

3.4 接觸曝氣法

本方式適用於日平均污水量大於10立方公尺之建築物污水處理。

3.4.1 處理單元

接觸曝氣法之處理單元包括：

初沉槽、攔污柵、沉砂池、流量調整槽、接觸曝氣槽、沉澱槽、消毒槽、放流槽、污泥濃縮貯留槽、污泥濃縮槽及污泥貯留槽。

3.4.2 處理規模

本方式依污水流量大小可有三種處理規模，第一種為適用處理污水量每天50立方公尺以內者；第二種為適用處理污水量每天51至250立方公尺者；第三種為適用處理污水量每天大於250立方公尺者。

3.4.3 第一種規模處理流程

處理污水量每天50立方公尺以內之處理流程包括：

初沉槽、接觸曝氣槽、沉澱槽、消毒槽及放流槽等單元。

說明：

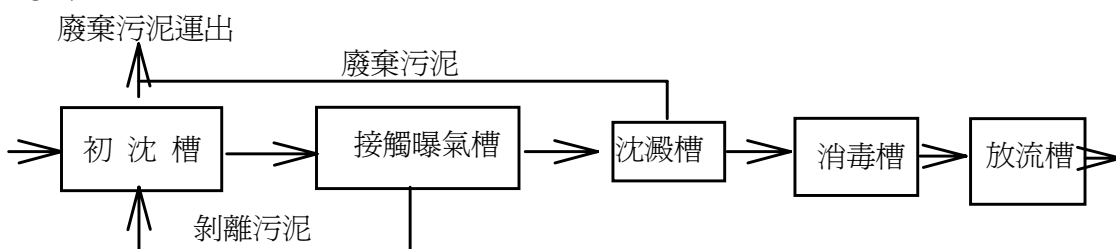


圖 3-22 第一種規模處理流程圖

3.4.4 第二種規模處理流程

污水量每天51至250立方公尺之處理流程包括：

初沉槽、流量調整槽、接觸曝氣槽、沉澱槽、消毒槽、放流槽及污泥濃縮貯留槽。

其中初沉槽部份得視需要以如3.3.7中之機械式攔污柵取代之。

說明：

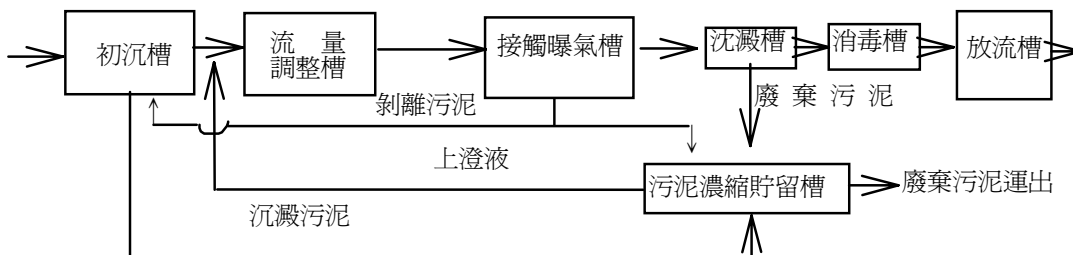


圖 3-23 第二種規模處理流程圖

3.4.5 第三種規模處理流程

污水量每天大於251立方公尺之處理規模組合單元包括：

粗孔攔污柵、微細孔攔污柵、5mm孔攔污柵、流量調整槽、接觸曝氣槽、沈澱槽、消毒槽、放流槽、污泥濃縮槽及污泥貯留槽。

說明：

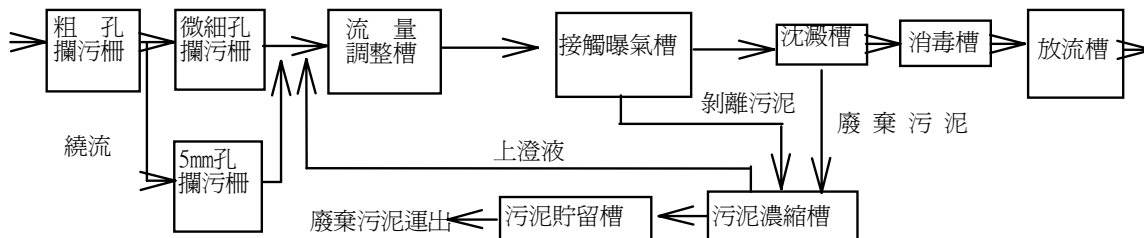


圖 3-24 第三種規模處理流程圖

3.4.6 構造與機能

本方式之處理組合除接觸曝氣槽外，其餘各單元之構造與機能分別依旋轉生物圓盤法之相關規定。

3.4.7 類別區分

接觸曝氣槽依處理功能區分為二種，如表 3-5 所示：

表 3-5 接觸曝氣槽類別區分表

類 型	BOD去除率(%)	處理後放流水 BOD濃度(mg/l)
甲	≥ 85	≤ 30
乙	≥ 75	≤ 50

說明：

1. 接觸曝氣槽為內置適當比例之接觸濾材，以使微生物附著生長以分解污水中之污染成份者，其依據設計參數之不同而得以有不同之生化需氧量(BOD)處理功能。
2. 接觸曝氣槽依處理功能區分為二種，
 - (1) 甲類型為在所設定之污水處理量及BOD濃度負荷下可獲致BOD去除率85%以上，且處理後BOD放流濃度低於30mg/L者。
 - (2) 乙類型為在所設定之污水處理量及BOD濃度負荷下可獲致BOD去除率75%以上，且處理後BOD放流濃度低於50mg/L者。

3.4.8 接觸曝氣槽之設計參數

各類型接觸曝氣槽之設計參數，規定如表 3-6 所示：

表 3-6 接觸曝氣槽之設計參數表

類 型	BOD容積負荷量 (kg/m ³ ·d)	第一室之 BOD容積負荷量 (kg/m ³ ·d)
甲	0.3	0.5
乙	0.4	0.6

說明：

各類型接觸曝氣槽之設計參數，規定如下：

1. 甲類型之接觸曝氣處理設施其BOD容積負荷應為每立方公尺槽體積每日承受BOD負荷量在0.3公斤以下；且對於第一室而言，其BOD容積負荷應為每立方公尺槽體積每日承受BOD負荷在0.5公斤以下。
2. 乙類型之接觸曝氣處理設施其BOD容積負荷應為每立方公尺槽體積每日承受BOD負荷量在0.4公斤以下；且對於第一室而言，其BOD容積負荷應為每立方公尺槽體積每日承受BOD負荷在0.6公斤以下。

3.4.9 接觸曝氣槽之構造與機能

接觸曝氣槽之槽體構造與機能規定如下：

- (1) 本槽區分為2室以上；其第1室之容量應為全容量之五分之三以上。
- (2) 本槽之有效容量應大於日平均污水量之五分之二。
- (3) 本槽之有效水深(H)應為1.5至5.0公尺。
- (4) 本槽內應備有以下各項裝置：
 - a. 附著生物膜之接觸濾材；
 - b. 供給氧氣，以攪拌污水用之曝氣設備；
 - c. 防止接觸濾材堵塞之逆洗裝置；
 - d. 剝離污泥(生物膜)應具可於第一槽輸送至初沉槽或污泥濃縮槽或污泥濃縮貯留槽之裝置；
 - e. 消泡裝置。

說明：

1. 原理：

- (1) 在曝氣槽中填充接觸材以形成濾床，藉著曝氣攪拌使供給充分溶氧之污水能循環、接觸，此種反應槽稱為接觸曝氣槽。生物性污泥會附著於接觸材之表面，蓄積而生成生物膜。進流之污水藉著與附著的生物膜反覆地接觸被淨化。此外，以

生物膜形態附著，生物性污泥不需要由沈澱槽轉送迴流污泥。

- (2) 一般而言，在接觸曝氣槽之循環水中是不容許有多量的如活性污泥狀之浮游物質(污泥)產生。
- (3) 此方式亦設置最終沈澱池，其主要目的並非藉著固液分離作用取得處理水；而是為了除去由接觸曝氣槽流出污水中之微量懸浮物質或是防止由於生物膜之過量蓄積時之流出以及於洗淨濾床時短暫性的污泥流出所造成處理水質之惡化發生。
- (4) 本方式之功能上之特徵如下所示：

【優點】

為了在接觸材表面使生物性污泥以生物膜狀附著生成、隨著接觸濾材之比表面積愈大，愈能保持多量的生物膜。

污泥齡愈長時，可表現出廣泛之生物相，並可增大生物化學反應之安定性。同時，可促進污泥之自行氧化，以減少多餘污泥之形成。對於低濃度污水或低負荷條件皆具有良好之適用性。

【缺點】

定量的調節附著生物量並不容易。對於BOD或浮游物而言，一旦接受高負荷條件時，生物性污泥之蓄積速度將會上昇，濾床之閉塞時間則會提早。

基於上述問題之對策而言，濾床之洗淨及剩餘污泥之去除是必要的，唯其方法則隨著接觸曝氣槽之構造而異。

2. 有效容量：

【計算例】

假設處理對象人數	100(人)
1人1日污水量	250(L/人·日)
進流污水BOD值	160(mg/L)時
則，日平均污水量	$100 \times 0.25 = 25(\text{m}^3/\text{日})$
進流BOD值	$25 \times 0.16 = 4(\text{kg}/\text{日})$

則依接觸曝氣槽之有效容量為BOD容積負荷 $0.5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 以下或日平均污水量之 $2/5$ 以上。

$$4.0(\text{kg}/\text{日}) \div 0.5(\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}) = 8(\text{m}^3)$$

或 $25 \times 2/5 = 10(\text{m}^3)$ ，

其中，第一室容量為BOD容積負荷 $0.8\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 以下或是總有效容量之 $3/5$ 以上。

$$\begin{aligned} \text{所以} \quad & 4.0 \div 0.8 = 5.0 \text{ (m}^3\text{)} \text{----- 第一室} \\ \text{或} \quad & 8.0 \times 3/5 = 4.8 \text{ (m}^3\text{)} \text{----- 第一室} \\ & 8.0 - 5.0 = 3.0 \text{ (m}^3\text{)} \text{----- 第二室} \end{aligned}$$

為了使一室之有效容量愈大以同時滿足BOD容積負荷及滯留時間，則第一室有效容量為 5.0m^3 ，第二室為 3.0m^3 ，總有效容量為 8.0m^3 。

3. 接觸濾材應具以下之特性：

(1) 空隙率應為 $97 \sim 99\%$ ；

應具有不因過量之污泥蓄積，致重量負荷增大及攪拌水流產生變形、破損之強度。

即使提高填充率，亦不減少槽之實際滯留時間，且仍具有充分之空隙率。現在常採用之硬塑膠製品，其空隙率可達 90% 左右。若為碎石狀時，唯有增加槽之有效容積，才能獲得必要之滯留時間。

(2) 空隙間隔應為 $50 \sim 100\text{mm}$ ，但第一室應為 $80 \sim 100\text{mm}$ ；生物膜生成後及洗淨濾床時，除均勻地攪拌外，污水應有與接觸材內外表面循環接觸之空間間隔(空隙之大小)。

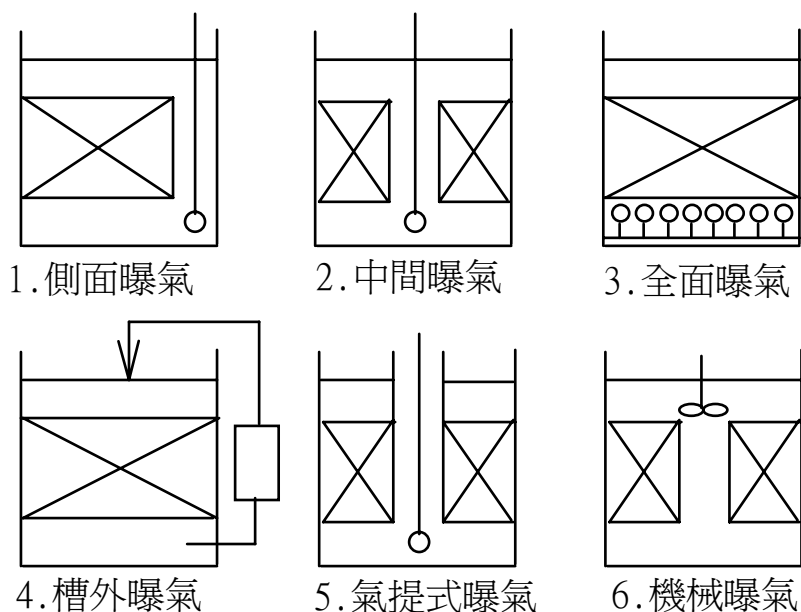
(3) 比表面積應為 $40 \sim 80\text{m}^2/\text{m}^3$ ；儘可能使比表面積增大。

(4) 接觸濾材之填充率應為 55% 以上；接觸材填充率依槽之形狀、接觸材質，所形成之濾床形狀及槽內之各種配管、曝氣裝置之位置等不同而變化。此值之高低乃受接觸曝氣槽之機能影響很大。若為合併處理其槽容量較大，故填充率最少為 55% 以上。

填充率低則槽內污水之攪拌欠均勻，與接觸材之循環接觸亦不充分，接觸材未填充之部份，易發生短路，濾床幾乎不易運轉。

填充率高則污水之攪拌可均等化，與接觸材之循環接觸效率亦相對的提高。每個接觸材及濾床之空隙率較大，可確保充分之滯留時間及空隙之大小。同時，生物性污泥附著生成後，亦須保持污水充分而均等地攪拌狀態。

4. 曝氣攪拌方法可為側面曝氣、中間曝氣、全面曝氣、氣提式曝氣、機械曝氣(包含表面曝氣及泵曝氣)等(參閱圖 3-25)。



曝氣攪拌方式及剖面形狀圖

圖 3-25 曝氣攪拌方式及剖面形狀圖

其空氣供給量需至少符合以下之規定：

- (a) 當有效水深為 2 ~ 3m 時，其曝氣強度約應為 $2 \sim 3 \text{m}^3\text{-air/m}^3\text{-時}$ 。
- (b) 曝氣裝置應同時具將槽內污水攪拌均勻之功能。
- (c) 填充部之污水流速一般約為 6 ~ 10m/分。
- (d) 溶氧量至少應維持 1mg/L 以上。

5. 污泥之剝離、輸送及剩餘污泥之生成量

污泥之剝離可分為不定期之自然脫落及人工強制剝離，對於前者計有「利用水流將污泥輸送至沉澱槽」及「於沉澱槽沉澱分離之後再輸送至初沉槽、**污泥濃縮貯流槽、污泥濃縮槽**」等方法。然而，後者則在接觸材固定部下面設置散氣裝置，藉著濾床反沖洗使過剩之蓄積性污泥剝離。特別是在第一室設置散氣裝置是必需而常見的，其他各室亦期望能設置散氣裝置。

關於污泥之輸送，是輸送槽底部已沉降之**剝離污泥及懸浮污泥**。可利用污泥泵或是**空氣揚昇**泵輸送。

關於剩餘污泥之生成量，其污泥齡仍較活性污泥法之污泥齡長，特別是隨著接觸材之填充方式(曝氣槽之構造)，形成浮游物質之捕捉蓄積作用之強弱不同而影響污泥齡之長短。

【剩餘污泥生成量之計算例】

例2-1：藉著不同之接觸材填充方式分類及曝氣攪拌方式分類所組合成之裝置，進行處理都市污水之例。

表 3-7 操作條件表

※為第一室之BOD負荷

接觸曝氣槽	容量 (m ³)	處理水量 (m ³ /日)	滯留時間 (hr)	BOD負荷 (kg/m ³ 日)	平均BOD去除率(%)
No.1	4	28.8	3.3	0.47	97.0
No.2	4		3.3	※(1.40)	
No.3	4		3.3		
合計	12	28.8	9.9	0.47	97.0

表 3-8 操作條件表42天之輸送污泥量及VSS比率表

接觸曝氣槽	No.1	No.2	No.3	計
輸送污泥量[kg]	46.0	37.3	5.3	88.6
平均VSS[%]	53.3	38.2	34.4	---
平均VSS量[kg]	24.5	14.2	1.9	40.6

進流BOD量238.3kg，去除率為97%，則

去除BOD量為 $238.3(\text{kg}) \times 0.97 = 231.15(\text{kg})$

BOD·VSS之轉換率 $40.6(\text{kg}) / 231.15(\text{kg}) \times 100 = 17.5(\%)$

此時，若槽區分為三室時，污泥量及VSS之比率皆會減低，BOD·VSS之轉換率則約為18%。

例 2-2：藉著不同之接觸材填充方式分類及曝氣攪拌方式分類所組合成之裝置，進行處理家庭污水時之接觸材污泥保持量之例。

表 3-9 循環水及污泥剝離後之類同浮游物表

	SS [mg/L]	灰分[mg/L]	VSS [%]
裝置A循環水	63	11	82.5
裝置A之剝離後	8,780	3,050	65.3
裝置B循環水	18	3	83.3
裝置B之剝離後	6,220	1,670	73.2

裝置A 接觸曝氣槽容量 $0.74(\text{m}^3)$

接觸材容量 $0.43(\text{m}^3)$

循環水SS $63(\text{mg/L})$

剝離後SS $8,800(\text{mg/L})$

$(8,800 - 63) \times 0.74 = 6,465[\text{g}]$

$6,500 / 0.43 = 15,116[\text{g/m}^3]$

因此，裝置A之接觸材污泥保持濃度約為15,000mg/L，而裝置B之接觸材污泥保持濃度約為10,700mg/L。