

水質分析

鐵修飾二氧化鈦奈米管陣列搭配光電催化技術去除水中三氯乙烯 Photoelectrocatalytic Removal of Trichloroethylene by Iron Modified Titanate Nanotube Arrays Photoelectrode

彭彥彬(Y.P, Peng)¹, 陳嘉宏(C.H, Chen)^{1*}

¹ 國立中山大學環境工程研究所 chiahungchen@g-mail.nsysu.edu.tw

摘要

本研究透過陽極氧化法及方波伏安電化學沉積法合成鐵修飾二氧化鈦奈米管陣列(Fe-TNAs)，並鑑定其表面物化特性及測試其光電催化性能，最後將 Fe-TNAs 製成光電極並搭配光電催化(PEC)技術去除三氯乙烯(TCE)。FE-SEM 結果顯示，鐵呈現不規則形狀沉積於管徑約 80-100 nm 之表面，此外，透過 EDS 分析之鐵含量約為 1.43% 並均勻分佈於管口表面。XRD 結果顯示， 2θ 在 25.32° 、 37.80° 、 48.04° 、 53.92° 及 55.00° 顯示出銳鈦礦之特徵峰，經過鐵修飾後，銳鈦礦訊號明顯提升，說明利用鐵修飾可以提高 TNAs 之結晶性。XPS 結果顯示，在 710.8 及 724.2 eV 顯示出 Fe^{3+} 特徵峰，此外，在 719.8 及 733.0 eV 顯示出 Fe^{3+} 之衛星峰。UV-vis DRS 結果顯示，TNAs 經過鐵修飾後，其吸收波長從 377 nm 紅移至 410 nm，其能階從 3.19 eV 降低至 2.80 eV。光電流、EIS 及 Mott-Schottky 結果顯示，TNAs 經過鐵修飾後，其光電流量、電子壽命及載流子密度分別提升至 4.82 mA/cm^2 、130.3 ms 及 $4.49 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ，此外，其極化電阻、空乏層寬度及德拜長度分別降低至 35.6Ω 、7.25 nm 及 1.23 nm。TCE 降解實驗中，Fe-TNAs 搭配 PEC 技術為最有效去除水中 TCE 之方法，其反應速率常數約為 1.9036 hr^{-1} 。此外，EPR 及自由基捕捉測試結果顯示，光生電洞(h^+)及氫氧自由基($\cdot\text{OH}$)為去除 TCE 之物種，最後將 TCE 轉化成三氯甲烷(TCM)及二氧化碳。綜上所述，Fe-TNAs 搭配 PEC 技術可以有效分離光生電荷，其有利於產生 h^+ 及 $\cdot\text{OH}$ 並提高 TCE 之去除效率。此外，本技術對於環境負荷較低，因此其應用在土壤與地下水處理具有很好的前景。

關鍵字：鐵、二氧化鈦奈米管陣列、光電催化技術、三氯乙烯

Keywords: Iron, titanate nanotube arrays, photoelectrocatalysis, trichloroethylene

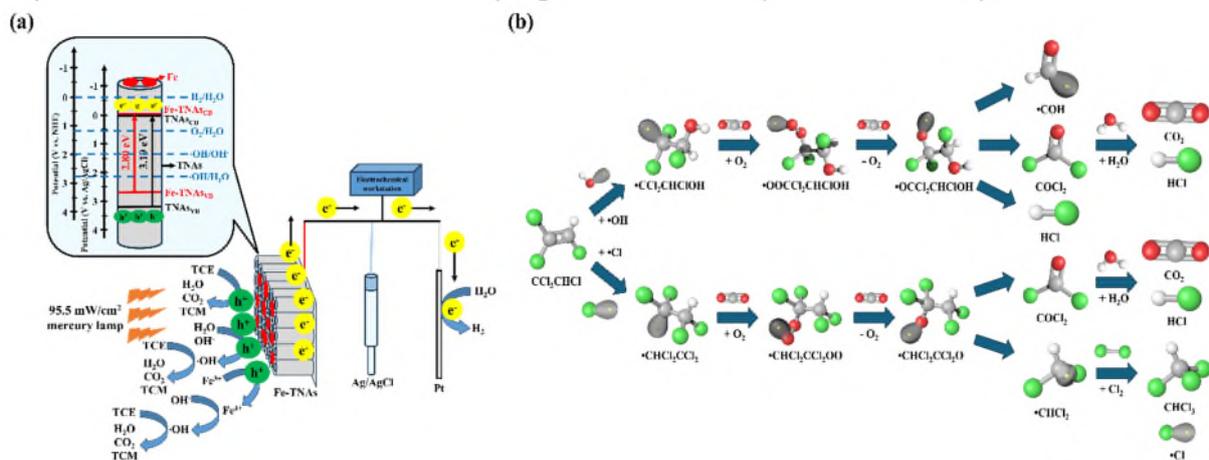


圖 1、Fe-TNAs 搭配 PEC 技術去除 TCE 之(a)反應機制及(b)反應途徑。