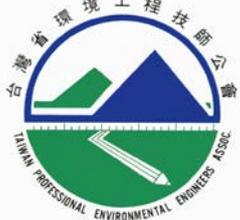


107 年 07-08 月號			<雙月刊>
<h2>環境工程技師公會會訊</h2>			
<p>◎ 發行人：范綱智</p> <p>◎ 發行所：台灣省環境工程技師公會 (<a href="http://www.tpeea.org.tw">http://www.tpeea.org.tw</a>)</p> <p>◎ 協助策劃：中華民國環境工程技師公會全國聯合會</p> <p>◎ 編輯：台灣省環境工程技師公會學術委員會</p> <p>◎ 主編：曾寶山</p> <p>◎ 發行地址：台北市長安西路342號4樓之1</p> <p>◎ 電話：02-25550353</p> <p>◎ 傳真：02-25591853</p>			
<h3>本期要目</h3>			
			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之 107 年 7 至 8 月訓練積分課程表			9
■ 環保訊息			12
■ 論述園地			17
1. 淨水場膠凝池功能水理計算-以直潭淨水場為例-曾寶山			17
2. 生物膜反應器 MBR 之設計、操作與維護-李正同			32
3. 南竿三期海水淡化廠之設計準則及運轉實證-王文山、吳炯達、黃霆晏			42
■ 時事評析			57
■ 徵稿啟事			63
■ 各公會會員大會、理監事會會議紀錄			64

## 主編的話

在廢水處理回用及海水淡化的經驗技術的提升，值得吾等技師重視與交流，透過水資源與水處理工程技術間的連結，可增加水資源面向上開源節流的思考。尤其現處於全球極端氣候變遷及臺灣地理條件因素，國內水資源不穩定之窘境更劇，且執政者礙於選舉民粹並無魄力調整合理水價，國內水資源供需結構始終處於不公不義的狀態，筆者認為水資源更需要伸張公平正義。

本期論述園地共計三篇，第一篇特邀請國內海水淡化業界的領頭羊-進方環保科技公司的王總經理團隊，論述分享『南竿三期海水淡化廠之設計準則及運轉實證』，本文是以南竿三期海水淡化廠成功案例(本廠創下連續運轉達 7 年從不間斷連續供水紀錄)，分享海水淡化此項領域設計重點及實際運轉操作的寶貴經驗，從中可以了解海淡廠的成功，除須有正確設計及採購精良的前處理及薄膜設施外，尚需審慎評估前端取水單元設計條件，以及尾端滲水排放對海域影響的模擬，方能竟其功，感謝王總提供寶貴技術經驗與操作參數，供技師先進參考。

第二篇作者為台灣富利業環保工程公司-李總經理，對於廢水高級處理設計經驗相當豐富，尤其在生物薄膜反應器 (MBR) 及膜管技術更為權威，感謝李總百忙撥冗賜稿，無私熱心分享『生物膜反應器 MBR 之設計、操作與維護』大作，提供多年累積廢水高級處理的設計經驗及專業領域的知識，本篇熟讀相信對技師的專業知識上必有助益。

第三篇為筆者曾經協助某家環境工程專業營造廠，進行直潭淨水場膠凝池的功能水理計算的案例，以野人獻曝的心情分享。

時事評析必然倚重胡前理事長提供精闢見解及評析，尤其近期行政院環境保護署 107 年 6 月 19 日公告新修正「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」第三十三條修訂水措計畫或許可證(文件)申請、變更常態的情形，環境工程技師查核之簽證後，機關免再審查。此項變革，可謂落實及尊重技師專業自主的精神，也感謝胡前理事長及楊前理事長率領理監事及熱心技師們不辭辛勞，多次與環保署充分溝通，使技師執業簽證工作環境得到應有的尊重；相對的，我們環工技師也應更為充實本質學能與自律的精神，維繫與發揚技師先進們努力爭取得來不易的成果。

## 會務報告

1. 107 年度環工技師上網申報簽證記錄操作講習暨提昇技師簽證品質宣導會預計將於 7 月底、8 月底及 9 月底在北中南舉辦。
2. 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。

## 重要法令

### 行政規則公告

1. 行政院環境保護署 107 年 4 月 25 日環署基字第 1070031753 號函公告，預告修正「應回收廢棄物回收清除處理補貼申請審核管理辦法」第 13 條草案。
2. 行政院環境保護署 107 年 4 月 25 日環署廢字第 1070031889 號函公告，預告修正「應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定」部分公告事項草案。
3. 行政院環境保護署 107 年 5 月 4 日環署空字第 1070033628 號函令，修正「改造或汰換旅宿業醫療社會福利機構學校燃油鍋爐補助辦法」，名稱並修正為「改造或汰換鍋爐補助辦法」。
4. 行政院環境保護署 107 年 5 月 8 日環署空字第 1070035368 號函公告，預告修正「機動車輛噪音量測方法」公告事項第三項草案。
5. 行政院環境保護署 107 年 5 月 8 日環署授檢字第 1070002816 號函公告，預告訂定「戴奧辛及呔喃檢測方法—同位素標幟稀釋氣相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA M805.01B)」草案。
6. 行政院環境保護署 107 年 5 月 8 日環署授檢字第 1070002819 號函公告，預告廢止「戴奧辛及呔喃檢測方法—同位素標幟稀釋氣相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA M805.00B)」。
7. 行政院環境保護署 107 年 5 月 9 日環署授檢字第 1070002863 號函公告，預告廢止「水中毒殺芬檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器法 (NIEA W654.50A)」。
8. 行政院環境保護署 107 年 5 月 11 日環署水字第 1070037091 號函公告，預告修正「違反水污染防治法罰鍰額度裁罰準則」第 2 條附表 1 至附表 8 草案。
9. 行政院環境保護署 107 年 5 月 16 日環署督字第 1070038510 號函，修正「行政院環境保護署接受民間捐款鼓勵檢舉重大水質污染及事業廢棄物污染案件專案執行要點」第三點、第六點、第八點，自即日起生效。
10. 行政院環境保護署 107 年 5 月 16 日環署毒字第 1070038570 號函公告，預告訂定「新設或變更溫室氣體排放源排放量規模」草案。

11. 行政院環境保護署 107 年 5 月 16 日環署空字第 1070038647 號函公告，預告訂定「餐飲業空氣污染物防制設施管理辦法」草案。
12. 行政院環境保護署 107 年 5 月 16 日環署空字第 1070038608 號函公告，預告修正「毒性化學物質災害救助種類及標準」，其名稱並修正為「毒性化學物質及懸浮微粒物質災害救助種類及標準」。
13. 行政院環境保護署 107 年 5 月 18 日環署空字第 1070039355 號函公告，預告修正「行政院環境保護署所主管災害緊急應變警報訊號之種類、內容、樣式、方法及其發布時機」公告事項第一項。
14. 行政院環境保護署 107 年 5 月 22 日環署廢字第 1070039117 號函令，訂定「違反廢棄物清理法所得利益認定及核算辦法」。
15. 行政院環境保護署 107 年 5 月 22 日環署綜字第 1070039064C 號函令，核釋「環境影響評估法施行細則」第 38 條第 1 項第 1 款及第 2 項之相關規定，自即日起生效。
16. 行政院環境保護署 107 年 5 月 23 日環署空字第 1070040433 號函公告，預告訂定「懸浮微粒物質災害潛勢資料公開辦法」草案。
17. 行政院環境保護署 107 年 5 月 23 日環署授檢字第 1070003193 號函公告，預告廢止「土壤中重金屬檢測方法－微波輔助王水消化法(NIEA S301.60B)」。
18. 行政院環境保護署 107 年 5 月 23 日環署授檢字第 1070003192 號函公告，預告訂定「土壤中重金屬檢測方法－微波輔助王水消化法(NIEA S301.61B)」草案。
19. 行政院環境保護署 107 年 5 月 25 日環署化字第 1078000271 號函公告，預告修正「用於防制環境衛生病媒之微生物製劑為環境用藥微生物製劑」草案。
20. 行政院環境保護署 107 年 5 月 28 日環署化字第 1078000277 號函公告，預告修正「環境用藥各項許可申請及檢驗收費標準」第 2 條、第 4 條草案。
21. 行政院環境保護署 107 年 5 月 29 日環署綜字第 1070040859 號函令，訂定「環境教育計畫與成果提報執行辦法」。
22. 行政院環境保護署 107 年 5 月 29 日環署綜字第 1070040866 號函令，訂定「環境講習執行辦法」。

23. 行政院環境保護署 107 年 5 月 29 日環署綜字第 1070040835 號函令，修正「環境教育法環境講習時數及罰鍰額度裁量基準」，名稱並修正為「違反環境教育法罰鍰額度裁量基準」，並自即日生效。
24. 行政院環境保護署 107 年 5 月 29 日環署綜字第 1070040937 號函公告，廢止「水力發電廠（不含再生能源發展條例規定之川流式水力發電系統）之開發，於山坡地興建或擴建攔水壩（堰），屬對環境有不良影響之虞之開發行為，應實施環境影響評估」，並自即日生效。
25. 行政院環境保護署 107 年 5 月 29 日環署綜字第 1070040856 號函令，修正「環境教育法施行細則」。
26. 行政院環境保護署 107 年 5 月 30 日環署化字第 1078000282 號函公告，預告修正「環境用藥專供試驗研究教育示範專案防治或登記用申請作業準則」第 3 條、第 5 條草案。
27. 行政院環境保護署 107 年 5 月 31 日環署綜字第 1070042091 號函令，「環境教育法環境講習執行要點」自即日停止適用。
28. 行政院環境保護署 107 年 5 月 31 日環署綜字第 1070042402 號函令，「違反環境教育法第 19 條第 1 項執行要點」自即日停止適用。
29. 行政院環境保護署 107 年 6 月 4 日環署毒字第 1070043618 號函公告，預告訂定「溫室氣體排放源效能標準」草案。
30. 行政院環境保護署 107 年 6 月 4 日環署毒字第 1070043618A 號函公告，預告修正「溫室氣體排放源符合效能標準獎勵辦法」第 3 條、第 7 條、第 14 條草案。
31. 行政院環境保護署 107 年 6 月 5 日環署授檢字第 1070003467 號函公告，預告訂定「土壤中重金屬檢測方法—王水消化法(NIEA S321. 65B)」草案。
32. 行政院環境保護署 107 年 6 月 5 日環署授檢字第 1070003468 號函公告，預告廢止「土壤中重金屬檢測方法—王水消化法 (NIEA S321. 64B)」。
33. 行政院環境保護署 107 年 6 月 5 日環署管字第 1070044239 號函，修正「中華民國企業環保獎評選要點」第七點、第八點、第十點及第五點附件二，自即日生效。

34. 行政院環境保護署 107 年 6 月 6 日環署授檢字第 1070003513 號函公告，預告訂定「事業放流水採樣方法 (NIEA W109.52B)」草案。
35. 行政院環境保護署 107 年 6 月 6 日環署授檢字第 1070003510 號函公告，預告訂定「水中陰離子檢測方法—離子層析法(NIEA W415.54B)」草案。
36. 行政院環境保護署 107 年 6 月 6 日環署授檢字第 1070003514 號函公告，預告廢止「事業放流水採樣方法 (NIEA W109.51B)」。
37. 行政院環境保護署 107 年 6 月 6 日環署授檢字第 1070003511 號函公告，預告廢止「水中陰離子檢測方法—離子層析法 (NIEA W415.53B)」。
38. 行政院環境保護署 107 年 6 月 7 日環署授檢字第 1070003555 號函公告，預告訂定「含高濃度鹵離子水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W516.56A)」草案。
39. 行政院環境保護署 107 年 6 月 7 日環署授檢字第 1070003553 號函公告，預告訂定「水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W515.55A)」草案。
40. 行政院環境保護署 107 年 6 月 7 日環署授檢字第 1070003556 號函公告，預告廢止「含高濃度鹵離子水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W516.55A)」。
41. 行政院環境保護署 107 年 6 月 7 日環署授檢字第 1070003554 號函公告，預告廢止「水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W515.54A)」。
42. 行政院環境保護署 107 年 6 月 8 日環署廢字第 1070044937 號函公告，預告訂定「一次用塑膠吸管限制使用對象、實施方式及實施日期」草案。
43. 行政院環境保護署 107 年 6 月 8 日環署授檢字第 1070003572 號函公告，預告訂定「水中化學需氧量檢測方法—密閉式重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W517.53B)」草案。
44. 行政院環境保護署 107 年 6 月 8 日環署授檢字第 1070003573 號函公告，預告廢止「水中化學需氧量檢測方法—密閉式重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W517.52B)」。

45. 行政院環境保護署 107 年 6 月 8 日環署授檢字第 1070003575 號函公告，預告廢止「水中可氯丹檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器法 (NIEA W660.50B)」。
46. 行政院環境保護署 107 年 6 月 8 日環署授檢字第 1070003574 號函公告，預告訂定「水中可氯丹檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器法 (NIEA W660.51B)」草案。
47. 行政院環境保護署 107 年 6 月 8 日環署毒字第 1070045592 號函公告，預告訂定「補助溫室氣體減量管理及氣候變遷調適研究發展計畫作業辦法」草案。
48. 行政院環境保護署 107 年 6 月 13 日環署授檢字第 1070003674 號函公告，預告訂定「水中溶氧檢測方法—碘定量法 (NIEA W422.53B)」草案。
49. 行政院環境保護署 107 年 6 月 13 日環署授檢字第 1070003675 號函公告，預告廢止「水中溶氧檢測方法—碘定量法 (NIEA W422.52B)」。
50. 行政院環境保護署 107 年 6 月 19 日環署廢字第 1070046659 號函公告，廢止「事業廢棄物清理計畫書之格式及應載明事項」，並自中華民國一百零七年七月一日生效。
51. 行政院環境保護署 107 年 6 月 19 日環署水字第 1070046494 號函令，修正「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」。
52. 行政院環境保護署 107 年 6 月 21 日環署水字第 1070046501 號函公告，修正「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」，並自即日起生效。

**行政院公共工程委員會核備 107 年 7 至 8 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	政府採購法修法草案說明	2018/07/12 ~ 2018/07/12	台灣世曦工程顧問股份有限公司	聯絡人：李濬易 電話：02-87973567#8883 信箱：chunyi@ceci.com.tw
2	地工技術工程地質研討會系列(33)變動的大地-浴火重生南台灣工程巡禮	2018/07/12 ~ 2018/07/13	財團法人地工技術研究發展基金會	聯絡人：呂珮彰 電話：02-25025545 信箱：sino@geotech.org.tw
3	循環經濟應用於瀝青混凝土品質管理系統與查驗班	2018/07/13 ~ 2018/08/05	高雄市土木技師公會	聯絡人：黃佳萍 電話：07-5520279 信箱：kpcea@ms27.hinet.net
4	第十四期大地工程薪傳講座-基礎設計實務(四)	2018/07/14 ~ 2018/07/14	中華民國大地工程技師公會	聯絡人：李婉如 電話：02-27820022 信箱：pga@ms15.hinet.net
5	國際專案管理師培訓(PMP)課程-中137-總複習	2018/07/15 ~ 2018/07/15	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
6	國際專案管理師培訓(PMP)課程-北139-品質/風險	2018/07/15 ~ 2018/07/15	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
7	國際專案管理師培訓(PMP)課程-竹137-資源/溝通/利害關係人	2018/07/15 ~ 2018/07/15	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
8	國際專案管理師培訓(PMP)課程-高137-十大知識總整理	2018/07/15 ~ 2018/07/15	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
9	公共工程技術契約範本導讀講座	2018/07/16 ~ 2018/07/16	台灣世曦工程顧問股份有限公司	聯絡人：李濬易 電話：02-87973567#8883 信箱：chunyi@ceci.com.tw
10	NACE CP1 陰極保護技術員訓練課程(NACE CP1 CLASS)	2018/07/16 ~ 2018/07/20	中華民國防蝕工程學會	聯絡人：江淑慈、鄭瑋樺 電話：02-8273-1575 信箱：anticorr@seed.net.tw
11	國道3號田寮段中寮隧道改善工程技術分享暨工地觀摩會	2018/07/17 ~ 2018/07/17	社團法人中華民國大地工程學會	聯絡人：賴幸敏 電話：(02) 2737-6357 信箱：tgstw999@gmail.com
12	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2018/07/18 ~ 2018/07/18	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.com.tw
13	政府採購實務講習會~招審標規範與常見爭議	2018/07/19~2018/07/19	社團法人中華民國管理科學學會	聯絡人：朱綵華 電話：02-2366-2220 信箱：smeconsult@moea.gov.tw
14	大地工程系列-潛盾隧道工程特有災害案例分析	2018/07/20 ~ 2018/07/20	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@tcricri.org.tw

15	國際專案管理師培訓 (PMP) 課程-竹 137-品質/風險	2018/07/22 ~ 2018/07/22	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
16	國際專案管理師培訓 (PMP) 課程-北 139-十大知識總整理	2018/07/22 ~ 2018/07/22	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
17	國際專案管理師培訓 (PMP) 課程-高 137-總複習	2018/07/22 ~ 2018/07/22	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
18	NACE CP2 陰極保護技術員訓練課程 (NACE CP2 CLASS)	2018/07/23 ~ 2018/07/27	中華民國防蝕工程學會	聯絡人：江淑慈 電話：02-8273-1575 信箱：anticorr@seed.net.tw
19	大地工程系列-深 開挖工程與建築物 保護分析設計實務	2018/07/24 ~ 2018/07/24	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@tcricri.org.tw
20	工廠除臭技術原理 及實務案例	2018/07/26 ~ 2018/07/26	萬能科技大學營建科技系	聯絡人：曾文妮 電話：03-4227151 #34661 信箱：wntseng@ncu.edu.tw
21	建築工程施工缺失	2018/07/27~2018/07/27	高雄市工程技術顧問商業同業公會	聯絡人：高雄市工程技術顧問商業同業公會 電話：07-7252260
22	機電工程系列-建 築與機電介面整合 實務	2018/07/27 ~ 2018/07/27	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@tcricri.org.tw
23	建築工程材料 (鋼 筋、混凝土及模板) 之管控缺失	2018/07/27 ~ 2018/07/27	高雄市工程技術顧問商業同業公會	聯絡人：高雄市工程技術顧問商業同業公會 電話：07-7252260 信箱：
24	國際專案管理師培訓 (PMP) 課程-竹 137-十大知識總整理	2018/07/29 ~ 2018/07/29	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
25	國際專案管理師培訓 (PMP) 課程-北 139-總複習	2018/07/29 ~ 2018/07/29	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
26	國土資訊系統工程 地質探勘資料庫技 師訓練活動課程	2018/07/31 ~ 2018/07/31	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.com.tw
27	國際專案管理師培訓 (PMP) 課程-竹 137-總複習	2018/08/05 ~ 2018/08/05	長宏專案管理顧問有限公司	聯絡人：杜宜靜 電話：075888800#160 信箱：pmabc@mail.pmabc.com.tw
28	國土資訊系統工程 地質探勘資料庫技 師訓練活動課程	2018/08/08 ~ 2018/08/08	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.com.tw

## **環保訊息**(資料來源：行政院環境保護署)

- 107/05/02 **【境外污染物伴隨東北季風影響臺灣，請民眾留意空氣品質變化】**

環保署表示，根據中央氣象局氣象預報資料，今(2)日晚間至明(3)日鋒面通過及東北季風增強，預計3日凌晨起境外污染物伴隨東北季風南下影響我國空氣品質，PM<sub>2.5</sub>濃度可能達到50~70微克/立方米，影響期間約至5月4日清晨，請民眾外出時留意空氣品質變化。
- 107/05/03 **【環保署說明境外污染影響空氣品質情形(3日10時)】**

昨(5/2)日晚間鋒面通過及東北季風增強，氣溫明顯下降，此波東北季風挾帶境外的空氣污染物，自2日晚間10時開始影響北部空氣品質，主要污染物包括細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)及臭氧(O<sub>3</sub>)。今(5/3)日伴隨東北季風南下的境外污染將逐步移至中南部區域，預計於明(5/4)日清晨逐步減緩，空氣品質逐漸回復到平常型態。
- 107/05/03 **【境外污染影響減弱 空氣品質回復季風影響型態】**

依據環保署最新監測資料，今(3)日凌晨隨東北季風帶來境外污染，污染物隨風向南移動，濃度由北而南逐漸降低；隨著鋒面通過與東北季風持續吹送，擴散條件轉好，境外傳送來的污染物影響持續減緩，各地空氣品質逐漸恢復東北季風影響型態，環保署解除本次境外污染提醒。
- 107/05/04 **【擴大補助鍋爐改用乾淨燃料，環保署修正發布「改造或汰換鍋爐補助辦法」】**

環保署107年5月4日修正發布「改造或汰換鍋爐補助辦法」，為加速改造或汰換鍋爐燃料為乾淨燃料，減少國內鍋爐及加熱設備於燃燒過程所產生之空氣污染物，本次修正主要擴大改造或汰換鍋爐之補助對象，並延長補助期間至108年6月30日。
- 107/05/09 **【暗夜出擊 環保署查獲繞排廢水違法業者】**

環保署經過二個多月追蹤監控，於4月底利用夜間查獲雲林縣虎尾鎮一家食品廠，繞流排放未處理的廢水，違反水污染防治法規定，將依法處新臺幣6萬至2,000萬元罰鍰。
- 107/05/15 **【澎湖垃圾處理因應對策】**

李應元署長本(15)日一早搭機至澎湖，由環保局馬局長陪同至湖西鄉垃圾轉運站、龍尖碼頭等地瞭解目前澎湖縣垃圾堆置、打

包、轉運及營運管理等情形，並至澎湖縣政府就澎湖縣垃圾處理對策於縣府與陳縣長光復共同召開記者會，提出協助澎湖縣垃圾處理措施及未來垃圾處理方向。

- 107/05/17【**環保署預告修正「違反水污染防治法罰鍰額度裁罰準則」**】  
環保署於 107 年 5 月 11 日預告修正「違反水污染防治法罰鍰額度裁罰準則」第 2 條附表 1 至附表 8。修正一行為違反本法數個規定、嚴重違規態樣、規模、影響、非法稀釋行為、加重與減輕等之處分點數認定方式。
- 107/05/17【**環保署預告訂定餐飲業空氣污染物防制設施管理辦法草案**】  
環保署為達成行政院院會通過之空氣污染防制行動方案，加強管制國內餐飲業營業場所於作業期間所排放之空氣污染物對於民眾造成之影響，本次依據空氣污染防制法授權，訂定餐飲業空氣污染物防制設施管理辦法（以下簡稱本辦法），要求符合管制條件之餐飲業者，皆應裝設集氣設施、排氣管線、空氣污染防制設施及排放口等設施，藉以有效收集並處理於餐飲烹煮作業區內所產生之空氣污染物，減少對於民眾生活環境之影響改善空氣品質。
- 107/05/17【**環保署預告「新設或變更溫室氣體排放源排放量規模」草案**】  
為利未來新設或擴廠之業者能及早因應溫室氣體總量管制工作，環保署參考國際總量管制作法，依溫室氣體減量及管理法（以下簡稱本法）第 20 條預告公告「新設或變更溫室氣體排放源排放量規模」草案（以下簡稱本公告草案），明定溫室氣體年排放量達 2.5 萬公噸二氧化碳當量(CO<sub>2</sub>e)者，為新設業者之列管條件。
- 107/05/22【**環保署訂定「違反廢棄物清理法所得利益認定及核算辦法」**】  
環保署為協助裁處機關就違反本法義務人之所得利益進行認定核算時有所依循，爰依廢棄物清理法第 63 條之 1 第 3 項規定之授權，訂定「違反廢棄物清理法所得利益認定及核算辦法（以下簡稱本辦法）」。
- 107/05/22【**南投縣垃圾處理因應對策**】  
環保署署長李應元關心南投縣堆置垃圾處理問題，今日指派環境督察總隊林副總隊長左祥到草屯鎮與環保局林副局長、草屯鎮洪鎮長，研商堆置垃圾後續處理及解決方案，期能妥善解決南投縣垃圾處理問題。
- 107/05/25【**環保署預告新增列管應用於防制環境衛生病媒之微生物製**

**劑】**

環保署預告將增列 1 種應用於防制環境衛生病媒之微生物種類沃爾巴克氏菌 (Wolbachia Pipientis)，加強管理應用於防制環境衛生病媒之微生物製劑。這種應用於登革熱病媒蚊體內的菌種，未來凡欲製造或輸入該微生物製劑應用於病媒害蟲防治之業者，都須要依環境用藥管理法的規定向環保署申請許可證，始可製造或輸入。

➤ 107/05/28 **【環保署預告修正環境用藥收費標準】**

環保署檢視「環境用藥管理法」各項申請核准案件，為落實使用者付費原則，檢討「環境用藥各項許可申請及檢驗收費標準」，並參考物價指數、資料審查程序及所需人力、設備等成本，預告修正「環境用藥各項許可申請及檢驗收費標準」第 2 條、第 4 條。

➤ 107/05/29 **【環保署修正發布環境教育法施行細則】**

環保署於 107 年 5 月 29 日修正發布「環境教育法施行細則」，本次全案修正 6 條、刪除 4 條、增訂 2 條文，目的係為因應環境教育法(下稱本法)於 106 年 11 月 29 日部分條文，故新增配合「溫室氣體減量及管理法」之訂定，將該法納入本法環境保護法律範圍及增列「溫室氣體管理基金」種類；另規定主管機關命限期辦理之期間；並界定本法其他活動之認定及限制，但不含參訪。

➤ 107/05/29 **【環保署修正發布「違反環境教育法罰鍰額度裁量基準」】**

因應環境教育法(下稱本法)於 106 年 11 月 29 日奉總統令修正公布施行，修正現有之「環境教育法環境講習時數及罰鍰額度裁量基準」，更名為「違反環境教育法罰鍰額度裁量基準」，並於今(29)日起正式實施。

➤ 107/05/29 **【環保署訂定發布「環境講習執行辦法」】**

因應環境教育法於 106 年 11 月 29 日奉總統令修正公布施行，環保署依據其中第 24 條之 1 規定訂定「環境講習執行辦法」，並於今(29)日起正式實施，將相關法規及環境講習辦理規定納入，以使受處分人對於講習方式、程序及內容等，有所瞭解與遵行。

➤ 107/05/29 **【環保署訂定發布「環境教育計畫與成果提報執行辦法」】**

環保署於 107 年 5 月 29 日訂定發布「環境教育計畫與成果提報執行辦法」，本次訂定目的係為因應環境教育法(下稱本法)於 106 年 11 月 29 日修正刪除部分現行條文，以及落實本法規範，使機關、公營事業機構、高級中等以下學校及政府捐助基金累計超過百分之五十之財團法人，於環境教育計畫執行前及完成後成

果之提報有所準據，並依本法第 19 條第 2 項之授權。

- 107/05/30 **【環保署預告修正「環境用藥專供試驗研究教育示範專案防治或登記用申請作業準則」第 3 條、第 5 條草案】**  
環保署預告修正「環境用藥專供試驗研究教育示範專案防治或登記用申請作業準則」第 3 條、第 5 條草案，本次修法主要係配合研究機構引進國際間運用 Wolbachia (沃爾巴克氏菌) 防治登革熱病媒蚊新技術，為未來運用推廣及實務管理有法源依據，爰修正本準則。
- 107/06/01 **【響應環保署政策 業者自發推動循環經濟綠色協議】**  
環保署推動循環經濟再邁進一步，本 (107) 年 6 月 1 日假君悅飯店舉行「綠色協議簽署記者會」，肯定民間凝聚共識，針對塑膠、電子電器廢棄物及營建拆解廢棄物與焚化底渣、爐渣志願性成立「海廢塑膠循環經濟聯盟」、「綠色電子資源聯盟」及「臺灣建設資源循環聯盟」，自發性推動簽署綠色協議，透過公私部門合作，創造經濟與環保雙贏局面。
- 107/06/06 **【預告訂定「溫室氣體排放源效能標準」草案及修正「溫室氣體排放源符合效能標準獎勵辦法」草案】**  
環保署預告訂定「溫室氣體排放源效能標準」草案及修正「溫室氣體排放源符合效能標準獎勵辦法」草案，鼓勵未來總量管制對象持續減量  
為獎勵業者在未來被納入溫室氣體總量管制前能持續減量，環保署依溫室氣體減量及管理法第 17 條規定，並以全廠總排放量絕對減量之原則，訂定「溫室氣體排放源效能標準」草案 (以下簡稱效能標準草案)，並同步修正原已發布之「溫室氣體排放源符合效能標準獎勵辦法」(以下簡稱效能標準獎勵辦法)，以利國家減量目標的推動。
- 107/06/08 **【環保署預告「一次用塑膠吸管限制使用對象、實施方式及實施日期」草案】**  
近年來鑑於國際對海洋塑膠污染議題的重視，環保署參酌美國與英國部分城市對一次用塑膠吸管採取限制使用的管理經驗，預告「一次用塑膠吸管限制使用對象、實施方式及實施日期」草案，限制使用對象不得提供一次用塑膠吸管供內食餐飲之消費者使用，並給予管制對象適當緩衝期。
- 107/06/08 **【預告訂定「補助溫室氣體減量管理及氣候變遷調適研究發展計畫作業辦法」】**

環保署為提升我國對於氣候變遷因應之學術研究，依據溫室氣體減量及管理法第 27 條第 2 項規定，預告訂定「補助溫室氣體減量管理及氣候變遷調適研究發展計畫作業辦法」(草案)(以下簡稱本辦法草案)，鼓勵國內大專校院與研究機構，投入氣候變遷調適或溫室氣體減量管理策略相關研究。

- 107/06/13 **【精進水污染防治，環保署修正公布「水污染防治法」】**  
為精進水污染防治，水污染防治法增訂第 57 條-1；並修正第 11 條、第 32 條、第 36 條、第 44 條、第 53 條條文，於 107 年 6 月 13 日奉總統令修正公布施行。本次修正重點主要為「合理調整水污染防治費徵收對象」、「強化廢(污)水不得注入地下水體之管理及懲處」及「增訂限改期間水質惡化處分依據」。
- 107/06/19 **【環保署修正發布「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」】**  
環保署於 107 年 6 月 19 日修正發布「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」，調整許可管制作為，包括：許可分級管理；屢次重大違規，三年內不再核發許可；經技師簽證查核事項核發機關免再審查；簡化變更、功能測試及退補正之條件；一次性審查原則；簡化未違規者申請文件；完備試驗計畫停止試驗程序等，提升許可審查效率及品質，鼓勵守法及預防蓄意違規等規定。
- 107/06/21 **【環保署修正公告「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」】**  
環保署於 107 年 6 月 21 日修正公告「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」，本次修正配合水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法區分特定、一般及簡要三級對象管理之修正，免除其簡要對象為應先檢具水污染防治措施計畫(以下簡稱水措計畫)之對象；合理調整一般對象水量規模之門檻，並增列重大違規及污染風險較高者為應先檢具水措計畫之對象，落實合宜實務管理。
- 107/06/26 **【環保署預告「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」修正草案】**  
環保署預告修正「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」(以下簡稱本辦法)，強化廢棄物清除、處理機構管理，落實廢棄物處理後之資源化產品流向紀錄，及推動廢棄物清理價格透明化，以期廢棄物妥善清理。

➤ 107/06/26 【**環保署澄清修正空氣污染防制法第 9 條規定，不會影響火力發電廠應落實空氣污染減量之責任**】

環保署澄清本次空氣污染防制法（以下簡稱空污法）第 9 條之修正規定：總量管制區內，汽機車等移動污染源進行污染改善的減量可做為總量管制區內固定污染源增量抵換來源規定等法規內容，主要是針對位於總量管制區內新增或變更達一定規模的固定污染源，可提供作為增量抵換使用的管道之一。目前我國公告總量管制區為高屏總量管制區，另對於中部空品區及雲嘉南空品區，將推動以位於三級空品區指定削減方式推動，而臺中火力發電廠所在地，並非位於總量管制區內且未來亦不會推動總量管制區制度，不適用空污法第 9 條規定，不能進行抵換。

➤ 107/06/26 【**環保署澄清空污法修法有關移動污染源管制之錯誤說法**】

立法院已於昨日(107.6.25)三讀通過「空氣污染防制法(下稱空污法)」修正草案，其中有關加嚴出廠 10 年以上汽機車排放標準及移動污染源排放量可抵換固定污染源排放量等規定造成民眾誤解。

➤ 107/06/29 【**環保署公告修正「固定污染源空氣污染防制費收費費率」及訂定相關計量規定**】

環保署為加強管制公私場所排放之粒狀污染物、鉛、鎘、汞、砷、六價鉻及戴奧辛等空氣污染物，已於 107 年 6 月 29 日公告修正「固定污染源空氣污染防制費收費費率」，針對營建工程以外之固定污染源開徵粒狀污染物、鉛、鎘、汞、砷、六價鉻、戴奧辛等空氣污染防制費，並針對使用天然氣與液化石油氣排放氮氧化物每季超過 24 公噸者開徵氮氧化物空氣污染防制費，以促使公私場所採取空氣污染防制措施，降低污染物排放。

## 論述園地

# 淨水場膠凝池功能水理計算-以直潭淨水場為例

學術委員會 曾寶山技師

## 一、前言

混凝膠凝是環工水處理工程重要一環，在本單元設計尤為重要的即是計算其 G 值(平均流速坡降)、Gt 值(速度差與滯留時間之乘積)及所需要驅動機馬力之計算，前述設計數值檢討之設定適當與否，將直接影響膠凝效果及去除濁度能力，為膠凝池設計最核心的工作。



圖-1 直潭淨水場-膠凝池全景圖(照片來源：自行拍攝)

有鑒於此，國內近期水處理工程標案要求承包商必須提供前述設計之計算書，據以判定營造廠商是否足具專業，以臺北自來水事業處於 106 年 3 月 6 日決標「直潭場第五座膠羽機等設備更新工程」為例，即要求技術規格投標文件應有膠羽機水理計算含 G 值(平均速度差)、GT 值(速度差與滯留時間之乘積)、驅動機馬力等計算文件，須經審標合格後，方可進入下一階段價格標之參賽權。惟包括投標之環境工程專業營造業或設備廠商，未必有足夠專業設計能力進行檢核，故請筆者協助該標案之功能計算，依其工程條件檢核膠羽機等設備，確認其效能可符合工程需求。爰此，前述功能水理計算作業，應為吾等環工技師可發揮協助的專業空間。



圖-2 直潭淨水場鳥瞰圖(照片來源：臺北自來水事業處)

## 二、膠凝單元操作及學理說明

膠凝單元所設計之漿板(翼板)依各設備器材製售廠商，工廠操作人員等，會進行多次實驗，以求確定漿板形狀大小，間隔，以及速率等之適切配合，才能發揮最佳效率。由實驗結果及實廠操作經驗顯示，當漿板尖端之速率在每秒 0.6~0.9 公尺時，可造成足夠之湍激程度而不致碎裂膠凝體。依坎甫(Camp)及司吞(Stein)二氏對各型凝聚槽中之速度梯度之形成及影響從事研究之後，導出下列方程式，可供膠凝系統之設計及操作之用：

$$F_D = \frac{C_D A \rho v^2}{2} \dots\dots\dots (1-1)$$

$$P = \frac{C_D A \rho v^3}{2} \dots\dots\dots (1-2)$$

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \dots\dots\dots (1-3)$$

(1-3)式中之 G，為攪拌動力衡量平均速度梯度之值。由式內各項之關係可知，此值隨輸入功率，液體之滯度，及膠凝池之容積而定。(1-3)式兩端乘以理論上之停留時間  $t_d=V/Q$  為

$$G t_d = \frac{V}{Q} \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \dots\dots\dots (1-4)$$

式中

$F_D$  = 擦曳力 (drag force)，N (lb)

$C_D$  = 膠凝槽之漿板在與液體呈直角方向運動時之擦曳係數 (drag coefficient)

$A$  = 漿板之面積， $m^2$  ( $ft^2$ )

$\rho$  = 液體之密度， $kg/m^3$  ( $slug/ft^3$ )

$v$  = 漿板對液體之相對速度， $m/s$  ( $ft/s$ )，此值經常為漿板尖端速度(理論速度)之 0.7 至 0.8，本案取 0.75

$P$  = 功率之需求， $W$  ( $ft. lb/s$ )

$G$  = 平均速率梯度，(mean velocity gradient) ， $1/s$

$V$  = 膠凝池之容積， $m^3$  ( $ft^3$ )

$\mu$  = 動態滯度， $N. S/m^2$  ( $lb. s/ft^2$ )

停留時間在 15 至 30 分之間時，G 值建議介於 20 至 75  $S^{-1}$  之間， $G t_d$  值為  $10^4$  至  $10^5$ 。表-1 為各類廢(原)水適用之平均速度梯度(G)值建議範圍值，依本案性質淨水處理於去除濁度過程所產生膠羽之條件，故

設計適用理想 G 值宜應維持 20~50 S<sup>-1</sup>。

表 -1 各類廢(原)水適用之平均速度梯度(G)值

廢水	G(S <sup>-1</sup> )
易破碎之膠羽,如:生物膠羽	10-30
中強度之膠羽,如:去除濁度過程產生膠羽	20-50
高強度之化學膠羽,如:化學沉澱過程產生之膠羽	40-100

資料來源：經濟部工業局-化學混凝處理單元設計與操作

### 三、直潭場膠凝機工程案例條件說明

本案例為直潭淨水場第五座膠凝池內膠凝機組設備更新工程，該場另座同性質膠凝池現況照片如圖-1 所示，由於該池正進行維護清理作業中，已將池內水進行抽排，其空池狀態較易理解內部機件、翼板及結構之情形。



圖-1 直潭淨水場膠凝池現況照片

#### 1.基本計算條件:

- (1) 處理水量：以第五座處理水量 700,000CMD，膠凝池共計 8 池，每池處理水量 87,500CMD。

- (2) 各段減速機減速比，以馬達頻率 60HZ，最大轉速設計。
- (3) G 值(平均速度梯度)參數：
- $\rho$ ：水之密度 以  $1,000\text{kg}/\text{m}^3$  計算。
  - $C_d$ ：拖曳係數，依翼板形狀係數決定。
  - $a_i$ ：翼板垂直於運轉方向之面積 ( $\text{m}^2$ )。
  - $v_i$ ：翼板相對水速度 ( $\text{m}/\text{s}$ )，以  $0.75 \times$  翼板理論速度計算。
  - $\mu$ ：水之黏度 ( $\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$ )，以  $20^\circ\text{C}$   $1.009 \times 10^{-3}$   $\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$  計算。
  - $V$ ：膠凝池(4 段)總體積(約  $15.65\text{mW} \times 21.15\text{mL} \times 5\text{mH}$ )。

## 2. 特殊計算條件：

- (1) 淨水場時常需因應原水高濁度情狀時之處理彈性，膠凝池 G 值設計將以遞減 G 值之混凝方式設計，亦即本案例每池膠凝池有第 1~4 段膠羽機，利用變頻器變頻方式做無段變速操作，故設計橫式膠羽機機組 G 值採自大而小方式設計。
- (2) 設計 G 值須符合平均速度差 (G 值) 於每公尺水流每秒 20~60 公尺之間，且每段 G 值以每公尺水流每秒 10 公尺以上遞減。
- (3) 為適應不同原水水質及水量變化，每部膠羽機 G 值具有約 3 比 1 可調整範圍，每段設計 G 值以調整範圍之中值為基準(設計 G 值  $= (G_{\text{max}} + G_{\text{min}}) / 2$ )，於最大處理水量時。
- (4) G 值可調整範圍內四段膠羽機速度差 (G 值) 與滯流時間 (秒) 之乘積總和 (即 GT 值) 應介於 23,000~210,000 之間。

## 四、膠羽機 G 值水理及功能計算

直潭淨水場第五座膠凝池水理平面示意如圖-2，該池設計剖面配置圖及橫式膠羽機攪拌翼板安裝等設計示意如圖-3。計算任務如下：

- 膠凝池膠羽機水理計算含 G 值(平均速度差)
- Gt 值(速度差與滯留時間之乘積)
- 膠羽機翼板與膠凝池之斷面積比(與水力流場是否充分攪拌有關)
- 驅動機馬力等計算-(與馬達及減速機設備選定有關)傳動軸剪應力檢核-(可請土木結構高手建模分析，條件仍應由環工技師帶領指引及協助理解作業需求)

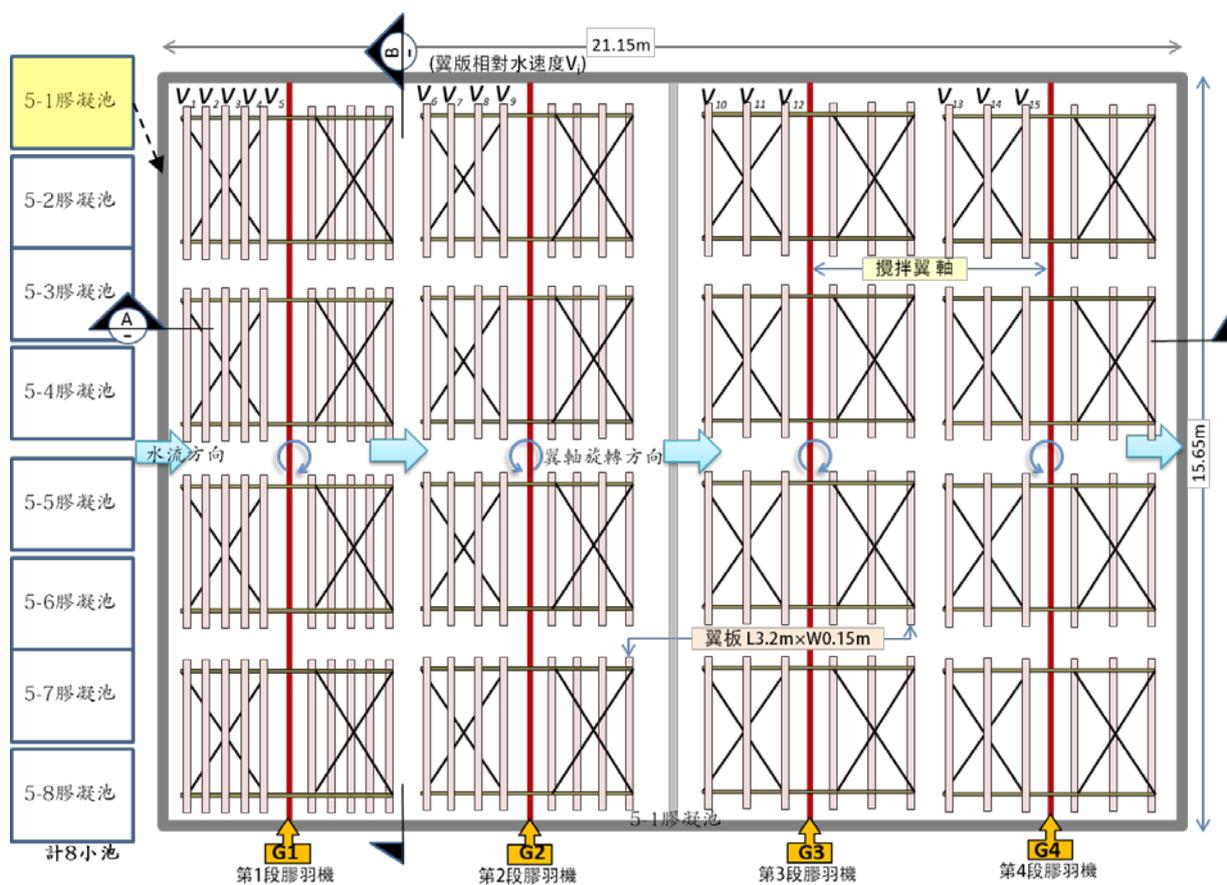


圖-2 第五座膠凝池水理平面示意圖

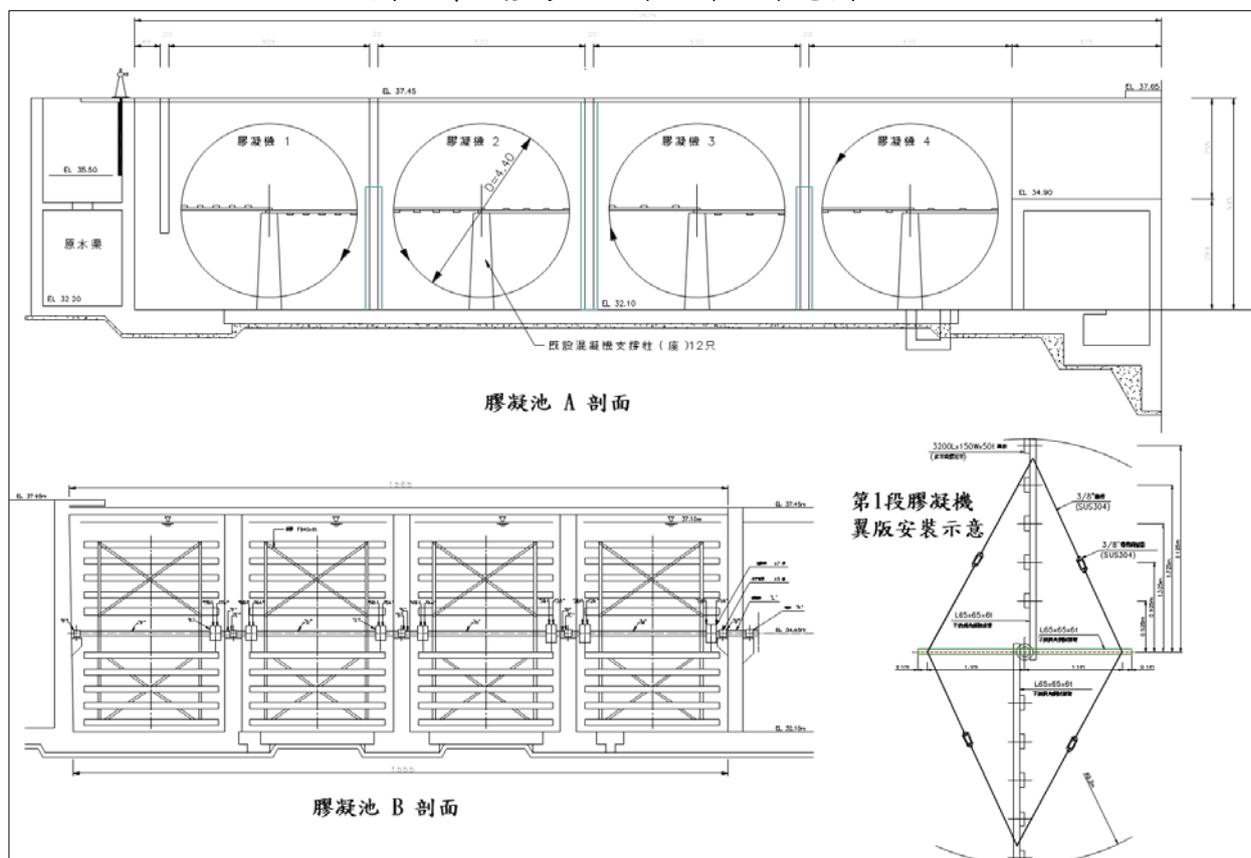


圖-3 膠凝池剖面及翼板示意圖

本案例水理及功能計算步驟程序如圖-4 所示。停留時間即依分池體積(分 8 小池後)及每池設計流量可得，接續進行每池內 4 段膠羽機上各別翼板葉片面積之計算，所獲得各段翼板面積和  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$  與池橫向斷面積(即寬度 15.65m×池深 5.0m) 比例，斷面積比例須在 10~25%之間，而前述翼板葉片的長寬比值則可選定適當之  $C_D$  值。第二項重點為算出在翼板行徑半徑、周長及翼板速度等已知條件下，計算驅動機完成每轉所需時間，進而求得驅動機轉速 (rpm)，驅動機轉速也涉及到馬達減速機選用重要計算值，膠羽機轉速高低也影響轉軸強度計算之安全檢核。

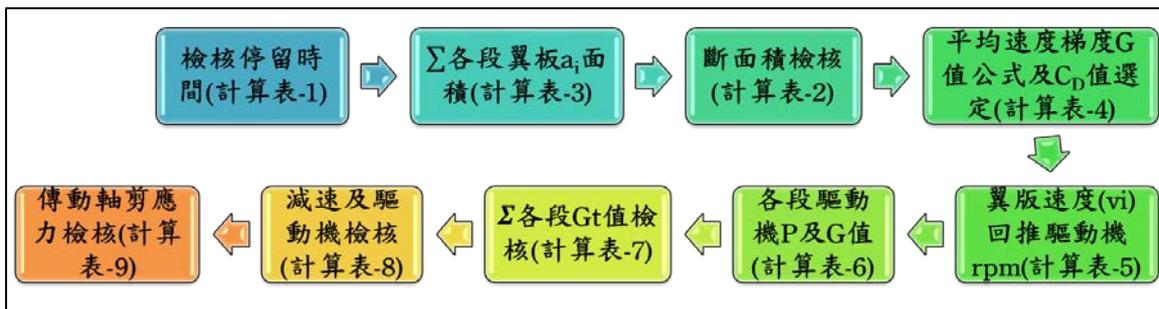


圖-4 膠羽機 G 值水理及功能計算步驟程序圖

承前，掌握  $C_D$  值、翼板相對速度  $v_i$ 、翼板上葉片面積  $A_i$  後，即可利用公式 1-2 計算出所需功率( $P_i$ )進而求出各段平均速度梯度  $G_i$  值，全池 G 值則以各段功率加總除以全池有效體積，規範規定須滿足 20~60  $S^{-1}$ 。最後階段再加總前述各段  $G_i$  值及乘以池內各段停留時間  $t_{di}$ ，求得  $Gt$  值後進行功能檢核(理想範圍 20,000~200,000 之間，規範規定 23,000~210,000)。

從表-2~8 顯示，考慮所有含  $C_D$  值、參與拌合葉片面積及不同段的轉速等所有的參數，即是規劃並計算完成適當的 G 值及  $Gt$  值，在本案例總 G 值為 45  $S^{-1}$ ，而各分段之 G 值也需逐段遞減且應落於规范要求之 20~60  $S^{-1}$  之間。由於設計應考慮實務操作上的彈性，膠羽驅動機也需設計出各段  $G_{max}$ ， $G_{min}$ (即最大值及最小值變頻功率)以滿足各段理想轉速範圍，檢視其機組運行範圍及能力，且兩者的平均值應滿足各段 G 值。因此，在計算過程需多次試算及修正膠羽機旋轉速度。而 G 值計算底定後，由於膠凝池體積及停留時間原設計本來就理想符合規範， $Gt$  值多半會在預期理想範圍。

如為中小規模事業廢水之化混單元，僅需掌握攪拌機型式、葉輪片數、單一葉片數及總面積、拖曳係數、混凝反應容積、槳板尖端速度及

相對速度等條件，得出動力 P 值後，再予帶入 G 值公式計算檢討，據以檢核及設計理想拌合條件。但如果僅從攪拌機馬達功率直接代入公式，而跳過葉片形狀、面積及速度變動參數統合考慮，則很難謂技師有善盡功能計算及檢核的義務，由於後續設備商所提供馬達及減速機都屬制式，輸出為固定均受侷限，如設計未有明確具體考量攪拌機為葉片形狀係數、葉片數、總面積及理想 G 值回算檢核馬達及減速機理想轉速，對後續的操作往往會有設計先天缺陷，而影響整體化學混凝處理之效果。

### (一)膠凝池水理及功能計算書

表-2 膠凝池停留時間  $t_d$  檢核

計算表-1. 停留時間計算							
第五座膠凝池 設計流量(8池)	$Q_{total}=$	700,000					CMD
	$Q_{total}=$	486.11					CMM
每池設計流量	$Q=$	87,500					CMD
	$Q=$	60.76					CMM
膠沉池每池體積	L(m)	寬 (m)	高 (m)		V	m <sup>3</sup>	斷面積 m <sup>2</sup>
	15.65	21.15	5	=	1,656	m <sup>3</sup>	78.25 m <sup>2</sup>
第1段膠凝機-槽體積 $V_1$	15.65	5.29	5	=	414	m <sup>3</sup>	78.25 m <sup>2</sup>
第2段膠凝機-槽體積 $V_2$	15.65	5.29	5	=	414	m <sup>3</sup>	78.25 m <sup>2</sup>
第3段膠凝機-槽體積 $V_3$	15.65	5.29	5	=	414	m <sup>3</sup>	78.25 m <sup>2</sup>
第4段膠凝機-槽體積 $V_4$	15.65	5.29	5	=	414	m <sup>3</sup>	78.25 m <sup>2</sup>
停留時間	$t_d=$	V/Q		=	27.3	min	>10min ok!
每組膠羽機滯留時間=流經膠凝池時間/膠羽機段數 $t_{di}$				=	6.81	min	
檢核依據資料來源:高肇藩,「給水工程(衛生工程.自來水篇)」p275							

表-3 膠羽機翼板與池斷面積比檢核

計算表-2. 膠羽機翼板與膠凝池之斷面積比						
翼板葉片面積	(m <sup>2</sup> )	斷面積(m <sup>2</sup> )	面積比%	檢核	單位葉片面積	葉片總數
第1段葉片總面積 $A_1=$	19.2	78.25	25%	check OK!	0.48	40
第2段葉片總面積 $A_2=$	15.36	78.25	20%	check OK!	0.48	32
第3段葉片總面積 $A_3=$	11.52	78.25	15%	check OK!	0.48	24
第4段葉片總面積 $A_4=$	11.52	78.25	15%	check OK!	0.48	24
全池總葉片面積 $A=$	57.6	313	18%	check OK!	0.48	120
每段膠羽機葉板面積應佔膠凝池斷面積10~25%之間						

表-4 各段翼板葉片 $\sum ai$ 面積計算

**計算表-3. 翼板葉片面積計算**

A(impeller area)	L(m)	W(m)	a(m <sup>2</sup> )	Numbers of flap	a <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )
a <sub>1</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>2</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>3</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>4</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>5</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
第1段葉片總面積A <sub>1</sub> =					<b>19.2</b>
a <sub>6</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>7</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>8</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>9</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
第2段葉片總面積A <sub>2</sub> =					<b>15.36</b>
a <sub>10</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>11</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>12</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
第3段葉片總面積A <sub>3</sub> =					<b>11.52</b>
a <sub>13</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>14</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
a <sub>15</sub>	3.2	0.15	0.48	8	3.84
第4段葉片總面積A <sub>4</sub> =					<b>11.52</b>
每池設計總葉片面積A=					<b>57.60</b>

表-5 平均速度梯度 G 值公式及 CD 值選定

計算表-4. G 值公式及 C<sub>D</sub>值選定

$$P = \frac{\rho C_D \sum_i a_i v_i^3}{2} \quad \text{---- 公式1-2} \quad (\text{計算驅動機功率及G值用途})$$

$$G = \left( \frac{P}{\mu V} \right)^{1/2} = \sqrt{\frac{\rho C_D \sum_i a_i v_i^3}{2 \mu V}} \quad \text{---- 公式1-3}$$

ρ：水之密度 以1000kg/m<sup>3</sup>計算。

C<sub>D</sub>：拖曳係數，查表得以1.9計算。

a<sub>i</sub>：翼板垂直於運轉方向之面積(m<sup>2</sup>)。

v<sub>i</sub>：翼板相對水速度(m/s)，以0.75×翼板理論速度計算。

μ：水之黏度 (kg/m.s)，以20°C 1.009×10<sup>-3</sup> kg/m.s計算。

V：膠凝池(4段)總體積(約15.65mW×21.15mL×5mH)。

擦曳係數 C<sub>D</sub>

C <sub>D</sub> =	<b>1.9</b>				
葉板長寬比(L/W)	5	10	15	20	∞
C <sub>D</sub> 值	1.2	1.32	1.43	<b>1.5</b>	<b>1.9</b>

3,200wx150hx50mmt 葉板組成，L/W 葉板長寬比值 約21.33，故C<sub>a</sub>取1.9[採保守]

資料來源：經濟部工業局-化學混凝處理單元設計與操作手冊page44

表-6 翼板相對速度(v<sub>i</sub>)計算

計算表-5. 翼板相對速度(vi)回推驅動機rpm								
Vi [設計速度值] : 翼板相對水速度(0.75x翼板理論速度計算)			翼板中心行徑半徑R(m)	行徑圓周長(m)	行徑1周時間(sec)	行徑1周時間(min)	N rpm	備註
v1=	0.605	m/s	2.125	13.35	22.06	0.37	2.72	第1段驅動機 功率需求=P1
v2=	0.491	m/s	1.725	10.83			2.72	
v3=	0.377	m/s	1.325	8.32			2.72	
v4=	0.263	m/s	0.925	5.81			2.72	
v5=	0.149	m/s	0.525	3.30			2.72	
v6=	0.560	m/s	2.125	13.35	23.83	0.40	2.52	第2段驅動機 功率需求=P2
v7=	0.429	m/s	1.625	10.21			2.52	
v8=	0.297	m/s	1.125	7.07			2.52	
v9=	0.165	m/s	0.625	3.93			2.52	
v10=	0.490	m/s	2.125	13.35	27.23	0.45	2.20	第3段驅動機 功率需求=P3
v11=	0.305	m/s	1.325	8.32			2.20	
v12=	0.121	m/s	0.525	3.30			2.20	
v13=	0.380	m/s	2.125	13.35	35.12	0.59	1.71	第4段驅動機 功率需求=P4
v14=	0.237	m/s	1.325	8.32			1.71	
v15=	0.094	m/s	0.525	3.30			1.71	
Vimax [最大轉速計算]			翼板中心行徑半徑R(m)	行徑圓周長(m)	行徑1周時間(sec)	行徑1周時間(min)	Nmax rpm	備註
v1=	0.795	m/s	2.125	13.35	16.79	0.28	3.57	第1段驅動機 功率需求=P1
v2=	0.645	m/s	1.725	10.83			3.57	
v3=	0.495	m/s	1.325	8.32			3.57	
v4=	0.346	m/s	0.925	5.81			3.57	
v5=	0.196	m/s	0.525	3.30			3.57	
v6=	0.740	m/s	2.125	13.35	18.03	0.30	3.33	第2段驅動機 功率需求=P2
v7=	0.566	m/s	1.625	10.21			3.33	
v8=	0.392	m/s	1.125	7.07			3.33	
v9=	0.218	m/s	0.625	3.93			3.33	
v10=	0.650	m/s	2.125	13.35	20.53	0.34	2.92	第3段驅動機 功率需求=P3
v11=	0.405	m/s	1.325	8.32			2.92	
v12=	0.160	m/s	0.525	3.30			2.92	
v13=	0.500	m/s	2.125	13.35	26.69	0.44	2.25	第4段驅動機 功率需求=P4
v14=	0.312	m/s	1.325	8.32			2.25	
v15=	0.124	m/s	0.525	3.30			2.25	
Vimin [最小轉速計算]			翼板中心行徑半徑R(m)	行徑圓周長(m)	行徑1周時間(sec)	行徑1周時間(min)	N rpm	備註
v1=	0.380	m/s	2.125	13.35	35.12	0.59	1.71	第1段驅動機 功率需求=P1
v2=	0.309	m/s	1.725	10.83			1.71	
v3=	0.237	m/s	1.325	8.32			1.71	
v4=	0.166	m/s	0.925	5.81			1.71	
v5=	0.094	m/s	0.525	3.30			1.71	
v6=	0.350	m/s	2.125	13.35	38.13	0.64	1.57	第2段驅動機 功率需求=P2
v7=	0.267	m/s	1.625	10.21			1.57	
v8=	0.185	m/s	1.125	7.07			1.57	
v9=	0.103	m/s	0.625	3.93			1.57	
v10=	0.300	m/s	2.125	13.35	44.48	0.74	1.35	第3段驅動機 功率需求=P3
v11=	0.187	m/s	1.325	8.32			1.35	
v12=	0.074	m/s	0.525	3.30			1.35	
v13=	0.250	m/s	2.125	13.35	53.38	0.89	1.12	第4段驅動機 功率需求=P4
v14=	0.155	m/s	1.325	8.32			1.12	
v15=	0.062	m/s	0.525	3.30			1.12	

表-7 各段驅動機 P 及 G 值

計算表-6. 各段驅動機功率P及G值計算

1.  $\rho$  = 液體密度(淡水) = 1,000 kg/m<sup>3</sup>
2.  $\mu$  = 水之黏度 (kg/m.s) , 以 20°C 1.009×10<sup>-3</sup> kg/m.s 計算。  
 $\mu = 1.009 \times 10^{-3}$  kg/m.s = 0.00101 N·s/m<sup>2</sup>
3. 膠凝有效體積  $V_1 \sim V_4$  = 414 m<sup>3</sup>
4. 功率需求 P = 公式1-2 (代入 前述1 參數及前階段計算值)

	第 1 段功率基礎需求	第 1 段功率max需求	第 1 段功率min需求
$P_1 = \frac{\rho C_D \sum_{i=1}^{i=5} a_i v_i^3}{2}$	P <sub>1</sub> = 1,515 W = 1.51 KW = 2.03 HP	P <sub>1</sub> = 3,431 = 3.43 = 4.60	P <sub>1</sub> = 376 W = 0.38 KW = 0.50 HP
$P_2 = \frac{\rho C_D \sum_{i=6}^{i=9} a_i v_i^3}{2}$	P <sub>2</sub> = 1,040 W = 1.04 KW = 1.39 HP	P <sub>2</sub> = 2,399 = 2.40 = 3.22	P <sub>2</sub> = 253 W = 0.25 KW = 0.34 HP
$P_3 = \frac{\rho C_D \sum_{i=10}^{i=12} a_i v_i^3}{2}$	P <sub>3</sub> = 539 W = 0.54 KW = 0.72 HP	P <sub>3</sub> = 1,259 = 1.26 = 1.69	P <sub>3</sub> = 124 W = 0.12 KW = 0.17 HP
$P_4 = \frac{\rho C_D \sum_{i=13}^{i=15} a_i v_i^3}{2}$	P <sub>4</sub> = 252 W = 0.25 KW = 0.34 HP	P <sub>4</sub> = 574 = 0.57 = 0.77	P <sub>4</sub> = 72 W = 0.07 KW = 0.10 HP

5. 速度坡降 G = 公式1-2 (代入前述 2~4參數)

$G_1 = \left(\frac{P_1}{\mu V_1}\right)^{1/2}$	第 1 段 設計G <sub>1</sub> 值= 60 S <sup>-1</sup> check ok!	G <sub>1min</sub> = 29.99 G <sub>1max</sub> = 90.63 設計G <sub>1</sub> 值= (G <sub>1max</sub> +G <sub>1min</sub> )/2 = 60.31
$G_2 = \left(\frac{P_2}{\mu V_2}\right)^{1/2}$	第 2 段 設計G <sub>2</sub> 值= 50 S <sup>-1</sup> check ok!	G <sub>2min</sub> = 24.60 G <sub>2max</sub> = 75.78 設計G <sub>2</sub> 值= (G <sub>2max</sub> +G <sub>2min</sub> )/2 = 50.19
$G_3 = \left(\frac{P_3}{\mu V_3}\right)^{1/2}$	第 3 段 設計G <sub>3</sub> 值= 36 S <sup>-1</sup> check ok!	G <sub>3min</sub> = 17.22 G <sub>3max</sub> = 54.90 設計G <sub>3</sub> 值= (G <sub>3max</sub> +G <sub>3min</sub> )/2 = 36.06
$G_4 = \left(\frac{P_4}{\mu V_4}\right)^{1/2}$	第 4 段 設計G <sub>4</sub> 值= 25 S <sup>-1</sup> check ok!	G <sub>4min</sub> = 13.08 G <sub>4max</sub> = 37.06 設計G <sub>4</sub> 值= (G <sub>4max</sub> +G <sub>4min</sub> )/2 = 25.07
$G = \left(\frac{P}{\mu V}\right)^{1/2}$	P = P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> +P <sub>3</sub> +P <sub>4</sub> = 3,345 W V = V <sub>1</sub> +V <sub>2</sub> +V <sub>3</sub> +V <sub>4</sub> = 1,656 m <sup>3</sup> 全池G值 G = 45 S <sup>-1</sup> 20 ~ 60 check ok!	

表-8  $\Sigma$ 各段 Gt 值檢核

計算表-7. $\Sigma$ 各段Gt值檢核			
$G_{td}值 = \sum_i G_i \times t_{di}$			
流經膠凝池時間	$t_d=V/Q=$	27.3	min
每組膠羽機滯留時間=流經膠凝池時間/膠羽機段數	$t_{di}=t_d/4=$	6.81	min
第1段	$G_{1max} \times t_{di}=$	37,047	= 409 sec
第2段	$G_{2max} \times t_{di}=$	30,977	
第3段	$G_{3max} \times t_{di}=$	22,444	
第4段	$G_{4max} \times t_{di}=$	15,150	
總Gt <sub>d</sub> 值max =		<b>105,619</b>	
第1段	$G_{1min} \times t_{di}=$	12,261	
第2段	$G_{2min} \times t_{di}=$	10,058	
第3段	$G_{3min} \times t_{di}=$	7,041	
第4段	$G_{4min} \times t_{di}=$	5,349	
總Gt <sub>d</sub> 值min =		<b>34,709</b>	
總G <sub>td</sub> 值範圍=		<b>34,709</b>	~ <b>105,619</b>
G <sub>t<sub>d</sub></sub> 理想範圍 =20,000~200,000 (給水工程-高肇繁)			check ok!
規範規定應介於23,000~210,000之間			check ok!

表-9 減速及驅動機馬力檢核

計算表-8. 各段減速機減速比、驅動機馬力計算

第1段			第2段		
馬達:3φ 460V 60Hz標準			馬達:3φ 460V 60Hz標準		
極數	6		極數	6	
馬達轉速	RPM=	120*f/極數	馬達轉速	RPM=	120*f/極數
馬達最大轉速(理論)	RPM=	1200	馬達最大轉速(理論)	RPM=	1200
馬達最大轉速(真實)	RPM=	1175	馬達最大轉速(真實)	RPM=	1170
馬達-減速機 減速比	60	減速機減速	減速機 減速比	100	減速機減速
扣鏈齒輪組減速比	7.20	鏈輪直徑比	扣鏈齒輪組	4.64	鏈輪直徑比
第1段攪拌設計轉速	2.72	rpm	第2段攪拌設計轉速	2.52	rpm
G <sub>1max</sub> 允許最大轉速	3.57	rpm	G <sub>2max</sub> 允許最大轉速	3.33	rpm
可調攪拌機轉速範圍(rpm)	1.71	~3.57	可調攪拌機轉速範圍(rpm)	1.57	~3.33
P <sub>1max</sub> 功率需求	3431	Watt	P <sub>2max</sub> 功率需求	2399	Watt
負載S.F係數	1.5		負載S.F係數	1.5	
減速機效率(三段)	92.00%		減速機效率(三段)	91.7%	
馬達效率	92.00%		馬達效率	91.7%	
功率因素	83.00%		功率因素	80.0%	
扣鏈齒輪組效率	92.00%		扣鏈齒輪組效率	92.0%	
馬達輸出功率	7,962	Watt	馬達輸出功率	5,814	Watt
馬達輸出功率	7.96	KW	馬達輸出功率	5.81	KW
馬達輸出功率	10.67	HP	馬達輸出功率	7.79	HP
選用馬達設備	20.00	HP	選用馬達設備	15.00	HP
	Check ok!			Check ok!	

第3段			第4段		
馬達:3φ 460V 60Hz標準			馬達:3φ 460V 60Hz標準		
極數	6		極數	6	
馬達轉速	RPM=	120*f/極數	馬達轉速	RPM=	120*f/極數
馬達最大轉速(理論)	RPM=	1200	馬達最大轉速(理論)	RPM=	1200
馬達最大轉速(真實)	RPM=	1165	馬達最大轉速(真實)	RPM=	1160
減速機 減速比	100	減速機減速	減速機 減速比	100	減速機減速
扣鏈齒輪組	5.30	鏈輪直徑比	扣鏈齒輪組	6.78	鏈輪直徑比
第3段攪拌設計轉速	2.20	rpm	第4段攪拌設計轉速	1.71	rpm
可調攪拌機轉速範圍(rpm)	1.35	~2.92	可調攪拌機轉速範圍(rpm)	1.12	~2.25
G <sub>3max</sub> 允許最大轉速	2.92	rpm	G <sub>4max</sub> 允許最大轉速	2.25	rpm
P <sub>3max</sub> 功率需求	1259	Watt	P <sub>4max</sub> 功率需求	574	Watt
負載S.F係數	1.5		負載S.F係數	1.5	
減速機效率(三段)	92.0%		減速機效率(三段)	92.0%	
馬達效率	89.5%		馬達效率	89.5%	
功率因素	78.0%		功率因素	71.0%	
扣鏈齒輪組效率	92.0%		扣鏈齒輪組效率	92.0%	
馬達輸出功率	3,197	Watt	馬達輸出功率	1,600	Watt
馬達輸出功率	3.20	KW	馬達輸出功率	1.60	KW
馬達輸出功率	4.28	HP	馬達輸出功率	2.14	HP
選用馬達設備	5.00	HP	選用馬達設備	3.00	HP
	Check ok!			Check ok!	

註. 由於馬達受限於極數致使最大轉速仍然很高，須利用減速機減速，惟減速機最大減速比仍有其設備型號上之減速極限，仍須利用扣鏈齒輪減至設計膠羽機所需要的低轉速。

## (二) 膠羽機攪拌軸強度計算

膠羽機攪拌軸強度計算非環工技師所專長，通常需請結構、機械專業進行案例標的構件強度計算；由於環工技師在淨水或污水廠設計作業上，多是扮演領導整合的角色，因此環工技師還是必須正確傳達強度計算的技師或工程師，需要計算的目的為何？要使用的專業力學公式為何（依本案例即為水中阻力公式）及設備條件等，均應充分告知及溝通，方能將整體工作內容完備提交。本案膠羽機攪拌軸強度計算說明如下：

1. 直潭第五座膠羽機設備更新工程，膠羽機攪拌軸(傳動軸)強度檢核計算。
2. 設計依據:鋼構造建築物鋼結構設計技術規範
3. 材料強度:

攪拌軸採用中碳鋼 S45C

降伏強度  $f_y \geq 3,500 \text{ kg/cm}^2$

容許剪應力  $f_v = 0.6f_y / \sqrt{3} = 1,212 \text{ kg/cm}^2$

4. 設計荷重

(1) DL 按實計算

(2) RIS:考慮驅動馬達於各段之攪拌速度，並考量 G 值具有調整之範圍所造成之翼板速度。

(3) 載重組合: 工作載重 DL+LL (馬達工作扭力)

5. 水中阻力

$F_h(\text{擦曳力}) = \frac{C_D A \rho v^2}{2}$  (牛頓 N) , 其中

$C_D(\text{擦曳係數}) = 1.9$  [採保守]

$\rho = \text{液體密度(淡水)} = 1,000 \text{ kg/m}^3$

$A(\text{翼板面積}) = 3.2 \times 0.15 = 0.48 \text{ m}^2$

各翼板速度及擦曳力計算如表-10

6. 傳動軸剪應力檢核

管體剪應力  $\tau = \frac{Tr}{J}$  , 其中

T: 傳動軸所受扭矩

r: 管體半徑

表-10 翼板速度及擦曳力計算  
(採最大轉速檢核)

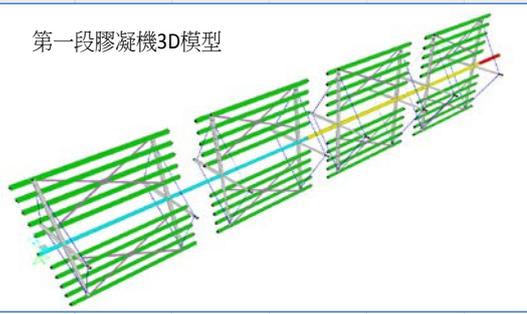
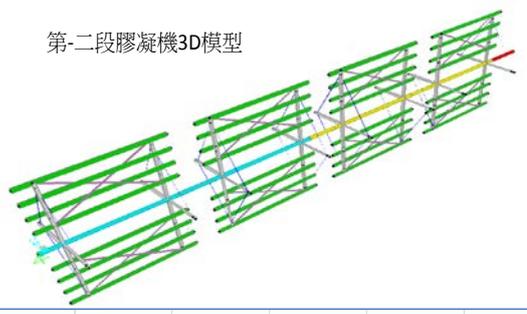
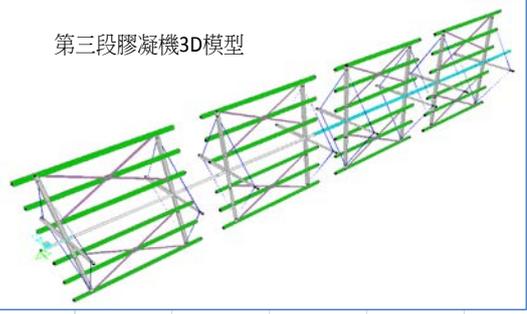
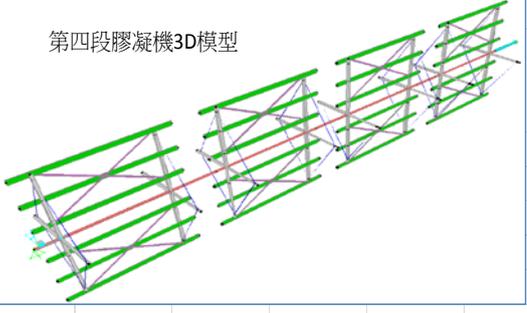
$V_{imax}$			擦曳力 (N)	擦曳力 (kgf)
$V_1 =$	0.795	m/s	288	29
$V_2 =$	0.645	m/s	190	19
$V_3 =$	0.496	m/s	112	11
$V_4 =$	0.346	m/s	55	6
$V_5 =$	0.196	m/s	18	2
$V_6 =$	0.740	m/s	250	25
$V_7 =$	0.566	m/s	146	15
$V_8 =$	0.392	m/s	70	7
$V_9 =$	0.218	m/s	22	2
$V_{10} =$	0.650	m/s	193	20
$V_{11} =$	0.405	m/s	75	8
$V_{12} =$	0.161	m/s	12	1
$V_{13} =$	0.500	m/s	114	12
$V_{14} =$	0.312	m/s	44	5
$V_{15} =$	0.124	m/s	7	1

J:扭轉常數

安全係數:容許剪應力/計算剪應力

檢核結果如表-11。

表-11 傳動軸剪應力強度檢核

計算表-9. 傳動軸剪應力檢核					構架分析
第一段膠凝機					第一段膠凝機3D模型 
傳動軸管徑 (mm)	扭轉常數J(cm <sup>4</sup> )	T(kgf-cm)	計算剪應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	安全係數	
130(L)	2804	92460	214	5.65	
125(M)	2397	92460	241	5.03	
125(N)	2397	69345	181	6.70	
100(O)	982	46230	235	5.15	
100(P)	982	23115	118	10.30	
第二段膠凝機					第二段膠凝機3D模型 
傳動軸管徑 (mm)	扭轉常數J(cm <sup>4</sup> )	T(kgf-cm)	剪應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	安全係數	
130(L)	2804	62300	144	8.39	
125(M)	2397	62300	162	7.46	
125(N)	2397	46725	122	9.95	
100(O)	982	31150	159	7.64	
100(P)	982	15575	79	15.28	
第三段膠凝機					第三段膠凝機3D模型 
傳動軸管徑 (mm)	扭轉常數J(cm <sup>4</sup> )	T(kgf-cm)	剪應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	安全係數	
100(L)	982	42900	218	5.55	
100(M)	982	42900	218	5.55	
100(N)	982	32175	164	7.40	
85(O)	512	21450	178	6.81	
85(P)	512	10725	89	13.63	
第四段膠凝機					第四段膠凝機3D模型 
傳動軸管徑 (mm)	扭轉常數J(cm <sup>4</sup> )	T(kgf-cm)	剪應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	安全係數	
100(L)	982	26120	133	9.11	
70(M)	236	26120	388	3.13	
70(N)	236	19590	291	4.17	
70(O)	236	13060	194	6.25	
70(P)	236	6530	97	12.50	

## 五、結語

筆者於大學時期讀過高肇藩老師編著的「給水工程-衛生工程. 自來水篇」環工巨作，書本內雖有很好的圖說案例及例題(如第 10-10 節膠凝設備)，當時心態以考試解題為主，即使日後考上技師還是有很多一知半解的部分。現今反而因工作解決問題的需要，親自去現場踏勘觀察理解後，再重拾這些環工教課書籍尋求解答，讓我深深體會這些知識確實是好東西，甚至進行板新淨水場高速膠凝沉澱池、貢寮淨水場快濾池設計及水理功能計算，還是常常拿出翻閱研讀，獲益良多。

混凝膠凝單元的觀念及應用，在給、污水處理工程幾乎必然發生，技師設計妥善的 G 值及 Gt 值極為重要，也應證實廠操作也必須遵循規範合理值，處理效能水質才會理想，於此面向上技師應有主導業主及設備廠商的地位。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。

### 參考文獻：

1. 高肇藩，「給水工程(衛生工程. 自來水篇)」(1990)
2. 經濟部工業局，「化學混凝處理單元設計與操作」(1994)
3. 經濟部工業局，「廢水處理單元設計及異常對策參考可手冊」(2006)
4. 顏笠安，「淨水場混凝污泥質量特性與脫水泥餅再利用初步評估」，碩士論文，國立中央大學環境工程研究所(2009)
5. 翁韻雅，「以高分子凝集劑處理高濁度原水之研究」，碩士論文，國立成功大學環境工程學系(2003)

## 生物膜反應器 MBR 之設計、操作與維護

台灣富利業環保工程股份有限公司-總經理 李正同

### 一、前言

生物膜反應器 Membrane Bio Reactor (簡稱 MBR), 照其字面直翻很多人會誤以為它本身是一組有動力的設備, 其實不然, 台灣水環境再生協會在 2009 出版一書, 譯為活性污泥膜濾法, 筆者認為是更符合現況的譯法。但是市上所見中文書籍大皆以生物膜反應器來為其書名, 故筆者還是以大家比較詳知的中文譯名來做標題。

市面上主要 MBR 的產品有沉浸式的板狀膜及中空纖維膜二種, 板狀膜池需要較大的體積及一定的池深, 中空纖維膜能配合池體做較大的調整, 但操作上大同小異。管式的 MBR 近來非常少見。MBR 工法是拉高生物池 MLSS 濃度, 以過濾方式來取代沉澱池, 所以出流水可以清澈見底 (詳圖-1 及圖-2)。



圖-1 大葉大學 2006 年放流池現況

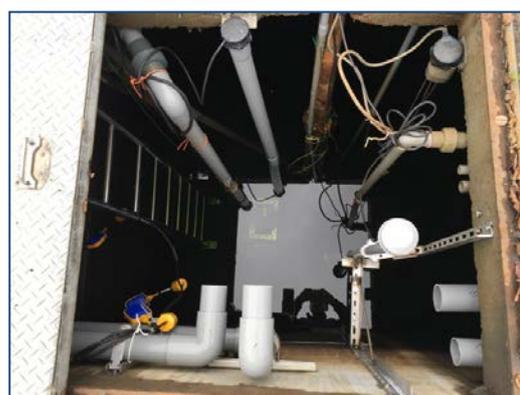


圖-2 大葉大學 2018 年放流池現況

如何讓 MBR 出流量能更穩定, 是本文討論的重點。筆者自 2004 年接觸 MBR 工法, 自今有接近 150 廠的實務經驗, 範圍涵蓋生活污水、飯店業、染整業、食品業、印刷電路板業、製藥業、電鍍業、屠宰業、養殖業、太陽能板業、化工業、皮革業、橡膠業、醫院醫事業、羊毛工業、金屬表面處理業等。此文以 30 年廢水處理及 15 年 MBR 經驗來跟各位分享。

### 二、生物膜反應器 MBR 之設計

膜設計主要依其水量及水質, 以實驗或經驗值通量來決定膜組數量。一般有經驗的膜商應將計算好的膜組數量、出水幫浦及鼓風機大小, 提

供給工程公司，同時詢問可能阻塞之因子，來避免爾後之阻塞可能。

### (一) 通量 FLUX

MBR 的通量是指在單位時內，流過單位面積的水量。其單位以  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  或 LMH 來表示。以日本久保田株式會社的設計規範生活污水設計建議通量為  $0.6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  (25LMH) 為標準，工業廢水建議通量為  $0.4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  (16.7LMH) 為標準。但近年來隨著技術進步，每家膜商都在發展高通量之膜組，有些膜商型錄已看到  $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  (41.6LMH)，不過筆者至今還未看到在如此高通量下操作一年以上的實廠。設計上通量拉高，雖可降低設置成本。但相對的膜阻塞機率也會隨之提高，所以如何取捨要依供應商的設計操作經驗顯得相對重要。

MBR 的出水量是以 24 小時來計算的，所以工廠排水量如果為 80CMD 8 小時排出，每小時出水量是  $10\text{m}^3/\text{hr}$ ，通常會建議加大調整池容量，來調整降低 MBR 每小時出水能力。如果廢水廠無法 24 小時持續穩定出水，MBR 膜組的數量就會跟 240 CMD 可 24 小時出水的工廠數量相同，成本相對暴增。

BOD 的高低對膜通量影響不大，廢水種類比較會對通量產生影響。在相同水量下 BOD 的高低只是影響生物池的大小，對膜組數量幾乎不會改變，這點有多人不解，再次分享此一觀念。

### (二) 洗膜風量

在 MBR 出水過程中污泥會一直被吸附到膜表面上去，如果沒有足夠風量來清洗膜面，膜組有可能在數個小時之內就會嚴重阻塞，所以 MBR 的鼓風機一定要有備用設計。至於所需的風量每家膜商都不盡相同，依多年的操作經驗，有看過使用細氣泡的膜商近來觀察也都改用粗氣泡系統，細氣泡系統是沒有足夠動能來洗膜的。以日本久保田株式會社的設計規範，每片膜設計 10-15 L/min 的風量，同時禁止鼓風機共用。一池 MBR 生物池一定是配置一台鼓風機，其原因是水位變化高低會造成洗膜風量不足而阻塞。有時亦會見到兩個 MBR 池連通，然後設計一台鼓風機來共用，也不是很建議的。

另一點值得提的是曝氣管的位置跟數量這是需要經過計算及運轉測試的，在相同的風量下如果曝氣孔的大小及數量未經運轉驗證，坊間有些膜系統無法長期穩定表現原因應該跟此有關。



圖-3 為日本久保田曝氣框架系統

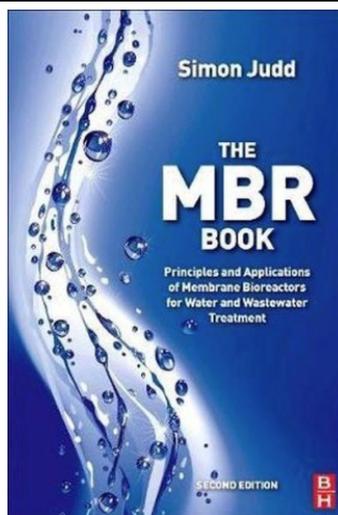


圖-4 THE MBR BOOK

### (三) 生物池與 MBR 膜池

MBR 膜池體積是否應計入生物池的一部份?在 THE MBR BOOK 第二版 3.3 章節 MBR DESIGN METHODOLOGY 中計算說明，洗膜所產生的溶氧，需計入生物池所需的總溶氧量中。但筆者偶見有些設計單位把膜池的體積及產生的溶氧，排除在生物系統中，此點尤其在 AO 的系統操作中，往往造成了脫氮池溶氧不易下降，脫氮效果不佳情況。膜池的主要功能雖是過濾，但池內也有微生物、有溶氧，不把它當成是生物池的一部份是令人無法理解的。想對 MBR 有更進一步了解的人，這是最推薦的一本書。

### (四) MBR 設計需要的水質

設計生物處理系統基本需要的就是水量、COD、BOD、SS、硝酸鹽氮及氨氮等。但 MBR 設計跟傳統生物處理不同處是怕膜片阻塞，所以水中油脂跟硬度濃度的高低就顯得相對重要。

#### 1. 油脂濃度 FOG

如果進流水油脂濃度太高，入生物池後會乳化致使水中黏滯度升高，而可能導致膜片阻塞。以日本久保田株式會社的設計規範當動植物性油脂超過進流水 BOD 濃度 15%以上，礦物性油脂超過進流水 BOD 濃度 10%以上，建議以加壓浮除方式去除水中油脂。工業廢水如果需要化學前處理，一般都會建議以加壓浮除池來取代化學沉澱池，主要目的是降低會阻塞膜組的油脂濃度。

#### 2. 硬度 Calcium

影響膜片結垢因素很多，主要核算有 4 個為鈣離子濃度、pH、水溫

及總溶解固體 TDS。下 4 個表簡易說明在不同情況下可能造成的結垢情形，基本判斷來說鈣離子濃度在 100mg/L，pH 在 7.7 以上愈易結垢。總溶解固體 TDS 在 1000mg/L 以下愈易結垢，但此非絕對，可以相對參考。生物水中溫度會跟隨氣候變化，當水溫度愈高愈易結垢。依多年操作經驗 pH 如果能控制在 7.0-7.5 間鈣離子濃度在 150mg/L 以下是比較不易結垢的。但影響因子很多還是需要豐富的操作經驗來判斷及控制。一般建議鈣離子濃度在 100mg/L 以上，需有前處理再入流生物池。

表-1 LSI 結垢(Scaling)計算說明表

<p>[Langelier Saturation Index]</p> <p>(1) MBR influent</p> <p>TDS 1000 (mg/L)</p> <p>Ca<sup>2+</sup> 100 (mgCa/L)</p> <p>pH 7.9 (-)</p> <p>T (水溫) 25 (°C)</p> <p>(2) Simulated Concentration</p> <p>M-Alk in MBR tank 128 (mgCaCO<sub>3</sub>/L)</p> <p>(3) Calculation</p> <p>pCa (Calcium coefficient) 2.60 (-)</p> <p>pAlk (M-Alk coefficient) 2.9 (-)</p> <p>C (Solids coefficient) 2.2 (-)</p> <p>pHs(pH at Ca saturation) = pCa+pAlk+C 7.7 (-)</p> <p>(4) Possibility of Ca scaling</p> <p>LSI = pH - pHs = 0.2 &gt; 0 <u>Scaling</u></p>	<p>Calculation of Ca Scaling</p> <p>yellow cell:Need INPUT</p>	<p>[Langelier Saturation Index]</p> <p>(1) MBR influent</p> <p>TDS 1000 (mg/L)</p> <p>Ca<sup>2+</sup> 160 (mgCa/L)</p> <p>pH 7.7 (-)</p> <p>T (水溫) 25 (°C)</p> <p>(2) Simulated Concentration</p> <p>M-Alk in MBR tank 94 (mgCaCO<sub>3</sub>/L)</p> <p>(3) Calculation</p> <p>pCa (Calcium coefficient) 2.40 (-)</p> <p>pAlk (M-Alk coefficient) 3.0 (-)</p> <p>C (Solids coefficient) 2.2 (-)</p> <p>pHs(pH at Ca saturation) = pCa+pAlk+C 7.6 (-)</p> <p>(4) Possibility of Ca scaling</p> <p>LSI = pH - pHs = 0.1 &gt; 0 <u>Scaling</u></p>	<p>Calculation of Ca Scaling</p> <p>yellow cell:Need INPUT</p>
--	--	---	--

條件(一)計算結果-結垢

條件(二)計算結果-不結垢

<p>[Langelier Saturation Index]</p> <p>(1) MBR influent</p> <p>TDS 1000 (mg/L)</p> <p>Ca<sup>2+</sup> 100 (mgCa/L)</p> <p>pH 7.7 (-)</p> <p>T (水溫) 25 (°C)</p> <p>(2) Simulated Concentration</p> <p>M-Alk in MBR tank 94 (mgCaCO<sub>3</sub>/L)</p> <p>(3) Calculation</p> <p>pCa (Calcium coefficient) 2.60 (-)</p> <p>pAlk (M-Alk coefficient) 3.0 (-)</p> <p>C (Solids coefficient) 2.2 (-)</p> <p>pHs(pH at Ca saturation) = pCa+pAlk+C 7.8 (-)</p> <p>(4) Possibility of Ca scaling</p> <p>LSI = pH - pHs = -0.1 ≤ 0 <u>Soluble</u></p>	<p>Calculation of Ca Scaling</p> <p>yellow cell:Need INPUT</p>	<p>[Langelier Saturation Index]</p> <p>(1) MBR influent</p> <p>TDS 1000 (mg/L)</p> <p>Ca<sup>2+</sup> 100 (mgCa/L)</p> <p>pH 7.7 (-)</p> <p>T (水溫) 35 (°C)</p> <p>(2) Simulated Concentration</p> <p>M-Alk in MBR tank 94 (mgCaCO<sub>3</sub>/L)</p> <p>(3) Calculation</p> <p>pCa (Calcium coefficient) 2.60 (-)</p> <p>pAlk (M-Alk coefficient) 3.0 (-)</p> <p>C (Solids coefficient) 2.0 (-)</p> <p>pHs(pH at Ca saturation) = pCa+pAlk+C 7.6 (-)</p> <p>(4) Possibility of Ca scaling</p> <p>LSI = pH - pHs = 0.1 &gt; 0 <u>Scaling</u></p>	<p>Calculation of Ca Scaling</p> <p>yellow cell:Need INPUT</p>
---	--	---	--

條件(三)計算結果-不結垢

條件(四)計算結果結果結垢

### 三、生物膜反應器 MBR 之操作

由於 MBR 的出水水質遠優於傳統生物處理，依筆者經驗平日操作只需要注意出水瞬間流量、出水負壓、污泥濃度及放流水 SS 即可。當出水負壓升高時，會導致出水流量不穩定，但出水水質還是相對穩定，比較不易像傳統生物處理擔心污泥上浮，導致放流水不合格情況產生，此時需觀察的是池中 MLSS 的狀態及曝氣系統是否阻塞。

#### (一) 瞬間流量 Flux

MBR 是靠過濾出水，所以必需記錄每日的時出水量  $m^3/hr$  及總水量，來比較判斷膜片是否阻塞。操作較低的通量是可以減少膜片阻塞的機率。但相對的設置成本會提高，筆者一般都會建議以實際水量的通量來操作，如此減少阻塞的機率。

#### (二) 出水負壓

每日觀察出水負壓在 MBR 操作是非常重要的指標，所以建議記錄每日負壓的變化。依日本久保田株式會社的設計規範，當負壓超過 10Kpa，就需要進行藥洗。負壓超過 20Kpa，控制系統會強制停機，請操作單位必需藥洗。但當負壓超過 20Kpa 時膜組還是可以出水，有可能會忽大忽小，最終會導致膜組受損。

#### (三) MLSS 污泥濃度

MBR 的污泥濃度 MLSS 一般都會控制在 6,000mg/L 以上，中空纖維的膜商會建議操作在 10,000mg/L 以下，板狀的膜商會建議操作在 15,000mg/L 以下。在適當的洗膜風量下，板狀 MBR 生物系統 MLSS 濃度維持在 15,000mg/L 左右長期操作下是沒問題的，不過近來筆者發現還是 MLSS 維持在 10,000-12,000mg/L 間系統的穩定度最高。



圖-5 MBR 生物池的污泥系統

#### (四) 氣流洗膜

膜組除定期藥洗外，不管中空還是板狀隨時都需要利用曝氣系統，

來清除附著在膜片上的污泥，所以鼓風機可以說是 MBR 的心臟，一般都會有備用設計。強調一點 MBR 鼓風機必須獨立使用，不可共用，因為它池如果水位不同時，風量就會往低水位走，往往造成膜片嚴重阻塞。偶見為減少鼓風機數量，以共用設計之，在許多膜商是不許可的。

板式膜清潔方式稱之為 relaxation，是以過濾幫浦每走 9 分鐘停 1 分鐘的方式，利用不出水那一分鐘來加強清潔膜面。而中空膜清潔方式稱之為 back wash，有些會利用同一顆過濾幫浦然後切換二顆電動閥方式拉出流水來逆洗膜組，也有些利用可正反轉幫浦來逆洗，所以中空膜需要有較高之抗拉強度否則較易斷裂。

### (五) MBR 生物池溶氧

在高負荷的污泥濃度 MLSS 下溶氧需維持在 1.0mg/L 以上，由於 MBR 曝氣系統是採粗氣泡，每家膜商的曝氣管也不盡相同，所以在設計階段必需採用自己的參數來核算，生物系統才會穩定。當膜組不出水時，如果持續曝氣 MBR 生物池會形成另類污泥消化池，除了 MLSS 有可能下降外，最重要的是膜系統可能會因此受損。

### (六) 放流水 SS 及大腸桿菌

目前市上可見的膜片孔徑範圍從 0.01-0.4  $\mu\text{m}$ ，而活性污泥的粒徑大小都在 1  $\mu\text{m}$  以上，如圖-6 所示，所以污泥是無法通過膜片的，放流水質應該都是非常清澈的。排除分析誤差，放流水 SS 應該小於 2 mg/L，如果大於 5mg/L 就需要檢查膜片是否受損或管線滲漏。同理大腸桿菌群也是無法通過 MBR 的膜孔徑，無需加藥消毒即可達到排放標準。

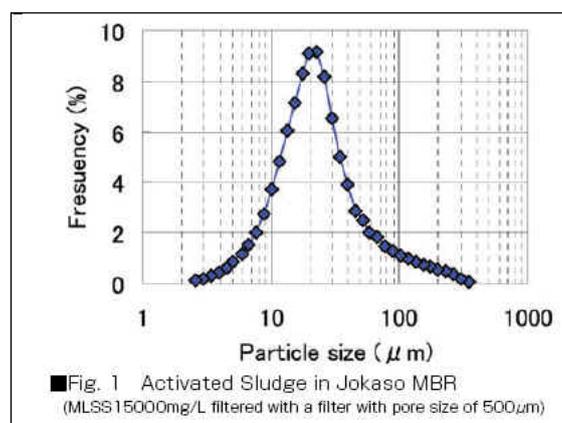


圖-6 活性污泥的粒徑分佈圖

### (七) 黏滯度 Viscosity

由於污泥如果太黏，污泥易黏附到膜面上，造成阻塞。所以黏度的控制在 MBR 系統顯得相對重要，基本上 MLSS 在 15,000mg/L 左右以下，黏滯度要控制在 40-60 mPa·sec，不要超過 100 mPa·sec 以



圖-7 簡易黏度測試方法

上，才可能比較不會導致膜片阻塞。由於黏度計價格不低，簡易方式是建議可取 50mL 的 MBR 活性污泥，經過濾 5 分鐘後過濾液要超過 10mL，才表示黏滯度是在可控制範圍以下。

#### (八) Silt Density Index (SDI)

在污廢水回收 MBR+RO 是一個非常成熟的技術，一般而言進 RO 的 SDI 要求要小於 5，目前市上可見的膜片孔徑最大的是日本久保田 0.4  $\mu\text{m}$  板狀膜，其 SDI 在生活污水可以小於 3，工業廢水小於 4，但有些膜商雖稱其膜孔徑小於 0.1  $\mu\text{m}$  甚至到 0.01  $\mu\text{m}$ ，但其出水 SDI 仍大於 5，其可能原因在於部分膜孔徑過大，所以 MBR 後面如要接續 RO 回收，SDI 乃必需要求項目之一以免 RO 壽命縮短。

#### (九) 化學處理之 Polymer

為減少生物池負荷，MBR 生物系統有時需要有化混前處理。化學處理中的 Polymer 對膜組，可能會造成一定程度的影響，也可能會造成生物池中黏滯度升高。所以對於 polymer 的種類及膜系統的選擇需要特別謹慎。同時不可避免的會有一定程度的化學污泥流入 MBR 系統中，為避免化學污泥對膜組產生嚴重影響，定期加強排泥是目前比較可行方式。

### 四、生物膜反應器 MBR 之維護

如何降低膜片阻塞需要有良好的操作經驗，但阻塞之後如何正確清洗維護，也是非常重要。不管中空膜還是板狀膜，維護最主要的工作就是藥洗膜片或吊出清洗，介紹如下：

#### (一) 有機阻塞清洗 Fouling

一般而言，當出流水 COD 愈高有機阻塞的機率就會相對提高，於工業廢水之處理如果負壓沒上升，還是會建議約 3 個月進行藥洗，來確保通量的穩定。有機藥洗幾乎都是使用 NaOCl 來進行，每家膜商能使用的濃度、體積及浸泡時間不盡相同。以久保田板狀膜為例，如果 MLSS 在 6,000mg/L 以下，建議的濃度在 0.6% 以下，MLSS 在 6,000mg/L 以上最高可以到 2%。市售 NaOCl 濃度約 10-11%，所以都需要進行一定的稀釋程度來藥洗。浸泡時間建議至少 2 小時，如果操作上許可目前最長浸泡約 48 小時。

#### (二) 無機阻塞清洗 Scaling

如前面所言當硬度過高就需要前處理後再進 MBR 生物系統，但當化

學處理在 MBR 生物系統前面時，所加入的鋁系或鐵系混凝劑也會造成膜片無機阻塞。無機阻塞一般使用草酸檸檬酸或鹽酸來藥洗，建議的濃度一樣在 0.6%到 2%。

### (三) 膜組清洗

膜組經過有機及無機清洗後，有時會發現通量在數周甚至數天就再急速下降。依經驗很有可能是膜面黏附污泥，當此情況藥洗效果是不佳的，建議需要吊出檢視。清洗膜片或膜絲一般都用清水即可，清洗後吊入池內都會建議再以 0.6%NaOCl 進行藥洗，以確保更加洗淨。清洗膜組時往往需要數天的時間，以 PVDF 為主要材質的膜組，在清洗時切記需要讓膜面永遠保持濕潤，當膜面乾掉後表面親水層會龜裂，造成通量下降，有可能永遠無法恢復，這點需要特別注意。直接就是親水材質的膜組，是比較可接受膜面乾掉，只要再浸入水中通量影響不大。



圖-8 中空纖維及板狀膜表面黏附污泥情況

### (四) 膜組曝氣系統

污泥會附著膜面原因除了污泥性質外曝氣管阻塞也是原因之一，曝氣管一阻塞依經驗約數小時內膜面就佈滿污泥，所以如何讓曝氣管永遠保持通暢是膜商所需克服的，好的膜組應該是要有自動的曝氣管清洗系統。

## 五、操作實例

由於 MBR 的 SRT 遠高於傳統生物處理工法，所以一些較難分解的 COD 在 MBR 系統中，都會有不錯且穩定的處理效果。以生產耐隆纖維的某紡

織廠為例，其廢水含有較難分解的聚乙醯胺及添加在產品中微量的抗菌劑，抗菌劑濃度雖然只有數 PPM，但根據經驗已足抑制微生物的生長。其設計水量 280CMD、COD=1500mg/L 處理流程為調整池->快混池->慢混池->加壓浮除槽->生物曝氣池->MBR 生物池->放流。目前操作水量約 200CMD 實際原水平均 COD 約 1,600mg/L，在經過數個月的馴養下，其放流 COD 已可以穩定在 50mg/L 以下。其生物池總體積(含 MBR)約 180m<sup>3</sup> 目，前操作 SRT 控制在約 180 天可以得到穩定的放流水質。



圖-9 活性污泥馴養完成後池內泡沫大幅減少情形

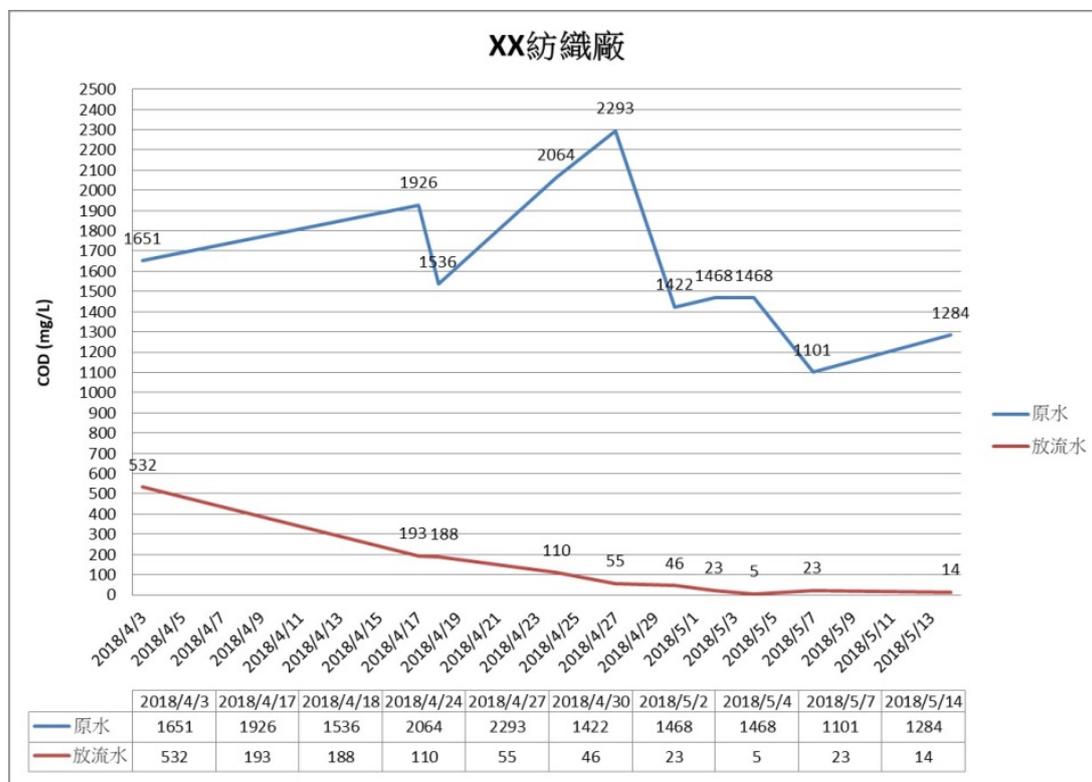


圖- 10 某紡織工廠原水及放流水 COD 歷史曲線

## 六、結語

筆者自 2004 年開始接觸 MBR 系統，在 2005 年去東京參觀 MBR 實廠驚奇污水處理後可以像自來水一樣清澈見底。當 2006 年台灣第一套 MBR 生活污水在彰化大葉大學建起後，累積了不少經驗。要設計一套良好的 MBR 系統，真的需要有豐富的廢水處理經驗，畢竟要操作的是生物系統不單單是膜組而已。

MBR 的出水水質遠優於傳統工法，所以做為水回收是一個值得推薦的技術，以筆者近 150 多實廠 10 多年來的經驗，膜壽命是最被挑戰的議題。日本久保田第一套 MBR 建於 1998 年，在全球近 5000 廠的經驗中說明在良好的操作下，板狀膜的壽命 8 年以上應該是可以被期待的。以嘉義大埔美工業區為例(圖-11)，自 2012 年一月交貨安裝完成以來，至今還沒更換過任何膜片，所以良好品質的膜組、正確的設計及操作，是可以降低膜組阻塞機率同時延長膜的壽命。



圖-11 嘉義大埔美工業區 MBR 水資源中心  
(2012 年迄今未汰換任何膜片)

## 南竿三期海水淡化廠之設計準則及運轉實證

進方環保科技有限公司王文山總經理、吳炯達協理、黃霆晏工程師

### 一、前言

馬祖地區因為降雨量小於蒸發量以及地形因素無法留住大部分地表逕流水，使湖庫水源經常不足。用水缺乏不但影響居民日常生活，對於馬祖地區觀光事業更是最大阻礙，進而影響馬祖地區的經濟發展。在增加水資源利用上，除傳統水資源開發計畫外，世界各地的水資源開發多已朝向多元化發展，海水淡化在許多地區已成為重要的供水水源，且海水淡化具有取之不盡用之不竭、不受乾旱影響、興建時程短、環境衝擊小、水質較佳，以及具擴充彈性等優勢。

有鑒於穩定供水對於馬祖南竿地區之重要性，「進方環保科技有限公司」在取得 BTO (Built-Transfer-Operation) 案件之最優申請人資格後，即以成為全台第一座由促參法成功推動之海水淡化廠為目標，規劃興建日產 950 立方公尺之海淡廠。在經過七年有餘產水未曾中斷之運轉後，證明當初謹慎周延的規劃設計經驗，對於未來海水淡化廠之興建，具有指標性的參考意義。以下以本廠包括海水取水設施→前處理系統→逆滲透淡化系統→滷水排放 等系統之設計及運轉經驗分享。

### 二、海水取水設施之設計與運轉經驗

本廠在取水設施的規劃設計上，乃依據預定廠址的海域地形與地質條件及配合當地海域水質、擴散條件等因素，亦參考當地潮位資料，包括高高潮位、低低潮位、平均潮位、大潮高潮位及大潮低潮位等數據，以提供海水淡化廠穩定的水量、水質及可接受的成本為主要目標，其設計條件如下：

- 設計最大取水量：4,500 CMD
- 計畫取水量：3,047(冬季)~3,213(夏季) CMD
- 計畫產水量：950 CMD
- 取水管徑：315 mm
- 取水管長度：約 50 m
- 取水管材：耐海水腐蝕之管材之 HDPE 管 (以 PE100 材質製造，並

符合 CNS-2456 之 PN10 之標準)

### (1) 取水井

取水井位置選擇係以邊坡穩定度、地質特性、預計開挖深度、施工作業空間、施工難易度等因素作考量，經多項方案選擇，以廠區東北方岸邊為最佳，詳圖-1 所示。取水井內部設有制水閘門、進流濕井、抽水機等主要設施，抽水機其中二台為正常運轉，一台為備用機組，採自動三台交替運轉之控制方式，以避免停機過久無運轉而產生鹽類結晶現象。抽水機單台流量為 95CMH，二台運轉時足以供應廠內產水所需，每日產水量可達 1,425 m<sup>3</sup>，採用 Duplex 之抗海水鹽蝕材質。

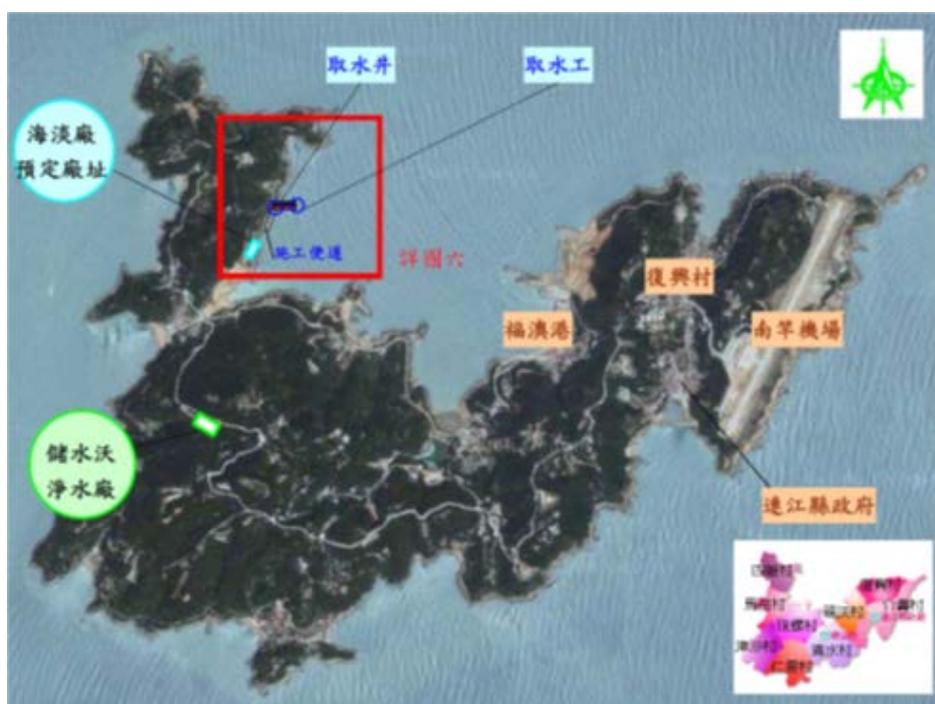


圖-1 海水淡化廠與取水設施之相對位置

### (2) 取水工

為確保取水水量終年無虞，在參考「馬祖地區新增海水淡化廠海域環境監測調查」報告後得知，馬祖海域最低潮位(LLWL)位於-0.33 m，因此本廠取水工之頂部至少需小於-1.50 m；據此，在進行海事調查後，距離取水井約 50 m 位置處，可達到此項要求。

另外，為避免取水井吸入過多雜物，取水工入水口需設攔污裝置，入水口流速需小於 0.3 ft/sec (約 0.091 m/sec)，而採用取水工之開孔面積為： $0.02 \text{ m} \times 76 \text{ 個} \times 1.5 \text{ m} \times 4 \text{ 面} = 9.12 \text{ m}^2$  (計算公式：

柵欄間距\*間距數\*寬度\*取水面)取水量為 4,500 CMD (0.052 CMS)，其入口流速 =  $0.052 / 9.12 = 0.0057\text{m/sec}$ ，遠小於規劃之流速。

### (3) 取水管線

為確保取水管線行經路徑能夠位於平緩、軟性地質及足夠深度等條件，乃進行取水點附近海域海床深度及地質之調查，利用多音束地形資料，可以在調查區域內完整地取得平均散布的水深測點，以供繪製精確的地形圖，本項調查使用寬 150 度、126 音束的測深機，在 10 公尺水深的區域內，資料的分布為 1 平方公尺有 6~8 個測點，使整個調查區域的水深測值有 500 萬點以上。

調查結果發現在軟質的沉積層下，明顯看到一個堅硬的火成岩，它的基盤和南竿的火成岩基盤相同。如從近岸鋪設一條取水管放置在海床上，應該甚為安全。此外取水管沿線並沒有看到明顯的斷層，海床上也都是細軟的沉積物，而沉積物上也沒有明顯的波痕，詳圖-2 所示。

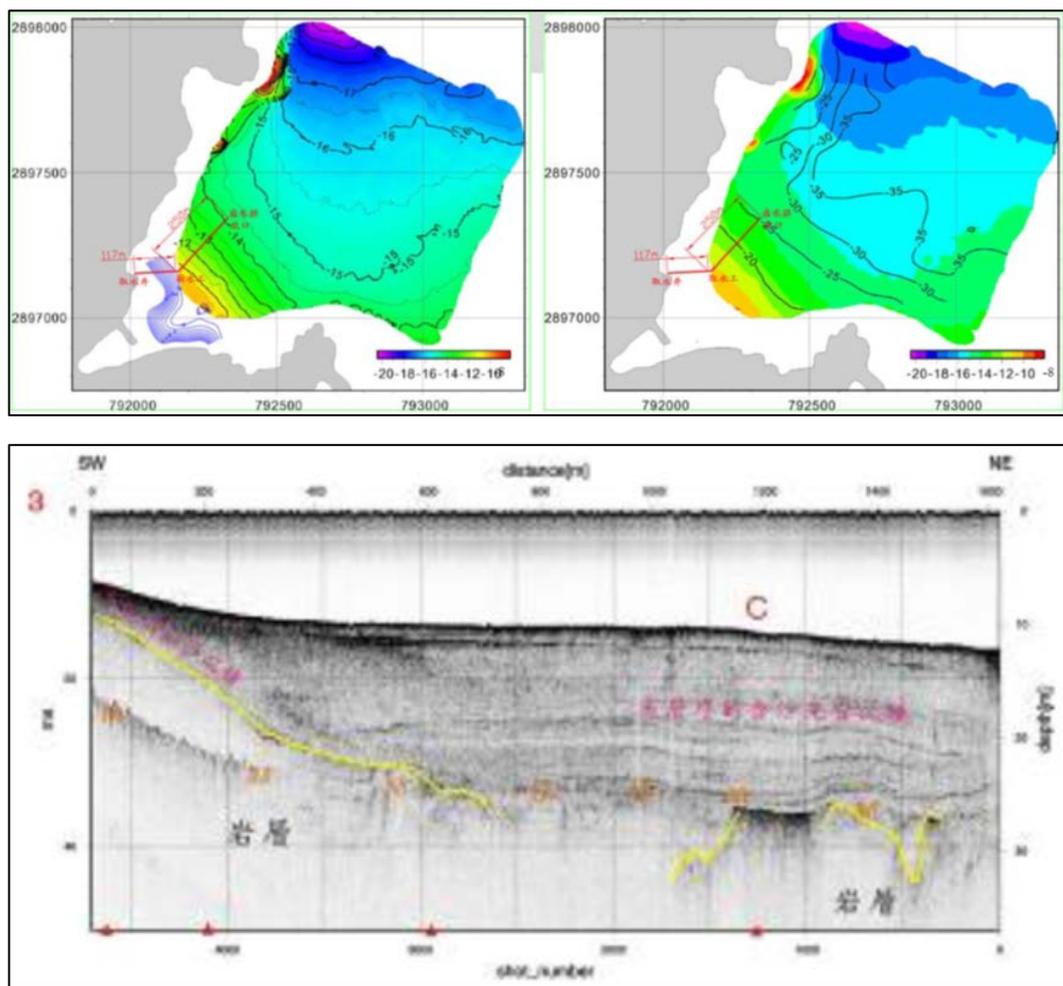


圖-2 取水區域震測及地形施測成果

海水取水管在海岸邊潮間帶部份埋設於管溝內，並以「控制性低強度混凝土 (CLSM)」完整包覆保護，避免受海浪影響造成取水管移動、上浮或斷裂，離開潮間帶位置時，採沿海床底部方式佈設，加以 C 型環與膨脹螺絲固定管線於岩盤，可避免取水管線受海潮或海浪沖擊而斷裂。

### 三、 海水淡化前處理之設計及運轉經驗

本廠之前處理流程為：細攔污柵、沉砂、調節、混凝、沉澱、自清式過濾器及超微過濾器 (UF) 等。其海水自取水管引入取水井後，由抽水機輸送至沉砂池前之進流渠道，經細攔污柵攔除藻類、小型生物、海草等異物，以避免造成後續設備之負荷。至於可能進入處理流程之砂礫，則利用矩形之沉砂池使其沉澱去除，再以重力流方式進入調節池。為使處理流程能夠取得穩定之進流流量，於調節池設置抽水機，用以控制原海水能夠定量抽送至後續處理單元。

原海水進入膠凝池後，利用攪拌機及混凝劑 ( $\text{FeCl}_3$ ) 之快速攪拌作用，使海水中之懸浮固體物形成較大型之膠羽，以利沉澱去除 (惟本廠運轉迄今，並未添加過混凝劑)。傾斜管沉澱池中設置之傾斜管，除了能夠增加投影面積外，並能增加上浮膠羽之間產生碰撞結合之機率，使出水水質更佳。經沉澱處理後之海水以重力流方式進入中間水池，並由設置於中間水池之抽水機系送至自清式過濾器，進一步濾除更微細之固體物後再進入超微過濾系統 (UF)，詳圖-3 所示，前處理流程說明如後。

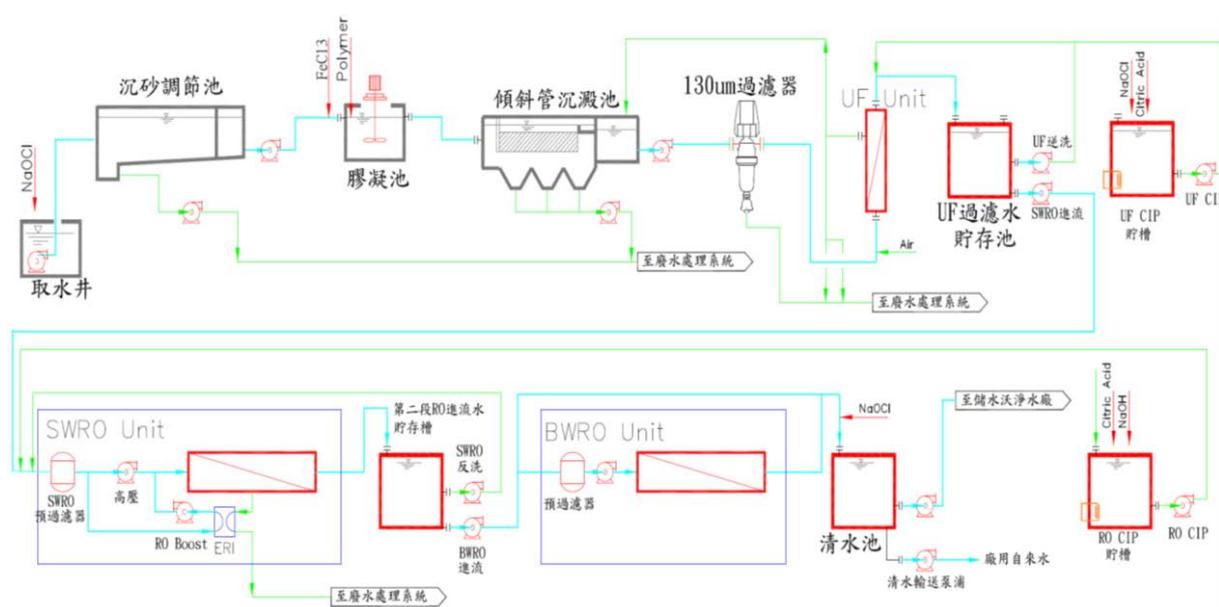


圖-3 南竿三期海水淡化廠處理流程圖

### (1) 沉砂池

為避免砂礫影響後續之處理流程，本計畫設計有重力式沉砂池，沉砂池之停留時間大於 15mins，水平流速約為 0.011m/sec，池底設有集砂坑，底部設有 40mm  $\phi$  之排砂管，利用液位高程差、以手動閘定時排至廢水收集池進一步處理。沉砂池設置池數為二池，可配合停一池進行清理，一池正常供水。每座沉砂池體積約為 24m<sup>3</sup>，採 RC 結構內部襯以耐鹽化之材質設計，避免池體受海水侵蝕而使內部鋼筋腐蝕，頂部並採加蓋設計，避免陽光曝曬而滋生藻類。

### (2) 調節池

調節池設置池數為二池，與沉砂池串聯，同樣可一池停池清理，一池正常操作。可暫時貯存進流海水並有抽水機調節流量之緩衝作用。兩座調節池採 RC 結構內部襯以耐鹽化之材質設計，避免池體受海水侵蝕而使內部鋼筋腐蝕，頂部並採加蓋設計，避免陽光曝曬而滋生藻類。

### (3) 膠凝池與傾斜管沉澱池

膠凝池與傾斜管沉澱池設置池數皆為二池串聯，同樣可一池停池清理，一池正常操作。膠凝池停留時間大於 10mins，上部設有攪拌機設備，攪拌機馬力數為 2HP，可形成大於 300 1/sec 之速度梯度(G value)。傾斜管沉澱池設計之表面積負荷小於 80m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/day，停留時間約為 1.3 hrs，水平流速小於 0.004 m/sec。每座膠凝池體積約為 12m<sup>3</sup>，傾斜管沉澱池體積約為 87.5m<sup>3</sup>，皆採 RC 構造內部襯以耐鹽化之材質設計，避免池體受海水侵蝕而使內部鋼筋腐蝕，頂部並採加蓋設計，避免陽光曝曬而滋生藻類。

### (4) 自清式過濾器

自清式過濾器之篩網孔徑為 130  $\mu$ m，最小工作壓力為 1.5 bar，共設置四組，設置的目的在於避免海水中較為尖銳的微粒刮傷 UF 膜之表面。操作時可自動偵測進出水之壓力差，當壓力差達到設定值時，啟動設於頂端之驅動設備，並藉由特殊設計之噴嘴，使水流形成螺旋狀造成真空吸引力將濾除物帶出。

### (5) 超微過濾系統(UF)

超微過濾系統 (UF) 之設計在於使海水進入逆滲透系統前，更有效且更精密的去除水中所含的懸浮微粒及膠體，將水質濁度降低至 1 NTU 以下及 SDI 小於 3 等期望值，以延長 RO 薄膜使用壽命。超微過濾系統之膜組選用 GE ZW 1500 Module，控制系統則由本廠自行設計；薄膜材質為 PVDF、過濾孔隙 0.02 micron、流向為 outside-in，設計通量為 42.5~59 LMH，系統回收率設定在 95%，採用 4 組架台，每套架台膜組為 24 支，共 96 支膜組投入操作；在操作壓力 < 3 bar 的條件下，每日產水量最高可達 4,306 CMD，可提供本廠 1,500 CMD 的淡化水產量，詳表-1 所示：

表-1 UF 系統設計參數

ZW1500 面積	m <sup>2</sup>	51.00
支數	PC	24.00
Flux	lmh	42.50
產水時間	min	30.00
反洗時間	min	2.00
維護清洗	min	30.00
清洗水量	m <sup>3</sup>	9.58
每日產水時數	hr	22.03
實際每產水量	m <sup>3</sup>	1076.56
運轉機台		4.00
每日產水量	m <sup>3</sup>	4306.26
SWRO 回收率	%	35.00
SWRO 產量	m <sup>3</sup>	1507.19

#### (6) 運轉趨勢

本廠 UF 膜已運轉七年有餘而未曾更換，顯示設計規劃及日後操作維護得宜。圖-4 顯示 UF 系統平均日產水量為 2,563 CMD，以 RO 系統回收率 38% 計，每日可提供淡化水產量超過 950 CMD。

圖-5 則顯示本廠取水濁度變化甚大，介於 9.66 NTU~46.9 NTU 之間，以冬季水質較差；經前處理及 UF 系統處理後，出水濁度穩定落在 0.4 NTU 以下，平均去除率高達 98.9%。一般而言 NTU < 1 約略等於 SDI < 5，符合一般市售 RO 膜之進水要求，因而得以延長 RO 膜之使用壽命。

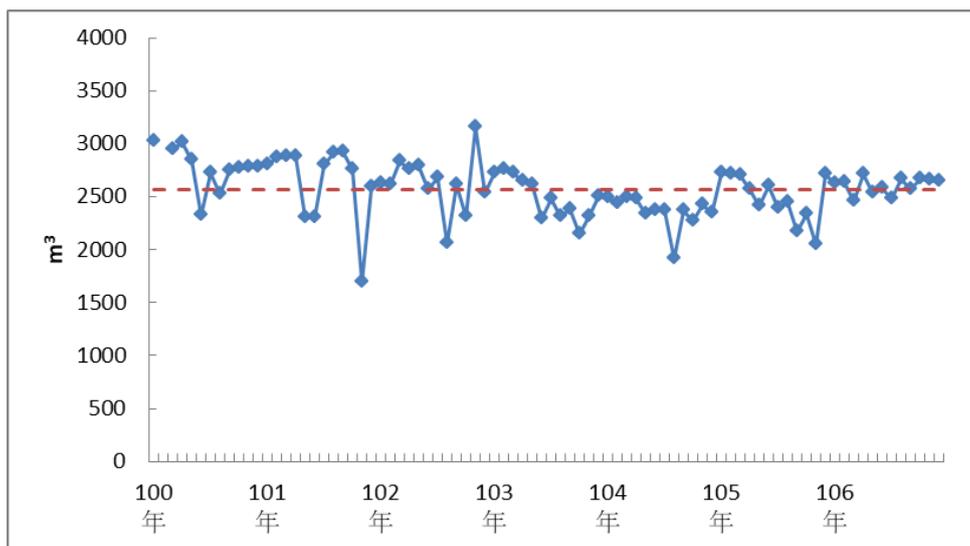


圖-4 100 年~106 年 UF 產水量趨勢圖

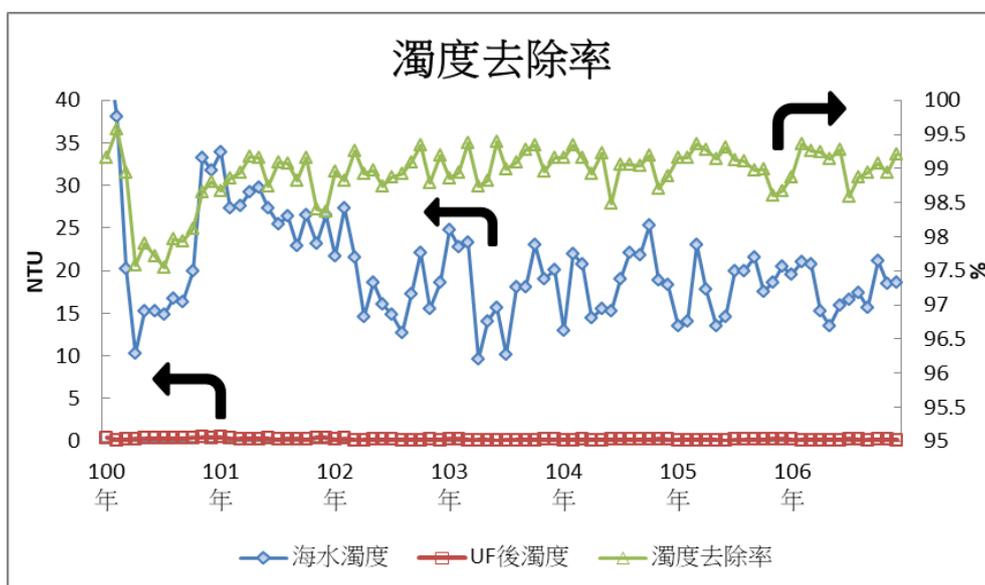


圖-5 100 年~106 年前處理系統濁度去除率趨勢圖

#### 四、 逆滲透淡化系統

海水淡化設備主要由幾項設備組成：(1) 低壓進流泵浦及高壓泵浦、(2) 能源回收裝置及增壓泵浦、(3) 逆滲透 RO 膜組、(4) 流程清洗 (CIP) 設備，分別說明如下。

##### (1) 低壓進流泵浦及高壓泵浦

海水經由超微過濾器 (UF) 處理後，暫存於過濾水貯存池，再經低壓進流泵浦送至海水淡化機組之高壓泵浦，高壓泵浦加壓至約 58 bar，提供逆滲透 (RO) 膜組所需之壓力；高壓泵浦採用變頻控制，可隨著不同之

海水溫度或 TDS 改變進流量及壓力。高壓泵浦接液及高壓管線之材質則採用不銹鋼 Duplex 耐鹽蝕材質。

## (2) 能源回收裝置及增壓泵浦

能源回收裝置的原理係將高壓濃鹵水水流的壓力傳遞給低壓新鮮海水水流，這兩股水流在轉子的內通道中直接接觸，從而完成壓力交換，再藉由增壓泵浦補足系統內之壓力損失。本廠採用 ERI 能源回收裝置，其能源回收效率可達 93~97%，中心部件以陶瓷材料製成，對於海水不會產生化學反應或腐蝕。

## (3) 逆滲透膜組

本廠第一段逆滲透機組設計採用三組日產 500m<sup>3</sup> 的海水淡化膜(其中一組為備載機組)，產水率約設定為 36%，採用 8” 逆滲透膜管殼，每支膜管殼中設有 7 支逆滲透膜，每組逆滲透機組共有 42 支逆滲透膜。第二段逆滲透機組設計採用一組日產 264m<sup>3</sup> 的逆滲透膜組，產水率約為 90%，採用 8” 逆滲透膜管殼，每支膜管殼中設有 6 支逆滲透膜，每組逆滲透機組共有 12 支逆滲透膜。一般原海水進水溫度低於 25~30°C 時，第一段逆滲透機組產水水質皆可符合飲用水水質標準，當海水水溫異常升高且溶解性固體物 (TDS) 異常升高時，啟動第二段逆滲透機組，可完全確保產水水質符合飲用水水質標準。

另本廠規劃之初即以 Winflows32 2. 2. 6 DB v. 1. 99 軟體進行模擬，以選用最佳的膜管形式及排列方式，並預知系統操作壓力及產水水質等條件，圖-6 為相同的進水 TDS 條件下，模擬不同海水水溫，RO 膜隨著時間增長，產水水質及操作壓力之相對關係。

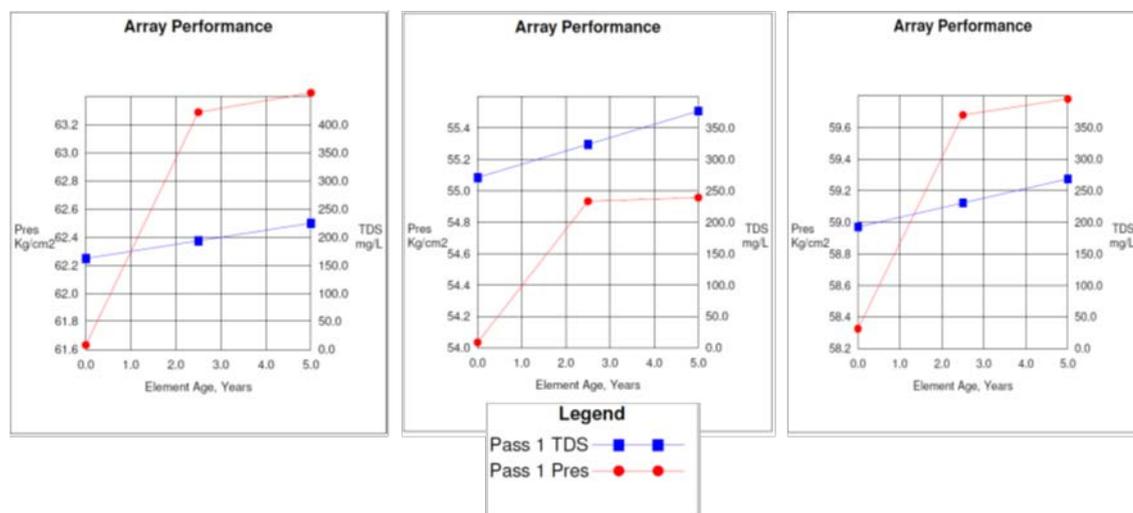


圖-6 不同進水溫度條件下之模擬結果，由左自右分別為 8°C、13°C 及 23°C。

#### (4) 流程清洗 (CIP) 設備

海水淡化機組之逆滲透膜使用一段時間後，因為海水中某些物質而使得逆滲透膜產生結垢，例如：碳酸鹽類(碳酸鈣)、硫酸鹽類(硫酸鈣、硫酸鎂、硫酸鋇)、金屬氧化(鐵、錳、鋁)、矽化物、膠體、有機物及微生物等。逆滲透膜一旦發生結垢現象時，將導致產水量下降、操作壓力增加等情形，此時將必須進行線上清洗(CIP)流程，使逆滲透膜之結垢物藉由化學藥劑之浸泡及清洗作用予以清除，並使海水淡化機組恢復正常產水量。由於結垢物種類繁多，因此針對不同種類之結垢物必須採用不同的化學藥劑進行清洗。一般清洗流程先採用低 pH 之酸類去除礦物質之結垢物，再用高 pH 之鹼類去除有機物質，有些時候先採用鹼類去除油類再用酸類清洗之流程，亦有些時候必須採用螯合物(如:EDTA)去除膠體、有機物及硫酸鹽類之結垢物。

#### (5) 運轉趨勢

本廠在 RO 系統投入運轉 5 年後，因夏季 TDS 接近臨界值而更換 RO 膜，其使用壽命已超過薄膜廠商預測之 2 年以上。

由圖-7 得知，南竿周遭海域之 TDS 約莫落在 30,000~34,000mg/L 之間，經過 RO 系統後，7 年平均 TDS 濃度為 269.5 mg/L，優於一般飲用水水質標準(<500 mg/L)之規定，其去除率平均可達 99.1%。

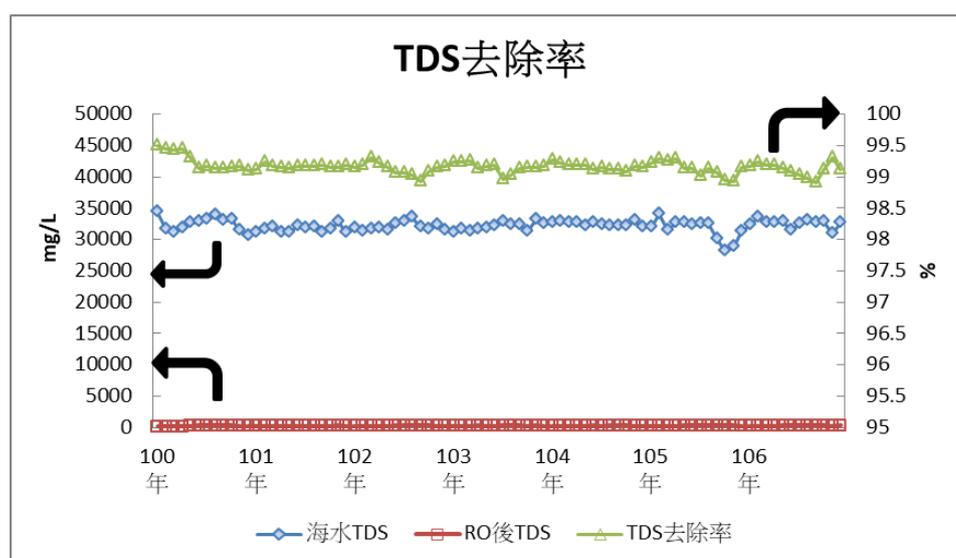


圖-7 100 年~106 年 TDS 去除率趨勢圖

## 五、 鹵水排放設施

本廠鹵水排放管之規劃係依據廠址附近海域流況及擴散條件（排水稀釋程度）來擇取較適當的位置及排放深度，以避免或減低因鹵水排放對附近海域的衝擊影響，主要設計條件如下：

- RO 排水量：約 2,265 CMD
- 排水排放口高程：約 EL. -7.95M（低潮位線-3 米處）
- 排水管徑：180 mm
- 排水管總長度：約 745 m
- 排水管材：耐海水腐蝕之管材之 HDPE 管（製作標準符合 CNS-2456 之 PN10 規範）

常見之排水口型式有：單點排放式、多點排放式、高架多點排放式。單點排放因排放面積較小，需要流速較大，通常需要以泵浦加壓且易上升至淺層海水達均勻擴散。多點排放因排放面積較大，需要流速較小，可採重力方式排放並可於底層達到擴散平衡，因此本廠採用多點擴散方式，詳圖-8 之示意。

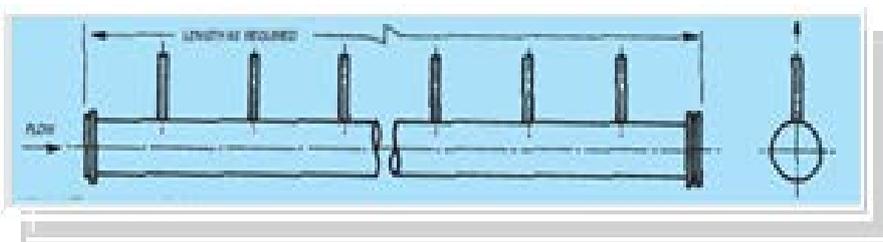


圖-8 多點擴散示意圖

本廠擴散模擬係以 MIKE21 數值模式進行模擬，分別採用水動力模式 (Hydrodynamic Model) 及擴散模式 (Advection/Dispersion Model) 兩部分，將前者模擬水動力之結果用以輸入後者進行擴散之模擬，其能模擬鹵水在海域水體中擴散影響之現象，包含排放水之影響範圍及濃度。而模式乃仰賴經濟部水利署水利規劃試驗所「馬祖地區新增海水淡化廠海域環境監測調查」(96 年 4 月) 環境背景資料作為初始條件，並作為模式的驗證。相關的環境背景資料包含區域的海、氣象條件，例如水溫、鹽度、流場及風場資料；環境地理條件，如海岸線的位置及海底地形；以及排放水設定，如排放點位置、排放水濃度、排放水總量及排放速度，這些資料都能透過 MIKE21 直接輸入設定，並且綜合所有的已知條件，

呈現出最佳的模擬結果。

本廠排放初始鹽度值為 53.2 psu，排放量為每天 2265 立方公尺，排放口總截面積為 0.028 平方公尺，因此排放口流速為 0.932 m/sec。另外排水的排放濃度以鹽度 (salinity) 表示，鹽度之定義乃指 1 公斤海水中所含溶解之鹽類的重量，單位以 psu (practical salinity unit) 表示，正常海水鹽度介於 33-35 psu 之間，在擴散模式中的濃度變化是以排水濃度與海水鹽度的差異來表示，因此假設海域背景鹽度值為 34 psu，排放之排水與海水的鹽度差異則為 19.2 psu，排水影響的範圍是以鹽度差異大於 0.1 psu 以上為標準來表示，若小於 0.1 psu 即假設對環境的影響已可忽略。

由圖-9 鹵水排放模擬結果顯示，鹵水並不會於灣內造成濃度淤積，0.1 psu 涵蓋範圍最大不超過 0.02 km<sup>2</sup>。而擴散效果則以春季較佳，其中春季主要以往東擴散為主；經過 12 小時後，排放水在海洋環境中的變化已達到一近似穩定狀態，除對周圍海水鹽度之影響不大外，排水排放點對取水之水質亦無明顯之影響性。

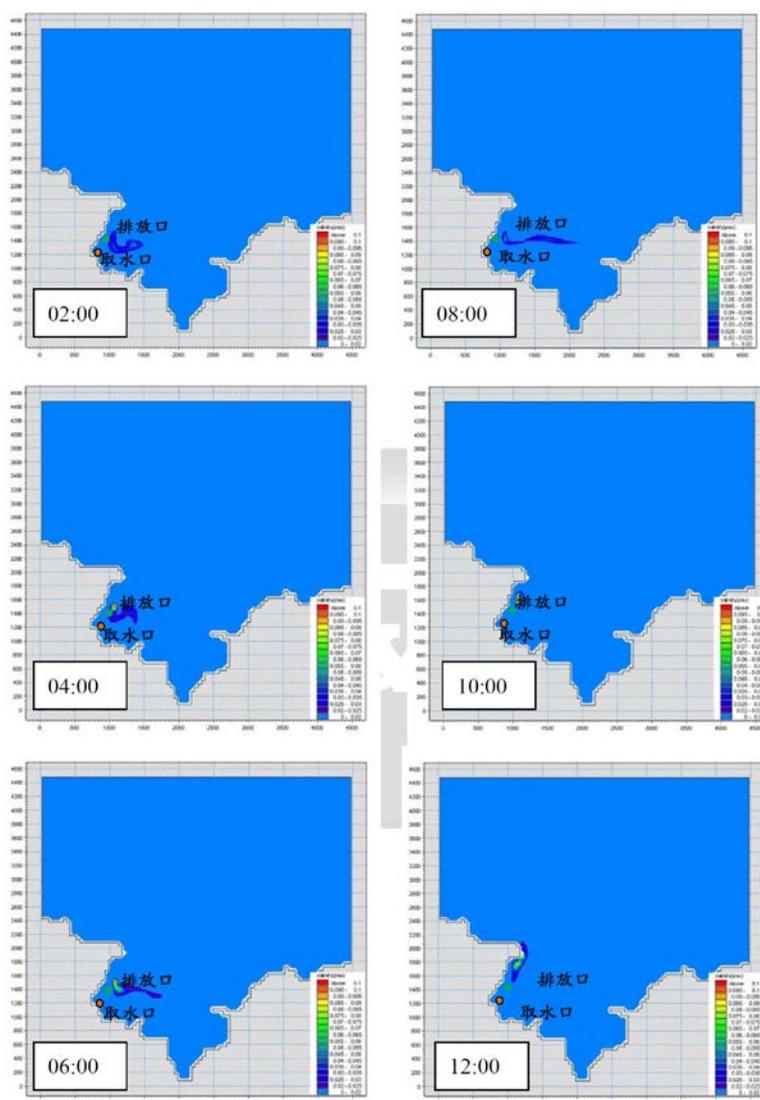


圖-9 海域春季鹵水排放 12 小時之分佈圖

## 六、 結語

1. 台灣四面環海，海淡水是唯一可大量穩定取得之替代水源，而且造水成本已逐年降低，預期海淡水將成為台灣多元水資源開發的重要角色。未來如果能夠持續導入正確技術兼具合理利潤的 BTO 或 BOT

制度，將可有效解決台灣水資源開發問題，同時亦將開創龐大新興水利產業商機。

2. 海水淡化廠興建的成敗，取決於取水地點及高程之調查是否詳盡；本廠於規劃設計之初，耗費近半年進行海域地形測量、擴散模擬以及佈管工法等規劃工作，才能以確保終年取水無虞。另外民間投資海水淡化廠營運的成敗，取決於能耗的降低，選用高運轉效率的設備，才能有效降低造水成本。

## 七、參考文獻

1. 經濟部水利署，「民間參與馬祖海水淡化廠可行性評估」，(2006)
2. 經濟部水利署，「馬祖地區新增海水淡化廠海域環境監測調查」，(2007)
3. 經濟部水利署第十河川局，「馬祖南竿海水淡化廠施工期間海域環境監測委託技術服務年報告書」，(2011)
4. S. Jamaly ; A short review on reverse osmosis pretreatment technologies, Desalination 354 , (2014) 30-38
5. V6ronique Bonnelye ; Reverse osmosis on open intake seawater : pre-treatment strategy, Desalination 167, (2004) 191-200

## 時事評析

胡思聰

最近二個月，不論國際、國內都熱鬧非凡。國際上有美國與中國的分別苗頭的軍事演習、遠洋艦隊演練及美中貿易關稅戰，以及 6 月 11 日在新加坡登場的「川金會」。川金會稱得上是今年度最受全球矚目的國際大事；前後兩天、以簽署四項協議作為朝鮮非核(去核)共識的完結篇後圓滿散場。緊接著是 6 月 12 日在俄羅斯開踢、為時長達一個月的世界盃足球賽；莫斯科、聖彼得堡、列寧格勒、葉卡捷琳等地共 12 座球場吸引了全球不少目光，目前進入最後四強賽程，冠軍盃屬誰 15 日見分曉。美中貿易戰的雙方則都使出了渾身解數，一方祭出諸多管制禁令，包括啟動防止敏感科技輸出及《緊急狀態經濟權立法》(IEEPA)；另一方則祭出「定向降準」的貨幣寬鬆措施回應，儼然變成了貨幣戰。亞鄰各國的貨幣跟著走貶，頗有被失火城門殃及的哀怨。川普為了拖台灣下水，還處心積慮遊說參議院通過《財金國防授權法案》，允許美軍參加我國的漢光演習，並且真的派了醫療艦前來參加演訓。六月下旬美國國務院還特別加碼，提出派遣陸戰隊駐守美國在台協會的主意。

國內方面則是因為年金改革、部會首長任命及年底地方選舉的各政黨初選，各類抗爭與造勢活動頻仍，宣傳與相互抹黑攻訐之聲喧囂嘈雜；其「噪音量」真的還不低，也教壞下一代囡仔大小。對社會祥和、環境寧適、人心教化和民主法治精神的戕害都很大。

在環境層面值得我們關切的有《空氣污染防治法》修法三讀通過、「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」及「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」的修訂公告施行。另外，農委會召開野生動物諮詢委員會，決定調降台灣獼猴等 8 種保育類動物為一般類，同時調升青頭潛鴨與金鷗為珍稀類；台灣朱雀、草花蛇等 15 物種，由一般類提升為保育類。此外，好消息是自民國 96 年起，因豬隻口蹄疫而被列為疫區的我國，世界衛生組織(OIE)已經自本(7)月起改列為非疫區，預計兩年後可以完全擺脫污名。

環保署業務方面，五月底通過了中科園區第四期開發環評審查。經濟部主管的能源開發與配置政策面，有台灣海峽離岸風力發電開發商第二階段招標結果出爐，價格為 2.4445 元/kwh(低於 2.62 元的電力均價)，則讓各界驚訝；也證實早被外界批評的躉售費率是「凱子價格」。附帶一提，核二廠 2 號機的重啟，歷經六百多日與兩次跳機失敗經驗，原能

會經過多次專家審查與現勘後於今年三月核可，6 月 13 日重啟升載，到 17 日上午 10:30 已達滿載並併聯供電，解除了部分夏季缺電危機；其供電能力約可占尖峰用電量 2.7%，今年的核能占比也可以回升至 10% 以上(去年 9.3%)。

本次時事評析，謹就上述幾則環境議題稍作延伸，並請各位先進指正。

### 一、空氣污染防治法修正

空氣污染問題，尤其是 PM2.5 的污染源與健康妨害該如何改善的議題，一直受到全國民眾的關切。但因其中夾纏著電力供應穩定、非核能源配比政策、經濟發展需求等等因素，所以火力發電的排放量與工廠空污量成為眾議應被改革的重點。

《空氣污染防治法》於立法院臨時會的冗長表決過程中，執政黨以人數優勢通過修法，重要面向包括劃設空氣品質維護區禁止特定汽機車進入、淘汰十年以上老舊車輛、擴大管制船舶及施工機械；移動污染減量可抵換、燃料與產品加強源頭管制、…；處罰對象由污染行為人擴大至事業負責人及監督策劃人，以及提高罰額、追繳不法利得，並且鼓勵內部員工檢舉違法行為。法案三讀會依慣例是在草鬧中完成，執政黨認為是「100 分」的進步修法，但環團與在野黨則是一片撻伐，咸認是換湯不換藥的虛招。其中最受各界質疑的是第 9 條、12 條及 14 條。第 9 條的「總量管制可藉由收購老舊汽機車減量抵換」、第 12 條「會商經濟部，報請行政院分區分期核定公告實施之」的所謂太上皇條款，以及第 14 條為保留突發狀況彈性而設的「電業因執行緊急防制措施或配合政府燃煤發電降載，為穩定發電量，燃氣發電將可不受空氣污染防治法及環境應響評估法的總量限制」，如此鬆綁等同開了任意門，使修法禁制事項形同具文。至於工商團體更是直指修法立場太過民粹；一般汽機車通勤族認為窮人的權益被忽視，而大型污染者只要有錢就能交換(購買)到，等於圖利財團。

這項法令修正從環境工程的角度檢視，其實是治絲益棼。主其事者並沒有確實探討分析我國空氣污染的成因與各污染源比率，總是以舊有資料概估(1/3 來自境外、1/3 來自汽機車廢氣排放、1/3 來自發電與工廠)搪塞；是耶非耶？主管機關也從沒有提出確切的證據。而依據這類「非真」推論所擬定的改善策略，便不會有實質改善功效，反而造成國家資源錯置與浪費。

## 二、水污染防治措施計畫技師簽證免審查

環保署在 6 月下旬接連公告「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」及「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」，主要在修訂需要提具水措計畫的事業類別、規模，並賦予簽證技師全權的專業尊重 (§ 15、§ 27)。有關水污染防治的技師簽證視同實質審查，也免再送地方主管機關審查 (§ 33:其經環境工程技師簽核之簽證事項，免再審查)。此項變革對於環境工程技師的專業執業市場將會產生影響，至於實施成效，則需要執業技師先進群策群力，以嚴謹的自律與簽證品質，共同護持這項爭取多年的專業尊嚴。

由於廢水處理技術與工法的選用，規劃設計階段會因廢水水質、水量、成分、處理程度、排放標準、…規劃考慮，而有不同設計內涵。過去技師簽證常受制於業主與環境設備業者的合意，以環保代書提供給業主的套圖進行簽證查核，業主基於最低成本考量與企業責任認知不足等等因素，通常只想簡便建置應付了事；技師鮮少能有規劃設計與監造的專業力道投注其中。講求專業、信守執業倫理、不願配合的環工技師便被排除。樂於輕鬆配合的技師則優游於簽證市場，久之則因簽證多所錯謬、草率而被外界鄙視，更使得主管機關對於簽證技師抱持負面與抵制心態。經過各公會多年的力爭與抗言，主管機關此次修法，終於願意放手讓技師負起簽證成敗全責。但與其說是對簽證技師與機制的信任，不如說是主管機關不得不的孤注一擲，且抱持靜觀其效再做後續定奪的以逸待勞心態。此項修法的執行成效，對環工技師的未來影響重大，因此針對簽證的執業職責，環工技師一定要有嚴謹的專業與法律責任認知。簽證查核除了必須深入勘查了解現場狀況、構思處理流程及其設計規範與限制，並能就特殊工法、學理、材料性質、施工方式及配套措施周全分析，同時要能溝通疑問、說服業主，排除專業上的歧見。不但要讓事業主的水污染問題從此得以有效解決，也須讓外界與主管機關可以修正過去對於簽證技師錯誤的成見。其實法條中仍有諸多隱晦或扞格之條文、語彙，仍待執業技師從實際經驗中予以指陳後改進，才能使得此項簽證制度真正發揮法益。

說到底，此項法令修訂的本意，應不在於「地方主管機關審查技師簽證案是否挑戰了環工技師的專業或權威」的攻防，而在於簽證這項機制的「法理效益與專業技術能否因此有效貢獻」於水域環境污染問題的解決。

### 三、離岸風電廠開發

離岸風力發電開發案第一階段遴選，經濟部四月卅日遴選結果揭曉，外商大廠達德、沃旭、哥本哈根基礎建設基金 (CIP) 及台電公司、中鋼公司、上緯(台灣風電)獲選。2020 年須完成併網的有竹南的「海能」風場及雲林的「允能」風場。第二階段遴選於 6 月下旬競標，但差別在於無躉購費率(5.8 元/kwh)之保障。第二階段遴選結果公布的四個風場由海龍團隊與沃旭能源二家開發商獲得，開出的破盤價(2.224 元至 2.5481 元)低於台電現行售電均價。外界早就質疑第一階段躉售保證價「5.8 元買貴了」，使得每戶每年必須多付出 1 萬元的電費；20 年近一兆的外溢電費都被外國商家賺走。目前已有有人建議第一階段應該廢標重來，也有人要向監察委員檢舉。當然，得標的外商出面解釋，離岸風電開發有「學習曲線」成本，若無初期的躉購費率支持，絕不會有外商願意投入開發與技術移轉；歐洲地區風電開發也是費了十年時間，才走到目前政府零貼補的境界。

同一時間外電也報導，澳洲政府面對電價飆漲與電網老化問題，正推動一項 10 億美元的太陽能電廠與太陽能電力儲存設施開發，並邀請德國、美國與日本參與。這項計畫預計在澳洲興建 3 座太陽能廠，並由德國 Fluence 提供能源電池儲存科技；澳洲的 Lyon Group 則將在澳洲南部的 Riverland 興建 400 MWh(兆瓦/小時)的儲能鋰離子電池設施。日後此類大型儲電電池系統若開發成功，將使太陽能、風能的建造與操作成本大幅降低。根據 Fluence 的估計，此種大型公共事業儲能電池的需求，2022 年起每年將會有 280 億瓦(28 GW) 150 億美元的商機。深信這項大型儲能電池的問世，將會掀起再生能源另一波的價格戰，屆時我們躉售 20 年保證價格的風電財務如何善後，能源主管部門可能得未雨綢繆及早思考備案。

### 四、中科園區四期環評審查

環保署 5 月 23 日環評大會通過了中科園區第四期(二林園區)開發方案的環境影響評估報告審查，使延宕了 10 年的中科四期開發得以正式開工。此項開發案的環境影響說明審查於 2009 年通過(園區占地面積 631.2 公頃)，由於規劃用水量高達每日 16 萬立方公尺，需要調撥農業用水，且廢水排入濁水溪，使農民有所疑慮而提起行政訴訟，要求撤銷審查結論。2013 年台北高等行政法院以「不當開發國土」之名，判決環評審查結論無效；但 2014 年最高行政法院又撤銷該判決，隨後中科

局以答應進行第二階段環境影響評估作為善意回應，開始為時三年的二階環評與審查程序。此次二階環評通過，中科局承諾的條件包括：引進低用水、低排放的精密機械產業、排除高耗能、高耗水的晶片製造業、用電量自 151 萬千瓦降低至 38.9 萬千瓦，用水量更降減至 2 萬立方公尺且全部回收再生利用；PM2.5 也由 15.7 公噸降為 8.4 公噸。環評委員及環團代表將會同成立環評監督小組。延宕了十年的園區開發終於塵埃落定，但等待且願意進駐廠家只剩了 12 家，是當年申請進駐家數的 2/3 了。

另外，6 月 27 日中科台中園區(大肚山彈藥分庫)開發計畫(園區面積 53.08 公頃)，因為台積電提升技術，化學品使用項目與數量有所變更，並且完成健康風險評估與估算空氣污染量，而提出環境影響差異分析報告送審。雖然有委員提出其所提用水量其實未平衡、須嚴審用水計畫書，但在張董事長高分貝喊話的光環加持效應下以多數決通過審查。提到環境影響評估制度與作業準則法令，便不得不哀嘆環評制度的被政治工具化與形式化，以高樓興建的環評作業準則為例，最近修訂準則便由 70 公尺(商業用途)及 100 公尺(住宅用途)的高度限高，統一放寬至 120 公尺以上才需進行環境影響評估。估計因此而可免除環評的規劃中、興建中、環境監測中高樓比率高達 2/3 以上(六都環評列管高樓數各約為 100 棟以上)；放寬的理由不在於環境因子已優化無虞，而係符應利益團體的遊說與選舉支票的考量，令環工人不勝唏噓。

最近有挪威學者 Ole Rogeberg 與 Bernt Bratsbert 針就該國 1970 至 2009 四十年間的服役男性智商測驗得分進行分析，赫然發現 1975 年是智力商數升降轉換點。1975 年以前出生者，每十年的智力商數上升 3%；但 1991 年後出生者反較 1975 降低約 5%；甚至有兒輩較父執輩低的現象。其結論為 1975 年以前的上升，係因教育普及與生物優生學因素的弗林效應(Flynn Effect)；1991 年以後的反控則是環境因素(教育、媒體、網路、…)打敗了遺傳基因，所以同一家庭的代間智商有下降趨勢。「環境打敗基因、人類智商愈來愈低」的言外之意是，過於電子虛擬化與網路化的媒體與環境生活系統，讓假性「劣生學」(dysgenic)有了顯著的可觀測變化值。但事實上，智力商數是有基因遺傳的優生(eugenics)優勢的。1991 年後出生者智商測值會呈現下降趨勢，是整體環境系統與教育媒介方式出了紕漏。90 年後的世代，表象看起來多見多識廣、博學多聞、能言善道，但實質上，對於真知灼見、真理探求

與理性分析的能力卻是下降。這項研究的母群體雖然是北歐挪國家役男，研究分析的是入伍前的智力商數成績，可能有其地區性因素或族群差異存在，不一定可投射到其他地區國家人群，但這項研究結論，對於身處環境變異度、政治變動性大、偽科學氾濫、網路盲眾多的我們，應該有多所警惕的價值。

## 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

無

## 台灣省環境工程技師公會

### 第 11 屆第 1 次理事會會議紀錄

壹、時 間：中華民國 107 年 5 月 5 日上午 10 時

貳、地 點：本會會議室（台北市長安西路 342 號 4 樓之 1）

參、出席人員：姚宗岳、林清洲、楊基振、吳昭宏、范綱智、王凱中、

徐永郎、黃學宮、林威安、周奮興、賴以賢

肆、缺席人員：（無）

伍、請假人員：謝克強、黃義雄、許甫豪、王朝民

陸、列席人員：（無）

柒、主 持 人：范綱智

捌、記 錄：陳巧玲

玖、常務理事暨理事長選舉

#### 一、常務理事選舉

1. 得票數：姚宗岳 11 票，范綱智 11 票，楊基振 10 票，林清洲 1 票

2. 當選人：姚宗岳、楊基振、范綱智

#### 二、理事長選舉

1. 得票數：姚宗岳 1 票，楊基振 0 票，范綱智 12 票

2. 當選人：范綱智

## 壹拾、提案討論

提案 1 ·                    提案人：理事會

案由：修改公會章程。

說明：

1. 原第 11 屆第 1 次會員大會提案，提案人：楊仁泊技師 連署人：徐哲敏技師、陳亮榮技師、王宇傑技師，大會決議交由第 11 屆理事會提案討論。
2. 修改公會章程：各委員會應改為委員組，且各組應設召集人，下各設若干名組員(應為有給職)。

辦法：章程修改內容細節，開會時再提出技師版本。

決議：依人民團體法第 21 條規定人民團體理事、監事均為無給職。各委員會功能與章程規定相符，故章程不修改。

提案 2 ·                    提案人：理事會

案由：簽證案件統一由公會進行批價。

說明：

1. 原第 11 屆第 1 次會員大會提案，提案人：楊仁泊技師 連署人：徐哲敏技師、陳亮榮技師、王宇傑技師，大會決議交由第 11 屆理事會提案討論。
2. 每件簽證案件由公會統一批價後，公會應抽取每件批價之 20~30%作為管理費用。

辦法：

1. 批價作業應設計一套軟體，簽證類別暫時先區分為三類：廢水、空氣

及土水。廢水部分分為水措及水排；水排再分為變更及許可。空污僅設置許可簽證是否合理？土水則分為第 8~9 條、控制計畫及整治計畫簽證等。再依各類別細分業別屬性、水量、空污排放量、土水污染面積…等加以判定所需簽證價格。

2. 簽證價格統一由公會決定，不致造成技師接案困擾。

決議：由評鑑委員會將 89 年的酬金表做定價分析，後續由學術委員會舉辦講習及新會員教育訓練。

提案 3 · 提案人：理事會

案由：技師查核統一由公會辦理。

說明：

1. 原第 11 屆第 1 次會員大會提案，提案人：楊仁泊技師 連署人：徐哲敏技師、陳亮榮技師、王宇傑技師，大會決議交由第 11 屆理事會提案討論。
2. 公會是否有權進入工廠隨同技師進行查核，可向主管機關(環保署)進行協調。

辦法：

1. 主要乃強調公會自主管理，並不須主管機關(環保署)介入。倘環保署執意辦理技師查核，則環保署遴聘查核人員應與公會執業技師無關。
2. 公會辦理技師查核工作，所遴聘查核技師須給付價金，且給付金額應較環保署現規更為優渥。
3. 被查核技師實為輔導性質，亦即技師輔導技師。
4. 惟被查核技師，查核技師(委員)倘發現其簽證品質仍然不佳時，可建請公會於明年度減少其簽證量，亦即減少其簽證獲利，以示懲戒。若

減此懲戒簽證技師之簽證量仍無作為時(即仍無法提升其簽證品質時)  
，再減其簽證量作為懲處，累犯則直至判定無法簽證為止。

5. 進入工廠查核時，公會可發文至環保署(副本)及環保局(正本)，請其協助辦理公會查核工作。

決議：併入提案 5 決議辦理。

提案 4 · 提案人：理事會

案由：成立「中南部冬季空氣品質改善委員會」，公會可結合學者專家提供對策或工程技術改善方案，除可增加委託服務收入，協助會員把餅做大，又能實際對空污有所助益，其效益如同地震時委託土木技師公會或建築師公會執行房屋鑑定一樣，除增加技師朋友們的收入外，對社會更是一大貢獻。

說明：

1. 原第 11 屆第 1 次會員大會提案，提案人：張怡彬技師 連署人：黃學宮技師，大會決議交由第 11 屆理事會提案討論。
2. 有鑑於去年冬天中南部空氣品質紫爆，民眾大聲抗議，身為環工技師，我們難道一點辦法也沒有嗎?眼看今年再半年進入冬季又將上演空污大戰，希望公會能集合技師先進們的力量，提供好的對策或建議。

辦法：

1. 成立「中南部冬季空氣品質改善委員會」，針對改善中南部冬季空氣品質，結合學者專家及工程技術單位，蒐集可行的方案，建議環保署實施。因為是公共議題，中南部立委諸公們相信會有興趣免費協助推動。
2. 提請理監事會積極研議並籌組辦理。

決議：由學術委員會主辦及福利委員會協辦舉辦論壇，邀請有空污領域的專家學者、立委及記者與會商討相關事宜。

提案 5 · 提案人：理事會

案由：確保簽證技師文件品質、提升技師執業形象及降低主管機關或技師公會移送技師懲戒委員會懲戒之情況，建請公會研商建立水污染防治許可初審制度及其辦法。

說明：

1. 原第 11 屆第 1 次會員大會提案，提案人：黃啟明技師 連署人：陳宜伶技師，大會決議交由第 11 屆理事會提案討論。
2. 有關行政院環保署於於 106 年 2 月 16 日預告修正之「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」及「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」，本會已多次表達修法意見，也獲環保署善意的回應，包括經技師簽證之水污染防治許可文件免再審查，使執業技師有更多的執業尊嚴與送審效率，本人表達感謝之意。但「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」修正草案條文第 33 條中明敘，對於技師簽證案件核發機關免再審查之規定並不包括：
  - (1) 經核發機關受理審查後，尚未完成核准前，主管機關或技師公會移送技師懲戒委員會懲戒，尚未確定懲戒之日起未逾一年者。
  - (2) 經核發機關受理審查後，尚未完成核准前，主管機關或技師公會移送技師懲戒委員會懲戒，經技師懲戒委員會懲戒警告或申誡之日起未逾一年者。

辦法：為確保簽證技師文件品質、提升技師執業形象及降低主管機關或技師公會移送技師懲戒委員會懲戒之情況，建議本公會能組織水污染防治許可審查委員會，召集經驗豐富的專業技師或專家學者，收取一定之

代審查酬金(初審及複審)，來提供水污染防治許可審查服務，藉由公會的協助與服務，可降低送審技師文件的錯誤率，讓送件技師、事業單位、代審查技師、主管機關以及技師公會都能獲得助益及效益。

決議：成立法規委員會及審查委員會聯席會，由法規委員會主委擔任召集人，可找外界專家學者一同參與討論相關事宜。

提案 6 · 提案人：理事會

案由：水污染防治措施計畫及許可申請書修改。

說明：

1. 原第 11 屆第 1 次會員大會提案，提案人：張美琴技師 連署人：陳俊明技師，大會決議交由第 11 屆理事會提案討論。
2. 水污染法修法後申請文件經技師簽證免經審查，應一併修改現況水污染防治措施計畫及許可申請書不合理項目，以落實專業自治。

辦法：

1. 公會成立專案小組向環保署爭取計畫，開說明會廣納技師意見修改現況申請書。
2. 申請書應以設計為導向避免不必要內容，徒增作業負擔及文件出錯頻率(例如現行每一廢(污)水(前)處理設施資料表中廢(污)水處理前、後之每一水質資料鍵入)。

決議：併入提案 5 決議辦理。

拾壹、臨時動議

拾貳、散會

第 11 屆第 1 次監事會會議紀錄

壹、時 間：中華民國 107 年 5 月 5 日上午 10 時

貳、地 點：本會會議室（台北市長安西路 342 號 4 樓之 1）

參、出席人員：張天益、高信福、劉劍輝、黃啟明、曾寶山

肆、缺席人員：（無）

伍、請假人員：（無）

陸、列席人員：（無）

柒、召 集 人：楊基振

捌、記 錄：陳巧玲

玖、常務監事選舉

1. 得票數：張天益 5 票
2. 當選人：張天益

拾、散會