

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 and Planning Agency
Ministry of the Interior

內政部營建署

中華民國一百零九年十二月十六日

臺灣地區小規模污水處理設施設計及解說

目錄

序.....	i
第一章 總論.....	1
1.1 概說.....	1
1.2 小規模污水下水道之特性.....	2
1.2.1 各種生活污水處理方式之變化沿革.....	2
1.2.2 生活污水處理之相關法規.....	3
1.2.3 生活污水集中處理(下水道)或就地直接以建築物污水處理設施(合併淨化槽)處理之比較.....	4
1.2.4 未來人口變化之考量.....	5
1.2.5 污水下水道與都市化地區之考量.....	6
1.2.6 經濟規模之考量.....	7
1.2.7 規模別之建議及分類.....	8
1.3 小規模污水下水道設置之定性檢討.....	10
1.4 推動應評估之問題.....	11
1.5 優先建設之綜合條件.....	11
第二章 基本計畫.....	13
2.1 概說.....	13
2.2 基本構想的策訂.....	13
2.3 基本計畫的策訂.....	13
2.3.1 調查.....	14
2.3.2 計畫目標年.....	15
2.3.3 計畫區域.....	15
2.3.4 計畫人口.....	16
2.3.5 計畫污水量.....	19
2.3.6 計畫污染負荷量、計畫進流及放流水質.....	23
2.3.7 管線系統.....	24
2.3.8 抽水站計畫.....	24
2.3.9 污水處理廠位置之考量.....	24
2.3.10 污水處理計畫.....	25
2.3.11 污水處理系統繞流之考量.....	25
2.3.12 污水處理分期計畫.....	26
2.3.13 污泥處理及利用計畫.....	26
2.3.14 維護管理.....	26
2.3.15 放流水體.....	27
2.3.16 環境對策.....	27
2.3.17 地震對策.....	27
2.4 規劃報告.....	27
2.5 臺灣小規模污水下水道系統概況及規劃策略.....	28
2.5.1 一般小規模污水處理系統.....	28
2.5.2 微小規模污水處理系統.....	29
2.5.3 社區聚落式規模污水處理系統.....	30
2.5.4 自來水水源保護區極小規模污水處理系統.....	31
第三章 管線系統設計.....	33
3.1 概說.....	33
3.2 管線設施設計程序.....	33
3.2.1 管線設施設計程序.....	33

3.2.2	基本條件調查整理	34
3.2.3	路線測量含地質鑽探	35
3.2.4	平面計畫	35
3.2.5	縱斷面計畫	35
3.2.6	施工法的檢討	36
3.2.7	設計圖、檢討報告製作	36
3.3	管線設計基本事項	37
3.3.1	計畫污水量	37
3.3.2	水深比(d/D)	37
3.3.3	流量計算式及水力特性曲線	37
3.3.4	抽水機污水管壓力流流速及流速係數	39
3.3.5	流速及坡度	40
3.3.6	最小管徑	40
3.3.7	管線配置及收集方法	40
3.3.8	污水管線埋設深度	41
3.3.9	倒虹吸管	41
3.3.10	管接合	41
3.3.11	接頭	42
3.3.12	人孔配置及構造	42
3.3.13	管線管材	46
3.3.14	管線保護	46
3.3.15	基礎	46
3.3.16	污水陰井(連接井)及連接管	48
3.3.17	放流口設置	49
3.3.18	考量維護管理的設計	50
3.3.19	建設經費的節省	51
3.4	污水下水道系統設計	51
3.4.1	小規模污水下水道系統設計考量事項	51
3.4.2	各種小規模污水下水道系統之比較	53
3.4.3	壓力式污水下水道系統	55
3.4.4	真空式污水下水道收集系統	64
第四章	抽水站設計	69
4.1	概說	69
4.2	抽水站計畫及設計	69
4.2.1	小規模抽水站	69
4.2.2	抽水設施設計考量	71
4.3	抽水站種類	71
4.3.1	抽水站的種類	71
4.4	抽水站構造	79
4.4.1	抽水站的構造	79
4.4.2	閘門設備	81
4.4.3	除砂設施	82
4.4.4	攔污柵設備	83
4.4.5	抽水井	87
4.4.6	通風及除臭設備	92
4.4.7	建物機房	93
4.5	抽水設備	93
4.5.1	抽水機種類的選定	93
4.5.2	抽水機最小口徑	95

	4.5.3 抽水機設置台數.....	95
	4.5.4 抽水機揚程計算.....	96
	4.5.5 電動機動力.....	102
	4.6 壓力管線.....	102
	4.6.1 壓力管線及閥類.....	102
	4.6.2 抽水機之水錘作用.....	104
第五章	小規模污水處理設施設計.....	105
	5.1 概說.....	105
	5.1.1 小規模污水處理設施設計應考量事項.....	106
	5.1.2 小規模污水處理方法選定原則.....	107
	5.1.3 主要處理設施概要.....	107
	5.2 小規模污水處理方法選擇.....	109
	5.2.1 污水處理方法選擇應考量事項.....	109
	5.2.2 小規模污水處理設施組成.....	112
	5.2.3 小規模污水處理廠設計程序參數及單元之考量.....	113
	5.2.4 小規模污水處理廠常用之生物處理方法.....	113
	5.3 污水溶解性物質處理之原理.....	115
	5.3.1 活性污泥法的淨化機制.....	115
	5.3.2 生物膜法的淨化機制.....	115
	5.3.3 過濾.....	116
	5.4 小規模適用污水生物處理方法及特性.....	119
	5.4.1 氧化渠法.....	119
	5.4.2 延長曝氣法.....	122
	5.4.3 回分式活性污泥法.....	122
	5.4.4 硝化內生脫硝法及硝化內生脫磷法.....	126
	5.4.5 循環式硝化脫硝法(MLE法).....	126
	5.4.6 厭氧缺氧好氧活性污泥法(A ² O處理方法).....	127
	5.4.7 活性污泥膜濾法(MBR)及缺氧好氧活性污泥膜濾法(AO-MBR)	127
	5.4.8 接觸曝氣法.....	129
	5.4.9 好氧過濾法.....	130
	5.5 污水處理各單元設計.....	131
	5.5.1 前處理設施.....	131
	5.5.2 初級沉澱池.....	143
	5.5.3 各種生物反應槽設計.....	145
	5.5.4 曝氣設備.....	172
	5.5.5 二級沉澱池設計.....	173
	5.5.6 處理水回收利用及過濾.....	175
	5.5.7 消毒設施.....	180
	5.6 廠內管線及加壓裝置.....	187
	5.6.1 污水聯絡管線及抽水機.....	187
	5.6.2 污水管線抽水機.....	190
	5.6.3 污泥管線及抽水機.....	190
	5.6.4 處理流程空氣管線及鼓風機.....	191
	5.6.5 給水管線及加壓裝置.....	191
	5.6.6 回收水管線及加壓裝置.....	194
	5.6.7 廠內污水收集管線及抽水機.....	195
	5.6.8 廠內排水管線及抽水機.....	195
	5.6.9 化學藥液管線及加藥機.....	196

	5.6.10 通風管線及送風機.....	197
	5.6.11 除臭送風管及送風機.....	203
第六章	污泥處理設施設計.....	205
	6.1 概說.....	205
	6.1.1 污泥處理設施概要.....	205
	6.1.2 污水處理設施所產生的廢污物.....	206
	6.1.3 污泥處理之目的.....	207
	6.2 污泥處理方法的選定.....	207
	6.2.1 污泥處理方法的選定.....	207
	6.2.2 計畫污泥量及各設施計畫污泥量.....	211
	6.3 濃縮.....	214
	6.4 污泥貯留槽.....	217
	6.5 尹霍夫槽(Imhoff tank).....	218
	6.6 污泥調理.....	220
	6.7 污泥脫水.....	221
	6.8 污泥乾燥.....	223
	6.9 堆肥化.....	223
	6.10 共同污泥處理.....	224
第七章	管理及機電設施.....	227
	7.1 概說.....	227
	7.2 機械設備計畫.....	229
	7.3 電機設備計畫.....	232
第八章	其他配合設施.....	235
	8.1 概說.....	235
	8.2 規劃時之調查及對策.....	235
	8.2.1 建設費.....	235
	8.2.2 地區特性考量.....	236
	8.2.3 處理水再利用.....	237
	8.3 設施配置計畫.....	237
	8.3.1 設施配置計畫.....	237
	8.3.2 水位計畫、計畫地盤高度及設施高度.....	238
	8.4 建築計畫.....	238
	8.4.1 建築計畫.....	238
	8.5 環境及安全計畫.....	240
	8.5.1 廠區道路、排水及綠美化.....	240
	8.5.2 周邊環境對策.....	240
	8.5.3 防災及安全對策.....	240
	8.5.4 腐蝕及劣化對策.....	241
	8.6 分期及初期對應考量.....	241
	8.6.1 分期建設及增設計畫.....	241
	8.6.2 初期對應.....	242
	8.6.3 維護管理計畫.....	242

序

本「臺灣地區小規模污水處理設施設計及解說」，係就本署民國 107 年編定頒行之版本進行修訂，以期能更配合未來因污水下水道系統之新開辦，將會以小規模每日處理量 5,000 CMD 以下為主，為使其策劃及設計依據能更具體、完整，使我國的污水下水道建設更加健全發展。

小規模污水下水道之建設，其投資額與普及率比，相對將較已開辦的中、大規模為大，較難彰顯效益，因之其開辦應更加嚴謹評估，並應與現行有關法令、標準及相關規則勾稽，以做為開辦之依據，而訂出更具體的開辦評估準則，以供遵循，是為本版主要修訂重點。

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及特性，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，為避免重複，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。

本設計及解說之原版本及本次修訂，皆由本署委託台灣水環境再生協會編撰與修訂，修訂前由本署副總工程司陳志偉召集處內相關主管及顧問公司專家舉行編修研商會議，建議修訂方向，再由該協會歐陽嶠暉教授負責執筆編撰修訂(其中第五章 5.6 節由陳伯珍技師協助編撰)，本修訂初稿完成後，再由該協會組成諮議小組，張添晉教授為召集人，成員包括陳伯珍技師、李王永泉技師、許鎮龍技師、林金德技師、王朝民技師、陳永輝技師、阮春騰技師、廖彥雄技師、張家豪技師以及水工處魯子裕課長等進行審議，並由資深技師以其二、三十年之實務經驗，分章協助調整潤飾，使其更具實務性之內涵。在此謝謝各資深環工技師的共同協助，得以完成。

本設計及解說初稿完成後，承營建署下水道工程處副總工程司陳志偉邀請專家學者羅秋秀委員、陳一銘委員、侯嘉洪委員、黃良銘委員、顏慧敏委員、盧偉銘委員、洪俊生委員、南區分處及處本部人員，協助審查，提供寶貴的建議，經逐一加以修訂、校正，得使本設計及解說更為完整，在此一併致謝，謝謝大家的熱誠參與和指導，使得本設計及解說能做為推動小規模污水下水道有用的指引。

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($Q = 30,000 \sim 100,000$ CMD)、中規模($Q = 5,000 \sim 30,000$ CMD)及小規模($Q = 5,000$ CMD 以下)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，其污水量約為 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，則可採壓力式系統或真空式系統。

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。

1.2 小規模污水下水道之特性

小規模污水下水道，既為規模 5,000 CMD 以下之下水道系統，則其最小規模界限之考量，亦即小規模污水下水道系統之開辦，除應考量當地人口分佈外，必須從法令、放流水標準、集中處理(污水下水道系統)，或維持以合併淨化槽處理，應從經濟性、人口變動及都市化因素等，加以充分考量，以使開辦後所投入之經費及完成的設施，能達到世代有效利用。

1.2.1 各種生活污水處理方式之變化沿革

生活污水，包括尿尿及其他雜排水，其排出後的流向及處理方式，隨著社會的發展及變化，各種生活污水處理及排水之類型，如圖 1.1。

1. 挑糞式廁所，為最早期的生活排泄物處理方式，其尿尿以糞坑暫存，再定期挑出處理或運出為肥料等，另生活雜排水則直接排出。目前在臺灣除自來水尚未普及之山區或較偏遠之地區外，已經很少見。
2. 淨化槽處理(化糞池)，民國 57 年政府頒佈建築技術規則，於設計施工篇第 49 條規定，在都市計畫實施地區且經指定重要區域及有礙環境衛生地區，凡有居室之建築物，其樓地板面積達 30 m² 以上者，應設置廁所，並規定為沖洗式廁所，惟只考量尿尿，其他雜排水則未加處理就逕行排出，廁所尿尿沖洗水經化糞池處理後排出，同時依技術規則設備篇第 39 條規定，必須依使用人數，設置不同放流水水質之化糞池，也使得化糞池遍佈各市鎮數十年。
3. 建築物污水處理設施(合併淨化槽)，民國八十年代，政府修訂建築技術規則，修訂其建築設計施工篇第 49 條規定，沖洗式廁所排水及生活雜排水，除依下水道法令排至污水下水道系統集中處理外，應設置污水處理設施，該設施即為一般所稱合併淨化槽。同時內政部並頒行「建築物污水處理設施設計技術規範」，以供遵循。
4. 公共污水下水道，由於淨化槽(化糞池)或建築物污水處理設施(合併淨化槽)之設置，對於人口較密集都市化地區，仍不能隨著時代的進步，改善水污染及環境衛生，政府乃於民國 73 年公佈下水道法，用以收集處理都市計畫區等人口密集地區之生活污水，成為污水集中處理(污水處理廠)之現代化都市維生系統之一。

由於都市計畫地區內的建築物，其建設年代之不同，在污水下水道系統尚未建設前，都市計畫區內之生活污水處理設施，形成化糞池及合併淨化槽並存之狀態，當污水下水道建設到達地區，才個別予以填除，並將生活污水之糞尿沖洗水及生活雜排水一併納入污水下水道，而達到現代化之生活排水污水下水道系統。

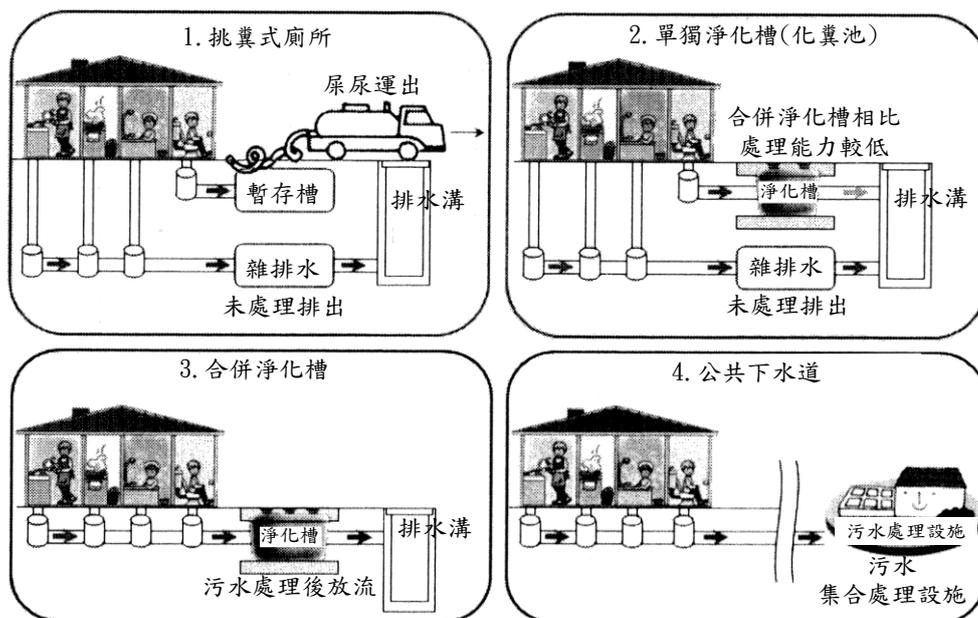


圖 1.1 各種生活污水排出類型

1.2.2 生活污水處理之相關法規

與生活污水有關的法規，有「下水道法」及「水污染防治法」。

1. 下水道法

依據下水道法第一條：「為促進都市計畫地區及指定地區下水道之建設與管理，以保護水域水質，特制定本法；本法未規定者適用其他法律」。

另同法第八條第二款：「私人新開發社區、工業區或經直轄市、縣(市)主管機關指定之地區或場所，應設置專用下水道。但必要時，得由當地政府、鄉(鎮、市)公所或指定有關之公營事業機構建設、管理之。其建設費依建築基地及樓地板面積計算分擔之。」

另下水道法施行細則第四條，針對新開發社區定義為：「可容納五百人以上居住或總計興建一百住戶以上之社區」，並針對新開發工業區，其人口計算基準訂定：「實施都市計畫地區：以建築物污水處理設施設計技術規範所定使用人數方式計算。其實施都市計畫以外地區：以每人使用三十平方公尺之樓地板面積計算」。而五百人以上新開發社區之污水下水道，其污水量即約為 100 CMD 以上之社區聚落式污水下水道。

2. 水污染防治法

依水污染防治法第七條：「事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施，排放廢(污)水於地面水體者，應符合放流水標準。」

而水污染防治法依據上述條文，針對民生污水處理設施之規模，訂定有「公共污水下水道系統放流水水質項目及限值」、「社區專用污水下水道系統放流水水質項目及限值」及「建築物污水處理設施放流水水質項目及限值」三類，彙整如表 1.1。

雖然依污水下水道之規模性質可區分為三類，但在界定放流水水質範圍，則只依流量大小分為兩類，即流量大於 250 m³/d 者，無論其係屬何種系統，其水質限值皆同。另流量小於 250 m³/d 以下者，則訂有較寬鬆的放流水水質限值。

另環保署頒行之「廢(污)水處理專責單位或人員設置及管理辦法」(附表一)，規定許可核准量 100 CMD 以上者，需設置專責人員。

表 1.1 各種生活污水放流水之基本水質項目及限值

污水下水道規模性質	流量	BOD mg/L	COD mg/L	SS mg/L	大腸桿菌群 CFU/100 mL	備註
公共污水下水道	250 m ³ /d 以上	30	100	30	200,000	在自來水水質水量保護區內，則另訂有硝酸鹽氮、氨氮、總氮及正磷酸鹽等項目，詳列於 2.3.6 之 3。一般地區已包括總氮及氨氮。
	250 m ³ /d 以下	30	150	50	300,000	
社區專用下水道	250 m ³ /d 以上	30	100	30	200,000	
	250 m ³ /d 以下	50	150	50	300,000	
建築物污水處理設施 (民國 98 年以後建造)	250 m ³ /d 以上	30	100	30	200,000	
	250 m ³ /d 以下	50	150	50	300,000	

1.2.3 生活污水集中處理(下水道)或就地直接以建築物污水處理設施(合併淨化槽)處理之比較

生活污水之處理，在於維護生活環境及保護水域水質，因之其污水必須予以處理，而其處理可分為地區性市街地人口較密集居民之生活排水以管線收集、污水集中處理後放流的污水下水道系統，以合併淨化槽處理後直接就地排放。

生活污水集中處理，是以污水下水道管網，收集一定地區內各住戶之綜合排水，也就是市鎮公共污水下水道。另以建築物為單位之建築物污水處理設施，則為合併淨化槽。

1. 個別單獨處理法—合併淨化槽

從河川水質水量之維持，生活污水由各住戶或各建築物就地處理後，經由排水溝排出注入河川，達到淨化、循環，是最合乎生態平衡的一種生活污水處理方式。但若河川流量偏低，因缺乏河川自淨作用，則會有污染問題，因之從保護河川水質言，合併淨化槽排放承受水體，仍宜有適當的流量，且因由各建築物自行處理，其處理設施之管理較不易，故其處理放流水質標準也較寬鬆。

2. 集中處理—公共下水道系統

在都市計畫實施地區，人口較密集，各住戶之生活污水，經由污水下水道管線連結，而將污水集中至污水處理廠處理後排放，由於下水道管線係以重力流排放，因之其污水廠設置之位置，都在接近河川下游，河川流量較大，

污水經處理後放流，一方面放流水質較合併淨化槽佳，且河川流量也較大，得以稀釋，其造成之水質影響，一般較以合併淨化槽就地處理就地排放，所造成的污染較低。集中處理及個別處理之特性比較，如表 1.2。

表 1.2 集中處理(公共下水道)及個別處理(合併淨化槽)之特性比較

項目	集中處理 (公共下水道)	個別處理 (合併淨化槽或化糞池)
處理方法	利用污水下水道管線，將計畫區域內的家庭、機關、學校及各種活動所產生的污水，收集至污水處理廠處理	各家庭等在其用地設置合併淨化槽，個別處理所產生的生活污水
設施耐用年數	處理廠構造物 50~70 年 機電設備 15~35 年 管線 50 年以上	構造物 30~50 年 機電設備 7~15 年
建設費及維護管理費	係針對一定地區範圍內的住商機關、學校為對象，因較密集，故其建設設置費及對每一戶來說，依規模而異	由於住宅房屋較分散的聚落，其設置較容易，各住戶之建設費用皆相同。其維護管理費較低
維護管理單位	由地方主管機關或其所委託之廠商負責維護管理，因之其處理水水質，較能獲得有效管理	由地方主管機關或住戶個人負責維護管理，惟後者較不易維持一定放流水質
設置期程	依規模，由下游漸次向上游埋設管線收集污水，因之管端住戶使用較晚	由於係個別合併淨化槽為預鑄之設施，所需時間約僅數小時，即可設置完成

1.2.4 未來人口變化之考量

依據行政院國發會預估，臺灣未來人口將因少子化而減少，預估從現在的二千三百六十多萬人，至 2050 年將降低至一千六百萬至一千八百萬人，約為 2018 年的 68~80%，如圖 1.2。

再依據行政院國發會，針對各鄉鎮區未來人口之預估，部分鄉鎮區之人口將大幅減少，至 2050 年將約有 73 個鄉鎮區人口減少達 30~53.7%，而另有 29 個地區減少 20%~30%，14 個地區減少 10~19.9%，顯示在未來將有 116 個鄉鎮區之人口會大幅減少，如表 1.3。

但污水下水道為提供世代利用之基礎設施，其龐大的投資建設，若其建設對象之鄉鎮區將來人口大幅減少，將造成投資的損失，因之對擬開辦污水下水道之鄉鎮區，尤其人口較少，人口的移動及變動較大地區，將使設施之投資成為浪費，甚至因欠缺適當的維護管理，而成為災害未爆點，故對於擬開辦之地區，應加充分檢討。

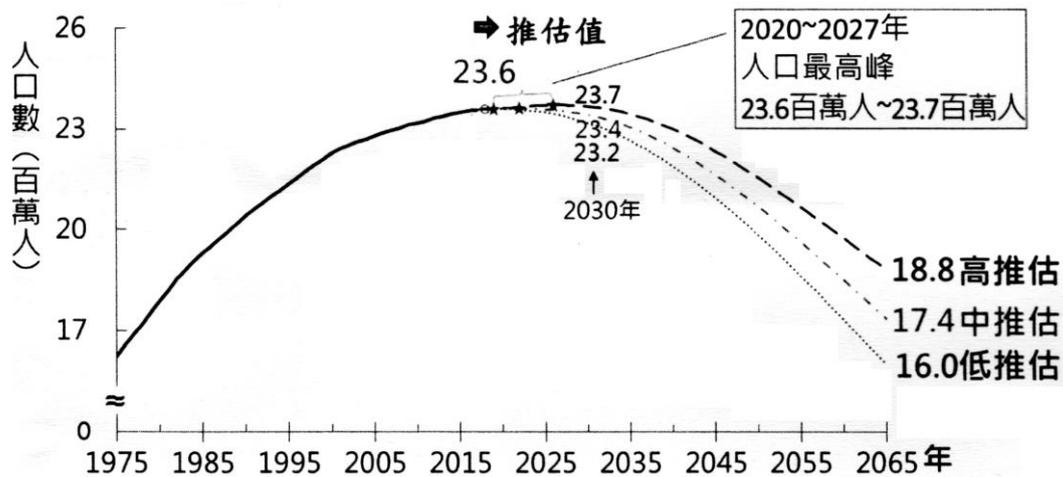


圖 1.2 臺灣未來總人口變動預估

1.2.5 污水下水道與都市化地區之考量

下水道之設置，必須為已設有自來水供應系統，以供住民之廁所能沖洗，方便污水排入下水道收集系統，且必須該地區之道路及巷弄，已依都市計畫開闢完成，可方便埋設下水道管線系統，以達到集中收集處理污水，故該地區必須為已都市化地區，方能建設。

都市或稱都市化地區，也即人口較密集分佈之地區(Densely Inhabited Districts)，與鄉村相對比較之地區，具有下列特性：

1. 土地利用密度較高。
2. 人口較多，通常需有 3,000 人以上之社區。
3. 為地方政府所在地，如鄉、鎮、市公所之所在地。
4. 各種公共設施較完整，包括有街道型態、各種維生系統設施、警察派出所、中小學校及郵局等。
5. 居民中以非農業活動人口所佔比例較多，包括從事工、商、運輸事業等。
6. 有良善的行政組織，包括公共服務業之地區。

因之都市化可定義為：「都市為一人口密度較高，人口較多，居民從事職業種類較廣，並從事二次產業且有行政組織，以提供較完善的公共服務的地區」。

由以上擴充之，都市可說是政治、經濟、社會、教育及文化的活動中心，且是企業、金融、交通及資訊機能的集中地，也是人口大量集居地。

因之小規模污水下水道之開辦條件，與該地區之都市化狀況與否，也是一重要判斷之依據。

日本對於小規模污水下水道之定義，為每公頃人口密度 40 人以上，其涵蓋之人口數達 5,000 人以上的地區稱之。

表 1.3 臺灣地區預估至 2050 年人口將銳減三成以上之鄉鎮區

2015 年~2050 年 人口變化率%		2015 年~2050 年 人口變化率%		2015 年~2050 年 人口變化率%	
高雄市田寮區	-53.7	嘉義縣布袋鎮	-41.5	高雄市旗山區	-36.4
高雄市甲仙區	-52.7	台東縣關山鎮	-41.4	屏東縣枋山鄉	-36.2
台南市左鎮區	-51.7	新北市貢寮區	-41.4	屏東縣枋寮鄉	-36.1
新北市平溪區	-50.3	台南市楠西區	-41.1	台南市七股區	-36.1
花蓮縣豐濱鄉	-48.2	台東縣池上鄉	-41.1	嘉義縣阿里山鄉	-35.4
雲林縣水林鄉	-45.7	屏東縣新埤鄉	-40.8	雲林縣林內鎮	-35.3
南投縣水里鄉	-45.3	高雄市內門區	-40.8	花蓮縣玉里鎮	-35.3
屏東縣林邊鄉	-45.2	台東縣成功鎮	-40.7	屏東縣萬巒鄉	-35.2
台東縣長濱鄉	-45.1	花蓮縣光復鄉	-40.6	彰化縣竹塘鄉	-35.2
高雄市六龜區	-45.0	屏東縣高樹鄉	-40.4	雲林縣古坑鄉	-34.4
花蓮縣富里鄉	-44.9	台東縣大武鄉	-39.9	屏東縣新園鄉	-33.9
台南市大內區	-43.9	南投縣國姓鄉	-39.8	台南市鹽水區	-33.5
花蓮縣鳳林鎮	-43.9	台南市將軍區	-39.7	台東縣太麻里鄉	-33.2
苗栗縣獅潭區	-43.1	屏東縣佳冬鄉	-39.1	台南市關廟區	-33.0
台東縣達仁區	-42.7	南投縣中寮鄉	-39.0	新北市瑞芳區	-32.7
台南市玉井區	-42.6	屏東縣車城鄉	-38.5	屏東縣滿洲鄉	-32.4
台南市後壁區	-42.5	彰化縣二水鄉	-38.2	南投縣名間鄉	-32.2
彰化縣大城鄉	-42.4	屏東縣竹田鄉	-37.6	屏東縣崁頂鄉	-32.1
雲林縣四湖鄉	-42.3	南投縣魚池鄉	-37.1	南投縣竹山鎮	-31.8
花蓮縣瑞穗鄉	-42.2	雲林縣口湖鄉	-37.1	彰化縣埔鹽鄉	-31.3
台南市北門區	-42.0	台東縣鹿野鄉	-36.9	屏東縣內埔鄉	-30.9
屏東縣南州鄉	-42.0	彰化縣芳苑鄉	-36.8	台中市石岡區	-30.8
台南市東山區	-41.9	雲林縣台西鄉	-36.4	屏東縣萬丹鄉	-30.8
嘉義縣東石鄉	-41.5	宜蘭縣蘇澳鎮	-36.4	苗栗縣南庄鄉	-30.6
				屏東縣鹽埔鄉	-30.0

備註：-29.9%~-20%有 29 個地區、-19.9%~-10%有 14 個地區。

資料來源：2015 年人口數引用內政部戶政司人口統計資料、2050 年人口變化率採用年輪組成推估法推估，臺灣野村總研討計算編制。

1.2.6 經濟規模之考量

污水下水道之建設，除所需建設費甚為龐大外，其設施之操作維護管理費，也依規模相差很大。

在人口密度較低之地區，生活污水採就地處理(合併淨化槽)及排放，其個別設置費以每人計皆相同，但集中處理之污水下水道，一般在人口密度較小地區較高，若有一定住戶數以上，以管線將其污水收集連結，成為集中處理，其管線連

結工程費及維護管理費，將隨著人口密度愈大，其每人之費用將愈低，其變化依人口密度而異，如圖 1.3。

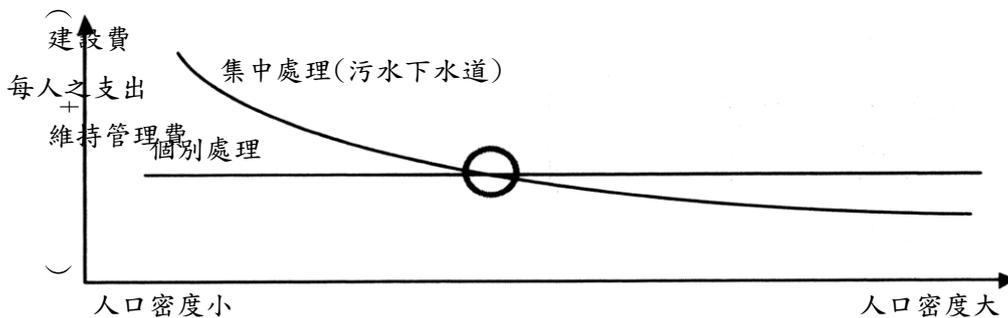


圖 1.3 污水個別處理及集中處理之每人費用示意圖

1.2.7 規模別之建議及分類

綜合上述，評估小規模污水下水道系統之開辦，需從相關法令、放流水標準之流量分級、都市化狀況、經濟性，並配合放流水標準等，為檢討建設之基準，且以未來人口減少可較緩和及人口較密集之地區優先，同時考量可世代共享，以發揮投資效益。

小規模污水下水道新系統之開辦，具體建議以人口較密集，每公頃達 40 人以上之區域，其系統連結後之污水量可達 $250 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上或人口達 1,000 人以上，且預期未來人口變動較小之地區，其污水處理廠放流水，可配合放流水標準之流量分級，處理量達 250 CMD 以上之規模，始為檢討開辦與否之依據。

另依據下水道法施行細則第四條，新開發社區聚落達 500 人以上或 100 戶以上之地區，污水量約 100 CMD 以上至 250 CMD，則列為社區聚落式污水下水道。至於人口居住較分散之村落或建築物等，其生活污水之處理，則可就地以建築物污水處理設施(合併淨化槽)處理其污水，並符合水污染防治法，流量低於放流水 250 CMD 之社區污水下水道，或建築物污水處理設施之放流水標準。至於早期所建設之化糞池之住宅，也得以持續利用，但兩者皆需定期抽取其沉澱物，並做適當的處理。

另建築物位於自來水水質水量保護區之生活污水處理，即使其污水量在 100 CMD 以下，仍應依其規模採因地制宜，不受以上限制，且可依聚落之分散狀況，檢討其最適連結規模，以做為極微小規模之污水下水道。

各種小規模生活污水之污水處理考量方式，如表 1.4。

於規劃區域生活污水之收集方式時，如圖 1.4。在既有污水下水道設施之市鎮周邊，檢討其生活污水處理方式時，如：

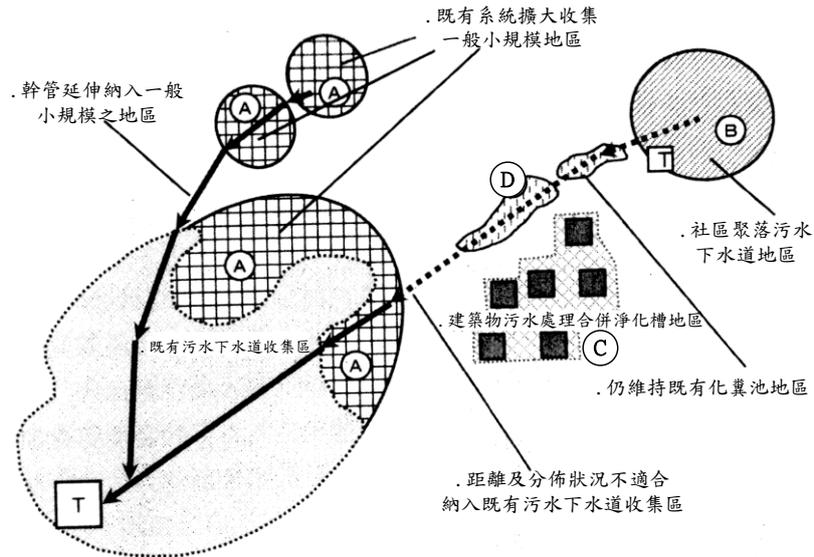


圖 1.4 各種小規模污水處理之考量例

表 1.4 各種小規模污水處理設施之規模別分類

分類		流量規模	人口聚居狀況	放流水水質目標
小規模污水下水道	A 類. 一般小規模	1001 CMD~5,000 CMD	每公頃人口密度 40 人以上市街化地區	依放流水水質標準規模
	B 類. 微小規模	251 CMD~1,000 CMD		250 CMD 以上者
	C 類. 社區聚落規模	101 CMD~250 CMD (新建社區 100 戶以上或 500 人以上)	集合住宅或較密集之新建社區	依下水道法施行細則第四條：闢社區或既有社區聚落 100 戶或 500 人以上，合乎 250 CMD 以下標準之水質標準放流水
	D 類. 自來水水源保護區極小規模	100 CMD 以下	即使人口未充分聚居，但為保護水源區水質為目的之連結者	依放流水水質標準規模 250 CMD 以下者 依水源區水質限值
建築物污水處理設施 (合併淨化槽)		100 CMD 以下新改建集合住宅或住宅	一般人口較分散之村落、非自來水水源區村落、住宅，未達社區聚落規模之分散狀住宅，其新建或改建	就地分別以建築物污水處理設施(合併淨化槽)標準
既有化糞池		既有建築物化糞池	人口分散之既有住宅	維持其既有建築物化糞池 (惟未來隨污水下水道普及率提升至一定階段，政府仍應補助鼓勵改善為合併淨化槽，以全面提升水環境)

- (1) ㉑類社區聚落數處，經評估結果，以納入既有系統較為適合，因而併入既有市鎮之污水下水道系統。
- (2) ㉒類社區聚落，則因距既有市鎮之污水下水道系統較遠、地形及距離等因素，而以社區聚落規模設置獨立之污水下水道系統為宜。
- (3) ㉓類聚落內因人口較分散，污水量少，在收集管線之最小管徑及一定坡度下，因污水仍無法流動，或流動緩慢，致造成固體物的沉積而腐敗，反而成為公共衛生問題，且在經濟上亦不適合連結為污水下水道，故規劃為建築物污水處理設施(合併淨化槽)之地區。
- (4) 聚落地區為分散性既有村落，故規劃為能維持其既有的單獨化糞池之村落。

上述各種小規模污水下水道之流量規模、人口聚居狀況及其放流水水質目標，如表 1.4。

1.3 小規模污水下水道設置之定性檢討

從社區聚落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，列舉如下：

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) 管線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，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 1.4，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之必要性及緊急性

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、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。

1.4 推動應評估之問題

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畫區，多需以小規模系統加以規劃，臺灣約有 200 個此等地區，因之其推動的社會條件評估甚為重要，其推動之評估內容如下：

1. 聚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均已完備。
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及效益。

1.5 優先建設之綜合條件

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及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及設施，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，再擴及鄉鎮與村落。

臺灣污水下水道普及率，截至 2019 年約近 35%，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，依據臺灣各都市人口結構，雖有 80% 以上人口聚居都市計畫區內，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及緊迫性，就有個別考量之必要。

位於自來水水質水量保護區的系統，基於保護水源水質，則應列為優先推動地區。

污水下水道建設，以人口密度為每公頃達 40 人以上，且已都市化地區，人口必須穩定，都市計畫道路及巷道都已開闢，雨水下水道已設置，污水處理廠用地已取得，自來水普及率高，居民具共識之地區，列為優先建設地區，或可就近納入廣域內之既有系統，以發揮既有系統效益的地區，列為優先地區，否則即使建設仍不易提升普及率，致所列的目標不易達成。

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。而構想應從計畫污水下水道之區域範圍、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、行政區域的整併調節等，使其系統或污水處理設施，具可連結變更使用等的彈性，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基本檢討。
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連結的可能性。

解說：

1. 策訂污水下水道基本構想的鄉鎮，應掌握其與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整合計畫，並檢討區域計畫內之污水下水道處理範圍、主要幹管的配置及污水處理量。
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節。
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營運管理及維護管理的單位污水所需經費，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之計畫目的。

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，包括節能減碳、安全性及技術性。
9. 污水處理廠用地位置的檢討，及處理水水質、放流點、承受水體之流量及水質狀況。
10. 因應極端氣候變遷之環境衝擊及調適，應有之考量。
11. 耐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之檢討，其調查項目包括：

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，乃為使未來的建設及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，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，並注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，亦即計畫區域的社會條件、地理條件等調查，包括：
 - (1) 人口變動及產業動態。

- (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，尤其調查計畫區之自來水實際付費售水量，用以推估每人每日用量、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、縣市污水下水道實施計畫、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、人口及社會變動等因素，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，原則不超過 30 年。

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。
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，而調整或確定計畫區域。
2. 基本計畫階段，若擬與其他污水處理設施合併共同處理時，對於整體計畫中之污泥處理利用，也應納入檢討。甚至應與其他行政區域的污水處理設施及複數的處理設施，一併檢討污泥處理及其維護管理的共同化策略。
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，並應排除不確定之因素，以能在較短建設期內達到改善環境之效益。

4. 計畫區域，應充分考量地形條件，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，以能獲得居民的認同為原則，使其不受到排斥之影響，並可在未來有效發揮處理效能。
5. 計畫區域，應就污水收集系統及污水處理設施的配置計畫加以規劃，同時應考量建設費及維護管理的經濟性，並予以比較檢討設定之。

2.3.4 計畫人口

計畫人口，包括常住人口及流動人口，宜考量計畫目標年計畫區域內的狀況，並依下列原則預估之：

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，以獲得預估家戶數。

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，因人口減少的問題，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。掌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，概估計畫目標年約二十年後之人口數，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. 另對於人口有減少趨勢地區，其人口預估應以年輪組成推估法(Cohort-Component Method)推估，據以比較。其未來人口調查，可依最近之人口普查或依據當地人口資料統計，瞭解人口分佈、都市計畫地區人口及人口密度等調查，探討計畫目標年之人口，概估以公共污水下水道集中處理，所需規模及所需建設經費。

例如人口減少所可能造成的影響，將導致污水量減少，相對的污水處理設施的效能降低，下水道使用費將不足，甚至影響營運問題，因此計畫的檢討，必須考量未來社會的變化，做充分考量。

為因應上述人口減少的問題，以現在人口推估未來人口時，在可能範圍內，可以更細的範圍(區域)為單位。

年輪組成推估法之推估，原則係以年齡層逐年推估之方法或程序，如圖 2.1。所謂年輪組成推估法，為以基準年之男女別、年齡別之人口為基本，並就婦女兒童比、男女別、年齡別之生殘率、社會移動率等，加以充分考慮，推估 5 年後之男女別、年齡別之人口，即以這種推估方式，逐次推估每 5 年的將來人口之方法。

年輪組成推估法之人口推估，計算方法如下：

首先依據現在人口以 5 歲階段別之性別人口，考慮其生殘率、移動率，並依據下列計算式計算之：

- ① 淨遷徙人口 = 男女別 5 歲階段別人口 × 各階段的移動率
 - a. 以男女別 5 歲階段別為基礎，並考量 5 年後因移動而增減所求得之人口。
 - b. 移動人口數係指統計範圍、時間內遷入人口數與遷出人口數之差值。
 - c. 移動率即為上述因遷入、遷出而增減之人口數，相對於基準年期統計範圍內人口數之比例。
- ② 封閉人口 = 男女別 5 歲階段別人口 × 各階段的生殘率
 - a. 以男女別 5 歲階段別為基礎，並考量 5 年後因生死而增減所求得之人口。
 - b. 封鎖人口數係指統計範圍、時間內僅因出生、死亡而增減人口數之差值，不考慮遷入人口數與遷出人口數。
 - c. 生殘率即為上述因出生、死亡而增減之人口數，相對於基準年期統計範圍內人口數之比例。
- ③ 出生人口數 = 15 歲 ~ 49 歲女性的合計人數 × 婦女兒童比
 - a. 15 歲 ~ 49 歲之女性 (即育齡女性) 於 5 年後生孩子的比例，所求出 0 ~ 4 歲之 5 歲階段人口。
 - b. 出生人口數為育齡女性 (15 歲 ~ 49 歲) 人數，乘上所統計的婦女兒童比所得之，即可求出 0 ~ 4 歲之男女別 5 歲階段人口數。
 - c. 婦女兒童比係指統計範圍、時間內育齡女性人數與可生產得之孩子 (兒童) 人數之比例。
- ④ 男兒及女兒數 = 出生人口數 × 出生性別比
 - a. 依據上述出生人口數，乘上出生性別比，則得出 0 ~ 4 歲之男女別 5 歲階段人口數，即 0 ~ 4 歲之 5 歲階段之男兒數及女兒數。
 - b. 男兒數及女兒數，係指統計範圍、時間內，因育齡女性生產所增加之男性人口數及女性人口數。
 - c. 出生性別比，係指統計範圍、時間內，育齡女性生產所得男性人口數與女性人口數之比例。

上述 ① 移動率 ② 生殘率 ③ 婦女兒童比 ④ 出生性別比等數據，宜依各鄉鎮獨自建立之資訊為基準。上述編號 ① ~ ④ 及 ① ~ ④ 之編號，如圖 2.1。

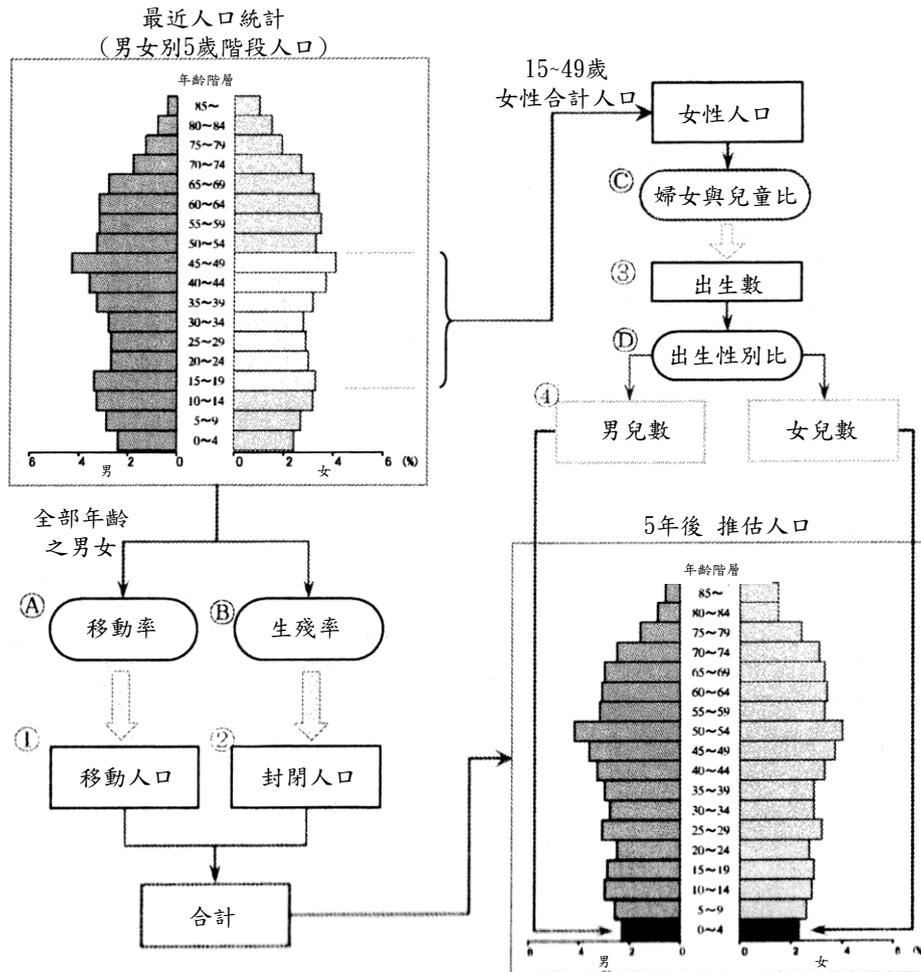


圖 2.1 年輪組成推估法推估說明

3. 預估家戶數

計畫目標年，將來計畫區家戶數的推估結果，為決定建設集中處理廠(小規模下水道系統)或個別合併淨化槽所必備的要素。基本上未來社會情勢的變化，以能反應於將來家戶推估值，此為最基礎之要求。

若沒有適當基準值時，可以將來之人口數及世代構成人口之預估值，為推估基礎。

各世代家戶數的組成，近年因人口減少，已反應在家族人口上，而呈現家戶人口減少現象，並依地區而有所差異。各鄉鎮可就其過去的變化加以預估，且應在可能範圍內設定更細的單位。

又污水採個別處理，係考量各家戶居住人數之影響，若每戶人口數多，則其在個別處理會較具效率，因之應該要反應各地區的實情，並注意集合住宅數及地域配置情形。

4. 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，以估計流動人口，藉以推估污水量。
5. 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入滲量。
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，並以事業廢水分類之。

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」第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。其規劃原則如下：

(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，乘上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，一般約為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。

但已發展飽和之區域，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，2019 年版)。

(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。因廣義生活污水已涵蓋家庭、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，乘上 120%~140%估算，並依人口規模酌定之。

最大時污水量，可參考日本小規模污水廠之操作實績，如圖 2.2。在鄉村與社區流入之最大時與最大日污水流量之變動比，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時，原則可採 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 2.3。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 2.4。

另計畫最大時污水量的決定，也可利用 Babbit 公式，如圖 2.5。該公式可自小口徑至幹管，依計畫人口求出最大時污水量，依據計畫人口求出之最大日污水量之平均 1 小時當量，乘上 Babbit 係數 M，即可算出最大時污水量。

(9) 入滲量

入滲量(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。

建議採最大日污水量之 10%~15%估算，其水質負荷設定為 0(BOD、SS)，特殊情形可視實際情況，另考量其入滲量或水質負荷。

(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，已涵蓋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到公共污水下水道污水處理廠之穩定操作時，則不適合納入，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推估之。

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，係調查當地自來水公司在收集區域內之實際售水量，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而整合推估之。

- (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，為預估使用費及維護管理費之用。
- (2) 最大日污水量，係指計畫目標年次時一年間，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，主要可為管線、抽水站及處理廠內的前處理等設施之設計依據。

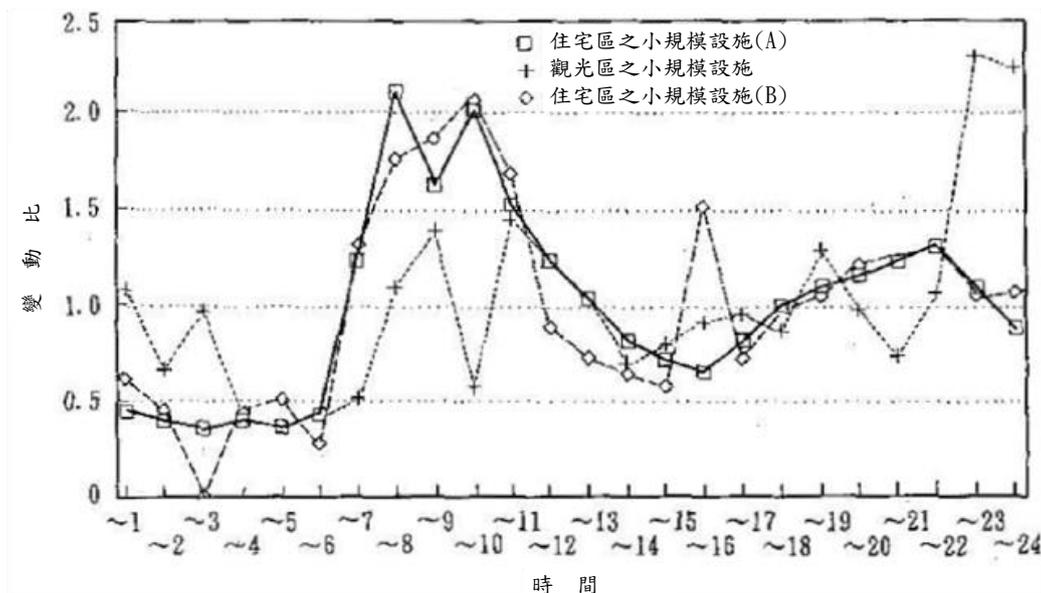


圖 2.2 流入污水量之時間變動比(2,000 m³/d 以下)

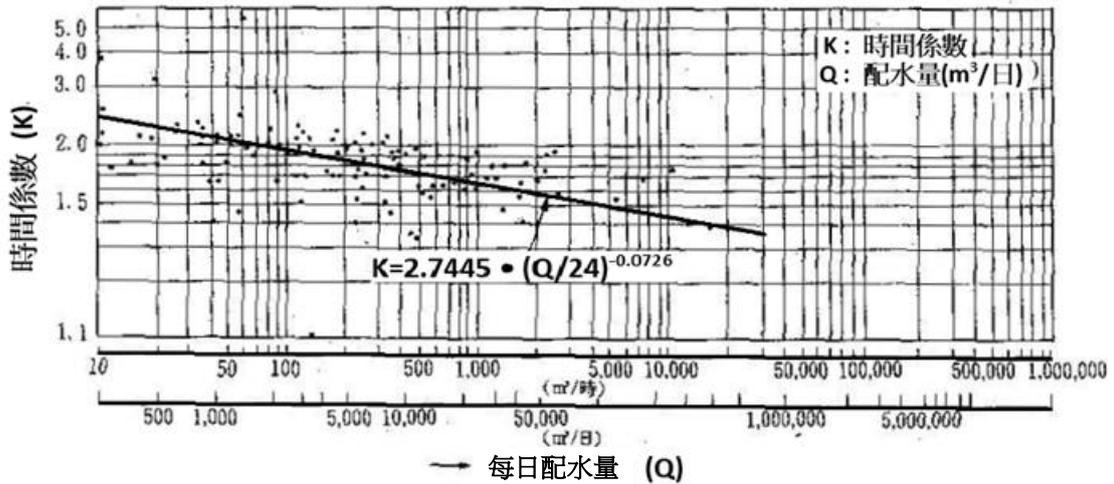


圖 2.3 自來水每日給水量、時給水量及時間係數關係
(日本 30 座都市中一般住宅區 134 處供水系統統計資料)

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。各污水量之和加入滲量，即為計畫污水量。

計畫平均日污水量為平均日污水量與入滲量之總和。

計畫最大日污水量為最大日污水量與入滲量之總和。

計畫最大時污水量為最大時污水量與入滲量之總和。

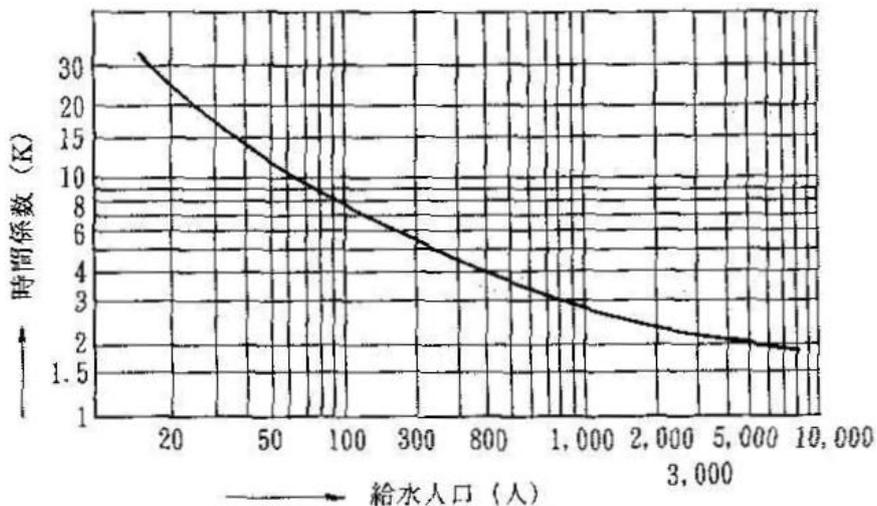
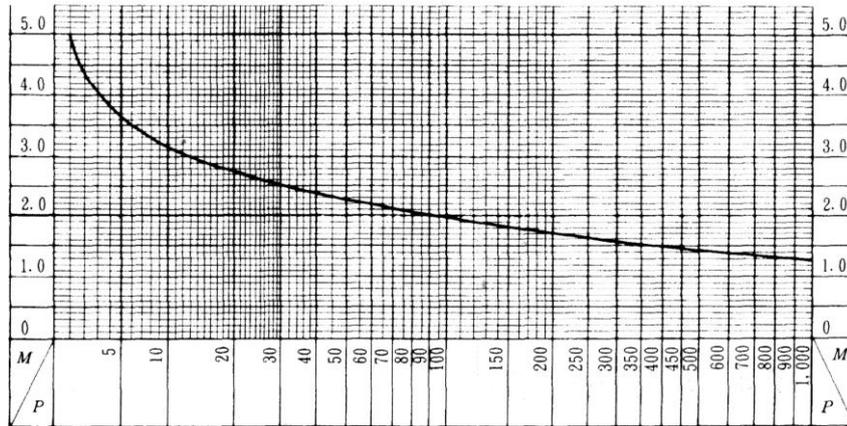


圖 2.4 給水人口及時間係數



備註： $M=5 \times P^{1/5}$

$P < 1.0$ (1,000 人) 時， $M=5$

$P > 1,000$ (100 萬人) 時， $M=1.25$

P ：1,000 人為單位之人口數

圖 2.5 Babbitt M 曲線

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，依負荷量之合計除以平均日污水量估計之。
3. 計畫放流水水質，依環保署最新法令標準。
4. 目標水質，係以能達到放流水體水質分類之限值的放流水水質。

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。觀光客之污染負荷量，常住人口與一般生活污水相同，住宿客以常住人口的 85%計，非住宿人口則以 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 136~239 mg/L 之間，故取較穩定的 140~240 mg/L，T-N 約 40 mg/L，T-P 約 5 mg/L(設計時得依實際情況，適度調整說明之)。
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：除上述 BOD、SS、油脂、硝酸鹽氮外，尚有總氮 15 mg/L、總磷 2 mg/L。氮氮 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。

4. 放流水目標水質，除符合放流水水質標準外，仍應檢討放流水水質與承受水體設定之流量及水質混合後，應能達到水體水質分類之目標水質。

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之必要性有密切關連，應充分檢討其關係及需求後規劃之。

解說：

1. 污水下水道的收集系統，係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、地下埋設物等狀況充分調查後，以自然重力流方式策訂污水下水道收集系統。
2. 污水處理廠若用地位置已確定，則應調查道路網、地形、河川、鐵路、地下埋設物等，若有揚水之必要時，也應檢討其輸送方法，以能達到污水收集的經濟性、效率性之管線配置為目的。

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、維護管理容易性等及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：

1. 必須確保所需空間，且其周邊仍有緩衝空間或區位。
2. 與主幹管銜接宜愈短、愈經濟之地點。
3. 可確保放流水順利放流之地點。
4. 暴雨時不致淹水之區位。
5. 廠內用電、用水，可容易接入之點位。
6. 對外聯絡管理道路可方便闢建之處。
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及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，因之用地位置應與集污區較近為

宜。

3. 放流設施以能方便就近排放入承受水體為原則，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之目標，否則需進行填土，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，可採歷史淹水水位紀錄加 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，其用地以可順利取得者為宜。
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及配置之。
8. 用地選定時，對於其地質狀況應加掌握，應儘量避開需做地盤改良之處，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等各種因素，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因素，加以檢討。

處理水若有再利用時，依利用量及水質需求，可另增處理設施與計畫。

2.3.11 污水處理系統繞流之考量

為增加污水處理系統之安全及彈性操作，應考量系統繞流之配置。

解說：

為提升污水處理設施之安全及操作彈性，應考量污水處理系統繞流之配置，包括：

1. 為因應氣候變遷之極端降雨，造成集水區淹水，導致大量雨水逕流灌入污水下水道系統，或污水廠發生意外事故，而不得不停止進水時之風險，宜在主幹管流入抽水站前之人孔，設置可將雨污水緊急溢流入周邊雨水下水道管渠或水體之設施，以達紓流之目的。
2. 為因應污水處理系統之正常穩定操作及初期低流量與維修需要，宜考量由進流抽水站直接繞流至初級沉澱池(不經沉砂單元)，或不經初級沉澱池而直接流入生物反應槽之規劃與配置。
3. 在去氮、除磷系統，為提升反應槽之釋磷或脫硝反應所需之碳源，可考量部

分或全部污水，以及初級沉澱池之沉澱污泥，以繞流管引入生物反應槽之彈性操作考量。

2.3.12 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來設計。惟因建設時程常有用戶接管之延宕、預估未來人口及污水量產生變化等不確定因素，故需再定期加以檢討評估，因之污水處理廠之規劃設計量，應依系統之規模，並考量分期建設計畫來辦理之。

1. 系統規模屬 C 類社區聚落式(250 CMD 以下)及 B 類微小規模(250 CMD 以上至 1000 CMD)者，原則以單一系統一次建設考量之。惟需考慮並因應池槽放空維修時之因應措施及安全防護，如系統繞流等。
2. 系統規模屬 A 類一般小規模系統者，可依實際評估採一期建設或二期建設，如採二期建設時，第一期可依計畫目標年之一半人口及污水量之規模予以建設，待其進流量達第一期設計流量之七、八成時，再檢討評估第二期之建設規模。

2.3.13 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、污泥再利用及與其他廠，共同處理之可行性。

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，可考量以密封車輛搬運方法載至鄰近中、大型污水處理廠採集中脫水處理、利用。也可於數個小規模廠中，設置 1~2 處污泥處理設施，而採區域共同處理方式。另外可檢討以移動式脫水設施(含載運車輛)，巡迴於多個小規模廠，經由各廠協議後，以巡迴脫水處理方式為主。

小規模污水處理廠，由於污泥量少，污泥性質單純，如其接近農村時，其脫水污泥也可就近提供而作有效利用，亦應依照法令積極予以檢討。

2.3.14 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，應朝共同化或區域化來進行維護管理。

解說：

小規模污水下水道，一般規模愈小，其人事費之比例愈高，具經驗之技術人員難以留任駐廠，因之其管理方法，應朝巡迴監視、遠距監控、共同化及區域化等方式，以數廠聯合或納入中、大型廠採共同維護管理方式營運之。

2.3.15 放流水體

污水處理廠放流地點的選擇，應考量對承受水體水質不造成影響，以獲致稀釋效果，且具自淨作用之良好水體，放流水水質除應達到放流水水質標準外，若承受水體之放流點下游，因環境特殊或需予保護之水體，則應為能達到地面水體水質分類標準之地點。

解說：

污水處理廠放流地點的檢討，應考量事項如下：

1. 污水處理水放流水體的水體水質分類。
2. 承受水體之自淨能力良好者。
3. 放流量與承受水體水質混合稀釋擴散之狀況。
4. 對於因環境特殊，或水體用途需特予保護之水體，應依放流水體水質分類之水質，在與放流水混合稀釋後，一年間可有 75% 以上之日期，達到水體水質分類限值之地點。
5. 放流水體放流口下游現在及未來水利用要求之水質狀況，且需位於自來水取水口下游一定距離(各地不同,非定值)以上。(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)。
6. 承受水體主管機關及水體利用者之因應能力或策略。
7. 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。

2.3.16 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，對於利用的方便性、簡易性及經濟性，宜依地方的特色等，加以充分考量。

2.3.17 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，應依據「下水道設施耐震設計及解說」，做好構造物之規劃設計及耐震措施。且應以設施結構物的耐震化為首要，其次則是構造物萬一受害時，仍應能確保其機能及安全。

處理廠及抽水站，應有設施備用及設施複數化、緊急發電及緊急水源之配置。管線系統亦應考慮複數路線，使管線與設施間能成為網狀化之配置。

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、污水量及水質之推估、承受水體之流量及水質、放流後之水體水質預估，承受水體若有利用時，除需符合放流水標準外，也應於放流後可達到水體分類之水質限值。
4. 規劃原則，包括水準點、收集系統、污水處理系統、緊急繞流、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。

2.5 臺灣小規模污水下水道系統概況及規劃策略

2.5.1 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，並可為其他鄰近之微小規模、社區聚落式規模或極小規模處理設施之中心廠。

解說：

一般小規模污水處理廠，係處理污水量在 1,001~5,000 CMD 之污水下水道系統，此一規模設計量，目前臺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(A²O+砂濾)、大溪(TNCU+砂濾)、中興新村中正(AO-MBR)及內轆(氧化渠)、朴子及民雄(活性污泥+砂濾)、官田(氧化渠+砂濾)、旗美(A²O+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，環保署已將總氮及氨氮列為處理對象。位於水源保護區者，應採去氮除磷程序，並以 UV 消毒為原則。

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、巷弄之闢建狀況配置之，並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系統或真空式系統收集配置之。
3. 一般小規模污水處理系統，除不設置污泥厭氧消化設施外，可朝配置為一完整的污水二級處理系統予以規劃，並以低負荷、具彈性，可達總氮及氨氮放流水標準之處理程序規劃之。如若為氧化渠，則應採可去除總氮的處理程序，或以硝化內生脫硝程序，原則可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，則可檢討以化學凝聚程序處理之。
4. 消毒方法在水源區內，建議以 UV 消毒為原則。非水源區內，則以次氯酸鈉消毒方式較為常見。
5. 另為考慮經濟性及操作管理之效益，可規劃一般小規模污水處理廠為區域或周邊各類小規模污水處理設施之共同管理中心，包括污泥共同處理、水質集中檢驗及設備修護維護之中心廠。

2.5.2 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、道路及地下水位、巷弄闢建狀況而定。
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：

微小規模污水處理設施，定義為處理污水量在 251~1,000 CMD，約為 1,000 人至 5,000 人口之密居聚落狀態之村里。目前在臺灣地區設計量介於此一規模且運轉中的污水處理設施，有復興鄉(A²O)、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。

本系統為介於一般小規模系統及社區聚落式規模之間，其污水處理系統規模可視污水處理設施周邊一定距離內，有無可共同處理污泥及巡迴管理而定，否則可考量酌設少數白天輪班人員。

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、巷弄之闢建狀況配置之，並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系統或真空式系統收集配置之。
3. 污水處理方法及處理系統，可考慮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回分式活性污泥法、接觸曝氣法、延長曝氣法、氧化渠法及硝化內生脫硝法為考量，以能達到去除部分有機氮之目的。至於消毒方式，在水源區者以 UV 消毒為宜，非水源區者，也可考慮以次氯酸鈉或氯錠來消毒。若其鄰近另有其他污水處理廠者，則其污泥處理流程可採共同規劃，

可定期排泥再集中共同處理。水質檢驗室及分析人員，也可採合併設置規劃，但仍需配備基本之 DO 計、SV₃₀ 量筒。若為去氮除磷系統，則可採上述各系統之去氮除磷方法，或於去氮後添加 PAC、氯化鐵等藥劑予以除磷，並應設置 ORP 及 MLSS 計。

倘若本處理設施鄰近沒有或尚沒有其他處理設施，而未來可能另設有其他系統者，則可規劃並先行設置污泥共同處理設施，以符合未來之需求。但應包括其所需之處理容量，並配置適宜之操作管理人員。

2.5.3 社區聚落式規模污水處理系統

社區聚落式污水處理系統，設計考量如下：

1. 社區聚落式污水處理設施，以處理 101~250 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而考量之。

解說：

社區聚落式污水處理設施，係處理集合住宅或較密集新闢社區 100 戶或 500 人以上、屬聚落狀態之小社區污水處理系統，服務對象為小區塊集中型住宅聚落、遊憩區、學校或營區，係人口聚居聚落於公共污水下水道不易到達之地區。因處理規模小，可採就地處理方法設計，其具工期短、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。

社區聚落式規模之既成案例，有衛福部彰化老人療養中心 200 CMD 接觸曝氣法、裕大花園別墅 D 區 MLE 活性污泥膜濾法 100 CMD 及馬祖塘岐污水處理廠 200 CMD 採活性污泥膜濾法等。

社區聚落式污水處理系統，原則以收集 101~250 CMD 以下，家戶間距離在 30 公尺以內者，否則可以套裝式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。

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，社區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 101~250 CMD，約 500 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之地區，系統設置彈性較大，可專門處理部分零星建築之生活污水，以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、消毒及放流或水回收裝置，可依據目標地區之需求，彈性結合各項系統，其中消毒可以氯錠為原則。社區聚落式污水處理系統建設成功之因素，除了適當選址及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. 社區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. 社區聚落式污水處理設施，處理方法之選定，依放流水水質採自動化及遠距離操作，污泥以定期排泥、貯留再送至他廠共同處理為原則，或以巡迴操作管理為主，其污水處理程序宜考量具簡易及彈性特性之單元及組成。

各種生物處理單元之設計，可參考「污水處理廠設計及解說」各相關處理程序之設計參數。系統的操作則以自動化運轉設計，並考慮可與其他處理設施共同巡迴管理。

上述各生物處理系統，可考量不設置初級沉澱池，污泥以巡迴管理間歇排入污泥貯存槽，定期由污泥車運出至其他污水處理廠合併進行污泥共同處理，廠內可不設置水質檢驗室，惟宜配置 DO 計、SV₃₀ 量筒等，以供巡邏時檢測。

2.5.4 自來水水源保護區極小規模污水處理系統

自來水水源保護區極小規模污水處理系統，設計考量如下：

1. 極小規模污水處理系統採集中處理，係專為自來水水源保護區內散居戶而設置，其連結戶數可能僅為數戶至數十戶，以有別於非自來水保護區之散居戶，係採個別合併淨化槽或維持既有化糞池。
2. 極小規模之污水收集系統，以能利用散居戶間之連結道路，於側溝內埋設污水收集系統或採較淺覆土埋設，以減少水頭損失及節省工程費。
3. 極小規模之集中污水處理設施，以簡易且可採巡視管理為原則，其污泥則採定期抽出送至其他規模較大之系統，一併處理之。

解說：

在自來水水源水質水量保護區，為保護公共用水水源水質，並能達到有效的維護管理，即使是分散性村落、住宅，也應儘量就地數戶連結成為極小規模之污水下水道系統，此即為極小規模污水下水道系統，而不考量其規模是否達到 100 戶以上。

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。金門縣及連江縣也設置數十處極小規模污水處理設施，另外在鯉魚潭周邊、日月潭周邊、陽明山區內，以及石門水庫大溪順時埔也以村落 26 戶設有 25 CMD 之極小規模處理設施。

1. 極小規模之處理水量、水質及放流水水質之推估依據及標準，皆可依本章基本計畫相關敘述。惟因係極小規模，其最大日污水量係以平均日污水量之 1.4 倍、計畫最大時污水量則以平均日污水量之 4 倍計算，甚至於在台北水源特定區內，亦有 1.5 CMD 之單一式淨化槽之設置。
2. 至於污水處理設施之設計，因其收集人口更少，生活模式、步調更相近，因之其進流水之時間變動更大，故在各單元設施設計上，更應考量其彈性。因其管理人力更為不足，不可能有專人管理，因此需採巡迴管理、遠距監控或只是委請周遭居民就近協助巡視，因之處理設施之設計考量，更應具有自動化或遙控能力，以掌握相關設施之啟動狀況。

3. 極小規模之處理設施，其生物處理系統因多需去除氮、磷，除回分式程序，可去除 BOD、氮、磷外，亦可考量接觸曝氣法+PAC 或活性污泥膜濾法+PAC。各種處理方式詳第五章。
4. 由於水源保護區內之污水下水道系統，其用戶用水有可能用山泉水，加上因流程長，除受稀釋外，易分解部分可能已在流程中分解，故通常進流水 BOD 之濃度較低，設計上除應考量該等因素外，並宜檢討添加外部碳源之必要性。

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，抽送至抽水站及污水處理廠之功能為目的。

小規模污水下水道管線系統收集地區，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，其建設及維護管理愈不經濟。

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，因面積較廣或家戶間之距離較遠，為收集該地區之污水，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。

臺灣位處地震帶，常因地震造成管線、人孔及污水處理廠之破壞，而影響污水收集及處理功能，因此污水下水道設計時，應將耐震設計列入考量，並可參考台灣水環境再生協會編撰之「下水道設施耐震設計及解說」內容。

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，其應注意事項也應一併予以考量。

解說：

小規模污水下水道系統之管線設施設計程序，如圖 3.1。各階段應注意事項，如圖所述。

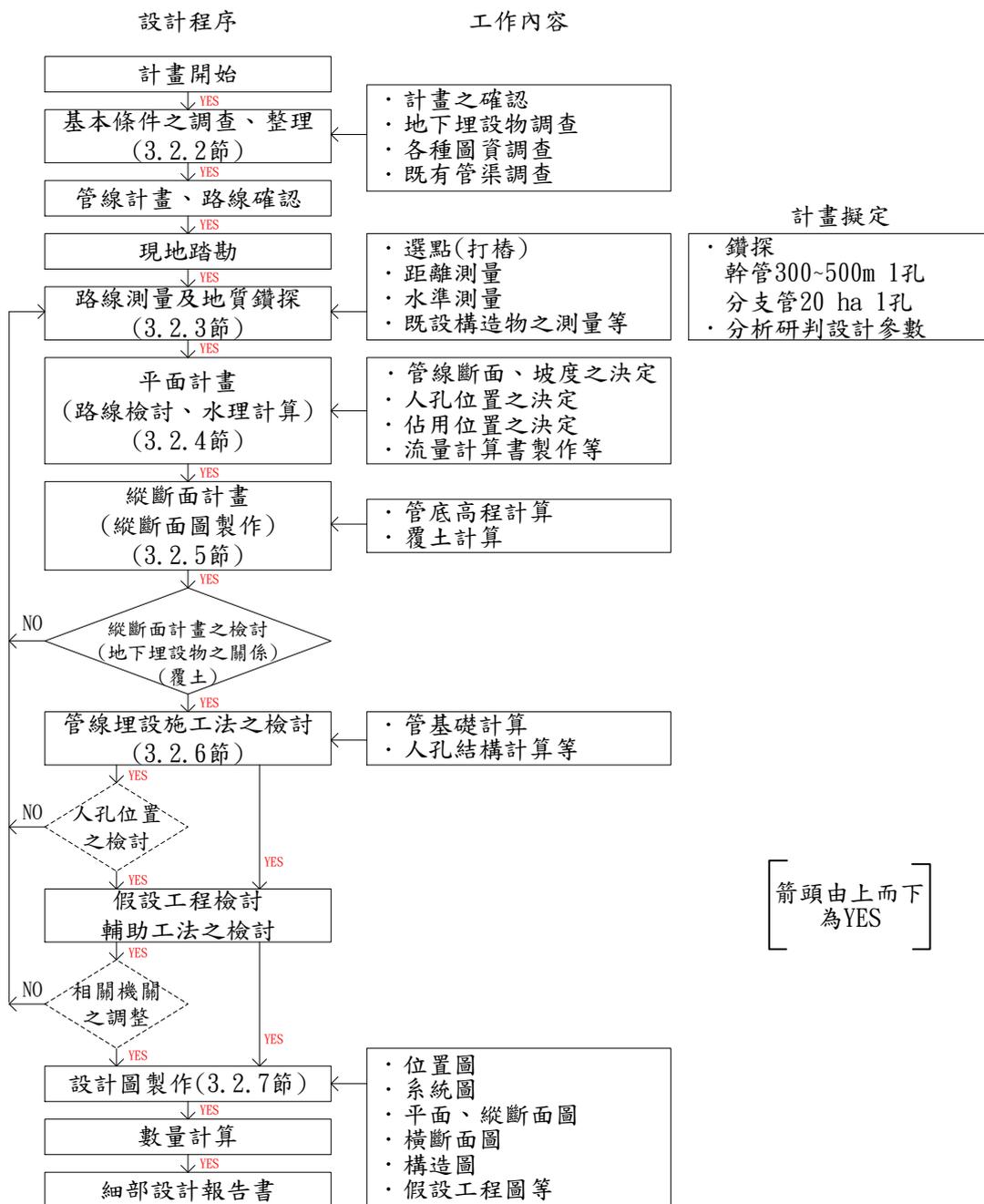


圖 3.1 管線設施設計程序

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，應注意其正確性。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)。

3.2.3 路線測量含地質鑽探

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

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、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，包括：

1. 流量計算。
2. 路線檢討。
3. 平面草圖的製作。(一般採用比例，總平面圖為 1/2,000~1/10,000，平面配置圖為 1/1,000)

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、地面高程。
3. 管基礎型式、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. 放流水承受水體名稱、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、職安設施、開挖擋土等工程。推進施工假設工法包括交通維持、施工圍籬、工作井開挖、工作井通風及排水等。

3. 輔助工法

輔助工法包括抽排水、地盤改良、地下障礙物排除等。

除上述三項外，應就施工條件、施工工法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：

設計內容成果的呈現，包括設計圖、設計成果報告、工程規範、工程預算及計算書的製作等。

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，可參考第 2.3.5 節。

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，乃就集污區整區做平均量推估，但有可能各地區之特性不同，如用水量及人口及土地利用，以及地下水位的高低及管線老化後滲入水量增加，及雨、污水分流不徹底等不確定性因素，導致計畫污水量及實際流量有所差異，為使污水能順暢排除，小規模污水下水道系統污水管設計時之計畫污水量應考量餘裕量。
2. 重力收集管線設計時，均採非滿管流設計，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
$D \leq 500 \text{ mm}$	0.5
$600 \text{ mm} \leq D \leq 900 \text{ mm}$	0.7~0.8
$D \geq 1000 \text{ mm}$	0.8

3.3.3 流量計算式及水力特性曲線

管線斷面的決定，原則以 Manning 流量公式計算流速，乘上流水斷面積，求取流量。

解說：

管線 Manning 流量公式為：

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (3-1)$$

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

式中：

Q：流量(m³/s)

A：流水斷面積(m²)

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：濕(潤)周(m)

S：坡度

污水下水道管線，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，應以滿管或設計水深下流量之流水能力，為設計斷面，但為預留污水突然增加之彈性，小管線斷面多以計畫污水量之水深，以不大於 0.5 倍管徑進行設計。

粗糙係數依管材而異，如 Manning 公式。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	管線內面粗糙係數			
	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

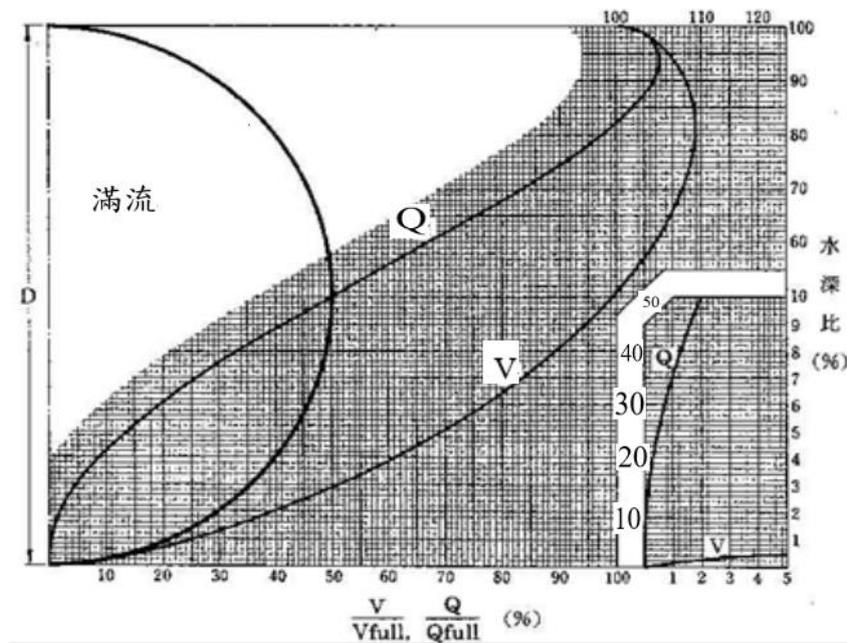


圖 3.2 圓形管之特性曲線(Manning 式)

3.3.4 抽水機污水管壓力流流速及流速係數

管線壓力流水力計，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阻力損失的 Hazen-Williams 公式，該公式雖為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線壓力流水力計算經驗公式。

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

$$h_L = L \times \left(\frac{V}{0.3549 \times C \times D^{0.63}}\right)^{1.852} = 6.81 \times \frac{L}{D^{1.167}} \times \left(\frac{V}{C}\right)^{1.852} \dots\dots\dots (3-4)$$

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

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：流速係數(表面粗糙係數 Roughness Coefficient)，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 為各種常用材質之表面粗糙係數

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 值

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，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，避免管線埋深過大之不合理情形，並導致工程費偏高現象，惟設計流速較低管段應加強清疏。

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。另坡度若遇跌落過大，則應考量以消能措施以緩及水流。

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性、經濟性及容易連接管的接入，原則管徑以 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為優先，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，原則依地形、地質及污水的流況，以自然重力流為宜，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過深，於考量維護

管理及經濟性，可考量以壓力管段之組合配置。

- 管線的設置，原則優先以計畫道路或既成道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。惟公有地可協商採撥用方法辦理。
- 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

道路段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、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

污水下水道管線種類		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，應選用具充分強度的管材外，並做必要的防護
	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
	道路	1 m 以上

3.3.9 倒虹吸管

原則不設置倒虹吸管。

解說：

小規模污水下水道系統由於流量少，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：

- 管線的接合，依據集污區內的道路坡度，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系統，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，於考量彎曲水頭損失及施工誤差，若地形坡度許可，可考量設置跌落，一般明挖施工以跌落降 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，由於合流前後流向、流速有差異，為避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，若可以跌落接合時，則以跌落接合為宜，以能維持充分的速度水頭為原則。

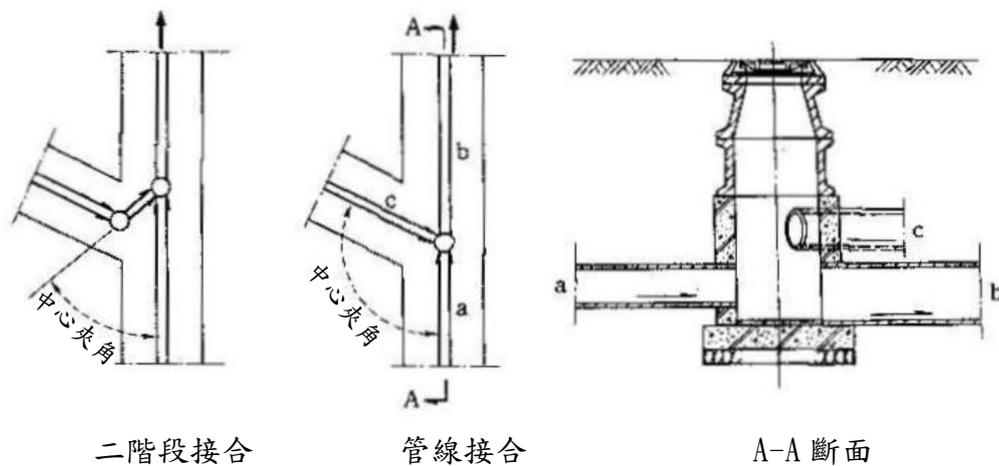


圖 3.3 管線接合法

3.3.11 接頭

管線的接頭，應具水密性及耐久性，原則採用承插接頭。

解說：

小規模污水下水道系統管線設施，其所利用的接頭應考量施工容易，並於適當距離，設置伸縮接頭，以增彈性，原則採用接著型承口接頭，並於適當距離設置伸縮接頭。

在重要幹線及軟弱地質之管線與人孔等構造物接合時，則應採用以具耐震性或對應不均勻沉陷之伸縮接頭，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具耐震功能。

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. 污水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，為維護及清理，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。

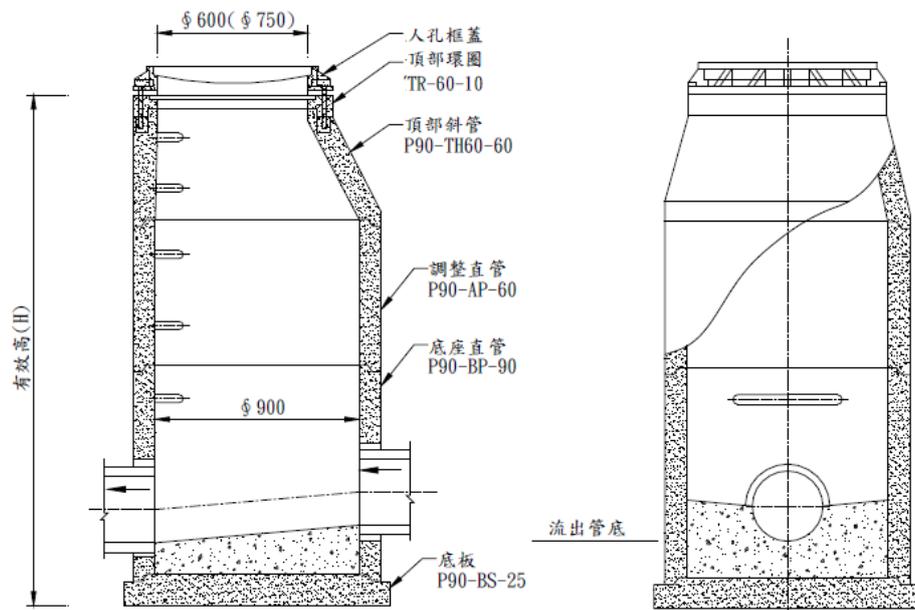
3. 人孔的種類依管徑決定之，一般而言，除特殊要求需以場鑄人孔設置外，以預鑄人孔優先考量。而預鑄人孔的形狀、構造及人孔框蓋之規範，依 CNS15431 A2297 及 CNS15536 A2302 國家標準設計製造。
4. 人孔內流入管管底與底座導流槽頂部落差超過 75 cm 時，基於維護管理需要，應設置跌落設施，並應有防止人孔蓋飛散措施。
5. 管線跌落處為能達消能效果，必要時應考慮設置跌落井或消能槽。

解說：

1. 人孔為管線管內檢查及清掃所必要的設施，也是為管線接合及會合而設置者。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，原則以設置 CNS15431 A2297 國家標準之 P900 人孔(詳圖 3.4)或 P1200 人孔(詳圖 3.5)，人孔框蓋則依 CNS15536A2302 設置。
4. 人孔內入流管底與底座導流槽頂部落差超過 75 cm 時，應設置跌落設施(詳圖 3.6)。人孔跌落設施分為內跌落及外跌落設施，原則為明挖施工之人孔以設置於外跌落設施(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落設施時，則可設置於人孔內側之內跌落設施。副管功能在於使人孔內的檢查及清掃工作方便，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，在可能範圍儘量大些，其尺寸建議，如表 3.5。
5. 污水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，甚至發生衝擊破壞，因之有設置消能措施之必要(詳圖 3.7)，另高落差地點也有該一現象，可採跌落井因應之。消能設施亦可採取跌落管內設置擋板，或在跌落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。

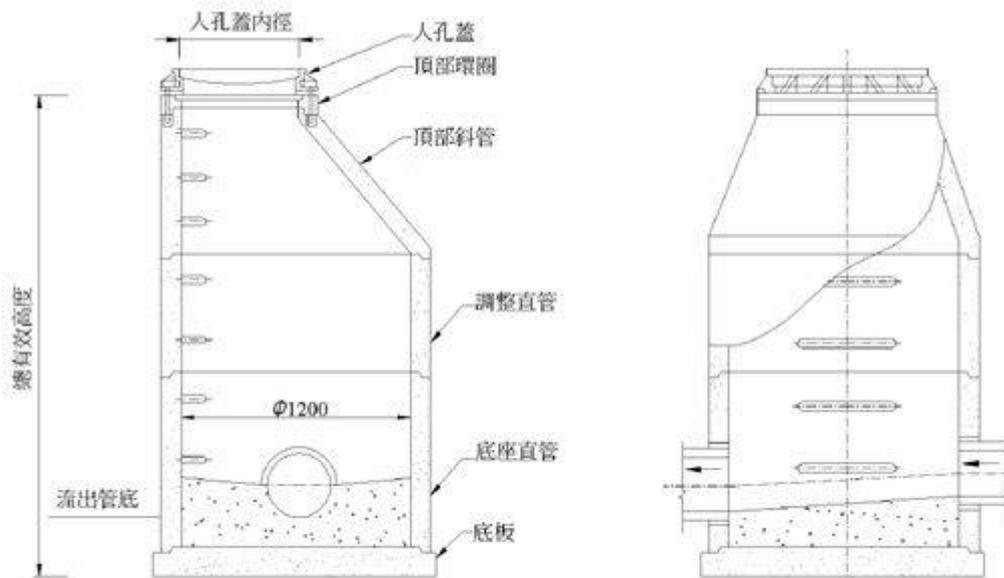
表 3.5 一般人孔跌降設施之主、副管尺寸建議

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



註：有效高(H)為各組件型號最後一碼之總和

圖 3.4 P900 標準人孔圖



備註：總有效高度為各組件有效高度之總和

圖 3.5 P1200 標準人孔圖

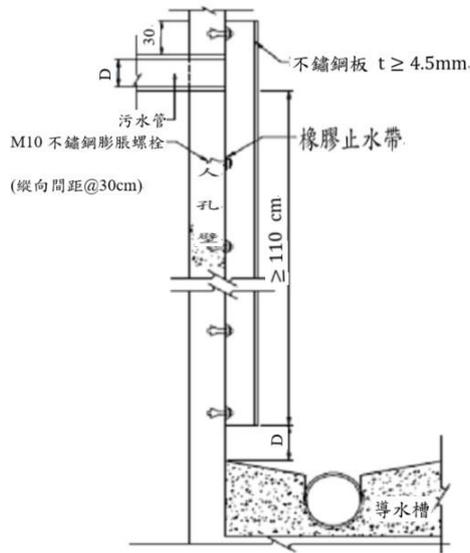
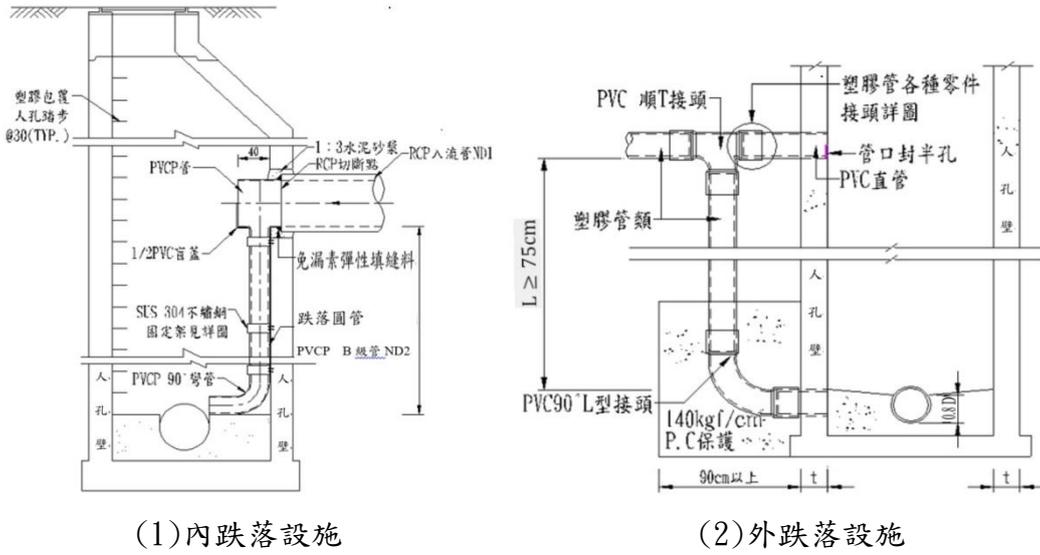


圖 3.6 人孔內跌落設施及人孔外跌落設施示意圖

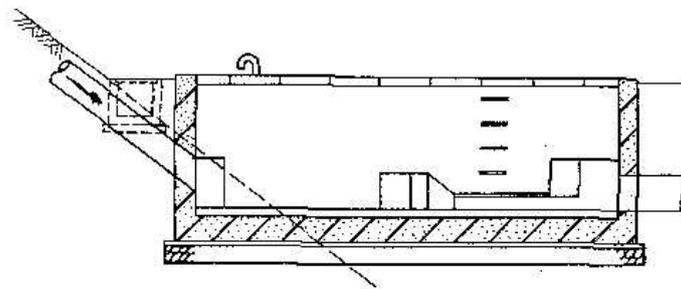


圖 3.7 消能措施

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，並依係重力管或壓力管考量之。

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(ABS)、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。

溫泉地區管線管材除考量安全性、水密性、耐久性及施工性等因素外，在耐高溫性及抗腐蝕性需特別考量，可依溫泉特性及溫度高低選用耐熱聚乙烯管(CPVC)、玻璃纖維管(GFRP)、聚丙烯管(PP)、ABS管、高密度聚乙烯管(HDPE)管等管材。

3.3.14 管線保護

管線之保護，設計考量如下：

污水管的保護，應於考量管外壓、管內磨損及腐蝕等因素後決定之。

解說：

1. 外壓保護

倘有土壓及上部載重超過管線的可承受外壓力時，或穿越軌道及河川時，應以混凝土或鋼筋混凝土予以包覆，達到抗外壓的保護。

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、鋼筋混凝土基礎及基樁基礎等方法施作。

解說：

管基礎之型式，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：使用在管線外壓負載大，管線必須補強之處，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，惟依管線種類、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，管線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。污水下水道管線承受載重之能力不僅與管材自身之強度有關，管線底座反力及管線兩側之壓力分佈亦具決定性因素，因之必須依據管線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。

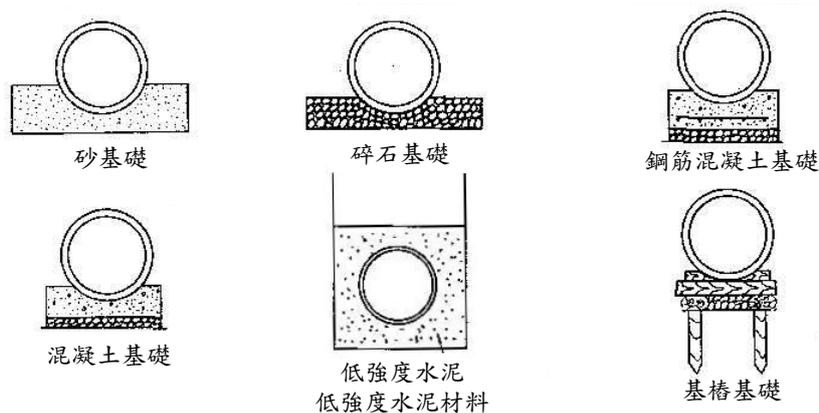


圖 3.8 剛性管的各種基礎

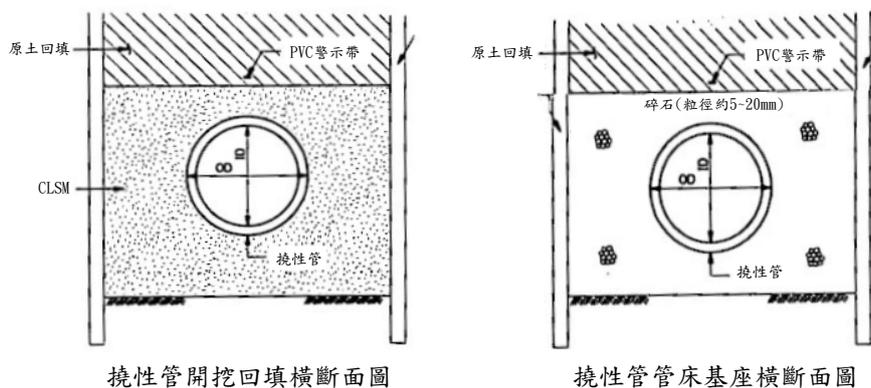


圖 3.9(a) 撓性管的各種基礎



混凝土陰井(60cm)



直管式連接井(30cm)



塑膠陰井(60cm)

圖 3.9(b) 陰井(連接井)參考圖

3.3.16 污水陰井(連接井)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。組合式連接井由調節環、墊層、中層及底層組成。詳圖 3.9(b)。

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(連接井)。
- (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(連接井)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

收集之污水，均可為管徑 200 mm 管線所輸送，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(連接井)。

- (2) 污水陰井(連接井)設置位置，直線部分原則每 40 m 可設置一個(在相同管徑管線直線部分之設置間隔，不得超過管徑之二百倍)，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，若因地形因素、用戶因素或施工障礙等特殊情形，無法維持 1% 以上時，應述明原因方能採用，其最小流速至少為每秒零點六公尺。
- (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，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，原則應位於河海湖泊等承受水體之低水位附近。
3. 放流水水位低於承受水體高水位者，應設置自動閘門、舌閘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：

污水下水道收集污水至污水處理廠處理後之放流水，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，應先與放流承受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. 放流水排放至承受水體時，落差如果太高，會在承受水體的水面產生泡沫，影響觀瞻，應在排放口前設置泡沫消除井，並降低泡沫消除井下游端，放流管的管頂高程接近水面或在水面下。
4. 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、舌閘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，以致於放流水無法重力排出時，必須利用放流抽水機以壓力排放。
5. 放流口位置應依飲用水管理條例規定，距飲用水水源水質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。放流水與承受水體混合後，其水質應能符合承受水體分類之水質要求。

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. 管線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. 有不明水滲入及樹根侵入等，容易發生地點的考量。

解說：

1. 人孔間隔以充分考量管線檢查，可到達的長度為延長依據，有關一般維護管理機器的能力及實績，如表 3.6。人孔以作業人員可進入坑內作業的大小為宜，為降低工程費多採用小型者，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. 管線內阻塞原因，主要多發生於餐飲業排入油脂固結(可依法要求設油脂截留器)，以及從人孔不法投入砂土、水泥砂漿、土壤改良劑及樹根的侵入，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，也應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、大樓污水坑排入污水下水道位置、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、全鋁質混凝土管、樹脂混凝土管或樹脂內襯的混凝土管，以防腐蝕。
4. 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) 80m (最大) 150m	
	抽泥車	最大揚程 22m	
調查	TV 檢視裝置	自走式 150m 牽引式(電纜長度) 200m	
修繕	打包機工法	100m	
	Y 字管注入工法	200m	
	環狀工法	50m	小管徑
	形成工法	50m	小管徑
改建	反轉工法	100~300m	依管徑
	形成工法	70~120m	
	製管工法	150~200m	

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儘量減少。
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線，多設置於公共道路上，其規定之埋設深度較深，隨著工程進行，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(連接井)或組合式連接井引水方法，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(連接井)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，原則以自然重力流設計，但若受地形因素或施工有困難等，則可採壓力或真空式設計。

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、進流水及放流水質標準，依第 2.3.5 節及第 2.3.6 節辦理。
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。在規劃設計應充份考量其經濟性，相關設計考量如下：
 - (1) 原則應以重力方式收集。
 - (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污水下水道系統，加以比較後決定之。
3. 污水抽水站之設計考量，

當地形自然坡度因素致污水排放困難，或是污水收集管線以重力排放方法增加工程費時，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. 在重力式污水下水道系統施工困難或不具經濟性、安全性及管理性時，考量

以壓力式或真空式污水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

小規模污水下水道系統之管線，原則以重力式為標準，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(連接井)、連接管所構成，可藉重力式、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。其管線可為重力式，也可為壓力式者。

一般真空式及壓力式用於收集系統，而輸送系統則適用於壓力式。

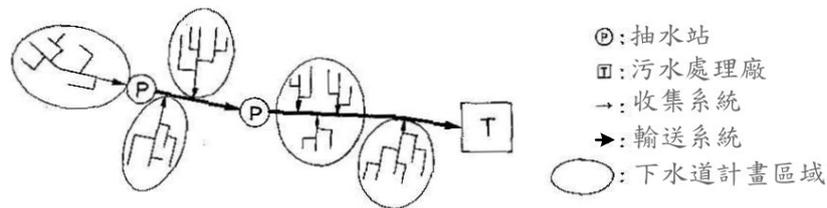


圖 3.10 污水下水道管線系統之分類示意圖

在污水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污水下水道系統。

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自然重力流埋設時。
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. 為期污水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。

各系統的特性如下：

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，應就計畫污水量及流入水質等，做綜合比較選定之。

表 3.7 小規模重力式、壓力式與真空式污水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	污水採自然重力流下	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，管路較長時污水會腐敗使溶氧不足，處理程度較高	較重力式為高
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	φ 200 mm 以上	φ 100~φ 150 mm	φ 100~φ 250 mm
埋設深度	受地形、障礙物影響，越往下游越深	於淺層處理設	於淺層處理設，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區
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，較重力式之維護管理費高	真空閥單元、中繼真空抽水站需動力，較重力式之維護管理費高
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

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，適用真空式污水下水道。
- (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

壓力式污水下水道系統，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、地質及社會條件等，並與重力式做比較。
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. 污水下水道計畫區有下列特性時，應就重力式及壓力式，加以檢討比較決定之。
 - (1) 集污區內的污水，輸送至其他處理區或處理廠，以及將低窪地區收集的污水，送至位置較高之處理廠時。
 - (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) 因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) 管理及檢查內容。
- (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. 污水下水道集污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。

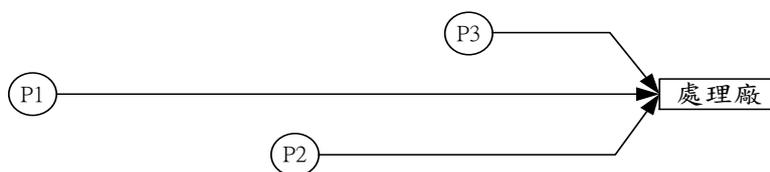


圖 3.11 單段壓送型式

(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。

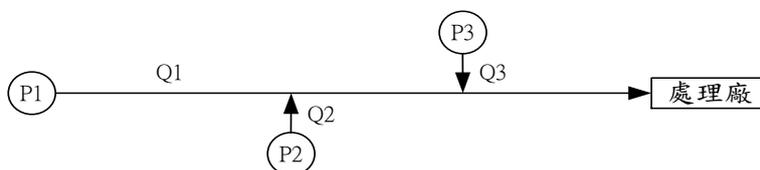


圖 3.12 多重壓送型式

(3) 多段壓送，其型式如圖 3.13。

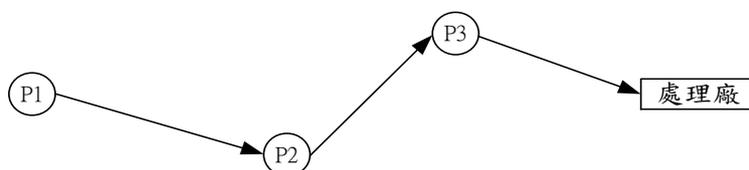


圖 3.13 多段壓送型式

(4) 壓送及自然重力流併用時，其型式如圖 3.14。

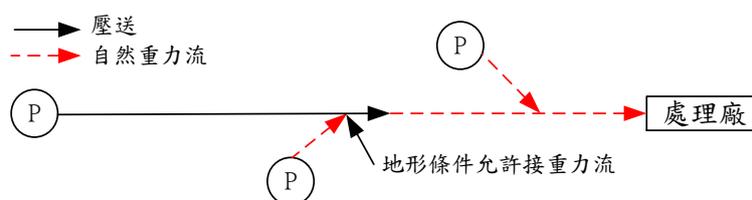


圖 3.14 壓送、自然重力流並用型式

3. 壓力管的設計水壓，由靜水壓及水錘壓所形成，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。

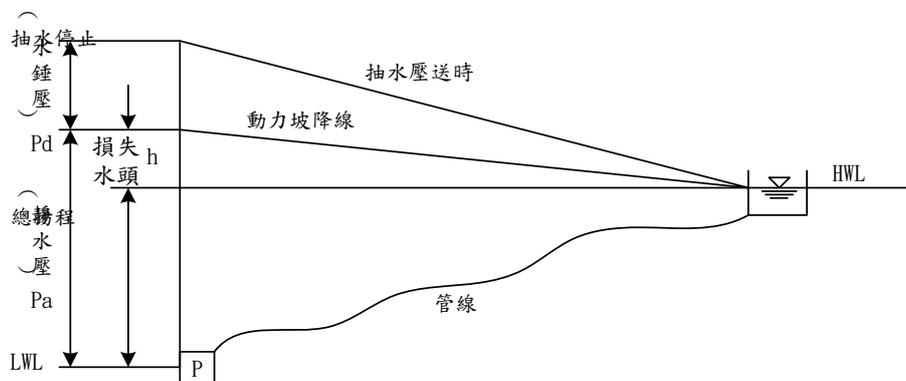


圖 3.15 靜水壓及水錘壓

壓力管的流速計算，一般以 Hazen Williams 式

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (3-6)$$

$$V = 0.3549 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot (h_L / L)^{0.54} \dots\dots\dots (3-7)$$

式中：

Q：流量(m³/s)

A：流水斷面積(m²)

V：平均流速(m/s)

C：流速係數(表面粗糙係數 Roughness Coefficient)

(其值依各種不同材質而定，一般綜合以 110 為標準，若只考量直線，以 130 為標準)

h_L/L ：能量坡降

R：水力半徑(m)

h_L ：長度 L(m) 之水頭損失(m)

L：相當直管長(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。

4. 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、切換用、排水用、防止逆流用及吸排氣用等閥類設備。
5. 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，考量生命週期。

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，包括小型沉水式研磨抽水機(Grinding Pump)、切削式抽水機及無阻塞型抽水機，下列以常用的研磨抽水機為例，加以說明：

1. 為防止異物阻塞而設置研磨抽水機(以下簡稱 GP)。
2. 污水以壓力狀態輸送的壓力管線。

壓力式污水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 小型沉水式 GP，包括離心式及正排量式，後者用於總水頭大於 30m 的情況下。
- ③ 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。
- ④ 抽水機揚程，於考量實揚程、壓力管線的損失水頭、單元內配管及閘類等之損失水頭決定。

(2) GP 單元

- ① 各 GP 單元的接管戶數，於考量地形、環境、地質等狀況決定之。
- 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：

壓力式污水下水道收集系統，如圖 3.16。GP 單元的構成，如圖 3.17。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。壓力式污水下水道系統國內代表性案例包括新烏地區污水下水道系統(抽水站 52 座)及翡翠水庫上游地區污水下水道系統(抽水站 15 座)等。

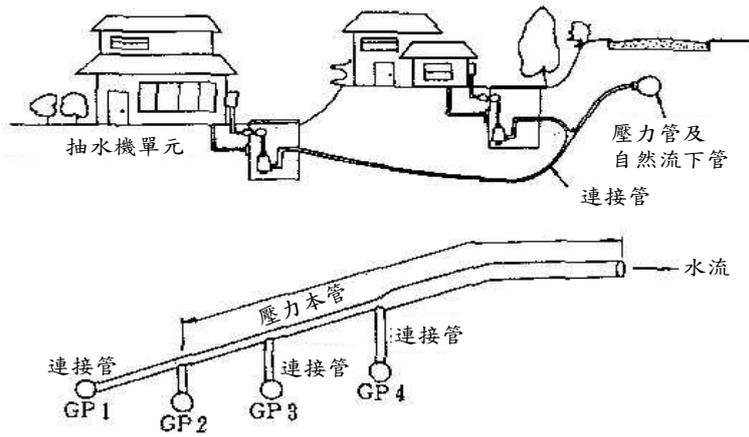
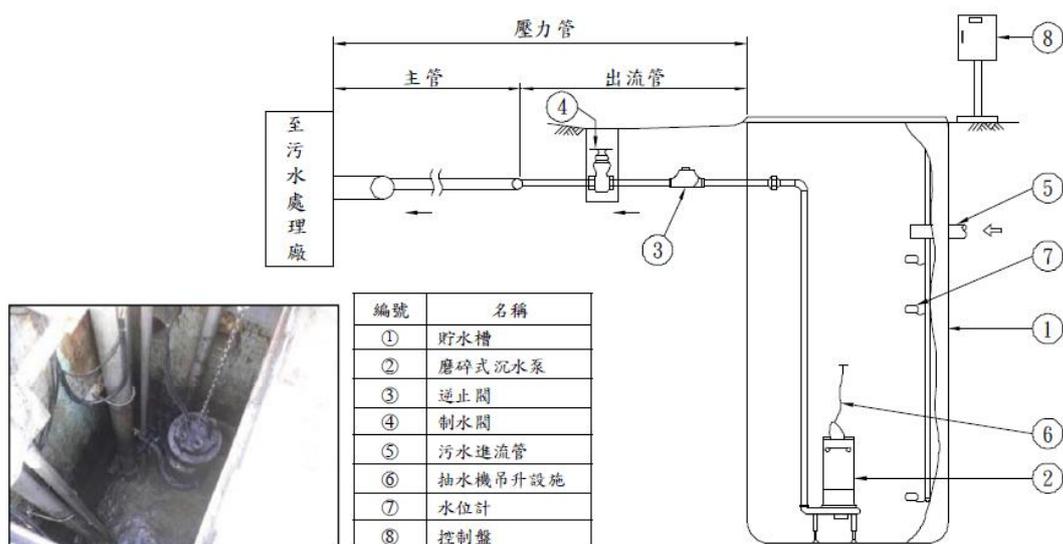


圖 3.16 壓力式污水下水道收集系統概念圖



(註:設計時可視需要考慮設計緊急溢流管或繞流管)



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，一般採用小型沉水離心式研磨抽水機(圖 3.18)，惟如壓力式污水下水道的系統水頭大於 30m 時，則採用小型沉水正位移式研磨抽水機(圖 3.19)。

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。

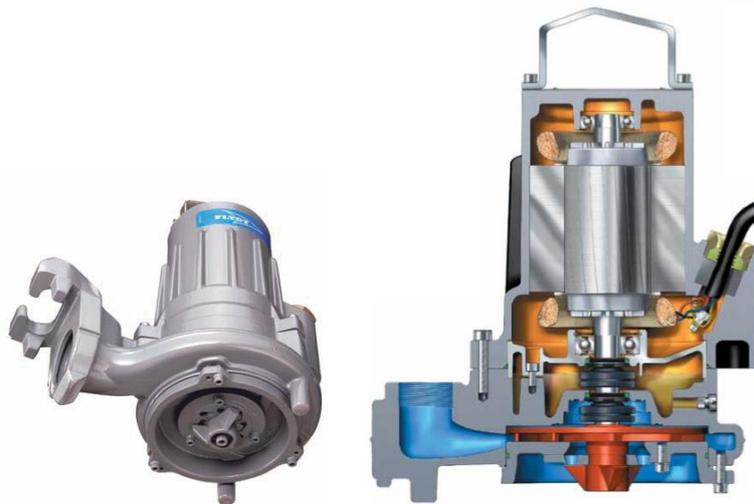


圖 3.18 小型沉水離心式研磨抽水機

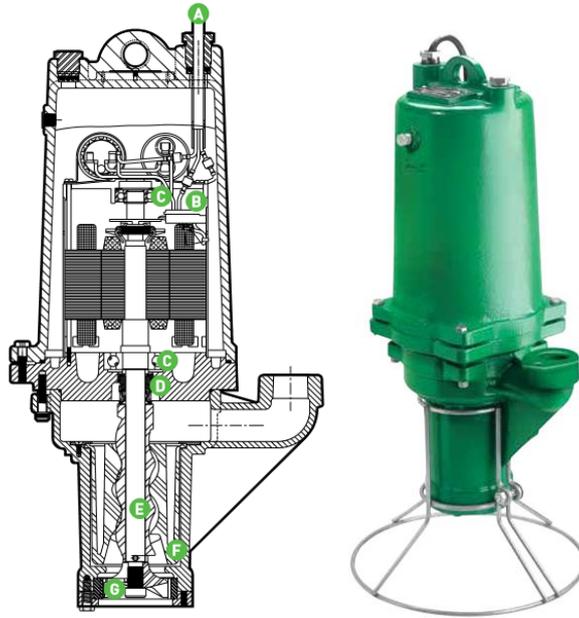


圖 3.19 小型沉水正位移式研磨抽水機

最大時污水量的估計可參考 Gift 所提案的公式。

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

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 若太頻繁的啟動或停止，會對其耐久性影響很大，故以每一小時啟動 10 次為原則，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：

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

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。

$$H = H_a + H_f + H_0 \dots\dots\dots (3-10)$$

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，另備用抽水機的設置，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

GP 單元，可分為沉水離心式研磨抽水機、貯水槽(圖 3.20)及沉水正位移式研磨抽水機及貯水槽(圖 3.21)。

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

GP 的設置位置，以集水容易、維護管理作業及經濟性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 維修等之因應。

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，貯水槽的構造要具承受上部載重、土壓、水壓等安全性，並具水密性，且為簡易構造者。

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

蓋板的形狀、構造及必要強度及大小，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。



圖 3.20 沉水離心式研磨抽水機及貯水槽

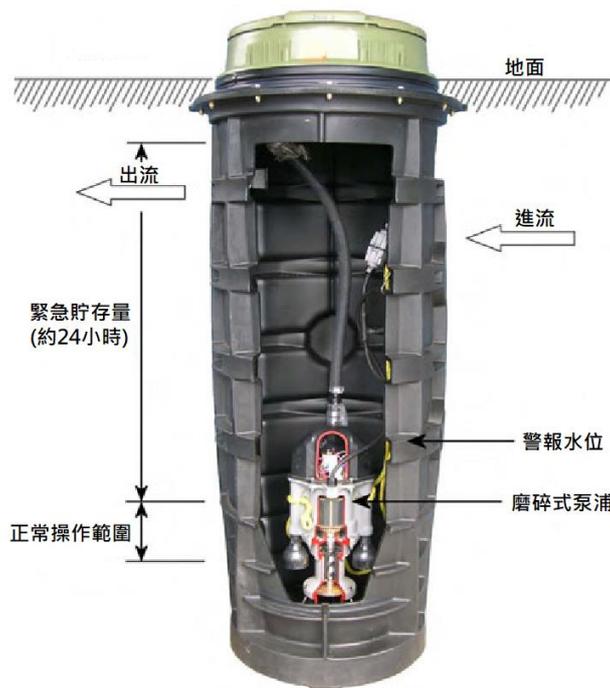


圖 3.21 沉水正位移式研磨抽水機及貯水槽

2. 壓力管線的設計，應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、施工方法及經濟性等考量後決定之。管材可採用硬質塑膠管(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除口。

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，由下列設施所組成：

- (1) 與污水一定比例混合的空氣吸入用真空閥單元。
- (2) 使污水與空氣呈混合狀態下吸引輸送的真空管線。
- (3) 真空產生裝置，在真空下利用空氣吸引污水成輸送媒介，再以中繼抽水機輸送污水。

1. 真空閥單元

真空閥單元，由控制設施及貯水槽所組成的單元，包括下列項目：

(1) 真空閥

- ① 真空閥的直徑，以不造成阻塞的適當口徑為原則。
- 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、設置場所等決定之。
- ② 真空閥單元可收集戶數，於檢討家屋配置、流入污水量及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污水下水道的特性，依下列各項決定之：

(1) 真空管線的管徑及坡度

- 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，具有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，可在安全條件下保有其能力及機能狀態，異常時可瞬即通報及適當監視設備狀態等機能設置之。
- (6) 其他依設置需要檢討決定之。

解說：

真空式污水下水道系統，為藉管線內所發生的真空及大氣間的壓差，使污水及空氣混合，並加以收集輸送的系統，如圖 3.22，包括由真空閥單元、真空管線及中繼抽水站所構成。國內代表性案例包括屏東大鵬灣國家風景區（BOT）遊樂區遊一區污水下水道收集系統工程及明德水庫特定區南岸水資源回收中心（含真空污水收集系統）工程等。

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，污水及空氣即被吸入真空管線內，當真空閥未開啟時管內的污水停止流動，真空閥一旦開啟，停留在揚升段底部靜止狀的污水，因被膨脹的空氣所壓送，而呈氣液混流，並流動越過揚升段至中繼抽水站，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，應避免雨水流入，住宅內的排水設備應加徹底分流。

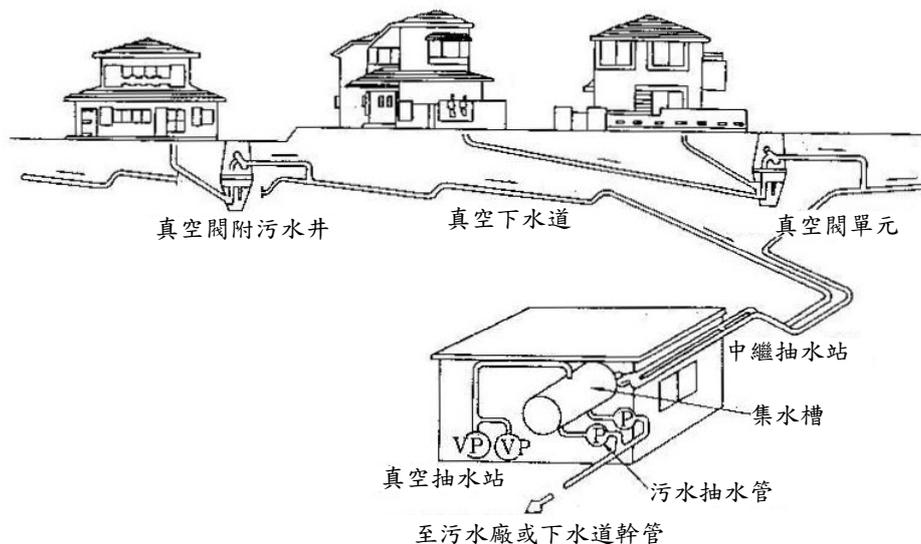


圖 3.22 真空式污水下水道收集系統

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 3.23。

(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。

真空式污水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 $-25\text{ kpa}(-2.5\text{ mAq})$ ，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，應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。

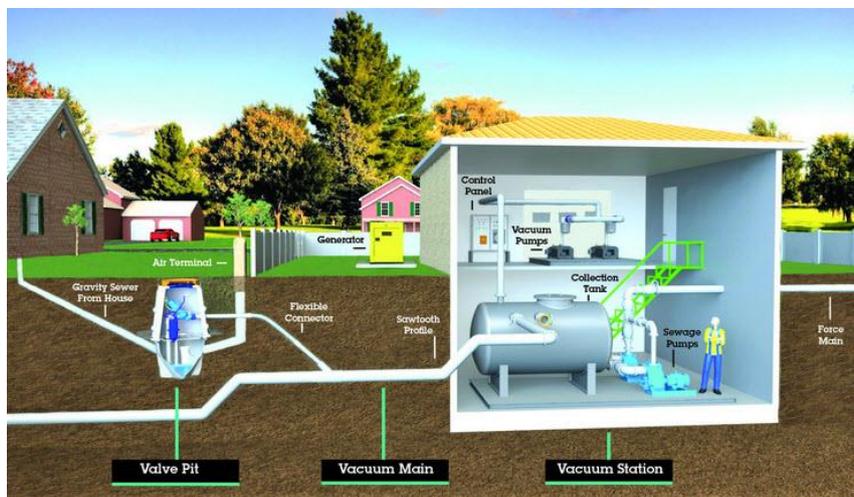
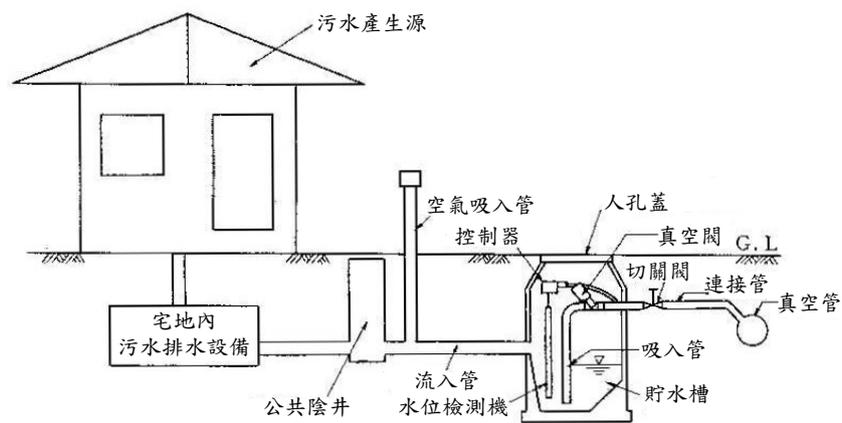


圖 3.23 真空式污水下水道系統

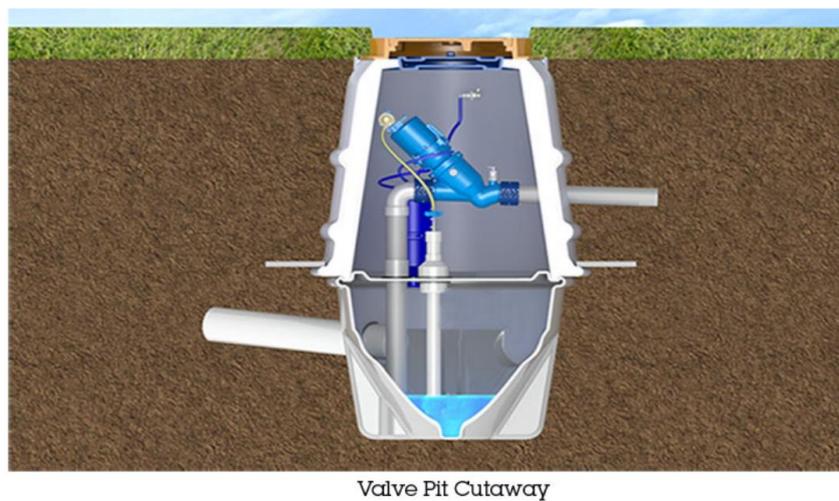


圖 3.24 真空式污水下水道系統控制閥陰井

(2) 真空閥單元

真空閥單元，包括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污水量，並以間歇性排放至真空管線。

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，可與直接接入真空閥單元之流入管銜接。

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，儘量使用較低揚升高度。若有必要採用大於標準揚升高度時，則設置複數揚升段。

2. 管線的名稱，自真空閥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，本管及分支管總稱為真空管線。真空管線由「下坡降的直線段」及「揚升段」及所稱的跌降所組成。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為 75 mm，管長以 20 m 為限，但若使用口徑 50 mm 之真空閥單元，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，則設揚升段降低之。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，而不需設置揚升段，另在軟弱地質地帶及小規模設施等，則可考量特殊坡降。

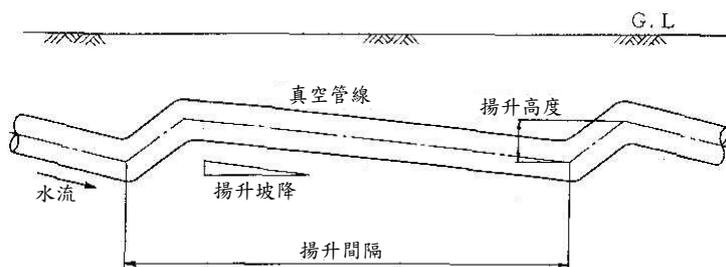


圖 3.25 揚升段

(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，則為橡膠環的接合或搭配膠水接合為原則。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之材料。另真空管線為維護管理的需要，應設置區間閥及檢查口。

3. 中繼抽水站設備，包括「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至自然重力流污水幹管。
- (1) 中繼抽水站有下列三種型式，應考量施工性、經濟性、運轉及維護管理等因素，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，設計採用氣液比(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，風扇及外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 中繼抽水站之受電方法，原則以低壓受電規劃之，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，皆以含備用機交替自動運轉。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，儘量減少，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，因之應能迅速即時確認，並傳遞故障內容至廠外通報，因此其監視方法，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。

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，應先檢討是否需要設置及設置位置，進行基本設計，檢討維護管理方式及經費，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 $8 \text{ m}^3/\text{min}$ 以下，原則使用沉水泵，通常為不設沉砂池的套裝污水抽水設施。

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，儘量以經濟性為考量，可不設沉砂池。其抽水量約在 $8 \text{ m}^3/\text{min}$ ，但若其為污水處理廠之前處理設備，或考量污水的貯留能力等，其抽水量則可考慮檢討至 $16 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

小規模污水抽水站，其使用系統，如圖 4.1。

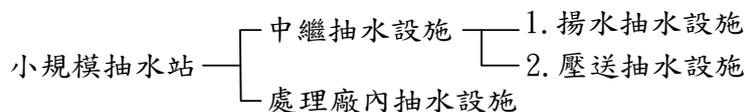


圖 4.1 抽水設施種類

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昇，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。

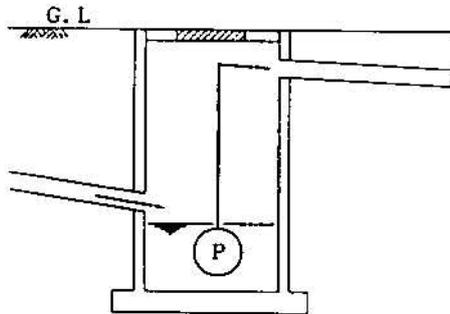


圖 4.2 揚水抽水設施示意圖

(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，包括實際揚程及壓送距離間的各种損失水頭。壓力抽水系統，如圖 4.3。

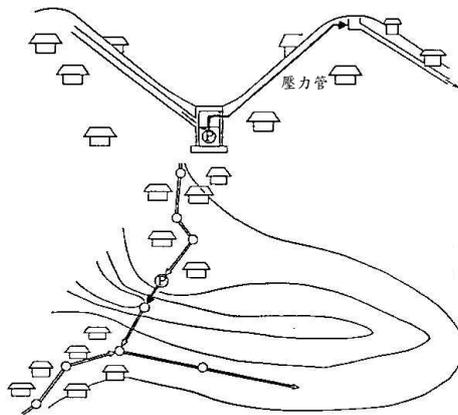


圖 4.3 壓送抽水系統示意圖

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，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，必須依污水及污泥等特性選用之。

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，考量應有之備用台數。

解說：

1. 抽水設施，原則應為無人駐廠(站)管理運轉，而採巡迴檢查管理，因之設施及設備，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，以不使在抽水站內產生沉砂及篩渣物，或少量考量之。
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，儘快揚水或抽水，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，若廠內的迴流量與進流量比率較大時，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，若為人孔式抽水站，原則可不設置備用發電設備，但若為套裝型式抽水站，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)，於0.5 CMS以下為2~4台。
5. 小規模污水抽水站之設計特色及注意事項，主要應朝簡單化、精簡相關機電設備數量並減少操作維護人力需求為原則。

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. 套裝型式抽水站
 - (1) 附有破碎機之套裝型式抽水站。
 - (2) 附有攔污柵之套裝型式抽水站。

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，故可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型式抽水站。

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、通風及除臭設備為原則，為僅有抽水機、配管及閘類的抽水站。

電氣設備多為屋外設置，原則不設置備用發電設施，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，或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)

原則使用在最大時污水量 $1.6 \text{ m}^3/\text{min}$ 以下場所，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(可依人孔型式選用適合大小抽水機，若人孔大小頭會妨礙抽水機吊裝，可視情況取消施作)，並設置攔除雜物的吊籃裝置(可考量設超音波等液位偵測裝置，監測吊籃內雜物量，以自動示警)，其周邊可考量種植栽等景觀設施。

(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。原則應設置攔污用的吊籃(可考量設超音波等液位偵測裝置監測吊籃內雜物量，以自動示警)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 $3.2 \text{ m}^3/\text{min}$ 以下場所，抽水機台數依流量可為 2~3 台。

② 場鑄人孔抽水站(如圖 4.6)

適用於污水量最大時 $3.2 \text{ m}^3/\text{min}$ 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。

2. 套裝型式抽水站，原則使用最大時流入量在 $8 \text{ m}^3/\text{min}$ 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。

套裝型式抽水站，可設置有去除粗大雜物的破碎設備、前處理除篩渣設備、進流閘門、除臭設備、繞流閘門、吊升設備等，另可檢討是否設置備用發電設備。

(1) 附除渣機套裝型式抽水站(如圖 4.7)

係指在套裝型式抽水站中附有除渣設備者，對於可能造成阻塞的粗大

雜物，以自動除渣機去除，並搬出廠外。

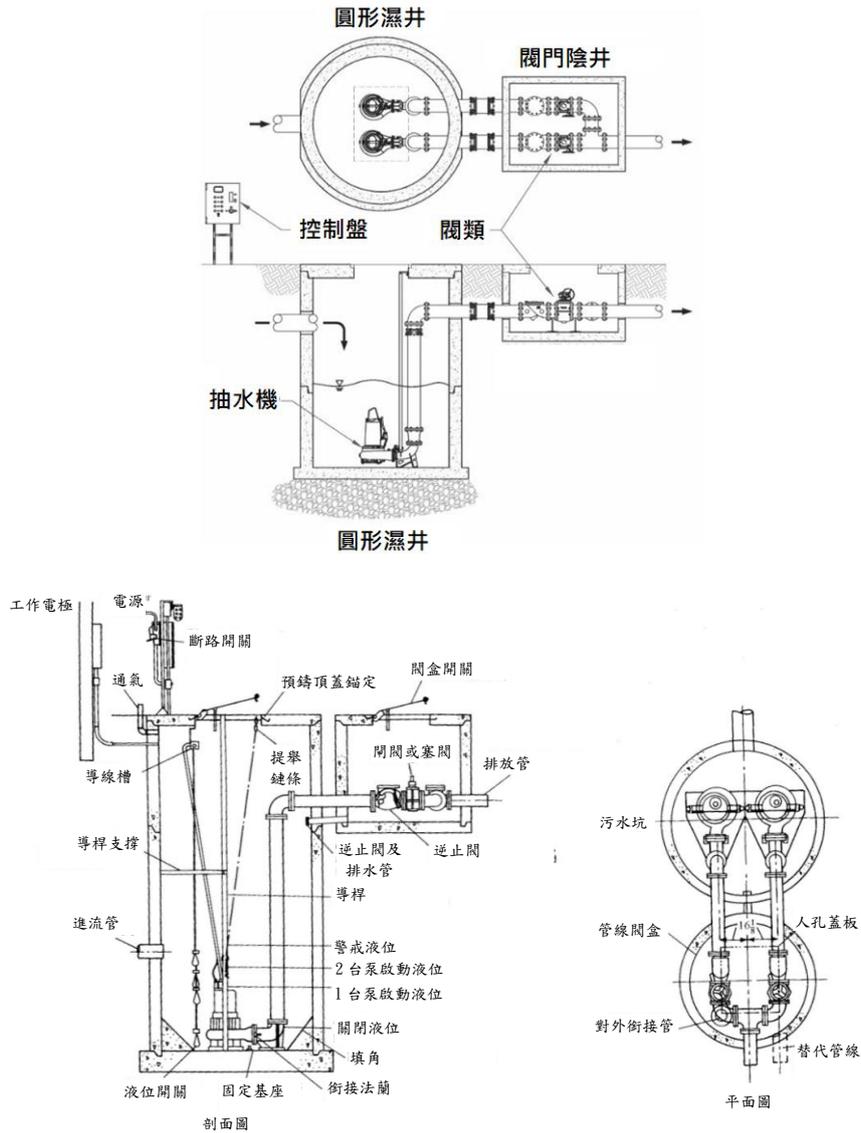


圖 4.4 圓形人孔抽水站(組裝式)

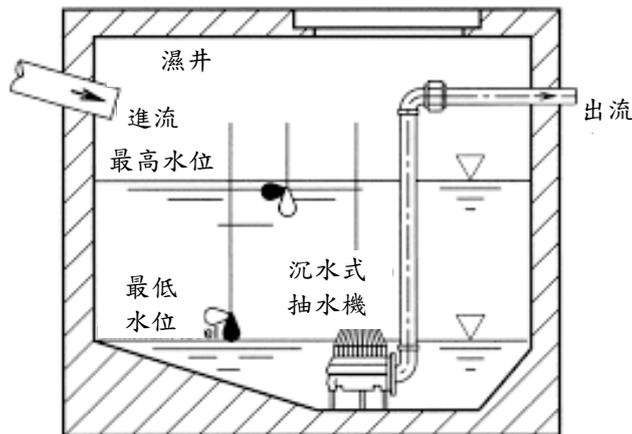
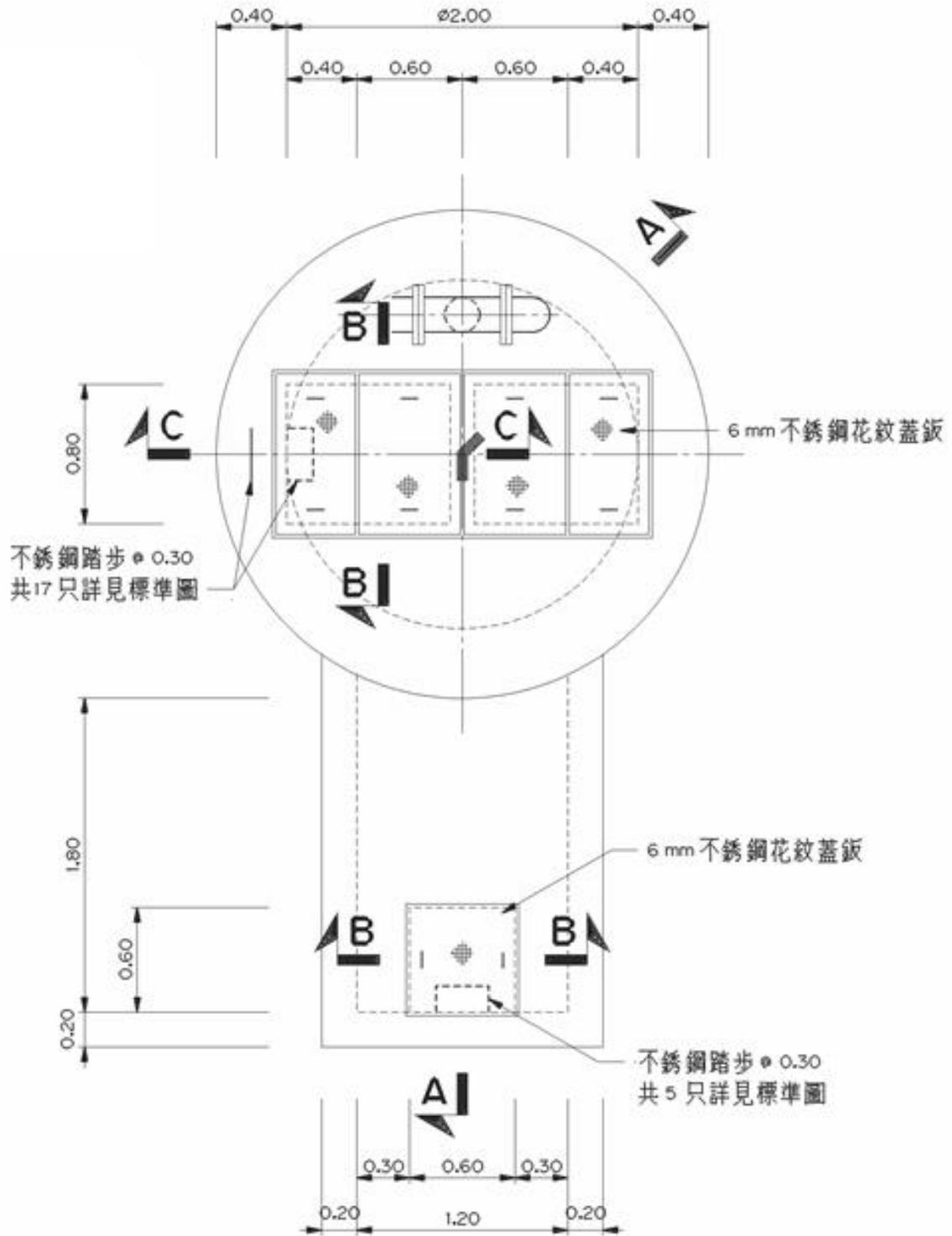


圖 4.5 方形人孔抽水站(組裝式)



排水抽水站 POI 平面圖

圖 4.6 場鑄人孔抽水站範例(1/3)

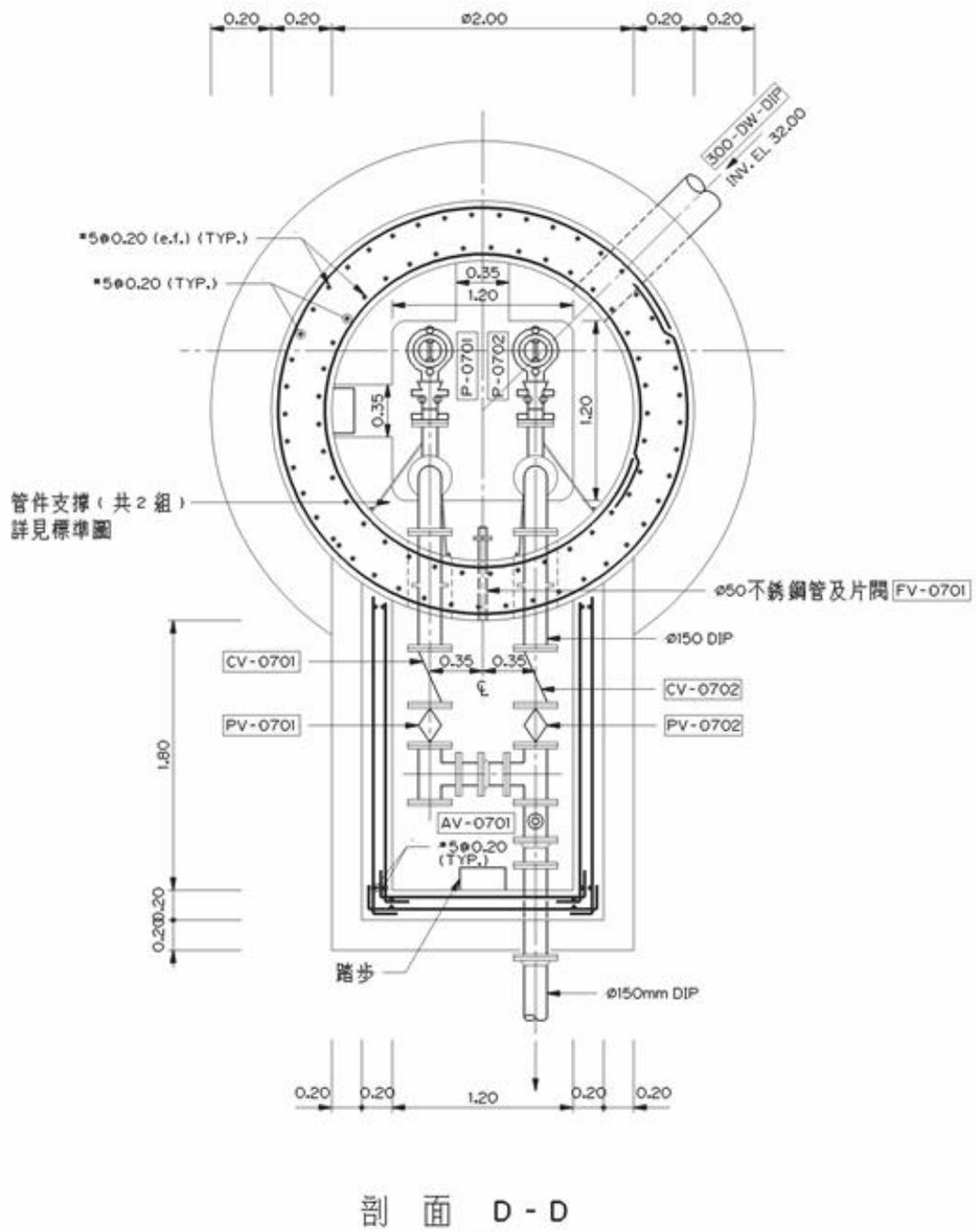


圖 4.6 場鑄人孔抽水站範例(2/3)

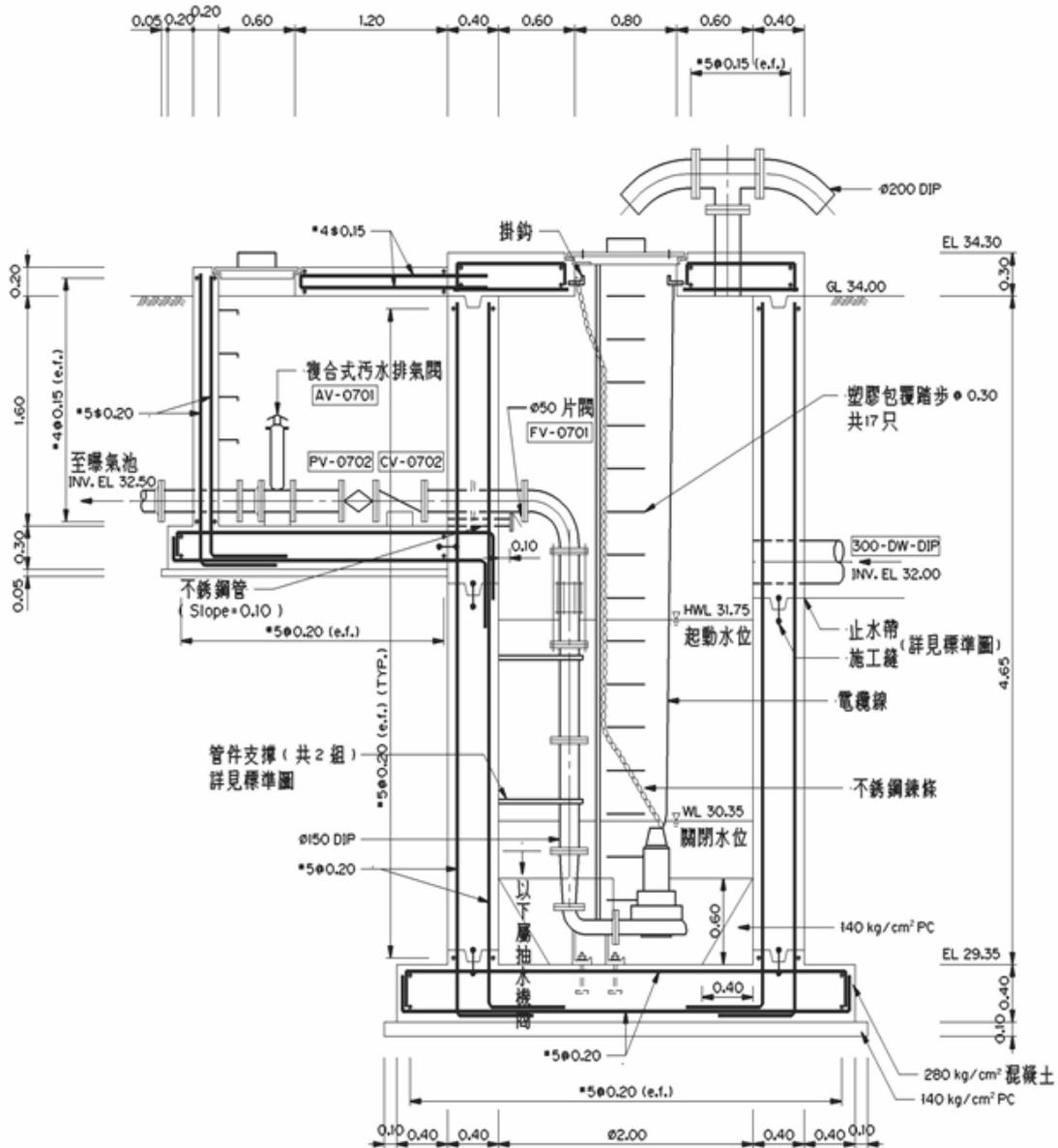
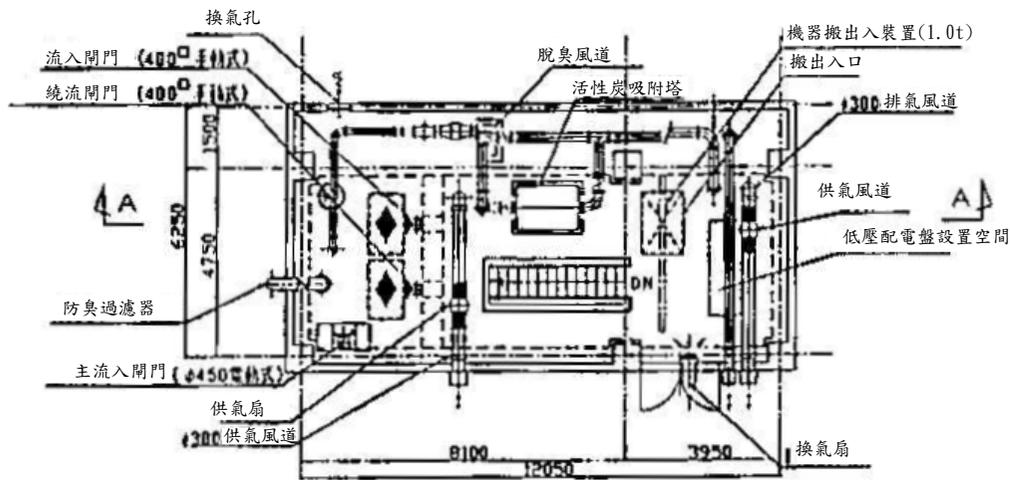


圖 4.6 場鑄人孔抽水站範例(3/3)

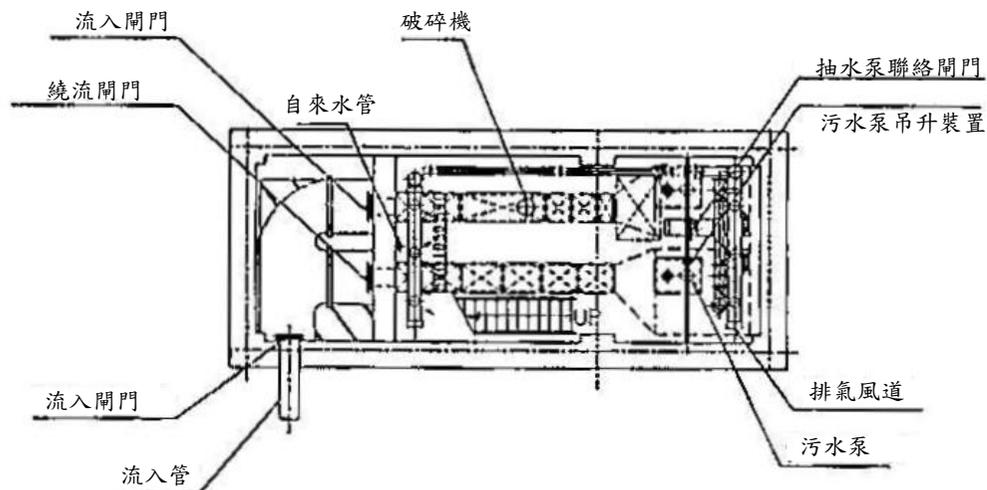
(2) 附破碎機套裝型式抽水站(如圖 4.8)

係指在套裝型式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。

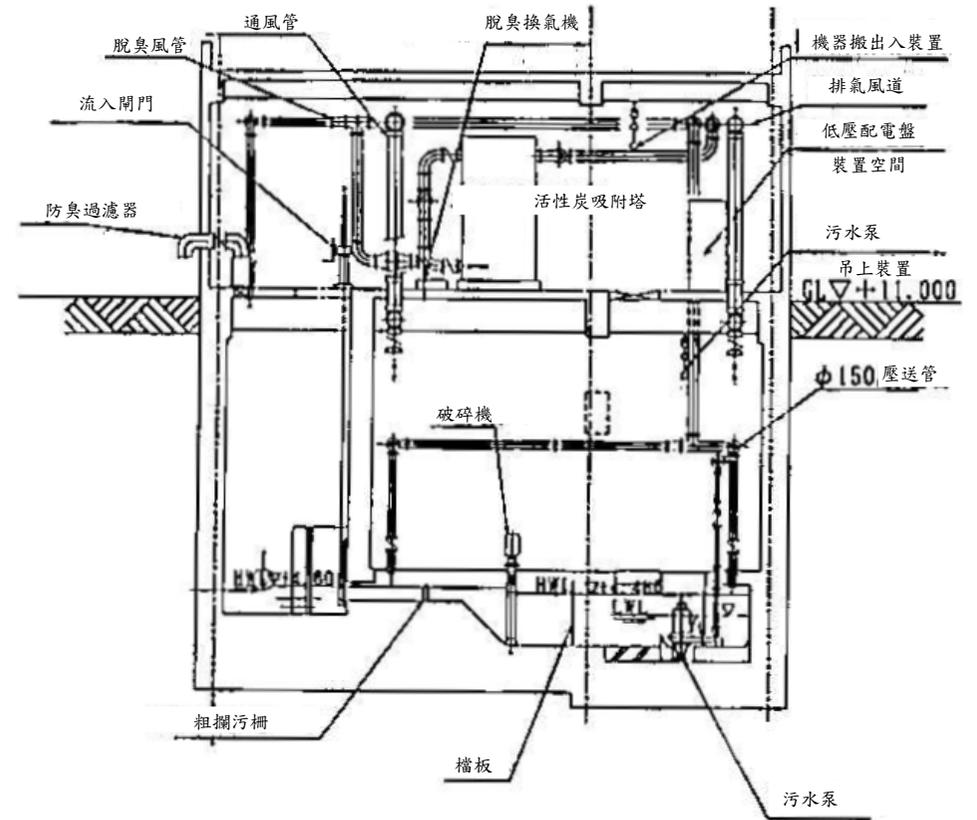
又自動除渣設備及破碎機併用時，其所需空間，應加考量。



一樓平面圖



地下一樓平面圖



A-A 斷面圖

圖 4.7 套裝型式抽水站例(附破碎機)(日本)

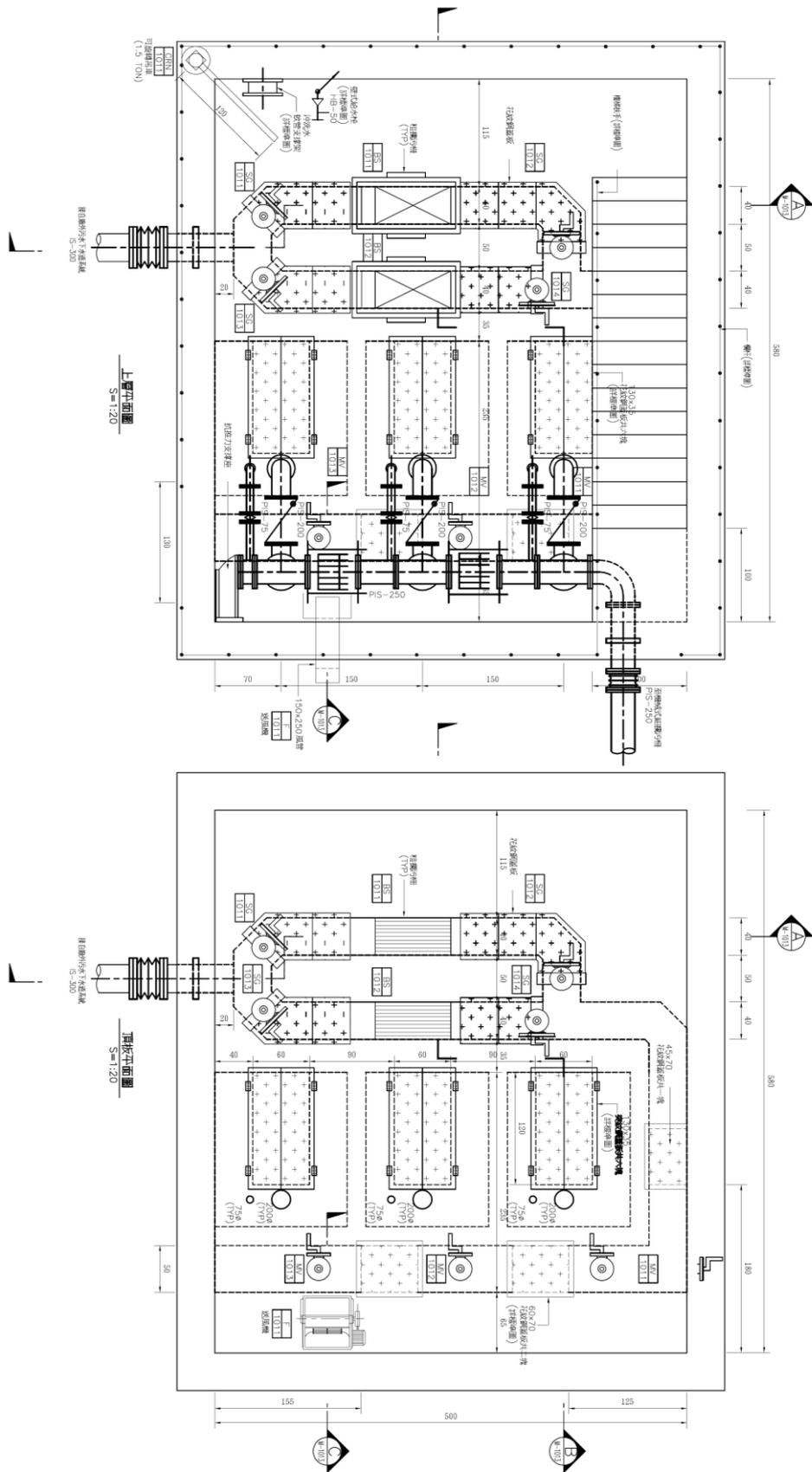


圖 4.8 套裝型式抽水站例(附攔污柵)(日本)

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，儘量為簡易者，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. 套裝型式抽水站之電氣裝置，應能避免淹水。
7. 人孔型式抽水站，原則不設流入井、貯砂槽等，也不設機房。
8. 套裝型式抽水站，原則應設置在建築物內，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，建築物建置儘量小型化。

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。套裝型式抽水站，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、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，基於安全因素，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型式抽水站，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結構設計。
3. 抽水站內的機械設備及配管，原則應為耐腐蝕性的材質，人孔內的配管，以採用不銹鋼管或 DIP 為主。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。

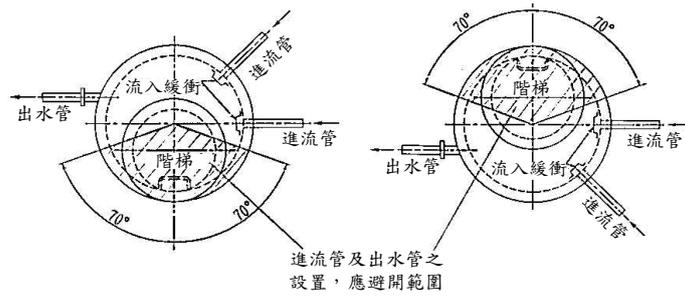


圖 4.9 進流管、出水管及階梯位置關係

(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(如圖 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。

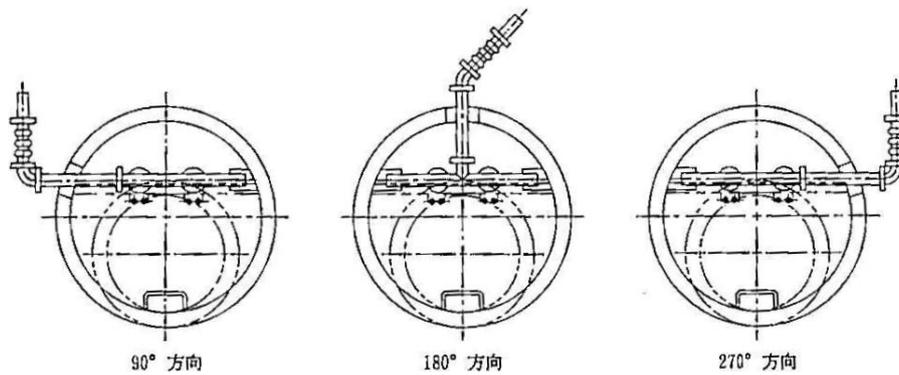


圖 4.10 階梯及出水方向

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及維護管理作業進出所需大小。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。若人孔型式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. 套裝型式抽水站的地下空間，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，採污水抽水機壓力抽

除，側面的清掃，可以高壓洗淨車或真空吸泥車定期清除。

8. 套裝型式抽水站，於考量前處理設備發生故障時，可選擇更換管渠運轉，或設置污水抽水機抽水井進行操作，若設置流入井及繞流管渠，以採分別設置抽水井為宜。此外，應設置地下台階以提供維護管理上下之用。為保護控制盤類，應於其上設置小機房。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，設計考量如下：

1. 組裝式人孔抽水站，除為現場鑄造者外，原則不設置閘門。
2. 套裝型式抽水站，原則應設置進流閘門、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。

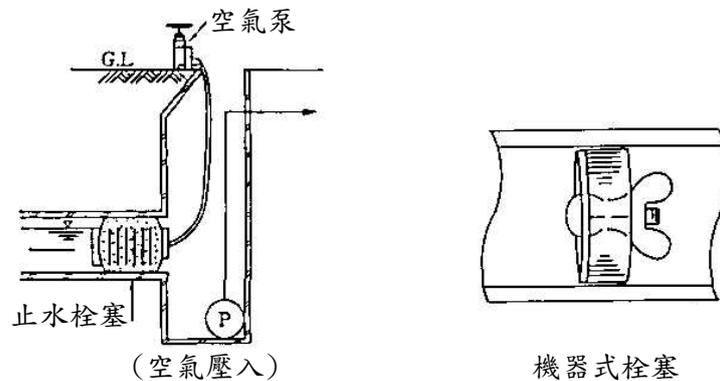


圖 4.11 人孔抽水機止水栓使用範例

(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功能(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檢查需要，原則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，於檢查時可採用止水擋板。

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

小規模進流水量在 $3.2 \text{ m}^3/\text{min}$ 以下者，原則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，各設備的電動裝置及電箱應能容許不淹水設計之。

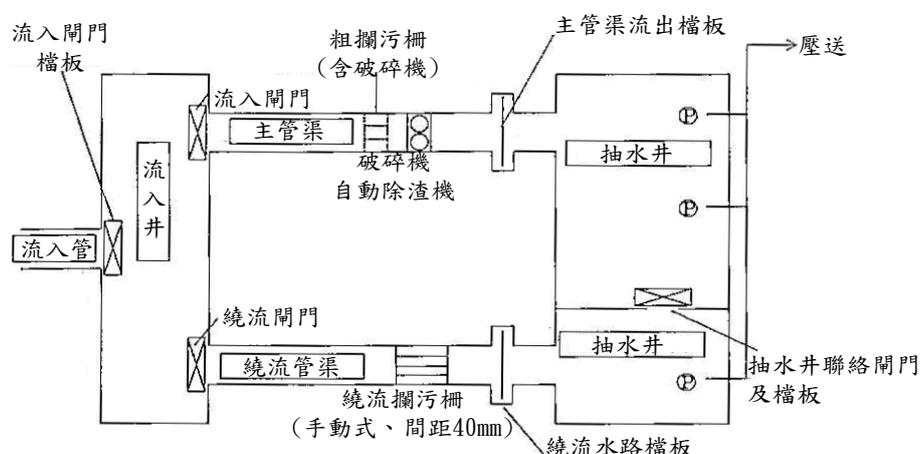


圖 4.12 閘門擋板使用例

4.4.3 除砂設施

原則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。惟在設計時可設置溝狀底以提升流速，達到管渠有一定的坡度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。

套裝型式抽水站，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。
- (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確實，被水直接帶入，故施工監督工作甚為重要。套裝型式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) 沉砂原則搬出處置。
- (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，原則可埋設砂或發泡塑膠，並觀察砂土類等流入狀況。另原則貯砂槽應設於除渣機の後段。

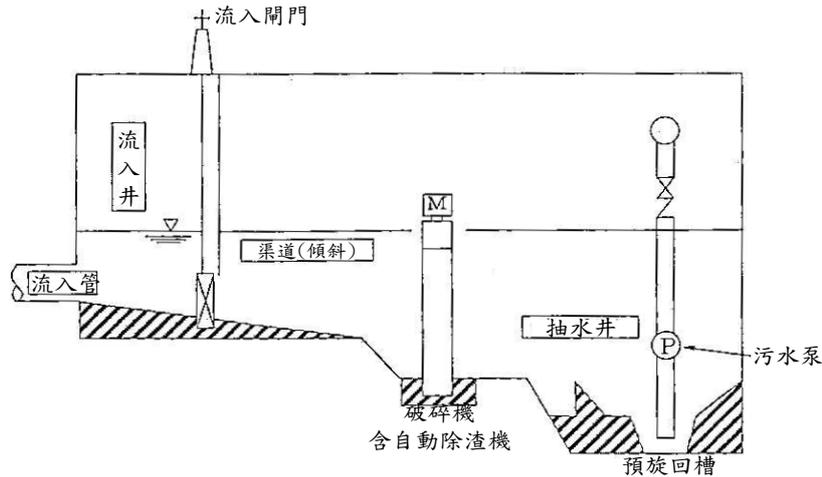


圖 4.13 套裝形之管渠形狀例

4.4.4 攔污柵設備

攔污柵設備的設置，依抽水站的型式、污水收集地區的狀況及維護管理體制等，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(附破碎機套裝型式抽水站)。
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，套裝型式抽水站設置除渣機，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所採用的方法，尤其是在管線施工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。另取出至地面上的保護可能有特殊情形，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及吊升方法。

有關篩渣籃的設計，建議如下：

- (1) 重量不宜太重，符合人體工學，以不超過5公斤為限。
- (2) 不宜採用條狀柵，可考量採用不銹鋼線網。
- (3) 若設有導桿，宜仿效泵著脫導桿，保留一定移動間隙，以防止卡死。
- (4) 宜設有沖洗水源。

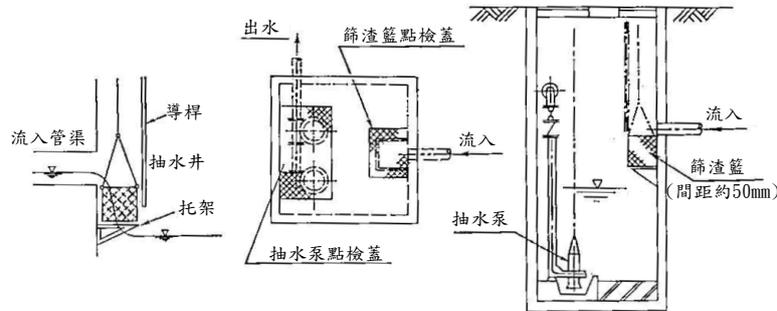


圖 4.14 篩渣籃設置例

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。

為使抽水站不產生篩渣，可檢討設置附有破碎機之套裝型式抽水站。但為防止進流水中的砂土、礫石等雜物磨耗破碎機，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，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 $7\sim 8\text{ m}^3/\text{min}$ 為適當。

3. 套裝型式抽水站為防止抽水機，及其配管、閥類發生阻塞，其雜物可以除渣機去除。

為避免阻塞，除渣機的柵距以 $20\sim 30\text{ mm}$ 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 $2\sim 5\text{ mm}$ 為標準。又設置攔污柵時，於管渠的攔柵段設置落差，使雜物不會堆積在其前段部位。

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

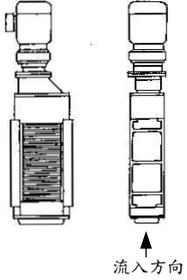
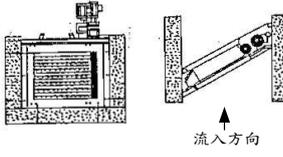
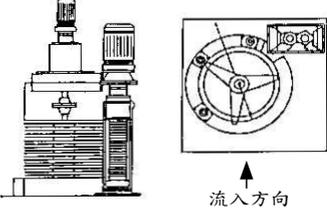
型式	A 粉碎機	B 切碎機	C 磨碎機	
概略圖				
構造	利用切除器，由二軸轉子低速轉動以破碎者	在 A 型的下方附筒型攔污器，利用回轉耙子將附著於破碎機之雜物搬出	於 A 型上裝置水平回轉網裝攔污器，將附著於網上的破碎物搬出	
適用水量	0~6.9 m ³ /min·台	0~24 m ³ /min·台	0~24 m ³ /min·台	
特性	抽水井深度	比 B、C 型為深，損失大	損失水頭小，較淺	損失水頭小，較淺
	排泥沖洗附帶設備	因設於管渠，水頭損失大，管渠無法清洗，而需有吊升設備，破碎機前附攔污設備	沖洗水可穿過攔污部分，不需吊升設備	沖洗水可穿過攔污部分，不需吊升設備
	信賴性及維持管理	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
帶狀行走式		<p>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耙子刮集，其後剝離的篩渣落下，攔污柵的耙子為不規則配置</p>	<p>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</p>
內側刮集式		<p>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</p>	<p>從底部起所裝設的高度較低，柵距約 1~50 mm</p>
間歇耙子式		<p>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</p>	<p>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</p>
輸送帶式		<p>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</p>	<p>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</p>
濾布式		<p>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</p>	<p>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</p>

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之必要設置高度等加以考量。
3. 人孔型式的抽水站，抽水井的深度原則以 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而定，此外，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型式抽水站)，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池牆等加以考量設計之。

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。

$$H=h_1+h' \dots\dots\dots (4-1)$$

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，若為套裝型式抽水機，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	$\phi 900$
	2 號	$\phi 1,200$
	3 號	$\phi 1,500$
	4 號	$\phi 1,800$
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

人孔	號次	1	2* (備註)	3	4
	內徑	$\phi 900$ mm	$\phi 1,200$ mm	$\phi 1,500$ mm	$\phi 1,800$ mm
蓋板徑	$\phi 600$ mm	$\phi 900$ mm	$\phi 900$ mm	$\phi 1,200$ mm	
()內親子蓋	$\phi 750$ mm	($\phi 900 \times \phi 600$)mm	($\phi 900 \times \phi 600$)mm	($\phi 1,200 \times \phi 600$)mm	
抽水機	口徑	$\phi 50$ mm	$\phi 65$ mm($\phi 50$ mm)	$\phi 80$ mm× $\phi 100$ mm	$\phi 150$ mm
	台數	2 台	2 台	2 台	2 台

* 備註)：污水抽水機口徑， $\phi 65$ mm 以上為原則， $\phi 50$ 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 ^{* 備註 1)}
	內徑	φ 1,800 mm
	蓋板徑	φ 1,800 mm ^{* 備註 2)}
抽水機	口徑	φ 80 mm×φ 100 mm
	電動機出力	1.5~15 kW
	台數	2 台

* 備註 1)：為設置有篩渣籃，故以 4 號人孔為標準。

* 備註 2)：蓋板型式尺寸應考量篩渣籃吊升之需求，以蓋板徑 φ 1,800 mm 為宜，並能達輕量化。

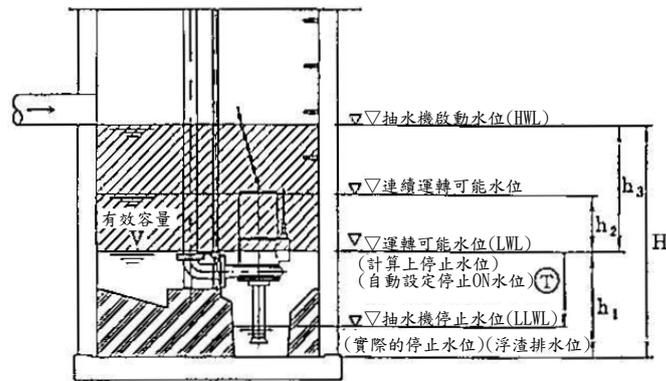


圖 4.15 抽水機啟動水位以下抽水井的深度

(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(φ mm)	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(φ mm)	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。
為達最適設計，以調查所使用的抽水機決定尺寸。

表 4.6 附吸入螺旋沉水抽水機之 h₂ 尺寸

抽水機口徑(φ mm)	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

(3) h₃ 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。

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

式中：

h₃：有效貯留水深(mm)

V_o：有效貯留量(m³)

A：抽水井水平面積(m²)

(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：

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

$$T_2 \times Q_{in} = V_o \dots\dots\dots (4-4)$$

$$T = T_1 + T_2 \dots\dots\dots (4-5)$$

式中：

V_o：有效貯留容量(m³)

T：抽水機啟動間隔(min)

T_{min}：最小啟動間隔(min)

T₁：抽水機運轉時間(min)

T₂：抽水機停止時間(min)

Q_{in}：流入污水量(m³/min)

Q_{in(max)}：最大流入污水量(m³/min)

Q_p：抽水機計畫抽水量(m³/min)

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

由式(4-4)得 $T_2 = V_o / Q_{in} \dots\dots\dots (4-7)$

由式(4-5)至式(4-7)得

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{V_o \times Q_p}{Q_{in} \times (Q_p - Q_{in})} = \frac{V_o \times Q_p}{Q_{in} \times Q_p - Q_{in}^2} \\
 &= \frac{V_o \times Q_p}{\frac{1}{4} Q_p^2 (Q_{in} - \frac{1}{2} Q_p)^2} \dots\dots\dots (4-8)
 \end{aligned}$$

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)。

$$T_{min} = \frac{4V_o}{Q_p} \dots\dots\dots (4-9)$$

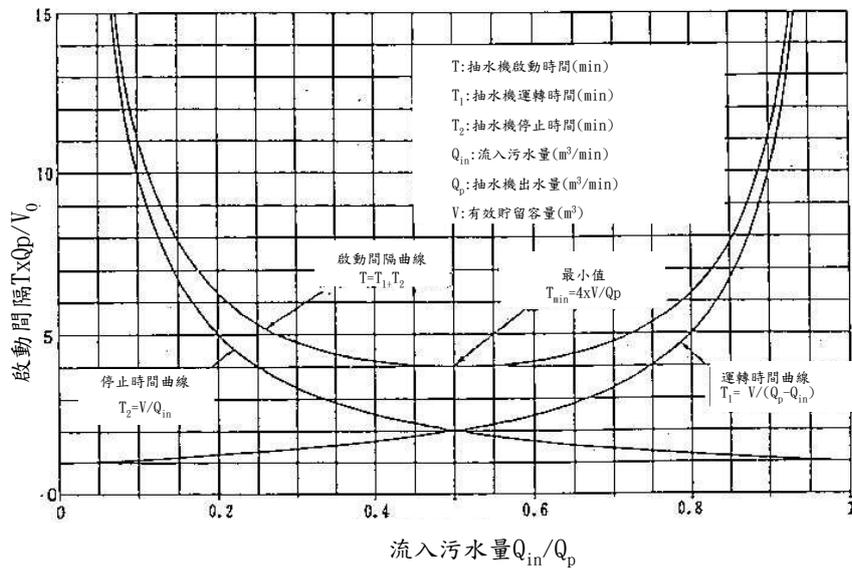


圖 4.16 抽水機啟動間隔

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

$$\begin{aligned}
 &Q_{in} = Q_{in(max)} \\
 &T_{min} = \frac{V_o \times Q_p}{Q_{in(max)} \times (Q_p - Q_{in(max)})} \dots\dots\dots (4-10)
 \end{aligned}$$

由以上，決定有效貯存容量 V_o 可依下式：

$$\begin{aligned}
 &(1) Q_{in(max)} \geq \frac{1}{2} Q_p \text{ 時} \\
 &V_o = \frac{T_{min} \times Q_p}{4} \dots\dots\dots (4-11)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &(2) Q_{in(max)} < \frac{1}{2} Q_p \text{ 時} \\
 &V_o = \frac{T_{min} \times Q_{in(max)} \times \{Q_p - Q_{in(max)}\}}{Q_p} \dots\dots\dots (4-12)
 \end{aligned}$$

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

備註：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 抽水機兩台自動交互運轉的狀況，如圖 4.17。

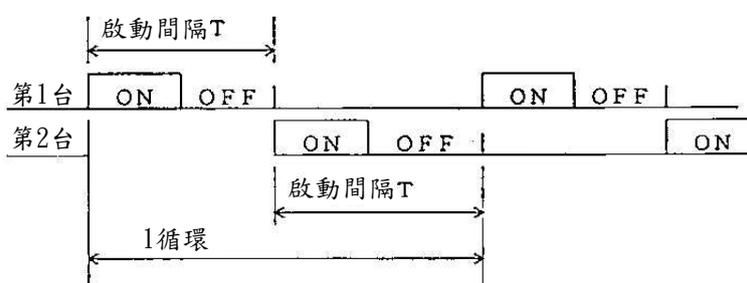


圖 4.17 兩台抽水機自動交互運轉例

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 通風及除臭設備

套裝型式抽水站的通風及除臭設備，依下列考量決定之：

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

解說：

套裝型式抽水站，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除臭設備。

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，而需設置除臭設備時，原則以活性碳吸附方法，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。
3. 除臭風量的計算，每一吸入口的風量最低以 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ 計算，配合套裝活性碳吸附塔的能力，合計以每一吸入口 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ 倍數計算。
4. 人孔型式抽水站通風及除臭方式與套裝型式抽水站相似，亦以簡易並不影響周遭環境為原則。

4.4.7 建物機房

抽水站若需設置建物機房時，應以小規模為宜。

解說：

抽水站需建置於室內的項目，包括動力控制盤、攔污柵、沉砂及機器的搬出入口、地下出入口等，有時發電機室及除臭機室也可以納入，並能防止鼠蛇侵入之考量。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，原則其上部不設置建物，電氣設備以屋外型者為主，屋外控制盤，可為屋外自立型、屋外壁掛型或於柱上設置控制盤，可依當地狀況，於不造成交通影響，進行設置位置及型式之考量。

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，檢查容易之構造，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($\phi 65 \text{ mm}$ 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。

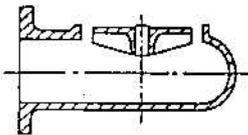
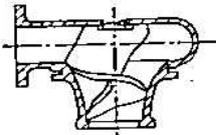
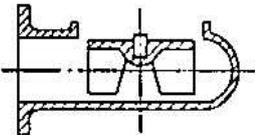
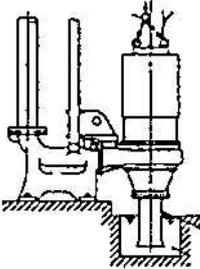
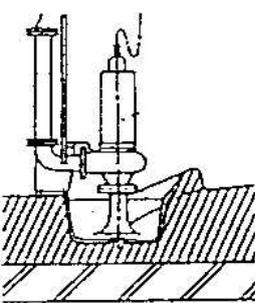
2. 小規模污水沉水泵，尤其是從維護管理面，為具防止阻塞且故障率少的抽水機構造。抽水井內部設置的固定裝置附屬品，應為耐腐蝕的材料。

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，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，導致有時裝設有困難，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」第 3.5.6 節。

表 4.8 污水用沉水式抽水機比較表

項目 \ 型式	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	1.5~22
	Q(m ³ /min)	0.05~2.5	0.2~5.6
	H(m)	1.5~30	3~40
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 ($\phi 100$ mm 以下)	抽水機口徑之 70% ($\phi 100$ 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

4.5.2 抽水機最小口徑

抽水機的最小口徑，原則為 65 mm。

解說：

小規模污水抽水機的口徑，為防止阻塞，原則以 $\phi 65$ 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 $\phi 50$ 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。抽水機口徑及標準抽水量，如表 4.9，。

選定抽水機時，原則以渦流式、螺旋葉輪型、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。附有破碎機之小型沉水抽水機種類及特性，如表 4.10。

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	1.5~3.0
200	2.90~5.60	

*50 mm 以下之標準抽水量為參考值

4.5.3 抽水機設置台數

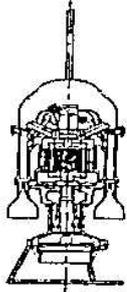
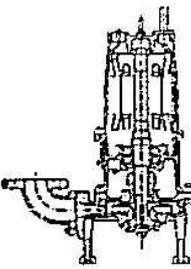
抽水機的容量及設置台數，依下列考量設計之：

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，外加考量備用，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 台為宜。但若為 4 台時，可以不同口徑(大 2 台，小 2 台)的組合，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)

型式		容積式	離心式
項目	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、閘類的損失水頭等考量之後，依下列計算：

$$H = h_a + h_f + h_0 \dots \dots \dots (4-13)$$

式中：

H：總揚程(m)

h_a：實揚程(m)

h_f：管線損失水頭(m)

h₀：出水管剩餘速度水頭，及抽水機附屬之出水管、閘類等損失水頭總和(m)，實用上 h₀：1.5~2.0 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、閘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、閘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，不包括抽水機備用台數運轉時之流速，管徑及閘的各種損失水頭，如表 4.11 及表 4.12。

附有破碎機的小型沉水泵，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。

表 4.11 管件水頭損失係數表

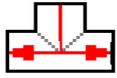
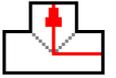
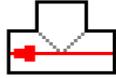
損失種類	符號	係數							備註
吸水口	f_1	0.15 以下							喇叭口情況
彎管	f_b	$f = f_{b1} \times f_{b2}$ f_{b1} 及 f_{b2} 如圖 4.18 式中： f_{b1} ：依據彎管之曲率半徑 ρ 及管徑 D 之比 ($\frac{\rho}{D}$) 所定之損失係數，該彎管的中心角為 90 度的情況。 f_{b2} ：任意彎管中心角情況之損失係數與彎管中心角 90 度之損失之比							f_{b1} 及 f_{b2} 值係由 Anderson 及 Straub 所發展的，該值不含摩擦係數，故 f_{b1} 係指光滑管的數值。
T 型管	f_t								
		0.55		0.50		0.10			
急擴管	f_e	1							$h_e = f_e \frac{(V_1 - V_2)^w}{2g} \dots\dots\dots(4-14)$ 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	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(4-15)$ $\Delta h_{sc} = h_{sc} + \left[\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right] \dots\dots(4-16)$
		f_{sc}	0.49	0.49	0.46	0.38	0.18	0	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)
漸縮管	f_{gc}	如圖 4.20							$h_{gc} = f_{gc} \left[\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right] \dots\dots\dots(4-17)$ 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 $h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \text{ (Darcy - Weisbach) } \dots\dots(4-18)$ 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)

表 4.12 閘類水頭損失係數表

損失種類	符號	係數							備註
舌閘	ffv	0.2~0.5							
水表	fm	7							
球型閘 (globe valve)	fglv	3~8、10、20							不同型式球 型閘之資料
角閘 (angle valve)	fav	2.0、5.0							不同型式角 閘之資料
開閘 (gate valve)	fgv	口徑 (mm)	80	100	150	200	250	300 以上	全開的情況
		fgv	0.169	0.164	0.145	0.103	0.047	0	
開刀閘 (knife gate)	fkg	0.2							金屬閘座
		0.3							彈性閘座
開閘	fgv	開度 (%)	全開	75	50	25			
		fgv	0.15	0.26	2.1	17			
球閘 (ball valve)	fblv	開度 (%)	全開	67	33				
		fblv	0.05	5.5	200				
蝶閘	fbv	0.3、0.2~0.4							不同資料來 源
底閘	ffv	1.5~2.0							
底閘附篩濾器 (foot valve with strainer)	ffv/s	15.0							
偏心塞閘 (eccentric plug)	fepv	1.0							矩形(80%) 開孔
		0.5							全開孔
隔膜閘	fdv	開度(%)	全開	3/4	2/4	1/4			
		fpv	2.3	2.6	4.3	21.0			
擺動式逆止閘(swing check valve) 法蘭接頭	fscv	2.0							
球狀逆止閘 (ball check valve)	fbcv	0.9~1.7							
橡皮拍式逆止閘 (rubber flapper)	frfcv	2.0(v< m/s)							
		1.1(v>m/s)							

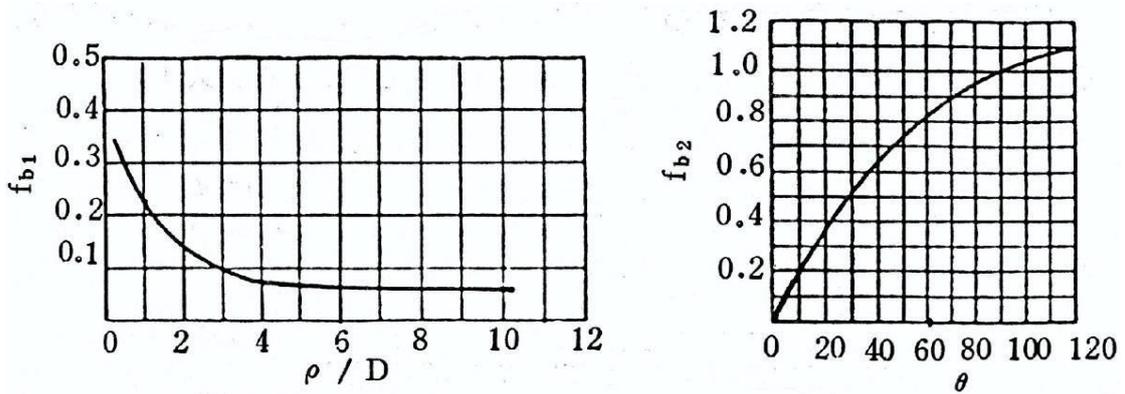


圖 4.18 彎管水頭損失係數之 f_b 值

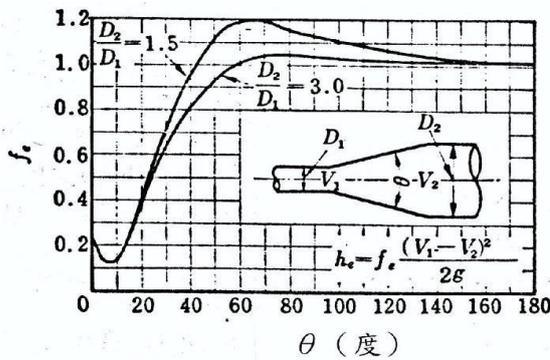


圖 4.19 漸擴管損失係數

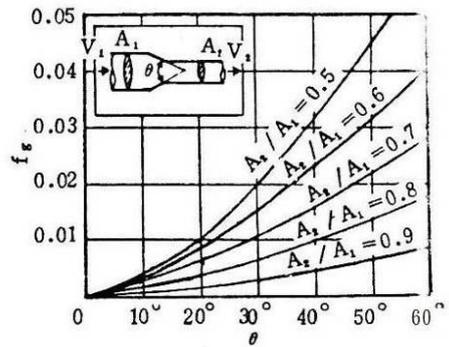


圖 4.20 漸縮小管損失係數

(1) 壓力管的末端為最高點時

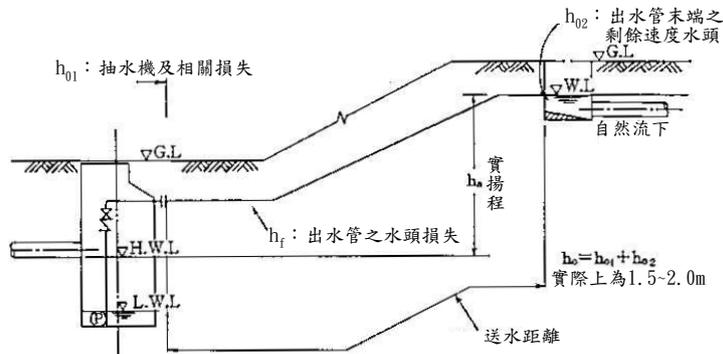


圖 4.21 總揚程計算例(1)

$$\begin{aligned}
 h_a &= (\text{壓力管末端管頂高程}) - (\text{計畫 WL}) \\
 h_o &= (\text{抽水機及其周邊管閥配管之直管摩擦損失水頭}) + (\text{閘類、彎曲等各種損失水頭}) \\
 h_f &= (\text{壓力管之直管摩擦損失水頭}) + (\text{閘類、彎曲等損失水頭}) \\
 &\quad (\text{直線管的損失水頭，依 Hazen Williams 式計算}) \\
 H &= h_a + h_o + h_f \dots \dots \dots (4-19)
 \end{aligned}$$

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

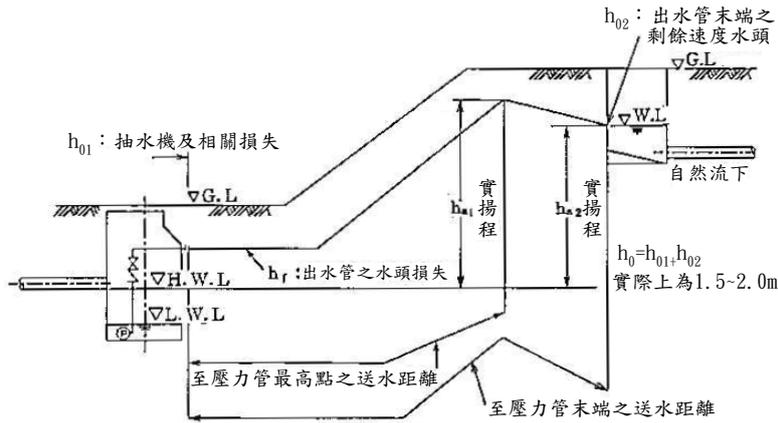


圖 4.22 總揚程計算例(2)

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)

$$H_1 = h_{a1} + h_0 + h_{f1} \dots \dots \dots (4-20)$$

$$H_2 = h_{a2} + h_0 + h_{f2} \dots \dots \dots (4-21)$$

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，計算如下：

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

式中：

P：抽水機之原動機動力(kW)

ρ ：液體密度(1,000 kg/m³)

g：重力加速度(9.80 m/s²)

Q：抽水機之出水量(m³/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，抽水機原則以一般性為宜，因依其出水量，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，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，可不設閘類，如圖 4.24。另出水口設置的閘類，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閘，如表 4.13。

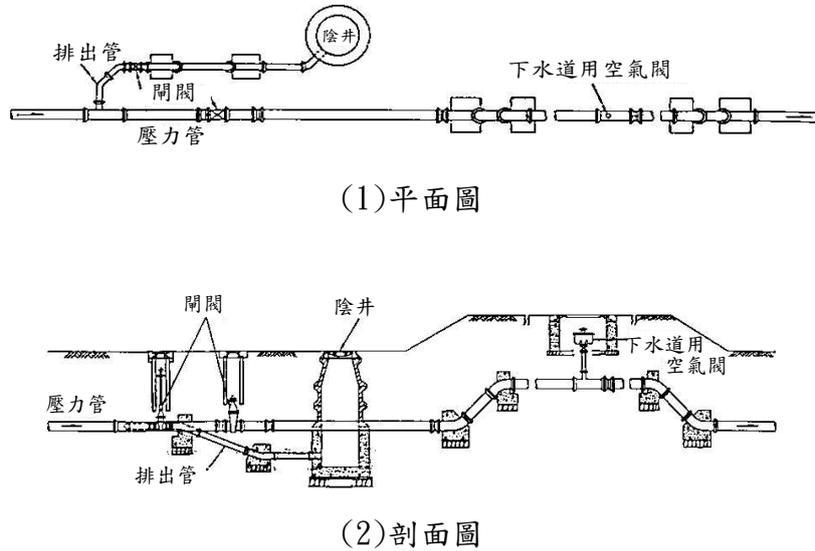
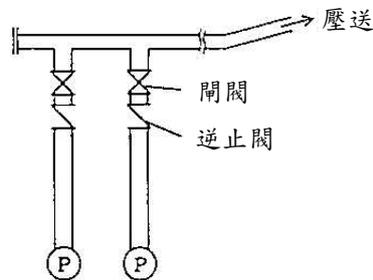


圖 4.23 壓力管之維護管理設備



壓力抽水站(壓力距離長者)

圖 4.24 污水抽水機出水管設置閘類

表 4.13 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
φ 65	42	65
φ 80	45	80
φ 100	60	80
φ 150	82	100
φ 200	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、閥型式的選定及彎曲部的防護等，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，其減輕措施如下：

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) 調節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，其值比表 4.14 為大時，就應檢討水錘作用，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 4.14 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 小規模污水處理設施設計

5.1 概說

小規模污水處理系統，係依據表 1.4 之處理流量規模分類，可分為一般小規模($Q=1,001\sim 5,000$ CMD)、微小規模($Q=251\sim 1,000$ CMD)、既分有社區聚落式小規模($Q=100\sim 250$ CMD)及自來水水質水量保護區之極小規模(100 CMD 以下)四種。規模不同，流量變動及操作特性也應有不同的考量。為使本手冊便於規劃設計及操作維護營管人員之應用及溝通需求，前述小規模污水處理系統建議以處理流量規模劃分為：A 類小規模($Q=1,001\sim 5,000$ CMD)、B 類小規模($Q=251\sim 1,000$ CMD)、C 類小規模($Q=100\sim 250$ CMD)及 D 類小規模(100 CMD 以下)四種。

小規模污水處理設施，包括污水、污泥處理、處理後之放流水及污泥資源化再利用等，故處理設施，應包括污水處理設施、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，因地域環境、產業觀光及人口流動等特性，其進流水負荷變動較大，且多位於都市周邊或觀光地區，設計時必須充分加以檢討，同時考量季節因素、每週人為活動與相關觀光產業，所產生污水量及水質變化。因之其處理設施之設計考量，需能適應其特性，特別是位於自來水水質水量保護區內者，其處理放流水質要求更高。小規模污水處理設施之生物處理，依環境條件及放流水質之要求，其處理對象包括 BOD(C-BOD)、去氮(BOD、硝化脫硝)及去氮除磷(BOD、氮、磷)，依各去除標的之不同，其所應用之生物處理方法也不同。

小規模污水處理設施設計，以計畫放流水標準之水質為目標，依據污水及污泥處理的原理，將各處理單元加以組合而成。一般污水處理流程，如圖 5.1。

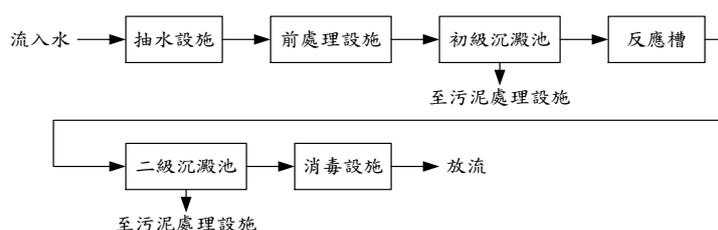


圖 5.1 小規模污水處理一般流程圖例

小規模污水處理系統，設施應單純且可自動化操作，尤其生物處理單元，應考量具有操作彈性，以節能、不添加藥劑及不需內部迴流硝化液之處理程序為主，甚至 C 類小規模(社區聚落式)或 D 類小規模(極小規模)之生物處理，不須迴流污泥，廢棄污泥可採定時排泥，若設計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，以達到設施簡易化，容易維護管理之目的。

5.1.1 小規模污水處理設施設計應考量事項

1. 小規模污水處理設施之設計，應考量處理設施的操作使用特性、周邊環境地區特性、地方政府之財政及管理體制，選擇具經濟性且維護管理容易的設施。
2. 小規模污水處理設施，其計畫進流水量及進流水質，可參考第二章 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. 小規模污水處理設施計畫，應考量處理安全、維護管理容易及高投資效率，並配合環境特性，達到放流水標準而決定其處理內容。
 - (1) 為達維護管理容易，其設施分期及配置系列，應考量能達最小化，以減少管理負擔。
 - (2) 處理設施建設及操作維護管理，應考量節能，以減低溫室氣體排放。
 - (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，以達自動化無人運轉之目的。其自動化或省人力化的程度，應考量使用頻率、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定之。
2. 依規模考量下列事項：
 - (1) 小規模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設計流量。計畫進流水質，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，但污水處理設施之設計水質，必須考量污泥處理過程中，迴流水之水量及水質，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之更嚴格的放流水標準，進行污水處理方法的評估。
 - (3) 污泥處理程序，以能達到污泥減量及再利用之目的，同時考量省人力及經濟性，且檢討可與鄰近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。
 - (4) 各處理單元之設計規範，原則與中大規模污水處理廠相同，可參考「污水處理廠設計及解說」，相異或特殊考量部分，則於本章說明。
 - (5) 依照設計條件及環境特性，若其進流水質較為單純，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流量的 4~6 hr 以上。設有調節池者，各處理單元之設計流量，應酌予合理檢討，以避免太保守的設計。
 - (7) 處理單元以操作簡易具彈性，而設計採 SRT 較長時間者，可以節省污泥穩定處理所需經費。
 - (8) 污泥處理原則，可採尹霍夫槽或重力濃縮方法設計，並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。

5.1.2 小規模污水處理方法選定原則

小規模污水處理方法選定，須考量處理效率、穩定性及維護管理性，並對處理區域之地方特性、地方政府財力及社會背景等，予以比較檢討。

解說：

小規模污水處理方法選定，應考量事項如下：

1. 污水量處理規模(如：處理流量級別、最大日污水量、分期時第一期建設之計畫污水量等)。
2. 設計進流污水之水質及放流水質(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、高程等)。
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、多目標功能利用等)。

5.1.3 主要處理設施概要

污水處理主要設施，包括揚水設施、前處理設施、初級沉澱池、生物反應槽、二級沉澱池及消毒設施等。

解說：

1. 揚水設施

進流水揚水設施，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，其設計以最大時流量為設計量。

2. 前處理設施

前處理設施，包括攔污、沉砂及流量調節等單元。為使流入的污水水量及水質，不會影響後段的揚水及各種處理設施機能為目的而設置，以最大時流量為設計量。

(1) 攔污設備

當有粗大的夾雜物流入時，對處理廠內的揚水泵及口徑較小的污泥泵，恐會阻塞而影響其處理功能，因此必須設置簡單且容易管理的細攔污設備，一般小規模污水廠為減少建設費，須考量泵之通過粒徑，選用合適前置之攔污設備。惟在進流設計水質條件下，可有條件不設置粗攔污柵。

(2) 沉砂池

小規模污水處理廠之進流水含砂量較少，原則可不必設置沉砂池，但為保護抽水機，可考量於揚水泵站前，設置砂粒可沉積的空間。

(3) 流量調節池

小規模污水處理廠，其進流水量及水質在一日之間變動很大，為確保後續污水處理的穩定及連續性，依處理方法的不同，得設置可使進流水水量負荷變動達均勻化的調節池。若為低負荷的活性污泥法，由於其生物反應槽容積較大，則可不設調節池，但若設計回分式活性污泥法或活性污泥膜濾法之單槽生物反應槽，為維持其不受流量變動影響，則必須設置調節池。至於好氧過濾法或接觸曝氣等生物膜法，為確保進流污水量，可達一定的接觸反應時間，原則應考量設置流量調節池。

3. 初級沉澱池

初級沉澱池，乃為使污水中的懸浮固體物，達到固液分離之目的，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初沉污泥，需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長曝氣法等，由於其生物反應槽容積較大，污水可直接流入，而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，為降低生物反應槽的負荷，則應設置初級沉澱池。

4. 生物反應槽

生物反應槽為生物處理的主要設施，如氧化渠法的氧化旋轉繞流溝渠、延長曝氣法的生物曝氣槽、回分式活性污泥法的批次生物反應槽、生物膜法的接觸曝氣槽及好氧過濾法的好氧性過濾槽等，皆是去除污水中之有機物、氮化物硝化及脫硝之槽體。回分式活性污泥法，並不需設置初級及二級沉澱池，生物反應槽可同時為生物反應與沉澱處理程序循環運作。

活性污泥法中，生物反應槽之活性污泥，經曝氣攪拌呈懸浮狀態，與進流污水混合接觸，藉鼓風機打入散氣設備或機械攪拌供給氧氣，以進行有機物的氧化分解，而去除污水中的有機物。

生物膜法係於反應槽中填置接觸材，藉曝氣供氧循環，使污水與接觸材表面接觸附著生長生物膜，藉以吸附去除污水中的有機物及氮化物等。

5. 二級沉澱池

生物反應槽的活性污泥，經氧化及增殖，出流水所含的SS濃度約為1,500~4,000 mg/L，若為生物膜法，其反應槽剝落的微生物膠羽，則約為20~150 mg/L，其反應槽出流水在混合狀態下，流入二級沉澱池進行固液分離，以獲得清澈處理水的設施，其沉澱污泥是為二級生物污泥。

若設計採用活性污泥法，需將部分生物污泥迴流至生物反應槽，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，其二級沉澱污泥，不需迴流至生物反應槽。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，僅直接由生物反應槽抽送至污泥處理設施處理。

好氧過濾法，其濾床保有的微生物及污水中的固體物(含廢棄污泥)，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. 消毒設施

消毒單元為在處理水排入放流水體之前，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。

消毒劑以使用次氯酸鈉溶液為主，小規模污水處理廠，以使用固體氯錠消毒較為方便。

消毒設施尚有加氯、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。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後，選擇適合的消毒方法。其設計污水量，皆以最大時流量設計。另處理水若放流於自來水水質水量保護區者，則以使用不殘留化合物之紫外線消毒或臭氧消毒為宜。

5.2 小規模污水處理方法選擇

5.2.1 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、經濟性及其他限制條件，加以充分分析決定之。

解說：

小規模污水處理方法的選擇流程，如圖 5.2。而達到同等放流水質以上，可考量之處理方法，如表 5.1。應考量事項下列：

1. 進流水之流量、水質及其變動

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

2. 處理水利用及其用途

若有處理水回收再利用計畫時，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流程設施之用水，或廠內綠地澆灌利用為主。

3. 污泥處理及污泥量

污泥處理對污水處理的影響不大，但若污泥濾出液迴流瞬間負荷過大，則其對污水處理設施會有影響。另污水處理方法不同，其污泥產生量也不同。

4. 污水處理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、區域高程、周邊地區狀況、有無指定用途、污泥的運出路線、放流水體位置及放流管線埋設路線等，皆應加掌握。

5. 維護管理

需先確認操作維護管理模式，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。

6. 經濟性

須進行建設費及維護管理費的比較，並將建設費折算為年費，合併維護管理費納入分析評價。

7. 其他限制條件

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，而對放流水質嚴格要求。此時選用之處理方法，則可考慮低負荷型生物處理法，其處理去除率高，放流水水質良好。

表 5.1 日本不同計畫放流水質之污水處理方法

計畫放流水水質			處理方法及可達同等以上水質的處理方法	
生化需氧量	氮含量	磷含量		
BOD ₅ (mg/L)	mg/L	mg/L		
10 以下	10 以下	0.5 以下	循環式硝化脫硝膜濾法(MLE+膜濾, 限添加凝聚劑)、厭氧缺氧好氧法(A ² O 法, 限添加有機物質及凝聚劑)併快濾法	
		0.5~1.0	循環式硝化脫硝膜濾法(MLE+膜濾, 限添加凝聚劑)、厭氧缺氧好氧法(A ² O 法, 限添加有機物質及凝聚劑)併快濾法, 以及循環式硝化脫硝法(MLE 法, 限添加有機物質及凝聚劑)併快濾法	
		1.0~3.0	同上	
		—	循環式硝化脫硝膜濾法(MLE+膜濾)、厭氧缺氧好氧法(A ² O 法, 限添加凝聚劑)併快濾法, 以及循環式硝化脫硝法(MLE 法, 限添加凝聚劑)併快濾法	
	10~20	1.0 以下	1.0 以下	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法, 限添加凝聚劑)併快濾法, 以及循環式硝化脫硝法(MLE, 限添加凝聚劑)併快濾法
			1.0~3.0	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法)併快濾法, 以及循環式硝化脫硝法(MLE, 限添加凝聚劑)併快濾法
			—	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法, 限添加凝聚劑)併快濾法, 以及厭氧好氧活性污泥法併快濾法
		—	1 以下	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法, 限添加凝聚劑)併快濾法, 以及厭氧好氧活性污泥法併快濾法
			1~3	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法)併快濾法, 以及厭氧好氧活性污泥併快濾法
			—	標準活性污泥法併快濾法
	10~15	20 以下	3 以下	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法)及循環式硝化脫硝法(MLE 法, 限添加凝聚劑)
			—	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法)及循環式硝化脫硝法(MLE 法)
—		3 以下	厭氧缺氧好氧法(A ² O 法)及厭氧好氧活性污泥法	
		—	標準活性污泥法	

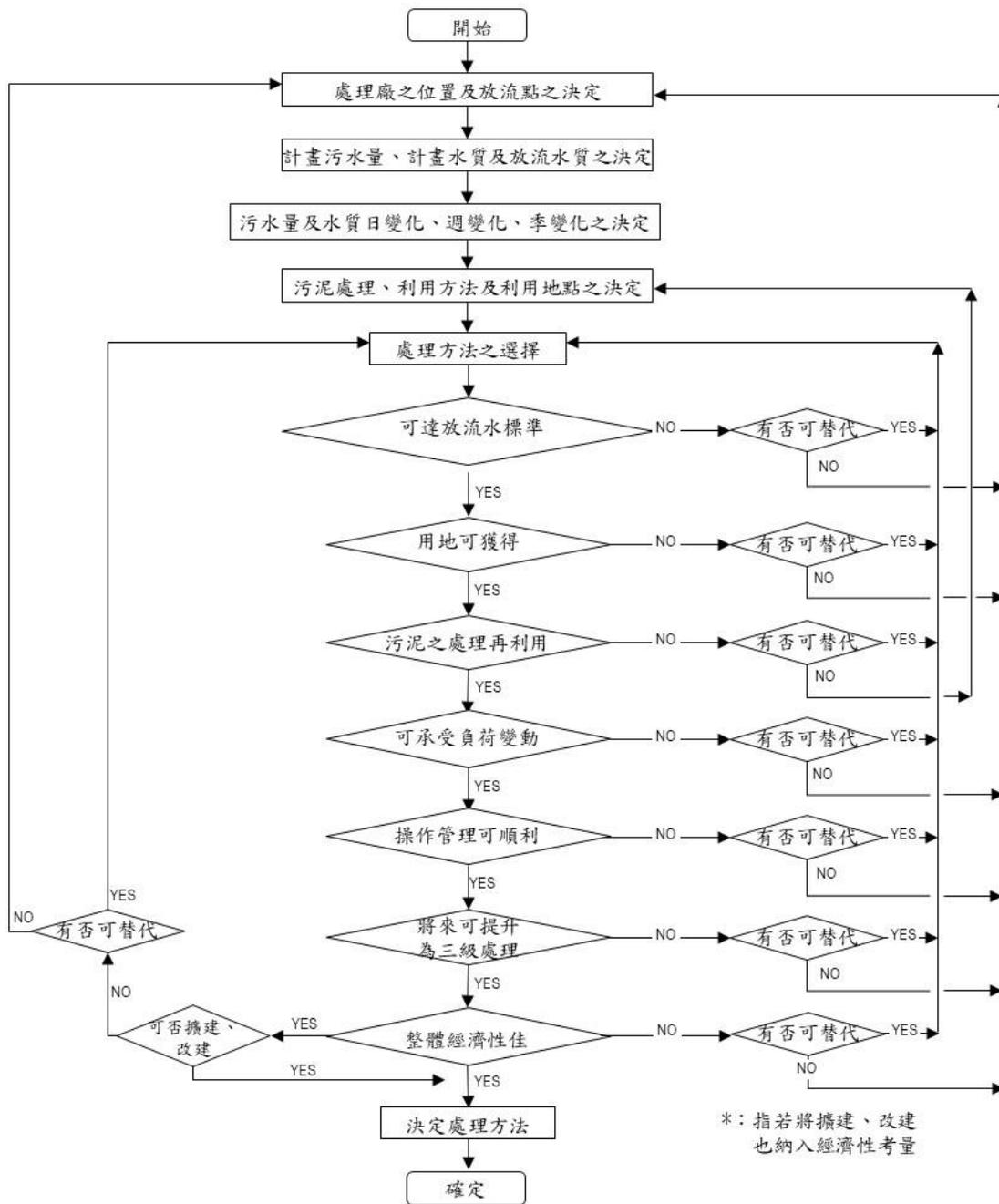


圖 5.2 小規模污水處理廠處理方法之選擇流程圖

5.2.2 小規模污水處理設施組成

小規模污水處理設施的組成，依不同生物處理方法，其處理設施之組成也有所差異，應就處理規模、水量及水質特性，加以檢討選擇其組成。

解說：

小規模污水處理設施的組成，依其選定生物處理方法之不同而異。其設施組成，如表 5.2。

表 5.2 不同處理方法之小規模污水處理設施組成

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)	延長曝氣法	回分式活性污泥法(含各不同處理對象之 SBR 法)	硝化內生脫硝氧化法(OAO 法)	循環式硝化脫硝法(MLE 法)	厭氧好氧活性污泥法(A ² O 法及多段進流法)	活性污泥膜濾法(MBR 或 AO-MBR)	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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	膜濾法需設細篩機
污水調節池	×	×	○	△	△	△	○	△	△	△	
初級沉澱池	×	×	×	×	△	△	×	○	○	○	硝化內生脫硝法可不設初級沉澱池
生物反應槽	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
二級沉澱池	△	○	×	○	○	○	×	×	○	○	氧化渠法若無設置二級沉澱池則可直接排泥處理。活性污泥膜濾法可不設二級沉澱池
快濾設備	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	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

5.2.3 小規模污水處理廠設計程序參數及單元之考量

小規模與中大規模污水處理廠，在設計上須考量其差異性，各設計參數雖同在特定範圍內，惟小規模廠設計選用時，則有異於中大規模廠之考量。生物處理程序很多，小規模廠之選擇，也有異於中大規模廠之選擇。茲就設計參數引用及設計程序單元考量，敘述如下：

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，若未設調節池時，其各處理單元之 HRT (Hydraulic Retention Time) 宜較長。
- (2) 由於進流水量及水質變動大，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，大多不必再進一步做穩定(消化)處理，故 SRT (Solid Retention Time) 宜較長。
- (5) 由於小規模廠污泥量較少，都採彈性間歇時間排放廢棄污泥，可藉系統循環迴流污泥，故其 MLSS 較高。

2. 設計程序及處理單元之選擇

- (1) 由於其污水量少，設計處理程序可不考量設置初級沉澱池，而直接進入二級生物處理。
- (2) 為省略污泥穩定處理，可不設污泥消化設施，但應有污泥貯槽單元，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 較長之生物處理程序，由於其沉澱後污泥濃度可較高，可循環迴流於生物反應槽處理，可不需設置濃縮貯存槽，可定期直接抽出脫水或運出。
- (4) 小規模廠由於污水流量少，其生物反應槽之迴流污泥量不易定量，可採不需迴流污泥之生物處理程序。
- (5) 基於上述考量，處理程序應具單元簡單及操作容易，可依處理規模考量不同之處理程序，以利操作。
- (6) 須配合最新修訂之放流水標準的水質項目，納入處理對象。

5.2.4 小規模污水處理廠常用之生物處理方法

小規模污水處理廠之生物處理方法種類很多，一般多以處理規模、水質及污水特性，來選用其生物處理方法。

解說：

臺灣及金馬地區截至 109 年 3 月，營運中的公共污水下水道處理廠共有 73 廠，其中設計污水流量小於 5,000 CMD 者共有 35 廠。依設計處理規模，其使用生物處理方法別之廠數，如表 5.3。

表 5.3 5,000 CMD(含)以下規模採生物處理方法統計一覽表

生物處理方法	設計流量(CMD)				合計
	100 以下	101~250	251~1,000	1,001~5,000	
氧化渠法			1	5	6
接觸曝氣法	2		3	3	8
活性污泥膜濾法(MBR 法)	5	4	1		10
延長曝氣法				1	1
厭氧缺氧好氧活性污泥法(A ² O 法)			1	2	3
循環式硝化脫硝活性污泥法(MLE 法)			1		1
活性污泥法(TNCU 法)				1	1
回分式活性污泥法(SBR)		1		2	3
旋轉生物圓盤法(RBC)			2		2
合 計					35

由表中顯示，小規模污水處理廠在 250 CMD 以上處理規模，以氧化渠法及接觸曝氣法最多，在 100 CMD 以下之處理規模則以活性污泥膜濾法及接觸曝氣法為主。

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，其設計處理方法，如表 5.4。以氧化渠法、延長曝氣法、回分式活性污泥法及好氧過濾法等為主。

表 5.4 日本小規模污水處理廠生物處理方法統計一覽表

生物處理方法	處理量 5,000 CMD 以下
氧化渠法	856
回分式活性污泥法	66
去氮除磷氧化渠法	44
標準活性污泥法	42
延長曝氣法	41
礫間接觸曝氣法	32
好氧過濾法	29
循環式硝化脫硝活性污泥法	12
接觸曝氣法	10
其他合計(各 10 廠以下)	172
總數	1,214
二級處理	96

5.3 污水溶解性物質處理之原理

污水中之溶解性物質及微細粒子之處理程序，包括生物處理及過濾(膜濾)處理程序。

生物處理之原理，係依其去除物質而異，主要藉好氧(或厭氧缺氧)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生物污泥，以達到去除污染物質之目的。

5.3.1 活性污泥法的淨化機制

活性污泥法之淨化機制及流程，如圖 5.3。有關詳細解說，可參考「污水處理廠設計及解說」第 5.2.1 節。

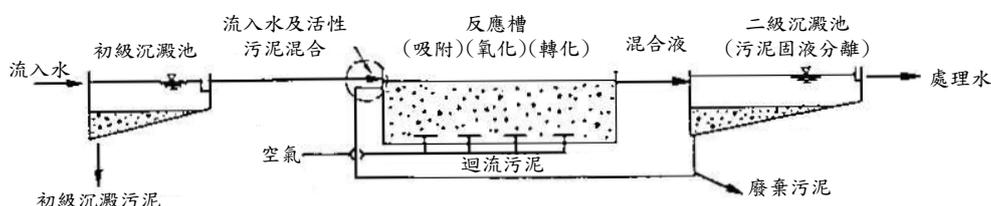


圖 5.3 活性污泥法之淨化機制及流程

5.3.2 生物膜法的淨化機制

1. 接觸曝氣法及其特性

污水處理，一般多採用活性污泥法，但必須配合進流水質水量的變化，做必要的控制外，且有污泥膨化及上浮問題，而需要較高的操作技術。

對於小規模污水處理廠，除延長曝氣法、回分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，由於操作較簡單，不用迴流污泥，自 1970 年開始以來，在歐、美、日已漸普及應用，其中接觸曝氣法在國內也廣被採用。

接觸曝氣法，乃將接觸濾材浸於生物反應槽內，並在槽內給予充分曝氣，使流入的污水充分攪拌循環流動，而與接觸濾材相接觸，經一段時間後，接觸濾材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，或氧化污水中有機物質的處理方法。

接觸曝氣法之去除 BOD 及去氮模式，如圖 5.4。

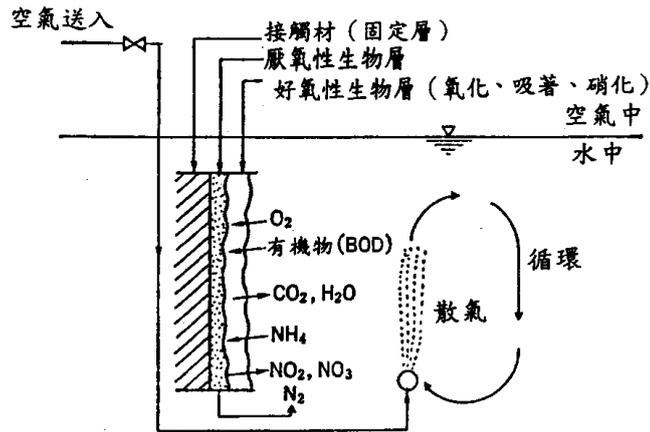


圖 5.4 接觸曝氣法去除 BOD、氮特性示意圖

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，為於生物反應槽內充填 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空氣的處理程序。

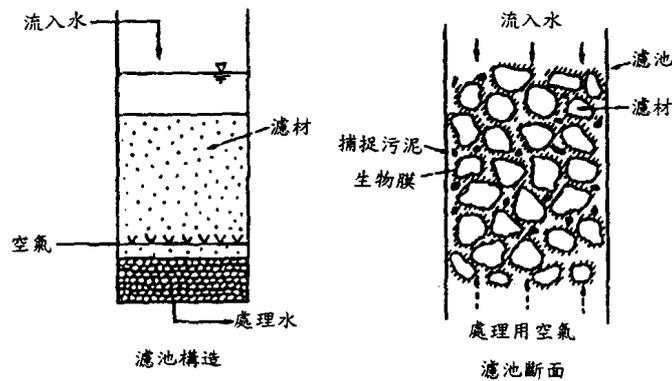


圖 5.5 好氧過濾法之處理原理示意圖

污水由生物反應槽上部流下時，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，故本法兼具生物膜處理及過濾之雙重特性。

但本法因具有過濾之特性，就有因微生物增殖造成阻塞的問題，此時為恢復其處理機能，就必須以壓力空氣及水(處理水)予以反沖洗，而此反沖洗水必須引至前處理單元或初級沉澱池，進一步去除 SS。

5.3.3 過濾

為提升放流水質或回收再利用，污水二級處理經沉澱後，多採快濾程序處理。採用之濾材，包括濾砂、纖維、玻璃活性抗菌濾材等不同材質。快濾設計以 10

~100 m/hr 之濾速，經由 30~100 cm 高之濾料厚度，藉物理性的過濾阻留作用，將懸浮物質加以捕捉予以分離，其過程包括將懸浮固體物質「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 μm 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 ，因此經快濾處理後，殘留於放流水中之懸浮物質幾乎大半已被去除。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，再予以過濾處理。快濾池型式，如圖 5.6。

快濾處理程序，主要為去除二級處理水中殘留之 SS，併同去除 SS 所含之有機物、磷及氮化物等物質，因此若 SS 以外的懸浮性物質佔較高比例時，採用快濾處理可有效予以去除，亦可去除二級處理水中之懸浮性 BOD。

快濾池的型式，可分為下列：

1. 依過濾水頭分類：重力式、壓力式。
2. 依過濾流向分類：向下流、向上流、水平流、上下向流。
3. 依濾層之運動模式分類：固定床、移動床。

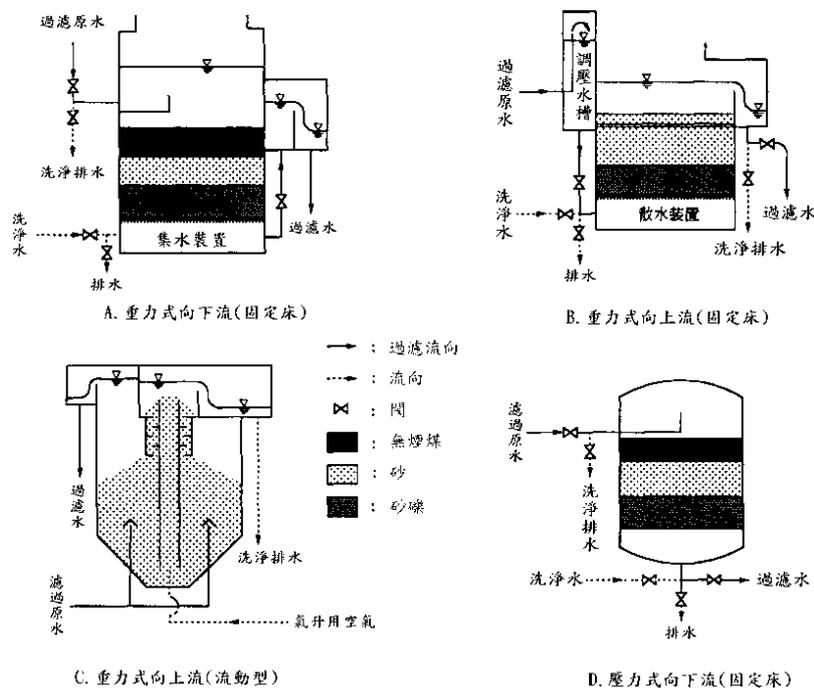


圖 5.6 快濾池型式

纖維過濾為上流式過濾系統，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。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 5.5。

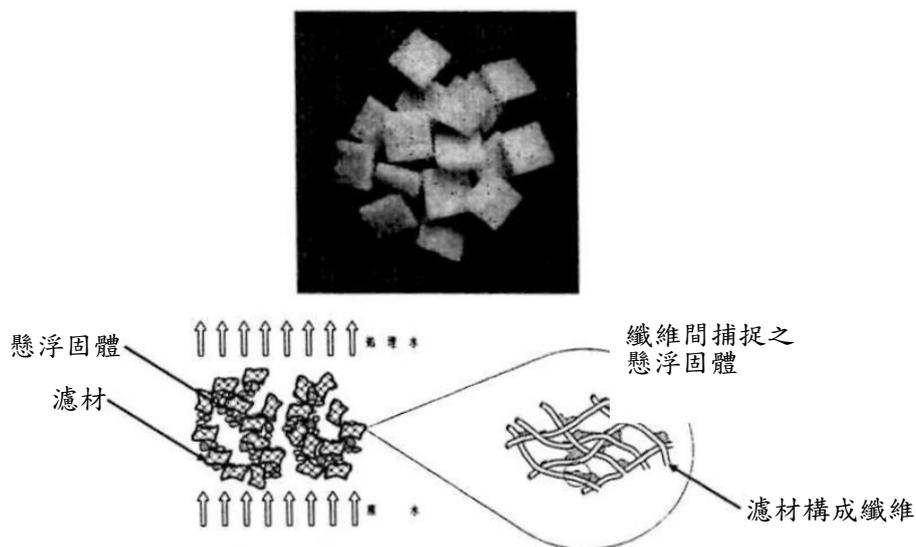


圖 5.7 纖維過濾之纖維濾材形狀

表 5.5 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

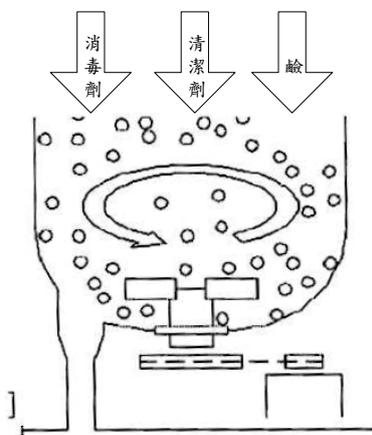


圖 5.8 纖維過濾濾料清洗示意圖

纖維過濾，具有下列特性：

1. 濾速高，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. 反洗時間短，可減少反洗廢水。
5. 因係上流式，處理水水質 SS 穿透力較小，對 SS 之附著力較強，捕捉量較大，故處理水質較穩定。
6. 因濾速較大，過濾設施佔地較小，相對設備費用也較節省。

5.4 小規模適用污水生物處理方法及特性

本節就小規模污水處理可應用的活性污泥法之氧化渠法、延長曝氣法、回分式活性污泥法、硝化內生脫硝法、活性污泥膜濾法、生物膜法之好氧過濾法及接觸曝氣法等，加以分述外，其他生物處理方法，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

5.4.1 氧化渠法

氧化渠法，由於其生物反應槽水力停留時間達到 24~36 小時，採用機械曝氣裝置，為水深較淺之繞流渠道型低負荷之活性污泥法，故可不設置初級沉澱池，並於二級沉澱池進行固液分離的處理系統，為小規模污水處理廠廣被採用的活性污泥法。

氧化渠法生物反應槽的形狀，如圖 5.9。

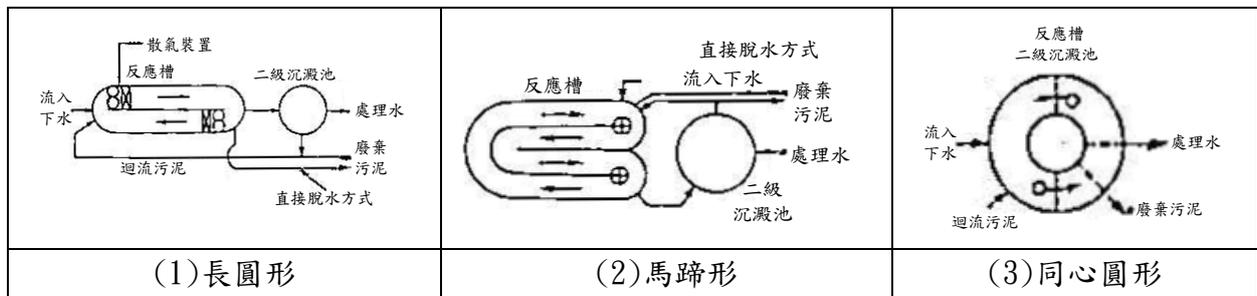


圖 5.9 氧化渠法繞流渠道結構配置及流程

由於本法生物反應槽水力停留時間長，池深較淺，約 2~5 m，因之需較大用地面積，但土木結構配置較為簡易。因係使用機械曝氣，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 5.6。一般依生物反應槽的配置及形狀，進行最適曝氣設備的組合。

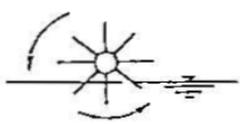
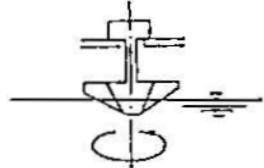
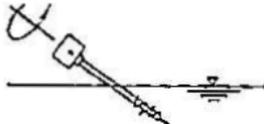
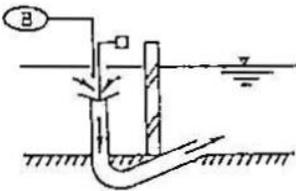
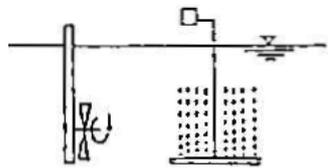
曝氣設備選擇時，需檢討各設備的動力效率，並應充分考量省能源為重點。

氧化渠法的特性，包括：

1. 因在低負荷下運轉，即使進流量、水質的時間變動或水溫下降，仍可穩定去除有機物。又因低負荷操作，SRT 較長，可達到硝化處理功效。

2. 一般活性污泥處理系統，若發生硝化作用，會導致處理水 pH 下降而水質惡化，但氧化渠法可就其生物反應槽內，缺氧段、好氧段及停留時間經由適當的設定，以達到硝化及脫硝之目的，硝化作用所消耗的鹼度，可在流動中因進流水之流入而恢復，防止 pH 下降。
3. 生物反應槽內的溶氧(DO)濃度，依污水污泥混合液的流動，其濃度會產生坡降，但 MLSS 濃度及鹼度，則可維持穩定。
4. 污泥量產生，約為去除 SS 量的 75%，較標準活性污泥法為低。
5. 廢棄污泥也因污泥停留時間較長，部分有機性污泥已在生物反應槽內進行分解，故污泥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 5.6 適用氧化渠法之各種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，形成輪刷式曝氣機，於污水表面進行攪拌曝氣，為一表面曝氣方法
豎軸型		藉驅動馬達的旋轉動力，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		藉螺旋攪拌機之旋轉，造成負壓吸入空氣，形成微細氣泡而擴散於水中的水中曝氣方法
軸流泵型		藉軸流泵及散氣管供給的空氣攪拌混合，經由軸流泵之下游側，將所形成氣液混合體再由槽底噴出之方法
推進器型		藉由水中螺旋槳攪拌及混合，氧氣的供給則由鼓風機打入散氣圓盤(或板、管)散氣之方法

對於微小規模(250 CMD~1000 CMD)以下流量的污水下水道系統，可採用曝氣沉澱一體氧化渠，將二級沉澱池合併在氧化渠中，進而達到曝氣及沉澱分離的功能，設施簡化更方便操作管理，如圖 5.10。

曝氣沉澱一體氧化渠，係於渠道內設置沉澱區，在沉澱區的兩側設隔牆，並在其底部設置一排三角形導流板，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，曝氣則採用機械表面曝氣方式。

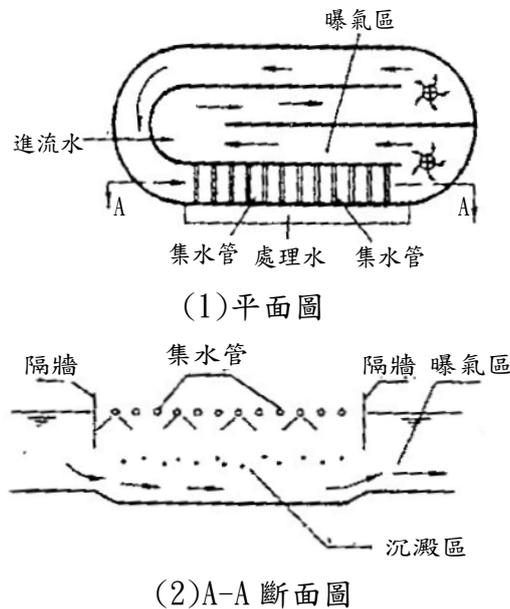


圖 5.10 曝氣沉澱一體氧化渠平剖面示意圖

硝化脫硝氧化渠法，為維持硝化菌在氧化渠生物反應槽內所必要的停留時間 (ASRT) 一定，並依據硝化及脫硝反應原理，需要適當配置好氧及缺氧段設計，而達到好氧與缺氧停留時間比 1:1 的反應時間。依流入負荷量藉排泥調節控制，也可以全槽間歇曝氣(好氧)及間歇攪拌不曝氣(缺氧)操作，以達到穩定有機物及氮的去除，如圖 5.11。本法在穩定操作下，對於氨氮的去除可達到 70~80%，若要同時去除磷，則必需添加凝聚劑方可去除。

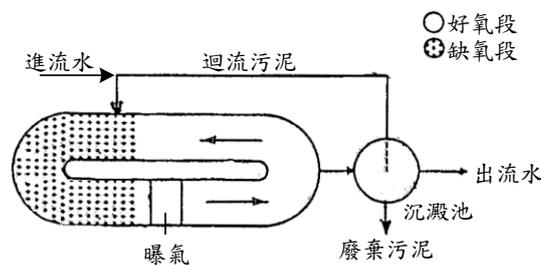


圖 5.11 氧化渠併同硝化脫硝系統示意圖

硝化脫硝氧化渠法設計時，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. 在設計水溫下，ASRT 以可維持硝化菌存留在生物反應槽內的日數以上決定之。
3. 為達去氮效果，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、缺氧段之時間比為 1：1。

- 曝氣裝置以每一生物反應槽 2 台為原則，其供氧能力以最大日污水量流入時，以每日所需氧量可在 12 小時內供給為原則。
- 二級沉澱池的水面積負荷，依生物反應槽設計 MLSS 濃度的關係決定。氧化渠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。

綜合前述說明，有關氧化渠法及其搭配改良之各種去氮、除磷處理方法之設計操作及設計參數，最適 C/N 比及 C/P 比，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

5.4.2 延長曝氣法

延長曝氣法，如同標準活性污泥法之處理流程，採用調整設計參數方法，利用微生物體內分解期階段，使污水之 BOD 減少，同時減少廢棄污泥量。本法如同氧化渠法，其生物反應槽的停留時間較長，水力停留時間可達 16~24 小時，可不設置初級沉澱池，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混合 MLSS 固液分離。延長曝氣法處理流程，如圖 5.12。

本法設計參數，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

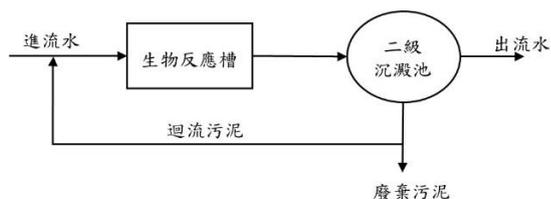


圖 5.12 延長曝氣法處理流程圖

小規模污水廠多以考量維護管理方便及可達處理安定，而採延長曝氣法或氧化渠法之低負荷設計。

5.4.3 回分式活性污泥法

回分式活性污泥法(SBR)係在一單槽內，同時具有生物反應槽及二級沉澱池的功能，如圖 5.13。進流水與活性污泥經由曝氣攪拌形成混合液，靜置沉澱、上澄液排水及廢棄污泥排出等各項操作運轉過程，皆在同一槽內反覆進行的處理方法。

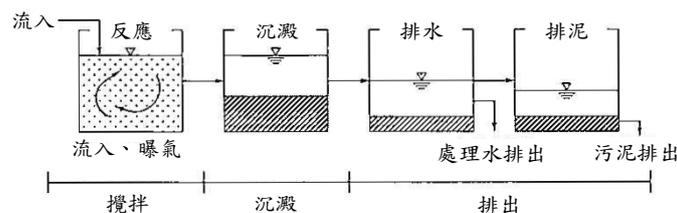


圖 5.13 回分式活性污泥法循環運轉流程圖

一般回分式活性污泥法之處理流程，如圖 5.14。雖可不設初級沉澱池，但為保持進流處理水量之均勻及後續操作之穩定，則必須設置調節池。本法以一系列 2 槽式組合，進流污水間歇流入，而在一天內數次循環運轉。

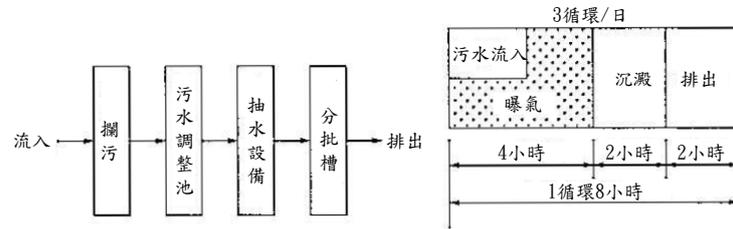


圖 5.14 回分式活性污泥法處理流程圖

回分式活性污泥法，除為間歇污水進流操作外，也有連續流入之處理方法。其兩者之比較，如圖 5.15。

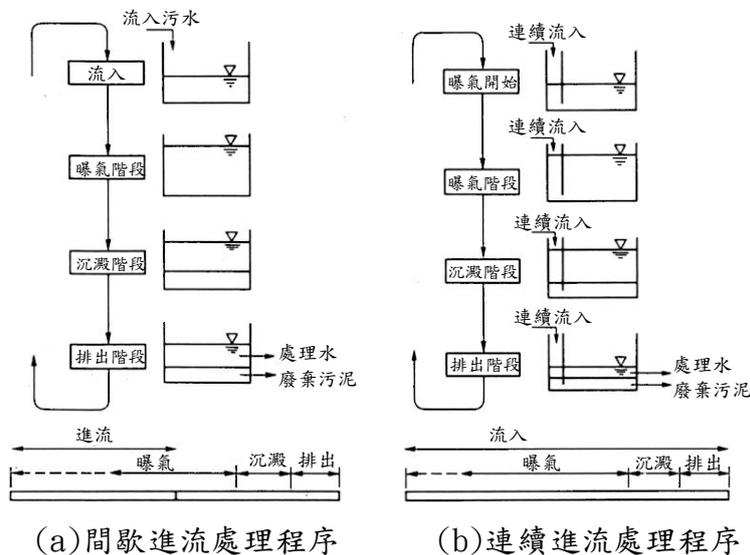


圖 5.15 間歇進流方法及連續進流方法之比較

回分式活性污泥法，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，以達在厭氧狀態下釋磷及好氧攝磷之操作控制，而達到去氮除磷。

本法之去氮程序，為於單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，予以攪拌維持缺氧狀態下，使進流水之有機物為碳源，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。為達到硝化之目的，本操作程序之生物反應槽 MLSS 濃度一般較高，ASRT 也較長，約 10~30 日，如圖 5.16。

本法之去氮程序，以低負荷操作，每日循環數採 2 次，各次排放比 1/2~1/4，各階段之反應時間，如圖 5.16 所示。

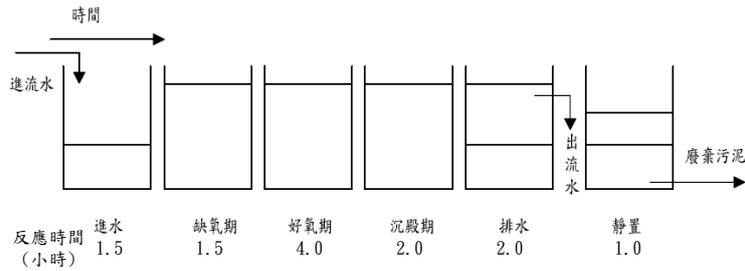


圖 5.16 回分式活性污泥法去氮處理程序循環示意圖

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，均在同一生物反應槽中完成，此反應槽兼具生物反應與沉澱池之功能。本程序分為進流水、厭氧期、好氧期、缺氧期、沉澱期及排水及排泥之操作，以使釋磷、硝化、攝磷、脫硝及分離，必要時在缺氧段添加碳源，而可達到去氮除磷。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。

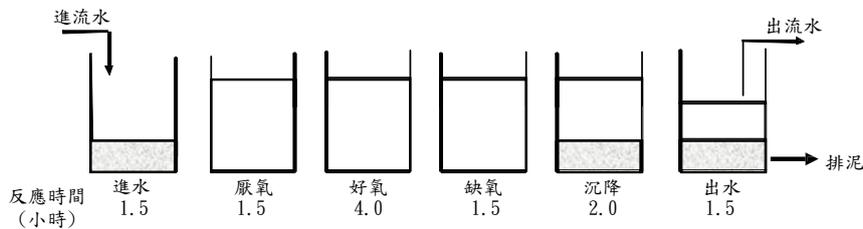


圖 5.17 回分式活性污泥法去氮除磷處理程序示意圖

回分式活性污泥法，因係在同一槽內進行曝氣及沉澱，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。

回分式活性污泥法使用曝氣攪拌裝置，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。

回分式活性污泥法的特性，包括：

1. 進流水的負荷變動較規則時，較可獲得穩定的處理水，因此若要獲得穩定的處理水水質，一般需設置調節池。
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. 若能維持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. 在單一生物反應槽內設定每一循環週期，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. 生物反應槽內易蓄積浮渣，應有排除浮渣措施。
7. 由於處理水為間歇排出，應注意消毒接觸所需之反應時間。

回分式活性污泥法 BOD 的去除能力可達 90% 以上，經由適當的操作管理，總氮及總磷的去除率也可達 80% 以上。有關本法設計參數，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

本去氮除磷系統，原則上以高負荷操作，每日循環數採 2 次，各次排放比 1/4~1/2，各階段之反應時間，如圖 5.17 所示。

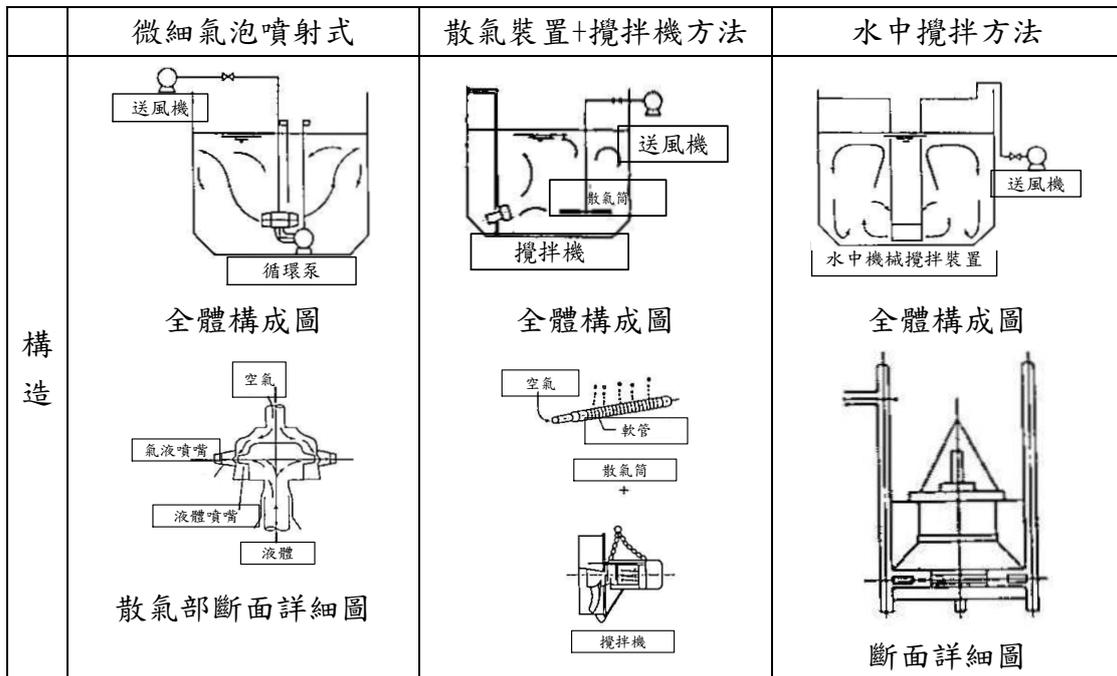


圖 5.18 回分式活性污泥法使用之代表性散氣設備裝置

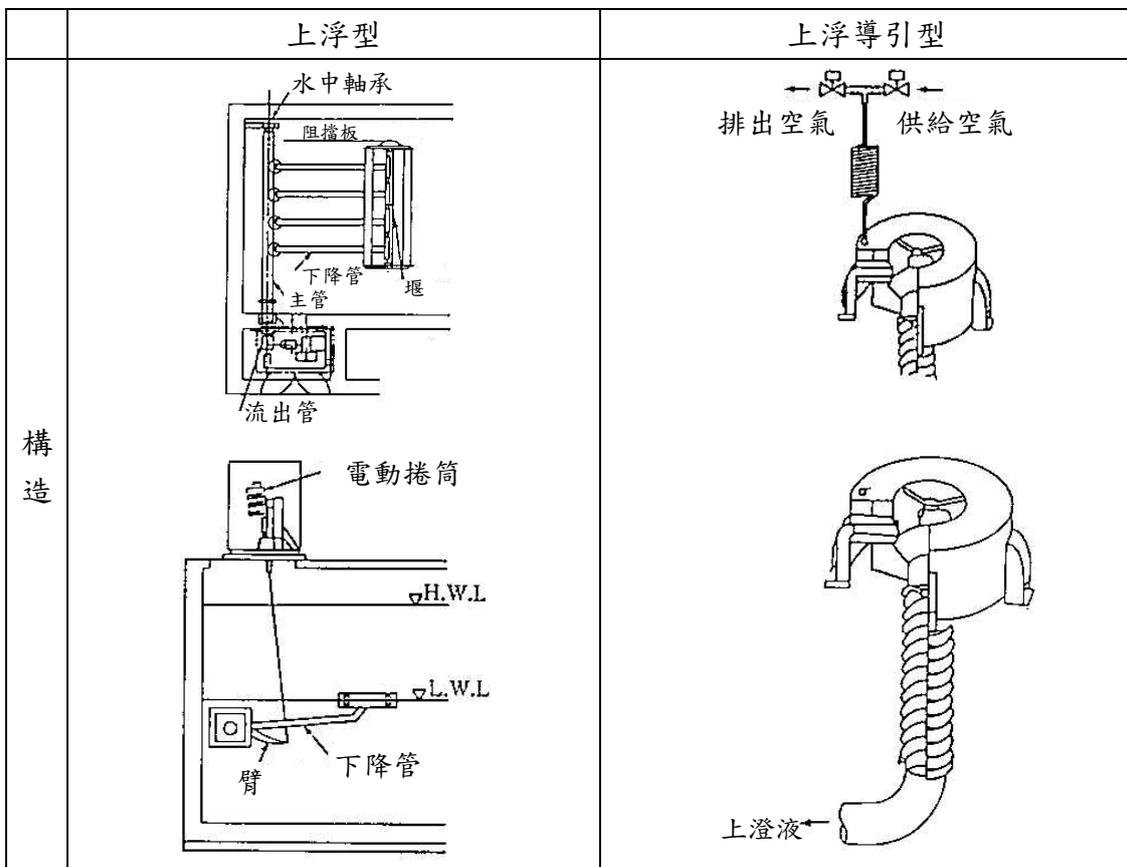


圖 5.19 回分式活性污泥法處理水排水設備裝置圖

5.4.4 硝化內生脫硝法及硝化內生脫硝除磷法

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，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，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，也不需內部迴流硝化液。

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發生脫硝，也可防止污泥上浮。

本法若進流水穩定，生物反應槽對於其流入的總氮，去除率可達 70%~80%。脫硝槽必須維持 DO 在 0.5 mg/L 以下，以確保脫硝作用發生。本法為確保脫硝反應所需之碳源，故可不設初級沉澱池。

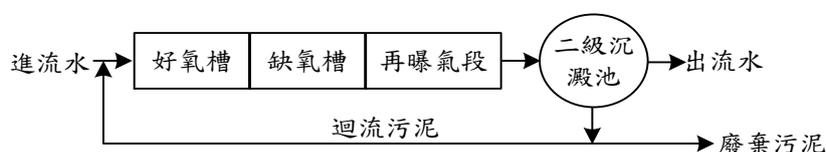


圖 5.20 硝化內生脫硝法處理流程圖

本法的設計參數，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

硝化內生去氮除磷法，係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，處理水經二級沉澱池沉澱，排除含高濃度含磷的污泥，以達去氮除磷的功能，如圖 5.21。

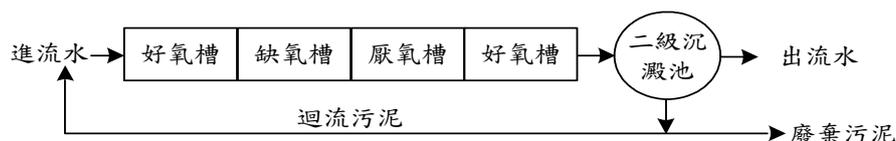


圖 5.21 硝化內生脫硝除磷法處理流程圖

5.4.5 循環式硝化脫硝法(MLE 法)

本法將生物反應槽分為兩部分，以進流水 BOD 於前段缺氧槽為碳源進行脫硝反應，而於後段好氧槽進行硝化反應。本系統將脫硝槽置於硝化曝氣槽之前，而增加一內部循環量，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。而在缺氧段之脫硝作用，其微生物所需的碳源，則由進流污水中可生物分解的有機碳提供，即所謂使用內部碳源，也可於初級沉澱池部分進流水或污泥繞流，以補充脫硝作用所需之碳源。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 50%~60%，排泥去除約 60%~70%，如圖 5.22。

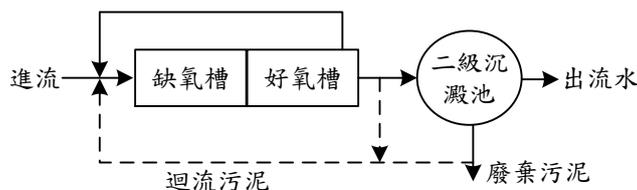


圖 5.22 循環式缺氧好氧去氮處理流程圖

5.4.6 厭氧缺氧好氧活性污泥法(A²O 處理方法)

典型之厭氧/缺氧/好氧生物處理程序，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。

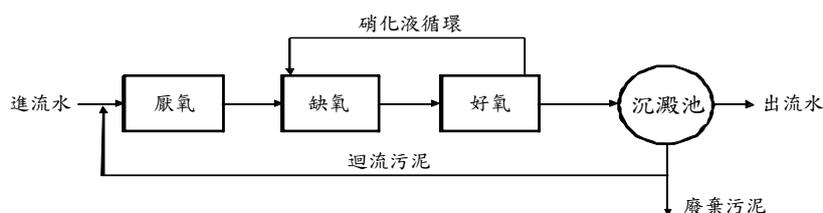


圖 5.23 厭氧缺氧好氧法處理流程圖

5.4.7 活性污泥膜濾法(MBR)及缺氧好氧活性污泥膜濾法(AO-MBR)

活性污泥膜濾法(MBR)，係於活性污泥法的生物反應槽中填置過濾膜組，直接將活性污泥混合液予以過濾，以獲得清澈過濾水的方法。生物反應槽可為單槽，以處理一般污水中之有機物為主的方法，也可將生物反應槽分隔為前段缺氧及後段為好氧生化反應，並自好氧槽迴流硝化液循環至缺氧槽以脫硝之去氮處理程序，稱為循環式缺氧好氧活性污泥膜濾法(AO-MBR)。

進流水必須先經細篩(孔隙 1.0 mm 以下)去除雜物後，先流入缺氧段，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 或 UF 膜組，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處理系統之基本流程，如圖 5.24。活性污泥膜濾法依膜組設置方法之不同，可分為浸漬一體型、分置型及槽外型，特性如表 5.7。

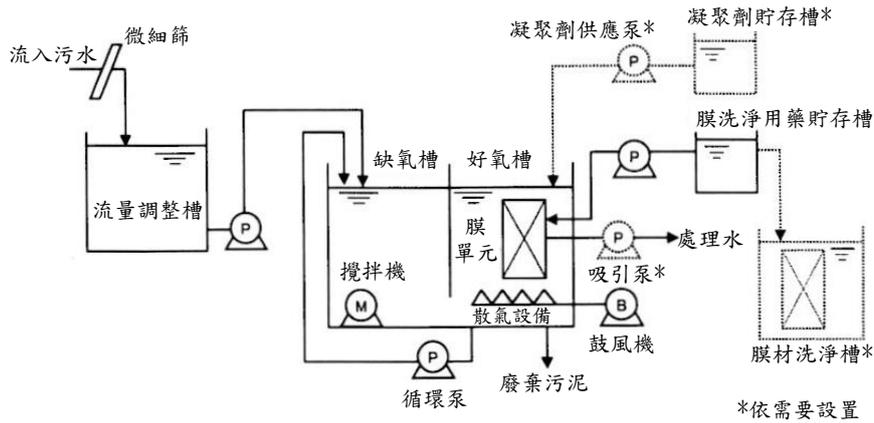


圖 5.24 活性污泥膜濾法去氮處理系統流程圖

表 5.7 MBR 之濾膜設置型式及特性

<p>浸漬型 (一體型)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 實例較多。 ▪ 程序及結構配置簡單。 ▪ 生物反應槽的散氣裝置可與膜組洗淨共用。 ▪ 因膜片或膜絲為多數組成模組設置，故進行濾膜模組之檢查維修，吊裝時不需停止操作，維護容易。
<p>浸漬型 (分置型)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 生物處理及濾膜反洗所需要的空氣量不同，可各自配置(分為細氣泡及粗氣泡)。 ▪ 生物反應槽的MLSS，可較膜分離槽濃度低，分別操作控制。 ▪ 濾膜模組之檢查及維修更換，因係多組配置，故不需停止生物反應槽的操作，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(膜分離槽可為藥洗槽利用)
<p>槽外型</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 通量最大(可減少濾膜模組數)。 ▪ 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、維修及更換時，不需停止操作，運轉容易。 ▪ 污泥混合液循環泵需較多電力。 ▪ 藥劑洗淨容易。

活性污泥膜濾法程序的特性如下：

1. 處理程序，可不設置初級沉澱池、二級沉澱池、快濾設施及消毒設施。可藉提升生物反應槽的 MLSS 濃度，減少生物反應槽的容量，污泥直接從反應槽抽出，故可不設污泥濃縮消化等處理設施。
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節池，而前處理設施應設置微篩裝置，以保護濾膜。
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，可達硝化及脫硝。磷之去除則需另添加凝聚劑。
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 或 UF 膜材(孔徑 $0.1 \mu\text{m} \sim 0.4 \mu\text{m}$ 以下)過濾，其處理水 SS 濃度獲得比其他活性污泥法更佳的處理水質。
8. 進流水 SS 的污泥轉換率約 0.7。

本法的設計參數，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

5.4.8 接觸曝氣法

接觸曝氣法為生物膜法的一種，本法為生物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。其處理系統，包括初級沉澱池、生物反應槽(接觸曝氣槽)及二級沉澱池。處理系統，如圖 5.25。

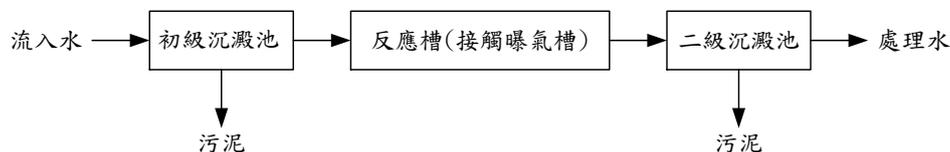


圖 5.25 接觸曝氣法處理流程圖

初級沉澱池流出水中的有機物，被好氧性接觸曝氣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，在生物膜生長達一定厚度下自行剝離，併同處理水流出，而於二級沉澱池沉澱分離，本法並不需如同活性污泥法，需設迴流污泥，而僅直接從二級沉澱池廢棄污泥排出。

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，導致接觸材容易阻塞。

7. 本處理系統若進流水流量變動大，應檢討設置流量調節池。
8. 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。

本處理方法之設計參數，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。為保持生物接觸曝氣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較大者之接觸材為宜。接觸材的形狀有管狀、繩狀、網狀、平段式及球狀等，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。

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

5.4.9 好氧過濾法

好氧過濾法，為於生物反應槽中充填 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。好氧過濾法的濾速控制在 25 m/d 以下，好氧過濾法處理流程，如圖 5.26。

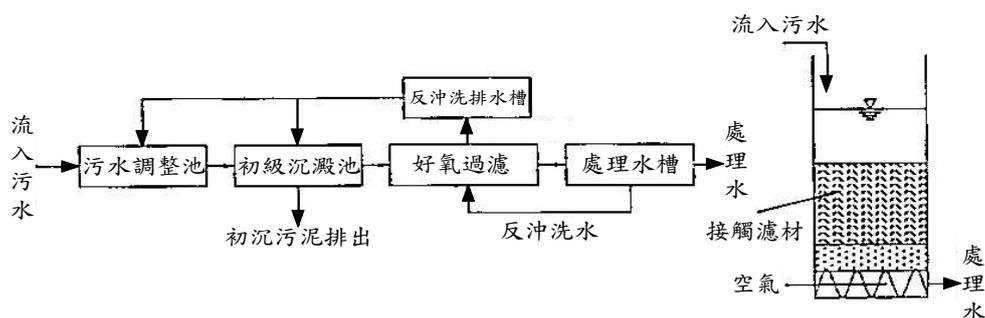


圖 5.26 好氧過濾法處理流程及好氧過濾槽構造圖

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，應每天一次以空氣及處理水反沖洗。反沖洗排水則送至污水調節池或初級沉澱池，以去除反沖洗水中的 SS。

好氧過濾法的特性如下：

1. 與其他處理方法比較，停留時間較短，用地較小。
2. 由於生物濾床停留時間短，因之需設置污水調節池及初級沉澱池。
3. 生物濾床所產生的污泥，與初級沉澱污泥混合後，自初級沉澱池抽出處理。
4. 濾床必須做定期反沖洗。
5. 初級沉澱池可以 Imhoff 槽代替，為沉澱污泥設施，並達污泥減量化，好氧過濾法若欲達到硝化作用，則濾床停留時間需較長。

本法設計參數，可參考「污水處理廠設計及解說」第五章。

5.5 污水處理各單元設計

5.5.1 前處理設施

沉砂設施原則設置於抽水揚升之後或攔污之後，適合小規模之沉砂池，包括水平流式、豎流式、渦流式及 CPI (Corrugated Plate Interceptor) 油水分離器等。其單元設計如下：

5.5.1.1 水平流式沉砂池

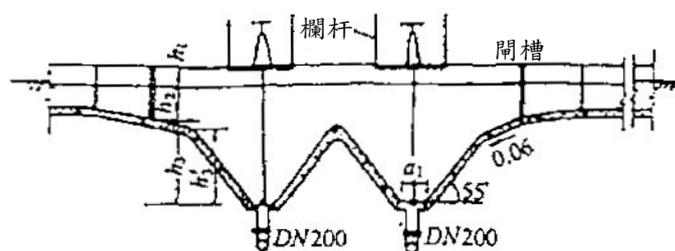
水平流式沉砂池，設計考量如下：

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. 進水端應有消能及整流設施。
5. 底部坡度 1%~2%，設置除砂設備時，應依據設備要求考量池底形狀。
6. 排砂方法可採機械排砂。各種機械排砂方法，可參考「污水處理廠設計及解說」第 3.6.3 節。

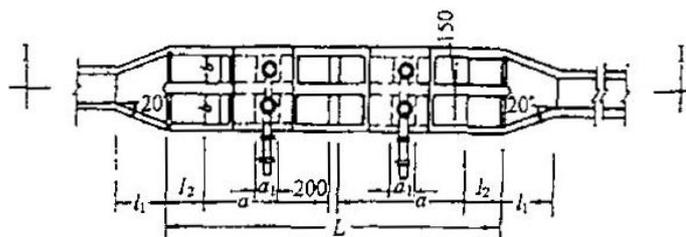
解說：

依上述設計考量之設計，計算公式及圖面如下：

1. 水平流式沉砂池圖，如圖 5.27。



(1)剖面圖



(2)平面圖

圖 5.27 水平流式沉砂池圖例

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} ：計畫最大時污水量(m^3/s)
池總寬度	$B = \frac{A}{h_2}(m)$	h_2 ：設計有效水深(m)
沉砂室所需容積	$V = \frac{Q_{max} \times T \times 86400}{K_x \times 10^6}(m^3)$	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	$V_{min} = \frac{Q_{min}}{n_1 W_{min}}(m/s)$	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)

2. 池數若為人工清理，含備用池至少應有 2 池。

5.5.1.2 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. 進水管最大流速 0.3 m/s。
4. 每 2 日清除沉砂一次，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。

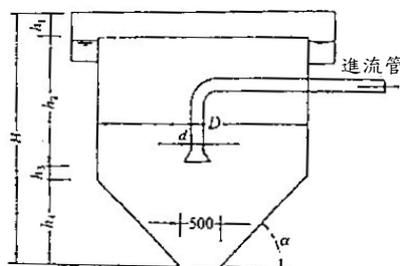


圖 5.28 豎流式沉砂池側面圖例

2. 單元設計計算

名稱	計算式	符號說明
中心管直徑	$d = \sqrt{\frac{4Q_{\max}}{\pi V_1}} (\text{m})$	V_1 ：污水在進流管內流速(m/s) Q_{\max} ：計畫最大時污水量(m^3/s)
池直徑	$D = \sqrt{\frac{4Q_{\max}(V_1+V_2)}{\pi V_1 V_2}} (\text{m})$	V_2 ：池內水流上升速度(m/s)
水流部分高度	$h_2 = V_2 t (\text{m})$	t ：計畫最大時污水量時之流經時間
沉砂部分高度	$h_4 = (R-r) \tan \alpha (\text{m})$	R ：池半徑(m) r ：圓截錐部分下底半徑(m) α ：截錐部分傾角(度)
沉砂部分所需容積	$V = \frac{Q_{\max} X T 86400}{K_x 10^6} (\text{m}^3)$	X ：污水沉砂量($\text{m}^3/10^3 \text{m}^3$ 污水)，假設 30 m^3 T ：兩次清除沉砂相隔時間(d) K_x ：生活污水流量變化係數 1.5
圓截錐部分實際容積	$V_1 = \frac{\pi h_4}{3} (R^2 + Rr + r^2) (\text{m}^3)$	h_4 ：沉砂池錐底部分高度(m)
池總高度	$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 (\text{m})$	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

5.5.1.3 渦流式沉砂池

<p>渦流式沉砂池，設計考量如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 沉砂池水面積負荷 $200 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ($4,800 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)，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，且不小於 4.5 m，以創造平穩的進水條件。 3. 進水渠道流速，在計畫最大時污水量的 40~80% 情況下，為 0.6~0.9 m/s 但不大於 1.2 m/s。計畫最小污水量時大於 0.15 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，以防擾動沉砂。 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量水槽，以保持沉砂池內所需水位。 7. 流量小採機械式清理則 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。

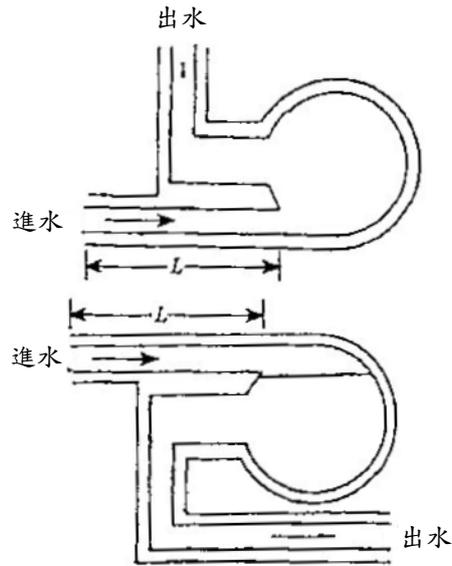


圖 5.29 渦流式沉砂池平面圖

5.5.1.4 CPI 油水分離器

CPI(Corrugated Plate Interceptor)油水分離器，設計考量如下：

1. 採 45° 波浪型傾斜浪板，其板間距 20~40 mm，板厚約 1.0 mm~1.55 mm。
2. 槽內平均流速約 0.28 m/min；停留時間 15-30 min，油脂的去除極限約 50mg/L 以內。
3. $60\ \mu\text{m}$ 以上的油滴可完全去除，20-40 μm 之油粒去除率約 90%，0-20 μm 之油粒去除率約 60%。

解說：

1. CPI 是將 PPI (Parallel Plate Interceptor)油水分離器中之平行板換成有波紋平行的浪板，如圖 5.29(a)所示。
2. 油水分離器係由若干波浪板所構成，安置於除油池內，其主要功能係去除游離油與固體物；波浪板之材質為 FRP，其係裝設於不鏽鋼或 FRP 之框架上，框架上並附有吊環或把手，以供吊昇波浪板之用。波浪板需為橫流式(Crossflow Type)，以利游離油及固體物之去除，其裝置角度至少與水平呈 45 度以上，以避免固體物阻塞。經分離出來之油脂，利用集油刮油管排至油污暫存池貯存，沉積之淤泥則沿池底波谷沉於池底並以污泥泵定期抽除，以達油水分離之目的。

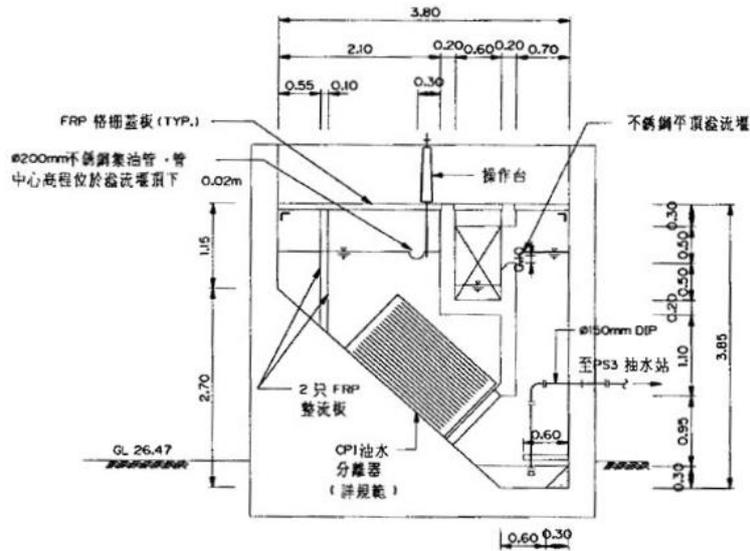


圖 5.29(a) CPI 油水分離器側面圖

5.5.1.5 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。

解說：

- 為維持渠道的流速穩定，可藉比例堰之溢流水頭 H 控制水流呈穩定流，堰的孔口呈楔形，而孔口的寬度隨水位增加而縮小，一般多用於水平流式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。

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

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/s²

上式 Cd 以定數修改之，則為

$$Q = 4.173 [LH^{1/2}] H \dots\dots\dots (5-9)$$

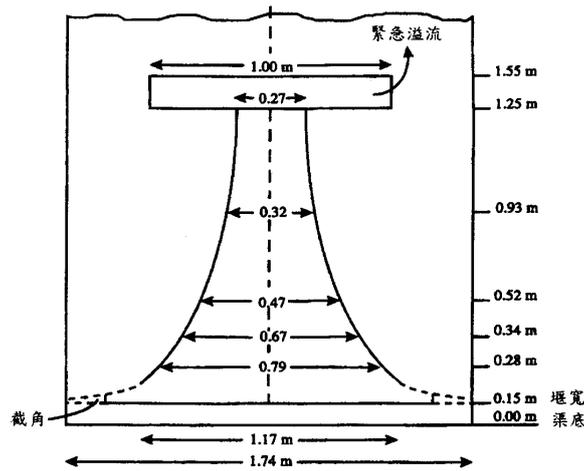


圖 5.30 比例堰圖例

4. 抽砂設備原則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運棄。洗砂設備設計，可參考「污水處理廠設計及解說」第 3.6 節。
5. 氣昇泵(如圖 5.30(a))係由空壓機於沉砂池底部送入壓縮空氣，使污水、砂、空氣形成氣液混合體且降低了密度，利用密度差將砂水混合液由低處提升到高處，因受空壓機有效壓力的限制，氣昇泵的揚程，只限於 2.0 m 以下，且抽水機效率只有 30%左右，所以使用的範圍不廣，氣昇泵有時可用於氧化渠或其他小型活性污泥延長曝氣法產生之稀薄污泥抽送，惟管線輸送長度無法遠距。氣昇泵本體不易損壞，除了日常清潔保養，幾乎不用維護，而空壓機則需確實維護，以保證設備正常運轉，有關氣昇泵的優缺點分述如下表：

優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用於活性污泥、原污水及含砂廢水，也可以用於抽取淺井。 2. 最大流量約 550 m³/h。 3. 構造簡單而且價格便宜。 4. 無轉動部件，故維修需求少。 5. 最適使用條件 <ol style="list-style-type: none"> (1) 迴流活性污泥 (2) 抽除消化槽上層浮渣 6. 其他適用條件 <ol style="list-style-type: none"> (1) 流量控制不須精準 (2) 替代系統費用較高 (3) 現場已有空氣來源 (4) 消化氣體混合系統 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 揚程不高，大約 2.0 m。 2. 不能加壓流體，只能自由放流。 3. 最大抽水效率小於 35%。 4. 泵送流量控制不易，尤其當空氣流量被緊縮限制時。 5. 需要大範圍的浸沒空間。 6. 對水頭及流速的變化非常敏感。 7. 適合沒有大型固體物的稀薄污泥。 8. 適用於流量測量不便及不精確的情況。 9. 需要空壓機或鼓風機。

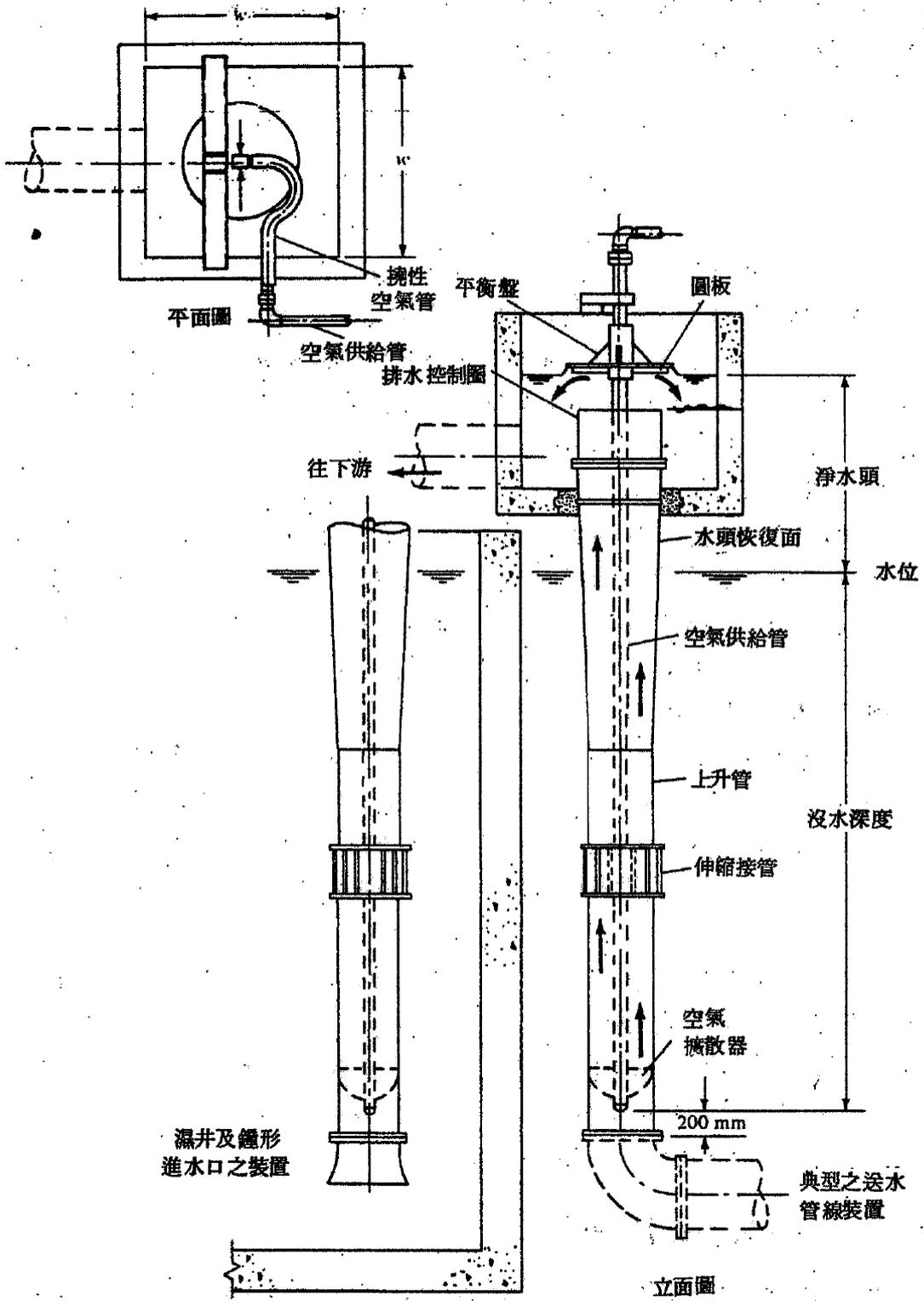


圖 5.30(a) 氣昇泵構造

5.5.1.6 污水調節池

污水調節池，設計考量如下：

1. 污水處理調節方法，可分為線上(in-line)方法及線側(side-line)方法。
2. 污水調節池容量，依進流水之時間變動型態及抽送量而定。
3. 形狀原則為方形或圓形。
4. 調節池池數考量經濟及操作方便性，原則以一池為宜。
5. 污水調節池原則以鋼筋混凝土構造，有效水深以 3~5 m 為標準，應設置溢流設施及攪拌設備，並採間歇性攪拌。

解說：

1. 調節方法的選用，應依進流水時間變化之型態、調節池的抽水量、抽水方法、經濟性、維護管理之難易及調節效果充分評估後選定之。調節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，一般應以調節後的變動比 1.3~1.5 為宜。

(1) 線上調節方法

線上調節方法，為在污水處理主流程中直接設置調節池，係全部之污水皆流入調節池，再以設定的流量抽送至後續處理設施。

一般以平均日污水量抽送，以達完全均勻化。本方法優點為，因流量及水質可達均勻化，故可使後續單元處理量較穩定，且容易控制抽水量，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 方法流程範例。圖 5.32(a) 為 in-line 方法調節設定流量。圖 5.32(b) 為 in-line 方法允許少量變動設定範例，除可調節流量外，也可降低調節池設施容量。其抽送水量，則以平均日污水量為設定流量進行抽送，如圖 5.32(b)。

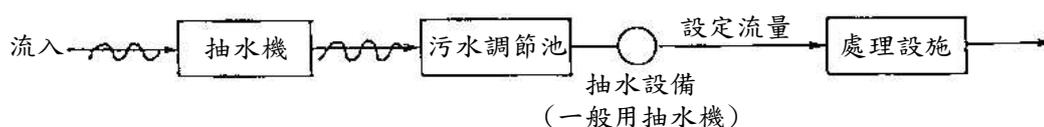


圖 5.31 in-line 方法流程範例

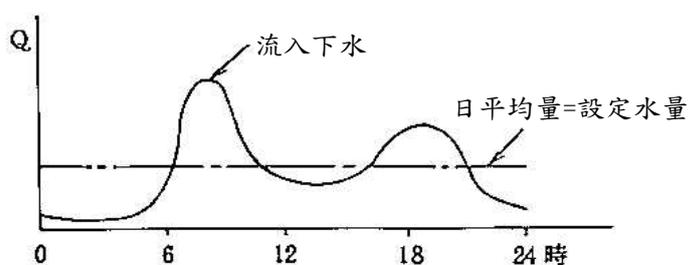


圖 5.32(a) in-line 方法定量調節流量範例

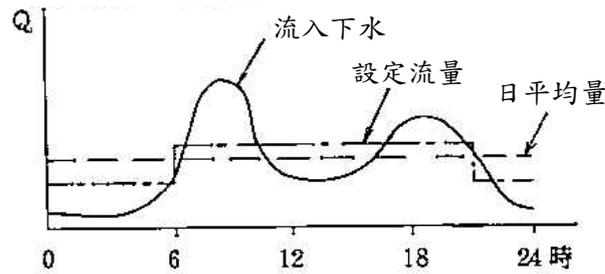


圖 5.32(b) in-line 方法設定少量流量變動範例

(2) side-line 方法

side-line 方法，為於流入處理流程中所設置之分水設備，再將超過一定以上的流量，分水進入其旁側設置的污水調節池短暫貯留，當進流量低於設定流量時，再由污水調節池抽出補充其不足的流量，一併流入處理設施，以穩定處理設施進流量。

一般分水設施多用堰分水，惟因進流量變動，故從調節池抽出的補充量也需隨著變動，一般在穩定操作控制上不易配合，故以最大日抽送。

side-line 方法的流程圖例，如圖 5.33。side-line 的一般調節方法，如圖 5.34。

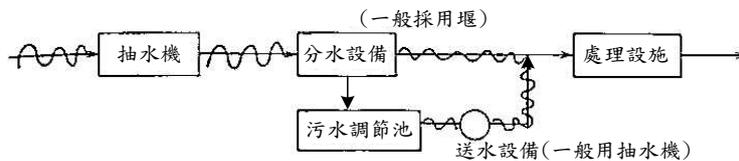


圖 5.33 side-line 方法流程範例

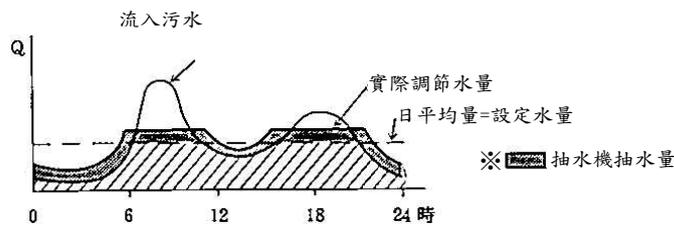


圖 5.34 side-line 方法的一般調節方法

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

調節方法的選定，應依其進流水特性、經濟性及調節效果充分考量後決定之。

- 調節池的容量，為設定抽送水量值(抽送水量/日平均污水量)之 1.3~1.5 倍，日本以計畫最大日污水量之 24 小時平均時污水量的 3~4 小時的容量，而一

般以 4~6 小時的容量為設計容量。

3. 調節池形狀，原則以能使池內的濃度均勻化之原則，以方形或圓形為佳。
4. 為維持調節池抽水控制的方便性，池數以 1 池為原則，但可加間隔，以利操作。
5. 污水調節池之構造，原則為鋼筋混凝土，但若為極小型者，則可為鋼板製。為避免抽水揚程過高，有效水深以 3~5 m 為原則。考量抽水機所必要的高度及可能淤積物的高度後決定出水高度。考量異常流入量、抽水機故障及浮渣溢流等情形，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，並應有間歇性攪拌設備，以防止沉積。

5.5.1.7 調節池之抽水設備

抽水設備，設計考量如下：

1. 抽水設備原則以設置抽水機為主。
2. 依抽水機設置台數及調節方法決定其抽水量。

解說：

1. 污水調節池一般以抽水機抽水，但若為特殊地形，調節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、變頻抽水機、抽水機+堰方法、抽水機+調壓槽方法及抽水機+閘方法等，如圖 5.35 及圖 5.36。

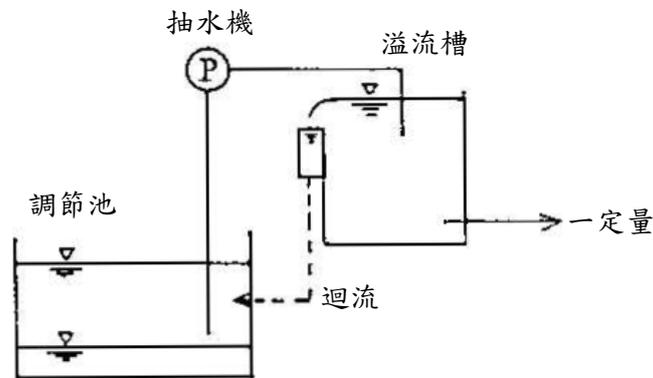


圖 5.35 抽水機+溢流堰方法

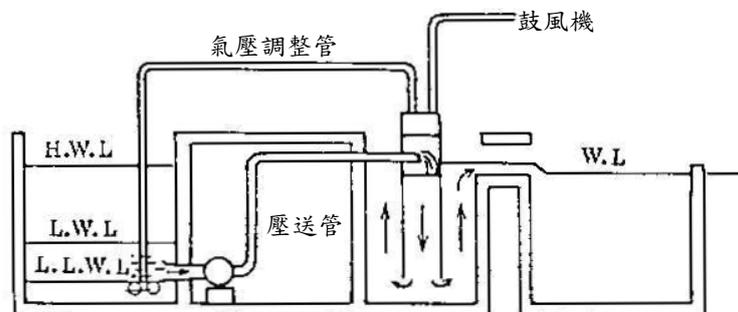


圖 5.36 抽水機+調壓槽方法

2. 抽水機台數原則應為複數，並依設定之流量達到穩定調節功能。適當之台數選定，應充分考量季節變動及年間之流量變化等因素。
- 流量調節方法，有抽水機定量抽送方法，在抽水輸送管上，設定量閥定量，而以分叉管迴流超量污水方法，以及設置分水計量槽，超量污水則以重力迴流入調節池之方法。
3. 分水計量槽之流量調整一般以計量槽迴流部之堰之上下移動以調整輸送水量。此堰僅移動 1cm 左右，但是輸送水量卻會有很大之變動。一段式之計量槽中，有時是不易依迴流量及輸送水量之比率進行正確地水量調整。此時則應採用二段式計量槽。特別是揚水泵之容量大而相對地輸送水量少時，應採用二段式計量槽，如圖 5.36(a)、5.36(b) 所示。

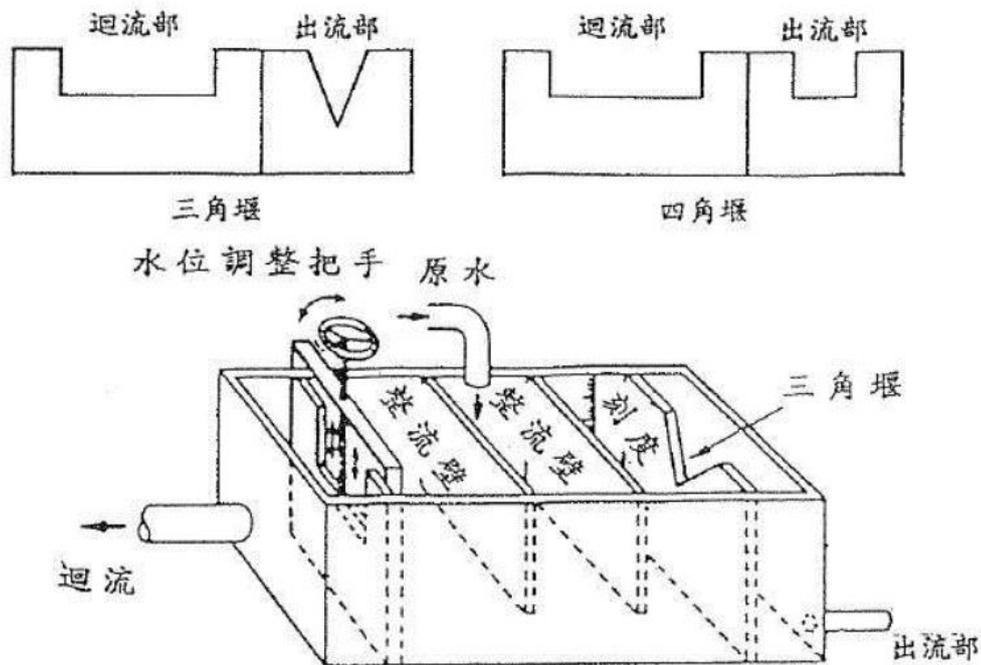


圖 5.36(a) 水位調整式計量槽

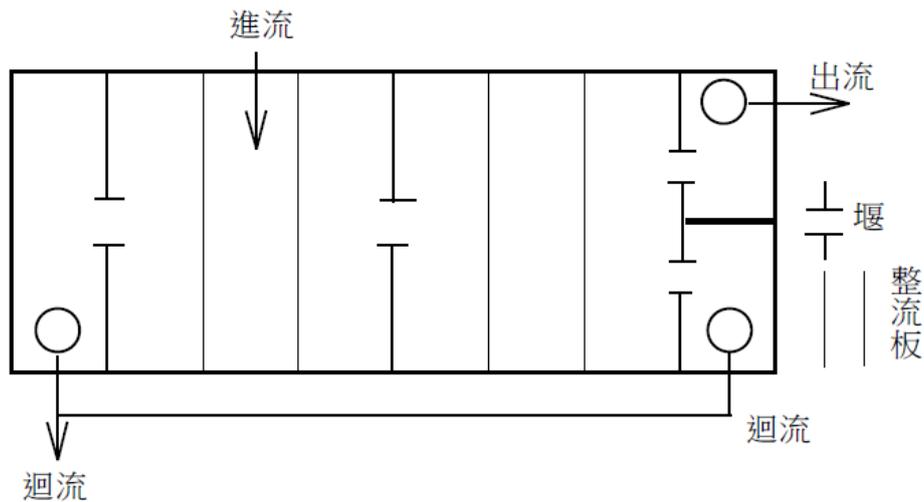


圖 5.36(b) 二段式計量槽平面例

5.5.1.8 混合攪拌設施

混合攪拌設施，設計考量如下：

1. 避免進流水在污水調節池內沉澱及發臭，應考量於池內攪拌或供氣混合。
2. 混合攪拌設備，應依各設備特性，並能達到設計目標來進行選用。

解說：

1. 污水在尖峰時段，會在調節池內有所停留，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、散氣式曝氣及機械曝氣等方法，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)可忍受池內水位的變化(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。供給空氣量原則介於 $0.09 \sim 0.54 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 池容量，以 $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 池容量為設定供氣量之。

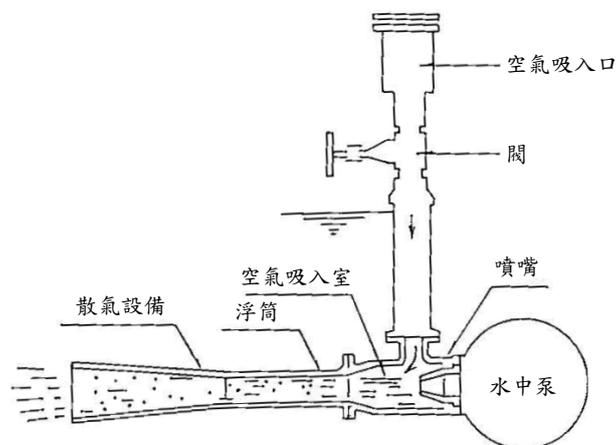


圖 5.37 沉水式抽水機攪拌方法

5.5.1.9 其他附屬設備

其他附屬設備，設計考量如下：

1. 複數池與池間應有連通閘門。
2. 原則設置抽水機吊升設備。
3. 調節池原則應有排空之排水設備，必要時應有繞流管及隔牆等。

解說：

1. 因應操作上之需要及操作空間之調節，並節省攪拌動力。複數池之間應有連通之閘門。
2. 為滿足抽水機維護之需要，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。

5.5.2 初級沉澱池

5.5.2.1 形狀及池數

初級沉澱池之形狀及池數，設計考量如下：

1. 形狀原則以圓形放射流式或長方形水平流式。
2. 池數原則為 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，若未受地形之限制，一般以維護管理費較低的圓形放射流式為主，但若用地受限制者，則可採長方形水平流式。
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，如延長曝氣法及氧化渠法等。

5.5.2.2 構造

初級沉澱池之構造，設計考量如下：

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，因此對於整流筒的形狀，進流管的入口的形狀及水流方向，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。

5.5.2.3 設計參數

初級沉澱池之設計參數，設計考量如下：

1. 沉澱時間：1.5~2.0 小時。
2. 有效水深：2.5~4.0 m。
3. 水面積負荷($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)：生物膜法 25~50，活性污泥法 35~70。
4. 溢流負荷($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)：200 以下。

解說：

初級沉澱池相關設計解說，可參考「污水處理廠設計及解說」第四章。

5.5.2.4 污泥刮泥機

初級沉澱池之污泥刮泥機，設計考量如下：

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，原則採旋轉式刮泥。
3. 長方形平行沉澱池，原則採鏈條刮板式。

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，一般多採用中央驅動旋轉式刮泥機。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，也可用往復式或單軌式刮泥機。

5.5.2.5 浮渣刮集設備

初級沉澱池之浮渣刮集設備，設計考量如下：

1. 初級沉澱池原則應設置浮渣刮除設備。
2. 圓形沉澱池原則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，其設置應考量當地風向，以避免浮渣受風影響而未能有效排除。
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，可以人工將浮渣及水簡易分離。

5.5.2.6 污泥抽泥設備

初級沉澱池之污泥抽泥設備，設計考量如下：

1. 污泥抽泥原則以污泥抽水機抽送。
2. 污泥抽水機型式以不阻塞型為主，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，故應選用非阻塞型的抽泥泵，最小口徑一般以 100 mm 以上為宜。
3. 污泥泵應為耐腐蝕、耐磨損，且維護、清潔容易者，並設置備用台數。

5.5.3 各種生物反應槽設計

5.5.3.1 氧化渠法

形狀及池數，設計考量如下：

1. 形狀原則為無終端水渠。
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，而可不需提高其水深。渠道寬度依軸長的經濟性為考量，以 6 m 為標準，如圖 5.38。

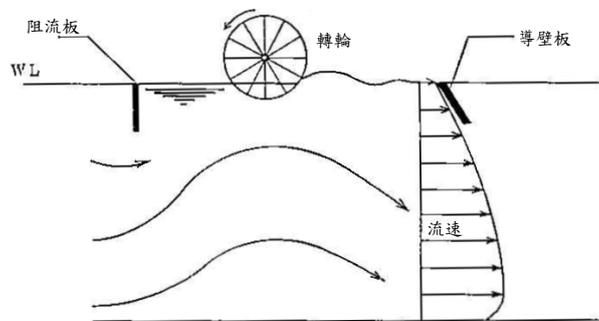


圖 5.38 設置阻流板例

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，以致有效容量減少之虞，故轉角部可設置導壁板使內側之流速增大，如圖 5.39。
4. 渠道數於考量清理及維修，以 2 池以上為宜，但規模小者可為 1 池。

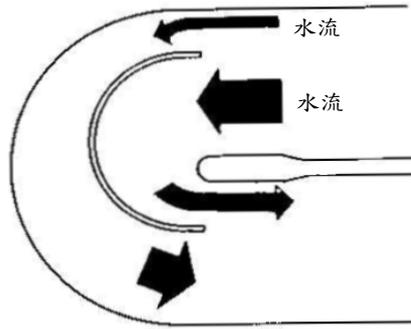


圖 5.39 轉角部設有導壁板之設置例

一、構造，設計考量如下：

構造原則為鋼筋混凝土構造。

解說：

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

曝氣機設置處應為鋼筋混凝土構造。

二、曝氣設備，設計考量如下：

1. 曝氣機有橫軸式、豎軸式、螺旋式、軸流泵式及推進器式。
2. 曝氣機以每池設 2 台以上。
3. 曝氣機的攪拌能力，以能達到充分供氧、混合液充分攪拌曝氣及確保渠道流速大於 0.3 m/s。

解說：

各種曝氣機的特性如下：

1. 為避免故障停止操作，原則每池設置 2 台曝氣機，但若為極小規模者，1 台亦可。
2. 曝氣機的攪拌，以能滿足氧的供給，確保攪拌及流速，與延長曝氣法同樣，約 2.1 kgO₂/kgBOD 為準。
3. 橫軸式曝氣機之浸水深與供給氧能力關係，如圖 5.40。可藉變頻馬達與水深調節送風能力。

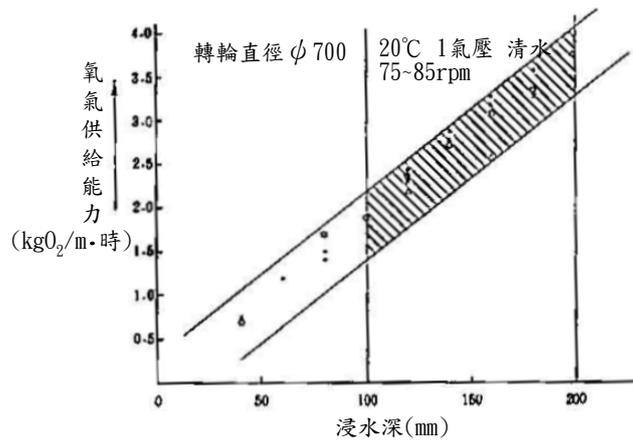


圖 5.40 橫軸式曝氣機之供氧能力例

5.5.3.2 活性污泥反應槽

活性污泥一般反應槽，包括標準活性污泥、延長曝氣法、回分式活性污泥法及各種多段進流水活性污泥法等，其生物反應槽設計，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，原則採用散氣器或機械曝氣方法。

解說：

曝氣方法以考量經濟性及省能，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。

延長曝氣法的曝氣池，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方式逐漸普遍，頗具節能效益。

回分式活性污泥法，則以散氣器為主。

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、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. 散氣器曝氣槽的形狀，依「污水處理廠設計及解說」。
2. 機械曝氣槽的形狀，原則以各槽呈一正方形，必要時連接成為長方形。
3. 槽數原則應為 2 槽(含)以上。

解說：

1. 散氣器曝氣方法，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，原則一單元包括一組曝氣機之正方形池槽，但為防止在水流方向上短流，也可連接成複數單元的連結，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 倍為一邊之正方形為一單元，可獲較佳的氧氣溶入及混合效果。

3. 曝氣槽為污水處理廠的重要設施，為清理及維護等方便，宜考量 2 槽(含)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：

水深對構造物之建設費、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，以能達到槽內攪拌及供氧的效率訂定之。

解說：

1. 散氣器設備可分為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。

省能具實績之散氣設備，如表 5.8。細氣泡散氣之氧溶解效率較高，但較易發生阻塞，應有防止阻塞的對策，而能使用效力較高的空氣清淨裝置，且其配管應為不鏽鋼管。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，而不需有特別的考量。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。

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 45~60 cm，機械曝氣槽為 90~150 cm。

各種機械曝氣系統，可參考「污水處理廠設計及解說」第 5.4.10 節。

表 5.8 各種曝氣設備的效率(例)

曝氣設備	曝氣方式		清水之溶解效率 $E_A(\%)$
面板式	全面曝氣式		28~31
	旋回流式	標準式	26~30
		深槽式	24~27
高密度配置式	全面曝氣式		27~31
	旋回流式	標準式	23~27
		深槽式	22~28
散氣板 多孔性散氣筒	全面曝氣式		20~32
	旋回流式	標準式	14~16
		深槽式	15~17
水中攪拌式	水中馬達式		20~30
	導筒式		20~30

備註：

1. 散氣水深以 5m 為準，超過時需修正 E_A 。
2. 好氧部分之生物反應槽面積相對散氣面積，依有無硝化反應型式之不同，適當修正 E_A 。

五、其他附屬設備，設計考量如下：

1. 閘門，原則應設置於流入口。
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. 槽原則設置放空排水設備。

解說：

1. 曝氣槽流入口，原則應設置閘門，以備調節之用。
2. 由於延長曝氣法或氧化渠法，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。

5.5.3.3 接觸曝氣法生物反應槽設計

接觸曝氣法生物反應槽，設計考量如下：

1. 依計畫最大日污水量及水質，以 BOD 容積負荷 $0.3 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ 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，仍以在計畫最大日污水量下，以 $0.3 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ 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及放空設施。
3. 送氣量需能達到維持反應槽內溶氧為 2 mg/L 。其曝氣方法有槽側面曝氣、槽中心曝氣、槽底全面曝氣及水面機械曝氣等，如圖 5.41。
4. 接觸曝氣槽第 1 段以取較大容積，越後段容積越小(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) 接觸槽定期檢查及清理之需要。
 - (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 為生物接觸曝氣槽配置圖例。

通常採接觸曝氣法的濾材平均填充率約 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。

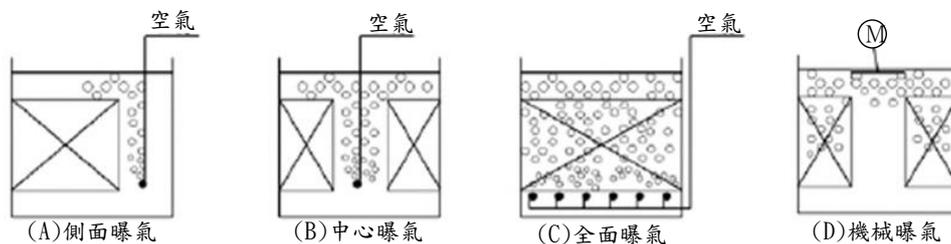


圖 5.41 接觸曝氣法各種曝氣方法

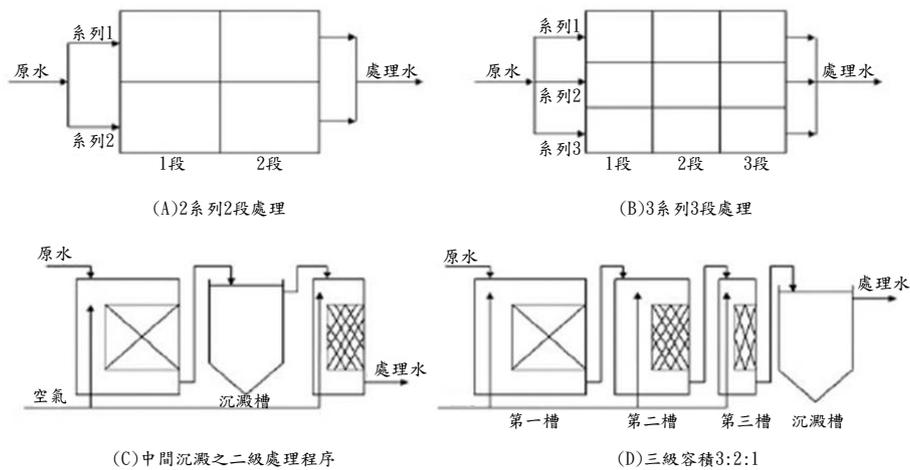


圖 5.42 接觸曝氣法流程配置圖例

5. 常見接觸濾材，如圖 5.43，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、珊瑚石、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。

目前常用濾材，以球型、傾斜波浪式及蜂巢式為主，材質以輕質不腐蝕的合成樹脂製品為標準，由於形狀之不同，其填充及曝氣方法也異，故應依進流水性質，選定適合濾材及曝氣方法，此外濾材填充率，以反應槽的容積 50~60% 為宜。

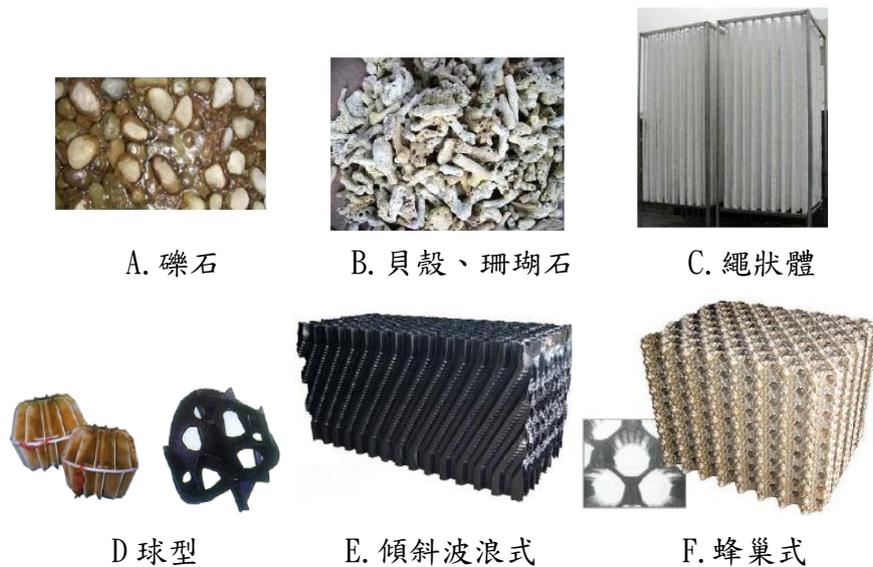


圖 5.43 常見接觸濾材型式

5.5.3.4 好氧生物過濾法反應槽設計

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，以避免阻塞。
2. 過濾速度依計畫最大日污水量 25 m³/d 以下，BOD 容積負荷 2 kgBOD/m³·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 kgO₂/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、表面粗糙及粒狀均勻，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，應有流量調節槽、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/kgBOD₅，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，好氧生物過濾槽的五日生化需氧量容積負荷為 2 kgBOD₅/(m³·d)，硝化容積負荷(以 NH₃-N 計)約為 0.3~0.8 kgNH₃-N/(m³·d)，脫硝容積負荷(以 NO₃-N 計)宜為 0.8~4.0 kgNO₃-N/(m³·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 5.44。



圖 5.44 好氧生物過濾系統(台南市虎尾寮污水處理廠)

- (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) 槽體設計應注意避免短流及污泥於角落堆積。
4. 考量清潔、維護及反沖洗等，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 5.45 為好氧生物過濾系統示意圖。

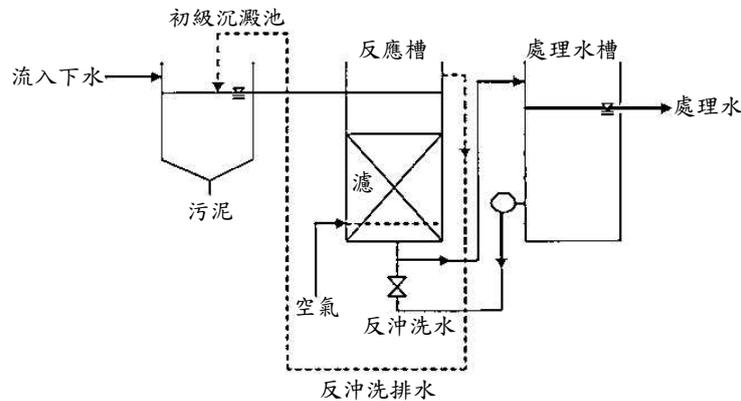


圖 5.45 好氧生物過濾系統示意圖

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. 好氧生物過濾槽宜採用過濾水系統，並分別設置反沖洗、供氣及曝氣供氧系統。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 $2 \sim 4.5 \text{ m}$ ，視池面積、負荷、水頭損失需求及反沖洗考量，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 $1 \sim 2 \text{ m}$ 。
 - (2) 好氧生物過濾槽採非輕質濾料時，宜選用強度高及不易變質的卵石，依一定級配佈置為支撐層。
 - (3) 好氧生物過濾槽，其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、耐反沖洗及不易堵塞的材質，包括人造陶質濾料、輕質塑料及碎石等，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及水流短路的可能性，通常碎石濾床有機負荷為 $0.3 \sim 1.0 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{d}$ 。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 5.9。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。

表 5.9 好氧生物過濾反沖洗條件範例

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

5.5.3.5 活性污泥膜濾法系統設計

活性污泥膜濾法反應槽的設計，應以系統化考量，包括前處理設施的調節池、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. 調節池設計相關規範，參考 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、細篩機。細篩篩網間距依 3 mm 以下為原則。

解說：

1. 調節池的設計，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，一般可於沉砂池設置隔板攔除油脂、採曝氣沉砂除油池或增 CPI 除油設施。
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 5.10 係德國工業標準 DIN 19569 Teil 2(2002)，對於不同攔污柵之柵距及細篩過濾篩網孔隙之分類，以 MBR 處理程序，採用細柵/中柵(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 5.10 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)之過濾設備時，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。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，儘量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，儘量維持同一渠道之直線段，且渠內流速不得小於 0.5 m/s。

二、生物反應槽，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，通常以 $0.4 \sim 0.6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 的淨產水通量，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。

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

圖 5.46 適用 MBR 系統之細篩機設備(參考例)

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，如圖 5.47，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。

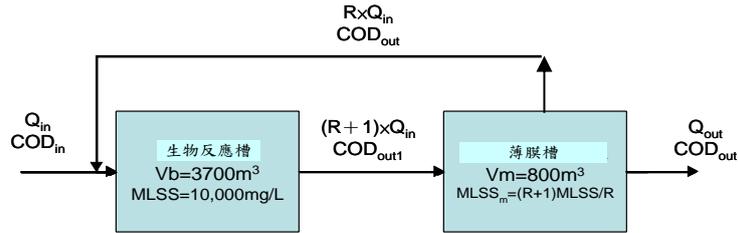


圖 5.47 生物反應槽與薄膜池 MLSS 關係示意圖

整體而言：

$$V_{\text{total}} = V_b + V_m$$

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

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

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

$$\text{MLSS}_m = (R+1) \times \text{MLSS} / R$$

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(例如迴流量降低至 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。

一般考量除氮功能，硝化液循環率約控制在 100~300%，若同時考量去氮除磷功能，則污泥迴流率約控制在 20~100%，硝化循環率控制在 100~300%。

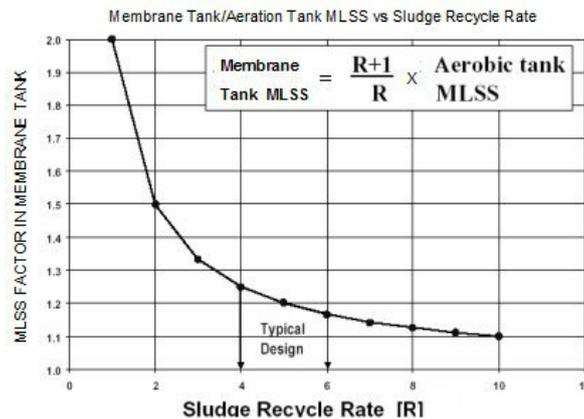


圖 5.48 生物反應槽與膜濾池 MLSS 比值與迴流污泥比關係圖

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(若無設置調節池，則須考量計畫最大日處理量)。
- ② 薄膜設計通量(須考量一池停用下之最大薄膜通量， $L/m^2/h$)。一般為 $\geq 40 m^3/m^2 \cdot d$ 。
- 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 $0.1 \sim 0.4 \mu m$)。

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(Sch. 80)、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。
- (5) 安裝維護導軌：為便於薄膜設備模組之安裝與維護保養，設備模組應具有不鏽鋼安裝維護導軌設置，以利 MBR 槽無需排水條件下，可將沉浸於水中之薄膜設備吊出及吊入。
- (6) 螺栓固定件：所有的螺栓、螺帽及整片之材質，均需不鏽鋼 304SS，支撐架之基礎螺栓固定件，均應由施工廠商依設備製造廠商之建議提供，並施工埋設。

四、加藥系統，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，除正常之過濾週期外，定期進行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，或膜組堵塞時，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，以去除有機積垢。2,000 至 5,000 mg/L 濃度之檸檬酸浸泡處理，以去除無機積垢。

2. 目前各家膜組廠之薄膜清洗方法及有關加藥系統之硬體設計，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、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，應符合法規設置之安全護籠，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，設計考量如下：

選用 MBR 系統時，應就操作管理及設施更新等問題，加以檢討。

解說：

1. 在操作上必須有效微細篩處理，以避免造成膜材阻塞。
2. 操作上必須有效去除砂礫，以減少造成膜材磨耗。

3. 必須定期做膜組之化學清洗及定期做膜組之恢復性清洗，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. 膜材必須定期(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 5.11。礫間接觸氧化法，不適宜處理一般濃度之污水。

表 5.11 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。

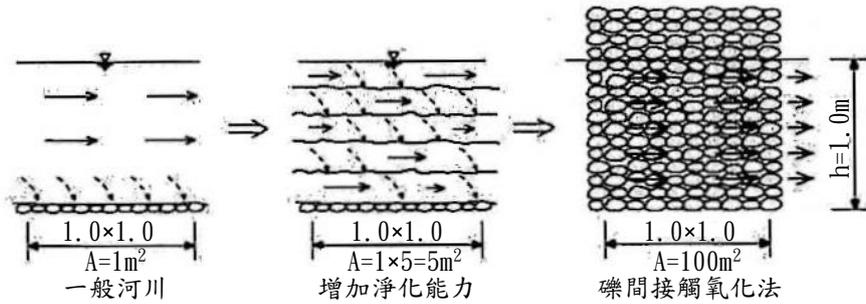


圖 5.49 礫間接觸氧化法原理示意圖

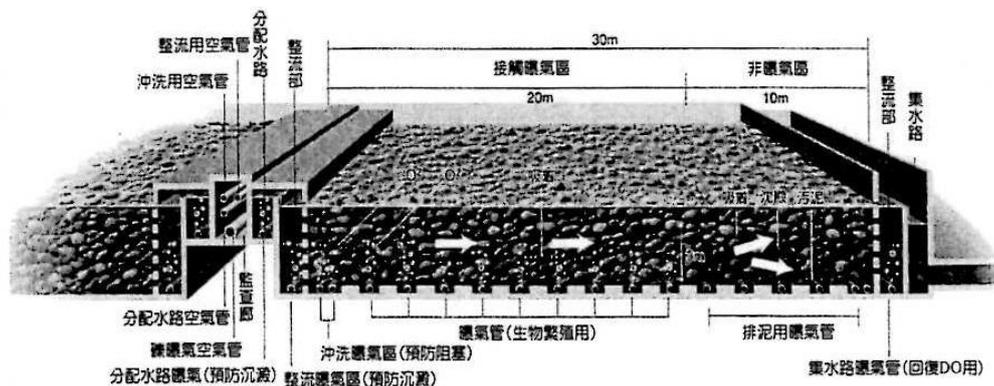
2. 礫間接觸氧化法，其處理對象可為河川水或污水處理廠二級處理放流水，於提高水位，使水流流經人工所堆置的礫石層，以達到有機物的去除，其進流水水質標準在 BOD₂₀~30 mg/L 左右，若濃度高則因未有曝氣，礫石表面所附著的微生物不易剝落造成阻塞，部分短流將失去處理功能。

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設施，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。

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

度污水經過改良，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(如生化需氧量及氨態氮等)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，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，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。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：

- (1) 曝氣排泥方法：於槽底下方埋設曝氣管，定時定量曝氣，使堆積物及剝落之生物膜等，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。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，應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。

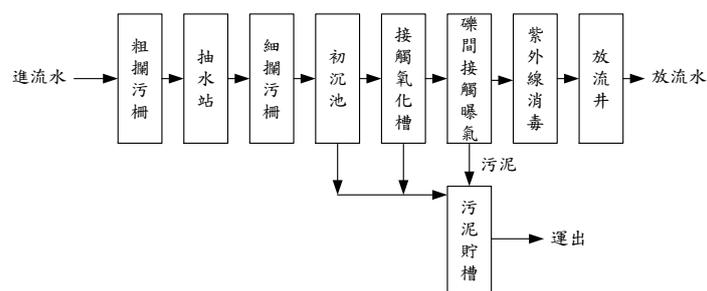


圖 5.51 台北大學特定區礫間接觸曝氣法處理系統(案例)

- (2) 參考設計參數(依上述案例)

設計流量：前處理設施以計畫最大時設計。初級沉澱池及礫間接觸曝氣，以計畫最大日流量設計。

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/m²

水力停留時間：2 hr

堰負荷：90 CMD/m

礫間接觸氧化槽：水力停留時間：4 hr

礫間接觸曝氣氧化槽：水力停留時間 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

5.5.3.7 去氮除磷藥劑的添加設計

一般以生活污水為對象的污水處理，並不需要添加凝聚劑，但去氮除磷生物處理系統，則因硝化而會降低 pH 值，致影響硝化的進行時，有時必須檢討添加氫氧化鈉。若污水處理廠進流水 BOD 濃度偏低，但厭氧及缺氧所需的 BOD 源不足

時，則需添加外部碳源。另為促進磷的沉澱去除，有時需要添加凝聚劑等，故必須檢討進流水水質、氮及磷處理的穩定操作，及要達到的處理水水質，並從經濟上考量是否添加藥劑、藥劑的種類及添加量。

一、氫氧化鈉及外部碳源等藥劑的添加，設計考量如下：

1. 因硝化反應及凝聚劑的添加而造成槽內鹼度下降時，應設置氫氧化鈉等鹼劑添加設備。
2. 進流水有機物濃度若偏低，於缺氧段進行脫硝所需之有機物若不足，必要時應設置添加甲醇等外部碳源。

解說：

詳細解說，可參考「污水處理廠設計及解說」第 5.3.5.1 節。

二、除磷凝聚劑的添加，設計考量如下：

1. 為確保處理水 T-P 濃度在限值內，必要時宜檢討設置除磷凝聚劑添加設備，或流入水之 BOD 偏低，厭氧段釋磷反應所需有機物不足時，必要時亦可檢討甲醇及醋酸等外部碳源添加設備。
2. 凝聚劑以 PAC 鋁鹽及聚硫酸亞鐵之鐵鹽等為主，選定時依凝聚劑的性質及處理系統特性選定之。
3. 凝聚劑添加量，依流入水的溶解性總磷濃度、凝聚劑添加莫耳比及設計流量而定。
4. 凝聚劑添加方式，有定量方式、流量比例方式及負荷比例方式，依處理程序之特性而定。
5. 其他：凝聚劑添加位置，應於生物反應槽末端。寒冷地區凝聚劑加藥管線應包覆保溫，以防藥液凍結。
6. 凝聚劑貯存量以 2 週至 1 個月為宜。

解說：

詳細解說，可參考「污水處理廠設計及解說」第 5.3.5.2 節。

5.5.3.8 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，其相關之參數也有一定範圍，始能有效達到預期之去除率，故於設計時應加充分檢討。

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. 控制適當的污泥齡。
3. 控制適當的溶氧。
4. 依設計進流水質，決定是否省略初級沉澱池。
5. 硝化時總凱氏氮之負荷應在 $0.05 \text{ kg TKN/kg} \cdot \text{MLSS} \cdot \text{d}$ 以下。
6. 脫硝時水中溶解性 BOD 濃度與硝酸鹽氮之濃度比要大於 4。
7. 應防止生物反應槽出流於沉澱池產生厭氧、缺氧狀態，以避免聚磷菌釋放

磷，降低磷的去除率，或導致因脫硝產生 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(Poly aluminium Chloride)等凝聚劑。
9. 在厭氧段或缺氧段應設置攪拌設備。
10. 循環脫硝系統，應設置硝化液循環設備。
11. 去氮除磷系統，為操作上需要，應設置水質線上監控設備。
12. 去氮除磷系統，應於厭氧、缺氧或好氧段設置阻流壁。
13. 去氮除磷系統，應於缺氧段設置浮渣消泡裝置，並於二級沉澱池設置浮渣去除設備。
14. 初級沉澱池，應有繞流設計及沉澱污泥之考量。

解說：

去氮除磷系統，係控制生物反應槽之厭氧、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 比，應小於 0.06 才能有較佳釋磷效果。另進流水 COD/TKN 比大於 1 時，總氮去除率才有可能達 80%。若 COD/TKN 比小於 0.7 時，則無法以生物處理方法去氮。
2. 去氮除磷系統，由於硝化菌污泥齡需較長，除磷菌不宜過長，因此污泥齡以 10~15 天為宜。
3. 好氧段之 DO 應為 2 mg/L 左右，太高或太低皆不適合。厭氧段或缺氧段 DO，會受到污泥迴流與進流水影響，但仍應確保厭氧段 DO 能小於 0.2 mg/L，缺氧段 DO 小於 0.5 mg/L，兩者理論上愈低愈佳。
 - (1) 應減少污泥迴流過程攜帶溶氧，使厭氧段或缺氧段 DO 儘量降低，以利脫硝或除磷。
 - (2) 厭氧段或缺氧段的攪拌功率不宜過大，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，流入厭氧段或缺氧段時，皆應採浸沒流入方式，以減少帶入溶氧。
 - (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. 進流水流入厭氧段之濃度較低者，前段可不經或不設初級沉澱池，以維持進流有較高 C/N 比，有利於脫硝或除磷。
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 與硝酸鹽氮濃度比，應大於 4。每 1 g 硝酸鹽氮脫硝反應，會產生 3.57 g 鹼度，即 2.86 g 的有機物(COD)會被消耗利用。
7. 除磷系統為防止二級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，廢棄污泥抽出後應立即脫水，以防污泥腐敗，磷從污泥中再釋出。
8. 去氮除磷系統，在硝化反應過程中，會消耗鹼度而降低 pH 值，故有時為促進硝化，需添加鹼劑如氫氧化鈉，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，各種藥劑之添加時機、添加量及添加方式，可參考「污水處理廠設計及解說」第 5.3.5 節。

9. 攪拌設備之種類及特性，如表 5.12，包括水中驅動式及槽上驅動式。而槽上驅動式因維護管理方便較常採用。
10. 硝化液的循環設備，其循環配管之流出口，以注入水面下之浸水方式，其配管之水頭損失可較小。
11. 為能掌握反應狀況，在操作管理上需有生物反應槽中之 DO、MLSS、ORP 及迴流污泥濃度計，為調節操作之管理資訊，同時為節省能源，對於好氧段之溶氧控制，也應有 DO 量測計配置，如表 5.13。量測項目可依去氮除磷或去氮之不同，適當配置之。
12. 生物反應槽，須設置阻流壁，以達適當比率之厭氧段、缺氧段及好氧段。
13. 去氮除磷系統之二級沉澱池，會有浮渣形成，故需設置浮渣去除設備，同時在生物反應槽的缺氧段，水面也會有浮渣形成，也應考量設置消泡破碎設備。

表 5.12 各種攪拌設備特性

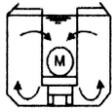
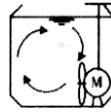
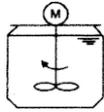
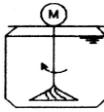
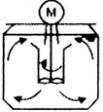
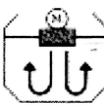
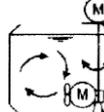
種類	水中驅動式		槽上驅動式				
	曝氣式	攪拌機式	螺旋槳式	雙曲面式	導筒式	直結式	旋回機構附螺旋槳式
概念圖							
驅動部	水中	水中	槽上	槽上	槽上	槽上 水面上	槽上
攪拌翼徑(mm)	吐出筒 φ400 ~2600	φ300 ~1100	φ1400 ~2500	φ1500 ~2500	φ400 ~1000	φ100 ~300	φ300 ~400
旋轉數(min ⁻¹)	600	600~1800	10~40	20~30	300~500	1000~1500	850 以下

表 5.13 去氮除磷系統水質管理項目

項目	T-N	BOD	NO ₂ ⁻ -N NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	T-P	PO ₄ ³⁻ -P	ORP	pH	MLSS	MLDO
生物反應槽流入水	○	○		○	○	○		○		
厭氧槽末端		○ (溶解性)	△			○	○			
缺氧槽末端		○ (溶解性)	○			△	○			
好氧槽			△	△		△		○	○	○
處理水	○		○	○	○	○		○		
迴流污泥					△ (污泥中)	△ (濾液中)				

○：水質管理為目的之定期檢測項目

△：掌握操作狀況之檢測項目

14. 初級沉澱池繞流管之設置，因厭氧段或脫硝段進行稀釋或脫硝反應時，需有適當的碳源，故依其鹼度及達成放流水之水質目標，在操作時可檢討以繞流部分或全部初級沉澱池之污泥補充。

5.5.3.9 不同規模及處理對象適合之處理程序

針對不同規模及不同處理對象，建議適合採用之生物處理法彙整，如表 5.14。

惟由於 A²O 法、MLE 法等，因需迴流約 1~3 倍進流量之硝化液而耗能，附 MBR 分離處理水之系統在操作上，需定時藥洗及水洗，耗藥且約 5~7 年需更新膜材一次耗費，多段進流法因需配合進流水流量之變動而調整分水流量不易(尤其是微小規模以下)，以及部分去氮除磷系統需外加凝聚劑等增加污泥量，於選擇設計時，皆需詳加評估。又回分式系統，則因需設置調整槽而佔空間，較不適用於流量規模較大(如一般小規模)等，於選用時也應加考量。

表 5.14 各種規模及處理對象別建議之生物處理法

處理方法 處理對象 規模	BOD	BOD、氮	BOD、氮、磷
A 類一般小規模 (1,001~5,000 CMD)	標準活性污泥法 階梯式活性污泥法 延長曝氣法 氧化渠法 回分式活性污泥法 活性污泥膜濾法 接觸曝氣法	回分式去氮活性污泥法 硝化脫硝氧化渠法 延長曝氣法 硝化內生脫硝法 多段進流去氮活性污泥法 循環式硝化脫硝法(MLE 法) 循環式硝化脫硝活性污泥膜濾法(AO-MBR 法)	回分式去氮除磷活性污泥法 厭氧缺氧好氧活性污泥法(A ² O 法) 硝化內生脫硝除磷法 多段進流去氮除磷活性污泥法(TNCU 法) 硝化脫硝氧化渠法+PAC 循環式硝化脫硝法(MLE 法)+PAC 循環式硝化脫硝活性污泥膜濾法(AO-MBR 法)+PAC
B 類微小規模 (251~1,000 CMD)	延長曝氣法 氧化渠及沉澱一體法 回分式活性污泥法 接觸曝氣法	回分式去氮活性污泥法 硝化脫硝氧化渠法 延長曝氣法 硝化內生脫硝法 循環式硝化脫硝法(MLE 法) 循環式硝化脫硝活性污泥膜濾法(AO-MBR 法)	回分式去氮除磷活性污泥法 厭氧缺氧好氧活性污泥法(A ² O 法) 硝化內生脫硝除磷法 延長曝氣法+PAC 硝化脫硝氧化渠法+PAC
C 類社區聚落式規模 (100~250 CMD)	延長曝氣法 回分式活性污泥法 接觸曝氣法	回分式去氮活性污泥法 延長曝氣法 硝化內生脫硝法 循環式硝化脫硝法(MLE 法) 循環式硝化脫硝活性污泥膜濾法(AO-MBR 法)	回分式去氮除磷活性污泥法 硝化內生脫硝除磷法 接觸曝氣法+PAC
D 類極小規模 (自來水水質水量保護區 100 CMD 以下)	—	—	回分式去氮除磷活性污泥法 硝化內生脫硝除磷法 接觸曝氣法+PAC

各種活性污泥法及其修正法中，適合小規模系統及各種參數整理，如表 5.15 ~ 表 5.17，其中小規模之處理方法的選擇，則以低負荷程序，包括回分式活性污泥法、延長曝氣法、氧化渠法、硝化內生脫硝法及接觸曝氣法等較為適宜，以有別於中、大規模之選擇考量。至於接觸曝氣法的設計參數，可參考第五章 5.5.3.3。

表 5.15 去除 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 · d)	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 (SRT)(d)	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*	同標準活性污泥法，惟生物反應槽進流水以多段均勻進流	0.2~0.4	1,500~2,000	4~6	4~6	5~10	25~50	多段柱塞流式
深層曝氣法*	設施與標準活性污泥相同，反應槽水深較深	0.2~0.4	1,500~2,000	10~12	6~8	5~10	50~100	柱塞流式、完全混合式
延長曝氣法*	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*	為可不設初級沉澱池，反應槽為迴流渠道型	0.03~0.05	3,000~4,000	2~5	24~36	20~40	100~200	繞流式完全混合形 可無初級沉澱池
回分式活性污泥法 (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)	4~6	12~24	5~10	排水比 1/4~1/2 (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)		24~48	20~40	排水比 1/6~1/3 (低負荷型)	
活性污泥膜濾法 (MBR)	為有細篩，(初級沉澱池可省略)，附有 MF 或 UF 膜代替二級沉澱池，可無二級沉澱池及消毒池	高負荷 0.2~0.4 低負荷 0.03~0.05	6,000~8,000*	依膜材而定	3~6	長 (依 MLSS 而定)	柱塞流式，依操作完全混合式 MLSS 而定	柱塞流式、完全混合式

備註：

1. 處理方法中，有*符號各項之食微比、MLSS 濃度、反應槽水深及 HRT 等數據，係參考自日本下水道協會「下水道施設計畫・設計指針と解説」2019 年版。其他數據則參考其他文獻考量後設定。
2. 其他處理方法，活性污泥膜濾法，則依污水處理廠主要設備規範及解說第 11308 章。MBR 的選用，必須考慮在操作上可確實除砂及微細篩，且模組重置時可不受相關採購的限制。

表 5.16 各種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)(HRT)			污泥迴流率 (%)	硝化液循環率 (%)
					缺氧段	好氧段	合計		
回分式去氮活性污泥法(MSBR)**	為一單槽分批進流水同槽生物反應、沉澱分離	0.03~0.05	10~30	2,000~5,000	可變動	可變動	20~30	-	-
硝化脫硝氧化渠法*	在氧化渠循環系統中，區分為缺氧及好氧段，以氧化脫硝，不設初級沉澱池	0.1~0.2	20~30	2,500~4,000	好氧缺氧時間比 1:1		依計算	50~100	-
延長曝氣法	為不設初級沉澱池，採間歇曝氣以達脫硝	0.1~0.2	20~30	3,000~4,000	好氧缺氧時間比 1:1		16~24	50~100	-
硝化內生脫硝法*	生物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	0.05~0.1 (較標準活性污泥法略低)	18~24	2,500~4,000	好氧，缺氧，再曝氣 14~18，3~4，1~2		18~24	50~100	不迴流硝化液 (不設初級沉澱池)
多段進流活性污泥法(Step Feed)*	生物反應槽分為缺氧、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 (較標準活性污泥法略低)	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段數
循環式硝化脫硝法(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 (較標準活性污泥法略低)	11~15	2,000~3,000	2~4	12~14	14~18	50~100	100~200
循環式硝化脫硝活性污泥膜濾法(AO-MBR)*	為於MBR系統中，置前段為缺氧，後段為好氧，並置MBR於好氧段進行固液分離	依MLSS 濃度而定	長 (依MLSS 濃度而定)	8,000~12,000*	2~3	2~3	4~6	20~100	100~300

備註：

1. 處理方法中，有*符號各項之食微比、MLSS濃度及HRT等數據，係參考自日本下水道協會「下水道施設計畫·設計指針と解説」2019年版，P.44~P.45。其他數據則參考其他文獻考量後設定。
2. 處理方法中，有**符號各項之ASRT、MLSS濃度及HRT等數據，係參考Metcalf & Eddy/Aecom(Wastewater Engineering)(第四版)，P.797。(因第五版欠相關資料)
3. 其他處理方法，延長曝氣法，則參考其他文獻考量後設定。

表 5.17 去氮除磷活性污泥法設計參數

處理方法	特性	食微比 (kg BOD/kg MLSS·d)	ASRT (day)	MLSS	水力停留時間(hr)(HRT)						污泥迴 流率(%)	硝化液循 環率(%)
					厭氧段	缺氧 1	缺氧 2	好氧 1	好氧 2	合計		
A ² O**	反應槽分厭氧、缺氧段、硝化液循環	0.1~0.2	5~25	3,000~ 4,000	0.5~1.5	1~3	—	4~8	—	5.5~12.5	25~100	100~400
Modified Bardehuo**	為五段式的反應槽，包括厭氧、缺氧、好氧、缺氧及再曝氣	0.1~0.2	10~20	3,000~ 4,000	0.5~1.5	1~3	2~4	4~12	0.5~1.0	9.5~23	50~100	400
MUCT**	為厭氧、缺氧、缺氧、好氧反應槽	0.1~0.2	10~25	3,000~ 4,000	1~2	—	2~4	4~12	—	7~18	80~100	100~600
VIP**	反應槽分厭氧段、缺氧段及好氧段，而污泥迴流缺氧段，再迴流厭氧段	0.1~0.2	5~10	2,000~ 4,000	1~2	1~2	—	4~6	—	6~10	80~100	200~400
MSBR**	為單一槽分批進水同槽生物反應，沉澱分離	0.1~0.2	24~40	3,000~ 4,000	1.5~3	1~3	—	2~4	—	1 循環 8~12	—	—
TNCU	為將反應槽分六區，包括缺氧、缺氧、好氧、缺氧及再曝氣，進流水分三段，0.7、0.2 及 0.1，進流入厭缺氧段	0.1~0.2	11~15	2,000~ 3,000	1~1.5	1.5~2.0	1.5~2.0	好氧(1) 3~3.5	好氧(2) 1.5~2.0	9~12	20~50	—
硝化內生去氮 除磷法	為不設初沉池，反應槽分好氧、缺氧、厭氧及再曝氣	0.1~0.2	11~15	2,000~ 3,000	2~3	1~2	—	6~8	1~2	10~15	20~100	—

備註：

1. 處理方法中，有**符號各項之 ASRT、MLSS 濃度、HRT 及污泥迴流率等數據，係參考 Metcalf & Eddy/Aecom(Wastewater Engineering)(第五版)，P.873。其他數據則參考其他文獻考量後設定。
2. 其他處理方法，TNCU 及硝化內生去氮除磷法，則參考其他文獻考量後設定。

表 5.18 適合小規模污水處理之生物處理方法及去除率

去除物質		生物處理方法	去除率(%)
BOD SS		回分式活性污泥法、階梯式活性污泥法、標準活性污泥法、氧化渠法、延長曝氣法、活性污泥膜濾法、接觸曝氣法	85~90
去氮方法	總氮(T-N)	回分式去氮活性污泥法、循環式硝化脫硝法(MLE法)、硝化內生脫硝法、硝化脫硝氧化渠法、循環式硝化脫硝活性污泥膜濾法(AO-MBR法)、多段進流去氮活性污泥法等	60~70
	氨氮(NH ₄ -N)		70~80
去氮除磷方法	總氮(T-N)	回分式去氮除磷活性污泥法、厭氧缺氧好氧活性污泥法(A ² O法)、硝化內生脫硝除磷法、多段進流去氮除磷法(TNCU法)、MLE+PAC法、AO-MBR+PAC法	60~70
	氨氮(NH ₄ -N)		70~80
	總磷(T-P)		70~80

備註：

1. 小規模污水處理之生物處理方法，BOD及SS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. 生物處理方法，去除總氮約50~60%，污泥排泥約去除10%，合計總去除率約60~70%。另有加強去氮除磷方法，可參考「污水處理廠設計及解說」第5.3.2.3。
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, Fifth edition
4. 表中生物處理方法，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。

5.5.3.10 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，由於其處理對象物質不同，各生物處理法去除物質之去除率，如表 5.18。

5.5.3.11 既有生物反應槽改善設計

既有生物反應槽，為配合未來放流水氨氮及總氮之，其改善以循環式硝化脫硝法(MLE法)為對象，提出設計考量。

既有生物反應槽改善為循環式硝化脫硝法時，其檢討事項如下：

1. 增設缺氧段之攪拌設備。
2. 增設硝化液迴流設備。
3. 增設生物反應槽阻流壁。
4. 增設浮渣去除設備。
5. 增設初級沉澱池繞流管或初級沉澱池污泥投入用配管。
6. 必要的量測控制設備。
7. 必要的藥劑添加設備。

解說：

1. 同 5.5.3.8 之解說 8~14。

5.5.4 曝氣設備

5.5.4.1 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、污泥濃度、處理方法及混合攪拌所需能量等，檢討決定之。
2. 送風管原則可不留餘裕量。

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生化反應需氧量，也應滿足生物反應槽均勻混合之攪拌量，曝氣槽之送風量，在標準活性污泥法，約為污水量的 3~7 倍，延長曝氣法約為 15 倍以上。送風量依不同散氣設備氧傳效率不同而異，若為薄膜細(微)氣泡散氣設備，則送風量需求較少，粗大氣泡散氣設備則送風量需求較大。
2. 小規模污水處理廠鼓風機設置，原則應考量備用機組，因此送風管不需有餘裕量之考量。

5.5.4.2 鼓風機

鼓風機，設計考量如下：

1. 鼓風機的型式，原則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 2 台，且能依水量水質變化，調節送風量，並依散氣設備選用不同空氣清淨設備。
3. 魯氏型鼓風機為容積式，其送風量可藉調整馬達轉數控制，但噪音量較大。
4. 離心式鼓風機可分為單段及多段式。多段則多用於大廠。

解說：

1. 魯氏鼓風機附屬設備較少，初設成本較低，送風能力約 $40 \text{ m}^3/\text{min}$ 以下。多段式離心鼓風機送風量約 $30 \sim 80 \text{ m}^3/\text{min}$ ，多用於大規模污水處理廠，操作容易，噪音較小。
2. 常用台數通常為 2 台，若超過 4 台，則不需備用台數，除非維修需較長時間。
 - (1) 污水調節槽及污泥貯留槽採用之鼓風機，可不考量備用台數。
 - (2) 依水量、水質各時段變化，需調節送風量，達到節能、初期不過度曝氣為目標。因此送風量的調整控制，應利用設置不同送風量的鼓風機，依需求分別啟動，或藉由變頻、閘開度及液位控制等方式控制。
 - (3) 一般採薄膜(微)細氣泡散氣設備，供氣之鼓風機應配有不織布等空氣清淨過濾器設備，粗大氣泡散氣設備則較簡便。
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，噪音量大為其特性。魯氏鼓風機的軸動力及送風量，幾乎與迴轉數有一定比例，風量的控制以控制轉速較具

效果，如圖 5.52。

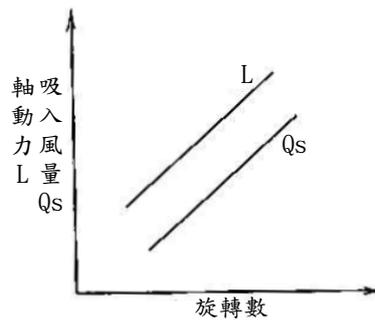


圖 5.52 魯氏鼓風機之性能曲線

4. 離心式鼓風機多用於大規模污水廠，噪音較小，又分為單段、鋼板製多段及鑄鐵製多段等種類。離心式鼓風機，因大多為進口產品，初設成本較高。

多段式離心鼓風機之風量控制，可藉調整吸入閥、吐出閥開度或調節轉速達成。

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

魯氏鼓風機及各種離心式鼓風機的典型送風量，如圖 5.53。

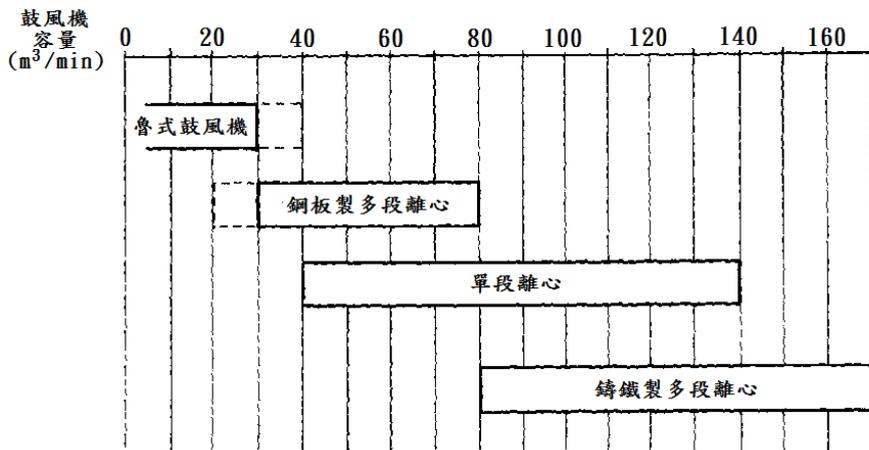


圖 5.53 各種鼓風機的典型送風量

5.5.5 二級沉澱池設計

5.5.5.1 形狀、池數及構造

二級沉澱池的池槽形狀、池數及構造，設計考量如下：

1. 形狀原則為圓形放射流式或長方形水平流式。
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、水量規模及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。

5.5.5.2 各種處理方法之設計標準

各種生物處理二級沉澱池，設計考量如下：

	生物膜法	延長曝氣法 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	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，由於各種原因，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。

5.5.5.3 污泥刮泥機

二級沉澱池污泥刮泥機，設計考量如下：

1. 污泥之刮泥速度，以不撓動沉澱物上浮為原則。
2. 圓形沉澱池，原則以使用旋轉式刮泥機。
3. 長方形沉澱池，原則以使用鏈條刮板式。

解說：

同「污水處理廠設計及解說」或參考「初級沉澱池」。

5.5.5.4 浮渣刮除設備

二級沉澱池浮渣刮除設備，設計考量如下：

1. 二級沉澱池原則應設置浮渣刮除設備。
2. 浮渣刮除設備之設置，依照初級沉澱池設計要求。

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。尤其如延長曝氣法或氧化渠法，因經常不設初級沉澱池，故其二級沉澱池必須設置浮渣刮除設備。

5.5.5.5 迴流污泥抽送設備

二級沉澱池迴流污泥抽送設備，設計考量如下：

1. 迴流污泥抽送，原則以泵抽送。
2. 採延長曝氣法及氧化渠法時，迴流污泥最大抽泥量以 150~200% 為標準。
3. 廢棄污泥之抽泥量，依污泥產生量計算之。
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)原則設置 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 100 mm 以上。

解說：

1. 污泥抽送，原則應為穩定連續，迴流污泥比的調節，以變頻或閘能達簡易控制者。廢棄污泥則以定時抽出，可以啟動台數或閘控制。
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。延長曝氣法或氧化渠法之 SVI > 200 時，因其 MLSS 較高，影響較小。
3. 廢棄污泥產生量之計算，依第六章。
4. 抽泥泵台數，依曝氣池數及二級沉澱池數而定。氧化渠及延長曝氣法，其停留時間長，迴流污泥量也大，可以簡單的台數控制。
5. 污泥泵原則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。

5.5.6 處理水回收利用及過濾

污水經生物處理後，其水質都已合乎放流水標準。若回收為廠內沖廁、濾布清洗、消泡用水、澆灌或道路灑水等用途，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。進一步過濾處理，如表 5.19。

過濾處理主要為快濾法及高速過濾，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、磷及氮化物等。

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 5.19 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

5.5.6.1 過濾單元設計

過濾單元，設計考量如下：

1. 需考量進流水水質條件與出流水質要求，並選定過濾方式與濾料種類及配置，以達成水質淨化的目標。過濾方式依流向或流速區分，大概分為向上流、向下流及高速過濾等不同方式。
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。反洗方法可分為水洗、水洗+表洗、水洗+氣洗、及水洗+氣洗+表洗等型式。

解說：

1. 過濾單元的設計，需視進流水質與所需處理之水質，慎選其過濾型式與濾料的搭配。除水質要求外，尚需考量到可設置之空間、操作便利性及操作成本等因素，再搭配過濾單元型式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，洗砂效率高等特點，近年為使用較粗濾砂之趨勢。慢濾池濾砂則選用少扁平、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，如圖 5.54 及圖 5.55。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，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。

傳統快濾單元之主要功能如下。一般過濾器適用，如表 5.20。

- (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。

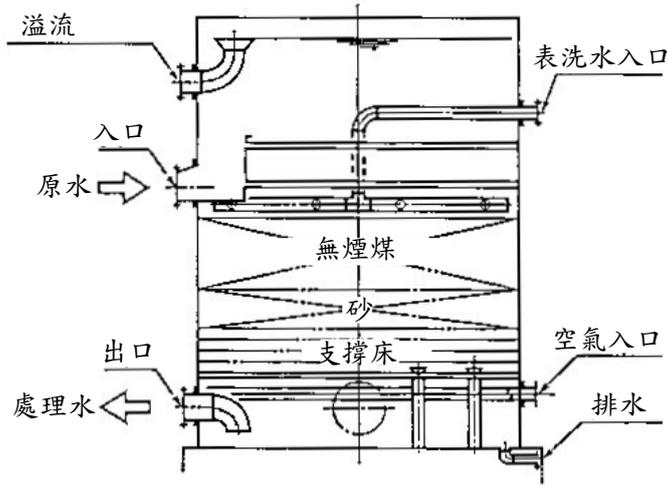


圖 5.54 重力過濾器構造圖

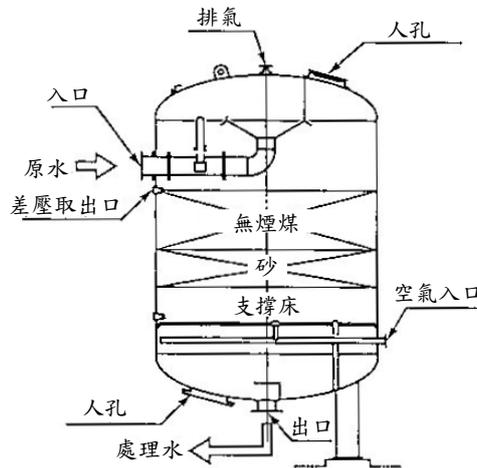


圖 5.55 加壓過濾器構造圖

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 開啟進流閘，使沉澱池出流水進流過濾單元。
- ② 過濾水流至清水池。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，並開始反沖洗砂層，另常輔以表面沖洗以增加效果。

(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泵入濾砂層沖洗，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。

反沖洗分二階段，第一階段以反沖水使濾料互相衝擊摩擦，或以水流之剪力將附著於濾料之污濁物質剝離。第二階段將被反沖洗出污濁物質迅速排除，此時須考量排水槽之高度及其排列間隔之影響。

表 5.20 過濾單元型式及建議適用水質

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	濾砂 ϕ 0.45	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	濾砂 ϕ 0.45 無煙煤 ϕ 0.9	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	濾砂 ϕ 0.6~1.0 無煙煤 ϕ 1.0~1.4	6~10 36~40	用水處理 廢水二級處理	廢水二級處理使用
壓力式砂濾	濾砂 ϕ 0.8~1.2 無煙煤 ϕ 0.8~1.2	10~20 36~50	廢水二級處理	廢水二級處理、冷卻塔過濾使用
壓力式砂濾	濾砂 ϕ 0.3	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)	濾砂 ϕ 1.2~1.6 無煙煤 ϕ 2~3	20~40 50~72	鋼鐵業廢水	粗粒懸浮物質過濾使用
向上流式過濾	濾砂 ϕ 0.8~1.2	8~12 40~45	污水二級處理	
向上流式過濾	濾砂 ϕ 0.8~2.0	8~15 36~45	廢水二級處理	

3. 快濾池的操作，水通過砂層、卵石層及集水系統時，因磨擦發生水頭損失，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，再生水中雜質被攔截，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，若因水頭損失過大致砂層產生負水頭，將造成砂層龜裂，影響出流水質，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。藉由調整快濾池進流水閥，在過濾初期，部分開啟進流水閥，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，達到全開，

務必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到達設定之過濾時間時，可停止操作，進行反沖洗，反沖洗方式有：①單純反沖洗②反沖洗與壓縮空氣反洗③反沖洗與表面洗砂④反沖洗與機械攪動。目前最常用之方法為反沖洗及表面洗砂法。

(3) 快濾池操作常遇到的問題

① 空氣阻塞

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，即為空氣阻塞。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，將使濾砂易流出並易引起裂縫或阻塞。補救方法為將處理水先導入再碳酸化結晶槽預處理再過濾。

④ 走砂

快濾池反洗時，常有走砂問題，而需定時回補。

(4) 快濾池操作紀錄

處理水廠應有適當規模之試驗室，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。

5.5.6.2 壓力式纖維過濾設計

壓力式纖維過濾，設計考量如下：

1. 壓力式纖維過濾有效濾層約 1.0~1.5 m。
2. 濾材應為易於捕捉懸浮物的材料材質。
3. 壓力式纖維過濾於設計時，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. 壓力式纖維過濾，由 PP 或 PE 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 $5\text{mm}\times 5\text{mm}\times 3\text{mm}$ ，孔隙率在 0.9 以上，比表面積可達 $8,000\text{ m}^2/\text{m}^3$ ，比重為 0.8~0.9，其 SS 捕捉率約可達 $10\text{ kg}/\text{m}^3$ ，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 5.21。於設計選擇時，應充分瞭解各型式特性後選用之。

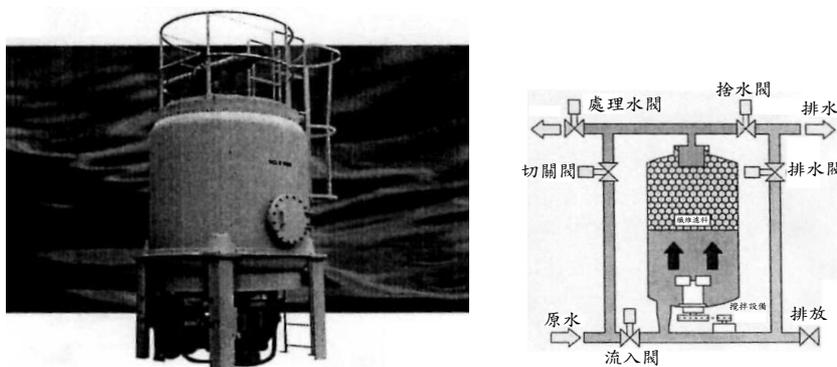


圖 5.56 高速纖維過濾設備、構造

5.5.7 消毒設施

依放流水標準，大腸桿菌群需於 20,000 CFU/100mL 以下，消毒設施可提高處理水的安定性，若考量經濟性，原則可採用氯化物消毒，但若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，可檢討使用紫外線或臭氧消毒。

5.5.7.1 氯消毒

氯消毒方法及氯接觸反應時間，設計考量如下：

1. 氯消毒有液態氯消毒及固體氯錠之消毒方法，依需求考量之。
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、次氯酸鈉及次氯酸鈣(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，加藥機及配管皆為小口徑，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 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。

表 5.21 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	臺灣
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 50 μ m，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	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 15 μ m 以上 粒徑	可濾除 10 μ m 以上 粒徑	10 μ m，100%濾除 2 μ m 濾除 50%以上	5 μ m，100%濾除 2 μ m 濾除 70%以上	5 μ m，100%濾除 2 μ m 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
管線閥件配置	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 0.5kg/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，濾材更換容 易，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

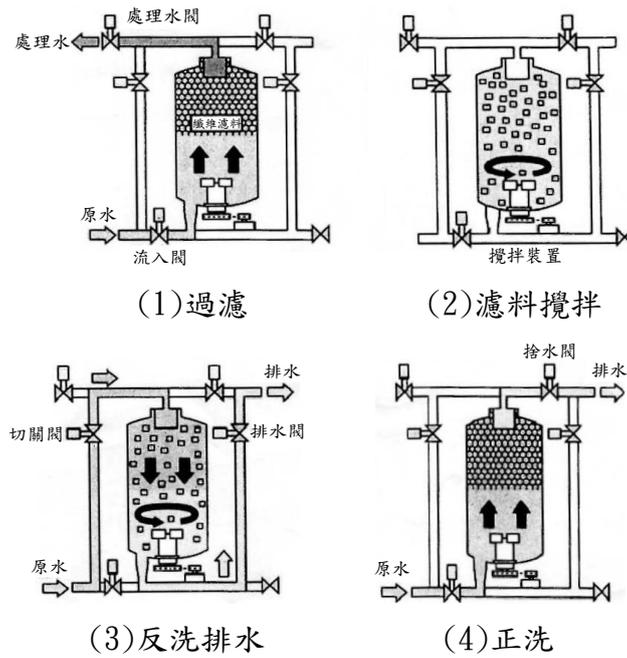


圖 5.57 壓力式高速過濾原理

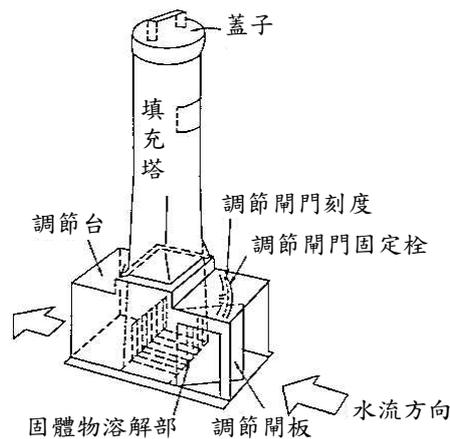


圖 5.58 固體氯之接觸裝置(例)

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，並避免貯槽容量過大，造成長時間的貯留。

2. 接觸時間

氯會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。

接觸槽容易發生 SS 沉澱，因此應設有混合的迴路構造，同時也應考量沉澱物的排除對策。

5.5.7.2 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，以降低大腸桿菌群達 200,000 CFU/100mL 以下為宜。
3. 注入泵含備用，以 2 台為原則。
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，因注入泵及管線管徑較小，易結晶阻塞，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、日光照射及溫度等，其貯存設備應有防止日照及通風之空間，貯留日數以 2 星期為原則。有效氯量之時間變化，如圖 5.59。

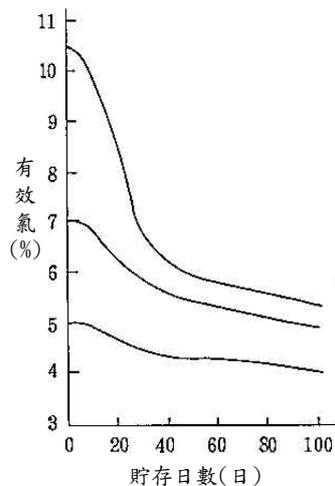


圖 5.59 次氯酸鈉貯存日數之有效氯變化

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，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，對皮膚及眼睛具傷害性，應考量其操作之安全管理。

5.5.7.3 紫外線消毒

紫外線消毒，設計應充分檢討處理量、紫外線透過率、照射量、裝置型態及安全管理等。

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。

紫外線消毒機制，為破壞細胞內的DNA及RNA。

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，達到破壞DNA之目的。

受紫外線消毒後而受損傷的微生物，在被可見光線照射後，受損傷的DNA可獲得重新修復，這一現象稱為光恢復。因大腸桿菌群及其所含的微生物，因有此修復之機制，故紫外線消毒系統的設計，必須考量微生物具有光恢復之影響。

1. 裝置能力及處理量

消毒設施以最大時污水量為設計污水量。

2. 紫外線透過率

紫外線會被污水中的SS、污濁物及有機物吸收，因之所照射的紫外線，並不是全部用以殺菌。紫外線消毒效果，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。

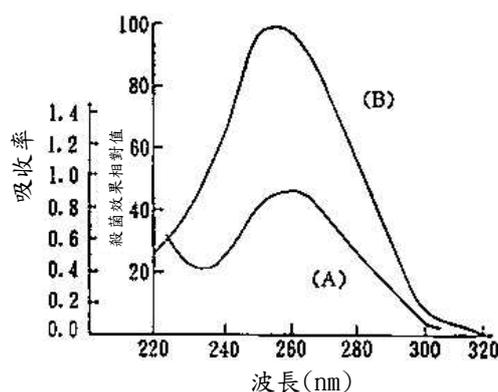


圖 5.60 紫外線之吸收曲線(A)及殺菌效果曲線(B)比較

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)的乘績求之。污水二級處理後的紫外線消毒，消毒後大腸桿菌群的平均殺菌率達99.9%，如表5.22。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 5.22 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. 紫外線設備型式

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。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」第 5.5.7 節。

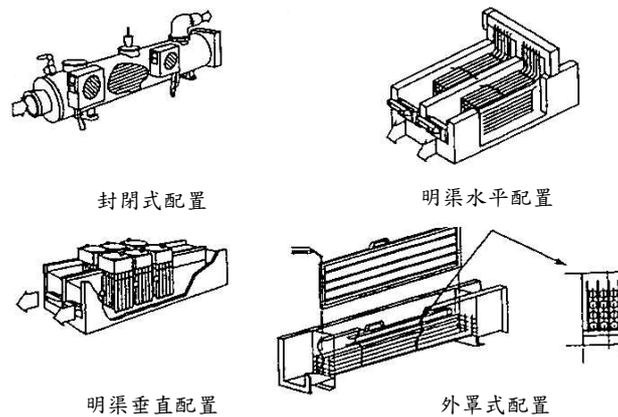


圖 5.61 紫外線消毒裝置例

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，人體即使是短時間，也應避免直接照射，對皮膚會有惡劣的影響，應多注意。

5.5.7.4 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。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設備所構成，必要時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」第 7.4 節。

臭氧消毒設施處理流程，如圖 5.62。

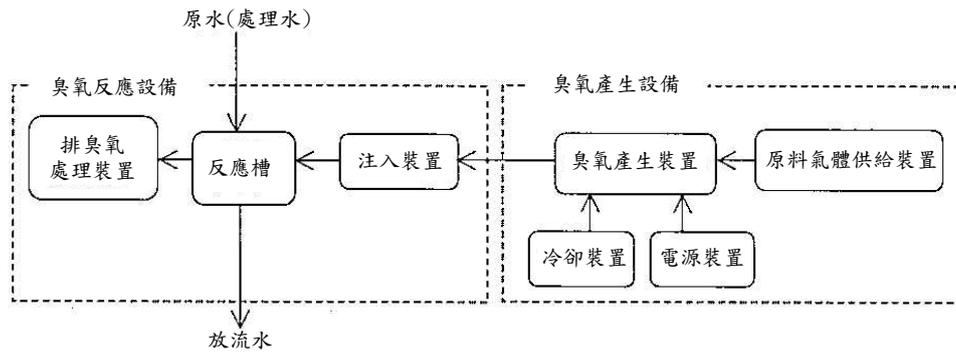


圖 5.62 臭氧消毒設施流程圖

臭氧產生的方法，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，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，就可將處理水的大腸桿菌群數降至 2,000 個/mL 以下。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

反應槽中注入臭氧與處理水接觸反應後，大部分會被消耗分解，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。

5.6 廠內管線及加壓裝置

小規模污水處理設施，雖處理污水容量不多，但各種廠內管線(yard piping)仍需齊備，除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，亦是協助解決密閉機房的污濁空氣，及硫化氫氣體對操作人員造成的危害。

5.6.1 污水聯絡管線及抽水機

污水聯絡管線之材質及接頭，設計考量如下：

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，經消毒處理後，最後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、施工方便及水密性要求高，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，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、聚氣

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，不管是乾井式或濕井式，其明管管線都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變質脆化，故應避免使用聚氯乙烯塑膠管。

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，亦可考量售價較便宜的鋼筋混凝土管。

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 mm 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。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。

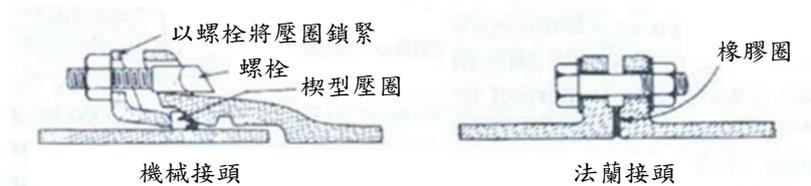


圖 5.63 延性鑄鐵管之機械接頭及法蘭接頭

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或螺紋接頭，如圖 5.64(A)及(B)。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，法蘭接頭應依 JIS 10 kgf/cm² 規格製造。其法蘭及螺栓均須為不銹鋼，如圖 5.64(C)。

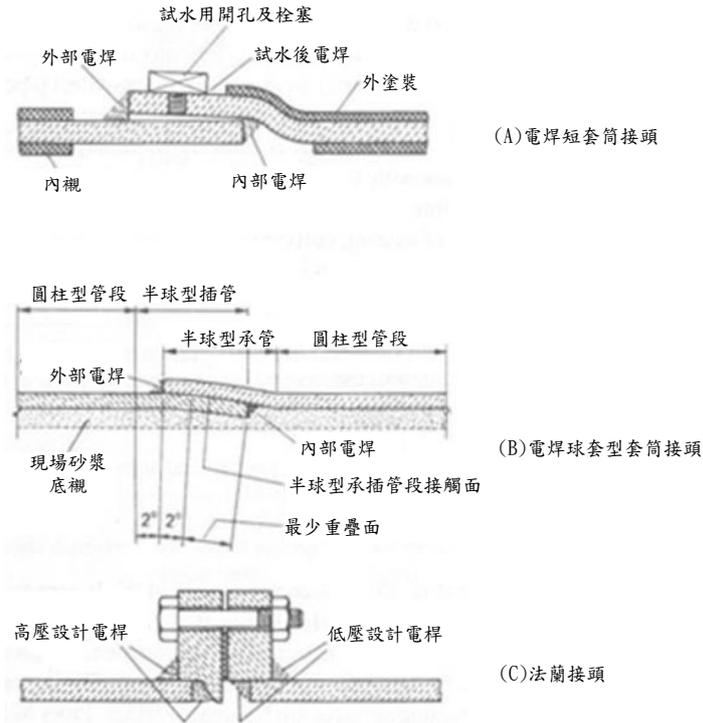


圖 5.64 不銹鋼管線接頭

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。
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。

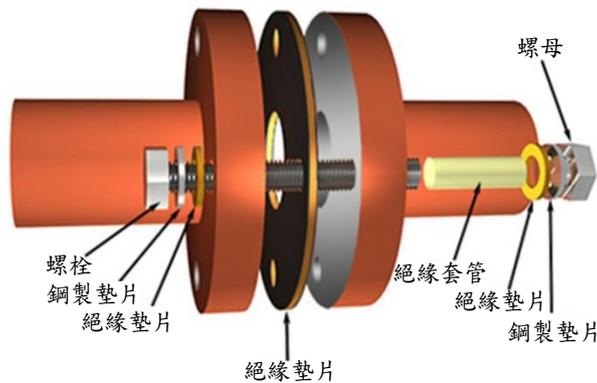


圖 5.65 絕緣法蘭接頭

5.6.2 污水管線抽水機

污水聯絡管線之抽水機，設計考量如下：

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，可參考第4.5節。

5.6.3 污泥管線及抽水機

污泥管線及抽水機，設計考量如下：

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，請參考污水聯絡管線。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 5.23。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，有時採用改良型氣昇式抽水機の間歇泉式抽水機(geyser pump)。

表 5.23 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)

5.6.4 處理流程空氣管線及鼓風機

處理流程空氣管線及鼓風機，設計考量如下：

1. 曝氣及空氣攪拌等處理流程用之空氣管線，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，常須使用空氣管線及鼓風機進行攪拌及曝氣，包括曝氣沉砂池、調節池、沉澱池進出流渠道、生物反應槽、好氧消化池及污泥池槽等，都需設置空氣管線及鼓風機，即便是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，但如果該廠有曝氣沉砂池，或是污泥池槽需空氣攪拌，不免要設置小規模的空氣管線及鼓風機。另外，如第 5.7.3 節所述，砂礫管線如果銜接至水頭需求低的砂礫分離機(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，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處理流程用空氣管線的直管及管件，應採用 SUS 304 焊接用不銹鋼，口徑依風量而定。管壁厚應符合 Sch. 10S 或以上之規定。處理流程用之空氣管線的接頭，應為銲接或螺紋接頭，若需以突緣連接時，突緣接頭應依 JIS 10 kgf/cm² 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)，再分為多段及單段之高速渦輪式鼓風機(High Speed Turbo Blower)及渦流式鼓風機(Vortex Blower)等。

5.6.5 給水管線及加壓裝置

給水管線及加壓裝置，設計考量如下：

1. 給水管線的規格，應符合自來水用聚氯乙稀塑膠硬質管。
2. 廠內給水管線接至建築物之給水系統，約可分為四種方法：直接給水法、壓力水槽給水法、重力給水法及加壓泵給水法。
3. 給水管線應避免與污水或回收管線太近，以防止污染，並應避免誤接。

解說：

1. 自來水管線的規格，應符合 CNS 4053 K3033 自來水用聚氯乙稀塑膠硬質管。接頭配件的規格，應符合 CNS 2334 飲水(自來水)用聚氯乙稀塑膠硬質管接頭配件。
2. 廠內給水管線接至建築物之給水系統，約可分為四種方法：直接給水法、壓力水槽給水法、重力給水法及加壓泵給水法。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：由給水管線直接壓力供給建築物內用水器具，適用於小規模建築物，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。

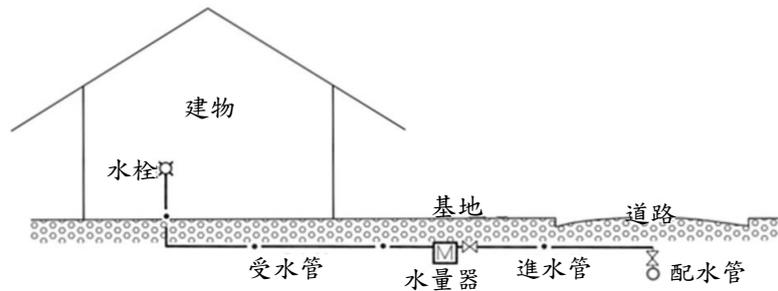


圖 5.66 直接給水系統圖

- (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，須留意以確保安全性，需設置受水槽，維護裝置所需空間較大，費用也比較昂貴，壓力水槽設置地點需補強結構。

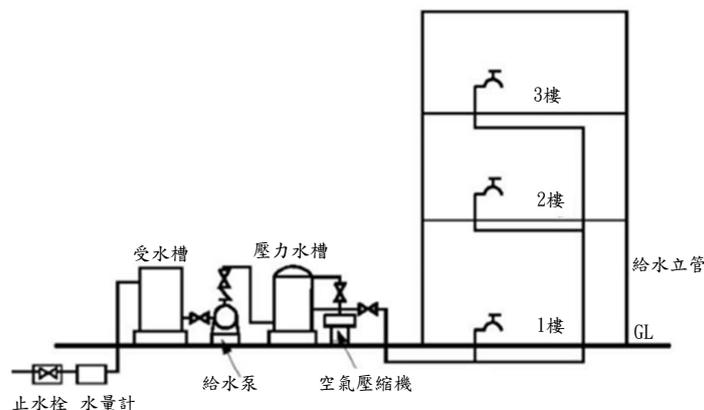


圖 5.67 壓力水槽給水系統圖

- (3) 重力給水系統：在最高用水點以上設置屋頂水槽，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，需較大之水槽及運轉空間，需定期維護及管理檢查，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。

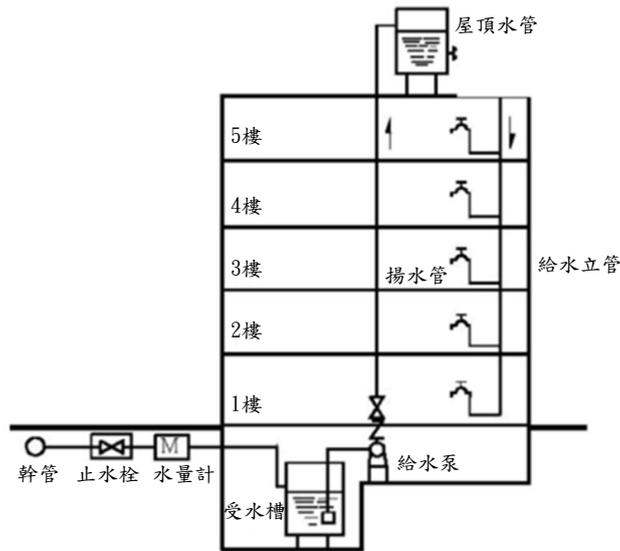


圖 5.68 重力給水系統圖

(4) 加壓泵給水系統：藉加壓泵之運轉直接供水，一般有台數控制方法以馬達轉速控制方法兩種，適用於無法採用重力給水之高層建築，或低層且腹地廣闊之場所。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。

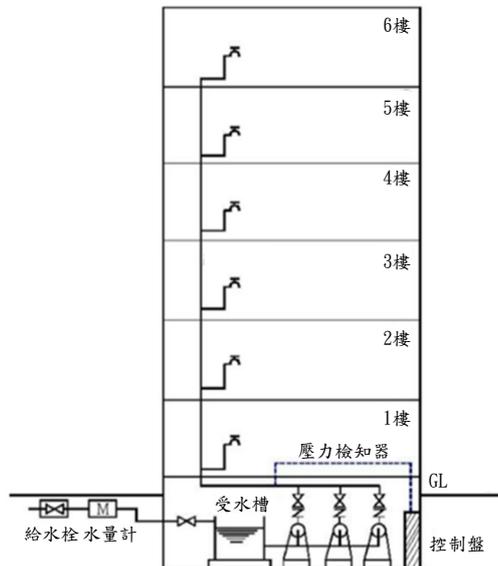


圖 5.69 加壓泵給水系統圖

3. 給水管線應避免與污水或回收水管線太接近，以防止污染，並避免造成誤接。

5.6.6 回收水管線及加壓裝置

回收水管線及加壓裝置，設計考量如下：

1. 回收水管線的規格與給水管線相同。
2. 回收水加壓採用自動恆壓變頻給水法。

解說：

1. 回收水管線的規格與給水管線相同，可參考第 5.7.5 節。
2. 回收用水加壓裝置，係以輸送經消毒後之回收水，以供清洗水、消泡水及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，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水壓，通常大於自動恆壓變頻給水裝置，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，萬一回收水貯水池的水源不繼，故提供自來水為備用水源，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受污染。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。

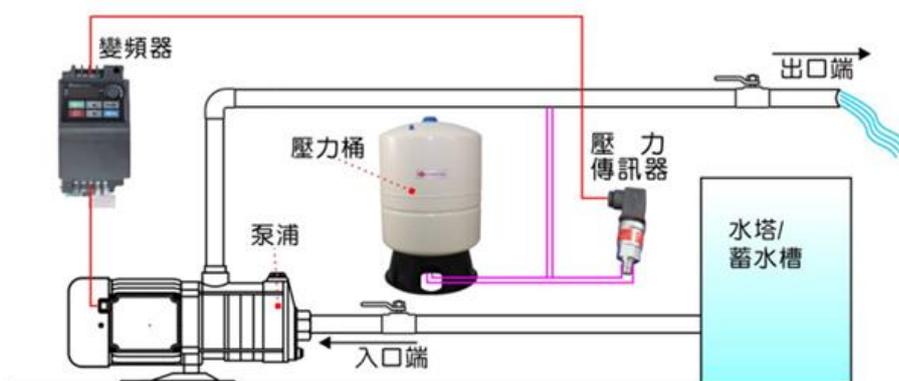


圖 5.70 自動恆壓變頻給水系統配置示意圖



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

5.6.7 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，為迷你的小規模污水下水道系統，通常採用明挖方法埋管。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，可參考第 5.7.1 節。廠內污水收集抽水機，通常採用沉水式抽水機，可參考第 5.7.2 節。

5.6.8 廠內排水管線及抽水機

廠內排水管線及抽水機，設計考量如下：

1. 廠內排水管線，原則小管採用塑膠硬質管，大管採用鋼筋混凝土管。
2. 抽水機的类型，可分為橫軸式、豎軸式及沉水式抽水機。其動力可分為電動機(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，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，所有管材均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，如無法擴大排水斷面，減少水頭損失，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。其動力可分為電動機(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，可參考第5.7.2節。

5.6.9 化學藥液管線及加藥機

化學藥液管線及加藥機，設計考量如下：

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. 污水處理廠通常需要許多化學藥液供處理流程使用，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，除臭用濕式洗滌塔用的次氯酸鈉、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，並可隨著主要處理流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。

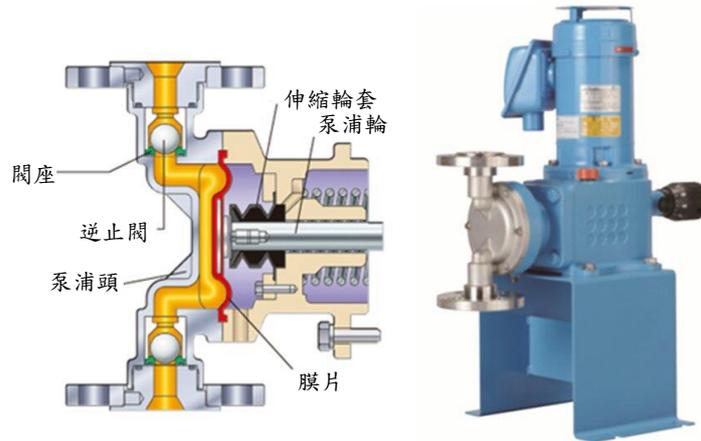


圖 5.73 隔膜式加藥機示意及外觀圖

5.6.10 通風管線及送風機

通風管線及送風機，設計考量如下：

1. 送風管材料應為不可燃性，其材料種類有許多，原則應使用鍍鋅鐵皮製造，所有風管及其附件，均應依「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，導致機房空間內空氣污濁，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」，這也表示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 500 Pa (2 吋水柱) 之正壓及 375 Pa (1.5 吋水柱) 之負壓，中壓及高壓風管之額定值為 3750 Pa (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°C 時為 0.034 (75°F 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-Quench Hardenability 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

/m³之防火板製作，或 2 mm 厚之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。風管採用突緣接頭，不可使用扣件連接，其密合墊須採用能耐溫 150°C/1HR 以上之材質。

風管原則應使用鍍鋅鐵皮製造，所有風管及其附件均應依 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、製造方法及安裝方法等，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 5.24。

表 5.24 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
<1,000	3
<2,000	4
<4,000	5
<10,000	6
>10,000	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。

$$N=V \times n / Q \dots\dots\dots (5-10)$$

式中：

N：送風機數量(台)

V：場地體積(m³)

n：換氣次數(nos./h)

Q：所選送風機型號的單台風量(m³/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，是最常用於嚴苛操作條件下的工業用送風機。部分離心式送風機，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，故適合應用於住宅空調(HVAC)。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。

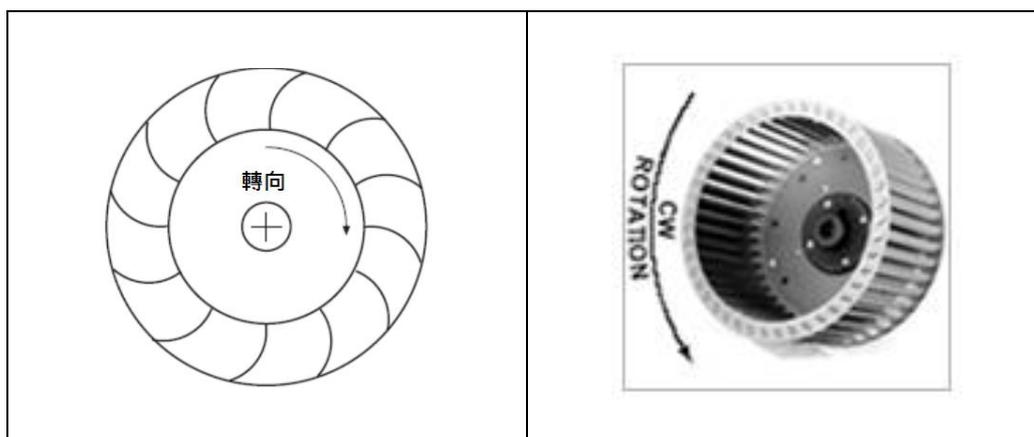


圖 5.74 前傾曲面多葉片式送風機

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、木屑及金屬廢料。這種送風機相當堅固耐用，係被當做工業主力的重要原因。

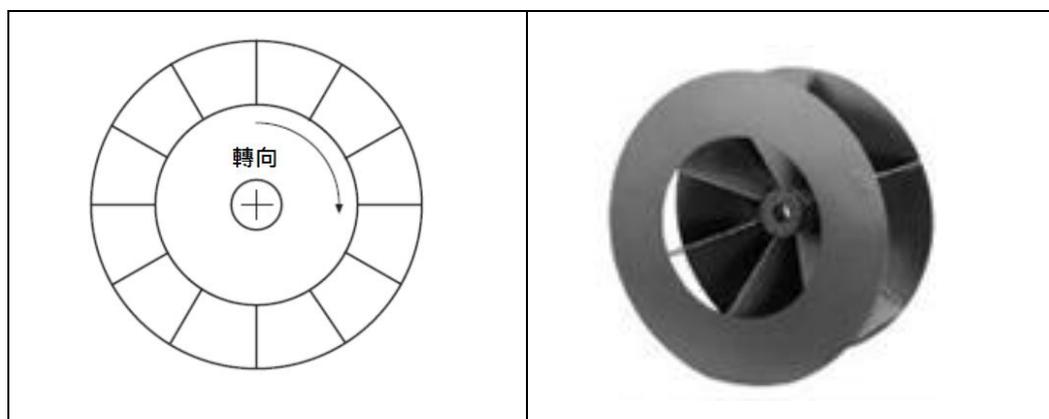


圖 5.75 徑向葉片式送風機

③徑向端葉片式(radial-tip blade)

如圖 5.76，徑向端葉片式送風機，填補潔淨空氣送風機及較堅固的徑向葉片式送風機的這個空缺，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。

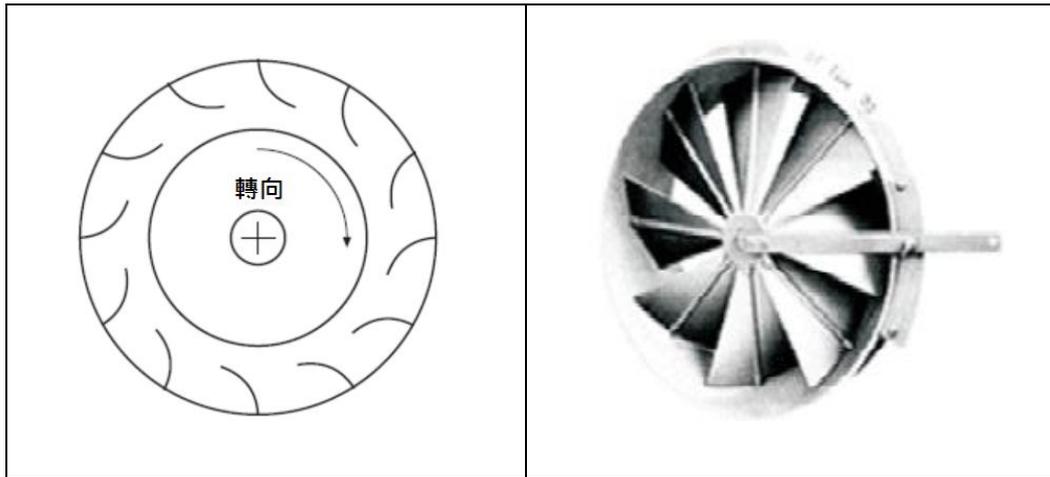


圖 5.76 徑向端葉片式送風機

④後傾葉片式(backward-inclined blade)

此種送風機的特徵是其葉片背向旋轉方向傾斜，其葉片上易堆積微粒，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。

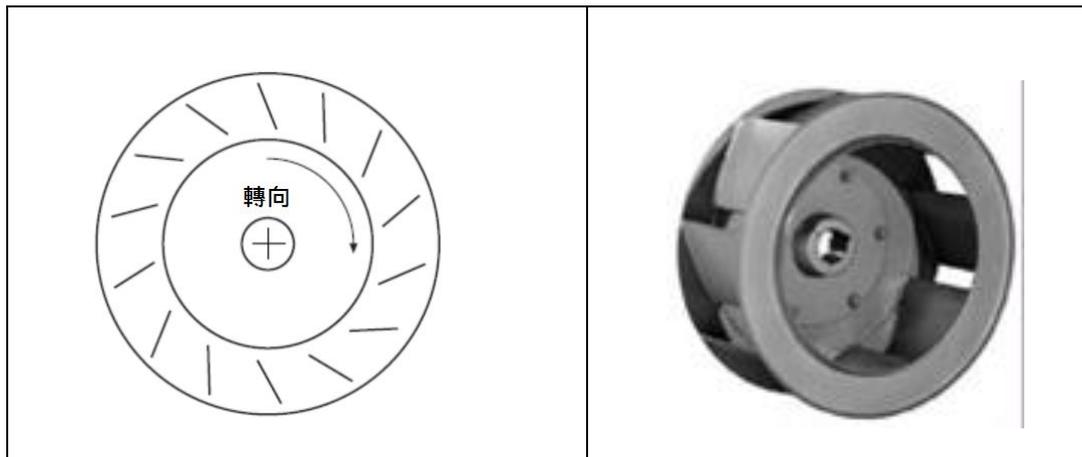


圖 5.77 後傾扁平葉片式送風機

(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。軸流式送風機常應用於排氣，其空氣所含顆粒較小，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設計來產生單向氣流，但可反向操作，這種特性可用於空間需排除受污染空氣，或需供應新鮮空氣。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，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。由於螺旋槳送風機不能產生較大的風壓，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。這種送風機噪音大，也反應出其低效率操作。

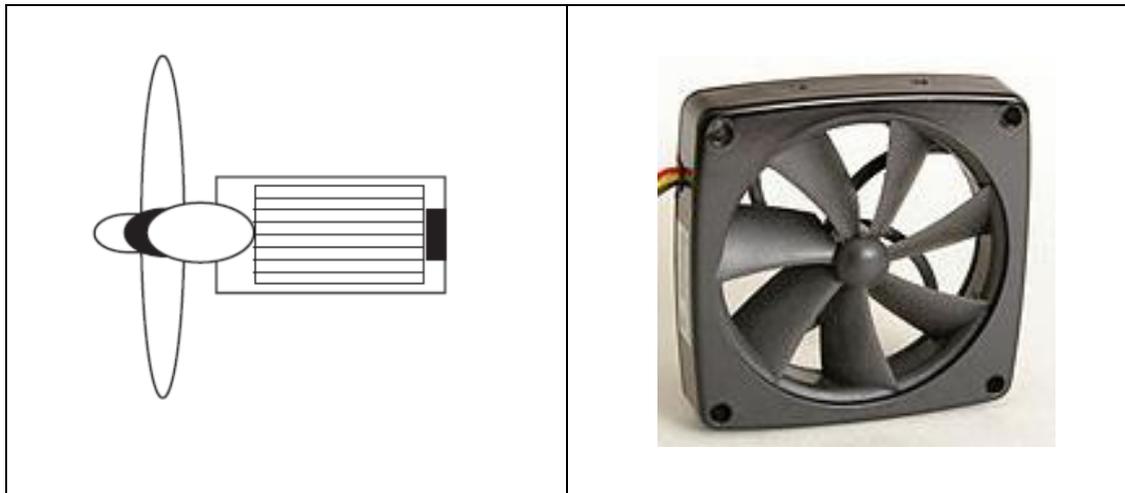


圖 5.80 螺旋槳送風機

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的壓力，去克服風管損失且相當節省空間，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。

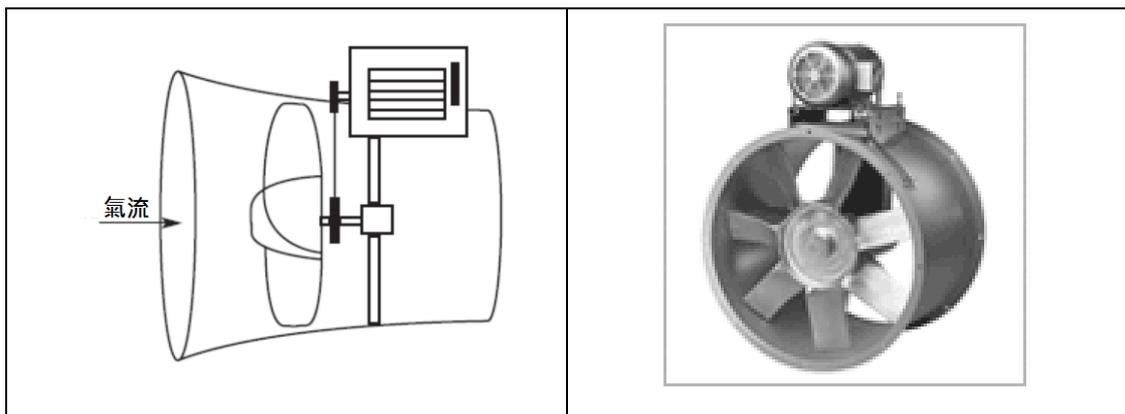


圖 5.81 軸流管送風機

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，例如導引鍋爐排氣，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，對空調應用大有裨益。

導風板軸流送風機，時常配置變槳距葉片(variable pitch blade)，可調節進入氣流改變其迎角。變槳距葉片可改變送風機的負載，提供有效果且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。導風板軸流送風機常以直結方式與馬達連接。

選擇送風機時，直接驅動或直結連接之送風機，除了使用於大型工廠者外，其他許多送風機均為標準品。在皮帶驅動送風機方面，則大都採用同樣直徑的葉輪，但提供一系列的轉速，為產生足夠的餘裕，可從既定的轉速中選擇。

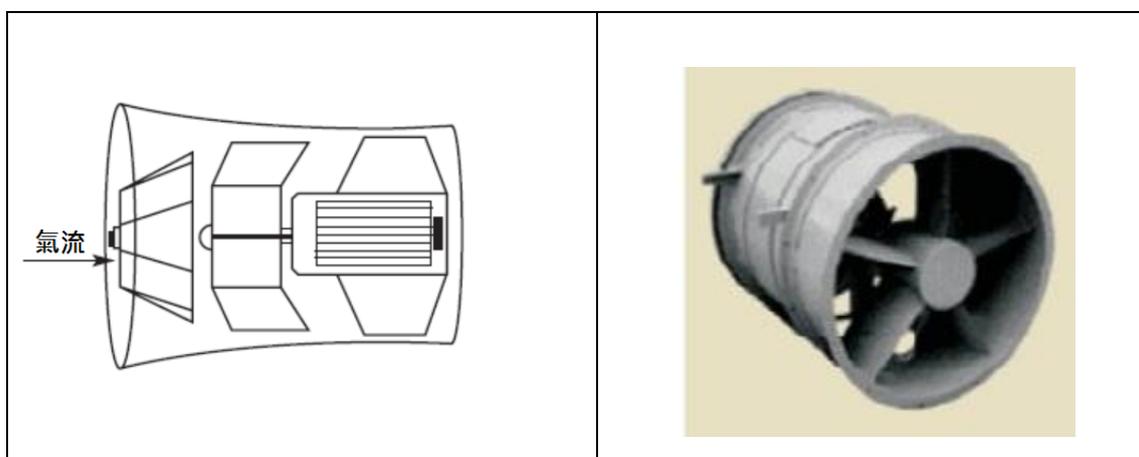


圖 5.82 導風板軸流送風機

5.6.11 除臭送風管及送風機

除臭送風管及送風機，設計考量如下：

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 SUS 304 或 FRP 材質。
3. 除臭送風機可以擴散法等檢討。

解說：

1. 污水處理設施產生的臭氣種類，包括(1)胺(amine)、(2)氨(NH₃)、(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，進入管線及水渠上部空氣中，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、混凝土及水泥砂漿內襯特別具強腐蝕性。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)、突緣、螺栓、螺帽及固定支撐等，均為不銹鋼材質。

2. 除臭送風機之外殼及葉輪，需為不銹鋼 SUS 304 或 FRP 材質，其餘可參考第 5.7.10 節。
3. 小規模污水處理設施除臭風管及送風機，可考量以擴散法或簡易處理設施檢討取代之。

第六章 污泥處理設施設計

6.1 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，由各種污泥處理單元或設備所構成。

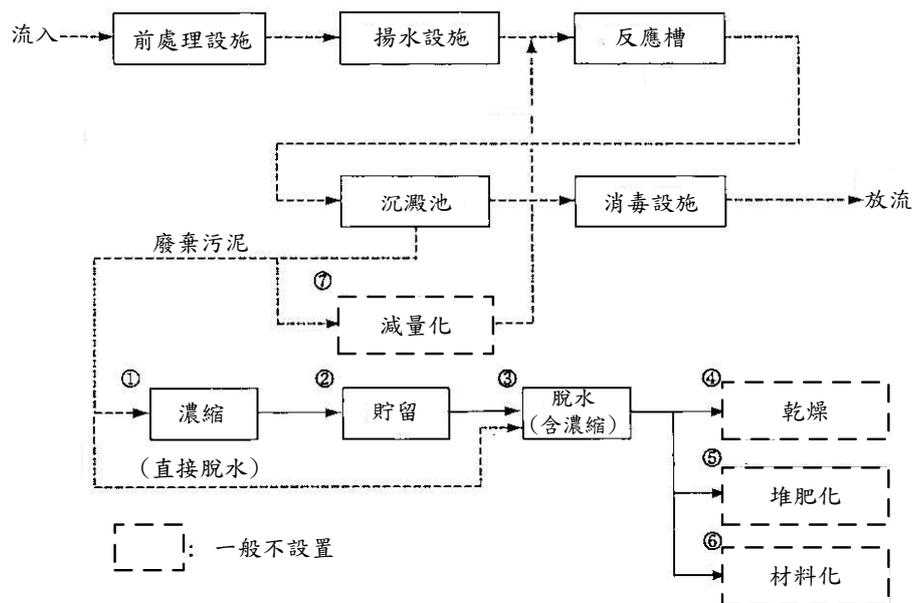
污水處理所產生的污泥屬事業廢棄物，係屬 D-0901 有機污泥之範疇，其最終處理可依據「廢棄物清理法」第 39 條規定進行再利用。依據該條文「事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關規定辦理」，且下水道主管機關內政部已訂有「公共污水下水道處理廠事業廢棄物再利用管理辦法」，依據該辦法規定，產生污水污泥之事業及其再利用機構之事業廢棄物再利用許可，應經內政部許可，始得進行再利用。

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。

6.1.1 污泥處理設施概要

污水處理方法的選定，部分方法可省略初級沉澱池。而污泥處理的選定，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)處理流程，如圖 6.1 及圖 6.2。污泥處理設施概要，如表 6.1。



注：自沉澱池直接脫水時可不設濃縮、貯留設施

圖 6.1 污泥處理設施處理流程(氧化渠法例)

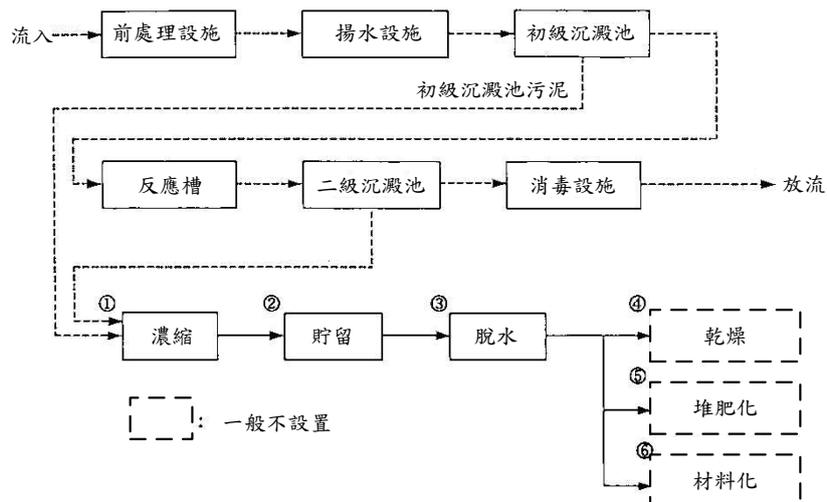


圖 6.2 污泥處理設施處理流程(接觸曝氣法例)

表 6.1 各種污泥處理設施概要

設施名稱	設施概要
①濃縮	污泥減量化為目的之設施，藉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	小規模污水處理廠的處理量少，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，使污泥便於最終處置，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

6.1.2 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，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，包括攔污渣、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，原則應搬出。其處置方法包括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，原則應與攔污渣一併處置。

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

主要為初級沉澱池浮於池面被蒐集的浮狀物，二級沉澱池也有浮渣，惟一般較初級沉澱池少，屬事業廢棄物，可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，經二級沉澱池固液分離後，於活性污泥法中不再迴流至反應槽的污泥，將排出至污泥處理設施進行進一步減量及安定化處理。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，合併後稱為混合污泥。

6.1.3 污泥處理之目的

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

污水處理過程所產生的污泥，因液狀含水率甚高，無法直接進行最終處置，因此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，使其含水率降至最低。

2. 污泥安定化

污泥中因含高濃度有機物，放置會腐敗變質及發出惡臭，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，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，應加適當因應處理。

6.2 污泥處理方法的選定

6.2.1 污泥處理方法的選定

污泥處理方法的選定，於充分檢討下列考量後決定之。

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中，人事費佔極大比例，故應以維護管理容易且具經濟性為基本方針，而以巡迴管理、夜間或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，依可達最終利用的質量

需求及經濟性，加以充分考量。

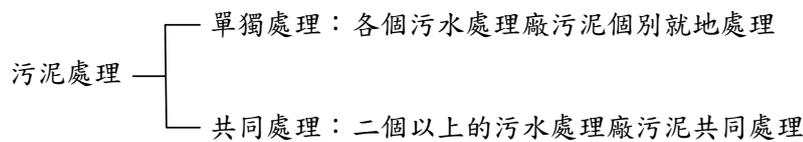
小規模污水處理廠之污泥處理設計，於參考下列項目後，如圖 6.3。

(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，甚至包括污水處理廠的共同化管理，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，檢討多廠污泥共同處理、利用的可能性。

污泥處理方法，依單獨處理及多廠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，可參考「污水處理廠設計及解說」第八章，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，選為該廠污泥的處理型態。惟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、處置方法，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，也應積極檢討與垃圾共燒，以回收能源利用。

(4) 維護管理體制的檢討

污水處理廠的設施設計，依其為巡迴管理或常駐管理差異很大，應積極考量營運管理的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的最終利用相互配合，採維護管理容易及經濟的方法，以簡易化為前提，其設施以濃縮及脫水組合較適合。

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 6.2。污泥處理方法之選擇流程，如圖 6.4。

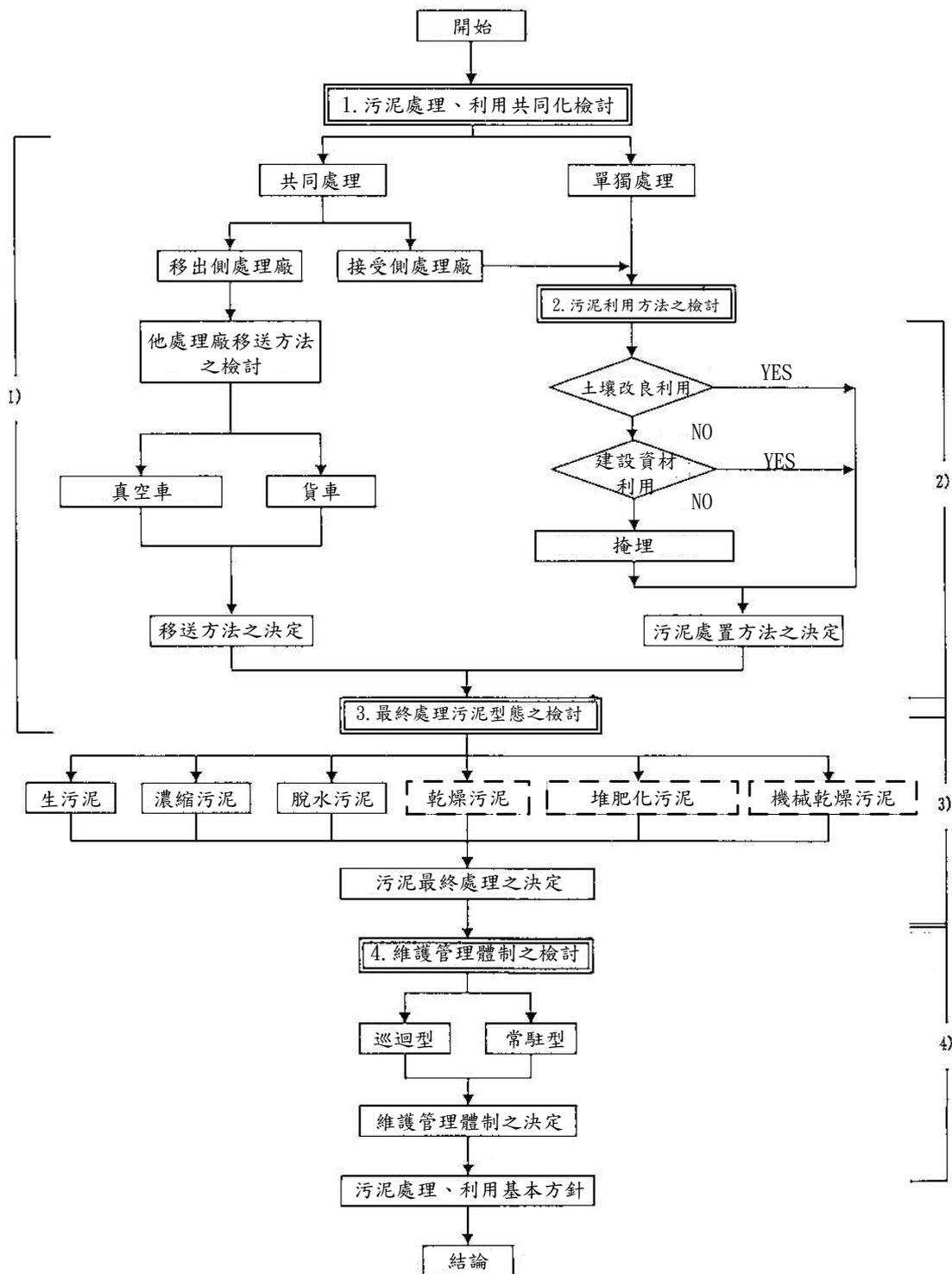


圖 6.3 污泥處理、利用基本方針決定流程

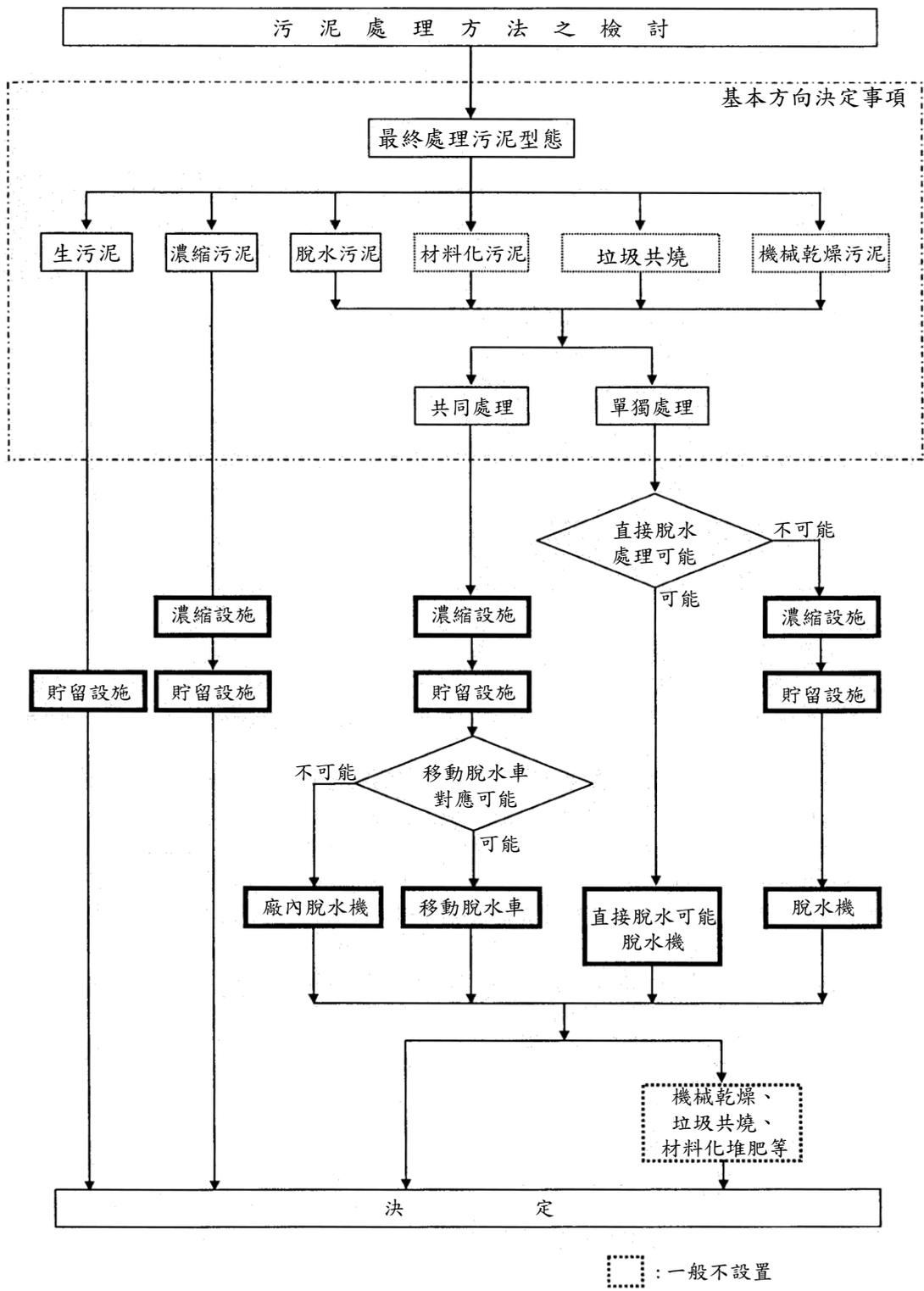


圖 6.4 污泥處理方法選擇流程

表 6.2 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)	5 以下
處理方法	
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 6.2 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其次。臺灣小規模污水處理廠，也多以濃縮加脫水為主。

6.2.2 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、流入污水中 SS 濃度、污水處理方法、二級沉澱池去除率及污泥產生率等計算之。
2. 各污泥處理設施的規模，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：

$$S = Q_i \times \left[SS_i \times \frac{R_1}{100} + \left\{ SS_i \times \left(1 - \frac{R_1}{100} \right) - SS_t \right\} \times \frac{R_2}{100} \right] \times \frac{1}{10^3} \dots\dots\dots (6-1)$$

式中：

- S：計畫污泥固體物量(kg/d)
- Q_i：計畫最大日污水量(m³/d)
- SS_i：計畫進流水 SS 濃度(mg/L)
- SS_t：計畫處理水 SS 濃度(mg/L)
- R₁：初級沉澱池 SS 去除率(%)
- R₂：反應槽內單位去除 SS 污泥產生率(%)

上述流入污水量以最大日污水量計算外，也應考量季節性水量及 SS 濃度的變動。

表 6.3 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 量之污泥 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	—
延長曝氣法	—	75	—	0.5~1.0	—
回分式活性污泥法	—	75	—	0.5~1.0	—
好氧過濾法	40~60	100	2	—	—
接觸曝氣法	40~60	85	2	0.8	1.0

表 6.3，為各種污水處理方法的污泥產生率及污泥濃度參考數值。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：

$$\text{計畫污泥量(m}^3\text{/d)} = \text{計畫污泥固體物產生量(kg/d)} \times \frac{100(\%)}{\text{污泥濃度}(\%)} \times \frac{1(\text{m}^3)}{1000(\text{kg})} \quad (6-2)$$

若有加藥除磷處理，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，合併計算廢棄污泥量。鐵鹽則以添加鐵鹽量的 3.5 倍，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 6.5 及圖 6.6。

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。

各設施參考固體物回收率，如表 6.4。固體物質量平衡計算順序，如表 6.5。各種污水處理方法之污泥處理設施統計污泥量比較，如表 6.6。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及微小化，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，尚有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來的水肥等，各種污泥來源不同而複雜，應依各不同來源的處理設施，個別分析後，依相近來源合併處理，為污泥共同處理設計量。

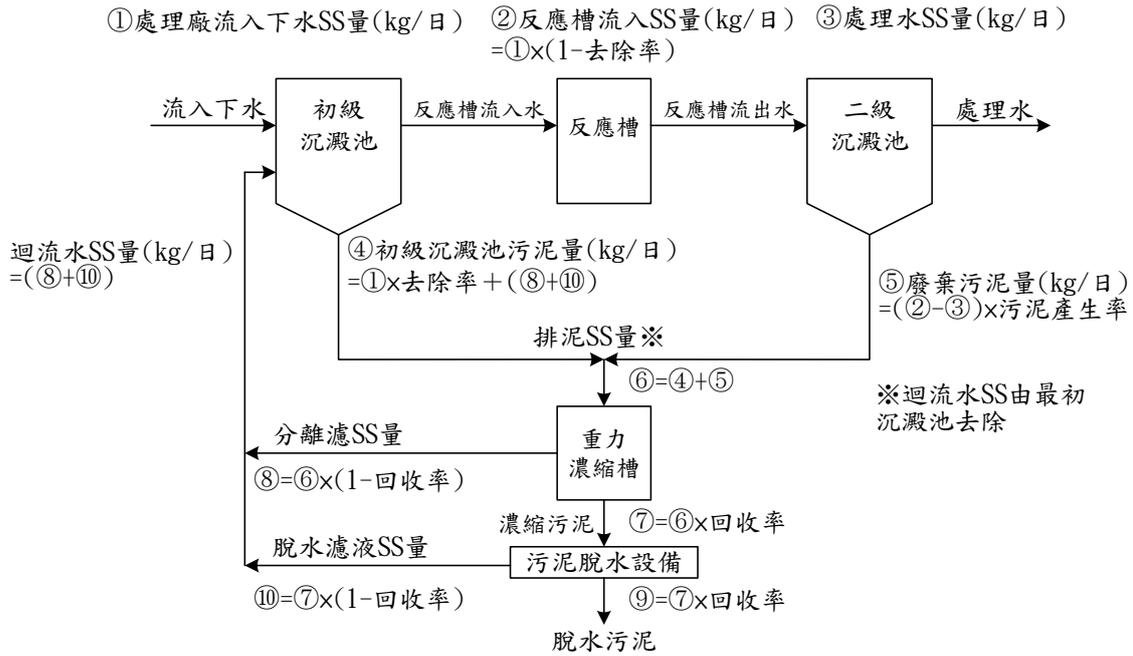


圖 6.5 有初級沉澱池之污水處理方法的污泥固體物質量平衡
 (以接觸曝氣法為例)

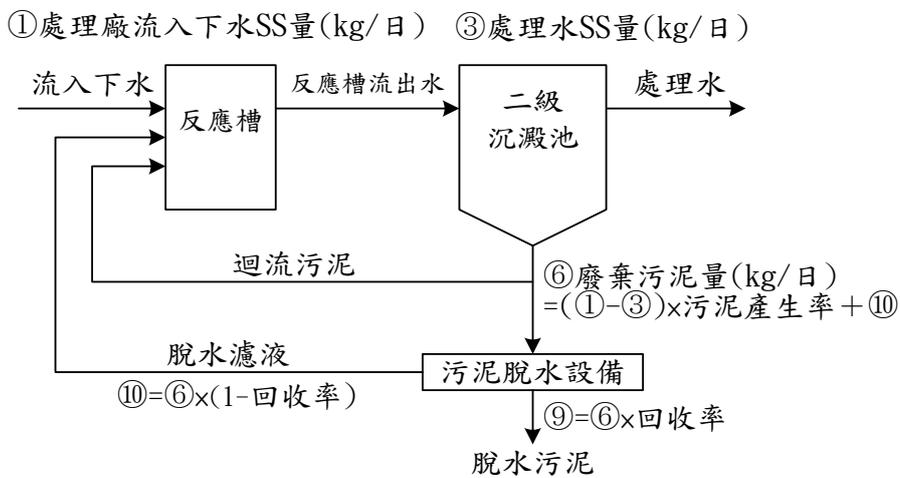


圖 6.6 無初級沉澱池之污水處理方法的污泥固體物質量平衡
 (以氧化渠法為例)

表 6.4 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 6.5 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)
1. 脫水污泥 (計算污泥固體物量)	$\textcircled{9}=S$	
2. 濃縮污泥	$\textcircled{7}=\textcircled{9}\div\text{脫水程序之回收率}$	—
3. 脫水濾液	$\textcircled{10}=\textcircled{7}-\textcircled{9}$	$\textcircled{10}=\textcircled{9}\div\text{脫水程序之回收率}-\textcircled{9}$
4. 重力濃縮槽投入污泥	$\textcircled{6}=\textcircled{7}\div\text{濃縮程序之回收率}$	—
5. 重力濃縮槽分離液	$\textcircled{8}=\textcircled{6}-\textcircled{7}$	—
6. 迴流水 SS 量	$\textcircled{8}+\textcircled{10}$	$\textcircled{10}$
7. 反應槽流入 SS 量	$\textcircled{2}=\textcircled{1}\times(1-\text{初級沉澱池 SS 去除率})$	$\textcircled{1}+\textcircled{10}$
8. 處理水 SS 量	$\textcircled{3}=\text{SS}t$	
9. 初級沉澱池污泥量	$\textcircled{4}=\textcircled{1}\times\text{初級沉澱池 SS 去除率}+(\textcircled{8}+\textcircled{10})$	—
10. 廢棄污泥量	$\textcircled{5}=(\textcircled{2}-\textcircled{3})\times\text{污泥產生率}$	$\textcircled{6}=(\textcircled{1}-\textcircled{3})\times\text{污泥產生率}+\textcircled{10}$

計算順序

6.3 濃縮

小規模污水處理廠的污泥濃縮，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，惟在小規模污水處理廠的污泥，多取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，為提高濃縮效率，可考量機械濃縮或一體型之濃縮脫水機處理之。濃縮機或一體型濃縮脫水機，可參考「污水處理廠設計及解說」第 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 6.7，包括：

1. 流入濃縮槽的污泥，向下方沉降(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(澄清區)。

小規模污水處理廠的重力濃縮設計參數，如表 6.7。

重力濃縮槽形狀，原則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，並應設置上澄液溢流堰及繞流管，應有污泥刮

集設備，但若規模太小者可不設置，但需於底部設計漏斗狀，並有浮渣刮除器。

表 6.6 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	進流量量(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	

備註：脫水污泥量及固體物量，不包括添加調理劑量。放流水中 SS 濃度，假設為 10 mg/L。

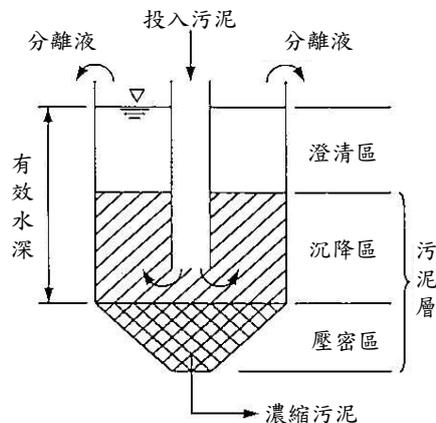


圖 6.7 污泥重力濃縮現象

表 6.7 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)

污泥重力濃縮槽，其有效容量應能維持污泥量與計畫污泥移除量之平衡為設計原則，其規格、構造與機能規定如下：

- (1) 槽之有效容量，應為污泥生成量之 1~4 日量。
- (2) 槽內應設置氣提泵，以便將濃縮污泥移除。
- (3) 為能將上澄液迴流至流量調節槽前端應設置排出管，其管於水面下不得超過有效水深之 1/6 處，並應設置溢流堰。
- (4) 污泥之進流、濃縮污泥之抽除、上澄液之迴流，得以定時器控制。
- (5) 污泥間歇進流時，其容量應至少可容納 12 小時計畫污泥產生量，表面積負荷應使進流污泥之固體負荷小於 60 kg/m²·d。
- (6) 濃縮污泥間歇性抽除時，其抽除量及抽除頻率應保持污泥至少停留 12 小時以上，即以每 2 小時抽除一次時，每次抽除量約為每日濃縮量之 1/6。
- (7) 槽之有效水深應在 3~4 m 之間，出水高度 50 cm 以上。
- (8) 槽底部設置污泥刮除機者，其槽底坡度至少應為 1/20 以上坡度，未設置污泥刮除機者，槽底應為漏斗型，構造斜度為 45 度以上，若為要避免因架橋現象，則可輔以定時曝氣裝置，其漏斗底部之單邊長約為 50 公分。污泥濃縮槽可採批次濃縮及間歇濃縮，如圖 6.8。

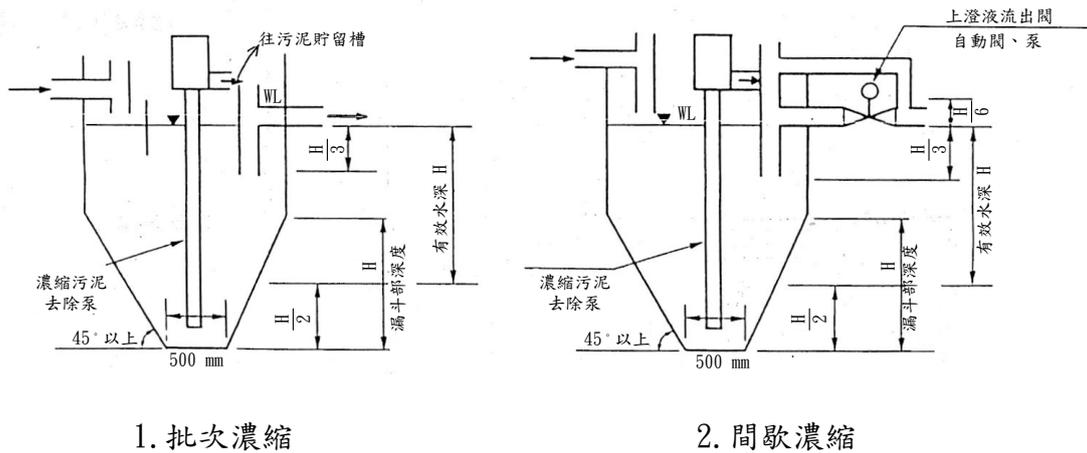


圖 6.8 污泥濃縮槽之構造

6.4 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，因此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：

貯留槽的容量及說明設計，如表 6.8。

1. 脫水方法(設置有常駐脫水機、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. 另在年度的維持管理上，脫水機停止操作之歲修保養時間內，污泥也可於水處理系統間循環操作及暫時貯留。

表 6.8 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 每日運轉(5 日/週)	依巡迴間隔，以 1 日份的 量餘裕考量	同左

污泥貯留槽原則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。

6.5 尹霍夫槽(Imhoff tank)

小規模污水處理廠，可檢討設置污泥貯留消化單元，為污泥貯留之替代單元及具有消化功能之用，固可採用尹霍夫槽。

解說：

尹霍夫槽(Imhoff tank)，為具 SS 分離機能，同時可為分離後污泥之貯存及消化(厭氧無加溫消化)之貯留設施，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，其污水處理規模約為 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，也可考量為消化功能，因此其容量的計算，於充分考量污泥貯留日數後訂定之。又因不加溫消化，因此其容量也應加充分考量，再者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，如圖 6.9。

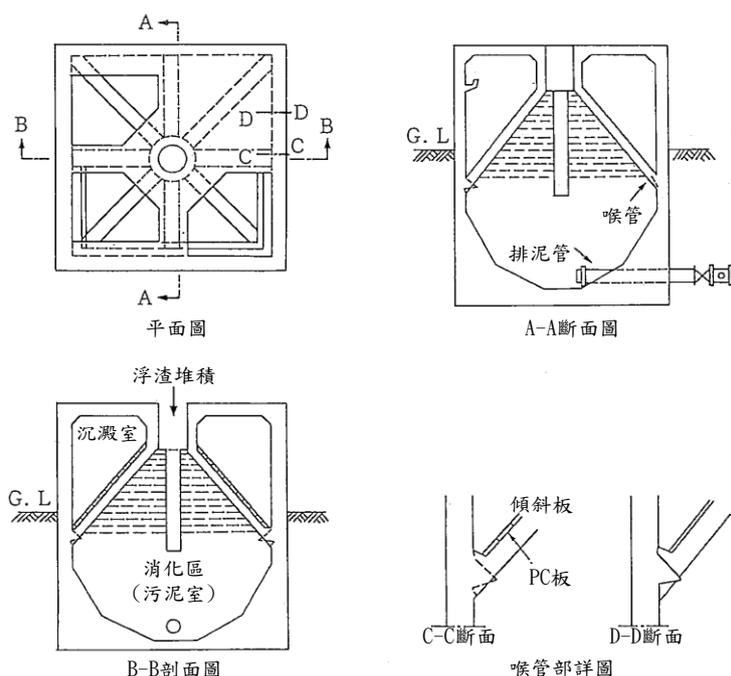


圖 6.9 英霍夫槽(例)

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，小規模者以圓形槽居多。
- (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

流入及流出之交替配管。

(3) 流入口若為 2 個以上，由於不易均等流入，應考量設置閘或堰，以達到流量的調節。

(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 $20\sim30\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 為標準。

(5) 出水高度，若考量浮渣最小為 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，使流出水能均等流出之波形狀，並可以螺栓調節固定。

(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整。

(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 6.10。

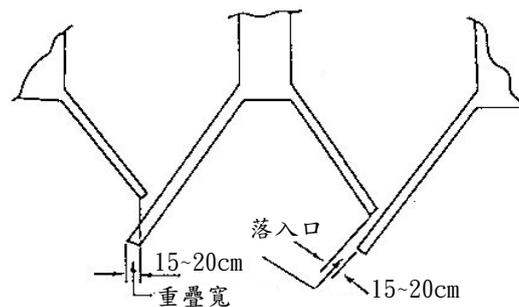


圖 6.10 污泥落入口詳圖

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用抽水泵排泥，從漏斗狀的底部排出，但為避免自然排泥阻塞，仍以抽水泵為宜。

(2) 排泥泵應考量有砂土混入時，仍可排出之污泥泵。

(3) 排泥管原則為鑄鐵管，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。

6.6 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份，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。脫水所用的凝聚劑，分為有機凝聚劑(高分子凝聚劑)及無機凝聚劑，近年多以使用比較容易操作，且較不增加污泥固體物量的高分子凝聚劑為多。

小規模污水處理廠的污泥調理方法，適用下列單一種或二種凝聚劑的方式。

1. 單一種調理凝聚劑

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)等金屬鹽為助凝劑，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。比起單一種調理劑進行調質，約可提升 2% 左右的脫水減量，對於採氧化渠法等小規模污水處理廠，其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，使藥劑及污泥適當混合後可達污泥造粒，而同時以槽上部所設置的過篩設備使游離水分離，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，由污泥調質槽、造粒濃縮槽及造粒濃縮泵所構成，如圖 6.11。其組合的脫水機，原則係帶濾式脫水機。

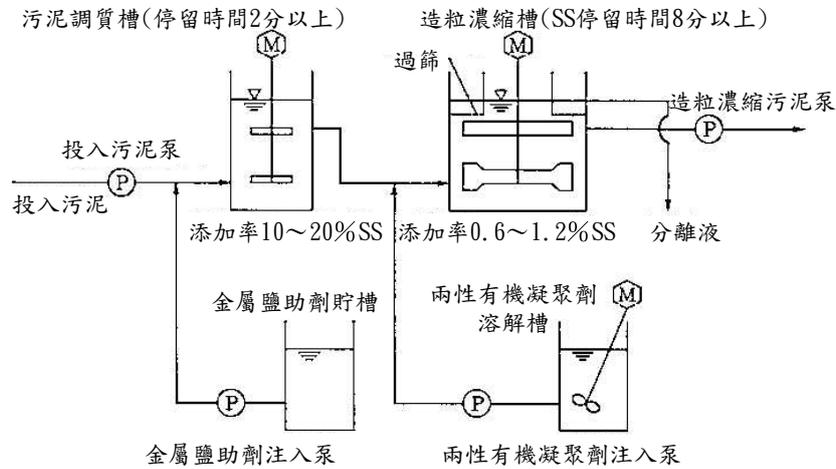


圖 6.11 造粒調質設備之流程(例)

6.7 污泥脫水

污泥脫水機之選擇，考量如下：

1. 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。

小型污泥脫水機之脫水機本體、污泥調理裝置及操作控制盤等已達到套裝化，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機等脫水方法，可參考「污水處理廠設計及解說」第 8.5.6 節。

1. 脫水機選定

(1) 帶濾脫水機

帶濾脫水機，如圖 6.12，由多個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，再承受剪斷力及壓縮力，最後污泥自濾布脫水後而被刮刀剝落，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，多採用帶濾式脫水機。

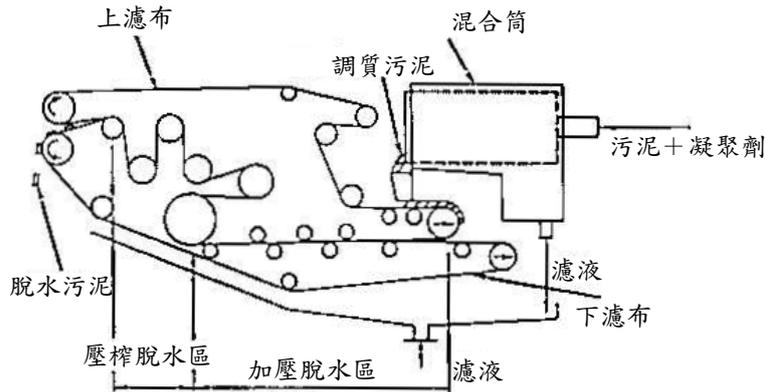


圖 6.12 帶濾脫水機(例)

(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與其組合的外胴體，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，其組成包括脫水裝置、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等。

小規模污水處理廠，採氧化渠法反應槽的低濃度污泥可直接抽出，進行脫水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 6.13。其構造，如圖 6.14。

本型脫水機多用於巡迴管理，夜間無人管理為前提的操作方式，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，也可調節運轉時間。

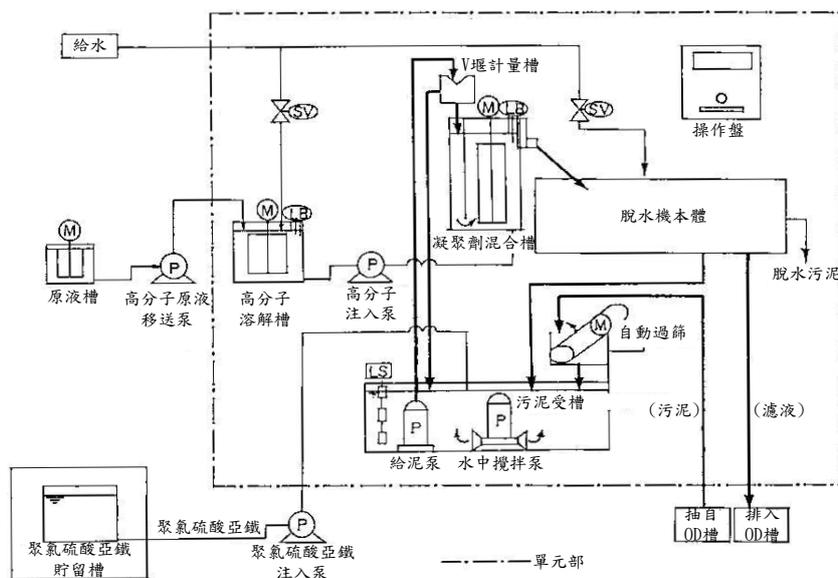


圖 6.13 多重板型螺旋壓濾脫水機流程圖

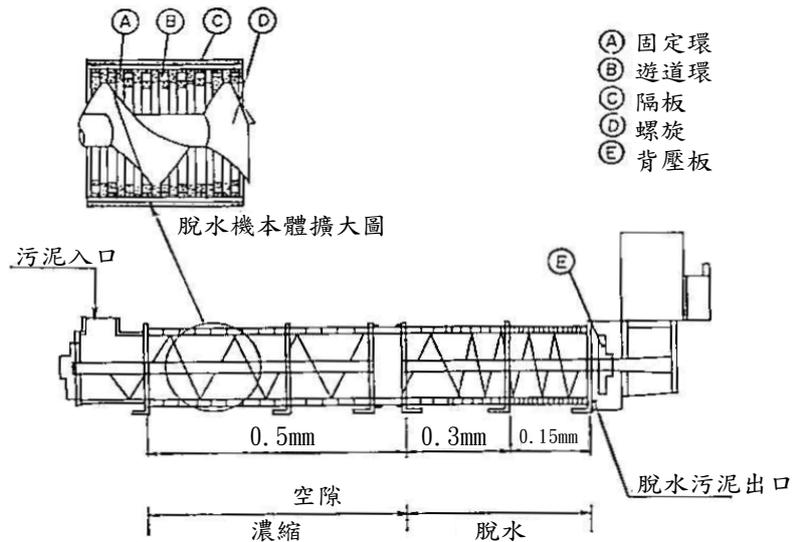


圖 6.14 多重板型螺旋壓濾脫水機構造圖

2. 脫水機的性能

小規模污水處理設施之脫水機的性能，因進流水水質的變化，氧化渠或延長曝氣法等程序，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。

6.8 污泥乾燥

污泥乾燥係藉晒乾、烘乾調節水份，以達安定化，並適合再利用用途及達到容易運送為目的。

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，與其脫水污泥一併烘乾，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份，再搬出利用。一般脫水污泥晒乾日數約一星期。

6.9 堆肥化

污泥的堆肥化，分為機械式及堆放式，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，其原料以較低含水率的脫水污泥為宜。因此於進行堆肥考量時，仍以選擇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，需以不造成對周邊的影響方得設置。

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

機械式有分批次及連續式。

分批次與堆放式較接近，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，攪拌污泥及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，堆放添加物，以機械混合的脫水污泥之堆肥法，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，可以戽斗等整理至約 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。

6.10 共同污泥處理

共同污泥處理，係對小規模採巡迴管理或與鄰近處理廠共同處理污泥，以提升污泥處理效率，於檢討下列方式後選定之。

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 6.15。中心廠(接近污泥廠)及移送污泥廠，應加檢討項目，包括：

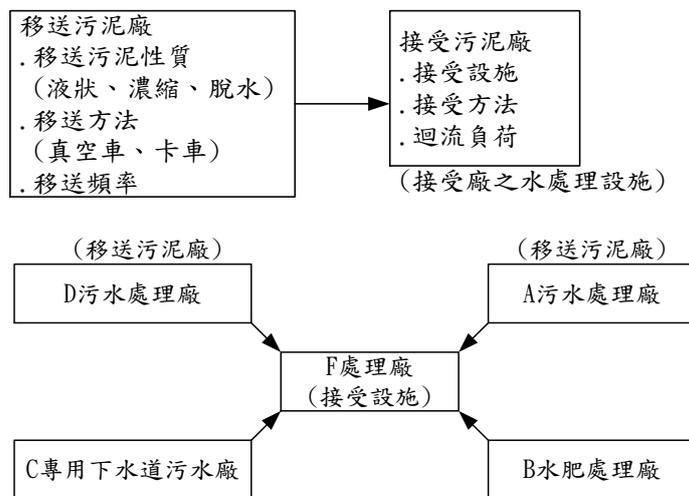


圖 6.15 污泥共同處理概念圖

(2) 移動式脫水車者

採移動式脫水車，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。

採用移動式脫水車時，應檢討巡迴污水廠之廠數、各廠間距離移動路線、各廠的規模、處理方法、污泥性質、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。由於污泥脫水係採間歇性，於數日方進行一次污泥脫水，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，應加檢討。

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，應加檢討。

移動式脫水車概要，如圖 6.16。巡迴概念圖，如圖 6.17。

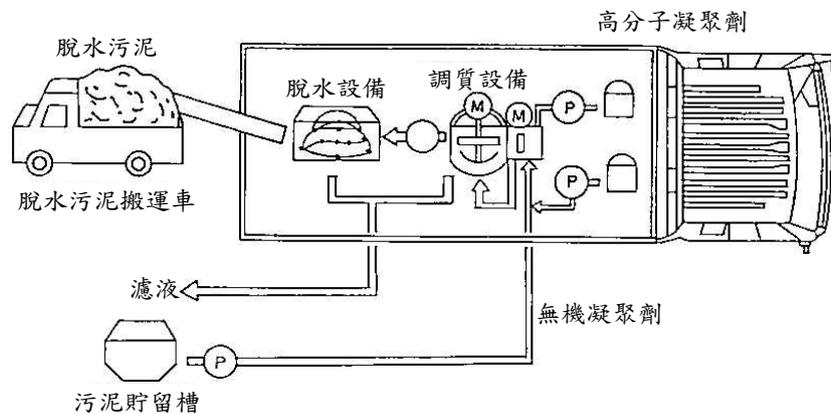


圖 6.16 移動式脫水車概要圖

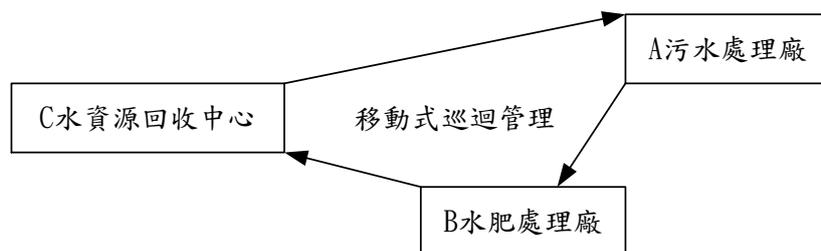


圖 6.17 移動式脫水車巡迴管理示意圖

移動式脫水車，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，以適應處理規模（處理污泥量）。

移動式脫水車進行多個污水處理廠的污泥共同處理，故應就處理對象、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，可依地區特性接受其周邊相關污水處理設施所產生之化糞池污泥、建築物污水處理設施污泥、水肥、社區聚落式或極小規模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 6.18。

本處理方法，應個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。另污水處理廠於污泥處理後，產生濾液進行迴流處理的水量，應加充分考量。

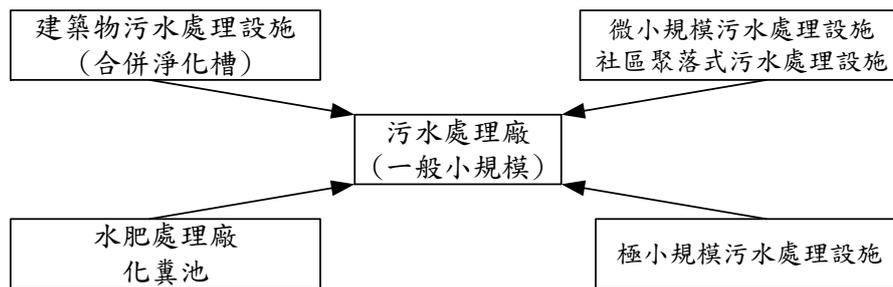


圖 6.18 集中式污泥共同處理概念

第七章 管理及機電設施

7.1 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、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。

一般管理設施，為能適當發揮效益，宜考量下列需求加以設置。

- (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、器具收納為目的者。
- (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連外，與配管及配線的相關連，以及出入廠內及廠區外的配管配線皆有其關連性，若污水處理廠採遠距監控時，其必要的監視系統及設施的共同整合關連性，也應一併加以檢討。

(3)緊急發電機室

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，緊急發電機室原則應設置於電氣室附近，以利機器設備的搬出入、分解、保養、檢查等，並以方便容易為考量。

3. 水質及污泥檢驗設備

水質及污泥檢驗設備，除營運操作必要項目者外，如需特別的技術、設備的檢驗時，則以委託外部檢測或由複數廠共同化管理為原則，以簡便化及合理化考量之。

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，並依下列原則決定之。

(1)巡迴管理型

原則不設置檢驗室，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加以檢驗，而法律上所需檢測項目，則可採取水樣帶回檢測，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 7.1，設置簡易的檢驗室，由專職檢驗員負責檢驗分析，至於一些特殊檢驗項目，則可委外或由其他共同檢驗中心進行檢驗。

攜帶型檢驗設備，可於現場檢測之項目，及檢驗室應可檢驗之必要項目，如表 7.1。

檢驗室原則宜設在一樓，而以設置具效率化檢驗之水質分析設備檢測之。

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。

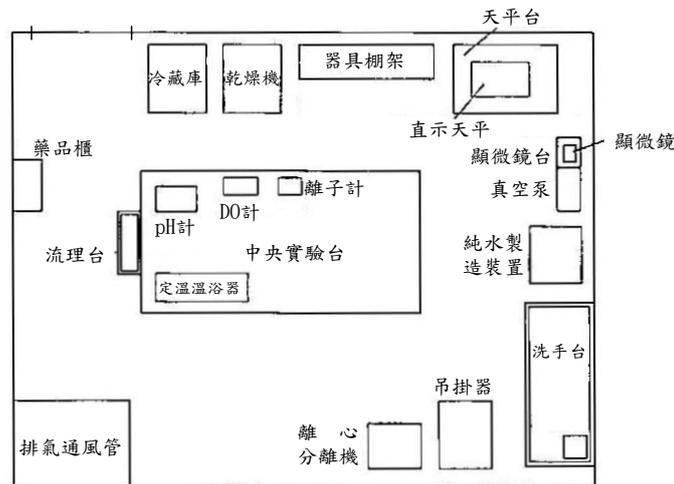


圖 7.1 常駐型檢驗室(參考例)

4. 職安管理設備

污水處理廠設施可能有地下、高處或池槽內部等作業需求。電氣及機械設備的運轉具有相當危險性，應充分考量其職安條件、管理體制及必要設備。

5. 環境保護設施

污水下水道之目的，在於維護生活環境及改善河川水質，下水道設施應考慮採對周邊較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 7.1 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	●	●		NH ₄ -N	○	○
	pH	●(◎)	●(◎)		T-N	☆	☆
	MLDO (曝氣槽 DO)	●	●	大腸桿菌群	☆	☆	
	餘氯	●	●	去除 N、P 處理廠	ORP	●	●
	BOD	☆	○		T-N	☆(◎)	☆(○)
	COD	☆	○		NH ₄ -N	●(◎)	●(◎)
	SS	☆	○		NO ₂ -N	☆	○
	TS	☆	☆		NO ₃ -N	☆	○
	FS	☆	☆		T-P, O-P	☆(◎)	☆(○)
					鹼度	☆	○

備註：

- ：以巡迴或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

7.2 機械設備計畫

小規模污水處理廠之機械設備，依處理規模、處理方法而定，並應考量維護管理機制，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，原則宜選用普遍或標準之產品。為降低建設費，備用品的準備及維護管理更換，以容易、便利者為宜。

機械設備選定時，應充分考量地區特性，且應儘量避免過度的措施。

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，宜具有高效率因應之設備。

3. 無人化運轉

社區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. 小規模污水處理廠之主要設備或設施

小規模污水處理廠所需設置之主要設備或設施，包括下列各類設備：

(1) 閘門

閘門是為污水、處理水、污泥等的止水、流量調節或緊急狀態時，依其目的所對應而設置的設備。

閘門可為鑄鐵製手動式制水閘門，但因安全考量、操作管理需求及重要處所則應以設置電動式閘門為原則，閘門必須使水流均勻平順流通，一般可採可滑動閘門，但若使用頻率不高者，則可用閘門擋板替代。

(2) 攔污設備

攔污設備設置於污水流入端，為使作業簡易，以採用細攔污柵為原則，粗攔污柵則可視實際需求而予以省略。

若設置破碎機或細攔污柵時，考量沉砂等易造成設備破損、磨耗，可設於沉砂貯砂槽之兩側，而為保護破碎機或細攔污柵，原則沉砂槽應設置於其前段為原則。

繞流水路所設置的攔污柵，以人工清理為原則。

(3) 除砂設備

設有沉砂槽者，應檢討抽砂泵的必要性，洗砂設備如規模小則可省略。

(4) 抽水機設備

抽水機的台數，加上備用者至少應有二台，須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等因素決定之。至於抽水機的機種型式，原則以沉水泵者為宜。

(5) 污水調節槽設備

因應進流污水之變動，如有需要可設置污水調節槽(池)。為防污泥沉澱並發生腐敗，應於池槽內設置機械攪拌或空氣攪拌裝置。

(6) 沉澱池刮泥設備

沉澱池刮泥設備，原則可採中央驅動懸吊形(圓形)，且應於池面設置浮渣刮除裝置。

(7) 曝氣設備

曝氣設備可為機械式、散氣式或併用式(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。生物處理單元必要需氧量之決定，應依據曝氣設備的氧供給能力及送風量而定之。

(8) 消毒設備

藉處理水與次氯酸鈉溶液或固體氯錠的接觸，可達到消毒之目的，若在水源保護區內，則以紫外線消毒為原則。

(9) 污泥抽送設備

污泥的抽送及污泥的迴流，原則使用污泥抽送設備為之。污泥迴流泵

的最大抽送能力，以能達到最大污泥迴流比的能力為原則。廢棄污泥的抽送能力，則以污泥產生量予以考量決定之。

(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，可檢討以機械式設備進行濃縮之可行性。

重力濃縮污泥刮泥機，原則可採中央驅動懸吊形(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，原則採機械式或曝氣式攪拌，以防污泥沉積、腐敗，並達均質化之目的。污泥若自貯留槽直接以車輛運出時，可考慮省略攪拌機之設置，但仍應能維持污泥攪拌混合狀態，避免污泥上浮或結塊。

(12) 污泥脫水設備

污泥脫水機，原則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，可採用單一或二種的調理法。

(14) 污泥脫水注入泵

污泥脫水注入泵，須配合每一台脫水機的特性予以設置，其注入量依脫水機容量所定值的 50~100% 的範圍內設定之。

(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味，以及污泥餅搬出時也多少會產生臭味，為避免影響處理廠周邊，應設置於室內。

(16) 用水設備

廠內各種用水，包括機械冷卻水、水封水、清洗用水及消泡水等，原則以污水處理水或回收水供給。

污水處理水的取水位置，原則於二級沉澱池之流出渠，再經細篩或快濾處理。為避免腐蝕及方便日常檢查，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，應配合檢討處理水之貯留容量及設備。

由於快速砂濾設備較貴，小規模廠內各種泵可以使用非水封型泵，而可以不使用過濾水為宜。

(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、鄰近居民及工作人員的健康影響，以檢討脫臭設備之設置。

小規模污水處理廠的脫臭方法，宜考量脫臭條件而選定之。

① 活性碳吸附法。

② 充填塔式生物脫臭法。與活性碳相結合，而能達到脫臭效益及經濟使用之目標。

③土壤脫臭方法。

(18)管閥類

廠內配管所使用之材質，包括硬質塑膠管、鋼管、延性鑄鐵管、強化塑膠管等。廠內配管之管種，於考量流體、設置條件、施工特性等選定之。

7.3 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，宜考量設施規模、處理方法及維護管理體制，而以設備簡易自動化、可遙控管理、維護管理容易且經濟者為原則。

解說：

1. 受電設備

用電量若低於 50KW 時，可不設置變壓器等變電設備，而採便宜、小型、低壓受電。但若將來會超過 50KW 時，則應檢討設置時期、經濟性等因素，而選定初期時之受電電壓。

小規模污水處理廠，由於負荷量少，設備量也少，主變壓器原則採一台即可。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之變壓器。

所使用的變壓器之種類盡可能選用少者。動力設備的變壓器原則以一種為宜，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 來選擇決定，若經濟性差異大，可採用一般常使用電壓 220V 者。

2. 緊急發電設備

在評估停電時間內，若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之需求性，惟應先掌握該地區過去停電的時間狀況而決定之。

一般污水處理廠在下列狀態，可考量不需設置緊急發電設備。

- (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，能控制污水不流入污水廠者。

緊急發電設備的容量考量基準，在於可確保進流水抽水能力，及維持最低的水處理需求，且在廠內的維護管理上，可確保安全所必要負荷的容量。

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、停電延續時間決定之，而採負荷最小為宜，但有些處理方法，在停電時間內並不會造成影響，因此應加以充分檢討決定之。

另小規模污水處理廠，由於緊急發電設備容量較小，大容量的抽水機以不同時作動，而非緊急用發電使用對象以外的設備，也以不自動運轉(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，包括發電機、原動機發電機盤及啟動用蓄電池，合

併於一體的平台搭載，發電電壓常為低壓者。

緊急發電設備，原則應為無人操作，且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，包括受變電用機器之控制用電源、控制、計測及表示用的電源。控制、計測之電源的對象負荷，應為最小量，因之應檢討下列各項：

(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之變壓器。

(2)非常用的變壓器，原則採用蓄電池內藏型器具。

(3)交流不停(斷)電電源設備，以使用一般常用者為宜。

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，設備費及檢查維護費相對增加，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，必須具有相當可信度，因之計測裝置的選定，應考量其精度、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，對處理機能並不致造成障礙，因之需以計測值之使用目的，來檢討計測方法，例如若污泥流量的概略值，也可做為管理之用時，則可依污泥抽水機的運轉時間內達到污泥的抽送，流量計因此可檢討省略之。

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，對其測定原理應充分加以掌握，且量測的障礙可因應克服，並以容易管理的設備優先選定之。

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。

記錄器有模擬記錄器及數位記錄器，應依使用目的選定之，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

考量設施規模及維護管理體制，一般機械設備可區分為手動運轉及自動運轉。抽水站及水處理設施為自動運轉。污泥處理設施，為自動運轉或手動運轉操作，並輔以連動運轉。另篩渣的搬出、污泥的搬出等，以人工作業對應者，其監視及控制設備，可不予考量。

必要的機器，於停電恢復之後，應考量能自動再運轉為宜。自動運轉的設定方法，以水位或定時器設定為原則。至於流量、濃度等控制，因頗為複雜，應盡可能避免。惟若可導入以轉速之迴轉數控制，若效果大，則可檢討設置之。

觀光地區，平常日及例假日流入負荷變化大時，可採週循環定時器之模式，以期可適度變動其運轉條件。

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化。例如小規模污水處理廠設施的負荷數比較少，管理中心距現場機器的距離近，因之現場操作盤數宜盡量減少。機器的手動運轉，可檢討以監視設備並兼有監視操作控制者。

於現場設置操作盤，除一般型外，可檢討以開關箱的簡單化設置之。

小規模設施的管理機制，可採巡迴式或平日白天常駐式，考量無人時之管理，可納入網路遠距離監控系統，使訊息同步傳輸至手機、平板(iPAD)或電腦等科技產品。因此若廠內發生異常狀態，即可就周邊環境及處理機能之重大影響事項，傳輸於廠外所設置的通報系統。

通報系統，以具經濟性、必要性之小規模系統設置之。簡易的通報系統，如圖 7.2。

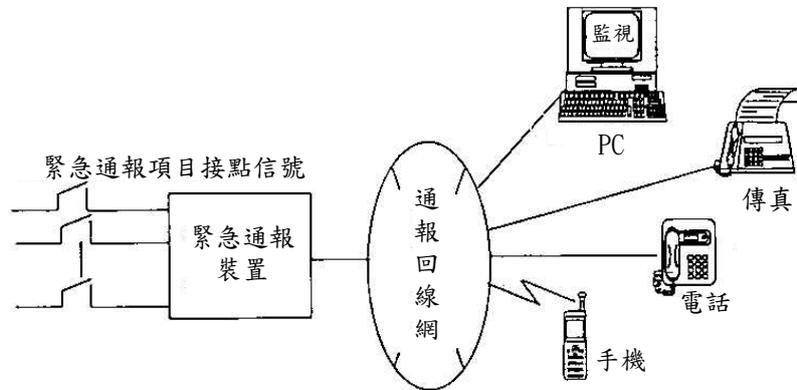


圖 7.2 通報系統例

第八章 其他配合設施

8.1 概說

小規模污水處理設施之規劃設計，基本上最應留意是具體降低建設費、調查分析地區的特性及處理水再利用。

其次規劃設計的基本工作，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及廠內空間配置等，並應將綠色工法、綠色材料及綠色能源之內涵納入考量。

另應留意的是，對周邊環境的影響、對策、防災安全對策、腐蝕劣化對策、分期建設、初期啟用對策及維護管理等事項，最後為計畫的修正及未來改建的關問題等。

8.2 規劃時之調查及對策

8.2.1 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及可靠性，加以充分檢討之餘，應盡量簡化設施及設備。

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(LCC)。
2. 原則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為宜。
3. 用地單價以較低且可活用者，檢討設施的形狀及施工方法，而朝縮短工期，以期降低建設費。
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。
5. 小規模污水處理廠，其維護操作採巡迴管理時，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. 調查該地區停電狀況及停電時放流水水質，在確保設施安全下，決定是否設置緊急發電設備。即使停電數小時，其對生物處理並不造成影響，在無其他替代方案而必須設置時，應以揚水抽水機的用電需求為基準。
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，而能直接脫水者為原則。可省略濃縮及貯留程序或設施，達到簡易化目標。
8. 自動攔污、污泥刮泥、抽水泵及曝氣設備等，應避免過大(度)設計，並以簡易者為宜，盡量採用一般性且容易操作維護者。
9. 散氣設備的選用，以節能實績者優先選用之，以達省能之目的。
10. 一般高壓受電時，多於屋內設置受電設備，但必要時，也可檢討設置屋外型

的高壓受壓設備，以縮減設施管理面積的需求。

11. 小規模污水處理廠的水質及污泥檢驗設備，除操作項目所需設備外，以委外檢測、共同化檢測或帶回水樣至他廠檢測，予以代替。

8.2.2 地區特性考量

設計時，對於處理廠用地的自然條件及社會條件等充分考量，並具體就地區特性，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) 處理廠用地常年之氣溫變化，應加注意，如特別氣溫上升，遇排泥不足，恐有影響放流水水質之虞。另廢棄污泥容易腐敗不易濃縮、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、飛砂侵入廠區及植栽容易枯萎等，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、臭氣等之影響及對策。
- (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、處理方法的選擇、調節槽的設置及尖峰時的對策，皆應加以檢討。
- (2) 收集地區之事業特性，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、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或保護區，其建設時之調查及對策等。

8.2.3 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，及提供廠外事業廢水、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，原則應回收利用，以做為廠內各種用水(如消泡、水封、澆灌等)，或提供為廠外一般民眾之利用(如清潔、洗街、防塵等)，依其用途及使用水質之需求，宜考慮增設必要的處理單元，如快速砂濾設施、消毒設施等，以符合用水目標之水質基準。

8.3 設施配置計畫

8.3.1 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目標及需求。

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、人車動線、廠內巡視管理、水質管理動線及逃生動線等皆需順暢，應避開開孔、渠道蓋板及設備作動區，以策安全，並應標示警戒線條。

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。如有橫跨管線之必要時，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，臭氣來源及設施配置等，應考量緩衝綠帶的相融性配置。

5. 系列數

處理設施規模在 1,000 CMD 以上，於考慮初期建設及維護管理，可為兩系列。但若污水量規模在 1,000 CMD 以下，從經濟性考量則以一系列設置之，但若為一系列時，應考量故障時的適當因應策略。

6. 管理中心

管理中心應讓來訪者容易辨識，且容易到達之位置為宜。

7. 景觀

應與周邊環境相融合，並採環境綠美化。

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。

8.3.2 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，依下列各項決定之：

1. 計畫放流水位，河川以計畫高水位，海域以高潮位，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，以避免發生溢流而決定之。
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50年或100年一次洪水位為設計基準，以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，若為呈現處理設施的特性，得與周邊地盤調節高程，上述皆應納入考量決定之。

8.4 建築計畫

8.4.1 建築計畫

處理廠內的建築物，包括管理中心、污泥處理機房、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，可採統一軸線。
- (2)配置除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，也應加以充分檢討，並考量各設施間的關連性，如圖 8.1。

2. 合棟、分棟檢討

建築物的配置，應考量下列各項：

- (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的特性比較，如表 8.1。

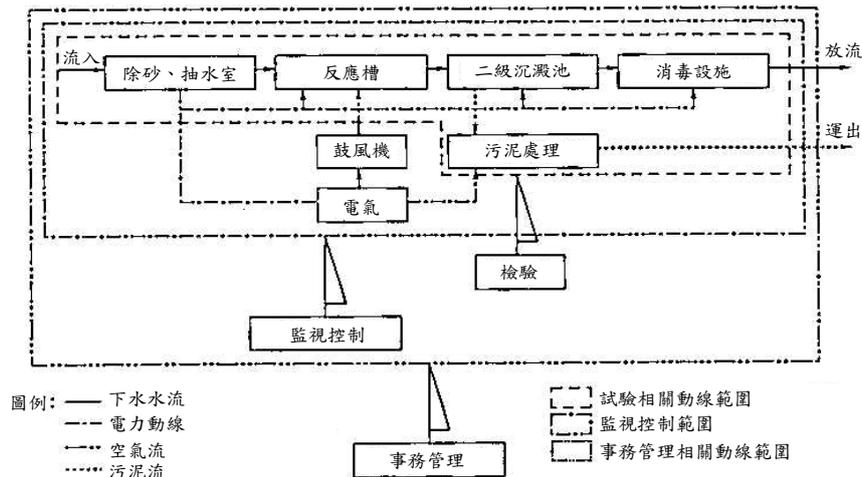


圖 8.1 人、物、電力動線圖例(長時間曝氣法)

表 8.1 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，但終期可能較高
景觀等	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	比較上較容易調節，而不易衝突

3. 管理中心計畫留意事項

- (1)會議室及資料庫，應與行政室結合。
- (2)更衣室、值班室及餐廳，應配置成可共用，以達最小面積。
- (3)終期處理水量在 2,000 m³/d 以下者，其水質檢驗室檢討可與行政室整合。
2,001 m³/d 以上者，也應盡量縮小面積，並考慮分階段設置。
- (4)空調除溼設備，可檢討採用個別空調，或為套裝型式。
- (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。

8.5 環境及安全計畫

8.5.1 廠區道路、排水及綠美化

廠區內外進出道路、雨水排水及植栽等，應予適當配置。

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，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，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。

8.5.2 周邊環境對策

下水道設施應依相關環境保護法規，充分考量環境友善之達成。

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，訂定具體防止措施。

4. 泡沫飛散對策

應減少或避免泡沫之形成及飛散，必要時可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。

8.5.3 防災及安全對策

污水處理設施有關災害(水災、地震、雷擊、火災)之影響和對策，以及維

護管理之安全性，於設計時皆應充分考量之。

解說：

污水處理設施有關作業、維生系統等設施，應能達到各種防災及安全。

1. 設計時對於計畫高程之設定，應達雨水排除、防止水災之目的。
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，皆應依相關作業規定確保其安全性。
4. 檢查用開口部的配置及安全對策，其覆蓋板支撐材質、開啟角度、大小、強度及耐用性等，皆應充分考量之。
5. 維護管理及巡檢動線之順暢及安全，應充分考量之。

8.5.4 腐蝕及劣化對策

污水處理設施各種構造物的鋼筋及混凝土，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可能之變化狀況，對於材質的選定、抑制腐蝕、劣化的情形及防蝕工法等，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及對策。
2. 硫化物對於混凝土的腐蝕，會增加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，並加強施工品質之管理及檢查等。尤其是加蓋之池槽的通風，以及跌落處之曝露空間，則考量塗裝防腐蝕。
3. 密閉構造物及其上部結構，由於消毒用次氯酸鈉或固體氯錠等所產生的氯氣，會造成室內機器及各種金屬的腐蝕，故對氯氣應有適當的排氣配置，並避免室內呈負壓狀態。

8.6 分期及初期對應考量

8.6.1 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. 為避免初期建設投資過大，處理設施應分期建設，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，也會經常處於施工狀態，不利於整廠操作營運及管理，故應詳加檢討之。
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。又回分式活性污泥法、好氧過濾法等設施多為一體計畫的處理方法，也應以能分隔或分期設置，以降低初期投資。

8.6.2 初期對應

污水處理廠開始營運初期，由於進流量少，未能達到預期的處理效果，或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，可檢討先以暫用之沉水式抽水機代替已設計之固定抽水機。
2. 設置沉砂池時，當初期流量低，可使沉砂池之底部埋置做為暫貯沉砂之水路使用，也可檢討複式斷面。
3. 初期流量低，可考慮進流水不經初級沉澱池，而直接繞流入生物反應槽之配置及彈性操作。
4. 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，暫不流經初級沉澱池。
5. 消毒單元，在通水初期，可以固體氯錠之消毒方法替代之。
6. 通水初期污泥量少，可檢討不設置污泥處理設施。污泥可以真空車搬運出，另行處理或至他廠共同處理。

8.6.3 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，宜考量檢討無人運轉的可能性。

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，宜盡量以整體進行考量之。
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，採統籌管理方法整體規劃設計之。

參考文獻

1. 內政部營建署，下水道工程設計規範，104 年
2. 內政部營建署，污水處理廠設計及解說，107 年
3. 內政部營建署，臺灣地區小規模污水處理設施設計及解說，107 年
4. 歐陽嶠暉，下水道學，長松出版社，2016 年
5. 日本下水道協會，下水道設施計畫、設計指針と解說，2009 年及 2019 年
6. 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
7. 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
8. 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

9. 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，2013年
10. 日本下水道事業團，小規模下水処理場設計指針(案)1985年
11. 村山哲夫，小規模な下水道の計画、設計、施工(入門篇)山海堂，1987年
12. Metcalf & Eddy / Aecom ,Wastewater Engineering : Treatment and Resource Recovery 5th Edition 2015
13. 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
14. 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
15. 日本水質汚濁研究協會，水規模排水對策の施策と新技術の展開，演講資料集，1986年
16. 日本國土交通省水管理、國土保全局下水道部，下水道未普及早期解消のための事業推進マニュアル，2018年

