

國家科學及技術委員會補助產學合作研究計畫成果精簡 報告

臭氧催化氧化處理氨氮廢水脫氮反應觸媒之開發

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：MOST 110-2622-E-041-003-

執行期間：110年06月01日至111年05月31日

執行單位：嘉藥學校財團法人嘉南藥理大學環境工程與科學系(含碩士班)

計畫主持人：陳世雄

共同主持人：劉瑞美

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：陳臻貞

碩士班研究生-兼任助理：邱暉傑

碩士班研究生-兼任助理：葉興華

碩士班研究生-兼任助理：傅煒傑

處理方式：

公開方式：立即公開

中 華 民 國 111 年 08 月 02 日

中文摘要：本計畫目為製備含銅金屬觸媒應用於廢處理水中之氨氮污染物，研究中使用氧化型觸媒、氧化劑(雙氧水或臭氧)和UV燈進行催化氧化處理高濃度氨氮廢水，研究中改變觸媒金屬氧化物含量、pH值、氨氮濃度以及改變添加於反應系統中的氧化劑種類及添加共催化反應劑等，探討催化氧化變因對於氨氮廢水之處理效能之影響；並以螢光分析法測量不同條件下氫氧自由基生成量；以離子層析儀(IC)測定廢水中氨氮的轉化率與硝酸鹽及亞硝酸鹽生成量與脫氮效率；並以比表面積分析儀(BET)分析觸媒表面之孔隙分布探討對於催化劑氧化活性之關聯性；最後以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定金屬觸媒的金屬溶出量，探討銅金屬觸媒催化氧化水中氨氮之氧化效率之衰減。

由雙氧水結合 UV 催化氧化實驗中，可以觀察到有效氫氧自由基活性生成，反應於 0.05M 雙氧水條件下應用於催化氧化處理含高濃度氨氮廢水時，可以有效地將 80%氨氮轉化為硝酸態氮，而臭氧配合 UV 所進行催化氧化處理含氨氮反應於臭氧添加量並調pH 8.5 狀況下，發現具有更高氨氮轉化效率(99%以上)，最後加入其他輔助藥品時，可使硝酸態氮進一步反應而脫氮，其處理效能可達成 79% 的脫氮效率。

中文關鍵詞：催化氧化、氨氮、氫氧自由基、共催化反應劑、脫氮效率

英文摘要：The purpose of this study is to prepare copper catalysts for removal of nitrogen from ammonium wastewater by catalytic oxidation. In this study, the effect of active metal content in catalyst, pH, ammonium concentration, and activity of oxidants on removal of nitrogen and oxidation efficiency were discussed and the efficiency of nitrogen removal were also concerned in this investigation. The fluorescence spectrum was used to discuss the free radical generation efficiency in catalyst oxidations. The products and intermediates of oxidation were quantitative measured by ion exchange chromatography. The BET was used to identify the pore properties and surface area of catalysts. The leaching metals were measured by the ICP to discuss the activity loss of catalyst. It was found that coupling UV and 0.05M hydrogen peroxide (H₂O₂) in catalytic oxidation system presented a high efficiency and presented a conversion of 80% N-NH₄⁺ from wastewater. On the other hand, the coupling ozone (2L/min ozone) method showed a higher performance to convert over 99% N-NH₄⁺ in catalytic oxidation. Additional salt additive can also successful oxidation N-NH₄⁺ to form nitrate and further converted 79% to nitrogen with from wastewater was achieved with optimum salt additive in catalytic oxidation.

英文關鍵詞：Catalytic oxidation, ammonia nitrogen, hydroxyl radical, co-catalytic agent, ammonia removal

科技部補助產學合作研究計畫成果精簡報告

臭氧催化氧化處理氨氮廢水脫氮反應觸媒之開發

計畫編號：MOST 110-2622-E-041-003

執行期間：110 年 6 月 1 日至 111 年 05 月 31 日

執行單位：嘉藥學校財團法人嘉南藥理大學

計畫主持人：陳世雄

共同主持人：劉瑞美

計畫參與人員：陳臻貞、邱暉傑、葉興華、傅煒傑

處理方式：

公開方式：

☐ 不予公開

公開（如有企業配合款，須與合作企業商議同意）：

☐ 立即公開

☐ 1 年後公開

☒ 2 年後公開

中 華 民 國 111 年 7 月 31 日

摘要

本計畫目為製備含銅金屬觸媒應用於廢處理水中之氨氮污染物，研究中使用氧化型觸媒、氧化劑(雙氧水或臭氧)和 UV 燈進行催化氧化處理高濃度氨氮廢水，研究中改變觸媒金屬氧化物含量、pH 值、氨氮濃度以及改變添加於反應系統中的氧化劑種類及添加共催化反應劑等，探討催化氧化變因對於氨氮廢水之處理效能之影響；並以螢光分析法測量不同條件下氫氧自由基生成量；以離子層析儀(IC)測定廢水中氨氮的轉化率與硝酸鹽及亞硝酸鹽生成量與脫氮效率；並以比表面積分析儀(BET)分析觸媒表面之孔隙分布探討對於催化劑氧化活性之關聯性；最後以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定金屬觸媒的金屬溶出量，探討銅金屬觸媒催化氧化水中氨氮之氧化效率之衰減。

由雙氧水結合 UV 催化氧化實驗中，可以觀察到有效氫氧自由基活性生成，反應於 0.05M 雙氧水條件下應用於催化氧化處理含高濃度氨氮廢水時，可以有效地將 80%氨氮轉化為硝酸態氮，而臭氧配合 UV 所進行催化氧化處理含氨氮反應於臭氧添加量並調 pH 8.5 狀況下，發現具有更高氨氮轉化效率(99%以上)，最後加入其他輔助藥品時，可使硝酸態氮進一步反應而脫氮，其處理效能可達成 79%的脫氮效率。

關鍵字: 催化氧化、氨氮、氫氧自由基、共催化反應劑、脫氮效率

Abstract

The purpose of this study is to prepare copper catalysts for removal of nitrogen from ammonium wastewater by catalytic oxidation. In this study, the effect of active metal content in catalyst, pH, ammonium concentration, and activity of oxidants on removal of nitrogen and oxidation efficiency were discussed and the efficiency of nitrogen removal were also concerned in this investigation. The fluorescence spectrum was used to discuss the free radical generation efficiency in catalyst oxidations. The products and intermediates of oxidation were quantitative measured by ion exchange chromatography. The BET was used to identify the pore properties and surface area of catalysts. The leaching metals were measured by the ICP to discuss the activity loss of catalyst. It was found that coupling UV and 0.05M hydrogen peroxide (H_2O_2) in catalytic oxidation system presented a high efficiency and presented a conversion of 80% $N-NH_4^+$ from wastewater. On the other hand, the coupling ozone (2L/min ozone) method showed a higher performance to convert over 99% $N-NH_4^+$

in catalytic oxidation. Additional salt additive can also successful oxidation N-NH_4^+ to form nitrate and further converted 79% to nitrogen with from wastewater was achieved with optimum salt additive in catalytic oxidation.

Keywords: Catalytic oxidation, ammonia nitrogen, hydroxyl radical, co-catalytic agent, ammonia removal

研究背景

隨著台灣工業多元發展，生產製程及使用原物料眾多，廢水特性日益繁雜，傳統之水質檢測項目如生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體...等處理目標，逐漸地增加其他水質項目如氨氮，而行政院環保署自 100 年開始，逐一依各產業廢水特性訂定其放流水標準，迄今共訂定了石油化學業、晶圓及半導體業、光電業及近期即將公告之化學工業等產業放流水標準，各產業之放流水標準中均將氨氮納入放流水管制之水質項目，過多含氨氮廢水若進入水體中，可能造成藻類大量繁殖，引起河川湖泊水庫之優氧化，並且過度消耗承受水體中之溶氧，進而產生生物毒性，使得水體環境也受到傷害、以及污染地下水等環境問題，故為廢水處理相對重視之水質項目。

氨氮為造成我國水體質不良的主要原因之一，由於民眾環保意識逐漸抬頭，因此環保署對於各產業放流水之氨氮管制日趨嚴格；目前已受到管制規範之產業包含高科技業（光電業、晶圓製造與半導體科學工園區、光電業、晶圓製造與半導體科學工園區）、石化產業工業等，管制濃度自 10 -150 ppm 不等，主要管制濃度差異在於是否為水源水質保護區、新設廠、已設廠與高氮 / 低氮製程而有所差異；同時處理程序選擇上又涉及到用地大小與操作可行性等問題 [3]。根據環保署之調查報告顯示，我國氨氮廢水排放量中 27.7%來自科學園區，24.8%來自石化產業，17.4%來自石化專區，10.6%則來自化工業，上述產所貢獻之氨氮排放，占全國可管制總量之全國可管制總量之 80%左右。因此，環保署針對上述產業進行優先管制作濃度範圍介於 10 -150 ppm，主要管制濃度差異在於是否為水源水質保護區、新設廠既設廠與高氮 / 低氮製程等(管制標準詳環保署所公告各產業放流水標準)。

研究目的

本研究目的是製備矽鋁酸粉體混和金屬及水泥塗佈於載體上，並應用此觸媒於反應系統中，進行臭氧與雙氧水催化氧化處理高濃度含氨氮廢水，並討論酸鹼值的改變、含氨氮溶液之濃度及不同的金屬濃度，將氧化處理後之含氨氮廢水進行水資源回收並評估其效益。最後以 BET 探討塗佈金屬觸媒表面之孔隙特性與氧化活性之相關性；並以 ICP來測量觸媒是否有金屬溶出之情形。

文獻回顧

隨著科技的進步發展，各產業的氨氮排放量也隨之增加，目前國內主要排放氨氮產業包括高科技業、光電業、晶圓製造過程與半導體產業、科學園區、石化產業，化工產業等等，需要自高濃度降至環保署管制之管制濃度 10-150ppm 以下，因此需要開發新型態、不耗費能源及不佔用空間的氨氮廢水處理技術，來處理氨氮廢水；水中含氮量太多當然會對於水中生物造成危害，可能會導致水體優養化，由於水體中氮、磷營養物質的富集，引起藻類及其他浮游生物的迅速繁殖，使水體溶解氧含量下降，造成藻類、浮游生物、植物、水生物和魚類衰亡甚至絕跡的污染現象，所以需要經過處理才能排放。

含氮氮廢水處理技術

含有氮氮廢水的處理技術，粗分為生物處理法、物理處理法、化學處理法等，通常可依據氮氮污染物的濃度來選擇適合處理的方法，氮氮污染物濃度於 500ppm 以下較適合用生物處理法，其優點是運行成本較其他處理法低，但占地面積則較其他處理方法大，氮氮污染物濃度介於 500ppm 至 1000ppm，則較適合用物理處理法與化學處理法，可依據污染物的型態做最佳處理，氮氮污染物濃度高於 1000ppm 以上則以使用物理回收法及化學沉澱法，作為直接回收或是濃縮後再回收為主。

實驗材料、設備與方法

本研究以陶瓷環作為穩定之載體，以矽鋁酸粉體混和金屬粉以及水泥製作塗抹層，首先將矽鋁酸粉體及金屬溶液充分混和，以微電腦控制式高溫爐使其以高溫燒結成混和粉末，其混和粉末再與水泥粉混合成不同比例的塗佈層，將其塗抹於陶瓷環等穩定載體上，使其靜置達 72 小時乾燥後待水泥固化後即為實驗所需之金屬觸媒。

氮氧自由基分析

本研究將以螢光分析儀 (Fluorescence Spectrophotometer) 測量來探討不同實驗條件氮氧自由基生成量，配製螢光試劑 (對苯二甲酸濃度 10^{-3} M 及 NaOH 濃度 2×10^{-3} M) 與陶瓷觸媒膜管反應，每 20 分鐘進行採樣分析，測試出螢光體吸收激光 (Excitation) 所在波長位置 $\lambda_{ex} 315$ nm，再以此波長之光來激發 (Emission) 螢光體，使其發出特性波長 $\lambda_{em} 425$ nm，以螢光分析儀觀察激光光譜與發光光譜偏移情形與實驗條件之氮氧自由基生成關係，螢光分析儀可用來測量不同實驗條件其氮氧自由基生成量，配製螢光試劑與陶瓷觸媒反應，定時進行採樣分析，以螢光分析儀觀察激光光譜與發光光譜偏移情形與實驗條件之氮氧自由基生成關係。

結果討論

本研究所使用與製造之觸媒特性由 BET 分析，其儀器分析結果顯示於表 4-1，可以得知隨著矽鋁酸粉體的增加，觸媒表面的孔徑分布並無太大差異，皆維持在 20nm 左右，屬於富含中孔結構之形式，對於添加觸媒於催化氧化實驗處理含氮氮廢水並無太大變化，但是可以發現改變金屬鹽的添加量，可明顯改變其孔洞的差異性，當金屬鹽的添加量來到 0.5M 時可得最大之孔洞面積，綜合上述實驗分析的結果，以含浸金屬 20% 矽酸鋁粉並含浸 0.5M 銅含浸液後所成形之觸媒 (M50C050) 已有展現出高孔隙的特性，因此後續實驗將以 M20C050 行觸媒做為後續進行實驗之觸媒。

表 4-1 塗佈觸媒之孔隙特性分析

Catalyst	SBET(m ² /g) ^a	Vt(cm ³ /g) ^b	Vmicro(cm ³ /g) ^c	D(Å) ^d
M10C050	13.457	0.0838	0.0007	249.2
M20C050	10.729	0.0506	0.0001	188.9
M30C050	11.048	0.0523	0.0004	189.4

M40C050	12.039	0.0660	0.0006	219.5
M20C005	33.984	0.0562	0.0110	66.1
M20C01	10.8111	0.0418	0.0003	154.9
M20C025	16.0593	0.0634	0.0022	157.9

觸媒中矽鋁酸粉體不同添加比例下氫氧自由基產生量分析

本實驗是製備不同比例之矽鋁酸粉體混和固定比例之金屬及水泥塗佈於載體上，並應用此觸媒於批式反應器中進行臭氧與雙氧水催化氧化處理高濃度含氮氮廢水。首先探討不同矽鋁酸粉體添加比例下所製備觸媒於反應條件下對氫氧自由基的生成率之影響，並利用其氫氧自由基生成率來挑選出較適當的條件作為後續實驗合成觸媒之依據，圖 4-1 為 M10C050 觸媒於反應器中不同時間下所測得之螢光分析圖，根據自由基與對苯二甲酸反應之機構，自由基之生成量與羥基對苯二甲酸生成量成正比，對螢光吸收之羥基對苯二甲酸可反應出溶液中之氫氧自由基濃度，因此由圖 4-2 至圖 4-4，不同不同比例之矽鋁酸粉體混合所製備觸媒之氫氧自由基產生比較，以圖為 4-2，即 M20C050 觸媒進行雙氧水催化氧化反應所生成之氫氧自由基高於其他比例的觸媒，因此本實驗後續會以 M20 觸媒作為後續探討高級氧化觸媒時驗之矽鋁酸粉體比例合成觸媒。

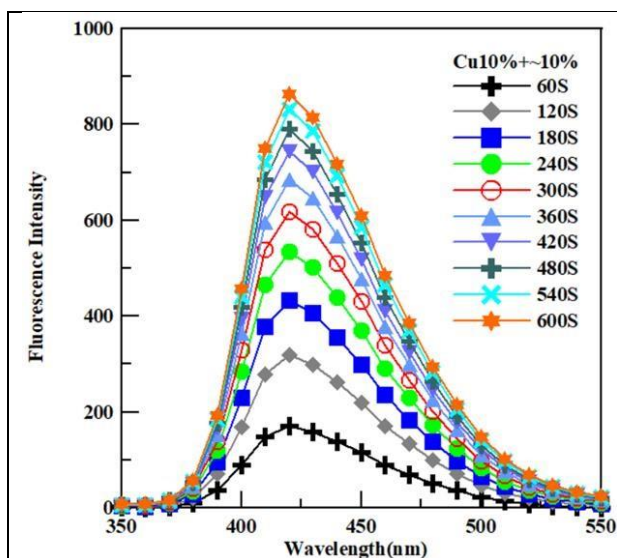


圖 4-1 M10C050 觸媒於反應器中不同時間下所測得之螢光分析圖

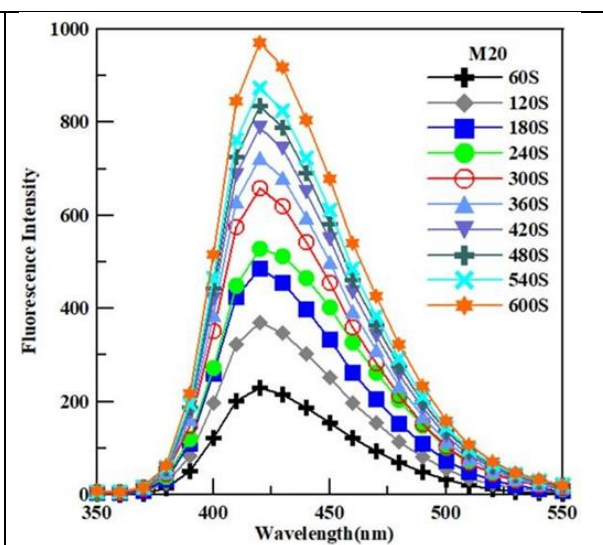


圖 4-2 M20C050 觸媒於反應器中不同時間下所測得之螢光分析圖

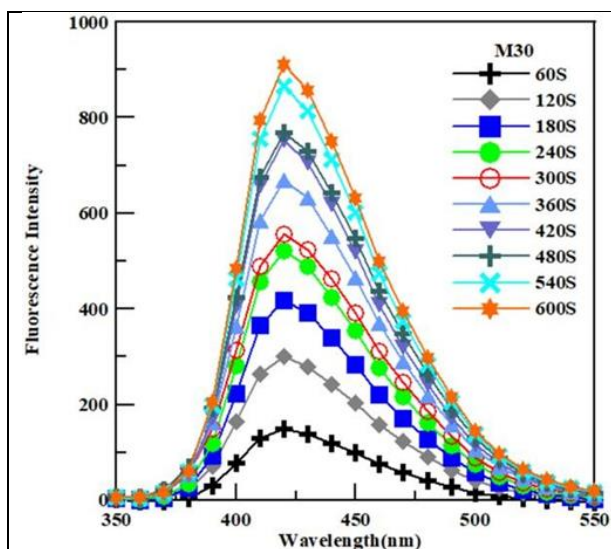


圖 4-3 M30C050 觸媒於反應器中不同時間下所測得之螢光分析圖

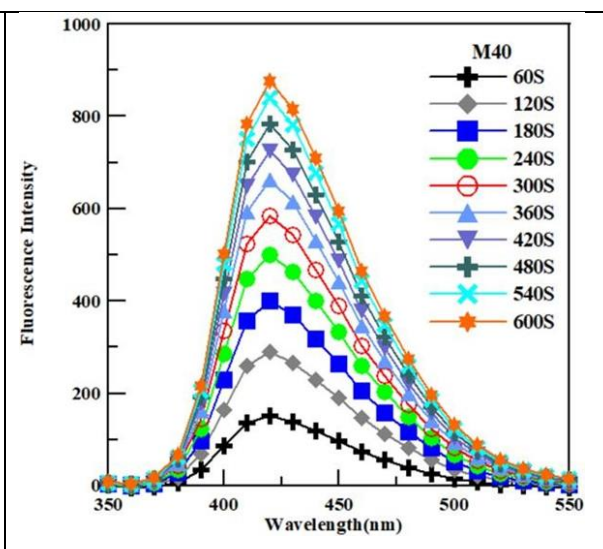


圖 4-4 M40C050 觸媒於反應器中不同時間下所測得之螢光分析圖

觸媒於不同 pH 之處理效果分析(雙氧水)

有鑒於自由基催化反應中 pH 值顯著影響其氧化活性與自由基產生量，使用不同 pH 值來探討雙氧水催化氧化處理含氮氮溶液之催化活性，並利用氮氮的轉化率以及脫氮效率，來評估雙氧水催化氧化含氮氮溶液的處理效率。一般利用 UV 燈與雙氧水氧化可分為直接氧化與間接氧化兩種反應方式，直接氧化為污染物吸收 UV 光能後達到激發態，直接進行化學性分解反應，間接氧化則是利用 UV 光等誘發氧化劑(雙氧水)，產生具有強氧化性的氫氧自由基來氧化分解污染物。由於雙氧水催化氧化降解污染物的方式分為間接反應與直接反應，因此進行反應時的酸鹼值是直接影響催化氧化的效果，所以需要進行變更酸鹼值來研究，觸媒於不同酸鹼值下產生氫氧自由基並處理污染物的效果，同時研究氮氮污染物轉化率跟去除率。

圖4-14 至圖4-15 為變更 pH 10.5 條件下，雙氧水催化氧化氮氮污染物的影響，由圖 4-14 之結果得知，於 pH10.5 條件下水中氮氮於催化反應過程中可轉換 66.6%水中氮氮，而且是直接氧化轉換成 66.6%硝酸鹽，於反應過程中幾乎檢測不到亞硝酸鹽存在，所以可由實驗之結果推測，水中氮氮於催化氧化反應很快將亞硝酸鹽進一步氧化成硝酸鹽。由圖圖4-15中得知，於120min 反應時間內將硝酸鹽進一步氧化脫氮率上升至15.2%，由此可見以過氧化氫於微鹼性條件下可以氧化 15.2%氮氮且轉換成氮氣。

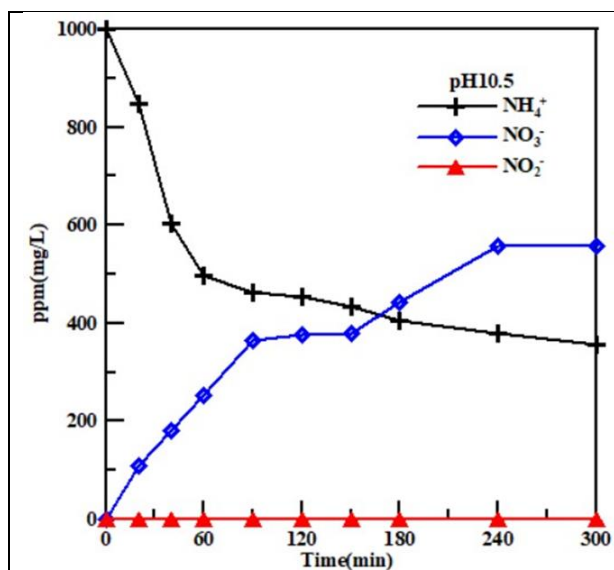


圖4-14M20C025觸媒於pH10.5對於氨氮的轉換率之影響

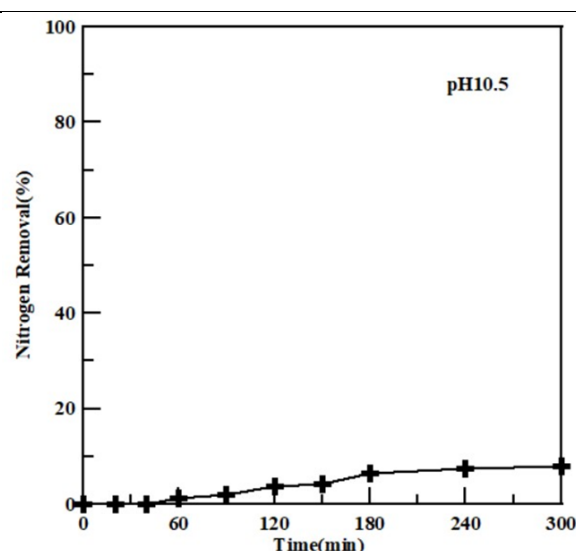


圖4-15M20C025觸媒於pH10.5對於氨氮的脫氮效率

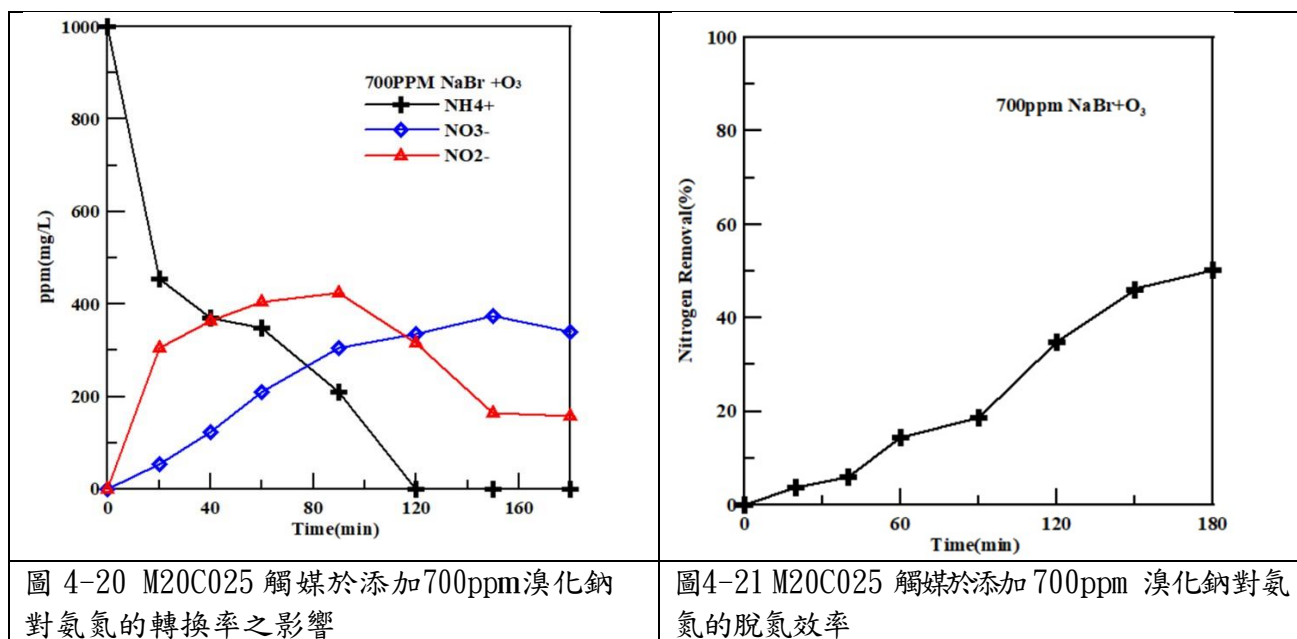
由實驗結果可以發現隨著酸鹼值的上升，氨氮的轉化率也隨之升高，以 pH10.5 時候的轉化效率最為顯卓，其轉化效率於 240分鐘時可達到 66%的的轉換效率，相對的於酸性環境下的反應效果就沒有那麼的好，在實驗結束時才達到6.8%的轉換效率，由變更酸鹼值的實驗結果可以得知，觸媒於鹼性環境下產生的氫氧自由基明顯高於酸性環境，其原因可能是直接反應並無太多的氫氧自由基參與反應所致，在去除率方面在雙氧水催化氧化去除氨氮污染實驗中並無明顯去除率產生，後續實驗會加入臭氧參與氧化反應，以期可達到理想的氨氮去除率。

表 4-3 觸媒於不同 pH 的脫氮效率

酸鹼值	5.5	7	8.5	9.5	10.5	11.5
轉化率	6.83%	10.80%	30.15%	59.01%	66.62%	67.85%
脫氮效率	6.83%	8.63%	11.61%	11.76%	15.24%	16.68%

添加溴化鈉藥品對於氨氮的轉換率之影響分析

由前項實驗中可發現，添加臭氧於催化氧化系統處理含氨氮廢水，可以使得氨氮的轉換率成功達到 99 %以上，但是在脫氮效率的表現上僅能達到 50%的脫氮效果，對於處理氨氮廢水的作用不太符合理想，因此考慮加入溴化鈉等藥品對於臭氧催化氧化系統處理含氨氮廢水的實驗進行後續研究並觀察其結果。



添加溴化鈉於處理溶液中，可使亞硝酸態氮轉換為氮氣，氮氣可溢失於大氣中，達成處理並去除氨氮的效果，於本實驗中則將先測試添加於處理溶液中的溴化鈉濃度，改變其濃度個別試驗並觀察實驗結果，結果顯示如圖 4-18 至4-21，於表 4-6 可發現添加 100ppm 或以上濃度的溴化鈉即可達成 77%以上的轉換效率，對於添加 300ppm 或以上的溴化鈉，其實驗結果可顯示一部分的亞硝酸態氮已轉換為氮氣並溢失於大氣中，分別可達 50%的轉化率及 50%的脫氮效率，700ppm的亞硝酸態氮殘留率為最低，因此以 700ppm 做為後續實驗條件。

表 4-6 添加溴化鈉藥品對於氨氮的轉換率影響的脫氮效率表

添加量	100ppm	300ppm	500ppm	700ppm
轉化率	99%	99%	99%	99%
脫氮效率	17.32%	50.32%	52.56%	53.05%

結論

本研究將製備矽鋁酸粉體混和金屬鹽與水泥塗佈於載體上做為觸媒，應用此觸媒於批式反应器進行臭氧跟雙氧水催化氧化處理高濃度含氨氮廢水，並固定氨氮溶液濃度 1000ppm，廢水酸鹼值於 8.5、及使用 M20C025 型觸媒，將含氨氮廢水進行處理至轉換效率達 99%，並能成功使脫氮效率達到 79%。

本研究得出以下結論：

- (1) 使用雙氧水結合 UV 進行螢光測試分析，可以產生有效的氫氧自由基活性，此反應組合應用於催化氧化處理含高濃度氨氮廢水時，可以有效地將氨態氮轉化為硝酸鹽氮，但是並不能有效地使氨氮轉化為亞硝酸鹽氮。
- (2) 使用臭氧配合 UV 燈管進行催化氧化處理含氨氮反應實驗，可以發現氨態氮可以 99%轉化成硝酸鹽氮，但此組合並無法使硝酸鹽氮還原成氨氣。

- (3) 應用 M20C025 型觸媒，加入溴化鈉等輔助藥品，配合臭氧與 UV 燈進行催化氧化處理氨氮污染物實驗，調整酸鹼值至 8.5，可以使硝酸鹽氮成功還原成氮氣，處理效果可達 79% 的脫氮效率。
- (4) 使用 ICP 對於本次實驗觸媒，M20C025 型觸媒進行穩定性測試，浸泡於不同時間及不同酸鹼值之溶液，發現此觸媒並無溶出情形。

參考文獻

1. Lin, L. , Removal of ammonia nitrogen in wastewater by microwave radiation: A pilot-scale study, *Journal of Hazardous Materials* , 2009, 168 (2-3) , 862-867.
2. 唐存宏, 工業廢水氨氮處理概述, 環保技術與法規資訊電子報, 2005.
3. 張冠甫, 氨氮廢水處理與回收技術及案例, 產業綠色技術與法規資訊電子報, 2006 , 120.
4. Mandowara, A. , Bhattacharya, Simulation studies of ammonia removal from water in a membrane contactor under liquid-liquid extraction mode, *Journal of Environmental Management*, 2011, 92, 121-130.
5. Oliviero, L., Wet Air Oxidation of nitrogen-containing organic compounds and ammonia in aqueous media, *Applied Catalysis B: Journal of Environmental Management*, 2003, 40(3), 163-184.
6. Daekeun, K., Enhancing struvite precipitation potential for ammonia nitrogen removal in municipal landfill leachate, *Journal of Hazardous Materials*, 2007, 146(1-2), 81-85.
7. James, M., Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia, nitrogen in aquaculture systems, *Aquaculture* , 2006, 257(1-4), 346-358.
8. Hameed BH, Krishni RR, Sata SA. , A novel agricultural waste adsorbent for the removal of cationic dye from aqueous solutions, *J Hazard Mater.* 2009 162(1):305-311.

110年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：陳世雄			計畫編號：110-2622-E-041-003-			
計畫名稱：臭氧催化氧化處理氨氮廢水脫氮反應觸媒之開發						
成果項目			量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)	
國內	學術性論文	期刊論文	0	篇	本技術之應用近可搶攻台灣中小型電鍍廠含高氨氮之 廢水之後處理或前處理程序，此一專利技術於水處理而言仍處領先地位，累積本 土之操作及設置經驗可拓展中國及東南亞空氣氮廢水處理之市場，並可提供強氧 進軍世界之機會。本技術另一利基為科學園區中高濃度氨氮處理皆以吹脫法進行 脫除大部分氨氮物質，其他殘留性氨氮則於廢水處理以生物法進行脫氮處理	
		研討會論文	1			
		專書	0	本		
		專書論文	0	章		
		技術報告	0	篇		
		其他	0	篇		
國外	學術性論文	期刊論文	0	篇		
		研討會論文	0			
		專書	0	本		
		專書論文	0	章		
		技術報告	0	篇		
		其他	0	篇		
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	1. 學生計畫中進行本實驗催化反應採樣，在臭氧催化反應器採樣進行抽取定量反應溶液注入採樣瓶中待進行LC/IC (Shimadzu LC system) 陽離子液相層析儀分析液相中NH4+-N離子，產物中NO3-、NO2-以陰離子液相層析儀分析習得IC分析技能。 2. 習得光催化氧化自由基產生速率及臭氧利用率分析及濃度變化趨勢。 3. 習得實驗分析方法分別進行儀器維護與保養, 觸媒材表面積量測, 複合金屬氧化物特性分析SEM-EDX, BET 分析等工作及氣體吸附實驗測試, 反應測試模組組裝	
		碩士生	4			
		博士生	0			
		博士級研究人員	0			

		專任人員	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
		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。)			

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 1 項	完成技轉授權 0 項
專利	國內	預估 1 件	提出申請 1 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 4 人，畢業任職於業界 4 人	碩士 4 人，畢業任職於業界 4 人
		其他 0 人，畢業任職於業界 0 人	其他 0 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 1 件	發表研討會論文 1 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
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)	本計畫成功執行成果可用於拓展於小型氨氮廢水處理設施，本技術不只可有效去除水中氨氮亦可將水中有害性含 COD 極毒性物質進一步氧化安定不會產生危害性氣體及處理廢棄物，本技術之應用近可搶攻台灣中小型電鍍廠含高氨氮之廢水之後處理或前處理程序，此一專利技術於水處理而言仍處領先地位，累積本土之操作及設置經驗可拓展中國及東南亞空氣氨氮廢水處理之市場，並可提供強氧進軍世界之機會。本技術另一利基為科學園區中高濃度氨氮處理皆以吹脫法進行脫除大部分氨氮物質，其他殘留性氨氮則於廢水處理以生物法進行脫氮處理，國內對於中高濃度氨氮廢水體處理只能上述方式進行將殘留氨氮轉換成水相污染物造成眾多中小型廠商無法建置高成本生物處理設施，受限投資金額與操作人力與人員技術素質，其處理效能令人擔憂，雖然國內此氨氮處理類設備之產值未有效之統計數字，但由全球氨氣及氨水需求市場規模日益擴大，隨還保治理力度增強，治理市場將迎來更大爆發式增長與巨大的市場空間。		
請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作	☒ 達成目標 ☐ 未達成目標 (請說明，以100字為限) ☐ 實驗失敗		

一綜合評估	☐因故實驗中斷 ☐其他原因 說明：
本研究具有政策應用參考價值	☐否 ☒是，建議提供機關<u>行政院環境保護署</u>， (勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)
本研究具影響公共利益之重大發現	☒否 ☐是 說明：（以150字為限）