

三越企業股份有限公司

厭氧氨氧化程序應用於石化
廢水處理系統開發計畫

公司小檔案

☉ 成立日期：51 年 3 月 20 日

☉ 負責人：黃進成

☉ 資本額：100,000 仟元

☉ 員工人數：144 人

☉ 經營理念：三越企業股份有限公司是一家高品味的環工公司，過去四十多年的辛勤經營，在工業廢水處理、下水道污水處理、特殊固體廢棄物焚燒、空氣污染防治等等環工領域，已取得了傲人的規劃、設計、建造、試車、操作與維護的實績，今後應當在既有的基礎上面，提昇環工技術並追求更高水準的品質。為公司的成長以及永續經營，今後在工程以及能源方面，

計畫緣起

目前台灣石化廠廢水處理程序僅針對 COD 處理(二級處理)，而未針對氮系污染物完整去除之考量(三級處理)，以大社污水聯合處理廠為例放流水中仍會殘留 300~400 mg/L 之氨氮，若無法有效地去除水中氮污染，未來將面臨放流水質不合法規之困境及提高水資源回收再利用的成本。

目前各地聯合污水處理廠都針對 COD 的去除，尚未建立針對總氮去除的程序，以本研究團隊針對各地聯合處理廠調查發現，原水進水組成總氮與 COD 的比值 $TN/COD > 0.05$ ，有些原水特性 TN/COD 甚至大於 1，顯示廢水特性屬於高氮廢水，以一般傳統活性污泥法是無法提升總氮的去除比例。未來如果運用傳統硝化脫硝程序又會面臨脫硝碳源不足的窘境，此外放流水中若含有氮系污染物會造成放流水水體之優養化，在台灣地區屬於開放日照式之生物程序系統，容易造成溝渠中截留的微生物將有機氮裂解為氨氮使得氨氮再次升高，而引起藻類滋生及臭味的問題。

此外，水源開發不易，有效地回收水資源可解決水源開發不易與水資源不足之問題。如何有效處理不同之水質，且回收使用水質符合標準再利用，如：冷卻水塔用水、間接冷卻用水、生活用水、公共設施用水與其他用水等次級用水，甚至進一步提升回收水水質已符合至純水處理系統。在水回收技術上除氮的程序是一個必須且務必建立的程序，傳統硝化脫硝對於缺乏碳源當作電子供應者的除氮系統是一個操作上成本的額外支出，長久下來並不符合環保及節能的目標，故妥善規劃含氮廢水處理、提升綠色企業競爭力，實為刻不容緩之目標。

因此：

1. 排放水標準日趨嚴格，傳統二級處理已無法達到法規要求。

2. 水資源短缺，使排放水回用成爲製程用水考慮的水源之一。

3. 生物處理的操作成本遠低於其他三級處理技術，因此水中之有機物應儘可能以生物處理去除。

4. 總氮的去除，成爲水回收再利用的關鍵技術。

所以本團隊將開發本土厭氧氨氧化程序，將實驗室規模可行程序放大至現場模場規模，本研究計畫中，利用將石化工業高氮廢水亞硝酸化技術及缺氧部分氨氧化的技術來達到脫氮的效果，有別於傳統二段、三段硝化脫硝的除碳程序(Table 2)，本計畫開發的技術是針對石化業的高氮廢水，其特性爲低的 COD 有機負荷，高濃度的氨氮 (NH_4^+-N)，此廢水特性不利於傳統硝化脫硝程序，因此在技術開發育成上更具競爭力，在國外也已經有實廠成功的案例。

新產品簡介

本開發計畫仍在進行研發階段，尚無新產品。

計畫創新重點

厭氧氨氧化技術在國內尚屬於開發階段，無實廠成功開發案例，因此本計劃所提出之厭氧氨氧化技術開發尚屬於創新性開發技術。

截至目前爲止已發表在期刊論文之厭氧氨氧化及相關程序實廠案例，包含既有設備改造成厭氧氨氧化程序以及針對厭氧氨氧化程序設計之新廠，目前多應用於含高氮低/有機碳的都市厭氧污泥消化液，其他高氮廢水包括半導體、皮革、馬鈴薯加工及垃圾滲出水等，其槽體規模根據水量與氮體積負荷(NLR)之設計由 33 至 1400 m³ 不等，然而除了厭氧氨氧化微生物本身所具有的優勢：(1)不需額外有機碳源、(2)降低曝氣消耗的能源與(3)污泥產量少之外，還可發現厭氧氨氧化程序具有非常高單位體積的除氮速率，其氮體積負荷與轉化效率可達 4 至 9

將加強拓展業務，希望能夠把本公司高品質的特色，展現給新的客戶。

◎ 技轉單位：財團法人成大研究發展基金會



kg N m⁻³ d⁻¹，遠高於傳統的硝化脫硝程序，顯示厭氧氨氧化程序具有高密度的除氮潛力，可大幅降低處理單元所需的占地面積。

新產品競爭優勢

有鑑於上述優點，加上愈來愈多厭氧氨氧化實廠實行成功之案例，許多關於該程序經濟與能源效益評估的優勢逐漸被提出，我們可以從簡單的質量平衡計算出傳統程序(Nitrification/Denitrification)與新式程序(Nitrification/Anammox)之差異，圖 1 為都市污水之污泥消化液作為基準(Siegrist, et al., 2008)，1 mol 的氨氮利用傳統程序必須比 Anammox 程序額外消耗 1.1 mol 的氧氣及 57 g 的 COD，並且額外生成相當於 17 g COD 的污泥量，由此估算可發現一般污水處理場最主要的成本分別為污泥處理、曝氣能源以及藥品添加成本皆可大幅減少，此外在淨反應中二氧化碳排放(即不考慮硬體設備及動力消耗的能源)，若以甲醇作為 COD 的添加，在傳統程序的過程約有 18.3 g 的碳排出，而在 Anammox 過程則完全沒有碳的排出，甚至利用部分的二氧化碳進生化反應中，因此 Anammox 程序之特性對於全球暖化問題日益嚴重的情況下無疑是必須選擇的除氮程序。

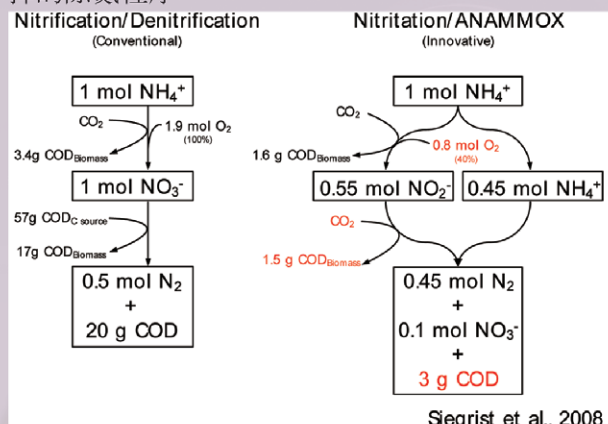


圖 1- Comparison of nitrification/heterotrophic deni-

trification (left) with the autotrophic nitritation/anammox process (right) for treating ammonia rich digester liquid. (Siegrist, et al., 2008)

2010 年 Science 期刊收錄了一篇工程性文章，內容關於都市污水處理廠之污泥消化液在氮處理上整體能源效益評估，並且比較 Anammox 程序帶來減少能源消耗的貢獻，可發現污泥消化液不再迴流至初沉池進行傳統程序，改分流至厭氧氨氧化程序處理，而減少流入活性污泥池總氮質量後，便不再需要縮短初沉池的 HRT 來提供異營性脫硝足量的 COD，可同時減少活性污泥池去除 COD 與氮的能源消耗，並且增加厭氧消化槽的能源回收(初沉池污泥量增加)，在此最佳化操作下計算其污水處理加上沼氣回收後，淨能源可變為正值證實 ANAMMOX 程序的确是符合 3E (Environmental、Energy and Economy) 的永續發展除氮技術(Kartal, et al., 2010)。

研發成果及衍生效益

本開發計畫若能確實馴養顆粒化之 anammox 菌種，本公司計劃在大社污水處理廠建立厭氧氨氧化顆粒化菌體生產工廠，以作為石化產業、高科技電子產業及畜牧業等高氨氮濃度的產業處理技術提升的重要關鍵技術之 anammox 菌種來源，並於計畫第三年起創造每年 1,000 仟元以上的菌種銷售產值。

專案執行重要心得

本開發計畫由學術理論落實到大型模型廠執行期間，研發團隊之間腦力激盪以逐步克服實際運轉種種的困境，進而從中學習並且豐富了完整的學術理論及觀念、厭氧流體化床的設計方式、模型廠操作及設備維護技術、水質檢驗及分子生物鑑定技術等，充分發揮了產學合作的特色，使得研發團隊成員獲益良多。