

出國報告（出國類別：研究）

「赴上海交通大學(擔任訪問學者學校)及山東省環科院進行研究交流」

服務機關：國立高雄第一科技大學

姓名職稱：林銳敏 教授

派赴國家：大陸上海市/濟南市

出國期間：中華民國 103 年 1 月 21 日至 1 月 27 日

報告日期：中華民國 103 年 2 月 6 日

摘 要

出國人員自 102 年 2 月 1 日起至 103 年 1 月 31 日間為教授休假研究，受上海交通大學環境科學與工程學院邀請擔任訪問學者，此次(103 年 1 月 21 日至 1 月 24 日)前去訪問主要在於總結這年度研究成果及待解決問題，交流的內容包括學生研究指導及科研方向討論及交流。此外，亦應山東省環科院邀請前去進行交流(103 年 1 月 24 日至 1 月 27 日)，交流的內容包括環境管理與許可證應用，另安排參訪當地知名生產事業單位交流土工膜生產技術及應用。

關鍵詞：休假研究；訪問學者；環境管理；土工膜生產技術及應用

目 次

摘要

壹、緣起及目的	1
貳、行程	2
參、交流對象	3
肆、心得及建議.....	10

附錄：照片

壹、緣起及目的

出國人員自 102 年 2 月 1 日起至 103 年 1 月 31 日間為教授休假研究，受上海交通大學環境科學與工程學院邀請擔任訪問學者，此次(103 年 1 月 21 日至 1 月 24 日)前去訪問主要在於總結今年度研究-“市政污泥處理處置調查與規劃”，討論研究成果及未完成部分待解決問題。交流的內容包括學生研究指導、結果討論分析、及未來科研方向討論及交流。

此外，亦應山東省環科院邀請前去進行交流(103 年 1 月 24 日至 1 月 27 日)，交流的內容包括與環評所專業單位討論有關環境管理與許可證應用，另安排參訪當地知名生產事業單位交流土工膜生產技術及應用，該項產品主要應用於不透水工程之應用。

貳、行程

本項出國詳細之行程如下：

「赴上海交通大學(擔任訪問學者學校)進行研究交流及合作討論」行程表

日期	地點	行程內容
2014/1/21	高雄-桃園 桃園-上海	出發行程
2014/1/22	上海交通大學	研究交流討論
2014/1/23	上海交通大學	研究交流討論
2014/1/24	上海-濟南	異地行程
2014/1/25	山東省環科院	實務交流討論
2014/1/26	山東省環科院	實務交流討論
2014/1/27	山東省環科院 濟南-桃園	實務交流討論 回程行程(晚上 11:45 抵達桃園)
2014/1/28	桃園-高雄	回程行程

參、交流對象

一、上海交通大學訪問交流

進入新世紀，該校環境科學與工程學院以人為本、以建設世界一流水準的學院目標、以學科建設為突破口，在世界範圍內廣納賢才共濟大業。該院現已擁有環境科學與工程一級學科博士學位授予權、環境工程博士學位元元授予權、環境科學碩士學位授予權、環境工程碩士學位元元授予權和環境工程工程碩士學位元元授予權；學院現有教職工 65 人，其中專任教師 51 人，上海市“千人計畫”獲得者 1 名，教育部“長江學者”特聘教授 1 名，上海市“東方學者”特聘教授 1 名，教育部新世紀優秀人才計畫 4 名，中科院“百人計畫”獲得者 1 名。環境科學與工程學院目前有在讀博士研究生 95 人、碩士研究生 144 人、工程碩士研究生 37 人、本科生 222 人；學院每年招收環境科學與工程專業方向的本科生兩個班（約 50~60 人）。（參考學校簡介）

此次休假研究交流與教師及學生討論之內容非常充分，主要交流項目及內容有以下幾項：

(一)年度研究成果總結

此次(103年1月21日至1月24日)前去訪問主要在於總結今年度研究-“市政污泥處理處置調查與規劃”，討論研究成果及未完成部分待解決問題。基本上，對政府而言，提升污泥處理處置能力是當務之急，污泥是世界性難題，首先要有解決問題的決心和行動，其次是要有科學的認識，第三是保障政策要到位。以下為本年度研究成果之結論與建議；

建議一：污泥處理處置是水污染物減排不可或缺的環節，不做不行、遲早要做

首先強調要有解決問題的決心和行動，污泥是污水處理不可或缺的一個環節，遲早要納入水污染防治體系，補課或早或晚。污水處理廠減排理念要有所轉變。如果從污水處理減排全過程考量，不對污泥進行無害化處置，從減排層面上說，污水處理廠最多削減了 1/2 污染物，減排目標將被大

打折扣。儘管目前並沒有強制政策，但污泥處理處置不做不行、遲早要做，是大勢所趨。特別是對新建污水廠，地方政府要有眼光，考慮處理處置的要求。而已經開始處理處置設施建設的城市，目前已經遇到了污水廠無空間、集中設施選址困難的問題。戴曉虎承認，污泥至今仍是個棘手的世界性難題，但地方政府要有解決問題的決心和行動。現在污泥問題的集中爆發，就是因為此前污水廠建設過程中長期沒有考慮處理處置設施。對於新建項目一定要吸取教訓，早做早主動。

建議二：不要被過度宣傳資源化的技術忽悠，污泥首先是污染物，穩定化無害化需要付費

在很多技術宣傳中，污泥可以產沼氣，可以做有機肥，可以發電，可以做磚，似乎變廢為寶成為污泥處理處置的核心，甚至可以產生經濟效益。但事實上，污泥首先是污染物，實現穩定化、無害化是需要投入的。處理污泥是要花錢的，一般國外是水廠投資的 30%，不要指望零成本甚至可以有經濟效益。無論哪一種技術路線，穩定化、無害化是最基本的要求，也是前提，在此基礎上根據不同情況進行綜合利用。首先明確要解決的是污染問題。如果一項技術把資源化放在第一位，是有問題的。在現有生活污水收費的基礎上每噸增加一毛錢，最多不超過一毛五，處理污泥就有了資金來源。據此估算，平均一萬噸污水產生 5~6 噸污泥，處理處置每噸污泥的費用大概在 200~300 元。

建議三：要堅決停止污泥填埋；填埋場是稀缺資源，一埋了事只是鴛鴦政策

污泥填埋除了佔地、存在污染隱患、產生溫室氣體等“罪狀”外，最關鍵的是，在中國成本最為低廉的填埋，極大程度上阻礙了對其他污泥處理處置技術的探索和應用。事實上，很多地方對污泥的填埋也大多並非規範的衛生填埋，甚至是打著填埋的旗號而中途隨意傾倒。在一些發達國家，每噸污泥的填埋處置費比最貴的處理處置方式成本都要高得多，這是推動厭氧、幹化焚燒等相關處理技術應用成熟的根本原因。對城市發展而言，填埋場已是稀缺資源，污泥填埋的路走不下去了。但若要落實為行動，卻

不能隻靠呼籲，建議地方政府探索對污泥填埋徵收高額費用，利用經濟杠杆撤掉“後路”，積極推進規範安全的污泥處理處置。

建議四：污泥是社會化問題，管理難度大，處理處置需要全盤方案

城市生活污水談處理，沒有處置的需求，其排放有統一明確的標準，去向也有明確規定。污泥一旦出廠，實際上就不再是個技術問題，而演變為一個社會化問題。比如污泥厭氧消化的沼氣發電，就要考慮發電上網，要與電網企業打交道；好氧發酵做成有機肥或基質，就得找市政園林等部門或用戶；污泥幹化或者深度脫水，也得考慮如何進一步處置的問題；污泥制磚也要考慮銷路問題等。總之一句話，污泥產生單位的污泥處置問題都得求助別的行業，因此是一個涉及其他領域的社會化問題。一旦成為社會化問題，管理難度就大得多，而且也不是污水處理行業所擅長的事情。很多人沒有認識到這一點，更沒有全產業鏈的系統研究和認識。污泥問題的徹底解決，需要在地方形成從污水源管理、規劃、建設和運行、到運輸和處置全過程的協調管理體系；同時落實污泥處置的相關政策(法規、規劃、投資、水價和產業)；需要地方政府中環保、市政、農林、財稅等各相關職能的協調與合作，顯然不是污水處理廠或是污泥處置單位能以一己之力承擔的。

建議五：污泥水泥窯電廠摻燒算上環保成本不便宜，建議作為過渡性選擇

污泥加入燃煤在電廠鍋爐摻燒在業界被廣泛質疑，但在現實中卻成為不少地方政府的選擇。污泥摻燒表面的低成本，不但有電價補貼彌補，而且還源於節省了大量的煙氣治理成本，這種看似省錢省心的處置方式對環境危害甚大。污泥送入水泥窯、電廠鍋爐焚燒被稱為協同處置，在歐盟法律裡是允許的，但在有些國家相關企業的積極性並不高。比如德國每年的配額就用不完，因為企業要考慮污泥對窯爐的影響，環保標準提升後的成本增加等等。污泥協同處置，與單獨興建焚燒設施在經濟性、選址等方面具有一定的優越性，水泥窯處置污泥還可以解決飛灰的問題。但必須強調的是，國外污泥協同處置相應的環保標準也很高，充分考慮到污泥焚燒對大氣貢獻的污染物及環評的要求。國外水泥廠或電廠進行污泥協同處置的

前提是進行大氣污染物總量控制，而不是濃度控制，因此在煙氣治理上非常嚴格，這部分的投資和運行費用並不低。在城市中，水泥窯、熱電廠等行業存在調整的可能，而且將來隨著環保標準的提高，大氣治理成本勢必上升，建議將其視為過渡性選擇。很多地方認為污泥加入水泥窯就一勞永逸。什麼環節加進去、加多少，臭氣和廢水問題如何解決，產生的硫酸、硝酸對爐窯是否有損害，會不會有重金屬揮發問題等，這些問題以前水泥廠是沒有考慮的。無論是在水泥窯還是熱電廠摻燒，都沒有適用的大氣污染物排放標準，環境風險仍是未知數。

建議六：先想好處置方向，再選擇處理路線，地方政府要為污泥設計系統解決方案，要有科學決策機制

相對於污水處理，污泥的技術選擇難點頗多。首先，污泥的處理和處置是兩個緊密相連的環節。先決定污泥處置方向，再選擇處理工藝，這是政策層早已確定的原則，在評估、選擇技術路線時也應得到貫徹。但不少污泥處理技術在自我宣傳時，往往會有意無意忽略處置的問題，即污泥經處理後最終要往哪裡去。導致這些技術表面上便宜、簡便，地方政府建設後，卻往往在污泥產品最終找尋去處時遇到麻煩。比如談到污泥好氧堆肥技術，就不能簡單評價好與不好，而是要考慮到肥料的銷路和運輸半徑。肥料的需求有季節性，但污泥卻是一年 365 天天天產生，還要考慮運輸費用、銷售半徑等。好氧設施上馬前，就必須考慮最終產物在當地是否能順暢、持續地消納。好氧項目定位為中小城市，規模 50 噸左右不超過 100 噸，產生的肥料量少，周邊消納空間較大。如果沒想好污泥去處，而貿然選擇上馬一些處理工藝，很容易造成項目不能正常運行。研究的建議是因地制宜，考慮當地特點和污泥處置去向來選擇具體的技術路線，企業也不要推銷單項技術，而是要給出系統的解決方案。其次，污泥處理處置方案的選擇要有科學的評估決策機制。現在技術路線在業界爭議還是比較大，一個技術行不行，不能隻聽企業的。

建議七：穩定化將有望成約束性指標，污水廠應重新重視污泥消化穩定環節和資源化利用

此前，國家相關政策對城市生活污水處理廠污泥處理的強制要求體現在含水率，事實上都是為了填埋處置。而這一趨勢在國際上已經發生改變，比如德國已於 2005 年禁止污泥填埋。有關部委正在討論對生活污水污泥的穩定化提出約束性指標。發達國家對污泥穩定化都是有要求的，污泥達不到穩定化要求無法通過環評建廠。不僅有約束性指標，還有相應的配套機制，比如污泥消化生產沼氣可以享受相關補貼等。現在污水廠進行污泥脫水，只是達到了減容的單一目標。污泥作為污染物的性質沒有發生改變，因為原水中 60%的懸浮物在原有的生物處理過程都沒有得到降解，而壓縮後簡單填埋，極易造成二次污染。所以國外強調通過污泥穩定化帶來的減量化，強調污泥中有機物要首先得到降解。而厭氧等污泥消化工藝可以回收污泥生物質能，實現污泥穩定，在大中型污水廠未來可能重新得到重視。大陸對這一工藝有認識誤區和宣傳偏差，認為厭氧就是要生產沼氣，只看到有經濟效益。事實上，沼氣只是副產物而已，主要目的是讓污泥中的有機物得到降解，避免二次污染。大中型規模的污水處理廠一定要重視消化環節，厭氧消化污泥不僅僅可以土地利用，在土地利用受限時，它和幹化焚燒等處置方式也並不矛盾。國外的經驗是厭氧消化+幹化焚燒的組合，可以顯著降低後續幹化焚燒工藝單元的投資和運行費用。含水率和有機質的降低，有助於實現能耗平衡。德國慕尼黑和漢堡等大型城市均採用了這樣的聯合工藝。

(二)研究人員討論研究結果及問題

研究人員主要為研究助理及研究生，部份為大學部學生，研究生的研究主題基本上仍以教師的研究專長及研究計畫來源為主，研究主題及研究計畫來源亦視教師而不同。部份教師較著重理論研究，研究計畫來源則主要來自“自然基金”(同國內的國科會)；部份教師研究重點在於技術的發展及應用，研究計畫來源則來自產業界或實務的管理單位。

在研究生參與研究計畫的表現上，因為上海交大在大陸大學中的排名是屬前幾名的學校，學生的素質非常高，尤其是研究生，學習態度佳，反應快，基礎理也紮實。研究的進行中，對於問題的解析能力也不錯，在研討的過程中都會主的發問，求知及求新的態度也不錯。尤其是研討過程中的發問及回

答態度與精神都十分犀利，這確實是值得我們這裡的學生可以學習的地方。

(三)與研究人員討論產研(污泥處理)發展及問題

但是污泥一直以來都是一個很難處理的問題，目前可以看到最常見的處理方式就是交由水泥廠或設置有旋轉加熱爐的單位來處理，經由家熱烘乾，降低水份，產物則代交由磚瓦廠再利用，摻配原料製磚。因為在大陸房屋建築仍大量使用磚塊，所以此方式的再利用仍有其存在之條件。然而污泥中有機或無機物質的含量是否受到嚴格的監控，是否會造成含污染的磚塊在一般的生活環境中存在。即使是市政污水處理廠的污染也潛藏的類似的問題，因為部份的下水道不僅收集民生污水，也接受工廠預處理的廢水。因此除非針對工廠廢水的水質有嚴謹的監控，否則經污水處理廠後的污泥也可能含有有害的物質，後續的污泥再利用的安全性也可能因此而有極高的不確定性。

二、山東環科院訪問交流

山東省環境保護科學研究設計院始建於 1978 年，是山東省環境保護廳直屬的公益性事業單位，是山東省重點科研院所之一，是山東省唯一的省級技術密集型環保科研機構，也是山東省最大的、實力最強的環保專業科研院所，是為全省的環境保護工作提供技術支援的重要機構，在全國同類機構中處於行業的先進行列。主要業務範圍：環境科學研究、環境規劃和環境標準編制、環境影響評價、環境污染治理工程的諮詢與設計、工程總承包、環保設施運營、環保技術研發和推廣、環保設備代理、環境監理、土壤和生態修復建設工程、清潔生產審核、環境管理體系認證、環境檢測、環保項目竣工驗收、迴圈經濟研究、企業上市環保評估、節能評估和能源審計等。該院目前共計 18 個部門。其中 4 個管理部門：綜合辦公室、人力資源部、財務部、業務發展與管理部；13 個業務部門：環境工程研究所（已註冊山東環科環境工程有限公司）、迴圈經濟研究所、環境檢測中心、4 個環境影響評價研究所、重點實驗室、環境規劃戰略研究中心、環境風險與污染損害評估鑒定中心、環境監理中心、生態及土壤修復研究所、大氣污染控制研究所；1 個物業管理部門：物業管理中心。（參考山東環科院簡介）

本次應山東省環科院邀請前去進行交流(103年1月24日至1月27日)，交流的內容包括與環評所專業單位討論有關環境管理與許可證應用，另安排參訪當地知名生產事業單位交流土工膜生產技術及應用，該項產品主要應用於不透水工程之應用。(詳見附錄照片)

肆、心得與建議

落實產業及大學產學合作，藉學術與產業結合的確非常重要，經技術移轉達到產業技術升級。

附錄、照片



興建中的實驗室



興建中的研究室



膜生產機台



膜加工機組



膜加工膠層機台



工程使用上產品