

# 染整工業廢水處理

曾四恭\*

## 一、緒論

染整廢水按纖維產品不同，可分棉紗、毛紡、及人造纖維三類廢水。各類染整廢水又因工廠製造方法，作業程序及染整技術上之差異，其水質水量每有變化。此同類廢水間之多變性乃所有工業廢水之特色。就簡而言，染整廢水水質特性為(一)強鹼性(二)高色度(三)含高有機質(高BOD質)(四)高油脂量及(五)常含大量固體懸浮物。熟悉此一通性及為染整廢水尋求處理方法之始，應為設計各處理單元前所必備之知識。

現有處理染整廢水之方法與設備頗衆，但如何選用合適之處理方式除如上述需考慮各工業廢水質及量之特徵外，並取決於廢水所必須處理之程度。所謂處理程度乃與一般之「放流水標準」直接相關，標準愈寬容則處理程度愈可降低，所須處理程度降低，則設計要求即可稍容疏鬆；反之亦然。

處理染整廢水之方法，可歸屬三大類，一曰物理處理方式如沉澱槽之沉澱等，二曰化學方式如中和、混凝、氯化等，三曰生物方式如曝氣槽之活性污泥法等。染整廢水究竟採用何種方法處理，則要視廢水性質而定。

## 二、羊毛洗滌廢水之處理

### (一) 混凝沉澱法

混凝劑鐵鹽、鋁鹽均有良好之處理效果，據臺灣某毛紡廠廢水實驗結果，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，加藥最多，沉澱24小時，污泥量乃有30—50%。不能用污泥砂床乾燥，為其劣點。

### (二) 硫酸處理法 (Acid Craking Method)

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，主在分解槽壓送空氣攪拌廢水，並加硫酸，使油脂沉澱成為浮膜浮在液面，沉澱及浮膜分離後加鹼中和，中和大約要加鹼劑1000—5000 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—60%。污泥餅中留40—50%酸處理油脂，油脂BOD去除率各為77.1、49.4%。但操作時易產生臭味，且所得上澄液PH過低，形成酸性廢水，排出前須再加鹼性物質中和之。

### (三) 空氣上浮法 (Air Flotation)

\* 臺灣大學環境工程研究所教授

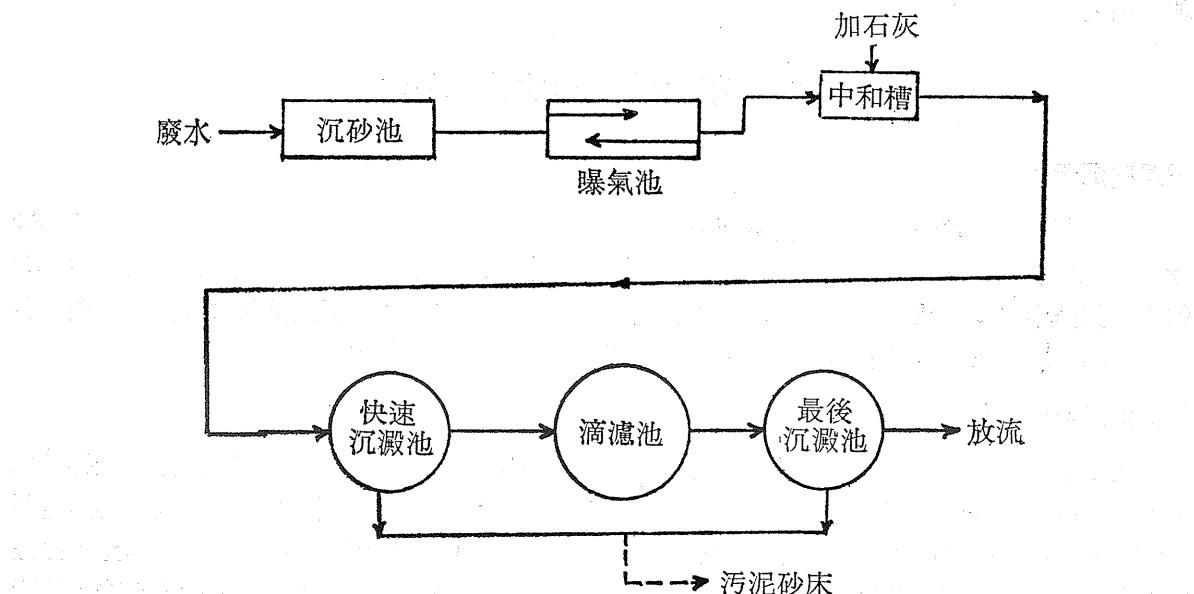
此法乃日本某工廠之處理法，其程序先將第一、二洗毛槽之廢水經沉砂池去除砂土後，浮除二小時，再將浮上之油脂去除，約可除去油脂30—40%。另第三、四、五洗毛槽廢水，濃度較低，先加硝石灰，與浮除後之廢水混合，再浮除三小時，收集液面的浮膜，經過沉澱，經砂床濾過後再放流，此法由浮膜可回收60%油脂，回流20—30%污泥，可節省石灰用量。處理水無色透明，但是BOD，油脂濃度尚高，需要稀釋10倍才能達到放流水標準。

#### 四厭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，除去部份油脂，再用活性污泥法處理，可達甚佳之BOD除去率。其概要為先馴養甲烷細菌，菌種可採取池沼或污水、污泥為殖種，注入馴養污泥及廢水，用熱交換器或蒸氣保持槽內在51—53°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—1.0公斤/m<sup>3</sup>/日，空氣量為30、70m<sup>3</sup>/每公斤BOD。高溫醣酵槽有機物負荷5—7公斤/m<sup>3</sup>/日，廢水供給速度為0.25~0.35m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>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。

### 三、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，需要時再用滴濾池，經最後沉澱池的二次處理，其處理程序如下：

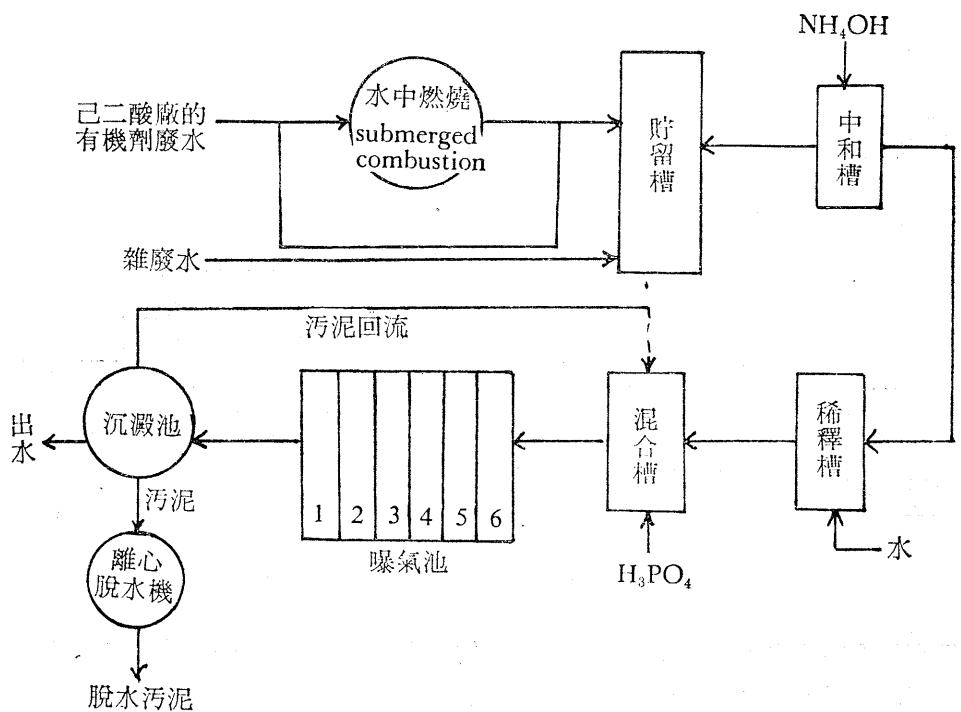


廢水在曝氣池之停留時間視硫化物多寡而定，大約30—40分，空氣量為原廢水量之3—5倍，pH值低可用曝氣揮發硫化氫。曝氣方式亦可用多段式噴水塔或其他曝氣方式，中和槽停留時約3—5分，為增加混凝效果，需要10分鐘慢攪拌，pH要在7.5以上。沉澱處理可去除BOD60%，鋅90%，懸浮固體85%，但pH 6左右，鋅去除率僅達50%左右。

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。

#### 四、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、精製、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至貯留槽，再以定量廢水到中和槽，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12小時，MLSS 2500 mg/l, BOD 負荷 1.2公斤 BOD /日/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/公斤污水。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。

#### 五、奧隆製造工廠廢水

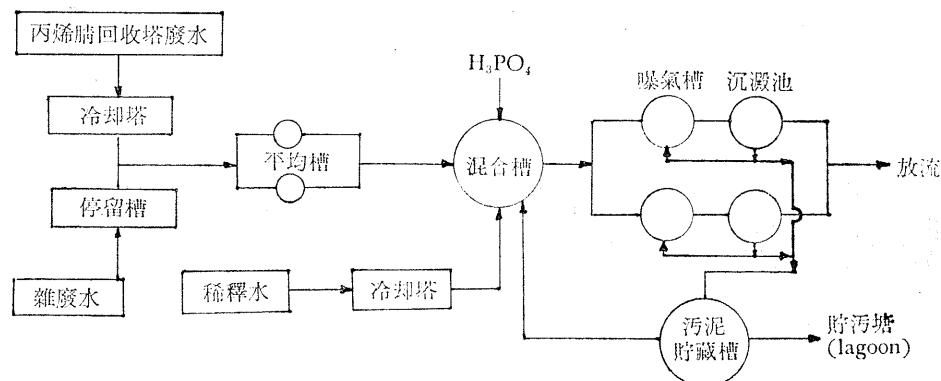
廢水來源有三，一為回收有機溶劑時所產生的廢水，污染物為 DMA、DMF；二自丙烯腈回收塔廢水，溫度高達 107°C，含有機鹽，丙烯及丙烷腈反應生成物；三為雜廢水，污染物除無機鹽外，也有 DMF、DMA、蟻酸、丙烯等，其廢水處理如下：

- (1)回收有機溶劑的廢水含有 DMA，可產生特殊的臭味，濃度 0.6 mg/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 Taylor 研究可用直接燃燒及觸媒燃燒，燃燒後自

表一、燃燒法處理回收有機溶劑廢水之效果

燃燒方式	燃燒溫度 °C	DMA濃度		減少率 %
		廢水原來濃度 ppm	燃燒濃度 ppm	
直接燃燒	325	2600	400	85
	438	2800	800	72
直接及觸媒 燃燒	270	2700	6	99.8
	290	2600	4	99.8
	320	2800	10	99.6

(2)丙烯腈回收塔水及雜廢水可用活性污泥處理，程序如下：



29公尺高的煙囪排出。於 2600-2800 mg/ℓ 的 DMA，可氧化分解 99.6—99.8%，若要減少 DMA 濃度到 10 ppm 以下，所需空氣為理論需要量的 5—6 倍。

## 六、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、生物學處理法：

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留槽，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。如用地許可污水塘也可得良好效果。但對一些沒有污染之廢水如冷凝水不用處理便可排放或含有毒性物質，以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為二級處理，可使廢水 BOD 值減少到 10 mg/ℓ 以下，濾料有砂、岩石、煤渣等。

(二)化學處理法：

- (a)pH 值調節法：使用酸鹼劑中和廢水，使廢水 pH 達到放流標準，或利用生物處理。
- (b)氧化還原法：有些廢水含有還原性之染料、助劑，在它做其他處理之前，使用一些氧化劑如氯氣、漂白粉等、氧化，對除色及 COD 效果良好。
- (c)藥品混凝法：混凝沉澱以用硫酸亞鐵、硫酸鋁為佳，以硝石灰調節 pH，工廠廢水量少時，中和混凝可用桶分式，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二。

表二、各染料混凝脫色效果

染 料	加 藥 量 (lb/1000 gal)		效 果	
	混 凝 劑 及 用 量	石灰用量	pH 變 化	除色率%
苯 胺 黑 染 料	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.9	6.5— 7.0	83.8
	FeSO <sub>4</sub>	2.3	6.5— 6.9	80.0
	FeCl <sub>3</sub>	1.5	6.5— 7.7	83.8
	—	6.3	6.6—11.7	80.0
顯 色 染 料	FeSO <sub>4</sub>	11.6	3.5— 5.6	85.0
	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	18.3	3.3— 7.0	65.0
直 接 染 料	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2.8	10.8— 3.6	75.0
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	7.4	10.8— 4.3	75.0
	FeCl <sub>2</sub>	3.4	10.8— 3.5	85.0
	FeSO <sub>4</sub>	3.5	10.8—11.9	90.0
靛 藍 染 料	—	7.0	10.5—11.8	65.0
	FeSO <sub>4</sub>	5.8	10.5—11.5	94.5
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	10.0	10.5— 4.2	65.0
	CaCl <sub>2</sub>	154.0	10.5— 8.2	94.5
萘 酚 染 料	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21.8	11.6— 4.5	99.0
	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	27.8	11.6— 6.0	99.5
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	55.8	11.6— 4.5	99.5
	FeCl <sub>2</sub>	33.9	11.6— 5.6	99.5
硫 化 染 料	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	36.5	11.7— 3.5	99.0 (H <sub>2</sub> S)
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	58.0	11.7— 5.0	99.0 (H <sub>2</sub> S)
	FeSO <sub>4</sub>	214.4	11.7— 8.3	99.7
建 染 染 料	FeSO <sub>4</sub>	9.8	11.7—11.1	85.0
	FeSO <sub>4</sub>	116.0	11.7—11.0	87.5
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	232.5	11.7— 6.3	87.5

(d) 吸附法：

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，重複使用。

(e) 生物處理法：

退漿廢水 BOD 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 (oxidation pond)，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，故要以補充，處理效果才會好。

染整廢水經過滴濾池處理後，再用氧化塘處理，可得甚佳之有機物除去效果。經過滴濾池處理後，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，滴濾池約可除去 75% 之 BOD。滴濾法由於建設費用大，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 英尺，有顏色時為 3 英尺，廢水停留時間 30 天，負荷 50 lb/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，也不要初步沉澱池及污泥消化，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  $1400 \text{ mg/l}$ ，處理後 BOD 減少到  $11 \text{ mg/l}$ 。