

# 皮革、染整、電鍍等工業水污染防治(二)

## 貳、染 整 工 業

吳興渝\* 王宏敏\*\*譯

### 一、染整工業之製程作業

在羊毛、棉花、合成和混合纖維染整廠中須要大量水的操作的製程有：

- (1)褪漿 (desizing)
- (2)精練 (scouring)
- (3)洗清 (post-fulling rinsing)
- (4)漂白 (bleaching)
- (5)絲光 (mercerizing)
- (6)染色 (dyeing)
- (7)印花或加脂之皂洗 (soaping of printed goods or resin-finished fabrics)

在上面的每一製程後皆須經一段或多段的水洗

在褪漿過程中，可溶性澱粉，酸或酵素，膠體雜質，例如樹膠 (gums)，防腐劑等存在溶液和之後的清洗水中。精練程序中，苛性鹼 (caustic alkalis)，表面活性劑，蠟 (wax)，無機的分離劑 (inorganic sequestering agent)，各種化學助劑 (miscellaneous auxiliaries)，肥皂或清潔劑等物質污染水。漂白過程的放流水可能含游離過氧化物 (free peroxide)，石灰污泥 (lime sludge，在用漂白粉的工廠中)，活性的氯 (active chlorine)，碱和分離劑等。蒸洗 (fulling) 僅為羊毛工廠所需，可將疏織毛 (loosely-woven wool)，緊縮為密織毛 (tight, closely-woven wool)，傳統式製程中使用肥皂、苛性鈉、和分離劑，但有時亦用酸性蒸洗劑 (acid-fulling) 和合成蒸洗劑 (synthetic-fulling)，因為放流水中含這些藥品的殘餘物故須進一步的水洗。絲光程序可增加棉布 (cotton fabric) 的光澤、強度、和染料的吸收能力，其放流水為高鹼性，甚至其苛性鈉可回收再用。染色過程的放流水可能含多種雜質，例如數種電解液，表面活性劑、染料或顏料、還原劑、碱、氧化劑、醋酸、另外可能還含鐵離子、鉻離子或硫化物。在印花過程，皂洗和清洗後之溶液可能含樹膠、澱粉、染料或顏料之樹脂 (resin)、甘油、電解液和氧化／還原劑等。

### 二、廠內製程改善及控制

當評估放流量和污染負荷時，除了考慮所有減少廢水的方法外還應考慮下列因素：

1. 放流水或冷卻水再用的可能性。

\* 經濟部工業局第七組專員

\*\* 經濟部工業污染防治技術輔導小組研究員

2. 收集和再用以蒸氣間接加熱產生的冷凝水。
3. 廢水採階梯式的再用，就是將一程序的放流水做為另一程序的原水 (raw-water)，即一般所謂的逆洗法。
4. 檢查製程之設備 (槽、閥、水龍頭、泵的防漏部分 (pump glands)，輸送管線，加熱旋管 (heating coil))，例如，僅由泵之接合的洩漏就可達 7~8 l/h。
5. 在所有橡皮管上加裝噴水控制閥 (pistol-grip valve)。
6. 使用水表 (water meter) 做局部的用水管制 (local control)。
7. 儘可能將特殊的污染物或有毒廢棄物分離，做個別的處理和處置。
8. 在管線入口處裝置反虹吸設備和自動關閉閥 (self closing valve) 以利於調整水量。
9. 在須要的地方裝置滴盤 (drip trays) 和防濺板 (splash guards)。
10. 儘可能的使用乾式清理法，代替常用的水洗法。
11. 定期檢查槽的內襯，以避免因損壞而使廢水排放超過處理負荷。

下面是從事研究染整工業減少廢汚物的方法，值得加以考慮之處爲：

(1) 以低 BOD 的化學藥品取代高 BOD 的化學藥品，例如，天然的漿料含可消化的澱粉，故會造成高 BOD，但可以合成漿料取代，其 BOD 比天然漿料少 99%，故較為適合。下表為上漿程序所用之天然和合成染料的 BOD 值。

漿 料	漿 料 (天然(N)或合成(S))	kg BOD <sub>5</sub> /kg 漿料
糊 精 (british gum)	N	0.690
玉米澱粉 (酸化) (corn starch, acid-modified)	N	0.477
羧甲基纖維素 (carboxymethyl cellulose (CMC))	S	0.009
甲基纖維素 (methyl cellulose)	S	0.0016
聚乙烯醇 (polyvinyl alcohol)	S	0.0016
聚苯乙烯衍生物 (polystyrene derivatives)	S	0.0012

儘可能以低 BOD 的清潔劑取代高 BOD 的肥皂，但若廠內的放流水處理須使用生物處理法，則要避免用不能被生物分解或生物分解很慢的清潔劑，這是因為此類清潔劑會使起泡的問題 (foaming problem) 更嚴重，特別是在劇烈攪拌時 (例如在活性污泥處理程序)。同樣的，不易被生物分解的硬性清潔劑亦不宜排至下水道或承受水體。

(2) 在染色操作中儘可能以無機酸取代醋酸或其鹽類，因醋酸產生之 BOD 相當高，大約 0.54 kg BOD / kg 酸。

(3) 以較適合的化學藥品取代對生物處理放流系統有害或增加處理困難的藥品，例如以過氧化氫取代重鉻酸鈉或重鉻酸鉀 (含 Cr<sup>+6</sup>) 做氧化劑，選擇無毒性的染料代替有毒性的硫化染料／鈉一硫化物 (sulphur-dye/sodium-sulphide)，因為此類藥品會增加廢水處理的困難。

(4) 自熱的放流水中回收熱可減少工廠鍋爐的負荷，故可減少鍋爐燃料的需要量和有關的費用，同時可減少生物處理前過高之廢水溫度。簡單的方法是用含一組加熱旋管的熱交換器，旋管內

爲循環的程序水，將旋管置於熱的放流水中，如此可避免傳統的雙重旋管熱交換器前所需的細節處理，值得注意的是目前臺麗公司已採用此種熱回收系統，將放流水溫度由 50°C 降至 40°C，同時程序用水的溫度由 30°C 升至 70°C。

### 三、染整作業廢水之特性

染整工業廢水的特性爲其水質的多變性，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，故放流水的水質是因製程、季節、顏色、紗 (cloth) 的種類、加工方法、操作方法和染劑、顧客的要求等因素而異。

染整工業製程廢水之耗氧量，主要係由可溶性或膠體狀之有機物所造成，其混合廢水通常爲鹼性、熱的 (hot)，和不同的顏色；BOD 濃度的範圍大約在 200 mg/l 至 800 mg/l 且有時更高，此值與操作條件有關，非沉降性 (non-settleable) 懸浮固體濃度約爲 100-400 mg/l，COD 平均值約爲 BOD 值的2—3倍，且養分含量相當低。

### 四、染整工廠的廢水排放系統

實地考察六家染整工廠的廢水平均放流量在 1400~1500 m<sup>3</sup>/d，但臺灣其它染整廠之放流流量遠低於此量，根據經驗建議放流流量採用 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 及 5000 m<sup>3</sup>/d，程序設計係根據總平均廢水強度 SS 250 mg/l 及 BOD 500 mg/l，但此值因工廠而異。在此情況下，處理單元的設計是根據污染負荷而非水力負荷，且與容量大小成比例。

通常染整廠生產程序的不同，會造成廢水強度的變化而產生總廢液處理性的差異 (overall waste treatability)，排放於各種承受水體的放流處理程序分述如下。

#### 標準一：排放之承受水體適用於衛生下水道或工業區綜合污水處理廠

若有足夠的處理能力，則大部份的情況下僅經流量調節和 pH 控制，即達平均強度 SS 250 mg/l, BOD 500 mg/l，而可排放於綜合污水處理廠。但當有乳化油脂或硫化物（來自硫化染料 (sulphur dyeing)）存在時，BOD 強度則相當高，在此情況下須進一步的化學方法處理。處理流程如圖一。

#### 標準二：排放之承受水體適用於現行工廠放流水標準

廢水經流量調節，pH 控制和添加養份後再以傳統活性污泥法或 RBC 生物法處理可達 SS 200, BOD 100 的標準，因爲化學處理如未加生物處理通常(雖非全部)不能符合放流水標準，由總經濟效益及減化處理程序設計的觀點，通常優先考慮使用單階生物處理，但在下列情況時例外：

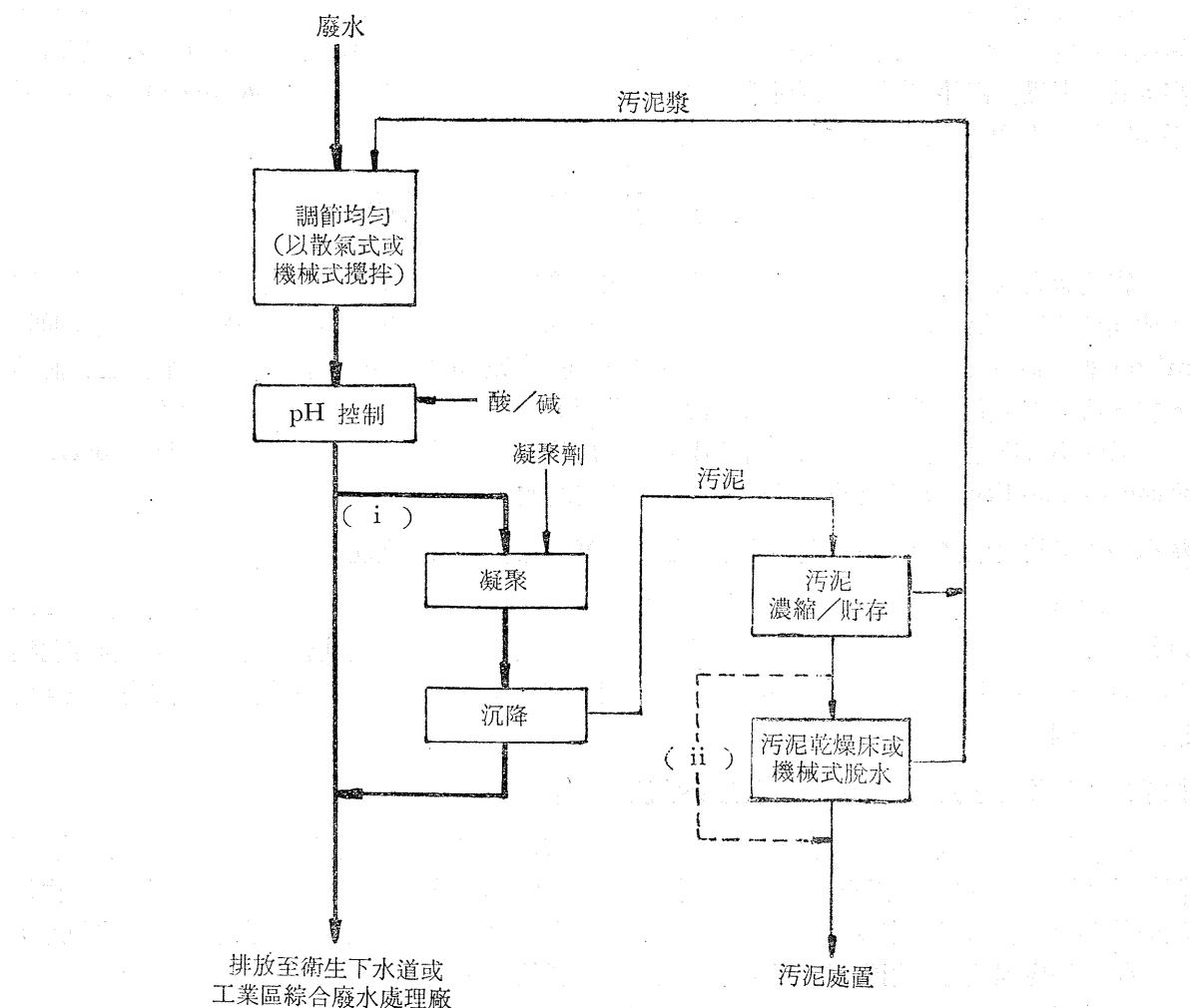
- (1)化學處理法已達相當程度，但不足以符合現行放流水標準。
- (2)僅用化學處理法即可達須要的標準 (下水道或現行排放標準)。
- (3)以化學處理法除去潛在的抑制物質，可有助於其後的生物處理程序。

在上述情況下，須要詳細比較使用化學處理設施，化學加生物處理設施或較大的單階生物處理設施的花費。成本評估中必須包括污泥處理所須的費用。若只用傳統活性污泥法則在廠內須有污泥消化及脫水設備，處理流程如圖二。

### 標準三：排放之承受水體適合於未來較嚴的放流水標準

在此階段中的主要處理建議與第二階段類似，但必須增加生物處理能力，使放流標準達 SS 40, BOD 20，染整廢水的生物消化速率通常低於家庭污水，故應根據延長曝氣的觀念，設計活性污泥處理廠。當選用 RBC 處理廠時，因 RBC 系統的水力滯留期很短，而某些染整廢水不易被生物分解，除非降低污染負荷，否則不易達到所要求的標準，故為一種不經濟的設計。故應以實驗室中生物分解度的研究做為放大 (full scale) 設計的基礎，以決定最適生物處理程序。

為達到未來的排放標準可能須同時使用化學及生物處理方式設計，實際上是否須要生物處理，則視化學處理是否能達到所要求的標準。處理流程如圖三。

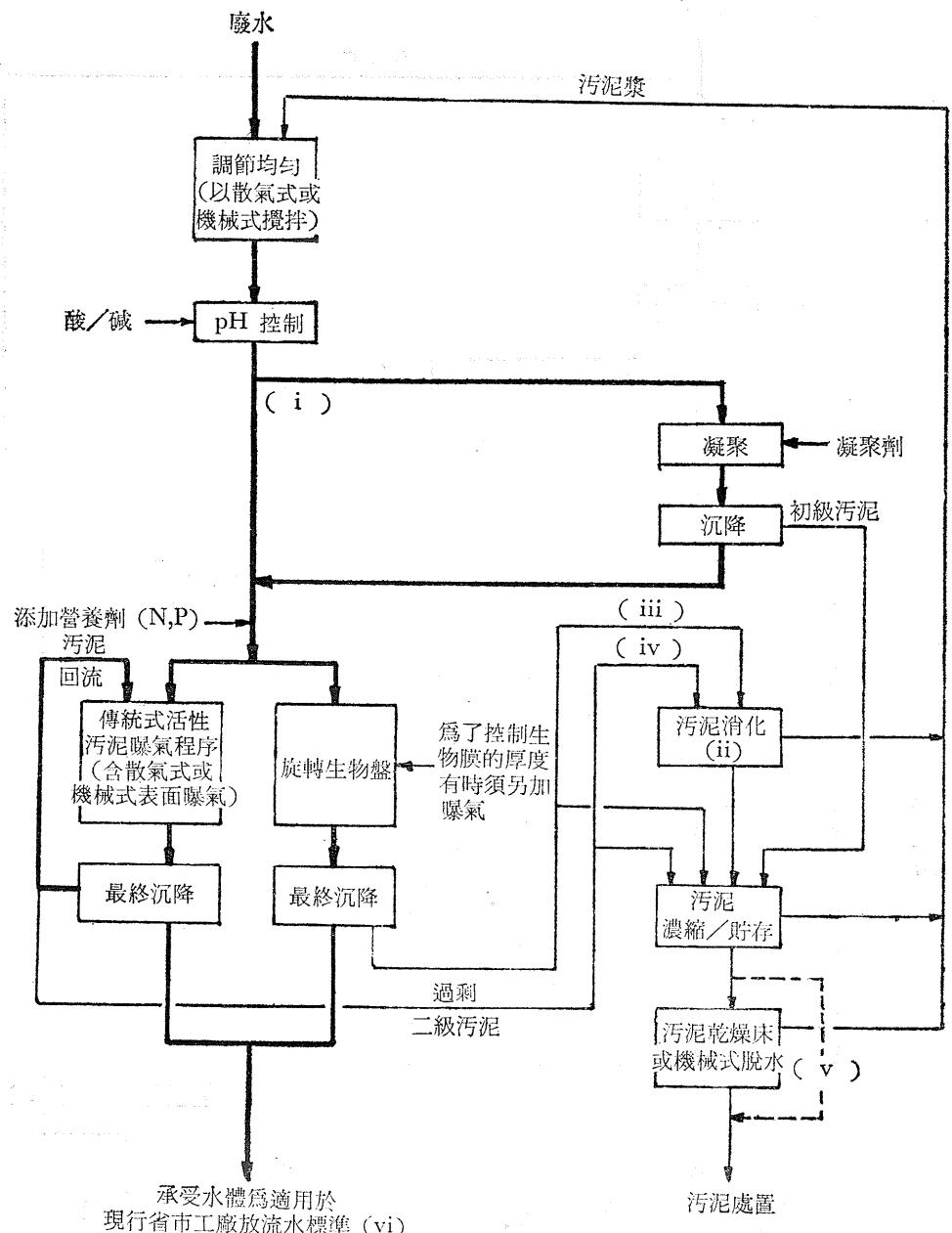


註：

( i ) 應優先考慮不加化學凝聚／沉降處理。

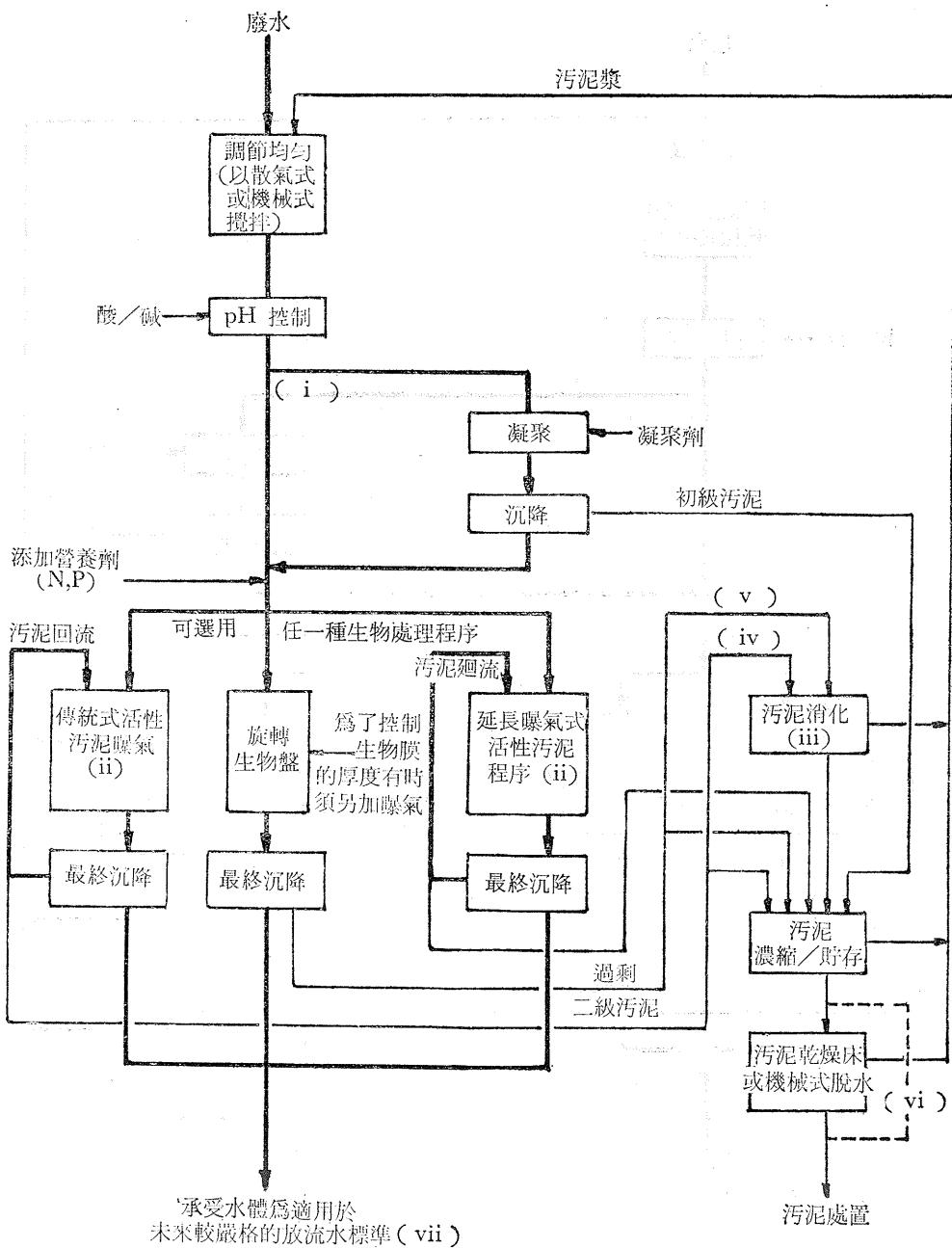
( ii ) 在某些情況下可將污泥漿送到當地的集中處理廠理。

圖一 排放之承受水體適用於衛生下水道及工業區綜合污水處理廠之處理流程



- 註：( i ) 應優先考慮不加化學凝聚／沉降處理。  
 ( ii ) 通常為好氣性消化。  
 ( iii ) 如未有化學處理產生的初級污泥使過剩活性污泥易於脫水，則過剩活性污泥就須要考慮以消化處理。  
 ( iv ) RBC之腐殖性污泥 (humus sludge) 的消化不是必須的，但若有不能被接受的臭味問題則須考慮消化處理。  
 ( v ) 在某些情況下可將污泥漿送到當地的集中處理廠處理。  
 ( vi ) 設處理後放流水之平均水質為 SS 120, BOD 60，符合現行省市工廠放流水標準。

圖二 排放之承受水體適合於現行工廠放流水標準之處理流程



- 註：( i ) 優先考慮無化學凝聚／沉降的操作。
- ( ii ) 活性汙泥系統中使用散氣式或機械式表面曝氣器。
- ( iii ) 通常為好氣性消化。
- ( iv ) 如未有化學處理產生的初級汙泥使過剩活汙泥易於脫水，則過剩活性汙泥就須要考慮以消化處理。
- ( v ) RBC 之腐植性汙泥的消化不是必須的，但若有不能被接受的臭味問題則須考慮消化處理。
- ( vi ) 在某些情況下可將汙泥漿送到當地的集中處理廠處理。
- ( vii ) 設處理後放流水之平均水質為 SS 30, BOD 15，符合未來較嚴的放流水標準 SS 40, BOD 20。

圖三 排放之承受水體適合於未來較嚴的放流水標準之處理流程

## 五、染整廢水的處理

### (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的須要一般化。例如，臺麗工業公司以普通方法染紗 (dyed yarn)，雖然整個生產程序為批式操作，由於在 24 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，故雖然平衡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，而其它染整廢水處理的調節槽之滯留時間皆在 16 小時以上，或使用較大的調節槽。

除非原廢水已經過有效的熱回收設備處理，否則調節槽的容量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 (thermal and density stratification)。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，但實際值則視工廠情形而定。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 小時就足夠。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，及放流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 (acid-dosing) 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 (caustic soda) 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 (mechanically-stirred contact tank)，其滯留時間至少須要 5 分鐘以達到所須要的中和程度。

### (二) 化學處理

染整廠廢水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) 以化學處理可除去特別高的油脂濃度 (grease concentration)，尤其是乳化礦物油 (emulsified mineral oil) 或其它潛在的抑制性物質 (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 (alum)、多元氯化鋁 (polyaluminium chloride) 和聚電解質 (polyelectrolytes) 等。最適合的混凝劑和加藥量須由實驗決定。以 60° 漏斗型上流式澄清器 (60° hopper-bottom upwardflow clarifier) 或圓形機械刮除徑流式槽 (circular mechanically scraped radial-flow tank) 收集膠羽

(floc) 的沉澱物，並經常的除去污泥；通常係根據表面負荷 (surface loading)  $1\text{--}1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$  及最小滯留時間 1.5—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  $10 \text{ mg/l}$ ，排放於一般承受水體 (watercourse) 中則須小於  $1 \text{ mg/l}$ ，須生物處理之廢水的硫化物濃度最好不要超過  $50 \text{ mg/l}$ ，但若用延長曝氣法處理則可達  $200 \text{ mg/l}$ 。若染整廠不用硫化染料，而用其它的染料，則混合廢水 (combined wastewater) 中的殘餘硫化物不再成問題，否則，通常須先除去廢水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 (catalytic oxidation, 鐵為觸媒) 已廣用於染整廠的廢水處理，但用石灰和硫酸亞鐵處理的方法更為普遍，並以空氣浮選法 (dissolved-air flotation) 可克服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  $290 \text{ mg/l}$  石灰、 $570 \text{ mg/l}$  硫酸亞鐵和  $3 \text{ mg/l}$  聚電解質) 處理廢水，但能實際的除去污染負荷。

處理工業廢水的浮選設備通常根據表面水力負荷 (surface hydraulic loading)  $3\text{--}5 \text{ m}^3/\text{m}^3\cdot\text{h}$  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  $0.03\text{--}0.05$ ，此法通常是在高壓狀態下 (加壓系統壓力通常達表壓  $5 \text{ kg/cm}^2$ ) 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%)，當回流流入浮選槽時因減壓而釋出空氣。浮選設備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  $0.5\text{--}3 \text{ mg/l}$ )，故可避免此問題；適當的廢液調節作用 (blancing) 可避免含鉻廢液的震盪 (shock)。必要時可考慮以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，將某些廢液各別做特殊的處理，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他的廢液分離，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。

### (三) 生物處理

#### 1. 活性污泥法

設廢水強度 SS 250, BOD 500, MLSS (mixed liquor suspended solid)  $300 \text{ mg/l}$ ，食微比 (food-microorganism, FM ratio)  $0.25\text{--}0.3$ ，經流量調節，pH 控制，及添加可溶性氮、磷等養分以維持 BOD 去除率 : N : P 之比為  $100 : 5 : 1$ ，再經生物處理 (生物處理設備之負荷  $0.75 \text{ kg BOD/d}\cdot\text{m}^3 \text{ tank vol}$ ，滯留16小時) 可使放流水質達 SS 200, BOD 100。

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的被生物分解能力最大化，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  $3000 \text{ mg/l}$ ，食微比 0.07，且曝氣槽負荷  $0.21 \text{ kg BOD/d}\cdot\text{m}^3$ ，平均滯留時間 24 小時，即能使放流水質達 SS 20, BOD 40，同時使剩餘污泥產量最小化。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  $1.7 \text{ kg O}_2 \text{ transferred/d kg BOD removed}$ ，若改用低速機械式曝氣器 (low speed mechanical aerators) 或散氣式曝氣系統 (diffused-air aeration system)，則需要量為  $1.5 \text{ kg O}_2 \text{ transferred/kwh}$ ，動力需要量為  $30-38 \text{ w/m}^3$ ，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須氧量為  $2.2-2.4 \text{ kgO}_2 \text{ transferred/d.kgBOD removed}$ ，動力須要量遠高於達須氧量所要求的。

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 (unit) 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  $500 \text{ mg/l}$ ，則放流液的 BOD 為  $350 \text{ mg/l}$ ，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 (foam)，如果曝氣槽 MLSS 中濃度很高，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 (antifoam agent) 至曝氣槽。

最終澄清器 (final clarifier) 的表面負荷為  $0.8-1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  或  $0.6-0.8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ，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。並用污泥泵將剩污泥送回曝氣槽，以維持微生物滋長。

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色度問題 (aesthetic problems)，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，則須採用氯氧化、臭氧氧化、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. 旋轉生物盤 (RBCs)

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本地自製決定。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，故假設廢水中平均總 BOD  $500 \text{ mg/l}$ ，相當於可溶性 BOD  $400 \text{ mg/l}$ ，且被生物分解速率很慢，宜選用二階段 RBC 處理設備，在第一階段中 BOD 去除率為  $10.5 \text{ g BOD/d.m}^2$ ，使可溶性 BOD 降至  $150 \text{ mg/l}$ ；第二階段中負荷率為  $13 \text{ g or } 7 \text{ g 可溶性 BOD/m}^2 \cdot \text{d}$ ，使在沉降後能分別達總 BOD  $100 \text{ mg/l}$  或  $20 \text{ mg/l}$  (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 法不須回流汚泥，由於染整廢液的可處理性 (treatability) 的不同和 RBC 法的滯留時間很短，根據所採用的廢水的平均負荷，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。

於附表一中所列之處理設備的 RBC 單元設計，是根據介質之型式 (modular units) 的有效表面積為  $9220 \text{ m}^2/\text{unit}$  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。

附表一：染整廢水處理規劃設計之參考數值表

處 理 程 度		初 級 處 理			
項 目	單 位	流 量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )			
		100	250	500	1000
廢 水 水 質 處 理 後 廢 水 水 質 適 用 之 承 受 水 體		懸浮固體 (SS) $250 \text{ mg/l}$ , 生化需氧量 (BOD) $500 \text{ mg/l}$ 廢水經過調節與中和，水質相同但均勻一致。 衛生下水道或工業區綜合廢水處理廠			
設 定 之 放 流 週 期 調 節 槽 <sup>(1)(4)</sup> (最 小 容 積)	hr/d $\text{m}^3$	8—16 50—100 (25—50)	16 125 (62.5)	16—24 170—250 (85—125)	24 335 (168)
調 節 槽 之攪 拌 動 力 <sup>(2)</sup>	kw	0.75—1.5 (0.5—0.75)	2.2 (1.1)	3.0—3.7 (1.5—2.2)	5.6 (3.0)
pH 調 整 槽	$\text{m}^3$	0.5—1	1.3	1.8—2.6	3.5
調 節／中 和 流 量	$\text{m}^3/\text{h}$	6.5—12.5	16	21—32	4.2
項 目	單 位	流 量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )			
		1500	2000	3000	5000
設 定 之 放 流 週 期 調 節 槽 <sup>(1)</sup> (最 小 容 積)	h/d $\text{m}^3$	24 500 (250)	24 670 (335)	24 1000 (500)	24 1670 (835)
調 節 槽 之攪 拌 動 力 <sup>(2)</sup>	kw	7.5 (3.7)	11.0 (5.6)	15.0 (7.5)	22.0 (11.0)
pH 調 整 槽	$\text{m}^3$	5.2	7.0	10.4	17.4
調 節／中 和 流 量	$\text{m}^3/\text{h}$	62.5	85	125	209

註：(1)設定之最少滯留時間為 8 小時，括號中的數值係先經 4 小時的滯留再以延長曝氣法處理。

(2)為大約值，由於所須動力視混合方式、槽的形狀等因素影響。

(3)設定之滯留時間為 5 分鐘，及須酸（碱）加藥設施。

(4)如果廢水在調節槽之滯留時間比工廠作業時間長則槽之容量可減少；當週期排放時間較短時須較大的槽，反之亦然。

處理程度		生物處理 <sup>(7)</sup> (添加營養劑)			
項 目	單 位	流 量 ( $m^3/d$ )			
		100	250	500	1000
活性汚泥曝氣槽容積	$m^3$	68	167	340	680
曝 氣 之 動 力 <sup>(1)</sup>	kw	2.2	5.6	11	22
最 終 沉 降 槽 容 積 <sup>(2)(3)</sup>	$m^3$	16.5—31.5 <sup>(4)</sup>	40	63—96 <sup>(4)</sup>	126
回 流 污 泥 泵 量	$m^3/h$	4.2	10.4	21	42
旋 轉 生 物 盤 (RBCs <sup>(5)</sup> )	no. of unit	1 (3.0 m)	1	2	4
總 軸 驅 動 功 力	kw	3	3.7	2×3.7	4×3.7
總 抽 氣 能 力 <sup>(6)</sup>	kw	3	3	6	12
最 終 沉 降 槽 容 積	$m^3$	16.5—31.5 <sup>(4)</sup>	40	63—96 <sup>(4)</sup>	126

註：(1)設在操作作狀況 ( $1.5 \text{ kgO}_2/\text{kwh}$ ) 能達充分的曝氣效果。

(2)設當流量為 100 及  $250 \text{ m}^3/d$ ，在  $60^\circ$ 漏斗型槽 ( $60^\circ$  hopper-bottom tank) 的滯留時間為 2.5 小時；對較高流量者於圓型澄清槽之滯留時間為 3 小時。

(3)廢水在調節槽之滯留時間比工廠作業時間長，則槽的容積可減少。

(4)每日的排放期間短，而每小時流量大則所須的槽越大；同理反之亦然。

(5) RBC 單元之尺寸為  $6.5\text{m} \times 4.37\text{m} \times 1.53\text{m}$  水深 (liquor depth)，每一槽中含 190 個介質或盤 (disc)，每一盤之直徑為 3.6m，盤間距離為 32mm，對多單元 (multi-units) 者，其軸距中心  $4.88\text{m}$ ，總有效表面積為  $9220 \text{ m}^2/\text{unit}$ 。較小單元之軸長 (小於 6m 者) 示於括號中，在此情況下介質數目和可使用的總表面積成比例減少。應注意的是對較高 BOD ( $900 \text{ mg/l}$ ) 負荷，RBC 處理效能 (capacity) 仍不變，因為可溶性 BOD 分率仍相同。

(6)為了生物膜的控制 (對密閉式 RBC 者)。

(7)如果考慮於生物處理前必須使用化學處理，則活性汚泥曝氣槽之容積及曝氣動力可與化學處理除去之 BOD 成比例減少；沉降槽大小可以  $1.0-1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  設計，並依據調節後之流量，維持最少滯留時間 1.5-2.0 hr.。

處理程度		生物處理 <sup>(6)</sup> (添加營養劑)				
初級處理之廢水 放流水水質 適用之承受水體		懸浮固體 (SS) 250 mg/ℓ, 生化須氧量 (BOD) 500 mg/ℓ $SS \leq 200 \text{ mg/ℓ}$ , $BOD \leq 100 \text{ mg/ℓ}$ (平均 SS 120, BOD 60) 現行省市工廠放流標準				
項目		單位	流量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )			
			1500	2000	3000	5000
活性污泥曝氣槽容積		$\text{m}^3$	1000	1340	2000	3340
曝氣之動力 <sup>(1)</sup>		kw	$2 \times 18.7$	$2 \times 22$	$2 \times 30$ 或 $4 \times 15$	$3 \times 37$ 或 $4 \times 30$
最終沉降槽容積 <sup>(2)(8)</sup>		$\text{m}^3$	188	250	375	627
回流污泥泵量		$\text{m}^3/\text{h}$	62.5	85	125	209
旋轉生物盤 (RBCs <sup>(5)</sup> )		no. of unit	6	8	12	20
總軸驅動動力		kw	$6 \times 3.7$	$8 \times 3.7$	$12 \times 3.7$	$20 \times 3.7$
總抽氣能力 <sup>(6)</sup>		kw	18	24	24	60
最終沉降槽容積		$\text{m}^3$	188	250	250	627

註：(1)設在操作狀況 ( $1.5 \text{ kgO}_2/\text{kwh}$ ) 能達充分的曝氣效果。

(2)設滯留時間 3 小時；圓形澄清池。

(3)如果廢水在調節槽之滯留時間比工廠作業時間長，則槽的容積可減少。

(4)RBC 單元 (unit) 之尺寸為  $6.50\text{m} \times 4.37\text{m} \times 1.53\text{m}$  水深 (liquor depth)，每一槽中含 190 個介質 (或盤 disc)，每一盤之直徑為 3.6m，盤間距離為 32mm，對多單元 (multi-unit) 者，其軸距中心 4.88 m；總有效面積為  $9220 \text{ m}^2/\text{unit}$ 。較小單元之軸長 (小於 6m 者) 示於括號中，在此情況下，介質數目和可使用的總表面積成比例減少。應注意的是對較高 BOD ( $900 \text{ mg/ℓ}$ ) 的負荷，RBC 處理效能仍不變；因為可溶性 BOD 分率仍相同。

(5)為了生物膜的控制 (對密閉式 RBC 者)。

(6)如果考慮於生物處理前必需使用化學處理，則活性污泥曝氣槽之容積及曝氣動力可與化學處理除去之 BOD 成比例減少；沉降槽大小可以  $1.0\text{-}1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$  設計，並依據調節後之流量維持最少滯留時間 1.5—2.0 小時。

處 理 程 度		生物處理 <sup>(7)</sup> (添加營養劑)					
		單 位	流 量 ( $m^3/d$ )				
項 目			100	250	500	1000	
初 級 處 理 之 廢 水 放 流 水 水 質 適 用 之 承 受 水 體			懸浮固體 (SS) $250 \text{ mg}/\ell$ , 生化須氧量 (BOD) $500 \text{ mg}/\ell$ $SS \leq 40 \text{ mg}/\ell$ , $BOD \leq 20 \text{ mg}/\ell$ (平均 SS 30, BOD 15) 未來較嚴格的放流水標準				
延長曝氣式活性污泥槽容積	$m^3$		238	595	1190	2380	
曝 氣 之 動 力 <sup>(1)</sup>	kw		4.1	11	22	$2 \times 22$	
最 終 沉 降 槽 容 積 <sup>(2)(3)</sup>	$m^3$		16.5—31.5 <sup>(4)</sup>	40	74—112 <sup>(4)</sup>	147	
回 流 污 泥 泵 量	$m^3/h$		4.2	10.4	21	42	
旋 轉 生 物 盤 (RBCs <sup>(5)</sup> )	no. of unit		1	2	3	5	
總 軸 驅 動 功 力	kw		3.7	$2 \times 3.7$	$3 \times 3.7$	$5 \times 3.7$	
總 抽 氣 能 力 <sup>(6)</sup>	kw		3	6	9	15	
最 終 沉 降 槽 容 積	$m^3$		16.5—31.5 <sup>(4)</sup>	40	74—112 <sup>(4)</sup>	147	

註：(1)設在操作狀況 ( $1.5 \text{ kgO}_2/\text{kwh}$ ) 能達充分的曝氣效果。

(2)設當流量為 100 及  $250 \text{ m}^3/d$ ，在  $60^\circ$  漏斗型槽的滯留時間為 2.5 小時；對較高流量者，於圓型澄清槽之滯留時間為 3 小時。

(3)如果廢水在調節槽之滯留時間比工廠作業時間長，則槽的容積可減少。

(4)每日的排放期間短而每小時流量越大則所須的槽越大；同理反之亦然。

(5)RBC 單元 (unit) 之尺寸為  $6.5m \times 4.37m \times 1.53m$  水深 (liquor depth)，每一槽中含 190 個介質 (或盤 disc)，每一盤之直徑為 3.6m，盤間距離為 32mm，對多單元 (multi-unit) 者，其軸距距中心 4.88m；總有效表面積為  $9220 \text{ m}^2/\text{unit}$ 。較小單元之軸長 (小於 6m 者) 示於括號中，在此情況下，介質數目和可使用的總表面積成比例減少。應注意的是對較高 BOD ( $900 \text{ mg}/\ell$ ) 的負荷，RBC 處理效能仍不變，因為可溶性 BOD 分率仍相同。

(6)為了生物膜的控制 (對密閉式 RBC 者)。

(7)如果考慮生物處理前必須使用化學處理，則活性污泥曝氣槽之體積及曝氣動力可減少，且與化學處理除去之 BOD 成比例減少；沉降槽大小可以  $1.0-1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  設計，並依據調節後之流量維持最少滯留時間 1.5—2.0 小時。

處 理 程 度		生物處理 <sup>(6)</sup> (添加營養劑)				
項 目	單 位	流 量 ( $m^3/d$ )				
		1500	2000	3000	5000	
初 級 處 理 廢 水 放 流 水 水 質 適 用 之 承 受 水 體		懸浮固體 (SS) $250 \text{ mg/l}$ , 生化需氧量 (BOD) $500 \text{ mg/l}$ $SS \leq 40 \text{ mg/l}$ , BOD $\leq 20 \text{ mg/l}$ (平均 SS 30, BOD 15) 未來較嚴格的放流標準				
延長曝氣式活性污泥槽體積	$m^3$	3570	4760	7140	11905	
曝 氣 動 力 <sup>(1)</sup>	kw	$2 \times 37$	$3 \times 30$ 或 $4 \times 22$	$4 \times 30$	$4 \times 56$ 或 $6 \times 37$	
最 終 沉 降 槽 容 積 <sup>(2)(3)</sup>	$m^3$	219	298	438	732	
回 流 污 泥 泵 量	$m^3/h$	62.5	85	125	209	
旋 轉 生 物 盤 (RBCs <sup>(4)</sup> )	no. of unit	8	10	15	25	
總 軸 驅 動 功 力	kw	$8 \times 3.7$	$10 \times 3.7$	$15 \times 3.7$	$25 \times 3.7$	
總 抽 氣 能 力 <sup>(5)</sup>	kw	24	30	45	75	
最 終 沉 降 槽 體 積	$m^3$	219	298	438	732	

註：(1)設在操作狀況 ( $1.5 \text{ kgO}_2/\text{kwh}$ ) 能達充分的曝氣效果。

(2)設滯留時間 3.5 小時；圓形澄清槽。

(3)如果廢水在調節槽之滯留時間比工廠作業時間長，則槽之容量可減少。

(4)RBC 單元 (unit) 之尺寸為  $6.50\text{m} \times 4.37\text{m} \times 1.53\text{m}$  水深，每一槽中含190個介質（或盤 (disc)），每一盤之直徑為  $3.6\text{m}$ ，盤間距離為  $32\text{mm}$ ，對多單元 (multi-unit) 者，其軸距距中心  $4.88\text{m}$ ；總有效表面積為  $9220 \text{ m}^2/\text{unit}$ 。較小單元之軸長（小於  $6 \text{ m}$ 者）示於括號中，在此情況下，介質數目和可使用的總表面積成比例減少。應注意的是對較高 BOD ( $900 \text{ mg/l}$ ) 的負荷，RBC 處理效能仍不變，因為可溶性 BOD 分率仍相同。

(5)為了生物膜的控制（對密閉式 BOD 者）。

(6)如果考慮於生物處理前必須使用化學處理，則活性污泥曝氣槽之容積及曝氣及曝氣動力可減少，可與化學處理除去之 BOD 成比例減少，沉降槽大小可以  $1.0-1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  設計，並依據調節後之流量，維持最少滯留時間 1.5—2.0 小時。

#### 旋轉生物盤單元 (RBC unit) 的配置：

(1) RBC 之單元數為 1、2、3、4、5、15、25 者，只須使用一個槽。

(2) RBC 之單元數為 6、8、10 者，可使用二個並聯的槽，每一槽占一半的單元數目。

(3)單元數為12者，使用三個並聯的槽，每一槽中有三個單元；同樣的，單元數為20者使用四個並聯的槽，每一槽中有 5 個槽。

(4)單元之間須加隔板以做分段處理，對於 BOD  $60 \text{ mg/l}$  之放流水（最大 BOD  $100 \text{ mg/l}$ ）應分二段處理，其前段至少配置一半單元；對於 BOD  $15 \text{ mg/l}$  放流水（最大 BOD  $20 \text{ mg/l}$ ）應分三段處理，其前段至少配置40%單元。

(5)在進行細部設計時，對於上述各項建議可予以考慮適當的修正。

附表二：染整廢水處理之污泥處置設計參考數值表

染整工業廢水處理之污泥：

(一)初級污泥；

初級污泥通常在第一階段化學處理之處形成；污泥產量受凝聚劑的種類，藥量及廢水特性影響。

(二)生物污泥（原廢水直接進行生物處理）：

放流標準 SS 200 , BOD 100 (平均為 120 , 60)

- |            |                                |
|------------|--------------------------------|
| 1. 傳統式活性污泥 | 0.75 kg d·s/kg BOD removed·day |
| 2. RBC 污泥  | 0.75 kg d·s/kg BOD removed·day |

(三)生物污泥（廢水先經化學處理再進行生物處理）：

放流標準 SS 200 , BOD 100 (平均為 120 , 60)

- |            |                               |
|------------|-------------------------------|
| 1. 傳統式活性污泥 | 0.7 kg d·s/kg BOD removed·day |
| 2. RBC 污泥  | 0.7 kg d·s/kg BOD removed·day |

(四)生物污泥（原廢水直接進行生物處理）：

放流標準 SS 40 , BOD 20 (平均為 30 , 15)

- |              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| 1. 延長曝氣式活性污泥 | 0.5 kg d·s/kg BOD removed·day  |
| 2. RBC 污泥    | 0.75 kg d·s/kg BOD removed·day |

(五)生物污泥（廢水先經化學處理再進行生物處理）：

放流標準 SS 40 , BOD 20 (平均為 30 , 15)

- |              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| 1. 延長曝氣式活性污泥 | 0.5 kg d·s/kg BOD removed·day |
| 2. RBC 污泥    | 0.7 kg d·s/kg BOD removed·day |

### 染整廢水之污泥產量資料

項 目	設計／排放標準	單位	放 流 量 (m <sup>3</sup> /d)			
			100	250	500	1000
生物污泥	AS/ 標準二	kg/d	33	83	165	330
		%	0.6	0.6	0.6	0.6
		m <sup>3</sup> /d	5.5	13.8	28	55
	RBC/ 標準二	kg/d	33	83	165	330
		%	2	2	2	2
		m <sup>3</sup> /d	1.7	4.2	8	16.5
	EA/ 標準三	kg/d	24	60	120	240
		%	0.6	0.6	0.6	0.6
		m <sup>3</sup> /d	4	10	20	40
	RBC/ 標準三	kg/d	36	90	180	360
		%	2	2	2	2
		m <sup>3</sup> /d	1.8	4.5	9	18

項 目	設計／排放標準	單 位	放 流 量 (m <sup>3</sup> /d)			
			1500	2000	3000	5000
生物 污 泥	AS/ 標準二	kg/d	495	660	990	1,650
		%	0.6	0.6	0.6	0.6
		m <sup>3</sup> /d	83	110	165	275
	RBC/ 標準二	kg/d	495	660	990	1,650
		%	2	2	2	2
		m <sup>3</sup> /d	25	33	50	83
	EA/ 標準三	kg/d	360	480	720	1,200
		%	0.6	0.6	0.6	0.6
		m <sup>3</sup> /d	60	80	120	200
	RBC/ 標準三	kg/d	545	727	1,090	1,820
		%	2	2	2	2
		m <sup>3</sup> /d	27	36	55	91

註：(1) AS : 傳統式活性污泥法。

(2) RBC : 旋轉生物膜盤法。

(3) EA : 延長曝氣式活性污泥法。

(4) 標準一：承受水體為衛生下水道或工業區綜合廢水處理廠。

(5) 標準二：承受水體為適用於現行省市工廠放流水標準。

(6) 標準三：承受水體為適用於未來較嚴格的放流水標準。

(7) kg/d : kg 乾固體／天。

(8) % : % 乾固體。

(9) BOD removed : BOD total removed

(10) 污泥產量的數據係對原廢水平均濃度為 SS 250 mg/ℓ, BOD 500 mg/ℓ 之染整廢水。

(11) 表中污泥生成量的數據不包括化學或化學加生物處理所產生的，因為初級化學處理階段的效率深受凝聚劑種類，加藥和廢水的特性影響，二級的生物污泥生成量以 kg 乾固體/kg BOD 去除·天表示，數據如附表二之污泥處置設計參考數值。

附表三：染整廢水污泥處理之單位大小

項 目	設計／排放標準	單 位	放 流 量 (m <sup>3</sup> /d)			
			100	250	500	1000
好氣性消化槽	AS/ 標準二	m <sup>3</sup>	66	166	336	660
		kw	2.2	5.6	11	22
污泥濃縮槽	AS/ 標準二	m <sup>3</sup>	4	10	20	40
	RBC/ 標準二	m <sup>3</sup>	2	5	9	18
	EA/ 標準三	m <sup>3</sup>	5	11	22	45
	RBC/ 標準三	m <sup>3</sup>	2	5	10	20

項 目	設計／排放標準	單 位	放 流 量 (m <sup>3</sup> /d)			
			1500	2000	3000	5000
好氣性消化槽	AS/ 標準二	m <sup>3</sup>	996	1,320	1,980	3,300
		kw	2×18.7	2×22	2×30 or 4×15	3×37 or 4×30
污泥濃縮槽	AS/ 標準二	m <sup>3</sup>	60	80	125	200
	RBC/ 標準二	m <sup>3</sup>	28	35	55	90
	EA/ 標準三	m <sup>3</sup>	66	88	132	220
	RBC/ 標準三	m <sup>3</sup>	30	40	60	100

項 目	設計／排放標準	單 位	放 流 量 (m <sup>3</sup> /d)			
			100	250	500	1000
濃縮污泥	AS/ 標準二	m <sup>3</sup> /d %	1.7 2	4.2 2	8.3 2	16.5 2
		m <sup>3</sup> %	1.1 3	2.8 3	5.5 3	11.0 3
	EA/ 標準三	m <sup>3</sup> %	1.2 2	3.0 2	6.0 2	12.0 2
	RBC/ 標準三	m <sup>3</sup> %	1.2 3	3.0 3	6.0 3	12.0 3
污泥乾燥床	AS/ 標準二	m <sup>2</sup>	54	136	270	540
		m <sup>2</sup>	80	200	396	792
	EA/ 標準三	m <sup>2</sup>	58	144	288	576
	RBC/ 標準三	m <sup>2</sup>	86	216	432	864

染整廢水污泥處理之單位大小

名稱	設計／排放標準	單位	放流量 ( $m^3/d$ )			
			1500	2000	3000	5000
濃縮污泥	AS/ 標準二	$m^3$	25	33	50	83
		%	2	2	2	2
	RBC/ 標準二	$m^3$	17	22	33	55
		%	3	3	3	3
	EA/ 標準三	$m^3$	18	24	36	60
		%	2	2	2	2
	RBC/ 標準三	$m^3$	18	24	36	60
		%	3	3	3	3
污泥乾燥床	AS/ 標準二	$m^2$	808	1,077	1,616	2,693
		$m^2$	1,188	1,584	2,376	3,960
	EA/ 標準三	$m^2$	864	1,152	1,728	2,880
		$m^2$	1,308	1,745	2,616	4,368

項目	設計／排放標準	單位	流 量 ( $m^3/d$ )	
			範圍	100~5000
機械脫水	各項設計		離心機、濾帶式壓濾機或板框壓濾機的大小視機型、每日的操作時間等因素決定。附表三所列之濃縮污泥數據，可做為初步設計的根據。	

- 註：1. AS：傳統式活性污泥法。  
 2. RBC：旋轉生物膜盤法。  
 3. EA：延長曝氣式活性污泥法。  
 4. 標準一：承受水體為衛生下水道或工業區綜合廢水處理廠。  
 5. 標準二：承受水體為適用於現行省市工廠放流水標準。  
 6. 標準三：承受水體為適用於未來較嚴格的放流水標準。  
 7. %：%乾固體。  
 8. 表中的數據是根據附表二中的污泥數據所計算。  
 9. 傳統式活性污泥的好氣性消化槽：根據滯留時間12天，最小動力須要量為  $30 W/m^3$ （設能充分的曝氣／混合）。注意：消化槽容積及動力須要量與傳統式活性污泥曝氣槽類似。  
 10. 表中污泥濃縮槽所列之體積係根據假設為分批式濃縮，以一天污泥之產量為準而計算；最少須供給兩個分批式濃縮槽。另一種連續流動式的濃縮槽也可使用（參見污泥處理方法）。根據傳統式活性污泥之好氣性消化所設計之槽體積，由於消化良好且週期性的除去上澄液使消化期間維持 0.6 % 的乾固體，故可使總固體量減少32%。  
 11. 污泥乾燥床：所須面積係根據污泥負荷為  $130 kg$  乾固體/ $m^2 \cdot 年$ ，且 6 天/週，52 週/年所設計。