

出國報告（出國類別：其他）

參加 2015ICEEP 國際研討會

服務機關：核能研究所

姓名職稱：簡光勵 副研發師

徐兆稹 副研發師

派赴國家：中國大陸

出國期間：104 年 6 月 2 日~104 年 6 月 5 日

報告日期：104 年 6 月 22 日

摘要

因執行102年度「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」計畫，將鑷系吸附劑之研究成果發表於第四屆 ICEEP 2015 (2015 4th International Conference on Energy and Environmental Protection)，題目為「Removal of Lanthanides ions from wastewater using the novel adsorbent」。以自製的AC-La當吸附劑，經批次和連續吸附反應後探討對於鑷系離子之去除效果。

ICEEP 2015 國際會議，於6/3~6/4 二天在大陸深圳的富臨大酒店三樓舉行，會議期間幾個主要討論主題，包含：能源科學及技術、環境科學及工程、動力與電氣工程及其自動化、資源開發與利用、永續發展的理論與實踐等，其中有些主題再作詳細細分，整個研討會共分成五個討論議題。會議期間也至其他主題研討會場處聆聽演講並蒐集資料，瞭解與計畫相關及不同領域的研究與技術之發展現況，會議中討論的內容相當豐富，本文將重要的演講場次做紀錄與介紹，可作為核研所現行執行計畫及未來在計畫規劃上之研究發展參考。

目 次

摘 要	I
一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	15
四、建 議 事 項.....	17
五、附 錄	18

一、目的

(一) 因執行 102 年度「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」計畫，將鑷鋼系吸附劑之研究成果發表於第四屆 ICEEP 2015 (2015 4th International Conference on Energy and Environmental Protection)，論文獲得接受並受邀參加，因而奉派代表本研究計畫赴大陸深圳參與此次國際會議發表研究成果「Removal of Lanthanides ions from wastewater using the novel adsorbent」，和參與會議之國際學者做技術交流。

(二) 會議其間幾個主要討論主題，包含：能源科學及技術、環境科學及工程、動力與電氣工程及其自動化、資源開發與利用、永續發展的理論與實踐等，其中有些主題再作詳細細分，整個研討會共分成五個討論議題。因大會安排之流程，選擇性參加與本計畫有關之研討會，包含能源科學及技術、環境科學及工程，瞭解各領域的研究發展現況及未來趨勢，將有助現行執行計畫或未來研究計畫之推展。

二、過 程

(一) 出國會議行程：此次出國會議時間是從民國 104 年 6 月 02 日(星期二)至民國 104 年 6 月 05 日(星期五) 共計四天， 會議期間行程如下：

日期	行程	工作內容
6/2	台灣 → 大陸深圳	去程
6/3	深圳富臨大酒店三樓會場	辦理報到並領取會議文件及 技術交流
6/4	深圳富臨大酒店三樓會場	參加開幕式及參與不同主題 研討會及會議討論
6/5	大陸深圳 → 台灣	回程

(二) 第四屆 ICEEP 2015 國際研討會

此行於 104 年 6 月 2 日從桃園國際機場出發，搭乘長榮航空 B7 187 航班直飛深圳寶安機場，飛行時間約 1 小時 50 分鐘，出機場後搭乘巴士至後端地鐵站，搭乘通往羅湖之地鐵前往 6/3~6/4 ICEEP2015 研討會議舉行之地點富臨大酒店做行前準備。於會議排定之演講時程內，聆聽能源科學及技術、環境科學及工程、資源開發與利用...等興趣主題演講，並與各國學者做技術交流，其他協辦單位尚有 Inha University, Korea、Korea Maritime University, Korea、Hong Kong Industrial Technology Research Centre 等。此國際研討會之主要目標為提供各國研究學者、工程師、博碩士研究生、相關研究機構研究員之交流平台，來發表其在能源科學及技術、環境科學及工程、動力與電氣工程及其自動化、資源開發與利用、永續發展的理論與實踐等相關領域之傑出研究成果與開發活動，並透過詢問、討論而達到技術交流之目的。本次會議的成果發表內容相當豐富，研討會議討論之主題包含如下：

1. 能源科學及技術(Energy Science and Technology)方面，包含：太陽能、生質能、風能之發展與應用、核能工程、儲能節能技術、氫能與燃料電池、能源材料、化工與裝備、能源安全與潔淨利用、新能源與電動汽車、節能產品與技術、綠色建材與節能建築等。

2. 環境科學及工程(Environmental Science and Engineering)方面，包含：環境化學與生物學、環保材料、環境安全與健康、環境規劃與評估、環境分析與監測、環境工程、污染控制項目（空氣，水，固體）、廢棄物處理和回收、供水及排水工程、噪音與振動控制、潔淨製程、水文與水資源工程、建築環境與設備工程、水土保持與荒漠化防治、環境保護、林業培育和養護、植物保護、地質信息與遙感科學、國土資源環境與城鄉規劃管理等。
3. 動力與電氣工程(Motivation, Electrical Engineering and Automation)方面，包含：工程熱物理、動力機械及工程、流體機械及工程、暖通，空調及製冷、電力系統及其自動化、高壓電與絕緣技術、電機與電器、電工理論與新技術、電力電子與電力傳動、智能電網技術、電源系統管理、製造業、設計、精密、信息、生物醫學自動化等。
4. 資源開發與利用(The Development and Utilization of Resources)方面，包含：礦產普查與勘探、礦業工程、礦山機械工程、礦物加工工程、油氣井開發項目、石化工程、冶金工程、林業工程、農產品儲存和加工等。
5. 永續發展的理論與實踐(Theory and practice of Sustainable Development)方面，包含：節能，環保，低碳理念、城市與區域規劃、能源行業的開發與管理、環境保護與經濟發展、全球氣候變化和減少碳排放的國際合作、國際能源需求和供應分析、國家能源戰略的分析和決策、能源公司的生產和運營、生態經濟，循環經濟和低碳經濟等。

(三) 104 年 6 月 3 日至 6 月 4 日為期二天的研討會議議程簡述如下：

1. Schedule for June 3, 2015

June 3, 2015 (Wednesday)	
Conference Venue：Shenzhen Felicity Hotel	
11:00~21:00	Registration

6/3 為此研討會議的報到註冊日，報到地點於深圳市羅湖區和平路上之富臨大酒店一樓大廳，於會場註冊後領取了研討會識別證、會議流程表、大會手冊一本與發表證明書一只(如

圖 1 及圖 2 所示)，而後的研討會議進行地點將在本棟三樓會議室舉行。

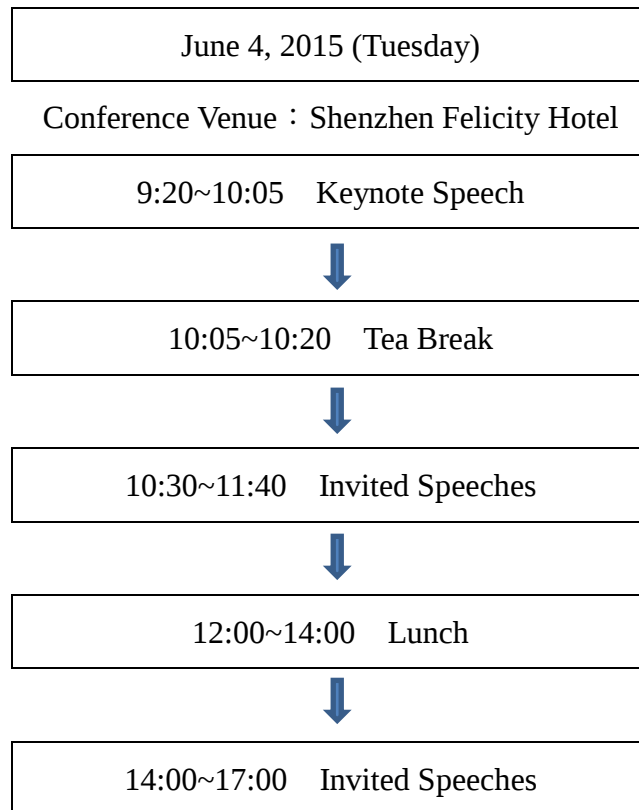


圖 1 ICEEP 於富臨大酒店一樓大廳報到處



圖 2 ICEEP 研討會海報

2. Schedule for June 4, 2015



6/4 為此研討會議的主要安排日期，上午九點二十分首先舉行的是 **Keynote Speaker** 的演講，會議由 Prof. Prasad Yarlagadda 主持，簡述如下：

主講人：Prof. Prasad Yarlagadda (Queensland University of Technology),

題目：Sandwiched carbon nanotube film as strain sensor

內容：製備兩種類型的奈米碳管複合材料之應變感測器利用混合碳納米管與環氧樹脂製備奈米複合感測器和利用奈米碳管膜上下夾著兩層環氧樹脂製備的三明治感測器。藉由感測器靜態和動態機械應變來探討導電性，回應和靈敏度之差異。奈米複合感測器在環境溫度下，只需要 2~3wt% 之奈米碳管即可表現出高靈敏度的機械應變(5~8 應變係數)。另一方面，在探討三明治感測器之導電率和動態機械應變之間的線性關係發現其對溫度不敏感，雖然和奈米複合感測器相比其應變靈敏度較低（約 3 應變係數）。但兩種感測器皆具有優異之靜態和動態應變回應，因此具有應變感測應用上的巨大潛力。演講現場如圖 3-5 所示。

演講者演講完畢後，稍微休息十五分鐘，為下一場演講做準備。



圖 3 2015 ICEEP 研討會舉辦之會場



圖4 Keynote Speaker - Prof. Prasad Yarlagadda



圖 5 Keynote Speaker - Prof. Prasad Yarlagadda 演講

接下來 10:20~11:40 之議程演講主題內容概述分別如下，及圖 6-8 表示演講者與與會來賓進行討論的實況。

(1) 題目：A Travel Range Estimation Model for Battery Electric Vehicles

主講人：Chia-Wei Tseng

內容：電動車的使用成為近年來的流行。其中電池電動汽車為一種比典型內燃機驅動的汽車能更有效地使用存儲之能量。而電池電動汽車的一個關鍵挑戰是有限的電池能量。為了減輕電池電動汽車車主對電動車的行駛範圍的焦慮和達到最佳的蓄電池容量，而建立以旅行行為為主的電池電動汽車行駛距離之耗電量模型。該模型提供了一種估計電動汽車到達目的地之耗電量要求的有效方式。

(2) 題目：Key Issues on the Optimal Design of an Offshore Wind Farm Layout

主講人：Yuan-Kang Wu

內容：在現代化離岸風力發電場之設施成長幅度下，輸送規劃的研究已成為不可再被忽略之

議題。此外，隨著風力發電的普及率提升離岸風力發電場的電力系統將帶來一些關於系統規劃的挑戰，操作和影響分析。講者提出一種關於國家型離岸風力發電系統的關鍵技術，包括離岸風力發電場的內部電力系統，到岸邊的傳輸系統、發電機類型、系統頻率、傳輸電纜的設計概要、通信媒介、數據採集與監控系統、離岸變電站和變壓器。此外，對無功功率補償，集電網拓撲結構，提高系統可靠性的冗餘設計，對開關瞬間電能質量標準、計量和保護方案的發展也有詳細說明。

(3) 題目：Effect of LiPF₆-based Electrolyte with Sulfolane Additive on the Performance of LiMn₂O₄ for Lithium-ion Batteries

主講人：Shi-you Li

內容：為了避免鋰離子電池內鹽類合成的困難與高成本以及改善其性能，所以對作為六氟磷酸鋰 (LiPF₆) 碳酸亞乙酯/碳酸二甲酯的電解質之新型功能性的添加鹽 lithium difluoro(sulfato)borate (LiBF₂SO₄)的性能進行了研究。結果發現，在加入 5wt% 的 LiBF₂SO₄ 到 LiPF₆ 的電解質中可以顯著減少電池的界面阻抗。此外，LiBF₂SO₄ 添加劑可明顯提高鋰離子電池的容量維持和速率性能。因此，LiBF₂SO₄ 是一種很有前途的添加劑用於高性能鋰離子電池之電源應用，如混合動力電動車輛。



圖 6 2015 ICEEP 研討會之 Invited Speaker 演講



圖 7 2015 ICEEP 研討會之 Invited Speaker 演講



圖 8 2015 ICEEP 研討會之 Invited Speaker 演講

6/4 下午 14:00~17:00 之議程內容

上午討論結束後，12:00~14:00 為午餐時間，用餐之餘也提供與會學者一互相認識之交流平台。下午場 14:00~17:00 討論會議場次之安排，茲將選擇有興趣的場次參加，不同演講主題內容概述分別如下(如圖 9 及圖 10 所示)：

(1) 題目：Simultaneous Measurements of Dissolved Arsenic and Iron in Sediments using DGT Equipped with a Zr oxide-Chelex Mixed Binding Layer

主講人：Qin Sun

內容：一種水合氧化鋯(鋯氧化物)在薄膜中的擴散梯度技術(DGT)最近應用於測量沉積物中溶出的砷和鐵。在這項研究中，報導了 DGT 技術的詳細性能。而溶液中 Cl^- (最高至 106 g/L)， SO_4^{2-} (高達 16 g/L)， HCO_3^- (高達 817 g/L)，和 AsO_2^- 和 AsO_4^{3-} (均高達 1 mg As/L) 的存在，對溶液中砷和鐵的測量之影響可以忽略。與先前使用其他吸附劑為基礎的 DGT 技術測量砷和鐵報告相比 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 HCO_3^- 的濃度門檻已增加。DGT 對砷和鐵的測量能力會隨著溶液的 pH

值(4.2-9.2)增加而減少。最低容量($95 \mu\text{g} / \text{cm}^2$ at pH 9.2)仍比其他通常用於砷和鐵測量的 DGT 技術更大($2-12 \mu\text{g} / \text{cm}^2$)。鋅氧化物結合凝膠可存儲長達 2 年沒有任何老化的問題。其有效期限和常用於 DGT 裝置中的水鐵礦結合凝膠相比較長(6 個月)。實際應用證明使用鋅氧化物 DGT 技術在三種不同水樣中測得的砷和鐵濃度與傳統的比色法相符合。

(2) 題目：Distribution and Low-value Feature of Petroleum Hydrocarbon in Jiaozhou Bay

主講人：Dong-Fang Yang

內容：基於 1981 年 4 月，8 月及 11 月對膠州灣的石油烴(PHC)之調查資料分析 PHC 的分佈。結果表明，PHC 含量是從 4 月增加，在 8 月達到最大值，在 11 月逐漸減少。PHC 在水底和表層水的分佈在四月和八月是相似的。隨著 PHC 含量的減少和連續沉積，11 月 PHC 在水底和表層水的分佈是相反的。在膠州灣的 PHC 分佈確定是由河流輸入，水體交換和沉積。

(3) 題目：Research on a Variety of Sources of Pb in Jiaozhou Bay

主講人：Dong-Fang Yang

內容：本研究基於在 1980 年膠州灣表面和底部的水樣採集中重金屬鉛的分佈，季節變化，易位和來源，為了知道工農業發展前關於鉛的狀況和探測鉛分佈及轉移的過程。結果表明整個海灣的表層之鉛含量範圍為 $0.07-2.71 \mu\text{g/L}$ ，低於 II 級的中國國家水質基準 ($5.00\mu\text{g/L}$)。在海灣內側沒有檢測到有鉛污染，而在海灣外側則有輕微的鉛污染。有鉛污染的海灣水域是區域分佈的。水平和垂直分佈和季節變化指出，在海域中鉛的轉移。鉛進入水體後會分佈在海洋表面和沉積在海洋底部。藉由了解鉛在海灣中的變化過程提供的科學線索來利用人為操控去控制鉛污染。



圖 9 2015 ICEEP 研討會之 Invited Speaker 演講



圖 10 2015 ICEEP 研討會之 Invited Speaker 演講

筆者所發表的論文

題目：Removal of Lanthanides ions from wastewater using the novel adsorbent

內容：本研究中討論對於一種新型吸附劑（AC-La）在室溫下的模擬廢水中去除鑷系元素離子之效果。AC-La 對於鑷系元素離子的去除率為 97% 以上，除了銻，釹和鉍；AC-La 的結晶性會對鑷系元素離子的去除率有顯著的影響。由 X 光繞射圖可確定 AC-La 的結晶性(如圖 11)。圖 12 表示藉由比較 AC-La（99.9%）和沸石型態之吸附劑（76.9%）在連續系統的去除鑷系元素離子之能力可發現此新型吸附劑對鑷系元素離子的去除方法有節省處理時間和提升吸附鑷系元素的能力的優點，可嘗試將此新型吸附劑應用於實際廢水。

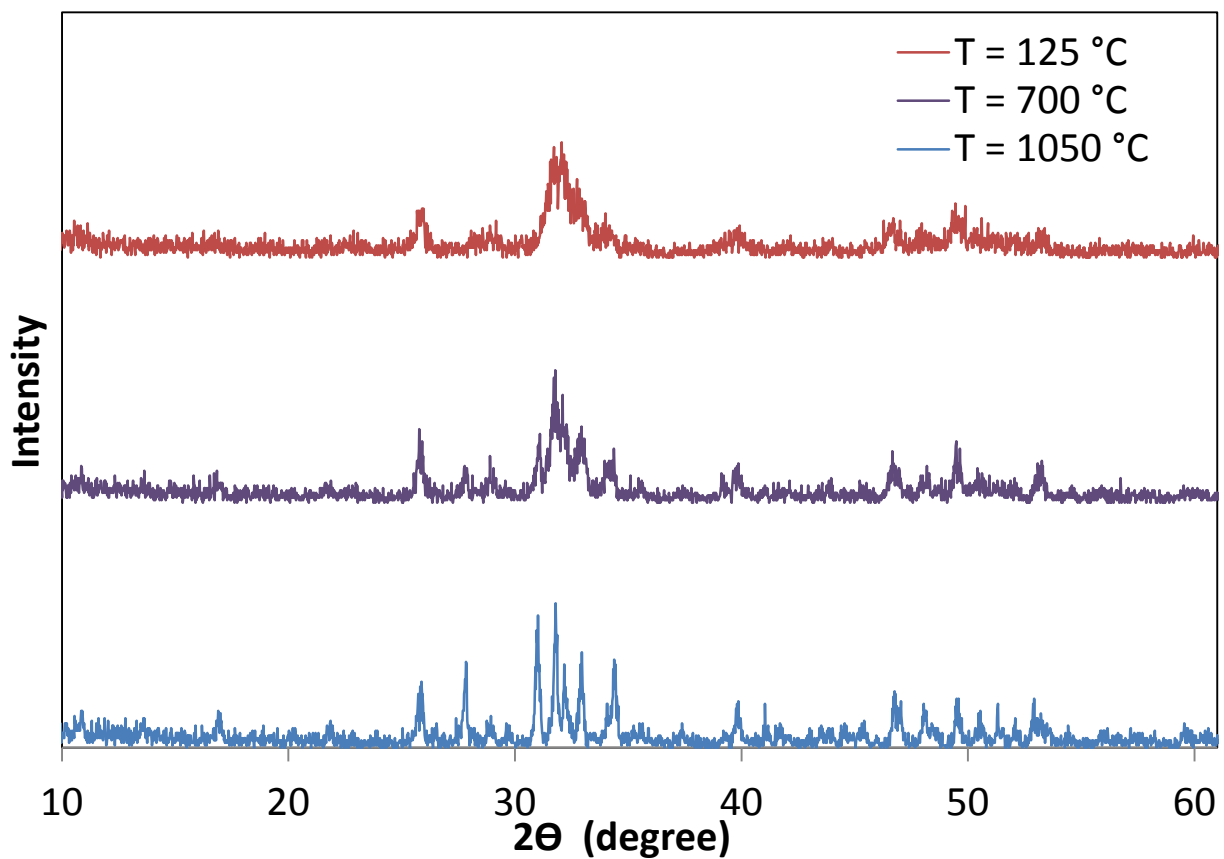


圖 11 AC-La 利用不同溫度鍛燒之 X 光繞射圖

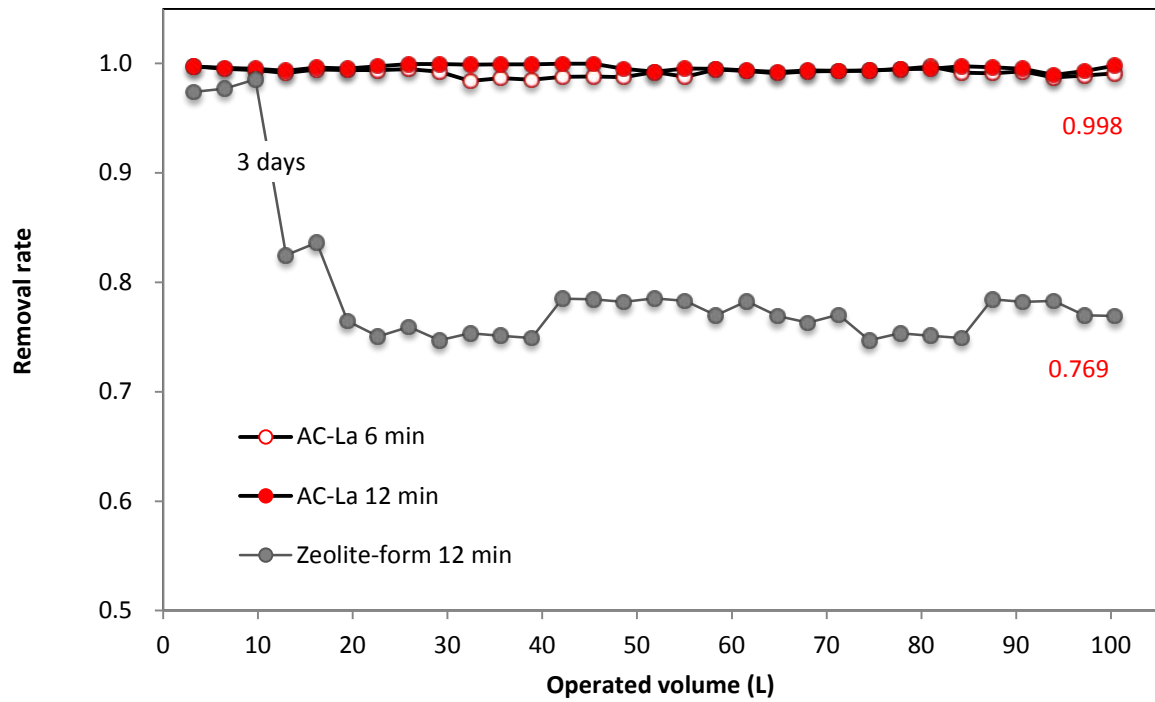


圖 12 AC-La 與沸石態吸附劑在連續系統對鐳系元素離子的移除效率圖

6/5 (五)為返途旅程：下午赴深圳寶安國際機場，並搭乘長榮航空 19:25 班機返國。

三、心得

此次代表核能研究所赴大陸，出席 International Conference on Energy and Environmental Protection 於深圳舉辦之 2015 國際研討會。發表的論文是屬於 ICEEP 2015，幾點心得敘述如下：

(一) 本次在深圳所舉辦的 ICEEP 2015，其會議主題包含：能源科學及技術、環境科學及工程、動力與電氣工程及其自動化、資源開發與利用、永續發展的理論與實踐等，其中有些主題再作詳細細分，整個研討會共分成五個討論議題。由於討論議題眾多，因此選擇性參加與過去、現在及未來計畫有關之研討會，會議中討論內容相當豐富，可作為現行執行計畫及未來在計畫規劃上之研究發展參考。

(二) 此國際研討會之主要目標為提供各國研究學者、工程師、博碩士研究生、相關研究機構研究員之交流平台，來發表其在能源科學及技術、環境科學及工程相關領域之傑出研究成果與開發活動，並透過詢問、討論而達到技術交流之目的。

「Removal of Lanthanides ions from wastewater using the novel adsorbent」論文，各國學者感興趣的部份，集中在對重金屬離子之移除效率、吸附劑製造程序...等，也對核能研究所的定位感到興趣，透過介紹可讓各國學者認識核研所及核研所研究的主題，有助提升核研所於國際上之知名度。

(三) 此會議論文發表不採用海報展示，用口頭方式呈現，便於與各國學者直接面對面技術交流。會議發表的論文有多篇都集中在污染物處理技術上，顯示各國都對生活潔淨環境之重視，包括：對於海灣附近之石油烴與鉛之汙染分佈分析；利用鋇氧化物結合薄膜中的擴散梯度技術，作為測量水中砷和鐵的濃度。而化工組內也有鑷銅系廢水處理技術研究計畫，主要是針對鑷銅系元素如：Co、Cs、Sr...等為處理對象發展各式吸附劑，處理對象雖不盡相同，但目標皆要讓廢水達到標準值以下後能排放，使生活環境不受水污染影響，故各式分離系統皆可提供我們研發之參考。

(四) 在能源科學及技術議題上，論文幾乎都集中在各種再生能源之探討，包括：太陽能、風力、生質能、燃料電池、氫能等，顯示隨著能源危機、高油價出現，以及日本 311 福島核災

後，各國對發展再生能源之積極程度，而分別選定適合發展的水力、太陽能及太陽能發電，目前發展最大阻礙皆是受資本所限。建議還須配合搭配政府政策及獎勵措施來帶動技術發展，並促進資本累積及新興產業發展及創造就業機會，終會有利於經濟成長。

四、建 議 事 項

(一) 此次 ICEEP 2015 國際會議，會議期間幾個主要討論主題，包含：能源科學及技術、環境科學及工程、動力與電氣工程及其自動化、資源開發與利用、永續發展的理論與實踐等，其中有些主題再作詳細細分，整個研討會共分成五個討論議題。會議期間也至其他主題研討會場處聆聽演講並蒐集資料，瞭解與計畫相關及不同領域的研究與技術之發展現況，會議中討論的內容相當豐富，本文將重要的演講場次做紀錄與介紹，可作為核研所現行執行計畫及未來在計畫規劃上之研究發展參考。

(二) 本所致力於放射性廢棄物管理相關研究多年，開發出許多技術，且獲得很好的成效，例如：鏽鋼系吸附劑的開發、膠體除污劑及無機聚合物安定技術...等，利用參加國際會議發表論文，正是推廣研發技術之良機，因此建議本所應多鼓勵同仁參與相關之國際會議，以提高本所在國際上之知名度。

(三) 台灣在高度仰賴進口能源之現狀下，如何提升能源利用率、降低污染、提高新興替代能源使用比例、儲存電力、降低進口能源依賴，將是台灣未來永續發展之關鍵，因此必須掌握國際動態趨勢，並以相對應的政策與法制建置因應此趨勢與發展，才能在國家永續發展前提下達到能源供給、經濟發展與環境保護多贏之目標。

五、附 錄

Removal of Lanthanides ions from wastewater using the novel adsorbent

Chao-Chen Hsu^{1, a}, Sheng-Wei Chiang¹, Kuang-Li Chien¹, Zhe-Cheng Hu¹,
Kou-Ming Lin¹, Jen-Chren Chung¹

¹1000, Wenhua Rd., Jiaan Village, Longtan, Taoyuan, 32546, Taiwan, R.O.C.

^ajkhsu1987@iner.gov.tw

Keywords: Lanthanides ions, novel adsorbent, adsorption.

Abstract.

This study was discussed for the removal of lanthanides ions in simulating wastewater by the novel adsorbent (AC-La) at room temperature. The removal efficiency of lanthanides ions by AC-La was over 97 %, except Ce, Nd and Y. The removal rate of lanthanides ions was controlled by the AC-La crystallinity. From the XRD patterns, AC-La could be confirmed crystallinity in the precipitate product. Compared the removal capacity of AC-La (99.9 %) and zeolite-form (76.9 %) at column system, the proposed lanthanides ions removal method has several advantages about treating time and ability of lanthanides ions removal. The novel adsorbent was successfully applied to the real wastewater.

Introduction

The contamination of water due to heavy metals arising from mining operations, metal plating, textile industries, tannery, etc., is a major environmental problem [1]. The heavy metals are of great concern because of their extreme toxicity even at low concentration and the tendency to accumulate in the food chain [2].

Conventional methods for heavy metal removal from water and wastewater include oxidation, reduction, precipitation, membrane filtration, ion exchange, electrochemical operation, biological treatment, and adsorption. Among all the available technologies, adsorption onto solid substrate materials has been used as one of the most suitable process for the removal of heavy metals from solutions. Several solids have been used for the removal of heavy metals such as biomass, activated carbons, fishbone, zeolites, clays [2-6].

The zeolite as the adsorbent was intentionally selected taking into account its potential application in the nuclear industry as the adsorbent for the lanthanide radionuclides having in mind the fact, that the success in the adsorption of lanthanides means also the positive effect in the

adsorption of actinides since the ionic radii of both element families are very similar. A promising new use for zeolites is in the reprocessing nuclear waste, transforming it to the safer form. High-level waste with large amounts of fissile products, among them lanthanides and actinides, is stored as a salt [7-9].

The aim of this paper is to show that the adsorption of the lanthanides on the novel adsorbent would be an effective tool in the investigation of the removal of lanthanides ions from simulating wastewater and compared to zeolite-form adsorbent, however undisputed, is very complicated in nature and needs further explanation.

Experimental

Lanthanum(III) nitrate hexahydrate, neodymium(III) nitrate hexahydrate, samarium(III) nitrate hexahydrate, europium(III) nitrate hydrate, gadolinium(III) nitrate hexahydrate, yttrium(III) nitrate hexahydrate, calcium nitrate tetrahydrate, ammonium phosphate monobasic and ammonium hydroxide were purchased from Sigma-Aldrich, cerium(III) nitrate hexahydrate was purchased from Merck.

Simulating wastewaters (30 mL) containing with 2000 ppm of lanthanides ions were prepared by dissolving lanthanides nitrate in deionized water, respectively. AC-La was synthetic by calcium nitrate tetrahydrate and ammonium phosphate monobasic in deionized water and the solution adjust the pH value to 10 stirred at room temperature. After the precipitate was collected by filtration and calcination at 125 °C, 700 °C and 1050 °C, respectively. Batch experiments were carried out with individual ion solution in 30 mL closed vials using 0.2 g AC-La in 18 hours adsorption at room temperature. Column system were carried out with Eu ion solution in continuous 100 L, retention time 12 min and column size was 20 × 1.5 cm at room temperature.

The AC-La was analyzed by powder X-ray diffractometry (XRD, Bruker, D8 ADVANCE). After experiments the concentration of lanthanides ions was estimated by ICP-AES (Thermo scientific, ICAP 6000).

Results and discussion

The results of the batch experiments carried out in simulating wastewaters after adsorption of lanthanides ions into AC-La are summarized in Table 1. The results showed total removal capacity of lanthanides ions in simulating wastewaters by AC-La > 97 % except Ce, Nd and Y. It is difficult to understand the reason for the nature of lanthanides adsorption in the AC-La structure.

Table 1. Capacities of AC-La for Lanthanides ions

Removal (%)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Y
AC-La	99.8	68.8	56.6	99.9	99.8	97.8	66.6

Generally, with a relevance of zeolite crystallinity the removal capacity of lanthanides ions in the liquid phase increased, to a different extent. Compared the removal capacity of AC-La calcination at difference temperature, AC-La has decreased removal capacity more than half with calcination temperature increased.

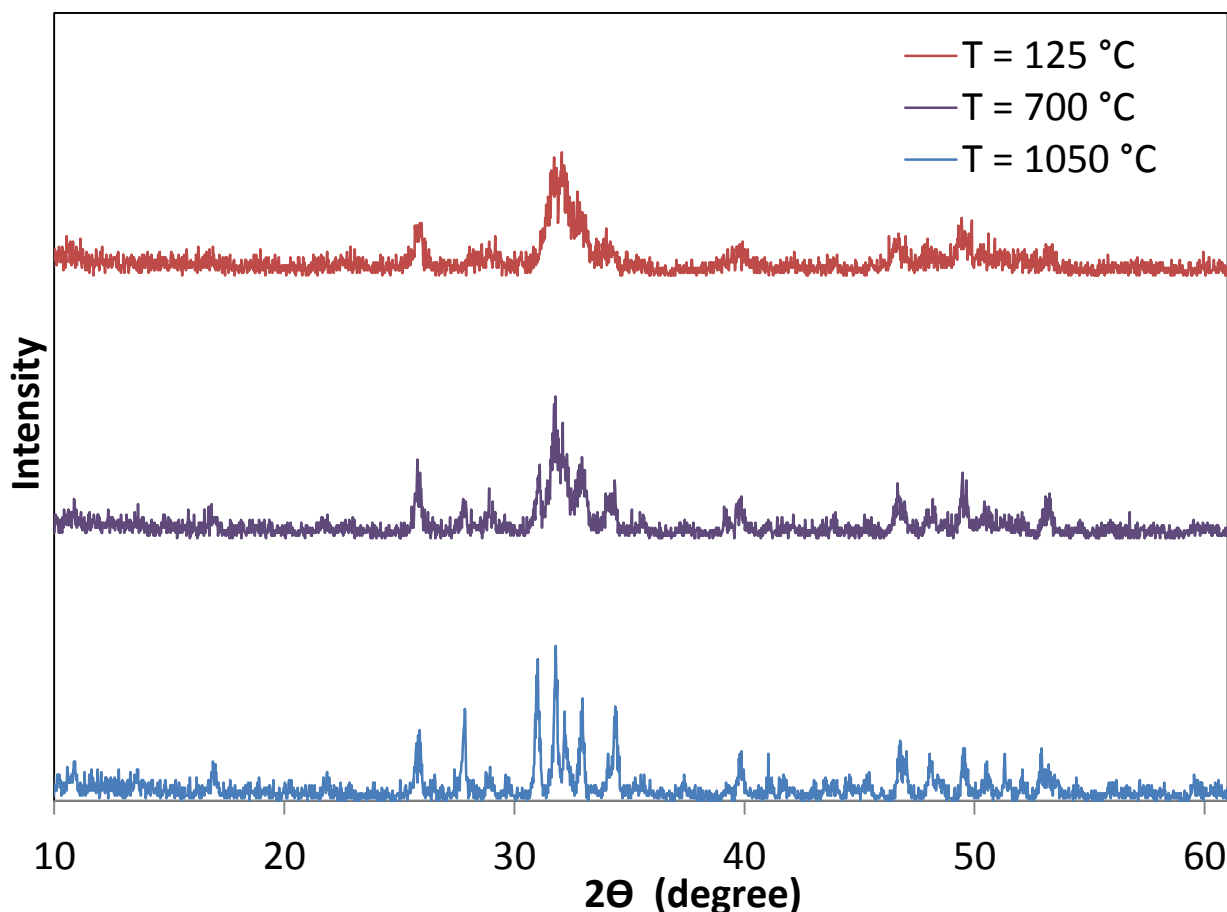


Figure 1. XRD of AC-La calcination at difference temperature.

The XRD patterns of three types of AC-La calcination at difference temperature are shown in Fig. 1 which shows that when calcination at difference temperature did not detect new crystallinity phases has been observed. However, the XRD diffraction peaks have significant broadening with temperature decrease. The results are the evidence for crystallinity of the AC-La structure, when compared the difference calcination temperature. With an increase of AC-La crystallinity the removal capacity of lanthanides ions in the liquid phase decreased.

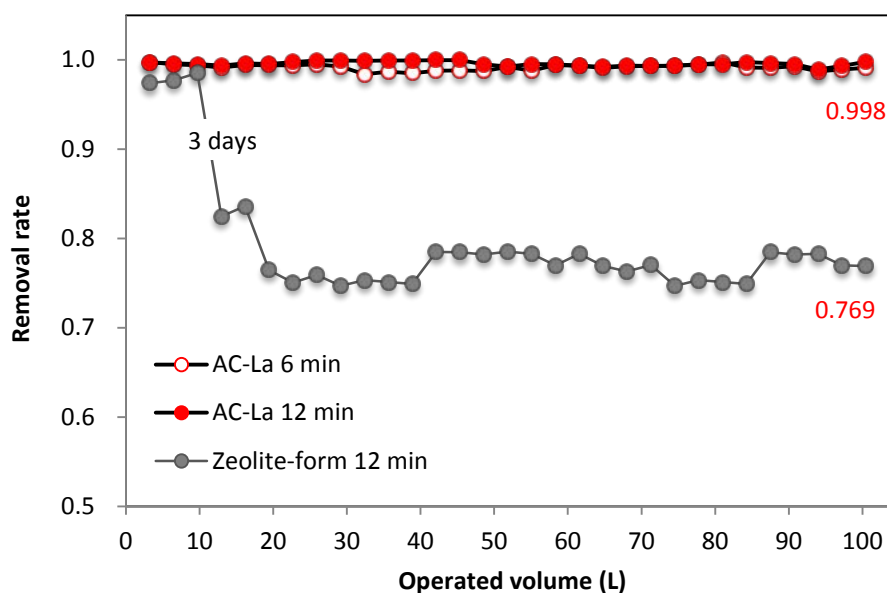


Figure 2. Effect of removal rate by AC-La on the column system.

Through the batch adsorption experiments, AC-La were found to be successful candidates as a stabilizing absorbent for La, Sm and Eu ion. Therefore, compare AC-La and zeolite-form using the column system are shown in Fig. 2. Fig. 2 show the AC-La has superior performance than zeolite-form, even tests in shorter retention time (6 min). Zeolite-form performed similar ability with AC-La for 3 days (9.72 L), and then the effectiveness was greatly reduced to approximately 0.75. So far, AC-La still maintains approximately 0.99 removal rate for the column tests, even through 10 times operated volume of zeolite-form's.

Summary

In summary, the removal capacity of lanthanides ions in the liquid phase by AC-La samples was successfully. The removal efficiency of lanthanides ions by AC-La was over 97 %, except Ce, Nd and Y. The reduced efficiency of lanthanides ions in batch adsorption experiments should be carefully considered for AC-La crystallinity. With an increase of AC-La crystallinity the removal capacity of lanthanides ions in the liquid phase decreased. The column system test at same retention time, zeolite-form with reduction of the removal capacity by 23 % for Eu compared to the AC-La.

The observed good buffer properties of AC-La are particularly important for its possible practical application (treatment of wastewater from chemical processing).

References

- [1] E.S. Bailey, T.J. Olin, R.M. Bricka and D.D. Adrian: Water Res. Vol. 33 (1999), p. 2469.
- [2] D. Mohan and K.P. Singh: Water Res. Vol. 36 (2002), p. 2304.

- [3] B.Yu, Y. Zhang, A. Shukla, S.S. Shukla and K.L. Dorris: J. Hazard. Mater. B Vol. 80 (2000), p. 33.
- [4] Y. Sag and T. Kutsal: Biochem. Eng. J. Vol. 6 (2000), p. 145.
- [5] C. Cooper, J.Q. Jiang and S. Ouki: J. Chem. Technol. Biotechnol. Vol. 77 (2002), p. 546.
- [6] M. Ozawa, K. Satake and R. Suzuki: J. Mater. Sci. Vol. 22 (2003), p. 513.
- [7] E.F. Sousa-Aguiar, V.L.D. Camorim, F.M.Z. Zotin and R.L.C. Dos Santos: Microporous Mesoporous Mater. Vol. 25 (1998), p. 25.
- [8] M. Majdan, S. Pikus, A. Gładysz-Płaska, L. Fuks, E. Zięba: Colloid. Surface. A Vol. 209 (2002), p. 27.
- [9] M. Majdan, A. Gładysz-Płaska, S. Pikus, D. Sternik, O. Maryuk, E. Zięba, P. Sadowski: J. Mol. Struct. Vol. 702 (2004), p. 95.