

報告單位：三組/(潘復華、許志福)

報告事項：「污泥特性分析與鑑識技術」相關論文 6 篇

說明：

本報告針對污泥特性分析之鑑識技術，蒐集彙整了各種相關污泥特性及鑑識方法如：印刷電路板(PCB)污泥、氟化鈣污泥、皮革污泥、TFT-LCD、食品製造業污泥、紙漿製造業污泥及都市廢水污泥的特性，與使用 THM-GC/MS、FTIR、HPSEC/UV 及共軛焦顯微鏡等鑑識技術，再配合 PCA 統計方法進行污泥特性鑑識與處理處置之參考，而這些鑑識技術及 PCA 統計方法也已逐步應用在廢水處理效率及污泥減量與再利用上，是一項快速又可及時監測之方法。

針對「污泥特性分析與鑑識技術」，本報告提報與計畫相關之技術論文 6 篇，內容摘要如下：

1. 工業污泥回收再利用之致死劑量評估^{<1>}

本研究結果可提供各種來源之污泥毒性定量排序，及污泥回收再利用之參考。且由研究結果顯示印刷電路板(PCB)污泥有高濃度的銅，皮革污泥中的鉻溶出試驗超過台灣環保署之管制標準，應被歸列為有害性廢棄物。而由致死劑量分析結果顯示毒性 EC₅₀ 排序為：PCB 污泥>氟化鈣污泥>皮革污泥，PCB 污泥毒性與氟化鎘毒性相近，而皮革污泥毒性似乎相對較低。對於可能被回收再利用之污泥而言，其最大可容許之安全濃度(ca. EC₁₀₀/100)分別為氟化鈣污泥：9.68 mg/L，PCB 污泥：42.1 mg/L，皮革污泥：176 mg/L。

可能參考事項

本研究針對 PCB 污泥、氟化鈣污泥、皮革污泥致死劑量評估研究，除提供污泥毒性定量排序，及污泥回收再利用之參

考外，亦由 XRD 測試、化學組成及重金屬分析、陰離子分析等檢測結果提供相關之污泥特徵。

2. 使用好氧、厭氧/間氧序列式批次生物處理 TFT-LCD 廢水^{<2>}

TFT-LCD 製造業因製程中需使用大量水而造成廢水及污泥產生量大情形，為解決廢水及污泥造成之汙染問題，遂採用好氧/厭氧連續批次反應 (Sequencing batch reactor, SBR) 之廢水處理方式，處理含 dimethyl sulfoxide (DMSO), monoethanolamine (MEA), tetra-methyl ammonium hydroxide (TMAH) 等有機汙染物，而由長期監測結果顯示可有效處理含 DMSO、MEA、TMAH 等有機物，且由 TFT-LCD 廢水中 DMSO、MEA、TMAH 之生物處理結果可了解 DMSO、MEA、TMAH 在生物處理過程中之衍生物轉化機制如 DMSO 會降解成 dimethyl sulfide (DMS), methanethiol (MT), H₂S，TMAH 會降解成 trimethylamine (TMA), dimethylamine (DMA), and methylamine (MA)，另外由厭氧方式處理 DMSO 時之生物分解所產生的 DMS 惡臭問題則需進一步考慮因應方法。

可能參考事項

TFT-LCD 製造業之廢水含有 DMSO, MEA, TMAH 等有機汙染物，但在生物處理過程中因衍生物轉化機制 DMSO 會降解成 DMS, MT, H₂S，TMAH 會降解成 TMA, DMA and MA，此衍生物轉化機制所產生之副產物可作為廢水特徵建置之參考。

3. 以 THM-GC/MS 分析污泥中大分子有機物^{<3>}

本文採用 thermally assisted hydrolysis and methylation-gas chromatography-mass spectrometer (THM-GC/MS) 分析食

品製造業污泥及紙漿製造業污泥與都市廢水污泥中之大分子有機物，由 THM-GC/MS 定性半定量分析結果顯示可以將食品、紙漿、都市廢水污泥區分出含脂質、木質素、含氮化合物等三個族群，由定量分析結果可以將紙漿業污泥(由木質素、低含氮量及脂肪酸分佈)與食品業、都市廢水污泥區辨出來，另外也可以由含氮化合物如尿素和咖啡因定量結果來分辨都市廢水污泥與食品污泥。

可能參考事項

THM-GC/MS 可快速定性定量分析污泥中大分子有機物。

4. 以熱分析及 FTIR 研究廢水處理廠內污泥熱值與有機成份^{<4>}

以熱分析 (Thermogravimetry (TG)/Differential Thermal Analysis (DTA) and Differential Scanning Calorimetry (DSC) 分析都市污泥熱值及以 FTIR 分析污泥中之有機官能基如：含雙鍵 C=O 的脂肪族，及含 O-H, N-H 官能基之有機物，由分析結果之熱值及碳、氮裂解溫度等參數可做為污泥採用燃燒處理方式而減少送去掩埋廠之處理量。

可能參考事項

FTIR 可分析污泥中有機官能基如：含雙鍵 C=O 的脂肪族，及含 O-H, N-H 官能基之有機物，可提供快速鑑識污泥中有機物之類型。

5. 運用影像分析及統計分析技術辨識活化污泥之變異性^{<5>}

藉由使用影像分析觀察馴養在污泥中之微生物的外觀形狀及形成群聚之生物量，並運用統計分析技術(PCA)來辨識活化污泥之變異性，統計參數包括：

(1) 馴養條件：化學需氧量、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、

總懸浮固體、污泥體積指數

(2)影像觀察結果：群聚大小(例如 $Deq < 25\mu m$, 小； $25\mu m < Deq < 250\mu m$, 中； $Deq > 250\mu m$, 大)、長、寬、凹、凸、群聚面積、群聚數量

(3)螢光顯微鏡檢測結果：由紅色與綠色螢光區塊來區分微生物的 Gram-negative/Gram-positive、viable/damaged 比值及群聚與細絲狀部分所呈現的面積及平均密度。再經由 PCA 統計分析結果可以得到 84% 以上之有效辨識率。

可能參考事項

可用影像分析方法觀察微生物的外觀形狀及形成群聚之生物量，並運用 PCA 來辨識活化污泥之變異性。

6. 使用監測污泥之物性/化性及統計分析技術兩種方法取得較佳之廢水處理操作條件^{<6>}

本文採用 HPSEC/UV(high pressure size exclusion chromatography/ UV-Vis spectroscopy) 及共軛焦顯微鏡 (Confocal Laser Scanning Microscopy) 影相系統來觀察污水處理廠內污泥中微生物細胞、EPS (extra-cellular polymeric substances) 的分布及含量，與分析污水處理廠內污泥中蛋白質和多醣體的含量，並由蛋白質和多醣體的含量正規化後轉換至每克中之生物量，來了解 EPS 的分子量大小及分佈與每克生物量中 EPS 的生產率，再結合 PCA 統計分析技術可以得到一個即時監測及較佳之廢水操作系統與污泥處置方式。

可能參考事項

採用 HPSEC/UV 及共軛焦顯微鏡影相系統可觀察污泥中微生物細胞及分析蛋白質和多醣體的含量。

參考文獻

1. Kae-Long Lin, Bor-Yann Chenb, Dose–mortality assessment upon reuse and recycling of industrial sludge, *Journal of Hazardous Materials* 148 (2007) 326–333
2. Chin-Nan Lei , Liang-Ming Whang , Po-Chun Chen, Biological treatment of thin-film transistor liquid crystal display (TFT-LCD)wastewater using aerobic and anoxic/oxic sequencing batch reactors, *Chemosphere* 81 (2010) 57– 64
3. Emilie Jarde*, Laurence Mansuy, Pierre Faure, Characterization of the macromolecular organic content of sewage sludges by thermally assisted hydrolysis and methylation-gas chromatography_mass spectrometer(THM-GC/MS), *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 68– 69 (2003) 331–350
4. Jader de Oliveira Silva , Guimes Rodrigues Filho, Carla da Silva Meireles, Sabrina Dias Ribeiro, Júlia Graciele Vieira, Cleuzilene Vieira da Silva, Daniel Alves Cerqueira, Thermal analysis and FTIR studies of sewage sludge produced in treatment plants. The case of sludge in the city of Uberlândia-MG, Brazil, *Thermochimica Acta* 528 (2012) 72– 75
5. D.P. Mesquita, A.L. Amaral, E.C. Ferreira, Characterization of activated sludge abnormalities by image analysis andchemometric techniques,*Analytica Chimica Acta* 705 (2011) 235– 242
6. A.C. Avella , T. Go'rner, J. Yvon, P. Chappe , P. Guinot-Thomas, Ph. de Donato, A combined approach for a better understanding of wastewater treatment plants operation:

Statistical analysis of monitoring database and sludge physico-chemical Characterization, water research 45(2011) 981-992