

氧化深渠之簡介及其應用

廖學賢*

一、前　　言

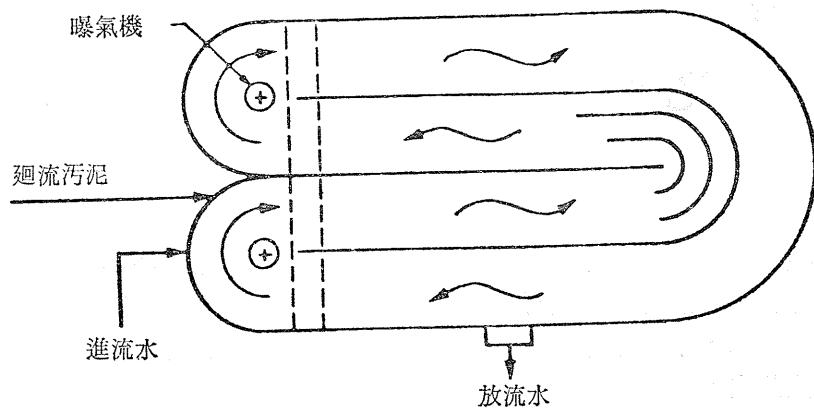
最近幾年國內大型的工業區廢水和社區污水處理，氧化深渠（Deep oxidation ditch process）是最被常用的處理流程，筆者於最近五、六年內，因業務上推展，幾乎參與了每一個氧化深渠的設計或施工，今特將幾年來陸續收集了有關這方面的資料論文，及個人在氧化深渠應用上的體會，草成此文。

氧化渠是德國 Dr. PASVER 在1953年研究發展而成。最初的氧化化渠深 $1 \sim 1.5\text{m}$ ，斷面型狀為 45° 梯形。曝氣器採用籠形滾水機（Cage rotor）。由於建造簡單，操作也容易，處理效果也很好，很快在歐洲及開發中國家普遍採用。但由於氧化渠深最深只可達 1.5m ，而籠形滾水機的供氧效率也有限，因此一般只適合於中小型的污水廠。國內早在民國五十年初即陸續引進氧化渠於中興新村、清泉崙基地及臺中黎明社區，是國內建造的最早期的污水處理廠。

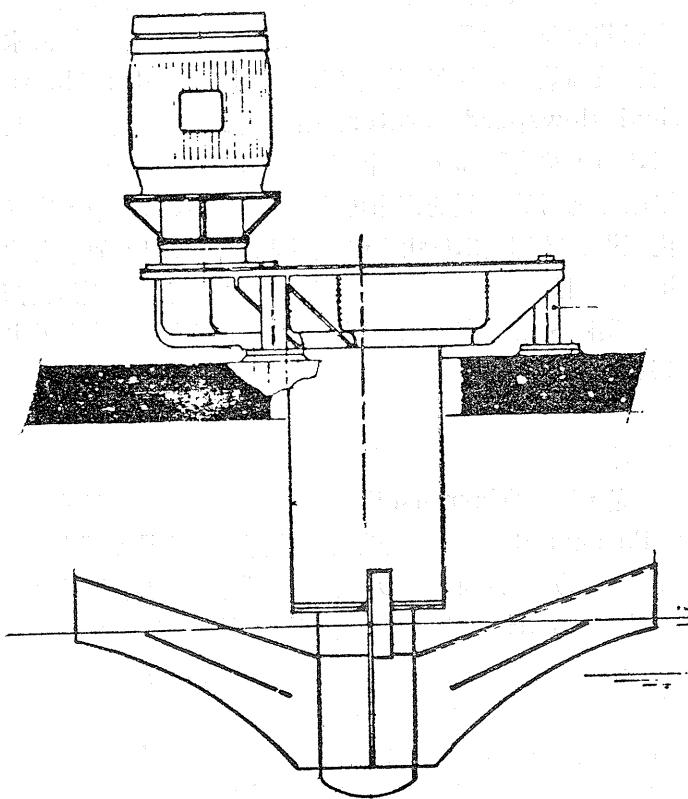
最近十餘年來，由於較高效率的橫軸巨型滾水機（Horizontal Mammoth Rotor）及豎軸的慢速曝氣器（Vertical slowspeed aerator）相繼發展改良，氧化深已自傳統的 $1 \sim 1.5\text{m}$ 渠深，提高到渠深 $3.5 \sim 4.0\text{m}$ ，垂直斷面，大幅的減少了氧化渠的佔地面積。而且由於曝氣器供氧效率的提高，使氧化渠已可應用於大型的都市污水及工業廢水處理廠，廣受各污水處理先進國家使用。據統計目前氧化深渠在歐洲有 2,000 個，在美國約有 600 個，加拿大約 100 個。處理水量由 $100\text{m}^3 \sim 55,000\text{m}^3/\text{day}$ 。而目前國內採用新式氧化深渠的污水處理廠共有 9 座，他們分別是：南崙工業區、臺中幼獅工業區、三義汽車工業區、臺中工業區、東勢鎮污水廠、內灘污水處理廠、義美食品龍潭及南崁廠、永康工業區等。另尚在規劃設計者有兩座。可見氧化深渠在國內廣受衛工界歡迎及採用。

由於曝氣器構造的差異，使氧化深渠發展成兩個不同的系統。一個係由荷蘭 Delft 工科大學及 DHV 顧問公司共同研究，取名“Carrousel”系統，曝氣器採用豎軸的 Simcar-aerator（如圖一）。另一個係由德國 Passavant 公司發展改良傳統籠形滾水機為橫軸巨型滾水機（Mammoth rotor）的氧化深渠（如圖二）。目前國內 9 座採用氧化深渠的污水廠中，有 4 座之採用 Carrousel 系統、5 座採用 Mammoth rotor 的氧化深渠系統。不論採用那一種曝氣器（Aerator），曝氣器的功能有二，一個是提供足夠的輸氧能力給氧化渠中的微生物營新陳代謝作用，另一個目的是提供足夠的攪拌及推進的動力，使氧化渠內溶氧和微生物足夠攪拌混合，流速維持在 30cm/sec 以上，懸浮微生物（MLSS）不會沉澱。最近美國有一家顧問公司（Burns & McDonnell）研究了另一種曝氣及攪拌方式取名為 BMTS system，即將上述原由一個曝氣器提供兩種功能，分由兩種設備來提供。即攪拌的功能由沉水式螺旋推進器（Submersible propeller）來擔任，而輸氧的功能由鼓風機和散氣設備（Blower and Diffusers）來提供，如圖三所示，此一系統加上其沉澱設備的特殊構想，筆者將於另文詳細介紹。推展於國內衛工界。

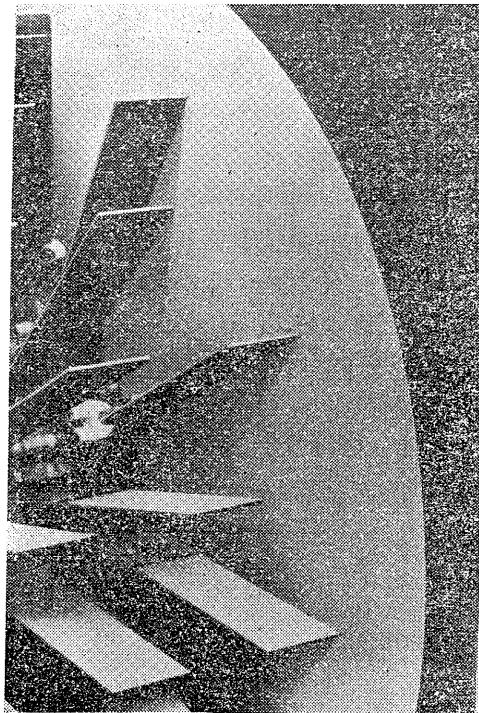
* 水美工程企業股份有限公司總經理



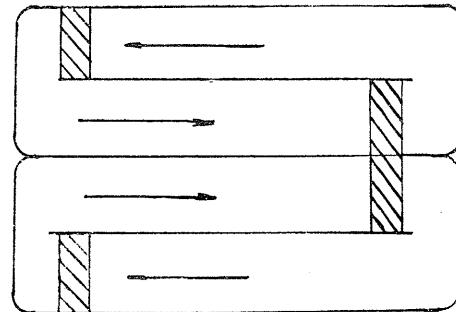
圖一-a 典型的 carrousel 氧化深渠



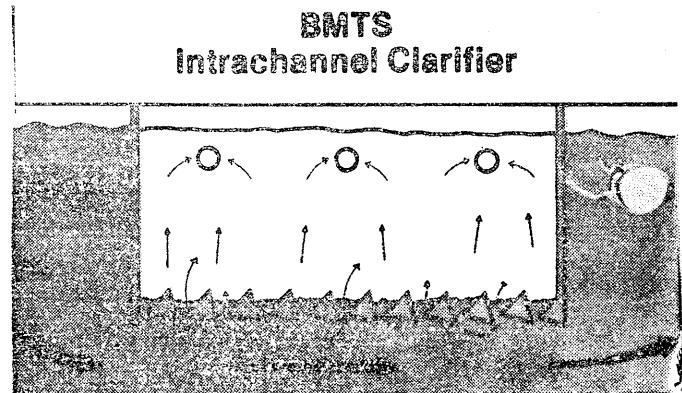
圖一-b 典型的豎軸曝氣機



圖二a 典型的橫軸曝氣機

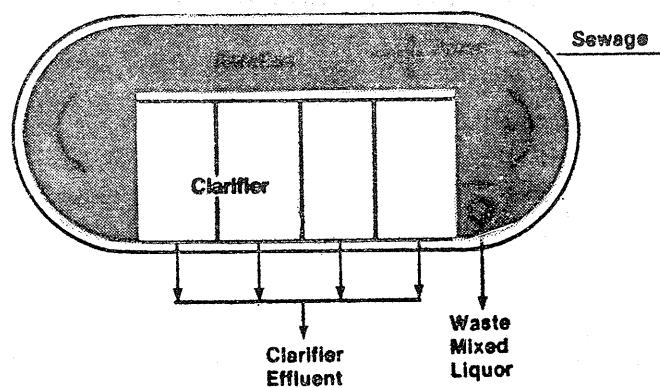


圖二b 典型的 pasver 氧化深渠



圖三a 典型的 BMTS 平面圖

BMTS
Intrachannel Clarifier



圖三b 典型的 BTMS 沉澱設備

二、設計之考慮條件

氧化渠不論採用何種曝氣及攪拌方式，基本上氧化渠是屬於活性污泥法中低有機負荷 (Low F/M) 之應用，是延長曝氣氧化法的方式之一。其基本的控制條件有三：

(1) 低有機負荷 (Low organic loadings)，設計時 F/M 比值應維持在 $0.05 \sim 0.15 \text{ kg BOD}_5 / \text{kg MLSS/day}$ 之範圍內。MLSS濃度在 $2,000 \sim 6,000 \text{ m/l}$ 之間。由此二個條件，可以推算出其容積負荷 (Volumetric loading)，如 $F/M = 0.075$ ， $MLSS = 4,000 \text{ m/l}$ ，其容積負荷 = $0.3 \text{ kg BOD}_5 / \text{m}^3 / \text{day}$ ，由此可推算出氧化渠之體積。

(2) 曝氣器輸氧能力的選定，根據經驗，去除 1 kg BOD_5 約需 2.0 kg O_2 ，由每天的總 BOD_5 量乘以去除每公斤 BOD_5 需氧量即知每天的總輸氧量，除以 24 小時，即得每小時輸氧量。足夠的氧量同時可提供脫氮 (Nitrification) 和污泥消化的目的。

(3) 不論豎軸或橫軸曝氣機，其輸氧效率差不多均為 $1.8 \text{ kg O}_2 / \text{hp-hr}$ 或 $2.3 \text{ kg O}_2 / \text{kw-hr}$ ；由輸氧量除以輸氧效率即為曝氣機之動力。

三、曝氣器輸氧量大小的控制

不論採用豎軸或橫軸曝氣機，其輸氧量和葉片吃水深完全成正比，也和耗電量成正比。而吃水深一般均由氧化渠的溢流堰來調整。豎軸曝氣器也可由油壓幫浦來調整曝氣機軸的升降。不論調整溢流堰或調整曝氣機軸，均可由氧化渠內溶氧來控制。但由於氧化渠內溶氧的分佈並不均勻，採用豎軸的 Carrousel 氧化渠，更有溶氧豐富區，和溶氧缺乏區。如何選定溶氧測點和溶氧量控制範圍，是設計者和操作者均需謹慎思考的問題。通常氧化渠曝氣機最小吃水深和最大吃水深，其輸氧量，差不多有 $3 \sim 4$ 倍，所以氧化深渠應用，可以適合初期部份污水，及稍微超負荷 (Over loading) 的操作，均不會發生問題，這是氧化渠國內廣受歡迎採用的原因。

四、氧化渠設計注意要點

根據筆者參考與幾個氧化渠設計和操作上的經驗，氧化渠要特別考慮水力超負荷的問題 (Hydraulic over loading)。由於部份污水進流管或渠，並未和雨水系統分開，碰到暴雨時，氧化渠內水位迅速升高，致使曝氣機馬達因超過負載而自動跳脫。所以設計時，要特別考慮溢流堰長度的選定，及溢流堰至終沉池水位差，及溢流堰至沉澱池之間輸水管管徑要特別放大。當然操作時這問題特別嚴重時，應於進流處設一閘門，暴雨來時讓部份水流繞流。

五、使用橫軸和豎軸曝氣器氧化渠的比較

下表簡單列出使用這兩種不同曝氣器的氧化渠，其差異之處。

	Pasver 氧化渠	Carrousel 氧化渠
曝氣器型式	由橫軸中心軸延伸許多葉片組織，直徑1.0m，長度約3m至9.0m。	許多不同葉片型狀的豎軸曝氣都曾被用過，但以 Simcar錐形葉片，最常用。直徑由1.0m至4.0m。
吃水深控制	由溢流堰高程來調整。	可由油壓幫浦，控制曝氣器軸之升降或由溢流堰高程來調整。
曝氣器安裝位置	可安裝於氧化渠內任何直線位置。	只能安裝於氧化渠一端水流轉彎處，設計時此處水池較深。
氧化渠結構上設計	除轉彎處須特別考慮水流均勻而設計導流牆外，其餘不需特別考慮。	除導流牆外，還要特別注意安裝曝氣器支撐橋的結構設計。

至於就輸氧能力、攪拌能力、適用性 (Adaption)、機械壽命、以及建造費用、操作費用、維護費用等的比較，目前國內雖已有9座深氧化渠的建造，但因缺乏正確的操作數據；而國內競標的基準，每案均不同，也很難在費用上作比較，以判定那一種系統較優。

六、結論

1.不論採用橫軸或豎軸曝氣機的氧化深渠，其主要特性可歸納如下：

- (1)無需初步沉澱池，節省建設費用。
- (2)對於突變負荷 (Shock loading) 具有緩衝容量。
- (3)脫氮作用 (Denitrification) 可在不增加費用下達成，減少放流水營養劑及藻類的繁殖。
- (4)污泥性質穩定，不需另建消化設備，污泥脫水容易。

2.在目前國內污水處理廠專業優秀的操作人員不可得的條件下，氧化深渠具有操作簡單，曝氣器維修容易，而處理的效果穩定等優點，應適合於國內推廣使用。