

出國報告（出國類別：其他）

赴大陸核工業北京地質研究院技術交  
流與  
參加第五屆廢物地下處置學術研討會  
出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：莊怡芳 助理工程師

吳禮浩 副研究員

陳智隆 副工程師

王正忠 副研究員

派赴國家：中國大陸

出國期間：103年8月21日~103年8月27日

報告日期：103年9月25日



## 摘要

高放射性廢棄物處置為環境保護永續發展之重要議題，中國大陸積極開發核能工業外，亦高度重視放射性廢棄物處置之問題。大陸核工業北京地質研究院在放射性廢棄物處置、用過核子燃料貯存相關與核能安全、緩衝材料礦產資源、工程障壁技術發展與研究之相關研發成果已有顯著貢獻，此次出國行程安排至核工業北京地質研究院進行技術交流，實地瞭解該院之研究領域與發展現況，並參觀該院之工程障壁實驗室，交流緩衝材料及處置母岩研究發展與相關實驗技術，以及研討未來合作規劃。經由此次之交流，可為兩岸放射性廢棄物最終處置之功能與安全評估技術發展奠定良好之溝通平台及未來發展之基礎。在放射性廢棄物地下處置工程障壁研究發展方面，核工業北京地質研究院過去 10 年以來，針對具有潛在緩衝材料特性之高廟子膨潤土進行產量開採與特性研究，並於 2010 年起發展工程障壁大尺寸長期性能試驗與數值驗證，此項工作仍持續進行中，其研發歷程與精神值得我們學習。

本次行程同時安排參與「中國岩石力學與工程學會廢物地下處置專業委員會」、「中國核學會輻射防護分會」、「中國環境科學學會核安全與輻射環境安全專業委員會」和「中國核學會核化學與放射化學分會環境放射化學專業委員會」聯合於 103 年 8 月 24 日至 103 年 8 月 28 日在四川綿陽舉辦的第五屆廢物地下處置學術研討會。本次會議以廢棄物地下處置為中心主題，針對廢棄物地下處置理論、工程實例、新技術與新方法、國際進展等方面，由來自各地學術單位、科研院所、企業單位等專家學者進行廣泛的學術交流。透過專家學者之簡報與交流討論，瞭解中國大陸對於高放處置地質調查、場址評估、工程障壁材料研究、及核種遷移行為等研究進展，參與人員皆有實質收穫。這次研討會論文投稿及與會人員逐年增加，並且邀請國家環保部等政府管理單位參加會議，可見中國大陸對高放廢棄物處置之重視。

# 目 次

一、目 的.....	1
二、過 程.....	2
三、心 得.....	24
四、建 議 事 項.....	25

# 一、目的

大陸核工業北京地質研究院在放射性廢棄物處置、用過核子燃料貯存相關與核能安全、緩衝材料礦產資源、工程障壁技術發展與研究之相關研發成果已有顯著貢獻，本次出國行程安排於 103 年 8 月 21 日與 22 日赴核工業北京地質研究院進行技術交流，研討緩衝材料塊體製作技術、緩衝材料性能測試與試驗設計、緩衝材料功能評估等技術發展，以提升本所對用過核子燃料最終處置工程障壁研究之成效。

中國岩石力學與工程學會廢物地下處置專業委員會、中國核學會輻射防護分會、中國環境科學學會核安全與輻射環境安全專業委員會和中國核學會核化學與放射化學分會環境放射化學專業委員會聯合於 103 年 8 月 24 日至 103 年 8 月 28 日在四川綿陽舉辦第五屆廢物地下處置學術研討會。本次會議以廢棄物地下處置為中心主題，針對廢棄物地下處置理論、工程實例、新技術與新方法、國際進展等方面，經由來自各地學術單位、科研院所、企業單位等專家學者進行廣泛的學術交流，透過此次參與第五屆廢物地下處置學術研討會，期可獲得處置設計與工程障壁研發技術等經驗。

## 二、過 程

本次出國行程如表 1 所示，說明此次出國之工作行程內容。出國人員共計四人，成員有本所王正忠簡任副研究員、吳禮浩薦任副研究員、陳智隆副工程師與莊怡芳助理工程師。

表 1：工作行程

日期			行程內容
年	月	日	
103	8	21	去程：桃園赴大陸北京市 赴核工業北京地質研究院技術交流、參觀分析所實驗室及中國核地質標本陳列館
103	8	22	赴核工業北京地質研究院參觀工程障壁實驗室與技術交流
103	8	23	核工業北京地質研究院技術交流心得討論及後續技術發展規劃（週六）
103	8	24	移地行程，由大陸北京市轉赴四川省綿陽市 第五屆廢物地下處置學術研討會大會報到
103	8	25	參加第五屆廢物地下處置學術研討會
103	8	26	參加第五屆廢物地下處置學術研討會
103	8	27	回程：大陸四川省綿陽市返回桃園

### (一) 赴大陸核工業北京地質研究院技術交流

103 年 8 月 21 日至 103 年 8 月 22 日，吳禮浩、陳智隆及莊怡芳赴大陸核工業北京地質研究院(簡稱核地院)進行 2 日技術交流。2 日參訪工作日程如表 2 所示，8 月 21 日主要介紹雙方研究進展與相關技術討論，並研討未來合作規劃，當日與會人員除本所吳禮浩、陳智隆及莊怡芳外，有核地院副院長王駒、科技處副處長秦明寬、科技處外事主管高敏、環工所所長蘇銳、環工所副所長陳亮、研究級高級工程師劉月妙及其各實驗室負責人。首先由核地院王駒副院長報告該院簡介與大陸高放廢棄物處置研究之最新進展(圖 1)，包含地質調查現況、大型台架試驗發展現況(由劉月妙博士解說)、安全評估、以及於 2020 年發展地下實驗室之相關規劃；另由環境工程研究所所長蘇銳先生介紹甘肅北山預選區水文地質條件研究進展，包含處置場址岩體工程性質評估指標研究，利用地質調查資料評選適宜之處置場址。接著核能研究所助理工程師莊怡芳介紹本所工程障壁實驗室發展規劃(圖 2)，雙方參會人員進行技術交流與討論。會後由王駒副院長帶領至核地院分析所參觀實驗室設備以及中國核地質標本陳列館。分析所實驗室參觀過程由分析所各實驗室負責人說明(圖 3)，該單位除分析核地院地質所現地調查所取樣之岩體礦物分析之外，亦接收外界之岩樣分析業務；中國核地質標本陳列館參觀主要由王駒副院長及陳亮博士帶領參觀，主要展示中國境內地質調查過程中取得之岩樣標本，包含中國高放射性廢棄物地質處置研究開發過程中，在甘肅省北山採集之高廟子膨潤土礦、再製膨潤土粉末、再製膨潤土塊體(圖 4)，以及北山預選區新場地段開採之裂隙花崗岩塊樣本與花崗岩心(圖 5)，由於鑽管設備尺寸限制，北山六號鑽孔取得之完整花崗岩心每一管採集長度 3000 mm、直徑 63 mm，每一管取得岩心樣本皆完整且無裂隙，館內亦展示中國高放處置概念模型(圖 6)，為多重障壁深地層處置概念，將放射性廢棄物再處理成玻璃固化體裝置於廢棄物罐內，處置孔內與廢棄物罐間以高壓實之膨潤土塊填充以提供廢棄物罐力學支撐、阻滯地下水入侵及核種外釋，廢棄物罐置放形式為垂直置放。

8 月 22 日由核地院劉月妙博士帶領參觀工程障壁實驗室，圖 7 與圖 8 為處置母岩岩塊力學/滲透試驗設備，此項試驗研究為利用人工製造裂隙面量測岩塊水力傳導度，並考量正向應力與側向應力作用下對水力傳導度之影響。圖 9 為緩衝材料熱-水-力-化學耦合性能大型試驗台架設備(THMC China-Mock-Up)，為中國大陸處置概念處置孔 1/2 尺寸之大型試驗設備，試驗設備剖面圖如圖 10 所示，外部為不鏽鋼腔，體內部填裝膨潤土塊與填料顆粒(圖 11、圖 12)，中間設置與實際廢棄物罐等重之模擬發熱體，以瞭解緩衝材料受廢棄物罐重量沉陷行為，以及廢棄物物體放熱作用對緩衝材料之影響，腔體周圍灌入北山地區所取得之地下水，模擬處置孔內受地下水入侵時之影響。內部外部各設置 10 種感測器，擷取不同試驗數據，如溫度感測器、濕度感測器、應力感測器、孔隙水感測器、LVDT 位移感測器、電化學腐蝕感測器、光纖光柵應變感測器、應變規、測微器及流量計等，利用數據擷取系統蒐集各感測器

資訊，目前設備由 2010 年運行至今，擷取之數據資料做為數值分析之論證資訊。其它工程障壁相關研究試驗設備如高溫膨脹力和滲透性能研究(圖 14)、熱傳試驗(圖 15)、三軸試驗儀等(圖 16)，隨後本所同仁與各實驗室負責人馬利科、曹勝飛、謝敬禮，雙方就試驗技術與研究經驗進行交流及討論。

此次與核地院進行技術交流收穫良多，關於緩衝材料研究、處置場選址作業、母岩岩體研究等技術研討，瞭解核地院對於處置工程障壁與天然障壁研究發展快速且穩健，值得我國學習。

表 2：赴北京市核工業北京地質研究院參訪工作日程

日期			工作內容	報告人	地點
年	月	日			
103	8	21	核地院方致歡迎詞	王駒副院長	新科研樓
			核地院情況介紹、中國高放處置研究最新進展	王駒副院長、劉月妙博士	新科研樓
			台灣核能研究所研究規劃介紹	莊怡芳助理工程師	新科研樓
			參觀分析所實驗室	譚靖及各實驗室負責人	分析所
			參觀中國核地質標本陳列館	王駒副院長、于金水	標本陳列館
			甘肅北山預選區水文地質條件研究進展 雙方討論合作計劃	蘇銳所長 與會人員	新科研樓 新科研樓
103	8	22	參觀處置母岩岩塊力學/滲透試驗設備與緩衝材料熱-水-力-化學耦合性能大型試驗台架設備	劉月妙博士、馬利科博士、曹勝飛博士、謝敬禮博士、及其各實驗室負責人	大型台架實驗室、工程障壁實驗室
			參觀緩衝材料塊體製作實驗室		
			參觀工程障壁特性實驗室		
			試驗技術與研究經驗交流		





圖 1：王駒院長簡報核地院現況及中國高放處置研究最新進展



圖 2：本所同仁莊怡芳簡報核能研究所工程障壁實驗室規劃



圖 3：核地院分析所實驗室參觀



圖 4：核地院陳亮博士解說高廟子膨潤土特性與礦產來源



圖 5：核地院陳亮博士解說甘肅省北山採集之花崗岩塊及岩心



圖 6：核地院陳亮博士解說中國高放處置概念模型



圖 7：花崗岩裂隙水流滲透試驗台

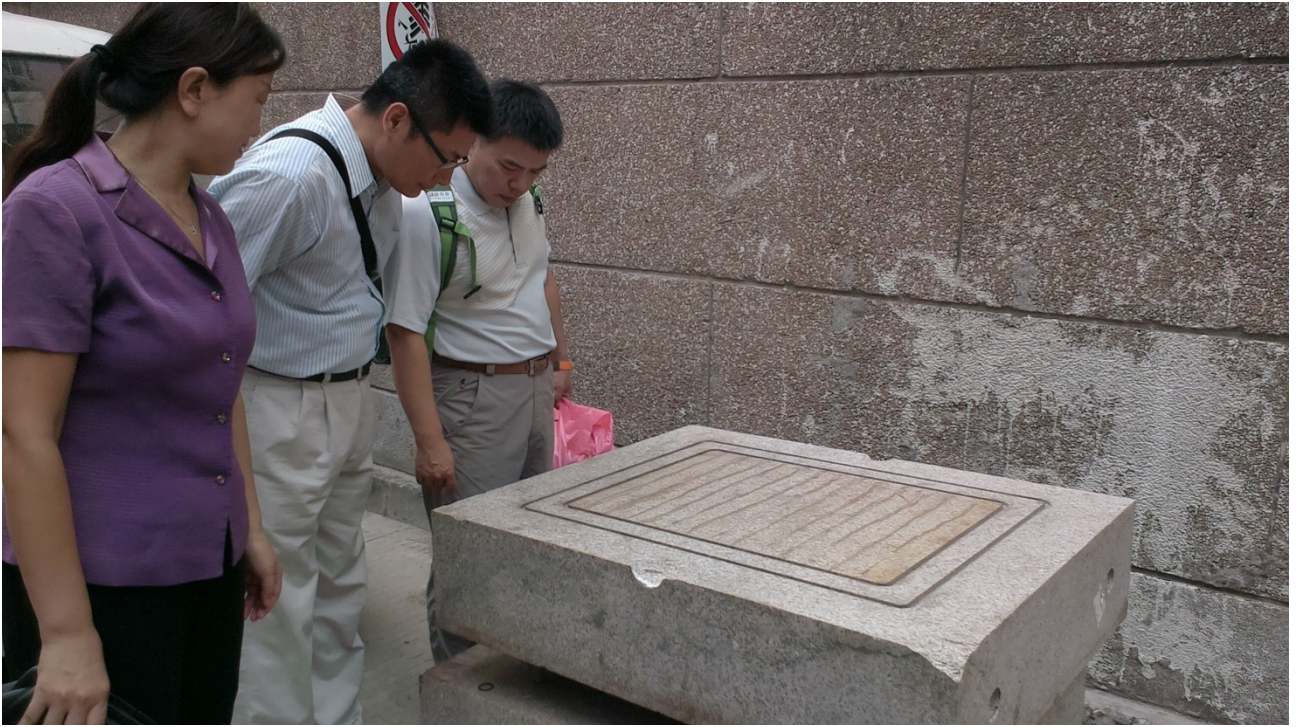


圖 8：花崗岩裂隙水流滲透試驗試體



圖 9：China-Mock-Up 大型台架試驗

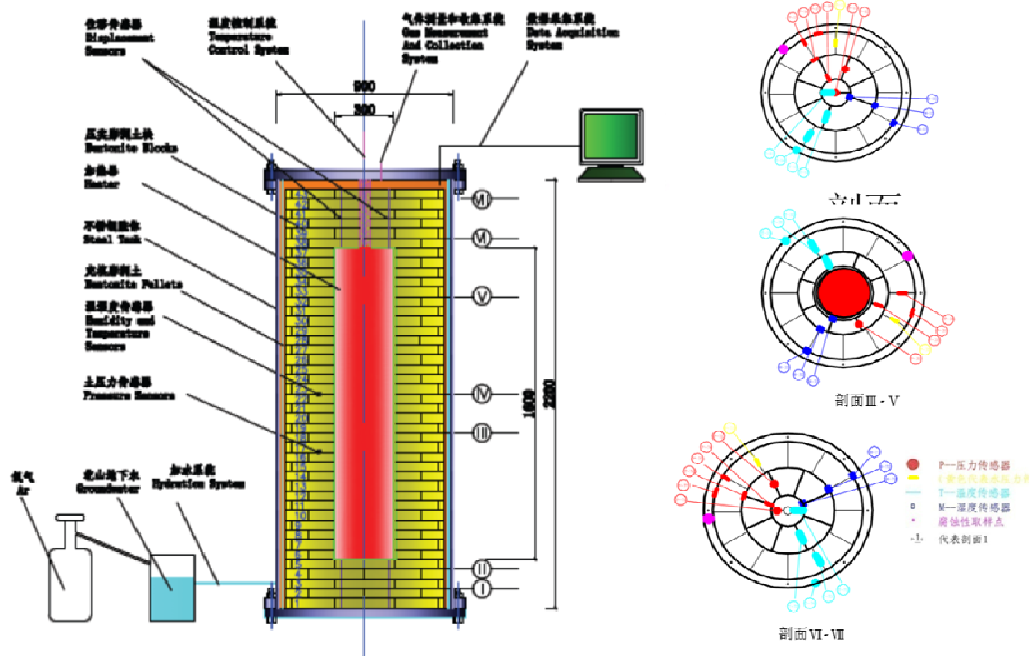


圖 10：THMC China-Mock-Up 剖面圖



圖 11：大型台架試驗之膨潤土塊體



圖 12：大型台架試驗膨潤土填料

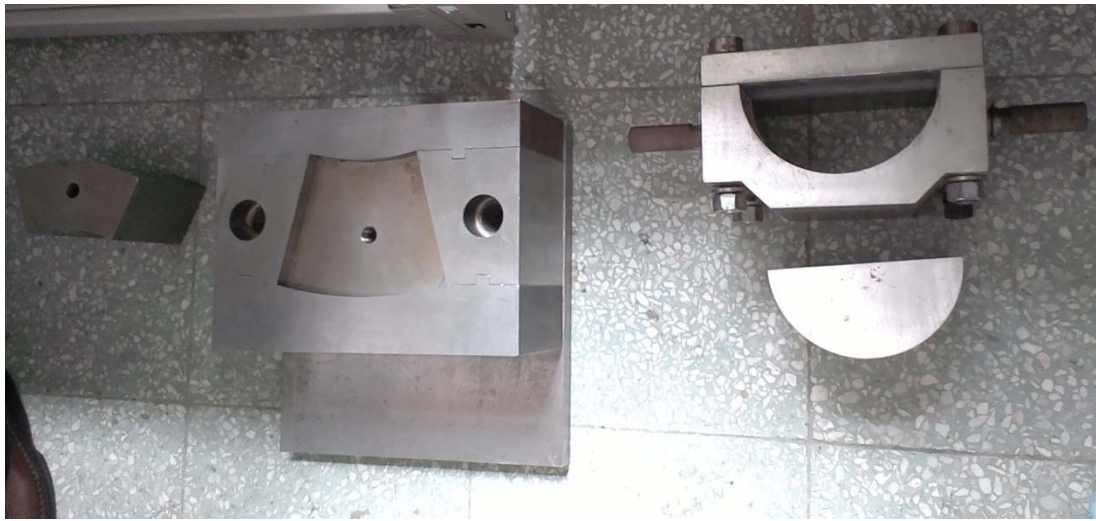


圖 13：膨潤土塊體成形模具



圖 14：高溫膨脹力和滲透性能研究



圖 15：緩衝材料熱傳試驗儀器



圖 16：三軸試驗儀



## (二) 參加第五屆廢物地下處置學術研討會

103 年 8 月 23 日王正忠赴四川省綿陽市參與第五屆廢物地下處置學術研討會，吳禮浩、陳智隆及莊怡芳隨後於 8 月 24 日由北京轉赴四川省，於大會安排住宿地點辦理研討會註冊與報到手續(圖 17)，工作行程如表 3。

第五屆廢物地下處置學術研討會於 103 年 8 月 24 日至 26 日在四川省綿陽市西南科技大學舉行(圖 18)，報名人員共 190 餘位，分別來自中國大陸、臺灣、香港、美國、英國、法國、瑞典、芬蘭等國家，論文集共收錄 61 篇報告，並發表於「世界核地質科學」2014 年增刊上發表。大會現場分組報告篇數 61 篇，特邀報告 11 篇，參與人數較前屆踴躍，投稿數也較往年增加。本次會議由中國岩石力學與工程學會廢物地下處置專業委員會、中國核學會輻射防護分會、中國環境科學學會核安全與輻射環境安全專業委員會和中國核學會核化學與放射化學分會環境放射化學專業委員會聯合主辦，承辦單位有西南科技大學、核廢物與環境安全國防重點學科實驗室、四川省核學會、四川省礦物岩石地球化學學會、核工業北京地質研究院、中國核高放廢物地質處置評價技術重點實驗室、固體廢棄物處理與資源化教育部重點實驗室。本次會議以廢棄物地下處置為中心主題，如廢棄物地下處置理論、工程實例、新技術與新方法、國際進展等方面與各單位專家進行學術交流，與會成員來自中國大陸境內各大學、科研單位、企業單位專家、教授與學者，並邀請中國大陸與國際間廢物處置相關專長之學者進行特邀報告，以及邀請中國大陸政府相關部門領導如國家環保部與會參加，大會議程如

表 4 所示。

大會開幕式由核工業北京地質研究院王駒副院長及西南科技大學庾先國副校長主持，特邀來賓有中核集團榮峰副總經理、西南科技大學庾先國副校長、國家國防科技工業局系統工程二司邊慧英處長、國家環境保護部輻射源安全監管司馬成輝處長、東華理工大學劉曉東副校長、中國工程物理研究院王拓副巡視員(圖 19)，由核地院王駒副院長匯報此次會議籌備狀況，邊慧英處長致辭，說明中國大陸高放廢棄物地質處置之研究進展與成果，並建議廢棄物地質處置地下實驗室之建設過程中需注意設施設計、整體技術發展規劃、國際合作管道與公眾宣傳等工作，表示中國大陸政府對放射性廢棄物地質處置的重視與支持。大會報告中，國家環境保護部輻射源安全監管司馬成輝處長簡報「漫談廢物管理」，提出安全有效管理核廢棄物處理與處置過程之相關建議。會議期間，各與會代表分別針對高放射性廢棄物地質處置選址與場址評估、廢棄物體與核種遷移行為、處置工程與工程障壁、安全評估及 CO<sub>2</sub> 處置等專題，進行簡報與交流討論。

西南科技大學於會議中安排參觀核廢物與環境安全國防重點學科實驗室(圖 22)，展示實驗室各團隊之研究成果，研究方向主要有放射性核廢棄物處理材料、核廢棄物環境下的生物效應、核廢棄物的環境安全、核探測與核設施安全監測等。圖 22 中之核安機器人為曾處理 2009 年河南杞縣與廣東番禺的卡源事故之機械設備，利用遙控機械手臂處理射源，前方附有照明燈與攝影機，以判定處理之標的物；膨潤土透水試驗設備則為放射性核廢棄物處理材料團隊進行之緩衝材料相關研究，另有其他熱水耦合試驗研究，目前已有初步研發成果；生物修復實驗室為試驗不同植物吸附特定放射性核種效率，後續再以乾燥、焚化處理。

大陸在高放處置部分，採用封閉式核子燃料循環策略，也就是說，將用過核子燃料再處理產生的高放射性廢棄物進行最終處置，另一方面，在處置容器的選擇上，目前尚未有定論，因此，在這次的「第五屆廢物地下處置學術研討會」上，有一篇中國科學院金屬研究所董俊華博士的大會報告「高放廢物地質處置中金屬處置罐材料的選擇與腐蝕性能研究」，以及其他 7 篇的學術報告，顯見大陸對金屬處置罐材料選擇與性質研究的重視。由上述金屬處置罐材料腐蝕相關的學術研究發現：這些研究已經模擬在甘肅北山地質環境下的金屬材料腐蝕行為，部分研究也已經利用取得的甘肅北山地下水，直接進行相關試驗，這說明工程障壁的研究、設計與場址條件結合的重要性與必要性。借鏡大陸，雖然現階段我國場址仍未定案，最終處置計畫工程障壁的研究與設計仍可以考量國內可能潛在母岩的特性予以規劃。

經過 2 日的論文發表與熱烈的學術討論交流，最後由西南科技大學副校長庾先國以及核地院副院長王駒主持大會閉幕式，進行大會總結與邀請專家致詞，並宣布 2016 年第六屆廢物地下處置學術研討會將於甘肅省敦煌市舉辦，由核工業北京地質研究院主辦。

表 3：赴四川綿陽市參與「第五屆廢物地下處置學術研討會」工作行程

日期			工作內容	地點
年	月	日		
103	8	24	第五屆廢物地下處置學術研討會大會報到、研討會註冊與領取大會資料、辦理住宿登記	豪瑞特酒店
103	8	25	大會開幕式： 介紹與會嘉賓 核地院王駒副院長匯報會議籌備情況 專家及領導致開幕詞 西南科技大學致歡迎詞 合影	西南科技大學行政樓一樓學術報告廳
			大會報告 (大會特邀專家專題報告)	西南科技大學行政樓一樓學術報告廳
			分組學術報告 第一會場：核廢物地下處置-選址及場址評價 第二會場：安全評價、中低放、高放處置工程與 CO <sub>2</sub> 處置、高放廢物地下處置-工程屏障	西南科技大學行政樓 302 會議室 西南科技大學行政樓 201 會議室
			參觀西南科技大學實驗室	核廢物與環境安全國防重點學科實驗室
103	8	26	大會報告 (大會特邀專家專題報告)	西南科技大學行政樓一樓學術報告廳
			分組學術報告 第一會場：核廢物地下處置-選址、場址評價及廢物體與核素遷移 第二會場：核廢物地下處置-處置工程與工程屏障	西南科技大學行政樓 302 會議室 西南科技大學行政樓 201 會議室

表 4：「第五屆廢物地下處置學術研討會」大會議程

<b>103年8月25日</b>				
08:30-09:30 大會開幕式，西南大學行政樓 1 樓學術報告廳				
主持人：王駒，庾先國				
1	08:30-08:40	介紹嘉賓		
2	08:40-08:45	王駒匯報會議籌備情況		
3	08:45-09:00	專家和領導致開幕詞		
4	09:00-09:10	西南科技大學致歡迎詞		
5	09:10-09:30	合影		
09:45-12:00 大會報告，西南大學行政樓 1 樓學術報告廳				
主持人：劉曉東，葉為民				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	09:45-10:00	馬成輝	漫談廢物管理	國家環保部
2	10:00-10:30	王駒	甘肅北山高放廢物地質處置下實驗室若干戰略問題的考慮	核工業北京地質研究院
3	10:30-11:00	李曉昭 Yannick Kremer	Study on Faults and Fluid Flow	南京大學 University of Strathclyde Glasgow
4	11:00-11:30	崔大慶	瑞典乏燃料地質處置	瑞典核技術中心和中國原子能科學研究院
5	11:30-12:00	劉春立	核素種態分析方法和技術在我國核設施退役治理及放射性廢物治理中的作用	北京大學
13:30-15:30 分組學術報告				
第一會場 核廢物地下處置-選址及場址評價，西南科技大學行政樓 302 會議室				
主持人：蘇銳，周啓友				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	10:30-13:45	蘇銳	高放廢物地質處置庫場址適宜性定量化評價的指標體系初探	核工業北京地質研究院
2	13:45-14:00	郭永海	高放廢物處置庫阿奇山預選場址區域地下水化學特掙及其水文地質意義	核工業北京地質研究院
3	14:00-14:15	張松	新疆預選區阿奇山地段地質條件研究	地質研究院
4	14:15-14:30	廖愛民	電容層析成像技術在探測水體中異常體的應用	南京大學
5	14:30-14:45	季瑞利	雅滿蘇岩體鑽孔壓水試驗及裂隙滲透性分析	地質研究院
6	14:45-15:00	周啓友	基於高密度電阻率成像法的甘肅北山預選區斷裂帶識別研究	南京大學
7	15:00-15:15	盧德寶	真實地形剖分及地形的電阻響應特征研究	南京大學
8	15:15-15:30	楊峰	低頻組合天線的研究與應用	中國礦業大學

				(北京)
15:45-18:15 分組學術報告				
第一會場 核廢物地下處置-選址及場址評價，西南科技大學行政樓 302 會議室				
主持人：李曉昭，榮峰				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	15:45-16:00	金遠新	天湖預選地段地表地質條件研究	核工業北京地質研究院
2	16:00-16:15	李亞偉	天湖岩體地表岩體質量評價	核工業北京地質研究院
3	16:15-16:30	趙星光	北山深部花崗岩剪脹特性研究	核工業北京地質研究院
4	16:30-16:45	劉建鋒	破裂面花崗岩多場耦合力學行為研究	四川大學
5	16:45-17:00	滿柯	米級尺度裂隙花崗岩的水力耦合試驗及理論研究	核工業北京地質研究院
6	17:00-17:15	馬洪素	北山花崗岩滾刀線性破岩試驗研究	核工業北京地質研究院
7	17:15-17:30	姚羲和	滾刀作用下的北山花崗岩破裂模式	南京大學
8	17:30-17:45	付賢煒	塔木素黏土岩與國外高放核廢物處置庫黏土圍岩力學特性比較研究	東華理工大學
9	17:45-18:00	梁海安	不同溫度下塔木素黏土岩力學特性研究	東華理工大學
10	18:00-18:15	王璐	鄂爾多斯盆地地下鹹水中不同離子對 CO <sub>2</sub> 溶解度的影響	中國地質大學(北京)
11	18:15-19:00	參觀西南科技大學實驗室		
13:30-15:30 分組學術報告				
第二會場 安全評價、中低放、高放處置工程與 CO <sub>2</sub> 處置，西南科技大學行政樓 201 會議室				
主持人：徐青春，孫慶紅				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	10:30-13:45	李洪輝	高放廢物地質處置安全評價初步思考	中國輻射防護研究院
2	13:45-14:00	韓福眷	低、中水平放設性廢物處置場輻射環境監測工作探討	環境保護部核與輻射安全中心
3	14:00-14:15	徐樂昌	放射性廢物中等深度地質處置現狀及概念設計	核工業北京化工冶金研究院
4	14:15-14:30	趙宏剛	高放廢物水平處置硯室間距分析	核工業北京地質研究院
5	14:30-14:45	賈梅蘭	高放廢物處置庫單個豎直鑽孔廢物包個數探究	中國輻射防護研究院
6	14:45-15:00	莫紹星	基於替代模型的全局優化方法在 CO <sub>2</sub> 地質封存數值模擬中的應用	西南科技大學
7	15:00-15:15	李懷良	核地球物理勘探方法及其在核設施安全監測中的應用	西南科技大學
8	15:15-15:30	石睿	PIPS 探測超鈾核素 $\alpha$ 能譜探測器響應函數解譜技術研究	西南科技大學

15:45-18:00 分組學術報告				
第二會場 高放廢物地下處置-工程屏障，西南科技大學行政樓 201 會議室				
主持人：張虎元，孫德安				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	15:45-16:00	張虎元	國外緩衝回填砌塊材料制備技術的研究現狀	蘭州大學
2	16:00-16:15	曹勝飛	膨潤土參數對緩衝材料熱-水-力耦合性能的影響研究	核工業北京地質研究院
3	16:15-16:30	葉為民	溶液 pH 值對高廟子膨潤土緩衝/回填性能的影響	同濟大學
4	16:30-16:45	孫德安	鹽溶液飽和高廟子膨潤土膨脹特性及期預測	上海大學
5	16:45-17:00	張峰	鹽溶液對高壓實 GMZ 膨潤土水力特性試驗研究	同濟大學
6	17:00-17:15	陳寶	高壓實膨潤土抗衝蝕能力的試驗研究	同濟大學
7	17:15-17:30	趙帥維	$\gamma$ 輻照-熱順序老化對改性鈉基膨潤土微觀結構影響的初步研究	中國輻射防護研究院
8	17:30-17:45	劉偉	$\gamma$ 輻照-熱順序老化對改性鈉基膨潤土膨脹能力影響的研究	中國輻射防護研究院
9	17:45-18:00	康明亮	硫鐵礦在阻滯 Se 和 U 遷移中的作用	中山大學
10	18:00-19:00	參觀西南科技大學實驗室		

<b>103 年 8 月 26 日</b>				
08:30-12:00 大會報告，西南大學行政樓 1 樓學術報告廳				
主持人：易發成，周宏偉				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	08:30-09:00	庹先國	Pu-239 核素遷移行為研究進展	西南科技大學
2	09:00-09:30	Markus Olin	芬蘭乏燃料地質處置	芬蘭國家技術中心
3	09:30-10:00	周宏偉	鹽岩流變的分數皆導數模型	中國礦業大學(北京)
4	10:30-11:00	Hong-Nian Jow	Current status of the United States spent nuclear fuel disposition research and development	Jow International (USA)
5	11:00-11:30	劉月妙	緩衝材料長期性能研究	核工業北京地質研究院
6	11:30-12:00	魏欣 董俊華	高放廢物地質處置中金屬處置罐材料的選擇與腐蝕性能研究	中國科學院金屬研究所
13:30-16:45 分組學術報告				
第一會場 核廢物地下處置-選址、場址評價及廢物體與核素遷移，西南科技大學行政樓 302 會議室				
主持人：彭同江、劉春立				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位

1	13:30-13:45	劉健	高放廢物地質處置工程圍岩三維裂隙網絡建模技術研究	核工業北京地質研究院
2	13:45-14:00	李曉軍	高放廢物地質處置地學信息庫研究	同濟大學
3	14:00-14:15	黃樹桃	高放廢物處置庫預選區地學信息庫開發研究	核工業北京地質研究院
4	14:15-14:30	張華	模似混合高放廢液硼硅酸鹽玻璃固化體添加 ZnO 和 CaO 對其硬度和斷裂韌性的影響研究	中國原子能科學研究院
5	14:30-14:45	廖長忠	鈣鈦鉛石基玻璃陶瓷固化鋼系核素模似物的研究	香港大學
6	14:45-15:00	張魁寶	自蔓延高溫合成富鈣鈦鉛石型人造岩石固化模似鋼系核素研究	西南科技大學
7	15:00-15:15	丁藝	鉛石基模似鋼系核素固化體固核機理及穩定性研究	西南科技大學
8	15:15-15:30	盧喜瑞	模似放射性廢物的鈦鉛燒綠石晶格固核機理及穩定性研究	西南科技大學
9	15:30-15:45	彭同江	蒙脫石轉化為方鈉石及其對模似核素 Sr、Cs 的晶格固化研究	西南科技大學
10	15:45-16:00	劉建琴	高放廢物地質處置近場核素遷移模似	中國輻射防護研究院
11	16:00-16:15	王哲	放射性核素鈾在集成緩衝材料中遷移程度研究	西南科技大學
12	16:15-16:30	彭海波	硼硅酸鹽玻璃的輻照效應和抗浸出性研究	蘭州大學
13	16:30-16:45	袁偉	硼硅酸鹽玻璃的抗浸出性研究	蘭州大學
14	17:00-18:00	大會閉幕式		
13:30-16:45 分組學術報告				
第二會場 核廢物地下處置-處置工程與工程屏障，西南科技大學行政樓 201 會議室				
主持人：李濤、高克偉				
序號	報告時間	報告人	大會報告題目	單位
1	13:30-13:45	秦鵬舉	非飽和高壓實 GMZ 膨潤土依時性研究	同濟大學
2	13:45-14:00	謝敬禮	緩衝材料高溫膨脹性能研究	核工業北京地質研究院
3	14:00-14:15	王茂麗	緩衝/回填材料的導熱性能研究	西南科技大學
4	14:15-14:30	馬利科	緩衝材料力學性能研究	核工業北京地質研究院
5	14:30-14:45	秦冰	非飽和壓實膨潤土的滲氣規律研究	後勤工程學院
6	14:45-15:00	許龍	飽和高壓實 GMZ 膨潤土中氣體滲透試驗研究	同濟大學
7	15:00-15:15	李曉芳	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 和 Cl <sup>-</sup> 混合體系對 Cu 腐蝕行為的影響	中國科學院金屬研究所
8	15:15-15:30	黃彥良	深地質處置核廢料儲罐備選材料不鏽鋼和鎳基合金的腐蝕研究現狀	中國科學院海洋研究所
9	15:30-15:45	徐秋發	碳鋼和耐侯鋼在模似北山地質處置	北京科技大學

			環境中耐蝕性能的研究	
10	15:45-16:00	盧雲飛	Ni-Cu 低合金鋼在低濃度碳酸氫鹽溶液中的腐蝕行為	中國科學院金屬研究所
11	16:00-16:15	喻巧紅	Q235 和 16Mn 焊接頭在高放廢物地質處置環境中的縫隙腐蝕行為研究	北京科技大學
12	16:15-16:30	劉超	Q235 焊接接頭在模似地下水中的腐蝕行為	北京科技大學
13	16:30-16:45	魏亮	CO <sub>2</sub> 地質處置過中鋼的腐蝕行為研究	北京科技大學
14	17:00-18:00	大會閉幕式		

<b>103 年 8 月 26 日</b>				
1700:1800 大會開幕式，西南大學行政樓 1 樓學術報告廳				
主持人：王駒，虞先國				
1	17:00-17:20	大會總結		
2	17:20-17:30	專家致辭		
3	17:30-17:40	西南科技大學致辭		
4	17:40-17:50	第六屆廢物地下處置研討會介紹		





圖 17：研討會報到會場

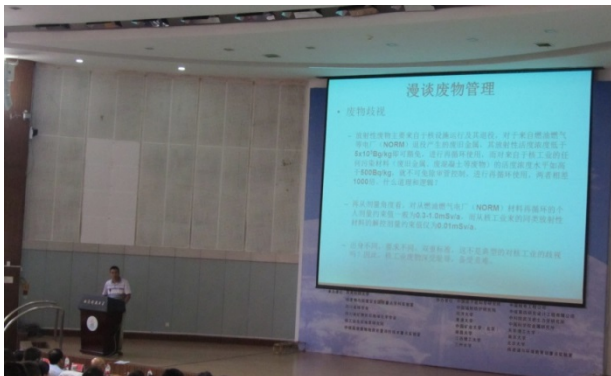


圖 18：第五屆廢物地下處置學術研討會與會人員合照



(左起：核工業北京地質研究院王駒副院長、中核集團榮峰副總經理、西南科技大學庾先國副校長、國家國防科技工業局系統工程二司邊慧英處長、國家環境保護部輻射源安全監管司馬成輝處長、東華理工大學劉曉東副校長、中國工程物理研究院王拓副巡視員)

圖 19：第五屆廢物地下處置學術研討會大會開幕式



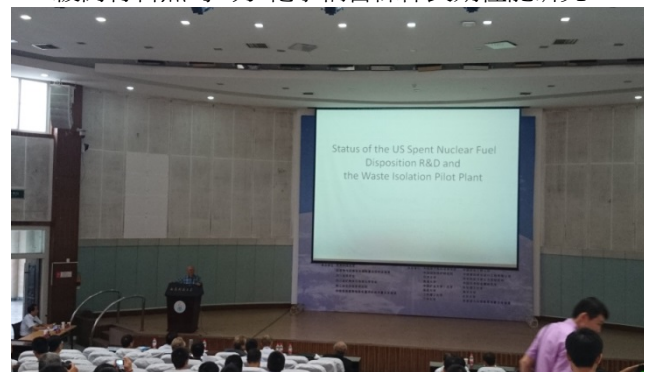
國家環保部馬成輝處長簡報漫談廢物管理



核地院劉月妙博士簡報  
緩衝材料熱-水-力-化學耦合條件長期性能研究



Dr. Olin 簡報芬蘭用過核子燃料處置



卓鴻年博士簡報  
美國用過核子燃料處置研究發展現況

圖 20：大會特邀報告

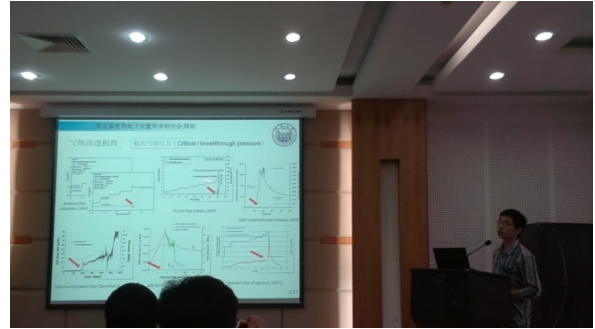


圖 21：分組學術報告會場



實驗室簡介與成立過程說明



核安機器人-  
2009 年河南杞縣與廣東番禺的卡源事故



膨潤土透水試驗



生物修復研究室

圖 22：參觀西南科技大學核廢物與環境安全國防重點學科實驗室

### 三、心得

在放射性廢棄物地下處置工程障壁研究發展方面，核地院過去 10 年以來，針對具有潛在緩衝材料特性之高廟子膨潤土進行產量開採與特性研究，並於 2010 年起發展工程障壁大尺寸長期性能試驗與數值驗證，此項工作仍持續進行中，其研發歷程與精神值得我們學習。台灣在深地層處置場工程障壁材料與研究技術屬於起步階段，多數為階段性研究，較無長期性的整體規劃。過去曾考慮緩衝材料之來源穩定性與經濟可行性，積極尋求台灣地區膨潤土礦源做為緩衝材料，並進行相關材料特性試驗，研究後發現以日興土表現為最佳。但台灣目前用過核子燃料最終處置之研究仍屬於潛在母岩調查階段，處置場工程障壁設計處於概念設計階段，尚未對工程障壁材料進行相關定義與材料規格設計等技術發展。於過去研究成果中發現，我國日興土雖然具有不錯的核種吸附能力，但若做為高放射性廢棄物處置場緩衝材料，其工程性質及穩定性能尚有極大之疑慮，且其礦源產量與生產品質亦是一大變數，故建議現階段選用具穩定開採並有商業銷售之 MX-80 膨潤土為研究基礎，發展我國緩衝材料製作及驗證技術，並針對台灣地區深地層環境因子進行相關試驗，尋找適合台灣地下環境之緩衝材料設計。此外，未來更需進一步發展緩衝材料之長期穩定特性研究及數值模擬技術，以確保緩衝材料之功能及安全能藉由評估與分析加以預測與確認。本次赴核地院進行技術交流，劉月妙博士對本所工程障壁實驗室之規劃表示為讚賞，環工所副所長陳亮博士亦給予相關工程障壁試驗發展與數值分析模式研究之經驗與建議，收穫甚多。

有關高放射性廢棄物處置之安全評估技術發展方面，從參訪核地院環工所蘇銳所長報告內容，以及第五屆廢物地下處置學術研討會投稿發表安全評估相關研究成果得知，大陸在高放射性廢棄物處置安全評估分析技術發展仍處於起步階段，目前著手進行之工具與假設案例之研究，及各子系統之功能評估，多處於方法論之探討。在核種遷移評估之發展，其偏向由下而上之發展方式進行，即在處置場各子系統中的功能性分析，均先透過實驗與調查以取得參數之數據，再選用合適的評估程式進行分析，此與本所採由上而下之發展方式不同。大陸現階段各個與處置有關的研究機構，均以分進方式進行實驗與調查之功能分析工作，尚未進入核種在各子系統遷移之模擬分析，整合性之案例評估，是將來必須面臨的課題。

## 四、建議事項

- (一) 本所在安全評估分析技術發展方面已有相當成果，在安全/功能評估與整合模式發展有相當經驗，囿於台灣場址調查及篩選不易，本土化地質調查數據與近場環境參數較未完善，缺少完整之本土分析案例。大陸目前已選定甘肅省北山地區做為候選調查場址，且已取得豐富地質調查資訊，承本所與核地院雙方未來處置技術發展合作之規劃，藉由取得大陸實際之參數數據，進行功能安全評估技術交流與發展。
- (二) 配合核地院 2020 年地下實驗室發展規劃與工程障壁驗證技術之相關經驗交流，可精進兩岸功能與安全評估技術之成效，為放射性廢棄物最終處置技術發展奠定良好基礎。
- (三) 核地院於 2010 年起發展工程障壁大尺寸長期性能試驗與數值驗證，以及其他中小尺寸材料特性與驗證試驗，試驗經驗豐富，建議本所未來能與核地院相互交流合作，針對臺灣地區深地層環境因子，進行相關試驗研究與發展工程障壁驗證技術，建立適合臺灣本土地下環境之工程障壁設計。
- (四) 未來更需進一步發展工程障壁(廢棄物及緩衝材料)之長期穩定特性研究及數值模擬技術，以確保工程障壁之功能及安全能由藉由評估與分析加以預測與確認。