

淺談現有造紙工業廢水處理

林 宏 端* 黃 振 隆**

一、前 言

造紙工業為民生基本工業之一，是利用木材纖維的重要工業。在造紙工業中無論製漿或抄紙均以水為媒體來傳送纖維原料，且需於製程中經常排放各種高濃度的廢水及廢液，若未妥善處理，將造成嚴重之環境污染問題。且臺灣地域狹小、人口稠密、河川短促，紙廠中又以小型企業居多，因此除生產設備簡陋外，工廠對本身生產過程所排廢水亦少有注意，更因為紙漿或造紙廢水常含大量固體物質如短纖維、無機填加料及木質素等，往往影響農作物及養殖魚類而發生污染糾紛案件。本文擬就臺灣數家已設廢水處理設施做一簡介，以供業者參考。

二、臺灣造紙業之現況

目前我國紙張及紙板產量，一年約計 150 萬噸。居世界第十八位，紙漿年產量亦達 30 萬噸。惟國內適合製造紙漿原料的長纖維針葉樹林木存量並不豐富且價格偏高，致國內造紙工業所用原料如木材、紙漿、廢紙等，約有 52% 從國外進口，預計到 1985 年進口原料的比例，將高達 54% 以上，仰賴進口原料每日俱增，因之紙張成本較國外為高。且臺灣大部份均屬中小型企業，依 1983 年度造紙工業同業會員資料顯示，會員總數 155 廠中，一級廠僅 16 廠約佔 10.3%，若連同二、三級廠亦僅 46 廠約佔 30.6%，其餘三分之二以上均屬設備有限的小規模企業。臺灣造紙廠單位平均年產量約在 1 萬 6 千噸左右，不甚符合經濟產量。（日本、歐美紙廠單位平均年產量約在 6 萬公噸到 9 萬公噸之間）。

三、造紙之簡單流程與主要污染源

(一)紙漿及造紙過程：

一般富於纖維素之植物，如木材、破布、棉、亞麻、竹子、蘆葦、稻草、蔗渣、等皆可用為造紙原料。紙漿之製造可大別為兩大類：一為機械紙漿，一為化學紙漿。以木材作為原料紙漿可用機械法或化學法，而其他原料一般均採化學法。化學紙漿一般又可分為：化學紙漿與半化學紙漿。紙漿及造紙工業之製造過程一般可分為兩階段，前階段為製漿過程，後一階段為抄紙過程。製漿過程又可分為預備工程，蒸煮工程（機械漿除外），漂白過程。

1. 機械紙漿或碎木紙漿 (Mechanical or Groundwood Pulp 簡稱 G. P.) 之製造係先將木材砍切使合乎規定長短，剝皮去節後，置磨漿機於水中磨細，從磨漿機出來之漿水混

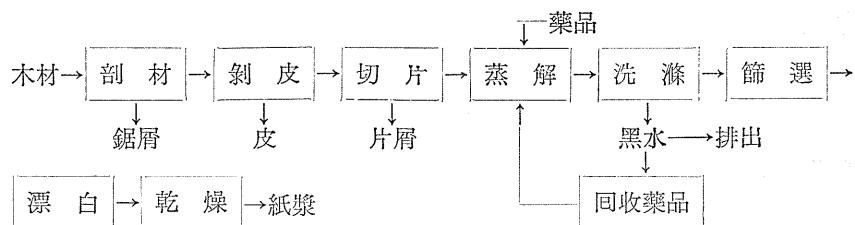
*本小組研究員

**本小組研究員

合物經篩選、除渣、壓縮、揉和等過程，而得機械紙漿，此法製成之紙漿，通常帶顏色，纖維較短，品質較差，製成之紙張略帶黃色，主要係供報紙印刷及品質較差之紙張之用，本法所排廢水單純，僅來自磨漿室沖洗水，含部份砂質、土粒及短纖維等，污染問題不大。

2.化學紙漿（簡稱 C. P.）係用化學藥品將原料植物在高溫高壓下加以蒸煮，以使可溶性髓質（fines）、木質素（Lignin）、丹寧（Tannin）與不溶性之纖維分離，本法又因所用化學藥品之不同而分為：蘇打紙漿、硫酸鹽紙漿及亞硫酸鹽紙漿三種。蘇打紙漿（Soda Pulp）所用藥品為苛性鈉（NaOH）及蘇打灰（Na₂CO₃），其製造程序與硫酸鹽紙漿類似兩者同稱為鹼紙漿法。硫酸鹽紙漿或牛皮紙漿（Sulfate or Kraft Pulp 簡稱 K. P.）所用藥品為苛性鈉及硫化鈉（Na₂S）。亞硫酸鹽紙漿（Sulfite Pulp 簡稱 S. P.）所用藥品為亞硫酸及亞硫酸鹽（依鈣鹽或鎂鹽而稱為鈣基亞硫酸鹽紙漿或鎂基亞硫酸鹽紙漿）。此外一種由 S. P. 及 K. P. 再加漂白精製所得之紙漿用為製造 Rayon 之原料，稱為 Rayon 紙漿或溶解性亞硫酸鹽紙漿（簡稱為 R. P. 或 D. P.）。化學紙漿製造須先視所用原料，而分別以不同方法處理，如木材之砍切、剝皮、去節、劈細、削片、破碎、篩選等以利蒸煮；破布與廢紙之除塵、選別、截斷以利蒸煮；蔗渣之壓榨以利運輸及貯存，壓碎、篩分以利蒸煮；稻草之捆紮以利運輸及保管，切碎以利蒸煮。經處理過後之原料與蒸煮藥液置入蒸煮鍋，通入蒸氣以達相當溫度，蒸煮一段時間後（因紙漿種類而異，硫酸鹽紙漿約 4 小時左右），放出蒸氣，藉鍋內的壓力即可將紙漿噴入槽中，用水洗淨紙漿內所含藥液及其他雜物，此種廢水即所謂黑水（black liquor）一般需加以回收，如不加回收以廢水型態排放甚難處理，經洗滌後之紙漿尚含有小部份較粗或未解離的纖維，須經篩網篩選，如需達一定之白色再經漂白即得各種化學紙漿。化學紙漿製造程序如下：

化學紙漿製造程序



3.半化學紙漿（Semi-Chemical pulp 簡稱 S. C. P.）係以較溫和之化學藥品（一般為亞硫酸鈉與碳酸氫鈉之緩衝溶液）及採用較溫和之蒸解條件先將原料軟化，然後再用機械方法將其磨成紙漿，其蒸煮藥液酸度或鹼度均不高，故紙張粗糙，通常用為紙板或粗包裝紙。

4.此外尚使用木材以外之原料而得之紙漿如稻草紙漿（簡稱 St. P.），碎布紙漿（Rag pulp），及竹紙漿等一般均採用化學蒸解法。

(二)紙漿及造紙廢水水質及水量

紙漿廠廢水之主要來源為蒸煮廢液，篩選室及漂白廠排水，備料室排水等，其中以來自蒸煮鍋之黑水為最嚴重。

1. 備料室：

剝皮機如係採用水力剝皮機 (Hydraulic barker) 時，其所排出之廢水為具有顏色，並含有甚多之木屑、纖維、樹皮、泥土及少許溶解有機物，通常較大之原料及樹皮等固體物均經篩選，榨出其水份後，再予燃燒。有些工廠將鋸屑、片屑用為製造人造木炭 (organite)，排水僅含微細之木料及溶解物質，如用機械剝皮機則排水量更微，很少構成污染問題。備料室廢水特性如表一

表一 備料室廢水水質分析例

特 質	p.p.m
T. S	1,160
S. S	600
Ash(S.S)	60
D. S	560
Ash (D.S)	240
B.O.D.	250

2. 蒸煮液：

蒸煮廢液為紙漿廠廢水中污染度最高者，蒸煮廢液之污染性質大約如下各項：①消耗氧量能力甚大，即 B. O. D. 或 C. O. D. 甚高。②色度極深，通常呈黑褐色。③對水生物具有毒性。④懸浮物含量高，致常沈積河床。⑤含有飄浮物。⑥含有化學物質。蒸煮廢液中 B. O. D 甚高之原因，係因其中所含者大半為溶解之有機物質（主要為有機硫化物如木質磺酸等）而此等有機物質在微生物之生化分解過程中需消耗大量氧氣。色度高之原因係因其中含有大量在蒸煮過程中所溶解之木質素與丹寧 (Tannin) 之故，因木質素對微生物之分解作用，具有相當強之抵抗力，故蒸煮廢液中之色度，在排入河川後有時非但不致減少，且反而有增加之情形。蒸煮廢液所以對水生物具毒性，乃係因其所含強酸或強鹼物質之故。一般而言亞硫酸鹽法蒸煮廢液 PH 在 2.0—3.0 而蘇打法與硫酸鹽法 PH12.0—13.0。

3. 篩選及漂白室：

篩選室洗滌紙漿其目的係在除去蒸煮不完全之粗木片及木節，因此其廢水含有纖維及捨棄之碎片，篩選室每噸紙漿約含有60磅以上之 B. O. D.；120 磅以上揮發性固體，235 磅以上總固體物量。

漂白室之廢水部份再用，部份排出，色度（白色）高，常生大量泡沫，每噸紙漿約 140 磅以上 B. O. D.，100 磅以上揮發性固體，500 磅以上總固體物。

4. 製紙機械室：

製紙機械室之廢水通稱為白水 (white water)，其主要來源為抄紙過程之洗滌水，其

中含有纖維及各種填料，此項白水因濃度甚稀，可再予使用以節省用水量，每噸紙漿約含B. O. D. 4—60磅 (S. P.) 或 1—12磅 (K. P.) 總固體物 60—250 磅 (S. P.) 5—7 磅 (K. P.)。

表二 每噸紙漿各單元廢水之水質

單元程序	B. O. D (磅/百萬加侖)	揮發性物質 (磅/百萬加侖)	總固體物 (磅/百萬加侖)
備木室 ①	450—2,700	1,800—10,800	2,060—15,640
	400—1,250	15—180	2,000—4,000
蒸煮液 ② ③	50—90	30—40	260—450
	60—182	15—80	250—1,000
篩選室	60以上	120以上	235以上
漂白室	140以上	100以上	500以上
機械室 ④ ⑤	4—60	3—60	60—250
	1—12	1—10	5—70
總計 ⑥	50—1,500	15—180	260—4,000
	60—250	15—200	250—1,000

5.紙漿及造紙廠廢水量：

紙漿及造紙工廠廢水量一般均甚大（除機械紙漿），且其廢水量因紙漿種類及使用原料不同而異，表三為每噸紙類產品之平均廢水量。

表三 每噸紙產品之廢水量之例

產品	A廢水量 (m³)	B廢水水量 (噸)
紙漿 機械紙漿 (G. P.)	60—120	19
牛皮紙漿 (K. P.)	400	242
漂白 亞硫酸鹽紙漿 (S. P.)	500	227
蘇打紙漿 (Sada. P.)	—	321
半化學紙漿 (S.C.P.)	200	—
稻草紙漿 (St. P.)	20	—
紙 白 色 紙	120	148 (未漂白) 178 (漂白)
紙 板	20—80	53
廢紙再製紙	100	—
馬糞紙	—	99

6.紙漿及造紙廠廢水水質：

紙漿及造紙工廠廢水水質亦因種類而異，唯大抵亞硫酸鹽紙漿酸性高硫酸鹽紙漿鹼性高。表四係紙漿及造紙工廠綜合排水水質分析之一例。

製紙廢水常含有各種填充料，如白土等或漂白纖維，故稱白水 (white water) 白水水質由紙漿之種類，叩漿狀態，抄紙速度，金屬網細度，填充料種類與量等而異。白水之B. O. D. 較低，污染度不高，可循環使用，白水雖無特別有害物質，但常含多量細微纖維及

白濁膠質（來自填充料及上膠劑）C. O. D. 仍高，如不回收再用亦宜加予處理。表五係抄紙白水水質分析之一例。

表四 造紙廠給合排水水質分析例

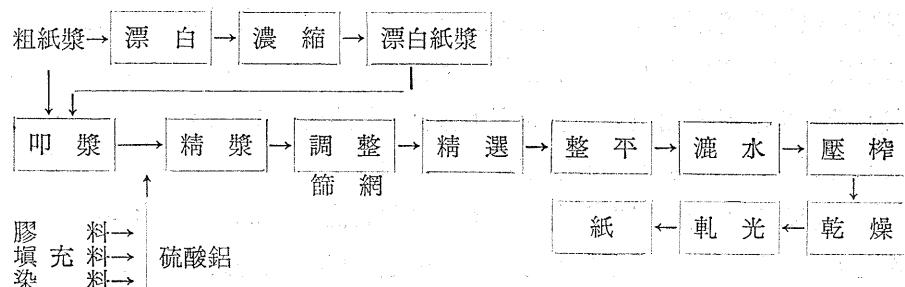
產 品	PH	T.S (p.p.m)	V.S (p.p.m)	S.S (p.p.m)	C. O. D (p.p.m)	B.O.D (p.p.m)
GP	4.6	1,670	1,180	391	790	442
SCP	5.6	4,080	1,570	55	370	220
KP	7.8	508	345	140	140	134
KP	6.1	875	384	133	199	135
SP	3.5	4,130	3,680	136	2,960	1,330
KP	10.7	1,760	1,270	360	782	406

表五 抄紙白水水質分析例

項 目	A	B	C
外 觀	白 濁	白 濁	白 濁
PH	4.5	4.4	7.0
總 固 體 (p.p.m)	638	1,280	1,450
懸浮固體 (p.p.m)	368	261	450
B.O.D (p.p.m)	48	80	120
C.O.D	100	70	160

(三)造紙廠廢水：

造紙過程係將來自紙漿廠之粗製漿，經漂白、調整（叩漿、填充及精漿）及抄紙等主要步驟而成，其程序及廢水來源如下：



1.漂白：

將紙漿與水調成50%左右之泥漿，然後漂白，漂白劑之添加有一次漂白以及逐匹漂白法。一般採逐匹多段式漂白法，漂白劑以 Cl_2 , Na ClO 為主，如 SP 之逐次漂白法為：氯→碱→次氯酸鈉。KP 則氯→碱→次氯酸鈉→碱→次氯酸鈉。漂白廢水已如上述。

2.調整：

調製包括叩漿 (beating)、上膠 (sizing)、填充 (loading) 及精漿 (refining)。

叩漿及精漿之主要目的在使紙漿中纖維充分解離，俾使纖維易纏合而利抄紙。填充之目的在使紙面光滑，減少紙之透明度，以增加印刷之適應性與明晰度，亦可增加重量感，一般填充料為無機物如天然石膏、黏土、沈澱碳酸鈣、硫酸鋇粉及鈦白粉等。上膠之目的係將膠料加進紙張，以耐水膜覆蓋而賦予紙張能防止液體之滲透或擴散之能力。常用之膠料為松脂乳液。

四、臺灣紙業存在之污染問題與本部所採措施：

據臺灣省水污染防治所（臺灣省環保局前身）於七十一年公佈資料顯示製紙業水污染負荷高據各類別工業榜首，其BOD佔工業污染量之64.6%，懸浮固體量亦佔54.2%。可見製紙業對臺灣水污染問題影響頗巨。行政院經濟建設委員會於民國六十九年亦曾邀請美國製漿紙專家 Mr. Peter E Wrist 來臺考察漿紙工業污染問題，實地參觀後亦曾指出「較小之漂白漿廠，無力承擔回收或廢物處理設備，其未經處理之污水造成嚴重之污染」。

為防治紙漿工廠廢水污染，經濟部於六十九年三月十二日公告「凡新設或擴建以木片、蔗渣、稻草等為原料之化學及半化學紙漿工廠（包括螺縛紙漿），應設置廢液回收設備及完善之污染處理設施，始准成立」。另依據「臺灣地區環境保護方案」釐定造紙工業污染及經營結構改善方針，對於現有工廠則限期改善。並於六十九年十月廿九日函臺糖公司指示，供應蔗渣以具有製漿廢液回收設備之工廠為優先，以期改善污染。並規定凡設置回收設備或停止化學、半化學煮漿之紙廠，其進口原料（包括紙漿、廢紙）時，得享受減免關稅之獎勵。經工業局協助輔導工廠改採無污染或低污染性之生產方法或製造程序，以「廢紙」代替「木材、蔗渣、稻草」為原料造紙，停止「煮漿」作業，不但減輕造紙成本，而且減輕污染源廢水部份約95%以上，現國內造紙工廠90%以上已停止煮漿。現有紙漿工廠設置廢液回收設備，回收化學原料並節省能源，目前已有五家工廠設置完成，平均以2億元投資廢液回收設備計算，約二年內收回投資成本，經濟效益甚高。另臺灣省現有抄紙廠90家設有二級生物處理設施者2家，設有化學混凝沈澱設施者18家，僅簡單沈澱池者54家，無設備者16家，而經常操作者30家，偶而操作者32家，設備已不能操作者11家，有一家正試車者。經限期改善者55家，受罰鍰處分者42家，受停工處分者13家，有過糾紛之廠有11家之多，可見製紙業污染問題實不容忽視。因此業者應有此體認，污染防治問題係80年代臺灣造紙工業邁入新紀元等新經營的基本工作。

五、紙廠廢水處理設施調查報告：

國內現有水處理公司家數甚多（至目前為止登記有案甲級36家，乙級34家）惟程度良莠不齊，部份公司對所承包規劃設計或施工之廢水處理工程不能負責，致使業者蒙受損失又不能妥善解決污染問題及業者經常要求小組提供或推薦富經驗、具實績之水處理公司。故為切

實際瞭解水處理公司過去之實蹟及其所規劃設計或施工之廢水處理設備之良窳，以提供有關工廠參考。分別於七十一、七十二年底函告「臺灣區水處理工業同業公會」轉請其會員提報承包之工程，經整理彙編後計有華禹公司等33家會員廠商所承司工程 226起，所屬產業污染防治設施者計 137家。而以製紙業為第一階段評估，造紙工業部份僅有 6家水處理公司，提供 6家工程實績，經實地調查評估結果如下：

(一)臺灣嬌盟公司：

(1)工廠簡介：

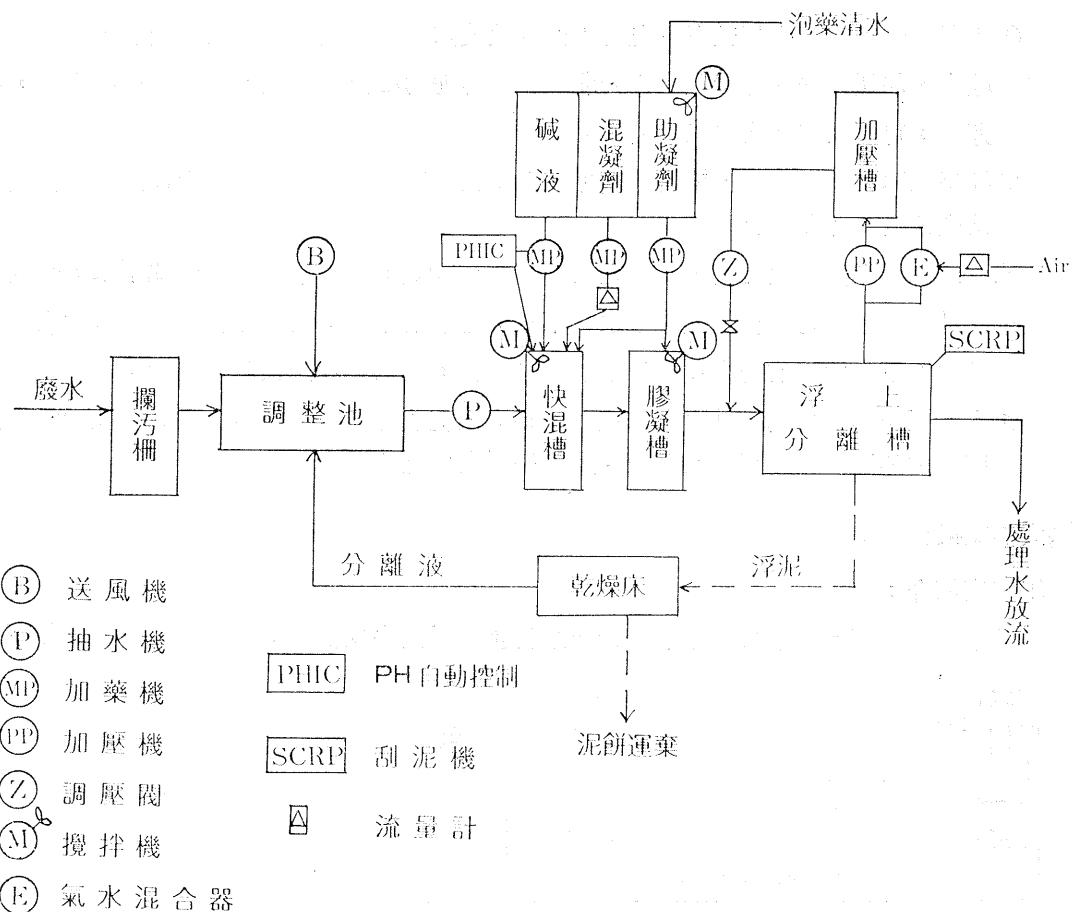
該廠係利用漂白木漿產製吸水紙，其製造程序如下：

散漿→磨漿→配料→配藥→抄紙→複捲→包裝→入庫

工廠用水量大約 1200CMD，主要來自地下水，其中製造用水 1080CMD，鍋爐用水 96CMD，員工用水24CMD，廢水為灰白色狀，PH約6.0—7.2，溫度：20~25°C，懸浮固體物 250~630mg/l,BOD:110mg/l,COD:650mg/l (以上資料係由廠方所提供之資料)

(2)廢水處理設施

該廠係71年2月新設廠，廢水主要為抄紙白水 COD 及 SS 較高，廢水處理設施於 71 年5月開工，於71年9月完工，開始運轉，其廢水處理程序如下：



該廢水處理廠處理水量 1500CMD，初設費為 210 萬元，動力為 13HP 操作維護費用約為 1810 元/day（亦即 45,250 元/月，設 25 天/月操作）。據廠方表示廢水水質水量均很穩定，操作業已二年多，大致上設備功能正常，處理效果良好，且水處理公司提供良好訓練。

(3) 功能評估：

該套設備如在正常操作情況下，其處理效果尚稱良好，採用加壓浮除法，所佔之面積少（約 7 坪），汙泥含水率約 97% 左右，可不須增設汙泥濃縮池。

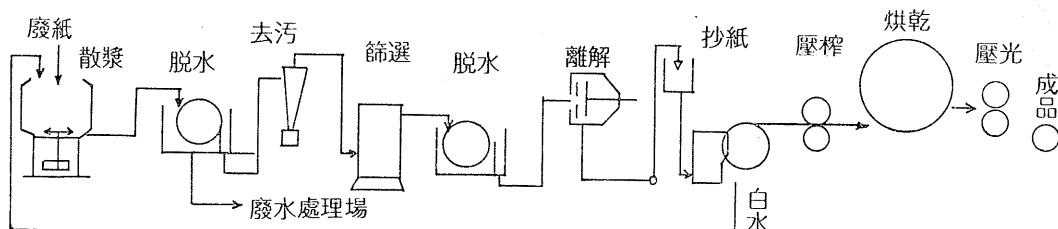
(4) 建議：

- ① 水處理工程公司應提供更好的售後服務，如定期至工廠查詢廢水處理之情形，並於必要時，協助工廠解決操作維護上之困擾，同時，水處理公司亦可以此經驗作為往後設計規劃廢水處理設備之借鏡。
- ② 許多防污設備，目前國內已能生產，且功能上亦不亞於外國貨，應儘量採用，以降低成本，減少外購避免大量外匯流出外，同時亦可提供國內製造商有更多的資金，來從事更多的研究發展。
- ③ 混凝劑採用 PAC，似不很恰當，同時在操作費用將會增加。建議採用明礬代替 PAC，可減少藥品費用。
- ④ 污泥處理部分，應請廠方考慮將污泥回收使用以製造其他較次級之紙張，目前採用曬乾床，如遇雨季（尤其該廠位於北部），污泥勢必無法乾燥，且污泥最終處分，僅以運棄，可能又將造成第二次公害。
- ⑤ 採用加壓凝聚浮除法，雖有其優點，惟所需之動力費及藥品費用均較沈澱法稍高，宜研究改良，俾期早日普遍化。
- ⑥ 處理水應考慮回收再使用。該廠用水量為 1200 噸，而幾乎全部抽至地下水，長期大量的抽長地下水可能會造成地下水之不足，地層的下陷，同時亦會造成海水的入侵。而抽取地下水所需的動力費就長期的觀點而言，其電力費是相當可觀的。
- ⑦ 水處理公司於規劃設計廢水處理設施時，應就設備往後之操作維護與處理功能一併考慮。例如操作維護花費及擴廠、產品變更之可能性等。

(二) 大昌紙業公司：

(1) 工廠簡介：

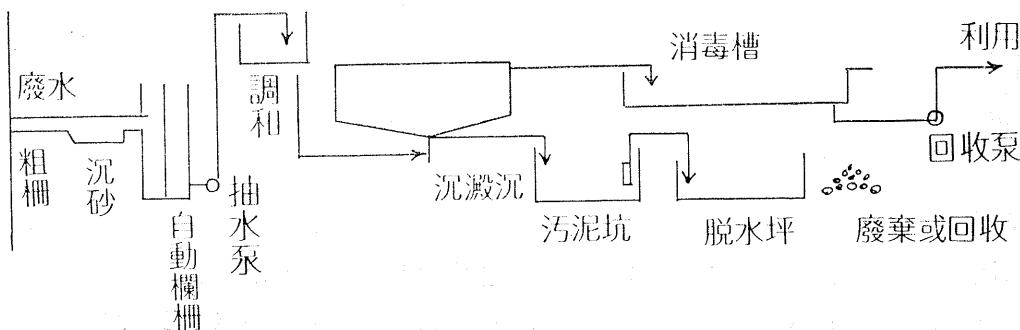
該廠為一舊廠，以進口或本省廢紙為原料產製單面牛皮紙板，其生產製造程序如下：



工廠用水量：4000~4500 CMD，主要水源亦均來自地下水其中製造用水 4000~4400 CMD，鍋爐用水 100CMD，廢水呈白灰色。

(2)廢水處理設施

該廠於民國57年開工，廢水主要 SS 較高，且有色度，COD亦較高，廢水處理設備於69年9月開工，70年2月完工開始運轉，處理方式採快速凝聚沈澱法其處理流程如下：



廢水處理廠處理水量：5000CMD，初設費為300萬元，總動力為 50HP，操作維護費用為50,000元/月，污泥回收可抵減處理費用。

(3)功能評估：

- ①該套設備如在正常操作情況下，其處理效果尚能符合排放標準，此系統之優點為污泥回收，同時處理水也已部分回收使用。
- ②從外表看，處理設備機械部分保養不良。
- ③終沈池之外沿不平滑，可從周邊帶動之輪痕跡看出來。
- ④污泥露天放置，會引起污水溢流及腐化，增加再利用之麻煩。
- ⑤調節槽、終沈池等各處理單元之高程考慮似嫌不夠周密，致使浪費甚多不必要之動力費用。
- ⑥採用高速凝聚沈澱槽可減少設置膠羽池，及採用混合管利用水力混合攪拌代替混合槽，可減少初設費之投資。惟所產生之膠凝作用效果並不很理想，設計上不盡理想。

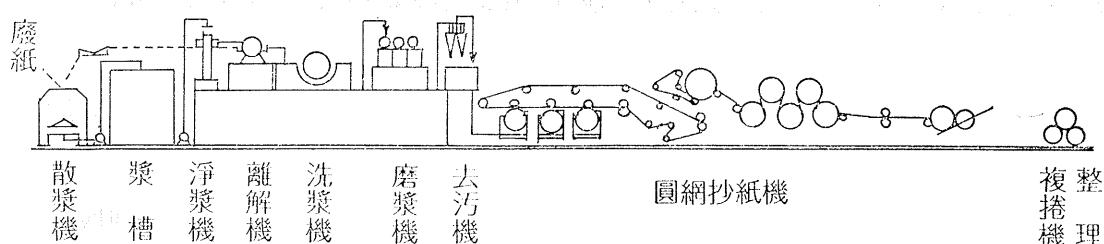
(4)建議：

- ①該水處理公司業已為廠方考慮到資源之回收再利用，其中包括污泥之回收，及處理水回收，甚值得業者於往後規劃設計廢水處理之參考。
- ②水處理工程公司應提供給廠方一份操作手冊，並應負責訓練其操作人員熟悉處理廠之各項操作及緊急處置措施。
- ③廠方應對處理設施之儀錶，作經常性之保養。
- ④對各處理單元高程之考慮，應就工程費、施工難易，及將來操作維護之難易及處理動力費用等作全盤考慮為宜。

⑤施工之品質要求應符合規定，如終沈池外沿不平滑之現象，即為土木施工品質不盡理想，池邊與懸臂軌道略有誤差，且池邊高低起伏。

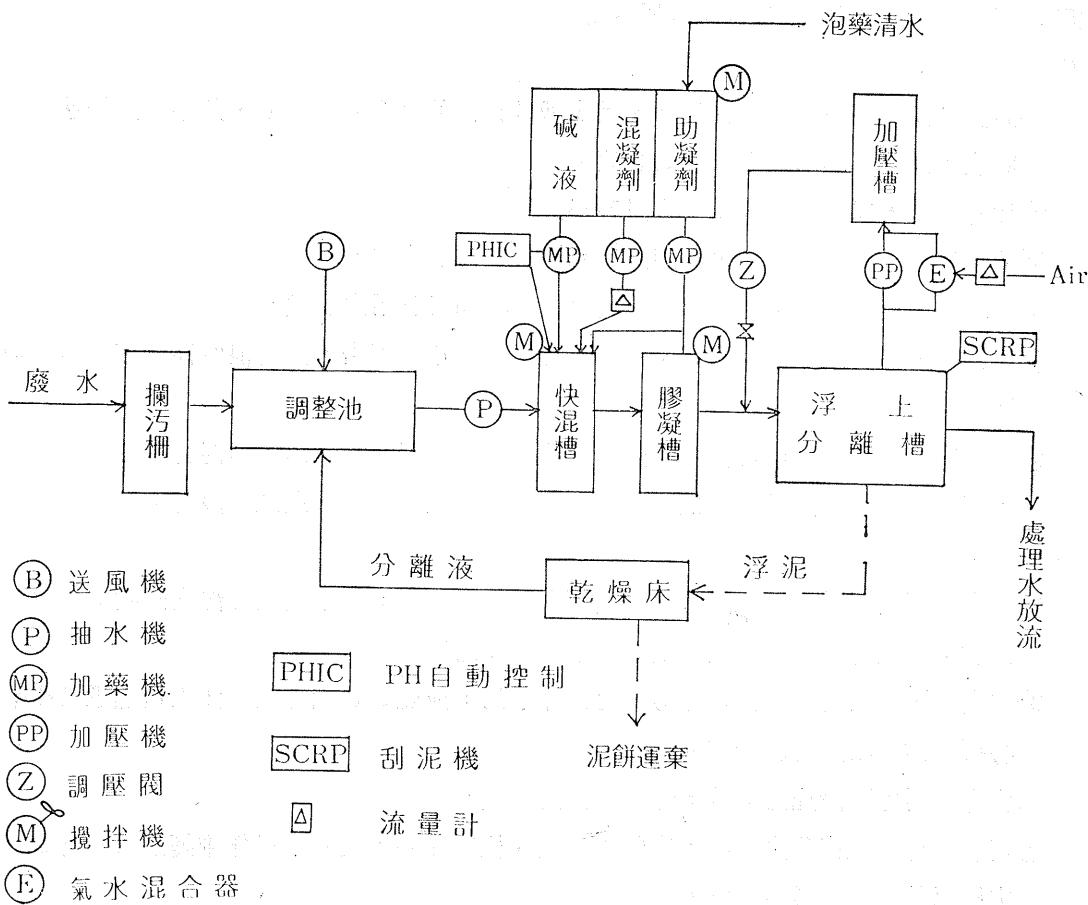
(三) 東拓紙業股份有限公司：

(1) 工廠簡介：



該廠進口廢紙產製粗厚紙及C級牛皮紙，其生產程序：工廠用水量約2000 CMD，主要水源引用圳水，其中製造用水1782 CMD，鍋爐用水216 CMD，冷卻水2CMD，廢水之PH值6.0~7.2，溫度20°C，懸浮固體物600~900mg/ℓ, BOD:80mg/ℓ, COD:380mg/ℓ。

(2) 廢水處理設備於70年9月開工，70年12月完工，開始運轉，處理方式採用加壓凝聚浮除法，其處理流程如下：



廢水處理廠處理水量：3000 CMD，初設費 290 萬，總動力為 28HP，操作維護費用 4,000 元/day（即 10 萬/月，設每月操作 25 天，且其中並不包括污泥處理費用）。

(3) 功能評估：

- ① 整套設備所佔用面積不大，適合於廠內沒有土地之工廠。
- ② 操作如能正常，處理水質為 PH：6.0—6.7，SS<40mg/l，BOD<20mg/l（此係依據環保局檢驗資料），因此功能可稱良好。
- ③ 設備保養不足，尤其外層已有生銹現象，整套設備為鋼板焊接，防銹處理，必需澈底，否則將縮短設備之壽命。
- ④ 可能是地基下陷或施工時，浮除槽之溢流堰向左傾斜，致使污泥排放大多集中於左邊。

(4) 建議：

- ① 產生之污泥應考慮再加以利用如作為製造防熱板，水果盒或較低級之紙箱。
- ② 浮除槽污泥經水面之刮板帶出，污泥約含 3% 之固體物，但如果將導泥板加長、及增高，則可達到部分脫水效果，減少污泥量。
- ③ 加藥量（PAC）似乎不足。可從原先所產生之 floc 很小，經操作員在加入適量之 PAC 後即產生大型 floc，宜加予改善。

四 忠瑩企業公司

(1) 工廠簡介

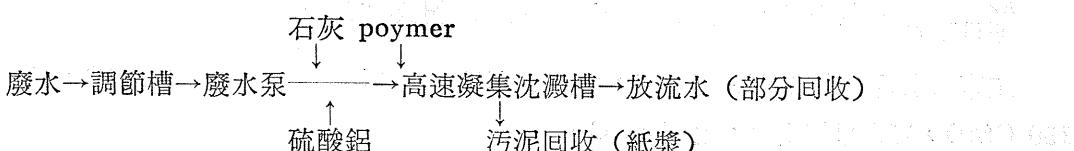
該廠係利用屏東紙漿廠之漂白紙漿產製單光紙，其製造程序如下：

漂白紙漿→叩漿→精漿→調整→精選→整平→濾水→壓榨→乾燥→軋光→單光紙

工廠用水量約 400 CMD，其中製造用水為 360 CMD，廢水呈白濁狀，其懸浮固體物 340mg/l，BOD 為 163mg/l，COD 為 340mg/l。

(2) 廢水處理設施：

廢水處理廠於七十二年二月開工，七十二年六月完工啓用，其處理流程如下：



廢水處理廠之設計處理水量為 360 CMD，採用污泥循環式化學凝聚沈澱法，初設費僅 70 萬元，動力為 14HP，操作維護費 1046 元/天，回收紙漿（污泥）3500 元/天，亦即每天可淨回收 2454 元，減少其紙漿隨廢水排出，並降低其生產成本，同時部分處理水回收再用，據廠方表示廢水水質均很穩定，操作業已一年多，從不間斷，設備功能十分正常，處理效果良好，且水處理工程公司提供良好的訓練操作，並定期提供售後服務。

(3) 功能評估：

- ① 該套設備於設計規劃時充分為廠方考慮到資源之回收再利用，同時廢水處理設備亦配

合工廠之生產設備而設計。廢水處理功能甚佳，據廠方所提供之環境保護局之採樣水質分析報告顯示，處理水質：BOD : 5.8mg/l, COD : 22mg/l, PH : 7.3, SS : 7.0mg/l，可見其處理效果良好，值得為同業界參考。

- ②混凝劑採用明礬，助凝劑採用 polymer，其所加之藥劑能配合生產程序中之藥劑，使藥品費用降低。
- ③該套廢水處理設備，已被廠方視為生產設備之一部分，廠方樂於操作，且無污泥廢棄處置之問題。
- ④採用高速污泥循環式化學混凝沈澱槽，佔地面積不大，操作容易，且所需之動力少，藥品費亦少。
- ⑤回收有價資源（水及廢水中之原料）並可彌補藥劑費用及動力費等之支出。
- ⑥設備之設備費僅70萬元，初設費低。

(4)建議：

- ①水處理工程公司在規劃設計廢水處理設施時，應儘可能協助廠方對生產程序作檢討。承包該工程之水處理公司業已為廠方考慮，甚值得讚許，並希望水處理工程業者，亦應本此精神，作為日後規劃設計廢水處理設施之參考。
- ②處理水質甚佳：BOD : 5.8mg/l, COD : 22mg/l, SS : 7.0mg/l，雖已部分回收，而大部份仍排放，甚為可惜，應考慮全部回收使用。

五)榮成紙業公司（含紙漿黑液）

(1)工廠簡介：

該廠以 NSSC 法木漿加廢紙漿抄製包裝紙及瓦楞蕊紙，木漿加廢紙漿抄製牛皮紙板，採24小時連續操作，其製造程序如下：



工廠用水量大約為 9060 CMD，水源為地下水，其中製造用水 8900 CMD，鍋爐用水 160 CMD，廢水呈紅褐色，溫度 30°C。

(2)廢水處理設施：

廢水處理分兩部分：(一)為黑液廢水，(二)為白水部分：分別由兩家水處理工程公司承建：

①黑液廢水部分：

黑液 → 曝氣調整池 → 篩除機 → PH 調整池 → 膠凝池 → 初步沈澱池 → 活性污泥曝氣池 → 最終沈澱池 → 放流水與白水部分廢水混合。

處理水量：6000 CMD，初設費2600萬，動力為 630HP，操作維護費45萬元／月，黑液回收價值15萬元／月。（資料係由廠方所提供之環境保護局之採樣水質分析報告顯示）

(2)白水部分：

白水→調整池→混凝沈澱槽→溢流調整池→放流

處理水量：3000CMD，初設費340萬，動力為202HP。

以上資料係由廠方提供，數字似有出入僅供參考。

(3)功能評估：

- ①黑液部分廢水經過活性污泥池，其處理效果並不理想，此可由曝氣槽廢水顏色判知且黑液中之木質素不易為生物分解所致。
- ②白水與黑液混合後經過化學混凝沈澱後再排放從現場跡象顯示排放水之 SS 濃度很大，而且短纖維肉眼亦可以看得到，可能由於沒有加藥所致。
- ③化學處理部分之圓形鼓狀欄篩，效果良好。

(4)建議：

- ①所提操作維護費用僅45萬元／月，似嫌不夠，至少應在80萬元／月，故顯示出工廠並沒有按規定操作，應加以改善。
- ②黑液處理系統配屬設備及零件，經常故障應重新檢視材質並加強維護工作。
- ③活性污泥槽曝氣量似嫌不足且耗電量亦大。且迴流污泥濃度似嫌太稀，應控制其抽泥機之移動速度。
- ④於進行廢水處理設備擴建時，增設纖維回收機，除可增加纖維回收價值外，亦可減低廢水處理負荷。
- ⑤紙漿黑液採用廢水處理方式，效率甚差，耗費大，經常未能正常操作，宜停止煮漿或設置黑液回收設備，始為解決高濃度黑液污染之上策。
- ⑥白水部分之混凝沈澱池高出地面約五公尺，主要係牽就污泥能以重力方式排出，卻於無形中增加了日常廢水以泵抽送所需之動力費用，因此對各單元之高程水力計算上，應做周密之考慮為妥。

(六)双喜製紙股份有限公司

(1)工廠簡介：

該廠係四十八年十月開工之舊廠，以稻草、廢紙、木漿產製白紙板、印書版、草漿板等，其廢紙再生之製造程序如下：

廢紙→散漿→脫水→去污→篩選→脫水→離解→抄紙→壓榨→烘乾→壓光→成品

目前該廠稻草漿部分大抵多已停止煮漿，因此紙漿黑液部分較少，其製造程序如下：

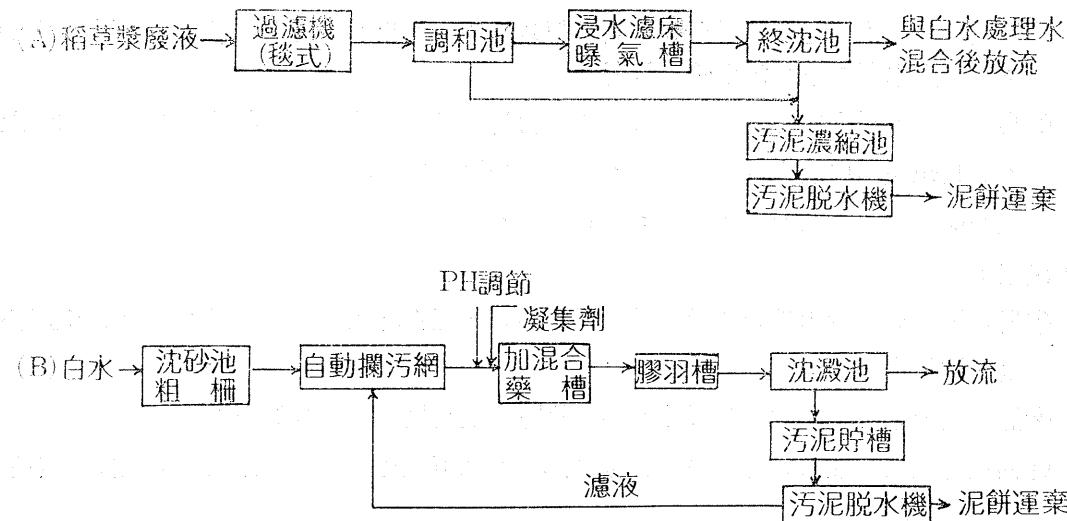
稻草→蒸煮→洗滌→篩選→漂白→乾燥→紙漿→叩漿→精漿→調整→精選→整平→灑水→壓榨→乾燥→軋光→成品

工廠用水量約為 11,000 CMD，製造用水約為 10,000 CMD，所產生之廢水，白水為 6000 CMD，黑液 500 CMD。本小組至該廠訪問之日，該廠無製造稻草漿，其白水之水質為：顏色呈灰白色，懸浮固體物 SS 為 495mg/l，BOD 為 488mg/l，COD 為 1390mg/l，

pH 約6.7左右其黑液部分之水質資料則缺。

(2)廢水處理設施：

廢水處理設備有兩部部分，分別為黑液部分及白水部分，白水部分於70年12月開工，71年11月完工，其簡單處理流程為：



白水廢水部分處理量 6000CMD，投資額為260萬，動力為20HP，回收價值約 4500~5000元/天，而每日操作維護費據廠方提供僅1500元/天（此數字似乎有誤）。

(3)功能評估：

此次訪問，該廠僅廢紙再生部分生產，而稻草漿部分則已停產，因此僅就廢紙部分之廢水處理提供報告。

該套廢水處理設備如於正常操作情況下，處理水僅能勉強符合場礦放流水標準。據前水污染防治所對該廠之廢水檢驗報告顯示：

處理前 SS:495mg/ℓ, BOD:488mg/ℓ, COD:1390mg/ℓ, pH:7.0，而處理後之水質SS: 128mg/ℓ, BOD:83mg/ℓ, COD:139mg/ℓ, pH:6.7。

(4)建議：

①膠凝槽提高地面約 4 公尺，水頭損失大，且樓梯過陡峭，平時若為檢修或查看攪拌混合及膠羽形成均十分不方便且危險，對於水力計算方面考慮似嫌不甚周密。

②工廠平常並沒有按規定操作，此可由許多跡象顯示：工廠之操作費用僅 1500 元/天，如以粗淺概算其藥品費用將每天超過 5400 元，此尚不包括電力費、人工費用、污泥處理費用。此外，於訪問當天，其膠羽生成效果甚差，據判斷加藥量不足，且並無加入 polymer，故膠羽小。

③沈澱池刮泥機採用周邊帶動，簡單且實用。

④沈澱污泥直接脫水丟棄甚為可惜，應考慮回收再利用，如作為防熱板、水果盒，或較

低級填充物。

(5) 當日雖有現場人員在場看管，但對廢水處理設施之操作及功能毫不知情，水處理公司應提供其完整維護手冊，並協助其訓練操作人員，同時廠方應有誠意指派專人來負責廢水處理設施。

廠名	臺灣嬌盟	大昌紙業	東拓紙業	忠瑩企業	榮成紙業	双喜製紙
主要原料 (噸/月)	漂白木漿(48)	進口廢紙(700) 本省廢紙 (1,500)	進口廢紙(520)	漂白紙漿 (*)	木片(2,700) 木漿(115) 廢紙(6,345)	稻草(450) 廢紙(972) 木漿(56)
主產品 (噸/月)	吸水紙(44)	單面牛皮紙 (1,650)	粗厚紙(150) 紙牛皮紙(250)	單光紙 (*)	包裝紙(5,500) 瓦楞紙(115) 牛皮紙板 (1,615)	白紙板(661) 印書板(73) 草漿紙(56)
資本額 (萬)	12,000	7,200	960	360	23,000	10,000
廢水量 (CMD)	1,500	5,000	3,000	360	(黑)6,000 (白)3,000	(黑)500 (白)6,000
	進流水	放流水	進流水	放流水	進流水	放流水
BOD	110	trace	*	*	80	20
COD	650	20	*	150	380	100
SS	630	10	*	200	900	40
PH	6.5	6.5	*	6.5	6.0	6.0
	加壓浮除法	傳統活性污泥法	加壓浮除法	高速凝聚沈澱法	(黑液)傳統活性 污泥法 (白水)膠凝沈澱 法	(黑液)活性污泥 法 (白水)化學混凝 法
承造日期	71.5.2	69.9.2	70.9.2	72.2.1	72.6.1	70.12.2
初設費 (萬)	210	300	290	70	2,600(黑液) 340(白水)	260(白水)
維護費 (元/月)	45,250	50,000	100,000	26,000	450,000	87,500(a)
回收價質 (元/月)	*	*	*	87,500	150,000	112,500

(a) 該數字似乎有誤，僅供參考。

* 表資料缺。

六、結語：

目前國內工廠的廢水處理設備，常可發現有下列幾點現象：

1. 廠方不願投資及正常操作運轉——

廠方設置污染防治設備，僅是消極性地應付政府衛生單位之取締，然而在目前環保人員之人力不足，無法能夠確實澈底執行的情況下，工廠對於污染防治設備抱持的態度是備而不

用，因此常使設備閒置，其主要原因有二：一為操作維護費用高，無法回收有價值之物質來抵消其處理費用。另一為污染防治的正確觀念在國內尚未完全建立，廠方負責人並不重視污染處理問題。因此甚多處理設備承包商常遷就廠家之投資意願，而作不盡完善之規劃設計，造成所處理之污染物無法達到排放標準。

2. 售後服務普偏差——

目前水處理工程業雖訂有管理辦法並設有公會，然而依規定辦理登記並加入公會者卻不多，而違章經營者卻甚多，原因在於公會並不十分健全且管理辦法不能全面發揮其管理功能。再由於從事污染防治工作的廠商至少在三、四百家以上，彼此相互競爭殺價，使得標後之利潤偏低，因而祇有在工程品質上打些折扣，如偷工減料之情事，當然更談不上所謂的售後服務，加上有關機關亦經常推薦未登記之水處理工程業，相對的更無法確保水處理之工程品質與處理效能。

3. 未與整廠之廠內改善配合——

過去之廢水處理僅拘限於對於工廠末端所排出之廢水處理，即所謂管末處理。然而近年來，國內有識之士、學者、專家，及國外之資料均再再顯示廢水的排放乃是生產過程中有價資源或能源等的損耗，如何從污染源來減少，降低污染的觀念才為解決污染的上策。然而就目前水處理公司對所承包之工程，絕大多數仍是單就廢水如何處理而設計，很少能就協助廠方進行廠內改善而配以最佳之廢水處理設計。

此種現象造成的原因有三：(一)即如前述，處理公司並無此觀念，(二)處理公司在技術上，無此能力，(三)處理公司希望藉此多賺一筆。由於未能配合管內改善工作，故常增加不少之投資及高昂處理費用，同時亦浪費不少之資源及能源。

4. 未考慮廠方日後之水質水量變化——

目前之廢水處理廠常可發現另一個問題，是容量不足，此即因為在設計規劃之初，未能充分掌握，或考慮日後水質，水量變化而隨意採用數據，逕行設計所造成的。

5. 業主與承包者間之合作不夠——

國內業者委託水處理公司承包水處理工程時，常抱持著一種錯誤的觀念，認定把工程委託給水處理公司了，凡事都可不管了，處理是承包商的事，因此往往不能與承包商認真的合作，把工廠資料提供給承包商，當然更談不上配合廠內改善措施之廢水處理設計。

七、建議：

(一) 對水處理工程業者：

1. 水處理工程業者應自己建立起技術研究開發的工作，不要完全依賴著其他較先進國家之技術支援或受其控制。
2. 廢水處理設備應自行研究開發及生產，以降低設備成本，減少外匯輸出。業者本身也可在開發過程中吸取經驗，將來亦可將污染防治設備輸出為一舉兩得之事。

3. 加強售後服務——良好的售後服務，除可增加業者與承包者間之關係，亦可建立起承包者的信譽，為日後的業務鋪路。同時在售後服務的過程中，將可檢討過去承包工程之缺失，作為日後改進之參考。

4. 配合廠內改善工作，從減量、減質化著手儘量考慮資源回收，有價物質之再利用，以降低投資費用及日後之處理成本。

(二) 給工廠業者：

1. 工廠業者應本著社會道德心及責任感的精神，對於排放有害環境、污染環境之物質，應予處理後始可排放，使全民能享受一個更清潔乾淨無污染的大地。

2. 就資源的觀點而言，污染的排放即是一種「內部的不經濟」，因此應就廠內之生產程序進行檢討改善，尋求較少損耗，低或無污染性，可回收再生之程序，回收有價物質以降低成本，增加競爭力。

(三) 加強水處理工程業管理：

國內水處理工程業，雖有公會，然卻由於多數廠家不願加入，無法給予統籌管理，即使加入公會，水處理工程業管理辦法，對其拘束力又無法發揮，形同虛文致使承包工程品質低劣甚至詐欺，使得工廠蒙受甚大損失，又無法解決污染問題，間接影響政府的威信。故水處理工程業管理之加強，實為當務之急。