

<p>109 年 03-04 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：黃學宮
- ◎ 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	5
■ 重要法令	6
■ 行政院公共工程委員會核備 109 年 03 至 04 月訓練積分課程表	10
■ 環保訊息	13
■ 論述園地	18
1. 低溫 SCR 觸媒之製備、改質與耐受性測試研究-陳志成	18
2. 粉狀活性碳噴注及袋式集塵效率對廢棄物焚化設施中戴奧辛類化合物排放特性與質量分佈之影響-林傑	35
■ 徵稿啟事	41
■ 各公會會員大會、理監事會會議紀錄	42

主編的話

諸位技師先進大家好，小弟有幸擔任本期(民國 109 年 03-04 月)會訊的主編，由於本身工作主要從事空氣污染防治設備工程業務，因此希望提供一些新的空氣污染控制技術及研究與各位先進交流；然自今年 1 月以來受到中國大陸新型冠狀病毒疫情的影響，想必大家在工作、旅遊及生活上多少都有受到一些不便的牽連影響，筆者認為新型冠狀病毒主要是透過人體口鼻飛沫及氣懸膠來傳播病毒，以廣義有說，也是一種空氣污染物，只不過這個空氣污染物是帶有生命及傳播性的，比起沒有傳播性的一般空氣污染物更令人畏懼及恐慌，希望隨著春天腳步的到來，環境氣溫日漸回暖，這波新冠病毒的疫情也能夠日漸趨緩平息，還給大家一個健康正常無污染的環境，工作及生活也能夠回歸正常。

近年來台灣的大氣環境空氣品質一直不佳，肺腺癌罹癌人數屢創新高，人民對空氣污染的忍受已達極限了，檢討台灣的大氣污染源，除了三分之一是境外污染源外，有三分之二是本土污染源所貢獻的，境外污染源主要是秋冬期間東北季風將中國大陸的空氣污染物吹送至台灣上空，造成台灣秋冬期間空氣品質不佳，這部分台灣能夠改善的空間不大，只能夠透過陸委會向國台辦表達我們的關切及不滿，另外三分之二的本土污染源改善方式，除了汽機車移動污染源的改善外，固定污染源改善也包括：火力電廠、焚化爐、鍋爐廠及造成 VOC 排放的一般工廠，環保署已經於 107 年 9 月 19 日公告最新「鍋爐空氣污染物排放標準」，針對粒狀物、硫氧化物及氮氧化物，大幅降低排放濃度標準，另外針對大型都市垃圾焚化爐的氮氧化物也要求未來要降至 40ppm 以下，因此環保署也委託相關顧問公司評估在既有的焚化爐空污防制設備系統尾端，增設 SCR (Selective Catalytic Reduction, SCR) 脫硝設備的可行性，惟在既有空污設備尾端即袋濾集塵機後方增設 SCR 脫硝反應塔，需考慮工作反應溫度過低及 ABS 硫酸氫銨毒化觸媒的問題，因此必須採用避免毒化的長效性低溫脫硝觸媒，這部分國外觸媒供應商已經有開發出來低溫觸媒，惟觸媒價格仍然偏高，很開心國內有學者已經開始這方面的研究，期待未來有國產化觸媒的可能性，降低使用成本及操作費用；因此第一篇研究論文我們特邀請到逢甲大學環境工程與科學系陳志成教授，以“低溫 SCR 觸媒之製備、改質與耐受性測試研究”為題目，希望讓各位技師先進多了解低溫 SCR 觸媒的製備過程及耐受性測試，以期未來有機會可以多應用此脫硝技術；本研究論文主要在為提升 SCR 觸媒之低溫反應效能及其對實廠廢氣成分之耐受性，探討不同活性金屬、載體、活性金屬擔持量等觸媒製備條件對 SCR 觸媒於中低溫條件下之反應效果，以及不同改質金屬、改質金屬擔持量對於 SCR 觸媒低溫反應效能提升之影響，

據以建立低溫高效能 SCR 觸媒之最佳製備條件與改質條件，並進一步探討最佳製備條件與改質條件所合成 SCR 觸媒於不同氧濃度與二氧化硫濃度條件下之催化效能與耐受性，期能製備出符合未來實廠應用需求之低溫高效能 SCR 觸媒。

環保署除了期望降低都市垃圾焚化爐的氮氧化物排放標準，也期望未來能夠降低因為要吸附廢氣中的重金屬及戴奧辛，必須噴注活性碳粉末的使用量(一般噴注的量約在 50~100mg/Nm³ 範圍內，每天使用量約在 120~240 公斤)，無形中也增加所需固化的飛灰量，在台灣未來固化飛灰掩埋場日益飽和的趨勢下，減少飛灰量也是未來的趨勢，因此未來焚化爐廢氣處理設備，除了 SCR 脫硝設備外也需增設分解去除戴奧辛的設備，SCR 脫硝觸媒除了有脫硝功能外，只要在觸媒成分上稍做調整也有氧化分解戴奧辛的功能，因此未來趨勢是採用脫硝及脫戴奧辛的雙效觸媒來安裝在 SCR 脫硝反應塔內，以達此脫硝及脫戴奧辛二合一的功能；為了更了解焚化爐廢氣中氣相及固相戴奧辛的分佈比例，以利未來的脫戴奧辛觸媒量的設計，第二篇論文我們特別邀請國立屏東科技大學環境工程與科學系 林傑副教授，以”粉狀活性碳噴注及袋式集塵效率對廢棄物焚化設施中戴奧辛類化合物排放特性與質量分佈之影響”為題，本研究是以台灣南部某都市垃圾焚化爐當作研究採樣對象，實際採樣與檢測皆委託合格的第三公正採樣公司與檢測公司，採樣點位分別為污染防制設備前與煙囪出口之採樣點位，以了解污染防制設備噴注活性碳前後對於戴奧辛的削減狀況；採樣分析結果：1. 焚化爐戴奧辛排放總量中，污染防制設備前及煙囪出口，其占比分別為 99.93%與 0.07%；2. 根據焚化爐戴奧辛質量平衡計算，以污染防制設備前與煙囪出口之戴奧辛總量計算得知，戴奧辛削減率約為 99.9%，其削減率高於理論值 95%；3. 焚化爐戴奧辛排放總量為 89.753 ng-TEQ/Nm³，氣相戴奧辛與固相戴奧辛所佔的比例約為：51.7%：48.3%；這些採樣分析結果可以做為日後設計脫戴奧辛觸媒量的重要設計參考基準。

最近 NASA 衛星從外太空往中國大陸照了一張相，發現照片異常清晰與以往霧霾籠罩的朦朧照片大相逕庭，由於新冠肺炎病毒肆虐造成中國政府下令全國封城封省甚而封國，所有的經濟活動幾乎完全停擺，自古以來人類的經濟活動造成了各種污染，空氣污染尤其明顯，如果經濟發展所造成的各種污染是必要的惡，那麼人類就想要辦法盡量降低這個污染對環境的影響，地球只有一個，也許新冠病毒就是大自然對人類不尊重環境的大反撲，期望此次疫情能夠盡速消退，大家才能夠回復到正常的工作及生活，做好環保與大自然和平相處，這樣大自然也會給予我

們正面相等的回報，期望產業界真心做好環保，不要虛應敷衍，也希望在此環保大趨勢下，各位技師會員能業務蒸蒸日上，大展鴻圖。

會務報告

1. 109 度常年會費繳費通知及記事本已於 108 年 10 月 24 日寄出，敬請尚未繳納 109 年度常年會費(金額 4,000 元)的會員儘速繳納。公會帳戶(戶名：台灣省環境工程技師公會)如下：
 - (1) 郵局劃撥帳號：18091292
 - (2) 銀行匯款資料：台灣企銀(050) 營業部 01012241581
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 109 年 1 月 7 日環署授檢字第 1081008447 號函公告，預告訂定「水中油脂檢測方法－索氏萃取重量法 (NIEA W505.54B)」草案。
2. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 7 日環署授檢字第 1081008493 號函公告，預告廢止「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法 (NIEA W506.22B)」。
3. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 7 日環署授檢字第 1081008450 號函公告，預告廢止「水中油脂檢測方法－索氏萃取重量法 (NIEA W505.53B)」。
4. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 7 日環署授檢字第 1081008491 號函公告，預告訂定「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法 (NIEA W506.23B)」草案。
5. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 9 日環署化字第 1088000795 號函公告，訂定「應設置自動偵測設施及與主管機關連線之毒性及關注化學物質運作人」，並自中華民國一百十年十二月三十一日生效。
6. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 9 日環署空字第 1090002641 號函，修正「細懸浮微粒 (PM2.5) 健康影響及建置新式空氣品質指標之研究推動小組設置要點」名稱並修正為「空污危害與健康防護之防制新策略研究推動小組設置要點」。
7. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 10 日環署毒字第 1090003026 號函，「加強維護公廁清潔衛生注意事項」自即日停止適用，請查照轉知。
8. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 13 日環署化字第 1098000003 號函令，修正「毒性化學物質標示及安全資料表管理辦法」，名稱並修正為「毒性及關注化學物質標示與安全資料表管理辦法」。
9. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 13 日環署化字第 1098000008 號函令，修正「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」，名稱並修正為「毒性及關注化學物質應變器材與偵測警報設備管理辦法」。
10. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 13 日環署空字第 1090002263 號函公告，修正「公私場所應設置連續自動監測設施及與主管機關連線之固定污染源」，並自中華民國一百零九年四月一日生效。

11. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 14 日環署授檢字第 1081008593 號函公告，預告訂定「水中極性有機物檢測方法－液相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA W547.50B)」草案。
12. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 14 日環署授檢字第 1091000002 號函公告，預告訂定「水中揮發性有機化合物檢測方法－吹氣捕捉／氣相層析質譜儀法 (NIEA W785.57B)」草案。
13. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 14 日環署授檢字第 1091000004 號函公告，預告廢止「水中揮發性有機化合物檢測方法－吹氣捕捉／氣相層析質譜儀法 (NIEA W785.56B)」。
14. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 15 日環署化字第 1098000001 號函令，廢止「第四類毒性化學物質核可管理辦法」。
15. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 15 日環署化字第 1098000002 號函令，修正「毒性化學物質許可登記核可管理辦法」，名稱並修正為「毒性及關注化學物質許可登記核可管理辦法」。
16. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 16 日環署化字第 1098000019 號函令，修正「毒性化學物質事故調查處理報告作業準則」，名稱並修正為「毒性及關注化學物質事故調查處理報告作業準則」。
17. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 16 日環署化字第 1098000023 號函令，修正「申請解除毒性化學物質限制或禁止事項審核辦法」。
18. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 20 日環署管字第 1090005550 號函，「行政院環境保護署計畫型補助計畫執行作業原則」自即日停止適用，請查照。
19. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 21 日環署空字第 1090004463 號函令，修正「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」第二點，並自即日生效。
20. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 21 日環署管字第 1090005784 號函，「環境守護隊執行要點」自即日停止適用。
21. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 22 日環署化字第 1098000045D 號函令，修正「毒性化學物質運送管理辦法」，名稱並修正為「毒性及關注化學物質運送管理辦法」。
22. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 22 日環署化字第 1098000044D 號函令，修正「毒性化學物質災害事故應變車輛管理辦法」，名稱並修正為「毒性及關注化學物質災害事故應變車輛管理辦法」。

23. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 22 日環署化字第 1088000787 號函公告，訂定「毒性及關注化學物質運送車輛即時追蹤系統規格」，並自中華民國一百零九年一月二十四日生效。
24. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 22 日環署化字第 1098000034 號函令，修正「新化學物質及既有化學物質資料登錄審查業務委託辦法」第一條、第二條、第十六條。
25. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 31 日環署空字第 1090004760 號函令，修正「公私場所固定污染源試車及評鑑規則」，名稱並修正為「公私場所固定污染源復工試車評鑑及管理辦法」。
26. 行政院環境保護署中華民國 109 年 1 月 31 日環署毒字第 1090005881 號函令，廢止本署一百零六年十月三日環署毒字第一〇六〇〇七七三〇四號令，並自即日生效。
27. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 3 日環署督字第 1090007505 號函，訂定「環境保護機關環保稽查車輛內部管理作業注意事項」，自即日生效。
28. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 3 日環署廢字第 1090007473 號函公告，預告訂定「限制含汞產品輸入」草案。
29. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 4 日環署廢字第 1090007869 號函公告，預告修正「行政院環境保護署再生資源回收再利用促進委員會組織規程」第 4 條草案。
30. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 6 日環署空字第 1090007735 號函公告，訂定「指定空氣品質惡化預警期間之空氣污染行為」，並自即日生效。
31. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 6 日環署土字第 1090007503 號函令，廢止本署九十七年八月十二日環署土字第〇九七〇〇五九九九一號令、九十七年十月十六日環署土字第〇九七〇〇七八三五八號令，並自即日生效。
32. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 6 日環署土字第 1090007503E 號函令，廢止「土壤及地下水污染整治法修正公布施行後過渡時期執行要點」，並自即日生效。
33. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 6 日環署土字第 1090007503B 號函令，廢止「土壤及地下水污染控制場址進行污染改善推動執行要點」，並自即日生效。
34. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 10 日環署空字第 1090009267 號函公告，預告修正「氟氯烴消費量管理辦法」部分條文草案。

35. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 10 日環署水字第 1090009389 號函，「行政院環境保護署生態工程推動小組設置要點」，自即日停止適用，請查照。
36. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 11 日環署基字第 1090010084B 號函公告，預告修正「應回收廢棄物責任業者管理辦法」草案。
37. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 15 日環署檢字第 1098000067 號函令，修正「環境檢驗測定機構管理辦法」部分條文。
38. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 18 日環署授檢字第 1091000837 號函公告，預告訂定「石油焦發熱量檢測方法－彈卡計法 (NIEA M210.00C)」草案。
39. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 18 日環署授檢字第 1091000838 號函公告，預告訂定「石油焦中含硫量檢測方法－高溫管爐燃燒法 (NIEA M211.00C)」草案。
40. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 18 日環署授檢字第 1091000839 號函公告，預告訂定「石油焦中水分檢測方法 (NIEA M212.00C)」草案。
41. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 19 日環署廢字第 1090012337 號函公告，預告修正「事業廢棄物清理計畫書審查費收費標準」草案。
42. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 19 日環署空字第 1090012583 號函公告，預告修正「固定污染源最佳可行控制技術」公告事項第二項附表一草案。
43. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 21 日環署廢字第 1090012064 號函令，修正「有害事業廢棄物認定標準」第四條。
44. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 21 日環署廢字第 1090012053 號函令，修正「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第十一條。
45. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 21 日環署廢字第 1090012035 號函令，修正「有害事業廢棄物檢測及紀錄管理辦法」第三條。
46. 行政院環境保護署中華民國 109 年 2 月 21 日環署空字第 1090012445 號函令，廢止本署一百零六年四月二十一日環署空字第一〇六〇〇二八六六六號令，並自即日生效。
47. 行政院環境保護署中華民國 109 年 3 月 3 日環署化字第 1098000093 號函令，訂定「毒性及關注化學物質環境事故專業應變諮詢機關(構)認證及管理辦法」。

行政院公共工程委員會核備 109 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	2020 年藥物與食品之層析檢測技術實務與確效訓練班(一)	2020/03/12 ~ 2020/03/12	社團法人台灣層析暨分離科技學會	聯絡人：劉麗娟 電話：04-26328001-15022 信箱：ljliu@pu.edu.tw
2	鋼結構塗裝檢查員訓練班操作複習與實作測驗	2020/03/12 ~ 2020/03/12	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
3	109 年度教育訓練課程-質譜基礎攻略：原理解析與應用(台中場)	2020/03/12 ~ 2020/03/13	台灣質譜學會	聯絡人：簡涵如 電話：04-22840485-236 信箱：tsms@gate.sinica.edu.tw
4	建築物煙鹵效應與補氣效應影響之探討	2020/03/13 ~ 2020/03/13	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
5	2020 年藥物與食品之層析檢測技術實務與確效訓練班(二)	2020/03/13 ~ 2020/03/13	社團法人台灣層析暨分離科技學會	聯絡人：劉麗娟 電話：04-26328001-15022 信箱：ljliu@pu.edu.tw
6	技師講習主系統	2020/03/13 ~ 2020/03/13	行政院公共工程委員會	聯絡人：李彥徵 電話：0287897766 信箱：archilee@mail.pcc.gov.tw
7	技師講習法規與專題	2020/03/13 ~ 2020/03/13	行政院公共工程委員會	聯絡人：李彥徵 電話：0287897766 信箱：archilee@mail.pcc.gov.tw
8	技師講習工程倫理	2020/03/13 ~ 2020/03/13	行政院公共工程委員會	聯絡人：李彥徵 電話：0287897766 信箱：archilee@mail.pcc.gov.tw
9	未來商業模式的發展趨勢	2020/03/14 ~ 2020/03/14	台灣節能減排協會	聯絡人：鄭妙華 電話：0928123646 信箱：amy@ycac.com.tw
10	松下吸收式空調.廢熱回收.應用案例分享	2020/03/14 ~ 2020/03/14	台灣節能減排協會	聯絡人：鄭妙華 電話：0928123646 信箱：amy@ycac.com.tw
11	非都市土地使用編定與管制 IV	2020/03/14 ~ 2020/03/14	桃園市大桃園地政士公會	聯絡人：郭玲安 電話：03-3760114 信箱：a332081636@gmail.com
12	臺北市危老重建推動師專業人員培訓講習訓練班	2020/03/14 ~ 2020/03/14	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：urdatapei@gmail.com

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
13	臺北市危老重建推動師專業人員培訓講習訓練班	2020/03/15 ~ 2020/03/15	社團法人臺北市自行車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	工程法務系列-工程驗收保固作業程序及常見爭議實務	2020/03/16 ~ 2020/03/16	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：陳小姐 電話：02-89195032 信箱：chenmmnu@tcri.org.tw
15	大地工程系列-地錨設計及施工與試驗實務	2020/03/17 ~ 2020/03/17	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
16	2020 高強度鋼筋混凝土推廣應用研討會	2020/03/19 ~ 2020/03/19	台南市結構工程技師公會、社團法人台灣混凝土學會、國立嘉義大學	聯絡人：鄭美秀 電話：02-8914-5286 信箱：tcinet.mail@gmail.com
17	109 年度教育訓練課程-質譜基礎攻略：原理解析與應用(高雄場)	2020/03/19 ~ 2020/03/20	台灣質譜學會	聯絡人：簡涵如 電話：04-22840485-236 信箱：tsms@gate.sinica.edu.tw
18	土壤及地下水整治實務技術論壇	2020/03/20 ~ 2020/03/20	土壤及地下水整治技術聯盟	聯絡人：陳姿文 電話：04-22840441#708 信箱：Sgrta.nchu@gmail.com
19	結構工程系列-建築鋼結構施工技術與品質管理實務	2020/03/23 ~ 2020/03/23	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
20	後置植筋的理論與應用	2020/03/24 ~ 2020/03/24	喜利得股份有限公司	聯絡人：蔡宜霖 電話：0918579920 信箱：ilin.tsai@hilti.com
21	第四屆【近零能耗建築設計師認證班】	2020/03/25 ~ 2020/04/15	財團法人工業技術研究院	聯絡人：李晨安 電話：02-2370-1111#316 信箱：AnnieLee@itri.org.tw
22	後置植筋的理論與應用	2020/03/26 ~ 2020/03/26	喜利得股份有限公司	聯絡人：蔡宜霖 電話：0918579920 信箱：ilin.tsai@hilti.com
23	建築物設置無障礙設施設備勘檢人員培訓講習	2020/03/26 ~ 2020/03/27	台灣無障礙協會	聯絡人：李嘉陽 電話：07-2411100 信箱：chiayang@depa.org.tw
24	橋梁施工新思維及金門大橋新工法及新技術挑戰研討會	2020/03/28 ~ 2020/03/28	台灣省土木技師公會	聯絡人：楊如玉 電話：02-89613968#143 信箱：rachel@twce.org.tw
25	第五屆第二次會員大會暨技師懲戒案例探討專題研討會	2020/03/29 ~ 2020/03/29	新北市土木技師公會	聯絡人：張晶姜 電話：(02)2957-2300#12 信箱：ntce12@gmail.com

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
26	機電工程系列- 電信設備及有 線電視系統設 計與施工要點	2020/03/31 ~ 2020/03/31	財團法人台灣營建研 究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcricri.org.tw
27	Water Resources Management in California	2020/04/10 ~ 2020/04/10	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
28	鋼筋混凝土與 鋼骨混凝土工 程之設計與施 工技術實務班 第 01 期	2020/04/14 ~ 2020/05/07	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
29	sketchup 在工 程設計上的應 用實務班第 01 期	2020/04/11 ~ 2020/05/09	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
30	工程法務系列- 工程辦理開 工、停工、復 工、竣工作業程 序及爭議處理 機制	2020/04/13 ~ 2020/04/13	財團法人台灣營建研 究院	聯絡人：陳小姐 電話：02-89195032 信箱：chenmnu@tcricri.org.tw
31	被動式防火材 料技術與應用	2020/05/05 ~ 2020/05/05	喜利得股份有限公司	聯絡人：蔡宜霖 電話：0918579920 信箱：ilin.tsai@hilti.com
32	被動式防火材 料技術與應用	2020/05/07 ~ 2020/05/07	喜利得股份有限公司	聯絡人：蔡宜霖 電話：0918579920 信箱：ilin.tsai@hilti.com

環保訊息(資料來源：行政院環境保護署)

- 109/01/03【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質運作人投保責任保險辦法」**】
環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」(以下稱本法)第 36 條規定，配合修正「毒性化學物質運作責任保險辦法」。
- 109/01/07【**懸浮微粒改善已有成效 空氣品質標準已預告修正**】
有關臺灣健康空氣行動聯盟所提我國 PM10 空品標準寬鬆乙事，環保署呼籲，勿混淆視聽造成民眾恐慌。
- 109/01/09【**積極落實臭氧前驅物質管制作為 以維護空氣品質**】
有關環團所提我國臭氧濃度近年呈上升趨勢，空品惡化乙事。
- 109/01/09【**環保署公告指定毒性及關注化學物質運作人連線規定**】
環保署公告「應設置自動偵測設施及與主管機關連線之毒性及關注化學物質運作人」，針對運作第一類至第三類毒性化學物質(以下簡稱毒化物)或經中央主管機關指定公告具有危害性之關注化學物質廠家，其運作人應於期限內完成設置自動偵測紀錄設施並與地方主管機關連線。
- 109/01/13【**環保署修正公告「公私場所應設置連續自動監測設施及與主管機關連線之固定污染源」**】
環保署為持續擴大監控公私場所固定污染源空氣污染物排放狀況，並使監測設施管制作業具一致性，於 109 年 1 月 13 日修正公告「公私場所應設置連續自動監測設施及與主管機關連線之固定污染源」，增訂鋼鐵冶煉業金屬軋造程序之加熱爐及鍛造用加熱爐為納管對象，並配合「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」及因應「環境影響評估法」，將石化製程之廢氣燃燒塔與環評承諾對象納入管制，同時針對已納管廢棄物焚化爐再規範應監測二氧化硫，俾利更完整掌握廢棄物焚化爐空氣污染物排放情形，提升整體固定污染源監控管制量能。
- 109/01/13【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質應變器材與偵測警報設備管理辦法」**】
環保署修正發布「毒性及關注化學物質應變器材與偵測警報

設備管理辦法」(以下簡稱本辦法),本次除修正辦法名稱外,針對第一類至第三類毒性化學物質(以下簡稱毒化物)擴大管制範圍,納入經中央主管機關指定公告具有危害性之關注化學物質,運作人併同依規定備有應變器材及設置偵測警報設備;同時偵測警報之設置,為避免各部會間之重複管制,於其他目的事業主管機關已有預警提醒相關規定者,從其規定辦理,以提升資源運用效能。

➤ 109/01/13【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質應變器材與偵測警報設備管理辦法」**】

環保署修正發布「毒性及關注化學物質應變器材與偵測警報設備管理辦法」(以下簡稱本辦法),本次除修正辦法名稱外,針對第一類至第三類毒性化學物質(以下簡稱毒化物)擴大管制範圍,納入經中央主管機關指定公告具有危害性之關注化學物質,運作人併同依規定備有應變器材及設置偵測警報設備;同時偵測警報之設置,為避免各部會間之重複管制,於其他目的事業主管機關已有預警提醒相關規定者,從其規定辦理,以提升資源運用效能。

➤ 109/01/13【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質標示與安全資料表管理辦法」**】

環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」(以下稱毒管法),就檢討精進實務執行及因應新增關注化學物質,爰修正「毒性化學物質標示及安全資料表管理辦法」,其名稱並修正為「毒性及關注化學物質標示與安全資料表管理辦法」。

➤ 109/01/13【**環保署修正發布「申請解除毒性化學物質限制或禁止事項審核辦法」**】

環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之毒性及關注化學物質管理法(以下稱毒管法),除規劃相關配套管制措施外,並檢討現行實務運作管理酌修相關規定,本次配合修正「申請解除毒性化學物質限制或禁止事項審核辦法」。

➤ 109/01/16【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質事故調查處理報告作業準則」**】

環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質

管理法」(以下稱本法)第 41 條規定,配合修正「毒性化學物質事故調查處理報告作業準則」,修正本案。

- 109/01/16【**環保署修正發布「毒性及關注化學物質許可登記核可管理辦法」及廢止「第四類毒性化學物質核可管理辦法」**】
環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」(以下稱毒管法),經檢討執行實務與因應新增關注化學物質,及基於「分級管理」及「精進簡便證件申請」精神,修正「毒性化學物質許可登記核可管理辦法」,其名稱並修正為「毒性及關注化學物質許可登記核可管理辦法」。

- 109/01/22【**假廢水全回收、真偷排 電鍍業者遭起訴及重罰 2 千 5 百萬**】
去年 1 月底環保署、臺中市環保局與臺中地檢署指揮保七總隊第三大隊第二中隊聯手破獲臺中市神岡區電鍍業者假廢水全回收之名,卻行繞流排放之實。全案經臺中地檢署偵查終結,依犯水污染防治法第 36 條行政刑罰及刑法 190-1 條等刑責規定,將 3 名業者提起公訴。

- 109/01/22【**環保署修正發布「新化學物質及既有化學物質資料登錄審查業務委託辦法」**】
環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」第 34 條第 2 項規定,配合修正「新化學物質及既有化學物質資料登錄審查業務委託辦法」。

- 109/01/22【**環保署會銜交通部發布修正毒性化學物質災害事故應變車輛管理辦法**】
環保署為依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」(以下稱本法)第 43 條規定,配合修正「毒性化學物質災害事故應變車輛管理辦法」,名稱並修正為「毒性及關注化學物質災害事故應變車輛管理辦法」,業於 109 年 1 月 22 日會銜交通部修正發布。

- 109/01/22【**環保署會銜交通部發布修正毒性化學物質運送管理辦法**】
環保署為依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」(以下稱本法)第 40 條規定,配合修正「毒性化學物質運送管理辦法」,名稱並修正為「毒性及關注化學物質

運送管理辦法」業於 109 年 1 月 22 日會銜交通部修正發布。

- 109/01/22【**環保署公告「毒性及關注化學物質運送車輛即時追蹤系統規格」**】

環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」第 40 條規定，訂定「毒性及關注化學物質運送車輛即時追蹤系統規格」。

- 109/02/03【**環保署預告「限制含汞產品輸入」草案**】

「逐步限汞、最終禁汞」已為國際趨勢，聯合國「汞水俣公約」(Minamata Convention on Mercury)於 106 年 8 月 16 日生效，公約第 4 條第 1 款及附件 A 規定含汞開關及繼電器、普通照明用途高壓汞燈及非電子測量儀器(氣壓計、濕度計、壓力計、溫度計及血壓計等)於 109 年底禁止生產、進口或出口。

- 109/02/06【**環保署公告「指定空氣品質惡化預警期間之空氣污染行為」**】

環保署於 109 年 2 月 6 日公告「指定空氣品質惡化預警期間之空氣污染行為」，規範於指定空氣品質惡化預警期間(每年 10 月 1 日至翌年 3 月 31 日)，若有連續 2 日以上懸浮微粒或細懸浮微粒濃度達一級預警以上時，將針對 7 項可能導致大量逸散性粒狀污染物及揮發性有機物排放之空氣污染行為強化管制，以減緩空氣品質不良情形。

- 109/02/11【**環保署預告修正氟氯烴消費量管理辦法部分條文草案**】

為遵守國際環保公約蒙特婁議定書管制規範，環保署自 92 年 1 月 15 日發布施行氟氯烴消費量管理辦法，統籌管理蒙特婁議定書列管化學物質之氟氯烴生產、進口、出口及使用。

- 109/02/14【**環保署預告修正「應回收廢棄物責任業者管理辦法」**】

為簡化責任業者申報作業，並便民檢討不合時宜之規定，環保署修正「應回收廢棄物責任業者管理辦法」，增訂小量責任業者查定課費之簡易申報、計費方式，並將分期付款門檻調降至新臺幣 10 萬元，以及免除申請新登記、廢止登記應檢附之部分文件。

- 109/02/21【**環保署預告修正事業廢棄物清理計畫書審查費收費標準**】

事業廢棄物清理計畫書審查費收費標準(以下簡稱本標準)於 91 年 11 月 27 日訂定發布，嗣於 95 年 8 月 17 日修正發布，鑒於物價指數、資料審查程序及所需人力、設備等成本逐年增加，並為因應 106 年 11 月 16 日訂定發布事業廢棄物清理計畫書審查管理辦法新增展延等審查程序規定，爰修正本標準，以符合實務運作。

➤ 109/03/03【環保署發布「毒性及關注化學物質環境事故專業應變諮詢機關(構)認證及管理辦法」】

環保署依 108 年 1 月 16 日修正公布之「毒性及關注化學物質管理法」(以下稱本法)第 6 條第 2 項及第 37 條第 3 項規定，發布「毒性及關注化學物質環境事故專業應變諮詢機關(構)認證及管理辦法」。

論述園地

低溫 SCR 觸媒之製備、改質與耐受性測試研究

逢甲大學環境工程與科學系教授 陳志成

一、前言

近年國內空氣污染議題受到許多關注、國人對於空氣品質的要求提高，未來空氣污染物排放標準將更加嚴格，其中尤以氮氧化物 (NO_x) 具有大幅減量與降低排放標準之空間與需求，且 NO_x 與衍生性 PM_{2.5} 之生成有密切關係，因此 NO_x 減量與排放控制技術之提升是近期空氣污染管制與改善之重點工作。由於 NO_x 較不易以傳統空污防制設備所控制去除，目前以選擇性觸媒還原法 (Selective catalytic reduction, SCR) 為效果最好且最具可行之控制技術，在特定反應溫度下具有 70~80% 以上的催化去除效果。一般實廠應用之 SCR 觸媒主要以鈳鎢鈦觸媒為主，具有高活性與穩定性之優點，但鈳鎢鈦觸媒使用上亦有其適用條件限制，以及鈳金屬本身具有毒性，以致於更換廢棄觸媒可能有二次污染之虞。

尋找可替代鈳鎢鈦觸媒之活性金屬為目前 SCR 觸媒努力發展提升之技術關鍵，綜合相關文獻發現可用於取代 SCR 觸媒之活性金屬有錳、鐵、鈰、鎳、銅等金屬，且不同載體 (如 Zeolite、Al₂O₃、TiO₂ 等) 對觸媒催化效果亦有其影響性。許多學者研究探討不同觸媒與活性金屬對於 deNO_x 催化活性差異之原因，黃 (2011) 研究指出觸媒表面酸性基為觸媒活性差異主要原因之一，觸媒表面酸性基包括 Bronsted 酸性基及 Lewis 酸性基，Bronsted 酸性基為觸媒表面上能夠提供 H⁺ 質子者，而 Lewis 酸性基則是指能接受未成對電子的接受者；Lewis 酸性基主要為觸媒載體所提供，而 Bronsted 酸性基則為觸媒活性金屬所提供，因此 Bronsted 酸性基多寡與觸媒活性金屬之種類與含量有關，亦是造成觸媒催化活性差異之原因。

另一方面，選擇性觸媒還原法 (SCR) 實際應用上仍存在許多問題或挑戰，其中主要問題之一為市售 SCR 觸媒需於較高反應溫度 (300~400°C) 下始能發揮較好的 deNO_x 催化效果，且其最佳反應溫度

範圍窄小、不易控制；其次為 SCR 觸媒容易受到廢氣中 SO_2 或 HCl 等酸性氣體的毒化作用而失活，造成 SCR 觸媒之實際應用效能與使用壽命降低。在實廠的空污防制系統中，業者通常將 SCR 觸媒反應器安裝於脫硫設備之後，以減少 SCR 觸媒受到高濃度 SO_2 的毒化作用，但脫硫除酸後之廢氣溫度降低，且廢氣中殘留之低濃度 SO_2 仍會與 SCR 觸媒反應器中之還原劑 (NH_3) 反應形成硫酸銨鹽，隨著 SCR 觸媒使用時間增加而慢慢地累積佔據觸媒表面活性位址，產生毒化現象。硫酸銨鹽類熔點為 $235\sim 280^\circ\text{C}$ ，因此 deNO_x 過程常需將反應系統控制於 280°C 以上，以減少硫酸銨鹽之毒化作用。由於實廠製程後端(或脫硫除酸設備後端)之廢氣溫度通常約僅為 150°C ，不但降低 SCR 觸媒之催化活性與氣體間擴散傳輸反應作用，亦加劇 SO_2 毒化效應以及鹼金屬、粒狀物與硫酸銨鹽於 SCR 觸媒表面活性位點之沉積阻塞作用，因此廢氣進入 SCR 觸媒反應器前通常需將氣體溫度由 150°C 再加熱至 300°C 以上，不但消耗能源更增加設置操作成本，提升 SCR 觸媒對 SO_2 耐受性被認為是降低反應低溫所需克服解決的瓶頸。

觸媒改質為有效提升 SCR 觸媒效能與耐受性之關鍵，Zhang et al. (2015) 研究指出，鈰金屬 (Ce^{4+}) 擁有良好的氧化還原空位和不飽和化學鍵，可以增加氧的化學吸附進而產生表面 Bronsted 酸基，促進氧化還原進行能力和儲氧能力，有利於提升 SCR 觸媒催化效能。鎔金屬則可用於改質 SCR 觸媒以提升其低溫反應效能與 SO_2 耐受性，Liu et al. (2018) 研究指出以鎔改質 Mn/TiO_2 觸媒，在低溫下可得到良好 deNO_x 效果，其主要作用機制為 $\text{Mn}^{3++}\text{Eu}^{3+} \leftrightarrow \text{Mn}^{4++}\text{Eu}^{2+}$ ，鎔金屬可幫助活性金屬氧化為 deNO_x 催化反應前之氧化物價數型態，藉以達到改質之目的。Sun et al. (2018) 研究指出，鉬改質 Mn/TiO_2 觸媒可增加高價數活性金屬氧化物 (Mn^{4+})，有利於將 NO 氧化為 NO_2 ，可促進 Fast SCR 反應作用進行，Fast SCR 與 Standard SCR 反應機制可同時進行，相對於標準 SCR 反應，Fast SCR 為次要反應式，Fast SCR 可增加反應速率，減少 SCR 反應所需之活化能，因此提升 deNO_x 催化效果 (Iwasaki et al., 2010)。

綜合上述，為提升 SCR 觸媒之低溫反應效能及其對實廠廢氣成

分之耐受性，本研究探討不同活性金屬、載體、活性金屬擔持量等觸媒製備條件對 SCR 觸媒於中低溫條件下之反應效果，以及不同改質金屬、改質金屬擔持量對於 SCR 觸媒低溫反應效能提升之影響，據以建立低溫高效能 SCR 觸媒之最佳製備條件與改質條件，並進一步探討最佳製備條件與改質條件所合成 SCR 觸媒於不同氧濃度與二氧化硫濃度條件下之催化效能與耐受性，期能製備出符合未來實廠應用需求之低溫高效能 SCR 觸媒。

二、研究與分析方法

2-1 SCR 觸媒合成與製備

本研究針彙整文獻中常見之三種觸媒載體 (TiO₂、Al₂O₃、Zeolite)、六種 SCR 觸媒活性金屬 (鈮、錳、鈾、鐵、鎳、銅)、以及三種不同活性金屬擔持量 (5%、10%、15%)，採用含浸法進行 SCR 觸媒合成與製備，並利用田口式直交表法進行實驗設計，將實驗結果採用系統性分析方式探討不同實驗因子與控制條件之差異。

2-2 SCR 觸媒改質與製備

本研究利用三種改質金屬 (Mo、Eu、Ce)，分別以莫爾比 (0.05、0.1、0.2) 與三種活性金屬 (V、Mn、Cu) 及二種載體 (Zeolite、TiO₂) 進行 SCR 觸媒之改質製備，將改質金屬與活性金屬分別依實驗設計配比較製適當金屬溶液後，分別投入觸媒載體進行常溫含浸 4 小時，再以 80°C 攪拌 4 小時，經重覆含浸與烘乾等步驟，將其取出以 400°C 煅燒即得 SCR 改質觸媒。

2-3 SCR 觸媒特性分析

上述不同條件製備合成之 SCR 觸媒與改質觸媒，於催化反應前後，分別藉由 X 射線光電子能譜儀 (XPS)、高解析 X 光繞射分析儀 (HR XRD)、以及掃描式電子顯微鏡 (SEM) 等貴重儀器進行觸媒各項表面特性與化學特性分析。

2-4 SCR 觸媒 deNO_x 催化活性測試

為測試上述不同條件製備合成之 SCR 觸媒與改質觸媒的催化活性與 deNO_x 效果，利用本研究室既有之觸媒反應系統進行 NO_x 催化還原反應測試，如圖 2-1 所示。SCR 觸媒測試實驗以 NH₃ 為還原劑，在中低溫 (200°C) 與低溫 (150°C) 條件下進行，最後則以不同 SO₂、O₂ 濃度進行 SCR 改質觸媒之耐受性測試，測試過程以煙道氣體分析儀 (MRU-Optima7) 連續監測 SCR 觸媒反應器前後氣體中之 NO、NO₂、O₂、SO₂ 濃度，據以檢核 SCR 觸媒之 deNO_x 效率。

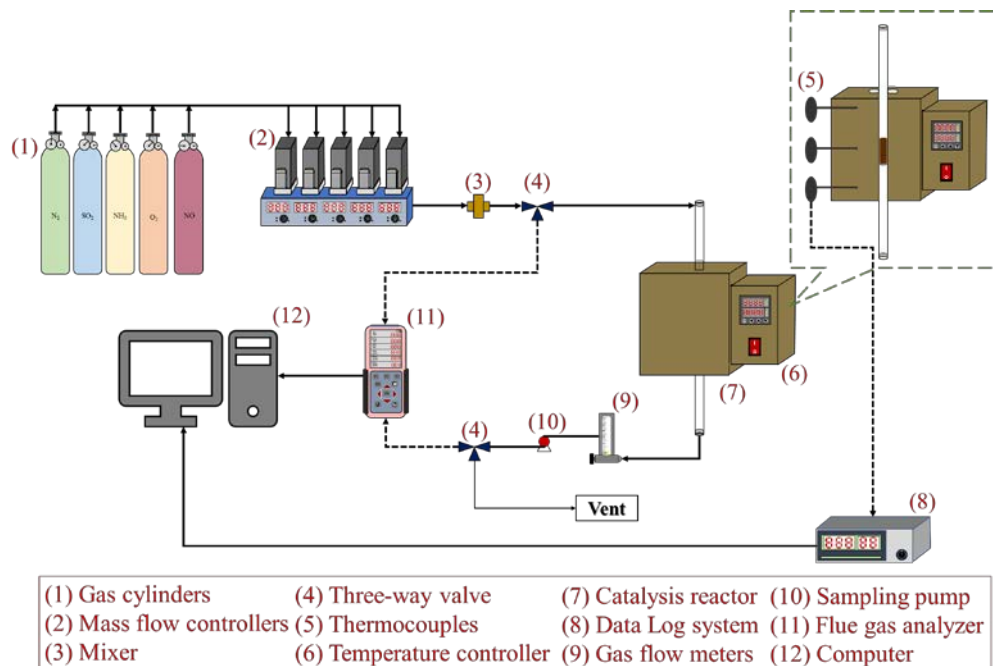


圖 2-1 SCR 觸媒催化反應系統示意圖

三、結果與討論

3-1 不同條件合成 SCR 觸媒之低溫 deNO_x 反應效果

本研究針彙整文獻中常見之三種觸媒載體 (TiO₂、Al₂O₃、Zeolite)、六種 SCR 觸媒活性金屬 (鈮、錳、鈰、鐵、鎳、銅)、以及三種不同活性金屬擔持量 (5%、10%、15%)，應用田口式直交表法進行實驗設計，以含浸法合成製備不同 SCR 觸媒，並應用觸媒反應系統進行 deNO_x 催化效果測試，實驗結果如表 3-1 所示，顯示本研究不同條件所合成之 SCR 觸媒，大部分於反應溫度 300°C 時之 deNO_x

效率皆可達 80%以上，甚至高達 90%以上，但反應溫度降至 200°C 時，僅有少部分觸媒之 deNO_x 效率可維持 80%以上，其中以鈎、銅、錳為活性金屬之 SCR 觸媒的低溫催化效果較好，鈾、鐵、鎳則不佳，不同活性金屬於低溫 (200°C) 之 deNO_x 催化活性優劣順序為鈎>銅>錳>鐵>鈾>鎳，不同載體之優劣順序為 Zeolite>TiO₂>Al₂O₃，不同活性金屬之擔持量優劣順序則為 10 wt.%>15 wt.%>5 wt.%；不同 SCR 觸媒製備因子對 deNO_x 效率之影響程度依序為活性金屬>擔載含量>載體。

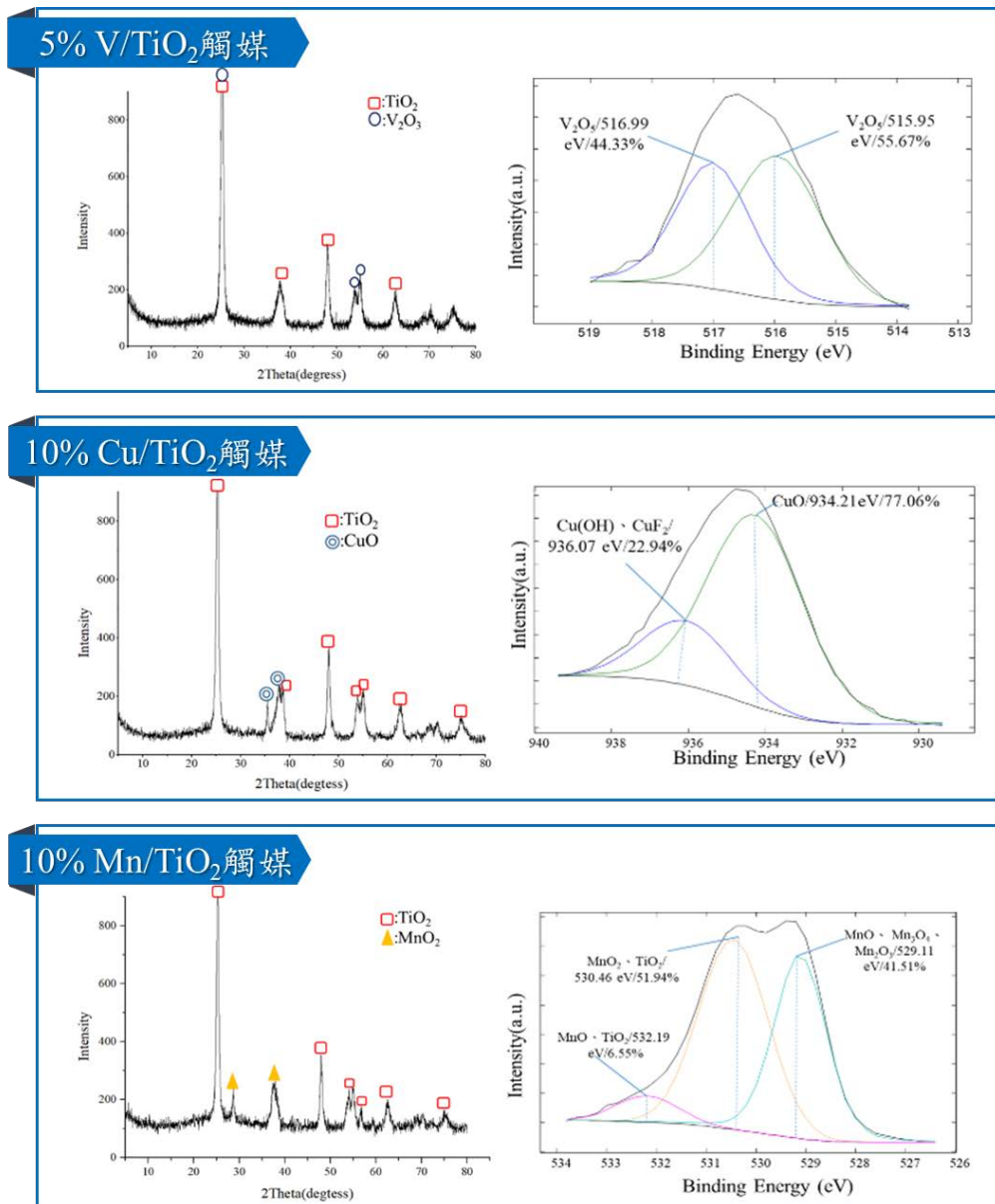
表 3-1 不同 SCR 觸媒之製備條件與 deNO_x 效果

實驗試程	活性金屬	載體	活性金屬擔持量(wt.%)	NO _x 去除率(%)	
				200°C	300°C
Run1-1	V	TiO ₂	5	72.00	96.00
Run1-2	V	Al ₂ O ₃	10	76.92	97.01
Run1-3	V	Zeolite	15	96.22	96.81
Run1-4	Ce	TiO ₂	5	29.85	87.63
Run1-5	Ce	Al ₂ O ₃	10	41.21	68.26
Run1-6	Ce	Zeolite	15	8.70	67.20
Run1-7	Mn	TiO ₂	10	86.57	87.82
Run1-8	Mn	Al ₂ O ₃	15	74.86	86.96
Run1-9	Mn	Zeolite	5	37.50	61.93
Run1-10	Fe	TiO ₂	15	18.91	92.75
Run1-11	Fe	Al ₂ O ₃	5	18.00	86.96
Run1-12	Fe	Zeolite	10	30.93	67.20
Run1-13	Cu	TiO ₂	10	93.53	86.91
Run1-14	Cu	Al ₂ O ₃	15	80.98	97.94
Run1-15	Cu	Zeolite	5	59.34	89.44
Run1-16	Ni	TiO ₂	15	9.95	71.94
Run1-17	Ni	Al ₂ O ₃	5	1.63	49.47
Run1-18	Ni	Zeolite	10	32.97	87.42

實驗結果顯示 deNO_x 催化活性最佳之 SCR 觸媒活性金屬為鈎，由鈎觸媒表面分析結果發現(圖 3-1)，鈎觸媒表面含有高氧化價數之鈎金屬離子(V5+)，故具有良好催化還原效能，於反應溫度 300°C 時之 deNO_x 催化效果皆可高於 90%，而反應溫度 200°C 時之催化效果亦可維持在 72~96%，高價數型態之活性金屬(V5+)於催化還原過程中可於本身氧化時具有高氧化還原空電位，因此可於較低反應溫度下亦具有良好 deNO_x 催化效果(Shen et al., 2015)，但鈎金屬

存在毒性疑慮，學者建議可改質以減少鈳金屬之使用量，或尋找取代鈳之其他活性金屬，亦即可於較低反應溫度下仍有良好催化效果之其他活性金屬 (Bonigari et al., 2019)。銅金屬為低溫 SCR 觸媒之第二佳活性金屬，由於銅觸媒於反應溫度 200°C 下之表面酸性配位基為弱酸性，於 200~350°C 之表面酸性配位基為中強酸性，因此銅觸媒於反應溫度 200°C 時對於還原劑(氨)之吸附儲存能力較佳，因此其低溫 deNO_x 催化反應效果佳，實驗結果顯示銅觸媒於 300°C 具有良好 deNO_x 效果，在中低反應溫度下(200°C)仍能維持 80% 以上，進一步將 10%Cu/TiO₂ 觸媒進行 X 光粉末繞射與 X 射線光電子能譜分析發現(圖 3-2)，主要活性金屬氧化物為 CuO，銅金屬主要以 Cu²⁺ 型態分布於觸媒中，銅金屬相當特別，本身無高價數氧化物型態，但 Cu²⁺ 擁有高氧化還原活性，足以成為良好的 SCR 觸媒活性金屬。錳金屬 SCR 觸媒之低溫 deNO_x 效果亦屬良好，將 10%Mn/TiO₂ 觸媒鑑定分析其中主要活性金屬物種為具有 Mn⁴⁺ 之二氧化錳(MnO₂)，進一步以 X 射線光電子能譜儀分析發現有高比例(51.94%)的錳金屬以具有高氧化數 Mn⁴⁺ 之 MnO₂ 存在，因此錳金屬觸媒於 200°C 反應溫度下之 deNO_x 效率亦能維持 70~80% 以上，Gao et al. (2017) 研究指出錳元素主要以 Mn⁺、Mn²⁺、Mn³⁺、Mn⁴⁺ 四種價數型態存在，其中又以高價數型態 Mn⁴⁺ 具有高氧化還原能力，其次為 Mn³⁺，Mn³⁺ 亦能提供較好氧化還原能力，此為錳觸媒於低溫下亦能有較高 deNO_x 效率之原因。

圖 3-1 鈦、銅、錳 SCR 觸媒之 X 光粉末繞射與 X 射線光電子能譜圖

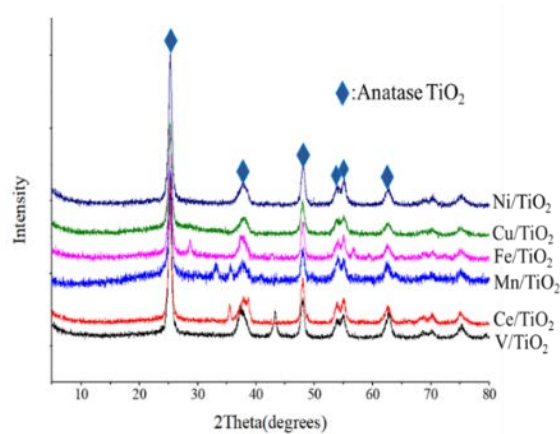


不同載體種類對於 SCR 觸媒 deNO_x 催化效率之影響程度最小，其中以 zeolite 較好、Al₂O₃ 較差，經實際分析可知三種載體之粒徑大小相近，但比表面積則以 zeolite 最高(表 3-2)，此為 zeolite 作為載體較好的原因之一。Liu et al. (2018) 研究指出，銳鈦礦 TiO₂ 能使活性金屬均勻分散於表面，同時能更均勻含浸活性金屬至載體內部，銳鈦礦 TiO₂ 亦能增加觸媒表面布忍斯特酸活性位點與路易斯酸活性位點，利於氣體分子吸附，進而提高 SCR 觸媒之 deNO_x 催化

反應效果，由 XRD 分析 SCR 觸媒主要物種證明(圖 3-2)，本研究所使用之 TiO₂ 載體材料，其主要晶相皆為銳鈦礦，因此具有高催化效果；進一步以熱程序升温脫附 NH₃ 分析比較三種載體之氨吸附能力與表面活性酸基，如圖 3-3 所示，可發現三種載體之表面活性酸基多寡依序為 zeolite>TiO₂>Al₂O₃，zeolite 之表面活性酸基最多，應與 zeolite 之比表面積最大有關，劉(2013)亦研究發現 SCR 觸媒之程序升温脫附量(TPD-NH₃)與觸媒 BET 比表面積呈現正相關趨勢。

表 3-2 不同觸媒載體之粒徑大小與比表面積

載體	粒徑大小(mm)	比表面積(m ² /g)
TiO ₂	3.1	162
Al ₂ O ₃	3.3	300
Zeolite	2.8	437

圖 3-2 不同活性金屬/TiO₂ 觸媒之 X 光粉末繞射圖譜

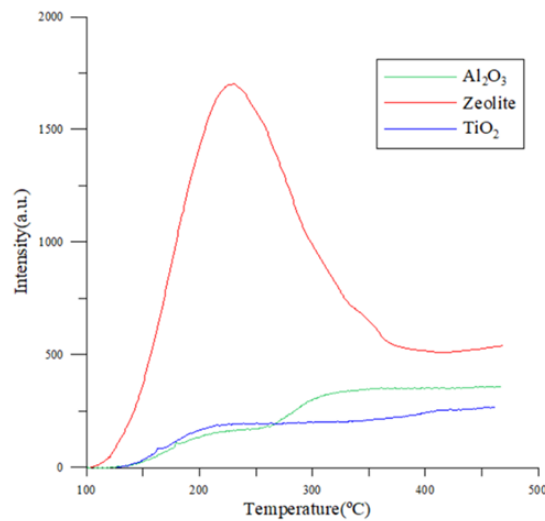


圖 3-3 三種觸媒載體之 TPD-NH₃ 脫附曲線圖

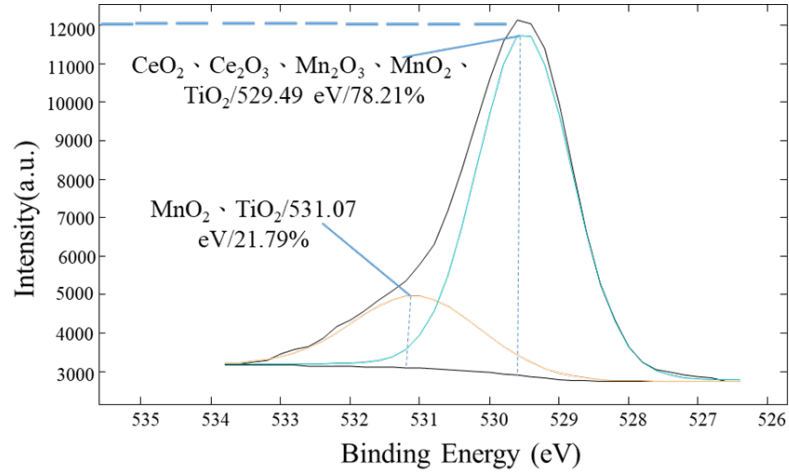
3-2 SCR 觸媒改質後之 deNO_x 效果

為提升 SCR 觸媒之低溫催化效果與抗毒化能力，本研究延續上述實驗結果，進一步將催化活性較佳之三種活性金屬 (V、Mn、Cu) 及二種載體 (Zeolite、TiO₂)，分別搭配三種改質金屬 (Mo、Eu、Ce) 與不同莫爾比 (0.05、0.1、0.2) 進行 SCR 觸媒之改質及低溫催化活性測試。SCR 觸媒經不同條件改質後之 deNO_x 效果如表 3-3 所示，結果顯示 SCR 觸媒經改質後，於中低溫 (200°C) 反應條件下之 deNO_x 催化效果大部分皆能提升至 80% 以上，部分實驗試程甚至可達 90% 以上。若反應溫度更降低至 150°C 時，僅有 10%Mn-0.05Ce/TiO₂、10%Mn-0.2Eu/TiO₂ 兩種 SCR 觸媒能達 90% 以上 deNO_x 催化效率。將實驗結果應用 Minitab 統計軟體探討分析不同改質條件之影響，發現不同改質金屬對 SCR 觸媒催化效率之影響程度依序為鈰>鎢>鉬、最佳 SCR 改質觸媒之載體為 TiO₂，最佳 SCR 改質觸媒之活性金屬為錳、最佳改質金屬莫爾比隨反應溫度降低而減少，於低溫 (150°C) 下之最佳改質金屬莫爾比為 0.05。

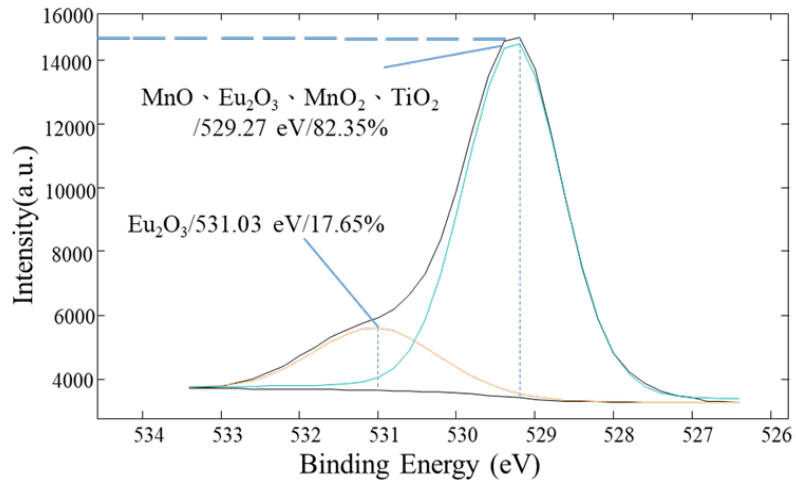
表 3-3 不同 SCR 觸媒之改質條件與 deNO_x 效果

實驗試程	活性金屬	載體	改質金屬	改質金屬莫爾比	NO _x 去除率(%)	
					200 °C	150 °C
Run2-1	V	Zeolite	Mo	0.05	17.54	18.48
Run2-2	V	Zeolite	Eu	0.1	80.43	45.51
Run2-3	V	Zeolite	Ce	0.2	88.11	37.36
Run2-4	Mn	Zeolite	Mo	0.05	74.12	29.94
Run2-5	Mn	Zeolite	Eu	0.1	85.95	88.95
Run2-6	Mn	Zeolite	Ce	0.2	82.86	95.48
Run2-7	Cu	Zeolite	Mo	0.1	81.71	11.67
Run2-8	Cu	Zeolite	Eu	0.2	73.21	18.89
Run2-9	Cu	Zeolite	Ce	0.05	76.65	87.15
Run2-10	V	TiO ₂	Mo	0.2	89.36	67.55
Run2-11	V	TiO ₂	Eu	0.05	91.98	49.74
Run2-12	V	TiO ₂	Ce	0.1	94.09	61.38
Run2-13	Mn	TiO ₂	Mo	0.1	94.62	65.96
Run2-14	Mn	TiO ₂	Eu	0.2	93.55	96.79
Run2-15	Mn	TiO ₂	Ce	0.05	90.37	87.77
Run2-16	Cu	TiO ₂	Mo	0.2	79.57	21.16
Run2-17	Cu	TiO ₂	Eu	0.05	91.98	78.72
Run2-18	Cu	TiO ₂	Ce	0.1	95.24	76.41

實驗結果顯示鈰為最佳改質金屬，Han et al. (2019) 指出鈰金屬於催化反應還原時 ($Ce^{4+} \rightarrow Ce^{3+} + e^-$) 所釋出電子可將活性金屬氧化為催化反應前之電子型態，藉以幫助活性金屬提高低溫反應催化效果。本研究以 X 射線光電子能譜儀分析發現(圖 3-4)，鈰金屬氧化物之表面活性氧 (OS) 可儲存觸媒氧化還原電荷，添加鈰可增加 SCR 觸媒之表面活性氧 (OS)，此為鈰金屬改質 SCR 觸媒於低溫 (150°C) 下仍維持高 deNO_x 催化效果之原因。改質金屬鎔於催化還原過程中能以 $Eu^{3+} \rightarrow Eu^{2+} + e^-$ 之型態轉移金屬離子價數，增加 Fast SCR 反應途徑、提高反應速率，以提升 SCR 觸媒於低溫下之催化效果，亦可增加表面活性氧 (OS)，有利於提升觸媒表面之 NH₃ 吸附量，以及增加觸媒表面之路易士酸活性位點、提高 NH₄⁺ 於觸媒表面形成布忍斯特酸活性位點，促進氣相 NO 之 Eley-Rideal 吸附反應機制 (Gao et al., 2017)。以 X 射線光電子能譜儀測定觸媒表面(圖 3-5)，可明顯看出鎔金屬添加後可提高 SCR 觸媒表面活性氧 (OS)，亦可有效儲存觸媒氧化還原電荷，此為鎔金屬改質 SCR 觸媒於 150°C 下仍維持高 deNO_x 催化效果之原因。

圖 3-4 改質後 SCR 觸媒 10%Mn-0.05Ce/TiO₂ 之氧原子 (1s)

X 射線光電子能譜圖

圖 3-5 改質後 SCR 觸媒 10%Mn-0.2Eu/TiO₂ 之氧原子 (1s)

X 射線光電子能譜圖

以 TiO₂ 為載體之改質 SCR 觸媒，其 deNO_x 效果優於 zeolite。由於高比表面積 zeolite 於低溫 (150°C) 下容易造成 NH₄⁺ 與活性金屬產生銨鹽沉積，大幅降低觸媒比表面積，但 TiO₂ 銳鈦礦晶相可增加活性金屬分散性，提供污染物與還原劑吸附於觸媒表面機會，可減少低溫 150°C 下所可能產生影響，進而提升 deNO_x 催化效果。不同改質金屬添加量 (莫爾比) 所合成之改質 SCR 觸媒以莫爾比 0.1 最佳，過高改質金屬添加量容易與載體以及活性金屬產生團聚阻塞，

反而降低 SCR 觸媒之 deNO_x 催化效果，過低改質金屬添加量對於提升 SCR 觸媒之 deNO_x 催化效果不彰。

3-3 改質 SCR 觸媒對 O₂ 與 SO₂ 混合氣體之耐受性

由於燃燒廢氣中通常含有高濃度 O₂ 與 SO₂ 氣體，容易造成 SCR 觸媒之毒化與失活，因此本研究進一步將最佳條件改質後之 SCR 觸媒，以高濃度 SO₂ (200ppm) 與 O₂ (11%) 進行最佳改質 SCR 觸媒之 deNO_x 催化活性測試(如圖 3-6(a))，並於低溫(150°C)條件下模擬實廠煙道環境進行改質 SCR 觸媒之長時間反應耐受性測試，如圖 3-6(b)所示。最佳改質 SCR 觸媒於 11%O₂ 與 200ppmSO₂ 混合氣體條件下之 deNO_x 催化效果，在反應溫度 150°C 時之催化效率可達到 90%以上，在反應溫度為 200°C 與 300°C 時之催化效率亦可維持 80%以上。最佳改質 SCR 觸媒之耐受性實驗結果顯示，以反應溫度 150°C 與 200ppm SO₂、11%O₂ 條件進行長時間之催化活性測試結果證明，最佳改質 SCR 觸媒對 O₂ 與 SO₂ 混合氣體之長時間耐受性頗佳，於此條件反應 30 分鐘後之改質 SCR 觸媒尚無明顯毒化失活之情形發生，且 deNO_x 催化效率皆能維持 90%以上。

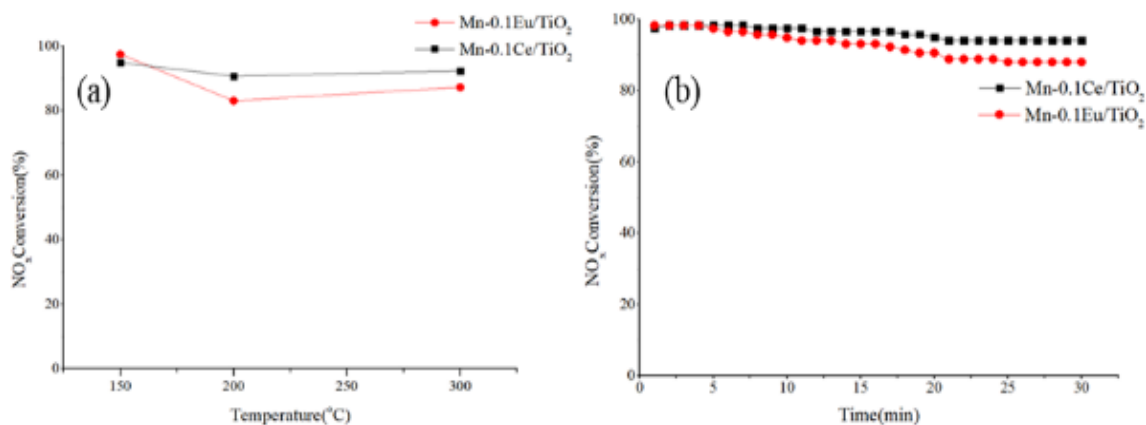


圖 3-6 (a)最佳改質 SCR 觸媒於不同反應溫度與 11 %O₂、200 ppmSO₂ 條件下之 deNO_x 催化效率；(b)最佳改質 SCR 觸媒於反應溫度 150 °C 與 200 ppm SO₂、11 %O₂ 條件下之 deNO_x 催化效率(長時間耐受性測試)

實驗後將最佳改質 SCR 觸媒進行掃描式電子顯微鏡分析，觀看其表面形態與顆粒孔洞分佈情形，如圖 3-7 所示，可發現 SCR 觸媒於最佳改質製備條件下，表面金屬顆粒較為細小且分散，較無團聚現象、分散性較佳。最佳改質 SCR 觸媒於 SO₂ 耐受性測試後之表面形態如圖 3-8，與反應前(圖 3-7)相比，可發現 SCR 觸媒經 SO₂ 反應後之表面明顯產生許多塊狀物，SEM/EDS 分析結果亦皆測得 S 元素存在，因此推測觸媒表面塊狀物應為 MnSO₄ 或改質金屬形成之硫酸鹽類 Eu₂(SO₄)₃ 以及 Ce(SO₄)₂。

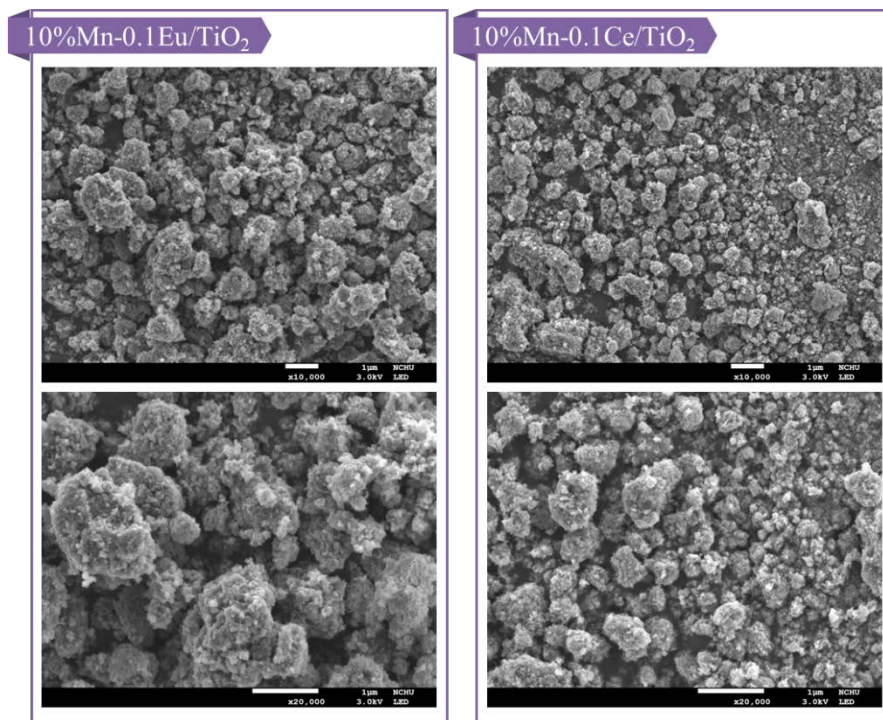


圖 3-7 最佳改質 SCR 觸媒 10%Mn-0.1Eu/TiO₂ 與 10%Mn-0.1Ce/TiO₂ 之 SEM 表面形態圖

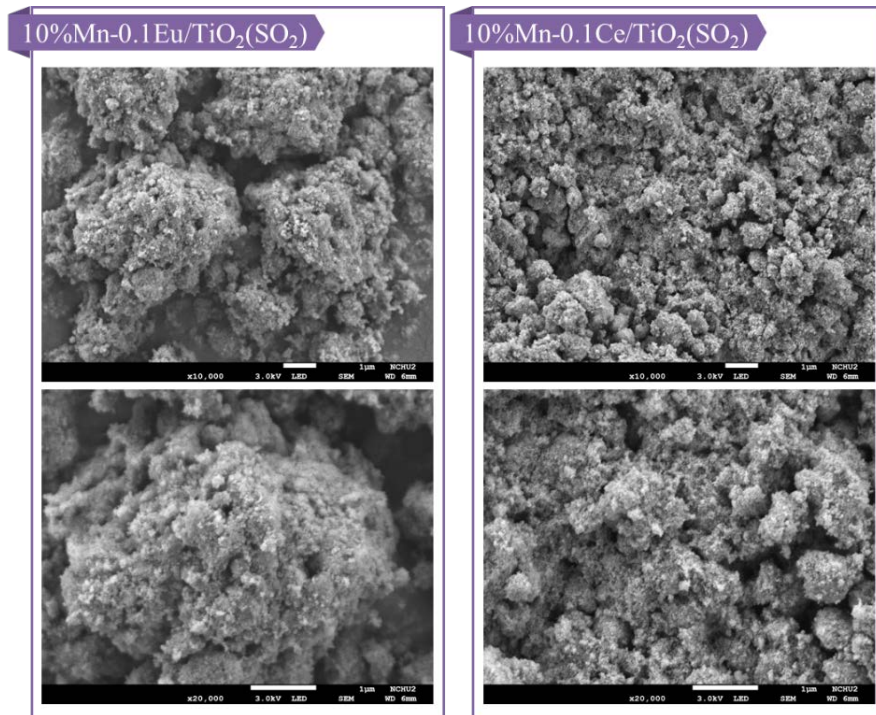


圖 3-8 最佳改質觸媒 10%Mn-0.1Eu/TiO₂ 與 10%Mn-0.1Ce/TiO₂ 於 SO₂ 耐受性測試反應後之 SEM 表面形態圖

四、結論

本研究針對低溫 SCR 觸媒之合成製備、改質與耐受性進行實驗與測試分析，針對不同活性金屬、載體種類、活性金屬擔持量，以及不同改質金屬種類、莫爾比，應用田口式直交表法進行實驗設計，探討不同控制因子之影響程度、最佳合成製備條件與改質操作條件，並進一步測試分析 SCR 觸媒於實際煙道廢氣中高 O₂ 與 SO₂ 濃度反應條件下之 deNO_x 催化效果及耐受性，且分析鑑定不同 SCR 觸媒之表面特性與化學型態，據以了解其中之差異性、可能原因與反應機制。綜合研究結果可歸納以下幾點結論：

1. 鈳、銅、錳為具有低溫催化效果之 SCR 觸媒活性金屬，研究測試結果顯示此三種活性金屬所合成製備之 SCR 觸媒，於反應溫度 200°C 之 deNO_x 效率可達 80% 以上、於反應溫度 300°C 之 deNO_x 效率可達 90% 以上。

2. 釩金屬 (V5+) 具有最高之氧化價數型態，因此其 deNO_x 效果最佳；其次為銅金屬，因銅金屬本身亦具有良好氧化還原電位活性與氧儲存能力；錳金屬雖具有 Mn⁴⁺ 高氧化價數型態但比例不多，故其 deNO_x 效果次之。
3. zeolite 與 TiO₂ 皆為製備 SCR 觸媒之理想載體，因 zeolite 具有較高比表面積，而 TiO₂ 具備銳鈦礦晶相，可使活性金屬更均勻分散於觸媒表面。
4. 改質金屬可提升 SCR 觸媒之低溫反應效果與抗毒化性，其中以鈾金屬與鎔金屬改質效果最佳，皆有助於提升活性金屬之高氧化價數型態比例，亦可增加觸媒表面活性氧含量。最佳 SCR 觸媒之製備與改質條件為 10%Mn/0.1Eu-TiO₂ 與 10%Mn/0.1Ce-TiO₂，其低溫 (150°C) 反應條件下之 deNO_x 催化效率可提升至 90% 以上。
5. SCR 觸媒之活性金屬最佳擔持量與改質金屬最佳添加量分別為 10% 與莫爾比 0.1，金屬擔持量或改質金屬量過高會使活性金屬團聚而降低觸媒活性位址與比表面積，抑制觸媒與氣體間吸附反應效果，金屬擔持量過低會導致活性位址不足，無法有效與反應氣體接觸反應。
6. 本研究最佳改質 SCR 觸媒 10%Mn-0.1Eu/TiO₂、10%Mn-0.1Ce/TiO₂ 對高濃度 SO₂ 與 O₂ 之耐受性頗佳，亦不受反應溫度下降之影響，適合發展應用於實廠煙道環境，有效改善 SCR 操作控制問題並提升 NO_x 催化控制效率。

參考文獻

1. Boningari, T., Pappas, D. K., & Smirniotis, P. G. 2018. Metal oxide-confined interweaved titania nanotubes M/TNT (M= Mn, Cu, Ce, Fe, V, Cr, and Co) for the selective catalytic reduction of NO_x in the presence of excess oxygen. *Journal of Catalysis*, 365, 320-333.
2. Gao, C., Shi, J. W., Fan, Z., Yu, Y., Chen, J., Li, Z., & Niu, C. 2017. Eu-Mn-Ti mixed oxides for the SCR of NO_x with NH₃: The effects of Eu-modification on catalytic performance and mechanism. *Fuel Processing Technology*, 167, 322-333.
3. Han, S., Cheng, J., Ye, Q., Cheng, S., Kang, T., & Dai, H. 2019. Ce doping to Cu-SAPO-18: Enhanced catalytic performance for the NH₃-SCR of NO in simulated diesel exhaust. *Microporous and Mesoporous Materials*, 276, 133-146.
4. Iwasaki, M. and Shinjoh, H. 2010. A comparative study of "standard", "fast" and "NO₂" SCR reactions over Fe/zeolite catalyst. *Applied Catalysis A: General*, 390, 71-77.
5. Liu, J., Guo, R. T., Li, M. Y., Sun, P., Liu, S. M., Pan, W. G., Liu, S. W., and Sun, X. 2018. Enhancement of the SO₂ resistance of Mn/TiO₂ SCR catalyst by Eu modification: A mechanism study. *Fuel*, 223, 385-393.
6. Liu, Z., Liu, H., Feng, X., Ma, L., Cao, X., and Wang, B. 2018. Ni-Ce-Ti as a superior catalyst for the selective catalytic reduction of NO_x with NH₃. *Molecular Catalysis*, 445, 179-186.

7. Shen, M., Li, C., Wang, J., Xu, L., Wang, W., & Wang, J. 2015. New insight into the promotion effect of Cu doped V2O5/WO3-TiO2 for low temperature NH₃-SCR performance. *Rsc Advances*, 5(44), 35155-35165.
8. Sun, P., Huang, S. X., Guo, R. T., Li, M. Y., Liu, S. M., Pan, W. Guo., Fu, Z., Liu, S., Sun, X., and Liu, J. 2018. The enhanced SCR performance and SO₂ resistance of Mn/TiO₂ catalyst by the modification with Nb: A mechanistic study. *Applied Surface Science*, 447, 479-488.
9. Zhang, Y., Guo, W., Wang, L., Song, M., Yang, L., Shen, K., Xu, H., and Zhou, C. 2015. Characterization and activity of V2O5-CeO₂/TiO₂-ZrO₂ catalysts for NH₃-selective catalytic reduction of NO_x. *Chinese Journal of Catalysis*, 36, 1701-1710.
10. 黃國華, 2011, 以低溫 SCR 觸媒同時處理 2-氯酚及 NO_x 之研究, 碩士論文, 交通大學環境工程研究所, 新竹市。

粉狀活性炭噴注及袋式集塵效率對廢棄物焚化設施中戴奧辛類化合物排放特性與質量分佈之影響

國立屏東科技大學環境工程與科學系副教授 林傑

一、前言

隨著工廠不斷開發，經濟之提升也帶來了許多環境方面的問題，在各行各業發展的同時也產出大量的廢棄物，由於廢棄物掩埋場地取之不易，廢棄物之處理以焚化最為普遍，而廢棄物焚化所產生之污染問題已讓社會、環保人士與專家學者所重視，管制標準也逐漸嚴格。由於國內廢棄物缺乏適當垃圾分類與資源回收系統，因此有害事業廢棄物可能經常混入焚化系統中，增加有害物質的產生，根據歷年國外學者研究指出，燃燒程序已被證實是空氣中戴奧辛之重要的來源，台灣地區逐年增加的都市垃圾焚化廠對國人健康及環境已深受國人關注。

二、研究方法

本研究採樣地點為台灣南部廢棄物焚化廠，實際採樣與檢測皆委託採樣公司與檢測公司，採樣點位如圖 1 所示，分別為污防前與煙囪之採樣點位，焚化爐皆以 24 小時持續操作，故以天作為單位之基準。

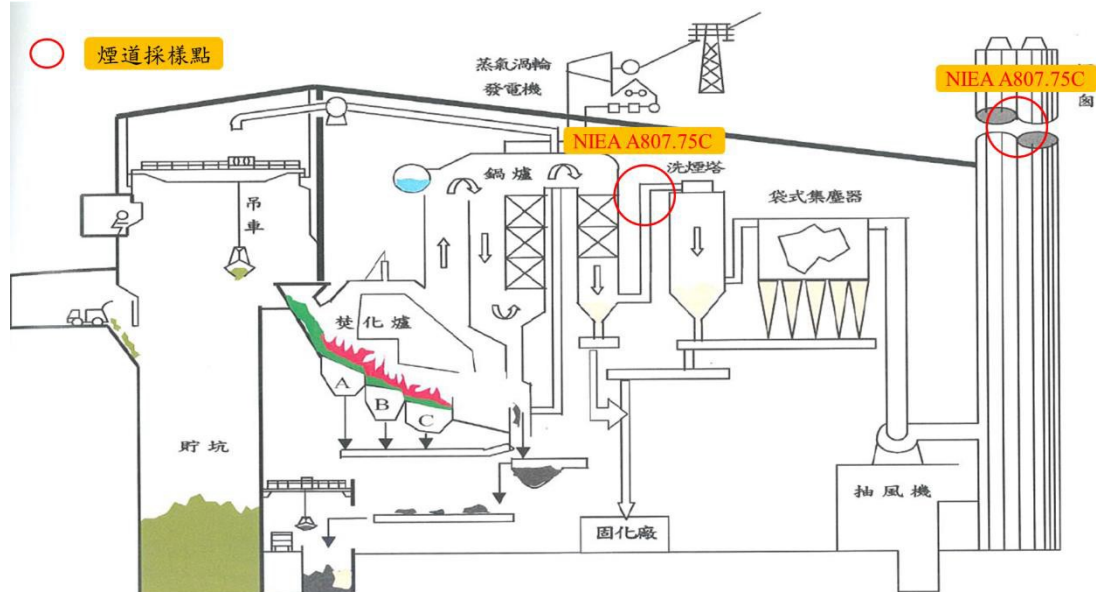


圖 1 焚化爐採樣示意圖

三、結果與討論

由表1 可以得知污染防制設施前與煙囪排氣量為 $2374.25 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 、 $2105.44 \text{ Nm}^3/\text{min}$ ；戴奧辛濃度分別為 $89.753 \pm 37.793 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ 、 $0.073 \pm 0.004 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ ；戴奧辛總量為 $3.07\text{E}+08 \text{ ng}/\text{day}$ 、 $2.22\text{E}+05 \text{ ng}/\text{day}$ 。焚化爐戴奧辛總量排放中，污防前為 $3.07\text{E}+08 \text{ ng}/\text{day}$ 、煙囪為 $2.22\text{E}+05 \text{ ng}/\text{day}$ ，其占比分別為99.93%、0.07%。

表 1 焚化爐污防前與煙囪戴奧辛總量

單位\採樣點	污防前	煙囪
樣品數(n)	3	3
進氣量(Nm^3/min)	2374.25	2105.44
濃度(ng/Nm^3)	89.753 ± 37.793	0.073 ± 0.004
總量(ng/day)	$3.07\text{E}+08$	$2.22\text{E}+05$

由表1 得知污染防制設施前戴奧辛總量與煙囪戴奧辛總量，再經由表2 計算 活性碳吸附後煙囪戴奧辛總量可以得知，以實際煙囪總量來計算，活性碳去除效率介於99.9%。

表2 計算活性碳吸附後煙囪戴奧辛總量

吸附效率	煙囪總量(ng/day)
去除效率99.9%	$3.07\text{E}+05$
去除效率99.92%	$2.45\text{E}+05$
去除效率99.93%	$2.15\text{E}+05$
去除效率99.99%	$3.07\text{E}+04$

由表 3 可以得知污防前總戴奧辛氣相濃度為 $46.397 \pm 26.491 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ ，其中以 1,2,3,6,7,8-HxCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、OCDF 為主要貢獻物種，其氣相濃度分別為 $3.177 \pm 1.209 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ 、 $5.365 \pm 3.602 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ 、 $13.455 \pm 9.718 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ 、 $8.038 \pm 5.937 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ ，分別佔總氣相濃度的 6.85%、11.56%、29.00%、17.32%。煙囪總戴奧辛氣相濃度為 $0.019 \pm 0.001 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ ，其中以 2,3,4,7,8-PeCDF、1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、

OCDD 為主要貢獻物種，其氣相濃度分別為 0.002 ± 0.0004 ng/Nm³、 0.002 ± 0.001 ng/Nm³、 0.003 ± 0.001 ng/Nm³、 0.002 ± 0.001 ng/Nm³，分別佔總氣相濃度的 12.90%、11.47%、13.62%、13.26%。

由表 4 可以得知污防前總戴奧辛固相濃度為 43.356 ± 15.480 ng/Nm³，其中以 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF、OCDF、1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD、OCDD 為主要貢獻物種，其固相濃度分別為 6.594 ± 2.285 ng/Nm³、 18.030 ± 8.702 ng/Nm³、 2.139 ± 0.756 ng/Nm³、 12.814 ± 4.952 ng/Nm³，分別佔總固相濃度的 15.21%、41.59%、4.93%、29.56%。煙囪總戴奧辛固相濃度為 0.054 ± 0.005 ng/Nm³，其中以 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF、OCDF、1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD、OCDD 為主要貢獻物種，其固相濃度分別為 0.005 ± 0.002 ng/Nm³、 0.004 ± 0.001 ng/Nm³、 0.015 ± 0.003 ng/Nm³、 0.022 ± 0.001 ng/Nm³，分別佔總固相濃度的 9.16%、6.50%、28.03%、41.34%。

表3 污防前與煙囪戴奧辛氣相濃度

	污防前	煙囪
2, 3, 7, 8-TeCDF	0.712±0.211	0.001±0.0004
1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	1.636±0.206	0.002±0.0001
2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	2.168±0.530	0.002±0.0004
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	2.765±1.031	0.001±0.0001
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	3.177±1.209	0.001±0.0002
2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	5.365±3.602	0.002±0.0002
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	0.311±0.177	0.0003±
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	13.455±9.718	0.002±0.001
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF	2.626±1.986	0.001±0.0001
OCDF	8.038±5.937	0.001±0.001
2, 3, 7, 8-TeCDD	0.166±0.041	N. D.
1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	0.432±0.047	0.001±0.0001
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	0.295±0.063	0.001±0.0001
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	0.397±0.099	0.001±0.0002
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	0.391±0.129	0.001±0.0001
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD	2.269±1.210	0.003±0.001
OCDD	2.195±1.135	0.002±0.001

表4 污防前與煙囪戴奧辛固相濃度

	污防前	煙囪
2, 3, 7, 8-TeCDF	0.048±0.023	0.0004±
1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	0.156±0.069	0.001±
2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	0.209±0.068	0.001±
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	0.478±0.142	0.001±
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	0.577±0.164	0.001±0.001
2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	1.051±0.281	0.002±0.001
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	0.061±0.017	0.0003±
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	6.594±2.285	0.005±0.002
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF	0.821±0.561	0.001±
OCDF	18.030±8.702	0.004±0.001
2, 3, 7, 8-TeCDD	0.024±0	N. D.
1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	0.055±0.025	N. D.
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	0.074±0.027	0.001±
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	0.109±0.039	0.001±
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	0.132±0.042	0.001±
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD	2.139±0.756	0.015±0.003
OCDD	12.814±4.952	0.022±0.001

四、結論

1. 焚化爐戴奧辛總量排放中，污防前為 $3.07\text{E}+08$ ng/day、煙囪為 $2.22\text{E}+05$ ng/day，其占比分別為99.93%與0.07%。
2. 根據焚化爐戴奧辛質量平衡計算，以污防前與煙囪之戴奧辛總量計算得知，活性碳之去除效率約為99.9%，其去除效率高於理論值95%。
3. 污防前與煙囪戴奧辛化合物固相濃度中，污防前以 OCDF 濃度為最高，OCDD 為次高；而與煙囪以 OCDD 濃度為最高，1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD 為次高。
4. 污防前與煙囪戴奧辛氣相濃度分別為 46.397 ± 26.491 ng/Nm³ 及 0.019 ± 0.001 ng/Nm³，而污防前與煙囪戴奧辛固相濃度分別為 43.356 ± 15.480 ng/Nm³ 及 0.054 ± 0.005 ng/Nm³；在污防前與煙囪戴奧辛類化合物氣、固相濃度特徵剖面中有所差異，因污防前與煙囪戴奧辛氣、固相生成機制皆不同。

參考文獻

1. Altwicker, E. and Milligan, M. S., "Formation of dioxins: Competing rates between chemically similar precursors and de novo reactions," *Chemosphere*, Vol. 27, No. 1-3, pp. 301-307 (1993).
2. Ballschmiter, K., Zoller, W., Scholtz, C., Nottrodt, A., , "Destruction of PCDD and PCDF in Bleached Pulp by Chlorine Dioxide Treatment," *Chemosphere*, Vol. 12, pp. 585-597 (1983).
3. Dickson, L.C., Lenoir, D., Hutzinger, O., "Surface-Catalyzed Formation of Chlorinated Dibenzodioxins and Dibenzofurans During Incineration," *Chemosphere*, Vol. 19, No. 1-6, pp. 277-282 (1989).
4. Griffin, R.D., "A new theory of dioxin formation in municipal solid waste combustion," *Chemosphere*, Vol. 15, No. 9-12, pp. 1987-1990 (1986).
5. Hutzinger, O. and Fiedler, H., "Sources and Emissions of PCDD/PCDF," *Chemosphere*, Vol. 18, No. 1-6, pp. 23-32 (1989).
6. 張乃斌，垃圾焚化廠系統工程規劃與設計，茂昌圖書有限公司，第 80-81 頁，新北市 (1999)。

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

第 9 屆第 12 次理監事聯席會議紀錄

壹、時 間：中華民國 109 年 1 月 18 日上午 11 時 30 分

貳、地 點：本會會議室(台北市大同區長安西路 342 號 4 樓之 1)

參、出席人員：理事— 楊基振、姚宗岳、高信福、林玉青、林威安、

王朝民、謝克強、劉志仁、許仲景、劉劍輝、黃義雄、王凱中

監事— 曾寶山、范綱智、張天益、林清洲

肆、缺席人員：(無)

伍、請假人員：賴以賢、蕭友琳、藍正朋、黃啟明

陸、列席人員：(無)

柒、主 持 人：楊理事長基振

捌、記 錄：范穎卉

玖、報告事項：

一、第 9 屆第 11 次理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	108 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

二、工作報告：

1. 會務：參閱下表

日期	出席者	召開單位	會議名稱
108 年 10 月 19 日	總出席人數 42 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度土壤及地下水污 染整治技術講習(南部場)
108 年 10 月 27 日	總出席人數 76 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度土壤及地下水污 染整治技術講習(北部場)

108 年 11 月 2 日	總出席人數 49 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度土壤及地下水污 染整治技術講習(中部場)
108 年 11 月 8 日	總出席人數 48 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度固定污染源設置 操作及燃料使用許可證管 理辦法修法說明講習 (南部場)
108 年 11 月 13 日	總出席人數 79 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度固定污染源設置 操作及燃料使用許可證管 理辦法修法說明講習 (北部場)
108 年 11 月 15 日	總出席人數 36 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度固定污染源設置 操作及燃料使用許可證管 理辦法修法說明講習 (中部場)
108 年 11 月 25 日	召集人： 黃主任委員啟明 出席人員： 楊理事長基振、 姚委員宗岳、 高委員信福、 范委員綱智、 王委員凱中、 曾委員寶山、 林委員威安	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	「有關環工技師簽證分科 別簽證之可行性」議題討論
108 年 12 月 2 日	高召集人信福 全國聯合會： 楊理事長基振 台灣省公會： 范理事長綱智 查核委員： 史委員健軍、 林委員威安	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	水污染簽證案件現場查核 缺失積點審查會 (下半年-1)
108 年 12 月 7 日	總出席人數 42 位	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	108 年度固定污染源設置 操作及燃料使用許可證管 理辦法修法說明講習 (北部第二場)

108 年 12 月 12 日	高召集人信福 全國聯合會： 楊理事長基振 台灣省公會： 范理事長綱智 台北市公會： 黃理事長順田 高雄市公會： 林理事長玉青 查核委員： 吳委員俊哲、 謝委員文賓	中華民國環境 工程技師公會 全國聯合會	水污染簽證案件現場查核 缺失積點審查會 (下半年-2)
108 年 12 月 24 日	理事長	行政院公共工 程委員會	依工程技術顧問公司條例 施行細則第 10 條認可工程 技術顧問公司執業技師得 兼任公司以外業務或職務 之認可做法檢討會議
109 年 1 月 3 日	黃啟明監事	行政院環境保 護署	「環境保護專責及技術人 員訓練管理辦法」部分條文 修正草案研商會

2. 水污核章件數：

108 年共 530 件

109 年共 11 件(截至 1 月 10 日止)

壹拾、 討論提案：

提案 1· 提案人：理事長

案由：108 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：108 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：108 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：108 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：109 預算表(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：理事長

案由：109 度工作計畫(如附件六)提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 7 提案人：理事長

案由：109 年度會員大會會員代表名冊(如附件七)提請審議。

決議：照案通過。

提案 8 提案人：理事長

案由：109 年度會員代表大會相關事項提請審議。

說明：109 年度會員大會擬於 4 月 25 日上午假淡江大學台北校園舉辦，中午用餐地點豐盛食堂。

決議：照案通過。

壹拾壹、 散會

台灣省環境工程技師公會

第 11 屆第 7 次理監事聯席會議紀錄

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 109 年 1 月 18 日上午 10 時 00 分

參、出席人員：理事長：范綱智

常務理事：楊基振、姚宗岳

理事：謝克強、林清洲、黃義雄、吳昭宏、王凱中、徐永郎、

王朝民、黃學宮、林威安

常務監事：張天益

監事：高信福、劉劍輝、曾寶山

肆、缺席人員：(無)

伍、請假人員：理事：許甫豪、周奮興、賴以賢

監事：黃啟明

陸、列席人員：(無)

柒、主持人：理事長

捌、記錄：范穎卉

玖、報告事項

(一) 第 11 屆第 6 次理事、監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	108 年度 1 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	新入會會員名冊提請審核。
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 3	
案由	修正評鑑委員會組織簡則
決議	經理事會討論後，修改第 8 條文字內容如下： 「本會保留評鑑費用之百分之二十作為公會公費，如有委辦費

	用，則另加百分之十作為委辦管理費。」
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

(二) 會員繳費紀錄——截至 108 年 12 月 31 日止，繳交 108 年度常年會費者 574 人。

(三) 工作報告：

1. 專案計畫

(1) 108 年度環工技師簽證案件查核及管理系統開發維護專案計畫

委託單位	行政院環境保護署	
計畫主持人	范綱智	
合約金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
2,950,000 元	1,404,726 元	2,687,645 元
日期	內容	
1801024	缺失積點審查會議(第 3 場次)	
1081119	缺失積點審查會議(第 4 場次)	
1081120	檢送期末報告 15 份	
1081129	來函變更契約	
1081129	檢送「108 年度環工技師簽證案件查核專案計畫」技師各類別簽證查核重點及缺失案例手冊光碟乙份	
1081203	檢送「108 年度環工技師水、空、土現場查核常見缺失宣導會」簡章	
1081203	回函同意變更契約	
1081203	檢送墊付款項領據	
1081206	來函建議修正「技師各類別簽證查核重點及缺失案例手冊電子檔」	
1081210	來函同意「108 年度環工技師水、空、土現場查核常見缺失宣導會」簡章	
1081211	「108 年度環工技師簽證案件查核專案計畫」期末報告審查會	
1081211	檢送「108 年度環工技師簽證案件查核專案計畫」技師各類別簽證查核重點及缺失案例手冊修正版光碟乙份	
1081216	108 年度環工技師水、空、土現場查核常見缺失宣導會	
1081223	檢送期末報告(修正稿)一式 5 份	
1081223	函環保署同意展延「技師各類別簽證查核重點及缺失案例手冊」	

1081227	檢送成果報告 10 份、光碟 4 份及第 2 期款請款發票乙紙
1081227	來函不同意技師各類別簽證查核重點及缺失案例手冊 200 份之期限展延
1081230	同意期末報告(修正稿)

2. 委託案件

(1) 「台 15 線 53.5K 土壤及地下水污染訴訟委託保全證據案鑑定案」

委託單	台境企業股份有限公司	
執行人	高信福	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
2,430,330 元	2,314,600 元	2,289,400 元
1080304	鑑定費出帳，本案結	

(2) 「大新竹風光計畫環境影響評估委託技術服務履行契約事件鑑定案」

委託單位	新竹地方法院	
執行人	徐永郎	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
325,000 元	309,524 元	247,619 元
1080610	鑑定費出帳，本案結	

(3) 「107 年訴字第 845 號請求給付貨款訴訟鑑定案」

委託單位	臺灣高雄地方法院	
執行人	高信福	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
110,250 元	105,000 元	77,695 元
現勘費用(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
12,600 元	12,000 元	12,000 元
1081001	鑑定費出帳，本案結	

(4) 「台 15 線 53.5K 土壤及地下水污染訴訟委託保全證據案鑑定案」

委託單位	臺灣桃園地方法院	
執行人	高信福	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
2,918,370 元	2,779,400 元	2,667,333 元
1081002	鑑定費出帳，本案結	

(5) 「106 年度建字第 117 號給付承攬報酬事件鑑定案」

委託單位	臺灣高雄地方法院	
執行人	周奮興	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
396,900 元	378,000 元	-
1090110	臺灣高雄地方法院來函，請於鑑定完畢後盡速將相關結果及資料檢送法院	

(6) 「臺灣綠醇公司乙二醇改善工程廢水處理系統爭議案補充鑑定案」

委託單位	臺灣士林地方法院	
執行人	曾寶山	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
132,500 元	126,190 元	-
287,500 元	273,810 元	-
1081031	鑑定費入帳	
1081106	協和國際法律事務所來函，檢送相關文件	
1081204	檢附民事調查證據師請狀影本 1 份，委託補充鑑定(二)	
1081206	檢送補充鑑定(二)工作計畫書	
1081213	檢附民事陳述意見(五)狀影本 1 份	
1081216	鑑定費入帳	
1081230	函臺灣士林地方法院會勘事宜	
1090110	協和國際法律事務所來函，提交補充說明	

(7) 「107 年度重訴字第 189 號損害賠償事件土壤污染鑑定案」

委託單位	臺灣新竹地方法院		
執行人	徐永郎		
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)	
870,000 元	357,143 元	-	
1081018	檢送鑑定工作計畫書		
1081031	鑑定費入帳(被告)		
1081108	臺灣新竹地方法院來函，檢送勘驗筆錄影本		

(8) 「106 年度重訴字第 441 號損害賠償事件鑑定案」

委託單位	臺灣桃園地方法院		
執行人	高信福		
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)	
340,389 元	324,180 元	-	
1081025	辦理初勘		
1081105	檢送鑑定計畫書		
1081118	鑑定費入帳		

(9) 「促進民間參與桃園縣中壢地區污水下水道系統建設之興建、營運、移轉(BOT)計畫」委託資產移轉鑑價案

委託單位	桃園市政府		
執行人	高信福		
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)	
300,000 元	285,714 元	-	
1081202	桃園市政府來函委託鑑價		
1081217	第一次鑑價範圍澄清會議		
1081225	檢送鑑價計畫書		
1081230	桃園市政府來函，檢送結案報告 1 份及興建執行計畫書 1 式 6 冊(含基本設計圖說)		
1081231	台灣地網事業股份有限公司來函，檢送判決書		
1090106	鑑定費入帳		

(10) 「新建賓館工程」污水處理設備、雨水回收及中水回收之細部設計圖說審查案

委託單位	國軍退除役官兵輔導委員會福壽山農場	
執行人	曾寶山	
委託金額(含稅)	收入(未稅)	支出(未稅)
98,000 元	93,333 元	-
1081219	國軍退除役官兵輔導委員會福壽山農場來函委託審查	
1081230	檢送審查工作計畫書	
1090109	審查費入帳	

3. 各委員會工作報告

	日期	委託/召開/ 來函單位	事由	說明
法規	1081224	行政院公共 工程委員會	依工程技術顧問公司管理條例施行細則第 10 條認可工程技術顧問公司執業技師得兼任公司以外業務或職務之認可作法檢討會議	曾監事實山出席
審查	1081023	臺南市政府 水利局	「昕暉建設股份有限公司—東區自由段 111 地號等 1 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查會	黃理事義雄協審
	1081104	新北市政府 水利局	「蘆洲水涵排水分區之水涵溝水環境檢討及初步規劃委託技術服務」期初報告書審查會	徐理事永郎協審
	1081107	臺南市政府 水利局	「三發地產股份有限公司—永康區永興段 181、182 地號等 2 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查會	黃理事義雄協審
	1081125	臺南市政府 水利局	「聯上實業股份有限公司—永康區橋北段 54 地號等 1 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查會	黃理事義雄協審

	1081125	臺南市政府 水利局	「新春建設股份有限公司—永康區永興段 446、467、468、524、526、527、528 地號等 7 筆店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查會	黃理事義雄協審
	1081129	金門國家公園管理處	「金門縣湖鎮中五劃段 812-1 地號」新建住宅污水接管設計案	高監事信福協審
	1081206	臺南市政府 水利局	「經濟部能源局—歸仁區武東段 229 地號等 1 筆沙崙綠能第一期新建工程」專用下水道審查會	黃理事義雄協審
	1081212	金門國家公園管理處	「金門縣湖鎮中五劃段 812-1 地號」新建住宅污水接管設計修正案	高監事信福協審
	1081219	國軍退除役官兵輔導委員會福壽山農場	「新建賓館工程」污水處理設備、雨水回收及中水回收之細部設計圖說審查	曾監事實山協審
	1090109	南投縣政府 環境保護局	固定污染源許可證委託技師審查協調會議	理事長出席
	1090110	金門國家公園管理處	董水池君新建農舍污水接管竣工申請案	高監事信福協審
學術	1081129		10811-12 會訊	<p>氣態污染物和濕度感測在半導體金屬氧化物奈米複合材料之研究-林旺德</p> <p>在生物污泥乾燥過程中克服粘滯相效應(高黏度區)的系統設計方案-江彥雄</p>
	1090108		10901-02 會訊	水污染防治措施計畫及許可申請常見問題-李中光

提案 8· 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：共 9 名，如新入會會員名冊卷宗檔。

決議：照案通過。

提案 9· 提案人：理事長

案由：提報 109 年度會員大會名冊(如附件八)，請審議。

決議：照案通過。

提案 10· 提案人：理事長

案由：109 年度會員大會相關籌辦事宜提請討論。

說明：

1. 109 年度會員大會擬於 4 月 25 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：照案通過。

壹拾壹、臨時動議

提案 1· 提案人：楊常務理事基振 連署人：姚常務理事宗岳

案由：公會網站刊登廣告收費辦法，提請討論。

說明：當年度已繳納會費之會員 3,000 元/年，非會員 5,000 元/年。

決議：照案通過。

壹拾貳、散會