需耗費較大之動力，且膠羽較易被打散。因此，溶氧值 4~6 mg/L 有調降空間，依理論值最低可維持在 1.0~1.5 mg/L 左右，但考慮該廠曝氣池係地下密閉式設計因素，溶氧量之控制上，建議溶氧應維持在 2~3 mg/L 左右。

(2) 由於曝氣池池體設計皆為栓塞流（plug flow），將導致廢水進流端之有機負荷較高，出流端之有機負荷較低，因此池體兩端所需維持之溶氧值並不相同。於溶氧值控制上，建議於進流端溶氧值維持於 3 mg/L 左右，以提供充分之溶氧供微生物進行新陳代謝；而出流端溶氧值建議維持於 2 mg/L 以上即可，將可減少膠羽被打散之機會，可採用循環方式，以利提高前端之溶氧值；曝氣池出流端溶氧值之控

制會反應到曝氣攪拌程度，直接影響膠羽之結構，間接影響到膠羽於生物沉澱池之沉降性。

(3)鼓風機產生之曝氣量需有效運用之，曝氣量過大將導致污泥膠羽易破碎分散；一般設計鼓風機時常會取較設計需求量高（約 1.2 倍），且依廠商現有之規格機種採購，故所採購之鼓風機組之曝風量常較實際需求量高甚多。當鼓風機產生之曝氣量較實際需求量高約 1~5 % 時，可用閥類開關調整之，但如需求量低於設計量較多時，若仍以閥類開關控制，常會造成鼓風機組之損害。可行之方案建議如下：

A.設置有 3 台鼓風機（25HP），控制程序為 2 台運轉中，1 台備用或下次運轉用；建議可評估是否需加裝變頻器設備，則對所需之風量能更有效掌握且對日常之操作成本能有效降低。

B.將鼓風機馬力數由 25HP 更換為 20HP：可直接節省電力費用支出，惟執行前應向原廠洽詢技術上有無須注意之處。

C.加裝排至大氣之空氣管線及必要之消音設備：將多餘之曝氣量導至大氣中。

D.加裝排至未運轉水坑之空氣管線：將多餘之曝氣量導至水坑中消耗掉。

E.將多餘風量用於污泥乾燥：由於鼓風機出口風壓約為 5,000 mmAq，風力因壓縮因素而升溫，預估出口溫度約 75℃ 左右（計算方式：環境溫度+因風壓縮所導致之溫升（每 1,000 mmAq, 約 10℃），可設置相關之管線，將該風力/熱運用於污泥乾燥。

3.生物沉澱池及物化沉澱池分別設置 1 台矩形油壓式刮泥機，而油壓式刮泥機具有故障率較低之特色，但其刮泥效果亦較低，尤其污泥具有 polymer 成分或生物污泥，其刮除效果更差；設計上為減少維護成本，致採用油壓式刮泥機，但卻遭遇刮泥效果太差之結果，為設計上之明顯缺失，解決之道，惟有更換一途。建議更換為鏈條式刮泥機，其安裝維護方式可參考案例八之說明。

案 例 十 六

一、案例背景

工廠為專業之衛生紙製造廠，產製面紙、衛生紙等紙類，目前廠內共有 4 台抄紙機，產能約 8,000 T/月。廢水先收集於原水池後，分別經兩套加壓浮除系統處理，再共同經二級生物處理後排放。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

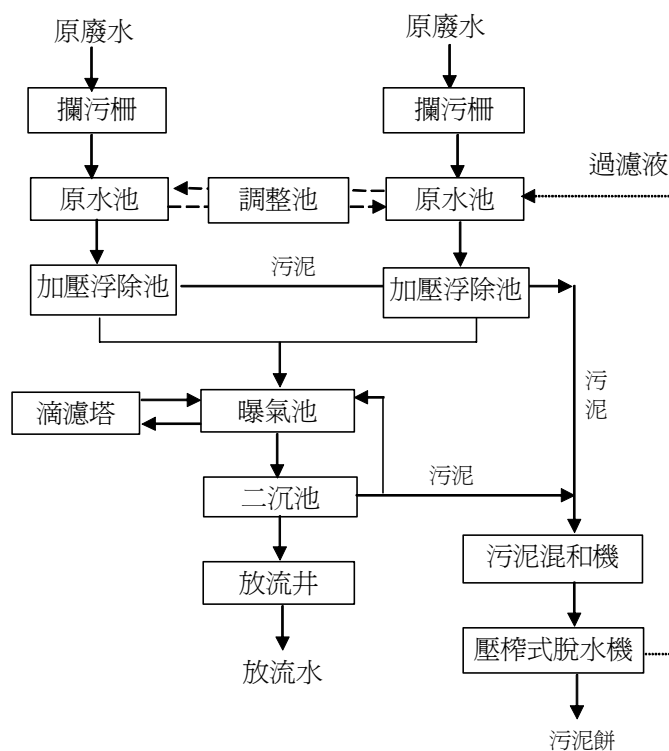


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

工廠總處理水量約 9,000 CMD，物化處理設備為兩套加壓浮除系統，原始設計公司為日本公司，處理水量比約 1：2；二級生物處理採活

性污泥法+滴濾塔（ABF 法），係自行設計施工；廢水處理廠之進流水質與放流水質平均如表 1 所示。

表 1 廢水處理廠之進流與放流水質資料

項次	COD (mg/L)	SS (mg/L)	透視度 (cm)	水溫 (°C)	pH
進流水質	1,550	1,780	----	32	7.52
放流水質	93	22	28	32	7.1
放流水標準	160	30	----	35	6~9

註：放流水管制真色色度，其標準為 550 ADM I。

三、單元設計缺失

- 1.處理後水質 COD 皆可符合放流標準，惟 SS 偶因污泥沉降不良，每月約 1~2 次無法符合標準。
- 2.滴濾塔設計上有缺失，缺通風口，如圖 2 所示；導致生物處理效果較低，並會影響濾材使用壽命。

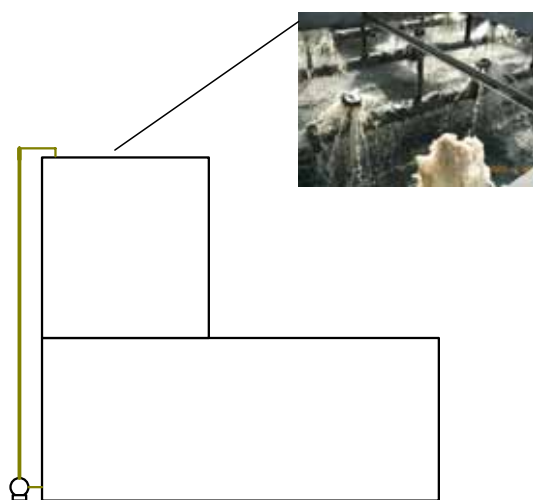


圖 2 ABF 處理系統剖面圖

四、改善方案

- 1.現場測試污泥之 SV_{30} 為 850 mL/L，而活性污泥經顯微鏡觀察結果，確定污泥沉降性不佳為絲狀菌過多引起；觀察到之絲狀菌狀況，應屬絲狀菌分類 2 及分類 3 間；對於處理水質雖沒有立即性之危機，但如狀

況持續，有可能會讓處理水質惡化；必要時需採行相關之抑制措施，可參考案例十四之說明。

2. 滴濾塔採用原木條當濾材，與一般之塑膠填充材有別，處理效率上應會較好。但滴濾塔建造時未於塔下方設通風口，塔內缺對流散熱效果；廢水於滴濾塔進行生物薄膜反應時，會氧氣交換量不足及產生高溫，此高溫除影響處理效率外，恐亦將危害濾材使用年限。建議在系統操作穩定時，於滴濾塔四周增設通風口。增設方式詳圖 3 所示，尤其需注意於滴濾塔通風口內側需架設格板，以避免水體流下時濺出，造成滴濾塔周遭濕潤。由於通風口架設後易有水濺聲，如周遭有民眾居住，需注意夜間所產生之噪音問題。

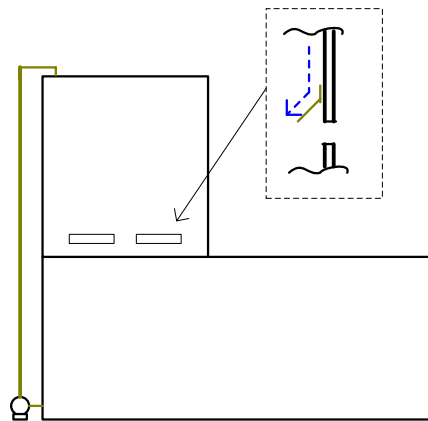


圖 3 通風口設置位置圖

案 例 十 七

一、案例背景

工廠主要生產蘿蔔糕及仙草凍，製程廢水為洗米水、洗鍋水及地板清洗廢水。廠內製程因各原料製作因素，廢水量及廢水水質有相當大之變化。原直接排放至工業區污水處理廠處理，因管理及代處理成本較高，故自行設置廢水處理設施（採接觸氧化法處理），再排入工業區污水處理廠，以節省成本。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

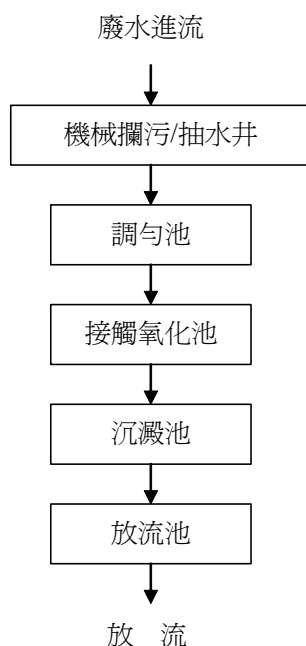


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

(1)原廢水特性：平日綜合廢水量約 30~40 CMD，年節時則約為 100 CMD。綜合廢水污染濃度 COD 約 1,000 mg/L，SS 約 300 mg/L。

(2)放流水特性：一般狀況下處理水質 COD 約為 150 mg/L，但製程廢水排放量大且污染度高時，處理水質則較不穩定，廢水水質狀況如表 1 所示。

表 1 廢水處理前後之水質狀況

項 目	廢水量 (CMD)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
原廢水	30~100	1,000	--	300
排放水	30~100	250	--	30

三、單元設計缺失

- 1.因工業區污水廠之入流標準 COD 為 600mg/L，工廠便採用接觸氧化法做前處理設備；否則以原廢水 COD 為 1,000mg/L 而言，設計上不應採用接觸氧化法。
- 2.接觸氧化池採單邊曝氣，且球狀接觸材直接置於池內（未固定）；因池內水流循環不佳，新設兩台陸上型自吸泵浦，但因設置位置問題（需於池體右側），如圖 2 所示，因需抽取池體另一側之水體，導致抽接管線過長未能順利抽取，設置功能未能發揮。
- 2.沉澱池未設置刮泥機，只設浮渣擋板；因接觸氧化法產生之污泥常為厭氧性污泥，污泥清除頻率不足，易有污泥厭氧上浮現象發生。

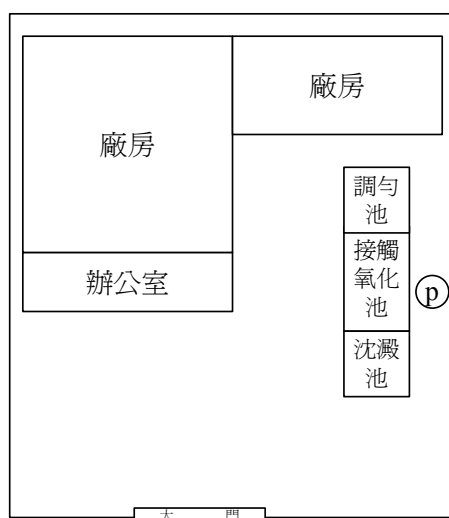


圖 2 廠區配置

四、改善方案

1.生物處理單元採用接觸氧化法，採單邊曝氣，且接觸材為球狀；相關建議如下：

(1)部份球狀接觸材曝露於空氣中，由於須浸於水中方有接觸氧化之效果；如為增加處理效果，建議可加設支撐架將球形接觸材整個浸於水中，此舉需考慮接觸材之浮力，支撐架需相當牢固。

(2)接觸材為球狀且採單邊曝氣方式情況下，由於球型接觸材位於池水面，且球型原本即會對單邊曝氣造成之水流循環造成阻礙，故一般而言，傳氧及處理效率較差，但施工方便，直接丟入即可。建議如於接觸材下方增設傳氧/曝氣管線，將可直接增進處理效率。如採用曝氣傳氧方式，其曝氣量不得太大，因接觸材未固定，曝氣時易將接觸材擠出池水面。

(3)現場新架設之 2 台泵浦，進水端靠近鼓風機曝氣管，出口端分設有 3 管面向接觸材下方；其功能應是將飽和溶氧之水送至接觸材下方，利用飽和溶氧上升之特性，增加接觸材之傳氧效率，直接增加處理效率。由於架設位置進出口端及泵浦分別位於池體之兩端，管線距離過長，泵浦雖有自吸功能，但仍抽不到水，導致未能正常運轉並發揮預期功能；相關建議如下：

A.泵浦移至靠近進出口端（即池體之另一邊），則該套系統應能發揮功能。

B.如泵浦位置點未能移動，以增設自吸桶方式，應能順利抽取水體，則該套系統亦應能發揮功能。自吸桶形式如圖 3 所示，其容積大小以需吸取管線空間之 1.5 倍設計，以案例廠而言，約需 8.5 L 之自吸空間，計算式如下。

$$3.14*(0.038/2)^2*5m*1.5 \text{ 倍}=0.0085m^3=8.5L$$

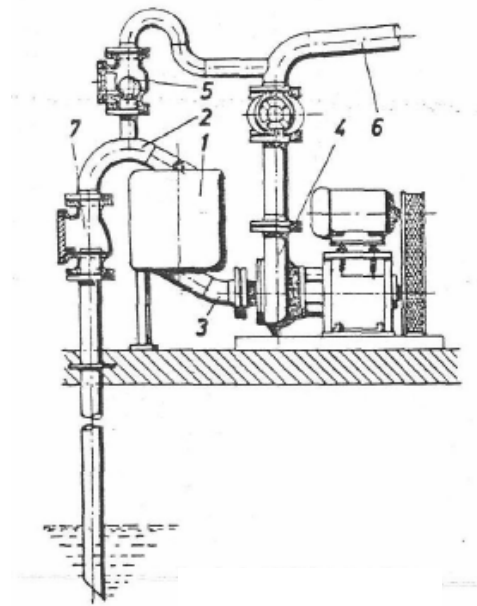


圖 3 自吸桶+泵浦樣式

- C.接觸氧化池於設計時需於接觸材下方埋設反沖洗管線，然案例工廠並未設置，建議須於適當時機裝設之，將有助於提升處理效率。一般而言，除需定期予以反沖洗外，如池內 SS 濃度增加/黑色之 SS 出現/有厭氣臭味/出現氣泡/處理水透視度下降等現象發生，即需進行反沖洗，一般反沖洗時間為 10-15 分鐘。相關之操作參數可參閱「廢水處理單元設計及異常對策」第十章 接觸曝氣法。
- 2 沉澱池未設置刮泥機，只設有浮渣擋板；於經濟考量下，建議可考慮裝設氣昇泵浦以便抽取污泥，因接觸氧化法產生之污泥常為厭氧性污泥，污泥清除頻率不足，易有污泥厭氧上浮現象發生。氣昇泵浦樣式如圖 4 所示，設計上需注意空氣管之截面積約污泥管截面積之 $\frac{1}{3}$ 即可，其污泥抽取效率約 40~50%。

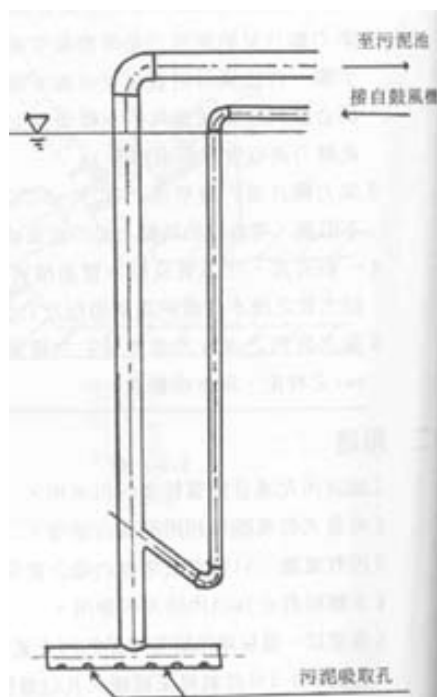


圖 4 氣昇泵樣式

案 例 十 八

一、案例背景

工廠係由某知名公司之生物科技事業部投資另外設立之公司，研發產品包括微生物醫藥原料藥、生物科技人用生化機能性營養品、微生物肥料及生化製劑等，另產製如靈芝、冬蟲夏草、液態紅麴等。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

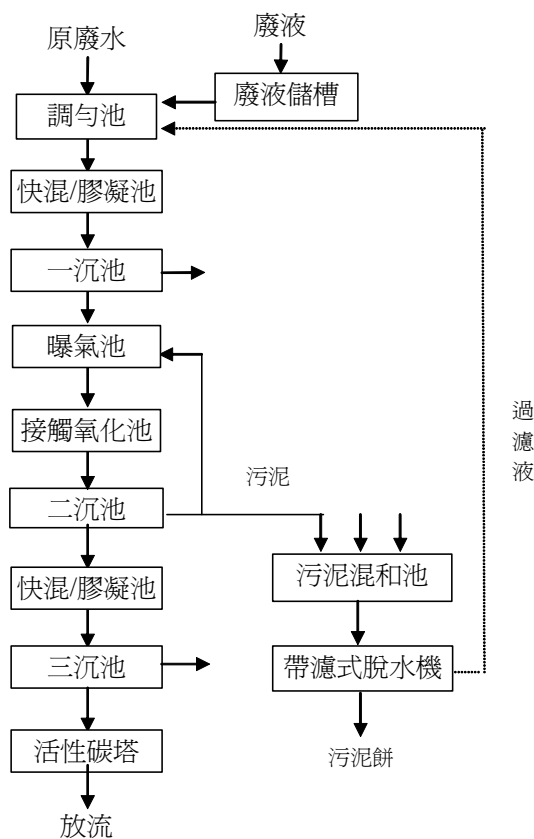


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

廢水量約 40 CMD，廢水處理程序為先收集調勻後（包含原廢水與

高濃度廢液)，以物化程序＋生物處理系統＋物化程序＋活性碳塔等程序處理後排放；廢水處理前後之水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理前後之水質

項次	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	pH	色度
原廢水	3,500-7,000	1,500-3,500	約 1,000	3-7.5	1,500
排放水	85-150	15-25	10-20	6-7	350

註：COD 放流水管制標準為 100 mg/L

三、單元設計缺失

- 1.原廢水量約 6CMD，高濃度廢液量平均約 34CMD，導致原廢水污染度高（COD 約 3,500-7,000 mg/L），以現有之處理設施而言，仍不易處理至符合標準。由於設計上之缺失與功能不足，導致需耗用大量之活性碳，方可將廢水處理至符合放流水管制標準。
- 2 二沉池單元之整流桶缺浮渣出口；另溢流堰缺浮渣擋板等相關設施，如圖 2 所示。
- 3.物化沉澱池面常有大量浮渣產生，有臭味發生，造成操作上之困擾。



圖 2 沉澱池邊浮渣狀況

四、改善方案

1. 以該廠之廢水狀況而言，設計上應以厭氧方式先預處理，將廢水 COD 值降至 2,000mg/L 以下，再用三級處理設施，方可穩定處理至符合放流水管制標準。在無法變更既有設備情況下，改善建議如下：

(1) 加強調勻池之操作管理：廢水水質如能有效調勻，將可穩定處理效率且可減少放流水質之波動程度；可行方案如下：(a) 廠內製程廢液排放有效管理；(b) 廢液有效調勻：4 桶 5m³ 塑膠桶除底部連通外，亦可採中間連結並設置攪拌設施；(c) 採高液位操作，將可有較大之水質調勻能力。

(2) 將部分較高濃度廢液委外處理：如能有效減少廢水污染濃度，既有之三級處理設施將較容易處理至符合標準。

2. 由於廢水含豐富之有機質，污泥易有厭氧現象發生；一般於生物沉澱池與物化沉澱池之設計差異上，除溢流率外，另有整流桶之浮渣出口及溢流堰板之浮渣擋板等設施；該廠設置上缺浮渣出口及浮渣擋板，宜儘速增設之，其設置方式分別說明如下：

(1) 整流桶之浮渣出口：整流桶位於污泥坑上方，當污泥進流或久置，常有厭氧現象發生，浮渣勢將堆積於桶內；此時，靠浮渣出口將浮渣依水流方式推至整流桶外，再由浮渣收集系統予以收集。浮渣出口之設計上，需注意底部為平日操作水位，一般常為溢流三角堰板底部上方 2.4cm 處，其位置係位於池中間，如圖 3 所示。

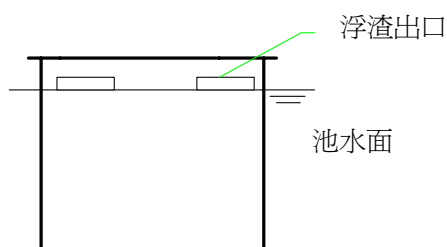


圖 3 整流桶之浮渣出口

(2)溢流堰板之浮渣擋板：由於生物污泥易有厭氧現象發生，甚至於異常時污泥亦會上浮，而為避免上浮之污泥溢流，增加放流水之 SS，生物沉澱池需設有浮渣擋板將上浮污泥攔阻，並透過浮渣收集系統予以收集處理，如圖 4 所示。另如沉澱池邊有藻類滋生問題，亦可於浮渣刮板上裝設刮除器予以刮除。



圖 4 浮渣擋板示意

3.物化沉澱池面常有大量浮渣產生，經攪拌浮渣後可自然下沉，其原因大致如下：（a）廢水特性使然：因廢水中含有大量微生物，經物化沉降後，因膠羽中之微生物呼吸作用致成內部厭氧狀態，導致膠羽上浮形成浮渣；（b）污泥斗壁堆積污泥，與斗壁接觸面形成厭氧狀態導致膠羽上浮成形浮渣；（c）沉水式污泥泵抽取污泥時，因污泥架橋現象，未適時抽取之污泥因厭氧上浮。研判本案例應以第一項為主，因廠內製程微生物製藥，廢水中大量微生物無法避免，可行方案如下：（a）使用脫氣劑：可使污泥中之微小氣泡形成大氣泡而自然破滅，將較不易有浮渣產生，購買來源可洽消泡劑廠商，使用前須先經可行性試驗後執行；（b）增設浮渣擋板：如浮渣無法避免，或偶有浮渣產生，仍應設置浮渣擋板，將可避免浮渣溢流至後續處理單元。

案 例 十 九

一、案例背景

工廠以木漿、廢紙為原料，產製牛皮紙、白紙板、芯紙及文化用紙等；廠內製程如圖 1 所示。



圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

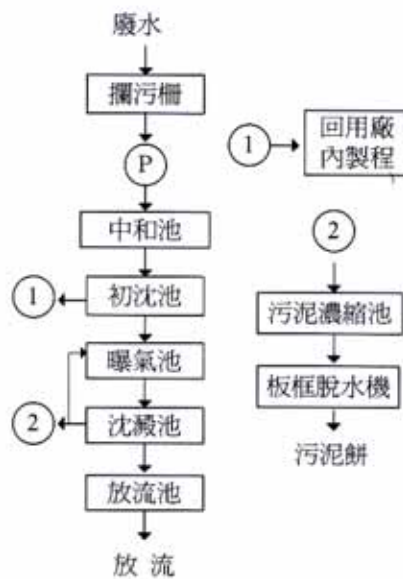


圖 2 廢水處理流程

2. 設計條件

(1) 工廠廢水設計量為 30,000 CMD，廢水進流及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理前後之比較(平均值)

項次	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	pH
原廢水	1,800	600	1,200	7.2
放流水	150	----	25	7.1

(2)廢水處理廠之中和池並未加藥處理，僅以初沉池+生物處理即可達到放流水管制標準。

三、單元設計缺失

- 1.初沉池（矩形）池面浮渣情況嚴重，約佔池面之 1/4，應係含廢油墨較多、池底硝化現象變大（天氣炎熱）及虹吸式刮泥機效率較差所致；由於未設置浮渣擋板等設施，導致浮渣持續溢流至曝氣池單元，增加生物處理之負荷。（一般設計上初沉池可不設置浮渣擋板等設施，然因該廠廢水特性及現況，應設置之。）
- 2.曝氣池（2 座）採用以繩索拖引之表曝機設備（共 9 台），如圖 3 所示；由於池深達 5m，且因紙類污泥較重，導致池底污泥堆積嚴重。由於池內底部污泥堆積，造成溶氧嚴重不均，使得污泥膨化現象無法有效克服。
- 3.曝氣池污泥膨化現象嚴重，部分時段污泥 SV_{30} 達 990mL/L。



圖 3 曝氣池採用表曝機

四、改善方案

- 1.初沉池（矩形）池面浮渣情況嚴重，應設置浮渣擋板等設施，可參考

案例十八之說明。

- 2.曝氣池採用以繩索拖引之表曝機設備，因設備因素，於池深達 5m，且因紙類污泥較重情況下，導致池底污泥堆積現象嚴重，造成溶氧嚴重不均，使得污泥膨化現象無法有效克服。相關建議如下：

- (1)曝氣機之底部加裝圈圍，如圖 4 所示，將可加大抽水深度，曝氣機底部之污泥沉積現象將可有效降低。

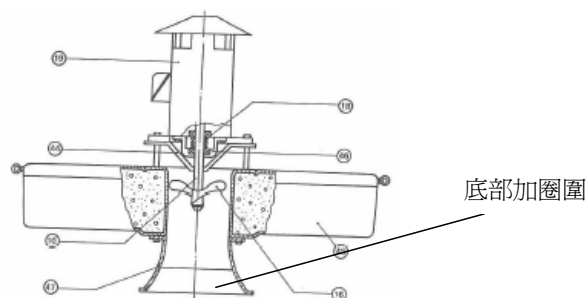


圖 4 表曝機剖視圖

- (2)曝氣機之曝氣盤宜更換為附有水中攪拌器（bottom impeller）之曝氣盤設備，其型態為舊有之曝氣盤下增加攪拌桿及葉片；如此，將對池底之堆積現象有效改善。執行改善時不能直接焊接水中攪拌器，因運轉扭力相當大，攪拌桿如未一體成形，恐有斷裂之虞；建議應更換為附有水中攪拌器之曝氣盤設備攪拌，一般曝氣機組之動力供給應足夠。
- (3)凡曝氣池單元之曝氣設備採用表面曝氣機者，池四角底部皆會有程度不一之堆積現象。解決之道為於池四角易沉積處，設置通風散氣設備。由於表面曝氣機設計時，常以需氧量之 1.2 倍進行設計/安裝，故於池四角設置之通風散氣設備，將以攪拌均勻之功能為主，常設計為可直接提起之粗細泡散氣設備。
- (4)「附有水中攪拌器之曝氣盤設備」及「於池體四角設置通風散氣設備」兩者之攪拌效果不一，一般而言，「附有水中攪拌器之曝氣盤設備」，有 20~40 % 改善功能；「於池體四角設置通風散氣設備」，有 40~60 % 改善功能；但如池體較深，則前者之改善效率會加大。建議宜先於池體四角設置通風散氣設備，以改善沉積現象，直接增

加生物處理效率。

(5)治本方式，應將表面曝氣機更換為細氣泡曝氣系統，此方案費用最高，然因能有效利用空間且充分達到傳氧效率，對生物處理系統之改善效果最大。

(6)綜上所述，該廠因設有 2 座曝氣池，總停留時間約 36 小時；經採用 1 座曝氣池（停留時間約 20 小時），曝氣機設 5 台（原設 4 台），該 5 台曝氣機底部加裝圈圍；經試驗後，測底部、中間及表面之溶氧分別為 0.5、1.5 及 3.5mg/L，已較未改善之前為 0、1.0 及 3.5mg/L，改善良多，相對地對後續污泥膨化現象之改善有直接之助益。

3.曝氣池污泥膨化現象嚴重，其可能原因及防治方案，可參閱案例十四之說明。

案 例 二 十

一、案例背景

工廠為專業之晶片製造廠，製程如圖 1 所示；廢水主要來源為晶棒切割，廢水量 2 m^3 （含矽顆粒）；Fab 製程，廢水量 $30\sim 100 \text{ m}^3$ （蝕刻、電鍍，含酸、鎳）及晶片切割，廢水量 $6\sim 7 \text{ m}^3$ （純水再生，含矽顆粒）。

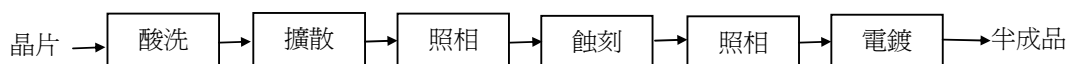


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

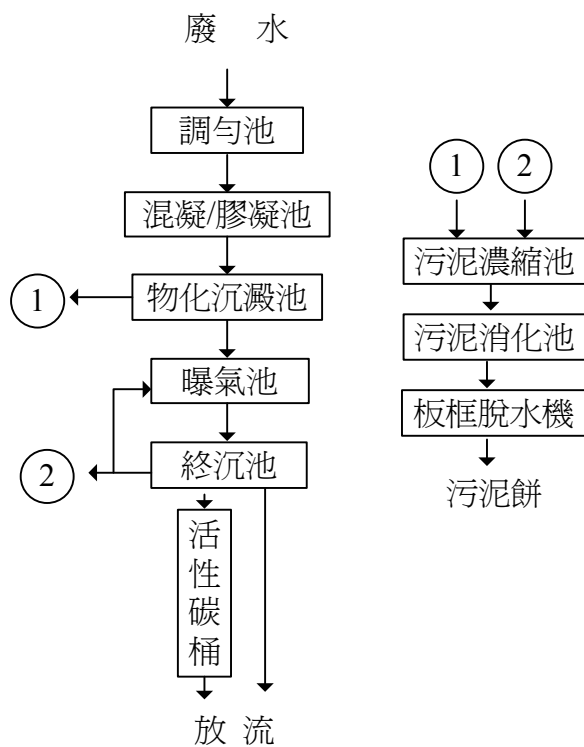


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

(1)原廢水特性：廢水量約 80~100 CMD，COD 約 300~600 mg/L；未來廢水量將達 200 CMD。

(2)放流水特性：一般狀況下 Ni^{2+} 為 0.2mg/L，F⁻ 為 ND，SS 值小於 30 mg/L，但 COD 值常大於 100 mg/L，處理後水質亦常不穩定。

三、單元設計缺失

1.由於廢水處理廠係由廠方自行設計監造，處理設備雖齊全，但相關之設備、管線等設計安裝工作，缺失頗多。物化沉澱池未設置刮泥機，生物沉澱池僅以氣昇泵當作刮泥、抽泥工作；是以處理後放流水質常有不符合標準情況發生。

2.曝氣池單元（2 座）之曝氣設備，係採用低噪音、安裝維護容易之 4 台沉水噴射式曝氣機（air jet），如圖 3 所示；一般設計上，該型式曝氣機較適用於調勻池單元。由於該型式曝氣設備對生物污泥衝擊力大，該廠廢水經物化處理後，所形成之生物污泥已較一般細小，運用該型式曝氣設備更加影響污泥於生物沉澱池之沉降性。

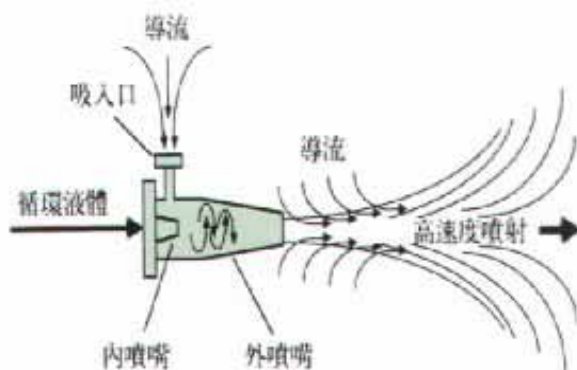


圖 3 沉水式曝氣機

四、改善方案

1.物化沉澱池未設置刮泥機，且坡度僅約 7~8 %，導致污泥沉降後之污

泥抽取工作不易進行；由於槽體採密閉空間設計，相關改善工作不易進行。建議除定期之污泥抽取工作外，另配置活動式高壓空氣管線，不定期於設備停機時攪拌槽內水體，以打散污泥架橋現象，於再次完全沉澱前進行污泥抽取工作；後續如發現沉澱池出流水之 SS 有增多之趨勢，即需進行此項工作。

2. 生物沉澱池僅以氣昇泵當作刮泥、抽泥工作，一般採氣昇泵浦抽取污泥時，常因污泥抽取不完全而形成架橋現象，導致會有污泥厭氧上浮現象發生。建議除需加強控制污泥抽取頻率外，需另設置浮渣擋板，因生物處理異常時，或污泥廢棄量不足致污泥產生厭氧消化時，皆會形成浮渣，將直接影響放流水水質。設置浮渣擋板後，所阻擋之浮渣經攪拌後會再度下沉；如係油性浮渣，則需人工刮除。
3. 曝氣池單元所設置之沉水噴射式曝氣機設備，有低噪音、安裝維護容易之優點；該型式曝氣設備整個系統主要由噴射式自吸曝氣機具（Jet Aspirator）與循環水泵所組成。於不強制給氣情況下，利用不相同之內外噴嘴組，以產生較高之真空度將空氣由空氣管吸入。由於係以水體渦流方式透過文式管抽吸空氣，而水體渦流方式對污泥衝擊性大；故於一般設計上，該型式曝氣機較不適用於曝氣池單元。在既已設置情況下，考慮該型式曝氣設備對生物污泥衝擊力大，相關建議如下：
 - (1) 以計時器控制方式，間歇開啟 4 台曝氣機，以減少對生物污泥之剪力，如圖 4 所示。建議於第 1 曝氣池之 1、2 台曝氣機開啟之時間應較長，池內溶氧量控制應維持於 2~3mg/L 間，甚至可在 3mg/L 以上；而於第 2 曝氣池之 3、4 台曝氣機開啟之時間應較短，池內溶氧量控制應維持於 1~2mg/L 間。尤其第 4 台曝氣機噴出口處即為曝氣池出口，因此，其開啟時間需審慎評估，以讓池內污泥不會沉積，而能順利流出為原則。
 - (2) 治本方式，以改設置鼓風機+散氣盤方式對生物污泥之穩定性較佳，沉澱後之出流水 SS 亦會較低。

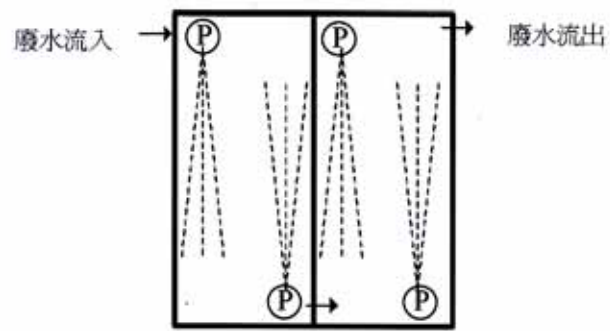


圖 4 沉水式曝氣機配置

案 例 二十 一

一、案例背景

工廠為印刷電路板業，位於工業區內；已通過 ISO 9000 品質系統及 ISO 14001 環境管理系統驗證，製程如圖 1 所示。

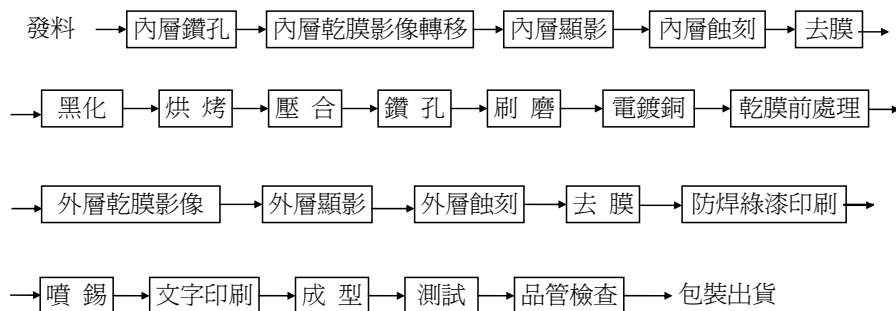


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

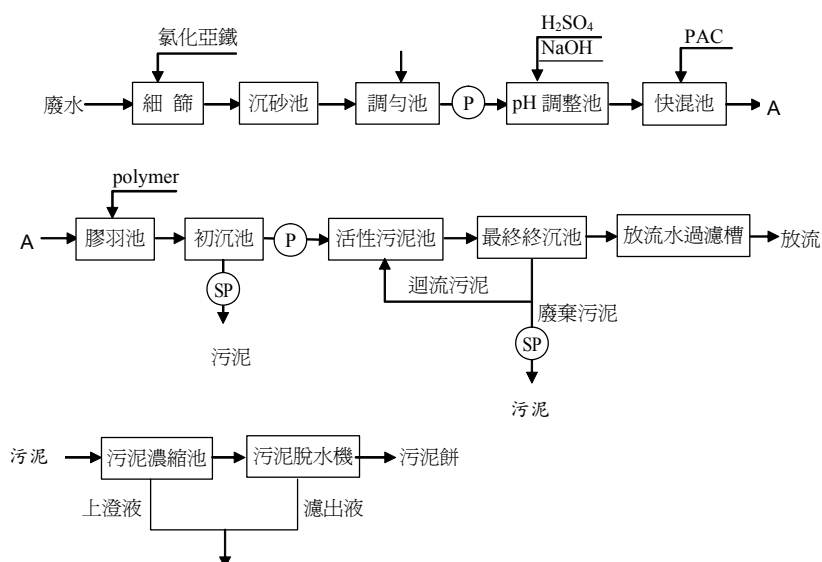


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

工廠廢水種類分為刷磨廢水、電鍍廢水、油墨廢水及蝕刻廢水，綜合廢水水量為 1,100~1,300CMD，廢水特性彙整如表 1。

表 1 廢水特性

項次	刷磨廢水	電鍍廢水	油墨廢水	蝕刻水洗廢水	綜合廢水
水量(CMD)	340	450	96	296	1,182
pH	2~3	2~3	10~12	3~5	4~6
COD(mg/L)	—	—	400~500	—	300~500
SS (mg/L)	5~7	—	22~154	—	35~70
Cu ²⁺ (mg/L)	10~20	300	—	10~24	50~100

三、單元設計缺失

- 1.調勻池停留時間僅約 1.5 小時，設計容量不足；廢水水質變化大，導致物化處理及生物處理效率不穩定。
- 2.曝氣池之曝氣設備採用曝氣機加散氣盤方式，由於散氣盤已有多處堵塞，池內曝氣不均現象嚴重及部分區域已有污泥堆積現象發生，如圖 3 所示，導致整個生物處理成效偏低，放流水時有不合格狀況發生。



圖 3 曝氣池曝氣不均現象

四、改善方案

- 1.廢水水質變化大情況下，現有調勻池停留時間僅約 1.5 小時，設計容量明顯不足；由於調勻池可達到調勻水質水量之功能，對後續物化及生物處理之穩定性有絕對之影響；建議除需進行廠內製程之管控，降低廢水水質變化外，於廢水處理設施上，應儘速規劃增建調勻池。一般設計應

有 6 小時以上之停留時間，相關之說明可參閱案例三、四之說明。

2.曝氣池之散氣盤已有多處堵塞，池內曝氣不均現象嚴重及部分區域已有污泥堆積現象發生，散氣盤之型式如圖 4 所示；改善建議如下：

- (1)短期上以增設曝氣支管/閘閥方式，以曝氣支管/閘閥之運用，盡量解決曝氣管線尾端未曝氣問題。
- (2)一般散氣盤阻塞分空氣側及液體側兩種，分別說明如下：(a) 空氣側：由未過濾空氣而來之灰塵與雜質、來自空壓機或濕式空氣過濾器之油、空氣管腐蝕之鏽與垢及由散氣盤或管線洩漏處進入之廢水固體物等；(b) 液體側：纖維狀物附著於尖銳處、無（有）機細物在低或零空氣壓力時進入散氣盤、廢水中之油脂、沉積物（鐵與碳酸鹽）及生物在散氣盤繁殖等。
- (3)廢水處理廠之空氣側堵塞問題，除少數因混合液於損壞管線及接頭滲入外，幾乎已可完全消除。一般主要為液體側之阻塞，此阻塞分為無機物（碳酸鹽及鐵鹽沉積）及有機物（生物黏膜）阻塞 2 種；其中以生物黏膜之阻塞較常見，常因高容積負荷或低溶氧時會發生。
- (4)除抽乾池體進行整體清理或作必要之更換外，於散氣盤之清理上，依阻塞程度、材質及系統組成，分別有噴砂、刷洗、蒸汽處理、表面清理再酸浸、重燒與酸洗、高壓水沖洗及酸氣現場清理等，除酸氣現場清理外，其他方法均需中斷流程。最常用之方法為用刷洗、清洗表面後再酸浸；另亦可將 HCl 氣體加入供應氣體中，以進行酸洗作業，但因氣體會偏向最大流量之散氣盤組，散氣系統不易有全面性之改善。（資料來源：廢水處理曝氣系統）

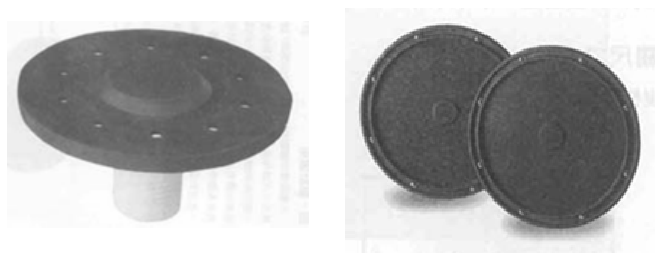


圖 4 常見之散氣盤

案 例 二 十 二

一、案例背景

工廠為長纖織布廠，生產狀況視淡旺季而定，每年1月至3月為生產旺季，11月至12月為淡季，製程如圖1所示。由於僅作長纖絲之織布製程，故製程較單純，廢水來源主要來自水織機及加工絲機所排出含油脂及漿料之廢水。

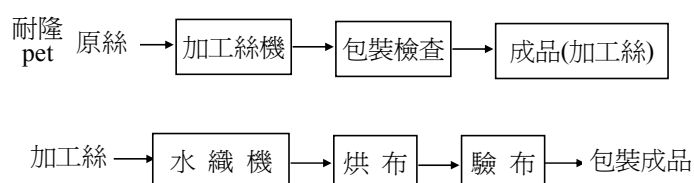


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖2所示。

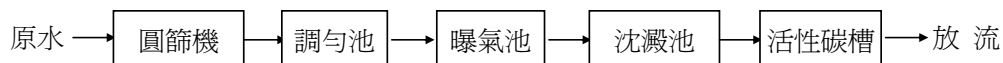


圖 2 廢水處理流程

2. 設計條件

廢水設計量為 3,000 CMD，處理廢水量約為 2,500 CMD，進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理前後之狀況

項次	廢水量 (CMD)	pH	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	色度
原廢水	2,500	7	387	190	130	80
放流水	2,500	7	90	23	10	ND
放流水標準	—	6~9	100	30	30	550 ^{ADM1}

三、單元設計缺失

1. 廢水處理廠之曝氣設備採用 3 台離心式鼓風機 (300Hp) 加粗 (細) 氣泡型散氣盤，離心式鼓風機如圖 3 所示；粗氣泡型散氣盤用於調勻池，細氣泡型散氣盤用於曝氣池，兩者共用一套曝氣系統。設計上缺失有：
(1) 兩者共用一套曝氣系統，於調勻池低液位時，曝氣量往調勻池集中，導致曝氣池溶氧略微不足；(2) 鼓風機馬力高達 300Hp，離心式設計轉速達 3,600rpm，國內製造維修經驗少，維修上困難。



圖 3 離心式鼓風機組

四、改善方案

1. 國內廢水處理廠之曝氣設備採用離心式鼓風機案例不多，一般常於計算後需用到大風量，且推估所需馬力數達 100Hp 以上，設計公司方會建議採用。其有噪音量較低之優點，國內有製造維修經驗者僅大豐、達晟兩家廠商。該廠因高層要求用地需少，導致池體深達 8m，採用 3 台進口 300Hp 離心式鼓風機；其中 1 台故障，直接面臨無法維修之困擾。
2. 廢水處理廠之調勻池及曝氣池單元，設計上不宜共用一套曝氣系統；因風量會集中於風壓較低處，當調勻池處於低液位時，曝氣系統所產生之風量集中於調勻池，除浪費風力外，亦會導致曝氣池溶氧量不足。因此，操作上除需加強閘閥控制兩股風量之大小外，調勻池宜保持高

液位操作。

3.廠內 1 台離心式鼓風機（300Hp，3,600rpm）故障，其原因為培林過熱磨損，而代理商倒閉，國內有製造能力之廠商不願協助，導致遲遲未能修復；因鼓風機之送風量為推動系統生物處理之動力，已故障之離心式鼓風機，應儘快修復，以免再有鼓風機故障事件發生，將嚴重影響廢水處理成效。而適當之培林備品與安裝技術為需面對之問題，改善建議如下：

- (1)尋找適當之培林：高馬力且高轉速之培林確實不易購買，一般需特別訂購，可行方案如下：（a）直接向國外原廠訂製；（b）轉向日本等鄰國尋找同規格品；（c）向國內馬達廠商（如東元、大同等公司）訂製。由於（b）、（c）兩案來源之培林屬替代品性質，理論上耐用性會較原廠差，建議以（a）案為首選，但其經費可能較高。
- (2)安裝技術：培林貨源確定後，後續將面臨安裝技術，尤其是軸心動態平衡問題，由於請原廠技師來台所費不貲，建議可行方向為：（a）研究操作維護手冊資料：由於設備移交時，除代理商負責之簡易式中文操作手冊外，一般應仍附有原廠之操作手冊，可檢視安裝階段是否有特別須注意事項；（b）以傳真方式向原廠請教：部分原廠為維護公司名譽，會傳真回覆所提之問題；（c）商請國內馬達廠商技術支援。
- (3)採整台運回原廠維修：如培林貨源及動態平衡問題無法有效解決，可考慮整台運回原廠維修方式處理，其費用為運費及培林之更換費用，而運費以歐美線報價而言，一般來回費用（含裝箱、報關及海運）約 5,000 美元，可供處置上參考。
- (4)機型適時予以更換：一般「離心式」鼓風機比「魯式」鼓風機較適合於高風量之用，但相關技術一直未能本土化，維修上較為困難。未來如仍未能克服維修上之問題，則仍應以魯式鼓風機為首選；開始設計時，即應以故障發生機率小及維修方便為設計原則。

案 例 二 十 三

一、案例背景

該廠為專業之 TFT-LCD 製造廠，產製 LCD 面板；所產生之廢水含無機與有機廢水，有機廢水處理上有脫氮之需求，因此採用兩段式無氧-好氧+MBR 法處理；無機廢水則以化學混凝沉澱法處理。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。

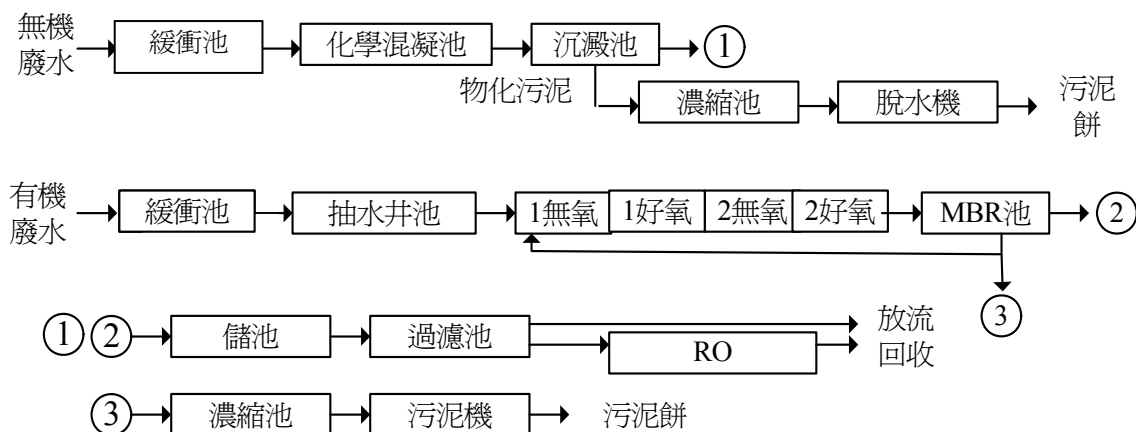


圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

於廢水量上有機廢水約 1,583CMD，無機廢水約 5,163CMD，總廢水量約 6,744 CMD。其中，有機廢水 COD 約 300~800 mg/L，各廢水水質水量詳表 1 所示。放流水：COD：24.3~44.7 mg/L，BOD：8.7~16.9 mg/L，SS：2.9~4.9mg/L，總鉻：0.13 mg/L， Cu^{2+} ：ND， Zn^{2+} ：0.07 mg/L，均符合放流水管制標準。

表 1 各股廢水水質水量

廢水種類	剝離 廢水	IPA	顯像 廢水	COD 系	BOD 系	無機 (含氟)	無機 (一般)
廢水量(CMD)	931	210	425	12.6	4.2	2,026	3,135
pH	10.2	8.2	10.6	10.6	10.2	6.3	4
COD(mg/L)	374	18.6	484	660	789	110	26.2
BOD(mg/L)	101	2.7	125	161	195	33.3	10
SS(mg/L)	6.4	N.D.	6	13.5	N.D.	397	2.9
色度	< 25	< 25	< 25	68	< 25	36	< 25
總鉻(mg/L)	---	---	---	---	---	1.79	0.04
Cu ⁺² (mg/L)	---	---	---	---	---	0.07	---
Zn ⁺² (mg/L)	---	---	---	---	---	2.28	0.33
F ⁻ (mg/L)	---	---	---	---	---	14.6	0.37

三、單元設計缺失

- 1.因廠址位於園區內，於環評承諾上，廢水排放有氮磷限制；處理系統為具有去除氮磷之設計功能。設計及實際操作上脫硝反應所需之有機碳源添加為異丙醇，濃度約 6~10 %，添加量約 10 T/day；然目前已有不需添加有機碳源之策略。
- 2.仍希望能加強生物處理效率，讓處理水質更加穩定。

四、改善方案

- 1.為強化脫硝反應作用，目前係於第一好氧池添加異丙醇（有機碳源），添加量約 10 T/day；該操作策略為制式作法，操作上相當耗費成本。目前為有效節省操作成本，可將原廢水所含之有機質當成脫硝反應所需之有機碳源，其作法為架設泵浦及必要之管線，直接抽取部分之原水進入第一好氧池（即不經過第一無氧池），抽取量需依原水中之有機質含量而定，可採逐漸增方式進行。國內已有部分實廠採取該策略，已達到降低成本之效果。
- 2.工廠有機廢水處理程序之兩段式無氧-好氧處理法，主要去除 BOD 及氮，設計負荷值為 0.1 Kg nitrogen / Kg MLSS · day；另如於第一無氧池前加設醱酵池，一般去磷效率常可達 88 %（7 mg/L → 0.8 mg/L）。該廠廢水處理去氮效率可達 90 %，去磷效率僅約 80 %（30 mg/L → 5 mg/L）。由於高濃度之去除較容易達到，低濃度之去除較難完成，未

來欲進一步加強除磷效果，建議可考慮加設醱酵池。

- 3.現場好氧池曝氣系統為細氣泡曝氣系統，池深 6 m，架設於 5.5 m 處。一般架設點應於池底 0.1m 處，目前曝氣系統架設方式將導致池底 0~0.4 m 處易有沉積現象發生，且 2 好氧池之沉積現象將直接影響沉澱池之固液分離效果。建議爾後進行維修時，應將架設點改設於池底 0.1 m 處；此舉除可減少沉積現象發生外，另因有效曝氣空間加大，應可增加 COD 之去除效率。
- 4.該廠污泥顯微鏡觀察結果，除污泥稍微鬆散外，微生物相可觀察到分散性細菌、鐘型蟲、吸管蟲、輪蟲等，另有部份鈣鹽固型物；顯示系統處於標準負荷中，且有前處理不佳情況，造成鈣鹽存於污泥中。微生物相觀察及異常狀況相關之改善時，可上網下載「廢水處理功能生物診斷技術」手冊。網址：<http://proj.moeaidb.gov.tw/eta/html/a06.htm> 之下載叢書區。
- 5.兩段式無氧-好氧處理系統，具有抑制絲狀菌增長及增加硝化菌/脫硝菌競爭力之特性；另因系統處於無氧/好氧交替環境下，環境變化較大，各種微生物皆不易形成優勢生長，整體有機物處理效率較一般生物處理低。由於需因應各種不同狀況，以致操作上變數較多，建議應規劃熟悉系統運作之現場操作人員，以保持系統穩定處於較高處理效率。

第五章 污泥處理單元

污泥處理單元主要設施為帶濾、板框、離心、螺旋、乾燥床及相關烘乾設備等；本章節主要節錄帶濾、板框、乾燥床及烘乾設備等 4 個單元共 4 個案例；行業別則有食品業、染整業及家電業等 3 行業工廠。

每個案例以「背景」、「處理流程與設計條件」、「設計缺失之檢討」、「改善方案」等四部份進行介紹；各案例工廠之內容以各缺失主題為主，其他缺失或問題簡略介紹，以突顯該缺失。於改善方案上，除陳述正確之設計資料外，盡量以運用既有設施情況下，後續需進行改善之實務技術為主。

案 例 二 十 四

一、案例背景

工廠位於水源保護區內，為一豆類食品製造廠；生產狀況隨季節有明顯的變化，其中 5~8 月屬旺季；2~4 月屬淡季。廠內主要以黃豆為原料，製造豆腐、豆干及豆花等產品，其製程如圖 1 所示。

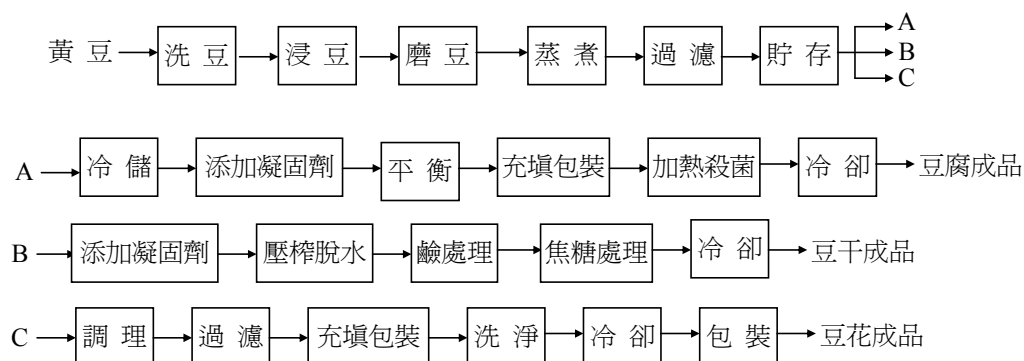


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

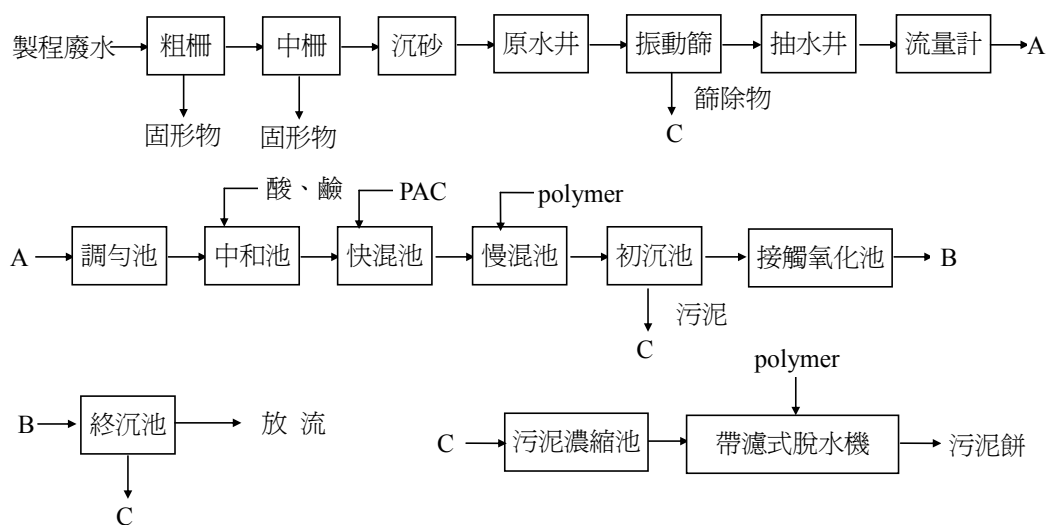


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

工廠廢水量約 1,330CMD，處理後之放流水質尚佳，僅 SS 項目偶而超過放流水管制標準，其餘均能符合。處理前後之水質如表 1 所示。

表 1 處理前後之水質狀況（平均值）

項 目	處理前	處理後
pH	6.5	7
COD (mg/l)	3,460	95
BOD(mg/l)	2,200	43
SS(mg/l)	1,550	48

三、單元設計缺失

- 1.調勻池偶有臭味發生，無法有效解決；由於粗柵及振動篩兩處即已明顯有異味傳出，研判來源應是製程高濃度有機廢液排入所致。
- 2.污泥脫水設備採用帶濾式脫水機，如圖 3 所示；由於污泥含高有機質，經帶濾式脫水機處理後之污泥含水率約 80~85%。希能有效增加污泥脫水處理效率，讓污泥含水率降低。



圖 3 帶濾式脫水機

四、改善方案

- 1.調勻池偶有臭味，其原因探討如下：(a) 製程廢水含高有機質，本就具易腐敗之特性；(b) 由粗柵及振動篩兩處亦有異味情況發生，顯示清除頻率不足；(c) 調勻池係採用曝氣攪拌方式，其溶氧值約 0.2~0.5mg/L，該溶氧值偏低。可行之改善建議如下：

- (1)加強廠內製程管理工作，以減少廢液產生機會。
 - (2)加強粗柵及振動篩兩處之清除頻率，將部分雜質有效去除，以減少處理廠之有機負荷及降低調勻池臭味發生機會。
 - (3)盡量提高調勻池之溶氧值：依目前調勻池內溶氧值約 0.2~0.5mg/L，如能加強曝氣攪拌能力，使池內溶氧值維持在 1 mg/L 以上，臭味發生之機會應能有效減少。
- 2.於污泥脫水機處理系統上，目前採用 1 台帶濾式脫水機；污泥經脫水機脫水後含水率仍高達 80~85%，需經曝曬降低含水量後才委外清理。為增加脫水效率，相關建議如下：
- (1)減少污泥產生量：(a)減少混凝劑使用量：於實驗室再次測試杯瓶實驗，盡量減少混凝劑添加量，將可直接減少污泥產生量；(b)物化污泥迴流至快混池：能減少混凝劑添加量及污泥產生量。
 - (2)增加脫水效率：(a)增加調整 polymer 劑量或改試其他廠商之 polymer；(b)物化/生物污泥混合脫水：生物污泥較具黏性，單獨予以帶濾脫水，其脫水效率較差，且濾布清洗亦較不易，混合脫水可有效解決該現象；(c)採用相關措施如於污泥掉落濾布處增設刮板等措施，以加大脫水機處理量，測試時以污泥壓榨脫水後之刮除處，濾帶使用以 2/3 或 4/5 帶寬為目標，將可節省操作費用；(d)請污泥脫水機製造廠商進行校正工作：因濾帶更換或長時間運轉後，濾帶滾筒易有異位現象發生，將導致污泥脫水後之含水率較高；(e)增加污泥曝曬效率，污泥於曝曬過程，多予以翻面攪動，亦可增加脫水效率。
 - (3)污泥脫水處理若採用板框式脫水機（污泥含水率約 70~75%）或螺旋壓榨式脫水機（污泥含水率可達 70%以下），一般而言，脫水效率都較帶濾式脫水機好，可於適當時機考慮更換之。以食品廢水污泥而言，板框式脫水機應較適用。
 - (4)由於為食品廠污泥，建議可增設污泥乾燥機或將污泥再利用製成堆肥。

案 例 二 十 五

一、案例背景

工廠為長纖維染整廠，採 24hr 三班制生產，已建置環境管理系統，各項環保作為均相當積極。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。



圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

(1) 廢水量約 2,100~2,200 CMD，其中分散性廢水約佔 90%，另有螢光紅廢水約 5 CMD。綜合廢水 COD 約 600mg/L，BOD 約 200 mg/L，處理後放流水 COD 值依該廠之檢測均能符合 140 mg/L 之放流水管制標準。

(2) 接觸曝氣處理系統停留時間約 20hr，pH 值約為 8.5；化學處理以硫酸鋁為混凝劑，加藥量約 750 mg/L。

三、單元設計缺失

1. 廢水處理廠因未設置生物沉澱池，當接觸曝氣池之污泥剝落或進行反沖洗時處理水濁度變高，於後續物化處理時，因混凝劑添加量固定，廢水污染濃度變高時 DAF 系統不易應變，導致放流水質波動程度較大。
2. 板框式脫水機污泥處理量不足，導致每批次處理約 5 小時，但間隔 3 小時後又需啟動，如圖 2 所示；需提升處理能力或增購設備。



圖 2 板框式脫水機

四、改善方案

1. 因未設置生物沉澱池，當接觸曝氣池溢流水含 SS 較高時，直接影響加壓浮除效果，間接影響放流水水質。相關建議如下：

(1) 增設生物沉澱池，並建立接觸濾材反洗時之最佳操作條件，以提升整體之處理成效。一般接觸曝氣池除需定期予以反沖洗外，如池內 SS 濃度增加/黑色之 SS 出現/有厭氣臭味/出現氣泡/處理水透視度下降等現象發生，即需進行反沖洗，一般反沖洗時間為 10-15 分鐘。相關之操作參數可參閱「廢水處理單元設計及異常對策」第十章 接觸曝氣法。

(2) 於未能增設生物沉澱池情況下，定期予以反沖洗，此時需特別注意後續混凝狀況之適時調整。

(3) 加強現有過濾/活性炭處理系統之操作管理工作，可參考「過濾」、「活性炭吸附」（廢水處理單元設計及異常對策），處理程序可更改如圖 3，說明如下：

A. 處理水質正常時，直接繞流，不經砂濾桶及活性炭桶設備。

B. 處理水質異常，只對放流水之 SS 有疑慮時，處理水經砂濾桶，但不經活性炭桶設備。

C.處理水質異常，對放流水之 SS 及 COD 皆有疑慮時，處理水經砂濾桶及活性碳桶設備。

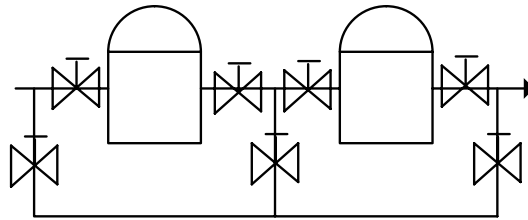


圖 3 砂濾/活性碳處理系統

2.現有板框式脫水機因原始設計處理量較低，導致現今操作率頻繁；相關建議如下：

(1)研討生物處理效率之提升，及混凝劑加藥量之適當性，嘗試降低污泥產生量。

(2)脫水機效率提升：經查閱該脫水機之操作維護手冊資料，有 3 項方案可提昇脫水機之處理效率，分別如下：

A.濾布除每批次使用後之一般清洗程序外，通常操作 3,000 批次後需拆下進行徹底之清洗工作，其步驟為以鹽酸（5%）於 30~40℃，浸置 8~10 小時，而後以高壓水清洗並陰乾。該項工作應可讓濾布恢復原設計功能。

B.目前板框數為 25 個，依操作維護手冊資料顯示，如為加大處理量，最多可增加 5 個板框，總數可達 30 個板框，預計處理量可直接增加 20%。

C.目前濾布規格要求固體捕捉率為 98%，較一般要求高（常介於 95~98%間），導致濾布孔隙（mesh）較小，處理量無法有效提高。如更換較大孔隙之濾布，則處理量將可相對提高。

(3)於適當時機增購較大處理量之設備，讓污泥處理系統有較大之操作彈性。

案 例 二 十 六

一、案例背景

工廠為老牌之食品公司，以麵粉、糖類及食品添加劑為原料，主要產品為麵包、飲料等食品。目前廢水量約 $450\text{m}^3/\text{日}$ ，廢水處理程序採加壓浮除+氧化深渠。

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 1 所示。



圖 1 廢水處理流程

2. 設計條件

氧化深渠設備係於民國 72 年設置，而後於民國 85 年增設 DAF 設備；處理廢水量約為 450 CMD，進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 進流水水質及放流水水質狀況

項目	pH	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
原廢水	7	1,500~2,000	1,200~1,500	300~400
放流水	7	38	18	7

三、單元設計缺失

1. 污泥處理系統採用 4 床曬乾床，如圖 2 所示；由於北部地區環境溫度較不穩定，於每年部分時間皆有污泥未能順利處理之事件發生，常導致氧化深渠內之污泥濃度過高。



圖 2 污泥曬乾床

四、改善方案

1. 廢水污泥係以曬乾床方式進行脫水，但常受天候影響。且處理量明顯不足；建議如下：

(1) 依月報資料顯示，污泥經貯存、濃縮後，廢棄污泥濃度約 20,000~30,000 mg/L，月平均廢棄量約 1.5 CMD；據此，進行需設置之污泥曬乾床床數計算，計算結果需 6.25 床，實際僅設置 4 床，曬乾床數量確實不足。

- 所需乾燥床容積：

$$1.5 \text{ CMD} * 15 \text{ day (乾燥所需天數)} = 22.5 \text{ m}^3$$

- 所需乾燥床面積：

$$22.5 \text{ m}^3 / 0.2 \text{ m (注入污泥深度)} = 112.5 \text{ m}^2$$

- 乾燥床床數：

$$112.5 \text{ m}^2 / 18 \text{ m}^2 \text{ (每床乾燥床面積)} = 6.25 \text{ 床}$$

(2) 曬乾床床數不足，且擬縮短曬乾時間，其可行方案如表 2 所示。而業界最常於污泥輸送過程採管中加藥方式添加 polymer，一般可縮短 50 % 乾燥天數。

表 2 曬乾床縮短曬乾時間之可行方案

可能原因	檢測項目	方案
污泥深度過大	污泥層厚度 (一般為 20 cm)	原有泥餅清除，重新排入較少之污泥
乾燥床未適當清理	檢視空床	移除髒砂，更換 1~2cm 之新砂
排水管阻塞或破裂	出水含砂量	沖洗或更換排水管
床體太小	添加聚合物	添加 2~15kg/1,000kg (乾污泥) 的陽離子 polymer
氣候條件	溫度、降雨	床體加蓋

資料來源：廢水處理單元設計及異常對策

(3)污泥曬乾床之濾材選用，大致上有傳統之砂濾及 PU 濾材，如圖 3 所示；以濾水效果而言，傳統之砂濾比 PU 濾材效率好，尤其於下雨時更明顯；但 PU 濾材有較美觀及易維護之優點。



圖 3 曬乾床用之 PU 濾材

(4)污泥處理量不足，會導致污泥無法順利廢棄，造成系統內積存過多之老化污泥，嚴重影響廢水處理效率。建議需另案詳細評估適當之處理量，並據以增建（或採購）適當之處理設備。

案 例 二 十 七

一、案例背景

工廠為冷氣機家電製造工廠，除機殼外，相關零件皆委外生產，廠內製程主要為組裝及機殼製造；因此，主要廢水來源為塗裝前之表面處理製程。

二、處理流程與設計條件

1.廢水處理流程如圖 1 所示。

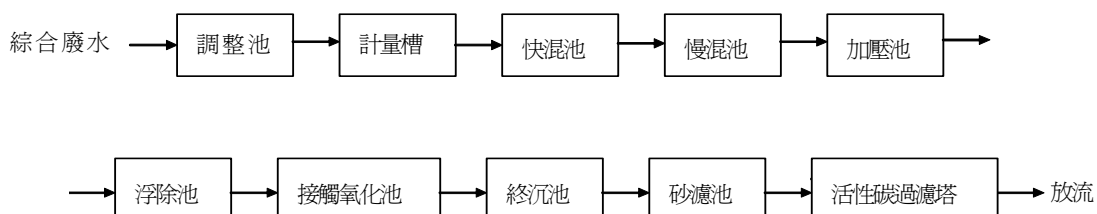


圖 1 廢水處理流程

2.設計條件

工廠廢水量約 250CMD，採物化+接觸方式處理，污泥性質以物化性居多；進流水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 廢水處理前後水質

項目	COD (mg/L)	SS (mg/L)	鋅 (mg/L)	鎳 (mg/L)	溫度 (°C)	pH
處理前	280	167	15.6	0.8	33.7	6.2
處理後	35	9	0.3	0.1	—	—

三、單元設計缺失

- 1.加壓浮除系統之 SS 去除率約 90~93%間，較一般值（95%）略低。
- 2.廢水污泥經貯存後以離心式脫水機脫水，經脫水機處理後之污泥含水量仍高，雖以曝曬方式再次烘乾，但因天候因素，污泥烘乾處理不易。

四、改善方案

- 1.擬有效提升加壓浮除系統之 SS 去除率，其方式可參閱案例十之說明。
- 2.由於工廠位於較多雨地區，污泥經脫水後，以曝曬方式再次烘乾並不順利；由於污泥處理費高，有必要進行污泥進一步烘乾之評估。一般污泥乾燥系統大致分為 3 類，污泥含水率可從 85~70% 降至 65~30% 左右，依污泥本身特性而不同，如下說明；而設備選用需依污泥特性、含水率、處理量、成本考量、期望成效等而定。

(1)熱風乾燥系統

為歷史最悠久的乾燥裝置，可連續操作，穩定且處理量大，適用各種污泥，型式種類繁多，如熱風旋轉乾燥機、氣流乾燥機、流體化床式乾燥機及輸送帶式乾燥機等，惟可能產生空氣污染問題(主要為粉塵或酸氣，必須設置防制設備)。

(2)熱傳導乾燥系統

利用烘箱方式(一般在 150~600℃)，以電熱管或熱風的熱量乾燥，有直接和間接兩種，此方式耗熱量大，操作成本極高。

(3)冷凍(低溫)乾燥系統

近年來頗受矚目的乾燥方式，利用壓縮機冷排及熱排雙效方式乾燥，其特點為耗能低、乾淨、無二次污染，效率高，操作溫度低(15~50℃)，安全，設置成本低等，然因推廣期短，尚不普及。

- 3.部分工廠運用已設置之鼓風機熱風，將多餘風量用於污泥乾燥。由於一般鼓風機出口風壓約為 5,000 mmAq，風力因壓縮而升溫，預估出口溫度約 75℃ 左右（計算方式：環境溫度+因風壓縮所導致之溫升（每 1,000 mmAq，約 10℃），可設置相關之管線，將該風力/熱運用於污泥乾燥。圖 2、圖 3 為某工廠於污泥斗中增設攪拌器及風管之案例，風管分接觸方式與吹出方式，平時以接觸方式不浪費風力進行烘乾，而污泥出場前或剩餘風力較多時，才採用直接吹出方式。



圖 2 風管以閥控制接觸或吹出



圖 3 污泥斗中增設攪拌器

第六章 操作維護部分

操作維護部分主要節錄氯鹽、鋅鹽及色度困擾等 3 個案例；行業別計有食品業、金屬表面處理業及染整業等 3 行業。

每個案例以「背景」、「處理流程與設計條件」、「設計缺失之檢討」、「改善方案」等四部份進行介紹；各案例工廠之內容以各缺失主題為主，其他缺失或問題簡略介紹，以突顯該缺失。於改善方案上，除陳述正確之設計資料外，儘量以運用既有設施情況下，後續需進行改善之實務技術為主。

案 例 二 十 八

一、案例背景

工廠以鳳梨、黃豆及薑等為原料，產製各式醃漬醬菜，製程大致如圖 1 所示。工廠因廢水含氯鹽量太高，活性污泥處理系統多次失敗，常導致排放水超過放流水管制標準。

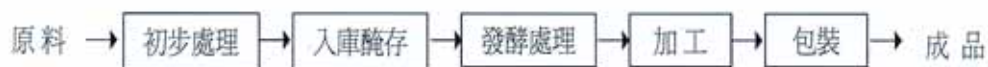


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

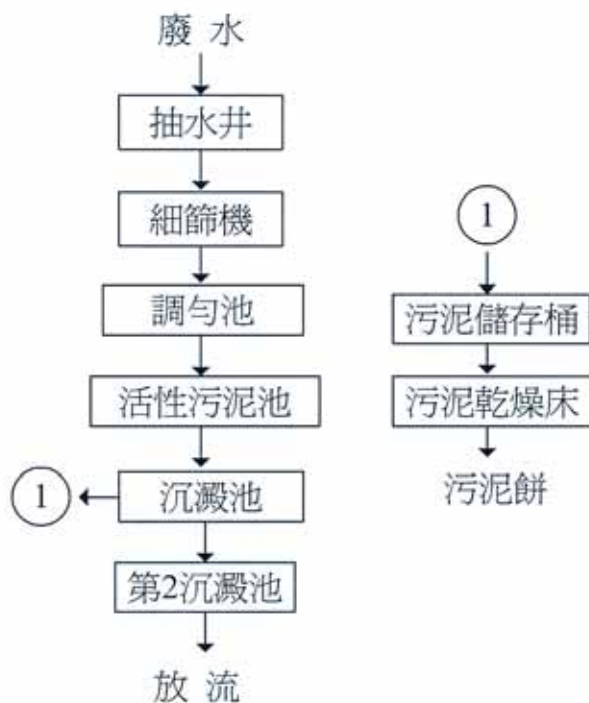


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

(1)廢水採用細篩+調勻+活性污泥+沉澱等單元處理，由於進流廢水污染值變化大，處理水質未能穩定符合放流水管制標準。

(2)廢水處理量約 20~35 CMD，處理前後之水質狀況，詳如表 1 所示。

表 1 處理前後水質狀況

項目	pH	SS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
處理前	--	---	600~1,000	250~350
處理後	--	5	38	11

三、單元設計缺失

廢水水質變化大，且未有分流處置設計；當含有高濃度氯鹽產生，常導致生物處理單元嚴重異常，放流水水質無法穩定。

四、改善方案

- 1.有效的製程管理改善除可節省原物料與用水量，並將直接影響廢水量與污染濃度；尤其為確保廢水處理之穩定性，更有賴廠內製程的有效管理。廠內廢水水質污染濃度變化大，經分析後如下：有較高濃度廢水，如蒸煮廢液、脫鹽水(6~7CMD)及壓榨脫水(1~2CMD)；較低濃度廢水，如蔬果清洗水(40~50 噸/星期)及洗地水；另有含高氯鹽廢水，導致處理效果不穩定。建議先進行高低濃度廢水之分流收集，較高濃度廢水需分批少量排入處理；另進行廠內提案改善及洽尋業內製程專家，尋找經濟可行之減廢及節水措施並確實執行，將可減少廢水量及污染物之排放。
- 2.由於調勻池目前間隔為 3 池，調勻能力較差，須視後續改善狀況進行適當之修改；另於調勻池單元之操作上，如採高水位操作，對於負荷突增(污染值/氯鹽)之衝擊，將有較大之緩衝能力，且調勻能力亦較佳；建議採取較高水位操作，活性污泥系統將能有較穩定之處理水質，放流水質亦將能獲致更平穩之處理成果。

3.廠內廢水含有高濃度氯鹽，平常約 5,000~10,000mg/L，甚至有達 20,000mg/L 以上情況發生，造成活性污泥處理上之困擾。相關建議如下：

- (1)從廠內改善著手，盡量減少高濃度氯鹽廢水之產生；諸如：減少製程之變化性、高濃度含氯鹽廢水重複使用或過濾後再使用等；另需避免高濃度含氯鹽廢水直接排放至廢水處理廠，以避免生物處理系統失敗。
- (2)混凝沉降氯鹽：採用硫酸汞為混凝劑以去除氯鹽，該方法為檢測 COD 值時，有效減少氯鹽干擾之措施。惟硫酸汞較貴，且產生之氯化汞污泥屬有害污泥及須增設物化設施等不利因素；實際上應盡量避免。
- (3)加裝濃縮設備，如真空濃縮罐（於 30 餘℃即可沸騰）；將含氯鹽廢水有效濃縮，以利後續焚化處理；惟需耗費大量之能源，實際上仍不易執行。
- (4)採用稀釋法：該方法為其他食品廠有氯鹽困擾時最常見之處置，先將廢水有效收集，再以其他製程之廢水予以稀釋到可分批處理或直接排放之標準。
- (5)分批少量處理法：先予以泵送儲存（第 2 沉澱池），再以重力方式，分批少量排入調勻池處理。運用生物之適應能力，分批少量排入所造成之氯鹽濃度，若尚未達到生物可容忍之極限值，如表 2 所示（資料來源：活性污泥操作維護手冊表 2-1），活性污泥系統應仍能勉強運作。

表 2 生物處理抑制物質之限界濃度

成 分	對 RBC 處理之限制 (mg/L)	對活性污泥處理之限制 (mg/L)	對厭氧消化處理之限制 (mg/L)
烷基苯磺酸鹽	---	17	---
氨氮	---	---	1,500
銨	---	1,700	1,700~4,000
硼	---	1	---
鈣	---	---	2,000~6,000
鉻	40	2~5	---

成 分	對 RBC 處理之限制 (mg/L)	對活性污泥處理之限制 (mg/L)	對厭氧消化處理之限制 (mg/L)
銅	5	<1.2	---
氰化物	80	1~1.6	---
油脂	50	50	50
重金屬	---	1~5	---
汞	0.1	0.1~0.5	---
鋅	20	5~10	---
銀	5	<5	---
鎘	4.5	1~5	---
鐵	200	100	---
鉛	20	1	---
錳	30	---	1,200~3,500
鎳	25	6	---
鉀	---	---	4,000~10,000
pH	---	4.5~9	6.6~7.6
鈉	---	---	5,000~8,000
可溶性硫化物	90	5~25	100
硫酸鈉	9,000	3,000	---
氯化鈉	10,000	8,000~9,000	---
酚	150	200	---

案 例 二 十 九

一、案例背景

工廠為熱浸鍍鋅工廠，主要從事公共工程鋼構材料之防蝕鍍鋅工程，主要產品不同於其他廠，係以加工生產螺栓，螺帽及鐵配件之鍍鋅工程為主；製程如圖 1 所示。

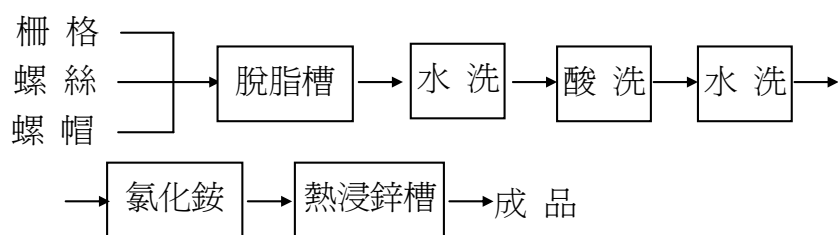


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1 廢水處理流程如圖 2 所示。

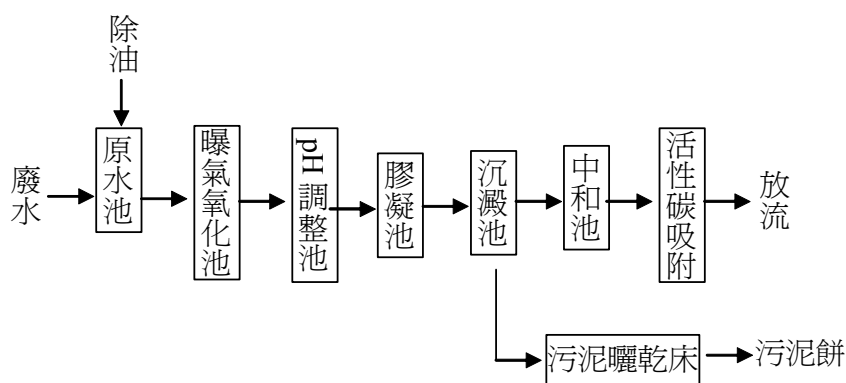


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

廢水處理量為 800~1,000 CMD，處理前後水質平均狀況如表 1 所示。

表 1 原廢水與放流水水質狀況

項目	pH	COD (mg/L)	SS (mg/L)	Zn ²⁺ (mg/L)	Fe ³⁺ (mg/L)	油 脂 (mg/L)	溶解性鐵 (mg/L)
原廢水	5.5	575	330	98	27	58	160
放流水	7.5	83.8	23.6	5	ND	—	—

三、單元設計缺失

- 1.原有處理單元對鋅離子去除率低，雖採用化學沉降法，pH 值控制於 8.5 左右，然去除率仍僅有 50~70%，後續雖採用活性碳吸附法，以降低鋅離子排放濃度，然一般而言鋅離子濃度仍然偏高。

四、改善方案

廢水有鋅離子存在，造成處理上之困擾。由於鋅離子形成之氫氧化物為兩性氫氧化物，曾於專案計畫中測試，需於特定 pH 範圍施以金屬捕捉劑方能有效沉降，但評估每月操作費用高達百萬元；因此只能要求廠務人員採分批少量排放。由於鋅離子不易去除，導致放流水之鋅離子濃度偏高。

鋁、鋅、鉻與某些元素的氫氧化物，於酸、鹼中均可溶解，稱為兩性氫氧化物 (amphoteric hydroxide)，由於常有強大之正電荷存在，以鋁元素而言，常當成混凝劑使用；而鋅元素亦有相同特性，故微量鋅元素存在，對廢水處理之凝集效有正面幫助。改善建議如下：

- 1.請廠務人員配合針對會排放含鋅廢水之製程建立檔案資料，確實了解含鋅廢水之產量，尤其是高（較高）濃度鋅廢液部分，絕對禁止排入廢水處理廠。

2. 因鋅離子具有安定性，常可於相關製程中當成安定劑添加之用；一般係運用濕式氧化製程，產製氧化鋅、活性氧化鋅、氯化鋅及碳酸鋅等工業原料供應國內外陶磁、塑膠、橡膠、造紙、製鞋、電子、飼料、醫藥、煉鋼、纖維等各產業界；台中幼獅工業區已有相關業者營業中。可評估加裝鋅廢液濃縮設備，如真空濃縮罐（於 30 餘℃即可沸騰）；將含鋅廢液有效濃縮，以利後續處理。另可會同其他廠商集資建構焚化爐（或直接委外處理），將含鋅廢液製成氧化鋅出售。
3. 廢水處理採化學沉降法時，pH 控制為去除效率之重要因子，各金屬離子之溶解度因廢水 pH 不同而有所差異，如圖 3 所示；現有控制點為 pH=8.5 左右，惟理論上控制點為 pH=9~9.2 左右，可形成最大量之鋅離子氫氧化物膠羽；因此，應調整最佳 pH 控制點，以獲得較佳之去除率。至於業界常採用之廢水稀釋法，應為各項改善後仍無效才考慮之作法。
4. 以化學沉降產生之膠羽本就較細小，沉降亦較不易，如為增加化學污泥之沉降性，可參考以下方式：
 - (1) 以污泥迴流方式，可增加膠羽之核化結晶，以增強污泥之沉降性，此方法有操作/控制上較不易之缺失。
 - (2) 於快混池添加 PAC，讓化學沉降產生之膠羽直接形成較大膠羽，將有利後續之固液分離與污泥脫水工作；此辦法為目前電鍍業界最常使用之措施。

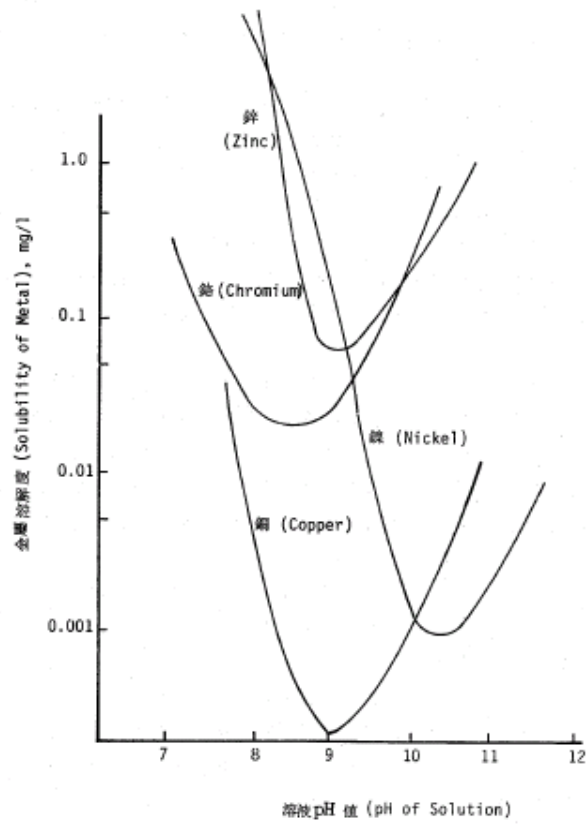


圖 3 金屬氫氧化物之溶解度與 pH 之關係

案 例 三十

一、案例背景

工廠以布匹、染料及特殊塗料為原料，將布匹染製成各式成品；為高壓熱染製程，如圖 1 所示，導致所排放之廢水含有高色度，經廠務及處理廠人員之努力，排放廢水之真色色度可控制在 550 以下；然附近居民仍不滿意，屢有向環保單位陳情事件發生。

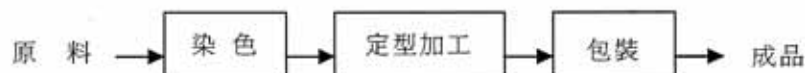


圖 1 廠內製程

二、處理流程與設計條件

1. 廢水處理流程如圖 2 所示。

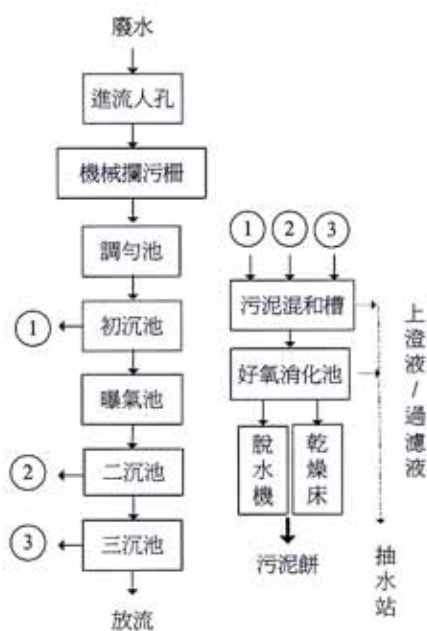


圖 2 廢水處理流程

2.設計條件

廢水處理量約 2,000 CMD，廢水水質及放流水水質如表 1 所示。

表 1 處理廠之廢水及放流水質狀況

項次	水量 (CMD)	pH	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	真色 色度
設計進流	3,000	4.5~9.5	550	---	150	---
實際進流	2,000	7.9~8.8	490	186	150	600
放流水	2,000	6.5~8.0	120	21	21	200

三、單元設計缺失

- 1.原設置之各處理單元對色度之去除效率有限，原本放流水之真色色度已控制至約 400（標準為 550），然基於敦親原則，廠方希望經濟有效地再降低真色色度。

四、改善方案

- 1.傳統廢水處理對廢水真色色度去除效果有限；對於處理小量色度而言，除臭氧、電化學、曝氣池添加活性碳（PACT）及裝設活性碳桶外，另可考慮使用脫色劑（Bleaching Agent），其原理係藉化學處理，使廢水中所含的天然色素，或紡織、製織工程中所附著施用的色素，變化為無色的藥劑。脫色劑分類及一般處理效果如下：
 - (1)氧化脫色劑：利用氧化作用進行脫色，例如：漂白粉、過氧化氫等；其效果較不顯著。
 - (2)還原脫色劑：利用還原作用進行脫色，如酸性亞硫酸鈉、保險粉等；其效果較大。
- 2.由於還原脫色劑之效果較大，經各項方案優缺點討論後，該廠便以保險粉為添加對象進行脫色試驗，試驗結果可將原廢水真色色度約 600 降至約 300。便決定以保險粉進行添加措施。另於添加地點之選擇上，由於脫色劑對水中生物具毒性且需有反應時間；若於放流井添加，恐增加下游河川之生物毒性，且反應時間有限；因此，決定

於三級處理單元執行混凝沉降作用時同時添加保險粉，如圖 3 所示。並依不同劑量測試所需之添加量，在操作經濟考量上，將原放流水真色色度約 400 控制至約 200。

3. 由於保險粉為危險性物質，學名為「低亞硫酸鈉」，分子式為「 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 」，除具腐蝕性外，遇水會燃燒。保險粉係以 30 公斤/桶方式儲存，運用提升機提高後採人工投置方式投入快混池，導致現場操作人員有吸入或接觸上安全之虞。建議：（1）規定現場人員，於操作保險粉時，務必穿戴防護器具，如口罩、防護衣等；（2）請機械設備自動化廠研發機械自動化投粉之可行性；（3）可改用漂白水去除色度，因使用加藥機及藥桶，可免除人工接觸之危險。雖漂白水有生成三鹵甲烷（THM）之虞，但保險粉亦具毒性，兩相權衡之下，仍以採用漂白水較具安全性。

保險粉投入口及掉入口



圖 3 保險粉添加方式

第七章 結語

「污染防治設施缺失與改善案例彙編（一）」彙整造紙業、製藥業、電鍍業、染整業、紙漿業、皮革業、食品業、紡織業、印刷電路板業、液晶面板業、金屬表面處理業及家電業等 12 個不同行業及工業區污水廠，共蒐集 30 個案例。其編輯之主要目的，即是希望透過各案例工廠廢水之污染防治缺失與改善經過實例經驗，提供給產業界於廢水處理時之參考，期能有效降低操作成本；另希環境工程業者於設計時，參考了解已發生之設計缺失，以避免同樣缺失再次發生。

歷年來經濟部工業局持續編列經費，協助產業界進行製造技術提昇及污染防治改善輔導工作，業者如需各項輔導協助、技術諮詢或技術交流均可連結至經濟部工業局網站之網路資源查詢

(<http://www.moeaidb.gov.tw/web/index.htm>)。此外，經濟部工業局更設立產業永續發展服務之相關網站，內容包括資源化工業網、工業廢棄物共同清除處理計畫、工安環保報導、產業環保輔導計畫、環保產業資訊網、工業安全衛生技術輔導、工業減廢資訊網、中華民國清潔生產中心及永續產業發展資訊網等項目，期能透過清潔生產技術、製程減廢與廢棄物資源化等整體考量，有效解決空、水、廢、毒等工安環保問題，進一步降低製造生產成本，提昇產業市場競爭力，以達成企業永續經營發展之目標。

此外，於污染防治技術方面，亦可閱覽產業環保輔導計畫(<http://proj.moeaidb.gov.tw/eta/>)之環保技術資訊及環保技術平台等網頁，其提供之環保技術資料涵蓋廢水處理、廢氣處理、噪音防制及溫室氣體管制等範疇。

污染防治設施缺失與改善案例彙編(一)/宋明裕，陳見財，

張聖雄編撰----初版，----臺北市：工業局，民 94

面；公分

ISBN 986-00-3029-4 (平裝)

1.污水處理－個案研究

445.93

94022501

污染防治設施缺失與改善案例彙編(一)

出版日期：中華民國 94 年 12 月初版

發行人：陳昭義

總編輯：陳文輝

審查委員：李公哲、林明傳、林華宇、周明顯、吳志超、黃孝信、陳秋楊、陳良棟、陳見財、張維欽(依姓氏筆劃排列)

編撰：宋明裕、陳見財、張聖雄(依姓氏筆劃排列)

發行所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2704-0160

<http://www.moeaidb.gov.tw>

出版所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2703-0160

<http://www.moeaidb.gov.tw>

財團法人台灣產業服務基金會

台北市大安區 106 四維路 198 巷 41 號 2 樓之 10

TEL：(02)2325-5223

FAX：(02)2325-3922

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

印刷承製：貿聖印刷有限公司

工本費：新台幣貳百元整

版權所有 翻印必究

GPN：1009403795

ISBN：986-00-3029-4