

污水處理廠設備之起動運轉作業計畫

(貳) 預備處理及一級處理設備之起動運轉

污水處理廠之預備處理及一級處理設備主要為移除污水中之大型固體物、砂粒、油脂及可沉降性固體等，這些物質隨污水進入污水處理廠，若不予以去除，可能影響二級生物處理也可能破壞處理廠中部份機械設備，或降低這些設備的使用率及效果，所以污水處理廠的二級處理設備及污泥處理設備，如果要充份發揮其設計功能的話，就必需要有完善的預備處理及一級處理。

雖然這些設備的起動運轉有時只是按鈕式的控制或自動操作，但是正確的設備檢視及試驗工作常可以發掘出許多問題，這些問題經改正後能使整體的操作系統，達到較高的預期處理效果。本部份所討論之操作檢視程序，可以適用於大部份型式之相同設備，但不能取代設備製造商的使用操作說明或建議，故無論是在設備之裝置、檢視、試驗、保養或是起動操作，都必需遵守設備製造商的說明及建議。

攔污柵

攔污柵設置在污水進流處，主要功用為移除污水中較大型之雜物，如樹枝、木塊、碎布等，移除這些物體，可以減少抽水機、管線、控制閥或其他設施操作時可能產生之阻塞問題，攔除之污物可以人工或機械方式清除之，再以掩埋焚燒方式處置，也可放進破碎機(Grinder)中切碎後再投入污水中處理。攔污柵四週平時需要定時的清理以避免有礙觀瞻之情形，同時也可以防止意外事故之發生。

(1) 設備檢視及預試驗

人工清除式攔污柵在操作之前必需詳細檢視其安裝是否正確，同時擬定在起動運轉期間及正常操作情形下進行清理攔除物之時間次序表，以為清理操作之依據。機械式攔污柵在起動操作前也要詳細的檢查是否已依製造商之說明正確而妥善的安裝，並確定該項裝置已適合於運轉操作、驅動及轉動部份需依製造商之說明予以完全潤滑，同時記錄下潤滑之型式及種類；機械式攔污柵在進行預試驗之前，必需先用手或以電力將其緩慢旋轉操作一遍，檢視裝置間隙是否恰當，如果可能的話同時試驗該設備之極限開關(Limit Swith)，以確定當攔污柵之耙齒被卡住後，電源能自動的切除以保護馬達等設備。經過初步之檢視及轉動之後，攔污柵必需繼續3至4小時之連續

* 中興工程顧問社環境工程部工程師

進水操作試驗，在試驗期間馬達之電流及安培讀數均需予以記錄，如有異常現象應停車檢查，經修正後再繼續運轉。

(2)起動運轉

在起動運轉時，由於進流污水管渠中可能積存有大量之雜物，當污物隨污水流入廠內時可能會阻塞攔污柵而造成污水逆流或溢流之情形，而當阻塞之污物去除後，大量污水瞬時被導入污水處理廠，也會造成廠內水力負荷突增之現象，所以若採用人工清除式之攔污柵必需不時的檢視攔柵及清除污物，機械式攔污柵通常較能克服這類大量污物阻塞之問題，但有時也無法完全予以清除，所以也必需定期的檢查其是否正常的操作運轉。由於攔污柵耙齒運轉方向之設計不同，有時耙齒可能被污物所絞住而無法運轉移動，雖然這種現象不常發生，但是在起動運轉期間內却必需特別的留意。

污物破碎機 (Grinder)

污物破碎機通常為用來磨碎或切碎由攔污柵或由破碎機本身所攔截之固體物，這些污物經切碎後再投入污水中處理。破碎機之設計能將污物切至非常細碎之小塊，以防止這些物體再投入水中後會損毀抽水機或其他機械設備。裝置污物破碎機可以取代攔污柵，且可以減少因使用攔污柵而產生之臭味及不雅觀瞻之衛生問題，但污物經破碎機切碎再投入水中後，可能在初沉池及污泥處理系統中產生較多量之浮渣。

(1)設備檢視及預試驗

污物破碎機之安裝必需依製造商之說明指示為之，在安裝完成後首需檢查安裝間隙是否正確，是否已經良好之校正及調整，潤滑方式是否完善，並記錄存檔；安全防護設施及設備超負荷警報器也必需檢查，確定在緊急情況下均能發揮其應具備之功能。經過檢視後，再以手或電力將破碎機緩慢轉動一週，確定所有的間隙及校正調整均合適，而使機械能自由運轉，再進行3至4小時之連續進水操作，以便檢視設備裝置之鬆緊度，及操作時是否有振動、馬達過熱及噪音之問題，操作時之安培讀數必需記錄下來。

(2)起動運轉

在起動運轉時要特別注意其操作情形，以保護破碎機之絞齒，使其不致折斷或磨損；在起動運轉前需先擬定一份運轉時檢視破碎機之石塊、樹枝、毛氈等，這些攔柵也必需定時的檢視及移除攔除之物體。破碎機四周必需保持乾淨，以防止意外之發生。

沉 砂 池

沉砂池的主要功用是除去污水中之砂礫、石塊及其他較重之無機性可沉降固體，沉砂池之設置可以保護下游端之抽水機、管線及控制閥，避免過度磨損，減少這些物體在管線中堆積，同時

也可減少無機物進入生物處理系統包括曝氣池、污泥消化池等，因而增加處理之效果及有效容積。重力式沉砂池通常都是長方形，而以控制流速之方法使砂粒沉降而移除，其流速約保持在每秒0.3公尺左右，在沉砂池之下游端設置比例堰或巴歇爾量水槽可以達到流速控制之目的。沉除之砂粒可以人工或機械方式予以清除。另一種形式之沉砂池，係利用擴散空氣或攪拌設備在水中造成強制性之水流如旋流或渦流，也可使較重之無機物沉降而移除。

(1) 設備檢視及預試驗

由於沉砂設備型式不同其檢視及預試驗方法亦相異；重力式沉砂池之檢視通常包括池子之結構及流速控制設備之安裝，曝氣式沉砂池除了檢視池體結構外，也需檢查鼓風機及馬達之安裝間隙是否恰當，螺栓是否上緊，空氣擴散管是否已妥善固定或支撐，擴散口有否堵塞，可移動或轉動部份應以手或電力緩慢運轉一週，檢查其轉動情形、設備經檢視及校正調整後必需連續3至4小時作進水後之操作，檢查是否有振動及噪音情形發生，馬達是否過熱，另外需檢查砂粒以判斷刮砂機是否正常操作，否則再需予調整修正，各項設備之潤滑方式均應製造商之說明指示辦理，潤滑方式及操作時安培讀數必需記錄下來。

(2) 起動運轉

在起動運轉期間必需注意檢視砂粒移除設備之操作狀況，使其保持正常操作；由於在起動運轉初期，可能有多量之砂粒由收集系統管線進入污水廠，而增加沉砂設備之負荷，所以檢視之次數必需增加。

浮除設備

浮除設備在污水處理廠中係用以除去水中溶解或懸浮性固體物質，在污水中加入氣泡，或引污水於密閉真空室內而釋出溶解氣體，這些氣泡與顆粒固體接觸連結，減輕其比重而上浮至水面，浮到水面上之浮渣固體再以人工或機械方式撇除之。浮上設備依操作方式不同有空氣注入式、壓力式及真空式三種，其中第一種方式係運用空氣擴散設備或攪拌葉將空氣加入污水中，而後與懸浮性物結合成浮渣體而上升，第二種壓力式空氣浮除法，是使氣體在壓力狀況下溶入水中，同時在另外一池中將受壓之污水回復至大氣壓力狀況，由於壓力驟減，溶於水中之空氣再度釋出形成氣泡與懸浮物質連結而上升至污水面；真空浮除法和壓力式空氣浮除法的原理是相同的，但是空氣是在大氣壓力狀況下加入使其達飽和，而後將污水引入負壓之真空池中，由於壓力驟減，溶於水中之空氣亦再度釋出，與懸浮物質結合而上升至污水面，所有經上浮之浮渣污物再以浮渣撇除板將其集中於排水槽而排除之。

(1) 設備檢視及預試驗

浮除池在施工期中及施工後均必需檢視池體結構狀況，及清除其中固體雜物，檢查供應空氣之鼓風機、馬達、空氣管線、空氣擴散管、攪拌設備、控制閥等是否已經正確安裝及固定，所有間隙校正調整是否恰當，潤滑工作是否完成，潤滑方式必需予以記錄。在進行連續操作之前，可

轉動之設備必需以手或電力緩慢轉動一次以檢視其是否能自由運轉；另外檢視刮泥板或浮渣撇除板與排水槽之空隙是否足夠，驅動系統試驗操作是否平穩，運轉時有無噪音、振動及過熱現象，如果有異常現象必需予以改正，操作安培讀數及壓力讀數均需記錄下來。

(2)起動運轉

在起動運轉期間必需定期檢視各項設備是否操作正常，污泥浮渣撇除設施之操作必需保持水面形成之污泥氈不致太厚或太薄。

沉澱池（含初步沉澱池及最終沉澱池）

沉澱池在污水處理中為一級處理設備之一部份，但也跟二級處理系統連用，故二級沉澱池（或最終沉澱池）設施亦併同在本節討論；設置沉澱池之目的為移除污水中可沉降部份之懸浮性固體物，包括經曝氣設施處理所生成之生物污泥，初步沉澱池移除懸浮性固體物之效果在 50-65 % 之間，對移除 BOD 之效果約在 25-40 % 之間，最終沉澱池之主要功能為移除生物污泥，其操作原理雖與初步沉澱池相同，唯水力負荷率通常較低。

(1)設備檢視及預試驗

沉澱池設備的檢視及預試驗工作非常的重要，因為在操作時這些設備都浸沒在水中無法檢查，在試驗前沉澱池池體及管線中之污物均需清除乾淨，並檢查所有之控制閘門及閥，確定其均能平穩之操作及能緊密之關閉，刮泥機及驅動設備之安裝孔隙必需小心校正調整，以免影響正常操作，轉動部份需潤滑者要予以適當潤滑並記錄潤滑方式，同時檢查及調整溢流堰之高度，在檢視、安裝及調整沉澱池設備之前必需詳細閱讀製造商提供之安裝及操作維護說明。當所有設備已經檢視調整後，必需使其連續運轉 3 至 4 小時，在這段期間需詳細檢查刮泥板之操作是否平順，馬達是否有噪音、振動或過熱現象，如果有的話要找出原因予以改正後再繼續運轉，安培讀數要記錄下來。沉澱池中之浮渣移除設備也必需留意，是否能正常的運轉操作，以移除池面之浮渣。

(2)起動運轉

在初沉池起動運轉期間，當沉積污泥濃度達 4-8 % 時，必需自沉澱池排除之，通常以污泥泵抽除，每天大約移除二次就可以達到排除污泥之目的，唯操作時間之長短，依污泥量多寡及抽泥泵容量之大小而異。沉澱污泥之取樣，可由污泥槽或污泥管線中取得，如果污泥是抽送到污泥消化池時，其濃度愈高愈佳，而污泥由消化池中回抽時，其速率必需儘量降低，以免由污泥中抽除過多之水份，污泥從消化池中移除時，必需檢視其含砂量，如果砂粒含量超過一定值，即表示除砂設備操作不正常或除砂的次數必需增加。在設備起動運轉之前要先擬定一份污泥泵操作次序及時間表，以供操作人員參考使用，當以目視法檢視污泥，而發現其成份非常稀薄時，即必需停止污泥之抽送。

檢驗污泥之總固體量，可以正確的判斷污泥之密度，但是這種檢驗方法對於日常污泥抽送操作控制來說，仍嫌太慢，為了能正確控制污泥之抽送量，利用離心檢驗的方法可以較快速的得出

污泥檢驗之結果，雖然部份有經驗之操作人員可以利用目視的方法來判斷污泥的密度是否合於抽送，或是由污泥氈的厚度來決定抽送的次數和時間，同時仍需進行污泥分析，以確定目視判斷法之操作是否正確，並記錄結果以做為修正操作之依據。其他應取樣分析之項目包括 BOD, S.S.，以及可沉降性固體物等；在操作維護手冊中要註明及列出這些分析項目取樣分析次數。

在沉澱池操作中常會遭遇到的三項困難為：

- (a) 污泥氈太厚
- (b) 沉澱池污泥產生厭氣腐敗狀態
- (c) 沉澱池水流短路

如果沉澱池之污泥移除設備操作不正確或是其他原因使污泥氈之厚度增加，此時必需先檢查機械設備之使用狀況，如果設備並沒有損壞之情形，就必需增加污泥移除抽送之次數或時間，同時如果因為污泥氈太厚繼續以機械方法移除污泥會破壞這些設備的話，則必需將沉澱池的水放空，以人工方法移除污泥後，再進水重新操作運轉，以防止損壞刮泥設備。

如果沉澱池污泥的移除次數不够，或時間太長的話，堆積在沉澱池中的污泥可能會有腐敗的現象而伴有腐臭的臭味，同時會有污泥上升之現象，在這種情形下可能需要在沉澱池中加入氯液來降低臭味及延遲污泥之分解速度，此項加氯操作要十分小心，因為加入過量之氯會影響生物處理系統之功能，除此外增加污泥抽除次數也可以改正這種現象。

當沉澱池中有高流速區域存在時，通常會發生短路之現象，短流現象之存在會使污泥上升或是出水中挾帶有大量之懸浮性固體物，在沉澱池中安裝適當之隔板，調整溢流堰之高度及改變進流設施的方式，都可以防止或減少這種現象之發生。

加氯設備

氯在常溫及常壓下為氣體狀態，較空氣為重，且有劇毒性，在污水處理廠中，除了用來消毒外，尚有其他許多功用，在預備處理系統中加氯於進流污水內可達消毒及除臭之目的，加入沉澱池中可以增加沉澱之效果，控制泡沫之發生，去除部份油脂，另外可以防止或改善污泥鬆化現象，增加污泥之濃縮效果，加入於排放水中可以消毒出水及減低 BOD。

(1) 設備檢視及預試驗

在本項設備進行試驗及運轉時均必需要有一位具有豐富經驗之操作人員或專家在旁指導協助新進或初次操作之人員。本項設備之檢視工作包括加氯機管線、控制閥壓力計之安裝及校正，所有接口部份都要以氨水檢驗是否有洩漏情形，如果有洩漏現象，必需將氯筒立刻關閉同時進行檢修，所有控制閥均需詳細檢查是否操作平順，能否緊密關閉，安全護具及緊急修護工具均應準備妥當並置於現場備用，在進行各項操作前必需先詳細閱讀說明資料及明瞭操作維護程序，而後方能進行操作。

(2) 起動運轉

當以上檢視及預試驗工作經小心進行及完成後，可以防止及減少在起動運轉時發生問題，在

起動運轉期間必需量測加氯量及污水中之餘氯量，同時調整加氯設備，直至加氯量達設定之加入濃度或餘氯濃度止。

綜言之以上所討論之預備處理及一級處理設備在起動運轉前都要做詳細的檢視、調整及校正，確定已完成操作運轉之準備，而在起動運轉操作期間，必需定期的檢視這些設備的操作，進行必要的取樣分析作為操作正常與否之判斷及修正操作之依據及早發現可能發生問題之徵兆，俾能早做補救改正措施，以達預期之處理成效。

(參) 二級處理設備之起動運轉—活性污泥法處理設備

二級處理設備通常是用來處理經預備處理 (Pre-Treatment) 及一級處理 (Primary Treatment) 後的出水，以提高放流水的水質，減少承受水體之有機負荷。二級處理程序主要為一套較複雜的生物處理系統，這種生物系統需要有合適的環境及物質平衡控制才能正常操作發揮其處理功能，故其起動運轉程序也較複雜而具有臨界性，所以在起動的初期必需培養足夠的生物族羣和遵循一套正確的操作程序，才能達到污水處理的預期效果。本部份將討論起動操作二級處理設備之技巧及必要之考慮，這些說明綱要應能適用於多種形式之活性污泥法，同時在進入本階段之起動運轉前，污水處理之預備處理及一級處理，正常之起動運轉作業應為其作業之先決條件。

活性污泥法係利用大量生長在污水有氧狀態中之細菌，將污水中之有機物質轉化為生物體，或以能量之形式供給這些生物之新陳代謝，生物作用通常是在曝氣池中進行，將經預備處理或一級處理後之出水引入曝氣池中，供給所需之氧氣，並經混合攪拌，此時會大量生長活性污泥，在二級沉澱池中將這些生物污泥沉降分離另外處理，沉澱池之出水經消毒後即放流，其 BOD 之移除率約可達 75-95%；由於在原來污水中並無足夠之生物族羣能將污水中的有機物穩定下來，所以在起動操作初期必需要培養出足夠之生物族羣，以進行分解有機物，同時這些生物體與進流之污水必需有最大的接觸面，故在曝氣池中予以充份之攪拌可以達到供給氧氣及完全混合之目的。在沉澱池中沉降之污泥可予適當的迴流至曝氣池中，以保持中的生物濃度，活性污泥系統的起動運轉，主要就是在操作初期培養出適量的生物膠羽，以消耗污水中有機成份，直到曝氣池環境及生物生長穩定，系統正常操作為止，部份有機污泥由沉澱池迴流至曝氣池，而其他過量之污泥則必需廢棄。活性污泥法有許多不同之型式等，各種型式對於不同之污水特性具有不同之處理效果，表一中列出這些不同處理方式之設計及操作參數，可供設計或操作時之參考。

在活性污泥設施起動運轉時必需同時進行水質試驗分析以做為程序控制之參考，負責操作之人員必需收集有關之資料，如取得活性污泥系統之設計數據，包括設計之污水進流量，BOD 負荷，污泥齡，停留時間及混合懸浮固體物 (MLSS) 的濃度等，同時與設計工程師詳細討論，尋求其協助及建議，對必要之程序進行修正或更改，當取得這些資料後，配合起動操作現場之實測污水進流量及 BOD，即可預估起動運轉時曝氣池中所必需維持之混合懸浮固體物，而開始試運轉操作作業。

表一 活性污泥處理法設計及操作參數

處理方式	污泥齡 (天)	BOD移除效果 %	MLSS毫克／公升	用途
傳統式	1~15	85~95	1500~3000	適用於低強度廢水，對突增(水力及有機)負荷無緩衝能力
完全混合式	5~15	85~95	3000~6000	對突增負荷較有適應性
階梯曝氣式	5~15	85~95	2000~3500	
接觸穩定式	5~15	80~90	1000~3000(1) 4000~10,000(2)	全套式處理，有彈性
延長曝氣式	20~30	75~95	3000~6000	小社區，全套式處理，有彈性
高率式	5~10	75~90	4000~10,000	適用於一般污水處理
純氧式	8~20	85~95	6000~8000	適用於一般污水處理，曝氣池容積受限制，能有效及經濟運用氧氣

(1)接觸池

(2)穩定池

初期操作曝氣池中混合懸浮固體物之濃度，可由下列公式決定：

$$\frac{\text{實際單一曝氣池所需}}{\text{最小 MLSS 濃度}} = \frac{\text{設計 MLSS 濃度} \times \text{實際進流量}}{\text{設計進流量}} \times \frac{\text{實際 BOD 濃度}}{\text{設計 BOD 濃度}}$$

所謂最小 MLSS 濃度係指系統開始進行培養污泥前，所必需維持之最低懸浮固體物濃度，如果污水廠的進流污水量逐漸增加，曝氣池中所培養之混合懸浮固體物濃度亦必需緩慢的增加提高；由於進流污水流量及溫度之改變，有時也必需調整改變 MLSS 之濃度，以維持該項濃度值在計算值之正負百分之十內，如此可得較穩定之處理效果，適當之 MLSS 濃度可保持出水 BOD 於一定水準之下，MLSS 之濃度可藉迴流污泥及廢棄污泥之操作而調整。

添加氯化鐵或高分子聚合物等之混凝劑於污泥中，可以使迴流污泥濃度增高及降低出水之 BOD 值，這些化學混凝劑的使用量可以在實驗室中以杯瓶試驗 (Jar Test) 決定，但是在使用這些化學品時，必需注意不可過份增加污水中之無機性膠粒，而影響對生物性膠羽量之正確判斷，必要時需做揮發性混合懸浮固體物之分析以明瞭生物性膠羽之正確量。

檢視及預先試驗

在進行本項工作之前必需確定下列檢查工作均已完成，以維護設備之可用性及操作人員之安全：

1. 曝氣池及管線中之污物均已清除。
2. 所有閘門及控制閥均需開啓，關閉以檢查其操作之平穩性及關閉後之緊密性。
3. 檢查及調整出水堰之高度。
4. 檢查所有噴嘴之固定，勾掛是否牢固。
5. 檢查空氣供應系統設備包括：
 - (1) 檢查空氣過濾器，凝結器。

- (2) 檢查空氣管線是否有破裂。
 - (3) 檢查控制閥是否能平穩，適當的操作。
 - (4) 鼓風機是否已經適當的潤滑，安裝間隙是否正確，安全防護設備是否已安置定位。
 - (5) 套頭及馬達連結器是否已正確調整。
 - (6) 馬達及鼓風機之安裝是否緊密確實。
 - (7) 機器儀錶是否已經校正及能否正確使用。
6. 空氣管線及擴散管需能予提起及放低以檢查操作使用之平穩性。
7. 空氣擴散管線之散氣孔是否堵塞。

如果曝氣系統採用機械式曝氣機的話，必需先以手或電力將安裝完成之曝氣機轉動一次，以確定其安裝平穩正確，同時檢查其在池子四周之固定是否堅固；檢查馬達是否已經適當之潤滑，潤滑之型式需予記錄及存檔，所有馬達在開始操作時，應以電力切入使其緩慢轉動一次，以確定線路之接裝及轉動方向均為正確；在設備開始試驗時，必需先用污水將設備予以浸濕潤滑，同時再檢查下列項目：

1. 空氣及污水管線是否有漏氣及漏水現象。
2. 閘門及控制閥再次檢查其關閉是否緊密。
3. 空氣系統及其安全設施，需檢查其操作是否正常，同時記錄其壓力及馬達安培讀數。
4. 馬達是否有過熱現象，是否有震動及異常之噪音，記錄其安培讀數。

當檢視完這些項目，而一切正常時就可起動及操作這些設備，初期必需連續運轉 3-4 小時，同時檢視是否有任何問題發生，及做必要之補救及修正工作。

起動運轉之步驟

活性汚泥系統在開始試運轉前必需先取得進流污水之混合樣品做可沉降固體物之分析，將樣品小心過濾而後做濾液之 BOD 及 COD 測定，以為 MLSS 濃度計算之參考，若能較長期分析進流污水之 BOD 及 COD 值，從而建立 COD 對 BOD 之比值關係，在將來之水質分析時就可以 COD 試驗來取代需要較長時間之 BOD 試驗。在一個正常操作之傳統式活性汚泥法中其食微比 (F/M. Food/microorganism) 大約在 0.2 到 0.5 之間，而在延長式曝氣法中，其食微比通常小於 0.1；在初級沉澱池之出水進入曝氣池之第二或第三天，必需取樣進行 BOD, COD, MLSS 及污泥容積指數分析，污泥容積指數是一項污泥沉降特性之指標，可以指示出污泥是否有鬆化膨脹現象，通常其數值在 50 至 110 之間時，污泥具有良好之沉降性。

以下之例子將說明上述計算之步驟及程序：

例一 混合懸浮性固體物濃度決定（單一池體曝氣池）

設計情況：流量 = 3785 立方公尺／日

$$\text{BOD 負荷} = 0.59 \text{ 公斤／日／立方公尺曝氣池}$$

$$\text{MLSS} = 1500 \text{ 毫克／公升}$$

$$\text{BOD} = 150 \text{ 毫克／公升}$$

實際情況：流量 = 2840 立方公尺／日

BOD 負荷 = 0.45 公斤／日／立方公尺曝氣池

BOD = 150 毫克／公升

則實際單一曝氣池所需之最小混合懸浮固體物值應為：

$$1500 \text{ 毫克／公升} \times \frac{2840 \text{ 立方公尺／日}}{3785 \text{ 立方公尺／日}} \times \frac{150 \text{ 毫克／公升}}{150 \text{ 毫克／公升}} = 1120 \text{ 毫克／公升}$$

例二 混合懸浮性固體物濃度決定（多池體曝氣池）

曝氣池數：10 每池體積：1530 立方公尺

起動池數：3

設計狀況：流量 = 60,560 立方公尺／日

BOD 負荷 = 0.59 公斤／日／立方公尺曝氣池

MLSS = 1500 毫克／公升

總曝氣池體積 = 1530 立方公尺 × 3 = 4590 立方公尺

BOD = 150 毫克／公升

實際狀況：流量 = 15,140 立方公尺／日

BOD 負荷 = 0.50 公斤／日／立方公尺曝氣池

BOD = 150 毫克／公升

所需之最小 MLSS 值

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{實際進流量} / \text{將起動曝氣池體積}}{\text{設計進流量} / \text{總曝氣池體積}} \times \frac{\text{實際 BOD}}{\text{設計 BOD}} \times \text{設計 MLSS 值} \\ &= \frac{15,140 \text{ 立方公尺／日} / 3 \text{ 池}}{60,560 \text{ 立方公尺／日} / 10 \text{ 池}} \times \frac{150 \text{ 毫克／公升}}{150 \text{ 毫克／公升}} \times 1500 \text{ 毫克／公升} \\ &= 1250 \text{ 毫克／公升} \end{aligned}$$

活性污泥法的起動運轉可以循兩種方式達成，第一種方法是以現成的活性污泥在曝氣池中殖種培養，第二種為不用污泥殖種，直接在曝氣池中進行曝氣，以培養出適合的菌種，現分別說明於下：

1. 污泥殖種法

以污泥殖種方法來進行起動操作是較可靠的方法，但是必需取得足夠之活性污泥菌種投置入曝氣池，使池中 MLSS 之濃度約在 500 毫克／公升左右，當開始起動時必需開動所有之曝氣設備，以充分供應曝氣池中所需之氧氣，使溶氧保持在 2.0 毫克／公升以上，同時達成攪拌之目的，在殖種污泥曝氣時間，進流水量必需予以控制，初期流量應為實際流量之百分之十左右，而後每天再以百分之十的速率緩慢增加，當曝氣池中之 MLSS 緩慢增加時，處理放流水之水質將會逐漸的改善。

2. 無殖種法

如果不使用污泥殖種而直接由污水中培養出生物族羣的話，則必需先將曝氣池裝滿污水，並使初級沉澱池之出水繞流排放，污水充滿曝氣池時曝氣機應立即開動，以提供溶氧及攪拌污水，此

時池中之溶氧亦應維持在 2.0 毫克／公升以上，污水經曝氣七個小時後應關掉曝氣設備使池中之懸浮性混合物沉降約 30-60 分鐘，在此期間應打開控制閥以使初級沉澱池出水進流取代池中之部份污水，而後停止進流污水再啓動曝氣設備，如此往復操作直到曝氣池中 MLSS 之濃度達到 500 毫克／公升以上為止，此時曝氣系統即可採連續式操作，使污水中之 MLSS 達到計算所得之 MLSS 濃度值止。在所有曝氣過程中若溶氧高於 2.0 毫克／公升，則可關掉部份之曝氣設備以減少供氧量，在污泥培養期間，每隔 2 個小時必需做一次溶氧檢驗，以確定曝氣池中供氧量為足夠。

不管是以殖種或無殖種方式進行污泥培養均不需廢棄任何污泥，迴流污泥泵應控制迴流率使最終沉澱池中不會形成污泥氈的堆積，由於污泥的迴流曝氣池中之 MLSS 乃可迅速增加成長。

當曝氣池中 MLSS 濃度在全流量時已達計算之最低要求，則應調整污泥迴流率，此時迴流污泥率可由下列方法決定：

60分鐘可沉降固體試驗之 MLSS 百分比值（以小數值表示） \times

（污水流量率 + 回流污泥流量率） = 回流污泥抽送率

現以例題說明如下：

例三 回流污泥抽送率調整計算

污水至曝氣池進流量 = 15,140 立方公尺／日

污泥迴流量 = 7,570 立方公尺／日

60分鐘可沉降固體試驗之 MLSS 百分比值 = 20% = 0.20

調整後污泥迴流率 = $0.2 \times (15,140 + 7,570)$ 立方公尺／日

$$= 4,540 \text{ 立方公尺／日} \text{ 或 } 3,160 \text{ 公升／分鐘}$$

當迴流污泥率確定及開始以此迴流率操作後，多餘之污泥即在沉澱池中堆積形成污泥氈，當污泥堆積厚度達到 30 公分時，多餘之污泥即可予以廢棄。

例四 廢棄泥污抽送率之決定

廢棄泥污抽送率可由下列兩種方法之一來決定：

1. 當活性污泥系統所有曝氣池均操作時

假設由取樣分析得出下列結果：

$MSLS = 2,800$ 毫克／公升

迴流污泥懸浮性固體物濃度 = 5,600 毫克／公升

進流水中懸浮性固體物濃度 = 60 毫克／公升

平均進流水量 = 15,140 立方公尺／日

曝氣池體積 = 2,080 立方公尺

設計污泥齡 = 5 天

迴流污泥抽送率 = 3,160 公升／分鐘

- (1) 曝氣池中之固體物質 = $MLSS (\text{毫克／公升}) \times \text{曝氣池體積} (\text{立方公尺}) \times$

$$10^{-3} \left(\frac{\text{公升／立方公尺}}{\text{毫克／公升}} \right)$$

$$= 2,800 \text{ 毫克/公升} \times 2,080 \text{ 立方公尺} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤}}{\text{立方公尺}} \frac{\text{毫克}}{\text{公升}} \\ = 5,770 \text{ 公斤}$$

(2) 初步沉澱池出水中之固體物質 = 進流水中之懸浮固體物 (毫克/公升)

$$\times \text{日平均流量 (立方公尺/日)} \times 10^{-3} \left(\frac{\text{公斤}}{\text{立方公尺}} \right) \frac{\text{毫克}}{\text{公升}} \\ = 910 \text{ 公斤/日}$$

$$(3) \text{汚泥齡} = \frac{\text{曝氣池中之 MLSS (公斤)}}{\text{由初步沉澱池進入之固體物 (公斤/日)}} \\ = \frac{5,770 \text{ 公斤}}{910 \text{ 公斤/日}} = 6.4 \text{ 天}$$

(4) 如果汚泥齡低於設計值，則不必廢棄污泥，在正常情況下，此項汚泥齡可以作為增加或減少廢棄污泥量之參考。

設計汚泥齡 = 5 天，由(3)式

$$\text{MLSS 需要維持量，公斤} = \text{汚泥齡} \times \text{由初步沉澱池進入之固體量} \\ = 5 \text{ 天} \times 910 \text{ 公斤/日} \\ = 4,550 \text{ 公斤}$$

$$(5) \text{所必需廢棄之污泥量} = 5,770 \text{ 公斤} - 4,550 \text{ 公斤} \\ = 1,220 \text{ 公斤}$$

$$(6) \text{廢棄污泥之抽送率} = \frac{24 \text{ 小時內之廢棄污泥量 (公斤)}}{\text{迴流污泥濃度 (毫克/公升)} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤}}{\text{立方公尺}} \frac{\text{毫克}}{\text{公升}}} \\ = \frac{1,220 \text{ 公斤/日 (24 小時期間)}}{5,600 \text{ 毫克/公升} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤}}{\text{立方公尺}} \frac{\text{毫克}}{\text{公升}}} \\ = 220 \text{ 立方公尺/日} \\ = 150 \text{ 公升/分}$$

故由於廢棄污泥抽送率改變，迴流污泥之抽送率亦必需由每分鐘 3,160 公升減至每分鐘 3,010 公升。廢棄污泥抽送率以 24 小時為單位之主要目的為避免對敏感性之生物族群做急速之改變而影響其處理成效。

2. 另外一種估計廢棄污泥量之方法係使用前述起動運轉中所求得之 MLSS 濃度來計算。

假設下列數據為由取樣分析所得：

$$\text{MLSS} = 2,800 \text{ 毫克/公升}$$

$$\text{迴流污泥中懸浮性固體物濃度} = 5,600 \text{ 毫克/公升}$$

$$\text{初級沉澱池出水之懸浮性固體物濃度} = 60 \text{ 毫克/公升}$$

$$\text{平均日流量} = 15,140 \text{ 立方公尺/日}$$

$$\text{曝氣池體積} = 2,080 \text{ 立方公尺}$$

$$\text{需要維持之 MLSS} = 2,720 \text{ 毫克/公升} (\pm 10\%)$$

(1) 每日所需廢棄固體物量 (公斤/日)

$$= (\text{實驗所得之 MLSS} - \text{需要維持之MLSS}) \times \text{日平均流量} \times 10^{-3}$$

$$= (2,800 - 2,720) \text{ 毫克/公升} \times 15,140 \text{ 立方公尺/日} \times 10^{-3}$$

$$= 1,210 \text{ 公斤/日}$$

(2) 廢棄污泥抽送率

$$= \frac{1,210 \text{ 公斤/日}}{5,600 \text{ 毫克/公升} \times 10^{-3} \frac{\text{公斤/立方公尺}}{\text{毫克/公升}}}$$

$$= 216 \text{ 立方公尺/日}$$

$$= 150 \text{ 公升/分}$$

故迴流污泥之抽送率應為每分鐘 3,010 公升 (3,160 公升 - 150 公升)。

若曝氣系統進流污水之特性改變，則需要維持之 MLSS 濃度亦隨之改變，可藉調整廢棄污泥量及迴流污泥量保持曝氣池中適當之 MLSS 濃度，而達到處理污水之目的。

當處理廠之操作達到穩定狀態時，污泥之沉澱性甚佳，在終沉池中可以迅速沉降分離，使上澄液清澈而無臭味，此時污泥呈顆粒狀而有尖銳之邊角，有濃之泥味而呈金褐色，但是活性污泥系統在操作期間因程序控制不當亦會造成不良之影響，而這些影響不會因採取改正措施而立刻消失，此時必需藉助於有經驗之操作人員做系統修正工作。

在起動運轉初期，污水處理未達穩定，出水中多含有過量未經分解之有機物質，在出水中加氯處理，通常可以減少承受水體之有機負荷，但是必需避免過量加藥而危害及承受水體中之生物及魚類，在終沉池中添加氯化鐵及高分子聚合物等混凝劑，可以增加污泥之沉澱性，相對減少出水中之 BOD，在使用混凝劑時必需使藥品及污水充分混合攪拌，方能達成混凝沉澱之效果。

活性污泥系統起動運轉操作時由於曝氣池中 MLSS 濃度較低，可能會有嚴重之泡沫問題，尤其是當污水中含有大量之合成清潔劑及其他具有表面張力作用之物質，經曝氣後，產生大量之泡沫，泡沫中含有污泥顆粒，油脂及細菌等，必需立刻予以消除控制，除了消泡水系統可以用來消除泡沫外，除泡劑也常可以用來有效的控制泡沫之產生，另外在操作方面可以減少系統之曝氣量及提高曝氣池中之 MLSS 濃度也可以控制泡沫問題。

在操作初期由於曝氣池之過量有機負荷，在終沉池之污泥可能發生污泥鬆化 (Sludge Bulking) 現象，主要之特徵為污泥之沉降性及壓縮性均不佳，致使污泥乾厚度增加時，污泥上升而隨出水溢流於堰外，污泥之 SVI 增加時，穩定性減少而呈鬆散現象，污泥鬆化情形之發生部份係由於污水中之絲狀菌大量生長，致妨礙污泥之沉澱，另外也可能是由於污泥細菌中所含之結合水增加，而降低了污泥之可沉澱性。

當污泥鬆化現象發生時，曝氣池及沉澱池中之污水 pH 值較低，溶氧量亦低，食微比 (F/M) 值較高，氮含量不高，含有工業廢水或含有腐敗性污水，在控制改善方面，首先要增加污泥齡或減少食微比 (F/M)，可採取之方法說明如下：

(1) 增加供氧量——首先檢查曝氣池中污水之溶解氧量，確定其溶氧量必需大於 2 毫克/公斤，如果低於此數值，必需檢查曝氣設備，判斷其功能是否正常，若可能的話則增加曝氣量，如果設計容量已達飽和，則應考慮另外增加曝氣設施，同時再詳細檢討計算需要之增加量，以達充份

供應氧量之目的。

(2)提高 PH 值——適當加入石灰及其他助凝劑，提高污水之 PH 值，可以改變污泥之特性而改善鬆化現象，唯將增加多量之化學污泥。

(3)降低食微比 (F/M)——(或增加污泥齡)，可以控制進入曝氣池之污水量而減少進入之有機物量(F)，同時增加迴流污泥量及減少廢棄污泥量以增加曝氣池中之 MLSS 濃度，這兩種控制調整方法均可增加系統之污泥齡。

此外必需檢查污水處理廠之操作記錄，以檢討找出真正造成污泥鬆化之原因，同時採取必要之措施，以避免再發生同樣之問題。

另外一種沉澱池中遭遇到的困擾是污泥上升 (Sludge Rising) 問題，在這種情形下污泥之沉降性及壓縮性均佳，形成污泥上升之原因为污泥在沉澱池之停留時間太久，上升之污泥塊其尺寸小至豆粒般，大至似籃球狀，造成水面浮游大量之褐色浮渣，污泥若產生脫氮作用 (Denitrification) 時，污泥中夾雜氣體亦容易上浮，一般可以增加污泥之迴流率及污泥廢棄率或減少污泥齡等控制方法改善污泥上升之現象。

操作人員必需特別留意，因任何一項操作模式之改變，可能造成系統之過度偏差，所以在採取任何改正方式及操作時，均需以漸進方式逐步進行，而不宜作急速之變更，而使情形更惡化。

活性污泥法起動運轉作業檢查

為了使活性污泥法起動運轉作業順利進行，本部份將提出具體之建議供作業之參考：

1. 操作人員必需研究參考有關文獻，包括

- (1)設備製造供應商提供之資料文件
- (2)設備操作維護手冊
- (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" (MOP-11)

2. 起動運轉作業準備

(1)於作業準備期間必需與顧問工程師及專家討論研究，並取得下列之設計參數：

- (a)曝氣池之進流污水量
- (b) BOD_5 濃度及負荷
- (c)溫度
- (d)曝氣池體積 (單一池體及全部池子)
- (e)混合懸浮性固體物濃度
- (f)污泥抽送泵浦容量 (迴流及廢棄污泥泵浦)

(2)同時決定污水 COD 對 BOD_5 之關係，在起動運轉至少前一週做污水 BOD_5 及 COD 之檢驗分析，並計算 COD 對 BOD_5 之比值。

(2)預估正式起動運轉時之狀況，包括：

- (a)即將起動運轉之曝氣池進流汙水量
 - (b) BOD 濃度及負荷
 - (c)污水溫度
 - (d)即將起動運轉之曝氣池數
- (3)計算起動運轉時曝氣池中所必需維持之最少 MLSS 濃度。

3.起動運轉步驟

- (1)以接種污泥起動操作
 - (a)開動曝氣池之曝氣設備，維持曝氣池中溶氧在 2.0 毫克／公升以上
 - (b)將污水引入曝氣池中
 - (c)加入接種污泥，使曝氣池內 MLSS 之濃度維持在至少 500 毫克／公升
 - (d)控制進流汙水量，使其流量約為設計流量之百分之十左右，並以每日 10% 之流量率增加
 - (e)由最終沉澱池中迴流所有之污泥
- (2)無接種污泥起動操作
 - (a)開動曝氣池之曝氣設備，維持曝氣池水中溶氧在 2.0 毫克／公升以上
 - (b)將進流污水引入曝氣池中
 - (c)將曝氣池中之污水連續曝氣 7 小時，此期間其他進流污水均予繞流
 - (d)關閉曝氣設備，並使曝氣池內之混合液沉降 30 至 60 分鐘
 - (e)再將污水引入曝氣池內，同時再曝氣沉澱，如此反覆繼續操作直到曝氣池中 MLSS 之濃度為 500 毫克／公升為止
 - (f)將污水引入曝氣池中開始連續進流操作
 - (g)由最終沉澱池中迴流所有污泥

4.起動運轉程序中之操作控制監測

- (1)在操作程序中必需量測下列之參數，包括：
 - (a)曝氣池中之 MLSS
 - (b)曝氣池中之溶解氧量
 - (c)進流污水及處理出水之 BOD₅ 及 COD
 - (d)最終沉澱池中之懸浮固體物濃度
 - (e)最終沉澱池之污泥容積指數
 - (f)計算食微比 (F/M)
- (2)當曝氣池達到最低 MLSS 濃度要求時，計算迴流污泥抽送率
- (3)使最終沉澱池污泥氈厚度堆增至約 30 公分厚左右
- (4)計算廢棄污泥抽送率，並開始廢棄污泥

5.正常操作

1. 繼續操作程序之監測，包括以上所述參數項目

2. 進行必要之程序操作修正及調整，包括

- (a)廻流汚泥之抽送率
- (b)廢棄汚泥之抽送率及
- (c)空氣供應量

3. 設定各項運作參數，並依各項運作參數之設定，進行各項運作參數之監控。

（二）運作參數之監控：運作參數之監控，係指透過運作參數之監控，以監視各項運作參數之運作狀態。

（三）運作參數之調整：運作參數之調整，係指透過運作參數之調整，以調整各項運作參數之運作狀態。

（四）運作參數之修正：運作參數之修正，係指透過運作參數之修正，以修正各項運作參數之運作狀態。

（五）運作參數之維護：運作參數之維護，係指透過運作參數之維護，以維護各項運作參數之運作狀態。

（六）運作參數之監控：運作參數之監控，係指透過運作參數之監控，以監視各項運作參數之運作狀態。

（七）運作參數之調整：運作參數之調整，係指透過運作參數之調整，以調整各項運作參數之運作狀態。

（八）運作參數之修正：運作參數之修正，係指透過運作參數之修正，以修正各項運作參數之運作狀態。

（九）運作參數之維護：運作參數之維護，係指透過運作參數之維護，以維護各項運作參數之運作狀態。

（十）運作參數之監控：運作參數之監控，係指透過運作參數之監控，以監視各項運作參數之運作狀態。

（十一）運作參數之調整：運作參數之調整，係指透過運作參數之調整，以調整各項運作參數之運作狀態。

（十二）運作參數之修正：運作參數之修正，係指透過運作參數之修正，以修正各項運作參數之運作狀態。

（十三）運作參數之維護：運作參數之維護，係指透過運作參數之維護，以維護各項運作參數之運作狀態。

（十四）運作參數之監控：運作參數之監控，係指透過運作參數之監控，以監視各項運作參數之運作狀態。

（十五）運作參數之調整：運作參數之調整，係指透過運作參數之調整，以調整各項運作參數之運作狀態。

（十六）運作參數之修正：運作參數之修正，係指透過運作參數之修正，以修正各項運作參數之運作狀態。

（十七）運作參數之維護：運作參數之維護，係指透過運作參數之維護，以維護各項運作參數之運作狀態。

（十八）運作參數之監控：運作參數之監控，係指透過運作參數之監控，以監視各項運作參數之運作狀態。

（十九）運作參數之調整：運作參數之調整，係指透過運作參數之調整，以調整各項運作參數之運作狀態。

（二十）運作參數之修正：運作參數之修正，係指透過運作參數之修正，以修正各項運作參數之運作狀態。

（二十一）運作參數之維護：運作參數之維護，係指透過運作參數之維護，以維護各項運作參數之運作狀態。

（二十二）運作參數之監控：運作參數之監控，係指透過運作參數之監控，以監視各項運作參數之運作狀態。

（二十三）運作參數之調整：運作參數之調整，係指透過運作參數之調整，以調整各項運作參數之運作狀態。

（二十四）運作參數之修正：運作參數之修正，係指透過運作參數之修正，以修正各項運作參數之運作狀態。