

<p>113 年 07-08 月號</p>			<p>&lt;雙月刊&gt;</p>
---------------------------	---	--	--------------------

## 環境工程技師公會會訊

- ◎ 發行人：劉敏信
- ◎ 發行所：台灣省環境工程技師公會 (<http://www.tpeea.org.tw>)
- ◎ 協助策劃：中華民國環境工程技師公會全國聯合會
- ◎ 編輯：台灣省環境工程技師公會學術委員會
- ◎ 主編：曾寶山
- ◎ 發行地址：台北市長安西路342號4樓之1
- ◎ 電話：02-25550353
- ◎ 傳真：02-25591853

### 本期要目

	頁次
■ 主編的話	2
■ 會務報告	3
■ 重要法令	4
■ 行政院公共工程委員會核備 113 年 07 至 08 月訓練積分課程表	6
■ 環保訊息	9
■ 論述園地	14
淺談環評法及生態檢核對於生態保育的作用-法規與理論實踐- 郭晉峰經理、蔡佳宏經理、李盛全副總經理、王俊欽技師	14
污水處理優化的未來趨勢-蔣守銘技師、陳伯珍技師	32
淺談污水處理廠設備與健全度評估-林高州技師	46
■ 徵稿啟事	60
■ 各公會會員大會、理監事會會議紀錄	61

## 主編的話

本次公會於7月6日召開第13屆第1次會員大會，親自出席會員達6成參與會員大會，已圓滿結束，相當感謝技師們長期對公會的支持與肯定。

國內環境生態友善的議題，已是開發計畫或工程內容不可或缺的一環，落實生態迴避、縮小、減輕與補償的策略擬定生態保育措施，非僅止於環評、規劃、細部設計階段紙上談兵的考量，現今更已落實至全程的施工階段，才能符合政府政策、社會觀感與民眾的認同。針對前述議題，特邀請國內於環評、生態專業著稱的景丰科技顧問公司，由李盛全副總經理，與郭晉峰經理、蔡佳宏經理、王俊欽技師共同具名分享「環評法及生態檢核對於生態保育的作用-法規與理論實踐」，本文主要就國內涉及環評之開發行為、各機關公共工程之最新環境保護法令規定進行探討，並引述國際重要生態保育概念，再依據實際案例的執行現況歸納說明，提供各界先進參考。

第二篇為陳伯珍技師與蔣守銘技師共同撰寫「污水處理優化的未來趨勢」，本文針對世界各地水務部門正在面對的一系列挑戰，包括基礎設施老化、處理設施負荷滿載、資金和用地面積有限、對能源消耗、溫室氣體排放和實現循環經濟的要求日益嚴格情勢下，對於污水處理領域，提出污水處理三項優化趨勢：

1. 將計算流體動力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 應用於水資源回收廠的設計和模廠測試
2. 更優化的厭氧消化設計和操作
3. 水資源回收廠的進一步數位化和使用先進的分析方法

前述趨勢將對於污水處理設計及操作的工作效率及處理效能，勢必將有更進一步的提升。鑒於篇幅限制，作者原提供「污水處理程序的未來趨勢」尚包含「MABR在處理程序方案中的應用」、「熟悉側流及主流處理程序的捷徑除氮程序」，及「好氧顆粒化污泥」等三項污水處理程序，另於本會下期會刊學術園地發表，屆時再與技師們分享。

第三篇為-林高州技師分享「淺談污水處理廠設備與健全度評估」，林技師任職於台灣世曦顧問公司，是污水處理規劃、設計經驗相當豐富的技師。國內公共污水處理廠分別處理生活污水、工業廢水等，其設立時間不一，最早從民國60、70年代即完工營運，距今已達40餘年以上。將陸續進行設備汰換更新，使整廠污水處理效能繼續正常維運。本篇即針對前述既有舊廠，如何評估各項單元設施效能，依據設備使用年限、健全度分數轉換方式、評價結果與採行措施，以利診斷何項設備應進行年度汰換更新計畫，或進行整體設備更新改善工程，有專業詳細的論述，供各位技師先參考。

時值盛暑，天氣異常酷熱，技師如出門在外宜多補充水分，避免中暑，保重身體為荷。

## 會務報告

1. 113 年度會員大會已於 7 月 6 日圓滿結束。
2. 113 年度會員聯誼於 9 月 5 日~7 日(星期四~六) -2024 遇見湛藍澎湖灣~南海二島三日遊。
3. 113 年度常年會費繳費通知及記事本已於 112 年 11 月 20 日寄出，敬請尚未繳納 113 年度常年會費（金額 4,000 元）之會員儘速繳納。

公會匯款資訊如下：

- 戶名：台灣省環境工程技師公會
- 銀行匯款資料：台灣企銀(050)營業部 帳號：01012241581
- 郵局劃撥帳號：18091292

4. 會員若有更動執業資料、受聘公司、地址、電話、Email…等相關資料，煩請告知公會以便及時修改檔案。

5. 公會網站廣告刊登：

(1) 費用：

- 會員(即會員之執業機構、所營公司或受聘公司)：  
5,000 元/年；一次繳交 5 年 20,000 元；一次繳交 10 年 37,500 元。
- 非會員：  
6,000 元/年；一次繳交 5 年 24,000 元；一次繳交 10 年 45,000 元。

(2) 刊登辦法：

請繳交費用後，將貴公司或事務所之 LOGO(尺寸：288\*93)及網址 MAIL 至公會。

6. 會訊廣告刊登：

(1) 費用：8,000 元/期

(2) 刊登辦法：

請繳交費用後，將投放廣告內容 PDF 檔(尺寸：A4 紙) MAIL 至公會。

## 重要法令

### 行政規則公告

1. 環境部中華民國 113 年 5 月 1 日環部循字第 1136108359 號令，修正「共通性事業廢棄物再利用管理辦法」第 4 條附表。
2. 環境部中華民國 113 年 5 月 7 日環部授研字第 1135105600 號公告，預告訂定「事業放流水採樣方法 (NIEA W109.54B)」草案。
3. 環境部中華民國 113 年 5 月 7 日環部授研字第 1135105633 號公告，預告廢止「事業放流水採樣方法 (NIEA W109.53B)」。
4. 環境部中華民國 113 年 5 月 13 日環部授研字第 1135105868 號公告，預告訂定「排放管道中總硫氧化物檢測方法—沈澱滴定法 (NIEA A405.75A)」草案。
5. 環境部中華民國 113 年 5 月 13 日環部授研字第 1135105877 號公告，預告廢止「排放管道中總硫氧化物檢測方法—沈澱滴定法 (NIEA A405.74A)」。
6. 環境部中華民國 113 年 5 月 16 日環部氣字第 1139003098C 號令，廢止「溫室氣體階段管制目標及管制方式作業準則」。
7. 環境部中華民國 113 年 5 月 16 日環部授研字第 1135106093 號公告，預告訂定「排放管道中氨氣之檢測方法—靛酚法 (NIEA A408.73B)」草案。
8. 環境部中華民國 113 年 5 月 16 日環部授研字第 1135106105 號公告，預告廢止「排放管道中氨氣之檢測方法—靛酚法 (NIEA A408.72B)」。
9. 環境部中華民國 113 年 5 月 17 日環部循字第 1136109895 號令，修正「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」第 16 條之 2、第 16 條之 3、第 16 條之 4 條文。
10. 環境部中華民國 113 年 5 月 17 日環部人字第 1131032697D 號令，修正「行政院環境保護署及所屬各機關公務人員交代條例施行細則」，名稱並修正為「環境部及所屬各機關（構）公務人員交代條例施行細則」。
11. 環境部中華民國 113 年 5 月 17 日環部人字第 1131033293 號令，廢止「行政院環境保護署辦事細則」、「行政院環境保護署環境檢驗所辦事細則」、「行政院環境保護署環境保護人員訓練所辦事細則」、「行政院環境保護署毒物及化學物質局處務規程」、「行政院環境保護署毒物及化學物質局編制表」、「環境部氣候變遷署籌備處暫行組織規程」、「環境部氣候變遷署籌備處辦事細則」、「環境部氣候變遷署籌備處編制表」。
12. 環境部中華民國 113 年 5 月 17 日環部授氣字第 1139105843 號函，「溫室氣體階段管制目標諮詢委員會設置要點」自即日停止適用。
13. 環境部中華民國 113 年 5 月 29 日環部空字第 1131034980 號公告，預告修正「移動污染源違反空氣污染防制法裁罰準則」草案。
14. 環境部中華民國 113 年 5 月 29 日環部授管字第 1137115343 號函，修正「公有廢棄物掩埋場管理規範」，自即日生效。

15. 環境部中華民國 113 年 5 月 31 日環部授研字第 1135106831 號公告，預告廢止「水中濁度檢測方法－濁度計法 (NIEA W219.52C)」。
16. 環境部中華民國 113 年 5 月 31 日環部授研字第 1135106824 號公告，預告訂定「水中濁度檢測方法－濁度計法 (NIEA W219.53C)」草案。
17. 環境部中華民國 113 年 6 月 4 日環部授氣字第 1139106620A 號函，「溫室氣體排放額度編碼作業要點」自即日起停止適用。
18. 環境部中華民國 113 年 6 月 4 日環部授氣字第 1139106620 號函，訂定「溫室氣體減量額度編碼作業要點」，自即日生效。
19. 環境部中華民國 113 年 6 月 6 日環部授管字第 1137116160 號函，修正「土壤污染管制區內土地利用行為之申辦作業要點」第 2 點，自即日生效。
20. 環境部民國 113 年 6 月 11 日環部化字第 1138111423 號令，修正「毒性及關注化學物質許可登記核可管理辦法」部分條文。
21. 環境部中華民國 113 年 6 月 12 日環部授研字第 1135107257 號公告，預告廢止「空氣中氯化氫等檢測方法－濾紙捕集／離子層析儀電導度偵測器法 (NIEA A456.10B)」。
22. 環境部中華民國 113 年 6 月 12 日環部授研字第 1135107233 號公告，預告訂定「空氣中氯化氫等檢測方法－濾紙捕集／離子層析儀電導度偵測器法 (NIEA A456.11B)」草案。
23. 環境部中華民國 113 年 6 月 17 日環部授研字第 1135107268 號公告，預告廢止「塗料中揮發性有機物含量測定法－重量法 (NIEA A716.11C)」。
24. 環境部中華民國 113 年 6 月 17 日環部授研字第 1135107266 號公告，預告訂定「塗料中揮發性有機物含量測定法－重量法 (NIEA A716.12C)」草案。
25. 環境部中華民國 113 年 6 月 20 日環部授研字第 1135107544 號公告，預告廢止「塗料之揮發性物質含量檢測方法 (NIEA A743.10C)」。
26. 環境部中華民國 113 年 6 月 20 日環部授研字第 1135107538 號公告，預告訂定「塗料之揮發性物質含量檢測方法 (NIEA A743.11C)」草案。
27. 環境部中華民國 113 年 6 月 21 日環部授研字第 1135107813 號公告，預告廢止「塗料中揮發性有機物含量測定法－氣相層析法 (NIEA A754.10C)」。
28. 環境部中華民國 113 年 6 月 21 日環部授研字第 1135107807 號公告，預告訂定「塗料中揮發性有機物含量測定方法－氣相層析法 (NIEA A754.11C)」草案。
29. 環境部中華民國 113 年 6 月 28 日環部保字第 1131043275 號公告，預告修正「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」部分條文草案。

**行政院公共工程委員會核備 113 年 07 至 08 月訓練積分課程表**

\*本項課程表係轉達工程會核備之積分課程資訊，細節請技師先進洽詢主辦單位

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
1	113 年公路橋梁檢測人員培訓_初訓課程 (2 日視訊+1 日實體) 「本課程有採用視訊或網路教學」	2024/07/22 ~ 2024/07/31	財團法人中華顧問工程司	聯絡人：林伯勳 電話：02-87325567#1216 信箱：stephane@ceci.org.tw
2	自然碳匯量測與效益評估	2024/07/24 ~ 2024/07/24	社團法人台灣綠建築發展協會	聯絡人：陳志豪 電話：02-86676111#181 信箱：heroyohoho@taiwangbc.org.tw
3	機電工程估價估算系列課程-消防及弱電系統工程圖面數量計算實務	2024/07/24 ~ 2024/07/24	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：胡小姐 電話：02-89195094 信箱：vicky@tcri.org.tw
4	2024 LEED v4 GA 國際綠建築認證班	2024/07/25 ~ 2024/07/26	財團法人成大研究發展基金會	聯絡人：林先生或郭小姐 電話：06-2008030#23 信箱：capc_pt@capc.org.tw
5	113 年度綠建築推廣講習會-南部場	2024/07/26 ~ 2024/07/26	社團法人台灣綠建築發展協會	聯絡人：陳婉婷 電話：02-8667-6111#128 信箱：wanting@taiwangbc.org.tw
6	碳資產管理分析師 「本課程有採用視訊或網路教學」	2024/07/26 ~ 2024/07/26	高雄市環境工程技師公會	聯絡人：許小姐 電話：07-2815583 信箱：keea.guild@gmail.com
7	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2024/07/30 ~ 2024/07/30	經濟部地質調查及礦業管理中心	聯絡人：謝小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
8	113 年提升技師簽證品質宣導會(北部場)	2024/07/31 ~ 2024/07/31	環境部環境管理署	聯絡人：何碩彥 電話：0987369303 信箱：1224816439qq@gmail.com
9	工程法務系列-訴訟法上之證據法則與工程鑑定	2024/07/31 ~ 2024/07/31	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcri.org.tw
10	建築物結構用混凝土細粒料含爐渣檢測法(pH 值-加速膨脹檢測法)訓練課程	2024/08/01 ~ 2024/08/01	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcri.org.tw
11	土壤及地下水整治技術工作坊	2024/08/02 ~ 2024/08/02	土壤及地下水整治技術聯盟	聯絡人：黃榆茜 電話：04-22840441 轉 524 信箱：sgrta.nchu@gmail.com

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
12	ISO14064-1 溫室氣體盤查分析師「本課程有採用視訊或網路教學」	2024/08/02 ~ 2024/08/02	高雄市環境工程技師公會	聯絡人：許小姐 電話：07-2815583 信箱：keea.guild@gmail.com
13	公共工程進度管理及履約遲延處理實務	2024/08/02 ~ 2024/08/02	財團法人中興工程顧問社	聯絡人：褚琴琴 電話：02-87919198*453 信箱：cherry@sinotech.org.tw
14	113 年作業環境監測人員暨作業環境監測計畫簽認技師研討會	2024/08/02 ~ 2024/08/03	高雄市安全衛生技師公會	聯絡人：黃怡平 電話：07-6938955#5201 信箱：koshea829@gmail.com
15	2024 公共工程執行研討會	2024/08/03 ~ 2024/08/03	中華民國工程法律學會	聯絡人：林文馨 電話：07-3814526 轉 15205 信箱：cscltw0411@gmail.com
16	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2024/08/06 ~ 2024/08/06	經濟部地質調查及礦業管理中心	聯絡人：謝小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
17	建築物結構用混凝土細粒料含爐碴檢測法(pH 值-加速膨脹檢測法)訓練課程	2024/08/08 ~ 2024/08/08	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcri.org.tw
18	ISO14067 碳足跡盤查分析師「本課程有採用視訊或網路教學」	2024/08/09 ~ 2024/08/09	高雄市環境工程技師公會	聯絡人：許小姐 電話：07-2815583 信箱：keea.guild@gmail.com
19	113「公共工程經費電腦估價系統」PCCES 4.3	2024/08/09 ~ 2024/08/10	滕嘉企業社	聯絡人：梁韶芸 電話：0227088090 信箱：yilinp@ms44.url.com.tw
20	建築物耐風設計規範修訂草案研習會(台南場)	2024/08/10 ~ 2024/08/10	社團法人中華民國風工程學會	聯絡人：羅元隆 電話：0987141838 信箱：yllo@ntut.edu.tw
21	淨零建築節能減碳技術宣導推廣活動-臺中場	2024/08/12 ~ 2024/08/12	工業技術研究院產業學院	聯絡人：蔡素甄 電話：03-5918213 信箱：itri537404@itri.org.tw
22	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2024/08/15 ~ 2024/08/15	經濟部地質調查及礦業管理中心	聯絡人：謝小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
23	市區道路無障礙設計講習	2024/08/15 ~ 2024/08/16	國立中央大學	聯絡人：陳小姐 電話：034262538 信箱：chm091179@gmail.com

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
24	市區道路無障礙設計講習	2024/08/15 ~ 2024/08/16	國立中央大學	聯絡人：陳小姐 電話：034262538 信箱：chm091179@gmail.com
25	工程損鄰、職災及廠商無法履約之因應策略	2024/08/23 ~ 2024/08/23	財團法人中興工程顧問社	聯絡人：褚琴琴 電話：02-87919198*453 信箱：cherry@sinotech.org.tw
26	專案經理的角色(領導與管理)	2024/08/24 ~ 2024/08/24	財團法人中興工程顧問社	聯絡人：褚琴琴 電話：02-87919198*453 信箱：cherry@sinotech.org.tw



**環保訊息**(資料來源：環境部)

- 113/05/01 **【碳費以減量為出發點，參考國際作法兼顧過渡轉型】**  
 環境部於 4 月 29 日依據氣候變遷因應法（下稱氣候法）預告碳費徵收的三項子法草案，有關各界關心碳費徵收機制考量碳洩漏風險，對於收費排放量納入分期碳洩漏風險係數值一節，環境部再補充說明如下：環境部表示，經檢視國際間已實施碳定價機制國家，如：歐盟、韓國及新加坡等，為避免碳洩露及兼顧產業過渡轉型，往往給予免費排放配額或免稅額，相較之下，日前所預告碳費收費辦法草案的設計則更為嚴謹。
- 113/05/02 **【環境部修正發布「共通性事業廢棄物再利用管理辦法」第四條附表】**  
 環境部為明定事業廢棄物來源及提升再利用機構管理作為，參考各中央目的事業主管機關事業廢棄物再利用管理規定，精進固體再生燃料用途之運作管理，及確保廚餘堆肥過程之環境衛生與堆肥產品品質，於 5 月 1 日公告修正「共通性事業廢棄物再利用管理辦法」第四條附表，俾使整體再利用管理及運作機制更臻完備。
- 113/05/07 **【環境部召開第 3 次碳費費率審議會】**  
 環境部今(7)日上午召開第 3 次碳費費率審議會，由召集人施文真次長主持，今日會議共有 17 位委員出席。該部依據前次會議決議，先就日本、韓國及新加坡等鄰近國家碳定價作法與環境部 4 月底所預告碳費徵收三項配套子法草案進行報告。經充分討論，本次審議會決議請該部氣候變遷署於下次會議時，就不同費率情境（含一般費率及優惠費率）之減量及衝擊評估試算（包括：產業、總體經濟及消費者物價指數等），以供委員審議參考。另為使各界能充分瞭解審議過程，相關會議資訊（含：會議議程、資料及會議紀錄）將公開於氣候變遷署網站說明。
- 113/05/10 **【營建及裝潢廢棄物流向管理平台上路 提供業者使用電子化隨車證明文件】**  
 為提升營建及裝潢廢棄物資訊登載便利性及合法性，環境部資源循環署已建置完成「營建及裝潢廢棄物流向管理平台」（<https://waste.moenv.gov.tw>）並於 5 月 6 日上路及函頒，該平台囊括全國營建及裝潢廢棄物相關業者資料。即日起，清運業者使用管理平台填報清運資訊、收受業者於系統平台直接確認，共同保障廢棄物合法清除處理。同時管理平台填寫資料直接產製 QR Code，搭配手機可作為隨車證明文件使用，提供在外工作的業者便利使用。

- 113/05/14 【**環境部說明碳費子法訂定進度**】  
為建構我國碳定價制度，環境部依據氣候變遷因應法（下稱氣候法）於今(113)年 4 月 29 日預告碳費徵收的三項子法草案，預告期間為 60 日，於子法草案預告期間也將與各利害關係人辦理子法草案的說明會，蒐集各界意見之後召開研商會議，預計 8 月底前可完成三項碳費子法的發布作業，讓碳費徵收對象能及早規劃減碳措施與至 2030 年的減碳路徑，並提出自主減量計畫的申請。
- 113/05/14 【**務實檢討加嚴空品標準 環境部攜手中南部縣市加速改善步伐**】  
為制定以健康為基礎的空污改善策略，環境部與國家衛生研究院過去 8 年攜手合作探討本土空污與健康影響之關係。環境部根據國衛院提出的實證研究成果，並考量我國空氣品質現況，在今(113)年 4 月 29 日提出空氣品質標準修正草案，針對各界期盼再加嚴空品標準意見，環境部將納入考量，歡迎各界持續提出相關建議，讓本次空氣品質標準的訂定能更加完備。
- 113/05/17 【**環境部修正發布「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」**】  
為加強廢棄物清除處理機構之審查程序完整性，明定許可證核發原則，以及配合環保許可整合推動，加強各類環保許可證(文件)污染流向關聯及登記內容一致性，環境部於本(113)年 5 月 17 日修正發布「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」，修正條文計有 3 條，自發布日施行。
- 113/05/21 【**新部長上任揭示四大重點政策**】  
環境部新部長彭啓明 21 日首次與媒體見面談環境業務展望，提出「精進環評審查」、「加速碳費徵收」、「務實改善空品」與「公開首長行程」四大主張，更強調 60% 的精力將用在讓淨零路徑盡快上軌道，而其他的業務也已掌握 7、8 成，將與環境部同仁共同努力。
- 113/05/24 【**環管署推動土水整治新概念 風險管理綠色整治為未來趨勢**】  
環境部環境管理署顏旭明署長出席臺灣土水污染防治技術合作平台於本(113)年 5 月 24 日在張榮發基金會國際會議中心，舉辦由中興大學盧至人教授與臺灣大學吳先琪教授主編的「污染場址的固化、穩定化與圍封處理技術」新書發表會，在場吸引土水界產官學研人士共襄盛舉，也開啟了土水整治新的觀念。

- 113/05/30 **【環境部預告修正移動污染源違反空污法裁罰準則】**  
環境部為使移動污染源違反空氣污染防制法之罰鍰額度採計方式更臻明確，改以公式化計算罰鍰額度，於 5 月 29 日預告修正「移動污染源違反空氣污染防制法裁罰準則」，列出各種違反行為之裁罰因子權重大小，較現行裁罰準則，增訂違反空氣品質維護區移動污染源管制措施等裁罰因子外，並加重製造、進口或販賣供移動污染源用燃料超標之罰鍰。
- 113/05/30 **【碳費以減量為出發點，參考國際作法促進產業加速轉型】**  
民間團體關切碳費實施時間及配套作法，環境部再次重申加速推動徵收碳費已是當前施政重點。環境部在現有法制架構下，參考歐盟、新加坡、韓國等實施碳定價經驗，運用碳費制度，發展多元工具，以促進多元減碳。環境部強調碳費主要目的就是加速減碳，同時促使產業轉型，並非增加國家財政收入；環境部在研提相關配套制度時，即已明確要求產業需提出具體減碳計畫，且在政府部門每年監督落實情況，才會有取得優惠之機會。
- 113/06/07 **【開放政府資訊公開 碳費費率審議涵蓋多元專業，會議資料上網公開】**  
臺灣美國商會昨(6)日發表「2024 年臺灣白皮書」，其中提出與碳費制度相關之意見，包括成立跨部會工作平臺、對低能耗或低碳足跡產品製造商提供較為優惠的碳費、外資企業加入費率審議並參與基金支用決策過程等。環境部表示，在今年 4 月 29 日預告「碳費收費辦法」、「自主減量計畫管理辦法」及「碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標」等三項配套子法草案，為利各界瞭解草案規範內容，環境部與經濟部就各利害關係團體已單獨或共同辦理 9 場說明會，歡迎關心碳費制度的各界於草案預告期間提供意見及建議，預告期滿後也將於 7 月召開公聽研商會並進行跨部會溝通，以利相關規範更臻完善。
- 113/06/07 **【中油綠島漁港加油站地下水污染整治場址改善完成 環境部公告解除列管】**  
台灣中油股份有限公司綠島漁港加油站因地下水中總石油碳氫化合物污染超過地下水污染管制標準，於 107 年公告為污染整治場址，現綠島漁港加油站完成污染改善，並經臺東縣政府環境保護局驗證通過，環境部 6 月 6 日公告解除污染整治場址列管。

- 113/06/11 【**碳費徵收回歸科學討論兼具減碳與產業公平**】  
各界關心碳費對經濟衝擊及消費者物價指數影響，環境部表示，過去與英國倫敦政經學院的研究並沒有包括這部分。目前已安排 7 月 5 日召開第四次費率審議會，屆時環境部會提出不同費率情境之衝擊影響評估，包含受影響產業、總體經濟影響及 CPI（消費者物價指數）影響等資料請委員審議。
- 113/06/11 【**環境部修正發布「毒性及關注化學物質許可登記核可管理辦法」**】  
環境部為推動各類環保許可整合業務，提升管理效能及減省行政作業，新增有涉及其他類環保許可證（文件）之申請、變更、異動或展延者應同時提出，與直轄市、縣（市）主管機關審查原則及發證期限等規定。
- 113/06/17 【**環境部啟動 SRF 營運體檢輔導，並將訂定管理辦法**】  
為維護環境品質，強化 SRF 製造及使用之管理，環境部啟動 SRF 營運體檢輔導作業，今（17）日邀集跨領域專家學者組成輔導團及召開行前會議，預計以 2 個月左右的時間完成全國 49 家製造廠及 17 家使用廠的體檢，協助各廠符合相關法令規範，並於今年 8 月底或 9 月初提出體檢報告書。此外，環境部將在體檢報告完成後的 3 個月內提出 SRF 管理辦法，並運用數位化工具強化管理，嚴格把關，杜絕環境污染。
- 113/06/19 【**確保查驗機構之公正獨立及品質 環境部公布溫室氣體查驗指引**】  
鑑於氣候變遷因應法（以下簡稱氣候法）於 112 年 2 月 15 日修正公布，新增徵收碳費與強化自願減量等多元減量機制規定，而溫室氣體排放量盤查與查驗，係溫室氣體排放量減量之基礎，國際間亦有強化要求之趨勢。本次指引修正業透過強化查驗機構及從業人員之獨立性、公正性規定，並新增查驗機構相關倫理規範，及配合盤查及查驗相關子法修正調整指引內容，進一步保障國內盤查及查驗數據的可靠性和公信力，以做為我國碳定價機制之實施基礎，推動達成 2050 年淨零排放的國家目標。
- 113/06/20 【**環境部成立綠色戰略辦公室 整合淨零轉型推展業務**】  
環境部於今日（6 月 20 日）以任務編組方式成立「綠色戰略辦公室」，將專責整合協調環境部及所屬機關在推動氣候變遷與淨零轉型相關政策規劃與執行業務，並擴大與其他部會推展淨零與綠色成長行動，協力檢討精進措施以提升政府氣候治理量能。

- 113/06/21 **【環境部再次預告資源循環燃料相關空污法規修正草案，強化管制達成減污減碳共利】**  
為接軌國際固體再生燃料（SRF）分級制度策略，並回應各界對於強化資源循環燃料管理制度之期盼，環境部於 113 年 6 月 20 日再次預告「公私場所固定污染源燃料混燒比例及成分標準」、「公私場所固定污染源應符合混燒比例及成分標準之燃料」及「鍋爐空氣污染物排放標準」等 3 項修正草案，強化源頭燃料分級管理、明列各類燃料使用對象及高規格要求應裝設的空氣污染防制設備，以加強管制使用資源循環燃料衍生的空氣污染排放。
- 113/06/25 **【環境部公布最新國家溫室氣體排放清冊 2022 年全球疫後溫室氣體仍上升 我國排放量下降】**  
環境部依氣候變遷因應法第 13 條規定，接軌國際最新規範，跨部會彙編「國家溫室氣體排放清冊（2024 年版）」，於 6 月 25 日對外發布於「氣候資訊公開平臺」。統計結果顯示，2022 年我國總溫室氣體排放量 285.97 百萬公噸二氧化碳當量（MtCO<sub>2</sub>e），扣除碳匯 21.83 MtCO<sub>2</sub>e，淨溫室氣體排放量 264.13 MtCO<sub>2</sub>e，相較 2021 年減少 4.07%，較基準年 2005 年減少 1.77%。清冊數據可具體反映出我國近年落實能源轉型及各部門溫室氣體減量行動方案之成果，對比各國疫後溫室氣體排放量上升，我國溫室氣體排放減量之成果不易。
- 113/06/27 **【臺美引領亞太國家交流土水整治實務 提供技術管理解方】**  
我國不斷地研發土壤及地下水污染調查與整治技術，並引進環保先進國家技術，透過精進、改良與本土化，所以持續在亞洲地區保持領先的地位，並提供經驗給亞太地區國家分享。環境部環境管理署透過臺美環保合作協定邀請美國及澳洲共 7 位專家於今（113）年 6 月 27 日至 28 日，在臺南市成功大學舉辦「2024 年臺美土壤及地下水技術交流國際講習會」，吸引超過 200 名國內外產官學界人士參加，藉此機會掌握國際新興污染物的先進整治技術及管理策略發展趨勢。
- 113/06/28 **【環境部預告「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」部分條文修正草案】**  
環境部預告「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」部分條文修正草案；本次修正參考各機關提供建議、相關法令發布修正及實務執行上疑義予以檢討，其中，為求太陽光電有效管理，確保再生能源開發與環境保護能兼籌並顧，並促進小水力發電、地熱發電等再生能源開發及鼓勵新興能源研究發展，爰調整再生能源開發實施環評相關規定，以提升環評制度有效性與精確性。

## 論述園地

# 淺談環評法及生態檢核對於生態保育的作用-法規與理論實踐

郭晉峰經理、蔡佳宏經理、李盛全副總經理、王俊欽技師

景丰科技股份有限公司

## 一、前言

環境品質惡化的原因可分為「環境污染」與「環境變遷」兩種類型，而在後者的範疇中，包含了物種滅絕、生物多樣性降低及棲地破壞等。我們所生存的環境資源仰賴不同生物社會的支持及運作，而當各種類型的生態系統無法維持時，不僅在食物、醫藥、生態及文化利益產生損失，某些原有的環境價值甚至可能無法再恢復。

因此，目前國內在推行環境保護法規的歷程中，對於各類型開發行為，環境部「環境影響評估法」之法規體系中已納入針對自然生態環境動物、植物種類數量、棲息地及習性、動物通道屏障、植生分布及優勢群落、遷移及繁衍、瀕臨絕種及受保護族群、生態系統等環境因子，規範環境影響預測及評估方式，且開發單位應擬定環境保護對策以減輕開發行為對生態的負面影響。此外，對於各類型之公共工程，則可藉由行政院公共工程委員會所發布之「公共工程生態檢核注意事項」的落實，預先發現生態環境保育議題，採用公民參與及資訊公開的原則，於工程生命週期之核定、規劃、設計、施工及維護管理等作業階段，評估可行之迴避、縮小、減輕、補償方案，達到減輕公共工程對生態環境造成之負面影響的效益。

綜觀現行環境法規制度，近年來國內在生態環境層面的法規及行政規則似乎日臻完善，除了早期劃設國家公園和各種自然保留區，並針對棲地保育、物種保育訂定相關規範與行動計畫，近年亦透過生態檢核制度辦理公共工程，完善工程計畫方案應融入生態保育精神，並能與環評法相互配合辦理各階段之環境保護對策。然而，「徒法不能以自行」，實務上仍可能遭遇實踐過程中的挑戰，本文主要就國內涉及環評之開發行為、各機關公共工程之最新環境保護法令規定進行探討，引述國際重要生態保育概念，再依據相關實際案例的執行現況歸納說明，提供各界先進參考。

## 二、近年國際關注之重要生態保育概念說明

### (一) 臺灣永續發展目標

聯合國於西元 2015 年 9 月始推動 17 項「2030 永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs)，其中 SDG 14 及 SDG15 分別為保育及永續利用海洋生態系、陸域生態系，並應確保生物多樣性及防止海洋環境、土地劣化，亦為我國 2022 年核定納入之臺灣永續發展目標。有關行政院國家永續發展委員會針對 SDG 14 及 SDG 15 之策略說明如下：

SDG 14 將完備「海洋保育法」及「海污防治法」；推行「海洋廢棄物循環產品標章推動作業要點」，並辦理標章授予儀式；推動公私協力清除海廢，目標保護至少 10% 的海岸生態。

SDG 15 依據「文化資產保存法」、「濕地保育法」核定相關保留區及重要濕地，以保護、維護及促進陸域生態系統；加強河川流域生物多樣性維護管理及監測，水保局水庫集水區山坡地範圍內之野溪治理工程及林務局國有林地野溪治理工程 100% 實施生態檢核；持續加強造林提升森林覆蓋率，推動森林永續經營管理；農業長期監測體系納入生態監測、建置節水的水旱輪作耕作制度，減緩土地鹽化。

### (二) 生物多樣性與昆明－蒙特婁生物多樣性框架

#### (1) 生物多樣性

生物多樣性 (Biodiversity) 意義涵蓋各種生命事物的變化及變異性，保育生態系及功能的有三種基本型態為遺傳多樣性 (Genetic diversity)、物種多樣性 (Species diversity) 及生態多樣性 (Ecosystem diversity)。一般而言，上述自然界中的特性將有益於生態系統的穩定性，並具有自我調節復原的能力，且各類型的系統狀態大多需要長時間演替發展形成，為物種、氣候環境彼此交互作用後的結果。威脅生物多樣性的因素包含滅絕、棲地破壞、棲地破碎化、狩獵及魚獲、商品及活標本等。保育生物學家評估以人類目前發展趨勢及所給予自然界的壓力產生的物種滅絕速度，實際上已進入第六次大滅絕的過程中。有鑒於此，推動各種生態保育的工作及相關法令規範，不僅須從維持自然生態系統的角度去擬定生態保育措施，亦應考量適度節制過度開發利用自然環境。

## (2) 昆明－蒙特婁生物多樣性框架

生物多樣性是支持人類及地球生命體系健康的基礎，2022 年聯合國《生物多樣性公約》第 15 屆締約方會議，締約國代表通過「昆明－蒙特婁生物多樣性框架 (Kunming-Montréal global biodiversity framework)」，訂立 2050 年 4 大長期目標及 2030 年前應完成的 23 項生物多樣性行動目標。2050 年之願景為人與自然和諧共生，使生物多樣性受到重視、恢復及合理利用；4 大長期目標說明如下表-1。

表-1 《昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架》2050 年全球長期目標 (GOALS)

長期目標 A	<p>到 2050 年時，大幅增加自然生態系的面積，維持、增進或恢復所有生態系的完整性、連通性和韌性；</p> <p>停止已知瀕危物種因人類導致的滅絕，到 2050 年時，所有物種的滅絕率和風險降低 10 倍，原生野生物種的數量增加至健康和具韌性的水準；</p> <p>維護野生和馴養物種族群內的遺傳多樣性確保具備適應未來的潛力。</p>
長期目標 B	<p>永續利用和管理生物多樣性，珍惜、維護和恢復那些目前正在衰退的生態系，強化生態系功能和服務，提升自然對人類的貢獻，以支持到 2050 年達成讓現在和未來世代都可永續發展的目標。</p>
長期目標 C	<p>利用遺傳資源及與其相關之數位序列資訊所帶來的金錢與利益，以及與遺傳資源相關之傳統知識，應酌情與原住民和在地社區公平分享，並於 2050 年前大幅增加，同時確保遺傳資源相關之傳統知識受到適當的保護，從而依據國際約定的取得與惠益分享機制，維護和永續利用生物多樣性。</p>
長期目標 D	<p>確保有足夠的執行手段來達成《昆明－蒙特婁生物多樣性行動框架》，包括：財務資金、能力建構、科技合作、及取得與移轉技術等，並公平提供給所有締約方（尤其是發展中國家，特別是低度開發國家和發展中小島國及經濟轉型國家），逐步縮減每年 7,000 億美元的生物多樣性資金缺口，使資金流動與《昆明－蒙特婁生物多樣性行動框架》和 2050 年生物多樣性願景趨於一致。</p>

資料來源：農業部林業及自然保育署，昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架。



此外，該框架訂立 2030 年全球行動目標，指示締約國至 2030 年的 10 年中應立即採取 23 個行動導向的全球目標(圖-1)，目標於 2030 年完成，並與 1992 年《生物多樣性公約》及其議定書和國際義務協調一致，行動目標如下表-2：



資料來源：農業部林業及自然保育署，昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架。

圖-1 昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架 23 項短期行動目標

表-2 《昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架》2030 全球行動目標

1. 減少對生物多樣性的威脅

行動目標 1 確保所有區域處於解決土地和海洋利用變化的參與性、綜合性、涵蓋生物多樣性的空間規劃和/或其他有效管理進程之下，到 2030 年使具有高度生物多樣性重要性的區域包括具有高度生態完整性的生態系統的喪失接近於零，同時尊重原住民族人民和地方社區的權利。

行動目標 2 確保到 2030 年，至少 30%的陸地、內陸水域、海洋和沿海生態系統退化區域得到有效恢復，以增強生物多樣性和生態系統功能和服務、生態完整性和連通性。

行動目標 3	到 2030 年，確保和促使至少 30%的陸地和內陸水域、海洋和沿海區域，特別是對生物多樣性和生態系統功能和服務特別重要的區域處於具有生態代表性、連通性良好、公平治理的保護區系統和其他有效區域保護措施的有效保護和管理之下，酌情承認原住民族和傳統領地，使其融入更廣泛的陸地景觀和海洋景觀，同時酌情確保這些區域的永續利用活動完全符合保護成果，承認和尊重原住民族人民和地方社區的權利，包括對其傳統領地的權利。
行動目標 4	確保採取緊急管理行動，停止人為導致的已知受威脅物種的滅絕，實現物種特別是受威脅物種的恢復和保護，大幅度降低滅絕風險，維持本地物種的種群豐度，維持和恢復本地、野生和馴化物種之間的遺傳多樣性，保持其適應潛力，包括為此實行就地和移地保護和永續管理做法，並有效管理人類與野生動物的互動，減少人類與野生動物的衝突，以利共處。
行動目標 5	確保野生物種的使用、采獵、交易是永續的、安全的、合法的，防止過度開發，減少對非目標物種和生態系統的影響，減少病原體溢出的風險，採用生態系統方法，同時尊重和保護原住民族人民和地方社區的永續習慣使用。
行動目標 6	通過確定和管理外來物種的引進途徑，防止重點外來入侵物種的引進和建群，消除、儘量降低、減少和/或減輕外來入侵物種對生物多樣性和生態系統服務的影響，到 2030 年，將其他已知或潛在外來入侵物種的引進和建群率至少降低 50%，消除或控制外來入侵物種，特別是在島嶼等重點地帶這樣做。
行動目標 7	考慮到累積效應，到 2030 年將所有來源的污染風險和不利影響減少到對生物多樣性和生態系統功能和服務無害的水準，包括：(a) 把流失到環境中的過量養分減少至少一半，包括提高養分迴圈和利用的效率；(b) 總體上將有關使用農藥和劇毒化學品的風險減少至少一半，以科學為根據，考慮到糧食安全和生計；(c) 防止、減少和努力消除塑膠污染。
行動目標 8	通過緩解、適應和減少災害風險行動，包括通過基於自然的解決方案和/或基於生態系統的方法，最大限度地減少氣候變化和海洋酸化對生物多樣性的影響，提高其復原力，同時減少氣候行動對生物多樣性的不利影響並促進積極影響。
<b>2. 通過永續利用和惠益分享滿足人類需求</b>	
行動目標 9	確保野生物種的管理和利用永續，從而為人，特別是處境脆弱和最依賴生物多樣性的人提供社會、經濟和環境福利，包括通過永續的生物多樣性活動，能增強生物多樣性的產品和服務，保護和鼓勵原住民族人民和地方社區的永續習慣使用。

行動目標 10 確保農業、水產養殖、漁業和林業區域得到永續管理，特別是通過永續利用生物多樣性，包括通過大幅度增加生物多樣性友好做法的應用，如永續集約化，農業生態和其他創新方法，促進這些生產系統的復原力和長期效率和生產力，促進糧食安全，保護和恢復生物多樣性，維持自然對人類的貢獻，包括生態系統功能和服務。

行動目標 11 恢復、維持和增進自然對人類的貢獻，包括生態系統功能和服務，例如調節空氣、水和氣候、土壤健康、授粉和減少疾病風險，以及通過基於自然的解決方案和/或基於生態系統的方法造福人類和自然。

行動目標 12 通過將生物多樣性的保護和永續利用納入主流，永續地大幅提高城市和人口密集地區綠色和藍色空間的面積、品質、連通性、可達性和益處，確保城市規劃涵蓋生物多樣性，增強本地生物多樣性、生態連通性和完整性，改善人類健康和福祉以及與自然的聯繫，促進包容性和永續城市化以及生態系統功能和服務的提供。

行動目標 13 根據適用的獲取和分享惠益國際文書，酌情在各層面採取有效的法律、政策、行政和能力建設措施，確保公正公平地分享利用遺傳資源和遺傳資源數位序列資訊以及與遺傳資源相關的傳統知識所產生的惠益，便利適當獲取遺傳資源，到 2030 年大幅增加分享的惠益。

### 3. 執行工作和主流化的工具和解決方案

行動目標 14 確保將生物多樣性及其多重價值觀充分納入各級政府和所有部門特別是對生物多樣性有重大影響的部門的政策、法規、規劃和發展進程、消除貧困戰略、戰略環境評估、環境影響評估，並酌情納入國民核算，逐步使所有相關的公共和私人活動、財政和資金流動與《框架》的長期目標和行動目標相一致。

行動目標 15 採取法律、行政或政策措施，鼓勵和推動企業，特別是確保所有大型跨國公司和金融機構：

- (a) 定期監測、評估和透明地披露其生物多樣性風險、依賴程度和影響，包括對所有大型跨國公司和金融機構及其運營、供應鏈和價值鏈和投資組合的要求；
- (b) 向消費者提供所需資訊，促進永續的消費模式；
- (c) 酌情報告遵守獲取和惠益分享法規和措施的情況；以逐步減少對生物多樣性的不利影響，增加有利影響，減少企業和金融機構的生物多樣性風險，並促進有利於永續生產模式的措施。

---

行動目標 16	通過制定支持性政策、立法或監管框架，改進教育和提供相關準確資訊和其他選擇等措施，鼓勵人們並使其能做出永續的消費選擇，到 2030 年以公平的方式減少全球消費足跡，包括將全球糧食浪費減半，大幅減少過度消費，大幅減少廢物產生，使所有人都能與地球母親和諧相處。
行動目標 17	所有國家加強能力，制定和執行《生物多樣性公約》第 8(g) 條所述生物安全措施和第 19 條所述生物技術處理和惠益分配措施。
行動目標 18	到 2025 年，以相稱、公正、正當、有效和公平的方式確定並消除、逐步淘汰或改革激勵措施，包括對生物多樣性有害的補貼，同時逐步大幅減少這些激勵措施，到 2030 年每年至少減少 5000 億美元，首先減少最有害的激勵措施，擴大有利於生物多樣性保護和永續利用的積極激勵措施。
行動目標 19	<p>根據《公約》第 20 條，以有效、及時和容易獲得的方式逐步大幅增加所有來源的財務資源量，包括國內、國際、公共和私人資源，以執行國家生物多樣性戰略和行動計畫，到 2030 年每年至少籌集 2000 億美元，包括為此：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(a) 增加從發達國家和自願承擔發達國家締約方義務的國家流向發展中國家特別是最不發達國家和小島嶼發展中國家以及經濟轉型國家的與生物多樣性有關的國際資金總量，包括海外發展援助，到 2025 年每年至少達到 200 億美元，到 2030 年每年至少達到 300 億美元；</li><li>(b) 制定和實施國家生物多樣性融資計畫或類似工具，根據國家需要、優先事項和國情大幅增加國內資源調動；</li><li>(c) 利用私人資金，促進混合融資，實施新資源和額外資源籌集戰略，鼓勵私營部門向生物多樣性投資，包括通過影響基金和其他工具；</li><li>(d) 激勵具有環境和社會保障的創新計畫，如生態系統服務付費、綠色債券、生物多樣性補償和信用、惠益分享機制等；</li><li>(e) 優化生物多樣性和氣候危機融資的共同惠益和協同作用；</li><li>(f) 加強集體行動的作用，包括原住民族人民和地方社區的集體行動、以地球母親為中心行動 10 和非市場辦法，包括基於社區的自然資源管理和民間社會旨在保護生物多樣性的合作和團結措施；</li><li>(g) 提高資源提供和使用的效力、效率和透明度。</li></ul>
行動目標 20	加強能力建設和發展，加強技術獲得和轉讓，促進創新和科技合作的發展和獲得，包括為此開展南南合作、南北合作和三邊合作，以滿足有效執行的需要，特別是滿足發展中國家的這種需要，促進聯合技術開發和聯合科研方案，保護和永續利用生物多樣性，加強科研和監測能力，與《框架》的長期目標和行動目標的雄心相稱。

---

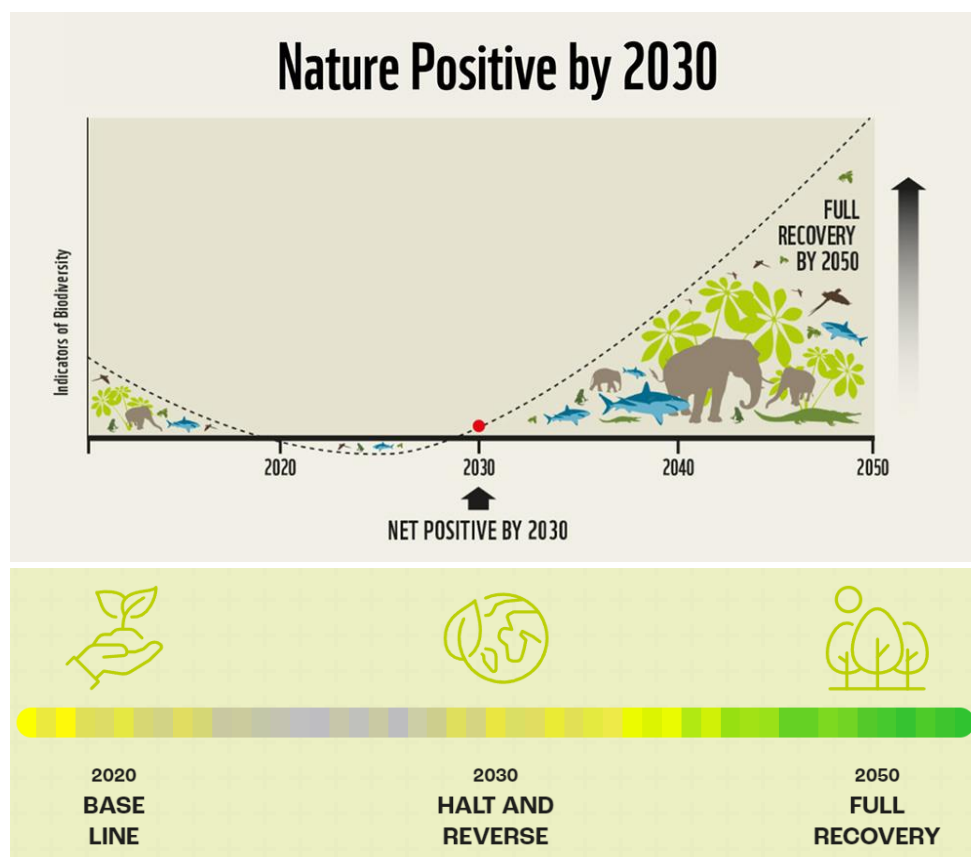
- 
- 行動目標 21 確保決策者、從業人員和公眾能夠獲取最佳現有資料、資訊和知識，以便指導實現生物多樣性的有效公平治理和綜合、參與式管理，加強傳播、提高認識、教育、監測、研究和知識管理，以及在這種情況下，應遵循國家法律，僅在得到其自由、事先和知情同意 11 的情況下獲取原住民族人民和地方社區的傳統知識、創新、做法和技術。
- 
- 行動目標 22 確保原住民族人民和地方社區以及婦女和女童、兒童和青年、身心障礙人士在決策中有充分、公平、包容、有效和促進性別平等的代表權和參與權，有機會訴諸司法和獲得生物多樣性相關資訊，尊重他們的文化及其對土地、領地、資源和傳統知識的權利，確保充分保護環境人權維護者。
- 
- 行動目標 23 在《框架》執行過程中採用促進性別平等的方法確保性別平等，確保婦女和女童有平等的機會和能力為《公約》的三項目標作貢獻，包括承認婦女和女童應有平等的權利和機會獲得土地和自然資源，以及在與生物多樣性有關的行動、接觸、政策和決策的所有層面充分、公平、有意義和知情地參與和發揮領導作用。
- 

資料來源：農業部林業及自然保育署，昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架。

### (三) 自然正向成長 (Nature Positive)

2023 年 9 月，共 27 個世界自然保護組織、研究機構、商業和金融聯盟共同發起「自然正向成長 (Nature positive)」倡議。目標為在 2030 年前停止 (halt) 和逆轉 (reverse) 生物多樣性的退化或自然損失，並能於 2050 年達到自然生態的完整恢復(圖-2)。

自然正向的策略行動是指保留、修復物種、生態系及自然過程(各種尺度)的豐富度、多樣性及確保可長期持續利用自然資源的健康生態系統。未來此一概念將廣泛應用於政策制定、企業或環保組織的重要永續策略。此外，近年環境部環評審查亦開始引用此概念，要求開發單位承諾可符合自然正向成長的環境保護措施，或於開發內容中考量納入有助於自然正向成長的規劃方案。「自然正向成長 (Nature positive)」對於國內政府機關或民間企業所規劃的開發行為，始受到政策或法規程序中實質的規範效益，亦成為環境顧問工作者應詳加考量的重要議題。



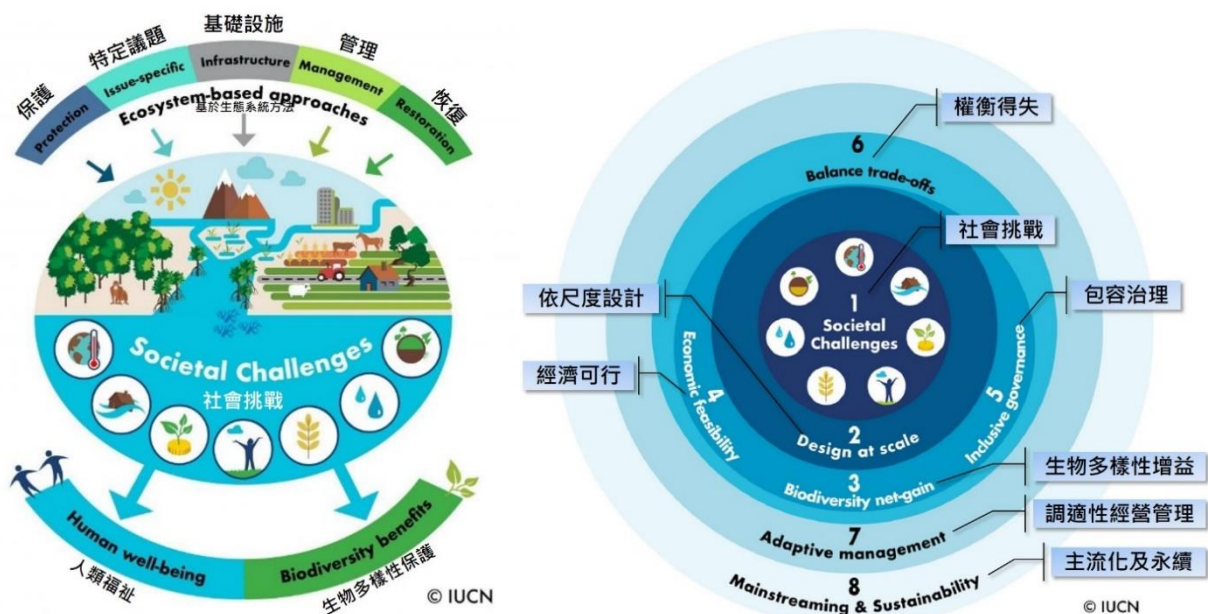
資料來源：[www.naturepositive.org](http://www.naturepositive.org)

圖-2 2030 自然正向成長目標

#### (四) 以自然為本的基礎解方 (Nature-based Solution, NBS)

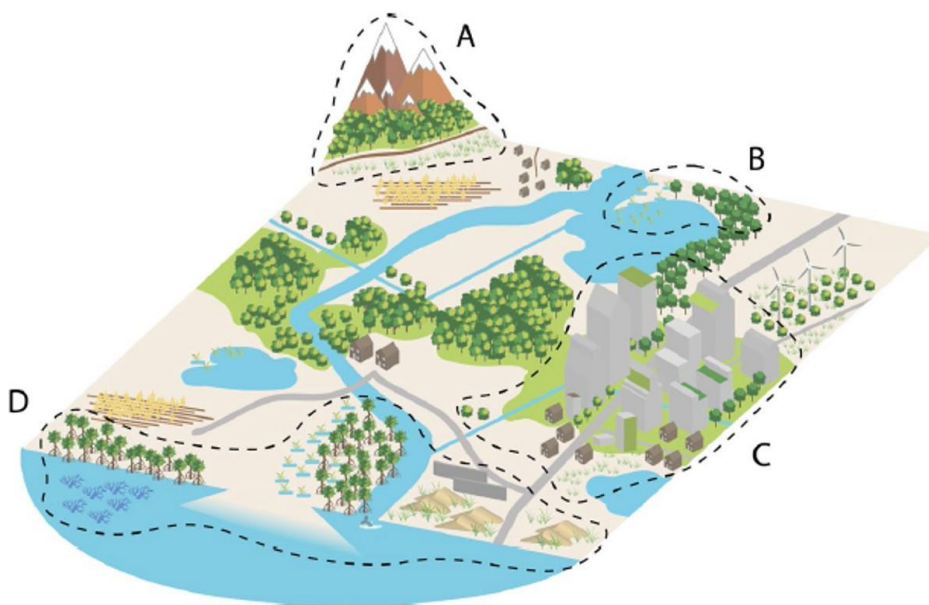
近年來從生態檢核的推行後，以自然為本的基礎解方 (Nature-based Solution, NBS) 開始重新被提出及重視。

NBS 由國際自然保育聯盟 (The International Union for Conservation of Nature (IUCN)) 提出並定義：「採取行動保護 (protect)、永續經營管理和恢復 (restore) 自然或改善生態系統 (modified ecosystems)，以有效和調適性的方式應對社會挑戰，同時提供人類福祉和生物多樣性利益」。也就是應透過保護狀況良好的生態系統，或是修復劣化的生態系統，並妥善管理使用生態系統的概念，是用於各節朝向永續發展的重要觀念(圖-3、圖-4)。



資料來源：IUCN, IUCN Global Standard for Nature-based Solutions (2020) First edition (翻譯後製)

圖-3 2030 自然解方及世界保育聯盟自然解方全球標準八項準則



NBS設計需考量場址和干預措施以外的因素，以便將不同尺度的機會、風險等相關因素納入其中。對D區而言，上游B、C區需考量其他類型干預措施，例如農業、道路基礎設施；整合考量不同尺度方案合併設計，以更適當的應對社會挑戰。

資料來源：IUCN, IUCN Global Standard for Nature-based Solutions (2020) First edition (翻譯後製)

圖-4 2030 自然解方－設計時考量環境尺度

### 三、環境影響評估法對生態保育之效益探討

#### (一) 環評開發行為對於生態之衝擊

由於人類活動不論在工業、農業等各方面會直接產生土地覆蓋型態的改變，因此任何類型之環評開發行為的過程或結果，均會對生態環境造成壓力，而環評不僅需考量著重於維持最佳的生態系服務，也應慎重考量開發基地的選址及迴避、減輕衝擊與生態補償策略，以兼顧經濟發展及環境社會的保護。此外，遵循國內既有的保護區與保育法令，並關注開發案是否涉及保育類物種或是特殊生態系的議題，可預先避免開發行為對生態環境產生不可逆的負面影響。

#### (二) 環評生態調查及監測

現行環評制度之「開發行為環境影響評估作業準則」，已明確規範開發行為影響範圍內之生態調查，應考量個案特性納入陸域、水域及特殊生態系進行相關調查；另依據「動物生態評估技術規範」110.07 修正草案，在調查頻度方面，區分第 1 級區域、第 2 級區及第 3 級區域，除了第 1 級區域應至少進行兩季節的生態調查，於第 2 級區及第 3 級區域應評估是否主動增加調查努力量，以利於確實瞭解開發場址的生態資源及特性，再進行生態影響衝擊評估；在生態調查範圍中，必須依照開發案的生態課題或特性劃定衝擊區及對照區，以利量化影響程度。

開發單位應於辦理環評階段提出正確、合理及誠實(不可隱瞞)的生態調查成果，釐清施工期間、營運期間的實際影響為何，並明智地利用自然資源；此外，亦須規劃施工期間之生態環境監測，以有效把關生態課題。

#### (三) 環評生態減輕衝擊對策

環境本是公共財，環境保護亦為普世價值。一般而言，開發單位的開發案件如能於開發計畫中規劃生態環境友善的措施(例如保護敏感關注物種、迴避重要棲地、移除外來入侵種、生態給付、棲地營造或補償等)，不僅可適度減輕開發行為的影響，長期來看，也可能在營運期間產生對生態環境的正面效益。



目前的環評制度，在實務上均規範要求開發單位應承諾履行與生態調查影響評估相應的環保承諾，並承擔環境開發的必要成本。近年環境部生態課題審查方面，逐漸強化開發計畫應主動融入生態自然正向成長面的措施，例如樹木的移植、補植及棲地環境營造，並提高環境監測計畫中生態調查的努力量。

#### 四、公共工程生態檢核注意事項執行架構與應用實例

##### (一) 推動歷程

民國 96 年為因應民眾對於治理工程兼顧生態保育期盼，生態檢核概念首次出現於石門水庫及其集水區特別整治計畫，由工程主辦單位試填生態檢核表單，開始將生態考量各項目以表單方式呈現，並在不同的保育治理工程主管機關持續推動制度化。水保局於 103 年訂定「環境友善標準作業疏」；水利署經多年試辦及滾動式檢討，於民國 105 年修訂公告「水庫集水區工程生態檢核執行參考手冊」，適用於水庫集水區工程以維護生物多樣性資源與棲地環境品質；林務局訂定「國有林治理工程加強生態保育注意事項」。

爰此，自行政院公共工程委員會 106 年 4 月 25 日工程技字第 10600124400 號函頒「公共工程生態檢核機制」以來，逐年會同相關單位研商檢討修訂公共工程生態檢核作業規範內容，並依序發布 109 年 10 月 19 日「各機關辦理公共工程生態檢核注意事項常見錯誤態樣參考」、111 年 5 月 20 日「異常或爭議案件協處作法」、112 年 4 月 24 日「公共工程生態檢核資訊公開作業指引」、112 年 7 月 18 日修正「公共工程生態檢核注意事項」、112 年 11 月 30 日「公共工程生態檢核實務問答集（112 年 11 月初）」等相關重要研商會議紀錄。強化管理中央政府各機關、須辦理環評之工程案件落實生態檢核機制。

##### (二) 理念精神

生態檢核機制係將生態評估、民眾參與、資訊公開等工作融入既有工程办理流程，結合生態保育及公民參與理念，共同擬定並落實工程生態友善方案，減輕工程對生態環境之影響；其中生態保育策略之優先順序應以迴避、縮小、減輕及補償依序考量(圖-5)。



圖-5 生態檢核作業概念及四大生態保育策略

### (三) 作業原則

生態檢核作業係以工程影響範圍為原則，並應於涉及生態議題的案件確實辦理，是否涉及生態議題須經過上級機關審查確認。

生態檢核機制核心概念著重於工程與生態專業意見整合，主要透過生態專業評估及民眾參與溝通協商二項主軸。由生態專業人員在蒐集調查工區周圍的生態資料，提出減輕衝擊策略與生態友善建議，提供工程設計人員考量與執行。同時考量保育團體與在地民眾意見，讓民眾參與計畫內容，提供溝通機會與意見交流，提早瞭解在地特性並納入方案，增加互信基礎。

生態專業團隊依據生態資料提出減輕衝擊的策略與生態友善建議，提供工程設計人員考量與執行。另以民眾在地經驗為歷史資訊的來源，釐清保護標的同時，讓民眾參與計畫內容，工程專業人員提供溝通機會與意見交流，透明化的討論方案的調整可能導致的情形，減少後續爭議發生。

在生態檢核工作中，生態專業人員協助工程範圍進行生態與環境資料蒐集、棲地評估、生態關注區域圖繪製以及就生態環境衝擊減輕面向提供專業意見；工程主辦單位則應辦理現場勘查及民眾參與，填寫生態檢核表並主動公開資訊。最後工程主辦單位透過與生態專業人員及民眾等多方討論，擬定工程生態保育對策，於施工期間輔以自主檢查表定期查核，並持續追蹤環境變化，將完整生態檢核過程記錄於生態檢核表中。

#### (四) 應用實例-彰化縣東溝排水

東溝排水改善工程位於彰化縣溪湖鎮，東溝排水支線全長 10.9 公里，自永靖流經埔心、溪湖、埔鹽，並匯入員林大排，屬重要的排水支線，此工程由員林大排平面道路與東溝排水線交會處之東溝橋開始，往西北方延伸至員林大排水交會處，整體工程長度約 693 公尺，位置如圖-6，由於東溝排水護岸為土堤型式，遇暴雨洪水有坍塌堵塞渠道之虞，依照治理計畫規劃將兩岸拓寬，使用梯型明渠方式改善，增加河槽通水能力及護岸強度。

此工程之濱溪林帶包含構樹、血桐、竹林、稜果榕等，提供樹苗與草本植物遮蔽空間，及動物水陸域過渡帶連接空間，河道中央堆積大小不一礫石及卵石，小白鷺、夜鷺、蜻蜓及豆娘等生物停棲，生態功能良好。河床內礫石分布，提供較多樣水流型態。生態議題主要為濱溪林帶保留，及維持河床底質多樣性。生態關注區域為工程範圍全線，生態高度敏感區域為濱溪林帶(圖-7)。

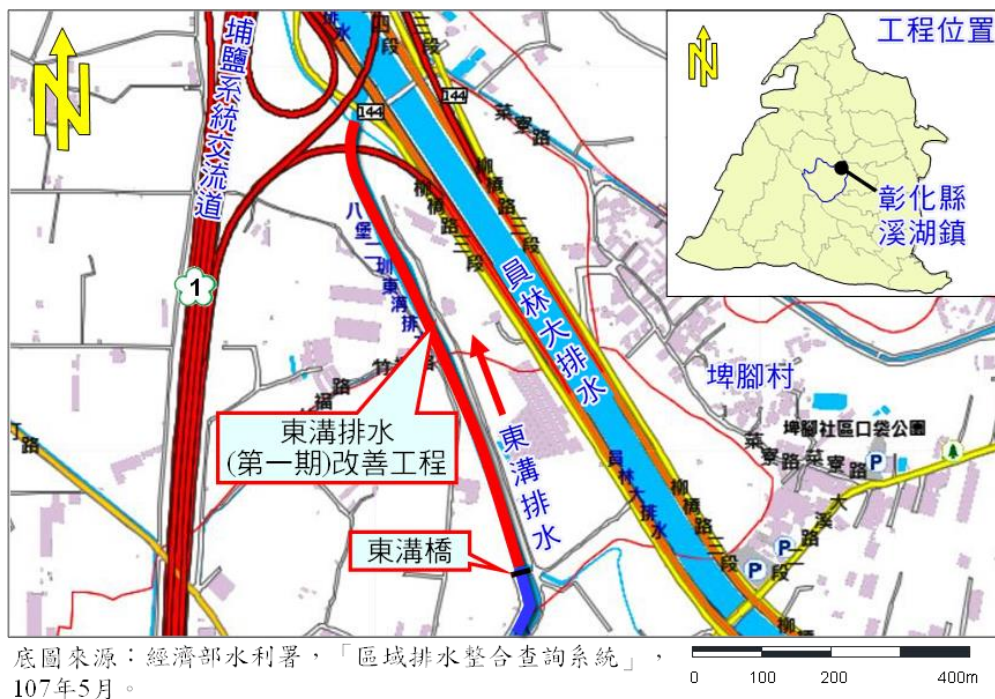


圖-6 東溝排水改善工程位置圖

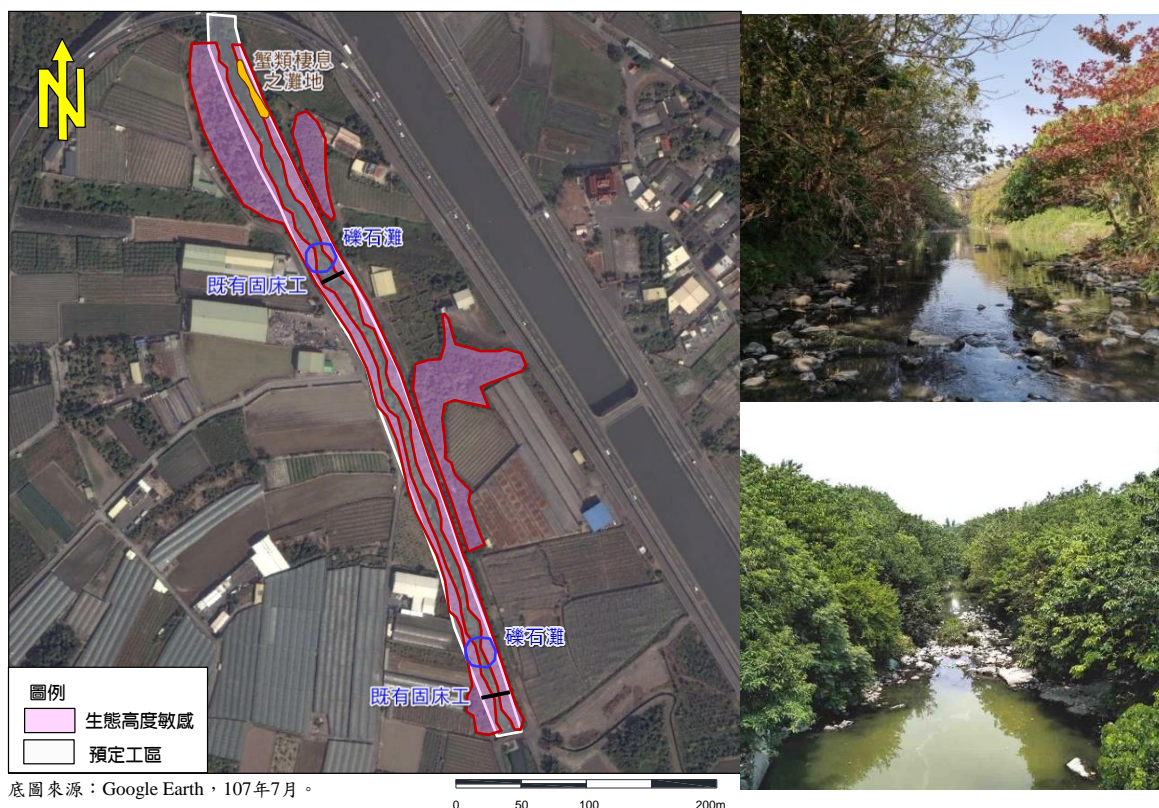


圖-7 東溝排水改善工程生態關注區域圖及環境現況

此案由於生態檢核作業及參與工程設計階段積極與地方民眾、生態團體、工程主辦、設計單位彼此溝通協調工程方案(圖-8、圖-9)，最終取得各方共識後設計定稿，避免後續生態爭議發生；經濟部 108 年舉辦「韌性臺灣-全國治水會議」，東溝排水改善工程生態檢核案例亦備受肯定。此案執行過程積極以迴避、縮小、減輕、補償各方案來考量生態保育功能，使本案成為發揮生態檢核機制的優良典範，亦為第四河川分署兼顧工程於生態保育宣導案例(圖-10)。



圖-8 東溝排水改善工程民眾參與溝通歷程

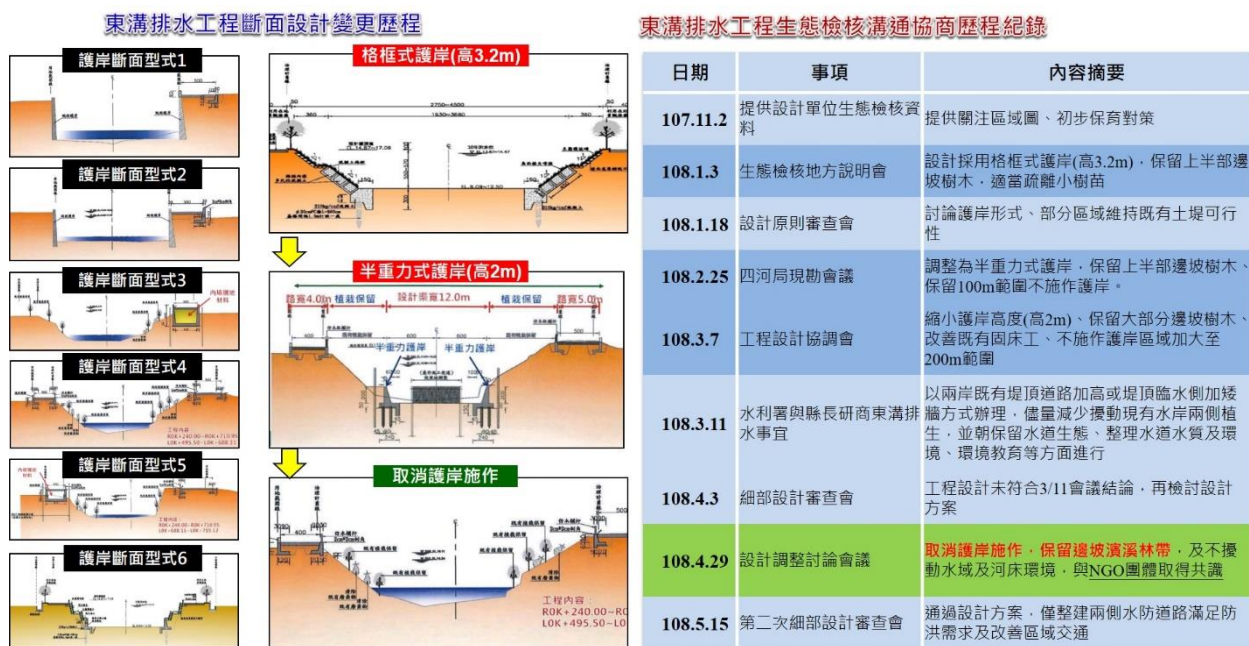


圖-9 東溝排水改善工程設計方案變更協商歷程



資料來源：經濟部水利署第四河川局，<https://www.youtube.com/watch?v=DqllcuiGjBk>

圖-10 經濟部水利署第四河川局【守護濱溪帶 東溝水長流】

## 五、結語

綜觀現行環境部「環境影響評估」及行政院公共工程委員會「生態檢核注意事項」制度在生態保育效益說明如下：

環境影響評估在生態面向的規範推行至今雖已漸趨完整且嚴謹，惟目前各類型環評案，生態保育觀念較著重於如何制訂保育類物種的生態影響減輕對策，對於既有棲地環境條件本身的生態功能及生態系統性的交互作用則較為忽略，亦未針對開發基地的棲地現況進行詳盡調查整理，吾人需知支持物種存在的基礎條件仍是棲地資源（氣候及植物相等環境因子）；要達成生態友善的環評開發案，有賴於政府機關、民間企業、民眾及環評顧問的協作及有效溝通來完成，彼此亦應對生態系提供的服務價值有相同的尊重、理解及共識。

生態檢核注意事項為行政規則，尚不如環評法規具有強制性，實際上屬於輔導性質，由生態專業團隊協助辦理工程之機關完成生態檢核作業相關程序及記錄。惟實務上，對於生態檢核工作的裁量及分工，常將生態檢核工作合併於工程設計階段（工程顧問公司）、施工階段（營造廠商）或環評程序內，相關工作附屬於不同標案中，各機關主要僅為符合工程會作業規定，有時未落實及重視生態保育議題而遭受生態團體反映衍生爭議。因此，工程會另於 109 年轉知各機關「各機關辦理公共工程生態檢核注意事項常見錯誤態樣參考」，以加強辦理機關生態專業知能，期能避免生態爭議發生。此外，於工程生命週期設計階段，有時工程主辦機關未邀請生態專業之委員進行審查，此時若生態檢核廠商未善盡職責指認及提醒生態議題，則可能引發生態保育團體關注事件，或在輿論的情形下被迫停工而須採取因應措施。

以上為筆者分享提供近五年期間執行此二種業務之實務心得，本文所提供內容資訊如有疏漏謬誤之處，尚祈技師及環保先進不吝指正及見諒。

## 六、參考文獻

- [1] IUCN, IUCN Global Standard for Nature-based Solutions First edition, (2020).
- [2] <https://www.naturepositive.org/what-is-nature-positive/>
- [3] Harvey Locke, Johan Rockström, Peter Bakker, Manish Bapna, Mark Gough, Jodi Hilty, Marco Lambertini, Jennifer Morris, Paul Polman, Carlos M, Rodriguez, Cristián Samper, M. Sanjayan, Eva Zabey and Patricia Zurita. , A Nature-Positive World: The Global Goal for Nature.
- [4] William P. Cuningham., Mary Ann Cuningham. 「環境科學概論」, (2006)。
- [5] 林健三, 「環境規劃與管理」, (2020)。
- [6] 行政院公共工程委員會, 「各機關辦理公共工程生態檢核注意事項常見錯誤態樣參考」, (2020)。
- [7] 環境部, 「動物生態評估技術規範(修正草案)」, (2021)。
- [8] 農業部林業及自然保育署, 昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架\_23 項行動目標中譯參考, (2022)。
- [9] 農業部林業及自然保育署, 《生物多樣性公約》(Convention on Biological Diversity, CBD) 中譯參考版, (2022)。
- [10] 行政院公共工程委員會, 「公共工程生態檢核注意事項」, (2023)。

## 污水處理優化的未來趨勢

蔣守銘、陳伯珍

環境工程技師

淡江大學水環系兼任副教授退休

由於新冠病毒疫情的關係，2020 年的 93 屆水環境聯合會技術展示及研討會 (Water Environment Federation Technical Exhibition & Conference, WEFTEC) 改為線上舉行，在主題為“程序工程創新”的首場會議中，與會人員針對世界各地水務部門正在面對的一系列挑戰，包括基礎設施老化、處理設施負荷滿載、資金和用地面積有限、對能源消耗、溫室氣體排放和實現循環經濟的要求日益嚴格等，提出了各種可能很快會看到，污水處理行業已經研發或加速發展的未來趨勢，本文將針對其中的污水處理優化分別予以介紹。

### 趨勢 1：將計算流體動力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 應用於水資源回收廠的設計和模廠測試

早期 CFD 主要用於評估水資源回收廠的水力問題。然而它可以適用於水資源回收廠的所有單元流程。對於紐西蘭的水資源回收廠，在 AM-Team 的兩相 CFD 模擬的幫助下，確定在曝氣沉砂池 (GT) 中增設進水擋板，有助於改善下游初級沉澱池的流量分佈。此外也確定將混凝劑加藥點設置在 GT 入口效果更佳。此外模擬研究能幫助最終客戶在實驗中節省了大量的操作成本 (OPEX, Operating Expense)。AM-Team 還在日本使用 CFD，將設置了隔板於模廠測試使用的 MBR 放大尺度 (scaling up)，從而為客戶在設備、操作、系統微調和監控方面節省了大量時間和金錢。因此，虛擬模廠是目前 CFD 的最新應用，利用 CFD 讓南澳大利亞阿德萊德的玻利瓦爾處理設施，提高二級沉澱池的出水量和水質。紫外線 (UV) 設備製造商也使用 CFD 建模結合紫外線抑制活化動力學，以克服原型設計和次優設計 (suboptimal) 中的限制。CFD 也被用於模擬顆粒，用於以傳統活性污泥法 (CAS) 處理污水的水資源回收廠，使其水力旋流分離器提供更好的設計、壓力和流量。借助 CFD 建模、篩分析結果、顆粒形狀和密度以及粒徑分佈，可以將數據輸入模型，以進行更好的校正和設計。(Shenoy, R., 2021)。



除此之外,CFD 還可以應用於一些較少被注意的處理單元的最佳化,如評估匈牙利一座污水處理廠的曝氣沉砂池(圖 1),希望達成供氣率(air intake rate)的最佳化。曝氣沉砂池的處理效率由橫切面流動結構(flow structure)決定,而曝氣是一個可變的操作參數,會直接決定曝氣沉砂池的操作情況,曝氣控制的影響如圖 2,不同曝氣速率( $0.4, 0.8, 1.4 \text{ m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{hr})$ )對曝氣沉砂池效率的影響,空氣流量增加時,圓柱形流速也增加。當圓柱形流速太低時,大量污泥會與沙粒一起沉降,導致曝氣沉砂池中分離了過多的有機物,另一方面若過度曝氣,則砂的分離效率降低,將導致處理廠的操作問題。有一個很重要的改善方法,是控制做為底部流速函數的供氣率(air intake rate),如圖 3。圖 3 顯示依據目前設計指引所提供的供氣率,將使曝氣沉砂池底部流速與亂度過高,導致固體物去除效率偏低,且增加能量耗用。故建議採用較低的供氣率( $< 0.1\sim 0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{hr})$ ),低於現行設計指引的  $0.8\sim 1.5 \text{ m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{hr})$ 。(Miklos, P., 2021)

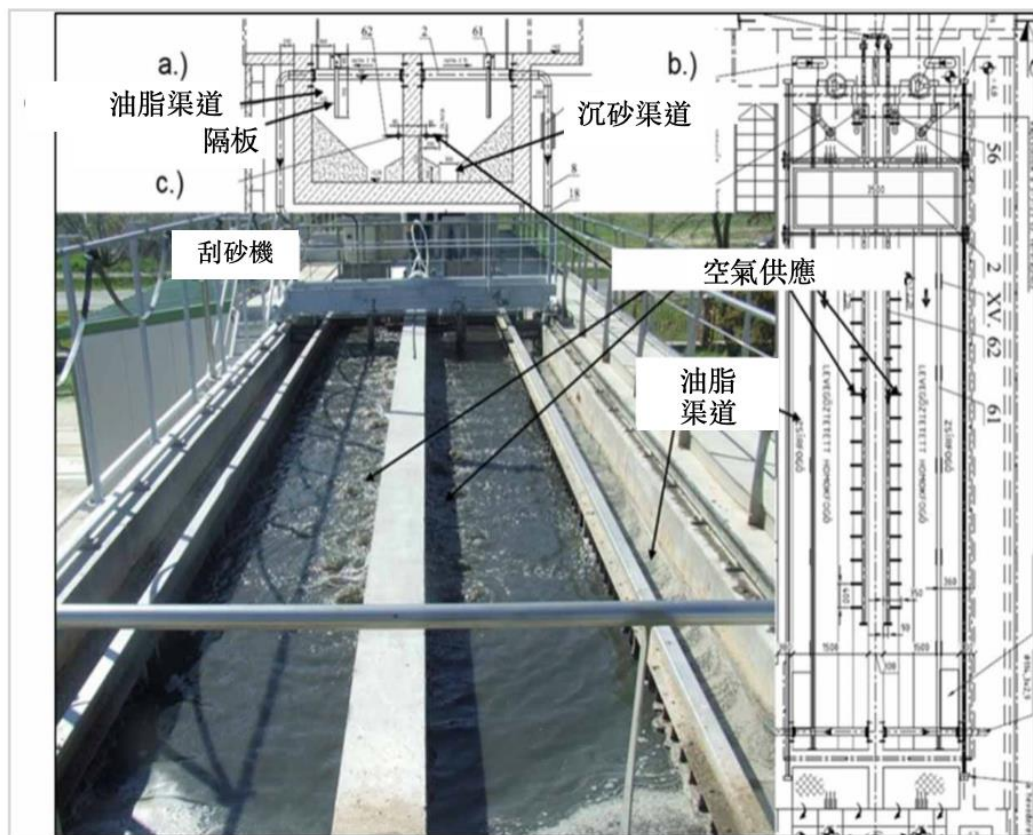


圖 1 調查的曝氣沉砂池,其平均水力負荷為  $3,600 \text{ m}^3/\text{day}$

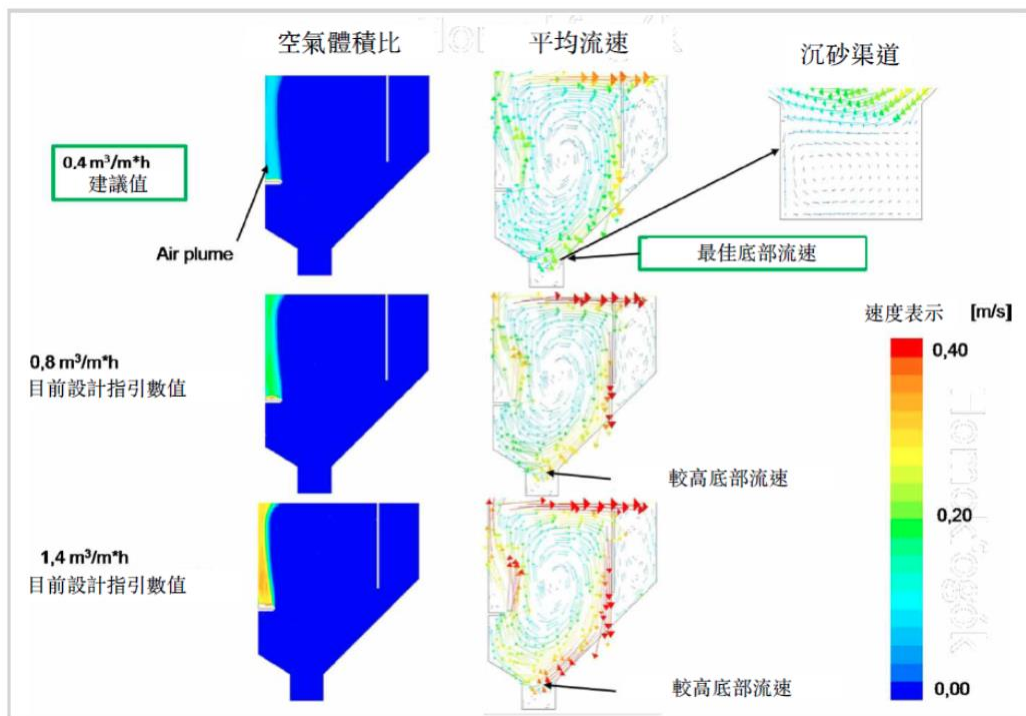


圖 2 曝氣沉砂池橫切面的空氣體積流率與流動型態

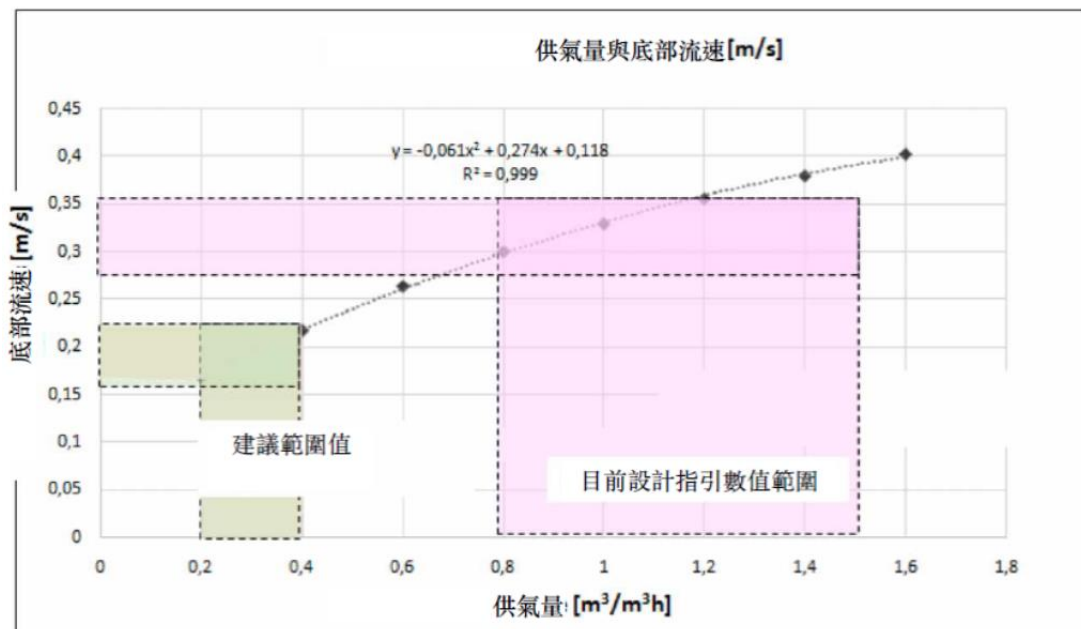


圖 3 比較設計指引與案例值的供氣率產生的底部流速

或是使用 CFD 調查污水的一座圓形初沉池，建議其略微改變進流口的設計，就能達成處理效率的大幅改善(圖 4)。比較較深與較高的兩種進流口位置，在乾燥天氣時的兩種進流水量(76, 125 L/s)下，並沒有顯著的差異，這些是初沉池設計水量的條件範圍；然而當遭遇暴雨時的進流情況(560 L/s)，較高的進流口使初沉池底部的流速較低，而有較佳的沉降濃縮效果與去除率，有更好的效率讓污泥進行消化。

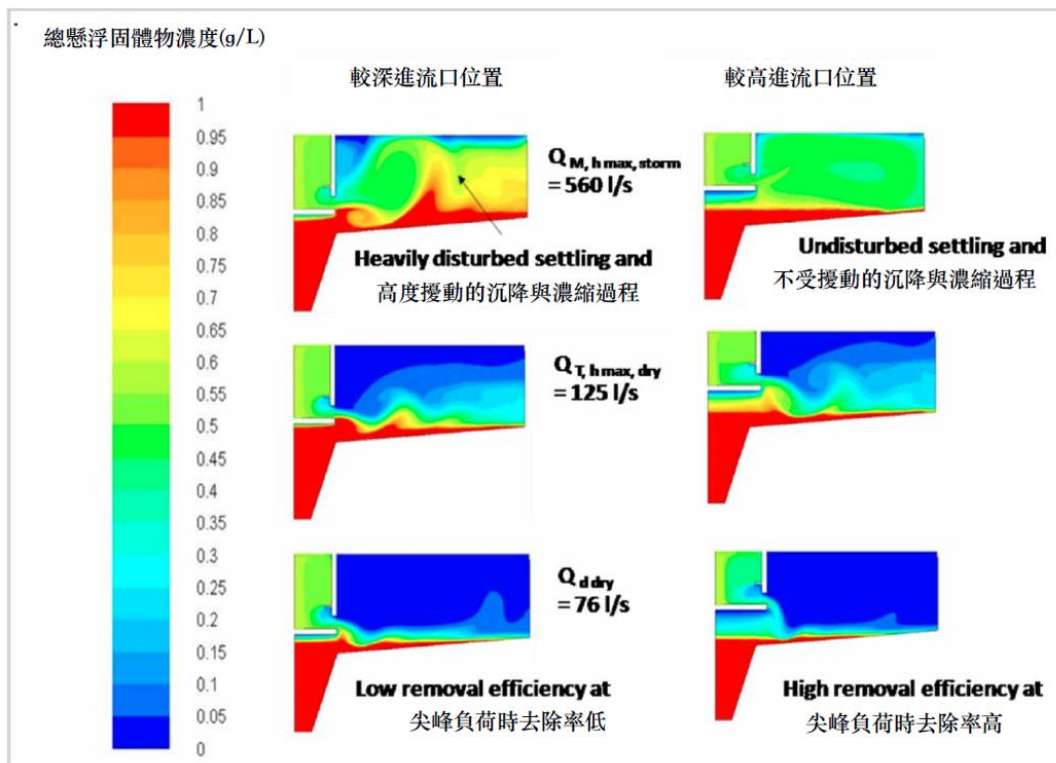


圖 4 不同負荷率時初沉池兩種進流口位置的濃度流型態

初沉池進流口的設計原理與二沉池相當不同，因二沉池的特性要考慮的密度效應(density effects)，如進流區的密度瀑布(density waterfall)和沉降區的密度流(density currents)等，故採用較深的進流口位置較佳，但在初沉池可以不用考慮，將進流口位置提高，可以合理的達成較高的固體物去除率(TSS 去除率 > 50%，污泥貯斗中的平均 TSS 濃度增為 7 倍)(Miklos, P., 2021)。

傳統活性污泥單元的污泥迴流率可以用 CFD 最佳化，研究結果發現有 2 個影響迴流污泥濃度的關鍵因子，分別是進流口高度和迴流污泥流率。首先由於進流的懸浮混合液相較於二沉池中的中密度流體具有較高的密度，較高的進流口位置具有較高的能量潛勢，而有較高的向下速度分量，使進流水噴射流 (inflowing jet) 與密度流 (density current) 具有較高的動能 (kinetic energy)，亂流區域大、亂流的結構分明、與波浪狀的污泥—水界面會導致流場、沉降和濃縮等功能的破壞。直接觀察較佳的進流口流動型態，其特徵是較低的能量潛勢與動能，並改善入口噴射流的成層現象，而能得到較佳的沉降與濃縮條件與更稠密的污泥層，並能一併改善二沉池的進流口設計與運轉情況 (圖 5)。其次是迴流污泥流率，發現低迴流污泥流率 ( $< 0.5$ ) 會導致二沉池中具有較高的污泥質量，然而在污泥濃度偏高而流動性不佳的情況下，污泥迴流會不足以達成污泥的輸送 (圖 6-1)；若污泥迴流比為  $0.5\sim 0.7$ ，輸送的污泥質量會合理的降低 (圖 6-2)；而當污泥迴流比大於  $0.7$ ，增加的二沉池負荷將擾亂沉降與濃縮過程 (圖 6-3)，此時傳輸的污泥質量增加，最終使二沉池中的污泥質量增加。本案例說明了二沉池的處理效果與水力條件息息相關。氧化渠也可以使用 CFD 最佳化的結果，得到降低攪拌推力對於運轉的影響很小 (圖 7)，進而大幅節省攪拌的能源需求 (Miklos, P., 2021)。

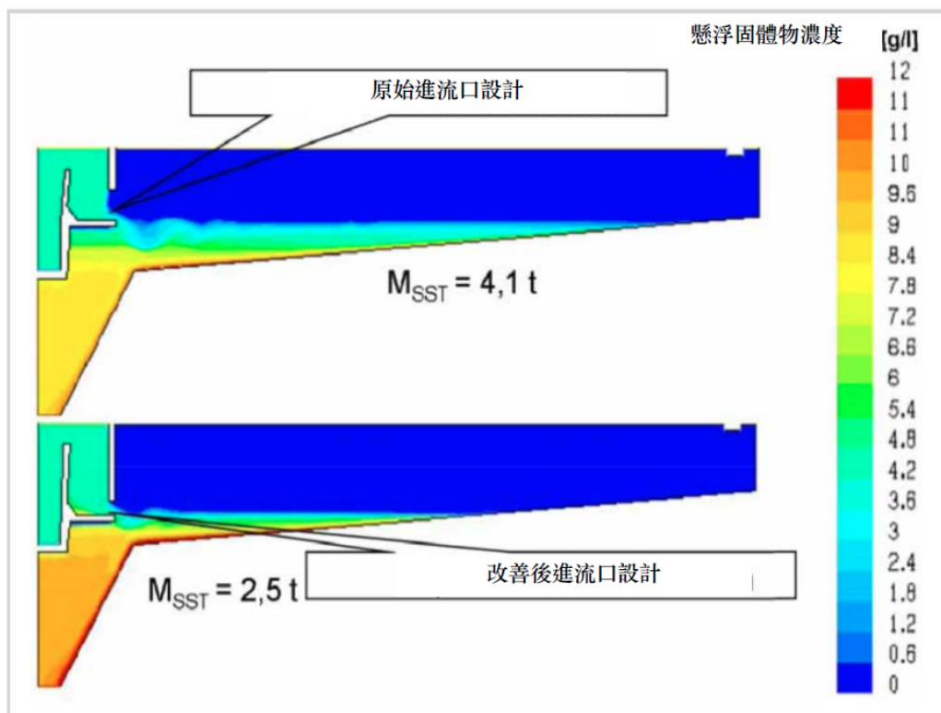


圖 5 二沉池進流口高度對迴流污泥濃度的影響

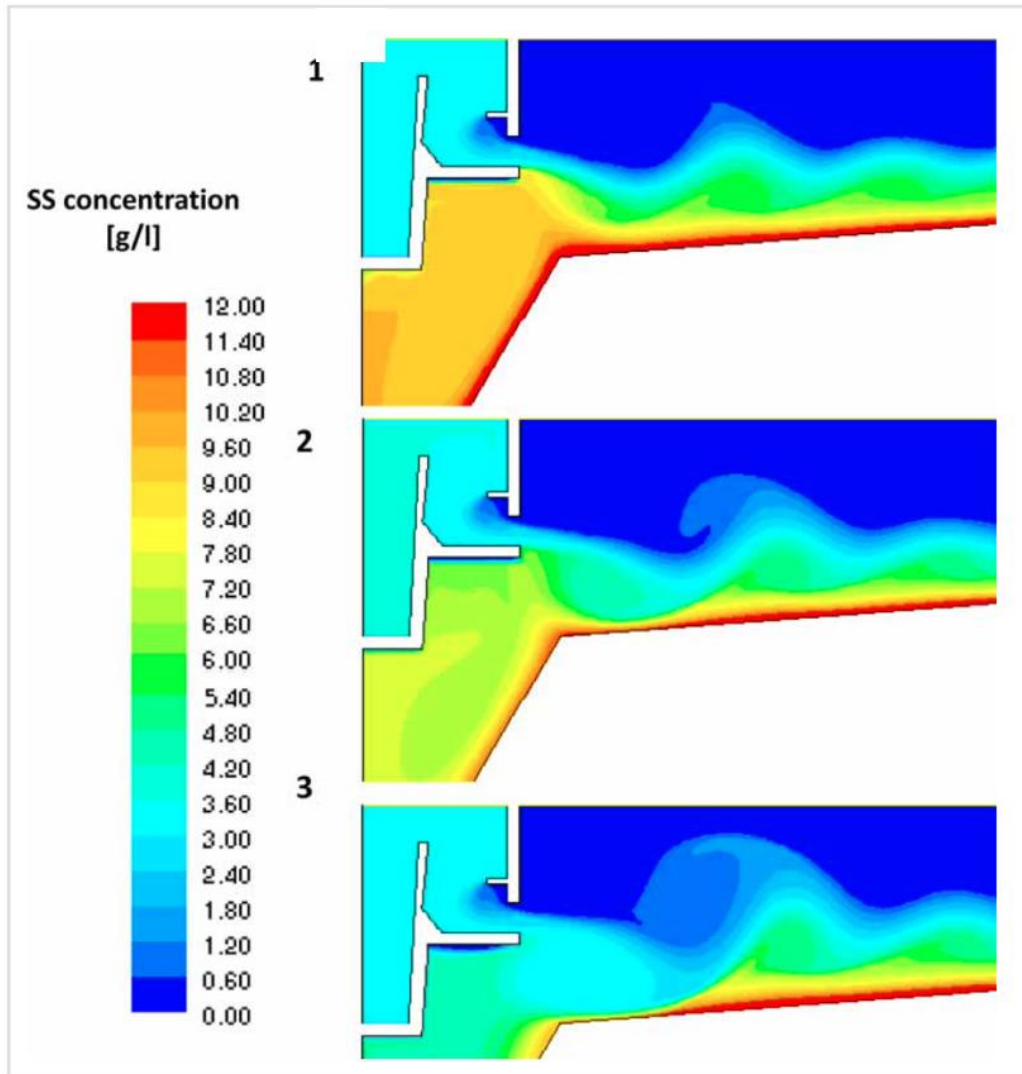


圖 6 二沉池在 1. 低 (0.38)、2. 最佳 (0.6)、和 3. 高 (1.0) 迴流污泥比時尖峰負荷濃度分布形態

降低攪拌器推力對於氧化渠槽中流動過程並非無影響，流速低於 0.2 m/s 時槽內的不流動區域 (dead zone) 增加，佔槽內總容積的比例由 3% 增加到 10%，但大多位於槽的上層或是轉彎導引牆的部分區域，仍可以接受。反應槽內的氧濃度分佈具有很高的不均勻性，其污水處理與能源效率的表現並不好，降低攪拌器的推力對於溶氧濃度的影響也有限，即便增加推力到 150% (5,700 N)，也無法使溶氧的均勻度明顯提高，故降低攪拌器推力 50% 可以大幅降低污水處理廠的能源使用需求，卻不會顯著影響溶氧分佈 (圖 7)。借助 CFD 這個有用的工程工具，水資源回收廠的設計、操作與節能便能夠更加有效和高效率 (Miklos, P., 2021)。

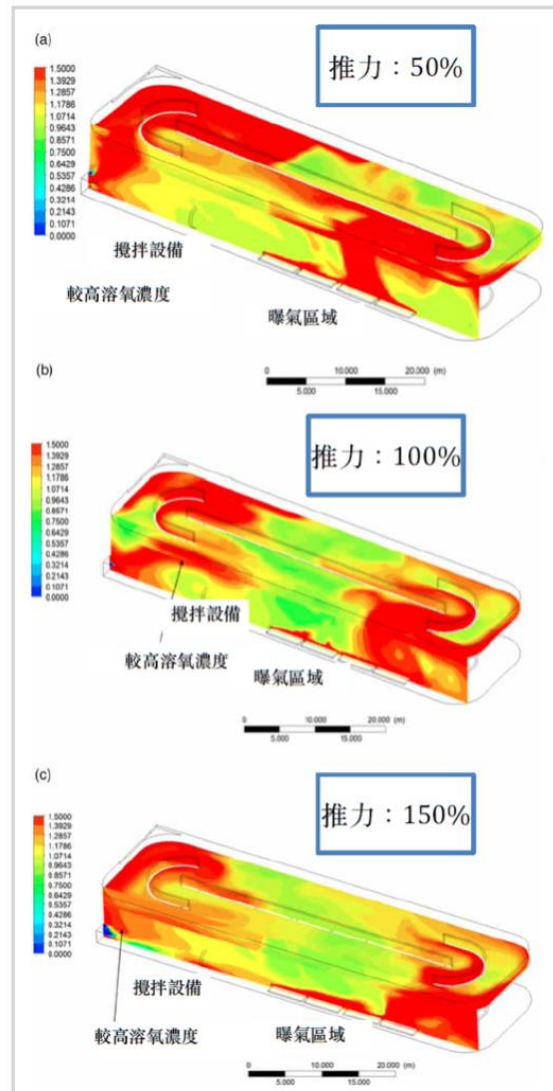


圖 7 攪拌器的推力改變對於氧化渠溶氧濃度分佈的影響有限

## 趨勢 2：更優化的厭氧消化設計和操作

市鎮污水中的不同物質組成含有大量化學能，該污水的生物處理程序是基於生物氧化的原理加以設計與操作，其中大約 40~50% 的溶解性 COD 被氧化成二氧化碳，其餘的則被合成為生物質量或稱為污泥。在一些水資源回收廠，部分能量經由厭氧消化 (anaerobic digester, AD) 以沼氣 (biogas) 的形式回收，許多水資源回收廠正在努力加強其 AD 系統以追求實現能源中和的目標。

現今的大型污水處理廠中皆廣泛設置厭氧消化單元，將廢棄污泥中的有機成分轉化為含有 50~70% 甲烷的沼氣，成為再生能源的燃料，也能減少廢棄污泥體積，並消滅其中有害的致病菌。厭氧消化是高度複雜的生物處理過程，需要嚴格的厭氧環境，氧化還原電位小於 200 mV，還有許多操作參數，如 pH、鹼度、溫度、固體停留時間 (SRT) 等，都會影響整體效率。一般來說 AD 中的 pH 和 SRT 需要分別被控制在 6.5~7.2 及 10~25 天。另外中溫 AD 需要維持溫度在 28~40 °C，高溫 AD 則為 50~57 °C (Liu, et al, 2019)。此外厭氧消化在歐洲、北美、日本、中國等地區，已有多年應用於禽畜糞液甚或屍體、廚餘、污水等的經驗與歷史，也一直在努力提升其功能與應用。

在提升厭氧消化單元功能方面存在許多挑戰，也已經有許多創新的研究與做法，例如真空輔助厭氧消化。真空蒸發器是食品工業的成熟技術，也被用於垃圾滲出液。研究者希望以這種方法使消化槽的水力停留時間 (HRT) 和 SRT 可以分離開來，從而使典型的消化槽需求空間更緊湊。此外，真空會在處理循環結束時抽出所有上澄液，固體則繼續在槽內積累，因此在真空輔助 AD 中可能可以相同的生物量產出更多的甲烷。另一個潛在優勢是揮發性脂肪酸 (VFA) 和氨可以從液體流中被分離出來，其中的 VFA 可以被使用做為污水處理主流程中脫硝所需的碳源。(Shenoy, R., 2021)。

都市水資源回收廠的 AD 過程，產生的沼氣中存在高濃度的硫化氫，對處理程序和營運成本有許多負面影響，但傳統的硫化物去除技術有其局限性。一種名為“微曝氣” (micro-aeration, MA) 的新程序正在雪梨水務公司的 North Head 水資源回收廠進行實廠試驗，使用安裝在兩個消化槽之一的底板上的粗氣泡散氣器，並利用 Sumo 程序模擬軟體中的硫化學模型，初步研究指出可以去除 92% 的硫化氫。另外 AD 過程包括水解、酸生成、乙酸生成和甲烷生成等步驟，通常涉及顆粒和較大分子分解的水解是速率限制的步驟，改善水解速率的一種機制是在 AD 之前使用熱水解預處理 (Thermal Hydrolysis Pretreatment, THP)，應用 THP 可能會增加消化槽進料中的總固體 (TS) 達 8 - 11% 的範圍，但氨氮濃度將是傳統消化槽上澄液中觀察到的 2-3 倍 (可高達 3000 ppm)。水資源回收廠正在試驗一種解決 THP 或 AD 上澄液中高營養負荷的方法，即使用從 AD 過程中回收的熱，在高溫 (約攝氏 60 度) 下預處理消化槽的進料。迄今的初步研究顯示，若 HRT 為 4 小時，可將釋放出的 50% 銨態氮和 80% 的正磷酸鹽，分流到專用側流處理程序中。一般來說將營養物質從消化過程中分流出來可以提高濾餅的固體物百分比，因為進料污泥中的蛋白質往往會保留住水分並形成膠體，從而使污泥脫水效果變差 (Shenoy, R., 2021)。

以目前的處理系統來說，進入厭氧消化槽的廢棄污泥通常包括初沉及二沉池的污泥，初沉污泥通常包括 50~60% 的懸浮固體物和 30~40% 的生物可分解有機物(以 BOD 表示)，二沉污泥則來自生物處理程序產出的廢棄生物質量，如廢棄活性污泥。目前進流污水中約有 30~50% 的 COD 被 AD 污泥消化轉化為沼氣，產出的沼氣中主要成分是甲烷，可經由汽電共生(CHP, combined heat and power)設備產出電力(發電效率為 30~40%)及熱(約佔 60~70%)。市鎮污水中典型的 COD 若以 500 mg/L 計，假設其中 40% 轉化為甲烷，而甲烷可產出的能量為 13.91 KJ/g，則市鎮污水產生的污泥經由 AD 可產出的能源為  $500 \text{ g/m}^3 \times 0.40 \times 13.91 \text{ KJ/g} = 2,782 \text{ KJ/m}^3$ 。若電力轉換效率為 35%，可得單位發電量為 973.7 KJ/m<sup>3</sup> (或 0.27 KWh/m<sup>3</sup>)，產生的熱能為 1808.3 KJ/m<sup>3</sup>，這些熱能不應忽略，值得善加利用(Liu, et al, 2019)。

目前傳統活性污泥程序能耗的範圍，通常是每處理 1 m<sup>3</sup> 需要 0.26~0.68 kWh，平均值為 0.47 kWh/m<sup>3</sup>，若依據前述的討論，廢棄污泥經由 AD 程序可以回收 0.27 kWh/m<sup>3</sup> 的電能，目前污水處理廠的能源回收已經可以抵消 50~60% 的能耗。表 1 列出幾個不同國家污水處理廠的能源狀況，其中大多數處理廠的能源效率為 31~61%，與估計值很接近，也顯示市鎮污水處理廠能源自給自足的巨大挑戰。其中奧地利的 Strass 污水處理廠的進流 COD 和 BOD 濃度分別為 547 mg/L 和 291 mg/L，北京高碑店污水處理廠的數據則分別為 346 mg/L 和 173 mg/L，而通常中的 COD 濃度與處理廠的能源回收效率直接相關。另一方面，系統設備的改善也有助於提升整體處理廠的能源效率，如 Strass 污水處理廠在安裝了一台新的汽電共生(CHP)設備後，AD 的效率就由 33% 增加到 38%(Liu, et al, 2019)。

表 1 目前一些國家污水處理廠的能耗與能源效率比較

能耗, kWh/m <sup>3</sup>	奧地利 (Strass)	中國 (高碑店)	日本	伊朗	新加坡 (Ulu Pandan)
總能耗	0.317	0.258	0.320	0.300	0.440
曝氣	0.181	0.148	0.148	0.231	0.187
污泥濃縮/脫水	0.040	0.005	0.100	0.021	0.025
泵浦	0.028	-	0.059	0.034	0.079
總產出能量	0.346	0.081	0.170	0.182	0.150
能源效率*(%)	109.1	31.4	53.1	60.7	34.1

\* 能源效率的定義為污水處理廠中減少或產出的能量佔總能耗的百分比。



Strass 污水處理廠的能源效率非常高，其處理量為 22,800 m<sup>3</sup>/d，其設計處理程序有兩個階段，第一階段是 COD 去除，採用水力停留時間 (HRT) 30 分鐘，固體物停留時間 (SRT) 12 小時的設計，第二階段是生物除氮，固體物停留時間 (SRT) 為 10 天 (圖 8)。Strass 處理廠採用了三個成功的操作策略，使能源效率逐漸由 49% 提升到 100% 以上。首先是升級 CHP 設備單元，增加由廢棄污泥經厭氧消化產出沼氣，燃燒回收的能量，這一個改善讓電能效率由 33% 增加到 38%，總能量產出增加 340 kW。第二個改善是安裝使用了側流水除氮 (deammonification) 的除氮程序，使能源消耗降低了 44%，且側流水除氮不需要補充有機碳，讓多出來的有機碳可以用於厭氧消化產出能量，讓能源效率由 59% 增加為 62%。第三個改善則是以即時放流水氮濃度控制的間歇式曝氣設計，取代了傳統的細氣泡散氣系統設計，讓曝氣及能耗都大幅降低 (Liu, et al, 2019)。雖然目前大部分處理廠都處於耗能的狀態，但降低能耗和提高產出能量，仍是朝向能源自給自足的目標前進所能夠努力的方向。

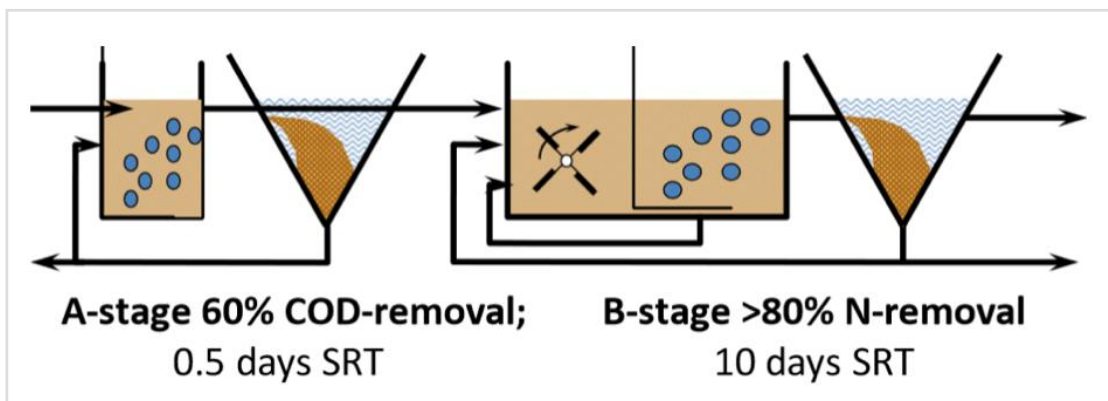


圖 8 奧地利 Strass 污水處理廠生物處理流程示意圖

我國的市鎮污水處理廠進流水 COD 濃度，大多遠低於許多國家污水處理廠的進流水 COD 濃度，導致可回收的能量量偏低，也是要推動污水處理廠能源回收及能耗改善的限制。這些潛在的能源目前大多存在於廢棄物中，而其所含的鹽分、禽畜糞液中來自飼料的重金屬、與厭氧消化產出沼渣沼液的合法可行去化方式，都是我國發展此類生質能在技術及法令上需要克服的問題。

### 趨勢 3：水資源回收廠的進一步數位化和使用先進的分析方法

水資源回收廠數位化的前提是可以提供即時的資訊，從而能夠主動監控其各項基礎設施、提高其效能並增強決策的信心。目前數位化模式的前景在於能夠測試和校正操作管理的策略，以使污水處理廠的放流水質更佳，並優化化學品和能源的使用。對於任何希望在未來成功採用數位化的水資源回收廠，將會需要優秀的程式、數據處理與資料科學人員，並要讓處理程序中的流程、儀控等數據可即時取得，結合越來越多的線上數據，進入結合處理廠控制系統、模式與人工智慧的領域，對於具前瞻性思考的水資源回收廠將如何轉移到基於迴歸式神經網絡模型的平台以培訓未來的操作人員，以及使用分析自動化平台來處理和理解數據，與做出更好的決策等，都要經過包括機器學習演算法，例如 k-means、Monte Carlo、迴歸等等才有可能達成 (Shenoy, R., 2021)。

新加坡公用事業局 (PUB) 的樟宜水回收廠就是數位化管理的早期採用者，採取的方式便是結合模式與即時數據資料處理，可稱之為數位孿生 (digital twin)，對整個水系統中某一特定部分，能提供數位化的訊息與展示，並能支持系統的操作與維護管理，提高生產力與操作的韌性。目前這套數位孿生系統成為一套諮詢系統，而非直接控制系統，但可以加入控制功能。其由 SCADA 系統與實驗室資訊管理系統 (LIMS) 直接取得自動化的數據輸入，也能得到自動校正與軟體監測器的資料，其中的模式部分包括了 Replica™ 與 Sumo 兩套模擬設施，其中包含了整廠的水力、控制與程序資訊；即時數據處理部分則針對進流水數據，可以預測未來 5 天設施的處理效能。這套系統可協助新加坡國家水務局，進行情境模擬以測試和調整策略，改善水資源回收廠的水質，並讓能耗與化學品使用量最佳化 (圖 9) (IWA, 2021)。

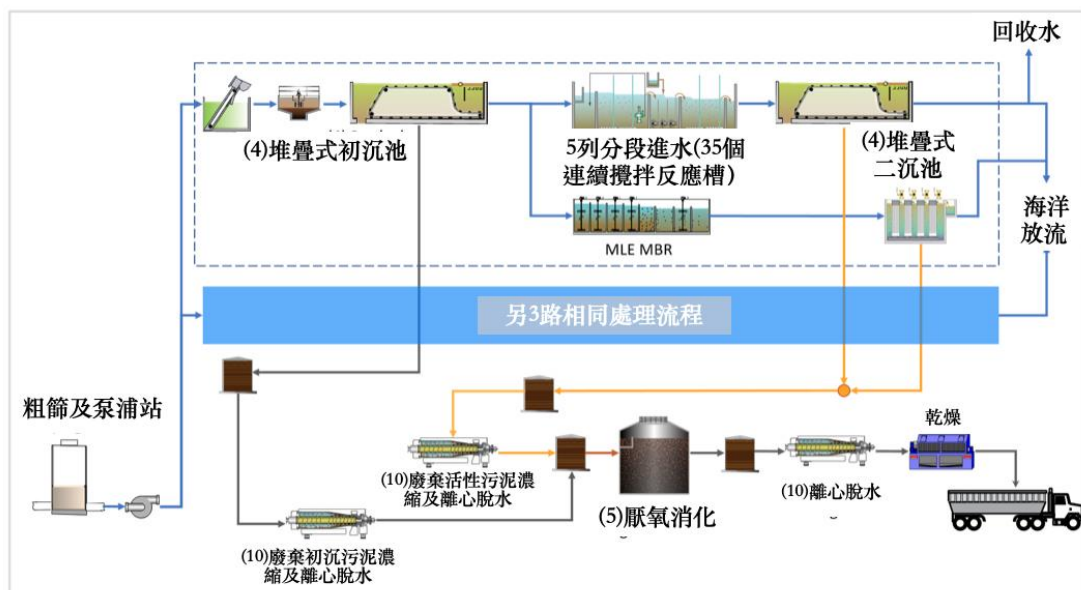


圖 9 新加坡樟宜水回收廠程序流程與數位學生模擬(虛線範圍內)圖

曠永銓(2023)討論了 AI 在環工領域的衝擊與因應,認為數位化已經是社會的趨勢,藉由數位化帶來的精準化、自動化、機械化、資料庫化、系統整合、資訊交換、資訊公開、智慧化、價值化等,將為環工領域帶來永續發展的契機。並可以結合 CFD 或以數位學生的方式,為協助環境監測控制、擴展環境模式、廠(場)內 AI 輔助監測控制等方向提供貢獻。

Kirim, et al. (2022) 也討論了結合模式與資料科學的混合性模式,是處理系統模式化領域中受到關注的有趣途徑。混合性模式結合了機械作用模式與資料科技,以槓桿式操作程序知識與資料分析的能力,使得混合性模式能夠花費較少力氣,從嚴格的機械作用模式發展出更好的外插性質。混合性模式可以用在許多種不同的形態,與資料工具也有很多不同的組合方式,而在整體程序模式結構很完整,但次程序變異性的特殊知識不足的情況,特別能展現出其威力。在這些情況中,於清楚的機械作用模式結構中加入資料科學的成分,能夠特定化的學習出動力學中還欠缺的內容,補足機械作用模式不確定之處,比起進行廣泛的實驗室研究,能更有效率的深入了解一些次程序變異性影響的各種因子,捷徑除氮的動力學模式就是這樣的模式,包含了許多已有的程序知識,但也缺乏一些影響動力學所有因子的機械化描述(如混合、生物膜擴散限制),正是資料科學可以發揮的地方。

這兩年 ChatGPT 引發的人工智慧熱潮，帶動了近年來資料科學、機器學習、深度學習、大數據等數位化的新一波發展與應用的多樣性。機器學習在一些專業應用中已經有數十年的歷史了，指的是讓計算機用資料來學習，進而以不同的演算法，以及迴歸、集群、關聯、文字分析、文本分類、影像、聲音處理等等方式，進行對某一領域數據或資料的預測、可提供決策參考、尋找資料的隱藏模式或關聯規則，最終則可以由具有領域知識(如污水處理)的人員解讀資料，做有效的運用，期待環境工程領域的專家們，能運用資料科學提供的有力工具，為環境作出更多的貢獻。

因應這個主題，筆者也在 ChatGPT 問了一個問題：“What is the future trends in wastewater treatment?”，得到的回覆摘要如下：污水處理總是因應著所面對的挑戰，包括人口成長、都市化、工業化與環保法規而演進，未來的趨勢包括資源循環利用、先進處理技術、去中心化的處理系統、智慧監測與控制、永續發展的解決方案、水的再利用與循環經濟、因應氣候變遷的韌性、生物與基於自然的處理方案等。其中有一些已經成真，並正在擴展其影響，另有一些也在本文中粗淺地說明了，期待在不久的將來看見其開花成長。

## 參考文獻

- [1] 曠永銓 (2023) ,AI 在環工領域的衝擊與因應。環工技師公會會訊 112 年 09-10 月 , p.31~46 。
- [2] International Water Association (2021), Digital Water: Operational Digital Twins in the Urban Water Sector: Case Studies.
- [3] Kirim, Gamze et al. (2022) Mainstream short-cut N removal modelling: current status and perspectives. Water Science & Technology Vol 85 No 9, p. 2539
- [4] Liu, Yu, Gu, Jun, and Zhang, Meng, A-B processes: Towards Energy Self-sufficient Municipal Wastewater Treatment. International Water Association (2019)
- [5] Patziger Miklos, 2021, Improving wastewater treatment plant performance by applying CFD models for design and operation: selected case studies. Water Science and Technology (2021) 84 (2): p. 323 - 332.
- [6] Shenoy, R. (2021), The Future of Wastewater Process Engineering. <https://www.linkedin.com/pulse/future-wastewater-process-engineering-rajesh-shenoy/>

## 淺談污水處理廠設備與健全度評估

林高州技師

Email : kctitan@gmail.com

### 一、前言

國內公共污水處理廠建置概略可分為公共污水下水道系統、工業區及科學園區等，各自設有污水處理廠去處理生活污水、工業廢水等，其設立時間不一，最早從民國 60、70 年代即完工營運，距今已達 40 餘年以上。

污水處理廠設施包含土建設施(如管理中心、機房、池槽、渠道等)、機械設施(如抽水泵、攔污柵、刮泥機、鼓風機等)、機電設施(如主變電站、電力管道、儀控、緊急發電機等)等主要部分，及其他如照明、通風空調、給排水、消防、廠區污水管線等其他設施，其中機械設施大部分因係全天 24 小時操作，雖於重要設備一般均有設計多機組交替運作，惟持續運轉致耗損較大，故須定期維護設備，檢視其運作狀況，若當設備運轉已明顯低於正常操作範圍時，建議應考慮更換設備，以維持污水處理效能。

### 二、污水處理廠說明

公共污水下水道系統為收集一般住家之生活污水，屬民生污水收集處理系統，係收集一般家戶之生活污水進污水下水道系統，送往公共污水下水道污水處理廠進行處理。

目前國內公共污水下水道系統主要由內政部國土管理署管轄，也是建設經費主要來源。依據署內統計資料，國內公共污水下水道之用戶接管普及率與污水處理率如表 1 所示。由表中可見用戶接管普及率以台北市最高、新北市次之，其次為馬祖與高雄市；而整體污水處理率則以新北市最高、台北市次之，其次為基隆市與台中市。

工業區污水處理廠主要為收集該工業區進駐廠商產生之工業廢水及生活污水，多屬專用下水道系統，為封閉型之污水下水道系統，僅收集區內廠商產生之廢水及進行處理。例如北部之土城工業區，宜蘭之龍德與利澤工業區，桃園之觀音與大園工業區，中部之台中、全興、彰濱工業區，南部之新營、官田、臨海工業區等，均屬此類，也是國內工業區污水處理廠數量最多的，係由經濟部產業園區管理局管轄。

表 1 用戶接管普及率及污水處理率統計一覽表

縣市別	五期修正後污水處理率(%)			
	公共污水下水道普及率 (1)	專用污水下水道普及率 (2)	建築物污水設施設置率 (3)	整體污水處理率合計 (4)=(1)+(2)+(3)
新北市	72.27	15.17	7.40	94.83
台北市	87.93	0.11	0.89	88.93
桃園市	25.38	22.71	24.76	72.85
台中市	26.58	12.65	33.67	72.90
台南市	28.50	7.46	29.29	65.26
高雄市	50.69	2.41	22.19	75.30
臺灣省	18.09	6.98	21.10	46.17
宜蘭縣	35.80	5.76	17.49	59.04
新竹縣	28.53	19.59	32.43	80.55
苗栗縣	28.78	4.43	20.89	54.10
彰化縣	4.46	3.62	31.90	39.97
南投縣	10.68	1.83	16.92	29.43
雲林縣	5.14	1.98	23.38	30.50
嘉義縣	9.05	1.98	12.19	23.22
屏東縣	14.49	2.30	18.58	35.37
台東縣	4.21	0.98	13.70	18.89
花蓮縣	38.92	1.28	7.15	47.36
澎湖縣	3.66	1.08	24.34	29.08
基隆市	44.55	25.51	6.22	76.29
新竹市	21.98	21.97	28.04	71.98
嘉義市	11.92	3.19	18.41	33.52
福建省	42.18	0.14	8.86	51.18
金門縣	40.58	0.01	9.61	50.20
連江縣	60.56	1.66	0.00	62.22
全國	42.63	9.31	18.83	70.78

說明：

- 1.上述各縣市總人口數及各縣市戶量係由內政部戶政司網站(<http://www.ris.gov.tw>)年度統計至11305底資料。
- 2.原普及率及處理率計算依據91.11.12本署邀行政院主計處、經建會、環保署、縣市政府、學者專家召開「污水下水道普及率相關參數及計算公式座談會」研商共識，各縣市接管戶數除以（各縣市戶政資料總人口除以假設每戶四人）而得。
- 3.更新普及率處理率計算依據污水下水道第五期建設計畫修正以接管戶數乘以各縣市戶量除以各縣市總人口數而得。
- 4.本資料係由各縣市政府提送之相關資料填報。資料截止日為113年5月底。

而科學園區污水處理廠係收集處理各科學園區進駐廠商產生之工業廢水及生活污水，亦屬專用下水道系統，包含：

- (一)新竹科學園區：包含新竹、竹南、銅鑼、龍潭、宜蘭等科學園區，及新竹生物醫園園區等，係由新竹科學園區管理局管轄。
- (二)中部科學園區：含所轄之台中、虎尾、二林、中興園區，及后里園區后里基地、七星基地等，係由中部科學園區管理局管轄。

(三) 南部科學園區：含所轄之臺南(一~三期)、高雄、橋頭、嘉義、楠梓、屏東園區等，係由南部科學園區管理局管轄。

### 三、設備評估與健全度

污水處理廠於營運操作階段，主要由操作單位進行機械設備之維護，維持其正常運作以保持污水處理廠之處理效能，達到處理後之放流水可符合設計之放流標準。

一般污水處理廠於營運階段，會藉由評鑑來進行對操作單位之營運維護進行評量，包含管理單位之內部評鑑作業，及地方政府及中央單位辦理之外部評鑑作業，以提昇污水處理廠之整體營運績效。

另污水處理廠管理單位亦會要求操作單位自行對廠內營運維護定期提出相關報告，說明污水處理廠整體營運效能，如相關水質分析、主要機械設備運轉狀況等，因機械設備運作是否良好有其判斷難度，故國土署有建立相關設備健全度評價分析，可提供較有量化依據之評估，其分析方法包含下列項目：

#### (一) 現場查核方式說明

1. 一般性評價分析項目包含銹蝕、油脂洩漏、振動、溫度、損傷或變形等。
2. 設備振動絕對值判定基準如表 2。
3. 使用時間評價分析項目中，參考設備最低使用年限進行與使用經過年數進行判定，如使用中未達使用年限其評價結果為 5，若超過使用年限其評價結果則依使用時間遞減。

表 2 設備振動絕對值判定法基準(JISB0906 附錄 B 表 1)

振動速度 rms 值區分(mm/s)	I 類	II 類	III 類	IV 類
0.71 以下	A 級	A 級	A 級	A 級
1.12	B 級			
1.8	C 級	B 級	B 級	B 級
2.8		C 級	C 級	
4.5	D 級	D 級	D 級	C 級
7.1			D 級	D 級
11.2			D 級	D 級
18				
18 以上				
電動機出力	15 kW 以下	75 kW 以下	75 kW 以上 (剛性基礎)	75 kW 以上 (柔性基礎)



4. 功能性項目則依各設備主要功能，如電動機、減速機檢視其作動情形是否正常，撈污機耙機扭力是否正常，刮泥機行走速度是否正常等進行評價。

## (二) 健全度分數轉換方式

1. 一般性評價項目如表 3。

表 3 一般性評價項目分數轉換表

評價項目	評價內容		判定結果
	劣化情況	劣化範圍	
銹蝕	無劣化		5
	點銹或局部銹	多或少	4
	表面銹	多或少	3
	腐蝕	多或少	2
油脂洩漏	無		5
	有		3
振動	A 級		5
	B 級		4
	C 級		3
	D 級		2
溫度	馬達溫度-室溫(°C)	小於規定值	5
		大於規定值	2
	軸承溫度-室溫(°C)	小於規定值	3
		大於規定值	3
損傷或變形	無		5
	變形		4
	損傷		3

## (三) 零件健全度評價

零件健全度值以該零件內各項判定結果之最低值作為該零件健全度分數。

## (四) 設備整體健全度評價

1. 設備整體健全度依設備內各項零件所占權重比例進行設備整體健全度評價計算。
2. 各零件所占權重比例依各零件取得之難易度及於裝置內之重要性進行權重分配，並可依設備原廠建議調整。健全度評價結果與採取措施如表 4。

表 4 健全度評價結果與採行措施

項目 分數	設備整體	主要零件
5	不需	不需
4	不需 (零件更換)	不需 (待觀察)
3	延壽對策使功能回復	進行部分維修使功能回復
2	精密檢查及設備更新等較大措施	需更換零件
1	需立即更新設備	需立即更換零件

說明：1. 設備整體健全度評價值低於 3，且仍在最低使用年限內

2. 設備健全度評價值低於 3，且超過最低使用年限

a. 設備所需維修或更新零件數少於設備零件數三分之一者，進行部分零件維修或更新，恢復設備之功能。

b. 若設備所需維修或更新零件數多於設備零件數三分之一以上者，則更新設備，此時應依契約規定提出設備採購，並依相關程序進行作業。

依健全度分析結果，可提供該設備依判斷標準，即該設備是否屬需更新汰換、或是需要部份維修、或僅需觀察等，具有容易判斷該機械設備標準，可供污水處理廠設備評估使用。

#### 四、污水處理廠主要設備使用

一般污水處理廠處理單元之主要機械設施，於營運一定年限後，部分機械設備及電氣儀控設施，可能會產生設備老舊、維護頻率過高且已逾使用年限問題。其中主要設備之使用年限，可參考參考行政院主計處財物標準分類設備使用年限值，如表 5 所示。

表 5 污水處理廠各單元設施最低使用年限參考評估表

設施或系統名稱	主要設備	使用年限(年)	財產號碼
抽水站及前處理設施	污水進流閘門	15	3030201-08
	電動攔污粗柵機組	10	3120302-02
	進流揚水泵	5	3120302-05
前處理設施	電動攔污細柵機組	10	3120302-02
	螺旋輸送機	5	3120102-08
	抽砂泵浦	5	3010302-17
	沉砂池組	7	3013001-040
	洗砂機	12	3013001-060

設施或系統名稱	主要設備	使用年限(年)	財產號碼
初沉池系統	初沉池刮泥機	5	3120302-10
	初沉污泥泵	5	3120302-06
	電動浮渣桶	5	3120202-14
	初沉浮渣泵	5	0120302-05
生物處理系統	離心式鼓風機	10	3080204-13
二沉池系統	二沉池刮泥機	5	3120302-10
	迴流污泥泵	5	3120302-06
	廢棄污泥泵	5	3120302-06
	二沉浮渣泵	5	3120302-05
	污泥攪拌鼓風機	12	3080204-06
過濾單元	過濾槽	15	3013002-27
	過濾加壓泵	5	3120302-05
	反洗鼓風機	12	3080204-06
消毒池單元	加藥機組	3	3013001-037
回收水系統	回收用水加壓設備	5	3120302-05
污泥濃縮單元	污泥濃縮刮泥機	5	3120302-10
	污泥濃縮泵	5	3120302-06
污泥消化處理	消化污泥加熱系統	10	3010106-18
	消化污泥循環泵	5	3120302-06
	消化氣體燃燒系統	10	3120302-20
	壓縮設備機組	8	3120302-14
	消化污泥儲存攪拌機	7	3013001-040
污泥脫水機房	自動泡藥設備	5	3120301-23
	污泥脫水進料泵	5	3120302-06
	加藥機組	3	3013001-37
	單軌吊車	12	3080104-12
	污泥脫水機	10	3120302-12
	污泥餅輸送機	5	3120102-08
	污泥餅貯斗	5	3120101-10
實驗室設備	加熱板	5	3100403-23
	加熱板攪拌器	5	3100403-26
	瓶杯試驗裝置	5	3120304-09
	電器水浴加熱器	5	3100403-20
	電子式乾燥箱	8	3012608-02
	烘箱	3	3100403-33
	冰箱	8	5010107-01B
	逆滲透/蒸餾水製造機	3	3101103-033
	真空泵浦	8	3011003-26
	微生物培養箱	5	3120304-04
	高溫滅菌氣	5	3110102-05
	超音波震盪器	5	3101103-141

設施或系統名稱	主要設備	使用年限(年)	財產號碼
	離心機	5	3101102-13
	恆溫箱	5	3120304-04
	三連式過濾裝置	3	3120304-25
儀控設備	流量計	5	3100301-01
	液位計	5	3120303-01
	pH 及氧化還原電位計	3	3100801-02
	懸浮固體分析儀	5	3100908-34
	溶氧分析儀	5	3100801-13
	COD 分析儀	5	3120304-03
	氣體分析儀	5	3100802-057
	中央控制管理設備	6	3140103-01
	不斷電系統	5	4050207-04
電氣設施	高低壓變電站設施	22	3030501-14
	緊急發電機	8	3060101-04
	變頻器	5	3100506-08
其他	除臭設備	8	3130201-06
	消防工程	10	3080203-34
	通風空調	5	5010106-08

註：表中建議最低年限係參考行政院主計處頒佈財物標準分類編定數據，並參酌實際使用狀況與環境需求初步擬定，惟如現場條件特殊時得依環境條件(如海邊鹽害、密閉空間環境等)再修正

為瞭解污水處理廠設備狀況，建議採一機一卡方式，紀錄該設備之基本資料、操作條件、保養紀錄及運轉狀況等，建立相關設備資料，以掌握設備之設計條件與操作條件，並收集設備的維護資料與設備運轉歷史等，以利分析與後續規劃檢測保養。並依設備維護保養工作計畫表進行設備維護作業，依照週、月及年保養，執行需保養及檢測的項目，確實執行保養及檢測動作。

## 五、污水處理廠主要設備

### (一) 進流抽水站：

進流抽水站為污水處理廠內收受污水下水道進流污水單元，通常有設置閘門、機械攔污粗柵、進流抽水泵等主要設備，依據濕井區與操作區也會劃設防爆區。其中之進流抽水泵為重要設備，因其肩負提升進流污水高程重要任務，若無法正常操作，將嚴重影響全廠運作。

進流抽水泵因需將進流污水抽送提昇揚程至後續處理單元，所以多數為全天候操作，為因應不同時段進流污水量之變化，多採用大小抽水機組配置及交替運轉，以維持正常抽送污水(如圖 1)。依前述之使用年限建議，污水抽水泵為 5 年，但實際上很少達 5 年即更換進流抽水泵，多數是因抽水泵效能低下、維修後無法正常運作、甚或無法正常運作等狀況，才會進行更換。而機械攔污粗柵之建議使用年限為 10 年，係因攔污柵於操作過程中常因污水中大型雜物之攔除，造成攔污柵自身損耗及缺損，致影響攔污效能，建議應加強攔污柵之檢修頻率，維持其正常效能，以對後續處理單元效能有所保障。



圖 1 進流抽水站原污水大型抽水泵(以中區廠為例)

另亦有污水處理廠進流非採抽水泵，而係採用螺旋泵，以旋轉式轉動方式將原污水提昇揚程(如圖 2)，其設施因屬連續旋轉操作，於軸承、馬達、煞車器等較易磨損，應定期檢視維護，若評估達耗損嚴重程度即應更換，以維持效能。



圖 2 原污水螺旋泵(以福田廠為例)

## (二) 前處理單元：

不同污水處理程序之前處理亦不同，如生活污水之前處理單元，多為機械攔污細柵、沉砂池等，而因生活污水之雜質較多亦較複雜，為提昇後續生物處理單元效能，多會設置初沉池單元，先將污水中較大顆粒雜質予以沉澱去除；而工業廢水之前處理單元，考量工業廢水特性，多為 pH 調整池、沉砂池、調節池等，其調整池之設置主要因應廠商產生廢水時間特性，予以調整水量及水質，使後續生物處理單元可穩定進流操作。

前處理單元主要設備包含如機械攔污細柵、沉砂設施等(如圖 3)，其中沉砂池依不同種類之設施亦不同，如曝氣除油沉砂池就包含浮油刮除裝置、抽砂泵、洗砂機等，而渦流沉砂池則包含渦流沉砂本體、抽砂泵、洗砂機等，其中抽砂泵及洗砂機因直接接觸砂礫，耗損較大，抽砂泵之建議使用年限為 5 年、洗砂機為 12 年；當發現抽砂泵效率差且抽砂效果不佳，或洗砂機輸送砂礫效果差且密封性不佳且逾使用年限時，建議考量更換設備以維持最佳去除效能。



圖 3 機械攔污柵及洗砂機(以福田廠為例)

### (三) 生物處理單元：

生物處理單元為污水處理廠之主要處理單元，常用之處理程序如懸浮活性污泥法(如標準活性污泥法、氧化渠、MBR 等)、去氮活性污泥法(如 MLE、AO+MBR 等)、去氮除磷活性污泥法(如 A2O、MUCT、TNCU 等)。目前因放流水標準修正納入氮，故污水處理廠普遍均具去氮能力，常見以 AO 處理程序進行除氮，另因污水處理廠用地問題，於進行廠區效能提升時也常見採 MBR 法以節省廠區空間。

生物處理單元最重要的就是曝氣設施及鼓風機，鼓風機常用型式如中小風量魯式鼓風機、大風量之多段離心式鼓風機(如圖 4)與單段離心式鼓風機等，其建議使用年限為 10 年，但實務上幾乎都使用超過該年限。因鼓風機配置多為多機組交替運轉，故當鼓風機老舊效能低下時，往往因尚有備用機組可使用，導致忽略故障機組之更新，而減少備用機組恐於操作時降低彈性操作空間，不利於整體操作，故鼓風機之更新相對重要。

生物處理單元尚包含二沉池，其主要設備為刮泥機，一般二沉池多為矩形及圓型，少數因空間及處理水量採雙層沉澱池。刮泥機之建議使用年限為 5 年，一般矩形池刮泥機多為鍊條式刮泥機或單軌式刮泥機，當使用時間久可能導致鍊條鬆脫滑落、單軌刮片受力不均歪斜等，均會影響刮泥而降低沉澱效果，故應定期維護並更換故障刮泥設施，以維持最佳沉澱效果。



圖 4 多段離心式鼓風機及圓型刮泥機(以福田廠為例)

#### (四) 後續處理單元

於二級生物處理後，若屬公共污水下水道之污水處理廠，將再經消毒單元去除致病菌後放流；而處理工業廢水之污水處理廠，則尚會再經後續處理單元，如混凝沉澱、過濾等，將二級處理後之出流水進一步去除污染物質，以符合放流標準或環評結論。

消毒單元以往多採用加氯消毒，但因氯之保存與對操作人員危害性，現多改採次氯酸鈉消毒，或以其他方式如紫外線或臭氧等。消毒單元設備主要為加藥機，因其長時間與消毒藥劑接觸，仍會有相當損耗，建議使用年限為 3 年，表示損耗率較高，於操作維護應加強檢視。

過濾單元傳統為砂濾設施，惟其占地較大、換砂不易等因素，亦漸改採快濾桶、盤式過濾等，具用地面積小、過濾速度快、維護較容易等優勢。過濾槽之建議使用年限為 15 年，主要因損壞率較低，惟應定期檢視補充濾料，而過濾泵之建議使用年限為 5 年，則需要定期檢視維護，以確保過濾效能。

#### (五) 污泥處理單元

污泥處理為污水處理廠之主要處理單元之一，污水處理後沉澱之污染物質，均進入污泥處理單元進行處理。一般沉澱池沉降之污泥，經污泥泵及管線輸送至污泥暫存槽，考量污泥含水率高，多會先經污泥濃縮設施降低含水率，再進入污泥消化單元，最後經污泥脫水後進行清運處理；因不同污水處理廠之水質水量條件不同，故污泥處理單元配置也有差異。

污泥泵為污泥處理輸送所需，一般採正排量污泥泵較佳，其建議使用年限為 5 年，因使用耗損較大，建議加強檢視巡檢，維持正常運作，另污泥管線配置建議考量可沖洗以避免阻塞。

污泥濃縮傳統為重力式濃縮池，考量矩形池槽易有死角故多採圓形池槽，如同沉澱池也採用圓刮機，近來因用地問題及效率，漸改為機械式濃縮，如帶濾式、離心式等。圓刮機之建議使用年限為 5 年，因污泥沉降濃縮後相較沉澱池之阻力較大，刮泥機耗損也較大，建議定期檢視維護以維持較佳狀態。



而污泥脫水係將污泥含水率降低至可最終處理狀態，常用污泥脫水機處理，如帶濾式、板框壓濾式、離心式等，其中以帶濾式使用較普遍，近來板框壓濾式也逐漸增加，可提昇污泥脫水效率。污泥脫水機之濾布會與污泥直接接觸，且施加較大壓力去將污泥中水分去除，故濾布易耗損，如日常維護沖洗不週全更易造成損壞。污泥脫水機之建議使用年限為 10 年，因一般均有備用機組交替使用，可能會有忽略故障狀況，應定期檢視維護，確保有足量污泥處理效能及備用機組。

#### (六) 其他相關設施

除前述之污水處理廠處理單元外，污水處理廠尚有如儀控、電氣、照明、排水、管理中心、實驗室等設施。其中儀控設施係污水處理廠操作之主要控制部分，藉由廠內各設備之儀控資訊顯示於管理中心之中控室，可即時瞭解廠內各處理單元及各設備之運作狀況，及相關管線及閥件情況；依據原始設計條件，也可設定由中控室遠端控制廠內設備或電動閥，以因應即時水質水量狀況或設備相關問題。儀控系統多以線路連結廠區各設備與中控室，於戶外設備接頭部分可能因時間或天候關係耗損影響訊號傳遞，建議應定期巡檢。

污水處理廠電氣設施主要係提供電力給廠區設備，包含機械設備、照明、儀控等，除台電受電場外一般廠區會設置主變電站機房，為廠區電力主要來源，並依據各處理單元用電需求設置各單元電力機房，配置電源盤供應處理單元設備用電；另緊急發電機則提供停電時主要設備供電，使污水處理廠可維持基本操作，不會因停電導致廠區停擺，因污水下水道系統停電時仍持續進流，故廠區仍應維持基本處理能力。而電氣系統應定期檢視保養，緊急發電機並須定期進行測試，驗證其發電能力。

## 六、結語

污水處理廠具備處理單元多、使用設備多之特性，當處理流程中主要設備故障時均可能影響整廠處理，故維持廠區設備正常運作是相當重要的。國內因部分污水處理廠設置年份較久，相關設備也需要逐漸汰換，於設備更替同時亦應檢討整體處理效能，進行功能提升工程，以因應日趨嚴格之放流水標準與環境保育需求。

另污水處理廠為處理生活污水及工業廢水，於廠區環境或相關設備操作上，往往給旁人環境狀況不佳觀感，但實際上污水處理廠區也可是明亮、乾淨、整潔之環境場所，端視業主單位之要求與營運操作廠商之努力與否。

筆者就工作上涉獵相關污水處理廠設計經驗，提供淺見與各位分享，尚有許多不足之處，本文所提供內容資訊如有誤謬或問題之處，尚祈技師先進不吝指正。

## 七、參考文獻

- [1] 歐陽嶠暉，「下水道工程學」(2004)
- [2] 內政部營建署，「下水道工程設計規範」(2013)
- [3] 內政部營建署，「109 年度公共污水處理廠營運管理手冊(修正版)」(2020)
- [4] 蔡欣庭、胡芳瑜、許國恩，「公共污水處理廠及污水下水道統計指標介紹與趨勢分析」(2019)

## 徵稿啟事

- 一、本會會訊提供會員及專家學者發表環境領域新知、技術與專業經驗等。
- 二、專題稿件以環境相關理論與實務、環境法規、環境保護理念之論述為原則，採技術報導或論文等撰寫形式皆可，文長以 8000 字以內為原則，所附圖表或照片應清晰，稿件禁止以公司集體智慧，有著作權、業主版權疑問或抄襲複製等情事，以免觸法。
- 三、會訊以雙月刊週期出版，出版日期為奇數月 10 日，投稿稿件須於出版日之 15 日以前，以電子檔案寄(送)抵公會。
- 四、專題稿件稿酬之文字單價為每字新台幣 2 元，原創照片與圖表單價為每幀新台幣 500 元，每篇稿酬以新台幣 12,000 元為上限；特殊專文之稿酬另案處理。
- 五、本會負有以下權利與義務：(一) 專題稿件之審閱。(二) 提供審閱意見請撰稿者修改或回覆。(三) 決定專題稿件刊登與否。專題稿件之審閱及審閱意見之提供，必要時得請相關專長之專家學者擔任。
- 六、會訊為專業交流之發佈管道。具名撰稿者刊登之稿件內容，不代表本會的意見或立場。具名撰稿者應遵守智慧財產權等相關法令，以及無條件負擔因其稿件內容刊登所衍生之責任。

## 各公會會員大會、理監事會會議紀錄

中華民國環境工程技師公會全國聯合會

# 中華民國環境工程技師公會全國聯合會

## 第 11 屆第 4 次理監事聯席會議紀錄

- 壹、時 間：中華民國 113 年 4 月 27 日上午 11 時 00 分
- 貳、地 點：本會會議室(台北市大同區長安西路 342 號 4 樓之 1)
- 參、出席人員：理事— 林威安、黃啓明、張天益、劉敏信、張耿榕、  
范綱智、周奮興、林永欽、黃福全、黃義雄、  
徐永郎、王朝民、許甫豪  
監事— 楊基振、林清洲、范振國
- 肆、缺席人員：(無)
- 伍、請假人員：理事— 蕭友琳  
監事— 高信福、曾寶山
- 陸、列席人員：(無)
- 柒、主 持 人：林理事長威安
- 捌、記 錄：歐諾宣
- 玖、報告事項：

### 一、第 11 屆第 3 次理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	112 年度收支決算表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 2	
案由	112 年度資產負債表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

提案 3	
案由	112 年度現金出納表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 4	
案由	112 年度基金收支表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 5	
案由	113 年度會員代表大會相關事項提請審議。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
臨時動議 提案 1	
案由	有關環境管理署之技師查核專案執行爭議，提請討論。
決議	有關技師查核流程、查核事項、缺失記點原則及本會參與等事項，提請紀律委員會及審查委員會討論擬訂方案。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
臨時動議 提案 2	
案由	余崇聖理事自 113 年 1 月 22 日起辭卸理事一職，提請審議。
決議	理事會決議通過。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

## 二、工作報告：

### 1. 會議：參閱下表

日期	出席者	召開單位	會議名稱
113 年 3 月 8 日	林理事永欽	環境部	「溫室氣體減量額度交易拍賣及移轉管理辦法」草案研商會議
113 年 4 月 1 日	林理事長威安 楊常務監事基振 范監事振國	中華民國環境工程技師公會全國聯合會	環管署修正「環境保護技師簽證查核標準作業程序」討論會議

2. 水污核章件數：113 年共 66 件(截至 3 月 31 日止)

壹拾、 討論提案：

提案 1・提案人：理事長

案由：113 年 1-3 月收支決算表(如附件一)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過，並至下期起提案新增資產負債表供理事會審議、監事會監察。

提案 2・提案人：理事長

案由：113 年度會員代表大會名冊(如附件二)提請審議。

決議：照案通過。

提案 3・提案人：理事長

案由：113 年度會員代表大會相關事項提請審議。

說明：

1. 本會開會時間訂於 113 年 7 月 6 日，地點配合台灣省環境工程技師公會辦理。
2. 依第 10 屆第 9 次理監事會決議，由全聯會支付會員代表之交通補助。
3. 發放出席費 700 元。

決議：照說明通過。

壹拾壹、 散會

台灣省環境工程技師公會

# 台灣省環境工程技師公會

## 第 12 屆第 12 次理監事聯席會議記錄

壹、地點：本會會議室(台北市大同區長安西路 342 號 4 樓之 1)

貳、時間：中華民國 113 年 4 月 27 日上午 10 時

參、出席人員：理事—楊基振、張天益、黃義雄、許甫豪、范綱智  
陳俊明、徐永郎、黃啓明、周奮興

監事—林威安、姚宗岳、林清洲、吳昭宏、吳慶龍

肆、缺席人員：(無)

伍、請假人員：理事—高信福、劉劍輝、王志遠、王凱中、曾寶山、廖寶玫

陸、列席人員：(無)

柒、主持人：楊理事長基振

捌、記錄：歐諾宣

玖、報告事項

### (一) 第 12 屆第 11 次理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	112 年度收支決算表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 2	
案由	112 年度資產負債表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 3	
案由	112 年度現金出納表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查



提案 4	
案由	112 年度基金收支表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 5	
案由	112 年度財產目錄提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 6	
案由	新入會會員名冊提請理事會審核。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	針對林坤讓、郭耀中技師入會資格需釐清。
提案 7	
案由	退會會員名冊提請理事會審核。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 8	
案由	113 年度會員大會相關籌辦事宜提請討論。
決議	修正後通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

(二) 會員繳費紀錄——截至 113 年 4 月 24 日止，繳交 113 年度常年會費者 583 人。

(三) 工作報告：

#### 1. 專案計畫

(1) 「112 年度桃園市水污染防治許可管制計畫」

委託單位	台灣曼寧工程顧問股份有限公司	
合約金額	收入(未稅)	支出(未稅)
1,000,000 元(含稅)	514,286 元	322,905 元
截至 112/12/29 共結案 27 件。		
1130220	第 1 期款入帳	
1130226	第 1 期款出帳	

## 2. 委託案件

## (1) 「健鑫公司與國科會南科局污水處理爭議事項」鑑定案

委託單位	臺灣臺南地方法院民事庭	
執行人	高信福	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
315,000 元	300,000 元	-
1130125	原告補充機械設備數量爭議鑑定參考資料	
1130129	函原告補充提供驗收之竣工圖說，並說明圖說差異	
1130220	法院來函，針對民事鑑定陳述意見(七)狀繕本所載補充鑑定	
1130314	函原告提供圖說差異	
1130329	原告函復本會	

## (2) 固定污染源操作許可證委託審查

委託單位	南投縣環境保護局	
執行人	范振國	
	收入(未稅)	支出(未稅)
	337,008 元(4/22 入帳)	-
1130422	第 1 期款入帳	

## 3. 各委員會工作報告

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
審查	1130117	內政部國家 公園署金門 國家公園管 理處	「金門縣金寧鄉龍潭段 87 地號住宅新建工程」污 水接管設計案	高常務理事信福協 審
	1130118	臺南市政府 水利局	協助事業用戶排故事業 廢污水水質超標輔導改 善事宜-康正旅館股份有 限公司台南民生分公司、 東新國際開發股份有限 公司維悅酒店	黃理事義雄出席
	1130126	臺南市政府 水利局	「和都建設有限公司一 鹽水區鹽水段 1628-1、 1628-92~1628-112 地號 等 22 筆集合住宅新建工 程」專用下水道審查作業 (書審)	黃理事義雄協審

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
審查	1130201	臺南市政府 水利局	「鉅曜建設股份有限公司－關廟區民生段 0850、0850-0006 地號等 2 筆店舖、集合住宅新建工程」專用下水道審查作業（書審）	黃理事義雄協審
	1130202	內政部國家 公園署金門 國家公園管 理處	「金門縣金寧鄉龍潭段 87 地號集合住宅新建工程」污水接管設計案	高常務理事信福協審
	1130216	臺南市政府 水利局	「佳展建設股份有限公司－新營區長榮段 201、201-1、202、204、204-1、205~210、210-1、233、234、235 地號等 20 筆店舖、集合住宅新建工程」專用下水道審查作業（書審）	黃理事義雄協審
	1130307	臺南市政府 環境保護局	宸峰工程科技股份有限公司廢棄物違法填埋強化管制及缺失改善方案審查會	譚健群技師出席
	1130307	臺南市政府 環境保護局	光普實業股份有限公司廢棄物違法填埋強化管制及缺失改善方案審查會	譚健群技師出席
	1130313	高雄市政府 水利局	「高雄市污水下水道用戶排水設備無紙化線上審查」研商說明會議	黃理事義雄出席
	1130313	內政部國家 公園署金門 國家公園管 理處	「金門縣金城鎮后豐港段 805 地號農舍新建工程」污水接管設計案	高常務理事信福協審
	1130319	內政部國家 公園署金門 國家公園管 理處	金門縣古寧國小行政大樓（活動中心）拆除重建工程污水接管竣工申請案	高常務理事信福協審

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
審查	1130328	臺南市政府 環境保護局	大福能源股份有限公司 廢棄物違法填埋強化管 制及缺失改善方案審查 會	吳監事昭宏出席
	1130329	臺南市政府 水利局	「臺南市東區區公所一 東區竹篙厝段 1681-0003 地號等 1 筆臺南市東區林 森圖書館及行政機關辦 公廳舍附設之多目標立 體停車場新建工程」專用 下水道審查作業（書審）	黃理事義雄協審
	1130412	內政部國家 公園署金門 國家公園管 理處	「金門縣金城鎮后豐港 段 805 地號」污水接管設 計案	高常務理事信福 協審
	1130412	臺南市政府 水利局	「寶贊開發事業股份有 限公司－北區仁愛段 0091-0007 地號等 1 筆店 鋪、集合住宅新建工程」 專用下水道審查作業 （書審）	黃理事義雄協審
學術	1130314		11303-04 會訊	從水污染防治措 施計劃書看事業 水污染防治規劃 及設計應注意事 項（二） 質量平衡觀念及 常見缺失-傅崇德 副教授 國內高碳數油品 土壤及地下水污 染場址 雷射誘發螢光技 術現地調查案例 分享 -吳庭年教授、江 柏嶧副理、劉韋恩 副理、林玉婕資深 經理

## 壹拾、提案討論

提案 1・ 提案人：理事長

案由：113 年度 1 月至 3 月經費收支提請審議。

說明：如附件一(1 月至 3 月收支決算表、資產負債表及現金出納表)。

決議：照案通過。

提案 2・ 提案人：審查委員會

案由：新入會會員名冊提請理事會審核。

說明：執業技師 3 名、營造業技師 3 名，共 6 名，名單如下。(詳新入會會員名冊卷宗檔)

類別	技師姓名	執業機構／受聘公司
執業技師	劉俊延	駿昕環境工程技師事務所
	蔡岱玲	東鴻環保顧問有限公司
	葉智雄	裕山環境工程股份有限公司
營造業技師	藍正朋	岳暘營造有限公司
	閻誠麟	立達睿營造有限公司
	林茂原	甲旺營造工程股份有限公司

決議：照案通過。

提案 3・ 提案人：審查委員會

案由：退會會員名冊提請理事會審核。

說明：共 1 名，如退會會員名冊卷宗檔。

決議：照案通過。

提案 4・ 提案人：理事長

案由：提報 113 年度會員大會名冊(如附件二)，請審議。

決議：照案通過。

提案 5・ 提案人：理事長

案由：113 年度會員大會相關籌辦事宜提請討論。

說明：

1. 113 年度會員大會訂於 7 月 6 日下午於臺大醫院國際會議中心(401)舉行。
2. 出席費 700 元(親自出席者)。
3. 遠程會員車資補助：
  - (1)以票價×2，四捨五入取至百位數
  - (2)自行開車以台鐵票價×2，四捨五入取至百位數
4. 餐會地點：庭園會館 101 廳。
5. 禮品：徽章 200 枚及毛巾 80 條擇一領取。
6. 臨時工作人員(簽到 4 位、委託 1 位、會費繳交 1 位、出席及交通補助 2 位)。

決議：照說明通過。

### 壹拾壹、臨時動議

提案 1・提案人：黃理事啓明連署人：范理事綱智

案由：113 年度會員聯誼活動相關事宜，提請討論。

說明：

1. 規劃澎湖三天兩夜旅遊行程，時間預計於 8、9 月舉辦。
2. 因連續 4 年未辦理聯誼活動，本次活動補助會員 8000 元/人，眷屬不補助。
3. 會員報名人數以 30 人為限。

決議：照說明通過，並交由福利委員會籌辦相關事宜。

### 壹拾貳、散會