

污水處理廠設備之起動運轉作業(續)

張訓中*

(肆) 污泥處理設備之起動運轉

污泥厭氧分解系統

污泥處理工作是污水處理廠中很重要的一環，其所需之設備及處理操作用費在全廠費用上佔很大的比例，這些設備也必需適當的進行起動操作，以確保污泥處理之成效。本部份主要將說明污泥厭氧消化系統的操作起動，所列舉之原則可以適用於不同型式及尺寸之設備；當然基本上設備製造商所提供之安裝操作說明需完全明瞭及遵守，在進行本部份之起動運轉時，需確定有關之前段作業準備均已完成，而本部份之處理設備經檢視試驗後即將可進行起動。

在污泥厭氧分解的過程中，細菌在無氧狀態下分解有機物質，這些微生物將複雜的有機質或分子物質分解，而釋出其中之結合水，並取得分子氧及食物以維持其新陳代謝，這種分解作用可以減少污泥中的固體物量及臭味，並增加其脫水性。污泥厭氧分解可以分為兩個階段，第一階段為酸性醣酵期，在此期中有機固體物被液化，系統中產生大量揮發性有機酸，致使污泥 PH 值及鹹度降低，當鹹度緩衝能力減至某一程度，污泥急速酸化，而無法轉化為第二階段之甲烷醣酵期，由於甲烷產生菌數量較少且對環境較敏感，故需採取適當之防止酸化措施如攪拌、加溫、添加化學藥劑等，以控制及維持系統 PH 值在 6.5 至 7.5 之間，這是甲烷菌生長及活動之最佳 PH 範圍，甲烷生成菌之作用結果，將有機酸轉化為甲烷氣體及二氧化碳。

由於厭氧分解過程中之生物分解速率固定，故在系統分類及設計上係以生物負荷率而定，而非以反應速率為基礎，操作時之最佳溫度約在 32—35°C 之間，在較寒冷地區需以熱交換系統供應所需熱量以維持系統溫度，保持甲烷菌生長之適宜條件。

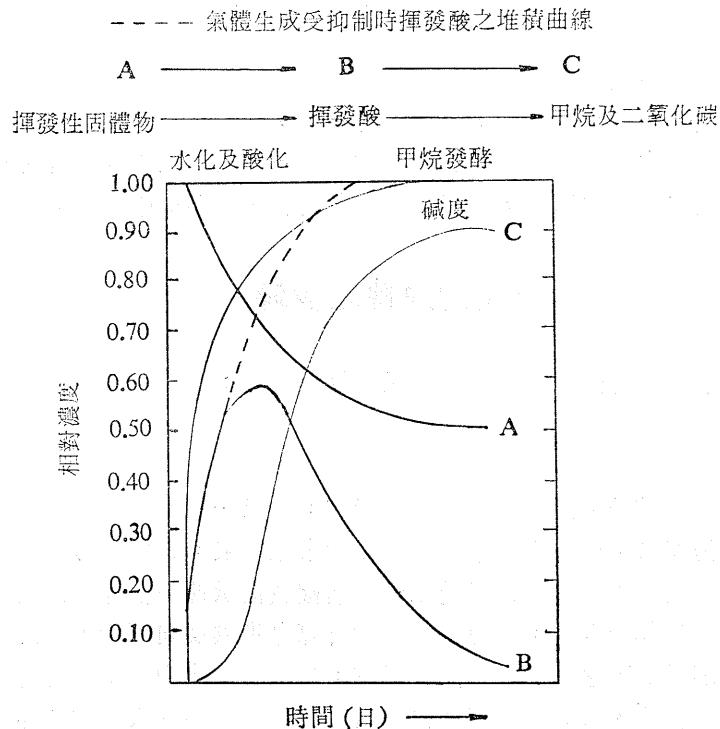
傳統式之厭氣消化池係採兩段式，包括污泥分解池及泥水分離池兩部份，在傳統式中第一池之污泥處理若異常而失敗時，第二池可以供給所需之種植污泥，而迅速再起動操作第一段分解池其設計有機負荷每天每立方公尺池體積約在 2.0—5.2 公斤之間，停留時間約 15 天左右。

低率式或稱標準式之厭氧消化系統，其每天每立方公尺池體積之有機負荷約在 0.5—0.9 公斤左右，平均停留時間為 40 天，且通常只有一池，池底為污泥層，進行厭氧分解作用，上部則為懸浮固體物及上澄液層。

污泥厭氧分解系統之起動運轉重點為要能在最短期間內培養出適量之合適菌種，及維持適合於其生長之環境，早日發揮處理成效，包括控制污泥加入量，有機酸濃度、總鹹度、溫度、混合

* 中興工程顧問社環境工程部工程師

攪拌等方法來加速及達成這項目的；在起動運轉時，若不用接種污泥，不添加化學品，而系統操作也沒有異常現象，則分解過程中之各項有關成份變化，應如下圖所示：



圖二、污泥厭氧分解有關成份變化示意圖

由圖中可以看出在起動運轉的初期幾天內，有機酸、甲烷之生成及總鹹度之成份並不穩定；若以殖種污泥加入，則這些成份之變化將可較早趨於穩定，故污泥厭氧系統之試運轉仍以加入污泥殖種之方式為佳，加入適量經良好消化之污泥作為殖種污泥，可以使處理較早穩定平衡而達處理成效。

設備檢視及預試驗

污泥消化設備的檢視及試驗工作較為複雜，因為它的主要設備包括了污泥之抽送、攪拌、污泥懸浮液或上澄液回抽設施，及氣體之抽出等應用之機械設施。所以操作負責人必需確實詳細檢視所有設備、管線、控制閥是否均已按設計圖，或設備供應商之指示及說明完成正確適當之安裝。

通常需要檢視及確定之項目包括：

- 1.消化池中及管線內之雜物均已清除。
- 2.所有控制閥均能緊密關閉，且能操作平順。
- 3.安全保護裝置如火焰捕捉器，釋壓閥均已正確安裝，並能操作。

4. 污泥抽泥泵已經正確之校正調整，無異常之振動及噪音，已經適當之潤滑，泵內有礙葉片操作之雜物均已去除。

5. 如果裝設有熱交換器，則必需檢查所有之水、污泥，及加熱管線的連接是否正確及是否有漏水之情形。

6. 所有儀錶均已經調整校正。

7. 確定攪拌器之安裝及潤滑均合格，並能順利轉動。

與污泥消化操作有關之加藥設備，如石灰添加系統，亦必需檢查其各部份安裝是否完善，確定其系統功能正常，同時所需之石灰，亦已購備貯存於石灰貯存槽中備用。

起動運轉之步驟

本部份可分為(1)有殖種污泥及(2)無殖種污泥來分別說明：

1. 有殖種污泥

污泥消化系統若以有殖種污泥方式進行起動操作，則第一步需先依消化池在起動初期之有機負荷估計所需之殖種污泥量，但若可供殖種之污泥量來源有限，則應以可用之污泥量來估計消化池可負擔之有機負荷。例五中說明如何以消化池之有機負荷數據來估算所需之殖種污泥量；若所算出之污泥量大大而無法如數取得，則可依例五中計算之步驟反向而行，以計算在可用污泥量下消化池之有機負荷，即以有限之污泥進行殖種操作，分解消化池中適量之污泥，再逐漸增加污泥量，一直到污泥充滿消化池，且系統之操作已趨向於穩定平衡而進入正常操作狀態為止。

例五、殖種所需污泥量之估計（以初步沉澱池之污泥為添加污泥）

假設污水處理廠初步沉澱池中污水之特性為：

進流污水之懸浮固體物濃度 (SS) = 250 毫克／公升

出水之懸浮固體物濃度 (SS) 為 = 150 毫克／公升

污水進流量 = 37,850 立方公尺／日 ≈ 流出量

(1) 計算污泥之堆積量

$$\text{進流之懸浮固體物量} = 250 \text{ 毫克／公升} \times 37,850 \text{ 立方公尺／日} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤／立方公尺}}{\text{毫克／公升}} \\ = 9,460 \text{ 公斤／日}$$

$$\text{流出水中之懸浮固體物量} = 150 \text{ 毫克／公升} \times 37,850 \text{ 立方公尺／日} \times 10^{-3}$$

$$\frac{\text{公斤／立方公尺}}{\text{毫克／公升}} = 5,680 \text{ 公斤／日}$$

$$\text{沉積污泥量} = 9,460 - 5,680 = 3,780 \text{ 公斤} \quad (\text{每日抽送至污泥消化池之污泥量}) / \text{日}$$

(2) 假設殖種污泥及初步沉澱池之污泥經分析後結果如下：

初步沉澱池污泥——含有 5% 之總固體量 (70% 挥發性固體物)，殖種污泥——含有 10% 之總固體量 (60% 之揮發性固體物) 而其比重為 1.08

估計每日抽送至污泥消化池之污泥流量

$$\begin{aligned}
 \text{污泥流量 (立方公尺/日)} &= \frac{\text{抽送至消化池之污泥量, 公斤}}{\text{污泥濃度} \times 10^{-3} \text{公斤/立方公尺}} \\
 &= \frac{3,780 \text{公斤}}{50,000 \text{毫克/公升} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤}}{\text{毫克/公升}}} \\
 &= 76 \text{立方公尺/日或} 76,000 \text{公升/日}
 \end{aligned}$$

而污泥之抽送時間則可依廠內污泥泵浦之容量而決定；例如其容量為 380 公升／分鐘，則需要之抽泥時間為：

$$\frac{76,000 \text{公升/日}}{380 \text{公升/分鐘}} = 200 \text{分鐘/日}$$

則每日必需操作 200 分鐘以抽送生污泥入消化池中，但污泥之添加以愈平穩愈少量為佳，以避免系統之突增負荷及環境改變。

(3) 計算每日進入污泥消化池中之揮發性固體物量

揮發性固體物量 (公斤/日)

$$\begin{aligned}
 &= \text{污泥之體積 (立方公尺/日)} \times \text{污泥之固體濃度 (以小數表示)} \times \text{污泥中揮發性} \\
 &\quad \text{固體物之濃度 (以小數表示)} \times 10^3 \text{公斤/立方公尺} \\
 &= 76 \text{立方公尺/日} \times (0.05) \times (0.70) \times 10^3 \text{公斤/立方公尺} \\
 &= 2,660 \text{公斤/日}
 \end{aligned}$$

(4) 經由設計工程師之協助，選取一適當之揮發性固體負荷率通常進行正常之污泥消化系統其揮發性固體負荷率約為 0.03—0.10 公斤 VS/日／公斤消化池中之 VS

假設經由協助而選取之值為 0.05

(5) 估計所需之殖種污泥量

$$\text{由於 } \frac{0.05 \text{公斤 VS/日}}{1 \text{ 消化池中之 VS}} = \frac{2,660 \text{公斤/日}}{\text{殖種污泥量(VS)}}$$

$$\text{故殖種污泥量(VS)} = 53,200 \text{公斤}$$

$$\begin{aligned}
 \text{實際所需污泥量} &= \frac{53,200 \text{公斤}}{(\% \text{殖種污泥之 TS}) \times (\% \text{殖種污泥之 VS}) \times \text{污泥密度}} \\
 &= \frac{53,200 \text{公斤}}{(0.10) \times (0.60) \times (1.08)} \\
 &= 821,000 \text{公升或} 821 \text{立方公尺之殖種污泥}
 \end{aligned}$$

依計算所需殖種污泥量數取得足量之污泥加入於污泥消化池中，再將未經消化之生污泥抽入池中，至充滿消化池為止；以適當之熱交換設施將池中污泥加熱，提高其溫度至 32—35°C，並使溫度變化範圍保持在 ± 0.5°C 左右，因為較突然或劇烈之溫度變化環境不利於甲烷生成菌之生長，且溫度應維持不得低於 32°C。當溫度達到平穩之狀態後，以小於預先設定的速率平穩而連續的加入生污泥，並保持消化池之攪拌及循環操作。如果原設計是使用消化池本身所產生之甲烷及二氧化碳氣體作為攪拌之用，則攪拌操作只有等到甲烷氣體生成後方能開始，在此之前必需設法使用熱交換系統中之設備進行攪拌；污泥攪拌能使進入池中之生污泥與殖種污泥完全接觸混合。

，並使供應之熱量平均的分散傳播至消化池中，由初步沉澱池加入之生污泥濃度亦必需控制在4%左右；初期加入之污泥量必需量少而避免間斷，以免造成殖種污泥系統之超負荷現象。

在進行殖種污泥操作的第二天，必需開始決定消化系統的操作控制參數值；假設操作人員或化驗人員具有較充份之經驗，則從事污泥中揮發酸之分析工作需時約2—3小時，鹼度分析15分鐘，PH量測5分鐘，氣體分析30分鐘，及揮發性固體物分析約1個小時。若殖種進行順利，則揮發酸、鹼度、PH及氣體應每日作三次分析，而揮發性固體分析則每日做一次即可，在每一個8小時時段中，這些控制參數數值，不能有太大的變化，每一輪值班次分析化驗之結果均應與前班次之數值對照及研判，以採取適當之操作或改善步驟。

在起動運轉之初期，污泥之鹼度及PH值將會下降，但在第四或第五日甲烷生成菌開始生長繁衍時則其數值會趨於穩定；由於甲烷生成菌之生長速率小於酸性生成菌之生長速率，所以如果污泥添加太快或量太大，則酸性生成菌會大量生長，導致系統中有機酸堆積，並使甲烷生成菌之生長受到抑制，而使消化作用中斷或停止。如果揮發酸之濃度開始增加，同時其分析量值超過污泥鹼度的兩倍，則甲烷氣體之產生率很快下降，PH值亦會降低，此時需再另外加入殖種污泥於消化池中，同時降低生污泥之加入速率。以和緩有機酸之生成速率如果此時沒有殖種污泥可供再加入，則必需加入適量之化學藥品如石灰等以提高污泥之鹼度，增加污泥之緩衝能力，加入藥品之同時需小心控制系統之PH值，使其介於7.0—7.5之間，其溫度也需維持在32—35°C左右，而鹼度值約為揮發酸量之兩倍。化學藥品或緩衝劑之添加量可由試驗分析決定；先選取適量之污泥樣品，再在化驗室中加入鹼性緩衝劑使其PH值提升至7.0時為止，再以此試驗結果計算決定應加入消化池中之化學品數量。

由於此項化學劑之添加可能引致污泥中正離子量濃度之增加產生致毒性而抑制污泥消化菌之生長，故操作人員在進行改正操作時必需小心進行，同時仔細分析正離子物質累積之情形，表2中列出有關正離子會產生抑制或毒性作用時之濃度值以供參考。

表 2. 正離子濃度值（產生抑制性）

濃 度 值 正離子	抑 制 濃 度 (毫克/公升)	
	中 等 抑 制 性	嚴 重 抑 制 性
鈣 Ca^{+2}	3,500—5,500	8,000
鈉 Na^+	2,500—4,500	12,000
鉀 K^+	2,500—4,500	8,000
鎂 Mg^{+2}	1,000—1,500	3,000

以殖種方式進行運轉操作之污泥消化系統，亦可以氣體分析及揮發性固體物之檢驗結果來作為控制操作之參考。由於消化分解產生氣體中甲烷及二氧化碳之比例及分解揮發性固體物之體積在起動運轉一段時間後，不應有急劇之改變，否則即為系統不穩定或處理失敗之前兆，應即採取改正措施；另外揮發酸量亦會在甲烷氣體產生量降低後逐漸增加，故亦為可供參考之重要參數之一。

2. 無殖種污泥方式

如果以無殖種污泥方式開始操作消化系統，則必需先將污泥消化池注滿生污泥，加熱至32—35°C，同時以混有緩衝鹼液之污泥加入池中，在進行運轉操作的第二天開始化驗分析揮發酸、鹼度、PH及揮發性固體物成份，並作氣體分析（有氣體產生後），由分析所得之揮發酸量及鹼度值可用來計算所需加入之鹼性緩衝劑量，而使揮發酸對鹼度量之比為0.5(VA/Alk)。在正常操作下，VA/Alk之比約為0.3—0.4，但在起動運轉初期，此值需維持在0.5左右以避免加入過量之正離子而產生抑制毒性作用。由於消化池中之揮發酸量及鹼性成份變化甚快，故每一班次之操作均需依實驗分析結果調整必需加入之鹼性物劑量，以維持系統之正常功能，下列例題即為計算所需鹼性藥品加入量之例子：

例六、消化池調整控制用鹼性藥品加藥量之計算

假設下列情況於消化系統開始操作後三天發生：

$$\text{揮發酸(VA)} = 1,000 \text{ 毫克/公升}$$

$$\text{鹼度(Alk)} = 500 \text{ 毫克/公升}$$

甲烷生成菌生長所需之鹼度

$$\begin{aligned} & \text{汙泥中揮發酸之濃度} \\ & = \frac{1,000 \text{ 毫克/公升}}{0.5} = 2,000 \text{ 毫克/公升} \end{aligned}$$

$$\text{需要加入鹼量} = 2,000 - 500 = 1,500 \text{ 毫克/公升}$$

由於消化池中之總汚泥量為已知，故所需加入藥品量為：

設消化池中汚泥量為850立方公尺，則所需藥品量（公斤）

= 消化池中之汚泥體積（立方公尺）× 所需加入鹼度濃度（毫克/公升）

$$\times 10^{-3} \frac{\text{公斤/立方公尺}}{\text{毫克/公升}}$$

$$= 850 \text{ 立方公尺} \times 1,500 \text{ 毫克/公升} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤/立方公尺}}{\text{毫克/公升}}$$

$$= 1,275 \text{ 公斤}$$

故需加入1,275公斤之碳酸鹽鹼度。

由例題中所算出之加藥量非常的大，且費用亦十分高，但在例中第三天之揮發酸為1,000毫克/公升，而鹼度只有500毫克/公升，如果在第二天即開始小心進行化驗分析，則不必於第三天加入如此大量之藥品，此例僅為反應單一之特殊情況，而非指示正式運轉操作所必需遵守之日程。

當汚泥中有機酸之濃度開始降低時（約開始操作後7天），甲烷氣體之產生量亦開始大量增加，此時化學品之加入量亦可相對大量減少。此時甲烷生成菌已大量再生繁殖，故減少揮發酸之堆積，由於產生甲烷，亦產生其所需之鹼度。如果在起動後之10—14天時，消化作用仍未達穩定，則降低生污泥之加入速率及停止加入化學藥品，此時必需分析加入污泥及消化池中污泥所含正離子之濃度或其他毒性因素如重金屬、酚、甲醛等含量，同時分析有關之操作控制參數，以瞭解消

化作用是否已漸回復或正常，如果沒有毒性抑制現象發生，則可將第二階段消化池中之汚泥抽送至第一階段之消化池中，以增加其甲烷生成菌數量及提供鹼度。從另一方面來說，若加入生汚泥後揮發酸之量並未增加或相反的急劇的減少，同時鹼度亦增加，PH 不再下降，揮發酸更進一步繼續的減少，此時需作氣體分析，以確定甲烷氣體產生量確實增加，通常以無殖種汚泥方式進行起動運轉約需30—40天左右可達正常操作，此時甲烷氣體在總產生氣體中之含量約60—70%左右。如果有泡沫發生情形，則減少生汚泥之加入速率，或加入完全消化之消化汚泥以抑制之，若系統使用機械攪拌設備，則可反向運轉使攪拌葉將泡沫再攪拌入汚泥中。

汚泥厭氧分解系統起動運轉操作檢查程序

1. 參考及研討有關厭氧消化系統之資料，以熟悉原理及操作程序，包括：

- (1) 設備製造商所提供之文件及說明資料。
- (2) 污水處理設備之操作及維護手冊。
- (3) 美國環境保護局出版之 "Operation of Wastewater Treatment plants"。
- (4) 美國水污染防治協會出版之 "Operation of Wastewater Treatment plants" 及 "Anaerobic Sludge Digestion"。
- (5) 其他如水質標準檢驗法等之資料。

2. 起動運轉之準備作業：

- (1) 與顧問工程公司之設計人員及起動運轉有關專家進行研究討論，並取得系統之設計參數值，包括汚泥消化池之體積，揮發性固體負荷及抽送入消化池之汚泥濃度等。
- (2) 估計實際起動操作之狀況，如進入汚泥消化池之揮發性固體物量，總固體物量等。

3. 起動運轉步驟

以有殖種方式起動運轉，所必須依循之程序如下：

- (1) 估計殖種汚泥之總固體量，揮發性固體量之百分比及其濃度。
- (2) 依估計之負荷計算所需殖種汚泥量。
- (3) 將殖種汚泥送入消化池中，並加入生汚泥，直到池滿為止。
- (4) 將消化池中之汚泥加熱至 32—35°C，同時使池中溫度維持在 ±0.5°C 之間。
- (5) 以合適之方法如機械攪拌或氣體攪拌使池中汚泥充份接觸及混合。
- (6) 依所概估之汚泥固體負荷率，將未經消化之生汚泥連續而穩定的送入汚泥消化池中。
- (7) 取樣及化驗有關控制操作需用之參數。
 - (a) 每天分析汚泥揮發酸含量三次。
 - (b) 分析汚泥鹼度每天三次。
 - (c) 量測汚泥 PH 值。
 - (d) 進行氣體層析，以檢查甲烷及二氧化碳之含量，每天三次。
 - (e) 分析汚泥揮發性固體含量，每天一次。

(f) 計算揮發酸對鹼度之比值 (VA/Alk)。

(8) 進行必要之調整操作

(a) 如果揮發性固體物含量太少，則增加污泥之送入速率。

(b) 如果揮發性固體物含量太多，則減少污泥之送入速率。

(9) 維持正常操作，並作一切必要之記錄。

以無殖種污泥方式起動運轉則必需遵循下列之程序：

(1) 將未經消化之生污泥抽注入污泥消化池中。

(2) 以加熱設施將污泥加熱至32—35°C，並使污泥溫度維持在±0.5°C左右。

(3) 完全混合及攪拌污泥。

(4) 以設計容量之百分之十之速率將污泥穩定的抽入消化池內。

(5) 取樣及化驗有關控制操作需用之參數。

(a) 每天分析池中污泥揮發酸之含量三次。

(b) 化驗污泥之鹼度值每天三次。

(c) 量測污泥之PH值。

(d) 進行產生氣體之氣體層析，以檢查甲烷及二氧化碳之含量，每天三次。

(e) 分析化驗污泥揮發性固體含量，每天一次。

(f) 計算污泥中揮發酸對鹼度之比值 (VA/Alk)。

(6) 進行必需之操作修正及調整

(a) 計算所需之緩衝鹼性劑加入量。

(b) 加入經計算所得之藥品量以維持甲烷生成菌生長所需之PH範圍及VA/Alk之比值。

(c) 當污泥消化過程由化驗分析顯示漸趨穩定時，減少藥品之加入量。

(d) 以百分之十之速率逐漸增加污泥消化系統之負荷。

(7) 正常操作

(a) 取樣分析以量測有關之操作控制參數，如PH值，揮發性固體量含物，揮發酸值、鹼度含量及作氣體層析以判斷甲烷之產生狀況。

(b) 調整生污泥之送入速率，直到消化作用達穩定平衡。

(伍) 污泥脫水設備之起動運轉

污泥濃縮 (Sludge concentration)

污泥濃縮是將初級污泥及二級污泥中之部份水份以物理或化學方法移除，其主要目的為增加污泥之濃度減少其體積，如此可以減少其後續處理設施如污泥消化池之體積等，減少熱交換所需能量，相對則可增加消化設備之處理容量，及提高消化系統之操作效率；基本上污泥濃縮處理可

以重力沉降及浮上濃縮兩種方法來達成。

重力濃縮池濃縮污泥的方法與一般沉澱池之操作類似，但是由二級沉澱池排除之生物污泥，則不容易以重力濃縮法將之有效的濃縮；在重力濃縮池中加裝轉動攪拌葉片，可以增加污泥脫水的效果，主要原因乃因粒子沉降壓縮含有大量結合水，若以攪拌設備緩慢轉動操作則可攪破泥氈層，使結合水溢出，則污泥可壓縮性增大濃度可以增加，這是濃縮二級污泥常用之方式。

浮上濃縮係將空氣注入污泥濃縮池，使與污泥團結合而上浮，上浮後再以污泥撇除設備將污泥刮入污泥斗及連接管中，送至另外處理地點。

1. 設備檢視及初步試驗

污泥濃縮設備在起動操作前必需檢視濃縮池體及管線以確定池中無留存雜物，管線中亦無淤塞其他任何物件。如果裝置有攪動設備則需確定其驅動馬達之轉動方向正確，所有接軸孔隙均已調整校正，初步試驗無噪音，振動及異常過熱現象。池邊溢流堰之高程亦必需檢查其是否恰當，並將其調整至水平。在浮上濃縮法中，若裝置有鼓風機，則必需詳細檢視其安裝是否牢固，空氣管線有否洩漏情形，馬達轉動有否噪音及異常振動現象，在裝設有空氣擴散管時，則必需檢查管線是否有堵塞或裂縫，設備有轉動需潤滑部份均需經適當之潤滑，所有設備之檢視及初步基本試驗，均需依照設備製造商之指示或說明書之說明及步驟進行。

2. 起動試運轉

當污泥在濃縮池中開始形成污泥氈時，必需取樣分析污泥之懸浮性固體物（S.S.）之含量及污泥容積指數（Sludge Volum Index, SVI），因為污泥懸浮固體物含量之測定可以用來判斷污泥濃縮之效果，而污泥容積指數，則可以之確認污泥是否有鬆化（Sludge Bulking）之情形發生及採取必需之改正措施。當進入污泥濃縮池之污泥濃度轉為稀薄時，污泥泵應停止再抽送；通常在二沉池中會發生之問題，在污泥濃縮池中亦有可能會發生；部份污水處理廠使用化學混凝劑以增加污泥沉降及與水分離之效果，此種經混凝濃縮後之污泥，其乾燥污泥重約佔總重之4—8%左右。

污泥之淘洗 (Sludge Elutriation)

污泥淘洗具有調理（Conditing）及濃縮污泥之功用，其方式係加水於經消化處理過之污泥中以清洗去除污泥中之鹹度，經清洗後污泥，若以混凝脫水方式再處理，則可減少化學混凝劑之添加量，提高污泥調理功效及脫水之效果，本項處理可去除80%之鹹度，並減少污泥調理時氯化鐵之使用量約65—80%左右。

污泥以水進行淘洗時，可以機械設備或空氣擴散設備輔助攪拌，需時約1—2分鐘，經攪拌後之泥水混合液導入沉澱池，再次進行泥水分離，由於此項處理可以增加污泥之濃度，故也可視為污泥濃縮方法之一。

1. 設備檢視及預試驗

污泥淘洗設備池中及管內之雜物在檢視試驗時均需先行去除，設備之驅動馬達必需檢視其是

否經安全安裝，接軸間隙調整是否恰當，轉動時是否有噪音、振動及過熱現象，轉動部份是否均已適當潤滑，如果使用空氣鼓風設備，也必需如上述檢視其安裝及確定空氣及擴散管線沒有洩漏之情形，同時也必需依設備製造商之說明及建議檢視及試驗這些設備。

2.起動試運轉

污泥淘洗設備之起動運轉較為單純容易，唯污泥之鹼度含量在進行淘洗前後均需檢驗分析，此項分析可以指示出污泥中鹼度之移除效果，同時亦可用以估計化學調理時可節省之化學藥品之添加量。

化學品添加調理 (Chemical Conditioning)

污泥以真空過濾或離心方式進行脫水之前常採用化學品加入調理方式以增加污泥之脫水效果，這些化學品可以單獨或混合方式加入污泥或混合污泥之中，使污泥放出結合水及較不溶性之膠羽，據經驗曾使用之化學藥品包括硫酸鋁、氯化銅、硫鐵化物、高分子聚合物、氯化鎂及石灰等。氯化鐵及石灰通常在污泥未經淘洗時使用，可以減低污泥中之鹼度含量，石灰之加入可因沉降部份碳酸鹼度而減少氯化鐵之使用量，各種化學品之添加量均必需在實驗室中試驗決定，藥品於加入於污泥中後，均需以攪拌機械進行1—2分鐘之攪拌，使其充份混合接觸，增加脫水作用。

1.檢視及預試驗

攪拌機械及管線設施必需檢查其中是否有雜物尚未清除，馬達驅動部份需檢視其安裝及校正是否恰當，是否有噪音、振動及過熱現象，轉動部份需經合適潤滑，攪拌設備能否順利轉動，是否能正常操作，化學品添加設備亦需予以校正調整，以確定加藥量能適量控制。

2.起動運動轉

加藥攪拌設備及藥品貯存量需不時檢視，藥品加入量必需詳細記錄，同時注意加藥系統之操作功能是否正常，加藥機是否依設定加藥量送出需用之化學品量。

污泥脫水 (Sludge Dewatering)

污泥脫水常用的方法有：污泥乾燥砂床法，真空過濾法及離心式脫水方法三種，茲分別說明如下：

污泥乾燥砂床

本法係將經消化後之污泥平均引入於過濾砂床之砂層上至一定之厚度，藉著污泥泥面之蒸發作用及泥下砂層之過濾作用，達成脫水之目的，污泥乾燥砂床包括有底部之排水收集系統，上鋪

壓碎之礫石及20至30公分厚之砂層，有些地方為了減少環境對污泥乾燥之影響，以透明覆蓋於其上方，並增加乾燥設備，如此則可減少需要之污泥乾燥床面積及所需之乾燥時間。

1. 檢視及預試驗

污泥及乾燥砂床設備很少有轉動之機械設施，故在進行檢查時只需注意排水系統中是否有雜物，為避免堵塞及使污水溢流，這些雜物均需去除，砂床表面需檢視其是否平均鋪設，進泥板擋板及墊板是否已安置於適當位置，控制閥之操作是否平順，手提閘門是否緊密及容易操作。

2. 設備開始操作

在引入污泥之前必需以耙齒耙平突起砂面或鬆化有硬結部份，砂床面必需整至水平，引進污泥之厚度約30公分左右；由污泥消化池引進污泥之速率不可過快，以免在消化池中形成渦流及破壞砂床。

當污泥經乾燥時段後，表面因脫水漸乾而呈現裂紋，直到污泥裂紋加大至底部砂床面露出，即表示污泥已適度乾燥脫水，此時可以用人工，手鏟或其他合適之設備將污泥由乾燥砂床中移除；當移去污泥時，有時會損失部份濾砂而必需視狀況加以補充，卡車、手推車或其他機械設備其行走於砂床上會破壞砂床者，不應允許其進入砂床內，除非原設計已有考慮及這些因素而做妥當佈置者，方能直接駛入，以免破壞濾床。

真空過濾法

以真空過濾法從事污泥脫水時，必需先將污泥予以化學調理，經化學加藥攪拌具有較佳之脫水性後，再以本法進行脫水工作。

真空過濾法有許多種型式，較常用者為鼓型真空過濾器，設備本身係圓鼓型，以濾布罩於外側，圓鼓之20—40%左右面積浸沒於水中，當圓鼓轉動時，內部之真空吸力將污泥吸住於罩外，污水則經濾布被吸進鼓內之排水分隔內而流至排水系統，當圓鼓繼續轉動時，污泥之真空吸水仍繼續進行，最後經完成脫水之污泥則可因釋去其真空及加入輕微之空氣壓力，迫使污泥餅脫離濾布，或以刮泥板協助將污泥自濾布會剝離，脫水剝出後之污泥，則傾倒於漏斗或輸送帶中，再裝置於卡車內，作最後之運棄及處置，此種真空過濾設備若操作維護得當，且其負荷在20—25公斤／平方公尺／小時時，污泥經脫水後，其濃度約在20—40%之間。

1. 檢視及預試驗

當設備安裝時，施工監督者需在場，以確使承包商，依製造商之指示進行安裝，安裝完成後必需檢視其安裝是否牢固，檢查空氣及污水管線是否有漏氣及漏水之現象，控制閥能否緊密關閉及平順操作，有關轉軸接點是否已經適當潤滑，並小心檢查其間隙及調整是否恰當，馬達之轉動方向均為正常，且無噪音，振動及異常高溫之情形發生，刮泥板之間隙亦需經校正，污泥濾過水之回流管線有否堵塞，濾布之安裝必需平穩且沒有凹凸情形，以避免負荷不均及部份過度磨損。

2.起動運轉

當污泥開始進入污泥槽時，真空過濾器即需準備操作，當污泥達到恰當之深度時，設備開始轉動，此時需再檢查其運轉是否正常，在正常連續運轉後，每天必需檢查其污泥產生量，有機固體物含量，其他必需經常檢查之項目包括，總固體物含量，鹼度及 P H 值等，這些項目需在污泥脫水前進行分析，以作為系統操作及控制之參考。

離心式脫水

污泥之離心脫水，係以沉澱作用及離心力達成，為了增加污泥之脫水性，有時必需加入化學品助劑；離心式脫水機本身係一組高速旋轉之圓筒，污泥首先被送入脫水機之內部，當圓筒旋轉離心作用開始時，污泥之液體部份及較重之固體部份遂被分離開來，藉著圓筒內一組螺旋式輸送設備將這些分離之固體部份輸送出來，而液體部份則由另一端中心部排出，如果操作得當，使用本法脫水後之污泥，其濃度應在30—35%左右。

1.檢視及預試驗

離心式脫水機係高速旋轉之機械裝置，在安裝時需依製造商之指示及說明進行，在檢視時必需注意所有栓鎖部份均牢固，所有間隙均經正確調整，馬達接軸需適當校正，確定其旋轉方向正確，各部份均已經適當潤滑，馬達在轉動時無異常之噪音，振動及溫度過高之現象。

2.起動操作

當污泥進入離心式脫水機後，在啟動前必需再檢查一次設備，而在污泥脫水前後均需取樣作含水試驗，以評核污泥脫水之效率。

污泥之運棄及最終處置

污泥之最終處置方法有：焚燒，污泥塘棄置，掩埋，海洋投棄及作為土壤改良材料等；經過焚燒後之污泥化成灰燼，可再以掩埋或作為改良土壤之用處置，在污泥塘中，污泥以自然水份蒸發及滲漏而乾燥，經乾燥後之污泥仍需取出，再以掩埋或作為土壤改良材處置之，掩埋法在其他各法均不適用時為常用的處置方式，有時可以混合垃圾進行掩埋，唯需依標準之衛生掩埋法為之。

後記

污水處理廠設備之起動運轉作業是全廠開始操作之前期作業，其目的如前言所述，是使污水處理廠的設備於安裝完成後，能順利的運轉，並使整廠操作早日達到穩定正常狀態，發揮其應有之處理功能。國內工業區及一般污水處理廠之設置已有多處，唯在設計施工完成後，並未擬有完整之訓練及起動運轉作業計畫，致使設備檢查、起動操作等工作未能循序進行，如此不唯浪費人

力、物力，影響設備之可用性，且威脅操作人員之安全，甚而耽誤工作日程，無法達到處理成效，致污染承受水體，造成公害糾紛；有鑑於此，有關單位目前已逐漸重視初期試運轉計畫工作，俾由充份之計畫及詳細作業步驟之擬定，有助益於處理廠接收後，操作及維護制度之建立，而兼有系統設備補正及人員訓練之成效，本文之提出，雖有厥漏，唯若供有關人員參考，盼仍有助於試運轉工作之推行，而達前述之目的。