

## 離子競爭對電磁場輔助奈米級零價鐵反應系統處理高濃度含砷廢水之影響

### 摘要

許多現今的高科技產業製程中產生的高濃度含砷廢水，因廢水中同時含各種陰、陽離子，導致去除水中砷離子過程中尚存許多尚未被釐清的離子競爭現象，進而影響水中砷的去除效果。本研究探討電磁場輔助奈米級零價鐵處理高濃度之含砷廢水，研究過程分別以批次實驗進行單一離子對砷離子去除之影響，另一併觀察水中pH、DO、ORP、 $\text{Fe}^{2+}$ 、總鐵濃度等參數的變化情形。另外並以  $2^{7-3}$  部分因子實驗設計( $2^{7-3}$ Fractional Factorial Design;  $2^{7-3}$ FFD)探討去除砷過程中之複合離子對砷離子去除之競爭情形。

實驗結果發現，於起始pH=4 單一離子系統中，具負面影響之競爭性陰離子依序為： $\text{PO}_4^{3-}$ > $\text{Br}^-$ > $\text{NO}_3^-$ > $\text{SO}_4^{2-}$ ，而系統中 $\text{Ca}^{2+}$ 與 $\text{F}^-$ 可提昇砷離子去除之效率。於複合離子之FFD實驗中，由所得效應估計值與離子交互作用推估結果，發現 $\text{PO}_4^{3-}$ ， $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{F}^-$ 與 $\text{Ca}^{2+}$ 為去除砷重要之影響因子，另外 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 及 $\text{Ca}^{2+}$ 則為As去除之促進因子。此複合離子系統中之FFD實驗結果顯示，各離子對As去除之競爭性強弱依序為： $\text{NO}_3^-$ > $\text{Cl}^-$ > $\text{Ca}^{2+}$ > $\text{Br}^-$ > $\text{F}^-$ > $\text{SO}_4^{2-}$ > $\text{PO}_4^{3-}$ 。

比較單一離子及混和離子兩系統研究結果，發現於單一離子系統中各離子之去除率多高於複合離子系統，且可知複合離子的影響並不等於所有離子的加總，此表示離子之間複雜的交互作用確實存在於系統中。

關鍵字：奈米級零價鐵、砷離子、離子競爭、部分因子實驗設計

### 一、前言

近幾年隨著科技的發展與需求，所使用的材料也有更多的變化，以往以矽為主的半導體元件，漸漸無法符合通訊等相關產業的需求，因此具有高工作頻率、高電子遷移率、低耗電量、低噪音等優點的砷化鎵得以脫穎而出，高科技產業所使用的砷化鎵亦會造成含砷廢水的排放，砷系廢水主要來源為砷化鎵晶片製程中的蝕刻程序的洗滌水。砷系廢水主要特性為低流量(10-100 CMD)，具有高濃度砷(500- 2000mg/Las As) (邱誌忠，2004)

傳統的淨水程序中用以去除水中砷離子的技術主要為混凝配合沈澱和過濾及其衍生方法。在(Forstner, 1998)的論文中則指出混凝法所產生的污泥，砷的含量約為1000-10000 mg/kg 污泥，所產生的污泥之處理可能又是個難題。逆滲透、