

ISSN : 2791-3805
GPN : 2011100010

下水道
● 水再生期刊

下水道水再生 期刊

第四卷第一期 114年4月

下水道系統優化建設與管理：污水系統各階段流量變化因應策略

09

下水道系統優化建設與管理×污水系統各階段流量變化因應策略

內政部國土管理署



本期刊下載



中華民國
內政部國土管理署 National Land Management Agency,
Ministry of the Interior

電話總機 (02)8771-2345
105404 台北市松山區八德路2段342號

中華民國
內政部國土管理署
National Land Management Agency,
Ministry of the Interior

主編的話

有鑑於國內污水下水道建設推動已經超過四十年，從初期各地的遍地開花的新建工程，到目前重心逐漸轉移到以提升功能、優化營運維護、設備延壽化、節能減碳，以及進化的新興水源再生水等，再再顯示下水道的建設內容是更加多元且挑戰性日益增加。

本期期刊的主題是：「污水系統各階段流量變化因應策略」，顧名思義是比較偏重實務面的探討，因此在邀稿內容的設定上，大致分為規劃設計、營運實務、其他創新等面向進行邀稿，廣邀各方先進賜稿，希望能有來自不同面向的經驗回饋得以作為後續內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）及各縣市政府在推動下水道建設時之參考。

在污水處理廠操作管理策略方面，國土署下水道永續營運組與財團法人中興工程顧問社環境工程研究中心、宜蘭縣政府水利資源處與山林水環境工程公司、中欣行公司，分別從公共污水處理廠、科學園區專用下水道污水處理廠各階段運轉水量水質演變、面臨的問題原因進行探討，並提出相對應的操作管理，以提升整體污水處理效率及能源利用效率。

在污水處理廠設備更新工程期間之操作調整策略方面，臺北市政府工務局衛工處與美商傑明公司提出了處理廠在進行設備更新期間，如何聚焦在核心單元的監控與調整，以最低影響污水廠處理量能為前提下如何維持放流水質的穩定與達標。

在污水處理廠營運初期水措申請方面，台境公司長期實務中，針對國內水污染防治措施所建置之法規體系，從業界角度提出了再精進之建議，期待政府管理措施更臻完善。

在下水道系統流量變化影響再生水供水的管理策略方面，欣達環工公司以臺南市安平污水處理廠為例，面對豐枯水期的水量變化，伴隨著海水入滲及硼離子、氨氮、尿素等變化，為了有效穩定供水品質，如何須採取多項設施及技術應對，並針對後續擴充需求等未來挑戰提出規劃，包括加速污水處理設備更新時間、縮短截流站關站時間及應用

主編的話

人工智慧來提高供水穩定度等，以因應在豐枯水期的水質水量變化。

針對公共污水下水道系統未達地區之聚落生活污水處理模式，國土署下水道建設組與財團法人中興工程顧問社，建議依區域特性導入多元彈性策略，如延伸公共污水下水道管網收集系統，抑或建設因地制宜之聚落式生活污水處理設施，以提升整體污水處理成效；亦針對資源配置，建議建立補助篩選機制，增強社區民眾參與意願及合作動力，以提高經濟效益與增進永續發展，實現環境保護與水資源永續管理的政策目標。

另外針對水環境中新興污染物 PFAS 管理策略之先期探討，社團法人台灣水環境再生協會許鎮龍理事長與中原大學環境工程學系蔡大偉助理教授，則提出以政府跨部門合作為導向，建議由國土署推動全國下水道系統調查，規劃跨部會合作，加強水質監控和疾病控管；水利署則透過自來水廠現代化升級、增加監測頻率、強化公協會與 AI 技術合作，以及加強風險管控等方式，提升管理效能；環境部則致力推動新興污染物檢測與管制措施，建立標準檢測技術，進行全國水環境重點監測。期望透過各部門政策整合與合作，共同提升水環境新興污染物管理效能。

本期總共收錄 8 篇文章，不管是分析論述或是實務探討皆相當多元且精彩，同時我也代表期刊發行單位國土署，感謝各位作者在百忙當中，能挪出一些時間，將寶貴經驗無私地分享給關心下水道建設的所有讀者。

上水股份有限公司總經理 黃成龍

目錄

實務經驗分享

公共污水處理廠進流水質及水量現狀與操作管理策略 .. 郭學文 . 1

污水系統各階段流量變化因應策略-宜蘭地區水資源回收中心為例
..... 吳沛鴻. 13

不同處理規模污水廠之營運管理概述-以科學園區為例. 許琇茹. 25

污水處理廠設備更新工程生物單元操作調整策略-以北部某污水處理廠為例 黃邵聰. 37

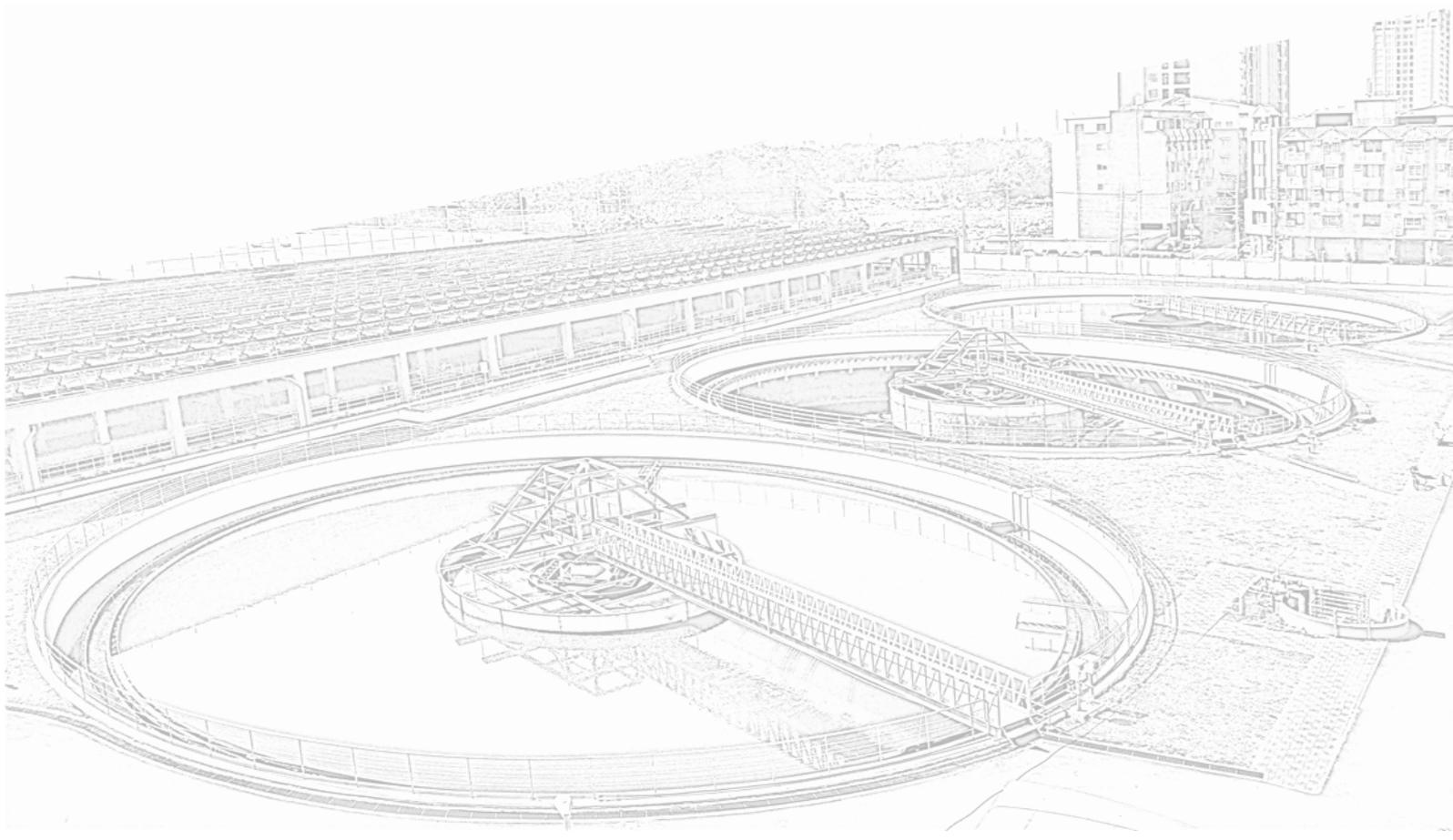
公共污水處理廠營運初期水措申請實務研討 林俊維. 45

下水道系統流量變化對於再生水供水的因應策略-以安平水資源回收中心為例 王偉修. 51

公共系統未達地區之聚落生活污水處理模式探討 鄭惠君. 61

傳經送寶

水環境中新興污染物 PFAS 管理策略之先期探討 許鎮龍. 77





摘要

我國公共污水處理廠進流水質與水量普遍存在低於設計值情形，易導致污水處理效率不理想、資源未妥善利用等影響，不利公共污水處理廠邁向永續經營與淨零碳排之目標。本文針對污水處理廠水量及水質不足之情形提出相應操作管理策略，期作為公共污水處理廠操作管理之參據，以提升整體污水處理效率及能源利用效率，實踐永續之污水處理目標。

關鍵字：公共污水處理廠、進流水質水量、操作管理策略、淨零碳排

- 1.內政部國土管理署下水道永續營運組 / 簡任正工程司兼科長
- 2.財團法人中興工程顧問社環境工程研究中心 / 助理研究員
- 3.財團法人中興工程顧問社環境工程研究中心 / 環境檢測技術組組長
- 4.財團法人中興工程顧問社環境工程研究中心 / 高級研究員

公共污水處理廠進流水質及水量現狀

與操作管理策略

郭學文¹、蔡任斌²、許國恩³、廖寶玫⁴

Abstract

The influent quality and quantity of public sewage treatment plants in Taiwan are generally lower than the design values, which can lead to suboptimal treatment efficiency and improper utilization of resources. This situation hinders the sustainable management and the goal of achieving net zero carbon emissions for public sewage treatment plants. This paper proposes corresponding operational management strategies to address the insufficient influent quality and quantity of sewage treatment plants. These strategies aim to serve as a reference for the operation and management of public sewage treatment plants, enhancing overall efficiency of wastewater treatment and energy utilization, and achieving the goal of sustainable sewage treatment.

Keywords: Public sewage treatment plants, Influent quality and quantity, Operational management strategy, Net Zero Carbon Emission

壹、前言

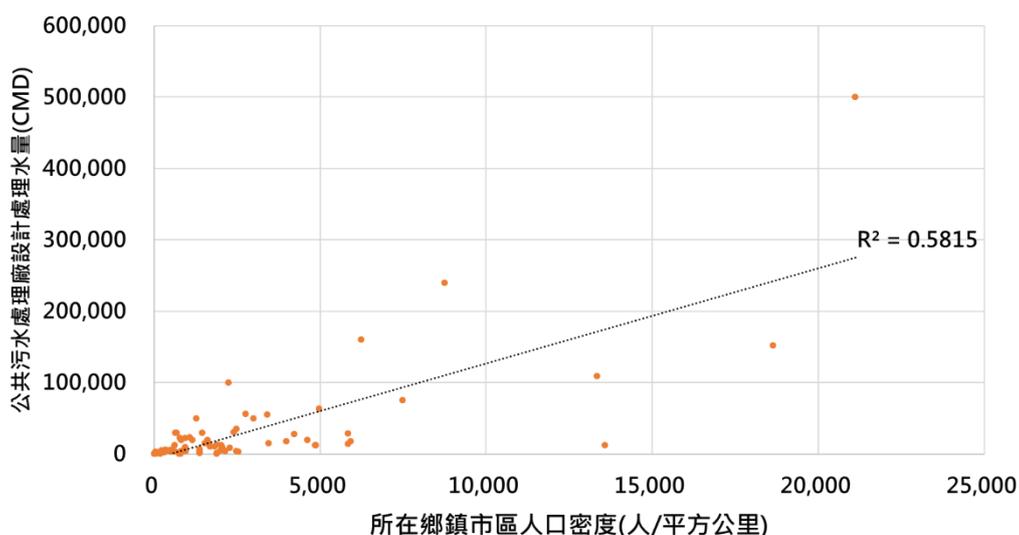
下水道建設為國家開發程度之重要指標，亦為我國政府施政的重點，在建設計畫全面推展下，至 113 年 12 月，全國公共污水下水道普及率已達 42.82%，並持續提升中；公共污水處理廠之數量亦隨之增加，至 113 年已有 84 座投入運轉。

公共污水處理廠的目的為將下水道系統蒐集之污水處理至合乎國家標準，其運作之良窳反映了下水道建設之品質，若運轉效率優良，不僅提升資源投入效益，還將有利減少溫室氣體排放，有助污水處理部門邁向淨零碳排之目標。

然污水處理廠之程序與單元多基於理論設計，運轉後效率受實際進流量及水質高度影響，本文自內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）「公共污水處理廠智慧管理雲平台」彙整公共污水處理廠進流水質水量情形（研析數據未備註處係以民國 112 年統計資訊）分析我國污水處理廠營運效率概況，並提出建議操作管理策略，期提供我國污水處理廠各種營運狀態之操作管理參據。

貳、我國公共污水處理廠污水處理率現況

公共污水處理廠之規模主要依據建設



註：未包含處理水量低於 250 CMD 廠及初級處理廠。

鄉鎮市區人口密度資料來源：內政部戶政司，2024，112 年各鄉鎮市區人口密度。

圖 1 112 年我國污水處理廠設計處理水量與人口密度之關係

所在區域人口規劃，圖 1 可看出我國公共污水處理廠設計處理水量與所在行政區人口密度呈現正向關聯。112 年我國公共污水處理廠累積接管戶數共 4,056,395 戶，實際進流量 3,321,323 CMD，以此計算平均每戶每日污水產生量為 0.819 m³，以當年度戶量（平均每戶人數）2.79 人換算，每人每日污水產生量為 0.293 m³。此外，因為人口密度高的地區一座大型污水處理廠即可處理大量污水，而人口密度低的地區，需分散放置，所以點位密度較高。

公共污水處理廠之污水處理比例（污水處理廠實際處理水量與設計處理水量之比例，實際處理水量包含生活污水，及部

分廠收受截流水、水肥及工業廢水）可作為運作效率之評估指標，分析集污區管網布設完整度、污水處理廠操作維護效益、資源投入之合理性等。112 年我國公共污水處理廠污水處理比例如表 1 所示，全國平均值為 56%，若依污水處理廠規模區分，僅大型廠污水處理比例中位數高於 50%，顯示我國污水處理廠進流量普遍尚未達設計值。此外，進一步將公共污水處理廠污水處理比例分為 5 類區間，如圖 2 所示，大型廠污水處理比例多介於 50% - 100%，中型廠及小型廠則普遍低於 50%。原因主要是大型廠用戶為人口密集區，屬於接管效益高，因此為投入建設經費高，中小型廠除人口密度較低，加上偏鄉人口外移情況，處理比例常偏低。

表 1 我國公共污水處理廠污水處理比例及營運年期

規模	污水處理比例 (%) ^{註 1}		營運年期 ^{註 2}	
	中位數	平均值	中位數	平均值
大型廠 (>30,000 CMD)	78	72	17	18
中型廠 (5,001 CMD - 30,000 CMD)	47	52	11	11
小型廠 (251 CMD - 5,000 CMD)	41	52	14/13 ^{註 3}	17/14 ^{註 3}
全國	55	56	14/14 ^{註 3}	15/13 ^{註 3}

註：

1. 污水處理率：污水處理廠實際進流量/污水處理廠設計進流量×100%（以年度總量計算）

2. 營運年期：計算至 112 年

3. 不計中正路廠（66 年）及內轆廠（57 年）

另一方面，由表 1 中我國公共污水處理廠之營運年期可看出，大型廠營運年期多已近污水下水道設計目標年（20-25 年）；中型廠營運年期約 11 年，介於污水下水道設計目標年之半程；而小型廠營運年期平均值看似較高，然扣除營運年期超過 50 年之中正路廠及內轆廠後，營運年期平均值仍低於污水下水道設計目標年，由於下水道設計目標年為完成管網建設之目標，可知多數下水道管網處於建設階段，將影響進流量；尤可見於中型廠及小型廠，因其營運年期較短，致其污水處理率較低。

綜上分析可推測我國公共污水處理廠之集污區下水道管網尚處建設階段，使整體有污水處理率偏離設計值之情形。

參、我國公共污水處理廠進流水有機負荷情形

污水處理廠進流水有機負荷偏離設計值易影響生物處理單元效率，有機負荷過高可能導致曝氣需求增加，進而升高能耗，同時造成污泥處單元額外之負擔及處理成本；而有機負荷過低則造成碳源不足，除影響活性污泥之生長及穩定性，亦降低脫硝效率，污水處理廠常需額外添加碳源，增加操作成本。

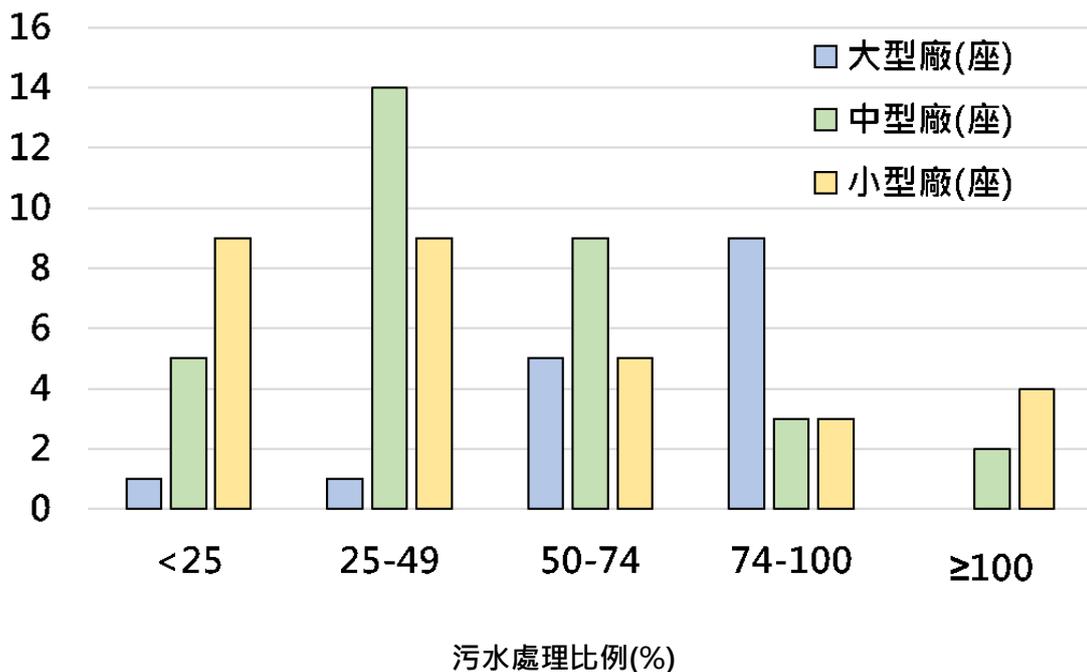


圖 2 112 年我國不同規模公共污水處理廠污水處理比例分布區間

BOD 常作為都市污水進流有機負荷之評估依據，其實際進流濃度與都市污水理論 BOD 濃度及污水處理廠設計進流水 BOD 濃度之關係可用以分析公共污水處理廠之運作效率，茲說明如下：

一、實際進流水與都市污水理論 BOD 濃度之關係

依據國土署發布之污水處理廠設計及解說 (110 年版增修訂)，都市原污水理論 BOD 濃度介於 140 mg/L – 240 mg/L，而我國公共污水處理廠設計進流污水 BOD 濃度介於 150 mg/L – 200 mg/L。圖 3 為 112 年全國各公共污水處理廠進流水平均 BOD 濃度分布，可看出多數公共污水處理廠進流 BOD 呈現偏低情形，若以 140 mg/L 作為進流 BOD 的理論下限，共有 69 座公共污水處理廠之進流 BOD 低於此值，約占總廠數之 85%。

進流 BOD 低於理論值之情況不因廠規模而有明顯差異，但整體而言，落在偏低濃度 (低於 100 mg/L) 之情形以中小型廠較為普遍，特別係小型廠，有 12 座之進流 BOD 濃度低於 50 mg/L。各類規模公共污水處理廠實際進流水平均 BOD 濃度介於都市污水理論值下限之 1/2 - 1/3 (見表 2)，且隨污水處理廠規模下降。

二、實際進流水與設計進流水 BOD 濃度之關係

進一步將各廠實際與設計進流水 BOD 濃度之比值訂為「BOD 負荷比例」，112 年我國不同規模公共污水處理廠之平均 BOD 負荷比例分布區間如圖 4。圖中可以看出各廠進流水 BOD 濃度皆低於設計濃度，而低於設計濃度 60% 者達 58 座，占總廠數之 72%；低於設計濃度 20% 者更有 12 座，普遍存在進流水 BOD 濃度低於預期甚多之情形。

三、實際進流水 BOD 偏低之可能原因

都市污水之水質組成會受到該地區人民生活與地域特性所影響，人口密集、都市化程度高，污水收集較 (易) 為妥善的地區，水質特性可能較接近理論值或設計值；反之，人口分布零散或污水收集不易而未竟妥善的區域，則可能水質特性會較不理想，包括雨水入滲、化糞池打除率不足及截流水占比高等問題，都可能影響或稀釋進流之水質。

檢視我國營運中之公共污水處理廠，進流水平均 BOD 較高接近理論或設計值的廠較多位於都會人口密度較高區域，而進流 BOD 偏低者較多位於鄉鎮、人口密度較低區域，其中有 8 座進流水 BOD 濃度低於放流水標準，包含 6 座小型廠、1 座中型廠及 1 座大型廠，烏來、直潭廠、坪林廠等小型廠因位於山區，當地居民可能存在過量使用山泉水之情形，使用後之山泉水流入管網致使污水濃度大幅降低；抑或近年甫運轉之鹿港福興廠，可能因管

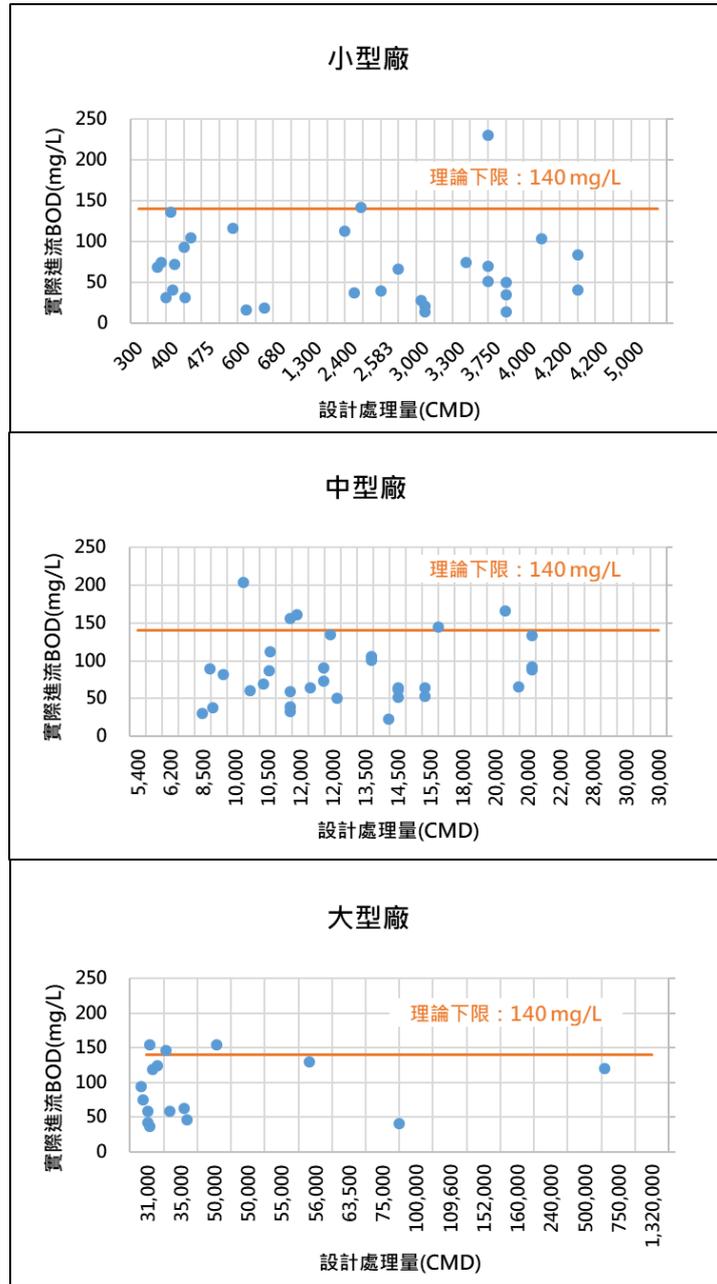
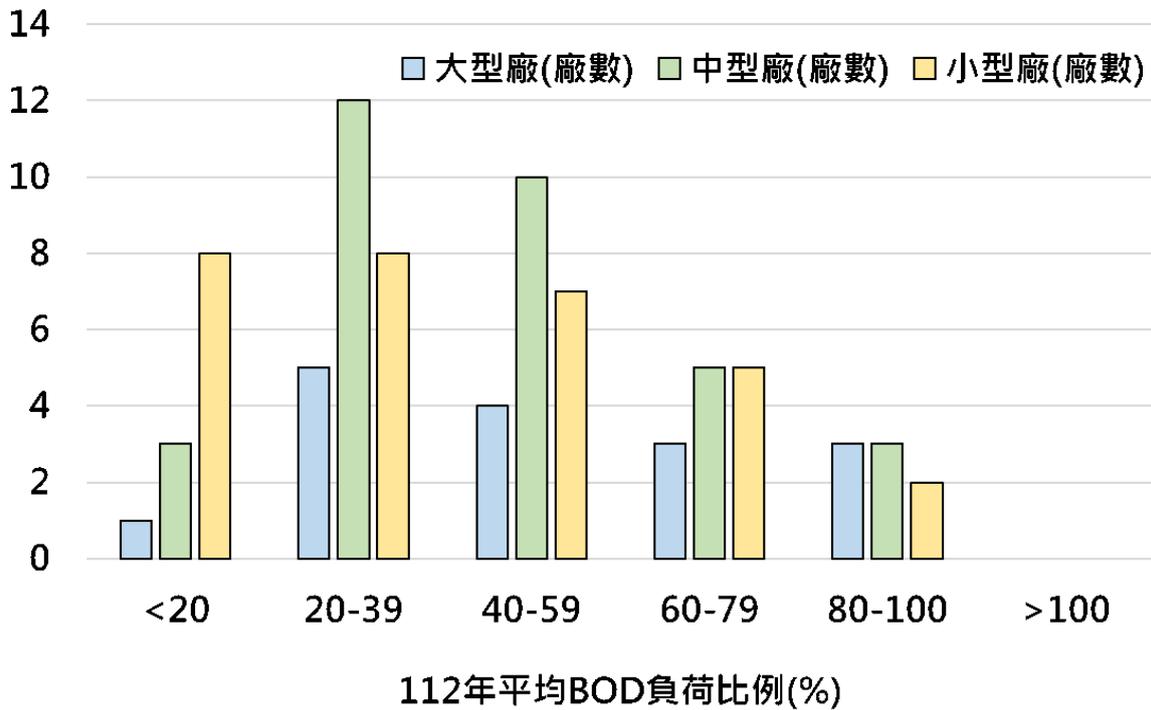


圖 3 112 年不同規模公共污水處理廠進流水 BOD 平均濃度

表 2 我國不同規模公共污水處理廠進流水 BOD 濃度及低於設計值廠數

	大型廠	中型廠	小型廠	全國
進流水 BOD 濃度 低於理論值下限 ^註 廠數	13	28	28	69
平均進流 BOD (mg/L)	91.5	86.2	67.2	80.1

註：進流水理論 BOD 下限濃度：140 mg/L



註：BOD 負荷比例=污水處理廠進流水實際 BOD/污水處理廠進流水設計 BOD×100%

圖 4 112 年我國不同規模公共污水處理廠平均 BOD 負荷比例分布區間

網尚處建設階段，目前主要大幅接收截流水所致（該廠截流水比例達 90%）。

目前我國都市污水處理廠進流之有機負荷普遍偏低，更甚有部分廠進流水 BOD 濃度低於放流水標準，可能造成污水處理廠投入成本及能源浪費。建議污水處理廠應釐清進流水質不符之原因，例如區域生活型態之差異或設計施工之妥適與完整等因素，研擬改善策略，未來可透過強化建設執行，包含落實雨污分流、加強管網建設，降低截流水量、落實化糞池打

除等，使公共污水處理廠之運作效率得以提升。

肆、公共污水處理廠進流水質及水量異常操作管理策略

進流水量偏離設計水量，可能使污水處理廠操作異常，例如設備未能於正常水位操作、單元無法穩定進水、抽送設備停擺等，亦可能導致設備損耗，污水處理廠投入之資本及能耗利用效率低，造成資源浪費情形；而進流水質偏離設計值則可能

造成生物處理單元及污泥處理運作效率降低，微生物馴養不易、增加額外投入碳源、曝氣之成本。前述污水處理廠偏離最適條件之運轉狀態，易造成資源錯置及溫室氣體排放量增加，對污水處理部門之淨零碳排目標有負面影響。

綜觀公共污水處理廠水質水量過低之原因，可能與污水處理廠集污區建設情形或與所在地生活及地理特性有關，例如：

- 都市建成區之污水處理廠甫營運，因集污區管網尚處建設狀態，又既有雨污管路混流複雜，使進流量及水質常低於設計值。
- 山區污水處理廠因持續有山泉水流入而稀釋進流水質低於設計值。
- 營運中公共污水處理廠因人口流失使進流量大幅下降，偏離設計值等。

針對前述情形，除建議持續推進污水下水道建設普及、加強雨污分流及管線巡檢外，另可依據各廠實際水量水質狀態，調整營運策略。茲說明如下：

一、低進流量操作管理策略

污水處理廠於營運初期，進流量常遠低於設計值 20%以下，並有日夜變動大、受天候影響明顯之現象，建議可採取以下應對措施：

(一) 前處理單元調整：

進流量過低可能導致沉砂池、篩網

等設備無法連續正常運作，建議視進流量變化調整進流水槽液位控制方式，如分批次進水、調整為尖峰時期操作、降低前處理單元運轉頻率等；另一方面攔污柵可能因日夜或天候導致液位差大運作效率降低，建議調整為隨揚水泵啟動。此外由於長時間閒置可能產生設備故障，建議增加設備檢查頻率，並於閒置池槽注水或加蓋，避免設備因陽光曝曬而損耗。

(二) 曝氣控制與節能：

當水量過低時，曝氣池溶氧 (DO) 可能過高，導致能耗浪費，可透過調整鼓風機曝氣量、增加變頻控制或設計多台小台魯式鼓風機等方式降低能耗；惟應考量未曝氣區域或期間產生部分缺氧/厭氧區情形對水質之影響。

此外污水處理廠於營運初期，若未能設置變頻式鼓風機，或可考慮先設置小型魯式鼓風機，待水量恢復正常時作為預備使用；另若已設置鼓風機出風量過大，且有閒置池槽，可將其作為污泥好氧消化用，將鼓風機多餘風量送入使用。

(三) 終沉池調整：

當水量過低時，常有水力停留時間過長問題，容易使終沉池孳生藻類，甚至有污泥產生厭氧上浮情形，建議以單槽操作，並定期交換運作池槽以進行清洗。

二、低進流水有機負荷操作管理策略

我國公共污水處理廠進流水質普遍低

於設計值，其中 BOD 負荷比例低於 20% 者達全國廠數 14%，且其濃度常隨日夜變化浮動，建議可採取以下應對措施：

(一) 初沉池調整：

由於食微比 (F/M) 低，影響微生物生長，考量初沉池約可去除 20% 之 BOD，若營運初期因水量較低，可評估關閉或間歇啟用初沉池，將污水逕自導入生物處理單元，提高該單元有機物負荷，提升運作效率。

(二) 延長污泥停留時間 (SRT)：

污水處理廠可藉降低污泥排放量或提高污泥迴流比延長 SRT，藉由增加活性污泥在生物反應系統的停留時間，提高污泥穩定性，促進微生物對有機物的降解，並降低污泥產量，且延長 SRT 後污泥內呼吸分解後細胞可作為脫硝所需碳源；惟需注意避免 SRT 過長，可能導致放流水 SS 濃度增加。

(三) 採用適應低有機負荷之處理程序：

若污水處理廠進流水有機負荷較低，傳統活性污泥法可能難以適應，可改採延長曝氣法、膜生物反應器等對低有機負荷承受度較高之生物處理程序。

三、極低進流水有機負荷之操作管理策略

我國有 8 座公共污水處理廠進流 BOD 濃度低於放流水標準，儘管因水質浮動，仍有污水處理之需求，然其投入之

成本效益可能不符預期。建議詳細了解各廠進流水及低有機負荷之原因，據以擬訂對策，例如位於山區、水質水量保護區之小廠，應釐清集污區用戶用水習慣，並落實雨污水分流。

而對於位於城郊地區小型廠，若鄰近區域有其他中小型廠，可評估合併處理，提升有機負荷，並增加規模效益。

另一方面，可評估引進鄰近區域有機廢液，如廚餘瀝乾液等以提升進流水有機物濃度；惟應審慎評估收受量，並增設相應之前處理設備，如油脂分離器，或可導入厭氧氨氧化技術，以應對較低之碳源及較高之氨氮濃度。

四、進流水低水量及水質情形及應對案例

實務上公共污水處理廠低進流水量及水質常伴隨發生，例如污水處理廠因進流水量過低而收受截流水，導致進流水有機負荷稀釋之情形，故應同時規劃應對策略。例如花蓮水資源回收中心於設立初期應對接管戶數低而收受截流水，造成該廠進流水 BOD 濃度低，遂暫時採用延長曝氣法操作，並控制降低 MLSS 濃度以減少曝氣池需氧量及曝氣量，藉以節約能耗。

另一方面，導入低水量及水質應對操作管理策略，可提升污水處理廠運作效率，並產生能源節約及降低溫室氣體排放之效益，例如新設之鹿港福興廠收受截流水，使其水量及水質皆遠低於設計值，其

藉將鼓風機降頻，並採間接曝氣操作，同時降低曝氣池 MLSS，每月可節省約 10,000 度電，並貢獻約 5 噸之年溫室氣體減量。

伍、結論與建議

我國公共污水處理廠普遍存在進流水質與水量偏離設計值之情形，其中更有少數廠進流水質低於放流水標準，可能與公共污水下水道持續推進建設，部分集污區管網未達規模，另亦與截流水及山區集污區用水特性有關。考量我國公共污水處理廠之特殊水質水量樣態，建議持續推進污水管網建設，並落實雨污分流、管線巡檢，避免雨水入滲而影響水質，在污水處理廠營運管理方面，則應依進流量及水質之變化，靈活調整各單元運作模式，優化操作管理策略，藉以提升污水處理廠之營運效率，減少資源浪費及能耗，有助於公共污水處理廠邁向淨零碳排之新紀元。

此外，建議針對部分進流量水質極端異常之污水處理廠進行更細緻之調查，分析具體肇因，提供我國公共污水下水道建設及營運管理策略提升之參據，以利達永續水資源回收中心建設之願景。

參考文獻

1. 內政部戶政司，2024，112 年各鄉鎮市區人口密度。
2. 內政部，2024，永續水資源回收中心

暨設備驗證整合計畫，期末報告書。

3. 內政部國土管理署，2024，「112-113 年度全國污水處理廠營運評鑑及溫室氣體盤查推動計畫」期中報告書。
4. 內政部國土管理署，2021 污水處理廠設計及解說。
5. 內政部國土管理署，2018 污水處理廠營運初期低水質水量設計操作維護策略。
6. 內政部國土管理署，公共污水處理廠智慧管理雲平台。
7. 內政部國土管理署，污水處理廠設計及解說（110 年版增修訂）。



摘要

我國污水下水道自民國 77 年推動至今，營運中污水廠已達 113 座，隨著污水廠持續營運，各階段流量變化問題接踵而至，以污水廠營運初期常面臨低流量狀況，除設計階段規劃截流設施、優先接管高水量區域用戶，另營運階段採取降低池槽使用數量、權宜性繞流、調整生物處理方式、變頻器調整及納入其他污水源等措施。

營運中期為避免異常流量問題，除設計階段考量調勻池、應變設施、監控系統外，營運階段因應措施包含調整處理單元操作數量、權宜設備、變頻器及應變設施來提升操作靈活性。而營運晚期面臨設備老化與收受污水處理量滿載，操作上需提前進行操作條件調整及準備充足備品以確保在故障時能快速修復而妥善運行，並保持水質穩定。

本文針對各面向之因應策略探討，並以宜蘭地區水資源回收中心經驗分享。

關鍵字：污水下水道、流量、因應策略、操作維護

1. 山林水環境工程股份有限公司 / 廠長
2. 宜蘭縣政府水利資源處 / 處長

吳沛鴻¹、李岳儒²

污水系統各階段流量變化因應策略— 宜蘭地區水資源回收中心為例

Abstract

Since the implementation of the national sewage system in 1988, the number of wastewater treatment plants has currently reached 113. As these plants continue the services, challenges related to fluctuation in influent arise at various stages. During the early stages, wastewater treatment plants often face lower influent conditions. To address this, several measures are taken, including planning interception facilities during the design phase, prioritizing connections for high water consumption users, and adopting management strategies such as reducing the number of active tanks, implementing temporary bypass flows, adjusting biological treatment methods, modifying frequency converters, and incorporating additional wastewater sources.

In the mid-term operational phase, the strategies of design-phase considerations including the incorporation of equalization tanks, emergency facilities, and monitoring systems have been used to prevent abnormal influent fluctuations. During management, adaptive measures such as adjusting the number of treatment units, utilizing transitional equipment, modifying frequency converters, and leveraging emergency facilities help enhance management flexibility.

In the late management aspect, wastewater treatment plants face equipment aging and capacity constraints due to full wastewater intake. To maintain stable managements and water quality, it is essential to preemptively adjust managing conditions and ensure an adequate stock of spare parts for timely repairs in case of equipment failures.

This article presents the strategies for facing various management challenges and shares experiences from the Yilan Water Resource Recovery Center.

Keywords: Sewage system, Influent conditions, Strategy, Management and Maintenance

壹、前言

我國於民國 73 年頒布「下水道法」，行政院於民國 77 年制定之「污水下水道發展方案」開始推動，並歷經多次修正後，內政部依據核定之方案分別研提六年一期之下水道建設計畫，第一期（81 年至 86 年）、第二期（87 年至 92 年）、第三期（92 年至 97 年）、第四期（98 年至 103 年）、第五期（104 年至

109 年）及第六期（110 年至 115 年）等建設計畫，逐年推動污水下水道建設，至今已陸續有多座污水處理設施建設完成。

目前第一期至第五期建設計畫已執行完成，投入經費達 3,819 億餘元，第六期建設計畫總經費亦高達 1,068 億餘元，另依據內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）112 年度污水下水道統計要覽統計，

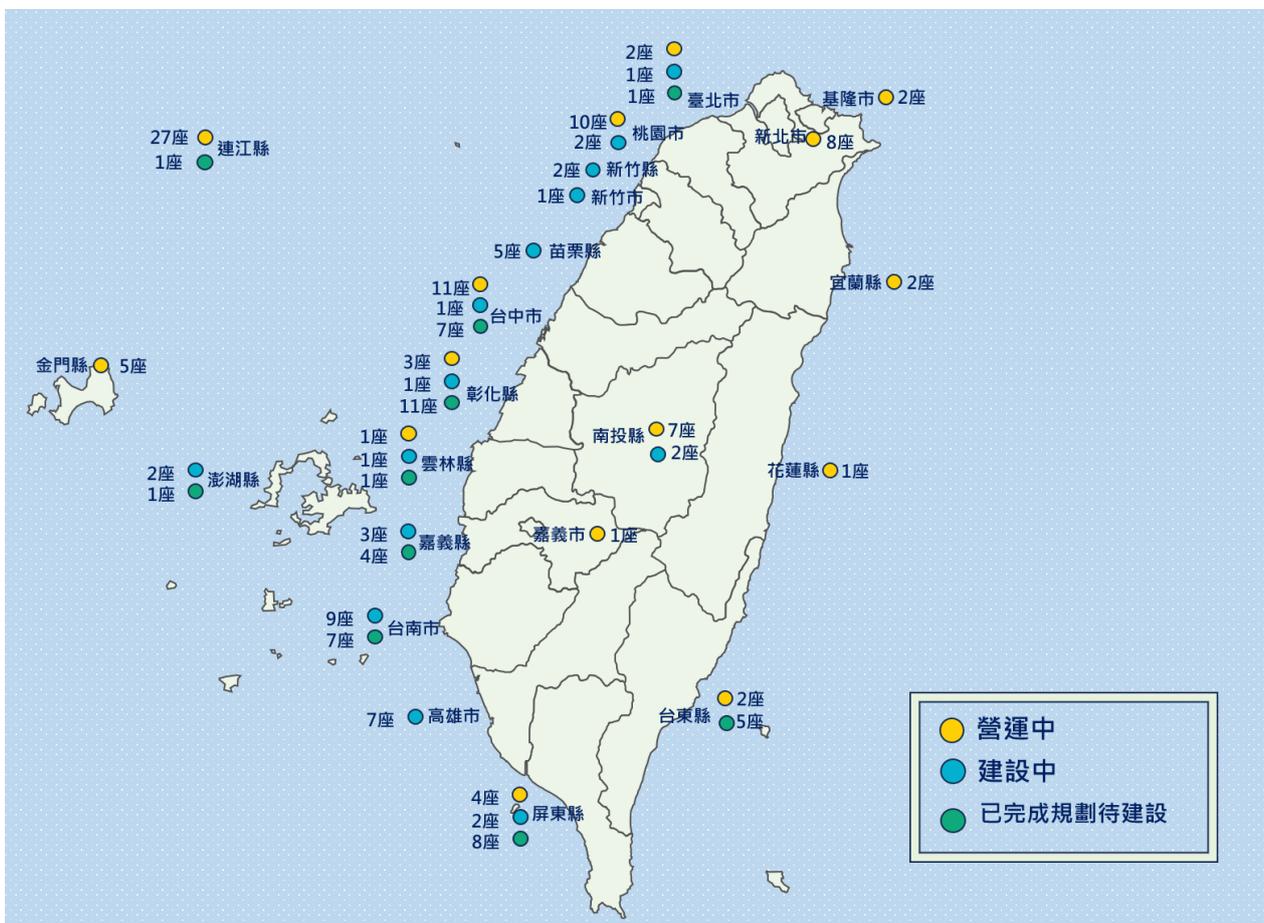


圖 1 全國各污水處理設施數量統計

如圖 1 所示，顯示營運中之污水處理設施已達 113 座，設計平均日處理量之總和達 444 萬 CMD，而建設中及規劃完成待建設共 59 座，除彰顯政府對污水下水道之重視外，同時亦顯示全國各污水處理設施使用年份以及營運階段皆有差異，相對應之處理系統面臨問題亦不盡相同，本篇將針對營運初期、中期及後期之設計面向及操作維護面向之因應策略進行探討，並以宜蘭地區水資源回收中心為例進行分享。

貳、營運初期

營運初期時，污水處理設施進流量將與污水下水道建設之用戶接管數量息息相關，而污水處理廠建設完成時，用戶接管工程往往才正屬於剛啟動階段，污水處理設施往往面臨超低流量狀況，而低水量

狀況將導致處理設施操作參數無法控制於合理範圍，如水力停留時間、污泥停留時間等。

因此，為避免低流量問題，於污水下水道設計階段即須考量：

1. 於主次幹管鄰近溝渠或大排區域設置污水截流設施，用戶接管未普及區域，往往鄰近溝渠或大排污染程度較高，設置截流設施可較高效率解決低流量問題，亦同時降低計畫區域之水體污染情形，如圖 2 所示，宜蘭地區污水下水道早期則接收區域大排之截流水，後續則隨用戶接管增加並於民國 99 年停用。
2. 優先接入高水量區域或用戶，用戶接管進行前，主幹管及次幹管已施作完

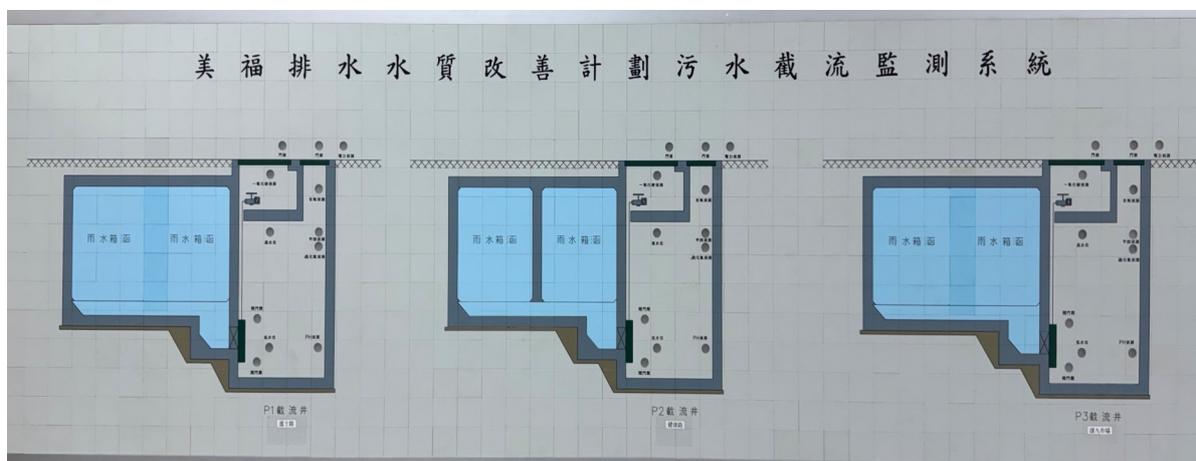


圖 2 截流設施監控系統

成，於幹管設計及發包時可將預估高水量區域及用戶納入優先考量，屆時進行用戶接管時則可快速增加營運初期之流量。

3. 污水處理設施增加操作彈性設計考量，為因應低流量，可由設備、設施以及其他輔助設施進行規劃，如大、小機組之組合設計或設備變頻器之設計，將有利於未來操作時進行較高彈性調整；設施可加裝隔牆，如部分處理設施沉砂池易有體積過大及流速過慢等問題，該問題於低流量時更為嚴重，同時易造成渠道有污泥蓄積問題，故可於渠道增設檔板以提升流速解決該問題，同理，亦可於其他池槽或區域增設隔牆、閘門等，將既有池槽彈性調整為較小區域，俾利因應低流量操作。
4. 連續操作調整成定時或批次處理：多數公共污水處理設施因污水來源為民生污水，故設計階段多以連續操作為設計方向，為因應低流量，可採用批次處理，如污泥系統部分則會因營運初期低流量、低水質而有污泥量過低之情形，此時可進行批次處理以減少過多能耗及提升處理效能，惟須注意污泥段部分停留時間不宜過長，以免發生污泥腐敗、厭氧或產氣上浮問題。
5. 使用變頻器調整設備效能：變頻器可

直接控制設備輸出效能，控制流量以達成其他操作參數之管控，如宜蘭地區水資源回收中心既有鼓風機為單台400 HP，加裝變頻器（圖3）後則可於200-400 HP區間進行彈性操作。

6. 考量納入其他污水來源：營運初期不僅流量偏低，往往伴隨負荷偏低之情形，因此，可考慮納入其他污水來源，如水肥、廚餘廢液或沼液等，除可增加流量外，亦可增加碳源或食微比，圖4則為宜蘭地區水資源回收中心之水肥投入站。
7. 增設臨時性設備：當污水處理設施單



圖3 鼓風機變頻器設備



圖4 水肥投入站

一池槽大小或單一設備容量或效能過大時，遇低流量時不易控制，如設置過大馬力數鼓風機，當低流量甚至低水質時，除供應過多空氣浪費能源外，其處理效能往往不盡理想，因能源成本高，故可於初期考量增設臨時性設備，以優化操作並節省操作成本，如圖 5 所示，圖 5 為宜蘭地區水資源回收營運初期，因既有鼓風機供氣量過大，故加裝魯式鼓風機(HP)作為臨時設備，提供生物系統較適當之供氣量，並大幅節省能源浪費，後續則隨水量上升後拆除使用既有鼓風機搭配變頻器(圖 3)進行操作。



圖 5 臨時性設施-魯式鼓風機(60 HP)

於營運操作階段初期低流量階段，操作上則可進行以下調整方式：

1. 降低池槽使用數量：低流量通常使水力停留時間過長，於初級沉澱池可能導致 BOD 去除率過高，導致生物處理系統食微比過低情形發生，另可能導致生物處理系統有酸化或污泥老化

之現象，此時可降低操作池槽數量以避免前述情況發生，若單一池槽過大則可考量加裝隔牆，進一步降低水力停留時間。

2. 裝設繞流裝置：初級沉澱池於低流速、高停留時間階段，雖可藉由降低操作池槽數量或加裝隔牆方式達到避免過多 BOD 於初級沉澱池被去除，惟現今全國多數污水處理設施進流水質皆低於預期，故即使用前述方式，亦可能導致生物處理系統有機物質不足問題發生，屆時可考慮裝設繞流裝置，不經初級沉澱池，繞流至生物處理單元。
3. 調整生物處理程序：原先操作模式若為生物活性污泥法，可改成長時間曝氣法。

於維護部分，須留意設備使用率問題，因低流量設備可能有長期未使用產生故障問題，操作時應使用交替方式進行運轉；其他因未使用裸露於空氣中設施、監測設備等則可考量加入清水以防止空氣接觸產生生鏽等氧化情形；池槽雖較無生鏽、故障問題，亦應定期更換池槽進行操作，以利檢視並維持其他池槽或單元系統正常。

參、營運中期

若達到營運中期，生物系統及設施多已穩定，流量變化較低，惟污水下水道系

統規模及各區域用水特性不盡相同，仍可能產生明顯差異，如小規模區域之觀光區域用水，則易出現日間與夜間或平日與假日有較大流量差異；另隨著幹管工程及用戶接管範圍擴大，此時可能增加系統流量來源端異常流量問題之機率，如不明水、暴雨時雨水入滲情形。

因此，為避免異常流量問題，於污水下水道設計階段即須考量：

1. 施工工法及品質管控：為避免其他不明水源進入系統及污水處理設施中，用戶接管應避免穿牆鑿洞方式接管，並嚴格管控施工方式，避免錯接雨水或其他管線等。
2. 增設調勻池：於部分觀光為主題之污水下水道系統，其不同時段之流量變化較大，可於進流前端增設調勻池，藉由調勻池後端泵浦控制流量，以穩定生物處理單元。
3. 緊急應變設施：經由污水下水道區域及污水處理廠設置緊急紓（溢）流設備及管線，以確保幹管區域用路人及用戶端生命財產安全，同時亦能保障污水處理設施之正常及放流水質無虞，如圖 6 所示，宜蘭地區水資源回收中心設置有緊急紓流泵浦 4 台以進行應變。

於營運操作中期階段，因池槽及設備有未使用或備用設施，故操作上彈性較



圖 6 緊急應變設施

大，如遇流量變化則可進行以下調整：

1. 調整池槽、設備操作數量：營運中期因有剩餘或備用池槽設施及設備，故可依據流量變化而增減池槽、設備操作數量以符合較佳操作模式。
2. 增加臨時性設施或設備：相較營運初期而言，營運中期階段操作彈性較大，且有池槽等較多調整對策，故臨時性設施或設備則可視需求及效益進行操作上之補強。
3. 裝設或使用變頻器：變頻器可直接控制設備輸出效能，控制流量以達成其他操作參數之管控。
4. 緊急應變設施：營運中期其啟動頻率較低，惟遇天災或其他緊急事故，如地震導致下水道管線或處理系統異常時，此時可啟動污水下水道區域及污水處理廠設置緊急紓（溢）流設備及管線，以確保幹管區域用路人及用戶

端生命財產安全，同時亦能保障污水處理設施之正常。

肆、營運晚期

當污水處理廠到達該階段營運後期，同時廠站年齡陸續攀升，且多數設備已屆其耐用年限，首當其衝之問題為「設備老化」。

廠站大型重要設施分別為「前處理之進流抽水機」、「生物處理系統之鼓風機」、「二沉池之硝化液與污泥迴流泵」、「固體物處理房之污泥脫水設施與加藥機」與「空氣進抽系統」，因長時間使用下，設備各部件磨損老化、幹管密封性不佳，造成單位時間處理量下降，最終不只是影響整體污水處理效率，甚至造成能源不當損失，因而定期依據設備健全度評價制度，紀錄分析設備狀況，並藉由節能延壽計畫，將功能效率不佳但仍堪用之設備，進行部件更新，修復原有功能效率，若設備已損耗嚴重則藉由汰舊換新計畫，進行設備更新，使設備功能得以提升，同時提高能源使用效率。

其二面臨問題則為「收受污水處理量日漸達設計處理量之滿載狀態」，隨著幹管工程及用戶接管範圍持續擴大，收受污水處理量日漸達設計處理量，已無多餘池槽可使用，因而限縮操作彈性，同時因下水道管線系統不明水滲入問題，造成系統水力負荷大於處理廠之處理容量之情形易

發生，為避免該現象影響廠站污水處理效率。

因此，為因應滿載流量問題，於污水下水道設計階段即須考量：

1. 備用設施、設備規劃：為因應滿載流量，須考量滿載水量時仍有檢修或歲修需求，故於設計階段即須考量備用設施、設備之規劃，設施部分則須考量單一池槽、單元設施停用後，其餘池槽、單元是否仍能滿足滿載時需求，同時檢核各操作參數，如水力停留時間、表面溢流率等操作參數；設備部分則須同樣考量單一設備停用後，其餘設備效能是否充足，以避免滿載階段因設計階段之不足導致操作全無彈性且須承受較大風險。
2. 緊急應變設施：污水下水道區域及污水處理廠設置緊急溢（溢）流設備及管線，與考量營運中期不同處為，同時亦須考量及配合未來辦理設施處理設施擴建或功能提升之量能及時程。
3. 處理設施擴建及功能提升：評估及規劃處理設施擴建，增加處理設施規模以持續辦理用戶接管需求及因應處理水量接近滿載之廠站；另可針對部分功能進行提升，最常見係提升生物處理單元功能或固液分離功能，如於既有功能更改或加裝MBR、生物載體模組等方式，圖7為宜蘭地區水資源回

收中心二期擴建工程示意圖。



圖 7 宜蘭地區水資源回收中心
二期擴建工程

於營運操作晚期階段，因池槽及設備已未使用或備用設施，故較無操作彈性，故平時操作上需提前進行調整及準備：

1. 操作條件維持至較高彈性區間：生物池及二級沉澱池污泥不宜維持過高，須考量上述單元故障、檢修需求，平時若污泥維持在較高水平，當發生二級沉澱池故障時，非但二級沉澱池停留時間及表面溢流率降低，同時單一池槽污泥量將增多，此時易出現放流水質不穩之情形。
2. 緊急應變設施：流量滿載之污水處理設施遇天災或其他緊急事故，如地震導致下水道管線或處理系統異常時，此時可啟動污水下水道區域及污水處理廠設置緊急紓（溢）流設備及管線，以確保幹管區域用路人安全，同時亦能保障污水處理設施之正常。
3. 監控系統強化及增設：因流量滿載時

操作人員可應變時間較短，故污水下水道系統可裝設水位監控系統，可於既有管網中設置水位計，或利用既有紓（溢）流設備之液位或浮球訊號加裝回傳模組建置，監控系統可即時知曉管網水情，如圖 8 所示，以利污水處理設施之操作應變；污水處理設施之儀控亦可結合管網水情判斷，以利於流量變化時及時應變。

於維護部分，則往往因設備老舊而有較多故障及檢修情形發生，因屬於營運晚期流量滿載階段，設備及池槽多無備用及緩衝空間，故障及檢修都易影響污水處理設施之效率，因應對策有以下幾點供參：

1. 備品安全存量檢討：營運初、中期，因有其他設備機組或其零件可使用，備品數量規劃通常較低，惟水量滿載時設備可能無備用機組可使用，故備品安全存量應重新檢討，且須考量備品零件之重要性及交期以利檢討備品安全存量。
2. 強化維護保養工作：雖原設備會設定既有維護保養工作，惟設備若未到最低使用年限且其狀況不佳時，可視情形及需求提高維護保養頻率，延長設備使用壽命，進一步降低設備故障機率。
3. 強化人員維修技能：流量滿載情形，部分處理設施因故障而停用往往會隨

下水道水情即時監測系統

登出

即時資料 歷史資料 設備資料

● 全部顯示 ● 水位警報

站號	設置地點	即時水位(m)	警報水位(m)	設備運轉狀態				設定運轉水位(m)					水位警報	狀態	更新時間
				A	B	C	D	0	1	2	3	4			
Y01		1.9	6	待機	待機	待機	待機	1.2	2	2.4	2.8	3.2	正常	連線正常	2024/12/31 22:37:56
Y02		1.89	6	待機	待機	待機	待機	1.2	2	2.4	2.8	3.2	正常	連線正常	2024/12/31 22:37:57
Y03		1.31	6	待機	運轉	待機		1.2	2	2.4	2.8		正常	連線正常	2024/12/31 22:37:57
Y04		2.95	4.6	待機	待機	待機	待機	1.8	2.4	2.6	2.8	3	正常	連線正常	2024/12/31 22:37:57
Y13		0	5.39	待機	待機			1.39	3.99	4.19			正常	連線正常	2024/12/31 22:38:00

圖 8 水情監控系統

檢修時間拉長降低處理效率，進而影響放流水質，而設備故障項目若無自修能力則須委外送修，導致拉長維修時間，故可藉由內部或外聘專業人員進行訓練，縮短設備故障之維修時



圖 9 抽水機維修

間，降低水質異常風險，如圖 9 及圖 10 所示，設備損壞後能在廠內立即搶修，則可快速穩定操作系統及放流水質。

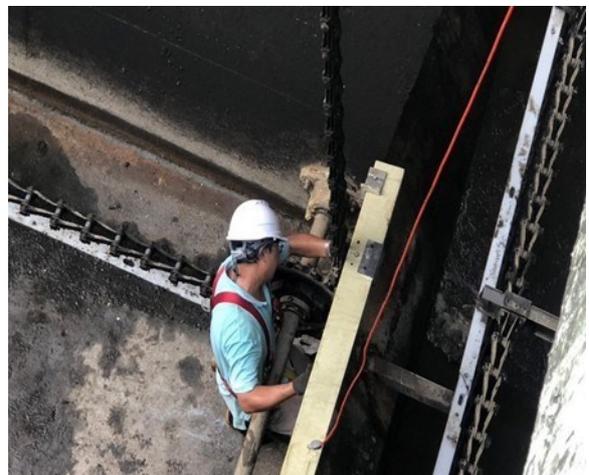


圖 10 沉澱池刮泥機設備維修

4. 落實設備健全度執行：為有效判斷設備狀況，須落實設備健全度，定期為設備做健檢及評估並分級，以利提前擬定後續維護之對策。

細排污機健全度現場查核及評價表

名稱	裝置部位	零件	評價項目	評價結果		判定結果	零件健全度	比例	設備整體健全度
				劣化情況	劣化範圍				
細排污機	驅動裝置	減速機	蝕蝕	無劣化	少或多	4	4	10	4.4
				點蝕或局部蝕	少或多				
				表面蝕蝕	少或多				
		油脂洩漏	無	少或多	5	4	10		
			有	少或多					
			無劣化	少或多					
	電動機	蝕蝕	點蝕或局部蝕	少或多	4	4	10		
			表面蝕蝕	少或多					
			腐蝕	少或多					
	溫度	外殼溫度(°C)	空溫(°C)	5	4	10			
	軸	蝕蝕	點蝕或局部蝕	少或多	4	4	15		
			表面蝕蝕	少或多					
			腐蝕	少或多					
		驅動鍊輪	無劣化	少或多	4	4	10		
			點蝕或局部蝕	少或多					
表面蝕蝕			少或多						
損傷或變形		無	少或多	5	4	10			
		有	少或多						
		無劣化	少或多						
驅動鏈條	蝕蝕	點蝕或局部蝕	少或多	4	4	10			
		表面蝕蝕	少或多						
		腐蝕	少或多						

圖 11 設備健全度評價表

5. 更新或汰換：可依據設備健全度之健檢及評估結果辦理設備更新及汰換，而選用條件應考慮零件取得難易度、送修時間及維修難易度進行考量，藉此評估何種國產、外貨設備或不同型式何者適用。

伍、結論

我國公共污水下水道推至今已四十餘年，各地處理施不管處於何種營運階段流量皆有許多問題須面對及思考解決方式，另因環保議題日漸被重視、放流水排放管制亦逐漸加嚴，各污水下水道未來將面臨更多挑戰，不論係於設計、操作或維護方面研擬對策，都需同業人員及相關單位共同努力及精進。

參考文獻

1. 內政部國土管理署，公共污水處理廠操作面臨難題及解決對策，2019 年 2 月 27 日
2. 內政部國土管理署，污水處理廠營運初期低水質水量設計操作維護策略，2018 年 5 月 15 日
3. 台灣下水道協會，污水下水道系統管渠延壽計畫手冊台灣下水道協會，2021 年 12 月



摘要

本研究透過於重點科學園區污水處理廠多年操作經驗與執行成果之累積，結合污水下水道系統之營運管理創新作為，發展出一套完整分析框架。此框架從人力配置管理、流程操作、設備保養維護及緊急應變等四大面向分析實際廠區操作情況。研究以設計平均日處理水量 30,000 CMD 為界，分享大型或中/小型廠在污水處理過程將面臨到的問題與相應操作重點，可做為聯合污水廠操作維護與營運管理之基礎參考資料，亦期提供做為政府機關推動下水道相關業務之執行參考。

關鍵字：污水處理廠、營運管理、污水下水道系統

- 1.中欣行股份有限公司 / 總工程師
- 2.中欣行股份有限公司 / 副總工程師
- 3.中欣行股份有限公司 / 總工程師

不同處理規模污水廠之營運管理概述——

以科學園區為例

許琇茹¹、徐梓軒²、呂承翰³

Abstract

This research has developed a comprehensive analytical framework by accumulated management experiences and results from wastewater treatment plants in the science parks, combined with innovative operational management practices for sewerage systems. This framework is used to analyze actual plant managements across four major dimensions: workforce allocation management, process managements, equipment maintenance, and emergency response. Using the designed average daily treatment capacity of 30,000 CMD as a threshold, the study identifies challenges encountered by both large and small/medium-scale facilities during wastewater treatment processes and their corresponding management priorities. These findings serve as fundamental reference material for the management, maintenance, and management of joint wastewater treatment plants, and may also provide valuable implementation guidance for government agencies promoting sewerage-related initiatives.

Keywords: WWTPs, O&M, Sewerage system

壹、前言

依內政部國土管理署下水道廠站營運管理手冊，污水廠依平均日設計處理量可分為四類。為利於區分與說明，本文將其簡化為大型與中/小型廠兩群組規模。現科學園區之污水廠，因應產業特性、法規

進展與技術穩定性，污水處理方式多以生物搭配化學處理，污泥更採濃縮結合機械脫水有效達到減容與減量之效果，本文以本公司所執行委託代操作維護廠區為例進行分析，各廠基本資料整理為表 1。前述各種技術之組合，使污水廠需多方專業人才共同努力，方能達到良善之操作維護與

表 1 本公司代操作維護之科學園區污水廠基本資料表

規模	污水廠 (設計量)	分期狀況	處理單元/方式			
			前處理	二級處理	三級/高級處理	污泥處理
大型廠	A 園區 (235,000 CMD)	一期一階、一期二階、二期一階、二期二階、二期三階	攔污柵、渦流沉砂、調勻、pH 調整、初沉、化混、細篩	接觸氧化、活性污泥、二沉、AO、化混	MBR、消毒、砂濾	重力濃縮、帶濾脫水、帶濾濃縮、板框脫水
	B 園區 (185,000 CMD)	一期、二期、三期	攔污柵、渦流沉砂、調勻、pH 調整、細篩	接觸氧化、AO、化混	快濾、砂濾、MBR	重力濃縮、帶濾脫水、板框脫水
	C 園區 (68,000 CMD)	一期、二期一階、二期二階	攔污柵、渦流沉砂、調勻、pH 調整	AO、接觸氧化、二沉、化混	快濾	離心濃縮、離心脫水、板框脫水
	D 園區 (60,000 CMD)	一期、二期	攔污柵、曝氣沉砂、調勻、初沉	接觸氧化、二沉、化混	砂濾、中和	重力濃縮、板框脫水
中 / 小型廠	E 園區 (25,000 CMD)	一期、二期一階、二期一階後續	攔污柵、渦流沉砂、調勻、pH 調整	A ₂ O、二沉、化混	砂濾	帶濾濃縮、板框脫水、冷凝乾燥
	F 園區 (16,500 CMD)	一期、二期	攔污柵、渦流沉砂、調勻、中和、化學軟化、細篩	Modified Bardenpho、二沉、AO、化混	MBR、離子交換、RO、快濾、活性碳、蒸發/結晶/乾燥	帶濾濃縮、板框脫水
	G 園區 (8,000 CMD)	一期	攔污柵、渦流沉砂、調勻、pH 調整	接觸氧化、二沉、化混	消毒、砂濾	重力濃縮、帶濾脫水
	H 園區 (4,900 CMD)	一期	渦流沉砂、調勻、pH 調整、初沉	A ₂ O、二沉、化混	砂濾、消毒	重力濃縮、帶濾脫水

註：依國土署定義，污水廠規模以設計平均日污水量區分：設計平均日污水量≥30,000 CMD 屬特大型/大型廠，設計平均日污水量 <30,000 CMD 屬於中/小型廠。

營運管理。

鑑此，本於園區污水廠豐富操作維護與政府勞務合約執行經驗，結合多年來在污水下水道系統之營運管理創新作為，特撰此文，分別以人力配置與管理、流程操作、設備保養維護及緊急應變等四大面向，分述不同設計處理水量規模之污水廠操作重點，期對相關業務主管機關、學術單位、研究機構或污水處理同業業者，在污水廠代操作之履約與运营管理，提供業務執行參考，進一步提昇或改善員工勞動品質、行政作業效率與履約績效。

貳、人力配置與管理

大型廠通常具備腹地廣、處理設施數量多及工作內容多元等特性，衍生工作量較繁瑣，故污水廠編制人數常與處理水量規模呈正相關，即處理量越大，人力需求越高，如表 2 所示。

污水廠工作就其性質主要可分為管理、維護、操作、納管事業巡查、化驗及其他等。依工作需求規劃人力配置，廠長為污水廠最高管理決策階層；機械及儀電組執行全廠設備維護作業；操作組管控廢水經處理後可低於放流水標準及環評加嚴承諾後排放；巡查組掌握園區納管事業確保水質符合園區污水下水道系統納管水質標準、園區污水下水道容許標準或園區污水下水道可容納排入之水質標準；化驗組則負責分析協助掌握污水廠各單元及各事

業納管水質。

除前述一般常態設置編組外，另依污水廠規模大小、所屬機關是否給予代操作廠商人力自行編制調度彈性、相關法規規範及環境教育場所設置與否等因素而異，其中以污水廠規模大小為關鍵，不同規模之人力配置特性彙整如下。

一、大型廠

(一) 副廠長設置考量

大規模污水廠配置人力多、工作事務繁瑣，設置副廠長可輔助管理決策，發揮承上啟下、分工負責和參與決策，增加管理廣度，確保營運管理品質。

(二) 專職職安人員設置

從事廢(污)水處理事業之工作場所屬第一類非營造業事業單位，依職業安全衛生管理辦法第 3 條規定，事業單位勞工人數三十人以上未滿一百人者，應置乙種職業安全衛生業務主管；勞工人數一百人以上未滿三百人者，應置甲種職業安全衛生業務主管及職業安全衛生管理員各一名。

勞工人數在一百人以上者，所置管理人員應為專職，應常駐廠內執行業務，不得兼任其他法令所定專責(任)人員或從事其他與職業安全衛生無關之工作。

(三) 營運品質查核編制考量

表 2 不同規模科學園區污水廠人力組織配置情形

規模	污水廠 (設計量)	總人數 (名)	組織分組/人力配置(名)										
			廠長	副廠長	機械	儀電	操作	巡查	化驗	其他			
										行政	職安	品管	環教
大型廠	A 園區 (235,000 CMD)	98	1	2	62			8	19	4	2	-	-
	B 園區 (185,000 CMD)	81	1	1	12	8	26	17	2	6	2	3	3
	C 園區 (68,000 CMD)	46	1	1	4	5	18	5	6	2	2	1	1
	D 園區 (60,000 CMD)	30	1	1	17		3	4	2	1		-	-
中 / 小型廠	E 園區 (25,000 CMD)	25	1	-	13		5	1	3	2	兼*	-	-
	F 園區 (16,500 CMD)	24	1	-	10		7	2	3	1	兼*	-	-
	G 園區 (8,000 CMD)	21	1	-	4		13			1	兼*	-	2
	H 園區 (4,900 CMD)	5	-	1	1		兼*	3		-	兼*	-	-

註 1：表列人力數量及配置情形統計至 2024 年 12 月底止。

註 2：因應污水廠 24 小時連續運轉需求，人力編制一般規劃隨時保持至少 2 員人力值班，惟值班人力編組依各園區合約編列所異；上表值班人力分別編列於 B 園區操作組、C 園區操作組、D 園區機械儀電組、E 園區機械儀電組、F 園區操作/維護組等。

註 3：兼* 表示為兼任

註 4：人數編列配置需同時考量設計處理量、園區分期預估納管水量及契約工作特性等因素。

隨污水廠規模越大，工作內容將更為複雜，為追求良好的營運品質，大型廠優先導入 ISO 管理系統認證，透過標準化及系統化管理模式建立，落實各項作業執行；因應監督管制及查核需求編列品管人員控管營運品質（如 B 及 C 園區）。

二、中/小型廠

（一）合併組織供人力調度彈性

中/小規模污水廠常伴隨低水量負荷，故編制人數亦常受其經費限制須更為精實。因此，透過作業內容較為密切關聯之編組合併，如：設備維護作業之機械及儀電組合併，或操作/巡查/化驗之組是合併等，均有利可循，提供跨組相互支援之調度彈性，更能達到精簡人數使其發揮最大工作效果。

（二）兼任職安人員配置

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，雇主或其代理人經職業安全衛生業務主管安全衛生教育訓練合格，得擔任該事業單位職業安全衛生業務主管。中/小規模污水廠人力編制大多不超過 30 人，故以代理人受訓合格後兼任。

（三）資源整合併案優化

考量中/小型污水廠操作與維護之人力及彈性調度需求，管轄機關可規劃所轄污水廠合併辦理招標作業，減少組織與工

作重疊所衍生之人力與經費，讓技術和資源配置共同分享更加優化。

以 B 園區及 H 園區污水處理併案執行為例，發展成熟且蘊含優秀人力及資源之園區，透過行政作業遠端協助、定期派員支援維護作業、資深操作人員不定期督導及經驗傳承等橫向且完善之資源整合，有助於強化小規模園區污水廠之人力資源。

參、流程操作面

污水廠流程操作以控管放流水穩定符合排放標準為目標，因此其操作原則不論大小規模，都將歸納為控管各單元量測操作數值（如酸鹼值、溶氧、氧化還原電位、流量、食微比、迴流比、碳源、鹼度等）符合該廠設計參數及理論操作範圍，以確保處理成效。但不同規模污水廠之操作常面臨課題卻因水量特性所異，如下說明：

一、大型廠

（一）確保納管水質符合污水廠設計進流值

污水廠操作量能大具備更良好緩衝調勻條件，可中和廠商性質迥異且濃度分布範圍廣之納管廢水。倘進流水質異常，其操作量能大而增加應變難度，耗費更多處理時間與人力。

因此，確保納管水質符合污水廠設計

進流值為首要關鍵，並仰賴源頭廠商前處理巡查管制之落實與後端進流水即時監測控管加以因應。

(二) 建立最佳化操作模式-提高能資源使用與微生物反應效率

大型廠因處理水量高負荷，故細微的操作參數調整即可影響用水、用電、用藥等能、資源消耗情形。順應全球氣候變遷「2050 淨零碳排」之永續發展趨勢，除達成符合放流水標準基本要求外，能、資源減量亦成為現今污水廠重要議題。

控制維持運轉最適化處理效率並降低用水用電量、減少污泥、藥品及能源之消耗等，各廠依其不同處理程序，建立各單元最佳化操作模式，為未來需持續精進之目標。

為能增加污水廠流程操作之效率，在人力、設備與經費可行之前提下，智慧化工作納入考量，預期能提昇整體污水處理效率及附加之節能效益。以 B 園區污水廠為例，過去導入 AO 碳源與曝氣之 AI 智能化決策輔助功能，有助於改善微生物碳源利用、總氮去除與能源使用效率。

二、中/小型廠

有別於大型廠，小型廠因操作量能小，容易發生單一廠商納管水量占比較高情形（ \geq 污水廠處理量 50 %）；當前述廠商納管水質異常時，對污水廠流程操作、

放流水質及系統穩定將產生立即且嚴重之影響。

因此，避免前述單一廠商異常影響之重要課題，瞭解其納管水質水量特性，掌握高負荷污染物與相應風險；強化廠商溝通管道，建立廠商於發生水質異常時，願意主動通報之認知；提前建立異常水質之因應策略為關鍵重點。

肆、設備保養維護面

園區開發或污水廠完工初期可能會發生實際操作水量遠低於設計水量之情況發生。確保設備功能之基本前提下，流程管理應採輪替分池操作，確保所有設備均能正常作動，防止設備因停機過久而造成鏽蝕、堵塞或無法運轉之情形。

一、大型廠

(一) 設備保養維護管理

污水廠設備保養維護管理係以原廠之操作維護手冊及各式設備維護經驗，調整修訂之標準維護程序(SMP, Standard Maintenance Procedure)為基礎，再輔以設備基本資料、定期檢測結果及歷史維修保養紀錄，排定「一般維護」、「預防保養」、「預知保養」、「校正維護」與「設備更新」等五類保養及維修工作。

訂定各項設備(施)維護管理計畫後，以規劃執行方案(Plan)、現場操作執行(Do)、依現況校核與調整(Check)，最

後再依據校核與調整結果充份落實於行動目標(Action)，以上述循環為基礎，確實執行並持續運作，包括設備功能之維護點檢、調查及修繕，分析研判設備運轉現況及其功能，作為設備正常運轉、更新或改善之依據，其作業流程詳圖 1。

另一方面，為能確保設備具最佳生命週期與污水廠處理效率，可將健全度及對應措施納入考量，進一步評估主要設備之長壽命化維護對策。健全度分析藉由記錄設備外觀、物理狀態、電學反應、機械作動表現及使用年限等客觀因子評估設備狀況（如表 3），分級後適時採取因應措施

並依設備特性加入維護作為，延長設備使用壽命，降低處理單元之機械故障異常風險。

此外，大型污水廠人力資源充足且廠內維修機具如：吊掛裝置、起重機、天車等設備齊全，且可投入多項預測維護設備如：熱影像分析、局部放電、振動量與雷射對心等，故在保養維護執行面上較為完善。

（二）物料及備品管理

物料及備品管理方面，購置及管理計畫可分為「物料採購管理」與「物料庫存

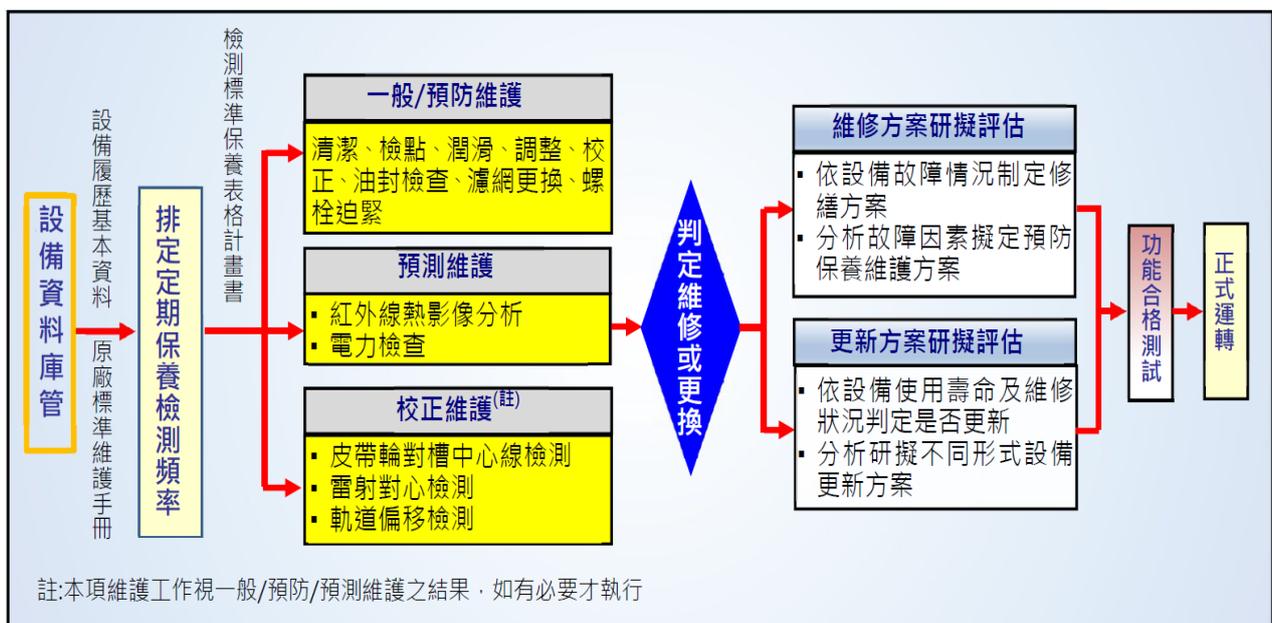


圖 1 污水廠設備保養及維護 (修) 管理作業流程

表 3 主要設備單位健全度及對應措施

健全度分級	操作狀態	措施方法
5	設備運轉狀況佳，操作及機能上無問題	不須採取任何措施
4	設備仍可安定操作，功能上無問題，但開始呈現劣化徵兆	尚不須採取措施，惟需增加觀察頻率
3	設備操作持續劣化中，尚可確保其功能，可經維修恢復功能	更換備品、零件等以恢復功能
2	設備已無法發揮機能，機能恢復困難	精密檢查及設備更新
1	無法啟動，機能停止	設備更新

資料來源：國土署，下水道廠站營運管理手冊（增修訂），2022年12月1日。

管理」，目標係在執行預防性維護保養時，備品、零耗材及零件可即時取用，確保所有設備功能正常。

物料採購管理包含設備耗材、物料及備品等採購，參考原設備廠商建議及污水廠運轉期間設備保養及維護作業累積之經驗，以及主要設備零組件與耗材之耐用程度，依物料提領或購入狀況，辦理採購、倉管及儲存等作業，並定期實施財產物料庫存管理之稽查及評核。

二、中/小型廠

前述說明污水廠對於設備維護管理方法訂定保養維護管理模式分為一般維護、預防維護、校正維護、預測保養、設備更新以及物料/備品管理，不因處理規模而有差異，惟考量中/小型污水廠設計較為精簡，備用物料、機組及可投入人力有限。無法像大型廠執行全面性保養維護，需定期委託專業廠商執行，故在平時排定保養維護計畫時，應注意周延性並依設備

實際狀況滾動檢討修正，確保人力及維護成本間平衡。

另對於中/小型污水廠而言，預測性維護如：紅外線熱影像分析、馬達絕緣測試、電力檢查、振動頻譜分析、潤滑油品測試、雷射對心檢測、軸承壽命檢測、軸承振動測量等項目原則上除依「用電場所及專任電氣技術人員管理規則」第 10 條規定：電氣設備於未停電檢查時可利用紅外線熱影像分析外，各中/小型污水廠可視其契約規定及維護經費彈性調整預測性維護之執行頻率。

伍、緊急應變

依科學園區污水下水道系統之特性，事前擬訂不同緊急狀況之應變程序，建立緊急應變啟動及處理機制，成立緊急應變調度中心，組織架構分為設備搶救組、滅災組、人員救護組、聯絡組及資訊組，事故發生時，編組成員依明訂工作職掌確實執行，在最短時間採取緊急應變措施解除緊急狀況，使污水廠恢復正常運轉。

此外，針對以下六種狀況：1. 進流水質異常、2. 重要設備故障、3. 無預警停電、4. 火災、5. 地震、6. 颱風/豪雨等，擬定完整之應變措施作為執行之依據，並透過完整的教育訓練及實際演練，確保人員處置應變能力，其措施舉例如下：

1. 進流水質異常

- 分析進流水質特性與濃度，立即啟動因應作為

- 溯查污染源，要求改善

- 加派人力機動性控制槽體或閘門閥件，必要時架設臨時抽水泵與管線，避免超過單元設施負荷引起更大損害

2. 重要設備故障

- 依法規通報環保局外，立即修復損壞設備

- 若發生溢流事件則進行擋水回抽措施，避免污染擴大

3. 無預警停電

- 發電機啟動負載或台電恢復供電前，需關閉電力需求量大之設備後再逐一送電啟動

- 緊急發電機啟動，非主要設備系統關閉確認

4. 火災

- 依火災種類就近使用適當滅火器立即滅火

- 若無法控制火勢，則啟動火災緊急應變程序

5. 地震

- 現場人員應巡視廠區設備、零件、槽

體及化學藥品桶槽等設備（施）是否穩固或損壞

- 若土木設施結構嚴重受損，應改用引流管線避免因超水力負荷而引起更大的損害及污水倒灌

6. 颱風/豪雨

- 颱風前：即時關注中央氣象局發布最新狀況，加強防颱措施
- 颱風來臨：值班人員加強監控並依擬定應變計畫及通報程序執行
- 颱風後：設備巡檢、復歸、廠區清理

一、大型廠

由於大型廠人力資源充沛，故在緊急應變之機制上，人力編組與分工可更為精細，如設備搶救組可更進一步細分為電力小組或機電小組等，使應變工作更為完整。

此外，由於大型廠也有物力資源充裕的特點，應變期間所需要的通訊、工具機、消防、毒災應變或人員搶救之設備亦一應俱全。

二、中/小型廠

污水廠之緊急事故應變不會因處理規模大小而有所差異，惟中/小型廠人力有限，將依規模及資源決定應變組織成員人數，且人員職掌相對較廣，平時需加強教

育訓練及演練，確保應變量能。必要尋求外部人力資源，以科學園區為例，各園區可提供相互支援與協助，彈性調度人力進行緊急應變，使污水廠盡速恢復正常運轉。

另中/小型污水廠由於緊急發電設備容量較小，以一般常用發電機為標準，且常以無人操作、自動啟停為原則，故平時需加強設備檢驗與測試，確保停電時緊急發電設備正常運作，維持污水廠穩定運行。

陸、結語

本研究基於數十年科學園區污水廠操作維護與營運管理之豐富經驗，以平均設計處理水量 30,000 CMD 為界，將大型與中小型不同處理規模之污水廠加以區分，並以人力配置、操作處理、維護維修及緊急應變之分析框架，就其可能面臨問題加以深入分析，點列實務上重要工作與注意事項，期可提供做為未來推動下水道事務執行之重要參考。

參考文獻

1. 內政部國土管理署，下水道廠站營運管理手冊（增修訂），2022 年 12 月 1 日。

誌謝

承內政部國土管理署邀稿，與國科會竹科、中科及南科管理局在相關業務與行

政作業之鼎力支持，方能成就本文章。



摘要

本文將分享生活污水處理廠在設備更新期間，以最低影響污水廠處理量能為前提下如何維持生物處理單元操作之調整策略，聚焦於生物單元各曝氣池流量量測、鼓風機空氣量調配、各段溶氧濃度範圍、關鍵位置檢測鹼度及 pH 值，與清池完畢後之曝氣池 MLSS 馴養。同時，透過設備更新過程中對數據監測與調控，將操作成果反饋至它池，探討其對處理效能的影響及較佳運行策略。

為確保系統穩定運行，建議定期測量各段進流水的流量，並結合水質數據（如氨氮濃度、鹼度及溶氧濃度等）進行動態調控，量化並優化生物單元風量分配，以達到較佳處理效能。

研究結果可為類似污水處理設施提供運行參數調整與能源效率提升的參考，實現穩定的污染物去除效果，同時降低運行能耗，促進污水處理的持續發展。

關鍵字：設備更新、生活污水、生物單元

1. 臺北市政府工務局衛生下水道工程處迪化污水處理廠 / 廠長
2. 美商傑明工程顧問（股）台灣分公司 / 主任

污水處理廠設備更新工程生物單元操作調整策略—以北部某污水處理廠為例

黃邵聰¹、阮彥豪²

Abstract

This article shares the adjustment strategies for maintaining the management of biological treatment units based on minimizing the impact on the treatment capacity of a domestic wastewater treatment plant during equipment upgrades. It focuses on aeration tank flow measurement, blower airflow volume distribution, dissolved oxygen concentration control, alkalinity, pH critical monitoring spots, and MLSS acclimation after tank cleaning. In addition, through data monitoring and regulation during equipment upgrade processes, management outcomes are fed back to other treatment units to examine their impact on processing efficiency and to identify optimal management strategies.

To ensure the stability of the management system, it is recommended to regularly measure the flow rate of each stage of the influent and to combine it with the water quality data (e.g. ammonia nitrogen, alkalinity, dissolved oxygen, etc.) to conduct dynamic adjustment. Those measures could promote the quantification and optimization of the biological unit airflow distribution, thereby achieving better treatment efficiency.

The results of this study can serve as a reference for similar wastewater treatment facilities to adjust the management parameters, improve energy efficiency, achieve stable pollutant removal, reduce management energy consumption, and promote the sustainable development of wastewater treatment.

Keywords: Equipment upgrade, Domestic Wastewater, Biological Treatment Processes

壹、前言

該污水處理廠自 96 年提升為二級污水處理廠迄今已營運超過 18 年，各項機械設備逐漸老舊，部分既有設備將屆或已逾使用年限，為期污水妥善處理並提升處理效能及穩定性，已規劃及進行分期分年辦理設備更新工程。

其中，為改善原生物單元進流閘門上部支架及螺桿纏繞污物影響水流，規劃將進流端開口開大以增加操作彈性。因該開口加大工程需於平常操作水面下以人工方式針對既有壁面 RC 進行切割敲除，故該項更新計畫採廠內水量降載及各大池輪替清池辦理。

該廠擬透過科學的操作調整策略，以目標化管理與關鍵參數控制，實現穩定的

處理效能，以利設備更新期間有效降低對污水處理廠運行能力的影響。

貳、設備更新期間生物單元調整策略

該廠採用 TNCU 去氮程序（如圖 1 所示），其特點在於將缺氧槽與好氧槽分隔為多個段落，並以分段進水的方式優化去氮處理效果。此設計能有效提升氨氮及總氮的去除效率，同時降低系統內的氮負荷累積，可因應逐步加嚴的放流水水質標準要求。

該廠曝氣系統共 6 大池，每一池曝氣池由 3 段串聯之曝氣渠所組成（如圖 2 所示），在各段曝氣渠中又各包含缺氧區及好氧區，各池配置自上游至下游依序為：第一段缺氧區 A 池、好氧區 A 池至 D 池，第二段缺氧區 B 池、好氧區 E 池至 H

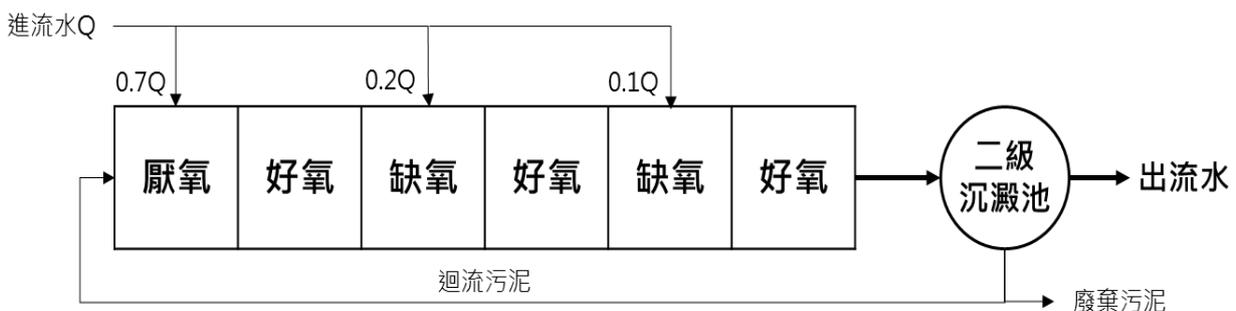


圖 1 TNCU 處理程序示意圖

池，第三段缺氧區 C 池、好氧池 I 池至 L 池等共三段，即分別在每段缺氧池之後，設有 4 池好氧池。

現況操作採三段進水流量比為 0.8 : 0.2 : 0 或 0.9 : 0.1 : 0 或 0.8 : 0.1 : 0.1 等方式，其前段 MLSS 較高，相對的微生物負荷較低，可促進硝化作用，中段進流則可提供脫硝碳源並補充鹼度，其放流水中未硝化之氨氮及硝化後之

NO₃-N 相對濃度則可較低。

惟生物單元實際運行過程中，系統效能受多種因素影響，包括水力停留時間、污泥停留時間、食微比、MLSS 濃度、溶氧濃度、硝化反應控制等。該廠為穩定放流水的氨氮與總氮濃度，係採用調整控制各池流量、空氣量、單元水質分析等策略，說明如後。

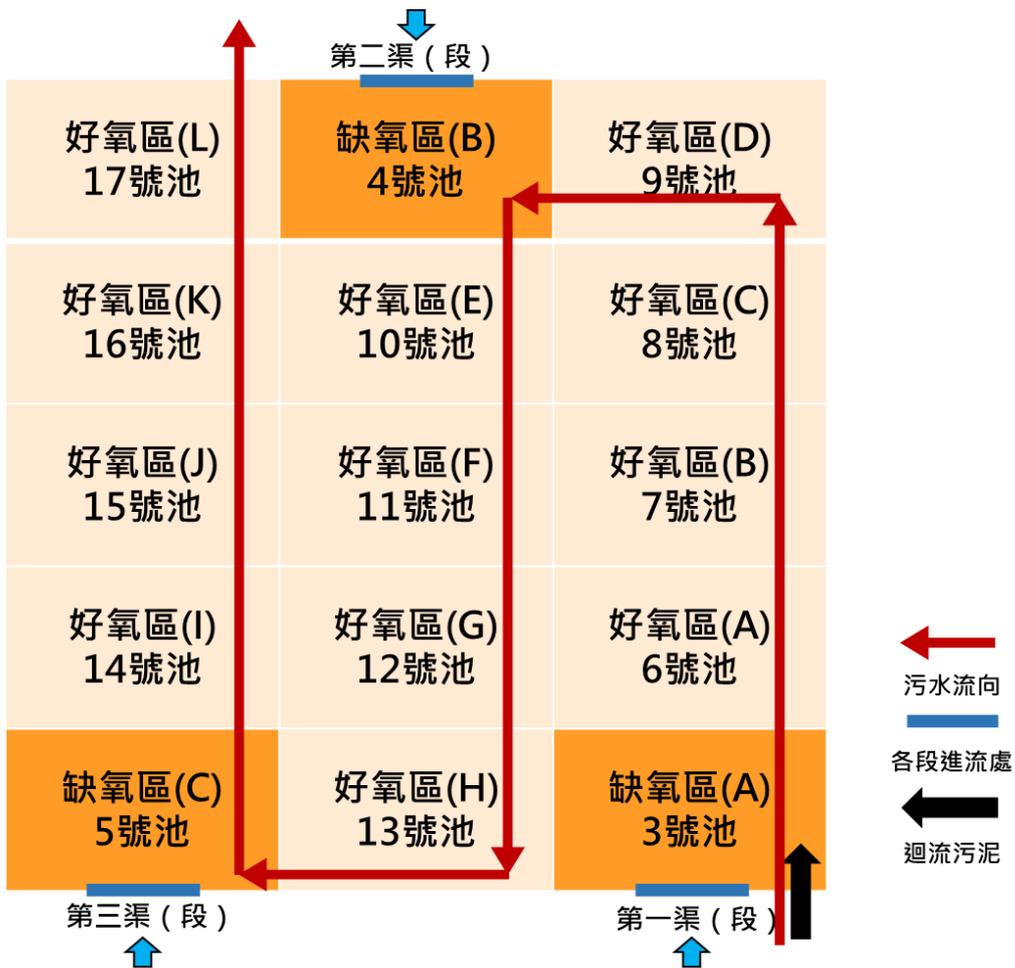


圖 2 曝氣池單池平面示意圖

該廠為執行本次生物處理單元設備更新工程，需確保廠內污水處理正常運行，因此在曝氣池清理作業期間，日平均處理水量暫時調降，每完成一座曝氣池清理，即逐步恢復日處理量，直至全部曝氣池清理作業完成，恢復原有處理能力。

一、流量控制

該廠原設計在生物處理單元的進流水端無設置流量計，對於進流水量的精確調控及流量監測可能存在一定的限制，故以手持式流速計定期量測各段進流流量狀況（如圖 3 所示）輔以調整風量及污泥迴流量。

該廠在日常操作中注重維持生物單元各池流量的穩定性。然而，在設備更新期間，需輪替清理 6 池曝氣池，故針對清池後重新啟用的曝氣池，進行相應的操作調整（如：重新馴養 MLSS），包括將三段



圖 3 以流速計掌握各池流量

比例進流方式暫時調整為第一段全量進流，並適當增加迴流污泥量，以及加強對各項水質濃度的監測。此類調整旨在確保系統穩定運行，減少對放流水水質的影響，並逐步恢復至較佳處理效能。

二、鼓風機空氣量控制

依據處理水量及水質檢測數據（如 BOD₅、SS、氨氮等），估算生物單元的實際需求風量，並進行量化的風量控制。

而在設備更新期間，針對完成清理的曝氣池，在馴養初期約 1 至 2 個月採用三段全量供氣策略進行操作（採用足量風量）（如圖 4 所示），以確保微生物群體的適應性及穩定性，並提升生物處理單元的運行效率，馴養後期約 1 個月以穩定空氣量為目標，三段採用大、中、小比例方式進行供氣（採用穩定風量），並定期進行風量調配試驗，同步檢測其前、中、後段的氨氮數據，以驗證調整後的除氮效能。馴養完成後持續評估調降風量對氨氮去除效果的影響（採用節能風量），實際驗證處理後氨氮濃度皆為設定目標範圍內（如：3~5 mg/L），此測試有助於評估調降風量對氨氮去除效果的影響，該優化策略可供後續營運與節能參考。

三、單元水質分析

1. 溶氧：在好氧段，根據進出水質動態調整 DO 濃度（如：第一段 2 mg/L 以

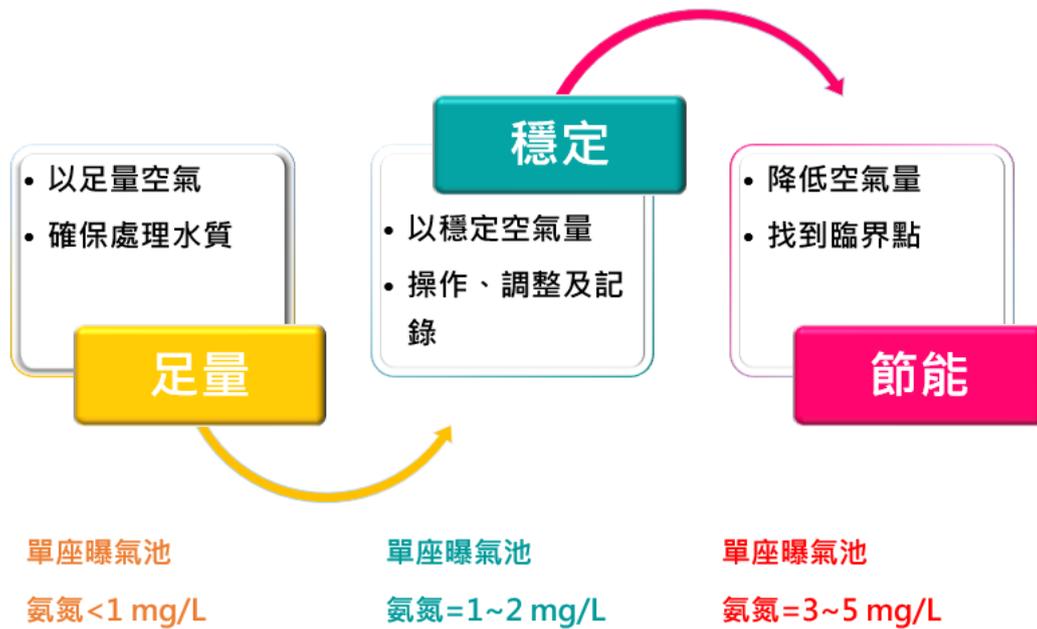


圖 4 曝氣池風量優化策略

上、第二段 1.5~2 mg/L、第三段 1~1.5 mg/L)；而在缺氧段，DO控制在 0.5 mg/L以下，ORP保持在-50 mV至-100 mV之間，以確保各處理階段達到較佳操作狀態。

2. 鹼度與pH：由於每硝化 1 gNH₄-N，會消耗鹼度 7.14 g (as CaCO₃)，致降低pH值。以理論值估算，若進流水中氨氮濃度為 25 mg/L，為達到完全去除氨氮的效果，進流水中需有 260 mg/L的鹼度，以確保曝氣槽出流水中保持至少 80 mg/L的鹼度。

根據實際操作經驗，除了定期監測進流水的鹼度濃度外，還需在各主要處理單元的進流水端及其他關鍵位置進行鹼度與pH值的分析。對於三段缺氧區，重點監測鹼度的補充情況；而在三段好氧區，則主要確認鹼度的消耗狀態與氨氮濃度去除關係，以確保整體系統的穩定運行和處理效率。(如圖5所示)

參、結論

本案例透過科學的操作調整策略，以目標化管理與關鍵參數控制，實現穩定的

★ 好氧區(L) 17號池	★ 缺氧區(B) 4號池	★ 好氧區(D) 9號池	
好氧區(K) 16號池	好氧區(E) 10號池	好氧區(C) 8號池	
好氧區(J) 15號池	好氧區(F) 11號池	好氧區(B) 7號池	★ 採樣點
好氧區(I) 14號池	好氧區(G) 12號池	好氧區(A) 6號池	
★ 缺氧區(C) 5號池	★ 好氧區(H) 13號池	★ 缺氧區(A) 3號池	

圖 5 曝氣池建議採樣點 (例)

處理效能，可在設備更新期間有效降低對污水處理廠運行能力的影響。清池後 MLSS 的馴養結合動態數據反饋，依水質指標進行操作調控及風量分配，進一步優化系統運行策略，除可提升污水處理穩定性，亦有效降低運行能耗。

參考文獻

1. 內政部國土管理署下水道系統設計及解說
2. 鄭百筌、蕭弘亮、葉詩薇、莊函音、吳建甫、鄭幸雄 (2020)。生活污水處理廠無氧脫硝及好氧硝化反應機制之探討。「第三十二屆中華民國環境工程學會廢水處理技術研討會。」
3. 張聖雄、陳見財、陳良棟(2006)廢水生物處理程序常見問題實務探討。「工業污染防治第 97 期」
4. 周裕然、李慧珊。好氧-缺氧-好氧生

物除氮程序於不同污泥停留時間操作
之處理特性及菌相分析

- 5.. Metcalf & Eddy, et al. Wastewater engineering: treatment and resource recovery. McGraw Hill Education, 2014.
6. Richard, Michael, S. Brown, and F. Collins. "Activated sludge microbiology problems and their control."20th Annual USEPA National Operator Trainers Conference. 2003.
7. Tom D. Reynolds (1992),Unit Operations and Processes in Environmental Engineering · USA, Pws Publishing Company.



摘要

污水下水道建設為國家發展之重要基礎建設，完善的污水下水道系統能帶給國民衛生優質的生活環境。我國近幾年的污水下水道建設大幅進展，接管普及率持續提升，污水處理廠除扮演重要之水質淨化角色外，其營運管理益顯重要。

因此，位居污水下水道系統主要核心之公共污水處理廠除在符合各項法令要求下妥善營運為其首要任務，同時也背負遵循法令的模範角色。然而，國內針對水污染防治措施所建置之法規體系雖歷經多次修正，實務上仍有再精進之處，期冀透過理性討論，促使管理措施更臻完善。

關鍵字：水污染防治措施計畫、污水處理廠、營運、試車、許可

1. 台境企業股份有限公司 / 協理
2. 呂冠霖環境工程技師事務所 / 技師

公共污水處理廠營運初期水措申請實務研討

林俊維¹、呂冠霖²

Abstract

These days, Taiwan's central and local governments encourage the construction of the public sewer systems and household connection pipes which are the critical Infrastructure and can improve the living environment. The wastewater treatment plant (WWTP) plays a key role of the public sewer system, which must operate properly in compliance with applicable laws and regulations such as Water Pollution Control Act and Regulations on the Permit Application and the Management for Water Pollution Control Measures plans, etc. However, Some articles of those laws can be modified or revised for some situations such as low volume in trial operation and volume change with household connection pipes after formal operation.

This article provides some viewpoints and suggestions for the revision of laws, to help the operator of WWTPs receive the permit documents of water pollution control measure plans smoothly.

Keywords : water pollution control measure plans, sewage systems, wastewater treatment plant, operate, trial operation, permit

壹、前言

污水下水道建設計畫內容囊括用戶接管、管網配置及污水處理廠設置等三大部分，過程包括規劃、設計、興建與營運四大階段，且須各項實施計畫核定後，始得據以實施。然，礙於國家預算分配、建設政策調整及城市發展變化等因素，往往啟動設計、興建的時程相距甚長，致使主客觀條件改變造成實際情況與設計目標值差異大，往往造成操作不正常，或處理系統不敷負荷之現象。

因此在污水處理廠的規劃上常會利用工程手段於設計階段與操作階段進行不同的彈性配置與操作，如抽水機數量及不同規格的配置、處理單元分區分流處理等各式措施來因應不同的污水水質水量處理需求。內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）也於 2018 年針對污水處理廠營運初期低水質水量設計操作維護策略出版專書解析設計與操作階段的因應對策。

但除設計及操作的因應對策外，法規面的管制亦有討論之需求。政府除依水污染防治法規定了污水經處理後的標準，對於水污染防治措施從設置、運作及變更亦有完整的嚴格管制，特別是針對運作後細部管理，以期有效管理管制並掌握全國污水處理的狀態，但也意味著在污水處理廠的營運單位除妥善處理污水的重要責任外，亦需謹記並配合相關法令辦理申請及變更。惟，公共污水下水道系統因收集範

圍廣大、系統於啟用後需較長時間方能達成原規劃或穩定之水質水量。因此，在運行期間隨著污水水質水量的變動，法令的遵循上亦需更為謹慎因應。

貳、水污染相關法令

污水處理為環境治理重要一環，公共污水處理廠亦為污水下水道系統之主要核心，因此在符合各項法令要求下妥善營運，為污水處理廠營運單位的首要任務。國內針對水污染防治建置之法規體系，多年來因應環境治理目標、防治技術提升及資源循環利用之需求也陸續進行修訂及調整，整體法規架構已屬完備，但部分規範應可再提出討論更臻完善。其中除放流水標準外，與污水處理廠操作營運最有密切關係法令即為「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」。

參、營運前功能試車測試水量需求

公共污水處理系統於規劃階段，均是長期穩定的操作條件下進行規劃的。但實務上，公共污水處理廠之設計容量係基於未來處理需求的預測，因此在建設完成營運之初，污水水質與水量多半均未能滿足原始設計條件，甚至相差甚多。此外，污水量的成長與下水道系統的建設速度息息相關，故公共污水處理廠在未營運前即面臨首要需提出討論的議題，即新申請核發許可之合理污水處理量。

依據「水污染防治措施計畫及許可申

請審查管理辦法」第 5 條規定，公共污水下水道系統申請審查許可證（文件）之程序分為營運前階段及營運階段。營運前階段除於建設完成後申請核發試車核准外，亦需辦理功能測試後始得取得許可證。又依同法第 17 條規定應執行試車者進行廢（污）水處理設施及污泥處理設施之功能測試時，應依下列規定辦理：

- 一、應依許可證（文件）申請之每日最大廢（污）水產生量百分之八十以上之水量測試；無法達百分之八十以上之水量者，依測試時實際最大水量為之。
- 二、功能測試期間應為五個工作天以上，期間至少一日進行檢測，檢測當日起訖時間應於功能測試前三日通知核發機關會同進行，並應依檢測當日起訖時間進行檢測。

爰此，當部分用戶接管完成，公共污水處理廠開始收受污水進流運作初期，進流污水量少且不穩定。進流污水量雖會隨用戶接管數逐漸增加而呈緩步成長趨勢，然依法於營運前申請功能試車可供測試的進流污水量極少，甚至難以達到可正常運行之最低水量，實不易進行正常操作及測試，尤以普遍設置的生物處理單元為最。

肆、營運後許可操作水量變更

而取得許可證正式運行後，隨著用戶接管數及污水處理量增加，公共污水處理

廠亦需依同法第 22 條辦理許可證內廢（污）水每日最大處理量變更並重新進行功能試車，否則恐有未依許可證內容操作受水污染防治法第 46 條處份之虞。

然而，公共污水處理廠除有另行規劃河川或區域排水渠之截流水得增加其進流污水量外，下水管線之污水量非屬污水處理廠營運單位可控制或準確預測納管的時間點；又營運前核發之許可水量偏低下，污水進流流量有很大的機率在短時間內超過核定的操作水量，亦表示污水處理廠營運單位可應變及申辦變更相關行政程序的時間十分緊迫。因涉及廢（污）水每日最大處理量增加，依規須於事實發生前申請變更並需重新辦理功能檢測，期間須歷經作業發包程序、進流量申請預估、處理單元質量平衡計算及功能性檢核、申請文件系統建置、主管機關審核作業外，亦須委託第三方檢測單位進行採樣、檢測及檢測結果報告製作等，實造成營運單位操作之適法性風險與多次變更所需的成本支出。

伍、結論與建議

環境部為使事業或污水下水道系統申請、變更或展延水污染防治措施計畫或許可證（文件）時有所依循及可期待性，以及配合環保許可整合推動，自 95 年以來已歷經 7 次修正發布「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」，最近一次修訂為 113 年 1 月 11 日，自發布日施

行。其展現政府機關強化管理措施並因應實務需求所做的努力。

國內下水道系統建設已具有相當堅實的基礎，未來也持續推動建設計畫，對於各項的管理措施應更為精緻有效。因此建議對於公共服務相關設施，或行業別（例如，醫療院所、量販餐飲...等）應更具彈性的管理方案，以公共污水處理廠為例，營運初期水量偏低且不穩定狀態下，可評估先以較低處理水量申請水措，以降低因公共污水處理廠於營運初期核定水量少，或用戶接管數增加等，導致進流水水量變動頻繁的許可變更申請及試車檢測作業所耗費之營運成本支出。

參考文獻

1. 水污染防治法 (2018 年 06 月 13 日)
2. 水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法 (2024 年 01 月 11 日)
3. 污水處理廠營運初期低水質水量設計操作維護策略 (2018 年 05 月 15 日, 內政部國土管理署)



摘要

臺灣在豐枯水期水量差異大，安平水資源回收中心須以截流站開關站調整進行因應。在全球氣候變遷影響下，污水處理廠轉型導入再生水供應。隨著豐枯水期的水量變化，伴隨著海水入滲及硼離子、氨氮、尿素等變化，水資源回收中心為有效穩定供水品質，須採取多項設施如二階段逆滲透過濾、增量曝氣及加藥等多項技術應對，並針對後續擴充需求等未來挑戰提出規劃，包括加速污水處理設備更新時間、縮短截流站關站時間及應用人工智慧來提高供水穩定度等，以因應在豐枯水期的水質水量變化。

關鍵字：再生水、硼、逆滲透、安平水資源回收中心

1.欣達環工股份有限公司 / 副理

2.臺南市政府水利局 / 科長

下水道系統流量變化對於再生水供水的
因應策略——以安平水資源回收中心為例

王偉修¹、石國宏²

Abstract

Taiwan experiences significant variations in water volume between wet and dry seasons, and the Anping Water Resource Recovery Center must adjust its operations through the opening and closing of the diversion stations to cope with this. Under the influence of global climate change, wastewater treatment plants are transforming to incorporate reclaimed water supply systems. Along with the changes in water volume during the wet and dry seasons, seawater intrusion, as well as fluctuations in boron ions, ammonia nitrogen, and urea, must be managed. To effectively stabilize the water supply quality, the water resource recovery center must adopt various technologies, including two-stage reverse osmosis filtration, increased aeration, and chemical dosing. Furthermore, to address future challenges, such as expansion needs, the center plans to accelerate the update of wastewater treatment equipment, shorten the diversion station shutdown periods, and apply artificial intelligence to enhance the stability of water supply, in response to the variations in water quality and volume during wet and dry seasons.

Keywords: Reclaimed Water, Boron, Reverse Osmosis, Anping Water Resource Recovery Center

壹、前言

臺灣初期污水下水道系統興建主要因應都市發展需求，環境污染日趨嚴重，為解決環境污染衍生的衛生問題，興建下水道系統來作為環境把關的角色。近年來因全球暖化及氣候變遷之影響，世界各地之降雨豐枯已趨向極端化，原本豐枯季節僅造成下水道系統須配合防汛進行應變外，各地在枯水期間旱澇災難頻傳，不僅造成全球人民生命財產的損失，亦喚醒世界各國政府對於水資源匱乏議題的重視【行政院水資源開發基金會 2015】。

行政院為擴大水資源利用範疇，促進水科技產業發展，於 2013 年 3 月裁示優先辦理公共污水處理廠放流水回收再利用推動計畫，以臺中市豐原廠、福田廠、臺南市永康廠、安平廠、高雄市鳳山溪廠及安平廠等六座為示範案例【張建宏、李思彤 2018】。經濟部水利署及內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）亦積極合作推動水再生利用政策，促使再生水可成為經濟發展之用水穩定水源，國土署亦於 2013 年 8 月核定「公共污水處理廠放流水回收再利用示範推動方案」，總經費約 152 億元，主要內容係將公共污水處理廠放流水回收再利用，產製之再生水提供作為鄰近區域工業用水之來源【高雄市政府環保局 2020】。

貳、背景說明

在臺南，由於早期污水大量排入運河，造成運河水質惡臭成為民眾口中的臭水溝，加上運河為每年龍舟舉辦地點，解決運河惡臭問題成為首要課題【洪瑞宏、陳玉蓮 2022】。臺南市政府為有效解決臺南市運河嚴重污染，並促進五期市地重劃區污水下水道發展，乃依據「臺南市污水下水道第一期實施計畫」興建安平水資源回收中心及運河附近五座污水截流站。主要係將計畫區內日常生活污水經收集管線輸送至中心，經二級生物處理後排入安平內海，相關流程詳如圖 1 所示。

為了改善用水現況，行政院提出「開源、節流、調度、備援」的策略來穩定供水，並指示經濟部水利署與國土署推動「公共污水處理廠放流水回收再利用計畫」，於 102 年奉院核定示範計畫，計辦理 6 件示範案，其中包含安平再生水案【國土署 2013】。

透過統包方式引進民間資源與專業技術。全案共分為二期工程，第一期興建工程預計供水 10,000 CMD，第二期再擴充提升到 37,500 CMD，另保留第三期供水至 60,000 CMD 的餘裕。2023 年 4 月興建完工後，每日可穩定提供 37,500 噸，主要將再生水供應給南部科學工業區內廠商進行製程使用。

參、因應對策

安平水資源回收中心截流站主要以晴

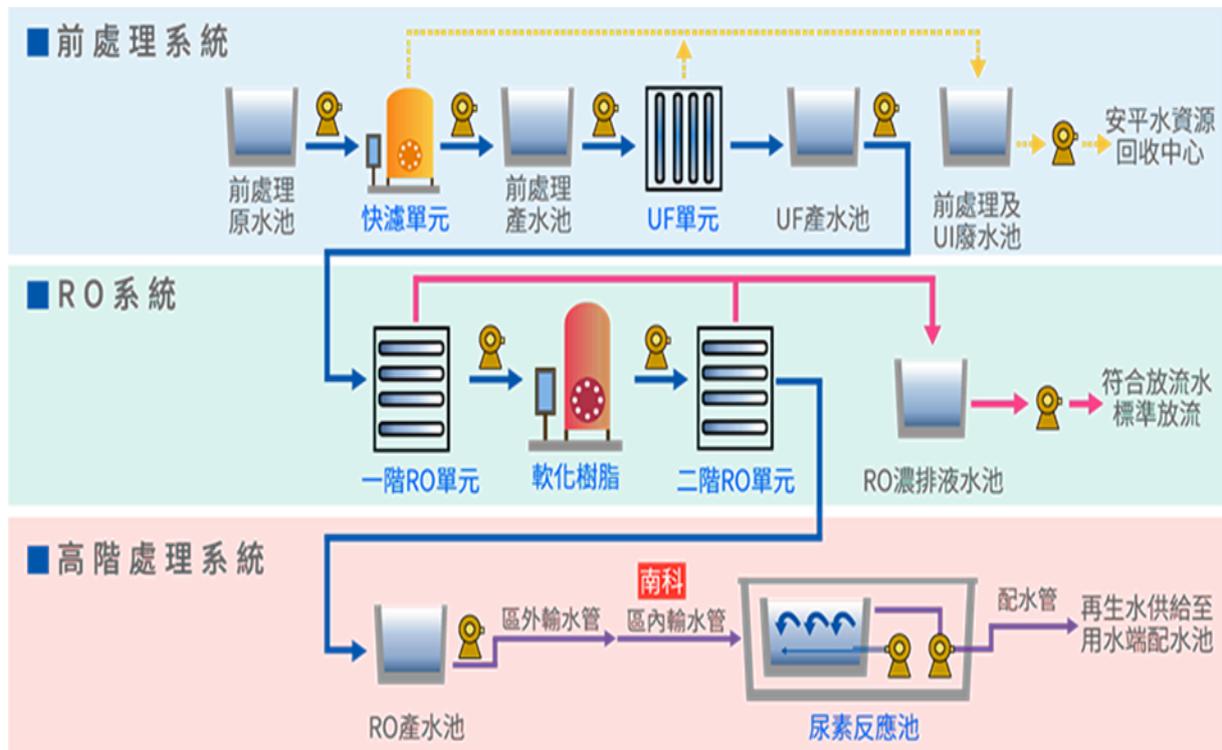


圖 1 安平水資源回收中心污水及再生水處理流程

天截流為主，在豐水期受到降雨影響，都市雨水在豪大雨時期須經由截流站排入運河，加上因管線洩漏影響，海水在豐水期入滲下水道系統，影響再生水供應【王大明、陳素如 2020】。此外，在枯水期間，因觀光客大量湧入安平市區，導致氨氮及尿素等水質濃度提升，增加再生水製程的負荷【水利署 2019】。

針對未來再生水的擴增需求，水源不足及供水穩定部分，對於中心而言更是另一項挑戰的課題【黃國偉、張瑞瑩 2022】。為確保再生水供水穩定，相關豐枯水造成之水質水量問題衍生之因應作為說

明如下：

一、豐水期高導電度的影響

安平污水下水道系統因部分管線局部滲漏加上截流站受海水入滲影響，致使進流水平均導電度偏高。豐水期甚至因開啟運河截流站閘門之故，導電度上升高達 10,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以上。此外，經由進流水連續監測亦可發現每日放流水導電度數值呈現波幅般變動，與當地潮汐水位高低週期亦有一定關聯性【張信宏、李建華 2021】。伴隨高潮位發生，污水廠進流水之導電度亦呈現上升趨勢。

此外，因海水入滲會伴隨進流水硼離子提高，導電度與硼離子濃度成比例關係，詳如圖 2。由歷史資料得知，進流水硼因截流站開關因素，導電度在 10,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 時，硼離子濃度會提高到到 0.9 mg/L 以上。因再生水硼離子要求須小於 0.1 mg/L ，故去除水中硼離子成為另項重要關鍵課題。

傳統含硼廢水之處理方式包含硼選擇性離子交換樹脂法(Boron-selective ion exchange resin)、化學混凝沉澱法(Chemical coagulation and precipitation)、逆滲透膜技術(reverse osmosis)、吸附法(adsorption)、電混凝法(electrocoagulation)、萃取法及上述各方法的組合技術

等。

其中逆滲透膜因具有硼分離效率高及操作方便等特性而成為海水分離硼的首選處理技術，但其分離有其極限，尤其在低濃度部分。吸附法及樹脂法主要是利用硼的缺電子特性，易於被吸附劑吸附的特點來分離硼，或是利用陰離子交換機制來去除水中之硼酸根離子，但是樹脂造價昂貴，且不適用於高濃度操作。電混凝法除硼，主要以鋁或鐵作電極，而於陽極溶出 Al^{3+} 或 Fe^{2+} 等金屬陽離子，進而在水中水解而發生混凝或絮凝作用，較傳統之化學混凝法有較佳的除硼效果，適用於高濃度去除。萃取法的原理是利用含鄰二羥基且與水不相溶的有機試劑作為萃取劑與硼

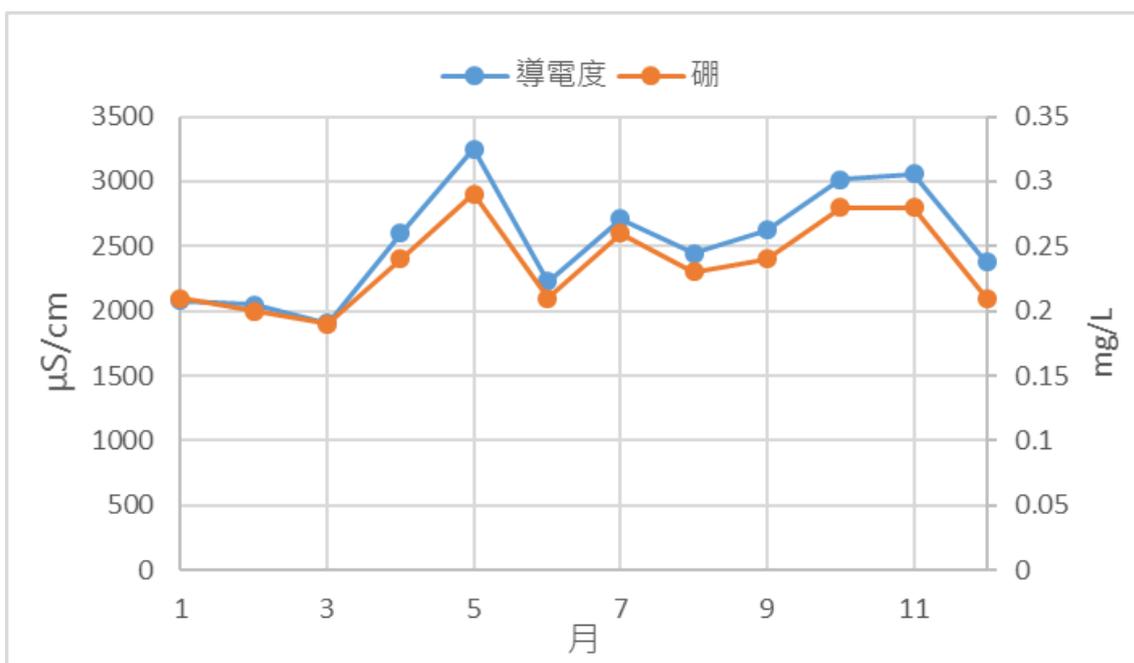


圖 2 2024 年每月平均進流水水質

酸溶液混合，經由硼酸與有機試劑中的多羥基官能基反應形成螯合物被萃取到有機相，從而達到與水相中的其他離子分離的目的。聯合分離法就是綜合考慮各種處理方法的優缺點的組成，採用各種技術的組合，以獲得更好的除硼效果，如逆滲透加離子交換樹脂，或採用多層過濾方式處理等。

而安平水資處理流程為確保此水質項目符合使用端水質標準，經由一階 RO 過濾後，於二階 RO 前段將進流水 pH 調高於 8.0 至 10.5 之間，以增加二階 RO 微量硼離子之去除成效，達到再生水水需求。

二、枯水期高氨氮的影響

安平水資在枯水期間 COD、BOD 及氨氮等數值均有微幅提升，詳如圖 3，推測可能與家戶清潔及遊客湧入等因素有關【林建興、趙瑞珊 2021】。因碳源增幅較高等因素，導致氨氮去除率從 95% 以上降低至 90% 以下，對於再生水處理有影響之虞。因氨氮為造成逆滲透膜阻塞的重要因素之一，故在污水處理單元中以加大二沉池迴流量及增量生物系統曝氣等方式進行系統因應。

此外，因再生水廠處理後之濃排水採直接放流進行處理，因放流水標準硝酸鹽氮需在 50 mg/L 以下，在水資中心無設

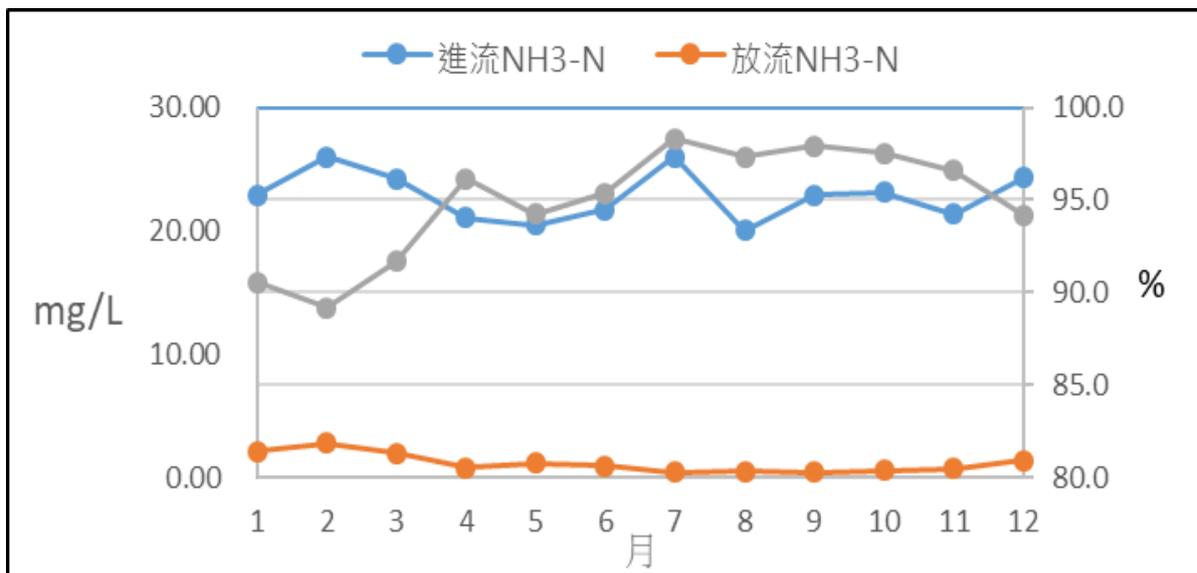


圖 3 2024 年平均進放流氨氮及去除率

置脫硝單元之前提下，需有效控制進再生水廠之放流水氨氮濃度低於 5 mg/L，且硝酸鹽氮需低於 15 mg/L，故需調降部分曝氣量，避免氨氮因曝氣過度硝化，同時又可增加部分脫硝效果，確保濃排水硝酸鹽氮濃度符合放流水標準。

三、尿素的影響

在高科技製程中，尿素對於晶圓製程有良率上的影響，且逆滲透膜對於尿素有穿透的作用，無法有效地去除【張瑞雄 2019】。在長期監控過程中，尿素在每年 1 月枯水期期間受到家戶活動影響而有升高的趨勢，在豐水時期則會受到截流站關站影響而提高，如 2023 年 7 月及 12 月皆因截流站關站而數值上升，相關因應方式須進行即時監控尿素水質數據以及時調整；在枯水期時可經由曝氣量增加進行初步降低，其次於再生水產水的管線輸送過程提高餘氯量以進行第二道處理，最終在配水池以增量加藥方式，利用增量之次溴酸進行最終氧化處理，以降低突發性尿素濃度增加，影響再生水供水水質。

肆、未來挑戰

因應高科技廠的用水需求，安平水資第三階段供水量須由每日 37,500 噸提高到 60,000 噸以上，污水處理量每日需有 110,000 噸以上，方可滿足再生水供水需求。參考 2024 年安平水資源回收中心下水道接管戶數之普及率已達 90%以上，

由表 1 可以得知整體增幅有限，且由圖 4 每月平均處理量可以得知，在豐水期的時候，因截流站調整影響，部分月份污水處理量並未達供水需求量，故後續必須將開站的時程縮短及尋找其他水源，以因應用增供擴廠需求。

其次，受限於廠域使用年限不斷提升，設備老舊問題將導致供水穩定效率降低，須儘速加快老舊設備汰換，以因應後續擴廠之供水需求。

再者下水道收集管線也面臨老舊汰換問題，海水入滲機率增加。因氣候異常也造成近年屆臨中秋時節海水入滲漸趨嚴重，可能造成導電度及硼離子逐步提高，須加速既有老舊管線汰換時程。

最後，面臨豐枯水期的水質水量變化，為了能更及時更精準地掌握操作現況，導入人工智慧在操作、調整、預防及預測等作為，可有效提升再生水於水質水量變化上的穩定度【張明弘、李宜君 2021】。

伍、結語

安平再生水計畫的成功運作，體現了在豐枯水期水質水量變化的因應成果，尤其是在面對極端氣候和水資源短缺的挑戰下，對保障南部地區的經濟產值及居民用水起到了關鍵作用。未來，隨著用水需求的增長及設備老化問題，水資源管理仍需不斷創新和改進。導入科技手段等人工智

表 1 2024 年安平地區下水道接管戶數

中心名稱	2024/1	2024/2	2024/3	2024/4	2024/5	2024/6
	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數
安平水資源回收中心	123,064	123,115	123,176	123,324	123,758	124,258
	2024/7	2024/8	2024/9	2024/10	2024/11	2024/12
	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數	累計用戶接管戶數
	124,995	125,731	125,828	125,956	126,085	126,086

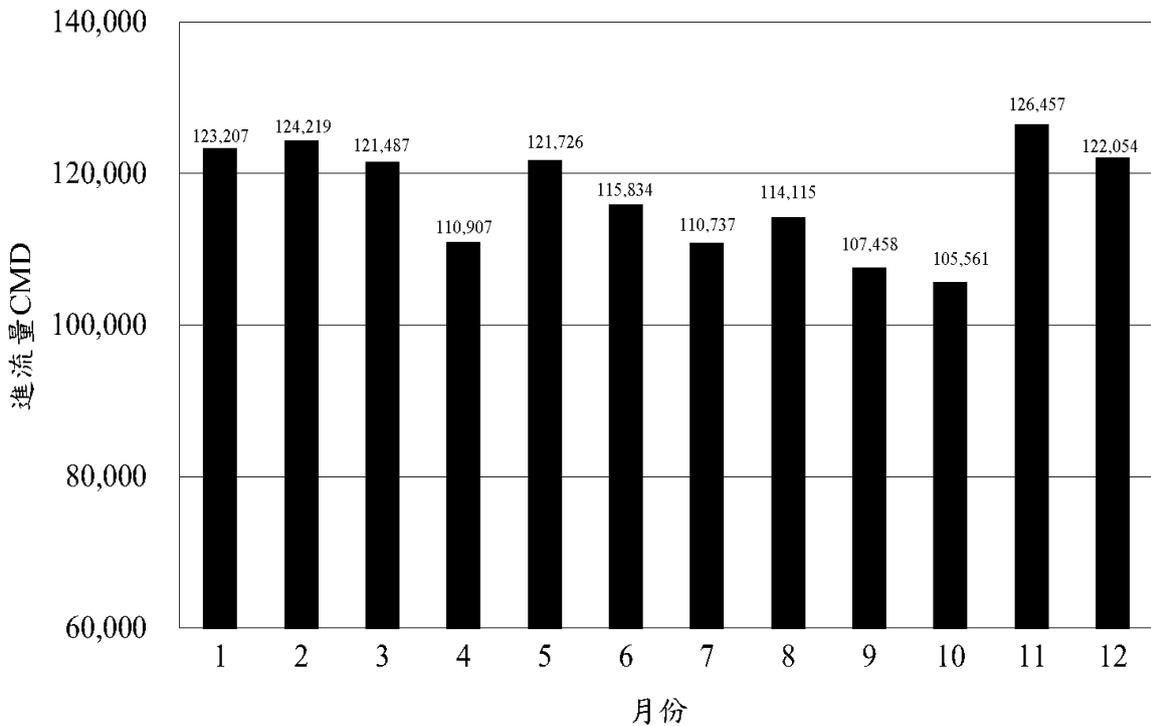


圖 4 2024 年平均處理水量

慧的應用，將有助於提高水質及供水穩定性，確保水資源在永續利用方面邁向更高的成就。

參考文獻

1. 行政院水資源開發基金會 (2015). 2015 年台灣水資源利用與管理報告. 行政院水資源開發基金會出版。
2. 張建宏、李思彤 (2018). 〈台灣氣候變遷對水資源影響之研究〉. 台灣環境科學學報, 27(2), 105-120。
3. 高雄市政府 (2020). 〈高雄市水資源管理與再生水利用發展規劃〉. 高雄市政府環保局。
4. 洪瑞宏、陳玉蓮 (2022). 〈逆滲透技術在污水處理中的應用與挑戰〉. 水處理科技, 39(4), 15-32。
5. 內政部國土管理署 (2013). 〈公共污水處理廠放流水回收再利用示範推動方案報告〉. 內政部國土管理署。
6. 王大明、陳素如 (2020). 〈海水入滲對污水處理廠運作的影響及其應對策略〉. 水質與環境工程, 24(1), 40-49。
7. 水利署 (2019). 〈台灣水資源管理及未來挑戰〉. 水利署出版。
8. 黃國偉、張瑞瑩 (2022). 〈氣候變遷對台灣水資源及水處理的影響〉. 台灣氣候變遷與水資源研討會論文集, 98-110。
9. 張信宏、李建華 (2021). 〈水質監控及處理技術發展對水資源管理的影響〉. 台灣環境學會期刊, 45(2), 68-83。
10. 林建興、趙瑞珊 (2021). 〈水處理中的氨氮去除技術與挑戰〉. 水質控制, 20(5), 75-90。
11. 張瑞雄 (2019). 〈尿素對逆滲透膜運作影響的分析與解決策略〉. 水資源工程, 23(2), 112-126。
12. 張明弘、李宜君 (2021). 〈人工智慧在水處理與水資源管理中的應用〉. 智能技術與水處理, 12(4), 75-89。



摘要

過去國內污水下水道建設多以都市計畫區為主，並以人口密度較高的區域為優先；然而，隨著都市計畫區內人口密度較高區域逐步完成接管，尚無公共污水下水道系統區域之污水處理需求逐漸浮現，包括都市計畫區內尚未納入建設範圍區域、鄰近都市計畫區而人口相對稠密之非都市計畫區、偏遠聚落、水源水質保護區等，其因地理環境及人口分布特性，污水處理推動面臨較高挑戰。本研究探討不同區域類型面臨之生活污水處理挑戰，建議依區域特性導入多元彈性策略，如延伸公共污水下水道管網收集系統，抑或建設因地制宜之聚落式生活污水處理設施，以提升整體污水處理成效；亦針對資源配置，建議建立補助篩選機制，增強社區民眾參與意願及合作動力，以提高經濟效益與增進永續發展，實現環境保護與水資源永續管理的政策目標。

關鍵字：污水下水道建設、非都市計畫區生活污水處理、聚落式污水處理設施

- 1.內政部國土管理署下水道建設組 / 科長
- 2.內政部國土管理署下水道建設組 / 幫工程師
- 3.內政部國土管理署下水道建設組 / 工程師
- 4.財團法人中興工程顧問社 / 助理研究員
- 5.財團法人中興工程顧問社 / 副研究員
- 6.財團法人中興工程顧問社 / 正研究員
- 7.財團法人中興工程顧問社 / 副主任

鄭惠君¹、張鈞凱²、王政閔³、余美香⁴、郭霈宸⁵、黃育德⁶、朱敬平⁷

公共系統未達地區之聚落生活污水處理模式探討

Abstract

In the past, sewer system construction primarily focused on high-density urban planning areas. However, as these areas have gradually been connected, non-urban wastewater treatment needs have emerged. These include unconnected urban zones, densely populated non-urban areas, remote settlements, water source protection zones, and regions facing environmental pollution challenges. Due to geographic and demographic constraints, implementing wastewater treatment in these areas remains challenging. To enhance wastewater management and promote comprehensive treatment services, this study explores challenges across different regions and proposes flexible strategies. These include extending public sewer networks and establishing community-based wastewater treatment facilities tailored to local conditions. Additionally, a subsidy selection mechanism is recommended to optimize resource allocation, encourage community participation, and improve economic efficiency. By gradually integrating both urban and non-urban wastewater treatment systems, the goal is to achieve environmental protection and sustainable water resource management.

Keywords: Sewer System Construction, Non-Urban Wastewater Treatment, Community-Based Wastewater Treatment Facilities

壹、前言

污水下水道建設為國家核心之重要基礎建設，不僅改善國家公共衛生品質，亦對提升民眾生活環境、促進水資源永續利用及預防水體污染等具有關鍵作用。自 77 年行政院核定「污水下水道發展方案」，內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）於 81 年起投入第一期污水下水道建設計畫（民國 81 年至 86 年）至第六期污水下水道建設計畫（民國 110 年至 115 年），我國致力於污水下水道建設之推動已有三十餘年，且已取得顯著進展。

過去污水下水道建設多以「人多先接、好接先接」原則積極推動，即優先建設都市計畫區（以下簡稱：都計區）內人口密度較高之區域，然而，隨著都計區內人口密度較高區域逐漸完成用戶接管並達成預期目標，尚未規劃或建設公共污水下水道系統（以下簡稱：公共系統）之都計區與非都市計畫區（以下簡稱：非都計區）之生活污水處理需求亦逐漸浮現。其中，非都計區包括臨近都計區且人口密度高之地區、人口密度相對較低地區、水源水質保護區及具環境污染議題之地區，部分地區施工難度較高，進一步增加污水處理設施建設之挑戰。同時，隨著環保意識提升，未經妥善處理之生活污水直接排放流入國家公園、水源水質保護區等水域環境，亦將導致水質污染，進而影響環境生態。

基於上述背景，過去以都計區為國內污水下水道系統建設重點，初期確實具有推動整體普及率提升之成效，然當前面對非都計區的多樣化發展，則需採取更具彈性之推動方式，以滿足環境與居民需求。且面臨國際淨零排放趨勢，針對公共系統的延伸與發展，如何平衡建設與環境保護亦成為重要的政策考量之一。在有限的資源下，優化生活污水處理模式，特別是滿足非都計區日益增長的污水處理需求，亦為當前政策規劃的重要課題。

在非都計區因地制宜地推動生活污水收集處理模式，不僅有助於降低土地與河川水體污染，亦能提升河川與地下水水質，進一步支持水資源永續管理。本研究剖析國內非都計區等特定地區生活污水處理所面臨之挑戰，回顧各部會過去因應政策需求，辦理聚落式生活污水處理設施應用案例，據以探討生活污水處理推動模式，期提供政策制訂者實用的參考框架，透過逐步建構涵蓋都市計畫區及非都市計畫區的污水處理模式，促進整體污水管理系統全面發展，並為水資源的永續利用奠定基石。

貳、非都市計畫區生活污水處理模式建立與推動之挑戰與對策

我國整體污水處理率包含「公共污水下水道普及率」、「專用污水下水道普及率」及「建築物污水設施設置率」。截至 113 年 12 月底，整體污水處理率已達

70.98%；其中，公共污水下水道普及率約 42.82%。然而，由於建設計畫多著重於都計區公共系統，且其建設經費常受到建設規模、環境地質條件與人口密度等因素影響而有所差異。過去相同建設經費投入於人口密集區域，可服務人口數越多，建設效益相對越大；隨著都計區內人口密集區域逐漸完成用戶接管，建設規劃逐步向人口密度相對較低區域延伸時，建設成本亦隨之增加。

此外，國內部分區域因人口密度較

低、地理位置分散、地形地質條件多變等因素，加上屬於非都計區或資源配置有限等原因，使得公共系統規劃與建設面臨許多挑戰。針對屬於非都計區、公共系統尚未規劃或目前無法涵蓋之處（以下簡稱：公共系統未達地區），如圖 1，需透過多元且適當之管理策略進行評估與推動，如提高公共系統接管率、強化社區專用污水下水道系統之操作維護與管理、建設生活污水收集與處理設施、推動化糞池定期清理工作等，以減少生活污水污染。



資料來源：本研究繪製。

圖 1 公共系統未達地區類型示意圖

為有效解決公共系統未達地區生活污水處理問題，建議依區域特性，推動多元化且具彈性之生活污水處理模式。由於公共系統未達地區經常面臨資源有限、地理條件多元、人口分佈不均等挑戰，單一處理模式不足以滿足各區域實際需求，故本研究依據公共系統未達地區特性，分類區域說明如下：

一、尚未規劃或建設公共系統之都市計畫區：

都計區內尚未規劃或建設之住宅聚落，建議加強該區域公共系統開辦進度；對於尚難以納入公共系統區域，可視地理環境、人口密度及污水排放規模，採取適當之替代方案，如小規模聚落式生活污水處理設施、截流與現地處理等，先行處理生活污水。

二、人口密集且鄰近都市計畫區區域：

鄰近都計區且具備人口密集特性之非都計區，但因非屬都計區，故未劃入公共系統建設範圍中，針對該類區域之污水收集處理，建議考慮延伸既有公共系統管網，將該區域生活污水收集至公共系統中，由公共污水處理廠進行處理，減少建設成本，並提高資源使用效率。

三、非都市計畫區內偏遠聚落區域：

該類區域可能面臨地形地質條件複雜之問題，建設公共系統成本過高，建議評

估推動小規模聚落式生活污水處理設施，並結合社區管理與維護機制，提高處理設施運作效率與長期穩定性。

為推動非都計區之偏遠聚落建立因地制宜之生活污水處理模式，並合理分配與運用資源，除經費與資源配置外，針對生活污水收集處理模式，亦建議考量包括系統、管理與建設等面向，與當地民眾意願進行規劃與推動，分別說明如下：

一、經費與資源配置：

非都計區生活污水處理設施建設需要初期投資，然因住宅聚落分布零散，污水處理需求分散，規模較小，可能導致經濟效益有限，進而影響資源有效分配。如何平衡有限的資源，並進行合理配置成為重要挑戰之一，故建議評估採取以下措施：

1. 建立資源分配評估或補助篩選機制，如鄰近水源水質保護區或具環境污染議題等，確保資源運用於具備優先建設需求之聚落。
2. 與地方主管機關合作，加強資金分配合理性，確保經費有效運用。
3. 導入促進民間參與建設模式，吸引民間企業或非營利組織投資，提高經濟效益。
4. 規範區域內具規模商業行為之業者（如民宿旅館業、餐飲業等）參與設

施維運義務或補助維運費用，使業者負擔部分費用支出。

二、系統面：

考量區域人口數量、人口密度、水源水質保護需求及環境污染議題，確保具備實際需求之區域優先規劃納入建設，並依實際情形設計適應當地之處理模式。

三、管理面：

污水處理設施的運營管理需明確界定管理單位，並確保建設與維運經費長期來源穩定，依管理單位及經費配置分別說明如下：

1. 管理單位：

污水處理設施建設完成後之運營與維護同為一大挑戰，尤其於偏遠區域，維護資源匱乏之情形下，如何確保設施長期穩定運行，避免閒置或降低效率，將直接影響污水處理效果。建議設立維運單位進行維護管理，負責設備定期檢修與緊急處理；同時，宜建立操作與維護標準化流程，以降低維運門檻。

- (1) 公部門主導：地方主管機關負責規劃與管理，確保公共污水處理設施的穩定運行。
- (2) 私部門主導：可依據《人民團體法》、《原住民族基本法》或其他設立管理單位之要點，

成立管理委員會、社區發展協會或部落會議等單位進行管理。

- (3) 另規劃具規模商業行為之業者（如產生生活污水占總量一定比例以上者）須參與污水處理義務，承擔部分建設費用或擔任管理單位窗口。

2. 經費配置：

- (1) 建設經費：公部門或私部門可自籌建設資金，若中央主管機關設立補助機制，亦可申請補助資金，以減輕財務負擔。
- (2) 維運經費：建議公部門向使用者收取處理費用，私部門提出相關財務規劃，以維持系統運作，確保設施長期維持正常運作。

四、建設面：

設計與選擇因地制宜之收集處理模式，確保污水收集方式與處理程序之適用性。

1. 區域特性調查：評估地理與地質條件，強化區域特性調查，根據地理位置、地形地質條件、污水量與水質需求設計合適的污水收集處理設施。
2. 用地需求：若有需求，地方主管機關

宜協助媒合適合之用地。

3. 收集處理模式設計與選擇：針對地形地質條件複雜、位於偏遠或山區之非都計區，污水處理設施設置之難度與建設成本可能顯著提高。建議評估配合必要處理程序，設置如預鑄式污水處理設施或現地處理等污水處理模式，降低建設成本與施工難度。

五、民眾參與意願：

社區居民的理解與支持係污水處理設施後續長期運營的基礎，若當地居民對污水處理認識不足或參與意願不高，則可能影響污水處理設施建設之推進；故建議加強教育與宣導，提升民眾對污水處理需求與重要性之認知。

聚落式污水處理模式另應強調社區參與，居民不僅是受益者，應同時成為污水處理過程之參與者。若可建立社區參與及提供社區獎勵機制，增強參與意願及合作動力，有效透過地方主管機關與社區合作，共同推動設施的建設與運營，提升地方對生活污水處理的認識與重視，將有助於進一步減少環境污染，改善公共衛生條件。

參、淨零排放政策推展

傳統污水處理技術需透過大量能源方能運行，如曝氣處理程序和各類動力設備之使用，進而造成溫室氣體排放。因此，

近年國土署致力於推動污水處理技術接軌國際永續發展思潮，探討環境、經濟、社會等面向精進污水處理能力，落實能資源循環再利用，使污水處理服務成為永續發展的關鍵環節。

此外，陸地水文循環與氣候變遷息息相關，面對河川水資源惡化危機時，聚落式生活污水處理設施建設同步納入節能減碳相關策略。運用再生能源、資源循環利用與低碳技術，注入更多永續性元素，建構更具韌性與永續的水資源發展與管理模式，將有助於改善水體環境品質，提供民眾更友善的生活環境與品質，亦為促進淨零排放之關鍵途徑。

為配合國內 2050 淨零轉型路徑與政策推動，達到提供完善的生活污水收集處理模式目的，同時使得生活污水收集處理設施在建設階段，一併達到永續發展核心目標。建議規劃設計生活污水收集處理模式時，宜充分考量不同區域特性與實際需求，採用因地制宜的策略，確保污水處理設施於建設及運營過程能達到節能減碳效益，例如偏遠或地形特殊聚落，可評估運用靈活的小規模污水處理系統，並結合自然循環技術，以降低溫室氣體排放。

透過結合節能減碳技術與多元生活污水收集處理模式，輔助提升全國污水處理成效，協助國內實現 2050 淨零排放目標，同時促進水資源永續利用，開創環境與社會和諧共存的新局面。

肆、各部會聚落式生活污水處理設施應用案例

為強化本研究之實務參考依據，本研究蒐整各部會相關污水處理設施之應用案例，說明如下。

一、臺北水源特定區管理分署：

為保護翡翠水庫之水源水質，行政院於民國 70 年代劃設臺北水源特定區，範圍包含新北市新店、烏來、石碇、坪林、雙溪等區域。同時，為提高生活污水處理率及維護居住環境衛生，臺北水源特定區管理分署（以下簡稱：水特分署）亦辦理污水系統設施設置工程，利用鋼筋混凝土(RC)及玻璃纖維強化塑膠(FRP)材質之預鑄式建築物污水處理設施，結合加藥除磷功能，推動山區或零星分散住戶等公共系統未達地區之淨化槽設置工程，截至 113 年底已於新烏地區及翡翠水庫上游地區設置逾 450 座淨化槽，並由水特分署持續管理設施營運及維護（經濟部水利署臺北水源特定區管理分署，2024 年）。

二、環境部：

環境部為改善河川水質，自 91 年起補助地方政府於鄰近污染源處、受污染的河川支流匯流處，建置人工濕地、礫間接觸、聚落式污水處理設施等河川水質淨化之現地處理工程。污水與自然環境中的氧氣、土壤、微生物及植物的交互作用，

削減排入河川之污染量。統計至 113 年 9 月 30 日，已完成 79 處水質淨化工程改善，每日污水改善設計處理量達 264,503 立方公尺(CMD)（環境部水質保護網，2025 年 2 月）。

1. 人工濕地：以屏東縣東港溪支流民治溪淨化為例，該區域採人工溼地工法（完工時間 106 年）淨化水質，污水經由側邊截流至集水井，經過密植濕地與開放水域淨化水體後，自放流池再回放至東港溪。其設計處理 8,000 CMD，每日削減生化需氧量約 112 公斤、懸浮固體物約 176 公斤及氨氮約 16 公斤（環境部水質淨化現地處理網站，2025 年 2 月）。
2. 礫間接觸：以臺南市鹽水溪流域大洲排水支流新市排水淨化為例，該區域採礫間接觸曝氣法（完工時間 106 年）淨化水質，採用截流溝方式重力截取污水，經由粗攔污柵攔除大型雜物及沉砂池初步沉澱砂礫後，流入抽水井，由抽水機送至礫間曝氣池，經後端生物處理後進入放流池予以放流。設計截流 6,000 CMD，每日削減生化需氧量約 161 公斤、懸浮固體物約 124 公斤及氨氮約 42 公斤（環境部水質淨化現地處理網站，2025 年 2 月）。
3. 聚落式污水處理設施：以宜蘭縣蘇澳鎮南方澳漁港為例，該區域截流污水

後進入污水處理設施(完工時間 105 年)，以 FRP 合併式淨化槽形式，污水經過除油槽、流量調整槽、接觸曝氣槽、生物濾床及放流消毒槽等處理程序後放流。設計最大處理水量 900 CMD，每日約可削減生化需氧量 135 公斤(環境部水質淨化現地處理網站，2025 年 2 月)。

三、農業部：

為改善國內農村廢(污)水於未經處理直接排放至溝渠或溪流問題，並推動資源循環利用，農業部於民國 98 年至 99 年間透過「農村再生條例」完成 101 處簡易污水生態淨化池設置，鼓勵生活雜排水回收再利用(行政院農業委員會水土保持局，2011 年 3 月 11 日)。

簡易污水生態淨化池以水體自然重力為動力，污水經過油水分離槽、集水槽、表面流式池、地下流式池、景觀生態池等處理程序，依不同污染量予以串聯或並聯運用，以達污水淨化目標。以臺東縣太麻里金針山青山農場為例，該農場產生之廢(污)水透過油水分離槽、集水槽、表面流人工濕地(FWS)、地下流人工濕地(SSF)及景觀生態池進行水質淨化，每日可淨化 100 人以上之居民及遊客產生之廢污水(農業部，2009 年 2 月)。

四、行政院前瞻基礎建設：

為改善湖山水庫水源水質，行政院前

瞻基礎建設計畫於 108 年至 110 年補助嘉義縣政府設置污水管線收集梅山鄉太平村聚落之生活污水及太平雲梯遊客中心之觀光遊憩污水，將廢(污)水輸送至太平村水資中心進行處理，至 2023 年底已完成 156 戶家戶接管(國家發展委員會，2025 年 2 月)。

伍、聚落式生活污水收集處理模式

透過回顧國內各部會推動聚落式生活污水收集處理設施案例，顯示推動多元技術與因地制宜策略，有助於提升整體污水處理量能。針對非都計區內偏遠聚落區域，設計小規模且靈活的污水收集處理模式，並透過社區參與及教育宣導，結合區域人口規模與密度、地形地質條件與社區需求，不僅能在建設上降低成本，亦能有效減少長期維護壓力，提升運作效率與長期穩定性，確保水質改善成果。

為此，建議於規劃建設生活污水收集處理設施時，若該區域已具備污水處理設施，宜針對既有污水處理設施進行效能評估；透過優化處理技術或增加處理單元，提升污水處理功能，提高污染物去除效率，確保系統能穩定運作，以符合相關管制標準。若無既有處理設施，則建議針對建設面進一步考量相關因子，包括但不限於污水收集方式、處理程序、設施結構、用地需求、進流水類型與特性、及法律定位與管理權責等，彙整如圖 2 所示，以利污水處理模式有效適應當地環境，並滿足

實際需求。

一、污水收集方式：

在偏遠聚落的污水收集方式上，根據聚落特點選擇合適的技術，不僅影響設施建設成本，亦攸關後續維護管理之可行性與難度。常見污水收集方式分為接管和截流：

1. 接管方式：

用於聚落較為集中區域，透過統一管

道將各住戶污水集中，並利用地形坡度，以自然重力流為原則收集至污水處理設施，此種方式因涉及管線開挖，故需要相對較高的經費。

2. 截流方式：

多用於聚落分散或地勢崎嶇的地區，利用現有水系或簡易溝渠設施將污水收集至處理設施。此種方式更具靈活性，能減少對現有土地和基礎設施的依賴，並降低建設與維護成本，適用於小規模聚落，惟



資料來源：本研究繪製。

圖 2 聚落式生活污水收集處理模式考量因子

截流溝渠多為開放式，故容易產生異味，且降雨時進流量亦有突增狀況。

二、處理程序設計：

依據區域特點選擇合適技術，並確保處理過程中水質穩定改善。常見處理程序包括：

1. 下水道工程設施標準及建築物污水處理設施設計技術規範：

依不同污水條件設置處理程序，例如初級處理、二級處理等，且其污水放流水質須符合水污染防治法規定。

2. 現地處理工法：

就地處理污水排放源附近之污水或排水，避免污水直接排入河川水體。可適應各種環境，但水質控制能力較為有限，常見工法包括：

- (1) 地下流人工濕地(SSF)：主要由溝渠、濾床及水生植物組成，利用濕地內碎石或礫石過濾水中顆粒，並於開放水域栽種水生植物轉化水中有機物與營養鹽。建置成本中等(較礫間接觸氧化低)，單位時間處理量相對較低(朱敬平，103年8月)。
- (2) 表面流人工濕地(FWS)：主要由水池、土壤及水生植物組成，

係於濕地表面上自由流動，藉由水池、底泥土壤與水生植物等各項機制改善水質。建置成本中等(較礫間接觸氧化低)，單位時間處理量相對較低。

- (3) 人工浮島：概念來自水域的「陸域化」現象，運用浮島上植物通透氧氣、根系能提供微生物附著生長之特性進行水質淨化。建置成本與單位時間處理量相對較低。
- (4) 草溝草帶：利用草根與周邊土壤中的微生物淨化水質。建置成本與單位時間處理量相對較低。
- (5) 土壤滲濾：污水排放到種上植物之土坑中，減緩污水流速，利用土壤礦物吸附、微生物分解及植物吸收水中污染物。建置成本與單位時間處理量相對較低。
- (6) 礫間接觸氧化：污水引入充填礫石之槽體內，利用礫石表面之生物膜分解水中有機營養質。建置成本高，單位時間處理量亦相對較高。
- (7) 曝氣：透過打氣、跌水效應或噴水提高水中溶氧。建置成

本、單位時間處理量中等。

三、設施結構：

設施結構的選擇直接影響建設難度與土地利用效率，可根據設計需求選擇現場構築式或預鑄式的污水處理設施。

1. 現場構築式：依據工程設計圖說，於建築物現場施工構築建造完成之污水處理設施；建設過程較繁瑣，但處理效能穩定，適合用地面積充裕之聚落。
2. 預鑄式：工廠製造裝配完成，另於建築物適當位置場所施工安裝之污水處理設施；其結構具備快速組裝優勢，可減少建設時間與土地需求，施工靈活性高，適用於小規模聚落或急需解決污水問題之區域。

四、用地選擇：

需視建設區域之實際情形評估。

1. 若可於現有建築基地內設置污水處理設施，將能效利用現有土地資源，減少額外用地需求，且有助於縮短建設周期。
2. 若現有建築基地空間有限或需規模化設施，需考慮選擇基地外空地或公共用地進行設置，但需考量交通與管線設置等因素。

五、進流水類型與特性：

依據不同的進流水來源，設施應選擇不同的處理方法：

1. 原污水：直接來自當地居民的原始生活污水，具一定污染負荷，需通過初級處理與生物處理等程序，才可達排放標準。
2. 放流水淨化：在需要選擇將部分處理過的放流水進行二次淨化或回用處理之情況下，如水資源緊張區域，放流水淨化將可提高水資源利用效率。

六、法律定位與管理權責：

確立污水處理設施之法律與管理責任定位，有助於提高運行效率與長期可行性。

1. 下水道：

包括公共下水道與專用下水道，為促進都市計畫地區及指定地區下水道之建設與管理，內政部特制定「下水道法」，規範下水道之規劃、建設、維護及管理，以保護水域水質。

- (1) 公共下水道：依「下水道法」，地方主管機關須負責下水道建設之規劃、實施與管理（第5、6條），向用戶徵收下水道使用費（第26條），申請水污染排放許可。

- (2) 專用下水道：在新開發區域或經地方主管機關指定之地區或場所應設置專用下水道，由各該開發機關或機構建設、管理之（第 8 條）。若在單一污水處理設施具有多用戶需設置收集管線之情形下，建議考慮由地方主管機關指定為特定地區，以設置專用下水道。

2. 建築物污水處理設施：

依「建築技術規則建築設計施工編」，沖洗式廁所排水、生活雜排水除依下水道法令規定排洩至污水下水道系統或集中處理場者外，應設置污水處理設施（第 49 條）。

污水處理設施須依建築基地範圍進行整體規劃，其污水放流水質應符合「水污染防治法」規定（「建築技術規則建築設備編（以下簡稱：建築設備編）」第 39 條），並符合「建築物污水處理設施設計技術規範」之處理功能及設計規格。

其中，建築基地定義為供建築物本身所占之地面及其所應留設之法定空地（「建築法」第 11 條）。若建築物污水處理設施為預鑄式，則應經中央環境保護主管機關會同中央主管建築機關審核認可（建築設備編第 40-1 條）。

陸、結論

隨著都市計畫區內公共污水下水道建設逐步完善，公共系統尚未規劃或目前無法涵蓋區域之生活污水處理需求日益增加。然而，由於資源有限，加上公共系統未達地區涵蓋地理條件多元、人口分布不一，且部分地區涉及水源水質保護區或環境污染議題，單一處理模式難以全面適用。

面對經費與資源分配，系統管理與建設等不同面向之規劃與推動，以及增強社區民眾參與意願及合作動力等多重挑戰，本研究建議針對尚未規劃或建設公共系統之都市計畫區，加強推動公共系統開辦；對於人口密集且鄰近都市計畫區（例如 5 公里內）區域，考慮延伸既有公共系統管網，將生活污水納入鄰近公共系統處理；至於非都市計畫區內偏遠聚落區域，則依據當地條件推動多元且具彈性的污水處理模式，如設置小規模聚落式處理設施，以滿足不同區域需求。

此外，由於污水處理過程需仰賴能源使用，並伴隨溫室氣體排放。在全球淨零排放及永續發展趨勢下，國土署積極導入節能減碳策略，透過資源循環利用、低碳技術及再生水建設的推動，促進水資源循環利用，並增強污水處理模式的環境韌性。為配合國內 2050 淨零排放政策，公共系統未達地區之建設與運營應更加重視永續性，透過多元技術與策略整合，加速全國污水處理系統之升級與轉型。

針對非都市計畫區內偏遠聚落區域之污水收集處理推動上，建議規劃小規模生活污水收集處理模式，依地形地質條件及社區需求採取適當程序與結構，提升處理效能與運作穩定性。透過綜合評估當地條件，設計選擇適宜之污水收集方式、處理程序、設施結構與用地，並完善合作與管理機制，解決非都市計畫區內偏遠聚落區域污水處理困境，確保水質改善效益與系統長期穩定運行，提高污水處理的可行性。

整體而言，污水下水道建設不僅是基礎設施的投入，更是環境保護與社會發展的長期責任，同時涉及溫室氣體減量及資源循環利用等綜合性議題。因此，針對公共系統未達地區之生活污水處理需求，應透過資源優化配置、多元且具彈性之規劃設置及地方合作，提升整體污水處理能力，並實現環境保護與永續發展的雙重目標。聚落式生活污水收集處理模式在推動非都計區偏遠聚落區域之污水處理上具有較高的可行性，能夠有效解決多種區域性挑戰，並促進各區域永續發展。

參考文獻

1. 內政部國土管理署 (2010 年 7 月)，污水下水道第六期建設計畫 (110 至 115 年度) 核定本。
2. 內政部國土管理署 (2024 年 7 月)，公共污水下水道建設決策輔助機制與都市計畫工業區下水道建設評估計畫。
3. 內政部國土管理署 (2025 年 1 月)，全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表，擷取自 <https://www.nlma.gov.tw/ch/titlelist/bizupdates/4739>。
4. 農業部 (2009 年 2 月)，農村 72 變系列報導之 39，太麻里金針山青山農場生態淨化池 (第 200 期)。
5. 高雄市政府水利局 (2025 年 1 月)，水利業務：污水處理，擷取自 <https://wrb.kcg.gov.tw/Business/SewageTreatment>。
6. 國家發展委員會 (2025 年 2 月)，前瞻基礎建設計畫網站，擷取自 <https://fi.ndc.gov.tw/result-content.php?rn=04&rs=11&nid=150437ymxbz6VzpS>。
7. 行政院農業委員會水土保持局 (2011 年 3 月 11 日)，農村再生條例說明及介紹簡報，擷取自 https://docs.google.com/presentation/d/1InD2HDWGSnkY_WWnl3w9HVqISaL5X_RbIBD2dohzEoQ/htmlpresent

8. 環境部 (2025 年 2 月) · 水質保護網：現地處理，擷取自 <https://water.moenv.gov.tw/Public/CHT/WaterPurif/WaterPurif.aspx>。
9. 環境部 (2025 年 2 月) · 水質淨化現地處理網站，擷取自 <https://water.moenv.gov.tw/s-river/index.aspx>。
10. 經濟部水利署臺北水源特定區管理分署 (2024 年) · 新烏地區污水系統淨化槽及周邊附屬設施設置工程 (2023 年)。
11. 朱敬平 (2014 年 8 月) · 我國人工濕地與礫間接觸設施之處理效能與問題調查，環境工程會刊 25(1)，P.1-14。



摘要

國際斯德哥爾摩公約已將全氟多氟烷基物質列為限、禁用物質，且國際趨勢採行廢水檢測及削減管理。針對科學園區污水下水道系統及使用這些物質的事業，應逐步加強管制，以確保民眾健康與水環境安全。「水環境新興污染物管理」專題論壇邀請內政部國土管理署（以下簡稱：國土署）、經濟部水利署與環境部等主管單位，針對全氟多氟烷基物質議題進行研討，闡明我國水資源新興污染物管理發展方向。國土署推動全國下水道系統調查，規劃跨部會合作，加強水質監控和疾病控管。水利署則透過自來水廠現代化升級、增加監測頻率、強化公協會與 AI 技術合作，以及加強風險管控等方式，提升管理效能。環境部則致力推動新興污染物檢測與管制措施，建立標準檢測技術，進行全國水環境重點監測。臺灣正積極與國際接軌進行管制工作，結合學界與產業研發量能，具備國際競爭優勢。期望透過各部門政策整合與合作，共同提升水環境新興污染物管理效能。

關鍵字：水資源政策、政策規劃、全氟及多氟烷基物質

1. 社團法人台灣水環境再生協會 / 理事長
2. 中原大學環境工程學系 / 助理教授

水環境中新興污染物 PFAS 管理策略之

先期探討

許鎮龍¹、蔡大偉²

Abstract

Under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) have been restricted or banned, prompting global efforts in wastewater testing and reduction management. For the public health and water quality, regulations for sewage systems in science parks and industries using PFAS should be progressively strengthened. The "Water Environment Emerging Contaminants Management Forum" gathered key national agencies, including the National Land Management Agency, Water Resources Agency, and Ministry of Environment, to discuss PFAS management. The forum outlined Taiwan's strategic direction in addressing emerging contaminants in water resources. From a sewer system perspective, the National Land Management Agency advocates a national survey plan and cross-ministerial cooperation to enhance water quality monitoring and disease control, enabling early risk prediction and response. In water resource management, the Water Resources Agency prioritizes modernizing water purification plants, increasing risk monitoring frequency, integrating AI technology, and improving public risk communication. Meanwhile, the Ministry of Environment focuses on detection and control measures, including of standardizing testing technologies, and enhancing environmental education. Managing emerging contaminants requires cross-agency collaboration. Taiwan is aligning with international regulations and leveraging academic and industrial R&D to develop PFAS solutions, strengthening its global competitiveness. By integrating policies and resources across water management sectors, Taiwan aims to enhance contaminant control and continuously improve water quality.

Keywords: Water policy, policy planning, PFAS

壹、前言

台灣水環境再生協會為推動國內下水道建設，定期每年辦理下水道及水環境再生研討會專題論壇，本年度為第三十四屆大會，以促進臺灣下水道與水再生領域專家學者之交流與研討，共同擘劃國家下水道建設未來推動方針。本屆大會特別搭配「下水道·水再生期刊」新期刊發表，辦理「水環境中新興污染物治理策略」專題討論（如圖 1），邀請國內重要代表進行

研討於下水道範疇之新興污染物管理具體方向與未來規劃，主要目標為 PFAS（全氟及多氟烷基物質）。筆者為台灣水環境再生協會理事長，有幸擔任本論壇主持人，本論壇邀請國土署於望聖副署長、經濟部水利署賴建信署長（時任）及環境部葉俊宏次長擔任與談人，分別請三位與談人針對「水環境中新興污染物 PFAS 的流佈、影響與治理策略」主題進行與談，以說明臺灣未來整體下水道邁向新興污染物管理世代之政策與推動方向。

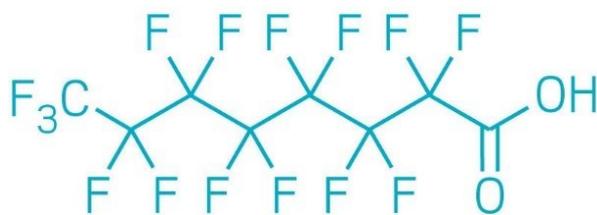


圖 1 臺灣水未來論壇花絮

貳、下水道的新興污染物管理

首先由國土署於望聖副署長針對我國下水道建設與未來新興污染物治理進行說明，國土管理署主管國家整體下水道建設規劃與推動，首先目前國土署一般討論的放流水標準，主要是針對廢水的，而不是生活污水處理的標準，因此這與現實生活中的需求還有一段距離，標準的落實可能還需要一些時日。舉例來說，不沾鍋早期在臺灣剛剛興起，當時很多民眾因為不沾鍋的便利性而趨之若鶩。然而，隨後爆發的杜邦事件，揭示了這些產品背後的潛在危害，讓我們需要省思因便利性而可能造成的其他問題，揭示這些化學物質對健康的嚴重威脅。

PFAS 最可怕的地方在於它的分子結構非常穩定，幾乎無法被分解。PFAS 化學結構如圖 2 所示，由於分子結構中具有碳原子和氟原子相連化學鍵，這是有機化學中最強的化學鍵之一，這種強壯的化學特性使 PFAS 可有如此穩定的特性。此外，這些物質無所不在，能夠隨著水滲透到任何地方。更可怕的是它們具有累積性，會逐漸在環境中積累，最終可能導致



資料來源：C&EN, 2025。

圖 2 PFAS 結構示意圖 (PFOA 為代表)

人體健康問題，我們必須高度重視這個問題。

雖然下水道系統還沒有針對這些物質的具體標準，但已經開始在研擬在用水中控制這些化學物質的濃度。例如，日本已經針對 PFAS 設定了健康指引值，根據五十公斤體重的人每天喝兩公升的水來計算，評估不致造成健康問題的化學物質濃度。然而，這只是參考值，真正的風險可能需要很長時間才能統計和驗證。因此我們應該考慮如何進一步改進自來水的管理，尤其是在現有的環境中，這些化學物質可能已經存在。即使我們在水質監控上做了很多努力，這些物質還是可能會通過地下水系統流入其他地方，最終進入食物鏈，帶來更大的風險。

基於以上的理由，建議可以開始做一次全國性的調查，檢測目前生活污水中的這些化學物質含量，並據此制定相應的監控和處理計畫。國土署可以考慮與法務部和衛福部合作，進行更全面的水質監控和疾病控管，從而提前預測和應對潛在的健康風險，最後我想強調隨著科技的發展，我們應該更謹慎地使用這些化學物質。如果我們能夠減少對這些有害物質的依賴，市場自然會隨之縮小，這也是一種保護我們自己和環境的方式。希望大家能夠更加關注這些問題，共同為環境保護做出努力。

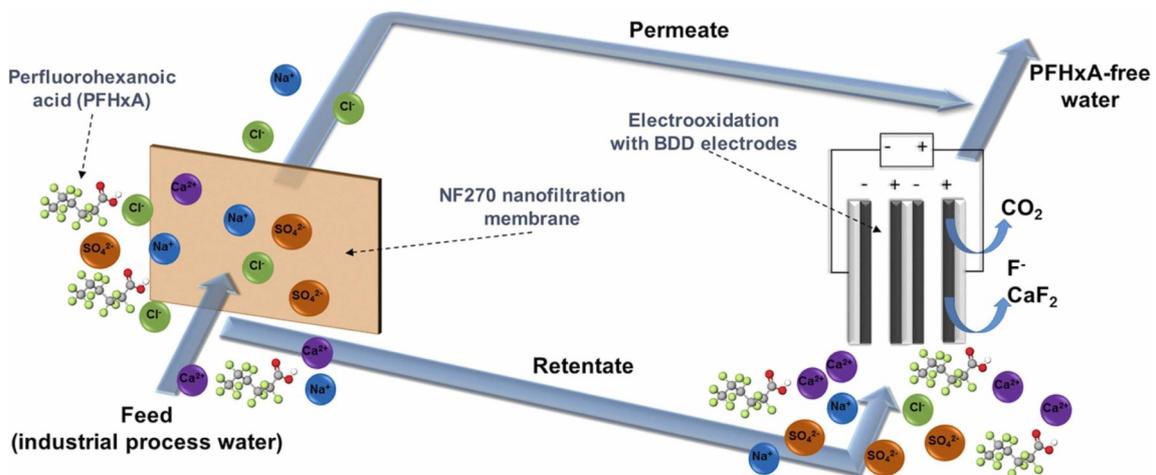
PFAS 已在半導體產業中的廣泛應

用，如今我們在使用 AI 人工智慧的同時，也不斷地使用這些化學物質，從這個角度來看，要完全停止使用這些高效的材料，其實是非常困難的，因為它可能會影響到科技的發展，因此我們可能需要更加努力，看看能否解決這個問題，需要思考在保持這些材料效用的同時，能否找到一種與更環保的方法/材料，或是通過化學處理，讓它們分解成無害的形式。當然現在所定義的「無害」未必在未來也是無害的，這是我們無法預見的。

所以，我們現在必須開始努力，尋找更好的解決方案，如嘗試讓處理廠能夠完全攔截這些物質。但即便如此，問題仍然存在，因為這些物質不會被輕易消滅，它

們本身就具有極高的穩定性，甚至在高溫下也難以分解。因此即便我們能夠濃縮或過濾它們，最終還是要面對如何處理這些無法消滅的物質，這就像是一個循環無解的問題，不斷地積累，直到最終影響到環境和健康。美國現在有一些大學已經找到方法，可以通過活性炭、離子交換、逆滲透、水解等技術來處理 PFAS (如圖 3)，希望國內的相關學科，特別是化學系的同學和老師們，能夠在這方面進行研究，也許新的解決方案就是未來的諾貝爾獎得主。

如果這個問題持續無法解決，我們可能只能不斷地累積這些物質，所以目前討論重點的是一個循環，而不是線性的解決



資料來源：Yadav et al., 2022。

圖 3 PFAS 處理技術示意圖 (RO 為例)

方案，希望從生產開始到最終回到源頭，能夠形成一個閉環的解決方案。雖然這條路看起來非常遙遠，但已經不得不開始行動，除非我們可以全面禁用這些物質。但即便如此從上個世紀末到現在已經過去了二十多年，這段時間內使用的量仍然存在於這個世界上，誰也不知道它們最終會帶來什麼樣的危害，因此希望各位能夠重視這個問題，看看能否找到解決方案，否則這些物質將永遠無法被徹底解決，甚至在燃燒後可能產生新的問題，如空氣中的微粒物質等，這些都是我們製造出來的問題，在我們享受這些新化學物質的便利性同時，應該也要尋找所衍生新問題的解決之道。

參、水資源的新興污染物管理規劃

在水資源的新興污染物管理規劃的部分，很榮幸邀請到經濟部水利署賴建信署長進行分享。首先是署長分享在人類文明發展的歷史中，我們似乎在創造便利性的同時，也在衍生新的問題。例如，像二仁溪這樣的案例，很多工業廢水排放，都是因為我們追求經濟利益最終導致環境污染，後來我們花了大量資金去整治和清理這些污染。所以現有的河川監測點，大多位於工業區附近。

現在所需面對的 PFAS 議題，個人認為不能忽視這些問題，必須正視並積極面對。我們曾討論水資源管理建議大家加強跨域合作，不僅要處理水量問題還要同時

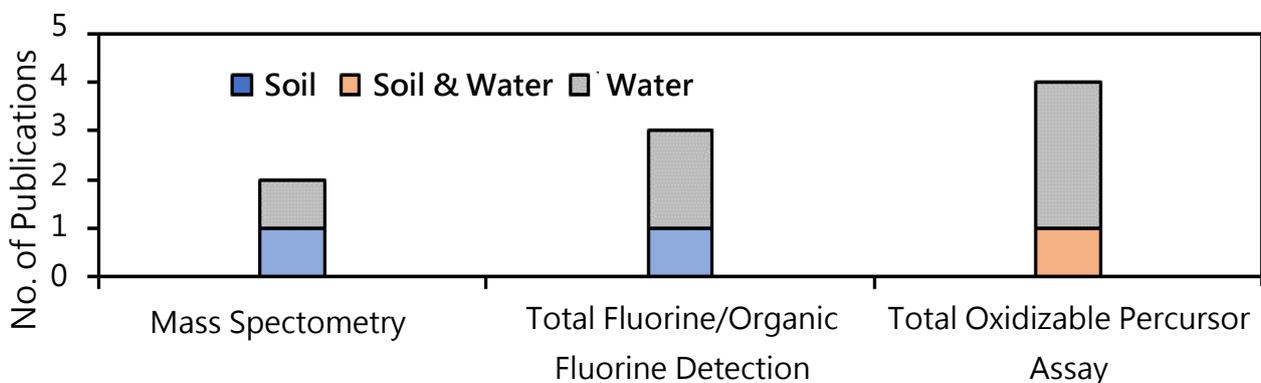
處理水質問題。建議我們在除了原有的行動計畫外，還需要加強對產品製造的管理，這部分可能需要花費一些心力。另外，我們也應該與環境相關部門，如水質監測機構或國家研究院等合作，看看如何更好地處理這些問題。雖然目前 90% 的水質檢測結果符合標準，但仍有 10% 的檢測結果存在問題，尤其是靠近機場的淨水廠。這些問題已經在處理中，可能與消防泡沫有關。因此，不論是從源頭改變水質，還是加強地下水的管理，我們都需要進一步改進。

此外，即使我們處理了某些淨水廠的問題，可能還有其他 160 個廠區存在類似問題。因此，我們需要思考如何進一步行動。第一，個人非常支持自來水廠的現代化升級，把所有的處理系統提升到更高的水平。雖然台水公司可能會認為水價問題遙遙無期，但個人認為我們可以通過公務預算來協助升級這些設施，尤其是針對像新竹地區過去存在的污染問題。我們應該避免類似二仁溪的情況發生，新竹是高科技產業的重鎮，我們不希望因為污染而影響到當地優質的水體。因此，建議可以選擇特定的標的進行合作，推動淨水廠的全面現代化升級。第二，針對 PFAS 風險點，建議可能需要增加監測頻率，特別是在工廠集中的地區，或是經常有演習的地方。這些地區可能需要更密集的監測，並且需要與環境部門協調，進行平行檢驗。第三，目前自來水事業體已面臨人力不足

的問題，雖然每年都在招聘，但對於清除污染和水質管理的專業知識仍然不足。我們需要更多的學習，建議水協會的會員將來可以更多地參與自來水事業。雖然 AI 可以幫助我們，但單靠 AI 並不够，我們仍然需要自主思考，因為我們面對的是自然界的現象。因此，人才培育仍然非常重要。第四，我們需要加強風險管控和宣導工作，這可能需要與環境部門對接，根據經驗和國土計畫法，對特殊行業進行更嚴格的管理。這些行業有些規模很小，有些可能只是進口或分裝，但分裝過程中如果包材處理不當，可能會造成外溢現象。例如，靠近機場的廠區可能因為消防泡沫而存在污染問題。雖然機場不常大量使用泡沫，但一旦使用，這些污染物會附著在地面上，因此，我們可能需要提前進行風險管理，特別是在全民防衛演習中使用的

物品。

有關 PFAS 檢驗目前主流為應用層析法，其他主要選項為質譜法、總有機氟分析法、總可氧化前驅物檢驗法等（如圖 4），並以分析水樣品為主。提升 PFAS 檢驗研究能力已被視為非常重要的議題，水利署會把這個訊息帶給台水公司，未來或許透過兩個單位的合作，可以培養更多所需人才。目前根據台水公司的研究，對於新興污染物的處理，不論是使用活性炭、臭氧、或是薄膜等技術，處理效果大約在 70%到 80%之間，而傳統淨水場的處理能力相對較低，可能不到 10%。所以未來如何提升高風險淨水場的處理能力改善，將是非常重要的議題。建議日後在選擇淨水場改善標的時，除了考慮到其供應需求，也應該將對環境的影響納入考量，以最大化達到改善效益。而關於水價



資料來源：Nahar et al., 2023。

圖 4 PFAS 檢驗技術

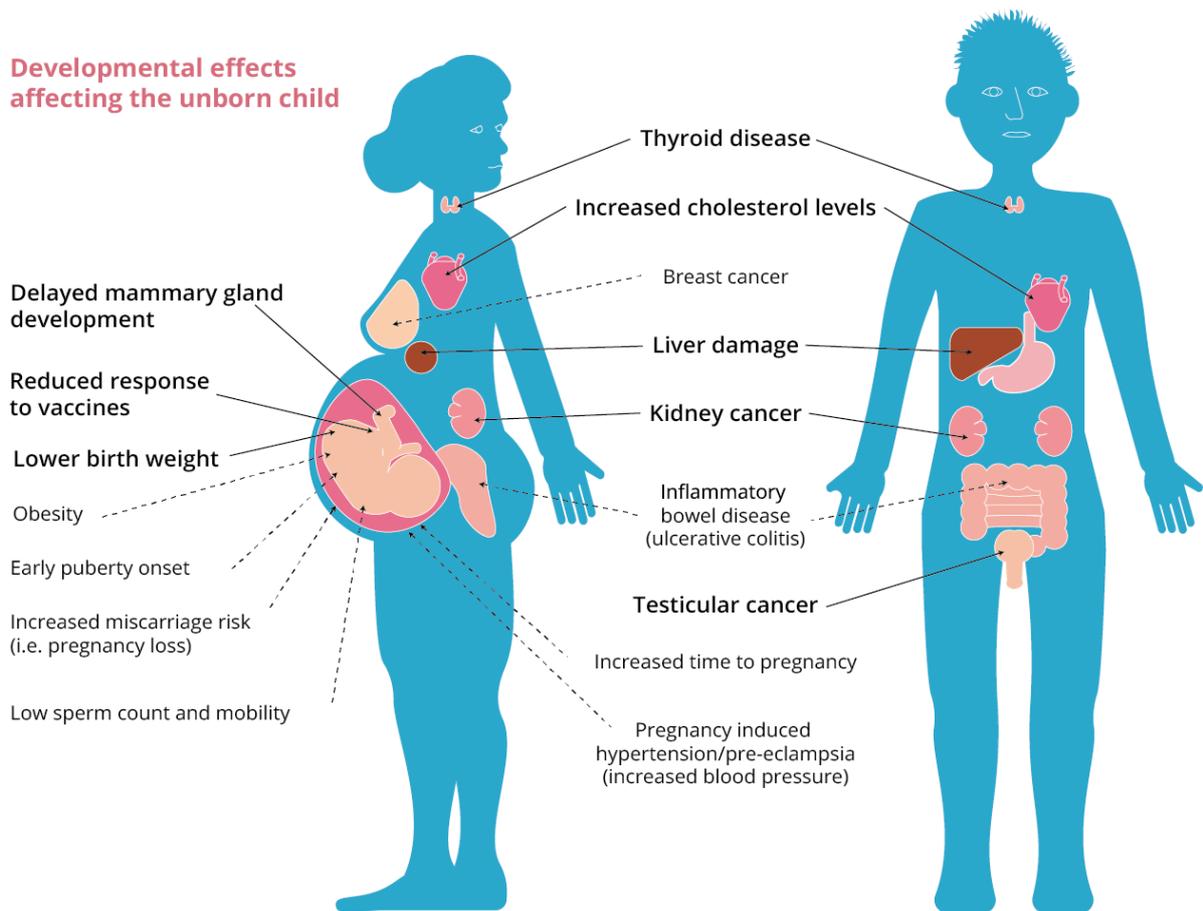
的問題，如果能夠說服民眾理解水資源的價值，個人認為是有可能逐步調整水價的。而公部門自己也需要調整心態，台水公司應該不僅僅是供應自來水，還可以考慮研究一些具有高附加價值的水產品。雖然水價議題未來一定會討論，但目前社會對於電價的關注度似乎更高一些，這可能是因為台水公司過去幾年的營運表現還不

錯，讓人民對水資源的急迫感不強烈。

另外，若從新興污染物風險管理角度進行思考，其實水不僅是介質，還是污染物輸送的一個重要媒介。對於這些暴露對我們的影響，我們或許可以透過宣導讓民眾了解，PFAS 對人體健康主要影響與風險（如圖 5），主要風險包括不健康胎兒、降低嬰兒免疫力、甲狀腺病變、提高

— High certainty
 ---- Lower certainty

Developmental effects affecting the unborn child



資料來源：EEA, 2025。

圖 5 PFAS 健康風險

膽固醇、肝病變、腎臟衰竭、生殖系統病變等。此外人民也需要有所認知社會在進步的過程中，未來新興污染物也會隨之增加，但同時我們的壽命也在延長，這樣的情況可能會導致社會上出現不同的主張：有些人覺得不需要管太多，只要不生大病，就能過得很好；而另一些人則過度焦慮，認為什麼都要限制，什麼都要管。這兩種極端的態度讓我們在執行相關政策時感到困難，不過大家的共識是加強宣導是有幫助的，未來希望能在這幾個方向上與環境部或其他部會合作，共同面對新興污染物對健康的威脅和隨之而來的挑戰。

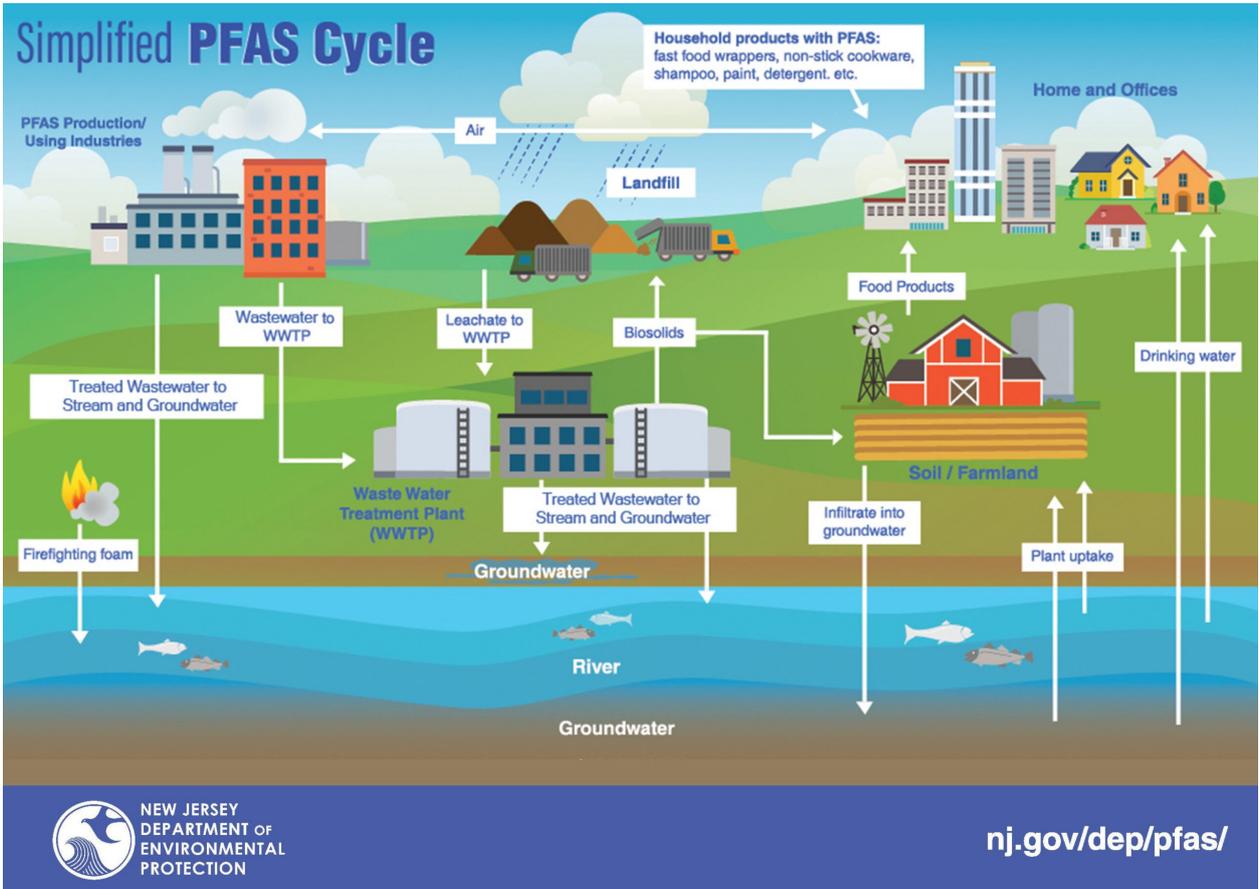
肆、水環境品質之 PFAS 管理

最後邀請環境部葉俊宏次長為大家說明有關水環境品質在 PFAS 管理面向重要作為與成果，以及未來努力的方向。關於 PFAS 存在已久，最近才受到廣泛關注。PFAS 物質的主要特性為結構穩定，不易分解，因此被稱為永久性化學物質。PFAS 家族包含超過 14,735 種化學物質，廣泛應用於各種產品，例如包裝材料、紡織品、抗油抗水產品等。然而，隨著對其環境與健康影響的重視，部分用途已被禁止，例如消防泡沫中不再使用 PFAS。PFAS 具有高移動性和持久性，會透過產品生命週期於環境釋放，導致人體暴露於這些有害物質。斯德哥爾摩公約已將部分持久性有機污染物(POPs)列入附件 ABC，2009 年將全氟辛酸(PFOA)納

入管制，2022 年又將全氟己烷磺酸(PFHxS)列入管制。從八個碳原子開始的 PFAS 化合物已被列入監管範圍，美國部分州、歐盟及日本已經將 PFOA 和 PFOS 納入管制。目前，國際上已有針對 PFAS 的飲用水強制性標準和健康指引值，然而只有美國採取了較為嚴格的管制措施，其他國家尚未全面跟進。

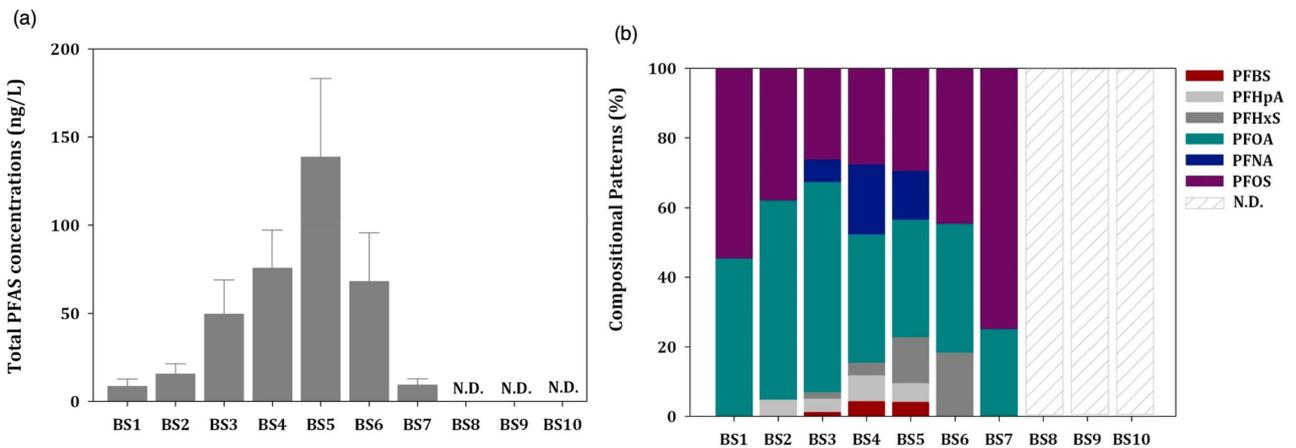
有關 PFAS 於環境中的循環簡圖如圖 6 所示，主要由特定工業所生產產品使用而釋出，會透過水循環路徑進入水環境中而導致影響人體健康。而 PFAS 的水處理技術則包括活性碳吸附、離子交換樹脂、薄膜過濾等方法。臺灣環境部已提出 PFAS 管理行動計畫草案，並由衛生福利部負責食品包裝材料的源頭管理。目前，環境部計畫對 PFAS 進行分階段管制，預計在年底前管制 105 項、357 項的污水排放，並優先管制碳數較多的 PFAS 化合物。歐盟計畫管制超過 5,000 種 PFAS，但因為涉及範圍廣，意見多樣，進展較為緩慢。

臺灣的河川和地下水中也發現了 PFAS 的存在(如圖 7)，其中又以高科技產業、化工業、金屬表面處理業等行業在製程中使用的光阻劑和撥水劑等產品是主要的污染來源。事業單位的排放水中 PFAS 濃度與國外相近，目前已初步蒐集污染清單，觀察檢測結果，並建立了超標自主管理機制，要求增加處理措施，並且建立標準檢測方法。截至目前的調查結果



資料來源：WRADRB, 2025。

圖 6 PFAS 循環簡圖



資料來源：Jiang et al., 2021。

圖 7 臺灣 PFAS 流佈示意圖

顯示，臺灣的 PFOA、PFOS 及 PFHxS 濃度檢測結果大多低於 10 ng/L。未來的計畫是持續進行 PFAS 的調查，關注國內外 PFAS 管制的動態，並滾動式檢討修訂相關法規。各部會之間將加強合作，掌握國際趨勢，提升民眾對 PFAS 的認知，並強化溝通。此外，透過「PFAS 管理行動計畫」，臺灣將逐步擴大 PFAS 的管理範圍，通過法規修訂、環境監測及生物基質分析來有效控制 PFAS 的影響。這些措施的實施將有助於減少國內企業處理溶劑的成本，並保障食用安全。最後，我們在公共工程領域也有突出貢獻，臺北市在水利工程和下水道建設方面取得了顯著成效。建議年輕一代應該關注像 PFAS 這樣的環境問題，利用現代科技進行深入研究和報告，這樣可以更好地保護我們的環境和健康。

個人認為檢驗是非常重要的，就像健康檢查一樣，我們必須先了解問題的所在，才能對症下藥。然而，檢驗這些微量物質往往需要投入大量的經費，尤其是對於自來水廠進行 PFAS 檢驗，如果水廠本身沒有相關設備和人員，我們可以請國家研究院等機構來幫助培訓，讓水公司自己具備檢驗能力。甚至污水處理廠如果需要這些設備，也應該得到支持，因為檢驗設備和訓練是很重要的，在有足夠的檢驗數據後，我們需要找出高風險的標的，比如哪些自來水廠或污水廠需要優先改善。個人覺得目前我們在後端的醫療投入了很多

經費，但在前端的預防投入卻相對較少。因此，個人非常贊成剛剛所提到的自來水廠和污水廠的現代化，特別是針對高風險的標的進行現代化改造。

然而改善自來水廠和污水廠的設施需要大量經費，而目前水價較低，這使得水廠難以獲得足夠的資金來進行現代化升級。個人認為我們需要和民眾溝通清楚，說明調漲水費的用途，比如提升處理設備，以確保飲用水的安全和健康。雖然我們一直把水價壓得很低，但這導致我們的水廠多數仍停留在傳統的過濾和消毒程序，無法應對像 PFAS 這樣的新興污染物。更何況現在還面臨著其他新的問題，比如個人藥物的殘留。這些藥物，包括抗生素和止痛藥等，在放流水中有檢出，這意味著我們需要考慮如何改善污水處理廠的設施，以應對這些殘留物的問題。

如果藥物檢驗結果顯示殘留值很高，我們可能需要增加處理設施，從保護人體健康的角度來看，污水處理廠和自來水廠的現代化是有必要的，但全面現代化可能會花費過高的成本，因此我們必須根據優先順序來進行改善。這些改善可以從處理設施的加強、水源的調度，或是減少周邊工廠的排放來著手，關於 AI 的使用，目前 AI 還無法完全取代人工，它需要反複的訓練和資料更新才能提供準確的資訊。比如說，現在如果問 AI 關於環境部的問題，它可能只能提供到 2022 年的資料，所以我們還是需要人工來提供和更新資

料。

最後目前淨水場檢出較高污染的區域大多靠近機場。雖然消防器材已經禁止使用含有 PFAS 的成分，但過去的消防器材可能仍在使用，這些物質可能在演習或緊急情況下進入水源，特別是在靠近機場的水庫中檢出較高的污染。因此，建議需要針對這些高風險區域進行更密集的監測和管理。綜上所述，檢驗的必要性、高風險標的的改善、以及如何有效利用有限的資金進行現代化改造，都是我們需要關注的

重點。我們應該在前端預防上下更多功夫，並與民眾保持良好的溝通，確保我們的水資源管理能夠應對現代挑戰。

伍、結語

透過臺灣主管國家水資源管理主要單位與重要協會研討，可以描繪我國未來水資源新興污染物管理的藍圖，茲彙整重要的臺灣水資源 PFAS 管理願景如表 1，而有關實現願景的主要做法，在下水道建設的面向，國土署主要分成兩個面向來推

表 1 臺灣未來水資源 PFAS 管理路徑願景

水資源面向	未來願景
下水道建設	推動污水下水道 PFAS 流佈調查及尋求 PFAS 污染解決方案。
水環境管理	透過自來水廠現代化升級、增加風險點監測頻率、強化公協會與 AI 技術整合教育訓練合作、加強風險管控和宣導工作等四大面向，系統性提升 PFAS 管理效能與風險管理。
水環境品質	推動新興污染物檢測與管制措施，建立 PFAS 標準檢測技術，進行全國水環境之重點監測。並致力於與民眾保持良好的溝通與環境教育，有助於國內改善環境品質之工作。

動，一個是推動污水下水道 PFAS 流佈調查，另一個是尋求 PFAS 污染解決方案。

。在水資源環境管理面向，自來水廠現代化升級、增加風險點監測頻率、強化公協會與 AI 技術整合教育訓練合作、加強風險管控和宣導工作為未來發展重點。在水環境品質方面，推動管理法規修正、建立標準檢測方法，以及推行新興污染物檢測與管制措施為下一階段執行重點。而 PFAS 管理目前已是國際共同趨勢，包括聯合國、美國、歐盟、日本都陸續建立法規進行管制。臺灣目前半導體產業為重點發展標的，因此可能具有更高的 PFAS 暴露風險。但同時我國亦具有極高的研發與製造能力，並致力於投入 AI 的發展與應用。若能結合學界與產業研發量能積極推動解決方案發展，將極具國際競爭優勢，應用至國家水環境中新興污染物 PFAS 的流佈、影響與治理策略將極具發展潛力。期望未來可藉由各水資源部門政策資源整合與合作，共同提升臺灣水環境 PFAS 管理之效能，邁向持續改善水環境品質之目標。

參考文獻

1. C&EN, Chemical & Engineering News, 2025. A guide to the PFAS found in our environment. <https://cen.acs.org/>
2. EEA, The European Environment Agency, 2025. Effects of PFAS on human health.
3. Jiang, J. J., Okvitasari, A. R., Huang, F. Y., & Tsai, C. S. (2021). Characteristics, pollution patterns and risks of Perfluoroalkyl substances in drinking water sources of Taiwan. *Chemosphere*, 264, 128579.
4. Nahar, K., Zulkarnain, N. A., & Niven, R. K. (2023). A review of analytical methods and Technologies for Monitoring per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in water. *Water*, 15(20), 3577.
5. WRADRB, Water Resources Association of the Delaware River Basin, 2025. PFAS Risk Management: Insights into the Evolving Regulatory Landscape II. <https://www.wradrb.org/>
6. Yadav, S., Ibrar, I., Al-Juboori, R. A., Singh, L., Ganbat, N., Kazwini, T., Karbassiyazdi, E., Samal, A.K., Subbiah, S. & Altaee, A. (2022). Updated review on emerging technologies for PFAS contaminated water treatment. *Chemical Engineering Research and Design*, 182, 667-700.

[第 8 期]期刊勘誤公告

《下水道·水再生期刊》第 8 期出現多個錯誤，編輯部深感愧疚，在此向作者及所有讀者致歉。

第 41 頁「水位流量整合監測應用於 雨水抽水站智慧防災之芻議」文中，「摘要」因疏忽誤植，修正為「目前雨水抽水站監測系統大部分僅能提供水位監測資訊，缺乏對流量的監測。為了提升都市排水系統的智慧防災能力，本研究提出利用聲波都普勒流速剖面儀 (ADCP) 進行前池流量監測的構想。ADCP 在河川渠道流量監測上已有豐富的應用經驗，且其技術可靠性和數據準確性得到了驗證。本研究構想的整合監測系統，不僅能同時監測水位與流量，還可以結合人工智慧技術進行智慧防災應用。具體而言，透過雨量預報、即時水位和流量數據分析，系統可提前預警，為抽水站的操作人員提供充足的時間進行抽水站的啟動和操作準備。此系統的實施將有助於提高都市排水系統的應變能力，減少因突發性強降雨所帶來的淹水風險，提升整體防災效能。本研究透過 ADCP 技術流量量測與水位監測的整合，提出了一套創新的雨水抽水站監測系統構想，為智慧防災提供了更精確的解決方案，有望在未來大幅提升都市防洪排水的反應速度與效率。」

下水道·水再生期刊稿約

壹、誠徵稿件

- 一、本期刊為內政部國土管理署針對下水道領域所發行之期刊，每年三、七、十一月下旬出版，誠徵稿件。
- 二、歡迎下水道從事人員以及設計、產銷有關下水道工程之器材業者提供相關文稿，如創見或新研究成果；國外新知或工程報導；下水道工作現場發表感想；國內有關下水道發展之研究計畫；國內、外與下水道相關之新書介紹等。
- 三、惠稿每篇以伍千至壹萬字為宜，特約文稿及專門論著不在此限，本期刊對於文稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿上註明；無法出刊之稿件將儘速通知。
- 四、惠稿（含圖表及著作權讓渡同意書，並請提供一張圖片作為封面圖片）請用電子檔寄至 twea900606@gmail.com，並請註明真實姓名、通訊地址（含電話及電子郵件地址）、服務單位及撰稿人之專長簡介，以利刊登。
- 五、本刊原則上不刊載譯文或已發表之論文。

貳、稿件格式

- 一、版面設定：頁面紙張請以 A4 規格 21cm * 29.7cm 直式編排；本文版面規格：版面上下左右邊界各為 1.27 cm；內文段落採單行間距，並設定左右對齊。除摘要，其餘皆以兩欄型式呈現。內文首行需位移 2 字元。
- 二、字型設定：字體中、英文請採微軟正黑體字型。字體大小：頁首頁尾及頁碼採 12 號字，標題採 18 號粗體字（置中）作者姓名、任職單位及職稱採 12 號字（置右），"摘要" 標題採 14 號粗體字（置中），各章節標題採 14 號粗體字（置左），內文採 12 號字，圖表標題採 11 號字。
- 三、文章篇幅：每篇文章以 10 頁為限（含所有內容及圖表）
- 四、文章架構：
 - ◆中&英文標題：宜簡明
 - ◆作者姓名、任職單位及職稱：請以置右方式依序條列
 - ◆中文摘要（300 字為限）及英文關鍵字（3 至 5 個）

◆英文摘要（300字為限）及英文關鍵字（3至5個）

◆本文（章節之編序以：壹、一、(一)、1、(1)、… 為原則）

◆參考文獻

五、圖表配置：本文中之圖表請隨文插入（與文字排列），圖表之編號一律以 1,2,...等阿拉伯數字表示，圖標題請以置中方式標註於圖下方；表標題以置中方式標註於表正上方。

六、數據規範：內文中之數字請以阿拉伯數字呈現，並採用半型，可量化數字超過 3 位數請以逗號區隔，如 1,234；年份請以西元紀年；文中所使用數據單位請以公制單位，如：min、°C、mg/L 等，數字及單位之間請空半形 1 格。

七、參考文獻格式

期刊：作者，篇名，出處，卷期，頁數，年月。

書籍：作者，篇名，出版，頁數，年月。

機關出版品：編寫機構，篇名，出版機構，編號，年月。英文之作者姓名應將姓排在名之縮寫之前。

【參考文獻 格式範例】

1.歐陽嶠暉，下水道工程學，長松出版社，增訂版，第 45-56 頁，臺北(1992)。

2.黃國文、李方中、於望聖、陳志偉、顏慧敏、施上粟、林旺德、林佳薇 (2017)，公共污水下水道維護管理訪評計畫之研訂與推動，農業工程學報，63(2)，第 1-10 頁。

3.陳余育、劉振宇、鍾淑女、李金靖、陳怡寧、游勝傑，“臺灣地區性水資源回收中心新冠肺炎病毒檢測初探”，中華民國環境工程學會 2021【廢水處理技術研討會】研討會，110 年 8 月 19 日，第 132 頁(2021)。

八、文章內文格式範例（請洽本期刊編輯組）

參、本期刊內容將刊載於內政部國土管理署資訊入口網歡迎各界參閱。



著作權授權使用同意書

_____(作者/機關名) 保證除本次投稿至「下水道·水再生」期刊之
文章_____(文章名) , 相同內容未專屬授權至國內外其他有版
權之期刊或有抄襲之情事, 若有涉及著作權之侵權或其他不法行為, 本人
願負相關之法律責任。

_____(作者/機關名) 同意將本篇文章之著作權自接受刊登日起, 授
權內政部國土管理署有重新編排並將本篇文章置於所屬網站及刊物等刊載
供外界查詢之權利, 但需註明本文章作者。

此 致

內政部國土管理署

立 書 人 :

通 訊 處 :

聯 話 電 話 :

(親簽後掃描為電子檔與文稿一併寄送至編輯組)

中 華 民 國 年 月 日

中華民國 一百一十四年四月出刊

第 4 卷第 1 期

中華民國 一百一十一年七月創刊

發行人：吳欣修

指導委員：宋德仁、於望聖、邱忠川、范世億、陳志偉、黃一平、劉振宇、
蔡長展 (依姓氏筆畫順序)

編輯委員：王朝民、朱錫麟、阮春騰、邱敏錦、周黎明、林舜宏、侯嘉洪、
洪俊雄、胡念英、康世芳、陳立儒、張添晉、莊順興、黃成龍、
黃良銘、黃靖修、楊仁彰、廖宗銘、鍾志成、蘇玫心 (依姓氏筆
畫順序)

總編輯：曾淑娟

副總編輯：周世銘、張建偉

執行編輯：游勝傑

出版單位：內政部國土管理署

地址：臺北市松山區八德路 2 段 342 號

電話：(02)8771-2345

網址：<https://www.nlma.gov.tw/>

執行單位：社團法人台灣水環境再生協會

地址：臺北市松山區復興南路一段 1 號 1204 室

電話：(02)2777-2675

網址：<https://www.twea.org.tw/contact.html>

GPN:2011100010 ISSN:27913805

★☆☆本刊文章版權所有，非經同意不得轉載★☆☆

★本刊文章屬個人學術發表，不代表內政部國土管理署立場★