

污水處理設備之起動及運轉計劃

張訓中*

污水處理廠設備之起動、試運轉作業，包括一連串的計畫、檢視、試驗及修正等不同的程序，其目的是使污水處理廠的設備於安裝完成後，能順利的運轉，並使整廠之操作早日達到穩定狀態，發揮其應有之處理功能。本文將就污水處理廠設備的起動、試運轉作業程序分五個部份來討論：第一部份為廠內之一般作業準備，第二部份為污水預處理及一級處理設備，包括加氯系統之起動試運轉，第三部份為污水二級處理設備之起動運轉作業，主要為活性污泥法之處理設備，第四部份為污泥處理設備之起動運轉，主要為厭氧消化設備，第五部份則為污泥調理及棄運之作業。本文中所提及之污水處理設備或單元，均包括新建之污水處理廠以及任何經改建修正之污水處理設備，故本文可提供給任何準備或負責污水處理廠設備起動及試運轉操作人員，或負責編寫操作及維護手冊人員之參考，同時亦可作為污水處理廠一般處理功能及操作須知之說明，本篇將只討論第一部份廠內作業準備，其他部份亦將陸續在本刊中刊出，以為上述有關工作人員之參考。

第一部份污水處理廠之作業準備

污水處理廠之廠內作業準備工作包括與此項起動運轉相關之行政及技術上必須進行之事項，不論污水處理廠規模之大小，負責設備運轉的人員，包括廠長、主要操作人員、化驗人員及電機人員等，都必需對各項設備之功能，先有充份的瞭解與認識；為使設備起動運轉工作順利進行，首先要擬定作業之程序，圖一中即表示此項廠內作業準備應訂定之工作項目及日程，可供做各污水處理廠設備安裝、起動及試運轉工作計畫之參考。除此之外，亦必須依照下面所列出之順序去進行準備作業：

一、污水處理之廠長負全部起動運轉操作之責任必須

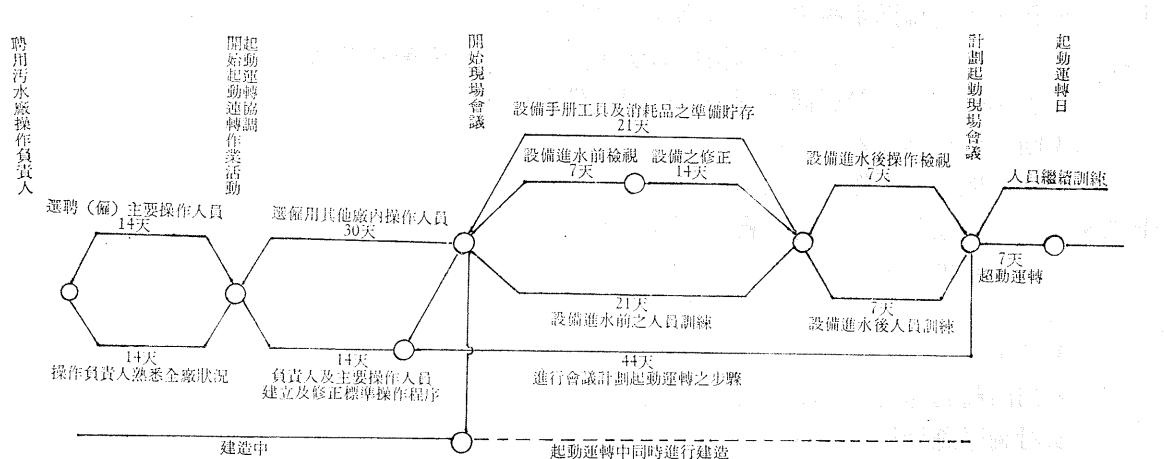
1. 與承包商及設備之供應商建立工作關係。
2. 研究各項設備安裝次序及處理廠之整廠佈置。
3. 開始擬定起動運轉操作計畫。

二、負責協助廠長之人員，應同時進行下列工作事項

1. 研究瞭解廠區設備安裝及佈置情形。
2. 研究其個人需負責之工作任務內容。
3. 協助廠長準備運轉起動之作業工作。

三、主要負責人及操作人員應循序建立標準工作程序包括：

* 中興工程顧問社環境工程部工程師



圖一 污水處理廠起動運轉作業時間表

1. 值班操作次序。
2. 取樣及檢驗次序。
3. 污水處理廠各項記錄之保存方法及次序。
4. 責任區之劃分。

四、聘用污水處理廠之操作人員，機工及電工人員，這些人員都必需具有符合該項職位工作之基本資格要求。

五、修正標準操作程序，使其盡量接近正常操作程序。

六、舉行現場會議，與營造商、設備供應商協調起動運轉作業次序。

七、準備設備操作維護需要之工具，各項設備之操作維護手冊，以及設備製造商對該項設備操作維護之建議。

八、進行各項設備進水前之檢驗，以確定：

1. 該項設備之安裝經檢驗或修正過，且為正確。
2. 該項工程之結構經檢驗或修正過，亦為正確。

九、進行設備進水前操作人員訓練，訓練事項包括：

1. 設備及工具之操作和保養方法。
2. 取樣之方法及分析步驟。
3. 廠區設備之佈置及操作者所負之責任。
4. 廠內操作應注意之安全項目。

十、進行設備進水前之現場檢視，包括：

1. 設備在無水狀況下之轉動情形。
2. 管線及控制閥等有否漏水之情形。
3. 實驗分析設備是否已準備妥當並可使用。
4. 流量量測及其他儀錶設施之裝設及可使用狀況。

十一、進行現場設備進水後操作人員訓練，包括：

- 1.指導操作人員設備之正確操作方法，說明設備之容量及限制。
- 2.引導操作人員參觀同類型污水處理設備之操作。
- 3.同時進行訓練教育計畫。
- 4.安排與資深操作人員共同工作，以吸收其經驗。

十二、進行現場起動試運轉討論會議，包括：

- 1.研討設備起動運轉之次序及方法。
- 2.討論所有相關人員之工作及責任。
- 3.列出起動運轉作業時，必須在現場之人員名單。
- 4.列出起動運轉作業時，必須待命之人員名單。
- 5.討論緊急措施之次序。

十三、以上所述之準備工作完成後，則在預定全廠運轉操作之日將起動運轉作業付之實行。

無可諱言的，由於技術及配合之問題，設備之起動運轉是一項十分複雜之操作，必須要詳細的計畫、準備及協調，方能使此項工作達到最高之效率，並使問題發生之可能性降至最低，以下部份將就以上所列述之工作事項做較詳細之介紹、討論。

污水處理廠人員編制組織

污水處理廠之正常操作運轉端賴於編制人員組織是否健全，通常選取僱用需要的操作人員，最佳的方法就是對其工作性質進行分析，瞭解其工作職位所應具備之能力，及所需人員數目，再依應徵者之資格進行僱用。

處理廠廠長必須儘早選聘，以便監視處理設備之建造、安裝及熟悉廠區之設備佈置等。廠長必需與計劃工程師檢討工程圖，單元處理程序及維護操作步驟，同時亦必須兼負下列之工作責任：

- 1.廠長對於整廠之行政及設備操作維護負有全部之責任。
- 2.對廠區之所有處理設備負有管轄權。
- 3.擬定及執行各種設備之操作計畫及程序。
- 4.組織操作人員並賦與工作及責任。
- 5.定期檢視全廠。
- 6.分析及評核處理廠之績效。
- 7.控制及建立費用支出及預算制度。
- 8.與僱用人員、公眾及政府官員保持有效之連絡管道及良好之關係。

廠長對於污水處理廠之業主有發言之權利，但是對於承包商或設備製造商或其代表，並沒有直接管制的權利，所以必須與這些人建立及保持良好之關係以便學習瞭解操作及維護這些設備。

廠內操作人員在設備起動運轉前選僱，能使這些人員得以參加現場訓練；所有之操作人員必需熟悉操作設備之程序以便能隨時執行操作任務，這些任務包括：

- 1.控制污水及污泥之流量和處理程序。
- 2.量測各項儀錶及檢查控制盤。

3. 分析各項測量結果以決定處理操作需要。
4. 操作抽水機、閘門、控制閥及引擎以便控制、調整流量及程序。
5. 取樣及從事分析工作。
6. 從事設備之維護及保養等。

在小型之污水處理廠中，一個操作人員可能必需負責機械與電機的維護，或同時進行取樣及分析工作；如果處理廠較大規模，其編制區分為機械、電氣、檢驗等，則各部門之人員就必須在設備起動運轉前僱用訓練，所有人員最好均具備基本之要求資格，此項資格應由主管機構制定分類及考取辦法，參加人員於通過各項測驗或訓練要求後，給予資格證明或取得任用之資格，如此方能使操作人員之水準達到一定之要求。

標準操作程序之建立

建立標準之操作程序可以減少許多操作上可能會遭遇到的困難，污水處理廠之廠長及操作人員，可以藉著操作及維護手冊之幫助以建立標準操作程序，這些標準操作程序包括：

一、每一操作輪值換班之次序

1. 每一班次所需之人員
2. 操作者個別之責任
3. 每日所必需操作之固定性任務及非固定性之臨時任務

二、取樣及化驗分析之次序

三、各項操作記錄之登錄次序

1. 廠內設備、儀器之操作及維護記錄
2. 維護保養次序

四、改變設備或程序操作之方法及步驟

五、廠區之編制、組織等。

這些逐漸建立之全廠標準操作程序，必須定期的檢討、修正使符合實際之操作狀況；在設備起動運轉期間，這些程序自然也須配合修正，但所有之修改、變動均以愈接近正常操作程序為佳。主要的操作人員、計畫工程師以及協助設備起動運轉之專家，在起動操作期間，都必需參與多班次以上的操作；其他人員基於臨時工作之需要，或許也必需參與額外之作業。在小型處理廠中，雖然編制人員少，但也必須設法能保持二十四小時輪班制；所有輪班次序在設備起動運轉期間，不能做太大的修改，因為所有之操作程序必需跟著新的試驗結果而修正，一個新的班次必需重新就相關數據來評核處理狀況，故以較少之變動為佳。在起動操作時，廠長必需與主要負責人討論值班表，值班可能發生之不尋常狀況及問題發生應採取之處置等，也必須研討所有新的設備操作維護保養記錄表格，並檢查操作人員是否已填入正確而需要之資料，同時也必須確定每一班次之值班人員均能正確而清楚的交待操作狀況或特殊說明。

標準操作程序之建立亦必需包括詳細的取樣及分析之次序，此項工作應由廠內之化學檢驗人員向操作人員介紹說明，同時必須留意操作人員是否能正確的取得所需之代表性水樣，否則由取樣分析錯誤之結果，將影響處理程序之正常操作，故介紹說明之事項至少應包括：

1. 分析之種類
2. 分析之時間
3. 取樣之數量及方法
4. 取樣之地點
5. 取樣之次數等。

在設備起動操作期間，必需重複或大量的取樣分析，取樣地點也需依情況而變換，所以有關之人員必需在起動操作前詳細研討此項作業，並擬定計畫。在初期內操作上遭遇之不正常或特殊狀況，均必需記錄下來，以供將來之參考。廠內操作日誌表，也需包括值班人員名字，職責說明，指定每日必需從事之固定性工作及記錄突發事項等。

現 場 會 議

現場試運轉操作前會議之主要目的為使參與此項工作之人員能充份瞭解其工作、責任，從而相互協調合作，同時提供每人：

1. 各項操作進行次序
2. 通知所有操作進行中相關受影響之人員及其必須採取之措施或配合反應。
3. 討論並解決問題及衝突。

主要之現場會議討論，依時間次序之不同，應包括下列五種：

1. 作業準備初期會議。
2. 設備進水前檢視之現場會議。
3. 設備進水後檢視之現場會議。
4. 設備起動運轉計劃會議。
5. 設備起動運轉現場會議。

分別說明如下：

作業準備初期會議

本項會議之主要目的為使污水處理廠廠長、承包商及設備供應商能協調配合施工之進行擬定設備之起動日程及次序，廠長必須向承包商等要求其本身能在各項設備建造安裝時從事檢視觀察之工作，一方面可以加強廠長對設備之認識，另一方面可以對其所見到之安裝偏差或相異，立即向承包商、設備供應商或業主提出。在協調時廠長亦應要求上述人員准其接帶操作人員至現場熟悉各項設備及佈置；除非某項設備已安裝完竣，並經業主核收，操作人員若欲進行試驗操作，必須得到承包商之書面同意方可進行。同時廠長亦應要求設備供應商協助其訓練操作人員從事正確之設備操作維護工作。故廠長經此項會議後則可進行安排操作人員之訓練計畫及設備之檢驗工作。

設備進水前檢視之現場會議

承包商、設備製造商或其代表及污水處理廠廠長均必需參加此項現場檢視，污水廠廠方應負責記載本項檢視會議中所採取之每一步驟，同時必需準備一份設備檢視記錄表格，用以記錄設備在進水前之檢視狀況及其改正記錄，（如表一所示），此項記錄應同時做為廠內設備永久記錄之一部份。在檢視進行前，廠長必須由製造商處取得該項設備之安裝、檢查及試驗程序之說明。在

表一 設備起動運轉前之檢查表範例

污 水 處 理 廠 名 稱						
設 備 號	設 備 名 稱	未 進 水 前 試 驗 操 作 情 況 及 改 正 措 施	日 期	進 水 後 試 驗 操 作 情 況 及 改 正 措 施	日 期	完 成 最 後 檢 查 期 日期
1001	污 物 磨 碎 機	良 好	1/23	良 好	2/17	71.2.17
1011	進 流 水 抽 水 機	扇葉破裂，供應商將於 71.3.2 更換	1/23	有震動、噪音，安裝商 將於 71.3.3 改正	2/21	71.3.57
2001	沈 砂 池	良 好	1/23	良 好	2/17	71.2.18

檢視中，廠長及計畫工程師應小心觀察及監視設備製造商之代表檢查該項設備是否已正確安裝，轉動方向是否有錯，潤滑方式是否恰當及有無噪音及震動情形之發生，另外需檢視有關之安全設施及當時之一般操作狀況等。同時必需要求及監視承包商清除所有可能存在於設備內，管線中及控制閥內之砂石及其他雜物，在現場也要檢視所有之管線是否漏水，確定所有之安全鏈條、護罩均已安置於適當之位置；所有不必立即運用之設備、儀器均必須小心存放及保護。總之，檢視人員必需確定檢視後所有設備不當之安裝，設備差異或不合處均已定期改正，並記錄於設備檢視表中，此時亦應設定操作人員進水前訓練時間及進水後之設備檢視及試運轉時間。

在設備起動操作前，所有下列工具、物品必須齊備，同時適當的貯放，保護以備隨時取用：

1. 設備程序操作維護手冊
2. 全廠之峻工圖
3. 設備規格
4. 施工照片
5. 製造商產品之操作維護說明，包括零件名稱、材料成份、規格及供應設備之全圖。
6. 有關處理廠正確操作之參考資料
7. 化驗室之設備及需用之化學品，化學試劑
8. 所有需用之工具
9. 所有安全防護設備
10. 所有程序控制操作說明
11. 需用之化學控制設備及化學藥品
12. 各項機件之備用零件
13. 設備維護保養用之潤滑油脂等。

設備進水後檢視之現場會議

此項會議通常在處理廠之設備完工並經業主接收後進行，此時污水處理廠之操作人員可依其預定之計畫進行檢視及操作控制試驗。由於契約中有保證條款，故此項進水後之檢驗愈早完成，問題之改正便愈快，因而能避免延誤污水廠之起動操作。

有關設備之檢視及試驗，必需參閱或遵照該項設備製造商之說明為之，所應進行之進水後檢視事項包括：

1. 檢視所有管線及閥類是否有漏水現象。
2. 檢視所有閘門及控制閥之操作控制情形。
3. 檢視所有抽水泵浦之運轉情形。
4. 在水力負荷狀況下，檢視所有機械設備。
5. 檢視加氯設備。
6. 觀察取樣及試驗分析步驟。
7. 檢視所有之流量計、溫度計及壓力指示計。
8. 檢視所有電氣設備之操作。
9. 檢視所有之堰高，並作必要之調整。

所有在此項檢視中所發現之缺點，均應在設備起動運轉前改正，此時廠長及承包商之計畫工程師，則可依狀況擬定設備起動運轉之現場會議。

設備起動運轉計畫現場會議

污水處理廠之廠長必需負責通知參加設備起動運轉現場會議之人員，有關會議之日期、時間及地點，同時交與會議人員會議程序及相關之討論內容或提要。污水處理廠廠長必需與操作人員及承包商詳細討論起動運轉操作之步驟，並綜合研討各項提出之意見，故此項會議之參加人員應包括承包商之工程負責人員，業主之代表，聘請之顧問、專家、操作監督人員，化學人員、顧問工程公司人員及設備製造商之代表等。此項會議預期必需達成下列之目的：

1. 擬定設備起動運轉日期。
2. 列出在起動運轉時需在現場之人員名單。
3. 賦與在場人員之任務與責任。
4. 列出起動運轉工作之大要。
5. 列出起動運轉期間需待命之人員名單。

與會協調人員同時必需擬定一項時間表，清楚載明白開始起動運轉以至進入全運轉之所有必需之程序及步驟。

設備起動運轉現場會議

設備起動運轉時，承包商之計劃工程師及設備供應商均需於現場，以確定該項設備之功能已正確發揮。所有設備操作者之現場操作均需經監督人員之確認及評核，以確保所有操作運轉之正確進行，不致偏離標準操作程序；其他污水廠之供應部門、支援人員亦必需通知其此項操作運轉作業之開始，以上介紹為起動運轉期間必需進行之次序。

現場操作人員之起動運轉訓練

為了達成污水處理廠之處理目標，必須有合格熟練之操作人員。廠長、計劃工程師及各項設備之供應商如前述必需為操作人員舉辦現場說明示範，其目的即在使操作人員熟悉各項設備，並訓練其正確之操作維護方法；此項說明訓練最好依操作人員之等級分批進行，以配合不同程度之

管理作業需要，以達到不同之訓練目的，此項現場訓練必須分為設備進水前之運轉說明訓練及設備進水後之運轉操作訓練。

廠長為此項訓練計劃之負責人，必須先擬定訓練之編組，講授訓練者及日期，由於聘請講授訓練者所能運用之日期有限，故在時間方面之安排必須事先協調，以決定適合雙方之日期及訓練進度、項目。

設備進水前運轉說明及訓練

此項說明及訓練必需使操作者明瞭其操作之任務及責任，必需藉助於處理廠之工程圖及操作維護手冊，使操作者熟悉設備之佈置，管線連接及有關之控制設備等。更進一步必需教授操作者如何作預防性之維護措施，以避免操作時對設備造成損害，除了正確之操作說明訓練外，更必需積極的提醒其責任，避免或減少造成不必要之問題或困擾。

設備進水後運轉操作訓練

此項訓練操作之目的為加強操作之目的為加強操作人員對處理設備及程序之認識，並瞭解設備在有水力負荷及承載狀況下操作運轉之功能，此項訓練應包括：

- 1.引導操作人員至相似性質之處理廠或其他模型處理廠參觀。
- 2.將操作人員送至有相同設備之污水處理廠處並與一具有操作經驗之操作者共同工作，以吸收其經驗並瞭解其責任。
- 3.安排參加短期之訓練或進修課程。

安全維護措施

由於污水處理因操作不慎致生的意外事件不斷發生，且因在起動運轉操作時，意外發生之可能性亦不斷增加，究其原因不外：

- 1.操作人員不熟悉或不明瞭設備之特性及正確之操作程序。
- 2.空地或槽、池之安全防護設施不足。
- 3.設備之安裝不當，檢視不全。
- 4.照明不足或不恰當。
- 5.工作人員因校正、調整需要暴露於無防護之電氣設備或轉動機件之中。
- 6.工作人員不熟悉化學品之特性及加藥設備之正確操作方法。
- 7.修護工具不足等。

故污水處理廠之各項設備在起動運轉前均需有完善之安全防護計畫或考慮，此項安全防護計劃必需定期的執行檢討，並與操作人員討論各項設備潛在之危險問題，部份問題在設備進水前及進水後之檢視、試驗中可發現出來，而所發現之問題及危險均需在設備起動運轉前改正之。在廠內所有危險地區都必需設置危險號誌，警告標示及藩籬等以使操作者或其他人員受到充份之保護。

污水廠之管理單位也必需同時建立對安全防護問題之員工激勵制度，例如發給安全獎金、獎牌及給予休假等。其他有關工作引致之疾病、灼傷、割傷或意外傷害等，也都必需在操作訓練中

說明其防止及防護救濟措施一包括急救及通知安全單位等。另外對於化學品，化學設備操作人員之安全防護，也必需特別予以訓練加強，尤以加氯部份最為重要，故在試運轉及操作加氯設備時

在污水處理廠之操作維護手冊中更應深入的討論安全防護問題，並建議一些必備之安全防護設備。在起動運轉前所有之操作人員均必需接受體檢及預防注射，以避免受水媒病之傳染，若有化學品傾溢，或其他特殊疾病傳染發生應立即通知當地之消防隊及衛生機構，這些緊急單位之連絡方法亦必需標示於現場顯明之處。意外傷害之報告表格及受傷害之救濟方法均需於設備起動操作前準備妥當，並置於適當處備用。

起動運轉期間部份工程之繼續

通常某些設備之起動運轉作業不必等到所有設備或全廠之建設完成即可進行，此項可立即進行之作業項目在設備起動初期會議時應可做成初步之決定，而後經詳細分析後，再在建設施工期間所允許之情況下進行某些設備之起動試運轉工作。而承包商及設備供應商必須向廠長保證在此項設備起動試運轉期間，不得因工程之繼續施工而有停電或其他足以影響操作人員之安全事項發生。

主要起動試運轉負責人必須與承包商共同設定一時間表，共同協調此項作業包括由於此項作業及施工同時進行可能引起之不便或衝突及其他額外費用之分擔等；雙方必須以書面詳細定出相對之有關人員、機械，及工作區域等，因意外事件發生之責任，同時確立當問題發生時雙方在此項同意書外之責任澄清問題；同時雙方亦必須註明當負責人不在場時由何人負責，對於操作人員及現場施工人員之禁止進入區域也必須設置隔離設施。

在施工繼續期間進行部份設備之起動運轉作業其潛在之危險性甚高，此部份之傷害防止及其他安全防護更必需做週全之考慮，廠長、主要操作負責人、承包商及其工作人員均需明瞭此項情況，並對所屬人員予以說明，俾使衝突或意外傷害之發生減至最低。

由於污水處理廠設備之起動操作及全廠運轉之程序控制絕非單純按紐即可達成，由作業前之計畫準備到全廠之進入正常運轉均需依以上所述之作業次序及要點進行，以便各項設備之運轉、操作、維護順利進行，進而早日發揮污水處理廠之功能，達成污水處理之目的。