臺灣地區小規模
污水處理設施設計及解說

內政部營建署

CONSTRUCTION & PLANNING ADMINISTRATION

內政部營建署

中華民國一百零七年五月十八日

臺灣地區小規模污水處理設施設計及解說

目錄

第一章　總論

1.1 概說----------1
1.2 小規模污水下水道系統特性----------1
1.3 小規模污水下水道系統細分類----------2
1.4 小規模污水下水道設置之定性檢討----------3
1.5 小規模污水下水道系統推動問題----------4
1.5.1 人口少子化問題----------4
1.5.2 優先性及效率效益----------4
1.5.3 推動應評估的問題----------5
1.5.4 優先建設之綜合條件----------5
1.6 本設計及解說重點----------5

第二章　基本計畫

2.1 概說----------7
2.2 基本構想的策訂----------7
2.3 基本計畫的策訂----------7
2.3.1 調查----------8
2.3.2 計畫目標年----------9
2.3.3 計畫區域----------9
2.3.4 計畫人口----------10
2.3.5 計畫污水量----------10
2.3.6 計畫污染負荷量、計畫進流及放流水質----------14
2.3.7 管線系統----------15
2.3.8 抽水站計畫----------15
2.3.9 污水處理廠位置之考量----------15
2.3.10 污水處理計畫----------16
2.3.11 污水處理分期計畫----------16
2.3.12 污泥處理及利用計畫----------17
2.3.13 維護管理----------17
2.3.14 放流水體----------17
2.3.15 環境對策----------17
2.3.16 地震對策----------18
2.4 規劃報告----------18

第三章　管線系統設計

3.1 概說 ---- 19
3.2 管線設施設計程序 ---- 19
3.2.1 管線設施設計程序 ---- 19
3.2.2 基本條件調查整理 ---- 19
3.2.3 路線測量含地質鑽探 ---- 21
3.2.4 平面計畫 ---- 21
3.2.5 縱斷面計畫 ---- 21
3.2.6 施工法的檢討 ---- 22
3.2.7 設計圖、檢討報告製作 ---- 22
3.3 管線設計基本事項 ---- 22
3.3.1 計畫污水量 ---- 22
3.3.2 水深比(d/D) ---- 22
3.3.3 流量計算式及水力特性曲線 ---- 23
3.3.4 抽水機污水管壓力流流速及流速係數 ---- 24
3.3.5 流速及坡度 ---- 25
3.3.6 最小管徑 ---- 26
3.3.7 管線配置及收集方式 ---- 26
3.3.8 污水管線埋設深度 ---- 27
3.3.9 倒虹吸管 ---- 27
3.3.10 管接合 ---- 27
3.3.11 接頭 ---- 28
3.3.12 人孔配置及構造 ---- 28
3.3.13 管線管材 ---- 31
3.3.14 管渠保護 ---- 31
3.3.15 基礎 ---- 31
3.3.16 污水陰井及連接管 ---- 33
3.3.17 放流口設置 ---- 33
3.3.18 考量維護管理的設計 ---- 34
3.3.19 建設經費的節省 ---- 35
3.4 污水下水道系統設計 ---- 36
3.4.1 小規模污水下水道系統設計考量事項 ---- 36
3.4.2 各種小規模污水下水道系統之比較 ---- 37
3.4.3 壓力式污水下水道系統 ---- 38
3.4.4 真空式污水下水道收集系統 ---- 45
3.5 管線設施耐震設計 ---- 49
3.5.1 管渠防震 ---- 49
3.5.2 下水道管線之耐震目標 ---- 50

3.5.3 下水道管線之耐震基準 ---- 50
3.5.4 下水道管線之耐震對策及原則 ---- 52
3.5.5 下水道管線耐震設計程序及設計方法 ---- 55

第四章　抽水站設計
4.1 概說 ---- 61
4.2 抽水站計畫及設計 ---- 61
4.2.1 小規模抽水站 ---- 61
4.2.2 抽水設施設計考量 ---- 63
4.3 抽水站種類 ---- 63
4.3.1 抽水站的種類 ---- 63
4.4 抽水站構造 ---- 66
4.4.1 抽水站的構造 ---- 66
4.4.2 閘門設備 ---- 70
4.4.3 除砂設施 ---- 72
4.4.4 攔污柵設備 ---- 72
4.4.5 抽水井 ---- 76
4.4.6 通風及脫臭設備 ---- 81
4.4.7 建物廠房 ---- 82
4.5 抽水設備 ---- 82
4.5.1 抽水機種類的選定 ---- 82
4.5.2 抽水機最小口徑 ---- 84
4.5.3 抽水機設置台數 ---- 84
4.5.4 抽水機揚程計算 ---- 85
4.5.5 電動機動力 ---- 90
4.6 壓力管線 ---- 90
4.6.1 壓力管線及閥類 ---- 90
4.6.2 抽水機之水錘作用 ---- 92

第五章　污水處理設施設計
5.1 概說 ---- 93
5.1.1 小規模污水處理廠設計應考量事項 ---- 93
5.1.2 小規模污水處理廠處理方法選定原則 ---- 94
5.2 主要處理設施概要 ---- 95
5.3 污水處理方法選擇 ---- 97
5.3.1 污水處理方法選擇應考量事項 ---- 97
5.3.2 小規模污水處理設施組成 ---- 98
5.3.3 小規模污水處理常用之生物處理方法 ---- 99

5.4 污水溶解性物質處理之原理---------- 100
5.4.1 活性污泥法的淨化機制 ---------- 101
5.4.2 生物膜法的淨化機制 ---------- 103
5.4.3 過濾 ---------- 104
5.5 小規模適用之各污水生物處理方法特性---------- 106
5.5.1 氧化渠法 ---------- 107
5.5.2 延時曝氣法 ----------110
5.5.3 分批式活性污泥法 ----------111
5.5.4 硝化內生脫硝法及脫硝除磷法----------115
5.5.5 MLE 程序 ----------115
5.5.6 A^2O 處理方法 ----------116
5.5.7 活性污泥膜濾法 ----------116
5.5.8 接觸曝氣法 ----------118
5.5.9 好氧過濾法 ----------119
5.6 污水處理各單元設計---------- 121
5.6.1 前處理設施 ---------- 121
5.6.2 初級沉澱池 ---------- 129
5.6.3 各種生物反應槽設計 ---------- 131
5.6.4 二級沉澱池設計 ---------- 150
5.6.5 曝氣設備 ---------- 151
5.6.6 處理水回收利用及過濾---------- 153
5.6.7 消毒設備 ---------- 160
5.7 廠內管線及加壓裝置---------- 165
5.7.1 污水聯絡管線及抽水機---------- 165
5.7.2 污水管線抽水機 ---------- 168
5.7.3 污泥管線及抽水機 ---------- 168
5.7.4 製程空氣管線及鼓風機---------- 169
5.7.5 給水管線及加壓裝置 ---------- 170
5.7.6 回收水管線及加壓裝置---------- 172
5.7.7 廠內污水收集管線及抽水機---------- 173
5.7.8 廠內排水管線及抽水機---------- 174
5.7.9 化學藥液管線及加藥機---------- 174
5.7.10 通風管線及送風機---------- 175
5.7.11 除臭送風管及送風機---------- 182

第六章　規模及處理別生物處理設計
6.1 概說---------- 183
6.2 小規模污水廠設計程序參數及單元之考量---------- 183

6.3 各種小規模適合利用之生物處理法及其去除率---------- 184
6.4 去氮除磷系統設計考量---------- 185
6.4.1 各種去氮或去氮除磷系統設計考量---------- 185
6.5 各規模及處理對象別適合之處理程序---------- 186
6.6 臺灣小規模污水處理系統概況及規劃策略---------- 190
6.6.1 聚落式規模污水處理系統概況及規劃策略---------- 190
6.6.2 微小規模污水處理系統---------- 191
6.6.3 一般小規模污水處理系統---------- 192

第七章 污泥處理設施設計
7.1 概說---------- 193
7.1.1 污泥處理設施概要---------- 193
7.1.2 污水處理設施所產生的廢污物---------- 194
7.1.3 污泥處理的目的---------- 195
7.2 污泥處理方法的選定---------- 195
7.2.1 污泥處理方法的選定---------- 195
7.2.2 計畫污泥量及各設施計畫污泥量---------- 199
7.3 濃縮---------- 202
7.4 污泥貯留槽---------- 204
7.5 污泥貯留槽及厭氧消化---------- 205
7.6 污泥調理---------- 207
7.7 污泥脫水---------- 208
7.8 污泥乾燥---------- 210
7.9 堆肥化---------- 210
7.10 共同污泥處理 ----------211

第八章 管理及機電設施
8.1 概說---------- 215
8.2 機械設備計畫---------- 217
8.3 電機設備計畫---------- 220

第九章 其他配合設施
9.1 概說---------- 223
9.2 規劃時之調查及對策---------- 223
9.2.1 建設費---------- 223
9.2.2 地區特性考量---------- 224
9.2.3 處理水再利用---------- 225
9.3 設施配置計畫---------- 225

9.3.1 設施配置計畫 ---------- 225
9.3.2 水位計畫、計畫地盤高度及設施高度 ---------- 226
9.4 建築計畫 ---------- 226
9.4.1 建築計畫 ---------- 226
9.5 環境及安全計畫 ---------- 228
9.5.1 廠區道路、排水及綠美化 ---------- 228
9.5.2 周邊環境對策 ---------- 228
9.5.3 防災及安全對策 ---------- 229
9.5.4 腐蝕及劣化對策 ---------- 229
9.6 分期及初期對應考量 ---------- 229
9.6.1 分期建設及增設計畫 ---------- 229
9.6.2 初期對應 ---------- 230
9.6.3 維護管理計畫 ---------- 230
參考文獻 ---------- 231

第一章　總論

1.1 概說

下水道是以改善國民生活環境及保護水體水質為目的，無論是都市、鄉鎮、農漁村或觀光遊憩地，皆能獲致舒適優質生活環境的基礎設施。在國民日常生活中，下水道與自來水、瓦斯、電訊及電力等，同樣為不可或缺的公共設施。現代化的污水下水道，更是可發揮處理水的循環利用，創造良好的水環境、污泥資源化利用及提升地區生活水準不可或缺的基礎設施。

下水道依建設主體，可分為公共污水下水道及專用下水道，而依規模及系統設施大小，又可區分為超大規模（Q＞100,000 CMD）、大規模（Q=30,000～100,000 CMD）、中規模（Q=5,000～30,000 CMD）及小規模（Q=40～5,000 CMD）之分類。

小規模污水下水道系統，係指中小鄉鎮地區、農漁村、都市周邊的社區、聚落或觀光遊樂區等規模較小的下水道系統之稱，收集及處理對象的人口，約二、三萬人以下，其污水量約在 5,000 CMD 以下之系統。

小規模污水下水道系統適用於污水量較少，人口分散之鄉鎮、社區、地勢高低起伏之山坡地社區、都市近郊聚落、農漁村聚落、水源保護區、觀光遊憩風景區及低密度開發地區等，其系統包括污水下水道管線收集系統及污水處理廠兩部分。小規模污水下水道管線收集系統之設計，傳統上常以重力方法收集，並視需要設置中繼抽水站為原則，但在地形變化大的地區，則可為壓力式系統或真空式系統。

1.2 小規模污水下水道系統特性

一般而言，小規模污水下水道系統，依地區有下列特性：

1. 除都市近郊及觀光地區外，多為社會變動顯著之地區。
2. 計畫規模較小，收集區域內居民之生活方法較一致，因此其平均污水量少，但流量及水質變動較大。
3. 污水經處理後，放流水之承受水體多為小溪流、水庫或灌排水路，其水質容易受放流水之影響。
4. 下水道規模小，其建設費及營運管理費之單位污水量之經費較高，負擔重。
5. 污泥產生量較少，未來有待法令鬆綁，可提供做為周邊綠農地(森林、農牧、草地、高爾夫球場、公園路樹)利用。
6. 受規模經費所限，而不易有各不同專長之技術人員進駐，亦較難留住專業技術人員，若有設施故障，其維修所需人員較不易緊急處置。
7. 未來有可能因人口變動、污水量變動，以致有管線輸水及污水處理機能不易掌握之虞。

8. 部分地區流動人口較常住人口多，尤其是觀光地區，對於其污水量及水質、時日變動、週變動及季變動，應詳加評估因應。

小規模污水下水道計畫因有上述特性，故於規劃、設計時，應就其特性，做不同規模的因應考量。

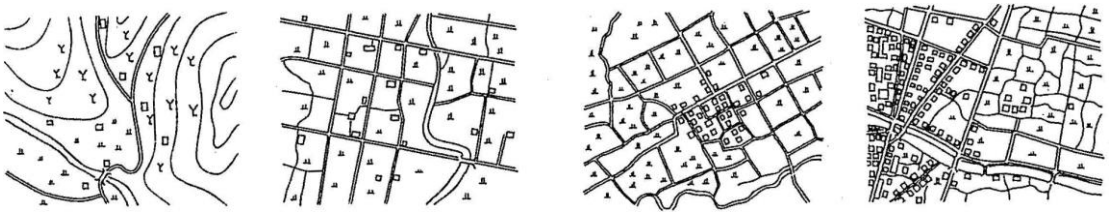
1.3 小規模污水下水道系統細分類

小規模污水下水道污水處理規模，定義為處理污水量 401 CMD 以上～至 5,000 CMD，各系統所處聚落、社區、村里、鄉鎮的特性，依人口規模、家屋密度、聚落的型態而異。而在都市周邊的村落，甚至是漁村、山村、農村的型態也異，因之其污水下水道系統及污水處理方法的選擇上，宜有不同考量，故嘗試將小規模污水下水道，再加細分類為聚落式系統、微小規模系統及一般小規模系統，各系統規模可考量之收集系統以及各系統之社區型態，分類如表 1.1 及圖 1.1。

1. 聚落式規模污水下水道系統，以污水量在 41 CMD 至 250 CMD 之聚居聚落式系統，其收集處理人口約在 200 人至 1,000 人規模者，並呼應放流水標準社區專用下水道適用範圍，流量小於 250 CMD 之規模者。
2. 微小規模污水下水道系統，以污水量在 251 CMD 至 1,000 CMD 之規模稱之，其收集處理人口約在 1,000 人至 5,000 人之村里、社區規模者稱為微小規模系統。
3. 一般小規模污水下水道系統，則以污水量在 1,001 CMD 至 5,000 CMD 者，其收集處理人口約在 5,000 人至 25,000 人之鄉鎮為對象，做為歸類考量。

而在觀光活動區之污水下水道系統，則因其規模及季節性、節日及平日而有很大的差異，而需個別另行考量。

至於污水量在 40 CMD 以下之住宅，集合住宅等分散聚落或散居聚落，其污水處理仍建議依建築物污水處理設施相關技術規範進行污水處理，以區隔介定小規模污水下水道系統之規模。



a.分散聚落　b.散居聚落　c.聚居聚落　d.密居聚落

圖 1.1　聚落及社區之型態模式

表 1.1　小規模污水下水道系統細分類

系統分類	系統規模(CMD)		收集系統	人口聚居狀態
小規模系統	聚落式系統 (如圖 1.1(c))	Q=41~250	1. 傳統重力流系統 2. 小管徑傳統重力流系統 3. 依地形變化部分： 壓力式收集系統或 真空式收集系統	聚居聚落狀態之小村莊、小社區
	微小規模系統 (如圖 1.1(d))	Q=251~1,000	1. 重力流系統 2. 依地形變化部分： 壓力式收集系統或 真空式收集系統	社區呈密居聚落狀態之村里
	一般小規模系統(一般小鄉鎮規模)	Q=1,001~5,000	1. 重力流系統 2. 依地形變化部分： 壓力式收集系統或 真空式收集系統	鄉、鎮規模之區域

1.4 小規模污水下水道設置之定性檢討

從聚落式規模至一般小規模污水下水道系統之規劃考量,應依各鄉鎮、村里、社區及聚落之集居型態及模式,加以充分檢討其計畫區域之定性事項,定性之內容列舉包括：

1. 地形條件是否可以集中收集污水
   (1)計畫區內的地面坡度起伏狀態，是否適合收集管線的埋設。
   (2)管路設施的設置之道路寬度及開闢狀態，是否可供埋設污水下水道管線及用戶接管。
   (3)收集系統的障礙，可能包括山丘、河川、水路、鐵路等狀況，其系統之形成之可及性。
2. 家屋密度及聚落或社區的規模，是否適合加以集中收集
   包括從社區、聚落的人口規模、家屋密度、社區及聚落型態，如圖 1.1，推估污水處理設施的規模所需經費，以及實施之可能性。
3. 從水環境改善評估集中處理的必要性及緊急性
   既有化糞池或合併式淨化槽之排水及家庭雜排水，對於承受水體水質或水環境之影響，以及將來影響之檢討、評估。
4. 集中處理的社會條件是否具備
   (1)該計畫區之鄉鎮、村里、社區或聚落之人口變動，未來人口成長或減少或遷出，居民的在地認同狀況，以及未來營運、污水處理量之長期變動狀況。
   (2)設施的建設及將來的維護管理，下水道使用費之負擔等，居民的配合度及

認同度調查檢討。

5. 事業廢水排水狀況及是否納入收集系統之檢討

計畫區內之加工廢水(漁村水產加工)、商戶、旅館及診所等事業廢水處理管理現狀，將來是否納入系統處理之檢討。

1.5 小規模污水下水道系統推動問題

1.5.1 人口少子化問題

小規模污水下水道系統之推動，除需考量 1.4 節所提應檢討事項外，更應就其系統之將來效益、維護管理能力，以及社會環境問題加以充分考量，以做為推動該系統時機之依據。

近年來台灣地區人口少子化及老化日趨嚴重，依據行政院國家發展委員會預估，其中推估(如表 1.2)人口最高峰約為民國 110 年 2,356 萬人，推估至 150 年約降為 1,795 萬人，約為 103 年之 76.6%，在 40 年間人口將減少近 547 萬人，約減少 23.4%，而這些人口減少的地區，多為大都市周邊之鄉、鎮及村里為主，包括自然減少及遷出，而這些地區也多為目前尚未開闢污水下水道的市郊、鄉村，因之必須加以重視。

表 1.2　總人口概估—高、中及低推估

項目	103 年年底	人口最高峰	150 年年底
高推估－人口數	2,342 萬人 — 2.1‰	115 年　2,365 萬人 增加 23 萬人 0.2‰	1,927 萬人 減少 415 萬人 -9.9‰
中推估－人口數	2,342 萬人 — 1.9‰	110 年　2,356 萬人 增加 14 萬人 0.1‰	1,795 萬人 減少 547 萬人 -12.7‰
低推估－人口數	2,342 萬人 — 1.8‰	108 年　2,352 萬人 增加 10 萬人 0.2‰	1,662 萬人 減少 679 萬人 -15.7‰

1.5.2 優先性及效率效益

污水下水道為國家及國民生活必須的基本公共設施，其普及率高低可彰顯一個國家進步之程度，但政府每年可投入的建設費受到限制，故僅能從最能呈現效率和效益的地區先行建設，而中大都市道路巷弄闢設較完整，自來水及雨水下水道設施也較普及等，皆為污水下水道建設之先期條件和設施，在中大都市先行建設有利於加速提升普及率。又因中大都市人口密度高，單位投資額可服務的人口數較高，可改善之環境的面積較大，可改善的河川水體水質效果較快，因之各國污水下水道的建設莫不先從大都市先行建設，繼而依其進程，再擴及中小規模都

市，再其次始擴及鄉鎮及村落。

台灣污水下水道普及率，截至 2017 年甫超過 30%，除台北、新北及高雄三大都市之普及率近 50%左右或以上外，其他中大都市皆尚待積極推動建設，依據台灣各都市人口結構，雖有 80%以上人口聚居都市計劃區內，但大多人口多聚居在中大都市，因此一般鄉鎮小規模污水下水道建設的優先性和緊迫性，就有個別考量的必要。

位於自來水水源保護區的系統，基於保護水源水質，則應列為優先推動地區。

1.5.3 推動應評估的問題

小規模污水下水道之處理水量為 5,000 CMD 以下，亦即人口在二、三萬人以下之鄉、鎮、區(併入直轄市之鄉鎮)等，多為距市區較遠之小區塊都市計劃區，也多需以小規模系統加以規劃，在台灣約有 200 個此等地區，因之其推動的社會條件評估甚為重要，其推動之評估應包括：

1. 集落的型態應為較密居狀態。
2. 具有二次產業之鄉鎮，人口年齡層分佈較均勻，且穩定成長，經濟狀況佳。
3. 地形比較平坦，道路巷弄多已闢建，可供埋管及用戶接管。
4. 自來水、雨水下水道及排水系統已完備。
5. 系統推動可發揮具體效益，包括提升普及率，雨污水可徹底分流，既有化糞池或合併淨化設施可填除，對環境及水體水質會有顯著的改善。
6. 居民認同積極，用戶接管配合意願高，願意負擔下水道使用費。
7. 用地取得沒有問題，且可以最佳的範圍，達到最經濟的系統建設。

若要推動該等系統時，應先評估上述諸項內容後，各縣市再據以推動，將較能發揮投資效率和效益。

1.5.4 優先建設之綜合條件

污水下水道建設必須以已都市化地區人口穩定、都市計畫道路及巷道都已開闢、雨污水下水道已設置、污水處理廠用地已取得、自來水普及率高及居民具共識之地區，列為優先建設地區，否則即使建設仍不易提升普及率，致所列的目標不易達成。

1.6 本設計及解說重點

小規模污水下水道系統，多因其收集區域，人口密度較低、地理環境互異、人口有減少之虞及建設單價較高、普及率成長較慢，且未來將因人口減少，維護管理人力恐有更不易延攬之問題，為因應該等潛在的不確定性，各系統的規劃設計，必須加以充分考量和因應。因之本小規模污水下水道系統設計及解說，即以此一背景而彙整撰寫，以期能有所助益。

本設計及解說共分九章，除本章外，第二章基本計畫，包括針對小規模系統

在規劃階段之基本構想、考量及調查檢討的整體重點，以及完成實施計畫的報告書應有的內容。

第三章首先提出依規劃階段完成之實施計畫，進行管線設施的設計程序及管線系統各種附屬設施，除重力式系統外，並提出因應地理環境之壓力及真空管線系統設計規範及耐震之考量等，皆為因應小規模系統之考量。

第四章抽水站設計，於考量小規模系統的地理條件互異，而為簡化設計及管理，引用國外已成熟的各種人孔抽水站及抽水設備和設計原則。

第五章為針對小規模污水處理的特性，提出其計畫及設計考量事項，各種處理方法之原理特性及設計參數，並統計國內及日本小規模污水處理各種方法以供參考。並在本章 5.5 污水處理各單元設計中，列出各單元之設計原則及解說，以供設計引用之依據。

第六章為就小規模之規模別，以及污水處理對象 BOD、SS 或含去氮或含去氮除磷，提出適合小規模污水處理之生物處理程序，以及可達到的去除率，同時對各規模別之收集系統和處理方法之選擇考量參考。

第七章污泥處理設施設計，包括系統設計及選擇之考量外，對於小規模污水廠污泥量少，而跨廠採共同處理之方法。

第八章管理及機電設施，朝簡化及多廠跨廠巡檢管理之策略為重點。

第九章為其他配合設施，包括建設計畫之經濟效益、設施可靠性，並以降低建設費之整體配置考量、建築計畫及環境計畫，以期能落實因應小規模污水下水道系統之建設特性。

本設計解說，係針對小規模污水下水道系統之設計，彙整參考國外實際應用及我國的環境條件和特性，做原則性及概要性為重點撰寫而成，至於各程序或單元的基本原理及共通性的技術規範，為免重複，則皆可參考另專冊「污水處理廠設計及解說」，特此說明。

另本冊之定位為提供污水下水道從業人員進行小規模污水下水道規劃、設計之參考指導實務工具用書，也是提供污水下水道主管機關之工程師，據以審查小規模污水下水道之規劃、設計之準繩，以求標準化，並提升效率。

本設計及解說，係由本署委託台灣水環境再生協會編撰，歷經兩年，由歐陽嶠暉教授負責執筆編撰，其中第五章 5.7 節由陳伯珍技師協助編撰。初稿完成後，由該協會組成諮議小組，成員包括張添晉教授為召集人、陳伯珍技師、李王永泉技師、許鎮龍技師、林金德技師、羅薪又技師、阮春騰技師、廖彥雄技師、張家豪技師以及下工處魯子裕課長等進行多次審議，經修訂完成初稿後，再由本署組成審議小組，由於望聖副主任為召集人，審議委員包括黃良銘委員、侯嘉宏委員、曾樹根委員、羅秋秀委員、陳一銘委員、郭學文委員、盧偉銘委員、洪俊生委員以及下工處各課、各區分處等，歷經三次嚴謹審查，經依據審查意見進行完整修正，並再經本署複核後完成定稿，其過程堪稱積極、慎重。今得以完成本設計及解說，特向全體參與者表示謝意。

第二章　基本計畫

2.1 概說

各鄉鎮或縣市於策訂其周邊聚落、社區或鄉鎮之小規模污水下水道建設計畫時，其基本構想是為污水下水道建設的前期作業。其構想應從計畫污水下水道之區域、計畫人口、污水量、位置、規模，污水下水道長期建設效率化的考量，使小規模的污水下水道系統可與其他系統或處理設施整合為前提，以達到各鄉鎮市行政區域為整體計畫之一部分進行策訂。因之小規模污水下水道計畫應是各鄉鎮市整體污水下水道綱要計畫部分之一，但其系統及營運管理則可為短中長期內完全獨立、部分獨立或將來與其他系統整合或納入其他系統，以求經濟及管理效率。

小規模污水下水道於基本構想階段，就應思考未來可能社會變動、集水區域人口變動、行政區域的整併調整等，導致其系統或污水處理設施之連結變更使用等的彈性，而可順利整合。

2.2 基本構想的策訂

檢討下列各項，以策訂基本構想：

1. 計畫地區周邊及相關計畫的整合性。
2. 污水下水道及污水處理相關設施在行政區內的整合性。
3. 污水處理廠位置及主要幹管路徑的初步檢討。
4. 污水下水道的財務計畫。
5. 污水下水道系統與其他污水處理廠設施的連結可能性。

解說：

1. 策訂污水下水道基本構想的縣(市)，應掌握其鄰近各污水下水道系統的相關性，及污泥共同處理等區域性計畫，並檢討區域計畫區內之污水下水道處理區域、主要幹管的配置和污水處理量。
2. 污水下水道系統及污水處理設施，在行政區域及污水下水道區域間的整合性，必要時可做跨行政區域的調整。
3. 處理廠位置選定時，應確認用地取得的可能性，藉以配置幹管系統。
4. 考量未來系統維護管理之財務負擔及管理能力。
5. 由於小規模污水下水道系統的營運管理及維護管理單位污水量之經費，皆較一般中、大規模為高，因之應檢討與其他系統或設施共同營運管理之可行性。

2.3 基本計畫的策訂

基本計畫的策訂即為依據基本構想之策訂成果，將污水下水道的管線設施、抽水設施及污水處理設施等技術導入，使其適用於小規模污水下水道效率化的計畫為目的。

解說：

基本計畫的策訂，應考量的內容及所策訂的計畫，包括：

1. 必要資料的收集及調查。
2. 基本構想的說明。
3. 適當計畫人口及污水量的推估。
4. 計畫進流污水負荷量、水質。
5. 污水下水道設施相關事項、相互間考量。
6. 管線計畫、效率性、經濟性的路線配置。
7. 抽水站計畫、設施及維護管理簡易化計畫。
8. 污水處理設施處理計畫，包括安全性及技術性。
9. 污水處理廠用地位置的檢討，以及處理水水質和放流點或承受水體。
10. 因應極端氣候變遷之環境衝擊及調適，應有之考量。
11. 防震對策檢討及地震破壞時，系統之因應措施。
12. 整體計畫經費的概估，以提升基本計畫的可行性。

2.3.1 調查

調查為策訂計畫之基本工作，應廣泛收集各種必要資料，並進行相關調查。依計畫進行計畫區域內各種相關計畫、設施計畫、維護管理體制及財政等加以檢討，其應做的調查項目包括：

1. 自然條件的相關調查。
2. 社會、地區等狀況相關調查。

解說：

1. 計畫的策訂，乃為使未來的建設和維護管理能順暢且具效率，尤其是幹管系統路線及處理廠位置的決定，而必須針對在基本構想階段所收集、整理的各項中，於基本計畫可利用的資料，並留意基本計畫的調查事項，加以利用，包括：
   (1)聚落或社區的形成及地形狀況。
   (2)河川、道路、鐵路等之橫斷狀況。
   (3)聚落或社區間的連結狀況。
   (4)河川水文、水質狀況。
   (5)處理廠相關調查項目，包括放流水體狀況、水體水質分類、放流點下游水體水質、水資源利用狀況。
   (6)處理計畫用地自然條件調查，包括地質土質資料，地下水位及地盤下陷狀況、降雨及淹水記錄、風向、氣溫等氣象條件、計畫相關災害，地震、水災、文化古蹟等調查。
2. 有關污水下水道計畫的規模、設施配置、經費、相關計畫的整合等的掌握，也即計畫區域的社會條件、地理條件等調查，包括：
   (1)人口及產業動態。

(2)聚落或社區間的連結狀況。
(3)居民經濟狀況(考量將來污水下水道使用費)。
(4)自來水用戶、地下水用戶及山泉水之用水量及其衛生設備設置狀況。
(5)各種污染源污染產生量。
(6)相關計畫包括其他污水下水道計畫、污泥處理計畫、縣市污水下水道綱要計畫、其他污水處理設施計畫及各種中長期相關發展計畫。
(7)既有設施，包括地區內的各種既有設施、周邊地區的各種事項調查、地下埋設物、既有污水下水道設施、水肥處理方法、道路街道狀況及其他等。
(8)污水下水道資源及設施有效利用計畫，包括污水下水道資源及設施有效利用計畫、處理水再利用、污泥有效利用、設施多目標利用等之檢討。

2.3.2 計畫目標年

計畫目標年，原則上以 20 年以上為標準。

解說：

污水下水道如同市鎮各種基礎設施的建設，必須依據長期計畫加以設置。一般污水下水道規劃依計畫目標年推估其人口變化及每人每日用水量。同樣的小規模污水下水道，也應以計畫目標年的生活型態、土地開發利用狀況及社會變動等因素，適當推估計畫人口及計畫污水量。而計畫目標年，一般多以預估未來 20 年為目標。

2.3.3 計畫區域

小規模污水下水道之收集處理區域，於考量下列各項後決定之： 1. 計畫區域依基本構想決定之，若基本構想污水處理設施可與其他區域之污水處理設施共同設置時，應以整體計畫為基礎規劃之，若為複數處理設施時，其污泥處理及設施維護管理，也應一併共同檢討之。 2. 計畫區域的確定，應以計畫目標年可形成的聚落、社區為範圍決定之。 3. 計畫區域的設定，應同時考量地形條件、社會條件等，加以充分檢討決定之。 4. 計畫區域的決定，應充分檢討建設費及維護管理之經濟性。

解說：

1. 基本構想所策訂的污水下水道計畫區域，應為綱要計畫所策訂的計畫區域之一部分，但若於基本計畫策訂後的一段時間，在污水下水道計畫區域鄰近已有建築或事業設置存在時，污水下水道計畫可依實際狀況加以檢討，而確定計畫區域。
2. 基本計畫時若擬與其他污水處理設施合併共同處理時，對於整體計畫污泥處理利用，也應納入檢討之。甚至於與其他行政區域的污水處理設施，及複數的處理設施一併檢討污泥處理，維護管理的共同化。
3. 計畫區域以現況為基準，評估至計畫目標年可形成聚落、社區之範圍，並考

量區域可能擴大的餘裕範圍。小規模污水下水道應避免先行投資建設，並排除不確定之因素，以能在較短工期內達到改善環境之效益。

4. 計畫區域應為充分考量地形條件，使區域內的污水可順暢的加以收集，而污水下水道設施的營運，以能獲得居民的密切認同，不受排斥之影響，而以使得未來能有效發揮效能。
5. 計畫區域，應就污水收集系統，以及污水處理設施的配置計畫，同時考量建設費及維護管理的經濟性，加以比較檢討設定之。

2.3.4 計畫人口

計畫人口包括常住人口及流動人口，預估計畫目標年計畫區域內的狀況，並依下列預估之：

1. 計畫常住人口
   計畫常住人口為依計畫區域內過去人口的變化(自然增減及社會因素增減)，以及確定區域發展開發計畫等因素決定。
2. 計畫流動人口
   觀光遊樂地區，因季節性而有大量的人口變動，若與常住之人口比例不能忽視時，則需將其列為計畫流動人口。

解說：

1. 小規模污水下水道計畫區的鄉村聚落，因未來較會有人口減少，包括人口少子化及遷出等傾向，可依人口年齡層分佈之年齡別人口比例，預估將來人口數。把握計畫區域內的人口變化、人口密度等，以各種人口推估法推估並考量社會變動條件下，概估二十年後之人口數，避免設施設置過大。又若將來有新社區或工業區的開發，則可另行估計，並納入常住人口數。
2. 觀光等流動人口不能加以忽視時，則分別估計特定時期住宿、不住宿、季節變動、尖峰時間變動及尖峰時段等，加以估計流動人口，藉以推估污水量。
3. 另除為過去的實際資料外，若將來有觀光開發計畫，其動向也應一併調查之。

2.3.5 計畫污水量

1. 污水量區分為生活污水量、事業廢水量、觀光污水量、其他污水量等及地下水滲入量。
2. 計畫污水量，包括平均日污水量、最大日污水量、計畫最大時污水量。
3. 特定遊憩觀光地區的污水量，則需另行估算，並以事業廢水處理之。

解說：

計算污水量及水質，除本節解說外，可參考「污水處理廠設計及解說」2.2節。

1. 生活污水量的內涵

廣義的生活污水包括家庭污水、機關、學校、公園綠地、遊憩地區、商業區等所產生之生活污水，以每人每日平均污水量推測，並參考計畫目標年、區域

內給水計畫之每人每日平均用水量決定之。其規劃原則包括：

(1)家庭污水量

家庭污水量=目標年計畫人口數×每人每日污水量。

每人每日污水量係以計畫區內每人每日用水量為基準乘以一適當轉換係數推估而得。

每人每日污水量=每人每日用水量×轉換係數(因地制宜，一般約在 0.80～0.90 之間)。

每人每日用水量原則以計畫目標年每人每日用水量預估約 180～250 公升(經濟部水利署規劃)，依實際加以推估。

(2)機關單位污水量

機關污水量以單位面積污水量推估。

建議採 50 CMD/公頃為機關之單位面積污水量，或依組織編制及實際調查估算。

(3)學校單位污水量

學校污水量以單位面積或每一學生(含教職員污水量推估，其值約介於 15～73 CMD/公頃。

建議採 50 CMD/公頃為學校之單位面積污水量。

但已發展飽和區域,或人口較少之偏遠地區,仍以實際調查之污水量估算。

(4)公園綠地污水量

都市計畫區內之公園綠地污水來源主要為遊客盥洗所產生，以單位面積污水量推估。

建議採 10 CMD/公頃為公園綠地之單位面積污水量。

(5)遊憩觀光地區污水量及水質

遊憩觀光地區污水量以每人次每日污水量推估。由於遊憩觀光地區污水量及水質與該地區衛生排水設備狀況有關，依日本調查統計，建議屬住宿者為常住家庭污水量的 50%，污水水質負荷 BOD、SS 及 T-P 為 85%、T-N 為 95%。屬不留宿者流量建議為常住家庭污水量的 15%，BOD、SS 及 T-P 為 25%、T-N 為 40%。(依日本下水道設施計畫、設計指針及解說)。

(6)商業區污水量

商業區污水量以單位面積人口密度污水量推估。

但已發展飽和之區域，仍以實際調查之污水量估算。

(7)事業廢水量

事業廢水量以單位面積污水量推估。

都市計畫區內零星工業用地所產生之事業廢水量建議採 10 CMD/公頃估算；大型工業用地所產生之事業廢水量是否納入公共污水下水道系統需另行考量。

(8)平均日/最大日/最大時污水量

家庭污水量與事業廢水量之總和為平均日污水量，在一般小規模污水下水

道系統,平均日污水量約每人每日 200 公升。因廣義生活污水已含蓋家庭、機關、學校、公園綠地、遊憩地區、商業區等污水量，故上述(2)～(6)各類污水量推估僅提供收集系統計算參考，應避免重複計算。

最大日污水量建議值為平均日污水量乘以 120%～140%估算，並依人口規模酌定之。大都市以 1.2，小市鎮以 1.4 倍估計之。

最大時污水量依日本小規模污水廠之操作實績，如圖 2.1。在鄉村與社區流入污水流量之最大時與最大日比較，兩者皆約 2.0。因之若無法調查自來水用水量之最大時及最大日變化值，原則上則可採 2.0 為標準。

日本自來水每日給水量，每小時給水量及給水人口與時間係數關係，如圖 2.2。另每日給水量大小之不同，其相對應最大時給水量之時間變化係數，如圖 2.3。

(9)滲水量

滲水量(入滲及入流量)應充分考量計畫區地下水位高低、降雨、土質、污水管線規模、管材、長度、管徑、接頭型式、人孔型式、管線施工方法及維護品質等因素，並參酌相關規範或文獻加以擬訂，以避免出現不合理之數值。

建議採最大日污水量之 10%～15%估算。特殊情形可另為考量。

(10) 特定遊憩觀光地區之污水量及水質

特定遊憩觀光地區之污水量及水質，依其規模、季節、例休假日，分別調查其活動特性估計之。

在一般都市計畫區內之遊憩觀光活動人口所產生之污水量,已含蓋於計畫區內之每人每日生活用水量,經換算為都市計畫區內常住人口之每人每日污水量中，但若在一特定遊憩觀光地區，其污水經收集後要納入公共污水下水道,但其污水量經評估會影響及公共污水下水道污水處理廠之穩定操作時，並不適合納入，而應依事業廢水相關規定自行處理後排放。

特定遊憩觀光地區活動人口所產生的污水量及水質，應就其規模、季節、例休假及節慶日，依常住、住宿及非住宿分別調查，其產生之污水量及水質則依前第(5)項，遊憩觀光地區污水量及水質之推估。

2. 計畫污水量

計畫污水量乃污水下水道設施設計之基本數據。原則上依調查當地該自來水公司在收集區域之實際售水量，以及實際用水人口數，據以推估每人每日生活用水量，同時調查有無使用地下水或山泉水合計之。

(1)平均日污水量,係指計畫目標年次時一年間總產生污水量除以365日之值，做為預估使用費及維護管理費之用。

(2)最大日污水量，係指計畫目標年次其一年間最大一日產生之污水量，主要為供處理設施設計依據之用。

(3)最大時污水量，係指發生最大日污水量時，其尖峰時段一小時或一年間最大一小時之污水量，主要為供管線、抽水站及處理廠內的前處理等設施設

計依據。

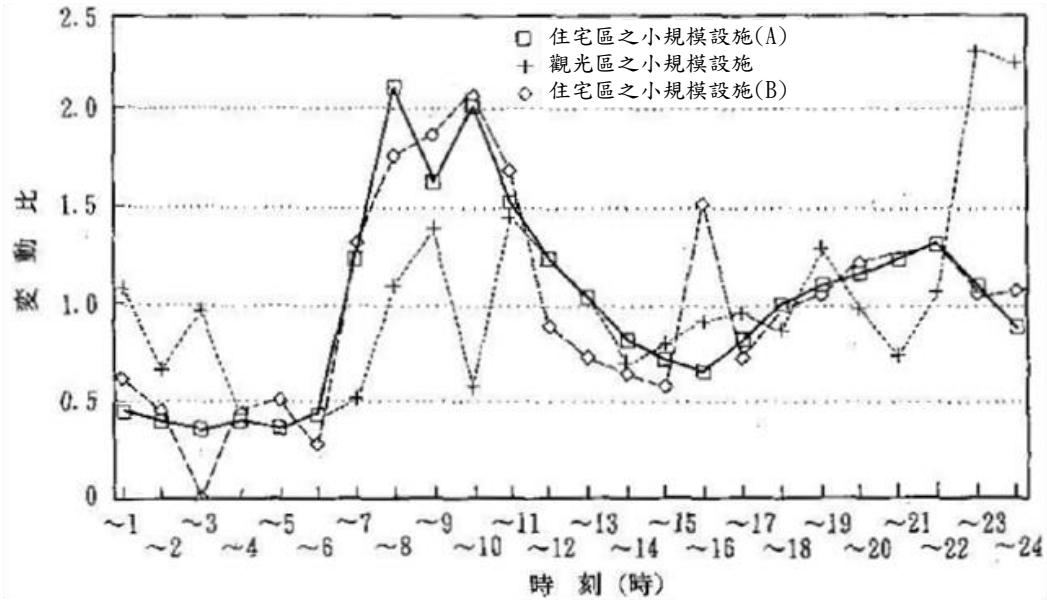


圖 2.1　流入污水量之日間變動比(2,000 m^3/d 以下)

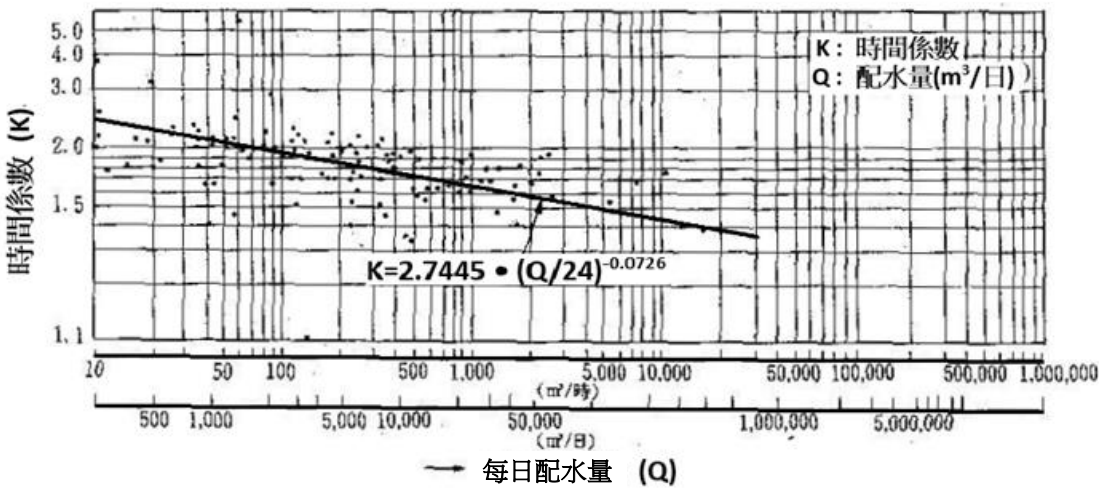


圖 2.2　自來水每日給水量、時給水量及時間係數關係
(日本 30 座都市中一般住宅區 134 處供水系統統計資料)

最大日污水量，一般多發生在夏季，但一些觀光地區，則依活動季節而異，應依實際加以調查後決定之。

小規模污水下水道對象區域，一日污水量 5,000 m^3/d(人口約 25,000 人)區域，其日間變動比率約 1.5～2.5。而人口在 1,000 人者之小時變動係數，則約 1.8～3.0。

污水量原則上以實測值推估，有困難時再依單位污水量估計。各污水量之和加滲水量，即為計畫污水量。

計畫平均日污水量為平均日污水量與滲水量之總和。

計畫最大日污水量為最大日污水量與滲水量之總和。

計畫最大時污水量為最大時污水量與滲水量之總和。

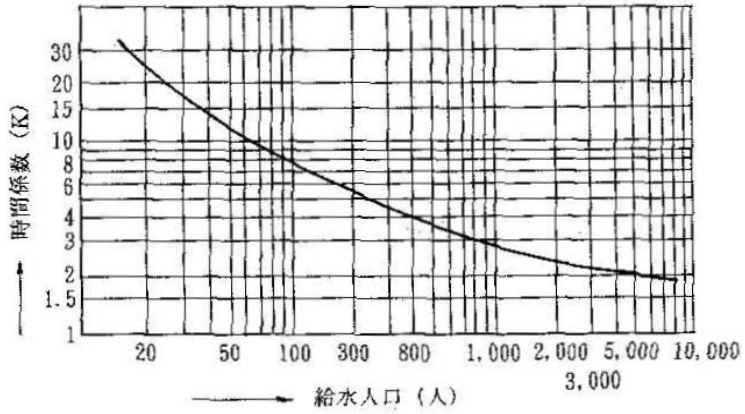


圖 2.3　給水人口及時間係數

2.3.6 計畫污染負荷量、計畫進流及放流水質

1. 計畫污染負荷量分別以生活污水、事業廢水及觀光污水分別估計之。
2. 計畫進流水質則依負荷量之合計除以平均一日污水量估計之。
3. 計畫放流水水質依環保署最新法令標準。

解說：

1. 生活污水污染負荷量可依每人每日產生之污染量(g/人・日)估計，平均 BOD 約 34～43 g/人・日、SS 34～43 g/人・日、T-N 9g/人・日、T-P 1.0g/人・日。事業地區之計算甚不容易，但可比照生活污水負荷估計之。

   觀光客污染負荷量，則分別以常住人口同一般生活污水，住宿客以常住人口的 85%，非住宿人口以 25%估計之。

2. 污染負荷量之總和，除以平均日污水量，即為計畫進流水水質。一般生活若用水量為 180～250 L/人･日，則原污水 BOD 及 SS 濃度約為 160～220 mg/L，T-N 約 40 mg/L，T-P 約 5 mg/L。

3. 放流水標準(依最新法令標準訂定)：

   (1)一般地區：Q＞250 CMD 者，BOD 限值為 30 mg/L，SS 限值為 30 mg/L，油脂 30 mg/L，硝酸鹽氮 50 mg/L，大腸桿菌群 200,000 CFU/100mL。

   Q＜250 CMD 者，BOD 限值為 50 mg/L，SS 限值為 50 mg/L，油脂 30 mg/L，硝酸鹽氮 50 mg/L，大腸桿菌群 300,000 CFU/100mL。

   (2)水源水質水量保護區：除 BOD、SS、油脂硝、酸鹽氮外，總氮為 15 mg/L、氨氮 113 年之前為 10 mg/L，113 年開始為 6 mg/L、正磷酸鹽(以三價磷酸根計算)為 4 mg/L 以下。

2.3.7 管線系統

管線系統的規劃，因與處理廠的位置及抽揚水站的必要性與否，有密切關係，應充分檢討其關係後規劃之。

解說：

1. 污水下水道的收集系統，為選定污水處理廠位置，必須檢討的項目之一。應就計畫區域內的道路網、地形、河川、鐵路、地下埋設物狀況，充分調查後盡可能以自然重力流重力式策定可能的污水下水道收集系統。
2. 污水處理廠若用地位置已確定，則應據以調查道路網、地形、河川、鐵路、地下埋設物等，若有揚水的必要時，也應檢討其壓送方法，以能達到污水收集的經濟性、效率性之管線配置。

2.3.8 抽水站計畫

依管線系統計畫，檢討抽水站計畫。

解說：

依據管線系統計畫檢討、確定抽水站之必要性，進而就抽水站位置，決定送水方法，以反應管線系統計畫，包括就抽水站位置，檢討是揚水抽水或壓送抽水方法，並依地形狀況、河川、鐵路位置，系統的經濟性、施工方便性、維護管理容易等，和抽水站周邊環境條件做綜合檢討後規劃之。

2.3.9 污水處理廠位置之考量

污水處理廠位置之考量，依下列各項檢討之：

1. 必須能確保所需空間且其周邊仍有緩衝空間。
2. 流入主幹管以愈短愈經濟之地點。
3. 可確保放流水放流之地點。
4. 暴雨時不淹水。
5. 廠內用電、用水可容易接入。
6. 對外聯絡管理道路可方便闢建。
7. 可與周邊的環境相調和，並能獲致居民的同意。
8. 地質條件良好。

解說：

1. 污水處理廠用地面積大小適當，則各處理單元池槽水深可較淺，工程造價可較低。為使露出地面的構造物和周邊的景觀環境相調和，可於周邊設置緩衝帶，因之用地以能適當充裕為宜。
2. 污水處理廠的位置若距污水收集區域太遠，將使幹管長度埋設過長，除增加工程費外，也會增加維護管理的困難度，因之用地位置能與集污區較近為宜。
3. 放流設施以能方便就近排放承受水體，除考量建設費及管理方便外，且不會對承受水體的利用造成影響。原則上以能達 10 倍以上流量稀釋之承受水體之

處。

4. 污水處理廠用地的高程，其排水以能達到暴雨不淹水者，否則另進行填土，將增加工程費,且不經濟。最少需符合暴雨頻率 10 年重現期時不淹水之條件。另設備或機房入口高程之防洪則以重現期 100 年一次洪水位為考量。若廠址位置無相關參考資料時，可採歷史淹水水位記錄加 0.5 m 以上設計之。
5. 污水處理廠所需電力及自來水，可容易自鄰近既有系統引入。
6. 污水處理廠出入道路以能自既有公用道路進入為方便，但若需另闢聯絡道路時，其用地可順利取得為宜。
7. 污水處理廠在睦鄰上能獲得周邊居民的認同、協助和配合至為重要，因之污水廠應能與周邊的環境相調和配置之。
8. 用地選定時，對於其地質狀況應加掌握，並避免需做地盤改良之處，以降低工程費。

2.3.10 污水處理計畫

污水處理計畫之策訂，應依放流水水體水質要求，及綜合各種因素，選擇處理方法及處理程序規劃之。

解說：

污水處理計畫應依處理廠位置，收集系統的進流、放流、抽水設施、土地大小狀況、規模、污泥處理處置、水再利用與否、周邊環境等綜合經濟性及維護管理等加以檢討。

處理水若有再利用時，依利用量及水質需求另增處理設施計畫。

2.3.11 污水處理分期計畫

污水處理分期計畫，應依計畫區目前及未來計畫人口、污水量之變化，依系統最終規模分別考量之。

解說：

污水處理廠之設計流量,除考量目前之污水量外,係以計畫目標年之污水量設計。惟因常有建設時程用戶接管之延宕、未來人口及污水量是否如規劃之預估常有所變化,而需再定期評估,因之污水處理廠之設計量應依系統之規模考量分期建設計畫。

1. 系統規模屬聚落式(250CMD 以下)系統規模者，原則上以一次建設考量之。
2. 系統規模屬微小規模者，應考量其規劃時之實際污水量及目標年之污水量的差距,若規劃時之污水量和目標年之污水量並無差別者(即已充分開發地區)，且用戶接管可在短期內完成，則可考量一次建設，否則宜分二期建設。
3. 系統規模屬一般小規模系統者，至少應分二期建設，第一期依計畫目標年人口及污水量之一半規模建設，而於第一期營運至其進流量達第一期設計流量之八成時，再檢討評估其第二期應建設之規模，分期建設之。

2.3.12 污泥處理及利用計畫

小規模污水下水道之污泥處理及利用計畫，應考量複數處理廠共同處理，污泥利用及與其他共同處理。

解說：

小規模污水下水道污泥處理，由於污泥量少，從建設費及操作維護費考量，可考量採取以搬運方法載至鄰近中、大型污水處理廠共同集中脫水處理、利用，也可檢討以移動式脫水車，巡迴於多數小規模廠，經由各廠協議後，以巡迴脫水處理方法為主。

另小規模污水處理廠，由於污泥量少，且又接近農村，污泥性質單純，其脫水污泥可就近提供有效利用，亦應加積極檢討。

2.3.13 維護管理

小規模污水處理廠之營運管理費一般單價較高，技術人員之聘用較不易，設施維護管理費亦較高，應朝共同化或廣域方法維護管理。

解說：

小規模污水下水道，一般規模愈小，其人事費之比率較高，具經驗技術人員不易獲致駐廠，因之其管理方法，應朝巡迴監視，共同化以區域或以納入大廠共同維護管理檢討之。

2.3.14 放流水體

污水處理廠放流地點的考量，應考量對承受水體水質影響低，並能獲致稀釋效果，且具自淨作用良好水體，以達經濟效益。

解說：

污水處理水放流地點的考量，應考量事項包括：

1. 污水處理水放流水體的水體水質分類。
2. 放流水體水質分類之水質達成狀況。
3. 放流水體放流口下游現在及未來之水利用要求水質狀況，且為位於自來水取水口下游，並保持一定距離(各地不同，非定值)。(依飲用水管理條例第五條規定，該距離由直轄市、縣主管機關訂定，報請中央主管機關公告之)。
4. 放流水量及與承受水體水質混合稀釋擴散狀況。
5. 承受水體主管機關及水利用者之因應。
6. 污水下水道收集區域與放流點位置之關係，包括距離及高程。
7. 承受水體之自淨能力良好者。

2.3.15 環境對策

污水處理廠之配置，應充分考量周邊的環境、景觀及綠化的融合等。

解說：

小規模污水處理廠之位置，一般距民宅較遠，惟仍應考量與周邊的綠美化、景觀及自然環境相融合。管理中心建築物除考量外觀外，對於利用的方便性、簡易性及經濟性，依地方的特色等加以充分考量。

2.3.16 地震對策

小規模污水處理廠之設置應有地震對策。

解說：

小規模污水處理廠的地震對策，首先應以設施結構物的耐震化為首要，其次構造物萬一受害時，仍能確保其機能。

處理廠及抽水站，除應有備用及設施複數化、緊急發電及用水水源之配置。管線系統則應確保複數路線，管線與設施間應能成為網狀化配置之。

2.4 規劃報告

小規模污水下水道經基本計畫規劃過程，並撰寫系統規劃報告，其應包括之內容建議如下：

1. 前言，包括計畫緣起、規劃範圍。
2. 環境現況調查，包括自然環境調查、環境背景調查、相關法規及計畫。
3. 規劃基本數據，包括目標年、人口預估、水量水質之推估、承受水體之水流及流量。
4. 規劃原則，包括水準點、收集系統、污水處理系統、水資源回收再利用、建設計畫及營運計畫。
5. 可行性方案研擬，包括研擬原則、研擬考量及內容。
6. 方案比較，包括用地取得難易、建造成本、施工難易度、工程效益、操作維護成本、系統彈性、環境影響及建議方案。
7. 定案計畫、計畫內容、污水收集系統、污水處理流程及配置、施工方法及管材、工程數量及工程費概估、效益評估。
8. 分期實施計畫，包括分期原則、內容、各期實施效益。
9. 財務計畫，包括計畫原則、財源籌措、各期財務分析。
10. 營運管理計畫，包括營運管理組織、規章、操作維護管理及水質管理制度。
11. 環境影響對策，包括環境現況、環境影響預估、環境影響減輕及預防對策。
12. 結論與建議。

第三章　管線系統設計

3.1 概說

污水下水道管線設施包括管渠、人孔、陰井、連接管及用戶接管等，用以收集由住宅、辦公場所、學校等排出的污水至抽水站、污水處理廠之功能為目的。

小規模污水下水道管線收集地區，比起中、大規模都市，其住宅人口密度較低，道路交通量較少，管線的埋設及維護條件較為方便。因之在設計時，應能多利用該等有利條件，並重視經濟及效率規劃。

污水的收集方法，原則上利用地形坡度，以自然重力流為原則，但若地表欠缺坡度時，其下游埋設位置愈深，覆土愈深，其建設及維護管理有愈不經濟現象。

近年來為減低建設費，有利用正負壓力，將污水以壓力管線輸送，以替代傳統的自然重力流，因之可依據地形、地質條件及污水流入狀況，採用壓力管設施較為有利時，可考量為壓力式系統或真空式系統。

另一般公共污水下水道系統，對於低密度人口或較偏遠之地區，因面積較廣或家戶距離較遠，為收集該地區域之污水，其管線必須延伸較長，此外，為維持適當流速，同時確保管線之適當坡度，造成管線埋設深度通常較大，因此建設費用相對提高，換算後每人口當量之造價偏高，此時也可考量採行小規模污水下水道系統之收集方法。

3.2 管線設施設計程序

3.2.1 管線設施設計程序

進行管線設施設計時，應以實施計畫之項目為中心，依管線設施設計程序進行設計，其應留意事項也應一併予以考量。

解說：

小規模污水下水道管線設施設計程序，如圖 3.1。各階段應留意事項，如圖中所述。

3.2.2 基本條件調查整理

進行管線設施之設計時，對於所進行資料收集及調查結果的整理，應留意其正確性。又對於路線的選定、設計、施工方法、工期、工程費之檢討、安全性的確保，環境保護等必要資料的調查結果也應加以整理。

解說：

本階段之工作包括下列調查成果的整理：

1. 本計畫呈報上級機關實施計畫之核定等確認。
2. 相關機關的溝通。
3. 既有資料調查。

4. 現地踏勘。
5. 既設管線調查。
6. 地下埋設物調查。
7. 既有排水系統調查。
8. 測量。
9. 地質調查(含地質鑽探)。
10. 試開挖(含地下管線試挖)。

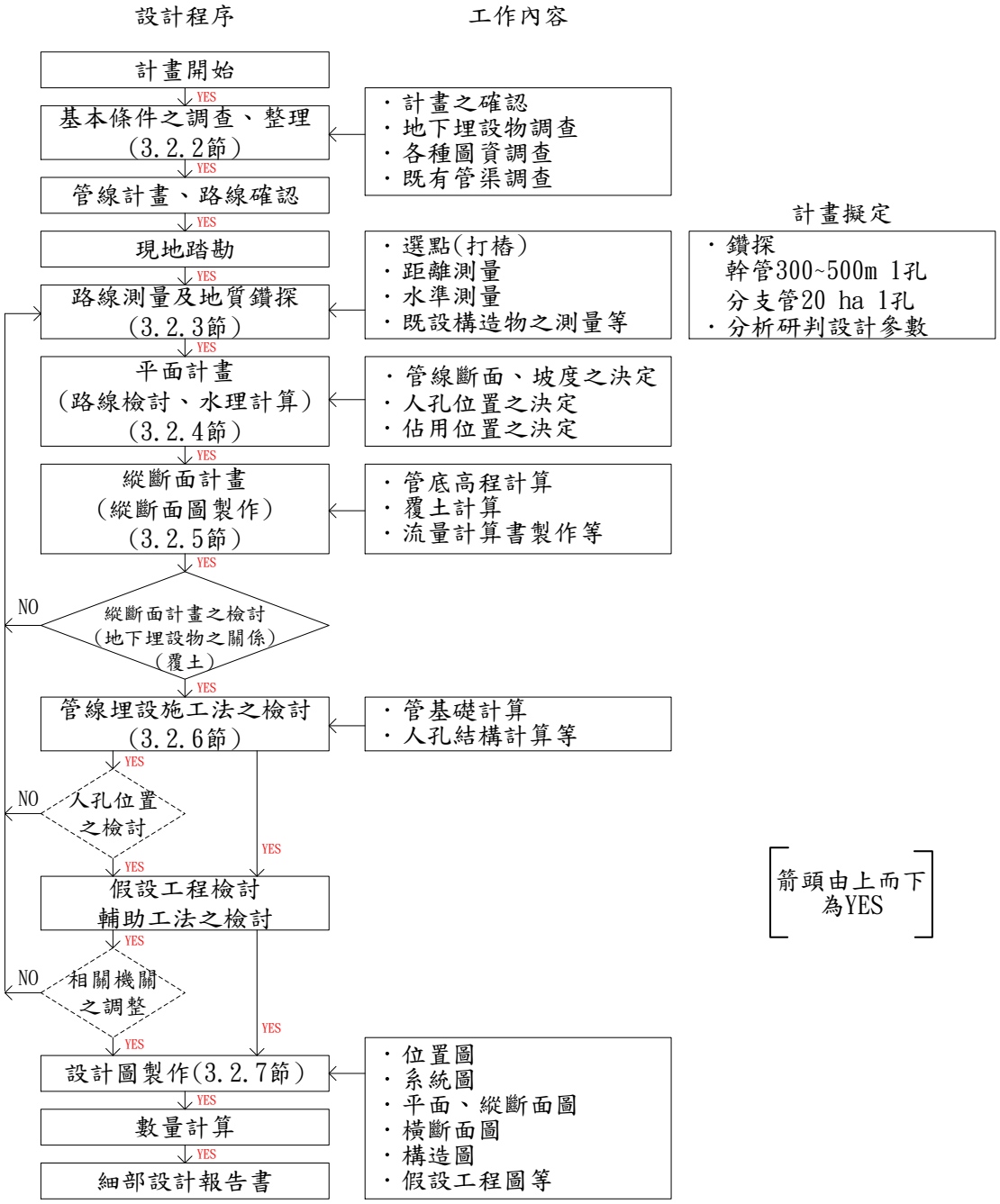


圖 3.1　管線設施設計程序

3.2.3 路線測量含地質鑽探

於計畫路線沿線做必要測量並繪製於平面圖上，並同時進行地質鑽探，以了解計畫區地質。

解說：

為便於平面圖上決定埋設位置，包括於實際道路上人孔位置及彎曲段位置等，於測量點上訂定座標、量測各段距離及地上主要構造物之測量、水準測量及人孔位置的測量等。

依據既有地質資料及現場勘查結果，並研判可能之工程地質問題及處理原則，提出計畫區相關現場地質鑽探調查、取樣、試驗及分析工作執行計畫。其主要目的為掌握計畫區工程地層之分佈狀況、岩盤工程特性及工程性質參數(含一般物理性質、單軸抗壓及弱面直剪強度特性等性質)、地下水位分佈等，以提供地工設計或結構設計所需之各項參數，俾釐清大地工程疑點，避免工程災害，完成安全且經濟之地工或結構分析設計。

3.2.4 平面計畫

平面計畫為污水下水道路線計畫的基本，包括詳細的平面圖、埋設位置、人孔位置及連接管位置等。

解說：

污水下水道平面計畫的作業內容，至少包括：

1. 流量計算。
2. 路線檢討。
3. 平面草圖的製作。

3.2.5 縱斷面計畫

依據平面計畫製作完成的平面圖及路線圖為基礎，進行管線計畫的縱斷面計畫。

解說：

縱斷面計畫包括配合平面計畫以縱斷 1/100 比例尺，完成下列各種圖面的製作：

1. 管線的位置、形狀、種類、管徑、坡度、管線編號、區間距離、累進長度、管底高程、覆土深度、地面高程、地盤基準高程(G.L)。
2. 人孔之位置、種類、編號。
3. 管基礎、施工方法。
4. 管線名稱、鋪設種類。
5. 流入管線的位置、形狀、管徑、管編號、管底高程及高度。
6. 管線橫斷面地下埋設物、架線、水路、鐵路、計畫管線等位置、名稱。
7. 放流水水體名稱、高水位、低水位、現在及將來計畫的河床位置、高程。

8. 地質調查資料及地質柱狀圖。
9. 住宅連接管影響及高程。

縱斷面圖的製作，為從管線的下游向上游的斷面製作為原則。有試開挖者，應將埋設深度、位置及相關地下埋設物於圖上標示。

3.2.6 施工法的檢討

設計後應依環境及地質條件，檢討適宜的施工方法。

解說：

施工方法檢討時，可就下列施工方法加以檢討決定之：

1. 管線埋設工法

小規模污水管線設施具有管徑小、埋深淺之特性，若計畫區域交通及地下管線影響小，一般選用明挖施工方法。

若污水管線埋設深度超過4公尺，或位於已發展之都市道路狹小、交通擁擠、商店林立、地下埋設物複雜等明挖施工困難之地區，可評估採用推進工法。

2. 假設工程設(措)施

明挖施工之假設工程包括交通維持、工安設施、開挖檔土等工程；推進施工假設工法包括交通維持、施工圍籬、工作井開挖等。

3. 輔助工法

輔助工法包括排水、地盤改良、地下障礙物排除等。

除上述三項外，應就施工條件、施工工程及工程費充分檢討後，選定最適施工法。

3.2.7 設計圖、檢討報告製作

依據各檢討結果、製作設計圖及設計成果報告書。

解說：

設計內容的成果呈現，包括設計圖、設計成果報告及計算書的製作等。

3.3 管線設計基本事項

3.3.1 計畫污水量

污水管線設施設計，其計畫污水量，以計畫最大時污水量設計。

污水管線設施，應對污水量的時間變動，以計畫污水量的最大時污水量設計，最大時污水量的推估於第二章 2.3 敘述。

3.3.2 水深比(d/D)

為使污水順暢排除及給予適當通風，必要時，對於計畫污水量應考量增加餘裕量。

解說：

1. 由於計畫污水量推估時，乃就處理區整區做平均量推估，但可能有各地區特性的不同、用水量及人口和土地利用等，將來的不確定性，以及地下水位的高低和管線老化後滲入水量增加和雨、污水分流不徹底等因素，導致計畫污水量和實際流量有所差異之虞，為使污水能順暢排除，小規模污水下水道污水管設計時計畫污水量應考量包括餘裕量。
2. 管渠設計時均不採滿管流設計，其水深比(d/D)依尖峰係數之特性，集污流量愈大，其尖峰係數愈小；反之，集污流量愈少，其尖峰係數愈大。水深比建議值，如表 3.1。

表 3.1　各種管徑水深比(d/D)建議表

管徑(D)	水深比(d/D)比值
D≦500 mm	0.5
600 mm≦D≦900 mm	0.7～0.8
D≧1000 mm	0.8

3.3.3 流量計算式及水力特性曲線

管線斷面的決定原則上以 Manning 流量公式計算流速，並乘以流水斷面積求取流量。

解說：

管線 Manning 流量公式為：

$$Q = A \cdot V \quad \text{.....(3-1)}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad \text{.....(3-2)}$$

式中：

Q：流量(m^3/s)

A：流水斷面積(m^2)

V：流速(m/s)

n：粗糙係數(各種管材粗糙係數，如表 3.2)

R：水力半徑(=A/P)(m)

P：潤周(m)

S：坡度

下水道管線一般使用圓形管，其斷面的決定，係計畫污水量不大於滿管流量為原則，用以決定其斷面。滿流時之流量雖不是最大流量，但從安全考量，應以滿管之流水能力做為設計斷面，但為預留污水突增加之彈性，小管線斷面多以計畫污水量水深以不大於 0.5 倍管徑進行設計。

粗糙係數依管材而異，如圖 Manning 式，圓形管之水力特性曲線，如圖 3.2。

表 3.2　各種管材粗糙係數(n)

管　材	管渠內面粗糙係數			
	最佳	良好	普通	劣
鋼筋混凝土管(RCP)	0.012	0.013	0.015	0.017
聚酯樹脂混凝土管(PRCP)	0.011	0.012	0.014	0.016
鋼管(SP)	0.010	0.012	0.013	—
延性鑄鐵管(水泥砂漿襯裏)(DIPCL)	0.012	0.013	0.015	0.017
高密度聚乙烯塑膠管(HDPEP)	0.010	0.011	0.012	0.015
聚氯乙烯塑膠硬質管(PVCP)	0.010	0.011	0.012	0.015
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑膠硬質管(ABS)	0.010	0.011	0.012	0.015

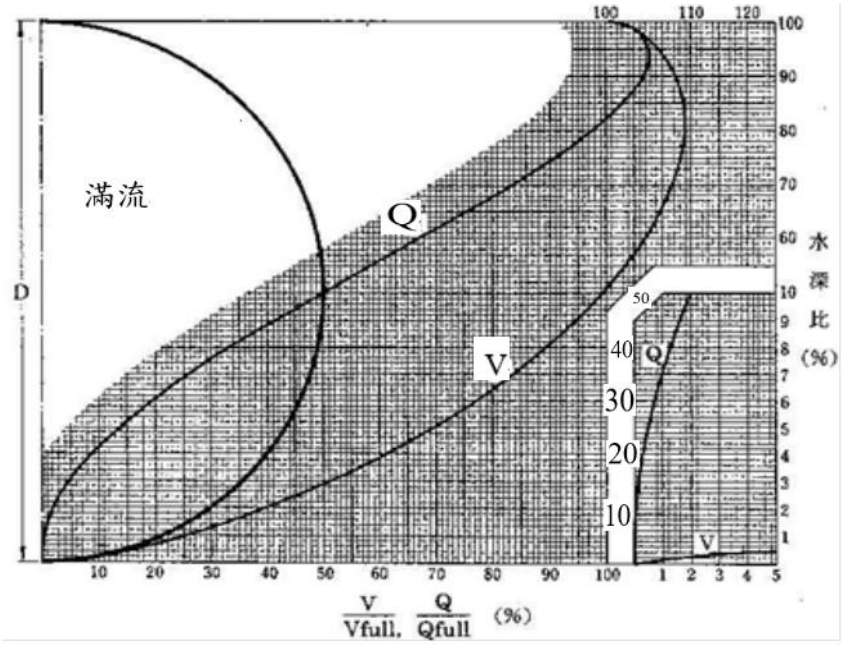


圖 3.2　圓形管之特性曲線(Manning 式)

3.3.4 抽水機污水管壓力流流速及流速係數

管渠壓力流水力計算以 Hazen-Williams 公式計算，管材之流速係數，依各種材料而定。

解說：

Allen Hazen 與 Gardner S Williams 於 1905 年發表可用來計算流體在管路內流動的阻力損失的 Hazen-Williams 公式，該式雖為由水力學實驗過程所累計的統計值而得的經驗公式，但卻是持續且最廣泛運用於不可壓縮流的管渠壓力流水力計算經驗公式。

$$V = 0.3549 \times C \times D^{0.63} \times \left(\frac{h_L}{L}\right)^{0.54} \quad \text{..... (3-3)}$$

$$h_L \times L = \left(\frac{V}{0.3549 \times C \times D^{0.63}}\right)^{1.852} = 6 \times 8.1 \frac{L}{D^{1.167}} \times \left(\frac{V}{C}\right)^{1.852} \quad \text{.....(3-4)}$$

$$Q = 24{,}082 \times C \times D^{2.63} \times \left(\frac{h_L}{L}\right)^{0.54} \quad \text{.....(3-5)}$$

式中：

V：壓力流流速(m/s)，設計流量經驗值以 1.0～2.4 m/s 為宜，最小流速 0.6 m/s，最大流速限值為 3.0 m/s

C：表面粗糙係數(Roughness Coefficien)，其值依各種不同材質而定，管材經長期使用後 C 值亦降低。表 3.3 為各種常用材質之粗糙係數

D：壓力管管內徑(m)

$\frac{h_L}{L}$：長度 L(m)之能量坡降(分數或小數，無因次)，亦有以 S 代表 $\frac{h_L}{L}$

h_L：長度 L(m)之水頭損失(m)

L：相當直管長(m)

Q：設計流量(cms)

表 3.3　各種管材 C

管材	C 值
延性鑄鐵管(DIP)	
水泥砂漿襯裏(Cement lining)	130-150
焦油襯裏(Tar epoxy lining)	115-135
鋼筋混凝土管(RCP)	140
鍍鋅鐵管(Galvanized Iron Pipe,GIP)	120
塑膠管(Plastic Pipe,PP)	140-150
鋼管(SP)新、無襯裏	140-150

3.3.5 流速及坡度

原則上計畫污水量下之流速應考量最小掃流流速及避免沖刷流速設計，並進而減小埋深，以決定污水管線的坡度。

解說：

為防止污物在不同流量下於管內沉積，應維持適當流速，若地面坡度小，應能維持在計畫流量下仍有 0.6 m/s 的流速。而流速若太大，恐對管線造成沖刷，故在計畫流量下最大流速以不超過 3.0 m/s 為原則，理想流速為 1.0～1.8 m/s。

若計畫區域地形較為平坦，採用計畫污水量最小流速 0.6 m/s 設計，因流量低可能會造成管線覆土埋深過大之情況，因之建議可採用之設計流速如下：

1. 滿管流量之流速大(等)於 0.6 m/s，小(等)於 3.0 m/s。建議理想流速為 1.0 m/s～1.8 m/s。

2. 設計流量(設計水深下之流量)之流速大(等)於 0.6 m/s，小(等)於 3.0 m/s。建議理想流速為 1.0 m/s～1.8 m/s。
3. 設計流速採滿管流量或設計水深下流量之方法，較具彈性且可兼具合理埋深及流速需求，避免管線埋深過大不合理情形，並導致工程費偏高現象，惟設計流速較低段應加強清疏。

一般為防止沉澱物堆積於管內，通常愈下游流速愈大為宜，且因愈下游流量愈增加，相對的斷面也愈大，而坡度則愈下游愈趨緩。

在坡度起伏不定的山區，若坡度太大，將造成建設費增大，應配合地表坡度埋設，以降低建設費。而在流速低下的地方，可能造成頻繁的阻塞，而增加維護費，應極力減少流速降低之處所。另坡度若遇跌降過大，則需考量以消能措施以緩和水流。

流量較大的幹管，愈往下游流速愈大，其坡度應愈加平緩設計為原則。

3.3.6 最小管徑

重力收集之污水管線最小管徑以 200 mm 為原則。

解說：

重力收集之污水管線最小管徑，依施工及維護管理的方便，以及經濟性和容易連接管的接入，原則上以 200 mm 為宜，若需訂定較大之最小管徑，應敘述理由。

3.3.7 管線配置及收集方法

管線的配置以自然重力流之暗管為原則，並以埋置於公有道路用地，且為避免埋設過深，需要時可檢討配置揚水設施。

解說：

1. 管線的配置，原則上依地形、地質及污水的流況，以重力流為宜，但若因連接管接合點太深或地面呈逆坡降，或地面平緩以致埋設愈深，於考量維護管理及經濟性，可考量以壓力管段相組合配置之。
2. 管線的設置，原則上以道路或水路等公有用地加以配置為宜，但小規模系統若因遇私有道路、畸零地、農地、住宅地等而無法避開時，依下水道法規定，得在公私有土地下埋設管渠或設施，但應採其損害最少的處所及方法為之，並應支付償金。惟公有地可協商撥用方法辦理。
3. 在平坦的地形，管線埋設過深，可能造成工程費的增加，在充分考量建設及維護管理費後，得考量設置揚水設施改善之，對於座落山區部分，管線則可附掛於沿山路內側排水之側壁，惟應注意避免影響其排水功能。

3.3.8 污水管線埋設深度

污水管線最小覆土深度以 1m 為原則。

解說：

管線最小覆土的決定，應考量連接管、路面載重、路盤厚度及其他埋設物管徑及道路佔用條件等做適當的覆土。

在公有道路埋設的管線，在施工上覆土深度以不低於 1 m 為原則(且應符合道路主管機關之相關規定)。延性鑄鐵管、離心鋼筋混凝土管、硬質塑膠管等，管徑在 300 mm 以下(含)，其最低覆土深度，如表 3.4。

表 3.4　淺層埋設基準

下水道管線種類		管頂部至路面距離
主幹管		包括道路鋪面厚度 0.3 m，不得小於 1 m
主幹管之外之管線	車道	包括道路鋪面厚度 0.3 m，不得小於 0.5 m
	步道	不低於 0.5 m，若低於 0.5 m，應選用具充分強度的管材外，並做必要的防護
	省道	1 m 以上

3.3.9 倒虹吸管

原則上不設置倒虹吸管。

解說：

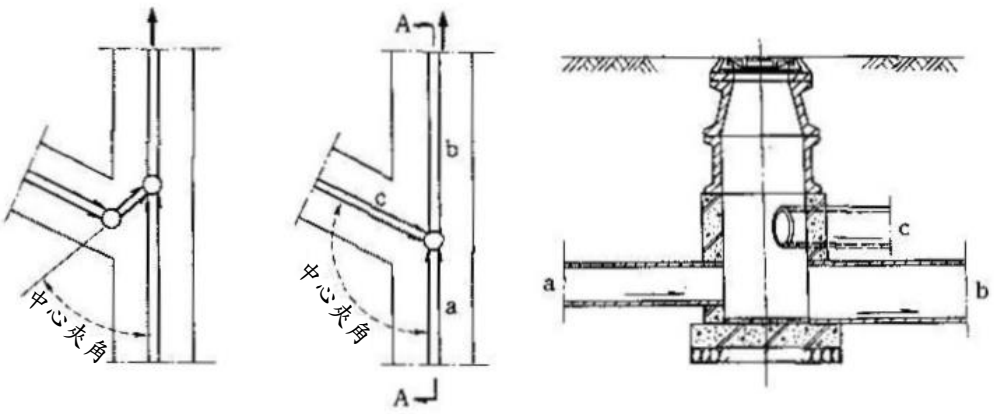
小規模污水下水道由於流量少，無法確保管線內水流的流速而有沉積之虞，且不易維護，故不建議設置倒虹吸管。

3.3.10 管接合

管線接合以水面或管頂接合為原則，管線合流時，其中心交角以 60 度以下為原則。

解說：

1. 管線的接合，依據集水區內的道路坡度，各種埋設物、管線埋設深度等決定之。但由於小規模污水下水道，其管徑皆較小，對於管線埋深影響較小，故以可達水流順暢，施工容易的管頂接合為佳。但在坡度較緩地區則以水面接合為宜。同一管徑以人孔接合時，於考量彎曲損失水頭及施工誤差，若地形坡度許可，可考量設置跌降，一般明挖施工以跌降 2 cm 設置，惟應避免覆土埋深過大。
2. 當二支管線以銳角合流接合時，由於合流前後方流向、流速有差異，為免水流發生亂流或停滯，合流管線之中心交角以 60 度以下分二階段接合，若可以跌降接合時，則以跌降接合，以能維持充分的速度水頭為原則。



二階段接合　　管線接合　　A-A 斷面

圖 3.3　管線接合法

3.3.11 接頭

管線的接頭，應具水密性及耐久性，原則上採用承插接頭。

解說：

小規模污水下水道設施，所利用的接頭以施工容易，原則上以使用接著型承口接頭。

在重要幹線的接頭及軟弱地盤之管線與人孔等構造物接合時，則應採用可撓性，以具耐震性或不均勻沉陷，提升管線系統安全性。

高密度聚乙烯管的接頭可採用熱融接合，可與管體形成一體，使管線整體形成可撓性耐震管理。

3.3.12 人孔配置及構造

人孔的配置及構造，應考量下列各項決定之： 1. 下水道管線在管線起始點、方向變化點、坡度變化點、管徑變化點、合流點、高程變化點及流量量測點，為利維護、清理需要設置人孔。 2. 管線直徑在 600 mm 以下之直線段，其人孔最大間隔以 100 m 為最大間距。 3. 人孔的種類依管徑決定之，一般而言，除特殊要求需以場鑄人孔設置外，以預鑄人孔優先考量。而預鑄人孔的形狀、構造及人孔框蓋之規範，依 CNS15431 A2297 國家標準設計製造。 4. 人孔內流入管管底與底座導流槽頂部落差超過 75 cm 時，基於維護管理需要，應設置跌降設施，並應有防止人孔蓋飛散措施。 5. 管線跌落處為能達消能效果，必要時應考慮設置跌落井或消能槽。

解說：

1. 人孔為管線管內點檢及清掃所必要的設施，也是為管線接合及會合而設置者。各種人孔圖，如圖 3.4～圖 3.7。為減少費用在外角 90 度以下的曲線部，可採用曲線管而省略人孔，使用曲線管時，其曲率半徑應大於 1 m 以上，在曲線段間，其彎曲損失之落差可採 2.0 cm。

2. 管徑 600 mm 以下之小管徑人孔間的最大間距訂為 100 m，但在狹窄巷弄，若車輛無法進入而需人力進行清理工作者，從維護管理考量，則最大間距至少以 30 m 為宜，同時亦應依地質考量最大人孔間距。
3. 在管徑 300 mm 以下小管徑，管線之中間點或會合點，原則上以設置 CNS15431 A2297 國家標準之 P900 人孔或 P1200 人孔，人孔框蓋則依 CNS15536A2302 設置。
4. 人孔內入流管底與底座導流槽槽底落差超過 75 cm 時，應設置跌降設施。人孔跌降設施分為內跌降及外跌降，原則為明挖施工之人孔以設置於外跌降設施(副管)較佳，推進施工之人孔設置於工作井內，若因欠缺空間施作外跌降設施時，則可設置於人孔內側之內跌降設施。

   副管功能在於使人孔內的點檢及清掃工作方便，並防止污水沖刷造成側壁、底部耗損。副管的大小在於晴天時的污水量下可順暢流動，可能範圍儘量大些，其尺寸建議，如表 3.5。
5. 下水道幹線流量較大，當管線坡度從急坡轉為緩坡降的地點，水流的沖擊對人孔恐造成沖刷及跳水，甚至發生衝擊壓，因之有設置消能措施的必要，另高落差地點也有該一現象，可採跌降井因應之。消能設施亦可採取跌降管內設置檔板，或在跌降管下方設置消能槽或其他人孔加固材保護等方法，降低人孔沖刷問題。

表 3.5　一般人孔跌降設施之主、副管尺寸建議

本管徑(mm)	副管徑(mm)
150	100
200	150
250	200
300	200
400	200
≧500	另行考量

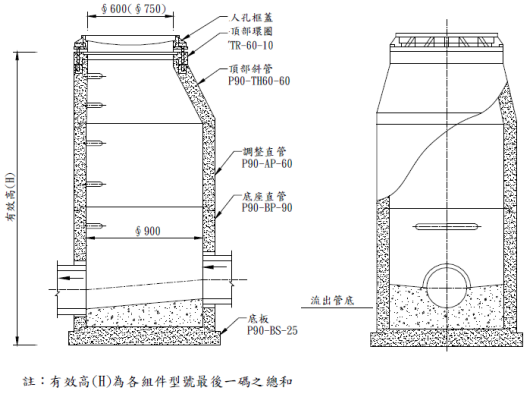


圖 3.4　P900 標準人孔圖

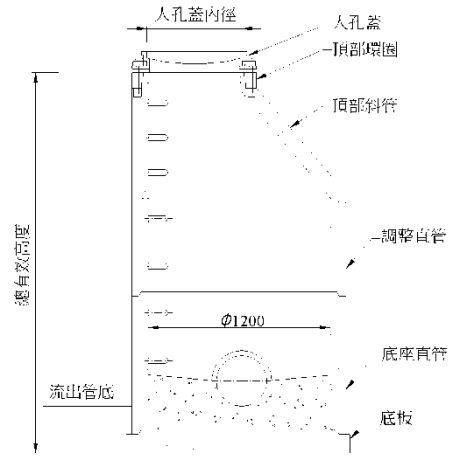
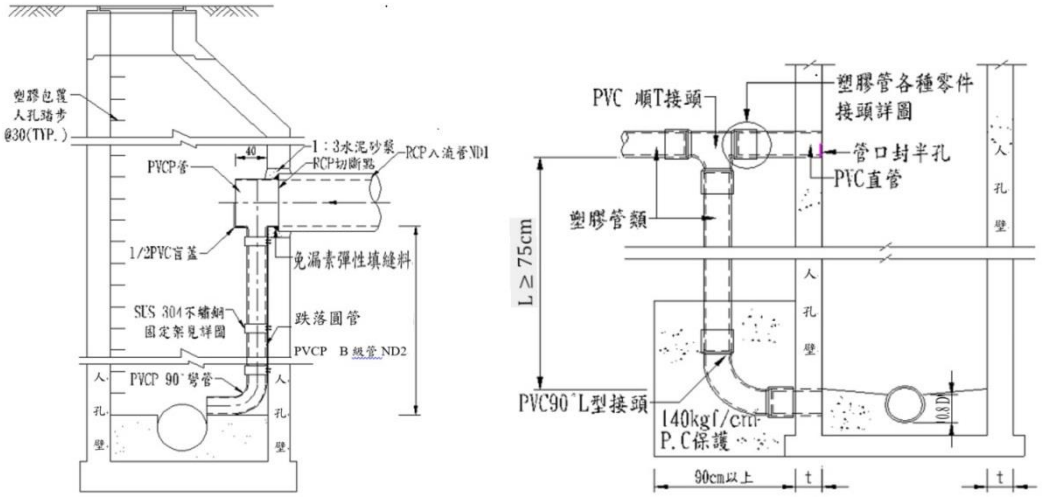
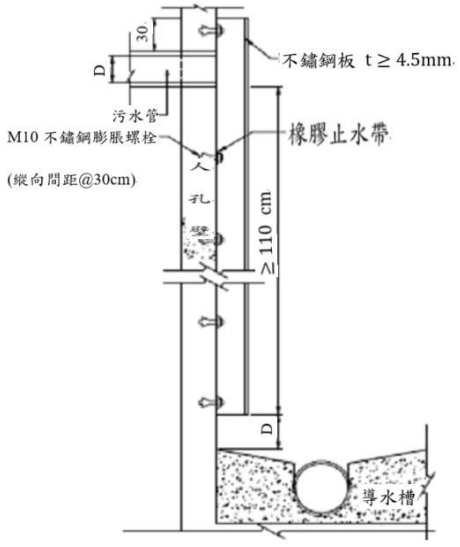


圖 3.5　P1200 標準人孔圖



(1)內跌落　　(2)外跌落



(3)內跌落

圖 3.6　人孔內跌降設施及人孔外跌降設施示意圖

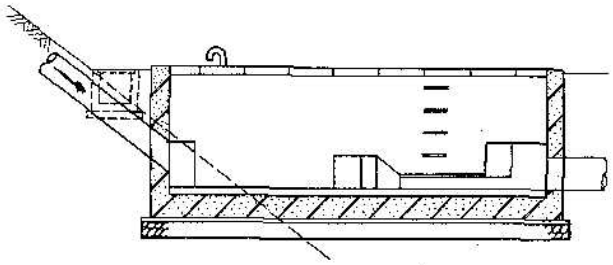


圖 3.7　消能措施

3.3.13 管線管材

管線管材的選定，依下列因素選定之：

管材種類一般常用的種類有塑膠類管、鋼筋混凝土管、聚酯樹脂混凝土管、延性鑄鐵管、鋼管等，管材選定時，應考量安全性、抗腐蝕性、水密性、耐久性及施工性等因素，合理選定之。

解說：

塑膠類管材，常用者有聚氯乙烯硬質塑膠管(PVCP)、高密度聚乙烯塑膠管(HDPEP)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑膠硬質管(ABSP)、玻璃纖維管(GFRP)等，具有可撓性、腐蝕性及水密性佳為其優點，惟對抗外壓強度較差。

鋼筋混凝土管種類很多，常用者依其防腐蝕成分有鋁質水泥混凝土內襯管、全鋁質水泥混凝土管、卜作嵐混凝土管、防腐蝕抗菌混凝土內襯管等。

其他常用管材尚有聚酯樹脂混凝土管、延性鑄鐵管、鋼管等。

3.3.14 管渠保護

管渠設計時，應考量其保護事項如下：

污水管的保護，應於考量管外壓及管內磨損、腐蝕等因素後決定之。

解說：

1.外壓保護

倘有土壓及上載重超過管線的耐壓力時，或穿越軌道及河川時，應以混凝土或鋼筋混凝土予以包覆，達到外壓的保護。

2.磨損、腐蝕等保護

管線有內面磨損腐蝕等問題時，應選用耐磨損、耐腐蝕材料之管材，或於管內壁做適當的內襯或塗料。

3.3.15 基礎

管基礎的選定，依下列因素選定之：

管基礎的選定，可依管材種類、土質、載重等因素，選擇直接埋設(地上基礎)、碎石基礎、砂基礎、混凝土基礎及鋼筋混凝土基礎和基樁基礎等方法施作。

解說：

管渠基礎之方式依現地條件、構造物之規模、土壤調查及其物理、力學試驗結果判斷之，若為軟弱地盤就必須實施基礎改良。相關管材特性及基礎，如圖 3.8 及圖 3.9。說明如下：

1. 直接埋設：開挖底部之土質良好，並具支持力，埋管後不會造成損壞時可使用之。惟一般不使用。
2. 碎石、砂基礎：使用於開挖面土質良好，不易發生不均勻沉陷之處，大多在小管徑施工使用，材料以砂或碎石為基礎。
3. 混凝土基礎及鋼筋混凝土基礎：使用在管渠外壓負載大管渠必須補強之處，或軟弱地盤有發生不均勻沉陷之處，混凝土包紮角度愈大，補強效果愈高，通常以 90 度中心角最為普遍，惟依管渠種類、土質、負載條件等亦有採用 120～180 度者。決定混凝土基礎或鋼筋混凝土基礎前，應先做土壤、車輛載重及覆土等條件調查，並予以計算後決定之。
4. 基樁基礎：開挖底部之土質極為軟弱，管渠有發生不均勻沉陷之可能時使用之，基樁依地質及支持層之厚度，有摩擦樁、點水樁等。下水道管渠承受載重之能力不僅與管材自身之強度有關，管線底座反力及管渠兩側之壓力分佈亦具決定性因素，因之必須依據管渠埋設後之載重條件所應具有之耐載力，設計選擇適當之管線底座及回填型式。

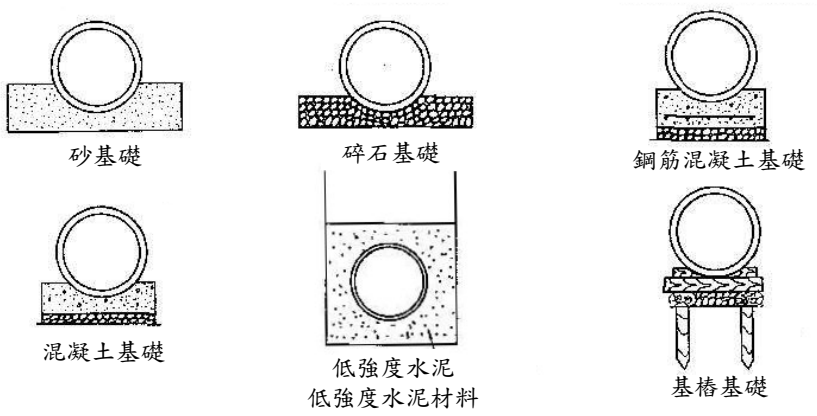
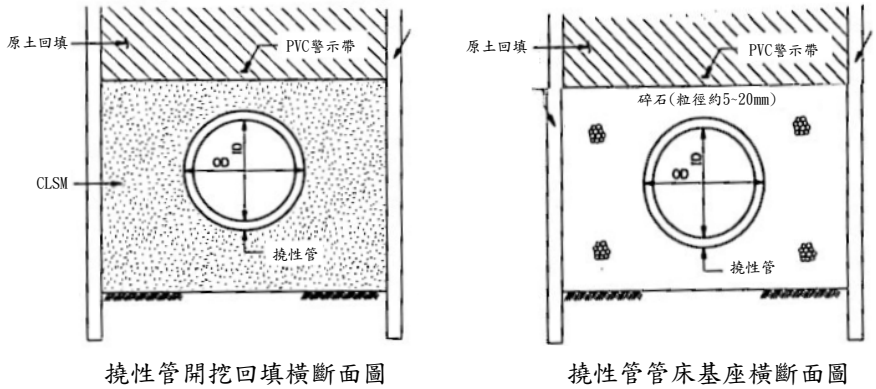


圖 3.8　剛性管的各種基礎



撓性管開挖回填橫斷面圖　　撓性管管床基座橫斷面圖

圖 3.9　撓性管的各種基礎

3.3.16 污水陰井及連接管

污水陰井(連接井)及連接管之設置，依用戶排水設備標準及相關規範設計之。

1. 污水陰井(連接井)：
   為圓形塑膠製品或為圓形鋼筋混凝土製品，內徑為 30 cm 至 60 cm，埋設深度以不大於 2 m 為原則，井蓋為鑄鐵或耐壓材料製成，其蓋應能緊密，以防止雨水、砂土滲入。底座具有水流導槽以利污水流動及管線清理。圓形塑膠製污水陰井(連接井)分為直管式及組合式兩種，直管式連接井由底座、豎井及井蓋組成。組合式連接井由調整環、墊層、中層及底層組成。
2. 連接管：
   (1)最小管徑為 200 mm。
   (2)連接管之起始點、彎曲點、合流點、中間點及跌落點可設置陰井。
   (3)連接管坡度為 1%以上。
   (4)連接管管材以塑膠管材如 PVC、HDPE 或 ABS 管為之。

解說：

1. 基於污水陰井及連接管均以明挖方法施作，故其埋設深度以不大於 2 m 為原則，鋼筋混凝土製品得依實際狀況放寬為 3 m，以利施工及提高施工安全性。
2. 連接管為由用戶排水設備接入公共污水下水道的銜接管線段，其設置應能就近接入公共污水下水道之人孔。
   (1)連接管最小管徑為 200 mm，俾利後續維護作業。一般情況下，連接管所收集之集污污水均可為 200 mm 所輸送，但若經分析，一定須採用較大口徑之連接管方能輸送時，則須改採合適之污水陰井。
   (2)污水陰井之設置位置，直線部分原則上每 40 m 可設置一個，依污水連接管接入點、會合點、彎曲點或連接管長度之一定距離處，其井蓋應與路面齊平。
   (3)連接管坡度若無法維持 1%以上時，應述明原因方能採用。
   (4)連接管管材及其配件，在無不當競爭條件下，施工廠商以同一材料供應商為原則，以避免不同廠牌間之製造公差不同而造成漏水現象，若採用不同廠牌之管材供應商，施工廠商應述明原因並提出因製造公差不同而造成漏水現象之解決方案。連接管若採用其他塑膠管材，應述明原因。

3.3.17 放流口設置

放流口位置之規定如下：

1. 放流水之流速不得妨礙承受水體之航行、影響附近構造物及造成沖刷。
2. 放流口之管底高程，原則上應位於河海湖泊等承受水體之低水位附近。
3. 放流口水位低於承受水體高水位者，應設置自動閘門、舌閥及備用之手動式閘門或擋水設施，必要時應設置高水位之排水抽水機。

解說：

污水下水道經收集污水至污水處理廠處理後之處理水，經放流管排放至承受水體之設施，稱為放流口。放流口之設置要點為：

1. 放流口位置，應先與放流水體主管機關充分協議決定之，其放流方向之決定，應考量不使放流水在放流口附近停滯。
2. 放流口管底之高程以位於承受水體之高水位及低水位之中間為原則。放流口管底高程不宜太高，因會造成承受水體底床沖刷，亦不宜過低，因會造成砂土侵入管內產生淤積問題。任何情況之下，放流口管底之高程不可低於承受水體底部高程。
3. 當承受水體外水水位升高淹沒放流管，以致外水有倒灌入廠內之可能時，應設置自動閘門、舌閥及備用之手動式閘門或擋水設施，以阻擋外水進入廠內。當外水水位升高，以致於放流水無法排出時，必須利用放流抽水機以壓力排放。
4. 放流口位置應依飲用水管理條例規定，距飲用水水源保護區之範圍及飲用水取水口之一定距離，其距離由直轄市、縣(市)政府訂定，報告中央主管機關公告。

3.3.18 考量維護管理的設計

管線系統設計時，應參考過去的案例，充分考量未來維護管理的順暢，尤其應重視下列事項：

1. 管渠內可容易清掃的構造。
2. 流速的變動，容易造成污泥淤積的地點，應能注意其構造。
3. 容易產生硫化氫的地點，採用不易發生腐蝕的材料。
4. 有不明水滲入，樹根侵入等容易發生地點的考量。

解說：

1. 人孔間隔以充分考量管線點檢，可到達的長度做為延長依據，一般維護管理有關機器的能力和實績，如表 3.6。人孔以作業人員可進入坑內作業的大小為宜，為降低工程費多以小型者，惟使用小型者作業人員無法入內，甚至必要的機具也無法利用，因之必須加以注意。
2. 管渠內阻塞原因，主要多發生於餐飲業排入油脂固結，以及從人孔的不法投入砂土、水泥砂漿、土壤改良劑和樹根的侵入阻礙水流流速為多，另為不均勻下陷造成坡度不良，以致流速急降地點，除需加以考量外，對於流速急降地點，也能考量作業人員容易工作的構造。
3. 管線系統中，容易發生厭氧的地方包括有落差的人孔、壓力管的出口點、大樓污水坑排入下水道位置、倒虹吸管段、含有硫化物廢水流入者等，由於硫化氫氣體的發生，容易造成腐蝕，因之該等管段以使用延性鑄鐵管、或全鋁質混凝土管、或樹脂混凝土管、或以樹脂內襯的混凝土管，以防腐蝕。
4. 有不明水滲入多因位於地下水位高或下雨時自連接管接合處滲入，因之應針

對該等位置慎加設計施工。

樹根的侵入造成管線的破損，在大管徑者因埋設較深，其影響較小，但埋設較淺者，應注意埋設位置及植栽街道樹等加以檢討防止之。

表 3.6　各種維護管理用機器設備之能力

工作項目	名稱	各機器設備之能力		備註
清掃	高壓洗淨車	高壓軟管長度(標準裝備) (最大)	80m 150m	
	抽泥車	最大揚程	22m	
調查	TV 檢視裝置	自走式 牽引式(電纜長度)	150m 200m	
修繕	打包機工法 Y 字管注入工法		100m 200m	
	環狀工法 形成工法		50m 50m	小管徑 小管徑
改建	反轉工法 形成工法 製管工法		100～300m 70～120m 150～200m	依管徑

3.3.19 建設經費的節省

污水下水道管線設計應考量工程經費之節省，可採下列方法：

1. 用戶接管以連接管納入公共污水下水道之人孔數盡量減少。
2. 埋設深度之淺埋化。
3. 人孔減量。
4. 緩和設計坡度。

解說：

公共污水下水道之管渠多設置於公共道路，規定之埋設深度頗深，又隨著工程之進行，必須遷移其他維生管線，又必須予以鋪設復原，施工費用昂貴。

1. 採陰井或組合式連接井引水方法做為排水設備之設置時，埋設深度可變淺，有助於減少或簡化道路復原及維生管線遷移作業，用戶接管先行連接後，再納入公共污水下水道之人孔，則可能削減龐大之建設費。
2. 最小覆土深應以集污區最遠點用戶接管端能納入，並考量建築技術等規範之規定後決定其深度，不宜過深或過淺，考量該項因素，有利於全系統管線埋深之降低，可節省工程經費及增加施工之便利。
3. 人孔減量之考量包括：

(1)必須設置人孔之處所，可分類為「起始點」、「方向變化處」、「會合處」、「直線中間處」。縱斷間之需要原因為「坡度變化處」、「管徑變化處」及「跌落

處」等，其中以方向變化處最多，約佔全部之一半以上。

(2)方向變化處可使用人孔以外之替代方法，如變更採用小型人孔或採用彎管等均可予考量。

(3)起始點人孔可採用小規模污水下水道系統之清除孔、組合式連接井或陰井等變更工法。

(4)直線處之中間人孔間距，可予規定較大之間距，則可減少設置之人孔數，並可獲相當之經費節省。

4. 設計流速採滿管流量或設計水深下流量之方法，較具彈性且可兼具合理埋深及流速需求，避免起始管線埋深過大不合理，並導致工程費偏高現象。

3.4 污水下水道系統設計

小規模污水下水道系統之設計，原則上以重力流設計，但若受地形等因素限制，或施工有困難等，則可以壓力或真空式設計。

3.4.1 小規模污水下水道系統設計考量事項

小規模污水下水道系統設計考量事項如下：

1. 小規模污水下水道系統之污水流量變動大，設計時必須充分檢討其變動特性，以符合實際需求。
2. 小規模污水下水道收集系統應以分流制為原則，並應考量適當之工法及經濟性。
3. 於污水排放困難處，或以重力排放將增加工程費時，可考量設置抽水站。
4. 重力式系統施工有困難，必要時可考量以壓力式或真空式收集輸送系統設計之。

解說：

1. 小規模污水下水道系統之設計，必須充分檢討人口變化及未來實際狀況，詳實估計其計畫規模，同時須依地區之特性，以建設、管理容易及經濟、效率化等加以充分檢討。有關小規模污水下水道系統之基本設計考量如下：

(1)計畫目標年至少應為 20 年以上。

(2)污水量、污染負荷量及進流水和放流水質標準，依 2.3.5 及 2.3.6 辦理。

2. 小規模污水下水道收集系統應以分流制為原則，其種類可包括真空式污水下水道系統、壓力式污水下水道系統及小口徑自然流下式污水下水道系統等。在規劃設計上應充份考量其經濟性，相關設計考量如下：

(1)原則上應以重力方法收集。

(2)抽水站數量應儘量減少。

(3)管線採暗管且收集管線以最短距離為原則。

(4)管線覆土深度應儘量減小。

(5)儘量不要採用昂貴之特殊工法。

(6)在山坡地或丘陵地，於管線穿越河川之處，可考量採用小管徑推進工法。

(7)收集管線應與道路及其他管線作整體規劃。

(8)規劃抽水站時，應就重力式多段揚升系統及壓力式下水道系統加以比較後決定之。

3. 污水抽水站之設計考量

當地形自然坡度致污水排放困難，或是污水收集管線以重力排放方法會增加工程費時，可考量設置抽水站，小規模污水下水道系統之抽水站應著重功能簡單、經濟性及維護管理便利性。人孔式抽水站採用人孔構造之濕井及沉水式抽水機，可省略攔污柵、沉砂池及設置抽水站房之需要。其適用之情形或階段如下：

(1)小規模污水下水道系統之中繼抽水站：

①長距離管線以致埋深加大時，可於適當位置設置抽水站。

②地形起伏較大之地方，需將污水由低處往高處抽送，可設置加壓抽水站。

(2)小集水區低窪地區用以提高水頭之中繼抽水站。

(3)小規模污水處理廠之廠內抽水站。

(4)污水處理廠廠內抽水站及中繼抽水站完工前，因應初期對策用之臨時抽水站。

4. 在自然重力流重力式系統施工困難或不具經濟性、安全性及管理性時，考量以壓力式或真空式下水道收集系統為之。

3.4.2 各種小規模污水下水道系統之比較

小規模污水下水道管線系統，原則上以自然重力重力流式為標準，但因地形、地質條件及污水流入狀況之不同，而以利用正負壓以壓力管線較為有利時，可加以考量使用。

小規模污水下水道系統，可分為收集系統及輸送系統兩部分，如圖 3.10。

收集系統：主要為從污水排出口直接收集的各種管線設施，包括本管、陰井、連接管所構成，可藉自然重力式、壓力式或真空式加以收集者。

輸送系統：由收集系統所收集的污水，輸送至污水處理設施的管線及抽水站之稱。其管線可為自然重力流，也可為壓力式者。

一般真空式及壓力式用於收集系統，而輸送系統則適用壓力式。

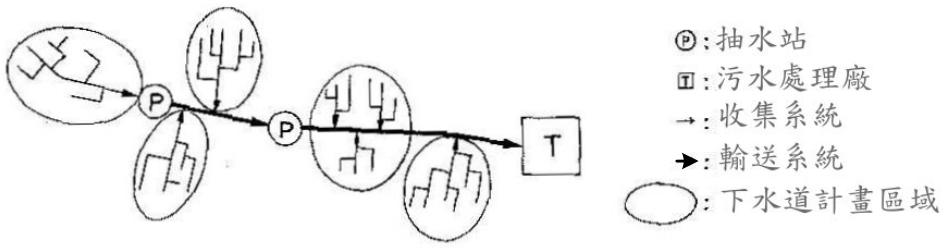


圖 3.10　污水下水道管路系統之分類示意圖

在下水道計畫區有下列之狀況時,可檢討考量使用真空式或壓力式下水道系統：

1. 因受地形、地理條件、地盤及地質特性所限，不易建設管線時。
2. 由於人口急遽增加，原設計管線流量不足時。
3. 地下埋設物使得管線無法以重力流埋設時。
4. 季節性人口變動極大地區。
5. 為保護景觀、自然環境，而無法埋設管線時。
6. 為降低初期投資，分階段建設之初期。
7. 為期下水道能提早利用時。
8. 人口密度偏低地區。
9. 合流式下水道要分流化時。

各系統的特性如表 3.7。

1. 特性比較

小規模重力式、壓力式及真空式污水下水道系統之特性比較，如表 3.7，於系統選擇時應就表中各項目如計畫污水量、流入水質等綜合比較選定之。

2. 適用範圍

小規模污水下水道系統各種污水收集方法(包括重力式、壓力式及真空式)。簡要說明如下：

(1)平均住戶間距離較近時，以自然重力流即重力式收集較佳。

(2)住戶間距離較遠，且收集點數多，地盤軟弱、岩盤地帶或起伏在 3.5 公尺以下及地下水位較高之地域，適用真空式下水道。

(3)起伏較多之區域，採壓力式污水下水道系統收集較有利。

3.4.3 壓力式污水下水道系統

3.4.3.1 壓力式污水下水道系統設計考量

壓力式下水道系統，包括抽水設施及管線所組成，由於壓力管線的不同，應考量下列決定之：

1. 考量計畫區域的地形及地質，社會條件等，並與重力流下式做比較。
2. 管線系統的選定及抽水站的配置，應考量施工、維護管理及經濟性決定之。
3. 壓力管段因受內壓，考量包括水錘作用及水壓等因素，以選擇耐用、耐壓的管材。
4. 流量計算以 Hazen Williams 式計算，設計流速以 1.0～2.4 m/s 程度為宜。
5. 在管線系統上，應於適當位置設置控制閥及排氣閥。
6. 考量硫化氫問題及對策。

解說：

1. 在下水道計畫區有下列特性時，應就自然重力流下式及壓力式加以檢討比較決定之：

表 3.7　小規模重力式、壓力式與真空式下水道系統特性比較表

項目	重力式	壓力式	真空式
收集原理	污水採重力自然流下	污水以研磨式抽水機壓送	污水利用真空負壓輸送
計畫量變化	入滲量為最大日污水量之 10～15%	沒有管線之入滲量	埋深較淺，地下水幾無入滲
流入水質濃度	較壓力式為低	沒有入滲量，污水 SS 濃度高，管路長時污水會腐敗使溶氧不足，處理程度較高	較重力流方法為高
設施標準配置	每戶設置匯流管、清除孔及組合式連接井	每戶或以數戶為對象，設置研磨式抽水機單元及壓送管線	每戶或以數戶為對象，設置真空閥單元、真空管線及中繼真空抽水站
抽水機單元	一般情況不需抽水機單元	單獨各戶或數戶合併用一座研磨式抽水機單元	單獨各戶或數戶合併用一座真空閥單元
管徑	ϕ200 mm 以上	ϕ100～ϕ150 mm	ϕ100～ϕ250 mm
埋設深度	受地形、障礙物影響，越往下游越深	於淺層處埋設	於淺層處埋設，埋深一定
地形條件	影響大	可適用於較廣之地理條件	利用真空度的保護，可適用地形起伏不大及平坦之地域
電源需求	中繼抽水站(含人孔式抽水機單元)	研磨式抽水機單元	中繼真空抽水站
工期	長	短	短
建設費	依地形條件而有較大變化	不論地形條件，較為便宜	不論地形條件，較為便宜
維護管理費	維護管理簡便，多不需動力費，較為便宜	研磨式抽水機單元需動力，較自然流下式之維護管理費高	真空閥單元、中繼真空抽水站需動力，較自然流下式之維護管理費高
計畫污水量變化之彈性	大	小	小
處理廠位置之選定	以地形之下游端為原則	自由度大	自由度大

(1)集水區內的污水，輸送至其他處理區或處理廠的輸送，以及將低窪地區收集的污水送至位置高地處理廠時。

(2)輸送距離長時。

(3)跨越河川埋設較深時(倒虹吸、上部跨越)。

(4)連續的地形起伏較多的收集區或通過人口較疏地區。

(5)道路狀況及地下埋設物狀況受限時。

(6)地質條件而無法埋深時。

依照上述做決定時，應就兩者的特性，依下列項目加以充分檢討後決定之：

(1)施工容易度。

(2)建設費及維護管理費。

(3)管理及點檢內容。

(4)緊急時的對策(管阻塞、停電等事故)。

(5)改建時的對策。

(6)其他。

2. 下水道集水區之抽水站必須為複數站時，以選用適用的型式決定之。

(1)單段抽水站壓送，其型式如圖 3.11。

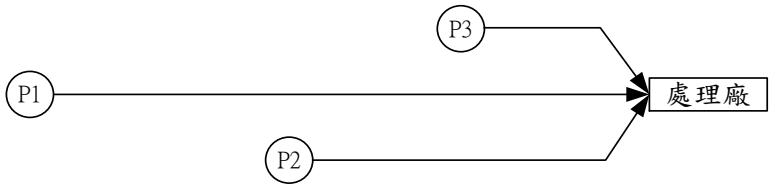


圖 3.11　單段壓送型式

(2)多重壓送，其型式如圖 3.12，本系統可為同時啟動或間歇啟動操作。

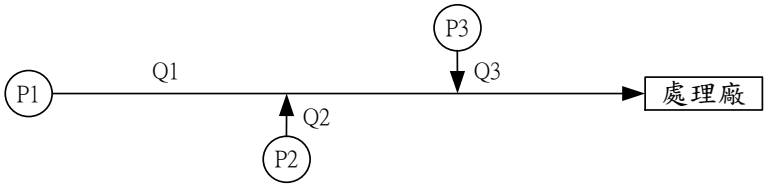


圖 3.12　多重壓送型式

(3)多段壓送，其型式如圖 3.13。

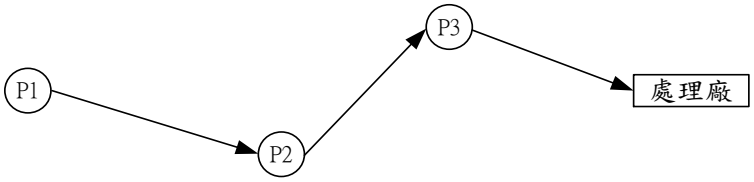


圖 3.13　多段壓送型式

(4)壓力及重力流併用時，其型式如圖 3.14。

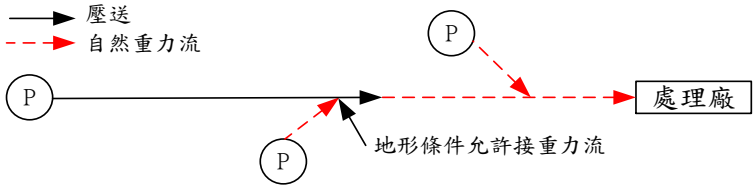


圖 3.14　壓送、自然流下並用型式

3. 壓力管的設計水壓為由靜水壓水錘壓所形成，如圖 3.15。

此處的靜水壓為總揚程水壓，水錘壓則由計算求之。計畫時靜水壓若小於 0.44 Mpa，則水錘壓以 100%計，靜水壓若大於 0.44 Mpa 時，則水錘壓以 60%計，或以 0.44 Mpa 中較大的值。

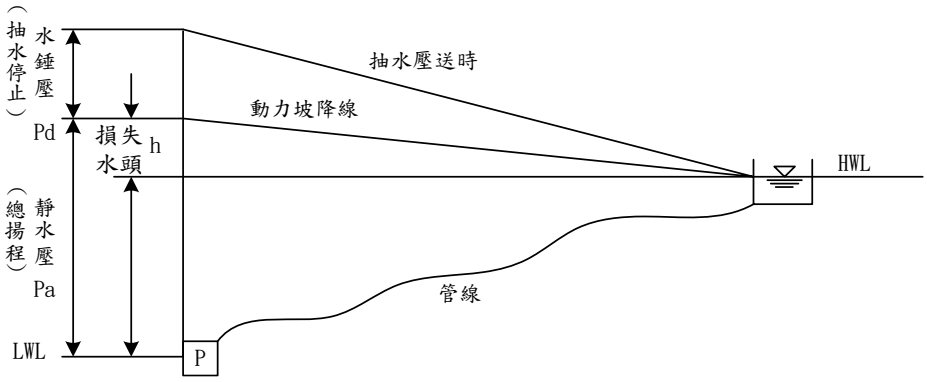


圖 3.15　靜水壓及水錘壓

4. 壓力管的流速計算，一般以 Hazen Williams 式

$$Q=A \cdot V \quad \text{.....(3-6)}$$

$$V=0.84935 \cdot CR^{0.63} \cdot I^{0.54} \quad \text{.....(3-7)}$$

式中：

Q：流量(m^3/s)

A：流水斷面積(m^2)

V：平均流速(m/s)

C：表面粗糙係數(一般綜合以 110 為標準，若只考量直線以 130)

I：動力坡降(h/L)

R：水力半徑(m)

h_L：長度 L(m)之水頭損失(m)

管內流速一般以 1.0～2.4 m/s，最低流速 0.6 m/s，最大流速 3.0 m/s。

5. 壓力管線應考量管線設施及抽水站設備的維護管理需要，應於適當位置，設置管線遮斷及切換用、排水用、防止逆流用及吸排氣用的閥等設備。
6. 為防止管線系統腐蝕，於壓力管出口端設施應有防止硫化氫腐蝕對策，並從材料設備耐用年限及經濟性，考量生命周期。

3.4.3.2 壓力式污水下水道收集設施

壓力式污水下水道收集系統之抽水機，包括研磨抽水機(Grinding pump)、切削式抽水機及無阻塞型抽水機，以研磨抽水機為例，加以說明：

1.為防止異物阻塞而設置研磨機附小型沉水抽水機(GP)。

2.污水以壓力狀態輸送的壓力管線。

壓力式下水道收集系統之設施，於考量下列各項決定之：

1.GP 單元

GP 單元為由抽水機及貯水槽所組成，為包括 GP 本體及附屬設施所構成。

(1)抽水機

①抽水機為使用 GP 者。

②抽水機的抽水量，依 GP 單元流入污水量，抽水機的運轉時間，運轉頻率決定之。

③抽水機揚程，於考量實揚程及壓力管線的損失水頭及單元內配管、閥類等的損失水頭決定之。

(2)GP 單元

①各 GP 單元的接管戶數，於考量地形、環境、地盤等狀況決定之。

②貯水槽容量，於考量流入污水量、抽水能力、操作時間及運作頻率等決定之。

③於 GP 單元內設置水位計，抽水機依水位自行運轉為原則。

2.壓力管線

(1)壓力管線的設計流量，於考量抽水機抽水量及同時運轉台數決定之。

(2)壓力管線應具內外壓之耐壓的構造及材質。

解說：

壓力式下水道收集系統如圖 3.16，GP 單元的構成如圖 3.17，又 GP 自其排水口至第一分支點的壓力管線稱為本管，本管與連接管稱為壓力管線。

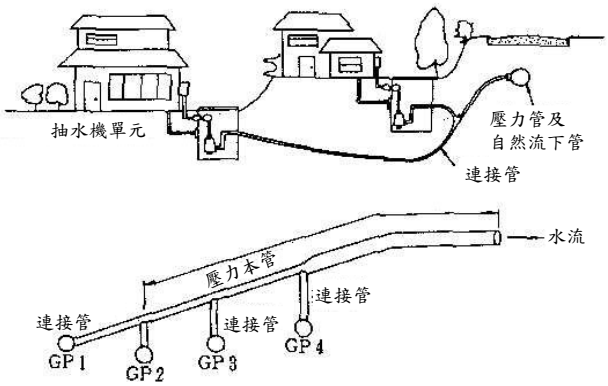
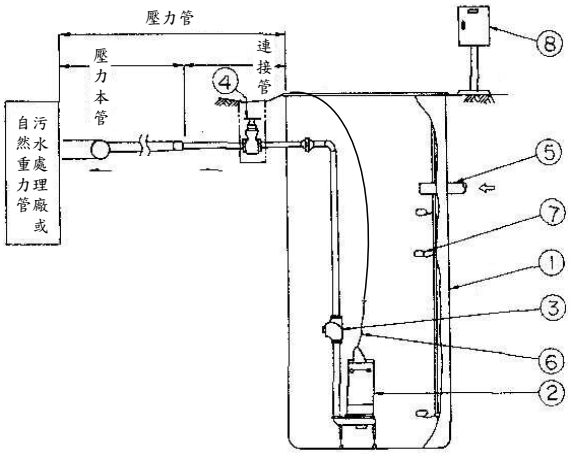


圖 3.16　壓力式下水道收集系統概念圖



編號	
①	貯水槽
②	抽水機
③	逆止閥
④	制水閥
⑤	流入管
⑥	升降用吊鍊
⑦	水位計
⑧	控制盤

圖 3.17　GP 單元構成圖

1. 有關 GP

(1)抽水機

本系統所用的抽水機，一般採用離心型，GP 單元流入最大時污水量原則以實測為宜，因區域特性、家庭用水狀態、接用家庭戶數之不同差異很大，實不易掌握。

可參考 Gift 所提案的公式。

$$\frac{Q_{max}}{Q_{avg}} = \frac{5.0}{P^{1/6}} \quad \text{.....(3-8)}$$

式中：

Q_{max}：最大時污水量(L/h)

Q_{avg}：每人每日平均生活污水量

P：GP 單元接用人口數(千人)

GP 若太頻繁啟動、停止，會影響其耐久性很大，故以每一小時啟動 10 次為原則，也即一小時內流入的污水量可在啟動 10 次以予以排除，而以每次運轉 2～3 分鐘選定其抽水量，如下式：

$$Q'_p = \frac{Q_{max}}{10(2\sim3)} \quad \text{.....(3-9)}$$

式中：

Q'_P：GP 選定之基準抽水量(L/min)

Q_{max}：該單元最大時污水量(L/h)

GP 的總揚程，依 GP 單元，依下式計算之

$$H=H_a+H_f+H_0 \quad \text{.....(3-10)}$$

式中：

H：GP 選定標準總揚程(m)

H_a：實揚程(m)

H_f：摩擦損失(m)(依 Hazen Williams 式)

H_0：其他損失(m)

GP 的設置台數，依將來污水量增加狀況、時間變動及初期對策等因素決定之，另備用機的設置，依 GP 故障時之影響，故障對應及經濟性等充分考量後決定之。

(2)GP 單元

每一 GP 單元接用戶數，依地形、環境條件及地盤等充分考量後，決定最適接用戶數。

GP 的設置位置以集水容易、維護管理的作業及經濟等因素考量後決定之。

貯水槽容量若太少，將使抽水機頻繁啟動，也是故障的原因。但若過大又不經濟，以每次運轉時間 2～3 分鐘為適當決定之。

同時應考量當流入量超過計畫量，停電及 GP 等維修時之因應。

貯水槽底部應做成錐形，以減少沉澱物沉積，GP 的位置以設置於貯水槽的中心，貯水槽內的連接管設置接合部，以備 GP 故障時更換方便考量，貯水槽的構造要具上載重、土壓、水壓等安全性，並具水密性，且為簡易者。

槽內的水位計有差壓式、水銀浮球液位計，原則上不設置閘門、攔污設備及沉砂池。另應考量 GP 單元的維護、點檢，於 GP 單元的排出口設置控制閥。

蓋板的形狀、構造及必要強度和大小，應考量維護管理的方便性。

為對外異常通報，應於控制盤上設置燈號，且應為容易察覺者。

2. 壓力管線的設計，於考量系統同時操作之 GP 台數的污水量，及防止在管線內沉積等因素決定之。

壓力管線的材質應能承受內外壓，並具耐久性及敷設條件、施工方法和經濟性等考量後決定之。管材以硬質塑膠管(PVCP)、聚乙烯管(PE)等，並依管徑及敷設條件，也可考量延性鑄鐵管、鋼管等，另為管線的清理及維護需要，可於管線的上游端及幹線之主要合流點，及管線適當間隔設置清理口。

3.4.4 真空式污水下水道收集系統

真空式污水下水道系統為由下列設施所組成：

(1) 與污水一定比例混合的空氣吸入用的真空閥單元。

(2) 使污水與空氣呈混合狀態下輸送的真空管線。

(3) 真空產生裝置在真空下，利用空氣吸引污水成輸送媒介，再以中繼抽水泵浦輸送污水。

1.真空閥單元

真空閥單元為由控制設施及貯水槽所組成的單元，包括考量下列項目：

(1) 真空閥

①真空閥的直徑，以不造成阻塞的適當口徑。

②真空閥的吸引能力，以能達到整體設施維持真空度考量之。

(2) 真空閥單元

①真空閥單元構造，於考量自家屋之污水流入量，流入型態，設置場所等，適當決定之。

②真空閥單元可收集戶數，於檢討家屋的配置，流入污水量，貯水槽容量等決定之。

2.真空管線

真空管線以可充分發揮真空式的特性下，依下列各項決定之：

(1) 真空管線的管徑、坡度

①真空管線的管徑，依水力計算及真空單元的連結狀況、機能性、經濟性等決定之。

②真空管線依一定「下降坡降直線段」、「揚升段」及跌降組成，可配合地形重複敷設之。

(2) 管材的種類及接頭

①真空管線所使用管材，以能充分承受管線之負壓及外壓之構造及材質。

②真空式的接頭，應為具氣密性、安全、機能良好且經濟者。

3.中繼抽水站

(1) 中繼抽水站，於考量設施規模、經濟性及維護管理等設定之。

(2) 真空發生裝置，於考量設施規模、經濟性及維護管理等選定之。

(3) 污水抽水機，在集水槽內的真空度最高，且實揚程也最高之條件下，具可將污水量排出之能力。

(4) 集水槽容量，依污水抽水機運轉頻率決定之。

(5) 電氣及量測設備，要能使中繼抽水站可在安全下保有其能力及機能狀態，異常時可瞬即通報和適當監視設備等機能設置之。

(6) 其他依設置需要檢討決定之。

解說：

真空式下水道系統，為藉管線內所發生的真空及大氣間的壓差，使污水和空氣混合，並加以收集輸送的系統，如圖 3.18，為包括由真空閥單元、真空管線及中繼抽水站三者所構成。

由家庭排出的污水，藉重力管流入真空閥單元，此時真空閥單元及貯水槽內的水位上升，當達到設定的水位時，水位檢測器就啟動開啟真空閥，污水及空氣被吸入真空管內，管內的污水若停止流動時，停留在揚升器底部靜止狀的污水，真空閥一旦開啟，因被膨脹的空氣所壓送，而呈氣液混流，而流越揚升器至中繼抽水站，中繼抽水站所收集的污水，則以重力流入幹線或送至污水處理廠。

真空式污水下水道收集系統，為以收集污水為對象，因之應避免雨水流入，住宅內的排水設備應加徹底分流。

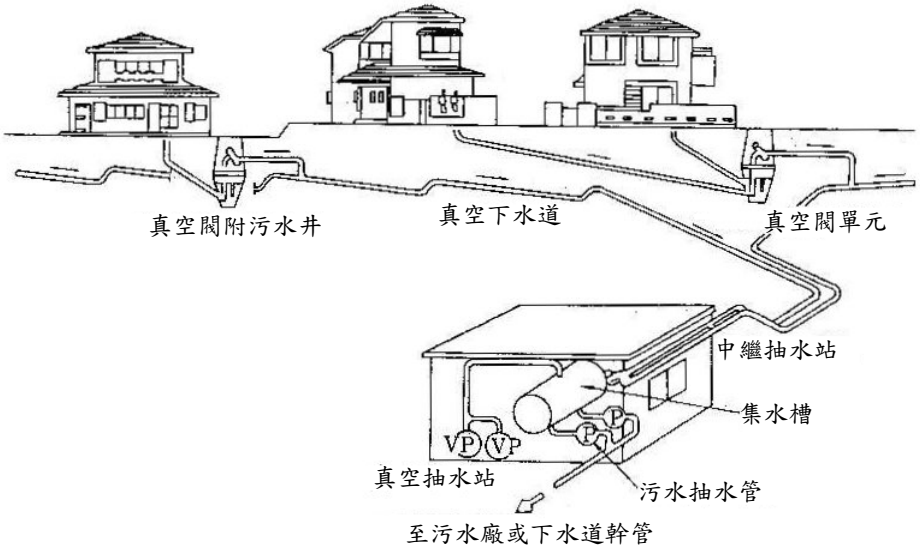


圖 3.18　真空式下水道收集系統

1. 真空閥單元及附屬設備所構成的吸引污水抽水設施，如圖 3.19。

(1)真空閥

真空閥的口徑有 50 mm 及 75 mm 兩種，通常以使用口徑 75 mm 者，而口徑 50 mm 者則為使用在狹隘的地方。

真空式下水道收集系統的操作，係其末端的真空管線的真空閥作動所需真空度到達-25 kpa(-2.5 mAq)，且系統整體必處於正常機能狀態，因此，真空閥的設計最大污水量，於考量真空管線內真空度的恢復時間及輸送能力，在口徑 50 mm 下 120 L/min 或 75 mm 下 200 L/min。

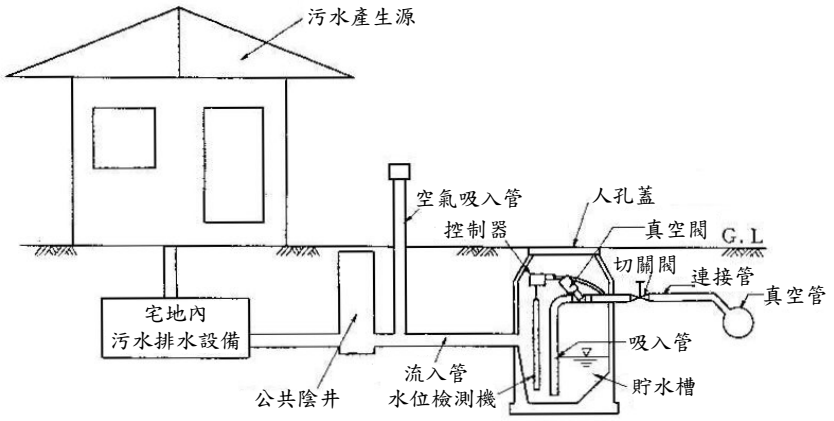


圖 3.19　污水抽取設施配置例

(2)真空閥單元

真空閥單元，包括以真空輸送部分及住宅內配管的自然重力流部分相連結的裝置，貯存單元內到達一定量污水並以間歇性排至真空管線。

真空閥單元的附屬設備，必要時於考量下列決定之：

①控制閥

真空閥單元因維修需要，應於真空閥的內部及連接管設置控制閥。

②空氣吸入管、排氣管

在真空閥起之 5 m 以內，設置與污水同時吸收空氣的空氣吸入管。而空氣吸入管，可自真空閥單元設直接流入管。

為能吸收新鮮空氣，而設置排氣管時，應避免自該處流入雨水。標準揚升高度為 0.3 m、0.45 m 或 0.6 m。與管徑無關，盡可能使用較低揚升高度。若有必要大於標準揚升高度時，則設置複數揚升器。

2. 管線的名稱，自真空單元至第一個分支點上的管線，其前段稱為本管，中間接入管稱為分支管，真空管及分支管總稱為真空管線。

真空管線為由「下坡降的直線段」和「揚升段」及所稱的跌降所組合成。其容許壓力損失在限度內，可配合地形敷設之。

(1)真空管線的管徑可有 100 mm、150 mm、200 mm 及 250 mm，其分支管的管徑原則上為 75 mm，管長以 20 m 為限，但若使用口徑 50 mm 之真空單元，其分支管的管徑則以 50 mm 為宜，又若管長超過 20 m 時，管徑則應為 75 mm。

在平坦或上升坡地形坡度在 0.2％以上，埋設下降坡管線，埋設深度較深時，則設揚升器降低之。若為下降坡的地形(管徑 150 mm 以下為 0.1％)，以不使下降坡超過 0.2％，以與地面平行敷設管線，而不需設置揚升器，又在軟弱地盤地帶及小規模設施等，則可考量特殊坡降。

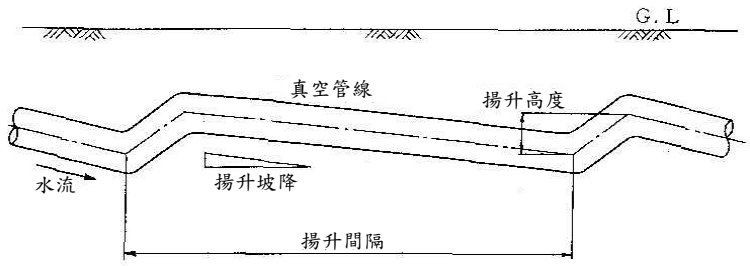


圖 3.20　揚升段

(2)真空管線管材種類原則以聚乙烯或硬質塑膠管為標準，其接頭應具氣密性及耐久性。聚乙烯管的接合可採熱融合，硬質塑膠管的接合則為橡膠環的接合為原則。

又若管線有跨橋段或在覆土深度不足段，應有適當的防護措施，也可考量使用不鏽鋼管，以達耐久及安全目的的材料。

另真空管線為維護管理的需要，應設置區間閥及點檢口。

3. 中繼抽水站設備包括有「真空產生裝置」、「污水抽水設備」及「電氣設備」等，當由真空管線輸送至集水槽的污水達到一定量時，污水抽水機就作動，污水從集水槽被抽送至污水處理廠或由自然重力流至幹管。

(1)中繼抽水站有下列三種形式，應考量施工、經濟性、運轉及維護管理，而選定最適的型式：

①單元型。

②獨立 RC 型。

③與污水處理設施併設型。

(2)真空產生裝置係使用真空泵浦，設計所採用的氣液比(以大氣壓換算)為 3：1。

(3)污水抽水機應具充足的抽水能力，其葉輪具異物通過能力，以不造成阻塞為宜，電動機應為屋內全密閉外扇型，風扇及罩應為耐腐蝕材料為宜。污水抽水機設置台數以 2 台以上為原則，其中 1 台備用。

污水抽水機應在集水槽內之真空度最高，且揚程也最高的狀態下，以 1 台可達到最大時抽水量的 110%以上的抽水能力為標準。

集水槽的容量，依污水抽水機操作頻率下運轉容量的 3 倍量為宜。

(4)集水槽以橫型或直立型的圓形鋼桶為標準，在-80 kPa(-8 mAq)之真空度下可保安全的構造，並具耐久及耐腐蝕性，集水槽設置以 1 槽即可，不須考量備用。

(5)電氣及量測設備、受電設備、動力控制設備及分電設備。

①受電方法

中繼抽水站之受電方法，原則上以低壓受電計畫之，但若與處理設施併設時，可依處理設施容量所需高壓受電。

②中繼抽水站之運轉控制，原則上為無人管理，而採巡迴管理體制以自動

運轉。通常真空抽水機係依集水槽的壓力進行控制，而污水抽水機則係以集水槽的水位做為控制。

無論是真空抽水機或污水抽水機，為減少其啟動頻率，皆以含備用機交互自動運轉。而故障時可自動切換由備用機替代，且如有異常時可自動切換為宜。

③量測設備的裝置，依運轉方法及管理體制，盡量減少，而能掌握記錄系統的運轉狀況、集水槽及真空管段的壓力變化、真空抽水機及污水抽水機之啟動頻率及運轉時間為原則的量測設備。

④緊急發電機之設置與否，視當地過去停電及停電時間檢討決定之，若不設置時，應留有必要而需增設時所需發電機之接入設備。

⑤中繼抽水站的異常，會影響到系統的正常運作，因之應能迅即確認，並傳遞故障內容至場外通報，因之監視方法，依考量異常時對周邊的影響，通報管理員或住民的距離等決定異常時的監視體制。

(6)有關中繼抽水站的相關設備，依需要考量下列設備：

①抽水機軸封水、清洗、廁所等注水設備。

②脫臭設備。

③通風、照明等建築附帶設備。

3.5 管線設施耐震設計

3.5.1 管渠防震

管渠設計遇下列狀況，應加強防震及可撓性設計考量：

1. 管線穿越壁體、河道、橋台、基礎及伸縮縫等結構物。
2. 採明挖施工之管線埋設於軟弱地盤時，其人孔與管渠接合處。
3. 重要避難場所(如避難所、後方醫療設施、社區公園及 20 m 以上避難道路等)，其排水設施與連接管銜接處及連接管與公共污水人孔銜接處。

解說：

台灣位處地震帶，常有地震發生，地震造成管渠、人孔及污水處理廠之破壞，而造成污水排水困難影響面至大，因之在下水道設施設計時，除上述之設計考量外，仍必須充分考量下列之因應措施，包括：

1. 管渠埋設路線、選擇地質良好、地盤穩定帶，並避免經過斷層帶。
2. 設計時應對土質詳加調查，以達基礎穩定，但考量沉陷變位及復建容易，管渠接合可以可撓性接頭為之、人孔與管渠接合部採可撓性設計。

   另除考量耐震性外，可檢討複數幹管埋管，並相互連通。而管壓採推進時使用鋼套環者，可不需設置撓性接頭。
3. 建築物除需具耐震性外，電機、儀錶設備需與設施固定牢固以達耐震化。且為避免地震造成污水排水問題，應先檢討排水區之特性、地形條件及承受水體狀況，考量將污水就近接入雨水管繞流之可能性。

3.5.2 下水道管線之耐震目標

下水道管線之耐震目標包括：

1. 管線間具可連通之相互支援功能。
2. 管線設施複線化。
3. 管線設施構造方面皆可具有耐震功能，以確保遭受災害時仍可發揮其設計輸水功能或基本通水功能。

解說：

下水道設施之基本耐震對策，係使每個設施在構造方面皆能具有耐震功能。為確保下水道系統之功能，除構造方面應具有耐震能力外，在系統規劃上並需考量設施間之相互支援功能，以及管線設施複線化之必要性等，以確保遭受災害時仍可發揮其設計輸水功能或基本通水功能。一般管線之耐震設計目標如下：

1.管線間具可連通之相互支援功能

在規劃上，利用不同方法使管線系統間之重要幹線具有相互連接之功能，當遇到地震災害或緊急事故令某一系統喪失通水能力時，可以疏流或繞流方法由另一系統予以支援，以達到污水疏流或緊急排放之目的。

2.管線設施複線化

管線佈設或通過於軟弱地層或地質條件不佳或地形急遽變化之處所時，考量其受地震等災損之機率較大，規劃上可使管線設施複線化，亦即採用二組以上之管線設施進行銜接，以提高其輸水或通水之功能。

3.管線設施構造方面皆可具有耐震功能

在設計上，應充份考量地震特性及工程條件，提高管線設施構造防止脫落、吸收變位及緩和衝擊之能力，使其可將外力適當分散或吸收，藉以達到管線設施耐震之目標。

3.5.3 下水道管線之耐震基準

下水道管線之耐震基準應考量地震規模之重現周期以進行設計，並針對重要幹線及其他管線分別制定不同基準，以確保其設計輸水能力、通水功能或交通機能。

解說：

下水道管線設施佈設極為廣泛，在工程設計上須審慎考量之兩大因素包括安全與經濟。如基於經濟考量而採用較低標準之設計，則設施之安全恐較有疑慮。惟如以絕對安全基點而採用歷史上較(最)大之地震力來訂定地震參數，不但可能因大地震之重現周期甚長而形同浪費及不符合經濟效益，甚至所設計之構造物可能會有不切實際之問題發生。

因此，在建築物結構上已採用合理之重現周期進行設計，而有所謂「小震不壞、中震可修、大震不倒」之原則，故污水下水道管線亦應比照此種原則，並依管線之重要性及其維修之難易性，來訂定分級之耐震基準。參考日本下水道協會編撰之「下水道設施之耐震對策指針與解說」之內容，有關下水道耐震基準大致上

可分為：

1.「重要幹線」，不論已設或新設之管線在遭受到 A 級地震振動時，需能確保其設計輸水能力(輸水流量)。在遭受 B 級地震振動時，必須確保其具有通水功能(輸水功能)。另外對於地域防災上所指定緊急輸送道路，則須確保其車輛通行之交通機能。

2.「其他管線」，以新設管線為對象，在遭受到 A 級地震振動時須確保其設計輸水能力(輸水流量)，在遭受 B 級地震振動時則無耐震需求。另外對於既設之其他管線亦無耐震之需求。

有關管線耐震設計之基準，如表 3.8，而「重要幹線」與「其他管線」以及 A、B 級地震之定義如下：

表3.8　管線耐震設計之基準

對象管線		地震等級劃分		耐震性能需求	
		A 級	B 級	A 級	B 級
重要幹線	對象 A～C 及 E～G	O	O	確保設計輸水能力	確保通水功能
	對象 D	O	O	確保設計輸水能力 確保交通機能	確保通水功能 確保交通機能
其他管線		O	—	確保設計輸水能力	—

註：1.設計輸水能力：指水理計算書中所記載管線之設計輸水流量。

2.通水功能：指受地震造成管線發生龜裂或沉陷等損害而無法維持原設計輸水能力，但可採修補或替代對策而使污水可從上游流至下游之狀態。

3.交通機能：地域防災上所指定緊急輸送道路之車輛通行機能。

(1)重要幹線：指主、次幹管及其他具有特殊重要性之管線，其主要衡量原則及對象如下：

①流域之幹管。

②直接銜接於抽水站及處理廠之幹管。

③橫跨河川或鐵軌之管線，受地震災害恐會發生二次災害事故之管線，以及修復極為困難之幹管。

④埋設於緊急輸送道路下，於受災時可能導致重要交通機能障礙之管線。

⑤自廣闊排水區域直接連接至排水口之管線。

⑥銜接至防災據點及避難所以及地域防災對策上必要設施之排水管線。

⑦其他在收集及輸送功能上，屬系統中相當重要之管線。

(2)其他管線：指重要幹線以外之管線。

(3)A級地震：約指中央氣象局地震震度分級表中5級震度(含)以下，相當於土木建築設計規範或準則中，所規定之一般地震外力。通常指設施使

用年限中，可能遇到一次或兩次之地震。

(4)B級地震：約指中央氣象局地震震度分級表中6級震度(含)以上，相當於在斷層區或發生在陸地附近之板塊錯動地震或垂直型地震。通常指在設施使用年限中發生頻率甚低，但規模較大之地震。

3.5.4 下水道管線之耐震對策及原則

下水道管線之耐震對策，包括基本對策及具體對策。 1.基本對策：於易被破壞之部位儘可能採用可撓性之構造或設置撓性接頭。 2.具體對策：加強管線及設施之抗震強度及性能。

解說：

1.管線耐震之基本對策

污水下水道管線應於耐震設計時就地盤特性、地震特性、埋設位置、埋設深度、回填材料、管材、管徑、接頭、施工方法等加以考量其耐震性能，而管線耐震對策之基本原則，應儘可能採可撓性之構造，以期儘量將外力分散。依照管線之不同受力部位，其耐震對策之基本原則如下：

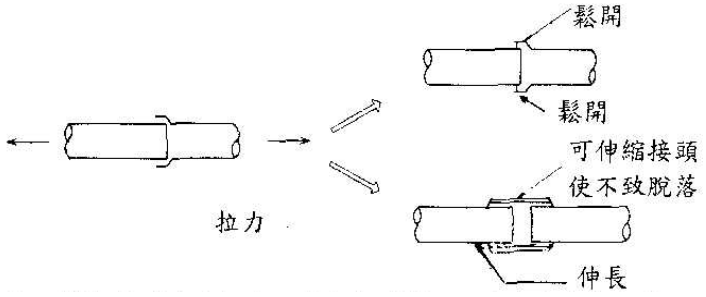
(1) 管體受拉力之部位，必須使其具有可能伸長或容許偏移之構造，以防止其脫落(如圖 3.21)，如承插式接頭之插入長度增長或採可伸縮之接頭。

(2) 人孔或管體受壓縮之部位，必須使其在受擠壓時，具有可伸縮材料以吸收變位或緩和衝擊之構造，以減少其損害(如圖 3.22)。

(3) 人孔或管體會產生彎曲之部位，必須使其具可撓性或可彎曲之材質或構造，以避免其破壞(如圖 3.23)，如可撓性接頭、可伸縮接頭或承插式接頭之插入長度增長。

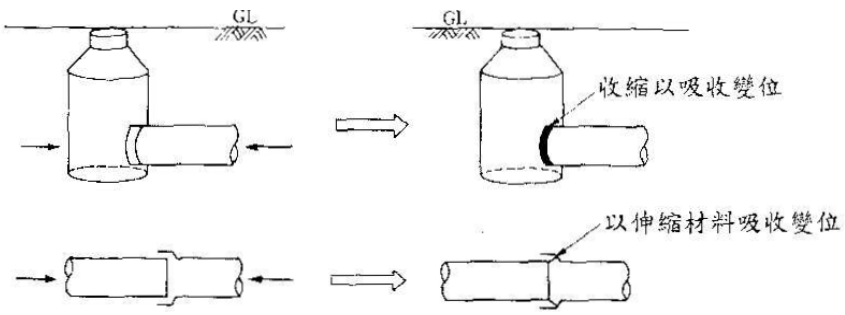
(4) 人孔會產生剪力之部位，必須使其緊結或容許有側脫、偏移之構造，以避免構造受損或砂土流入(如圖 3.24)。

(5) 人孔或管體承受下陷或上浮力時，應以地盤改良為對策，若要保持通水功能時，必須使其具有撓性或可彎曲之構造(如圖 3.25)。



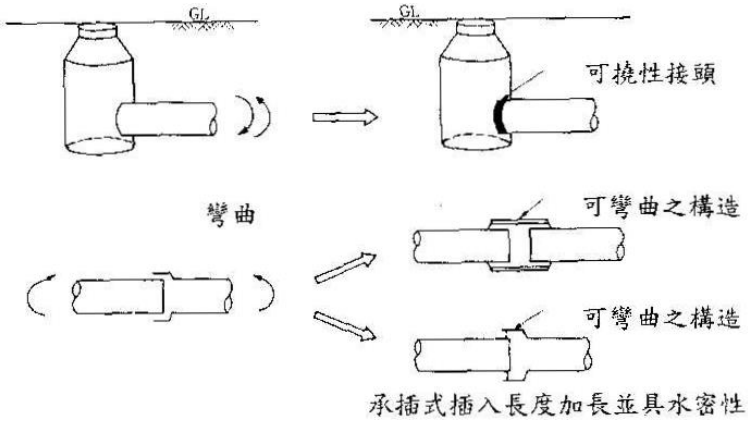
註：管線接頭發生拉力之部位如圖所示，若其容許偏移量如所示之範圍程度，則視為可確保設計輸水能力之構造。

圖 3.21　受拉力之部位



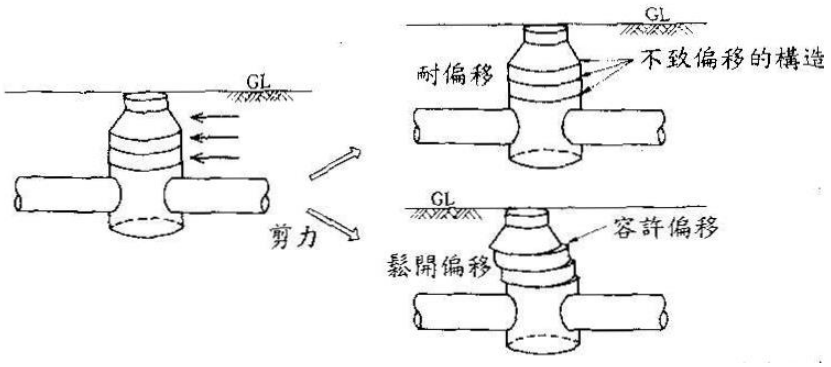
註：管線與人孔之接頭或管線與管線之接頭，會發生壓縮之部位，如圖所示，須採用對壓縮力有充分耐力之材料或構造。

圖 3.22　發生壓縮之部位



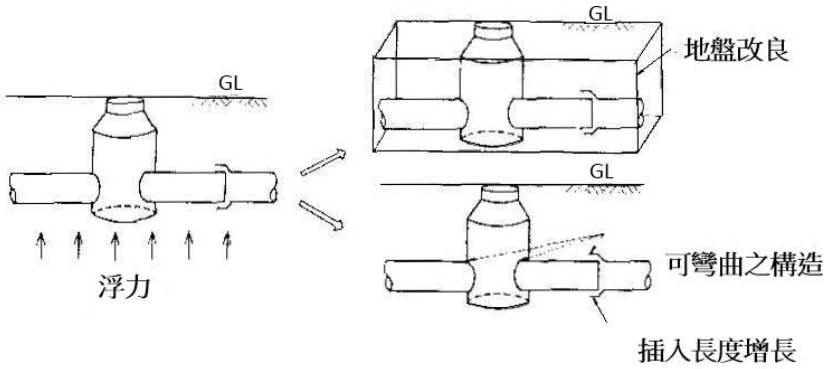
註：管線與人孔之接頭或管線與管線之接頭，會發生彎曲之部位，如圖所示，須採用具有可撓性接頭之材質或構造。

圖 3.23　發生彎曲之部位



註：人孔側塊等承受剪力之部位，須如圖所示具有不會偏移之構造，或者其容許偏移量應不致使砂土流入。

圖 3.24　發生剪力之部位



註:土壤液化之過剩孔隙水壓所產生之上浮力,必須依圖於管路周邊之地盤實施地盤改良，此外為確切保持通水功能之故，其接頭須具可撓性、耐彎曲及插入長度增長之構造。

圖 3.25　受浮力之部位

2.管線耐震之具體對策

一般管線耐震設計之具體對策主要包括液化之對策及地震振動與地盤變位之對策，除考量液化之判別及地盤之改良外，為提升管線設施之耐震能力，其重點在於加強管線接頭之耐震性能，例如採取具有伸縮、撓曲或防止脫落之接頭等方法。有關管線耐震設計之具體對策，如表 3.9，另外人孔與管線及管線與管線之耐震對策例，如圖 3.26 及圖 3.27。

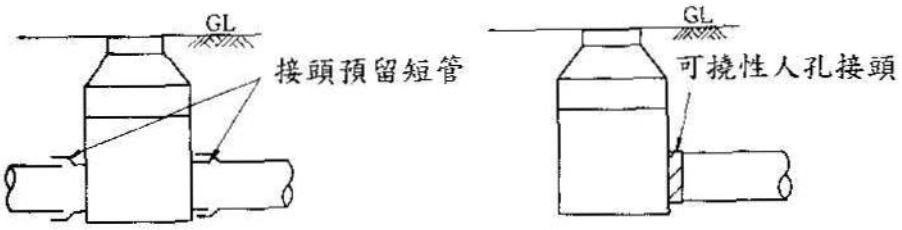


圖 3.26　人孔與管線接頭耐震對策之圖例

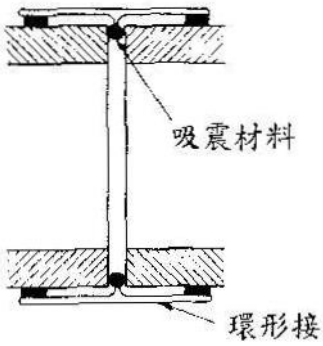


圖 3.27　管線與管線接頭耐震對策之圖例

污水下水道管線最簡易有效之耐震對策即是設置撓性接頭,有關可撓性伸縮接頭之種類、構造及變位特性，如表 3.10，以下為應優先設置可撓性接頭之場所：

(1) 管線銜接池體、人孔、陰井、建築物等結構物時，應設置撓性接頭。

(2) 管線穿越壁體、河道、橋臺、基礎及伸縮縫等結構物時，應設置可撓性伸縮接頭。

(3) 採明挖施工之管線埋設於軟弱地盤時，應設置可撓性伸縮接頭。

(4) 重要避難場所(如避難所、後方醫療設施、社區公園及 20 公尺以上避難道路等),其陰井與管線銜接處及公共污水人孔與管線銜接處，應設置撓性接頭。

(5) 管線採推進時因採用鋼套環，可不須設置撓性接頭。

3.5.5 下水道管線耐震設計程序及設計方法

1. 下水道管線耐震設計程序為調查、確定地盤條件、管線主體與人孔主體之檢討、管線接頭及人孔與管線接頭之檢討以及液化時上浮或下陷防止對策之檢討等。
2. 下水道管線之應變分析理論甚多，主要耐震設計方法為應變位法。

解說：

1. 污水下水道管線耐震設計之基本原則，應優先考量地域之特性、地形、地盤種類及可能之斷層位置，如無法避免佈設於斷層帶、疏鬆或飽和砂質地層、地層突然變化地區、斜坡及有滑動、坍塌或具液化潛能之地點，則更應注意探討地質條件對管線之影響，或以適當之工程手段，改善地質特性，以降低地震對管線之可能衝擊。

   污水下水道管線之耐震設計可區分為「重要幹線」與「其他管線」,其耐震設計程序包括調查、確定地盤條件、管線主體與人孔主體之檢討、管線接頭及人孔與管線接頭之檢討以及液化時上浮或下陷防止對策之檢討等五項順序，茲分別說明如下：

   (1)調查：須充份調查管線埋設之地區特性、地形、地盤、地質、斷層及液化潛能等，以取得耐震設計所需之土壤參數。

   (2)確定地盤條件：包括地盤之彈性、彈性波速度、固有周期、變位、地盤周邊之液化判定及非液化地盤之永久應變等。其中有關液化潛能之評估或判別，如沖積層之砂質土層具有以下特性時則須進一步加以評估及判定。

   ①地下水位在地表面下 10 m 以內,且地表面下 20 m 內含有飽和之土層。

   ②細粒料成分含量在 35%以下之土層，或細粒料成分超過 35%時而其塑性指數 Ip 值在 15 以下之土層。

   ③平均粒徑 D50 在 10 mm 以下，且 10%通過粒徑 D10 在 1 mm 以下之土層。

   (3)管線主體與人孔主體之檢討

對 A 級地震振動，用容許應力法或使用臨介狀態設計法實施設計。

對 B 級地震振動，除應用前述方法設計外，並採破壞臨介狀態設計法進行查核設計。

(4)管線接頭及人孔與管線接頭之檢討

①重要幹線

管線接頭及人孔與管線之接頭如破損或有間隙，將使管周邊之砂土流入，恐會阻塞而影響通水功能，在 B 級地震時，重要幹線必須保持此一必要之通水功能(如管線設施佈設於液化地盤之護岸近旁或非液化之傾斜地盤時，必須考量地盤永久應變之對策)。

②其他管線

人孔與管線之接頭檢討，因管線主體及人孔主體等屬於現有製品，具有充分之安全性，故僅須對人孔與管線接頭實施檢討。

(5)液化時上浮或下陷防止對策之檢討

地震時地盤液化之超額孔隙水壓將造成管線之漂浮，而液化後土壤之壓實作用將造成管線之下陷，均將阻礙污水之輸送功能。為防止上浮或沉陷，宜選擇最適合之工法，以克服液化或側向位移之問題。

2. 地下管線地震時應變分析之理論甚多，包括簡化分析法、靜力分析法(線彈性模式或彈塑性模式)、半靜定分析法、振態疊加法、反應(應答)變位法、波動法及相對變形法等，原則上多係採簡化管線結構與土壤性質之方法，以便於分析模式之建立。

(1)有關下水道管線耐震計算方法之主要原則及要點如下：

① 管線耐震設計計算，原則上係採用反應變位法(response displacement method)，並採靜定分析。

②反應變位法係利用地震紀錄資料計入適當之地震振動型態(如地震震度及地震加速度等相關參數)以進行分析，再利用地震時地層土壤之變位與變形來計算管線之內應力，亦即地震時土壤之變位傳至管線造成管線相應之變形，並由此變形計算出管線之應力、彎曲與位移量。

(2)反應變位法的基本概念

所謂地下構造物都可視為被土壤包圍的空洞構造物，所以就單位體積而言，地下構造物的質量都比周圍地盤還小。因此，地下構造物將不會因為自體的慣性力而產生對地震的反應震動，一般認為，地下構造物在地震時的變動其實是被周圍地盤的變化所支配。

(3)反應變位法之假設條件如下：

①上層地盤之剪斷彈性波速度在深度方向大略一致。

②地盤變位算出時，地下構造物(管線等)所在場所並非空洞，而是必須將土壤加以考量。此外，地下構造物之剛性則不需考量。

③管線與橫斷面為剛性相同之環。

④為實現管線與地盤相互作用之制動特性，環周圍在法線及接線方向之地

盤須加以設計。

⑤相對於地震力而考量地盤變位及地盤內應力，均屬於靜定作用。

(4)管線耐震設計是依據反應變位法求出管體應力、應變及管線接頭在管軸方向之伸縮量與撓角，以進行安全性分析。

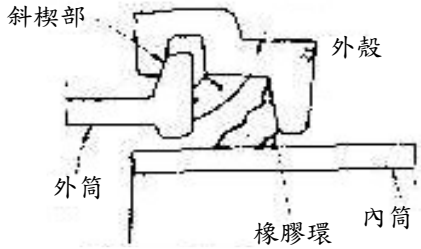
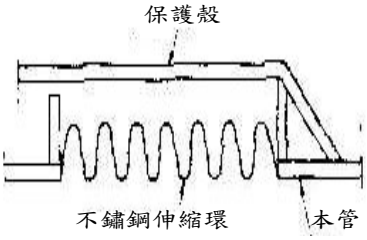
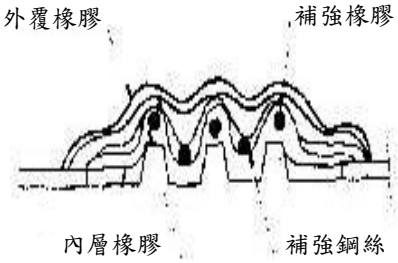
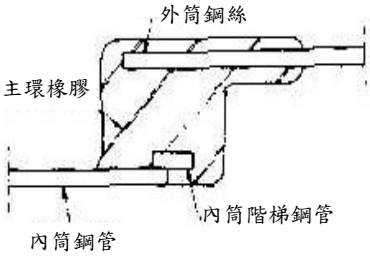
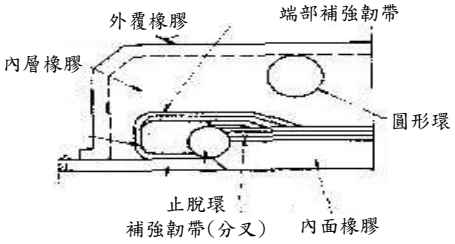
(5)對於因地盤開裂與土壤側向流動而使管線埋設位置改變時，其安全性分析即是檢核管線承受此等地盤變化之能力。

(6)管線與管線、陰井或人孔等接合處，或地盤變化甚大之處，依其管材或條件，地震時若可能產生較大之應力、應變與相對位移時，尚需以動態分析法加以檢核。

表 3.9　管線耐震之具體對策

項目				重要幹線(含人孔)之對策	其他管線(含人孔)之對策
液化之對策	回填材之判別			・須進行周圍地盤之液化判別。 ・針對回填土部分，就周圍地盤之地下水位、強度及管渠埋設深度來研判液化受災之可能性。	・至少依據既有資料及地形條件等，進行周圍地盤之液化判別。 ・針對回填土部分，就周圍地盤之地下水位、強度及管渠埋設深度來研判液化受災之可能性。
	周圍地盤對策	恐有液化之虞的地盤	基礎地盤	・應實施地盤改良等對策(必須同時檢討管材及基礎之因應方法)。	—
			回填材	・明挖施工中，採用不致產生液化之回填材(如採用改良土及碎石等)。	・明挖施工中，採用不致產生液化之回填材(如採用改良土及碎石等)。
		應有液化之虞的地盤	回填材	・明挖施工其地下水位較高、覆土較深或周圍地盤較脆弱之處所，採用不致產生液化之回填材(如採用改良土及碎石等)。	・明挖施工其地下水位較高、覆土較深或周圍地盤較脆弱之處所，採用不致產生液化之回填材(如採用改良土及碎石等)。
地震振動及地盤變位之對策	管線本體之對策			・為防管軸方向產生裂痕，須檢討管線之種類及基礎構造等。 ・可能有液化之虞的地盤，或地盤急遽變化而採用潛盾施工之場所，可提高接頭螺栓之強度，採用彈性墊片，檢討樑高及檢討二次襯砌加設鋼筋等方法。	—
	人孔本體之對策			・應採用人孔主體不致偏移或容許少時偏移之構造。	—
	管線接頭之對策	人孔與管線接頭之對策		・為提升耐震性，可採用可撓性接頭。 ・在支撐管匯集井之接頭或接於主管之接頭，特別重要時須檢討採用可撓性接頭。	・為提升耐震性，可採用可撓性接頭。 ・在支撐管匯集井之接頭或接於主管之接頭，特別重要時須檢討採用可撓性接頭。
		管線與管線接頭之對策		・為防止脫落及圓周方向之裂痕，應使用抽入長度長，且可彎曲並具有水密性之接頭。 ・地盤液化之虞或地盤急遽變化之處，如採用潛盾工法時，應檢討使用弓型支保環片。 ・壓力管之接頭應具有伸縮、撓曲、防止脫落等之耐震性能。	—
	地盤特性急遽變化之對策			・為提升耐震性，應進行地盤改良或採用可撓性接頭等。 ・可選擇具有抵抗較大應力變化能力之管材。	—

表3.10　可撓性伸縮接頭(鋼管及鑄鐵管)之例

分類	種類	概略構造	變位之主要材質	變位特性
摺動形	交叉型		橡膠環	伸縮、偏心、可動、扭曲吸收用
波浪形	不銹鋼伸縮環型		不銹鋼層	
	橡膠伸縮環型		補強韌帶層	
橡膠形	橡膠剪力特性型		橡膠楔塊	
	橡膠伸縮特性型		橡膠套筒	

第四章　抽水站設計

4.1 概說

抽水站在下水道系統的基本構想中，於概念設計階段，就應先檢討是否要設置及設置位置，並進行基本設計，繼而進行細部設計，並製作設計圖說。其後進行建設施工，開始供用，最後進入維護管理階段。

本章就抽揚水站，由計畫、設計階段開始，包括土木、建築、機械、電機各種設備及設備的耐震設計，並於抽水站開始供用後，進入機械設備的運轉管理及包括維護管理費用等，做綜合性的檢討。

4.2 抽水站計畫及設計

抽水站為管線在自然重力流下，由於地形較平坦，基於坡度需要而愈下游埋設愈深時，或者管線系統至污水處理廠而要使進流水呈自然重力流，或者處理後無法藉重力放流時，所需的揚水設施。

4.2.1 小規模抽水站

小規模抽水站，係指小規模污水下水道輸送系統之抽水量在 8 m^3/min 以下，或於檢討其後段污水處理廠前處理之型式及污水貯留能力，最大量 16 m^3/min 之設備為適用範圍。原則上使用沉水泵，通常為不設沉砂池的套裝形污水抽水設施。

解說：

抽水站的規模，於考量計畫污水量、揚程及進流管管底高程等決定之。其設計考量與中大規模抽水站並無太大差異。

本章之小規模污水抽水站，由於係分流式，其進流水中含砂量較少，盡可能以經濟性為考量，可不設沉砂池。

小規模污水抽水站，其使用系統，如圖 4.1。

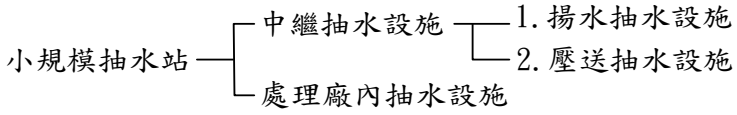


圖 4.1　抽水設施種類

1. 中繼抽水設施

(1)揚水抽水設施

於平坦的地形埋設管線，管線愈長，在所需坡度要求下，埋設愈深，建設費愈高而不經濟。而於適當的位置將水流揚升，增加其重力往下流，

以減少管線的埋設深度，此時所使用的抽水設施稱為中繼揚水設施。

揚水抽水設施建設位置的選定，除建設費外，也必須考量維護管理的方便性。

揚水抽水設施的總揚程，以實際揚程為主，管件等損失比較小，揚水抽水設施如圖 4.2。

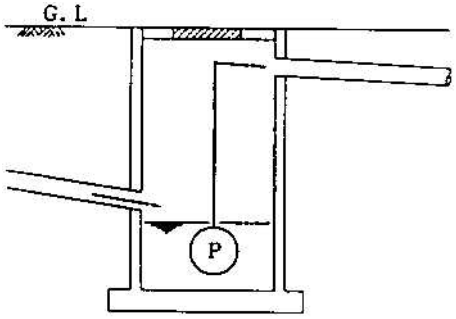


圖 4.2　揚水抽水設施示意圖

(2)壓送抽水設施

在地形起伏較大的地區埋設管線時，從較低處將水壓送至高處後，使其可藉重力流往下或至另一低點處，或直接壓送至污水處理設施(廠)，所使用的抽水機，稱為壓力抽水設施。

其所需總揚程，包括實揚程及壓送距離間的各種損失水頭。壓力抽水系統，如圖 4.3。

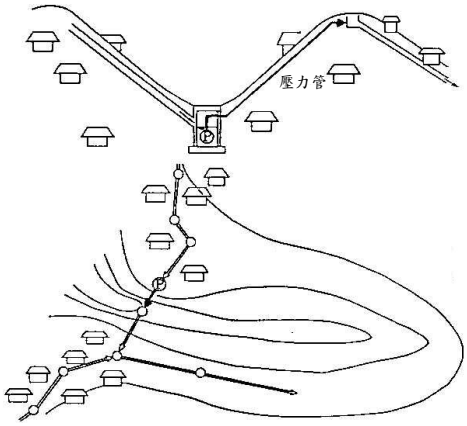


圖 4.3　壓送抽水系統示意圖

2. 處理廠內的抽水設施

小規模污水處理廠內所設置的抽水設施，包括用以將進流水抽至污水處理設施的揚水，或做壓力用的抽水設施，而除流入污水之抽水外，尚有從污泥處理設施抽送的分離水、脫離液、浮渣、沉澱池污泥的抽送或迴流污泥的

抽送等，使用種類多，功能不同，必須依污水、污泥等特性選用之。

4.2.2 抽水設施設計考量

抽水設施的設計，必須考量下列決定之：

1. 抽水設施設計時，其設置、設備及維護管理等，皆能以簡單化考量。
2. 抽水站的計畫污水量，以最大時污水量計畫。
3. 抽水站在非常時對應之備用發電，於考量當地的停電狀況、供電狀況、污水管內貯留等決定之。
4. 抽水設施抽水機計畫，依計畫抽水量，應有備用台數。

解說：

1. 抽水設施原則上應為無人駐廠(站)管理運轉，而採巡迴點檢管理，因之設施和設備皆應朝向簡單化，以節省建設費，並確保維護管理容易。例如沉砂及攔污等，為減少維護管理所需人力，而以不使在抽水站內產生沉砂及篩渣物或盡可能少量考量之。

   抽水站之壓力管有污水腐敗、進流水變動大等缺點，因之應就收集系統為重力式、真空式或壓力式等加以比較，檢討出最合理的配置。
2. 分流式污水下水道的中繼抽水站及處理廠內的抽水站之計畫污水量，為能使流入的污水，盡快揚水或抽水，因之以計畫最大時污水量設計。

   另小規模污水處理廠的抽水站，若廠內的迴流水量與進流水量比率較大時，則應與計畫最大時污水量合併計算之。
3. 抽水站停電時之緊急應變，以當地過去停電狀況、恢復供電情形及管內可能貯留狀況加以考量決定，若為人孔式抽水機原則上可不設置備用發電設備，但若為套裝形抽水站，必要時可考量設置備用發電設備。
4. 計畫抽水量之抽水機設置台數(含備用 1 台)，在 0.5 CMS 以下為 2～4 台。

4.3 抽水站種類

4.3.1 抽水站的種類

抽水站的種類，可分為下列兩大類：

1. 人孔型式抽水站
   (1)圓形人孔抽水站(組裝式)。
   (2)方形人孔抽水站。
      ①組裝式方形人孔型式抽水站。
      ②現場場鑄人孔型式抽水站。
2. 套裝形抽水站
   (1)附有破碎機之套裝形抽水站。
   (2)附有攔污柵之套裝形抽水站。

解說：

由於分流式小規模污水下水道，進流水中的砂土及粗大物，一般混入量較少，故有考量不設置前處理的人孔型式抽水站，或設置最小規模前處理設施的套裝形抽水站。

小規模中繼抽水站，無論哪種型式都會將污水中的雜質及砂土壓送至後段，因之在承接側的處理廠皆應設置細攔污柵，以去除該等雜物。

1. 人孔型式的抽水站，以不設置前處理設施、通風及脫臭設備為原則，為僅有抽水機、配管和閥類的抽水站。

   電氣設備多為屋外設置，原則上不設備用發電設施，而以管內貯留或以可移動式備用發電裝置替代。

   人孔型式抽水站之形狀有圓形及方形，為混凝土構造，而於必要的深度處組裝的組裝式，及於現場場鑄施工的現場場鑄式。

   (1)圓形人孔抽水站(組裝式，如圖 4.4)

   原則上使用在最大時污水量在 1.6 m^3/min 以下的場所，抽水機設置台數為二台，由於係組裝人孔，故可設置於道路下。若可確保用地，則可採用適當人孔，並設置攔除雜物的吊籃裝置，其周邊可考量種植植栽等景觀設施。

   (2)方形人孔抽水站

   方形人孔抽水站，比起圓形人孔抽水站，其內部空間較大，適用於用地較大的場所。原則上應設置攔污用的吊籃及吊升抽水機的吊升設備。

   ①組裝式方形人孔(如圖 4.5)

   可使用於最大時污水量 3.2 m^3/min 以下場所，抽水機台數依流量可為 2～3 台。

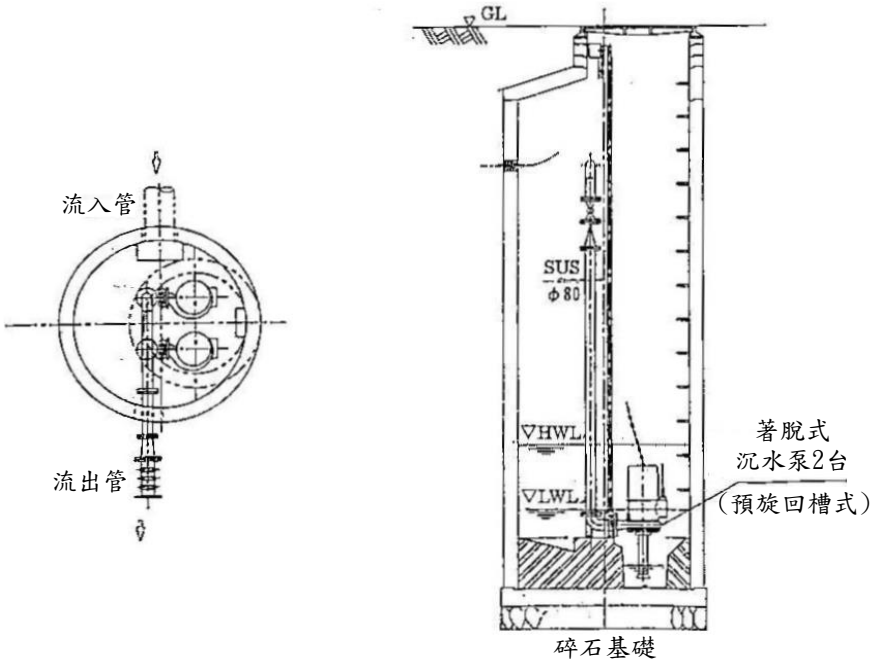


圖 4.4　圓形人孔抽水站(組裝式)

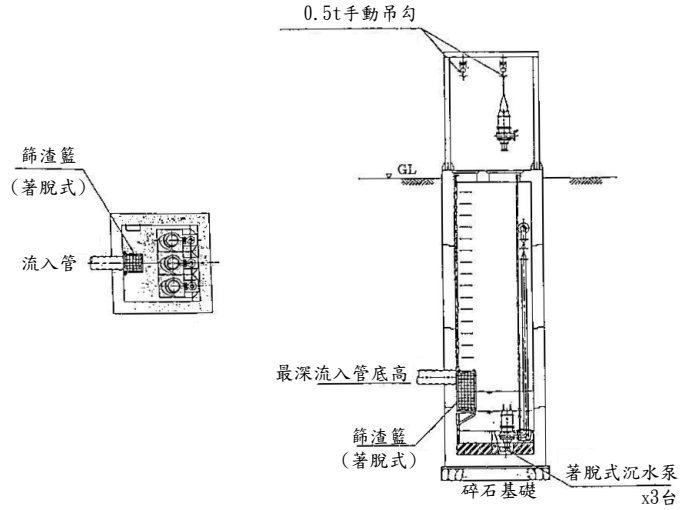


圖 4.5　組裝式方形人孔抽水機例

②場鑄人孔抽水站(圖 4.6)

適用於污水量最大時 3.2 m^3/min 以下場所，抽水機台數依污水量，可為 2～3 台。

現場場鑄抽水站，其形狀不受限制，但要設置維護管理上最低需要的進流閘門，必要時設置中間板台。

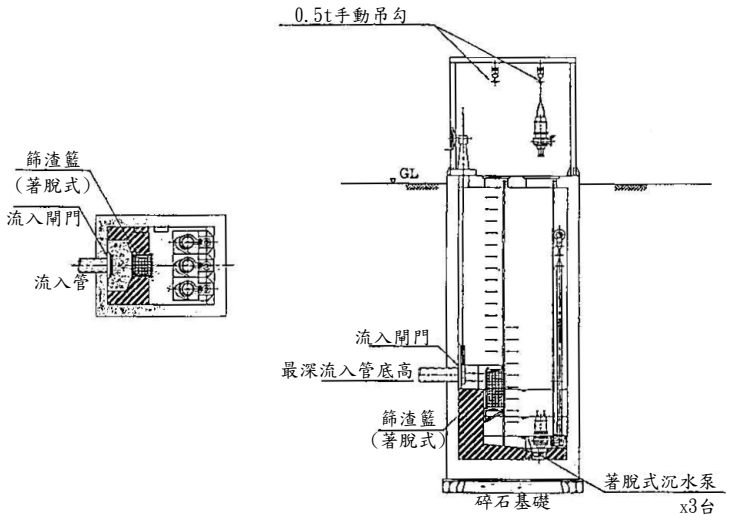


圖 4.6　場鑄人孔抽水站例

2. 套裝形抽水站，原則上使用最大時流入量在 8 m^3/min 以下場所，抽水機台數依污水量及分期建設計畫，可為 2～4 台。

套裝形抽水站，為設置有可去除粗大雜物的破碎設備，及前處理除篩渣設備，其他進流閘門、脫臭設備、繞流閘門、吊升設備等，另備用發電設備也可加以檢討設置。

(1)附破碎機套裝形抽水站(圖 4.7)

係指在套裝形抽水站中附有破碎機者，粗大的雜物可藉在管渠上設置的破碎機直接破碎，並經除渣機篩除，於管渠上破碎後再投入管渠中，藉抽水機一併壓送。

又自動除渣設備及破碎機併用時，其所需空間，應加考量。

(2)附除渣機之套裝形抽水站(圖 4.8)

在套裝形抽水站中，前處理設備設有除渣設備者，對於可能造成阻塞的粗大雜物，以自動除渣機去除，並搬出場外。

4.4 抽水站構造

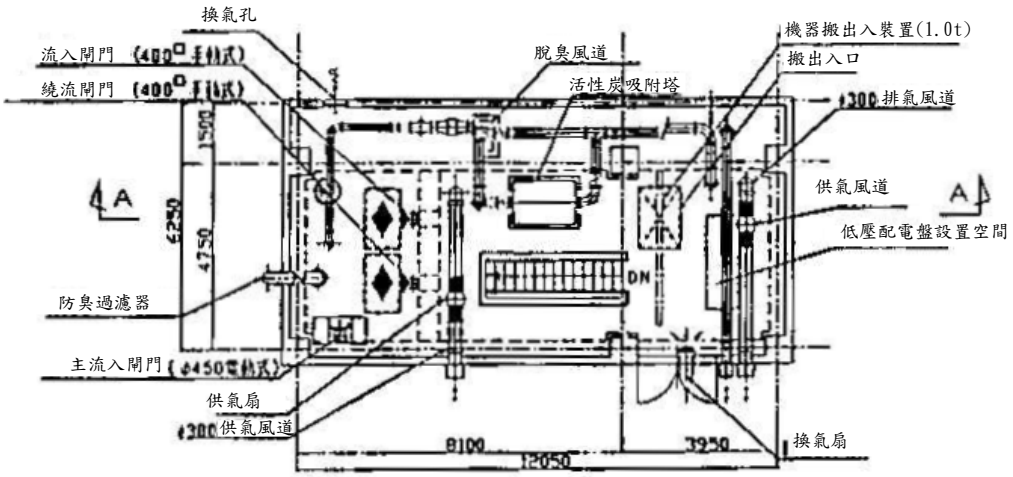
4.4.1 抽水站的構造

抽水站的構造，依下列考量決定之：

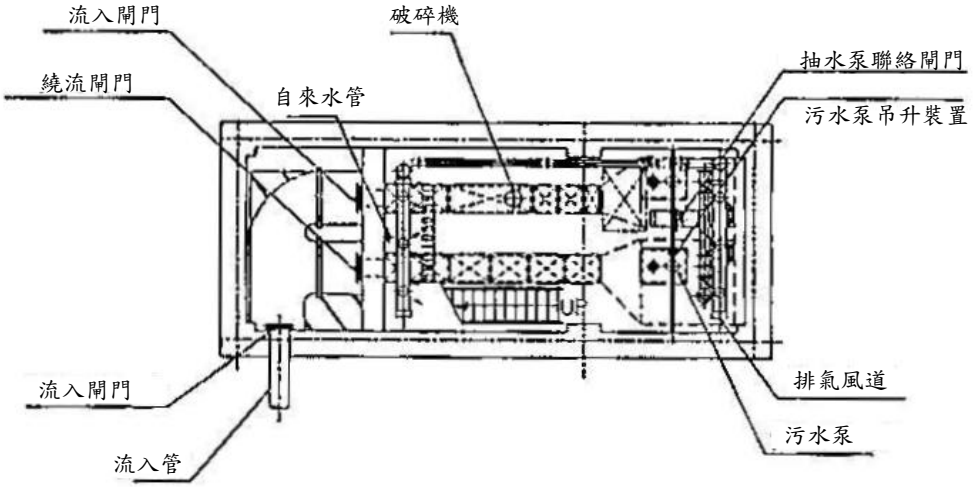
1. 抽水站的形狀，依計畫污水量、進流管的深度及方向，用地的形狀、壓力管的方向、抽水機的台數、前處理設備等考量後決定之。
2. 整體構造，依承受上載負荷及土壓、水壓等之安全，同時考量上浮壓力，且具水密性及耐久性，盡可能為簡易者，並應為室內建築，以策安全。
3. 機械器具、配管等，具耐腐蝕性的優良材質。
4. 進流管及出水管及分期設置之位置，應充分考量維護管理決定之(圓形人孔抽水機者)。
5. 抽水井蓋板的形狀、構造，必要的強度、大小等，以維護管理方便性考量後決定之。
6. 套裝形抽水站之電氣裝置，應能避免淹水。
7. 人孔型式抽水站，原則上不設流入井、貯砂槽等，也不設廠房。
8. 套裝形抽水站，原則上應設置在建築物內，又因設有進出及至地下之上下平台，而被抽水井分割成兩部分，建築物建置盡量小型化。

解說：

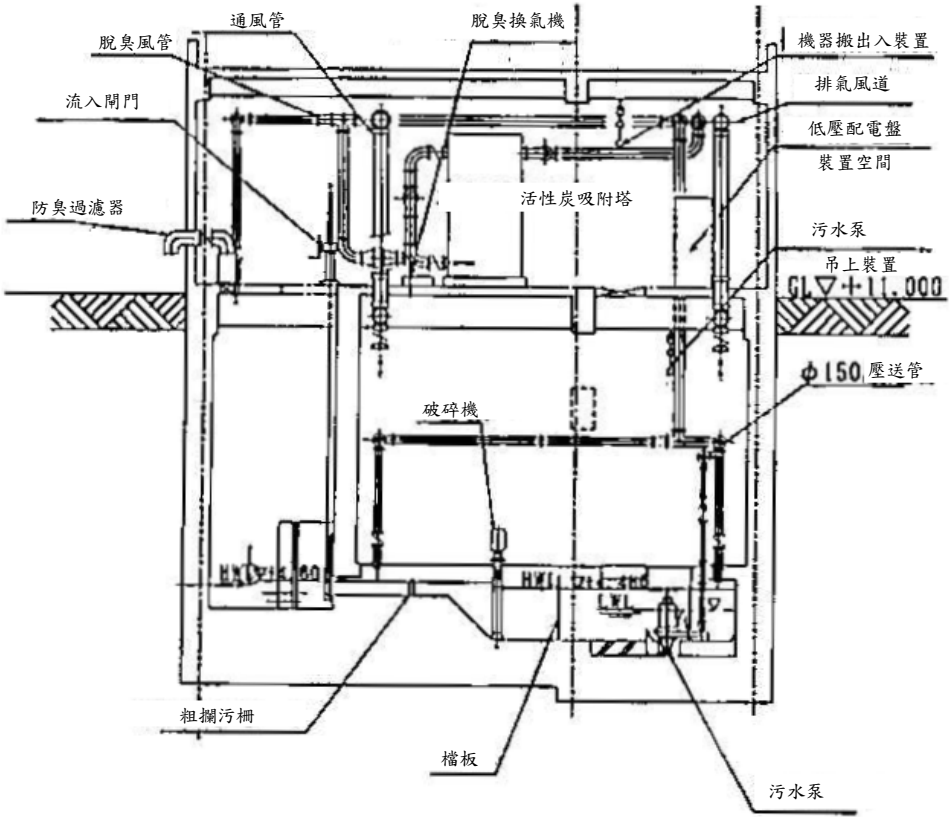
1. 抽水站的形狀，依計畫污水量、抽水井容量、進流管的深度及方向、用地形狀、壓力管的方向、抽水機設置台數、設置方法加以考量後決定。套裝形抽水站，於確定砂及雜物的處理方法後，決定其形狀。
2. 整體構造，依符合設置條件具充分強度，且為水密性、耐腐蝕之混凝土構造，以達耐久性，並為簡易的構造。由於考量為巡迴性管理，基於安全應為室內型構造。構造上圓形或方形人孔型式抽水站，為預鑄混凝土製品。現場場鑄人孔型式抽水站及套裝形抽水站，則為鋼筋混凝土構造。位於地下水位高之抽水站，則應考量地下水之上浮力進行構造設計。



一樓平面圖

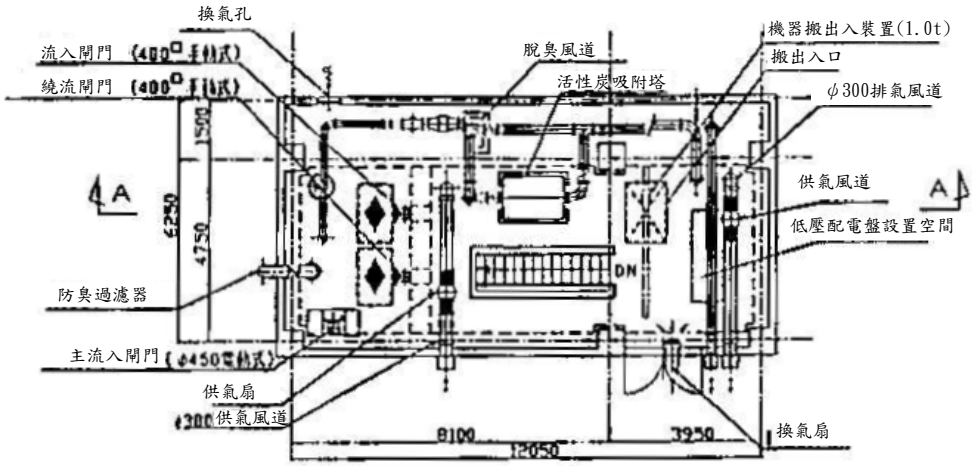


地下一樓平面圖

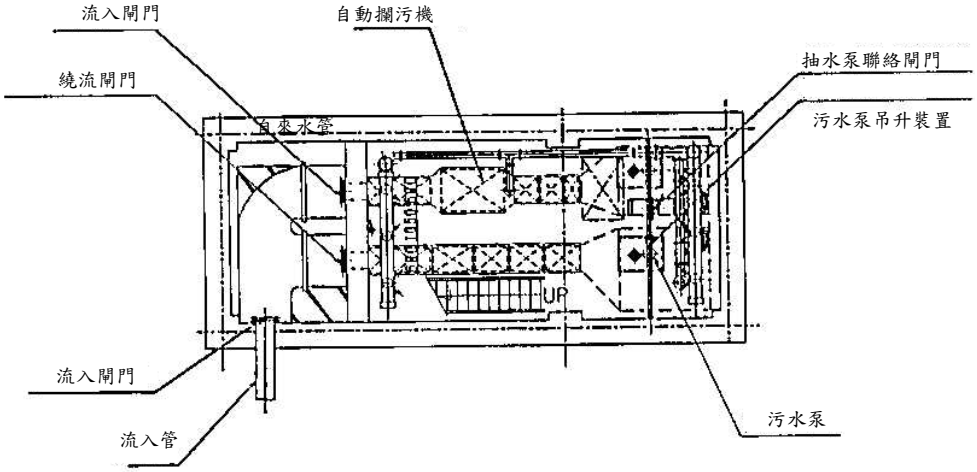


A-A 斷面圖

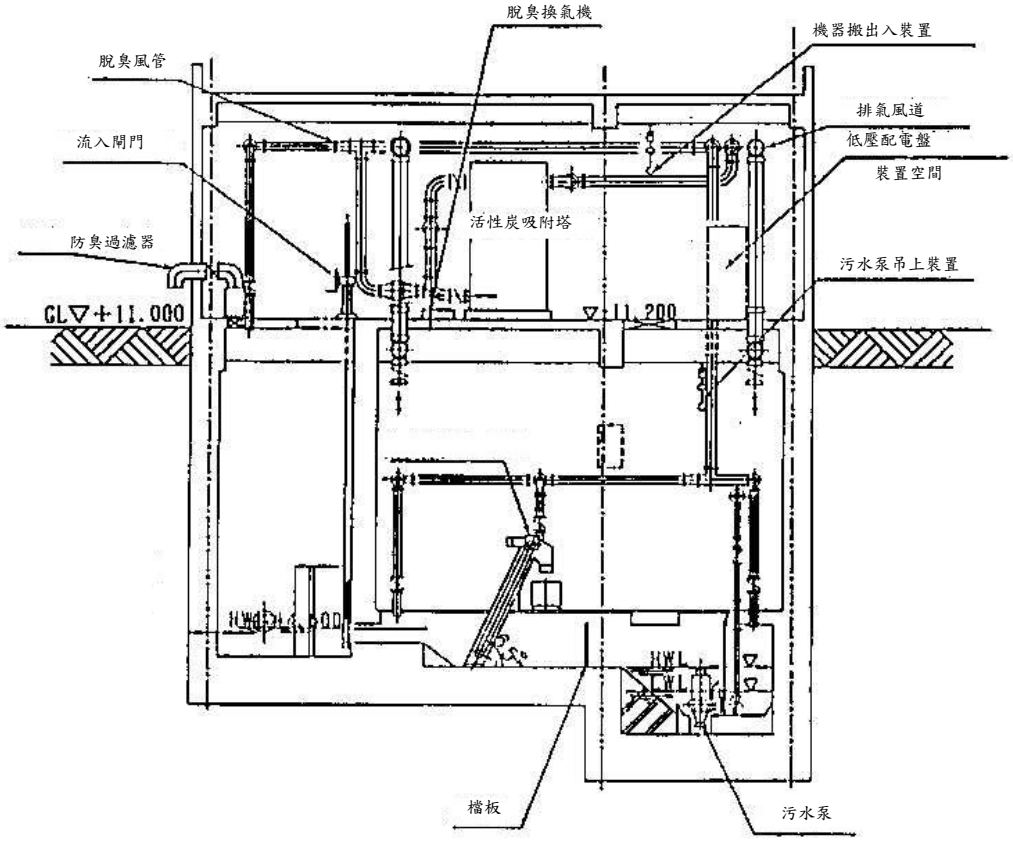
圖 4.7　緊密型抽水站例(附破碎機)(日本)



一樓平面圖



地下一樓平面圖



A-A 斷面圖

圖 4.8　緊密型抽水站例(附攔污柵)(日本)

3. 抽水站內的機械設備及配管，原則上應具耐腐蝕性的材質，人孔內的配管，以採用不鏽鋼管或 DIP 等。若為臨時性的設施，也應檢討其耐用年限、經濟性及其材質。
4. 有關維護管理的考量，包括進流管、出水管及台階的位置關係，依下列決定：
(1)進流管

為保護抽水機，進流管設置應有流入緩衝設施，進流管的方向、階梯及流入緩衝設施不能影響抽水機升降，因之進流管應距階梯中心左右方各 70 度方位的位置設置(如圖 4.9)。

進流管若為複數，則應注意其流入緩衝以達互不干擾。

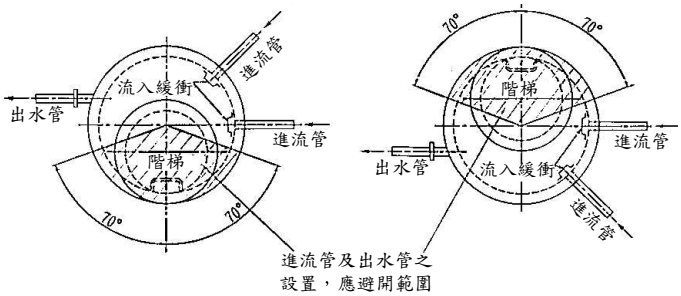


圖 4.9　進流管、出水管及階梯位置關係

(2)出水管

人孔槽內的配管及出水管的接合方法，於台階設置位置以外的三方向為原則(圖 4.10)。

出水管之方向若與三方向不同時，人孔內的配管因太窄可轉至人孔外的方向，使與出水管接合。

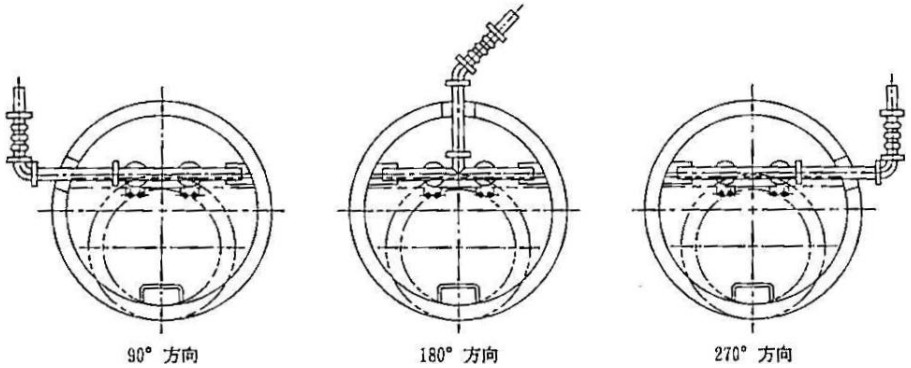


圖 4.10　階梯及出水方向

5. 人孔型式抽水站的人孔蓋，由於需經常性進行維護管理，因之會較一般人孔蓋有較多的開關頻率，除應加強其耐用，同時也要為開關作業容易的形狀、材質及構造。人孔蓋的開口，應確保抽水機等機器的搬出入，維護管理作業

進出所需大小。又若開口較大，其蓋應考量一人也能容易開啟的親子蓋或分割蓋。若人孔形抽水站設置於道路底下，開口宜設置於人行道，並應採用符合其外部載重的材質。

若設置於專屬用地時，可考量使用較輕的 FRP 等材質，惟人孔蓋應有栓塞固定，以防遭破壞或被風吹掉造成意外事故。

6. 套裝形抽水站的地下部是允許短暫淹水的構造，抽水站的空間若狹小時，並不於地下設置控制盤類及配電箱，照明器具原則上設置於較高的位置，以能不淹水考量之。
7. 人孔型式抽水站，除為現場鑄造的人孔型式抽水站外，其形狀因受空間限制，並不設流入井及貯砂槽。其固體物則以設置預旋回槽以污水抽水機壓力抽除，側面的清掃，可以高壓洗淨車或真空吸泥車定期清除。
8. 套裝形抽水站，於考量前處理設備發生故障，以選擇更換管渠運轉或設置污水抽水機抽水井加以選擇使用，設置流入井及繞流管渠，而採分別抽水井的設置為適。又應設置地下台階以便上下提供進行維護管理之用。

為控制盤類的保護，應於其上設置小廠房。但若無法設置時，盤類應以柵欄加以安全保護。

4.4.2 閘門設備

人孔抽水站閘門設置之考量如下：

1. 組裝式人孔抽水站，除為現場鑄造者外，原則上不設置閘門。
2. 套裝形抽水站，原則上應設置進流閘門、繞流閘門，必要時應分別設置進流閘門及抽水井聯絡閘門。

解說：

1. 組裝式人孔抽水站，其構造及形狀因受空間限制，而不設置進流閘門，如圖 4.11，以止水栓塞替代。

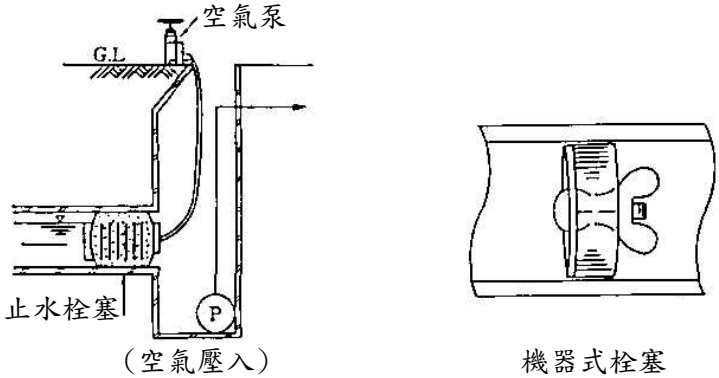


圖 4.11　人孔抽水機止水栓使用例

(1)止水栓塞(注入空氣)

於止水栓球的內部灌入空氣，使止水栓球膨脹而達到止水的能力(栓塞中心附有供繞流機能的管接頭)。

管直徑	100～1,500 mm
容許背壓力(水頭)	7.5～12 m
栓塞球注入壓力	0.17～0.24 MPa
空氣管長度	標準 10 m

(2)機械式栓塞

不灌入空氣，而以人工將螺母栓緊，使橡膠與管體緊密。

管直徑	200～300 mm
容許背壓(水頭)	9～12 m

2. 現場鑄造人孔抽水站，因用地較大，形狀較不受限制，為管渠及抽水井的清掃，及前處理機械設備的維護點檢需要，原則上應設置進流閘門及繞流閘門。閘門的設備中，流入井附近的閘門，於考量使用頻率及維護管理的方法，選擇使用手動式或電動式。若因維持操作機能的重要性，而不能停止之進流閘門，於點檢時可採用止水檔板。

進流閘門以外的閘門，於考量使用頻率及重要性、止水性，以檔板替代檢討之。(如圖 4.12)

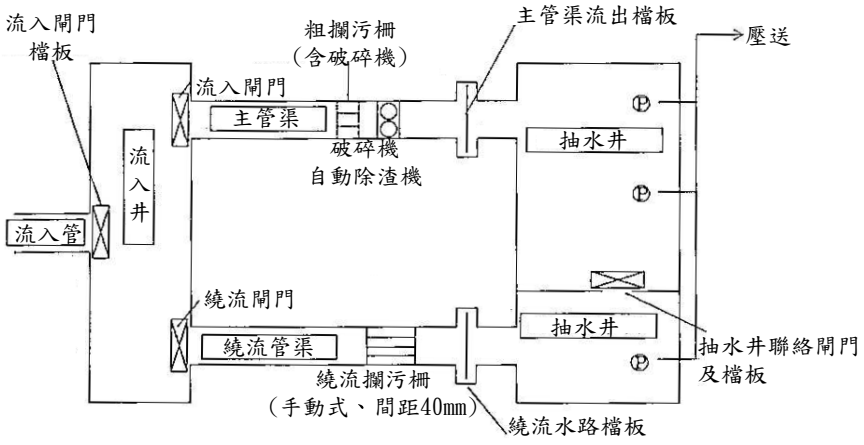


圖 4.12　閘門檔板使用例

小規模進流水量在 3.2 m^3/min 以下者，原則上可不設置緊急斷水閘門。萬一發生異常流入量，抽水井水位即使上升至設定水位以上，抽水機仍可連續抽水，各設備的電動部及電箱應能容許不淹水設計之。

4.4.3 除砂設施

原則上不設置沉砂槽及除砂設備，但必要時可於抽水站內設置貯砂槽。

解說：

1. 分流式小規模污水下水道中繼抽水站，一般流入的砂土較少，可不設置沉砂池或沉砂槽。惟在設計時以設置溝狀底以提升流速，達到管渠有一定的斜坡防止砂土堆積的構造。另於抽水井的底部，使呈傾斜之漏斗狀，使水流形成旋迴流之預旋回槽，以防止沉砂，如圖 4.13。

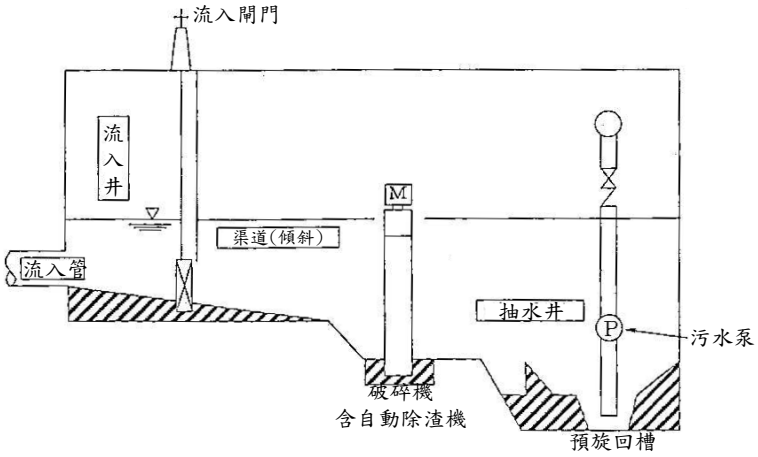


圖 4.13　套裝形之管渠形狀例

套裝形抽水站，由於管渠內的流速慢，雜物及砂土較易堆積，可採下列改善：

(1)降低流入井之底部高程，使污水容易流入貯留之形狀。

(2)進流閘門可以沖洗閘門(flush gate)替代，引導堆積於管渠內的雜物及砂土流入抽水井抽出(附有破碎機時，可設維護管理用的吊掛裝置)。

2. 若因管線系統的特性，可能有大量砂土流入時，可考量設置簡易貯砂槽。分流式污水下水道砂土流入的原因，主要為用戶排水設備及管線施工，或施工完成後管內的清掃不充分，被水直接帶入，故施工監督工作甚為重要。套裝形抽水站設置貯砂槽時，依下列考量決定之：

(1)貯砂槽內的沉砂，應可以真空吸泥車抽出之。

(2)沉砂原則上搬出廠外處置。

(3)若沉砂槽與除渣機併用時，由於貯砂槽內會堆積砂土等雜物而有腐敗問題，原則上可埋設砂或發泡塑膠，並觀察砂土類等流入狀況，另原則上貯砂槽應設於除渣機的後段。

4.4.4 攔污柵設備

攔污柵設備的設置，依抽水站的型式及污水收集地區的狀況，維護管理體制等，加以充分考量決定之。 1. 設置簡易篩渣籃，以去除較大的雜物(人孔型式抽水站)。

2. 設置破碎機，以防止抽水站內產生篩渣物(附破碎機套裝形抽水站)。
3. 設置除渣機，以去除抽水站內的雜物(附除渣機套裝形抽水站)。

解說：

小規模污水中繼抽水站之除渣設備，係為保護抽水機及防止壓力管發生阻塞為目的。惟小規模污水中繼抽水站為無人管理而採巡迴運轉的設施，且因集水範圍小，大型雜物流入可能較少，因此除渣設備之設置以簡易且經濟者考量之，套裝形抽水站設置除渣機，於選定時應考量於後段破碎後渣物的接受方法，或則選用附除渣設備的破碎機。

1. 設置篩渣籃以去除雜物

於足夠用地內設置人孔型式抽水站時所採用的方法，尤其是在管線施工中或通水初期較為需要。設置篩渣籃時，籃體吊掛需要較大的空間。另取出至地面上的覆蓋可能有特殊情形，需加注意，如圖 4.14。

當籃體吊升取出時的維護管理需要有足夠工作空間，並視空間大小決定籃體的大小和吊升方法。

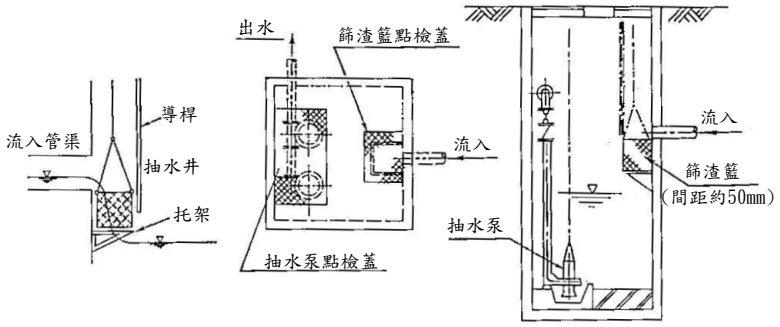


圖 4.14　篩渣籃設置例

2. 為避免因雜物的搬出或維護管理時發生臭氣，可設置破碎機。

在抽水站為使不產生篩渣，可檢討設置附有破碎機之套裝形抽水站。但為防進流水中的砂土、礫石等磨耗破碎機，則可考量設置沉砂槽，再於其後段設置破碎機，並定期沖刷洗淨降低磨損的方法，檢討採用破碎機。

設置破碎機就可省略清理篩渣物，而破碎機的型式有二軸差動回轉式及附有自動篩除器的二軸差動回轉式，其構造如表 4.1。

最大處理能力，若設於管渠內者，以 7～8 m^3/min 為適當。

3. 為防止抽水站抽水機及其配管、閥類發生阻塞，其雜物可以除渣機去除，而採用套裝形抽水站。

為避免阻塞，除渣機的柵距以 20～30 mm 為標準。若污水處理廠不能接受雜物時，其前端抽水站的攔污柵距以 2～5 mm 以去除雜物。又設置攔污柵時，於管渠的欄柵段設置落差，使雜物不會堆積在其前段的構造設計之。

若收集區內的管線持續在施工，造成木片、空罐子等混入時，為保護自動攔污機及抽水機，可考量於前段設置人工清理的粗攔污柵。

若於繞流管渠上設置攔污柵時，可考量直接以垃圾袋收集攔污渣以方便搬出。攔污柵的型式，如表 4.2。

表 4.1　破碎機構造及特徵

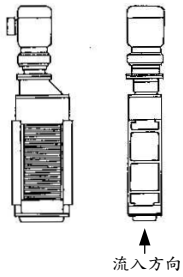
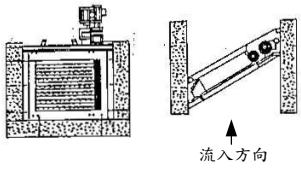
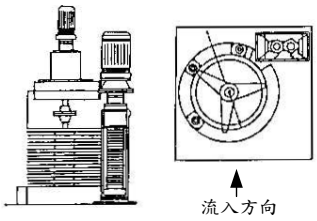
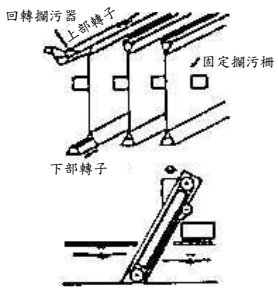
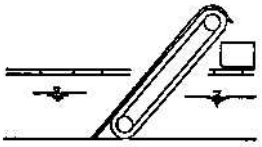
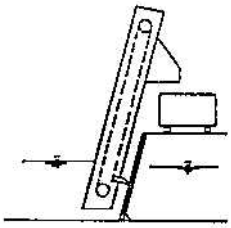
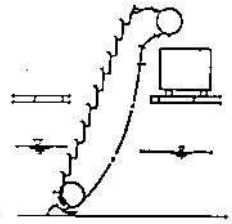
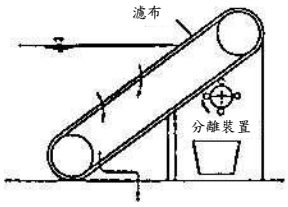
型式		A 粉碎機	B 切碎機	C 磨碎機
概略圖				
構造		利用切器，由二軸轉子低速轉動以破碎者	在A型的下方附筒型攔污器，利用回轉耙子將附著於破碎機之雜物搬出	於A型上裝置水平回轉網裝攔污器，將附著於網上的破碎物搬出
適用水量		0～6.9 m^3/min・台	0～24 m^3/min・台	0～24 m^3/min・台
特性	抽水井深度	比B、C型為深，損失大	損失水頭小，較淺	損失水頭小，較淺
	排泥沖洗附帶設備	因設於管渠，水頭損失大，管渠無法清洗，而需有吊升設備，破碎機前附攔污設備	沖洗水可穿過攔污部分，不需吊升設備	沖洗水可穿過攔污部分，不需吊升設備
	信賴性及維持管理	攔污部分較無阻礙，比B、C型容易管理	水平攔污間距 15 mm，可能有棒狀物會流過	網攔間距為 15×18 mm，表面及內部會有毛髮等進入，造成損失水頭大
	設備費	每台可處理水量少，若設置多台較B、C型為高	每台可處理水量高，比A型雖單價高，但A型多台時，本型較低	每台可處理水量高，比A型雖單價高，但A型多台時，本型較低

表 4.2　各種攔污柵設備構造特性

型式	概略圖	構造	特徵
帶狀走行式		藉轉子的驅動，使塑膠製的回轉攔污柵在固定的V形溝上行走，污水中的雜物被攔污柵上的爪刮集，分離及分離轉子剝離的篩渣落下，攔污柵的爪為不規則配置	有部分形狀的物質不易刮除，如糞塊就無法刮除。 從底部起所裝設的高度較低，柵距約 20～50 mm
內側刮集式		在固定的攔污柵上附著的雜物被攔污柵內側連續移動的齒形耙子剝離，使渣物掉下，耙子為與回轉的鏈條連結一體，在各固定的位置行走，一部分的回轉部為在水中	從底部起所裝設的高度較低，柵距約 1～50 mm
間歇耙子式		在固定的攔污柵上附著的雜物，由攔污柵表側的單一耙子在行走中從水中刮離，使雜物掉落，驅動設備及回轉部則位於水中	從底部算起所裝設的高度較其他方法較高，因之適合去除較粗大固體物，柵距約 10 mm 以上
輸送帶式		附著在攔污柵的雜物，當攔污柵本身移動而被刮離，使雜物掉下，回轉部的一部分在水中	從底部起所裝設的高度較低，柵距約 1～30 mm，使用在事業廢水處理的實績多
濾布式		帶狀行走式的攔污柵，當其表面被雜物阻塞，以致進流水位達到設定水位以上時，帶子就會自行走動，新的過濾面就會再與流入水接觸，其附著物於行走時被分離設備剝離，雜物即行掉下，攔污設備為塑膠製植毛形濾布	揚水泵的實揚程可較高 濾布的種類多，用途廣，用在食品廢水及污水處理廠的實績多

4.4.5 抽水井

抽水井的形狀，依下列考量決定之：

1. 抽水井的平面形狀，依機器裝置所需空間，抽水站的型式、井的構造，及井的清潔作業需要等設計之。
2. 抽水井的深度，依進流管管底高程、污水抽水機運轉控制上所需水深及確保預旋回槽的必要設置高度等加以考量。
3. 人孔型式的抽水站，原則上抽水井的深度以 7 m 以下。

解說：

1. 抽水井的形狀，依井內可裝設篩渣籃、污水抽水機、預旋回槽、水位計等機器所需空間大小，依抽水站的型式而各異，抽水井的構造可為預鑄或現場鑄造等加以確定，並將抽水井的各角整理成弧狀，以利清掃。

   使用預鑄的抽水站(除現場鑄造的人孔型式抽水井者外)，其抽水井的型式受到限制，應能收納所要的抽水機的大小及台數等，但因空間狹小，井內恐無法分隔。

   現場混凝土鑄造的抽水站(場鑄人孔型式抽水站及套裝形抽水站)，其形狀較不受限制，應考量抽水井內的清潔，分期建設抽水機的增設及分隔壁等加以考量設計之。

   其他抽水井構造之考量，應能確保污水抽水機的有效污水容量，以及井內所裝置各機器所需要的空間之水平面積，並以能較淺且經濟，配合抽水井的深度決定之。

   (1)組合式人孔的種類、平面形狀及台數

   圓形、長方形或矩形的組合式人孔的種類及平面形狀，如表 4.3。

   (2)圓形人孔抽水機及抽水機台數、口徑

   圓形人孔及其內部可收納之抽水機台數、口徑之關係，如表 4.4。

   (3)矩形人孔及抽水機台數、口徑

   人孔及抽水機的關係，並無規格化，於考量篩渣籃、抽水機、預旋回槽之尺寸，確認後決定之。

2. 抽水井的深度為在進流管底之下，污水抽水的運轉所必要的水深 h 尺寸(以圖 4.15 中之 h_2 及 h_3 之大者之尺寸)及若設置預旋回槽時，於確保必要的設置高度(圖 4.15 之 h_1 尺寸)決定之。

$$H=h_1+h' \quad \text{.....(4-1)}$$

式中：

H：抽水機啟動水位以下抽水井的深度(mm)

h_1：預旋回槽必要的尺寸(mm)

h_2：抽水機本體的尺寸(mm)

h_3：有效貯留水深(mm)

h'：h_2 及 h_3 兩者較大者之尺寸

若為人孔型式抽水機時，抽水機啟動水位以進流管管底水位，若為套裝形抽水機，抽水機的啟動水位，依計畫流入量污水進流管的水理計算為基準計算之。

表 4.3　組合式人孔的平面形狀(案例)

人孔種類	型號	尺寸(內徑)(mm)
圓形人孔	1 號	ϕ900
	2 號	ϕ1,200
	3 號	ϕ1,500
	4 號	ϕ1,800

形狀	尺寸(mm)
長方形	1,500W×1,800L
	1,500W×2,000L
	1,500W×2,200L
	1,500W×2,500L
	1,500W×3,500L
正方形	1,800W×1,800L
	2,000W×2,000L
	2,200W×2,200L
	2,500W×2,500L

表 4.4(a)　設置於道路之圓形人孔及抽水機台數、口徑

	號次	1	2[＊ 註)]	3	4
人孔	內徑	ϕ900 mm	ϕ1,200 mm	ϕ1,500 mm	ϕ1,800 mm
	蓋板徑 ( )內親子蓋	ϕ600 mm ϕ750 mm	ϕ900 mm (ϕ900×ϕ600) mm	ϕ900 mm (ϕ900×ϕ600) mm	ϕ1,200 mm (ϕ1,200×ϕ600) mm
抽水機	口徑	ϕ50 mm	ϕ65 mm (ϕ50 mm)	ϕ80 mm×ϕ100 mm	ϕ150 mm
	台數	2 台	2 台	2 台	2 台

＊ 註)：污水抽水機口徑，ϕ65 mm 以上為原則，ϕ50 mm 以下者為附有破碎機的小型沉水式抽水機。

表 4.4(b)　專用空間設置之圓形人孔及抽水機台數、口徑

人孔	號次	4* 註 1)
	內徑	ϕ1,800 mm
	蓋板徑	ϕ1,800 mm* 註 2)
抽水機	口徑	ϕ80 mm× ϕ100 mm
	電動機出力	1.5～15 kW
	台數	2 台

＊ 註 1)：為設置有篩渣籃，故以 4 號人孔為標準。

＊ 註 2)：蓋板型式尺寸應考量篩渣籃吊升之需求，以蓋板徑 ϕ1,800 mm 為宜，並能達輕量化。

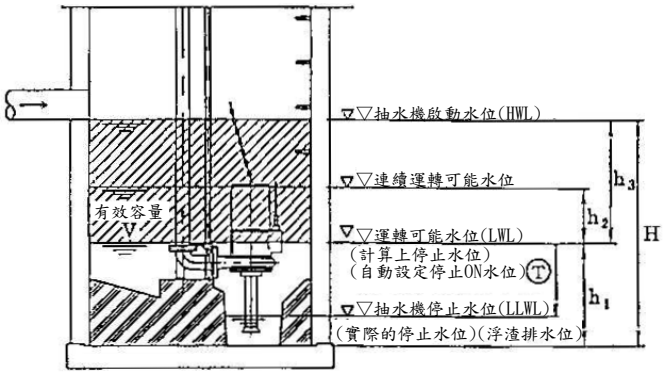


圖 4.15　抽水機啟動水位以下抽水井的深度

(1)h_1 尺寸

h_1 的尺寸大小，為提供預旋回槽所必要的尺寸，依抽水井的平面形狀及抽水機的口徑而定，如表 4.5。

表 4.5(a)　圓形人孔用預旋回槽設定必要的 h_1 尺寸(參考)

抽水機口徑(ϕmm)	65	80	100	150
h_1(mm)	750	900	900	1,250

表 4.5(b)　矩形及現場設置人孔套裝形用預旋回槽必要 h_1 尺寸

抽水機口徑(ϕmm)	100	150	200
h_1(mm)	650	800	1,050

(2)h_2 尺寸

h_2 尺寸，為依污水抽水機的型式、口徑，應有的尺寸，如表 4.6。

表 4.6　附吸入螺旋沉水抽水機之 h_2 尺寸

抽水機口徑(ϕmm)	80	100	150	200
電動機動力(kW)	2.2～7.5	2.2～15	3.7～30	5.5～45
h_2 尺寸(mm)	750	1000	1300	1500

為達最適設計，以調查所使用的抽水機決定上面的尺寸。

(3)h_3 尺寸

為達到有效容量所需要的水深，稱為有效水深，以下式表示之。

$$h_3=\frac{V_o}{A}\times 1{,}000 \quad \text{.....(4-2)}$$

式中：

h_3：有效貯留水深(mm)

V_o：有效貯留量(m^3)

A：抽水井水平面積(m^2)

(4)有效貯留容量

有效貯留容量，為抽水機自停止抽水起至下一次再啟動抽水之間，抽水井內可貯留污水的容積。此一容積若偏小，將造成抽水機頻繁啟動，可能造成電動機線圈過熱而故障，因之抽水井深度設計時，應考量抽水機的啟動間隔，以確保適當必要的容量。

抽水機啟動間隔及有效容量關係依下式：

$$T_1\times Q_p=V_o+T_1\times Q_{in} \quad \text{.....(4-3)}$$

$$T_2\times Q_{in}=V_o \quad \text{.....(4-4)}$$

$$T=T_1+T_2 \quad \text{.....(4-5)}$$

式中：

V_o：有效貯留容量(m^3)

T：抽水機啟動間隔(min)

T_{min}：最小啟動間隔(min)

T_1：抽水機運轉時間(min)

T_2：抽水機停止時間(min)

Q_{in}：流入污水量(m^3/min)

$Q_{in(max)}$：最大流入污水量(m^3/min)

Q_p：抽水機計畫抽水量(m^3/min)

由式(4-3)得 $T_1=V_o/(Q_p-Q_{in})$ .....(4-6)

由式(4-4)得 $T_2=V_o/Q_{in}$ .....(4-7)

由式(4-5)至式(4-7)得

$$T=\frac{V_o}{Q_P-Q_{in}}+\frac{V_o}{Q_{in}}=\frac{V_o\times Q_{in}+V_o\times(Q_P-Q_{in})}{Q_{in}\times(Q_P-Q_{in})}$$

$$= \frac{V_o \times Q_P}{Q_{in} \times (Q_P - Q_{in})} = \frac{V_o \times Q_P}{Q_{in} \times Q_P - Q_{in}^{\ 2}}$$

$$= \frac{V_o \times Q_P}{\frac{1}{4} Q_p^{\ 2} (Q_{in} - \frac{1}{2} Q_p)^2} \quad \text{.....(4-8)}$$

啟動間隔 T 當 $Q_{in} = \frac{1}{2} Q_p$ 時最小(最大啟動頻率)，而可得 T_{min}(圖 4.16)。

$$T_{min} = \frac{4V_o}{Q_p} \quad \text{.....(4-9)}$$

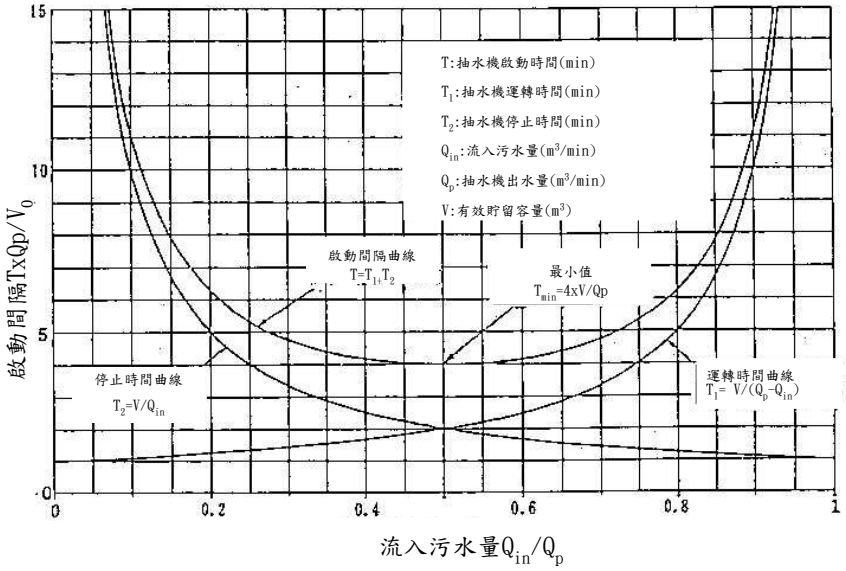


圖 4.16　抽水機啟動間隔

為達成 $Q_{in(max)} < \frac{1}{2} Q_p$ 以選定抽水機時，T_{min} 依式(4-6)代入

$$Q_{in} = Q_{in(max)}$$

$$T_{min} = \frac{V_o \times Q_P}{Q_{in(max)} \times (Q_p - Q_{in(max)})} \quad \text{.....(4-10)}$$

由以上，決定有效貯存容量 V_o 可依下式：

(1)$Q_{in(max)} \geqq \frac{1}{2} Q_P$ 時

$$V_o = \frac{T_{min} \times Q_P}{4} \quad \text{.....(4-11)}$$

(2)$Q_{in(max)} < \frac{1}{2} Q_P$ 時

$$V_o = \frac{T_{min} \times Q_{in(max)} \times \{Q_P - Q_{in(max)}\}}{Q_P} \quad \text{.....(4-12)}$$

另沉水泵的電動機容許之最小啟動間隔，如表 4.7。

表 4.7　容許最小啟動間隔(參考值)

抽水機電動機容量	最小啟動間隔：T_{min}
0.4 kW～7.5 kW	6 分
11 kW～22 kW	10 分
30 kW～45 kW	15 分
55 kW	20 分

註：本表為未附加飛輪之 CD^2(慣性力矩)下之值

(5)抽水機的運轉

①抽水機的運轉方法為於 HWL 時啟動，LWL 時定時器依設定水位停止(約數 10 秒)，而於水位達 HWL 再啟動。

②抽水機的啟動水位，為使抽水機電動機冷卻，必須設定於可連續運轉的水位以上之位置，因此，於比較 h_2 及 h_3 兩者中較大者，採用為 h´。

③在抽水機運轉控制上所設定各水位的間隔，並為避免抽水井內的波動造成抽水井的誤判操作，控制所設定水位的間隔以 200 mm 以上之間隔為宜，尤其是複數台數的啟動，其停止水位應給予分別設定，此點應加注意。

④抽水機 2 台自動交互運轉的狀況，如圖 4.17。

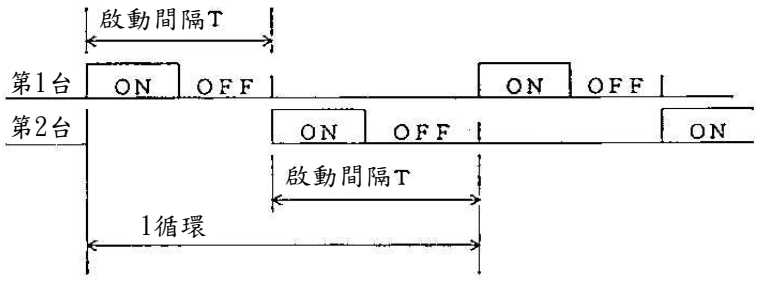


圖 4.17　2 台抽水機自動交互運轉例

3. 人孔型式抽水站之抽水井深度，應考量真空吸泥車定期清掃，以自地面起 7 m 以內為宜，又若為高壓洗淨，則可自地面起 10 m 以內。

4.4.6 通風及脫臭設備

套裝形抽水站的通風及脫臭設備，依下列考量決定之：

1. 設置通風設備時，以簡易者為原則。
2. 脫臭設備，應檢討週邊環境條件之需要與否。
3. 脫臭風量的計算，對於吸入點數應有限制，避免設備過大。

解說：

套裝形抽水站，因設置有電機室、機械室，為維護室內的適當環境時，必須設置通風設備及脫臭設備。

1. 通風設備可採用屋頂型附風管之換氣扇等，而以不設置換氣機械室為原則。
2. 因應周邊環境的關係，而需設置脫臭設備時，原則上以活性碳吸附方法，且以簡易者為原則。但若用地足夠時，也可採用土壤脫臭方法。若採用前者應考量更換活性碳作業時，以吊車或車輛搬出入所需空間，若採用土壤脫臭方法，雖較經濟，但為確保機能而需增加維護管理等檢討之。
3. 脫臭風量的計算，每一吸入口的風量最低以 2 m^3/min 計算，配合套裝活性碳吸附塔的容量，合計以每一吸入口 2 m^3/min 倍數計算。

4.4.7 建物廠房

抽水站若需設置建物廠房時，應以小規模為宜。

解說：

抽水站需建置於室內的，包括動力控制盤、攔污柵、沉砂及機器的搬出入口，地下出入台階等，有時發電機室及脫臭機室也可以納入，建物的設置以不影響維護管理之方便性，並以最小規模考量之。

人孔型式抽水站，原則上其上部不設置建物，電氣設備以屋外型者，屋外控制盤可為屋外自立型或屋外壁掛型或於柱上設置控制盤，依當地狀況，於不造成交通影響，考量設置位置及型式。

4.5 抽水設備

4.5.1 抽水機種類的選定

抽水機種類的選定，依下列考量決定之：

1. 抽水機，原則以廣泛使用的沉水式。
2. 抽水機應為不易阻塞，分解點檢容易之構造，不腐蝕、不磨耗的材質。
3. 設有預旋回槽時，以裝設有吸入口及吸入導管的種類者。
4. 若揚程大，管線較長時，使用沉水式抽水機可能無法因應水錘問題，應加注意。

解說：

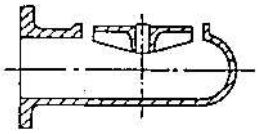
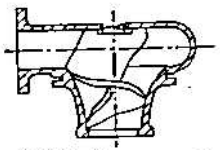
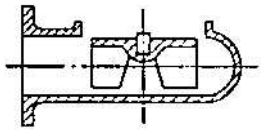
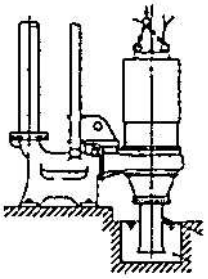
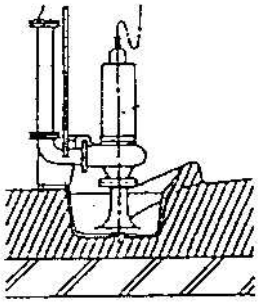
1. 小規模污水下水道的維護管理，應重視經濟性及維護管理容易性，以使其具互換性且常用的抽水機為原則。

   抽水機以考量泛用性、經濟性及維護容易性，以採用渦流型、吸入螺旋型及不阻塞型之沉水抽水機。

   構造應為簡單，不要水封水，並於主軸貫通部裝置有雙重機械軸封，電機設備組合，裝設有浸水檢測器(ϕ65 mm 以上且 2.2 kW 以上)之故障表示裝置。

   沉水式抽水機的種類及特性，如表 4.8。選定時，應就抽水量、揚程及使用條件之適應性及經濟性，加以考量。

表 4.8　污水用沉水式抽水機比較表

型式 / 項目		渦流型	螺旋葉輪型	不阻塞型
口徑(mm)		50～150	65～200	65～200
能力	動力(kW)	0.4～22	0.7～45	1.5～22
	Q(m^3/min)	0.05～2.5	0.2～5.6	0.2～5.6
	H(m)	1.5～30	3～40	3～30
構造概要				
吸入導管		可裝設 	可裝設 	有時無法裝設
異物通過粒徑		抽水機口徑之 100%	抽水機口徑之 50%以上 (ϕ100 mm 以下)	抽水機口徑之 70% (ϕ100 mm 以下)
優點		葉輪裝置於機殼內，污水流路廣，適用於含有雜質的污水	螺旋形狀的葉片、固體物沿葉片被吸入，通路面積廣且具高效率及高揚程	專為污水用設計的抽水機，葉片少可確保通路面積較不阻塞
缺點		較吸入螺旋型抽水機的效率低	流量過小時，會有噪音、振動	為確保通路面積，抽水效率稍低
維護管理		比起不阻塞型，少有阻塞絆住	約為渦流型及不阻塞型的中間	對於小口徑的葉片必須去除纖維雜質

2. 小規模污水沉水泵，尤其是從維護管理面，為具防止阻塞且故障率少的抽水機構造。抽水井內部設置的固定裝置附屬品，應為耐腐蝕的材料。
3. 從管理面，應以不殘留浮渣、砂土為主要考量，而於抽水機的抽水方法上可採用預旋回槽，將吸入導管置於抽水機吸入口。
   若附設有破碎機的沉水抽水機，則應同時設預旋回槽及吸入導管。
4. 管線的揚程高，輸送距離遠時，沉水抽水機之葉輪尺寸及電動機之容許慣性力矩 GD^2 受到限制，致有時裝設有困難，應加注意。有關使用沉水式抽水機，可能之水錘問題之因應，可參考污水處理廠設計及解說 3.5.6 污水抽水機之穴蝕現象及水錘作用。

4.5.2 抽水機最小口徑

抽水機的最小口徑原則上為 65 mm。

解說：

小規模污水抽水機的口徑，為防止阻塞，原則上以 ϕ65 mm 以上。但若有粗大固體物之去除，為維護管理，也可採用渦流 ϕ50 mm 型。

抽水機出口流速，在 150 mm 以下，為 1.5～3.5 m/s。200 mm 者 1.5～3.0 m/s 選定之，如表 4.9，抽水機口徑及標準抽水量。

選定抽水機時，原則上以渦流式吸入螺旋不阻塞型選定之。但若從揚水量、揚程及使用條件之適用性及經濟性加以考量後，口徑若在 50 mm 以下，則選用裝置有破碎機的沉水抽水機亦可。表 4.10 附有破碎機之小型沉水抽水機種類及特性。

表 4.9　抽水機口徑及標準抽水量及流速(例)

抽水機口徑(mm)	標準抽水量(m^3/min)	流速(m/s)
50 以下	0.04～0.350*	1.5～3.5
65	0.30～0.70	
80	0.45～1.00	
100	0.70～1.60	
150	1.60～3.60	
200	2.90～5.60	1.5～3.0

*50 mm 以下之標準抽水量為參考值

4.5.3 抽水機設置台數

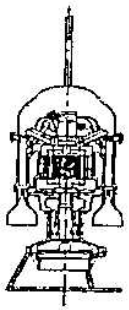
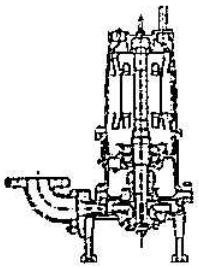
抽水機的容量及設置台數，依下列考量設計之：

1. 抽水機最大抽水量以最大時污水量，並考量降雨影響之餘裕量決定之。
2. 抽水機台數，含備用以 2～4 台為原則。
3. 若計畫污水量小時，以最小抽水機的抽水能力及容量決定之。

解說：

1. 抽水機設備最大抽水量，以計畫最大時污水量，另考量因降雨、污水管錯接、地下水滲入或由人孔蓋入滲而酌加瞬時雨水量，含備用以計畫最大時污水量的 1.2～2.0 倍為宜。
2. 小規模抽水站設置台數，以可對應緊急事故，且維護管理容易，以同一口徑 2～4 台。但若為 4 台時，可以不同口徑(大 2 台，小 2 台)的組合做為因應初期流量低及雨天時流入量的變化之應變。
3. 即使計畫污水量少，但為防止阻塞，最小口徑原則上以 65 mm 以上。抽水機 1 台的容量，以計畫最大時污水量(Q)，以常用台數(備用 1 台除外)可抽之流量為宜。

表 4.10　附有破碎機小型沉水抽水機種類比較表(參考)

項目＼型式		容積式	離心式
口徑(mm)		32	32～50
能力	動力(kW)	0.75	0.75～3.7
	Q(m^3/min)	0.04	0.05～0.35
	H(m)	0～28	5～30
構造概要			
吸入導管		住宅排出的污水，因即時抽出，較不腐敗，可不設預旋回槽	
異物通過粒徑		異物經破碎後抽出，較不阻塞	
優點		為防阻塞，於吸入部破碎異物的抽水機。容積式之抽水量，因揚程無變化，可在廣範圍揚程使用，離心式的抽出量因揚程變化而異，可依進流水量變化對應	
缺點		因設有磨碎設施，應定期更換	
維護管理		一般設置 1 台，故障時置換抽水機修理(故為備用置換)	

例：抽水機台數 2 台時：1Q×2 台(內 1 台備用)

抽水機台數 3 台時：0.5Q×3 台(內 1 台備用)

抽水機台數 4 台時：0.25Q×2 台+0.5Q×2 台(內 1 台備用)

4.5.4 抽水機揚程計算

抽水機揚程，依下列考量決定之：

1. 抽水機的總揚程，依實際揚程及管線的損失水頭及抽水機附屬之出水管、閥類的損失水頭等考量之後，依下列計算：

$$H=h_a+h_f+h_0 \quad \text{.....(4-13)}$$

式中：

H：總揚程(m)

h_a：實揚程(m)

h_f：管線損失水頭(m)

h_0：出水管剩餘速度水頭及抽水機附屬之出水管、閥類等損失水頭總和(m)，實用上 h_0：1.5～2.0 m

2. 實揚程，依抽水機吸入口水位及出水口水位決定之。

3. 壓力管若因地形而有凹凸時應注意其總揚程。

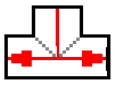
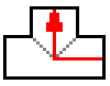
解說：

1. 抽水機之出水口水位及吸入端水面差，稱為實揚程。抽水機的總揚程，為於實揚程加上抽水機附屬之出水管、閥類及出水管線等之損失水頭及出水管端的剩餘速度水頭。其中出水管、閥類的損失水頭及出水管末端殘留之剩餘速度水頭，各值皆不大，在通常抽水速度下，合計以 1～2 m 計算。

   因此抽水機總揚程計算，方便上可假設為 h_0＝2 m，另揚程計算時使用流速上，為不包括抽水機備用台數運轉時之流速，管徑及閥的各種損失水頭，如表 4.11。

   附有破碎機的小型沉水泵，則可參考 3.4.3 壓力式污水下水道系統。
2. 抽水機的實揚程，依抽水位的變化範圍、計畫污水量、抽水機特性、運轉的經濟性等考量之後，訂定吸水位及出水位。
3. 壓力管的壓力途中，依實揚程以決定總揚程時，必須能跨越途中最高點加以決定，必須加以注意。

表 4.11　管件水頭損失係數表

損失種類	符號	係數	備註
吸水口	f_l	0.15 以下	喇叭口情況
彎管	f_b	$f=f_{b1}\times f_{b2}$ f_{b1} 及 f_{b2} 如圖 4.18 式中： f_{b1}：依據彎管之曲率半徑 ρ 及管徑 D 之比$(\frac{\rho}{D})$所定之損失係數，該彎管的中心角為 90 度的情況。 f_{b2}：任意彎管中心角情況之損失係數與彎管中心角 90 度之損失之比	f_{b1} 及 f_{b2} 值係由 Anderson 及 Straub 所發展的，該值不含摩擦係數，故 f_{b1} 係指光滑管的數值。
T 型管	f_t	  0.55　0.50　0.10	
急擴管	f_e	1	$h_e = f_e \frac{(V_1 - V_2)^w}{2g}$ ……..(4-14) 式中 h_e：急擴管或漸擴管的水頭損失 v_1：擴大前的流速(m/s) v_2：擴大後的流速(m/s)
漸擴管	f_e	如圖 4.19	
急縮管	f_{sc}	$\frac{A_2}{A_1}$　0.1　0.2　0.4　0.6　0.8　1.0	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$ ……..(4-15) $\Delta h_{sc} = h_{sc} + [\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}]$ ……(4-16) h_{sc}：急縮小之損失水頭(m) Δh_{sc}：急縮小之水位下降(m) v_1：縮小前的流速(m/s) v_2：縮小後的流速(m/s)
		f_{sc}　0.49　0.49　0.46　0.38　0.18　0	
漸縮管	f_{gc}	如圖 4.20	$h_{gc} = f_{gc}[\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}]$ ……(4-17) h_{gc}：漸縮小之損失水頭(m) f_{gc}：漸縮小之損失係數
直管	f	鑄鐵管(新管)…… $0.02 + \frac{1}{2,000 \times D}$ 鋼管(新管)…… $0.03 + \frac{1}{1,000 \times D}$ PVC 管(新管)…… $0.018 + \frac{1}{2,300 \times D}$ 舊管的 f 值為新管的 1.5 倍 但水泥砂漿襯裡的鑄鐵管及 PVC 管的舊管與新管相同值	管線較短的情況 $h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$ (Darcy–Weisbach)(4-18) h_f：直管的水頭損失(m) L：直管的長度(m) D：直管的直徑(m) v：流速(m/s)

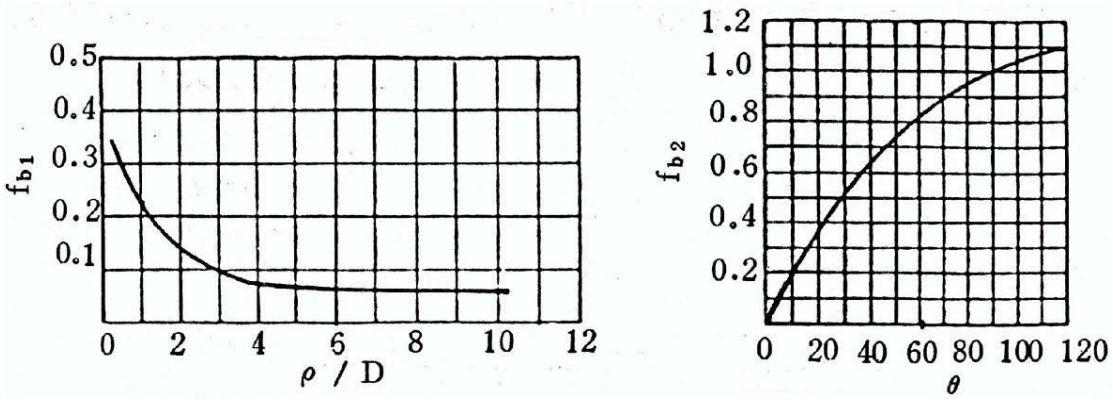


圖 4.18　彎管水頭損失係數之 fb 值

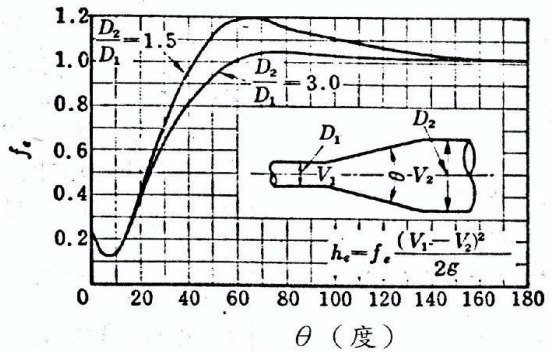


圖 4.19　漸擴管損失係數

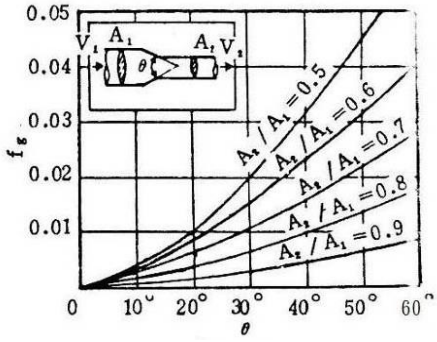


圖 4.20　漸縮小管損失係數

(1)壓力管的末端為最高點時

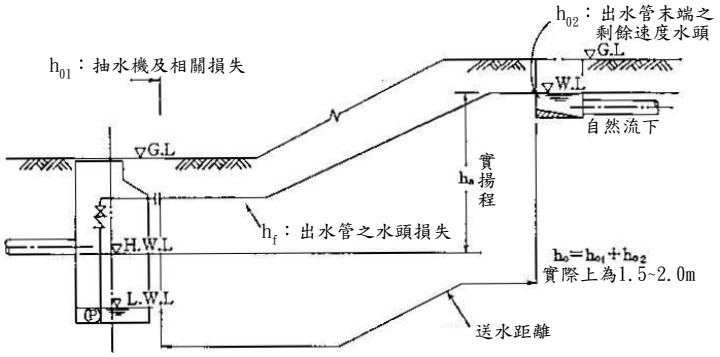


圖 4.21　總揚程計算例(1)

h_a=(壓力管末端管頂高程)-(計畫 WL)

h_0=(抽水機及其周邊管閥配管之直管摩擦損失水頭)+(閥類、彎曲等各種損失水頭)

h_f=(壓力管之直管摩擦損失水頭)+(閥類、彎曲等損失水頭)

(直線管的損失水頭，依 Hazen Williams 式計算)

$$H=h_a+h_o+h_f \quad \text{.....(4-19)}$$

式中：

h_a：實揚程

h_0：抽水機及其周邊管閥之損失水頭

h_f：壓力管損失水頭

H：總揚程

(2)壓力管途中有高地時

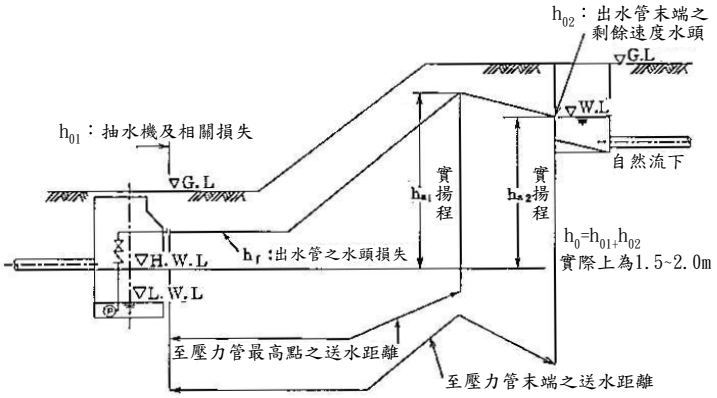


圖 4.22　總揚程計算例(2)

h_{a1}：(壓力管最高點高程)-(計畫 WL)

h_{a2}：(壓力管末端管頂高程)-(計畫 WL)

計算方法同(1)

$$H_1=h_{a1}+h_o+h_{f1} \quad \text{.....(4-20)}$$

$$H_2=h_{a2}+h_o+h_{f2} \quad \text{.....(4-21)}$$

式中：

h_{a1}：最高點之實揚程

h_{a2}：末端點之實揚程

h_{f1}：壓力管至最高點之損失水頭

h_{f2}：壓力管至末端點之損失水頭

H：總揚程，依 H_1 或 H_2 兩者較大者選用之

H_1：壓力管至最高點的總揚程

(最高點之實揚程)+(抽水機及其周邊管閥之損失水頭)+(出水管末端之損失水頭+壓力管至最高點之損失水頭)

H_2：壓力管末端點的總揚程

(末端點之實揚程)+(抽水機及其周邊管閥之損失水頭)+(至壓力管末端點之損失水頭)

4.5.5 電動機動力

抽水機之原動機動力，依計畫抽水機軸動力之運轉範圍，加上餘裕量計算之。

解說：

抽水機之原動機動力計算式如下：

$$P = \frac{\rho g Q H}{60 \times 10^3 \times \eta} \times (1+\alpha) \quad \text{.....(4-22)}$$

式中：

P：抽水機之原動機動力(kW)

ρ：液體密度(1,000 kg/m^3)

g：重力加速度(9.80 m/s^2)

Q：抽水機之出水量(m^3/min)

H：抽水機總揚程(m)

η：抽水機效率

α：餘裕量係數 0.15 為標準

抽水機之原動機動力，依式(4-22)求之。在小規模污水處理廠的抽水站其抽水機原則上以泛用品為宜，因之依其出水量可能與抽水機的最高效率點有點距離處運轉的現象。尤其若比最高效率點還大的出水量為計畫時，有可能餘裕量不足，應加注意。

因此依基本條件(抽水機容量及總揚程)，先選定抽水機的型式，再請多家廠商協助確認之。

4.6 壓力管線

4.6.1 壓力管線及閥類

壓力管線及閥類，依下列考量決定之：

1. 壓力管的口徑，依管內流速 1.0～1.5 m/s 左右決定。
2. 壓力管線，於考量內壓(包括水錘壓)、外壓及耐震性、耐腐蝕性，而選用自來水用硬質聚氯乙烯管或下水道用塑膠管、自來水用塗敷鋼管，延性鑄鐵管。
3. 壓送距離長必要時應有排氣及排泥設計考量。
4. 污水抽水機出水管中，應設有逆止閥、閘閥等。

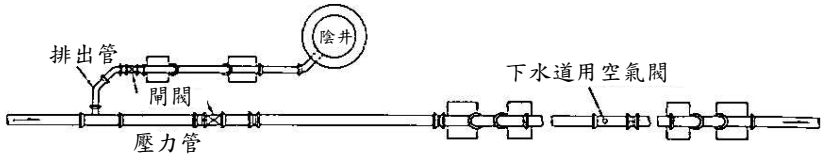
解說：

1. 壓力管管徑，依計畫污水量管內流速 1.0～1.5 m/s，最低流速 0.6～0.7 m/s 決定之，備用抽水機為緊急使用，其抽水量可不計。
2. 壓力管，不僅只考量外壓同時對於內壓(包括水錘壓)之安全也應一併考量。
3. 壓力管線若凹凸不平，應於凸部設排氣管。排氣口有臭氣問題，其設置位置

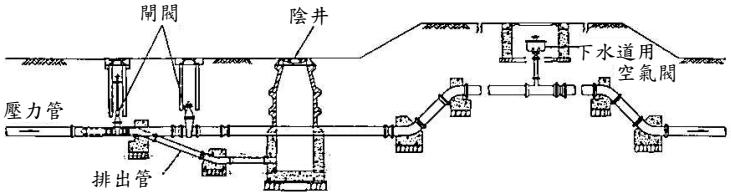
應加考量，凹部於管線維修時，應有排泥的排出管設置，如圖 4.23。

4. 污水抽水機的出水管，為防止停止操作時，發生逆流，應設置逆止閥或閘閥，但若單管及單抽水機，可不設閥類，如圖 4.24。

   另出水口設置的閥類，於考量通過抽水機之異物的大小，選擇適當的逆止閥或偏心構造閥，如表 4.12。

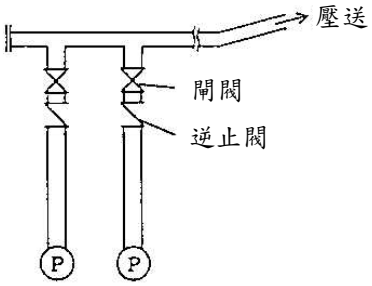


(1)平面圖



(2)剖面圖

圖 4.23　壓力管之維護管理設備



壓力抽水站(壓力距離長者)

圖 4.24　污水抽水機出水管設置閥類

表 4.12　逆止閥通過異物的大小例

口徑(mm)	異物通過大小徑(mm)	
	棒狀	球狀
ϕ65	42	65
ϕ80	45	80
ϕ100	60	80
ϕ150	82	100
ϕ200	104	—

4.6.2 抽水機之水錘作用

壓力抽水機，應考量其水錘作用，對於有產生水錘作用時，應就抽水機型式的選定，配置調壓水箱、閥型式的選定、彎曲部的防護等，做適當的對策因應。

解說：

在操作中的抽水機，因停電而致抽水機出水管線急激的壓力變化，而有水錘作用，其產生的問題包括壓力下降造成破損及壓力上升造成管線破損，其減輕措施包括：

1. 管線計畫之對策
   (1)變更壓力管的口徑，以降低管內流速。
   (2)壓力管的長度縮短，減少總揚程。
   (3)調整壓力管的縱斷面形狀。
2. 設置減輕水錘作用之設備
   (1)抽水機設置飛輪，增大慣性力。
   (2)在壓力管縱斷凸部處設置減壓閥。

小規模污水中繼抽水站，原則上以構造簡易，維護管理容易，或從管線計畫的變更對應之。

若總揚程、實揚程及壓力管的延長，比較如表 4.13 為大時，就應檢討水錘作用並做必要的措施。

又水錘對策的檢討，應包括備用機全運轉的條件進行之。

表 4.13　水錘作用檢討比對值

總揚程	實揚程	出水管長
20 m 以上	10 m 以上	300 m 以上

第五章　污水處理設施設計

5.1 概說

小規模污水處理設施，包括污水處理及在污水處理過程所分離出的污泥之處理，以及污水處理放流水和污泥資源化再利用之設施等。因之處理設施包括水處理設施、污泥處理設施及維持其機能所需的管理設施。

小規模污水處理設施，比起中大規模污水處理廠，其進流水負荷變動較大，且多位於都市周邊或觀光地區，操作管理人員較難確保，因之其處理設施，應能適應其特性，尤其部分可能位於自來水水源保護區，其處理水水質要求更高，是其特色。

小規模污水處理廠因為地域環境、產業觀光及人口流動等特性，致污水量及水質變動較大，設計時必須充分加以檢討，同時考量季節因素及每週人為活動與相關產業觀光所產生污水量及水質之變化。

污水處理設施，係以計畫放流水水質標準為目標，依據污水處理的原理，將各設施加以組合而成。

污水處理設施一般流程，如圖 5.1。

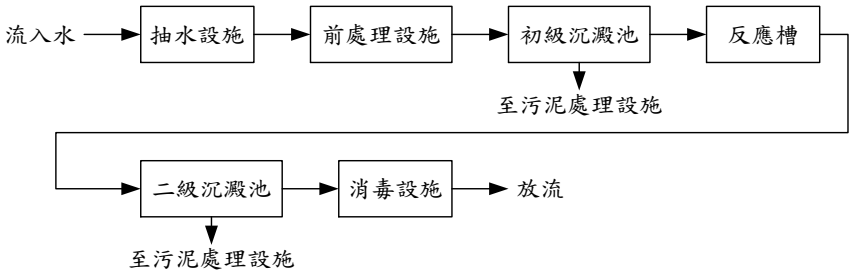


圖 5.1　一般小規模污水處理流程

5.1.1 小規模污水處理廠設計應考量事項

1. 小規模污水處理廠之設計，應考量小規模設施的特性、地區特性、縣(市)之財政及管理體制，並重視環境、維護管理容易且經濟的設施。
2. 小規模污水處理設施，其計畫進流水量、進流水質，依第二章 2.3.5 及 2.3.6，並充分考量收集地區的特性決定之。

解說：

1. 小規模污水處理廠的計畫及設計，應考量能達到處理安全，維護管理容易、投資效率高，並配合環境特性，決定之。
   (1)為達維護管理容易，其設施系列能達最小，以減少管理項目數。
   (2)設施建設及維護管理，應考量節能，並能減低溫室氣體排放等。
   (3)處理設施的運轉體制，應導入巡迴管理或遠距離監控管理，以達無人運轉。

其自動化或省人力化的程度，於考量使用頻率、必要性、建設費及維護管理費等，並與鄰近之污水處理廠間，以巡迴管理、遠距離監控及水質分析等共同管理訂之。

2. 依規模考量下列事項：

(1)小規模污水處理廠的設計，其污水處理設施及污泥處理設施，進流管渠、抽水機、攔污設備、導水渠(抽水機至水處理設施間)及放流管渠，以計畫最大時污水量設計，其餘皆應以計畫最大日污水量為基本設計之。計畫進流水水質即為污水處理廠進流水水質，則以計畫每人每日污染負荷量除以每人每日平均污水量之值，但水處理設施之設計水質，必須考量污泥處理過程中迴流水之水量和水質，合併後計算之。

(2)污水處理方法的選定，除需符合現行放流水標準外，也應考量未來為維護水體水質提升更嚴格的放流水標準，進行污水處理方法的評估。

(3)污泥處理以能達到污泥減量及再利用檢討之。同時考量省人力化、經濟性。且檢討可與鄰近的污水處理廠共同處理或資源化利用，並對周邊環境特性加以充分檢討選定之。

(4)各單元之設計規範原則上與中大規模污水處理廠規範相同，相異部分或特殊考量部分則於本章說明。

(5)依照設計條件及環境特性，必要時可檢討不設置粗攔污柵及沉砂池。

(6)依處理方法及流量變動特性得設置調節池，其水力停留時間應為最大日污水量之平均每小時量之 4～6 hr 以上。設有調整池者，各單元之設計污水量應酌予檢討之。

(7)處理單元以操作簡易具彈性低負荷，而 SRT 長者，可以節省污泥穩定處理所需經費。

(8)污泥處理原則上可以尹霍夫槽貯留及穩定或重力濃縮貯留方法設計，並宜檢討以多廠共同處理污泥之可行性。

(9)水質檢驗可檢討以鄰近之污水處理廠代行或以多廠共同設置一檢驗室辦理之。

5.1.2 小規模污水處理廠處理方法選定原則

小規模污水處理廠之處理方法選定須考量各處理方法之效率、穩定性、維護管理性，並對處理區域之地方特性、地方政府財力、社會背景等予以比較檢討。

解說：

一般小規模污水處理廠處理方法選定，需考量之主要事項如下：

1. 污水量處理規模(如：最大日污水量、分期時第一期建設之計畫污水量)。
2. 進流污水水質及放流水質(如：BOD、SS、N、P 之放流水標準、回收再利用、承受水體條件等)。
3. 負荷變動(如：水量及水質之時變化、日變化、週變化、季節性變化等)。

4. 用地面積(如：處理廠用地面積、單位處理水量之面積、用地之形狀等)。
5. 維護管理(如：自行操作、委託操作、不定期操作、巡迴操作管理、常駐操作維護等)。
6. 經濟性(如：建設費、維護管理費、設備折舊費等)。
7. 其他(如：地方特性、環境條件、多目的利用等)。

5.2 主要處理設施概要

污水處理設施主要包括抽揚水設施、前處理設施、初級沉澱池、生物反應槽、二級沉澱池及消毒設備等。

解說：

1. 揚水抽水設備

進流水揚水應考量揚水後，有足夠的水頭，可使進流水經各處理單元後，仍足夠以重力流放流為原則，以設置抽水設施。其設計以最大時為設計量。

2. 前處理設施

前處理設施，包括流量調整、攔污、沉砂等單元。為使流入的污水水量和水質，不致影響後段的抽水及各種處理機能為目的而設置。其設計以最大時為設計考量。

(1)攔污設備

當有粗大的夾雜物流入時，對處理廠內的抽水機及口徑比較小的污泥抽水機會阻塞，而影響處理機能的問題，因之必須設置簡單化容易管理的細攔污設備，但可不設置粗攔污柵。一般小規模污水廠為減少建設費，可於進流水抽水後，才設置攔污設備。

(2)沉砂池

小規模污水處理廠一般進流水中含砂量較少，原則上可不必設置沉砂池，但為保護抽水機，可考量於抽水站設置砂粒可沉積的空間。

(3)流量調整池

小規模污水處理廠進流水水量及水質在一日間變動很大，為確保後續水處理的安定，依處理方法的不同，需設置可使進流水水量負荷變動達均勻化的調整池。若為低負荷的活性污泥法，則可不設調整池，但若為單槽反應池的分批式活性污泥法或活性污泥膜濾法，為維持其不受流量變動影響，而必須設置調整池。至於生物膜法為確保流入量可達一定時間的接觸反應，原則上應考量設置流量調整池。

3. 初級沉澱池

初級沉澱池乃為使污水中的懸浮固體物，達到固液分離的設施，並使後續生物處理可適當發揮機能的預先處理設施。於初級沉澱池分離出的污泥即為生污泥，則抽送至污泥處理設施，進一步處理。

一般小規模污水處理廠，若其生物處理採用低負荷型活性污泥法的氧化渠法或延時曝氣法等，由於容積較大，污水可直接流入反應槽，可不設置初

級沉澱池。但若為高負荷型活性污泥法或各種生物膜法，為降低反應槽的負荷，就應設置初級沉澱池。

4. 生物反應槽

反應槽為生物處理的主要設施，如氧化渠法的氧化渠、延時曝氣法的曝氣槽、分批式活性污泥法的分批反應槽，以及生物膜法的接觸曝氣槽、好氧過濾法的好氧性過濾槽等，皆是做為去除污水中的有機物、氮化物硝化及脫硝之槽體。分批式活性污泥法，並不需要初級沉澱池及二級沉澱池，反應槽可同時做為反應與沉澱程序循環運作。

活性污泥法為生物集合體的活性污泥，經曝氣攪拌呈懸浮狀態，與污水混合接觸，藉供給氧以進行有機物的氧化分解，以去除污水中的有機物。

另生物膜法係於反應槽中填置接觸材，藉曝氣循環污水使污水與接觸材表面接觸，產生生物膜，以吸附去除污水中的有機物。

在反應槽中污水的懸浮物質、有機物等物質被活性污泥或生物膜所吸附，進而被生物體所吸收，經氧化及增殖而去除。有機物的去除，主要為藉好氧性微生物在反應槽內經曝氣供給溶氧的活性污泥法，有如於反應槽水中灌入空氣的曝氣式，或於水面攪拌供水滴與空氣相接觸的機械曝氣方法。

生物膜法則都使用曝氣供氧的方法。

5. 二級沉澱池

在反應槽經氧化及增殖的活性污泥，或自生物膜剝落的微生物膠羽，其處理水在混合狀態下流入二級沉澱池。

反應槽流出水所含的 SS 濃度若為活性污泥法，其濃度約為 1,500～4,000 mg/L，若為生物膜法則約 20～150 mg/L，二級沉澱池為使從反應槽流出的處理水與水中以微生物為主的膠羽沉澱分離，以獲得清澈處理水的設施，是為二級處理污泥。

若為活性污泥法，經沉澱的污泥，一部分迴流至反應槽活用為污水處理，而所增殖的部分，則以廢棄污泥排出至污泥處理設施進一步處理。另若為生物膜法，其沉澱的污泥，則全部送至污泥處理設施處理，而不迴流至反應槽。活性污泥膜濾法及好氧過濾法，則不需設置二級沉澱池。活性污泥膜濾法係直接抽送至污泥處理設施。

好氧過濾法其濾床所保有的微生物及污水中的固體物(廢棄污泥)，與反沖洗水一併抽送至初級沉澱池，經沉澱後排至污泥處理設施處理。

6. 消毒設備

消毒為在處理水排放入放流水體之前，藉以去除處理水中的病原菌，以提升放流水的衛生與安全為目的。

消毒劑主要使用次氯酸鈉溶液，一般污水處理量屬小規模者，以使用固體氯錠消毒較為方便。

處理水的消毒方法尚有氯、臭氧、紫外線等，因可達到病原菌的不活化，一般認為較具效果而被採用。氯消毒、紫外線消毒及臭氧消毒各種技術，其

對處理水水質改善、脫色的複合效果及有無殘留效果有所差異，應考量消毒特性，維護管理及放流水水體的狀況，充分考量後，選擇適合的消毒方法。其設計污水量皆以流入水最大時污水量設計。另處理水若放流於水源保護區，則以使用紫外線消毒或臭氧消毒為宜。

5.3 污水處理方法選擇

5.3.1 污水處理方法選擇應考量事項

應就污水流量、水質的變化、處理水之利用、 污水處理方法與污泥產生量、在地條件、維護管理、經濟性及其他，加以充分分析決定之。

解說：

小規模處理方法的選擇，程序如圖 5.2，應考量事項包括下列各項：

1. 進流水之流量、水質及其變動

對於新建設小規模污水下水道，應針對其污水流量、水質的變動、未來人口發展和社會經濟因素，以及參考鄰近類似鄉鎮或都市周邊地區社區的污水特性，及其實際操作狀態。

2. 處理水利用及其用途

若有處理水利用計畫時，應檢討其用水量，要求水質及經濟性。一般小規模污水處理廠由於規模小，其處理水多以提供廠內處理過程之用水，或廠內綠地澆灌利用為主。

3. 污泥處理法及污泥產生量

污泥處理法對於污水處理的影響一般不大，但若迴流水迅時負荷過大，則其對水處理會有影響。

另污水處理方法的不同，其污泥的產生量也不同。

4. 污水廠的用地條件及在地條件

包括處理用地所需面積、形狀，氣象條件，是否為適當的地形、周邊地區狀況、有無指定用途、污泥的運出路線等皆應加以掌握。

5. 維護管理

可否確保技術人員，是由建設單位自行營運管理，或委託操作管理，或採用遠距離監控系統無人常駐管理等不同管理模式，加以分析比較決定之。

6. 經濟性

建設費的比較，維護管理費的比較，並將建設費折算為年費，合併維護管理費評價之。

7. 其他

一般設計以 BOD、SS、氮、磷及大腸桿菌群為設計處理對象，有時因承受水體，要求總量管制，而有加嚴水質的要求。低負荷型處理法，一般去除率高，放流水水質良好。

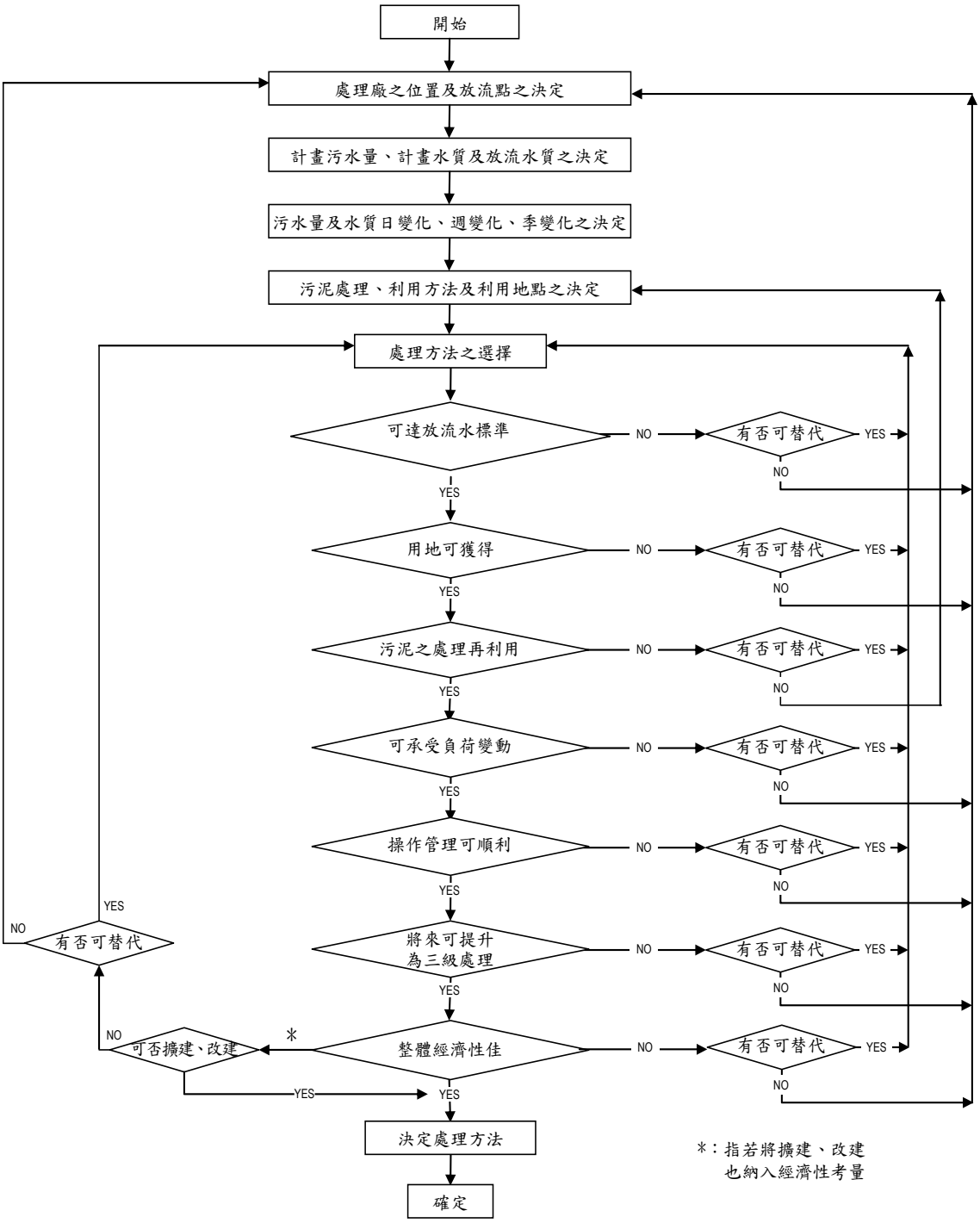


圖 5.2　小規模污水處理廠處理方法之選擇程序

5.3.2 小規模污水處理設施組成

小規模污水處理設施的組成，依生物處理方法之不同，其處理設施之組成也異，應就處理規模、水量、水質特性加以檢討選擇其組成。

解說：

小規模處理設施的組成，依其生物處理方法之不同，其組成亦不同，一般標準組成例如表 5.1。

表 5.1　小規模污水處理設施各種處理方法標準設施組成

處理方法設施	活性污泥法					生物膜法			備註
	氧化渠法(含去氮除磷氧化渠法)	標準活性污泥法、延時曝氣法	分批式活性污泥法(各不同處理對象之 SBR)	活性污泥膜濾法(MBR 或 AOMBR)	其他活性污泥法(A^2O 法、硝化內生脫硝法、多段進流法)	好氧過濾法	接觸曝氣法	礫間接觸曝氣氧化法	
沉砂設備	△	△	△	△	△	△	△	△	水量少時可不設置
攔污設備	○	○	○	○	○	○	○	○	膜濾法需設細篩
污水調整池	╳	╳	○	○	△	△	△	△	
初級沉澱池	╳	╳	╳	╳	△	○	○	○	硝化內生脫硝法可不設沉澱池
反應槽	○	○	○	○	○	○	○	○	
二級沉澱池	○	○	╳	╳	○	╳	○	○	膜濾法可不必設二級沉澱池
砂過濾設備	╳	╳	╳	╳	╳	╳	○	╳	微細膠羽去除時需設置
消毒設備	○	○	○	△	○	○	○	○	膜濾法消毒設備可為備用

備註：○：必要　　△：視狀況需要　　╳：不必要

5.3.3 小規模污水處理常用之生物處理方法

小規模污水處理之生物處理方法種類很多，各有其特性，一般多以處理規模及水質、污水特性選用其生物處理法。

解說：

台灣及金馬地區截至 106 年 12 月營運中的公共污水下水道處理廠共有 77 廠，其中設計污水流量小於 5,000 CMD 者共有 40 廠，依設計處理規模別，其使用生物處理方法別之廠數，彙整如表 5.2。

表 5.2　台灣及金馬地區 5,000 CMD 以下污水廠生物處理之流量別統計

處理方法	設計污水廠(CMD)				合計
	40 以下	41～250	251～1,000	1,001～5,000	
氧化渠法			1	6	7
接觸曝氣法	8	1	4	1	14
活性污泥膜濾法(MBR)	2	7	1		10
延時曝氣法				2	2
活性污泥 A^2O 法			2	1	3
活性污泥 TNCU 法				1	1
分批式活性污泥法				2	2
旋轉生物圓盤法(RBC)			1		1

由表中顯示台灣及金馬地區小規模污水處理設施，以氧化渠法及接觸曝氣法最多，另活性污泥膜濾法及接觸曝氣法在 40 CMD 以下之極小規模者，目前多集中在馬祖。

另依日本 2011 年統計，設計污水量在 5,000 CMD 以下的處理廠共 1,214 廠中，其設計處理方法如表 5.3，以氧化渠法、延時曝氣法、分批式活性污泥法、好氧過濾法等為主。

表 5.3　污水處理生物處理方法處理廠數(日本統計)

處理量 / 處理方法	5,000 CMD 以下
氧化渠法	856
分批式活性污泥法	66
高級處理氧化渠法(去氮、磷)	44
標準活性污泥法	42
延時曝氣法	41
礫間接觸法	32
好氧過濾法	29
厭氧好氧活性污泥法	12
接觸曝氣法	10
其他合計(各 10 廠以下)	172
總數	1,214
高級處理	96

5.4 污水溶解性物質處理之原理

污水中溶解性物質及微細粒子之處理，包括生物處理及砂濾。

污水處理之生物處理原理，依其去除物質而異，主要為藉在好氧狀態下，馴

養適合去除對象物質的微生物，使其於利用有機物之同時而增殖，再藉固液分離出所增殖的固體物污泥，而達到去除污染物質。

5.4.1 活性污泥法的淨化機制

1. 有機物之去除

當於污水中灌入空氣並加以攪拌，則各種微生物就利用污水中的有機物並進行增殖，而形成具凝聚性的膠羽，即為所稱的活性污泥。活性污泥為由細菌、原生動物、後生動物及非生物性無機物和有機物等所構成。當活性污泥與溶氧相混合，則污水中的有機物，就被活性污泥所吸附，藉微生物的代謝氧化、合成轉化為新的活性污泥。

活性污泥的淨化機制及流程如圖 5.3，於反應槽灌入空氣或以機械設備在反應槽之水面攪拌以供給溶氧並使槽內的水流動，使活性污泥維持懸浮狀態，此一現象稱為曝氣。

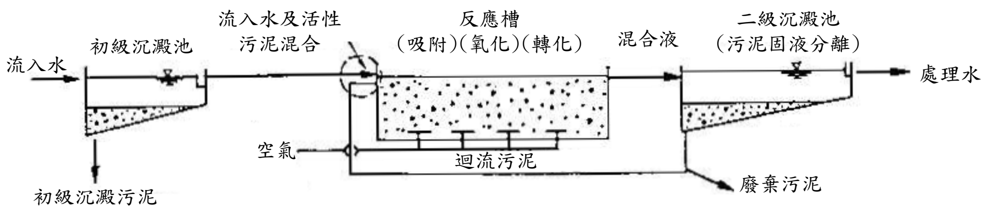


圖 5.3　活性污泥法之淨化機制及流程

自反應槽流出的活性污泥混合液，於二級沉澱池藉重力沉澱達到固液分離，上澄水即為處理水。沉澱的污泥則一部分迴流至反應槽，與污水相混合，再被污水處理所利用，而另一部分的廢棄污泥，則予排出進行污泥處理。

2. 硝化反應

活性污泥法處理污水，一般以去除有機物為目的，以有機物為能源者以異營性細菌為主。另活性污泥將污水中的硫化物、氮、磷、鐵及其他化合物氧化所獲得的能源加以利用，而增殖的細菌群，這些細菌稱為自營性細菌。

污水中所含的氮化物，包括有機性氮、氨氮、亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮等。有機性氮及氨氮合稱凱氏氮，污水中的氮化物，大部分以此型態存在。有機性氮主要為食物渣、糞尿等所含的蛋白質及其分解生成物。蛋白質一旦被微生物分解，經脫胺基酸反應而成氨氮，氧化之脫胺反應例如式 5-1。

$$R\text{-}\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}\text{-}COOH+A+H_2O \rightarrow R\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}COOH+AH_2+NH_3 \quad \ldots\ldots (5\text{-}1)$$

式中：

A：氫接受體

R：與反應無關部分

硝化菌將氨氮硝化為亞硝酸氮及硝酸氮，故有亞硝酸性菌及硝酸性菌，此種硝化細菌硝化反應的反應式，如式 5-2 及 5-3。

$$NH_4^+ + \frac{3}{2} O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+ \quad \text{.....(5-2)}$$

$$NO_2^- + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow NO_3^- \quad \text{.....(5-3)}$$

硝化菌的增殖速度，一般較活性污泥中的異營性細菌為慢。因之若要在活性污泥中保有硝化菌，就必須要有較長的 SRT(Solids Retention Time，固體物停留時間)。

活性污泥中要存有硝化菌，其必要的 SRT(日)與水溫關係，如式 5-4。

$$SRT \geqq 20.65\exp(-0.0639T) \quad \text{.....(5-4)}$$

式中：

T：水溫(℃)

3. 脫硝反應

活性污泥中，異營性細菌，其在混合液中即使缺乏溶氧(DO)，但其中仍含有可利用水中亞硝酸性氮及硝酸性氮中的氧(結合氧)以分解有機物的細菌群。這些細菌群，依其溶氧利用狀態，一般稱為缺氧性細菌。

脫硝反應即為在缺氧狀態下，藉由缺氧性細菌的作用，將硝酸性氮及亞硝酸性氮還原的為氮氣，其式(5-5)、(5-6)及(5-7)。

$(NO_3^- \rightarrow NO_2^-)$ $2NO_3^- + 2(H_2) \rightarrow 2NO_2^- + 2H_2O$ .....(5-5)

$\underline{(NO_3^- \rightarrow N_2)}$ $\underline{2NO_2^- + 3(H_2) \rightarrow N_2 + 2OH^- + 2H_2O}$ .....(5-6)

$(NO_3^- \rightarrow N_2)$ $2NO_3^- + 5(H_2) \rightarrow N_2 + 2OH^- + 4H_2O$ .....(5-7)

在這些反應中的(H_2)為由氫供給體(基質)所供給，其主要為污水中的有機物、甲醇等有機物，以及貯存在細菌體內的蓄積物經分解所供給。脫硝反應必須為活性污泥混合液中無溶氧狀態，同時活性污泥混合液存在有細菌體內氧化對象的有機物，才能進行反應。

4. 除磷

在厭氧狀態下，具有超量攝磷能力的微生物活性污泥會將體內(固相)的正磷酸態磷(溶解性 PO_4^--P)釋出於混合液(液相)中，相對的使混合液中的正磷酸濃度增加。

在此一狀態經持續一段時間，將活性污泥置於好氧狀態時，活性污泥微生物會於混合液中(液相)，將正磷酸磷(固相)加以超量攝取，此一現象稱為活性污泥微生物具超量攝磷現象，其結果可使進流水中的磷在反應中被去除，達到降低至接近於零的濃度。

在此一處理過程中，混合液中的有機物濃度也會減少，即為厭氧狀態下有機物被攝取的現象。

另磷的去除也可藉添加凝聚劑以化學除磷。

5.4.2 生物膜法的淨化機制

1. 接觸曝氣法

污水處理一般多採用活性污泥法，但活性污泥法的操作，必須配合外在流入量、進流水質的變化做必要的控制。且有污泥膨化及上浮問題，而需要較高的操作技術。

對於規模較小的污水廠，除延時曝氣法、分批式活性污泥法及氧化渠法等活性污泥法外，接觸曝氣法及好氧過濾法由於操作上較容易，自 1970 年開始以來，在歐、美、日已漸被普及應用，其中接觸曝氣法在國內也廣被採用。

接觸曝氣法乃是將接觸材料浸於反應槽內之污水中，並在槽內給予充分曝氣，使流入的污水充分攪拌循環流動，而與接觸材料相接觸。經一段時間後，接觸材料表面開始生長附著生物性污泥(微生物)而形成生物膜，利用該生物膜在好氧性狀態下吸附、氧化污水中有機物質的處理方法。

接觸曝氣法之去除 BOD 及去氮的模式如圖 5.4 所示。

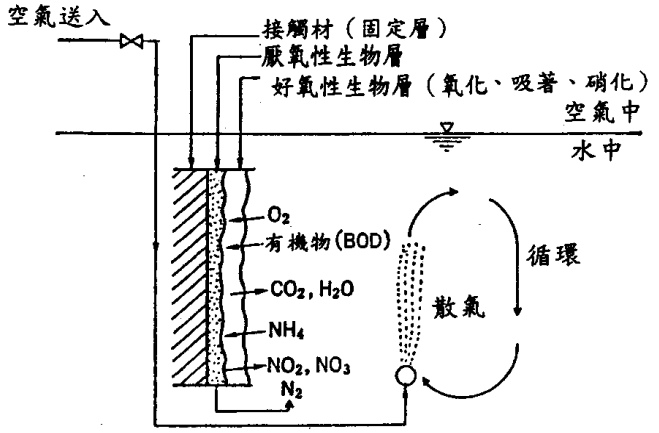


圖 5.4　接觸曝氣法之 BOD、氮去除特性

2. 好氧過濾法

好氧過濾法(BAF. Biological Aerated Filter)為生物膜法的一種，其原理如圖 5.5，為於反應槽內充填 2～5 mm 之濾材，污水自上部流入，而自底部所設置之散氣設備曝氣，供給好氧性生物污泥所需之空氣量的處理程序。

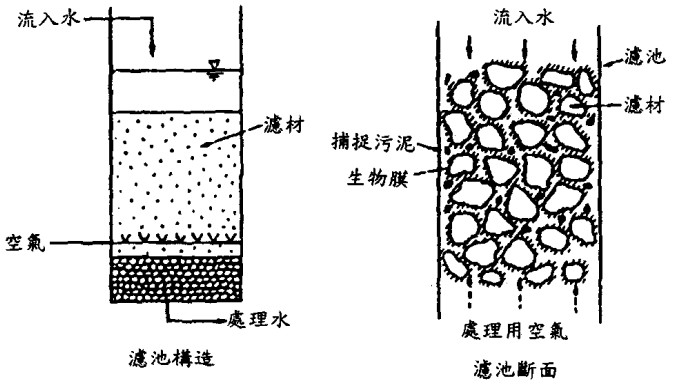


圖 5.5　好氧過濾法之原理

污水由反應槽上部流下時，其懸浮物質(SS)被濾池內之濾材間隙所阻留，而溶解性有機物則被濾材間增殖的生物膜所吸附分解，故本法為兼具有生物膜處理及過濾之雙重特性。

但相同的因具過濾之特性，也就有因微生物增殖造成阻塞之問題，此時為恢復其處理機能，就必須以壓力空氣和水(處理水)反沖洗之，而此等沖洗的反沖洗水則引至初級沉澱池去除 SS 等。

5.4.3 過濾

污水二級處理水再利用或為提升放流水水質，多採快濾處理或纖維過濾。快濾為以 30～100 cm 高之濾狀濾料以 100～600 $m^3/m^2 \cdot d$ 之濾速，藉物理性的阻留作用及沉澱作用，將懸浮物質加以捕捉，使自水中分離之，其過程包括將懸浮物質的「移送」至濾材表面及其到達濾材後以「附著」而分離之程序。

一般二級污水處理廠放流水中殘留之懸浮性物質，其直徑約自數 mm 至數 100 μm 之微生物膠羽為多，而濾材在 0.5 mm 至數 mm 之範圍，則其去除效果就不受濾材大小所影響，依據經驗在上述之濾材條件下，可去除之懸浮微粒下限值為 10 μm，因此幾乎經快濾後，殘留於二級處理放流水中之懸浮物大半已被去除。但若為特殊情況，要去除 10 μm 以下之微粒，則可先提升懸浮微粒之粒徑，再予快濾之，快濾過濾池型式如圖 5.6。

快濾最直接的處理效果為去除二級處理放流水中殘留之 SS，併同去除 SS 中所含之有機物、磷、氮化物等，因此若 SS 以外的懸浮性物質佔高比率時可有效的予以去除之。亦可為去除二級處理水之懸浮性 BOD。

快濾池的型式可分為：

(1)重力式、壓力式：依確保濾壓的方法。

(2)向下流、向上流、水平流、上下向流：依過濾方向分。

(3)固定床、移動床：依濾層之運動方法。

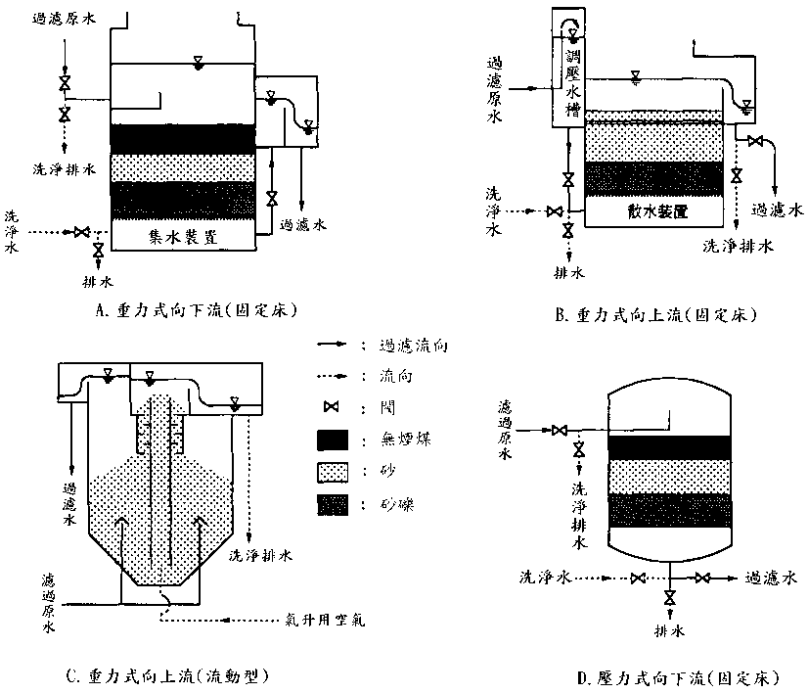


圖 5.6　快濾過濾池型式

纖維過濾為一上流式過濾系統，為使用片狀等纖維濾材，其材質多為 PP 等，大小約 5 mm 正方，3 mm 厚，其比重約 0.8～0.92，空隙率約 92%，濾材形狀及捕捉懸浮固體物之特性如圖 5.7，且可在過濾一定時間後，進行完全洗淨，其洗淨示意圖如圖 5.8。濾材與傳統濾材規格比較如表 5.4。

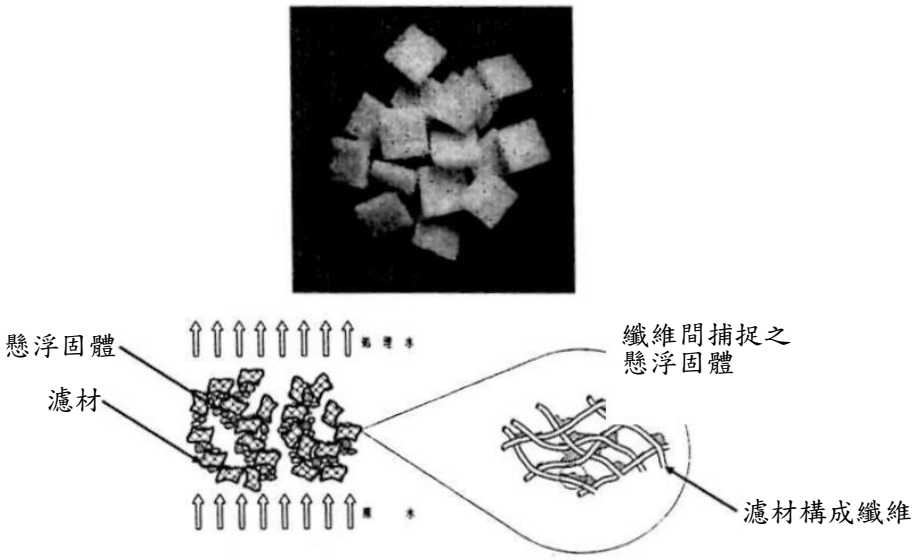


圖 5.7　纖維過濾之纖維濾材形狀

表 5.4　纖維濾材與石英砂濾比較

	石英砂	纖維濾料
材質	石英砂	PP
尺寸	0.6 mm ϕ	5mm×5mm×3mm
孔隙率	0.4	0.92
比表面積	6,000 m^2/m^3	8,000 m^2/m^3
SS 捕捉率	4.0 kg/m^3	10 kg/m^3
比重	2.6	0.8～0.9

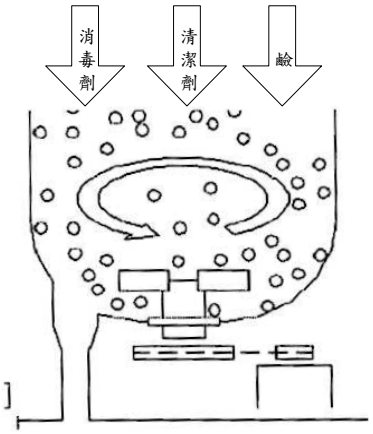


圖 5.8　纖維過濾濾料清洗示意圖

纖維過濾具有下列特性：

(1)濾速高，可達每日 1,000 m，出水量大。

(2)濾料輕，安裝更換容易。

(3)濾料可以如洗衣方法，達到充分洗淨，洗淨效果佳。

(4)反洗時間可短，每次約 10 分鐘，可減少反洗廢水。

(5)處理水水質，因係上流式，SS 穿透力較小，對 SS 之附著力較強，捕捉量也大，故處理水質可穩定。

(6)一般因濾速大，處理設施用地可省，相對裝置設備也較節省。

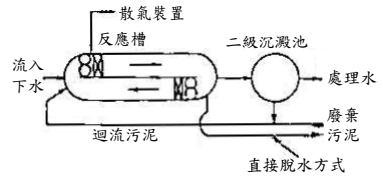
5.5 小規模適用之各污水生物處理方法特性

各污水生物處理方法中，本節除就小規模較可應用之活性污泥氧化渠法、延時曝氣法、分批式活性污泥法、硝化內生脫硝法、活性污泥膜濾法及生物膜法之好氧過濾法、接觸曝氣法等加以分述外，其他方法可參閱另專書「污水處理廠設計及解說」第五章。

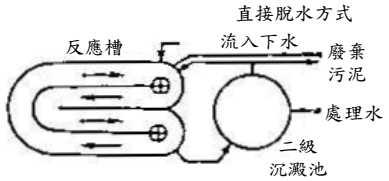
5.5.1 氧化渠法

氧化渠法為可不設置初級沉澱池，並設置機械曝氣裝置，為水深較淺之迴路反應低負荷活性污泥處理，並於二級沉澱池進行固液分離的處理系統，為小規模處理廣被採用的活性污泥法之一。

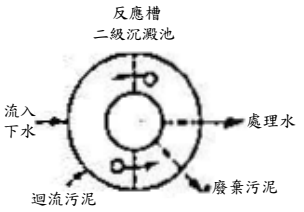
氧化渠法反應槽的形狀，如圖 5.9。



(1)長圓形



(2)馬蹄形



(3)同心圓形

圖 5.9　氧化渠法形狀及流程

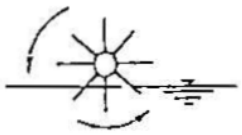
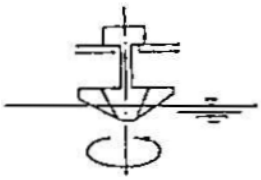
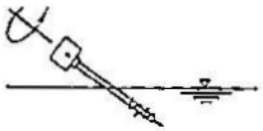
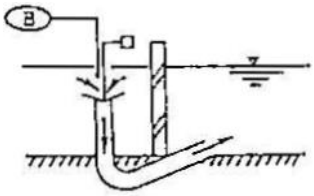
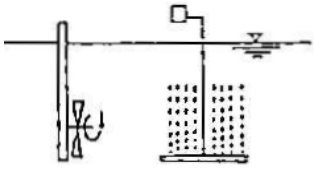
本法反應槽水深比較淺，約 2～5 m，因之需較大用地面積，但土木設施較為簡易，且因多係使用機械曝氣，故其附屬設備也較簡單。氧化渠法所採用的機械曝氣裝置，如表 5.5。一般依反應槽的形狀，進行最適曝氣設備的組合。

曝氣裝置選擇時，應充分考量省能源為重點，而檢討各裝置的動力效率。

氧化渠法一般特性，包括：

1. 氧化渠法因係在低負荷下運轉，即使進流水量、水質的時間變動或水溫下降，仍可達到安定的去除有機物。又因低負荷處理，SRT 較長，可達硝化效果。
2. 一般系統硝化會導致處理水 pH 下降而水質惡化，但氧化渠法可就其反應槽內的缺氧段及缺氧時間的設定，以達脫硝，硝化所消耗的鹼度可在流動中恢復，防止 pH 下降。
3. 反應槽內的溶氧(DO)濃度，依混合液的流動，其濃度會產生坡降，但 MLSS 濃度、鹼度則可維持穩定。
4. 產生污泥量約為去除 SS 量的 75%，較標準活性污泥法為低。
5. 廢棄污泥也因停留時間較長，部分有機性污泥已在反應槽進行分解，故也較標準活性污泥法為安定。
6. 由於 HRT 長、水深較淺、所需用地面積較大。

表 5.5　氧化渠法之曝氣設備型式特性概要

型式	概要	
橫軸型		為在橫型旋轉軸上裝置葉片形成滾轉機，於水表面進行攪拌曝氣，為一表面曝氣方法
豎軸型		藉驅動部的旋轉動力，帶動渠道水面上部分浸水之翼輪，進行曝氣的表面曝氣方法
螺旋型		藉螺旋之旋轉造成負壓，以利用自動供給的空氣，形成微細氣泡而擴散於水中的水中曝氣方法
軸流泵型		藉軸流推進器的攪拌和由散氣管供給的空氣相混合，形成氣液混合體，經由軸流泵之下游側再由槽底噴出之方法
推進器型		攪拌及混合由水中的螺旋槳行之，氧的供給則由散氣板散氣之方法行之

反應槽設計參數　HRT　24～48(一般採 24)hr

MLSS　3,000～4,000(3,000)mg/L

迴流污泥比　120％～200％

需氧量　AOR 1.4～2.2(一般採 1.6)$kgO_2/kgBOD$

供給氧量　SOR(一般採 2.1)$kgO_2/kgBOD$

二級沉澱池設計參數 沉澱時間　6～12(一般採 10.5)小時

有效水深　3～4(一般採 3.5)m

水面積負荷　8～12 $m^3/m^2 \cdot d$

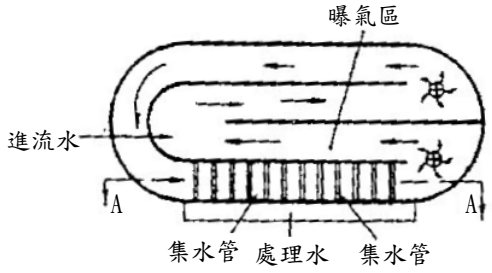
溢流堰負荷　30～50 $m^3/m \cdot d$

上述反應槽需氧量 AOR(Actual Oxygen Requirement)，為活性污泥反應槽需氧量，包括 BOD 氧化、硝化及活性污泥內呼吸所需氧量合計，依進流水質及運轉方法而異，而單位去除 BOD 量的需氧量表示($kgO_2/kgBOD$)。

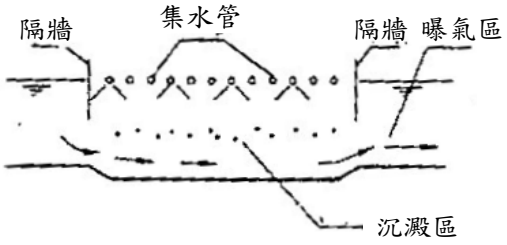
另 SOR(Standard Oxygen Requirement)，為 AOR(反應槽內混合液在 T℃，1 大氣壓所需氧量)為標準，曝氣裝置或鼓風機設計時，在標準條件下(清水 20℃，1 大氣壓)換算供氧量，與 AOR 相同，以去除單位 BOD 的溶氧重量比($kgO_2/kgBOD$)表示。

對於微小規模或小小規模之污水下水道系統，其污水處理，也可採用曝氣沉澱一體氧化渠，也就是將二級沉澱池建在氧化渠中，進而達到曝氣、沉澱分離的功能，即簡化設施更方便操作管理，如圖 5.10。

本系統係於一個渠道內設為沉澱區，在沉澱區的兩側設隔牆，並在其底部設一排三角形導流板，同時在水面設穿孔集水管，以收集澄清水。氧化渠內的混合液從沉澱區的底部流過，部分混合液則從導流板間隙上升進入沉澱區，而沉澱下來的污泥則從導流板間隙下滑回氧化渠，曝氣採用機械表面曝氣方法。



(1)平面圖



(2)A-A 斷面圖

圖 5.10　曝氣沉澱一體氧化渠圖例

去氮處理氧化渠法，為維持硝化菌在氧化渠反應槽內所必要的停留時間(ASRT)一定，並依據硝化、脫硝的處理原理，需要適當配置好氧、厭氧措施，而達到最大日污水量下好氧與缺氧時間比 1：1 的反應時間，依流入負荷量藉排泥調整控制，也可以全槽間歇曝氣(好氧)、間歇攪拌不曝氣(厭氧)操作，以達到穩定的有機物及氮的去除的方法，如圖 5.11，本法對於氮的去除可達到 85%，若要同時去除磷，則需添加凝聚劑以去除。

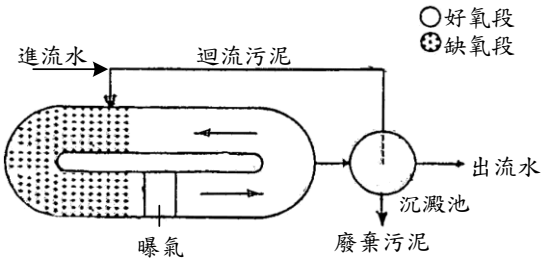


圖 5.11　氧化渠併同硝化脫硝系統例

設計時需注意事項如下：

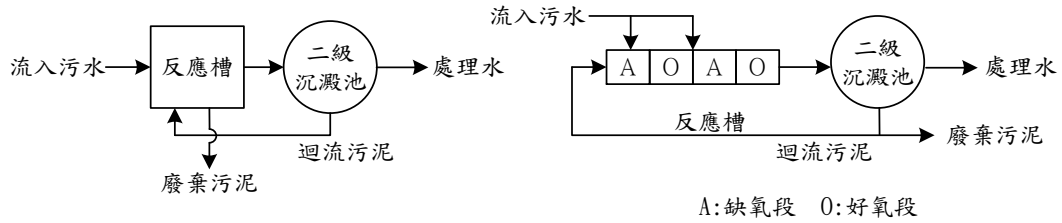
1. 設計水溫，進流水溫以月平均最低值設計，尤其是高海拔地區。
2. ASRT 以在設計水溫下，可維持硝化菌留存在反應槽內的日數以上決定之。
3. 為達除氮效果，在必要的 ASRT 下，硝化及脫硝所需缺氧時間的 HRT 應分別算出，通常好氧、缺氧之時間比為 1：1。
4. 曝氣裝置以每一反應槽 2 台為原則，其供氧能力以最大日污水量流入時，以一天之所需氧量可在 12 小時內供給為原則。
5. 二級沉澱池的水面積負荷，依反應槽設計 MLSS 濃度的關係決定之。反應槽及二級沉澱池所需容量及面積，以考量經濟性及用地條件決定之。

各種去氮、除磷處理分法之設計操作，最適 C/N 比及 C/P 比，則請參考「污水處理廠設計及解說」第五章相關章節。

5.5.2 延時曝氣法

延時曝氣法系統可不設置初級沉澱池，一般反應槽的停留時間較長，同時 MLSS 濃度也保持較高之低負荷條件下運轉，而於二級沉澱池進行固液分離。

延時曝氣法於進行硝化時有 pH 下降的現象，但仍可脫硝，如圖 5.12(a)所示的完全混合型反應槽，以間歇曝氣達到缺氧好氧運轉的方法，也有以分成二段流入污水之混合反應進行三段缺氧好氧運轉方法，如圖 5.12(b)所示。前者應同時全槽設置水中攪拌裝置，以利間歇輪流操作。後者則可僅於缺氧段設置攪拌裝置。



(a)單槽式缺氧好氧運轉方法　　(b)多段式流入缺氧好氧運轉方法

圖 5.12　延時曝氣法處理流程

延時曝氣法的特性如下：

1. 單槽式缺氧好氧運轉方法：
   (1)SRT 的管理較容易，廢棄污泥可直接自槽中排出，並進行脫水，可不設置污泥濃縮槽，若需要達到總氮的去除，可採間歇曝氣。
   (2)若流入負荷變動大，可藉反應槽以定量流出調整裝置，使反應槽同時具有流量調整機能，可達安定化處理。
2. 多段進流多槽完全混合型缺氧好氧運轉方法
   本方法並非間歇曝氣，可連續進行硝化、脫硝。

主要設計參數如下：

反應槽　停留時間(HRT)　16～24(一般採 16)小時

MLSS 濃度單槽　3,000～4,000 mg/L

食微比 0.05～0.1 kgBOD/kgMLSS・D

多段進流水(2～3 段)　2,500 mg/L

迴流污泥比單槽　100～150%

多段進流水　100～150%

二級沉澱池　沉澱時間　6～12(一般採單槽 8.0，多段進流 7.0 小時)

有效水深　3～4(一般採 3.5)m

水面積負荷　10 m^3/m^2・d。多段進流水 12 m^3/m^2・d

溢流堰負荷　30～50 m^3/m・d 以下

5.5.3 分批式活性污泥法

分批式活性污泥法(SBR)係在一單槽內，具有同時反應槽及二級沉澱池的功能，如圖 5.13，進流水與活性污泥形成混合液攪拌反應，沉澱排水、廢棄污泥排出的各項過程皆在一槽內反覆進行的處理方法。

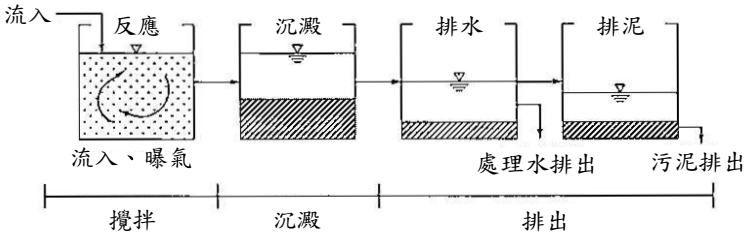


圖 5.13　分批式活性污泥法循環運轉例

一般分批式活性污泥法之處理流程如圖 5.14，可不設初級沉澱池，以一系列 2 槽的組合，污水間歇流入，而在一天內數次循環運轉。小規模污水廠多以考量管理方法方便及處理安定，而採低負荷設計。

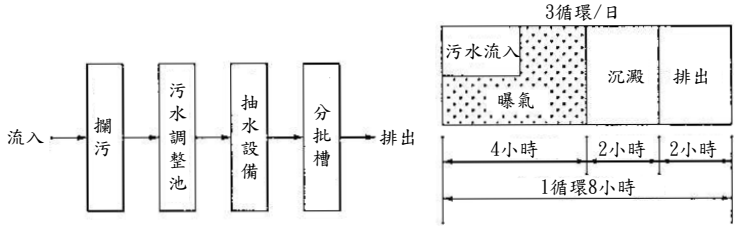
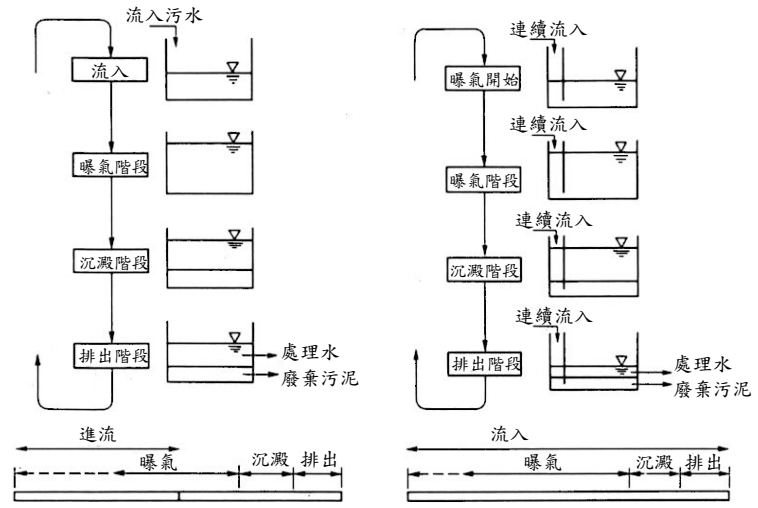


圖 5.14　分批式活性污泥法處理流程圖

分批式活性污泥法，除為間歇進流污水操作外，也有連續流入之處理方法，其兩者之比較如圖 5.15。



(a)間歇進流處理程序　　(b)連續進流處理程序

圖 5.15　間歇進流方法及連續進流方法之比較

分批式活性污泥法，可藉間歇不曝氣而攪拌，以達缺氧脫硝去氮，也可依進流水混合攪拌，以達在厭氧下釋磷、好氧攝磷之操作控制，達到去氮除磷。

SBR 去氮程序，為於單槽反應槽分六個階段為一循環之操作程序，而於反應槽排泥後，再進流污水至操作水位後的缺氧狀態下，將反應槽予以攪拌，使進流水之有機物做為碳源，進行充分脫硝，繼而進行好氧硝化、沉澱、排水及排泥程序之循環操作。本程序操作為達到硝化之 MLSS 濃度一般較高，ASRT 也較長，約 10～30 日，如圖 5.16。

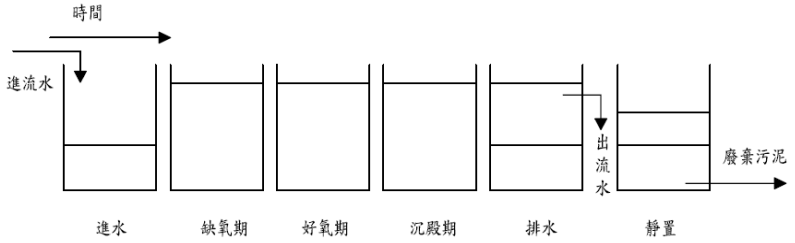


圖 5.16　SBR 去氮處理程序循環示意圖

MSBR(Modified sequential batch reactors)去氮除磷程序，如圖 5.17，所有活性污泥之反應及沉澱均於同一反應槽中完成，此反應槽兼具生物反應槽與沉澱池之功能。本程序為將 SBR 系統之操作分為進流水、厭氧期、好氧期、缺氧期、沉澱期及排水和排泥之操作，以使釋磷、硝化、攝磷、脫硝及分離，達到去氮除磷。惟在放流前放流水應有再曝氣。本法若沉澱良好，可有效去除氮、磷，如圖 5.17。

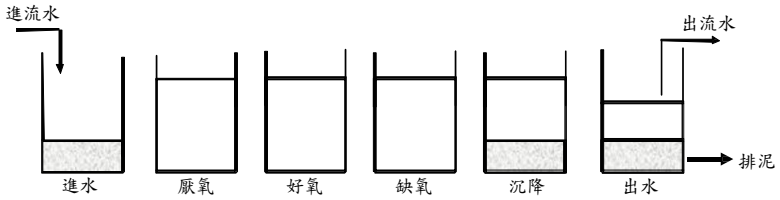


圖 5.17　MSBR 去氮除磷處理程序示意圖

分批式活性污泥法，因係在同一槽內進行活性污泥曝氣及沉澱，因此散氣設備以較不阻塞的噴射式微氣泡方法、散氣裝置加攪拌方法或沉水式攪拌機為適當。

分批式活性污泥法的排水裝置如圖 5.18，沉澱過程中活性污泥固液分離的處理水排水裝置如圖 5.19。

分批式活性污泥法的特性，包括：

1. 進流水的負荷變動較規則時，比較可獲得穩定的處理水，因此為要能獲得穩定的處理水水質，一般需設置調整池。
2. 依流入量及進流水質設定反應時間及沉澱時間，比較具彈性。
3. 若為能使活性污泥混合液在較理想狀態下沉澱，固液分離可較順暢。
4. 在單一反應槽內設定每一循環包括好氧—缺氧—厭氧等條件，可達硝化、脫硝及生物除磷效果。
5. 與氧化渠法比較，所需用地面積可較小。
6. 反應槽內容易蓄積浮渣，應有對策措施。
7. 由於處理水為間歇排出，其消毒方法應注意。

分批式活性污泥法 BOD 的去除能力可達 90％以上，經由適當的管理，總氮、總磷的去除也可達 80％以上。主要設計參數如下：

污水調整槽　最大日污水量的小時停留時間　6 小時

反應槽　停留時間　24～48(一般採 24)小時

循環數　2～3(一般採 3)次/d

排水比　每次 1/6～1/3(一般採 1/3)

MLSS 濃度　2,000～3,000 mg/L

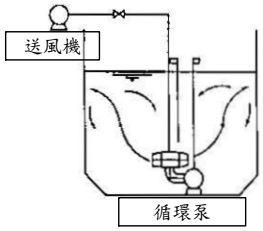
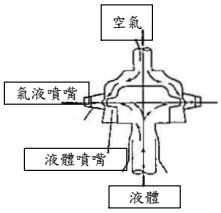
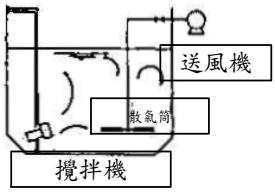
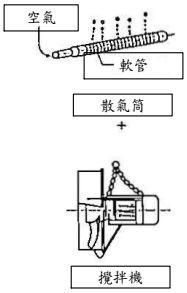
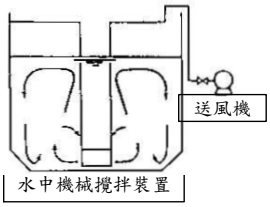
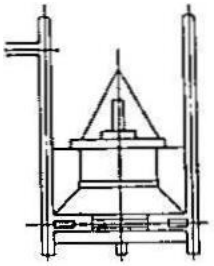
	微細氣泡噴射式	散氣裝置+攪拌機方法	水中攪拌方法
構造	 全體構成圖  散氣部斷面詳細圖	 全體構成圖 	 全體構成圖  斷面詳細圖

圖 5.18　分批式活性污泥法使用之代表性散氣裝置(例)

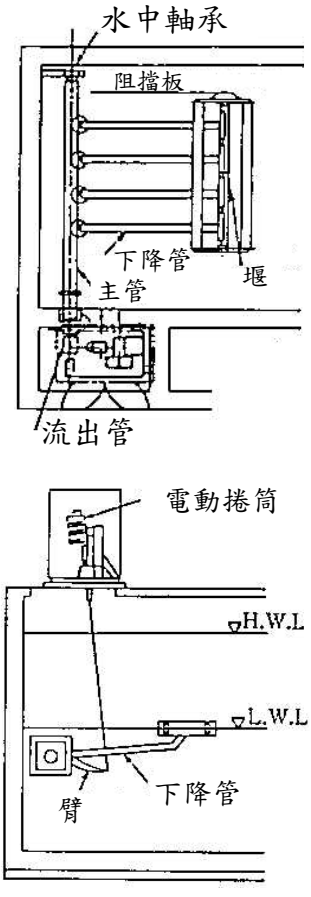
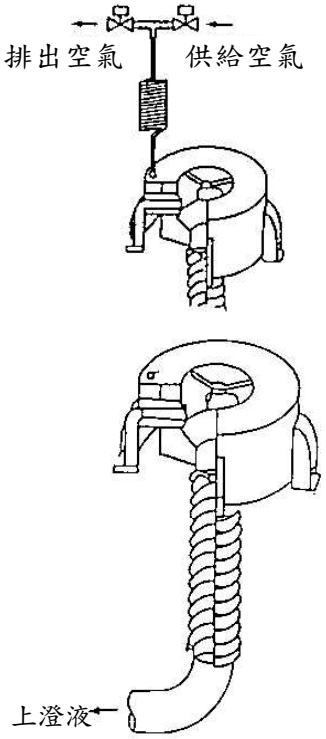
	上浮型	上浮導引型
構造		

圖 5.19　分批式活性污泥法處理水排水裝置(例)

5.5.4 硝化內生脫硝法及脫硝除磷法

硝化內生脫硝法其流程如圖 5.20，為 Wuhrmann 於 1964 年發展之去氮方法，係於硝化段後配置脫硝段，而以在硝化段時活性污泥所吸附的有機物及蓄積於細胞內的有機物，做為脫硝所需的碳源，故於脫硝時既不需添加外部有機物碳源，也不需要迴流硝化液。

硝化及脫硝後再曝氣，使流出水處於好氧狀態，而不會於二級沉澱池因發生脫硝，也可防止污泥上浮。

本法若進流水穩定，反應槽對於其流入的總氮含排泥可望去除達 70％～80％。脫硝槽可維持 DO 0.5 mg/L 以下，以達脫硝。本法為保脫硝所需碳源可不設初級沉澱池。

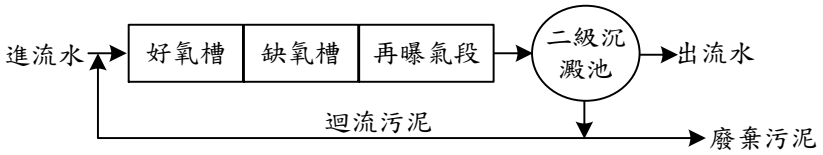


圖 5.20　硝化內生脫硝程序

本法的設計參數包括：

食微比(F/M)	0.1～0.2 kgBOD/kgMLSS・D
ASRT	11～15 日
MLSS	2,000～4,000 mg/L
水力停留時間	依負荷而定
污泥迴流率	50～100％

硝化內生去氮除磷法，係位於硝化內生脫硝系統之缺氧及再曝氣段間，增置厭氧段，以形成釋磷環境，其後再以曝氣攝磷處理，處理水經沉澱池沉澱，排除含高濃度含磷的污泥，以達去氮除磷的功能，如圖 5.21。

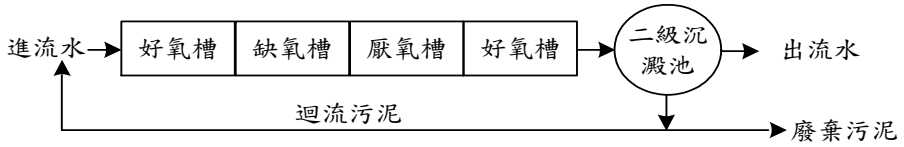


圖 5.21　硝化內生脫硝除磷系統

5.5.5 MLE 程序

為將反應槽分割為兩部分，於前段缺氧槽以進流水 BOD 作為碳源進行 脫硝反應，而於後段好氧槽進行硝化反應。本修正系統為將後置的脫硝槽改置於硝

化曝氣槽之前，而增加一內部循環將曝氣槽中已硝化的硝化液循環迴流至前段的脫硝槽中進行脫硝作用。而脫硝作用其微生物所需的碳源，則由進流之原污水中可生物分解性的有機碳提供，即所謂使用內部碳源。但因好氧槽出流水仍有未迴流的硝酸鹽流出，而未能完全脫硝。本程序在循環比為 2 之下，總氮去除率約在 50～60％，另包括排泥去除，則約 60～70％，如圖 5.22。

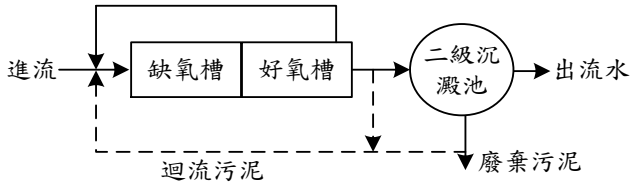


圖 5.22　MLE 去氮程序

5.5.6 A^2O 處理方法

典型之厭氧/缺氧/好氧程序為厭氧、缺氧及好氧三單元之組合(Anaerobic/Anoxic/Oxic)，厭氧槽置於最前端，迴流之磷積蓄菌可直接利用進流污水中之有機物，使其與其他細菌競爭，又由於脫硝菌利用有機物較不敏感，可於第二(缺氧)槽中將迴流水之 NO_2^-及 NO_3^-進行脫硝反應，第三(好氧)槽中則具有硝化作用。此程序之特點在於設計較短之污泥停留時間 SRT，及較高之有機負荷量。本法約可去除總氮 60～70％，總磷 70～80％，如圖 5.23。

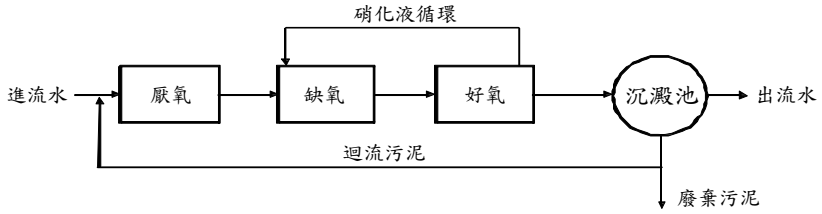


圖 5.23　A^2O(ANAEROBIC/ANOXIC/OXIDE)處理程序示意圖

5.5.7 活性污泥膜濾法

活性污泥膜濾法(MBR)，係於活性污泥法的反應槽中填置過濾膜組，直接將活性污混合液，予以過濾，以獲得清澈過濾水的方法。反應槽可為單槽，以處理一般污水中之有機物為主的方法，也可將反應槽分隔為前段缺氧及後段為好氧反應之去氮程序。

進流水必須先經細篩去除雜物後，開始流入缺氧段，其後再進入好氧段處理，繼而將好氧段之混合液循環迴流至缺氧段。好氧段內填置 MF 膜組(孔徑為 0.1～0.4 μm)，並於膜組的下部持續曝氣，以達氣液混合並同時洗淨膜面，為防止膜材阻塞，可藉泵的吸引或重力進行過濾，活性污泥膜濾法去氮系統之基本流程，如圖 5.24。活性污泥膜濾法依膜組設置方法之不同，可分為浸漬分置型及槽外型，各特性如表 5.6。

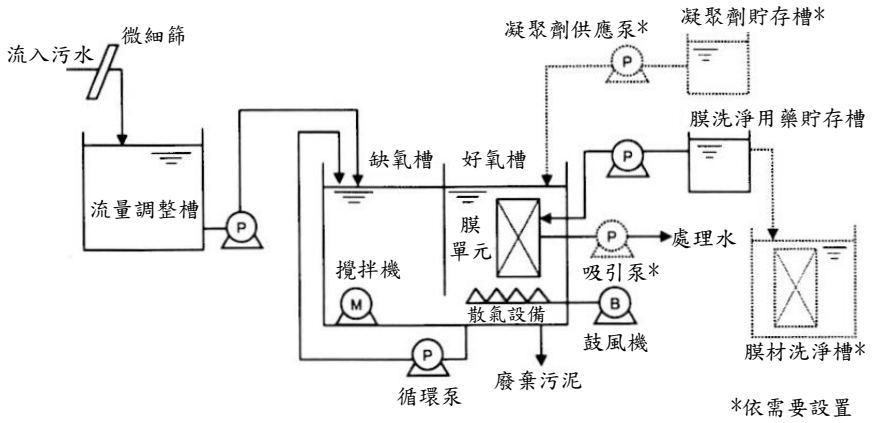
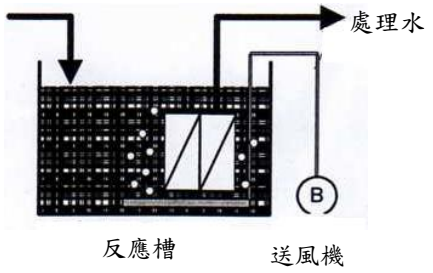
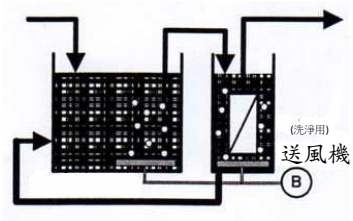
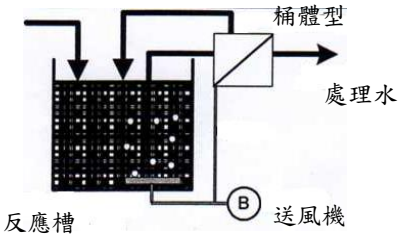


圖 5.24　活性污泥膜濾法去氮系統之基本流程圖

表 5.6　MBR 之膜模組設置方法和特徵

浸漬型 (一體型)		‧實例較多。 ‧程序構成簡單。 ‧反應槽的散氣裝置可與膜模組洗淨共用。 ‧因膜片為多數組成設置，故膜模組之檢查維修，交換時因系多組配設，故不需停止操作，維護容易。
浸漬型 (分置型)		‧生物處理及反洗所必要的散氣設備，可各自配置(分為細氣泡及粗氣泡)。 ‧反應槽的 MLSS 可較膜分離槽濃度低，分別操作。 ‧膜模組之檢查，維修更換，因係多組配置，故可不停止反應槽的操作，操作容易。 ‧不能利用既有二級沉澱池時，建設費較一體型高。 ‧浸漬型洗淨容易(膜分離槽可做為藥洗槽利用)
槽外型		‧通量最大(可減少膜模組數)。 ‧可承受水量較大的變動。 ‧可控制污泥的循環。 ‧膜片為多數組成設置，故模組的檢查，維修，更換時，不需停止操作，運轉容易。 ‧污泥循環需用泵，故需較多電力。 ‧藥劑洗淨容易。

活性污泥膜濾法程序特性如下：

1. 處理程序上可不設置初級沉澱池、二級沉澱池、快濾設施及消毒設施。可藉提升反應槽的 MLSS 濃度，減少反應槽的容量，污泥直接從反應槽抽出，故也可不設污泥濃縮槽等設施。
2. 設施所需面積小，可做成套裝配置。
3. 為減少進流水量的變動，以穩定膜材過濾，必須設置污水流量調整池，而前處理設施應設置微細篩，以保護膜材。
4. 由於不設置二級沉澱池，故無固液分離問題，維護管理容易，可達安全運轉。
5. 反應時間 6 小時，可達硝化、脫硝。磷之去除則另以添加凝聚劑。
6. 膜材必須定期以藥水洗淨，而經過一定年限，必須更換模組。
7. 以 MF 膜材(孔徑 0.1 μm～0.4 μm)過濾，其處理水 SS 濃度可達 0.4 mg/L 以下，獲得比各種活性污泥法更佳的處理水。
8. 進流水 SS 的污泥轉換率約 0.7。

本法的設計參數如下：

反應槽　F/M 比依 MLSS 濃度而定

MLSS(依主要設備規範及解說第 11308 章) 6,000～8,000 mg/L

F/M　高負荷 0.2～0.4，低負荷 0.03～0.05 kgBOD/kgMLSS・d

SRT(d)　依 MLSS 濃度而定

HRT(h)　4～6(一般採缺氧 2～3，好氧 2～3 小時)

好氧槽　DO(mg/L)　0.5～1.0

硝化液迴流率　100～200％

5.5.8 接觸曝氣法

接觸曝氣法為生物膜法的一種，本法為於反應槽內填充接觸材，藉接觸材表面附著好氧性微生物進行代謝作用，以處理污水的方法。其處理系統包括初級沉澱池、反應槽(接觸曝氣槽)及二級沉澱池。處理系統如圖 5.25。

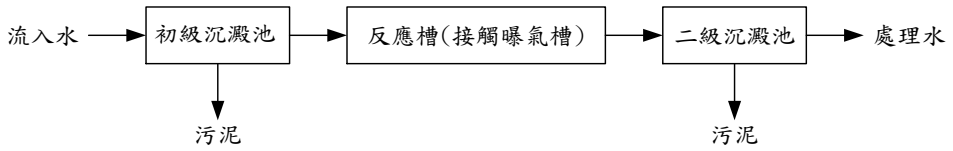


圖 5.25　接觸曝氣法流程

初級沉澱池流出水中的有機物，被好氧性反應槽中所填置之接觸材表面的微生物所吸附，經微生物的氧化及同化作用，而被分解去除。附著微生物增殖所需氧量，則由曝氣裝置所供應。接觸材表面過剩的微生物，在達一定狀態下自行剝離，併同處理水流出，於二級沉澱池沉澱分離，並不需如同活性污泥法需迴流污

泥，而直接以廢棄污泥排出。

本處理方法的特性如下：

1. 不需迴流污泥，操作較容易。
2. 採用表面積較大的接觸材，以維持多量的微生物，可涵容進流水基質的變動。
3. 微生物生物相多，可使處理穩定。惟在季節變動大時，生物膜較容易剝落。
4. 因污泥可達自行氧化，廢棄污泥較少。
5. 無法調節附著的微生物量，較不容易變動操作條件。
6. 若在高負荷下運轉，將造成生物膜肥大化，導致接觸材容易阻塞。

本處理系統，若進流水流量變動大，則應檢討設置流量調整池。

若二級沉澱池的固液分離有不充分之虞，則可從經濟性維護管理上考量於二級沉澱池後設置快濾池。

本處理方法設計參數如下：

初級沉澱池　沉澱時間　1.5～2.0 小時
有效水深　2.5～4.0 m
水面積負荷　30～50 $m^3/m^2 \cdot d$
溢流堰負荷　100 $m^3/m \cdot d$ 以下

反應槽　HRT　9.0 小時
BOD 容積負荷　0.3 $kg/m^3 \cdot d$
段數　2 段以上
各段濾材填充率 55%左右

二級沉澱池　沉澱時間　3～4 小時
有效水深　2.5～4.0 m
水面積負荷　20～30 $m^3/m^2 \cdot d$
溢流堰負荷　80 $m^3/m \cdot d$ 以下

為保持反應槽內接觸材的均勻，以保持接觸時間，應以均勻孔隙率且生物膜附著表面積大者之接觸材為宜。接觸材的形狀有管狀、繩狀、網狀、平段式、球狀等，依其形狀之不同、處理特性及填充方法，曝氣方法也異，故應配合接觸材設置曝氣裝置。

一般反應槽內的濾材填充率約 55%，若為兩段則其接觸材在第一段可用較大的孔隙率，第二段則用較小者。

5.5.9 好氧過濾法

好氧過濾法為於反應槽中充填大小 3～5 mm 左右的接觸濾材，經初級沉澱池沉澱後進流水，自上部流入，在通過濾材過程中，其所含的有機物被濾材表面附著的好氧性微生物所利用分解，同時 SS 則被捕捉以處理污水的方法。本法不必設置二級沉澱池，好氧過濾法的過濾速度以 25 m/d 以下，好氧過濾法流程如圖 5.26。

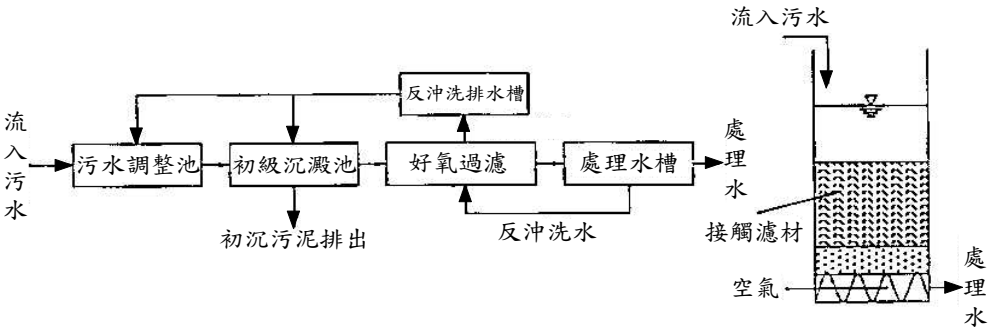


圖 5.26　好氧過濾法處理流程及好氧過濾槽構造

微生物的氧化及同化所需供給氧量，則由濾床下部的散氣裝置供應。在處理過程中所捕捉的 SS 及增殖的微生物會阻塞濾床，為恢復過濾機能，應每天一次以空氣和處理水反沖洗。反沖洗排水則送至污水調整池或初級沉澱池，以去除反沖洗水中的 SS。

好氧過濾法的特性如下：

1. 與其他處理方法相比較，停留時間較短，用地較小。
2. 由於反應槽停留時間短，因之需設置污水調整池。
3. 所產生的污泥則與初級沉澱污泥混合自初級沉澱池抽出。
4. 濾槽池必須做定期反沖洗。
5. 可以 Imhoff 槽代替初級沉澱池以沉澱污泥，並達污泥減量化，若欲以好氧過濾法達到硝化，則停留時間就需較長。

本法設計參數如下：

污水調整池　6 小時以下

初級沉澱池　水面積負荷　30 $m^3/m^2 \cdot d$

有效水深　2.5～4.0(一般採 3.0)m

沉澱時間　2.0～3.2(2.5)小時(需較一般為長)

溢流堰負荷　100 $m^3/m \cdot d$ 以下

好氧過濾槽　過濾速度　25 m/d 以下

停留時間　2.0 小時

BOD 容積負荷　2.0 $kgBOD/m^3 \cdot d$ 以下

需氧量　0.9～1.6(一般採 1.6)$kgO_2/kgBOD$

濾床高度　2 m

濾材形狀　直徑 3～5 mm 左右

處理水槽容量：每槽為濾材填充容積×2.5 倍

反沖洗排水槽容量：處理水槽容量×1.2～1.3 倍

5.6 污水處理各單元設計

5.6.1 前處理設施

沉砂設施原則上設置於抽水揚升之後或攔污之後，適合小規模之沉砂池，分為平行流式、豎流式、渦流式等，其單元設計如下：

5.6.1.1 平行流式沉砂池

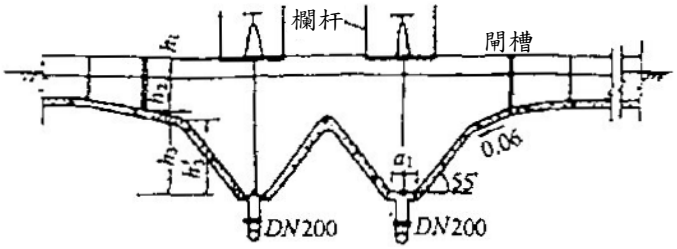
平行流式沉砂池設計考量如下：

1. 最大流速 0.3 m/s，最小流速 0.15 m/s。
2. 停留時間 30～60 s。
3. 有效水深一般採用 0.25～1.0 m，寬度 0.6 m 以上。
4. 進水頭部應有消能和整流措施。
5. 底部坡度 0.01～0.02，設置除砂設備時，應依據設備要求考量池底形狀。
6. 排砂方法可採機械方法排砂，各種機械排砂方法可參考污水處理廠設計及解說 3.6.3。

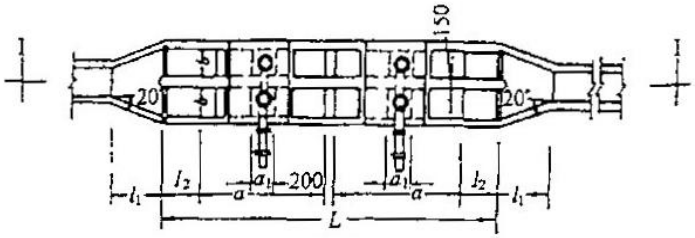
解說：

依上述設計考量之設計計算公式及圖面如下：

1. 平行流式沉砂池圖，如圖 5.27。



(1)剖面圖



(2)平面圖

圖 5.27　平行流式沉砂池圖例

2. 單元設計計算

名稱	計算式	符號說明
長度	$L=vt(m)$	v：最大時設計流速(m/s) t：最大時流經時間(s)
水流斷面積	$A=\frac{Q_{max}}{v}(m^2)$	Q_{max}：最大時設計流量(m^3/s)
池總寬度	$B=\frac{A}{h_2}(m^2)$	h_2：設計有效水深(m)
沉砂室所需容積	$V=\frac{Q_{max}XT86400}{K_X10^6}(m^3)$	X：污水沉砂量($m^3/10^3\ m^3$ 污水)假設 30 m^3 T：清除沉砂間隔時間(d) K_X：污水流量變化係數 1.5
池總高度	$H=h_1+h_2+h_3(m)$	h_1：出水高度(m) h_3：沉砂室高度(m)
驗算 最小流速計算	$V_{min}=\frac{Q_{min}}{n_1W_{min}}(m/s)$	Q_{min}：最小流量(m^3/s) n_1：最小流量時工作池數(d) W_{min}：最小流量時沉砂池中之水流斷面積(m^2)

3. 池數若為人工清理，則最少含備用應有 2 池。

5.6.1.2 豎流式沉砂池

豎流式沉砂池設計考量如下：

1. 最大流速 0.1 m/s，最小流速 0.02 m/s。
2. 最大時停留時間不小於 20 s，一般採用 30～60 s。
3. 進流水管最大流速 0.3 m/s。
4. 沉砂清除每 2 日清除一次，排砂方法採重力排砂或機械排砂。

解說：

1. 豎流式沉砂池為圓形池，側面圖例如圖 5.28。

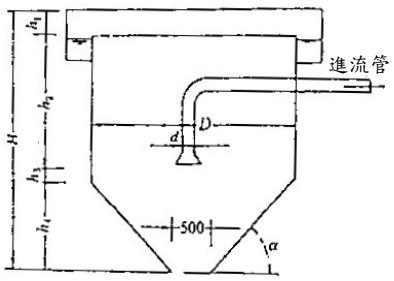


圖 5.28　豎流式沉砂池側面圖例

2. 單元設計計算

名稱	計算式	符號說明
中心管直徑	$d = \sqrt{\frac{4Q_{max}}{\pi V_1}}(m)$	v_1： 污水在進流管內流速(m/s) Q_{max}：最大時設計流量(m^3/s)
池直徑	$D = \sqrt{\frac{4Q_{max(V1+V2)}}{\pi V_1 V_2}}(m)$	v_2：池內水流上升速度(m/s)
水流部分高度	$h_2=v_2t$ (m)	t：最大時流量時之流經時間
沉砂部分高度	h_4=(R-r)tga(m)	R：池半徑(m) r：圓截錐部分下底半徑(m) a：截錐部分傾角(度)
沉砂部分所需容積	$V = \frac{Q_{max}XT86400}{K_X 10^6}(m^3)$	X：污水沉砂量($m^3/10^3m^3$ 污水) 假設 30 m^3 T：兩次清除沉砂相隔時間(d) Kx：生活污水流量變化係數 1.5
圓截錐部分實際容積	$V_1 = \frac{\pi h_4}{3}(R^2 + Rr + r^2)(m^3)$	h_4：沉砂池錐底部分高度(m)
池總高度	$H=h_1+h_2+h_3+h_4$(m)	h_1：出水高度(m) h_3：中心管底至沉砂砂面的距離，一般採用 0.25m

5.6.1.3 渦流式沉砂池

渦流式沉砂池設計考量如下：

1. 沉砂池水面積負荷 200 $m^3/m^2 \cdot h$(4800$m^3/m^2 \cdot d$)，水力停留時間約 20～30 s。
2. 進水渠道直段長度應為渠道寬的 7 倍，並不小於 4.5 m 以上，以創造平穩的進水條件。
3. 進水渠道流速，在最大時的 40～80%情況下，為 0.6～0.9 m/s，最小流量時大於 0.15 m/s，但最大流量時不大於 1.2 m/s。
4. 出水渠道與進水渠道的夾角大於 270 度，以最大限度延長水流在池內的停留時間，達到有效沉砂之目的。兩渠道均應高於沉砂部，以防擾動砂子。
5. 出水渠道寬度為進水渠道的 2 倍，出水渠道的直線段要相當於出水渠道的寬度。
6. 沉砂池前應設攔污柵，沉砂池下游段設堰板或巴歇爾槽，以保持沉砂池內所需水位。
7. 砂之清理若為人工清理應為 2 池，流量小者機械式清理則 1 池即可。

解說：

渦流式沉砂池設置 2 池時之平面圖配置例，如圖 5.29。

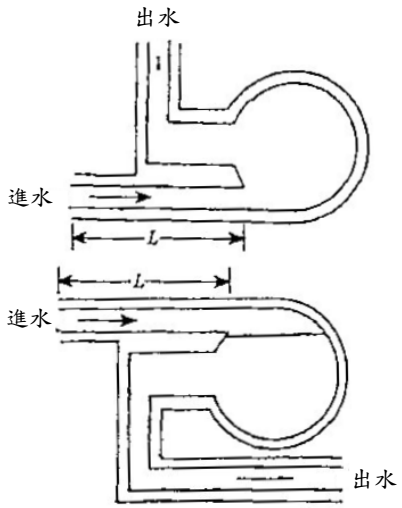


圖 5.29　渦流式沉砂池例平面圖

5.6.1.4 沉砂池抽砂及溢流

為維持污水在沉砂池之穩定沉砂，其出口端應設置比例堰，同時沉砂池也應設置抽砂設備抽出。

解說：

1. 為維持渠道的流速穩定，使水流呈穩定流，可藉比例堰之溢流水頭 H 以控制之，堰的孔口呈楔形，而孔口的寬度隨水位增加而縮小，一般多用於沉砂池或消毒池溢流口，以控制水流並量測流量，水流流經比例堰之流量可以下式計算之，其形狀如圖 5.30。

$$Q = 1.57Cd\sqrt{2g}LH^{3/2} \quad \text{.....(5-8)}$$

式中：

Q：流經比例堰之流量(cms)

H：比例堰水深(m)

Cd：流量係數=0.6～0.9，一般採用 0.6

L：當水深為 H 時之堰寬(m)

g：9.81 m/s^2

上式 Cd 以定數修改之，則為

$$Q = 4.173〔LH^{1/2}〕H \quad \text{.....(5-9)}$$

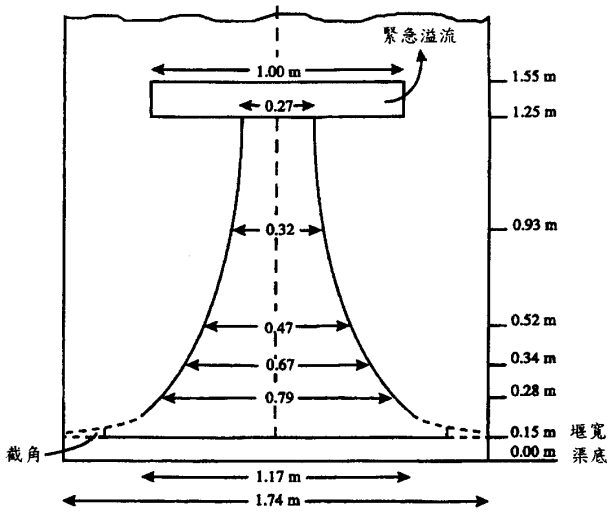


圖 5.30　比例堰圖例

2. 抽砂設備原則上以設置氣升抽砂泵或真空泵定時抽出，必要時設置簡易的貯砂設施並定期洗砂後搬出埋棄。洗砂設備設計可詳見「污水處理廠設計及解說」3.6 節。

5.6.1.5 污水調整池

污水調整池，於考量下列設計之： 1. 污水處理調整方法可分為線上(in-line)方法及線側(side-line)方法。 2. 污水調整池容量，依進流水之時間變動型態及抽送量而定。 3. 形狀原則上為方形或圓形。 4. 調整池池數原則上以經濟及操作方便性，以一池為宜。 5. 污水調整池原則上以鋼筋混凝土構造，有效水深，以 3～5 m 為標準，應設置有溢流設施。

解說：

1. 調整方法的選用，應依進流水時間變化之型態、調整池的送水量、送水方法、經濟性、維護管理之難易及調整效果充分評估後選定之。

   調整目標依要達到完全均勻化或允許某一程度的變動而異，前者因規模需求較大而較不經濟，一般以調整後的變動比 1.3～1.5 為適當。

   (1)線上調整方法

   線上調整方法為在污水流動中設置調整池的方法，係全部之污水皆流入調整池，再以設定的流量抽送入後續處理設施。

   一般其抽送水量係以平均日污水量抽送，以達完全均勻化。本方法優點為，流量及水質可達均勻化，後續處理安定，容易抽送並容易控制，惟其缺點則為抽送泵的容量較大，所耗動力亦大。

   圖 5.31 為 in-line 方法流程例，圖 5.32(a)為 in-line 方法調整設定流量，

圖 5.32 (b)為 in-line 方法允許少量變動設定例，除可達流量調整，也可降低調整池設施容量，其抽送水量則以平均日污水量為設定流量抽送，如圖 5. 32 (b)。

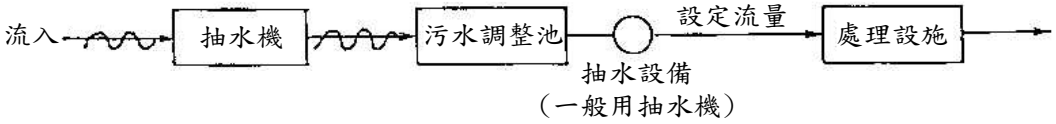


圖 5.31　in-line 方法流程例

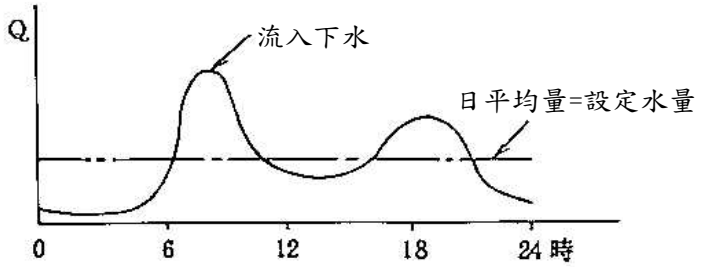


圖 5.32(a)　in-line 方法定量調整流量例

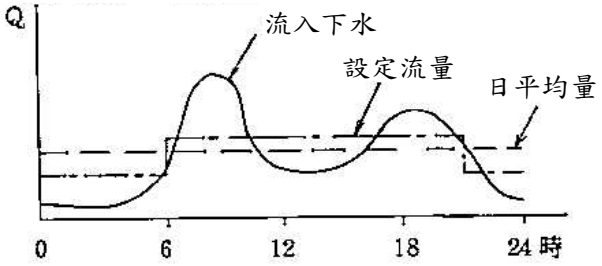


圖 5.32(b)　in-line 方法設定少量流量變動例

(2)side-line 方法

side-line 方法為於流入線上設置分水設備，將超過一定量以上的流量，分水進入其旁側設置的污水調整池短暫貯留，當進流水流量低於設定流量時，再由污水調整池抽出補充其不足的流量，一併流入處理設施，處理設施流入量穩定。

一般分水設施多用堰分水，惟因流入量變動，故從調整池抽出的補充量也需隨著變動，一般在穩定操作控制上頗不易配合，故以最大日抽送。

side-line 方法的流程圖例如圖 5.33。side-line 的一般調整方法如圖 5.34。

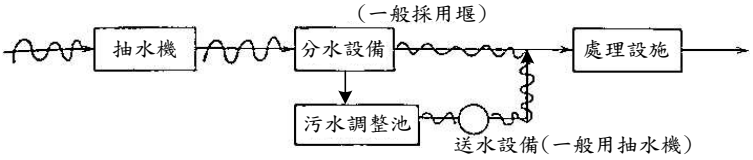


圖 5.33　side-line 方法的流程圖例

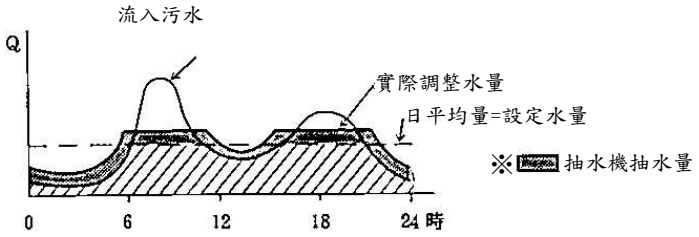


圖 5.34　side-line 方法的一般調整方法

本方法之分水設備，可直接設定流入設定值約略大於日平均值，以使流入污水調整池流量減少。惟本方法的控制較不易，且控制系統設備也較複雜。

調整方法的選定，應依其進流水特性、經濟性及調整效果充分評量後決定之。

1. 調整池的容量，於設定抽送水量值(抽送水量/日平均污水量)為 1.3～1.5，日本以計畫最大日污水量之 24 小時平均時污水量的 3～4 小時分的容量。而一般以 4～6 小時分的容量為設計容量。
2. 調整池形狀，原則上以能使池內的濃度均勻化之原則，以方形或圓形為佳。
3. 為調整池抽水控制的方便性，池數以 1 池為原則。
4. 污水調整池之構造，原則上為鋼筋混凝土，但若為極小型者，則可為鋼板製。有效水深，為使抽水揚程不太高，以 3～5 m 為標準。出水高度，於考量抽水機所必要的高度及可能淤積物的高度定之。為考量異常流入量、抽水機故障、浮渣溢流等之對策，應設置溢流設施，而溢流水則以能流入後續處理設施配置之。

5.6.1.6 調整池之抽水設備

抽水設備，於考量下列設計之：

1. 抽水設備原則上以抽水機抽水方法。
2. 抽水機之抽水能力，依台數及調整方法配合定之。

解說：

1. 污水調整池之抽水，一般以抽水機抽水，但若為特殊地形，調整池設置於較處理設施之高程為高者，則可以自然重力流為之。

   抽水機可用螺旋抽水機、可變速電動機+抽水機方法、抽水機+堰方法、抽水機+調壓槽方法及抽水機+閥方法等，如圖 5.35 及圖 5.36。

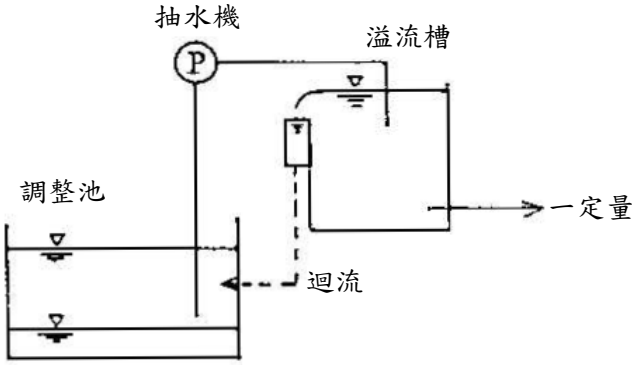


圖 5.35　抽水機+溢流堰方法

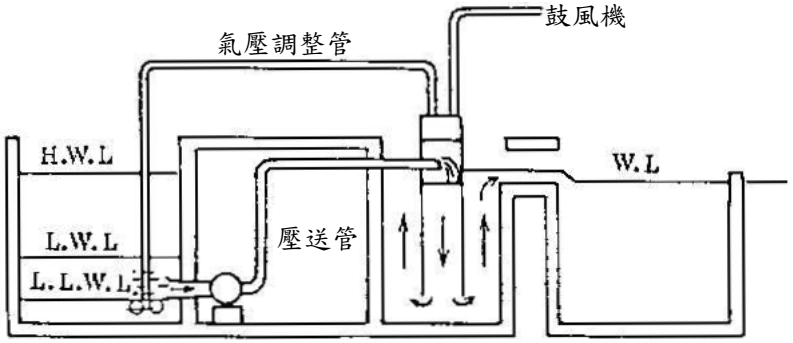


圖 5.36　抽水機+調壓槽方法

2. 抽水機依選定的設定流量，可達穩定抽水者，抽水機台數原則上應為複數。台數應依季節變動、年間之流量變化等充分考量後，以能達適當因應決定之。

5.6.1.7 混合攪拌設施

混合攪拌設施，於考量下列設計之：

1. 避免進流水在污水調整池內發生沉澱及發臭，應考量於池內攪拌或供氣混合設施。
2. 混合攪拌應依各種方法，而能達到目的條件之方法選定之。

解說：

1. 污水在尖峰時段，會在調整池內有所停留，為防其沉澱發臭，應於池內設置攪拌或供氣設備。
2. 混合攪拌有水中泵、散氣式曝氣、機械曝氣等方法，各有其特性，依設置目的決定之。

   混合攪拌之設置條件，以能達到(1)池內水位的變化(2)節省能源(3)維護管理容易(4)不易故障及(5)經濟者選定之。沉水式抽水機攪拌方法如圖 5.37，供給空氣量原則上 0.09～0.54 m^3/m 容量，而以 0.5 m^3/m 容量設定之。

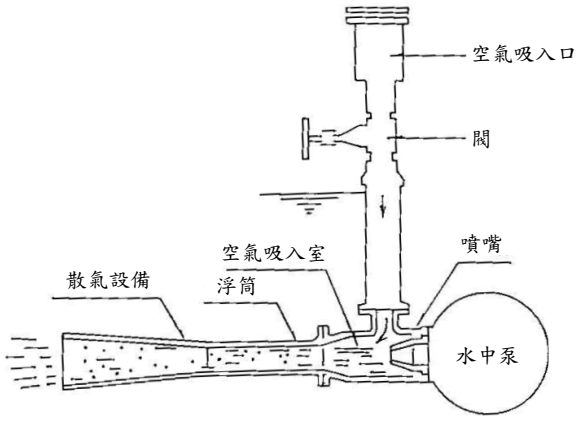


圖 5.37　沉水式抽水機攪拌方法

5.6.1.8 其他附屬設備

其他附屬設備，於考量下列設計之： 1. 複數池與池間應有更替閘門。 2. 原則上設置抽水機吊升設備。 3. 調整池原則上應有排空之排水設備，必要時應有繞流管、隔牆等。

解說：

1. 為操作上之需要及操作空間之調整，以節省攪拌動力，複數池之間，應有可調節之閘門。
2. 為抽水機維護之需要，應有吊升設備
3. 繞流管之斷面依抽水機出水管之管徑而定。

5.6.2 初級沉澱池

5.6.2.1 形狀及池數

初級沉澱池之形狀及池數，於考量下列設計之： 1. 形狀原則上以圓形放射流式或長方形平行流式。 2. 池數原則上為 2 池，若為 1 池則應有繞流配置。

解說：

1. 初級沉澱池的形狀，有圓形、正方形及長方形。依處理廠的規模配置之。長方形者因規模需有適當的長、寬比，若因地形之限制，則以一般維護管理費用較低的圓形，其形狀為圓形放射流式，但若用地受限制者，則可採長方形平行流式。
2. 池數若為 1 池，則應設置清理時之後續措施。另依地區特性、水量規模及生物處理特性等，也可不設置初級沉澱池，如延時曝氣法及氧化渠法等。

5.6.2.2 構造

初級沉澱池之構造，於考量下列設計之：

1. 構造依「污水處理廠設計及解說」沉澱池之構造。
2. 圓形放射流式沉澱池之集流斗容量，應能均勻流入。

解說：

圓形沉澱池，一般其集泥斗的容量小，其抽出之污泥的濃度可能較高，為確保污泥濃度，可以增加抽泥頻率而縮短抽泥時間。

圓形沉澱池為使進流水可向圓周方向均勻流動，因之對於整流筒的形狀，進流管的流入口的形狀和水流方向應加充分檢討，尤其沉澱池直徑小者，更應注意該等設備的機能。

5.6.2.3 設計參數

初級沉澱池之設計參數，於考量下列設計之：

沉澱時間(小時) 1.5～2.0

有效水深(m) 2.5～4.0

水面積負荷($m^3/m^2 \cdot d$)生物膜法 25～50，活性污泥法 35～70

溢流負荷($m^3/m^2 \cdot d$) 200 以下

解說：

初級沉澱池相關設計解說，參考「污水處理廠設計及解說」第四章。

5.6.2.4 污泥刮泥機

初級沉澱池之污泥刮泥機，於考量下列設計之：

1. 污泥刮泥機刮集速度，以不攪亂沉澱污泥為原則。
2. 圓形放射流沉澱池，原則上採旋轉式刮泥。
3. 長方形平行沉澱池，原則上採鏈條刮板式。

解說：

1. 污泥刮泥機刮集速度依「污水處理廠設計及解說」。
2. 圓形放射流式沉澱池，一般多採用旋轉式刮泥機，並為中央驅動型之方法。中央驅動式有懸吊型及柱狀型，直徑小者可為懸吊型。
3. 長方形沉澱池一般多用鏈條刮板式，也可用 Miller 往復刮泥式，而以前者較適合。

5.6.2.5 浮渣刮集設備

初級沉澱池之浮渣刮集設備，於考量下列設計之：

1. 初級沉澱池原則上應設置浮渣刮除設備。
2. 圓形沉澱池原則上於刮集污泥機上設置浮渣刮集設備。長方形平型式沉澱池，則採管狀型浮渣刮除器。

解說：

1. 初級沉澱池因會產生浮渣，故應設置浮渣刮除器，而其進流管渠也應設置排除浮渣的開口部，其設置應考量當地最多風向，以免浮渣受風而未能有效排除。
2. 浮渣之刮除設備一般依前述刮除設備設置。另為防止浮渣再循環流入，可以人工予以浮渣及水簡易分離刮集。

5.6.2.6 污泥抽泥設備

初級沉澱池之污泥抽泥設備，於考量下列設計之：

1. 污泥抽泥原則上以污泥抽水機抽送方法。
2. 污泥抽水機，以不阻塞型，最小口徑 80 mm 以上。
3. 污泥抽水機台數，含備用 2 台以上為宜。
4. 污泥抽泥管管材，原則上以使用鑄鐵管。
5. 污泥抽泥管最小管徑為 100 mm。

解說：

1. 初級沉澱池的沉澱污泥濃度較高，並含有一些夾雜物、砂等，為防止污泥管阻塞，應以抽泥泵抽送。
2. 抽泥泵有可能因夾雜物而造成阻塞，故應為非阻塞型的抽泥泵，最小口徑一般以 100 mm 為宜，但若因容量太小，可以 80 mm 者，惟需同時考量設置洗淨裝置。
3. 污泥泵應為耐腐蝕、耐磨損且點檢、清潔容易者，並有備用者。

5.6.3 各種生物反應槽設計

5.6.3.1 氧化渠法

形狀及池數，設計考量如下：

1. 形狀原則上為無終端水渠。
2. 水深一般為 2～5 m，寬度則 6.0 m 以下，依池寬深比 1：2 計算。
3. 轉角部處為防止污泥沉澱堆積，以不產生偏流改善之。
4. 池數原則為 2 池以上。

解說：

1. 氧化渠的形狀，一般為長圓形無終端渠道，但若受地形限制也不一定，而可以數個水渠連接成無終端渠道。
2. 氧化渠的水深若太深，則不易確保流速，惟可以曝氣攪拌設備或設置阻流板等方法，而可不提高其水深。如圖 5.38 渠道寬度依軸長的經濟性，以 6 m 為標準。

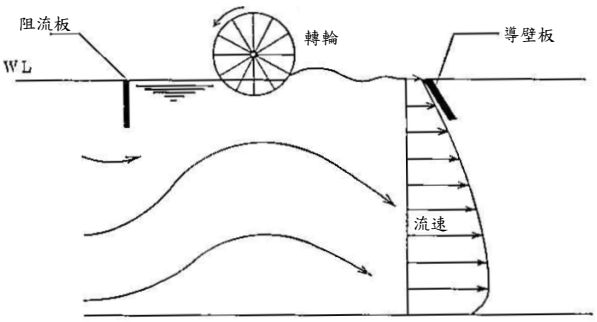


圖 5.38　設置阻流板例

3. 轉角部，由於愈外周其流速愈快，內側流速較慢，產生滯留污泥沉降，致有效容量減少之虞，因之轉角部可設置導壁板使內側之流速增大，如圖 5.39。
4. 渠道數於考量清理、維修，以 2 池以上為宜，但規模小者可為 1 池。

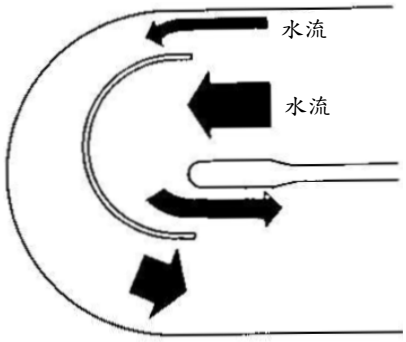


圖 5.39　轉角部設有導壁板之設置例

一、構造，設計考量如下：

構造原則上為鋼筋混凝土構造。

解說：

氧化渠的構造及形狀，原則上依水深、寬度、長度、地震條件、地下水條件及經濟性加以考量決定之。

攪拌機設置處應為鋼筋混凝土構造。

二、攪拌設備，設計考量如下：

1. 攪拌機有橫軸式、豎軸式、螺旋式、軸流泵式及推進器式。
2. 攪拌機以每池設 2 台以上。
3. 攪拌機的攪拌能力，以能達到效率化供給氧、混合液充分攪拌及確保必要流速，大於 0.3 m/s。

解說：

1. 各種攪拌機的特性，如表 5.5 所示。

2. 為避免故障停止操作，原則上每池以 2 台攪拌機，但若為規模極小者，1 台亦可。
3. 攪拌機的攪拌，以能滿足氧供給，確保攪拌及流速，與延時曝氣法同樣，約 2.1 $kgO_2/kgBOD$ 為準。
4. 橫軸式攪拌機之水深與氧供給能力關係，如圖 5.40。並可藉電動機的旋轉速與水深調節送風能力。

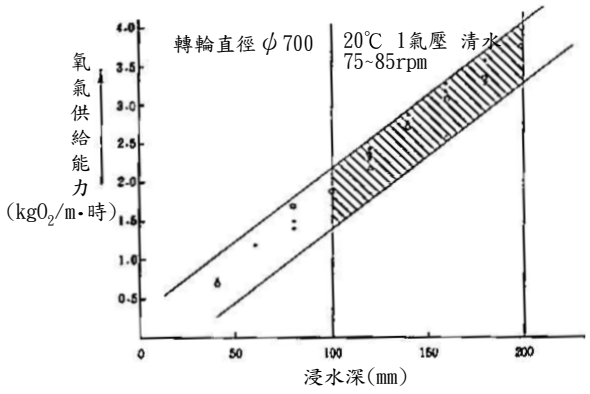


圖 5.40　橫軸式攪拌機之氧供給能力例

5.6.3.2 活性污泥反應槽

活性污泥一般反應槽包括標準活性污泥、延時曝氣法、分批式活性污泥法及各種多段進流水活性污泥法等，其反應槽設計包括曝氣方法之選擇、槽之形狀及槽數、構造及水深、散氣及曝氣設備等之考量。

一、曝氣方法，設計考量如下：

曝氣方法原則上採用散氣方法或機械曝氣方法。

解說：

曝氣方法以考量經濟性、省能、且維護管理容易者，充分比較後選定之。

一般活性污泥法，通常採用旋迴流散氣方法，小規模污水處理設施亦同。

延時曝氣法的曝氣池也以採用旋迴流散氣方法為多。近年除旋迴流方法以外，採用全斷面散氣盤曝氣式漸普遍，頗具節能效益。

分批式活性污泥法則以散氣方法為主。

一般認為機械曝氣方法較為節能，小規模也有採用。惟機械曝氣方法，應充分考量水深、池的構造，池數機械單位數、氧供氣調節、環境條件(包括噪音、水滴飛散、機械腐蝕、水溫及氣溫)、機械耐久性及維護管理等因素選定之。

二、槽之形狀及槽數，設計考量如下：

1. 散氣式曝氣槽的形狀，依「污水處理廠設計及解說」。
2. 機械曝氣槽的形狀，原則上以各單元呈一正方形，必要時連接成為長方形。
3. 槽數原則上應為 2 槽或以上。

解說：

1. 散氣式曝氣方法，一般以長方形為標準。
2. 機械曝氣方法的曝氣槽形狀，為能達到充分的攪拌，原則上以一槽一曝氣機械之正方形，但為防止短流在水流方向上，也可連接成複數呈單元的連結，各單元間通常以設置隔牆，但若單元數多時，也可不設單元間的隔牆。
   機械曝氣方法的單元數，於檢討機械設備的建設費及動力費以能達最經濟組合之，並為避免混合液的飛濺，以提高側牆的出水高度為宜，槽的大小，以攪拌機之飛散徑之 1.8～2.2 倍為一邊之正方形做為一單元，可獲較佳的氧氣溶入和混合效果。
3. 曝氣槽為污水處理廠的重要設施，為清理、修護等方便，宜考量 2 槽或以上。

三、構造及水深，設計考量如下：

1. 曝氣槽構造及水深，依「污水處理廠設計及解說」。
2. 散氣曝氣槽之水深，以 4.0～6.0 m 為標準。
3. 機械曝氣槽之水深，以 3.0～5.0 m 為標準。
4. 出水高度依曝氣方法而異。

解說：

水深對構造物建設費、設備建設費、動力費(依風壓及風量而異)、構造所需面積、維護管理費等有直接影響，一般小規模污水處理廠，在用地需求上較寬裕，故較無深化水深之必要，而以 4.0～5.0 m 為標準。

四、散氣及機械曝氣設備，設計考量如下：

1. 散氣設備依「污水處理廠設計及解說」。
2. 機械曝氣設備，原則上有表面曝氣機及水中攪拌機。
3. 機械曝氣機之攪拌能力，以能達到槽內的攪拌及供氧的效率訂定之。

解說：

1. 散氣裝置有細氣泡散氣及粗氣泡散氣，以能達提高供氧效率及不阻塞為前提檢討之。
   省能具實績之散氣設備，如表 5.7。
   細氣泡散氣之氧溶解效率較高，但較易發生阻塞，因之應有防止阻塞的對策，而能使用效力較高的空氣清淨裝置，且其配管的內面也應有防鏽處置。
   粗氣泡散氣設備，其氧溶解效率較低，所需送風量較大，但較不易阻塞，而可不需要有特別的考量。
   近年由於各種散氣設備的開發，在選定時應就經濟性、省能及維護管理面，充分考量選定之。

表 5.7　省能為目的具實績之散氣設備(例)

散氣設備名稱			清水之溶解效率(%)
微細氣泡	旋迴流式	標準式	14～16
		深槽式	15～17
	全面曝氣		20～32
粗大氣泡	二系列配置		10～13
	一系列配置		8～10
氣泡噴射式			15～26
水中攪拌式			20～30

2. 機械曝氣機，有豎軸式、水中攪拌及散氣併用式，其攪拌方法的選定應考量經濟性、省能等選定之。
3. 機械曝氣機之氧供給效率，依水溫、混合液中的 DO 濃度及去除單位 BOD 之需氧量計算之。一般去除單位 BOD 需氧量依實際計算，流速應大於 0.3 m/s。
4. 曝氣槽之出水高度，散氣式曝氣槽為 30～60 cm，機械曝氣槽為 90～150 cm。

各種機械曝氣系統，可參閱「污水處理廠設計及解說」5.4.10。

五、其他附屬設備，設計考量如下：

1. 閘門，原則上設置於流入口。
2. 流入及流出渠應有浮渣排除開口部之設置。
3. 必要時設置消泡裝置，依「污水處理廠設計及解說」。
4. 槽原則上設置放空排水設備。

解說：

1. 曝氣槽流入口，原則上應設置閘門，以備調節之用。
2. 由於延時曝氣法或氧化渠法，一般都不設置初級沉澱池，因之其流入渠容易蓄積浮渣，又流出渠或為管渠或為潛孔式構造時，也容易蓄積浮渣，故應設置浮渣排水口。
3. 消泡裝置可有噴射式及網狀式，以防止泡沫飛散，依地區特性選擇之。
4. 若不設置放空排水設置，則應有備用沉水泵替代。

5.6.3.3 接觸曝氣法反應槽設計

接觸曝氣法反應槽，設計考量如下：

1. 依最大日污水量及計畫水質，以 BOD 容積負荷 0.3 $kg/m^3 \cdot d$ 計算反應槽容量。
2. 形狀可為長方形或正方形，寬為水深的 1～2 倍。
3. 有效水深 3～5 m。
4. 槽數 2 槽以上。
5. 應為堅固耐久且具水密性的鋼筋混凝土構造，槽頂應高出地面 15 cm 以上。

6. 接觸材以比表面積大，高孔隙率者。材質以具耐腐蝕性、不變形、不破損且具強度者。

解說：

1. 雖然接觸材比表面積愈大，BOD 負荷可愈高，但有可能造成接觸材之孔隙大量蓄積污泥，因之為防止槽內阻塞，反應槽之 BOD 容積負荷仍以在最大日污水量下，以 0.3 $kg/m^3 \cdot d$ 為宜。
2. 為達到反應槽內接觸材能整體均勻接觸，必須維持良好的水流狀態，故槽寬以水深的 1～2 倍為宜。反應槽進流水應防止短流，出水宜採用堰式出水。反應槽底部應設置排泥和放空設施。
3. 送氣量需能達到維持反應槽內溶氧呈 2 mg/L，其曝氣方法有側面曝氣、槽中心曝氣、槽底全面曝氣及水面機械曝氣等，如圖 5.41 所示。
4. 接觸曝氣槽第 1 段以取較大容積，越後段越小(2 段可採 3：2)，以達負荷之平均。槽數的決定，基於下列因素，應採 2 槽以上且多段為宜：
   (1)接觸槽定期檢查、清理之需要。
   (2)防止短流發生。
   (3)提升處理效率。

   同時複數系統設施，應有均勻分流及整流設備，以達處理效果，圖 5.42 為接觸槽配置圖例。

   通常接觸曝氣槽平均填充率約 55%，且孔隙率均應在 95%(含)以上，使污水可與濾材充分接觸。

   理想濾材需具備以下特性：

   (1)比表面積大。
   (2)價格低廉且容易取得。
   (3)耐用性佳。
   (4)水流阻力小。
   (5)生物膜容易附著。
   (6)高孔隙率以減少濾池堵塞及維持良好擴散循環。

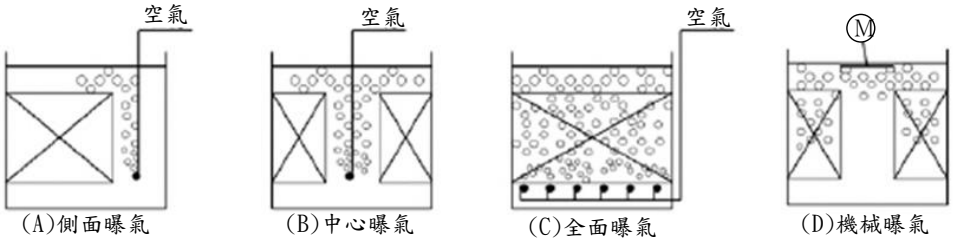


圖 5.41　接觸曝氣法各種曝氣方法

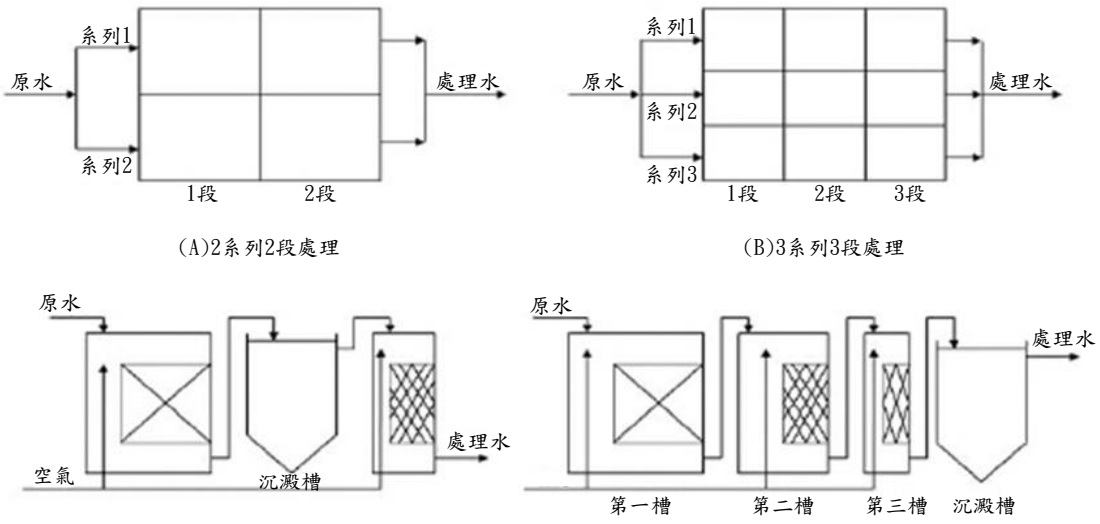
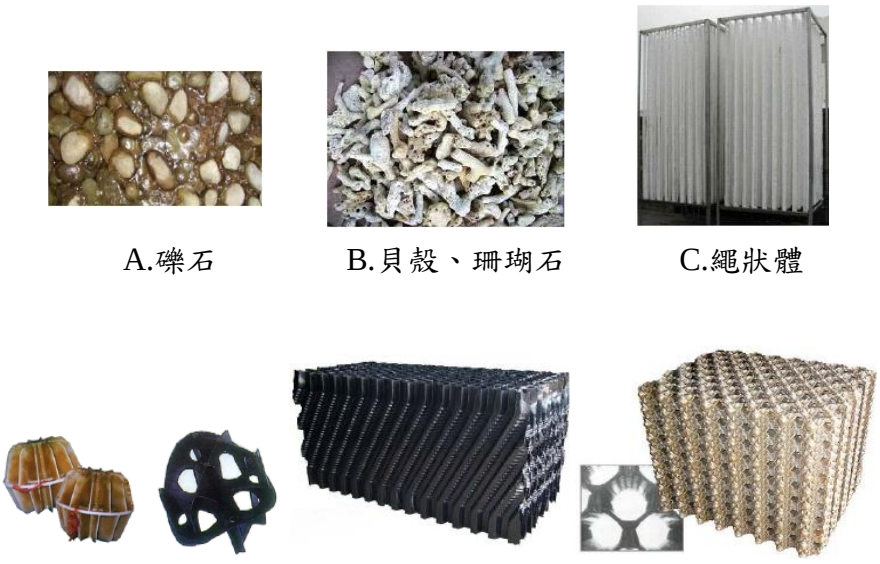


圖 5.42　接觸曝氣法流程配置圖例

5. 常見接觸濾材如圖 5.43 所示，可分類為：
   (1)粒狀不定形(形狀不均勻)：礫石、碎石、坑火石、焦煤、貝殼、煤炭渣、木片、塑膠片等。
   (2)成型粒狀(形狀均勻)：管片、變形管片、桿環。
   (3)棒狀、繩狀體：木棒、枝篠、多環繩。
   (4)有孔管體：蜂巢管、多孔性圓筒。
   (5)平板、波浪板：木板、塑膠網、塑膠浪板。



A.礫石　　B.貝殼、珊瑚石　　C.繩狀體

D 球型　　E.傾斜波浪式　　F.蜂巢式

圖 5.43　常見接觸濾材型式

5.6.3.4 好氧生物過濾反應槽設計

好氧生物過濾反應槽，設計考量如下：

1. 進流水水質懸浮固體物應低於 60 mg/L 以下，以免阻塞。
2. 過濾速度依計畫最大日污水量 25 m/d 以下，BOD 容積負荷 2 kgBOD/m^3・d 以下設計。
3. 槽體為平面形狀之正方形、長方形或圓形槽。其斷面形狀應能防止發生短流及產生污泥堆積。
4. 池數 2 池以上。
5. 槽體為具水密性之鋼筋混凝土構造，其周壁應考量反沖洗時之水位高度。
6. 需氧量以進流水 0.9～1.4 kgO_2/kgBOD 為準，曝氣以多孔管，可使濾床均勻曝氣之配置。
7. 濾材之粒徑為 3～5 mm，應為耐久性、表面粗糙、粒狀均勻，濾層厚度以 2 m 為原則。
8. 反沖洗以一日一次為原則，先以空氣，再以空氣加水，最後以水反沖洗三步驟完成。

解說：

1. 進流水懸浮固體濃度不宜大於 60 mg/L，本法如使用於小規模處理設施，其流量變化較大，應有流量調整槽、細篩及前處理設施。
2. 好氧生物過濾的污泥產率係數可為 0.75 kgVSS/kgBOD_5，好氧生物過濾的容積負荷宜根據試驗資料確定，無試驗資料時，好氧生物濾床的五日生化需氧量容積負荷為 2 kgBOD_5/(m^3・d)，硝化容積負荷(以 NH_3-N 計)約為 0.3～0.8 kgNH_3-N/(m^3・d)，脫硝容積負荷(以 NO_3-N 計)宜為 0.8～4.0 kgNO_3-N/(m^3・d)。濾床面積以計畫最大日污水量求之。
3. 槽體考量
   (1)好氧生物過濾的槽型可採用向上流或向下流進流水方法，好氧生物過濾後可不設二級沉澱池。(設施案例如圖 5.45)
   (2)各池分水宜用渠道及堰分水，不適合使用壓力管線直接配水
   (3)池體設計應注意避免短流或污泥於角落堆積。
4. 考量清潔、維護、反沖洗等不能進流水之狀況，應設置池數 2 池以上，每池面積不宜大於 100 m^2。圖 5.44 為好氧生物過濾系統示意圖。
5. 處理程序因需要進行反沖洗，因此出水高度必須考量反沖洗過程之水位高度。
6. 好氧生物過濾宜採用過濾水系統，並分別設置反沖洗供氣和曝氣供氧系統。曝氣裝置可採用膜片或穿孔管曝氣設備。曝氣設備可設在支撐層或濾料層中，反沖洗宜採用氣水聯合反沖洗。
7. 濾材
   (1)濾材填充高度約 2～4.5 m，視池面積、負荷、水頭損失需求、反沖洗考量，

濾料上層清水區高度應考量反沖洗時濾料膨脹率，一般需預留 1～2 m。

(2)好氧生物過濾採非輕質濾料時，宜選用強度高和不易變質的卵石，依一定級配佈置作為支撐層。

(3)好氧生物過濾填充濾料應具有高強度、耐磨損、高孔隙率、單位比表面積大、耐久性、生物膜附著性強、比重小、耐反沖洗和不易堵塞的材質，包括人造陶質濾料、輕質塑料、碎石等，碎石填料較易取得且價格低廉，但由於其孔隙率低增加濾床堵塞和水流短路的可能性，通常碎石濾床有機負荷為 0.3～1.0 kgBOD/m^3 · d。塑料填料價格較高但具有較高比表面積及孔隙率，適合在較高負荷濾床使用。

8. 反沖洗水量如表 5.8，反沖洗排水應設排水貯槽貯存，再以定量少量持續排至初級沉澱池。

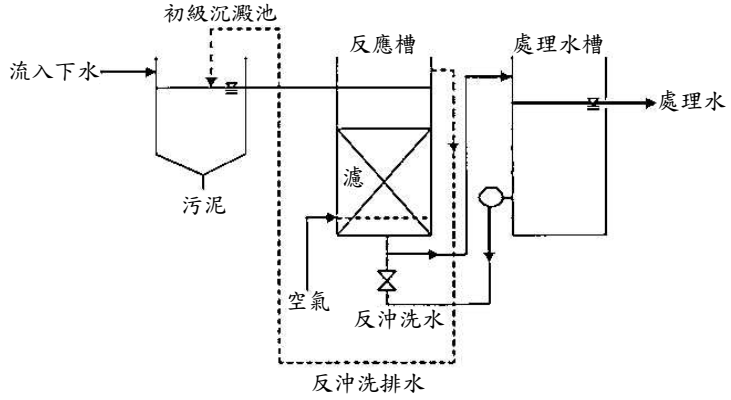


圖 5.44　好氧生物過濾系統示意圖

表 5.8　好氧生物過濾反沖洗條件(例)

方法	反沖洗量(m^3/m^2 · hr)	洗淨時間(min)
空氣洗淨	50～60	2～4
空氣及水同時洗淨	50～60(空氣)	1～2
	30～40(水)	
水洗淨	40～60	3～5

圖 5.45　好氧生物過濾系統(台南市虎尾寮污水處理廠)

5.6.3.5 活性污泥膜濾法系統設計

活性污泥膜濾法反應槽設計，應以系統化考量，包括前處理設施的調整池、沉砂除油、細篩設備、生物薄膜池、薄膜濾材選擇及加藥系統設計。

一、前處理設施，設計考量如下：

1. 調整池設計相關規範，參閱 5.5.1。
2. 除油沉砂池設計，以能達砂粒粒徑 0.2 mm 去除效率 95%以上設計。
3. 沉砂池必須配置油脂去除裝置，並以達油脂含量低於 10 mg/L 為原則。
4. 攔污設施應包括有粗、細篩，細篩淨距依 3 mm 以下為原則。

解說：

1. 調整池的設計依 5.6.1.5 之原則設計，以達進流水之流量穩定。
2. 沉砂除油主要以能達到 0.2 mm，比重 2.65 的砂粒，可去除 95%設計，污水流經沉砂池內，使纖維浮渣及細小之粉狀沉泥物質會糾結在一起，其後再藉細篩機過篩。
3. 在 MBR 處理系統之沉砂池必須配置油脂去除之裝置，通過去除油脂及浮渣，可防止這些物質沉積在細篩機上，避免細篩機之過濾面積縮小且產生堵塞及臭氣，增加過濾水頭及清理之人力負荷。因此，維持除油渣裝置之正常運轉，在 MBR 處理系統中非常重要，若不慎將浮渣、毛髮或纖維等物質導入 MBR 生物池內，會造成沾黏於中空絲膜面上而影響過濾通量，故要求進入生物反應槽之油脂含量不得超過 10 mg/L。
4. 污水處理程序中，第一個處理單元為攔污(screening)設施，傳統污水處理廠在設計進流抽水站時，會先設置柵條空隙尺寸約 25 mm 的粗攔污柵，先行攔除粗大固體物質，其後(也可能在進流泵出水端)再設置一柵條空隙尺寸約 6 mm 的細攔污柵，避免增加後續處理單元之固體物負荷。

   MBR 活性污泥膜濾法，對於污水中之攔污設施及懸浮固體物質之預先處理，有較高的要求，特別是毛髮、纖維等物質會結成毛球或髮辮，降低薄膜組件之有效過濾面積，導致通量降低，並增加操作維護之工作量。

表 5.9 係德國工業標準 DIN 19569 Teil 2(2002)，對於不同攔污格柵之柵距及細篩過濾篩網孔隙之分類，以 MBR 處理程序，採用細格柵/中格柵(柵距 6～20 mm)已不能滿足 MBR 活性污泥膜濾法之預先處理等級，綜合各家 MBR 系統廠商提出之要求，至少須採用細篩篩網≦3 mm 之過濾裝置。

表 5.9　攔污柵距及細篩過濾篩網淨距之分類(德國例)

格柵分類	柵距及篩網間距(mm)
粗柵	20～50
中柵	10～20
細柵	2.0～10
粗篩	1.0～2.0
細篩	0.05～1.0
微篩	≦0.05

在選擇較細篩網(篩網間距≦3 mm)之過篩設備時，必須依據污水中纖維物質含量及薄膜材料對部分存在於污水中干擾物質之敏感狀態而定，有時甚至須採用篩網間距≦1 mm 的細篩過濾裝置，但依過去 MBR 實廠之經驗，篩網間距≦0.5 mm 的細篩過濾裝置則尚未被採用，一般設計仍以薄膜或膜組件生產廠商所提出需求而決定所選用之篩網間距。

圖 5.46 為細篩機設備之適用類型，在 MBR 處理程序之細篩機中，設計原則須考量以下：

(1)若前段未設置調節定量出水泵時，儘可能利用重力水頭進入細篩機，以降低操作運轉費用。

(2)設置細篩機之前段進流渠道及後段之出流渠道，儘可能維持同一渠道之直線段，且渠內流速不得小於 0.5 m/s。

MEVA fine screen (瑞典)	ROTAMAT® Rotary Drum Fine Screen (美國)
Enviroquip fine screen (美國)	細篩機 (台灣)

圖 5.46　適用 MBR 系統之細篩機設備(參考例)

二、生物反應槽設計，設計考量如下：

1. 設計尺寸考量，依設計 MLSS 濃度、食微比(F/M)及配置型式而定。
2. 設計迴流量，依設計反應槽 MLSS 濃度而定。

解說：

1. 生物反應槽設計，包括：

(1)MBR 系統之生物反應槽 MLSS 濃度須介於 6,000 至 8,000 mg/L 間(一般生活污水之水質，若處理工業廢水，則須採模廠測試之結果)，缺氧段及好氧段 HRT(各為 2～3 小時，合計 4～6 小時)，在食微比(F/M)值介於 0.04 至 0.18 間之條件下，可以得知生物反應槽可容許較大的有機負荷，若在相同處理條件下，MBR 生物池體積亦較傳統活性污泥法曝氣池小許多，由於 MBR 處理程序之生物反應槽仍採傳統活性污泥法之參數設計，惟最大之不同點，為 MBR 配置型式，分為沉浸式或可稱為整合式 MBR，即將膜組構件安裝於生物反應槽內，此時生物反應槽的設計除利用反應池設計參數來計算其體積外，尚須考量安裝膜組構件之體積，故生物反應槽之實際體積將較設計參數計算出來的體積為大。

(2)另側流式或稱為外部迴流式 MBR，從字面上之意義即可看出，生物反應槽與膜濾池是分開的，而其與沉浸式 MBR 最大之差異性，主要是生物反應槽之曝氣量與膜濾池之曝氣量並不相同，一般而言，生物反應槽之曝氣設施大都採用效率較高之離心式鼓風機搭配細氣泡散氣盤設備，而膜濾池僅須維持膜面之表面掃流速度，避免污泥沉積於膜面上，曝氣量較小，通常採用魯式鼓風機搭配粗氣泡散氣盤之曝氣方法。

(3)國外 MBR 大廠目前通常以 0.4～0.6 $m^3/m^2 \cdot d$ 的淨產水通量作為估算所需薄膜表面積的依據。故膜濾池設計之考量，仍以不同膜組廠家之設計尺寸為主要參考，目前市面上可有 1 片膜片組成一個單元組件，膜濾池之有效水深約 1 至 1.6 m。2 片膜片相疊組成一個單元組件，膜濾池之有效水深約 1.6 至 2.2 m。3 片膜片組成一個單元組件，膜濾池之有效水深將大於 2.2 m。膜濾池底部鋪設曝氣管或散氣盤設備，距離膜組約 30 cm，而曝氣管或散氣盤設備底部支架距池底約 10 至 20 cm，若取出水高度 50 cm，則膜濾池水池設計深度至少須為 3.2 m。

由於各 MBR 膜組廠家之設計尺寸均不相同，因此，在選擇 MBR 膜組時，所擬定之規範須考量不同膜組廠家之特性與構造，以搭配土建之水池尺寸。

2. 迴流量之設計

因生物反應槽與膜濾池本質上均屬生物反應槽系統，因膜組之結構不同，或因曝氣風量等操作參數，使生物反應槽與膜濾池必須分離設計，但對 MLSS 而言，二池之濃度必須相同，由圖 5.47 之說明，可充分說明生物反應槽與膜濾池之 MLSS 濃度與迴流比之關係。

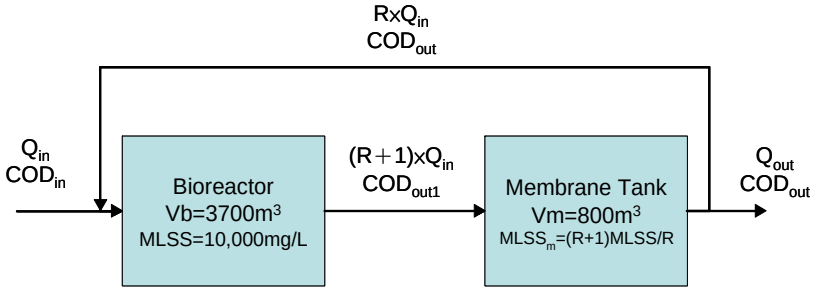


圖 5.47　生物反應槽與薄膜池 MLSS 關係示意圖

整體而言：

$V_{total} = V_b + V_m$

$Q_{total} = Q_{in} = Q_{out}$

$HRT = V_{total} / Q_{total}$

$Q_{in} \times R \times MLSS_m = (R+1) \times Q_{in} \times MLSS$

$MLSS_m = (R+1) \times MLSS / R$

由上圖可知隨迴流量增加，膜濾池與生物反應槽之 MLSS 達成一平衡，如降低迴流量，則大部分污泥濃縮於膜濾池，反而降低處理效果。故迴流比降低，則薄膜槽內 MLSS 濃度增加，(例：迴流量降低至 2Q，薄膜池 MLSS 濃度為曝氣槽 MLSS 之 1.5 倍)，會使薄膜出水通量降低，將造成膜量成本增加與膜組之堵塞，另外，生物反應槽 MLSS 濃度降低亦會影響生物處理效果。圖 5.48 為生物反應槽與膜濾池 MLSS 比值與迴流污泥比關係圖。

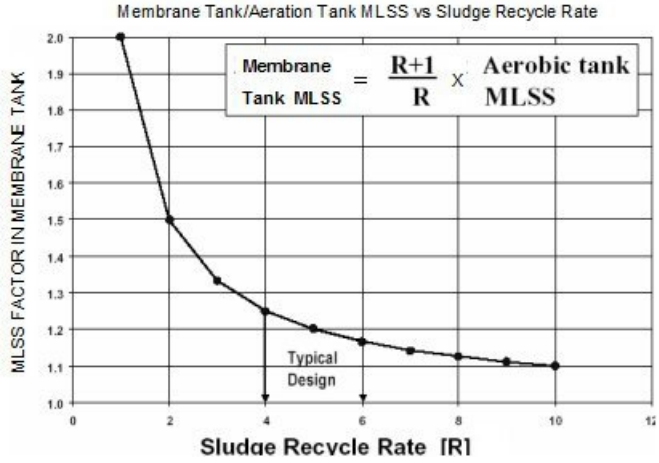


圖 5.48　生物反應槽與膜濾池 MLSS 比值與迴流污泥比關係圖

三、薄膜材質，設計考量如下：

1. 薄膜材質選擇，依設計條件、商業化材料及薄膜型式而定。
2. 生物反應單元構造，其框架材質、出水管、曝氣管及空氣管線配合設計之。

解說：

1. 薄膜材質，材質規範至少須考量下列因子：
   (1)設計考量條件
      ① 處理水量(須考量最大日處理量，CMD)。
      ② 薄膜設計通量(須考量一池停用下之最大薄膜通量，$L/m^2/h$)。
      ③ 薄膜需求面積(須考量一池停用下，每一薄膜池需求面積，m^2)。
   (2)薄膜材質
      薄膜材質可為 PES(polyethersulfone，聚醚砜)、polyacrylonitrile(聚丙烯腈)、PVDF(聚偏氟乙烯)、或其它已商業化生產之薄膜材料，可耐氧化劑、酸鹼及油脂。
   (3)薄膜型式
      薄膜型式可為中空纖維或板框式者，一般使用 MF 膜(孔徑 0.1～0.4μm)。
2. 生物反應單元設施包括：
   (1)薄膜生物反應單元：薄膜生物反應單元之框架可採用 FRP、PP、ABS 或 SUS304 之材質。
   (2)出水管線：每個槽體之出水管線，材質可採用 PVC(Sch80)、ABS 或 SUS 304(Sch-20S)之材質。各槽體之出水管線與出水收集管線應有快速接頭與控

制閥，以配合操作及維護時所需。

(3)曝氣管：每個槽體底部應有粗氣泡之散氣管，其型式為管式或盤式，散氣器應為不阻塞型，使空氣可形成較小氣泡均勻擴散至液體，且具有防逆流裝置，當停止供氣時可自動防止液體進入空氣管中，其主體材質應為 SUS 304、PVC、ABS、PP 或其他經核可之材料，其他若有金屬部分皆應為不銹鋼材質。

(4)空氣管線：每個槽體之空氣歧管應採用 SUS 304(Sch-10S)，分配管可採用 ABS、PVC、SUS 304(Sch-10S) 或其他經核可之材料及材質，各槽體空氣管線與空氣供給主管間應有不銹鋼伸縮接頭與控制閥，可配合操作及維護時所需。各槽體之空氣供給管線應至池外與鼓風機之空氣管線銜接。

四、加藥系統設計，設計考量如下：

1. 薄膜處理系統為防止阻塞，應設置加藥清洗系統。
2. 薄膜清洗系統應有安全考量。

解說：

1. 在操作 MBR 處理系統上，除正常之過濾周期外，定期進行做化學清洗為保持膜組可正常運轉之重要工作，基本上進行膜組清洗有兩種方法，第一種方法為當膜組長時間運轉後，待膜組堵塞時，進行一定強度之恢復性清洗，通常恢復性清洗所使用之化學藥劑濃度較高，清洗時間長(甚至用浸泡方法)，但頻率較低(通常半年才浸洗一次)。

   另一種方法則為經常性清洗，僅需較低之化學清洗藥劑濃度，且不須排空薄膜池即可進行。無論採用何種清洗方法，均涉及各廠家膜組化學清洗之技術，其最終目的均為保證膜組系統維持穩定之運轉狀態。

   不同膜組廠家之薄膜清洗方法，通常當薄膜過濾通量小於初始50%之通量時，一般應啟動恢復性清洗，另有一個指標即在正常流量下，當透膜壓力(TMP)超出一特定壓力之情況下，即應啟動恢復性清洗。而所使用之藥劑一般以 2,000 至 5,000 mg/L 濃度之次氯酸鈉(NaOCl)浸泡處理去除有機積垢，2,000 至 5,000 mg/L 濃度之檸檬酸浸泡處理則用去除無機積垢。

2. 目前各家膜組廠之薄膜清洗方法均已納入操作之 PLC 內，而有關加藥系統在硬體之設計主要考量原則如下：

   (1)各藥槽之容量須配合各膜組清洗之需求用量進行設計，經常性操作之藥品貯存至少 15 天以上，以避免藥品補充頻繁，增加操作人力負荷。

   (2)藥槽以室內配置為佳，以避免風吹日曬，影響藥品變質及 FRP 或塑膠桶槽加速老化。

   (3)各藥槽間須設置圍阻溢堤，其所圍阻之體積至少須大於藥槽之貯存容積，如藥槽發生洩漏時，仍能截留於圍阻溢堤內。

   (4)藥槽區、加藥區及加藥管溝均須進行防蝕塗刷。

   (5)於加藥區附近須設置緊急淋浴洗眼器及給水栓含快速接頭，當人員受藥品

噴濺時，可及時進行清潔處理。

(6)加藥機房之配置須考量槽車加藥之動線，藥液管線須以不同顏色標示名稱及加藥方向，補充藥品之快速接頭須集中設置一處，底部須設置防漏裝置。

(7)藥槽須依職業安全衛生法規設置爬梯及操作平台，當爬梯高度達 2.0 m 以上時，應符合職業安全衛生法規定設置之安全護籠，且應為 50 cm 寬之不銹鋼製品，並以適當方法固定於地面及儲槽上。5 m 以上之儲藥槽，爬梯頂部若未緊鄰儲槽人孔，應加設不銹鋼製平台及欄杆。

五、選用 MBR 系統，應考量事項：

選用 MBR 系統時，應就操作管理、設施更新等問題加以檢討。

解說：

1. 在操作上必須能有效微細篩處理，以免造成膜材阻塞。
2. 操作上必須能有效去除砂礫，減少造成膜材磨耗。
3. 必須定時做膜組之化學清洗及定期膜組恢復性清洗，增加操作的複雜性。
4. 初期污水量少時，若採間歇性曝氣，易致阻塞。
5. 必須依膜材定期(5～8 年)更換模組，除需有備用可隨時更換增加費用外，因每一廠商膜組之規格不同，故必須再向原特定廠購換，若為公共工程，採購程序要能突破，有其不確定性。
6. 模組廠商之產品優劣不同，若不能指定廠商產品，無法確保品質。
7. 傳統生物處理單元多為土木構造設施，為一般採購，且可用數十年，長期維護管理較單純。
8. MBR 最大優點為不受生物污泥膨化之影響，而能獲得良好水質。但小規模污水廠多採低負荷、SRT 長之程序操作，較無污泥膨化之操作問題。

5.6.3.6 礫間接觸曝氣氧化法系統設計

礫間接觸氧化法處理污水，可分為礫間接觸氧化法及礫間接觸曝氣氧化法，其主要差別在於處理流程中有否曝氣，以提升處理效率。其適用條件如表 5.10，礫間接觸氧化法，不適宜處理一般濃度之污水。

表 5.10　礫間接觸曝氣法適用條件

名稱	有無曝氣	適用條件
礫間接觸氧化法	無	處理對象水質狀況： 1.生化需氧量約於 20～30 mg/L 以下 2.溶氧以 5～6 mg/L 最適合
礫間接觸曝氣氧化法	有	適合水質濃度較高之河川水，以生化需氧量為例，可處理之進流水濃度約 80 mg/L 左右，或原污水經前處理後，濃度較低的污水

礫間接觸氧化法，設計考量如下：

1. 為於堤岸直接堆置卵石或適當石材約 1.5 m 高，以提升接觸表面積。
2. 處理對象的水質應在 BOD 20～30 mg/L 左右。

解說：

1. 礫間接觸氧化法之處理原理，為增加淨化能力，仿河川底床堆置卵石，以達到自然淨化的原理，如圖 5.49。

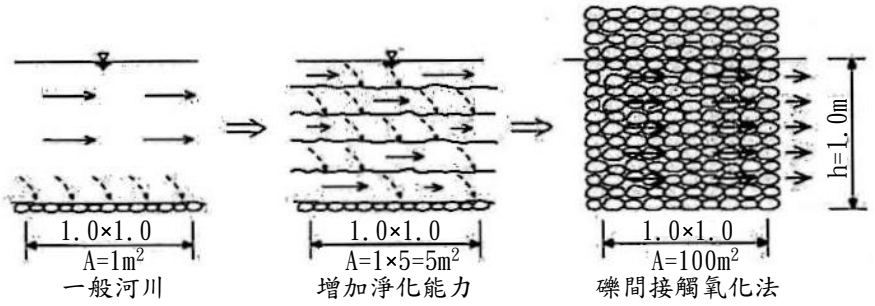


圖 5.49　礫間接觸氧化法原理示意圖

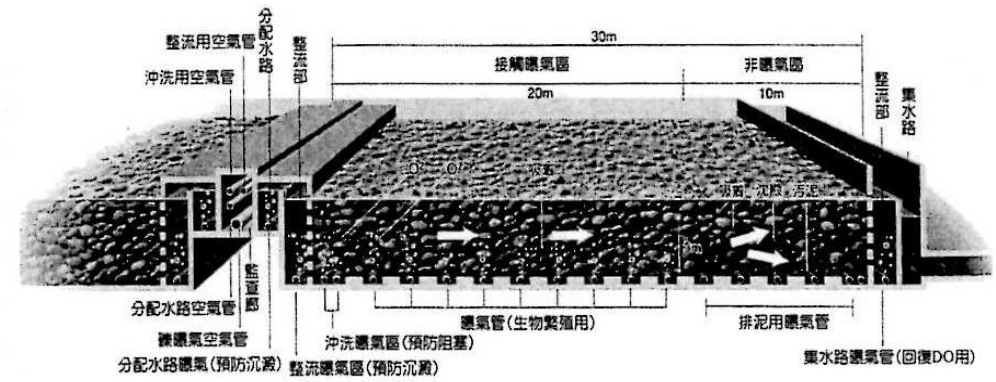
2. 礫間接觸氧化法，其處理對象可為河川水或污水處理廠二級處理放流水，於提高水位，使水流流經人工所堆置的礫石層，以達到有機物的去除，其進流水水質標準在 BOD 20～30 mg/L 左右，若濃度高則因未有曝氣，礫石表面所附著的微生物不易剝落，造成阻塞，造成部分短流而失去處理功能。

礫間接觸曝氣氧化法，設計考量如下：

1. 礫間接觸曝氣氧化法，需於礫間底床設置曝氣設施，以維持穩定供氧及生物膜適當的剝落。
2. 本法之淨化系統，包括分為曝氣部及非曝氣部。
3. 必須有適當的前處理以去除粗大固體物，降低對礫間表面的負荷，並能排除污泥。
4. 設計參數應以整體系統考量決定。

解說：

1. 礫間接觸曝氣氧化法之設施示意圖，如圖 5.50。



資料來源：日本水道株式會社(NIHON SUIDO CONSULTANTS Co.,LTD)

圖 5.50　礫間接觸曝氣氧化法處理原理示意圖

礫間接觸曝氣氧化法主要於槽底設置曝氣曝氣，提供微生物氧氣以加速及提升氧化分解機能，進而達到水質淨化之效果。(淨化原理如圖 5.50 所示)。

為了使礫間接觸氧化法能適用於水質濃度更高的河川水或處理較高濃度污水經加改良，於礫石槽底部埋設曝氣管，利用定期定量之曝氣，提供微生物氧化分解所需之氧氣，進而提升微生物分解有機性物質(如生化需氧量、氨態氮等)之處理機能，使之處理效率大幅提升。

2. 礫間接觸曝氣氧化法系統淨化結構

礫間接觸曝氣氧化法之系統結構，主要分為曝氣部及非曝氣部兩大部分，說明如下：

(1)曝氣部

曝氣部為持續曝氣，提供足夠之氧，以提升曝氣部微生物之活性，有利於有機物(如生化需氧物質等)之氧化分解。而且槽體內污水與礫石混合於一起，礫石表面之微生物與污水接觸機會大增，增加污水淨化效率。

(2)非曝氣部

於曝氣部內，氧化分解有機物之各類微生物及生物膜大量繁殖增生，也因生物量較多，再加以曝氣擾動，生物體(膜)易與礫石表面剝離，因此曝氣部內，有機物被生物膜攝取吸收以及生物膜剝離等現象反覆發生，而剝離之生物膜因長時間曝氣，不會於曝氣部沉澱而隨水流流至非曝氣部，此時，非曝氣部其主要功能與礫間接觸氧化法原理相同皆在於接觸沉澱，因此自曝氣部流出之生物膜或懸浮性物質就在此接觸沉澱，藉由兩者之搭配，由曝氣部負責生物氧化分解，非曝氣部負責懸浮固體及浮游物質之接觸沉澱，以維持良好的水質淨化效果。

(3)使用條件

① 淨化目標水質生化需氧量介於 20～80 mg/L。

② 河川水或污水不能含有害物質，尤其是阻礙微生物活性之有害物質。

③ 垃圾等大型固體物不能流入。

(4)淨化效果

依台北大學特定區礫間淨化場，處理生活污水的實績，其礫間處理系統在 2015 年全年操作統計，各水質去除率 BOD 約 90%、SS 約 94%、COD 約 76%。

3. 污泥排除處理方法

於考量設計各單元時，主要考量項目為前處理處理效率、曝氣部之水力停留時間、非曝氣部淨化之最佳水力停留時間及非曝氣部之污泥堆積容量等四大部分。其中非曝氣部之最佳水力停留時間應以可得到最穩定及最佳效率的接觸沉澱及生物氧化分解為主。另外也需依非曝氣部所產生之污泥量、性質及堆積時間加以考量堆積容積。

另礫石槽之污泥處理方法，可採下列方法之一：

(1)曝氣排泥方法：於槽底下方埋設曝氣管，定時定量曝氣，使堆積物、剝落之生物膜等隨水流流出至外部。此方法污泥堆積於槽體之時間較短，所需之容積也較小，對用地較小之場址較為有利。

(2)礫石取出方法：由於礫石與污泥混合在一起，因此污泥處理方法可同時將礫石與污泥一起於槽體中取出，並將之風乾，利用振動及拍打礫石，使原本附著於礫石表面之污泥掉落，達到清除污泥之目的。特別應注意使用該方法時，該槽體需停止通水運轉。

(3)貯留放置方法：利用設計規劃時之運轉年限來加以設計污泥貯留之容積，以確保運轉年限未到前，設施可正常運轉，但由於此方法之污泥皆堆置於槽體內，可能需考量是否會有污泥厭氣所造成臭氣問題之處理。

4. 礫間接觸曝氣處理系統及設計參數，考量如下：

(1)礫間接觸曝氣處理系統設計，應有完整的前處理設施，包括粗攔污柵、揚水抽水、初級沉澱池、接觸氧化池、礫間曝氣、消毒及污泥貯槽等，其流程如圖 5.51。

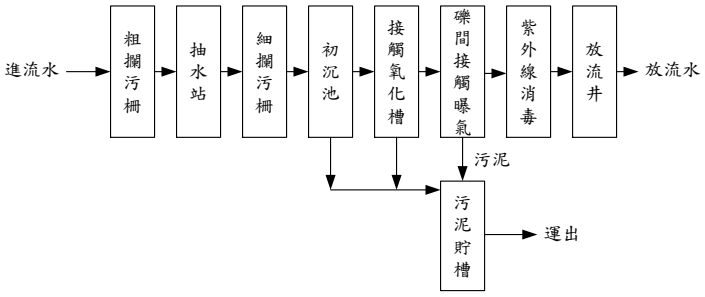


圖 5.51　礫間接觸曝氣法處理系統例(台北大學特定區)

(2)設計參數

設計流量：前處理設施以最大時設計

初級沉澱池及接觸礫間曝氣以最大日設計

設計水質：進流水 BOD 及 SS 約 170 mg/L。初級沉澱池出流水 BOD 及 SS 約 80 mg/L

初級沉澱池溢流率：35 CMD/m^2

水力停留時間：2 hr

堰負荷：90 CMD/m

接觸氧化槽：水力停留時間：4 hr

礫間接觸曝氣：停留時間 6 hr(曝氣區 5hr，非曝氣區 1 hr)

礫料粒徑 100～250 mm、空隙率 40%

曝氣排泥

污泥貯槽：沉澱時間 3 日、污泥濃度 5%

消毒設施：氯碇消毒或紫外線消毒

5.6.4 二級沉澱池設計

5.6.4.1 形狀、池數及構造

二級沉澱池設計池槽形狀、池數及構造，考量如下：

1. 形狀原則上為圓形放射流式或長方形平行流式。
2. 池數 2 池以上，規模小者 1 池亦可。

解說：

1. 形狀依污泥沉降特性、水量規模、維護管理特性決定之。
2. 設備故障可在短時間內排除之原則下，1 池亦可。
3. 構造同初級沉澱池。

5.6.4.2 各種處理方法之設計標準

各種生物處理二級沉澱池之設計，考量如下：

	生物膜法	延時曝氣法 及氧化渠法	一般活性污泥法
沉澱時間(小時)	3～4	4～6	3～4.0
有效水深(m)	3～4.0	4～6 2～5	3.5～4.0
水面積負荷($m^3/m^2 \cdot d$)	20～30	10～15	20～30
溢流堰負荷($m^3/m \cdot d$)	80 以下	30～50	150 以下

解說：

小規模污水處理設施，由於種種原因，常導致沉降性較差，因之其設計標準，皆稍較一般中大規模之負荷小者。

5.6.4.3 污泥刮泥機

二級沉澱池污泥刮泥機之設計，考量如下：

1. 污泥之刮泥速度，原則上以不撓亂沉澱物。
2. 圓形沉澱池，原則上以使用旋轉式刮泥機。

3. 長方形沉澱池，原則上以使用鏈條刮板式。

解說：

同「污水處理廠設計及解說」或參照初級沉澱池。

5.6.4.4 浮渣刮除設備

二級沉澱池浮渣刮除設備，考量如下：

1. 二級沉澱池原則上應設置浮渣刮除設備。
2. 浮渣刮除設備之設置，依初級沉澱池。

解說：

初級沉澱池若有浮渣刮除，則二級沉澱池的浮渣量會較少，但為減少放流水中的粗大固體物，仍以設置為宜。尤其如延時曝氣法或氧化渠法，因多不設初級沉澱池，故其二級沉澱池必須設置浮渣刮除設備。

5.6.4.5 迴流污泥抽送設備

二級沉澱池迴流污泥抽送設備，考量如下：

1. 迴流污泥抽送，原則上以泵抽送。
2. 迴流污泥最大抽泥量，在延時曝氣法及氧化渠法，以 150～200％為標準。
3. 廢棄污泥的抽泥量，依污泥產生量定之。
4. 迴流污泥泵及廢棄污泥泵的系列數，依池數定之，台數含備用原則上 2 台以上。
5. 污泥泵應為非阻塞型者。
6. 污泥管最小管徑，原則上 100 mm 以上。

解說：

1. 污泥抽送，原則上應為穩定連續，迴流污泥比的調節，以變頻或閥能達簡易控制者。 廢棄污泥則以定時抽出，可以台數控制或閥控制。
2. 當活性污泥的沉降性惡化時，為維持 MLSS 濃度而需增加迴流量。延時或氧化渠法之 SVI＞200 時，因其 MLSS 較高，影響較小。
3. 廢棄污泥產生量之計算，依第七章。
4. 抽泥泵台數，依曝氣池數及二級沉澱池數而定，氧化渠及延時法，其停留時間長，迴流量也大，可以簡單的台數控制。
5. 污泥泵原則上以不阻塞型泵或不阻塞型沉水泵為適。
6. 為避免污泥在管內阻塞，污泥管管徑以 100 mm 以上。

5.6.5 曝氣設備

5.6.5.1 送風量及送風管

送風量及送風管，設計考量如下：

1. 送風量依污水性質、迴流污泥濃度、處理方法、旋轉攪拌所需能量等檢討

決定之。
2. 送風管原則上可不留餘裕量。

解說：

1. 散氣式曝氣槽內所供給之空氣，除滿足污水及活性污泥之反應利用量，也應滿足混合液的攪拌量，曝氣槽之送風量，在標準活性污泥法約為污水量的 3～7 倍，延時曝氣法約為 15 倍以上。

   送風量依散氣設備的種類其氧溶解效率也異，若為微氣泡則送風量較少，粗大氣泡則較大。
2. 小規模污水廠其鼓風機原則上應考量備用機，因之送風管也不需有餘裕量的考量。

5.6.5.2 鼓風機

鼓風機，設計考量如下：

1. 鼓風機的型式原則上以魯氏鼓風機及多段式離心鼓風機為主。
2. 鼓風機之台數，原則上 2 台，而能依風量需求，調節送風量，依散氣設備有不同的空氣清淨設備。
3. 魯氏型鼓風機為容積式，其送風量可藉調整旋轉數控制之，一般噪音較大。
4. 離心式鼓風機分為單段、鋼板製多段及鑄鐵製多段，一般單段較輕，多段則用於大廠。

解說：

1. 魯氏鼓風機一般較輕，附屬設備較少，總價也較低，送風能力約 40 m^3/min 以下。多段式離心鼓風機送風量約 30～80 m^3/min，多用於大規模污水廠，操作容易，噪音較小。
2. 台數以常用 2 台，常用台數若大於 4 台，則不需備用台數，除非維修需較長時間。

   (1)污水調整槽及污泥貯留槽，其鼓風機可不考量備用台數。

   (2)依污水量、水質需調整送風量，達到節能、初期對策並防止過度曝氣，並能依進流水各時段水質變動而調節，因之送風量的控制，應考量設置不同送風量的鼓風機，而以台數控制之。也可藉變頻旋迴數及閥等控制之。

   (3)一般微細氣泡的散氣，其鼓風機的潔淨設備，每台應有不織布等空氣清淨過濾器，粗大氣泡者則可較簡便。
3. 魯氏鼓風機一般為小型輕量，其軸承備有油箱，可不必設強制潤滑油，其電動機及附屬設備較簡單，總斷熱效率較低，而有噪音為其特性。

   魯氏鼓風機的軸動力及送風量，幾與迴轉數呈直接之比例，風量的控制以控制旋轉速較具效果，如圖 5.52。

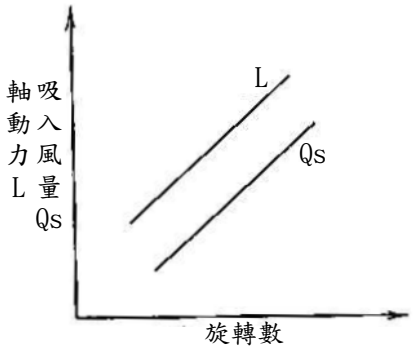


圖 5.52　魯氏鼓風機之性能曲線

4. 離心式鼓風機又分為單段、鋼板製多段及鑄鐵製多段等種類。單段離心式鼓風機一般較輕，附屬設備較少，總價也較低。多段離心式鼓風機，多用於大規模污水廠，操作容易，噪音較小。

   多段式離心鼓風機之風量控制可藉吸入閥或吐出閥，多段鼓風機控制，或調整電動機轉速。

   必要之空氣量、曝氣及送風設備設計，可參閱「污水處理廠設計及解說」5.4。

   魯氏鼓風機及各種離心式鼓風機的典型送風量，如圖 5.53。

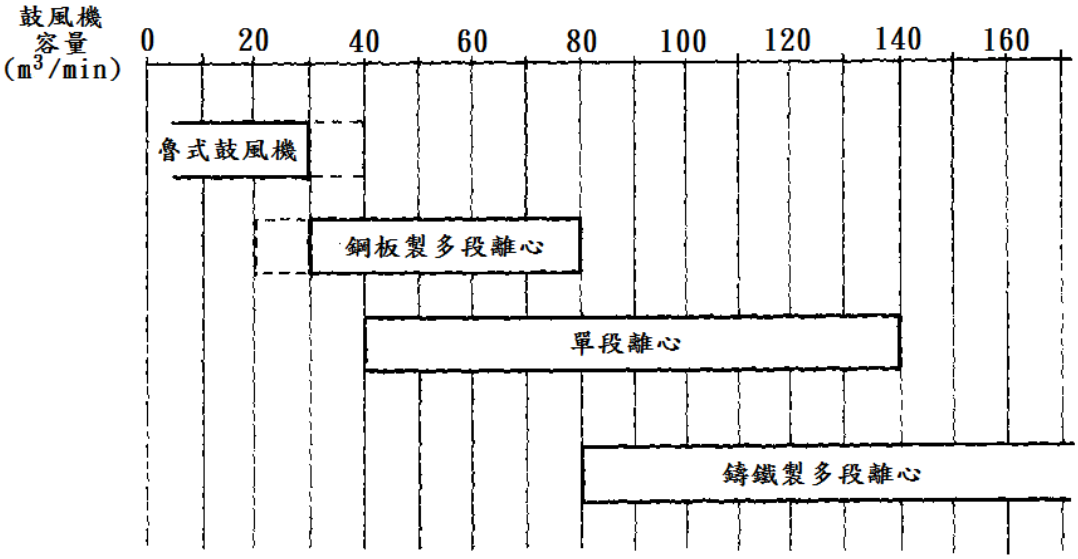


圖 5.53 各種鼓風機的典型送風量

5.6.6 處理水回收利用及過濾

污水經生物處理後，其水質都已能合乎放流水標準，但為回收做為廠內沖廁、濾布清洗、消泡用水、澆灌或道路灑水，則需符合經濟部「再生水水質標準及使用遵行辦法」再生水水質各類水質項目之容許值。否則應進一步砂濾處理，如表 5.11。

過濾處理主要為快濾以及高壓過濾，主要去除二級處理放流水中殘留之SS，

並同時去除 SS 中所含之有機物、磷、氮化物等。

1. 快濾法係將二級處理後殘留之懸浮固體物藉濾料之附著或攔截功能加以去除。污水經二級處理後，通常尚含有以 5～20 mg/L 程度之微生物膠羽為主之懸浮固體物，如將此等懸浮固體物去除，則可獲得較澄清之處理水。
2. 另外在以除磷為主之處理過程，伴隨著懸浮固體物之去除，更可達到穩定的除磷效果。

表 5.11　經濟部再生水水質標準及使用遵行水質規定

用途		景觀、澆灌、清洗、灑水抑制揚塵、沖廁使用
水質項目	單位	限值
pH	—	6.0—8.5
總有機碳	mg/L	10 以下
餘氯	mg/L	結合餘氯 0.4 以上 且自由餘氯 0.1 以上
濁度	NTU	最大限值 5 以下
大腸桿菌群	CFU/100mL	200
氨氮(以氮計)	mg/L	10

資料來源：105 年 10 月 17 日經濟部公告再生水水質標準及使用遵行辦法

5.6.6.1 快濾法設計

快濾法之設計，其設計於考量下列決定之：

1. 需考量進流水水質條件與出流水質要求，並擇定過濾方法與濾料種類及配置，以達成水質淨化的目標。過濾方法依流向或流速區分，可概分為向上流、向下流及高速過濾等不同方法。
2. 過濾速度依過濾水之水質、懸浮固體之去除能力及持續過濾時間等因素而定。
3. 過濾單元的反沖洗頻率、反沖洗方法(以空氣或過濾水洗淨濾層)、所需設備與管線等皆需併同本單元考量。反洗方法可分為：水反洗、水反洗加水表面洗、水加空氣反洗以及水、空氣反洗加水表面洗等不同型式。

解說：

1. 快濾法的設計需視進流水質與所需處理之水質慎選其過濾方法與濾料的搭配。除水質要求外，尚需考量到可設置之空間、操作便利性、操作成本等因素，再搭配過濾方法以配置反沖洗之設備與管線。

   快濾池所用濾料通常為天然砂與破碎的無煙煤，濾砂分為粗砂、中砂與細砂三級，因粗砂具較長濾程，洗砂效率高，近年來有使用較粗濾砂之趨勢。慢濾池濾砂則選用少含扁平、脆弱之顆粒，且無黏土等雜物之質硬而均勻的砂粒，其有效粒徑為 0.3～0.45 mm，均勻係數於 2.0～2.5 以下。

   快濾池可分為重力式與壓力式，其構造圖如圖 5.54 及圖 5.55 所示，重力式濾池在池內有自由水面，並以池內水位與出流水位間的水頭差作為過濾的驅動

力。由於濾池無上蓋，因此可以清楚看到池內狀況，易於設備維護與檢修。壓力式濾池則為封閉構造，因其具內壓，故僅限於使用抗拉力強的鋼板作池壁材料，形狀呈圓筒形。

傳統快砂濾水再生廠各單元之主要功能如下，另一般過濾器適用如表 5.12 所示。

(1)砂層：過濾水中懸浮物。

(2)集水設備：具支撐濾石層及濾料，於過濾與反沖洗時使水流分配均勻之功用。

(3)洗砂廢水槽：將洗砂後之泥水導流至池外的設備。

(4)洗砂水塔：貯存反沖洗用水。

2. 於濾池中鋪設濾料，使水流以 100 m/d 以上濾速通過砂粒濾料濾層，因濾層表層之機械攔截及濾料表面或孔隙間之吸附、沉澱等作用，具處理效率高且無生物作用之優勢，可直接處理經混凝沉澱處理後的水，去除水中懸浮固體物、細菌、微生物或改變水中化學成分而淨化水質。由於濾速快，污垢易滲透至砂層，故需採反沖洗方法清洗砂層。

(1)過濾操作

① 開啟進流水閥，使沉澱池之再生水進流過濾。

② 使過濾水至清水池。

當水頭損失達規定限度、濾床阻塞或過濾水質惡化，應終止過濾開始清洗砂層，沖洗濾層以反沖洗為主，常輔以表面沖洗以增其效果。

(2)反沖洗操作

① 關閉進、出水閥。

② 開啟排水閥後，池內水位將降到洗砂排水槽頂。

③ 洗砂水由水塔經給水系統濾砂層沖洗，造成濾層鬆動，使附著在砂層間之雜質隨反沖洗經排水閥排放至廢水管。

反沖洗作用分二階段，第一階段以反沖水流使濾料互相衝擊摩擦，或以水流之剪力將附著於濾料之濁質剝離。第二階段將被反沖洗至濾層上濁質迅速排除，此時須考量排水槽之高度及其排列間隔之影響。

表 5.12　過濾器適用表

過濾型式	濾材 (mm)	通水速率/ 反洗速率 (m/h)	適用	備註
重力式砂濾	砂 ϕ0.45	6.2 36	自來水	懸浮物質 10 mg/L 以下膠羽過濾
重力式二層過濾	砂 ϕ0.45 無煙煤 ϕ0.9	4～8 30～36	用水前處理	懸浮物質 20 mg/L 以下膠羽過濾
壓力式砂濾	砂 ϕ0.6～1.0 無煙煤 ϕ1.0～1.4	6～10 36～40	用水處理 廢水高級處理	廢水高級處理使用
壓力式砂濾	砂 ϕ0.8～1.2 無煙煤 ϕ0.8～1.2	10～20 36～50	廢水高級處理	廢水高級處理、冷卻塔過濾使用
壓力式砂濾	砂 ϕ0.3	6～7 30	RO 前處理	RO 膜裝置前處理使用
壓力式砂濾 (高速過濾器)	砂 ϕ1.2～1.6 無煙煤 ϕ2～3	20～40 50～72	鋼鐵業廢水	粗粒懸浮物質過濾使用
上向流式過濾	砂 ϕ0.8～1.2	8～12 40～45	污水高級處理	
上向流式過濾	砂 ϕ0.8～2.0	8～15 36～45	廢水高級處理	

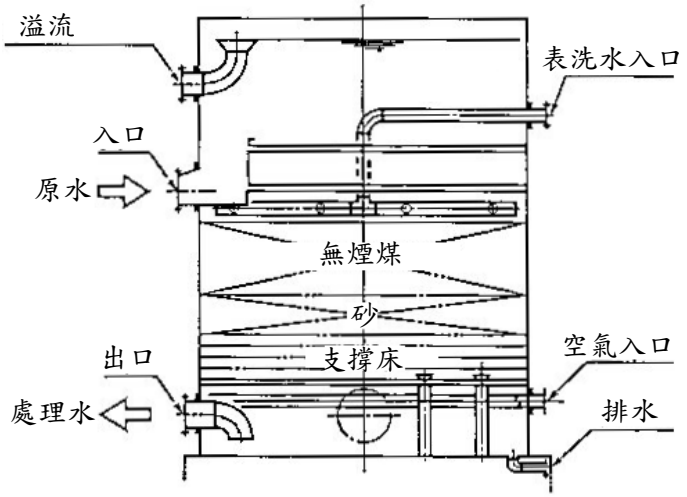


圖 5.54　重力過濾器構造圖

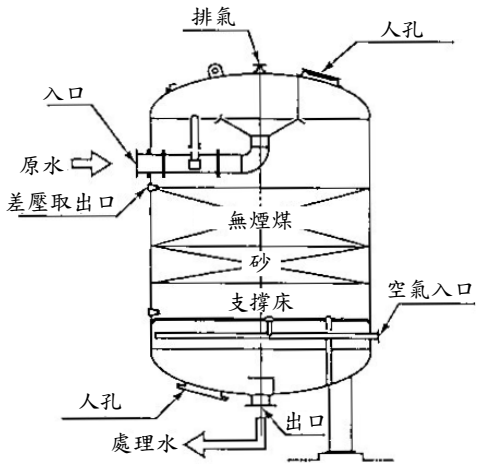


圖 5.55　加壓過濾器構造圖

3. 快濾池的操作，水通過砂層、卵石層及集水系統時由於磨擦發生水頭損失，其大小以過濾池中水位與過濾池出水口之水位差表示。過濾進行後，再生水中雜質堆積穿入砂層上部，當水頭損失增達 2.5～3.0 m 時，須停止過濾並進行反沖洗砂，因水頭損失過大致使砂層中產生負水頭，造成砂層龜裂，影響水質，降低過濾效果。

(1)處理效率控制

保持一定濾速，才能獲得預期過濾效果。藉由調節濾池進流水口閥，在過濾初期，水閥部分開啟，使砂層及出水閥之水頭損失之和等於過濾池中之水深，隨後砂層損失水頭增加時逐漸加開出水閥，以至全開，務使其水頭損失之和仍等於池中水深。

(2)洗砂方法

快濾池水頭損失達規定限度或過濾時間達固定段落時可停止操作，進行反沖洗砂，洗砂方法有：①單純反沖洗砂，②反沖洗砂與壓縮空氣，③反沖洗砂與表面洗砂，④反沖洗與機械攪動，目前最常用之洗砂方法為反沖洗砂及表面洗砂法。

(3)過濾池操作障礙

① 空氣閉塞

當負水頭超出某一限度，水中溶解氣體游離而聚積於砂層中即為空氣閉塞。防止方法：避免於負壓下進行過濾、控制藻類生長、避免水中存在過飽和氣體及控制濾池水溫。

② 泥球

因砂層發生裂隙使得膠狀泥穿入砂層，反沖洗時上沖水流將膠泥壓成泥球。防止方法為洗砂時提高砂層膨脹率。泥球生成後補救辦法：以濾器撈出、搗碎後洗去、高壓噴水反面洗砂以及刮除硬化部分後加以洗滌並更換新砂。

③ 砂垢

再生水水質若經石灰軟化處理，於過濾時易有碳酸鈣結晶形成，其將使得濾砂易流出並易引起裂縫或阻塞。補救方法：導入再碳酸化結晶槽後再過濾。

(4)快濾池操作紀錄

水廠應有適當及略具規模之試驗室，供化學、物理或生物試驗之用，日常試驗項目包括水溫、pH、濁度、鹼度、色度、硬度、餘氯、大腸桿菌群及總菌數等。

5.6.6.2 壓力式纖維過濾設計

壓力式高速過濾設計，考量事項如下： 1. 壓力式高速纖維過濾係一過濾系統，其有效濾層約 1.0～1.5 m。 2. 濾材應為易於捕捉懸浮物的材料材質。 3. 壓力式高速過濾機於設計時，應充分就其型式、規格及特性，加以比較後選擇利用之。

解說：

1. 壓力式高速過濾機為由 PP 或 PET 纖維濾料粒、球、片或絲所構成之壓力式高速過濾機，其有效濾層約 1.0～1.5 m，最大過濾速度可達 720～1,200 m/d，其構造如圖 5.56，操作原理如圖 5.57，可全自動操作，反洗時間可短至 10 分鐘。
2. 高速纖維過濾濾料應為易於捕捉懸浮固體的材質，尺寸在 5mm×5mm×3mm，孔隙率在 0.9 以上比表面積可達 8,000 m^2/m^3，比重為 0.8～0.9，其 SS 捕捉率約可達 10 kg/m^3，且其材質應具攪拌反洗時纖維內的 SS 分離效果佳，材料經長期使用結構磨損小，不易破碎，穩定性佳且使用壽命長。
3. 各型式之過濾機其特性比較，如表 5.13。於設計選擇時，應充分瞭解各型式特性後選用之。

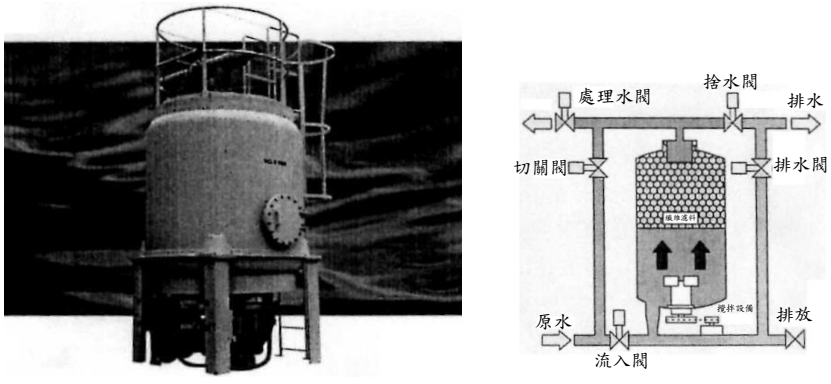
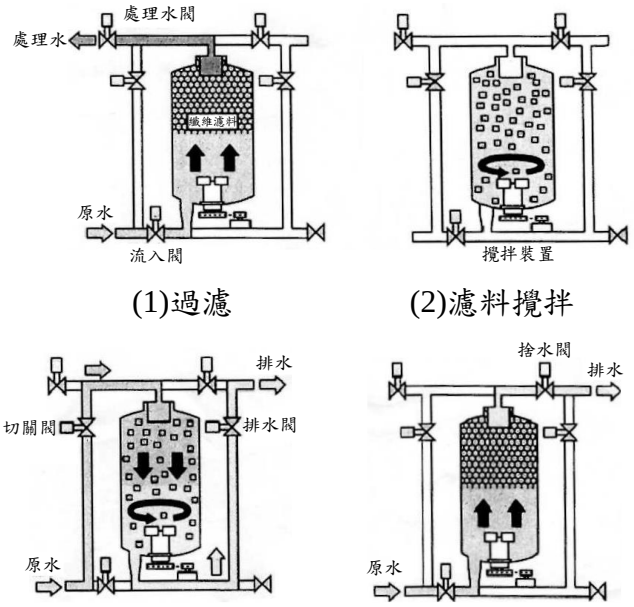


圖 5.56　高速纖維過濾設備、構造

表 5.13　各種型式過濾機規格比較表

型式 / 項目	傳統砂濾機	上流式 PS 濾料過濾機	束狀纖維絲濾材過濾機	向上流式纖維濾材過濾機	向下流式纖維濾材過濾機
技術來源	傳統技術	日本國	中國大陸	日本國	台灣
濾材	石英砂，直徑 0.6～1.5mm，設置於支撐材上，比重 2.6，空隙率 45%	PS 發泡聚合樹脂細顆粒，直徑 1.1mm，比重 0.1，空隙率 40%	PP 束狀纖維絲濾材，單絲直徑 50μm，長度隨機型不同，空隙率 90%	PP 纖維塊狀濾材，比重 0.8～0.9，空隙率 92%	PP 纖維塊狀濾材，比重約 1.05～1.2，空隙率 92%
濾材高(深)度	1m	1m	＞1m	1m	1m
過濾速度(LV)	10m/hr	15～40m/hr	30～100m/hr	35～90m/hr	10～100m/hr
佔地面積	大	中	中	小	小
反洗時間	20～40 分鐘	10～15 分鐘	15～20 分鐘	10～15 分鐘	10～15 分鐘
反洗耗水量	約佔過濾水量 10%	佔過濾水量 5～8%	佔過濾水量 1～5%	佔過濾水量 1～3%	佔過濾水量 1～3%
截污量	淺層過濾，截污量少	截污量中等	截污量中等	深層過濾，截污量多	深層過濾，截污量多
過濾精度	可濾除 15μm 以上粒徑	可濾除 10μm 以上粒徑	10μm，100%濾除 2μm 濾除 50%以上	5μm，100%濾除 2μm 濾除 70%以上	5μm，100%濾除 2μm 濾除 70%以上
濾材更換	0.5～3 年需更換一次，視污染情況而定	3 年更換一次，視操作情況而定	正常使用可達 10 年，廠家保證無需更新濾材	正常狀況下無需更新濾材，每年補充 10～30%	正常狀況下無需更新濾材，每年補充 10～30%
反沖洗泵	需要	不需要	需要反沖洗泵，採用氣水攪拌反洗	不需要反沖洗泵，採用攪拌機反洗	不需要反沖洗泵，採用攪拌機反洗或氣水攪拌反洗
反沖洗鼓風機/空壓機	需要	不需要	需要	不需要	不需要/需要
反沖洗抽水槽	需要	不需要	需要	不需要	不需要
反沖洗用水	需要使用潔淨水	使用過濾進流原水	需使用潔淨水僅冷卻水塔旁過濾可使用進流原水	使用過濾進流原水	使用過濾進流原水
系統設備配置	複雜	簡單	複雜	簡單	簡單
管路閥件配置	複雜	簡單	複雜	簡單	簡單
對膠狀物質及鐵份處理	無法濾除膠體物質及鐵、錳	可濾除膠狀物質及鐵、錳	可濾除膠狀物質及鐵、錳，可過濾少量油質	可濾除膠狀物質及少量 BOD 與氮、磷污染物	可濾除膠狀物質及鐵、錳及少量 BOD 與氮、磷污染物
濾材問題	濾材會因微生物及油污染結塊，過濾時造成短流	濾材不結塊，不影響過濾效果	濾材不結塊，不影響過濾效果	濾材不結塊，不影響過濾效果，但濾材若結垢比重增大下沉，會減低過濾效果	濾材不結塊，不影響過濾效果
濾材再生	不易	可使用酸、鹼或界面活性劑再生洗淨濾材	可使用酸、鹼或界面活性劑再生洗淨濾材	可使用、酸鹼或界面活性劑再生洗淨濾材	可使用酸、鹼或界面活性劑再生洗淨濾材
濾床壓力損失	初始壓差為 0.5 kg/cm^2，壓差 1～2kg/cm^2 時需反洗	初始壓差為 0.1～0.2kg/cm^2，壓差 0.5kg/cm^2 時反洗	初始壓差為 0.2～0.4kg/cm^2，壓差 1～3kg/cm^2 時需反洗	初始壓差為 0.1kg/cm^2，壓差 0.3kg/cm^2 時反洗	初始壓差為 0.1kg/cm^2，壓差 0.5kg/cm^2 時反洗
過濾泵使用動力	大	中等	大	小，可節省能源	小，可節省能源
運轉重量	運轉重量重	運轉重量輕	運轉重量中等	運轉重量輕	運轉重量輕
濾材更新難度	高	低	高	低	低
維護性	較差，濾材重，更換耗人力	較佳，濾材更換簡便，設備耐用 10 年以上	較差，濾材不易更換，設備耐用 10 年以上	較佳，濾材更換容易，設備耐用 10 年以上	較佳，濾材更換簡便，設備耐用 10 年以上



(1)過濾　(2)濾料攪拌

(3)反洗排水　(4)正洗

圖 5.57　壓力式高速過濾原理

5.6.7 消毒設備

消毒設施在於達到處理水中的大腸桿菌群依放流水標準之 20,000 CFU/100mL 以下，以提高處理水的安定性為目的，在考量經濟性，原則上以氯化物消毒，但若放流水體為水源，或處理水有再利用計畫，或放流口位於自來水水源區，而有餘氯問題時，可檢討使用紫外線消毒或臭氧消毒。

5.6.7.1 氯消毒

氯消毒方法及氯接觸反應時間，依下列設計之：
1. 氯消毒有液態氯消毒及固體氯錠之消毒方法，依需要考量之。
2. 氯消毒以最大時污水量，接觸反應時間 15 分鐘為宜。

解說：

1. 氯消毒方法

氯消毒所使用的藥劑，包括液化氯、次氯酸鈉、次氯酸鈣(漂白粉)等。

小規模污水處理廠消毒，應考量安全性及管理方便為主，原則上以次氯酸鈣錠劑(固體氯)或次氯酸鈉溶液為宜。

次氯酸鈉溶液因添加量少，注入泵及配管皆為小口徑，很容易被雜物阻塞，故以固體氯較為方便。固體氯通常使用次氯酸鈣，在處理消毒使用上有一片 20 g 及 100 g，其有效氯的重量比約 70%以上，比起液體次氯酸鈉，較不會因長時間貯存而降低有效氯，但必須考量溫度及濕度等因素。

固體氯的接觸裝置，在於使處理水與固體氯有效率的接觸，應以容易補充固體氯的構造為宜，如圖 5.58。

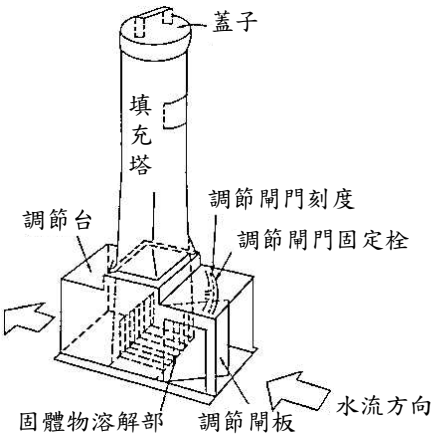


圖 5.58　固體氯之接觸裝置(例)

小規模污水處理廠在營運初期污水量少，固體氯使用量也少，無法與處理水充分接觸或接觸面積過大，使得過度溶解，必須注意接觸方法。

次氯酸鈉溶液的有效氯濃度，會依貯留日數、光照射及溫度的影響而衰減，故應有防止日曬及維持液溫的考量，並避免容量過大，造成長時間的貯留。

2. 接觸時間

氯會因與污水中的有機物反應，還原為無機物而被消耗，因之所注入的氯並非全做殺菌用。

氯的消毒效果，依處理水水質、接觸時間、混合度、溫度及氯的注入率所影響，為提升消毒效果，加氯點應在接觸槽流入口附近，接觸時間以最大時污水量，配合接觸槽及放流渠的距離，以能充分混合接觸達 15 分鐘以上為宜。接觸槽容易有 SS 發生沉澱，因此應有混合的迴路構造，同時也應考量沉澱物的排除對策。

5.6.7.2 氯消毒設計

氯消毒設計考量如下：
1. 氯消毒應考量氯之貯存及有效氯之維持。
2. 氯化物注入率，以大腸桿菌群達 200,000 CFU/100mL 以下安定。
3. 注入泵原則上含備用 2 台。
4. 應考量操作之安全管理。

解說：

1. 小規模污水處理廠的消毒，原則上以安定性較高的次氯酸鈉溶液，但相對極小規模因注入泵及管線易阻塞，使用量少者則可以固體的次氯酸鈣替代。惟次氯酸鈉的有效氯，因有貯留日數、日光照射、溫度等影響，其貯存設備應有防止日照、升溫，並具通風之空間。有效氯量之時間變化如圖 5.59。

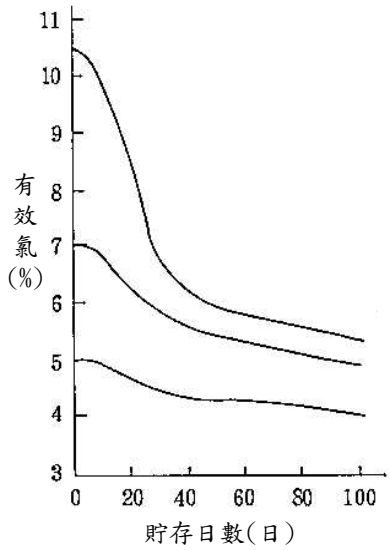


圖 5.59　次氯酸鈉貯存日數之有效氯變化

次氯酸鈣錠劑，其有效率約 70%以上，以 20 g 及 5 g 的重量，鈣劑約 3～5 小時間達溶解，呈安定，可長時間保存，幾乎不會衰減，但在貯存上應注意溫度之影響。

2. 氯化物注入溶液，以計畫最大日污水量 2～8 mg/L 為標準，貯存量依地區及維護管理，以短日數貯存為原則。
3. 注入泵含備用以 2 台為原則，若處理量的時間變動化且規模也較大，則應有注入泵控制措施。
4. 液態氯消毒劑具腐蝕性，對皮膚、眼睛具傷害性，應考量其操作之安全管理。

5.6.7.3 紫外線消毒

紫外線消毒，依處理量、紫外線透過率、照射量、裝置型態及安全管理，充分檢討設計之。

解說：

紫外線為在 X 光及可見光線兩者之間，波長約 100～380 nm 之電磁波的總稱。其能量為 1.2～301 kJ/mol 與紅外線(波長 1,000 nm，能量 12 kJ/mol)相比較大很多，因此其分子即使吸收紅外線也僅行熱運動而已，但紫外線被吸收會產生各種結合而解離同時產生化學反應。

紫外線的消毒，在使細胞內的 DNA 及 RNA 產生損傷效果。

DNA 的紫外線吸收特性及效果曲線，如圖 5.60，DNA 的吸收以 260 nm 附近達最大值，殺菌效果的曲線亦同，因之紫外線的消毒即以 260 nm 附近波長的紫外線被 DNA 吸收，達到使 DNA 損傷。

紫外線的吸收受損傷的微生物，在被可見光線照射，受損傷的 DNA 可獲得修復，這一現象稱為光恢復。含有大腸桿菌群及其所含的微生物因有修復機能之故，紫外線消毒系統的設計，必須考量光恢復對於消毒效果的影響。

1. 裝置能力及處理量

消毒計畫之計畫污水量，以最大時污水量設計。

2. 紫外線透過率

照射的紫外線會被污水中的 SS、污濁物及有機物所吸收，因之所照射的紫外線，並不是全部用以殺菌作用，紫外線的消毒效果，受污水性質、接觸時間、濕度及紫外線照射量之影響，一般消毒效果以所定原水紫外線透過率，達 70%以上為標準。

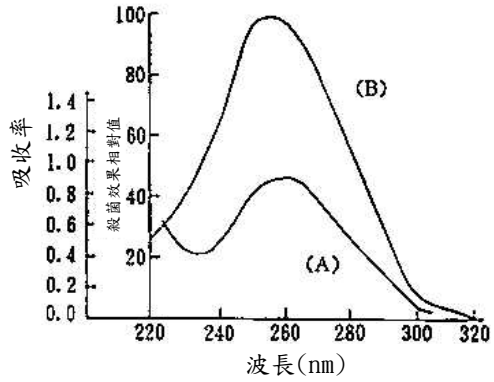


圖 5.60　紫外線之吸收曲線(A)及殺菌效果曲線(B)比較

3. 紫外線照射量

紫外線的消毒效果與紫外線照射量成正比。紫外線照射量係以紫外線照射強度(W/m^2)與照射時間(s)的乘積求之。污水二級處理水的消毒，在於消毒後大腸桿菌群的平均殺菌率達 99.9%程度的紫外線消毒，如表 5.14，於考量光恢復後與大腸桿菌群的平均殺菌率，仍可達到氯消毒相同消毒效果，並使放流水中大腸桿菌群可達安全的 20,000 CFU/100mL。

表 5.14　紫外線照射量與殺菌群

對象水	大腸桿菌群殺菌率(%)	紫外線照射量(J/m^2)
二級處理水	99.0	150～200
	99.0	200～300
	99.9	300～500

4. 裝置的型態

裝置的型態依低壓水銀燈或中壓水銀燈而異，低壓水銀燈燈管數較多，係以燈管模組數組設置於渠道的型態為主。相對的中壓水銀燈，若為小容量時係以配管連接型，大容量則採用乾井型為多。紫外線消毒裝置如圖 5.61。其他可參考「污水處理廠設計及解說」5.5.7。

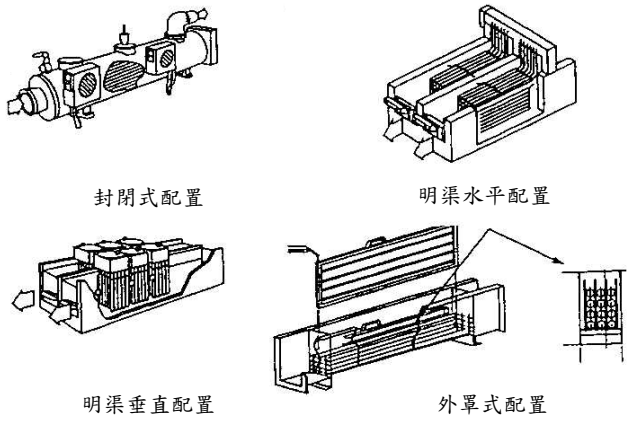


圖 5.61　紫外線消毒裝置例

5. 安全管理

紫外線燈管，以能達到產生效率性的紫外線為目標，因之人體即使是短時間，也應避免與露出部分直接照射。尤其對皮膚會有惡劣的影響，應加注意，不應直接受到紫外線的照射。

5.6.7.4 臭氧消毒

臭氧消毒於檢討注入量、反應時間及臭氧裝置等設計之。

解說：

臭氧消毒係直接於反應槽中使污水與臭氧接觸，為達處理水消毒，其設施包括注入裝置、反應槽及排臭氧裝置所構成。臭氧反應設備係由原料氣體供給裝置、臭氧產生裝置及冷卻裝置等臭氧產生設備所構成。必要時尚需有前處理設施及後處理設施。臭氧消毒設施可參考「污水處理廠設計及解說」7.4。

臭氧消毒設施處理流程，如圖 5.62。

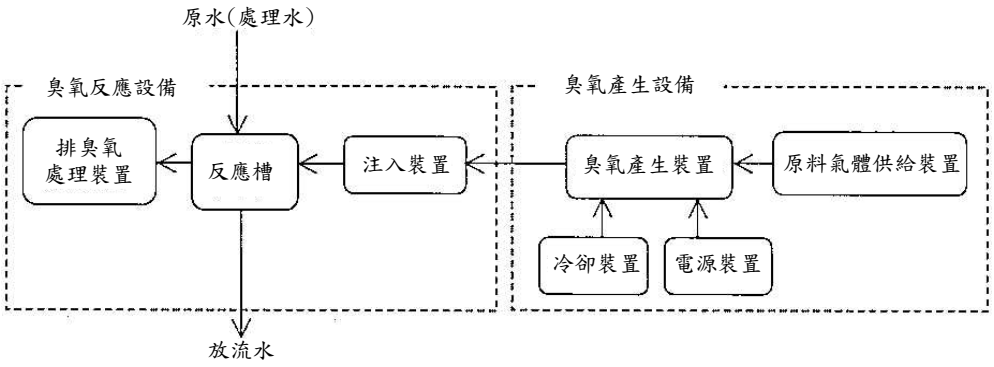


圖 5.62　臭氧消毒設施流程圖

臭氧產生方法有無聲放電法、電解法、光化學法、高周波電解法及放射線照射法，在工業上以無聲放電法使用最廣。

本方法為在一對的電極間放置玻璃或陶瓷等誘導體，而將原料氣體(含有氧

的氣體)對電極間流動使交流電壓增加的方法。

自電極放出的電子與氧分子互相衝突，而產生臭氧。臭氧與氯同為重要的消毒劑。臭氧的殺菌力，比起氯或二氧化氯強上數十倍，其殺菌的機制，為對細胞壁等原形質的直接破壞作用，又對於病原菌可直接破壞 DNA 及 RNA，使其不活化。

1. 注入裝置的容量

注入裝置係以計畫水量及注入率計算做為決定注入量的基礎。計畫水量以計算最大時污水量，臭氧反應槽則以計畫最大時污水量估計。

臭氧消毒，以溶解臭氧濃度及接觸時間的乘積愈大，消毒效果愈大。

在有機物質及亞硝酸等還原性物質較少的處理水，注入 5 mg/L 以下的臭氧，就可達到處理水的大腸桿菌群數降至 2,000 個/mL 以下，但若還原物質多時，臭氧會很快被消耗，故需注入較多的臭氧。

2. 反應槽的水深及接觸時間

反應槽應為具耐腐蝕性及安全性的混凝土製水槽或不鏽鋼製的密閉性構造物，並有防止反應的臭氧外洩。接觸水槽雖愈大愈佳，但若水深太深，則臭氧產生裝置的壓力會增加，相對的臭氧發生效果會降低，又反應槽臭氧注入的動力費也會增加。

為達到污水處理水的溶解及確保反應的進行，反應槽水深以 4～6 m 為適當，接觸時間則以確保有 10～20 分鐘的反應為宜。

3. 排臭氧處理裝置

在反應槽中注入的臭氧，與處理水接觸反應而大部分被消耗分解，但一部分未反應的，則必須自反應槽排出，未反應的臭氧若任其排至大氣中因濃度太高，對人體有害，因之自反應槽排出的臭氧，應有分解處理裝置，若臭氧反應裝置設置於室內，而萬一有臭氧外洩時，應有避免臭氧滯留的換氣設備，並應裝置環境臭氧檢測器，以監視作業環境中臭氧濃度，當有 0.1 ppm 以上，應能警報因應。

5.7 廠內管線及加壓裝置

小規模污水處理設施雖然處理的污水容量不多，但各種廠內管線(yard piping)仍需齊備，除了流經各處理單元主流程的污水聯絡管線外，尚包括：污泥管線、空氣管線、給水管線、回收水管線、廠內污水收集管線、廠內排水管線及化學藥液管線等，這些管線及其加壓裝置共同組成了一個完整污水處理廠不可或缺的重要元件。此外，通風管線及除臭風管亦是協助解決污水處理設施中密閉機房的污濁空氣及硫化氫氣體對操作人員可能危害。

5.7.1 污水聯絡管線及抽水機

污水聯絡管線之材質及接頭考量如下：

1. 小規模污水處理設施之廠內聯絡管線的材質，明管應為延性鑄鐵管或不鏽鋼

管，埋管可用聚氯乙烯塑膠硬質管(PVC)、高密度聚乙烯塑膠管(HDPE)或丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑膠管，排放管可用鋼筋混凝土管。

2. 使用延性鑄鐵管時，埋設管段採用機械接頭，明管部分採用法蘭接頭，銜接設備及閥類時亦採用法蘭接頭。延性鑄鐵直管及管件的外部及內面襯裡須塗刷環氧樹脂漆。
3. 使用不銹鋼管時，埋設管段及明管部分可採用電焊接頭，銜接設備及閥類時採用法蘭接頭。
4. 使用延性鑄鐵管或不銹鋼管銜接圓形閘門或池槽的過牆管(穿牆管)時，應配合過牆管的接頭型式，採用機械或法蘭接頭。
5. 延性鑄鐵管及不銹鋼管銜接至同一法蘭接頭的兩端時，該法蘭接頭應採絕緣接頭。
6. 埋設在含鹽分土壤中之延性鑄鐵管或不銹鋼管，其管線外部須以浸漬油料之膠布嚴密包覆，以防止銹蝕。

解說：

自廠外污水下水道系統收集到之污水流至小規模污水處理廠，首先到達進流抽水站等前處理單元，再逐步經過廠內各處理單元，在經消毒處理後，最後才排放至河川等承受水體，污水在流經廠內各處理單元之間時，通常以渠道或管線來銜接，這些銜接渠道或管線概稱為聯絡管渠。密集式配置的小規模污水處理廠，大部分重力流的聯絡管渠係採渠道，小部分壓力流的聯絡管渠則採聯絡管線，分散式配置的小規模污水處理廠，則大都以聯絡管線銜接各處理單元。如果聯絡管渠出了問題，例如：阻塞、破裂或接頭漏水等，會對整個處理廠的正常營運產生重大影響，因此，污水聯絡管線在污水處理廠設施中扮演相當重要的角色。

適合做為污水聯絡管線的管材須具備下列各種條件：價錢合宜、高強度、耐衝擊、耐腐蝕、施工方便、水密性要求高，須承受內外壓，除了直管外，也須有各種彎管、T 型管、縮管及過牆管(穿牆管)等管件，同時也可與處理設備的進出水口及各種閥類相銜接，具備這種條件的管材包括：延性鑄鐵管、不銹鋼管、聚氯乙烯塑膠硬質管(PVC)、高密度聚乙烯塑膠管(HDPE)及丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑膠管。由於小規模污水處理設施的預算通常較不充裕，故設計者應從經濟的角度，慎選可用之管材。

進流抽水站、不管是乾井式或是濕井式，其明管管線都容易受到抽水機或其他設備搬運時衝撞而損壞，所以採用延性鑄鐵管或不銹鋼管比起塑膠管更為適宜。其他處理單元上的明管，除須考量易受碰撞而損壞的因素外，亦須考量久經日曬而會變質脆化，故應避免使用具備這兩種不利因素的聚氯乙烯塑膠管。

從技術上來說，進流抽水單元至消毒池單元間的污水聯絡管線才須具備上述的管材條件，消毒池單元至承受水體間的放流管線，通常都是採用直管，並且是排放經處理過的較潔淨的放流水外，因此管材的選擇亦可考量售價較廉的鋼筋混凝土管。

1. 延性鑄鐵管(ductile iron pipe, DIP)又稱為球狀石墨鑄鐵管，規格為 CNS 14859

G3267 延性鑄鐵管，延性鑄鐵直管及管件的外部及內面襯裡須塗裝防腐蝕之環氧樹脂粉體漆。不銹鋼管(stainless steel pipe, SSP)的直管及管件應採用 SUS 304 焊接用不銹鋼，口徑不大於 1,000 ㎜者，管壁厚應符合 SCH.10S 或以上之規定。聚氯乙烯塑膠硬質管規格為 CNS 1298，聚乙烯大口徑異型管壁污水與排水管規格為 CNS 14899、化學工業及一般用丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑膠管及接頭配件規格為 CNS 13474。。

2. 鑄鐵管法蘭接頭(又稱為突緣接頭)的規格為 CNS 834 B5024 突緣鑄鐵管(離心法)A 級，機械接頭的規格為 CNS 2781 B5054 螺栓壓圈式伸縮接合球狀石墨鑄鐵管，如圖 5.63 所示。延性鑄鐵直管及管件的外部及內面襯裡須塗刷環氧樹脂漆。

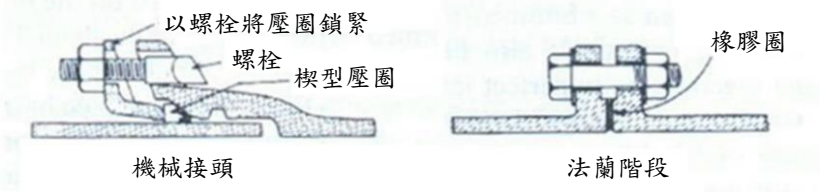


圖 5.63　延性鑄鐵管之機械接頭及法蘭接頭

3. 不銹鋼管管線銜接時，埋設管段及明管部分的接頭應為銲接接頭，如圖 5.64(A)及(B)所示，或螺紋接頭。管線的管配件厚度(1)彎頭、T 型管、漸縮管及管端接頭(Stub End)等管配件之厚度應配合直管壁厚。(2)套焊式之管配件應符合 SCH.20S 以上之規定。不銹鋼管若需以法蘭銜接時，法蘭接頭應按 JIS 10 kgf/cm^2 規格製造，其法蘭及螺栓均須為不銹鋼，如圖 5.64(C)所示。

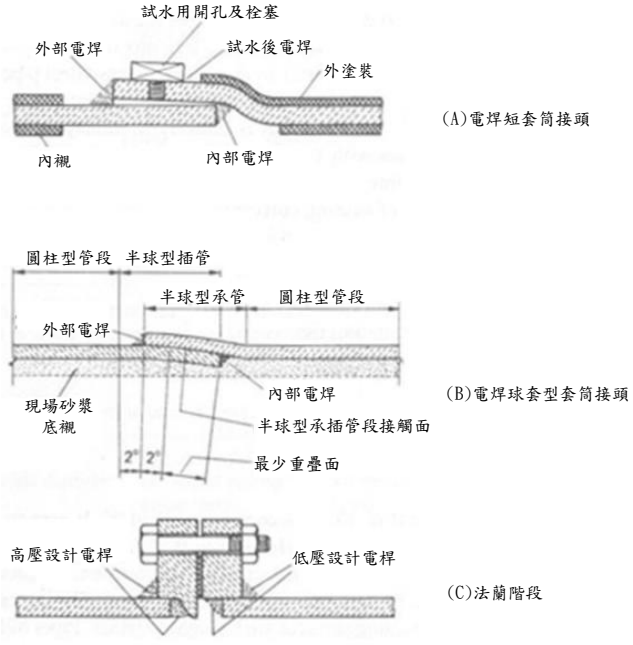


圖 5.64　不銹鋼管線接頭

4. 使用延性鑄鐵管或不銹鋼管銜接圓形閘門或池槽的過牆管時，應配合過牆管的接頭型式，採用機械或法蘭接頭。
5. 埋設於地下或過牆管的延性鑄鐵管如與不銹鋼管以法蘭與螺栓銜接，銜接處的螺栓會因接觸到石墨鑄鐵管與不銹鋼管裸露螺孔金屬面的不同電位差，而產生電流性腐蝕，應採用絕緣法蘭接頭，如圖 5.65 所示。

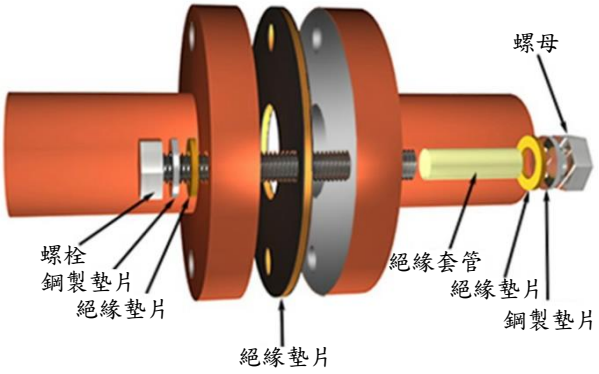


圖 5.65　絕緣法蘭接頭

6. 埋設在鹽分地帶之延性鑄鐵管或不銹鋼管，其管線外部須以浸漬油料之膠布嚴密包覆，以防止遭鹽分銹蝕。

5.7.2 污水管線抽水機

污水聯絡管線之抽水機設計之考量如下： 污水聯絡管線的抽水機通常採用不阻塞型離心式抽水機。

解說：

污水聯絡管線的加壓通常採用不堵塞型(non-clog type)離心式抽水機，有關該抽水機之細節，請詳見第4.5節。

5.7.3 污泥管線及抽水機

污泥管線及抽水機設計之考量如下： 1. 污泥管線之材質及接頭方法與污水管線相同。 2. 污泥管線的加壓裝置通常視污泥種類，選擇離心式、正位移式或氣升式抽水機。

解說：

1. 污泥管線包括各種浮渣管線(初沉浮渣、二沉浮渣及濃縮池浮渣)、砂礫管線、初沉污泥及混合初沉污泥之各種污泥管線(包括消化及未消化、濃縮及未濃縮、脫水及未脫水污泥管線)、迴流及廢棄生物污泥管線之材質及接頭方法與污水管線相同，請參照污水聯絡管線。砂礫管線有時採用加強纖維內襯之橡膠管，初沉浮渣管如輸送黏滯性較大之油脂時，有時其延性鑄鐵管會採用玻璃內襯

(搪瓷內襯) (glass lining, porcelain enamel)。

2. 污泥管線的加壓裝置通常視污泥種類，選擇離心式(centrifugal pump)、正位移式(positive displacement pump) 或氣昇式(air lift)抽水機，如表 5.15 所示。其中砂礫管線如與高水頭需求的旋流式洗砂機(hydrocyclone grit separator)連接，建議採用渦流式抽水機(vortex pump)，而如果銜接至低水頭需求的砂礫分離機(grit classifier)，則可採用氣昇式抽水機。正位移式抽水機包括：柱塞式(plunger pump)、活塞式(piston pump)、隔膜式(diaphragm pump)、旋轉葉瓣式(rotary lobe pump)及單螺旋式(progressive cavity pump)。迴流及廢棄生物污泥管線使用之離心式抽水機與污水聯絡管線所用之不阻塞型抽水機一樣，小規模污水處理設施的迴流污泥抽水機有時可採用改良型氣昇式抽水機的間歇泉式抽水機(geyser pump)。

表 5.15　各種污泥管線加壓用抽水機

抽水機	浮渣管線	砂礫管線	初沉污泥管線	生物污泥管線
離心式	○	○(渦流式)	○(渦流式)	○
正位移式			○	
氣昇式		○		○(間歇泉式)

5.7.4 製程空氣管線及鼓風機

製程空氣管線及鼓風機設計之考量如下：

1. 曝氣及空氣攪拌用等製程用空氣管線應使用 SUS 304 不銹鋼管。
2. 空氣管線應視其風量及風壓，選擇適當型式的鼓風機。

解說：

1. 污水處理廠常須應用到空氣管線及鼓風機的攪拌及曝氣作用，因此，包括：曝氣沉砂池、調節池、沉澱池進出流渠道、生物反應槽、好氧消化池、污泥池槽等，都需設置空氣管線及鼓風機，即使採用氧化渠法的污水處理廠，雖然僅使用橫軸輪刷式或低速表面曝氣機，但如果該廠也使用了曝氣沉砂池，或是污泥池槽需要空氣攪拌，則也不免要設置小規模的空氣管線及鼓風機。另外，如 5.7.3 節所述，砂礫管線如果銜接至低水頭需求的砂礫分離機(grit classifier)，則可採用氣昇式抽水機；小規模污水處理設施的迴流污泥抽水機有時可採用改良型氣昇式抽水機的間歇泉式抽水機，氣昇式抽水機及間歇泉式抽水機亦皆須使用空氣管線及鼓風機。一般來說，曝氣及空氣攪拌用等製程用空氣管線的直管及管件應採用 SUS 304 焊接用不銹鋼，口徑不大於 1,000 ㎜者，管壁厚應符合 SCH.10S 或以上之規定。製程用空氣管線的接頭應為銲接或螺紋接頭，若需以突緣連接時，突緣接頭應按 JIS 10 kgf/cm^2 規格製造。空氣管線的管配件厚度(1)彎頭、T 型管、漸縮管及管端接頭(Stub End)等管配件之厚度應配合直管壁厚。(2)套焊式之管配件應符合 SCH.20S 以上之規定。空氣管線的突緣及螺栓均須為不銹鋼。

2. 空氣管線應視其風量及風壓，選擇適當適當型式的鼓風機，鼓風機的種類包括：魯式鼓風機(Roots Blower)、離心式鼓風機(Centrifugal Blower)，再分為多段及單段、高速渦輪式鼓風機(High Speed Turbo Blower)、渦流式鼓風機(Vortex Blower)等。

5.7.5 給水管線及加壓裝置

給水管線及加壓裝置設計之考量如下：

1. 給水管線的規格應符合自來水用聚氯乙烯塑膠硬質管。
2. 廠內給水管線接至建築物之給水設備系統方法大約可分為四種，直接給水方法、壓力水槽給水方法、重力給水方法以及加壓泵給水方法。
3. 給水管線設置應避免與污水或回收管線太近，以防受污染，並應避免誤接。

解說：

1. 自來水管線的規格應符合 CNS 4053 K3033 自來水用聚氯乙烯塑膠硬質管，接頭配件的規格應符合 CNS 2334 飲水(自來水)用聚氯乙烯塑膠硬質管接頭配件。
2. 廠內給水管線接至建築物之給水設備系統方法大約可分為四種，直接給水方法、壓力水槽給水方法、 重力給水方法以及加壓泵給水方法，其適用建物、決定要項及壓力要求等，說明如下：
   (1)直接給水系統：由給水管線壓力直接供給建築物內之用水器具給水，適用於一般小規模之建築物，一般無須設置受水槽或水箱，易於操作管理簡便，但是必須確認自來水幹管之供水壓力及適用之建築條件。

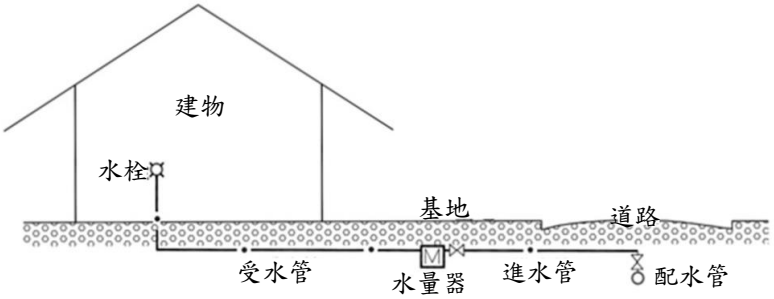


圖 5.66　直接給水系統圖

   (2)壓力水槽給水系統：利用壓力水槽中之加壓空氣壓送水至各個用水器具處，適用於必須使用極高壓之場所，或景觀上不能採用重力給水之場所，最高使用壓力依用途需要而決定之。因壓力水槽之有效水量容積受限，水槽容積較大，壓力也較不安定，且必須留意安全性之確保，需要設置受水槽，維護裝置所需空間較大，費用也比較昂貴，壓力水槽之設置地點需要補強結構。

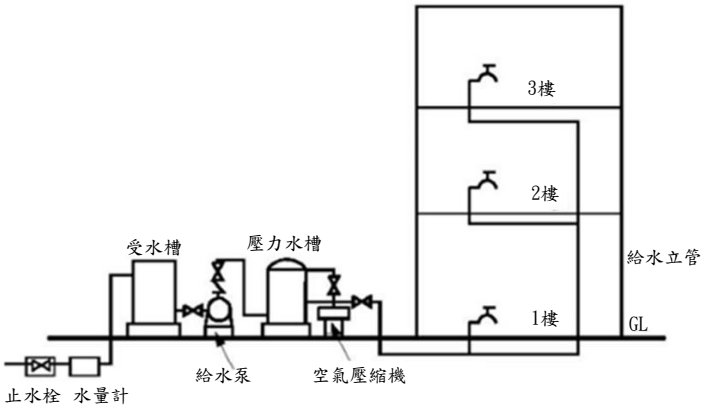


圖 5.67　壓力水槽給水系統圖

(3)重力給水系統：在最高位水栓以上位置設置屋頂水槽，藉重力向下給水之方法，高層建築物需另設中間水槽，適用於一般建築物及較大規模之給水設備。建築物之最低使用壓力依屋頂水槽之高度決定，給水壓力比較安定，需要較大之水槽及運轉空間，定期之維護及管理檢查，運轉管理費用相對較低，屋頂水槽設置地點需要留意結構之補強及安全。

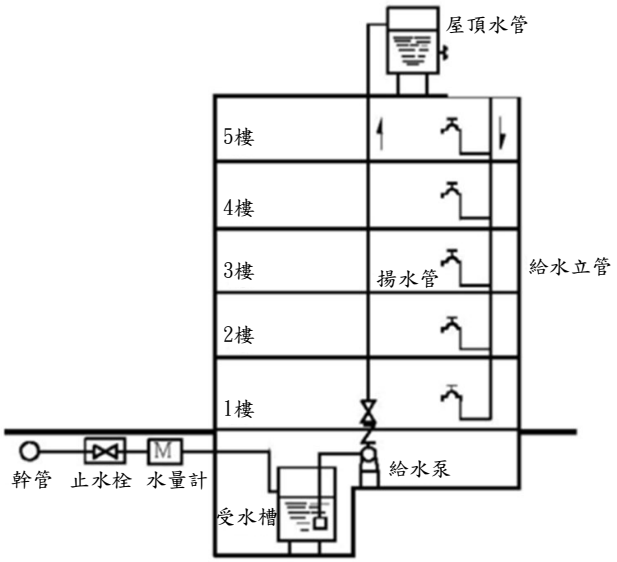


圖 5.68　重力給水系統圖

(4)加壓泵給水系統：藉加壓泵之運轉直接供水，一般有臺數控制方法以及馬達轉速控制方法二種，適用於無法採用重力給水之高層建築，或低層且敷地廣闊之場所。依賴機械之運轉程度較高，需經常維護管理，運轉維護費用相對較高。

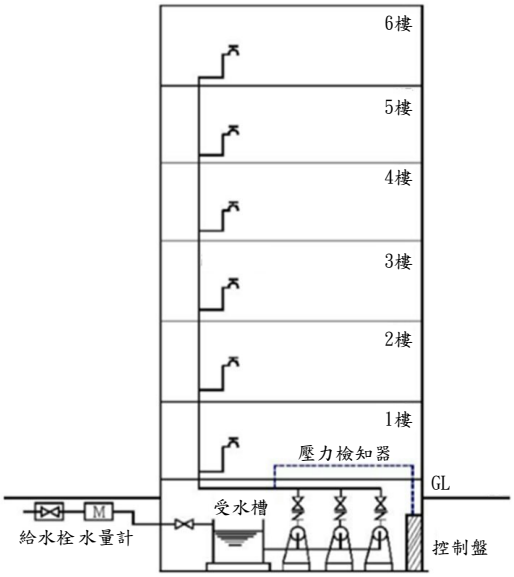


圖 5.69　加壓泵給水系統圖

3. 給水管線的設置，應避免與污水或回收水管線太接近，以防受污染，並避免造成誤接。

5.7.6 回收水管線及加壓裝置

回收水管線及加壓裝置設計之考量如下：

1. 回收水管線的規格與給水管線相同。
2. 回收水的加壓採用自動恆壓變頻給水方法。

解說：

1. 回收水管線的規格與給水管線相同，詳 5.7.5 節。
2. 回收用水加壓裝置係用以輸送經消毒後之回收水，以供清洗水、消泡水、澆灌水等廠內各項用途使用，回收用水加壓給水機組採用變頻器控制泵轉速變化，依使用壓力變化經感測器傳輸信號至可程式控制器，決定泵之運轉，以保持恆壓設定值。圖 5.70 為自動恆壓變頻給水系統配置示意圖，圖 5.71 為自動恆壓變頻給水裝置。須提醒的是，污泥濃縮機及脫水機之濾布清洗需要比自動恆壓變頻給水裝置更大的水壓，故通常該項設備的廠商會提供專用的高壓抽水機以備本項用途。

   有時設計者會考量到萬一回收水貯水池的水源不繼，故提供自來水作為備用水源，此時為防止回收水因意外而逆流進入給水管線中，導致自來水源受到污染，須在給水管接入回收水貯水池之管線上裝設逆流防止器(backflow preventer)，此逆流防止器比單獨使用逆止閥更能確保給水管線不會受到污染。圖 5.72 為用於小口徑之降壓式逆流防止器。

   回收水除供廠區內各種使用外，亦可於廠區外設置取水口，供民眾取水使用。

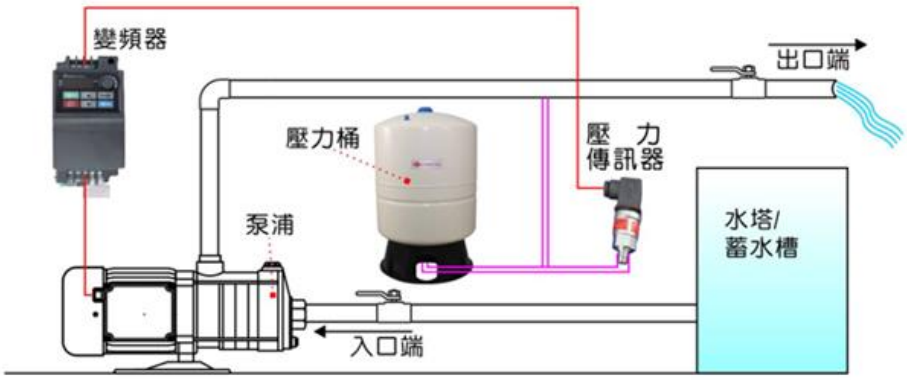


圖 5.70　自動恆壓變頻給水系統配置示意圖

圖 5.71　自動恆壓變頻給水裝置

圖 5.72　用於小口徑之降壓式逆流防止器

5.7.7 廠內污水收集管線及抽水機

廠內污水收集管線及廠內污水抽水機設計之考量如下：

廠內污水重力收集管線的管材與污水下水道相同，廠內污水收集抽水機通

常採用沉水式抽水機。

解說：

廠內污水重力收集管線為迷你的小規模的污水下水道系統，通常採明挖方法埋管，污水管線的管材及所用的人孔與一般污水下水道系統相同。污水加壓管線採用的壓力管管材請參考5.7.1節，廠內污水收集抽水機通常採用沉水式抽水機，請參考 5.7.2 節。

5.7.8 廠內排水管線及抽水機

廠內排水管線及抽水機設計之考量如下：

1. 廠內排水管線原則上小管採用塑膠硬質管，大管採用鋼筋混凝土管。
2. 抽水機的型式可分為橫軸式、豎軸式及沉水式抽水機。其原動機可分為電動機(馬達)帶動及柴油內燃機(引擎)帶動兩種。

解說：

1. 廠內排水管種類雖可包括：鋼筋混凝土管、聚酯樹脂混凝土管、鋼管、延性鑄鐵管、玻璃纖維強化塑膠管、高密度聚乙烯塑膠管(HDPE)、聚氯乙烯塑膠硬質管(PVC)、丙烯晴-丁乙烯-苯乙烯塑膠硬質管(ABS)等，但原則上小管應採用塑膠硬質管，大管應採用鋼筋混凝土管。所有管材並應符合國家標準規定。
2. 污水處理廠廠內之排水幹線出口如無設置抽水站，釐定幹線出口(起算)水位時，需依承受水體之「計畫洪水位」，而如直接排放海洋者，則採 7～10 月大潮平均高潮位。當雨水排水幹線出口設計水位，高於出口(起算)水位，可採重力流方法排放，而如排水幹線出口設計水位，低於出口(起算)水位，則排水出口幹線在外水位高漲時係呈壓力流，如無法以擴大排水斷面減少損失水頭，則需規劃設置排水抽水站。抽水機的型式可分為橫軸式、豎軸式及沉水式抽水機。其原動機可分為電動機(馬達)帶動及柴油內燃機(引擎)帶動兩種。另廠內污水收集抽水機通常採用沉水式抽水機，可參閱 5.7.2 節。

5.7.9 化學藥液管線及加藥機

化學藥液管線及加藥機設計之考量如下：

1. 輸送化學藥液之管線應採用 Sch.80 聚氯乙烯(PVC)塑膠管。
2. 化學藥液的輸送裝置通常使用隔膜式加藥機。

解說：

1. 污水處理廠內通常需要有許多化學藥液以供製程使用，例如消毒用的次氯酸鈉溶液，污泥濃縮及脫水用的混凝劑溶液，除臭用的濕式洗滌塔須用到次氯酸鈉、稀釋硫酸及氫氧化鈉溶液等，輸送這些化學藥液之加藥管線應採用 Sch.80 聚氯乙烯(PVC)塑膠管。塑膠直管規格為 ASTM D1785 聚氯乙烯(PVC)塑膠管，壁厚 Sch.80，塑膠管件規格為 ANSI/ASME D2467 聚氯乙烯(PVC)塑膠管配件，厚度 Sch.80。塑膠直管及管件為螺紋接頭或溶劑接合接頭(solvent

weld)，但管線須與有突緣接頭之閥類、管線或設備連接時，管線應配合加接突緣接頭。

2. 化學藥液的輸送需能精確控制流量，並可隨著主要製程流量的變化而跟著改變加藥量。加藥機的出水壓力通常非常高，故其使用的加藥管線須較厚，以便能耐高壓。加藥機又稱為定量加藥機，係屬於正位移式，常用的加藥機包括：活塞式加藥機(piston pump)、蠕動式加藥機(peristaltic pumps)及隔膜式加藥機(diaphragm pump)等，其中較常用於污水處理廠的為隔膜式加藥機，其與化學藥液接觸部分為可抗腐蝕之彈性膜片，如圖 5.73 所示。

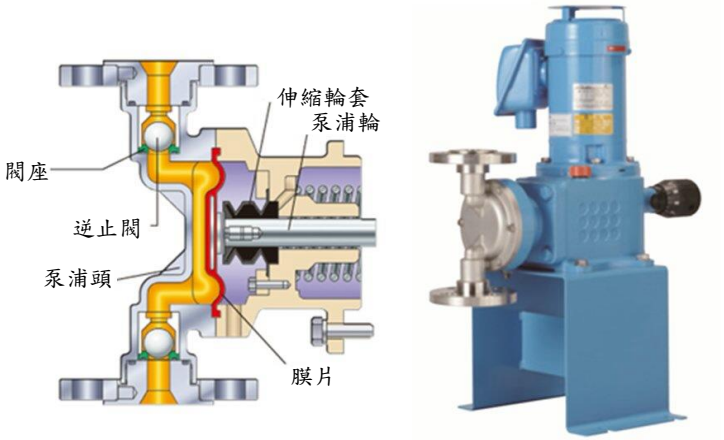


圖 5.73　　隔膜式加藥機示意及外觀圖

5.7.10 通風管線及送風機

通風管線及送風機設計之考量如下： 1. 送風管材料應為不可燃性，其材料種類有許多種，原則上應使用鍍鋅鐵皮製造，所有風管及其附件均應按「美國板金協會規範」(SMACNA)標準製作。 2. 送風機之選擇步驟包括風量計算、選擇送風機型式及台數。

解說：

污水處理廠內有許多密閉機房，例如：進流抽水站、初沉污泥抽送站、二沉池迴流及廢棄污泥抽送站等，因水位坡降的關係而使其地板高程位於地面下，自然通風受到阻隔，加以其地板排水抽水井內的污水因久置而發臭，導致裡面的空氣污濁，甚至帶有毒性，因此，在進入地下機房的入口大門上，通常都會貼有標語：「進入前先通風」，這就表示了設置通風管線及送風機的重要性。

1. 風管材料應為不可燃性。其種類分為：
   (1)鐵皮風管：廠商所使用風管係由鍍鋅鋼板製成，其鍍鋅量不得少於 CNS 1244-G3027 至少 275 g/m^2 (兩面三點法平均附著量)之規定。
   (2)鋁皮風管：使用符合 ANSI/ASTM B209 規定之 303-H14 鋁合金皮，接頭或支撐使用 6061-T6 或同等強度之合金。
   (3)撓性風管：使用鍍鋅鐵皮或鋁皮，以螺旋形相互勾接製作，或以螺旋形纏

繞之彈簧鋼絲或平鋼帶及雙層強化鋁箔製作。低壓風管之額定值為 500Pa(2 吋水柱)之正壓及 375Pa(1.5 吋水柱)之負壓，中壓及高壓風管之額定值為 3750Pa(15 吋水柱)之正壓或負壓。

(4)保溫撓性風管：就上述撓性風管外面包以玻璃纖維，並覆以防水鋁箔，或無縫鋁皮護層，其熱傳係數 K 值在 24℃時為 0.034(75℉時為 0.23)。

(5)不銹鋼風管：使用最新版 ASTM A304-16 ”Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Bars Subject to End-QuenchHardenability Requirements”規定之材質。

(6)防火風管：應有 2 小時防火時效。使用至少 12 mm(0.5 吋)厚密度 800 kg/m^3 之防火板製作或 2 ㎜厚鍍鋅鐵皮並以電焊焊接製作。或其他具有相同功能之材料經審核認可者。

(7)排煙風管：排煙風管則須為最少 2 mm 厚之鍍鋅鋼板製，且須採用焊接方法接合，焊道處須塗上鋅粉漆，並須提送施工圖經核准後方可使用。風管採用法蘭接頭不可使用扣件連接，其密合墊須採用能耐溫 150℃/1HR 以上之材質。

風管原則上應使用鍍鋅鐵皮製造，所有風管及其附件均應按 SMACNA 標準製作。「美國板金協會規範」(SMACNA)為目前國內外共同依循最適用的風管製造標準， SMACNA 對風管之材料、結構、製造方法、安裝方法等，皆有明確的規範。

風管中空氣的流速須保持在某個限值以內以避免噪音、不可接受的摩擦損失及能源消耗，低中壓風管之最大流速如表 5.16 所示。

表 5.16　低中壓風管之最大流速

空氣流量 (m^3/h)	最大流速(m/s)
<300	2.5
<1000	3
<2000	4
<4000	5
<10000	6
>10000	7

2. 送風機之選擇步驟

送風機之選擇步驟包括風量計算、選擇送風機型式及台數。

風速 V 與風道截面積 F 的乘積：大型送風機由於能夠用風速計準確測出風速，所以風量計算也很簡單，直接用公式 Q=VF，便可算出風量。

送風機數量的確定：根據所選空間的換氣次數，計算廠房所需總風量，進而計算得送風機數量。

計算公式：N=V×n/Q .....(5-10)

式中：

N：送風機數量(台)

V：場地體積(m^3)

n：換氣次數(nos./h)

Q：所選送風機型號的單臺風量(m^3/h)

送風機之型式可分為離心式及軸流式兩種，詳述如下：

(1)離心式

離心式送風機將進氣往徑向(與轉軸垂直的方向)加速，並將動能轉換為壓力，這種送風機堅固、安靜、可靠，能在各種條件範圍內操作。離心式送風機可高效率的產生高壓，最常用於嚴苛操作條件下的工業用送風機。一些離心式送風機可應付操作條件大幅變動的情況，是一項很大的優點。離心式送風機可依葉片形狀再分類如下：

① 前傾曲面多葉片式(Forward Curved Multi-vane)

如圖 5.74，前傾曲面多葉片式送風機的葉片朝著轉動方向捲曲，這種送風機通常應用於低壓及低流量至中流量的情況，其特性是相對低的效率(55 至 65％間)，這種送風機可操作在相當低速，意味著低噪音，故適合於住宅空調(HVAC)的應用。一般選擇前傾曲面多葉片式送風機的理由是它的體積比其他送風機小。

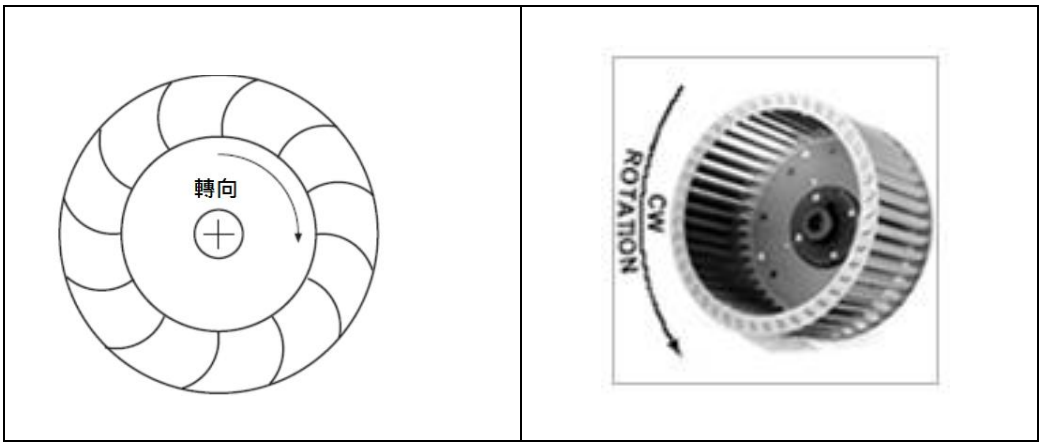


圖 5.74　前傾曲面多葉片式送風機

② 徑向葉片式(radial-blade, paddle blade)

如圖 5.75，徑向葉片式送風機通常應用於高壓及低流量至中流量的情況，這種送風機葉片的扁平形狀可防止物質堆積，所以可用於處理含有高濃度微粒的氣流，包括：灰塵、木屑和金屬廢料。這種送風機相當堅固耐用，故係被當做工業主力的重要原因。

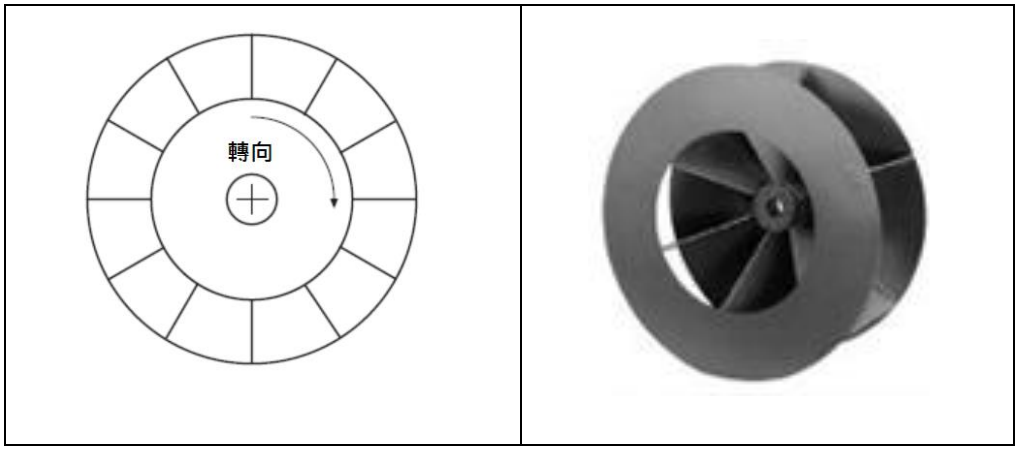


圖 5.75　徑向葉片式送風機

③ 徑向端葉片式(radial-tip blade)

如圖 5.76，徑向端葉片式送風機填補了潔淨空氣送風機及較堅固的徑向葉片式送風機的這個空白，這種送風機的特徵是葉片與進氣間的低迎角(angle of attack)，可保有低亂流。這種送風機具有徑向葉片式送風機的許多特性，極適合用於中等濃度的小顆粒及高濕度的氣流。其效率可達 75%。由於葉片間流動空間大，這種送風機常用於處理含有固體的空氣的用途上。

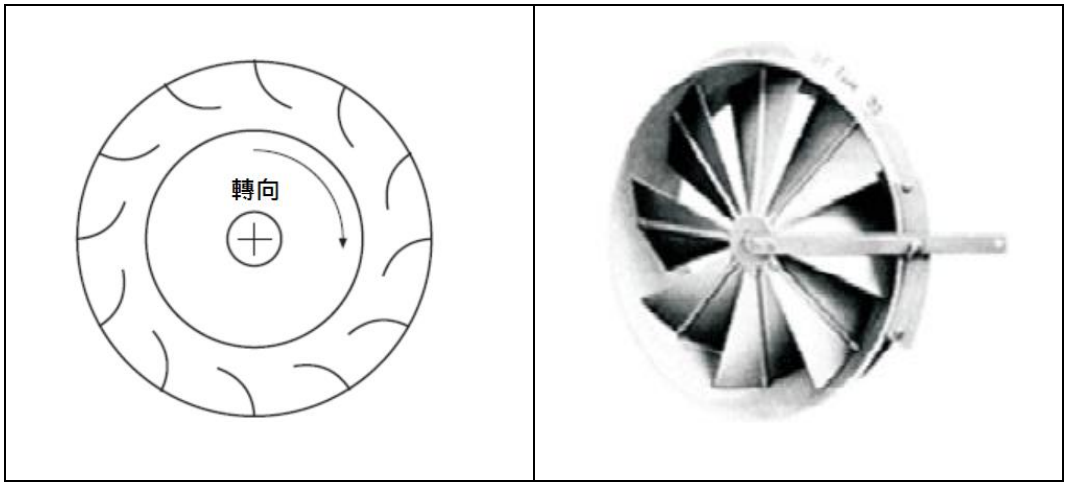


圖 5.76　徑向端葉片式送風機

④ 後傾葉片式(backward-inclined blade)

這種送風機的特徵是其葉片背向旋轉方向傾斜，其葉片上易於堆積微粒，會對性能造成問題，可再細分為下列三型：

(A) 扁平葉片(flat blade)：為更堅固型，如圖 5.77。

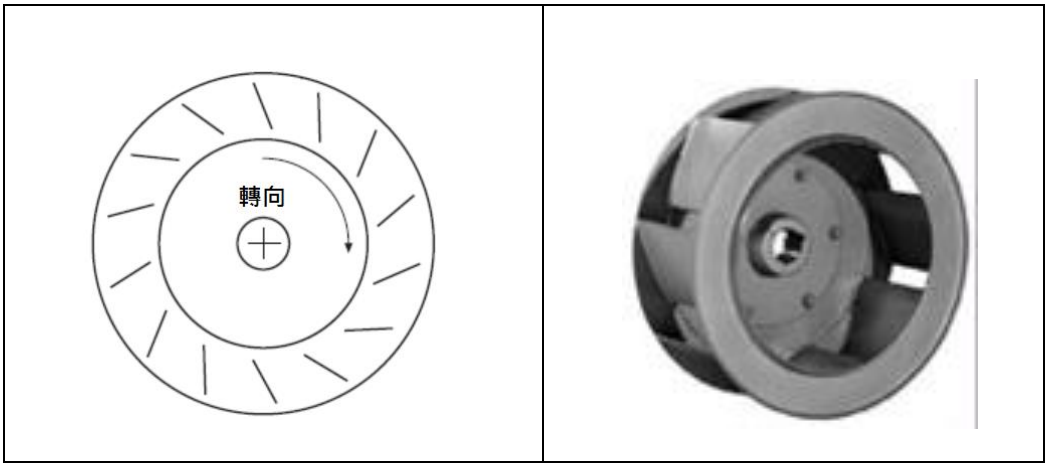


圖 5.77　後傾扁平葉片式送風機

(B) 曲面葉片(curved blade)：為更有效率型，如圖 5.78。

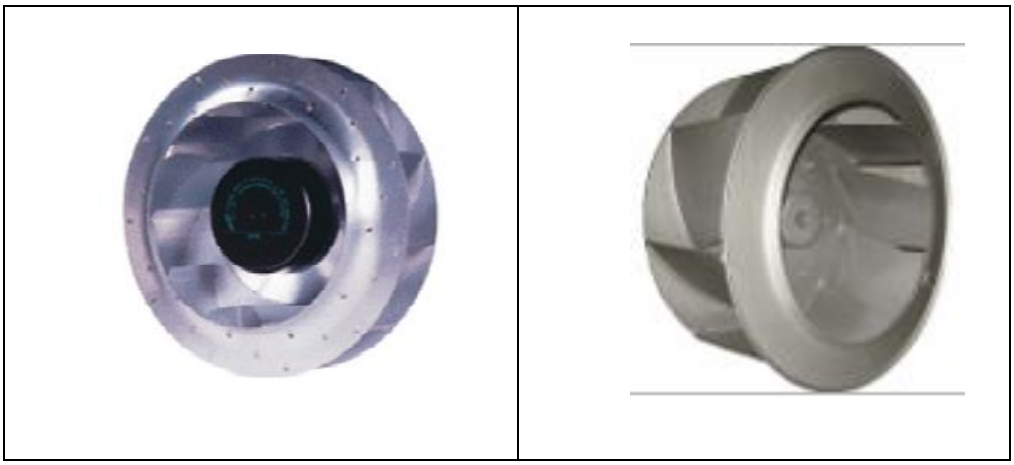


圖 5.78　後傾曲面葉片式送風機

(C) 機翼葉片(airfoil)：為最有效率型，效率可超過 85%，如圖 5.79。

圖 5.79　後傾機翼葉片式送風機

(2)軸流式

軸流式送風機就像螺旋槳一樣，將進氣沿著送風機的轉軸方向推動，這種送風機較輕盈、小巧及低價格。軸流式送風機常用於排氣用途，其中空氣所含的顆粒較小，如：灰塵、煙霧及蒸汽。軸流式送風機也用於需要產生反向氣流能力的通風用途，雖然這種送風機通常都設計來產生單向氣流，但他們可反向操作，這種特性可用於一個空間需要排除受污空氣，或需要供應新鮮空氣。為達到同樣的風量，軸流式送風機須比離心式送風機轉得更快，這種特性使它們的噪音比離心式送風機更大，然而這種噪音訊號大都為高頻，較容易減輕。軸流式送風機可再分類如下：

① 螺旋槳送風機(propeller fan)

如圖 5.80，螺旋槳送風機是軸流式送風機最簡單的機型，這種送風機產生低壓但高風量的氣流。由於螺旋槳送風機並不產生較大的壓力，故通常不連接過長的風管。螺旋槳送風機的效率相對較低，但由於構造簡單，故價格較低。這種送風機較吵，反應出其低效率操作。

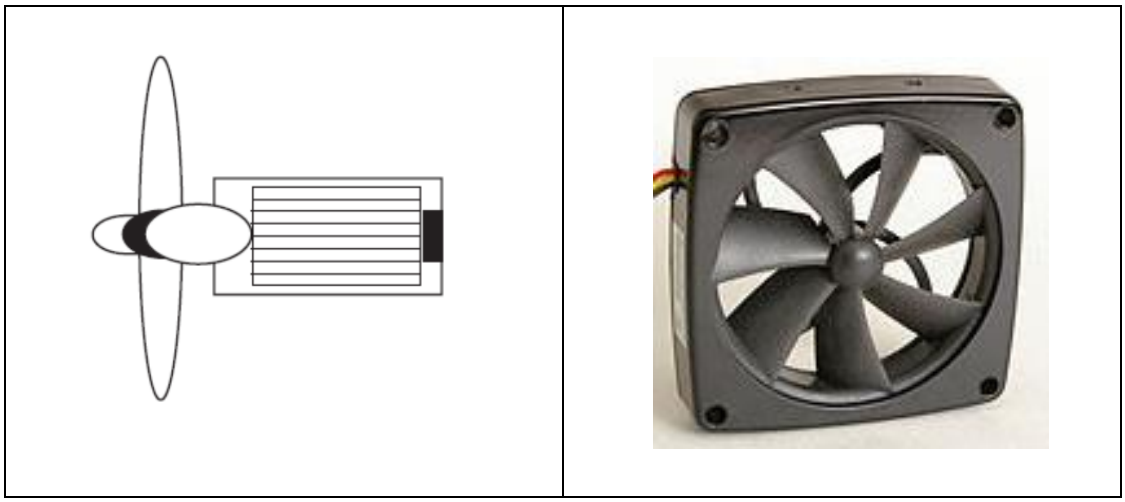


圖 5.80　螺旋槳送風機

② 軸流管送風機(tubeaxial fan)

如圖 5.81，軸流管送風機是螺旋槳送風機更複雜的機型，這種送風機實際上是將螺旋槳送風機放在一個圓柱管內。由於改善了氣流特性，軸流管送風機比螺旋槳送風機具有較大壓力及較佳操作效率。

軸流管送風機用於中壓高風量用途，相當適合於設有風管的空調(HVAC)用途。這種送風機由於有足夠壓力去克服風管損失及相當節省空間，故常用於排氣用途。另外，由於具有低旋轉質量，可迅速加速至額定轉速，普遍應用在空調上。

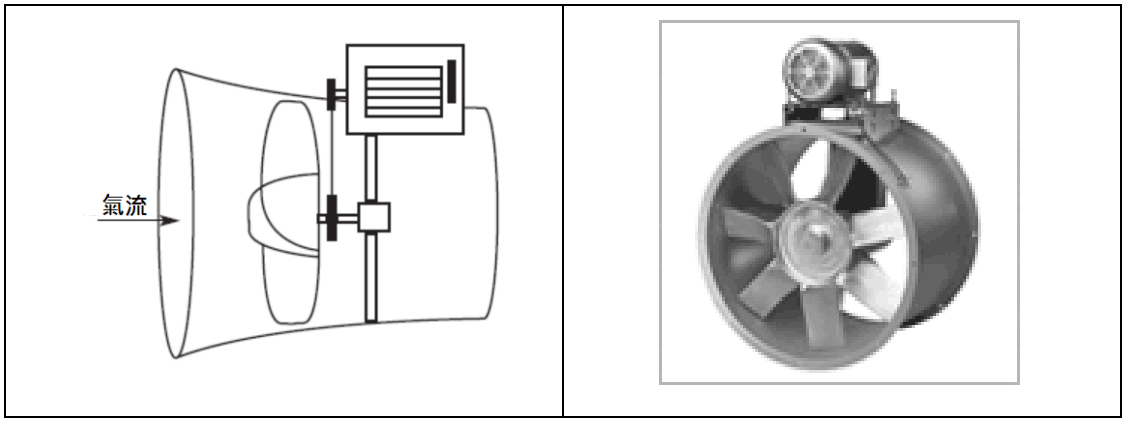


圖 5.81　軸流管送風機

③ 導風板軸流送風機(vane axial fan)

軸流式送風機更加改良型為導風板軸流送風機，如圖 5.82，這種送風機實際上是在軸流管送風機的入口部加上導風板，以改良氣流型式，將氣流的動能轉換成壓力，這些導風板可創造相當均勻的氣流剖面。導風板軸流式送風機通常用於中壓至高壓用途，例如鍋爐排氣的導引排出用途。就如同軸流管送風機，導風板軸流送風機具有低旋轉質量，可迅速達到操作速度，在需要快速排氣或供氣的緊急空調應用上很適用。另外就如同軸流式送風機，導風板軸流送風機可反向產生氣流，對空調應用大有俾益。

導風板軸流送風機時常配置變槳距葉片(variable pitch blade)，可對進入氣流調整改變其迎角。變槳距葉片可改變送風機的負載，提供有效果及有效率的氣流控制方法。這種送風機如配置機翼式葉片及小間隔，可達到 85%之效率。導風板軸流送風機時常以直結方法與馬達連接。

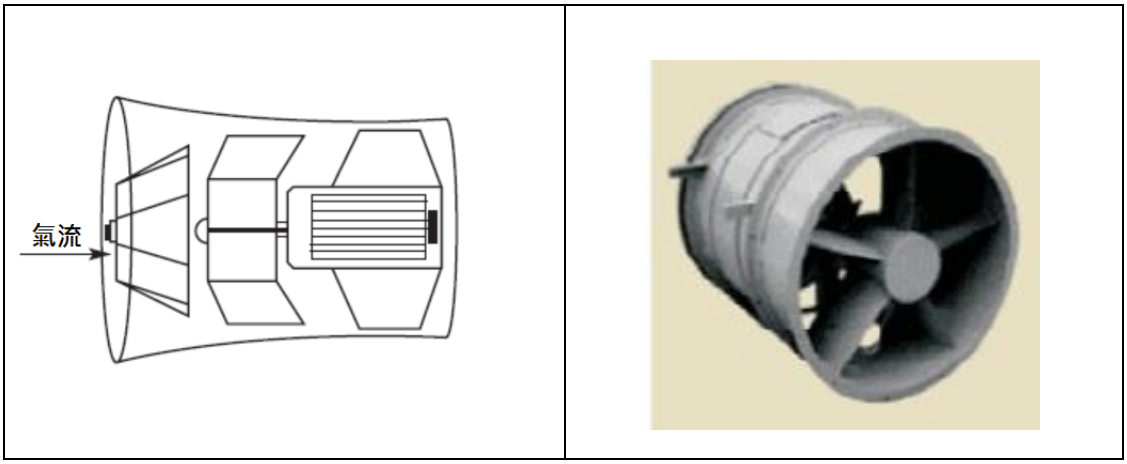


圖5.82　導風板軸流送風機

選擇送風機時，在直接驅動、直結連接送風機方面，除了使用於大型工廠外，許多的送風機係為標準品。在皮帶驅動送風機方面，則大都採用同樣直徑的葉輪，但提供比較多種一系列的轉速，為能產生足夠的餘裕，可從既定的轉速中選擇。

5.7.11 除臭送風管及送風機

除臭送風管及送風機設計之考量如下：

1. 除臭設備所需之風管材質為聚丙烯(PP)或 FRP。
2. 除臭送風機之外殼、葉輪需為不銹鋼 SUS304 或 FRP 材質。
3. 除臭送風機可以擴散方法等檢討之。

解說：

1. 污水處理設施產生的臭氣種類包括：(1)胺(amine)、(2)氨(NH_3)、(3)二胺(Diamines)、(4)硫化氫(H2S)、(5)硫醇(mercaptan)、(6)有機硫化物、(7)糞臭素(skatol)等、其中的硫化氫除產生臭氣外，亦會產生腐蝕問題。在污水下水道系統及污水處理廠初級處理單元的重力管線、渠道、池槽及壓力管線中，硫化氫會從污水中逸出而進入管線及水渠上部的空氣中，管線頂部管壁及水渠頂板或牆壁上任何濕氣及水珠都會溶解硫化氫,然後經細菌氧化而形成硫酸，硫酸對於下水道系統及各處理單元的鑄鐵、混凝土及水泥砂漿裡襯特別具有強腐蝕性。因此除臭設備所需之風管材質須為抗腐蝕之聚丙烯(PP)或 FRP，風量調節閘(Damper)、法蘭、螺栓、螺帽及固定支撐等需為不銹鋼材質。
2. 除臭送風機之外殼、葉輪需為不銹鋼 SUS304 或 FRP 材質，其餘可參考 5.7.10 通風管線及送風機之解說 2。
3. 小規模污水處理設施除臭風管及送風機，則以可考量以擴散方法或簡易處理設施檢討之。

第六章　規模及處理別生物處理設計

6.1 概說

小規模污水處理系統，既分有聚落式小規模(Q=41～250 CMD)、微小規模(Q=251～1,000 CMD)及一般小規模(Q=1,001～5,000 CMD)系統三種，規模不同，流量變動及操作特性考量也應有不同的考量。

小規模污水生物處理其處理對象物質，依環境條件及放流水水質之要求，包括一般處理 BOD(C-BOD)、去氮(BOD 及硝化脫硝)及去氮除磷(BOD、氮、磷)，各目的之不同，其應用之生物處理法也不同。

各生物處理法相對應系統之設施組成，已列於第五章表 5.1，另各種生物處理法之原理及特性，已分述於 5.4 及 5.5。而生物處理法為各處理系統設施組成最重要的單元，因之特依各種不同規模及其處理對象物質之不同，提出建議性的各生物處理法應用程序以供參考。

基於小規模污水處理廠之處理系統，應以其設施單純、可自動化操作、尤其生物處理單元應為操作具彈性、不需迴流硝化液體以節能、不添加藥劑，甚至聚落式或微小規模者可不須迴流污泥，而可採定時排泥之方法，且採低負荷生物處理單元可不需設置初級沉澱池及污泥好氧消化槽等單元，以達到設施簡易化，較易維護管理，做為考量。

6.2 小規模污水廠設計程序參數及單元之考量

小規模污水處理廠之與中大規模污水廠，其在設計上考量之差異性，在各設計參數雖同於一特定範圍內，惟小規模廠設計選用則有異於中大規模之考量。污水生物處理程序很多，小規模廠之選擇也有異於中大規模之選擇，茲就設計參數引用及設計程序單元考量敘述：

1. 設計參數引用
   (1)小規模污水處理廠，其進流水流量及水質變動較大，為緩衝需要，若未設調整槽時，其各處理單元之 HRT 宜較長。
   (2)由於進流水流量及水質變動大，生物反應槽之 F/M 比宜較低。
   (3)在未設初級沉澱池之系統，其生物反應槽之 HRT 宜較長。
   (4)由於其廢棄污泥多可不再進一步做穩定處理(消化)，故 SRT 宜較長。
   (5)由於小規模污水廠污泥量少，都採間歇定期排棄廢棄污泥，而可藉系統循環迴流污泥，故其 MLSS 會較高。
2. 設計程序單元之選擇
   (1)小規模污水廠，由於其污水量少，設計上部分程序可不考量初級沉澱池，而直接生物處理。
   (2)為省略污泥穩定處理，可不設消化設施，但應有污泥貯槽，以備運出或定期濃縮脫水，同時可兼具貯存及消化穩定之功能。

(3)採用 SRT 較長之程序，由於其沉澱後污泥濃度可較高，而可循環迴流於系統，再定期直接抽出脫水或運出可不需濃縮槽。

(4)小規模廠由於流量少，其迴流污泥量不易定量，而可採不需迴流污泥之處理程序。

(5)基於上述考量，程序應具簡易性，以利操作，而可依規模考量不同處理程序。

(6)環保署已於 106.12.25 修正放流水標準，未來環保機關可能將氨氮列入管制項目，因之凱氏氮在未來應列入處理對象。

6.3 各種小規模適合利用之生物處理法及其去除率

小規模污水下水道系統，可依人口聚居狀態及規模，再概分為聚落式系統、微小規模系統及一般小規模系統三大分類，由於其規模污水處理量之不同，污水處理系統之考量也應依其規模，以及地區的特性而有所不同，除應著眼於建設費之節省外，更應從操作維護管理面去考量其經濟性及操作彈性。

經彙整適合於小規模污水處理之生物處理方法如表 6.1。表中 A^2O 法因約需迴流硝化液二倍流量，而另多段進流法若無法因應進流水流量的變動，有效定量分水進流水，則較不建議選擇使用。

表 6.1　適合小規模處理利用之生物處理方法及其去除率

去除物質		生物處理方法	去除率(%)
BOD SS		分批式活性污泥法、標準活性污泥法、氧化渠法、延時曝氣法、接觸曝氣法	85～90
去氮方法	總凱氏氮 (T-kN) (硝化)	分批式活性污泥法、延時曝氣法、氧化渠法、接觸曝氣法	70～80
	總氮 (T-N) (硝化、脫硝)	分批式活性污泥法、MLE、硝化內生脫硝法、缺氧好氧氧化渠法、活性污泥膜濾法(AOMBR 法)、二段進流法或三段進流法等	70～80
去氮除磷方法	總氮、總磷 (T-N、T-P)	分批式活性污泥法、厭氧缺氧好氧法(A^2O 法)*、硝化內生脫硝除磷法、三段進流法及化學凝聚除磷等	70～80

備註：

1. BOD 及 SS 之去除率，因流量變動及系統操作，略低於一般中大規模 85～95%。
2. 生物處理去除總氮約 60～70%，另污泥排泥約去除 10%，合計總去除率約 70～80%。另超級去氮除磷方法，可參考「污水處理廠設計及解說」5.3.2.3 之 7。
3. 本表彙整自日本下水道協會設計指針及解說、Metcalf & Eddy / AECOM Wastewater Engineering
4. 表中處理方法在本設計解說未敘述之方法，可參考「污水處理廠設計及解說」相關章節。

6.4 去氮除磷系統設計考量

各種去氮除磷生物處理法之設計，在生物處理反應上各有其特性，除依設計參數外，其相關之關係值也有其最適條件，始能達到有效之處理，並獲致預期之去除率，故於設計時應加以充分檢討之。

6.4.1 各種去氮或去氮除磷系統設計考量

去氮或去氮除磷系統，設計考量如下：

1. 污水中生物可分解之有機物對去氮除磷之影響。
2. 適當的污泥齡。
3. 適當的溶氧。
4. 依設計進流水污水濃度，決定是否不設初級沉澱池。
5. 硝化時總凱氏氮之負荷應在 0.05 kg TKN / kg · MLSS · d。
6. 脫硝時水中溶解性 BOD 濃度與硝酸態氮之濃度比要大於 4。
7. 應防止處理水於沉澱池產生厭氧、缺氧狀態，以避免聚磷菌釋放磷，降低磷的去除或脫硝，而導致脫硝產生 N_2 氣體，干擾沉澱。
8. 去氮除磷系統為促進處理效果，視需要可添加鹼劑、外部碳源或 PAC 等凝聚劑。

解說：

去氮除磷系統，係控制反應槽之厭氧、缺氧及好氧狀態，以各種不同排列考量而成，故其應考量事項如下：

1. 厭氧段進流水之磷與溶解性 BOD_5 比應小於 0.06 才能有較佳釋磷效果。另污水的 COD/TKN 比應大於 1 時，總氮的去除率才能達 80%。若 COD/TKN 比小時 0.7，則無法以生物處理去氮。
2. 同時去氮除磷系統，由於受硝化菌污泥齡需較長，除磷菌則不宜過長，因之污泥齡以 10～15 天為宜。
3. 好氧段之 DO 應為 2 mg/L 左右，太高太低皆不適合，對於厭氧或缺氧愈低愈佳。但由於污泥迴流與進流水的影響，應保證厭氧段之 DO 能小於 0.2 mg/L，缺氧段之 DO 小於 0.5 mg/L。
   (1)因之應減少污泥迴流過程中有曝氣，以使厭氧段或缺氧段的 DO 最低，以利去氮或去氮除磷。
   (2)厭氧段或缺氧段的攪拌器功率不宜過大，一般為 $3W/m^3$，否則會產生渦流，導致混合液 DO 升高，影響脫硝或除磷效果。
   (3)污泥迴流或各段進流水進流，其流入厭氧段或缺氧段，皆應為淹沒入流，以減少曝氣。
   (4)每硝化 1 g NH_4-N，會消耗鹼度 7.14 g (as $CaCO_3$)，致降低 pH 值。
4. 視污水進流水濃度，污水流入厭氧段之濃度低者，污水可不經或不設初級沉澱池，以維持較高 C/N 比，有利於去氮除磷。

5. 進行硝化時，總凱氏氮的負荷率應小於 0.05 kg TKN / kg · MLSS · d。
6. 脫硝時，BOD 與硝態氮濃度比應大於 4。每 1 g 硝態氮脫硝反應，會產生 3.57 g 鹼度，即 2.86 g 的有機物(COD)被消耗利用。
7. 除磷系統為防止沉澱池內產生厭氧及缺氧狀態導致釋磷，應防止污泥的蓄積，廢棄污泥抽出後應迅即脫水，以防污泥腐敗，磷從污泥中再釋出。
8. 去氮除磷系統，在硝化處理過程中，會消耗鹼而降低 pH 值，故有時為促進硝化需添加鹼劑氫氧化鈉，以中和水質。又脫硝時必須有足夠碳源，若污水中 BOD 濃度偏低，為提升脫硝效果，需添加外部碳源，如甲醇等。另在除磷程序，為提升磷的去除，必須添加 PAC 等凝聚劑，各種藥劑添加時機、添加量及添加方式，可參考「污水處理廠設計及解說」5.3.5。

6.5 各規模及處理對象別適合之處理程序

各小規模三種不同處理流量別及處理對象物質別，彙整各規模之處理對象物質，建議可適合採用之生物處理法，如表 6.2。

表 6.2　各規模及處理對象別建議之生物處理法

處理對象 / 處理方法 / 規模	BOD	BOD、氮	BOD、氮、磷
聚落式規模 (41～250 CMD)	分批式活性污泥法 延時曝氣法 接觸曝氣法	去氮分批式活性污泥法 延時曝氣法 接觸曝氣法 活性污泥膜濾法	去氮除磷分批式活性污泥法 接觸曝氣法+PAC 活性污泥膜濾法+PAC
微小規模 (251～1,000 CMD)	分批式活性污泥法 延時曝氣法 接觸曝氣法 氧化渠及沉澱一體法	去氮分批式活性污泥法 去氮氧化渠法 延時曝氣法 MLE 法 接觸曝氣法 硝化內生脫硝法 活性污泥膜濾法	去氮除磷分批式活性污泥法 A^2O 法 硝化內生脫硝除磷法 延時曝氣法+PAC 接觸曝氣法+PAC 去氮氧化渠法+PAC 活性污泥膜濾法+PAC
一般小規模 (1,001～5,000 CMD)	標準活性污泥法 氧化渠及沉澱一體法 延時曝氣法 接觸曝氣法 分批式活性污泥法	去氮氧化渠法 延時曝氣法 硝化內生脫硝法 去氮分批式活性污泥法 多段進流法及 TNCU 法 MLE 法 接觸曝氣法 活性污泥膜濾法	A^2O 法 硝化內生脫硝除磷法 MLE 法+PAC 去氮氧化渠法+PAC TNCU 法 活性污泥膜濾法+PAC

各種活性污泥法及其各種修正法中，適合小規模系統及各種參數，示如表 6.3～6.5。

至於接觸曝氣法的設計參數，則可參考本設計解說之第五章 5.6.3.3。

表 6.3　適合小規模處理 C-BOD 為對象各種活性污泥法設計參數

處理方法	特性	食微比 (Kg BOD/ Kg MLSS・day)	混合液懸浮固體濃度 (MLSS)(mg/L)	反應槽水深 (m)	水力停留時間 (HRT)(hr)	污泥停留時間 (ASRT)(day)	污泥迴流率(%)	反應槽形狀
標準活性污泥法	為包括初級沉澱池、生物反應槽及二級沉澱池之活性污泥處理法	0.2～0.4	1,500～2,000	4～6	6～8	5～10	25～50	柱塞流式、完全混合式
階梯式活性污泥法	進流水分階梯進流反應槽，雖負荷與標準法相同，但可縮小容量	0.2～0.4	1,500～2,000	4～6	4～6	5～10	25～50	柱塞流式
延時曝氣法	為可不設初級沉澱池，低負荷，污泥產生量較少	0.05～0.10	3,000～4,000	4～6	16～24	20～40	100～200	柱塞流式、完全混合式
氧化渠法 (包括沉澱一體法)	為可不設初級沉澱池，反應槽為迴流渠道型	0.05～0.10	3,000～4,000	2～5	24～36	10～40	120～200	繞流式完全混合形可無初級沉澱池
分批式活性污泥法(SBR)	為一單槽，兼供進流、生物反應、沉澱排水等機能，高負荷型	0.2～0.4 (高負荷型)	1,500～2,000 (高負荷型)	4～5	24～48	—	排水比 1/6~1/3 (高負荷型)	完全混合式
	同上，其負荷為低負荷型	0.03～0.05 (低負荷型)	2,000～3,000 (低負荷型)				排水比 1/4~1/2 (低負荷型)	
活性污泥膜濾法 (MBR)**	為有細篩，初級沉澱池，附有 MF 或 UF 膜代替二級沉澱池	高負荷 0.2～0.4 低負荷 0.03～0.05 (依 MLSS 而定)	6,000～8,000*	依膜材而定	3～6	長 (依 MLSS 而定)	無	柱塞流式、完全混合式
接觸曝氣法	為利用 2～3 段之接觸曝氣槽，進行好氧生物處理	設計分兩槽為一系列，BOD 總容積負荷 0.3 Kg BOD/m^3 以下，總有效容量為最大日污水量之 1/3 以上，第一槽容量佔總容量 3/5，第一槽容積負荷 0.5 Kg BOD/m^3 以下。接觸材填充率為槽之有效容量之 55%左右。在第一槽剝落之污泥應可排至沉澱池，沉澱池容量為最大日污水量的 1/6 以上。						

註：

1. 本表整理自日本下水道協會「下水道施設計畫・設計指針及解說」(2009)、「小規模下水道計畫・設計・維持管理指針と解說」(2004) 及 Metcalf & Eddy / AECOM Wastewater Engineering
2. *：依污水處理廠主要設備規範及解說第 11308 章
3. **：在操作上可確實除砂及微細渣，且模組重置時可不受相關採購之限制，較可選用。

表 6.4　適合小規模去氮活性污泥法設計參數

處理方法	特性	食微比 (kgBOD/ kgMLSS·d)	ASRT (day)	MLSS (mg/L)	水力停留時間(hr)			污泥迴流率 (%)	硝化液循環率 (%)
					缺氧段	好氧段	合計		
MSBR 法	為一單槽分批進流水同槽生物反應、沉澱分離	0.1～0.2	10～30	3,000～4,000	可變動	可變動	20～30	-	-
氧化渠法	在氧化渠循環系統中，區分為缺氧及好氧段，以氧化脫硝，不設初沉池	0.1～0.2	20～30	2,000～4,000	好氧缺氧時間比 1：1		18～24	50～100	-
延時曝氣法	為不設初沉池，採間歇曝氣以達脫硝	0.1～0.2	20～30	3,000～4,000	1：1		16～24	50～100	-
硝化內生脫硝法	反應槽之前段為好氧硝化，中段為缺氧脫硝，後段為好氧再曝氣，不設初級沉澱池	0.1～0.2	11～15	2,000～4,000	3～4	11～14 (含再曝氣)	14～18	50～100	不迴流硝化液 (不設初沉池)
二段或三段進流法 (Step Feed)	反應槽分為缺氧、好氧多段，污水進流入缺氧段之方法，分 2～3 段依去除重點可有不同比例	0.1～0.2	11～15	2000～3,000 (最終段)	配合進流水比例控制好氧段之相同食微比設計，總 HRT6～9			50～100	不迴流硝化液，若為高去氮需求可增設
MLE 法	為以前段進流水之 BOD 為碳源脫硝，後段進行硝化反應，需迴流硝化液	0.1～0.2	11～15	2,000～4,000	6	8～12	14～18	50～100	100～200
活性污泥膜濾法 (AOMBR)**	為於 MBR 系統中，置前段為缺氧，後段為好氧	依 MLSS 濃度而定	長 (依 MLSS 濃度而定)	6,000～8,000	2～3	2～3	4～6	-	100～300

註：

1. 同表 6.3 註 1
2. **：同表 6.3
3. 接觸曝氣法：同表 6.3

表 6.5　適合小規模去氮除磷活性污泥法設計參數

處理方法	特性	食微比 (kgBOD/ kgMLSS·d)	ASRT (day)	MLSS (mg/L)	水力停留時間(hr)				污泥迴流率(%)	硝化液循環率(%)	磷去除
					厭氧段	缺氧段	好氧段	合計			
MSBR 法	為一單槽分批進流水同槽生物反應、沉澱分離數 2～3，排除比 1/3～1/4	0.1～0.2	11～15	2,000～3,000	1.5～3	1～3	2～4	4.5～10	-	-	直接去除
A^2O 法	於反應槽分厭氧、缺氧及好氧操作，並循環硝化液	0.1～0.2	11～15	2,000～3,000	0.5～1.5	1～3	4～8	5.5～12.5	25～100	100～400	直接去除
硝化內生脫硝除磷法	不設初沉池，反應槽分好氧、缺氧、厭氧及好氧段操作	0.1～0.2	11～15	2,000～3,000	好氧 6～8	缺氧 1～2 厭氧 2～3	1～2	10～15	20～100		直接去除
TNCU 法	反應槽分為厭氧、好氧、缺氧、好氧、缺氧、好氧、缺氧及好氧多段，污水多段進流入厭、缺氧段之系統	0.1～0.2	11～15	2,000～3,000	厭氧 1.0～1.5 好氧(1)3～3.5	缺氧(1)1.5～2.0 好氧(2)1.5～2.0	缺氧(2)1.5～2.0 好氧(3)1.0～1.5	9～12	20～50	-	直接去除
氧化渠法	在氧化渠循環系統中，區分為缺氧及好氧段，以氧化硝化脫硝	0.1～0.25	11～15	2,000～3,000	好氧缺氧時間比 1：1			18～30	50～100	-	添加 PAC
MLE 法	為於前段進流水 BOD 為碳源，後段硝化並循環硝化液	0.1～0.2	11～15	2,000～3,000	1～3	-	4～12	5～15	50～100	100～200	添加 PAC
活性污泥膜濾法 (AOMBR)**	為於 MBR 系統中，置前段為缺氧，後段為好氧	0.1～0.2	-	6,000～8,000*	-		2～3	4～6	20～100	100～300	添加 PAC

註：

1. 同表 6.3 註 1
2. MSBR 法雖可單一槽達到去氮除磷，但因污泥產生量少，若無法達到定時排泥並脫水，以排除蓄磷之污泥時，基於操作方法，仍以添加 PAC 除磷為宜。
3. 硝化內生去氮除磷法，為於硝化內生脫硝系統，在好氧、缺氧兩段之後，再曝氣之前，增置停留時間 1.5 小時之厭氧段以釋磷，並於二級沉澱池將蓄磷污泥定時排出並即行脫水，否則仍以硝化內生脫硝法去氮再添加藥劑除磷。
4. **：同表 6.3

6.6 臺灣小規模污水處理系統概況及規劃策略

6.6.1 聚落式規模污水處理系統概況及規劃策略

聚落式污水處理屬於集中處理聚居、聚落狀態之小社區、小村落之污水處理系統，服務對象為小區塊集中型住宅聚落、遊憩區、學校或營區，係人口聚居聚落公共污水下水道不易到達地區。因處理規模小，可採就地處理方法設計，具工期短、污水輸送成本低、施工容易、污水妥善處理率提升快等優勢，在管理面上因系統小，可分散大系統風險，在系統故障時影響用戶較少，修復速度較快且花費較小。

國內在台北水源特定區，設有數座屬於 100 CMD 以下之處理設施，包括永安 50 CMD、水德 100 CMD、金瓜寮 100 CMD 等。另外在鯉魚潭周邊、日月潭周邊及陽明山區內，也多設置有小規模之聚落式污水處理設施。

聚落式污水系統，原則上以收集 41～250 CMD 以下，家戶間距離在 30 公尺以內者，否則可以套裝形建築物污水處理設施處理之，或維持家戶原有的傳統化糞池處理方式。

6.6.1.1 聚落式污水處理系統

聚落式污水處理系統，設計考量如下：

1. 聚落式污水處理設施，以處理 41～250 CMD 為對象。
2. 收集系統依地形、地質及道路、巷弄闢建狀況而定。
3. 污水處理方法依放流水水質需求及與其他鄰近處理設施共同操作管理考量之。

解說：

1. 有別於傳統化糞池或合併式淨化槽及微小規模污水下水道系統，聚落式污水處理系統為介於兩者間之系統，用以補足傳統化糞池或合併式淨化槽處理效率低，處理規模約 41~250 CMD，約 200 人至 1,000 人之聚居聚落，多為公共污水下水道污水管線距離較遠不易到達地區，系統設置彈性較大，專門處理些許零星建築之生活污水，可服務偏遠地區的聚居聚落。主要單元大致可分為：收集管線、處理設備、消毒、及放流或水再生裝置，可依據目標地區需求，彈性結合各項系統，其中消毒以氯錠為原則。聚落式污水處理系統建設成功因素，除了適當選址和完善的系統規劃設計外，最大的成功要因為系統的管理規劃。
2. 聚落式污水下水道系統，依收集區內的地形、地質及系統道路、巷弄闢建狀況規劃之，參考第三章相關規定設計之。收集系統原則上以重力流為主，但若受地形、河川或鐵路等限制，可為局部壓力式或真空式系統。
3. 聚落式污水處理設施，處理方法之選定，依放流水水質、自動化遠距離操作、污泥以定期排泥、貯留再送至他廠共同處理為考量，或以巡迴操作管理為主，

其污水處理程序以具簡易且彈性單元組成為考量。

各種生物處理單元之設計，可參考表 6.3～6.5 或「污水處理廠設計及解說」各相關處理之設計參數。系統的操作則以自動化運轉設計，與其他處理設施共同巡迴管理。

上述各生物處理，可不考量初級沉澱池，污泥以巡迴管理間歇排入污泥貯槽，定期由污泥車運出至其他污水處理廠共同合併污泥處理，廠內不設置水質檢驗室，惟宜有配置 DO 計、SV_{30} 量筒等，以供巡邏時檢測。

6.6.2 微小規模污水處理系統

微小規模污水處理設施，為用以處理污水量在 251～1,000 CMD，約為 1,000 人至 5,000 人口之密居聚落狀態之村里。目前在台灣地區設計量介於此一規模運轉中的污水處理設施，有復興鄉(A^2O)、明德水庫特定區北岸氧化渠、南岸 MBR、環山及梨山(接觸曝氣+砂濾)等。

本一系統為介於聚落式及一般小規模系統之間，其污水處理系統規模可視污水處理設施周邊一定距離內有無可共同污泥處理及巡迴管理而定，否則可考量酌設少數白天輪班人員。

6.6.2.1 微小規模污水處理系統

微小規模污水處理系統，設計考量如下：
1. 微小規模污水處理設施，以處理 251～1,000 CMD 為對象。
2. 收集系統依地形、地質、地下水位及流速而定。
3. 處理方法視與其他周邊系統採部分共同處理或單獨完整處理而定。

解說：

1. 本系統以處理收集區域 1,000 人至 5,000 人口規模之聚居聚落或村里，處理量以處理 251～1,000 CMD 為對象。
2. 收集系統依計畫區內之地形、地質及道路、巷弄之闢建狀態配置之，重力流收集為原則，但若受地形、河川、鐵路等影響時，可考量部分地區以壓力流或真空流之收集方法為之。
3. 污水處理方法，處理系統以不設置初級沉澱池及污泥消化槽，而選擇較具操作彈性之低負荷分批式活性污泥法、接觸曝氣法、延時曝氣法、氧化渠法及硝化內生脫硝法為考量，以能達部分總凱氏氮之去除。消毒若在水源區以 UV 為宜，否則則以氯錠或液氯為之。若其鄰近另有其他污水處理廠者，則其處理流程之污泥可共同規劃，採定期排泥再集中共同處理。水質檢驗室及分析人員也可採合併設置使用，但仍需配置基本之 DO 計、SV_{30} 量筒，若為去氮除磷系統，則採上述各系統之去氮除磷方法或於去氮後添加 PAC、氯化鐵等藥劑除磷，並應設置 ORP 及 MLSS 計。

   倘若本處理設施鄰近沒有或尚沒有，而未來可能另有其他系統者，則可規劃將來污泥共同處理設施，並先行設置之。但應包括其所需處理容量，並配置

操作管理人員。

6.6.3 一般小規模污水處理系統

一般小規模污水處理廠，係以處理污水量在 1,001～5,000 CMD 之污水下水道系統，此一規模設計量，目前台灣地區已在操作中之污水處理廠，有烏來(接觸曝氣法)、直潭(接觸曝氣法)、坪林(A^2O+砂濾)、大溪(TNCU+砂濾)、中興新村中正(SBR+砂濾)內轆(氧化渠)、朴子及民雄(活性污泥+砂濾)、官田(氧化渠+砂濾)、旗美(A^2O+纖維過濾)、恆春(氧化渠)、知本(氧化渠+砂濾)及溪頭(SBR)等。

依上述顯示早期以接觸曝氣法較多，近年則以氧化渠較多，而該等氧化渠之設計多未考量總氮之去除，但未來環保機關可能將氨氮列入放流水標準，因之總凱氏氮在未來應列為處理對象。位於水源區者，應為去氮除磷程序，並以 UV 或臭氧消毒。

6.6.3.1 一般小規模污水處理系統

一般小規模污水處理系統，設計考量如下：

1. 一般小規模污水處理廠，以處理污水量 1,001～5,000 CMD 為對象。
2. 收集系統依地形、地質、道路及地下水位、巷弄闢建狀況而定。
3. 污水處理方法依放流水水質需求，而以經濟性及操作管理而定，並可做為其他鄰近之微小規模或聚落式規模處理設施之中心廠。

解說：

1. 一般小規模污水處理廠，係以處理污水量 1,001～5,000 CMD，約為 5,000 人至 25,000 人口之鄉、鎮污水處理為對象。
2. 收集系統依計畫區內之地形、地質及道路、巷弄闢建狀況配置之，原則上以重力流收集為原則。但若受地形、河川、鐵路等影響時，可考量部分地區以壓力式流或真空系統配置之。
3. 一般小規模污水處理系統，除不設置污泥厭氧消化外，可朝配置為一完整的污水二級處理系統，並以低負荷、具彈性，可達總凱氏氮或總氮之處理程序規劃之，包括若為氧化渠則應採可去總氮的處理程序，或以硝化內生脫硝程序，原則上不需迴流硝化液之低負荷系統為考量對象。但若在水源區則需另檢討以去氮除磷程序設計之，而磷之去除可檢討以化學凝聚處理之。
4. 消毒則建議為水源區以 UV，非水源區則以次氯酸鈉消毒檢討之。

   另可規劃做為周邊各污水處理設施之共同管理中心，包括共同處理污泥、水質集中檢驗及修護維護之中心廠。

第七章　污泥處理設施設計

7.1 概說

污泥處理設施，為用以處理污水處理設施所產生的污泥，藉各種減量化、安定化的各種處理設施，達到最終再利用或處理為目的，為由各種污泥處理單元或設備所構成。

污水處理所產生的污泥屬事業廢棄物，係屬 D-0901 有機污泥之範疇，其最終處理應依據廢棄物清理法第 39 條規定進行再利用，依據該條文，「事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關規定辦理」，而下水道主管機關內政部已訂有「公共污水下水道處理廠事業廢棄物再利用管理辦法」，依據該辦法規定，產生污水污泥之事業及再利用機構之事業廢棄物再利用許可應經內政部許可，始得進行再利用。

污水污泥之處理，除應充分考量污泥之減量及穩定處理外，其最終處置也應加以考量，又因其係事業廢棄物的屬性，故應依規定另申請最終污泥處置。

7.1.1 污泥處理設施概要

在污水處理方法的選定，部分方法可省略初級沉澱池，而在污泥處理的選定上，也可省略濃縮、消化等，但仍應從經濟性、維護管理等加以充分考量後，選定污泥處理設施的處理流程。

未設置初級沉澱池的處理方法(如氧化渠法)及設置初級沉澱池的處理方法(如接觸曝氣法)的處理流程，例如圖 7.1 及圖 7.2。又污泥處理設施概要如表 7.1。

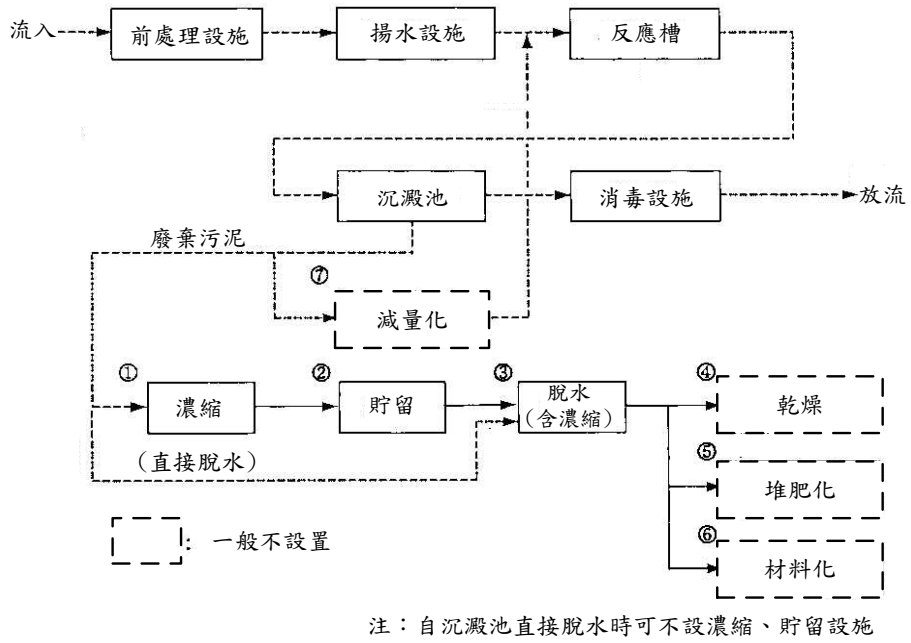


圖 7.1　污泥處理設施處理流程(氧化渠法例)

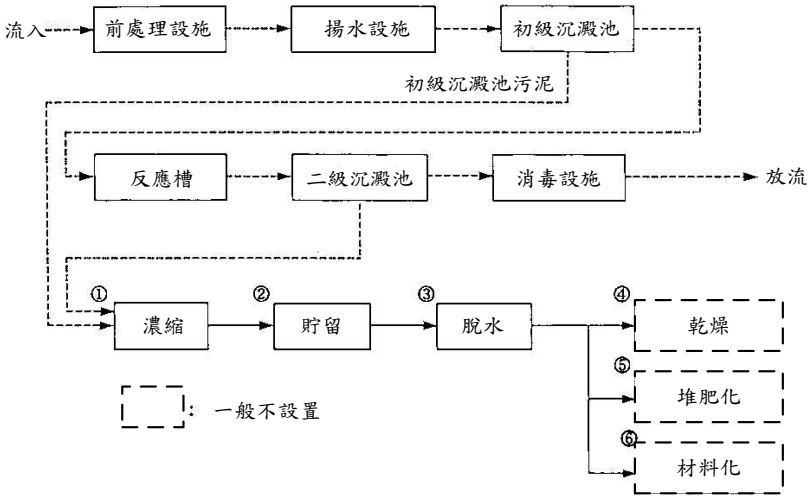


圖 7.2　污泥處理設施處理流程(接觸曝氣法例)

表 7.1　各種污泥處理設施概要

設施名稱	設施概要
①濃縮	污泥減量化為目的的設施，藉以減少後續污泥處理程序的負荷，並達設施容量的小型化，以減少經費，提升效率
②貯留	小規模污水處理廠處理量少，為後續脫水等間歇操作之需要，供污泥暫存為目的。另亦可以污泥消化槽供貯留及污泥消化穩定之用
③脫水	為降低污泥含水率，以達污泥減量化，使污泥便於最終處理，並達降低處置費用
④乾燥	藉日曬乾燥或機械乾燥機乾燥，並與垃圾共燒回收能源，達到污泥減量化並易於最終處置
⑤堆肥化	脫水污泥經由醱酵，以達堆肥化的設施
⑥材料化	污泥經由燒結造粒輕質骨材

7.1.2 污水處理設施所產生的廢污物

污水處理係藉各種固液分離方法，為將污泥固液分離的設施，分離所產生的廢污，依各不同處理設施產生者，包括有篩渣、沉砂、浮渣、初級沉澱污泥及廢棄污泥。

1. 攔污渣

為污水處理廠內第一個固體分離的渣物，原則上應搬出，其處分方法包括以一般廢棄物掩埋或焚化，也可與沉砂及脫水污泥一併掩埋。

2. 沉砂

與脫水污泥一併搬出掩埋，沉砂屬於事業廢棄物，原則上應與攔污渣一併處分。

3. 初級沉澱污泥

初級沉澱池沉澱分離的固體物稱為初級沉澱污泥，一般初級沉澱污泥較廢棄污泥容易腐敗。

4. 浮渣

主要為初級沉澱池沉澱時浮於池面被蒐集的浮狀物，二級沉澱池也有浮渣，惟一般較少，一般亦以事業廢棄物，另行處理或合併污泥直接脫水，或併同脫水污泥一併處理。

5. 廢棄污泥

反應槽流出水經二級沉澱池沉澱分離後，於活性污泥法不再迴流至反應槽的污泥部分，排出至污泥處理設施進行進一步減量、安定化處理者。而生物膜法之二級沉澱污泥，則全部以廢棄污泥排出進行污泥處理。

6. 混合污泥

初級沉澱污泥與二級沉澱污泥，合併稱為混合污泥。

7.1.3 污泥處理的目的

初級沉澱污泥及二級沉澱污泥，係藉污泥處理過程，達到減量化及安定化為目的。

1. 污泥減量化

在污水處理過程所產生的污泥，因係液狀含水份甚高，無法處置，而進行減少容量之濃縮及脫水處理，有時經脫水處理後之污泥，再進行乾燥減量，使其水份降至最低。

2. 污泥安定化

污泥中因含高濃度有機物，放置即行腐敗變質、惡臭，同時含各種菌類。由於污泥含有高濃度的有機物，可利用污泥消化或以堆肥化，以降低有機物成分，達到安定化。

3. 污泥處理及貯存過程常有臭味溢散問題，應加以適當因應處理之。

7.2 污泥處理方法的選定

7.2.1 污泥處理方法的選定

污泥處理方法的選定，於充分檢討下列後決定之。 1. 污泥處理基本方針。 2. 污泥處理設施的組合。

解說：

1. 污泥處理基本方針

小規模污水下水道之維護管理人事費佔極大比例，故應以維護管理容易且具經濟性，而以巡迴管理或夜間、假日無人運轉為前提，進行設施計畫。污泥處理方法選定時，應以該設施的在地條件，可達最終利用的質和量需求，及經濟性加以充分考量。

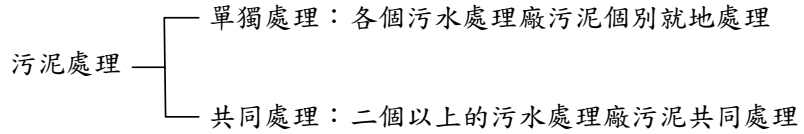
小規模污水處理廠之污泥處理設計，於參考下列項目，如圖 7.3 檢討之。

(1)污泥處理、利用共同化檢討

污泥處理、利用，不僅建設費及維護管理費高，且必須有熟練的技術人員，若污泥處理、利用可採共同化管理方法，包括污水處理全廠，將可提升經濟性及減少維護管理人員不足的問題。

因之應從考量省人力及省經費為前提，與鄰近之污水處理廠共同處理為宜，而不受行政區限制，以大範圍地區為對象，檢討共同處理、利用的可能性。

污泥處理方法，依單獨處理及多處共同處理之考量如下：



(2)最終處理型態的檢討

最終處理污泥型態，除可參考污水處理廠設計及解說第八章污泥處理及資源化，包括：

① 生污泥。

② 濃縮污泥。

③ 脫水污泥。

④ 堆肥化污泥。

⑤ 機械乾燥污泥。

配合污泥最終的處理、處置，而從維護管理及經濟性，選定做為該廠污泥的處理型態。唯一般小規模污水處理廠不採用④～⑤型態。

(3)污泥最終處置方法之檢討

污泥的最終利用、處分方法(處置)，於考量在地狀況及未來性，確實檢討，而以最經濟的方法為宜。從資源利用及經濟觀點以土地改良利用為優先考量，其次為道路級配、路基等各種材料利用，仍有困難時，也應積極檢討以與垃圾共燒回收能源利用。

(4)維護管理體制的檢討

污水處理廠的設施設計，依其是巡迴管理或常駐管理差異很大，應積極考量營運管理上人力及經濟性等決定之。

2. 污泥處理設施的組合

污泥處理方法，依污水處理及污泥處理最終利用相配合，且維護管理容易及經濟的方法，而從簡易化為前提，其設施以濃縮、脫水組合較適合。

小規模污水處理廠污泥處理方法的組合，依污泥處理、利用方針，以決定最終污泥處理型態，日本在 5,000 CMD 以下規模之污水處理廠，其污泥處理方法的統計如表 7.2，可供參考。

污泥處理方法之選擇流程如圖 7.4。

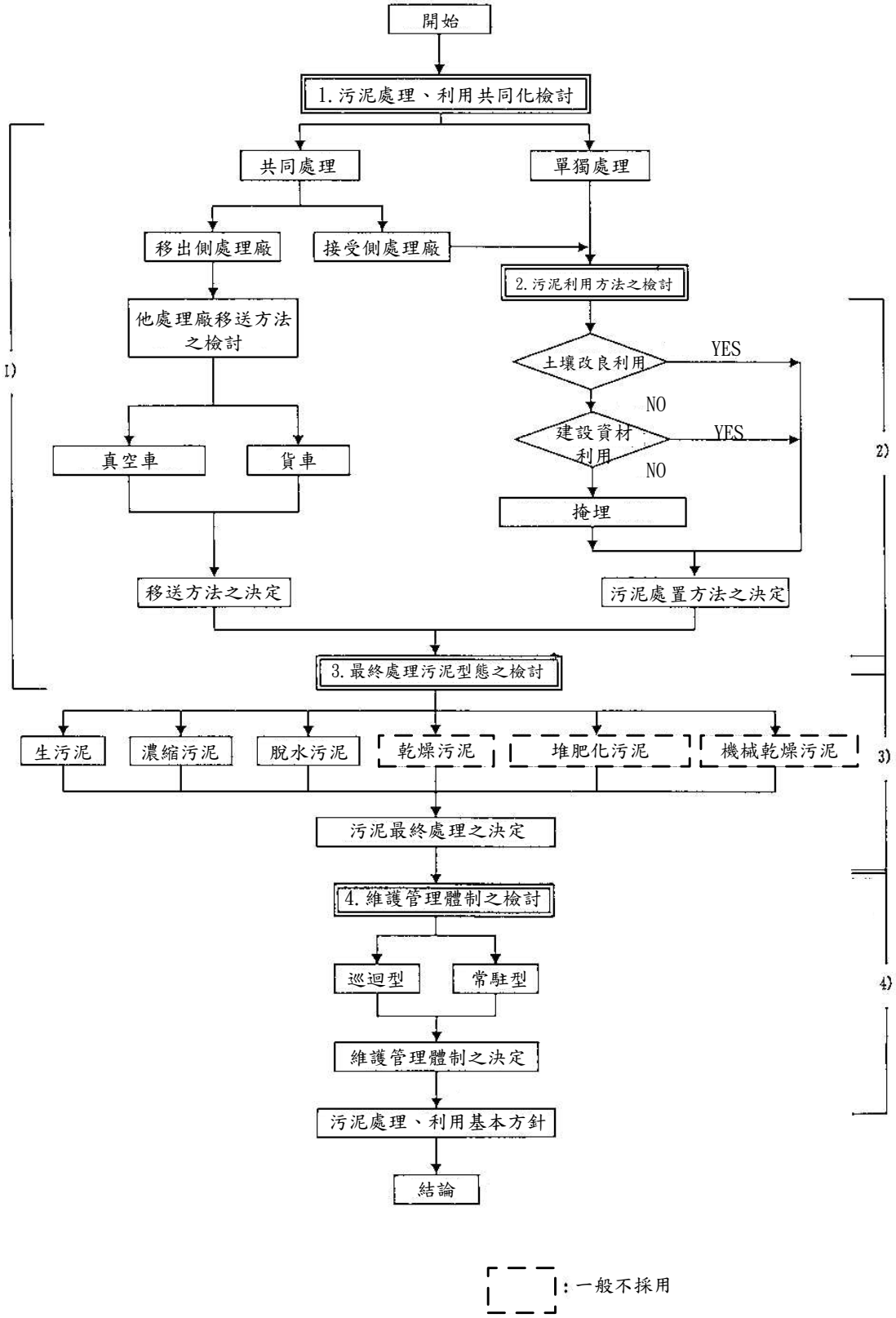


圖 7.3　污泥處理、利用基本方針決定流程

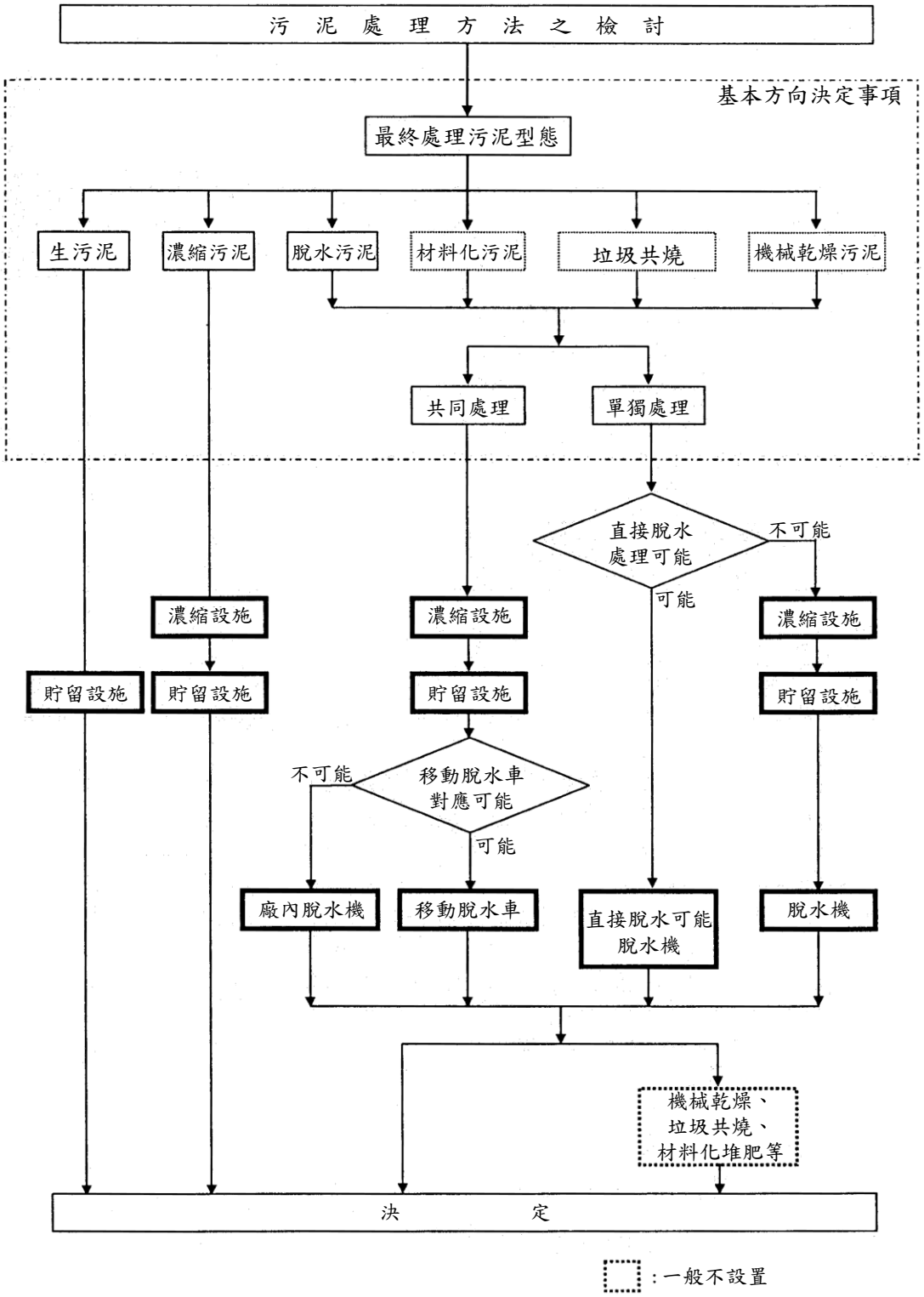


圖 7.4　污泥處理方法選擇流程

表 7.2　5,000 CMD 以下污水處理廠污泥處理方法統計(日本統計)

晴天時最大日處理水量 (千 m^3/d) / 處理方法	5 以下
濃縮+脫水	418
濃縮	191
直接脫水	93
濃縮+消化+脫水	5
濃縮+消化	4
消化+脫水	4
其他	20
未設置污泥處理設施	194
合計	929

由表 7.2 可知日本小規模污水處理廠污泥處理設施的組合，以濃縮加脫水最多，單獨的直接濃縮或單獨的直接脫水者為其次。台灣小規模污水處理廠，也多以濃縮加脫水為主。

7.2.2 計畫污泥量及各設施計畫污泥量

1. 計畫污泥量，於考量流入污水量，流入污水 SS 濃度、污水處理方法、二級沉澱池去除率、污泥產生率等計算之。
2. 各污泥處理設施的設施規模，依計算污泥量的固體物質量平衡計算結果，決定各設施計畫污泥量。
3. 若為與其他污水處理廠共同處理，則應合併該處理廠產生的污泥量計算之。

解說：

1. 計畫污泥產生量

計畫污泥固體量，依下式求之：

$$S=Qi\times[SSi\times\frac{R_1}{100}+\{SSi\times(1-\frac{R_1}{100})-SSt\}\times\frac{R_2}{100}]\times\frac{1}{10^3} \quad \text{.....(7-1)}$$

式中：

S：計畫污泥固體物量(kg/d)

Qi：計畫最大日污水量(m^3/d)

SSi：計畫進流水 SS 濃度(mg/L)

SSt：計畫處理水 SS 濃度(mg/L)

R_1：初級沉澱池 SS 去除率(%)

R_2：反應槽內單位去除 SS 污泥產生率(%)

上述流入污水量以計算最大日污水量外，也應考量季節性變動，酌加 SS 濃度。

表 7.3　各種處理方法污泥產生率及污泥濃度統計(單位：%)(日本統計)

污水處理方法	初級沉澱池 SS 去除率	反應槽內去除 SS 當量污泥產生率	污泥濃度		
			初級沉澱池污泥	廢棄污泥	混合污泥
氧化渠法	—	75	—	0.3～1.0	—
延時曝氣法	—	75	—	0.5～1.0	—
分批式活性污泥法	—	75	—	0.5～1.0	—
好氧性過濾法	40～60	100	2	—	—
接觸曝氣法	40～60	85	2	0.8	1.0

表 7.3 為污水處理方法別的參考數值。對於觀光地區有季節性極端變化者，應比較其進流水之 BOD，另檢討其 SS 轉換率。

另計畫污泥量(最大日污泥量)，則依污水處理別的污泥濃度，依下式計算之：

$$\text{計畫污泥量}(m^3/d)=\text{計畫污泥固體物產生量}(kg/d)\times\frac{100(\%)}{\text{污泥濃度}(\%)}\times\frac{1(m^3)}{1000(kg)}\quad ...(7\text{-}2)$$

若為除磷處理，其污泥量則依添加藥劑量另計之。例如添加鋁鹽，則以添加鋁鹽量的 5 倍 SS，鐵鹽則以添加鐵鹽的 3.5 倍 SS 合併計算廢棄污泥量。

2. 各污泥處理設施的設計量

各設施污泥量推估，依污水處理產生量及迴流負荷量，計算固體物質量平衡，由固體物回收率及污泥濃度計算之，固體物質量平衡與有無初級沉澱池有關，如圖 7.5 及圖 7.6。

各污泥處理程序的設施規模，依各污泥處理程序的設施計畫污泥量決定之。

各設施固體物回收率參考，如表 7.4。固體物質量平衡計算順序如表 7.5。污水處理方法別污泥處理設施統計污泥量比較，如表 7.6。該表為日本試算例，顯示直接脫水反較經濃縮後脫水之含水率低，檢討其可能原因，或因在重力濃縮過程污泥腐敗，微小化，凝聚效果略低，致脫水較未濃縮污泥略差所致，惟有待未來驗證。

3. 共同處理的污泥計畫量

共同處理的污泥，除下水道處理設施外，尚可能包括專用污水下水道產生的污泥、建築物污水處理設施產生的污泥及化糞池清理出的水肥等，各種共同之污泥來源不同而複雜，應依各不同來源的處理設施，各別分析後，依共同處理的來源合併量，做為污泥共同處理設計量。

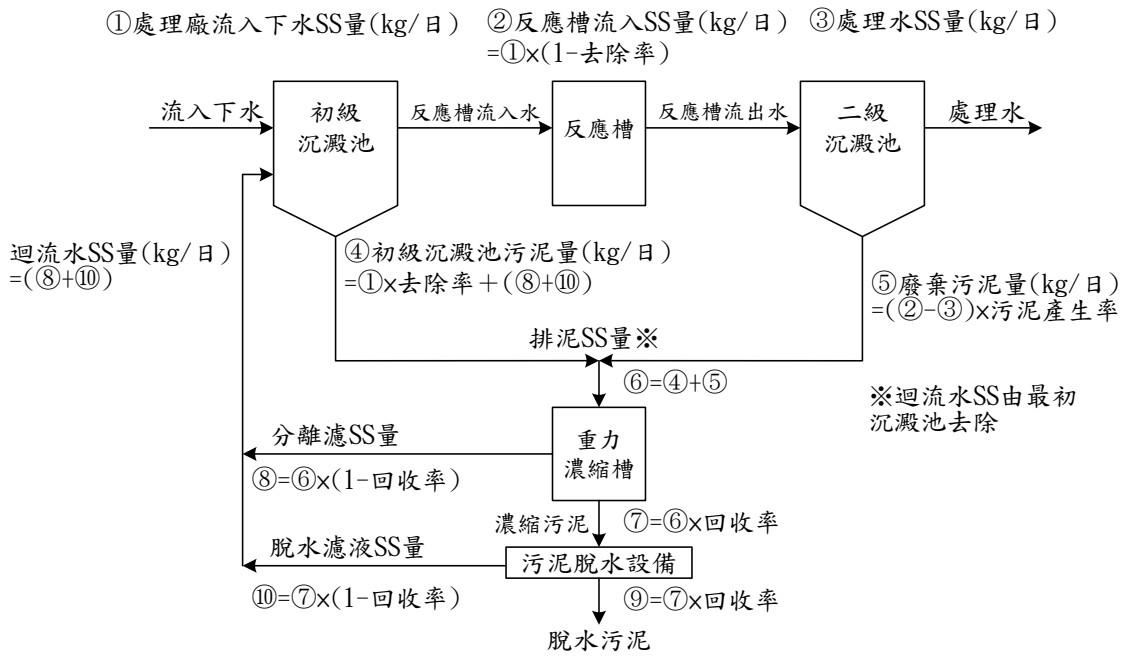


圖 7.5　有初級沉澱池之污水處理方法的污泥固體物質量平衡(接觸曝氣法例)

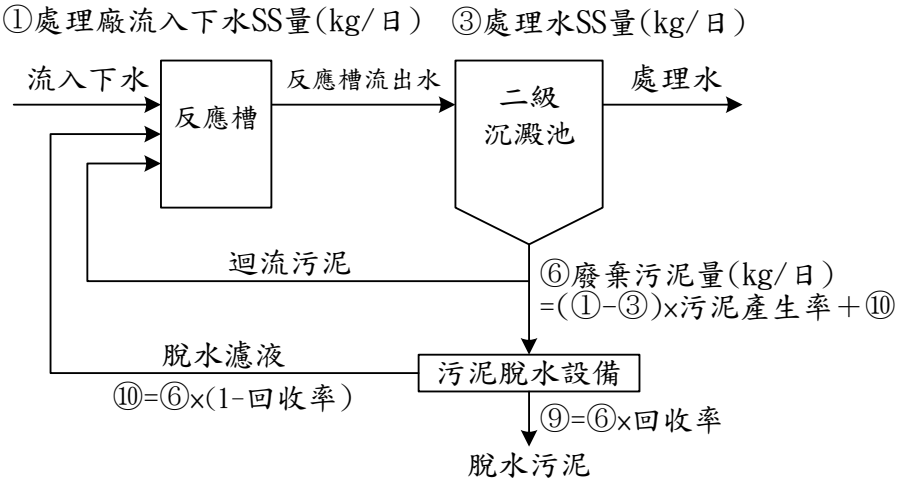


圖 7.6　無初級沉澱池之污水處理方法的污泥固體物質量平衡(氧化渠法例)

表 7.4　各設備固體物回收率(單位：%)

設施	混合污泥	廢棄污泥
重力濃縮槽	80	90
污泥脫水設備	90～95	90～95

表 7.5　固體物質量平衡計算順序

項目		計算式	
		有初級沉澱池	無初級沉澱池 (直接脫水方法)
計算順序	1.脫水污泥(計算污泥固體物量)	⑨=S	
	2.濃縮污泥	⑦=⑨÷脫水程序之回收率	—
	3.脫水濾液	⑩=⑦-⑨	⑩=⑨÷脫水程序之回收率-⑨
	4.重力濃縮槽投入污泥	⑥=⑦÷濃縮程序之回收率	—
	5.重力濃縮槽分離液	⑧=⑥-⑦	—
	6.迴流水 SS 量	⑧+⑩	⑩
	7.反應槽流入 SS 量	②=①×(1-初級沉澱池 SS 去除率)	①+⑩
	8.處理水 SS 量	③=SSt	
	9.初級沉澱池污泥量	④=①×初級沉澱池 SS 去除率+(⑧+⑩)	—
	10.廢棄污泥量	⑤=(②-③)×污泥產生率	⑥=(①-③)×污泥產生率+⑩

7.3 濃縮

小規模處理設施的濃縮，以機械設備較少的重力濃縮為標準。另外為污泥減量化，也可以機械濃縮或直接自反應槽將廢棄污泥抽出進行脫水，而可不經濃縮單元。

解說：

重力濃縮由於濃縮時間較長，很容易造成腐敗，但機械設備較少，操作簡單，唯在小規模污水處理廠的污泥多抽自二級沉澱池的廢棄污泥，故使用較為普遍。

對於濃縮性較低的廢棄污泥，或腐敗性較高的污泥，提高濃縮效率時，則可考量機械濃縮或一體之濃縮脫水機處理之。濃縮或脫水一體之濃縮脫水機，可參閱污水處理設計及解說 8.5.6 節。

小規模污水處理廠之污泥濃縮，以重力濃縮為主，其污泥濃縮現象如圖 7.7，包括：

1. 流入濃縮槽的污泥，向下方深降(沉降區)。
2. 藉由重力產生沉降濃縮(壓密區)。
3. 槽底部堆積呈高濃度污泥。
4. 分離水由溢流堰溢流(清澄區)。

小規模污水廠重力濃縮之設計參數，如表 7.7。

重力濃縮槽形狀，原則上以圓形鋼筋混凝土構造，槽數 2 座，但視規模可為 1 座。有效水深以 3～4 m 為標準，並應設置上澄溢流及繞流管。應有污泥刮集設備，但若規模太小者可不設置，但需於底部設計呈漏斗狀，並有浮渣刮除器。

表 7.6　各種污水處理方法之污泥設施設計污泥量比較(日本試算例)

項目 \ 處理方法			氧化渠法		好氧過濾法
			重力濃縮+脫水	直接脫水法	
計算條件	進流水量(m^3/d)		1,000	同左	同左
	進流水 SS 濃度(mg/L)		200	同左	同左
	初級沉澱池 SS 去除率(%)		—	—	50
	反應槽內去除 SS 量 單位污泥產生量(%)		75	同左	100
	初級沉澱池污泥 SS 濃度(%)		—	—	1.5
	廢棄污泥 SS 濃度(%)		1.0	0.3	—
	濃縮污泥	SS 濃度(%)	1.5	—	2.5
		回收率(%)	90	—	80
	脫水污泥	SS 濃度(%)	15	17	17
		回收率(%)	90	95	93
計算值	去除 SS 量單位污泥產生率(%)		75	同左	100
	濃縮槽投入污泥	污泥量(m^3/ d)	18	—	17
		固體物量(kg/d)	175.9	—	255.4
	濃縮污泥	污泥量(m^3/d)	11	—	8.2
		固體物量(kg/d)	158.3	—	204.3
	脫水機投入污泥	污泥量(m^3/d)	—	50.0	—
		固體物量(kg/d)	—	150.0	—
	脫水污泥	污泥量(m^3/d)	0.95	0.84	1.12
		固體物量(kg/d)	142.5	142.5	190.0

註：脫水污泥量及固體物量為不包括添加調理劑量。放流水 SS 濃縮假設為 10 mg/L。

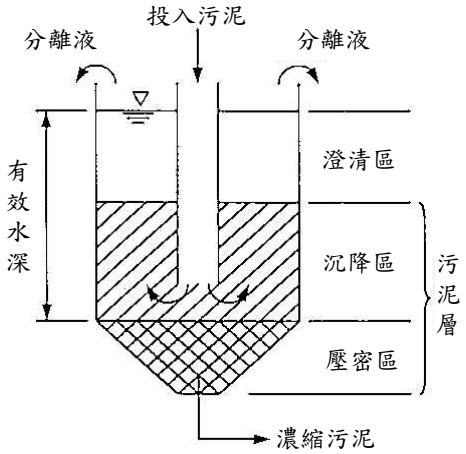


圖 7.7　污泥重力濃縮現象

表 7.7　重力濃縮設計參數(日本經驗值)

		經驗值	一般採用值
固體物負荷(kg/m^3・日)		30～50	30(廢棄污泥) 50(混合污泥)
有效水深(m)		4.0 左右	4.0
固體物回收率(%)		80～90	80(初級沉澱池污泥+廢棄污泥) 90(初級沉澱池污泥或廢棄污泥)
投入污泥濃度(%)	初級沉澱池污泥	2～4	2.0
	廢棄污泥	0.5～1.0	0.6
抽出污泥濃度(%)	初級沉澱池污泥	2～4	3.0
	廢棄污泥	1.5～2.0	1.5
	混合污泥	2～4	2.5
(參考)機械濃縮固體物回收率(%)		85～95 (廢棄污泥)	90 (廢棄污泥)

7.4 污泥貯留槽

小規模污水處理設施，其污泥脫水都為間歇性操作，因之設置貯留槽為必要的設施。

但與濃縮相同，依脫水機機種的選定，可直接自反應槽或二級沉澱池抽出廢棄污泥投入脫水機者，可不設貯留設施。

解說：

貯留槽的容量依表 7.8 及下列設計之：

1. 脫水方法(設置有脫水機、移動式脫水機)。
2. 脫水時間(一星期運轉日數及一天運轉小時)。
3. 巡迴間隔(移動脫水車、濃縮污泥搬出)。
4. 另在一年間的維持管理上，在脫水機停止操作之階段時間內，污泥也可於水處理系統循環操作暫時貯留。

表 7.8　貯留槽容量

污泥脫水方法	設置脫水機常駐自行脫水管理	設置脫水機巡迴管理 移動式脫水巡迴管理	搬出
貯留槽容量	2 天量 每日(5 日/週)運轉	依巡迴間隔，以 1 日份的量餘裕考量	同左

污泥貯留槽原則上為圓形或正方形鋼筋混凝土構造，有效水深以 3～4 m 為標準，原則上可為 1 座，惟需設繞流設施。底部設置呈漏斗狀，並以泵抽送，為防污泥沉澱腐敗，應有混合攪拌設施，並有溢流設備。

7.5 污泥貯留槽及厭氧消化

小規模污水處理廠，可檢討設置污泥貯留消化單元，做為污泥貯存之替代單元及消化功能之用，採用尹霍夫槽。

解說：

尹霍夫槽(Imhoff tank)，為具 SS 分離機能，同時可做為分離後污泥之貯存及消化(厭氧無加溫消化)之貯存設施，也可與污水處理組合成為替代初級沉澱池之設施。

在下列條件下，可檢討採用尹霍夫槽：

1. 設有初級沉澱池之污泥處理設施，其污水處理規模約在 2,000 CMD 以下者。
2. 為減少污泥量，以減少脫水污泥量為目的。
3. 處理系統不考量除磷者。

尹霍夫槽的污泥消化區空間之有效容量，除考量貯留功能外，也可考量做為消化功能用，因之其容量的計算，於充分考量污泥貯留日數後訂定之。又因係不加溫消化，因之其容量也應加以充分考量，再若擔心有硫化氫之臭氣時，也應檢討其對策。

尹霍夫槽之設置例如圖 7.8。

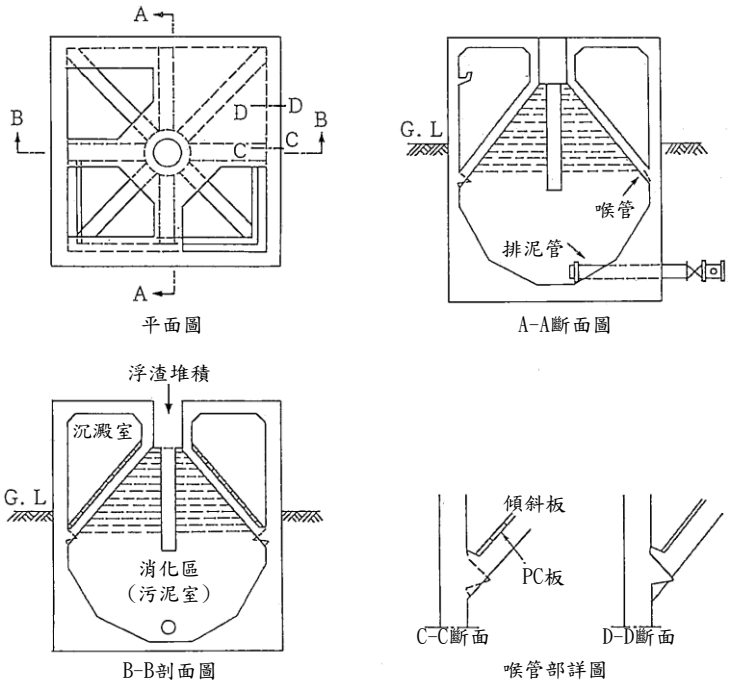


圖 7.8　污泥消化槽(例)

污泥貯留兼具無加溫厭氧消化槽之設計考量如下：

1. 形狀及構造

(1)槽之形狀可為正方形或圓形，小規模者以圓形槽者為多。

(2)污泥應能均勻分佈於消化區(污泥室)，若設置 2 個以上漏斗的槽，應考量流

入及流出之更替配管。

(3)流入口若為 2 個以上，由於不易均等流入，應考量設置閥或堰，以達到流量的調整。

(4)消化區的容量以無加溫消化日數 50 天的污泥量估計之。

2. 沉澱室

(1)沉澱室容量依投入污泥停留時間 2 小時為準。

(2)沉澱室的水深，依槽的容量、形狀及底部之坡度，得有各種多樣的深度，側深(沉澱室之側壁垂直至水面的深度)以 1.5～2.5 m，與污泥室(消化室)合計約 8 m 以下，工程費可較節省。

(3)沉澱室若為長方形，若長寬比太大時，因容易發生渦流或偏向流，致降低沉澱效果，故長寬比以 3：1～4：1 為宜。

(4)為提升沉澱效果，水深可較淺，水面積負荷以 20～30 $m^3/m^2 \cdot d$ 為標準。

(5)出水高度，考量浮渣最小為 45 cm，同時考量通路及作業需要以 50 cm，為宜。

(6)底部隔壁的坡度，以能使污泥順利流入污泥室，以與水平呈 50～60 度為宜。

(7)流入及流出端，各設置阻流壁，且溢流堰應愈長，使流出水得能均等流出之波形狀，並可以螺栓調整固定。

(8)沉澱室之底部隔壁最下部的喉管部，以使污泥可順利滑落而有 15 cm 的孔口，其混凝土面應加平滑修飾。

(9)為避免產生之浮渣及瓦斯氣體上升流入沉澱室，應設有污泥落入口(slot)，其底部之隔壁宜有重疊(overlap)置三角形梁，其重疊的水平距離以 15～20 cm 為宜，如圖 7.9。

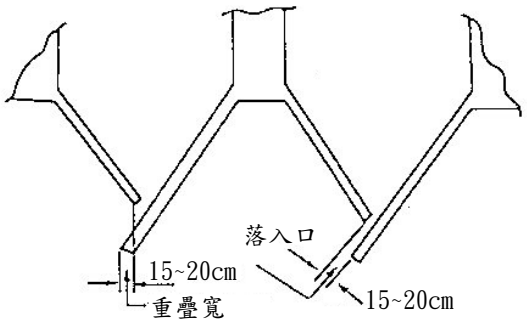


圖 7.9　污泥落入口詳圖

3. 污泥室

(1)應為漏斗坡降，為能容易排泥，與水平呈 45～60 度漏斗，考量各室之污泥量可達均等，以 3 個以下為宜。

(2)污泥室有效容量，由重疊之最下端 30 cm 起為下部容量。

(3)污泥室容量，以每人 80 公升為基準，依污泥濃度及水溫適當設定。

4. 浮渣槽

由污泥室因厭氧消化所產生的瓦斯氣體，會將浮渣帶上，所堆積的水面積約為污泥室面積的 20～30%，寬 60 cm 以上考量之。

為方便浮渣及污泥室的清理，應設置為可拆裝的步道。

5. 排泥

(1)排泥可為自然排泥或抽水泵，從漏斗狀的底部排出。但為免自然排泥阻塞，仍以抽水泵為宜。

(2)排泥泵應考量同時含有砂土之混入，而可排出之污泥泵。

(3)排泥管原則上為鑄鐵管，管徑以 150 mm 以上為宜。管之配置應考量藉壓力水可容易清理之配管，其彎曲部應設有清除口，排泥管上應配置管閥，以能抽出經充分消化的濃污泥為原則，並裝置於槽體外側，方便操作之場所為宜。

7.6 污泥調理

為改善污泥的脫水性，於污泥脫水處理前，將濃縮污泥或廢棄污泥加以調理改質。

解說：

濃縮污泥或廢棄污泥，因污泥中含有親和力的水分，且因污泥粒子粒徑及形狀各不同，為不易壓縮的污泥，致不易直接脫水，因此污泥的調理改質，成為污泥脫水前必須進行的處理程序。

濃縮污泥添加藥劑進行污泥調理，可使在污泥中的微粒子與之結合形成膠羽，使固液得以容易分離，以提升脫水效率。依脫水機的種類所用的凝聚劑有有機凝聚劑(高分子凝聚劑)及無機凝聚劑。近年多以比較容易操作且較不增加污泥固體物量的高分子凝聚劑為多。

小規模污水處理廠調理方法，適用下列一種或二種凝聚劑為對象。

1. 單一種調理凝聚劑

為以單一種類的高分子凝聚劑進行調理。

2. 二種調理凝聚劑

二種調理為以無機凝聚劑(聚硫酸亞鐵、氯化亞鐵、氯化鋁(PAC)等金屬鹽為助劑，以進行污泥的電中和、調質)及高分子凝聚劑併同進行調理的方法。比起單一種調理劑調質，約可提升 2%左右的脫水減量，對於氧化渠等小規模污水處理廠低負荷活性污泥法之濃縮污泥調理頗具效果。

造粒調質法為藉 PAC 或氯化亞鐵進行污泥電化中和調質後，再添加陰陽性有機凝聚劑，在造粒濃縮槽內，使適當混合可達污泥造粒，而同時以槽上部所設置的過篩使游離水分離，也可達污泥濃縮。

重力濃縮槽收集的廢棄污泥及混合污泥，經造粒調質後，可直接排入脫水機脫水，也可不經重力濃縮槽，而直接將廢棄污泥投入造粒調質設備進行濃縮。

造粒調質設備，為由污泥調質槽、造粒濃縮槽及造粒濃縮泵所構成，如圖 7.10，而其組合的脫水機，原則上係帶濾式脫水機。

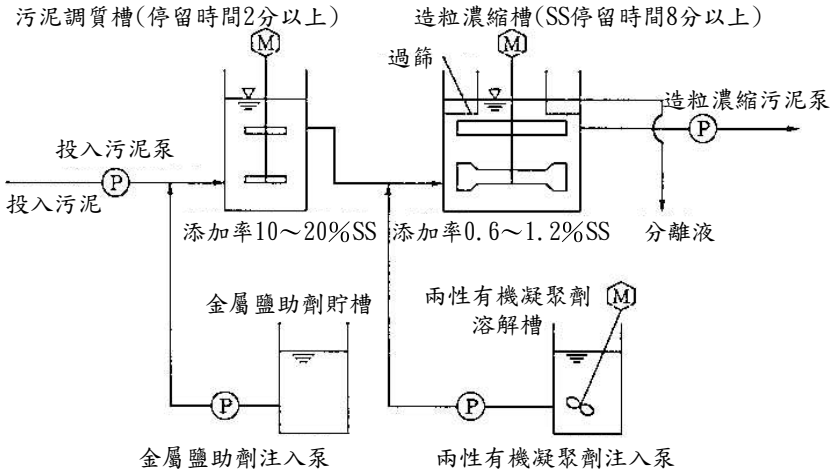


圖 7.10　造粒調質設備之流程(例)

7.7 污泥脫水

污泥脫水機之選擇考量如下： 1. 選定脫水機機種，應考量污水處理方法所產生的污泥種類、污泥特性選定之。 2. 脫水機的性能值，依污水處理方法，污泥特性決定之。

解說：

脫水機使用的種類，有主要以高分子凝聚劑為調理劑之帶濾脫水機及多重板型螺旋壓濾脫水機，其過濾速度、藥劑注入率及脫水污泥的含水率有所差異。

小規模污泥脫水機之脫水機本體，污泥調理裝置及操作控制盤已達到套裝化，可以無人連續運轉，操作管理面上，以帶濾脫水機及多重板型螺旋壓濾脫水機較為普遍。其他包括濃縮及脫水一體濃縮脫水機等脫水方法，請參考污水處理廠設計及解說 8.5.6。

1. 脫水機選定

(1)帶濾脫水機

帶濾脫水機，如圖 7.11 所示，為由多數的滾輪與濾布組合而成，在使濾布連續移動狀態下，於濾布上注入經高分子凝聚劑調理過的污泥，則膠羽間的間隙水，藉重力予以過濾，繼而移動的污泥經由上下濾布的壓榨，則間隙水及膠羽粒子附著水被脫水，其後在滾輪間呈波狀移動的污泥，再承受被剪斷力及壓縮力，最後污泥自濾布脫水而被刮刀剝落，即為脫水污泥。為防止脫水後的濾布發生阻塞，以壓力水連續進行洗淨後，再循環回至重力過濾部。

近年為降低脫水污泥含水率，並提升對脫水性污泥的脫水，而多採用帶濾式脫水機。

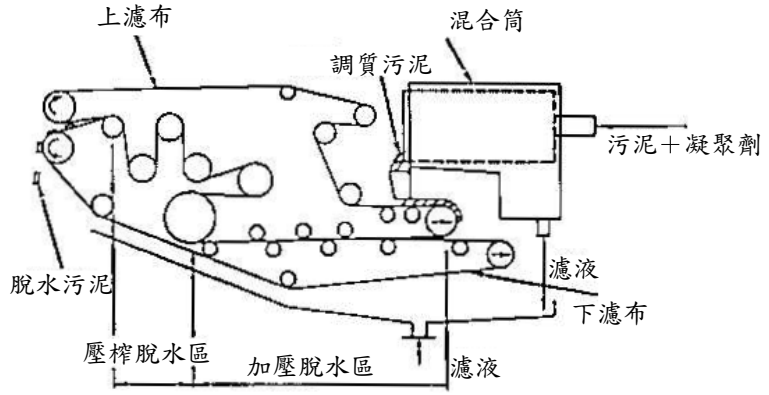


圖 7.11　帶濾脫水機例

(2)多重板型螺旋壓濾脫水機

多重板型螺旋壓濾脫水機，為於污水污泥添加聚乙烯硫酸亞鐵及陰陽兩性高分子凝聚劑混合，而將混合後的污泥填入固定板及其相組合的外胴體，並以螺旋軸過濾、壓榨及排泥，污泥可脫水至所設定的含水率，為由脫水裝置、凝聚混合槽，陰陽高分子凝聚劑溶解裝置，陰陽離子凝聚劑原液裝置、無機凝聚劑供給裝置及現場控制盤所構成。

小規模污水處理氧化渠法反應槽的低濃度污泥可直接抽出，延續處理並達到良好的脫水效果。

多重板型螺旋壓濾脫水機流程，如圖 7.12，其構造如圖 7.13。

本型脫水機，為以巡迴管理，夜間無人管理為前提的裝置，配合污泥搬出的時間設定，藉單元控制盤設定定時操作，若流入污水量未達設計污水量或污泥產生量少時，也可調整運轉時間。

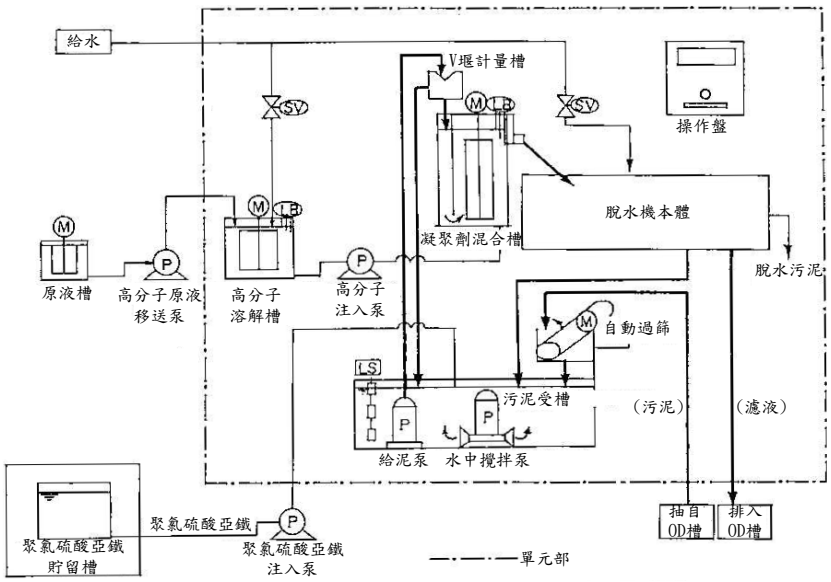


圖 7.12　多重板型螺旋壓濾脫水機流程圖

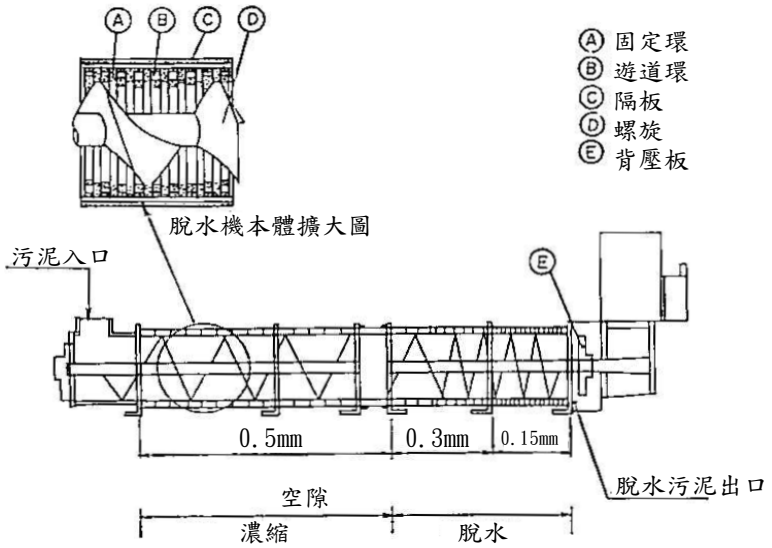


圖 7.13　多重板型螺旋壓濾脫水機構造圖

2. 脫水機的性能

小規模污水處理設施脫水機的性能，因進流水水質的變化及氧化渠或延時曝氣法等程序，污泥破碎呈微細化特性，必須依脫水機的種類、污水處理方法、污泥種類及污泥性質選擇適合的脫水機。

7.8 污泥乾燥

污泥乾燥係污泥供再利用為目的的水分調整，藉晒乾、烘乾，以達安定化，並適合利用用途達到容易運作為目的。

解說：

污泥乾燥對於小規模污水處理廠的脫水污泥，由於污泥產生量少，其乾燥視用地及周邊環境，可採運至其他規模較大的污水處理廠，與其污泥一併烘乾，或與垃圾共燒回收能源，或於廠內的適當水泥地以天然晒乾，依綠農地利用、土壤改良目的停留至適合水分，再搬出利用。一般脫水污泥晒乾日數約一星期。

7.9 堆肥化

污泥的堆肥化有機械式及堆放式，依污水處理設施規模、污泥產生量、氣候條件、周邊環境、建設費及維護管理費等加以充分考量後決定之。

解說：

污泥的堆肥化以效率化為前提，其原料以脫水污泥的含水率較低為宜。因此於進行堆肥考量時，仍以選擇可達含水率較低的脫水機為宜。

堆肥化設施，尤其一次醱酵時，同時會產生氨臭，而以不造成對周邊的影響設置之。

堆放式比起機械式，一般建設費及維護管理費皆較低，但用地面積較大，為其缺點。

1. 機械式

機械式有分批式及連續式。

分批式與堆放式較接近，為於底床配置送風管，其強制送風配置略有不同，因此一次醱酵約需 10～14 日。一次醱酵之後予以堆放而進入二次醱酵，並使中央部與表面部皆可均勻醱酵，達安定化，可經數次的翻堆達成之。

連續式在於空氣的供給，攪拌污泥，維持好氧醱酵為必要條件，並藉機械使其保持最適的堆肥化，以在短時間獲得安定的堆肥化污泥，相對的建設費及管理費較高，因之採用機械式，必須充分檢討其經濟性。

2. 堆放式

於混凝土的地板上，堆放經添加物以機械混合的脫水污泥的堆肥法，幾乎不需人工及經費，由於醱酵較慢，達到安定化約需 2～3 個月，若污泥量多時，可以鏟斗等整理使約 1.5～2.5 m 高度堆放。

翻堆頻率可 5 天 1 次至 1 個月 1 次，一般翻堆頻率愈高，污泥達到安定化的時間可縮短。

7.10 共同污泥處理

共同污泥處理，係對規模小而採巡迴管理或與鄰近處理廠共同處理，以提升污泥處理效率，於檢討下列選定之：

1. 不同下水道系統間的共同處理。
2. 與其他的污水處理設施共同處理。

解說：

1. 在不同下水道系統間進行共同處理時，應考量下列：

(1)設置中心處理設施者

為設置一中心處理設施，由數個廠進行共同處理，如圖 7.14，中心廠(接近污泥廠)及移送污泥廠，各應加檢討項目，包括：

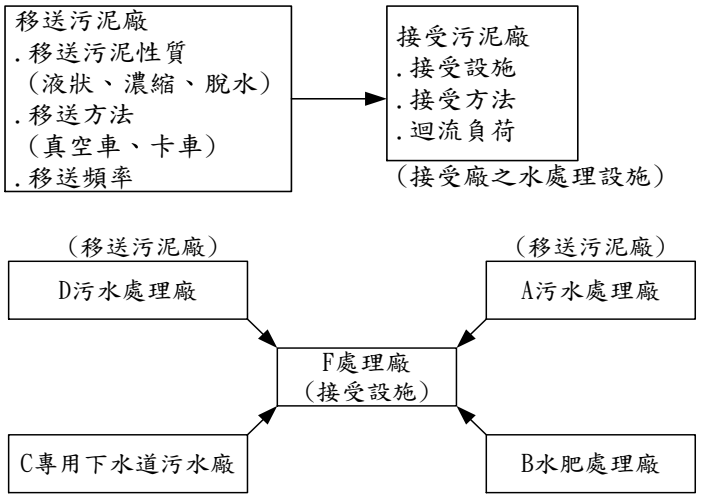


圖 7.14　污泥共同處理概念圖

(2)移動脫水車者

採移動脫水車，係於車輛上搭載脫水機及濃縮機，由技術人員巡迴各處理廠的方法，以減輕操作管理負擔為目的。係以同一設施巡迴各廠，雖整體建設費可降低，但因各廠的污泥量及性質不同，其適應有其限度。

採用移動脫水車時，應檢討巡迴污水廠廠數、各廠間距離移動路線、各廠的規模、處理方法、污泥性質等，皆應加以掌握，檢討巡迴設施(車)的規模、巡迴頻率、移動時間、處理時間、處理後污泥量及性質。由於脫水係數日一次間歇性，因之各廠需設置貯留設施，除貯留槽外，污水處理系統內是否要貯留，濃縮槽的設置及貯留，也應加以檢討。

其他移動設施所需電源、使用藥品及脫水時產生的分離液處理等，也應加以檢討。

移動式脫水車概要，如圖 7.15。巡迴概念圖，如圖 7.16。

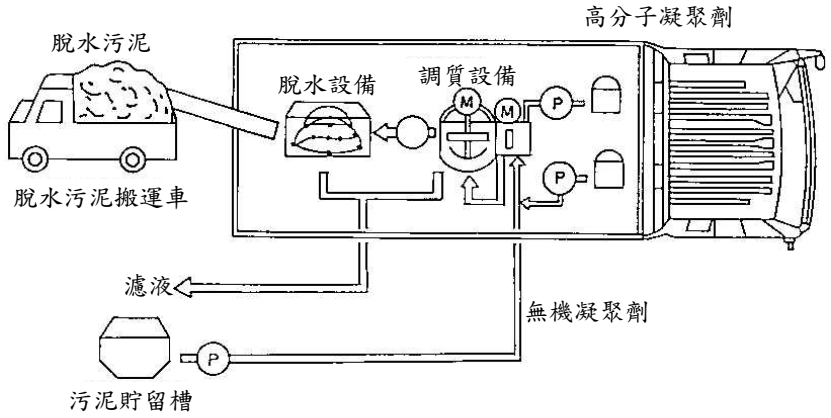


圖 7.15　移動式脫水車概要圖

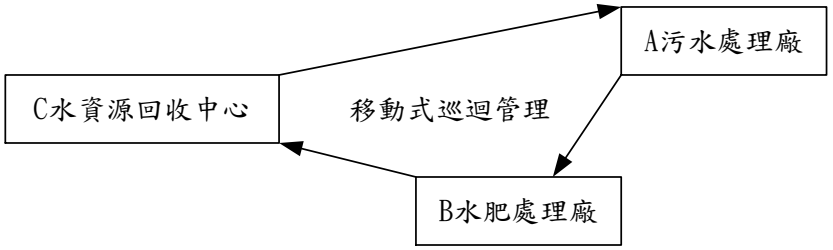


圖 7.16　移動式脫水車巡迴管理示意圖

移動式脫水車時應加考量項目，包括：

① 適應處理規模。

② 污泥貯留能力。

③ 水電設備。

④ 作業空間。

估計出一台移動式脫水車的脫水能力及其可處理量，適應處理規模(處理污泥量)。

移動式脫水車在於進行多數污水廠的污泥共同處理，故應就處理對象數、各廠規模，藉以決定每一處理廠的脫水頻率。

2. 污水處理廠接受其他污水處理設施的污泥

污水處理廠污泥處理設施，接受化糞池污泥、建築物污水處理設施污泥、水肥、聚落污水處理設施污泥等，運至污水處理廠投入併同處理的方法，如圖 7.17。

本處理方法，應各別推估各污泥來源之污泥量、載運頻率、污泥性質之實際狀況，並檢討其移送方法。另污水處理廠污泥處理濾液的迴流水量的處理，也應加充分考量。

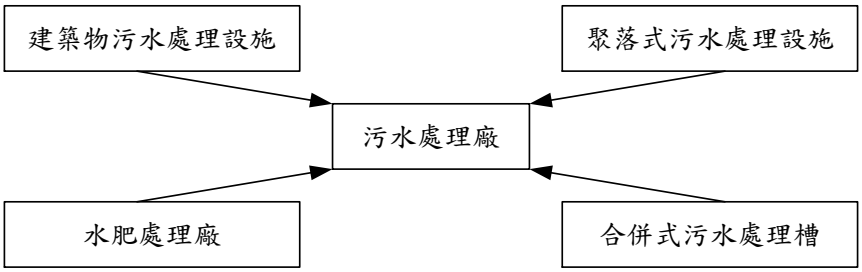


圖 7.17　集中式污泥共同處理概念

第八章　管理及機電設施

8.1 概說

管理設施為污水處理廠維護、管理、控制為目的所設置的設施，包括一般行政管理、電氣、監控設備、水質、污泥檢驗設備及環境維護管理等設施。

1. 一般管理設施

一般管理設施的設置，應從該地區的整合性、經濟性及處理規模、污水處理方法、污泥處理方法、水質檢驗、維護管理體制及地域特性為基本加以規劃、設計。

一般處理設施，為能適當發揮效益，於考量下列加以設置。

(1)辦公室、值班休息室、會議室、書類資料庫、更衣室、廁所、浴室及管理營運必要者。

(2)材料及備用零件倉庫、停車場、工作室等，維護管理上必要之資材、器具收納為目的。

(3)相關單位聯絡通報之設備。

2. 電氣、監視管控設備

電氣設備，應依處理廠的各設施、設備等電源的供給，運轉管控，各設施、設備的監視，量測、記錄等中央管控的功能，依下列機能配置之。

(1)電氣室

電氣室在於出入便利，並靠近負荷中心，幹線配線容易，接近緊急發電機室，監管控制室等附近。又依處理規模、供給電力等之不同，其設備的配置也異，故應充分檢討其項目、面積及高度等。

(2)監視管控室

監視管控室收納監視及管控用之機器設備，依設施營運管理所必要的項目進行量測、監視，為對處理過程所進行的管控。因之其配置，除與需維護管理上的關聯外，與配管及配線的相關聯以及出入廠內的配管配線及廠區外的皆有其關聯性，若污水處理廠採遠距監控時，其必要的監視系統設施的共同整合關聯性，也應一併加以檢討。

(3)緊急發電機室

於檢討若外購電力發生故障，其可能對周邊環境有發生重大影響之虞時，應考量設置緊急發電機室，緊急發電機室原則上應設置於電氣室附近，以備機器的搬出入、分解、保養、點檢等，以方便容易為考量。

3. 水質及污泥檢驗設備

水質及污泥檢驗設備，除通常營運操作必要項目者外，需要特別的技術、設備的檢驗，則以委託外部或複數廠共同化管理為原則，以簡化及合理化考量之。

水質及污泥的檢驗，依處理量、處理方法、管理體制等，考量是否設置

檢驗室，依下列選定之。

(1)巡迴管理型

原則上不設置檢驗室，其因現場管理所需要的檢測項目，由檢驗人員以攜帶型的檢驗設備即可檢驗，而法律上需檢測項目，則以採取水樣帶回檢測，由設有檢驗室的處理廠或專門分析單位負責檢驗。

(2)常駐型

如圖 8.1 設置簡易的檢驗室，設置專職檢驗員分析，至於一些特殊檢驗項目，則可委外或由其他共同檢驗中心檢驗。

攜帶式之檢驗設備於現場檢測之項目，及檢驗室應可檢驗的必要項目，如表 8.1。

檢驗室原則上設在一樓，而以設置具效率化檢驗之水質分析設備檢測。

檢驗室內應設置排煙櫃、辦公桌，並於室外門口附近設置緊急沖淋洗眼器及消防器材。

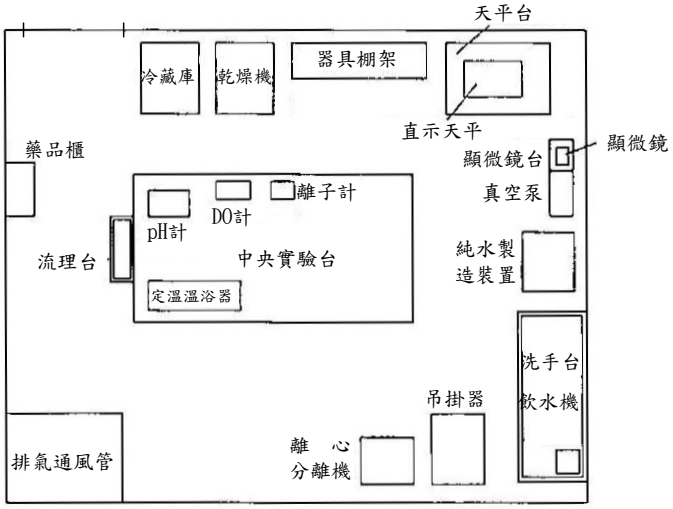


圖 8.1　常駐型檢驗室(參考例)

4. 職安管理設備

污水處理廠設施可能有地下或高處等作業，池槽內部作業。電氣及機械設備的運轉，具危險性，對於這些設備應充分考量其必要職安條件。

5. 環境保護設施

污水下水道的目的在於維護生活環境及改善河川水質，另下水道設施對周邊以不造成環境影響的對策，對於處理廠的作業環境及廠內環境整備等，皆應加以充分考量，包括：

(1)空氣污染、噪音振動、惡臭、泡沫飛散等。

(2)日照、電磁波的防止。

(3)景觀文化設施的保護。

(4)環境綠美化。

表 8.1　小規模污水處理廠水質檢驗管理方法參考例

處理廠	檢驗項目	巡迴型管理	常駐型管理	處理廠	檢驗項目	巡迴型管理	常駐型管理
一般污水處理廠	氣溫	●	●	一般污水處理廠	MLSS	☆	○
	水溫	●	●		MLVSS	☆	☆
	外觀	●	●		SV(30 分鐘沉澱)	●	●
	臭氣	●	●		顯微鏡試驗	☆	○
	透視度	●	●		T-N	☆	☆
	pH	●(◎)	●(◎)		大腸桿菌群	☆	☆
	MLDO (曝氣槽 DO)	●	●	去除 N、P 處理廠	ORP	●	●
	餘氯	●	●		T-N	☆(○)	☆(○)
	BOD	☆	○		NH_4-N	●(◎)	●(◎)
	COD	☆	○		NO_2-N	☆	○
	SS	☆	○		NO_3-N	☆	○
	TS	☆	☆		T-P，O-P	☆(○)	☆(○)
	FS	☆	☆		鹼度	☆	○

備註：

●：以巡迴在現場用檢測器檢測項目

○：檢驗應分析項目

☆：可委託檢測項目

◎：法定檢測時，以委外檢測

其他：依相關規定

8.2 機械設備計畫

小規模污水處理廠之機械設備，依處理規模、處理方法，並考量維護管理機制，以設備簡單、單純、省略化，達到最經濟系統為宜。

解說：

1. 機械設備的選定

機械設備、機器，原則上以選用普及或標準品者。為降低建設費，備用品的準備及維護管理更換，以容易者為宜。

雖機械設備選定時，應充分考量地區特性決定，仍應避免過度的措施。

2. 污水量及水質負荷變動的因應

一般來說小規模的污水下水道，其流入污水量及水質負荷的時間變動及季節性變動皆甚大，因之機械設備選擇，應注意其對水量及負荷的變動，具有可高效率對應之設備。

3. 無人化運轉

聚落式或微小規模的處理廠平常可採無人管理，每週巡迴 2～3 次，因之對於處理方法的選擇及機械設備的系統，皆應加以配合考量。

4. 小規模污水處理廠設施之主要設備

小規模污水處理廠設施設置之主要設備，可包括下列及各設備：

(1)閘門

閘門為污水、處理水、污泥等的止水、流量調整及緊急狀態時，相對應而設置。

閘門可為鑄鐵製手動式制水閘門，但為安全上在較重要點則應為電動式，必須均勻流入時，可為可滑動閘門，但若使用頻率不高者，則可用檔板替代。

(2)攔污設備

設置於污水流入端，為使作業簡易，以採用細攔污柵，而省略粗攔污柵。

若設置破碎機或細攔污柵時，考量沉砂等造成破損、磨耗，而設於沉砂貯砂槽之兩側，且為保護破碎機及細攔污柵，原則上應於其前段設置為原則。

繞流水路設置的攔污柵，原則上以人工清理者。

(3)除砂設備

設有沉砂槽者，應檢討抽砂泵的必要性，洗砂設備依規模可省略之。

(4)抽水機設備

抽水機的台數,與備用至少應有二台,於考量進流污水量的增加趨勢、時間變動、污水處理方法及初期低流量的因應決定之。

抽水機機種，原則上以沉水泵者為宜。

(5)污水調整槽設備

為防污泥沉澱並發生腐敗，應於池內設置機械攪拌或空氣攪拌裝置。

(6)沉澱池刮泥設備

污泥刮泥機機種,原則上以中央驅動懸垂形(圓形),同時應於池表面設置浮渣刮除裝置。

(7)曝氣設備

曝氣設備可為機械式、散氣式、併用式(機械式+散氣式)，其選定應依污水處理方法、反應槽形狀、經濟性等考量決定之。曝氣設備的氧供給能力及送風量為必要需氧量之決定依據。

(8)消毒設備

藉處理水與固體氯錠的接觸，以達到消毒為目的的方法，也可以次氯酸鈉消毒，若在水源區，則以紫外線消毒。

(9)污泥抽出設備

污泥的抽出及污泥的迴流，原則上使用抽泥設備方法抽送。迴流污泥泵的最大抽水能力，以涵蓋備用能達到最大污泥迴流比可對應的能力。

廢棄污泥的抽水能力，以考量污泥產生量決定之。

(10)污泥濃縮設備

污泥的濃縮方法，以重力濃縮為標準，但對於不易濃縮的污泥，可檢討以機械式進行濃縮。

重力濃縮污泥刮泥機，原則上為中央驅動懸垂形(圓形)，但若處理規模小，也可檢討使用簡易污泥刮泥機(圓形)。

(11)污泥貯留槽

污泥貯留槽，原則上以機械式或曝氣式攪拌，以防污泥腐敗沉積，並達均質化。

污泥若自貯留槽直接以車輛運出時，可省略攪拌機。

(12)污泥脫水設備

污泥脫水機，原則上以帶濾式或多重板型螺旋式為宜。

(13)污泥調理設備

依污泥的性質，為達到所定脫水泥餅的含水率及發揮脫水機的處理能力，可採用單一種或二種的調理法。

(14)污泥脫水注入泵

污泥脫水注入泵，為按每一台脫水機設置，其注入量依脫水機容量所定值的 50～100％的範圍內設定。

(15)輸送貯留設備

貯存斗、污泥輸送帶多少會有液體滲出而發生臭氣，以及污泥餅搬出時也多少會產生臭氣，為免影響處理廠周邊，應設置於室內。

(16)用水設備

用水設備，包括機械冷卻水、水封水、清洗用水及消泡水等，原則上以污水處理水供給。

處理水的取水位置，原則上於二級沉澱池之流出渠，再經細篩、快濾處理，為免腐蝕及方便日常點檢，應考量設置於室內或加蓋。

若為分批式處理，為能使處理水達到連續使用時，應配合檢討處理水貯留容量。

由於快砂濾設備較貴，小規模各種泵可以使用無水封型，而能不使用過濾水為宜。

(17)脫臭設備

脫臭設備的設置，應考量工作環境及處理廠周邊的環境條件、鄰近及工作人員的健康影響，檢討設置脫臭設備。

小規模污水處理廠的脫臭方法，於考量脫臭條件選定之：

① 活性碳吸附法。

② 充填塔式生物脫臭法。

與活性碳相結合，而能達到最經濟使用之。

③ 土壤脫臭方法。

(18) 管閥類

廠內配管所使用材質以硬質塑膠管、鋼管、延性鑄鐵管、強化塑膠管。廠內配管管種，於考量流體、設置條件、施工特性等選定之。

8.3 電機設備計畫

小規模污水處理廠之電氣、量測設備計畫及設計，於考量設施規模、處理方法及維護管理體制，而以設備簡易、維護管理容易且經濟者。

解說：

1. 受電設備

契約用電量若低於 50KW 時，可不設置變壓器等變電設備，而以便宜、小型、低壓受電。但若將來會超過 50KW 時，則於檢討設置時期、經濟性等選定初期時受電電壓。

小規模污水處理廠，由於負荷量少，設備量也少，主變壓器原則上以一台即可。但若污水處理系列數多，設備容量大時，也可檢討設置複數台數變壓器。

所使用的變壓器的種類盡可能以少者。動力設備的變壓器原則上以一種為宜，動力設備的電壓，依用地面積、負荷容量、經濟性等，就 110V、220V 或 380V 選擇決定，若經濟性差異大，可採用一般使用電壓 220V 者。

2. 緊急發電設備

在評估停電時間內，污水處理廠可能對其周邊環境造成影響，或對污水處理機能造成損害時，可檢討設置緊急發電設備，惟應先掌握該地區過去停電的時間狀況決定之。

一般在下列狀態下的污水處理廠，可不考量設置緊急發電設備：

(1)污水流入污水處理廠時，水頭高程足夠，而未設置進流水抽水機者。

(2)過去停電時間短，管渠內的貯存容量足夠者。

(3)停電時間內，排水量可獲得控制者。

緊急發電設備的容量，在於可確保進流水抽水能力，為維持最低的水處理需求，在廠內的維護管理上，可確保安全所必要負荷的容量考量之。

進流水抽水負荷，依最大時污水量決定之，污水處理負荷則依處理方法、停電繼續時間決定之，而以負荷最小為宜，但有些處理方法，在停電時間內並不造成影響，因之應加以充分檢討決定之。

另小規模污水處理廠由於緊急發電容量小，大容量的抽水機以不同時作動，及非緊急用發電使用對象以外的設備，以不自動運轉(以控制連動裝置)為原則。

小規模污水處理廠由於緊急發電容量小，故以一般常用的搭載型發電機為標準，搭載型發電機為包括發電機、原動機發電機盤及啟動用蓄電池合併於一體平台搭載，發電電壓為低壓者。

緊急發電設備，原則上應為無人操作而能自動啟動及自行停止運轉者。

3. 控制、計測電源設備

一般控制、計測電源設備，包括有受變電用機器之控制用電源，計測、控制及表示用的電源。控制、計測電源的對象負荷應為最小量，因之應檢討下列：

(1)極小規模的抽水站、處理廠，做為遮斷器操作用電電源的代替時，應檢討導入遮斷器投入用變壓器。

(2)非常用的變壓器，原則上採用蓄電池內藏型器具。

(3)交流不停電電源設備，以使用一般常用者。

4. 計測設備

為掌握污水處理廠的詳細狀況，而必須設置很多的計測裝置，但計測項目愈多，設備費及點檢維護費相對增加，因之選定計測項目時，必須依處理方法、運轉方法及維護管理體制，以最少量為考量原則。

處理廠處理機能的掌握，機械運轉所必要的計測值，必須以可信度高者，因之計測裝置的選定，應考量精度、可信度及維護管理性決定之。

惟項目決定時，即使不用高精度的計畫也無妨，對處理機能並不造成障礙，因之以計測值的使用目的檢討計測方法，例如污泥流量的概略值也可以管理之用，則可依污泥抽水機的運轉時間就可把握污泥量，流量計因之可檢討省略。

污水處理廠內的計測，容易受到污水中的雜物、浮渣、波動、氣泡、濕氣及腐蝕性氣體所影響，因之在選定時，對其測定原理應加以充分把握、量測的障礙可對應，且容易管理的設備選定之。

計算及記錄項目，以最小數量為宜，例如因處理費的計算所必要的放流量之計算記錄。

記錄計有模擬記錄器及數位記錄器，依使用目的選定之，若有特別必要時，可檢討設置自動記錄裝置。

5. 監視及控制設備

以考量設施規模及維護管理體制，可區分為手動運轉及自動運轉等，原則上抽水站、水處理設施為自動運轉。污泥處理設施，可為自動運轉或手動運轉操作輔助連動運轉。另篩渣的搬出、污泥的搬出等，可以人工作業對應者，可不予考量。

另必要的機器，於停電恢復之後考量能自動再運轉為宜。自動運轉的運轉方法，以水位或設置定時器為基本。至於流量、濃度等控制，因頗為複雜，應盡可能避免。惟可檢討導入迴轉數控制，若效果大，可檢討設置之。

另觀光地其平常日及例假日流入負荷變化大時，可採週循環定時器，以期可變動運轉條件。

處理廠內的監視控制設備，依處理規模、處理方法、維護管理體制而異，應盡可能簡單化且經濟者。例如小規模污水處理廠設施的負荷數比較少，管理中心現場機器的距離近，因之現場操作盤數盡量減少。機器的手動運轉，

檢討以監視設備可兼有監視操作盤者。

又於現場設置操作盤時，除一般型外，可檢討可以開關箱的簡單化設置之。

小規模設施的管理機制，可採巡迴或平日白天常駐時，以考量無人時。因此若發生異常狀態，就周邊環境及處理機能之重大影響可能事項，而設置能通報廠外的通報系統。

通報系統，以具經濟性必要的小規模設置之，簡易的通報系統，如圖 8.2。

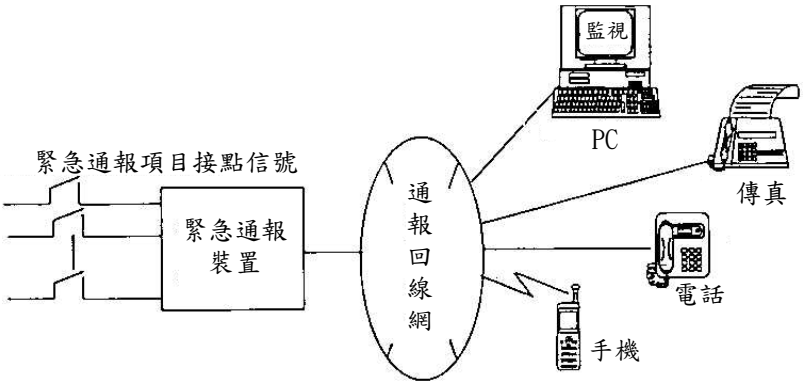


圖 8.2　通報系統例

第九章　其他配合設施

9.1 概說

小規模污水處理設施設計，基本上最初應留意的是具體降低建設費，調查分析地區的特性及處理水再利用。

其次處理設計的基本工作，為設施配置計畫、設施的相關計畫、建築相關計畫、機械電機設備相關計畫，廠內空間配置留意事項，並應將綠色工法、綠色材料及綠色能源之內涵納入考量。

另應留意的為對周邊環境的影響和對策、防災及安全對策、腐蝕劣化對策、分期建設及初期啟用對策、維護管理相關事項，最後為計畫的修正及未來改建的相關問題留意等。

9.2 規劃時之調查及對策

9.2.1 建設費

為提升小規模污水處理廠的經濟效益，對於設施設置的必要性、設施的可靠性，加以充分檢討之餘，並盡可能簡化設施及設備。

解說：

為降低建設費，應檢討考量事項，包括：

1. 小規模污水處理廠之計畫，以檢討最低必要的設施及設備，並從長期觀點，降低生命週期總支出。
2. 原則上不設置管廊及地下層，各設施主要構造物，以鋼筋混凝土構造物。
3. 用地單價以較低且可活用者，檢討設施的形狀、施工方法，而能朝縮短工期，以降低建設費。
4. 確實預估未來污水量的變化，依污水量的增加檢討分期複數池槽系統，而初期以小者為宜。即使污水量少，以單系列較為有利時，仍應加以比較檢討之。
5. 小規模污水處理廠，其維護操作採巡迴管理時，則可不設置管理中心，而併同電機室共用，甚至規模小者，可不設變壓設備，而直接檢討以低壓受電。
6. 調查該地區過去停電狀況、停電時放流水水質，及確保設施安全下，決定是否設置緊急發電設備。即使是停電數小時，其對生物處理並不造成影響，在無其他替代而必須設置時，也以揚水抽水機的用電需求為原則。
7. 脫水機可考量直接將廢棄污泥，從反應槽或二級沉澱池抽出，而能直接脫水者考量之。而省略濃縮及貯留程序，達到簡易化。
8. 自動攔污、污泥刮泥、抽水泵、曝氣設備等設備，應避免過大設計，並以簡易者，儘可能採用較一般性，可容易對應者。
9. 散氣設備的選用，以具節能實績者選用之，以達省能為目的之散氣設備。
10. 一般高壓受電時，多於屋內設置受電設備，但也可檢討以屋外設置型的高壓

受壓設備，以縮小設施管理面積。

11. 小規模污水處理廠的水質、污泥檢驗設備,除通常操作需要項目所需設備外，以委外檢測、共同化檢測或帶回水樣至他廠檢測代替。

9.2.2 地區特性考量

設計時對於處理廠用地的自然條件、社會條件等充分加以考量，並具體的就地區特性，加以調查。

1. 自然條件
   (1)氣溫。
   (2)濱海地區。
   (3)自然環境保護地區(國家公園、自來水水源保護區內等)。
   (4)狹隘地區。
2. 社會條件
   (1)觀光地區。
   (2)產業狀況。
   (3)掩埋場地區。
   (4)文化、古蹟保護區。

解說：

1. 有關自然條件
   (1)處理廠用地經年之氣溫變化，應加注意，如氣溫上升，硝化菌的增殖，可能造成放流水 BOD 上升，廢棄污泥容易腐敗，不易濃縮，而污泥上浮，或鋼筋混凝土構造物劣化等。
   (2)海濱地區常有鹽害、飛砂、及海水入滲管渠，影響處理機能、設施及設備等，包括金屬容易腐蝕、電氣設備絕緣受害、混凝土構造物容易劣化、飛砂侵入廠區、植栽容易枯萎等，皆應有對策。
   (3)位於自然環境保護地區或自來水水源保護區，除應獲主管機關同意外，污水處理廠之設置，其可能對地下水、噪音、振動、臭氣等的影響及對策。
   (4)污水處理廠之設置，除施工時需有容易出入的道路外，管理人員出入的安全，也甚為重要，其位置若位於山谷、海岸、地形坡度大等，皆應加以充分評估其適合性及可確保適當的空間。
2. 有關社會條件
   (1)觀光地區之污水處理廠，進流水量的季節性變動與觀光客的動態相關性極大，對其變動特性的把握及處理方法的選擇、調整槽的設置、尖峰時的對策，皆應加以檢討。
   (2)收集地區內事業特性，有無水產加工、染整業、皮革業等產業，其廢水是否納入污水下水道，其水量比例，對污水處理的影響及對策，皆應加以檢討。
   (3)污水處理廠用地，若曾是垃圾掩埋場，開闢時有毒氣體的排出、建設及維

護管理之影響及應有的對策皆應加以檢討。

(4)污水處理廠設置地區是否為文化、古蹟等歷史遺跡、保護區，其建設時之調查及對策等。

9.2.3 處理水再利用

處理水若擬提供為廠內清潔用水、消泡用水、灑水用水、澆灌用水及供廠外事業廢水、澆灌用水、大樓沖廁用水等用途時，應考量增設快砂濾設施。

解說：

污水處理水，原則上應回收為廠內各種用水利用，而依其用途增加使用水質需求的處理單元，但若提供為廠外回收利用時，則應依其用途需求水質增加適當的處理單元，以符用水目標水質。

9.3 設施配置計畫

9.3.1 設施配置計畫

處理設施配置時，應考量各設施的機能可充分發揮，且具經濟性、維護管理方便及安全等加以考量配置之。

解說：

設施配置計畫，應考量下列事項：

1. 水流及污泥流

各設施以短距離連結，並使水流及污泥流，皆能在同一直線上順暢流動。

2. 維護管理動線

污泥及藥品等的搬出入車輛動線，廠內巡視管理、水質管理動線及逃生動線順暢，避開開孔、渠道蓋板、設備作動區等安全，並標示警示線條，且避免上上下下。

3. 蓋板

池體或通道上之加蓋(或蓋板)部分，應標示禁止踩踏，以維安全。如有橫跨管路之必要時，應設置跨管蓋板或跨管橋梯，並以顏色線條加以警戒標示。此外應配置充分之夜間照明，以確保動線之順暢與安全。

4. 環境條件

包括周邊土地利用狀況、風向、空氣流動，臭氣來源的設施配置應考量及緩衝綠帶的相融性配置。

5. 系列數

處理設施依初期建設及維護管理，原則上以兩系列為宜。但若污水量小至微小規模 1,000 m^3/d 以下，從經濟性考量以一系列設置之，但若為一系列，應考量故障時的對應檢討之。

6. 管理中心

管理中心以可使來訪者容易辨識，且容易到達之位置為宜。

7. 景觀

應與週邊環境相融合，並綠美化環境。

8. 增設、改建的對策

因應未來變化，整體考量周邊等變化及增改建時之對策。

9.3.2 水位計畫、計畫地盤高度及設施高度

計畫地盤高度、設施高度的決定，應以保持放流水可藉重力流放流的水位。各設施間的水位關係，應從經濟性、維護管理等綜合考量計畫之。

解說：

處理設施的高度、計畫地盤高度的決定，依下列：

1. 計畫放流水位，原則上在河川以計畫高水位、海域則以既往的高潮位決定之。
2. 設施間的水位，於考量季節性及時間性變動之進流污水量的變化，並能確保導水渠道的適當流速，並設定異常進流水量時抽水機的最大抽水量，設定放流管的最大能力，以避免發生溢流決定之。
3. 若要達重力流放流，有明顯不經濟(如抬高地盤或設施高度)時，則可考量設置放流泵。
4. 檢討用地周邊過去水災狀況，以防止受害的水位，同時應有適當排水，並以100 年一次洪水位避免有外水流經廠區。
5. 計畫地盤高度應高於計畫水位以上，並為呈現處理設施的特性，而與周邊地盤調整高程，皆應加以考量決定之。

9.4 建築計畫

9.4.1 建築計畫

處理廠內的建築物，包括管理中心、污泥處理棟、鼓風機及變電室等，可從經濟及維護管理分階段考量計畫、檢討合棟、分棟後決定之。

解說：

1. 建築物配置檢討

(1)建築物的配置，依處理方法及機能的需求，統一軸線。

(2)配置應就處理設施維護管理的動線外，水、污泥、空氣及能源等動線，也應加充分檢討，並考量各設施間的關聯性，如圖 9.1。

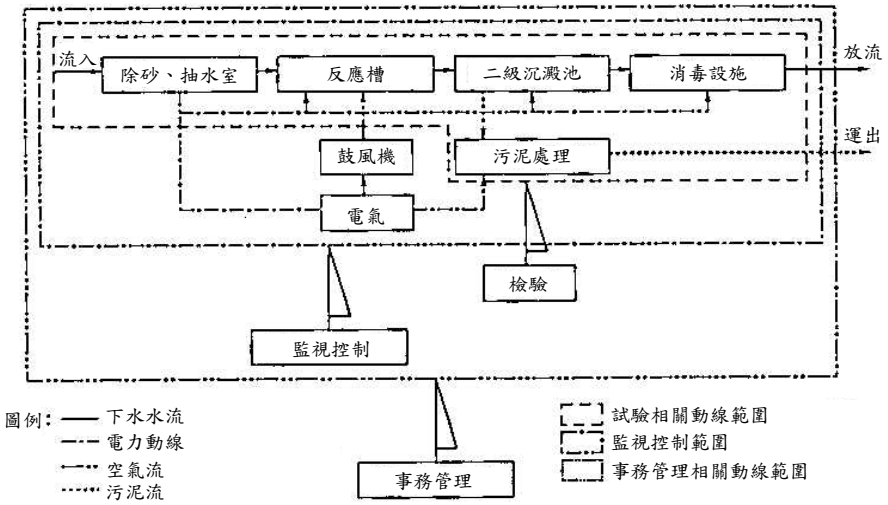


圖 9.1　人、物、電力動線圖例(長時間曝氣法)

2. 合棟、分棟檢討

建築物的配置，應考量下列：

(1)合棟型式：即處理廠內的各機能(抽水、前處理、水處理、污泥處理、消毒、電力管理及其他)整合的方法，一般以管理及污泥處理的整合在一起較多。

(2)分棟型式：基本上各機能採分散或局部整合之方法，建築設施的合棟型式及分棟型式的特性比較，如表 9.1。

表 9.1　建築設施合棟及分棟型式特性比較

項目	合棟型式	分棟型式
管理機能及管理體制	因係在同一棟建築物內設置，管理動線較短，機能性佳	由於設施分離配置，管理動線較長
環境污染	由於係合棟，恐有互相干擾的噪音、振動及臭氣，因之必須有避免措施	因係分棟管理，互相之影響較少
建設費	雖初期建設費因一次建設可能較高，但終期則比較低	若採分階段建設時，初期的費用一般較低
景觀等	由於包括人的活動空間及機械設置空間之不同，管理中心及機械應能充分考量達到調和	比較上較容易調整，而不易衝突

3. 管理棟計畫留意事項

(1)會議室及資料庫，原則上與行政室結合。

(2)更衣室、值班室及餐廳，原則上配置成可共用，以達最小面積。

(3)終期處理水量在 2,000 m^3/d 以下者，其水質檢驗室檢討可與行政室整合。2,001 m^3/d 以上時，也應盡量縮小面積，並分階段設置。

(4)空調除溼設備可檢討採用個別空調，或為套裝形。

(5)若為低壓受電，可採用室外型的緊急發電，電氣盤及緊急發電機可考量為室外型，若為高壓受電或於室內設置緊急發電時，應盡可能採用最小面積。

9.5 環境及安全計畫

9.5.1 廠區道路、排水及綠美化

廠區內外進出入道路、雨水排水及植栽等包括在內，皆應予以適當配置。

解說：

1. 道路計畫

(1)包括進出入車輛及維護管理巡迴動線的車道、步道皆應予以適當配置。

(2)廠區道路的鋪設，原則上除車道為柏油車道外，步道應為透水性步道。

2. 雨水排水設施

(1)廠區內雨水逕流量原則上以合理化公式計算之，降雨頻率至少以十年一次降雨強度，逕流係數以土地利用別為標準值。

(2)雨水排水方法以預製品 LU 型側溝，配合滲透設施經濟性考量之。

(3)廠區內排水依廠外排水系統整合之。

3. 植栽及綠美化

小規模污水處理廠的植栽，不僅考量廠內環境外，也應與周邊環境整合融和，以提升地區環境整體性計畫之。

9.5.2 周邊環境對策

下水道設施應依相關環境保護法規，達到環境友善充分考量之。

解說：

1. 防止惡臭

各設施設計時，除應依相關法規標準外，應有適當防止對策，包括：

(1)必要最低限防臭設備。

(2)藉緩衝帶及綠化，防止臭氣擴散。

(3)以封閉性的構造，防止臭氣擴散。

(4)以排氣管於高空位置擴散。

2. 空氣污染

一般污水處理廠應依空氣污染防制法相關規定，防止空氣污染。

3. 噪音振動

廠內的空壓機及鼓風機為噪音、振動的來源，應依相關規定，以不造成廠內工作人員及對廠外之影響，做具體防止措施。

4. 泡沫飛散對策

必要時於污水處理設施上部加蓋，但應有適當的觀察孔，供掌握操作狀態。

9.5.3 防災及安全對策

污水處理廠設施的災害(水災、地震、雷擊、火災)之影響和對策，及注意維護管理的安全性，設計時皆應充分考量之。

解說：

污水處理設施為生活維生系統之設施，應能達到各種防災及安全。

1. 設計時對於計畫高程之設定，以達雨水排除防止水災。
2. 地震考量，應以耐震設計標準為基準以上設計之。
3. 在處理廠內各槽內部作業、電氣及機械設備的運轉等危險作業，皆應依相關作業考量其安全性。
4. 點檢用開口部的配置及安全對策，其覆蓋板支撐材質，開啟角度及大小和強度、耐用性，皆應充分考量之。
5. 維護管理及巡檢動線之順暢及安全充分考量之。

9.5.4 腐蝕及劣化對策

污水處理設施的各種鋼筋及混凝土，在與污水及腐蝕性氣體長期接觸下，很容易腐蝕、劣化，於設計時應能設想其設置狀況，對於材質的選定、抑制腐蝕、劣化的方法及防蝕工法等，皆應充分考量之。

解說：

1. 對於各種池槽及設施有腐蝕之虞的部分，應選擇以不鏽鋼或其他耐腐蝕材料設計之。同時應有防止腐蝕的考量。
2. 硫化物對於混凝土的腐蝕，會降低設施生命週期總支出(LCC)，設計時應選定適當的抑制腐蝕方法或防蝕工法，並加強施工品質管理、檢查等。
3. 密閉構造物及其上部，由於消毒用固體氯錠等所產生的氯氣，會造成室內機器、各種金屬的腐蝕，故對氯氣應有適當的排氣配置，並避免室內呈負壓狀態。

9.6 分期及初期對應考量

9.6.1 分期建設及增設計畫

處理設施的建設應依進流水量的階段性增加，而做分期建設及系列配置，尤其第一期的建設，應以最低限的設施建設之。

解說：

1. 為免初期建設投資過大不經濟，處理設施原則上應分期建設，以發揮設施利用效率。但若分期過多，系列數增加除不經濟外，也使得經常處於施工狀態，而應詳加檢討之。
2. 污水處理設施，其單元土木設施若為二池，可考量先設置一池的方法。又分批式活性污泥法、好氧過濾法等設施多為一體計畫的處理方法，也應以能分

隔設置，以降低初期投資。

9.6.2 初期對應

污水處理廠開始供用初期，由於進流量少，未能達到預期的處理效果，或者如送風量過大而不經濟，造成維護管理的困難等，於設計階段皆應納入考量。

解說：

因應初期流量低，於設計階段應加考量的對策：

1. 即使以全期計畫設置沉砂池、抽水站等，但可檢討先以沉水式抽水機代替抽水機。
2. 設置沉砂池時，當初期流量低，可使沉砂部分埋置水路使用，也可檢討複式斷面。
3. 標準活性污泥法的污水處理設施，檢討先以長時間曝氣法操作，而暫不設置初級沉澱池。
4. 消毒，在通水初期，以固體氯錠之消毒方法替代。
5. 通水初期污泥量少，可檢討不設置污泥處理設施，污泥可以真空車搬出另行處理。

9.6.3 維護管理計畫

小規模污水處理廠的維護管理，依其機能的維持檢討無人運轉的可能性考量之。

解說：

1. 小規模污水處理廠設計時，應以設施維護管理容易且經濟者考量之。若一個鄉鎮有數處處理設施時，其維護管理盡量以一體進行考量之。
2. 在基本考量下，小規模污水處理設施以巡迴管理，平常無人運轉配置之。
3. 小規模污水處理廠之維護管理，可考量以遠端監控方法，將訊號傳送至鄰近中大規模污水處理廠，採統籌管理方法設計之。

參考文獻

1. 內政部營建署，下水道工程設計規範，104 年度版本
2. 歐陽嶠暉，下水道學，長松出版社，2016 年
3. 日本下水道協會，小規模下水道計畫、設計、維持管理指針と解說，2006 年
4. 日本下水道協會，小規模下水道計畫、設計、維持管理指針と解說，1996 年
5. 村山哲夫、小野耕一共著，小規模下水道の計畫、設計施工，山海棠，1996 年
6. 下水道システム研究会編，小規模下水道實務者用ハンドブック，公共投資ジャーナル
7. 日本下水道事業團，小規模下水處理場設計指針(案)1985 年
8. 村山哲夫，小規模存下水道の計畫、設計、施工(入門篇)山海堂，1987 年
9. Metcalf & Eddy / Aecom ,Wastewater Engineering：Treatment and Resource Recovery 5th Edition 2015
10. 行政院環境保護署，北部地區河川污染整治與水質改善策略規劃及執行計畫報告，2011 年
11. 科學出版社，污水處理新工藝與設計計算實例，孫力平編著，2001 年
12. 日本水質污濁研究協會，水規模排水對策の施策と新技術の展開，演講資料集，1986 年