

<p>112 年 03-04 月號</p>			<p>&lt;雙月刊&gt;</p>
---------------------------	---	--	--------------------

## 環境工程技師公會會訊

- ◎ 發行人：楊基振
- ◎ 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：周奮興
- ◎ 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	4
■ 重要法令	5
■ 行政院公共工程委員會核備 112 年 03 至 04 月訓練積分課程表	7
■ 環保訊息	9
■ 論述園地	14
氣泡式呼吸儀在環境生物處理系統的監控應用-江舟峰技師	14
有機廢水生物處理實務操作-以豬糞尿廢水為例-王義狄總經理	30
■ 徵稿啟事	39
■ 各公會會員大會、理監事會會議紀錄	40

## 主編的話

生物處理法 (bio-treatment method) 為廢污水處理常見的二級處理工法，是一種透過微生物在酶的催化作用下，利用生物的代謝作用，對廢(污)水中的污染物質進行分解和轉化後，於最終沉澱池將可沉澱的沉澱性固體物予以分離的處理方法。

廢污水生物處理的操作維護項目頗多，其中有關推估微生物經由呼吸作用獲得能量的效率(攝氧率)至關重要。本期會訊論述園地第一篇即邀請中國醫藥大學公共衛生學系退休教授，目前執業於國頂科技有限公司的江舟峰博士撰文「氣泡式呼吸儀在環境生物處理系統的監控應用」，闡述該團隊自行研發的氣泡式呼吸儀於廢污水處理的各種應用，包括：生化需氧量 (RBOD)、動力分析、生物潛熱、毒性閾值等。若改以生物污泥、完熟堆肥、生物製劑之污染土壤等進行攝氧率試驗，該設備亦可延伸於生物污泥活度、堆肥完熟度及、土壤生物復育可行性等應用。

第二篇邀請丞美國際有限公司王義狄總經理以「有機廢水生物處理實務操作-以豬糞尿廢水為例」為題，分享其以水解及酸化菌群等生物製劑協助養豬場處理豬糞尿有機廢水的實務經驗，透過添加生物製劑來調整、穩定養豬場廢水的厭氧系統，有效克服養豬場三段式廢水系統處理常見的兼氣池發泡、污泥結塊、紅泥膠皮產氣不佳等問題，並可以降低厭氧池及曝氣池污泥產量，進而提升放流水水質。

本期會訊編審期間正值行政院內閣團隊進行交接，新任閣揆陳建仁院長於 1 月 31 日上任第一天就核定就任的第一份公文「淨零排放路徑 112-115 綱要計畫」，以「去碳能源」、「產業及能源效率」、「綠運輸及運具電氣化」、「產業及能源效率」、「負碳技術」及「治理」5 大工作圈，針對淨零碳排目標進行各面向的減緩與調適。由經濟部、交通部、內政部、國科會、教育部、文化部、農委會、海委會與環保署，共 9 個部會提出 56 項子計畫，總經費約 743 億元，期程共計 4 年，5 大工作圈之經費統計如下表所示，有興趣的技師可下載該綱要計畫，了解其實質推動內容。

最後，向各位技師先進拜個晚年，祝大家新春吉祥如意、事業鴻兔大展！

表一 淨零排放路徑 112-115 綱要計畫 5 大工作圈之經費統計表

單位：新台幣（億元）

工作圈	案數	科技發展	公共建設	社會發展	合計
去碳能源	17	40.836	60.76	0	101.596
產業及能源效率	13	199.998	50.672	141.545	392.215
綠運輸及運具電氣化	14	7.76	44.122	59.398	111.28
負碳技術	6	78.280	6.110	0.500	84.890
治理	6	42.102	9.665	0	51.767
總計	56	368.856	171.329	201.443	741.628

資料來源：行政院「淨零排放路徑 112-115 綱要計畫」，2023 年 1 月 31 日。

## 會務報告

1. 112 度常年會費繳費通知及記事本 111 年 11 月 9 日寄出，敬請尚未繳納 112 年度常年會費（金額 4,000 元）之會員儘速繳納。

公會匯款資訊如下：

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

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。

3. 公會網站廣告刊登：

(1) 費用：

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

(2) 刊登辦法：

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

4. 會訊廣告刊登：

(1) 費用：8,000 元/期

(2) 刊登辦法：

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

## 重要法令

### 行政規則公告

1. 環保署回收基管會民國 111 年 12 月 30 日環署基字第 1111174466 號公告，修正「廢照明光源處理效能、回收清除處理補貼費率及補貼費發放對象」公告事項第一項附件，自 112 年 1 月 1 日生效。
2. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 3 日環署空字第 1111177346 號公告，預告修正「固定污染源逸散性粒狀污染物空氣污染防制設施管理辦法」草案。
3. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 4 日環署授訓字第 1126100001 號函，修正「行政院環境保護署環境保護人員訓練所對民間團體、傳播媒體及學校補（捐）助要點」第 7~9、11 點，自即日起生效。
4. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 5 日環署基字第 1111175617 號公告，預告訂定「一次用旅宿用品限制使用對象及實施方式」草案。
5. 環保署空保處民國 112 年 1 月 9 日環署空字第 1121001236 號函，電動車輛非屬「移動污染源空氣污染物排放標準」適用對象，無須申請車型排氣審驗合格證明電動車輛非屬「移動污染源空氣污染物排放標準」適用對象，無須申請車型排氣審驗合格證明。
6. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 10 日環署土字第 1121000695 號令，訂定「土壤及地下水污染整治技術有效性證明申請審查管理作業要點」，並自即日起生效。
7. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 11 日環署空字第 1111182057 號令，訂定「老舊車輛汰舊換新空氣污染物減量補助辦法」。
8. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 11 日環署氣字第 1111184162 號令，訂定「老舊汽車汰舊換新溫室氣體減量獎勵辦法」。
9. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 11 日環署氣字第 1121001138 號函，訂定「老舊汽車汰舊換新溫室氣體減量效益媒合服務作業程序」，自 112 年 1 月 1 日生效。
10. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 11 日環署空字第 1111182737 號函，訂定「汰換老舊車輛空氣污染物減量效益取得計畫申請審查及媒合服務作業程序」，自即日起生效。
11. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 11 日環署氣字第 1111183146 號函，修正「淘汰老舊機車換購電動機車溫室氣體減量效益媒合服務作業程序」，並自 112 年 1 月 1 日生效。
12. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 12 日環署綜字第 1121001839 號令，修正「行政院環境保護署環境影響評估審查委員會組織規程」第四條。
13. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 12 日環署化字第 1118126656 號公告，修正「列管關注化學物質及其運作管理事項」，並自即日起生效。

14. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 16 日環署化字第 1128100286 號公告，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」草案。
15. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 17 日環署空字第 1111168836 號公告，預告修正「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」草案。
16. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 19 日環署氣字第 1121001864 號令，修正「行政院環境保護署審查開發行為溫室氣體排放量增量抵換處理原則」第四點，並自即日生效。
17. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 19 日環署管字第 1121006243 號函，修修正「行政院環境保護署環境保護產品申請審查作業規範」，自即日生效。
18. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 19 日環署管字第 1121004041 號函，修正「行政院環境保護署環境保護產品驗證機構管理要點」，自即日生效。
19. 行政院環境保護署民國 112 年 1 月 31 日環署基字第 1121006018 號公告，預告修正「物品回收清除處理費費率」草案。
20. 行政院環境保護署民國 112 年 2 月 1 日環署空字第 1121004645 號公告，預告「固定污染源空氣污染防制費收費費率」修正草案。
21. 行政院環境保護署民國 112 年 2 月 3 日環署基字第 1121006902 號公告，修正「應回收廢容器回收清除處理補貼費率」，生效日期詳如附表。
22. 行政院環境保護署民國 112 年 2 月 4 日環署基字第 1121002867B 號公告，預告「免洗餐具限制使用對象及實施方式」公告事項第 2 項修正草案。
23. 行政院民國 112 年 2 月 13 日院授主基法字第 1120200194A 號令，修正「土壤及地下水污染整治基金收支保管及運用辦法」第四條、第六條、第十條。
24. 民國 112 年 2 月 15 日總統華總一義字第 11200010681 號令，將溫室氣體減量及管理法名稱修正為氣候變遷因應法；並修正條文。
25. 環境保護署民國 112 年 2 月 16 日環署基字第 1121010684 號公告，訂定「網際網路購物包裝限制使用對象及實施方式」，並自中華民國一百一十二年七月一日生效。
26. 行政院環境保護署民國 112 年 2 月 16 日環署化字第 1128101960 號函，訂定「毒性及關注化學物質專業應變人員訓練機關（構）遴選要點」，自即日生效。
27. 行政院環境保護署民國 112 年 2 月 20 日公告，修正「列管毒性化學物質及其運作管理事項」公告事項第一項、第五項、第十四項及第二項附表二、第三項附表三、第四項附表四，並自即日生效。
28. 行政院環境保護署民國 112 年 2 月 20 日令，訂定公告之「一次用飲料杯限制使用對象及實施方式」公告事項三第一款有關新北市飲料店不得提供塑膠一次用飲料杯實施日期，定自中華民國一百一十二年五月一日施行。

**行政院公共工程委員會核備 112 年 03 至 04 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	112 年質譜基礎攻略：原理 解析與應用(高雄場)	2023/03/09 ~ 2023/03/10	台灣質譜學會	聯絡人：李文婷 電話：02-2789-8748 信箱：tsms@gate.sinica.edu.tw
2	市區道路無障礙設計講習 課程	2023/03/09 ~ 2023/03/10	國立中央大學 土木工程系	聯絡人：陳小姐 電話：034262538 信箱：chm091179@gmail.com
3	鋼結構銲接工程管理實務 班	2023/03/11 ~ 2023/03/24	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	產業創新-塑形介質 U-pot 在 蝴蝶蘭產業之應用	2023/03/13 ~ 2023/03/13	臺灣省園藝 技師公會	聯絡人：黎方明 電話：0934030459 信箱：Thta27087399@gmail.com
5	出流管制及排水工程實務 班	2023/03/14 ~ 2023/04/08	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
6	第十二屆第一次會員大會 暨《極端氣候之挑戰—冰 原世界的消失》研討會	2023/03/15 ~ 2023/03/15	社團法人台灣 土壤及地下水 環境保護協會	聯絡人：林雨萱 電話：076051016 信箱：tasgep@gmail.com
7	建築物設置無障礙設施設 備勘檢人員培訓講習	2023/03/16 ~ 2023/03/17	台灣無障礙 協會	聯絡人：周辰捷 電話：07-241-1100 信箱：depa92074984@gmail.com
8	112 年質譜基礎攻略：原理 解析與應用(台中場)	2023/03/16 ~ 2023/03/17	台灣質譜學會	聯絡人：李文婷 電話：02-2789-8748 信箱：tsms@gate.sinica.edu.tw
9	LEED V4 GA 國際綠建築認 證班	2023/03/16 ~ 2023/03/17	綠矩整合有限 公司	聯絡人：吳依蓁 電話：04-2321-8867 信箱：jennywu@greenmatrixes.com
10	機電工程系列-機電工程 識圖點料電力系統工程圖 面數量計算實務	2023/03/16 ~ 2023/03/16	財團法人台灣 營建研究院	聯絡人：胡小姐 電話：02-89195094 信箱：vicky@tcri.org.tw
11	辦理政府採購常見刑事責 任暨缺失態樣解析	2023/03/17 ~ 2023/03/17	中興工程 顧問社	聯絡人：褚琴琴 電話：87919198#453 信箱：cherry@sinotech.org.tw
12	工程法務系列-工程爭議 求償及履約管理實務	2023/03/17 ~ 2023/03/17	財團法人台灣 營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcri.org.tw
13	第 28 期仲裁人訓練	2023/03/18 ~ 2023/03/25	中華民國仲裁 協會	聯絡人：胡慧麗 電話：02-27078672*14 信箱：service@arbitration.org.tw

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
14	2023.3 建築物耐震能力初步評估與詳細評估系列講習會-台北場	2023/03/18 ~ 2023/03/18	中國土木水利工程學會	聯絡人：呂沛宜 電話：(02)2392-6325 #22 信箱：service@ciche.org.tw
15	氫能技術研討會	2023/03/24 ~ 2023/03/24	台灣汽電共生協會	聯絡人：古玉媛 電話：+886287982055 信箱：cogen@cogen.com.tw
16	機電工程系列-管路工程施工管理實務	2023/03/28 ~ 2023/03/28	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：胡小姐 電話：02-89195094 信箱：vicky@tcri.org.tw
17	工程法務系列-訴訟法上之證據法則與工程鑑定	2023/03/29 ~ 2023/03/29	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcri.org.tw
18	紅火蟻防治課程	2023/03/30 ~ 2023/03/31	臺灣省園藝技師公會	聯絡人：黎方明 電話：0934030459 信箱：Thta27087399@gmail.com
19	第十六期大地工程薪傳講座-工程地質的原理暨地質調查與製圖方法	2023/04/08 ~ 2023/04/08	中華民國大地工程技師公會	聯絡人：謝美玲 電話：02-2782-0022#21 信箱：pgea@pgea.org.tw
20	高績效團隊管理與核心能力發展之研究班	2023/04/15 ~ 2023/04/22	中興工程顧問社	聯絡人：褚琴琴 電話：87919198#453 信箱：cherry@sinotech.org.tw
21	2023 海外工作經驗分享	2023/04/21 ~ 2023/04/21	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

**環保訊息**(資料來源：行政院環境保護署)

- 112/01/03 【**環保署預告「固定污染源逸散性粒狀污染物空氣污染防制設施管理辦法」修正草案**】  
為持續削減公私場所固定污染源之逸散性粒狀污染物排放，改善空氣品質，環保署今(3)日預告「固定污染源逸散性粒狀污染物空氣污染防制設施管理辦法」修正草案，修正重點包含提升裸露區域及位於三級防制區堆置場之防制比率，要求鋼鐵冶煉業及瀝青拌合業提高製程廢氣收集處理效率，另針對粒狀污染物排放量較大之公私場所，強化自動洗車設備規範及新增認養洗掃鄰接道路規定，且須在物料堆置區及出入口裝設錄影監視系統，亦新增堆置量達一定規模之大型堆置場為管制對象；同時規範道路管理機關須設置防止交通島及人行道廢水溢流之設施，以改善道路污染及車行揚塵，預期每年可再削減 11.5% 公私場所逸散性粒狀污染物質排放（約 1471 公噸）。
- 112/01/07 【**資源循環顯成效 資源永續創新局**】  
針對事業廢棄物處理及管理問題，環保署與相關部會合作全面盤點廢棄物數量及流向，並在 111 年 9 月 26 日獲行政院核定「廢棄物管理及資源化行動方案」。就可燃廢棄物將增設 12 座處理設施，處理量 109 萬噸/年，112 年達量能平衡、114 年可作到暫存量去化；無機廢棄物擴大陸域及海域工程使用 647 萬噸/年，116 至 121 年累積暫存完成去化；有機廢棄物增設處理設施至 2,620 萬噸/年，113 年完成妥善處理設施；化學品廢棄物新增年處理量 17 萬噸。管理面作法包括強化再利用機構管理及產品品質，全程追蹤流向，確保妥善清理；營建廢棄物檢討納管產源及要求申報、建立營建剩餘土石方與營建混合物之區分認定標準、輔導簡易分類場用地合法化；針對市場上規模不足、需特殊技術處理之廢棄物或新興廢棄物，以促參方式推動設置設施。
- 112/01/10 【**立法院三讀修正通過氣候變遷因應法 啟動落實淨零排放**】  
為提升因應氣候變遷，達成永續發展目標，環保署所擬具「溫室氣體減量及管理法」修正草案，於今(10)日經立法院三讀通過修正為「氣候變遷因應法」。環保署表示，特別感謝立法院游院長錫堃、社會福利及衛生環境委員會賴召集委員惠員與各黨委員共同支持，法案的通過，對外明確展現我國邁向淨零排放目標之決心，對內則是建構更為韌性的氣候法制基礎。三讀通過之「氣候變遷因應法」，計有 7 章，63 條。

- 112/01/11 【**嚴選好技術 土水有保護 環保署發布「土壤及地下水污染整治技術有效性證明申請審查管理作業要點」**】  
環保署為推動與發展我國土壤及地下水污染整治技術，強化技術能力與品質，促進我國優良整治技術於國內外深耕與推廣。訂定「土壤及地下水污染整治技術有效性證明申請審查管理作業要點」，提供申請者取得土壤及地下水污染整治技術有效性證明，鼓勵國內外採用具參考性且可查證之環境友善有效減少污染物濃度或降低污染物毒性之技術。
- 112/01/11 【**老舊車輛汰舊換新 2.0 減碳減空污換現金**】  
為了加速老舊車輛汰換，降低碳排及改善空污，環保署補助車主淘汰車齡達 10 年以上老舊車輛，依減空污、減碳項目及換新車種不同，給予不同金額補助或獎勵金。本次公布的二項辦法補助獎勵期間為 112 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日止，符合資格的民眾可至環保署廢車回收一站通網站 (<https://epamotor.epa.gov.tw/>) 點選車輛汰舊換新獎補助及媒合介面進入或自行上網至「車輛汰舊換新抵換媒合平台」(網址：<https://mobile.epa.gov.tw/EPAMobileETP/>) 申請。
- 112/01/12 【**顧食安 護健康 保安全 環保署新增列管 3 類 15 種關注化學物質**】  
環保署於 112 年 1 月 12 日新增列管 3 類 15 種關注化學物質，包含食安風險疑慮化學物質 5 種、爆裂物先驅化學物質 8 種及新興精神活性物質 2 種，加強製造、輸入、販賣、使用、貯存及運送等管理作為，並評估運作風險，將爆裂物先驅化學物質公告為具有危害性之關注化學物質。為降低不當使用導致人體健康及環境危害，運作人須於 113 年 2 月 1 日前取得核可文件。
- 112/01/17 【**空氣品質維護區管制推動，移動污染源改善有成**】  
全國 19 個縣市已劃設 45 處空氣品質維護區(以下簡稱空維區)，禁止或限制高污染車輛進入，共同守護特定區域空氣品質及敏弱族群健康。空維區對改善空氣品質有著顯著效益，以實施一年以上之空維區為例，包括臺北港 PM2.5 濃度改善 4.6%、臺北市 3 處轉運站 PM2.5 濃度改善 20.4%、桃園國際機場 PM2.5 濃度改善 22.1%、雲林縣公誠國小 CO 濃度改善 26.3%。

- 112/01/17 【**強化石化業揮發性有機物管制，改善臭氧污染，環保署預告「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」修正草案**】  
鑑於揮發性有機物為臭氧前驅物，為持續改善我國每日最大臭氧八小時濃度值，有必要強化對重要揮發性有機物排放源的石化業，加強管制，環保署今（17）日預告修正「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」草案，將推動石化業廢氣燃燒塔排放減量、強化管制製程歲修排放及加嚴有害空氣污染物之儲槽、裝載設施、槽車裝載及設備元件之管制規定，以落實石化業排放揮發性有機物及有害空氣污染物之減量管制工作，改善每日最大臭氧八小時濃度，保護民眾健康及改善空氣品質。
- 112/01/19 【**修正「行政院環境保護署環境保護產品驗證機構管理要點」及「行政院環境保護署環境保護產品申請審查作業規範」**】  
為健全環境保護產品之驗證管理制度，促使環境保護產品標章使用權申請審核權責及作業明確，環保標章申請審核機制將有所改變。環保署將透過公開遴選程序，指定專業機構執行第三方驗證業務，並同時務實檢討環境保護產品之申請審查作業，修正部分申請規定，將現行環境保護產品驗證作業及環保標章使用權與使用證書核發，修正由指定驗證機構及環保署辦理。
- 112/01/31 【**提供多元溫室氣體增量抵換措施，強化減量作為 環保署修正發布「行政院環境保護署審查開發行為溫室氣體排放量增量抵換處理原則」第 4 點**】  
為提供開發單位更多元溫室氣體增量抵減措施，有效降低開發行為產生溫室氣體排放，環保署於 112 年 1 月 19 日修正發布「行政院環境保護署審查開發行為溫室氣體排放量增量抵換處理原則」（以下簡稱本原則）第 4 點。新增從農業部門及運輸部門取得溫室氣體抵換量之來源項目，以提高事業執行溫室氣體減量工作意願，並使之抵換量來源更為廣泛，期能加速溫室氣體減量力道及解決開發單位增量抵換需求。
- 112/02/01 【**環保署把關離岸風電 持續落實環評監督作為**】  
環保署在離岸風電環評監督持續透過科技工具查核、專家學者輔助及相關機關合作機制，督促開發單位善盡責任，落實執行環評承諾，對於發現違規事項亦依法告發處分，目前已裁處 7 件次離岸風力發電違規案件，共計罰鍰 532 萬 5,000 元。

- 112/02/03 【**環保署預告修正「免洗餐具限制使用對象及實施方式」公告事項第二項草案**】  
為避免生物可分解塑膠影響我國既有回收體系並進一步減少免洗餐具用量，環保署預告修正「免洗餐具限制使用對象及實施方式」公告事項第二項草案，將對生物可分解塑膠材質免洗餐具進行限制，預計於 112 年 8 月 1 日起實施。
- 112/02/10 【**標竿企業引領綠色辦公潮流 大家作伙來**】  
因應 2050 淨零轉型「淨零綠生活」關鍵戰略，環保署推動綠色辦公，有 6,821 家參與響應，透過使用環保標章空調、替換半數以上 LED 燈具、辦公區域用水設備使用或替換為省水產品與裝置，以及採視訊會議等具體作為，111 年節省 3.3 億度電（相當於 7.8 萬戶家庭 1 年的用電量）、15.3 萬噸水（相當於 54 萬人 1 天的生活用水量）、3 萬 4 千公噸汽油，共減少約 30 萬噸二氧化碳排放（相當於 775 座大安森林公園 1 年的碳吸收量）。現更有 33 家標竿企業宣示推動綠色辦公，引領綠色辦公轉型風潮。
- 112/02/15 【**電動車廢電池處理量足夠 朝高值循環體系發展**】  
淨零轉型政策下，電動運具為重要策略，因二次鋰電池具低放電率、長壽命周期及具高能量密度與高效儲能的優勢，電動車與大型儲能設備均高度依賴鋰電池，以使用年限估計，預估 2025 年將陸續進入報廢期。對於各界關心報廢電池處理問題，環保署表示，電動車廢電池處理量足夠，並已納入淨零轉型關鍵戰略，且已規劃相關措施，爭取到國科會科技計畫，將朝高值循環體系發展。
- 112/02/15 【**總統公布將「溫室氣體減量及管理法」名稱修正為「氣候變遷因應法」並修正條文**】  
總統於本(112)年 2 月 15 日公布將「溫室氣體減量及管理法」修正為「氣候變遷因應法」，並修正全文計 7 章，63 條，完備我國氣候法制基礎，藉以因應全球氣候變遷，制定氣候變遷調適策略，降低與管理溫室氣體排放，落實世代正義、環境正義及公正轉型，善盡共同保護地球環境之責任，並確保國家永續發展。

- 112/02/18 【**環保署預告「半導體製造業空氣污染管制及排放標準」修正草案及「公私場所應定期檢測及申報之固定污染源」修正草案**】  
環保署於 112 年 2 月 18 日預告「半導體製造業空氣污染管制及排放標準」修正草案（以下簡稱本標準），以「務實、自主及簡化」三大重點進行研修，增訂排放濃度標準及檢討監檢測規範，爰訂定個別排放管道濃度標準取代過去全廠排放量之管制方式，強化排放管道自主監測及簡化定期檢測相關規範，同時兼顧空污防制管理與產業發展，落實簡政便民。
- 112/02/20 【**加嚴有機錫禁限用規定 強化化學物質源頭管理**】  
行政院環境保護署與行政院農業委員會為合作防堵偽農藥，加強有機錫化合物運作管理，修正「列管毒性化學物質及其運作管理事項」，依國際管制趨勢禁止氧化三丁錫、氯化三苯錫等有機錫化合物用於製造殺生物劑、製造防污漆或防污系統，並調整氧化三丁錫、氯化三苯錫等毒性分類，更新化學文摘社登記號碼。考量此次調整加嚴有機錫化合物毒性分類，既有業者應符合事故預防及緊急應變規定，分階段給予半年至一年半的施行緩衝期。
- 112/02/21 【**水陸空 3D 監控工業區 改善環境品質**】  
環保署一向重視工業區附近居民對空污異味問題的反應，110 年特別成立專案，針對大園工業區異味陳情案，利用空氣品質感測器 IoT 物聯網及遠端水質監測進行污染熱區篩檢，並使用科技工具進行可疑污染源蒐證、督察人員進廠查核，歷經 2 年執行下，大園工業區的空氣品質已獲改善，居民的陳情件數亦大幅下降。

## 論述園地

# 氣泡式呼吸儀在環境生物處理系統的監控應用

江舟峰

國頂科技有限公司-執業技師

Email: amur.chiang@gmail.com

## 摘要

氣泡式呼吸儀 (Bubble respirometer) 是一種用來監測環境生物反應的設備，於好氧分解時監測其攝氧率 (oxygen uptake rate, OUR)，於厭氧分解時監測其產氣率。氣泡式呼吸儀利用氣泡發生器及計數器偵測需氧量或產器量，有別於傳統之電解式呼吸儀，經過半個世紀的研發已有相當顯著的發展，特別是在理論基礎、測定的信賴性及程控軟體等，已逐漸成為環境生物處理不可或缺的設備，其價格也較為經濟可行。本文探討氣泡式呼吸儀的測定原理，也說明其於廢污水處理的各種應用，包括：生化需氧量 (RBOD)、動力分析、生物潛熱、毒性閾值。若改以生物污泥、完熟堆肥、生物製劑之污染土壤等進行攝氧率試驗，可延伸應用於生物污泥活度、堆肥完熟度及、土壤生物復育可行性等應用。

**關鍵詞：**氣泡式呼吸儀、攝氧率、產氣量、呼吸圖譜

## 一、呼吸作用與攝氧原理

呼吸作用 (respiration) 是生物體為獲取能量，而於細胞內進行的一系列氧化還原反應的過程，如圖 1 所示，基質 (substrate) 為生物的能量來源，於生物分解時釋出電子，電子通過細胞內的「電子傳遞鏈」(electron transport chain, 簡稱 ETC)，若以分子態氧為終端電子接受者，稱為好氧呼吸作用；若終端電子接受者為結合態氧，如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_4^{-2}$  及  $\text{NO}_3^-$  等，稱為厭氧或無氧呼吸 (McKinney, 1962; Chiang, 1988)。典型的呼吸圖譜 (respirogram) 均以累積攝氧量或產氣量為 Y 軸，反應時間為 X 軸，如圖 2 所示，其為一好氧呼吸儀圖譜，以攝氧量為 Y 軸，其各點的斜率即為攝氧率，是生物系統的一項重要動力特徵，可做為監控的依據。

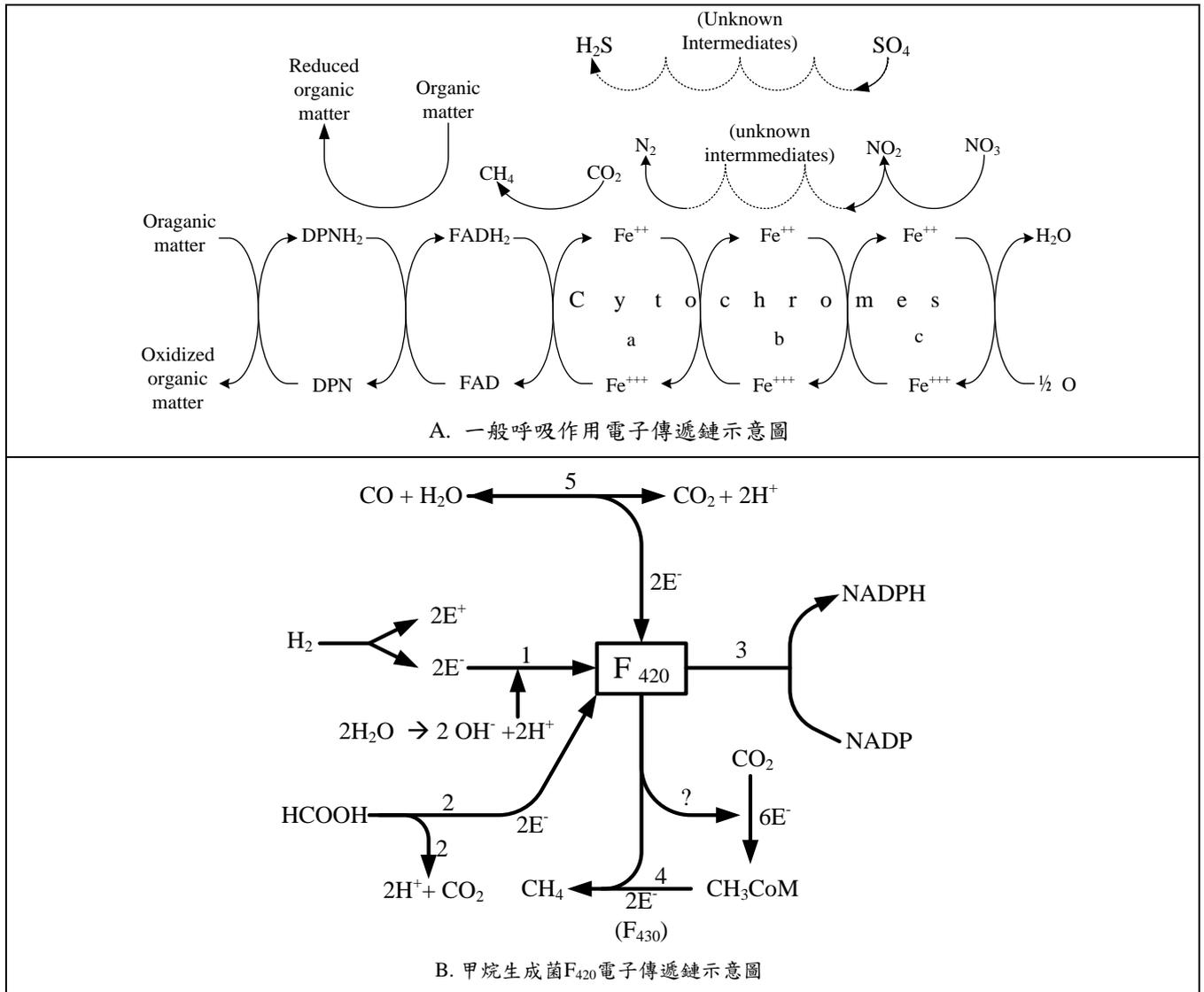


圖 1

(A) 一般呼吸作用電子傳遞鏈示意圖，在好氧反應時會耗用氧氣 (McKinney, 1962); (B) 甲烷生成菌 F420 電子傳遞鏈示意圖，此為厭氧反應會產生 CO<sub>2</sub> 及 CH<sub>4</sub> (Chiang, 1988)。

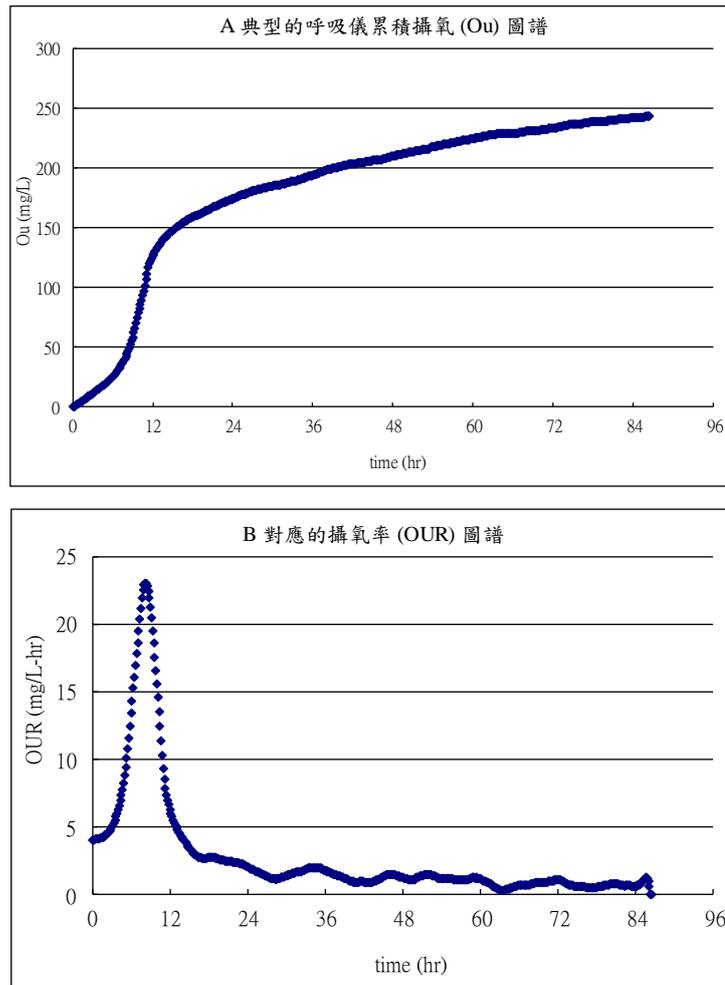


圖 2

(A) 典型的呼吸儀累積攝氧 (Ou) 圖譜

(B) 對應的攝氧率 (OUR) 圖譜。

從生物能量學 (bioenergetics) 的觀點而言，呼吸作用可分為外呼吸作用 (exogenous respiration) 與內呼吸作用 (endogenous respiration)，外呼吸作用是指基質分解後，釋放的電子通過 ETC 時，將能量貯存於高能磷酸鍵 (ATP) 或高能氫鍵 (NADPH)，而以自由態氧或結合態氧為電子終端接受者的反應，當系統的基質濃度較高時，外呼吸作用較為明顯，是生物系統獲得能量的主要方式。理論上每 mole 的 ATP 可貯存 7,000 cal 的能量，McCarty (1969) 研究各種微生物系統的生物能量，推估微生物經由呼吸作用，其獲得能量的效率可達 40~60%，可以推論經由 ETC 的呼吸作用有良好的能量轉換效率。

內呼吸作用則為當生物系統處於基質空乏的情況時，細胞質會自行耗用分解，此時系統的生物質量 (biomass) 會減少，故內呼吸作用又稱為生物衰減 (decay)，有些學者在研究生物動力學時，將生物死亡 (death) 與衰減進一步區隔 (Grady and Lim, 1980)，生物死亡只是喪失活度，但生物質量並未減少。一般而言，若非經特殊的實驗設計，呼吸儀只能測定外呼吸與內呼吸的總合。

Wu et al. (2001) 對生物能量與呼吸作用關係進行系統研究，將文獻理論整理成四種攝氧平衡模式，如圖 3 所示，其中 McCarty (1969) 模式及 Wu et al. (2001) 模式為雙路徑模式，而 Rittmann et al. (1987) 及 Grady et al. (1989) 為三路徑模式，值得注意的是若將基質 (S) 能量分配至細胞合成或中間產物的路徑，均不會引起呼吸作用而導致攝氧，只有分配至 ETC 能量儲存的路徑，才會導致外呼吸攝氧，而生物質量 (X) 的衰減會導致內呼吸攝氧。一般而言，若非針對中間產物的研究，三路徑模式會因系統參數較多，而增加系統分析的複雜度。以雙路徑模式為例，系統的攝氧平衡模式微分方程式可以寫成：

$$dO_u/dt = (-dS/dt) + (-dX/dt) \quad (1)$$

其中，

$$dX/dt = -Y_g(dS/dt) - k_d X \quad (2)$$

將公式 (2) 代入 (1) 可得：

$$dO_u/dt = [-(1 - Y_g) dS/dt] + k_d X \quad (3)$$

其中，基質 (S) 及生物質量 (X)， $k_d$  則為生物的衰減常數均以需氧量表示。上式攝氧平衡公式可解釋為：系統的總攝氧率 ( $dO_u/dt$ )，為基質的降解率扣除其分配至細胞合成率者 ( $-(1 - Y_g) dS/dt$ ) 加上生物質量的衰減率 ( $k_d X$ )，前者為外呼吸率，後者為內呼吸率。

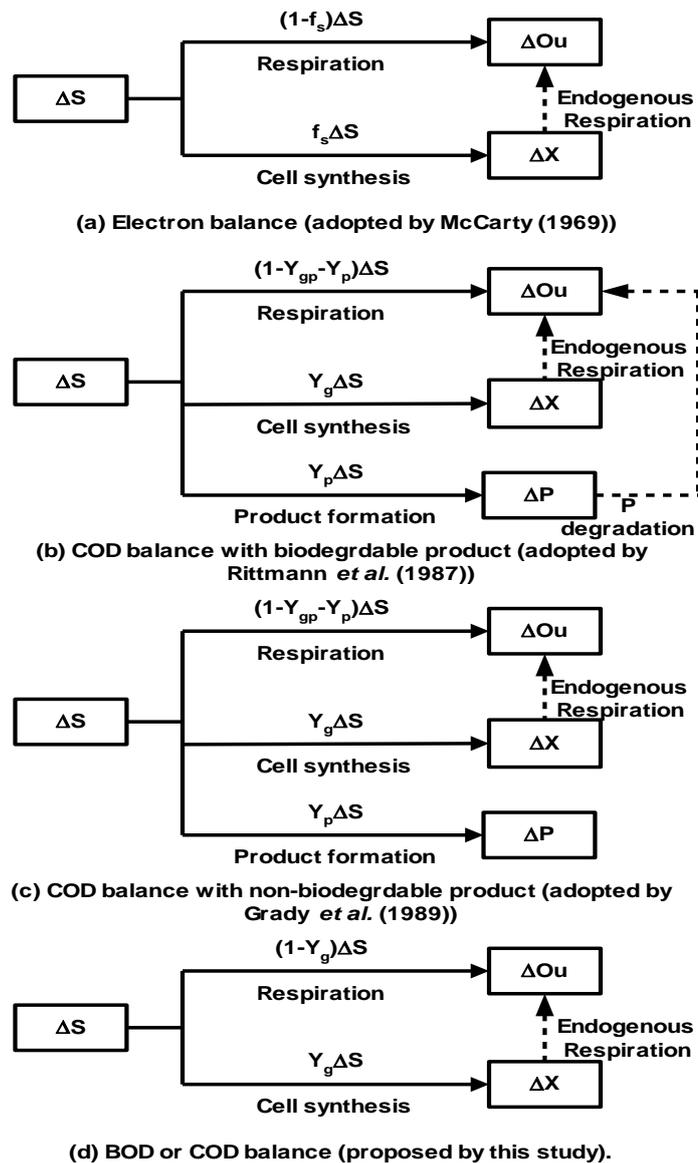


圖 3

生物能量與呼吸作用關係的四種攝氧平衡模式 (Wu *et al.*, 2001)

## 二、呼吸儀的監控原理

目前世界各種品牌呼吸儀產品已相當多，如何正確選用、使用與詮釋攝氧圖譜，已成為一種專門的技術領域，表 1 為呼吸儀重要發展沿革，表 2 收錄 19 種世界主要產品，並加以分類以歸納出共通的操作原理，協助讀者正確了解與選用呼吸儀。就功能而言，一部完整的呼吸儀應包含下列 7 項系統單元，如圖 4 所示為本研究團隊在國內建立的氣溫控制氣泡式呼吸儀系統，其組成單元包含：

1. 樣品前處理 (pretreatment unit)
2. 反應容器 (reaction vessel)
3. 攪拌單元 (mixing device)

4. 溫度控制 (temperature control)
5. 供氧單元 (oxygen supply)
6. 訊號偵測設備 (sensing device)
7. 訊號接收及處理 (data processing)

簡易的呼吸儀可能不包括前處理單元及供氧單元，如以 BOD 瓶及溶氧測棒量測活性污泥攝氧，則只有反應容器、監測及訊號接收，並無供氧單元及訊號處理單元。另亦可依較為實用的操作原理分類，為本章後續各節所探討的重點，呼吸儀亦可進一步依操作方式分類為批次或連續式，前者應用於實驗室研究，後者應用於實廠的監控。

表 1 呼吸儀重要發展沿革表 (江，2001)

年代	發展說明
1908	SIERP 設備問世
1930s	Warburg and Barcroft 壓力式呼吸儀問世
1948	Cadwell and Langelier 提議以呼吸儀取代稀釋法測定 BOD
1951	Gelman and Heukelekian 深入探討影響 BOD 試驗的條件
1954	Lee and Oswald 比較 Warburg 及稀釋法
1955	10 <sup>th</sup> Standard Methods 首度納入壓力式呼吸儀 BOD 試驗法
1960s	Clark and Young 研發電解釋呼吸儀；Arthur 研發大體積壓差式呼吸儀
1973	Robert Shaw 研發線上呼吸儀
1985	N-CON 呼吸儀問世
1990	CES 研發氣泡式呼吸儀
1991	Spanger and Klapuijk 提出 BODst 的名詞
1995	19 <sup>th</sup> Standard Methods 首度納入累積式呼吸儀 BOD 測定法
2000	江及吳研發生物潛熱呼吸儀並申請專利
2001	江及吳研發瞬間動力呼吸儀並申請專利
2002	江、吳及洪研發垂直整合型呼吸儀並申請專利

表 2 世界各國主要呼吸儀類別、操作原理、及特色說明

項次	型號	操作型式	分類			特色說明
			IWA	JCY	Chiang	
P1	美國 Warburg	批次	GSS	Mano.	壓差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 壓力計，人工校正</li> <li>◆ 預先曝氣，0.5-L 單槽 CO<sub>2</sub> scrubber</li> </ul>
P2	美國 Arthur	半連續	GFF	Mano.	壓差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 壓力感測器，人工校正</li> <li>◆ 預先曝氣，4-L 單槽 CO<sub>2</sub> scrubber</li> </ul>
D01	美國 Strathkelvin	批次	LSS	DO dep.	溶氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 單一 DO 測棒，人工校正</li> <li>◆ 1 組 50 μL- 3.0 mL</li> <li>◆ 6-channel microcathode meter</li> </ul>
D02	韓國 Yukong Q-BOD	批次	LSS	DO dep.	溶氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 單一 DO 測棒，人工校正</li> <li>◆ 預先曝氣，1 組 300-mL</li> </ul>
D03	荷蘭 Manotherm RA-1000	半連續	LSF	DO dep.	溶氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 單一 DO 測棒，自動校正</li> <li>◆ 預先曝氣，1 組 1-L</li> </ul>
D04	英國 Minworth	半連續	LFS	DO dep.	溶氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 單一 DO 測棒，自動校正</li> <li>◆ 預先曝氣，1 組 10-L</li> </ul>
D05	比利時 ROD TOX	半連續	LSF	DO dep.	溶氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 單一 DO 測棒，自動校正</li> <li>◆ 預先曝氣，1 組 10-L</li> </ul>
D06	德國 LAR	半連續	LSF	DO dep.	溶氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 單一 DO 測棒，自動校正</li> <li>◆ 2 組 4 個 250-mL，內生及水樣</li> </ul>
AC1	美國 Columbus ER-10	批次	GFS	O <sub>2</sub> dep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering O<sub>2</sub> 測棒，自動校正</li> <li>◆ 連續定量曝氣，10 組 0.5-10 L</li> </ul>
AC2	美國 Bioscience	批次	GFS	O <sub>2</sub> rep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering 壓力計</li> <li>◆ 電解式供氧，人工校正</li> <li>◆ 8 組 1-L 反應槽，CO<sub>2</sub> scrubber</li> </ul>
AC3	德國 Sapromat	批次	GFS	O <sub>2</sub> rep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering 壓力計</li> <li>◆ 電解式供氧，人工校正</li> <li>◆ 8 組 1-L 反應槽，CO<sub>2</sub> scrubber</li> </ul>
AC4	美國 CES AER-200	批次	GFS	O <sub>2</sub> rep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering 壓力計</li> <li>◆ 好氧及厭氧氣泡計數，人工校正</li> <li>◆ 8 組 1-L 反應槽，CO<sub>2</sub> scrubber</li> </ul>
AC5	美國 CES OLR-300	半連續	GFF	O <sub>2</sub> rep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering 氣相 O<sub>2</sub> sensor</li> <li>◆ 針閥供氧開數，人工校正</li> <li>◆ 1 組 1-L 反應槽，CO<sub>2</sub> scrubber</li> </ul>
AC6	台灣 CYUT VD-001	批次	GSF	O <sub>2</sub> rep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering 壓力計</li> <li>◆ 氣泡速度差，內鍵 函數校正</li> <li>◆ 24 組 250-mL 反應槽，CO<sub>2</sub> scrubber</li> <li>◆ 動力及潛熱演算</li> </ul>
BF1	美國 Columbus Inst. On-line	半連續	GFS	O <sub>2</sub> rep.	累積式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Triggering 氣相 O<sub>2</sub> sensor</li> <li>◆ 生物膜 1 L 反應槽</li> <li>◆ 連續定量曝氣，自動校正</li> </ul>
BF2	美國 Bioscan N-CON	半連續	LSF	DO rep.	氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 生物膜 1 L 反應槽</li> <li>◆ 壓力感測控制閥，自動校正</li> </ul>
BF3	日本 CKC BOD-2000	半連續	LSF	DO dep.	氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Yeast culture 生物膜</li> <li>◆ Microbe BODs (JIS K 3602)</li> <li>◆ 10 mL 反應槽</li> </ul>
BF4	美國 COSA BIOX 1000	半連續	LSF	DO dep.	氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 塑膠環生物膜</li> <li>◆ 2 根 DO 測棒，液體循環幫浦</li> </ul>
BF5	美國 AMTOX	半連續	LSF	DO dep.	氧差式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 生物膜 <i>Nitrosomonas</i></li> <li>◆ 標準氮溶液及廢水，100-mL 反應槽</li> </ul>

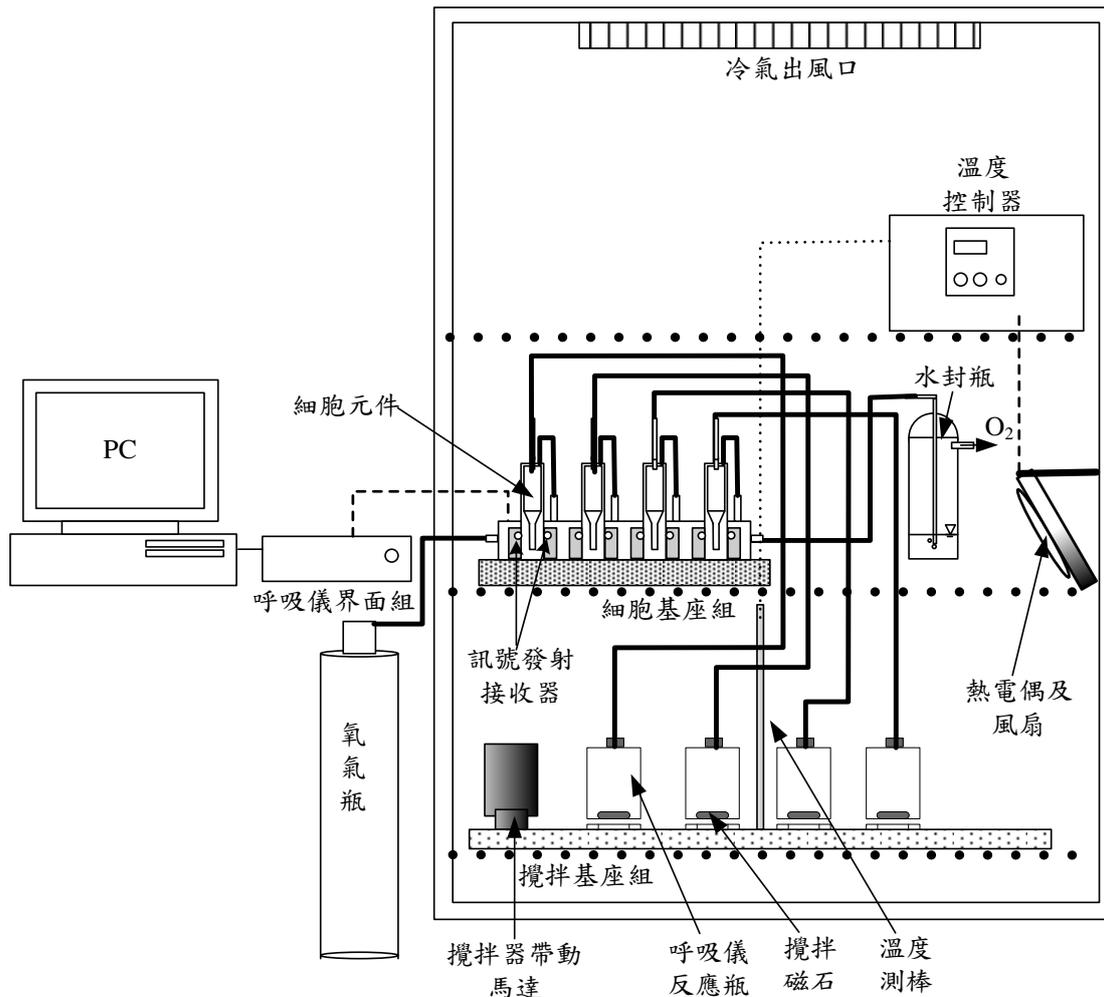


圖 4

### 氣泡式呼吸儀及氣控式恆溫系統主要單元配置示意圖

Young (1996) 將呼吸儀依操作原理分為三類：壓力計式、耗氧式及氧置換式 (oxygen replacement)。江 (2001) 將此分類改稱為：壓差式、氧差式及累積式，以便於討論其操作原理，於 19 種呼吸儀中，壓差式佔 2 種，氧差式佔 10 種，累積式佔 7 種。Warburg 最古老的壓差式呼吸儀，其操作原理相當簡單，如圖 5 所示，當密閉反應容器中的基質進行好氧分解時，會產生 CO<sub>2</sub>，為懸掛於反應瓶內的鹼液 (KOH) 吸收後形成負壓，造成壓力計上的壓力差 ( $\Delta P$ )，壓差越大，耗氧 ( $O_u$ ) 程度越大，為直接正比關係：

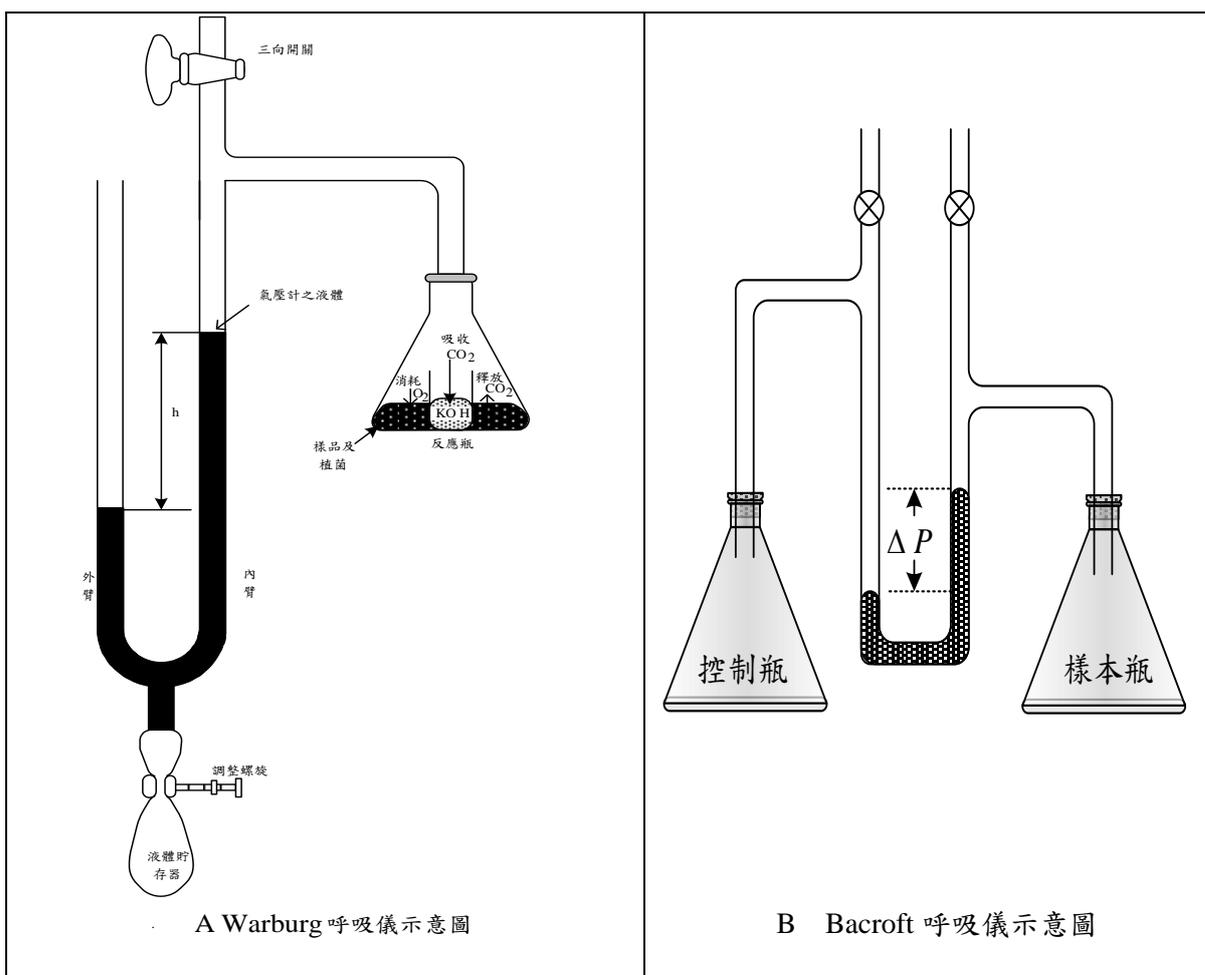


圖 5 壓差式呼吸儀示意圖 (A) Warburg (B) Barcroft

$$O_u = K_p \Sigma (\Delta P)$$

其中  $K_p$  為校正係數，單位為每單位壓差的氧氣量 (如  $\text{mg O}_2/\text{mmaq}$ )。壓差式雖然相當簡易，但容易受到大氣壓力及溫度的變化干擾，Barcroft 改善了此一缺點，於壓力計出口端接上一個控制瓶，做為反應瓶的參考壓力。Arthur 是少數使用壓差式的可程控線上呼吸儀，在早期相當受歡迎，但缺點為在進行攝氧時，為避免反應過程中溶氧不足，必須將水樣預先曝氣，如此可能造成揮發性有機物外逸，亦可能因水質特性或曝氣過度而產生氣泡干擾壓力計的讀數。

氧差式的操作原理如圖 6 所示，最簡單者由一反應瓶及一溶氧測棒組成，於不同反應時間讀取 DO 值，其累積攝氧量與氧差值 ( $\Delta \text{DO}$ ) 成正比。

$$O_u = K_o \Sigma (\Delta \text{DO})$$

其中  $K_o$  為校正係數，為反應瓶有效容積。Strathkelvin 及 Yukong 均屬簡單氧差式，僅能以批次操作，其最大缺點為缺少供氧機制，僅能

短時間維持好氧反應。半連續操作的氧差式呼吸儀則可改善此一缺失，於每一次進流前預先曝氣，俟溶氧降至預先設定值（1 mg/L）或達一定反應時間（15-30 min）後，即將反應容器排空再進流，如 Manotherm、Minworth、ROD TOX、LAR 均屬半連續氧差式，此類呼吸儀必須提供可信賴的溶氧測棒自動校正機制，否則測棒容易受到附著的垢膜所干擾。同時預先曝氣易產生泡沫干擾溶氧測棒，特別是含界面活性劑的工業廢水。荷蘭品牌的 Manotherm 較具特色，具有四組可自動切換針閥，每 1 分鐘切換進流及出流方向，可使用單一測棒測得進出流 DO，計算短時間的攝氧率（ $r$ ），可藉以量測短暫 BOD 或評估毒性（Spanjers and Klapwijk, 1991; Lukassee et al., 1997）。為於短時間內造成足夠攝氧，多種先進的呼吸儀使用各種固定生物膜（immobilized culture），如 Columbus on-line、Bioscan N-CON、CKC BOD-2000、COSA BIOX 1000、AMTOX 等。其中日本 CKC 用以測定短暫生化需氧量（ $BOD_{st}$ ），乃根據日本 JIS K 3602 的測定標準。AMOTX 呼吸儀則利用 *Nitrosomonas* 生物膜，量測廢水對硝化作用的抑制性。

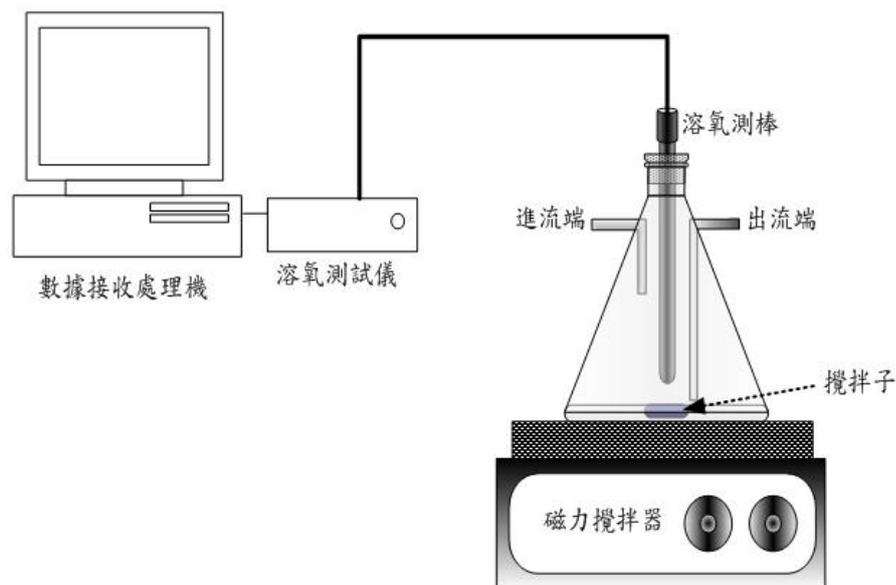


圖 6 溶氧差式呼吸儀示意圖，於批次操作時，當開始進流時，可測得初使溶氧，反應一段時間後，可測得殘餘溶氧。

氧差式測定攝氧率為將溶氧濃度差（ $\Delta DO$ ），除以反應時間（ $r = \Delta DO/T$ ），而累積式呼吸儀則是量測一段時間累積需氧質量（ $M$ ），再除以反應時間與水樣容積（ $r = M/T/V$ ），其優點是可以避免溶氧測棒的測定誤差。累積式呼吸儀最大特色是必須提供一種可以信賴的參考點，做為

決定供氧的啟動機制。以電解式及氣泡式呼吸儀說明如下，基質於反應瓶進行好氧分解，產生的  $\text{CO}_2$  為鹼液吸收，反應瓶內形成負壓，電解槽內的電解液下降，當液面與切換電極脫離接觸時，即開始電解供氧，直到電解液液面回升與切換電極接觸時，即斷電停止電解供氧，若電流量固定，供氧率為一常數 ( $k$ )，攝氧量與累積電解時間 (on-time) 成正比：

$$O_u = k \Sigma (\text{on-time})$$

電解式呼吸儀是目前學術界評價最好的批次呼吸儀，可自動校正供氧率，如 Bioscience 及 Sapromat 等。電解式呼吸儀因使用電解槽內的壓差為供氧啟動機制，亦受溫度及大氣壓變化干擾，且操作時會產生微量氫氣，應注意通風，另電解式呼吸儀無法應用於厭氧分解。

氣泡式呼吸儀是較晚期研發成功的產品，也是一種累積式，其供氧啟動機制相當特殊，當反應瓶呈負壓時且其壓差超過一定值時，氧氣流經氣泡發生器的油性液體，在通過氣泡斷裂點時形成固定體積的氧氣泡，同時可由氣泡產生器上的光感應器偵測計數，經由校正可得每一氣泡內含有的氧氣量。氣泡式呼吸儀是目前僅知亦能測定厭氧反應的可程控呼吸儀，使用時氣泡產生器與反應瓶的接管與好氧反應時相反。氣泡式呼吸儀與電解式呼吸儀相同，使用氣壓差為供氧啟動機制，亦容易受溫度與大氣壓變動影響，但優點是可監測厭氧反應的呼吸作用，氣泡產生器的構造較電解槽簡單，操作原理亦相當簡單，價格較低。

### 三、呼吸儀各種監測應用

呼吸儀測定結果，可以獲得批次或半連續的攝氧及攝氧率數據，可將這些攝氧數據透過演算法，發展成各種不同的應用；常見的實廠應用為進出流水的生化需氧量監測、活性污泥的活度監測、進流水對活性污泥的毒性等，較常採用線上監測；亦可探討工業廢水的生物可分解性；學術上生物反應動力探討，多採用呼吸儀進行瞬間動力 (transient kinetics) 研究，以替代傳統上較為繁瑣的穩態系統 (chemostat) 方法；本研究團隊過去在國科會資助下，亦開發生物潛熱測定儀或稱生物熱卡計 (Wu et al., 2002; 江及吳, 2002a); Young (2000) 認為 OUR vs. t 的圖譜可描述基質的降解特性，提議一種新的呼吸儀測定應用，稱為生物指紋研究。以下要討論一些實廠較常見的應用。

### 3.1 RBOD 測定

生化需氧量的標準測定方法為稀釋法，但待測樣品經稀釋後，可能稀釋廢水中的毒性物質，而影響 BOD 測值；稀釋法的測定程序相當繁瑣，且品管基準 (QC criteria) 相當複雜 (江等, 2002b)，最小偵測極限為 2 mg/L，變異係數高達 15~50%，不易進行測定，且須長達 5 天的培養期，所以呼吸儀初期的研發動機就是希望能克服這些困難，特別是將檢測時間縮短至 12~24 hrs。第 20 版美國 Standard Methods (APHA et al, 1998) 呼吸儀生化需氧量 (RBOD) 測定法 (Method 5210D) 僅為建議方法，尚未經廣泛驗證，建議的品管基準如下：

- 樣品前處理：預先曝氣 1 hr、溫度穩定至 20 °C
- 植菌攝氧比 ( $r_s$ )：佔總攝氧量  $\leq 10\%$
- 遲滯期 (lag period)： $\leq 6$  hr
- 反應溫度：20  $\pm$  1.0 °C
- GGA 標準：260  $\pm$  30 mg/L ( $C_v = 11.5\%$ ,  $n = 25$  三重複)
- 待測樣品複現性： $C_v = 3 \sim 5\%$

本團隊探討影響呼吸儀 BOD 測定的因素，特別是植菌方法及其校正方法 (陳, 2003；江等, 2003a)。結果顯示以液體置換法 (liquid displacement method) 校正氣泡產生元件時，當置換速率為 1.0 ~ 5.0 mL/min 時，與利用 Bioscience 電解瓶所得的校正係數 ( $f$  值) 相近， $f$  值均為 0.0656 ~ 0.0698 mg-O<sub>2</sub>/bubble (20 °C)，變異係數  $C_v$  為 1.13%。以葡萄糖及麩胺酸 (GGA) 標準液進行 6 重複實驗，結果顯示系統啟動後 11 hr 內 RBOD 變異係數 ( $C_v$ ) 高達 10 ~ 30%，主要原因可能為植菌量或活度不足或不均勻。但菌種馴化完成後，RBOD 變異即漸趨緩，直至 72 hr， $C_v$  值皆小於 6%。72 hr 後可能因微生物進入內生呼吸， $C_v$  值上升至 10%，至 108 hr 後降回 6 ~ 7%。顯示只要將經馴化過後的菌種做為系統的植菌來源，即可顯著改善系統的變異性。植菌校正後 RBOD<sub>5</sub> 平均值為 308 mg/L ( $n = 6$ )，變異係數為 6.1%，該研究的測定值仍可落於 Method 5210D 建議的 95% 信賴區間 (201 ~ 319 mg/L)。

### 3.2 動力分析

利用呼吸儀探討瞬間動力 (transient kinetics) 是近年來生物降解的核心研究主題 (Young, 1981; Grady et al., 1989; Smets et al., 1996)，目的為求解生物系統的四個 Monod 動力參數，即最大比生長速率 ( $\mu_m$ , 1/d)、半速係數 ( $K_s$ , mg/L)、生長係數 ( $Y_g$ )、比衰減速率 ( $k_d$ , 1/d)，與傳統 Chemostat 穩態動力比較，呼吸儀測定法較為快速精確，

但演算法較為複雜，本團隊自行開發全盤最佳解析解演算法 (globally optimized analytical solution)，並申請專利技術 (Wu et al., 2001；吳，2004)。本法稱為二相移動隔點演算法 (two-phase separating point-moving algorithm)，利用呼吸儀量測得 OUR vs.  $O_b$  二相圖譜後，先假設右邊起第 5 個點為二相分隔點 (SP)，利用本研究推導的 2 條聯立方程式求解一組動力參數，再由右至左移動 SP 計算動力參數，直至  $O_b$  預測與實測差值平方和的平均值 (ARE) 為最小時，即為求解的 SP 與動力參數 (吳等，2001)。

### 3.3 生物潛熱

自發性高溫好氧處理 (ATAT) 是指高濃度廢水進行好氧分解時，因反應過程釋放生物熱，而不需外加其他熱能，可將系統溫度維持於 55-65 °C。文獻指出 ATAT 的優點為過剩污泥極少，反應速率較高 (Chiang et al., 2001)。本研究團隊結合可程控呼吸儀及熱監控技術，嘗試自行設計生物熱卡計，於 ATAT 程序下，進行比生物潛熱 ( $h_b$ , cal/g BOD<sub>r</sub>) 評估，以利工程設計的參考。本研究並利用熱平衡模式開發生物潛熱演算法，考量三種熱能及熱通量：補熱 ( $H_c$ ,  $J_c$ )，傳導熱損 ( $H_t$ ,  $J_t$ ) 及生物潛熱 ( $H_b$ ,  $J_b$ )。首先進行空白實驗探討反應槽熱傳通量 ( $J_t$ )，再以葡萄糖為基質，於 55 °C 馴化高溫菌，再植入呼吸儀反應槽進行生物潛熱測定，操作條件為：容積負荷 10.0 g COD /L 及污泥齡 (SRT) 10 天。實驗結果顯示，在 8 天試驗中，攝氧曲線呈現典型的外呼吸及內呼吸特徵，平均而言，24 小時後 COD 去除率約達 90%，傳導熱損 ( $H_t$ ) 及熱通量 ( $J_t$ ) 分別為 -720 Kcal 及 -550 cal/min，生物潛熱及通量分為 4.2 Kcal 及 5.8 cal/min。但由於反應槽絕熱不佳，補溫比 ( $r$ ) 高達 99.6%，比潛熱 ( $h_b$ ) 測定結果為 46 Kcal/g，與理論值的 3.5 Kcal/g 高出甚多 (江及吳，2002a)。

### 3.4 毒性閾值

工業廢水有時含有高濃度抑制生物分解的物質，或其分解的中間產物具有毒性，呼吸儀可以提供一種簡單有效的試驗方法，測定處理系統的背景毒性閾值，或篩檢進流水是否含過量的毒性物質，做為日常操作的重要參考。Lukassee et al. (1997) 提出一種適合程序控制的線上毒性評估方法，但相當複雜且成本高，不適合我國實廠日常操作監控。江等 (2003b) 以煉焦廢水的硫氰化物 (thiocyanate) 為例，研發一種簡易的相對突增毒性閾值 (threshold limit, THL) 評估程序，其特點

是利用本研究自行開發的馴化槽餵食頻率模式：

$$S_o = S_i/f_r + S_w(1 - 1/f_r) \quad (3)$$

其中， $S_i$  為批次餵食基質濃度，此與實廠的進流水濃度 ( $S_i$ ) 相當； $S_w$  為餵食前馴化槽混合液的基質濃度，此與實廠的放流水濃度 ( $S_e$ ) 相當； $f_r = \text{SRT} \times f_r'$ ，其中  $f_r'$  為每天餵食的頻率 (#/天)。此法可獲得近乎實廠基質暴露 ( $S_o$ ) 濃度及污泥齡 (SRT) 的菌種。試驗時將菌種植入呼吸儀反應瓶後，加入基質、營養液、及一定濃度的待測毒性物質，進行半連續操作。使用的基質為 glucose/phenol/thiocyanate：COD 濃度 1,600 mg/L、SRT 20 days、thiocyanate 初始暴露濃度批次操作 12~1,800 mg/L、半連續操作 4~600 mg/L、餵食頻率 3 #/day、MLSS 3,200 mg/L。以樣品組與對照組攝氧量的比值 (RBOD/RBOD<sub>b</sub>) 為毒性效應參數，結果顯示反應初期 (3 hr) 對系統無明顯抑制，反應時間達 6 hr 時，抑制程度突增，12 hr 時攝氧比為 85%，此時 THL 為 250 mg/L as SCN<sup>-</sup>，與南部某煉焦廢水實場監測值一致 (洪，2003)。

#### 四、結論與建議

以攝氧率為指標的氣泡式呼吸儀，為一有效的廢水生物處理系統監測工具，值得推廣。呼吸圖譜 (respirogram) 的詮釋，必須以生物能量學為基礎，才有意義。依據測定原理，呼吸儀可分為三種：壓差式、氧差式、及累積注入式。呼吸儀的應用包括：呼吸儀 BOD (RBOD)、動力研究、生物潛熱、毒性實驗等。若改以生物污泥、完熟堆肥、生物製劑之污染土壤等進行攝氧率試驗，可延伸應用於生物污泥活度、堆肥完熟度及、土壤生物復育可行性等應用。更完整的說明可參考作者的另一篇著作 (江等，2005)。

## 五、參考文獻

1. APHA, AWWA, WEF, (1998) "Standard Methods for the examination of water and wastewater, Method 5210D: Respirometric Method," p. 5-9~5-12.
2. Chiang C.F., (1988) "Effects of Reactor Configuration on The Performance of Static-Bed Submerged Media Anaerobic Reactors," p. 38, doctoral dissertation, Iowa State University, Ames, Iowa, USA.
3. Chiang C.F., Lu C.J., Sung L.K., and Wu Y.S., (2001) "Full-Scale Evaluation of Heat Balance for Autothermal Thermophilic Aerobic Treatment of Food Processing Wastewater," Water Science and Technology, 43, 11, 251-258.
4. Grady C.L.P., Jr. and Lim H.C., (1980) "Biological Wastewater Treatment - Theory and Applications," Marcel Dekker, Inc. New York.
5. Grady C.P.L. Jr., Dang J.S., Harvey D.M., Jobbagy A., and Wang X.L., (1989) "Determination of Biodegradation Kinetics Through Use of Electrolytic Respirometry," Water Science and Technology, 21, 957-968.
6. Lukassee L.J.S., Keesman K.J., and van Straten G., (1997) "Estimation of BOD<sub>st</sub> Respiration Rate and Kinetics of Activated Sludges," Water Research, 31, 2278.
7. McCarty P.L., (1969) "Energetics and Bacterial Growth", Presented at the 5th Rundolf Research Conference, Rutgers-the State University, New Brunswick, New Brunswick, New Jersey.
8. McKinney R.E., (1962) "Microbiology for Sanitary Engineers," p. 62, McGraw-Hill, New York.
9. Rittmann B.E., Bae W., Namkung E. and Lu, C.J., (1987) "A Critical Evaluation of Microbial Product Formation in Biological Process," Water Science and Technology, 19, 7, 517-528.
10. Smets B.F., Jobbagy A., Cowan R.M., and Grady, C.P.L., Jr., (1996) "Evaluation of Respirometric Data: Identification of Features That Preclude Data Fitting with Existing Kinetic Expressions," Ecotoxicology and Environmental Safety, 33, 88-99.
11. Spanjers H. and Klapwijk A., (1991) "Continuous Estimation of Short-Term Oxygen Demand from Respiration on Measurements," Water Science and Technology, 24, 29.
12. Wu Y.S., Chiang C.F., and Lu C.J., (2001) "Development of A Novel Algorithm of Kinetic Model for Microbial Systems," 2nd World Water

- Congress, International Water Association, Berlin, Germany, October 15-19.
13. Wu Y.S., Chiang C.F., Lu C.J., and Hong J.M., (2002) "Error Analysis in Determining the Biological Heat Potential of an ATAT System, Presented at the 27th Wastewater Treatment Technology Conference, Chinese Environmental Engineering Institute, Taipei.
  14. Young J.C., (1981) "Specific Oxygen Demand as an Operating Parameter for Activated Sludge Process," Water Science and Technology, 13, 397-403.
  15. Young J.C., (1996) "Fundamentals of Respirometry: Instrument Types and Basis of Operation," 51st Purdue Industrial Waste Conference Proceedings, pp. 441-451.
  16. Young J.C. and Kim I.S., (2000) "Using Oxygen Uptake Rate to Fingerprint Activated Sludge Processes," Presented at Kwangju Institute of Science and Technology, Kwangju, Korea, Number 30.
  17. 江舟峰 (2001), 呼吸儀在廢水監控技術的理論與應用, 簡報資料, 朝陽科技大學環境工程與管理系, 台中縣。
  18. 江舟峰、吳勇興 (2002a), 呼吸儀在生物潛熱分析上的應用, 廢水處理程序監控技術研討會, 經濟部技術處及工研院環安衛中心, 10月22~23日, 台北。
  19. 江舟峰、吳勇興、紀子文 (2002b), 以稀釋法測定生化需氧量的品管基準及最新發展趨勢, 朝陽學報, 第七期, p. 247-259。
  20. 江舟峰、陳俊宏、洪瑞敏、吳勇興 (2003a), 五天生化需氧量 (RBOD5) 呼吸儀測定方法研究, 2003年環境分析化學研討會, 中華民國環境分析化學學會, 中壢。
  21. 江舟峰、洪瑞敏、陳俊宏、吳勇興 (2003b), 建立煉焦廢水活性污泥系統之實廠突增毒性閾值, 2003年產業環保工程實務研討會, p. 354-371, 經濟部工業局, 台北。
  22. 江舟峰、吳勇興、洪瑞敏 (2005), 呼吸儀在廢水處理系統的監控原理與應用, 化工技術 2005年十月號專輯。
  23. 吳勇興、江舟峰、盧至人 (2001), 呼吸儀於反應動力學的應用—以高溫好氧廢水處理為例, 第26屆廢水處理技術研討會, 中華民國環境工程學會。
  24. 吳勇興 (2004), 自發性高溫好氧處理程序之研究: 系統參數測定演算法之開發, 博士論文, 國立中興大學環境工程系, 台中市。
  25. 洪瑞敏 (2003), 活性污泥之呼吸儀毒性試驗研究, 碩士論文, 朝陽科技大學環境與管理系, 台中縣。
  26. 陳俊宏 (2003), 生化需氧量呼吸儀測訂法的研究, 碩士論文, 朝陽科技大學環境工程與管理系, 台中縣。

# 有機廢水生物處理實務操作-以豬糞尿廢水為例

王義狄

丞美國際有限公司-總經理

Email:witanne0207@gmail.com

## 一、前言

有機廢水生物處理是二十世紀初發展出的污水處理技術。其基本目標有：(1)降低 BOD 及 COD 以獲得澄淨的水；(2)降低污泥產生量至最低限度；(3)將氮、磷等鹽類儘可能去除。為了能達成上述目標，透過篩選特定微生物製成生物製劑 (bioreagents) 投入生物處理池中增殖、參與協助，以提高生物處理效率。本文以豬糞尿廢水為例，將筆者以生物製劑協助養豬場處理廢水的實務經驗，透過案例分享，提供讀者參考。

養豬場三段式廢水處理程序為農委會畜產試驗所開發，主要程序包含：固液分離、厭氧處理、好氧處理等三階段，如圖 1 所示。第一階段是固液分離階段，以設置固液分離機為主，將混於豬尿廢水中之豬糞固體物分離取出，作為後續堆肥處理；第二階段是厭氧處理階段，一般採用紅泥膠皮袋覆蓋的臥置式厭氧醱酵槽，在厭氧醱酵槽內的厭氧菌經由水解、酸生成及甲烷生成等複雜程序，將豬尿廢水中有機質分解轉化，產生沼氣，收集在紅泥膠皮袋中，留待後續沼氣再利用；第三階段是好氧處理階段，以採用傳統式標準活性污泥法為主。

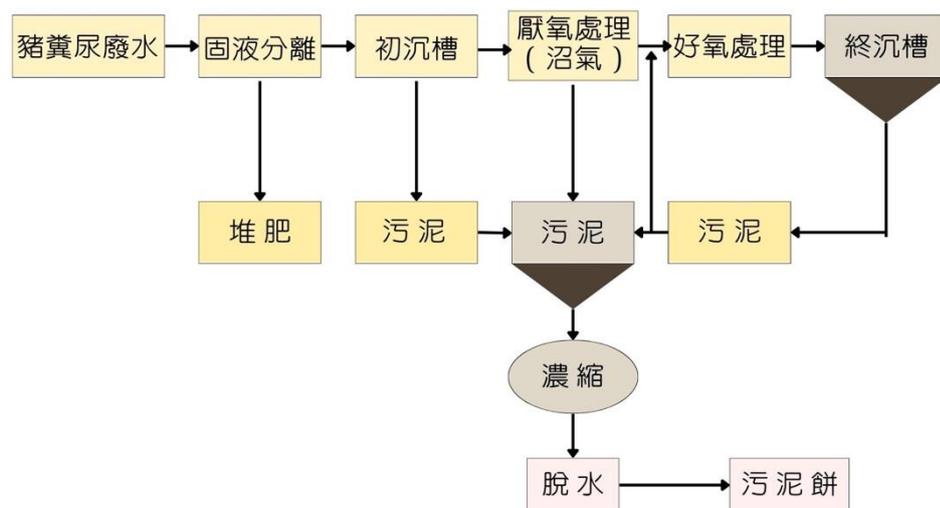


圖 1 養豬場三段式廢水處理程序示意

## 二、生物處理概述

依據生物處理系統中呼吸方式的差異，可把生物處理法分為好氧處理、厭氧處理及兼性處理。以下就好氧處理、厭氧處理簡單說明：

好氧處理程序，微生物有很多種類，但厭氧處理則大部分由細菌進行，厭氧處理具有污泥量少的優點：在好氧條件下，50%有機碳轉變成生物質 (biomass)；厭氧條件下，僅有 5%有機碳轉變成生物質。

好氧處理中有機物經由微生物之作用被氧化分解成較小分子，同時放出能量供微生物生長及代謝。養豬場常以活性污泥法（又稱曝氣法）配置，在強力通氣下，使污水得以淨化。活性污泥生物相十分複雜，主要是細菌，尚有原生動物（纖毛蟲）、真菌、後生動物（輪蟲）等。進入曝氣池的  $BOD_5$  以 500~1,000 mg/L 為佳。

厭氧處理係利用兼性或厭氧微生物（主要是細菌），在缺氧或厭氧的狀態下分解複雜的高濃度有機質（碳水化合物、蛋白質、脂質等）到形成甲烷。一般厭氧分解可分成三個階段：

水解：細菌產生胞外水解酵素（蛋白質、脂肪、纖維素、澱粉等分解酵素）將有機物分解成小分子，以便能穿越細胞壁作為營養、能量的來源。如水解相當慢，可能的限制因子是纖維素廢物（含木質素）。

酸生成：亦稱酸性醱酵期，參與此階段降解的微生物是不產生甲烷的厭氧性異營細菌，醣類、澱粉等被分解為有機酸、醇類。產氫及產乙酸細菌利用簡單有機酸、醇類，轉化成氫氣、乙酸。

甲烷生成：甲烷生成菌分為兩大類：利用氫氣、利用乙酸等兩類菌來生成甲烷。其他如蛋白質、氨基酸、油脂、纖維素以及前二階段生成之有機酸等也會在這個階段被分解，所以 pH 值會上升至 7 左右，有機物成為穩定性高的污泥。產甲烷細菌是沼氣醱酵微生物中最重要的一個類群，它們屬嚴格厭氧，對氧氣及氧化劑非常敏感。

厭氧生物處理總反應可簡化為： $\text{有機質} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S}$

## 三、養豬場糞尿廢水處理案例分享

養豬場三段式廢水處理常遇到的問題：兼氣池發泡、污泥結塊、產氣不佳、誤信養菌偏方、紅泥膠皮安裝異常、排放水質不良等，丞美公司就實場協助農民解決上述問題的經驗，分享如下。

### (一) 兼氣池發泡

厭氧處理過程中，泡沫及浮渣層是原水經微生物厭氧分解的必經過程，當表面堆積過多濃稠不易破裂的泡沫，底部厭氧菌的產氣作用將泡沫及浮渣層持續推升，致使兼氣池發泡嚴重而產生溢流。

圖 2 是典型的兼氣池垂直分佈，由上而下分別為泡沫 (foam)、浮渣 (scum layer)、上清液 (supernatant)、活性消化污泥 (actively digesting sludge)、已消化污泥 (digested sludge)。



圖 2 典型的兼氣池垂直分佈

圖 3 是單一食料（豆渣、澱粉類下腳料為主）養豬場經固液分離後的糞尿水 (R1)，透過厭氧處理，過程中會產生大量氣泡、浮渣及污泥，其中浮渣及污泥會因為厭氧菌分解及產氣作用造成比重變化，會反覆上浮及下沉的過程 (R2~R4)，待污泥都被消化穩定後 (R5)，即會沉在底部。

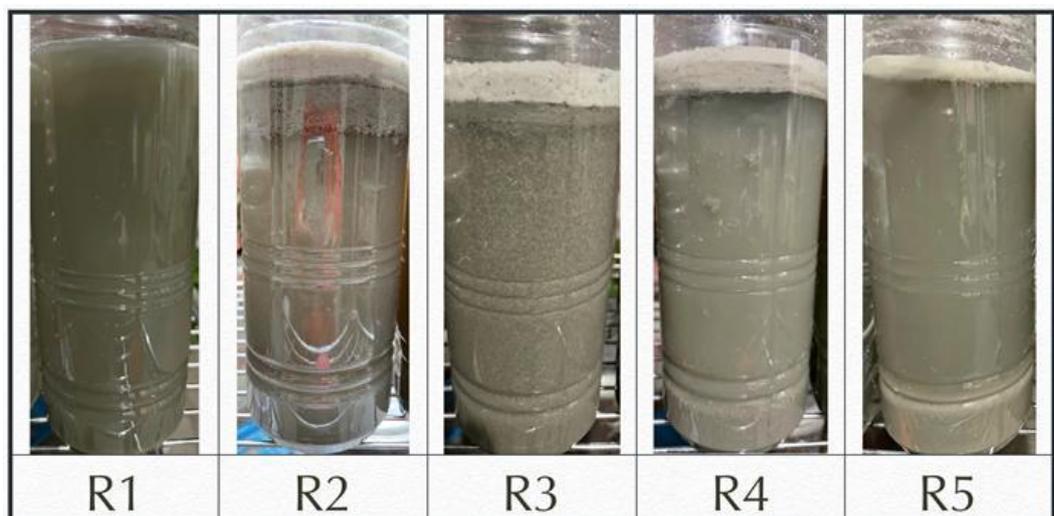


圖 3 單一食料養豬場的兼氣池垂直分佈變化

圖 4 是典型餵食飼料養豬場各兼氣池的表面變化，一開始氣泡及浮渣層不明顯 (S1)，逐漸產氣旺盛，浮渣層形成饅頭狀 (S2)，隨著浮渣逐漸被分解 (S3~S4)，表面浮渣越來越薄，最佳的狀況是表面浮渣層都被分解消失 (S5)。

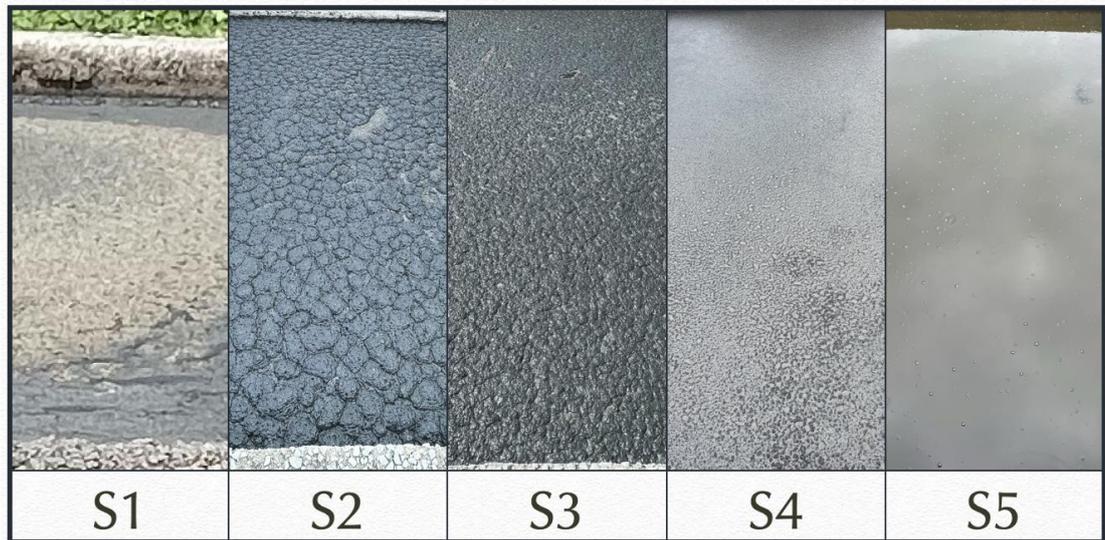


圖 4 餵食飼料養豬場各兼氣池的表面變化

養豬場最常發生在固液分離機後第 1~3 池兼氣池的發泡嚴重，造成泡沫及浮渣溢流的困擾，一般有以下 3 種類型 (圖 5)：

#### 1. 氣溫變化大

一般穩定的兼氣池在秋冬來臨的季節，易發生發泡嚴重溢流的情形，主因是養豬場廢水處理場大部分都在空曠的室外，日夜氣溫變化大，微生物生長速度在溫度 35°C，如果增殖 10 倍，晚上 15°C 只剩下增殖約 3 倍 (Tortora et al., 2010)，因此兼氣池表面微生物群受到溫度影響變得不穩定，不足以將兼氣池表面的泡沫及浮渣盡快分解，而兼氣池底部的溫度相對穩定，產氣作用持續進行，氣泡往上推升無法穿透浮渣層，造成浮渣及氣泡層越來越厚，如無適當引流，即會造成發泡嚴重溢流情形，此現象好發在凌晨至天亮前。

#### 2. 清池、新池

新設養豬場或兼氣池安排清除底部污泥，因為厭氧菌群尚未穩定，亦同項次 1，易發泡嚴重溢流情形。

上述項次 1、2 解決方案：透過定期添加水解菌及酸化菌，提高厭氧菌群穩定，加速泡沫及浮渣被分解，兼氣池底部厭氧菌群產生的氣泡，能穿透浮渣層溢散至大氣中。

### 3. 單一食料（豆渣、澱粉類下腳料）

以豆渣、澱粉類下腳料等單一食料為主的養豬場，前 3 池兼氣池幾乎都會發生發泡嚴重情形，研判其在水解、酸生成期的厭氧菌群極不易穩定，須透過定期觀察兼氣池表面氣泡及浮渣層厚度，視狀況添加不同比例的水解菌及酸化菌，提高厭氧菌群穩定，降低發泡溢流頻率。



圖 5 養豬場最常發生發泡嚴重的類型

#### (二) 污泥結塊

圖 6 是表面污泥結塊嚴重的兼氣池，好發在兼氣池深度不足（小於 2 公尺）或底部污泥淤積嚴重的廢水場，在厭氧菌群不足時，浮渣層太厚及底部厭氧菌產氣不佳時，表面污泥逐漸轉硬，嚴重時與硬土層相似。

解決方案：透過大量添加水解菌及酸化菌，提高厭氧菌群穩定，加速浮渣層被分解，表面硬污泥隨著厭氧分解效率提升，逐漸崩裂、軟化而分解消失。



圖 6 表面污泥結塊嚴重的兼氣池

### （三）產氣不佳

圖 7 是紅泥膠皮產氣不佳的狀況，主因是厭氧菌群不穩定，好發在新池、異常大量進水及氣溫突降等情況，透過定期添加水解菌及酸化菌，可健全厭氧菌族群的穩定。一般新池透過定期添加水解菌及酸化菌促進厭氧處理，1 個月厭氧系統產氣不佳可獲得初步改善，3 個月能使厭氧菌群達到穩定。

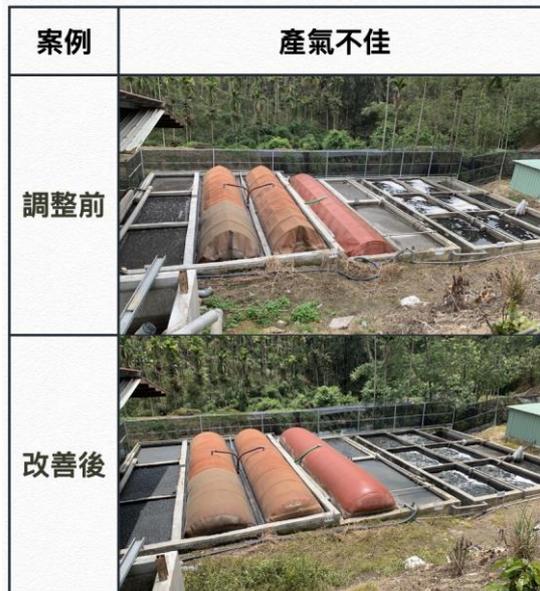


圖 7 產氣不佳的厭氧池

### （四）誤信養菌偏方

圖 8 是養豬場聽信養菌偏方，持續在兼氣池注入糖蜜，藉以提升厭氧處理能力，但兼氣池表面越養越黑，厭氧處理效果不升反降。主因是注入糖蜜使得酵母菌越來越多，其分解糖產生酒精，抑制厭氧菌群的生長，造成水質越來越差。停止注入糖蜜後，兼氣池表面依然越來越黑，水質無法恢復。

解決方案：透過大量添加水解菌及酸化菌，與酵母菌群競爭有機質，減弱酵母菌群影響，約 1 個月可改善。



圖 8 誤信養菌偏方

(五) 紅泥膠皮安裝異常

圖 9 是固液分離機後第 1 池兼氣池開始全部安裝紅泥膠皮，造成各厭氧池發泡溢流嚴重，前述項次 (一) 提及，厭氧處理過程中，泡沫及浮渣層是原水經微生物厭氧分解的必經過程，前三池兼氣池是泡沫及浮渣層最厚的階段，安裝紅泥膠皮後，造成池表面容許浮渣層停留空間變小，當厭氧菌群不穩定時，極易造成發泡嚴重溢流情形，須透過添加大量的水解菌及酸化菌，才能避免發泡溢流現象。

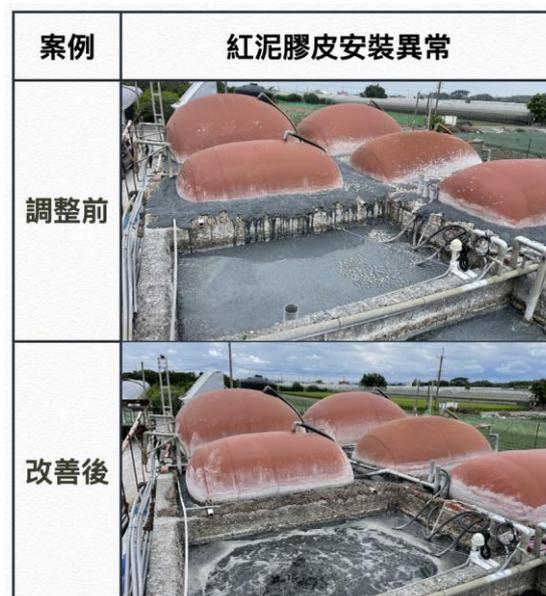


圖 9 紅泥膠皮安裝異常

### (六) 排放水質不良

圖 10 是筆者協助養豬場(高床不清洗豬舍，每日進水量穩定)調整水質，每週固定在厭氧處理第 1 池添加水解菌及酸化菌，並於厭氧處理池最後池採水樣，靜置 10 分鐘，檢視其污泥沉降性及污泥量，發現透過定期添加厭氧菌(水解菌、酸化菌)，可以促進厭氧處理效率提升，顯著減少污泥產量，水質也較清澈。

圖 11 是第 0 天時，針對厭氧出口池、曝氣出口池及排放水池採水樣，靜置 10 分鐘，檢視其水質狀況及污泥量，爾後每週固定添加水解菌及酸化菌，期間未執行排泥作業，於第 21 天再執行上述三池的採樣比較(圖 12)，結果證實：透過每週固定添加水解菌及酸化菌，可以有效降低厭氧池及曝氣池污泥產量，並改善排放水質。



圖 10 養豬場每週添加厭氧菌對污泥減量的效果

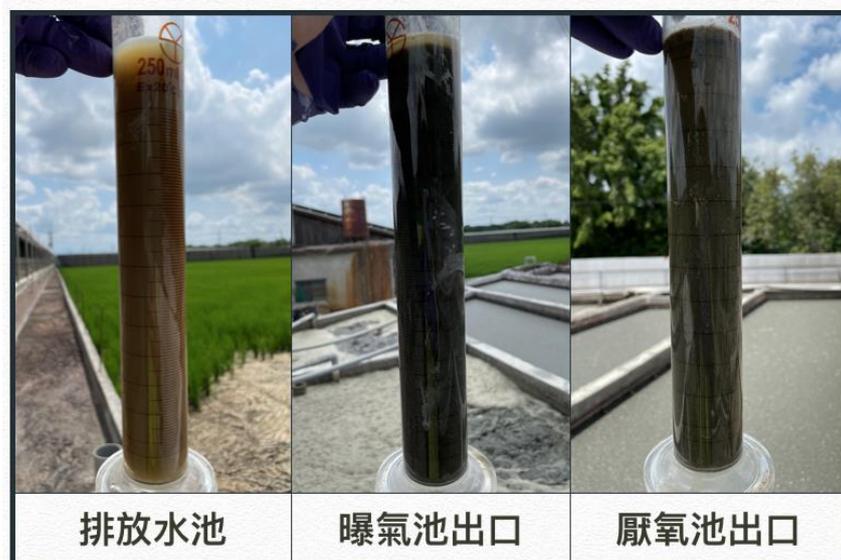


圖 11 添加厭氧菌前各廢水池水質狀況及污泥量



圖 12 添加厭氧菌 21 天後各廢水池水質狀況及污泥量

#### 四、結語

1. 厭氧處理之生化反應及細胞合成速率皆低，一般系統啟動或復原皆需要較長時間約 3~6 個月，筆者透過添加生物製劑來調整養豬場厭氧系統，多場操作經驗累積，約在 1 個月內可初步將異常改善，3 個月左右系統達穩定。
2. 厭氧處理過程會先產生泡沫及浮渣層，透過定期補充生物製劑（水解及酸化菌群）能夠維持系統菌群充足及穩定，避免泡沫及浮渣層來不及分解致增厚，衍生兼氣池發泡、污泥結塊等情形，且主要泡沫及浮渣層會在兼氣池前幾池產生，建議前三池不要安裝紅泥膠皮。
3. 透過生物製劑協助養豬場處理廢水，最優先的工作是將厭氧系統菌群養好，有穩定的厭氧系統，可大大減少污泥產生及降低 BOD，後續經過好氧處理，才能獲得澄淨的放流水。

#### 五、參考文獻

1. 郭猛德、蕭庭訓，「養豬三段式廢水與污泥處理技術」簡報，行政院農業委員會畜產試驗所。
2. 李季眉等，1997，環境微生物，中華民國環境工程學會。
3. 李季眉等，2012，環境微生物第二版，中華民國環境工程學會。
4. 李季眉，1999，高等環境微生物講義。

## 徵稿啟事

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

## 各公會會員大會、理監事會會議紀錄

中華民國環境工程技師公會全國聯合會

# 中華民國環境工程技師公會全國聯合會

## 第 10 屆第 10 次理監事聯席會議紀錄

- 壹、時 間：中華民國 112 年 1 月 14 日上午 11 時
- 貳、地 點：本會會議室(台北市大同區長安西路 342 號 4 樓之 1)
- 參、出席人員：理事— 楊基振、高信福、姚宗岳、張天益、范綱智、  
黃啓明、林清洲、徐永郎、王凱中、曾寶山、  
范振國、林永欽  
監事— 林威安、王朝民、蕭友琳、黃義雄
- 肆、缺席人員：(無)
- 伍、請假人員：理事—林玉青、周奮興、許甫豪  
監事—劉劍輝
- 陸、列席人員：(無)
- 柒、主 持 人：楊理事長基振
- 捌、記 錄：歐諾宣
- 玖、報告事項：

### 一、第 10 屆第 9 次理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	111 年 1-9 月收支決算表(如附件一)提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 2	
案由	112 年度預算表(如附件二)提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

提案 3	
案由	112 年度工作計畫(如附件三)提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 4	
案由	第 10 屆第 3 次會員代表大會原提案人黃啓明技師，連署人王朝民技師之提案「建議會員代表大會出席者能補貼出席費及交通費，或是採發放紀念品方式辦理，以鼓勵會員踴躍參與」，提請討論。
決議	1. 由全聯會支付會員代表之交通補助，惟因全聯會會員代表亦為省公會會員，故會員代表不得向省公會重複請領。 2. 發放紀念品或禮券乙事，交由黃理事啓明規劃，並於下次會員大會前提出。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

## 二、工作報告：

### 1. 會議 (參閱下表)

日期	出席者	召開單位	會議名稱
111 年 10 月 31 日	楊理事長基振、 徐委員永郎、 林委員威安、 高信福技師	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	新北市政府水利局「新北市 三峽區、鶯歌區污水下水道 系統第一期工程污水管線第 五、七、九、十一標(主次幹 管、分支管、用戶接管)」工 程委託辦理部份管段水理計 算成果報告書審查會
111 年 11 月 10 日	楊理事長基振、 林常務監事威安、 王志遠技師	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	「生態技師執業範圍討論會 議」
111 年 11 月 15 日	黃監事義雄	臺南市政府水 利局	「本市污水下水道用戶排水 設備設置審查流程」說明會 議
111 年 11 月 15 日	楊理事長基振、 林常務監事威安	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	「固定污染源及土水法第 8、9 條技師簽證公會辦理自 律作業」之討論會議
111 年 11 月 23 日	楊理事長基振、 周委員奮興(視訊)、 黃委員啓明(視訊)、 林委員威安	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	公告事業用地現場查核參考 指引手冊初稿審查會

111 年 12 月 8 日	高常務理事信福	行政院公共工程委員會	精進技師公會受託辦理鑑定品質研商會議
111 年 12 月 15 日	高常務理事信福	新北市政府水利局	「新北市三峽區、鶯歌區污水下水道系統第一期工程污水管線第五、七、九、十一標（主次幹管、分支管及用戶接管）」部分積水管段水理計算書審查會

## 2. 水污查核-會議（參閱下表）

日期	出席者	會議名稱
111 年 11 月 10 日	高召集人信福 全國聯合會、台灣省公會： 楊理事長基振 台北市公會：林理事長金德 高雄市公會：林理事長玉青(視訊) 查核委員：劉委員志仁、徐委員永郎	111 年下半年技師簽證查核缺失記點第一次審查會
111 年 11 月 18 日	楊理事長基振、高召集人信福 周委員裕晃、劉委員志仁	111 年下半年度環境工程技師執行水污染簽證業務查核第一批複審會議
111 年 11 月 29 日	高召集人信福 全國聯合會、台灣省公會： 楊理事長基振 台北市公會：林理事長金德 高雄市公會：林理事長玉青(視訊) 查核委員：史委員健軍、謝委員文賓	111 年下半年技師簽證查核缺失記點第二次審查會
111 年 12 月 20 日	楊理事長基振、高召集人信福 史委員健軍、謝委員文賓	111 年下半年度環境工程技師執行水污染簽證業務查核第二批複審(上半場)會議
111 年 12 月 20 日	楊理事長基振、高召集人信福 史委員健軍、謝委員文賓	111 年下半年度環境工程技師執行水污染簽證業務查核第二批複審(下半場)會議

3. 水污核章件數：111 年共 403 件

### 4. 「111 年度土壤及地下水污染調查暨整治技術講習」

南區：111 年 12 月 10 日舉辦完成，參加人數共 46 位。

中區：111 年 12 月 17 日舉辦完成，參加人數共 55 位。

北區：111 年 12 月 24 日舉辦完成，參加人數共 89 位。

5. 111 年 12 月 21 日與高雄市環境工程技師公會辦理「111 年度水污染防治技術講習」

## 壹拾、討論提案

提案 1·提案人：理事長

案由：111 年度收支決算表(如附件一)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 2·提案人：理事長

案由：111 年度資產負債表(如附件二)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 3·提案人：理事長

案由：111 年度現金出納表(如附件三)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 4·提案人：理事長

案由：111 年度基金收支表(如附件四)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 5·提案人：理事長

案由：112 年度會員代表大會相關事項提請審議。

說明：本會開會時間訂於 112 年 6 月 10 日，地點配合台灣省環境工程技師公會辦理。

決議：照案通過。

## 壹拾壹、散會

台灣省環境工程技師公會

## 台灣省環境工程技師公會

## 第 12 屆第 7 次理監事聯席會議記錄

壹、地點：本會會議室(台北市大同區長安西路 342 號 4 樓之 1)

貳、時間：中華民國 112 年 1 月 14 日上午 10 時

參、出席人員：理事—楊基振、張天益、高信福、黃義雄、王志遠、  
范綱智、王凱中、陳俊明、徐永郎、黃啓明、  
曾寶山

監事—林威安、姚宗岳、林清洲、吳慶龍

肆、缺席人員：(無)

伍、請假人員：理事—劉劍輝、許甫豪、周奮興、廖寶玫  
監事—吳昭宏

陸、列席人員：(無)

柒、主持人：楊理事長基振

捌、記錄：朱冠穎

玖、報告事項

## (一) 第 12 屆第 6 次理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	111 年度 1 月至 9 月經費收支提請審議。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 2	
案由	112 年度預算提請審議。
決議	修正後通過。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 3	
案由	112 年度工作計畫(含委員會，如附件三)提請理事會研議。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	照案通過。

提案 4	
案由	新入會會員名冊提請理事會審核。
決議	照案通過
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 5	
案由	第 12 屆第 2 次會員大會原提案人黃啟展技師，連署人黃啓明技師之提案「出席公會會員大會之車馬補助費，目前未達實際票價，近年因通膨高漲，建議提高車馬補助費。」提案說明：「1. 搭車者，以實際高鐵票價足額補助(或方便不找零，十位數直接進位至百元)。2. 開車者，建議亦依高鐵票價方案補助。」，提請討論。
決議	1. 搭乘大眾運輸工具者，補助金額依票價×2，四捨五入取至百位數。 2. 為提倡節能減碳，建議多搭乘大眾運輸工具，故自行開車者補助金額依台鐵自強號票價×2，四捨五入取至百位數。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

(二) 會員繳費紀錄---會員繳費紀錄---繳交 111 年度常年會費者 614 人。

(三) 工作報告：

1. 專案計畫

(1) 「111 年度桃園市水污染防治許可管制計畫」

委託單位	台灣曼寧工程顧問股份有限公司	
合約金額	收入(未稅)	支出(未稅)
2,000,000 元(含稅)	628,571 元	370,192 元
日期	內容	
1111026	檢送請款發票乙紙-第 1 期款 (書面審查：33 件／現勘審查：13 件)	
1111125	第 1 期款入帳	
1111214	第 1 期款出帳(含 3/24 行前說明會差旅補助及 6/10 審查及現勘問題討論(視訊會議)出席費)	

## (2) 「111 年桃園市固定源空氣污染管制計畫」

委託單位	台灣曼寧工程顧問股份有限公司	
合約金額	收入(未稅)	支出(未稅)
1,000,000 元(含稅)	76,190 元	58,600 元
日期	內容	
1111026	檢送請款發票乙紙-第 1 期款 (書面審查: 4 件/現勘審查: 4 件)	
1111125	第 1 期款入帳	
1111214	第 1 期款出帳(含 3/24 行前說明會差旅補助)	

## 2. 各委員會工作報告

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
審查	1111019	金門國家公園管理處	「金門縣金寧鄉古寧頭測段 66-2 地號住宅新建工程」污水接管設計案	高常務理事信福協審
	1111019	金門國家公園管理處	「金門縣金寧鄉古寧頭測段 66-3 地號住宅新建工程」污水接管設計案	高常務理事信福協審
	1111025	臺南市政府水利局	「富立建設股份有限公司—仁德區王段 97 地號等 1 筆集合住宅新建工程」專用下水道審查(書審)	黃理事義雄協審
	1111107	金門國家公園管理處	「金門縣金寧鄉古寧頭測段 66-3 地號住宅新建工程」污水接管設計案	高常務理事信福協審
	1111107	金門國家公園管理處	「金門縣金寧鄉古寧頭測段 66-2 地號住宅新建工程」	高常務理事信福協審
	1111111	臺南市政府水利局	水質超標輔導改善事宜(三南奧特萊斯股份有限公司、新光三越百貨股份有限公司台南中山分公司)	黃理事義雄出席
	1111115	臺南市政府水利局	「海心國際股份有限公司—新市區新北投 10 地號等 1 筆集合住宅新建工程」專用下水道審查(書審)	黃理事義雄出席

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
審查	1111129	臺南市政府 水利局	「聯上實業股份有限公司-永康區中興段 208、475、476、477、478、479、483、484、500 地號等 9 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查(書審)	黃理事義雄協審
	1111130	臺南市政府 水利局	「台南市下水污泥處理再利用計畫示範驗證工程」廠商是否有該當政府採購法第 101 條第 1 項各款情形之一審查會議	黃理事義雄出席
	1111206	臺南市政府 水利局	「聯上實業股份有限公司-永康區中興段 32 地號等 1 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查 (書審)	黃理事義雄協審
	1111212	臺南市政府 水利局	「博元建設股份有限公司-安南區和館段 100、100-4 地號等 2 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查	黃理事義雄協審
	1111221	臺南市政府 水利局	「威力國際開發股份有限公司、台灣糖業股份有縣公司-安南區和館段 24-3 地號等 1 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查(書審)	黃理事義雄協審
紀律	1111029	行政院公共 工程委員會	環境工程科技師黃○○違失懲戒案	姚主任委員宗岳、林委員清洲、吳委員慶龍、楊理事長基振
	1111212	行政院公共 工程委員會	環境工程科技師陳○○違失懲戒案	姚主任委員宗岳、張委員天益、楊理事長基振
	1111219	行政院公共 工程委員會	環境工程科技師張○○懲戒案申請覆審	姚主任委員宗岳
學術	1111110	11111-12 會訊	離心式泵浦各部位損壞的原因-陳伯珍技師	
			二氧化碳減量(捕獲、封存及回收再利用)技術探討-江彥雄博士	

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
學術	1120107	11201-02 會訊	還原性硫化物自營脫硝反應特性之研究-國立中央大學環境工程研究所張哲維碩士、莊順興教授	
			醫療口罩表面菌落特性與 UVC-LED 之消毒再利用-洪明瑞教授、劉姿妤、蕭乃華	
其他	1111031	台灣省 環境工程 技師公會	環保署標案服務建議書討論 會議	楊理事長基振、 高常務理事信福、 林常務監事威安
	1111118 1111119	中華民國環 境工程學會	第三十四屆(2022)年會暨 各專門學術研討會	理事長出席
	1111123	台灣省 環境工程 技師公會	土壤污染評估調查及檢測資 料查核參考指引手冊初稿審 查會	楊理事長基振、 周委員奮興(視訊)、 黃委員啓明(視訊)、 林委員威安
	1111208	行政院公共 工程委員會	精進技師公會受託辦理鑑定 品質研商會議	理事長出席
	1111215	新北市政府 水利局	「新北市三峽區、鶯歌區污 水下水道系統第一期工程污 水管線第五、七、九、十一 標(主次幹管、分支管及用戶 接管)」部分積水管段水理計 算書審查會	林監事清洲出席

#### 4. 會務

##### (1) 111 年歲末聯誼餐敘

南區：111 年 12 月 10 日舉辦完成，參加人數共 19 位

中區：111 年 12 月 17 日舉辦完成，參加人數共 30 位

北區：111 年 12 月 24 日舉辦完成，參加人數共 70 位、貴賓 10 位

##### (2) 與中華民國環境工程技師公會全國聯合會主辦「111 年度土壤及地下水污染調查暨整治技術講習」

南區：111 年 12 月 10 日舉辦完成，參加人數共 46 位

中區：111 年 12 月 17 日舉辦完成，參加人數共 55 位

北區：111 年 12 月 24 日舉辦完成，參加人數共 89 位

##### (3) 111 年 12 月 21 日與高雄市環境工程技師公會辦理「111 年度水污染防治技術講習」。

## 壹拾、提案討論

提案 1・提案人：理事長

案由：111 年度收支決算表(如附件一)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 2・提案人：理事長

案由：111 年度資產負債表(如附件二)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 3・提案人：理事長

案由：111 年度現金出納表(如附件三)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 4・提案人：理事長

案由：111 年度基金收支表(如附件四)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 5・提案人：理事長

案由：111 年度財產目錄(如附件五)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 6・提案人：審查委員會

案由：新入會會員名冊提請理事會審核。

說明：執業技師 4 名、營造業技師 2 名，共 6 名，名單如下。

(詳新入會會員名冊卷宗檔)

類別	技師姓名	執業機構／受聘公司
執業技師	蔡勝雄	寰靖綠色科技股份有限公司
	蕭世盈	環興科技股份有限公司
	楊智皓	環興科技股份有限公司
	田偲穎	台灣世曦工程顧問股份有限公司
營造業技師	紀長國	景茂營造工程股份有限公司
	張炳坤	嘉榮智營造有限公司

決議：照案通過。

提案 7・提案人：審查委員會

案由：退會會員名冊提請理事會審核。

說明：共 1 名，如退會會員名冊卷宗檔。

決議：照案通過。

提案 8・ 提案人：理事長

案由：112 年度會員大會相關籌辦事宜提請討論。

說明：

1. 112 年度會員大會擬於 6 月 10 日下午舉行。
2. 專題演講 1 小時。
3. 出席費 500 元(親自出席者)。
4. 遠程會員車資補助。
5. 餐會地點。
6. 臨時工作人員。

決議：交由會務人員執行說明事項。

壹拾壹、散會