

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

活性炭改質(酸及重金屬)及微波-金屬/活性炭觸媒催化分解高濃度石化製程廢水:有機去除、毒性破壞及生物可分解性提升

研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 101-2622-E-040-001-CC3  
執行期間：101年06月01日至102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

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 102年10月29日

中文摘要：本研究以二種方法處理 methyl methacrylate (MMA) 實廠廢水，包括 GAC 及 GAC-metal 吸附及 microwave/oxidants 再生，及高級氧化法處理(Fenton, photo-Fenton)。首先為 GAC 吸附及 MW/oxidants 再生法，研究結果指出 GAC 及 Fe-GAC 皆可有效吸附 MMA 廢水，但使用 microwave/oxidants 方法，不論使用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及 persulfate 皆無法有效再生 GAC 及 Fe-GAC。當使用 Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理 MMA 廢水時，發現二者皆可以去除 MMA 廢水，但使用 photo-Fenton 其效果高於 Fenton oxidation。當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量為  $2 \times 10^{-1}$  M 時，起始 pH0 對 photo-Fenton 去除 MMA 廢水無顯著影響。當不同 UV 光(UVA, UVB, UVC, VUV)被使用時，除 VUV 較低外，其餘三種光源對 MMA 去除皆相近，但對其 COD 去除順序則為 UVC > UVB > VUV > UVA。當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量為  $3 \times 10^{-2}$  M 時，Fe<sup>2+</sup> 濃度可降至  $3 \times 10^{-3}$  M，仍可有效去除 MMA 廢水 (84%)。當使用 magnetite 取代 Fe<sup>2+</sup> 觸媒時，Photo-Fenton 處理 60 分鐘後，其 MMA 及 COD 去除可分別達到 99% 及 84%。以 Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理後，MMA 溶液特徵吸收光譜在 A220-A300 皆已明顯消失。僅在波長 200-220 nm 有部分吸收光譜存在。Vibrio fischeri light inhibition test 被用於評估廢水生物毒性，研究指出 MMA 廢水原液及 Fenton oxidation 處理水毒性高(>99% light inhibition ratio)。Fenton 處理水經添加 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 還原後，其毒性可以下降至 10% 以下。但當使用 photo-Fenton 處理，不論有無添加 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，其處理液毒性皆不高(< 15%)。以上結果指出 photo-Fenton 為一潛力方法，可以用於有效處理 MMA 實廠廢水。

中文關鍵詞：MMA, GAC, microwave regeneration, photo-Fenton

英文摘要：In this study, two kinds of methods were applied for treatment of methyl methacrylate (MMA) real wastewater, including GAC adsorption-microwave (MW)/oxidant regeneration, and advanced oxidation processes (Fenton, photo-Fenton, heterogeneous photo-Fenton). First, GAC adsorption-MW/oxidant regeneration was used. The oxidants were H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and persulfate. Result shows that exhausted GAC and Fe-GAC effectively adsorbed MMA. However, MW/oxidants were unable to effectively regenerate GAC and Fe-GAC. The treatment of MMA wastewater by Fenton oxidation and photo-Fenton was assessed. The removal of MMA wastewater by photo-Fenton were more effective

than that by Fenton oxidation. When H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dose was  $2 \times 10^{-1}$  M, the initial solution pH (pH<sub>0</sub>) did not obviously influence the MMA removal by photo-Fenton. When effects of UVA, UVB and UVC on MMA removal by photo-Fenton were similar, However, the COD removal order was UVC > UVB > VUV > UVA. The When H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> of  $3 \times 10^{-2}$  M was used, the optimal Fe<sup>2+</sup> concentration was  $3 \times 10^{-3}$  M and 84% of COD was removed. When magnetite was used as the catalyst instead of Fe<sup>2+</sup> for photo-Fenton, the removal of MMA and COD were 99% and 84 %, respectively, after 60 min of treatment. Characteristic spectra analysis indicates that the absorption peaks at wavelength 220–300 nm vanished after Fenton oxidation and photo-Fenton treatment. Only small absorption area at 200–220 nm remained in the treated solution. Vibrio fischeri light inhibition test was used to evaluate the biotoxicity of the MMW solution. Result shows that the toxicity of original MMA solution and Fenton-treated solution was high (> 99% light inhibition ratio). After addition of Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, the toxicity of Fenton and photo-Fenton treated solutions were low (< 10%). The above results indicate that photo-Fenton is a potential method to effectively treat the MMA real wastewater.

英文關鍵詞： MMA, GAC, microwave regeneration, photo-Fenton

## 活性碳改質(酸及重金屬)及微波-金屬/活性碳觸媒催化分解高濃度石化製程廢水: 有機去除、毒性破壞及生物可分解性提升

### 摘要

本研究以二種方法處理 methyl methacrylate (MMA)實廠廢水，包括 GAC 及 GAC-metal 吸附及 microwave/oxidants 再生，及高級氧化法處理(Fenton, photo-Fenton)。首先為 GAC 吸附及 MW/oxidants 再生法，研究結果指出 GAC 及 Fe- GAC 皆可有效吸附 MMA 廢水，但使用 microwave/oxidants 方法,不論使用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及 persulfate 皆無法有效再生 GAC 及 Fe- GAC。當使用 Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理 MMA 廢水時，發現二者皆可以去除 MMA 廢水，但使用 photo-Fenton 其效果高於 Fenton oxidation。當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量為  $2 \times 10^{-1}$  M 時，起始 pH<sub>0</sub> 對 photo-Fenton 去除 MMA 廢水無顯著影響。當不同 UV 光(UVA,UVB, UVC,VUV)被使用時，除 VUV 較低外，其餘三種光源對 MMA 去除皆相近，但對其 COD 去除順序則為 UVC > UVB > VUV > UVA。當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量為  $3 \times 10^{-2}$  M 時，Fe<sup>2+</sup>濃度可降至  $3 \times 10^{-3}$  M，仍可有效去除 MMA 廢水(84%)。當使用 magnetite 取代 Fe<sup>2+</sup>觸媒時，Photo-Fenton 處理 60 分鐘後,其 MMA 及 COD 去除可分別達到 99% 及 84%。以 Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理後，MMA 溶液特徵吸收光譜在 A220-A300 皆已明顯消失。僅在波長 200-220 nm 有部分吸收光譜存在。*Vibrio fischeri* light inhibition test 被用於評估廢水生物毒性，研究指出 MMA 廢水原液及 Fenton oxidation 處理水毒性高(>99% light inhibition ratio)。Fenton 處理水經添加 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 還原後，其毒性可以下降至 10% 以下。但當使用 photo-Fenton 處理，不論有無添加 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,其處理液毒性皆不高(< 15%)。以上結果指出 photo-Fenton 為一潛力方法,可以用於有效處理 MMA 實廠廢水。

關鍵字: MMA, GAC, microwave regeneration, photo-Fenton

### Abstract

In this study, two kinds of methods were applied for treatment of methyl methacrylate (MMA) real wastewater, including GAC adsorption-microwave (MW)/oxidant regeneration, and advanced oxidation processes (Fenton, photo-Fenton, heterogeneous photo-Fenton). First, GAC adsorption-MW/oxidant regeneration was used. The oxidants were H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and persulfate. Result shows that exhausted GAC and Fe-GAC effectively adsorbed MMA. However, MW/oxidants were unable to effectively regenerate GAC and Fe-GAC. The treatment of MMA wastewater by Fenton oxidation and photo-Fenton was assessed. The removal of MMA wastewater by photo-Fenton were more effective than that by Fenton oxidation. When H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dose was  $2 \times 10^{-1}$  M, the initial solution pH (pH<sub>0</sub>) did not obviously influence the MMA removal by photo-Fenton. When effects of UVA, UVB and UVC on MMA removal

by photo-Fenton were similar, However, the COD removal order was UVC > UVB > VUV > UVA. The When  $\text{H}_2\text{O}_2$  of  $3 \times 10^{-2}$  M was used, the optimal  $\text{Fe}^{2+}$  concentration was  $3 \times 10^{-3}$  M and 84% of COD was removed. When magnetite was used as the catalyst instead of  $\text{Fe}^{2+}$  for photo-Fenton, the removal of MMA and COD were 99% and 84 %, respectively, after 60 min of treatment. Characteristic spectra analysis indicates that the absorption peaks at wavelength 220-300 nm vanished after Fenton oxidation and photo-Fenton treatment. Only small absorption area at 200-220 nm remained in the treated solution. *Vibrio fischeri* light inhibition test was used to evaluate the biotoxicity of the MMW solution. Result shows that the toxicity of original MMA solution and Fenton-treated solution was high (> 99% light inhibition ratio). After addition of  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , the toxicity of Fenton and photo-Fenton treated solutions were low (< 10%). The above results indicate that photo-Fenton is a potential method to effectively treat the MMA real wastewater.

**Keywords:** MMA, GAC, microwave regeneration, photo-Fenton

## 1. 前言

石油化學工業利用石油、天然氣及煤為原料產製不同用途化學品。例如甲基丙烯酸甲酯(MMA) 製備需由原料 MTBE 及 MeOH, 經裂解、純化及氧化等進行製造, 其含高濃度、高毒性及高難生物分解污染物如苯乙烯、第三丁醇、環氧丙烷、酚、甲苯及甲基丙烯酸甲酯(MMA)等, GAC 吸附可以用於吸附不同有機污染物, 但因活性碳價格高, 所以吸附後之 GAC 需要適當再生, 以降低其操作成本。惟目前以微波-金屬/活性碳處理石化製程廢水相關研究較少。目前用於處理石化製程廢水研究較少, 亟需深入探討。本研究將同時探討以磁鐵礦為觸媒之 photo-Fenton 對 MMA 廢水處理能力。

## 2. 材料與方法 略

## 3. 結果與討論:

### 3.1 GAC 酸洗改質效果

本研究首先探討酸洗 GAC 對吸附 methyl methacrylate (MMA) 實廠廢水效果。酸洗使用 1 M  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  及 persulfate。圖 2 為改質 GAC 對 MMA 廢水吸附情形。結果指出酸洗改質 GAC 並無法增加其對 MMA 廢水吸附能力。可能原因為 MMA 本身不帶電荷, 所以 GAC 改質無法所增加之表面功能基無法有效提升其對 MMA 吸附效果。因為酸洗改質 GAC 無法增加 GAC 吸附 MMA 能力, 所以以下使用未改質 GAC 進行吸附實驗。

### 3.2 不同劑量 GAC 對 MMA 吸附效果

不同劑量 GAC 對 MMA 吸附效果被評估，圖 3a 指出隨 GAC 劑量增加，其對 MMA 之吸附增加。圖 3b 為吸附前後圖譜，可以看 GAC 吸附後 MMA 特徵吸光值明顯下降。另因 GAC 固定低濃度鐵離子應可提高 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 再生效果，以下探討 Fe-GAC 對 MMA 吸附能力。

### 3.3 Fe-GAC 吸附 MMA 能力

本研究將 GAC 沉浸在不同 Fe<sup>2+</sup> 濃度 ( $5 \times 10^{-2}$ – $2 \times 10^{-1}$  M) 後，並將 Fe-GAC 進行 MMA 吸附能力。圖 4a 指出在所使用 Fe<sup>2+</sup> 劑量範圍內會稍微影響 GAC 對 MMA 吸附，但不會很顯著，其原因為可能固定在 GAC 上 Fe<sup>2+</sup> 劑量不高緣故，Fe-GAC 仍可以有效吸附 MMA。不同 pH 值對 Fe-GAC 吸附 MMA 廢水影響被探討，在此可以看出 Fe-GAC，圖 4b 指出在此可以看出僅 pH<sub>0</sub> 為 2 時，Fe-GAC 吸附能力有下降現象，其餘在 pH<sub>0</sub> 4-10 不同有明顯影響，顯示此一 Fe-GAC 吸附 MMA 應用範圍廣。因 Fe-GAC 對吸附 MMA 有效，但 GAC 成本高，為增加其操作可行性，Fe-GAC 吸附 MMA 後，需要再生以提升操作經濟可行性。

### 3.5 MW/oxidants 再生 Fe-GAC 能力

在此探討 MW/oxidants 對 Fe-GAC 再生能力，氧化劑為 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及 persulfate，其濃度為  $2 \times 10^{-3}$  M，圖 5a 可以看出 MW/oxidant 對再生效果不明顯。本研究提升氧化劑濃度看其是否可以提升再生效果。當氧化劑濃度由  $2 \times 10^{-1}$  提升至 3M 時，發現再生效果並無顯著提升(圖 5b)。另探討延長微波時間再生 Fe-GAC 效果，圖 5c 指出當微波時間由 30 s 延長至 120 s，其再生效果亦無法明顯提升。本研究同時探討脫附液特性，圖 5d 及 5e 為再生液吸收光譜，發現吸附於 Fe-GAC 上之 MMA 在 MW/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及 MW/PS 再生過程會釋放出至脫附液。由於微波/oxidants 無法有效再生 Fe-GAC，所以高級氧化法被用於去除 MMA 廢水。

### 3.6 Fenton oxidation 法對 MMA 廢水處理

本研究探討 Fenton oxidation 對 MMA 廢水處理效果，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量  $2 \times 10^{-1}$  M，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : Fe<sup>2+</sup> = 10:1。圖 7a 指出 Fenton oxidation 可以有效去除 MMA 廢水，且在 pH<sub>0</sub> 在 3 及 6 皆有效果。圖 7b 則指出 MMA 去除率隨 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量上升而上升，圖 7c 則指出 Fenton oxidation 可以去除 82% COD，圖 7d 圖譜結果同時指出 MMA 廢水吸光值在吸收波長 220-300 nm 明顯消失，僅 A<sub>220</sub>-A<sub>200</sub> 有些微吸收光譜存在。

在此 Fenton reaction 可以有效去除 MMA 廢水，其主要原因為 Fenton oxidation 法可以產生氧氧自由基，其主要反應為



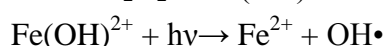
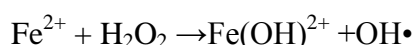
在此發現 pH<sub>0</sub> 3 或 pH<sub>0</sub> 6 對 Fenton oxidation 去除 MMA 無明顯影響。主要原因可能為 MMA 廢水為實廠廢水，為有效去除 MMA 廢水，在此所使用高濃度 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，所以此二 pH<sub>0</sub> 皆可以有效去除 MMA 及 COD。

另有因 UV 可以催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 產生自由基，降低 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 之使用量，本研究將繼續探討 photo-Fenton 對於 MMA 廢水處理效果。

### 3.7 photo-Fenton 處理 MMA 廢水

本研究探討 photo-Fenton 對 MMA 廢水去除效果。首先探討不同 pH<sub>0</sub> 對 MMA 廢水處理效果。在此使用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量為 2 × 10<sup>-1</sup> M，photo-Fenton 可以有效去除 MMA 廢水，在處理 30 分鐘，即去除 95% MMA(圖 8a)。圖 8b 為不同劑量 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 對 photo-Fenton 處理 MMA 影響，結果指出隨 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量增加，MMA 去除率隨之增加，當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 為 3 × 10<sup>-2</sup> M 時，photo-Fenton 處理 60 分鐘，可有效去除 MMA，但當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量提升至 5 × 10<sup>-2</sup> M 時，處理時間可縮短至 30 分鐘(94% MMA 去除率)。圖 8c 指出當 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 為 2 × 10<sup>-1</sup> M 時，在 pH<sub>0</sub> 3 或 6 時，其 COD 去除率皆可以達到 95% 效果。

我們同時比較使用 Fenton 及 photo-Fenton 對 MMA 廢水去除，此可以看出當使用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量為 2 × 10<sup>-1</sup> M 時，使用 photo-Fenton 對 MMA 廢水 COD 去除高於使用 Fenton oxidation，主要原因為 UV 光可以促進 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 產生氫氧自由基。



本研究同時探討不同 UV 光源(UVA, UVB, UVC, VUV)對於 photo-Fenton 處理 MMA 廢水影響(圖 8e)。在此 UVA、UVB、UVC 光源皆為 9W，VUV 為 14W。首先比較 UV alone 對 MMA 廢水破壞能力。圖 8e 指出當使用當 MMA 廢水經 UVA 及 UVB 照射後，其吸收光譜有些微下降情形，但使用 UVC 及 VUV 照射時，MMA 溶液吸收光譜反而有些微上升現象。

圖 8f 則為使用不同 UV 光源進行 photo-Fenton 處理，UV 照射皆為 60 分鐘，結果指出其皆可以有效去除 MMA 廢水。另我們同時比較不同 UV 光源去除 MMA 廢水 COD 之影響(圖 8g)，可以發現 photo-Fenton 對於 MMA 廢水 COD 去除能力依序為 UVC > UVB > VUV > UVA。在此可以發現當不同 UV 光源被使用時，photo-Fenton 對 MMA 去除與對 COD 去除趨勢不一樣，其主要原因可能在此所處理 MMA 廢水為實廠廢水，其成份複雜，MMA 及 COD 去除對象可能不同，MMA 及 COD 去除趨勢不同。

### 3.8 磁鐵礦異質 photo-Fenton 處理

在此使用磁鐵礦(magnetite)做為觸媒，異質性 photo-Fenton 處理 MMA 廢水之效果，圖 9a 指出當使用 40 及 100 g/L 時，photo-Fenton 對 MMA 廢水去除率並不明顯，但當磁鐵礦劑量為 200 g/L 時，發現異質性 photo-Fenton 可以有效去除 MMA 廢水，其可分別在 30 及 45 分鐘，去除 90% 及 95% MMA。圖 9b 為

photo-Fenton 處理液圖譜，可看處理液在吸收波長 220-300 nm 大部分光譜會消失，僅在 200-220 nm 光譜仍有少部分存在。

### 3.9 處理液毒性評估

評估不同程序對廢水處理效果，除其目標污染物及有機濃度(COD)去除外，處理液之毒性去除亦為重要參考因子，本研究以 *Vibrio fischeri* light inhibition test 評估 MMA 溶液處理前後毒性，圖 10 指出 MMA 溶液具急毒性 (100% light inhibition ratio)，當使用 Fenton oxidation 處理後，仍具高毒性(100%)。但當使用不同 UV 光源(UVA, UVB, UVC, VUV)進行 photo-Fenton 處理，可以發現其不論有無加  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，其 photo-Fenton 處理液毒性皆明顯下降，當加  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  後，photo-Fenton 處理液毒性可進一步下降，其應為 photo-Fenton 處理液仍有微量  $\text{H}_2\text{O}_2$  殘餘所致。

若將毒性實驗數據與圖譜結果比較，其在  $A_{220}$ - $A_{300}$  圖譜吸光值下降，處理生物毒性亦同時明顯下降。顯示 photo-Fenton 不僅可以有效去除 MMA 及 COD，其同時可以有效去除 MMA 毒性。由以上結果顯示 photo-Fenton 為一潛力方法可用於去除 MMA 實廠廢水。

### 參考文獻

略

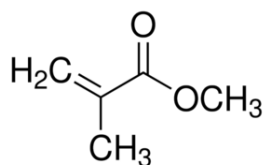


圖 1 甲基丙烯酸甲酯(methyl methacrylate, MMA)分子結構,  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ , M.W. = 100.121  $\text{g mol}^{-1}$ .

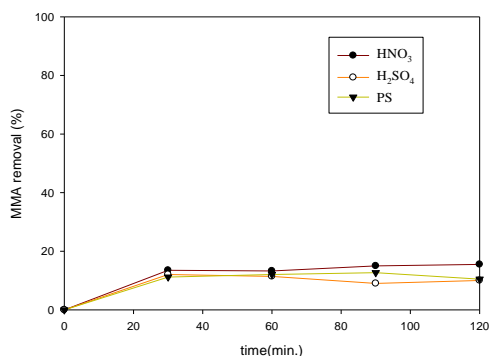


圖 2. 不同酸洗改質 GAC 對 MMA 廢水吸附效果。無機酸  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  及 persulfate



濃度 1M，酸洗時間 60 分鐘。

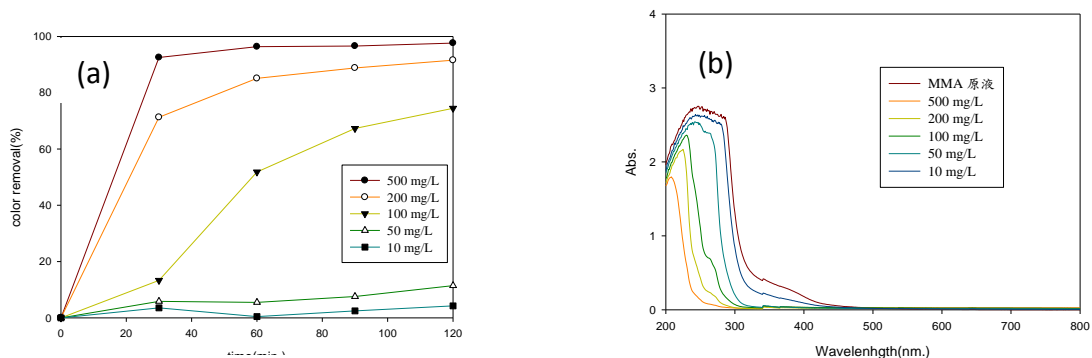


圖 3 不同劑量 GAC 對 MMA 吸附效果(a) 不同 GAC 劑量,(b)吸附前後圖譜變化。

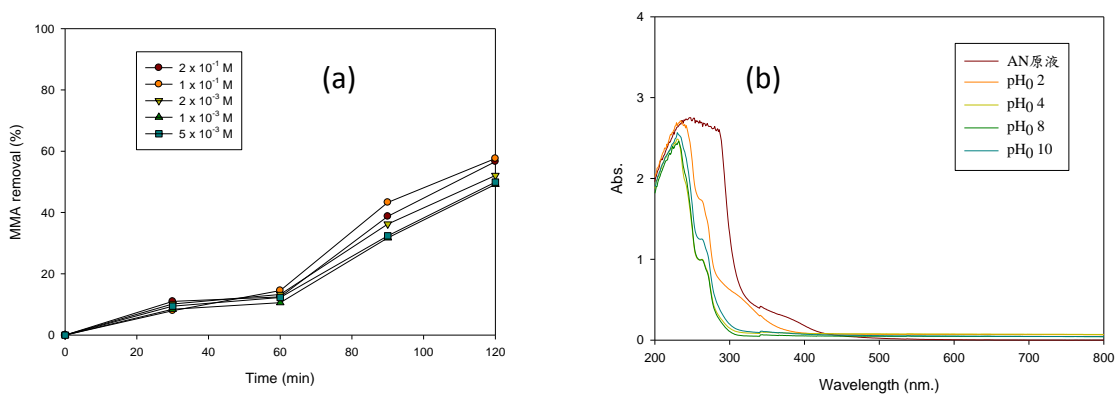


圖 4. Fe-GAC 對 MMA 吸附效果，製備  $Fe^{2+}$ -GAC 條件：(a)不同鐵濃度-GAC 吸附影響， $Fe^{2+}$ 濃度為  $2 \times 10^{-1}$ ,  $1 \times 10^{-1}$ ,  $2 \times 10^{-2}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  及  $5 \times 10^{-3} M$  (b)不同 pH<sub>0</sub> 對 Fe-GAC 吸附 MMA 影響， $Fe^{2+}$ 濃度為  $2 \times 10^{-1} M$ 。

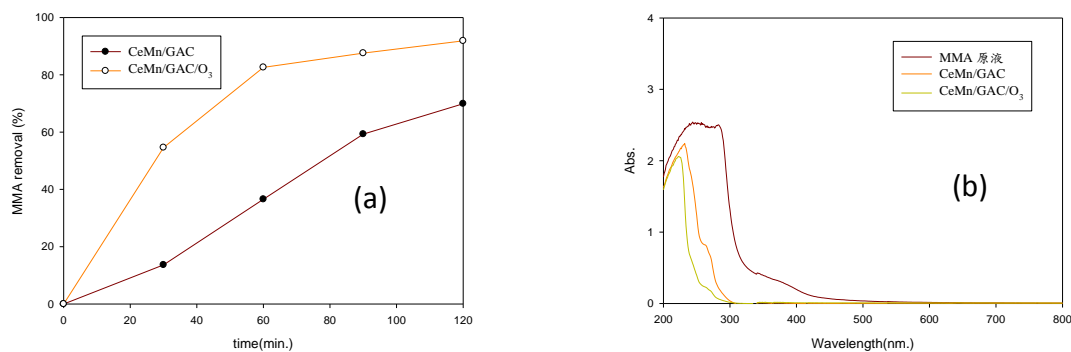


圖 5. CeMn-GAC 及 CeMnGAC/O<sub>3</sub> 對 MMA 色度去除效果。(a)MMA 去除,(b)

圖譜變化。GAC 之 Ce 及 Mn 濃度分別為 10 及 70 mg/kg.

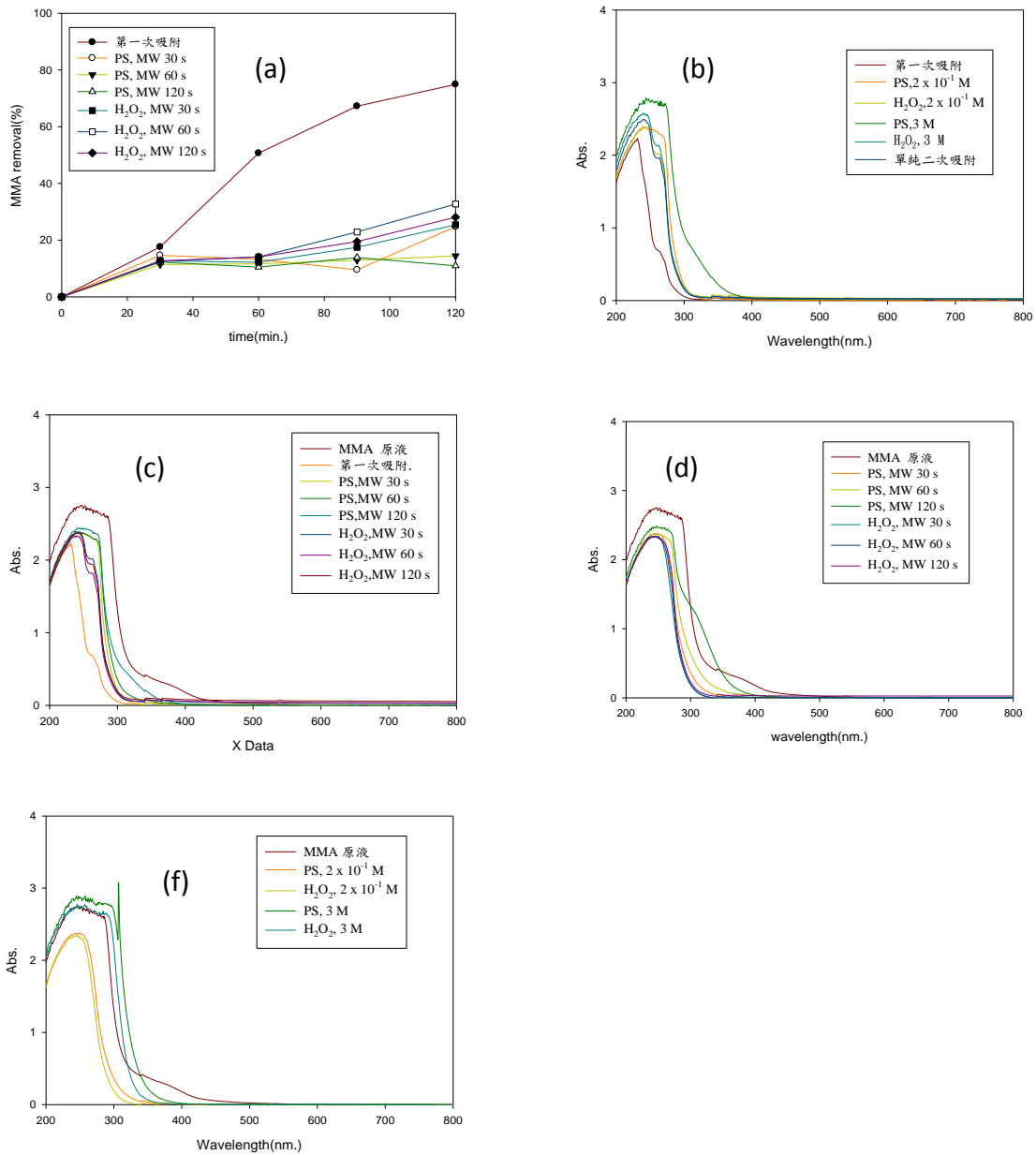


圖 6. MW/oxidants 對 GAC, Fe<sup>2+</sup>-GAC 再生效果。(a)氧化劑及微波時間影響,(2)圖譜變化,(c)MW 時間影響,(d)脫附液圖譜,(e)不同氧化劑濃度對脫附液吸收圖譜。

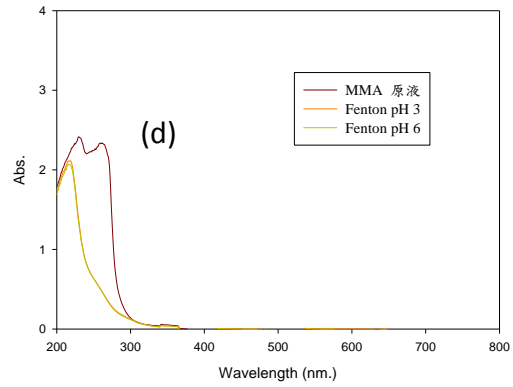
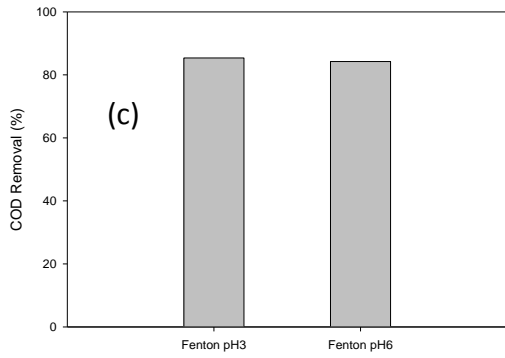
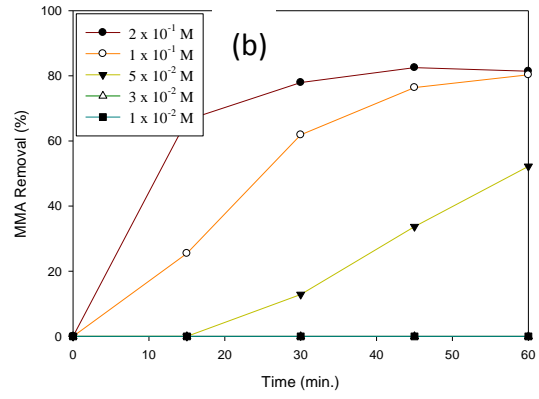
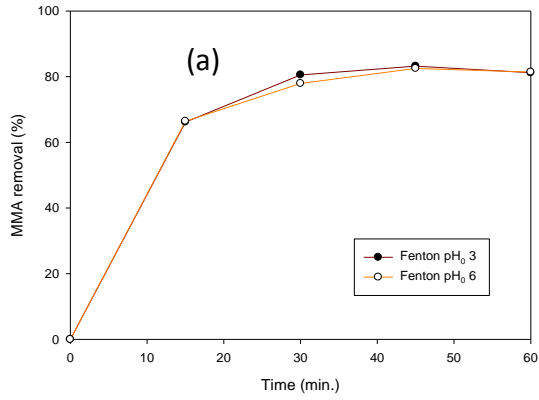
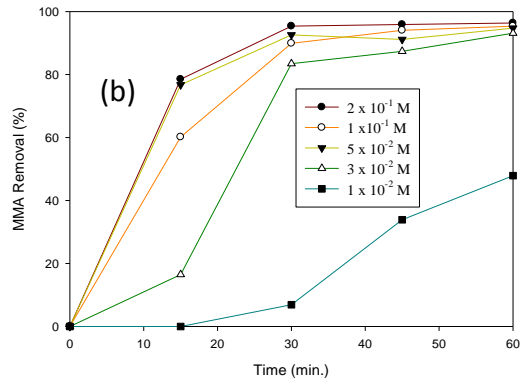
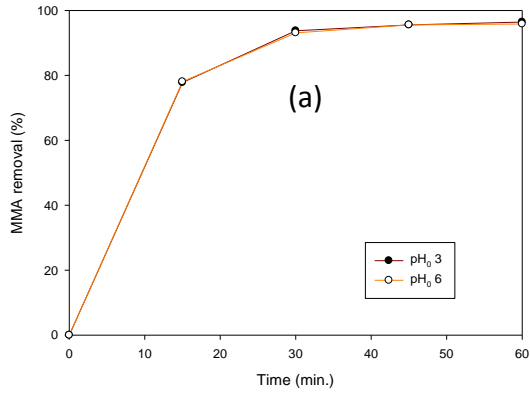


圖 7. Fenton oxidation 處理 MMA 廢水。  
(a)pH<sub>0</sub> 影響, (b)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 劑量影響, (c) COD removal.(e)處理液圖譜。



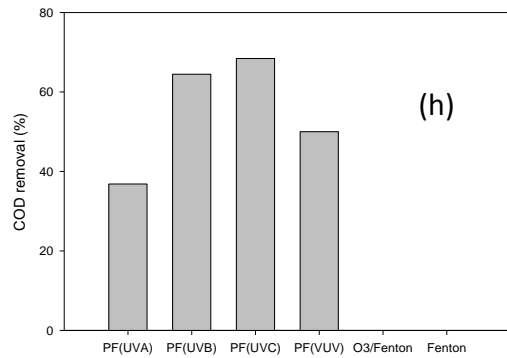
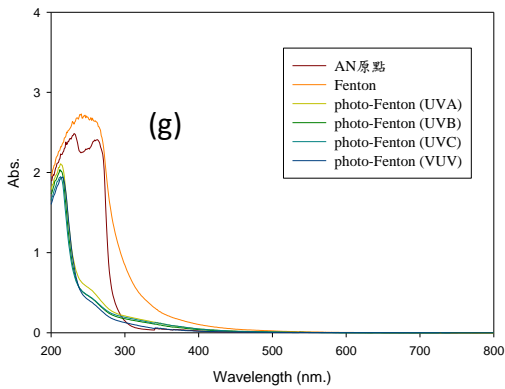
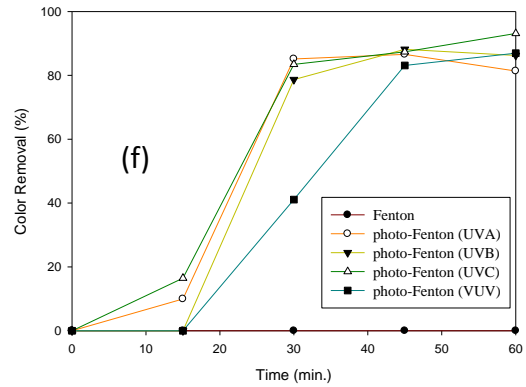
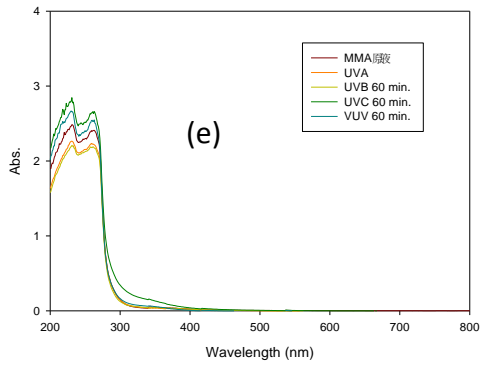
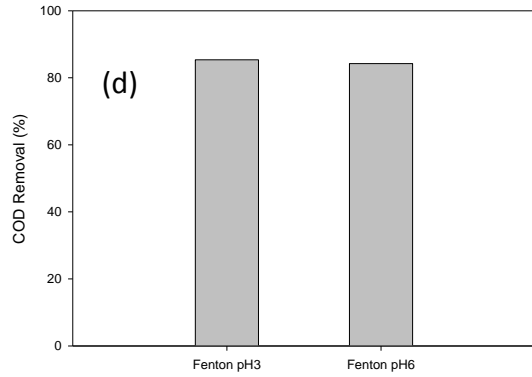
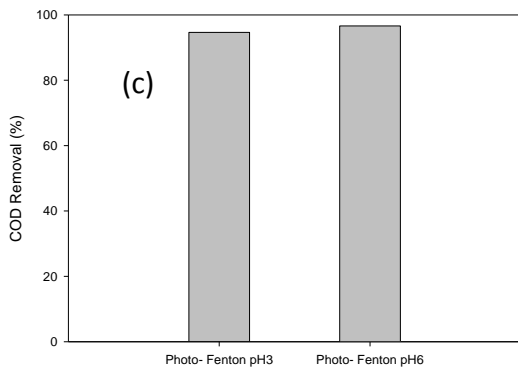


圖 8. Photo-Fe 對 MMA 溶液處理, (a) 不同 pH, (b)  $H_2O_2$  量  $2 \times 10^{-1} M$ , (c) COD 去除, (d) Fenton 及 photo-Fenton 之 COD 去除。 (e) UVC alone 處理後圖譜變化, (f) 不同 UV 光源, (g) COD 去除。

(h)

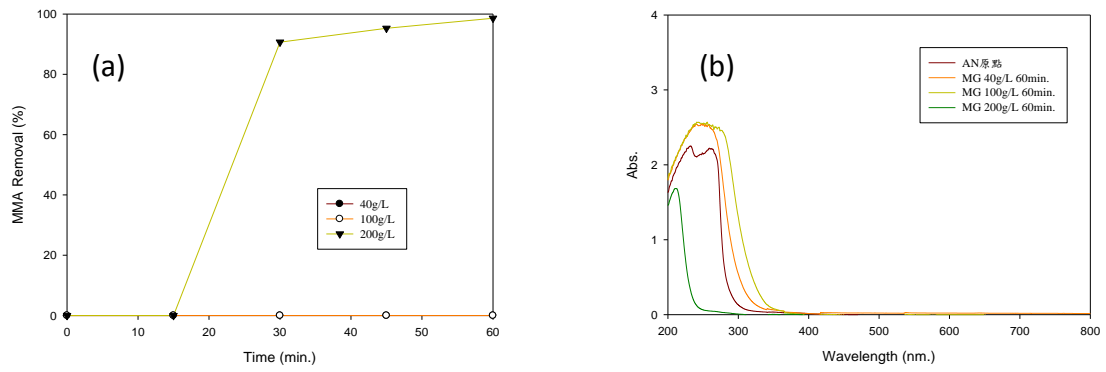


圖 9.以 magnetite 為觸媒，異質 photo-Fenton 對 MMA 廢去除，(a)MMA 去除，(b) 圖譜變化。

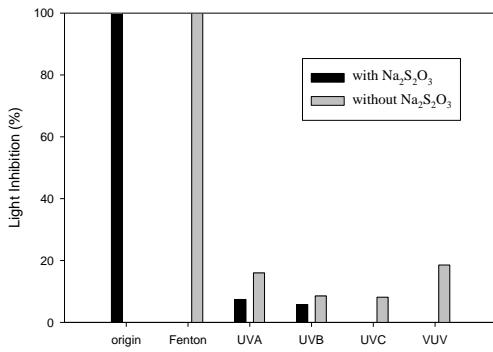


圖 10. Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理之生物毒性。

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/10/28

|           |  |
|-----------|--|
| 國科會補助計畫   | 計畫名稱: 活性碳改質(酸及重金屬)及微波-金屬/活性碳觸媒催化分解高濃度石化製程廢水:有機去除、毒性破壞及生物可分解性提升 |
|           | 計畫主持人: 張時獻   |
|           | 計畫編號: 101-2622-E-040-001-CC3      學門領域: 環境工程                   |
| 無研發成果推廣資料 |  |

101 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：101-2622-E-040-001-CC3 |                 |            |      |                                     |
|---|-------------|-----------------------------|-----------------|------------|------|-------------------------------------|
| 計畫名稱：活性碳改質(酸及重金屬)及微波-金屬/活性碳觸媒催化分解高濃度石化製程廢水:有機去除、毒性破壞及生物可分解性提升 |             |                             |                 |            |      |                                     |
| 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<br/>(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>本研究以二種方法處理 methyl methacrylate (MMA)實廠廢水，包括 GAC 及 GAC-metal 吸附及 microwave/oxidants 再生，及高級氧化法處理(Fenton, photo-Fenton)。GAC 及 Fe- GAC 皆可有效吸附 MMA 廢水，使用 microwave/oxidants 方法，無法有效再生 GAC 及 Fe- GAC。當使用 Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理 MMA 廢水時，發現二者皆可以去除 MMA 廢水，但使用 photo-Fenton 其效果高於 Fenton oxidation。當使用 magnetite 取代 Fe<sup>2+</sup>觸媒時，Photo-Fenton 處理 60 分鐘後，其 MMA 及 COD 去除可分別達到 99% 及 84%。以 Fenton oxidation 及 photo-Fenton 處理後，僅在波長 200-220 nm 有部分吸收光譜存在。MMA 廢水原液及 Fenton oxidation 處理水毒性高(&gt;99% light inhibition ratio)。photo-Fenton 處理，處理液毒性明顯下降。以上結果指出 photo-Fenton 為一潛力方法，可以用於有效處理 MMA 實廠廢水。</p> |
|--|--|

|   | 成果項目            | 量化 | 名稱或內容性質簡述 |
|---|-----------------|----|-----------|
| 科<br>教<br>處<br>計<br>畫<br>加<br>填<br>項<br>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 <b>預估</b> 研究成果及績效指標<br>(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 1 項                                    | 完成技轉授權 1 項        |
| 專利   | 國內 | 預估 1 件  | 提出申請 0 件，獲得 0 件   |
|  | 國外 | 預估 1 件  | 提出申請 0 件，獲得 0 件   |
| 人才培育   |    | 博士 1人，畢業任職於業界1人                               | 博士 0人，畢業任職於業界0人   |
|  |    | 碩士 1人，畢業任職於業界1人                               | 碩士 0人，畢業任職於業界0人   |
|  |    | 其他 1人，畢業任職於業界1人                               | 其他 3人，畢業任職於業界0人   |
| 論文著作   | 國內 | 期刊論文 1 件                                      | 發表期刊論文 0 件        |
|  |    | 研討會論文 1 件                                     | 發表研討會論文 0 件       |
|  |    | SCI論文 1 件                                     | 發表SCI論文 0 件       |
|  |    | 專書 1 件  | 完成專書 0 件          |
|  |    | 技術報告 1 件                                      | 完成技術報告 0 件        |
|  | 國外 | 期刊論文 1 件                                      | 發表期刊論文 0 件        |
|  |    | 學術論文 1 件                                      | 發表學術論文 0 件        |
|  |    | 研討會論文 1 件                                     | 發表研討會論文 0 件       |
|  |    | SCI/SSCI論文 1 件                                | 發表SCI/SSCI論文 0 件  |
|  |    | 專書 1 件  | 完成專書 0 件          |
|  |    | 技術報告 1 件                                      | 完成技術報告 1 件        |
| 其他協助產業發展之具體績效                                      |    | 新公司或衍生公司 1 家                                  | 設立新公司或衍生公司(名稱): 0 |
| <u>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)</u> |    | 目前已完成計畫內容，成果正撰寫中將投稿於國外相關 SCI 期刊               |                   |