

Session II-1
(13:40~15:00 , B215)

經熱處理污泥灰渣再利用於水泥砂漿可行性之研究
A Study on Feasibility of Thermally
Treated Wastewater Sludge Ashes Utilized as Mortar Materials

林柏安¹ 柯明賢^{2*}

Po-An Lin¹ Ming-Sheng Ko^{2*}

1. 國立台北科技大學資源工程研究所 研究生

Postgraduate, Institute of Mineral Resources Engineering,

National Taipei University of Technology

2 國立台北科技大學資源工程研究所 副教授

Associate Professor, Institute of Mineral Resources Engineering,

National Taipei University of Technology

*Corresponding author: msko@ntut.edu.tw

摘要

依 110 年事業廢棄物申報量之統計資料顯示，屬於一般事業廢棄物之無機性污泥及有機性污泥等一般性污泥的年產生量約有 297 萬公噸，主要產生自廢(污)水處理程序之固液分離單元。一般性污泥含水率高而成分組成會隨水及廢水的水質及處理程序而異，目前主要處理方式為熱處理，惟經熱處理後仍衍生相當大量之污泥灰渣，而污泥灰渣若採掩埋處置，對日益減少的掩埋容量造成極大的壓力。因此，為提升一般性污泥經熱處理後污泥灰渣之資源化再利用，並減少污泥灰渣的掩埋需求，本研究將富含矽、鈣、鋁、鐵等無機氧化物成分的污泥灰渣再利用於產製水泥砂漿。

本研究以經 800°C 熱處理後之污泥灰渣取代天然細粒料，與水泥及天然細粒料等原料依設計之配比產製水泥砂漿，探討經熱處理後污泥灰渣產製成水泥砂漿之性質及最適配比。由實驗結果顯示，當熱處理後污泥灰渣取代比例為 20% 時所製成的水泥砂漿材料，在經過飽和石灰水養護 28 天後抗壓強度為 28.3MPa，能符合 CNS 15517 [普通預拌乾混水泥漿料] 之規範標準。

關鍵詞：熱處理、污泥灰渣、水泥砂漿、抗壓強度

利用農業廢棄物研製生物碳複合材料處理空氣中臭氧之研究 Ozone Removal with Modified Biochar Prepared from Agricultural Waste

陳玉華^{1*} 張章堂²

Yu-Hua Chen¹ Chang-Tang Chang²

1 國立宜蘭大學環境工程學系 大學生

Student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

* Corresponding author: yuhua223344@gmail.com

摘要

近些年來，由於人類活動，特別是工業 VOCs、氮氧化物的排放，導致近地面大氣中的臭氧濃度逐年升高，臭氧對於人類生產、生活危害的嚴重性也日益顯現，因此有必要對臭氧降解及其淨化材料加以研究。生物碳與活性碳相仿的比表面積、各種官能團與多孔結構，可作為水中污染物吸附劑，因此先前的大多數生物碳相關研究都集中在水處理上應用，較少研究應用生物碳去除空氣中臭氧。為有效降低所製作材料成本，本研究已利用農業廢棄物(例如花生殼)製備生物碳，且進行不同操作參數對臭氧吸附效能影響之評估，以建立最佳吸附操作條件。本研究另藉等溫吸附模式、動力學及熱力學分析，建立吸附機制，與求最大吸附能力。且藉動力學及熱力學模式分析，建立含鐵鎳材料之反應機制，並探討材料反應速率影響因子，供未來應用產業界之參考。

改性前以 BCS 550 吸附能力最大，主要因為 BCS 550 之 C-O 鍵官能團(1020 cm^{-1})最多；比表面積($528 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$)最大，其他材料比表面積低於 $320 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ；孔洞體積($0.27 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$)最大，其他材料孔洞體積低於 $0.15 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ ；含碳量(80.2%)最高，其他材料孔洞體積低於 78%，熱裂解溫度為 550 度以上所製作生物碳對臭氧去除效率接近 100%。

關鍵詞：生物碳、臭氧、花生殼、熱裂解、吸附

利用回收觸媒研製含 Pt 觸媒處理 VOCs 之研究 Degradation of Volatile Organic Compounds with recovered Pt catalyst

李連璋、陳昱至^{1*} 張章堂²

Lian-Wei Li, Yu-Zhi Chen,¹ Chang-Tang Chang²

1 國立宜蘭大學環境工程學系 大學生

Student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

* Corresponding author: RichardHLMA1991@gmail.com

摘要

近年台灣高科技產業迅速的發展，隨著產業製程技術之提昇，伴隨而來在過程產生之揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, VOCs) 特性及組成更為複雜，相關之法規「半導體製造業空氣污染管制及排放標準」及「光電材料及元件製造業空氣污染管制及排放標準」分半施行於 1999 及 2006 年。VOCs對生態環境和人類健康構成嚴重威脅，大多數具有劇毒、致癌性和危險性，VOCs也是造成平流層臭氧消耗和區域臭氧形成的主要因素。

對於台灣半導體及光電產業而言，製程排放之 VOCs 主要之成分包括丙酮、異丙醇等。VOCs排放經由處理才能合乎標準，而目前實場上應用之處理技術包含吸附法、沸石吸附濃縮轉輪焚化系統(Chang et al., 2003)、冷凝及生物處理法等，其中業界主要以活性炭吸附及熱焚化法處理VOCs，而活性炭吸附易受廢氣溫度與溼度影響，且傳統熱焚化法將VOCs燃燒分解需加溫至少 700 - 800 °C，頗耗費能源。

本研究乃採用低溫觸媒燃燒方式連續處理VOCs，利用低溫觸媒方法於 600 °C以內將VOCs進行轉化成二氧化碳以及水，以利有效處理VOCs與降低所需的能源。利用負載白金觸媒，亦進行不同操作參數(轉化溫度、污染物濃度及空間速度)對丙酮觸媒反應效能影響之評估，以建立最佳觸媒反應操作條件。由觸媒焚化法處理丙酮研究結果顯示，Pt蜂巢觸媒於丙酮濃度為 200 ppm與空間速度為 20,000 h-1，觸媒對丙酮轉化率為達 90 %，所需處理溫度為 500 K(227 °C)。

關鍵詞：揮發性有機化合物、Pt蜂巢觸媒、觸媒焚化法

花蓮縣室內空氣品質甲醛檢測-裝修場所及未裝修場所差異 Formaldehyde detection of indoor air quality in Hualien County-differences between renovated and undecorated places

鍾曜濬^{1*} 孫偉碩² 廖昭傑³

Yao-Chun Chung^{1*} Wei-Shuo Sun² Chao-Chieh Liao³

1 祥威環境科技股份有限公司 計畫經理

Project Manager, Sunway Environment Technology Co., Ltd

2 祥威環境科技股份有限公司 專案經理

Project Manager, Sunway Environment Technology Co., Ltd.

3 祥威環境科技股份有限公司 專案經理

Project Manager, Sunway Environment Technology Co., Ltd

* Corresponding author: zhunrenmax@gmail.com Mobile: 0912-522579

摘要

現代大型建築為民眾上班、居住及休閒等主要活動場所，依環保署資料顯示，國人平均每人每天約有 90% 時間處於室內環境中（含辦公及居家時間），故室內空氣品質（Indoor Air Quality, IAQ）好壞，將直接影響人體健康及工作品質。

為強化室內空氣品質管制作業，擴大納管場所室內空氣污染物（本研究以甲醛為主），提升場所室空氣品質，環保署已於 103 年公告花蓮縣室內空氣品質列管單位第一批 14 家場所，其中除二氧化碳(CO₂)為主要污染物外，所裝潢辦公室或住家，皆可能隱藏致癌危機，合板隔間（貼壁紙或油漆粉光）、礦纖天花板、合成地毯、PVC地磚、石膏天花板等亦可能含甲醛等揮發性有機物，於建築裝修完成後，慢慢逸散至室內環境中。

本研究將針對全縣第一批 14 家環保署列管單位，以攜帶型直讀式儀器進行甲醛濃度檢測，檢測結果將室內空氣品質較不良單位，由本研究計畫聘請 3 位專家學者進行現場室內空氣品質診斷服務，並提供改善方針以提升室內空氣品質。本研究由 111 年 1 月起至 111 年 10 月底進行 14 家列管單位甲醛濃度即時檢測，彙整檢測數據發現場所甲醛濃度皆介於 0.01~0.3ppm，部分場所因酒精或消毒液超過法規標準值 0.08ppm，其他場所如：政府機關、商場及圖書館，甲醛濃度介於 0.01~0.08ppm 之間，就整體而言，本縣 14 家列管單位有進行裝修之場所其甲醛濃度值比其他未裝修場所高，故本研究將進一步針對裝修過場所進行探討。由數據結果顯示室內空氣品質甲醛濃度高低與裝潢材料選擇有直接關係，裝修場所與未裝修場所其甲醛濃度值有明顯差異，甲醛濃度與裝潢面積及材料呈明顯正相關，經專家學者建議裝潢材料以綠建材為最優先選購，並於裝修前後須定期保養及清潔空調系統，如：加強通風，增加室內換氣量等，除可有效改善室內空氣品質外，亦可減少室內因冷氣空調長時間氣流循環而導致污染物累積，進而影響身體健康。

關鍵詞：室內空氣品質、即時監測、裝修、甲醛(HCHO)

焚化爐飛灰改質及吸附剛果紅染料之初步研究
Preliminary Study on Modification of Incineration Fly Ash and Adsorption
of Congo Red Dye

蕭正修^{1*} 洪肇嘉²

Zheng-Xiu Xiao¹ Jao-Jia Horng²

1. 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 碩士生

Master student, Department of Safety, Health and Environmental Engineering,

National Yunlin University of Science & Technology

2 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 教授

Professor, Department of Safety, Health and Environmental Engineering,

National Yunlin University of Science & Technology

* Corresponding author: m11014017@yuntech.edu.tw

摘要

台灣垃圾焚化處理產生大量的飛灰和底渣，焚燒固體廢棄物（MSWI）飛灰含高濃度氯化物與有害重金屬多固化掩埋處理，如何將飛灰化為資源永續發展為重要研究課題。本研究 MSWI 飛灰，以超音波結合有機酸去除飛灰中氯化物等污染物，再轉化為機奈米複合材料，透過官能基改質作為吸附劑以去除水中有機染料污染物剛果紅（Congo Red Dye, CR），達到資源化效益。

首先利用田口直交表設計實驗以獲得最佳 MSWI 飛灰之實驗條件，經 SEM、XRD 及 XRF 分析證實超音波結合 EDTA 有機酸可有效降低飛灰氯化物及重金屬含量，氯含量原從 27.63 降低至 0.5%，且重金屬含量以 TCLP 毒性特性溶出程序 Pb 含量從 21.49 降低至 4.2 mg/L，達到無害化與再利用之目的。此無害化飛灰以 3-氨基丙基三乙氧基矽烷（APTES）再進行官能基改質，由 FTIR 鑑定改質飛灰特徵峰在 1526 cm^{-1} 為氨基官能基團，由吸附實驗顯示對廢水中剛果紅染料有高吸附能力，吸附量達 710.9 mg/g，本研究發展一種可將 MSWI 飛灰改質再利用之技術。

關鍵詞：MSWI 飛灰、官能基改質、吸附、剛果紅、田口法實驗設計

不同檢測儀器對加油站氣油比檢測之影響探討 Discussion on the influence of different detection instruments on Air to Liquid Volume Ratio in Gas station

林憶茹^{1*} 孫偉碩² 許文昌³ 廖昭傑⁴

I-Ru lin^{1*} Wei-Shuo Sun² Wen-Chang Hsu³ Chao-Chieh Liao⁴

1 祥威環境科技股份有限公司 計畫經理

Project Manager ,Sunway Environmental technology co., ltd.

2 祥威環境科技股份有限公司 專案經理

Project Manager ,Sunway Environmental technology co., ltd.

3 大漢技術學院 助理教授

Assistant Professor, Department of Civil Engineering & Environmental Resources Management,
Dahan Institute of Technology

4 祥威環境科技股份有限公司 專案經理

Project Manager ,Sunway Environmental technology co., ltd.

摘要

加油站加油過程所排放揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, VOCs)，因含苯、甲苯、乙苯、二甲苯、甲基第三丁基醚等對人體有害健康及影響空氣品質之物質，VOCs亦會與大氣中氮氧化物產生光化反應，形成臭氧污染；依據「加油站油氣回收設施管理辦法」規定，加油站業者每半年需進行定期檢測，而地方主管機關則依據「加油站加油槍抽氣量與加油量比率檢測方法」不定期進行稽查檢測，避免車輛油箱中油氣及加油站油槽因油氣回收能力過低或過強而逸散至大氣環境。

本研究藉由彙整自民國 110 年 5 月 7 日「加油站油氣回收設施管理辦法」修正及 110 年 6 月 21 日修正公告「度量衡器檢定檢查辦法」後各縣市加油站氣油比檢測相關資料，發現差壓式儀器檢測結果需再經換算，導致計算後結果無法符合標檢局所認證儀器之合格值，因此無法納入「度量衡器檢定檢查辦法」，又因許多檢測業者使用儀器流量計並未定期送校正，而造成定檢合格但稽查不合格之不合理現象；環保署修正「加油站油氣回收設施管理辦法」改用容積式儀器效益為順應國際趨勢、標準與規範，精進檢測儀器及簡化檢測作業以避免人為操作疏失。

本研究彙整花蓮縣 111 年度以容積式儀器進行氣油比稽查檢測共 17 站資料，稽查檢測結果有 3 站未達法規標準 70%，其中A站抽測 10 支加油槍，2 支合格，合格率為 20%；B站抽測 9 支加油槍，6 支合格，合格率為 67%、C站抽測 8 支加油槍，3 支合格，合格率為 38%，本研究發現合格率較低之A站與C站業者之加油站油氣回收系統設備年限已 25 年，且皆為集中式引擎，推論因此無法長時間維持正常油氣回收之功能；本研究彙整 3 家加油站業者意見發現，改用容積式儀器不僅增加定檢成本近三倍且具該儀器之廠商寥寥無幾，而花蓮縣地處偏遠以致無配合定檢廠商之窘境，而稽查檢測時全測加油槍與抽測二分之一槍數之合格比率是否更為合理？…等，近期環保署亦積極與全台加油站業者公會辦理「加油站油氣回收設施管理辦法」檢討修正會議，也納入各加油站業者意見進行討論，盼為落實設備維護與保養，防止油氣逸散而影響加油站員工及環境為目標，達到最適合之管理辦法平衡點。

關鍵詞：空氣污染、加油站氣油比檢測、差壓式、容積式

Session II-2
(13:40~15:00 , B204)

合成 $WO_{2.72}$ 及其應用於無機聚合吸熱塗料之研究
A Study on the Synthesis of Reduced Tungsten Oxide and its application on Geopolymer heat absorb coating material

郭智楓^{1*} 金永勳¹ 王予賢¹ 李韋皞²

Chih-Feng Kuo¹ Yung-Hsun Chin¹ Yu-Xian Wang¹ Wei-Hao Lee²

1 專題生，國立臺北科技大學 材料及資源工程系資源組

Institute of Materials and Mineral Resources Engineering, National Taipei University of Technology

2 助理教授，國立臺北科技大學 資源工程研究所

Institute of Mineral Resources Engineering, National Taipei University of Technology

摘要

在高緯度地區或冬季時，無論室內或室外氣溫偏低，若將具有光轉熱效果的材料與無機聚合塗料混合，塗布於建築物外部，太陽光能可以轉換為熱能，提高室內溫度。這種方法可以節省取暖所需的能源，並且無機聚合塗料的原料大部分來自於工業副產品，有助於資源再利用。

本研究分二部分進行探討:一是利用不同參數得出煅燒出 $WO_{2.72}$ 之最佳條件；二為測試本實驗之合成產物與其他可能具輔助吸熱效果粉末加入無機聚合塗料中的吸熱性能。根據實驗結果顯示以添加 2% 碳黑與三氧化鎢混合樣品經 $150Kg/cm^2$ 壓錠，並在真空環境下以升溫至 $850^{\circ}C$ 為最佳合成 $WO_{2.72}$ 的條件。於製作無機聚合吸熱塗料階段，最佳配比為添加 8% $WO_{2.72}$ 及 2% 中空陶瓷微球，其經照燈試驗裝置 1 小時後，與對照組對比，正面之溫差高 $19.6^{\circ}C$ ，背面之溫差高 $20.6^{\circ}C$ 。

根據本研究的結果，將研究中所得的材料應用於無機聚合塗料中，可以觀察到其呈現出吸熱效果，顯示其在應用於吸熱塗料方面具有潛力。

關鍵詞：還原氧化鎢、燃煤飛灰、無機聚合技術、吸熱塗料、光轉熱

以矽晶圓切割回收 Si 料合成長晶用 SiC 粉
Preparation of SiC Powder from Recycled Silicon Wafer Cutting Sludge

楊建民^{1*} 陳智成² 向性一³ 吳伶芳⁴

Janne-Min Yang^{1*} Chih-Cheng Chen² Hsing-I Hsiang³ Lin-Fang Wu⁴

1 遠東科技大學 綠能材料研究中心 研究員

Researcher, Green Energy Materials Center, Far East University

2 遠東科技大學 機械工程系 特聘教授

Professor, Department of Mechanical Engineering, Far East University

3 國立成功大學 資源工程系 教授

Professor, Department of Resources Engineering, National Cheng Kung University

4 輔英科技大學 應用外語系 助理教授

Assistant Professor, Department of Foreign Languages, Fooyin University

* Corresponding author: ccchen@mail.feue.edu.tw

摘要

近年來，節能減碳和開發綠色新能源已成為全球長期規劃發展的議題。SiC 由於具有高功率、耐高溫、高崩潰電壓、高電流密度、高頻等特性，成為高頻通訊、電動車、高功率應用及雷達等重要的關鍵元件。本研究以金屬矽碳化法製備長單晶用 SiC 粉，將碳粉和 Si 粉按照 1:1 的莫耳比均勻混合，然後於高溫、Ar 氣氣氛下反應，合成 SiC 粉末。所合成的 SiC 粉末其粒徑 D 為 38 μm 、氧含量為 0.0704wt%、氮含量為 3ppm，從 XRD 晶相分析，所合成的 SiC 晶相為 6H(β)。所合成之 SiC 粉末已接近半絕緣 SiC 之規格。

關鍵字：晶圓切割回收料、矽、碳化矽、金屬矽碳化法

應用 QUAL2Kw 模式於宜蘭縣得子口溪水質評估及情境模擬
Application of QUAL2Kw model in water quality assessment and scenario simulation of
Dezikou River in Yilan County

郭宇婷¹ 陳維佑¹ 邱求三² 江漢全^{3*}

Yu-Ting Guo¹ Wei-Yu Chen¹ Chyow-San Chiou² Hann-Chyuan Chiang³

1 國立宜蘭大學環境工程學系 碩士班研究生

Master Student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

3 國立宜蘭大學環境工程學系 名譽教授

Honorary Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

* Corresponding author: hcchiang@niu.edu.tw

摘要

本研究選擇宜蘭縣得子口溪為研究範圍，透過 QUAL2Kw 水質模式了解其污染變化情形。主要模擬項目包括 BOD、NH₃-N 及 SS，採用平均絕對值誤差法(MAPE) 檢定，結果顯示 BOD 率定值和驗證值分別在高精確和合理的預測範圍內，分別為 7.43%和 24.86%；SS 率定值和驗證值分別在良好和合理的預測範圍內，分別為 13.5%和 24.3%；NH₃-N 率定值和驗證值分別在高精確和良好的預測範圍內，分別為 9.42%和 18.9%。以上結果說明本研究建立的水質模式具有可信度。污染源增加、工程改善及污染源管理均是近年可能在得子口溪發生的情境，故情境模擬部分，選用 QUAL2Kw 模式進行模擬得子口溪流域在五種不同情境下的 BOD、SS 及 NH₃-N 濃度變化情形。經分析後，污染源增加部分五峰旗風景區遊客量增加(情境一)與春秋礁溪度假酒店營運(情境二)對得子口溪的水質影響不大。另外在工程改善部分，二龍排水自淨整治及水環境營造(情境三)能夠顯著改善水質，而淇武蘭聚落污水處理場設置(情境四)對水質改善無太大作用。最後污染源管理部分，得子口溪畜牧廢棄循環利用場建置(情境五)可以有效改善 NH₃-N 濃度，但 BOD 及 SS 改善效果較不明顯。因此，改善得子口溪的水質，工程改善建議採用情境三的二龍排水自淨整治及水環境營造作為有效的污染削減策略。

關鍵詞：QUAL2Kw 水質模式、得子口溪、情境模擬

利用生物炭負載殼聚糖氣凝膠降解水中土黴素之研究 Degradation of Oxytetracycline in solution by biochar with aerogel

巫竑睿^{1*} 張章堂²

Hong-Ruei Wu¹ Chang-Tang Chang²

1 國立宜蘭大學環境工程學系 大學生

Student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

* Corresponding author: ray65640329@gmail.com

摘要

抗生素作為抗菌性藥物被廣泛用於預防和治療人類和動物疾病，並且將其用於畜牧和水產養殖業中時，還能夠促進動物生長。但因抗生素不能被完全吸收，導致其通過各種途徑排入環境當中。易於地表水、地下水、飲用水、污泥、土壤和水生物體等環境介質中檢出抗生素類藥物，造成環境的污染。抗生素類藥物中四環素類抗生素(Tetracyclines, TCs)屬廣效性的抗生素，其中土黴素在所有動物用抗生素中可說是用量最大，常作為飼料添加劑、家禽的輔助劑，以提高飼料利用效率、產蛋率、促進生長、預防或治療疾病等，經由人類及動物吸收後，藉由尿液糞便排出，這些污染物不易分解，因此會對環境造成危害，極需經濟有效控制技術，以降低土黴素(OTC)對環境危害。

較經濟有效 OTC 控制技術主要為吸附技術，本研究擬採用生物炭搭配氣凝膠作為吸附劑，進行 OTC 處理。本研究所使用生物炭乃由低成本的廢棄生物質製備而成，具有比表面積大、孔隙率高、成本低等優點，更具成本效益。而殼聚糖化學性質穩定，無毒，含有大量氨基和羥基。本研究所合成一種生物炭負載的殼聚糖氣凝膠，乃以殼聚糖為骨架，且以戊二醛為氣凝膠的交聯劑，分別進行各種生物炭與殼聚糖比例吸附劑(如 0:1、1:1、1:3、3:1)製作複合氣凝膠，進行 OTC 吸附效能評估。研究結果得知生物炭負載殼聚糖氣凝膠在低濃度土黴素溶液中的吸附性能較好，並且可以通過改變生物炭的含量來調節其吸附性能。

關鍵詞：殼聚糖、生物炭、氣凝膠、吸附、OTC

使用 MWCNT 改性的石墨電極對土黴素進行電化學檢測之研究
Electrochemical Detection of Oxytetracycline using MWCNT modified Graphite
Electrode

蔡瑜庭¹ 張章堂^{2*}

Yu-Ting Cai¹ Chang-Tang Chang^{2*}

1 國立宜蘭大學環境工程學系 大學生

Student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

* Corresponding author: ctchang@niu.edu.tw

摘要

本研究旨在開發一種簡單、快速、高靈敏度和低成本的感測技術，用以檢測環境中的土黴素 (oxytetracycline, OTC)。土黴素是一種四環類抗生素，具有良好的抗菌能力，但濫用抗生素會導致耐藥性和藥物殘留，對人類及飼養家畜的健康造成危害，同時也影響土壤對有機污染物的固定和降解能力。然而，目前市面上的感測器成本高且不易普及到一般生活中。因此，本研究將利用廢棄石墨進行感測技術的開發，廢棄石墨具有較低的成本、良好的特性和易於修改的特點，同時實現廢棄物的再利用。結果表明使用 MWCNT 改性電極具有良好的性能，20mg MWCNT 改性的石墨電極線性校準範圍 $5.005 \times 10^{-5} \text{M}$ 至 $1.512 \times 10^{-4} \text{M}$ (即 2 - 10 ppm) 和 $1.512 \times 10^{-4} \text{M}$ 至 $4.36 \times 10^{-4} \text{M}$ (即 10 - 60 ppm)。40mg MWCNT 改性的石墨電極線性關係 $5.72 \times 10^{-5} \text{M}$ 至 $2.7 \times 10^{-4} \text{M}$ (即 2 - 10 ppm) 和 $2.7 \times 10^{-4} \text{M}$ 至 $9.62 \times 10^{-4} \text{M}$ (即 10 - 60 ppm)。該方法為製備電化學傳感器用於檢測 OTC 提供了一種新途徑。

關鍵詞：土黴素、多層壁奈米碳管、電化學檢測、石墨電極

雷射及濕/乾式程序回收磷酸鋰鐵電池之研究
Recovery study of LFP powder from lithium-ion batteries via integrated laser and wet/dry process recycling

邱鈺仁^{1*} 洪肇嘉²

Zheng-Ren Qiu¹ Jao-Jia Horng²

1* 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 碩士生

Master student, Department of Safety, Health and Environmental Engineering

National Yunlin University of Science & Technology

2 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 教授

Professor, Department of Safety, Health and Environmental Engineering

National Yunlin University of Science & Technology

* Corresponding author: m11014025@yuntech.edu.tw

摘要

近年儲能和電動車產業蓬勃發展，磷酸鋰鐵電池(LFP)使用量越來越大，如何有效再利用回收減少對環境危害？本研究利用光纖雷射前處理磷酸鋰鐵電池粉末及收集有毒氣體，短時間雷射局部高溫去除有機物黏著劑聚偏二氟乙烯(PVDF)和其他有機物雜質及形成金屬球，再進行濕式冶金以提升鋰含量。磷酸鋰鐵電池粉末最佳光纖雷射前處理條件為：雷射功率 300W、雷射速率 3mm/s，再經濕式冶金萃取，鋰金屬含量可從 5% 提升至 20%。

濕式冶金先加入硫酸及過氧化氫田口法實驗設計最佳條件硫酸濃度、過氧化氫比重、固液比和浸出時間及超音波提升酸浸出率。SEM 分析證實 LFP 粉末經過雷射前處理可以去除有機物雜質，並形成金屬顆粒結晶。ICP 分析及超音波協同酸浸之有價金屬浸出率可達到 90% 以上，提煉鋰含量提升四倍以上。本研究使用光纖雷射熱前處理協同超音波及濕式冶金提供了一種節能回收鋰金屬之技術。

關鍵詞：磷酸鋰鐵電池、光纖雷射、超音波、濕式冶金

Session II-3
(13:40~15:00 , B219)

改良式地錨內建監測系統結合人工智慧數值分析效益
Improved Ground anchor Built-in Monitoring System Combined with
Artificial Intelligence Numerical Analysis Benefits

王健兒¹ 薛方杰²

Chine-Erh Wang¹ Fang-Jye Shiue²

¹ 國立宜蘭大學建築與永續規畫研究所 碩士生

Master, Graduate Institute Architecture and Sustainable Planning,

National Ilan University

² 國立宜蘭大學建築與永續規畫研究所 副教授

Associate Professor, Graduate Institute Architecture and Sustainable Planning,

National Ilan University

* Corresponding author: omisoffice@gmail.com

摘要

台灣地處太平洋地震帶，邊坡常發生坍塌及滑動現象，為穩定邊坡之保護以地錨方式整治。臺灣於 1970 年起地錨開始運用於邊坡工程，其發展過程大致可分為四大階段，區分導入期、擴大期、調整期、重整再出發期，至於何時能邁入成熟期，需要產、官、學的通力合作，才能儘速邁入成熟期。地錨型式多且持續改進，地錨擋土工法係公路開闢及保護邊坡常用工法，地錨能有效提高較大抗力特性，由於地錨之構造隱埋於地層下，施工品質不佳則不易發現問題；施工技術不確實，水泥漿配比品質不佳，二次灌漿未填滿，是施工過程常發生之缺失。檢討多年來導致邊坡崩塌之災害主要原因是；地錨因滲水造成鏽蝕，以致地錨構件之固定夾片脫落或鋼絞線鏽蝕斷裂失去功能。為改善現有地錨因滲水問題，避免錨頭與錨座間鋼絞線鏽蝕情況，本案研究以改良錨座型式，隔絕錨頭固定端之空隙以保護施預力後之鋼絞線之效能，配合監測系統及分析軟體提升地錨使用年限。

關鍵詞：地錨、數值分析、防蝕檢測、揚起試驗、荷重檢測。

屋頂型太陽光電系統支撐架結構受側力振動分析探討

Analysis of Lateral Force Vibration on the Support Structure of Rooftop Solar Photovoltaic System

簡慶文¹ 徐志宏²

Ching-Wen Chien¹ Zhi-Hong- Xu²

¹ 大漢技術學院土木工程與環境資源管理系 專案助理教授

Project Assistant Professor, Department of Civil Engineering & Environmental Resources Management,
Dahan Institute of Technology

² 大漢技術學院土木工程與環境資源管理系 研究生

Postgraduate, Department of Civil Engineering & Environmental Resources Management,

Dahan Institute of Technology

摘要

為了提高能源自給率、減少對化石燃料的依賴、降低溫室氣體排放並實現能源轉型，我國目前積極推動太陽光電系統建置，以確保可靠用電。然而，臺灣的地理環境常遭受地震和颱風等自然災害的影響，對太陽能光電系統造成嚴重損壞。要降低太陽能光電系統風場荷載的影響，需要考慮系統設計、結構強度和適當的風速控制等因素。透過調整陣列排列和間距、模組板角度、風向、支撐和固定結構、材料等因素，以及減少實際揚升力的產生，可以進一步提高系統的穩定運行和發電效率。本研究收集了國內太陽能光電系統的設計案例和相關文獻，並使用 SAP2000 軟體建模比較，分析傾斜角度、風向和支撐高度等因素對系統耐風設計的影響。在系統安裝過程中需要考慮施工和維護的可行性，並評估結構強度。支架的自然頻率和模態也需要考慮對陣列的影響，可進行模態分析和震動台試驗，以提出改善建議。本研究以花蓮某校太陽光電工程設置棚架式屋頂太陽光電模組支架結構設計圖為基礎，製作 1/20 比例模型，在物理縮尺 RMAX 雙軸振動台上進行正弦波、三角波和地震波形測試，並使用 SAP2000 進行模態分析，經分析模型震動變形結果無破壞現象與理論相符，建議後續再進行不同材料特性分析研究。

關鍵詞：耐風設計、sap2000、自然頻率、震動台、氣動力效應

案例導向式生產流程規劃之系統最佳化分析框架研究

A rudimentary case-oriented study for planning the optimal analysis framework of the production flow system

張益誠^{1*} 簡涵芬^{2*} 余泰毅³ 簡紫仔² 陳威宇² 蕭奕玟² 張敏柔²

I-Cheng Chang^{1*} Han-Fen Jian^{2*} Tai-Yi Yu³ Zi-Yu Jian² Wei-Yu Chen²
Yi-Wen Hsiao² Min-Rou Chang²

1 國立宜蘭大學環境工程學系(所) 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 專題生

Undergraduate student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

3 銘傳大學 風險管理與保險學系(所) 教授

Professor, Department of Risk Management and Insurance, Ming Chuan University

* Corresponding author: d2507002@gmail.com; C0824028@ms.niu.edu.tw

摘要

因資通訊科技與日俱進，已驅動包含AI、Blockchain、Cloud、IOT與Big Data等近代ABCD技術之創新應用及躍進。因而，涉獵(工業4.0)智慧製造規劃或商業經營/服務模式等源於CAD/CAM或PLM(產品生命週期管理)之模擬軟體，於近年除賡續加入新穎技術元素(例如感測器、AI、5G等)，以企能更快速建立模擬系統、預測設備或產線、工廠、零售賣場、臨櫃服務等實體物件之技術功能精進優化升級外，已被重新詮釋並賦予創新性名義與應用價值，即所謂「Digital Twins (數位孿生或數位分身)(以下簡稱DT)」科技顯學概念。DT為透過感測器(即時資料)，結合概念模型(Conceptual model)，來重構實體情境之數位分身，進而形成一個虛與實的整合系統(CPS,Cyber-Physical System)。此外，針對DT應用範疇，在「元宇宙(Metaverse)」的推波下，國際軟硬體商，早已在攸關即時監測、模擬和遠端協作等可能DT應用前景進行佈局，並投入進行相關開發平臺或軟體之商業化(例如Ansys Twin Builder®、NVIDIA Omniverse®、Microsoft Azure Digital Twins®、PTC ThingWorx®等)。DT可被視為實踐工業4.0CPS願景的關鍵技術之一，例如透過其虛擬服務，能洞燭機先生產流程之最佳化或優化生產力條件，而諸如設備Layout或動線、生產流程規劃等條件，係與生產效能、財務成本、資源善用與產品品質等關聯。鑒於FLEXSIM®套裝軟體(Software Package)，因具高度GUI-3D Modeling生產流程系統功能，且已成熟並普遍應用於包括製造、物流、醫療保健、服務業、運輸等工業管理與商管服務範疇。爰此，本研究擬於所界定研究案例範疇與假設條件，將其實務運用於進行擬真Modeling，除可俾於視覺化傳統管理科學或作業研究最佳化分析模擬情境，發現系統潛在問題或瓶頸，掌握系統在不同條件下的性能和效益外，並企能拋磚其未來在環境管理與系統分析(System Analysis)之可能應用價值，例如淨零碳排成本效益分析議題。

關鍵詞：Digital Twins、生產流程、最佳化分析、FLEXSIM® 建模與分析、設施規劃(Facility Planning.)

初探機器學習集群演算法於辨識暨分類計算衛星圖像特定地物面積之研究
A preliminary study on the application of a Machine Learning-oriented cluster
algorithm for recognizing, classifying, and calculating the area of specific land features
in the satellite image

張益誠^{1*} 簡涵芬^{2*} 余泰毅³ 曾冠雅² 夏銘駿² 李昕鳳² 劉采彤²

I-Cheng Chang^{1*} Han-Fen Jian^{2*} Tai-Yi Yu³ Guan-Ya Zeng² Ming-Jun Xia²
Xin-Feng Li² Cai-Tong Lu²

1 國立宜蘭大學環境工程學系 教授

Professor, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

2 國立宜蘭大學環境工程學系 專題生

Undergraduate student, Department of Environmental Engineering, National Ilan University

3 銘傳大學 風險管理與保險學系(所) 教授

Professor, Department of Risk Management and Insurance, Ming Chuan University

* Corresponding author: d2507002@gmail.com; C0824028@ms.niu.edu.tw

摘要

隨著資通訊科技(ICT)R&D一日千里，以及個人電腦、商業伺服器(工作站)、雲端運算效能大幅躍進，已連動AI驅動之機器學習(ML)、深化學習(DL)等演算法與產業之創新或精進發展。此外，鑒於衛星遙感探測(簡稱遙測)(RS)與定位(GPS)技術精度增加與開放應用，普及化 3S(GIS、RS&GPS)技術與UAV(Unmanned Aerial Vehicle)實務應用，近年來已成為當前產、官、學研各界，在涉獵時、空分析與治理之主流應用趨勢。

Python是一種簡潔、低入門門檻、高支援效率之開放式高階、直譯式程式語言，並且具有龐大開源套件、模組或函式庫(Library)，可提供 Programmers/Developers 調用，因此多年來已普遍被應用於包含 Data Science (Big Data)、NLP、ML/DL、AI等研究領域。然而，針對RS圖像之處理、分析與分類、辨識等，雖已有一套成熟的標準作業程序(SOP)，且已有諸多主流商業化或開源套裝軟體(例如ERDAS、ENVI、QGIS、MutiSpec等)可供直接應用，更於近年來導入AI-driven 解析功能。

惟，非RS專業研究領域之套裝軟體使用者，並無法洞悉其背後圖像處理與演算分析黑箱(black box)過程演算依據。爰此，本研究係透過 Python 程式設計(編程)(Python Programming)過程，導入非監督式ML集群演算法，針對高解析案例(衛星)圖像上地物進行辨識、分類與面積計算，一方面除可以白盒化方式揭露前揭黑盒背後之基礎演算技術內涵外，另一方面可藉由此初探性研究，拋磚低成本化與深化其在環境管理與工程之可行、可能基礎應用契機，例如針對河川揚塵污染事件相關裸露地面積動態計算。

關鍵詞： Python 程式設計(編程)(Python Programming)、機器學習(Machine Learning)、K-Means 非監督式集群演算法、遙感探測(RS)、影像處理(Image Processing)、河川揚塵

從事故案例探討堆高機駕駛操作行為與管理對策有效性分析_以雲林縣某一製造廠為例

張智涵^{1*} 洪肇嘉²

Chih-han Chang¹ Jao-Jia Horng²

1* 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 碩士生

Master's student, Department of Safety Health and Environmental Engineering,

National Yunlin University of Science and Technology

2 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 教授

Professor, Department of Safety Health and Environmental Engineering,

National Yunlin University of Science and Technology

* Corresponding author: n10814004@yuntech.edu.tw、05-5342601#4491

摘要

隨著台灣經濟的發展與進步，產業界追求生產效率會使用各類人工搬運輔具來進行部品移動、搬運及裝卸。因堆高機活動作業範圍大、高機動性等特點，為產業界最為常用的搬運用動力機械。相對的，由於使用頻率高，也因其本身構造、維修及保養問題、人員操作不當及工作環境等因素，時常發生翻覆被壓、堆高機撞人、搬運貨物倒塌、從堆高機托高之上方墜落等工安意外事故。以台北市為例，自 109 年~110/3/9 與堆高機作業有關事故，共造成 9 人死亡、4 人受傷[1]。

本研究分析雲林縣某一製造廠堆高機搬運作業的重大事故案例，探討堆高機發生事故之關鍵環境及行為因素。研究以堆高機的事故案例，由案例的「駕駛動作」、「搬運物」、「時段」、「場所/產線」、「標準流程規定」等分析各種不安全行為與環境。如系統性的領結法分析(Bow Tie Analysis, BTA)也能解析發生原因、途徑、後果以及預防與減緩屏障及措施間的系統關係。

結果發現堆高機導致製品容器倒塌、碰撞事故發生的原因包括操作人員的不安全行為。基於研究結果，本研究提出提升操作人員的危險認知能力、風險感受度為首要工作。同時亦檢討增訂構造規格之安全要項之必要性及由第三者實施之「特定自主檢查」以補自動檢查之不足等改進措施，整體改善不安全環境的問題。

關鍵字: 堆高機、事故案例、領結分析法

系統分析工具運用於化工廠事故之比較研究
A comparative study of the application of system analysis tools in chemical plant accidents

張勻彥^{1*} 洪肇嘉²

Yun-Yan Chang¹ Jao-Jia Horng²

^{1*} 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 碩士生

Master's student, Department of Safety Health and Environmental Engineering,

National Yunlin University of Science and Technology

² 國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系 教授

Professor, Department of Safety Health and Environmental Engineering,

National Yunlin University of Science and Technology

* Corresponding author: M11014037@yuntech.edu.tw

摘要

因近年來化工製造程序自動化益趨複雜，化工廠的安全分析走向需系統化分析，最新的如系統理論事故模型和過程(Systems Theoretic Accident Modeling and Processes, STAMP)分析各種系統的危害及防範事故，而系統因果分析(Causal Analysis based on Systems Theory, CAST)則以安全控制結構探討系統危害和安全約束。另領結分析法(Bow-tie Analysis, BTA)結合失誤樹(Fault Tree Analysis)及事件樹(Event Tree Analysis)辨別事故原因、後果及預防性和消滅性屏障；而 Tripod Beta Approach (TBA)分析藉由根本原因分析原理，通過事件、人為疏失和組織影響三個關鍵因素，辨別事故的直接、潛在和根本原因。

本研究探討著名的印度 Bhopal 及台灣桃園煉油廠的化工製程事故，使用 CAST 分析控制回饋探討事故的根本原因；利用 BTA 圖像化且直覺分析事故原因、後果、預防措施與減緩屏障等；及 TBA 綜合分析因果路徑，並比較不同的系統分析工具應用於兩個事故案例，從檢討人員失誤、機械元件失靈、系統控制問題、設備環境限制、安全管理妥適度到法規及管理者與系統間互動等，比較不同工具的優缺點及應用限制，可做為日後防災及工程運用之參考。

關鍵字: 事故分析、系統因果分析、領結分析、Tripod Beta Approach

軍事工程導入專案營建管理之效益初探

Preliminary exploration of the benefits of incorporating project management into military engineering construction projects

洪正偉¹ 吳晨瑞^{2*}

Cheng-Wei Hung¹ Chen-Rui Wu²

1 大漢技術學院土木工程與環境資源管理系 助理教授

Assistant professor, Department of Civil Engineering & Environmental Resources Management,

Dahan Institute of Technology

2 大漢技術學院土木工程與環境資源管理系 研究生

Graduate student, Department of Civil Engineering and Environmental Resources Management,

Dahan Institute of Technology

* Corresponding author: a0938625655@gmail.com、Wu10300208@gmail.com

摘要

軍事工程早期採工兵自建方式執行，因組織調整工程執行能量逐漸不足，後來改由委外施工方式辦理。然而，在承接巨額以上工程時，施工面臨介面繁複及技術性高等窒礙，其中包括規劃設計、履約管理及品管監造等階段。近年來，國軍各級工程主辦機關常因專業人力不足或工程執行能量負荷過重等因素，無法如期、如質的推動工程任務，因而經常造成發包時程延誤、變更設計、追加預算、施工進度落後、契約爭議與工程糾紛等情事。因此，國軍嘗試以委外專案營建管理方式執行工程任務，希望藉由專業諮詢協助工程主辦機關在履約執行上能兼顧品質與預算，改善工程執行的成效。

然而，檢視近年國軍各工程主辦機關在軍事工程導入 PCM 之成效不彰，故希尋求改善委託 PCM 績效之作業模式，以提高工程執行績效。本研究透過文獻回顧及專家訪談之歸納整理，初探軍事工程導入 PCM 效益評估及現階段執行之盲點及因應對策，找出工程生命週期各階段之不同工作指標，以參與近年花東地區相關軍事工程之營建人員為對象填寫問卷，並將問卷匯整進行統計分析，得出各階段主要影響因子，做為提供未來國軍導入專業營建管理於工程執行上，改善之參考方向與重點。

關鍵字：軍事工程、專業營建管理、效益評估、PCM

