

工程實務

功能足夠之污水處理系統設計

張訓中*

一、前　　言

污水處理系統之設計工作，須要依循規劃之原則，但在規劃及設計之過程中為減少錯誤及缺失，對於處理系統運轉操作之彈性，設備流程之充份性及可靠性方面，仍須有深入的分析及考慮。由於工業廢水因製程控制不同在排放水量及水質上都有很大的變化，使設計人員不易確切掌握有關設計因素，而在處理系統進流污水質量發生太大變動，或有特殊緊急情況時，即無法發揮其應有之處理功效，以達到保護承受水體之要求。故在規劃設計，應就污水處理之可靠程度須要進行探討，依據承受水體之水質狀況、涵容能力、使用標的及法規標準之限制，界定承受水體之保護須要程度及處理系統之可靠性須要來研擬處理單元之設計原則，主要之考慮項目如：設施容量、選用組數、備用方式、繞流管線及其他緊急處理設備等。本文即就污水處理系統設計在可靠性原則方面，分污水處理廠及污水處理單元兩部份提出說明供設計人員及操作管理人員參考，期使經良好設計及操作之污水處理系統，在特殊緊急狀況下，污水均能獲得一定程度之處理而後排放，承受水體因而可以受到使用標的水質要求之最低合理保護。

二、承受水體之保護須要

水污染防治法第六條第一項說明行政院環境保護署於85年5月6日修正公佈之國內水體分類及水質標準，並規定各水體之分類由主管機關另訂公佈。該項標準中將不同之河、川、湖、潭、庫之水體依其用途分為甲、乙、丙、丁、戊五類，各類適用用途為：

1. 甲類：適用於乙、丙、丁、戊四類及一級公共給水、游泳。
2. 乙類：適用於丙、丁、戊三類及二級公共給水、一級水產用水。
3. 丙類：適用於三級公共給水、二級水產用水、一級工業用水及丁、戊二類。
4. 丁類：適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。
5. 戊類：適用於環境保育最低標準。

*華興環境工程股份有限公司總經理

而前項用途的定義分別為：

1. 一級公共給水：指經消毒處理即可適用之水。
2. 二級公共給水：指須經一般通用之淨水方法處理方可適用之水。
3. 三級公共給水：指須經特殊或高度處理方可適用之水。
4. 一級水產用水：在河、川、湖、潭、庫，指鱈魚、香魚、鱸魚及鯧魚用水；在海域，指嘉臘魚及紫菜類用水。
5. 二級水產用水：在河、川、湖、潭、庫、指鰱魚、草魚及貝類培養用水；在海域，指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水。
6. 一級工業用水：指製造用水。
7. 二級工業用水：指冷卻用水。

另外對海域地區之水體，亦依其適用用途區分為甲、乙、丙三類：

1. 甲類：適用於一級水產用水、游泳、乙類及丙類。
2. 乙類：適用於二級水產用水、二級工業用水及環境保育。
3. 丙類：適用於環境保育最低標準。

各項不同用途之水體均有其最低水質標準要求，環境保護機關即依照此項水質標準，分析水體使用狀況及水體涵容能力，據以擬定污水之排放水質標準及建立總量管制標準，核准污水之排放，建立流域水體水質管理及合理安全使用之方式及制度；污水處理系統設計可靠性準則擬定之主要目的為期能使承受水體之水質及使用功能受到最低合理之保護，而此項保護之最低標準係以該項承受水體之主要使用用途為準，如上述之工業用水、農業用水、水源用水、觀賞遊憩、航行、野生動植物含漁類及其他水產資源保護等，設計人員應依照承受水體之不同使用目的之水質標準及保護程度須要充份考慮處理設備之可靠性及足夠性。

三、污水處理系統設計之可靠性

本文中所討論之可靠性並非以前節中所提之水體分類標準為絕對標準，而係就處理系統本身所須達成之最低處理程度或方式為分類，並對於不同處理程度可靠性之須要，進一步將處理流程設備區分為主要設備及次要設備，以說明設備重要性及系統備份容量之考慮，本節中先就可靠性分級及處理設備之重要性提出定義說明，以下各節中再對處理廠及處理單元設計可靠性原則進行探討。

3.1 處理系統可靠性的分級

1. 第一級

係指承受水體之水質若因少量污水或污水之短時排入，即可能對其造成永久性或不可接受程度之水質破壞，例如廢污水未經充份良好處理即排入飲用水水源、水產貝類養殖水域，或有身體直接接觸之遊憩水體等。列為須要有第一級可靠性程度之處理

系統，須使處理設備在緊急或特殊狀況下，仍具有處理污水至必要之程度而後排放，以保障承受水體之使用功能。

2. 第二級

係指污水處理廠之排放水其於短暫時間內排入承受水體中時，不會對於承受水體之水質或使用功能，造成永久性或不可接受之破壞，但若較長期之連續排放，則可能嚴重影響承受水體之水質，例如廢污水之排入一般非身體接觸性之遊憩水體中者，屬本項分類之污水處理系統，其可靠之要求標準較第一級為低，設備之安裝及操作要求，亦較具有彈性。

3. 第三級

係指非屬第一級及第二級可靠性外之其他污水處理設施，其系統可靠性之要求較低，但基本上仍須達到能合理保護承受水體水質之最低要求為準，如環境保育項目之水體水質即可歸類為本級系統之設計擬定目標。

3.2 主要設備及次要設備

3.2.1 處理單元

處理單元是指污水處理過程中，包括有一個單項物理、生物或化學程序之處理及操作者，例如污水之攔污柵、沉砂池、沉澱池等之處理操作均可定義為處理單元或操作單元。

3.2.2 主要處理單元

係指該項單元處理程序及操作，對於承受水體之最低要求保護為必須者，而最低保護標準，有時並非指污水中之BOD、大腸菌等項目排放限制均合於排放要求；這些主要設備之操作，配合其他次要設備操作，方能使全部污水處理系統發揮最大之功能。

3.2.3 次要處理單元

係指該項處理單元，於承受水體之最低要求保護，並非絕對須要者，這些單元操作在正常流程狀況下，可以達成或保持較佳之系統處理成效，而這些次要單元設備之短期間損壞或停止操作，應不致使放流水水質惡化，而使承受水體遭致永久性或不可接受性之污染破壞。

3.2.4 污水主要處理程序

基本上污水進入污水處理廠後，經過初級沉澱及消毒處理而後排放之過程即為污水之臨界性處理程序，在此項處理程序中之單元處理操作即為主要單元操作，包括攔污柵、沉砂池、初級汙泥及浮渣之抽除，其對於承受水體水質保護均為必須者，故在設計及佈置時，須充份考慮其容量可靠性，使該項系統中最大單一容量設備或組件損壞時，仍能有效處理進流汙水量。

3.2.5 污水次要處理程序

污水處理系統中的二級處理，包括曝氣池、二級沉澱池、最後過濾設備等。在可靠

性須要上，可列爲次要性者，則各項單元處理均投入操作，對於提高污水處理成效或放流水水質有所助益，但是對於承受水體之保護要求，則非爲主要及必須者；所有二級單元處理之設計，須滿足下列兩項要求：

1. 所有設備均操作時，能處理系統尖峰設計流量。
2. 系統中之最大容量設備組件損壞或不能使用時，須能處理或繞流平均設計流量。

3.2.6 設備之足夠性

單元操作設備之足夠性係指任何獨立程序之機械設備供應，能使該程序不因該單項設備組件損壞時，影響該處理程序之成效；這些設備之足夠性或其容量、件數之設計選定，應依其爲主要或次要之單元操作而定。

3.2.7 設備組件

污水處理廠中之任何一項設備，其在處理程序中擔任一項特定功能者，稱爲一項設備組件；設備組件其必須用於處理尖峰污水或繞流污水者，相對於主要操作程序而言，爲主要設備組件，而其他必須用於處理平均設計污水量之設備組件，相對於次要操作程序而言，爲其程序主要設備組件。

故由承受水體保護須要性或敏感性要求，可知在設計時必先須分析在緊急特殊狀況時主要設備之可靠性；其次須考慮這些設備之充份性，在容量及數量配置方面是否能因應狀況須求，設置多項設備及多道可變流程可以增加操作之彈性；在設計作業時，要決定那些設備屬主要設備，應依承受水體之涵容能力而定，而這部份之標準可由業主訂出或由設計公司提出供業主核定，決定主要設備後即可考量其所必須具備之充份性、可靠性、彈性等，而擬定合理之設計數據，若部份項目較不易判斷選定設計數據之合理性時，則該項設備應選用較大尺寸或型式，避免因設計容量不足而使排放水水質逾越排放水之臨界限制，以下將詳細說明污水處理廠及處理系統在設計時有關主要處理及設備可靠性原則之考慮。

四、污水處理廠的設計

4.1 處理廠位置

爲防止洪水淹沒及損壞污水處理廠之機械、電氣及儀錶設備，無論那一級可靠性之污水處理廠，在選設其位置時均須考慮不使其受到洪水之危害；選位時應依地區以往水文紀錄資料分析該地區之洪水位，而將處理廠選設於合適高程之處所；重要之機電設備佈置高度應防止受到 100年洪水之毀損，或在 25年洪水狀況下仍可正常操作，但最低之要求爲所有選定廠址之高程均須在 10年洪水位以上。

若處理廠設於海邊時，則須防止受到潮水，波浪或湧浪之侵襲，設計時應參酌海象及氣象資料，擬定佈置高程及相關設計參數。對於現有污水處理廠之擴建，亦應考慮洪

水位問題，所有廠內處理設施之位置配置，應使操作維護人員在任何天候狀況下，均可安全出入進行操作及維修作業。

4.2 擴建及改善

為增加污水處理廠處理容量或改善操作設施流程所進行之擴散及改善工程，應儘量避免干擾及影響現有操作系統；可能時應研究以分期施工方式施行，以減少對現有操作系統之干擾。

4.3 管線設計考慮

4.3.1 易堵塞管線

1. 管線沖洗設備

對於污水處理廠內較容易堵塞之管線，均須設計有管線清洗設備，以便於管線清洗；沖洗設備之接水須防止受污染或有錯接之情形。

2. 管線機械式清理設備

管線中若有較大量或特殊固體物堆積、堵塞時，應考慮以機械式清理設備清理，清洗後排水應導入管線系統中經處理後排放。

4.3.2 廠內排水管線

處理廠內建築物、工作場所均須設計有良好之排水系統，以迅速的排除積留污水，以免觀瞻不雅及有礙安全衛生。

4.3.3 管線之維修

影響污水處理功能程序之管線系統，如酸鹼加藥、營養劑加入及空氣供應等，設計時須注意其維修之方便性，而不必使人員進入不安全之處所，或須抽空池水方能檢修而影響處理系統之操作。

4.4 設備維修須要

4.4.1 設備維修

污水處理廠中之主要設備組件如抽水機、攔污柵、曝氣機等，在設計時，應充份考慮其操作之可靠性及彈性，使該項設備在進行維修時不必改變處理廠之操作流程或控制方式，須要經常維護之設備組件，應有備用機組；維修工作儘量在低流量狀況下進行，以減低對處理程序之影響。

進流抽水站之濕井可設計為二池，以增加系統操作之彈性及可靠性。各污水抽水機之連接，應考慮可自抽水系統中獨立分離，而不影響其他抽水機之正常運轉；抽水機兩側均應設置合適之控制閥，以利抽水機及逆止閥等之拆修。

4.4.2 設備出入通道及空間

各項處理單元及設備之佈置應考慮保留足夠之工作空間及出入通道，以利設備之拆後搬運，且不致危害工作人員之安全。

設計時應分析操作維護動作空間須要，設備之型式、尺寸、搬運安裝方法等，再依可用空間作合理之安排佈置；有關設計細節如出入走道方式、門框開孔尺寸、樓梯型式、電線管線支架、控制閥開關位置等，均須小心分配佈置，以合理之預留及使用空間。

4.4.3 機械設備之運移

對於較大型式或較重之機件，應考慮使用合適之動力運搬設施搬移，各項設備須附有掛鈎或吊環以便昇舉抬高，運移應有充份之空間，使不致影響其他設備之安全及操作。

4.4.4 系統輔助設施

為使污水處理設備均能充份發揮其既定功能，須要提供有不同之輔助系統，包括自來水、空氣供應、化學品加藥、營養劑添加、燃油供給等，在規劃設計時須充份考慮此等輔助系統之須要性及可靠性程度，以配置合理之組數機件或備份設施。

4.4.5 危害設備之隔離

污水處理廠內之部份設備如高壓設施、化學加藥及供氣系統等，在平常操作狀況下，或是在設備損壞時，可能對於操作人員產生危害者，設計時應將之與一般性場所及設備隔離，以防止人員設備受到危害。

五、污水處理系統之設計

污水處理系統包括由污水處理廠進流口起至處理後排放口止之所有處理單元及設備，這些程序設備在規劃設計時，應考慮的可靠性說明如下：

5.1 系統性須要

無論是第一級、第二級或第三級可靠性之污水處理廠，其處理系統基本上必須包括有下列之處理設施：

5.1.1 汚物攔除或污物破碎設施

污物攔除設備可以為人工清除式或機械清除式攔污柵，其功能為移除水中之大型固體污物，以保護下游之管閥、抽水機，免於堵塞或損壞；污物破碎機可將大型污物切磨碎後，再投入污水中以沉澱或浮除方式移除。

5.1.2 砂粒移除設施

進入污水處理廠中之砂粒，應將其自污水中移除，以免損壞處理廠下游之抽水機、管、閥設備，及減少各項處理池槽之有效處理容積。

5.1.3 可沉澱物質之移除

本項設施包括初級沉澱池、最終沉澱池，主要目的為藉重力沉澱方式將污水中之可沉澱物質自污水中移除，因移除部份多為有機物質，對有機污染物之去除，為重要之處

理程序，其移除效率與污水之流況及污水特性有很大之關係，須經詳細分析及設計。

5.2 系統控制之彈性

污水處理之控制方式應具有彈性，包括以動管渠導流或繞流系統應付尖峰流量，但在繞流溢流排放之前，應充分利用污水收集系統中可用之貯存容量，而後再考慮繞流及排放。繞流有關設施之開關控制應以可用最大貯存容量之溢流高程為其控制基點。繞流或溢流之污水在排放前須有污物攔除及除砂設施，並應量測及紀錄其流量；屬一級可靠性要求之污水處理廠，須設有足夠容量之污水貯存設施，以增加污水貯留，而減少繞流或溢流量，同時各項污水處理之設計，應使所貯存收集之污水，均能得到最大可能之處理。有關此項貯存及後續處理設施之容量應依地區污水收集特性及承受水體保護須要實際狀況擬定。

5.3 單元處理設施之繞流

污水處理單元若有兩組或兩組以上之處理池體，其最大池體設備損壞不能使用時，其他池體若尚能接納尖峰流量，則該部份不須設置繞流設施；處理單元若有三組或更多之池體設施，而其中最大兩組單位損壞不能使用時，其他池體若尚能負荷污水尖峰流量，亦可不須有繞流設施，除此之外其他單元處理均須有繞流設施。

繞流系統之安排設計應配合原有處理流程系統作通盤考慮，使處理設備之容量得以充份利用，使繞流須要程度減至最低。有關繞流閘門、控制閥及其他繞流有關處理設施之操作起動，均應由操作人員在現場以人工方式進行操作，若有動力協助操作時，則須有替代之人工操作起動方式，以便在停電或遇緊急狀況時，仍可以人工方式操作；加氯消毒處理亦須有緊急備用系統或其他替代消毒方式，以消毒處理繞流或溢流排放污水。

5.4 備用處理設備

一般處理系統設計容量之考慮，基本上須使其中最大容量組件損壞時，或必須停俾維修時，其他設施在水力容量之考慮上，應仍能接納處理尖峰汙水量；系統水力分配應使進流污水能平均導入其他處理設備中，而污水調和池可以視為備用系統之一部份；此外其他有關系統備用處理設施之設置原則，可依污水處理廠第一級、第二級及第三級可靠性分類須要程度擬定，分別說明如下：

5.4.1 第一級可靠性

在第一級可靠性之設計要求上，下列處理設備須有充份之備用設施供應：

1. 機械清理攔污柵或相等功能之設備

本項設備應另有備用組件，備用之攔污柵可為人工清除型式者；若全部設施僅有兩組，則其中一組必須為人工清除型式者。

2. 污水抽水機

污水抽水機應有備用機組，其選用組數及容量，應使系統於最大容量之抽水機損

壞時，其他抽水機之總和容量尚能抽排尖峰期間之汙水量；設計時可選用一台抽水機為其他多台抽水機之備用機組。

3. 汚物破碎機

如果系統採用污物破碎機，則應另設置繞流渠道，並應於渠道中裝置機械式或人工清除式攔污柵，繞流渠道之設計容量應使渠道於所有污物破碎機組損壞時，仍能繞流尖峰汙水流量。

4. 初級沉澱池

設計初級沉澱池時，須考慮其池數及尺寸型式之配合，俾於其中最大池體無法使用時，其他池體之容量仍足可處理原初級沉澱池設計使用容量之50%以上。

5. 最終沉澱池、化學混凝沉澱池、滴濾池、過濾設備及活性碳處理程序。

以上各項系統處理池槽之設計，應使最大單元組件或池槽損壞時，其他各池組仍可處理原系統設計處理容量之75%以上。

6. 活性污泥法處理設施

(1) 曝氣池

曝氣池不須有備用池體，但至少須要有兩組相同體積之曝氣池（接觸穩定法二組池體，僅得視為單一池體）。

(2) 鼓風機或表面曝氣機

鼓風機或表面曝氣機之組數及容量設計，應使其中之最大容量組件損壞時，其他供氣曝氣機組之曝氣效果仍能達到設計之傳氧效率標準；曝氣機組應在兩組以上，如果機組之拆卸安裝容易的話，備用機組可以於必要時再行拆卸及安裝。

(3) 空氣擴散管

空氣擴散管線之設計，應使各單元管組可容易自空氣供應主管中拆開分離；如附有空氣流量控制閥，則在最大擴散管組進行修護時，其他擴散管之傳氧功能經有效分配控制應不致降低或受太大之影響。

7. 化學加藥快混系統

化學加藥快混池至少須有二組池體，或其他具有相同功能之設施，這些設施須設置在污水處理主流程以外；如果只有一組快混池體，則至少須有兩組攪拌設施及繞流系統，如果攪拌機拆裝容易，則備用機組可為未安裝者。

8. 混凝池

化學處理系統中之混凝池至少須有兩組以上之池體。

9. 加氯接觸池

加氯接觸池之池數、尺寸應使系統中最大容量池組無法使用時，其他池組仍可處理原設計容量之50%之流量。

5.4.2 第二級可靠性

第二級可靠性要求之污水處理系統，除下列說明事項外，其他設施須要性與第一級

可靠性中的要求者相同：

1. 初級沉澱池、最終沉澱池及滴濾池

本部份設備之設計應使該系統中之最大容量部份損壞或無法使用時，其餘設備仍能處理負擔該系統設計容量之50%以上之流量。

2. 不須備用設備部份

本級可靠性要求中，系統不須備用設備如：化學加藥快混系統、化學膠凝池、化學沉澱池、過濾池及活性碳處理程序等。

5.4.3 第三級可靠性

第三級可靠性要求之污水處理系統，除下列說明事項外，其餘要求與第一級可靠性系須要相同：

1. 初級及最終沉澱池

初級及最終沉澱池均須有二組以上池體。

2. 活性污泥處理系統

(1)曝氣池

第三級可靠性要求之曝氣池只須有單一曝氣池體。

(2)鼓風機及表面曝氣機

鼓風機及表面曝氣機至少須有兩組以上可供安裝使用，而其中一組可為未安裝者。

(3)空氣擴散管

空氣擴散管之設計佈置要求與第一級可靠性中說明者相同。

3. 不須要備用組件部份

除初級沉澱及消毒系統外，下列系統之備用設施均非十分須要，包括滴濾池、化學快混設備、化學膠凝設備、化學沉澱池、過濾池及活性碳處理程序等。

5.5 設備設計特性及維護

5.5.1 須要隔離設備

每項處理設備組件之設計佈置，應力求簡便，使其能易於自污水處理流程中分離獨立進行維修，而不影響污水之處理操作。

1. 污水抽水機之隔離

污水抽水系統中可在抽水機兩側裝置控制閥，以分開污水及機體，此外並應考慮控制閥之拆裝修理方式，以不排清池槽水，即能進行維修為原則。

5.5.2 設備之保護

1. 設備超負荷保護

污水處理設施中容易因堵塞、封閉或其他原因而產生超負荷現象者，應考慮加裝超負荷保護設施，使處理設備不致因超負荷而損壞。

2. 防止結構體受地下水浮力而上昇

若污水處理池體所在位置之地下水位較高，則池體內之貯水放空時，池體易因地下水之浮力而上昇，故須在池中裝設清壓閥，或以其他方式排除地下水防止池槽受浮力上昇，以保護結構體或池槽。

5.5.3 控制閘門

對於較大型或特殊尺寸之閘門，應以機械動力設施，輔助開關操作。

5.5.4 擋污柵或相同功能之設施

1. 人工清除方式

人工清除擋污柵應在適當位置設置工作平台，以利清除污物之操作。

2. 設備昇舉

擋污柵設備主體上應有合適之鉤環，以便吊昇設備能容易而安全的吊起擋污柵機組。

5.5.5 污物破碎機及除砂相關設備

本項設備之選用，均應考慮拆修之需要及其方便性。

5.5.6 沉澱池

沉澱池刮泥系統包括其驅動部份及減速機之設計，應使在不必排空池水之情況下以進行維修；須排清池水方能檢修之部份應儘量減少。

5.5.7 曝氣設備

1. 曝氣設備之維護

曝氣系統中之表面曝氣機或空氣擴散管之設計安裝，應使該等設施之維修工作，能在不中斷曝氣池操作或不影響曝氣相關措施操作之情況下進行。

2. 空氣之過濾

在細泡式空氣擴散曝氣系統中，鼓風機之空氣入口處須裝置空氣過濾設施，以濾清空氣中之灰塵、雜物，使其不致進入空氣管線中，而堵塞空氣擴散口。

5.5.8 化學處理快混攪拌系統及膠凝池

1. 設備維護

其設計應使有關設備在不排清池水之情況下，仍能容易進行維修。

2. 加藥管線之清理

加藥管線設計應考慮堵塞時之清理及修換方式，並應以不必排清池水或中斷水流之方式進行。

3. 設備之分隔維護

化學處理系統中池槽分隔使用之閘、閥，若經一段時間未使用，則易因沉積而堵塞，故設計時應考慮有關分隔閘、閥之清理維護須要，包括其作業空間及出入通道等

，以利清理維護。

5.5.9 過濾床及活性碳處理床

此兩項處理系統槽池均須裝設有檢視孔及出入人孔，以操作人員檢視或入內修護。

六、污泥處理及處置系統

本部份設備包括由初級沉澱池之污泥抽泥機，以至於污泥濃縮、脫水、乾燥及最終處置間之所有機組設施，而污泥之處置除了正常程序處理產生污泥部份外，尚須考慮繞流部份未經處理污泥之處置；此外，部份處理系統須作石灰污泥回收或活性碳物質之再生。

6.1 系統須要

污泥處理及處置系統之設計，必須遵循下列之原則：

6.1.1 污泥處理或處置之替代方式

對於污泥處理方法，其未能有備用處理系統或其處置方式可能受有關因素限制影響時，則在規劃設計階段，應擬定有替代之處理或處置方式。

6.1.2 防止經處理過之污水再受污染

由污泥處理系統中直接或間接產生排出之污水，包括浮渣、過濾液、上澄液等，均須將之集中收集，並引入污水處理廠之處理流程中，使其再得適當之處理。

6.2 系統備用設備

在第一級、第二級及第三級可靠性處理要求下，污泥處理系統須有下列備用設備：

6.2.1 污泥貯存池

如果污泥處理系統前設置有污泥貯存池，而其容積又足夠貯放因設備可能損壞而須維修部份無法處理之污泥量，則該污泥貯存池可作為污泥處理系統之備用設施，但是在這種方式下，其下游之污泥處理系統，於損壞部份修護後，應有足夠之容量以處理前述已貯存之污泥。

6.2.2 污泥抽泥機

污泥抽泥機均須有備用機組，而其組數與容量之設計，應使該抽泥系統中之最大容量機組損壞時，其他抽泥機組之容量總和仍足以排抽尖峰流量時之污泥；如果機型及容量相似，則一組抽泥機可考慮為其他數組抽泥機之共同備用組，且若拆裝容易，該備用機組可以為未安裝者，但是系統安裝抽泥機組數至少須在兩組以上。

6.2.3 污泥厭氣消化系統

1. 污泥厭氣消化池

汙泥厭氣消化系統之設計，須使其中之任二池能充份處理正常處理程序產生之汙泥，故其系統池數須在二池以上。

2. 污泥攪拌設備

汙泥攪拌設備使用上須具有彈性，機組之選用須使其中任何一項組件損壞時，而其他攪拌機仍能發揮其正常之攪拌功能。在系統備份須要上，具有較大之選擇性，如拆裝容易、備用組件可為未安裝者，如果是以循環甲烷氣體做為汙泥攪拌之用，則可以未安裝甲烷氣體加壓機為系統備品；此外亦可使用沉澱池之抽泥機為替代備用品。

6.2.4 污泥好氧消化系統

1. 污泥好氧消化池

汙泥好氧消化系統不須有備用消化池體。

2. 曝氣鼓風機或表面曝氣機

曝氣系統至少須有兩組以上之鼓風機或表面曝氣機，設計時應考慮其中若有一組損壞，系統傳氧效率仍應保持在可接受之範圍內。曝氣機組拆裝容易者，其備用機組可為未安裝者。

3. 空氣擴散管

空氣擴散系統之佈置應使系統之最大分支散氣管部份抽出維修時，消化池之傳氧效率及處理功能仍不致受太大之影響。

6.2.5 污泥真空過濾設備

本項設備之安排，須使其中最大過濾容量單元設施損壞時，其他脫水機組之容量仍足夠處理設計汙泥量。汙泥脫水系統若為非連續性操作，而其在不操作期間，可匀出以充份處理貯留之汙泥時，則系統不須有備用設施。

每一組汙泥真空脫水機均須與兩組汙泥抽泥機及兩組過濾液抽水機連接，而抽泥機及抽水機之拆裝容易的話，亦可考慮以未安裝機組作為備用組。

6.2.6 污泥離心脫水機

設備機組之安排方式同前，須使最大離心脫水容量機組損壞時，其他機組容量總和仍能妥善處理設計汙泥量之脫水須要。但系統若非24小時連續操作，且其在不操作時間，可用以處理系統設備損壞時貯留之汙泥，則不須考慮備用設施。

6.2.7 污泥焚化爐

以焚化方式處理汙泥時，該焚化系統不須有備用設施，但須另擬定其他汙泥處理替代方案；焚化設備之組件，其損害將會影響焚化系統操作功能者，應有備件或輔助系統，而該項備用件或輔助系統於原件故障損壞時，應能自行啓動投入運轉，並將故障警報傳至控制中心。

6.3 設備特性及維護考慮

6.3.1 須隔離維修設備

汙泥系統中之各項設備組件，應能容易自處理管線中分離，以進行檢修；分離隔開

之方式，應儘量簡單，且不致影響正常處理流程。

6.3.2 設備之保護

1. 設備超負荷保護

汙泥處理設備管閥易生沉積堵塞而使相關機組產生超負荷情形，在設計時應考慮裝置超負荷保護設施。

2. 防止結構體因地下水浮力而上昇

應設置消壓閥或以其他排水方式排除地下水，以消除其上浮力，防止池槽結構受到破壞。

6.3.3 控制閘門

汙泥處理系統中使用之較大型或特殊管閥、閘門，其使用頻率不高或容易夾卡者，應採用機械動力方式協助操作。

6.3.4 曝氣設備

曝氣系統包括曝氣機及曝氣管線之設計均應易於自汙泥處理程序中分離，且儘量不得影響原有之系統操作及處理功能。如果採用細泡式曝氣擴散方式，則在鼓風機入口處，應加裝空氣過濾器，以清除空氣中之飛塵、雜質、防止擴散管堵塞。

6.3.5 污泥厭氣消化池

汙泥厭氣消化池至少須有三個檢視及出入人孔，開孔設置於消化池頂部，其中之大小須能以機械設施移除消化池中沉積之砂泥雜物；在消化池之邊牆亦須設置有人孔，以利檢視修理。

6.3.6 污泥焚化爐

焚化爐之設計應使操作人員於停車後能進入其內部進行必要之維修工作；多層式或多爐式之焚化爐，則必須在每一層爐之適當處設置出入人孔，以便進行各爐層之檢修。

七、電氣動力系統

本部份所說明者為各級污水處理廠內有關電氣動力系統設計佈置應注意之原則：

7.1 電源

污水處理廠之電源應有二組獨立分開不同來源之電源，包括分別接自廠外兩個不同供電系統，或接自單一供電系統，但另有廠內備用發電機補充，而其接自廠外之供電系統，應儘量接自該系統之最後損失供電部份，以減少停電之機會；如果因地域因素而使廠外供電之電源不穩或電壓不足，則應以廠內發電機作為替代電源，補足供電；而處理廠備用電源之容量在不同級之可靠性中，有不同之要求，分別為：

1. 第一級可靠性

在尖峰流量下，供電須能充份滿足主要設備之操作，包括部份重要照明及通風電力之供應等。

2. 第二級可靠性

其要求大致與第一級相同，生物二級處理系統中設備機組之供電可不予考慮，但初沉池及加氯消毒部份之供電則不能中斷。

3. 第三級可靠性

在尖峰流量下，至少須能保持攔污柵、污物破碎機、污水抽水機、初級沉澱池之運轉，同時提供廠內重要地區之照明及通風，以保護操作人員之安全。

7.2 廠外電源供電

廠外電源供應之續接系統應小心設計，避免因單方之故障而使兩系統同時受損，廠外兩組供電系統佈置亦應不致產生互相危害，可行之安排方式包括設置分離之電纜溝及電線桿；兩組設施應避免設置於可能同時受到外力損壞之處所，如颱風刮倒樹木，可能破壞兩組供電系統；此外，供電系統均應有避雷設施。

7.3 變電設施

每組供電至廠內之電源均應設置有分開之變電設施，將電源降低以供廠內使用，變電設施應與廠內其他設施分開，以防止其他設施受到損壞。

7.4 廠內供電系統

7.4.1 馬達控制中心之供電

廠內之供電設計須使單一系統之電力中斷，不會影響一個以上之馬達控制中心之供電，而此控制中心係主控第一、二、三級可靠性中主要處理設備，而該等設備須要有處理備用設施者。

7.4.2 馬達控制中心之配分電

馬達控制中心之配分電或主要處理機組之供電，應平均分配連接於兩組不同供電源，對於其他非主要處理設備機組部份之供電，亦應力求平均分配。

7.4.3 電力輸送及轉換

如果廠內電力系統中之輸送線或分支電路，可由一電源轉換至另一輸送系統或電源時，則須有安全保護設施，確使兩組電源不會錯接；若採人工轉換方式，因延時現象而可能使主要處理設備之運轉操作有中止之虞時，應裝設自動轉換設備。如果污水抽水機為自動操作運轉，則供電源轉變時電力供應盤及抽水機之供電系統、操作系統應均能自動轉換，同時將警報傳送至控制中心，通知操作人員作必須之應變處理。

7.5 分電盤之設定

分電盤設定應使設備損壞時，其最近部份之分電盤可以將該部份跳脫供電，而不致使其他部份之分電及供電產生跳脫現象。

7.6 設備之型式及位置

供電設備型式選用及位置安排，應將可能受外力損害之程度減至最低，其考慮因素有：

7.6.1 開關齒輪位置

電氣開關齒輪及馬達控制中心應選置在受保護之隔離房間或建物內之高處所，使免受污水之潑濺或洪水淹沒。

7.6.2 導電器之絕緣

埋設於地下之電纜管渠，其可能受淹水部份者，須有充份之防潮絕緣保護，以防受損。

7.6.3 馬達防潮

所有戶外馬達均應有防潮保護措施，原則上應採用全密閉防水型，選用一般型時，應加裝合適之保護外罩，室內馬達安裝接近管線或水源者，須有防噴濺設施；在可能產生水汽凝結之處所應有暖氣除濕設施，以保護馬達。

7.6.4 防爆設備

有可燃性液體、氣體或灰塵存在而可能產生爆炸著火地區之電氣設備均應採用防爆型。

7.7 電纜線路的選定

為減少及防止導電設施同時損壞，應分別架設於不同電纜架，或埋設於不同管溝內；而埋設於地下相同電纜溝中之電纜，除非另有安全設施以防止系統性共同損壞，不可僅使用共同分隔壁分隔。

7.8 馬達之保護

三相馬達及其起動器均須有保護設施，使其在三相中不致受電力超負荷及短路之影響；較大型之馬達應有低壓保護裝置，使其在減伏狀況下仍能供應馬達之電源；此外馬達及軸承之溫度，應有測定及指示，以免過熱損壞。

7.9 設備檢驗

對於須要時常校正檢驗之機械設備，在設計時須考慮使這些檢校工作能在維持電力供應或正常操作情況下進行。

7.10 緊急發電機

緊急發電機之起動功能應獨立於正常供電系統及供電源以外；如果是以空氣壓力系統起動發電機，則空氣貯存系統之貯備空氣量，最少應能起動發電機三次以上，而不必再充貯氣；起動設備若失去其起動準備能力時，須有警告信號傳至監控中心，使操作人員能立即進行檢查補救。

八、儀錶及控制系統

8.1 自動控制

採自動控制系統之污水處理廠，應另有人工替代控制方式，使自動控制系統損壞時，亦可以人工控制方式維持處理系統之運作。

自動控制系統於損壞時，應有警報通知值班操作人員，改用人工方式進行操作。

8.2 儀錶設備

儀錶設備其損壞會影響污水處理功能效果部份者，須有備用之偵測設備及指示器，備用設施之安裝應能達成相同之功能要求；兩組平行組設之儀錶，其中一組損壞時，應不致影響另一組功能。

8.3 警報系統

主要設備組件應儘量設置損壞警報系統，具危害性之設備亦應有狀況偵測及警報設施，警報系統除了現場之立即警示外，應能將狀況立時傳送至監視控制中心，其傳示信號應易於辨認，使操作人員能立即採取適當之反應措施；警報系統應設置有檢測電路，以利檢查其是否能正確動作。

8.4 設備之校正及調整

儀錶及控制設備之設計佈置須使該項設備之校正調整不必改變污水正常處理控制程序。

九、污水處理輔助系統

9.1 輔助系統設施

為維持及提昇污水處理設備之處理成效，污水處理廠中通常須要有多項之輔助系統，包括：

1. 處理廠內及各項設備區之排水。

2. 空氣壓縮供應系統－包括壓力控制、壓力水供應及氣昇泵等。

3. 供水系統－高壓供水、馬達軸封用水及其他一般用水等。

4. 燃料供應系統－消化池加熱、焚燒污泥或暖氣供應等。

5. 油脂潤滑系統－包括對抽水機、鼓風機及馬達之潤滑。

6. 化學品供應及加藥系統－包括污水消毒、污泥調理及化學處理等。

這些輔助系統之可靠性程度須要依各系統之功能目的而不同。該系統之損壞會影響污水處理成效時，系統中之主要組件須有備用設施，但若其功能可以其他方式替代達成時，則不須有備用設施。例如活性污泥以氣昇泵迴流污泥時，該氣昇泵之空氣壓縮機為附屬設施，但其若損壞時會影響活性污泥處理，使放流水水質標準降低，如果沒有其他替代空氣供應源時，則須有備用之空氣壓縮機，使該項處理流程不受影響。

9.2 備用設備

輔助系統若須要有備份設施時，則該備份設施之數目，應使其系統中任何主要部份損壞時，仍能發揮其預期之功能；但若系統設備組件容量不同時，則在最大容量組件損壞時，其他部份之容量加上備用部份之容量和尙能達到原設計之功能要求；如果設備之拆裝容易，則該備用組件可為未安裝者，但安裝部份至少須有兩組以上。

9.3 污水處理系統及廠區排水、溢流設施

污水處理廠中之溢流水及排水均須導排入合適點，使受污染水能再經充份處理；污水之集排入污水抽水站濕井中者，應能分別導入二池中。

十、結語

污水收集處理系統之設置能將污水儘量處理至合於排放標準或不損害承受水體水質標準後排放，是最直接有效的污染改善方法；但如前述，對於不同水體使用目標水質管制或追溯至污水處理系統程序之彈性及可靠性要求程度亦不相同，而此水質管制目標或處理系統可靠性程度，不論是由河川水體主管機構訂定，或由河川水質管理專家分析劃定，或依河川現行使用狀況及將來使用管理趨向暫時釐定，污水處理系統設計人員均應瞭解，處理系統之彈性及可靠性與承受水體水質目標或使用方式間之關係及重要性，進一步在處理系統單元及設備組件之設計、佈置及選用時在工程費用及設計空間許可之條件下，充份考慮此項原則以滿足系統可靠性之要求，本篇提出之說明僅為系統設備可靠性之原則，其他仍須參照設計人員之經驗及操作維護人員之寶貴意見作為補充，唯仍盼有助於此項觀念之建立，並為規劃設計作業之參考。

十一、參考資料

1. Wastewater Treatment Plant Design, Water Pollution Control Federation, 1977.
2. 下水道系統工程設施規範（草案）研究報告，內政部營建署，民國72年12月。
3. 「加強事業水污染管制計畫」，行政院環保署，民國81年 6月。
4. 水污染防治法，行政院環保署公佈修正，民國80年 5月 6日。
5. 水體分類及水質標準，行政院衛生署發佈，民國74年 9月25日。