

麥寮PTA 廢水厭氧處理系統介紹

台化化三部

麥寮PTA廠 郭坤龍

台化麥寮綜合廢水處理場主要處理麥寮PTA廠廢水，PTA廢水COD日負荷量達50公噸，佔總負荷量的9成以上，因民國70~80年代國內外PTA同業採厭氧法處理廢水的比率低，成功的案例不多，技術廠商經驗較不足。PTA、SM、AROMA、PABS、HAC及DMF等廠都是本公司當時在麥寮廠區的新投資案，沒有實際運轉經驗，綜合廢水組成及特性很難事先掌握，

若選用厭氧法風險較大，綜合評估結果乃選用本公司最有把握，技術經驗相對純熟且啓動期較短之好氧—活性污泥法來投資。

由於PTA同業廢水採用厭氧處理的技術不斷進步且已趨純熟階段，化三部於93年隨著科技進步的潮流，即開始規劃引進最新型效率最好，且運轉實績佳的「膨脹顆粒污泥床法(EGSB法)」，期待能做到：

電力節省、污泥減量、能源回收等三項優勢，另亦培養較先進廢水厭氣處理的技術能力。

自70年代至今，PTA 同業採用厭氣廢水處理系統主要包含下列四種，依發展先後依序為厭氣濾床法、上流式厭氣污泥床法、複合式厭氣處理法及膨脹顆粒污泥床法，詳述如下。

1. 厭氣濾床法簡稱AF法：如圖1

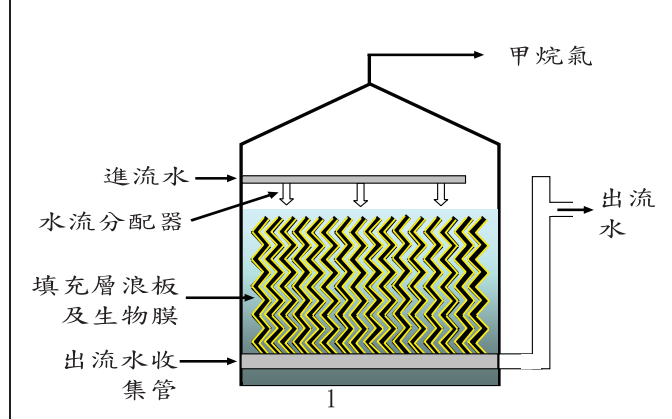
為AMOCO 公司專利技術，使用於AMOCO 獨資或合資的PTA 廠，國內中美和於78年開始使用，因污泥顆粒附著在填充床浪板表面上，增殖加厚易崩解，較易堵塞出流水管。

2. 上流式厭氣污泥床法簡稱UASB法：如圖2

荷蘭Groninij 技術，國內東展興業PTA 廠於80年引進使用，84年才穩定運轉，處理PTA 廢水時，污泥顆粒化不佳，顆粒太細或未顆粒化，造成污泥易流失，致處理效率下降。

AF(Anaerobic Filter Bed)反應槽圖示：

(圖1)



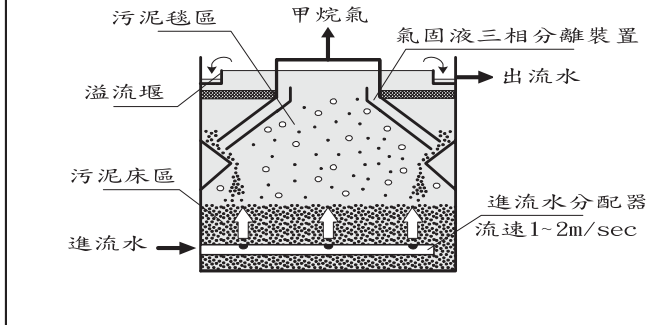
3. 複合式厭氣處理法簡稱

Hybrid法：
如圖3

國內杜邦PTA廠90年開始使用，為UASB之改良型，解決部分顆粒化不良缺點，可較穩定開車運轉，但處理效率包括COD去除率及容積負荷率較UASB略差。

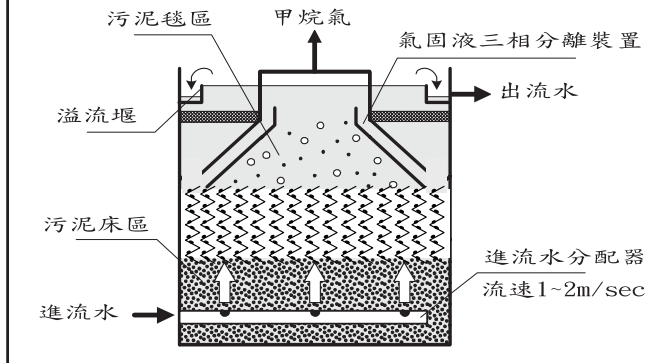
UASB(Up-flow Anaerobic Sludge Bed)反應槽圖示：

(圖2)



Hybrid(Hybrid Anaerohic Reator)反應槽圖示：

(圖3)



4. 膨脹顆粒污泥

床法簡稱EGSB

法：如圖4

荷蘭Biothane

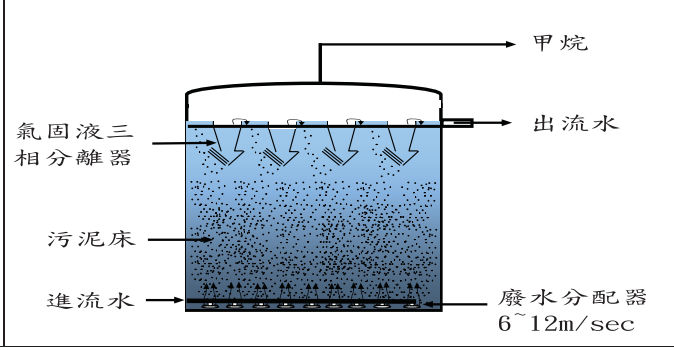
技術，國內中美和公司於92年引進使用，為改善污泥顆粒不均之缺點，其COD去除率及容積負荷等處理效率均高，並能穩定運轉。

綜合上述4種

之厭氧處理法及傳統之喜氣法，其主要之差異比較如下表所示。

廢水厭氧分解

EGSB(Expanded Granular Sludge Bed) 反應槽圖示： (圖4)

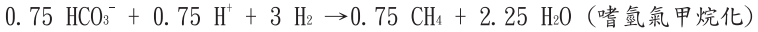
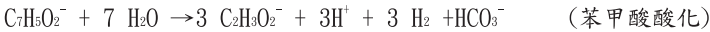
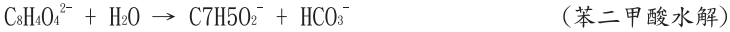


項次	項目	COD去除率 (%)	容積負荷率 (COD·kg/M ³ ·D)
1	喜氣法	90	1
2	厭氣濾床法	60	5
3	上流厭氣污泥床	70	8
4	複合式厭氣處理	65	5
5	膨脹顆粒污泥床	70	12
說明	1. 傳統喜氣處理法，COD去除率可達到 90%，但容積負荷率僅 1 COD·Kg/M ³ ·D，導致佔地面積大，且耗用曝氣之電力。 2. 各種厭氣法COD去除率均在60~70%之間，但容積負荷率皆在 5 COD· Kg/M ³ ·D以上，較喜氣法的 1 COD· Kg/M ³ ·D高。 3. 本部目前採用膨脹顆粒污泥床，其COD去除率可達 70%，容積負荷率可達 12 COD· Kg/M ³ ·D，為目前同業實績及處理效率最佳。(COD處理效率，會受所處理有機物之組成變化影響)		

程序，主要可分為水解、酸化、乙酸化及甲烷化等四大步驟，步驟依序為將有機物分解成爲生物酵素之單分子化合物(水解)↓單分子化合物酸化(酸化)↓將所有有機物進一步酸化爲單分子(乙酸化)↓單分子直接轉化爲甲烷(甲烷化)。

下面以PIA 廢水做爲厭氧反應範例，主要反應式如下：

在厭氧的反應過程中，1KG-COD 約可產生 0.35 NM³-CH₄ 及其他 CO₂ 氣體 (15 ~ 25 vol%)，因厭氧反應主要的產物爲氣



體，所以產氣量往往就是厭氧廢水處理系統 COD 去除率指標中之一大指標。

厭氧系統主要產氣大都爲氣體，其厭氧污泥增殖率僅爲 1 ~ 5 %，如以本場之經驗，污泥增殖率約爲 1.5 %，相對於好氧處理系統，其活性污泥之增殖率竟高達 25 % 以上，如此大的增殖污泥差異量亦就是厭氧處理系統的優點，大大地降低廢水場污泥處理費用。

厭氧污泥之特性，爲顆粒狀之污泥，污泥內有機物組成約 80 %、污泥內灰份組成約 20 %、反應器內污泥床污泥濃度約在 40 ~ 60 kg/M³、馴養完成後每 KG 污泥可去除 1.0 ~ 1.5 KG-COD/日。

厭氧廢水處理之優缺點比較如下：

厭氧廢水處理之優點：

1. 可產生甲烷氣，作爲熱能回收。
2. 污泥產量低。
3. 厭氧污泥非常穩定。
4. 低

操作成本。5. 配置緊密節省設置空間。6. 高體積負荷。7. 操作有彈性。8. 維修費用較低。

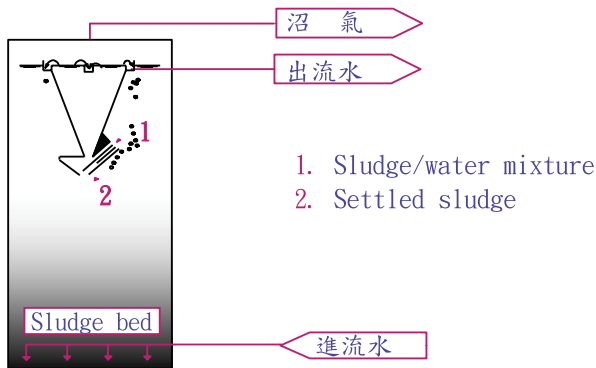
厭氧廢水處理之缺點：

1. 需要較高之廢水操作溫度約在37°C。
2. 去除率約70%，故直接排放於地表、河川前，需要再預處理及後處理。

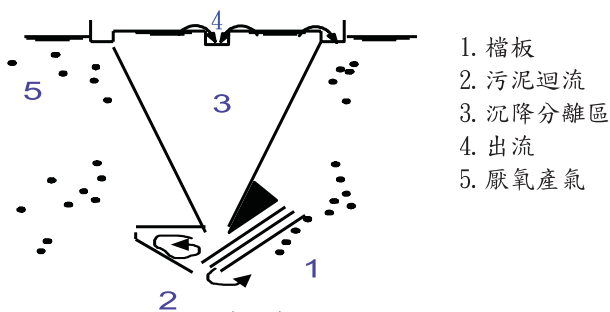
厭氧廢水處理之製程連鎖控制條件最主要為操作溫度及pH值，穩定之控制將有助於系統COD去除率之提升、污泥增殖及顆粒化。在操作溫度控制方面主要有3項重點說明，分別為1.最理想之操作溫度為37°C。2.操作溫度低於25°C，活性會降低。3.操作溫度高於40°C時，微生物會不適應致死亡。而在pH值控制方面，pH值為厭氧處理最主要之關鍵，有3項重點說明，分別為1.最理想之pH值控制為6.8~7.2。2. pH值低於6.5及高於7.5時活性會降低。3. pH

值低於5.0或高於8.0時，微生物會不適應致死亡。

廢水生物處理主要分為需大量曝氣之好氧處理及不用曝氣之厭氧處理兩種，其中好氧處理雖COD去除率可達90%以上，但因其設置面積大、設備運轉電力高及產生大量之活性污泥等種種缺點，致操作費用遠高於厭氧處理系統，為達成節能減廢之目標，所以本場於93年開始投入厭氧處理系統之評估，期能降低操作成本。而自96年7月厭氧處理系統建造完成並開始試車後，期間歷經1年之試車馴養污泥，97年7月已將PTA廢水全量(約540 M³/hr)引入厭氧處理系統內，如此一來，來源廢水先經厭氧處理系統，去除60~70%之COD量後，再導入好氧處理系統，所以污泥發生量約計減少50%。另因停開曝氣空壓機及泵浦，所以大大地降低電力費用。



(圖 5) 厭氧反應槽



(圖 6) 三相分離器



(圖 7) 三相分離器



(圖 8) 底部分配器

本場厭氧處理系統採用荷蘭BIOTHANE公司之膨脹顆粒污泥法(EGSB)反應器，其主要內部構造為底部分配器及頂部之三相分離器兩種，詳如附圖(5)~(8)所示，圖(9)厭氧處理系統之流程

圖。

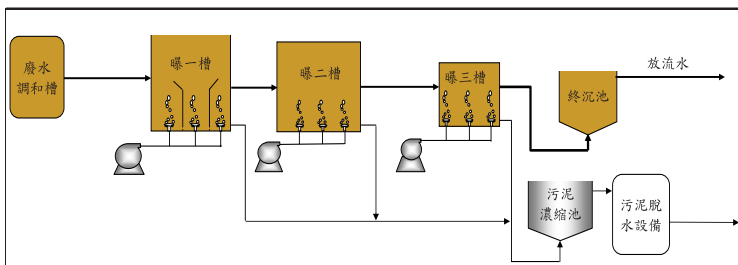
PTA 廢水處理場於厭氧系統投入之改善前後，處理流程及差異說明如下所示。

自6年7月PTA 廢水全量投入厭氧處理系統至今，加入其他生產廠製程之廢水負荷，好氧處理系統COD 負荷已由50公噸/日降低至25公噸/日以下(厭氧處理系統已去除25公噸/日)，污泥減量約750公噸/月，節省1,879 仟元/月之污泥清運焚化處理費用，另因好氧系統COD 處理負荷減少，曝氣空壓機停開1ST，電力節省費用約為662仟元/月，厭氧甲烷產氣現規劃導入PTA 廠廢氣燃燒系統取代LPG 作為熱能回收，預估可節省仟1,800 仟元/月，總計年效益可達52,092仟元。

現階段厭氧處理系統COD 去除率皆穩定維持於60~65%，厭氧污泥仍持續馴養增殖中，以培養分解PTA 廢水內難分解組

成(PTS)之菌種，期能將COD 去除率往上提升至70%以上，屆時即能減少更多之污泥量及再停開1ST 曝氣空壓機與泵浦，可降低廢水處理之操作成本。

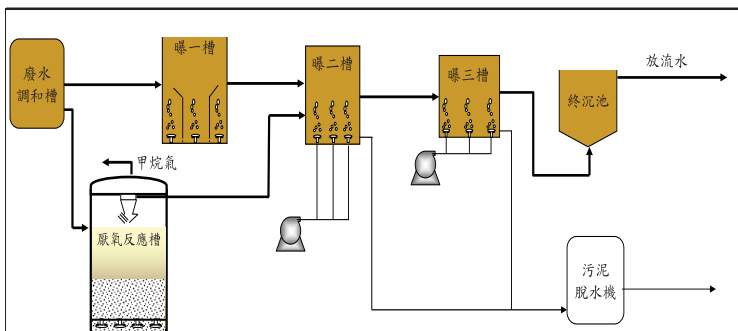
(改善前)



反應機構：有機物 $\xrightarrow[\text{喜氣菌}]{\text{曝氣}}$ $\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{活性污泥}$ 。

- 說明
1. 容積負荷率為 $1.0 \text{ Kg} \cdot \text{COD}^3/\text{M} \cdot \text{日}$ 。
 2. 反應過程中，產生大量活性污泥須送燒處理，處理費用高。
 3. 需三段曝氣，耗電量高。

(改善後)



1. 反應機構：有機物 $\xrightarrow[\text{酸化菌}]{\text{酸化}}$ 低分子酸 $\xrightarrow[\text{甲烷菌}]{\text{甲烷化}}$ 甲烷氣(CH_4) + H_2O 。

- 說明
2. 容積負荷率為 $12 \text{ Kg} \cdot \text{COD}/\text{M}^3 \cdot \text{日}$ ，處理效率是傳統喜氣的12倍。
 3. 反應過程中產生甲烷氣 $510\text{NM}^3/\text{H}$ ，可作為熱能回收。
 4. 可預先去除 $60 \sim 70\%$ 的COD量，再導入喜氣系統，可減少50%的廢棄污泥量。