

過渡金屬催化自由基於超音波與紫外光中降解新興污染物

Transition metals – catalyzed degradation of Emerging Contaminants by free radicals in ultrasonic and ultraviolet system

國立台灣大學 環境工程學研究所 碩士班二年級 吳怡君

國立台灣大學 環境工程學研究所 碩士班二年級 胡奕博

指導教授：駱尚廉 教授

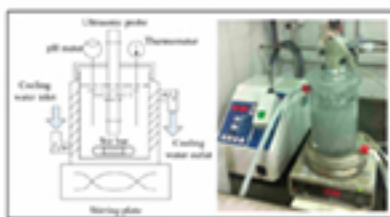
創意重點

新興污染物對人類生態與環境的危害日益嚴重，本創意研究選用物化性質穩定性高的全氟辛酸(PFOA)作為難降解新興污染物之研究对象，來研發能高效去除與礦化持久性有機污染物的處理技術。利用以下結合系統降解PFOA，將其轉化為無害的最終產物(CO₂、F⁻)：

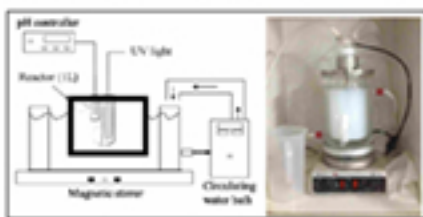
- 1. 超音波-自由基結合系統：**利用電能轉化為動能並在水中產生大量微小氣泡，氣泡因生成、擴大、崩解而產生瞬間的高溫高壓，而在氣相與液液相的交界處發生化學反應，於熱裂解(pyrolytic cleavage)過程中生成具強氧化力的氫氧自由基來氧化污染物，並添加能產生自由基之化學藥劑(如四氯化碳(CCl₄)、Fenton、Fenton-like試劑)，提高其降解效率。
- 2. UV-過渡金屬觸媒結合系統：**利用污染物吸收光能後，電子可由低能階躍升至高能階，當照射之光能足夠時，可以使化學鍵斷裂。光觸媒則以Cu、Fe、Pb三種過渡金屬披覆改質。

創意成果

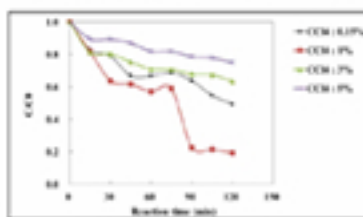
- 1. 超音波-自由基結合系統：**利用(圖一)裝置進行超音波降解實驗。
 - a. (圖三)為添加不同體積百分比的CCl₄在120分鐘內PFOA的降解情形。其中以體積百分比濃度為1%時，降解效率最佳可達約80%，但當CCl₄的體積百分比濃度提高到5%時，效率並未隨之增加。結果顯示此結合系統能有效提升PFOA之降解速率。
 - b. 添加傳統Fenton試劑的PFOA降解情形如(圖四)所示。Fenton試劑產生的氫氧氣泡隨反應的進行而消失，使PFOA之降解速率逐漸增加，說明氫氧氣會抑制PFOA的降解，除了顯示Fenton試劑量無需太多外，亦能證實此系統對於提升PFOA之降解速率具有可行性。
- 2. UV-過渡金屬觸媒結合系統：**利用(圖二)裝置進行紫外光降解實驗。Cu、Fe、Pb分別披覆光觸媒都比純TiO₂觸媒更能促進全氟辛酸之降解，如(圖五)所示。其中以Pb披覆的光觸媒效果最好。再做不同Pb披覆量對降解的影響，由(圖六)可知TiO₂-Pb 0.5 wt% 此最低披覆量之降解效果最佳，三小時內即可將 120 μM之 PFOA 100%降解。
- 3. 經濟性：**考量體積、濃度、去除質量與降解時間等因素，最後用降解每毫克PFOA所要耗費之電量，與前人的研究作比較。從(表一)與(表二)之Efficiency此列可看出，本研究的超音波結合系統與紫外光結合系統之耗能量皆是最低的。
- 4. 應用性：**此研究成果不僅有利於PFOA、PFOS、PPCPs以及EDCs等新興污染物降解技術的研究，還可推動實場處理體系的研發與改進，如：處理合成工業之放流污水、自來水廠中之高級處理，以及河川與地下水的復育等，最終可將成熟的處理技術市場化。



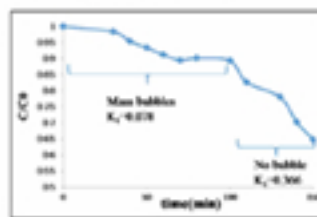
(圖一)



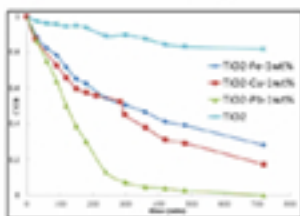
(圖二)



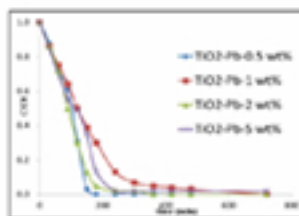
(圖三)



(圖四)



(圖五)



(圖六)

Method	Volume (L)	Initial Conc. (mg/L)	Residual Conc. (mg)	Energy	Time	Cost (USD)	Efficiency (%)	Remark
UV	2	50	39%	3.5	300 min	0.2	63	Murakami et al., 2003
UV	2	50	50%	3.5	300 min	0.075	42	Yoshida et al., 2008
UV	2	50	31%	7.75	300 min	0.09	37	This study
UV	2	50	30%	20	300 min	0.18	40	This study

(表一)

Method	Volume (L)	Initial Conc. (mg/L)	Residual Conc. (mg)	Energy	Time	Cost (USD)	Efficiency (%)	Remark
UV	2	50	39%	3.5	300 min	0.2	63	Chen et al., 2003
UV	2	50	50%	3.5	300 min	0.075	42	Yoshida et al., 2008
UV	2	50	31%	7.75	300 min	0.09	37	This study
UV	2	50	30%	20	300 min	0.18	40	This study

(表二)

創意心得

首先感謝中技社給予我們機會參與這次的創意性比賽，讓我們能腦力激盪地將研究與創作結合，並思考此創意作品對於民生及環境之貢獻。再來感謝駱老師的指導並鼓勵我們積極把握任何機會表現自己，進而從學習與錯誤中成長。此作品或許不盡完美，仍有改善與進步的空間，希望未來能繼續學習相關知識與實驗技術，實際應用於工程。