

# 漂白蔗漿廠廢水污染防治

王純益\*

## 摘要

台糖公司屏東副產加工廠係利用台糖公司各糖廠製糖節餘之蔗渣為原料，生產漂白蔗漿，設計產能為日產 300公噸，於68年7月1日正式開工生產，其廢水係採用活性污泥法處理，由日商負責規劃設計及供應機械設備，試車初期發現清洗原料之洗渣水水量及水質均比原設計高出甚多，台糖公司一方面自行研究發展蔗髓脫水鼓、撈渣設備及沉澱池等前處理設備改善，另一方面做好污染源排放監測工作，以便使廢水處理系統正常運轉操作。污泥脫水方面，初期採用半自動壓濾機，其後則配合需處理數量龐大之洗渣污泥，改用帶式真空過濾機，以簡化操作及提高處理能量。77年底自行設計建造之加藥及化學混凝沉澱池等三級處理設備完工使用後，放流水質又邁入新的階段，已可符合政府當時新頒布之管制標準( $COD < 400PPM$ ,  $SS < 300PPM$ , 透視度  $> 15CM$ )。

## 一、前言

台糖係一農產加工業公司，為發展多角經營及配合政府改善造紙業之廢水污染而推行之漿紙分營政策，自民國59年起開始規劃利用製糖副產品蔗渣(Bagasse)為原料，籌設以蔗渣為原料之紙漿廠一座，採用硫酸鹽法(Sulfate Process) 製造漂白蔗漿，日產能量為 300公噸，工廠佔地約55公頃，其中廢水及污泥處理場佔地約五公頃，於64年 3月開始設備安裝，66年 1月起對完成之設備陸續逐步逐項試車，68年7月1日正式生產以迄於今。紙漿工業屬化學工業之一，雖然採用硫酸鹽法製造紙漿，已可把傳統上紙漿廠或造紙廠製漿過程中排放污

---

\* 台糖公司副產處經理

染最嚴重之煮漿化學廢液（稀黑液）完全回收利用，以避免產生嚴重廢水污染問題，但原料蔗渣清洗及製程中洗漿、漂漿、淨漿及化學藥品回收等部門仍不免排放廢水或廢氣，對於環境多少會有影響，因此在建廠時即要求承商對製造過程中所排放之廢水、廢氣，應參照我國或先進國家之環保標準，設置各項處理或減廢設備。該廠自開工生產以來，為了因應政府逐步加嚴之環保要求，又陸續增設不少污染防治處理或改善設備，迄今污染防治的投資已近六億五千萬元，其中之廢水處理部份約三億八千萬元，在歷經各項工程設計及處理技術等困難問題逐一克服後，目前經處理後的廢水均可符合政府規定的放流水標準（pH 5–9, SS<300PPM, COD<400PPM, 透視度>15CM）。

## 二、製程簡介

該廠係以蔗渣為紙漿製造之原料，蔗渣先經去髓手續將非纖維之蔗髓去除大部份，再以水清洗，再經脫水後即送入蒸煮機煮漿；煮漿所得之漿料則經洗漿、篩漿、漂漿（氯化→碱萃→次氯酸鈉→二氧化氯等四段漂白）淨漿及抄漿等製程，製成紙漿成品。煮漿產生之化學廢液（稀黑液）則經蒸發濃縮至TS約55%後，送往化學藥品回收鍋爐燃燒，以回收其化學藥品及能源；燃燒所得之高溫熔渣(Smelt)先以製程中產生之稀白液溶解，再經澄清及苛化等程序，即可恢復為煮漿所需的藥液（白液）之原貌，以循環提供煮漿使用，不排放，故無煮漿廢液污染問題。有關該廠之製造流程，請參閱圖一。

## 三、廢污來源

### 1. 廢水來源

該廠廢水依其來源可概分成：洗渣、製漿、抄漿及回收等四大系統，其中製漿廢水包括：洗漿、篩漿、漂漿及淨漿等製程排放之廢水，其污染質與量，又以漂漿部門所排放者佔大部份。另因抄漿及回收系統所排廢水之污染物濃度較低且性質相似，故該廠將其合併為回收及抄漿廢水一併處理，以節省廢水處理前段中和及初沉池

等設備投資。

## 2. 污泥來源

該廠污泥來源有下列五處：1.洗渣水處理產生之洗渣污泥2.廢水初沉池處理產生之初級污泥3.廢水二沉池處理產生之剩餘污泥4.廢水三級處理產生之混凝污泥及5.該廠用水處理產生之用水污泥。

## 四、廢污質量及特性

### 1. 廢水水量與水質

#### (1) 設計值

廢水名稱	水量 M <sup>3</sup> /H	pH	SS PPM	BOD PPM	COD PPM
洗渣廢水	200	6.4	2,500	1,100	1,100
製漿廢水	1,840	4.5	300	400	800
回收系統及抄漿廢水	552	6.8	163	111	154
稀黑液	濃縮回收，循環使用				

#### (2) 實際值

廢水名稱	水量 M <sup>3</sup> /H	pH	SS PPM	BOD PPM	COD PPM
洗渣廢水	500	5.4	2,100	1,500	3,000
製漿廢水	1,400	4.5	300	400	800
回收系統及抄漿廢水	400	7.8	160	111	150
稀黑液	濃縮回收，循環使用				

## 2. 污泥數量及濃度

### (1) 設計值

污泥名稱	數量 M <sup>3</sup> /D	濃度(%)
初級污泥	1,320	1.5
剩餘活性污泥	1,685	0.7
用水污泥	300	1.6

### (2) 實際值

污泥名稱	數量 M <sup>3</sup> /D	濃度(%)
初級污泥	2,500	1.1
剩餘活性污泥	1,200	0.9
用水污泥	300	1.6
洗渣污泥	5,040	1.08*
三級混凝污泥	5,700	0.7-0.9

\* 經增設撈渣設備撈除濕髓及泥砂後，目前濃度降為 0.25%，逕送廢水處理場處理。

## 五、處理流程及其特性

1. 處理流程：該廠廢水及污泥處理流程詳如圖二。廢水及污泥處理場鳥瞰圖如圖三。

### (1) 廢水處理流程

該廠廢水係採用活性污泥法 (Activated Sludge Process) 處理，廢水先經中和後，流入初級沉澱池（初沉池詳如圖四）以去除泥砂、蔗髓及纖維等懸浮固體物（去除率約 70%），然後分別流入四套階段式曝氣池（詳如圖五）及二級沉澱池（終沉池詳如圖六）處理。自 77 年底該廠之加藥及化學混凝沉澱池

等三級處理設備（詳如圖七）完工以來，原經終沉池處理後排放之廢水，再經化學混凝沉淀處理後始予排放，以符合透視度及 COD 等新增管制標準。

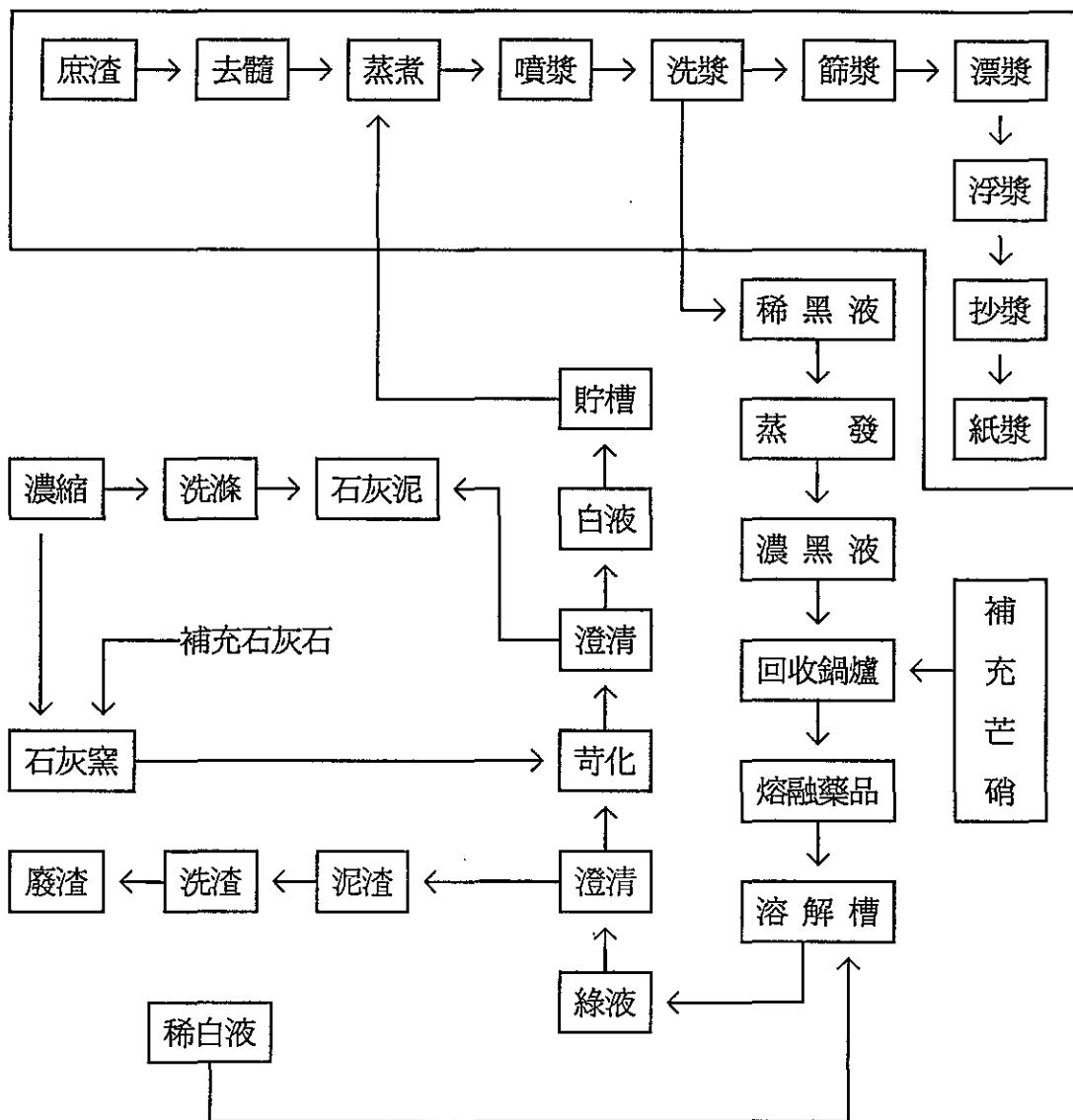
## (2) 污泥處理流程

廢水處理產生之洗渣、初級、剩餘活性及三級污泥與工業用水處理產生之用水污泥，經送往污泥處理場後，先經污泥混合槽混合均勻後，送入污泥濃縮池將污泥SS濃度濃縮至3~5%後，送往污泥貯留槽(Sludge Holding Tank)攪拌及調理均勻後，即送入污泥脫水機脫水成泥餅(Cake)，最後將泥餅運往本公司新開發之河床地利用。

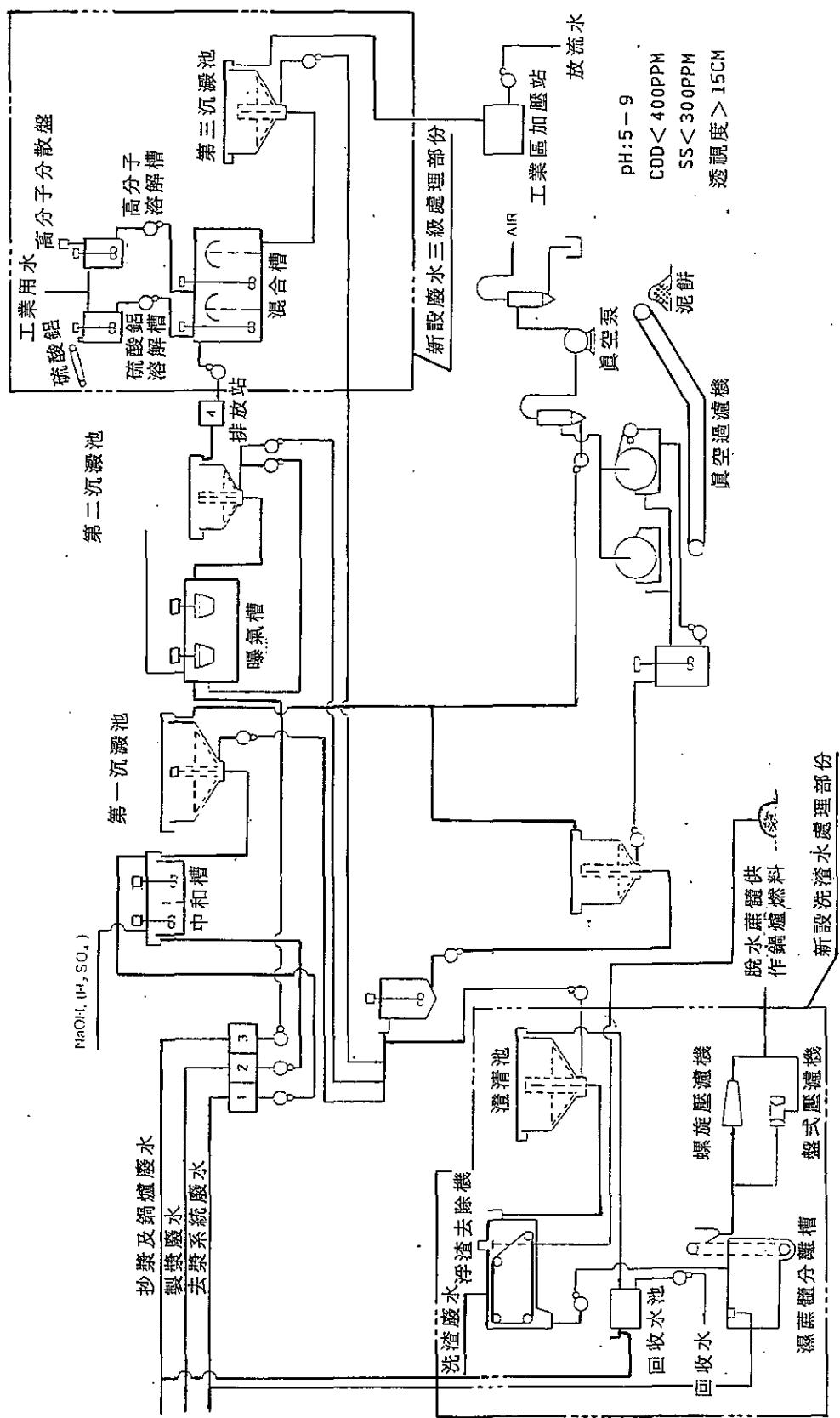
## 2.特點：

- (1) 該廠廢水處理之曝氣池係採用階段(Step Aeration)方式(如圖八)，其優點為可使池內之活性污泥在適時、適地獲得適當之溶氧(Dissolved Oxygen)及養分，值得參考。
- (2) 廢水處理為配合洗渣水量與污染物濃度的增加，經該廠自行研究發展，於69年4月完成增設蔗髓脫水鼓及矩形沉砂池等第一期改善設備；其後為配合節約用水及減輕本廠廢水處理系統之負荷，以因應政府日趨嚴格之放流管制標準，遂於77年底完成增設浮渣去除機，洗渣水沉澱池（詳如圖九）及撈渣機（詳如圖十）等處理設備以提高廢水處理效率及回收利用洗渣水（目前回收利用率約80%~90%）。
- (3) 該廠污泥脫水機原採用英國Manor公司製造之半自動壓濾機(Semi-Autmatic Filter Press)，可使脫水後之泥餅含水份降至60%以下，但因其壓濾室容積有限，處理能量不大，故該廠於71年再完成增設污泥真空過濾機(Oliver 1台及 Emico 3台，詳如圖十一），以提高處理能量，脫水後的泥餅含水量約75~82%。

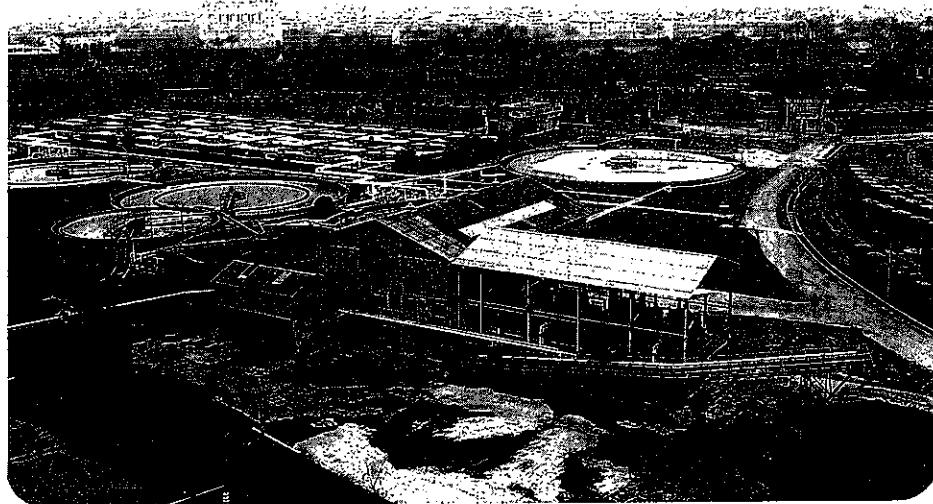
## 製漿流程圖



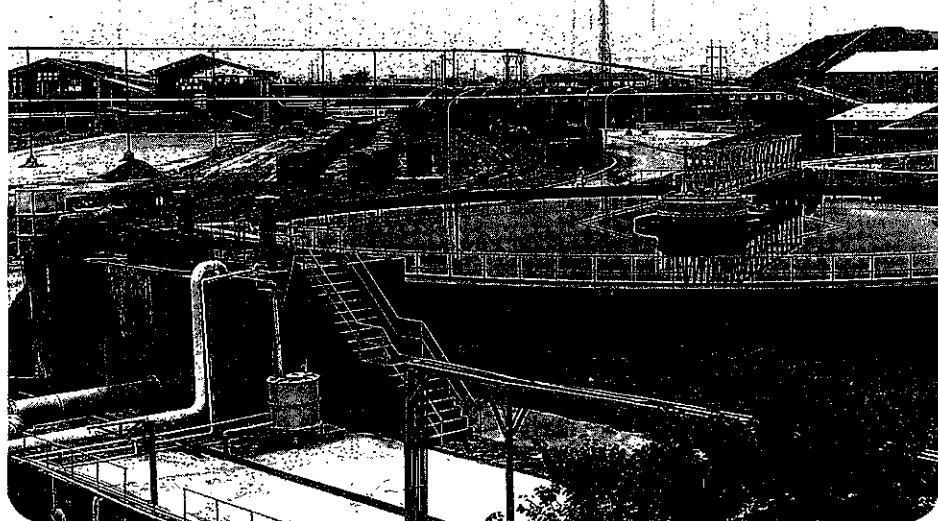
## 圖一 紙漿製造流程簡介



圖二 屏東副產加工廠廢水處理流程圖



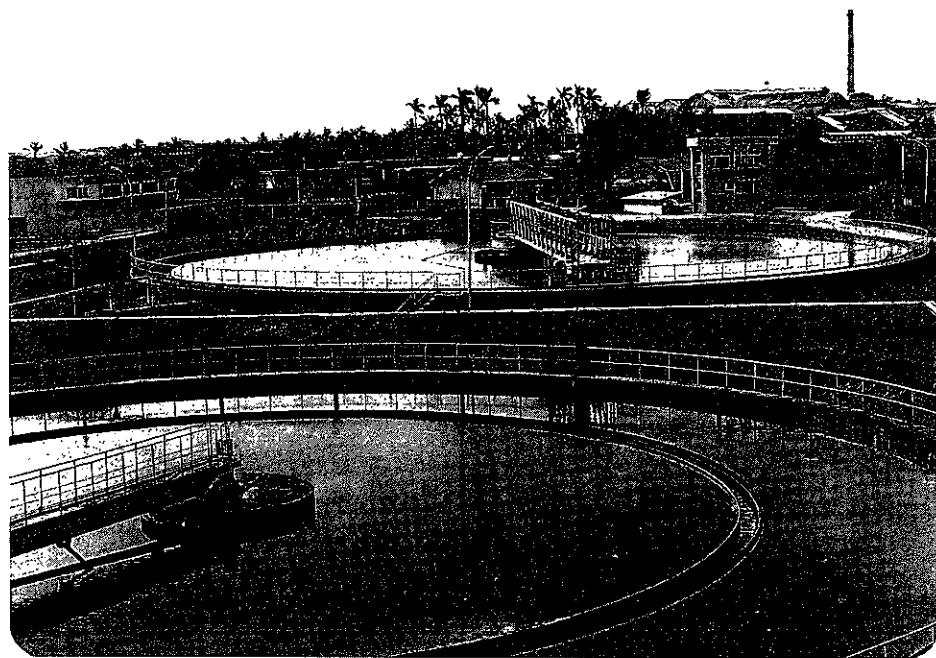
圖三 廢水及污泥處理場鳥瞰圖



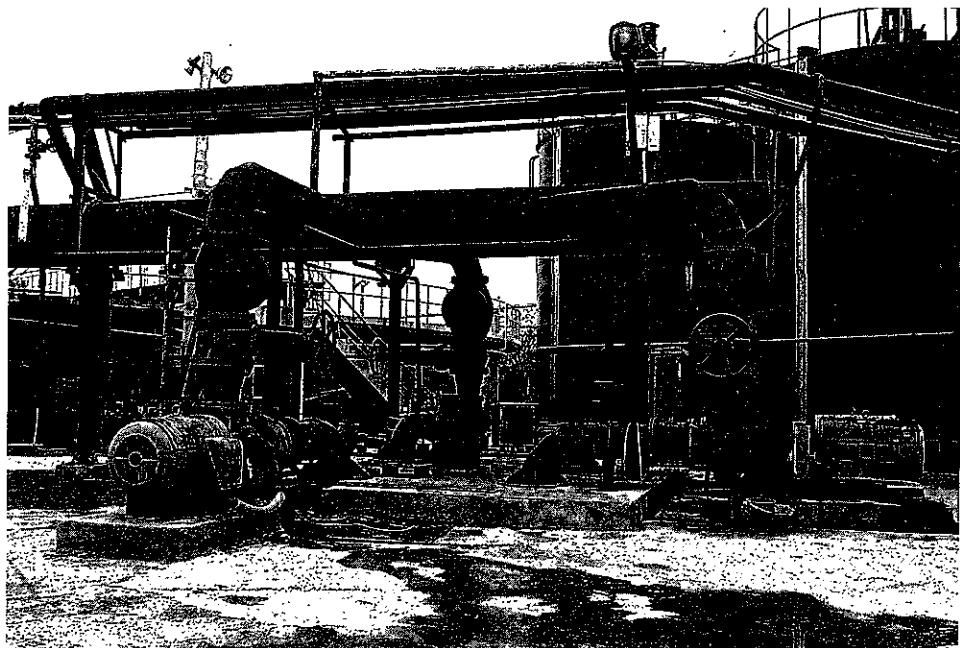
圖四 初級沉澱池



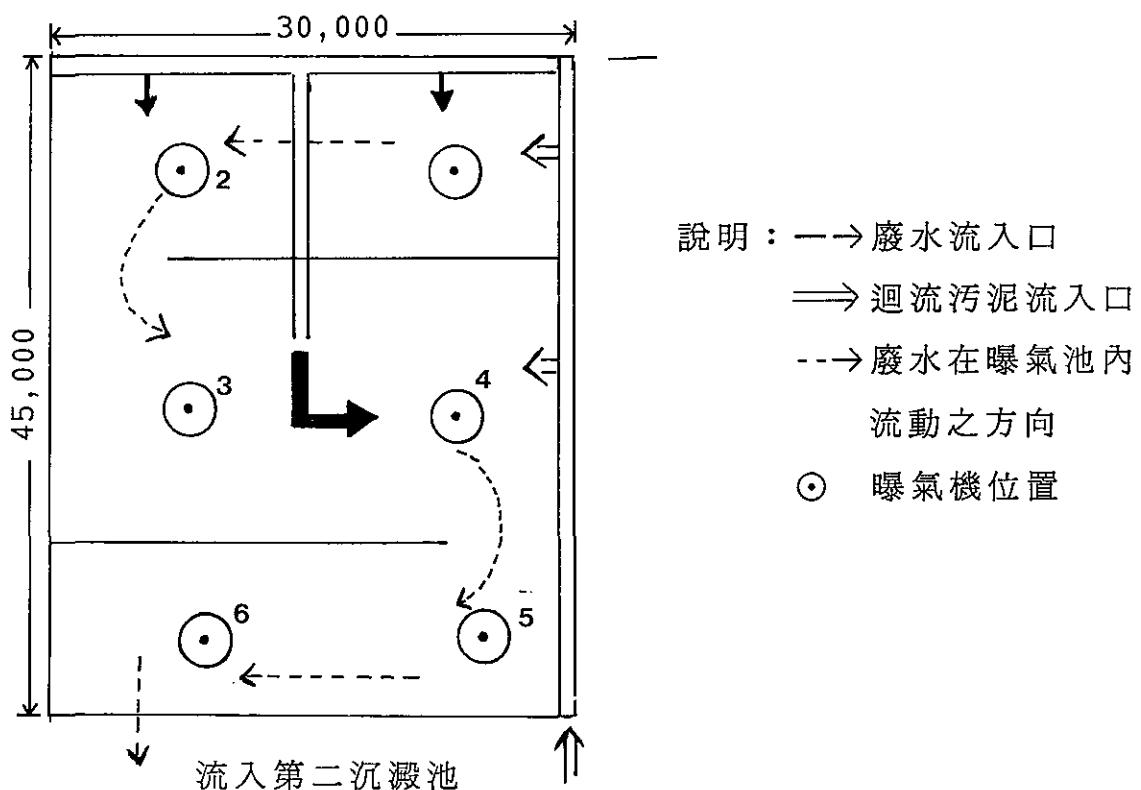
圖五 階段式曝氣池



圖六 二級沉澱池



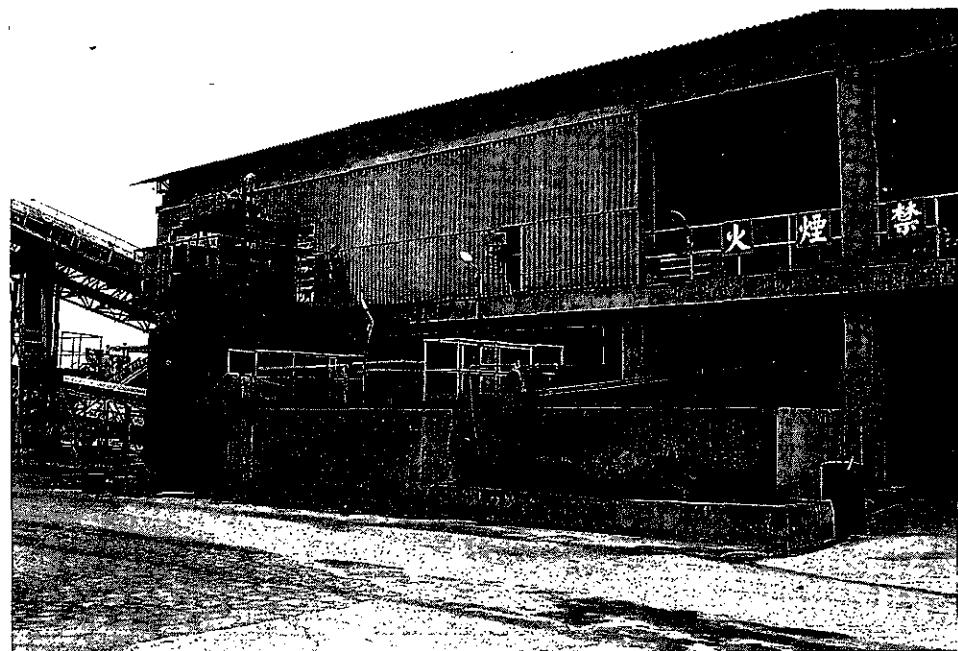
圖七 三級處理加藥及化學混凝沉澱池



圖八 階段式曝氣圖



圖九 洗渣水沉澱池



圖十 洗渣污泥撈渣設備



圖十一 污泥真空過濾機

## 六、設備概要

### 1. 廢水處理主要設備設計資料

#### (1) 洗渣水沉澱池

數量 : 1 set

有效容積 :  $4,300\text{M}^3$  (Dia:42M)

有效水深 : 2.6M

停留時間 : 2.3Hrs

堰負荷 :  $318\text{M}^3 / \text{M.d}$

表面負荷 :  $32\text{M}^3 / \text{M}^2 . \text{d}$

#### (2) 初級沉澱池

數量 : 1 set

有效容積 :  $4,300\text{M}^3$

有效水深 : 2.6M

停留時間 : 2Hrs

堰負荷 :  $370\text{M}^3 / \text{M.d}$

表面負荷 :  $37\text{M}^3 / \text{M}^2 \cdot \text{d}$

(3) 曝氣池

數量 : 4 sets

有效容積 :  $5.300\text{M}^3 / \text{set} \times 4\text{sets} = 21,000\text{M}^3$

有效水深 : 3.90M

曝氣時間 : 6~8Hrs

氧供給量 :  $295.8\text{kg O}_2 / \text{Hr.}$

MLSS :  $3,000 \sim 4,000\text{PPM}$

MLVSS :  $2,550 \sim 3,400\text{PPM}$

曝氣池動力負荷 :  $41 \text{ W/M}^3$  (每套曝氣池有六台曝氣機，每台  
曝氣機 36KW)

容積負荷 :  $1.0\text{kg BOD/Day/M}^3$

去除率 : BOD : 85% COD : 50%

(4) 第二沉澱池

數量 : 4 sets

有效容積 :  $3,200\text{M}^3 / \text{set}$  (Dia:36M)

有效水深 : 2.2M

停留時間 : 4.8Hrs

堰負荷 :  $80\text{M}^3 / \text{M.d}$

表面負荷 :  $19.9\text{M}^3 / \text{M}^2 \cdot \text{d}$

2. 汚泥脫水設備

真空過濾機

數量 : Oliver : 1 set

Emico (Belt) : 3 sets

過濾面積 : Oliver :  $28\text{M}^2 / \text{set}$

Emico :  $38.7\text{M}^2 / \text{set}$

泥餅產出量 : Oliver :  $3,000 \sim 10,000\text{kg/set/Hr.}$

Emico : 4,000~15,000kg/set/Hr.

## 七、處理效果

該廠廢水經投資洗渣水前處理設備及廢水三級處理設備後，已可符合政府76年5月公佈之製漿業放流水新標準( $\text{pH } 5\sim 9$ ,  $\text{COD} < 400 \text{ PPM}$ ,  $\text{SS} < 300 \text{ PPM}$ , 透視度 $> 15\text{CM}$ )。惟面對政府草擬之民國82年製漿業放流水標準( $\text{pH } 6\sim 9$ ,  $\text{COD} < 200 \text{ PPM}$ ,  $\text{BOD} < 80 \text{ PPM}$ ,  $\text{SS} < 100 \text{ PPM}$ , 透視度 $> 15\text{CM}$ )，仍需在改善製程(例如採用氧碱漂白與節約用水)及提高廢水處理能量等方面努力因應。

## 八、檢討與對策

### 1. 製程減廢與管制方面：

- (1) 該廠在試車初期，廢水處理操作常有不穩定情形發生，除了前述洗渣廢水水量與水質實際值較原設計值為高是重要原因之一外，各生產製程線上操作不正常，排放過多的污染物亦是主要原因；該廠經訂定廢水排放追蹤管制辦法，分成排放源、廢水處理場入口及放流水等三段管制(詳如圖十二)予以嚴格追蹤管制後，廢水處理場很快就恢復正常運轉，而且成效顯著。
- (2) 黑液蒸發部門之蒸發罐清洗廢水，由於其顏色及污染物濃度均高，如驟然排放常影響廢水活性污泥處理系統之操作，經增設大型貯槽(有效容積： $1000\text{M}^3$ )，儘量將此種廢水回收製程利用，如製程無法全部吸納時，則剩餘部份改為每天24小時均勻排入廢水處理系統，則可避免影響廢水處理正常操作。
- (3) 由於改用氧碱漂白製程可有效減少廢水污染來源(估計約可使漂白廢水的COD減少40%及色度減少50%)而達製程減廢之目的，故目前本廠正規劃辦理此項製程改善設備。

### 2. 廢水處理方面

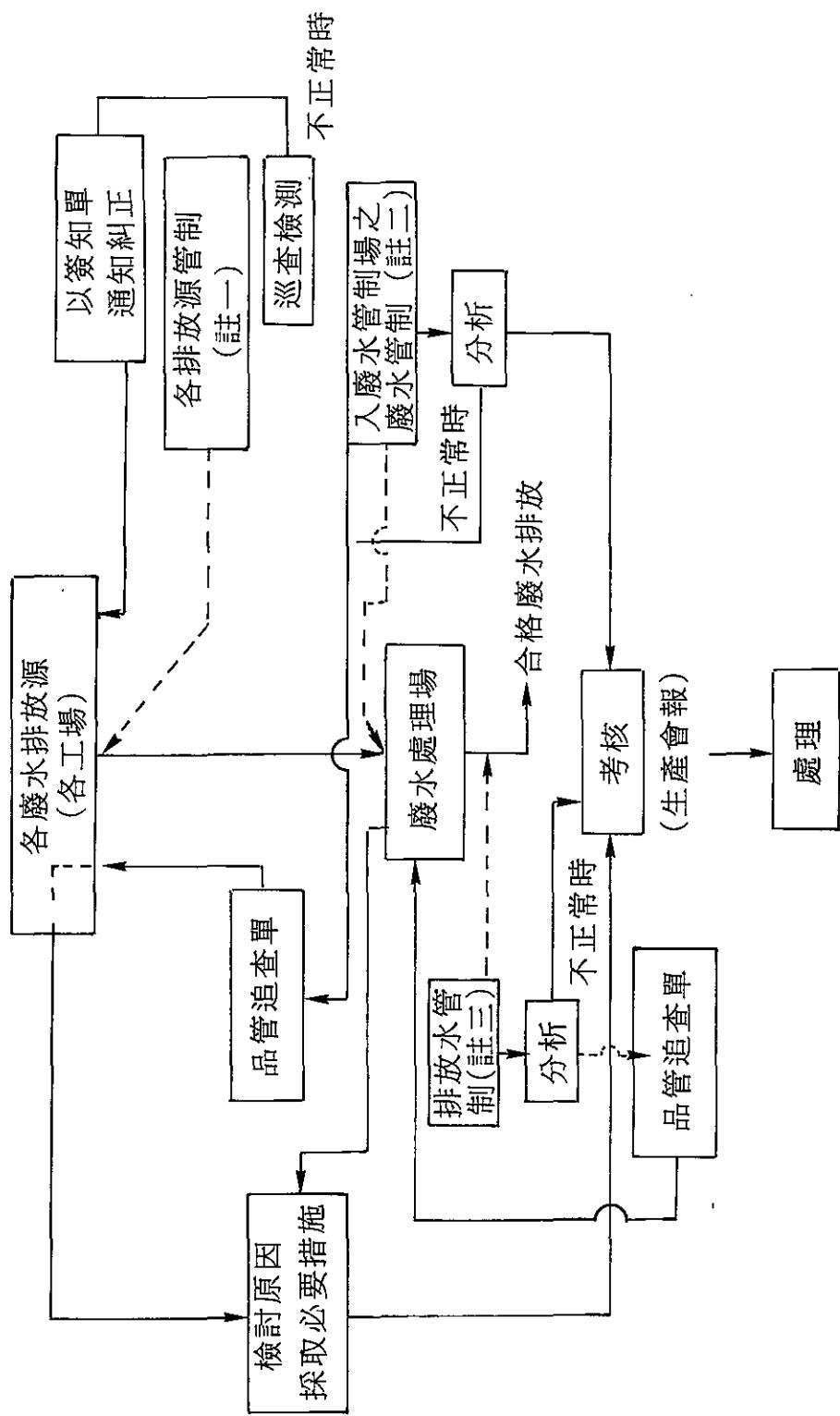
- (1) 薦漿廠設廠前宜前往同類工廠詳細調查各項廢水之水質與水量，以儘量減少設計值與實際值之差距，尤其蔗漿廠廢水與木漿

廠廢水性質有很大差異，二者不可混爲一談。

- (2) 規劃興建一個工廠之廢水處理場時，最好以政府未來五年或十年可能公佈之放流水標準爲設計之依據，以免處理場完成後，爲因應新的管制標準，又要不斷投資改善。
- (3) 洗渣廢水如採用蔗髓脫水鼓(Pith Dewatering Drum)以濾網過濾方式濾除廢水中的蔗髓，由於廢水中尚含有若干蔗渣纖維，易把網孔堵塞，操作維護較爲困難，但改用浮渣去除機、沉澱池及撈渣機等設備處理後，則頗爲經濟實用。
- (4) 蔗漿廠廢水三級處理設備－化學混凝沉澱池之表面負荷，似以不超過 $27M^3 / M^2 \cdot d$  較爲恰當；該池中央向下流動之進流廢水與池底中央之污泥坑(slugde pit)之間，宜有適當之傘行阻隔板，以免影響混凝污泥之沉降效率。

### 3. 污泥處理方面

- (1) 由於蔗漿廠污泥含砂量多，污泥濃縮池底部之排泥管材質宜採用耐磨之不鏽鋼管或其他耐磨管材，且至少要有一條備用之排泥管。又因當濃縮污泥濃度高時，排泥管易被污泥堵塞，故排泥管管徑不宜過小，且應備有高壓沖洗用水。
- (2) 泵送濃縮污泥之污泥泵，如採用往復式泵(Plunger Pump)，因其抽吸力大，污泥不易在管內堵塞，頗爲經濟實用。
- (3) 蔗漿廠污泥如綜合考慮污泥脫水機之設備投資費用、處理能量、泥餅含水量、泥餅運費及脫水機之操作維護等因素，似以採用帶式真空過濾機較爲經濟實用。



圖十二 屏東副產加工廠廢水管制系統圖

註一：各排放源管制：

1. 設置 40 個管制點。
2. 由廢水管制員每班巡查一次。
3. 巡查管制項目為：酸鹼度、懸浮固體物、顏色及水量。
4. 填寫巡查記錄（次日送呈主管核閱）。
5. 如發現異常，立即通知該排放源單位設法改善，並在巡查記錄單上異常欄簽知。

註二：入廢水處理場之廢水管制：

1. 於最後六個廢水匯集溝處，設置管制點。
2. 由廢水管制員每小時巡查一次。
3. 巡查項目為：酸鹼度、懸浮固體物、顏色及水量。
4. 填寫巡查記錄（次日送呈主管核閱）。
5. 如發現異常
  - (1) 向排放源追蹤。
  - (2) 依「排放管制」第(5)項規定辦理。
6. 每班採樣送工業工程課分析酸鹼度、生化需氧量、懸浮固體物及導電度，列入品質管制系統。

註三：排放水管制

1. 由廢水管制員不定期巡查試測，每班最少一次。
2. 由工業工程課抽樣分析酸鹼度、懸浮固體物、生化需氧量、導電度，每班一次。
3. 不正常時依前列管制途徑處置。

## 九、結論與建議

該廠設廠初期雖曾因廢水處理廠商對蔗漿廠廢水之工程經驗不足及原料蔗渣泥砂含量偏高等因素，而使廢水處理操作一度遭遇很大的困難，但在本公司副產處及該廠有關人員不斷努力研究與設計後，終能一一克服各項重大困難，而使放流水符合政府規定的管制標準，謹將該廠在困難中之奮鬥歷程提出報告，提供業者參考並建議同業們如遇廢水處理上之重大困難，不宜驚慌或氣餒，祇要潛心研究問題的癥結、蒐集有關的參考資料並請教學者專家們的意見，最後必能克服困難解決問題。