

水產加工廠廢棄物廢水之處理

目錄

I 廢棄物之處理

- 一、廢棄物的種類
- 二、廢棄物在製程中生產之情況
- 三、廢棄物之利用
 - 3-1 工業用
 - 3-2 藥用品
 - 3-3 食品用
- 四、固體廢棄物之處理

II 廢水之處理

- 一、水產品加工廢水的產生及種類
 - 二、表示水質污染的指標
 - 2-1 生化需氧量
 - 2-2 懸浮固形物
 - 2-3 油脂
 - 2-4 化學需氧量
 - 2-5 氯化物
 - 三、廢水處理法
 - 3-1 物理處理法
 - 3-2 化學處理法
 - 3-3 生物處理法
 - 四、廢水排放標準
-

水產加工廠廢棄物廢水之處理

陳榮輝

國立台灣海洋大學水產食品科學系副教授

一、廢棄物的種類

水產加工廠在生產製造產品的過程會產生廢棄物、廢水，廢棄物的種類繁多，以罐頭工廠為例，頭尾、內臟、鰭、魚鱗、魚骨，血合肉，碎魚屑等都是廢棄物。廢棄物的產量佔原料的百分比，依魚種而異，從蟹，蝦的 80% 左右，到太平洋鯖魚 (Pacific mackrel) 的 30%。冷凍加工廠所產生的廢棄物之種類與產量和罐頭工廠類似，表 1 是各種水生動物加工中各部份之百分比，即產品、廢棄物、廢水所佔之比例。

| 動物 | 部位 | 佔原料百分比 | 範圍 |
|-------|--------------|--------|-------|
| 藍蟹 | 產品 | 14 | 9-16 |
| | 固體廢棄物(殼、內臟等) | 80 | 79-86 |
| | 流失到廢水中之物質 | 6 | |
| 蝦(製罐) | 產品 | 15-20 | 12-25 |
| | 固體廢棄物 | 65-70 | 58-75 |
| | 流失到廢水中之物質 | 15 | 12-18 |
| 蝦(裹層) | 產品 | 80 | 75-81 |
| | 固體廢棄物 | 15 | 10-20 |
| | 流失到廢水中之物質 | 5 | 3-6 |
| 鯖 | 產品 | 45 | 40-50 |
| | 固體廢棄物 | | |
| | 內臟 | 12 | 10-15 |
| | 頭、皮膚、鰭、管頭 | 33 | 30-40 |
| | 紅色肉 | 9 | 8-10 |
| | 流失到廢水中之物質 | 1 | 0.1-2 |

表 1 各種水生動物加工中各部位的百分比

水產加工業種類很多現以較重要之二種水產加工業，即罐藏與冷凍冷藏在加工步驟中廢

棄物、廢水之產生情形為例，說明廢棄物、廢水之產生情況。

鮪魚從魚艙卸下後，先送到冷凍庫貯存，加工前再從冷凍庫搬出、解凍。解凍時有一小部份之固形物與水稱為滴出液，會在解凍中流失。解凍中流失之量，依魚種、魚體於漁撈作業與解凍前之各種冷凍冷藏條件與操作而異。下一步驟是剖切、去除內臟之處理。這些內臟，可供加工做成寵物食品，或魚粉、魚肝可供提煉魚油或魚肝油之原料。魚體去除內臟後進行預煮處理。預煮所需之時間、溫度視魚體大小而定。有時需蒸煮數小時，在蒸魚時，水分的損失量約 22~26%。預煮時所產生之液汁可供調味料之製造。預煮後之魚體，經放冷後，去除頭、骨頭、皮膚、鰭。魚肉經處理以去除血合肉、細骨而得精肉。精肉經切割成適當大小後裝罐、密封、殺菌。在清理血合肉，及切割時產生之碎肉，可加以利用。殺菌操作會產生大量的廢水，上述之各種操作，在清洗中，也會產生許多固形廢棄物與廢水。

二、廢棄物在製程中生產之情況

罐頭工廠，廢水、廢棄物產生之來源如圖 1，而冷凍加工廠，廢水、廢棄物產生之來源，以蝦為原料來說明，如圖 2。

蝦之剝殼，可能以人工或以剝殼機剝殼。蝦從魚船卸下後，運送到冷凍加工廠，經解凍後先經水洗，再經選別大小後剝殼，解凍時產

生之解凍液會產生固形物與水之流失，如前例之所述，水洗會產生大量之廢水。在機械剝殼時需大量的水來幫助蝦之運送，剝殼之操作會產生大量的廢水、可溶性物質與剝殼的廢棄物，從表一可以看出，蝦肉佔整隻蝦的比例僅有15~20%，蝦頭約佔43~45%，其餘為蝦殼、腳、血液等廢棄物。經剝殼後之蝦，經清洗、檢查後，有的經殺菁處理以製造冷凍熟蝦仁，有些則不殺菁，以製造冷凍生蝦仁，殺菁操作所產生之廢水，可供作製造調味料之原料。有些剝殼之蝦供作裹麵、裹漿之加工原料，或製造罐頭、沙拉與其他加工品之原料。

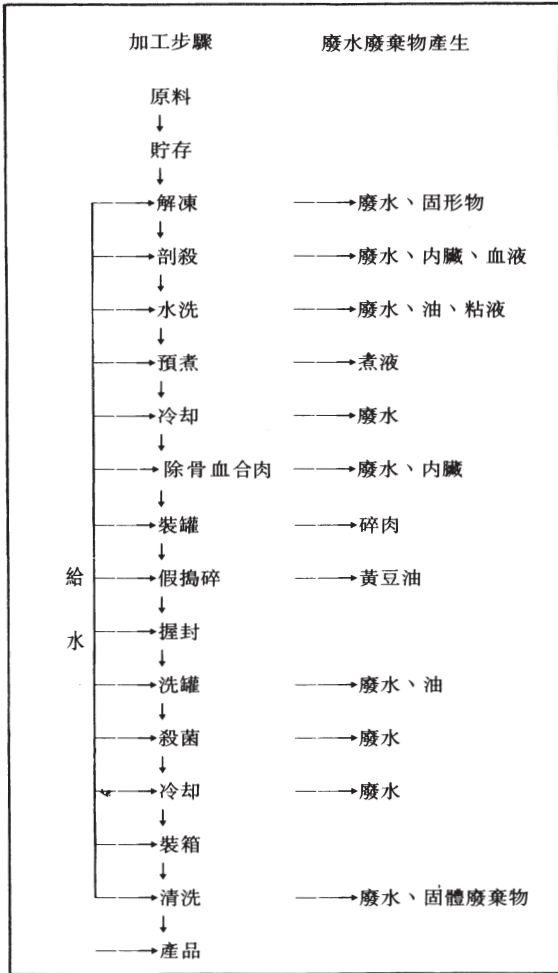


圖 1 鮭魚罐頭製造中，廢棄物產生之情形

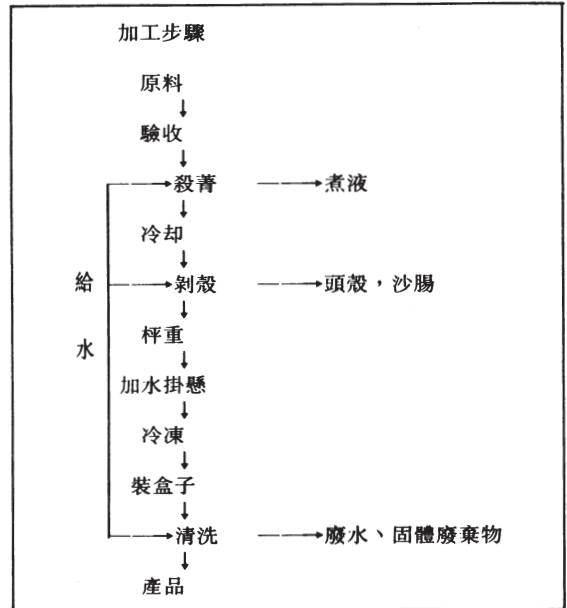


圖 2 冷凍蝦（手剝）加工中，廢棄物產生之情況

三、廢棄物之利用

固體廢棄物，可以加工製成工業用品、藥用品、食品等；工業用品如肥料、飼料，藥用品如魚肝油及提煉酵素等，食品如調味料，以下是各種產品加工、利用之介紹：

● 3-1 工業用

素乾肥料——將固體廢棄物或下雜魚全魚為原料，撒布於地上或草蓆上，使成薄層，用天然乾燥法乾燥之，乾燥遲緩則易引起腐敗，故應時時翻覆並注意通風，以加速乾燥。乾燥終了時，將其堆積，使內部之水分向表面滲出，此稱罨蒸。如此則水分含量可以均一，然後再將其擴散涼曬以促進其乾燥。含脂肪量多之原料，須行數次之罨蒸，待完全乾燥後（水分含量約9~15%），即可包裝，供作肥料之用。

煮乾肥料——原料以加工廠之廢棄物或下雜魚，經煮熟、壓榨、乾燥而成，茲分別詳加說明：

煮熟 所用原料須新鮮，因鮮度不好之原料會因自家消化、腐敗之作用導致肉質軟化、細

胞崩壞以致於煮熟作業時肉質不能凝固、煮水混濁，魚油呈乳化狀態使分離困難。榨粕及魚油之收率減少，且難製得優良產品。用水宜用淡水，若用海水，則製品之水分、灰分、脂肪及食鹽量增加，而肥料成份中之氮素與磷酸量減少。

壓榨 煮熟終了，傾入榨筒，施行壓榨，所得之殘渣，稱為榨粕。壓榨時，如壓力不足，則油分及水分殘留過多，粕的乾燥困難，且製品於貯藏中，發生油燒失去固有色澤、油之收率亦少。如壓力過大，油水之分離效果雖好，但製品之形態崩壞，有礙商品價值。又於開始壓榨時，若施以急激強壓，則魚體崩壞，亦難得充分之油水分離，此外亦應注意，須於魚體煮熟未冷之前，迅速壓榨之，則油水方易流出。

乾燥 將生粕粉碎，撒於草蓆上，日乾。

魚溶漿——以加工廠所產生之廢液，經離心分離、真空濃縮，或將魚類內臟、添加蛋白質分解酵素，也有利用內臟本身所含酵素使變為消化蛋白液，而後分離、濃縮，製成之濃漿，即為魚溶漿，以供家畜及家禽之飼料，頗富營養價值。所用之原料為加工廠之煮液，如乾製品工廠，柴魚工廠和罐頭工廠之煮液（將油分去除者）。水產加工廠之固體廢棄物如頭、鰭、尾及內臟等經煮熟所得之煮汁。其中以內臟之煮汁為最主要的原料。亦有使用魚類內臟，經研碎後，直接使用者。

製造方法 分自家消化及添加蛋白質分解酵素法兩大類，經消化後之消化蛋白液，再以離心分離機分離分解液，然後用真空蒸發器濃縮。其製造之要領在溫度及 pH 值之控制，以加速分解，同時可避免雜菌之繁殖。以煮液為原料之製造法：先分離液面之油脂，然後加熱片刻，滴加 5~10% 之硫酸，調節液汁之 pH 值至 4.8~5.2，再加熱至 70℃，則生成多量之蛋

白質凝固物。以 4,000rpm 之離心分離機，除去之，若其濾液仍未透明時，再通過濾布，直至濾液透明，以此濾液經低溫濃縮至所含固形物達 50% 即為成品。以下雜魚之全魚，或廢棄物之內臟為原料，則將原料細碎後，調節其 pH 值為 4.8~5.2 附近，加熱至 50~60℃，約經 2~4 小時，使其自家消化、崩解其組織而液化後，升高其溫度至 90℃，以離心分離機分離其汁液，將液汁以低溫濃縮，使水分含量達 50% 以下即可（或用乾燥之麩皮、米糠等粉末、拌合液汁，吸收水分而乾燥者）。

● 3-2 藥用品

魚肝油——

原料 魚肝油最初以鱈魚肝為原料，後來以水產動物肝臟，凡含有維他命者，皆可採油以供藥用，台灣以鯊魚肝油佔大宗、鮪魚、旗魚肝油較少。

製法 凡含油量較多（30% 以上者）之魚肝其油中之維他命之單位恆較低，可用普通工業魚油之製法以採其油，含油量較小（10% 以下者）之魚肝其油之維他命單位通常比較高，則必須採用適當之方法，故前者採自家消化法、直火煎取法、間接蒸汽煎取之法、直火煮取法，直接蒸汽煮取法，而後者採用應用鹼液處理煮取法。

魚肝油之精製 包括脫水、脫酸、脫蠟、脫色及脫臭等操作，脫水法除利用吸濕劑如無水硫化鈉，投入油中吸收，再行濾除外，一般工廠皆用離心分離機施行脫水，效率頗高。脫蠟法皆將魚肝油放置於冷藏庫，降低其溫度，然後過濾，或離心。脫色一般皆用酸性白土或活性碳吸着後再施壓過濾以除去之，脫臭法一般利用加熱以驅除油之揮發性物質，或用蒸氣吹入法以驅除臭味。

魚肝油之濃縮 應用於使用含有維他命 A、D 稀薄之魚肝油，以製造高單位無魚腥臭

之魚肝油製品。其方法有碱化濃縮法，加碱液使肝油皂化成肥皂，而維他命則被集中於不皂化物中，後用有機溶劑，將此不皂化物溶出，即可得濃縮維他命 A、D 之產品，吸着濃縮法：酸性白土法，不皂化物用氧化鋁或酸性白土收著，再用有機溶液浸出之方法，分子蒸餾法維他命 A、D 在高真空中（ $10^{-4} \sim 10^{-6}$ mm Hg）其分子之平均自由距增加，而由蒸餾面溢散至凝縮面，使維他命 A、D 之分子脫離油質凝聚，可另行溶於植物油中可製成無魚腥味之魚肝油。

胰島素之製造——

原料之採取自魚內臟中取胰島，普通用左手將肝臟裏側胆囊之基部摘住，以右手持剪刀剪取之，以鯉魚為例，將鯉魚之脾臟及胆囊與肝臟分離後，用水洗淨其上血液，浸漬於飽和苦味酸中，所用苦味酸量為胰島容積三倍以上，用苦味酸浸漬之胰島，應貯藏於冷暗之處，胰島之鮮度應極良好，否則因胰島中之酵素（主要為蛋白酵素）或由其他器官溶出之酵素，將分解胰島之組織，使其所含之胰島素有消失之虞。

接取法 一般多用 Dudley 氏法提取，將苦味酸浸漬之胰島，置於研碎器中，拌入經精洗之石砂或海沙，充分研碎後注入苦味酸，放置一小時，過濾，棄其苦味酸濾液，殘渣用乳鉢以少量之 75% 丙酮，反覆數次研磨、浸出，將浸出應用離心機分取，如此反覆浸出，至浸出液用鹽酸及乙醚均不產生混濁為止。將各次濾過之浸出液合併，置於真空蒸發器，於 35° 以下減壓蒸發，以除去丙酮，此時若有苦味酸鹽與脂肪混附於器壁，將殘留液用離心機分取其少量鹽酸酒精液（酒精 75%，HCl 25%）溶解之，再施行離心分離，除去不溶物後，注入 10 倍量之無水丙酮，移至冷藏庫（2~0°C）一晝夜，則胰島素之鹽酸鹽自行折去，收集沈

殿物，再用無水丙酮洗至氯素反應消失為止，次用無水酒精及無水乙醚洗滌後，置入真空乾燥機乾燥得淡黃色或白色之胰島素產品。

其他醫藥品——

可以從水產加之廢棄物抽取之醫藥用品包括：核酸（nucleic acids）、精蛋白（protamine）、鏈球菌促長狀（Streptogenin）、麩胱甘狀（glutathione）、腎上腺皮質素（cortisone）、胆鹽（bile salts）蛋白分解酶等（pnoteolytic enzymes）等。

●3-3 食品

供食品之廢棄物，乃利用未開發魚種，或經濟價值較低，較大量漁獲之魚如鯡魚，鯉魚，鱈魚等以製造濃縮蛋白質（Fish protein concentrates FPC）或其水解物，近來日本以加工廠之煮液，製造各式調味料，亦是食品之應用。

四、廢棄物之處理

固體廢棄物，應立即投入印有明顯「廢棄物」標記的容器中，此容器應加蓋，具耐水性，有相當之容量，易清理，不漏污液及污臭，於不使用時應蓋妥，以防污染其他物品或設備，處理廢棄物時，不得污染工廠內製造中之製品，為防止容器中廢棄物之發臭，有的加入酸、或碱以阻止微生物或酵素的作用，有的放置於較低溫或陰涼處，以減緩不良反應的進行。

廢水之處理

一、水產加工廠廢水的產生及種類

水產加工廠每日排出之大量廢水，因含有有機物質，如水溶性蛋白質、醣類、有機酸、鹽類等，如鯖魚蕃茄汁罐製造中蒸煮液，煉製工廠的水洗液鹽漬工廠鹽水等，如果沒有處理，會對環境造成污染，在目前環保意識日愈抬頭下，廢水處理就顯得很重要。水產加工廠之

排出物均不含通常所謂極端危險的污染因子如農藥、重金屬等，高濃度的氯化物及氨（會抑制微生物及較大生物的生長，甚至毒害這些生物），通常水產罐頭、冷凍冷藏、煉製品工廠的加工廢水，不致有此問題，但鹽漬工廠、如鹽鯖、鹽鰻之加工廠，則會有此問題，除非經稀釋或控制流速以減低其影響，否則以生物方法處理廢水的方法，必受毒害而失敗。

廢水的特性

從圖 1、2，可以看出，水產加工過程中，通常會產生一些廢水，這些廢水的量與質，因加工方法而有差異，如表 2 所示，各種鮭魚加工所產生之廢水之特性。因原料的差異如表 3、4、5。如表 3 顯示美國馬里蘭州底棲魚類如鱈魚、大比目魚製造冷凍魚片所產生之廢水之特性，表 4 顯示美國製造冷凍鮫魚所產生之廢水的特性，表 5 是鮪魚罐頭工廠所排放之廢水之特徵，而加工中各單元操作所產生之廢水之特性以表 6、表 7 的數據為代表，表 6 是蝦在製造冷凍蝦或罐頭中的操作如剝殼、除沙腸、殺菁，所產生之廢水之特性，表 7 是一般罐頭廠單元操作每日產生之廢水量及特性，表 8 是以蝦為原料，各地區，或不同加工方法生產冷凍蝦，罐頭蝦，裹麵蝦時所產生之廢水的特性。

表 2 各種鮭魚加工中所產生之廢水情形

| 加工種類 | 流量 立方公尺 /天 | 化學需氧 量毫克/ 公升 | 生物需氧 量毫克/ 公升 | 五日生化 需氧量、 原料公斤 /1000公升 | 懸浮固體 毫克/ 公升 | 總固形物 毫克/ 公升 | 揮發性固 形物 毫克/ 公升 |
|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| 製罐 | 163-175 | 5920 | 3780 | 32.6-89.1 | 508-472 | 1188- 7444 | 1048- 7278 |
| 輕鹽製 | 57-251 | - | 173-1300 | 5.1-40.0 | 44-456 | 258-2712 | 98-2508 |
| 輕鹽製 ^a 與新鮮 | 42-137 | - | 206-2218 | 1.6-18.0 | 112-820 | 484-290 | 84-1756 |
| 鮭魚子醬 | - | - | 270,000 | - | 92,600 | 386,000 | 292,000 |
| 輕鹽製 ^b 與新鮮 | 53-175 | - | 397-3082 | 1.9-9.3 | 40-1824 | 88-3422 | 67-2866 |
| 罐裝 | 1254 | - | 3680 | - | 2470 | - | - |

| 指標 | 單位 | 平均值 | 標準偏差 |
|----------------|-------------|--------|--------|
| 產量 | 公斤/天 | 4.45 | 0.78 |
| 加工時間 | 小時/天 | 6.65 | 1.86 |
| 流量 | 平方公尺/分鐘 | 0.015 | 3.37 |
| 流量比例 | 立方公尺/1000公斤 | 13.6 | 478.23 |
| 可沈降固形物 | 毫升/公升 | 2.29 | 2.61 |
| 總懸浮固形物 | 公斤/1000公斤 | 9.36 | 9.05 |
| 生化需氧量 | 公斤/1000公斤 | 137.19 | 259.22 |
| 油脂量 | 公斤/1000公斤 | 0.00 | 0.00 |
| 總磷 | 公斤/1000公斤 | 1.35 | 2.81 |
| 氨態一氮 | 公斤/1000公斤 | 1.27 | 2.88 |
| 亞硝酸一氮 | 公斤/1000公斤 | 0.00 | 0.01 |
| 硝酸一氮 | 公斤/1000公斤 | 0.00 | 0.01 |
| 總 Kgdal, 一氮 | 公斤/1000公斤 | 10.95 | 15.31 |
| 殘氮 | 公斤/1000公斤 | 0.02 | 0.03 |
| PH | 公斤/1000公斤 | 6.89 | 0.69 |
| 糞便大腸菌 | 公斤/1000毫升 | 175.00 | - |

表 3 底棲魚類加工廠廢水之特徵

| 指標 | 單位 | 平均值 | 範圍 |
|-----------|--------|--------|-------------------|
| 流量 | 立方公尺/天 | 116 | 79-170 |
| 流量比例 | 公升/毫克 | 23,000 | 15,800- 31,500 |
| 可沈降固體 | 毫升/公升 | 7.8 | |
| 可沈降固體比例 | 公升/毫克 | 180 | 7.1-650 |
| 濾過固體 | 毫克/公升 | 140 | |
| 濾過固體比例 | 公升/毫克 | 3.2 | 2.5-3.9 |
| 懸浮固體 | 毫克/公升 | 400 | |
| 懸浮固體比例 | 公升/毫克 | 9.2 | 6.8-12 |
| 五日生化需氧量 | 毫克/公升 | 340 | |
| 五日生化需氧量比例 | 公升/毫克 | 7.9 | 5.5-9.2 |
| 化學需氧量 | 毫克/公升 | 700 | |
| 化學需氧量比例 | 公升/毫克 | 16 | 10-19 |
| 油脂量 | 毫克/公升 | 200 | |
| 油脂量比例 | 公升/毫克 | 4.5 | 3.8-5.6 |
| 有機氮 | 毫克/公升 | 27 | |
| 有機氮比例 | 公升/毫克 | 0.62 | 0.51- 0.75 |
| 氨態一氮 | 毫克/公升 | 0.96 | |
| 氨態一氮比例 | 公升/毫克 | 0.022 | 0.0045- 0.045 |
| PH | | 6.3 | 5.8-7.0 |

表 4 美國鮫魚加工廠廢水之品質

這些廢水產生的量與質有經濟上與環境上的後果，環境上的後果是這些廢水對環境所造成之影響如何，而經濟上之結果則需考慮在加工中產品效率的問題與廢水處理之費用，每日排放量與其污染的強度是影響廢水處理費用的兩大指標。食品加工廠廢水排放量與其污染強度可從表 9 中了解。

| 指標 | 單位 | 平均 | 範圍 |
|------------------|--------|--------|------------|
| 流量 | 立方公尺/天 | 3060 | 246-11700 |
| 流量比 ^a | 公升/毫克 | 18,300 | 5590-33000 |
| 可沈降固體 | 毫升/公升 | 1.6 | — |
| 可沈降固體比例 | 公升/毫克 | 29 | 7.0-50 |
| 濾過固體 | 毫克/公升 | 71 | — |
| 濾過固體比例 | 公斤/毫克 | 1.3 | 0.95-1.7 |
| 懸浮的固體 | 毫克/公升 | 550 | — |
| 懸浮的固體比例 | 公斤/毫克 | 10 | 3.8-17 |
| 五日生化需氧量 | 毫克/公升 | 710 | — |
| 五日生化需氧量比例 | 公斤/毫克 | 13 | 6.8-20 |
| 化學需氧量 | 毫克/公升 | 1900 | — |
| 化學需氧量比例 | 公斤/毫克 | 35 | 14-64 |
| 油脂量 | 毫克/公升 | 320 | — |
| 油脂量比例 | 公斤/毫克 | 5.8 | 3.2-13 |
| 有機氮 | 毫克/公升 | 76 | — |
| 有機氮比例 | 公斤/毫克 | 14 | 0.75-3.0 |
| 氨機態一氮 | 毫克/公升 | 5.5 | — |
| 氨機態一氮比例 | 公斤/毫克 | 0.1 | 0.052-0.23 |
| PH | | 6.7 | 6.2-7.2 |

表 5 鮪魚加工廠排水之特徵

| 工廠操作 | 五日生化需氧量(公斤/1000公斤蝦) | 排放百分比 | 懸浮性固體公斤/1000公斤蝦 | 排放百分比 |
|------------|---------------------|-------|-----------------|-------|
| 剝殼 | 49 | 72 | 26.3 | 68 |
| 抽沙腸 | 51 | 7 | 4.5 | 12 |
| 殺菁 | 1.5 | 2 | 1.9 | 5 |
| 原料進廠與情況 | 6.6 | 10 | 2.5 | 6 |
| 清洗 | 6.2 | 9 | 3.5 | 9 |
| 合部排放(製造部份) | 68 | 100 | 39 | 100 |

表 6 冷凍蝦與罐藏蝦工廠廢水之特性

| 程序 | 廢水負荷 | | 廢水體積 | |
|----------|------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| | BOD | SS | TDS | (gal/case)(l/case) |
| 清洗 | 0.050-0.3 | 0.05-0.4 | 300-1,500 | 08.0-25.0 |
| 輸送帶輸送 | 0.023-0.140 | (0.023-0.18) | (140-680) | (30.3-94.7) |
| 分類去核、切片等 | 0.003-0.001 | 0.01-0.02 | 30-100 | 01.0-05.0 |
| 熟處理及/或剝皮 | (0.0014-0.00045) | (0.0045-0.0091) | (14-45) | (3.8-18.9) |
| 罐頭抽真空 | 0.005-0.06 | 0.015-0.070 | 100-500 | 01.0-0.75 |
| 裝罐 | (0.0045-0.027) | (0.0068-0.032) | (45-230) | (3.8-28.4) |
| 罐頭冷却 | 0.1-0.4 | 0.10-0.4 | 2,000-4,000 | 06.0-25.0 |
| 裝箱清洗 | (0.045-0.18) | (0.045-0.18) | (900-1800) | (22.7-94.7) |
| 總計 | 0-0.015 | 0-0.015 | 0-200 | 0-02.5 |
| 平均 | (0-0.0068) | (0-0.0068) | (0-90) | (0-9.5) |
| | 0.005-0.06 | 0.005-0.045 | 40-1,200 | 01.0-05.0 |
| | (0.0045-0.027) | (0.0045-0.020) | (18-540) | (3.8-18.9) |
| | 0.005-0.06 | 0.005-0.0300 | 300-1,000 | 06.0-30.0 |
| | (0.0045-0.027) | (0.0045-0.014) | (140-450) | (22.7-113) |
| | 0.032-0.12 | 0.030-0.15 | 230-1,000 | 06.0-20.0 |
| | (0.0145-0.054) | (0.014-0.068) | (104-450) | (22.7-75.8) |
| | 0.01-0.025 | 0.015-0.04 | 200-500 | 02.0-05.0 |
| | (0.0045-0.011) | (0.0068-0.018) | (91-230) | (7.6-18.9) |
| | 0.26-1.05 | 0.23-1.17 | 3,200-10 000 | 31.0-125.0 |
| | (0.12-0.48) | (0.10-0.53) | (1,400-4,540) | (113-475) |
| | 0.7 | 0.8 | 7,500 | 075.0 |
| | (0.32) | (0.36) | (3,400) | (284) |

表 7 罐頭食品廠各單元操作每日產生之廢水量

二、表示水質污染的指標

對水產加工廠而言，表示水質污染的指標為五日（20°C）的生化需氧量，懸浮固形物及油脂量，為了建立放流水之極限，分析項目必有包括 pH，而其值必需在可接受範圍內。為了次要或特殊的目的，分析項目尚包括溫度、大腸菌羣、最終（20 日）之生化需氧量、化學需氧量、可沈澱物等。

生化需氧量

排放水中含有之有機物質，因水中之微生物利用此有機物當食物而生長繁殖，微生物的呼吸作用，消耗了水中氧氣，所以生化需氧量即是微生物在通空氧及經常供給可分解的有機物的條件下生長，所需之氧氣量即為生化需氧量；生化需氧量，本身並不直接危害水質，但可間接降低水中氧氣含量，而引起水中生態系統的改變，甚至氧氣消耗完畢後，有機物之分解乃繼續進行，而產生有毒氣體，如硫化氫、甲烷。某一水域之生化需氧量高時表示水中有機質正在分解而其總細菌數跟著上升，終於降低水質而失其利用性，通常採用 20°C，經 5 天培養的測定值稱為五日生化需氧量 BOD5

| 指標 | 單位 | 阿拉斯加 | 美國西 | | 美國墨西哥灣 | | 美國裏麵蝦 | |
|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|---------------|---------|-----------------|
| | | 冷凍蝦 | 岸蝦罐類 | 範圍 | 平均 | 範圍 | 平均 | 範圍 |
| | | 平均值 | 平均 | | | | | |
| 流量 | 立方公尺/天 | 1170 | 472 | 341-602 | 855 | 757-950 | 653 | 564-742 |
| 流量比例 | 公升/毫克 | 73,400 | 60,000 | 47,100-47,300 | 33,000 | 32,000-45,900 | 116,000 | 108,000-124,000 |
| 可沈降固體 | 毫升/公升 | 74 | 67 | — | 54 | — | 16 | — |
| 可沈降固體比例 | 公升/毫克 | 540 | 4,000 | 2,400-5,600 | 180 | 180-190 | 1,800 | 1,500-2,000 |
| 濾過固體 | 毫克/公升 | 17,000 | — | — | — | — | — | — |
| 濾過固體的比例 | 公斤/毫克 | 860 | — | — | — | — | — | — |
| 懸浮固體 | 毫克/公升 | 2,900 | 900 | — | 480 | — | 800 | — |
| 懸浮固體的比例 | 公斤/毫克 | 210 | 54 | 47-60 | 16 | 16-17 | 93 | 79-110 |
| 五日生化需氧量 | 毫克/公升 | 1,800 | 2,000 | — | — | — | 720 | — |
| 五日生化需氧量的比例 | 公斤/毫克 | 130 | 120 | 95-140 | — | — | 84 | 81-87 |
| 廿日生化需氧量 | 毫克/公升 | 2,300 | 2,500 | — | — | — | 860 | — |
| 廿日生化需氧量的比例 | 公斤/毫克 | 170 | 150 | — | — | — | 100 | — |
| 化學需氧量 | 毫克/公升 | 3,700 | 3,300 | — | 2,000 | — | 1,200 | — |
| 化學需氧量比例 | 公升/毫克 | 270 | 200 | 160-230 | 65 | 42-93 | 140 | — |
| 油脂量 | 毫克/公升 | 230 | 700 | — | 160 | — | — | — |
| 油脂量比例 | 公斤/毫克 | 17 | 42 | 39-44 | 54 | 48-64 | — | — |
| 有機氮 | 毫克/公升 | 150 | 200 | — | 210 | — | 50 | — |
| 有機氮比例 | 公斤/毫克 | 11 | 12 | — | 6.8 | 41-80 | -5.8 | 5.4-6.1 |
| 氨態一氮 | 毫克/公升 | 6.8 | 6.3 | — | 14 | — | 0.95 | — |
| 氨態一氮比例 | 公斤/毫克 | 0.50 | 0.38 | 0.32-0.45 | 0.46 | 0.42-0.52 | 0.11 | 0.086-0.14 |
| PH | | 7.9 | 7.4 | 7.3-7.6 | 7.0 | | 7.8 | 7.7-7.9 |

表 8 各種蝦加工廠排放廢水的品質

| 類別 | 排放量 (立方公尺/天) | 生物需氧量 毫克/公升 | 在學需氧量 毫克/公升 | 總可容性固體 毫克/公升 | 油脂 毫克/公升 |
|--------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|
| 裏麵蝦 | 570-760 | 720 | 1200 | 800 | |
| 鮑罐頭 | 247-13680 | 700 | 1600 | 500 | 250 |
| 魚粉 | 144-350 | 91-380 | 160-570 | 76-266 | 19-76 |
| 鮫罐頭 | 220-1900 | 253-2600 | 300-5500 | 120-1400 | 20-55 |
| 底棲與有鱗魚 | 23-1520 | 200-1000 | 400-2000 | 100-800 | 40-30 |
| 沙丁魚 | 304 | 1300 | 2500 | 920 | 250 |
| 鱈 | 53-1216 | 250-800 | 500-2000 | 200-2000 | 10-30 |

表 9 水產罐頭數與加工廠排放廢水之特性

其測定可以當作一種濕式氧化程序，某一定量的有機物氧化成二氧化碳及水時所需的氧氣是一定的，依此關係，五日生化需氧量之數據可以有機物或氧化此有機物所需的氧氣來表示。在 20°C 及全黑而靜置的條件下，其新陳代謝速率較慢，以日數計算，將有機以生物方式完全氧化理論上需要很長的時日，但為了實際目的，通常 20 日後就算氧化完畢，經過 20 日的生化需氧量之測定後，通常可以說很完整的

最終生化需氧量 (Ultimate BOD)，所以 5 日的生化需氧量僅是總生化需氧的一部分。

懸浮固形物

指懸浮於廢水中之物質，但不指粗大可靜置而沈澱或浮於液面可篩除之物，懸浮固形物之測定是一項很重要而容易的污染程度測定，同時也是測定平靜緩流溪水中可沈澱物質的方法，未經處理的水產加工廠廢水，其懸浮固形物之含量與五日生化需氧量及化學需氧量有相當的關係，通常高量的懸浮固形物表示有高量的五日生化需氧量，懸浮固形物也是處理廢水時使用篩網，淨化器及漂網系統之指標，經過前處理後，水產加工廠廢水之懸浮固形物與有機物含量就不相干，因絕大部分之五日生化需氧物質是水溶性或膠質物。

懸浮固形物包括有機物及無機物，無機物可能含有沙、淤泥及粘土，有機物包括油脂、動植物油及其他下水道排泄物，這些物質經靜

置後，很快就沈澱，懸浮固形物會干擾許多工廠操作之效率，且使鍋爐水起泡，與水接觸的設備生垢，這些物質也許是穩定不變，也許可以生物緩慢分解或快速分解，但當這些固形物懸浮於水中時，增加了水的混濁度，減低水的透光度，因而損害水中植物之光合作用，所以懸浮固形物在觀感上令人討厭，但當沈到水之底形成泥漿之沈積物時，其對水中生物之危害更大，因其覆蓋而損害水底生物的生活空間，而有機物分解消耗部分或全部水中氧氣，其測定方法乃測懸浮在水中粒徑 2mm 以下之不溶物，如懸浮固形物含量很低時，爲了加快測定，通常直接測定其混濁度以代表懸浮固形物。

油脂

指可用正己烷或三氯三氟乙烷 (Trichloro tzi fluor ethane Freon)，從排水中抽出的物質，乃指排水中所含脂肪酸、皂質、硬脂、蠟、油等，水產加工廠的廢水中，因其油脂含量高，而排出水道污染環境令人作嘔，故其問題特別嚴重。同時，在嫌氣條件下，油脂最不容易被消耗，故時常因浮渣堆積而堵塞濾孔，降低最終之排水品質。另外，對水域的生物顯示了氧氣需求之增加，油乳可粘在魚鰓或包住藻類及浮游植物的表面而損害此類生物，油的沈澱物抑制河床生物的生長，因此干擾水中食物鏈，魚吃下可溶乳化物時，魚肉的氣味都會被污染，浮油會減少空氣接觸而減低水中氧氣，同時浮油或其水中油乳可干擾水中植物的光合作用，水中油脂形成令人討厭的油鏡 (Slick) 而失去美感。

化學需氧量

指化合物因化學反應而在水中引起之立即溶氧需求，其測定是以高錳酸鉀、重鉻酸鉀等化學氧化劑使排水中的還原性物質分解成爲無機性的氧化物和氣體所需消耗的氧量稱爲化學需氧量。化學需氧量的測定不管此有機物質被

生物吸收利用的程度如何，均被氧化成二氧化碳及水，例如葡萄糖與木質素 (Lignin) 被生物吸收利用率差別很大，但在化學需氧量測定時均被完全氧化，因此化學需氧量均比生化需氧量高，如果含有大量生物不能利用的有機物時，其化學需氧量更高，水產加工廠廢棄物中生物不能利用的有機物並不高。化學需氧量的測定不能知道有機物在天然條件下之穩定性是它的缺點，另一缺點是受高量的氯化物干擾，通常測定化學需氧量時，加入 0.4 克的硫酸汞，則每公升含 40 毫克以下的氯化物也不致引起干擾，測定化學需氧量的好處是耗時短，只需 3 小時，且不需精密高級設備，工作人員的訓練要求不高，工作場所不必那麼大，實驗設備較便宜也沒有菌種適應新環境所引起的問題。

氯化物

如考慮以生物方法來處理水產加工廠廢水時，則廢水中氯化物之量就很重要了，這類工廠包括以鹽水蒸煮 (鹽漬品)、鹽水冷凍 (冷凍品)，鹽水分離桶 (例如蟹加工時的剝殼)，以及海水解凍、冷卻之操作，考慮以生物方法處理廢水時，必須考量其氯化物的含量，好氣性生物可以忍受較高的氯化物，但爲了此耐鹽性之培養，此生物需先適應將來操作環境的氯化物濃度，而此後廢水處理時必需能持相似的氯化鹽濃度，如果氯化物濃度時高時低，則生物處理的效率減低，嚴重時，用以處理的微生物會受害而死亡，爲了這個原因，如果此廢水將以生物方法處理時，則氯化物之測定就成爲經常不可缺乏之分析項目了。

三、廢水處理法

水產加工廠的廢水可依物理、化學與生物處理方法加以處理。如圖 3 所示是廢水處理流程及處理法選用圖，表 10 是各種廢水處理法所能達到之最高出水水質。以單獨或合併使用

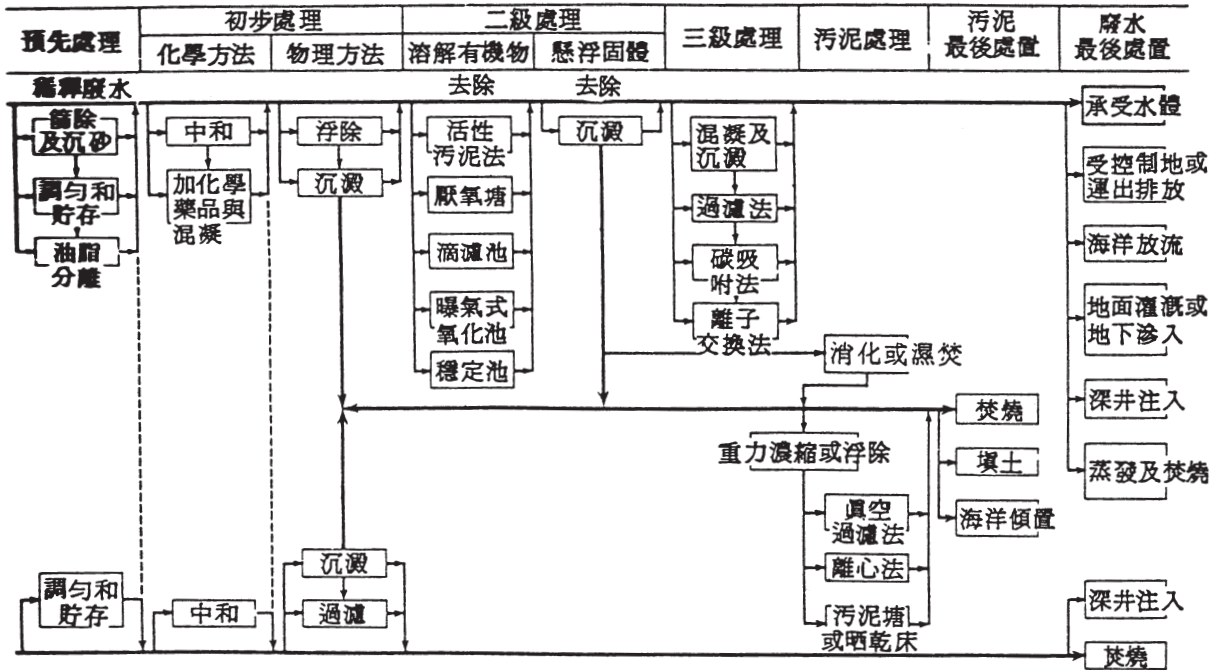


圖 3 廢水處理流程及處理法選用圖

| 處理方法 | BOD | COD | SS | N | P | TDS |
|---------------------------|--------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|
| 沉澱 (去除率) % | 10-30 | — | 50-90 | — | — | — |
| 浮除 ^a , (去除率) % | 10-50 | — | 70-95 | — | — | — |
| 活性污泥, mg/l | < 25 | ^b | < 20 | ^c | ^c | — |
| 曝氣式氧化池, mg/l | < 50 | — | > 50 | — | — | — |
| 厭氧塘, mg/l | > 100 | — | < 100 | — | — | — |
| 深井處置 | 廢水全部處置 | | | | | |
| 碳吸咐, mg/l | < 2 | < 10 | < 1 | — | — | — |
| 氮之空氣提除法 (去除率) % | — | — | — | > 95 | — | — |
| 硝化及解硝法, mg/l | — | — | — | — | — | — |
| 離子交換法, mg/l | < 10 | — | — | < 5 | — | — |
| 化學沉降, mg/l | — | — | < 10 | — | < 1 | — |
| 離子交換法, mg/l | — | — | < 1 | ^d | ^d | ^d |

表 10 各種廢水處理法所能到之最高出水水質

物理或化學處理的廢水處理法叫初級處理，而生物處理的稱為二級處理、生物需氧量主要係分解懸浮固形物與或可溶性固形體所需氧的指標，故先用物理處理與化學處理方法把懸浮固形物去除，會大量降低生物需氧量，再用生物處理方法來處理之，由初級處理所得之產品可以回收一些有用之物質。表 11 是罐頭廠所產生之廢水以上述方法處理，達到減少污染的

效率。

物理處理法：

此初級處理法，主要在分離懸浮固形物，與其他高生物需氧量物質如脂肪、油質等，固形體大小的差距很大，所使用之方法也就有不同，如分離較大顆粒之固形物可用濾網、靜止式帳網（如圖 4、5）、振盪網、迴轉鼓式網（圖 6），網目從 25mm 到幾微米，濾網很容易

| 方法 | 污染減少, % | | |
|-----------------|----------|-----------|----------|
| | 流量 / 地面水 | BOD / 地面水 | SS / 地面水 |
| 篩除法 20-40 號網 | 0 | 0-10 | 56-80 |
| 沉澱法 | 0 | 10-30 | 50-80 |
| 浮除法 | 0 | 10-30 | 50-80 |
| 化學沉降法 | 0 | 39-89 | 70-90 |
| 化學氧化法 | — | — | — |
| 活性污泥法 | 0 | 59-97 | 90-95 |
| 滴濾法 | 0 | 36-99 | 85-90 |
| 厭氧醱酵法 | 0 | 40-95 | — |
| 污水塘 | 0-50 | 83-99 | 50-99 |
| 澗濾法 | 50-100 | 100 | 100 |
| 砂濾法 | 50-100 | 15-85 | 100 |

表 11 罐頭食品廢水處理效率

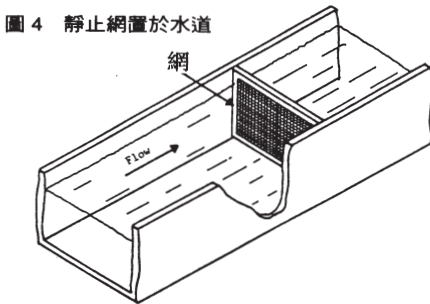


圖 4 靜止網置於水道

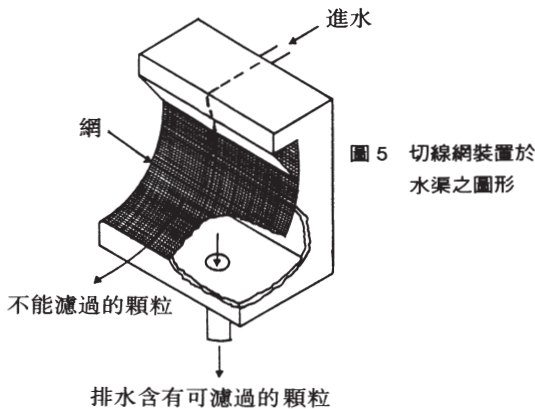


圖 5 切線網裝置於水渠之圖形

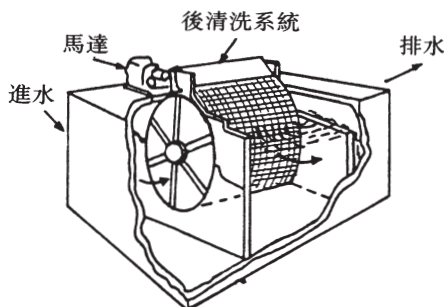


圖 6 迴轉鼓式網附後清洗系統

被堵止，所以需要清除設備如機械把或沖水裝備如（圖 6），經過濾之廢水可送到重力沈降槽如（圖 7），水由槽底緩慢上升，密度較大之固形體就沈到槽底形成一層沈積物，經由刮刀裝置壓縮送至輸出管再送到槽外，有些廢水含大量的油脂，可送到適當的滯留槽使油脂浮到上面，可從上層刮除，去除油脂的另一種方法是通氣漂浮法，即由槽底通加壓空氣，則小氣泡由槽底冒上時會攜帶油脂或細固形物到表面（如圖 8a），加些表面活性劑有助此操作（如圖 8b）有的工廠廢水經濾網後，不直接送到二次處理，而先送到貯存槽，以控制到二次處理之量能穩定，這種裝置叫流量平衡裝置（如圖 9）。

化學處理法：

用助凝聚物如石灰乳、硫酸鐵加到排水，形成聚集物而有助於沈澱、分離，助凝集劑依排水之 pH，含鹼度與固形物含量而異，批式操作時，在混合槽把助凝集劑加到排水則凝集物生成而沈澱，而連續式則用水平流槽，上流槽與輻射型槽。

有些排水經物理處理與或化學處理後就可把懸浮固形物生化需氧量降低到排放標準，有些則須再經生物處理法處理。

生物處理（二級處理）

即利用微生物把一些不安定的有機物轉變為安定的有機物，有好氣性與嫌氣性二種，好氣性生物處理包括，1. 滴水或過濾法，2. 活性污泥法（圖 12），3. 沼池法，4. 晒水灌溉法。

a) 滴水或過濾法之設備（如圖 10），由深 2~3 公尺，直徑 7.5~15 公尺之水泥池，池內田碎石或其他多孔性材料堆成，底下有一層排水層，澄清之排水由上方灑或迴轉散布管滴下，排水由上而流下，在碎石上形成一層有生物活性的粘膜層，因表面積很大，與空氣

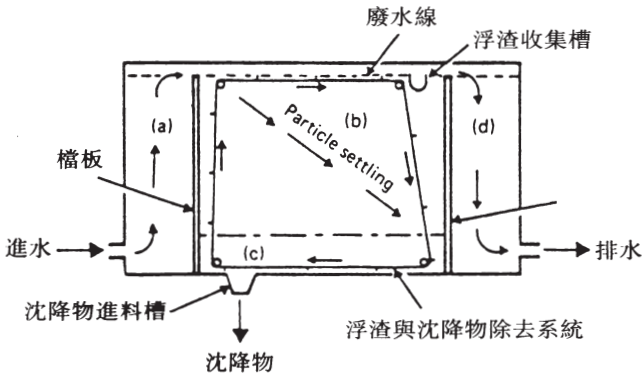


圖 7 沈降水 a)進水區, b)沈降水, c)沈降水收集區, d)排水區

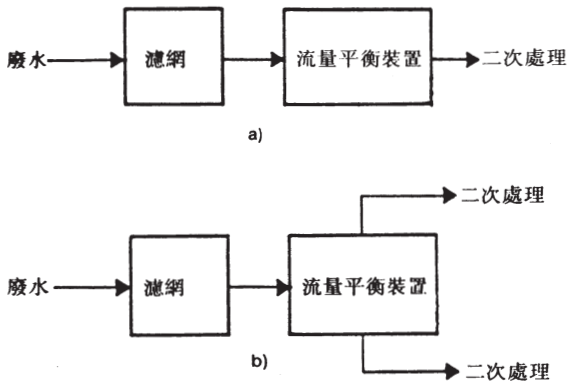


圖 9 流量平衡裝置, a)單流向系統, b)雙流向系統

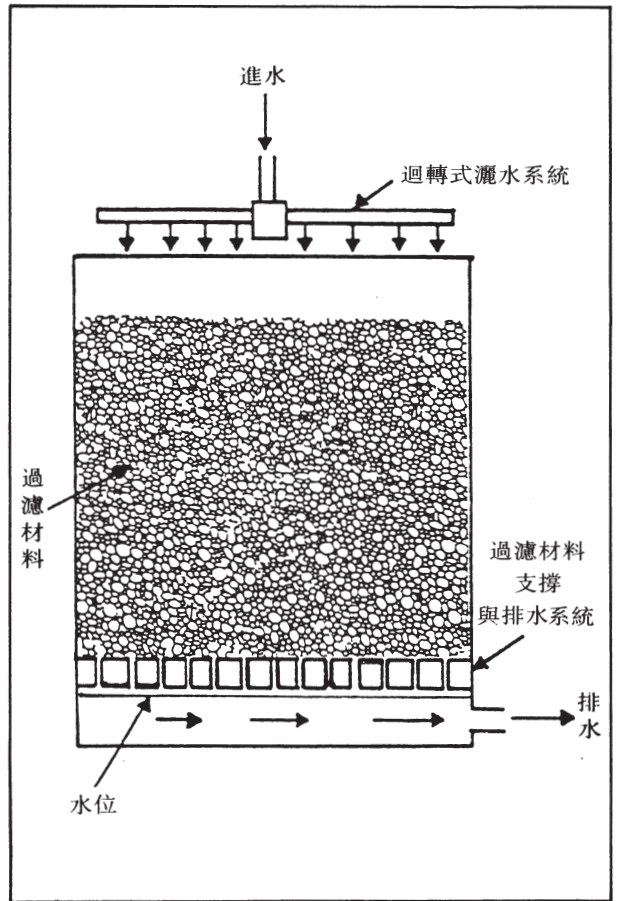


圖 10 滴水或過濾法

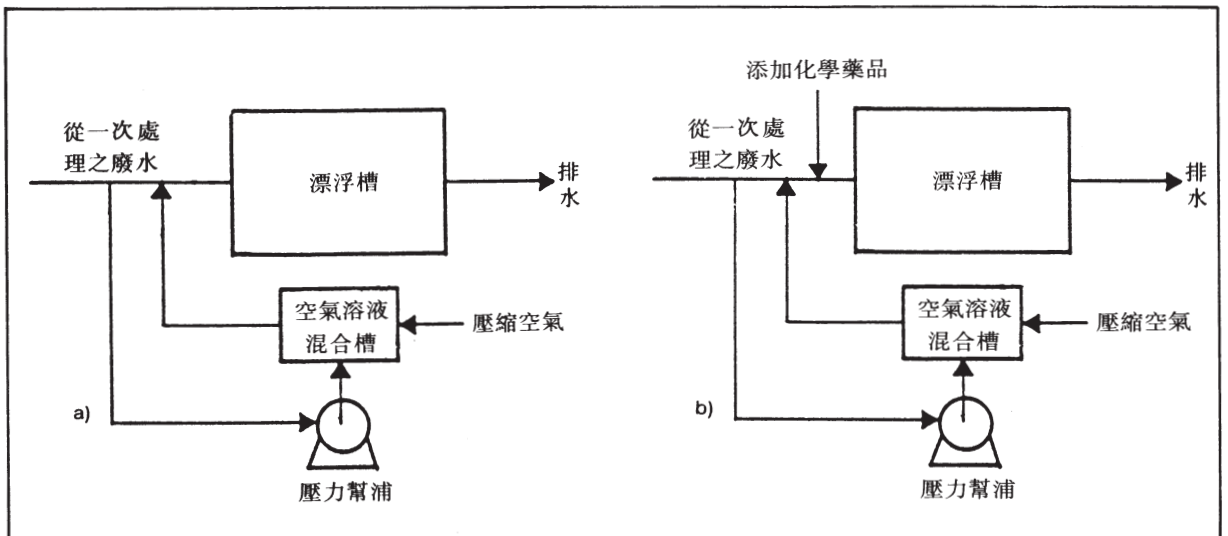


圖 8 溶解空氣漂浮系統 a)傳統式, b)添加化學助劑系統

接觸可以把有機物質分解如把氮氣化為硝酸鹽（圖 11），使排水更澄清而適合放流，活性粘膠須時間形成，且超負載處理會影響其效率，目前用塑膠材料做的高效率滴流過濾層，可以提高空間（Voidage）到 90%。

b) 活性污泥法如（圖 12），經初級處理的排水，在高濃度的微生物以通氣，攪拌之作用懸浮在排水中，則微生物利用排水中之有機物質生長，繁殖而降低其生物需氧量，經過一段時間後，把它排到沈澱槽，生物需氧量在每公升 20mg 或以下之澄清水溢流出去，而部分淤泥則沈澱，可以重複循環使用以保持污泥的活性，處理過多污泥會造成困擾，快速吸附、氧化有機物同時達到快速沈降是本處理的優點。

c) 沼池法須有一大片的土地以處理廢水，是一種簡單、方便的方法，適合於有季節性處理且廢水處理設備不易造時使用，罐頭工廠使用此方法的很多，簡單沼池法以好氧或嫌氧性分解有機物物如（圖 13、14），本法之效率依靠表面通氣操作，藻類的生長可提供部分氧氣，以 0.1~1.5 公尺深度為限，低溫或嫌氧性分解作用旺盛之條件影響細菌的分解作用與藻類的繁殖，導致惡臭，有時候添加硝酸鈉以產出氧來幫助氧化作用，某些廢水含多量的有機物質如脂質、蛋白質等，最好用嫌氣性分解法，嫌氣性分解污泥產量較低，但高生物需氧量之下降率較大，嫌氣性沼池法須用較深之池子，需造一層幾公分厚的油層以防止惡臭、熱氣。

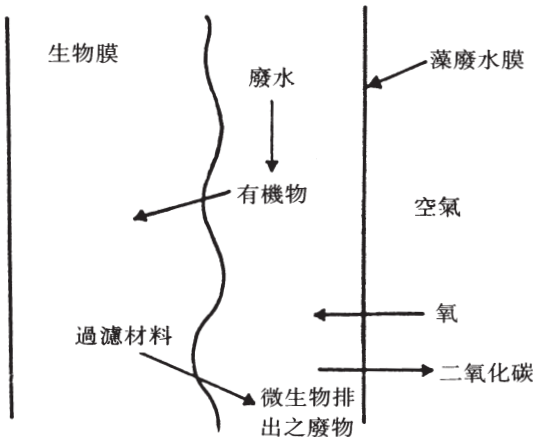


圖 11

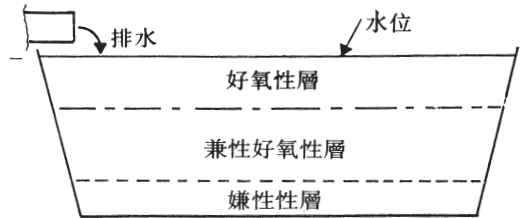


圖 13 通氧性沼池法

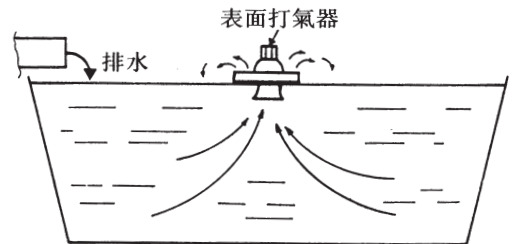


圖 14 通氣沼池法

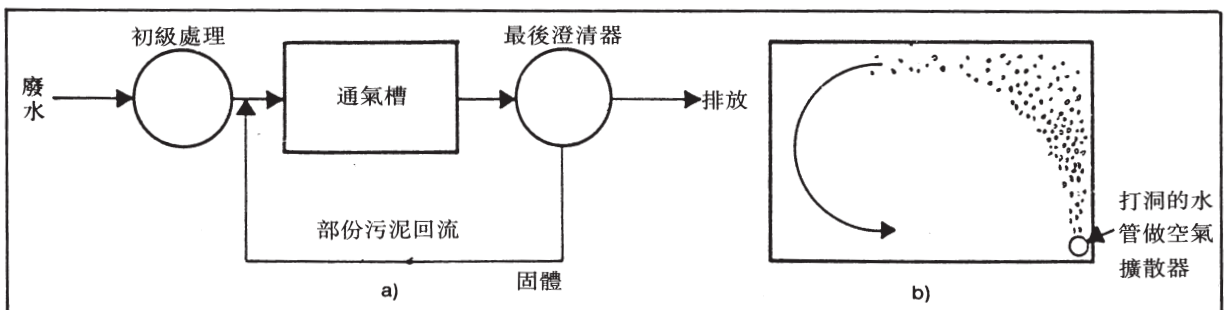


圖 12 傳統活性污泥處理系統，a) 流程圖、b) 通氣槽側面圖

的逸散，以肉品加工廠較常以此法處理廢水。

d) 噴洒灌溉法須有合適的泥土（有適度的多孔性），把廢水打到長有草的土地，以噴洒裝置噴洒，這方法便宜，又可避免污染水道，如果控制得宜，甚至可用來灌溉可食作物，本法適用於乳製品和罐頭廠之廢水處理。

嫌氣性生物處理法，嫌氣性生物處理是把有機物質分解成二氧化碳與甲烷，適於某些廢水如肉品加工廢水，利用細菌進行淨化，產生大量的濕污泥，須先經脫水處理再予丟棄，嫌氣性污泥分解，產生較小體積，較無作用之物質，不愉快氣味也不多。

以加熱管來控制污泥分解槽之溫度，再輔以攪拌來幫助分解，滯留時間可能好幾天，但95%的生物需氧量可以被清除。

經沈澱後，體積減少的分解污泥送到乾燥槽，液體經過好氣處理，或加氯處理，然後再放流到河水中，因嫌氣性發酵會產生硫化氫與氨等不快氣體，分解槽通常都需要加蓋以減少這些不快氣體之外溢，並且可收集一些沼氣，這些沼氣可供作能量的來源。

四、廢水排放標準

台灣地區放流水標準

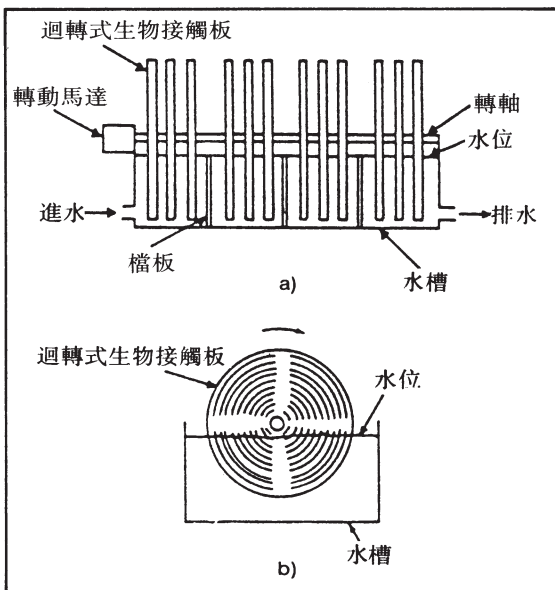


圖 15 迴轉式生物接觸板 a)側面圖、b)尾端圖