

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以新穎 3D 電混反應器去除高科技產業廢水新興污染物 Ga,
In, Mo 及其他污染物與生物急毒性評估
研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 100-2622-E-040-003-CC3
執行期間：100 年 06 月 01 日至 101 年 07 月 31 日
執行單位：中山醫學大學公共衛生學系(所)

計畫主持人：張時獻

計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：鄭文哲
大專生-兼任助理人員：許瑞強
大專生-兼任助理人員：陳國顥

公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，研究成果報告(精簡版)2
年後可公開查詢

中華民國 101 年 10 月 26 日

中文摘要：本研究探討 2D 及 3D 電混對高科技產業廢水 Ga、In、Mo 及 Cr⁶⁺ 去除效果，同時評估有機溶劑 DMSO 及 acetone 對於電混去除金屬影響及電混處理液毒性。電混實驗電極材質為鐵，NaCl 為電解質。當使用 2D 電混時，Ga、In 及 Mo 去除隨電流增加而增加。當電流為 0.3A 時，要達成 Ga 及 In > 99% 去除率所需時間分別為 9 及 12 分鐘，Mo 需高電流(0.9A)才可有效去除(89%, 15min)。電解質 0.5- 2 g/L 對電混去除 Ga、In 及 Mo 無明顯影響。3D 電混去除 Ga、In 及 Mo 速度比 2D 電混快。3D 電混對 Ga、In 及 Mo 去除隨電流增加而增加，當電流為 0.075 A 時，3D 電混可在 3 分鐘內去除 > 95% Ga 及 In。當電流為 0.6 A 時，則在 15 分鐘內去除 75% Mo。DMSO 在 1000 mg/L 及 acetone 在 250-1000 mg/L 對 Ga 初期(0-6 分鐘)去除率有抑制作用，但對 In 及 Mo 無明顯影響。2D/3D 電混對於 Cr⁶⁺ 去除實驗結果指出 3D 電混去除 Cr⁶⁺ 速度遠快於 2D 電混。添加 Fe²⁺ 可增加 Cr⁶⁺ 去除，隨 Fe²⁺ 添加濃度越高 3D 電混對 Cr⁶⁺ 去除越快。毒性分析結果指出電混處理液毒性不高(> 16%)，其主要來源可能為電混過程產生 OCl 所致。以上研究結果指出 3D 電混為一具潛力方法可以有效去除 Ga、In、Mo 及 Cr⁶⁺ 廢水。

中文關鍵詞：Ga, In, Mo, Cr⁶⁺, 高科技廢水, 電混, 毒性評估

英文摘要：This study investigated the removal of Ga, In, Mo, and Cr⁶⁺ in high-tech industry wastewater by two-dimensional (2D) and three dimensional (3D) electrocoagulation (EC). The influences of DMSO and acetone on electrocoagulation and toxicity evaluation were also evaluated. The EC experimental conditions were: metals ions of 100 mg/L, electrode materials of iron, and supporting electrolyte of NaCl. When 2D EC was used, Ga, In and Mo removal increases with increasing current. Greater than 99% removals were obtained at 9 and 12 min for Ga and In, respectively. 89% of Mo was removed at 0.9 A after 15 min. The applied NaCl (0.5-2 g/L) did not noticeably inhibited Ga, In and Mo removal by 3D EC. Ga, In and Mo removals by 3D EC were much faster than those by 2D EC and the removal rates increased with the applied current. At 0.3 A, above 95% of Ga and In were removal by 3D EC within 3 min. When the current of 0.6 A, 75% of Mo was removed after 15 min. DMSO at 1000 mg / L and acetone at 250-1000 mg / L inhibited

Ga removed in during first 6 minutes and did not obviously influenced In and Mo removal. The removals of Cr6+ by 2D and 3D EC were also compared. 3D EC removed Cr6+ faster than that by 2D EC. The addition of Fe2+ enhanced Cr6+ by 3D EC. The Cr6+ removal increased with the Fe2+ doses. Toxicity evaluation pointed out that the toxicity of the EC-treated Ga, In, and Mo solution was low (> 16%). The slight toxicity of the treated solution may be attributed to the low active chlorine in the solution. To conclude, the 3D EC is a potential approach for effective removal of Ga, In, Mo, and Cr6+ containing wastewater.

英文關鍵詞： Ga, In, Mo, Cr6+, high-technical industrial wastewater, electrocoagulation, toxicity evaluation

行政院國家科學委員會補助產學合作研究計畫成果精簡報告

計畫名稱：以新穎 3D 電混反應器去除高科技產業廢水新興污染物

Ga, In, Mo 及其他污染物與生物急毒性評估

計畫類別： 先導型 開發型 技術及知識應用型

計畫編號：NSC 100-2622-E-040-003-CC3

執行期間：2011 年 06 月 01 日至 2012 年 07 月 31 日

執行單位：中山醫學大學

計畫主持人：張時獻

共同主持人：

計畫參與人員：鄭文哲，許瑞強，陳國顥

研究摘要(500 字以內)：

本研究探討 2D 及 3D 電混對高科技產業廢水 Ga、In、Mo 及 Cr^{6+} 去除效果，同時評估有機溶劑 DMSO 及 acetone 對於電混去除金屬影響及電混處理液毒性。電混實驗電極材質為鐵，NaCl 為電解質。當使用 2D 電混時，Ga、In 及 Mo 去除隨電流增加而增加。當電流為 0.3A 時，要達成 Ga 及 In > 99% 去除率所需時間分別為 9 及 12 分鐘，Mo 需高電流(0.9A)才可有效去除(89%, 15min)。電解質 0.5- 2 g/L 對電混去除 Ga、In 及 Mo 無明顯影響。3D 電混去除 Ga、In 及 Mo 速度比 2D 電混快。3D 電混對 Ga、In 及 Mo 去除隨電流增加而增加，當電流為 0.075 A 時，3D 電混可在 3 分鐘內去除 > 95% Ga 及 In。當電流為 0.6 A 時，則在 15 分鐘內去除 75% Mo。DMSO 在 1000 mg/L 及 acetone 在 250-1000 mg/L 對 Ga 初期(0-6 分鐘)去除率有抑制作用，但對 In 及 Mo 無明顯影響。2D/3D 電混對於 Cr^{6+} 去除實驗結果指出 3D 電混去除 Cr^{6+} 速度遠快於 2D 電混。添加 Fe^{2+} 可增加 Cr^{6+} 去除，隨 Fe^{2+} 添加濃度越高 3D 電混對 Cr^{6+} 去除越快。毒性分析結果指出電混處理液毒性不高(> 16%)，其主要來源可能為電混過程產生 OCl 所致。以上研

究結果指出 3D 電混為一具潛力方法可以有效去除 Ga、In、Mo 及 Cr⁶⁺ 廢水。

人才培育成果說明：

已培育相關廠商人員及學生相關

技術研發成果說明：

3D 電混法為一低成本簡單廢水處理技術，3D 電極具廣大表面積，可有效提升對污染物去除速度，節省處理時間及電力，本研究提供合作廠商相關 3D 電混處理原理、機制、技術及操作應注意關鍵事項，亦培植廠商廢水相關處理技術研發、創新潛力。

技術特點說明：如上

可利用之產業及可開發之產品：

3D 電混技術可有效提升對多種污染物去除速度及生物毒性，節省處理時間及電力。本技術研發成果應用範圍極廣，包括多種工業廢水，極具發展潛力。可增加合作廠商廢水處理能力及技術，提升工業界設置廢水處理廠意願，進而減少環境污染負荷、促進環境保護及維護居民健康目的，為一極具實務應用與發展潛力技術

推廣及運用的價值：

3D 電混技術可有效提升對多種污染物去除速度及生物毒性，可增加合作廠商廢水處理能力及技術，提升工業界設置廢水處理廠意願，具推廣及應用價值。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2012/10/25

國科會補助計畫	計畫名稱：以新穎3D電混反應器去除高科技產業廢水新興污染物Ga, In, Mo及其他污染物與生物急毒性評估
	計畫主持人：張時獻
	計畫編號：100-2622-E-040-003-CC3 學門領域：環境工程
無研發成果推廣資料	

100 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：張時獻		計畫編號：100-2622-E-040-003-CC3				計畫名稱：以新穎 3D 電混反應器去除高科技產業廢水新興污染物 Ga, In, Mo 及其他污染物與生物急性毒性評估	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	1	1	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	1	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

本產學合作計畫研發成果及績效達成情形自評表

成果項目		本產學合作計畫 預估 研究成果及績效指標 (作為本計畫後續管考之參據)	計畫達成情形
技術移轉		預計技轉授權 0 項	完成技轉授權 0 項
專利	國內	預估 0 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
	國外	預估 0 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
人才培育		博士 0人，畢業任職於業界0人	博士 0人，畢業任職於業界0人
		碩士 0人，畢業任職於業界0人	碩士 0人，畢業任職於業界0人
		其他 0人，畢業任職於業界0人	其他 2人，畢業任職於業界0人
論文著作	國內	期刊論文 0 件	發表期刊論文 0 件
		研討會論文 0 件	發表研討會論文 0 件
		SCI論文 0 件	發表SCI論文 0 件
		專書 0 件	完成專書 0 件
		技術報告 0 件	完成技術報告 0 件
	國外	期刊論文 0 件	發表期刊論文 0 件
		學術論文 0 件	發表學術論文 0 件
		研討會論文 0 件	發表研討會論文 0 件
		SCI/SSCI論文 0 件	發表SCI/SSCI論文 0 件
		專書 0 件	完成專書 0 件
		技術報告 0 件	完成技術報告 0 件
其他協助產業發展之具體績效		新公司或衍生公司 0 家	設立新公司或衍生公司(名稱)：

計畫產出成果簡述：請以文字敘述計畫非量化產出之技術應用具體效益。(限 600 字以內)

計畫成果自評部份：本計畫研究內容與原計畫相符，本研究結果與原計畫相符，已達成預期目標，研究成果具學術及應用價值、適合在學術期刊發表。

達成預期成果部分包括電析製備 Cu/ACF 觸媒活性碳、Cu/ACF 吸附 H-acid 成效微波再生 Cu/ACF 之效果，脫附液性質及生物毒性評估，本研究結果於學術研究預計發表國外 SCI 期刊論文一篇。在應用價值於面,提供合作廠商電析法製備 Cu/ACF 技術相關學理，機制及操作參數、提供 Cu/AC 吸附及微波再生法處理工業廢水難分解有機物最適化操作條件。為更進一步提升吸附/再生技術之可行性，本研究更進一步利用超音波 US/PS 再生活性碳，以提升本技術應用可行性。本計畫執行同時訓練廠商及學生對廢水問題解決能力，並提供廢水處理各項相關訓練，培植合作廠商在廢水處理技術研發潛力及人才。

本研究結果與原計畫相符，已達成預期目標，研究成果具學術及應用價值、適合在學術期刊發表。