

<p>108 年 9-10 月號</p>			<p><雙月刊></p>
--------------------------	---	--	--------------------

環境工程技師公會會訊

- ◎ 發行人：范綱智
- ◎ 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：王凱中
- ◎ 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 108 年 9 至 10 月訓練積分課程表	6
■ 環保訊息	8
■ 論述園地	15
1. 土壤水洗工法實場應用案例探討-楊世閔、王凱中、陳嘉慶、徐偉峻	15
2. 以觀賞性花卉整治國內銅、鋅大宗污染場址植生復育之研析-葉琮裕	23
■ 徵稿啟事	46
■ 各公會會員大會、理監事會會議紀錄	47

主編的話

各位技師先進大家好，國內環保議題早期主要以廢水、廢棄物及空氣污染為主，自民國 89 年 2 月頒布土壤及地下水污染整治法(土污法)後，土壤及地下水污染問題亦開始受到重視，對於污染整治或防制除了源頭減量外，近年來亦朝向以較不耗能之綠色整治方式或能將資源回收再利用。

目前列管之土壤污染場址越來越多，對於污染物整治方式亦從較早的以排客土法為主較消極污染處理方式轉變為現今以現場處理為主，主要是整治方式更落實污染土壤減量，期將大部分整治完成土壤回填以回復土地利用價值。

台灣之養豬型態規模大且密集度高，豬糞尿廢水之特點為高懸浮物、高有機物及高氮氮，若未經適當之處理即直接排放會導致水體優養化，破壞生態平衡，農委會及環保署近年開始合作評估如何有效處理豬糞尿廢水及廢棄物，結合國外經驗擬定環保突破創新策略，提供畜牧廢棄物資源化及再利用新思維。

第一篇文章邀請捷博科技股份有限公司王凱中技師團隊提供「土壤水洗工法實場應用案例探討」專文。現今國內土壤整治技術經過多年發展，大部分油品污染土壤整治方式主要為生物復育或化學氧化工法，其工法雖相對傳統之排客土法對環境較友善或較節能，但也因其在地底下之水文地質不確定與土壤不均質問題難以有效克服而影響整治成效，而此篇文章提出之水洗工法對於離地生物復育處理時間長、化學氧化法之藥劑傳輸不佳及排客土費用昂貴等缺點皆能克服，水洗工法主要是以水力進行土壤粒徑分選，因比表面積緣故，細顆粒之土壤(坩黏土)相較於粗顆粒之土壤(粗細砂及礫石)有較高程度的污染富集度，此案例於高雄某油品污染場址現場設置土壤水洗設備，經此系統水力分選後之污染土壤可減量達 91%，整治效益極佳，為國內少數大規模水洗工法應用於實場之案例，期能依此篇文章案例分享推動此工法之發展。

第二篇文章邀請國立高雄大學葉琮裕教授提供「沼液沼渣農地肥份再利用」專文。台灣目前畜牧廢水多採用三段式廢水處理，多年來對降低台灣環境營養鹽類之負荷有相當貢獻，但此方式處理過程既消耗能源又損失可利用資源，且處理費用亦高，因此尋求其他成本低、環保且安全的再利用方式，成為國內環保單位研究方向。歐美許多國家將未經處理之畜牧廢水直接施用於農田作為肥料，已行之多年。但是，依據目前國內廢棄物處理法規，未經處理之畜牧廢水尚不能直接施用於農田作為肥料。未來將針對豬糞尿廢棄物，結合國外經驗，評估沼液沼渣農地肥份再利用之可行性，沼液沼渣農地再利用政策系達到水污染的最高境界，是為廢水零排放，達資源永續利用。

會務報告

1. 全聯會於 8 月 17 日、24 日及 31 日舉辦 108 年度提升環工技師執行水污染防治許可簽證品質講習會。
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. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 16 日環署授檢字第 1080004330 號公告，預告訂定「排放管道中細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 檢測方法 (NIEA A212.11B)」草案。
2. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 16 日環署授檢字第 1080004331 號公告，預告廢止「排放管道中細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 檢測方法 (NIEA A212.10B)」。
3. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 18 日環署基字 1080052629 號函，修正「行政院環境保護署稽核認證團體監督會設置要點」第二點，自即日生效。
4. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 22 日環署授檢字第 1080004457 號公告，預告廢止「排放管道中環氧氣丙烷、丙烯酸乙酯、乙酸丁酯及丙烯酸丁酯氣態有機物檢測方法—採樣袋採樣／氣相層析火焰離子化偵測法 (NIEA A738.70B)」。
5. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 22 日環署授檢字第 1080004458 號公告，預告訂定「排放管道中環氧氣丙烷等氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣／氣相層析火焰離子化偵測法 (NIEA A738.71B)」草案。
6. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 25 日環署空字第 1080052898 號令，修正「空氣污染行為管制執行準則」部分條文。
7. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 26 日環署空字第 1080053698 號令，訂定「違反空氣污染防制法義務所得利益核算及推估辦法」。
8. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 29 日環署空字第 1080054160 號令，修正「機車車型排氣審驗合格證明核發撤銷及廢止辦法」部分條文及第六條附錄二、附錄三、第十一條附錄五。
9. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 29 日環署廢字第 1080055369 號公告，預告修正「廢棄物清理法施行細則」部分條文草案。
10. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 30 日環署空字第 1080054726 號令，修正「空氣污染物及噪音檢查人員證書費收費標準」第一條。
11. 行政院環境保護署中華民國 108 年 7 月 30 日環署綜字第 1080055532B 號公告，預告修正「行政院環境保護署及所屬機關提供政府資訊收費標準」第 6 條草案。
12. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 5 日環署空字第 1080056049 號公告，訂定「第一批固定污染源有害空氣污染物種類及排放限值」，並自即日生效。
13. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 6 日環署空字第 1080056178 號令，修正「空氣污染防制專責單位或人員設置及管理辦法」，名稱並修正為「空氣污染防制專責單位或專責人員設置及管理辦法」。

14. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 6 日環署空字第 1080056205 號公告，廢止「第一批至第三批應設置空氣污染防治專責單位或人員之公私場所」，並自即日生效。
15. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 6 日環署空字第 1080056146 號公告，訂定「應設置空氣污染防治專責單位或專責人員及健康風險評估專責人員之公私場所」，除公告事項一有關健康風險評估專責人員設置規定自中華民國一百十年八月一日生效外，自即日生效。
16. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 8 日環署廢字第 1080056916 號公告，修正「免洗餐具限制使用對象、實施方式及實施日期」，名稱並修正為「免洗餐具限制使用對象及實施方式」，並自即日生效。
17. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 8 日環署化字第 1088000433A 號公告，預告修正「毒性化學物質運作及釋放量紀錄管理辦法」草案。
18. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 8 日環署化字第 1088000433C 號公告，預告廢止「第四類毒性化學物質核可管理辦法」。
19. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 8 日環署化字第 1088000433B 號公告，預告修正「毒性化學物質標示及安全資料表管理辦法」草案。
20. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 8 日環署化字第 1088000433 號公告，預告修正「毒性化學物質許可登記核可管理辦法」草案。
21. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 9 日（補登）環署空字第 1080057572 號令，修正「交通工具排放空氣污染物審查費證書費收費標準」。
22. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 13 日（補登）環署空字第 1080058327 號令，修正「大型柴油車汰舊換新補助辦法」第八條及第五條附表。
23. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 13 日（補登）環署空字第 1080058264 號令，訂定「建物及工業維護塗料揮發性有機物成分標準」。
24. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 14 日環署授檢字第 1080005015 號公告，預告訂定「水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.54B)」草案。
25. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 14 日環署授檢字第 1080005016 號公告，預告廢止「水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.53B)」。
26. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 16 日環署綜字第 1080060423 號函，修正「行政院環境保護署專業獎章頒發作業要點」，自即日生效。
27. 行政院環境保護署中華民國 108 年 8 月 23 日環署空字第 1080061217 號公告，訂定「固定污染源有害空氣污染物健康風險評估作業方式」（如附錄），並自即日生效。

行政院公共工程委員會核備 108 年 9 至 10 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	GRMC 系列 4- 混凝土配比 設計實務	2019/09/11 ~ 2019/09/11	財團法人台灣營建研究 院	聯絡人：胡小姐 電話：02-89195094 信箱：vicky@tcricri.org.tw
2	「政府採購 法修法說明」 講座	2019/09/12 ~ 2019/09/12	台灣世曦工程顧問股份 有限公司	聯絡人：丁裕興 電話：02-87973567-8840 信箱：ting0204@ceci.com.tw
3	108 年度新北 市政府都市 更新實務工 作坊_新北市 都更重建案 例及都更三 箭經驗分享 專題班	2019/09/16 ~ 2019/09/16	財團法人台灣金融研訓 院	聯絡人：吳小姐 電話：02-3365-3763 信箱：Yujhen@tabf.org.tw
4	108 年度新北 市政府都市 更新實務工 作坊_新北市 都更重建案 例及都更三 箭經驗分享 專題班	2019/09/16 ~ 2019/09/16	財團法人台灣金融研訓 院	聯絡人：吳小姐 電話：02-33653763 信箱：Yujhen@tabf.org.tw
5	研究成果的 簡報技巧	2019/09/17 ~ 2019/09/17	社團法人中國工程師學 會	聯絡人：李小姐 電話：23925128 信箱：shane@cie.org.tw
6	「水土保持 刑事處罰理 論與實務」研 討會	2019/09/17 ~ 2019/09/17	行政院農業委員會水土 保持局	聯絡人：吳依庭 電話：(02) 2727-0170 信箱：sec@dylaw.com.tw
7	國道 4 號臺中 環線豐原潭 子段計畫隧 道工程參訪 研習	2019/09/17 ~ 2019/09/17	中華民國隧道協會	聯絡人：林淑琪 電話：02-29291962 信箱：ctta.tw@msa.hinet.net
8	國土資訊系 統工程地質 探勘資料庫 技師訓練活 動課程	2019/09/17 ~ 2019/09/17	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
9	預算書編製 講習訓練(北 區)	2019/09/18 ~ 2019/09/18	財團法人台灣營建研究 院	聯絡人：曾宣婉 電話：(02) 8919-5030 信箱：cuce60@tcricri.org.tw
10	【綠色不動 產開發與生 活環境品質】 專題演講	2019/09/18 ~ 2019/09/18	社團法人中華民國不動 產協進會	聯絡人：- 電話：(02) 2713-5697 信箱：fiabci.taiwan2013@gmail.com
11	政府採購實	2019/09/19 ~	社團法人中華民國管理	聯絡人：陳玉蓉

	務講習會-政府採購的基本觀念	2019/09/19	科學學會	電話：02-2366-2220 信箱：smeconsult@moea.gov.tw
12	住宅地震保險 108 年度中區土木技師講習會	2019/09/21 ~ 2019/09/21	財團法人住宅地震保險基金	聯絡人：陸珊珊 電話：(02)23963000 轉 312 信箱：SandyLu@treif.org.tw
13	臺北市危老重建推動師專業人員培訓講習訓練班	2019/09/21 ~ 2019/09/21	社團法人臺北市自行實施都市更新發展協會	聯絡人：林景棋 電話：02-27252796 信箱：urdataipei@gmail.com
14	臺北市危老重建推動師專業人員培訓講習訓練班	2019/09/22 ~ 2019/09/22	社團法人臺北市自行實施都市更新發展協會	聯絡人：林景棋 電話：02-27252796 信箱：urdataipei@gmail.com
15	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2019/10/22 ~ 2019/10/22	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
16	2019 前瞻防火安全科技研討會	2019/09/25 ~ 2019/09/26	財團法人台灣建築中心	聯絡人：蔡喬安 電話：(02)8667-6111 分機 126 信箱：thazel09@tabc.org.tw
17	108 年智慧生活應用工作坊_場次 2	2019/09/26 ~ 2019/09/26	財團法人台灣建築中心	聯絡人：黃姿嬈 電話：(02)29300575#620 信箱：vedette@tabc.org.tw
18	WELL AP 國際健康建築專業顧問輔導認證培訓班	2019/09/26 ~ 2019/09/27	財團法人成大研究發展基金會	聯絡人：董沁綾 電話：06-2008030#23 信箱：ap01.nckurdf@gmail.com
19	臺北市危老重建推動師專業人員培訓講習訓練班	2019/09/29 ~ 2019/09/29	社團法人臺北市自行實施都市更新發展協會	聯絡人：林景棋 電話：02-27252796 信箱：urdataipei@gmail.com
20	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2019/10/01 ~ 2019/10/01	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
21	國土資訊系統工程地質探勘資料庫技師訓練活動課程	2019/10/22 ~ 2019/10/22	經濟部中央地質調查所	聯絡人：林小姐 電話：02-23452177 信箱：geotech@ycgis.net
22	消防排煙設備施工暨檢修維護保養實務課程-高雄 1081109	2019/11/09 ~ 2019/11/09	社團法人中華消防協會	聯絡人：沈姿吟 電話：2255-9119 信箱：caf01@cafp.org.tw

環保訊息 (資料來源：行政院環境保護署)

➤ 108/07/08 【**環保署發布修正「環境保護專責及技術人員訓練管理辦法」部分條文**】

環保署因應 107 年 8 月 1 日修正公布之空氣污染防治法，增列健康風險評估專責人員等規定，並參考現行國內其他專業人員管理規範，針對環保專責及技術人員之在職訓練時數等作更明確規定，要求應有基本時數，期持續提升其專業，並與職場實際工作需求契合，協助事業做好污染防治（制）與管理工作，修正環境保護專責人員及技術人員訓練管理辦法部分條文。

➤ 108/07/08 【**環保署發布「違反毒性及關注化學物質管理法行為揭弊者法律扶助辦法」**】

環保署表示「做對的事，不應該受到欺負」，政府應當揭弊者的後盾並給予法律上的扶助，爰環保署於 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」（以下簡稱本法）增訂第 54 條，並依同條第 7 項之授權，訂定「違反毒性及關注化學物質管理法行為揭弊者法律扶助辦法」，鼓勵事業內部員工檢舉不法。

➤ 108/07/08 【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質運作獎勵辦法」**】

為因應全球趨勢的綠色化學環保議題，獎勵在國內致力研發、改善措施及推動綠色化學者，環保署依毒性及關注化學物質管理法第 72 條第 2 項規定，修正發布「毒性化學物質運作獎勵辦法」名稱並修正為「毒性及關注化學物質運作獎勵辦法」，希望藉此鼓勵各界發揮自身力量，共同推動綠色化學，擴大參與層面，以提升對人體健康及環境保護的目的。

➤ 108/07/11 【**用可行的目標，務實精進空氣品質標準**】

我國空氣品質標準（以下簡稱空品標準）現行為 101 年 5 月 14 日修正，將 PM2.5 年平均值及 24 小時值納入，以強化對於 PM2.5 之管制。環保署為促使我國空氣品質更進一步改善，現依據我國目前空氣品質現況與國際趨勢修正空品標準，規劃將懸浮微粒 (PM10) 之日平均值標準由原本 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 加嚴為 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年平均值由原本 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 加嚴為 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；二氧化硫 (SO₂) 小時平均值標準由 0.25ppm 加嚴為 0.075ppm、年平均值標準由 0.030 加嚴至 0.020ppm；二氧化氮 (NO₂) 小時平均值標準由 0.25 ppm 加嚴為 0.1 ppm、年平均值標準由 0.050ppm 加嚴至 0.030ppm；鉛 (Pb) 空品標準改為三個月移動平均值 0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

➤ 108/07/12 【廢棄物處理價格公開 108 年 7 月起供各界查詢】

為推動廢棄物處理價格透明化，自 108 年 7 月 1 日起廢棄物處理價格已上網公開，以提供各界查詢廢棄物處理機構之處理費用收費範圍。

➤ 108/07/12 【畜牧糞尿資源再利用 施灌車隊會幫忙】

為推動畜牧糞尿資源化工作，雲林縣政府今(12)日在雲林縣土庫鎮靜法寺廣場，進行雲林縣畜牧糞尿資源化及沼液沼渣施灌車交車典禮，在雲林縣張縣長麗善及環保署水保處吳處長盛忠見證下，將槽車象徵樣板交給畜牧場代表，代表中央與該府全力支持資源零廢棄及畜牧產業升級，未來將可以更方便提供農民有效率的資源化肥料使用，歡迎雲林縣農民多加利用。

➤ 108/07/15 【環保署預告「固定污染源空氣污染防制許可或認可證明文件審查費及證書費收費標準」修正草案】

環保署配合 107 年 8 月 1 日修正公布的空氣污染防制法(以下簡稱本法)增加環保機關應審查項目，依本法第 91 條第 2 項授權於 108 年 7 月 12 日預告「固定污染源空氣污染防制許可或認可證明文件審查費及證書費收費標準」(以下簡稱本標準)修正草案，以反映新增項目之審查成本，並將本標準名稱修正為「固定污染源空氣污染防制規費收費標準」。

➤ 108/07/16 【畜牧糞尿資源化 河川水質再淨化】

為達成改善河川水質、清淨空氣品質及促進畜牧業循環經濟等多重目標，環保署自 105 年起，持續推動畜牧糞尿沼液沼渣作為農地肥分使用，至 108 年 6 月 15 日止，全國已有 716 家畜牧場採取畜牧糞尿資源化利用，包括 558 場取得沼液沼渣作為農地肥分使用同意，91 場取得農業事業廢棄物個案再利用許可及 67 場符合放流水標準回收澆灌植物等。施灌農地面積達 2,111 公頃，施灌水量每年達 397 萬公噸，每年施灌的氮量約 858 公噸，相當於台肥黑旺特 5 號肥料 13 萬 4,106 包。此等推動畜牧糞尿資源化利用之豐碩成果，已初步顯現出河川水質再淨化之具體成效，如：108 年 1 月至 6 月平均水質與前 3 年同期比較河川污染指標(RPI)，屏東縣東港溪隴東橋測站由中度污染改善至輕度污染、潮州大橋測站由中度污染改善至未(稍)污染及臺東縣卑南溪臺東大橋測站由輕度污染改善至未(稍)受污染。推動畜牧糞尿資源化利用，創造畜牧業、農民與水體環境等多贏效益。

➤ 108/07/19 【環保署預告「固定污染源設置與操作許可證管理辦法」修正草案】

環保署配合 107 年 8 月 1 日修正公布的空氣污染防制法（以下簡稱空污法），及檢討固定污染源許可證制度執行經驗，於 108 年 7 月 19 日預告「固定污染源設置與操作許可證管理辦法」修正草案（以下簡稱本辦法），本次修正重點包括：建立許可證審查一致性原則，以利直轄市、縣（市）主管機關遵循，落實資訊公開以利民眾參與，參考水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法之簽證技師管制經驗，強化技師簽證功能，及加強簡政便民措施，優先針對公告第一批至第八批公私場所之許可證申請文件執行分級簡化工作，並將持續公告審查程序得簡化之對象。此外，配合空污法第 28 條第 2 項授權，納入燃料使用許可證併同管理，並將名稱修正為「固定污染源設置操作及燃料使用許可證管理辦法」。

➤ 108/07/20 【檢警環聯手查獲農地非法棄置廢棄物案】

環保署偕同彰化地方檢察署指揮彰化縣警察局芳苑分局、北斗分局、溪湖分局與彰化縣環保局、雲林縣環保局、嘉義縣環保局及財政部國稅局等單位兵分多路，破獲再利用機構以合法掩護非法行為，於彰化縣芳苑鄉、埤頭鄉與溪洲鄉等農地棄置食品加工污泥，涉犯廢棄物清理法刑責，最重將處 5 年以下有期徒刑、新臺幣 1500 萬元以下罰金。

➤ 108/07/29 【環保署訂定發布「違反空氣污染防制法義務所得利益核算及推估辦法」追繳不法利得】

保署於 108 年 7 月 26 日訂定發布「違反空氣污染防制法義務所得利益核算及推估辦法」（以下簡稱本辦法），作為主管機關追繳不法利得之計算及推估依據。未來違反空氣污染防制法（以下簡稱空污法）規定者，除了可能面臨最高 2,000 萬元的罰鍰外，如果有因為違規行為而有獲利者，包括違規者本身（例如工廠）及相關人員（例如代操作者、代檢驗者、專責人員…）等，都可能會被追繳不法利得。

➤ 108/07/30 【空污防制新南向區域合作 環保外交提升國際能見度】

環保署配合新南向政策，與美國環保署本（108）年 7 月 29 日至 8 月 2 日假台北諾富特桃園華航機場飯店，合作辦理「2019 年新南向國家空氣污染防制年會（South & Southeast Asia-Air Improvements in the Region, SSEA-AIR）」，邀請韓國、印尼、

越南、斯里蘭卡、泰國及蒙古等國、亞洲開發銀行 (ADB) 及亞洲環境遵法與執法網絡 (Asian Environmental Compliance and Enforcement Network, AECEN) 等 2 個國際組織，共約 30 餘位政府官員及專家來臺交流空氣污染管制經驗。

➤ 108/07/31 **【臺美國際環境教育合作更進一步】**

回首過去，從臺灣與美國於 82 年簽訂環保技術合作協定以來已超過 25 年，臺灣也從學習者的角色逐漸走出自己的路。在 103 年起與美方共同推動全球環境教育夥伴 (Global Environmental Education Partnership, GEEP) 以及臺美生態學校夥伴 (Eco-Campus Partnership)，經過多年努力，已逐步奠定臺灣在亞太地區及全球環境教育的領導地位。同時，我國的教育部及中華民國環境教育學會也於今 (108) 年加入臺美環境教育專案小組 (Environmental Education Taskforce)，並於 7 月 29 日召開「臺美環境教育專案小組第 1 次會議」。

➤ 108/08/01 **【環保署預告修正廢棄物清理法施行細則部分條文草案】**

環保署為落實廢棄物清理法規定，加強縣環境保護局對轄內一般廢棄物處理設施之統一管理及調度權限，且考量實務管理，需明文一般廢棄物處理設施處理廢棄物之優先順序及執行原則，爰預告修正「廢棄物清理法施行細則」，新增地方政府對於轄內一般廢棄物處理設施管理規範。

➤ 108/08/05 **【環保署公告「第一批固定污染源有害空氣污染物種類及排放限值」】**

環保署今 (5) 日公告「第一批固定污染源有害空氣污染物種類及固定污染源有害空氣污染物排放限值」，優先公告 73 項有害空氣污染物名單及 5 項有害空氣污染物之排放管道排放限值，以落實執行降低有害空氣污染物所致健康風險之減量管制工作，保護民眾健康。

➤ 108/08/06 **【環保署修正發布「空氣污染防制專責單位或專責人員設置及管理辦法」】**

環保署於 108 年 8 月 6 日修正發布「空氣污染防制專責單位或人員設置及管理辦法」，名稱並修正為「空氣污染防制專責單位或專責人員設置及管理辦法」(以下簡稱本辦法)，新增有關健康風險評估專責人員的設置規定，並強化專責人員代理制度，期能藉由專責人員的設置，落實空氣污染防制及健康風險預防與管理工作，以保障國人健康。

- 108/08/06 【**環保署公告「應設置空氣污染防治專責單位或專責人員及健康風險評估專責人員之公私場所」**】
環保署於 108 年 8 月 6 日公告「應設置空氣污染防治專責單位或人員及健康風險評估專責人員之公私場所」草案，將優先納管鋼鐵、水泥、電力及石化業等有排放有害空氣污染物 (Hazardous Air Pollutants, HAPs) 之虞的主要固定污染源，要求其設置健康風險評估專業人員，以落實執行降低有害空氣污染物所致健康風險之減量管制工作，保護民眾健康。
- 108/08/07 【**國際化學品與汞管理研討會 重量級大師齊聚**】
環保署於 8 月 7 日至 8 日在張榮發國際會議中心舉辦「2019 國際化學品與汞管理研討會」，以「無毒家園·綠色首都·永續社會」為主軸之大師論壇開啟序幕，緊接著同步展開「汞水俣公約執行措施」及「國際化學物質管理」兩主題之研討會，讓臺灣接軌國際共同邁向無毒綠色永續。
- 108/08/08 【**環保署公告修正「免洗餐具限制使用對象及實施方式」**】
為持續推廣自備環保餐具及使用可重複清洗使用之餐具，減少免洗餐具的使用，環保署於 108 年 8 月 8 日公告修正「免洗餐具限制使用對象及實施方式」，新增規定百貨公司業、購物中心及量販店業，於其提供餐飲之場所供消費者現場食用時，不得提供各類材質免洗餐具。另考量營業規模、經營型態及所在區域等實務情形，同時明定由地方主管機關視轄區內情形，於蒐整各界意見後，向中央主管機關提報各該業別管制實施日期，並由中央主管機關核准後另行發布實施。違反者依廢棄物清理法第 51 條第 3 項規定，處新臺幣 1,200~6,000 元罰款。
- 108/08/11 【**垃圾車後附載人員修正預告案將再持續溝通**】
有關交通部 108 年 8 月 6 日預告修正道路交通安全規則第 77 條，規劃放寬垃圾車車外附載隨車作業人員一案。
- 108/08/13 【**環保署預告毒性及關注化學物質運作管理之 3 項辦法修正案及廢止「第四類毒性化學物質核可管理辦法」**】
配合 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」（下簡稱毒管法），為因應新增關注化學物質，擴大源頭管理，爰擬具「毒性化學物質許可登記核可管理辦法」、「毒性化學物質運作及釋放量紀錄管理辦法」及「毒性化學物質標示及安全資料表管理辦法」等法規之修正草案，並將現行第四類毒性化學物質核可相關規定，併入「毒性化學物質許可登記核可管理辦法」規

範，爰併預告廢止。

- 108/08/14【**環保署訂定發布「建物及工業維護塗料揮發性有機物成分標準」**】
環保署 108 年 8 月 13 日訂定發布「建物及工業維護塗料揮發性有機物成分標準」，將推動建物及工業維護塗料的揮發性有機物減量工作，保護民眾健康。
- 108/08/15【**空氣污染防制法子法修正進度及空污費收支資訊公開**】
環保署表示，因應空氣污染防制法 107.8.1 總統令修正公布施行後，其相關子法需配合新增、修正、整併及廢止，目前已完成 49 項子法，已預告 30 項子法，持續依實務需求滾動式檢討修正。
- 108/08/19【**環保署修正發布「違反空氣污染防制法按日連續處罰執行準則」**】
環保署因應「空氣污染防制法」（下稱空污法）將改善期限屆滿後按日連續處罰的規定，修正為按次處罰，因此配合修正現行「違反空氣污染防制法按日連續處罰執行準則」，並於 108 年 8 月 19 日修正發布，名稱並修正為「違反空氣污染防制法按次處罰通知限期改善補正或申報執行準則」，作為未來主管機關依法處分的依據，以督促業者早日改善違規情形。
- 108/08/19【**環保署修正發布「交通工具違反空氣污染防制法裁罰準則」**】
環保署配合 107 年 8 月 1 日修正公布之空氣污染防制法（以下簡稱空污法），將處罰鍰之裁罰額度及授權規定整併至空污法第 85 條，檢討「交通工具違反空氣污染防制法裁罰準則」（以下簡稱本準則）、「交通工具排放空氣污染物罰鍰標準」及「違反機動車輛停車怠速管理規定罰鍰標準」，統一於本準則加以規範，並配合本準則之整併修正，同步廢止前述二項罰鍰標準。
- 108/08/21【**高屏地區近四年空氣品質改善 2 成 環保署持續保障國人身體健康**】
針對高屏地區空氣污染問題，環保署近年已推動相關空氣污染源減量工作，近四年來高屏地區空氣污染排放量已從 104 年 198,403 噸降至 107 年 182,448 噸，共減少 15,958 噸。統計 104 年至 107 年度空氣品質監測手動測站的細懸浮微粒（PM_{2.5}）數據顯示，高屏空品區 PM_{2.5} 年平均值從 104 年度 23.5 μg/m³ 降至 107 年度 18.7 μg/m³ 改善幅度達 20.4%，顯示近年高屏地區 PM_{2.5} 空氣污染已獲得相當改善成效。環保署多管齊下，針對固定源、移動源及逸散源管制，包括國（公）營事業及大型企業空污減量盤點與推動工作、提供大型柴油車多元輔導協助方案（如調修污染排放系統或加裝污染防制設備、購車補助及信用保證與

低利貸款等措施) 及加強推動紙錢集中燒政策, 鼓勵宮廟與民眾減少香品、紙錢燃燒, 推動以善代金、以米代金、網路祭祀等環保祭祀作法。

➤ 108/08/23 **【環保署公告「固定污染源有害空氣污染物健康風險評估作業方式」】**

環保署今(23)日公告「固定污染源有害空氣污染物健康風險評估作業方式」, 使環保主管機關在訂修或擬訂固定污染源有害空氣污染物排放標準值時, 可依一致性之健康風險評估作業方式進行評估, 以落實執行降低有害空氣污染物所致健康風險之減量管制工作, 保護民眾健康。

➤ 108/08/23 **【環保署成立南部地區空氣污染跨區合作預防應變小組】**

環保署指出, 近來媒體報導反映南部空品不良, 環保署張子敬署長特於今(23)日邀集嘉義以南縣市之環保局長, 商討成立「南部地區空氣污染跨區合作預防應變小組」, 預計十月份開始, 以每週一次的開會頻率, 會上針對前一週及未來一週氣象與空品分析及預測, 並就地方應變作為準備及規劃內容進行檢視、討論及交流, 以加強區域空污減量工作合作, 為即將到來空污季節做好準備。

➤ 108/08/26 **【施工機具將採輔導與管制並行】**

有關施工機具柴油引擎的污染減量, 環保署說明, 將透過研訂排放標準管制新進口的機具, 對於已在國內使用中的機具將以輔導改善為主, 不會要求強制淘汰。

論述園地

土壤水洗工法實場應用案例探討

捷博科技股份有限公司專案工程師 楊世閔
捷博科技股份有限公司環工技師 王凱中
捷博科技股份有限公司專案經理 陳嘉慶
捷博科技股份有限公司經理 徐偉峻

摘要

現今國內土壤整治技術經過多年發展，大部分整治方向皆是以現地方式處理，現地方式處理最常見之問題即是土壤不均質性導致藥劑傳輸效果不如預期，而土壤水洗工法於國外已行之有年，惟目前國內尚少有水洗工法為主進行整治且成功之案例，大規模建置水洗系統之嘗試亦無，水洗工法仍未被廣泛應用，因此期許以本文探討油品土壤污染場址以水洗工法為主進行整治之實例分享與探討，推動水洗工法的整治技術。

水洗系統建置主要以粒徑分離為其主要目的，因比表面積緣故，細顆粒之土壤(粉黏土)相較於粗顆粒之土壤(粗細砂及礫石)有較高程度的污染富集度，系統建置前，亦先利用先期試驗分析該場址不同樣品經水力分選後之濃度測試，且得到相同結果，因此於建置系統後砂及礫石即為主要回填料產品，以增加土壤污染再利用率，經過系統後之水力分選後濃縮之污泥經壓濾後以離場方式進行處理，本案例之系統於穩定運轉後，每日處理量可達 200~300m³，統計此場址累計水洗 42,250 m³，而離場之污泥總量約 7,400 噸，若比重以 2 來計算，總離場約 3,700 m³，佔總水洗量約 9%，因此本系統於此場址之污染土經水洗減量效益達 91%。

雖水洗工法對於土壤整治之成本相較排客土法更低，但因水洗工法於國內尚未成熟，仍有許多不確定因素及各單元突發狀況需克服，整治後產生之污泥亦是可討論的部分，若有針對污泥另有方式可有效再利用，水洗工法將會是最具整治效益的工法。

【關鍵字】1. 土壤水洗 2. 粒徑分離 3. 污染富集度

一、前言

環保主管機關對於土壤污染查證的對象，從早期的農地、廢棄工廠、加油站、軍事設施到運作中工廠，皆以污染潛勢相對較高者為查證之對象，而經查證後公告為污染場址之污染物早期以重金屬居多，近年來有

機污染物之場址逐漸增加，其中主要為總石油碳氫化合物 (Total Petroleum Hydrocarbons, TPH) 之污染場址。常見的 TPH 污染整治工法包含排客土搭配離場處理、現地/離地化學氧化、離地生物復育及熱處理等，其中又以離地生物復育法及排客土搭配離場再利用最為常見，離地生物復育工法中又以生物堆肥法 (Bio-composting) 為較常使用之工法，其主要是藉由好氧微生物之呼吸作用達到污染物去除之目的，生物堆肥法可利用鼓風機搭配多孔曝氣管使好氧生物獲得氧氣，亦可利用挖土機翻堆方式讓氧氣充分進入土壤孔隙中，後適時添加營養鹽並控制含水量、pH 值等參數以營造利於微生物生長之環境，此法一般適用於分解速率較快的有機污染物，其缺點也顯而易見，單次操作之土方量若太多，易產生微生物及營養鹽分配濃度不均勻之情形，其操作期程亦較其餘工法長；現地化學氧化法 (in-situ chemical oxidation, ISCO) 為添加化學氧化藥劑注入地表下受污染之土壤中，透過氧化反應破壞各種有機污染物質，最終形成二氧化碳與水等無毒產物。現地常用之氧化劑包括 Fenton 試劑 (hydrogen peroxide, H₂O₂)、過錳酸鹽 (permanganate, MnO₄⁻)、過硫酸鈉 (persulfate, S₂O₈²⁻) 與臭氧 (ozone, O₃) 等，由於現地化學氧化法處理時間較其他整治技術快速且方便，因此被廣泛應用於污染場址整治工作，但其缺點為部分氧化劑半衰其短，反應時間過於迅速，且受土壤孔隙及質地會影響其傳輸效果而導致整治成果不如預期；排客土搭配離場處理為最常見之整治工法，本方法雖可快速完成土壤污染改善，但因離場處理方式若採掩埋處理則與土壤永續利用相違背，故離場處理方式多採再利用，而其缺點為排土之價格較其餘工法昂貴。

鑒於上述各種工法之應用及優缺，本篇文章將分享有別於以上三種常見土壤油品污染整治方式，係採土壤水洗工法應用於高雄市某 TPH 污染場址之整治案例分享，土壤水洗技術對於離地生物復育處理量不足、化學氧化法之土壤不均質性影響及排土價格昂貴等缺點皆可克服，此法主要利用水進行土壤粒徑分選，達到土壤濃度分離之目的，因土壤粒徑越大，其比表面積越小，污染物吸附程度較低，如礫石及砂等；反之當土壤粒徑越小，其比表面積越大，其污染物吸附程度亦較高，如坩土及黏土等，在一般環境中，細顆粒土壤常會附著或混雜於粗顆粒土壤中，整治目的為將粗顆粒及細顆粒土壤分開，進而將污染濃度富集度相對較高的坩土及黏土濃縮，達到污染減量之目的。

土壤分選程序一般有乾式篩分、風選及水選等方式，其中乾式篩分

及風選主要皆受限於土壤含水率之影響，其篩分或處理效果皆有限。本次採用之土壤水洗系統中土壤顆粒之分離主要透過土壤粒徑及比重(或密度)不同進行分選，利用水力進行團塊破碎、渦流分選、篩分及沉澱等程序進行土壤粒徑分離，此系統可大幅減少污染土壤之處理量而縮短整治期程。

二、土壤水洗工法整治實例探討

1. 先期試驗

於規劃土壤水洗系統單元配置前，應先瞭解及確認土壤污染富集程度及粒徑分布狀況，以利對於整體系統單元及相關流程之調整，為符合現場實際狀況，因此遂先於場址內取兩組不同濃度及質地之污染土壤進行水洗效率評估。

針對此兩組樣品粒徑分布及污染濃度狀況如表 1、圖 1 及圖 2，經此分析後發現，經水洗後之土壤，無論原先土樣之初始 TPH 濃度高或低，皆以粒徑最小之污泥 TPH 濃度最高(粒徑<0.075mm 之污泥)，且與其他粒徑(>0.075mm)有明顯之差異，顯示污染物透過水洗分選程序後有濃度富集之情形，且粒徑大於 0.075mm 之土壤經過水洗後皆低於土壤管制標準，且依土壤質地中的比例不同，約可減量 50~90%之污染土壤達到土壤再利用之目的，若遇污染土壤質地分布以砂質為主之場址，此工法更能增加整治效率且兼顧品質。

試驗樣品	SAMPLE 1(中細砂)		SAMPLE 2(中細砂夾雜粉黏土)	
	粒徑(mm)	比例(%)	TPH(mg/kg)	比例(%)
>2	9.9	145	1.2	89
0.149~2	65.6	343	33.3	289
0.075~0.149	16.3	672	12.8	544
<0.075	8.2	<u>10,980</u>	52.7	<u>3,980</u>

表 1 不同土樣之水洗成效評估

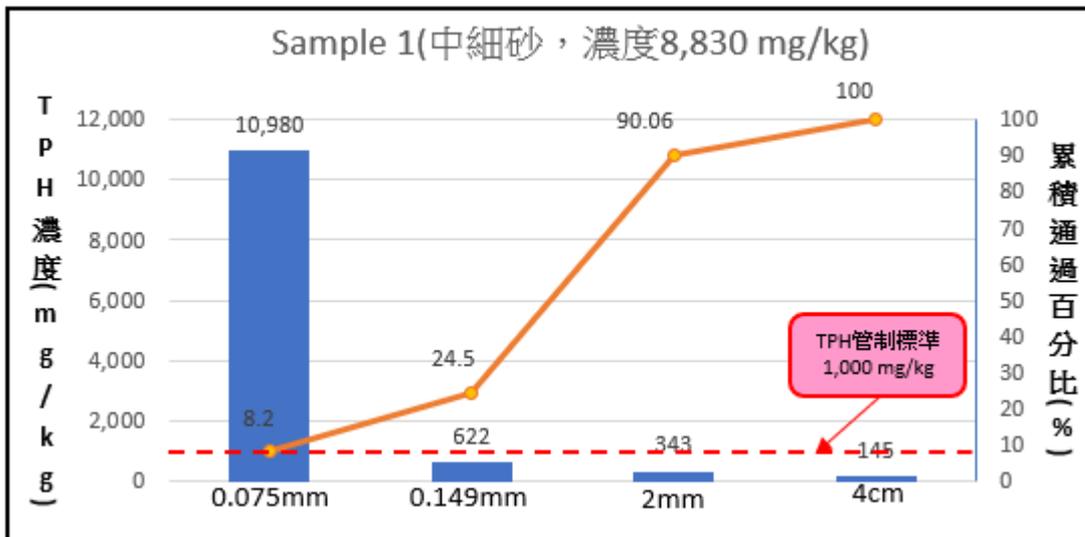


圖 1 Sample1 水洗後土壤粒徑與 TPH 濃度關係

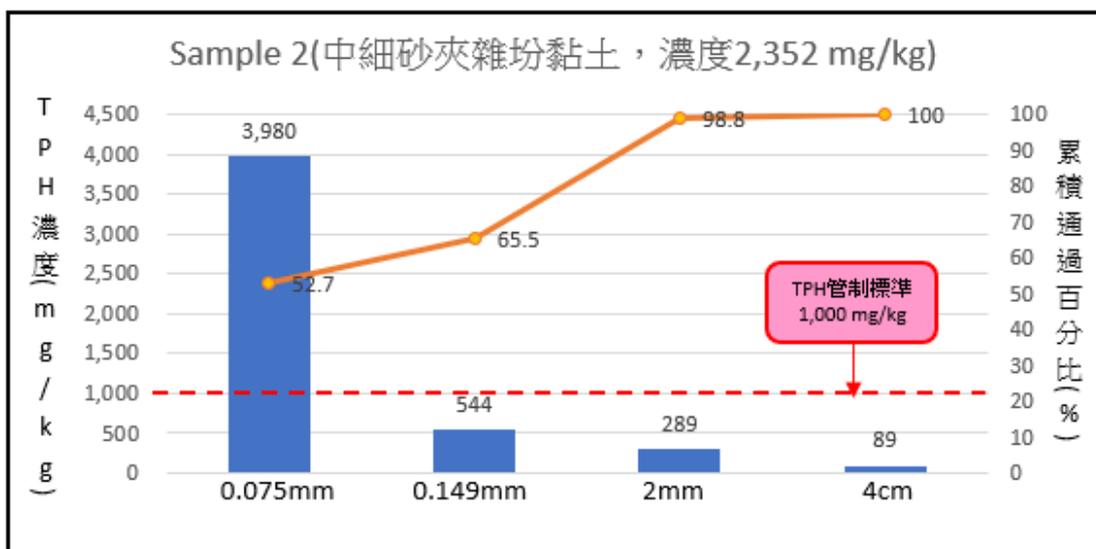


圖 2 Sample2 水洗後土壤粒徑與 TPH 濃度關係

2. 土壤水洗系統單元介紹

土壤水洗整體流程為開挖後之污染土壤先經由初步分選，將大顆粒粒料(礫石、建築廢棄物等)進行乾式篩除後，再進行砂/礫石及可回收物之分選，再以合適之土水比(1:3~1:10)進行混合後泵送至水力渦流分選機(hydrocyclone)，藉由水力渦流分選將砂粒及坩/黏土進行分離，多數經水力分選後之砂粒經由振動除水篩去除水份後即清洗完成；其餘混合於水中之坩/黏土則經由混/膠凝等廢水處理程序並經脫水後濃縮為高濃度之污泥，廢水系統處理後之上澄水體則循環作為清洗水重複使用，水洗設備流程簡圖如圖 3 所示。

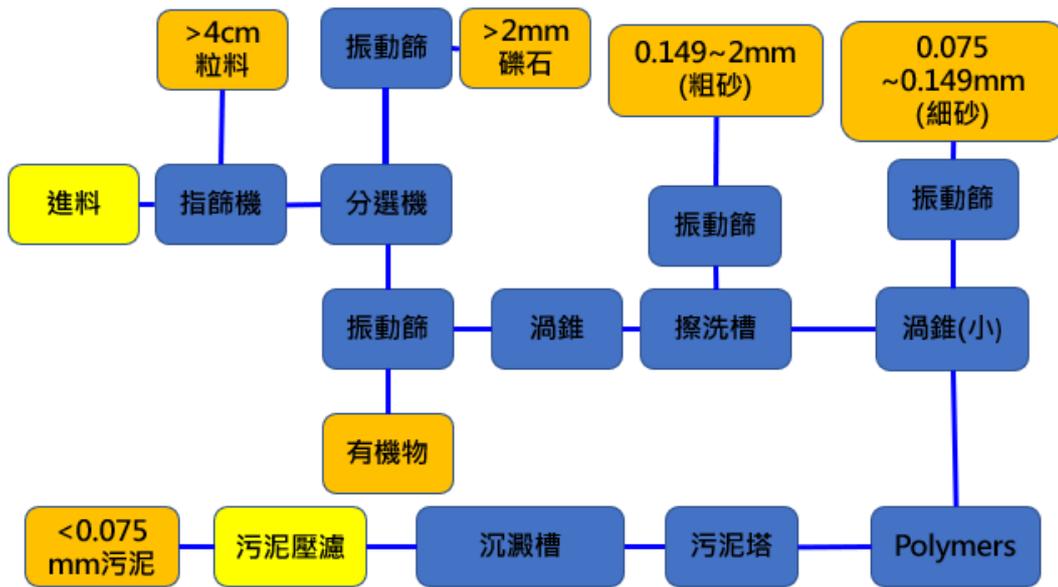


圖 3 水洗設備流程圖

3. 土壤水洗執行成果

水洗工法之施作主要流程可大致分為三階段，分別為進料端之處理、水洗過程及水洗系統循環水回收，進料端處理為現場實際執行時，進料之質地會先進行挑選，含砂量較高之污染土壤會優先以水洗工法進行整治，因其整治效益高，若含泥量較高，經由系統粒徑分離後污泥之含量會增加，不符整治效益，因此亦凸顯水洗系統建置前之先期試驗重要性，於先期試驗可大致得知需整治場址的質地概況，可先進行水洗系統處理效益探討，依現場質地概況評估各單元所需負荷之處理量；水洗過程應依現場污染土壤類型進行各項調整，包含土水比、振篩數量及進料之速度，若遇砂質較多之土壤可提升較高之進料速度，因含泥量較低，後端污泥製作負荷較低，若遇含泥量較高之土質，就需要適時調整進料速度，以免污泥製作不及，使得後方回用水之污泥來不及沉降而進入到循環水系統，造成後續水洗效能不佳。

本案例每月水洗量平均約在 2,000~3,000 m³，扣除設備維修及天候因素影響，此系統平均每日水洗量約可達 250~300 m³，水洗後之產品亦不定期檢送環保署認證實驗室檢測其成果，相較於 Test kit 篩測濃度，實驗室分析之數據更低，顯示水洗後之產品皆可達直接回填程度，進料及出料相關濃度統計如圖 4 所示。此水洗系統累計總水洗量達 42,250 m³，而本案因水洗水產生之污泥離場量約 7,400 噸，若比重以 2 來計算，總離場約 3,700 m³，佔總水洗量 9%，因此本系統於此場址之污染土經水洗減量效益達 91%，且因水洗工法於此案大大提升整治效益。

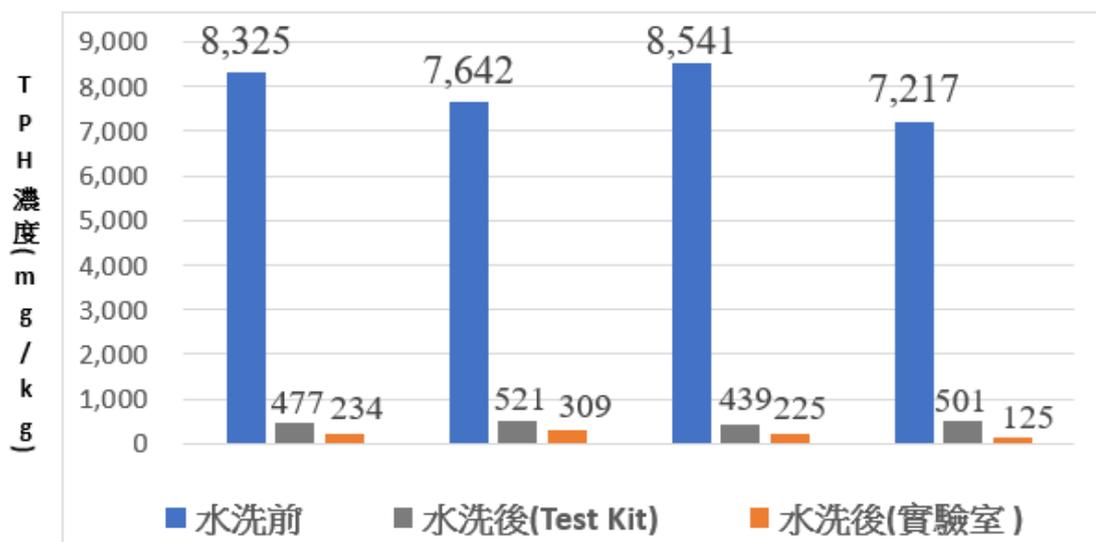


圖 4 水洗前後樣品 TPH 濃度比較

三、結論與建議

以水洗工法進行土壤整治相對其餘整治工法更加全面，不論日處理量、每單位污染土整治所花費之時間與成本及土壤不均質性所衍生問題皆能有效解決，因各單元皆為獨立設置，因此能藉由調配各單元之參數(包含：進料速度、進入濕式水洗程序後之土水比、振動篩網目大小、振動篩之組數等)，針對不同污染性質及土壤質地皆能彈性調整，若適時配合各項前端處理程序(場址土壤質地先期試驗及污染物開挖第一階段篩選)，則更可提升此工法之效益，但因國內水洗工法與其餘工法相較之下屬較新開發之工法，也未有規模建置系統以此為主要工法進行整治之案例，且上述各項單元及參數之調整皆須仰賴現場機電設備專業操作人員，無法單靠環保專業獨立進行，而增加此工法整治評估的不確定性，經過現場實際施作後主要歸類以下幾種建議供各位參考：

1. 整治場址地質特性限制

因此系統著重之整治方式為水力分選(粒徑分選)，其粗細砂及礫石經分選後皆可達回填標準，若需整治場址內含有之粉黏土量經計算後不符效益，則此工法即不適合使用。因經此系統水力分選後之粉黏土經過各單元分選後濃度富集程度高，幾無再利用可能，因此皆須以離場方式處理，若場址土壤質地以砂為主，水洗工法將可成為整治工法中最具整治效益之工法。

2. 單元運轉需仰賴機電專業

因其需針對不同土壤質地之場址進行單元設置，且須進行各種單元測試及整體試運轉方能進行整治，而相關設備操作及維護皆須仰賴機電相關專業領域人員執行，非環境工程專業可獨立進行，因此需有更多方面經驗嘗試進行系統運轉之改善，也因此亦產生整治效益與預先評估有較大落差的情況發生。

3. 污泥品質及去化

經此系統水洗後濃縮之污泥，因其 TPH 濃度極高現階段尚無合適之工法將其再次進行減量或復育，因此目前皆以離場處理為主，若能針對濃縮污泥再次進行改善降低濃度，則可減少最終去化處理費用，大大提升水洗工法之經濟效益；因水洗系統採用循環水進行清洗，因此污泥製作之效率也大大影響此系統循環水之品質，若污泥製作效率不佳，循環水中含有大量高濃度污泥，恐會造成整治過程交叉污染情形產生，且因污泥離場處理主要皆以重量計算處理費用，因此如何降低污泥含水率也是需要重視之課題。

4. 二次污染防治措施

經水洗後之粗細砂與礫石等回填產品，產出時並無於出料振篩上滯留太久，因此產品出料後之含水率極高，承接討論與建議第三點，若污泥製作效率不足，循環水之污泥含量較高，雖不至於污染出料產品品質，但產品經重力排水後若作業區截流溝及沉砂池若容量不足，將溢出設備區，可能流入正在整治之區域，因此沉砂池及截流溝設置亦大大影響現場二次污染防治措施實施成果。

四、參考文獻

1. Bhandari, A., Dove, D. C., and Novak, J. T. (1994) Soil Washing and Biotreatment of Petroleum-Contaminated Soils, *Journal of Environmental Engineering*, 120 (5), pp. 1151-1169
2. 張尊國 (2002) 台灣地區土壤污染現況與整治政策分析，國政分析，民國九十一年六月二十八日。
3. ART Engineering (2008) Hydrocarbon Soil Washing/Soil Flushing Remediation, <http://www.art-engineering.com/Projects/Lezo/Photos.htm>, Access March, 2008
4. 田澤龍三 (2009) 污染土壤清洗技術之應用—日本經驗，中興工程40週年慶系列研討會—土壤與地下水整治技術研討會，第64-76頁。
5. 蘇紹偉、陳尊賢 (2008) 土壤清洗法整治重金屬污染土壤國內外最新研究與整治案例之回顧，臺灣土壤及地下水環境保護協會簡訊，第二十七期，第4-12頁。
6. 黃智、吳勇興、林淑滿、鍾裕仁 (2011) 土壤清洗技術於土壤污染整治應用，中興工程季刊，第110期，第53-61頁。

畜牧業沼液沼渣農地肥份再利用

Piggery waste reuse via paddy field application

國立高雄大學 葉琮裕 教授

National University of Kaohsiung Professor T Y Yeh

一、摘要

台灣養豬業其廢水中含有大量的懸浮物、有機物及氮磷等物質，若未經處理直接排放至水體中，將會導致環境污染，造成優養化現象，進而破壞生態平衡，對於人們的生活品質與身體健康亦有諸多不良的影響。在台灣畜牧廢水處理主要使用有三段式厭氧處理流程，農地肥份再利用可能是萬靈丹。因此，建設一個適當之沼氣產生廠，可以解決畜牧業污染之問題，產物如甲烷和肥料是為環保有善的產品。

關鍵字：畜牧廢水、氮營養鹽、銅、鋅

Keyword piggery waste, nitrogen nutrient, copper, zinc

Abstract

A large amount of waste is produced by the industry daily (e.g., liquid and fiber digestate), and its wastewater contains considerable amounts of substances including suspended matter, organic matter, ammonia nitrogen, and metallic elements (e.g., copper and zinc). If such substances are directly discharged into water without treatment, the environment is polluted and eutrophication occurs. Consequently, the ecological balance is disrupted and numerous negative effects are exerted on the health and quality of life of humans. Conventionally, three stage wastewater treatments are too costly and hard to operate. Direct application to soil can be a remedy if the application rate is careful managed. Therefore, a feasible method was to establish a centralized methane production facility for the treatment of piggery industrial waste. The products after treated like methane and fertilize are utilized as clean and environmentally friendly products.

二、緒論

世界上咸少有水污染來源為畜牧業，台灣之養豬型態規模大且密集度高，豬糞尿廢水之特點為高懸浮物、高有機物及高氮磷，且臭味重及水質變化較大。豬糞尿廢水含有大量的養分，若未經適當之處理即直接排放會導致環境污染，造成水體優養化，破壞生態平衡，且豬糞尿臭味會影響人

類的生活品質與身體健康。含高濃度有機污染物之廢水以厭氧生物技術處理，具有能源消耗低、可有效回收沼氣、處理負荷高、污泥產量少及耐衝擊負荷等諸多優點，已成為近年來水處理領域研究之熱點。

台灣目前畜牧廢水多採用三段式廢水處理，此方式處理過程既消耗能源又損失可利用資源，且處理費用亦高。歐美許多國家將未經處理之畜牧廢水直接施用於農田作為肥料，已行之多年。依據目前國內廢棄物處理法規，未經處理之畜牧廢水上不能直接施用於農田作為肥料。

台灣養豬戶數及在養頭數主要集中於屏東縣、雲林縣、彰化縣、臺南市、嘉義縣、高雄市等南部六大農業縣市。以全台飼養 700 萬頭豬、1 億隻雞與 12 萬頭牛估算，每年產生之禽畜糞廢棄物所含氮、磷、鉀素，相當於化學肥料年施用量中氮、磷、鉀素之 48、214 與 100%。利用農田消納禽畜糞肥等有機廢棄物，以利用再生資源是減輕農牧業生產對環境負荷之對策之一，其施行的方式包括將有機廢棄物製成堆肥，或直接將未經處理之有機廢棄物施用於農田，兩者各有優缺點。

台灣現行之豬糞尿廢水大多以農委會推廣之三段式流程處理，包括固液分離、厭氧處理與好氣處理及堆肥與污泥處理等。但固體部分因堆肥化過程使得氮素損失，且堆肥中累積之高濃度重金屬，亦可能導致土壤重金屬之累積。再者，厭氧處理產生的沼氣(CH₄)為溫室氣體之一，如何有效地利用甲烷，以減少對全球暖化之衝擊，亦為注意的重要問題。

三、畜牧業沼液沼渣概論

台灣目前畜牧廢水多採用三段式廢水處理，多年來對降低台灣環境營養鹽類之負荷有相當貢獻。但此方式處理過程既消耗能源又損失可利用資源，且處理費用亦高，因此尋求其他成本低、環保且安全的再利用方式，成為國內環保單位研究方向。歐美許多國家將未經處理之畜牧廢水直接施用於農田作為肥料，已行之多年。但是，依據目前國內廢棄物處理法規，未經處理之畜牧廢水尚不能直接施用於農田作為肥料。未來將針對豬糞尿廢棄物，結合國外經驗，擬定環保突破創新策略，提供畜牧廢棄物資源化及再利用新思維。

(一) 養豬廢水及養牛廢水之污染量

以日本中央畜產會為例，每頭成牛(平均 500~600 公斤)每日排出糞尿量糞約 30 公斤，尿約 20 公斤。成牛每日每頭 BOD 總量 760 公克，糞佔 720 公克，尿佔 40 公克；SS 總量 3,600 公克，糞佔 3,550 公克，尿佔 50 公克；COD 總量 400 公克，糞佔 370 公克，尿佔 30 公克。由此可知牛隻畜牧廢水屬高濃度有機廢水，如果不經處理而排出，對環境的影響甚大，且牛為草食性動物，因此廢水中較豬糞有更多的纖維質、鉀及懸浮固體，而氮、磷、鈣及鈉等成分含量則較豬糞低，導致需要較長廢水處理時間。

養豬廢水之廢水量受到豬隻每日糞尿排泄量、本身之生理特性、及養豬戶之沖洗豬舍習慣而略有差異，不同體重之豬隻在任意飼料或限食飼料下其糞尿量有所差異。除了豬隻所排放的糞尿外，每日清掃豬舍之沖洗水量，亦為計算養豬廢水量之因素。台灣之養豬戶習慣以水沖洗地面，夏季並為豬隻沖涼，廢污之稀釋率約在 5~15 倍之間，推估所使用每頭豬所排放的廢水量為 30L/day，此單位廢水量即已考慮沖洗豬糞便之沖水量。

在水質方面，養豬廢水的主要污染來源為豬糞尿中之固體物及液體，加上部份飼料濺落以及豬舍之沖洗廢水，其中污染物 90% 來自豬糞尿，僅有 10% 來自飼料及其他。豬糞尿廢水一般皆屬於高污染廢水，固體物量佔總廢水的 20~30%，而其 pH 值則在 7.0~9.0 左右，新鮮豬糞尿廢污之生化需氧量約為 50,000~90,000mg/l，因此污染量相當大。然豬糞尿廢水之理化性質受豬隻的生理狀況、飼料品質及量與環境因素影響，另外包括體重、性別、活潑性及品種、對飼料之消化性、蛋白質及纖維素等其成分、豬舍溫度、溫度、飼養的方式、沖洗方式及沖水量…等，都會影響豬糞尿廢水之性質。

(二) 畜牧廢水對水體之影響

台灣地區之畜牧業主要為養豬業，1995 年台灣地區毛豬之產值為新台幣 700 億元，占農畜部門總產值之 22%，居各項產品之冠，為農村收入的主要來源之一。惟養豬業產生之廢水污染濃度相當高，其污染量佔畜牧業總污染量的絕大部份。因此畜牧廢水污染現況之評估即以養豬廢水為代表。養豬頭數截至 1998 年共計 800 萬頭。其中屬大規模養豬戶，養豬規模在 1,000 頭以上者，所養之頭數佔總數之 55%。惟其戶數僅 1,788 戶，佔總戶數 8.7%；而 1,000 頭以下之養豬戶，共計 18,666 戶佔總戶數之 91.3%，其所養之頭數則佔總數之 45%。歷年來飼養規模小之養豬戶逐年減少，而 1,000 頭以上之大規模養豬戶則呈現增加趨勢。顯示養豬事業受環保政策的影響，無有效污染防治設備之小型養豬戶已逐漸被淘汰，大型養豬戶則逐步走向企業化經營發展之模式。

台灣地區養豬業由於飼養中之豬隻大小頗有差異，為便於污染特性之統計分析，在進行污染量之推估時得以每頭豬體重 60 公斤計算。此外，由於養豬業者對於豬隻之排泄固體物大多將之資源化回收做為肥料，實際排放至廢水處理場之污染量為平均每頭豬每天產生約 30 公升廢水量，COD 則為 250 公克，SS 則為 150 公克。則台灣地區整體養豬業產生之年總廢水量為 8,760 萬立公尺，COD 污染年總產生量 730,000 公噸。

依據農委會資料顯示至 1994 年底，飼養 200 頭以上規模養豬戶已設置廢水處理設施者達 93.8%。業者多採用三段式廢水處理方法，即先經由固液分離，出流水再以厭氣醱酵處理之後再以好氧之曝氣處理進一步去除有機物。依據盧金鎮等之研究及農委會專家之意見，此種處理方法在正常且良好管理之操作運轉之下，其 COD、BOD、SS 去除率可達 98%，應可符合放流水標準限值，若因好氧曝氣單元操作不適當，致處理效率未發揮，則去除

率在 90~95%之間，無法符合放流水標準。

整體養豬廢水之污染防治成效在考量 200 頭以上規模之養豬戶其飼養豬隻之比例與已設置處理設施之百分比，另統計未設置處理設施之養豬戶所飼養之豬隻所產生與排放之污染物，則台灣地區之養豬廢水 COD 平均削減率為 54%，污染排放量為 335,800T/年，SS 則為 82,000T/年。

(三) 水質 RPI 分析：

自 98 年 7 月起屏東縣政府於萬年溪上游廣東橋、下游復興橋各設置水質監測站。由監測結果顯示，萬年溪 98 年整體 RPI 平均值則為 6.54 屬於嚴重污染，99 年整體 RPI 平均值為 5.15 屬於中度污染，100 年整體 RPI 平均值降為 4.84 屬於中度污染；評估 98~99 年整體水質改善率達 21.2%，由監測結果顯示萬年溪 99 年度水質由嚴重污染提升為中度污染，99~100 年整體水質改善率達 6.1%，各項整治工作成效已逐漸顯現。

(四) 畜牧業污染量推估：

畜牧廢水污染量推估將以單位豬頭數所產生的單位污水輛及單位污染量乘以其豬頭數而得。因此在此方面之推估主要單元為豬隻頭數、單位頭數污水輛、單位頭數污染產生量三項。養豬廢水之廢水量受到多種因素的影響，根據相關研究報告，推估所使用每頭豬所排放的廢水量約為 30L/day。以萬年溪畜牧業實際畜養量推估污染量：總廢污水輛 1,409CMD，總廢污水生化需氧量值為 74.4kg/day，化學需氧量值為 478.3kg/day，懸浮固體物值為 93.8kg/day。

(五) 處理流程介紹

台灣現行之豬糞尿廢水大多以農委會推廣之「三段式流程處理」，第一階段為「固液分離」，固形物分離出液體廢水以製作堆肥，液體廢水進入初沉池前的有機物質含量越低越好，放流水也才能符合環保署的規定。第二階段為「厭氧消化槽」，動物糞便將進入一個類似密閉化糞池的密閉空間，經過水解後產生的沼氣可作為汽電共生，沼渣、沼液則可作為肥料。第三階段則是「活性污泥槽」，在曝氣系統中將廢水和活性污泥(微生物)互相接觸，將水中的有機物轉化成二氧化碳、水及更多的微生物。詳細說明如下：

第一階段：固液分離(主要功能減少厭氣發酵產生之浮渣、減少處理量)

1. 在固液分離階段以採用固液分離機為主，分離床少部分，固液分離機有逕流式、震盪式及水車式等，主要目的是將混於尿水中之豬糞固體加以取出，減輕後續之處理負擔，它的去除效果 BOD 在 15 至 30%間平均 20%、SS 約在 50%左右。
2. 目前更推行二段固液分離機方式，第一階段採用網目較大者(約 0.5 mm)，先行去除較大型之固體後，第二道再以較小網目(約 0.3 mm)進行第二次固液分離，對固形物之去除效果顯著。

3. 分離出之固體含水分在 70—80%間，製造堆肥時尚需調整水分。也有採用固液分離式豬舍，將糞與尿水在豬舍內就加以分開，配合刮糞設備，將糞尿自動分離，刮出之糞便直接製成堆肥，因不需以大量水沖洗，因此可達到減少廢水量之目的。

第二階段：厭氣發酵

1. 厭氣發酵為在缺氧狀態下，微生物將構造複雜之有機物分解為簡單物質，並產生 CH_4 、 CO_2 等。
2. 優點：
 - (1) 污泥產生量少
 - (2) 可回收有用能源(沼氣)
 - (3) 可承受較高之有機負荷
 - (4) 處理後廢水穩定性高
 - (5) 發酵過程中微生物所需營養分少
 - (6) 不需供氧
 - (7) 可殺死寄生蟲卵及殺死或抑制病原體
3. 缺點：
 - (1) 受氣溫範圍限制
 - (2) 沼氣細菌生長緩慢
 - (3) 處理時間較長
4. 厭氣發酵可分為：酸生成、甲烷化二個主要階段。
 - (1) 第一階段利用兼氣與厭氣菌將蛋白質、醣類、脂肪轉化為有機酸(乙酸、丙酸、丁酸等)、醇類及新菌體細胞。
 - (2) 第二階段以絕對厭氧甲烷菌將有機酸、醇類轉變成 CH_4 、 CO_2 。
5. 影響厭氣發酵之因子：
 - (1) 溫度(中溫菌為主，重視溫度穩定 $\pm 2^\circ\text{C}$)
 - (2) pH(正常厭氧發酵之 pH 值應在 6.6~7.6 之間，而 7.0~7.2 之間為最佳。一般單槽之厭氧發酵之 pH 值在 6~8 間仍有正常之沼氣產生，而在 7.2~7.6 間為最好。複式發酵槽，則酸化槽之 pH 在 5.0~6.5 之間，甲烷化槽在 7.0~8.5 之間仍有正常之處理性能。)
 - (3) 有毒物質(重金屬、抗生素、消毒劑)
 - (4) 攪拌混合
 - (5) 污泥迴流控制與沼氣產量
6. 通常採用採用覆皮式厭氣發酵槽，屬臥置式厭氣發酵槽之一種，以紅泥膠皮設置水封方式達厭氣處理之目的。厭氧消化程式如圖 2.1-5。其設計重點：
 - (1) 糞尿與水比例應適當(3:1)。
 - (2) 設置沉砂池，流速 15-30 cm/秒，HRT 30-60 秒。
 - (3) 發酵槽採前後槽設計；前槽為酸化期(HRT 0.5-2 日)，大部分為 CO_2 ，並無 CH_4 ，可直接排放。產生之污泥可抽取至沉澱槽或濾床。

- (4) 發酵槽後槽為甲烷化階段(HRT 2-7 日)，前槽之懸浮液溢流至後槽；宜分置多槽。
- (5) 採用恆壓裝置；不直接利用厭氣槽產生之 CH₄，將之經簡易恆壓裝置導入沼氣儲存袋，保持厭氣槽覆皮一定程度隆起。

第三階段：好氧活性污泥

1. 活性污泥法(activated sludge process, ASP)利用好氣微生物吸附、分解、處理廢水中之可溶性及微小懸浮物質等。
2. 活性污泥組成：由細菌類、真菌類、原生動物與原蟲類等組合成之羽狀混合培養體。

ASP 系統含五項基本單元操作

1. 初沉池：廢水略經沉澱，濾除部分非活性污泥，可避免影響曝氣池 SV30 沉降觀察正確性。
2. 曝氣池：HRT 約 1.5 日，有效水容積約為一日廢水量之 1.5 倍。須有供氣裝置，以充分均勻混合廢水，不產生沉澱，提供微生物足量氧氣。因藉活性微生物(活性污泥)淨化處理廢水，池中必須保持一定量微生物，常以池中之 MLSS 作為活性污泥量指標。每日需測定一次 SV30，以估算 MLSS 濃度。正常曝氣池水流均勻、水色呈淡褐色、泡沫稀少、有土臭或黴臭味、SV30 為 20-25%。
3. 終沉池：主要功能為凝聚微生物繼而沉澱下降，以獲得乾淨上澄液，故需足夠之 HRT(至少 3-4 小時)。為有利於污泥聚集，池下端應建成角錐形，抽取之沉澱污泥迴流至曝氣池。需設置擋流板(防止浮渣外溢)與溢
4. 迴流污泥：為使曝氣池保持一定數量之混合液懸浮固體(即微生物)，需將終沉池之污泥抽回曝氣池。當曝氣池之 SV30 (MLSS>2,500 mg/L) 大於 25% 時，終沉池沉澱污泥部分迴流至曝氣池、部分捨棄。當曝氣池 SV30 小於 20% (MLSS<2,000 mg/L) 時，終沉池沉澱污泥全部迴流至曝氣池。
5. 排泥：曝氣池內進行生物氧化過程之微生物約將半數營養分轉變為賴以生存之能量，另一半則用於繁殖新污泥，而增加曝氣池污泥量。為維持曝氣池內微生物濃度不變，常將此污泥增殖量排除之。

(五) 國外畜牧業與環境現況分析

1. 美國案例說明-農業之星方案(AgSTAR)

美國環保署與農業部，能源部合作的計畫(1993)，以更符合成本效益的方法，幫助農民改善其施肥方式，以減少甲烷的逸散。主要的目標工業為養豬業及乳酪業，目標是 2000 年時減少兩百二十五萬噸的甲烷(碳當量)。分成工業聯盟及夥伴計畫兩部分：共有二十八家工廠同意協助甲烷回收產品的供需；13 個夥伴 62 個畜牧場同意評估其設備以安裝甲烷回收設備。經評估此一計畫為一環境、企業與大眾關係三

贏的計畫。

農業之星方案 (AgSTAR) 是自發性投入，加上美國環保署、美國農業部及美國能源部贊助。此方案鼓勵動物飼養業者，將糞便處理為液體和泥漿，並收集和利用沼氣。沼氣系統可以減少溫室氣體甲烷排放量，同時實現其他環境效益。此外，轉換畜牧排泄物變成能源，可能會增加農業淨收入。

農業之星手冊 (AgSTAR Handbook) 係針對畜牧業者、開發商、投資者，以及農業和能源產業的其他人士，可能考慮以沼氣技術作為畜牧糞便管理的選項。此手冊提供按步就班的方法，測定特定沼氣回收系統，是否適合於某個家畜設施。此手冊另針對農業之星方案所提供的指導意見和其他材料，就發展美國商業農場的沼氣技術提供補充資料。

其他國家案例說明

2. 丹麥實場案例說明—Ribe

Esbjerg 州 Ribe 鎮沼氣廠主要利用畜牧糞泥 (占 75%，利用密閉集運槽車收集載運 11 公里內的畜牧場糞泥) 及食品加工廠所產生的有機廢棄物 (占 25%) 來進行沼氣生產，目前沼氣產生量約為 1 萬 3,000 m³/日，15.5% 用於廠內消化槽加熱，2.5% 用於廠內電力。剩餘 82% 沼氣儲存輸送至 Ribe 鎮 CHP 站進行沼氣發電，電力賣至國家電網，餘熱供給 Ribe 行政區熱力系統，兩者所產生效益約為每月 10 萬 4,000 美元。沼液則給當初提供畜牧糞泥之農場使用，約可創造出 1 萬 4,000 美元之價值。

3. 中國實場案例說明—北京德青源生態園沼氣廠

北京德青源生態園沼氣廠為利用雞糞進行沼氣生產，養雞場雞糞與污水分別利用雞糞原物料輸送帶及管線輸送進入沼氣廠。目前每年約產生沼氣 700 多萬 m³，發電 1,400 萬度，利用沼渣生產固態有機複合肥約 6,600 多公噸、沼液 7 萬多公噸，可滿足的土地生產用肥。該廠主要效益為販賣電及 CO₂ 減排量，估計每年最大可達經濟效益如下：

(1) 發電收入：

上網電價為人民幣 0.38 元/度 (新臺幣 1.8 元/度)，國家可再生能源補貼電價為人民幣 0.25 元/度 (新臺幣 1.2 元/度)，即每度電大約可售 0.63 元 (新臺幣 3.0 元)。每年發電收入約為 882 萬元人民幣 (新臺幣 4,200 萬元)。

2. 販賣 CO₂ 減排量：

依據清潔發展機制 (CDM)，1 公噸 CO₂ 減排量賣 9 歐元。每年減排 9 萬公噸 CO₂，每年申請販售 CO₂ 減排量收入折合人民幣約 800 多萬元 (新臺幣 3,840 萬元)；購買國家為荷蘭，減排年限為 10 年。

4. 法國實場案例說明—Tiper (Poitou Charentes)

Tiper 園區利用 75%的禽畜糞和 25%農業副產品及食品業有機廢棄物進行沼氣生產，產生之再生能源可供應 1 萬 2,000 人利用，相當於可節省 400 萬加侖的石油使用量，並且減少每年約 7,000 萬公噸 CO₂ 的排放量及每年 660 公噸化學肥料使用量，該廠區生產沼氣 730 萬 m³/年，電力估值淨額為 1 萬 4,000 MWh/年，熱能估計產生 1 萬 8,000 MWh/年，其中 42%銷往鄰近的工業，可節省相當於產生 8,400MWh/年熱能之天然氣用量。

5. 德國實場案例說明

MT - Energie Plant 能源公司在德國 Lichtenberg 市的沼氣廠，處理 900 頭奶牛及 300 頭犢牛糞液，混合玉米青貯物質共同發酵生產沼氣。所使用之沼氣發酵物質中畜牧糞液占 85%，玉米青貯占 15%。該廠以二級連續發酵技術生產沼氣(如圖 2.2-4)，自 2007 年商轉，每日處理約 80 立方米牛糞液及 17 噸玉米青貯，所產生沼氣可運轉容量 499 千瓦(KW el)之熱電聯產機組，提供電力及熱水供該廠乳品製程及鄰近社區 48 戶使用。該廠同時處理牛糞液及農業廢棄物，減少甲烷排放量提供熱電再生能源。

該公司在美國另設計建造一牛糞液沼氣廠，飼養 1200 頭乳牛，沼氣熱電聯產機組容量 450KwCHP，已於西元 2013 年商轉，該廠牛糞液是以覆蓋的水塘儲存，為提升牛糞液中固體含量，該廠以刮除方式清理牛舍，取代以清水沖洗，減少用水量及廢水量，並搭配收集管線規劃設計，收集固態物質以提高沼氣產量。

6. 荷蘭- Erk Energy BV 生質能源廠

該廠完工於 2010 年底至 2011 年初，並於 2011 年 5 月開始穩定提供綠色電力，自家飼養 120 頭乳牛和 80 頭小牛，每天產生 900~1,500 噸沼氣量(CH₄)，最大量可處理約 240 頭乳牛的糞尿。

(1) 牛糞廢棄物處理流程：

- A. 原物料進入調勻槽後進行混合，混合產生的硫化物直接抽出進行脫硫。經由幫浦將牛糞尿抽至第一發酵槽進行沼氣生成，停留約三週，可產生 75~80%沼氣量，再將發酵沼液抽至第二發酵槽，繼續促成沼氣生成(此槽沼氣生成量約 20~25%)。
- B. 利用管線將沼氣收集至發電機(CHP, Combined heat and power)進行發電，過程中除產生電能，並將廢熱回收，大多用於乾燥有機廢棄物，包括玉米、木屑、固液分離後的沼渣、或是屋舍保溫等。
- C. 在該廠乾燥沼渣除以肥料的形式轉售，另同時作為自家牛舍之墊料。依該廠經驗，一般牛舍墊料多用木屑，乳牛乳房炎情形，多需抗生素治療約 10 次/年；該廠以乾燥沼渣作為墊料後，發現可減少約一半的抗生素使用，同時乳牛泌乳量增加。

(2)Erk Energy 發電效益：

每小時產生 700-800 度電，以一年發電 8,000 小時(扣除維護保養時間)，可產生 5,600,000 度電/年，其中荷蘭售電價格為 0.177 歐元/度電，政府補助 0.05 歐元/度電，業者獲利約 0.02 歐元/度電，所以業者每年淨獲利 112,000 歐元/年(約 440 萬台幣/年)，又該廠產生的綠色電能最多可供應荷蘭約 1,800 戶家庭用電。

(六) 結論

國內咸少有農政單位全力支持環保機關政策，畜牧業沼液沼渣農地再利用策略可是頭一遭，兩中央主管機關協同支持，異口同聲協力執行的政策。世界上少有水污染來源為畜牧業，台灣之養豬型態規模大且密集度高，豬糞尿廢水之特點為高懸浮物、高有機物及高氨氮，且臭味重及水質變化較大。豬糞尿廢水含有大量的養分，若未經適當之處理即直接排放會導致環境污染，造成水體優養化，破壞生態平衡，且豬糞尿臭味會影響人類的生活質量與身體健康。沼液沼渣農地再利用政策系達到水污染的最高境界，是為廢水零排放，在這民意高張用顯微鏡觀察政府行政作為的今日，一個具環境永續~綠色~減污的具多贏的政府政策，學界及普羅大眾應該予以掌聲及歡呼。

參考文獻

1. 畜牧糞尿沼液沼渣作為農地肥分使用評估計畫，2017，環保署
2. 農地受畜牧類資源影響之評估計畫，2018，環保署

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

無