

再生水廠

營運及管理

實務參考



目錄

第 1 章 前言	1
1.1 背景	1
1.2 適用範疇界定	1
1.2.1 操作	1
1.2.2 維護	2
1.2.3 管理	2
1.2.4 行政	3
1.2.5 水質檢驗	3
1.2.6 環境整理	4
1.2.7 教育訓練	4
1.2.8 職安衛工作	4
1.2.9 財產管理工作	5
第 2 章 再生水廠營運職業安全衛生、能資源管理及防災應變	7
2.1 管理體制	7
2.2 人員編制	13
2.3 危害作業預防	19
2.3.1 局限空間及缺氧作業危害預防	19
2.3.2 危險性機械操作危害預防	27
2.3.3 噪音作業危害預防	32
2.3.4 高架作業危害預防	34
2.3.5 高差 1.5 公尺以上處所作業危害預防	34
2.4 作業環境監測	35
2.5 消防安全設備檢修申報	38
2.6 安全器具及保護用具	40
2.7 再生水廠防災	44

2.7.1 災害種類.....	44
2.7.2 建立防災體系.....	45
2.7.3 緊急事故的對策.....	46
2.7.4 災害預防措施.....	47
2.7.5 法定檢驗(含環保法令)相關工作.....	48
2.8 能資源管理.....	48
2.9 緊急應變.....	49
2.9.1 緊急應變組織指揮體系及警報、通報流程.....	49
2.9.2 緊急應變措施之研擬與通報程序.....	51
2.10 再生水廠營運評鑑準則與辦法參考.....	59
2.10.1 營運績效評估指標之建立理念.....	59
2.10.2 指標評分準則及權重.....	60
2.10.3 評鑑辦法內容.....	60
第 3 章 再生水廠委託營運制度.....	69
3.1 委託營運模式(制度)探討.....	69
3.1.1 公有公營與公有民營比較.....	69
3.1.2 公有民營之種類及介紹.....	70
3.2 委託代操作制度分析.....	73
3.2.1 發包方式比較.....	73
3.2.2 標案年限與期程安排.....	74
3.2.3 合理薪資制度.....	75
3.2.4 聯合管理/彈性調度.....	76
3.4 委託營運業務及工作.....	82
第 4 章 再生水廠維護管理.....	86
4.1 計畫性維護管理概說.....	86
4.1.1 目的.....	86
4.1.2 應注意重點.....	88
4.1.3 計畫性維護管理架構.....	90
4.1.4 目標設定.....	91

4.1.5 風險評估.....	92
4.1.6 維護管理計畫彙整.....	93
4.2 抽水站、再生水廠之計畫性維護管理.....	93
4.2.1 抽水站、再生水廠之維護管理.....	93
4.2.2 計畫性維護管理之步驟.....	93
4.2.3 計畫性營運管理步驟.....	96
4.2.4 目標設定.....	97
4.2.5 風險鑑別.....	98
4.2.6 災害規模檢討.....	98
4.3 管理方法.....	99
4.4 維修點檢.....	102
4.4.1 維護點檢之方法.....	102
4.4.2 維護點檢計畫之擬定.....	106
4.5 調查方法.....	108
4.5.1 調查之方法.....	109
4.5.2 調查計畫之擬定.....	111
4.6 修繕及改建.....	117
4.6.1 概說.....	117
4.6.2 修繕及改建之目的.....	117
4.6.3 修繕及改建計畫之擬定.....	117
第 5 章 再生水廠營運報表與資訊管理.....	120
5.1 營運報表之目的.....	120
5.2 營運月報之格式.....	120
5.3 營運年報之格式.....	125
5.4 資訊管理系統（本系統視各廠設備實施）.....	131
5.5 營運月報範例.....	133
5.6 營運費用估價原則.....	137
5.6.1 人事費.....	137
5.6.2 行政事務費.....	144

5.6.3	用電費.....	145
5.6.4	用水費.....	146
5.6.5	設備維護費.....	148
5.6.6	藥品費、耗材費.....	144
5.6.7	水質自行檢驗費.....	152
5.6.8	污泥清運處理費.....	152
5.6.9	法定檢驗費.....	152
5.6.10	職業安全衛生費.....	155
5.6.11	環境清理與景觀維護費.....	155
5.6.12	保全費.....	155
5.6.13	保險費.....	155
5.6.14	其他費用.....	156
5.6.15	管理費及利潤、加值型營業稅.....	157
5.7	營運費用試算參考.....	161
5.7.1	人事費.....	161
5.7.2	加藥費.....	161
5.7.3	設施維修費用.....	161
5.7.4	電費.....	161
5.7.5	薄膜置換費.....	162
5.7.6	其他費用.....	162

第1章 前言

1.1 背景

由於民眾環保意識抬頭，傳統水資源開發方式在台灣已經到達即使有經費也無處可蓋的狀況，傳統開發方式對於生態的破壞，讓社會存有較大的疑慮。因此，水的再生利用勢必是未來的趨勢，世界各國已加速發展再生水技術的腳步。

我國政府在考量世界發展趨勢，與未來氣候變遷對水資源管理之衝擊，各相關部門已陸續研擬應對方案，如經濟部水利署、內政部營建署等均早已研訂有多項的水再生利用推動策略及技術規範。而立法院於民國 104 年 12 月 30 日通過再生水資源發展條例，該條例賦予廢污水及放流水回收利用的明確法律框架，未來臺灣水資源利用除了水庫水、川流水、地下水、伏流水、海淡水外，將加入再生水；預定民國 120 年再生水使用達到每日 132 萬立方公尺之目標，臺灣將正式進入多元水資源利用新紀元。

新制定的「再生水資源發展條例」建構了未來再生水經營業事業管理的法源，也賦予污廢水管理單位有開發再生水或供應再生水水源的權責。工業未來成長所需用水將多使用如再生水等新興水源，不僅可以促進發展，也不會因增加自來水用量而排擠民生用水。

經濟部水利署亦已於民國 105 年 8 月至 11 月間公布相關授權子法，如「水源供應短缺之虞地區使用再生水辦法」、「公共下水道系統污水或放流水無償供應之一定期限及其計費準則」、「中央對地方政府再生水開發案建設費用補助辦法」、「再生水水質標準及使用遵行辦法」、「再生水經營業籌設許可及再生水開發案興辦許可辦法」、「下水道系統廢污水或放流水供自行使用許可申請辦法」、「再生水開發案取水構造物與水處理設施及供水設施專業技師簽證規則」、「再生水經營業收取再生水費計算公式準則」及「再生水設施檢查及水量申報辦法」等。

因此，預期未來將陸續興建完成各類再生水廠，故研擬再生水廠營運及管理供各界參考。

1.2 適用範疇界定

再生水廠之工作就其工作性質可區分為操作、維護、管理(含職業安全衛生)、行政、檢驗、環境整理等項目，各種工作非專屬於單一工作人員，而係以全廠之工作內容區分，以下說明各項工作包含內容：

1.2.1 操作

本項工作為與再生水廠之處理流程與設備運轉直接相關者，其主要工作內容如下：

- (1)設備之日常操作、調整，包括各種閘門、抽水（泥）機、電動機、引擎、發電機等，確保處理流程順利運轉，維持各處理單元之正常功能。
- (2)依設定頻率於適當地點進行水質採樣，以供檢驗分析。
- (3)各種計量設備之檢視，包括各種錶計、控制設備、控制盤，以確保各種錶計處於正常狀態，提供正常之動力與水力條件。
- (4)各種電子控制設備之調整操作，包括計時器、電驛、極限開關、水位計等，以提供各處理單元正常操作所需之控制條件。

- (5) 由各種檢驗、錶計資料判斷各種處理單元之穩定性及邊界條件，並決定各種操作條件之調整方式，確保各處理單元處於最佳運轉狀態。
- (6) 運送、調配計算處理廠所需各種藥品注入量。
- (7) 檢視全廠處理流程之處理狀況，隨時處理緊急突發事件。

1.2.2 維護

維護工作為確保各種處理設備正常運轉所需之保養、檢查及故障後修復，分成一般維護、預測維護、預防維護及校正維護。

一般維護為延長設備轉動部分壽命，平日應進行清潔保養工作，以避免污物進入設備，其目的為使各設備能經常保持於良好狀況下，使整體設施能正常操作，並儘可能降低故障發生頻率。

預防維護包括電氣設備定期保護、各單元池體及設備防蝕塗刷、環境綠美化工作，並依據設備原製廠操作維護手冊之規定，每日、每週、每月、每季（三個月）、每半年、每年及其他需定期（包括操作時數）執行之設備所有調整、檢查、校正、設定、及零件、潤滑油、藥品、消耗材料之更換工作，可以使設備或處理設施的有效壽命達到延長之目的。

預測維護為針對設備狀況及壽命進行分析評估工作，如紅外線熱影像分析、振動頻譜分析、潤滑油品測試、超音波偵測、絕緣油中氣體及含水量分析等，對既有主要設備狀況及壽命進行分析評估，以便瞭解設備狀況。

校正維護包括機械校正、電氣校正、儀控設備校正等零件更換及所有非排定之修復工作、緊急故障，設備故障時應立即採取應變措施，使對操作所造成之影響降至最低，同時應設法在最短時間內完成設備修復工作，維護人員中應有專業技術技工，有能力對重要設備作基本之翻修工作，確保設施之運轉不致中斷。

一般維護、預測維護、預防維護及校正維護主要工作內容如下：

- (1) 外觀清潔及潤滑保養各種設備。
- (2) 檢查各種設備運轉是否動作正常。
- (3) 更換抽水機、閥門之墊片。
- (4) 調整、更換電動機及其他相關設備之軸承。
- (5) 安裝啟動新裝設備。
- (6) 清理污泥管線。
- (7) 小型管線工程修復。
- (8) 小型材料焊接及切割，一般錶計之校準與修理。
- (9) 制訂並更新潤滑及消耗性零件更換之程序及頻率。
- (10) 機械與電子控制設備之功能檢查。
- (11) 各項設備之皮帶、鏈條…等之調整或更換。

1.2.3 管理

再生水廠必須有人執行管理之工作，因工作性質及規模不同，執行管理工作之人數與職銜或有不同，但一般工作包括如下：

- (1) 準備工作時間表、排班表及其他操作事宜。
- (2) 管理並指導廠內員工之工作。
- (3) 設定績效指標。
- (4) 研訂各種操作維護計畫及工作程序。
- (5) 檢查評估操作維護紀錄。
- (6) 全廠操作維護工作之長期監督。
- (7) 教育訓練計畫，檢驗室管理及法定申報事項。
- (8) 評估工作項目之執行成果。
- (9) 向上級呈報再生水廠操作維護情況及費用。
- (10) 編制預算及控制費用。
- (11) 確保良好的公共關係。
- (12) 品管自主檢查。
- (13) 緊急應變措施檢查。

1.2.4 行政

本項工作指各種紀錄保存及秘書性業務，即一般文書工作，包括：

- (1) 操作維護紀錄之保存。
- (2) 值班紀錄、錶計讀數紀錄之保存。
- (3) 一般報表之彙整，包括放流水排放報表、操作報表、值勤報表、污泥清運報表等。
- (4) 操作費用報表統計及保存。
- (5) 公共諮詢答覆及定期文宣製作。
- (6) 事務性機械之操作使用維護。
- (7) 財務記錄及保存。
- (8) 各種報表、紀錄之歸檔整理分類。
- (9) 駐警或保全之管理。
- (10) 人員出缺勤管理。

1.2.5 水質檢驗

檢驗工作應依據環檢所訂定之“標準水質檢驗法”進行檢驗，確實執行實驗室之 QA / QC，惟其分析結果僅供參考，定期向環保主管機關申報之放流水水質水量資料，應委託經環檢所認證合格代檢驗機構為之。其工作內容包括如下。

- (1) 收集水樣，包括進流水、污泥、放流水。
- (2) 水質分析，包括一般分析及 24 小時連續採樣。
- (3) 整理檢驗資料、數據，做成檢驗報告。
- (4) 依據各種檢驗結果評估處理流程功能。
- (5) 準備常用化學試劑、檢驗器材等。
- (6) 根據檢驗資料，建議處理流程之修正或調整。

(7)向處理廠操作單位及主管單位陳送檢驗報告。

1.2.6 環境整理

本項工作附屬於行政業務中，一般包括如下：

- (1)污泥卡車或其他裝備之駕駛、裝載、傾卸等。
- (2)除草、花木整修、澆水等。
- (3)地板、牆壁、傢俱清洗、打蠟、環境清潔等。
- (4)機房環境清潔整理等。

1.2.7 教育訓練

為提昇工作人員專業素養，確保系統永續操作，廠商應彙整工作人員教育訓練需求，每年擬定教育訓練計畫(包括訓練師資、課程安排、教材大綱及成效考核方式等)，於計畫實施前 14 日提交機關核備後實施。人員教育訓練需求應考慮通識性、職能性及新進人員訓練需求。

1. 通識性教育訓練內容應包含但不限於：

- (1)環境基礎知識
- (2)再生水廠、管線系統現況及基本理論介紹
- (3)職業安全衛生及管理規定
- (4)行政作業及管理
- (5)自主品管及內部稽核實務
- (6)預防管理及緊急應變措施(含任務編組)實務(含演練)

2. 職能性教育訓練內容應依照各階層人員教育訓練需求分別加以擬定，其內容應包含但不限於法定訓練及以下各項：

- (1)再生水廠、管線系統各設施之功能與原理
- (2)各設備之操作維護程序
- (3)再生水廠、管線系統之操作程序
- (4)實驗室、採樣工作品保/品管實務

1.2.8 職安衛工作

職業安全衛生工作屬專業性工作，需具有相關證照及相當之訓練及經驗者才能適任。其工作內容包括如下：

- (1)釐訂職業災害防止計畫，並指導有關部門實施。
- (2)規劃、督導各部門之職業安全衛生管理。
- (3)擬定職業安全衛生管理計劃。
- (4)規劃、督導安全衛生設施之檢點與檢查。
- (5)指導、執行有關人員實施巡視、定期檢查、重點檢查及作業環境測定。
- (6)規劃、實施職業安全衛生教育訓練。
- (7)規劃勞工健康檢查、實施健康管理。

- (8)督導職業災害調查及處理，辦理職業災害統計。
- (9)提供有關職業安全衛生管理資料及建議。
- (10) 緊急應變計畫及演練。
- (11) 其他有關職業安全衛生管理事項。

其中與再生水廠、管線系統相關之自動檢查重點工作如下：

1.局部通風裝置檢查

在特定場所由於通風不佳，需備置排氣裝置，每月定期檢查局部排氣裝置，以確保特定場所之換氣效率。

2.安全衛生用具

確實清點廠內護具之使用情形，可藉由清點過程了解各單元護具之損耗率，以便隨時補充。

3.固定式起重機定期檢點

固定式起重機列為危險性機械設備，檢查重點在於啟動裝置、吊具、控制裝置、鋼纜裝置有無異常，以防止其引起之危害。在平日加強檢點檢查及保養，並可委託專業廠商做定期保養維護。

4.安全衛生檢查

安全衛生檢查表主要依據各站實際現狀檢查防火設施、機械設備、個人防護裝備、急救設備以及環境整潔。

5.缺氧作業

為防止發生缺氧作業之危險，於入池作業前需由缺氧作業主管在旁監督進行通風換氣及檢測合格後，並會同職安組人員查視測試槽中之氧氣含量，以消除缺氧作業之危險。

6.升降機定期檢查保養

應每年、每月實施定期檢查，針對終點極限開關、緊急停止裝置、制動器、控制裝置及其他安全裝置有無異常、鋼索或吊鏈有無損傷、導軌之狀況進行例行之檢查。

7.化學設備定期重點檢查

若廠區中有許多化學性物質，除在各桶槽貼上物質安全資料表外，同時為防止化學藥品外洩，利用巡檢表之建立，可加強現場桶槽之巡檢，以防止、避免化學物質之外洩。

8.其他

1.2.9 財產管理工作

1.移交接管

移交接管流程，由主管機關監督，辦理機關、新舊代操作廠商三方交接協調會，並可藉由專案管理廠商(Professional Construction Management, PCM)或其他第三方公證單位(如環工技師公會、機械技師公會、電機技師公會及土木技師公會等)協助辦理新舊代操作廠商移交工作。

移交接管前一個月，應先由原代操作廠商與主管機關確認移交清冊內容、相關工程竣工圖說、設備送審資料及規範(建議有電子檔、CAD 檔及紙本竣工圖)等相關資料。

移交過程中有異議時，如機械設備功能性認定，可藉由專案管理廠商或其它第三方公證單位協助判別及建議，因此產生之鑑定費用由主管機關負責。移交接管工作除另有異議或窒礙難行之處，建議儘量於三個月內完成。

移交完成後，方可歸還原代操作廠商履約保證金，另廠內所有設施保管及功能維護皆屬新代操作廠商責任，如發現設備有短少及缺失、功能不符，由新代操作廠商負責說明或補足或修復。原(新)代操作廠商於本廠移交階段所可能產生之費用，主管機關應編列於單價分析表中。

移交完成前之設備異常可歸責於原代操作廠商，經告知後仍不願或拒絕修復時，主管機關可主張動用履約保證金進行修復(可另行發包或由新代操作廠商執行)。

2.備品管理

廠商因維修所需使用備品，應列入月報定期提送，並於契約終止前三個月，將所耗用備品編列採購清單供機關參考。

第2章 再生水廠營運職業安全衛生、能資源管理及防災應變

2.1 管理體制

再生水廠營運一般包括操作、維護及水質檢驗三種主要工作，且相互密切關聯，因此常將此三部門合併成為專責單位，並設置廠長負責指揮協調所屬三個部門，其組織依再生水廠規模設施及機關員額而異。

再生水廠之組織，基本上，就組織階層而言，廠長為決策階層，副廠長、部門主管如組（股）長、領班及各級幕僚人員等為管理階層，操作員、技術員、檢驗員、雜工等則為執行階層。

各部門通常設有主管及幕僚人員負責監督、管理及推動操作、維護及檢驗等部門之有關工作。實際工作則分別設有技術員、檢驗員進行，其中技術員包括操作技術員及維護技術員。檢驗員因人數較少，通常不再區分。當技術員達一定人數以上，則可設領班協助管理；為避免管理幅度過大，一般管理幅度約為 4 至 5 人。

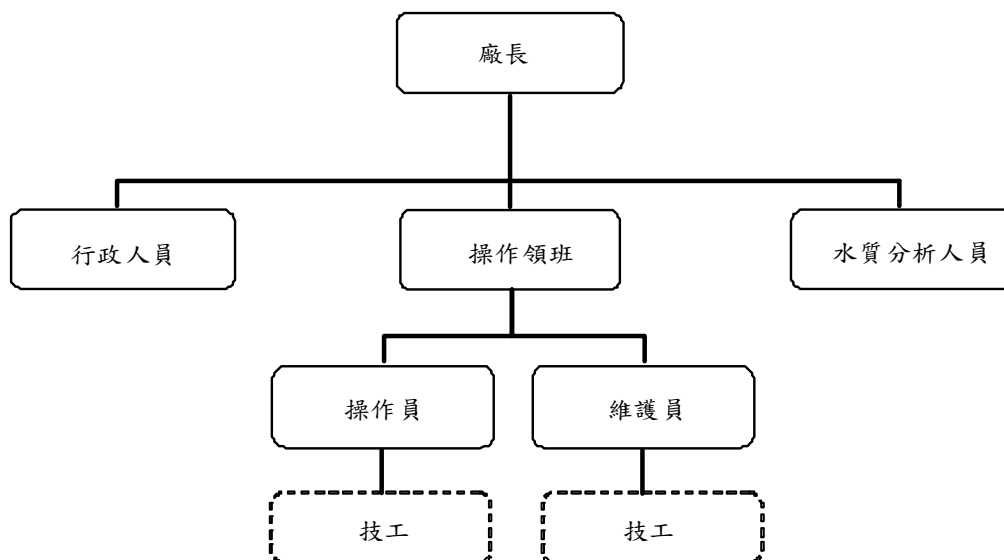
此外，當再生水廠規模愈大時，工作內容需求會更多元，任務也更繁重，則可適時設置行政管理組，除負責一般文書工作外，另增加敦親睦鄰、環境教育設施場所工作、相關計畫書撰寫及委外廠商契約撰寫等事務。操作維護方面也可增加專業之車輛機具技術員、倉庫管理員及雜工等，專門負責專業機具（譬如傾卸車、水槽車、牽引機等），物料零件工具之申購管理及清理各種攔除物並清潔裝備。

依廢（污）水處理專責單位或人員設置及管理辦法附表一，廢（污）水產生量每日在 5,000 立方公尺以上者或廢（污）水產生量每日在 1,000 立方公尺以上未滿 5,000 立方公尺且含鉛、鎘、汞、砷、六價鉻、銅、氰化物、有機氯劑、有機磷劑、酚類、氨基甲酸鹽劑及其他經中央主管機關公告之物質，若以上物質其中之一超過放流水標準者，應設置環境保護專責單位。其員額至少應有廢（污）水處理專責人員三人，包括二名以上甲級廢（污）水處理專責人員，並由其中一名甲級廢（污）水處理專責人員擔任專責單位之主管。

承上，事業或污水下水道系統，其廢（污）水產生量每日在 2,000 立方公尺以上未滿 5,000 立方公尺者，或每日在 200 立方公尺以上未滿 1,000 立方公尺且含第六條第三款所列物質之一超過放流水標準者，應設置甲級專責人員。

承上，事業或污水下水道系統，其廢（污）水產生量每日在 100 立方公尺以上未滿 2,000 立方公尺者，或每日未滿 200 立方公尺且含第六條第三款所列物質之一超過放流水標準者，應設置乙級專責人員。

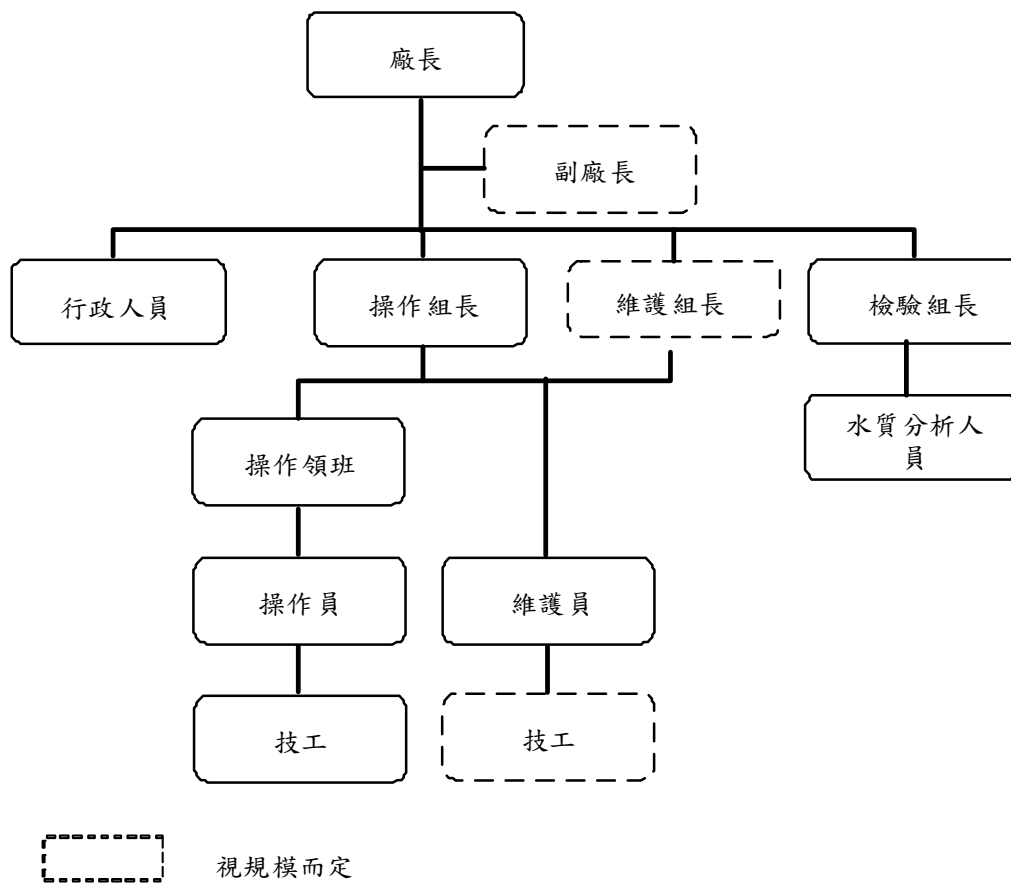
針對四種不同規模水處理量之人員組織，其配置可詳圖 2.1-1~2.1-4 所示。



視規模而定

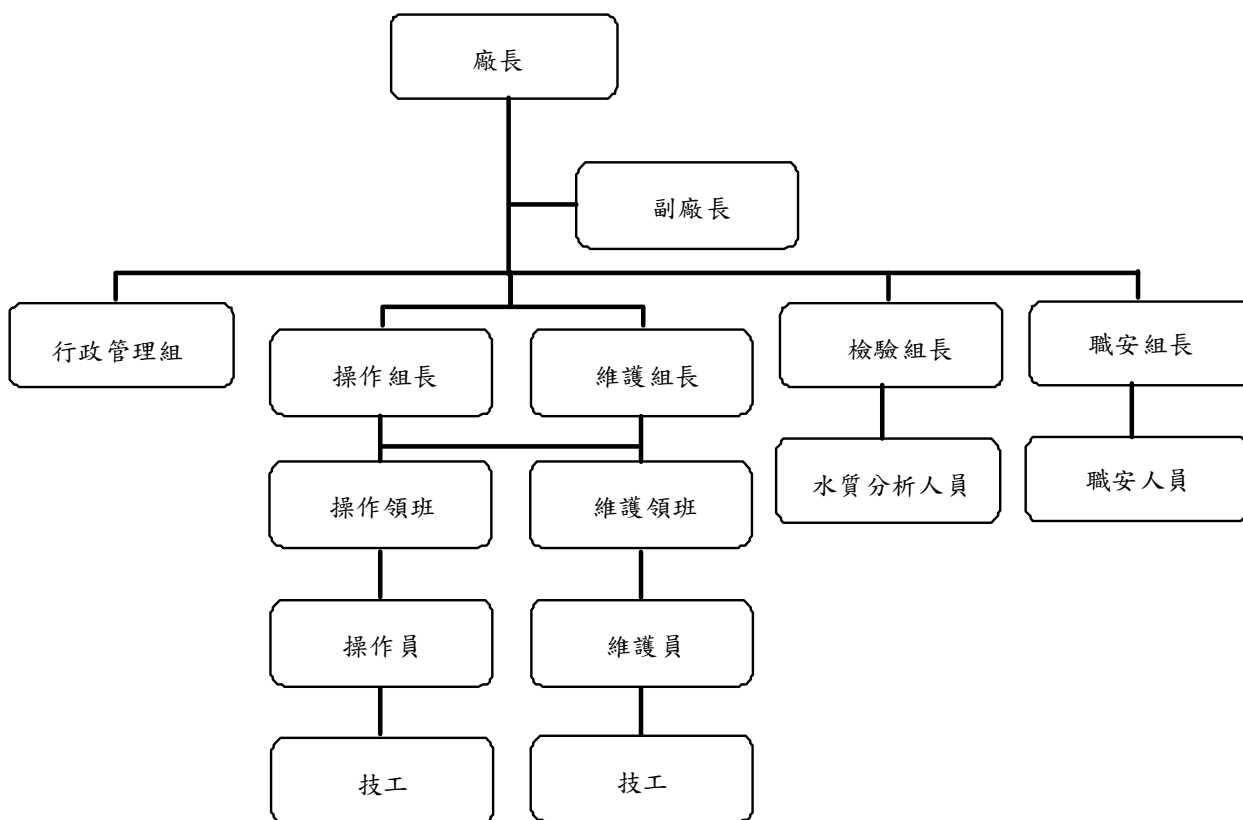
註：依職業安全衛生管理辦法第 4 條規定，事業單位勞工人數未滿三十人者，其應置之職業安全衛生業務主管，得由事業經營負責人或其代理人擔任。

圖 2.1-4 再生水廠組織(≤5,000 CMD)



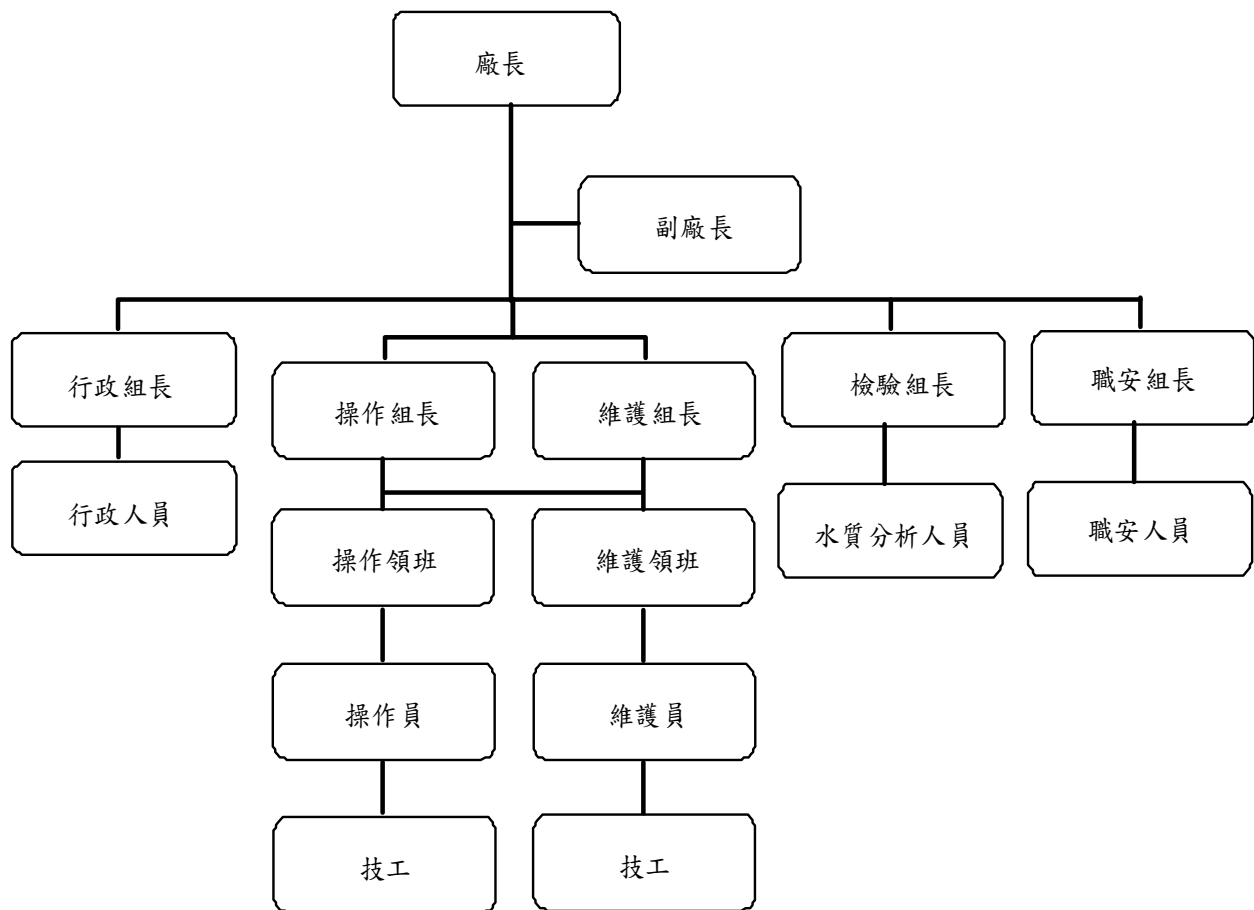
- 註：1、依廢（污）水處理專責單位或人員設置及管理辦法規定，中型污水廠需設置環境專責單位，廠長為單位主管，其應具有廢水處理甲級專責人員證書；另需有廢水處理甲級及乙級專責人員 1 人以上。
- 2、依職業安全衛生管理辦法第 4 條規定，事業單位勞工人數未滿三十人者，其應置之職業安全衛生業務主管，得由事業經營負責人或其代理人擔任。

圖 2.1-2 再生水廠組織(5,001~30,000 CMD)



註：依職業安全衛生管理辦法第4條規定，事業單位勞工人數未滿三十人者，其應置之職業安全衛生業務主管，得由事業經營負責人或其代理人擔任。

圖 2.1-3 再生水廠組織(30,001~100,000 CMD)



註：依職業安全衛生管理辦法第4條規定，事業單位勞工人數未滿三十人者，其應置之職業安全衛生業務主管，得由事業經營負責人或其代理人擔任。

圖 2.1-4 再生水廠組織(>100,001 CMD)

再生水廠依法需成立職業安全衛生協議組織並定期開會（如圖 2.1-5），研議廠區安全衛生工作以及各承商工作介面的協調，避免職業災害的發生；其權責根據職業安全衛生法（以下簡稱「職安法」）第二十七條：事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，為防止職業災害，原事業單位應採取下列必要措施：

1. 設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮、監督及協調之工作。
2. 工作之連繫與調整。
3. 工作場所之巡視。
4. 相關承攬事業間之安全衛生教育之指導及協助。
5. 其他為防止職業災害之必要事項。

事業單位分別交付二個以上承攬人共同作業而未參與共同作業時，應指定承攬人之一負前項原事業單位之責任。

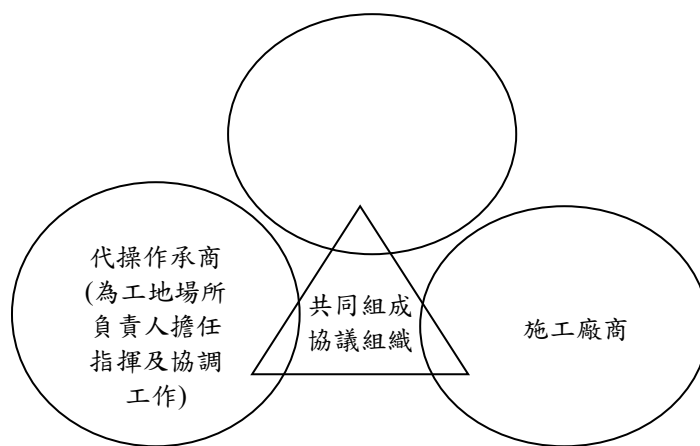


圖 2.1-5 再生水廠職業安全衛生協議組織圖

一般為統一事權，業主會指定代操作承商負責擔任協議組織幹事，因此代操作承商不只需執行所屬員工的安全衛生工作，仍需負責督導其他承商共同作業與其下包承商安全衛生工作；但是整體而言，工作上協調連繫與調整工作場所之巡視，並不單是代操作承商僅有的權限與人力所能負擔的，因此協議組織的功能發揮，需全體共同努力致力於廠區安全維護。

又職安法施行細則第三十八條規定：職安法第二十七條第一項第一款之協議組織，應由原事業單位召集之，並定期或不定期進行協議下列事項：

1. 安全衛生管理之實施及配合。
2. 勞工作業安全衛生及健康管理規範。
3. 從事動火、高架、開挖、爆破、高壓電活線等危險作業之管制。
4. 對進入局限空間、有害物作業等作業環境之作業管制。
5. 電氣機具入廠管制。
6. 作業人員進場管制。
7. 變更管理。
8. 劃一危險性機械之操作信號、工作場所標識(示)、有害物空容器放置、警報、緊急避難方法及訓練等。

9. 使用打樁機、拔樁機、電動機械、電動器具、軌道裝置、乙炔熔接裝置、電弧熔接裝置、換氣裝置及沉箱、架設通道、施工架、工作架台等機械、設備或構造物時，應協調使用上之安全措施。
10. 其他認為有必要之協調事項。

承商就其本身承攬部分設置安全衛生組織，訂定安全衛生工作守則、年度職業災害防止計劃、年度自動檢查計劃、年度或（每季）安全衛生教育訓練計劃、緊急應變計劃；並針對其下承商實施必要的安全衛生教育訓練；各單位所需之功能性教育訓練，通常也委由安全衛生單位負責。

2.2 人員編制

再生水廠各項工作係以全廠之工作內容區分，各廠應按處理程度、規模大小配置所需人員。就一般規模之處理廠而言，各項工作相關之人員大致如下：

- (1) 操作工作：操作組長、操作領班、操作員。
- (2) 維護工作：維護組長、維護領班、維護員。
- (3) 管理工作：廠長、副廠長。
- (4) 行政工作：行政組長、行政人員。
- (5) 水質檢驗工作：檢驗組長、水質分析人員。
- (6) 職安工作：職安組長、職安人員。
- (7) 環境整理：技工。

職業安全衛生組織及人員部分，根據職安法第二十三條：「雇主應依其事業之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫；並設置安全衛生組織、人員，實施安全衛生管理及自動檢查。」

因此勞動部於『職業安全衛生管理辦法』第三條規定：職業安全衛生管理辦法第二條附表一所定事業之雇主應依附表二之規模，置職業安全衛生業務主管及管理人員（以下簡稱管理人員）。『職業安全衛生管理辦法』第四條規定：事業單位勞工人數未滿三十人者，其應置之職業安全衛生業務主管，得由事業經營負責人或其代理人擔任。

承上，再生水廠依職業安全衛生管理辦法附表二規定，以勞工人數在三十人以上未滿一百人者為例，應置乙種職業安全衛生業務主管。

此外，為防止職業災害，於從事相關作業時，應就具有一定資格人員接受該項安全衛生教育訓練後選任作業主管，使其指揮勞工作業，辦理法令所定事項。安全衛生相關作業主管包括缺氧危險作業主管、特定化學物質作業主管等。

於資格考量上，除學歷外並配合相關證照之要求及相關經驗，設定所需具備之資格，以維持一定人力素質及執行能力，另擢拔長期致力再生水廠操作維護工作者，給予升遷機會，亦考量具一定現場經驗者可經由時間累積提升為各級主管。表 2.2-1 整理不同規模水量下再生水廠之廠長、副廠長、操作組長、維護組長、操作領班、維護領班、維護組長、維護員、檢驗組長、水質分析人員、操作員、職安組長、職安人員及技工等之相關資格提供參考。

再生水廠因各廠需求不同導致人員編制有所差異，表 2.2-2 就人力編制作規劃供參考。

表 2.2-1 各種規模再生水廠主要主管編制及基本資格(#1/3)

規模	水量	廠長			副廠長		
		學歷	證照	經驗(年)以上	學歷	證照	經驗(年)以上
小型	≤ 5,000 CMD	博士	甲水	-	可不設置		
		-	環工技師及甲水	-			
		碩士	甲水	-			
		學士	甲水及處理技術士	3			
		專科	甲水及處理技術士	5			
		-	甲水	中型廠操作 維護組長 2 年			
		-	甲水	小型廠操作 維護組長 5 年			
中型	5,001~ 30,000 CMD	博士	甲水	1	可不設置		
		-	環工技師及甲水	1			
		碩士	甲水	2			
		學士	甲水及處理技術士	4			
		專科	甲水及處理技術士	6			
		-	甲水	小型廠廠長 1 年			
		-	甲水	大型廠操作 維護組長 1 年			
大型	30,001~ 100,000 CMD	博士	甲水	2	博士	-	1
		-	環工技師及甲水	2	-	環工技師	1
		碩士	甲水及處理技術士	3	碩士	-	2
		學士	甲水及處理技術士	6	學士	甲水或處理技術 士	4
		專科	甲水及處理技術士	8	專科	甲水或處理技術 士	6
		-	甲水	中型廠廠長 1 年	-	-	小型廠廠長 1 年
		-	甲水	大型廠副廠 長 1 年	-	-	大型廠操作維護組 長 1 年
特大型	>100,001 CMD	博士	甲水	3	博士	-	2
		-	環工技師及甲水	3	-	環工技師	2
		碩士	甲水及處理技術士	5	碩士	甲水或處理技 術士	3
		學士	甲水及處理技術士	8	學士	甲水或處理技 術士	6
		專科	甲水及處理技術士	10	專科	甲水或處理技 術士	8
		-	甲水	中型廠廠長 3 年	-	-	中型廠廠長 1 年
		-	甲水	大型廠廠長 2 年	-	-	大型廠副廠長 1 年
		-	甲水	特大型廠副 廠長 3 年	-	-	特大型廠操作維護 組長 2 年

表 2.2-1 各種規模再生水廠主要主管編制及基本資格(#2/3)

規模	水量	操作組長			維護組長		
		學歷	證照	經驗 (年)以上	學歷	證照	經驗 (年)以上
小型	≤5,000 CMD	可不設置			可不設置		
中型	5,001~ 30,000 CMD	博士	-	-	可不設置		
		-	環工技師	-			
		碩士	-	-			
		學士	甲水或處理技術士	1			
		專科	甲水或處理技術士	2			
		-	乙水或處理技術士	6			
大型	30,001~ 100,000 CMD	博士	-	-	博士	-	-
		-	環工技師	-	-	環工技師	-
		碩士	-	1	碩士	-	1
		學士	甲水或處理技術士	2	學士	中電或機電技術士	2
		專科	甲水或處理技術士	4	專科	中電或機電技術士	4
		-	乙水或處理技術士	8	-	初電或機電技術士	6
特大型	>100,001 CMD	博士	-	-	博士	-	-
		-	環工技師	-	-	環工技師	-
		碩士	甲水或處理技術士	2	碩士	-	2
		學士	甲水或處理技術士	3	學士	中電或機電技術士	3
		專科	甲水或處理技術士	5	專科	中電或機電技術士	5
		-	乙水或處理技術士	10	-	初電或機電技術士	8

表 2.2-1 各種規模再生水廠主要主管編制及基本資格(#3/3)

操作領班			維護領班			檢驗組長		
學歷	證照	經驗(年)以上	學歷	證照	經驗(年)以上	學歷	證照	經驗(年)以上
專科	乙水	1	專科 (電機、機械、輪機、電子)	中電	1	專科 (環工、化學、化工)	水質技術士	2
	處理技術士	1		機電技術士	1	職安組長		
高中 (職)	乙水	3	高中 (職)	中電	2	學歷	證照	經驗(年)以上
	處理技術士	3		機電技術士	2	專科	依法規要求	2
不限	乙水或技術士	5		初電	3	-	-	-
-	-	-	不限	初電或機電技術士	4	-	-	-
操作員			維護員			水質分析人員		
學歷	證照	經驗	學歷	證照	經驗(年)以上	學歷	證照	經驗(年)以上
高中(職)	-	職前訓練	高中 (職)	-	0.5	專科 (環工、化學、化工)	-	1
技工		職安人員						
學歷	證照	經驗				學歷	證照	經驗
不限	-	職前訓練				高中(職)	管理員	-

註：甲水：甲級廢水處理專責人員

乙水：乙級廢水處理專責人員

管理員：職業安全衛生管理員

中電：中級電氣技術人員

初電：初級電氣技術人員

處理技術士：乙級下水道設施操作維護－處理系統技術士

水質技術士：乙級下水道設施操作維護－水質檢驗技術士

機電技術士：乙級下水道設施操作維護－機電設備技術士

管渠技術士：乙級下水道設施操作維護－管渠系統技術士

職安組組長或人員：需具備甲(乙)種職業安全衛生業務主管證照

廠長、副廠長、操作組長、維護組長學歷需為理工相關科系大學畢業。

表 2.2-2 各種規模再生水廠人力編制參考

規模 職稱	再生水廠每日處理流量(單位:1,000 CMD)							
	5 以下	5~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~300	300 以上
廠長	1	1	1	1	1	1	1	1
副廠長				1	1	1	1	1
操作組長		1	1	1	1	1	1	1
維護組長					1	1	1	1
檢驗組長		1	1	1	1	1	1	1
職安組長					1	1	1	1
操作領班	1	1	1	1	1	2	3	3
維護領班					1	1	1	2
操作員(常日班)		1	2	3	4	6	8	12
操作員(註 11) (中控值班人員)	5	10	10	10	10	15	25	30
維護員	1	2	2	2	3	4	6	8
職安人員	兼任	兼任	兼任	兼任	1	1	2	2
水質分析人員(註 5)	1	1	1	2	2	2	3	3
行政人員(註 6)	1	1	2	2	2	3	3	4
技工(註 7)	參考	參考	參考	1	1	2	3	4
計畫管理人員(註 8)					1	2	3	3
其它(註 9-11)	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	10	19	21	25	32	44	63	77

備註：

1. 上述為基本人力需求之建議，廠方組織及實際人數視各單位經費與需求調整之。
2. 5000 噸以下之再生水廠須視其工作範圍決定其人力配置，不可以比例推算，應考慮其基本人力配置，一般再生水廠至少人力配置需 8 人以上。
3. 此表之人力配置不包括抽(揚)水站之操作維護等，其人力需求應視實際狀況增加。
4. 若該廠具鍋爐、特殊設備時，其人力需求應視設備之多寡或複雜性予以增加。
5. 若該廠水質分析實驗室有 TAF 認證則可增加 1 人，有 NIEA 認證時必須編制至 6 人。
6. 行政人員編制為每廠人數固定至少 1 人，該廠總人力每 20 人時需再增加 1 人。

7. 如該廠工作有包含環境管理(例割草、植栽及施肥等)，則以廠區總面積每 2.5 公頃編列 1 人為原則。
8. 大型廠以上需增加計畫管理人員，其人力需求應視實際狀況增加至少 1 人。
9. 若該廠設有環境教育設施場所時，需至少增加 1 名具環境教育講師資格人員。
10. 若該廠廠區幅員 4 公頃以上則需另設警衛系統(每班至少為 1 人)，並視各廠實際需求再行增加。
11. 除小型廠或契約另有特殊要求外，建議每班之操作員人數至少為 2 人，並視各廠實際狀況進行調整。其操作員(中控值班人員)計算方式如下：

〔估算基準〕

每人每年預估休假日數：公假 1 天、事假 5 天、病假 9 天、例假日 52 天、休假日 52 天、國定假日 12 天、特休假 7 天，共約 138 天/年，平均每月休假約為 11.5 天，每月上班天數約為 18.5 天。

〔範例 1〕

如契約要求 24 小時中控室需要 1 名值班人員時，

則需每月 30 天 x 24 小時 x 1 人= 720 工時/月。

人力需求：720 工時/8 工時(每人每天上班時間)/18.5 天(每人每月上班天數)=4.86 人

即共需 5 人才能合理安排值班工作。

〔範例 2〕

如契約要求 24 小時中控室需要 2 名值班人員時，

則需每月 30 天 x 24 小時 x 2 人= 1440 工時/月。

人力需求：1440 工時/8 工時(每人每天上班時間)/18.5 天(每人每月上班天數)=9.73 人

即共需 10 人才能合理安排值班工作。

2.3 危害作業預防

根據職業安全衛生教育訓練規則第二條，雇主對下列人員，應分別施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育訓練：

1. 職業安全衛生業務主管之安全衛生教育訓練。
2. 職業安全衛生管理人員之安全衛生教育訓練。
3. 勞工作業環境監測人員之安全衛生教育訓練。
4. 施工安全評估人員及製程安全評估人員之安全衛生教育訓練。
5. 高壓氣體作業主管、營造作業主管及有害作業主管之安全衛生教育訓練。
6. 具有危險性之機械或設備操作人員之安全衛生教育訓練。
7. 特殊作業人員之安全衛生教育訓練。
8. 勞工健康服務護理人員之安全衛生教育訓練。
9. 急救人員之安全衛生教育訓練。
10. 一般安全衛生教育訓練。
11. 前十款之安全衛生在職教育訓練。
12. 其他經中央主管機關指定之安全衛生教育訓練。

2.3.1 局限空間及缺氧作業危害預防

1. 局限空間及缺氧作業之種類

依職業安全衛生設施規則十九條之一所稱局限空間，指非供勞工在其內部從事經常性作業，勞工進出方法受限制，且無法以自然通風來維持充分、清淨空氣之空間。

因此局限空間即「密閉空間」或「部分開放」且自然通風不充足之場所，容易累積有害、可燃性氣體或缺氧狀態。空氣的組成中，氧約占 21%，但是在人孔、濃縮槽、污泥井等換氣不良的地方，卻往往因沉澱污泥微生物分解作用，降低了氧氣的濃度。此外，儲槽、鍋爐等密閉之鐵質構造物，也會因為鐵鏽之發生，而使內部空氣的含氧濃度降低。

另依缺氧症預防規則第二條：缺氧危險作業，指於下列缺氧危險場所從事之作業：

- (1) 長期間未使用之水井、坑井、豎坑、隧道、沈箱、或類似場所等之內部。
- (2) 貫通或鄰接下列之一之地層之水井、坑井、豎坑、隧道、沉箱、或類似場所等之內部。

- A. 上層覆有不透水層之砂礫層中，無含水、無湧水或含水、湧水較少之部分。
 - B. 含有亞鐵鹽類或亞錳鹽類之地層。
 - C. 含有甲烷、乙烷或丁烷之地層。
 - D. 湧出或有湧出碳酸水之虞之地層。
 - E. 腐泥層。
- (3) 供裝設電纜、瓦斯管或其他地下敷設物使用之暗渠、人孔或坑井之內部。
 - (4) 滯留或曾滯留雨水、河水或湧水之槽、暗渠、人孔或坑井之內部。
 - (5) 滯留、曾滯留、相當期間置放或曾置放海水之熱交換器、管、槽、暗渠、人孔、溝或坑井之內部。
 - (6) 密閉相當期間之鋼製鍋爐、儲槽、反應槽、船艙等內壁易於氧化之設備之內部。但內壁為不銹鋼製品或實施防銹措施者，不在此限。
 - (7) 置放煤、褐煤、硫化礦石、鋼材、鐵屑、原木片、木屑、乾性油、魚油或其他易吸收空氣中氧氣之物質等之儲槽、船艙、倉庫、地窖、貯煤器或其他儲存設備之內部。
 - (8) 以含有乾性油之油漆塗敷天花板、地板、牆壁或儲具等，在油漆未乾前即予密閉之地下室、倉庫、儲槽、船艙或其他通風不充分之設備之內部。
 - (9) 穀物或飼料之儲存、果蔬之燜熟、種子之發芽或蕈類之栽培等使用之倉庫、地窖、船艙或坑井之內部。
 - (10) 置放或曾置放醬油、酒類、胚子、酵母或其他發酵物質之儲槽、地窖或其他釀造設備之內部。
 - (11) 置放糞尿、腐泥、污水、紙漿液或其他易腐化或分解之物質之儲槽、船艙、槽、管、暗渠、人孔、溝、或坑井等之內部。
 - (12) 使用乾冰從事冷凍、冷藏或水泥乳之脫鹼等之冷藏庫、冷凍庫、冷凍貨車、船艙或冷凍貨櫃之內部。
 - (13) 置放或曾置放氫、氫、氮、氟氯烷、二氧化碳或其他惰性氣體之鍋爐、儲槽、反應槽、船艙或其他設備之內部。
 - (14) 其他經中央主管機關指定之場所

2. 危害防止計畫

依照職業安全衛生設施規則第二十九之一條，雇主使勞工於局限空間從事作業前，應先確認該空間內有無可能引起勞工缺氧、中毒、感電、塌陷、被夾、被捲及火災、爆炸等危害，有危害之虞者，應訂定危害防止計畫，並使現場作業主管、監視人員、作業勞工及相關承攬人依循辦理。

前項危害防止計畫，應依作業可能引起之危害訂定下列事項：

- (1) 局限空間內危害之確認。

- (2) 局限空間內部氧氣、危險物、有害物濃度之測定。
- (3) 通風換氣實施方式。
- (4) 電能、高溫、低溫及危害物質之隔離措施，及缺氧、中毒、感電、塌陷、被夾、被捲等危害防止措施。
- (5) 作業方法及安全管制作法。
- (6) 進入作業許可程序。
- (7) 防護設備之提供、檢點及維護方法。
- (8) 作業控制設施及作業安全檢點方法。
- (9) 緊急應變處置措施。

依照職業安全衛生設施規則第二十九之二條，雇主使勞工於局限空間從事作業，有危害勞工之虞時，應於作業場所入口顯而易見處所，公告下列注意事項，使作業勞工周知：

- (1) 作業有可能引起缺氧等危害時，應經許可始得進入之重要性。
- (2) 進入該場所時應採取之措施。
- (3) 事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式。
- (4) 現場監視人員姓名。
- (5) 其他作業安全應注意事項。

另依職業安全衛生設施規則第一百五十四條規定，雇主使勞工進入供儲存大量物料之槽桶時，應依下列規定：

- (1) 應事先測定並確認無爆炸、中毒及缺氧等危險。
- (2) 應使勞工佩掛安全帶及安全索等防護具。
- (3) 應於進口處派人監視，以備發生危險時營救。
- (4) 規定工作人員以由槽桶上方進入為原則。

雇主對從事局限空間作業之勞工，應依職業安全衛生教育訓練規則規定，施予必要之安全衛生教育訓練。

雇主應使從事局限空間作業勞工、監視人員、缺氧作業主管及救援人員，每年至少演練一次以上，增進其防範災害之知識與技能；雇主使勞工從事局限空間作業，應於作業前確認緊急應變作業程序，並使每一參與勞工瞭解其工作範圍及責任。

3. 危害隔離

- (1) 雇主應禁止非從事缺氧危險作業之勞工，擅自進入缺氧危險場所；並應將禁止規定公告於勞工顯而易見之處所。(缺氧症預防規則第十八條)
- (2) 雇主使勞工於局限空間從事機械之掃除、上油、拆卸、檢查、修理或調整，有導致危害勞工之虞者，應停止相關機械運轉及送料。為防止他人操作該機械之起動等裝置或誤送料，應採上鎖或設置標示等措施，並設置防止落下物導致危害勞工之安全設施與措施。(職業安全衛生設施規則第五十七條)

- (3) 雇主使勞工於儲槽之內部從事有機溶劑作業時，應派遣有機溶劑作業主管從事監督作業，決定作業方法及順序於事前告知從事作業之勞工。確實將有機溶劑或其混存物自儲槽排出，並應有防止連接於儲槽之配管流入有機溶劑或其混存物之措施。所採措施之閥、旋塞應予加鎖或設置盲板。作業開始前應全部開放儲槽之人孔及其他無虞流入有機溶劑或其混存物之開口部。以水、水蒸汽或化學藥品清洗儲槽之內壁，並將清洗後之水、水蒸汽或化學藥品排出儲槽。應送入或吸出三倍於儲槽容積之空氣，或以水灌滿儲槽後予以全部排出。應以測定方法確認儲槽之內部之有機溶劑濃度未超過容許濃度。應置備適當的救難設施。勞工如被有機溶劑或其混存物污染時，應即使其離開儲槽內部，並使該勞工清洗身體除卻污染。(有機溶劑中毒預防規則第二十一條)。
- (4) 雇主使勞工進入有危害物質存在之虞之配管、儲槽、油桶等容器之內部作業時，為防止連接該化學設備之管線有流入化學物質，應確實將該物質自該作業設備排出，並應有防止連接於該設備之配管流入該物質之措施，前項隔離措施包括閥、旋塞、雙重關閉或設置盲板。所設置之閥或旋塞應予加鎖或鉛封，並將「不得開啟」之標示揭示於顯而易見之處。(職業安全衛生設施規則第一百七十三條、第一百七十八條、第一百九十八條及第二百零二條、高壓氣體勞工安全規則第七十五條、特定化學物質危害預防標準第二十九條及第三十條、有機溶劑中毒預防規則第二十一條)
- (5) 雇主使勞工於設置有輸送氫、氫、氮、氟氯烷、二氧化碳及其他惰性氣體等配管之鍋爐、儲槽、反應槽或船艙等內部從事作業時，應關閉輸送配管之閥、旋塞並予上鎖或設置盲板，並應於顯而易見之處所標示配管內之惰性氣體名稱及開閉方向。(缺氧症預防規則第十條、危險物及有害物通識規則第十條)
- (6) 雇主使勞工進入局限空間作業，使用可燃性氣體及氧氣從事熔接、熔斷或金屬之加熱作業時，為防止該等氣體之洩漏或排出引起爆炸、火災，應事先確定在該軟管裝置之吹管在關閉狀態或將軟管確實止栓後，始得作業。(職業安全衛生設施規則第一百八十九條)
- (7) 雇主使勞工於通風不充分之室內作業場所作業時，為防止儲槽、反應槽等容器之安全閥等排出之惰性氣體流入，應設置可使安全閥等所排出之氣體直接排放於外部之設施。(缺氧症預防規則第十一條)。
- (8) 局限空間開口處，如有人員墜落或外來物體飛落之虞時，應即以欄杆、遮蓋物或屏障等予以有效防護。(營造安全衛生設施標準第十九條、二十條及二十五條)
- (9) 雇主使勞工進入鍋爐、壓力容器、煙道內部、反應器等，從事清掃、修理、保養作業時，為防止勞工受高溫危害，應將該設備或管線適當冷卻。對於其他使用中之化學設備有配管連通者，應確實隔斷或阻斷。(鍋爐及壓力容器安全規則第二十三條)

4. 通風與換氣

雇主使勞工從事局限空間作業時，除為防止爆炸、缺氧、中毒或作業上有顯著困難致不能實施換氣者外，應以清淨空氣通風方式予以適當換氣，確保該作業環境符合下列規定：

- (1) 空氣中氧氣含量不得低於百分之十八或高於百分之二十三。
- (2) 硫化氫濃度不得超過 10 ppm。
- (3) 一氧化碳濃度不得超過 35 ppm。
- (4) 引火性液體之蒸氣或可燃性氣體之濃度不得超過其爆炸下限之百分之三十。
- (5) 空氣中有害物之濃度不得超過勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準之規定。
- (6) 不得有其他環境狀況會引起勞工生命或健康立即危害者。

（缺氧症預防規則第五條、職業安全衛生設施規則第一百七十七條、有機溶劑中毒預防規則第二十一條、特定化學物質危害預防標準第三十條、勞動檢查法第二十八條所定勞工有立即發生危險之虞認定標準第七條）

5. 濃度測定與確認

- (1) 雇主使勞工從事局限空間作業，應於每次作業開始前及所有勞工離開作業場所後再次作業開始前，測定該作業場所空氣中氧氣、硫化氫、氯氣等有害物或可燃性氣體、蒸氣之濃度，並清除可燃性粉塵，確認無危險之虞，測定濃度之儀器，應經校準合格。濃度測定結果及校準方法應予以記錄，並保存三年以上。測定可燃性氣體、蒸氣濃度前，應先測定空氣中氧氣濃度。（職業安全衛生設施規則第一百五十四條、第一百七十三條及第一百七十七條、缺氧症預防規則第十六條、特定化學物質危害預防標準第三十條、有機溶劑中毒預防規則第二十一條、船舶清艙解體勞工安全規則第二十八條、營造安全衛生設施標準第一百零四條）
- (2) 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應置備測定空氣中氧氣濃度之必要測定儀器，並採取隨時可確認空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度之措施。（缺氧症預防規則第四條）
- (3) 雇主使勞工進入局限空間作業時，作業場所如屬空間大或連續性系統如下水道等，無法以隔離方式處理者，應採取連續性濃度確認之措施。

6. 進入許可與作業管制

- (1) 局限空間作業前，雇主應指定專人檢點該作業場所，依檢點結果製作作業場所檢點表。
- (2) 雇主使勞工於有危害勞工之虞之局限空間從事作業時，其進入許可應由雇主、工作場所負責人或現場作業主管簽署後，始得使勞工進入作業。對勞工之進出，應予確認、點名登記，並作

成紀錄保存一年。(職業安全衛生設施規則第二十九之六條)

前項進入許可，應載明下列事項：

- A. 作業場所。
 - B. 作業種類。
 - C. 作業時間及期限。
 - D. 作業場所氧氣、危害物質濃度測定結果及測定人員簽名。
 - E. 作業場所可能之危害。
 - F. 作業場所之能源隔離措施。
 - G. 作業人員與外部連繫之設備及方法。
 - H. 準備之防護設備、救援設備及使用方法。
 - I. 其他維護作業人員之安全措施。
 - J. 許可進入之人員及其簽名。
 - K. 現場監視人員及其簽名。
- (3) 雇主使勞工進入局限空間，如有從事焊接、切割、燃燒及加熱等動火作業時，應指定專人確認無危險之虞，並由雇主、工作場所負責人或現場作業主管確認安全，簽署動火許可後，始得作業。(職業安全衛生設施規則第二十九之六條)
- (4) 雇主使勞工從事局限空間作業時，於該作業期間，應採取該設施出入口之門或蓋等不致閉鎖之措施。但該門或蓋有易自內部開啟之構造或該設施內部設置有通報裝置或警報裝置等與外部有效聯絡者，不在此限。(缺氧症預防規則第八條、第十二條)
- (5) 雇主使勞工進入局限空間作業時，對於使用對地電壓在一百五十伏特以上之移動式或攜帶式電動機具，或於含水或被其他導電度高之液體濕潤場所、金屬板上或鋼架上等導電性良好場所使用移動式或攜帶式電動機具，為防止因漏電而生感電危害，應於各該電路設置適合其規格，具有高敏感度、高速型，能確實動作之感電防止用漏電斷路器。(職業安全衛生設施規則第二百四十三條)
- (6) 雇主使勞工從事局限空間作業，對於良導體機器設備內之檢修工作所用之手提式照明燈，其使用電壓不得超過二十四伏特，且導線須為耐磨損及有良好絕緣，並不得有接頭。(職業安全衛生設施規則第二百四十九條)
- (7) 雇主使勞工從事局限空間作業，對於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用交流電焊機，應有自動電擊防止裝置。但採自動式焊接者，不在此限。(職業安全衛生設施規則第二百五十條)
- (8) 雇主使勞工進入局限空間內部作業時，如作業場所存在甲烷、甲苯等可燃性氣體、引火性液體，為防止火災爆炸之發生，局限空間內部照明設備應採用防爆型燈具。

7. 監督與監視

- (1) 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應於每一班次指定缺氧作業主管從事下列監督事項(缺氧症預防規則第二十條)：

- A. 決定作業方法並指揮勞工作業。
 - B. 於當日作業開始前、所有勞工離開作業場所後再次開始作業前及勞工身體或換氣裝置等有異常時，應確認該作業場所空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度。確認結果應予記錄，並保存三年。
 - C. 當班作業前確認換氣裝置、測定儀器、空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶等及其他防止勞工罹患缺氧症之器具或設備之狀況，並採取必要措施。
 - D. 監督勞工對防護器具或設備之使用狀況。
 - E. 其他預防作業勞工罹患缺氧症之必要措施。
- (2) 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應指派一人以上之監視人員，隨時監視作業狀況，發覺有異常時，應即與缺氧作業主管及有關人員聯繫，並採取緊急措施。(缺氧症預防規則第二十一條)
- (3) 雇主使勞工從事缺氧危險作業，如發現從事該作業之勞工有立即發生缺氧危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即令停止作業，並使從事該作業之全部勞工即刻退避至安全場所。前項作業場所在未確認危險已解除前，雇主不得使指定人員以外之勞工進入該場所，並將該意旨公告於勞工顯而易見之處所。(缺氧症預防規則第二十三條)
- (4) 雇主使勞工從事局限空間作業，有致其缺氧或中毒之虞者，應依下列規定辦理(職業安全衛生設施規則第二十九之七條)：
- A. 作業區域超出監視人員目視範圍者，應使勞工佩戴安全帶及氣體偵測器。
 - B. 置備可以動力或機械輔助吊升之緊急救援設備。但現場設置確有困難，已採取其他適當緊急救援設施者，不在此限。

8. 防護設備及救援設施

- (1) 雇主使勞工從事局限空間作業，應依下列規定置備適當防護器材，並使勞工確實使用(職業安全衛生設施規則第二百八十二條、第二百八十四條、第二百八十五條、第二百八十七條及第二百九十條、營造安全衛生設施標準第六十六條及第八十七條、缺氧症預防規則第二十五條及第二十六條)：
- A. 雇主對於從事地面下或隧道工程等作業，有物體飛落、有害物中毒、或缺氧危害之虞者，應使勞工確實使用安全帽，必要時應置備空氣呼吸器、氧氣呼吸器、防毒面具、防塵面具等防護器材。
 - B. 雇主對於勞工以電焊、氣焊從事熔接、熔斷等作業時，應置備安全面罩、防護眼鏡及防護手套等，並使勞工確實戴用。
 - C. 雇主對於熔礦爐、熔鐵爐、玻璃熔解爐、或其他高溫操作場所，為防止爆炸或高熱物飛出，除應有適當防護裝置及置備適當之防護具外，並使勞工確實使用。
 - D. 雇主對於勞工有暴露於高溫、低溫、非游離輻射線、生物病原體、有害氣體、蒸氣、粉塵或其他有害物之虞者，應

- 置備安全衛生防護具，如安全面罩、防塵口罩、防毒面具、防護眼鏡、防護衣等適當之防護具，並使勞工確實使用。
- E. 雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。
 - F. 雇主使勞工從事缺氧危險作業，未能依規定實施換氣時，應置備適當且數量足夠之空氣呼吸器等呼吸防護具，並使勞工確實戴用。
 - G. 對於從事露天開挖作業，為防止土石崩塌，應置備適當安全帽或安全帶。
 - H. 雇主對於隧道、坑道作業，應使作業勞工佩戴安全帽、穿著反光背心或具反光標示之服裝及其他必要之防護具。並置備緊急安全搶救器材、吊升搶救設施、安全燈、呼吸防護器材、氣體檢知警報系統及通訊信號、備用電源等必要裝置。
 - I. 雇主使勞工從事缺氧危險作業，勞工有因缺氧致墜落之虞時，應供給該勞工使用之梯子、安全帶或救生索，並使勞工確實使用。
- (2) 雇主應依工作場所之危害性，設置必要之職業災害搶救器材。(職業安全衛生設施規則第二百八十六條)
- (3) 雇主使勞工從事局限空間作業時，應置備空氣呼吸器等呼吸防護具、梯子、安全帶、或救生索等設備，供勞工緊急避難或救援人員使用。(缺氧症預防規則第二十七條)
- (4) 雇主使勞工從事局限空間作業時，應定期或每次作業開始前確認防護設備之數量及效能，確認有異常時，應立即採取必要之措施。
- (5) 雇主使勞工戴用輸氣管面罩之連續作業時間，每次不得超過一小時，並給予適當之休息時間。(缺氧症預防規則第三十條、有機溶劑中毒預防規則第二十三條)

9. 緊急應變

- (1) 雇主使勞工從事局限空間作業，於發生下列情事，有導致缺氧、中毒、火災爆炸或引起勞工生命或健康等立即發生危害之虞時，應即停止作業，並使從事該作業之勞工處於需採取緊急應變或立即避難至安全處所：
- A. 換氣裝置發生故障，效能降低。
 - B. 作業場所內部被有害物污染。
 - C. 防護設備或救援設施失效或警報聲響。
 - D. 於儲槽等內部或通風不充分之室內作業場所，致有發生中毒或窒息危險之虞時。
 - E. 從事缺氧危險作業，致有發生缺氧危險之虞時。
 - F. 在確認前項作業場所已解除危害前，雇主不得使指定人員以外之勞工進入該場所並公告於勞工顯而易見之處所。
- (2) 雇主使勞工從事缺氧危險作業，如受鄰接作業場所之影響致發生缺氧危險之虞時，應與各該作業場所密切保持聯繫。(缺氧症

預防規則第二十二條)

- (3) 雇主應於缺氧危險作業場所置救援人員，於其擔任救援作業期間，應提供並使其使用空氣呼吸器等呼吸防護具。(缺氧症預防規則第二十八條)

10. 氣體偵測器校準

於缺氧作業中，氣體偵測器往往扮演重要角色，但氣體偵測器使用一段時間，常因老化或空氣中污染物的存在，影響到感測元件之偵測功能。因此，定期實施保養、檢點、校正、維持管理，以確保檢測機能，更是重要。其校準相關建議如下，並應將校準紀錄影本存檔備查：

- (1) 頻率：依照偵測器氣體種類及偵測原理不同，大多廠商訂定校正週期由三個月至一年校正一次不等。如氧氣偵測校正頻率：六個月~一年一次；可燃性氣體偵測校正頻率：六個月~一年一次；毒性氣體偵測校正頻率：三個月~一年一次；因此除於使用上有疑慮須另行校正之外，建議各項偵測器至少每年校正一次。
- (2) 校準委託單位：雖目前大多販售氣體偵測器廠商均有協助校正儀器之項目，但仍建議委由通過 TAF 認證校正實驗室，以提供具有公信力之結果及報告。惟要注意的是校正氣體所用之標準件，應可追溯中華民國國家度量衡標準實驗室或美國國家標準暨技術研究院以及其他國家之度量衡國家標準。

2.3.2 危險性機械操作危害預防

雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。依我國「危險性機械及設備安全檢查規則」規定，危險性機械定義及適用種類如下(危險性機械及設備安全檢查規則第三條)：

1. 固定式起重機：吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機或一公噸以上之斯達卡式起重機。
2. 移動式起重機：吊升荷重在三公噸以上之移動式起重機。
3. 人字臂起重桿：吊升荷重在三公噸以上之人字臂起重桿。
4. 營建用升降機：設置於營建工地，供營造施工使用之升降機。
5. 營建用提升機：導軌或升降路高度在二十公尺以上之營建用提升機。
6. 吊籠：載人用吊籠。

經上開所示，目前再生水廠較常使用之危險性機械為固定式起重機(吊升荷重在三公噸以上)及移動式起重機(吊升荷重在三公噸以上)，危險性機械檢查規定及期限如下：

1. 固定式起重機定期檢查：

雇主於固定式起重機檢查合格證有效期限屆滿前一個月，應填具固定式起重機定期檢查申請書，向檢查機構申請定期檢查；逾期未申請檢查或檢查不合格者，不得繼續使用。前項定期檢查，應就該起重機各部分之構造、性能、荷重試驗及其他必要項目實施檢查。前項荷重試驗係將相當於額定荷重之荷物，於額定速率下實施吊升、直行、旋轉及吊運車之橫行等動作試驗。但檢查機構認無必要時，得免實施。(危險性機械及設備安全檢查規則第十七條)

檢查機構對定期檢查合格之固定式起重機，應於原檢查合格證上簽署，註明使用有效期限，最長為二年。檢查員於實施前項定期檢查後，應填報固定式起重機定期檢查結果報告表，並將定期檢查結果通知雇主。(危險性機械及設備安全檢查規則第十八條)

2. 固定式起重機自動檢查(職業安全衛生管理辦法第十九條)：

雇主對固定式起重機，應每年就該機械之整體定期實施檢查一次。

雇主對前項之固定式起重機，應每月依下列規定定期實施檢查一次。

- (1) 過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器及其他安全裝置有無異常。
- (2) 鋼索及吊鏈有無損傷。
- (3) 吊鉤、抓斗等吊具有無損傷。
- (4) 配線、集電裝置、配電盤、開關及控制裝置有無異常。
- (5) 對於纜索固定式起重機之鋼纜等及絞車裝置有無異常。

前項檢查於輻射區及高溫區，停用超過一個月者得免實施。惟再度使用時，仍應為之。

3. 固定式起重機作業檢點(職業安全衛生管理辦法第五十二條)：

雇主對固定式起重機，應於每日作業前依下列規定實施檢點，對置於瞬間風速可能超過每秒三十公尺或四級以上地震後之固定式起重機，應實施各部安全狀況之檢點：

- (1) 過捲預防裝置、制動器、離合器及控制裝置性能。
- (2) 直行軌道及吊運車橫行之導軌狀況。
- (3) 鋼索運行狀況。

4. 固定式起重機之安全管理(起重升降機具安全規則第十、十九、二十一條)：

雇主對於固定式起重機之使用，不得超過額定荷重。但必要時，經採取下列各項措施者，得報經檢查機構放寬至實施之荷重試驗之值：

- (1) 事先實施荷重試驗，確認無異狀。
- (2) 指定作業監督人員，從事監督指揮工作。

雇主對於固定式起重機之使用，以吊物為限，不得乘載或吊升

勞工從事作業。但從事貨櫃裝卸、船舶維修、高煙囪施工等尚無其他安全作業替代方法，或臨時性、小規模、短時間、作業性質特殊，經採取防止墜落等措施者，不在此限。雇主對於前項但書所定防止墜落措施，應辦理事項如下：

- (1) 以搭乘設備乘載或吊升勞工，並防止其翻轉及脫落。
- (2) 使勞工佩戴安全帶或安全索。
- (3) 搭乘設備自重加上搭乘者、積載物等之最大荷重，不得超過該起重機作業半徑所對應之額定荷重之百分之五十。
- (4) 搭乘設備下降時，採動力下降之方法。

雇主於固定式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。但吊舉物之下方已有安全支撐設施、其他安全設施或使吊舉物不致掉落，而無危害勞工之虞者，不在此限。

雇主於纜索固定式起重機作業時，為防止捲上用鋼索、橫行用鋼索通過槽輪或其他安裝部分而發生破損飛落或鋼索震脫彈出等危險，應禁止人員進入有發生危害之虞之鋼索內角側。

5.移動式起重機定期檢查：

雇主於移動式起重機檢查合格證有效期限屆滿前一個月，應填具移動式起重機定期檢查申請書，向檢查機構申請定期檢查；逾期未申請檢查或檢查不合格者，不得繼續使用。前項定期檢查，應就該起重機各部分之構造、性能、荷重試驗及其他必要項目實施檢查。前項荷重試驗係將相當額定荷重之荷物，於額定速率下實施吊升、旋轉及必要之走行等動作試驗。但檢查機構認無必要時，得免實施。(危險性機械及設備安全檢查規則第二十七條)

檢查機構對定期檢查合格之移動式起重機，應於原檢查合格證上簽署，註明使用有效期限，最長為二年。檢查員於實施前項定期檢查後，應填報移動式起重機定期檢查結果報告表，並將定期檢查結果通知雇主。(危險性機械及設備安全檢查規則第二十八條)

6.移動式起重機自動檢查(職業安全衛生管理辦法第二十條)：

雇主對移動式起重機，應每年就該機械之整體定期實施檢查一次。

雇主對前項移動式起重機，應每月依下列規定定期實施檢查一次：

- (1) 過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器及其他安全裝置有無異常。
- (2) 鋼索及吊鏈有無損傷。
- (3) 吊鉤、抓斗等吊具有無損傷。
- (4) 配線、集電裝置、配電盤、開關及控制裝置有無異常。

7.移動式起重機作業檢點(職業安全衛生管理辦法第 53 條)：

雇主對移動式起重機，應於每日作業前對過捲預防裝置、過負荷警報裝置、制動器、離合器、控制裝置及其他警報裝置之性能實施檢點。

8.移動式起重機之安全管理(起重升降機具安全規則第二十三、二十九、三十、三十一、三十五條)：

雇主對於移動式起重機之使用，不得超過額定荷重。

雇主對於移動式起重機，為防止其作業中發生翻倒、被夾、感電等危害，應事前調查該起重機作業範圍之地形、地質狀況、作業空間、運搬物重量與所用起重機種類、型式及性能等，並適當決定下列事項及採必要措施：

- (1) 移動式起重機之作業方法、吊掛方法及運搬路徑等。
- (2) 對軟弱地盤等承载力不足之場所，採取地面鋪設鐵板、墊料及使用外伸撐座等補強方法，以防止移動式起重機翻倒。
- (3) 配置移動式起重機之操作者、吊掛作業者、指揮者及其他相關作業者之職務與作業指揮體系。

雇主對於前項移動式起重機之作業，應採取下列各款措施：

- (1) 決定前項各款事項後，於作業開始前告知相關勞工，使其遵行。
- (2) 確認移動式起重機之種類、型式，符合作業之需求。
- (3) 查核前項措施執行情形，認有未符安全條件者，於改善前不得從事起重吊掛作業。

雇主對於第一項移動式起重機之作業，應辦理事項如下：

- (1) 事前調查現場危害因素、使用條件限制及作業需求等情況，或要求委託施工者告知，並以檢點表逐項確認。
- (2) 對於前款之現場危害因素等調查結果，採取必要之預防或改善措施。
- (3) 相關檢點表、派車文件及其他相關紀錄表單，於施工結束前，留存備查。

雇主對於移動式起重機，在其作業範圍有地盤軟弱、埋設脆弱地下物或路肩崩塌等情形，致其有翻倒之虞者，不得使用移動式起重機從事作業。但在該起重機下方鋪設具有充分強度及足夠面積之鐵板或墊料等，可防止其翻倒者，不在此限。

雇主對於使用外伸撐座之移動式起重機，其下方鋪有鐵板或墊料時，應先確認該外伸撐座之支撐，已置放於鐵板或墊料之中央範圍或位於不致造成該起重機有翻倒之虞之位置。

雇主對於移動式起重機之使用，以吊物為限，不得乘載或吊升勞工從事作業。但從事貨櫃裝卸、船舶維修、高煙囪施工等尚無其他安全作業替代方法，或臨時性、小規模、短時間、作業性質特殊，經採取防止墜落等措施者，不在此限。

雇主對於前項但書所定防止墜落措施，應辦理事項如下：

- (1) 以搭乘設備乘載或吊升勞工，並防止其翻轉及脫落。
- (2) 使勞工佩戴安全帶或安全索。
- (3) 搭乘設備自重加上搭乘者、積載物等之最大荷重，不得超過該起重機作業半徑所對應之額定荷重之百分五十。
- (4) 搭乘設備下降時，採動力下降之方法。

9.起重機檢查之記錄保存(職業安全衛生管理辦法第八十條)：

雇主依規定實施之定期檢查、重點檢查，應就下列事項記錄，並保存三年：

- (1) 檢查年月日。
- (2) 檢查方法。
- (3) 檢查部分。
- (4) 檢查結果。
- (5) 實施檢查者之姓名。
- (6) 依檢查結果應採取改善措施之內容。

10. 危險性機械、設備操作人員：

就法規上而言，職業安全衛生法第十六條、第二十四條就其設置檢查及操作人員資格規範，相關引用法規尚有職業安全衛生法施行細則第十九條、第二十條、第二十一條規定，職業安全衛生教育訓練規則第二條、第十二條、十三條及十四條等法規；操作人員依職業安全衛生法第二十四條規定，須依職業安全衛生教育訓練規則接受安全衛生教育訓練才可進行操作。

勞工、主管人員及職業安全衛生管理人員實施檢查、檢點時，發現對勞工有危害之虞者，應即報告上級主管。另雇主依規定實施自動檢查，發現有異常時，應立即檢修及採取必要措施。

2.3.3 噪音作業危害預防

依職業安全衛生設施規則第三百條規定，雇主對於發生噪音之工作場所，應依下列規定辦理：

1. 勞工工作場所因機械設備所發生之聲音超過九十分貝時，雇主應採取工程控制、減少勞工噪音暴露時間，使勞工噪音暴露工作日八小時日時量平均不超過(1)表列之規定值或相當之劑量值，且任何時間不得暴露於峰值超過一百四十分貝之衝擊性噪音或一百十五分貝之連續性噪音；對於勞工八小時日時量平均音壓級超過八十五分貝或暴露劑量超過百分之五十時，雇主應使勞工戴用有效之耳塞、耳罩等防音防護具。

- (1) 勞工暴露之噪音音壓級及其工作日容許暴露時間如下列對照表：

工作日容許暴露時間（小時）	A權噪音音壓級（dbA）
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1	105
1/2	110
1/4	115

(2) 勞工工作日暴露於二種以上之連續性或間歇性音壓級之噪音時，其暴露劑量之計算方法為：

$$\frac{\text{第一種噪音音壓級之暴露時間}}{\text{該噪音音壓級對應容許暴露時間}} + \frac{\text{第二種噪音音壓級之暴露時間}}{\text{該噪音音壓級對應容許暴露時間}} + \dots = > < 1$$

其和大於一時，即屬超出容許暴露劑量。

(3) 測定勞工八小時日時量平均音壓級時，應將八十分貝以上之噪音以增加五分貝降低容許暴露時間一半之方式納入計算。

2. 工作場所之傳動馬達、球磨機、空氣鑽等產生強烈噪音之機械，應予以適當隔離，並與一般工作場所分開為原則。
3. 發生強烈振動及噪音之機械應採消音、密閉、振動隔離或使用緩衝阻尼、慣性塊、吸音材料等，以降低噪音之發生。
4. 噪音超過九十分貝之工作場所，應標示並公告噪音危害之預防事項，使勞工周知，並使用防護具維護操作員工的健康。

職業安全衛生設施規則中規定勞工暴露八小時日時量平均音壓級不超過 90dB (A)，然勞工因生理結構、個人差異等原因，仍有產生聽力損失危害之機率，因此規定作業現場八小時日時量平均音壓級大於 85dB (A) 或暴露劑量超過百分之五十之暴露勞工，需定期接受聽力檢查，以進一步保障其聽力。由於噪音暴露導致的聽力損失為漸進、無痛的，初期自高頻開始，故勞工在早期不易注意到，直至察覺時聽力閾值已變大，聽力受損已嚴重。定期實施聽力檢查可使雇主與勞工瞭解其聽力狀況，當聽力有變化時可提供警訊，提早預防避免聽力損失。

於勞工接受特殊體格及健康檢查前幾天告知其注意事項，要求勞工確實遵守，以確保檢查資料的準確性(勞工聽力保護計畫指引第四版)。

1. 受測者在聽力檢查前一天需睡眠充足，且勿酗酒。
2. 受測者於聽力檢查前 14 小時以上，避免 80 分貝以上噪音暴露，如無法避免，應佩戴防音防護具。
3. 受測者必須在 5 分鐘前到達檢查室，以避免因過度運動所造成測試結果之誤差。
4. 由醫師、護理師或聽力檢查人員詢問病史及測試溝通能力。依據國內外研究文獻發現，聽力損失的病人與配對的對照組相比，在

控制吸菸及飲酒習慣與居家環境噪音暴露之後，工作上有化學物質暴露者，其危險比增加 1.5 至 3.5 倍。推論工作中有化學物質暴露者，很有可能對聽覺神經損害造成聽力損失，且與噪音傷害高音頻聽力不同的是，連語言常用的音頻區（500Hz 到 2kHz）都同時受到損傷。因此問診時應詢問勞工對於諸如三氯乙烯、苯類（包含甲苯、二甲苯和苯乙烯）、二硫化碳、砷、鉛、硒、有機汞、有機錫等化學物質的暴露情形。

5. 由醫師檢查受測者耳道，必要時清除可能影響測試結果的耳垢。

2.3.4 高架作業危害預防

於職業安全衛生法第六條、第十八條、第十九條對於高架作業均有明確的規範。再生水廠作業雖無高架作業，但其作業環境以池槽居多，且深度均超過二公尺，故適用高架作業之安全規範。

依高架作業勞工保護措施標準第三條：本標準所稱高架作業，係指雇主使勞工從事下列作業：

1. 未設置平台、護欄等設備而已採取必要安全措施，其高度在二公尺以上者。
2. 已依規定設置平台、護欄等設備，並採取防止墜落之必要安全措施，其高度在五公尺以上者。

前項高度之計算方式依下列規定：

1. 露天作業場所，自勞工站立位置，半徑三公尺範圍內最低點之地面或水面起至勞工立足點平面間之垂直距離。
2. 室內作業或儲槽等場所，自勞工站立位置與地板間之垂直距離。

並適用於營造安全衛生設施標準相關規定；高架作業容易造成昏眩，導致墜落災害，防墜設施之設置有其必要性，一般防止設施有設置護欄、護蓋、張掛安全網、使勞工佩掛安全帶、設置警示線系統、限制作業人員進入管制區、防墜警告標示等防墜防護措施。

2.3.5 高差 1.5 公尺以上處所作業危害預防

再生水廠作業雖無高架作業，但現場作業環境有潛在高差之虞，且當高差大於 1.5 公尺時，人員將有跌落及墜落之危害。因此於職業安全衛生法第六條第 1 項第 5 款及職業安全衛生設施規則法第二百二十八條對於高差 1.5 公尺以上處所，均有明確的下列規範：

1. 雇主應防止有墜落、物體飛落或崩塌等之虞之作業場所引起之危害。(職業安全衛生法第六條第 1 項第 5 款)
2. 雇主對勞工於高差超過一．五公尺以上之場所作業時，應設置能使勞工安全上下之設備。(職業安全衛生設施規則法第二百二十八條)

因此大多現場既有高差危害均可透過安全上下之設備進行改善(如樓梯)，但基於現場作業臨時需求性，大多作業項目均會使用合梯，也就是俗稱的工作梯，且往往使用之高度均大於 1.5 公尺以上。故依職業安全衛生設施規則第二百三十條，對於合梯有以下規定：

3. 具有堅固之構造。
4. 其材質不得有顯著之損傷、腐蝕等。
5. 梯腳與地面之角度應在 75 度以內，且兩梯腳間有金屬等硬質繫材扣牢，腳部有防滑絕緣腳座套。
6. 有安全之防滑梯面。

雇主不得使勞工以合梯當作二工作面之上下設備使用，並應禁止勞工站立於頂板作業。

上述所提及之合梯高度須低於 2 公尺；於高度 2 公尺以上從事高架工作，必須搭設施工架。

2.4 作業環境監測

依據職業安全衛生法第十二條，雇主對於中央主管機關定有容許暴露標準之作業場所，應確保勞工之危害暴露低於標準值。前項之容許暴露標準，由中央主管機關定之。雇主對於經中央主管機關指定之作業場所，應訂定作業環境監測計畫，並設置或委託由中央主管機關認可之作業環境監測機構實施監測。但中央主管機關指定免經監測機構分析之監測項目，得僱用合格監測人員辦理之。雇主對於前項監測計畫及監測結果，應公開揭示，並通報中央主管機關。中央主管機關或勞動檢查機構得實施查核。前二項之作業場所指定、監測計畫與監測結果揭示、通報、監測機構與監測人員資格條件、認可、撤銷與廢止、查核方式及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

依職安法第十二條第三項以及職安法施行細則第十七條規定，應訂定作業環境監測計畫及實施監測之作業場所如下：

1. 設置有中央管理方式之空氣調節設備之建築物室內作業場所。
2. 坑內作業場所。
3. 顯著發生噪音之作業場所。
4. 下列作業場所，經中央主管機關指定者：
 - (1) 高溫作業場所。
 - (2) 粉塵作業場所。
 - (3) 鉛作業場所。
 - (4) 四烷基鉛作業場所。
 - (5) 有機溶劑作業場所。
 - (6) 特定化學物質之作業場所。
5. 其他經中央主管機關指定公告之作業場所。

另勞工作業環境監測實施辦法第十條規定，雇主實施作業環境監測前，應就作業環境危害特性、監測目的及中央主管機關公告之相關

指引，規劃採樣策略，並訂定含採樣策略之作業環境監測計畫，確實執行，並依實際需要檢討更新。前項監測計畫，雇主應於作業勞工顯而易見之場所公告或以其他公開方式揭示之，必要時應向勞工代表說明。雇主於實施監測十五日前，應將監測計畫依中央主管機關公告之網路登錄系統及格式，實施通報。但依前條規定辦理之作業環境監測者，得於實施後七日內通報。

勞工作業環境監測實施辦法第十之一條：前條監測計畫，應包括下列事項：

- (1) 危害辨識及資料收集。
- (2) 相似暴露族群之建立。
- (3) 採樣策略之規劃及執行。
- (4) 樣本分析。
- (5) 數據分析及評估。

勞工作業環境監測實施辦法第十一條：雇主實施作業環境監測時，應設置或委託監測機構辦理。但監測項目屬物理性因子，或得以直讀式儀器有效監測之下列化學性因子者，得僱用乙級以上之監測人員，或委由執業之工礦衛生技師辦理：

- (1) 二氧化碳。
- (2) 二硫化碳。
- (3) 二氯聯苯胺及其鹽類。
- (4) 次乙亞胺。
- (5) 二異氰酸甲苯。
- (6) 硫化氫。
- (7) 汞及其無機化合物。
- (8) 其他經中央主管機關指定公告者。

勞工作業環境監測實施辦法第十二條：雇主依前二條訂定監測計畫，實施作業環境監測時，應會同職業安全衛生人員及勞工代表實施。前項監測結果應記錄，並保存三年。但屬聯苯胺及其鹽類、4-胺基聯苯及其鹽類等、 β -萘胺及其鹽類、二氯聯苯胺及其鹽類、 α -萘胺及其鹽類、鄰-二甲基聯苯胺及其鹽類、二甲氧基聯苯胺及其鹽類、鉍及其化合物、次乙亞胺、氯乙烯、苯、石棉、鉻酸及其鹽類、砷及其化合物、重鉻酸及其鹽類、煤焦油、鎳及其化合物、硫酸、三氯乙烯、四氯乙烯等化學物質者，應保存三十年；粉塵之監測紀錄應保存十年。第一項之監測結果，雇主應於作業勞工顯而易見之場所公告或以其他公開方式揭示之，必要時應向勞工代表說明。雇主應於採樣或測定後四十五日內完成監測結果報告，通報至中央主管機關指定之資訊系統。所通報之資料，主管機關得作為研究及分析之用。

作業環境監測計畫通報參考格式如下(作業環境監測指引附件)：

- (1) 事業單位基本資料
- (2) 危害辨識及資料收集：
 - A. 物理性危害因子：噪音、綜合溫度熱指數。
 - B. 化學性危害因子：
 - a. 製造、處置或使用之化學品清單。
 - b. 化學品主要運作區域或部門。

- c. 化學品名稱、主要成分(CAS No)。
- d. 基本物化特性。
- e. GHS 危害分類。
- f. 其他健康危害。

(3) 相似暴露族群 (Similar Exposure Group, SEG) 之建立：

- A. 部門/製程/工作區名稱。
- B. 製程/工作區工作人數。
- C. 製程/工作流程說明。
- D. 化學品使用情形(運作量、運作方式、人員配置及位置)。
- E. 現場危害控制方式。

(4) 採樣策略之規劃及執行：

- A. 優先監測之相似暴露族群。
- B. 監測處所。
- C. 樣本數目。
- D. 監測人員資格及執行方式。
- E. 勞動部公告之採樣分析建議方法或其他有科學根據之方法。

(5) 樣本分析：

- A. 物理性因子分析項目。
- B. 化學性因子得以直讀式儀器有效監測項目。
- C. 勞動部公告之採樣分析建議方法或其他有科學根據之方法。

(6) 數據分析及評估：

- A. 統計分析。
- B. 歷次監測結果比較。
- C. 監測成效評估。

雇主對作業環境監測結果，除符合法規要求實施分級管理外，應建立及維持適當之評估程序，依評估結果應採取防範或控制之程序或方案，以消除或控制所辨識出之危害，並依下列優先順序進行預防及控制措施，完成後應評估其結果並記錄：

- (1) 消除危害。
- (2) 經由工程控制或管理控制從源頭控制危害。
- (3) 設計安全之作業制度，將危害影響減至最低。
- (4) 當上述方法無法有效控制時，應提供適當且充足之個人防護具，並採取措施確保防護具之有效性。

作業環境監測主要係掌握勞工作業狀態及暴露狀況，然而決定環境監測的成敗與否，是取決於對廠內作業狀況的瞭解程度，為了避免往後過多的勞雇糾紛，及讓勞雇雙方瞭解廠內的危害狀況，如何共同營造更美好，健康的環境，仰賴一次一次成功的環境監測。但是如何確保環境監測的有效性及代表性？廠內可運用查核表實施查核，以確認每次環境監測的有效性及代表性。

2.5 消防安全設備檢修申報

在再生水廠機能日趨複雜，促使發生火災的危險因子也隨之增加，於是我國相關消防法規中對於各類建築物均訂定消防安全設備設置標準之規定，以透過檢修申報方式，降低火災機率，並及時加以控制，以保障再生水廠作業人員生命與財產安全。

為確保再生水廠消防安全，其再生水廠管理權人(廠長)應行作為如下：

1. 委託專業技職人員辦理審查(消防法第九條)

應設置消防安全設備場所，其管理權人應委託消防設備師或消防設備士，定期檢修消防安全設備，其檢修結果應依限報請當地消防機關備查；消防機關得視需要派員複查。但高層建築物或地下建築物消防安全設備之定期檢修，其管理權人應委託中央主管機關審查合格之專業機構辦理。

2. 定期檢修消防安全設備項目(消防法施行細則第六條)

外觀檢查：經由外觀判別消防安全設備有無毀損，及其配置是否適當。

性能檢查：經由操作判別消防安全設備之性能是否正常。

綜合檢查：經由消防安全設備整體性之運作或使用，判別其機能。

前項各款之檢查，於各類場所消防安全設備設置標準規定之甲類場所，每半年實施一次，甲類以外場所，每年實施一次。

第一項消防安全設備之檢修項目、檢修基準及檢修結果之申報期限，由中央消防機關定之。

3. 定期檢修申報期間(各類場所消防安全設備檢修及申報作業基準)

管理權人申報其檢修結果之期限，其為各類場所消防安全設備設置標準規定之甲類場所者，每半年一次，即每年六月三十日及十二月三十一日前申報；甲類以外場所，每年一次，即每年十二月三十一日前申報。至檢修之期限仍依消防法施行細則第六條第一項規定，甲類場所，每半年乙次，甲類以外場所，每年乙次。

前項每次檢修時間之間隔，甲類場所不得少於五個月，甲類以外之場所不得少於十一個月。

檢修報告書上有記載消防安全設備不符合規定項目時，管理權人應加填消防安全設備改善計畫書，併消防安全設備檢修申報表向當地消防機關申報。

辦理消防安全設備檢修工作之消防設備師(士)或檢修機構，應製作消防安全設備檢修報告書交付管理權人。檢查結果發現有缺失時，應立即通知管理權人改善。

再生水廠並非甲類場所列舉之範圍內，因此屬甲類以外之場所。

4. 遴用防火管理人(消防法第十三條、消防法施行細則第十三條)

一定規模以上供公眾使用建築物，應由管理權人遴用防火管理人，責其製定消防防護計畫，報請消防機關核備，並依該計畫執行有關防火管理上必要之業務。

地面樓層達十一層以上建築物、地下建築物或中央主管機關指定之建

建築物，其管理權有分屬時，各管理權人應協議製定共同消防防護計畫，並報請消防機關核備。防火管理人遴用後，應報請直轄市、縣（市）消防機關備查；異動時，亦同。

上述依消防法所定一定規模以上供公眾使用建築物，其範圍如下：

- (1) 電影片映演場所（戲院、電影院）、演藝場、歌廳、舞廳、夜總會、俱樂部、保齡球館、三溫暖。
- (2) 美容院（觀光理髮、視聽理容等）、指壓按摩場所、錄影節目帶播映場所（MTV 等）、視聽歌唱場所（KTV 等）、酒家、酒吧、PUB、酒店（廊）。
- (3) 觀光旅館、旅館。
- (4) 總樓地板面積在五百平方公尺以上之百貨商場、超級市場及遊藝場等場所。
- (5) 總樓地板面積在三百平方公尺以上之餐廳。
- (6) 醫院、療養院、養老院。
- (7) 學校、總樓地板面積在二百平方公尺以上之補習班或訓練班。
- (8) 總樓地板面積在五百平方公尺以上，其員工在三十人以上之工廠或機關（構）。
- (9) 其他經中央主管機關指定之供公眾使用之場所。

5. 消防防護計畫執行(消防法施行細則第十五條)

依消防法第十三條所稱消防防護計畫應包括下列事項：

- (1) 自衛消防編組：員工在十人以上者，至少編組滅火班、通報班及避難引導班；員工在五十人以上者，應增編安全防護班及救護班。
- (2) 防火避難設施之自行檢查：每月至少檢查一次，檢查結果遇有缺失，應報告管理權人立即改善。
- (3) 消防安全設備之維護管理。
- (4) 火災及其他災害發生時之滅火行動、通報聯絡及避難引導等。
- (5) 滅火、通報及避難訓練之實施；每半年至少應舉辦一次，每次不得少於四小時，並應事先通報當地消防機關。
- (6) 防災應變之教育訓練。
- (7) 用火、用電之監督管理。
- (8) 防止縱火措施。
- (9) 場所之位置圖、逃生避難圖及平面圖。
- (10) 其他防災應變上之必要事項。

遇有增建、改建、修建、室內裝修施工時，應另定消防防護計畫，以監督施工單位用火、用電情形。

檢修申報推動之主要目的(內政部消防署資訊網):

1. 消防安全設備係屬於維護生命財產之重要設備，消防安全設備不似建築物內日常使用之昇降設備、空調設備、給水、供電設備等，倘若發生故障，不易被發現，造成潛在危險。為避免此情形之發生，法律賦予管理權人應定期委託消防設備師（士）檢修消防安全設備之義務，以於火災發生時，能發揮其應有之預警與保護功能。
2. 若建築物係屬於供公眾使用之用途，則其消防安全設備是否能夠在危

機發生時發揮正常功能，並給予人員預警與保護，除攸關管理權人自身安全外，對於其他不特定人員之安全，更是負有重大責任，輕忽不得。因此依法律賦予管理權人委託消防專技人員檢修消防安全設備，並向消防機關申報之義務。

3. 建築物消防安全設備檢修，乃是希望以消防安全設備檢修人員專業知識，了解設備的性能，預先發現問題，據以提出改善計畫，並對於建築物資料檔案予以彙整與建立，日後若不慎發生火災，消防搶救單位將更能掌握現場狀況與時效，做出最正確判斷，以達到維護人民生命財產，保障公共安全的目的。

2.6 安全器具及保護用具

在維護操作管理作業時，如能經由整體改善作業場所之環境條件，以達不需安全偵測器具及安全保護用具為理想境界。然而，基於再生水廠之特殊性，欲改善所有設施至完全不使用安全器具，事實上相當困難。因此，在再生水廠必須備有各項安全器具。表 2.6-1 與 2.6-2 所示為必須準備之保護用準備品及消耗品之例。此外，亦須熟知其使用方法。

表 2.6-1 再生水廠常用之防護器具

防護器具名稱	預防措施之對象	
	危害物之危害途徑	作業名稱
防毒面具 (含濾毒罐)	有吸入有害氣體、蒸氣之虞之作業。	使用特定化學物質、有機溶劑等有害物之作業。 救助作業。 初期滅火作業。
輸氣管面罩	有吸入有害粉塵、氣體、蒸氣或恐有缺氧之虞之作業。	在通風不良所使用特定化學物質、有機溶劑等有害物之作業。 使用非密閉性放射性物質。 在凹坑、槽、船艙、坑道、地下道等通風不良之作業及同場所之救助作業。
空氣呼吸器	有吸入有害粉塵、氣體、蒸氣或恐有缺氧之虞之作業。	在通風不良所使用特定化學物質、有機溶劑等有害物之作業。 使用非密閉性放射性物質。 在凹坑、槽、船艙、坑道、地下道等通風不良之作業及同場所之救助作業。 初期滅火作業。
安全帶	有墜落之虞之作業	在高處作業。 在凹坑等開口部場所之作業。
其他依職業安全衛生法及其他相關法規所規定之事項。		

表 2.6-2 再生水廠常用之防護用具消耗品（#1/3）

防護用具 名稱	規格、形式	預防措施之對象	
		危害物之危害途徑	作業名稱
安全帽	防止飛來、落下 及墜落用	有飛來落下物之危險及有 墜落之虞之作業	- 在土木、建築工程現場之作業與土木、建築工程有關之調查、測量作業 - 與林務、林業有關之指導作業 - 在採石現場之作業機械、設備之維護、管理作業 - 特殊車輛之操作作業 - 使用動物之作業 - 處理垃圾、水肥等作業 - 在高處場所之作業 - 熔接、熔斷、加熱之作業 - 在人孔、坑道、凹坑等之內部及其四周之作業 - 在容易絆倒之場所之作業
	絕緣用	有觸電之虞之作業	- 使用充電電路之作業 - 在充電電路附近之作業 - 使用充電電氣器具、機械之作業 - 在充電電氣器具、機械附近之作業
	乘車用	有交通災害之虞之作業	駕駛摩托車
安全鞋	輕作業 中作業 重作業 • 短鞋 半長鞋	有飛來、落下物之危險及有 踩釘受傷之虞之作業	- 在土木、建築工程現場之作業 - 與土木、建築工程有關之調查、測量作業與林務、林業有關之指導作業 - 採石現場作業 - 使用動物之作業
	• 高腰鞋 長高腰鞋 長鞋 • 外鋼板式 內鋼板式		- 機械、設備之維護、管理作業 - 特殊車輛之操作作業 - 使用重物之作業 - 處理垃圾作業 - 熔接、熔斷、加熱作業 - 在人孔、坑道、凹坑等之內部及其四周之作業 - 在立足地不良場所之作業
防護衣	耐熱用	有熱傷、燙傷之虞之作業	- 在垃圾掩埋場之消防作業 - 與垃圾焚化有關之作業 - 處理多量高熱物體之作業
	衛生用	恐有引起皮膚障害之虞之 作業	使用特定化學物質、有機溶劑等有害物質及其污染物之作業
	耐寒用	有由於寒冷引起障害之虞 之作業	在冷凍室內之作業

表 2.6-2 再生水廠常用之防護用具消耗品（#2/3）

防護用具名稱	規格、形式	預防措施之對象	
		危害物之危害途徑	作業名稱
防護圍裙	安全用	有受火傷、燙傷之虞之作業	• 熔接、熔斷、加熱之作業
	衛生用	有引起皮膚障害之虞之作業	• 使用特定化學物質、有機溶劑等有害物質及其污染之作業
護腕		腕有受燙傷、熱傷之虞之作業	• 熔接、熔斷、加熱之作業
護腳		腳有受燙傷、熱傷之虞之作業	• 熔接、熔斷、加熱之作業
安全眼鏡	防塵用 防酸鹼用 防毒化物用	眼部有受氣體、蒸氣、粉塵等引起障害之虞之作業	• 研削、研磨、粉碎作業 • 處理垃圾作業 • 使用特定化學物質、有機溶劑等有害物質及其污染之作業 • 塗刷作業 • 放射性物質及其污染之作業
	遮光用	眼部有受有害光線引起傷害之虞之作業	• 熔接、熔斷、加熱之作業 • 使用發生有害光線裝置之作業
套鞋		腳有引起放射線障害之虞之作業	• 使用放射性物質及其污染之作業
長鞋	絕緣用	有觸電之虞之作業	• 使用充電電路之作業
	高電壓用	腳有引起放射線障害之虞之作業	• 在充電電路附近之作業
	低電壓用		• 使用充電電氣器具、機械之作業
	衛生用		• 在充電電氣器具、機械附近之作業 • 使用特定化學物質、有機溶劑等有害物質及其污染之作業
手套	安全用	手有受熱傷、燙傷之虞之作業	• 熔接、熔斷、加熱作業 • 處理加熱後之作業
		手有受割傷、刺傷等傷害之虞之作業	• 處理垃圾之作業 • 屠宰作業 • 使用銳利物之作業
	絕緣用	有觸電之虞之作業	• 使用充電電路之作業
	高電壓用 低電壓用		• 在充電電路附近之作業 • 使用充電電氣器具、機械之作業 • 在充電電氣器具、機械附近之作業
	衛生用	手有引起皮膚障害之虞之作業	• 使用特定化學物質、有機溶劑等有害物質及其污染之作業 • 在冷凍室內之作業及處理非常冰冷物之作業
	防震用	手有引起震動障害之虞之作業	• 使用震動顯著工具、機械之作業

表 2.6-2 再生水廠常用之防護用具消耗品（#3/3）

防護用具 名稱	規格、形式	預防措施之對象	
		危害物之危害途徑	作業名稱
安全面罩	防塵用	眼部有受氣體、蒸氣、粉塵等引起障害之虞之作業	• 研削、研磨、粉碎作業 • 處理垃圾作業 • 使用特定化學物質、有機溶劑等有害物質及其污染物之作業 • 消毒作業 • 塗刷作業 • 放射性物質及其污染物之作業
	遮光用	眼部有受有害光線引起傷害之虞之作業	• 熔接、熔斷、加熱 • 使用發生有害光線裝置之作業
救生衣		有淹溺之虞之作業	• 在甲板上作業 • 在海上、河川上等水面上作業
安全背心		有交通災害之虞之作業	• 引導車輛之作業 • 在道路上作業
耳罩消音器		有引起聽力障害之虞之作業	• 使用發電機等動力機械之作業 • 在船等機房內作業 • 在機場之監視作業
耳塞		同上	同上
防塵口罩	僅限有過濾器、排氣閥之物	有吸入有害粉塵之虞之作業	• 研削、研磨、粉碎之作業 • 使用石棉作業 • 處理垃圾作業 • 使用肥料、飼料之作業 • 在解體工程現場作業 • 使用非密閉性放射性物質之作業

安全護具之一般種類與特徵如下：

1. 氣體偵測器

可燃氣體及有害氣體等之主要安全偵測器，目前氣體偵測器多採直讀式，以符合現場操作需求，並以多種偵測器整合成一台偵測器，針對工作環境所產生多種有害物氣體、可燃性氣體、缺氧環境進行偵測。

2. 安全防護器具

維護管理作業上所需之安全防護器具如下：

- (1) 安全帶：將附有救命繩之腰帶裝配在腰部，救命繩之一端固定或託付給其他作業人員固定於牢固處所。
- (2) 頭燈：戴在額頭上之頭燈，其照明範圍雖受限制，但救助作業時，因雙手均可活用，故非常有效。
- (3) 換氣裝置：為移動式，以送風機(吸入機)及送風管(蛇型管)送入新鮮空氣，為安全考慮而換氣，通常送氣較排氣有效。

3. 呼吸防護用具

呼吸防護用具分過濾式及供給式，過濾式對缺氧完全無效，故有缺氧之虞時絕對不可使用。供給式有送氣式及自給式，送氣式如管罩呼吸器，自給式如自動氧呼吸器。有關呼吸防護具之選擇、使用及維護方法，應依國家標準 CNS 14258 Z3035 辦理。

- (1) 管罩呼吸器：此呼吸器由口罩及清淨空氣輸送管所組成，以本人呼吸力或泵浦吸入空氣。管長一般為 15m 以下，超過時，使用空氣壓送泵浦。本法使用簡單，但須注意口罩是否完全靠緊，送氣管不可有損傷。
- (2) 自動氧呼吸器：軟管罩式呼吸器複雜，使用前須經相當訓練。本呼吸器有壓縮氧氣，故不需從外吸入空氣，可在任意場所，於定時內自動呼吸，為最可信賴之呼吸器。使用時間有 1 小時、1.5 小時、2 小時等各種，大型者由於過重（美規已有碳纖鋼較輕），對作業有所妨礙。

4. 其他防護器具

其他防護器具之種類及用途如下：

- (1) 機械修理作業時，穿戴安全帽及安全鞋。
- (2) 接觸污泥及使用藥品時，穿戴塑膠手套及保護衣。
- (3) 在噪音場所作業時，使用耳塞、耳罩等。
- (4) 在多粉塵場所作業時，配戴防塵口罩及保護眼鏡等。

2.7 再生水廠防災

2.7.1 災害種類

1. 地震

地震因規模大小、震央之不同，對於再生水廠池槽及管線之影響也異，因之對於地震而易受危害的設施，於地震後，應即再檢查，並做復原的措施。

2. 水災

颱風、豪雨時，由於大量雨水流入，或放流河川水位高漲，常導致操作上的異常，因此應掌握各地區的降雨特性及放流水體狀況，於流入量增加時，變更抽水站、揚水站、再生水廠的操作，而各設施、機械也有防止故障的措施，以及應變操作的能力。並於颱風前檢討其可能帶來的狀況，預做應變的規劃。

3. 水質異常

進流水質及水量的異常，對於處理機械能力及放流水體皆會造成不良影響，依各再生水廠收集背景及處理設施不同，應先瞭解其來源及水質訂定應變對策，於水質及水量異常時立即處置。

4. 火災或瓦斯爆炸

再生水廠內火災或瓦斯爆炸，依地點而影響系統功能，應視各單元及設備訂定相對應措施。

5. 設施故障

設施設備的故障，主要可分為機械事故及電機事故，因發生規模和地點之不同，其對機能之影響也有很大的不同。

尤其是自來水或電力系統為共同整體設施，其故障將立刻影響到整體系統，另進水抽水機、鼓風機也直接構成處理機能的障礙，因之對於各種設施之機能、安全、衛生管理應充分了解，並訂定應變措施。

6. 廠內災害

- (1) 不正確型態之保養作業
- (2) 操作疏忽
- (3) 設計缺失
- (4) 工程災變
- (5) 化學災變(廠內危險物質化學災變)

2.7.2 建立防災體系

對於自然災害及異常災害的緊急對策，最重要的莫過於建立防災組織體系，其基本之組成例如下：



對於防災組織體制，應具機動能力，可達隨時動員應變之準備和完善之準備計畫，尤其組織要單純化、容易動員、即時可動員之技術專員用宿舍、緊急連絡系統、人員之緊急配置、防災器材之配置及支援體制，皆為重要防災必備之條件。

2.7.3 緊急事故的對策

緊急事故對策為供參考，以四種狀況之對策討論之。

1. 颱風、暴雨

(1) 資訊收集

A. 氣象預報之收集

依過去之經驗，可能造成之災害狀況，做為動員體制之參考。

B. 淹水可能地點之掌握

事先預測排水區域內可能造成淹水地點之掌握，並隨時掌握該等地點之資訊。

(2) 應急器材之準備

通常應就事故之可能發生，準備妥應急器材，並確認其數量、種類、放置位置、使用方法等加以充分的把握。

A. 保安對策上的器材、機具等

水桶、電線、交通指揮電燈、指揮旗、無線電對講機、衛星通訊器材、移動式發電機、投光器、擴音器、缺氧及各種氣體偵測器等。

B. 作業器材、機具等

布袋、砂、編號牌、角材、木板、沉水泵、消毒設備、排氣機、插座及延長線、鎗子、瓦斯熔接機、吊車、墊角、三叉、軟水管、照相機、交通錐、連桿及警示燈各種工具等。

C. 其他

雨衣、手套、長統靴、安全帶、救生繩、急救箱、緊急用檯架、作業車、連絡車。

2. 異常流量時抽水站、再生水廠之運轉

(1) 資訊收集

由氣象單位、各地方防災應變機構即時收集資訊，確立應變體制。掌握地震多災害設施之狀況，對破損之程序大小建立名冊，並就發生地震時的地點、位置加以決定。

(2) 應急器材準備

水桶、電線、交通指揮電燈、指揮旗、無線電對講機、衛星通訊器材、移動式發電機、投光器、擴音器、缺氧及各種氣體偵測器等。

(3) 抽水站、再生水廠等之運轉操作

布袋、砂、編號牌、角材、木板、沉水泵、消毒設備、排氣

機、插座及延長線、鎗子、瓦斯熔接機、吊車、墊角、三叉、軟水管、照相機各種工具等。

(4) 其他

雨衣、手套、長統靴、安全帶、救生繩、急救箱、緊急用檯架、作業車、連絡車。

3. 不良水質之流入影響處理機能及放流水水質

應即掌握狀況，向環保機關報備，並進而追蹤流入來源、水質項目及其影響。

(1) 應急對策

為防止造成長時間的影響，應採取下列對策：

- A. 依緊急應變措施進行操作運轉、處理。
- B. 必要時採取管內或貯留池貯留、限制流入處理設施。必要時進行無害化處理。

(2) 原因的查明

- A. 幹管定點之監測。
- B. 進入事業單位之檢查。
- C. 加強檢測體制，包括確立簡單測定法、水質共同檢測。

(3) 事業處理

事後的處理，必須有事業者的配合，並對問題的充分檢討：

- A. 防止再發生之對策。
- B. 對於肇事者之處分及輔導。
- C. 賠償損壞費用。
- D. 記錄、報告做為未來之參考。

4. 危險物、夾雜物流入

- (1) 首先應預測危險性及災害種類、規模，除向相關機關通報外，並應檢討對鄰近居民及行人之安全。
- (2) 狀況的把握同時做原因的制定。
- (3) 防止發生災害。

對於可燃性、揮發性物質的流入、污染狀況的監測，並對居民的宣導活動，對消防署的通報。

5. 設施設備故障

廠區設備或設施發生故障時，廠商應立即修復。若無法立即修復時，應於三日內提送書面報告，詳述原因並評估改善辦法及修復期限，經機關同意後繼續履行契約之責任。

2.7.4 災害預防措施

對於不良水質的排水，可防止發生於未然，使災害降至最少，可採取：

- 1. 針對事業之水質監測設置。
- 2. 預先處理設施專責制度之確立。
- 3. 輔導或提供事業單位操作管理手冊等。

若因颱風、地震、山崩、豪雨、洪水等天然災害或非人力所能抗拒之意外，導致設備或設施損壞時，廠商應全力支援搶修，及早恢復。

2.7.5 法定檢驗(含環保法令)相關工作

一般再生水廠應依據相關法令規章委託合格廠商定期辦理下列檢驗工作：

1. 消防安全設備檢修申報：每年一次。
2. 危險性機械及設備安全檢查：吊升荷重在三公噸以上之固定式或移動式起重機每兩年一次。
3. 建築物升降設備安全檢查：每年一次。
4. 作業環境監測通報及申報：每半年一次。
5. 建築物公共安全檢查簽證及申報：依再生水廠類別及規模所訂定之頻率辦理。
6. 高低壓電氣設備定期檢測：每六個月至少檢驗一次，每年應至少停電檢驗一次。
7. 排放水質及污泥餅溶出檢驗：依據水污染防治措施及檢測申報管理辦法第八十三條視再生水廠規模所訂定之頻率辦理。

2.8 能資源管理

再生水廠應導入節省能源、減少溫室氣體排放、保護環境、避免浪費、經濟耐用等綠色永續內涵，採用符合環保、節能減碳概念之綠色工法及綠色材料等設計構想，以符合永續公共工程，落實節能減碳之政策。

再生水處理廠會影響整廠能耗的主要因素可歸納為：馬達、泵浦及照明等。初步研擬相關節能措施如下：

1.馬達

採用高效率馬達或有節能標章認證之產品。例如：依 CNS14400 標準，挑選高於此規範值之高效率馬達、採用直流無刷馬達取代傳統感應式馬達。

2.泵浦

採用操作點接近最佳效率點之泵浦、裝設變頻器調整轉數，依據進流量多寡調整流量及揚程，降低泵浦啟停頻率，減少耗電量。其他節能方式，如：適時關閉不必要的泵浦、依照流量需求更換合適之泵浦規格或換用合適之葉輪、改用高效率型式泵浦、定期矯正泵浦與電動機之軸心及定期清理整修管路等。

3.照明

採用高發光效率之光源及燈具，如無汞螢光燈、高頻無極螢光燈、平面螢光燈、高顯色性高壓鈉燈、T5 螢光燈及 LED 燈等。

4. 污泥脫水機

採用能獲得含水率低污泥餅之污泥脫水機，使脫水污泥含水率可降至

75~80%，節省後續污泥處理費用及運輸能源。

5. 管線佈設

可考量以 HDPE 管為佈設之管材，其具有耐候、耐震、耐衝擊及管撓韌性等特性，且本身為惰性無極性物料，在與管線中含一般化學物質之污水亦不發生反應產生毒性，為一綠色管線材料。

表 2.8-1 具體之綠色內涵代表工項

工作項目	綠色說明
鼓風機及泵浦	採用高效能變頻式可節省能源
廠區照明	採用 LED 照明，可拉長壽命、減低耗電量、發熱量、安全無污染
污泥脫水機	採用含水率低的型式，可節省後續污泥處理費用及運輸能源
廠區內管線佈設	採用 HDPE 管，具耐候、耐震、耐衝擊及管撓韌性

2.9 緊急應變

在職業安全衛生範疇中或是環保工作均有緊急應變機制，其用意在於減少意外事故災害擴大，搶救人員與設施可於災害發生時之黃金時間進行搶救、疏散等必要行動。

緊急應變計畫內容應包括：

1. 緊急應變處理組織系統
2. 緊急應變之通報程序
3. 緊急應變措施之研擬
4. 訓練計畫

並配合計畫內容定期進行緊急應變之演練，以備緊急事故發生時，立即進行適當緊急應變，以確保人員設備安全及處理廠正常運轉。緊急應變計畫書訓練計畫之內容訂定後，先進行乙次緊急應變計畫演練，其後每年演習乙次，每次不得少於 4 小時。

2.9.1 緊急應變組織指揮體系及警報、通報流程

再生水廠之緊急應變組織係屬臨時性之任務編組，透過緊急應變計劃模擬訓練，以熟悉防災指揮體系之運作，防災技術及程序運作以及緊急通報系統、防災器材之配備及支援工作等，其編組之原則以充份授權予現場主管，除非災情無法控制時，才需透過上層來裁示與指揮，否則任何異常發生時，應力求各單位應有獨立處理的能力（因為現場人員對作業情況最清楚，對異常之處理亦最容易排除）。緊急應變處理組織架構如圖 2.9-1 所示。

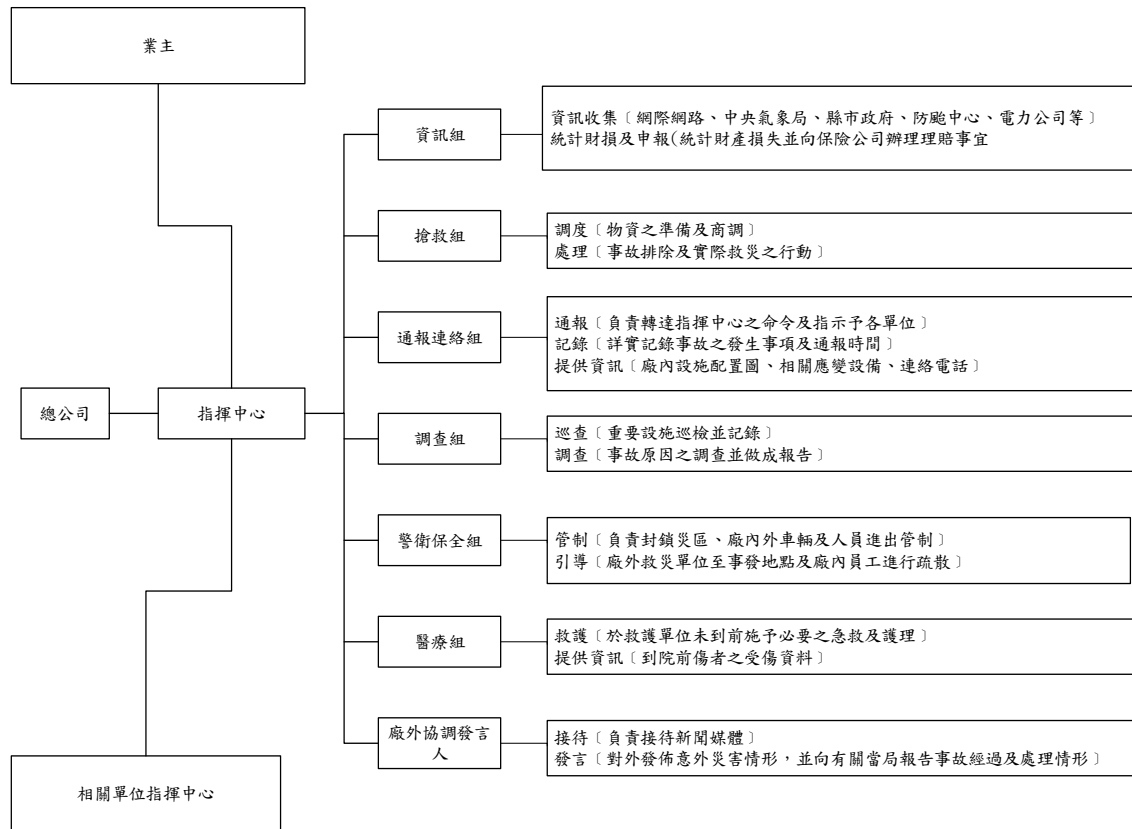


圖 2.9-1 緊急應變處理組織分工

2.9.2 緊急應變措施之研擬與通報程序

緊急事故應以廠內現況加以修正適合現況，並擬定一固定處理流程，以期迅速搶救、搶修，減少損失；提供以下範例供參考，惟各廠仍應以該廠特性建立合宜之緊急應變措施。

1. 停電緊急應變流程(參考圖 2.9-2)
2. 停水緊急應變流程(參考圖 2.9-3)
3. 抽水機緊急應變流程(參考圖 2.9-4)
4. 火災緊急應變流程(參考圖 2.9-5)
5. 暴雨緊急應變流程(參考圖 2.9-6)
6. 地震、海嘯緊急應變流程(參考圖 2.9-7)
7. 人員受傷緊急應變流程(參考圖 2.9-8)

緊急應變體系以各廠內為限，故其支援聯絡網仍舊以廠區內各組間之支援連絡為要，其主要原因在當異常狀況發生時，如災情瞬間擴大或有人員受傷時，光憑一些專業處理人員，恐怕很難將異常狀況控制住，故藉由各部門間平時之編組訓練，以擔任必要時之支援處理搶救或聯絡之工作，此正是支援連絡網建立之原因。當然於災情擴大時，連絡相關之支援搶救機構，如：消防隊、警察局、電機設備、衛生醫療機構等單位協助搶救，所以建立外部支援聯絡表亦是必須，在建立支援連絡網之前，應先確立本廠及搶修承商有那些緊急應變設備，以利廠內應變設備運用之機動性或不足之需要。

任何意外事故發生或異常狀況發生時，為掌握其時效性，其處理與連絡應同時進行，且應迅速透過有線及無線通訊設備按通報程序（詳如圖 2.9-9 緊急應變事故通報流程）儘速完成通報作業，以動員必要人員採取適當措施。

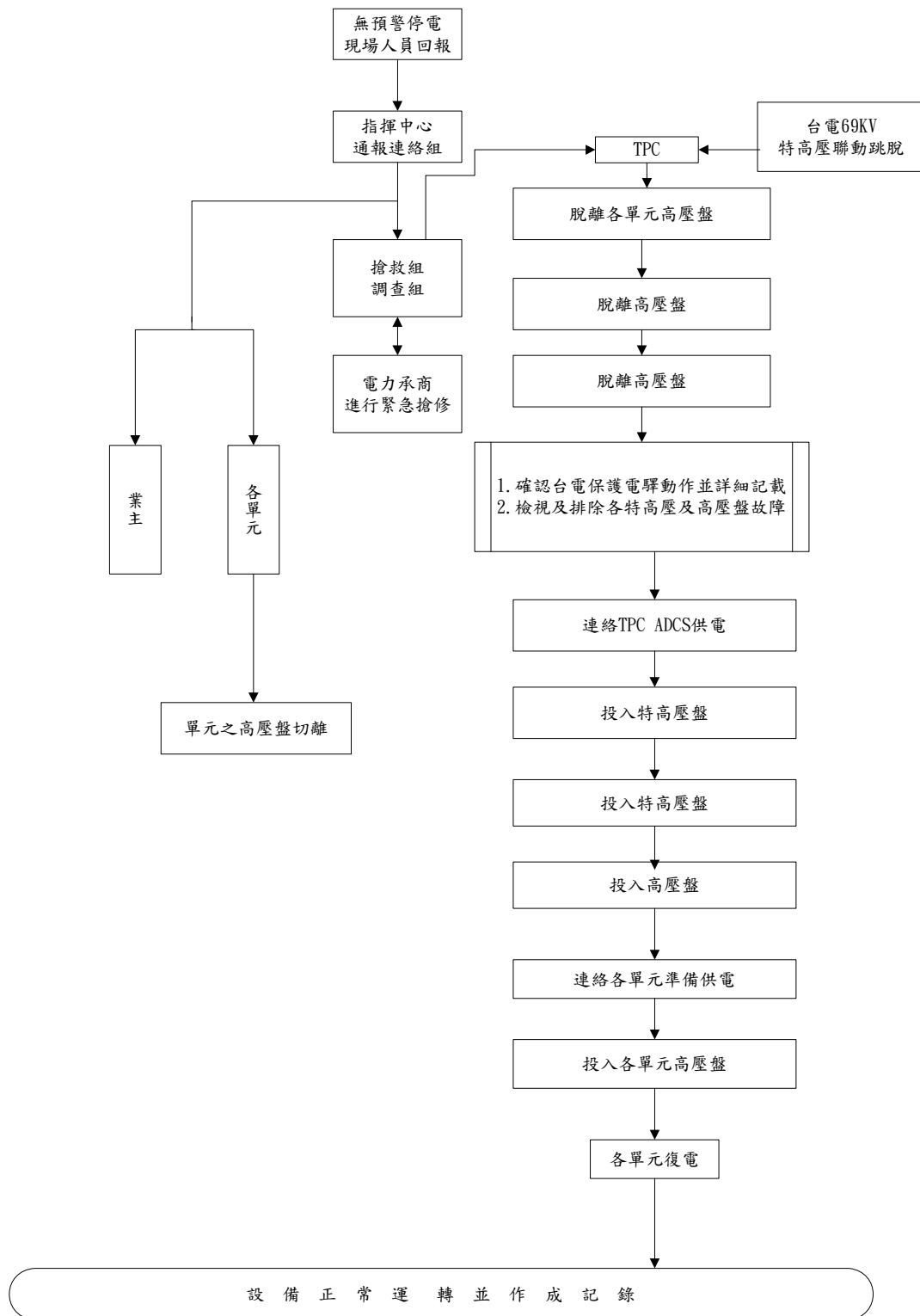


圖 2.9-2 停電緊急應變流程圖

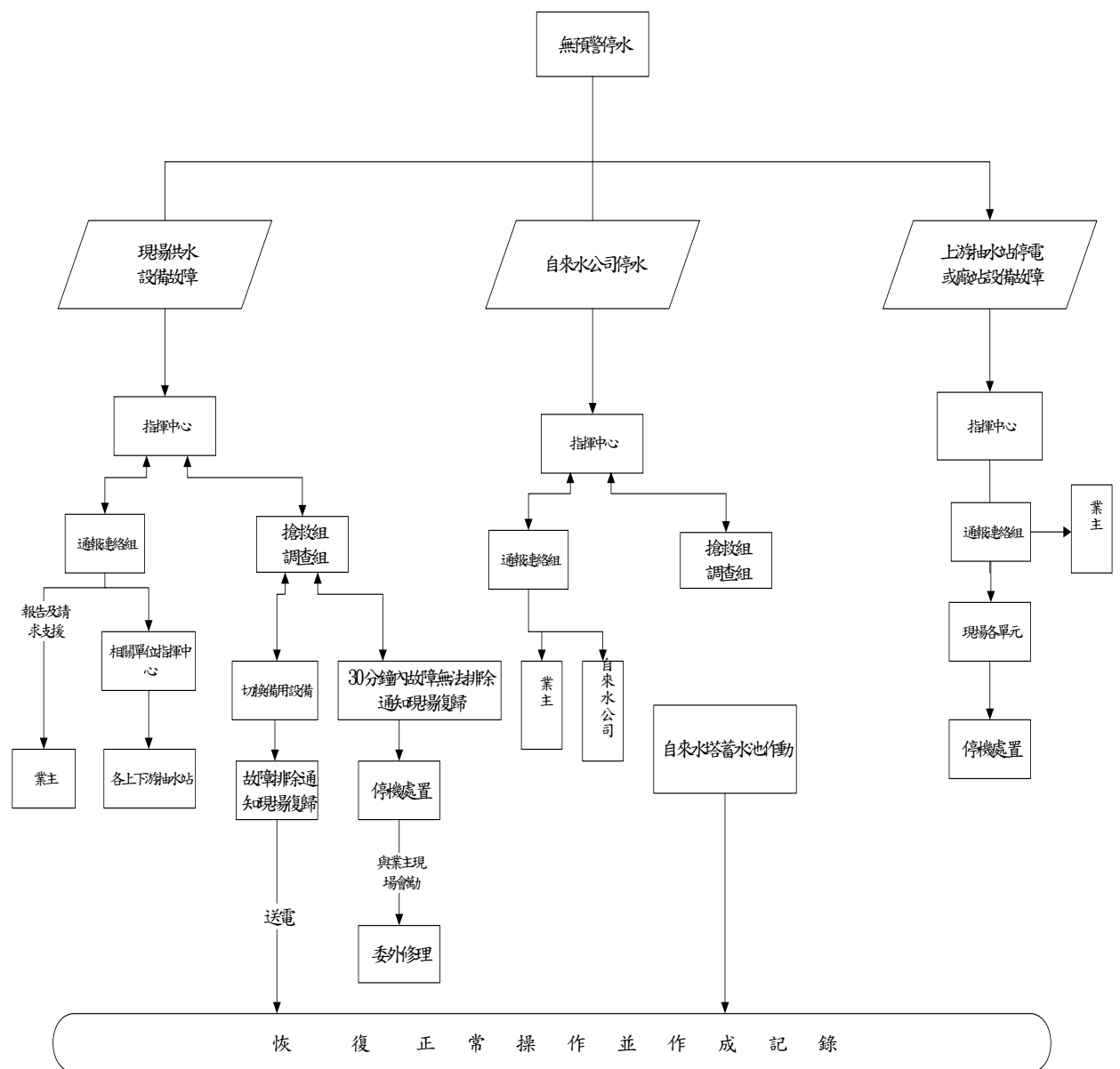


圖 2.9-3 停水緊急應變流程圖

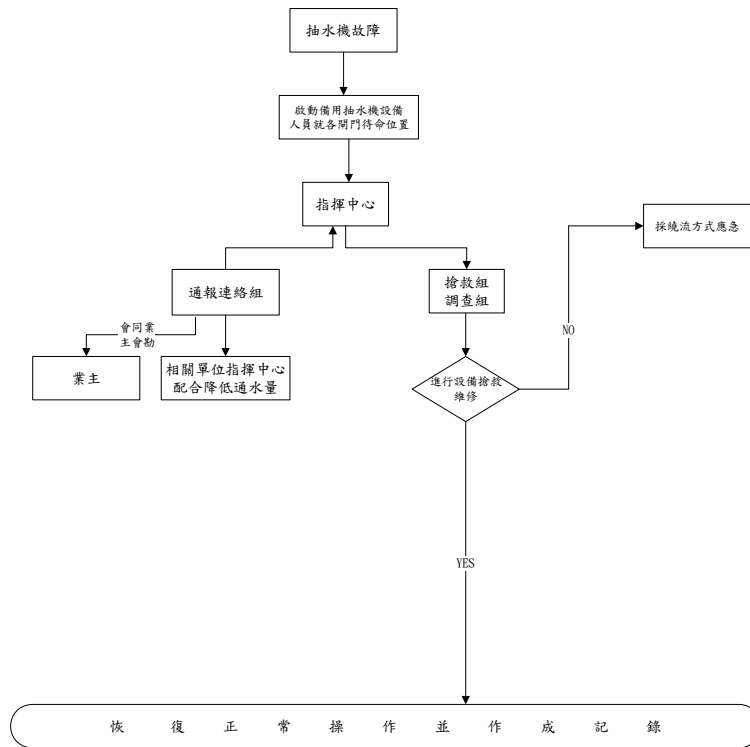


圖 2.9-4 抽水機故障緊急應變程序圖

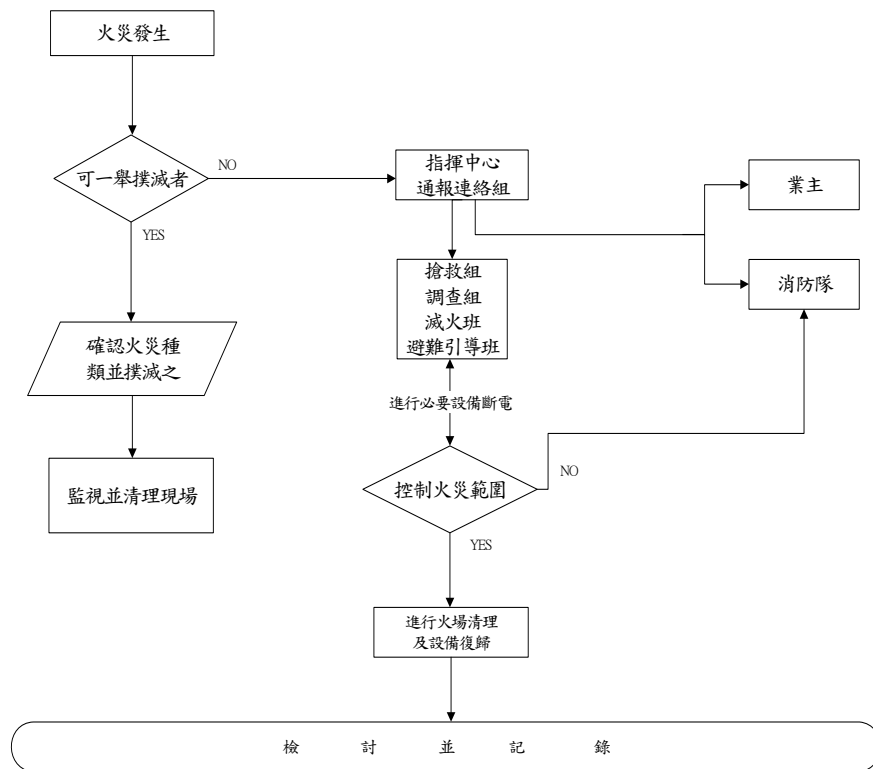


圖 2.9-5 火災緊急應變程序圖

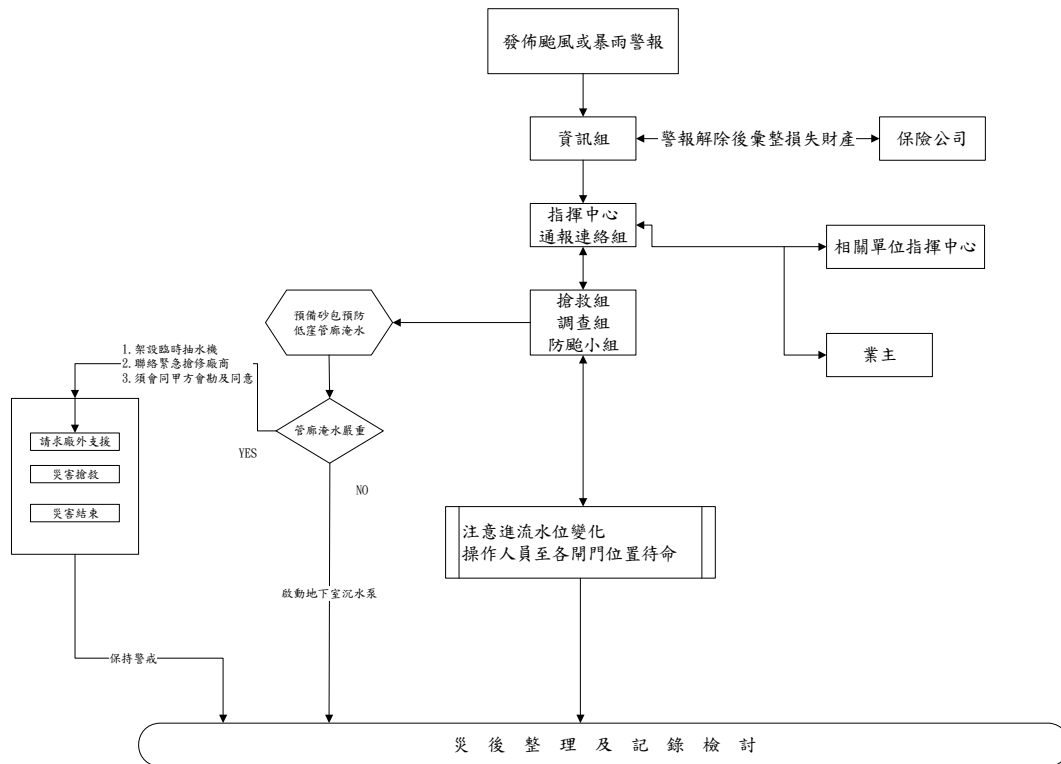


圖 2.9-6 暴雨之緊急應變程序圖

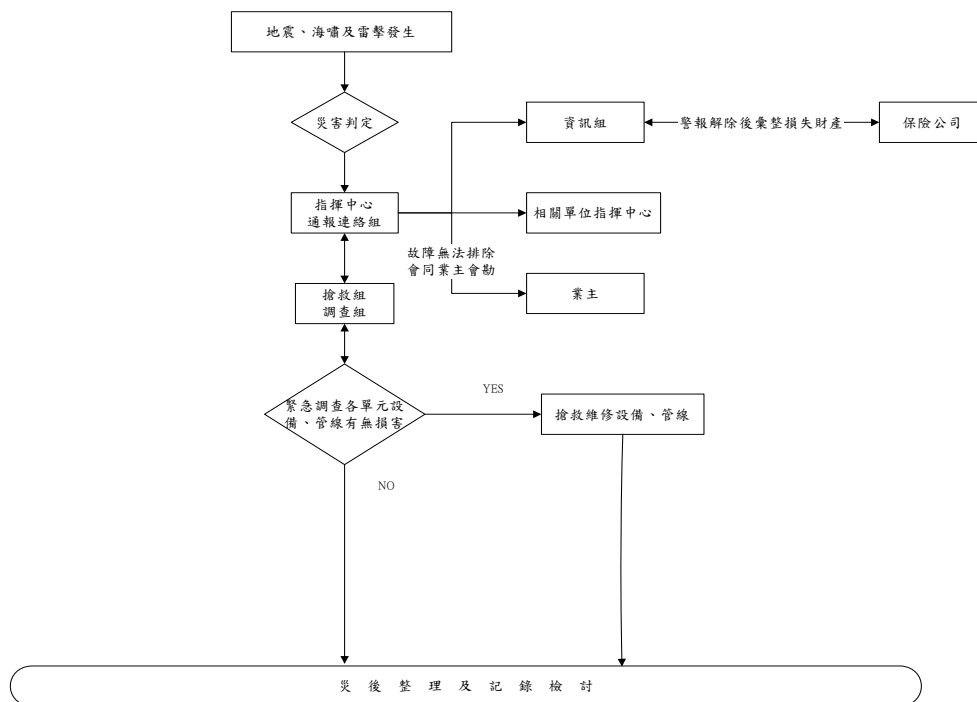


圖 2.9-7 地震、海嘯及雷擊緊急應變程序圖

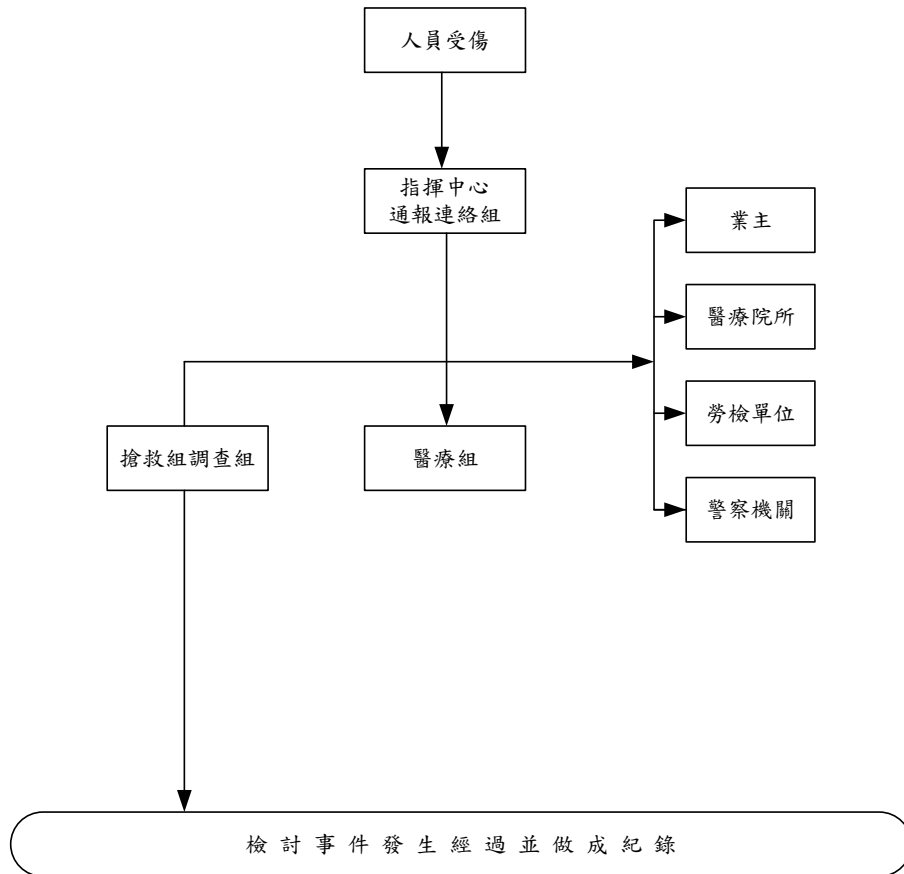


圖 2.9-8 人員受傷之處理緊急應變程序圖

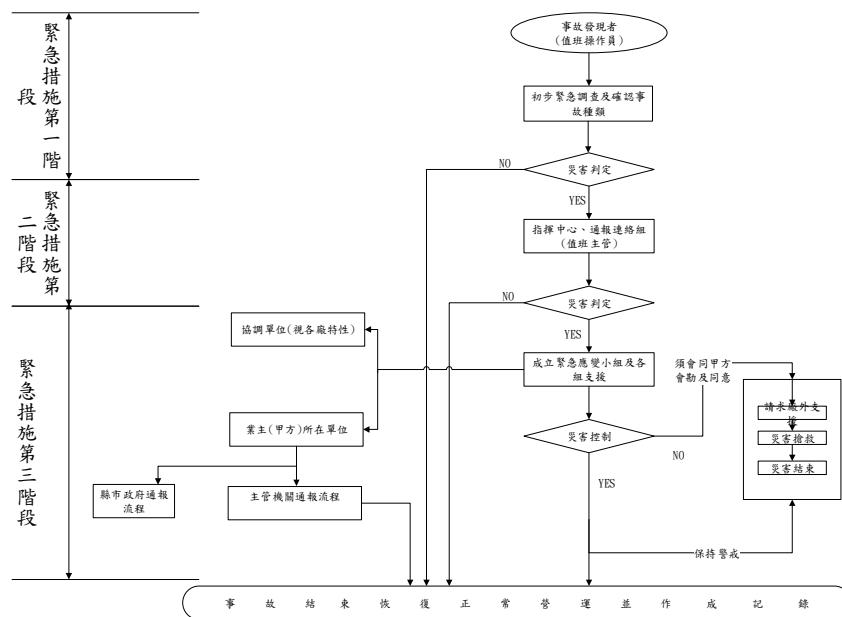


圖 2.9-9 緊急應變事故通報流程

2.10 再生水廠營運評鑑準則與辦法參考

再生水廠營運評鑑制度建置宗旨，在於提升再生水廠整體營運績效，藉由評鑑工作之執行，有助於發覺營運盲點與缺失，增加操作穩定度及發揮營運效能。評鑑制度具有以下具體目的：

- 1.對再生水廠之管理、操作、維護、水質檢驗及服務績效展現等各方面營運品質，進行客觀查核。
- 2.提升再生水廠各處理單元功能，延長使用壽命，降低營運成本，提高水處理經濟效率。
- 3.藉由評鑑制度，建立定期追蹤考核制度，並依評鑑結果，以公平、公正、公開方式，褒揚優秀操作團隊，提高工作人員士。

2.10.1 營運績效評估指標之建立理念

再生水廠營運評鑑之績效指標評估與建立，應選擇適合再生水廠的「管理績效指標」(Management Performance Indices；MPIs)與「操作績效指標」(Operation Performance Indices；OPIs)，進行評估及說明，其架構如圖 2.10-1 所示：

1.管理績效指標 (MPIs)

管理績效指標 (MPIs) 可反應管理作為改善組織營運績效所做的努力。當評估及選擇環境管理系統的績效指標時，應先確認選擇的指標是否能提昇再生水廠在「管理」方面的各種能力與努力；首先需確認選擇的指標，是否能提升再生水廠在一般管理事務，如環境系統、人事及訓練、成本、工安衛生、文件管理紀錄、資訊、物料及能源等管理之成果展現，且有助於評估管理效能、提昇營運績效。

2.操作績效指標 (OPIs)

再生水廠的作業系統包括操作、維護、水質檢驗、績效展現四個重點，故操作績效指標(OPIs)以此四類為主。選擇操作績效指標的關鍵，在於評估各項指標應具有實際可監督性，盡可能以量化數值表現其績效優劣程度之差異，並透過制式評鑑表單，使評鑑者能作出公正客觀之績效成績考核。

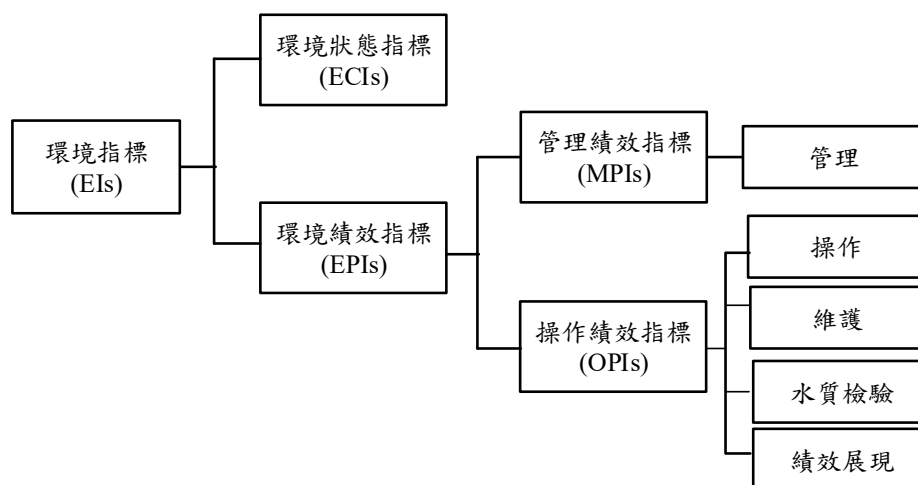


圖 2.10-1 營運績效指標架構

2.10.2 指標評分準則及權重

依前述理念訂定再生水廠的管理、操作、維護、水質檢驗及服務績效展現等五類營運績效指標，設定各項指標評分準則及權重等內容。

2.10.3 評鑑辦法內容

1. 評鑑種類及意義

可分為兩類：

(1)中央主管機關對全國再生水廠，進行評鑑。

(2)各直轄市與縣市政府對代操作營運廠商之年度總體評鑑與考核。

兩者均以「廠」為單位。前者評鑑意義著重在由中央主管機關基於提昇國內各再生水廠之整體營運績效，對全國再生水廠營運單位之評鑑與考核；後者評鑑意義則由各直轄市與縣市政府(甲方)在委託代操作合約規範下，對代操作營運廠商(乙方)作定期階段性之年度服務績效考核。

2. 評鑑小組成員

針對評鑑小組成員組成，同樣依前述二類予以說明：

(1) 中央主管機關對全國各再生水廠之評鑑

由主管機關邀請專家學者及承辦人員三至七人組成「評鑑小組」，並由評鑑小組就該年度再生水廠管理、操作、維護、水質檢驗及服務績效展現等評鑑項目評定之，由專家學者1~2人擔任各分組召集委員，再由召集委員推派一人擔任評鑑小組總召集人，外聘專家學者不得低於三分之二。

由人才資料庫所建立之委員及專家名單中遴選評鑑委員，並呈請承辦課核定，相關評鑑委員及到場人員名單，將於評鑑前通知各受評再生水廠及其所屬縣市政府管理機關。每一場次之現場評鑑人員分為兩組，可由機關內人員或延請外部學者、專家或專業機構擔任之，無論內部或外部人員，其資格皆須符合規定，同時並應注意利益迴避原則。

(2) 各直轄市與縣市政府對代操作營運廠商之評鑑

A. 外部評鑑

由各直轄市與縣市政府邀請外聘專家學者三至七人組成「外部評鑑小組」，可採分組別(管理、操作、維護、水質檢驗及服務績效展現)進行評鑑，或不分組別綜合評鑑，二者擇一辦理之，由委員推派一人擔任評鑑小組總召集人，外部評鑑小組委員皆為外聘專家、學者，並由各直轄市與縣市政府列席與會，以便與內部評鑑委員作一區隔。中央主管機關對全國各再生水廠營運單位之評鑑結果，可逕作為各直轄市與縣市政府之外部評鑑。

B. 內部評鑑

由各直轄市與縣市政府(甲方)自行篩選三至七人，自行組成

「內部評鑑小組」，內部評鑑小組委員由機關內部遴派，可採分組別(管理、操作、維護、水質檢驗及服務績效展現)進行評鑑，或不分組別綜合評鑑，二者擇一辦理之，由委員推派一人擔任評鑑小組總召集人。

3. 評鑑時機

(1) 中央主管機關對全國各再生水廠之評鑑

於評鑑啟動前至少兩個月舉辦說明會，至少 30 天前正式通知受評單位，受評之再生水廠需依主管機關所訂評鑑內容，先提出自評報告，由主管機關及其委託單位先辦理初勘，產出初勘報告，內容包括技師針對再生水廠自評報告與現場檢視結果提出之意見，並就前次評鑑之缺失改善狀況加以評析，提供評鑑委員參考。

(2) 各直轄市與縣市政府（甲方）對代操作營運廠商（乙方）之評鑑

原則採每年定期評鑑二次評鑑方式辦理；建議上半年評鑑採內部評鑑方式辦理，下半年評鑑採外部評鑑方式辦理。甲方應預先排定行程，並於評鑑前至少 30 天正式通知受評單位，受評之再生水廠需依其合約要點所訂之評鑑內容，整理評鑑期間之工作成果及提出前次評鑑之缺失改善執行報告，提供評鑑委員參考。

4. 評鑑工作成果報告

評鑑工作成果報告撰寫綱領得參考本手冊年報撰寫格式及內容，俾利評審委員審核；中央主管機關所辦理評鑑，建議由委託單位製作初勘報告，作為評鑑工作成果報告。

5. 評鑑內容：

再生水廠評鑑內容之各項指標、評分準則及權重，請參閱表 2.10-1 至表 2.10-8。

6. 年度評鑑總成績計算

中央主管機關對全國各縣市再生水廠營運單位之評鑑以該年度一次評鑑成績為總成績。

各直轄市與縣市政府對代操作營運廠商之評鑑，原則以內部評鑑占 50%，外部評鑑占 50%，權重方式計算後，加總而成年度評鑑總成績計算。

年度評鑑總成績分數，滿分以 100 分為上限，並以下列五個級距，區分優劣差異：

- (1) 特優：90 分以上
- (2) 優等：85 分以上未達 90 分
- (3) 甲等：80 分以上未達 85 分
- (4) 乙等：70 分以上未達 80 分
- (5) 丙等：未達 70 分

7. 獎懲方式

(1) 中央主管機關對全國各再生水廠評鑑之獎懲方式：

依全國各縣市再生水廠評鑑總成績，中央主管機關得函請該縣市政府對有功(過)人員予以獎(懲)：

A. 成績列為特優：

(A). 相關主管人員(再生水廠)各記功一次。

(B). 操作廠商給予獎牌並公開表揚鼓勵。

B. 成績列為優等：

(A). 相關主管人員(再生水廠)各記嘉獎二次。

(B). 操作廠商給予獎牌並公開表揚鼓勵。

C. 成績列為甲等或乙等者：相關主管人員(再生水廠)不予獎懲。

D. 成績列為丙等者：相關主管人員(再生水廠)各記小過一次。

另連續二次成績列為丙等者，相關主管人員(再生水廠)各記過一次並調整其職務。

(2) 各直轄市與縣市政府(甲方)對代操作營運廠商(乙方)評鑑之獎懲方式，可依其合約要點所訂，採取下列方式之一：

A. 方式一：若成績列為優等(含)以上者，評鑑成績將作為甲方繼續由乙方執行下一階段合約之參考；若成績列為丙等(含)以下者，建議除依合約相關罰則規定辦理外，並列入不良廠商，不得參與後續代操作營運之投標。

B. 方式二：若成績列為優等(含)以上者，甲方得視狀況頒發乙方優等或特優之獎狀以資鼓勵；若成績列為丙等(含)以下者，乙方須提出檢討報告述明緣由，並研擬改善對策，經甲方核可後據以實施，且作為下年度評鑑重點；整體評鑑結果將作為下次委託代操作維護服務工作公開甄選時，提供該甄選評審委員作評定之參考。

8. 複評與輔導

中央主管機關評鑑完畢後，將結果發文給縣市政府，通知評鑑級等，並要求期限內函覆委員意見辦理情形。另依得分概況，每年選擇一定比例再生水廠，進行複評，成員原則為中央主管機關及其委託單位，並得邀請部分委員，深入了解針對評鑑委員所提出問題，受評單位預定改善方向、障礙、困難點、相關時程，以及是否符合預期等。複評結果同樣發文予縣市政府，俾利追蹤。

在複評後，經中央主管機關認定必要時，中央主管機關得另邀請專家，針對特定受評單位提出專案輔導，輔導過程將就各單元之操作問題與改善對策，提出建議，相關輔導成果將送各直轄市與縣市政府備查，並作為下一階段評鑑之基礎。

表 2.10-1 評鑑成績計算表單

評鑑日期： 年 月 日

受評單位	○○○再生水廠	代操作廠商	○○○	
評鑑成績計算	項目	評分參考要點		評分
	管理 (25%)	1、人員管理(5%) 2、職業安全衛生管理(2%) 3、防災應變(3%) 4、文件管理(3%) 5、再生水廠資料管理系統(3%) 6、主管機關督導情形(5%) 7、環保相關申報(2%) 8、違規舉發(2%)		
	操作 (25%)	1、水處理單位去除率(6%) 2、污泥餅產量及含水率(3%) 3、各單元操作之掌握(5%) 4、標準作業程序(SOP)執行情形(6%) 5、廠區環境(5%)		
	維護 (25%)	1、標準維護程序(SMP)執行情形(12%) 2、設備正常及故障比率(3%) 3、備品零件準備情形(3%) 4、延長設備使用壽命之具體措施(4%) 5、法定檢驗相關工作(3%)		
	水質檢驗 (10%)	1、採樣及保存之執行(2%) 2、檢驗管理(2%) 3、儀器、藥品及設備管理(2%) 4、樣品檢測及數據記錄追蹤管理作業(4%)		
	績效展現 (10%)	1、年度各項評鑑缺失改善追蹤情形 2、節能減碳 3、敦親睦鄰 4、水回收再利用以及污泥資源化 5、環境教育設施認證 6、研發企圖 7、其它		
	委員綜合 考評(5%)	供委員針對評鑑作業表單未考量之項目進行評分		
總平均得分				評鑑等第

備註：

特優：總平均得分九十分以上者；優等：總平均得分八十五分以上未達九十分者；甲等：總平均得分八十分以上未達八十五分者；乙等：總平均得分七十分以上未達八十分者；丙等：總平均得分未達七十分者。

評鑑委員（簽名）：

表 2.10-2 「管理」評鑑表單

項目	內容	關鍵指標	自評	委員 評分																				
管理 部分 (25%)	1、人員管理 (5%) (所有員工均指 處理廠代操作 人員)	(1)人力需求： 實際配置人力_____人，合約要求_____人 (2)人員異動情形： 員工總數_____人，6個月內離職員工_____人 (3)人員專業證照： <table border="1" data-bbox="469 568 1161 792"> <thead> <tr> <th>證照類別</th><th>員工擁 有張數</th><th>現場實際 需求數</th><th>合約要 求數</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>職業安全衛生管理相關</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>環保專業證照</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>下水道設施操作維護技術士</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>其它</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> (4)人員訓練情形： 本年度執行人員平均訓練時數_____時/人 合約要求人員平均訓練時數_____時/人 (訓練時數計算為提供資料之半年內時數) (5)針對委員現場詢問，操作人員答覆情形及操作維護管理 之瞭解	證照類別	員工擁 有張數	現場實際 需求數	合約要 求數	職業安全衛生管理相關				環保專業證照				下水道設施操作維護技術士				其它					
證照類別	員工擁 有張數	現場實際 需求數	合約要 求數																					
職業安全衛生管理相關																								
環保專業證照																								
下水道設施操作維護技術士																								
其它																								
2、職業安全衛生管理(2%)	職業安全衛生計畫管理執行情形： 建立符合該廠情形之職業安全衛生計畫書及執行員工一般 及特殊危險工安教育訓練																							
3、防災應變 (3%)	緊急應變計畫執行情形： (1)建立緊急應變計畫與程序(包括緊應變計畫書)及緊急應 變組織系統關鍵人員、單位連絡名冊 定期執行演練與預先預防措施研擬： (2)至少應含暴雨、原水水質惡化、火災、停電、抽水泵故 障、地震等引起之災害																							
4、文件管理 (3%)	(1)是否有各自卷宗及妥善歸檔管理(含目錄及編碼) (2)是否建立資訊化文件管理系統																							
5、再生水廠資 料管理系統 (3%)	根據今年度填報情形進行評分 (確實填報月份/今年度需填報月份)×100%																							
6、主管機關督 導情形(5%)	(1)人事督導、考核、內外評辦理情形等 (2)人事管理編列合理性(包含勞健保、年終獎金、休假及輪 班制等是否依勞基法規定辦理)																							
7、環保相關申 報(2%)	(1)依據水污染防治許可證內容辦理 (2)每半年定期執行事業或污水下水道系統廢(污)水檢測申報 (3)依規定辦理廢棄物清理計畫書及申報清運三聯單等相關作業																							
8、違規舉發 (2%)	曾有放流水質不合格被環保單位裁罰、工安事件發生等 (若曾有違規情事發生者此項得分為0分)																							
小計																								

表 2.10-3 「操作」評鑑表單

項目	內容	關鍵指標		自評	委員 評分
操作 部分 (25%)	1、水處理單元 去 除 率 (6%)	(1)水處理單元去除率(4%)			
		(2)特殊水質項目：(2%)			
	2、污泥餅產量 以及含水率 (3%) (若無污泥脫水 產出，此分數 回歸至操作部 分)	污泥產出量： (1)實際污泥餅產生量_____ kg 污泥餅/天 (2)理論污泥餅產生量_____ kg 污泥餅/天 (3)污泥餅含水率_____ %			
	3、各單元操作 之掌握(5%)	(1)主要處理單元功能操作參數是否正常操作 (2)用藥量、用電量、用水量之控制 (3)依進流水質水量建立各單元操作參數 (4)是否建立揚水站管理機制			
	4、標準作業程 序 (SOP) 執 行情形(6%) (若無廠區外揚 水站，此分數 回歸至第 4 項)	廠區內 (4%)	(1)是否建立標準操作手冊 (2)操作人員是否依標準操作手冊進行操作及相 關操作紀錄 (3)是否建立完善之問題與對策(Q&A)供操作人 員參考，且設備功能異常時，操作人員是否具 備判斷問題之能力及採取必要之防範對策與措 施		
		廠區外 揚水站 (2%)			
	5、廠區環境 (5%)	(1)池槽及建物清潔管理 (2)維護廠區景觀及植栽之除草、修剪、施肥等 (3)是否採取有效臭味防制措施			
小計					

表 2.10-4 「維護」評鑑表單

項目	內容	關鍵指標		自評	委員 評分
維護 部分 (25%)	1、標準維護程序 (SMP) 執行情 形(12%) (若無廠區外揚水 站，此分數回歸 至第 1 項)	廠 區 內 (10%)	(1)是否訂立標準維護作業手冊 (2)是否建立一機一卡(含設備維修檢核履歷)並 擺放於設備旁 (若採資訊化維護管理系統或 RFID 者，不須 擺放於設備旁) (3)是否依據標準維護程序執行維護保養及紀錄 a.每日巡檢表建置及填報情形 b.當巡檢發現異常之判斷分析及處置狀況 c.是否依據 SMP 訂定之週、月、季、半年、年 保養頻率執行保養及除銹等 *週、月、季、半年、年保養是否確認依據 操作維護手冊訂定 *依據 SMP 訂定之週、月、季、半年、年保 養頻率執行保養及除銹等，是否落實？完 成率多少_____% d.儀表是否正常運作(各儀表數值是否能確實 反映操作單元現況) e.是否執行設備檢核校正 (4)是否執行預防性維護以及落實 (5)是否有因巡檢未發現異常或有發現而未處理 導致故障。		
		廠 區 外 揚 水 站 (2%)			
	2、設備正常及故 障比率(3%)	(1)設備妥善率 _____ % (2)是否記錄設備故障原因及建立更換零件統計表			
	3、備品零件準備 情形(3%)	(1)是否建立該廠備品零件記錄表 (2)是否建立領用備品記錄表 (3)物料備品是否充足			
	4、延長設備使用 壽命之具體措 施(4%)	是否有研擬延長設備使用壽命之具體措施(包含設備健 全度評價分級)			
	5、法定檢驗相關 工作(3%)	(1)執行消防安全設備檢測 (2)執行特殊危險機械設備(含吊車及電梯)定期檢驗 (3)作業環境測定 (4)電氣設備檢驗			
	小計				

表 2.10-5 「水質檢驗」評鑑表單

項目	內容	關鍵指標	自評	委員 評分
水質 檢驗 (10%)	1、採樣及保存 之執行(2%)	(1)採樣時間是否依規定實施且具代表性 (2)採樣點位規劃是否完整且具代表性		
	2、檢驗管理 (2%)	(1)檢驗方法是否依據相關規定執行 (2)QA/QC 手冊是否適用、完整 (3)執行盲樣測試		
	3、儀器、藥品 及設備管理 (2%)	(1)藥品購買、貯放紀錄是否確實，用藥紀錄是否確實詳盡 (2)毒化物是否依規定存放管理並依廢清法委託清除處理 (3)儀器的校正		
	4、樣品檢測及 數據記錄追 蹤管理作業 (4%)	(1)水質檢驗數據是否由主管或查核(品管)人員稽核驗算進行 確認並簽名核准 (2)水質檢驗數據異常時，是否馬上通知管理或操作人員進行 操作程序應變		

表 2.10-6 「績效展現」評鑑表單

項目	內容	關鍵指標	自評	委員 評分
績效 展現 (10%)	1、年度各項評 鑑缺失改善 追蹤情形	年度評鑑缺失改善情形		
	2、節能減碳	(1)採取有效之節水節電以及減少污泥措施 (2)對於節水節電減少污泥措施研發企圖及成果		
	3、敦親睦鄰	(1)是否與學術單位合作等相關研究。 (2)辦理敦親睦鄰活動、參觀教學等		
	4、水回收再利 用以及污泥 資源化	是否致力於水回收再利用以及污泥資源化		
	5、相關認證作 業	(1)環境教育場所認證 (2)實驗室 TAF 認證		
	6、研發企圖	對於水處理效率研發企圖及成果		
	7、其它			

表 2.10-7 委員綜合考評表單

委員綜合考評(5%)	1、評鑑資料準備、簡報以及委員問題詢答 2、評鑑作業主管機關及再生水廠人員配合度以及專業性 3、其他：_____ (值得鼓勵以及需要改善之處)	
------------	--	--

表 2.10-8 委員評分總表

評鑑日期： 年 月 日

受評單位	○○○再生水廠						
營運評鑑 成績計算	項目	○○○ 委員	○○○ 委員	○○○ 委員	○○○ 委員	○○○ 委員	平均
	管理 (25%)						
	操作 (25%)						
	維護 (25%)						
	水質檢驗 (10%)						
	績效展現 (10%)						
	委員綜合考評 (5%)						
	評鑑等第				總平均得分		

備註：

特優：總平均得分九十分以上者

優等：總平均得分八十五分以上未達九十分者

甲等：總平均得分八十分以上未達八十五分者

乙等：總平均得分七十分以上未達八十分者

丙等：總平均得分未達七十分者。

評鑑委員(簽名)：

第3章 再生水廠委託營運制度

我國由政府負責推動的公共建設可依循兩種法源辦理：「政府採購法」及「促進民間參與公共建設法（簡稱促參法）」。另自「再生水資源發展條例」頒布後，再生水事業之興辦推動就此有相關依據進行辦理，可以公司組織或以基金方式運作，亦可自行取用水資源回收中心放流水進行再生利用。

3.1 委託營運模式(制度)探討

3.1.1 公有公營與公有民營比較

早期國內基礎公共設施(例如：自來水、污水下水道)均由政府逐年編列預算出資興建並進而營運管理；但近年來，在政府財源短絀人事精簡考量下，希望藉由民間企業活力、專業及彈性，以更經濟有效方式提供公共設施更佳服務品質，因此，在環保設施方面之公共設施服務策略已由『公有公營』逐漸轉為『公有民營』模式，採用政府與民間合作伙伴關係(Public-Private Partnership)，民間企業以效能為導向，在專業技術引進、人事任免、採購效率及經費運用等較具靈活度及彈性；可不受政府行政、人事任用等法令規定及繁瑣程序所牽制，亦可避免政府組織過度膨脹。近年來，政府亦積極研議民間參與公共建設之配套措施及將政府業務委託民間辦理，以鼓勵民間投資意願，減輕財政負擔與增加行政效率；如此，政府公務人員數量可不需隨公共建設增加而增加，此亦可呼應政府「推動政府建設及公共服務等工作，民間能作的儘量由民間來作。民間不能作，由政府來作。」之方針。『公有民營』與『公有公營』之主要差異詳表 3.1-1。

表 3.1-1 「公有民營」制度相較於「公有公營」制度之優缺點

優點	缺點
1.相較一般公有公營廠之營運效率為高。 2.公有民營模式在專業技術引進、人事任免、採購效率及經費運用等較具靈活度及彈性。 3.公有民營模式可避免政府組織過度膨脹。 4.擴大民間參與，促進經濟成長。	1.政府機關僅擔任監督之角色，可能造成政府機關過份依賴民間業者，致使對相關營運管理執行能力與專業技術可能逐漸降低。 2.某部分性質之業務仍不適合完全委託民間代操作業者來執行，而仍需由政府機關自行辦理，例如： (1)涉及法令及公權力執行之行政業務(如政府機關業務公文往來、使用者收費、罰款。 (2)編列營運預算、驗收與結算。 (3)監督及查核委託營運業務工作之執行。 (4)政府機關仍須負責相關擴建及改善之工程設計、發包、編列預算等行政工作。 (5)若遭遇民間業者(或民意代表之訴求)對政府配合度低者，極易產生合約以外工作，另須透過協商或追加預算方可辦理之窘境。

3.1.2 公有民營之種類及介紹

公有民營種類以民間企業參與程度不同，可區分為下列幾種模式：

1.代操作維護(O&M)：

由政府編列工程預算出資興建完成，後續操作維護營運階段仍由政府逐年編列合理之人事、藥品、化驗、廢棄物清理及維護(修)等預算，依採購法規定委由具有一定程度實績與經驗之代操作民間業者代為操作維護，其合約期程由 1~5 年不等，期滿後則重新另行招標。合約執行期間政府負責監督考核之責，民間業者則依合約各項條款規定，實際執行其操作維護營運各項工作。

2.統包模式(Design/Build/Operation 或 DBO)：

由政府編列預算提供所需之資金，依採購法規定甄選最佳民間業者所組成之團隊(其團隊組合可能包括設計顧問公司、環境工程施工公司及代操作公司等)，由其負責設計、建造及代操作維護，此方式亦稱為「統包」方式。

3.BOT(Build/Operation/Transfer)模式

BOT 是指在考量政府財源短絀窘境及減輕財政負擔前提下，由民間透過與政府訂立之契約，自行募集充裕資金，進行投資參與興建公共建設，並於興建完成後由政府以特許方式交由民間經營一段時間(一般為 15~30 年以上)，作為其投資之報償，經營期滿後，再由民間將設施資產交還給政府繼續經營之作法。

4.擁有及操作

由民間完全擁有該處理設施之所有權，自行操作維護營運，並由民間業者定期直接向使用者收取使用費；此模式是政府機關參與程度最低的模式。

5.其他

在移轉民營前之建設由政府投資興建，但正式移轉民營後由民間負責整體操作維護與營運，在一定營運年限內，由民間向政府繳納權利金，由民間向使用者收取使用費，其間所有營運費用、設施擴建費用(包括擴建、管線增設等)皆由民間自行負責。

政府採購法與促參法推動興辦模式比較如表 3.1-2 所示，目前再生水廠案例以促參法(有償 BTO)與政府採購法(DBO)方式較為可行，兩方式主要區別如表 3.1-3 所示。

表 3.1-2 興辦模式比較及注意事項

興辦模式	興辦發動	依據	優勢	注意事項
工程、勞務合併發包	政府機關	政府採購法	● 整合建造與營管，得標廠商容易掌控及執行	● 執行時契約移撥及權責釐清較易衍生介面上銜接的問題
工程、勞務分開發包			● 可個別設定發包對象 ● 主辦機關執行分工容易	● 若工程設計不當，責任不易釐清 ● 須常辦理營管階段之招標作業
BOT		促參法	● 政府保有土地所有權 ● 有效引進民間資金及經營績效	● 政府需確保購水率，才可吸引民間投資 ● 政府須負監督管理之責
有償 BTO			● 獲得民間機構產權轉移，確保投資設備功能 ● 民間機構投資風險相較於 BOT 低	● 對於紓解政府財政困境效果有限 ● 營收項目導向不夠強時，營運風險較高
BOO	民間機構		● 民間機構擁有所有權 ● 興建及營運由相同民間特許機構團隊經營 ● 政府無需負擔風險	● 若民間機構經營不善，導致停工或解約風險 ● 公共建設由民間擁有易造成壟斷 ● 若涉及國有財產之處分移轉，執行上非常困難

表 3.1-3 促參法(有償 BTO)與採購法(DBO)之比較分析

項目	促參法 (有償 BTO)	採購法 (DBO)	比較分析
政策目的 及 立法精神	為提升公共服務水準，加速社會經濟發展，促進民間參與公共建設，特制定本法 (促參法第 1 條)	為建立政府採購制度，依公平、公開之採購程序，提升採購效率與功能，確保採購品質，爰制定本法 (採購法第 1 條)	促參法係鼓勵民間機構投資並營運公共建設，與政府自辦強調依公平、公開等原則，避免浪費及防弊之採購行為有別。如為鼓勵民間參與及加速推動公共建設發展政策目標前提下，促參方式優於政府採購。
計畫經費	政府編列預算給付民間辦理興建，取得所有權，並委託民間興建營運。政府於營運期間分年攤還建造成本，除本金外尚需負擔額外利息。 →長期財政負擔大	政府編列預算支付興建費用及營運管理費用，另工程採購資金一次投入，短期財政負擔壓力大。 →短期財政負擔大	為減輕政府財政負擔，符合促參法第 3 條由民間參與公共建設，優先採促參方式辦理，因此，採促參方式辦理主係為能延後政府財政支出。
風險分擔	多由民間特許公司負擔，減少政府風險承擔。 →政府承擔風險較低	民間業者僅提供勞務與財物的販售，政府相關興建營運風險大。 →政府承擔風險較高	在促參方式下，政府可移轉部分風險由民間負擔，以減少損失或節省成本支出。
工期進度 管理	以違約金做為懲罰，主辦機關積極協助履約管理，降低工期遲延可能。	以違約金做為懲罰，主辦機關建立報酬給付里程碑，以管理工期進度。	在促參下，仍應加強協助履約管理，降低工期遲延可能。
營運品質 管理	依據營運績效，由主辦機關給付報酬，給付至基金帳戶，並得於契約中明訂政府有權沒收基金帳戶或違約金或得自未給付之報酬抵銷違約金，以促使民間機構積極營運，並維護營運品質。	對於營運期之付款，對應由採購機關遞延給付報酬，或約定由採購機關得自未給付之報酬抵銷違約金，以促使民間機構積極營運。惟受限於主管機關制訂之契約範本，採購機關較少權限得以彈性約定。	以促參法方式辦理，機關有較為充分之權限為彈性之約定，以確保營運品質。
工作事項 擴充	得於契約明訂政府基於公益，得擴充契約，並與民間協商報酬。 →彈性較高	因無法預估擴充預算，無法採行契約擴充方式，增加民間工作範圍。 →彈性較低	為公益需求及整合水處理管理，契約擴充常有必要，如以促參方式辦理，均得允許主辦機關擴充契約。惟如以採購法方式辦理，即無運用此方式之可能。
附屬事業	促參法明訂民間得興建附屬事業，以挹助主事業之財務。	政府採購法無附屬事業之概念。	藉由使民間機構得辦理附屬事業，得降低政府財務之負擔，減

			少預算支出，並得提升民間營運之意願。
政府應辦工作	辦理可行性評估及先期規劃報告並舉行公聽會，並辦理整體招商工作。	辦理統包評估報告書，包含概念設計及統包效益評估等。	—

3.2 委託代操作制度分析

3.2.1 發包方式比較

國內遴選廠商常見發包方式除最有利標外，另一發包方式為「最低價格標」，茲就「最有利標」及「最低價格標」之優缺點進行比較，如表 3.2-1 所示。

因再生水廠代操作為專業管理並屬勞務性質，部分工作無法量化，但整體上又須有績效展現、創新技術投入及永續經營，亟需要有專業的承攬廠商負責操作維護營運管理，因此，採用最有利標方式較能展現專業服務之特質，並建議加強價格合理性之說明。對於監督管理等各項業務，可考量人力情況，採自行辦理或委由民間技術顧問機構辦理。

表 3.2-1 最有利標與最低價格標優缺點比較表

發包方式	優點	缺點
最有利標	1.依工作實際需求編列預算及要求承攬廠商資格。 2.可透過技術簡報及專家委員評選，公開公平及公正。 3.發包方式的適切性、合理性及公平性較佳。如預算(底價)訂定合理，廠商參與投標意願高，強化營運績效。 4.藉由廠商過去實績可評選出信譽佳、實績多、專業強及財務健全之優良承攬廠商。 5.廠商履約能力較強，工程進度及品質可以掌握。	1.發包作業時間較長，須有較多時間準備發包圖說文件。若發包作業人力及能力不足，不清楚採購法及相關需求，將影響發包結果。 2.無明確具體規範、或評選項目及基準無法明確，其合理性難有客觀量化標準認定，因此，評選方式、標準及評分應有完善管理機制。 3.得標廠商的報價不一定是最低價，可能增加承辦機關費用。 4.就小規模案件備標而言，增加廠商投標負擔及成本，降低優良廠商投標意願。 5.評選委員及關係人藉機不當介入。
最低價格標	1.招標作業過程單純，決標過程無外力介入，提昇行政流程效率。 2.爭議性較低。 3.承辦機關可以最低費用取得所需產品，可節省預算公帑支出。	1.無法選擇優良廠商。 2.廠商削價競爭，低價搶標。 3.預算(底價)編低，廠商無投標意願或流標。 4.實務案例於結算時，追加善後費用浪費資源(如不履行契約)。

「最有利標」目前已由承辦機關廣泛採用，其主要目的為透過評選方式，選擇具一定專業程度及公司規模之民間企業，委託代操作維護管理再生

水廠各項業務，不僅在操作維護專業技術提升、人力學經歷素質提高、採購效率提升及經費運用彈性等具有優勢；更可不需受政府機關之行政、人事任用等法令規定及繁瑣程序所牽制，亦可避免政府組織過度膨脹。

3.2.2 標案年限與期程安排

專案年限及期程安排，會影響代操作廠商營運之品質，目前代操作維護管理發包年限依主辦機關需求(如預算)及再生水廠規模，主要為一年~三年不等，並依操作期間評鑑展現績效得延長一年或二年。標案年限長短之優缺點如表 3.2-2 所示。

表 3.2-2 標案年限長短優缺點比較表

標案年限	優點	缺點
短年限 (1-2 年)	1. 期約較短，適合中小規模再生水廠，主辦機關隨時掌握廠商的管理績效及配合度，可即時反應於續約或重新發包選商作業上。 2. 發包作業內容每年變化不大，可快速辦理。 3. 適合預算較不充裕之情況。	1. 期約較短，移交作業期間責任歸屬未能完全釐清，契約期間即將結束，影響未來廠的營運管理。 2. 廠商較無法落實操作維護營運管理工作，或提升操作績效。 3. 每年須辦理發包及移交作業相關工作。 4. 廠商無法投入更多創新及績效展現。
長年限 (3-5 年)	1. 期約較長，適合中、大規模再生水廠，可限期掌握廠商的管理績效及配合度，做為續約選商參考依據。 2. 減少採購作業頻率密集度。 3. 期程適當，廠商投資意願越高，人員可較穩定，可增進設施之管理和維護效益。 4. 承攬廠商投資意願較高，並可確保設備運轉功能正常及延壽及技術創新提升。 5. 不須每年辦理發包作業。	1. 若廠商配合度不佳，業主無法馬上更換廠商。 2. 期約過長，若期間發現廠商無法執行契約，導致解約重新發包的困難。 3. 期程過長，社會因素未能適當調整因應。 4. 期程過長，可能導致隱藏性缺失無法發現及處理 5. 業主需要有足夠充分的預算。

代操作維護合約期程方面，若每次合約期程規劃太短(1-2 年)，期滿後則將重新另行招標，原操作維護廠商在可能無法繼續得標之不確定狀況下，考量投資報酬效益不高、人員養成困難、員工流動率提高等因素，可能不願投資或參與，此將使國內代操作業者逐漸萎縮，且更換操作廠商過於頻繁易使操作維護技術及設備功能因廠商交接及人員更動等問題無法有效掌握而逐年下降，此對整體再生水廠長期營運績效將不易提升。反之；若合約過長(超

過5年)又易造成原操作維護廠商缺乏提升與改善之動力，而且在合約期間甲方無有效監督制衡廠商機制。

單純勞務採購之代操作維護標案，建議依再生水廠的規模及預算多寡辦理，採三年為原則，並依照廠商操作維護營運管理評鑑績效，給予獎勵優先延長契約2年或3年。中小規模建議採用2-3年，得延長2年；大規模建議採用3-4年，得延長3年。每年以評鑑成績作為續約及延長合約標準，誘使廠商更投入營運管理。亦可利用評鑑制度了解廠商執行狀況。

3.2.3 合理薪資制度

再生水廠營運管理須結合環工、水利、機械、電機、儀控、土木、化學等各領域專業之人才，具有長期性、延續性的特點，需透過人才的培訓、經驗的累積，才能逐漸顯現良好的營運管理績效，易言之，人才的良莠，直接影響營運管理品質。因此，適當地提升從業人員的薪資水準，避免與其他行業差距過大，方能達成代操作維護業引才留才之目的。即再生水廠代操作之合理薪資制度，可達到維持人員穩定、專業操作、降低損失等目的。

表 3.2-3 合理薪資制度

項目	優點	缺點
1. 基數薪資制	1. 業主可明確依需求人力編列人事成本。 2. 各職務有一薪資基數計算方式，薪資明確也較有保障。 3. 依年資計算薪資可每年增加基數，可提升薪資，增加人員穩定度。	1. 各廠規模不一樣，工作難易程度不同，基數認定計算較難統一。 2. 各承攬商制度及規模不一，薪資制度要統一執行不易。 3. 每個人的執行能力不同，逐年累計薪資基數，實務上不見得合理。
2. 基本薪資制	1. 基本薪資合理，方能吸引專業人員能用心投入，基本薪資太低，不易留住人才。	1. 基本薪資較優，主辦相關要編列較高人事成本(包含其他加班、津貼及勞退等)。 2. 增加承攬廠商人事費用支出，如何落實管理應納入考核。

對於再生水廠代操作之薪資制度，建議比照行政院環保署環保約聘雇人員待遇基準，逐級調整。其他建議包括：

1. 人員穩定與專業無法完全相同，可藉由評鑑引導合理薪資制度，如此才有調整空間。
2. 專業從業人員累積基數作法各廠商間差異大，建議比照公務人員學習記錄辦理，以建立合理薪資制度。

3.2.4 聯合管理/彈性調度

聯合管理/彈性調度目的在於維持操作之穩定及人力之有效運用，推升代操作產業之優質發展。其優缺點說明如下：

表 3.2-4 聯合管理/彈性調度優缺點比較

項目	優點	缺點
聯合管理彈性調度方式	1. 聯合管理人力可以互相支援，管理上較具彈性。 2. 可減少人事費用成本。 3. 廠的經驗及技術等可互相交流，提升員工專業技能及廠的處理效益。 4. 有效培訓專業人才 5. 人力、物料、設備等均可橫向聯繫調度使用，可增加營運管理之彈性(例如遇緊急應變事件時，可有效縮短待料時間)。	1. 管理區域太大，交通問題或人員支援頻繁，實際效益會降低。 2. 承攬廠商可能減少雇用人力，減少成本支出。 3. 依契約規定均有明確編列人事費用，專人專案任用，不利計算支援人力工時費用。 4. 僅適合再生水廠具相同管理單位。 5. 人員在外時間增加，造成意外風險增加及管理困難。

建議聯合管理/彈性調度之區域規模：

1.在考量地理位置、距離、水量等綜合面向後，如可採聯合管理模式，將可增加操作、人力及應變調度之彈性。

2.因數個小標案整併為一中型標案，亦可減少公部門繁瑣之招標作業。採聯合管理/彈性調度方式，需注意如因故未有廠商得標(例如預算編列過低不合理等)，將造成同時幾個系統空窗期。

若屬同一管理單位管轄之再生水廠，可採聯合管理也可較有彈性調度因應各種狀況。另考慮交通及工作效率，其相距距離以 50 公里內為宜。並以規模較大者為主要管理單位。

3.3 委託代操作甄選作業

政府機關在辦理委託代操作營運工作，若將其歸類於採購法第七條第三項之『勞務』性質之採購，則依據該法所稱之勞務，指專業服務、技術服務、資訊服務、研究發展、營運管理、維修、訓練、勞力及其他經主管機關認定之勞務。

一般在一定規模及某種金額以上之委託代操作案，各承辦機關在顧及未來委託案品質下，皆以依照採購法相關規定報請其上級機關核准後準用『最有利標』方式進行甄選作業；依據採購法第五十六條第一項規定：「決標依第五十二條第一項第三款規定辦理者，應依招標文件所規定之評審標準，就廠商投標標的之技術、品質、功能、商業條款或價格等項目，作序位或計數之綜合評選，評定最有利標。價格或其與綜合評選項目評分之商數，得做為單獨評選之項目或決標之標準。未列入之項目，不得做為評選之參考。評選結果依機關首長或評選委員會過半數之決定，評定為最有利標；若序位相同得採行協商措施，再作綜合評選，評定為最有利標，評定應附理由；若再為相同序位，得以抽籤為之，綜合評選不得逾三次。」，因此承辦機關在辦理委託代操作時皆訂定相關評選需知，明定評審標準於招標文件供投標廠商備標參考；以下就各甄選要點建議如下：

1. 投標廠商資格條件

依照採購法第三十六條第四項規定所訂定之『投標廠商資格與特殊或巨額採購認定標準』第二條規定：『機關辦理採購，得依採購案件之特性及實際需要，就下列事項訂定投標廠商之基本資格，並載明於招標文件：1.與提供招標標的有關者。2.與履約能力有關者。』

(1). 基本資格

訂定有關之基本資格時，得依採購案件之特性及實際需要，就下列事項擇定廠商應附具之證明文件：

- A. 廠商登記或設立之證明。如公司登記或商業登記證明文件、設立或營業登記證、工廠登記證、行業登記證、執業執照、開業證明、立案證明或其他由政府機關或其授權機構核發該廠商係合法登記或設立之證明文件。
- B. 廠商納稅之證明。如營業稅或所得稅等。
- C. 廠商依工業團體法或商業團體法加入工業或商業團體之證明。如會員證。

(2). 特定資格

依據『投標廠商資格與特殊或巨額採購認定標準』第五條規定：『機關辦理特殊或巨額採購，除依第二條規定訂定基本資格外，得視採購案件之特性及實際需要，就下列事項擇定投標廠商之特定資格，並載明於招標文件』：

- A. 具有相當經驗或實績者。其範圍得包括於截止投標日前五年內，完成與招標標的同性質或相當之工程、財物或勞務契約，其單次契約金額或數量不低於招標標的預算金額或數量之五分之一，或累計金額或數量不低於招標標的預算金額或數量，並得含採購機關(構)出具之驗收證明或啟用後功能正常之使用情形證明。
- B. 具有相當人力者。其範圍得包括投標廠商現有與承包招標標的有關之專業或一般人力證明。
- C. 具有相當財力者。其範圍得包括實收資本額不低於招標標的預算金額之十分之一，或經會計師簽證或審計機關審定之上一會計年度或最近一年度財務報告及其所附報表，其內容合於下列規定者：
 - (A). 淨值不低於招標標的預算金額十二分之一。

(B).流動資產不低於流動負債。

(C).總負債金額不超過淨值四倍。但配合民營化政策之公營事業參加投標者，不在此限。

(D).具有相當設備者。其範圍得包括完成與招標標的同性質或相當之工程、財物或勞務所需之自有設備。其尚無自有者，得以租賃、租賃承諾證明或採購中或得標後承諾採購證明代之。

(E).具有符合國際或國家品質管理之驗證文件者。

(F).其他經主管機關認定者。

前項第一款及第三款所定期間、數量、金額或比例，機關不得縮限。但得視採購之性質及需要予以放寬；第三款第三目之總負債金額，應扣除依其他法律政府獎勵民間投資金額。

機關依第一項第一款及第三款以預算金額訂定資格條件者，應於招標公告或招標文件載明預算金額。履約期間逾一年之勞務採購，除有特殊情形者外，以第一年之預算金額訂定資格條件。

若主辦機關係依促參法第四十四條及「民間參與公共建設甄審委員會組織及評審辦法」之規定，制訂「甄審辦法」以辦理相關甄審作業，則主辦機關須依促參法第四十四條第一項及甄審辦法第二條規定，成立甄審委員會，進行甄審作業。甄審作業分資格審查及綜合評審二階段進行。資格審查時，由主辦機關依招商文件規定之資格條件，就申請人提送之文件，進行審查，選出合格申請人。綜合評審時，由甄審會依招商文件規定之甄審項目、甄審標準及評定方式(如表 3.3-2 及表 3.3-3 所示)，就資格審查所選出之合格申請人所遞送之投資計畫書及相關文件，選出最優申請人及次優申請案件申請人。

表 3-3-1 「再生水廠操作維護管理工作」委託服務案廠商評選表(範例)

委員編號：_____

日期： 年 月 日

評 選 項 目		配分	第一家廠商 報價	第二家廠商 報價	第三家廠商 報價	第四家廠商 報價
A：技術	1.工作計畫書內容完整性與可行性	30				
	2.對本工作計畫執行之瞭解					
	3.對各項操作維護及稽查計畫執行重點掌握及因應方案					
	4.緊急應變計畫執行重點掌握及因應方案					
	5.再生水廠主要課題認知、建議事項及創新作為					
B：品質	1.履約能力及相關經驗與實績	25				
	2.執行方法、能力與預期效益					
	3.承諾、建議事項及未來展望					
C：經費配置	1.經費編列是否合理	20				
	2.費用分配是否合理人					
D：人力配置	1.人員學經歷是否適當	15				
	2.人力配置及組織架構合理性					
E：問題回答	現場問題回答完整性及內容是否是當合理	10				
得分加總		100				
轉換為序位						
審 查 意 見						
黏貼處						

評選委員簽名：

彌封線(請往上折至黏貼處)

表 3-3-2 再生水廠促參案綜合評審評分表(範例)

甄審委員編號：

年 月 日

甄 審 項 目	配 分	合 格 申 請 人 名 稱 及 評 分		
		(名稱 1) 評分	(名稱 2) 評分	(名稱 3) 評分
民間機構 籌組計畫	15			
• 申請人及主要協力廠商之簡介。				
• 股權結構及股東成員之說明				
• 股款募集計畫				
• 民間機構之公司章程				
• 民間機構之履約能力				
• 公告前 3 年內參與公共建設案件之履約情形				
• 申請人曾參與與本計畫相關重大建設之實績				
興建計畫 (含工程及 土地使用 計畫)	25			
• 土地使用計畫				
• 取水系統及輸配水系統初步設計成果內容				
• 污水處理系統及再生水處理系統初步設計成果				
• 污水高級測試中心初步設計成果內容				
• 施工管理計畫書				
• 經費執行進度分析及計畫執行進度				
• 協力廠商及分包計畫				
• 災害應變與處理及其他				
營運計畫	20			
• 操作管理與維護組織及人力配置				
• 操作及管理計畫				
• 保養及維修計畫				
• 物料及備品購置及管理計畫(包含項目、數量、儲存及管理)				
• 環境保護及管理計畫				
• 人員訓練計畫與配置				
• 緊急事故應變計畫				
• 設施定期檢驗及校正計畫				
• 返還計畫				
• 取得國際標準管理及環境教育認證計畫				
財務計畫、 風險管理及 保險計畫	15			
• 財務試算流程及方法說明				
• 各項假設參數				
• 分年建設經費預估				
• 分年營運收支預估				
• 資金籌措計畫				
• 財務效益分析				
• 風險及敏感性分析				
• 預估財務報表				
• 委託處理費報價及現值計算				
• 融資機構融資意願書及對申請人所提投資計畫書之評估意見				
• 建設經費償付計畫				
• 風險管理計畫及保險計畫				
• 其他：財務模型 EXCEL 檔案				
本計畫費用 (率)報價 之合理性	20			
• 建設費之攤提金額				
• 營運費之費率				
• 委託處理費總金額合計				
• 委託處理費現值				
創新、永續 發展、回饋 計畫、附屬 事業及簡報	5			
• 創新、永續經營及敦親睦鄰計畫				
• 附屬事業計畫				
• 簡報及接受詢答之內容				
合 計	100			
序 位				

甄審委員審核意見：

☐

表 3-3-3 再生水廠促參案甄審委員評分彙整表(範例)

	合格申請人 (名稱1)		合格申請人 (名稱2)		合格申請人 (名稱3)		合格申請人 (名稱4)		合格申請人 (名稱5)	
	評分	序位	評分	序位	評分	序位	評分	序位	評分	序位
委員1										
委員2										
委員3										
委員4										
委員5										
委員6										
委員7										
委員8										
委員9										
委員10										
委員11										
委員12										
委員13										
委員14										
委員15										
序位加總										
總分										
總平均										
是否及格										

本計畫之最優申請案件申請人為_____

本計畫之次優申請案件申請人為_____

甄審委員簽名：_____

日期：

備註：依甄審辦法第3.3.2.6條：第一名及第二名合格申請人經出席委員評定之總平均分數經四捨五入至整數位後達七十分以上且經甄審會過半之決定者，成為最優申請人、次優申請人

3.4 委託營運業務及工作

再生水廠營運業務主要包括操作、維護、管理、檢驗及其他績效展現等五大工作內容，大致而言；整體營運業務因涉及委託機關與委託民間代操作業者二者之角色差異，某部分性質之業務仍不適合委託民間代操作業者來執行，而仍需由委託機關自行辦理，例如：

1. 涉及法令及公權力執行之行政業務(如政府機關業務公文往來、使用者收費、罰款。
2. 編列營運預算、驗收與結算。
3. 監督及查核委託營運業務工作之執行。
4. 新建、擴建及改善工程等之委託設計、發包及施工等工作。

另外，茲就委託民間代操作業者執行營運業務之工作項目分述如下：

(2) 再生水廠之操作維護

- A. 水處理(含污泥)相關設施之操作維護及管理(含所有相關之機電、監控、監測、管線設施及空氣污染防治設施，監測及量測設施應定期實施校正)，各項營運及維修工作應作成紀錄並建檔備查。
- B. 廠區之門禁管制。
- C. 廠區工安之執行管理。
- D. 廠區範圍(含辦公場所)之環境清潔及景觀維護。
- E. 各處理單元之功能評估及提升改善建議。

(3) 管線系統之操作維護

- A. 管線之巡檢、清理維護及各抽水加壓站及其附屬設施之操作維護。
- B. 放流管線之巡查、維護。
- C. 水量之稽查管理。

(4) 水質檢驗分析

- A. 廠內各處理單元之水質檢驗分析。
- B. 進、放流水水質須每日採樣檢驗。
- C. 污泥檢驗分析。
- D. 放流口之採樣及檢驗分析(每日至少一次(含)以上)。
- E. 配合業主特殊事故之採樣及檢驗分析。
- F. 檢驗分析設備之校正保養維護(含廢氣處理設施)。

(5) 其他績效展現

- A. 工作服務項目範圍內所產生廢棄物之清運處理。
- B. 工作服務項目範圍內依「電器技術人員管理規則」及相關規定之應辦理事項。
- C. 辦理工作服務項目範圍依法令規定之各式申報、計劃書及許可申請及變更事宜(業主協助必要之行政程序)。

- D. 環保報案專線之接聽及陳情處理。
- E. 訪客參觀接待導覽解說。
- F. 協助業主文書資料處理及建檔。
- G. 協助使用費收費相關事宜。
- H. 協助業主於工作服務項目範圍內之工程檢核及驗收。
- I. 利害相關者之陳情處理。
- J. 相關 ISO 執行、驗證事宜、產學研究合作及環境教育場址認證等。
(配合業主需求辦理)。

為確保營運操作維護之落實，建議對營運操作維護不當之情節採記點，以督促代操作廠商及早改正不當之營運操作維護作為，裁罰基準如表 3.4-1 所示。

表 3.4-1 再生水廠代操作維護缺失裁罰標準表

項次	項別	違反規定項目	扣點方式說明	扣點數
1	人員管理	未派員進駐點交	人 / 日 (按日連罰)	6
2		派駐操作維護人員 (數) 資格不符	次 / 日 (按日連罰)	100
3		派駐人員相關證照不符規定	每項 / 日 (按日連罰)	4
4		未依勞工安全衛生管理規定 (含未戴安全帽及安全鞋)	每人 / 次	6
5		派駐人員出勤服裝不整。 (未著制服、配戴識別證)	每人 / 次	2
6		廠區內飲用酒精類飲料。	每次	10
7		派駐人員出勤 (或紀錄) 不實	每人 / 次	3
8		值勤不當 (不假外出、打電玩)	每人 / 次	10
9		錄用員工未符錄用原則	人 / 日 (按日連罰)	6
10		未依規定辦理員工體檢及定期健康檢查	每人 / 次	6
11	廠區門禁管制	進出門禁管制不當 (含登錄不實、擅自同意他人參訪)	每次	6
12		人員管制及考核未紀錄	每人 / 次	2
13		守衛人員擅離崗位	每次	12
14		未提供臨時識別證、出入管制登錄不實、未確實回報中控室	每次	2
15		設備及物品進出管制未依規定	每次	2
16		守衛人員巡查未依規定	每次	3
17	人員訓練	訓練時數不足	每人 / 次	6

項次	項別	違反規定項目	扣點方式說明	扣點數
18		訓練內容不符	每次	10
19		訓練師資不符	每次	20
20		未通知甲方或全程錄影	每次	10
21	操作要求	未依現況修正 SOP	每次	10
22		操作數據之記錄不實	每次	20
23		中控室未有值勤人員(含電話訪查未接聽)	每次	6
24		未依規定訂定及設置各項設備操作安全手冊	每日(按日連罰)	6
25		緊急排放及揚水設施未依甲方指示操作	每次	50
26	維護要求	未依現況修正 SMP	每次(按日連罰)	10
27		未依規定訂定及設置各項設備說明牌版	每日(按日連罰)	6
28		未依設備維護計畫內容辦理	每日(按日連罰)	6
29		維護工作使用備品不符	每日(按日連罰)	6
30		未依規定編撰及提送口袋型操作維護手冊	每日(按日連罰)	2
31		設備及管線補漆工作未確實	每日(按日連罰)	6
32		設備(含燈具)污垢及浮鏽未依規定清潔保養(未依登錄期限完成修繕)	每處、台(按日連罰)	2
33		設備、管線檢查及維護不實(含記錄)	每日(按日連罰)	6
34		儀表未依規定定期檢校	每處、台(按日連罰)	2
35		防颱工作不實	每次	40
36		未依故障期限內完成修復	每項 / 日(按日連罰)	20
37		設備異常及損壞未依規定填寫	每次	10
38	環境管理	未符環境管理要求：第○及○項	每款 / 日(按日連罰)	3
39	相關報表計畫書	相關工作報表未依規定填寫(或未依規定期限提送甲方)	每次 / 日(按日連罰)	2
40		相關工作報表未依規定格式訂製	每本	2
41	水質及污泥管理	採樣分析及頻率未符規定	每次	10

項次	項別	違反規定項目	扣點方式說明	扣點數
42		污泥及廢棄物未依計畫執行	每次	20
43	緊急應變	未依緊急應變計畫內容辦理	每次	20
44	法定檢驗項目	法定檢驗未依規定辦理	每次/ 日（按日連罰）	40
45	其他	未依代操作維護工作作業說明第○條第○項第○款規定派員參加會議。	每次	4
46		未依代操作維護工作作業說明第○條第○項第○款規定派員解說及引導參觀。	每次	60
47		未依主要計畫書及表單內容規定	每項	20
48		設備異常未依規定提供說明	每日（按日連罰）	10
49		未依規定於系統異常時通知甲方管理人員	每次	6
50		未改善甲方督導缺失(含未確實)	每次	6
51		未經甲方同意擅自離廠外出洽公	每次	6
52		設備異常(損壞)未通知甲方管理人員	每次	6
53		各工作相關安全保護措施未確實施作	每次	6
54		除前述罰則或主契約有特別規定外，其餘違反本契約各項工作或作業說明之項(款)目(包含施作未確實)	每項(款、目)	6
55		各項自主檢查紀錄表未確實(含紀錄)	每次	6
56		廠區巡檢紀錄表未填寫(含紀錄)	每日（按日連罰）	4

備註：

- 一、 以上違反規定項目（含管線巡查、抽水站等），經甲方督導發現，逕為處罰，每點扣新台幣 500 元整，至改善為止。
- 二、 維護（修）時程需較長時間，應說明原因並報甲方核可，否則依本表規定處罰。
- 三、 缺失或未符規定事項，經通知改善期限未完成改善項目，再次扣點時加倍處罰。
- 四、 因缺失未改善造成甲方所有損失，乙方應負完全責任。

第4章 再生水廠維護管理

4.1 計畫性維護管理概說

4.1.1 目的

再生水廠計畫性維護管理的實施目的，包括：

1. 降低故障，防止事故發生於未然

再生水廠管理人員，即使進行日常性的維護管理，仍會有不確定的風險發生，而必須對於特定風險要能使其受害降到最低。再生水廠設施本身的風險，包括初期設施故障受害，不正常的設施受害，老化導致機能停止等。計畫性的維護管理即為針對該等風險加以適當的評量，依風險的大小、優先順位及管理水準的設定予以分析評量，並做為維護管理的實施依據，以防止風險災害的發生或降低至最小。

2. 適切維護及保全設施機能

為適切維護設施的機能，應能掌握設施的狀態，並從預防保全的角度做計畫性的維護管理甚為重要。

如圖 4.1-1 所示設施的機能，會隨著實際營運時間愈長，其機能愈行降低。若於設施設置之後，於短時間其機能就會降低，又若維護管理不足時，其機能劣化曲線會大幅下降，且隨著時間的經過而老化，但若有計畫的實施維護管理，則有可能達到較長的運轉營運。

因此為使設施得以長期運轉使用，計畫性的維護管理便成為很重要的工作。但即使是有在進行維護管理，也會因充分維護管理與否，其劣化狀況也異，同樣若既有的設施，予以新設，則其機能就有提升的現象

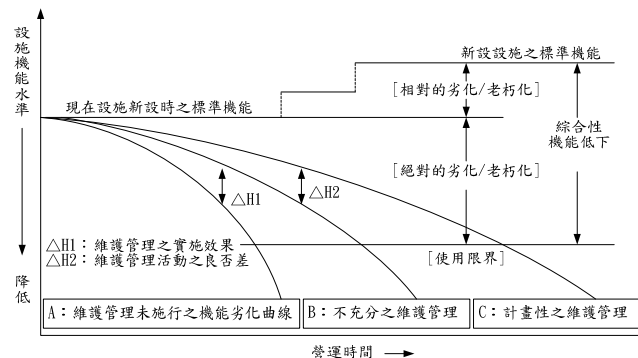


圖 4.1.1-1 機能劣化與設施維護管理之關係

3. 降低設施生命週期總支出及費用平均化

設施在運用過程其生命週期總支出，包括建設費及至改建（更新）時維護管理費之總和，故設施維護管理費的合理分配，對縮小生命週期總支出有密切關係。

圖 4.1.1-2 為生命週期支出最適年費之概念圖，圖 4.1.1-3 所示生命週期支出費用中，建設年費逐年減少，維護管理費之年費則依設施的使用年限的劣化而逐年增加。因此建設的年費及維護管理費年費的合計達最小化時更新最為適當。

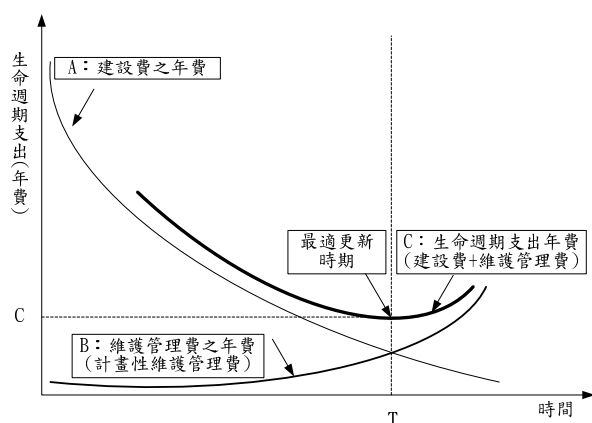


圖 4.1.1-2 生命週期支出(年費)最適更新時期概念圖

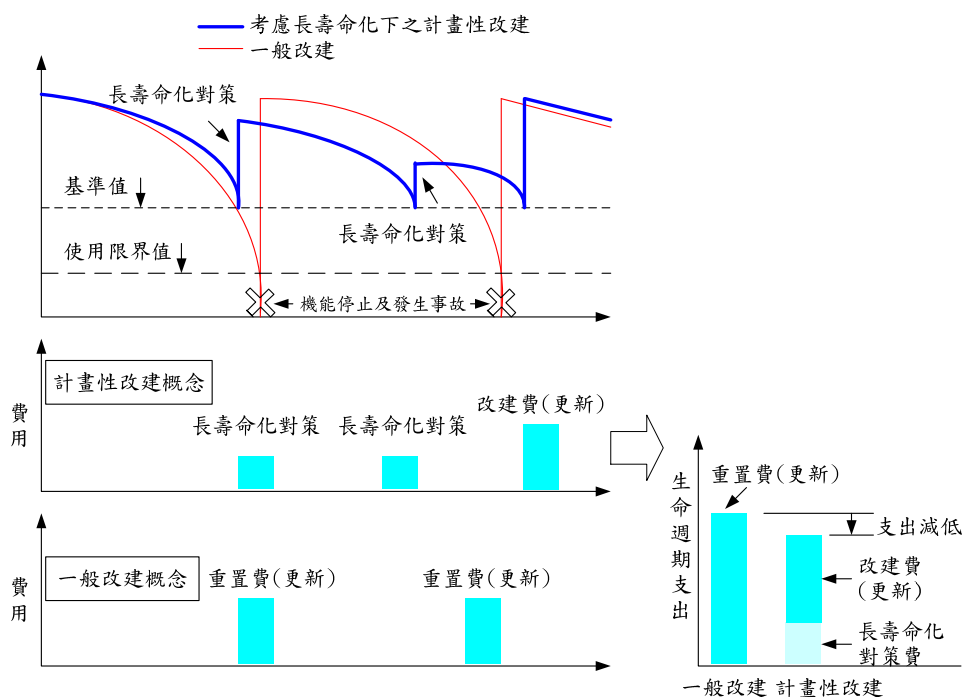


圖 4.1.1-3 生命週期支出降低概念圖

4. 最適化水質管理及能源管理

再生水廠設施之設置，需要有各種且多量的設備和器材，其營運操作也會消耗能源，尤其資源和能源為有限性，基於地球環境的保護，未來省資源及省能源政策甚為重要，因此在計畫性維護管理及水質管理上必須實施適切的能源管理，同時資源管理及廢棄物的適切管理也甚為重要。

5. 維護管理工作的持續改善

設施的維護管理，依據目標管理以 PDCA 循環持續實施改善甚為重要。PDCA 循環，乃依最初設定之目標設定計畫（Plan）進而實施（Do），經實施結果確認（Check），再就次一展開進行修正（Action），依此過程進行計畫性維護管理之 PDCA 循環，做為維護管理內容及頻率等的評價、改善，以提高維護管理的效率化及經濟性，達到維護管理工作的最適化。又配合管理工作的內容應配置適當的人員，同時確保預算也甚為重要。另於計畫性維護管理所獲得的資訊等，也應提供做為提升其後管理工作計畫的利用。

4.1.2 應注意重點

計畫性維護管理，為於時間軸上依日常、短期及中長期之不同目標管理為基本，進行具組織性的維護管理工作，因此必須注意下列重點：

1. 依 PDCA 循環為基礎的管理

計畫性維護管理的實踐，所需管理系統包括（1）目標設定（2）風險評估（3）維護管理計畫的策訂（Plan）（4）維護管理的實施（Do）（5）實施結果的評價（Check）（6）目標、風險、評價之修正（Action）等之順序運用、改善等工作。

2. 各階段目標管理的實踐

再生水廠的目標，有以服務利用者及居民需求為目標的結果（outcome），以及為達成前述目標之再生水廠管理者應達成的產出（output），即主要為主管機關為主之產出目標和現場實務者的投入（input）目標。計畫性維護管理如圖 4.1.2-1 所示，針對日常、短期、中長期之不同時間軸設定其目標，並進行評價，依該原則進行維護管理計畫之策訂、實施、實施結果評價，進而修訂目標、風險及計畫，詳細可參考 JISQ24511 規範。

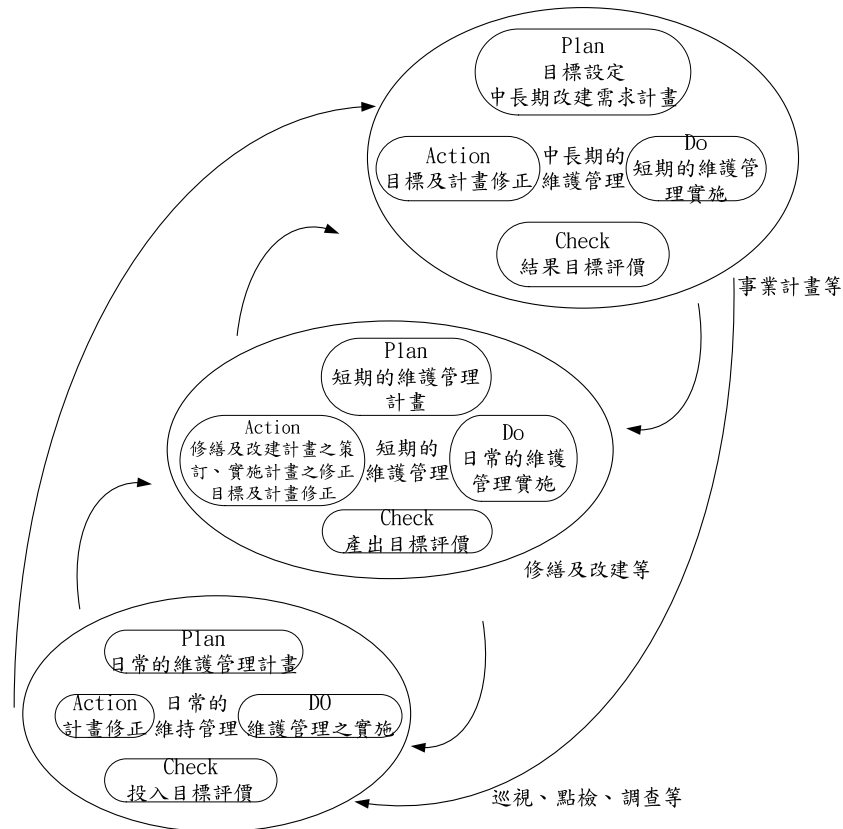


圖 4.1.2-1 各階段目標管理之計畫性維護管理概念圖

3. 依風險評估為基礎設定優先順位及管理水準

為使再生水廠得以持續營運，在有限的財源下，極力降低風險甚為重要。維護管理工作之優先順位依風險大小而異，在策訂維護管理計畫時，應針對風險做適當評估，依風險大小及故障頻率等，設定優先順位及管理水準。

再生水廠主要的風險如圖 4.1.2-2 所示，有因自然災害及社會經濟狀況等之外部環境變化所產生的風險，以及設施的不正常和老化等主要起因於再生水廠本身所產生的風險等，可將該等風險分為「維護管理無法因應的風險」及「維護管理可因應的風險」，如圖 4.1.2-3 所示。

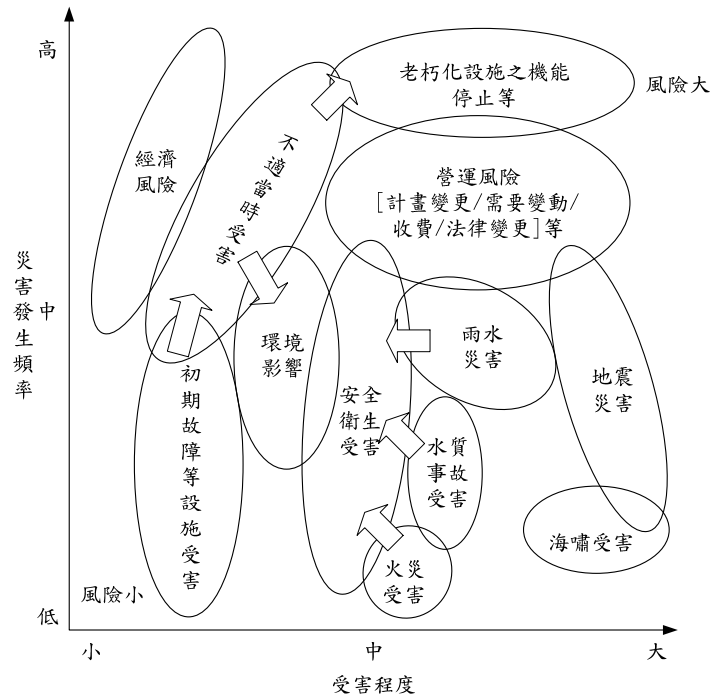


圖 4.1.2-2 再生水廠營運主要風險之概念圖

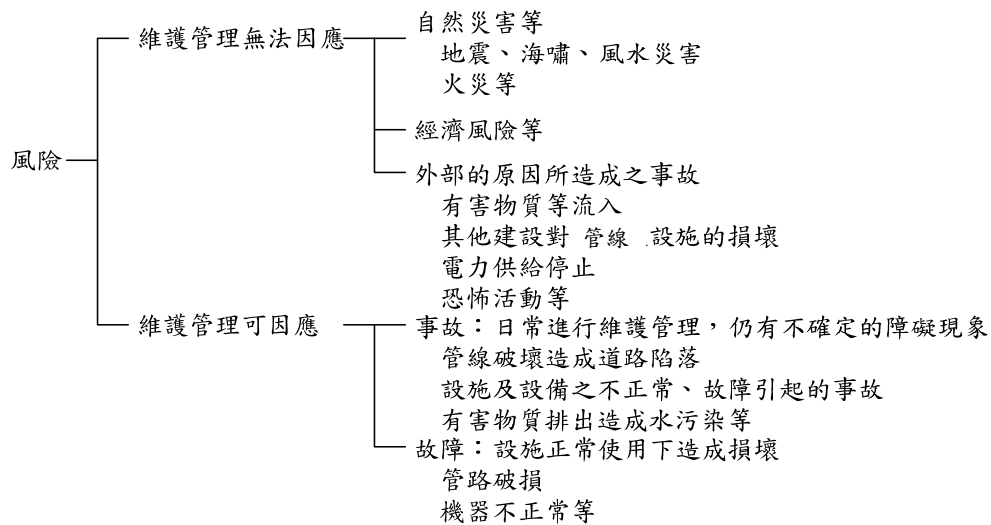


圖 4.1.2-3 風險分類及定義

4.1.3 計畫性維護管理架構

再生水廠維護管理必須採取「計畫性維護管理」，即透過評估預期可能之風險，進而訂定明確管理目標，以達到客觀掌握設備運轉情況與劣化狀態，此外，在評估同時也一併預測設備中長期狀況，以達到有計畫且有效率之設備管理為目標。

而設備控管則指從設備規畫、設計及建造，直到使用時期之維護

管理期間、進而到重置為止，於生命週期裡達最有效利用發揮所進行之一連串控管，大致上可區分為「建設階段控管」與「使用階段維護管理控管」。

計畫性維護管理，係建立在以 PDCA 循環為基礎之「維護管理控管」，其囊括了水質管理、能源管理及廢棄物管理等運作管理，與涵蓋設備功能之檢查、調查、修繕及延長使用壽命對策維護、維護管理等循環，如圖 4.1.3-1 所示。

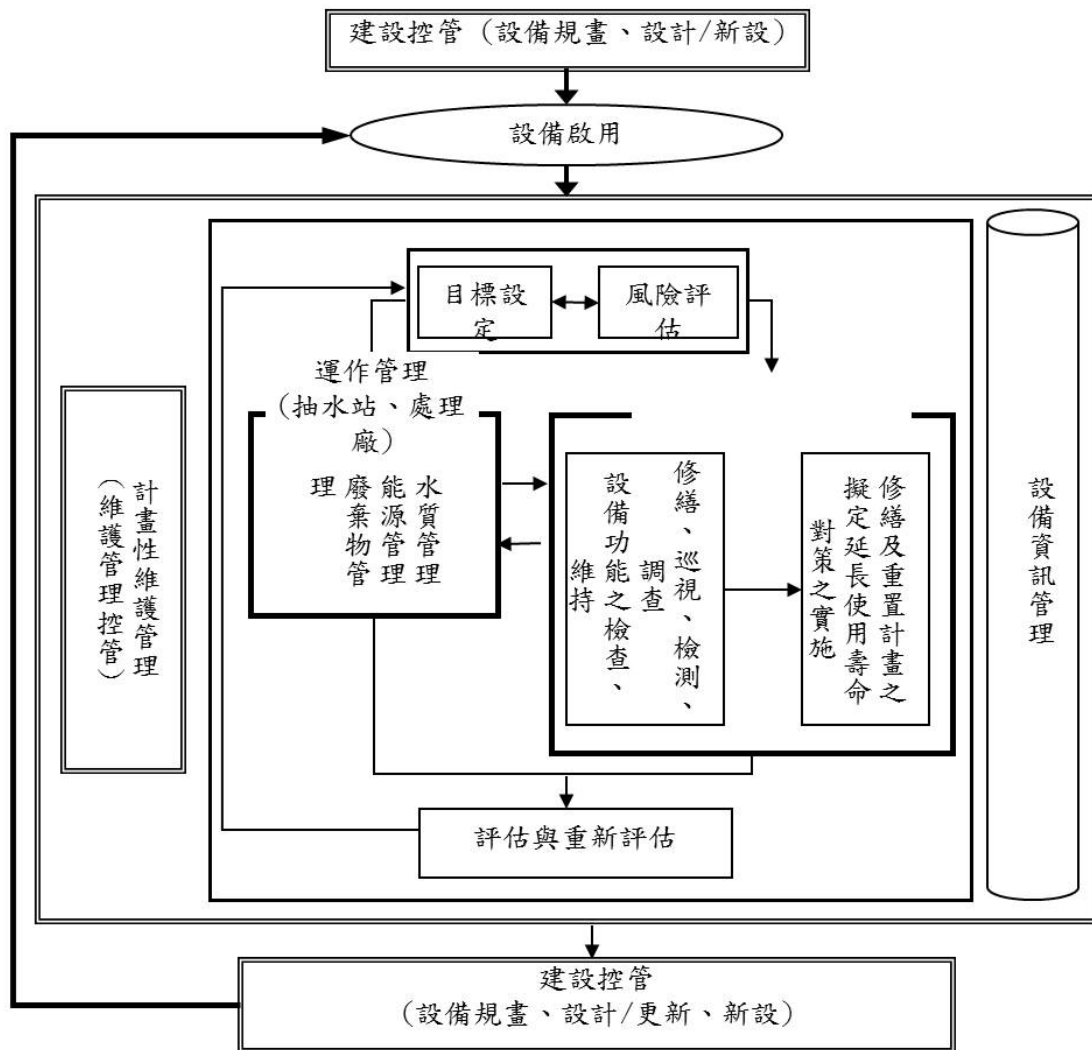


圖 4.1.3-1 計畫性維護管理架構之整體概念

4.1.4 目標設定

目標可分為結果(Outcome)目標、輸出(Output)目標及輸入(Input)目標三個層次，在設定目標時應以「服務水準」、「風險」或「成本」之觀點來進行設定。

在計畫性維護管理裡，為了達成實現使用者之結果目標，除了訂

定設備功能應維持何種水準以便實現結果目標之同時，也必須一起設定為維持前述設備水準而須實施何種程度之檢查、調查、修繕及重置等輸入目標。

此外，為評估目標達成狀況並運用於後續維護管理作業方式之改善，應將指標設定加以量化。

同時，目標之設定應考慮各目標間之關聯性，基本上是由上而下進行設定(如圖 4.1.4-1 所示)。

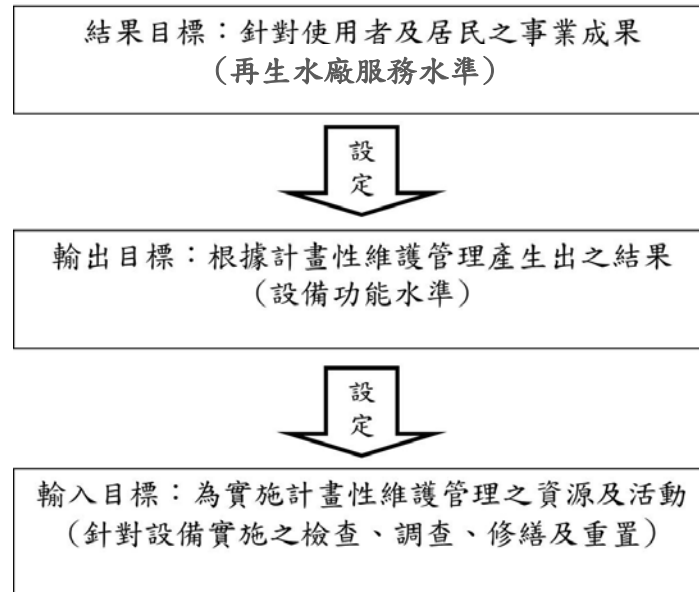


圖 4.1.4-1 目標設定之概念

藉由目標設定，可得到以下之效果。

- ①從經營者、管理者到現場同仁能有共同之維護管理目標。
- ②藉由目標設定與實際執行成果之比較，可評估目標達成狀況，並進一步改善實際之維護管理作業執行方式。
- ③藉目標設定及達成狀況評估，可提升同仁責任感與使用者相互理解之信任度。

4.1.5 風險評估

風險評估係針對設備功能不佳及故障停止等之維護管理控管，預期特定風險並分析若發生特定風險意外時，所造成之災害規模以及災害發生之機率等，並評估風險之大小，同時在有限成本控制下，進行相關檢查、調查、重置及修繕等，以達到降低甚至避免風險危害發生之目標。風險評估實施步驟如圖 4.1.5-1 所示。

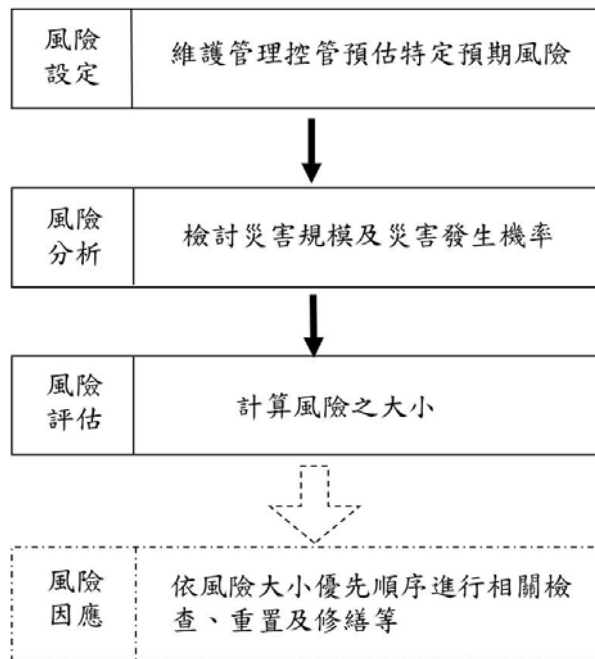


圖 4.1.5-1 風險評估實施步驟

4.1.6 維護管理計畫彙整

維護管理計畫在管線設備部分，需擬訂包括巡視、檢查、清潔、清淤、調查、修繕及重置等計畫，而在再生水廠部分，則須擬定包括水質管理、能源管理、廢棄物處理、維修檢查、調查、修繕及重置等計畫。

維護管理計畫是以再生水廠為目標進行財政收支預估，掌握維護管理體制，必須要針對財政面及體制面之影響，進行通盤檢討與彙整。

4.2 抽水站、再生水廠之計畫性維護管理

4.2.1 抽水站、再生水廠之維護管理

抽水站與再生水廠之維護管理可分為維護管理與營運管理。抽水站是將管路之水送到再生水廠之設施。再生水廠主要為處理原水，並確保合乎再生水水質標準。

為不使抽水站、再生水廠功能降低，且能持續運作，必須維護管理及營運管理密切合作。

1. 維護管理

維護管理係因維護設施功能，所執行之各項維修檢查、調查、修繕及重置（延長使用壽命對策）等。

2. 營運管理

營運管理為經由營運操作執行水質管理、能源管理及廢棄物管理等。

4.2.2 計畫性維護管理之步驟

抽水站與再生水廠設施之計畫性維護管理，是從中長期之觀點，有計畫性地持續執行 PDCA 循環。抽水站與再生水廠設施計畫性維護管理之執行步驟如圖 4.2.2-1 所示。

計畫性維護管理經由「維修點檢」、「調查」、「修繕與改建」之緊密合作才能充分發揮效果。另外，「維修點檢」與「調查」因有相近之作業內容而有特別密切關係，所以針對設備特性與維護管理體制將範圍加以區分。

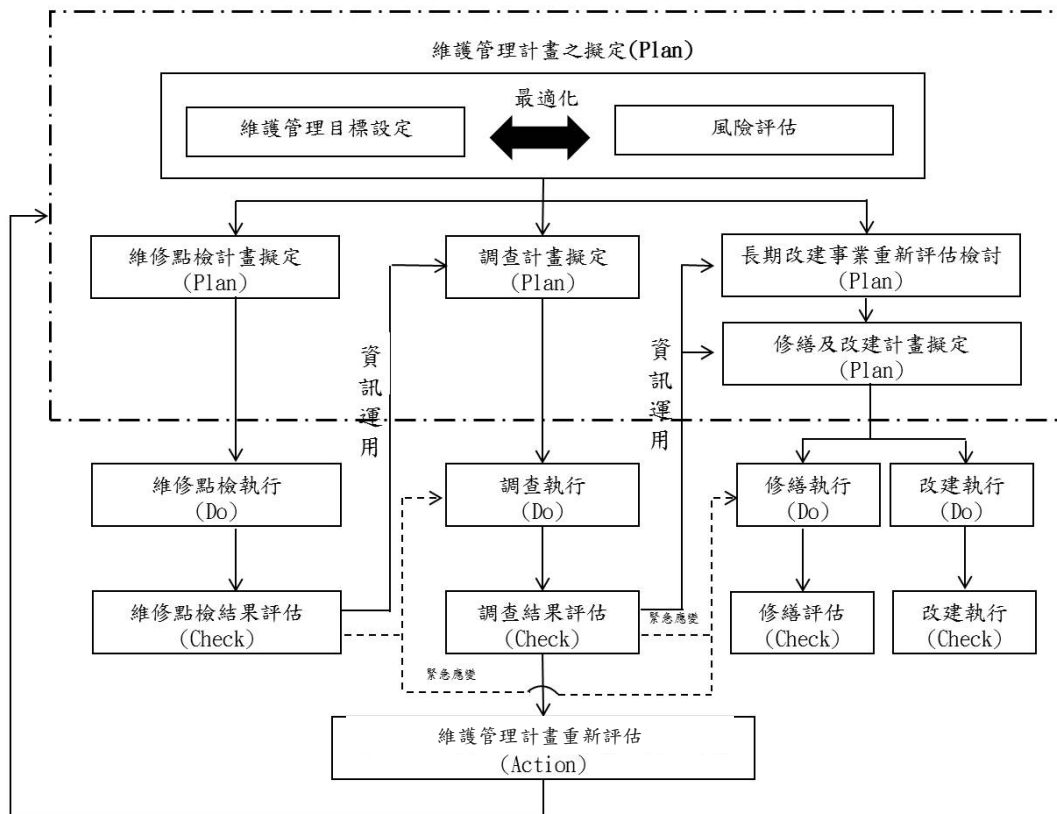


圖 4.2.2-1 抽水站與再生水廠設施之計畫性維護管理執行步驟

1. 目標設定

維護管理之目標設定為藉由再生水廠設施之維護與提升，確保日常舒適與安全安心之生活所設定最終之成果（最終目標）。為實現此一目標，應就維修點檢、調查、修繕及改建等需要何種具體之中間成果（中間目標）？同時，為達到成果需要執行哪些項目（輸出目標）？另外，又需投入多少資源及人力（輸入目標）？將這些有系統進行整理，並盡可能訂立定量指標是非常重要的。

2. 風險評估

抽水站與再生水廠之風險評估，是為了設定維修點檢、調查之內容，以及間隔、修繕及改建之優先順序而執行。

3. 維修點檢之擬定與實行

維修點檢係為了確認功能，定期性以目視或聽覺確認設備有無異常等狀況，並進行耗材及備品之確認、補充、更換及清潔；若確認有異常時，則進行調整、維修、更換等簡易修繕作業。

為進行維修點檢計畫之擬定與實行，以下各點為重點事項：

- a. 平常之規劃路線以五感為中心進行巡察，除記錄設施之狀態，還要分析過去點檢記錄，以便瞭解設施之日常狀態變化趨勢及變動，並分析過往記錄資料以掌握設施故障原因。
- b. 與營運管理相關之臨機應變點檢。
- c. 訂定短時間內可簡易掌握有無異常之診斷方法，必要時需重新實施。
- d. 消耗品之確認、補充、替換及清潔方法，並掌握過去異常應對記錄，進行調整、修理、更換。

4. 調查計畫之擬定與實行

調查是為了有效評估並預測設備之健全度，以目視、聽覺或相關檢測設備進行，定期確認各處設備及備品實際狀態與形式，以便進行有效率之設備修復及改建作業。

調查計畫訂定與執行以下列為重點事項：

- (1) 考量設施設備之重要性於固定管理方式中選用較合適管理方式。
- (2) 導入採用診斷技術之方法來進行設備維護檢視。
- (3) 從性能設計轉換為計劃性之維護管理。

5. 維修與改建計畫之訂定與執行

維修與改建係針對運轉二十年之中長期設備進行改建之評估，以調查結果為基礎，評估設施(設備)狀態，診斷必要之因應對策，從降低設施生命週期成本，維持並提升處理功能之角度，檢討並提出具體之對策方法(維修、延長使用壽命對策、更新)，同時擬定執行期程約五年之維修及改建計畫。

維修與改建計畫之擬定與執行之重點事項如下：

- (1) 累積相關之點檢及調查紀錄資料並加以運用。
- (2) 綜合性掌握設施設備之狀態。
- (3) 延長使用壽命及降低生命週期成本。
- (4) 檢討各設備之對策，必要時訂定出相關設備群組，以節能及提高資源使用效率為方向進行綜合性之檢討。
- (5) 藉由風險評估來確定相關因應對策之優先順序。

6. 評估與檢討

透過抽水站、再生水廠設施之保養點檢、調查、實施維修與改建(延長使用壽命)工程所得到之數值，與目標或計畫值相比有差異時，則針對相關保養計畫進行檢討。

4.2.3 計畫性營運管理步驟

為維持抽水站與再生水廠能有效率持續運作，應訂定目標並納入水質管理、能源管理及廢棄物管理等相關營運計畫據以執行。水質管理與能源管理之關係，藉由不斷進行相互調整，以決定最合適之操作運轉方式，確保水質安全，降低溫室氣體排放量，並且尋求整體環境之美化。

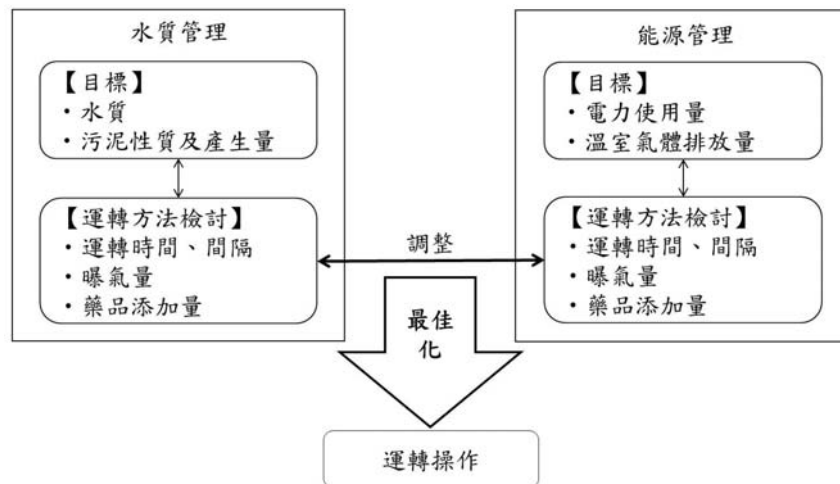


圖 4.2.3-1 水質管理與能源管理之關係

抽水站設施建議以下列方式進行檢討後，彙整於營運管理計畫。

- (1)掌握日間各時段之流量變化、管渠之儲留空間及流達至再生水廠之負荷變化等因子，以排放順暢為前提，達成最佳能源使用之運轉操作。
- (2)進流量異常及設備故障時之運轉操作方法。
- (3)沉砂及夾雜固體物之清除頻率及處理方法。

再生水廠建議以下列方式進行檢討後，彙整於營運管理計畫。

- (1)藉由水質檢測地點、頻率及項目掌握水處理及污泥處理設施之運轉條件與狀況。
- (2)檢視水與污泥處理方式之特性，進而訂定相關處理設施之運轉指標及監控頻率。
- (3)掌握水與污泥因時段、季節、天候等不同因素所造成之差異，進而檢討達到兼具水質與能源目標之最佳運轉操作方法。
- (4)建立進流量異常及設備故障時之運轉操作方法。
- (5)沉砂、夾雜固體物、污泥之清除頻率及處理方法。

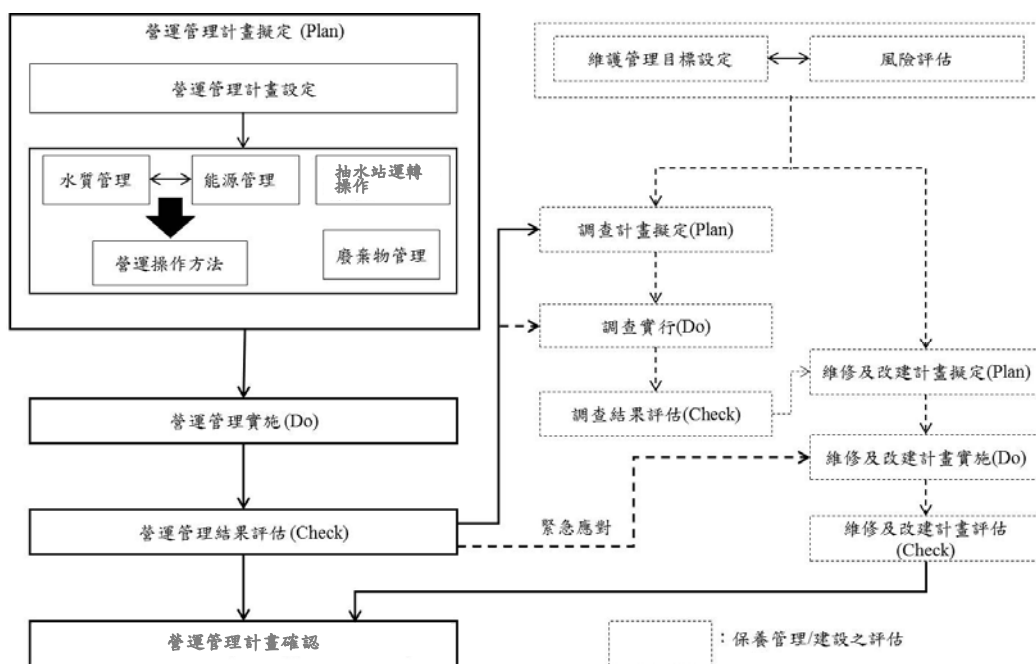


圖 4.2.3-2 計畫性營運管理之實施步驟

4.2.4 目標設定

抽水站及再生水廠之目標設定，是根據設施特性設定結果目標、輸出目標及輸入目標，並且需適當適時進行目標評估，必要時得進行目標之重新評估。

抽水站與再生水廠設施之結果目標係再生水廠管理者為了向使用者展示再生水廠之服務與風險，審慎思考並設定下列之項目。另外，結果目標中亦可依階段設定最終及中間目標。

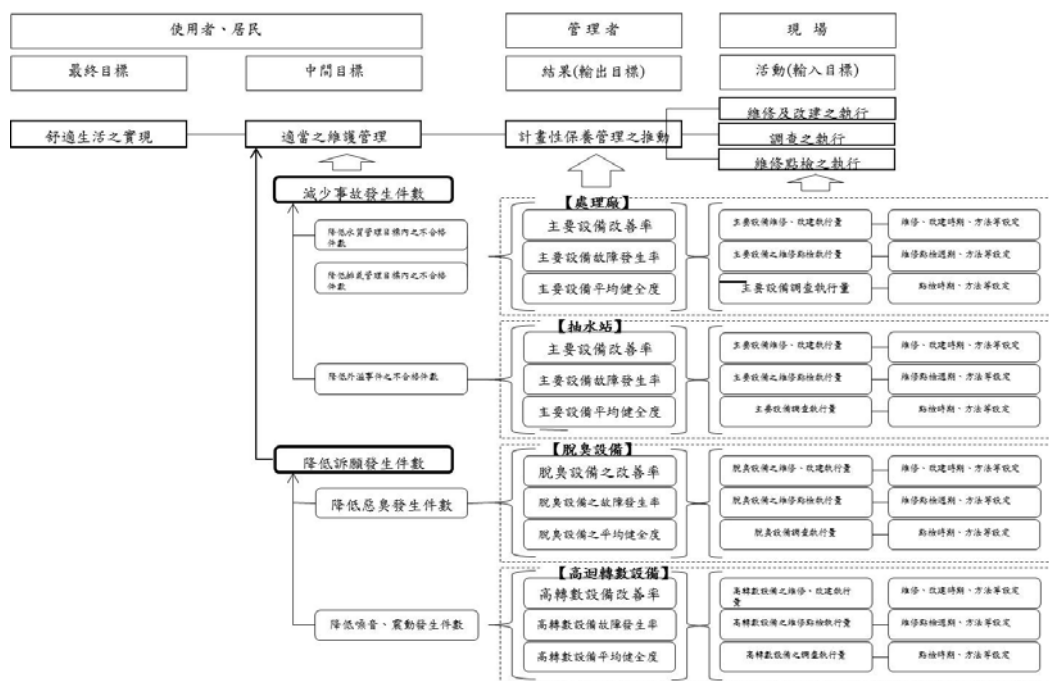


圖 4.2.4-1 抽水站與處理廠設施之目標設定案例

4.2.5 風險鑑別

以執行風險評估為前提，針對可能影響或危害民眾或令人擔心之現象，以及造成上述事件可能原因，從日常中有組織性進行篩選與整理做為特定風險。風險鑑別係以抽水站及再生水廠設施之計劃性維護管理相關風險為目標。

抽水站與再生水廠設施之風險，主要起因於地震、颱風、水災及設施劣化或老化造成故障；或是因設施功能不彰、停止運轉造成使用單位之使用限制或是停用；以及設備操作錯誤造成水質污染等各式各樣之風險。抽水站及再生水廠設施可能發生之風險案例如表 4.2.5-1 所示。

表 4.2.5-1 抽水站與再生水廠設施之風險案例

項目	事故說明	風險（事故造成之環境影響）	
抽水站 與 再生水 廠設施	停電、設備故障所引起之功能降低或停機	可藉由維護管理計畫因應之風險	·原水溢流 ·處理水質惡化 ·產生臭氣、噪音
	燃料儲存槽破裂		·燃料流出引發火災 ·土壤及地下水污染 ·自然水域之水質污染
	藥品溢散或外流		·放流水造成自然水域水質惡化 ·危害人體健康 ·影響動植物
	地震、海嘯造成之設備功能降低或停機	自然災害造成之風險	·原水溢流 ·使用單位使用受限
	進流水量異常		·抽水站淹水造成原水溢流

4.2.6 災害規模檢討

災害之規模將直接影響抽水站及再生水廠設施之功能降低或停機時造成災害事故受災範圍之大小。

針對抽水站或再生水廠設施發生事故及故障所引起之功能降低或停機，除找出事故發生原因，並盡可能以客觀且量化方式評估影響之嚴重程度。

因設備故障或劣化引起抽水站及再生水廠設施功能降低或停機等不良狀況之影響，其中包含對自然環境、生活、工作環境及對使用單位造成之影響。影響度之評估係針對各項設施之「功能面」、「能力面」、「成本面」進行有效檢討。以功能面評估為例，災害發生時應優先復原功能之優先度評估方法如表 4.2.6-1 所示，各項功能之權重可採用層次分析法（AHP 法）進行評估。

表 4.2.6-1 處理功能之影響程度評估（例）

處理功能	再生水廠設備	復原順序	影響程度判斷
抽水功能	馬達設備	3	2
水處理功能	前處理設備	2	3
	主要製程設備	1	4
消毒功能	消毒設備	1	4
污泥處理功能	污泥處理設備	4	1

4.3 管理方法

管理方法可依大方向分為預防維護及故障維護。預防性維護可更進一步分為時間計畫維護及設備狀態維護。根據維修點檢、調查及設備維修與改建所建立之管理體系如圖 4.3-1 所示，主要是以維修點檢、調查及設備維修與改建等功能維護管理之方法，同時可適用於預防維護及故障維護。

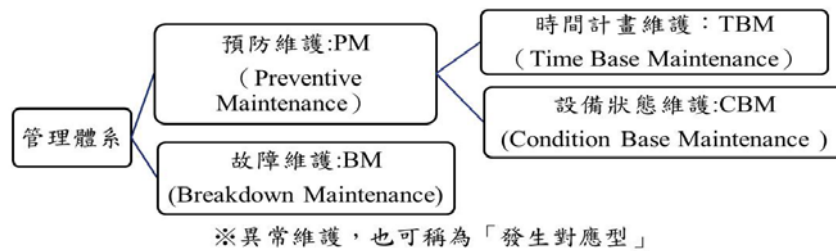


圖 4.3-1 管理體系

表 4.3-1 管理方法之特徵

功能維護管理	預防維護 (PM)	時間計畫維護 (TBM)	藉由重新訂定維護週期（目標使用年數等），進行適當因應對策管理之方法。 【適用範圍】 ·具有週期性故障(壽命)特性 ·法定維修及整頓週期 ·故障會對其它部分造成重大影響 ·無法掌握劣化狀態又不具調查方法，或調查成本高，以定期更新較為有利之部分 維護方法：針對設備(施)劣化影響較大之變數(如處理量及運轉時間等)，訂定更換週期(理論值及經驗值)，一旦到達所訂定維護週期時，則無條件進行更換 優點：較不需費時進行調查等維護，故障發生頻率較少 缺點：過度維護導致費用增加
		設備狀態維護 (CBM)	狀態維護為確認設備劣化狀態及動作狀況，從生命週期成本最小化之角度，掌握最佳改建時間，進行適當因應對策之管理方法。 雖然狀態監控維護為了掌握劣化狀況而必須進行調查，但藉由過去累積相關資料進行分析，找出對策時期與方法之最佳化，並重新審視調查週期及項目等，使調查更具效率及省力。 【適用範圍】 ·具掌握劣化狀態之調查方法，從劣化狀態決定修繕及改建時期較為有利之部分 ·故障會對其它部分造成重大影響 ·無一定劣化傾向，無法決定週期之部分 ·劣化較少且無法決定週期之部分 維護方法：以五感及採用診斷技術測定之數據，掌握設備劣化狀態，若劣化程度已達劣化基準，則進行修繕及改建。 優點：預防產生 TBM 過度維護之缺點。 缺點：與 TBM 相比，需要較多維護成本及人力。
	故障維護 (BM)	異常徵兆(如功能低下)或故障發生後，進行適當因應對策之管理方法。 【適用範圍】 ·即使發生故障，對其他部份影響或損失較小 ·實施故障維護，較為經濟且風險較小 維護方法：完全無法進行調查及定期替換者，故障時(功能停止)則進行復原工程。 優點：至壽命結束，若無發生 2 次以上故障前提下，維護費用最低。 缺點：故障對處理工程之影響較大，亦有能源單位低下狀況產生。	

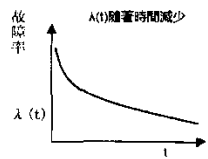
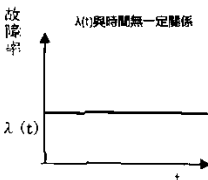
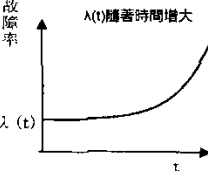
故障類型	故障率 $\lambda(t)$ 類型	管理方法合適性			特 徵	因 應 策 略
		TBM	CBM	BM		
初期故障型 (故障率減少型)		X	◎	○	- 故障原因為設計及製作不良等，電子零件佔絕大多數 - 充分進行運轉測試，可有效找出損壞之部件 - 適用於CBM，TBM則具反效果，BM亦不適合。	測試運轉(保證)期間如有初期故障，可在額定負載狀態下盡早發現損壞之部件
偶發故障型 (故障率一定型)		X	◎	○	- 可掌握劣化之狀態，以CBM最合適。 - TBM完全不適用。	預防維護費用低之設備適用BM。
磨損故障型 (故障率增加型)		◎	○	○	- 因故障發生較集中，以較易設定適當維護周期之TBM最合適。 - 可掌握劣化狀態之CBM亦合適。	預防維護費用低之設備適用BM。

圖 4.3-2 故障率類型與管理方法之關聯

依據各設備、設施之特性，從時間計畫維護、狀態維護及故障維護中，選擇最適合之管理方法。

考量設備、設施之重要性及劣化狀態之掌握等方式，來選定適當管理方法。且針對重要性高之設備，應給予實施預防維護。管理方法之選定流程(例)如圖 4.3-3 所示。

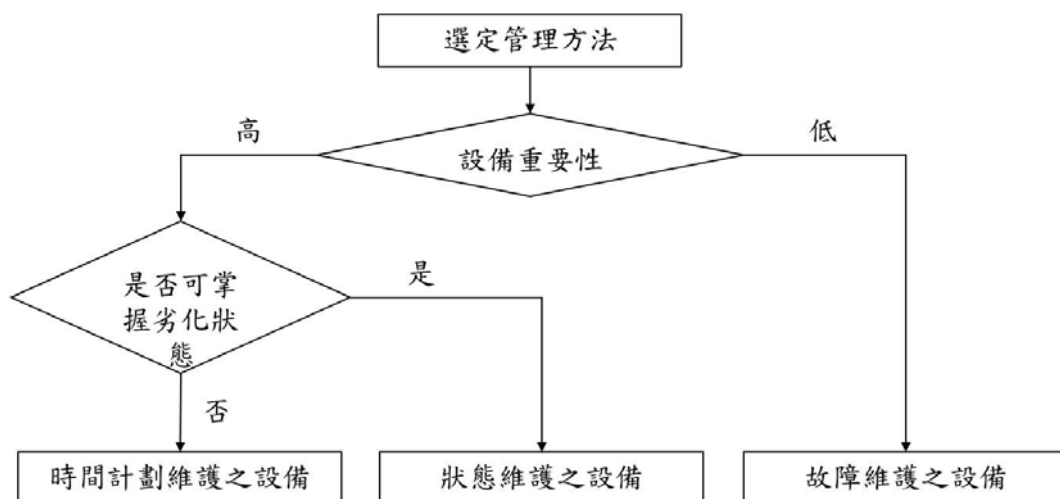


圖 4.3-3 管理方法選定流程(例)

表 4.3-2 重要設備、設施之思考方式(例)

分 類	內 容
主要機械	該機械設備擁有達成主要目的之運轉功能，無其他設備可替代，重要程度高。當此機械停止運轉時，將直接影響設備功能而導致停機之重要機械。
輔助機械 1	主機運轉之必要機械設備，無其他可替代設備，重要性僅次於主機。
輔助機械 2	主機運轉之必要機械設備，功能停止雖不會直接導致主機停止運轉，但卻是主機綜合功能之必要機械設備，重要性次於主機、輔助機械 1。
其他輔助機械	與主機運轉無直接之必要性，卻是主機維護管理必要輔助機械，重要性次於主機、輔助機械 1、輔助機械 2。

4.4 維修點檢

4.4.1 維護點檢之方法

維修點檢之目的為掌握並記錄設備狀態，除確認設備有無異常，並對消耗品進行點檢、補充、更換及清潔等輕度修繕，維持設備運作功能正常。

維修點檢係維持設施正常運作之基本管理，並為與運轉管理及調查相互輔助之重要工作。

其中點檢為定期以五感或各種測量儀器指標值確認為主，使用簡易工具及量測儀器進行點檢與記錄，確認設備平時運轉狀態有無異常之作業。

而維修為定期進行油料補充、更換及清潔，一旦發生異常狀況則立即進行調整、維修及更換等輕度修繕作業。

特別針對使用多年及老化之抽水站及再生水廠設施，維修點檢之重要性將日益增加。

此外，為了適時修正維護管理計畫，除持續記錄維修點檢結果外，數值圖表化及趨勢管理亦非常重要。

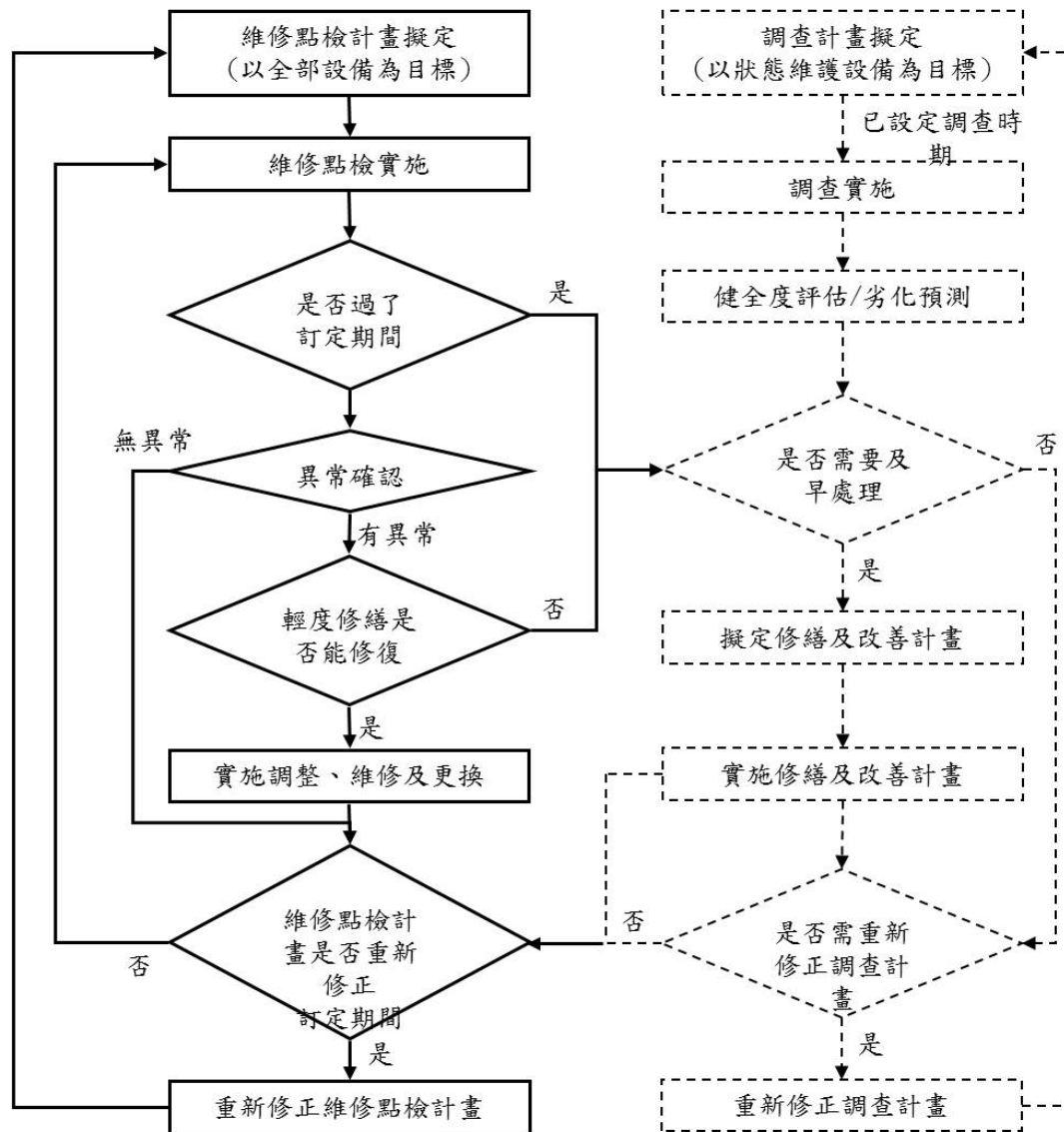


圖 4.4.1-1 維護點檢執行步驟(時間計畫維護之機械電氣設備)

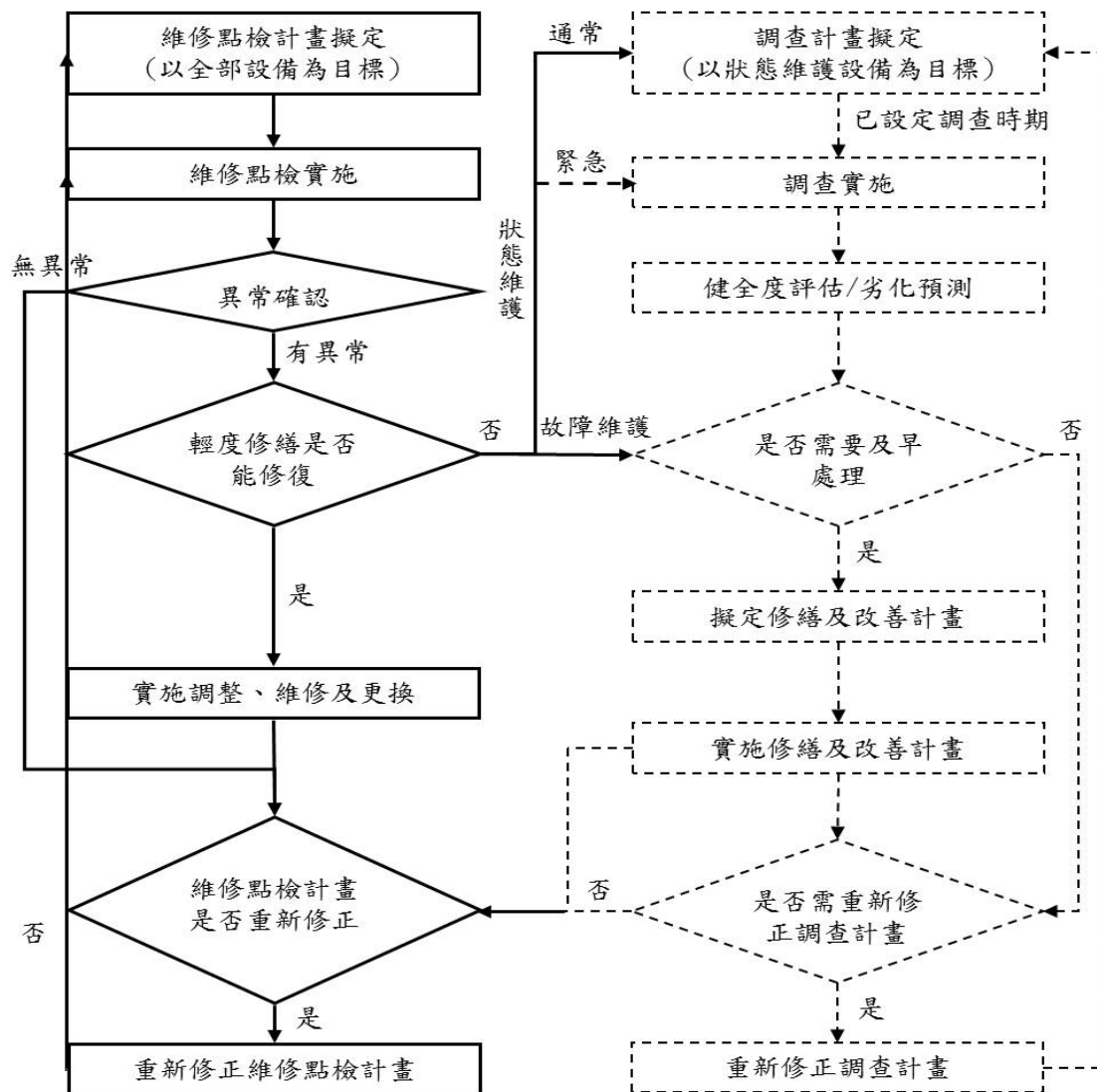


圖 4.4.1-2 維護點檢執行步驟(狀態維護及故障維護之機械電氣設備)

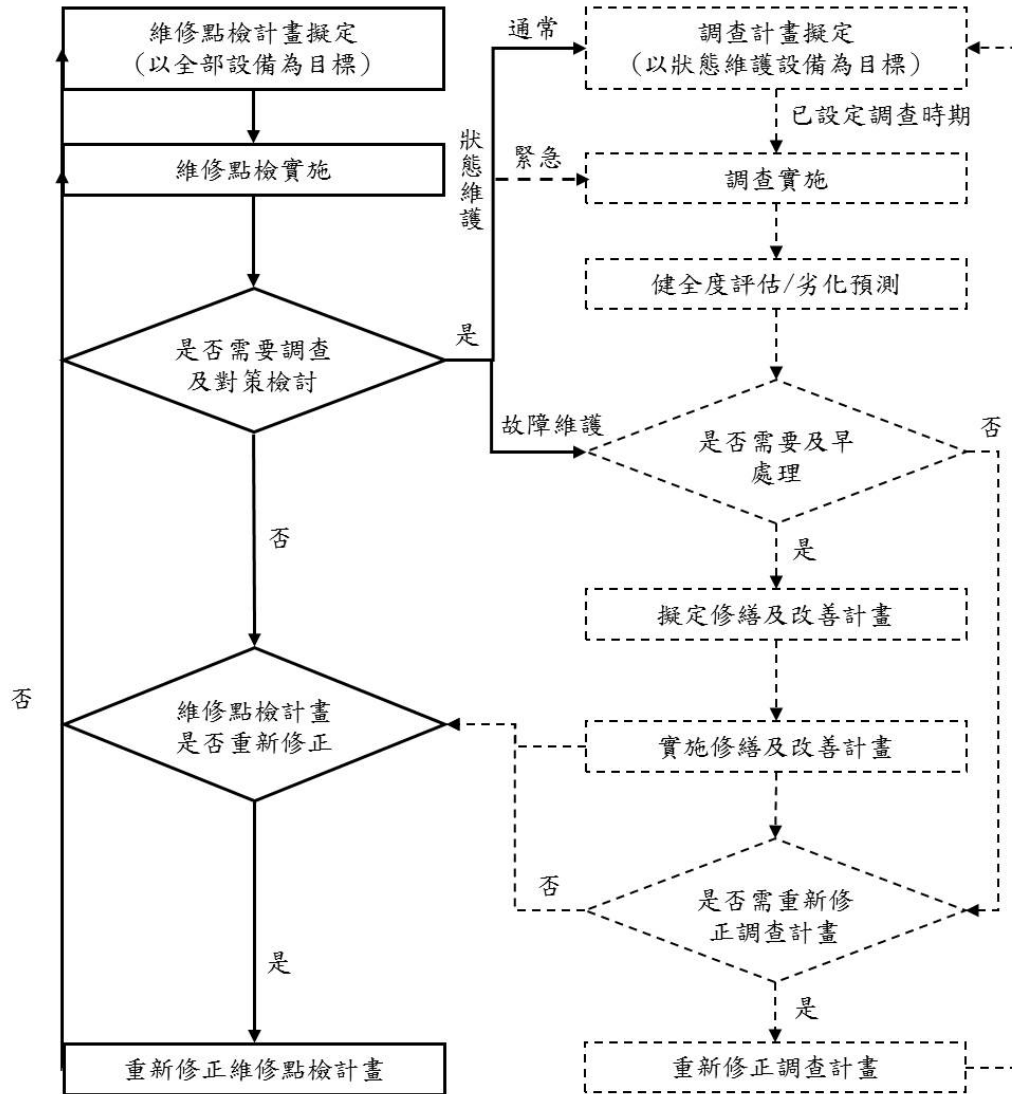


圖 4.4.1-3 維護點檢執行步驟(土木及建築設施)

點檢種類說明如下:

1. 日常點檢

(1)機械及電氣設備

對機械及電氣設備進行之日常點檢，是為了發現有無異常徵兆，原則上巡視點檢為每日進行，以視覺、觸覺及聽覺等方式，確認設備狀態並進行記錄。

(2)土木及建築設施

係在每日巡視點檢可能範圍內，以目視方式針對劣化、損傷、有無初期程度之缺陷等，進行確認與掌握並記錄。

2. 定期點檢

(1)機械及電氣設備

為掌握機械及電器設備損傷、腐蝕及磨損等情況，並檢討修理(繕)之對策方法必要性，以周、月、季、半年、1年等週期進行點檢，主要以視覺、觸覺、聽覺、簡易測定等方式，來確認狀態並進行記錄。

(2) 土木及建築設施

針對土木及建築設施執行各部位劣化、損傷及有無初期程度缺陷等之掌握，判斷是否需要詳細調查及對策檢討必要性，而進行之定期性點檢，主要以目視與聽覺等方式，來確認狀態並進行記錄。

3. 法定點檢

法定點檢為依照法令規定進行之點檢。相關法規及實施對應設備如下：

- (1) 消防法(內政部)燃料儲存槽、消防設備等。
- (2) 勞動安全衛生法(勞動部)起重機、啟動用空氣槽、鍋爐等。
- (3) 電氣事業法(經濟部)變電設備、電動機等。
- (4) 空氣污染防治法(環保署)常用之發電機(柴油發電機、氣體渦輪機)。

4. 臨時點檢

即使實施計畫性維修點檢，但面臨災害發生或設備異常等突發狀況，記取已發生事故案例之教訓，並進行應對方針及計畫之重新修正，是極為重要。臨時點檢又可分為緊急點檢及特別點檢。

緊急點檢是指針對發生異常或災害事故可能造成損傷之設備，進行日常及定期以外之點檢。

特別點檢係針對有必要進行緊急點檢或相似之設備，確認是否發生異常或同類型損傷之點檢。

4.4.2 維護點檢計畫之擬定

維修點檢計畫係考量機械及電氣設備與土木及建築設施之特性，並參考操作說明書及過往故障管理記錄進行擬定。

1. 維修點檢項目

維修點檢項目是指在短時間內設備運轉狀態之確認事項，故應注意以下訂定內容。表為抽水站設備日常點檢項目之範例。

- (1) 為了在短時間內掌握設備平日運轉狀態及有無異常發生，故必須於較短週期間隔進行點檢確認。
- (2) 依據操作說明書及過往故障之管理記錄，選定必要之維修點檢項目。
- (3) 以五感點檢及各種計測器指標值確認為主，採用簡易工具及測量儀器進行點檢。在較短時間內透過一般技術及判斷力，來判定設備狀態之對應項目(例)如下。
 - 五感點檢：聲響、熱度、振動、臭味、目視等
 - 各種計測器之指示值：讀值變動狀況等
 - 潤滑狀態：油溫、油面水平、顏色、洩漏等
 - 主要設備之環節部位等：鬆弛、生鏽、脫落等

·其它：掌握點檢過程之一般狀態及環境狀態(髒污、異物、聲音、熱度、振動、臭味等)

(4)在收集數據時盡量減少“無異常”之制式化內容，以定量性數值來進行記錄。

(5)於點檢同時，將對設備之印象，以五感判斷方式，記錄在備註欄內。

表 4.4.2-1 抽水站設備日常點檢項目範例

點檢項目	點檢內容	點檢周期
1.外觀 2.振動、異常音 3.漏液、噴出 4.軸心溫度 5.潤滑油面 6.密封部位發熱 7.密封墊圈之漏水量 8.運轉中電流 9.運轉中壓力 10.運轉日誌	有無腐蝕、髒污、龜裂等異常發生 泵、基礎等有無異常 配管、閥、壓力計等有無異常 是否室溫+40℃ 以下 是否在適性範圍 水封是否正常 是否呈現不斷洩漏狀態 是否為正常值 是否為正常值 檢討有無異常	每日 1 次以上

2. 維修點檢方法及判斷基準

(1)進行維修點檢時，會因點檢者之技術、經驗及判斷能力而有所出入，所以應針對維修點檢所有項目、方法及判定基準，製作明確之維修點檢記錄表，以求維修點檢內容一致化及提升精準度。

·目視作業：以目視觀察機器整體外觀是否有損傷、龜裂、洩漏、生鏽、變色及臭氣，以及判斷運轉聲音是否異常。(例：漏油、軸承異常聲音、磨損、螺絲鬆脫等)

·觸覺作業：以手觸碰機器感受震動、溫度等判斷是否正常。(例：振動、密封墊圈是否過熱等)

·確認作業：由機器壓力、溫度、流量、電流等，判定計測器指示值是否正常。

·測定作業：藉由計測器檢測各設備磨損狀態及運作是否正常 (例：軸承溫度檢測、振動檢測、絕緣抵抗檢測等)

·調整作業：針對偏離正常運轉狀態之設備進行調整及校正。(例：鍊條張力調校、皮帶張力調校、計測器歸零調整等。)

·清潔更換作業：設備點檢清潔及消耗品更換。(密封墊圈、機械軸封、連接橡膠、潤滑油更換、阻塞物、除銹等)

(2)判斷基準為參考操作說明書管理範圍而設定，於現場點檢時做為

正常與否之判斷標準。

3. 維修點檢周期

維修點檢周期係依照操作說明書、製造廠商建議之點檢項目及內容、過往管理記錄或機器重要性為參考依據，以1次/日、1次/週、1次/月、1次/季、1次/半年、1次/年等設定適當點檢週期，並配合各設備狀況經常進行修正。

4. 維修點檢作業機制

維修點檢作業必須具備土木、建築、機械、電氣等專業技術。在較大規模設施中，應設定水處理路線、污泥處理路線、電氣設備路線等數個維修點檢路線，執行維修點檢作業。因此須考量設施規模及必要之技術等，檢討具安全又有效率之維修點檢作業機制。

5. 緊急情況發生時之應變與體制

若發生事故或異常狀況而導致設備損壞時，必須針對以下事項予以重新審定。

·發生設備損壞時，為將影響控制在最小範圍內，進行備用機組、繞流及切換到其他系統之替代方案等，同時應建立緊急應變通報機制。

·運轉管理上，針對無備用機組或切換至其他系統有困難之設備，應事先完備替代設備導入計畫及緊急修繕機制。

另外，為了能夠迅速應變，必須確保有執行應變用之預算。預算之確保則考量過去財政年度之緊急應變費用與設備劣化狀況來設定。

6. 土木及建築設施

土木及建築設施維修點檢包含主體、防水、門窗隔扇、金屬物、附屬設施(備)等。維修點檢除可確認設施之設置環境是否良好外，同時可確認是否產生外觀變形、改變或移位等狀態。

在日常點檢可執行之例行巡視範圍內(一般操作維護管理無障礙之工作範圍)進行點檢。點檢方法有目視、照相、顯微鏡觀察或敲打等，來確認有無異常。

7. 其他

針對機電及設備之安裝地點、管路及池體等定期實施清潔，使設施(備)不易因環境惡劣而造成損壞。另外，為了日後維護管理之提升，有必要透過平時收集管理維修點檢資料並適時加以運用。

4.5 調查方法

調查之目的為透過日常點檢以掌握複雜設備部位及機件狀態，除了評估與預測運轉是否正常外，並檢討可能發生損壞之原因，以避免設備異常或故障。調查是實施計畫性維護管理之重要工作，應與維修點檢相互輔助。

透過目視及聽覺等五感、特殊技術或工具、檢測儀器等來實施調查。調查結果在機械及電機方面，可彙整設備及主要機件之狀態；而在土木、建築設施方面，則可彙整設備相關規格及主要部位之狀態是否良好。另外，持續記錄調查結果做為未來修正維護管理計畫之參考依據，是很重要的。

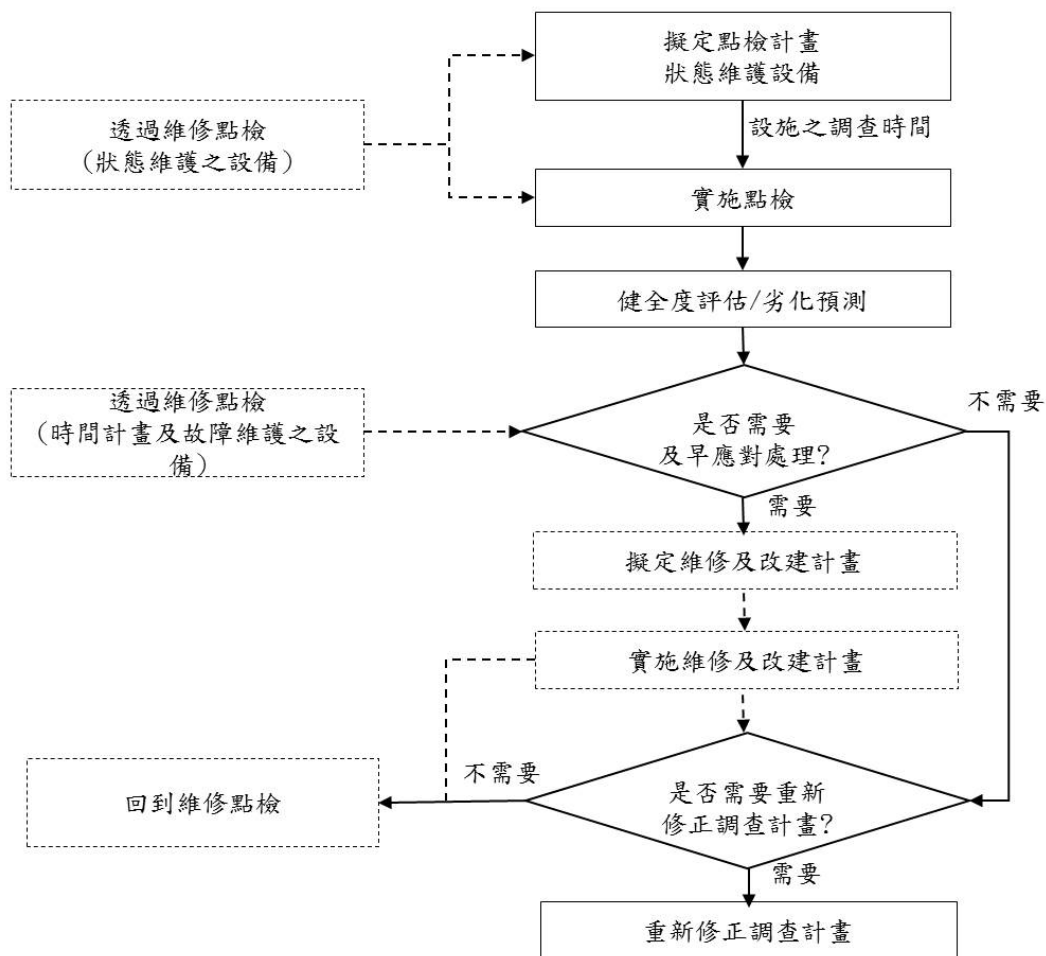


圖 4.5-1 調查之進行方式

4.5.1 調查之方法

調查係考量設施(備)種類、構造等特性進行健全度評估、調查單位之預測（機件及部位等），以掌握劣化位置，設定最佳調查方法。

調查方法有以目視之定性調查與測量裝置之定量調查，依狀況選擇最合適之調查方法。

1. 機械及電氣設備之調查方法

機械及電氣設備之調查方法，有以目視、聽覺、觸覺等五感為主之定性調查方法，如表 4.5.1-1 所示，還有採用測量裝置之定量調查方法。考量設備種類與構造等特性，以及負責調查者之技術能力、檢測儀器之準確度及成本，選擇最合適之調查方法。

表 4.5.1-1 設備、機械、部位之診斷機器種類（例）

調查方法\目標	設備系統種類	機器種類	部位
簡易振動診斷 (振動分析)	迴轉電氣機械 流體設備 延壓設備	電動機 送風機 泵浦	軸承 軸心 齒輪
厚度分析	流體設備 搬運設備 過濾裝置・分離裝置	儲存槽 塔槽類 反應器	容器(槽) 配管 軸承
探傷診斷	流體設備 流體設備 延壓設備	塔槽類 儲存槽 反應器	容器(槽) 軸 配管
精密振動分析 (振動分析)	迴轉電氣機械 流體設備 延壓設備	泵浦・壓縮機 送風機	軸承 齒輪 容器(槽)
油分析診斷 (潤滑油診斷)	流體設備 延壓設備 迴轉電氣機械	儲存槽・成形機 幫浦・變壓器	軸承、齒輪 容器(槽)
絕緣分析	迴轉電氣機械 靜止電氣機械 延壓設備・工業爐	電動機 配線 變壓器	
溫度診斷	流體設備 迴轉電氣機械 延壓設備	送風機 加熱爐 幫浦・電動機	軸承 配管 容器(槽)
聲洩(音洩) (Acoustic Emission)	流供設備 延壓設備	送風機・儲存槽 成形機・配線 反應器・塔槽類	軸心、齒輪、模具
壓力診斷	靜止電氣機械 流供設備・延壓設備 迴轉電氣機械	變壓器 送風機・鍋爐 電動機・控制機器	配管

2. 土木、建築設施之調查方法

土木、建築設施以目視等五感為主之定性調查方法如表 4.5.1-2。

表 4.5.1-2 土木及建築設施之調查方法(例)

點檢方法	經由點檢所獲得之資料
生鏽點檢	鋼筋腐蝕狀況、種類、銹斑、中和深度、裂縫深淺、材料種類等
以自然電位法調查鋼材腐蝕狀況點檢	鋼材之腐蝕狀況
中和深度之測定	中和深度、中和速度係數
抗壓強度試驗	混凝土之抗壓強度

4.5.2 調查計畫之擬定

從目標設定及風險評估角度來檢討優先順序，考量可執行且具效果之調查。

1. 調查單位

機械及電氣設備之調查單位是設備單位或主要機件。以主要機件單位進行調查之設備，透過管理更換零件延長使用壽命，也有可能降低設備之生命週期成本（例：泵浦、鼓風機等）。土木、建築設施之調查單位為設備單位，也有以部位（地板、牆壁、底板、梁柱等）為單位。

表 4.5.2-1 機械、電氣設備之劣化機構及現象指標(例)

異常狀況	現象	劣化參考指標
變形	因一定程度之外力隨著時間產生變形現象	振動、溫度、異常音、電流值、壓力、變形、龜裂、損傷、洩漏、動作不良
破壞	因反覆應力作用使材料表面或內部龜裂慢慢擴大以至於破壞之現象	振動、溫度、異常音、電流值、壓力、洩漏、動作不良
磨損	因表面材料摩擦造成磨耗而慢慢被去除掉之現象	振動、溫度、磨損、異常音、電流值、壓力、洩漏、動作不良
腐蝕	金屬原子被氧化為金屬離子，在氧化劑行還原反應同時剛好進行電化反應。腐蝕有濕腐及乾腐，前者為在有水分存在之狀態下因陽極反應(氧化反應)及陰極反應(還原反應)結合成腐蝕電池作用而有金屬溶出現象產生；後者為在高溫氣體環境下金屬因氧化、酸化、碳化、鹵化之現象。	絕緣抵抗值、生鏽、腐蝕、動作不良

表 4.5.2-2 土木、建築設施之劣化機構及現象指標(例)

異常狀況	現象	劣化參考指標
中和化	二氧化碳與水泥起碳酸化反應，致使孔隙溶液中之 pH 值下降，導致鋼材腐蝕，以及混凝土之裂縫破裂或剝離、鋼材斷面減少引起之劣化現象	中和化深度 鋼材腐蝕量 腐蝕裂縫破裂
鹽害	氯離子促使混凝土中之鋼材腐蝕，以及混凝土之裂縫破裂或剝離、鋼材斷面減少引起之劣化現象	氯離子濃度 鋼材腐蝕量 腐蝕裂縫破裂
凍害	因混凝土中之水份反覆凍結與溶解，造成混凝土表面因縮放產生細小縫隙破裂及崩裂等形式之劣化現象	凍結深度 鋼材腐蝕量
化學侵蝕	酸性物質或硫酸離子接觸造成混凝土硬化體分解，與產生化合物時之膨脹壓力造成混凝土之劣化現象	劣化因子滲透深度 中和深度 鋼材腐蝕量
鹼矽酸反應	骨材中所含之反應性矽礦物或碳酸鹽岩與混凝土中之鹼性水溶液反應，因而發生異常膨脹或裂縫破裂之現象	膨脹量（裂縫破裂）
地板疲乏	鋼筋混凝土地板因車輛荷重之反覆作用造成裂縫破裂或下陷之現象	裂縫破裂密度 偏轉彎曲
梁柱疲乏	因重量之反覆作用拉伸鋼材產生龜裂，甚至斷裂之劣化現象	累積損傷程度 鋼材之龜裂長度
摩擦減少	因水流或車輪等摩擦作用使混凝土斷面隨著時間逐漸緩慢失去摩擦力之現象	摩擦減少量 摩擦減少速度

2. 檢測方法及判斷基準

調查方法包含在現場以目視、聽覺或檢測裝置等非破壞之調查方法，以及取芯採樣等微破壞性及拆解調查之方法。調查方法應該考量土木、建築、設備之調查單位及構造後再行選定。

【調查方法設定範例】

- 泵 浦：因為從外觀上無法判斷主要零件之狀態，故以設備單位實施振動診斷，並依狀況實施拆解調查。
- 主體結構：從目視點檢結構狀況，進行取芯採樣等調查。

表 4.5.2-3 設備目視之判斷基準(例)

判斷區分	運轉狀態
5	無問題
4	劣化程度、範圍低 (雖有劣化之徵兆，但無功能上問題)
3	劣化程度、範圍中等 (雖然劣化持續進行中，但確定設備功能尚可)
2	劣化程度、範圍高等 (劣化進行中，因設備功能難以發揮，維修也難以回復功能)
1	劣化顯著，設備功能停止。

表 4.5.2-4 設備單位健全度(例)

判斷區分	運轉狀態	處置方法
5	當初設置之狀態，運轉上無功能問題	不需處置。
4	設備可安全運轉，雖無功能上問題，但開始出現劣化之徵兆	不需處置。更換消耗品等
3	設備持續劣化，但可維持功能狀態及回復功能	透過延長設備壽命對策或進行維修回復其功能
2	設備功能無法發揮或不知何時功能會突然停止等狀態，且功能難以回復	進行精密調查或設備更新等，必要時進行重大檢測之處置
1	無法運轉且功能停止。	必須立即更換。

表 4.5.2-5 個別零件健全度(例)

判斷區分	運轉狀態	處置方法
5	零件為當初設置之狀態，運轉上無功能問題。	不需處置。
4	零件雖無功能上問題，但開始出現劣化之徵兆。	不需處置待觀察。
3	零件之劣化持續進行，但零件功能還能維持，可回復其功能。	透過維修回復其功能。
2	零件功能無法發揮，對設備之功能造成影響，或不知何時功能會突然停止之狀態等，且功能難以回復。	必須更換。
1	劣化顯著，設備功能停止。	必須立即更換。

表 4.5.2-6 健全度判斷方法及判斷結果範例(調查單位：設備-手動開門)

調查目標	調查判斷項目	判斷內容	判斷結果	健全度
設備 整體	動作狀態	確認運轉及動作狀態，判斷對功能面之影響	4	3.5
	塗裝、潤滑油狀況	確認油漆鼓起脫落，潤滑油飛散等狀況，判斷對功能面之影響	3	
	生鏽、腐蝕	確認生鏽、腐蝕之狀況，判斷對功能面之影響	3	
	變形、龜裂、損傷	確認變形、龜裂、損傷之狀況，判斷對功能面之影響	4	
	各部位磨損	確認各可動部位之磨損狀況，判斷對功能面之影響	4	
	振動、異常聲響	確認振動・異常聲響大小等，判斷對功能面之影響	3	
調查判斷區分	5：無問題。 4：無功能上問題，出現劣化之徵兆。 3：劣化持續進行，但功能狀態可持續維持。 2：功能無法發揮，維修也難以回復。 1：運轉停止及功能停止。			

表 4.5.2-7 土木及建築之健全度

判斷區分	運轉狀態	處置方法
5	為當初設置狀態，無功能上問題。	不須處置
4	功能上無問題，但開始出現劣化徵兆之狀態。	不須處置(以維護管理應對)
3	劣化進行中，但可維持功能狀態。可回復其功能。	進行修繕回復其功能
2	雖功能運作中，但劣化程度有增加趨勢（所設定之功能不足等）	改建更新或有必要進行大規模維修
1	無法發揮功能之狀態。	必須立即更新

表 4.5.2-8 健全度判斷範例（土木、建築及本體）

確認項目	劣化現象		劣化範圍		判斷		綜合判斷
					劣化現象	劣化範圍	
裂縫破裂	甲	微裂痕	ㄅ	佔全體比例 10% 以下			
	乙	~0.2mm	ㄆ	佔全體比例未滿 10~50%			
	丙	~超過 0.2mm	ㄇ	佔全體比例 50% 以上			
鼓起	甲	可用敲打確認	ㄅ	佔全體比例未滿 10%			
	乙	可用目視確認	ㄆ	佔全體比例未滿 10~50%			
	丙	剝離	ㄇ	佔全體比例 50% 以上			
漏水	甲	滲出程度	ㄅ	視野範圍 0~1			
	乙	滴落	ㄆ	視野範圍 2~4			
	丙	噴出	ㄇ	視野範圍>5			
鋼筋腐蝕	甲	點狀生鏽、一部分出現鏽汁痕跡	ㄅ	片斷的			
	乙	腐蝕、斷面無缺損、很多鏽汁痕跡	ㄆ	有連續性的			

	丙	腐蝕顯著、斷面有缺損、鏽汁顯著	-	-			
--	---	-----------------	---	---	--	--	--

制定實施預防對策之調查時期有其必要性。而調查時期之檢討應考量過往之更換實際經驗、其他城市之案例及廠商意見等制訂目標使用年限（壽命）。

(1)制定目標使用年限之檢討方法

基本上應該在功能回復困難之妥善率 3 前執行。因為調查需要耗費許多時間與經費，故應參考如圖 4.1.1-3、4.1.2-1 及 4.2.4-1 所示之影響程度，決定調查時期與頻率，並有計畫且有效率執行。

【影響程度大時，設備調查時期之設定（例）】

- ①因初期階段沒有調查數據，故以目標使用年限（壽命）預測妥善率，設定第 1 次之調查時期（圖 4.5.2-1 黑線為妥善率 4 之時期，屬第 1 次之調查時期）
- ②必要時，以第 1 次調查之健全度評估結果，製作健全度預測公式，設定第 2 次調查時期。（圖 4.5.2-1 虛線為健全度 3 之時期，屬第 2 次之調查時期）
- ③以第 1 次及第 2 次調查之健全度評估結果，製作健全度預測公式，設定修繕及改建計畫之擬定。（圖 4.5.2-1 單點線）

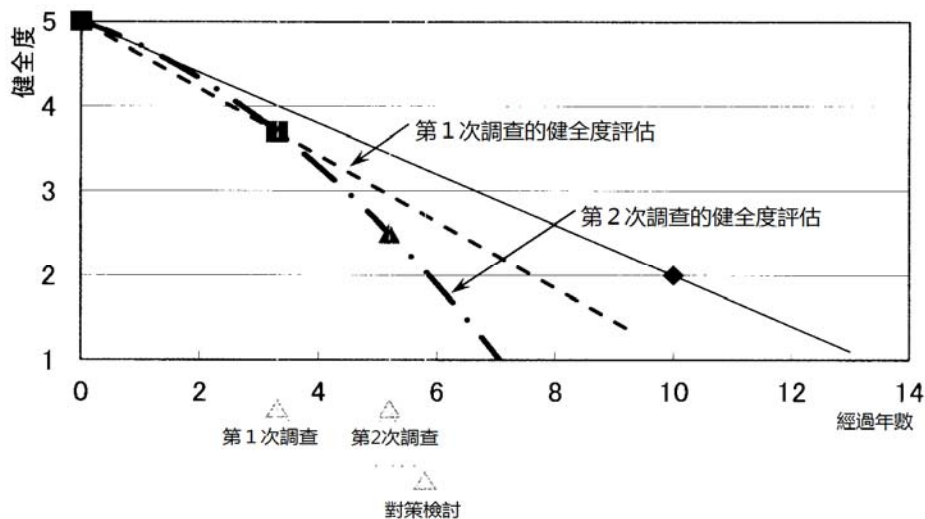


圖 4.5.2-1 影響度大時設備調查時期之設定（例）

4.6 修繕及改建

4.6.1 概說

針對功能降低之設施(備)，可經由全部或部分再改建或進行替換，使其功能回復。設施(備)全部再改建或替換可稱為更新；設施(備)部分再改建或替換可稱為延長使用壽命對策或者是修繕。

設施(備)功能回復之對策，可大致分為修繕、延長使用壽命及更新。

修繕是指讓設施(備)在所訂之使用年限內，可供使用並且充分發揮效率之對策，在財務上屬於維護管理費（收益支出）。

延長使用壽命對策是延伸設施(備)之使用年限之對策；更新是指積極提高設施(備)效率之對策。延長使用壽命對策及更新兩者在財務上屬於建設改良費（資本支出）。

1. 修繕

修繕是指對非延長使用壽命對策之設施的某部分，進行再建設或者部分替換，以維持耐用年數期限之功能。具體而言，在機械電氣設備方面，指的是更換墊片或保險絲等消耗品或葉輪焊接等；在土木建築設施方面，指的是對建物主體進行龜裂修復等工程。

2. 延長使用壽命對策

延長使用壽命對策係藉由部份（「改建通知」裡所訂定之未達分類之小規模）更換，運用既有設施設備，延長使用壽命，並符合以下條件。

① 優惠補助預算費的相關法令（1955 年政令 255 號）

以第 14 條規定為基礎，由交通部長所頒訂針對已經過了報廢年限之設備，除了希望從延長使用壽命對策實施時開始，能夠使用超過法定報廢年限以上，原則上也期望從一開始設置時起算，能夠使用超過法定改建通知時所訂定之標準使用年限以上。

② 已實施延長使用壽命對策之生命週期，相較於未實施延長使用壽命對策，成本更為經濟划算。例如主泵浦可以更換葉輪及主軸承等。

3. 更新

更新係指將既有之設施設備替換新的設施(備)。更新時希望能針對節省能源及資源、提高管理效率等功能提升部分一併檢討。

4.6.2 修繕及改建之目的

修繕之目的係為了防範事故及故障發生於未然，並且維護使用年限期間內之功能。而改建之目的除了防範事故或故障於未然，也為了降低生命週期成本及實現處理功能之維護與提升。

抽水站或再生水廠設施之具體輸出目標達成後，未達到最終之目標，就必需擬定修繕及改建計畫，並有計畫且有效率執行。

4.6.3 修繕及改建計畫之擬定

為有效進行修繕及改建，故擬定修繕及改建計畫。修繕及改建計畫可分為長期計畫及短期計畫。長期計畫係透過預估長期之事業量，彙整目標設施(備)、實施期間及費用概算。短期計畫為依據長期計畫、維修點檢及調查資料，彙整目標設施設備、目標期間、方法及費用概算。計畫擬定時應從目標設定及風險評估之角度檢討優先順序，考量可有效執行之修繕及改建。

修繕及改建計畫係根據已掌握之維修點檢／設施狀態調查資料，針對哪些設施設備(目標設施)、何時(實施時期)、如何執行(方法等)、多少費用(費用概算)、採用修繕還是改建等，透過長期預估來擬定計畫。

在擬定修繕及改建計畫時，應從風險評估及維修點檢／調查結果選擇目標設施(備)，由健全度預估來檢討對策之時間，並以生命週期成本比較及設備之功能檢驗(功能提升之檢討)為基礎，進行對策方法之檢討。

1. 長期計畫之擬定

(1) 改建條件之設定

為檢討抽水站、再生水廠設施之改建草案，應以預估剩餘使用壽命及管理方法為基礎，設定各設施(備)之改建時期及費用。剩餘使用壽命之預估可從已累積之調查數據進行分析及設定目標使用年限等方法來進行評估。

(2) 改建草案之選定

在選定改建草案時，在規劃使用 50~100 年之目標為對象中，針對已設定之數個目標，找出「費用」與「風險」間之平衡點，依據工程費之合理分配來選定最佳之改建草案。另外，事業費之均衡化需考量相關計畫之實施時期及投資金額。

根據以上所述，希望能針對使用 20 年左右之目標，訂定最適合改建草案，以風險評估為基準檢討優先順序，並試算目標設施(備)之實施時期及費用概算。

2. 短期計畫之擬定

短期計畫為長期計畫所設定之優先順序及費用再加上經點檢、調查後做出之對策中，所需要之設施(備)之數據，針對使用 5 年左右之目標設施(備)彙整出對策之時間、方法及費用概算。短期計畫擬定流程如圖 4.6.3-1 所示。

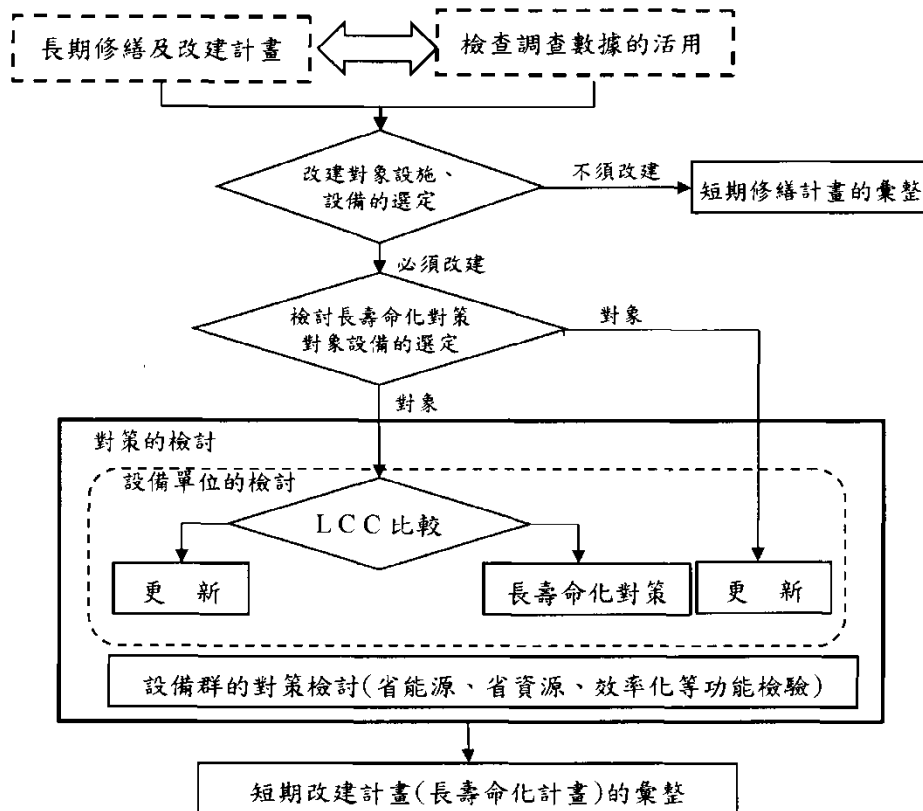


圖 4.6.3-1 短期修繕及重置計畫之擬定流 (例)

第5章 再生水廠營運報表與資訊管理

5.1 營運報表之目的

再生水廠營運之各項資料及數據應予記錄保存，並定期妥善彙整及統計分析後製成報告，通常報告之種類依製作頻率大致分為工作日誌、月報及年報等。

營運報表製作目的包括：瞭解再生水廠特性、評估績效、調整營運管理方針參考、工作準備及預算編列依據、歷史資料比對及留存等，因此在資料彙整、統計及分析上，應考量前述各項目的之需求將資料納入，並適時以圖或表方式予以輔助說明。

一般記錄報表之內容包括：操作數據紀錄、設備維護紀錄、設備維修紀錄、水質採樣分析紀錄、電氣巡檢紀錄及各項設備耗品使用紀錄等；再依據每日紀錄資料整理成設施處理月報表、功能統計月報表、營運月報表、污泥處理月報表等，最後每年彙整成營運年報表。

5.2 營運月報之格式

再生水廠營運月報之格式除封面、目錄及摘要外，至少應包括下列內容：

一、再生水廠背景介紹

再生水廠之基本介紹，應包括下列說明：

1. 再生水廠設置緣由。
2. 水源及管線系統概述。
3. 再生水廠簡介：至少包括所在位置、設計水量、水質、處理流程、處理目標、承受水體及驗收啟用日期等。
4. 收費現況。

二、操作工作

1. 「進流水之水質及水量」此部分應以日為單位，執行進流水之水質及水量數據統計分析，至少應包括：
 - (1)進流水水量統計表：包含每日進流量、月最大值、月最小值、月平均值、月總進流量等，並與前月進流水水量總量或月平均值進行比較。
 - (2)進流水水量趨勢圖：包含當月月變化趨勢圖。
 - (3)進流水水質統計表：進流水各項水質每月平均值、月最大值、月最小值等，並與前月進流水水質之月平均值進行比較。
 - (4)進流水水質趨勢圖：趨勢圖部分可以主要水質為代表，建議至少應有如溫度、pH、TDS、TOC、導電度、濁度、SS、硬度、氨氮、LSI 等項目（依再生水廠特性而定）之當月變化趨勢圖。
2. 「各水處理單元之處理績效」建議以處理系統區分，一般可分為前處理設施、水質淨化處理設施、消毒設施等，進行下列統計及分析：
 - (1)處理系統進流及出流水質統計表：包括系統進流及出流水各項水質每日值、月最大值、月最小值、每月平均值等。

- (2)處理系統去除率統計表：依處理系統之特性，擇定主要處理水質項目如TDS、TOC、導電度、濁度、SS、硬度、氨氮（依再生水廠特性而定），進行處理系統去除率統計分析，包含每日去除率、月最大去除率、月最小去除率、每月平均去除率等，並與前月之月平均去除率進行比較。
 - (3)處理系統去除率趨勢圖：各處理系統同前可以主要處理水質項目為代表，包含當月去除率變化趨勢圖。
 - (4)處理系統相關流量統計表：依處理系統之特性統計，包含每日值、日總流量、月最大值、月最小值、月平均值等。
3. 「污泥處理設施之處理績效」建議進行下列統計及分析：
 - (1)污泥量統計表：包含每日值、日總流量、月最大值、月最小值、月平均值等。
 - (2)污泥性質統計表：包括每日值、月最大值、月最小值、月平均值等。
 - (3)處理效率統計表：依單元性質不同一般有固體物回收率、揮發性固體物減少率及污泥餅含水率等，統計項目包含每日值、月最大值、月最小值、月平均值等。
 - (4)濾液或上澄液性質統計表：包括每日值、月最大值、月最小值、月平均值等。
4. 「再生水之水質及水量」其統計分析方式類似於前述之進流水部分，包括有再生水水量統計表及趨勢圖、水質統計表及趨勢圖，另尚需統計分析之項目如下：
 - (1)全廠去除率統計表：依進流水及再生水之各項水質差異計算全廠之總去除率，包含每日去除率、月最大去除率、月最小去除率、每月平均去除率等，並與前月之月平均去除率進行比較。
 - (2)全廠去除率趨勢圖：可以主要處理水質項目為代表，如：TDS、TOC、導電度、濁度、SS、硬度、氨氮（依再生水廠特性而定），包含當月去除率變化趨勢圖。
 - (3)再生水水質未符合法規標準之統計：當月放流水水質若有未符合法規標準時，應有違反項目及次數之統計。
5. 「放流水之水質及水量」其統計分析方式包括放流水水量統計表及趨勢圖、水質統計表及趨勢圖，另當月放流水水質若有未符合法規標準時，應有違反項目及次數之統計。
6. 「廢棄物處置量之統計」由於各項固體廢棄物最終處置之方式可能不同，因此建議應分別進行相關之統計及分析如下：
 - (1)廢棄物處置量統計表：包含各項廢棄物處置量之每日值、月最大值、月最小值、月平均值、月總處置量等。
 - (2)廢棄物性質統計表：如比重及含水率等，包括每日值、月最大值、月最小值、每月平均值等。
 - (3)廢棄物處置量趨勢圖：包含各項廢棄物處置量當月變化趨勢圖。
7. 「使用藥品統計」：消毒用之藥劑、pH 調整用之酸、鹼藥劑、混凝、膠凝及污泥處理單元用之凝聚劑、助凝劑、除臭設施用氧化劑、還原劑或其他化學處理單元所用之藥劑等，應有使用數量之統計，包括每日值、月最大值、月最小值、月總使用量、月平均值等。

8. 「油料、水及電力使用情形統計分析」緊急發電機用油、自來水使用量及電力使用量亦應統計分析，包括每日值、月最大值、月最小值、月總使用量、月平均值等。
9. 「全廠之質量平衡檢討」依據前述各項統計分析資料，建立全廠之質量平衡圖，質量平衡圖應以月平均值及月總量為計算基準分別建立。

三、維護工作

1. 「一般維護執行情形」：一般維護係指為延長設備轉動部份壽命，平日應進行各設備之清潔保養工作，以避免污物進入設備，維持設備正常運轉。其工作重點包括：設備清潔擦拭、環境區域清潔整理、重要設備切換運轉、設備運轉狀態檢視及未運轉設備之功能測試等，由於本項維護作業較屬日常性例行工作，且工作項目及內容亦較為瑣碎，通常僅就整體維護情形作概略性陳述，或依據相關品管/品質查核作業結果進行統計。
2. 「預防維護執行情形」：預防維護係指設施、設備及管線等依規定需每日、每週、每月、每季(三個月)、每半年、每年及其他定期(包括操作時數)執行之所有調整、檢查、校正、設定，及零件、潤滑油、藥品、消耗材料之更換工作。本項維護作業為再生水廠維護工作之大宗，建議可以單元區分進行下列之統計，並針對較重要預防維護作業執行情形說明：
 - (1)預防維護工作執行件數之統計(月報)：包括各單元及全廠每月總執行件數及月平均值等。
 - (2)預防維護工作執行率之統計(月報)：包括各單元及全廠每月及月平均執行率等。
3. 「預測性維護執行情形」：預測性維護係指對重要及大型設備運轉狀況或使用壽命所進行之分析評估，如：大型轉動設備之振動分析、大型、變頻、特高壓及高壓設備各盤之紅外線熱影像分析、大型轉動設備及緊急發電機之油品潤滑油測試、特高壓及高壓設備之超音波偵測、主變壓器之絕緣油中氣體及含水量分析、出口管線設有流(風)量計之泵浦及鼓風機之操作性能曲線檢測等，由於本項作業針對廠內重要及大型設備執行，且維護頻率較低，因此建議應將各項工作內容、執行經過、運轉狀況判斷、需增加之預防性、校正性維護工作及後續執行情形敘明。
4. 「校正維護執行情形」：校正維護即故障維修，包括所有非排定之修復工作。本項維護作業建議可以單元區分進行下列之統計，並針對較重要校正維護作業執行情形說明：
 - (1)校正維護工作執行件數之統計(月報)：包括各單元及全廠每月總執行件數及月平均值等。
 - (2)校正維護工作執行時間之統計(月報)：即校正維護工作自通報至修復完成所需時間之統計，包括各單元及全廠每月及月平均值等。
5. 「設備妥善率之檢討」：設備使用狀況一般可分為正常、故障、備用及閒置等類，為瞭解設備之整備堪用狀況，應對機械設備、電動閥、大型電氣設施及主要監測儀表進行妥善率統計，妥善率一般為：
$$\frac{\text{正常設備數量} + \text{備用設備數量}}{\text{總設備數量} - \text{閒置設備數量}}$$
，統計項目包括每月設備妥善率及設備妥善率月平均值等，若有月設備妥善率偏低之情形時，應註明其原因。

6. 「備品及各類潤滑油脂使用情形統計」：前述各類維護作業過程中所更換之備品、耗材及潤滑油脂使用數量應予統計，建議備品及耗材之更換數量可依處理單元區分後予以統計；各類油脂則依油品種類如：黃油、機油、齒輪油、液壓油及絕緣油等類別分予統計。統計項目應包括：每月總使用數量及月平均使用數量等。
7. 「大型設備運轉時數統計」：再生水廠內之大型機械設備如抽水機、鼓風機等，或大型電氣設施如變頻器、緊急發電機、氣體絕緣開關等，因其運轉時間或開關次數與維護保養、使用壽命及平均交替運轉等皆息息相關，因此應統計每月運轉時間或開關次數。

四、廠務行政部分

1. 「人力資源分析」：有關人力資源部分之統計分析，建議可區分為三部分：
 - (1)組織架構之人力分析：包括全廠、組織架構內各組人力分配等之統計說明。
 - (2)人力素質之統計：包括人員學歷、年資及相關證照等之統計。
 - (3)出勤管制之統計：包括全廠及各組出、缺勤狀況及實際工時之統計。
2. 「各項採購執行情形統計」：再生水廠依其營運管理之型態不同，會針對不同項目進行採購，較常見之採購為財物採購，如化學藥品、備品、耗材及各類油脂；亦有勞務採購項目，如清潔、保全工作之勞務外包，另委請專業機構辦理法定檢驗工作亦屬勞務採購；甚至偶有工程採購，如相關改善工程等。建議納入統計之項目包括各項採購之每月總計價金額及執行進度百分比等。
3. 「職業安全衛生事宜」：再生水廠之職業安全衛生業務通常包括：職業安全衛生管理組織、職業安全衛生協議組織、安全衛生工作守則訂定、在職勞工定期健康檢查等，應敘述業務執行概況；另有關職業安全衛生教育訓練部分，則可併入全廠教育訓練成果中說明；至於危險性機械及設備檢查及作業環境測定等法定檢驗項目，亦可併於全廠法定檢驗工作中描述；此外需予統計之項目如下：
 - (1)自動檢查計畫：包括執行件數統計及執行率統計。
 - (2)職業安全衛生事件及職業災害：應統計發生件數及造成死亡、殘廢(永久全失能)、受傷送醫或休養(暫時全失能)、輕傷害處理後未失能等之人數統計。
4. 「教育訓練成果」：教育訓練通常有派外受訓、課堂講習及現場訓練三種方式，其項目除包含再生水廠操作、維護及廠務行政所需之專業技能外，亦應涵蓋職業安全衛生及緊急應變之演練，有關本項業務除說明執行經過及訓練成果外，建議需作下列之統計：
 - (1)各種訓練方式之受訓總人數、總時數及平均時數。
 - (2)因參與教育訓練所取得之證照數量。
5. 「緊急事故之應變情形」：應將該月所發生較重大緊急事故之經過情形、處理概況及調查結果概略說明；至於相關演練業務可併入教育訓練成果統計；另若有傷亡情形或財物損失，則可於職業安全衛生事宜中之職業安全衛生事件及職業災害乙節中一併說明。
6. 「公共關係執行情形」：視各廠之特性而定，可能包括之項目如：
 - (1)再生水廠參觀訪問之安排。
 - (2)相關回饋機制（如回饋金等）之執行情形。

- (3)回饋設施之使用概況。
- (4)提供如回收用水等之資源回收產品。
- (5)參與社區活動。
- (6)民眾抱怨、申訴、陳情或公害糾紛事宜。

※可依個別再生水廠所涵蓋之業務範疇進行相關說明及統計。

- 7. 「法定檢驗事項執行情形」：應針對有關法定檢驗執行情形加以說明，一般常見之法定檢驗項目如：
 - (1)消防安全檢查。
 - (2)作業環境測定。
 - (3)特殊及危險機械設備定期檢驗。
 - (4)電氣設備定期檢驗。
 - (5)建築物公共安全檢查。
 - (6)廢（污）水檢測申報。
- 8. 「環境品質監測成果」：如再生水廠有辦理營運期間環境品質之監測，則可將監測成果納入月報中說明。
- 9. 「營運成本統計分析」：舉凡再生水廠營運期間各項費用之支出均應納入統計，主要包括：
 - (1)人事費及行政管理業務費。
 - (2)廢棄物清運及處置費。
 - (3)保全、清潔等勞務採購費。
 - (4)法定檢驗費。
 - (5)備品及耗材費。
 - (6)保養用油脂費。
 - (7)處理藥劑費。
 - (8)檢驗藥品費。
 - (9)維修養護費。
 - (10) 水、電費。
 - (11) 緊急發電機油料費。
 - (12) 環境品質監測費。
 - (13) 產物保險費。
 - (14) 折舊成本。
 - (15) 回饋金。
 - (16) 其他費用。

※再生水廠營運所支出之各項費用，經彙整後應統計月營運總成本及每立方公尺再生水單位處理成本等，並與歷月之營運成本及單位處理成本進行分析比較。

- 10. 「重大會議及記事」：記載再生水廠重大相關會議及事宜。

11. 「其他事項」。

五、總結

有關再生水廠本月份績效之總檢討、預計營運策略之調整及未來之展望等，皆可於本章中作一結論。

5.3 營運年報之格式

再生水廠營運年報之格式除封面、目錄及摘要外，至少應包括下列內容：

一、再生水廠背景介紹

為再生水廠之基本介紹，應包括下列之說明：

1. 再生水廠設置之緣由及工程之概述。
2. 水源及管線系統概述。
3. 再生水廠之簡介：至少包括所在位置、設計水量、水質、處理流程、處理目標、承受水體及驗收啟用日期等。
4. 收費現況。

二、操作績效與工作檢討

1. 進流水之水質及水量：此部分應以月平均值為單位，進行進流水之水質及水量數據統計及分析，至少應包括：
 - (1) 進流水水量統計表：包含每月平均值、年總進流量、年度月平均值、月最大值、月最小值等，並與上年度進流水水量總量或年度月平均值進行比較。
 - (2) 進流水水量趨勢圖：包含當年度月變化趨勢圖及逐年歷史趨勢圖。
 - (3) 進流水水質統計表：進流水各項水質每月平均值、年度月平均值、月最大值、月最小值等，並與上年度進流水水質之年度月平均值進行比較。
 - (4) 進流水水質趨勢圖：趨勢圖部分可以主要水質為代表，建議至少應有如溫度、pH、TDS、TOC、導電度、濁度、SS、硬度、氨氮、LSI 等項目（依再生水廠特性而定）之當年度月變化趨勢圖及逐年歷史趨勢圖。
2. 各水處理單元之處理績效：建議以處理系統區分，一般可分為前處理設施、水質淨化處理設施、消毒設施等，進行下列之統計及分析：
 - (1) 處理系統進流及出流水質統計表：包括系統進流及出流水各項水質每月平均值、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
 - (2) 處理系統去除率統計表：依處理系統之特性，擇定主要處理水質項目如：TDS、TOC、導電度、濁度、SS、硬度、氨氮（依再生水廠特性而定），進行處理系統去除率統計分析，包含每月平均去除率、年度月平均去除率、月最大去除率、月最小去除率等，並與上年度之年度月平均去除率進行比較。
 - (3) 處理系統去除率趨勢圖：各處理系統同前可以主要處理水質項目為代表，包含當年度月去除率變化趨勢圖及逐年去除率歷史趨勢圖。
 - (4) 處理系統相關流量統計表：依處理系統之特性統計，包含每月平均值、年總流量、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
3. 污泥處理設施之處理績效：建議以處理單元區分，進行下列之統計及分析：
 - (1) 污泥量統計表：包含每月平均值、年總流量、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
 - (2) 污泥性質統計表：包含每月平均值、年度月平均值、月最大值、月最小值

等。

- (3)處理效率統計表：依單元性質不同一般有固體物回收率、揮發性固體物減少率及污泥餅含水率等，統計項目包含每月平均值、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
- (4)濾液或上澄液性質統計表：包括每月平均值、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
- 4.再生水之水質及水量：其統計分析方式類似於前述之進流水部分，包括有再生水量統計表及趨勢圖、水質統計表及趨勢圖，另尚需統計分析之項目如下：
 - (1)全廠去除率統計表：依進流水及再生水之各項水質差異計算全廠之總去除率，包含每月平均去除率、年度月平均去除率、月最大去除率、月最小去除率等，並與上年度之年度月平均去除率進行比較。
 - (2)全廠去除率趨勢圖：可以主要處理水質項目為代表，如：TDS、TOC、導電度、濁度、SS、硬度、氯氮（依再生水廠特性而定），包含當年度月去除率變化趨勢圖及逐年去除率歷史趨勢圖。
 - (3)再生水水質未符合法規標準之統計：年度內再生水水質若有未符合法規標準時，應有違反項目及次數之統計。
- 5.放流水之水質及水量：包括有放流水水量統計表及趨勢圖、水質統計表及趨勢圖，另年度內放流水水質若有未符合法規標準時，應有違反項目及次數之統計。
- 6.廢棄物處置量之統計：由於各項固體廢棄物最終處置之方式可能不同，因此建議應分別進行相關之統計及分析如下：
 - (1)廢棄物處置量統計表：包含各項廢棄物處置量之每月平均值、年總處置量、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
 - (2)廢棄物性質統計表：如比重及含水率等，包括每月平均值、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
 - (3)廢棄物處置量趨勢圖：包含各項廢棄物處置量當年度月變化趨勢圖及逐年歷史趨勢圖。
- 7.使用藥品統計：消毒用之藥劑、pH 調整用之酸、鹼藥劑、混凝、膠凝及污泥處理單元用之凝聚劑、助凝劑、除臭設施用氧化劑、還原劑或其他化學處理單元所用之藥劑等，應有使用數量之統計，包括每月平均值、年總使用量、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
- 8.油料、水及電力使用情形統計分析：緊急發電機用油、自來水使用量及電力使用量亦應統計分析，包括每月平均值、年總使用量、年度月平均值、月最大值、月最小值等。
- 9.全廠之質量平衡檢討：依據前述各項統計分析資料，建立全廠之質量平衡圖，質量平衡圖應以年度月平均值及年度總量為計算基準分別建立。

三、維護績效與工作檢討

- 1.一般維護執行情形：一般維護係指為延長設備轉動部份壽命，平日應進行各設備之清潔保養工作，以避免污物進入設備，維持設備正常運轉。其工作重點包括：設備清潔擦拭、環境區域清潔整理、重要設備切換運轉、設備運轉狀態檢視及未運轉設備之功能測試等，由於本項維護作業較屬日常性例行工作，且工作項目及內容亦較為瑣碎，通常僅就整體維護情形作概略性陳述，或依據相關品管/品質查核作業結果進行統計。

2. 預防維護執行情形：預防維護係指設施、設備及管線等依規定需每日、每週、每月、每季(三個月)、每半年、每年及其他定期(包括操作時數)執行之所有調整、檢查、校正、設定，及零件、潤滑油、藥品、消耗材料之更換工作。本項維護作業為再生水廠維護工作之大宗，建議可以單元區分進行下列之統計，並針對較重要預防維護作業執行情形說明：
 - (1) 預防維護工作執行件數之統計：包括各單元及全廠每月執行件數、每年總執行件數統計及年度月平均值等。
 - (2) 預防維護工作執行率之統計：包括各單元及全廠每月及年度月平均執行率等。
3. 預測性維護執行情形：預測性維護係指對重要及大型設備運轉狀況或使用壽命所進行之分析評估，如：大型轉動設備之振動分析、大型、變頻、特高壓及高壓設備各盤之紅外線熱影像分析、大型轉動設備及緊急發電機之油品潤滑油測試、特高壓及高壓設備之超音波偵測、主變壓器之絕緣油中氣體及含水量分析、出口管線設有流（風）量計之泵浦及鼓風機之操作性能曲線檢測等，由於本項作業針對廠內重要及大型設備執行，且維護頻率較低，因此建議應將各項工作內容、執行經過、運轉狀況判斷、需增加之預防性、校正性維護工作及後續執行情形敘明。
4. 校正維護執行情形：校正維護即故障維修，包括所有非排定之修復工作。本項維護作業建議可以單元區分進行下列之統計，並針對較重要校正維護作業執行情形說明：
 - (1) 校正維護工作執行件數之統計：包括各單元及全廠每月執行件數、每年總執行件數統計及年度月平均值等。
 - (2) 校正維護工作執行時間之統計：即校正維護工作自通報至修復完成所需時間之統計，包括各單元及全廠每月及年度月平均值等。
5. 設備妥善率之檢討：設備使用狀況一般可分為正常、故障、備用及閒置等類，為瞭解設備之整備堪用狀況，應對機械設備、電動閥、大型電氣設施及主要監測儀表進行妥善率統計，妥善率一般為： $(\text{正常設備數量} + \text{備用設備數量}) / (\text{總設備數量} - \text{閒置設備數量})$ ，統計項目包括每月設備妥善率及設備妥善率年度月平均值等，若有月設備妥善率偏低之情形時，應註明其原因。
6. 備品及各類潤滑油脂使用情形統計：前述各類維護作業過程中所更換之備品、耗材及潤滑油脂使用數量應予統計，建議備品及耗材之更換數量可依處理單元區分後予以統計；各類油脂則依油品種類如：黃油、機油、齒輪油、液壓油及絕緣油等類別分予統計。統計項目應包括：每月使用數量、年度總使用數量及年度月平均使用數量等。
7. 大型設備運轉時數統計：再生水廠內之大型機械設備如抽水機、鼓風機等，或大型電氣設施如變頻器、緊急發電機、氣體絕緣開關等，因其運轉時間或開關次數與維護保養、使用壽命及平均交替運轉等皆息息相關，因此應統計每月、全年度及歷年之累積運轉時間或開關次數。

四、廠務現況與行政工作檢討

1. 人力資源分析：有關人力資源部分之統計分析，建議可區分為三部分：
 - (1) 組織架構之人力分析：包括全廠、組織架構內各組人力分配等之統計說明。
 - (2) 人力素質之統計：包括人員學歷、年資及相關證照等之統計。
 - (3) 出勤管制之統計：包括全廠及各組出、缺勤狀況及實際工時之統計。
2. 各項採購執行情形統計：再生水廠依其營運管理之型態不同，會針對不同項目進

行採購，較常見之採購為財物採購，如化學藥品、備品、耗材及各類油脂；亦有勞務採購項目，如清潔、保全工作之勞務外包，另委請專業機構辦理法定檢驗工作亦屬勞務採購；甚至偶有工程採購，如相關改善工程等。建議納入統計之項目包括各項採購之每月計價金額、年度總計價金額及執行進度百分比等。

3. 職業安全衛生事宜：再生水廠之職業安全衛生業務通常包括：職業安全衛生管理組織、職業安全衛生協議組織、安全衛生工作守則訂定、在職勞工定期健康檢查等，應敘述業務執行概況；另有關職業安全衛生教育訓練部分，則可併入全廠教育訓練成果中說明；至於危險性機械及設備檢查及作業環境測定等法定檢驗項目，亦可併於全廠法定檢驗工作中描述；此外需予統計之項目如下：

- (1) 自動檢查計畫：包括年度執行件數統計及執行率統計。

- (2) 職業安全衛生事件及職業災害：應統計發生件數及造成死亡、殘廢(永久全失能)、受傷送醫或休養(暫時全失能)、輕傷害處理後未失能等之人數統計。

4. 教育訓練成果：教育訓練通常有派外受訓、課堂講習及現場訓練三種方式，其項目除包含再生水廠操作、維護及廠務行政所需之專業技能外，亦應涵蓋職業安全衛生及緊急應變之演練，有關本項業務除說明執行經過及訓練成果外，建議需作下列之統計：

- (1) 各種訓練方式之受訓總人數、總時數及平均時數。

- (2) 因參與教育訓練所取得之證照數量。

5. 緊急事故之應變情形：應將年度中所發生較重大緊急事故之經過情形、處理概況及調查結果概略說明；至於相關演練業務可併入教育訓練成果統計；另若有傷亡情形或財物損失，則可於職業安全衛生事宜中之職業安全衛生事件及職業災害乙節中一併說明。

6. 公共關係執行情形：視各廠之特性而定，可能包括之項目如：

- (1) 再生水廠參觀訪問之安排。

- (2) 相關回饋機制（如回饋金等）之執行情形。

- (3) 回饋設施之使用概況。

- (4) 提供如回收用水等之資源回收產品。

- (5) 參與社區活動。

- (6) 民眾抱怨、申訴、陳情或公害糾紛事宜。

可依個別再生水廠所涵蓋之業務範疇進行相關說明及統計。

7. 法定檢驗事項執行情形：應針對有關法定檢驗執行情形加以說明，一般常見之法定檢驗項目如：

- (1) 消防安全檢查。

- (2) 作業環境測定。

- (3) 特殊及危險機械設備定期檢驗。

- (4) 電氣設備定期檢驗。

- (5) 建築物公共安全檢查。

- (6) 廢（污）水檢測申報。

8. 環境品質監測成果：如再生水廠有辦理營運期間環境品質之監測，則可將監測成果納入年報中說明。

9. 營運成本統計分析：舉凡再生水廠營運期間各項費用之支出均應納入統計，主要包括：

- (1) 人事費及行政管理業務費。
- (2) 廢棄物清運及處置費。
- (3) 保全、清潔等勞務採購費。
- (4) 法定檢驗費。
- (5) 備品及耗材費。
- (6) 保養用油脂費。
- (7) 處理藥劑費。
- (8) 檢驗藥品費。
- (9) 維修養護費。
- (10) 水、電費。
- (11) 緊急發電機油料費。
- (12) 環境品質監測費。
- (13) 產物保險費。
- (14) 折舊成本。
- (15) 回饋金。
- (16) 其他費用。

再生水廠營運所支出之各項費用，經彙整後應統計年度營運總成本及每立方公尺再生水單位處理成本等，並與歷年之營運成本及單位處理成本進行分析比較。

10. 重大會議及記事：記載再生水廠重大相關會議及事宜。

11. 其他事項。

五、總結

有關再生水廠年度績效之總檢討、預計營運策略之調整及未來之展望等，皆可於本章中作一結論。

綜合前述之討論，建議再生水廠營運月報及年報之章節如下：

第一章 再生水廠背景介紹

第二章 操作績效及工作檢討

2-1 進流水之水質及水量

2-2 水處理單元之處理績效

2-3 污泥處理單元之處理績效

2-4 再生水之水質及水量

2-5 放流水之水質及水量

2-6 廢棄物處置量之統計

2-7 使用藥品統計

2-8 油料、水及電力使用情形統計分析

2-9 全廠之質量平衡檢討

第三章 維護績效及工作檢討

3-1 一般維護執行情形

3-2 預防維護執行情形

3-3 預測性維護執行情形

3-4 校正維護執行情形

3-5 設備妥善率之檢討

3-6 備品及各類潤滑油脂使用情形統計

3-7 大型設備運轉時數統計

第四章 廠務現況與行政工作檢討

4-1 人力資源分析

4-2 採購執行情形統計

4-3 職業安全衛生事宜

4-4 教育訓練成果

4-5 緊急事故之應變情形

4-6 公共關係執行情形

4-7 法定檢驗事項執行情形

4-8 環境品質監測成果（視需要）

4-9 營運成本統計分析

4-10 重大會議及記事

4-11 ISO14001 環境管理系統執行情形（視需要）

第五章 總結

5.4 資訊管理系統（本系統視各廠設備實施）

由於資訊系統具備迅速擷取及傳遞資料、強大分析計算功能、充足貯存空間可保存大量資料、容易銜接各聯繫界面等優點，加上近年來資訊工程軟、硬體技術蓬勃發展，因此資訊管理系統已廣泛運用於再生水廠之營運管理。

通常資訊管理系統在運作模式上會考慮到下列操作層次：

1. 系統開發維護：負責系統軟、硬體之建立、維護及管理等工作。
2. 現場監控及操作：負責輸入及輸出相關營運管理資料。
3. 管理階層：接收管理系統之相關資訊，以作決策之輔助。
4. 對外聯繫：透過網路環境之網頁界面，對外發表即時資訊。

在架構的建置上，資訊管理系統一般設有主工作站，通常設於中央控制室，另依操作維護之需求設置區域工作站，任何區域工作站及單元程序監控裝置之訊息均會傳回控制中心，以便監控及追蹤之用。由於各工作站所安裝的軟體皆一致，故每部工作站均可做為其他工作站之備份，但為避免系統遭受破壞，工作站與主電腦軟體系統應有密碼檢核功能，以防外人使用；且主電腦應具檔案保護功能，能夠對網路上使用者限制其讀寫主電腦硬碟內的檔案，並提供不同程度之密碼保護；資訊管理系統為依再生水廠需求進行訂製，於設置時需考量後續技術支援及系統維護，確保於保固期後，資訊管理系統仍能正常操作。

資訊管理系統之功能應依再生水廠之需求規劃，建議至少具備下列之子系統：

- 一、操作資料管理子系統：將各區域工作站及單元程序監控裝置所傳回之操作資料、以及人工輸入之操作資料，經整理及分析後，提供下列功能：
 1. 處理流程中各項自動監控操作數據之記錄，如流量、液位、壓力、pH 值、處理水質等資料，經分析計算後，以圖表形式如管制、趨勢、長條、狀態等分析圖表輸出及查詢。
 2. 各種設備(如：泵浦、鼓風機、安全閥、馬達、壓縮機...等)運轉操作資料(如：使用時數、停機次數、運轉效率、運轉頻率及轉速...等)之統計分析，並可以分析圖表輸出及查詢。
- 二、檢驗室管理子系統，包括：
 1. 標準採樣與分析程序資料庫建立、維護與查詢。
 2. 採樣與分析瓶標籤製作、維護與列印。
 3. 標準檢驗室作業步驟建立、維護與查詢。
 4. 品保與品管維護：化驗室各種品保與品管結果資料輸入，如化驗室各種儀器校正資料等。
 5. 檢驗分析報表輸出：將人工輸入之檢驗分析資料，應用統計分析軟體連結品保與品管資料，作各種統計分析圖表（如管制圖、趨勢圖...等）及日、月、年等各種報表。
 6. 分析數據資料庫：化驗室各種資料轉換成一般試算表格式做運算分析。
- 三、資料庫子系統：將再生水廠之各項技術文件，如操作維護手冊、竣工圖、標準作業程序及標準維修程序等，以電腦化格式儲存，操作人員可透過電腦查閱全廠、各單元及設備之安裝、操作、維修及故障排除程序。資料庫子系統以文字、圖面、或表格型式儲存於硬碟中，使用者可利用引導式操作之人機介面進行查閱及更新。

四、物料管理及設備維護子系統：提供各種機械定期保養維護時間表，可以排除因重大機械故障所引起之系統停機時間，降低維修費用，減少不必要之庫存，以及安排維修人員之工作班表。建議應具有下列功能：

1. 自動產生定期維護單：一般採用計時或計量基礎來產生定期維護工單，系統會判斷那一種先到期，並在執行後更新為另一種。
2. 工作排班表：利用人力、技能及其他資源分配最佳化，安排人員工作班表。
3. 庫存管理：控制所有零件、補給品、藥劑及機械設備之庫存量，並可列印成庫存備品存量統計表，以維持最適當之庫存量，其功能包括：
 - (1) 每一次庫存變動均會留下記錄，載明時間、日期及執行人員，以利了解零件的使用歷史。
 - (2) 當庫存低於最低庫存量時，應自動產生請購單。
 - (3) 記錄各庫存零件用於那些設備及其用量。
 - (4) 每個零件應設定多個替用品及供應商，並統計各零件及設備之庫存總和。
4. 條碼系統：使用條碼系統，減少庫存管理之時間及疏失。
5. 查詢及列印報表：可隨時查詢及列印任何機械設備之維修保養狀況紀錄、採購紀錄、設備代理商及維護人員等資料。

五、資料保全子系統：主要為確保資料安全，及對使用者操作授權之安全管理。

5.5 營運月報範例

一、再生水廠背景資料

以鳳山溪污水處理廠之再生水處理廠為例，

1. 計畫緣起：

台灣地狹人稠，全年雨量多而不均，尤以南部地區最為嚴重，且近年因氣候變遷影響，乾旱事件頻傳，故為穩定南部地區水資源供應鏈，需由水資源開源與節流面著手。目前水資源開發進展緩慢，因此國內思維漸漸導向水回收再利用模式。鳳山溪污水處理廠放流水因具有穩定性、不受水文天候限制的優勢，且現階段處理餘裕量大、廠區亦有用地可供再生處理設施使用，相當適合開發作為水回收再利用廠。

高雄市政府因考量水的再生利用為未來全球的趨勢，為降低再生水處理成本、提升河川水質保育功效、提供穩定缺水地區工業區之供水，遂採行「高雄市鳳山溪放流水回收再利用之興建、移轉、營運(BTO)計畫」，透過 BTO 方式引進民間資源與專業技術，計劃將鳳山溪污水處理廠升級成再生水三級處理廠，將處理後的再生水供應臨海工業區使用，興建完成後每日預計可供應 45,000 噸再生水。

2. 工程內容：

工程經費：新臺幣約 31.57 億元。

工程項目：

- (1) 鳳山溪再生處理廠興建工程
- (2) 臨海工業區外輸水管線佈設工程
- (3) 臨海工業區內輸水管線佈設工程

預期目標：

- (1) 107 年 8 月開始供水 2.5 萬立方公尺/日。
- (2) 108 年 8 月完成供水 4.5 萬立方公尺/日。

再生水處理廠用地位於鳳山溪污水處理廠內東南側。輸水管線預定路線自再生水處理廠沿保雅路往東約 100m，設置一獨立水管橋跨越鳳山溪，沿保生路往東約 460m 至鳳頂路。沿鳳頂路往南約 900m 接中安路接至高鳳路，沿高鳳路至營口路、博學路。配水管線預定路線自博學路與北林路口穿越鹽水港溪渠底至茂大街口，於茂大街與沿海二路口分管，其一穿越鹽水港溪渠底進入中鋼廠區，另一沿沿海二路與台電電塔間綠帶進入指定進水點。

二、操作績效與工作檢討

於本章節先行敘述設計值及現行操作參數之分析，且將設定控制參數及控制方法及調整方式等加以詳述。並列出主要單元再生水水質分析表、主要單元放流水水質分析表、再生水廠設施功能統計、污泥處理、供應水量等統計分析成果。

表 5.5-1 主要單元再生水水質分析表

分析項目 處理單元	進流水	前處理 設施	水質淨化處 理設施	再生水	去除率%	再生水 水質標準
氫離子濃度指數 (pH)					*	6.0~8.5
濁度 NTU						5
總有機碳(TOC) mg/L						10
氨氮(以氮計) mg/L						10
大腸桿菌群(濾膜法) CFU/100ml						200
*表該項不須測定；去除率為系統整體去除率。						

表 5.5-2 主要單元放流水水質分析表

分析項目 處理單元	進流水	前處理 設施	水質淨化處 理設施	放流水	去除率%	放流水 排放標準
水溫(Temp)°C					*	(註)
氫離子濃度指數 (pH)					*	6.0~9.0
生化需氧量(BOD) mg/L						30
化學需氧量(COD) mg/L						100
懸浮固體(SS) mg/L						30
總氮(TN) mg/L						15
總磷(TP) mg/L						2.0
大腸桿菌群(E-Coli) CFU/100ml						200,000
註：38°C以下(適用於五月至九月)、35°C以下(適用於十月至翌年四月)；水源區應檢測 T-N、T-P。 *表該項不須測定；去除率為系統整體去除率。						

三、維護績效與工作檢討

當月代操作維護期間，依據合約規定之設備保養頻率及設備維護計畫，執行廠內各單元設備之預防維護保養，並統計保養維護設備件數及達成率。

表 5.5-3 機械設備維護統計月報表

系統名稱	設備名稱	設備編號	數量	設備保養次數	保養次數總計
原水池	快濾揚水泵浦				
前處理	反洗泵浦				
	產水池輸送泵				
UF 單元	反洗水泵				
	CIP 泵浦				
RO 單元	RO 進流高壓泵浦				
	RO 反洗泵浦				
	CIP 泵浦				
清水池	清水泵浦				
廢水池	廢水泵浦				

四、廠務現況與行政工作檢討

(一) 人員編制

視再生水廠為污水廠之獨立單元，且擁有各自監控中心，再生水廠考量人員操作分為四班（作三休一），每班兩人，一人於中控中心，另一人進行巡場、操表單及採水樣等工作，再生水廠共編制 8 人，而其廠長、副廠長、行政人員及技工所需人員，污水廠與再生水廠之人員配置共同使用。並說明人力素質與出勤管制之統計成果。

(二)職業安全衛生及教育訓練

為提升再生水廠工作人員專業素養，確保系統妥善永續運作，代操作廠商需依人員訓練計畫實施安全衛生教育訓練，內容如下：

1、委託○○協會舉辦之職災講習『心肺復甦術(CPR)及哈姆立克急救教育訓練』，參加人員，○○○、○○○、○○○共幾人。(時數 3 小時/日)

2、○○管理顧問股份有限公司舉辦之認證訓練課程『ISO14001 環境管理系統內部稽核員訓練』，參加人員，○○○、○○○、○○○共幾人。(時數 6 小時/2 日)

3、基礎班訓練課程『pH、DO、Temp、導電度檢測及校正(含實作)』，參加人員，○○○、○○○、○○○共幾人。(時數 6 小時/日)

(三)重大事故情況

超過新台幣五十萬元之單一設備且單一事件之故障修理工作，視為重大事故維修。表述當月有無重大事故，假使有需詳述來由。

(四)其他

其他事項之補充敘述。

五、總結

有關再生水廠本月份績效之總檢討、預計營運策略之調整及未來之展望等，皆可於本章中作一結論。

附錄

5.6 營運費用估價原則

再生水廠營運費用依例行運作所需各類費用編列並加總而成，各項費用編列及說明如下。

5.6.1 人事費

人事費係指代操作維護廠商因為聘用計畫所需人力所衍生之各項直接與間接之成本，直接成本包括基本薪資(含管理、技術或證照、交通、伙食等各項津貼)、年終、績效等各項獎金、加班費、值班費等，間接成本包括勞保費、健保費、勞工退休準備金、資遣費等。委託代操作維護人事費之估算，原則上是以各級人力的人事費單價乘上人力數量做為計算之依據。

表 5.6-1 為公務人員系統自行營運管理人力基本薪資分級表，薪資分為本俸、專業加給、主管加給等，在年終獎金加考績獎金方面，公務人員約為 1.5~2.5 個月，以及享有公務人員專屬之福利等。

表 5.6-1 公務人員系統自行營運管理人力基本薪資分級表(例)

單位：新台幣(元/月)

項次	職稱	廠長、科長	組長、股長	工程員	技工
	職等俸級	薦任 八等本俸一級 ~八等年功俸六級	薦任 六等本俸一級 ~七等年功俸六級	委任 四等本俸一級 ~五等年功俸十級	本餉一級 ~年功餉二級
	俸點	445~630	385~590	300~520	120~170
1	本俸 (平均值)	29,435~41,755 (35,595)	25,543~39,090 (32,263)	19,775~34,430 (27,103)	12,315~17,445 (14,880)
2	專業加給 (平均值)	24,700	20,790~21,710 (21,250)	18,060~18,910 (18,485)	14,940
3	主管加給 (平均值)	6,740	4,220~5,140 (4,680)	0	0
5	小計 (平均值)	60,875~73,195 (67,035)	50,553~65,940 (58,193)	37,835~53,340 (45,588)	27,255~32,385 (29,820)

資料來源：現行公務人員給與簡明表(100 年度)

表 5.6-2 為國營事業(台電、中油、自來水、台糖)進用待遇現況表，除表中每月之待遇外，尚有若干不同名目的津貼，依各事業單位規定辦理，在年終獎金加績效獎金方面，國營事業員工約 3.5-4.4 個月，以及各事業人員專屬之福利等。

表 5.6-2 國營事業(台電、中油、台水、台糖)基本薪資分級表

考試職別	事業別	進用待遇
經濟部 國營事業聯合招考—職員	台電、中油	1.到職第 1 年以分類 2 等 1 級支薪，月支約 36,000 元。 2.到職第 2~4 年得調升，月支約 39,000~46,000 元。 嗣後之升等調派依各該公司有關規定辦理。
	台水	新進人員支薪，以分類 3 等 1 級支薪，月支約 36,000 元。嗣後之升等依台灣自來水公司有關規定辦理。
	台糖	新進人員支薪，以分類 3 等 1 級支薪，月支薪 37,848 元。嗣後升等依台糖公司有關規定辦理。
台電養成班甄試—工員		1.正式僱用後第 1 年以評價 6 等 1 級支薪，月支 29,534 元。 2.正式僱用後第 2~4 年得調升，月支 32,815~39,378 元。 嗣後之升遷依台電公司相關規定辦理。
台糖新進人員甄選—工員		1.正式僱用以評價 6 等 1 級支薪者，月支薪 28,386 元。 2.正式僱用以評價 5 等 1 級支薪者，月支薪 25,232 元。 嗣後之升等調派依台糖公司有關規定辦理。
中油雇用人員甄選—工員		正式僱用後按規定支給評價 5 等 1 級支薪，月支 26,212 元。嗣後之升等調派依中油公司有關規定辦理。
台水評價人員甄選—工員		正式僱用後按規定支給第四工等第一級支薪，月支 25,930 元。嗣後之升等調派依台水公司有關規定辦理。

資料來源：各該公司網站

表 5.6-3 為行政院環境保護署各基金特約人員職稱薪點對照表，年終獎金則固定為 1.5 個月，未享有公務人員的相關福利。

表 5.6-3 行政院環境保護署特約人員基本薪資分級表

單位：新台幣(元/月)

單位	空污基金、回收基金、土污基金、環教基金					
職稱	總 環境 技術師	高級 環境 技術師	環境 技術師	環境監測技術師		助理環境技 術師
			管理師	環境資訊技術師		助理管理師
比照職等	十一	十	八	八	七	六
薪點	538~670	472~582	376~472	376~472	328~424	280~376
薪資 (平均值)	65,151~81,137 (73,144)	57,159~67,816 (62,488)	45,533~57,159 (51,346)	45,533~57,159 (51,346)	39,720~51,346 (45,533)	33,908~45,533 (39,720)

資料來源：行政院環保署，本表自 100 年 7 月 1 日起實施

上述各機關之敘薪標準均可做為研擬委託代操作維護人事費中基本薪資之參考，惟公務人員須通過國家考試(技工除外)，國營事業(台電、中油、台水、台糖)員工需要通過經濟部國營事業聯合招考或事業單位甄選，任用資格較民間代操作廠商為嚴謹；而行政院環境保護署特約人員，無須通過國家考試，在符合需求機關所訂之學經歷下，僅需通過需求機關甄試，年終獎金固定為 1.5 個月，則比較接近民間代操作廠商之制度。

代操作維護人力配置視處理廠規模大小可分為廠長及副廠長、組長、領班及技術員（含操作、維護、分析及行政人員）、技工等 5 個薪資等級，其中廠長及副廠長、組長、領班在實務上較偏向廠務管理的工作，技術員、技工較偏向現場勞務執行的工作。

就組織對應來看，與公務人員體系相比，廠長及副廠長、組長、領班比較類似公務人員(薦任、委任)之級別，技術員、技工則類似技術工友之級別；與國營事業相比，廠長及副廠長、組長、領班比較類似國營事業體系職員(分類人員)之等級，技術員、技工則類似工員(評價人員、雇員)之等級；與行政院環境保護署特約人員相較，廠長及副廠長比較類似總環境技術師、高級環境技術師，組長比較類似高級環境技術師、環境技術師，領班比較類似環境技術師、環境監測技術師，技術員則比較類似助理環境技術師。

表 5.6-4 為按照工作性質、組織架構等將代操作維護人力編置與公務人員、國營事業(台電、中油、台水、台糖)、行政院環境保護署特約人員編制之對應表，在設定代操作維護人員之基本薪資時，將參考行政院環境保護署特約人員進用薪資，按照處理廠規模大小、人員相關資格加以斟酌考量。依各種規模處理廠人員資格，針對廠長及副廠長、組長、領班等均訂有相關之學歷、證照、經驗等，這些人員均為再生水廠營運管理的主要核心，身負水淨化、運轉效能、設備使用壽命等操作維護品質、經驗傳承的重要任務，除須在專業技能與資格上有所規定外，在管理技能、工作熱忱、環保使命上亦須有一定高度，因此常必須自再生水廠所在地以外之地區延攬，在薪資設定上必須加以斟酌提高，才能吸引這類優秀人才越區投入。至於技術員、技工較偏向勞務執行的人員，由於較具有普遍性，則多以再生水廠周邊鄰近地區之居民為主，因此可考量與鄰近地區薪資水平相當為原則。

表 5.6-4 代操作維護人力編制與各機關對應表

機關 \ 編制	廠長/副廠長	組長	領班	技術員	技工
公務人員	廠長、科長	組長、股長	工程員	技術工友	技術工友
國營事業	職員	職員	職員	工員	工員
環境保護署特約人員	總環境技術師、高級環境技術師	高級環境技術師、環境技術師	環境監測技術師	助理環境技術師	-

表 5.6-5 為參考公務人員系統自行營運管理人力基本薪資、國營事業(台電、中油、台水、台糖)、行政院環境保護署特約人員進用待遇現況，所建議各機關編列委託代操作維護人事費中基本薪資之編列原則，基本薪資不包含加班費用，按處理廠規模大小，原則上技術員應不低於 33,908 元，技工應不低於 27,255 元，領班應不低於 39,720 元，組長、廠長則視處理廠規模大小、契約工作複雜性等加以編列，分別應不低於 45,533 元、57,159 元，同時各機關仍需考量契約任務複雜性、各地區薪資特性、物價通膨率等因素酌予合理調整。

表 5.6-5 建議編列之代操作維護人力基本薪資分級表

單位：新台幣(元)/月

建議基本薪資	廠長/副廠長	組長	領班	操作/維護/檢驗人員/ 技術員/行政人員/職 安人員	技工
小型廠 (≤5,000 CMD)	57,159	-	39,720	33,908~39,720	-
中型廠 (5,001~30,000 CMD)	57,159~ 65,151	45,533~ 51,346	39,720~ 45,533	33,908~39,720	27,255~ 32,385
大型廠 (30,001~100,000 CMD)	67,816~ 73,144	51,346~ 57,159	45,533~ 51,346	33,908~39,720	27,255~ 32,385
特大型廠 (>100,001 CMD)	73,144~ 81,137	57,159~ 62,488	45,533~ 51,346	33,908~45,533	27,255~ 32,385

備註：

1. 建議編列之基本薪資，不包含加班費用，需考量任務複雜性、各地區薪資特性、物價通膨率等因素酌予調整
2. 廠長/副廠長薪資參照環境保護署特約人員之總環境技術師、高級環境技術師
3. 組長薪資參照環境保護署特約人員之高級環境技術師(平均值)、環境技術師
4. 領班薪資參照環境保護署特約人員之環境監測技術師(七職等)
5. 技術員薪資參照環境保護署特約人員之助理環境技術師
6. 技工薪資參照公務人員體系之技術工友

人事費除了上述基本薪資外，代操作維護廠商仍需負擔年終(含績效)獎金(以 1.5 個月基本薪資編列)、加班費(考慮緊急狀況處理及勞基法允許員工請假、特別休假、一例一休代班之加班費等)，以上統稱直接人事成本。

另依據勞基法相關規定，代操作維護廠商聘用每位員工，需另支付之相關費用包括有勞保費(包括投保單位負擔比率 70%、職業災害保險費、積欠工資墊償基金)、健保費(投保單位負擔比率 60%)、勞工退休金(不得低於勞工每月工資 6%)、資遣費用(經雇主依法預告資遣者，滿一年者發給半個月薪資，約為基本薪資 4.2%)，以上統稱間接人事成本。

勞基法規定雇主須負擔之相關費用費率如表 5.6-6 所示，因勞保費、健保費依規定應以較實際薪資高一級距作為投保薪資，故將以合計 12%作為估算原則。

表 5.6-6 勞基法規定雇主須負擔相關費用費率表

雇主負擔費用	投保薪資	投保費率	投保單位負擔比率	職業災害保險費率	積欠工資墊償基金	投保單位負擔本人及平均眷屬人數	合計
勞工保險費	實際月薪高一級距	10%	70%	0.37%	0.025%	--	7.395%
全民健康保險費	實際月薪高一級距	4.69%	60%	--	--	1.61	4.530%
提撥勞工退休金	實際月薪	100%	6%	--	--	--	6%

資料來源：勞工保險局網站

如表 5.6-7 所示，基本薪資以外之各項直接及間接人事成本約為基本薪資之 55%左右，建議各機關在編列人事費預算時，總人事成本應以基本薪資之 1.55 倍作為編列原則。

表 5.6-7 代操作維護之人事費編列原則

項目		相關費用	編列原則
人事費	直接人事成本	每月基本薪資	依不同職務給予表 5.6-5 所列之每月基本薪資
		年終獎金(1.5 個月)	每月基本薪資總合*12.5%
		緊急狀況處理及勞基法允許員工請假、特別休假、一例一休假代班之加班費	每月基本薪資總合*20%
	間接人事成本	勞保費用、健保費用	每月基本薪資總合*12%
		勞工退休金	每月基本薪資總合*6%
		資遣費	每月基本薪資總合*4.2%
人事費 / 基本薪資		1.55	

備註：加班費之編列比例需視人力總數、參與 24 小時輪值班人數之配置考量，由於勞基法對工時有一定規定，參與輪值班人力比例越高，衍生之加班費用則越高。

5.6.2 行政事務費

再生水廠執行契約規定工作過程中，除現場操作維護工作執行外，尚需管理與執行各項行政事務、各項報告文件撰寫建檔、教育訓練、參訪接待等相關工作，此部份統稱行政事務費，如印表機、影印機、打卡機等事務機械費用，郵資、電話、傳真、網路等郵電費，報告印刷裝訂費用、教育訓練費，辦公室文具消耗品、生活用品、辦公室維護費及電腦、車輛使用費等，有部分機關另有要求取得環境教育場域設施認證，或 ISO 品質認證、製作宣導文宣影片、敦親睦鄰、廠外業務觀摩等特殊需求，則費用比例應斟酌予以提高，或單獨列項。

行政事務費用高低應視契約要求事項多寡、頻率、標準而定，為求方便預算編列，一般以該廠基本薪資總和之若干百分比作為估算方式，若契約要求操作維護以外之事項越多，則斟酌予以調升該比例。對於大型、特大型處理廠，由於基本薪資隨著人員編制數量增加而增加，可能會有編列過高之情形，則可斟酌調降該比例，編列相對之費用。表 5.6-8 建議合理的比例範圍，約為每月基本薪資之 10%~15% 之間。

表 5.6-8 行政事務費編列原則

項目	相關費用	編列原則
行政事務費用	資訊設備租金	每月基本薪資*10%~15% (視處理廠規模、工作事項多寡、頻率、標準調整)
	辦公設備租金	
	郵電網路費	
	消耗品費	
	報告印刷、宣導品製作	
	教育訓練費	
	辦公室維護費	
	車輛使用費	
	環境教育作業費(視需要)	
	ISO 品管作業費(視需要)	

2.1.3 用電費

再生水廠基本電費依契約容量之不同，可分為低壓、高壓及特高壓電力三種供電方式，生產或非生產性質用電場所之電燈、小型器具及動力，契約容量未滿 100 瓩者，適用低壓電力電價；契約容量在 100 瓩以上者，適用高壓電力電價；契約容量在 1,000 瓩(或 2,000 瓩)以上者，適用特高壓電力電價。一般而言，再生水廠大部分都適用高壓電力供電方式。

1. 電價計費方式

- 每月電費=（基本電費+流動電費+功率因數調整費+超約附加費）

電價可分為二段式時間電價、三段式時間電價等二種計算方式，由基本電費與流動電費所組成，基本電費按契約容量計算；流動電費依尖峰時間、週六半尖峰時間與離峰時間實際使用電度分別計算。

再生水廠每月所消耗電能和系統內啟動機械設施運轉數量及運轉時數有著直接關聯。每座再生水廠在工程完工之後，均會針對各廠之電力使用特性與需求，向台電申請適當之契約容量，以便進行系統功能測試。一般實務上，再生水廠在申請用電時，大多採用二段式時間電價，如表 5.6-9 所示，其他之計算方式，可參考台灣電力公司電價表。

表 5.6-9 二段式時間電價表

分類				高壓供電		特高壓供電	
				夏月 (6月1日~ 9月30日)	非夏月 (夏月以 外時間)	夏月 (6月1日~ 9月30日)	非夏月 (夏月以 外時間)
基本電費 (元/每瓩 每月)	經常契約			223.60	166.90	217.30	160.60
	非夏月契約			166.90	166.90	160.60	160.60
	週六半尖峰契約			44.70	33.30	43.40	32.10
	離峰契約			44.70	33.30	43.40	32.10
流動電費 (元/度)	週一至週五	尖峰	07:30~22:30	3.13	3.03	3.11	3.00
		離峰	00:00~07:30 22:30~24:00	1.35	1.26	1.32	1.21
	週六	半尖峰	07:30~22:30	1.97	1.87	1.95	1.82
		離峰	00:00~07:30 22:30~24:00	1.35	1.26	1.32	1.21
	週日及離峰日	離峰	全日	1.35	1.26	1.32	1.21

2. 基本電費計算方式

- 基本電費=Σ各時段契約容量*各時段契約容量單價

用電需量係指某一特定時段內有效電力的平均值，所謂「特定時段」是電力公司之計費時段，台灣電力公司係以 15 分鐘平均值為需量之計算週期。由於用戶用電設備有參差因數存在，即在同一時間內不一定所有用電設備均同時使用，因此電力公司與用戶雙方約定以最高用電需量瓩 (kW) 數作為契約容量 (Contract demand)，並以契約容量作為計算基本電費之依據。以使用高壓

電力、二段式時間電價為例，全年平均契約容量單價為 185.8 元。假設某一再生水廠契約容量為 500 瓩 (kW)，則每月基本電費就是 92,900 元，若收集系統還有其他抽水站等設施，則需合併計算。

3. 流動電費計算方式

- 流動電費=Σ各時段用電度數*各時段流動電費單價

流動電費依表 5.6-9 所示之尖峰時間、週六半尖峰時間與離峰時間之實際使用電度分別計算後加總而得。

4. 功率因數調整費

功率因數調整費是以當月平均功率因數為百分之八十當作基準，按下式計算：

- 低於百分之八十時，每低 1%，該月份電費應增加 0.1%。
- 超過百分之八十時，每超過 1%，該月份電費應減少 0.1%，惟平均功率因數超過 95% 部分不予扣減。

5. 超約附加費

超約附加費是指當月用電之最高需量超出契約容量時，其超出部分按下式計算：

- 在契約容量 10% 以下部分按 2 倍計收基本電費。
- 超過契約容量 10% 部分按 3 倍計收基本電費。

5.6.4 用水費

自來水主要用於工作人員生活用水、實驗室、設施系統用水等不宜使用回收水的場所。自來水水費之估算方式敘述如后。

1. 估算公式

台北市：

應繳水費 = 基本費 + 用水費 + 代徵污水下水道使用費 (接用污水下水道系統用戶) + 水源保育與回饋費 + 加壓設備維護管理費

台北市以外地區：

應繳水費 = 基本費 + 用水費 + 代徵清除處理費 + 水源保育與回饋費

2. 估算基準

台北市：

- 基本費按照水表口徑大小不同分別收取每月 17~55,590 元。

水表口徑(mm)	13	20	25	40	50	75
基本費(元/月)	17	68	126	374	680	1,836
水表口徑(mm)	100	150	200	250	300 以上	
基本費(元/月)	3,638	10,098	20,060	35,428	55,590	

- 用水費按照用水量級別採用累進計費，用水費 = (每度單價 × 實用水量 - 累進差額)，市政用水照 5 折計收。

用水量(立方公尺)	1~20	21~60	61~200	201~1,000	1,001 以上
單價(元)	5.0	6.7	8.5	14.0	20.0
累進差額(元)	-	34.0	142.0	1,242.0	7,242.0

- 水源保育與回饋費 = 用水量 × 0.5

- 分段加壓維護管理費收費標準：

接管集合社區及配合市辦山坡地重劃區之自來水用戶應繳自來水加壓設備管理維護費，臺北市一段加壓每度 2.5 元(用水量 20 度以下之部分免收一段加壓維護費;逾二十度部分，一段加壓維護費全價計收)，每增一段加收 3 元。新北市一段加壓每度 3.5 元，每增一段加收 3 元。

台北市以外地區：

- 基本費按照水表口徑大小不同分別收取每月 17.85~58,119.6 元。

水表口徑 (mm)	13	20	25	40	50	75	100
基本費(元/月)	17.85	35.7	66.15	196.35	357	963.9	1,909.95
水表口徑 (mm)	150	200	250	300	350	400 以上	
基本費(元/月)	5,301.45	10,531.5	18,599.7	29,184.7 5	41,626.2	58,119.6	

- 用水費按照用水量級別採用累進計費，用水費=(每度單價 × 實用水量 - 累進差額)，市政用水照 5 折計收。

實用度數(立方公尺)	1~10 度	11~30 度	31~50 度	51 度以上
每度單價(元)	7.35	9.45	11.55	12.075
累進差額(元)	0	-21	-84	-110.25

- 清除處理費=依照環保單位核定各採掩埋或焚化處理方式之每度單價 × 實用水量代徵。
- 水源保育與回饋費(代徵)=用水費(未含稅) × 5%

5.6.5 設備維護費

在設備維護委辦方式，可區分為基本保養型式以及校正維修型式等，各有其相對應的優缺點，如表 5.6-10 所示。機關在編列本項費用時，需同時考慮再生水廠設施規模以及運轉年數，加以適當調整預算，同時選擇適用的設備維護委辦型式。

表 5.6-10 設備維護費依不同發包方式之適用情形

說明 編列方式	配套措施	優點	缺點	建議適用對象
基本保養型式	-	新廠(1~3 年)設備故障多為保固責任或操作維護不當，機關無須負責維修，避免超額編列	設備逾保固期(>3 年)，當故障且非屬操作維護不當時，機關需循採購發包程序辦理採購，常緩不濟急	新廠(1~3 年)，設備在保固期的新廠
校正維修統包型式	-	藉由廠商較彈性之採購維修作業程序，加強應變維修能力	大型再生水廠設備，故障維修難度與費用較高，維修費可能超額編列	中小型老舊廠(>8 年)，適合機關人力不足且已屆齡汰換年限之老舊廠
校正維修修正型式	搭配預測性維護與歲修，採實做計價方式；重大故障維修，廠商需負擔自付額	藉由廠商較彈性之採購維修作業程序，加強應變維修能力	機關需較多人力配合作業	除了新廠及中小型老舊廠以外，建議優先採用本型式

1. 基本保養型式

基本保養型式僅為編列設備保養費，建議適用於運轉第一年~第三年，設備仍在保固期內之新廠。在再生水廠運轉初期前三年，因設備均尚在保固期間內，當設備故障且非屬操作維護不當之責任時，故障設備可由設備保固廠商負責修復，反之若屬操作維護不當之責任時，則需由代操作維護廠商負責修復，因此設備維護費僅須編列定期保養所需的費用，包括一般定期保養所需更換之潤滑油、耗材、設備零件，以及可自行修護之零件材料等備耗品費用，可避免編列超額維護費的情形產生。設備維護費視設備運轉年數而訂，每年費用可以機電設備總設置費用(不包括土建或其他附屬工程)從第 1 年至第 20 年編列比例 0.006~0.012 計算之，若為複數年契約，則取平均值。如表 5.6-11 所示。

2. 校正維護統包型式

校正維修之統包型式，是包括所有全廠設備故障維修等費用，較適合機關人力不足且已屆齡汰換年限之中小型老舊廠。在設備逾保固期後之委託代操作維護期間，若廠商仍維持上述只負責例行維護保養工作，當設備故障且非屬操作維護不當之責任時，需由機關循採購途徑辦理發包，但此方式之缺點為責任認定上有所爭議，且政府機關為能符合採購法之相關規定，執行採購上需花費較多時間，當遇到緊急設備故障且無備用設施，有時會造成處理過慢影響全廠操作之虞，因此考慮到操作與維護的整體性，各機關大多將故障維修之工作全

部交由代操作維護廠商負責，使整廠操作維護可藉由民間公司較彈性之採購維修作業程序，加強應變維修能力，穩定再生水廠全廠之操作營運。

由於是包括所有全廠設備故障維修等費用，就必須合理估算出設備維修的可能費用。在實務上，大型設備故障維修的金額難以標定與量化，需視環境特性、操作條件、歷史保養維護是否到位、運轉效率界定、故障程度、發生次數等因素而訂，費用差距甚大。又因大型設備故障不一定會發生，若機關編列預算定額給付，會有超額給付廠商的疑慮，若不編列該筆費用，又將加大廠商營運風險而影響參與投標意願，必須審慎合理斟酌。設備維護費視設備運轉年數而訂，每年費用可以機電總設置費用(不包括土建或其他附屬工程)從第1年至第20年編列比例0.024~0.06計算之，第1年至第10年約為基本保養型式之4倍，第11年至第20年約為基本保養型式之5倍，若為複數年契約，則取平均值。如表5.6-11所示。

3. 校正維護修正型式

校正維修修正型式，是包括所有全廠設備定期保養、設備故障維修等費用，但不包含重大故障維修自負額(建議為100,000元)以上之維修費，並搭配預測性維護與歲修機制，建議適用於保固期滿之既有廠，特別是大型廠。如上所述，校正維護統包型式設備維護費用可能會發生超額給付廠商、或太低影響廠商參與投標意願，因此部分機關在預算編列設計上(主要是大型及特大型廠)，將預測性維護與歲修預算單獨出來，採實做實算方式計價，以及在設備故障費用上，採取超過定額以上金額由機關支付，以解決上述難題。

預測性維護係針對大型重要設備(例如進流抽水機、緊急發電機、大型轉動設備、高壓電氣設備)，透過專業的預知檢測技術進行檢測後，針對有劣化潛勢之設備在定期保養尚未到期前提前實施更新或整修零件備品；歲修是以定期實施之概念，在離峰流量期間針對大型重要設備實施主要零件或耗材更新，確保代操作維護廠商皆能遵循標準作業程序適時進行維修保養、適度預防性更新備耗材以延長設備使用壽命，降低重要設備發生故障機率。預測性維護與歲修做法相近，也可搭配決定實施的時間。反之，若透過專業的預知檢測並無發現劣化潛勢，則無須辦理歲修。歲修的做法也可搭配預測性維護作業，以決定實施的時間，而給付的金額，依歲修過程中修護的作業，採取實做實算方式計價。

重大故障維修自負額的做法是機關會針對單一設備、單一事故所發生之故障維修金額設定一個門檻，例如100,000元，當發生設備故障維修案件金額超過100,000元且非屬操作維護不當之責任時，就符合「設備重大故障」的條件，代操作維護廠商僅需負擔該門檻內之自付額(即100,000元)，超出部分則由機關負擔。設備維護費視設備運轉年數而訂，每年費用可以機電總設置費用(不包括土建或其他附屬工程)從第1年至第20年編列比例0.015~0.036計算之，第1年至第10年約為基本保養型式之2.5倍，第11年至第20年約為基本保養型式之3倍，若為複數年契約，則取平均值。如表5.6-11所示。

表 5.6-11 設備年維護費依不同發包方式、按不同年序之編列比例

年序 編列方式	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
基本保養 型式	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009
校正維修 統包型式	0.024	0.024	0.024	0.028	0.028	0.028	0.032	0.032	0.032	0.036
校正維修 修正型式	0.015	0.015	0.015	0.0175	0.0175	0.0175	0.02	0.02	0.02	0.0225
年序 編列方式	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
基本保養 型式	0.009	0.009	0.01	0.01+	0.01	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012
校正維修 統包型式	0.045	0.045	0.05	0.05	0.05	0.055	0.055	0.055	0.06	0.06
校正維修 修正型式	0.027	0.027	0.03	0.03	0.03	0.033	0.033	0.033	0.036	0.036

備註：表中數字為年維護費與機電設備總設置費用(不包括土建或其他附屬工程)之比例

2.1.6 藥品費、耗材費

藥品費、耗材費需視再生水廠設計流程決定，各項費用估算方式分述如下，再依計算結果加總而得。

1. 除臭藥品費

a. 估算原則

一般除臭對象為 NH_3 及 H_2S

- H_2S 流量 $\text{lb mole/hr} = (\text{抽風機風量 CFM}) \times 60\text{min/hr} \times (\text{預估濃度 ppm}) \times (187 + \text{假設溫度}) \text{K} / 550 \text{K} \times 1/359 \text{ mole/CF} \times 10^{-6}$

如抽風機風量=1,000 CFM；假設溫度=常溫 90 °F；預估濃度=20ppm 則

H_2S 流量= $2.99 \times 10^{-3} \text{ lbmole/hr} = 1.36 \times 10^{-3} \text{ kg.mole/hr} = 1.36 \text{ g.mole/hr}$

- NH_3 流量 $\text{lbmole/hr} = (\text{抽風機風量 CFM}) \times 60\text{min/hr} \times (\text{預估濃度 ppm}) \times (187 + \text{假設溫度}) \text{K} / 550 \text{K} \times 1/359 \text{ mole/CF} \times 10^{-6}$

(°F=1.8°C+32，K=273+°C) 如抽風機風量=1,000 CFM；

假設溫度=常溫 90 °F；預估濃度=10ppm 則

NH_3 流量= $1.495 \times 10^{-3} \text{ lb mole/hr} = 0.68 \times 10^{-3} \text{ kg.mole/hr} = 0.68 \text{ g.mole/hr}$

b. 估算基準

例如臭氣處理對象為 H_2S ，加藥之藥品包括 NaOH (22.5%)、 NaOCl (12% 濃度)，預估 H_2S 濃度為 5~20ppm。

一般而言，除臭設備費用可依大小，每座除臭設備每月約 5,000~10,000 元編列。

2. 污泥脫水藥品費

a. 估算公式

Polymer 加藥費用 (元/月) = 污泥量(kg/d) × 固形物比例 × 加藥量 (kg/kg 乾污泥) × 30 天/月 × 藥品單價 (元/kg)。

b. 估算基準

污泥脫水用高分子凝聚劑，污泥餅固形物含水率以 75%~80%(依各廠特性)計算，污泥調整藥品以 Polymer 為計算基準。

藥品添加比例為 0.25%~0.50% (乾污泥重 kg)，需視各再生水廠之污泥性質決定編列費用之比例。以產出 1 噸污泥餅(含水率 80%)而言，約需 80~160 元。

3. 化學混凝藥品費

a. 估算公式

以化學混凝系統為例：

- PAC(或其他混凝劑)藥品費(元/月) = 流量(CMD) × 加藥量(mg/L) × 10⁻³ / 混凝劑濃度 × (30 天/月) × 藥品單價 (元/kg)

例：水量 5,000CMD，混凝劑濃度 10%(100000mg/L)，加藥量 20mg/L，藥品參考單價 6 元/kg

PAC(或其他混凝劑)藥品費(元/月) = 5,000CMD × 20mg/L × 10⁻³ / 10% × 30 日 / 月 × 6 元/kg = 180,000 元/月

- Polymer 藥品費(元/月) = 流量(CMD) × 加藥量(mg/L) × 10⁻³ × (30 天/月) × 藥品參考單價(元/kg)

例：水量 5,000 CMD，Polymer 加藥量 2mg/L，藥品參考單價 120 元/kg
Polymer 藥品費(元/月) = 5,000 CMD × 2 mg/L × 10⁻³ × 30 日/月 × 120 元/kg
= 36,000 元/月

- 加藥藥品費 = PAC(或其他混凝劑)藥品費 + Polymer 藥品費

b. 估算基準

藥品添加比例可參考原設計或進行瓶杯試驗決定，多元氯化鋁(PAC)濃度市售為 10%估計。

4. 消毒加藥費

a. 估算基準

次氯酸鈉(NaOCl)之有效氯濃度一般市售為 12%，依使用量乘上藥品單價做為估算基準，因涉及以槽車運輸之成本，使用量越高單價可越低，加藥量約在 3~8 mg/L 之間。另小型廠水量少者也可採用氯錠等藥劑。

b. 估價公式

- NaOCl 藥品費(元/月) = 流量(CMD) × 加藥量(mg/L) / NaOCl 濃度(mg/L) × 10³ × 30 天 × 藥品參考單價(元/kg)

例：處理量 50,000CMD，加藥量 4mg/L，NaOCl 濃度 12%，藥品參考單

$$\begin{aligned} \text{價 4 元/kg NaOCl 藥品費(元/月)} &= 50,000 \text{CMD} \times 4 \text{mg/L} \times 10^{-3} / 12\% \times 30 \text{ 日/月} \\ &\times 5 \text{ 元/kg} = 250,000 \text{ 元/月} \end{aligned}$$

5. 水處理耗材費

若再生水廠設計有砂濾單元，一般採用石英砂、無煙煤多層性濾材，可反洗重覆使用，無需編列水處理耗材費。

若再生水廠有設計活性碳單元，其活性碳消耗量需視水質狀況而訂，水處理用活性碳單價依不同之材質、碘值、粒徑、是否再生而有所不同，一般用於水處理的材質為椰子殼，碘值約在 800~1,100 之間，粒徑在 1.40~3.35mm，原生碳每公斤約 40~80 元。

若再生水廠消毒單元採取臭氧或紫外線方式消毒，需編列水處理耗材費，臭氧機耗材有空氣濾清器，紫外線有燈管、安定器等耗材費，以處理量 10,000CMD 再生水廠為例，臭氧機每年耗材費用約 10,000 元，紫外線機每年約 180,000 元。

5.6.7 水質自行檢驗費

1. 藥品耗材費

若屬自設實驗室分析，由於已有設置化驗人力，其單價可依目前檢測業牌價之 10% 編列預算單價。但仍需視契約要求檢測項目與頻率之多寡而增減。

2. 儀器維護及校正費

由於實驗室屬精密儀器，其維修保養、校正非代操作承商能執行，皆須委託儀器廠商處理，故該費用編列需考量儀器定期校正、定期備耗品更換、設備維修費用等編列，約為藥品耗材費之 10~20%。

3. 廢液處理費

自行分析所產生之廢液屬非有害性混合廢液，廢棄物代碼為 D-1599，須委託合格清運及處理廠商處理，每公斤處理單價約 350~400 元，約為藥品耗材費之 10%。

5.6.8 污泥清運處理費

再生水廠產生的污泥屬於環保署公告之一般事業廢棄物，須委託合法清除業者運送至最終處置場所處理，並納入廢棄物清理計畫書中申報。

污泥若是生物污泥或含揮發性(VS)固體物量超過 30% 以上之者，視為有機性污泥，廢棄物代碼為 D-0901，若是化學污泥或含揮發性(VS)固體物量低於 30% 以下之者，可視為無機性污泥，廢棄物代碼為 D-0902，均以委託廢棄物清運業者方式清運，其費用包含清運費及處理費，清運費視距離遠近而訂，處理費則視污泥處理方式而訂。

污泥處理早期大多以掩埋方式處理，近年來因掩埋場容積不足，廢棄物處理業者推動採熱處理，朝資源化再利用方式，做為低強度混凝土骨材(CLSM)等，以降低對掩埋場之需求與對環境之衝擊。採掩埋處理者，每噸處理費約 7,000~8,000 元，採熱處理等資源化者，每噸處理費約 6,500~7,500 元。各項費用單價參考詳如表 5.6-12 所示。

另為考量鼓勵代操作廠商能有效降低污泥含水率，以節省污泥清運處理費用，於合約費用上可考慮採用不干涉污泥數量的固定金額、搭配廠商承諾增設污泥減量設備方案(降低污泥餅含水率或增加污泥消化率)，提供代操作廠商研發污泥減量技術之誘因，代操作廠商就可以將減少的污泥清運處理費用轉移為投資污泥減量設備的費用，提高代操作廠商投標及研發新技術的意願。

表 5.6-12 污泥清運處理費(105~106 年市場行情)

廢棄物名稱	廢棄物代碼	清運費	處理費
篩渣(含廠內垃圾)	D-1801	1,500~3,000 元/車	2,200~6,000 元/噸
沉砂	D-0902 或 D-0999	500~1,000 元/噸	6,000~9,000 元/噸
污泥	D-0901 或 D-0902	500~1,000 元/噸	6,500~8,000 元/噸

2.1.9 法定檢驗費

1. 消防安檢費

依消防法施行細則第六條之規定，每年定期委託立案之消防安全設備檢修機構進行消防設備之測試及檢修，一般中大型廠測試及檢修工資約為 20,000~40,000 元左右，更換之設備及材料另計於設備維護費中。

2. 電氣檢驗費

依民國 97 年 4 月 11 日修正之專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業管理規則之規定辦理，用電場所負責人應督同專任電氣技術人員或檢驗維護業對所經管之用電設備，每六個月至少檢驗一次，每年應至少停電檢驗一次。

電氣檢驗費視台電分界點後二次側的變電設備、用電設備電氣盤多寡而定，每次檢驗費用約在 30,000 元~150,000 元。若有廠外的抽水站亦須納入一併計算。

3. 危險機械設備檢驗費

依危險性機械及設備安全檢查規則第三條第一款規定，吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機係屬危險性機械，檢查合格之固定式起重機，勞動檢查機構應發給檢查合格證，其有效期限最長為二年，在有效期限屆滿前一個月，應向勞動檢查機構申請定期檢查。檢驗費可分為檢查技術費、砝碼租賃與搬運費，視廠內三公噸以上之固定式起重機數量多寡而定，一般小型廠無此設備，中大型廠每次約為 50,000 元~180,000 元。

電梯為建築物昇降設備，依據建築物昇降設備設置及檢查管理辦法規定，管理人應委請專業廠商負責昇降設備之維護保養，由專業技術人員依一般維護保養之作業程序，按月實施；昇降設備安全檢查頻率為每年一次，管理人應於使用許可證使用期限屆滿前二個月內，向當地主管建築機關或其委託之檢查機構申請安全檢查，由檢查機構核發使用許可證。維護保養費與安全檢查費一般為合併計算，每部電梯每年約為 30,000 元~40,000 元。

4. 作業環境測定費

依據職業安全衛生法第七條及勞工作業環境測定實施辦法辦理，視再生水廠狀況實施 CO₂、H₂S、CH₄、NH₃ 每六個月測定一次，測定項目為密閉空間內之 CO₂、H₂S、CH₄、NH₃ 值採每一密閉空間內採一至二點進行測試，及平均音壓超過 85 分貝之工作場所，以工作人員一至二員佩帶噪音記錄器進行 4~6 小時之實測噪音測定。另若該廠實驗室分析過程使用大量有機溶劑，則應考量增加環境中有機溶劑之測定，確保人員安全。另需注意侷限空間作業需每次執行前需先測定，一般由代操作廠商以合格之設備自行測定之，無須編列費用。

CO₂、H₂S、CH₄、NH₃ 之每一測點約 500 元，監測費視測點數多寡而訂。噪音測定工作人員佩帶噪音記錄器進行 4 至 6 小時之實測部分，每一工作人員約 2,000 元，另含計畫書製作費用、報告簽證費等約為 14,000 元/次，一般以每次測定約 20,000~50,000 元估算。

5. 放流水定期檢測及污泥餅溶出試驗檢驗費

排放水質及污泥餅溶出檢驗費依各廠要求檢測數量計算，有些機關還另外要求抽測水質頻率。以排放地面水體為例，一般檢驗費每年約為 40,000 元~80,000 元。

6. 建築公共安全檢查費用

經中央主管建築機關認可之專業機構或人員應依建築物公共安全檢查簽證項目辦理檢查，並將檢查簽證結果製成檢查報告書。建築物公共安全檢查簽證項目，如表 5.6-13 所示。建築物公共安全檢查申報期間及施行日期，再生水廠應歸類於 F 類建築物，檢查頻率依樓地板面積不同而訂，面積越大頻率越高，從每年一次到每四年一次，如表 5.6-14 所示。檢查費用以每一工作人員約 2,000 元，另含報告製作費用、簽證費用約為 14,000 元/次，一般中大型再生水廠以每次檢查簽證費約 20,000~50,000 元估算。

綜合上述分析，法定檢驗費可以每年約 180,000 元~700,000 元作為估算，也可約略以基本薪資之 2%~4% 估算。

表 5.6-13 建築物公共安全檢查簽證項目表

項次	檢查項目	備註
(一)防火避難設施類	1.防火區劃	一、辦理建築物公共安全檢查之各檢查項目，應按實際現況用途檢查簽證及申報。 二、供 H-2 組別集合住宅使用之建築物，依本表規定之檢查項目為直通樓梯、安全梯、避難層出入口、昇降設備、避雷設備及緊急供電系統。
	2.非防火區劃分間牆	
	3.內部裝修材料	
	4.避難層出入口	
	5.避難層以外樓層出入口	
	6.走廊（室內通路）	
	7.直通樓梯	
	8.安全梯	
	9.屋頂避難平臺	
	10.緊急進口	
(二)設備安全類	1.昇降設備	
	2.避雷設備	
	3.緊急供電系統	
	4.特殊供電	
	5.空調風管	
	6.燃氣設備	

表 5.6-14 再生水廠建築物公共安全檢查申報期間及施行日期

類別	組別	規模	檢查及申報期間	
		樓地板面積	頻率	期間
F 類	衛生、福利、更生類	F-1 一千五百平方公尺以上	每一年一次	10/1~12/31(第四季)
			未達一千五百平方公尺	每二年一次
		F-2 五百平方公尺以上	每一年一次	10/1~12/31(第四季)
			未達五百平方公尺	每二年一次
		F-3 五百平方公尺以上	每一年一次	10/1~12/31(第四季)
			未達五百平方公尺	每二年一次
		F-4 五百平方公尺以上	每二年一次	10/1~12/31(第四季)
			未達五百平方公尺	每四年一次

5.6.10 職業安全衛生費

包括工作人員制服、個人防護裝備、職業安全衛生器具、健康檢查等，此部份費用約基本薪資 2% 估算。

5.6.11 環境清理與景觀維護費

一般小型再生水廠因廠區較小，此部份費用很少獨立編列，清潔用品費用部分大多將其含於行政事務費用中。中大型再生水廠，或廠區大於 5 公頃以上，環境清理與景觀維護工作就屬於相當龐大之工作負擔，需獨立編列此費用，其費用包括大樓清潔人員、定期消毒、除草，全廠區植栽澆灌、施肥、除蟲、修剪、扶正固定等工作，一般會以編列清潔工(每 2.5 公頃編列一人)、委託景觀園藝公司方式辦理，可以基本薪資 2%~4% 估算。另因颱風等天災導致大型樹木傾倒或斷根死亡之扶正清理費用須另計考量，或尋求納入保險範圍內。

5.6.12 保全費

應考量再生水廠之區域及廠區出入口管制需求，配合地理環境及設施特性，決定設置保全人員之出入哨口數量及位置等，一般小型再生水廠由操作維護人員兼任，並搭配閉路監視系統進行管理。中大型再生水廠因廠區較大且出入口多處、民眾洽公參訪需求高者，應可委託保全公司人員執行門禁及保全工作，以每一個 24 小時警衛值班哨，每月編列約 150,000 元。

5.6.13 保險費

代操作維護之保險費用包括人身保險、產物保險二部分，視各廠需要編列如雇主責任險、第三人意外責任險、員工意外險、火險、附加險等。人身保險如雇主責任險、第三人意外責任險、公共意外險等，可依每人要求保障金額，以每人每年約 2,000~4,000 元編列之。產物保險，又名財產保險，是以各種財產及其相關利益為保險標的之保險，其主要目的是補償投保人或者被保險人的經濟損失。產物保險之投保金額，以各廠站設施之建造發包金額(不含土地成本)為計算基準，將其乘以危險費率可得每年之保險價款。影響保險危險費率的因素相當複雜，除了依財團法人保險事業發展中心公布之基本參考危險費率依地區、結構等級不同可參考外，其他還包括附加險種的多寡、投保金額大小、自負額(不得為 0)的多寡、天災賠償限額、建物樓層數等因素。

- 危險費率＝〔基本危險費率 ×(1－自負額扣減率) × (1±加減費係數) ×(1＋核保技術調整係數)〕

火災保險參考危險保費(費率)(2014.10.31_V1 版),再生水廠主要設施包括有辦公室、機房、露天機器設備及貯槽等,火災基本危險費率各有不同的參考值,區間介於 0.34‰~1.20‰,保險公司會依據各設施組成之比例進行核保技術調整,可採約中間值 0.87‰。其他附加險種費用例如爆炸、洪水、地震、雷擊、竊盜等,視標的物需求而訂,約為基本危險費率之 30%~200%,可洽各保險公司選擇所需的險種及條件提供報價後,取平均值作為預算編列之參考。

有些契約上有規定須投保專業責任險,專業責任保險者,乃承保被保險人因執行專業時由於疏忽行為、遺漏或錯誤判斷,以致未能提供適當的專業服務而致顧客遭受體傷(包括死亡)或財損時,依法應負的損害賠償責任。一般適用之範圍包括有醫師、會計師、律師、建築師,以及技術顧問機構等,與代操作維護工作範疇無關,建議予以移除。另外有些契約規定保險單記載契約規定以外之不保事項者,其風險及可能之賠償由廠商負擔,此衍生之風險非常高,若發生不保事項之巨大災損時,常不是代操作業者所繳納之履約保證金可以承擔,進而影響機關財產的保全,建議機關在編列本項預算時,必須提供足夠的保險費供廠商辦理投保。

5.6.14 其他費用

1. 緊急發電機柴油費

為因應電力中斷緊急事故使用緊急發電機,及平常試運轉及調整之使用等,於費用編列上可依據歷年來之操作運轉經驗估算,包括:正常試車時數、電氣檢查之運轉時數、緊急操作時數,大型廠可採實作實算計價。

年操作時數=(A)正常試車時數+(B)電氣檢查之運轉時數+(C)緊急操作時數。

年耗油量=發電機容量 x 耗油率 x 年操作時數

2. 協助參觀及解說補助費

視各再生水廠參觀團體數量高低編列該項費用,一般再生水廠參觀頻率不高,現場操作人員配合解說協助參觀對系統操作影響衝擊不大,但若取得環教設施場所認證,參觀頻率高,且參觀人員數多,亟需編制專人處理參觀解說事宜,應酌予編列解說補助費,提供代操作廠商製作文宣品及人員加班辦理本項工作,可依前一年平均參觀人數以每人補助費用 20 元編列之。

3. 交接費用

當新舊契約因代操作維護廠商變更時,由於新廠商必須在開始進駐日前,即需派遣若干人力物力提前到場辦理交接工作,交接工作內容至少包括財產、設備、文件、備品、藥品等數量清點,設備功能測試,以及水質處理系統功能測試等工作。一般而言,小型廠因設備數量較少、規模較小,交接事務複雜度相對比較低,交接工作多半可在一個月內可完成,新廠商一般可由利潤中勻支;但中大型廠設備多且廣,交接事務複雜度相對高很多,可能需要更長時間來檢查及驗證功能,新廠商需要提供相當多之人力時間,甚至需要委託第三公正單位介入驗證,建議中大型廠宜於契約中明訂要求在得標後提前進駐若干期間、若干人力以辦理交接作業,費用編列可參考人事費章節估算所需之人數、時間合理編列此交接費用。當新舊契約代操作維護廠商未變更時,因不同廠商間之交接工作可免除執行,所以無此額外成本發生,就無需給付本項費用。

另外,建議增加編列設備健檢盤查費,在契約終止前委託第三方公正單位執行設備健檢,以檢查結果作為前廠商與後廠商交接的參考依據,若代操作維

護廠商未變更，則本項費用可以不執行。

4. 緊急應變準備金

本項費用建議機關以契約費用之 1%~5% 編列預算執行之，於緊急搶修完成後再與廠商辦理議價，或可編列於代操作契約中，以實作方式計價。

5. 環境品質監測費

環境品質監測視有無要求配合環境影響評估計畫，由開發單位執行環境品質監測調查工作，因考慮專業特性不同，一般由行政機關編列預算另案辦理發包執行之，不會包含於操作維護契約費用中。監測項目視情況有承受水體水質或生態及海象(地形變異及海水溫、鹽度)、陸域監測(噪音、振動、空氣品質)等項目，進行持續性之現場監測或調查，藉由各項環境調查資料之蒐集，以研判環境品質現況之變化，並作為執行減低環境不利影響對策之依據。

6. 折舊費及機關派駐人力等費用

折舊費一般可用直接折舊法攤提，相關政府機關派駐之人力及相關支出則視各機關組織編制等考量編列之。由於各廠經費狀況不一，此部份較難檢討為一定基準，且此部分不會包含於操作維護契約費用中，由行政機關編列預算執行之。

7. 回饋金

此部分不會包含於操作維護契約費用中，回饋金由行政機關視需要編列預算執行之。

5.6.15 管理費及利潤、加值型營業稅

一般代操作維護廠商之管理費、利潤合計約為各項成本之 6%~8%，加值型營業稅則為所有費用之 5%。行政機關編列之各項預算均應以含稅金額編列之。彙整上述再生水廠之各項費用編列原則整理詳表 5.6-15，以供方便參考。

表 5.6-15 代操作維護之各項費用編列建議 (#1/3)

經費分類	經費細項	費用編列建議
人事費	每月基本薪資	依表 5.6-5 建議之基本薪資編列，可考量各地區薪資特性、任務複雜性、物價通膨率等因素酌予合理調整
	其他人事成本	每月基本薪資總和 55%
	年終獎金(1.5 個月)	
	緊急狀況處理及勞基法允許員工請假、特別休假、一例一休假代班之加班費	
	勞保費用、健保費用	
	退休金提撥	
	資遣費	
行政事務費	資訊設備租金	視該廠設施多寡、工作要求複雜性而定，每月基本薪資總和*10%~15%
	辦公設備租金	
	郵電網路費	
	消耗品費	
	報告印刷、宣導品製作	
	教育訓練	
	辦公室維護費	
	交通差旅費	
	環境教育作業費(視需要)	
	ISO 品管作業費(視需要)	
設備維護費	基本保養型式	視設備運轉年數而訂，每年費用以機電總設置費用 0.006~0.012 計算之
	校正維修修正型式	視設備運轉年數而訂，每年費用以機電總設置費用 0.018~0.036 計算之，為基本保養型式之 2.5~3 倍
	校正維修統包型式	視設備運轉年數而訂，每年費用以機電總設置費用 0.024~0.06 計算之，為基本保養型式之 4~5 倍
水處理藥品費	酸鹼藥品	依各廠進水特性、設備設置狀況決定，NaOCl 每處理 10,000 噸污水約需 600~1,800 元，脫水用 polymer 每產生 1 噸污泥餅約需 80~160 元。
	除臭藥品	
	消毒藥品	
	化學加藥藥品	

表 5.6-15 代操作維護之各項費用編列建議（#2/3）

經費分類	經費細項	費用編列建議
水處理耗材	活性碳(更換)	每公斤以 60~80 元估算
	臭氧設備	可忽略不計
	紫外線殺菌設備	每年以 180,000 元/10,000CMD 估計
水質自行檢驗費	藥品耗材費	依各廠要求檢測項目、頻率及數量計算，可依檢測業牌價 10%編列預算，約為基本薪資之 2~3%
	儀器維護及校正費	約為藥品耗材費之 10%~20%
	廢液處理費	約為藥品耗材費之 10%
污泥清運處理	清運	污泥採掩埋處理者，每噸處理費約為 7,000~8,000 元，採熱處理等資源化者，每噸處理費約為 6,000~7,500 元
	處理	
法定及定期檢驗工作	消防安全檢測	視處理場規模、各該設備設置數量及檢測項目、頻率而定，平均每年以 180,000~ 700,000 元估算，約為基本薪資之 2~4%
	電氣檢驗	
	危險特殊機械設備	
	作業環境測定	
	放流水及污泥檢測	
	建築公共安全檢查	
職業安全衛生費	人員制服	基本薪資*2%
	安全器具	
	安全裝備	
	健康檢查	

表 5.6-15 代操作維護之各項費用編列建議（#3/3）

經費分類	經費細項	費用編列建議
環境清理	建物清潔整理	視區域大小、工作項目及執行頻率，約為基本薪資*2%~5% 若廠區大於五公頃以上，建議編列專人或委外執行環境清潔及景觀維護工作，每 2.5 公頃設置一人
	廠區除草及植栽修剪整理	
	廠區建築物外牆及圍牆清洗	
	消毒費	
	定期打臘	
保全	委託合格保全公司	廠區大於 4 公頃時建議設置，每一個 24 小時警衛哨點，每月編列約 150,000 元。
保險費	僱主責任險、第三人責任險及公共意外險	每人每年約為 2,000~4,000 元
	商業火災保險及附加保險費	以建造發包金額(不含土地成本)為計算基準，乘以費率 0.87%可得每年之保險價款。附加險費用約為火險費率之 30%~200%。
其他	緊急發電機用油	視各廠需求編列
	協助參觀及解說補助	視各廠需求編列
	特殊需求之其他工作	視各廠需求編列
	交接費用	視各廠需求編列
	緊急應變準備金	視各廠需求編列
管理費及利潤		上述費用合計之 6%~8%編列
加值型營業稅		所有費用合計之 5%編列

備註：

1. 各項費用應考量日後物價波動予以適當調整。
2. 水電費建議由機關編列支付，不放入代操作維護契約中計價。

5.7 營運費用試算參考

參考國內再生水廠營運費用估算相關案例，各項費用編列及說明如下。

5.7.1 人事費

視再生水廠為污水廠之獨立單元，且擁有各自監控中心，再生水廠考量人員操作分為四班（作三休一），每班兩人，一人於中控中心，另一人進行巡場、操表單及採水樣等工作，再生水廠共編制 8 人，而其廠長、副廠長、行政人員及技工所需人員，污水廠與再生水廠之人員配置共同使用。另外年終獎金、保險費、退休金、證照補助、餐費及交通費等費用以月薪兩個月計算，故採一年給付 14 個月薪水估算。每年再生水廠之人事費約需 560 萬元。

5.7.2 加藥費

再生水廠之加藥費用，參考相關計畫成果如表 5.7-1 所示，考量原水水質各地區特性不同，再生水廠之加藥費若採每噸水 0.80 元進行估算，再生水廠產水量 45,000CMD，則每天所需之加藥費約為 36,000 元。

表 5.7-1 再生水廠加藥費案例彙整表

計畫	加藥費（元/m ³ ）
楠梓加工出口區再生水模型廠建置操作計畫統包案	1.2
中鋼模廠	2.2
鳳山溪污水處理廠水再生利用規劃	0.8

5.7.3 設施維修費用

再生水廠設施維修費用包含本廠各種設施之損壞修復、例行保養、零件替換及耗材等之費用、例行機械電氣設備之零件及耗材更換維修費與輸水管線檢修費用等，依經驗每年以直接工程費之 0.5% 估算，全期之設施維護費約為 1,056 萬元/年。

5.7.4 電費

電費包含基本電費與流動電費，基本電價與契約容量有關，流動電費則依實際用電量計價。再生水廠營運天數以 350 天計算，電費分述如下：

1. 基本電費

用電契約容量通常以連續運轉設備功率與 50% 的非連續運轉設備功率之總和推估，經推估再生水廠之契約容量約 2,693 KW（第一期）及 3,495 KW（第二期），並依夏月與非夏月平均值 185.8 元/KW/月（高壓供電之年平均值估算）估算，則再生水廠之基本電費分別約為 600 萬元（第一期）及 779 萬元（第二期）。

2. 流動電費

設備消耗電力與設備數量（不含備用者）、功率、每日操作時數有關，連續運轉設備如：再生水廠 UF 加壓泵…等設備採每日連續操作 24 小時估算，其他設備則依假設之每日運轉時數估算其用電量。以每度 2.53 元估算（概算台電公司於 104 年所發布之夏月、非夏月；尖/離峰時間之平均電價），再生水廠全期（45,000CMD）流動電費為 56,092KW-HRS/日。

5.7.5 薄膜置換費

薄膜置換費用估算基準，分別考量 RO 及 UF 操作壽命，UF 薄膜以 6 年為更換週期，RO 薄膜以 3 年為更換週期，其中 UF 薄膜每支以 7.5 萬元估算，RO 薄膜以每支 2.5 萬元估算，第一、二期分需投入 16,225 仟元/年及 27,880 仟元/年，詳表 5.7-2。

表 5.7-2 再生水廠薄膜置換數量及單價參考表

項目	第一期	全期	單價 (仟元)
UF 薄膜 (支)	530	848	75
RO 薄膜 (支)	1,440	2,592	20
年置換費用 (仟元)	16,225	27,880	-

5.7.6 其他費用

除上述主要費用外，一般操作維護項目尚包括環境清潔維護、法定檢驗費、設施校驗費、水質檢測分析費等項目，每年費用約 2,500,000 元。

參考國內再生水廠營運費用估算另一案例(再生水廠與污水廠合併設置)，各項費用編列及說明如表 5.7-3 所示。

表 5.7-3 再生水廠與污水廠合併設置操作維護成本表參考表

單位：新台幣元

項目	新台幣元/噸	年費用(新台幣元)
人事費	1.48	17,071,296
行政事務費	0.10	1,132,800
電力費(取水)	0.53	6,149,520
電力費(污水廠)	3.43	39,668,200
電力費(再生水處理廠)	2.50	28,908,000
加藥費(污水廠)	0.64	7,387,600
加藥費(再生水處理廠)	0.50	5,775,000
污泥處理費(污)	0.80	9,226,800
設備置換費	2.39	--
各類維修費	1.19	13,727,600
各類維修費(取水)	0.04	428,615
其他費用	0.17	2,000,000
合計	13.77	131,475,431

註：設備置換費用於實際置換年度發生，並採資本化處理，15 年營運期總計為 414,090 仟元，15 年總處理水量為 173,250 仟噸，故平均每度處理費為 2.39 元。

再生水廠設計

參考手冊



目錄

第一章 前言	3
1.1 緣起	3
1.2 為何需要技術手冊	4
1.3 技術手冊使用對象	5
1.4 如何使用技術手冊	5
1.5 手冊導覽	6
第二章 再生水廠設計原則	8
2.1 概說	8
2.2 再生水使用對象	8
2.3 再生水截流水來源與水質特性	9
2.4 計畫再生水質及水量	12
2.5 再生水處理廠設計及建設階段性工作內容	16
2.6 再生水處理方法的整體流程與選定	18
2.7 再生水處理設施的配置	22
2.8 再生水處理設施節能	28
2.9 再生水處理廠站多目標利用	32
第三章 處理再生水利用處理	33
3.1 基本資訊之評估	33
3.2 水再生設施之基本需求	34
3.3 過濾	38
3.4 薄膜技術	43
3.5 常見處理方式	56
3.6 消毒程序	65
3.7 濃排水處理單元	79

3.8 高級氧化單元.....	82
第四章 再生水廠附屬設施.....	87
4.1 概說.....	87
4.2 廠內污水抽水機.....	87
4.3 實驗室.....	88
4.4 維修室及備料貯藏室.....	92
4.5 分水單元設計.....	92
4.6 各種量水設備.....	94
4.7 廠內各式連絡管線.....	100
第五章 電力、儀控及計測設備.....	113
5.1 概說.....	113
5.2 受變電及配電設備.....	114
5.3 負荷設備.....	119
5.4 緊急備用柴油引擎發電機設備.....	125
5.5 控制及計測設備電源.....	127
5.6 計測設備.....	129
5.7 自動化與監控系統.....	131
5.8 電力室及緊急備用柴油引擎發電室.....	146
第六章 環境及管理設施.....	148
6.1 概說.....	148
6.2 廠區道路、排水及綠美化.....	148
6.3 周邊環境對策.....	149
6.4 防災及安全對策.....	149
6.5 輸水管線規劃.....	150

第一章 前言

1.1 緣起

經濟部水利署為促進水資源永續利用，推動再生水之開發、供給、使用及管理事項，特制定「再生水資源發展條例」，該條例第三條針對再生水定義如下，再生水係指廢（污）水或放流水，經處理後可再利用之水；依其處理水源不同，分為系統再生水及非系統再生水。系統再生水係指取自下水道系統之廢（污）水或放流水，經處理後可再利用之水。非系統再生水係指取自未排入下水道系統之廢（污）水或放流水，經處理後可再利用之水。（系統再生水及非系統再生水之差異請參閱圖 1.1）推展水再生利用系統之優點如下：

- **減輕自然水源開發壓力：**將既有水資源再利用作為輔助水源，可大幅降低自然水源開發及對環境衝擊影響。
- **提供另一穩定的水源：**生活污水之水量大而穩定且水質污染負荷低，若能有效再生利用將可供做為水資源之輔助水源。
- **減少承受水體污染負荷：**部分廢（污）水經處理後再利用，可減少承受水體之負荷。
- **提高全民之環保意識：**再生水產業需要民眾及使用者之接受才能順利推展，因此藉由水資源再利用觀念之教育，可減少水資源之浪費及過度使用。
- **降低用水之成本：**再生水處理成本略高於傳統淨水場，但水再生系統不需要龐大之水源開發費用，因此整體系統之成本會比自來水成本低。
- **附加節能減碳效益：**傳統水源開發工程減少與再生技術效率提昇，均有助整體系統之節能減碳。

使用再生水有前述優點，然而再生水水源畢竟不是天然水源，因此使用再生水仍需注意以下細節：

- **管控再生水水源：**並非每一種廢（污）水都可做為再生水水源，如工業廢水中含較多成分複雜的物質及化合物，可能具有毒性，容易影響再生水品質。
- **管制再生水用途：**再生水不得供人飲用及與人體直接接觸且不可作為直接食用及食品業、藥品業之用水，訂定再生水水質標準或水質分級制度加以規範再生水之用途。
- **嚴格控管取用過程：**應遵循相關技術準則且嚴格執行才能保障使用者健康安全及環境不受破壞。
- **持續監測與檢驗：**確保長期穩定的再生水品質，讓使用者有信心。

政府自民國 81 年持續推動污水下水道建設工作，廢、污水處理後之可再生水量已逐年增加，現階段再生水利用量約每日 52 萬立方公尺 (CMD)，包括工業區廢水處理廠放流水再生利用量約 7,100 CMD、生活污水戶污水再生利用量 1,1400 CMD、公共污水處理廠放流水再生利用量 39,000 CMD 以及工業用水戶廢水再生利用量 459,400 CMD，依照目前利用狀況來看，預估民國 120 年我國再生水目標量為 132 萬 CMD。除此之外，我國已於 104 年底公布「再生水資源發展條例」，預計

可帶動我國水再生利用產業。伴隨著再生水市場需求, 以及水再生技術日益提升, 處理成本逐漸下降, 再生水已被視為未來水資源不足時的重要輔助水源, 因此本手冊將針對設立再生水廠之設計進行相關規劃, 作為建置再生水廠規劃與設計之參考依據。手冊內容可作為設計之工程參考手冊。本手冊提供建置再生水廠所應考量之原則、水再生處理技術、附屬設施、電力儀控及計測設備與環境管理措施等資訊。任何水再生計畫之建廠除需遵守政府最新法規及標準外, 也請相關人員特別考量再生水廠之整體設計理念與所應用之技術, 以營造再生水廠之環境友善意象。

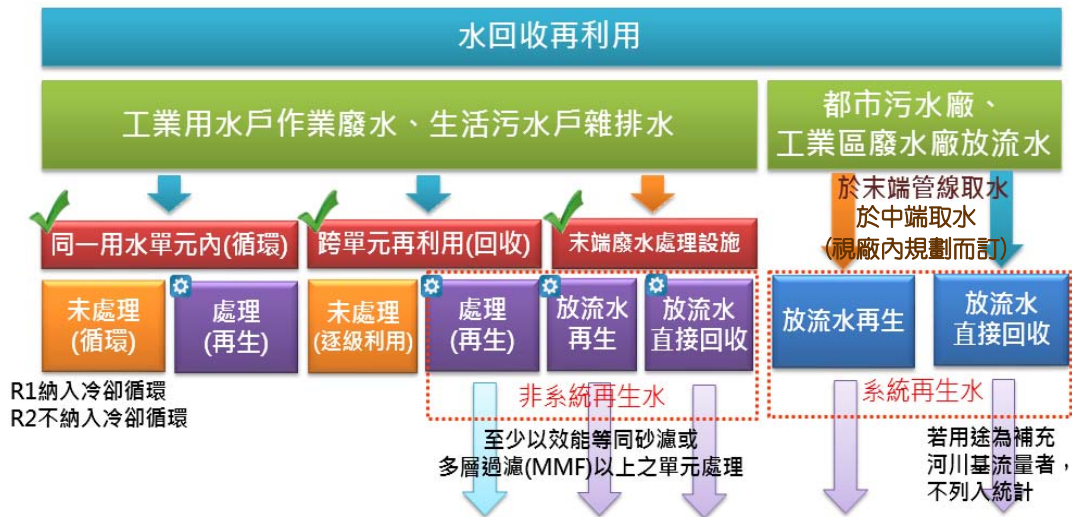


圖1.1 系統再生水及非系統再生水之定義

1.2 為何需要技術手冊

目前可供再生之水量日益增加, 對未來水資源不足解決方案提供重要的替代來源。由於水再生系統之水源取得、輸水過程、處理方式、配水過程及使用端等規定涉及諸多主管機關, 內政部營建署、行政院環保署及水利署等機關業已分別依其權責訂定水再生系統相關之法規或規範, 如營建署在民國 98 年 1 月發布「建築物生活雜排水回收再利用設計技術規範」, 環保署在民國 96 年 10 月公告「建築物生活污水回收再利用建議事項」。而自 104 年 12 月 30 日公布「再生水資源發展條例」, 水利署陸續將發布「水源供應短缺之虞地區使用再生水辦法」、「公共下水道系統污水或放流水無償供應之一定期間及計費準則」、「中央對直轄市及縣市政府再生水開發案建設費用補助辦法」、「再生水水質標準及使用遵行辦法」、「再生水經營業籌設許可及再生水開發案興辦許可辦法」、「下水道系統廢污水或放流水供自行使用許可申請辦法」、「再生水開發案取水構造物與水處理設施及供水設施專業技師簽證規則」、「再生水經營業收取再生水費計算公式準則」以及「再生水設施檢查及水量申報辦法」等 9 項授權子法, 包含了再生水經營業興辦與管理、建設補助與水源供應短缺之虞地區強制措施、水質標準等法源依據, 將有助於水再生產業之推展。

再生水使用以用水安全為最重要考量, 藉由本設計參考引導再生水廠之建廠, 將可以防患風險於未然, 協助水再生產業推展較易達到預期目標, 而技術手冊提出之設計準則則可供管理人員

參考，冀藉由本設計參考提供適切訊息以降低水再生利用實施之風險，作為未來水資源規劃之參考。

1.3 技術手冊使用對象

本技術手冊提供再生水廠設計之相關內容，供規劃、設計、營運人員及用水單位參考，設計參考中再生水廠設計原則與技術運用，亦可提供決策者及政府機關相關人員實務應用之參考。

1.4 如何使用技術手冊

對於擬參與再生水廠設計之相關人員，其已具備廢水再生利用處理知識，但無實際建置經驗者，建議先閱讀{第2章}再生水廠設計原則，評估再生水廠前期作業，如選擇適當廠址與處理程序等，再參照{第3章}處理水再生利用處理，依據再生水廠之背景特性以及需求，評估可行之處理程序，進行處理單元之設定。

接著進入後續設計階段，再依{第4章}、{第5章}與{第6章}確認各種附屬設施、設備與環境營造，以建構完成之再生水廠。最後需特別注意的是鑒於臺灣目前再生水廠發展背景，仍處於初始發展階段，現行再生水示範廠均選擇既有污水廠進行改造升級，以產製適合特定目標需求之再生水，因此本手冊設計參考內容範疇主要以既有污水廠升級為主，說明於傳統污水廠之基礎，如何設計可產製再生水之新再生水廠，因此主要內容均限制在新增再生水設備之範圍進行設計。

1.5 手冊導覽

手冊主要分為針對再生水廠處理與設計原則進行闡述，其中各章節概述分列如下：

第 1 章 前言	緣起、目的及手冊之架構。
第 2 章 再生水廠設計原則	水再生利用依用途不同可分為工業用水、次級用水、環境景觀用水等用途。規劃時以安全使用作為考量，應符合「再生水水質標準及使用遵行辦法」，用水端需要更高的用水水質時可參考各用途再生水水質標準。另針對再生水廠整體流程選定、配置、節能與多目標利用進行說明。
第 3 章 處理水再生利用處理	可用於處理再生水之方式及其技術要點，包含過濾、薄膜處理(MF, UF, RO)與清洗維護、濃排水處理與高級氧化單元及消毒，並依不同再利用用途與水質要求提供建議處理技術選定之原則。
第 4 章 再生水廠附屬設施	本章主要說明處理單元外之附屬設施，如：實驗室維修室及備料貯藏室等設置時應有之考量。最後對於池槽利用聯絡渠道、管線等分水方式等設計應有之考量，加以詳述。
第 5 章 電力、儀控及計測設備	再生水廠之電力、儀控、計測為必要設備，用電系統規劃原則須符合安全性、可靠性、品質性、靈活性、經濟性等原則，以提供安全可靠之用電；而儀控與計測設備以自動化管理為目標，依據再生水廠之規模，設計自動化設備監控各處理單元之即時現場資訊，以利統合系統進行最有效率的運作。
第 6 章 環境及管理設施	再生水廠的設置，必須就其廠區及其環境和安全三大面向，促使整體達到一優質且可確保環境，延長設施使用壽命及操作維護管理工作人員之工作環境品質為考量。本章就再生水廠的環境管理與安全防護為內容，加以分析，以供再生水廠規劃、設計及設置之參考。

第二章 再生水廠設計原則

2.1 概說

本章係就再生水廠設計時應綜合考量的基本事項，包括設計再生水量及設計水質的評估，於規劃設計時以階段性分概念設計、基本設計，再進入細部設計，而於細部設計時，就應將其未來進入施工階段及營運階段，所需的整體性、方便性、節能及經濟性等之考量內容加以納入，其後再就再生水處理方法及選擇之考量事項，以及可合乎再生水標準之處理方法、處理程序的選擇，做完整的臚列。另就再生水處理設施的配置和構造應考量檢討事項詳加分析討論，繼就再生水廠站多目標利用的利用型式，以能朝友善的環境地標，促進公共設施的親和性考量。

2.2 再生水使用對象

再生水利用以不得供作直接食用及食品業、藥品業之用水為原則，依用途不同，應用上主要為工業用水、廠內次級用水、環境景觀用水等。

廢（污）水經過污水處理設施處理後，其放流水透過水再生設施，或廢（污）水直接進入水再生設施處理後，藉由配水系統提供給工業用水中的冷卻、洗滌，鍋爐及製程等用途，此三類用水為一般工業用水之大宗用途；或廠內次級用水使用，如沖廁、地板清洗、洗車等非與人體接觸之用途；以及環境景觀用水等。

依再生水用途的不同，其所需的水質也不盡相同，再生水之水質可以達到工業、場內次級、環境景觀用水；另一方面再生水亦不得併入自來水系統，需專管輸送，管身以紫色作為區分並藉以警示；另考量經濟效益性，需有點狀式穩定使用客源，故我國目前以供應工業使用為優先，廠內次級用水次之。

◆ 工業用途

再生水應用於工業用水方面，建議以製程用水、鍋爐用水與冷卻水為主。

工業用水依其用途可概分為製程用水、鍋爐用水及冷卻用水，此三類用水為一般工業用水之大宗用途。製程用水水質因製程要求而異，其差異極大；鍋爐用水之水質要求較高，使用上應加以特別注意；冷卻用水為工業用水中需大量使用且對水質特定項目要求較少之用水類別水，因其使用量大。使用上其水質要求因產業別及、用途不同而異，水質考量因素主要為硬水結垢、管線腐蝕及生物生長等問題。

◆ 廠內次級用水

可將再生水以獨立之配水系統使用於沖廁、地板清洗、洗車及其他不與人體直接接觸用途等次級用水。

再生水於場內次級用途中主要使用於沖廁、地板清洗、洗車及其他不與人體直接接觸用途等場內次級用水，為避免與自來水混淆，需設置獨立之再生水配水系統，包含配水管線及配水池，且應有防制錯接措施。

◆ 環境景觀用水

環境景觀用水可用於景觀澆灌、灑水、廠區道路清洗等其他不與人體直接接觸之用途。

再生水應用於工業用水設計時需考慮因素是供水服務的可靠性和公共健康的安全性，水再生設施必須提供符合水質標準的處理水，並應確保再生水符合客戶要求的用途水質標準，且必須考慮系統不當運作、錯接飲用水管線及非飲用水不當使用等的防護措施。

再生水利用系統有「直接供水」和「間接供水」兩種方式，「直接供水」乃由系統直接加壓運送，適用於特殊再利用之用途，例如景觀澆灌、消防等；「間接供水」則是將再生水置於貯水池(塔)中，使用時再以重力或自由流方式供再利用，利用方式有廠區特殊使用、道路清洗、灑水等。

2.3 再生水截流水來源與水質特性

◆ 水源規劃原則

水源之選定規劃原則：水量穩定以提供定量再生水水源；操作良好之自設水處理設施，出流水品質較佳；距離水再生設施或使用端近，降低輸配水成本。

水再生設施直接取工業廢水之放流水作為再生水水源，且所選擇之再生水水源需能穩定提供再生水水源需水量，以確保任何時間皆有充足的再生水供使用；若選擇之污水處理廠其放流水水質較佳，如總溶解固體與硬度離子濃度較低等，則能降低水再生設施處理的負擔，進而降低成本。

◆ 再生水水源之篩選

可採用工業之放流水或自廢水廠之自設水處理設備之出流水。

藉由水源之管理可以有效降低再利用時造成之風險，因此透過水源之篩選及控管以保障再生水用水安全，作為再生水之水源則建議採用：採用工業之放流水或自設水處理設備之出流水。

◆ 水質特性

再生水廠截流水水質，可參考現行及未來可能修訂之放流水水質。

1. 現行污水下水道系統放流水水質標準，如表 2.1。

表 2.1 現行污水下水道放流水相關水質標準 (2016 年)

系統	適用範圍		水質項目		限值	備註
污水下水道系統	工業區專用下水道		BOD	最大值	30 / 25	前值：既設系統 後值：新設系統(98.7.31以後設置)
				7 日平均	25 / 20	
			COD	最大值	100 / 80	
				7 日平均	80 / 65	
			SS	最大值	30 / 25	
				7 日平均	25 / 20	
			真色色度	最大值	550/550	
	社區專用下水道	流量大於 250 CMD	BOD		30	
			COD		100	
			SS		30	
			大腸桿菌群		200,000	
		流量小於 250 CMD	BOD		50	
			COD		150	
			SS		50	
			大腸桿菌群		300,000	
	公共污水下水道	流量大於 250 CMD	總氮		15	總氮、總磷僅適用於排放廢(污)水於水源水質水量保護區內之新設立之公共下水道。
			總磷		2	
			BOD		30	
			COD		100	
			SS		30	
			大腸桿菌群		200,000	
		流量小於 250 CMD	總氮		15	
			總磷		2	
			BOD		50	
			COD		150	
			SS		50	
			大腸桿菌群		300,000	

備註：1. 單位除色度及大腸桿菌群外為 (mg/L)。大腸桿菌群單位為 (CFU/100mL)。

2. 污水處理廠若位於水源水質水量保護區，則其放流水水質就必須合乎總氮、總磷的限值。

2. 環保署預告未來將針對氨氮及總氮，依第一階段 109 年 7 月及第二階段 112 年 7 月公告執行新放流水標準，如表 2.2。

表 2.2 公共下水道污水處理廠放流水標準(預告草案)

適用對象 (流量 > 250 m ³ /日)			氨氮管制 (mg/L)	總氮管制 (mg/L)
水源水質水量保護區內			10	15
			6**	
水源水質水量 保護區外	收受處理事業廢水、截流水或水肥之 設計最大量達許可核准最大量 20% 以上	既設廠	75*	—
			30**	—
		新設廠	20	—
	收受處理事業廢水、截流水或水肥 之設計最大量未達許可核准最大量 20%以上者 未收受處理事業廢水、截流水或水 肥者	既設廠	10*	50*
				35**
		新設廠	10	20
			6**	

*第一階段 施行日期 109.7.1

**第二階段 施行日期 112.7.1

2.4 計畫再生水質及水量

◆ 再生水水質標準

「再生水水質標準及使用遵行辦法」中明訂再生水應符合基礎水質項目氫離子濃度指數之限值以及濁度、總有機碳、氨氮之容許範圍，如再生水供作景觀、澆灌、清洗、灑水抑制揚塵、沖廁等次級用途，則另須符合餘氯之最低限值及大腸桿菌群之最大容許量。

氫離子濃度指數係衡量溶液中酸鹼程度的尺度；濁度係表示光入射水體時被散射的程度，來源包括黏粒、矽粒、細微有機物、浮游生物或微生物等；總有機碳係為水體中溶解性與懸浮性有機物含碳的總量，代表性意義為微生物生長基質，含量越高致使細菌於系統中再生長；氨氮係指水中以游離氨和銨離子形式存在的含氮物質，過高濃度的氨氮可能導致生物結垢增多，及具有揮發腐蝕性，會導致用水管路及鍋爐腐蝕的問題。餘氯分別為結合餘氯及自由餘氯，結合餘氯指以氯胺、二氯胺存在之有效餘氯，自由餘氯指以次氯酸或次氯酸根離子存在之有效餘氯，適量餘氯可保證持續殺菌，防止水再受到污染；大腸桿菌群係指能分解乳糖，格蘭姆染色陰性，無芽胞之桿菌，或以膜濾法培養，產生金屬光澤之深色菌落，作為水體受微生物感染之水質指標。再生水水質標準請參閱表 2.3，依據民國 96 年公布之建築物生活污水回收再利用建議事項中建築物生活污水回收再利用於沖廁使用者及景觀、澆灌、灑水抑制揚塵、洗車或清洗地板者，其處理水質建議值如表 2.4 及 2.5 所示。

表 2.3 再生水水質標準

水質項目	基本水質 標準	次級用途 (景觀、澆灌、清洗、灑水抑制揚塵、沖廁等)
氫離子濃度指數 pH	6.0-8.5	6.0-8.5
濁度 (NTU)	5	5
TOC (mg/L)	10	10
氨氮 (mg/L)	10	10
餘氯 (mg/L)	-	結合餘氯：0.4；自由餘氯：0.1
大腸桿菌群 (CFU/100mL)	-	200

表 2.4 建築物生活污水回收再利用於沖廁者

水質項目	基本水質標準	沖廁
氫離子濃度指數 pH	6.0-8.5	6.0-8.5
外觀	-	無不舒適感
BOD ₅ , 20°C	15	最大限值 15 以下且連續 7 日平均限值 10 以下
臭味	-	無不舒適感
餘氯 (mg/L)	-	結合餘氯：0.4；自由餘氯：0.1
大腸桿菌群 (CFU/100mL)	-	200

備註：本表水質建議值如回收再利用水質處理係採加氯消毒以外方式如臭氧或紫外線等消毒者，因考量無殘留消毒效果，其大腸桿菌之限值要求應不得檢出。

表 2.5 建築物生活污水回收再利用於景觀、澆灌、灑水抑制揚塵、洗車或清洗地板者

水質項目	基本水質標準	次級用途 (景觀、澆灌、清洗、灑水抑制揚塵、沖廁等)
氫離子濃度指數 pH	6.0-8.5	6.0-8.5
濁度 (NTU)	5	最大限值 5 以下且平均 2 以下
外觀	-	無不舒適感
BOD ₅ , 20°C	15	最大限值 15 以下且連續 7 日平均限值 10 以下
餘氯 (mg/L)	-	結合餘氯：0.4 以上
臭味	-	無不舒適感

備註：本表水質建議值如回收再利用水質處理係採加氯消毒以外方式如臭氧或紫外線等消毒者，因考量無殘留消毒效果，其大腸桿菌之限值要求應不得檢出。

◆ 工業用水水質建議值

本手冊將工業用途之再生水進行水質分級，水質分級概念係依其水質得以應用於各特定用途，符合相關用途水質標準，將再生水水質分為 Class A, B, C 三級（以用途分級表示），用水單位須自行評估依用水水質需要增設水再生設施與處理單元。

本技術手冊另收錄國內工業冷卻水系統之系統水用水標準，請參見表 2.6，冷卻水系統之補給水及其他未述及之特定考量的水質需求，由用水單位自行評估以達特定使用標準。

◆ 場內次級及環境景觀用水水質建議值

參考環保署公告之「建築物生活污水回收再利用建議事項」（民國 96 年 10 月 15 日環署水字第 0960078115A 號）水質建議值。請參見表 2.7。

表 2.6 再生水應用於工業冷卻用水水質建議值

水質參數	各國較嚴格冷卻用水標準 (基準值/範圍)	經濟部工業局冷卻用 水建議值	中鋼冷卻用水水質
pH	6.5-8.0/ (6.0-9.0)	6.0-9.0	7.0-8.5
濁度 (NTU)	2/ (2-20)	-	5
色度	30	-	20
BOD ₅ (mg/L)	10/ (10-30)	-	3
COD (mg/L)	60/ (60-70)	-	5
TOC (mg/L)	1	-	-
懸浮固體 (mg/L)	5/ (5-300)	-	-
總溶解固體 (mg/L)	500 (500-1000)	-	-
導電度 (μS/cm)	300 (300-1600)	1000	-
氨氮 (mg/L)	10	-	0.5
總鹼度 (mg/L as CaCO ₃)	35/ (35-350)	500 (M 鹼度)	75
總硬度 (mg/L as CaCO ₃)	50/ (50-700)	700	225
總磷 (mg/L)	0.2/ (0.2-1)	-	-
硫酸鹽類 (mg/L)	50/ (50-600)	-	105
氯化物 Cl ⁻ (mg/L)	100/ (100-500)	200	75
二氧化矽 (mg/L)	3/ (3-150)	150	15 (矽)
餘氯 (mg/L)	1/ (0.05-1)	-	-
大腸桿菌群 (CFU/100 mL)	200/ (200-10000)	-	6
總菌落數 (CFU/100 mL)	3/ (3-350)	-	100
鐵 Fe (mg/L)	0.3/ (0.3-1.0)	1.0	-
錳 Mn (mg/L)	0.1	-	-
鈉 Na (mg/L)	200	-	-

資料來源：

*彙整美國、日本、歐盟、中國、澳洲等國工業冷卻用水水質標準相關資料。

*經濟部工業局-工業用水資源整合推動計畫-工業用水冷卻水質建議值，民國 97 年。

*節約能源技術手冊-冷卻用水(補給水)標準建議值，民國 77 年。

*中鋼公司冷卻用水水質-冷卻水平均值。

表 2.7 次級及環境景觀用水之水質建議值

用途	環保署建議值(基準值)	
	沖廁	景觀、澆灌、灑水、抑制揚塵、洗車或清洗地板者
pH	6.0-8.5	6.0-8.5
濁度 (NTU)	-	< 2(平均值) < 5(最大值)
臭味/外觀	無不舒適感	無不舒適感
BOD ₅ (mg/L)	最大限值 15 以下且連續 7 日平均 限值 10 以下	最大限值 15 以下且連續 7 日平均限值 10 以下
餘氯 (mg/L)	結合餘氯：0.4 以上；自由餘氯： 0.1 以上	結合餘氯：0.4 以上
大腸桿菌群 (CFU/100 mL)	200	-

“-”表示不設限。

◆ 取水量規劃

取水量為計畫平均日需水量 $Q = \sum Q_n$ ， $n = 1, 2, 3$ ，(各項再生水用途需水量)，計畫最大日需水量=計畫平均日需水量×(安全係數)；以供定需時為考量水源最低供水量並滿足水再生設施之最小運轉量。

取水量設計必須能滿足各種再生水用途之需水量，並兼顧經濟性，故以計畫最大日需水量為設計基準，計畫最大日需水量採計畫平均日需水量(再生水安全係數之建議值為 1.2~1.6 倍)計算，需水量則為各種再生水用途之總量，小規模廠房採較大值；在以供定需為考量方面，則須要確認枯水期間水源最低供水量之狀況以滿足水再生設施之最小運轉量。

2.5 再生水處理廠設計及建設階段性工作內容

再生水計畫案之主要執行可分成：1. 規劃、2. 設計、3. 施工監造，其中在規劃及設計階段除了須將計畫案逐步製作成發包文件外，並應在操作及維護手冊中提供流程說明、操作及控制等資料。

◆ 規劃階段

規劃階段應考量事項如下：

規劃係針對技術、經濟、環境、及財務等因素作系統性的分析，以達到經濟可行的再生水計畫報告。

再生水廠規劃階段工作，除針對技術、經濟、環境、財務、能資源回收做整體的可行性規劃外，可能包括環境影響評估，但在大型計畫案，環境影響評估通常為一份獨立報告。規劃範圍包括：(1) 介定議題、(2) 確定設計年限 (通常至少 20 年)、(3) 指定數個處理及處置系統方案，闡述其優缺點並做分析評估、(4) 選出定案方案、(5) 製作執行計畫大綱，包括財務安排及設計和施工工期表。規劃終極目標係一份具備明確定義、經濟有效、環境方面健全的計畫，能夠執行並可被民眾及監管單位所接受。

◆ 設計及建設階段

設計及建設階段應考量事項如下：

規劃之後，一般的設計及發包建造階段之流程應為包括概念設計、基本設計、細部設計及發包監造四階段，而必要時進行特別研究。

再生水廠在設計階段的工作，即包括概念設計、基本設計、細部設計及發包監造四階段。概念設計係對規劃中所用的初步設計準則作確定，建立初步的設施配置，確定須要的廠址調查，如測量、地質鑽探及試驗分析等。基本設計係概念設計的擴充，對計畫中預備含蓋的設施作全盤的確認，以便進行細部設計。特別研究可能包括製定設計準則所須的現場研究或試驗。細部設計包括製作詳細契約書及規範以便發包及興建。細部設計包括減少或減輕不可避免的環境衝擊的策略。

1. 概念設計

一個計畫案能成功完成，絕大部分係取決於計畫早期階段思考及行動的品質，在計畫案的概念及初步階段，主要工程決策應已作決定、設備型式應已選定、設施的初步配置應已完成。概念設計期間應完成的工作，包括：基本設計數據的訂定、功能計算及質量平衡計算、完成處理流程圖、再生水廠水力分析及製備水力剖面圖、確定操作及控制策略、建立設施廠區配置圖及分期建設方案。在此階段，地形測量及土壤鑽探也應完成，土壤試驗在確定基礎條件及建立結構設計準則時特別重要，完成率為 10%。

2. 基本設計

基本設計階段代表計畫約 30% 的階段，基本設計期間，完成處理系統設計，廠區平面配置已完成、主要設備已確定、機械設備方案及管線配置已建立、空間需求及建築概念已形成、附屬支援系統及水電瓦斯等設施需求已決定。在此階段，應包括單元處理流程控制說明、各單元主要平面、立面、剖面圖，應將生命周期納入考量，並依據鑽探報告地質資料，評估基礎型式或地盤改良方案，設計應已足夠進展到能初步工程實施計畫的工程預算。

3. 細部設計

再生水廠設施設計圖的製作、施工及規範、數量、預算編列、編訂工程實施計畫，此工作通常係由技術顧問公司執行，須有各種專業的專家共同協力，包括不同部門專業的工程師（土木、環工、化工、機械、電氣、結構、大地等）、建築師、繪圖員、其他技術及支援人才共同製訂。計畫及規範會成為正式文件，承包商據此編製施工報價，而監造人員則據此要求承包商依據規定負責完成計畫案。

4. 發包及監造

為細部設計經審核後，進入發包、建設施工、試車運轉及驗收階段，其主要工作包括招標及投標審標、合約、申請建照，再進入工程施工、監造，而於完工後進行試車運轉、人員訓練、完成竣工圖至工程驗收為止。

5. 特別研究

特別研究有時係在基本設計階段以前或初步設計階段期間執行，研究可能包括新設備或程序的模廠試驗、背景或現況的臭氣量測、或承受水體調查以決定放流地點的擴散特性。在細部設計開始前這些調查須完成以消除不確定性及昂貴的重新設計。

2.6 再生水處理方法的整體流程與選定

再生水處理方法的選定時，應就水源特性及其再生水水質標準，並於考量下列後決定之。

1. 計畫再生水水質標準。
2. 再生水廠進流水水量及水質。
3. 再生水廠用地條件及地域特性。
4. 操作維護管理性。
5. 經濟性。
6. 再生水處理方法的選定，應就處理物質濃度及要達到的目標水質加以選定。
7. 再生水處理程序的選擇，應就整體性加以評估檢討。

◆ 計畫再生水水質

再生水目前規劃應用以工廠再利用為主，依照不同的使用標的或製程，所需再生水水質亦不同，詳細相關水質要求可參考 2.4 節。

◆ 再生水處理廠進流水水量及水質

再生水處理廠進流水水量及水質應考量事項如下：

再生水處理廠設計進流水水量及水質之推估，應同時考量水量及水質的變動特性，以及再生水使用標的之要求，據以選定再生水處理方法。

再生水處理廠設計於選定再生水處理方法時，雖然其水源取自放流水而水質水量相對穩定，但仍應就其變動特性應加以掌握，以為系統選定之依據，若進流水質水量變動較大者，則應有因應或不同程序的考量，同時要考量處理規模用地等因素，有關設計進流水水量及水質之建議已於第 2.3 節討論。

◆ 再生水處理廠用地及地域特性

再生水處理廠用地及地域特性應考量事項如下：

再生水處理方法之選定，應針對處理廠用地條件及地域特性加以考量。

- 1.在用地條件上，應考量的事項，包括：
 - (1)用地面積及形狀。
 - (2)用地地形(坡地等)。
 - (3)用地的地質條件(軟弱地盤、岩盤等)。
 - (4)用地之利用狀況及設施配置(既有或改建)。
 - (5)原則上以都市計畫污水處理廠用地，或在鄰近系統而土地可取得之用地。
- 2.在地域特性上應考量的事項，包括：
 - (1)氣象條件(氣溫、降雨量等)。
 - (2)廠址區位條件(海濱、國家公園、歷史文化遺址、自來水水源保護區)。
 - (3)處理廠用地周邊的土地利用狀況(有無指定為特定用途)。
 - (4)產業及觀光動態(產業地區、觀光地區)。
 - (5)環境保護法規(噪音、振動、空污等法)。
 - (6)再生水處理產生物之最終處置(篩渣、沉砂、污泥餅等)。
 - (7)都市計畫土地使用分區。
 - (8)環境影響評估

◆ 操作維護管理性

操作維護管理性應考量事項如下：

再生水處理廠於設計時，即應就未來操作維護性納入考量，以利營運後之維護管理。

再生水處理廠之維護管理性，考量層面包括維護管理體制、人力需求、技術水準、點檢及維修頻率及位置數，操作管理的難易度等，應就各種不同處理程序，其營運、管理及維護面加以充分比較檢討後，提出最適合的程序，以決定處理方法。

◆ 經濟性

經濟性應考量事項如下：

再生水處理廠於處理方法選定時，應就能源效率、建設費及維護管理費充分檢討比較之。

- 1.再生水處理方法之不同，其處理機械、電機設備差異頗大，應就耗能納入比較之。
- 2.再生水處理方法之不同，其建設費及操作維護管理費也異，故應就建設費、設備費及可使用年限評估比較其年限，同時加入耗能、操作維護費、分年維護費等，計算出生命周期總支出(LCC)，加以充分比較選定之。

◆ 再生水處理方法及水質

再生水處理方法及水質應考量事項如下：

於檢討再生水處理時，應就其處理對象物質及濃度選定處理方法。

1. 再生水處理依其處理對象物質的不同，其處理方法也異。
2. 各種處理方法可達到的再生水水質因處理方法而異。

一般再生水廠處理流程，如圖 2.1。若有特殊再生水水質需求者，需依據特定需求進行調整而採用不同的高級處理法。

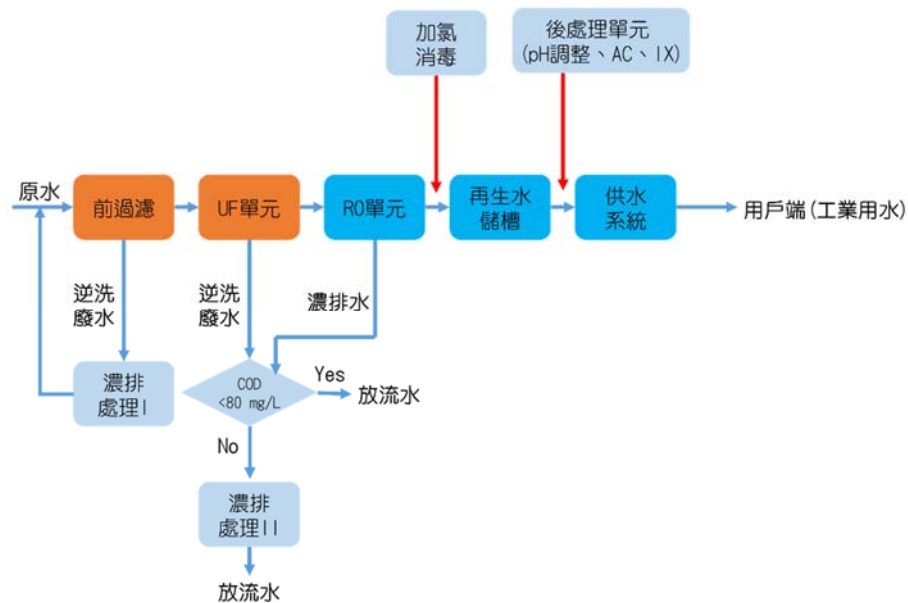


圖 2.1 一般再生水處理流程圖(例)

◆ 再生水處理程序的整體考量

再生水處理程序的選擇應考量事項如下：

再生水處理除要達到再生水水質之要求，其程序的選擇，必須充分評估檢討其他各重要因素，綜合決定之。

再生水處理程序的選擇，應充分考量因素包括下列：

1. 以系統方法評估單元操作及單元程序：再生水處理廠的單元操作及單元程序的不同組合係一種系統，設計時須以系統方法評估單元操作及單元程序的不同組合及其相互作用，例如：採用調節池時須考量其下游各處理單元水量及水質負荷的減少，不應侷限於再生水處理單元，故質量平衡分析為系統評估之重要一環。
2. 處理程序的應用性：處理程序應用性的評估係依據過去的經驗、公佈的數據、實廠及模廠研究的數據等。惟如遇到新的或不尋常的情況，有必要做模廠實驗。
3. 應用的流量範圍：處理程序應適合預期的流量範圍。
4. 應用的流量變化：大多數單元操作及程序必須設計在廣泛流量變化範圍內能操作，而大多數程序在相對穩定流量下有最佳的處理效果，如果流量變化太大，有須要採用流量調節。
5. 進流水特性：進流水的特性會影響預備採用程序的種類(例如：化學或生物)及適當操作這些程序的需求性。
6. 抑制及無法處理的污染物成份：再生水中含有之污染物成份，其可能對處理程序有否抑制作用，在處理過程中能否有效處理。
7. 氣候的限制：溫度影響大多數化學及生物處理程序的反應速率，溫度可能也影響設施的實質操作，較高溫度可能加速臭氣的產生以及影響大氣的擴散。
8. 反應動力學及選擇反應槽：反應槽尺寸係依據主要的反應動力學，動力公式的數據通常係源自經驗、發表的文獻、及模廠試驗的結果，反應動力學對選擇反應槽的影響可參考相關的文獻。
9. 性能：性能通常以放流水水質做為衡量，放流水水質須符合放流水標準。
10. 處理殘留物：處理後產生的固體、液體及氣體殘留物須了解或估算，模廠試驗時常用來鑑定及量化殘留物。
11. 水頭需求：再生水單元操作或程序通常採重力流方法，處理系統中如有逆滲透處理程序，該單元會採壓力式進流。
12. 環境限制：各種環境因素，如：盛行風、風向及鄰近住宅區，可能限制或影響使用某種程序，特別是會產生臭氣者。噪音及交通可能影響廠址的選擇。承受水體可能有特別限制，須要去除特定成分如氮、磷。
13. 化學藥劑需求：部分單元操作需要化學藥劑、需求數量及儲備時間，加藥可能會對處理殘留物的特性以及處理費用等考量。
14. 能源需求：欲設計經濟有效的處理系統，能源需求以及未來可能的能源費用應予了解。
15. 其他資源需求：若有資源需求，則須予以儲備，以便能順利執行單元操作或程序處理系統。
16. 人員需求：須要多少人及何等技術，這些技術是否需要訓練。
17. 操作及維護需求：何種特殊的操作或維護需求，需要何種備用零件，其庫存及費用。
18. 附屬設備：需要之支援程序，特別是在程序不正常時，其是否影響放流水水質。
19. 可靠度：單元操作或程序的長期可靠度，該單元操作或程序是否穩定，受周期性的突增負荷之因應。
20. 複雜度：正常或緊急情況下運轉該程序之複雜性，操作人員須有訓練以因應。
21. 相容性：單元操作或程序與既有設施的配合性，擴廠之考量。
22. 土地面積是否足夠：是否有足夠的空間容納現正考量中的設施，以及未來的擴充，有多少緩衝區可做為景觀綠地以減少視覺及其他衝擊。

2.7 再生水處理設施的配置

再生水處理設施配置應考量事項如下：

再生水處理廠之配置依用地面積、廠址形狀及毗鄰狀況，充分考量能達到建設分期彈性、操作方便、節能減碳、安全、環境友善及睦鄰等目標。配置時應考量事項如下：

1. 再生水處理廠配置基本原則及考量因素。
2. 再生水處理廠平面配置步驟。
3. 廠區機房入口及開口之擋水高程，應高於洪水水位重現期距 100 年降雨狀況下之淹水潛勢高程。

再生水處理廠之配置須考量處理設施功能、水理及操作運轉維護管理等因素，以能達到建設分期彈性、操作方便、節能減碳、安全、環境友善及睦鄰等目標。

一、再生水處理廠配置基本原則及考量因素

(一) 基本原則：

再生水處理廠設施的配置，應考量廠址形狀、廠區地形、土質及基礎條件、進流管位置、放流管位置、廠內水力剖面、處理程序種類、處理程序性能及效率、車輛進出動線、操作人員進出動線、操作之可靠度及經濟性、景觀、環境之控制、未來擴廠之準備(包括增加土地面積)等等，而在配置上一般需考量下列數點：

1. 再生水廠用地若與住宅相鄰接，則應有充分的緩衝綠地隔離之。
2. 各種動線應順暢，包括水流、控制電纜、巡視工作動線等。大規模之處理廠，此等動線則可納入管廊，中小規模廠考量操作維護及管線配置成本並不建議設置管廊。
3. 依處理程度及處理廠規模設置必須之水質檢驗室，並做適當配置。
4. 應可由廠區管理中心監控室環視全廠區配置之。
5. 處理廠為防止臭氣外溢，必要時進流抽水站應設於室內，並設置適當之除臭設施。
6. 若在廠內兼設回饋設施，除應顧及安全外，應有區隔之獨立出入口。
7. 廠內除值日室外，得視需要設置相關生活所需設施。
8. 民眾參觀動線與廠區操作區域做區隔，以維安全舒適。

(二) 考量因素

1. 維護管理方面

- (1) 再生水處理廠內之水流，自流入至流出，應以同一方向減少轉彎，保持水頭損失最小為宜。
- (2) 操作人員之巡行動線應路徑順暢、方便且短，尤其容易故障設施及污泥設施以接近廠區管理中心為宜。
- (3) 操作人員、污水、送風、電纜等之動線應能流動順暢。大規模再生水廠可考量設置管廊。
- (4) 各池槽開孔之覆蓋板，除考量支撐之安全度外，其大小、重量、方向應考量巡檢人員提舉之位置 and 方向，以維安全，以及方便觀察。
- (5) 各種設備之驅動裝置，其位置除應考量巡檢人員之可及性外，若置於高處，應設置有利於巡檢之梯架外，需有欄杆或安全措施。
- (6) 廠內道路之配置應考量方便物質之運搬，以及經常性檢查維修所需，同時也要配合將來的擴建需要，又廠內道路應考量具環廠巡迴，除一般用 2~4 噸車可進入外，亦須考量大型車可通行，另應有側門供車輛搬運出入。
- (7) 對於預防颱風、豪雨、地震等之災害及非常事故之對應也應加以考量。
- (8) 為防再生水處理廠進流水發生異常暴量，應於進水抽水站前幹管之人孔或抽水井配置超高水位時，可溢流至鄰近雨水下水道人孔箱連結之緊急排水設施，以維護再生水處理廠之安全。

2. 周邊環境調和及現場條件方面

考量當地人文景觀之特殊性，廠區外觀應與周鄰環境相融合，以降低提高民眾之嫌惡觀感。

- (1) 廠址若位於飛機起降航道下方而劃為飛航高躡管制區時，應依照限高規定，限定其各種建築設施的高度。在植栽方面，樹種亦應選擇不會吸引鳥類棲息或生長的果實會招引鳥類啄食者，以避免大型高飛禽鳥闖入飛航區。
- (2) 避免散發臭氣、噪音、產生泡沫及振動，致影響當地環境。
- (3) 放流水承受水體之用途。
- (4) 水災、停電、地震之考量。
- (5) 地質、地盤之考量

3. 建設分期方面

- (1) 依用地平行順暢配置，同時兼具擴建彈性之考量。
- (2) 便於分期施工之配置，配合再生水量之逐年增加分 2~3 期建設，大規模(含)以上至少應分三期，中規模(含)至少分二期。
- (3) 鼓風機房、抽水機房、電氣機房應預留設備搬出入口，以及維修所需間距、吊升高度及換氣之考量。

4. 處理功能方面

- (1) 再生水處理可分成數系列配置之，以二系列以上配置，以利故障時之調整。
- (2) 大規模設置管廊者，有利於配置、動力、控制設備之維護。
- (3) 處理設施中抽水機房、鼓風機室設施等，因需要留意管理，且容易發生故障，故以接近於廠區管理中心配置為宜。

- (4) 廠區管理中心、前處理單元、機械房、電機房等之建築物分開或共構，各有優缺點，共構時雖可節省土地面積，但為防噪音，必須增設防治設備，則長期而言不一定較為經濟，因之應綜合檢討決定之。但對於小規模處理廠，由於管理人員少，動線以共構或鄰近為宜。
- (5) 上述考量可以歸納為外部因素及內部因素，表 2.8 再生水處理廠配置考量事項表。

二、再生水處理廠平面配置步驟如下：

- (一) 再生水處理廠進行設計配置時，應先完成各處理單元設施主體全期階段的概略設計，各取其平面圖備用。主要單元設施應有兩個以上的系列。中大規模處理廠之單元可採相鄰並排，以減少設施需求面積。
- (二) 在廠址外圍地界線處往內劃設適當寬度之植栽用地做為與附近住戶的緩衝綠地分隔，接著再往內劃設一條環廠主要道路。
- (三) 再生水處理廠各單元設施的配置首先須考量再生水處理單元，特別著重關係到長期能源消耗的全廠水理坡降。從進流水管線進入處理廠的位置，到放流水經排放口流出至廠外的位置，依序設置前處理單元、三級處理及消毒池，處理單元間之連絡管線應愈短愈佳，以節省管線費用及減少管線水頭損失導致的能源消耗。
- (四) 廠區管理中心宜與前處理設施及鼓風機房接近，並可監視廠區全貌。台電受電室應靠近出入口。
- (五) 再生水處理設施、廠區管理中心間宜以維修道路來分隔。中大規模再生水處理廠各處理單元之間有時亦須設置維修道路，以備移動式起重機等能駛近處理單元，進行機械設備之維修或汰舊換新需求。分期興建之處理設施亦須有維修道路做為施工車輛進出之用。維修道路寬度應考量運送藥品、單元維修、未來擴建及地下管線埋設空間需求。維修道路與各設施的出入口之間應以人行步道連接。
- (六) 再生水處理廠應依不同使用者進出，動線應獨立設計，員工上下班及來訪客人係由正門進出，而化學藥品槽車則由側門進出。停車場應盡可能設在大門附近，避免行經廠內員工作業場所，以策交通安全。再生水處理廠平面廠址部分做為他用，或上部空間採多目標使用時，其不同使用者進出動線應獨立設計，且供公眾活動之空間，不得與廠區處理設施混雜使用。
- (七) 再生水處理廠在平面配置時，應先作成幾種方案，再依照上述基本原則及考量因素，審慎選擇一定案配置。
- (八) 圖 2.2 為依數方案經評估比較後之一定案配置案例，可做為再生水廠配置之參考。該廠區之配置規劃主要係考量流程及操作動線順暢，原水池配合廠區二沉池位置設置於基地之東北側，後續流程則沿廠區向南方伸展，產水端位於基地之東南側，並銜接區外輸水管線配送至受水端。進廠道路則位於基地之西側與污水廠相鄰。

三、廠區機房入口及開口之擋水高程，應高於廠址位置在重現期距 100 年降雨狀況下之淹水潛勢高程。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 或「鄰近河川」100 年重現期距之洪水位。

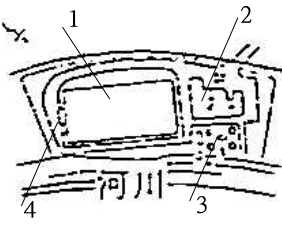
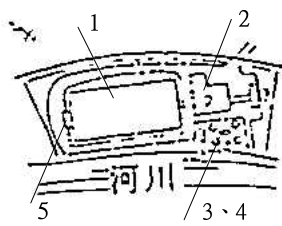
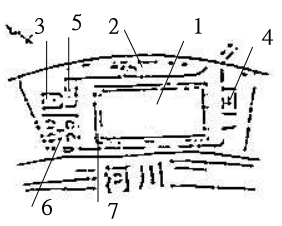
再生水處理廠的配置依再生水處理廠規模，可參考污水廠設計採 (1) 集中型、(2) 集中+分散型、及 (3) 分散型配置，其優缺點比較如表 2.9。

表 2.8 再生水處理廠配置考量事項表

外部因素	1. 一般因素	1. 用地狀況（形狀、面積、高程差、方位） 2. 道路狀況（道路寬闊、計畫道路） 3. 各種維生管線之引入（自來水、電力、瓦斯） 4. 放流河川位置、流入管位置
	2. 地域特性	1. 氣候（風向、雨量、溫濕） 2. 氣象（地震、高潮位、颱風、淹水） 3. 地域、地形（都市、農地、丘陵、地質）
	3. 法規限制	1. 土地用途（住宅、商業、工業…） 2. 都市計畫法、水利法… 3. 其他規定
	4. 住民要求	1. 各種請願、回饋要求、居民說明 2. 公害防治（噪音、振動、臭氣、日照、排氣） 3. 土地的有效利用（公園、運動場、停車場）
	5. 睦鄰及環境調和	1. 地標、環境調和 2. 地區回饋（焚化爐熱水、消化瓦斯） 3. 公園、綠地
內部因素	1. 機能因素	1. 物流（機器、器材、廠內外道路） 2. 水流（再生水、放流水、再利用水） 3. 人的動線（管理、檢核） 4. 處理方法（水、三級處理） 5. 處理法的校核（未來提升等） 6. 安全及衛生
	2. 管理因素	1. 各設施的連絡（動線規劃、管廊規劃） 2. 控制系統（管理中心、中央控制系統） 3. 配管之平衡、單純 4. 未來技術提升之對應（高級處理…） 5. 防災對策（內水淹水、外水侵入） 6. 操作管理體制 7. 監視、控制方法及程躡 8. 管廊配置
	3. 建設技術	1. 分階段施工（次期施工容易、單元方法） 2. 假設工程、基礎工程 3. 覆蓋（上部利用、排氣脫臭、梁柱跨距） 4. 危險物設施之設計、建設（瓦斯、氯鹽、重油） 5. 初期投資之合理化（第一期建設設施） 6. 水路及管廊之交錯 7. 流入、流出方向

本表整理自「處理場之設計演習」日本下水道事業團

表 2.9 污水處理廠配置比較

	配置計畫	設施名稱 (編號)	優點	缺點
(1) 集中型		1. 水處理設施。 2. 管理部門，沉砂池 泵浦部門，鼓風機 機房，污泥處理機 房。 3. 消化槽。 4. 消毒房。	1. 動線最短。 2. 建設費最低。 3. 維護管理較易。 4. 能源部門集中。	1. 噪音振動易對其 他部門造成影響。 2. 污泥處理之通風 影響較大。 3. 由於日照面積比 小，來自直接採光 較差。
(2) 集中 + 分散型		1. 水處理設施。 2. 管理部門，沉砂及 泵浦部門，鼓風機 機房。 3. 污泥處理機房。 4. 消化槽。 5. 消毒房。	1. 污泥處理設施遠 離，故對其他影響 較少。 2. 污泥處理若委託 辦理，可有明確的 工作分界。	1. 管理部門與污泥 部門之聯絡不便。 2. 2 及 3 之距離稍 遠。
(3) 分散型		1. 水處理設施。 2. 管理部門。 3. 污泥處理機房。 4. 沉砂池、泵浦部 門。 5. 鼓風機機房。 6. 消化槽。 7. 消毒房。	1. 分期建設較易。 2. 北側臨河川，因之 將來即使住宅接 近，其影響較小。 3. 噪音、振動、臭氣 之影響最少。 4. 鼓風機接近處理 設施較經濟。	1. 管理部門與其他 設施距離過遠。

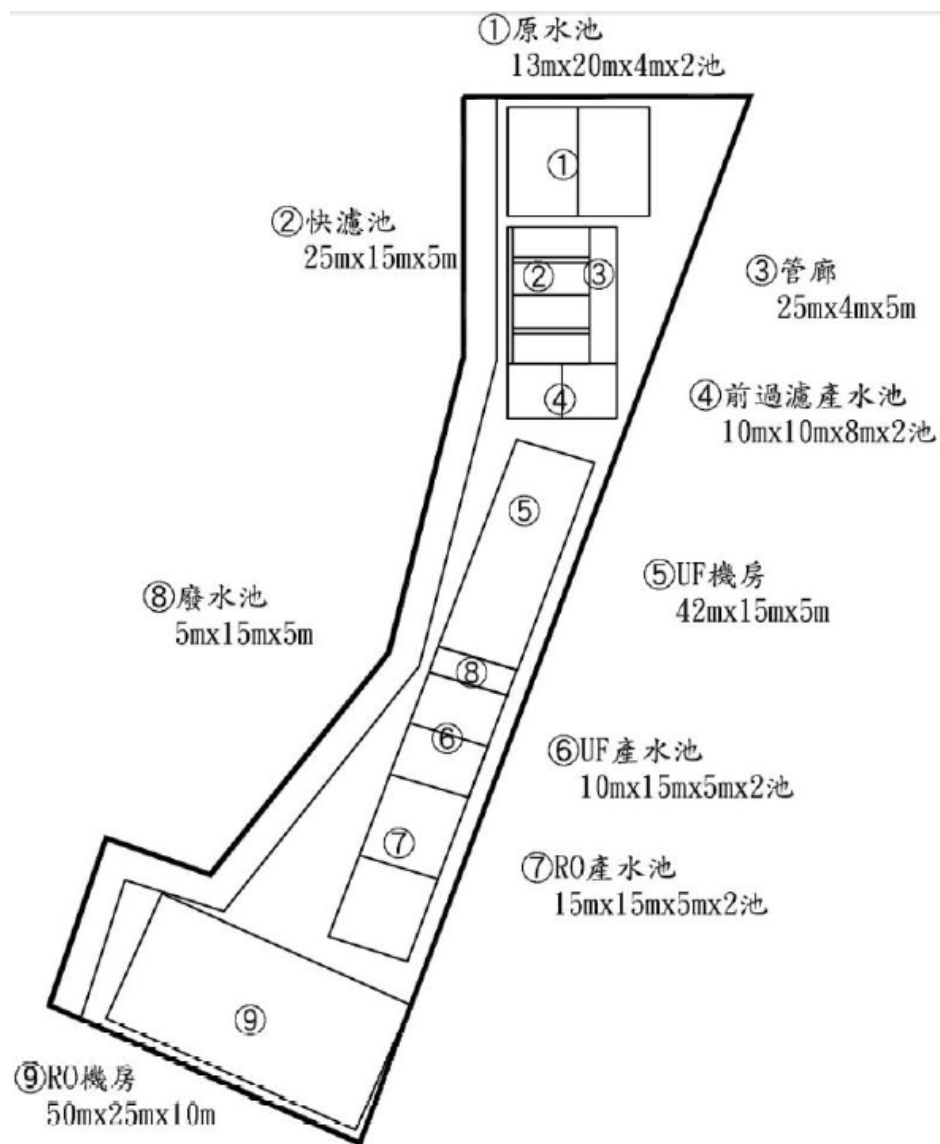


圖 2.2 平面配置方案檢討最佳方案(例)

2.8 再生水處理設施節能

再生水處理設施節能應考量事項如下：

再生水處理廠的設計，應就未來營運操作，從流程依各設備之耗能加以考量節能設計，使未來的營運能達到節能之效果。

再生水處理廠的設計，應就處理廠流程，檢討各設備，從營運角度考量各設備之操作狀態，進行設備設計及選擇，以達到節能的目標。

再生水處理廠各主要設備節能設計考量，如表 2.10。

表 2.10 再生水廠各主要設備節能設計考量內容

流程	設備區分			設備、系統、技術 具體內容
前處理流程	電氣使用設備	泵浦設備		1. 進水抽水機運轉效率化 1) 台數管控、2) 轉速管控、3) 高水位運轉(揚程減低) 2. 進水抽水機流量穩定(管線、調節池利用)
再生水處理流程	電氣使用設備	過濾設備		1. 依據流量實施池數管控 2. 迴流污泥泵浦(台數管控、轉速管控)
		三級處理設備		1. 水中攪拌機、曝氣機(轉速管控、間歇操作) 2. 硝化循環泵浦(流量管控、台數管控、轉速管控) 3. 最佳化砂濾、生物膜等過濾設備沖洗計畫
其他主要耗能設備	電氣使用設備	除臭設備		1. 除臭空氣量減少 1) 除臭發生源的擴散防止 2) 臭氣發生的洩漏防止 3) 與一般換氣分開 2. 排風扇間歇操作(季節、時段)
		受變電、配電設備	低耗能變壓器	使用低耗能變壓器(模鑄式變壓器、非晶質鐵心型變壓器、高效率變壓器)
			穩壓器	高負載設備使用高壓電，為提高供電系統的可靠性增加穩壓器，這對於瞬間電壓的突升與突降，造成損壞後面的設備如切換變壓器、電壓調整器、誘導電壓調整器等具有穩定電壓功能。
其他主要用	空調、換氣、熱水	受變電、配電設備	變壓器台數管控裝置	監視變壓器的負載率，控制系統並列、解列方法以減少負載損失、提升負載率等之變壓器台數管控裝置。
			變壓器容量	電力使用容量與負載率等配合調整
			高效率不斷電系統	正常狀態下使用電壓、頻率穩定之商用電源，如停電或頻率變動過大，自動啟動蓄電池等變頻式不斷電系統裝置，

流程	設備區分			設備、系統、技術 具體內容
電設備	、升降機等			正常時採用變頻運轉，可降低電能損失。
		蓄電設備		控制日間尖峰用電過大，使用高效率大容量蓄電設備 (NaS 電池、氧化還原電池) 。
		功率因素改善	進相電容器	設備受電端、電流相位會落後電壓現象，加裝油式、乾式電容後有效調整電流的相位，來改善整體功率因數 。
			功率因素自動改善裝置	測定系統功率因數，以達到 1.0 為需求，設置投入/開放自動裝置以改善功率因素。
			機械式進相電容器	於個別的機械設備上配置進相電容器，個別改善功率因素。
		高效率馬達	高效率馬達	採用高級鐵心及改善線圈之冷卻風扇，相較於標準型效率損失較小之感應馬達。
			永久磁鐵馬達	採用轉子為永久磁鐵 (PM) 的同步馬達，即使不投入二次側繞組電力，亦可以有較高效率。
		運轉速度管控	變頻設備	泵浦、風機等設備流量可調整，採用變頻設備有效控制馬達的頻率、電壓等。
			多段式馬達	可多段調整馬達轉速，以有效多段控制轉速變換及固定。
		計測管控	需求控制裝置	監測最大電力使用量，當超過預估之設定值時，自動發出警報、並切斷負載。
		空調、熱源設備、系統等	高效率離心式冷凍機	採用定格運轉時其性能系數 (COP) 在 6 以上的冷凍機。壓縮機採用變頻設備，冷卻水於溫度低時 COP 有上升現象。
			瓦斯引擎熱循環泵浦系統	啟動瓦斯引擎熱循環泵浦系統，提供為冷暖氣時，於暖氣時可回收瓦斯引擎之熱排氣。
			高效率中央空調	壓縮機、排風扇採用直流電馬達，提升壓縮機，室外內機熱交換性能高的中央空調。個別空調系統亦可使用。
			儲冰式中央空調	冰水主機桶槽與中央空調系統結合，夜間製冰產生冷氣白天使用。個別空調系統亦可使用。
			改良型雙效用吸收冷溫水機	吸收液再生、冷凝流程等所排放熱值做為燃燒用空氣、吸收液預熱或製造溫水等之配備。
			外氣冷房空調系統	冬季時，適當的利用較低溫度之室外進氣，可節省冷氣空調系統的能源消耗。另外、設置全熱能交換器的空調系統，也可以將熱能進行繞流。
			紅外線暖房	藉由紅外線的照射，提供暖房效果。由於空氣溫度較為暖和，有其功效。
			全熱交換器	有效回收排氣的熱能，可降低進氣量的補充。
			預冷熱之外氣進氣控制	溫度預冷或預熱時，管控室外進氣量的補充。
			外氣取入量控制	監測室內 CO ₂ 氣體狀態，管控適當的室外進氣量。
			冷熱水供水最佳設定控制	冷卻或溫水設備提供冷水或熱流量，依據負載需求配合適當的輸送動力，可有效提升性能系數 (COP) 。
			冷卻水最佳設定溫度控制	冷卻水於溫度低時，有利於冷凍效率提升，因此在維持冷凍設備正常運轉的保護回路熱平衡下，管控適當的溫度。
			熱源台數量控	對於已設置複數台的冷凍設備，管控適當的台數以符合實

流程	設備區分		設備、系統、技術 具體內容
		制	際的需求。
			自動化管控適當的壓力。
			泵浦葉輪間距調整，依據供流量之壓力需求選定特性曲線符合之泵浦。
			密閉系統配管內，利用界面活性劑混合流體使得阻抗減低，以減少動力消耗。
		空調設備、系統等動力節約	水化物與水溶液混合的熱傳導媒介劑，屬於高密度材質，可提升冷熱能的傳導功能，降低空調系統動力消耗。
			針對非空調空間與房屋間之隔間進行隔熱。
			建築物外牆、屋頂、窗戶、床等強化隔熱效果。
			使用氣密門、雙重門、回轉門等增加氣密性。
			考量散熱、冷氣效應加強屋頂、牆壁綠化。
			使用遮蔽材料、熱反射玻璃、選擇透光性材料、隔熱塗刷素材等。
			依據使用時間、負載型態等適當劃分空調區域。
		空調設備相關等及其他	自然冷媒 (CO ₂) 熱循環泵浦熱水裝置，運轉可以得到 90℃ 的熱水。利用自然冷媒 (CO ₂) 取代海龍，可降低對環境的負荷，並且可以得到高溫的熱水。熱循環泵浦熱水裝置可與熱水供應裝置組合成套裝設備。
			新冷媒 (R410A) 熱循環泵浦熱水裝置，運轉可以得到 80℃ 的熱水，效能係數 (COP) 高。熱循環泵浦熱水裝置可與熱水供應裝置組合成套裝設備。
			一般瓦斯熱水供應裝置，常將 200℃ 的廢氣排放，利用潛熱回收型熱水裝置，可將廢氣排放溫度降至 80℃，回收的熱能可做為熱水預熱。
			瓦斯引擎發電的同時，將廢氣排熱儲存利用，供熱水供應裝置使用，瓦斯引擎裝置可與熱水供應裝置組合成套裝設備。
		熱水裝置	可變式換氣設備
			利用變頻設備調節換氣風量。
		高效率換氣設備	局部換氣系統
			針對吸煙場所、燃燒器具、影印機等空氣污染源高負荷區域，降低用電量。
		適當換氣量	依據 CO ₂ 、CO 濃度控制適當換氣系統
			使用於停車場等，監測 CO ₂ 、CO 濃度以控制換氣系統之適當鼓風機數量、轉速等運轉系統。
			依據溫度適當換氣系統
			使用於電氣室、機械室等，依據設定之上下溫度以控制換氣系統之適當運轉。

流程	設備區分			設備、系統、技術 具體內容
		電梯	利用定時器控制適當換氣系統	配合倉庫、機械室等使用時間、季節性等特性，利用定時器控制換氣系統，並適時檢討間歇使用，調節適當換氣系統。
			使用變頻設備	電梯運轉系統使用變頻設備。
			電力回收系統	每次電梯運轉之人數及方向，運轉時馬達消耗電力的同時，可利用電力回收系統回收部分電力。
			永久性電磁捲揚機	採用永久性電磁馬達之無段式捲揚機，電梯加速、減速時噪音小，效率高。
		電扶梯	自動運轉裝置	電扶梯前加設光感器具，光感有使用者時電扶梯才自動運轉的裝置。
			台數管控	依據帶狀使用時間，管控使用台數。
	照明設備	高效能照明設備	LED 照明器具	使用 LED 照明器具，低耗能、降低發熱、體積小、壽命長
			窗邊照明回路分離	白天光線充足時可自動關燈、將窗邊照明回路分離配置。
			光導管系統	光導管內部設置鏡面，可有效將日曬光線導入屋內之系統，可補足正常照明。
			高反射率板	設置螢光燈具之高反射板提升高反射率。
			高亮度誘導燈	使用冷陰極管提高亮度之誘導燈。
		照明設備控制裝置	窗簾遮蔽控制	依據季節性、時間性等日曬有效使用，並配合空調負載調節系統。
			照明自動開關裝置	利用定時器、光感、人員感應等，自動控制照明開關裝置。
			多段調光系統	依據必要照度多段調整亮度系統，可避免多餘亮度使用。
			日間利用系統	利用光感設備，將日曬有效使用，並配合調整亮度系統。
		未利用能源	下水熱能有效利用設備	1. 做為空調設備熱源 2. 提供溫水
			消化瓦斯有效利用設備	1. 消化瓦斯做為發電機引擎燃料 2. 焚化爐輔助燃料 3. 做為鍋爐熱源 4. 提供其他單位使用
			小水力發電設備	利用水壓位能做為開放型蓄熱系統揚水動力、利用水壓位能設置小型水力發電設備、回收部分電力。
			烘乾廢熱有效利用設備	1. 污泥預烘乾熱源 2. 做為空調設備熱源 3. 消化槽加溫 4. 提供溫水

2.9 再生水處理廠站多目標利用

再生水處理廠站多目標利用應考量事項如下：

再生水處理廠及抽水站的上部空間等，係都市中貴重的開放空間，亟應加以考量利用。

再生水處理廠站設施或廠地上部空間做為公園、運動設施、避難所、產生能源等利用，對於下水道的順利推動，以及提升下水道的形象等，皆有密切的關連。再生水處理廠及抽水站的上部廠地做為多目標用途時，可利用之型式如表 2.11。

表 2.11 再生水處理廠站多目標利用之型式

利用設施	利用型式	說明
抽水站 再生水處理廠	休閒設施	上部公園化、運動用途等設施
	集會場所	社區活動中心、紀念館
	教育設施	自然教室、環境教育教室、圖書室
	防災設施	緊急避難、災後臨時安置
	辦公設施	空間利用(出租大廈、公寓)
	停車場	出租停車位
	產生能源	太陽能發電、風力發電

再生水處理廠廠地多目標利用如依照對民眾開放的方法可分兩種，第一種是完全獨立的進出門禁，藉著圍籬或是上下層的天然屏障，將民眾與處理設施隔開，阻絕其接近處理設施；第二種是開放廠地中的公園、運動設施及道路，以不須事先報備方法，任由民眾由大門或偏門進出廠地進行休憩、打球及慢走等活動。這種惠而不費的回饋方法，可以與附近居民建立和睦相處的關係。對於處理設施，則採加鎖、加強警示及監控等安全防衛措施，以維護民眾及處理設備的安全。

國內污水處理廠採用第一種開放方法的多目標利用廠地可分成兩種方法，其一是在平面上，如：廠區範圍內建廠多餘的土地，或是保留做為未來擴建的用地，或是前面兩者合併的土地，實例有新竹市客雅水資源回收中心；其二是在立面上，如：廠區局部或全部的上部空間，實例計有台北市迪化污水處理廠及台北市內湖污水處理廠，兩者之污水處理設施部分皆採用半地下化方法興建，而上部則闢為運動休憩公園。採用第二種開放方法的多目標利用廠地，在國內多數是屬公共的污水處理廠，實例有雲林斗六水資源回收中心。再生水廠設計可依國內現有污水廠設計利用形式進行參考。

再生水處理廠及抽水站等的上部空間利用，應對下列事項加以檢討：

1. 適合利用為公共設施的內容。
2. 對地方及周遭住戶的貢獻。

3. 下水道設施維護管理上的阻礙。
4. 將來擴建及改建時的阻礙。
5. 對下水道形象增進的貢獻。

第三章 處理水再生利用處理

3.1 基本資訊之評估

水再生設施評估項目包括水源特性、用途、處理技術、區域及規模特性、經濟性及社會背景等要素。

廢(污)水經處理後之放流水或經收集至水再生設施處理後，通常提供特定區域(廠內)或特定目的(冷卻水、製程水與鍋爐用水等)使用為主，所以設施所在區域之特性(人口、廠內環境等)將影響再利用的方式與設施的規模(如處理水量、配置、用地面積等)。

◆ 處理系統可靠度

主要處理設備是否具有備用單元以確保處理不中斷，處理效能則需有線上監測儀表與控制系統可即時掌握。

再生水設施設計建造及操作都需要完整系統。再生水的可靠度尚需考慮下述事項：足夠專業知識、備用單元、線上監測儀表與控制系統、警示系統、完善的品質保證計畫、足夠的儲存空間予不合標準的再生水再處理、補充的儲水空間確保水量；工業廢水須有嚴格的前處理程序且有強制條例以避免有害物質排入下水道系統影響再生水性質；另應有完整的操作手冊規範工作人員的義務與責任，以確保再生水系統的可靠度。

◆ 替代的排放設施

水再生設施之產水在實務上無法隨時維持 100% 使用，故有必要規劃過量再生水之替代排放方式。

水再生設施持續運轉的產水可能因用水端的需求改變而無法完全被使用之情形，因此實務上有必要規劃過量再生水之替代排放方式，如地面水排放、注入地下水層及土地的利用(人工溼地)等，若水再生設施為現有污水處理廠之延續，則可以利用既有污水處理廠之放流系統。

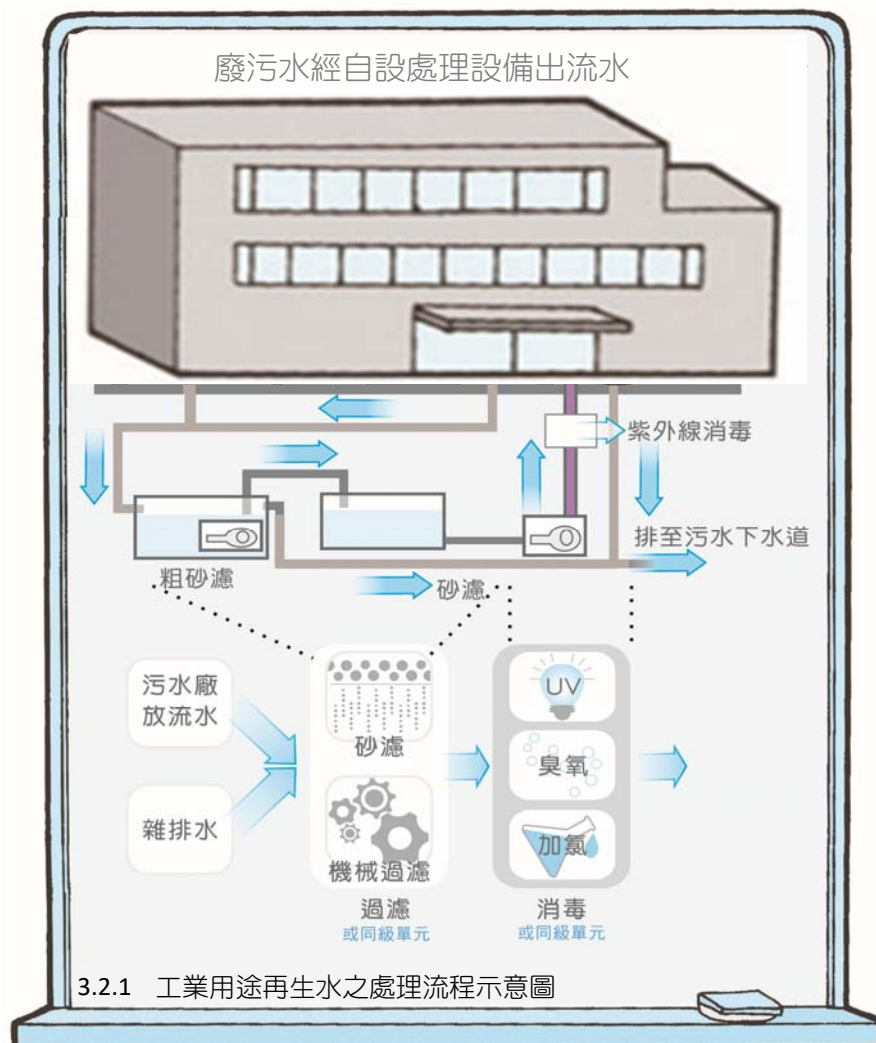
3.2 水再生設施之基本需求

無單一處理程序可處理所有物質，應依再生水用途分級水源標的限制，選定各種不同處理單元程序與組合。手冊彙編之常用水再生設施，並非標準程序，實際應用上應再審視水源水質與用水水質並請專業環工技師設計適切之水再生設施。

水再生設施應依其用途考量處理水質需求、設施配置、技術取得之可靠度、操作維護人員習慣及經濟等因素後選擇適當處理程序。

◆ 工業廢水的處理流程建議

水源以工業廢水或經廠內處理設備處理之放流水為限，主要供給工業用水、廠內次級用水及環境景觀用水，處理流程包含過濾及消毒程序。請參見圖 3.1。



水再生設施主要是控制健康風險與用途風險，健康風險可以藉由去除濁度與消毒程序加以控制，而在用途風險方面則須要考量的影響因素相較複雜，依不同工業用途各有其用水水質標準，主要議題與建議程序可參考表 3.1。如以冷卻與鍋爐用途而論，主要考慮的問題為結垢、腐蝕與生物積垢，影響的主要水質參數包括：磷酸鹽、鈣離子、鎂離子、鐵離子、矽酸鹽、硫酸鹽、總溶解固體、低與高 pH、懸浮固體、氨（易腐蝕銅質管材）、高氧化價數金屬離子、氯離子、殘餘有機物、氮與磷（生物養份）等；控制健康風險的主要再生設施有過濾（砂濾、纖維過濾，微濾，超濾）與消毒（加氯、臭氧、UV）；而控制用途風險的再生設施則必須依水源水質與用水水質標準加以專業設計，其中最為困難者為去除結垢離子與腐蝕離子，這必須要應用逆滲透(RO)膜或離子交換或電透析才可以去除總溶解固體及硬度離子，這些單元程序都會增加水再生成本，因此篩選總溶解固體及硬度離子相較為低的都市污水或工業廢水為再生水之水源，是另外一種降低水再生成本及控制用途風險的思考策略。

3.2.1.1 主要水質影響議題之處理程序建議表

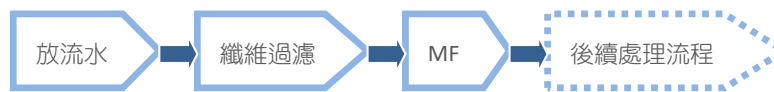
水質影響議題	影響之主要水質參數	建議處理方法
結垢（主要形成陽離子與陰離子之低溶解性化學沉澱物如磷酸鈣及硫酸鈣）	磷酸鹽、鈣離子、鎂離子、鐵離子、矽酸鹽、硫酸鹽、總溶解固體、低與高 pH	添加結垢抑制劑、硬水軟化、活性碳吸附、離子交換、電透析、逆滲透
腐蝕（主要水質參數如氨與管材產生化學反應而侵蝕管材）	溶解與懸浮固體，氨（易腐蝕銅質管材）、高氧化價數金屬離子、氯離子、硫酸鹽、低與高 pH	過濾（對懸浮固體）、中和、脫氨（如氣提除氨）
生物積垢（水中微生物再生影響水質與薄膜阻塞）	殘餘有機物，氮與磷（生物養份）	加氯、餘氯
健康風險（水中細菌病毒以大腸桿菌群為生物指標）	濁度（主要去除細菌可能隱藏處）、大腸桿菌群	過濾、薄膜、加氯、餘氯，臭氧、UV

再生水水源之一為污水處理廠二級處理的放流水水質。而因應二級處理水放流水水質所殘留的成分，其水再生技術，可依污染物的特性，而有各種處理單元，如表 3.2。

表 3.2 水再生技術單元處理對象污染物

放流水殘留成分	水再生技術單元							
	過濾	微濾/超濾	吸附	氧化	逆滲透	電透析	離子交換	消毒
1. 無機性及有機 懸浮固體與膠體 ▪ 懸浮固體 ▪ 膠體	● ●	● ●	● ●		● ●	● ●	● ●	
2. 溶解性有機物質 ▪ 總有機碳 ▪ 難分解有機物 ▪ 揮發性有機物			● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	●	
3. 溶解性無機物質 ▪ 氨 ▪ 硝酸鹽 ▪ 磷 ▪ 總溶解固體物					● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	●
4. 生物性成分 ▪ 細菌 ▪ 原生生物及孢子 ▪ 病毒	●	● ●	●		● ● ●	● ● ●	●	● ● ●

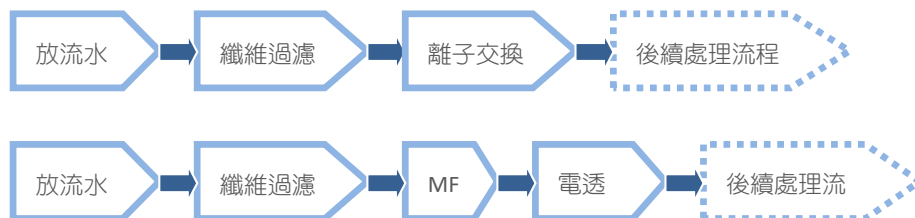
若水源(假設為經處理之法定放流水)水質須要加強去除懸浮固體，則水再生設施可以考量以下之前段處理流程：



若水源(假設為經處理之法定放流水)水質須要加強去除溶解性有機物，則水再生設施可以考量以下之前段處理流程：



若水源(假設為經處理之法定放流水)水質須要加強去除總溶解固體或硬度離子，則水再生設施可以考量以下之前段處理流程：



本章節彙編控制健康風險與用途風險的常用再生設施，這些再生設施與其組合並非標準程序，也並非保證可以將所有原水處理達到第四章水質標準的組合，實際應用上，建議應再審視水源水質與用水水質，並請專業環工技師設計適切之再生設施。

3.3 過濾

過濾係將水中懸浮與膠體物質分離出來，以防細菌或有害物質隱藏於懸浮固體中，主要功能為將污水濁度降低至符合消毒程序之進水要求，以及在膜處理前將濁度降低之預備性程序。

過濾可將水中懸浮與膠體物質分離出來，以防細菌或有害物質藏於懸浮固體中，如砂濾、纖維過濾等，其主要兩項功能為：(1)將污水濁度降低至 2 NTU 以下，符合消毒程序之進水要求，與(2)於膜處理前，將濁度降低至 0.2 NTU 以下之預備性程序。可依濾速分為慢濾(10 m/d)及快濾(40-310 m/d)，主要是由過濾和反沖洗兩種過程交替循環構成。

◆ 濾料

濾料為決定濾層截流性的重要因素，過濾池利用不同的濾料特性排列而可得更佳的過濾效果；目前使用最廣泛的濾料為石英砂與無煙煤。

濾料的種類、性質、形狀、和級配是決定濾層截流性的重要因素，利用不同濾料特性排列，可得更佳過濾效果，一般設計參數如表 3.3。

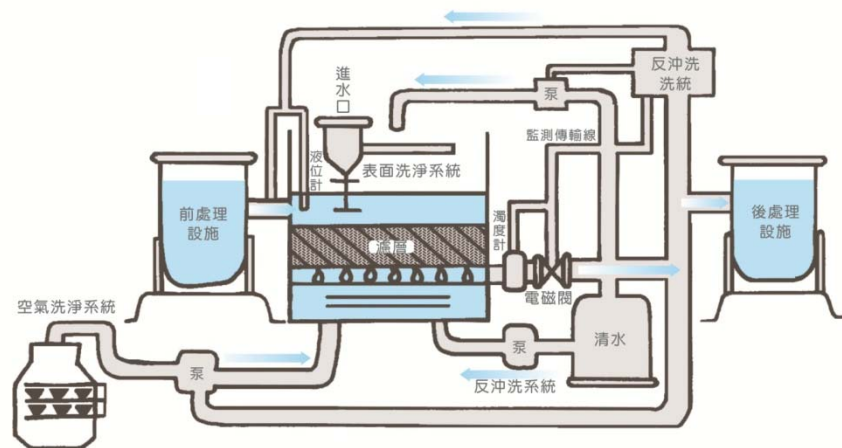
表 3.3 傳統過濾池之濾料設計參數

濾料	設計參數
單層	有效粒徑(D_{10})為 1-2 mm。 均勻係數(D_{60}/D_{10})為 1.3-1.7。 濾層厚度為 1.5-1.8 m。
級配濾料	大多分為五層，粒徑由頂層小於 0.025 cm 至底層 2.54-5.08 cm。

◆ 砂濾

砂濾設計水量原則上是以最大日再生水量設計，濾速依進水與出水水質、SS 去除能力及過濾持續時間決定，操作上應注意反沖洗時間與頻率。

砂濾依不同過濾機型有不同的適用範圍與欲去除的物質，其設計參數需依各過濾形式不同而規劃設計，表 3.4 為傳統過濾池的設計參數。一般過濾池之反沖洗形式為反沖洗系統、表面沖洗系統、空氣洗淨系統之組合如圖 3.2 與表 3.5。砂濾之操作維護要項於一般情況下需注意反沖洗時間與頻率，損失水頭及出水濁度應控制在適當範圍內；特殊情況則包括砂濾料跟水一起排出砂濾系統(集水系統問題)、過濾週期短(過濾器不夠大或砂子堵塞)、正常運作下出流水質不佳(砂濾料流出阻塞)。



3.3.1 砂濾程序

表 3.4 一般過濾單元設計參數

過濾方式	設計量	濾速 (m/h)	濾層結構			反沖洗方式與速度 (m/min)	總損失水頭 (m)
			種類	有效粒徑 (mm)	厚度 (cm)		
向上流重力式	最大日	12.5 m/h	濾砂	1	1.5	向上流 0.17-0.78	3
				2-3	20		
				4-6	20		
				8-12	20		
				20-30	10		
				-	0.7		
重力式或壓力式向下流	最大日	12.5 m/h	無煙煤	1.5-2	共 60-100	向上流 0.6-1.0	3
			砂	0.5-0.8			
			礫石	2	25 以上		
			礫石 (底層)				

表 3.5 傳統過濾池之反沖洗設計參數

濾料	設計參數
反沖洗系統	1.沖洗強度：0.78-0.96 m ³ /m ² -min。
	2.沖洗時間：平均 6-10 min。
	3.需水量：過濾水量之 1-5%，典型為 2-3%。
表面沖洗系統	1.沖洗強度：0.0204 m ³ /m ² -min。
	2.沖洗時間：平均 1-2 min。
空氣洗淨系統	1.沖洗強度：1 m ³ /m ² -min。
	2.沖洗時間：平均 2 min。

◆ 機械篩濾

固液分離處理效果為 10-80%，適用於大水量、場地受限之處理廠。採微篩機可去除液體中之非溶解性物質，將濁度降至 0.2 NTU 以下，作為膜處理之前的預備性程序。

將原水經機械過濾去除較細微的固體雜質，使原水濁度降低至 2 NTU 以下，以減少後續處理單元的負荷，符合消毒程序之進水要求，亦可將濁度降至 0.2 NTU 以下作為膜處理之前的預備性程序。一般機械篩濾可分為網篩機與微篩機，網篩機因濾網孔徑 50-80 mesh(0.30-0.18 mm)較大通常適用於污水處理；微篩機則用於三級處理與高級處理，可去除液體中之非溶解性物質，例如非水溶性的 BOD 和 COD。

微篩機濾網孔隙約 100-500 mesh (150-25 μ m)。篩濾濾布與機型的選用必須針對其操作壓力、酸鹼值、過濾效果、卸渣性、操作條件及不可釋出影響水質物質等條件為主要依據，表 3.6 為各種濾布比較。操作上主要注意事項為水頭損失、濾桶轉速、濾桶淹沒比例、噴射流洗淨壓力等，其設計參數如表 3.7 所示。依動力形式分為迴轉式微篩機及碟式微篩機。

表 3.6 篩濾之各種濾布比較

濾材		性能
紡織濾布	紗線	單絲
		複絲
		長纖
	織法	短纖
		平紋
		緞紋
合成纖維濾布	斜紋	性能居中，抗磨擦性強，濾速大，壽命長，最為廣泛使用。
		耐酸、鹼、腐蝕性佳，彈性佳，價格低，洩渣性佳，吸濕性低。
		在乾溼狀態下穩定性最好，彈性佳，吸濕性低，吸濕強度不變，易乾，抗化學性佳，不耐強鹼。
	尼龍	在乾溼狀態下强度高，壽命長，耐磨性佳，熱穩定性佳，但在酸性液體中只有在常溫下對弱酸性液體才具穩定性。
		對酸、鹽類、礦物油、微生物有穩定性，但會被氧化劑、鹼破壞，卸渣性佳。
		强度高，結構穩定，孔隙濾高，表面積大，孔徑分布均勻，過濾效果佳，壓力損失小，流量大，若要增加過濾面積可用焊接加工。

表 3.7 機械過濾設計參數

項目	範圍
孔徑	10-60 μm
濾速	15 m/h
水頭損失	8-15 cm
濾桶浸沒比例	高度：70-75% ；面積：60-70%
濾桶轉速	(1)當水頭損失 7.6 cm：轉速為 4.6 m/min (2)當水頭損失 15.2 cm：轉速為 35.1-45.7 m/min
噴射流洗淨壓力	3.5-11.7 kPa

◆ 纖維過濾

利用水流壓力壓實纖維，藉以攔截去除水中懸浮物質及非溶解性固體。具過濾阻力低，其濾速可達 1000 m/d 以上，所需反沖洗時間較短及減少反沖洗用水等特點。

纖維過濾是利用水流壓力使纖維濾層呈壓實狀態，藉由纖維對懸浮物質及非溶解性固體的攔阻作用以達到去除效果。以日本高速纖維過濾(FIBAX)為例，過濾時水流自上而下推動纖維束，使纖維壓實以過濾原水，反洗時水流自下而上，拉直纖維束使濾層疏鬆，再配合壓縮空氣實施反洗如圖 3.3。表 3.8 為高速纖維濾材規格。

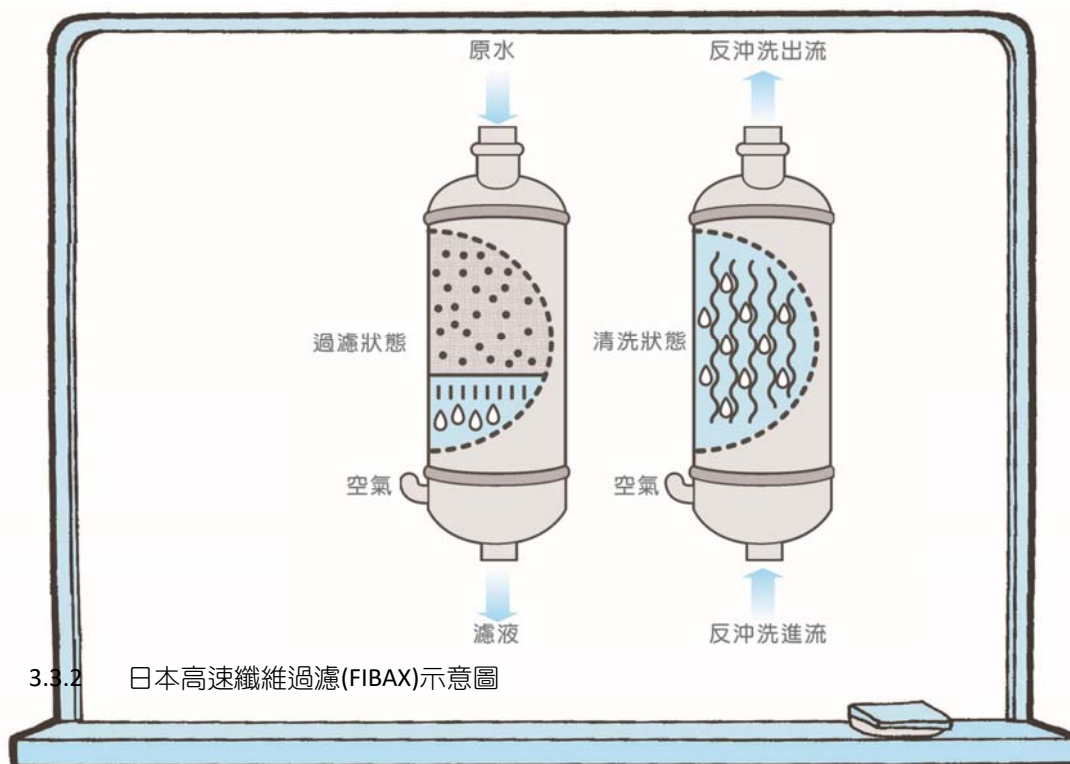


表 3.8 高速纖維過濾(FIBAX)之濾材規格

項目	規格
材質	丙烯酸系纖維(壓克力棉)
纖維直徑	43 μm
纖維長度	1000-1500 mm
孔隙率	9%
比表面積	5000-11000 m^2/m^3

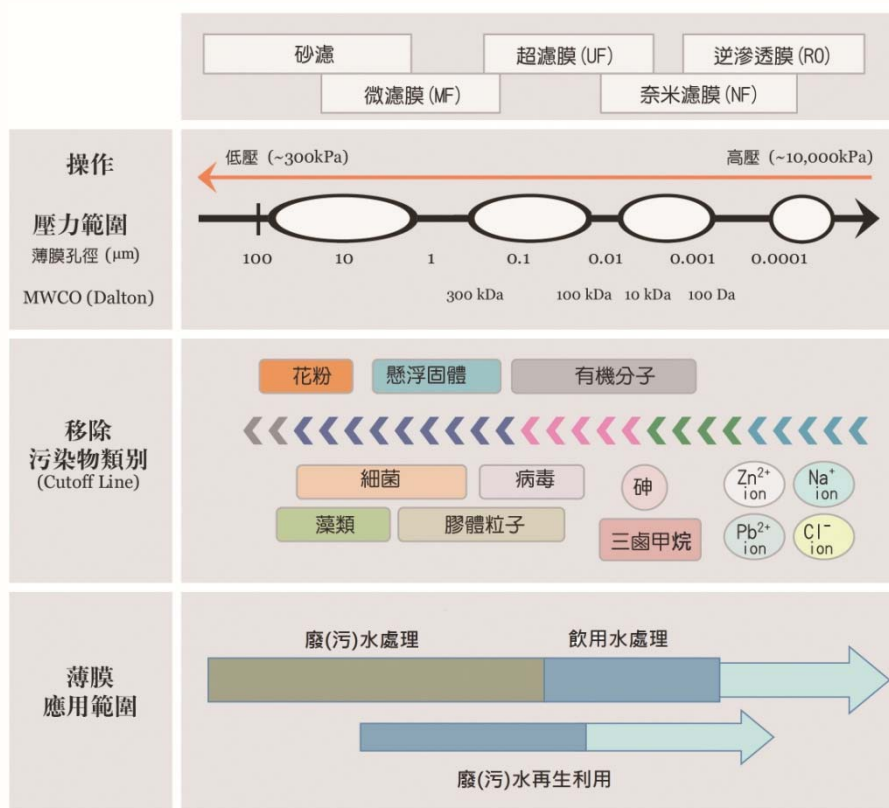
(來源: water re-use promotion center, Japan)

3.4 薄膜技術

薄膜技術程序(membrane process)可分為：微濾(microfiltration, MF)、超濾(ultrafiltration, UF)及逆滲透(reverse osmosis, RO)薄膜。

以薄膜孔徑大小或分子量截除率(molecular weight cut-off, MWCO)及應用壓力範圍作為區分，MF 膜及 UF 膜屬於低壓膜過濾程序，RO 膜屬於高壓膜過濾程序，如圖 3.4，低壓膜中以大於 0.05 μm 孔徑者為 MF，孔徑介於 0.002-0.05 μm 為 UF，而孔徑小於 0.001 μm 則為高壓膜逆滲透膜(RO)。

薄膜技術常應用於生活污水再生利用、高階用水再生利用及工業廢水再生利用等用途，低壓膜過濾程序能過濾廢(污)水中懸浮固體、膠體粒子、細菌及病毒等，高壓膜程序主要能過濾污水中特殊物質如：三鹵甲烷、重金屬(砷、鉛等)、總溶解性固體及離子等。薄膜技術之模組分類請參見表 3.9。



3.4.1 薄膜過濾程序特性及功能應用

表 3.9 薄膜技術之模組分類

薄膜技術分類	沉浸式中空纖維膜 (Submerged Hollow Fibers)	沉浸式板框膜 (Submerged Plate & Frame)	外掛式加壓中空纖維膜 (Pressurized Hollow Fibers)	管狀式陶瓷膜 (Tubular Ceramic Membrane)	螺旋式膜 (Spiral Wound Membrane)
薄膜型式					
應用薄膜	MF/UF	MF	MF/UF	MF	UF/NF/RO
操作型式	沉浸式真空負壓操作/由外而內抽取過濾操作(Suction)	沉浸式真空負壓操作/由外而內半掃流過濾操作 Semi-Cross Flow)	外掛式正壓掃流/負壓抽取過濾操作 (Cross Flow/Dead end)	外掛式正壓掃流過濾操作 (Dead end)	外掛式逆滲透過濾操作
水處理應用	都市/工業廢(污)水回收處理/三級處理	都市/工業廢(污)水回收處理/三級處理	自來水處理/都市/工業廢(污)水處理	都市/工業廢(污)水處理/自來水處理	自來水處理/高階用水回收/海水淡化

◆ 薄膜規格

微濾膜(MF membrane)

MF 處理後水質可作為廢水再生利用或作為高階水再生逆滲透膜之前處理程序，可攔截污水中細菌、膠體及懸浮固體等污染物。

MF 之處理機制為利用微孔徑(> 0.05 μm)分離污染物及純水，主要的分離及過濾機制為攔截篩除，可攔截污水中粒徑約為 1 μm 的污染物，例如細菌、膠體及懸浮固體等。微濾膜(MF)之過濾功能請參見表 3.10。

表 3.10 微濾膜(MF)之過濾功能

水質參數	進流濃度 (mg/L)	出流濃度 (mg/L)	去除率 (%)	平均去除率 (%)
TOC	10-30	10-15	45-65	57
BOD ₅	10-30	< 2-10	75-90	86
COD	25-150	15-50	70-85	76
懸浮固體	10-50	< 0.5	95-98	97
總溶解固體	500-620	500-620	0-2	0
NH ₃ -N	20-40	20-35	5-15	7
NO ₃ ⁻ -N	< 1-5	< 1-5	0-2	0
PO ₄ ³⁻	5-10	5-10	0-2	0
SO ₄ ²⁻	90-120	90-120	0-1	0
Cl ⁻	90-115	90-115	0-1	0
濁度	2-50 NTU	0.08 NTU	>99	> 99

超濾膜(UF membrane)

UF 特性與 MF 類似，在細菌、膠體、懸浮固體及濁度等去除率皆優於 MF，處理後水質也可作為廢水再生利用或作為高階水再生逆滲透膜之前處理程序。

UF 對於水中污染物的分子量移除主要針對在 1-1,000 kDa 範圍，正好得以應用在去除水中大分子溶解性有機物、懸浮固體、膠體和細菌等，其特性與 MF 接近，去除原理機制以篩除、攔截為主。

逆滲透膜(RO membrane)

RO 主要應用於高階用水再生利用及工業廢水再生利用，主要針對水中總溶解性固體、導電度離子及化學物質去除。

RO 為濾水高階薄膜，孔徑約為 0.001 μm 以下，其能有效去除總溶解固體、導電度離子及化學物質等，應用於水再生利用時，其水質可符合高階用水及工業用水如鍋爐及冷卻用水(系統水)等水質標準。逆滲透膜(RO)之過濾功能請參見表 3.11。

◆ 薄膜膜片型式

薄膜膜片依使用型式可區分為螺旋式薄膜、平板式薄膜、中空纖維薄膜和管柱型薄膜。

螺旋式薄膜為將平面式薄膜以同心圓方式捲成圓筒型，每層間均隔網予以支撐，此構造最大優點為增加過濾表面積，增加滲流量和產水效率，唯獨不適合應用於黏稠性高的進流液，易造成支撐網的孔隙阻塞。

平板式薄膜構造上是將一平面薄膜置於上下板框中，底部置一可滲水材料片，作為支撐薄膜使用，常見之模組外觀為長方形或圓形。

表 3.11 逆滲透膜(RO)之過濾功能

水質參數	進流濃度 (mg/L)	出流濃度 (mg/L)	去除率 (%)	平均去除率 (%)
TOC	10-15	< 0.5	85-90	>94
BOD ₅	< 2-10	< 2	30-60	>40
COD	15-50	< 2	85-95	>91
懸浮固體	< 0.5	0	95-100	>99
總溶解固體	500-620	10-20	90-98	>98
NH ₃ -N	20-35	1-3	90-98	96
NO ₃ ⁻ -N	< 1-5	0.08-3	65-85	96
PO ₄ ³⁻	5-10	0.1-1	95-99	99
SO ₄ ²⁻	90-120	0.5-0.7	95-99	99
Cl ⁻	90-115	0.9-5	90-98	97
濁度	0.08 NTU	0.03 NTU	已非常低	已非常低

中空纖維薄膜其單一中空纖維薄膜的內徑多為 0.1-3 mm，整體構造依需求將數十至數百根單一中空纖維薄膜集成一束，單束纖維膜外層已有加強支撐力構造，使膜管較不易破損。

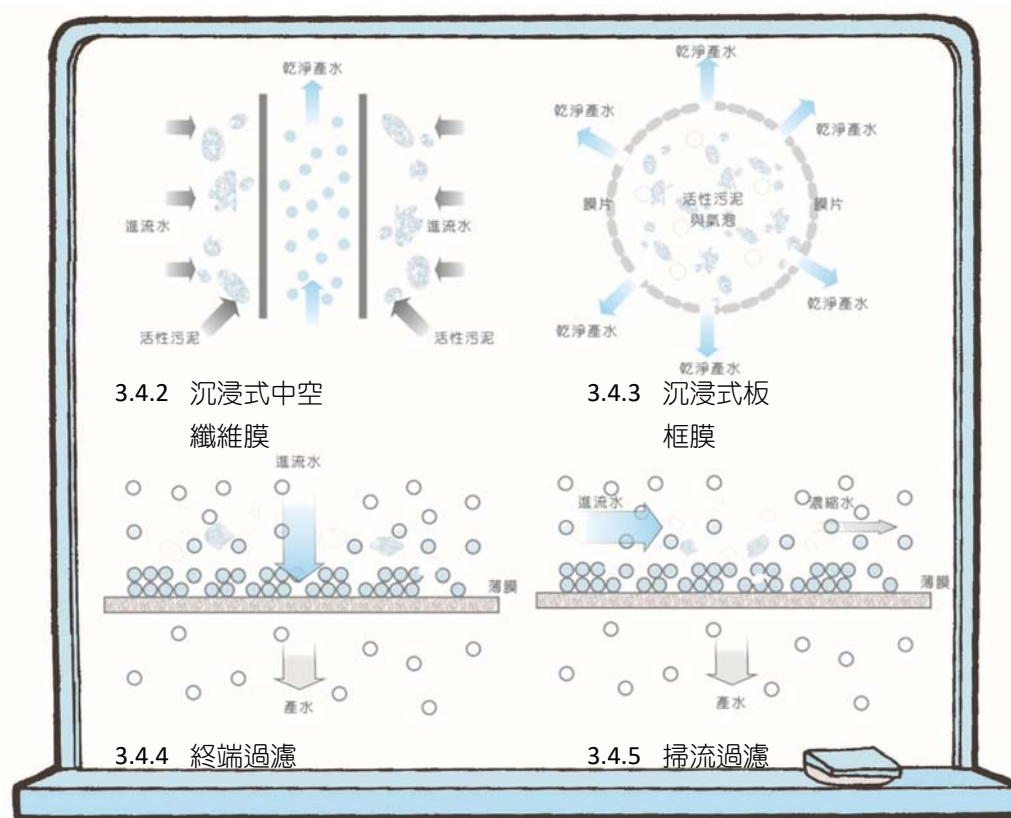
管型薄膜其構造上與中空纖維薄膜類似，由單管、多管束或多通道組成，可應用於懸浮固體濃度和黏稠性高的溶液，在材質方面，以二氧化鋁及氧化鋁所組成，使用上具有耐高溫、強酸、強鹼及重複使用性高等優點。

◆ 薄膜操作型式

薄膜操作型式上可分為沉浸式中空纖維膜或板框膜、外掛式加壓中空纖維膜、管狀式陶瓷膜及螺旋式薄膜等五種。

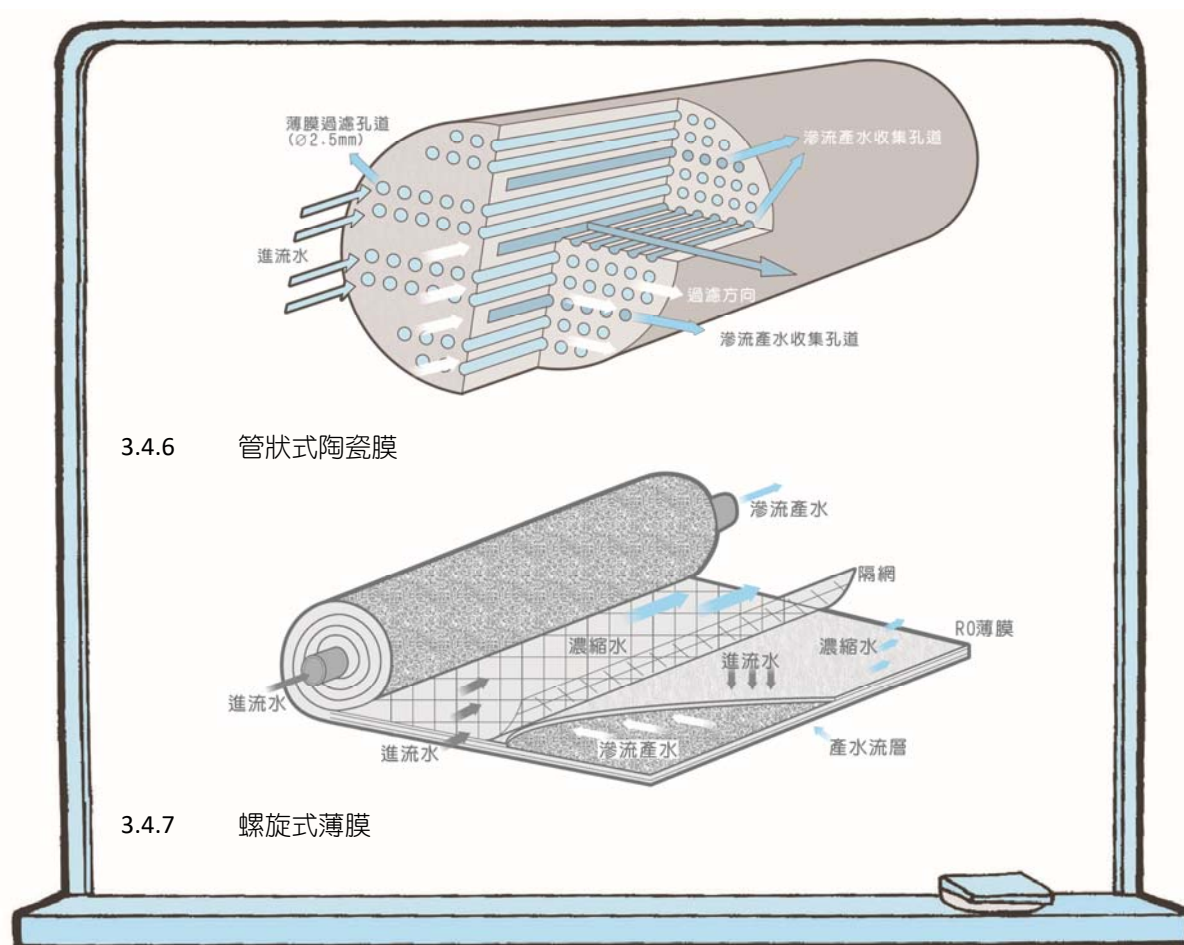
沉浸式中空纖維膜及沉浸式板框膜，特性為中空負壓抽取，中空纖維膜其過濾型式如圖 3.5 為沉浸式過濾型式，將薄膜沉浸於廢(污)水中從外朝薄膜內側過濾。板框式薄膜過濾型式為半掃流式過濾操作，其操作型式及板框膜片如圖 3.6，其過濾特點為廢(污)水從薄膜兩側掃流至膜內部過濾亦稱為半掃流過濾。

外掛式加壓中空纖維膜為利用泵浦加壓方式將污水從薄膜內側向外或由外而內擠壓過濾得到產水，應用上多以處理低濁度原水，過濾型式可分為終端過濾及掃流過濾兩種。終端過濾將原水直接過濾成產水，無濃水端排出，如圖 3.7；掃流過濾為利用進流水在一定掃流速度下，將水過濾分為濃縮水及產水兩端，藉由濃縮水的持續流動，減少污染物在薄膜上的沉積，如圖 3.8。



管狀式陶瓷膜為無機材質型式薄膜，其薄膜材質為無機物氧化鋁或二氧化鈦，使用上較有機性材質薄膜不易損壞，使用年限長，在淨水處理上較能處理高濁度之原水，且濾程較有機性薄膜長，過濾水量也較大；設置成本較有機性薄膜昂貴，膜管內部構造為管狀式孔道所組成，多孔道設計可提升薄膜過濾水量，其相關過濾膜管及膜組參見圖 3.9。

螺旋式薄膜常應用於高壓膜中，如圖 3.10 為 RO 膜過濾型式及膜組圖，隔網置於膜片中間以提升過濾效能，過濾分為濃縮水及滲流產水兩通道，行掃流過濾，膜管中間為經過濾後滲流產水通道，其中膜面材質及隔網設計易影響其產水效能。



◆ 模組系統設計

薄膜程序(membrane process)之模組系統設計，依據不同的水處理程序及產水水質要求，結合不同前處理程序，俾利膜過濾程序發揮最佳操作及產水效能。

薄膜前處理程序一般以物理/化學處理方法為主，物理方法以預先去除水中較薄膜孔徑大之顆粒或膠體，減少薄膜操作上結垢生成及薄膜損壞問題，而化學處理方法主要以吸附、混凝、膠凝及沉澱作用機制降低污染物質濃度減少薄膜結垢發生，彙整各前處理程序如表 3.12。

表 3.12 薄膜前處理程序彙整表

技術種類	去除機制	去除物質	操作注意事項
物理篩除過濾	篩除、攔截	顆粒、SS、濁度、無機顆粒	反洗裝置
化學混凝膠凝	混凝、膠凝、 沉澱	SS、濁度、膠體、無機物質	加藥量 沉澱浮除
聚合物	混凝、沉澱	SS、濁度、膠體、有機物	加藥量 沉澱浮除
pH 值調整	沉澱反應	碳酸鈣、鎂等鹽類	-
漂水 NaOCl	混凝沉澱、殺菌	微生物、有機物	ORP 值
玻璃纖維	攔截	水中較粗顆粒、污泥、 懸浮物質等	過濾孔徑 壓損
活性碳	吸附	水中異色、異味、 有機化學物質	顆粒大小 材質選擇
樹脂	離子交換	軟化硬水、去離子	處理容量 再生時間 再生使用物質

低壓膜程序系統設計

低壓膜程序系統在設計上主要考慮以前處理程序移除部分濁度及懸浮固體物，以減緩薄膜結垢及延長薄膜操作效能，低壓膜進流水質限制方面，通常懸浮固體物需小於 50 mg/L，濁度小於 500 NTU。

低壓膜程序系統設計，由於薄膜型式及規格種類及功能眾多，多以產水水質、產水通量、膜操作壓力範圍及進流水質限制等作為系統設計考量，表 3.13 為各廠商低壓膜之參數與操作條件，可做為設計時的參考。

表 3.13 低壓膜操作設計參數

薄膜廠	A 廠	B 廠	C 廠
薄膜類型	微濾膜	超濾膜	超濾膜
薄膜型式	沉浸式 板框式	沉浸式 中空纖維膜	沉浸式 中空纖維膜
薄膜材質	Chlorinated Ethylene	PVDF	PVDF
薄膜孔徑(μm)	0.4	0.01	0.04
平均產水通量(L/m ² -h)	12-25	42-83	18-40
膜操作壓力範圍(-kPa)	5-10	100	90
最高操作溫度(°C)	-	40	40
操作 pH 值範圍	-	1-10	5-9.5
進流水 質限制	濁度(NTU)	間歇性最大值: 200 連續性最大值: 50	< 5
	懸浮固體(mg/L)		< 50

高壓膜程序單元設計

高壓膜程序系統以前處理程序(通常為 MF/UF)移除濁度物質，避免高壓膜產生損傷及結垢發生降低效能，操作上以粉泥密度指數 SDI 為重要考量因子，一般 RO 進流之 SDI₁₅ 應小於 5。

同低壓膜系統，高壓膜在系統設計上須考慮所需的處理水量、進流水水質、出流水水量和水質，高壓膜系統對結垢的行為控制上，前處理為重要考量因子，以避免高壓膜產生損傷及結垢發生降低效能。操作上常配合粉泥密度指數 SDI-(silt density index ASTM D-4189)值做為進流水水質是否影響 RO 過濾效能的評估指標，亦可代表 RO 之薄膜結垢指標。請參考不同廠牌高壓膜之各項參數及進流限制規定如表 3.14。

表 3.14 高壓膜進流水質限制

薄膜廠	D 廠		E 廠	
尺寸(inch)	4×40 (4040)	8×40 (8040)	4×40 (4040)	8×40 (8040)
最大進水流量(m ³ /h)	3.6	17	3.6	19
最小濃縮水排放量(m ³ /h)	0.7	2.8	-	-
產水量及操作壓力	8.5 CMD @ 1.03 MPa	34 CMD @ 1.03 MPa	9.1 CMD @ 1.6 MPa	44 GPD @ 1.6 MPa
最高溫度℃	45	45	45	45
pH 範圍	3-10	3-10	3-10	2-11
最高濁度(NTU)	1	1	-	-
最大(SDI ₁₅)	5	5	5	5
最大餘氯濃度(mg/L)	0.1	0.1	0.1	0.1
膜元件濃縮水與產水流量最小比	5:1	5:1	-	-

高壓膜程序系統設計

高壓膜在處理技術上利用不同的單元配置及操作型式達到系統設計之回收率及水質，且須設計防止生物結垢單元來避免系統效能降低。

高壓膜在處理技術上會利用不同的單元配置及操作型式達到系統設計之回收率及水質，其系統可分為單段、多段及多級系統，將多支薄膜元件並聯稱為單段系統，對較大流量的進流水，可藉由此來分擔水量，在回收率方面，一般還會於壓力容器內串聯多支膜元件以提昇回收率。多段系統為將第一段系統濃縮水作為下一段之進流水，來提高系統回收率，壓力容器內多支膜元件串聯下，兩段系統回收率約 50-70%、三段約 75-90%。多級系統為將產水再經第二級系統處理，提高產水的品質，應用上可將部分一級產水用於水質需求較低之用途，剩餘部分進入二級系統。濃縮水可回流至一級的進流水，藉以提高回收率。

◆ 生物結垢控制

薄膜結垢問題

薄膜程序之膜結垢一直為薄膜操作之效率與成本問題，理解膜結垢生成機制與預防膜結垢清除技術，對於薄膜技術應用當有莫大之助益。

薄膜結垢依種類可分為有機性結垢、無機性結垢及生物結垢。有機性結垢由水中有機質造成，特別是天然溶解有機質與膜面或膜內孔徑間的吸附與阻塞作用，積久易轉變形成不可逆結垢，造成不可回復滲流衰減。

無機性結垢由陽離子在膜面形成沉澱物或是無機性膠體顆粒在膜面沉積，常造成 MF/UF 處理程序中結垢問題，而鈣鎂化合物和二氧化矽則常造成逆滲透系統結垢問題，係因水中碳酸鈣或其他金屬沉澱物濃度已超過飽和濃度而結晶沉澱並造成薄膜孔徑阻塞。

生物結垢為細菌生物在膜面生長累積而形成，而細胞外聚合物之化學組成與物理分子量分佈為影響 MBR 薄膜生物結垢之重要因素之一，胞外聚合物質(extracellular polymeric substances, EPS)為微生物所分泌，具高分子量之生物凝聚物，EPS 組成大致上認為係由蛋白質、多醣類、碳水化合物、脂肪和核酸組成。

控制方法

生物結垢主要是利用前加氯的方式來控制，一般於調勻池前加氯 5 mg/L，並在進入 RO 薄膜前控制餘氯的濃度小於 0.1 mg/L，避免薄膜損害。

生物結垢為回收再利用系統中常見操作問題，細菌及微生物於系統中附著介質生長累積形成，常造成處理單元如預濾器及薄膜系統阻塞而影響產水效能。

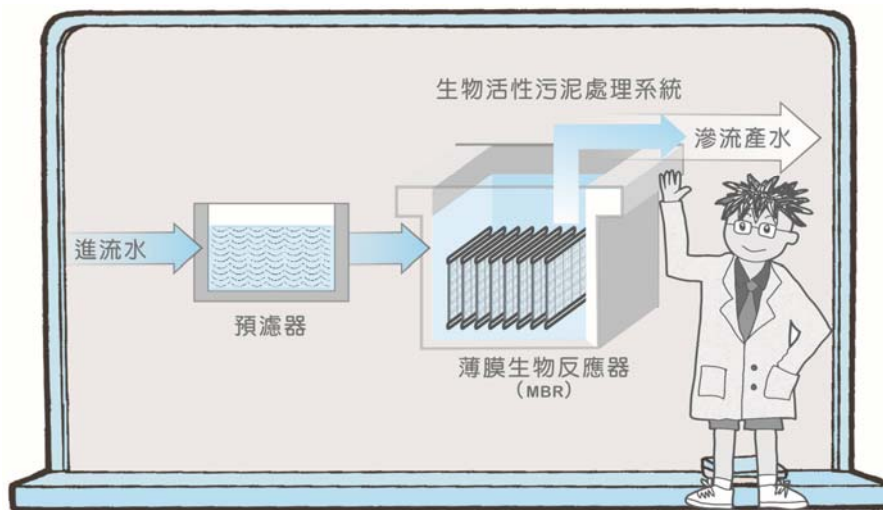
控制方法主要採加氯及餘氯胺控制，因污水經二級處理後之放流水中一般含有氨濃度約 1-3 mg/L，可於調勻池前加氯 5 mg/L 以控制生物結垢於薄膜前處理預篩器形成，估算 2-3 mg/L 氯會被有機物消耗，2-3 mg/L 會和氨反應成為氯胺(chloramines)，經過 MF 過濾系統的氯胺濃度消耗降至 1-2 mg/L，而 RO 系統進流液需控制氯胺濃度在 2 mg/L，以預防生物結垢於 RO 系統中生成。此外，因餘氯會破壞 RO 薄膜，建議餘氯值< 0.1 mg/L 來避免薄膜損害，一般以加入亞硫酸鈉(SBS)進行除氯，故控制餘氯濃度及亞硫酸鈉對於 RO 系統穩定性相當重要。對於在薄膜系統中已形成的生物積垢，則需配合適當薄膜清洗操作維護程序來加以處理。

3.5 常見處理方式

1. 薄膜生物處理

薄膜生物反應器(membrane bio-reactor, MBR)為利用生物活性污泥單元結合薄膜過濾程序，其特點為利用薄膜程序取代沉澱池達固液分離效果以提升出水水質。

薄膜生物反應器 MBR 為利用生物活性污泥(biological treatment process)處理單元結合薄膜過濾(membrane filtration)系統程序，其特點為利用薄膜程序取代沉澱池以達固液分離效果(如圖 3.11)，在污水處理應用上多以都市/工業廢(污)水、三級(tertiary)處理或回收為主。MBR 系統具有提高活性污泥濃度、佔地空間小及處理效率高等優點而受到廣泛應用。



3.5.1 薄膜生物反應器系統

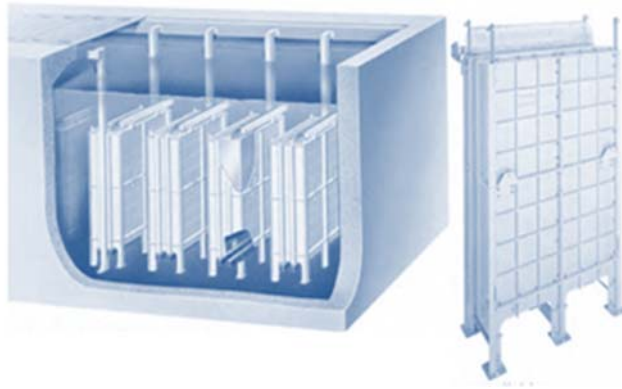
其操作型態以沉浸式(submerged)薄膜過濾為主，亦有外掛式(cartridge)薄膜，薄膜設備型式以板框(plate and frame)膜及中空纖維(hollow fibers)膜，因系統結合生物活性污泥處理程序，故 MBR 系統操作上有衍生薄膜積垢(fouling)、薄膜阻塞及滲流率衰減(flux decline)之現象與問題。在操作與維護上，需考量生物處理程序及不同薄膜設備及操作實施方式，以達到較佳操作維護效能。

◆ 板框式薄膜生物反應器

過濾方式為污水從薄膜兩側掃流至膜內部過濾，操作中利用曝氣作用帶動水流，使懸浮液在薄膜表面產生橫流剪力作用而減輕結垢產生，使薄膜的滲透通量穩定。

板框式薄膜生物反應器(圖 3.12)操作型式之過濾特點為污水從薄膜兩側掃流至膜內部過濾，亦稱為半掃流過濾(semi-cross flow)。利用空氣曝氣作用(aeration)以氣泡流動帶動水流，使懸浮液在薄膜表面產生橫流剪力作用而減輕結垢現象的產生，使薄膜的滲透通量穩定，延長薄膜使用壽命，進而降低操作維護成本，達成放流標準需求。表 3.15 為 T 廠牌板框式 MBR 建議之進流水質

限制條件，由於進流水質限制值可穩定薄膜操作狀態，因此其規範以濁度(turbidity)小於 25 NTU、BOD 小於 130 mg/L 及 TN 小於 56 mg/L，以發揮最佳 MBR 處理效能。



3.5.2 板框式薄膜生物反應器

表 3.15 板框式 MBR 進流水質限制及操作設計參數

T 廠牌-板框式 MBR			
進流水質限制		生物處理系統設計參數	
COD (mg/L)	290	MLSS (mg/L)	7,000-18,000
BOD (mg/L)	130	DO (mg/L)	> 1.0
TP (mg/L)	6.5	pH	6-8
Turbidity (NTU)	25	污泥黏滯度 (MPa·s)	< 250
TN (mg/L)	56	水溫(°C)	15-40
		過濾流速(m ³ /m ² -d)	< 0.75

◆ 中空纖維薄膜生物反應器

利用泵浦以中空負壓抽取(suction)操作將廢(污)水從外朝薄膜內側過濾(outside-in)，或利用阻塞過濾方式(dead end)將廢(污)水從內而外過濾。

中空纖維膜薄膜(圖 3.13)應用原理係利用泵浦以中空負壓抽取(suction)操作，將薄膜沉浸於活性污泥反應槽中，廢(污)水從外朝薄膜內側過濾(outside-in)，或將活性污泥槽中上層液以泵浦抽送至外掛式(cartridge)薄膜模組中過濾，利用阻塞過濾方式(dead end)將廢(污)水從內而外過濾。

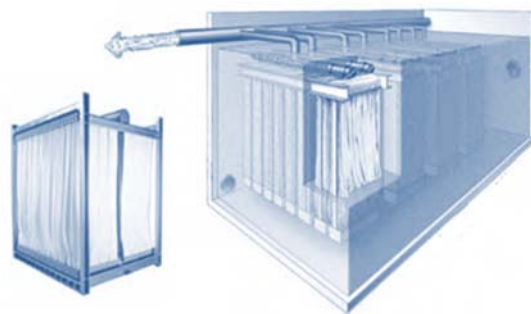


圖 3.13 中空纖維薄膜生物反應器

表 3.16 為 G 廠牌參考之 MBR 生物系統設計建議值，設計參數包含有：混合液懸浮固體(MLSS)值、食微比(F/M ratio)、污泥停留時間(sludge retention time, SRT)等生物系統設計參數，此為建議之系統操作條件範圍，在此操作範圍內可有穩定之出流水水質。

表 3.16 MBR 生物處理系統設計值和出流水水質

G 廠牌中空纖維膜			
MBR 系統設計值		MBR 系統出流水水質	
參數	設計值	參數	出流水
污泥停留時間-SRT(day)	< 10	BOD (mg/L)	< 5
MLSS (g/L)	8-12	TSS (mg/L)	< 5
MLSS Max. (g/L)	18	NH ₃ -N (mg/L)	< 1
Alpha factor	0.55	TN (mg/L)	< 10
F/M ratio Max.	0.3/0.15	TP (mg/L)	< 0.1
(kg BOD/kg MLSS*day)		Turbidity (NTU)	< 0.5
污泥迴流比	最低值: 每日最高流量之四倍	Fecal Coliform (CFU/100 mL)	< 10
		SDI	< 3

◆ 國內工程實例

生活污水採國內 H 大學生活污水 MBR 系統為例；工業廢水則以面板產業 J 公司為例。

H 大學生活污水回收再生設施為國內第一座生活污水 MBR 系統，其原水來源為學生及教師上課、活動、住宿及使用衛生設備時所產生之一般生活污水，其設計參數如表 3.17。

面板產業 J 公司將生產機台排放之有機廢水以沉浸式 UF 薄膜之 MBR 處理，再經 RO 程序做為冷卻水循環用水和洗滌塔用水，產水端為製程用水使用，其設計參數如表 3.18。

表 3.17 國內 H 大學生活污水 MBR 系統設計參數及出流水水質

MBR 系統設計值		MBR 系統出流水水質	
參數	設計值	參數	出流水
處理水量(CMD)	1200	BOD (mg/L)	--
薄膜型式	沉浸式板框膜	COD (mg/L)	18
薄膜孔徑(μm)	0.4	SS (mg/L)	--
污泥停留時間 SRT(d)	> 60	<i>E. coli.</i> (CFU/100 mL)	--
MLSS (g/L)	15	SDI	< 3
F/M ratio Max. (kg BOD/kg MLSS-d)	0.2-0.4		
反沖洗頻率	不需反沖洗，僅每過濾 9 分鐘		
CIP	曝氣鬆弛 1 分鐘 壓損 > 10 kPa		

表 3.18 面板產業高階水回收處理薄膜操作與維護方法

參數	設計值
薄膜型式	GE, UF (ZW-500D), 沉浸式中空纖維膜
設計量(CMD)	8200
膜通量(L/m ² -h)	20
產水量(m ³ /d)	2182
反沖洗頻率	產水 15 min 逆洗 35 sec
反沖洗水量(m ³ /d)	475
CIP 程序	TMP：10-15%變化，約半年一次
清洗藥劑	NaOCl；Citric Acid

註：進入 UF 薄膜之進流水的 MLSS 濃度控制 < 15 g/L

◆ 操作維護要項

薄膜之操作維護依觀察壓力變化，當薄膜壓力增加至廠商建議值時即進行反沖洗或化學清洗，且應依照各廠牌所建議之操作方法進行維護。

薄膜之操作維護方法應依照各廠牌所建議之操作方法。沉浸式板框薄膜不需反沖洗，以過濾 9 分鐘停止過濾 1 分鐘的操作方式，依據觀察壓力的變化，當薄膜壓力增加至廠商建議值時進行化學清洗，或操作 3-6 個月後固定進行化學清洗。表 3.19 是沉浸式板框薄膜清洗維護方法，彙整各廠牌操作維護方法如表 3.20。

表 3.19 沉浸式板框薄膜清洗維護方法

頻率	每 3-6 個月
化學藥劑	有機結垢：0.5-0.6%NaOCl 無機結垢：1.0%草酸
清洗時間	注入藥劑 5 min 然後浸泡 60-120 min
TMP 條件	薄膜壓差增加 5-10 kPa

表 3.20 各廠牌沉浸式板框薄膜清洗維護方法

項目	G 廠牌	T 廠牌	K 廠牌
薄膜型式	Submerged Hollow Fiber	Cartridge Hollow Fiber	Submerged Plate and Frame
操作壓力範圍	-55-55 kPa	44 kPa(Max)	14-55 kPa
最高操作/清洗溫度	40°C	40°C	
清洗 pH 值範圍	2-10.5 (< 30°C) 2-10 (40°C)		3-12
清洗條件/Max. Cl ₂ Conc.	1,000 ppm (as Cl ₂)		Max: 2,000 mg/L NaOCl
進流水質限制	1-500 NTU SS < 50 mg/L (for tertiary)		15 min Filtration + 3 min Relaxation
反沖洗方法 (頻率)	Filtration Time: less than 3 hours then backwashing (for tertiary)	過濾時間: 0.3-2 hr 反沖洗時間: 10 sec 反洗通量: 初始通量的 1-2 倍 空氣清洗: 30-120 sec 空氣清洗量: 4-10 Nm ³ /hr /Module	反沖洗頻率: 每天 4-6 次(or 壓力上升 0.4 bar)反洗+鬆弛 20 min 反沖洗水量: 9.5±2% 曝氣量: 9-15 L/min/m ²
CIP 操作方法	用藥種類: NaOH/NaOCl, HCl, Citric Acid, Oxalic Acid 頻率: 3-6 個月或壓差上 升至 55 kPa	用藥種類: 1 N HCl 或 3,000 ppm NaOCl 頻率: 3-6 個月 清洗壓力: 初始過濾壓力的 3-5 倍或達 150 kPa	用藥種類: NaOCl 1,000 ppm 頻率: 3-6 個月一次浸泡時 間: 4 hr

2. 逆滲透(Reverse osmosis, RO)與奈米過濾(Nanofiltration, NF)

主要目的是去除水中溶解物質，譬如硬度、鹽類、溶解性有機物，亦可去除其他有機物與微生物，其原理為透過驅動壓力克服滲透壓(Osmotic pressure)，使離子自富相透過半滲透膜往貧相「擴散」。

在常見操作條件下，一般 RO 或 NF 之產水回收率約落在 40~60%之間，兩段則可達 70~80%；膜管組合與周邊零件有許多雷同之處，固本小節將兩種薄膜併同介紹。

◆ 單元程序

一般廢污水再生程序裡的逆滲透系統可分為前處理、逆滲透模組和後處理，化學清洗以及輔助加藥機等子單元。

前處理包括多介質過濾器、活性炭濾器、超過濾膜，以及保安濾芯；濾芯置於不銹鋼濾筒中，多為聚丙烯材質，孔徑 1 μm 、5 μm 或 10 μm ，長度從 25 cm 至 1.5 m 不等，外徑多為 65mm 等；當進水狀況較特殊而需減輕 RO 膜負荷時，易可能使用離子交換樹脂、倒極電透析作為前處理。

◆ 處理效能

在常見條件下，經過保安濾芯後之出水需將逆滲透膜進水的淤泥密度指數之 SDI_{15} 控制在 3 以下，在最差的情況下，進水 SDI_{15} 不應該超過 5，濁度應該在 0.5 NTU 以下，SS 則是不可測出，導電度限至低於 5,000 $\mu\text{S/cm}$ 。

RO 與 NF 主要之區別在於：NF 膜選擇性對二價離子(如硬度、硫酸鹽)或特定高分子量物質有較高去除率(超過 95%)，對於一價離子與有機物去除率較差(約 50%，因整體水質狀況而變)，其分離粒徑範圍則介於 0.01 μm ~0.001 μm (1~10 nm)，切割分子量約 200~1,000 g/mol)，操作壓力比 RO 低，約介於 3~6 kg/cm^2 。

◆ 設備操作

處理系統配置自動控制元件，用於控制設備的啟停、設備的再生和清洗、設備間的切換、加藥系統的控制等。

測量儀表主要包括：流量表(測定進水和產水的流量)、壓力表(測定保安濾器進出口壓力)、逆滲透組件進出口壓力、產水壓力、濃水壓力)、pH 計(測定逆滲透進出水 pH)、導電度計(測定逆滲進水、產水、濃排水的導電度)、溫度計、SDI、餘氯計等；控制儀表主要有低壓開關、高壓開關、水位開關、高氧化還原電位(ORP)表等，還有資料紀錄、警報系統以及各種電器指示、控制按鈕等。

◆ 處理案例

中鋼 13,500 CMD 之廢水純化場實廠已於 2009 年 9 月完工投產。

該廠將原先經一、二級處理後之合格工業廢水放流水，泵送至浸入式 UF 系統，經 UF 系統幾乎可移除廢水中所有的微生物、蛋白質及 SS，再經 RO 單元去除水中剩餘的雜質及鹽類後，可產出 13,500 CMD 的 RO 水，其中 4,500 CMD 的 RO 水經陽塔/陰塔/混床純化製程後，產製鍋爐用純水，再泵送回動力工場使用。

該廢水純化場進流導電度設計值上限為 4,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，平時廢水導電度視豐、枯水期差異介於 2,000~4,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 並持續半小時，此時全場停機並連繫上游廢水處理工場，避免異常水質造成 UF 或 RO 藥洗周期大幅縮短，更甚者會損壞設備。

3.倒極電透析(Electrodialysis reversal，EDR)

電透析之原理為考慮鹽類在水中解離為陽離子和陰離子，在系統中加以直流電時，陽離子將往陰極移動，陰離子往陽極移動；利用搭配只讓陽離子通過的陽離子交換膜以及只讓陰離子通過的陰離子交換膜，分別選擇性去除水中的陽離子和陰離子，達到分離、濃縮或淡化除鹽之目的。

電透析原理已廣泛運用於超純水製造程序，稱為電去離子技術，在超純水製造程序中已廣泛受到應用，應用領域包括醫療、製藥、電廠、化學製造業和半導體產業等，通常接於逆滲透膜之後，欲將電導度從數十 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 降至 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下；其由多層交錯之陰陽離子交換膜當隔板隔開形成淡化室及濃縮室，形成板框式模組，通電後水中陰離子穿過陰離子交換膜向陽極方向移動，陽離子則穿過陽離子交換膜向陰極方向移動；隔室中的水不斷地淡化而形成淡化室，由於膜之選擇性、同性電荷相斥和異性電荷相吸的作用，淡化室相鄰之隔室的溶液中陰陽離子濃度不斷地增加而形成濃縮室。一般用於進水電導度在 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下的範圍，惟在廢污水再生應用時，電導度一般超過此值且水質複雜，容易影響電滲透膜之效果，使得除鹽無法進行

◆ 設備單元與程序組合

倒極電透析系統一般包含薄膜單元、淡水循環單元、濃水與極水循環單元等三大主要單元。

倒極式電透析設備中，每一對陰陽電極即稱為一級，如「陽極-陰極」為 1 級、「陽極-陰極-陽極」為 2 級、「陽極-陰極-陽極-陰極」則為 3 級，由於在 EDR 實廠規模中，薄膜膜對數會因規格需求而要較多數量，此時若只採用較少對數電極，則陰陽電極中夾存太多薄膜時，可能會發生無法產生足夠之電流量

◆ 處理效能

EDR 可以容忍較差之進流水質(如砂 產水，一般濁度仍有數 NTU)，一般建議用於低濃度 (TDS>5,000 mg/L)之廢污水再生。

倒極電透析一般除鹽效能約 70%以上，低於逆滲透膜的 80~99%，一般而言倒極電透析對於二價離子去除 較差，約 70%，對於一價離子則較為理想，一般可達 90%以上；此點與 RO 有所區別，RO 對於二價離子去除 佳，可達 95~99%，對於一價離子則約 80~95%。

RO 單元之除鹽效率會優於 EDR 單元，若預期之產水目標水質要求較低，不需達到 RO 產水之水質標準，則採用 EDR 單元取代放流水再生模廠之 UF 與 RO 單元為一較低成本之可行性方案。

◆ 設備操作

相較於 RO 薄膜，EDR 的離子交換膜具有較好之物理與化學性質。

對於雜質、膠質、微生物及矽酸鹽等具有較高忍受程度，而進水水質需求亦較 RO 單元為低；RO 需 SDI₁₅ 小於 3(需為 UF 產水方可達成)，EDR 可接受砂 產水。EDR 雖然使用離子交換膜，但並不需如離子交換樹脂一般使用高濃度酸鹼再生，而是比照類似 RO 之方式進行清洗，惟因進水濁度較高，一般而言藥劑使用量未必少於 RO 單元。

◆ 處理案例

現階段倒極電透析裝置在先進國家已被運用在除鹽處理、純水系統前處理、廢水回收、電鍍廢水回收與處理、引用水處理等應用層面上，其處理水量係由數百至數萬 CMD 不等，但相較於逆滲透技術，EDR 之應用案例較為少，仍屬於待開發拓展之技術；在國內則已有應用到地下水、河川水、RO 濃排水、冷卻循環水、工業廢水等多項案例之除鹽應用。

中鋼第二熱軋直接冷卻排放水 EDR 回收設備，其設計處理水量是取決於水處理場 200D 直接水系統之排放水量(約 35 m³/hr)，排放水經處理後回補原 200D 直接水系統，由於處理後之水質較原水補充水之水質為佳，不但可減少原水用量，同時具有減少廢水廠廢水處理量之雙重效益。該案設計產水量每日達 550 CMD，回收率達 75%，脫鹽 達 80%，其處理前後回收水質電導度由 1,800 μ S/cm 降至 350 μ S/cm 以下、鹼度由 130 mg/L 降至 60 mg/L 以下、總硬度由 400 mg/L 降至 50 mg/L 以下、氯鹽由 280 mg/L 降至 30 mg/L 以下、硫酸根由 340 mg/L 降至 120 mg/L 以下。

3.6 消毒程序

消毒 (disinfection) 是將水中病原體微生物予以消滅，但未必能做到所有細菌消滅之「滅菌」程度，因此單純檢驗大腸桿菌做為再生水生物指標可能低估微生物引起之健康危害。

經由去除(removal)或去活性(inactivation)降低水中細菌微生物濃度是消毒程序最為常用的方法。傳統之砂濾與薄膜過濾屬分離去除法，化學之加氯(氯氣、次氯酸鈉、二氧化氯與氯胺)或臭氧為破壞細菌之細胞壁、酵素與 DNA/RNA 系統，紫外光則以破壞細菌之 DNA/RNA 系統為主，使細菌微生物喪失活性無法再分裂成長或因分子斷鍵而死亡，藉此控制細菌造成的危害風險。

自來水常以大腸桿菌作為水中指標微生物，然美國 EPA 指出都市污水可能存在其他致病源。由污水處理廠放流污水檢驗結果可發現，除大腸桿菌外亦有腸病毒、梨形鞭毛蟲與隱孢子蟲等，單純檢驗大腸桿菌做為再生水之生物指標可能低估微生物引起之健康危害，故本章節就消毒程序之反應動力與消毒方法做完整討論，俾建立正確之消毒操作技術。

◆ 加氯消毒

氯是有效且具經濟效益的消毒劑且餘氯會持續抑制細菌生長，在低濃度時即具有活性，為最廣泛使用之消毒劑，惟非系統再生水之用水端如需除氯水，則本節僅供參考。

加氯消毒可使水中致病菌失去活性，且水中仍會殘存具消毒能力的氯，由於容易量測與控制，已成功地使用在水處理程序。但氯氣屬毒性化學物質，需要有特別工安與緊急應變程序，故一般都採用較安全的次氯酸鈉(如圖 3.14)，高劑量氯會有嗅覺與味覺問題，且會與有機物反應，產生消毒副產物(DBPs)。

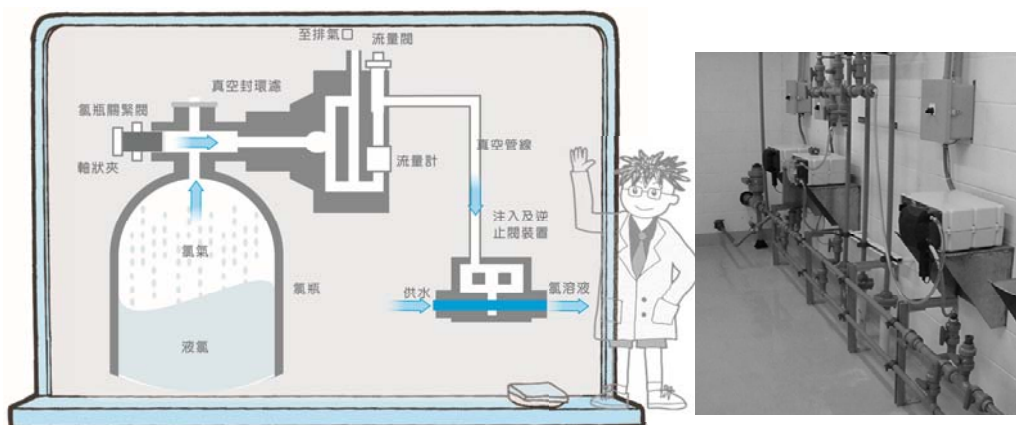


圖 3.14 氯氣加氯機(左圖)及次氯酸鈉加氯機(右圖)

加氯消毒接觸池

加氯消毒接觸池應使氯劑能與水快速充分混合，水力停留時間至少 30 分鐘，加氯量維持出流水自由餘氯濃度 $> 1.0 \text{ mg/L}$ 。

加氯消毒接觸池型式如圖 3.15 所示。環保署建築物生活污水回收再利用建議結合餘氯需達 0.4 mg/L ，而飲用水水質標準餘氯值為自由餘氯 $0.2\text{-}2.0 \text{ mg/L}$ 。不同消毒效率(Ct 值)對不同微生物的效果不同，表 3.21 為微生物經加氯消毒達 99.9%的 Ct (mg-min/L)值，Ct 值低(0.6)只能消滅水中的大腸桿菌，無法消滅其他病毒、原生動物，若 Ct 值高則可能會導致成本上的浪費；若接觸時間較短，要達到一定的 Ct 值，則須將消毒劑濃度提高。以色列規定非限制灌溉用水，需達到 30 分鐘的接觸時間，且總結合餘氯至少達 1 mg/L ；加州則規定 Ct 值 450 mg-min/L 的接觸時間需達 90 分鐘，且總結和餘氯需達 5 mg/L 。



圖 3.15 加氯消毒接觸池(範例)

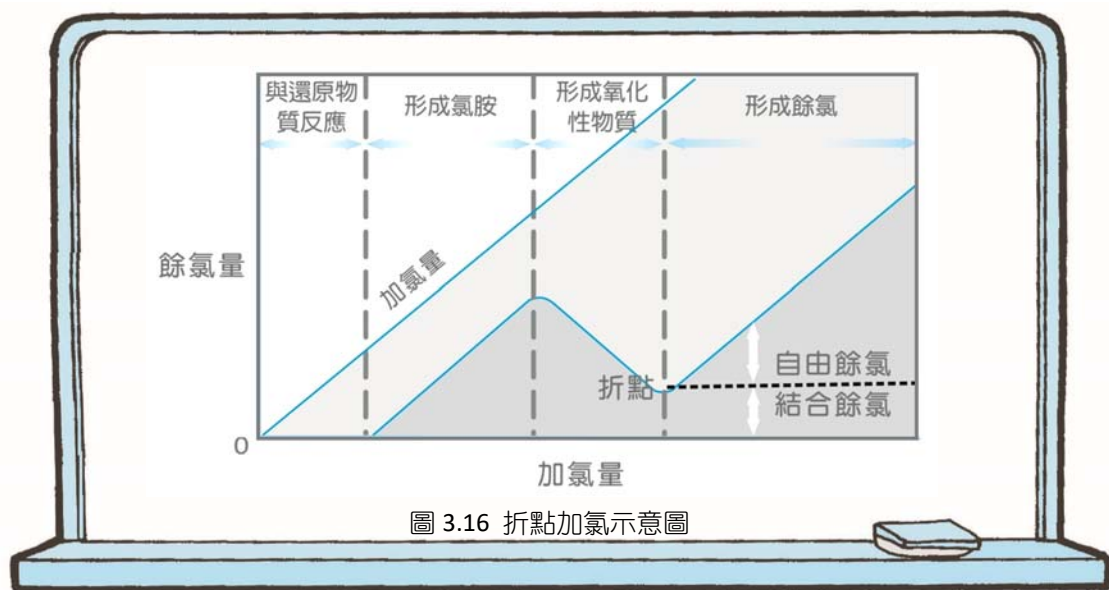
表 3.21 微生物經加氯消毒達 99.9%之 Ct (mg-min/L)值

微生物	氯氣的 Ct 值	Cl ₂ 的 Ct 值
大腸桿菌	113	0.6
小兒麻痺病毒	1420	1.7
梨形鞭毛蟲	430-580	54-250
隱孢子蟲	$> 7,200$	$> 7,200$

氯的加藥量

即使放流水的生化需氧量低，餘氯仍會被某些鹽類和有機物反應消耗，因此務必審慎監測氯添加量。

加氯應盡可能發揮消毒效力，減少消毒副產物產生，即使放流水的生化需氧量低，餘氯仍然會被某些鹽類和有機物反應消耗，因此務必審慎控制加氯量。如果原水無硝化或部分硝化，加氯會導致氯胺的形成，而自由餘氯的殺菌效果優於結合餘氯(氯胺)，因此必須進行折點加氯實驗以獲得自由餘氯，圖 3.16 為折點加氯實驗示意圖。氯氣為強氧化劑，當溶於水具腐蝕性，故加氯消毒程序需有嚴格的職業安全防範措施。液氯蒸發洩漏較煤氣洩漏更危險，1 公斤液氯可在 0°C 和 10 kPa 產生約 315 L 的氯氣，氯氣比空氣重，會積聚在地面。氯氣瓶應存放在裝設氯氣探測器之封閉建築物，與其他公共建築物應有安全距離。



注入混合

應用高度亂流的攪拌機產生的消毒效果優於傳統快混機。

為達到理想消毒效果，使氯與注入原水混和是非常重要的工作，應用高度亂流的攪拌機($N_{Re} > 10^4$)產生的消毒效果優於傳統快混機效果。為避免原水氯氨形成，氯需以真空注射到適當的水量(使氯氣易溶解)，接著液態氯如圖 3.17 所示達到與原水充分混合。

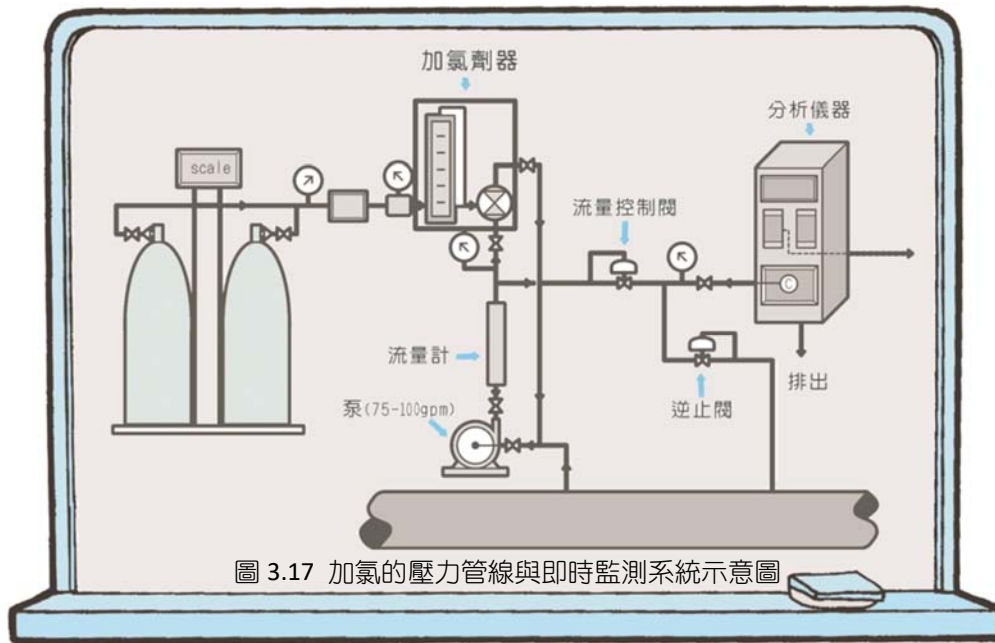
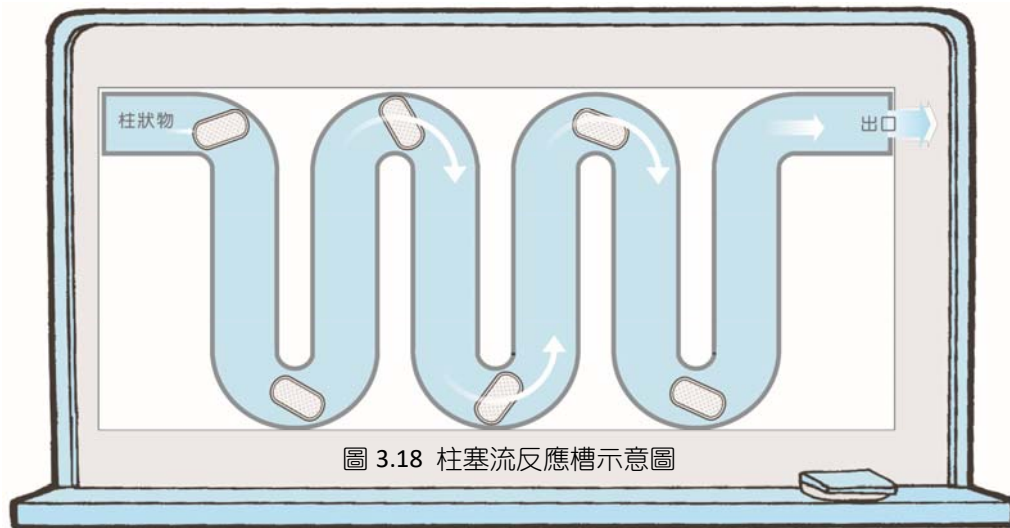


圖 3.17 加氯的壓力管線與即時監測系統示意圖

接觸反應池

充足的反應時間是消毒的最後關鍵步驟，最低限的接觸時間為 30 分鐘。

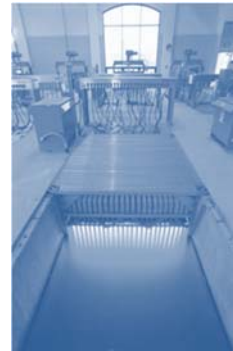
接觸池主要提供氯與微生物充足的反應時間，是消毒的最後關鍵步驟。最低限的接觸時間為 30 分鐘。為確保水體接觸時間與反應的完整性，建議設計柱塞流反應槽(圖 3.18)。各國之規範不同，以色列規定非限制灌溉用水，需達到 30 分鐘的接觸時間；而加州則規定接觸時間需達 90 分鐘。



◆ 紫外光 (UV) 消毒

紫外光消毒系統主要是使病毒及微生物失去活性，其消毒所需時間較短。

紫外光對細菌及病毒的消毒作用可在幾秒內完成，而傳統氯氣及臭氧要達到紫外光的效果則需要 20 分鐘至 1 小時。紫外光消毒不需加入化學藥劑，不會產生消毒副產物造成二次污染且能夠有效氧化水中的殘餘物質。紫外光消毒機(如右圖)安裝維修技術簡單，可一天 24 小時連續運行。對隱鞭孢子蟲與梨形鞭毛蟲能夠產生有效的殺菌效果，但若使用低壓紫外光燈管，可能經由光復活機制自行修復損傷而回復活性，故須再確認 Ct 值與消毒效率。



紫外光劑量

UV 系統殺菌的效率取決於 UV 強度與照射時間等因素。

UV 的劑量定義為：UV 劑量($\text{mW}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$)=輻射強度(mW/cm^2) $\times$ 暴露時間(sec)。透光率(穿透率)是特定吸光度單位(absorbance unit, a.u.)的函數，定義 $T\% = 100 \times 10^{-(\text{a.u.}/\text{cm})}$ 。透光率受水中物質與 UV 燈管老化影響。UV 的劑量亦受到 UV 透光率影響甚鉅，實際操作上應將劑量加成，以彌補這部分的損失。

消毒效率

欲達到總大腸桿菌數 10 CFU /100 mL 之規定，需使用照射劑量為 30-50 mW-s/cm² 的 UV 消毒搭配膜過濾系統，也可使用照射劑量為 40-60 mW-s/cm² 的 UV 消毒搭配傳統過濾系統。

通常 UV 消毒反應槽的接觸時間為數秒；許多國外技術手冊建議，再生水於消毒前的透光率需在 60% 以上，SS 需在 5 mg/L 以下，BOD 需在 10 mg/L 以下，濁度需在 5 NTU 以下，如要求更安全的風險管控(如：大腸桿菌小於 10 CFU/100 mL)，則過濾後 UV 消毒前原水的濁度應控制在小於 2 NTU 甚至更低。

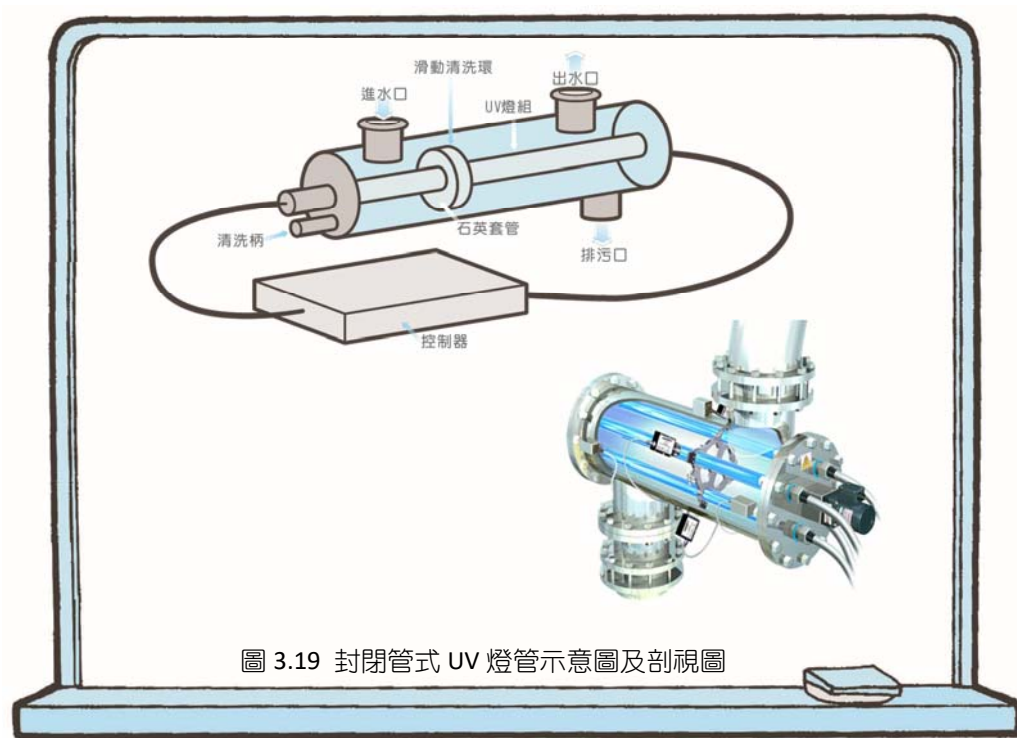
若欲達到更嚴格的水質目標，則需使用更高照射劑量的 UV 消毒，加州規定限制大腸桿菌數 2.2 CFU/100 mL (Californian Title 22 coliform limit)，則最小的照射劑量為 80 mW-s/cm²，義大利規定非限制再生水需達到 2 CFU/100 mL，則 UV 照射劑量須達到 100-160 mW-s/cm²。

接觸反應槽(器)

封閉管式的 UV 消毒系統，可減小長期暴露在 UV 下所衍生的職業傷害。

水再生系統主要的 UV 消毒系統是封閉管式，可以減小長期暴露在紫外光下所衍生的職業傷害。燈管的配置方向有平行於水流方向也有垂直於水流方向，線上(in-line)反應槽的燈管則是垂直於水流方向。封閉管式的擋板系統或渠道式的浸沒孔排擴散系統，都是為了能夠確保 UV 劑量可在接觸反應器中均勻照射。因不同水質特性，渠道或管線應考量重複連續 UV 消毒系統，較多的紫外光系統設置，可避免短流現象與單一 UV 消毒系統的消毒風險。

封閉管式 UV 消毒器屬承壓型，有金屬套體和石英套管的紫外光燈結構(如圖 3.19)。金屬套體用不銹鋼或鋁合金製造，內壁多作拋光處理以提高紫外光的反射能力和輻射強度，可根據處理水量大小調整燈管數量。某些封閉式消毒器在金屬套體內壁加裝螺旋形葉片，用以改變水流的流動狀態，進而避免滯流和管道堵塞，產生的紊流以及葉片鋒利的邊緣亦可打碎懸浮顆粒，使之完全暴露於紫外光輻射，提高消毒效率。封閉管式分為水面式和浸沒式，外罩密封石英套管的紫外光燈管都可以與水流方向垂直或平行佈置。平行系統水力損失小，水流形式均勻，而垂直系統則可以使水流紊動，提高消毒效率。



UV 系統的驗證

UV 的強度、透光度與劑量，須要在現場驗證；陣列測試 UV 透光率可決定 UV 消毒系統在不同情況下的能力。

UV 之功能特別是強度、透光度與劑量，須要在現場驗證，不建議使用單一測試點驗證。歐盟與美國有發展多點測試驗證程序，以陣列測試 UV 透光率，決定 UV 消毒系統在不同情況下的能力，以描繪出 UV 消毒系統的性能曲線。下列為歐盟所提出的方法。

UV 強度定點法(UV intensity set-point approach)

擇一定點條件，如 1,500 m³/h，UV 透光率 90%，60%電力，在紫外光感應器上形成該定點之強度為 25 mW/cm² 下，進行下列試驗：

- 試驗 A-在高 UV 穿透率條件下，減少 UV 燈管電力 (如 UV 穿透率為 98%，減少了燈管的電力，使特定點 UV 強度為 25 mW/cm²)。
- 試驗 B-在燈管高電力的條件下，降低 UV 的穿透率(如 100%的燈管電力且降低 UV 的透光率，使定點 UV 強度為 25 mW/cm²)。

以最低條件作為評定 UV 系統能力。

UV 強度和 UV 穿透率定點法(UV intensity and UV transmittance set-point approach)

就定點進行試驗，此測試直接評定 UV 系統等級。

UV 劑量計算法(calculated UV dose approach)

直接量測流率、UV 穿透率與 UV 強度，利用 UV 反應器製造廠之數學模式算出該定點之 UV 劑量。

◆ 臭氧消毒

臭氧是最有效的水處理消毒劑，優點為接觸停留時間較短暫、分解速率快且可現場製造，缺點為劑量需求高、技術及設備複雜、具腐蝕性及處理成本高等，惟非系統再生水之用水端如需除氧水，則本節僅供參考。

臭氧消毒的優點為：消毒殺菌比加氯更有效，接觸停留時間較短暫(約 5-20 min)且臭氧分解速率快，另臭氧現場製造，可以避免運輸、裝卸和貯存的安全問題，可增加處理水中的溶氧濃度。而臭氧消毒的缺點有：低劑量較無法有效抑制水中致病菌、孢子和孢囊；技術較加氯和 UV 消毒複雜，需要複雜的設備，臭氧反應性強，具有腐蝕性，需要防腐蝕材料，受高濃度懸浮固體物、生物需氧量和化學需氧量影響，臭氧為強氧化性，臭氧接觸池排出之臭氧須予去除，處理成本高，耗電量大。

由於臭氧半衰期短，如消毒後之產水停留時間較長或需進行長程輸配，應增加其他消毒劑劑量，以確保消毒效果。

臭氧之程序設備、操作與設計參數

臭氧消毒程序設備系統包括進料氣體預備、臭氧製造機、臭氧轉換和反應槽系統、臭氧破壞裝置和安全設備；工程上應設置兩部臭氧產生機，以供保養維修時之連續操作機制。

臭氧消毒程序設備系統包括進料氣體預備、臭氧製造機(圖 3.20)、臭氧轉換和反應槽系統、臭氧破壞裝置和安全設備(圖 3.21)。



圖 3.20 臭氧製造機

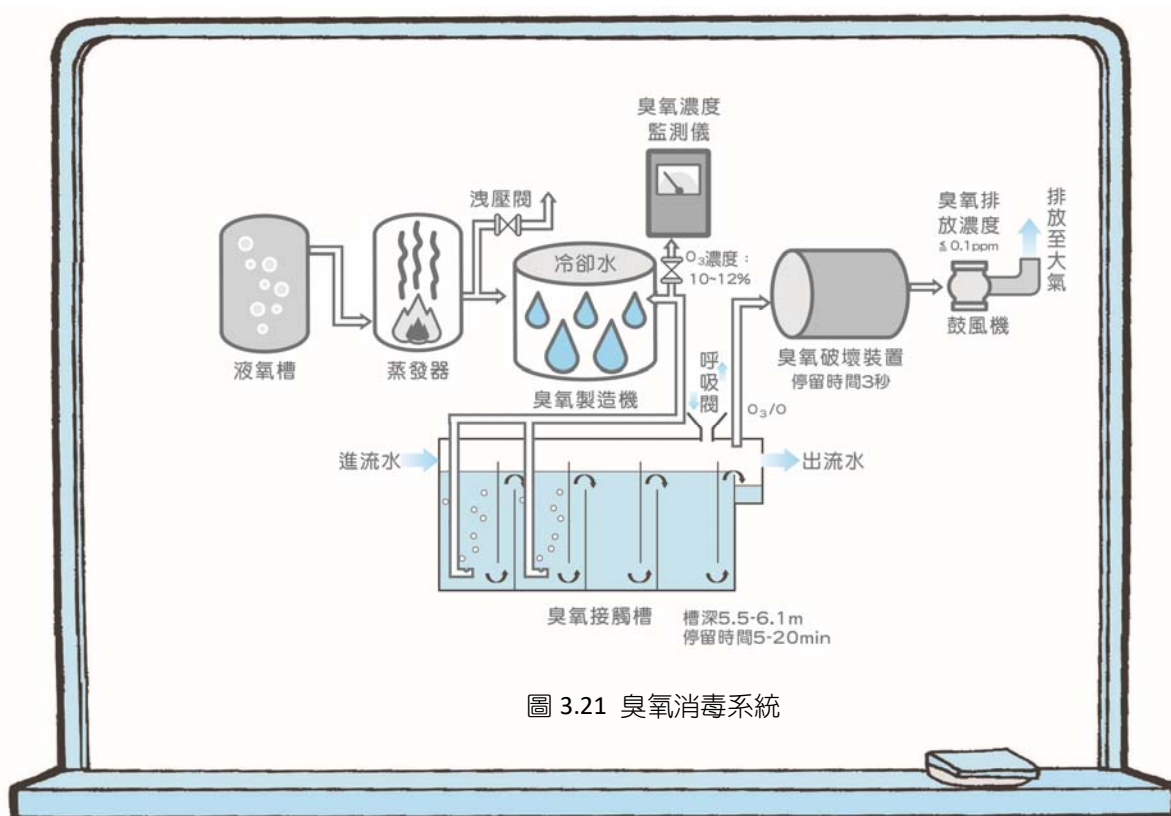


圖 3.21 臭氧消毒系統

水質的變異應在臭氧產生機的產量範圍，藉由增加或減少發電機的電壓和頻率來調整臭氧產量，工程上應設置兩部臭氧產生機，以供保養維修時之連續操作機制。一般傳統臭氧消毒設計參數如表 3.22 所示。

表 3.22 一般傳統臭氧消毒設計參數

項目	設計參數
臭氧濃度：	1.5-3 mg/L(視用途) 0.3-1.0 mg/L(TOC mg/L)
過濾器	
乾燥前：	3-5 μm
臭氧製造機前：	0.3 μm
壓力降：	3.5 kPa (乾淨時)、14 kPa(凝聚式過濾器)
臭氧接觸槽	
數量：	至少 2 槽
轉換效率：	90-95%
停留時間：	5-10 min 15-20 min (殺死 <i>Cryptosporidium</i> 病菌)
接觸階段：	2-10 min
水深：	5.5-6.1 m
散氣器深度：	4.9-5.5 m
自由水面：	1.2-1.8 m
臭氧擴散器	
材質：	SS304 不鏽鋼，玻璃，陶瓷或鐵氟龍
氣泡大小：	2-5 mm
氣體流量：	14-113 L/min
散氣棒(2.5 in × 24 in)：	最大值 113 L/min
散氣盤(直徑 7 in)：	最大值 35 L/min
散氣盤(直徑 9 in)：	最大值 51 L/min
水頭損失：	最多 3.5 kPa
孔隙率：	35-45%

資料來源：Kuwamura (2000). Integrated design and operation of water treatment facilities., John Wiley & Sons, Inc.

預防臭氧外洩措施

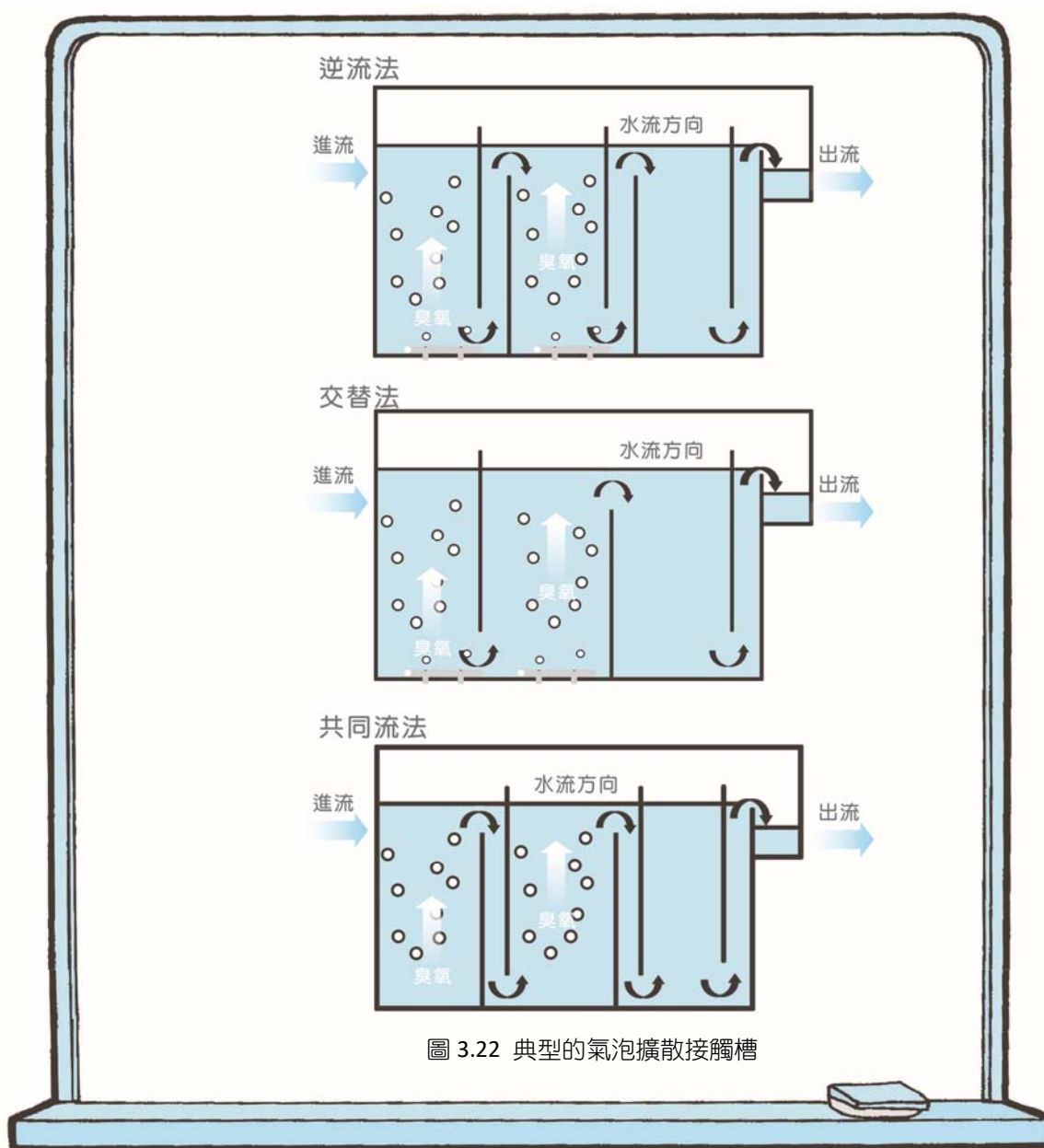
室內應保持通風，當臭氧濃度達到 $100 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ ，應發出警報，至 $300 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ 立刻停止臭氧產生機，利用臭氧破壞裝置於末端排氣反應之，其出口應加裝臭氧監測器確保排放安全標準。

臭氧毒性強且腐蝕性高，安全上應採取預防臭氧外洩措施。2000 年世界衛生組織提出健康保護閾值($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 約 0.06 ppm 平均超過 8 小時)，此濃度值遠高於臭氧氣味閾值($20\text{-}100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 約 0.01-0.05 ppm)。室內應保持通風，當臭氧濃度達到 $100 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ ，應發出警報，至 $300 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ 立刻停止臭氧產生機，利用臭氧破壞裝置於末端排氣反應之，其出口應加裝臭氧監測器確保排放安全標準。

臭氧注入與反應

將臭氧均勻分散且溶於水體是重要的程序，常見的臭氧溶解法有氣泡擴散接觸法、注入溶解法和渦輪混合法。

臭氧的溶解度受溫度、pH 值和離子強度影響，溫度為最大的影響因素，溫度高亨利常數變小，則臭氧溶解度減少。臭氧產生機製造相對較低濃度的臭氧氣體，將臭氧均勻分散並溶於水體是重要的程序。氣泡擴散接觸法為最常用的方法，無須提供額外能源為此法最具經濟效益的優點，轉換速率高、處理程序彈性且操作簡單。典型的氣泡擴散接觸槽有三型，如圖 3.22 所示之逆流法(臭氧與水流為相反方向)，交替流(臭氧與水流方向交替)以及共同流法(臭氧與水流方向一致)。



注入溶解法利用文式管產生負壓，將臭氧注入管流負壓點，促使臭氧與水流混合，以加壓泵將臭氧增壓注入系統水中，利用混合器使臭氧分散，圖 3.23 為典型的臭氧線注入系統和臭氧側注入系統。

典型渦輪混合槽(圖 3.24)驅動馬達設於槽體外以便利維修，某些設計採用水底渦輪機，渦輪混合槽臭氧轉換率可達 90%，反應器水深一般為 1.8-4.5 m，分散效果因水深不同而異。渦輪混合槽底部可能無法充足接觸時間，為符合 Ct 值，可能需要額外的接觸臭氧量。

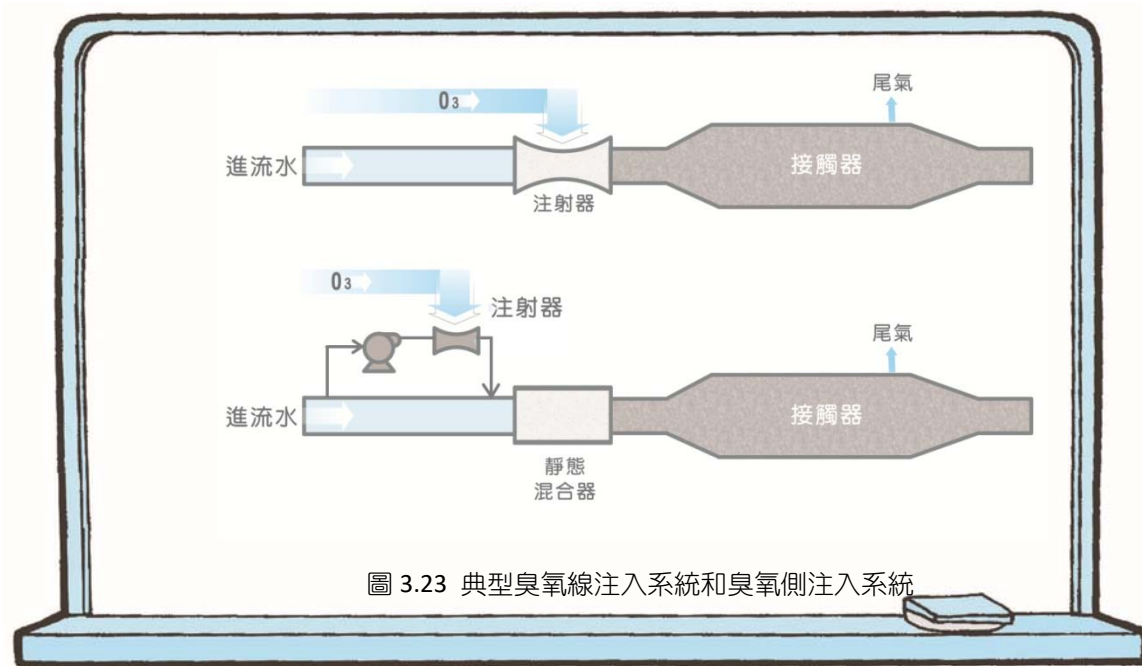
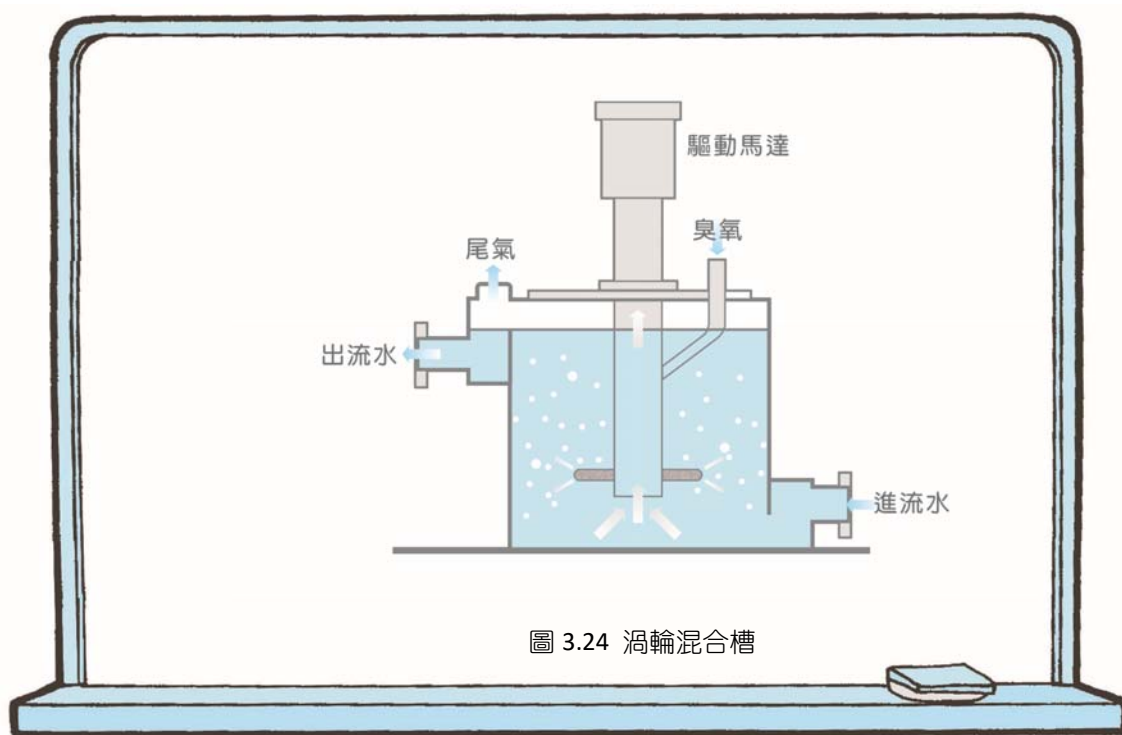


圖 3.23 典型臭氧線注入系統和臭氧側注入系統



3.7 濃排水處理單元

再生水處理程序若使用逆滲透單元，除所產製之純水外，另會產生加壓產製之高鹽量濃排水，該股水可應用先進脫鹽程序進行處理，再重新回到再生水處理程序進行再生。可供應用之程序包括薄膜蒸餾與電容去離子技術等。

◆ 薄膜蒸餾

通過微多孔疏水性薄膜，以低階熱能作為驅動力，再藉冷流體或冷凝裝置冷凝收集，可大幅降低產水耗能。

薄膜蒸餾是一種分離程序，利用多微孔且疏水性質的薄膜，將兩側不同溫度的流體區隔，膜兩側的溫度差會造成蒸氣壓力差，以此壓力差為驅動力，使蒸氣分子透過膜孔道擴散至冷側端，再藉由冷流體或其它冷凝裝置冷卻並加以收集，可如圖 3.25 所示。一般而言，薄膜蒸餾之進流只要加熱至 50°C 以上，使兩側溫差超過 20°C，就能產生足夠的蒸汽壓力差，使蒸氣透過薄膜的速率達到工程應用上的要求。

單元程序

一般單元操作可分為直接接觸式、空氣間隙式、氣體掃流式與真空式 4 種形式。

在薄膜材料部分目前常選用之疏水薄膜材料有鐵氟龍、聚丙烯 (PP) 及聚偏二氟乙烯 (PVDF) 等，其中以鐵氟龍疏水性最好，且具有較高的化學穩定性，然而成本及製備技術門檻亦較高。

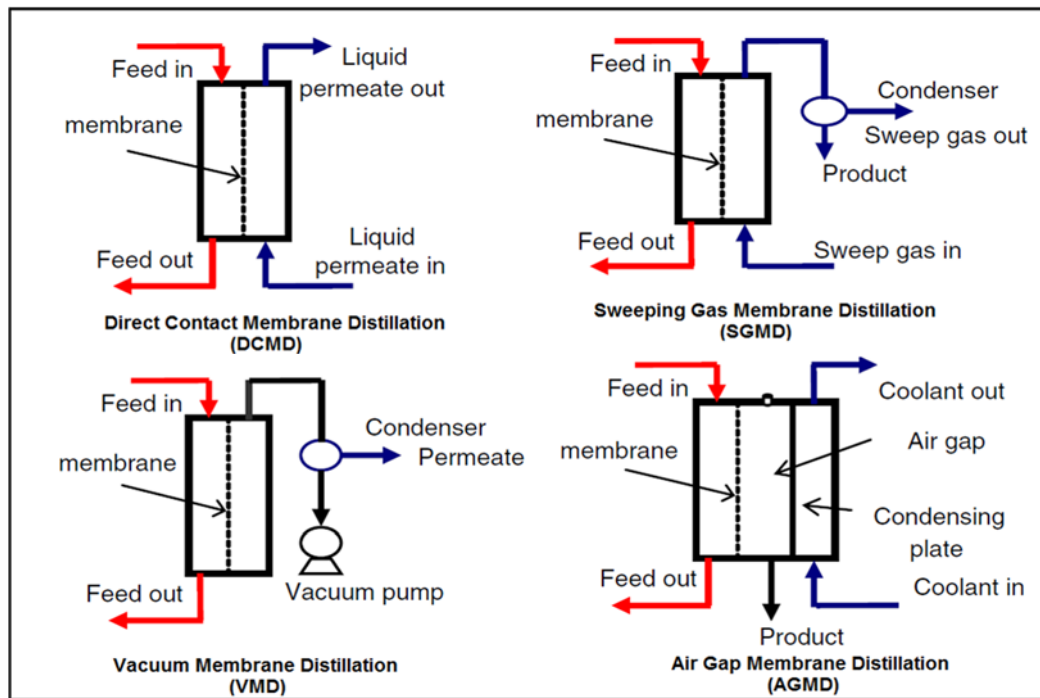


圖 3.25 薄膜蒸餾單元形式

◆ 電容去離子

以奈米孔洞碳材為電極材料，利用電吸附機制分離水中帶電物質，可暫時存於電極，透過斷電後離子可再釋放至水中，等於放電，因此可大幅減少能源使用

利用導電性良好且具有大比表面積材料分別作為電容器陰陽兩級並在兩電極之間施加一定的直流電壓便會形成一個靜電場。置於靜電場中碳電極會在其與電解質溶液界面處產生很強的雙電層。雙電層能吸附並儲存大量的電解質離子，並儲存一定的能量。一旦除去電場，吸引的離子被釋放到本體溶液中，溶液中的濃度升高。這一過程也稱為「充電富集」，其過程示意如圖 3.26。

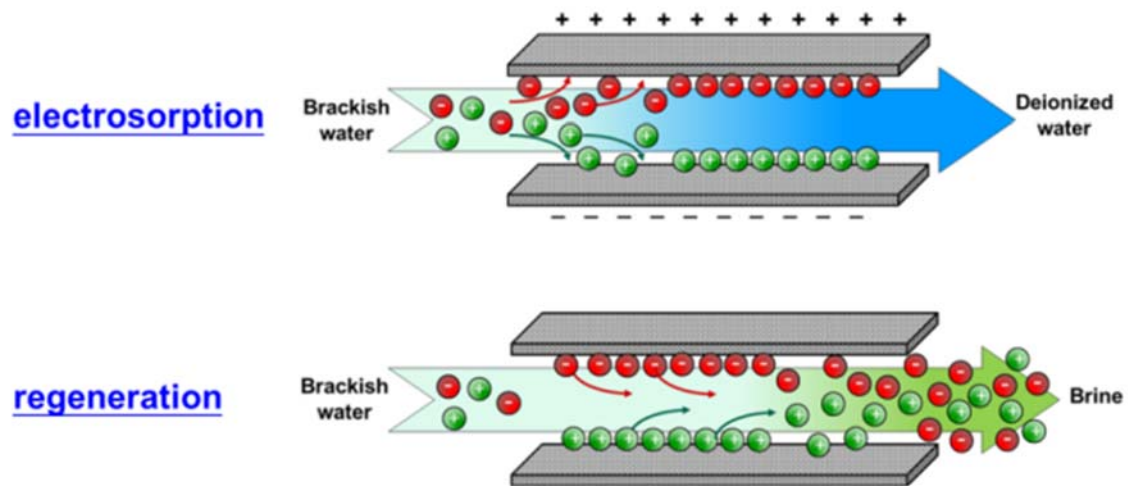


圖 3.26 電容去離子程序示意圖

單元程序

電容去離子技術可應用於回收二級處理後生活污水產製再生水，如圖所示，一般可搭配前處理過濾設備，以及消毒設施，作為低耗能產水模組系統，如圖 3.27 所示。

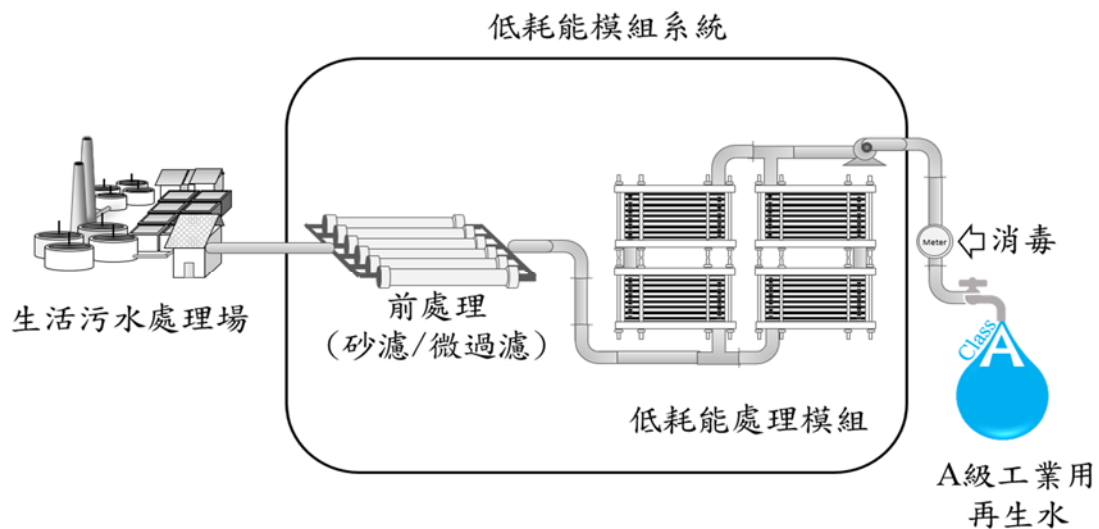


圖 3.27 應用電容去離子技術產製工業再生水(例)

處理效能

電容脫鹽技術能耗約在 $0.1 \sim 0.6 \text{ kWh/m}^3$ 之間，水回收率可達 $65 \sim 75 \%$ (優於傳統 RO 能耗 $1.5 \sim 1.85 \text{ kWh/m}^3$ ，水回收率最高 $40 \sim 50 \%$)

3.8 高級氧化單元

◆ 活性炭

活性炭吸附以去除二級處理水中之有機物、色度及臭味為目的，其設計於考量下列決定之：

1. 活性炭吸附設備分為固定床及流動床。一般多使用並聯多段床或多段直列固定床，其構造與快濾池相同，並必須定期洗淨。
2. 三級處理所用之活性炭，可為椰子殼、木材、煤炭等原料經高溫碳化者，形狀可為粉狀、粒狀或纖維狀，直徑約 1~5 mm 程度。
3. 選用活性炭之種類及量，過濾之線速度(向下流 5~10 m/hr，向上流 10~20 m/hr)、容積速度，依原水水質而異，應依實驗結果決定之。
4. 上述實驗可以等溫吸附曲線及管柱法來決定處理該種污水所需的活性炭容量與反應槽容積。

主要係藉由一種可逆作用之凡德瓦力原理將水中物質加以分離。當容易中所含溶質與活性炭間的吸引力大於溶質與溶液間之吸引力時，溶質將被吸附於活性炭表面上與溶液分離，且活性炭顆粒表面具有多毛細管，吸附作用即發生於這些毛細管內表面及活性炭顆粒表面。

單元程序

活性炭吸附設備分為固定床與流動床，如圖 3.28 所示，一般多使用並流多段床或多段直列固定床，其構造與快濾池相同，並必須定期洗淨。

活性炭主要是由木頭、木屑、水果殼或煤炭等物質經高溫(600°C~800°C)乾餾後，使其分解形成低分子性的碳氫化合物和多孔性的碳殘留物，再通以熱空氣或水蒸汽加以活性化。活性炭表面具有許多的毛細孔，這些毛細孔洞內表面即顆粒表面即是吸附作用之所在。這些毛細孔洞具有相當大的表面積，使得活性炭的總表面積與質量之比非常大。活性炭可以區分為粒狀(GAC)和粉狀(PAC)，粒狀活性炭之粒徑為 0.6~1.5mm，其基本資料如表 3.23 所示。粉狀活性炭維非常微細之碳粒，容易飛散，與以攪拌接觸，再利用沉澱方式去除。

表 3.23 粒狀活性碳基本資料表

參數	單位	活性碳種類
		GAC
總表面積	m ² /g	700~1,300
密度	kg/m ³	400~500
顆粒密度(含水時)	kg/L	1.0~1.5
顆粒粒徑範圍	mm	0.1~2.36
均勻係數		≤1.9
平均孔徑	Å	16~30
碘值		600~1,100
磨損值(最小)		75~85

*1. 本表整理自 Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering 4th edition, 2004

2. 上述活性碳資料將會依材料製程與來源而有所改變。

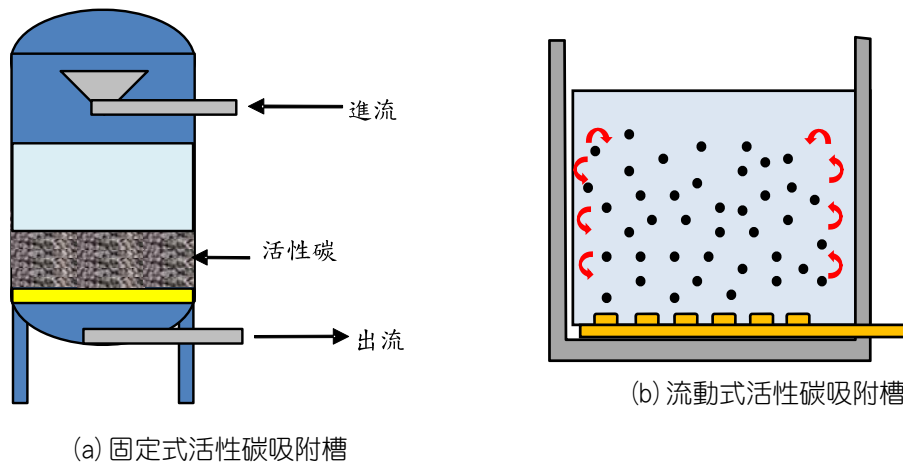


圖 3.28 活性碳吸附設備類型示意圖

處理特性

活性碳的吸附容量可以有效的從廢水中去除 COD、色度、酚類、氯酚類及臭味物質等。

去除能粒三種指標：酚類值(Phenol index)，用以表示活性碳去除臭、味化合物能力；碘值(Iodine index)，用以表示吸附低分子量化合物的能力；莫氏值(Molareses Decoloring index)，表示吸附高分子量化合物的能力。而活性碳吸附速率則受下列因素的影響：

吸附劑特性：比表面積、粒徑大小、硬度、吸附劑的表面極性及孔隙大小等均會影響活性碳的吸附。這其中又以比表面積和顆粒粒徑影響吸附效果最為明顯。一般而言，活性碳粒徑愈小，其比

表面積愈大，其平衡吸附容量也愈大。硬度小的活性碳很容易在處理過程中破損，因而造成水質變差。

吸附質的特性：污染物質分子量的大小、溶解度、極性大小或官能基等均會影響活性碳吸附能力。一般而言，高分子量物質較易被吸附，水中溶質溶解度增加使其吸附能力降低，溶質分子結構中，支鏈通常較直鏈易於吸附，鏈長度增加會減少其溶解度，而在取代基方面，具有氫氧根、磺基等取代原子團的分子時，通常會降低其吸附力。活性碳表面為非極性，因此具有非極性或低極性之分子較高極性分子易於被吸附。

廢、污水的特性：包括廢、污水的溫度、pH 值等。一般而言，pH 值愈低較有利於活性碳的吸附，而在溶液的 pH 值接近等電位點時，具有最大的吸附效果。因為吸附微放熱反應，因此溫度增高時會降低活性碳的吸附效果

設施設備極操作管理

粒狀活性碳反應器設計：針對較常使用的粒狀活性碳反應器可以質量平衡的觀點寫成以下的方程式；另設計參數表請參考表 3.24。

累積量 = 進流量 - 出流量 - 吸附量

在穩態下，即 $0 = QC_0t - QC_e t - M_{GAC}q_e$

其中：

Q：流量，L/hr

C_0 ：吸附質初始濃度，mg/L

t：時間，hr

C_e 吸附劑最終平衡濃度，mg/L

M_{GAC} ：吸附劑質量，g

q_e ：單位吸附劑吸附的吸附質，mg/L

表 3.24 粒狀活性碳反應槽設計參數表

參數	單位	設計值
體積流率	m ³ /hr	50~400
空床體積	m ³	10~50
斷面積	m ²	5~30
反應槽長度	m	1.8~4
孔隙比	m ³ / m ³	0.38~0.42
活性碳使用密度	Kg/ m ³	350~550
速度	m/h	5~15
有效接觸時間	min	2~10
空床接觸時間	min	5~30
設定可操作時間	Day	100~600

*1.本表整理自 Metcalf&Eddy, Wastewater Engineering 4th edition, 2004

2.上述設計參數將會依活性碳規格與水值而有所調整，設計者須詳細依照進出流水質、水量來評估與設計反應器。

◆ 離子交換

目前在廢污水再生上離子交換樹脂之應用尚為有限，主因為再生時會產生大量酸鹼廢水，衍生處理問題。

最早在 1850 年代被發現，20 世紀初期開始應用在水質軟化等領域，隨離子交換材料的進步，1940 年後逐步應用於製造去離子水，採用陰陽樹脂混床技術，可製得電阻率 18 MΩ-cm 之超純水，1960 年代發展出觸媒催化性離子交換樹脂，目前已廣泛用於水處理、食品、醫藥、觸媒反應、分析化學等領域。

設備單元與程序組合

依操作方法可分成四類，分別為批式、固定床式、流體床式和續式。其中以固定床式操作方便，應用最廣。

在 2B3T 離子交換系統裡，利用陽離子交換樹脂塔吸附進流水中的陽離子，經過脫氣塔去除 HCO_3^- ，再利用陰離子交換樹脂塔吸附進流水中的陰離子，使產水電導度可達 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下。當離子交換樹脂吸附飽和後，需使用再生藥劑 HCl 或是 NaOH 進行再生程序，如此可恢復樹脂吸附能力，再次循環使用。若是 2B3T 加上混床樹脂塔則具有占地小和造水率 98% 以上的優點。

處理效能

離子交換為可逆反應，當反應趨於完全時，可利用酸及鹼將陽離子樹脂回至原來態，樹脂就可進行再次交換反應。

離子交換樹脂大致皆可與不同離子進行交換作用，但就樹脂性質及構造不同，對各種離子親和力亦有差異。

設備操作

一般離子交換樹脂進水原水電導度限制 < 1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，水質越差，造水率越差(約 50~80%)。

操作依次循環使用，包括四項步驟：通液交換、反洗、再生及洗淨，或由多組離子交換樹脂塔間進行「旋轉木馬式」操作。

處理案例

翰金科技使用「金屬濕式提鍊技術」處理電鍍業清洗水，其以離子交換樹脂為基底，以期達到電鍍廠重金屬排放符合放流水限值、無重金屬污泥產生，以及金屬資源循環利用之目標。

首先於電鍍廠設置「前端程序」從低濃度清洗水中進行目標重金屬之吸附捕捉，實廠規模測試結果顯示，清洗水中鎳濃度約在 20~400 mg/L 間，捕捉後產水鎳濃度已穩定低於 1.0 mg/L，符合放流水標準，亦可再送入軟水系統後，將此依產水於廠內循環利用。

吸附飽和後之離子交換樹脂則由專車攜回中央工廠，於核心程序中進行目標重金屬之濃縮，以鎳為例，可穩定將再生液(從離子交換樹脂中萃出之重金屬剝離溶液)中之鎳濃度保持在 50,000 mg/L(5%) 以上，若以六水合硫酸鎳鹽為例，則相當於濃度 22%，進一部特殊設計之結晶槽析出硫酸鎳鹽，純度可穩定於 99~99.9%間，可作為各類工業使用。

第四章 再生水廠附屬設施

4.1 概說

本章主要說明處理單元外之附屬設施，如：實驗室維修室及備料貯藏室等設置時應有之考量。最後對於池槽利用聯絡渠道、管線等分水方式及全廠水位及高程等設計應有之考量，加以詳述。

4.2 廠內污水抽水機

抽水機除為前述進流水抽水站之主要設備外，亦應用於再生水廠之其他設施中，如給水抽水機，加藥抽水機等。再生水廠使用抽水機之型式及數量皆相當多，為適合各種用途，應依各目的選用最適當的型式、大小及材質如表 4.1，為三種抽水機型式、特徵、構造分類及用途之概要說明。

表 4.1 抽水機型式、特性、構造分類及用途之概要說明

種類	型式		特性	構造分類或代表名稱	用途
動能式抽水機	離心式抽水機	徑流抽水機	高水頭、低容量	不堵塞式、自吸式、渦流式(葉輪退縮型)、單吸、雙吸、	雨水、污水、取水樣、井水
		混流抽水機	中水頭、中容量	單段、多段、開放型葉輪、密閉型葉輪、沉水式、螺旋	雨水、污水
		軸流抽水機	低水頭、高容量	-離心葉輪式、磨碎式、切削式、不堵塞式(VTSH 型)。	防洪、污水
	渦輪式抽水機	軸流及混流	1. 高水頭、低容量 2. 低水頭、高容量	1. 線軸驅動豎軸多段式、沉水馬達驅動豎軸多段式 2. 橫軸軸流式	1. 深井、清水 2. 防洪
正位移式抽水機	往復式抽水機		低容量、高壓力、定量	活塞式、柱塞式、隔膜式	化學藥劑
	旋轉式葉瓣抽水機		低容量、高壓力、定量	葉瓣式、齒輪式	化學藥劑
	推進腔式抽水機		低容量、高壓力、定量	單段、多段	化學藥劑
	螺旋抽水機		構造簡單，不阻塞	開放型、閉合型	防洪、污水
抽水特殊	氣壓噴射抽水機		小容量、中水頭		利用廠內多餘的高壓空氣作為排水用

註：本表所註各型式抽水機之用途僅供參考。

4.3 實驗室

實驗室之設置考量如下：

1. 實驗室原則上應設置於適合採取試體及維持管理之處。
2. 實驗室的組成依照再生水廠的規模、檢驗內容及工作人員數量而定。實驗室可包括中央檢驗室、研究室、生物檢驗室、細菌室、天秤室、儀器分析室、恆溫室、瓶桶裝室等。檢驗室以中央檢驗室為中心，考量檢驗作業之效率，與諸藏室容易連絡而配置之。
3. 實驗室空間應考量樣品處理、一般檢驗、生物檢驗、儀器分析、藥品、鋼瓶、研究、品保品管等空間。總面積依再生水廠之規模計算，中大規模者為 200 m² 以下，中規模者為 150 m² 以下。小規模再生水廠之實驗室，僅檢驗基本水質項目：水溫、pH、SS、BOD、DO，其他必要時可交由中大規模再生水廠代為檢驗。

水質檢驗的結果如未能及時獲得會反應到再生水廠的操作運轉，因此實驗室原則上應設置於較好連絡到辦公室及中央監控室內。水質檢驗相伴隨的作業係到再生水廠內各單元設施處採樣及目視檢查，如做現場檢驗，會搬出各種機器，多次進出戶外，所以實驗室的位置最好設在一樓，以避免二樓以上機器搬出及搬入的問題。另外實驗室可在面向戶外的牆上設置水樣收受口，採到的水樣可經由收受口送進實驗室。該牆上並可設一扇後門，以專供採樣人員的進出，避免採樣人員採樣時鞋底所沾的污泥會散布到連接實驗室門口的地板上，或是其攜帶的水樣可能滴漏到地板上。另外在該扇門外適當地點處可設一個沖洗水龍頭，以便在進入實驗室之前能清洗受污染之手及鞋子。

實驗室的規模及組成視檢驗項目、儀器設備之需求及規模而定，並以中央檢驗室為中心與諸室容易連絡配置之。實驗室可包括中央檢驗室、研究室、生物檢驗室、細菌室、天秤室、儀器分析室、恆溫室、瓶桶裝室。大規模再生水廠之實驗室基本設備建議參考表 4.2，中小規模應酌量減少之，通常不設置原子吸收光譜儀 (AA) 或其他重金屬分析設備，但若進流水含處理過之工業廢水者，則可列入。

實驗室為再生水廠應有之設施，惟其規模及設備，應確實檢討其必要性，以免造成設備閒置之浪費。中大規模再生水廠實驗室配置參考圖 4.1，其總面積以 200 m² 為限。中小規模配置參考圖 4.2，其總面積酌縮小為 150 m² 以下。至於小規模者可不考慮專任檢驗員或以兼任者或採巡迴檢驗之方式，故可不設專用空間，而可與其他管理室合用之隔間配置之。

表 4.2 實驗室基本設備(參考)

項目名稱			單位	數量
實驗桌	中央檢驗室	中央實驗桌 (附懸空式藥品架)	座	1
		靠邊桌	座	2~3
		雙水槽桌(附滴水架)	座	1~2
		排煙櫃(含室內廢棄處理裝置)	座	2~3
		無菌無塵台	座	1
		緊急洗眼裝置	座	1
		廢液收集裝置	組	1
		實驗椅	支	2~3
	天平室、 精密儀器	靠邊桌1座	座	1
		天平台1座	座	1
		實驗椅1支	支	1
一般儀器設備	分析天平、電子上皿天平		台	1
	加熱板/攪拌器		台	1~2
	電子加熱器		組	2
	水浴加熱器		組	2
	高溫爐		組	1
	烘箱		台	1
	冰箱		台	1
	貯藏室冰藏櫃		台	1~2
	吊掛型純水製造系統		組	1
	凱氏氮分析裝置		組	1
水質分析儀器	pH計		組	1
	溶氧分析計		組	1

導電躡計	組	1
濁躡計	組	1
COD加熱裝置	組	2
控溫培養箱	台	1
真空過濾裝置	組	2
高溫滅菌器	組	1
無菌操作台	台	1
菌落計數器	組	1
全自動相位差顯微鏡	組	1
離心機	組	1
分光光躡計	組	1
攜帶式pH計、DO計、導電躡計	台	1
油脂萃取器皿	組	1
過濾漏斗	組	1
乾燥箱	台	2
超音波洗淨器	台	1
定水層採樣器	個	2
自動滴定器	組	2
COD快速分析儀	組	1
其他附屬設備		

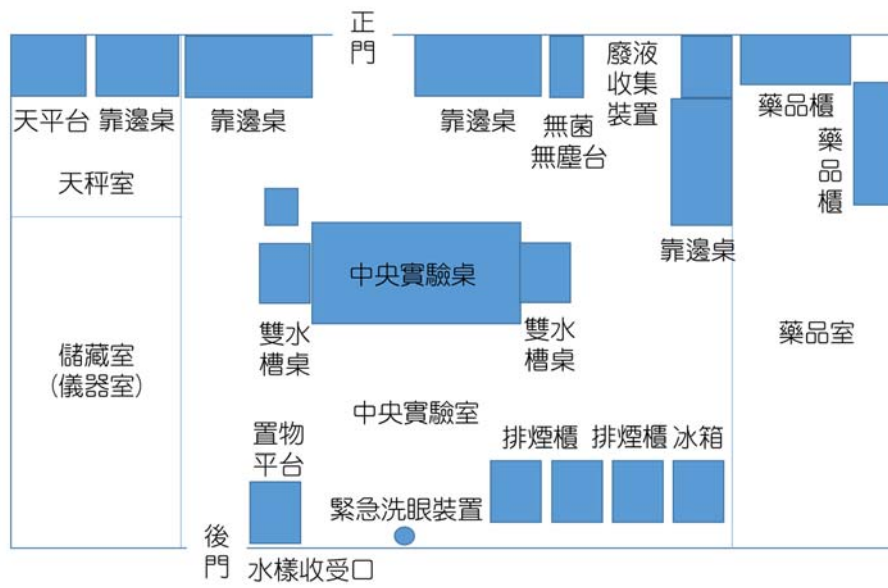


圖 4.1 實驗室配置示意圖（中大規模）

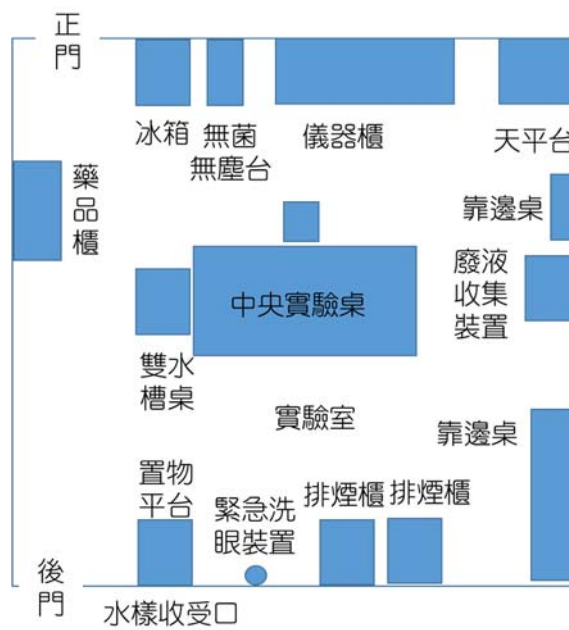


圖 4.2 實驗室配置示意圖（中小規模）

4.4 維修室及備料貯藏室

維修室及備料貯藏室之設置考量如下：

1. 維修室空間面積大小應配合再生水廠規模及所需自行維修最大設備體積考量之，並設置空調設備、物料架、工具櫃及工作桌。
2. 備品儲存空間應考量全廠備品數量進行設計，另備品儲存及維修空間以設置於室內為主。
3. 維修室應設置維修設備及工具包括全廠機械設備、儀表等設備之保養及維護所需之設備及工具。各工作機械及設備均應附有完整之控制、保護及指示裝置。

備用零件、修理工具及緊急時使用的工具，其數量常比預期來的多，在估計維修室空間時，應保持一些餘裕。在修理及修繕工作較多時，應設置工作室，並提供工作台、簡易修理程度的工作機械、常用的工具及道具。日常維修所需之潤滑油及塗料等，應有獨立地點供儲藏，其貯藏量因涉及法規上列為危險物品，應依照消防法等危險物品貯藏限制之相關法令來貯藏。

4.5 分水單元設計

並聯式之同類型處理單元應考量進流水之水質及水量能均勻分配。為使各單元能完全利用，流入各池的進水量需依照其相對的處理容量來分配。進流水分流如不良，則處理單元的處理容量無法完全發揮，低於負荷的處理單元出水水質改善程躋無法彌補超過負荷的處理單元出水水質的變差，並且因為水質差的處理單元出水量較多，導致整體出水水質更加惡化。在此情況下，為改善處理單元的出水，就必須限制進流水進入負荷最大的處理單元的總流量，使其不超過最大容量，但此會導致其他處理單元的負荷跟著降低，而損失了總處理容量。經由進流水分流的改善，處理系統的容量可提高，因為所有處理單元都能完全利用到其容量。

分水單元種類及設計舉例如下：

◆ 管線幾何對稱

方法：採用管線幾何對稱，使管線一再分流，讓進入各處理單元中的管線水頭損失相同，以達到均勻分流的目的。其設計可如圖 4.3 所示。

優點：水頭損失最少。

缺點：管線布置所需用地面積大。

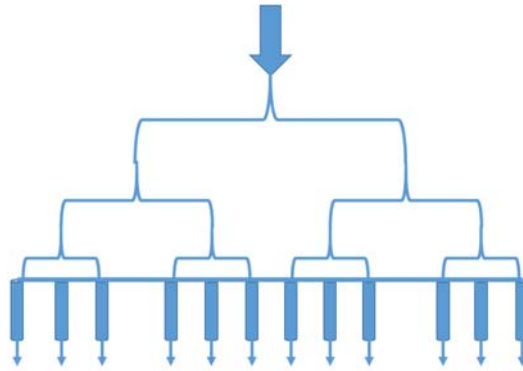


圖 4.3 管線幾何對稱

◆ 流量計及控制閥

方法：在每個水池的進入口設置流量計及控制閥，自動控制系統依據各池處理容量的比例來調整流入各池的相對流量。其設計可如圖 4.4 所示。

優點：控制得宜時，分水均勻。

缺點：高設備費用及高維護費，控制器不正確的調整會因控制閥產生擺動作用而使分水不均。

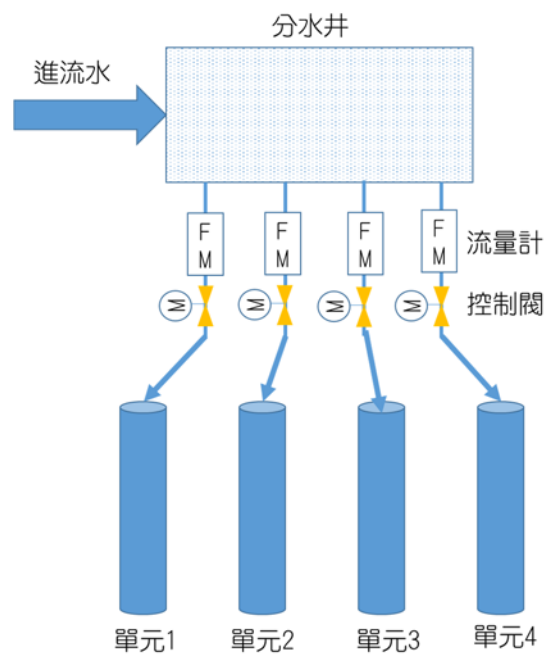


圖 4.4 流量計與控制閥

4.6 各種量水設備

各種量水設施依其特性於適當使用場地選擇設置之，舉例如下：

1. 孔口。
2. 電磁流量計。

◆ 孔口

1. 原理：

在渠道隔牆或側壁上設置洞孔，使水流由洞孔射流而出，以觀測流量者稱為孔口。孔口洩水有自由流孔口及潛流兩種，常用者多為矩形及圓形之潛孔口。

2. 標準矩形潛孔口

- 完全收縮矩形孔口稱之，如圖 4.5 所示

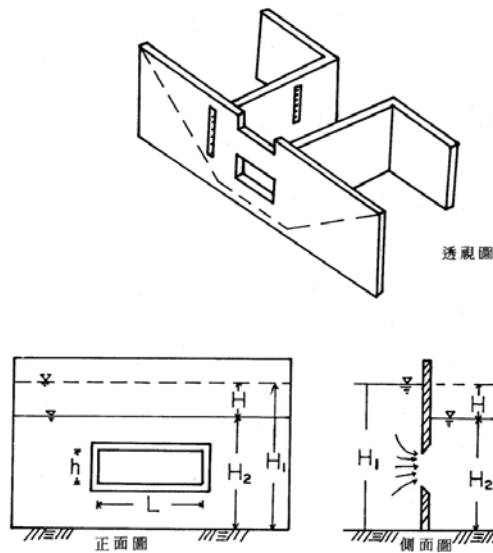


圖 4.5 完全收縮潛孔口示意圖

- 流量公式參考如下：

(1) 不考慮接近流速

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

式中：

C=流量係數採用 0.61

Q=流量 (CMS)

A=孔口斷面積 (m²)

g=重力加速度 9.8 (m/sec²)

H=孔口上下游水頭差 (H=H₁-H₂) (m)

(2) 考慮接近流速

$$Q = CA\sqrt{2g(H + H_v)}$$

式中：

H_v=流速水頭 (m)

3. 不完全收縮潛孔口

- 潛孔口不收縮時，流量係數頗難決定，但有時為避免孔口上游淤積，常將孔下緣置於渠底，致形成底部之不收縮，變成三面收縮矩形孔口，有時亦須施設底部及兩側不收縮之潛孔口。如圖 4.6 所示

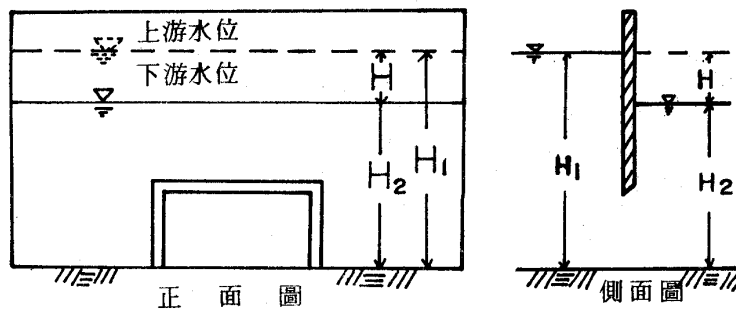


圖 4.6 三面收縮矩形孔口示意圖

- 流量公式參考如下：

(1) 不考慮接近流速時

$$Q = C (1 + 0.15r) A \sqrt{2gH}$$

r = 孔口不收縮部分之周長與全周長之比

(2) 考慮接近流速時

$$Q = C (1 + 0.15r) A \sqrt{2g (H + H_v)}$$

4. 孔口裝置應注意事項

- (1) 孔口上游面應垂直。
- (2) 孔口 (不包括定水頭潛孔口) 四周應裝置銳緣鋁，銳緣鋁應與胸牆或渠壁在同一平面上、上下緣應保持水平，兩邊緣鋁應與上下緣垂直。
- (3) 完全收縮孔口、緣鋁與引渠渠底及渠壁，需有孔口最小邊長二倍以上之距離。
- (4) 距離孔口上下游 7 m 至 10 m 間之通水斷面積應為孔口斷面積之 6 倍以上。

5. 孔口維護

- (1) 孔口銳緣鋁如受損而致不平整時，應予更換。
- (2) 孔口及其上下游渠道應經常清除雜物。
- (3) 水尺應保持刻度清晰，必要時應予換新。
- (4) 三面收縮孔口，渠底務必保持水平平滑，如混凝土被磨損應補平。
- (5) 除孔口外，其他部分有漏水現象時應予修補。
- (6) 定水頭孔口水門務必妥予維護。
- (7) 定水頭孔口，為配合分水故在其下游亦常有靜水池及分水閘門，亦需妥予維護。

◆ 電磁流量計

1. 原理

電磁式流量計的工作原理基於法拉第電磁感應定律，當一個導體在磁場內運動，在與磁場方向、運動方向相互垂直方向的導體兩端，會產生感應電動勢，電動勢的大小與導體運動速度和磁感應強度大小成正比。其中，當導電流體以平均流速 V (m/s)，通過裝有一對測量電極的一根內徑為 D (m) 的絕緣管子流動時，並且該管子處於一個均勻的磁感應強度為 B 的磁場中，則在一對電極上就會感應出垂直於磁場和流動方向的電動勢 (E)。該原理可以圖 4.7 所示。另由電磁感應定律，可寫成： $E = KbvD$

式中：

E ：測量到的流體流動面產生的感應電壓，這個電壓信號是由兩端電極產生

k ：傳感器的儀表系數

B ：磁感應強度，磁場方向與流體流動方向垂直

V ：測量管路截面的平均流速

D ：測量管路截面的內徑

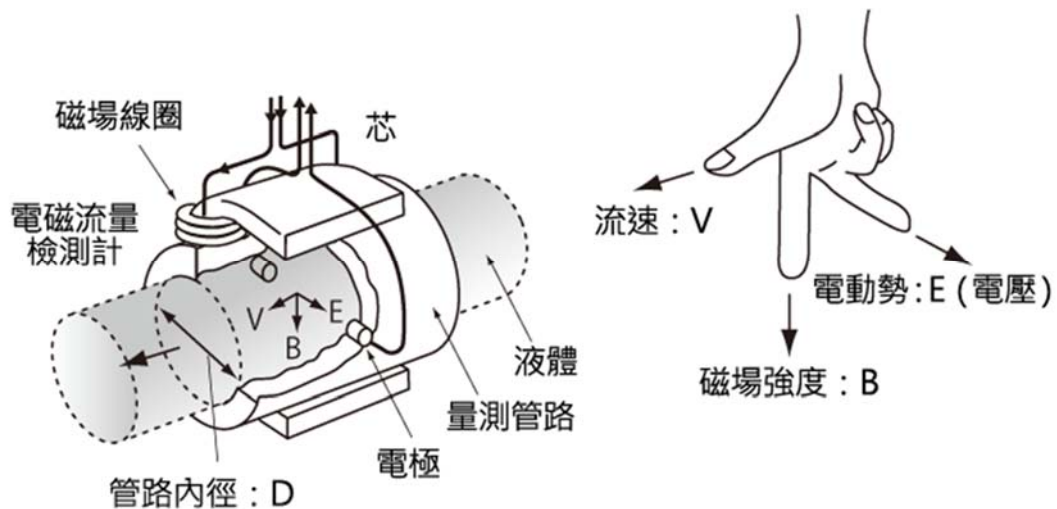


圖 4.7 電磁流量計原理圖

2. 口徑與流量範圍

表 4.3 為電磁流量計口徑與流量範圍，於選用時需注意常態流量要在該口徑最大與最小流量範圍內，並避免選用之常態流量於該口徑的流量極限，以減少量測誤差或不準確。

表 4.3 電磁流量計口徑與流量範圍

口徑 (mm)	15	20	25	32	40	50	65
Q min (m ³ /h)	0.1908	0.3391	0.5299	0.8681	1.3565	2.1195	3.5820
Q max (m ³ /h)	7.63	13.56	21.20	34.73	54.26	84.78	143.28
口徑 (mm)	80	100	125	150	200	250	300
Q min (m ³ /h)	5.4259	8.478	13.2469	19.0755	33.912	52.9875	76.302
Q max (m ³ /h)	217.04	339.12	529.88	763.02	1356.48	2119.5	3052.08
口徑 (mm)	350	400	450	500	600	700	800
Q min (m ³ /h)	103.8555	135.648	171.6795	211.95	305.208	415.422	542.592
Q max (m ³ /h)	4154.22	5425.95	6867.18	8478	12208.22	16616.88	21703.68
口徑 (mm)	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Q min (m ³ /h)	686.718	847.80	1220.832	1661.688	2170.368	2746.872	3391.20
Q max (m ³ /h)	27468.82	33912	48833.28	66467.52	86814.72	109874.88	135648
口徑 (mm)	2200						
Q min (m ³ /h)	4103.352						
Q max (m ³ /h)	164134.08						

3. 電極材料選擇

電極材料應根據被測液體的腐蝕性來選擇，需查閱相關防腐蝕手冊，對於特殊流體使用前應作試驗。有關各種材料對應之液體種類可參考表 4.4。

4. 電磁流量計維護要點

- (1) 傳訊器應安裝於室內或放置儀表箱內避免太陽日曬及雨淋。
- (2) 水量計應避免強烈振動和過大的溫度變化，同時要防止腐蝕性液體的滴漏對流量計造成損害。
- (3) 信號線與勵磁線要配管加以保護，避免重物壓損而信號中斷或進水。
- (4) 流量計安裝於窖井內應裝設抽水馬達，避免線材與表體長期浸水。
- (5) 流量計通訊線材避免與電源線共用一條管路，電源部份應獨立配線配管。

表 4.4 電磁流量計電極材料之耐腐蝕特性

電極材料	適用性	耐腐蝕性能
SUS 316L (不鏽鋼)	適用	1. 生活用水、工業用水、原水井水、城市污水 2. 弱腐蝕性酸、鹼、鹽溶液
哈氏 HB	適用	1. 鹽酸(濃度小於10%)等非氧化性酸 2. 氫氧化鈉(濃度小於50%)，一切濃度的氫氧化銨鹼溶液 3. 磷酸、有機酸
	不適用	硝酸
哈氏 HC	適用	1. 混酸如鉻酸與硫酸的混合溶液 2. 氧化性鹽類如 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、海水
	不適用	鹽酸
鈦(Ti)	適用	1. 鹽，如：(1) 氯化物(氯化物/鎂/鋁/鈣/銨/鐵等) (2) 鈉鹽、鉀鹽、銨鹽、次氯酸鹽、海水 2. 濃度小於50%氫氧化鉀、氫氧化銨、氫氧化鋇鹼溶液
	不適用	鹽酸、硫酸、磷酸、氫氟酸等還原性酸
鉭(Ta)	適用	1. 鹽酸(濃度小於40%)，稀硫酸和濃硫酸(不包含發煙硫酸) 2. 二氧化氯、氯化鐵、次氯酸、氰化鈉、乙酸鉛等 3. 硝酸(包含發煙硝酸)等氧化性酸，溫度低於80°C 的王水
	不適用	鹼、氫氟酸
鉑(Pt)	適用	大部份的酸、鹼、鹽溶液(包含發煙硫酸、發煙硝酸)
	不適用	王水、銨鹽
碳化鎢	適用	紙漿、污水、能抗固體顆粒干擾
	不適用	無機酸、有機酸、氯化物

4.7 廠內各式連絡管線

◆ 連絡管線

再生水廠廠內連絡管線設置考量如下：

1. 連絡管線應依照進流的計畫進水量計算其所需的斷面。
2. 管線內之平均流速以 0.6~1.0 m/sec 為標準。
3. 應採用耐久性及耐震性構造之鋼筋混凝土管線或鑄鐵管。
4. 聯絡管線應儘可能短而直。
5. 考量環境對策及地域特性，再生水廠應檢討於連絡管線設置覆蓋。
6. 連絡管線之配置應能達順暢水流。
7. 用水管分為自來水管及回收水管二類，不得混接。
8. 再生水廠內之各種配管，應依功能分類分別以不同顏色或分級著色，並標註內容物及流向。

再生水廠各設施導入的進水量有日變動及時變動。連絡管線在考量日變動及時變動下，其設計流量應以計畫最大時進水量為準。管線內之計畫最大日進水量平均流速採用 0.6~1.0 m/sec 係考量再生水廠內各設施間的水位關係，流速較大時，設施間的水位差會變大，使抽水機揚程增加而變得不經濟。

連絡管線一般以水密性之鋼筋混凝土製造，使用鑄鐵管等管類者，應確保管件、混凝土保護及固定支撐，以及不可發生縱斷方向不均勻的沉陷。特別的是，在軟弱地盤上結構物與連絡管線之銜接點，基礎條件有很大不同的銜接點，以及地盤極端變化的地區，應設置可撓性伸縮管。另外，對付地震時的耐震對策也有必要。此外，連絡管線中若有空氣不流通的地方，必要時應考量抽除自由水面的空氣。管廊應為水密性鋼筋混凝土構造，空間應足以容納各類管閥、支撐、維修及逃生空間，並考量通風換氣、照明、擋排水、消防等需求，管廊內之配管，應考量結構伸縮或防震需求設置可撓或伸縮管件。

再生水廠內之連絡管線為連接各處理單元設施，其配置應能達順暢水流，同時應考慮其維護管理之方便性。再生水廠之用水管分為自來水管及再生水管二類，不得混接，其設計流量依廠內飲用、冷卻、水封、清洗、消泡、消毒及綠地澆灌等用水量決定。再生水廠內之各種配管，應依功能分類分別以不同顏色或分級著色，並標註內容物及流向，其顏色可參考表 4.5。

表 4.5 再生水廠連絡管線顏色表(參考)

輸送功能	露管外表油漆顏色
空氣	原色(不銹鋼)
污水	棕色
再生水	紫色
氫氧化鈉	藍色
次氯酸鈉	黃色
浮渣	灰色
自來水	土耳其藍
上澄液或濾液	棕色

◆ 管線、管閥之設置

管線、管閥等設置應考慮事項如下：

1. 廠區各種管線所採用之管材，應依據其管徑、管材之物化特性、管線承受內外壓力、溫度、輸送流體之物化特性等使用條件，再考量管線工程費及工程預算、管線預期使用時間之長短、管線重置之難易度、管材耐久性等經濟因素，綜合考量後選用之。
2. 廠區各種管線所採用之隔離閥，應配合管線之管材，再依據管徑、使用壓力及溫度、輸送流體之物化特性、隔離閥之操控特性及隔離閥費用等經濟因素，綜合考量後選用之。
3. 廠區使用之逆止閥應依據管線長度、流體性質、流速大小、水平或垂直安裝、湧壓控制、靜音要求等各項因素選用之。
4. 小管徑的壓力管線可使用釋壓閥以控制其壓力。
5. 渠道或孔口應依其需求分別採用不同之止水閘門。

1. 常用管材參考

廠區各種管線所採用之管材，應依據其特性、使用條件、工程預算、管線預期使用時間、管線重置之難易度、等因素，綜合考量後選用之。各種管線常用之管材如下：

- (1) 重力流污水管線：塑膠管、延性鑄鐵管、各種混凝土管(防蝕)。
- (2) 壓力流回收用水、自來水：塑膠管(常溫用)、延性鑄鐵管(水泥砂漿襯裏)、不銹鋼管。
- (3) 壓力流污水管線：塑膠管(常溫用)、延性鑄鐵管(防蝕襯裏)、不銹鋼管。
- (4) 加藥管線：濃硫酸管：(98%濃度) 碳鋼管其他加藥管線：塑膠管。
- (5) 浮渣管線：延性鑄鐵管(防蝕襯裏)、不銹鋼管、塑膠管。

2. 隔離閥之種類及應用說明如下：

(1) 隔離閥之種類(參考圖 4.8)

① 雙圓盤閘閥(double disc gate valve)

附有升桿的雙圓盤閘閥最常用於自來水，在圓盤降到閥座時，繼續轉動閥桿會使圓盤順著楔型方向往外擴張而達到壓力超過 1,700 kPa (250 PSI) 的防漏效果。相反方向就能打開閘閥。所以閘閥在尚未緊閉時，圓盤不須滑動，此減少了圓盤環與閥體環間的滑動磨擦。雙圓盤閘閥不應用於含有大量泥砂或固體物的水中，因為泥砂會將閥座填滿而使得圓盤無法降到底部。此時，應改用有彈性閥座的閘閥。

② 蝶閥(butterfly valve)

蝶閥是四分之一轉的閥，其圓盤繞著軸心旋轉而停駐在閥體的圓環上。閥座通常為彈性材質，黏在或固定在圓盤上或閥體上。蝶閥有三種長度：長體、短體及薄體型，大多數廠商皆以短體作為標準型；薄體型因須挪動其鄰接管線，故不建議作為隔離閥。蝶閥主要是作為隔離閥，及有限度的作為節流閥，蝶閥的關閉可設計成滴水不漏，但如沒有彈性閥座，其洩漏即很可觀。即使有彈性閥座，固體物、磨損及污垢淤積亦會導致洩漏。作為節流閥用途時，圓盤旋轉角度的控制範圍為 15° 或 20° 至 60° 或 70°。由於大多數蝶閥設計不是用於調節流量，而有些蝶閥則容易失敗，故僅能選擇廠商所推荐的蝶閥來作為節流閥。在作為泵之控制閥等用途時，閥座須非常結實耐久，僅有 AWWAC504 的標準並不能確保蝶閥閥座足夠適合作為調節流量用途。一些蝶閥可以更換新的閥座，但不是全部蝶閥都可以這樣。蝶閥常用於水及空氣用途，但不適合用於污水、污泥或砂礫用途，因為圓盤會纏住繩狀固體物，而閥座邊緣則容易磨損。當用在原水用途時，圓盤軸心應水平置放，以防止泥砂沉積在軸承上。蝶閥的方向亦須調整，使得圓盤下半部能順著水流方向開啟，在圓盤打開時，水流能冲刷固體物而通過閥體。

③ 閘刀閥(knife gate valve)

閘刀閥重量較輕，比其它閘閥更適合用於含雜質的水，但很難防止從關閉的閥或從螺桿襯墊處的洩漏，除非少量的洩漏可以接受，以及水壓較低(如 6 m)，否則應選用其他種閥。閘刀閥適合的壓力約為 170 至 350 kPa (25 至 50 PSI)。

④ 球型閥(globe valve)

球型閥有一圓盤或栓塞在球型閥體中垂直移動，通過球型閥的水流須經過兩個 90° 轉彎—先向上再向下一而以圓盤或栓塞來控制。通過球型閥的水頭損失大於角閥、閘閥、蝶閥或球閥。因為水頭損失大—即使是在全開位置—球型閥通常不用做隔離閥，除了用于水封水、瓦斯、燃料油管線。它們可用於調節流量用途如壓力或流量控制。球型閥適用於潔淨水用途，但不適用於含砂礫的流體，因會導致嚴重閥座磨損。球型閥絕不能適用於污泥或污水用途，因為會因有固體物而容易被阻塞。

⑤ 夾管閥(pinch valve)

夾管閥主要是一段橡皮或彈性材質管體，以空氣或螺釘、楔形體或槓桿來關閉，這種閥是防漏的，且不需要襯墊，但不適合高壓用途，而當管體被緊壓時，也會變脆弱。如果以空氣來關閉，這種閥很便宜，適合用於正位移式泵的繞流管，當泵下游端的管線有堵

塞，或不小心將其它的閥關閉時，能保護整個系統免遭損害。其缺點在於其口徑有限制、管體相對的費用較高及困難更換、管體佈設長度較其它種閥為長。

⑥ 針閥 (needle valve)

針閥係一種特殊的球型閥，其栓塞為細條錐型針。其環狀通水口易為顆粒所損毀，除此之外，它的特性及優缺點常類似球型閥。針閥可提供非常細微的壓力及流量控制，即使是在閥要全關時的小水量範圍。它常用於水封水管線，以及其它種閥的控制管線上，以控制操作的速度。

⑦ 球閥 (ball valve)

球閥的轉子(圓型栓塞)旋轉 90°可從全關至全開，其水頭損失非常小，因通水面積與管線通水面積相同。球閥有兩種：(1) 閥座支撐式，用於口徑小於 150 mm 之球閥，(2) 耳軸 (trunnion) 支撐式，用於口徑 150 mm 或更大的球閥。由於球閥的安裝長度、重量及費用都遠高於閘閥及蝶閥，故球閥通常不用在抽水站作為隔離閥。閥座支撐的球閥廣泛用於水封水、燃料油、天然氣的附屬管線上，以及作為壓力計及空氣和真空閥的隔離閥，因為這些管線都小於 75 mm。採用球閥的好處是其具有無漏水的密合性。用於重要用途(污水、雨水、突波控制、泵控制)的球閥通常為耳軸支撐式，由於球閥品質差異很大，在選擇時應特別小心，尤其是其閥座和軸承的材質。閥座會因污水及雨水中的砂礫及鐵屑而磨損破裂，特別是用於防止逆流及突波控制的用途時。軸承及軸心應能抵抗泵故障或突波控制而急速關閉球閥時，所產生的不平衡力量。彈性閥座在有壓差情況下可能會移動而從其原位中脫離。耳軸支撐式球閥在裝設時，其軸心應水平，且應裝在水平管上。用於水或污水泵、防止逆流及突波控制的球閥通常配有蝸輪 (wormgear) 和複合桿的操作器，而操作器可再配合各種引動器，這種閥比其它種閥更能提供理想的開關特性，能減少泵起動及停止所引起的突波。球閥 Cv 值的最後 10% 須要軸心旋轉 50%，所以最後的水流很慢才關閉。

⑧ 膜片閥(無導桿式) (diaphragm valve-notstemguided)

膜片閥內含有一片撓性彈性材質的膜片，會緊壓在閥體內壁，有的會緊壓在內堰上。膜片將閥體與螺桿分開，所以閥可以止漏，而螺桿不需要填函料。這種閥適用於加藥用途，因為閥體內沒有會堆積固體物的障礙物在。然而，類似清管塞之清理工具並沒法通過閥體。這種閥可用不同塑膠作為內襯，如 PVC 或 PE，所以時常用於化學管線，如氯液管。它們不常用於污水、水及污泥泵站，因為其它種類的閥較便宜。有時候膜片閥或它的近親，擠壓閥，用於正位移式泵的繞流管線上作為安全裝置，以預防當下游端錯誤的關閥時，泵或主要管線的損壞。膜片閥及擠壓閥在超過一定壓力時，藉著預壓的彈簧或空氣壓力，可設定自動的開啟；惟缺少肉眼可見的膜片位置指示是一個缺點。另一種膜片閥是有導桿的球型閥，其驅動閥的隔膜是設在閥帽上。這兩種閥不同，不能混為一談。

⑨ 錐閥 (cone valve)

錐閥又叫做“提昇作用”塞閥，實際上是一種塞閥，在將其栓塞轉到新位置前，須先將栓塞提昇起來。到達新位置後，栓塞再靠回閥座以維持水密性。這種閥具有極佳特性，

可做為水錘突波控制及抽水機控制的用途。錐閥曾成功的用於大型水及污水用途上。與球閥比較，錐閥的栓塞提昇可減少錐閥的操作力道、閥座磨損以及產生較緊密的關閉。然而，由於需要這種提昇，錐閥的操作措施需要具有技術的維護人員，並且因為構造複雜而容易損壞。另外一種錐閥是小錐形考克，其栓塞是以彈簧來壓緊，並沒有機械的提昇，當轉動閥時，會稍微有軸向拉動。這種考克適用於自來水、壓力計及取樣口的隔離閥。

⑩ 考克 (cock)

考克係一種用於限制或隔離液體或氣體通過管線中流動的小型閥。又稱為 stopcock、bibcock、petcock 或 ballcock。

⑪ Cv 值 (Valve flow coefficient)

閥類的流量係數值，無因次，係相對量測液體流動之效率，Cv 值說明通過某一閥類之水頭損失與其對應流量之關係。各種隔離閥的 Cv 值可參考圖 4.9。

(2) 隔離閥之應用

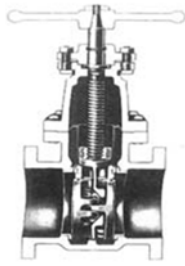
廠區各種管線所採用之隔離閥，應配合管線之管材，再依據管徑、使用壓力及溫度、輸送流體之物化特性、隔離閥之操控特性及隔離閥費用等經濟因素，綜合考量後選用之。各種管線所適合採用之隔離閥建議如下：

① 再生水及自來水管線

- 小型管：考克 (cock)、雙圓盤閘閥、球型閥 (globe valve)、球閥 (ball valve)
- 中型管：蝶閥、雙圓盤閘閥
- 大型管：蝶閥、錐閥

② 加藥管線

- 次氯酸鈉管線：膜片閥 (diaphragm valve)
- 其他加藥管線：球閥、膜片閥



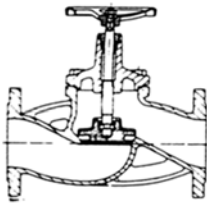
雙圓盤閘閥



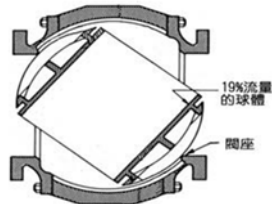
蝶閥



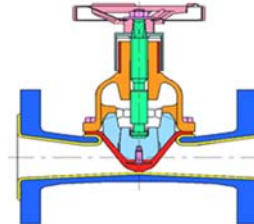
閘刀閥



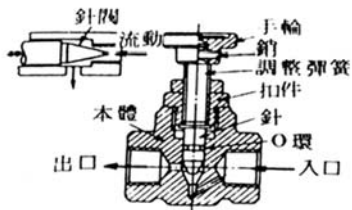
球型閥



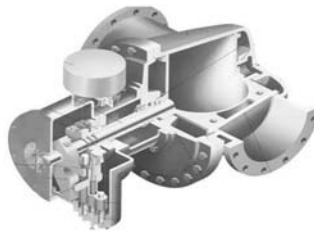
球閥



膜片閥



針閥



錐閥



考克

圖4.8 各式隔離閥種類

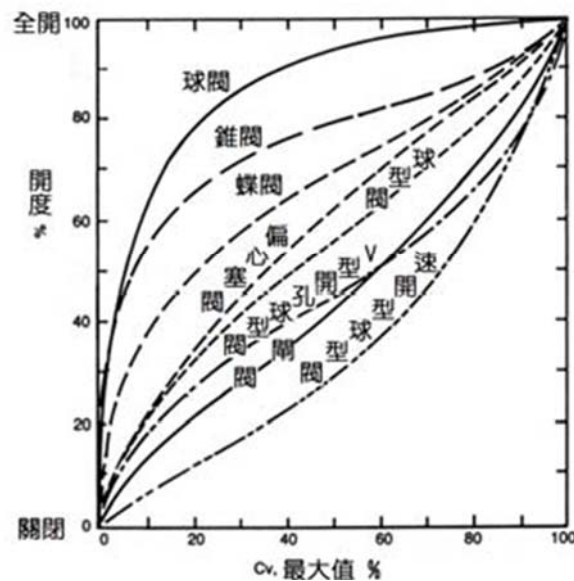


圖4.9 各種隔離閥及其流量係數圖

3. 逆止閥之種類及應用說明如下：

逆止閥雖有不同型式，但都具有相同的基本功能，即容許流體流往一個方向但而不容許其倒流。逆止閥通常安裝在泵的出水管上，當泵停止運轉時，逆止閥能自動關閉，使泵出到下游系統中之流體不會倒流回來。良好泵站設計應儘量在逆止閥下游端保持三倍管徑的直線距離。各種逆止閥有不同的關閉特性，應依據管線長度、流體性質、流速大小、水平或垂直安裝、湧壓控制、靜音要求等各項因素選用之。各種逆止閥之圖樣可如圖 4.10 所示，而各類閥之特性比較可參考表 4.6，常用美式逆止閥種類及其特性分別介紹如下：

(1) 擺動式逆止閥 (swing check valve)

- ① 擺動式逆止閥具有一片鉸接的圓盤，停靠在閥座上，以防止流體逆流，當圓盤金屬面閥座水密性不佳，而橡皮閥座則較好。
- ② 擺動式逆止閥可安裝於水平及垂直位置，安裝於水平位置時，閥帽須垂直向上；安裝於垂直位置時，水流須往上方向。
- ③ 用於污水、污泥或泥漿用途時，擺動式逆止閥不可裝在垂直管上，因為雜物會沉積在圓盤上，而逐漸使圓盤無法作用。
- ④ 為防止當泵停止以及水的逆流所造成的水錘噪音，口徑大於 150 mm 的擺動式逆止閥，應附有外掛式槓桿及彈簧，以在流體開始逆流時能迅速關閉閥。
- ⑤ 這種閥的缺點是此種外掛式槓桿及彈簧或重錘會使圓盤無法完全打開，特別是在低流速（小於 3 m/s），導致水頭損失的增加。

(2) 緩衝擺動式逆止閥(cushioned swing check valve)

- ① 一些擺動式逆止閥設有空氣式或水力式緩衝筒，附著在閥上，當水逆流時能調整圓盤關閉的速度。這種緩衝系統包括：加重槓桿支臂及活塞及缸。
- ② 當流速減低時，加重槓桿支臂會迫使圓盤關閉，而活塞在活塞缸中會向下移動。活塞在空氣系統中會壓縮缸內空氣，在水力系統中會將油排出小孔。調整空氣管或油管上的閥(或緩衝筒上的小孔)就能控制關閉的速度。
- ③ 水力系統比空氣系統的控制性較佳，空氣系統對減輕水錘噪音常毫無幫助。逆止閥可以快速或緩慢關閉，甚至可分兩階段或三階段關閉，例如快速關閉至 50%，中速關閉至 95%，及緩慢關閉至全關。在安裝後，現場的調整很重要，以便能適當的設定關閉的時間。

(3) 雙葉式逆止閥(double leaf check valve)

- ① 雙葉式(又稱為雙門式、雙盤式或分裂盤式)逆止閥在短小的閥體內有兩個鉸接的半盤，這兩個半盤是在中間處鉸接，並有彈簧使它們關閉著。這種逆止閥沒有法蘭接頭，必須靠管線的法蘭來夾住它。安裝位置可為水平或垂直。
- ② 這種逆止閥不應用在污水、污泥用途或會磨損的情形，因其鉸接及圓盤會卡住固體，而閥座及圓盤也會被磨損。雙葉式逆止閥體積小、輕盈、不貴且安裝長度小。它們的關閉非常快，但無法從外面調整，也無法在閥座上加緩衝墊，所以在突然有水逆流時，會造成逆止閥砰然巨響以及水錘。這種逆止閥關閉時不會滴水不漏。其它的缺點包括：(1) 維修時，閥體須移除，(2) 閥之開或關，外表沒有顯示，(3) 當流體通過圓盤，其散發的渦流會使逆止閥產生跳動。如果流體速度小於 3.4 m/s，而逆止閥是設置在流況干擾源，如泵或管件下游端至少八倍管徑的距離，則此問題會減少。

(4) 彈性板逆止閥(rubber flapper check valve)

- ① 彈性板逆止閥是一種密封式的擺動式逆止閥，其閥座呈 45° 角，而內襯鋼片的拍子僅須行進約 35° 即可達全開的位置。這種拍子的短行程及輕重量使得它能迅速關閉，再加上其彈性閥座，可減輕砰然巨響。閥的構造非常簡單，維護亦容易。由於沒有外掛的槓桿，故無法調整關閉的力道，也無從分辨閥是開或關。

(5) 斜盤式逆止閥(slanting disc check valve)

- ① 斜盤式逆止閥含有一個在轉軸上平衡的圓盤，不像傳統擺動式逆止閥的閥座係垂直於縱向軸，這種逆止閥的閥座係與閥的縱向軸呈 50 至 60° 的角度。斜盤式逆止閥應僅用於自來水用途，污水及污泥中的固體會懸掛在圓盤上。
- ② 這種閥的優點是：
 - (A) 由於圓盤設計為機翼的斷面，故在開的位置，水頭損失很小(但不像擺動式逆止閥那麼小)。
 - (B) 有不同種的空氣式及填油式緩衝筒可用來控制開及關的速度。
 - (C) 這些控制可在現場調整。

③ 其缺點則為：

- (A) 流速小於 1.5 m/s 時，圓盤不能全開。
- (B) 圓盤在流動的水中震盪，軸承在底部磨損，因此閥會開始漏水，閥沒有全開孔。
- ④ 最常遇到的兩種控制為底部緩衝系統及上置式緩衝筒，這兩種系統有時會合併裝在同一閥上。底部緩衝系統包含一油壓缸，在缸中有活塞連著關閉的圓盤，圓盤在關閉的前 90% 係自由活動，然後會觸動緩衝的活塞，該活塞可在現場調整，以控制圓盤最後 10% 的行進。
- ⑤ 上置式油壓緩衝筒系統可使圓盤在全部行進範圍都可調整其開及關的速度，這種調整對於泵的啟動特別有用，因為打開閥的速度可以調整變的很慢，此可大大的減小泵啟動所導致的水力暫停效應。其缺點是當泵到達關閉水頭時作用在機械聯桿的高負荷。然而，馬達控制中心與逆止閥間並不需要有電氣的連鎖。

(6) 靜音式逆止閥(silent check valve)

- ① 靜音式逆止閥又稱為中心桿導引式逆止閥(centerpostguided check valve)，靜音式逆止閥價格低，它們比其它的逆止閥關閉較快，它的圓盤在泵起動前是以彈簧頂住而保持關閉著。彈簧的選擇是個重要關鍵，須規範為逆止閥的差壓(靜水頭及總動水頭 TDH 之差)，而不是系統的安全壓力定級，不正確的規範會導致逆止閥砰然巨響(slam)。
- ② 這種閥有三個缺點：a. 由於動作機制隱藏在閥內，故當維修時，閥體須移除，b. 圓盤的位置，外表沒有顯示，c. 高水頭損失。

(7) 自動控制式逆止閥(automatic control check valve)

- ① 自動控制式逆止閥係數個閥合併成一個，適用於高流速或管長超過 1.6 公里之泵浦出水控制，以電動馬達控制，能自動從遠方控制中心來引導，操作期間如突然停電，此閥可不須其他電源，利用本身之水力系統，能以可控制的速率自動關閉。

表 4.6 各種逆止閥之特性比較參考表

種類 應用/特性	緩衝擺動式	雙葉式	彈性板式	斜盤式	靜音式 (薄餅型)	自動控制式
最低初設費		●				
最短安裝長度		●				
最高水頭損失					●	
最低水頭損失				●		
廢污水	●		●	●		●
清水	●	●	●	●	●	●
可埋設			●		●	
直立安裝時 可向上或向下流					●	●
直立安裝時 僅可向上流	●	●	●	●		
自由開/關	●	●	●	●	●	
強制開/關						●
可強制關閉	●		●	●		●
遠端控制						●
湧壓控制	●			●		●
靜音關閉					●	●
緩衝關閉	●					
節流閥			●	●		●
逆向流(排水用)	●		●	●		●
電動馬達操作						●
圓盤位置指示器	●		●	●		●
外掛式槓桿	●			●		
流速<3.0 m/s	●	●	●	●	●	●
流速<4.5 m/s	●	●	●	●		●
流速>4.5 m/s		●		●		●

除上述常用之逆止閥外，對於以垂直管線輸送污水的需求，市面上亦生產球型逆止閥，另有一些常用於小管徑自來水之逆止閥，包括昇球式逆止閥及底閥，介紹如下：

(1) 球型逆止閥(ball check valve)

- ① 球型逆止閥適合於污水用途，可水平或垂直安裝。其閥體中有一個合成橡膠包覆的不鏽鋼空心球，當流速變慢或停止時，橡皮球會因自重而沿導槽滑落至底部入水口端的閥座，彈性的球面會緊貼閥座，使水無法逆流。

(2) 昇球式逆止閥(lift check valve)

- ① 昇球式逆止閥閥體中有一圓球，能順著導引段離開具彈性材質的閥座而讓水能流通，而當水逆流時，圓球會回到原閥座上。
- ② 泵站所用昇球式逆止閥口徑在 50 至 75 mm或更小，常用於 PVC 管上水封用水或沖洗用水。這種閥很堅固牢靠，由於每次圓球會以不同表面回到閥座，故能重複使用好多次，但它們無法確保不會漏水。
- ③ 小口徑的昇球式逆止閥僅用於自來水，那是因為含有顆粒的污水會堵塞圓球。

(3) 底閥(foot valve)

- ① 底閥是揚昇式逆止閥的一種特殊設計，用於集水坑泵的吸入端以防止失去起動注給(priming)。它是設計為向上流，而係接在泵吸水管的底部。
- ② 這種閥容易漏水，特別是當水中含會磨損之物體及固體物時，並且在要維修時，它們很難取出。底閥會減少有效的淨正吸水頭(NPSHA)。在污水泵站，如無法採用傳統的濕井、乾井設計，則較好的選擇是使用自吸式泵(self-priming pump)。

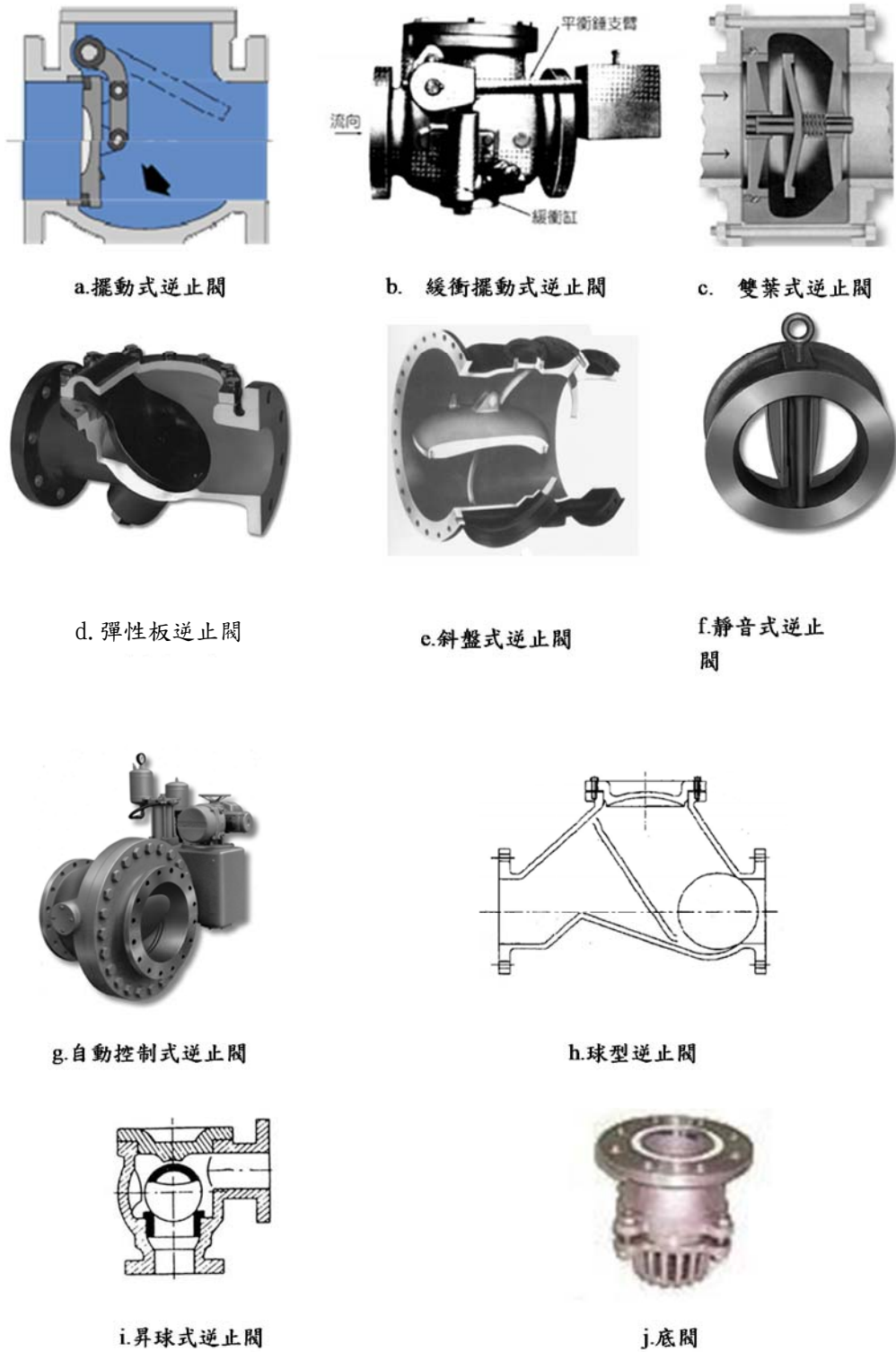


圖 4.10 各種逆止閥

4. 釋壓閥 (pressure relief valve)

- (1) 再生水用釋壓閥能控制再生水管線的壓力，保護管線避免因為管閥太快關閉或錯誤關閉、抽水機啟動或停止、甚至停電而產生過蹶壓力導致破壞 (參考圖 4.11)。此種釋壓閥通常用於小管徑的壓力管線。

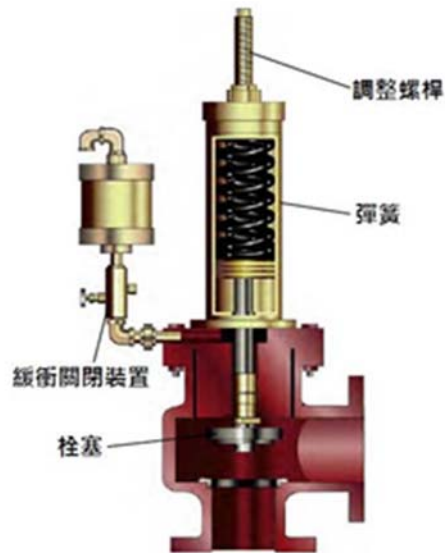


圖 4.11 再生水用釋壓閥

第五章 電力、儀控及計測設備

5.1 概說

用電系統規劃原則須符合安全性、可靠性、品質性、靈活性、經濟性等原則，以提供安全可靠之用電；而儀控與計測設備以自動化管理為目標，依據再生水廠之規模，設計自動化設備監控各處理單元之即時現場資訊，以利統合系統進行最有效率的運作。

電力系統是由發電、輸電、變電、配電及用電組成。而再生水廠視為一用電用戶，所需電能的供應與分配，係由高、低壓開關箱、變壓器、馬達控制中心、監控系統、高低壓線路及緊急備用柴油發電機組、不斷電系統 (UPS) 或直流設備等組成。

用電系統之基本要求在達到：(1) 安全性高，能充分保證人身與設備安全。(2) 可靠性高，能滿足各級電力負荷連續供電要求。(3) 品質佳，其電壓、頻率及波形等，具有優質電力之要求。(4) 靈活性高，便於操作維護，並能適應負荷之發展與擴充。(5) 經濟性佳，能降低投資及操作與運轉費並節能之用電系統。

一旦用電設備或線路發生故障時，即可能造成電源供應中斷、設備損壞，甚至波及用電系統運轉之安全，因此，必須定期維護保養，並以緊急備用柴油發電機組為備用，以提供安全可靠之用電。

為實現自動化操作與管理，再生水廠需有效地運用儀控與計測設備，依各處理單元系統之操作程序，隨時自動檢測、控制、調節、監視、指示及記錄，以節省時間，減少人為操作錯誤，降低能源損耗及運轉費用，以達到設定的目標。

儀控及計測設備系統由現場儀控設備、區域控制系統、中央監控系統及聯繫網路等組成。現場儀控設備含初級元件、控制器及最終控制元件；區域控制系統含可程式控制器 (PLC)、分散式控制器 (DCS) 及直接數位控制器 (DDC) 系統等；中央監控系統 (CCMS) 含電腦主機、伺服器、可程式控制器、控制桌、顯示器、印表機、不斷電系統等硬體設備及各種套裝軟體所構成；聯繫網路則利用高速通訊網路，都以複聯式光纖電纜作為現場與中央監控室 (中心) 之信號媒介與傳遞。

再生水廠之電力、儀控及計測設備之設計安裝，應視再生水廠規模大、中及小而定，分低壓、高壓、特高壓受電，以提供一套完整可靠之供電系統，並計測及處理各儀控系統間之通訊整合，作經濟有效及穩定順利地運轉。

5.2 受變電及配電設備

受變電及配電設備為再生水廠設備設置之重心，所有再生水廠設備含動力、照明及儀控設備，能否順利地運轉，均靠受變電及配電設備合理的供應與分配，因此，受變電及配電設備在設計及安裝時，應注意並考慮以下各種因素。

◆ 受電計畫與方式

受電計畫與方式，於考量下列後決定之：

1. 受電計畫視再生水廠大、中及小規模，依最大契約容量及營業規則規定，決定受電電源及受電方式。
2. 受電電源應視再生水廠日後維修與擴充之難易及操作人員之技術能力而定。

1. 受電計畫決定因素考量：

- (1) 最大契約容量的估算須考慮最高需量因數及負載因數等而決定。
- (2) 再生水廠用電，應以電力及非營業用電申請計算之。
- (3) 受電計畫及受電方式應依台灣電力公司營業規則第三章供電方式與工程第十七條規定，依最大契約容量之大小供電。凡 100kW（不含）以下，採低壓 3 ϕ 4w 380/220V 或 3 ϕ 220V 供電；在 100~500kW 之間，視需要可選擇高壓 3 ϕ 11.4kV（3 ϕ 22.8 kV）或低壓 3 ϕ 4w 380/220V（3 ϕ 220V）供電；500kW 以上，在 11.4kV 供電區，需選擇高壓 3 ϕ 11.4kV 供電，1,000~5,000kW 視需要選擇高壓或特高壓 3 ϕ 69kV 供電，超越 5,000kW 者概以 3 ϕ 69 kV 供電；500kW 以上，在 22.8kV 供電區，需選擇高壓 3 ϕ 22.8 kV 供電，2,000~10,000kW 視需要選擇高壓或特高壓，超越 10,000kW 者概以 69 kV 供電。
- (4) 再生水廠屬小規模者採低壓 3 ϕ 4w 380/220V 或 3 ϕ 220V 供電；中規模者採高壓 3 ϕ 11.4kV 或 3 ϕ 22.8kV 供電（依供電區提供電壓而定）；大規模者採特高壓 3 ϕ 69kV 或高壓 3 ϕ 11.4kV 或 3 ϕ 22.8kV 供電。
- (5) 受電計畫與方式及高（特）低壓用戶責任分界點，應先檢附圖樣行文台電公司洽詢後確定之。
- (6) 六大都市等之再生水廠之供電方式與工程，其引入電源大都為地下電纜，其餘各縣市再生水廠設置於郊區者，則採架空線方式。
- (7) 新增設高（特）低壓用戶基於用電需要，應依地下配電區及架空線區新增設用戶配電場所設置規範之規定配置。地下配電區應於建築基地內或建築物內設置配電場所及通道，以供裝設供電設備，配電場所設置面積，高壓新設至少 4×5m 乙處，低壓新設至少 3×4m 乙處者外，長與寬均不得小於 3.5m。架空線區，除特別需要，可免之，請參考台灣電力公司營業規則第 43 條規定。

- (8) 大規模再生水廠採特高壓供電者，由於供電可靠性及品質均佳，建議可採單一回線供電，且有緊急備用發電機組可資利用，如無特殊需要，可不必採雙回線供電。

2. 受電電源設計考量：

依專任電氣技術人員及用電設備檢驗管理規則第五條規定，低壓(600V 以下)受電之用電場所，應設初級電氣技術人員；高壓(601V~22.8kV)受電之用電場所，應設中級電氣技術人員；特高壓(22.8kV 以上)受電之用電場所，應設高級電氣技術人員，並應委託檢驗維護業者，每六個月至少檢驗一次，每年應至少停電檢驗一次，以保養維護整個電力系統。

◆ 受變電及配電設備

受變電及配電設備，於考慮下列因素後決定之：

1. 受變電設備包含避雷器、高壓隔離開關、負載開關、主斷路器、自動切換開關、進相電容器組、保護電驛與計測儀表等設備，應依規定及需求設置於高壓開關箱設備內。
2. 變壓器之分類可為多種，依容量大小分為電力、配電變壓器及變比器，依冷卻方式分為油浸自冷、油浸自冷/風冷、油浸自冷/風冷/迫油風冷式及樹脂模鑄自冷、自冷/風冷式，依絕緣方式分常用為 F 及 H 級絕緣。其容量及台數，應考慮需量因數與未來擴建等需求。
3. 配電設備包含低壓空氣斷路器、自動切換開關、無熔線斷路器、漏電斷路器、進相電容器組及計測儀表等設備，應依規定及需求設置於馬達控制中心或低壓開關箱內。
4. 上列各項配電設備裝設於變電站或配電室之開關箱設備內(配電盤)，並視再生水廠規模大小及需要，決定是否設置單元變電站。
5. 除經濟及其他理由外，設備應設於屋內，以延長使用壽命與增進用電安全。
6. 高低壓受變電及配電設備之系統及外殼均須依屋內線路裝置規則規定加以接地。

1. 受變電設備之設計考量：

- (1) 中、大規模再生水廠將以 3 ϕ 11.4kV 或 3 ϕ 22.8kV 之高壓系統受電。引入後，先經電表箱計費及高壓開關箱設備後(接單元變電站)，再經變壓器降為一般低壓系統，通常為 3 ϕ 4w 380/220V 及 3 ϕ 4w 190/110V。然後，由低壓線路將電力配送至各用電設備(負荷)。設置變電設備及高低壓開關箱設備之場所稱為變電站或配電室。變電站可分為屋外型及屋內型，除經濟及場所等因素考慮外，一般較少採屋外型設置。屋內型則因操作維護方便，佔地面積不大，除考慮所在地區之地理環境，因門窗緊閉外，變電站設置位置之選擇，應盡量符合下列各項之要求：

- ① 接近道路，容易引入電源。
 - ② 接近用電負荷中心，以減少線路壓降及損失
 - ③ 交通運輸方便，以吊運變壓器及高低壓開關箱設備。
 - ④ 不應設於進流抽水站及前處理設施，有爆炸之虞之危險場所。
 - ⑤ 不應設於有腐蝕性氣體存在之場所，如加氯消毒區等，若無法遠離時，亦不應設於污染源之下風側或建議加以隔離。
 - ⑥ 不應設於廁所或浴室或其他經常積水之正下方，且不宜有其他排水管路經過。
 - ⑦ 不應設於地勢低窪和可能淹水之場所，必要時，可移設於二樓。
 - ⑧ 因門窗緊閉，應提供自然通風或機械通風設備，必要時需提供空調系統設備，噸位數大小依需求而定。
 - ⑨ 可設於負荷較大之廠房內或附近，除考慮擴建外，應便於維修保養。
 - ⑩ 變電站進、出口門應向外開，以利逃生。
 - ⑪ 變電站應預防小動物如老鼠等，從採光窗、通風窗、電纜溝等，進入室內高、低壓開關箱設備內(應緊閉門窗，加防護網，及矽利康阻塞)。
 - ⑫ 變壓器冷卻方式採樹脂模鑄型者，可與高、低壓開關箱設備設於同一房間內，且變壓器與各高、低壓開關箱設備，須有符合規定之接地系統。
 - ⑬ 以上第 4~11 項建議為規定必要考量外，其他各項需求仍須考量。
 - ⑭ 其他設有單元變電站者，比照上述規定參考辦理。
- (2) 避雷器(LA) 為防止雷電產生時，過電壓沿線進入變電站，危及被保護設備之絕緣，應依規定設計選用，一般為廠用級。
 - (3) 隔離開關(DS) 為斷路器在斷開情況下，進行高壓電源隔離，以確保設備及線路檢修之安全，為必要之設備。
 - (4) 負載開關(LBS) 為具有簡單之消弧裝置，能通斷一定之負荷電流及過負荷電流，但不能啟斷短路電流，小容量較為適用。
 - (5) 斷路器可採真空斷路器(VCB) 或六氟化硫斷路器(GCB)。真空斷路器須考慮短路容量，當線路故障時，應能自動地啟斷故障電路，防止事故擴大等。六氟化硫斷路器亦須考慮短路容量，當線路故障時，則以 SF6 為消弧介質。
 - (6) 斷路器應設置保護電驛與儀表等，以監控及指示之。

- (7) 所有開關設備均應考慮額定電流、短路電流及耐壓等級，以維用電安全。
- (8) 所有計測儀表應加以記錄，以利收集資訊及檢討系統與設備效益。

2. 電力或配電變壓器設置時之考量與注意條件：

- (1) 高壓變壓器冷卻方式為樹脂模鑄式自冷及自冷/風冷；特高壓主變壓器為油浸自冷、自冷/風冷、自冷/風冷/迫油風冷冷卻。冷卻方式一般可採自然冷卻及機械強制通風或空調設備，以協助散熱。

- (2) 變壓器之容量計算式如下：

$$\text{變壓器容量 (kVA)} = \text{總設備容量 (kW)} \times \alpha \times \beta / \eta \times \phi$$

α ：裕度因數 β ：需要因數 η ：綜合效率 ϕ ：綜合功率因數

- (3) 再生水廠照明及動力用電，高壓一般選用樹脂模鑄式變壓器(室內)或油室變壓器(室外)，容量與台數之選擇，宜將緊急與非緊急分開，以提高供電的可靠性。大規模再生水廠單台容量之選擇建議可選用 1,250kVA~2,000kVA 或更大之容量，中規模再生水廠單台容量之選擇，建議一般不大於 1,000kVA。一般大規模再生水廠，選用高壓供電時，主變壓器選用至少以 2 台為原則，最多不宜超過 4 台，如採分期擴建設計時，總容量及台數應作適當考慮。
- (4) 變壓器宜採 Dyn11 接線。主要係對 3 次以上之諧波電流，可在其三角形連結之一次繞組形成環流，而不致注入公共網路中。
- (5) 特高壓電力變壓器之調壓，可採無負載分接頭切換方式，其調壓範圍為 $\pm 2 \times 2.5\%$ 。
- (6) 阻抗電壓百分比之大小，係配電變壓器之一個重要參數，與容量有關，當容量小時，阻抗電壓百分比小，一般阻抗電壓百分比為 4%，對二次側發生短路故障時，產生短路電流亦較小。當容量大時，阻抗電壓百分比大，一般阻抗電壓百分比為 6%。對二次側發生短路故障時，產生短路電流亦較大，建請參照 CNS13390 規定辦理。
- (7) 變壓器之二次側電壓為 4.16kV(或 3.45kV)、380/220V(或 440V 或 220 V)、190/110V (或 208/120V) 等，一般低壓以 2 之倍數且不過 2 次降壓為原則。
- (8) 變壓器安裝於負載中心，且供電半徑為 0.5k 範圍內，負載損失最小，並能滿足電壓質量(壓降)之要求。
- (9) 變壓器不應裝設於有爆炸之虞之危險場所、有腐蝕性氣體存在之場所、經常積水之正下方或遽烈振動之場所。
- (10) 變電站應預防小動物如老鼠等，從採光窗、通風窗、電纜溝等進入變壓器。
- (11) 變壓器與開關箱設備(前面無帶電之配電盤)設置於室內、外時，應符合法規要求，保持一

定間距。原則上，室內配置時，除與頂板之距離至少保持 0.6 公尺；門寬至少保持 2 公尺與外界直通外；單列配置其保護外殼離牆壁之箱後淨距至少應不小於 80 公分；箱前不小於 150 公分；兩列以上之箱前相對位置至少應不小於 200 公分，以利操作維護及檢修，請參照屋內線路裝置規則第 403 條規定辦理。

- (12) 變壓器之長期負載率建議不大於 85%，且較少以單台單一容量來決定（至少二台），應根據負荷情況，並考慮需量率及至少 25% 之擴建需求。

3. 配電設備設置之考量：

- (1) 二次側之空氣斷路器 (ACB) 應考慮短路容量及設置保護電驛與儀表，以保護設備及線路。
- (2) 無熔線斷路器 (NFB 或 MCB) 應考慮短路容量及依需求設置儀表，以保護線路。
- (3) 漏電斷路器 (ELCB) 一般設置於潮濕及屋外場所，應考慮類別、短路容量、額定感度電流 (毫安) 及動作時間，以保護線路及用電安全。
- (4) 自動切換開關 (ATS) 為當台灣電力公司停電時，能自動 (15~30 秒內) 將負載切換至緊急備用發電機側，由緊急備用發電機繼續供電。
- (5) 進相電容器組宜設置於低壓側，採非可燃性之進相電容器組，以段數調整，改善功因最高至 0.95。若配合高、低壓感應電動機而選用之電容器，可與該設備共用控制器及保護裝置。
- (6) 進相電容器裝設於低壓側之優點為總功率減小，從而變壓器容量亦可減小，還可改善電力品質及減低投資與設置費。
- (7) 保護電驛應滿足可靠性、選擇性及靈敏性等之要求，包含過電流、低電壓、欠電壓電驛等。指示或量測儀表應依規定及需要而設，包含電流表、電壓表、頻率表、瓦特表、功率因數表等，電流表其準確度等級應越小越好，分為 0.1~5.0 等 7 級，一般為 1.0 級。電壓表其準確度一般採 5P20。頻率表一般為 0.5 級。

4. 各項配電設備裝設之應注意事項：

- (1) 高、低壓配電盤屋內用：最高周溫 40℃，最低周溫 -5℃，日平均周溫 35℃，海拔 1,000 m 以下運轉；屋外用：最高周溫 40℃，最低周溫 -25℃，日平均周溫 35℃，海拔 1,000 m 以下運轉。
- (2) 金屬閉鎖型配電箱及控制箱之形式稱呼，第 1 記號表示隔板的構成：M 表示裝甲型配電箱及控制箱，P 表示隔間型配電箱及控制箱，C 表示箱櫃型配電箱及控制箱；第 2 記號表示主要構件的構造：X 表示固定型構件，Y 表示搬出型構件，W 表示抽出型構件；第 3 記號表示主迴路絕緣被覆，以 G 表示主迴路之匯流排等有絕緣被覆者，其型式記號原則上如 MW，MWG，PW，PWG，CX，CY，CW 表示之。

- (3) 大、中及小規模再生水廠之中控室應設置信號監視、指示等裝置，以便配電設備發生故障時，能發出警告音響及燈光信號，通知值班人員及時處理。

5. 各受變電及配電設備之裝設應注意事項：

- (1) 高低壓受變電及配電設備之系統及非帶電金屬外殼，均須依屋內線路裝置規則第 24～29 條及 59 條規定加以接地，接地導線以使用銅線為原則，絕緣皮應為綠色。
- (2) 變電站接地電阻依接地種類分特種(10 Ω)、第一種(25 Ω)、第二種(50 Ω)及第三種接地(10～100 Ω)，因適用場所之不同而其接地線大小有異。

5.3 負荷設備

再生水廠之負荷(用電)設備包含動力、照明插座、儀控設備等。動力設備如進流抽水等電動機驅動設備；照明插座如機房之日光燈、屋外步道 LED 燈、道路照明 LED 燈及室內一般插座與專用插座等；儀控設備如流量、壓力、液位及溫度等計測項目之用電設備。

◆ 受變電及配電設備

各負荷設備對供電之要求，於考量下列決定之：

1. 供應再生水廠電力負荷設備之電源，區分為緊急與非緊急，萬一電力公司供電中斷時，再生水廠之重要處理設備、廠區部份照明、閉路電視監視系統、消防火警及廣播系統、中控室及區域控制室之儀表及監控系統之緊急負荷等，除由固定式緊急備用發電機組繼續供電外，發電機起動期間，中控室、區域控制室之儀控設備應可由不斷電系統或直流系統供電。
2. 再生水廠之配電系統可配合當地氣候、日照時數、建築方位及設備電力需求等，設置備用或並聯之太陽光電系統，如此，由兩種以上不同電源供電，可紓解夏季尖峰用電及應付緊急用電需求，並節省電費。

◆ 動力負荷設備

動力負荷設備設計考量依下列決定之：

1. 再生水廠在計算動力負荷設備(電動機)時，應將容量、需量率、工作性質、台數及效率等因素考慮在內。
2. 再生水廠電動機應配合現場，區劃為屋內一般型、防腐蝕保護或防爆型及屋外防水型等。防爆型者屬特殊場所之用電設備，須依規定配合裝設防爆設備；防水型者屬潮濕場所之用電設備，應配合裝設漏電斷路器，其保護等級在陸上防水型至少為 IEC IP54，水中型為至少為 IEC IP68，以確保用電安全。
3. 處理單元之每一電動機分路，應包含過電流保護器、操作器(起動器)、過載保護器、分段設備及儀表等控制單元等，可由現場低壓配電盤(開關箱)或馬達控制中心(MCC)或單元控制盤供電。
4. 三相低、高壓電動機起動電流應不超過屋內線路裝置規則第 162 及 430 條規定，否則，應使用降壓型啟動設備。
5. 電動機之絕緣等級至少應為 F 級；服務係數為 1.15；路上型電動機須符合 CNS14400 高效率電動機 IE3+以上標準；軸承壽命應為 B10-100,000 小時。
6. 電動機以裝置於通風良好及保養方便之位置為原則，其操作電動機時應於可視及之範圍，否則應裝設分段設備。
7. 電動機應依規定裝設功率因數改善電容器組，其容量應配合負載大小及功率因數高低來決定，自動地投入設備之段數及諧波濾波電抗器，改善後之功率因數以不超過百分之九五為原則。
8. 電動機之配線可為金屬管、非金屬管及電纜架裝置(RSG、EMT 或 PVC 管)，視場所而定。其導線應依電壓、電流及埋設溫度，選用適當之 PVC 或 XLPE 為絕緣物，詳屋內線路裝置規則第 219~259 規定，所有管線設備，皆應考慮防止水氣及腐蝕氣體進入。

1. 再生水廠計算動力設備之考量因素：

- (1) 用電設備之大小以額定容量表示，其額定容量指用電設備在額定電壓下，能連續輸出或耗用之最大功率。對電動機及照明等設備而言，額定容量係以有效功率表示之；對變壓器及電焊機設備而言，額定容量係以視在功率表示之；而電容器設備而言，額定容量則以無效功率表示之。
- (2) 再生水廠用電設備依工作性質區分為：長期連續工作制如抽水機、照明設備等；短時間工作制如控制閘門之電動機等；斷續週期工作制如電焊機、電動吊車等。
- (3) 當電動機在一定負荷下運轉時其功率計算如下：

$$P=P_0/\eta_0\eta$$

P：電動機功率(kW) P_0 ：負荷之機械功率(kW) η_0 ：機械效率 η ：電動機效率

2. 電動機設備為確保用電安全應考量下列事項：

- (1) 再生水廠使用之電動機大都為鼠籠式感應電動機非繞線型，其選擇之基本要求有使用環境(如屋內、外或防爆型)、結構形式及冷卻方法(如 TESC 或 TEFC)、電壓等級、絕緣等級、額定轉速及額定功率等。
- (2) 電動機外殼之保護等級(IEC IP 碼)，如使用於屋外，屬潮濕場所，應為整體密閉、風扇冷卻，依屋內線路裝置規則第 59 條規定，須配合裝設漏電斷路器；如使用於進流抽水站及前處理設施，應依規定劃分防爆範圍並使用防爆設備，其構造等級至少符合經濟部頒布之屋內線路裝置規則為第 1 種場所或美規 NEC CLA.1 DIV.1 GROUP C&D 或日規 1 級，d2G4 或歐規 ZONE 1，EX，防腐蝕場所如加藥機房及加氯機房，應選用防腐蝕之設備，採用美規 NEMA 4X 或對應之國際電氣協會 IEC IP56。
- (3) 電動機外殼保護等級，國際上係以 IP 等級代號來認定該設備之防塵、防異物進入及防濕、防水特性。IP 保護等級是由兩個數字組成，第 1 個數字(0~6)表示設備之防塵、防異物進入之等級；第 2 個數字(0~8)表示設備之防濕、防水之等級。兩個數字組合起來越大表示保護等級越高，如 IP54 表示部分防塵，可在水噴流狀況下發揮保護作用。
- (4) 電動機之起動器、控制按鈕或控制開關宜裝設在電動機附近人手可及範圍便於操作和觀察運轉狀態之地點，一般距離以不超過 15 公尺為原則，否則應在電動機附近加裝分段設備(閘刀開關或無熔線開關)設備，以免檢修人員發生危險。

3. 處理單元每一電動機分路之設計考量：

- (1) 電動機起動時，端電壓應保證機械要求之起動轉矩，且引起之電壓波動，應不妨害其他負荷設備之運轉為原則。
- (2) 電動機起動時，會產生較大之起動電流，使系統電壓下降，影響其他設備正常運轉，除小容量電動機可採直接啟動外，較大電動機起動電流應不超過屋內線路裝置規則第 162 及 430 條規定，否則應採降壓啟動。
- (3) 電動機啟動方式，一般可分為全壓啟動及降壓啟動兩種。其中降壓啟動有電阻器啟動、電抗器啟動、自耦變壓器啟動及 Y-△降壓啟動與變頻啟動(軟啟動或緩衝啟動)等，應依負載特性選用。
- (4) 大、中規模再生水廠之進流抽水機，負載轉矩與轉速成平方關係，可採變頻啟動、電抗器啟動或電阻器啟動。
- (5) 進流抽水機建議至少應有一台為變頻啟動運轉，並配合初期進水，可設定抽水井於最高水

位起動，最低水位停止之起停操作機制，以達初期低流量之穩定操作。大規模之再生水廠之進流泵及放流泵配合程序運轉，其電動機應可採變頻設備調整轉速進而調節流量。

- (6) 再生水廠內之設備，如進流抽水機及放流泵之電動機與現場之起動變頻設備，若為陸上型者，應設通風設備，以排除熱氣及降溫。
- (7) 再生水廠內高耗能之動力設備，其單元控制盤或 MCC 設備，應設置多功能電表，以利監控。

4. 電動機工程設計之考量：

- (1) 再生水廠採濕井沉水式抽水機時，至少應設置溫度感測器，除能將訊號傳送至單元控制盤外，並能經單元控制盤傳送至中控室顯示，以利及時監控及狀況處理。
- (2) 若為乾井抽水機時，除馬達線圈溫度感測器外，機械軸封需增設冷卻循環水感測器如流量計，馬力 100HP (含) 以上，應加裝軸承溫度感測器 (類比輸出) 及振動感測器，除能將訊號傳送至單元控制盤外，並能經單元控制盤傳送至中控室顯示，以利及時監控及狀況處理。

5. 電動機裝置之考量：

- (1) 再生水廠內鼓風機之裝置為便於巡檢及預防故障，每台鼓風機應有操作狀態之電流值、電壓值、振動值、軸溫及送風量等之儀表裝置，並應考慮有防制噪音及通風散熱之設計考量，必要時，可裝設空調設備。
- (2) 各種設備之驅動裝置，其安裝位置除應考量巡檢人員之可及性外，若安裝於高處，應設置有利於巡檢之梯架。
- (3) 電動機於電源有欠相、反相或接地失效之虞者，宜裝設欠相、反相或接地故障等警報裝置，如箱型冷氣機大都採迴轉式或渦卷式壓縮機，不能逆轉，宜裝設逆向保護開關，以確保人員安全。

6. 其他考量因子

- (1) 再生水廠之用電設備，大部分是電感性的，無效功率大，功率因數低，電力系統中若並聯接入電容器，可補償無效功率改善功率因數；總消耗功率減小，提高供電設備的能力；降低壓降，改善電壓質量；及減低線路之功率損耗。功因改善一般有個別補償，其效果最佳，但投資費用較高；分散補償，屬一種比較經濟合理之方式；集中補償，其補償效率最差等三種方式。再生水廠一般建議採分散補償，大型電動機則採個別補償。
- (2) 電動機之配線可為金屬管、非金屬管及電纜架裝置 (可選用 RSG、EMT 或 PVC 管) 視場所而定，但特殊場所 (如防爆場所) 應選用 RSG 管及管封設備。導線採銅導線 PVC 絕緣電線或 XLPE 絕緣電線，接地線則採 PVC 絕緣綠色電線，PVC 絕緣絞線最小應為 3.5mm²。

◆ 照明設備

照明設備於考量下列設計之：

1. 再生水廠室內、外照明設備為提高工作效率、確保生命安全、檢修維護方便、避免事故發生，在燈具選擇、光源顏色及設計照度等要求，應依場所選用高效率燈具，以節約能源。
2. 室內、外照明燈具及照度及均勻度應符合中華民國國家標準 CNS-12112。
3. 再生水廠室內、外普通插座應普遍設置，以方便使用移動性器具為原則，專用插座應依專用需求而設置。普通插座與專用插座應以裝設高度及型式不同作為區分。
4. 照明之配線可為金屬管、非金屬管及電纜架裝置 (RSG、EMT 或 PVC 管)，視場所而定。其導線應依其電壓、電流及埋設溫度選用適當之 PVC 或 XLPE 為絕緣物。

1. 照明設備之選用應考量事項包括：

- (1) 再生水廠照明品質之好壞，常以平均照度、均勻度、眩光、演色性等指標來評價，室內平均照度是根據室型指數、選用燈具型式、室內修材料之利用率及維護係數等，決定所需燈具數量。
- (2) 照明的分類方法很多，依功能區分為常用照明、緊急照明。常用照明又可分一般照明、局部照明、分區照明、混合照明、道路照明及移動照明。緊急照明 (含出口照明) 採交/直流兩用電源，性能應安全可靠，因涉及人身安全，應依各類場所消防安全設備標準設置。
- (3) 再生水廠依光源方式分類，辦公室、機械房等一般以較能節源之 T5 日光燈、PL 型或 LED 燈為主，白熾燈及鹵素燈已被淘汰不用，以節約能源。為配合建築物之天花板，可為吸頂式、T-BAR 或吊掛式等。
- (4) 燈具之選擇係以綠色照明為內涵，包含節能效率 (採電子式安定器，T5 日光燈)、環境保護、安全和舒適。
- (5) 照明光源之顏色 (演色性) 應與室內高度及表面裝修相協調，一般辦公室色溫採 3300～5300K，演色指數為中間系列 $R_a \geq 80$ ，機房高度 ≥ 7 公尺， $R_a \leq 80$ ，以利辨識。
- (6) 照明燈具應配合再生水廠使用場所之安裝高度，依低 (小於 4M 用日光燈、LED 燈及省電燈泡)、中 (4-7M 用大功率日光燈、高壓鈉氣燈及 LED 燈)、高 (7M 以上用高壓鈉氣燈及 LED 燈) 平頂，分區使用，高平頂者亦可採壁式裝設，並選擇合適之手動開關 (15A，300V) 加以控制。
- (7) 一般燈具配置宜均勻，採單邊、交錯或對稱配置，一般均勻度不小於 0.8 (CIE 標準)。
- (8) 大型消毒池須裝設室外型投光燈或步道燈，一般採用高壓鈉氣燈或 LED 燈，並施予自動點滅控制。投光燈照明照度宜保持 10～30 Lux，燈桿高度不宜超過 12m，步道照明照度宜保

持 30~50 Lux，燈桿高度不宜超過 3m，燈桿距離不宜超過路幅寬度 3.5 倍，以為夜間巡視人員之安全。

- (9) 廠區道路及各處理單元出入路口應裝設道路照明器具，一般採用高壓鈉氣燈或 LED 燈，並施予自動點滅控制。由於車道照明屬服務功能，大部分為 2 線道，目前以 LED 燈具為主，照度宜保持 10~30 Lux，採半截止燈具，防護等級為 IP54 以上，燈桿高度視路幅寬度而定，不宜超過路幅寬度 1.2 倍，燈桿距離不宜超過路幅寬度 3.5 倍，燈臂長度不宜超過燈桿高度 1/4 及燈臂傾斜角度不宜超過 15°。燈具採防水型，維護係數 0.7~0.75 為宜。

2. 再生水廠之室、內外照明應提供適當之照度需求，並符合中華民國國家標準 CNS-12112 照度之參考值。

- (1) 屋外道路：10~30 Lux。
- (2) 屋外設施通道：30~50 Lux。
- (3) 電氣室、機械房：150~300 Lux。
- (4) 辦公室、控制室：300~750 Lux。
- (5) 檔案室、資料室：300~750 Lux。
- (6) 走廊、通道、洗手間及廁所：100~200 Lux。

3. 插座之裝設應考量事項：

- (1) 一般場所之所有普通插座建議一律採接地型為原則，規格為 15A 125V，裝高離地 30cm；專用插座採 20A 250V，接地型，裝高離地 120cm。
- (2) 危險場所防爆等級應為第 1 種場所使用或美規 NEC CLA.1 DIV.1 GROUP C&D 或日規 1 級，d2G4 或歐規 ZONE 1，EX。
- (3) 腐蝕場所應選用防腐蝕者如美規 NEMA 4X 或 IEC IP56；潮溼場所應選用防潮者如美規 NEMA 3 或 IEC IP54。

4. 照明插座之電壓等級為 1 ϕ 220V、1 ϕ 110V，配管線一般選用 PVC 導線管或 EMT 管及 RSG 管 (特殊場所使用)，導線則採銅導線 PVC 絕緣。

5.4 緊急備用柴油引擎發電機設備

當颱風季節，萬一台灣電力公司電力供應中斷或供電系統故障時，為維持處理系統部份設備之繼續運轉，一般再生水廠常備有低壓(3 ϕ 380V 等)或高壓(以 3 ϕ 3.45kV 或 4.16kV)固定式緊急備用發電機組，於 15~30 秒內隨之自動起動運轉，繼續供給再生水與消防火警及廣播系統與監控系統等重要設施用電，以確保再生水廠安全。緊急備用柴油引擎驅動發電機設備，由柴油引擎、交流同步發電機及控制系統(包含自動檢測、控制及保護裝置)等三部份組成，說明如下：

緊急備用柴油引擎驅動發電機設備於考量下列設計之：

1. 緊急備用柴油引擎發電機容量與台數，應依緊急負荷大小、投入運轉順序及單台電動機最大起動容量等綜合因素確定。
2. 緊急備用柴油引擎應設定自動起動之高速柴油引擎，且為無碳刷激磁之交流同步發電機，並裝設自動調壓裝置。
3. 再生水廠緊急備用柴油引擎發電機組之設置，應緊鄰變電站，運轉時將產生較大之噪音，最好遠離辦公區，對於一定要安裝於辦公區時，應作必要之隔音處理。

1. 緊急備用發電設備設置應依下列考量：

- (1) 緊急備用柴油引擎發電機組由於容量(功率)等級較多、安裝面積小、熱效率高、燃油消耗低、起動迅速、操作維護簡單等之優點，適合於再生水廠作為緊急備用電源之用。
- (2) 緊急備用柴油引擎發電機組之容量，以滿足處理設施、消防火警與廣播系統與管理中心監控系統(不斷電供電系統及直流供電設備)之需要為原則。
- (3) 緊急備用柴油引擎發電機組輔助系統(附屬設備)包含起動系統(蓄電池或空壓機系統)、燃油系統(日用油箱及地下貯油槽)、潤滑油系統、冷卻散熱水箱系統、排煙系統(消音及黑煙淨化器)及監控系統(控制箱及自動調壓器)等。
- (4) 發電機組之容量計算以滿足：
 - ① 連續運轉之額定功率。
 - ② 瞬時壓降之視在功率，發電機組之壓降不大於 15~20%。
 - ③ 尖峰負荷之備用功率。
 - ④ 比較前 3 項，以其中最大容量作為選擇發緊急備用柴油引擎發電機選擇之依據。
- (5) 緊急備用柴油引擎發電機組轉速常以 1,800 rpm(高轉速)，輸出電壓為 380/220V，頻率以 60Hz，功率因數為 0.8，緊急備用額定為 12 小時為準(允許連續運轉 12 小時之最大有效

功率，其中有 1 小時超載 10% 之能力)。

- (6) 當緊急負荷較大時(大型進流抽水站)，可選擇容量適當、多機組並聯運轉。據經驗顯示，如中型再生水廠容量不超過 800kW 時，宜選用單一機組；超過 800kW 宜選用 2~4 台；大型再生水廠單機容量可再加大，但仍以不超過 4 台為宜，台數太多，除空間須加大外，可能容量小而無法負擔起動大型電動機之能力(須多台並聯)。
 - (7) 緊急備用柴油引擎發電機組多台組合時(2 台以上)，有並聯需求時，需有並聯設備裝置。
 - (8) 多台機組並聯時，宜選擇型號、容量規格及調壓(電子式)調速特性相同之機組。
 - (9) 由於柴油引擎發電機組作為緊急備用，故應以裝設自動起動為原則，一但台電供電中斷，應在 15~30 秒內起動完成供電，並具有 6 次供發電機自動啟動功能，合計時間不大於 30 秒，當台電恢復供電時，機組可在 2~15 分鐘內自動卸載停車。
 - (10) 緊急備用柴油引擎發電機組啟動系統以採用 24V 蓄電池啟動，大型(2,000 kVA 以上)柴油引擎發電機組，才採壓縮空氣起動(原則少用)為原則。
 - (11) 再生水處理設施對斷電有嚴格要求者，如中控室的儀表及電腦系統，除備有緊急備用柴油引擎發電機系統外，還應設 UPS 設備或直流蓄電池設備。
 - (12) 緊急備用柴油引擎發電機組應注意消音、減振、通風及散熱之需求，並應備有欠相、短路、過電流、超速、水溫過高及油壓過低等之保護。
 - (13) 緊急備用柴油引擎發電機組機房之建築要求，原則上，一般發電機組超過 200kW 以上應至少有兩個出入口，且門應向外開，以策安全。
 - (14) 緊急備用柴油引擎發電機組機房之進風口，以設於正對發電機端或發電機兩側為宜。
 - (15) 緊急備用柴油引擎發電機房照明基準，至少應保持在 150~300 Lux 為原則。
 - (16) 緊急備用柴油引擎發電機組周邊除散熱水箱端外，與牆壁之距離應不小於 1.5m；與坪頂之距離應不小於 1.5m，通常要求淨高不低於 4.0m。以利操作維護。
2. 緊急備用柴油引擎發電機之設置應緊鄰變電站，以減低壓降，及易於集中管理。運轉時將產生較大之噪音，最好遠離辦公區，必要時須以隔音處理。對於安裝於辦公區地下室之緊急備用柴油引擎發電機組應作必要之隔音及防振處理較為妥當。緊急備用柴油引擎發電機之設置應依噪音管制標準辦理。

5.5 控制及計測設備電源

再生水廠控制及計測監控用電源設備有數種，如交流電源 110V、220V，直流電源 24V、48V，110V，及不斷電裝置交流 110V 等，可依負荷性質、容量及允許中斷供電時間等要求選定。

◆ 交流控制電源

交流控制電源設置，應考慮下列決定之：

1. 高、低壓開關箱設備之控制、保護電驛及指示等電源，採交流操作時，宜自控制變壓器或比壓器取得；供馬達控制中心使用時，宜自個別比壓器取得，且均應滿足最小容量之需求。
2. 高壓開關箱設備應配合斷路器等設備，依系統可靠性之要求，選用適當之控制電源，交流控制電源可為 110V 或 220V。
3. 控制、保護電驛及指示等之導線一般選用 PVC 絕緣導線。

1. 高、低壓電源控制依下列設計之：

- (1) 再生水廠以高壓受電時，高、低壓開關箱設備可採交流控制電源，電源自控制變壓器或比壓器取得。
- (2) 高壓開關箱設備之交流控制電源容量，最小不少於 $3\phi 22.8\text{kV}$ (11.4kV) -110/190 5kVA；馬達控制中心之交流控制電源容量，最小不少於 $1\phi 380-110\text{V}$ 100VA。

2. 控制、保護及指示等電源之幹線一般至少選用 5.5 mm^2 PVC 絕緣導線，分路則採 2.0 mm^2 PVC 絕緣導線。

◆ 直流控制電源

直流控制電源依下列選用之：

1. 特高壓系統受電時，開關箱設備之控制電源，可配合斷路器及電驛等設備要求，選擇直流控制電源。
2. 高、低壓開關箱設備之控制、保護電驛及指示等回路，採直流為控制電源時，具性能穩定、安全可靠之特點。
3. 直流控制電源之蓄電池裝置，宜採浮動充電方式為原則。

1. 採直流為控制電源時，因具性能穩定、安全可靠之特點，特高壓變電站及高壓變電站常採用。
2. 採直流控制電源裝置含蓄電池、充電裝置及分電盤等，且應有必要之保護裝置裝置。

◆ 不斷電裝置系統

不斷電裝置系統依下列選用之：

1. 不斷電裝置系統之選擇，應以滿足監控系統之可靠性及穩定性為原則。
 2. 不斷電裝置電源應用於中央控制盤或區域控制盤時，其額定輸出容量應為最大計算負荷之 1.3 倍。
 3. 不斷電裝置電源之蓄電池容量，應依允許中斷供電時間等要求確定。
-
1. 不斷電裝置電源系統分為靜態與動態兩種，靜態由電子元件組成，動態由旋轉電機組成，再生水廠中央控制盤之不斷電裝置，一般選用靜態且為單相者為宜。
 2. 依據供電可靠程度之不同，不斷電裝置電源系統有簡單型、具轉換開關及並聯型等多種，再生水廠依設備要求及重要程度，一般採並聯型者。
 3. 蓄電池容量至少允許中斷供電時間 15~30 分鐘，如中央控制盤至少 30 分鐘，區域控制盤至少 15 分鐘。

◆ 計測監控用電源設備

計測監控用電源設備參考下列選用之：

1. 計測監控用電源設備之容量，應滿足其負荷之種類、計測監控之目的及重要程度而定。
2. 計測監控用電源設備，信賴度宜高，維護應容易。
3. 計測監控用電源設備，依需要而定，可為直流電源或交流。

電氣計測監控用電源設備，一般高、低壓受電時，由電源側經變壓器或比壓器取得交流電源。特高壓受電時，常採直流電源設備，基於信賴度宜高，性能穩定、安全可靠，維護應容易。

5.6 計測設備

再生水廠計測設備其輸入變數裝置稱為初級元件或檢測器或感測器；轉換與傳訊設備由初級元件測量結果轉換成為有用信號或壓力裝置，如差壓傳訊器稱為二級元件，然後用來控制調整程序用如控制閥、泵則稱為最後控制元件。

◆ 計測項目

再生水廠計測設備參考下列因素選用之：

1. 再生水廠對現場計測項目加以測量，目的在即時了解其變數值，是否維持在合理的設定值或穩定的變化範圍內。
2. 再生水廠一般現場計測項目有溫度、壓力、流量及液位等，對特殊用途及目的而量測的如 pH 值、入口氮濃度及餘氯量及水質分析表計等因系統需求而異。
3. 現場計測項目之計測原理及構造雖互異，但均將測量結果轉換成有用之信號，並傳送到控制器，再由最後控制元件執行之，以構成一個完整之自動控制系統。

1. 再生水處理流程選用計測設備時，應視再生水廠規模、特性、現場裝設條件及維修能力，其常用量測項目及使用元件可參考表 5.1。
 - (1) 應考慮裝設計測設備之目的、性能、精確度、靈敏度、響應時間、安全性、經濟性、外殼保護構造與引用電源等作正確之選擇。
 - (2) 計測設備皆有其基本特性存在，可分為靜態與動態特性，靜態特性如準確度、精密度、靈敏度及重現性。動態特性如響應度及逼真度。
2. 電氣信號一般為 4~20 mA 或 1~5 V；空氣壓力信號一般為 3~15 psi (0.2~1.0 kg/cm²)。

表 5.1 常用各量測項目與量測元件

量 測 項 目	量 測 值/量 測 元 件	適 用 對 象
流量	1. 差壓式 測量元件：孔口板、皮托管、文氏管	液體/進流渠，氣體/風管
	2. 電磁場及電壓變化式：電磁式流量計	液體/污泥/污水進流
	3. 螺旋轉動式：渦流式流量計	乾淨液體
壓力	1. 平衡壓力作用於金屬膜片兩側式 測量元件：液體對空氣膜片器	氣體、液體/管線 $0\sim 200\text{kN/m}^2$
	2. 變位式 測量元件：伸縮管	氣體/風管 $0\sim 20000\text{kN/m}^2$
	3. 曲管變位式 測量元件：巴登管	氣體/管線 $0\sim 35000\text{kN/m}^2$
液面	1. 浮球移動式 測量元件：浮球或浮筒	液體/桶槽 $0\sim 11\text{m}$
	2. 空氣泡沫背壓式 測量元件：泡沫浸管	液體/濕井 $2\sim 56\text{m}$
	3. 空氣壓力式 測量元件：膜片器	液體 $0\sim 15\text{m}$
	4. 超音波式：超音式液位計	水池
溫度	1. 兩種不同金屬間有電流通過其電路式 測量元件：熱電偶體	熱水鍋爐
	2. 氣體壓力膨脹式 測量元件：熱膨脹球莖器	管線
	3. 電阻變化式 測量元件：電阻體檢測器	熱水鍋爐、馬達線圈、設備軸承
速度	電壓，電流式：轉速計	發電機、抽水機
酸鹼度 (pH)	電壓式 (基於氫離子活動而產生) 測量元件：離子電極	廢水進流的酸鹼值，化學液、放流水
氧化/還原電位 (ORP)	電位差式 (基於氧化或還原而產生之電位差值) 測量元件：氧化/還原的電極體	去氮除磷系統缺氧及厭氧段
溶氧值 (DO)	電流式 (因氧分子的減少而感應之電流) 測量元件：電極體檢測器	進流水及放流水
總有機碳值 (TOC)	取樣二氧化碳式：含碳分析儀	進流水、放流水
餘氯	電流輸出式 測量元件：含氯殘餘量檢測器	氯液槽、放流水所含氯殘餘量值

5.7 自動化與監控系統

大、中及小規模之再生水廠由於人工操作已不符需求，因此，導入自動化與監控系統，其目的及可能達到之效果，包括節省人力、減少人為操作錯誤、降低能源損耗及運轉費用等。

◆ 自動化系統之設計

自動化系統之設計依下列決定之：

1. 自動化與監控系統之架構，係依再生水廠大、中及小規模，由現場、中央及聯繫網路所構成。
2. 自動化與監控系統依再生水廠規模而定，分為個別監視操作方式及中央採集中監視運作。
3. 中央監控系統由顯示、監視、警示、記錄、控制等設備所構成。
4. 聯繫網路為傳送現場與中央儀控訊息之媒介。

再生水處理流程自動化設計與選用計測儀表時，應視再生水廠規模、特性、現場裝設條件及維修能力而定。小規模者以個別監視操作方式，中央採集中監視運作；中規模者現場可採個別監視操作或套裝設備單元控制，中央採集中監視、控制、操作方式，或採集中監視、分散控制方式（DCS 系統）運作；大規模者則現場可採個別監視操作或套裝設備單元控制，中央採採集中監視、分散控制方式操作。控制系統架構說明，如圖 5.1～圖 5.4 及表 5.2 所示。而各處理單元之程序控制採手動式及自動式控制，應依規模、維修能力及需要性決定之。依再生水廠之規模大小，採計測項目與 PLC 或 DCS 監控系統組合。控制點之數量應考慮未來擴建之需求，各分區至少保留 20%。

中央控制中心（室）需依再生水廠規模與監控及操作需求而定，由控制、顯示、監視、警示及記錄等設備組成，除負責全廠各系統之控制、顯示、監視、警報、安全保護及連鎖控制外，亦提供完整之資訊服務包含維修、管理等資料之收集。另外，聯繫網路為整個儀控系統各單元或現場與中央控制室之間，信號傳送與接收之主要骨幹，小型監控系統可採雙絞線（Cat 6）及高頻同軸電纜網路；中、大型規模可採光纖網路，惟有透過正確之網路銜接，才能執行通信、量測與監控任務。

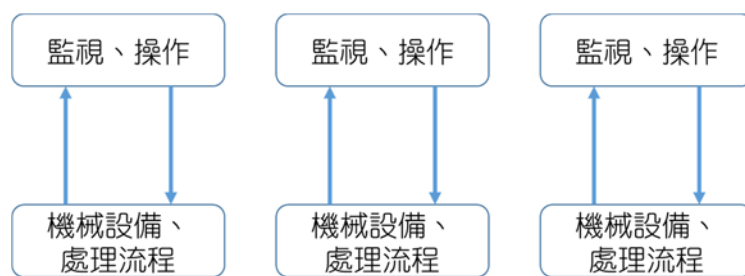


圖 5.1 個別監視操作方式

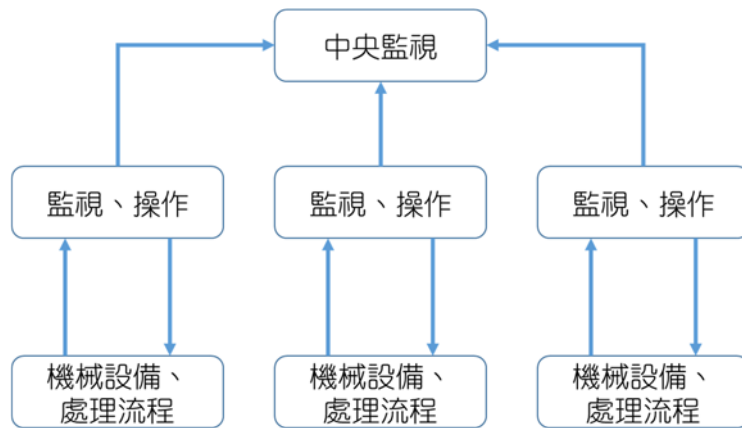


圖 5.2 集中監視個別操作方式

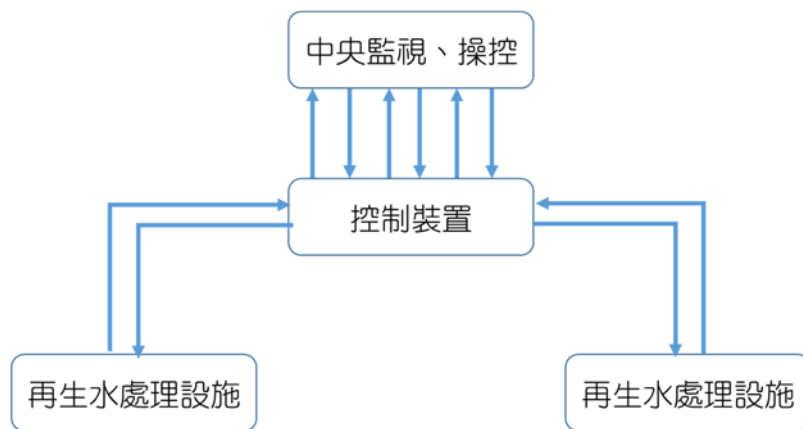


圖 5.3 集中監視集中控制(操作)方式

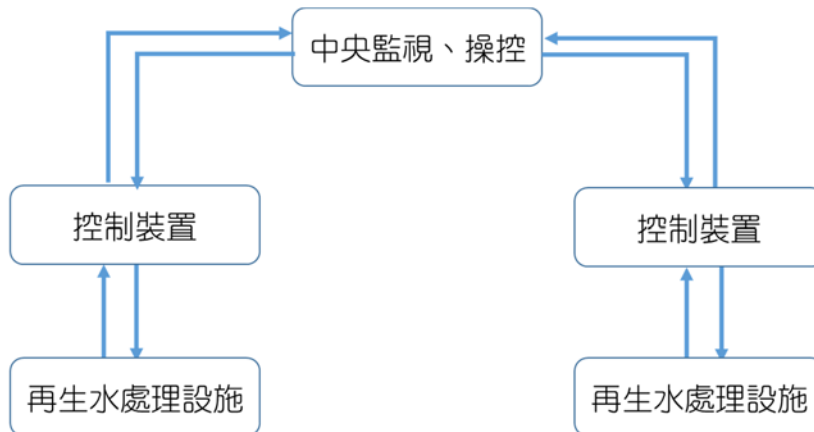


圖 5.4 集中監視分散控制方式

表 5.2 再生水廠自動化系統架構

處理廠規模	儀控設施內容及功能		備註
	現場	中央	
小規模	量測元件、轉換器、傳信器、控制器及最後控制元件	重要之操作資訊之顯示、警示、記錄	中央僅監視，控制功能視需求而定
中規模	量測元件、轉換器、傳信器、控制器及最後控制元件 (現場操作器) 及套裝設備單元控制盤及區域控制盤	1. 重要之操作資訊之顯示、警示、記錄 2. 較複雜之單元與區域聯鎖控制	1. 中央對現場控制器/分區之控制盤僅監視不控制。 2. 單元及設備間聯鎖控制應以現場為主。 3. 中央對現場之控制在現場有裝設閉路監視設備 (CCTV) 且無安全顧慮時，可設置遠端直接控制。
大規模	量測元件、轉換器、傳信器、控制器及最後控制元件 (現場操作器) 及套裝設備單元控制盤及區域控制盤	1. 重要之操作資訊之顯示、警示、記錄 2. 除套裝設備現場控制器 (盤) 之控制外，整廠完整之控制盤	1. 中央對套裝設備現場控制器僅監視不控制。 2. 中央對分區之控制盤除監視外，可強制 (over-ride) 進行控制。 3. 中央對現場之控制在現場有裝設閉路監視設備 (CCTV) 且無安全顧慮時，可設置遠端直接控制。

◆ 監控系統及安全防爆之設計

監控系統之設計考量下列決定之：

1. 再生水廠監控系統設計，包含儀控設備之選擇、管線之設計、供電系統設計、接地及避雷系統設計等。
2. 應依各再生水廠之規模、處理設施配置等充分考量，以達到預期的目標。
3. 抽水站濕井等有加蓋之地方及有配電設備之場所，應有充分考量安全防爆設計。

1. 儀控設備元件選擇考量：

監控系統之設計考量事項包括應配合再生水廠之規模及處理流程，繪製 P&ID (管線及儀表圖) 與廠區監控系統圖，舉例如表 5.3 與圖 5.5、圖 5.6 所示，包含初級元件、控制器、最終控制元件、現場及遠方控制開關、指示燈及警告聲光、電氣控制及監控設備配置等。有關於初級元件與控制器及最終控制元件選擇應注意事項分述如下：

- (1) 初級元件及控制信號種類，應依其目的選擇。
- (2) 初級元件之選擇應考慮精確度、靈敏度、響應時間、安全性、經濟性、統一性、擴充性、各種信號特徵及量測原理與構造等。
- (3) 控制器選用之種類及裝設方式，應適合其使用目的，儀表盤應適合其管理方式，並應與主控室相配合。
- (4) 控制器可由處理單元、PLC 控制器、I/O 處理器、電源控制器、輸出入模組、通訊模組、安裝機座、交換器、橋接器及路由器等組成，為確保系統之執行效能，需現場測試並提出報告，供業主認可。
- (5) 最終元件應依其操作目的，視需要選擇具有遙控或/及現場操作裝置。控制閥之型式及口徑，應為最適合控制目的者。操作抽水機與其他設備所組合之控制設備，應適合其操作目的且需操作安全。

表 5.3 儀表符號引用字母意義說明表

項目	第一位字母		後續字母			備註
	被測變數或引發變數	修飾詞	讀出功能	輸出功能	修飾詞	
<i>A</i>	分析		警報			
<i>B</i>	燃燒器、火焰		選用(程式)	供選用		
<i>C</i>	導電度			控制		
<i>D</i>	密度(比重)	差量				
<i>E</i>	電壓		檢測元件			
<i>F</i>	流量	比例				
<i>G</i>	選用(容量尺寸)	計量	視鏡			
<i>H</i>	手動(人工)				高	
<i>I</i>	電流		指示			
<i>J</i>	功率	掃描				
<i>K</i>	時間、時間程序	變化速率		操作器		
<i>L</i>	物位(高程)		燈號		低	
<i>M</i>	水分或濕度	瞬時			中、中間	
<i>N</i>	選用(振動)	點火	供選用	供選用	供選用	
<i>O</i>	選用(操作)		節流孔口			
<i>P</i>	壓力或真空		結點、測點			
<i>Q</i>	數量或事件	累計或總和				
<i>R</i>	放射(輻射)線		紀錄			
<i>S</i>	速度或頻率	安全		開關		
<i>T</i>	溫度			傳送		
<i>U</i>	多種變數		多功能	多功能	多功能	
<i>V</i>	黏度、機械監視			閥件、風門		
<i>W</i>	重量、力		管接口			
<i>X</i>	未分類變數	X 軸	未分類	未分類	未分類	
<i>Y</i>	事件、狀態	Y 軸		積算		
<i>Z</i>	位置、尺寸	Z 軸		執行最終件		

連接線形及符號

	氣動訊號或供氣線路
	電氣訊號線(45度斜線或細虛線表示)
	內部系統傳輸(程序軟體或數據傳輸)
	油壓(液壓)系統迴路
	處理流程或主要程序管線
	次要流程或附屬程序管線
	處理過程渠道及流向

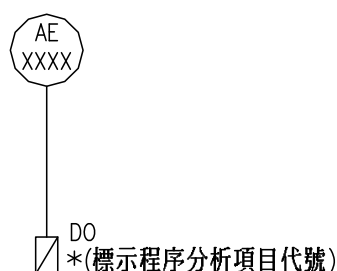
計量檢測元件符號

	流孔板式流量計
	文式管式流量計
	電磁式流量計
	渦流或旋槳式流量計
	氣體流量計
	正排量積算型流量計
	皮托管式流量計
	面積式浮子型流量計
	視流器
	超音波式流量計

連接線形與檢測元件符號

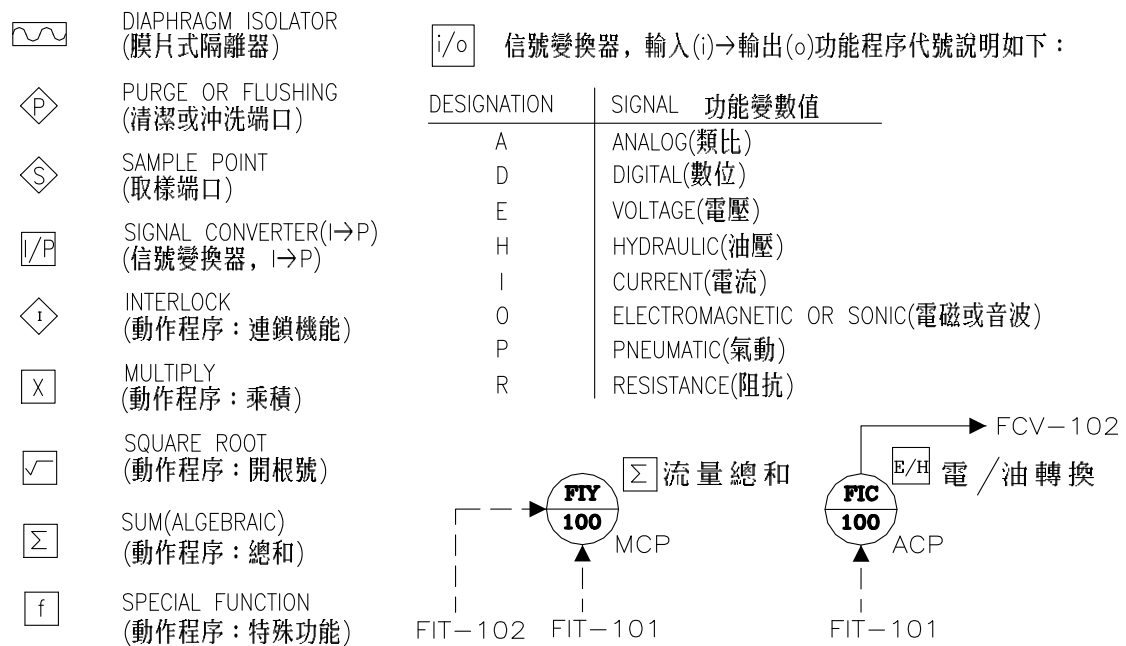
特殊檢測符號及標示(分析類)

BOD	生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand)
CH ₄	可燃性氣體(Methane)
CL	氯離子(Chlorine ion)
COD	化學需氧量(Chemical Oxygen Demand)
DO	溶解氧(Dissolved Oxygen)
H ₂ S	硫化氫(Hydrogen Sulfide)
MLSS	懸浮固體物混合液(Mixed Liquor Suspend Solids)
ORP	氧化還元電位(Oxidation-Reduction Potential)
PH	氫離子濃度(Hydrogen-ion Concentration)
TB	濁度(Turbidity)
TDS	總溶解固體物(Total Dissolved Solids)
TOC	總有機碳(Total Organic Carbon)



註：表中僅列舉常用分析類項目，如未列入者依實際需求增列引用。

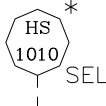
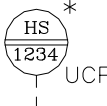
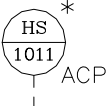
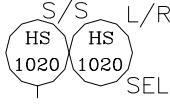
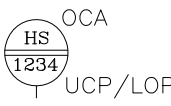
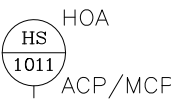
特殊檢測分析符號



檢測與計算及變換器功能變數圖形符號

儀表類型	現場端元件	單元控制盤或現場操作盤區	區域控制盤或主控制盤區
元件或獨立儀表及控制器			
分散控制共同顯示控制			
分散控制兼具計算機功能			
分散控制兼具可程式邏輯控制功能			

流程設備及儀表元件符號

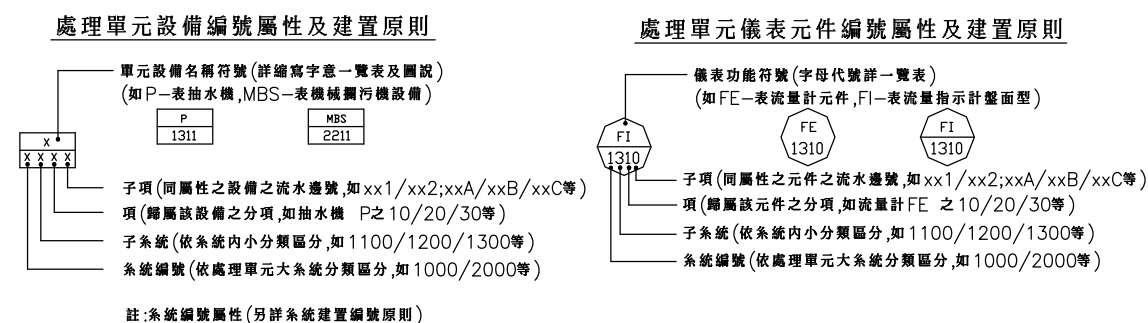
HOA	手動 — 關閉 — 自動			
OCS	開 — 關 — 停止	現場開關 (附選擇機能)	現場/單元盤開關 (附圖示 * 機能)	區域控制/主控制盤開關 (附圖示 * 機能)
OCA	開 — 關 — 自動			
OC	開 — 關			
L/R	現場 — 遙控(遠端中央)			
DS	使用(責務) — 備用			
S/S	起動(ON) — 停止(OFF)			
SEL	選擇器(開關)	現場開關站 (附 L/R、S/S 機能)	現場/單元盤開關 (附 OCA 機能)	區域控制/主控制盤開關 (附 HOA 機能)
FS	快 — 慢(雙段設定)			
FR	正轉 — 反轉			
LL	前導 — 滯後			
FORJ	前進 — 關閉 — 反轉 — 緩行			

* 記號表該項元件，屬由隨機機械設備需求功能提供，安裝於現場流程端或盤體

操作開關及盤體組裝位置代號說明

HS/UCS	操作開關/開關站(安裝現場側或盤體，以直接執行操作動作)
UCP/LOP	單元/現場控制盤(安裝於現場套裝設備區或現場端操作處)
CP	區域控制盤(安裝於流程處理單元區域，以界定系統分區操作)
ACP	分區區域控制盤(視流程屬性規模分區統合，以工作站型態進行區域監控)
MCP	主(中央)控制盤(統合全廠流程單元，進行程序監控及操作資訊管理)

操作開關用功能變數圖形符號



處理單元設備/儀表符號

圖 5.5 儀控系統 P&ID 圖控制符號及文字說明

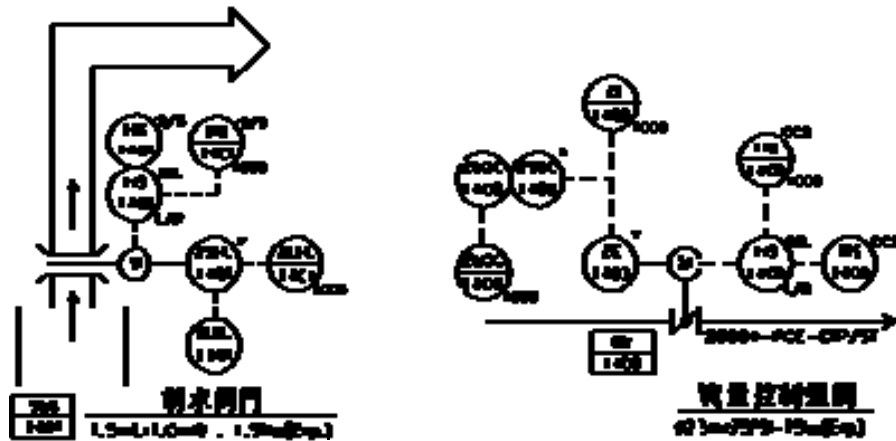


圖 5.6 儀控系統 P&ID 示意圖 (閘門及控制閥)

2. 機械管線設計安裝之考量：

- (1) 加藥管線之儀表控制設備，應能達到最佳之加藥效果，其量測主要部分，應具充分之耐腐蝕性。
- (2) 抽水機管線其儀表控制設備，應符合運轉之目的並考量以經濟、安全及可靠之操作為原則。
- (3) 流量量測元件設置時，其安裝位置，應考量儀表之特性，與使用限制，審慎選擇，以減低誤差，一般壓力管線式流量計，應於上游直線穩流段至少為 5 倍管徑，或於下游至少為 5 倍管徑，或依儀表廠商建議調整之。
- (4) 儀表控制設備應提供管理上所必要之流量、水位、酸鹼值、溶氧量、溫度、壓力、餘氯量等數據，並考慮操作人員安全，裝設甲烷、硫化氫或一氧化碳等危險氣體之偵測。
- (5) 儀控電氣管線之設計安裝時應注意事項：
 - ① 儀控設計應參照最新之法規及標準，如 ISA (Instrumentation Society of America)。
 - ② 儀控用電線、電纜及導線管之配置，須遵照經濟部最近頒布「屋內線路裝置規則」及「輸配電設備裝置規則」有關之規定設計。
 - ③ 進出有危險氣體蓄積空間之儀控管路，如抽水站濕井區等應於管路上適當處所加裝防爆管封配件，並於完成穿線後，以填縫劑 (封閉混合物) 密封。
 - ④ 抽水站濕井區屬防爆區及防蝕區，應避免有穿越乾、濕井隔牆之儀控管路，若無法避免時，應依規定採用防爆管封配件加以密封，並以防蝕塗料保護。
 - ⑤ 儀控導線管之材質需配合實際需求選用，採金屬管或非金屬管。金屬管依管壁厚度分為厚導線管、薄導線管、EMT 管及可撓金屬管四種；非金屬管係指 PVC 製成之電氣用硬質

塑膠管或合成樹脂可繞導線管。原則上，厚導線管及 EMT 管比較不適用於發散腐蝕性物質之場所，若使用時則須施行防蝕塗料保護；非金屬管不得使用於有危險氣體存在與高溫及容易受機械碰損之場所。暗管以採用硬質塑膠管為主，明管採用金屬管厚導線管為主；有多條電纜之路徑相同時，為方便敷設，非防爆區可採電纜架或電纜槽。

- ⑥ 儀控配管須注意配至儀器或連接箱之高度，屋外儀控設備管線配置，不可高於儀器或連接箱底部，以防儀器設備進水。
- ⑦ 所有信號導線管由屋外進入屋內之落地式配電盤之管線，應以矽利康 (Silicon) 填塞，以防螞蟻或老鼠咬破電纜絕緣層，或使水氣及硫化氫等氣體藉管線進入箱體，腐蝕電氣接點。
- ⑧ 電線管內導線之總截面積佔電線管截面積之百分比須符合「屋內線路裝置規則」之規定。
- ⑨ 電纜敷設時應儘量避免穿越建築物伸縮縫，如無法避免時，則應採取相應之保護措施。
- ⑩ 所有信號導線應避免與電力交流導線平行，並至少與電力交流線相距 60 公分以上，若無法避免交叉時，應保持垂直角度，以抗電磁干擾。
- ⑪ 所有控制電纜置於不同的電線管內必須予以編號，以利查核。
- ⑫ 不同類型之信號，例如直流與交流信號，或電流 (4-20mA) 與電壓 (1-5V) 信號，電力與警報及連鎖控制等交流信號之配線，應分別置於不同的電線管內。
- ⑬ 不同場所之信號如防爆與非防爆區，應分別置於不同的電線管內。
- ⑭ 應配合儀表設置需求，選用合適之電纜類別。
- ⑮ 電纜敷設距離應儘量短，以避免信號受到干擾及造成過度衰減之可能。
- ⑯ 電纜敷設路徑應儘量避開大功率設備，以避免受到較強之磁場，對電氣信號產生干擾。
- ⑰ 電纜敷設路徑應儘量避開高溫場所，以免影響電纜散熱及降低載流量。
- ⑱ 電氣信號與弱電信號應分別置於不同的電線管內。
- ⑲ 儀控信號之傳輸應採有線傳輸，並應防止電磁感應之干擾，但經認可時，得採用無線電傳輸。長距離之傳輸線應有備用線路 (或複聯)，構造物內之配管及配線，應在構造物設計時配合規劃之。信號之轉換型式及精確度，應配合控制需求選擇，以達到合適之信號傳輸。

3. 供電系統設計安裝之考量：

- (1) 供電電壓與頻率：採 AC 1 ϕ 220V 60HZ 或 1 ϕ 110V 60HZ 由電機工程提供，低於 1 ϕ 110V 60HZ 由儀控工程設計；DC 1 ϕ 110V 由電機工程提供，低於 1 ϕ 110V 由儀控工程設計使用，

其他能源例如空氣源、高壓水源及高壓油源時，應符合儀表設備之要求，並具充足之容量。

- (2) 供電量：由儀控設計提出用電需求量，電機設計配合提供。
 - (3) 供電品質：供電系統之電壓與頻率變動率及波形等，應符合電力公司規定及儀控設備需求。
 - (4) 正常與緊急或不斷電供電系統 (UPS)：正常與緊急電源由電機工程提供，儀控用不斷電系統由儀控工程提供。
4. 接地及避雷系統設計之考量：
- (1) 儀控設備接地系統主要目的，為避免操作與維修人員意外感電，及設備故障時可減低漏電電流對設備之損害，接地電阻一般在 5Ω 以下。
 - (2) 為避免人員及儀控設備遭受雷擊，再生水廠廠區應由電氣工程設置避雷系統，以保護建築物與操作人員及屋內外儀表設備之安全；而儀控設備及線路則應由儀控工程裝設避雷器或突波吸收器保護。所有儀控系統接地網，應由電氣工程提供設計，儀控工程配合銜接。
5. 擴建改善之考量：各再生水廠監控系統應至少預留 20% 之輸出/輸入擴充點數，以供將來擴建或改善之需。
6. 監控系統支安全防爆之設計之考量：
- (1) 初級元件應依裝設地點之環境條件作選擇，於室內可分為一般場所、防爆區及防腐蝕區等，室外可分為潮濕場所及濱海地區之防鹽害區等，量測元件之構造需配合環境條件，審慎選擇適當之保護構造及等級。
 - (2) 初級元件裝設於腐蝕氣體 (硫化氫) 蓄積空間時，應依「屋內線路裝置規則」危險氣體場所設置規定，選用耐壓防爆構造 (或日規 d2G4，美規 CLASS 1 DIV. 1 GROUP D，或歐規 EEx de II B T4) 或本質安全防爆 (日規 i2G4) 及防蝕構造，於屋外時，應依規定選用防雨型 (IEC 規定 IP 54 或美規 NEMA 3 以上等級) 保護構造。
 - (3) 控制盤基於安全及價格之考量，應儘量避免設置於劃定為電氣危險場所範圍內，否則應為防爆配置。

◆ 中央監控中心(室)設計

中央監控中心(室)設計考量如下：

1. 再生水廠中央監控中心(室)之設計，應依各再生水廠之規模大小與操作管理需求、維修能力等加以評估後選定之。
2. 中央監控中心(室)之設計以能環視全場設置為佳。

中央監控中心(室)為值班人員透過電腦自動化監控系統，藉分散式控制系統(DCS)或可程式邏輯控制器(PLC)組合之系統，對再生水廠進行監視與控制之核心據點，其配置可參考如圖 5.7-5.10 所示。中央監控室之設置，應依再生水廠規模大小與操作管理需求，對自動監控系統設備提供良好之運轉條件，及值班人員提供一舒適之工作環境。

中央監控室設計時，儀控工程師應提出再生水廠監控設備設置之構想，供建築、水電、空調、消防工程設計參考，並充分討論之，應考慮之事項至少包含樓層位置之選擇、面積大小、採光與照明、通風空調、控制電纜線之進出(管道間之設置)、供電電源、消防安全設備及通信與接地系統等，分述如下：

1. 監控設備之要求

- (1) 監控設備應有展示盤或馬賽克流程板，或藉由控制桌之電腦連線至投影機投影於銀幕上，或採用液晶螢幕電視牆，以顯示再生水處理流程及設備操作狀態及警告信息。
- (2) 監控設備應能監視並即時顯示再生水處理過程運轉狀態及控制變量（輸出量）之變化。
- (3) 再生水廠各單元監控設備，除接收與下達操作量及運轉策略外，應視需要設置遠端視訊監視設備(閉路電視)，以即時顯現影像畫面，提升操作安全。
- (4) 監控策略應提供省力、即時與安全及可靠之要求。監控表計及模組選擇，應滿足操作規模所需，且應有備援裝置，以充分發揮整廠監控機能。
- (5) 再生水各處理單元主要設備工作狀態，應於中央監控室以紅色燈表示運轉中，綠色燈表示待機中，故障或異常時，應以聲音及黃色閃爍燈顯示，警告值班工程師到現場處理。
- (6) 盤面高度及儀控設備配置應考慮操作人員視覺上最方便之設計。

2. 建築之要求

- (1) 中央監控中心位置之選擇，可設置於行政(管理)中心一樓或二樓，設於二樓時，儘可能在接近樓梯口附近或方便進出的位置，其座向宜坐北朝南，避免西晒，並能環視全廠區為宜，如果無法避免時，應採取適當遮陽措施。
- (2) 避免與高壓配電室相鄰，如無法避免時，應採取適當的防止電磁干擾之遮蔽措施。

- (3) 面積大小，應依再生水廠規模、電腦監控設備、儀表盤數量及控制桌等配置方式調整，小規模再生水廠至少應有 40 平方公尺以上，控制桌與前後左右牆壁及液晶螢幕電視牆之間應有適當距離約 1.5~2.5 公尺。
- (4) 設有天花板及高架地板時，室內淨高至少應大於 2.1 公尺。
- (5) 高架地板之設置高度應保持在 60 公分以下。
- (6) 中央控制室進出門之大小，應由控制室內最大設備之尺寸來決定，控制室門應向外開，控制室長度超過 12 公尺，建議設置 2 個門，以利進出及緊急逃生。
- (7) 中央控制室外牆應依最新建築技術規則規定，留設採光用窗或開口應在有效採光範圍內。
- (8) 中央控制室牆壁、地面及天花板等之色調應柔和，並與儀表盤顏色協調。

3. 工作環境之要求

- (1) 中央控制室照明應依國家標準及綠建築解說與評估手冊要求，進行節能設計，平均照度應介於 300-750 Lux 之間，燈具配置應使操作面不產生眩光與陰影，燈光之點滅控制，可採手動操作或自動感應等方式。
- (2) 應設置空調設備，空間溫度應控制於 $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度控制於 $50\pm 10\%$ 。
- (3) 中央控制室內應裝置通信設備。
- (4) 應依各類場所消防安全設備設置標準提供必要之消防安全設備，以確保生命與財產之安全。
- (5) 監控系統應接至緊急備用供電系統，並備有不斷電系統支援設備，以維持系統之運作及執行必要之數值記錄、分析、判斷、警示與警告通報等。
- (6) 監控系統應依規定對電源系統、設備進行避雷接保護或裝設突波吸收器，以避免儀控設備受傷害，設備信號之接地電阻值應 $\leq 5\Omega$ ，避雷接地電阻值應 $\leq 10\Omega$ 。
- (7) 中央控制室由室外進入室內之電纜線的敷設方式，可採管道間或電纜溝配線方式，進入室內則利用高架地板方式敷設，進線之密封需考慮，以防蟻害及鼠害或水氣及硫化氫等氣體進入。控制室如設置於一樓室內溝底應高出室外溝底至少 30cm 以上，纜線敷設方式應符合屋內線路裝置規則規定。

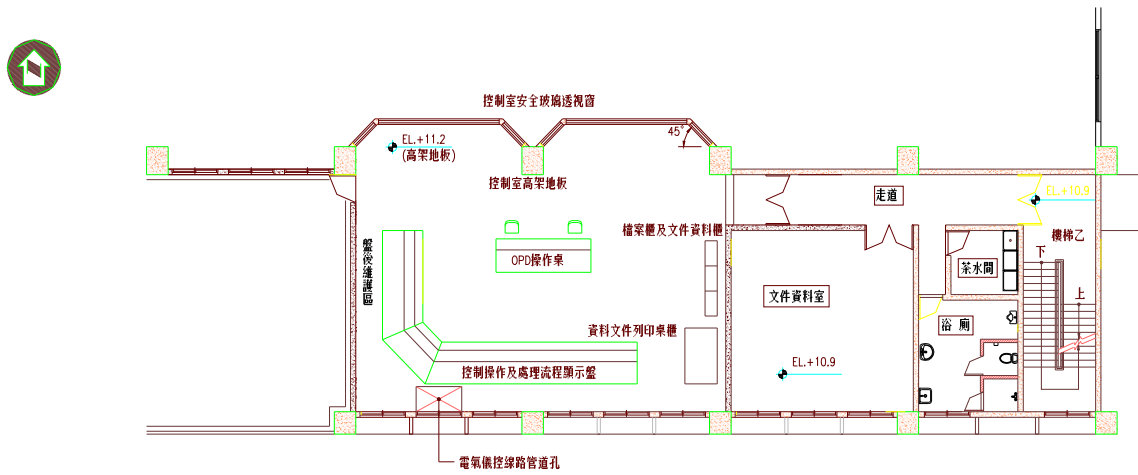


圖 5.7 中央監控中心監控設備配置示意圖

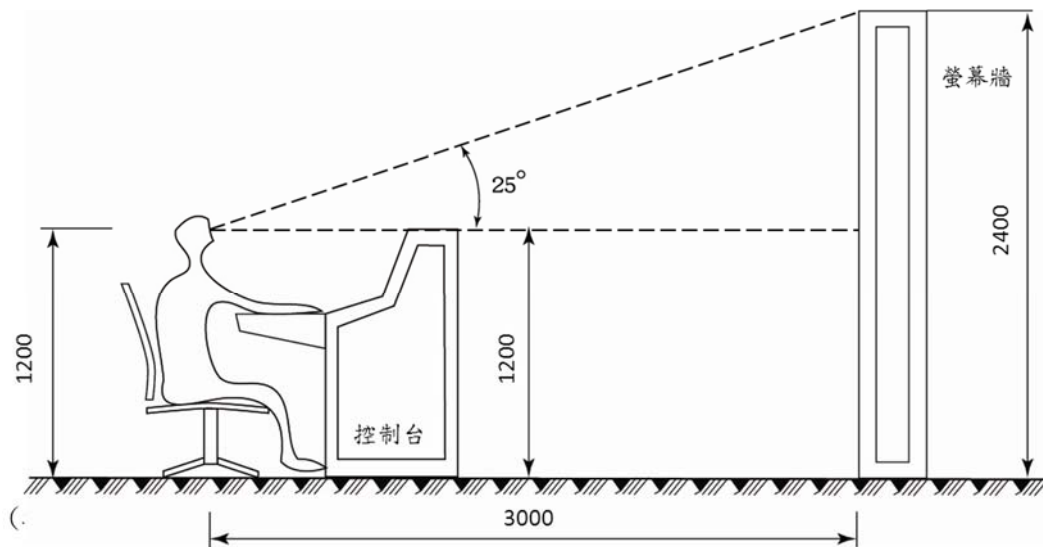


圖 5.8 控制台與螢幕或電視牆配置示意圖



圖 5.9 中央監控中心監控設備配置實景圖之一



圖 5.10 儀控系統組合配置實景圖之二

5.8 電力室及緊急備用柴油引擎發電機室

再生水廠電力室及緊急備用柴油引擎發電機室設計及安裝時，應考慮及注意之一般基本原則說明如下。

◆ 電力室

電力室的設置考量下列設計之：

1. 電氣設備與箱體之搬運、安裝及操作距離與維護通道應有足夠空間。
2. 應有足夠之通風換氣設備，夏季時，有技術要求者應裝設空調設備。
3. 不應設於地勢低窪和可能淹水之場所。
4. 不應設置於有腐蝕性及爆炸性氣體存在之場所。
5. 應有足夠之照明設備及符合消防法規規定之消防安全設備。

設置電力室時，建議考量下列事項：

1. 電力室(電氣室)應有足夠之出入空間，且至少有一 2 公尺寬之雙開防火門，直接與外界相通，以利搬運設備。有一 1.0 公尺寬之防火門，作為電氣人員平時進出之用，且兩扇門均應向外開。電力室電氣設備與箱體之安裝，具頂板不宜小於 0.8 公尺，當有樑時不宜小於 0.6 公尺。電力室裝設高低壓箱體設備時，需保有最小距離，兩側及後側離牆壁至少 1.0 公尺，前面間距，應為台車長度加 1.2 公尺。
2. 夏季時電力室應有足夠之通風換氣設備，有技術要求者應裝設空調設備。
3. 電力室不應設於地勢低窪和可能淹水之場所。
4. 電力室不應設於有爆炸性及腐蝕性氣體存在之場所。
5. 應有足夠之照明設備，其照度應保持在 150~300 Lux 並符合各類場所消防安全設備設置標準之規定。

◆ 急備用柴油引擎發電機室

緊急備用柴油引擎發電機室應考慮的事項如下：

1. 搬運安裝及操作距離與維護通道應有足夠空間。
2. 應有足夠之通風換氣需求，以防止溫度上升。
3. 應有足夠之照明設備及符合消防法規規定之消防安全設備。
4. 應有減振及消音裝置，以防止噪音及振動。
5. 不應設於地勢低窪和可能淹水之場所。
6. 不應設置於有腐蝕性及爆炸性氣體存在之場所。
7. 應盡量接近電力室，以利台電供電中斷時自動切換至緊急備用系統。

設置急備用柴油發電裝置時，建議考量下列事項：

1. 緊急備用發電機室應有足夠之出入空間，且至少有一 2 公尺寬之雙開防火門，直接與外界相通，以利搬運設備。有一 1.0 公尺寬之防火門，作為電氣人員平時進出之用，且兩扇門均應向外開。緊急備用發電機室需保有最小距離，兩側離牆壁至少 1.5 公尺，兩台間距至少 2.0 公尺。
2. 緊急備用發電機室應有足夠之通風口，以利換氣。
3. 緊急備用發電機室應有足夠之照明設備，其照度應保持在 150~300 Lux，並符合各類場所消防安全設備設置標準之規定。
4. 緊急備用發電機室，淨高至少約 4 公尺，以利裝設消音器及黑煙淨化裝置。若無足夠排風道之情況下，可將排風機、水箱與主機分離。
5. 緊急備用發電機室不應設於地勢低窪和可能淹水之場所。
6. 緊急備用發電機室不應設於有爆炸性及腐蝕性氣體存在之場所。
7. 應盡量接近電力室，除考慮電壓降及其他可能因素外，以利台電供電中斷時，能自動切換至緊急備用系統。

第六章 環境及管理設施

6.1 概說

再生水廠的設置，必須就其廠區及其環境和安全三大面向，促使整體達到一優質且可確保環境，延長設施使用壽命及操作維護管理工作人員之工作環境品質為考量。

因之本章就再生水廠的環境管理與安全防護為內容，加以分析，以供再生水廠規劃、設計及設置之參考。

6.2 廠區道路、排水及綠美化

◆ 輸水系統

廠區內外進出道路、雨水排水及植栽等包括在內，皆應予以適當配置。

1. 道路計畫

- (1) 包括進出入車輛及維護管理巡迴動線的車道、步道皆應予以適當配置。
- (2) 廠區道路的鋪設，原則上除車道為柏油車道外，步道應為透水性步道。

2. 雨水排水設施

- (1) 廠區內雨水逕流量原則上以合理化公式計算之，降雨頻率至少以十年一次降雨強度，逕流係數以土地利用別為標準值。
- (2) 雨水排水方法以既製品 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

再生水廠的植栽，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。

6.3 周邊環境對策

原則上應依相關環境保護法規，達到環境友善充分考量之。

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

一般再生水廠應依空氣污染防治法相關規定，防止空氣污染。

3. 噪音振動

廠內的空壓機及鼓風機為噪音、振動的來源，應依相關規定，以不造成廠內工作人員及對廠外之影響，做具體防止措施。

6.4 防災及安全對策

再生水廠設施的災害(水災、地震、雷擊、火災)之影響和對策，及注意維護管理的安全性，設計時皆應充分考量之。

再生水處理設施為生活維生系統之設施，應能達到各種防災及安全。

1. 設計時對於計畫高程之設定，以達雨水排除防止水災。
2. 地震考量，應以耐震設計標準為基準以上設計之。
3. 在處理廠內各槽內部作業、電氣及機械設備的運轉等危險作業，皆應依相關作業考量其安全性配慮。
4. 點檢用開口部的配置及安全對策，其覆蓋板支撐材質，開啟角度、重量及大小和強度、耐用性，皆應充分考量之。

5. 維護管理及巡檢動線之順暢及安全充分考量之。

6.5 輸水管線規劃

◆ 輸水系統

原則上工業廢水處理廠與自廠之再生水廠距離甚近，因此本節所述僅列為參考。輸水系統依據其起點取水設施至終點水再生設施間之高低關係，及其沿線之地形地勢等情況加以規劃設計。

輸水系統之規劃通常依起點至終點的地形高低關係設計，形式可分為：重力流、壓力流或二者並用等方式。