

污染防治技術

廠內改善

臺灣省染整工廠廢水解決方案之研究

呂世宗* 張嵩林** 李澤民*** 蘇樹塘**** 王呈祥*****

摘要

臺灣染整工業隨經濟發展而迅速成長，尤以近十年來廠數增加甚多，其中以臺北縣之土城、三重、樹林、新莊、桃園縣之蘆竹、中壢、八德、桃園及彰化縣之社頭、和美等鄉鎮市最為密集，此三縣工廠均超過 100 家以上。本省染整工廠規模雖不同，惟大部份對本身廢水均不太重視，加上近年來經濟不景氣，原物料及能源上漲，成本無法轉嫁，對設置廢水防治設施並不熱衷，僅持著增加成本之觀念，在被迫之情況下始予敷衍了事，致有 68.7% 染整廢水未經有效處理即逕行排放，由於工廠密集造成對環境污染愈見嚴重，時有污染糾紛情事發生，尤設在農業區或住宅區之染整工廠常造成農作物損害及地下水污染公害。

政府為防治水污染，確保水資源之清潔，以維護生活環境，增進國民健康，特制定水污染防治法，除已設立專責機構加強管制外，並於本（七十二）年五月廿七日經立法程序重新修正本法，以加強預防工業污染，為解決此一廢水污染問題，曾經前水污染防治所（72.8.9 合併為臺灣省環境保護局），經一年來之調查研究與分析，針對本省染整工廠之結構與型態及染整廢水之來源與污染特性，就廠內改善以減少污染源之內在作法或完全避免污染之方法與廢水處理技術之輔導，以期徹底解決此一污染問題，確保國民健康，維護生態環境，並可提高產品品質及節約能源，促進我國工業升級及經濟成長，而成為名符其實之新興工業國，而且更是「拒絕污染的先進國」。

壹、緒言

染整即染色及整理工程，是紡織工業製造過程中極重要的一項步驟，係將纖維製品染成較有永久性的顏色，再施以整理加工而使之商品化；因此，染整作業確是紡織工業上一項不可或缺的科學技術。然而，在染整過程中所排放之廢液，對環境造成之衝擊，隨著紡織工業的發達，已日趨嚴重，尤其是染整廢水中含有毒性、耗氧、色度與其他溶解性物質，不獨破壞生態環境，且將損及國民健康。

臺灣地區染整工廠特性之一，除少數幾家為一貫作業之大廠外，其餘均為中、小型加工廠，且大部份對本身廢水均不太重視，由於競爭激烈，投資在廢水處理設備之費用及操作費等將提高產品成本，降低利潤，直接影響競爭能力，故除維持經常開支外，已無力擴充或更新設備，再加

*臺灣省環境保護局局長

**臺灣省環境保護局副局長

***臺灣省環境保護局課長

****臺灣省環境保護局技正

*****臺灣省環境保護局前技士

上工廠大多無廢水處理專責操作人員，廢水處理效果欠佳，致時有污染糾紛情事發生。尤其部份染整工廠設立於農田中間直接影響農產，或設於住宅區，常造成地下水污染，影響日常生活用水，損及國民健康。

臺灣省環境保護局鑑於本省染整工廠之特性及染整廢水所造成之污染，乃繼續進行本省染整工廠廢水解決方案之研究，旨在經由調查研究，以瞭解染整工廠之結構、型態與特性，並就染整廢水內部與外部改善之可行性（或稱廠內改善與廢水處理）進行探討，針對本省染整廢水問題之特殊性，研擬解決方案，以供染整業者進行廢水污染改善計畫，選擇廢水防治設施及政府釐定並推動此項污染防治管制工作之參考。是項研究計畫之實施不但可解決染整廢水存在之污染問題，而且可促進染整技術之升級，提高產品品質，有助於我國工業發展與經濟成長。

貳、本省染整工廠之結構與型態

一、染整工廠之分佈

本省染整工廠根據本局初步調查結果共有 507 家，分佈於花蓮縣、嘉義縣、屏東縣、臺東縣及澎湖縣以外各縣市。其中以臺北縣 165 家居最多，桃園縣、彰化縣次之，均超過 100 家以上，此三縣合計約佔全省染整工廠之 78.1%。由於紡織工業係本省發展迅速之輕工業之一，在政府大力扶持下，已有相當的規模。綜而觀之，染整工廠大多集中於交通便利、水資源豐富、人力需求較多之工業發達都市，而以臺北縣之土城、三重、樹林、新莊、桃園縣之蘆竹、中壢、八德、桃園及彰化縣之社頭、和美等鄉鎮市最為密集，其廠數統計及分佈情形如表一及圖一所示。

表一 本省各縣市染整工廠廠數統計表

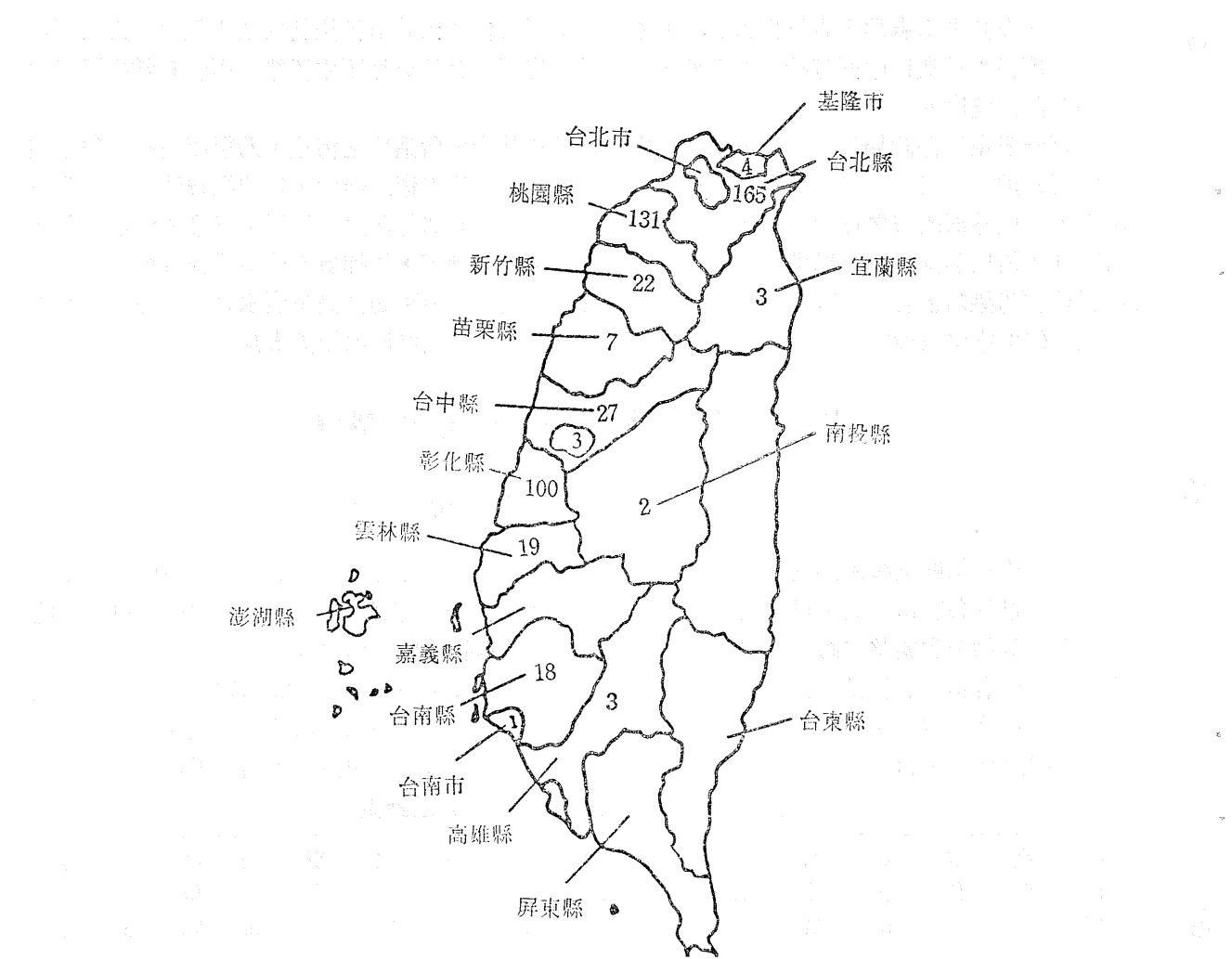
縣市別	臺北縣	桃園縣	彰化縣	臺中縣	新竹縣	雲林縣	臺南縣	苗栗縣	基隆市	宜蘭縣	臺中市	臺南市	高雄縣	南投縣	總計
工廠數	165	131	100	27	22	19	18	7	4	3	3	3	3	2	507
百分比(%)	32.54	25.84	19.72	5.33	4.34	3.75	3.55	1.38	0.79	0.59	0.59	0.59	0.59	0.40	100

二、染整工廠之規模

本省染整工廠規模之大小以產品及產量、染料使用量、染色機台數、員工人數、登記資本額及廠房面積予以評析。

(一) 產品及產量

紡織工業所使用之纖維可分為天然纖維及人造纖維兩種，天然纖維又可分動物性纖維如羊毛



圖一 本省染整工廠分佈圖

、蠶絲、及植物性纖維如棉、麻等，人造纖維分為三種：再生纖維如嫘繆，半合成纖維如醋酸纖維、及合成纖維如耐隆、奧隆、達克隆……等，隨著紡織技術之進步，已可將天然纖維與人造纖維依不同比例混合成混紡纖維。

經本局抽樣調查全省131家染整工廠（部份工廠產品二種以上，以產品種類計算計208家），產品及產量統計結果如表二所示，其中人造纖維最多佔全部纖維之37%，羊毛纖維最少佔10%，產量10,000公斤／月，以下者最多佔全部31%。產量在100,000公斤／月以上者仍以人造纖維最多達24家，其次為混紡纖維13家。

表二 本省染整工廠產品及產量統計表

產量(公斤 ／月) 品					廠數 總計	百分比 (%)
	10,000以下	10,000~50,000	50,000~100,000	100,000以上		
棉 織 維	15	10	8	11	44	21.15
羊 毛 織 維	6	9	6		21	10.10
人 造 織 維	15	21	16	24	76	36.54
混 紡 織 維	28	15	11	13	67	32.21
總 計	64	55	41	48	208	100
百分比 (%)	30.77	26.44	19.71	23.08	100	

(二)染料使用量

染料科學及藝術主要的目的，在為我們日常生活的世界加上各式的色彩，尤其在各種紡織品工業上更為重要。染料之分類乃是根據使用在纖維、絲、織品上之原則。以使用性質分類，主要之染料可分為酸性染料、鹼性染料、直接染料、硫化染料、媒染染料，分散染料、反應染料及鹽基染料、此外還有顯色、顏料、甕等各種染料。經本局抽樣調查染整工廠，每月使用主要染料數量統計結果如表三所示達325.9公噸。其中分散染料每年使用量佔31.79%為最多，媒染及酸性染料次之各為14.27%及12.03%，鹼性及甕染料每年使用量所佔之比例最少均為3%左右。

表三 本省染整工廠每月染料使用量統計表

種類	分散	媒染	酸性	反應	鹽基	顏料	直接	硫化	顯色	鹼性	甕	總計
染料使用量(噸／月)	103.6	46.5	39.2	22.6	24.2	19.2	18.9	19.1	12.2	10.0	10.4	325.9
工 廠 數	53	9	41	31	26	16	40	18	8	8	8	258
百 分 比 (%)	31.79	14.27	12.03	6.93	7.43	5.89	5.80	5.86	3.74	3.07	3.19	100

註：工廠數總計258為部份工廠使用多種染劑之故

(三)染色機台數

染整工廠所用染色機器種類繁多，依所染纖維之形態以堆置式染色機、絞紗染色機、繩狀染布機、交捲染布機及連續染色機器組等較為常用。每種染色機容量亦因廠牌不同而異，其種類繁多。經本局抽樣調查全省131家染整工廠，所使用染色機台數統計結果，如表四，其中染色機台數在20台以下之中小型工廠最多佔87.04%，在21台以上之大型工廠佔12.96%。

表四 本省染整工廠染色機臺數統計表

染色機臺數	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31以上	總計
工 廠 數	32	35	28	19	7	6	4	131
百分比 (%)	24.42	26.72	21.37	14.50	5.34	4.58	3.04	100

(四)員工人數

本省染整工廠作業方式一般依操作需要分配人員，可由染整部門員工人數看出工廠染整規模之大小，經本局抽樣調查統計結果如表五所示。其中員工人數在50人以下之小型工廠最多佔71.00%，51至100人之中型工廠及100人以上之大型工廠各19家各佔14.50%。

表五 本省染整工廠員工人數統計表

員工人數	1~50	51~100	101~150	151~200	201~250	251~300	300 以上	總 計
工 廠 數	93	19	2	6	3	3	5	131
百分比 (%)	71.00	14.50	1.53	4.58	2.29	2.29	3.81	100

(五)資本額

資本額是指工廠申請工廠登記之資金，惟由於各種因素，其登記資本額一般比實際少，由表六所示，資本額在3仟萬元以下佔55.49%有74家，在一億元以上有38家佔29.01%。

表六 本省染整工廠登記資本額統計表

資 本 額	1000萬以下	1001~3000萬	3001~5000萬	5001~10000萬	10000萬以上	總 計
工 廠 數	29	45	9	10	38	131
百 分 比 (%)	22.14	34.35	6.87	7.63	29.01	100

(六)廠房屋面積

染整工廠廠房屋面積雖不能代表染整部門所佔之面積，惟可看出工廠之規模大小，經抽樣調查131家染整工廠，其結果如表七所示，79.38%絕大部份之工廠廠房屋面積在1,000至50,000m²以者上家10僅。

表七 本省染整工廠廠房屋面積統計表

廠 房 面 積 m ²	1000以下	1001~5000	5001~10000	10001~50000	50000以上	總 計
工 廠 數	17	37	27	40	10	131
百 分 比 (%)	12.98	28.24	20.61	30.53	7.64	100

三、染整工廠之型態

染整工廠從外表上看起來似乎大同小異，其實它有各種不同之型態，在紡織工業上可分為上、中、下游工業，上游工廠係指絲、紗、棉、及人造化學等纖維製造工廠，中游工廠經染色工程整理後至下游工廠編織成衣。依纖維種類不同可區分為棉紡織工業，羊毛紡織工業，及人造纖維工

業等三種，其製造過程隨纖維不同而異。除極少數幾家大型之一貫作業工廠，由原料至最終產品均有自行生產外，大部份工廠係屬加工作業性質，因紡織技術不斷進步，布料不斷地創新，故工廠型態上種類繁多，如以從事纖維加工來區分，根據抽樣調查本省染整工廠結果，棉纖維加工者有44家，羊毛纖維加工者有21家，人造纖維加工者有76家，混紡纖維加工者有67家。

四、染整廢水處理概況

(一)廢水處理現況

本省染整工廠大部份屬中、小型衛星加工廠，由於資本並不雄厚，陳舊的機器設備尚未完全換新，加上獨營方式競爭較為激烈，因此投資在廢水處理設備的費用，在無法收回投資報酬情況下投資，意願很低。且對廢水處理這一門新的知識大多缺乏認識，對排放廢水污染環境之社會責任觀念尚未能建立，致多數廢水處理設備不够理想，且操作情形亦不正常，常有廢棄不用現象。經本局調查131家工廠結果如表八所示，設有完妥廢水處理設備者有41家，佔31.30%，有設備但不能有效處理者66家，佔50.38%，未設置廢水處理設備者24家，佔18.32%，亦即有69%染整工廠廢水未經有效處理即逕排放。

表八 本省染整工廠廢水處理現況

處理設備設置情形	設有完妥處理設備	有設備惟不能有效處理	未設處理設備	總計
工 廠 數	41	66	24	131
百 分 比 (%)	31.30	50.38	18.32	100

(二)廢水處理方式

本省染整工廠廢水處理方式，大致上可分為化學處理之混凝沉澱法，物理處理之簡易沉澱法，生物處理之活性污泥法及生物圓盤旋轉法，亦有三種合併處理者，一般化學處理設備費較省，但操作費高，生物處理設備費較高，但操作費低，惟褪色效果較差，經抽樣調查結果如表九所示，使用簡易沉澱處理方式有36家，佔27.48%，化學混凝沉澱處理方式最多有77家，佔58.78%，生物處理方式有18家，佔13.74%。

表九 本省染整工廠廢水處理方式統計表

處理 方 式	簡 易 沉 澱	化 學 混 凝 沉 澱	生 物 處 理	總 讀
工 廠 數	36	77	18	131
百 分 比 (%)	27.48	58.78	13.74	100

參、本省染整廢水之來源與污染特性

一、染整廢水之來源與污染物質

紡織工業依纖維種類分為棉紡織、羊毛紡織及人造纖維等三種工業，其廢水是具多變性，各個工廠使用不同的製程和化學藥品可達到相同的加工效果，故放流水之水質是因製程、季節、顏色、紗的種類、加工方法，操作方法和染劑、顧客的要求等因素而異，茲就以纖維之三大類，分別說明其廢水來源。

(一) 棉紡織工業

1. 廢水來源：

自原棉以至編織成衣，需經梳棉、精紡、整理、上漿、織布等步驟，其中與水有關者為上漿。上漿料最主要之成分為粘着劑，有小麵粉、洋芋粉、太白粉、糊精膠、合成澱粉等，此類漿料生化需氧量(BOD)甚高，為退漿廢水之主要污染物。一般漿料之用量為布重之8~15%，操作並不需水，上漿過程所產生之廢水來自白漿料容器、澱粉鍋、上膠鍋及地板之清洗。

棉紡之廢水主要來自染整，其操作過程包括退漿、精練、漂白、絲光、染色、印花及整理等。

註：BOD 生化需氧(量)的定義為在喜氣的狀態下，細菌分解在五日 20°C 下可以被分解的有機物質至穩定狀態所總共需要的氧量。

(1) 褪漿：

褪漿方法視棉布之種類及所用之漿料而異，有三種方法為：

①於鹼性鍋煮沸之 ②以酸去膠 ③以酵素去膠

其方法及漿料不同，所排除之廢水水質相差甚大。

褪漿廢水為染織廢水中有機物量最大者。一般褪漿廢水量佔總廢水量之16%，BOD量佔53%，總固體物佔36%。如果上漿過程之粘着劑改用合成澱粉，則廢水之BOD含量較低。

(2) 精練：

精練之作用使纖維雜質皂化、乳化及水解成為可溶性物質，以去除之。所有精練劑有苛性鈉、蘇打灰、過氧化物、清潔劑、矽酸鈉等，故此類廢水含有纖維之不純物，如棉花氯、之蠟、果膠、醇、礦物質、色素、其他樹脂殘餘物及紡織時所附之機油等，另一來源即為精練時添加之化學品，因此BOD，懸浮物，酸鹼度(PH)值均甚高，其BOD量佔總廢水約10~13%。洗劑種類甚多，其BOD量高低相差很大。

(3) 漂白：

染色以前必先將纖維中未能被精練去除之有色雜質破壞，而成為潔白之成品。次亞氯酸鹽，漂白粉，或過氧化氫等漂白劑被廣泛使用，以氯氣與漂白粉漂白後所生之廢水，性質相近，皆為強鹼性，並有部分漂白藥劑及棉布中之雜質。漂白沖洗後，用鹽酸洗滌，然後脫氯，布類經完全洗淨後，再以肥皂水洗滌，以中和任一滯留之藥品，並使纖維潔白並軟化。此類廢水，就全廠廢水總BOD而言，所佔之比例甚低。

(4)絲光：

布類之氫氧化鈉溶液（室溫）飽和之，並迅即置於蒸氣之壓力下，在壓力去除前，大部份之氫氧化鈉溶液須洗除，洗除廢水PH高達12-13，BOD量却低，約為總廢水之4%。

(5)染色：

纖維染色除需用染料外，為增進染色之效果，需要加入不同之染色助劑，一般為纖維重之0.5~5%，由於所用染料及助劑性質之不同，且染色操作之多為分批間歇排出，故染色廢水之水量及水質差異甚大，廢水含有之染色助劑，有些BOD甚高，如醋酸、醋酸鈉、油類、肥皂等，有些則甚低，至於染料本身，一般BOD雖不高，但化學需氧量（COD）常極高，因染料吸收率之不同而在廢水中有不同程度之殘留（約10~40%），故染色廢水常有明顯之顏色，COD甚高，BOD則視染色助劑之種類而異，一般為總廢水BOD之10~40%。

(6)印花

纖維織物之印花，需用染料或顏料配以糊漿及其他化學品如乳化劑、浸透劑、消泡劑、分散劑、結合劑等，其廢水一部份係自調色處，清洗容器濾布等而來，具有高濃度之顏色與漿料，大部份則為印花後清洗印版之廢水，含有肥皂或清潔劑。

另在印花製版時需用重鉻酸銨〔 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 〕，而在清洗時也用鉻酸液清洗，故廢水中含有有毒之六價鉻，惟此部分之廢水量較少。

(7)整理：纖品染色或印染後，尚需加以整理，此部分除洗淨容器、機械外，將無廢水。

2.廢水水質：

染整工程每步驟所排出之廢水性質各異，各步驟所排出之廢水以及混合後之廢水水質以表十說明之。

表十 染整工程各步驟所排出之廢水以及混合後之廢水水質

工 程 種 類	pH	B O D (mg/ℓ)	總 固 體 物 (mg/ℓ)	廢 水 加 侖 / 1,000 磅 產 品
退漿	—	1,700-5,200	16,000-32,000	300-1,100
煮練	10-13	685-2,900	7,600-17,000	310-1,700
精練	—	50-110	—	2,300-5,100
漂白	8.5-9.6	90-1,700	2,300-14,400	300-14,900
絲光	5.5-9.6	45-65	600-1,900	27,900-36,900
染色	—	—	—	—
Aniline Black	—	40-55	—	15,000-23,000
苯胺黑	—	—	—	—
Basic	6.0-7.5	100-800	500-800	18,000-36,000
鹽基性染料	—	—	—	—
Developed color	5.0-10.0	75-200	2,900-8,200	8,900-25,000
顯色染料	—	—	—	—
Direct	6.5-7.6	220-600	2,200-14,000	1,700-6,400
直接染料	—	—	—	—
Indigo	5.0-10.0	90-1,700	1,100-9,500	600-6,000
靛藍染料	—	—	—	—
Naphthol	5.0-10.0	15-675	4,500-10,700	2,300-16,800
奈酚染料	—	—	—	—
Sulfur	8-10	11-1,800	4,200-14,100	2,900-25,600
硫化染料	—	—	—	—
Vat	5-10	125-1,500	1,700-7,400	1,000-20,000
甕染料	—	—	—	—

(二) 羊毛紡織工業

1. 廢水來源：

毛紡廠廢水主要來自洗毛、染色、上油、縮絨、清洗、碳化、疋布染色、整理等。

(1) 洗毛廢水：原毛中之雜質，按其來源可分為三類：

(a) 天然雜質：為羊體皮膚脂肪腺所分泌之油脂物質，及皮膚汗腺分泌之羊毛汗，前者分泌物通稱為羊毛脂，其含量依羊種而異，約為12~30%，主要成分為膽固醇、硬脂及Elainein。至於羊毛汗約佔2.5~10%，其主要成分為汗酸鉀，無機成分約為碳酸鉀86%，硫酸鉀6%，氯化鉀3%，氧化鐵，氧化鈣，五氧化二磷等5%。

(b) 外來雜質：羊體皮膚之分泌物具有粘性，可粘着土砂垢物及草枝等植物質。

(c) 外加雜質：如治療之藥物，藥浴之殺蟲劑，牧養上所需之油漆顏料或印劑之焦煤等。

因洗毛廢水之污染物，來自這些雜質，及洗毛過程中所加清洗劑、鹼等。

(2) 梳毛：用梳毛油混以水噴於羊毛，一般由橄欖或豬油與礦油之混合物，用之為毛重之1~11%。

(3) 縮絨：將鬆絨之羊毛縮成緊密，所用藥劑為肥皂，蘇打灰及分離劑，過多之縮絨液必需壓出或洗出。

(4) 炭化：用熱濃酸將毛中植物性物質變為鬆之顆粒，用機械粉碎再用除塵機振出。

(5) 染色廢水：羊毛染色所用之染料主要為酸性染料及酸性媒染染料，其廢水之成分視所用染料而不同。

(6) 其他廢水：除以上各製造程序可產生廢水外，清洗、整理也有廢水產生。

綜合上述羊毛工廠之廢水，其所含之污染物包括油脂、酸鹼、耗氧有機物及無機物、染料、毒性物質、固體、表面活性劑、臭及高溫等。

2. 廢水水質：

(a) 羊毛廢水之水質特性可見表十一。

表十一 羊毛工廠廢水特性

工 程	廢水量 ($m^3/100kg$ 毛)	BOD (mg/l)	pH 色	臭	組 成
洗 毛	6.6	6,000-10,000	10.2 4.0	褐 厭惡	0.5% 羊毛脂 0.3% 鹼 0.5% 羊毛鹽砂粒
染 色	2.5	400-4,000	4.0 不定	酸臭	0.1% 磺酸、有機酸 0.2% 鹼
炭 化	0.4	20-50	1.0	無 酸臭	5% 硫酸 0.2% 紡織油 0.1% 鹼
清 洗	4.2	250-350	9.5 淡褐 肥皂臭		0.5% 肥皂
洗 絨		3,900-2,400	9 10.7		

(三) 人造纖維工業

目前主要之人造纖維為嫘縈、醋酸纖維、耐隆、奧隆和達克隆，嫘縈為天然纖維素之再生，耐隆為長鏈聚醯胺纖維，奧隆為方向性丙烯腈單元的聚合體，達克隆為乙二醇和對苯二甲酸的合

成纖維，醋酸纖維為植物纖維加無水醋酸而成。人造纖維染整廠之操作程序，與棉紡操作程序大致相同。

1.廢水來源：

(1)褪漿：

人造纖維所用之原料一般為 PVA、CMC 等合成澱粉，其 BOD 約褪漿液 BOD 之 60~70%。纖維碎屑較少，污染度低。

(2)精練：

人造纖維沒有天然雜質，僅以肥皂、碳酸鈉或中性洗劑等去除纖維中所污染者，一般與褪漿工程合併處理，其主要污染物為洗劑。

(3)漂白作用：

人造纖維着色物少，可省略漂白工程，需要時使用次氯酸鈉、亞氯酸鈉、過氧化氫等氧化劑漂白之。廢水中之污染物主要為用於助劑之有機酸界面活性劑及過剩之氯等，一般污染物不高。

(4)染色：

此部門之污染物亦為染料及助劑。

2.廢水水質：

(a)嫘縈：

經由精練及染色所產生之廢水，平均每生產 1,000 磅的布產生 5,000 加侖的廢水，BOD 平均 14,445ppm，pH 在 7~9 之間，這些 BOD 之來源主要防電劑、潤滑油、清潔劑、軟化劑等。另還有來自防水處理所得廢水，BOD 值達 960ppm。

(b)醋酸纖維：

經由精練及染色所產生之廢水，BOD 平均 2,000ppm，BOD 來源與嫘縈相同。精練及染色後之清洗水 BOD 值甚低，若將精練染色廢水與清洗水混合後，BOD 值可降為 700ppm 每生產 1,000 磅布所產生之廢水量為 9,000 加侖 pH 在 7~10 之間。

(c)耐隆：

精練廢水 BOD 平均為 1.350ppm，染色廢水平均為 375ppm 混合廢水量為 15,000 加侖 / 1,000 磅，BOD 為 350ppm，pH 值在 7~9.5 之間。若做防水性質處理，排出廢水 BOD 為 450ppm。

(d)奧隆：

係疏水性合成纖維，染色不易，染色時需在高溫下或以 Carrier 染色法進行染色，Carrier 一般使用的有銅酚等，故此類廢水內含有毒性及臭味之物質在內。其染整過程為第一次精練 → 初染 → 清洗 → 第二次染色 → 第二次精練 → 清洗 → 整理工程，混合廢水性質如下：

BOD—575 ppm

pH—1.5-3.0

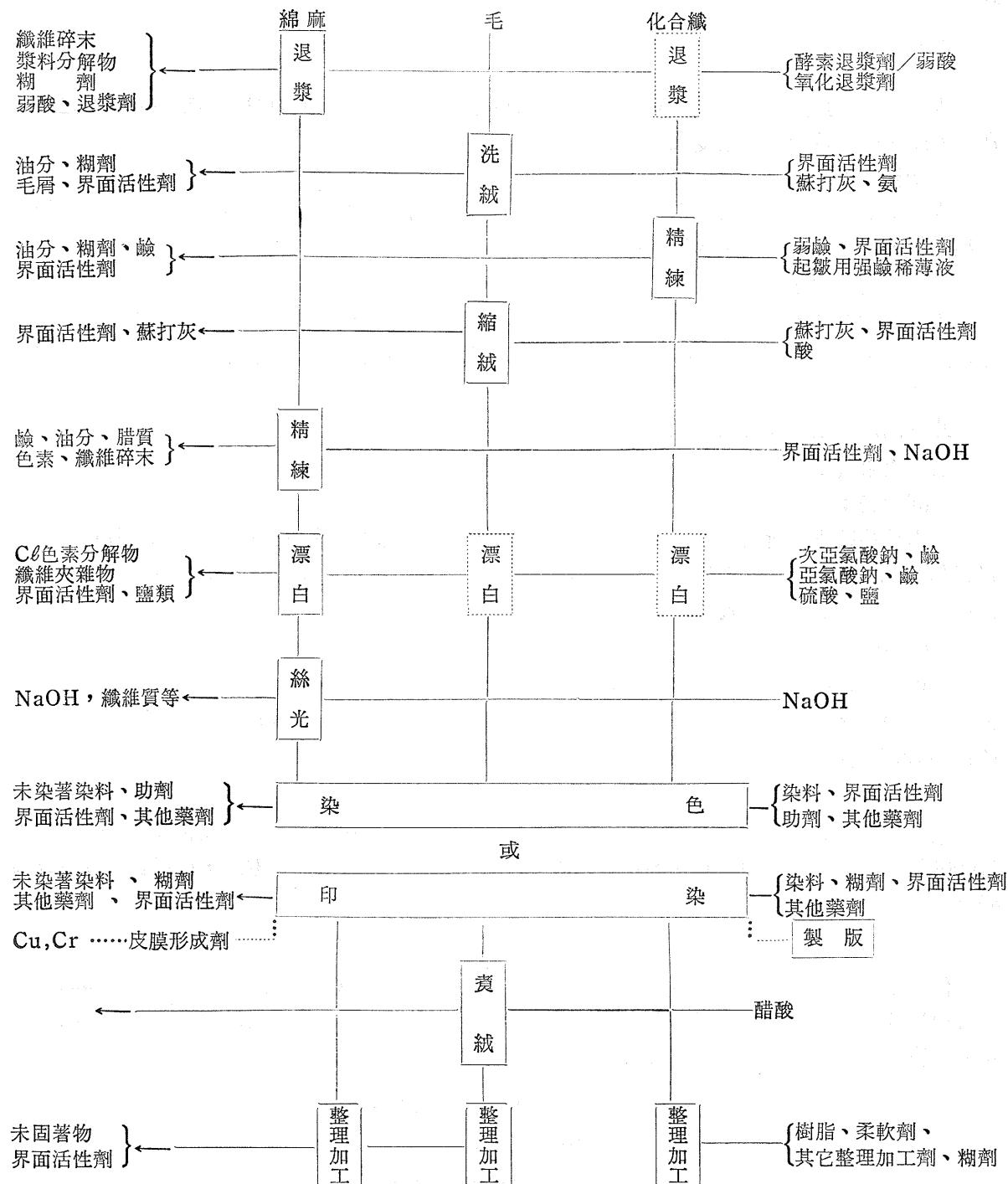
銅—25-50 ppm

酚—100-150 ppm

有關染整工廠廢水的排出機構圖，如圖二

廢水主要成分

使用藥劑等



圖二 染整工廠廢水的排出機構圖

二、染整廢水之污染特性

(一)有害藥品

棉織廠使用的各種藥品，對魚類、水中植物、微生物、藻類等有不良影響，甚至毒斃之，對廢水的生物處理效果亦應予以注意。影響較大的藥品有硫酸、鹽酸、醋酸及苛性鈉、碳酸鈉、鉻銅、硫化物、次亞硫酸鈉等，其中苛性鈉使用量最多，而酸類易被中和，廢水大部份為高 pH 值。另外界面活性劑、清潔劑和肥皂產生泡沫及增加 BOD。

(二)消耗氧

褪漿、煮練、染色等過程的廢水含有 BOD 相當高，BOD 濃度的範圍大約在 200mg/l 至 800mg/l ，且有時更高，同時硫化物、次亞硫酸鈉等還原劑消耗河水的溶氧量，致河水溶解氧降低魚類逃離或死亡，貝類不能生存。嚴重時，河流中氧量耗盡，變成腐敗狀態，硫化物轉變為硫化氫，產生臭氣，此外排放熱水可造成自然生物劣化，增加細菌繁殖能力，以致增加氧的消耗，加速氧的降低量。

(三)染色色度及油脂

染色廢水色度及油脂濃度均甚高，減少日光之透光度，妨礙河川的光合作用，污染自來水水源或養殖漁業用水。色度 7 度以上時，魚類開始忌避，達 13 度則逃避而離開。且染色污染易引起一般人注意，破壞自然美景。

(四)對水稻之影響

染色廢水含有各種藥劑及忽高、忽低之 pH 值，排至田渠，影響水田土壤性質，引起稻根腐敗現象，米質降低。其他如高溫度、懸浮物對水稻亦都有不良影響。

肆、染整工廠廠內改善與廢水處理

染整廢水水質特性為(一)強鹼性。(二)高色度。(三)高有機質 (高 BOD 質)。(四)高油脂量及(五)常含大量懸浮固體物。解決染整廢水污染的途徑很多，一般所謂「廢水處理」常指從廢水中除去其所含污染物質；事實上「處理」僅為其中方法之一，因為「處理」通常是一種必須花錢及耗費資源與能源的方法，且因處理量之增加或處理程度之提高以致所花代價亦相對地增加；非但不經濟且困難甚多，故只在不得已時才加以考慮。因而最佳之方法為不使廢水排放出來，縱有廢水排放，在選擇處理方案之前，亦應儘量設法減少廢水處理量 (包括污染量及污染度)，如能於廢水處理前設法減少廢水量或廢水強度，當可節省不少處理費用，且有助於將來處理，操作過程及提高處理功效。「廠內改善」，即係藉工廠良好之管理，製造方法、原料、設備或程序之改變、操作與維護制度之改善，使廢水量及廢水強度減至最低進而降低處理成本。因之「廠內改善」實為了解決染整廢水污染最經濟可行的途徑，然而一般工廠多半不瞭解其重要性，亦未加以重視，多僅考慮設置廢水處理設備來處理，不但增加龐大之廢水處理設備費及操作維護費，並消耗人力與能源，實有檢討改善之必要。茲就染整廠有關廠內改善措施及廢水處理具體可行之方法分別加以介紹，以供染整業者參考。

一、染整工廠之廠內改善

(一) 棉紡工廠

紡織過程包括織、染、印三者，在織過程中，其最後一步常為上漿，如採用澱粉則有BOD問題之發生，而後之燒毛，褪漿亦將產生有機性之BOD廢水，而在精練時，有鹼性及BOD廢水，漂白時有氧化劑廢水，絲光產生鹼性廢水，染色過程有染料造成之顏色、BOD、COD及重金屬等問題，至於印花及整理過程亦有污物之產生。因此，棉紡工廠廢水之特性是：顏色高、鹼度大，BOD及懸浮物多。針對此點，工廠設施之改善可包括下列五點：

(1) 良好之管理：

小心操作，避免因意外而造成的化學藥品之濺溢，避免原料之浪費，同時對易變質之化學藥品，其量雖少，仍須注意，嚴格控制物料之貯存、運存及使用，用藥配料力求允當。對工作人員施以訓練及教育。

一般言之，良好之管理可減少廢水10%之BOD，若是在煮練過程，及纖維上漿過程能嚴格管制，則可減少污染負荷量30%。

(2) 化學藥品之回收與再利用：

例如苛性鈉可加以回收及再利用，如此可大大減少鹼之污染，若在精練及絲光過程，欲求再利用其鹼液，則對經過處理之纖維須小心洗出苛性鈉，以使其所含之水分為最少，如此始能得到高濃度之鹼液，而於再使用時，不需更進一步之處理。當鹼液一再使用後，所含之雜質增多，而將影響布之品質，此時則需過濾，去除懸浮固體雜質，並加以透析。廢水亦可經過離心，蒸發而回收鹼液。

除苛性鈉外，在棉紡織廢水中，其他化學藥品一般均無回收價值，因此，對於各過程之操作，須特別小心化學藥品之用量是否適當。

(3) 化學藥品之取代：

以低污染性之化學藥品取代高污染性之藥品，則可減少污染量(A)纖維上漿，以CMC(Carboxy methyl Cellulose)代替澱粉，理論上可降低棉紡工廠40%至90%之BOD。(B)染色時以無機鹽或是礦酸、氯化物取代醋酸。(C)以生物無法分解之清潔劑(0至20%之BOD)，取代肥皂，如此BOD約可減少10~15%，但是合成清潔劑會持續於河流及地下水中。(D)以重鉻酸—醋酸洗滌代替蒸汽氧化染料，如此BOD可減少5~15%。(E)以BOD含量低之分散劑、乳化劑、勻染劑，代替BOD含量高之藥品。

(4) 修改操作之程序：

採用高速度，連續作業之機械，各過程產生之廢水可合併或是分開處理。連續操作，更可有效減少廢水之BOD，如在精練時，可減少21%之BOD，漂白時可減少25%，染色過程可減少50%，若能同時使用低BOD之化學藥品，則減少污染之程度更為顯著，若染色後以合成清潔劑洗滌，則全部BOD之減少量可達50~80%。在絲光與鹼化過程，若採一貫作業，且回收氫氧化鈉，較單一之連續操作，對減低污染之效率可增加60%。

以蒸紗取代精練及皂洗，如用傳統的方式以精練劑或皂洗劑往往是造成放流水起泡，耗氧等現象，在染色前，後處理採用 Steaming 的方式僅耗用少許的蒸氣亦能達到大致相同的清潔效

果（尤其是T／C混紡紗），對污染的改善，有相當大的效果。

(5)染料之選擇：

在除色方面，染料採用的種類影響很大，選用之原則：(A)易於處理。(B)染料種類儘量減少。(C)染色液之配方應力求簡單。(D)助劑採易處理者。(E)考慮織物對染料之吸收性，染料用量須適量。(F)染色後織物先經脫水，則廢水量較少，易於操作。例如使用無機鹽如硫酸銨或氯化胺(0% BOD)代替染色所用之醋酸。

(2)毛紡工廠

毛紡廢水來源主要為：洗毛產生之油脂廢水並有BOD、鹼度、顏色等問題。上油後之縮絨清洗產生BOD、鹼液。炭化過程產生碎屑、低pH等，廢水之性質為鹼性、BOD高、油脂及顏色（褐色）。

對於污染物質之減少，其基本原則乃為適當之操作與良好之管理以防止不必要之污染，例如維持清潔，預防濺溢，對滲漏處立刻迅速處理，小心操作節省用水等，都是簡單易行，但却往往為工廠人員所忽視。

(1)廢水量之減少：

廢水量之減少可使廢水之濃度增高，因此在一般污染之情形下，使其易於處理，並可減少處理廠之容量，合於經濟原則。

水量之減少可由工廠內部之水再循環及操作上着手。例如：

(A)將製造過程中所產生之廢水與冷卻水分開收集，可大大減少必須處理之廢水量，以未受污染之冷卻水用於洗滌及溶解染料助劑等，可達到減少廢水的目的，另如蒸氣所產生之冷凝水(70~80°C)可用於鍋爐，不必再作鍋爐用水處理。合乎排放標準冷卻水則不須處理直接予以排放，以減少廢水量。

(B)在染色前處理及染色工程的水洗槽由傳統的直立式改用橫座式，可提高洗滌效果及節省用水量達二分之一，如南亞樹林染整廠每台水洗槽用水量由28公升減至14公升，亦可增加布之容量，並且機器佔地小是其優點。

(C)一般染色及絲光後之水洗槽的進水採用與布反方向之逆流式水洗方法，使清水廻流至前一槽，如此能減少大量廢水量。

(D)各水洗槽之進水總閥設置電磁式開關與機台之啓進與停止聯結在一起，可減少不必要之清水流失。

(E)各機台裝設用水流量計管制適當之溢流量，以減少水之流失。

(F)棉花絲光過程之廢水，再使用於精練過程，惟需控制量及濃度之變化，或用於漂白過程與氯氣產生中和作用，南亞樹林染整廠已採用此一方法，效果良好。

(G)浸染染色機改用低浴比之噴流染色機，如國泰工業公司將傳統式之染紗設備，浴比為1:15，改用新的染缸浴比降為1:4，染液僅為傳統式染缸四分之一，浴比的降低則可提高染色上色率，而減少排水之污染。又如台元紡織公司竹北廠染牛仔布，將水浴比控制於1:7至1:9，於1:9時上色率達到平衡，若大於1:9時染料不再繼續被染物吸收，不但品質不能提高而且浪費水量。

(2)減少廢棄物之強度：

在毛紡廠內較不易做到，一般取代之化學藥品必須是BOD、COD都很低的，並且可為生物分解，否則污染問題會帶至河川。根據 Massellietal (1959)，由Nemerow (1971) 所引用的：(A)洗毛過程中以低BOD之清潔劑代替肥皂。(B)以清潔劑與 Na_2SO_4 之混合液代替碳酸鈉，以降低鹼度。(C)以礦物油和非離子性乳化劑 (20% BOD) 代替梳毛油 (10% BOD) 則在精練與加工廠可降低10% BOD，於加工廠可降低25% BOD。(D)用BOD低之肥皂代替縮絨和清洗所用之肥皂，可降低15~30%之BOD，亦可用硫酸縮絨。(E)在洗毛加工廠用硫酸銻代替醋酸，可降低5~10%之BOD污染。

(3)廢棄物之回收

回收雖不一定能收回其所投入之費用，但如與處理比較確為經濟時仍可考慮，一般言之，濃度愈高，回收愈易，故在回收物與其他廢水混合前就應先予回收，羊毛工廠可回收洗毛廢水中之羊毛脂，利用離心或重力分離，分別可回收40%與70%，Mr. Southgate (1948年) 指出洗毛廢水在預先處理去除固體後，可加入略微過量之硫酸，再行重力分離操作，可使油脂漂浮至水面，或沉至池底，最後可用過濾分離固體，油脂留置於乾燥床上，而污水則繼續更進一步之處理，乾燥後之油脂罐至帆布袋，滴乾水分後，經過一蒸汽之熱壓縮機以回收油脂及水，此種油塊約含有10%以上之水分，可以溶劑萃取（一般以四氯化碳或苯為之），但是若用化學合成之清潔時則油脂乳化後無法利用硫酸分離油脂法回收油脂。

離心法較為複雜，通常洗毛設備之裝置乃使離心工作與液體之流向相反。來自第一個離心設備之廢水，經去除砂石後加熱至 90°C 以裂解乳化液，再以二段離心設備予以濃縮，純化油脂，來自第二階段離心過程所產生之水，可於回收過程中再循環利用，而來自第一階段者，則可利用於配製洗毛溶液，但若其中積蓄之溶解固體太多時，則仍需予以適當處理後放流。

羊漬為綿羊流汗後之乾燥物，為羊毛之自然分泌物，含有多量鉀之酯類，此可溶於水中，利用結晶回收，或是用甲醇萃取（甲醇為精練溶劑之一），而後將之製成肥皂或回收鉀鹽以供肥料之用。羊漬之回收約可降低20~30%之BOD，羊毛脂之回收，亦可降低20~30%之BOD。

此外，肥皂之回收亦頗有價值，如能回收將可降低精練與加工廢水30%至70%之BOD，且回收之脂肪可榨油或作燃料使用。

（三）合成纖維紡織工廠

(1)再生纖維：

螺縫工廠之廢水來源主要為：(A)製漿過程廢水。(B)鹼性廢水，含有氫氧化鈉、半纖維素及二硫化碳 (CS_2) 等。(C)酸性廢水，乃洗滌再生粗絲上之凝固液所產生。(D)精練脫硫操作產生之硫化廢水。(E)冷卻水與雜廢水。

廢水可將酸性、鹼性及硫化廢水均勻混合，則可節省中和藥劑之費用，或是利用離子交換法除去有毒物質，並回收鋅，此外亦可回收芒硝。

廢水之處理包括調勻、氧化除硫、中和、化學混凝、生物曝氣處理等。廢水之量甚大，故需較大之容積。

(2)化學合成纖維：

1.尼龍：

廢水乃由尼龍鹽之分離、精製、蒸餾、結晶及過濾等過程所產生並有大量冷卻水。廢水低酸

性。

在處理方面需先調勻，而後以氫氧化鎂供氮，並中和，而後稀釋，以好氧性生物處理或採用水中燃燒法。廢水中之己二酸對生物處理有害，故先與其他廢水稀釋以降低危害性。至於鹼性廢水宜直接送至中和槽。

2. 聚丙烯腈纖維：

此類纖維之製造採用適宜之溶劑溶解聚合物後，再加以紡絲，一般所採之溶劑為 D M F 、 D M A 及 $ZnCl_2$ 、 $NaSCN$ 等無機鹽，而廢水來源主要為：(A)有機溶劑回收時產生之廢水。(B)丙烯腈回收裝置產生之廢水。(C)雜廢水。廢水量不多，但 B O D 極高。

有機溶劑回收時，因含 D M A ，故有惡臭，宜將有機物分解處理以消除臭味，防止空氣污染。因排水溫度很高，故在進入調勻前，須先至冷卻塔冷卻。

二、染整工廠廢水處理

染整廢水處理視廢水水質，可分為物理、化學、生物處理法：

1. 物理處理法：

染整廢水因水質變化激烈應設適當容量廢水貯存槽，使廢水水質均勻化，防止水溫變化及水質的急變，因各部排除廢水酸鹼不同，利用廢水的各成分互相作用中和，或混凝以提高其後混凝曝氣、生物等處理效果。如用地許可污水槽也得良好效果。但對一些沒有污染之廢水如冷凝水不用處理便可排放。含有毒性物質及污染度很高的廢水，則要分開，不可與其他廢水混合，如此分開處理可節省處理費用。

有時廢水亦可用機械過濾法當作二級處理，可使廢水 B O D 值減少到 $10mg/l$ 以下，濾料有砂、岩石、煤渣等。有些染料廢水可用活性炭吸附去除，使用後之活性炭再用熱再生，重覆使用。

2. 化學處理法：

(1) PH 值 調節法：

使用酸鹼中和廢水，使廢水 PH 達到放流標準，或適於利用生物處理。

(2) 氧化還原法：

有些廢水含有還原性之染料、助劑，在做其他處理之前，使用一些氧化劑如氯氣、漂白粉、氧化劑，對除色及 C O D 效果良好。

(3) 藥品混凝法：

混凝沉澱以用硫酸亞鐵、硫酸鋁為佳，以消石灰調節 PH，工廠廢水量少時，中和混凝可用分批式，廢水量大時用連續式處理，而且以快速沉澱池沉澱污泥。各種染料之混凝脫色效果見表十四。

3. 生物處理法

褪漿廢水 B O D 很高，用物理、化學處理法甚難去除溶解性有機物，需要生物處理法方可，生物處理法可採用活性污泥法、滴濾池、氧化塘，但因染整廠尚有生物處理不易除色之染色廢水，故還需併用化學處理法除色，採用生物處理法時，由於廢水缺乏 N. P. ，須要補充，處理效果才會好。

表十四 各染料混凝脫色效果

染 料	加 藥 量 #/1000gal		效 果	
	混 凝 剂 及 用 量	石 灰 用 量	P H 變 化	除 色 率 %
苯 胺 黑 染 料	Al_2SO_4 0.9	0.4	$6.5 \rightarrow 7.0$	83.8
	FeSO_4 2.3	0.6	$6.5 \rightarrow 6.9$	80.0
	FeCl_2 1.5	0.6	$6.5 \rightarrow 7.7$	83.8
		6.3	$6.3 \rightarrow 11.7$	80.0
顯 色 染 料	FeSO_4 11.6	2.1	$3.3 \rightarrow 5.6$	85.0
	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 18.3	10.5	$3.3 \rightarrow 7.0$	65.0
直 接 染 料	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 2.8		$10.8 \rightarrow 3.6$	75.0
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 7.4		$10.8 \rightarrow 4.3$	75.0
	FeCl_2 3.4		$10.8 \rightarrow 3.5$	85.0
	FeSO_4 3.5	52.3	$10.8 \rightarrow 11.9$	90.0
靛 藍 染 料	—	7.0	$10.5 \rightarrow 11.8$	65.0
	FeSO_4 5.8	12.8	$10.5 \rightarrow 11.5$	94.5
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 10.0		$10.5 \rightarrow 4.2$	65.0
	CaCl_2 154.0		$10.5 \rightarrow 8.2$	94.5
奈 酚 染 料	H_2SO_4 21.8		$11.6 \rightarrow 4.5$	99.0
	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 27.8		$11.6 \rightarrow 6.0$	99.5
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 55.8		$11.6 \rightarrow 4.5$	99.5
	FeCl_2 33.9		$11.6 \rightarrow 5.6$	99.5
硫 化 染 料	H_2SO_4 36.5		$11.7 \rightarrow 3.5$	99.0(H_2S)
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 58.0		$11.7 \rightarrow 5.0$	99.0(H_2S)
	FeSO_4 214.0		$11.7 \rightarrow 8.3$	99.7
建 築 染 料	FeSO_4 9.8	12.5	$11.7 \rightarrow 11.1$	85.0
	FeSO_4 116.0		$11.7 \rightarrow 11.0$	87.5
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 232.5		$11.7 \rightarrow 6.3$	87.5

染整廢水經過濾池處理後，再用氧化塘處理，可得甚佳之有機物除去效果。經過濾池處理後，有機物約可除去50%，連同氧化塘處理預計可除去90%以上之有機物。若染整廢水混合家庭廢水，濾池約可除去75%之BOD。濾池法由於建設費用大，現已考慮使用塑膠濾料。

氧化塘處理，若土地沒有問題時，為最廉價之處理法，塘深度在廢水沒有顏色時為4英呎，有顏色時為3英呎，廢水停留時間三十天，BOD負荷 50lb/acre/day。但處理廠遠離住宅區方可。

活性污泥法已有使用延長曝氣法，將廢水之有機物完全氧化再排放，曝氣時間從12~72小時，也不要初步沉澱池，污泥消化，沉澱之污泥再回流曝氣槽便可，美國第一個此型之處理廠處理93%染整廢水（包括硫染色廢水）及7%家庭廢水之混合廢水，BOD為1400mg/l，PH=12，處理後BOD減少到11mg/l。

伍、本省染整廢水問題之剖析與解決方案

一、問題之剖析

本省染整廢水問題之存在，可以歸納幾種主要原因：

(一)染整廢水具多變性，如無廢水處理這方面知識，不易處理至符合規定，同時工廠業者僅設法獲得利潤，不願意投資做廢水處理設施。

(二)受經濟不景氣的影響、市場需求量降低，同時競爭激烈，在利潤非常低的情況下，廢水處理費用未能轉嫁至消費者，故投資設置廢水防治設施之意願低落。

(三)已投資設置廢水處理設備之工廠，因需負擔維護費、操作費，經常疏忽保持正常操作，僅減低污染至某種程度，無法杜絕污染。

(四)小型染整工廠因資金少，土地狹小，無法設置廢水處理設備，廢水未經處理，逕行排放，致時有糾紛發生。

(五)染整業者希望政府開闢工業區或專業工業區，工廠排水作聯合處理以減輕負擔，惟常以遷廠資金大或交通不便為由，未能配合政府輔導政策。

二、解決方案與建議

(一)由紡織或染整公會籌資設置研究單位經常研究染整技術、廠內改善、廢水處理等新技術，並舉辦技術研討會，向會員介紹推廣，使能廣泛推行，提升品質並徹底改進廠內改善及廢水防治措施，以減少廢水水質與水量，經濟有效處理廢水。

(二)部份密集之染整工廠，可選定土地，共同設置廢水處理設備集中處理，以減輕各工廠設備及操作費用。

(三)今後工業區開發應以染整專業或分區專業辦理，且工業區位置決定應先做污染影響評估分析。工業區內工廠前處理規定宜嚴格澈底執行，以利綜合污水處理廠之操作。

(四)小型染整工廠採取合併經營方式或加入大染整廠作股東，其優點可解決廢水處理問題，亦

可提高產品品質，增加市場競爭能力。對較具規模染整工廠廢水處理，宜設置生物處理與化學處理並聯使用（生物在先，化學在後，以減輕操作費）；對色度則暫不予以嚴格管制（低於可容許程度）；對含有重金屬染料應澈底禁止使用。

(b)獎勵工廠進口低污染性之機器設備，以逐漸淘汰污染性大又落伍之機器，以降低廢水污染程度。

(c)加強低成本廢水處理方法之研究，針對本省染整工廠廢水水質及工業結構，研擬可行處理方法並作經濟分析。

(d)建立國內廢水處理技術、設備製造及處理藥劑開發之能力並訂定獎勵辦法。

(e)工廠輔導措施宜更積極澈底。如貸款對象不應限制在實收資本額四千萬元以下之中小企業，且其貸款手續宜再簡化，既有中小企業基金擔保，則可考慮免除抵押品之擔保。

(f)對工廠違反水污染防治法之執行要澈底，各級主管機關步調要一致，俾免給予工廠觀望與拖延心態。

(g)加強廠商社會責任觀念之宣導，使企業界能瞭解並接受企業經營雖以追求合理利潤為主，但不能建立於公眾受害的基礎上，因此任何污染防治設施之投資，均應視為生產設備之一部份，一切污染防治費用（包括處理設備費、折舊費、操作費、維護費等）均應攤入生產成本，視為生產之一部份。

陸、結論與建議

一、染整廢水之特性為強鹼性、高色度、高有機質、高油脂量及大量懸浮固體物，對魚類、水生植物、農作物及人體健康均有潛在之危害，需經處理後再行排放。

二、本省染整工廠集中在工業發達與交通便捷之地區，如臺北縣之土城、三重、樹林、新莊，桃園縣之八德、蘆竹及彰化縣之和美、社頭等地區最為密集。

三、本省染整工廠特性為除少數幾家為一貫作業之大廠外，其餘均為中、小型加工廠，且大部份對本身廢水均未予重視，由於商場競爭激烈，投資在廢水處理設備之費用及操作費等提高成本，降低利潤，直接影響競爭能力，故除維持經常開支，已無能力擴充或更新設備，再加上工廠大多數無廢水處理專責人員，廢水處理欠佳，致時有農漁損害糾紛情事發生。

四、本省染整工廠之規模與型態可以下列核計數據予以顯示。

- 1.人造纖維產品產量佔36.54%為最多，羊毛纖維佔10.10%為最少，產量每月10,000公斤以下者最多佔全部30.77%。
- 2.使用分散性染料最多佔全部31.79%，鹼性與甕染料最少佔3%左右。
- 3.染色機台數大都在廿台以下，佔87.04%，廿一台以上12.96%。
- 4.員工人數在五十人以下者佔71.00%，五十一至一百人之間及一百人以上各佔14.50%。
- 5.登記資本額在3千萬元以下佔56.49%，在1億元以上佔29.01%。
- 6.廠房屋面積在一千至五千平方公尺之間佔79.38%。
- 7.設有廢水處理設備且操作良好者佔31.30%，未設置廢水處理設備者佔18.32%，其他均有待加強。

- 8.廢水處理大都使用化學混凝沉澱處理與簡易沉澱處理佔86.26%。
- 五、染整工廠廠內改善是減輕處理成本及提高處理效果最經濟有效之替代措施，即藉生產程序、設備、操作及管理等改善，使廢水量及水質濃度減至最低污染程度，以利於廢水處理。
- 六、企業經營雖以追求合理利潤為主，但不能建立於公眾受害的基礎上，因此任何污染防治措施之投資均應視為生產設備之一部份，一切污染防治費用（包括處理設備費、折舊費、操作費、維護費等）均應攤入生產成本，視為生產成本之一部份，這是廠商首應確立之觀念。
- 七、請工業主管機關輔導小型染整工廠合併經營，集中聯合處理其廢水，非但管理方便、減輕廠商負擔，且易於維持正常水質，達到有效之管制。

染、參考文獻

- 1.「工業廢水污染的防治」，經濟部工業局編印（民國65年）
- 2.「工業廢水處理須知」，臺灣省水污染防治所編印（民國69年）
- 3.「工業廢水處理講義」，臺灣省水污染防治所編印（民國68年）
- 4.「水污染防治」，中國土木水利工程學會編行（民國67年）
- 5.「水污染防治法規彙編」，臺灣省水污染防治所編印（民國71年）
- 6.「紡織染整工業污染防治研討會資料」，經濟部工業污染防治技術輔導小組編印（民國71年）
- 7.「談當前臺灣工業廢水之管理」，臺灣省水污染防治所編印（民國71年）
- 8.「染色工業和排水公害」，株式會社纖維研究社
- 9.「化工技術」，雙月刊第六卷第二期（民國70年）
- 10.「工業污染防治」第一期，經濟部工業污染防治技術輔導小組編印（民國71年）
- 11.「精練、漂白染色法」，矢部韋彥等著五洲出版社印行（民國67年）
- 12.「浸染工程學」（上、下冊）王敏泰編著五洲出版社印行（民國61年）
- 13.「紡織染整技術手冊」王敏泰編著五洲出版社印行（民國67年）

附錄一、各種染整廢水之處理方法

(一) 羊毛洗滌廢水之處理

1. 混凝沉澱法：

混凝劑鐵鹽、鋁鹽均有良好之處理效果，據臺灣某毛紡織廢水實驗結果，鐵鹽一般可除去油脂約95%，懸浮固體95%，COD93%，鋁鹽一般可除去油脂約98%，懸浮固體96%，COD94%，鋁鹽中以氯化鋁最為有效，但如以經濟考慮則以硫酸鋁為佳，但因油脂濃度高，加藥量多，沉澱廿四小時，污泥量仍有30~50%，不能用污泥床乾燥，為其劣點。

2. 硫酸處理法：

用硫酸處理洗毛廢水以回收油脂的方法，在美國已應用很久，主要在分解槽壓送空氣攪拌廢水，並加硫酸，使油脂沉澱或成為浮膜物浮在液面，沉澱及浮膜分離後加鹼中和，中和大約要加鹼劑 $1,000\sim 5,000\text{mg/l}$ ，再使污泥與浮膜一齊加熱，加壓過濾，自濾液回收油脂，約 $50\sim 60\%$ 。污泥餅中留 $40\sim 50\%$ 酸處理油脂，油脂BOD去除率各為 77.1 、 49.4% （表一）。但操作時易產生臭味，且所得之澄液PH過低，形成酸性廢水，排出前須再加鹼性物質中和之。

表一 羊毛洗滌廢水酸處理效果

項 目	羊 毛 洗 滌 廢 水	處 理 水	除 去 率 %
總 餘 留 物 ppm	21,360	13,170	38.3
固 定 餘 留 物 ppm	7,900	7,620	3.5
揮 發 性 固 體 ppm	13,460	5,550	58.3
懸 浮 固 體 ppm	11,940	1,510	87.5
油 脂 ppm	7,600	1,820	77.1
BOD ppm	3,315	1,680	49.4

3.漂白粉與生物滴濾池之合併處理

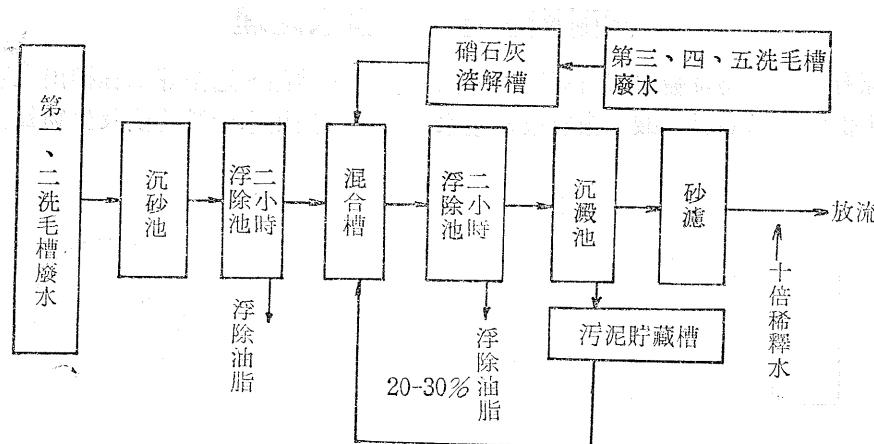
溫廢水的pH降至7.5後，加充分量的 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 以利混凝，靜置約8小時後，取出浮膜與污泥之間澄清液。留下的污泥與浮膜充分攪拌混合，加硫酸至pH 4~5。處理後沉澱污泥減少容積約50%，取出分離液。單用 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 的處理效果，BOD，總固體物的去除率各為41.2%，46.2%。 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 法處理後之廢水，再用滴濾池處理，處理時先混合九倍之返送濾池過濾水，再流入濾池，濾池水量負荷 $14\text{m}^3/\text{m}^3/\text{日}$ ，最後處理水BOD還有 314mg/l 。本法油脂去除率，僅用化學處理法達98%，化學生物處理併用為99%（表二）。

表二 漂白粉與滴濾池合併處理效果

項 目	洗 滌 廢 水	$\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 法 處 理 水	滴 濾 池 處 理 水	除 去 率 %	
				化 學 處 理	化 學 處 理 併 用
濁 度	5,000	217	114	96	98
懸 浮 固 體 ppm	8,900	214	55	88	99
可 沉 澱 固 體 物 %	3.2	0.2	trace	94	100
可 溶 性 物 質 ppm	3,800	87	19	98	99
NO_2-N ppm	0	0	0.2	—	—
NO_3-N ppm	0	31.3	270	—	—
BOD_5 ppm	2,220	776	314	60	86

4. 空氣上浮法

此法乃日本某工廠之處理法，其程序先將第一、二洗毛槽之廢水經沉砂池去除砂土後，浮除二小時，再將浮上之油脂去除，約可除去油脂30~40%。另第三、四、五洗毛槽廢水，濃度較低，先加硝石灰 $2,000\sim3,000 \text{ ppm}$ ，與浮除後之廢水混合，再浮除三小時，收集液面的浮膜，經過沉澱，經砂床過濾後再放流，其程序如下：



此法由浮膜可回收60%油脂，回流20~30%污泥，可節省石灰用量。處理水無色透明，但是BOD，油脂濃度尚高需要稀釋十倍才能達到放流水標準。

5. 厥氧消化及活性污泥合併使用法：

羊毛洗滌廢水可先用高溫醣酵，去除部分油脂，再用活性污泥法處理，可達甚佳之BOD去除率。其概要為先馴養甲烷細菌，菌種可採取沼池或污水，污泥為種植，注入馴養污泥及廢水，用熱交換器或蒸氣保持槽內在 $51\sim53^\circ\text{C}$ 。廢水經高溫醣酵後，原水中的油脂類分解30~40%，BOD去除40~60%，消化液再經過活性污泥法處理，BOD去除率可達85~90%，BOD負荷 $0.8\sim1.0 \text{ 公斤}/\text{m}^3\text{ 日}$ ，空氣量為 $30\sim70 \text{ m}^3/\text{每公斤 BOD}$ 。高溫醣酵槽有機物負荷 $5\sim7 \text{ 公斤}/\text{m}^3/\text{日}$ ，消化日數3~4日最好，本法還在實驗階段，被認為較經濟可行的處理法。

(二)再生纖維工程廢水處理

嫘縈製造過程中，所排出之廢水主要有三，一為鹼性廢水，主要成分為苛性鈉、半纖維素、二硫化碳。二為酸性廢水，含有硫酸、硫酸鋅、二硫化碳、硫化氫，三為硫化廢水為精練工程脫硫時所排出含有硫化鈉為主的廢水，其處理一般先將三種廢水混合後再予處理，處理經曝氣→中和→沉澱→放流，需要時再用濾池，經最後沉澱池的二次處理，其處理程序如下：

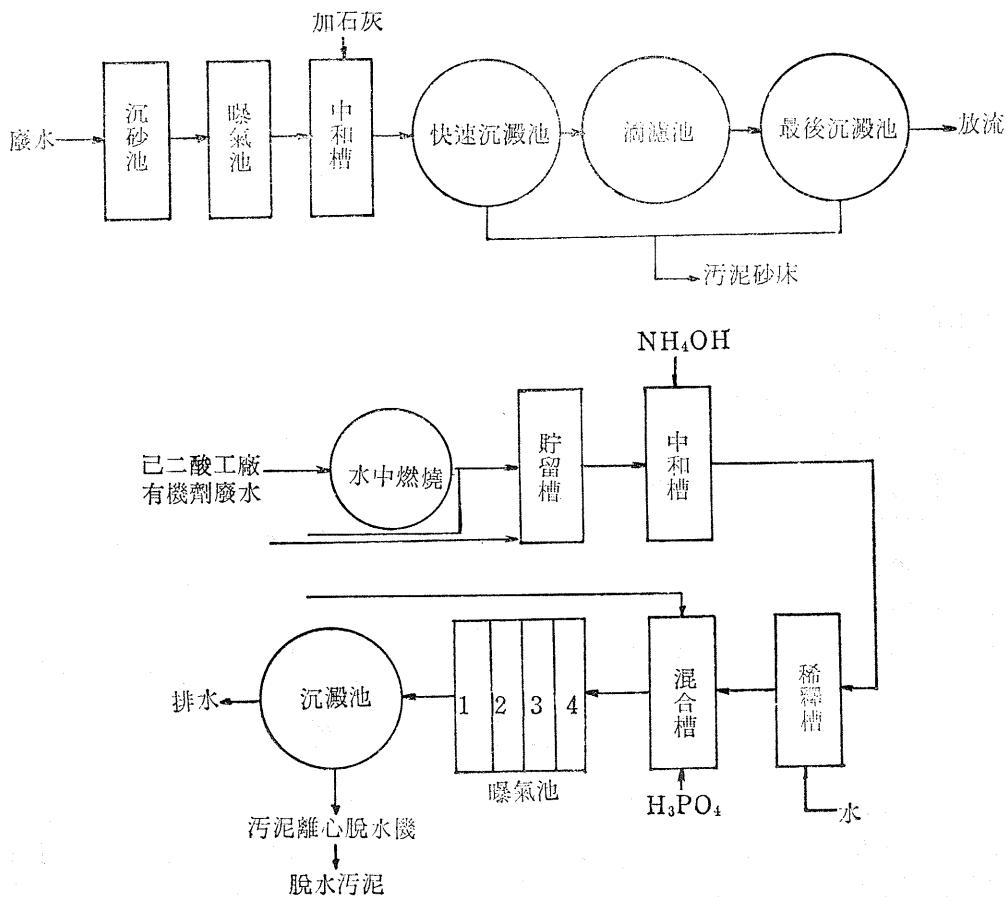
廢水在曝氣池之停留時間視硫化物多寡而定，大約30~40分，空氣量為原廢水量之3~5倍，pH值低可用曝氣揮發硫化氫。曝氣方式亦可用多段或噴水塔或其他曝氣方式，中和槽停留時間約3~5分，為增加混凝效果，需要十分鐘慢攪拌，pH要在7.5以上。沉澱處理可去除BOD 60%，鋅90%，懸浮固體85%，但pH 6左右，鋅去除率僅達50%左右。

沉澱處理水仍含有相當高的BOD或硫化物時，可用生物氧化法，但需注意微生物的環境、營養等。

最近，有利用離子交換法去除廢水中的有害成分，如酸性廢水中含 $ZnSO_4$ 300mg/l, H_2SO_4 1,500mg/l, Na_2SO_4 1,000mg/l，故鋅呈解離狀態，用強酸性陽離子樹脂可回收 $ZnSO_4$ 。但酸性廢水中除 Zn^{++} 外，尚含有其他陽離子，如 Na^+ , Fe^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} 等，不能與 Zn^{++} 交換，今後需進一步的研究。

(三)耐隆製造工廠廢水處理

廢水來源有二：一為雜廢水來自耐隆鹽分離、精練、結晶、過濾等工程排出之廢水，並混入大量冷卻水所組成，二為己二酸工廠有機劑廢水。處理方法用水中燃燒法及生物氧化法，其處理程序如下：



處理時將上述廢水流入貯留槽，再抽定量廢水到中和槽，以氨中和，加三倍河水稀釋。在混合槽加進補足營養 H_3PO_4 ，曝氣池停留時間十二小時，MLSS 250mg/l, BOD負荷 1.2公斤 BOD/日 1 公斤MLSS 經最後沉澱池後放流河川。處理效果 COD去除率85%以上，BOD負荷可達3公斤/日/公斤污泥。廢水含有己二腈，對生物處理有害，需先用他種廢水稀釋到沒有毒性程度再處理。

(四) 奧隆製造工廠廢水處理

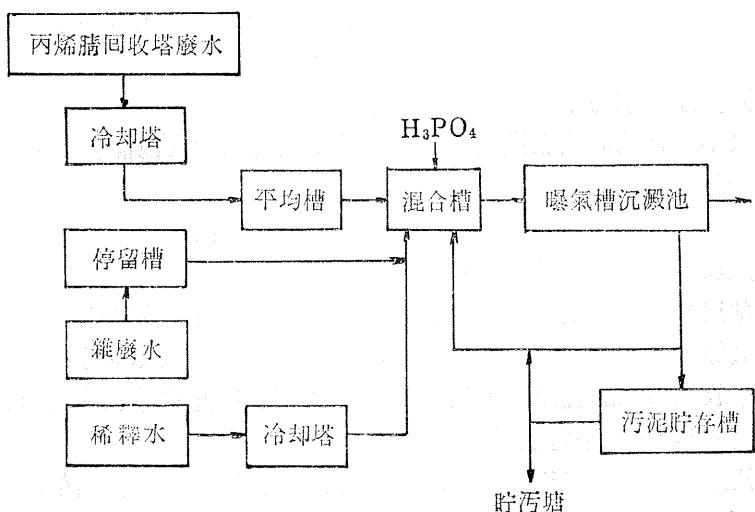
廢水來源有三：一為回收有機溶劑時所產生的廢水，污染物為DMA、DMF，二為丙烯腈回收塔廢水，溫度高達 107°C ，含有無機鹽，丙烯及丙烯晴反應生成物，三為雜廢水，污染物除無機鹽外，亦有DMF、DMA、蟻酸、丙烯等，其廢水處理如下：

1.回收有機溶劑的廢水含有DMA可產生特殊的惡臭，濃度 0.6m/l 以上就有感覺，因此需要分解此種有機物以免空氣污染，據 Saylor 研究可用直接燃燒及觸媒燃燒，燃燒後自29公尺高的煙囪排出。於 $2,600\sim 2,800\text{mg/l}$ 的DMA，可氧化分解 $99.6\sim 99.8\%$ ，若要減少DMA濃度到 10ppm 以下，所需空氣為理論需要量的 $5\sim 6$ 倍。

表三 燃燒法處理回收有機溶劑廢水之效果

燃燒方式	燃燒溫度 $^{\circ}\text{C}$	DMA 濃度		減少率 %
		廢水原來濃度 ppm	燃燒濃度 ppm	
直接燃燒	325	2,600	400	85
	438	2,800	800	72
	270	2,700	6	99.8
直接及觸媒燃燒	290	2,600	4	99.8
	320	2,800	10	99.6

2.丙烯晴回收塔廢水及雜廢水可用活性污泥處理，程序如下：



附錄二、染整廢水的處理建議

(一) 混合廢水的水質調節和 pH 控制

染整廢水先經調節槽及 pH 控制，再排到工業區污水處理廠處理或承受水體或做進一步的廠內處理。由於各染整廠的操作程序各不相同，故不易將調節槽容量一般化。例如，台麗工業公司以普通方法染紗，雖然整個生產程序為批式操作，由於在廿四小時中（一個工作天）交替使用許多的程序槽，而使流量與污染負荷的波動平均化，故雖然調節槽的平均滯留時間，只有 2 小時，但流出的混合廢水濃度相當低，再經混凝／沉降處理，即可達現行臺灣區工廠放流水標準。而其它染整廠的廢水處理調節槽之滯留時間在十六小時以上，或使用較大的調節槽。

除非原廢水已經裝設有效的熱回收設備，否則調節槽的容量將受染整廢水溫度的影響。若放流水溫度很高，且不斷的變化，會使沉降槽中發生溫度及密度的層化作用，而降低沉降效率，同時排放的廢水溫度過高（高於 50°C），會使生物系統中的細菌死亡，並減少其效率。

對每日放流一次的工廠，通常建議其調節槽最小之滯留時間為 8 小時，但實際數值則須視工廠情形而定。若用長滯留時間的延長曝氣法，則調節槽的作用只在使流量均勻，故滯留時間只須 4 小時就够了。此滯留時間所須調節槽的容量亦為使混合設備連續操作所須的最小容量。在混合槽中利用散氣式或機械式的混合作用，使粒子呈懸浮狀態，及流出廢水的平衡作用發揮最大效果。

為了控制調節槽流出廢水的 pH 值，通常至少須要裝置加酸設備，通常用硫酸、鹽酸亦可，使 pH 值維持在 6.5~8.5（或 5~9 以便直接排入衛生下水道），某些情況下，可能須要加鹼，因苛性鈉或碳酸鈉在水中的溶解度大於石灰，故較為適合。因此在此階段中的處理設備必須包括適當的加藥和 pH 控制設備及小型的機械式攪拌接觸槽，其滯留時間至少需要 5 分鐘以達到所須要的中和程度。

(二) 化學處理

染整廠廢液的化學處理是先經化學凝聚法處理，再以重力沉降法分離固、液體，經此處理後可大量減少廢液中的懸浮固體及乳化油脂，但只能有限的減少 BOD，因為可溶性 BOD 大部分不受影響。在下列的情況下，化學處理法是最佳的選擇：

1. 以化學處理即可減少原廢水污染濃度至現行標準。
2. 以化學處理可除去不尋常的高油脂濃度，特別是乳化礦物油或其他潛在的抑制性物質（例如硫），以確保其後的生物處理程序效果。

當已有化學處理設備，但仍須其它的處理設施才能達現行放流標準，則在選擇化學加生物法或直接用生物處理法之前須先做整體的經濟效益評估。

不同的化學混凝劑用於不同的染整廢水；常用的混凝劑有石灰、硫酸亞鐵、氯化鐵、明礬、多元氯化鋁和聚電解質等。最適合的混凝劑和加藥量須由實驗決定。以 60 漏斗型上流式沉澱池或圓形機械刮除徑流式槽收集膠羽的沉澱物，並經常的除去污泥；通常係根據表面負荷 $1 \sim 1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{Hr}$ ，及最小滯留時間 $1.5 \sim 2$ 小時設計。

在製造過程中須使用硫化染料和硫酸鈉，但排放於衛生下水道的硫化物濃度必須小於 10 mg/l ，排放於一般承受水體中則須小於 1 mg/l ，須生物處理之廢水的硫化物濃度最好不要超過

50mg/l，但若用延長曝氣法處理則可達200mg/l。若染整廠不用硫化染料，而用其它的染料，則混合廢水中的殘餘硫化物不再成問題，否則，通常須先除去廢液中的硫化物再排到衛生下水道或廠內的生物處理廠。

將硫化物個別處理或與其它的廢水一併處理，須由工廠仔細研究後決定，觸媒氧化法（鑑為觸媒）已廣用於染整廠的廢水處理，但用石灰和硫酸亞鐵大量沉降的問題。南亞塑膠公司（樹林廠）即採用此法，該公司製程中因使用硫化染料，故須用大量的化學混凝劑（大約290mg/l石灰、570mg/l硫酸亞鐵和3mg/l聚電解質）處理廢水，但能實際的除去污染負荷。

處理工業廢水的浮除設備通常根據表面水力負荷 $3 \sim 5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{H}$ 設計（包括回流水），空氣需要量是根據空氣與固體之比決定，此值範圍約在0.03~0.05，此法通常是在高壓狀態下（加壓系統壓力通常達表壓 5 kg/cm^2 ）使空氣溶於回流的放流液（回流量通常為原廢液流量的30~50%），當回流液流入浮除槽時因減壓而釋出空氣。浮除設備的佔地面積較化學凝聚／重力沉降設備為小，但操作費較高（由於動力費增加），操作亦較複雜。通常若重力沉降法能達到所要求標準且沒有空間的限制，則選用傳統化學處理法。

由於程序中用重鉻酸鉀或鈉為氧化劑，而使染整廢液中含六價鉻離子，六價鉻離子的存在會使生物程序中的細菌中毒，但通常在染整廢液中的濃度相當低（平均在0.5~3mg/l），故可避免此問題；適當的廢液調節作用可避免鉻廢液的震盪。必要時可考慮其它低毒性的氧化劑代替重鉻酸鹽。

某些染整廠由放流處理的研究發現，將某些廢液個別做特殊的處理，在經濟和技術方面皆較有利，例如，將含高油脂濃度的廢液與其它的廢液分離，並單獨的經化學處理，再以被處理過或低污染廢液稀釋，在某些情況下是較佳的處理方式。

(二)生物處理

1.活性污泥法

設廢水強度SS 250, BOD 500, MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) 300mg/l，食微比 (Food-microorganism, ratio) 0.25~0.3，經流量平衡，pH控制，及添加可溶性氮、磷等養分以維持 (C): N: P 之比為 100 : 5 : 1，再經生物處理（生物處理設備之負荷 $0.75 \text{ kg BOD/dm}^3 \text{ tank vol}$ ，滯留時間十六小時）可使放流水質達 SS 200mg/l，BOD 100mg/l。

為了有效的改善放流水質和使較不易被生物分解之有機物能被生物分解的能力提高至最大程度，最好在最終沉降處理前附加延長曝氣設備，在此情況下設MLSS 3,000mg/l，食微比0.07，且曝氣槽負荷 $0.21 \text{ kg BOD/d.m}^3$ ，平均滯留時間廿四小時，即能使放流水質達 SS 20 BOD 40mg/l，同時使剩餘污泥產量達最少。某些染整廢水能以較短的曝氣時間而剩餘污泥產量較多的方式，達到 SS 40, BOD 20 的放流標準，但須以實際的廢水做可處理性的研究來決定。

若以傳統活性污泥法處理放流水至 SS 200, BOD 100 時空氣需要量為 $1.7 \text{ kg O}_2 \text{ transferred/dkg BOD removed}$ ，若改用低速機械式曝氣器或散氣式曝氣系統，則需要量為 $1.5 \text{ kg O}_2 \text{ transferred/kwh}$ ，動力需要量為 $30 \sim 38 \text{ W/m}^3$ ，以維持適當的曝氣狀態和良好的混合狀態。若以延長曝氣法處理則需氧量為 $2.2 \sim 2.4 \text{ kg O}_2 \text{ transferred/d kg BOD removed}$ ，動力需要量遠高於達需氧量所要求的。

若工廠中已有化學處理設備，但放流水仍未達標準，為了達現行或未來的放流標準，且維持原有之設備，則可考慮加裝生物處理設備，各單元體積的設計參數與上述類似。例如，設化學處理法的BOD去除率為30%，原廢水的平均濃度為BOD 500mg/l，則放流液的BOD為350mg/l，再以傳統活性污泥法或延長曝氣法處理（滯留時間分別為11.2小時或1.7天），可使放流濃度為SS 200、BOD 100或SS 40、BOD 20。

染整廢水中通常含相當多的肥皂、清潔劑和界面活性劑，當廢液劇烈攪拌時，此類物質會產生泡沫，如果曝氣槽中MLSS濃度很高，則可減少起泡，但在整個處理過程中仍有大量泡沫產生。通常防止泡沫產生的方法為沿曝氣槽頂邊（top edge）裝置一系列的噴嘴（spray nozzle），被處理過的廢水或清潔的水以連續式或定時式（time-clock controlled）的噴出，或直接加少量的消泡劑至曝氣槽。

最終沉澱池的表面負荷為 $0.8\sim1.0\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ 或 $0.6\sim0.8\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ ，相對應的放流標準為SS 200、BOD 100或SS 40、BOD 20，滯留時間為2.5~3.5小時。並用污泥泵將剩餘污泥送回曝氣槽，以彌補生物生長。

活性污泥設備通常可達相當程度的脫色作用，而可避免或減少承受水體的美觀問題，關於此問題可以用短滯留時間的旋轉生物接觸系統（shorter-retention rotating biological contactor system）處理。若在生物處理之後，某些廢水仍呈有色狀態，此與生產過程中所用染料的種類及量有關，若殘餘的顏色仍是問題，則須採用氯化、臭氧化、活性碳吸附等方法處理。然而因殘餘顏色的程度無法做進一步的預測，故在此無法做進一步的處理建議。

2. 旋轉圓盤法：

通常很難比較RBC（rotating biological contactor）和活性污泥處理系統在設備費上的差別，最適選擇須仔細研究處理方法而定；大部分是根據圓盤和驅動設備或活性污泥法的曝氣設備須由進口或可由臺灣製造決定。但因RBC法動力費較低，故比傳統式或延長曝氣式活性污泥法受歡迎。

RBC處理設備的設計是根據可溶性BOD／圓盤表面積，且須慎重的採用較保守的設計參數，因為染整廢液的平均懸浮固體濃度相當低，生化需氧量亦很低，故假設廢液中平均總BOD 500mg/l，相當於可溶性BOD 400mg/l，且被生物分解速率很慢，宜選用二階RBC處理設備，在第一階段中BOD去除率為 10.5 g BOD/dm^3 ，使可溶性BOD降至150mg/l；第二階段中負荷率為 $13\text{ g 或 }7\text{ g 可溶性 BOD/m}^3\text{d}$ ，使在沉降後能分別達總BOD 100mg/l 或 20mg/l（即平均總BOD 60或15），平均可溶性BOD 30或10）。

RBC設備後的沉降槽，與活性污泥設備後的類似皆根據水力負荷設計，並須經常的除去污泥，但RBC法不須回流污泥，由於染整廢液的可處理性的不同和RBC法的滯留時間很短，根據所採用的廢液的平均負荷，無法確保任何時候都能維持在高放流標準，即SS 40，BOD 20；但由初步設計階段之可處理性的研究，認為選擇此法仍是有利的。

於附錄中所列的RBC處理設備的單元設計是根據介質之型式的有效表面積為 $9,220\text{m}^2/\text{unit}$ 而設計，此值亦因各製造商而異。

必須注意的是在化學處理後，須要直接以RBC法處理原廢水，這是因為原廢水中大部分可溶性BOD不受化學處理的影響。