

公差報告（類別：其他：參訪）

赴大陸參加2015地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會及技術參訪

服務機關：行政院原子能委員會
放射性物料管理局

姓名職稱：陳文泉技正、唐大維技正

派赴地區：大陸 西安

公差期間：104年7月10日至7月15日

報告日期：104年8月31日

摘 要

放射性廢棄物處置的實務工作與安全管制，與地下水與水文地質領域的技術發展有深切的關聯性。為強化放射性廢棄物處置的管制技術能力，參加 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會，提升地下水與地質水文領域的水文地質調查、探勘分析技術、水文地質參數量測、水文地質概念模式建立及水文地球化學等專業領域知識。研討會議期間並參訪長安大學乾旱半乾旱地區水資源與國土環境開放研究實驗室，了解中國大陸對於水文地質模擬與現地水循環模擬試驗的整合做法，可以應用於未來處置場環境演化模擬以及功能評估與現地調查結果整合做法的參考。

目 次

摘 要	i
目 次	i
一、目的	1
二、過程	2
三、公差紀要.....	3
四、心得	12
五、建議	13

一、目的

放射性廢棄物最終處置作業是將放射性廢棄物置放於地表或地下岩層中，藉由工程障壁與天然障壁的隔離，阻絕放射性核種的遷移。因此放射性廢棄物處置的實務工作與安全管制，與地下水與水文地質領域的技術發展有深切的關聯性。

本次在中國大陸西安市舉辦的2015地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會(2015 International Forum on Groundwater and Cross-Strait Symposium on Application of Groundwater and Hydrogeology)由長安大學承辦，並由中國的自然科學基金委員會地球科學部和地質調查局水文地質環境地質部、中國地質大學(北京)、中國地質大學(武漢)、南京大學和吉林大學協辦。本次論壇邀請兩岸地下水與水文地質研究領域的傑出專家共同參與，探討國際地下水科學研究的相關問題，同時結合地下水科學研究中的實際問題，研討地下水科學所面臨的機遇與挑戰。

台灣參加2015地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會的學者專家，包括成功大學、台灣大學、交通大學、中央大學、海洋大學、雲林科技大學及國內相關工程顧問公司等計十餘位學者專家，都是在地下水與水文地質領域學有專精的學者專家。物管局陳文泉與唐大維技正受邀與台灣的學者專家一起參與本次研討會，藉由會議期間的技術交流，可以了解提升地下水與水文地質的研發情況，有助於提升低放射性廢棄物及用過核子燃料的最終處置的安全管制。

二、過程

2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會，係由研討會大會安排，行程概要如下表。

日期	地點與行程	工作內容
7 月 10 日(五)	台北到西安	啟程與研討會報到註冊
7 月 11 日(六)	西安	參加 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會
7 月 12 日(日)	西安	參加 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會
7 月 13 日(一)	西安	拜訪西安大學
7 月 14 日(二)	西安	參加主辦單位安排學術交流與歷史文物參訪活動
7 月 15 日(三)	西安到台北	返程



圖一、2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會參加人員合影

三、公差紀要

(一)、放射性廢棄物最終處置在地下水與水文地質領域的要求

對於低放射性廢棄物及用過核子燃料的最終處置，都與地下水與水文地質領域有很大的關聯性。放射性物料管理法的相關法令規定，亦針對放射性廢棄物最終處置的地下水或水文地質特性有所要求。

就低放射性廢棄物最終處置部分而言，依據「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」第 4 條處置設施場址，不得位於下列地區：三、地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區。再依據「低放射性廢棄物最終處置設施場址禁置地區之範圍及認定標準」第 4 條：本條例第四條第一項第三款所定地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區，其範圍及認定標準如下：一、水道，包括河川、湖泊、水庫蓄水範圍、排水設施範圍、運河、減河、滯洪池或越域引水路水流經過之地域。二、現有、興建中及規劃完成且經核准興建之水庫集水區。三、地下水管制區。另外依據「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」第三章場址之特性描述：五、地表水：說明場址及附近地區之地表水體水文、水質特性、水資源使用狀況及其調查方法。六、地下水：說明場址及附近地區之地下水體水文、水質特性及其使用狀況、水文地質架構與水文參數等資料及其調查方法。

針對用過核子燃料的最終處置部分，依據「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第 4 條，高放處置設施場址，不得位於下列地區：三、地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區；第 5 條高放處置設施場址，避免位於下列地區：三、水文條件易改變者；第 18 條高放處置設施免於監管時，其經營者應永久保存下列資料，並送主管機關備查：四、水文資料。又依據「高放射性廢棄物最終處置設施場址規範」第 5 條場址不得位於地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區：一、水道，包括河川、湖泊、水庫蓄水範圍、排水設施範圍、運河、疏洪道、滯洪池或越域引水路水流經過之地域；二、現有、興建中及規劃完成且經核准興建之水庫集水區；三、地下水管制區；第 9 條場址避免位於水文條件易受人為活動與自然作用影響改變的地區；第 11 條場址應考量下列母岩特性：(四)母岩水文性質具有低水力傳導度與低滲透性；第 12 條場址應考量下列水文特性：(一)水文地質構造利於限制地下水流動與遲滯核種傳輸；(二)地下水流場穩定且具低水力梯度，而不致加速地下水的流動；(三)水文地質環境不致對高放射性廢棄物處置設施有不利影響。

綜上可知悉地下水與水文地質對放射性廢棄物最終處置場址的選擇與申照有很大的關聯性，因此透過 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會，廣泛討論地下水與水文地質相關專業技術的發展現況，有助於提升國內對於放射性廢棄物最終處置設施安全管制的技術能力。

(二)、最終處置在地下水與水文地質領域的技術議題

放射性廢棄物最終處置設施的場址選擇，必須要慎重考量地下水與水文地

質的效應，主要因為處置設施的選擇常位於地下水位以下，處置設施運轉期間為避免廢棄物包件與水接觸，會維持其排水或防滲設計。但當處置場封閉後處置區域的緩衝材料將會因為長時間的地下水入滲而逐漸達到再飽和，廢棄物包件與水接觸致使放射性核種可能溶出與遷移，工程障蔽與天然障壁的功能必須發揮以遲滯放射性核種的遷移。水文地質條件控制處置設施的地下水流，特別是傳導裂隙的頻率和滲透性。這些水文地質條件會影響溶質遷移進入或離開緩衝材，進而降低緩衝材及容器的功能，甚至當廢棄物包件損壞時，放射性核種會從廢棄物包件中外釋，並經由地下水傳播擴散。因此可知，地下水及水文地質在最終處置管制扮演重要角色，處置設施規劃設計及核照作業，均應針對水文地質概念模式建立審查機制。

地下水與水文地質領域在放射性廢棄物最終處置領域的應用，可歸納下列幾個部分：水文地質調查；鑽孔探勘；水文地質參數量測；水文地質概念模式建立；水文地球化學等。本次研討會係就各類地下水與水文地質議題進行討論，並非特別針對放射性廢棄物處置議題，但學專家所提出的方法論與最新技術發展，亦可以應用於放射性廢棄物處置領域，因此值得參與及學習。

地下水與水文地質的調查，可區分為初步場址現地調查及詳細場址調查與最終處置場址選址。初步調查的目的在於：(1)測量母岩之水文地質特性，包含水力傳導係數、主要的水力連通特性與水頭分布；(2)確定地下水於母岩中運移受到何種地質構造控制與其特性(如：破碎帶、地層邊界、裂隙等)；(3)建置地下水流模型；(4)生成安全分析所需之初始條件。在詳細調查的階段中，其主要工作目標如下：(1)基於早期調查結果建立信心，並基於調查結果確認排除場址的理由；(2)基於特性調查的結果進行補充並擴大調查範圍；(3)進一步確認安全分析所需之岩體與地下水系統重要參數的數據，例如：近場的地下水化學特性與破裂帶特性等；(4)針對最終處置場開發與設施設計的需求，進行相關調查以取得數據。

水文地質學主要為探討地下流體與固體地質材料間之交互作用，而所謂水文地質概念模式，即指根據現地的水文地質調查結果，所提出能描述真實水文地質系統之概念，雖然一個概念模式不可能完全詳盡地描述真實水文地質系統，然而概念模式有助於了解真實水文地質系統內地下水的流動。

(三)、地下水與水文地質研討會綜整

本次研討會由台灣方面與大陸方面分別就地下水與水文地質領域提出報告，總計約六十餘篇。分兩個會場辦理，每篇發表時間為 15 分鐘，並進行討論，發表後開放討論。近年來因為環保意識與智慧財產權的觀念，本次研討會並不提供紙本資料或簡報人員的相關檔案資料。

研討會中所發表的論文題目，都是圍繞在地下水以及水文地質的相關領域議題，雖然研究的主體並非針對核廢料，但相關地下水污染、水文地質調查技術、水文地質模擬等領域的研究內容卻是可做為放射性廢棄物最終處置的研究參考。

以下說明放射性廢棄物最終處置在地下水與水文地質領域的幾項相關技術議題：

1. 水文地質與地下水基礎探討

本次研討會中有很多學者對於本世紀人類面臨地水文地質與地下水議題提出深入研究，包括美國亞利桑納大學葉天齊教授發表「Is Fick's law invalid or our misunderstanding?」，葉天齊教授是舉世聞名的華裔水文地質學專家，他提醒年輕學者使用費克定律(Fick's Law)時應注意所有的模式都有尺度的問題。溶質隨著不同尺度液體流速在時空間的變異而遷移，科學家與工程師們為了避免刻畫分子尺度流速而誤用了費克定律，再進一步為避免刻畫比分子尺度大的流速變異，引用分子尺度的費克定律提升模型尺度是投機取巧的做法。基本上忽略了費克定律只適用於分子移動的晚期(Fickian regime)，而且它是一個集平均方模型(ensemble mean equation)。他只能描述最可能的濃度而非觀測濃度，除非觀測尺度與模擬尺度相同。葉天齊教授同時提出避免過度提升模型尺度的分法，包括盡可能詳細刻劃不同尺度非均質的分布，描述速度的變異，不可解決的小尺度速度變異則以費克定律描述。依據葉教授的多年經驗，小尺度費克定律的誤差影響並不大。本項研究提醒未來原能會在執行放射性廢棄物最終處置的安全評估時，應特別注意模式模擬的尺度問題，以避免分析結果出現誤判。

中國清華大學王洪濤教授發表「承壓水運動的解析解庫」，嘗試利用工程數學的解析解，計算出受壓水體的水力傳輸各種現象的解析解，包括定濃度注入問題、暫態注入問題和給定對流彌散通量問題的一維和二維遷移問題解析解；平面徑向流場中污染物遷移問題的解析解；三維擴散問題的基本解和暫態注入問題的解析解；點、線、面、體源作用下的二維和三維遷移問題的解析解庫。放射性廢棄物最終處置的安全評估時，利用解析解來做為基準校正(benchmark)是常見的做法，本項研究企圖做出一個所有情境下解析解(子項)的母解，其作法值得國內參考。

2. 水文地質鑽探與水文參數量測

水文地質鑽探是進行水文地質調查的重要方法，特別是高放射性廢棄物最終處置設施多位於地下 300 到 1000 公尺處的地層，為進行選址或是設施設計，水文地質鑽探是重要的工作要項。水文地質鑽探可以取得地下水與含水裂隙的位置與空間分布，量測水文地質參數與取得地下水樣，並進行長期的地下水文觀測。

量測處置母岩區域的水文地質參數是設置放射性廢棄物最終處置設施的必要工作。水文地質參數包括水力傳導係數 K 值、儲水係數 S 、比出水量 S_y 、滲漏因子等。

本次研討會大陸地質科學院岩溶地質研究所張發旺博士提出「群礦採煤驅動下含水層結構變異研究」報告，該項研究係以煤礦場採空區域覆蓋岩層的含水介質動態發育特徵與含水層結構變異的機制、利用水文地質結構演化與地下水流模式耦合效應，通過地球物理探勘、井下鑽探、室內類比試驗、電腦模擬類比研

究方法，研究了煤層采厚與含水層結構變異關聯性。研究結果提出採空區覆岩滲透性躍變曲面「橢拋凹形體」存在；煤層采厚與含水層結構變異關聯性，推導出含水層安全性臨界條件，增進導水裂隙帶高度的應用方向，採空區覆岩含水層流場物理類比，為研究礦區含水層流場演化提供了新的研究方法，圖 2 所示為張發旺教授提出的相鄰開採區覆岩含水層流場分佈規律示意圖。

此外北京清華大學水利系王恩志教授發表「煤鈾協調開採中的地下水滲流控制問題討論」，也論及場址分區開挖的地下水問題。由於放射性廢棄物最終處置設施的設計與施工可能會採分區處置分期施工的概念，因此在開挖豎井或橫坑時，也會產生類似本研究的小規模的採空區，因此區域水文地質也會造成改變，將來在安全評估的審查作業，也注意相關變異性是否對安全評估結果造成變異性。

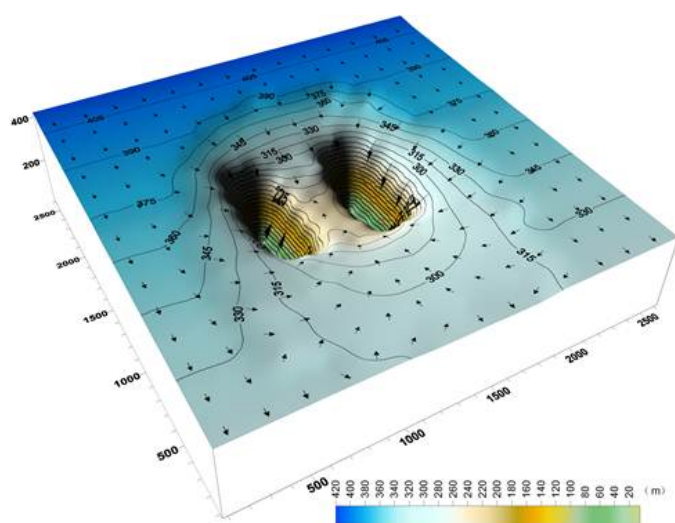


圖 2 相鄰開採區覆岩含水層流場分佈規律示意圖(取自張發旺教授)

北京大學水資源研究中心鄭春苗教授發表「地下水污染遷移過程是可以預測的嗎？(understanding solute transport in extreme heterogeneous porous media)」，鄭教授利用美國密西西比州的 Columbus Air Force Base 的 Macro dispersion Experiment (MADE) site(簡稱 MADE 場址)進行 30 年的高度異質性孔隙介質的水文地質觀察與試驗，研究結果顯示預測地下水污染遷移過程是相當困難但並非不可能，主要原因是地下介質的高度非均勻性。由於傳統的對流延散模型理論(advection-dispersion model)難以精確的模擬高度非均勻性介質的地下水污染傳輸遷移過程，因此無法考慮小於模型網格尺度的優向流徑(preferential flow paths)作用。而雙域質量交換模型(dual-domain mass transfer model)則可以較佳模擬高度非均勻性介質的地下水污染傳輸遷移過程，但其參數取得不易。從該研究我們可以了解將來放射性廢棄物最終處置設施的場址調查與安全評估，應重視調查尺度與模式選擇的匹配性問題，以避免引用不適當的模式造成分析的困難或產生較大的誤差。

3. 水文地質的模擬

水文地質模擬是設置放射性廢棄物處置設施的必要工作。水文地質模式建立之目的為提供地下水系統內之地下水流動模擬所需之基本資料。更精確的說，地下水流動模擬應能計算給定區域：(1)自然條件下(未受隧道處置工程擾動)；以及(2)完成放射性廢棄物處置隧道後之地下水流動之情形。自然條件下之地下水流路徑，對於水文地球化學(Hydrogeochemical)之解釋非常重要。

成功大學的徐國錦教授發表「兩相流入滲研究」，經由試驗室的實驗設計印證兩相流的數學理論(包括 momentum 方程式及 continuity 方程式)，研究結果顯示兩相流的試驗結果與數學理論可以相呼應，地下水位的存在會顯著影響入滲行為，入滲初期重力驅動延散效應會影響入滲結果，後期應重視毛細作用力造成的效果，徐教授設置兩相流入滲研究試驗設計如圖 3。藉由相關的研究成果，理解到未來放射性廢棄物最終處置設施時，應注意地下水位面對於設施安全評估的影響。

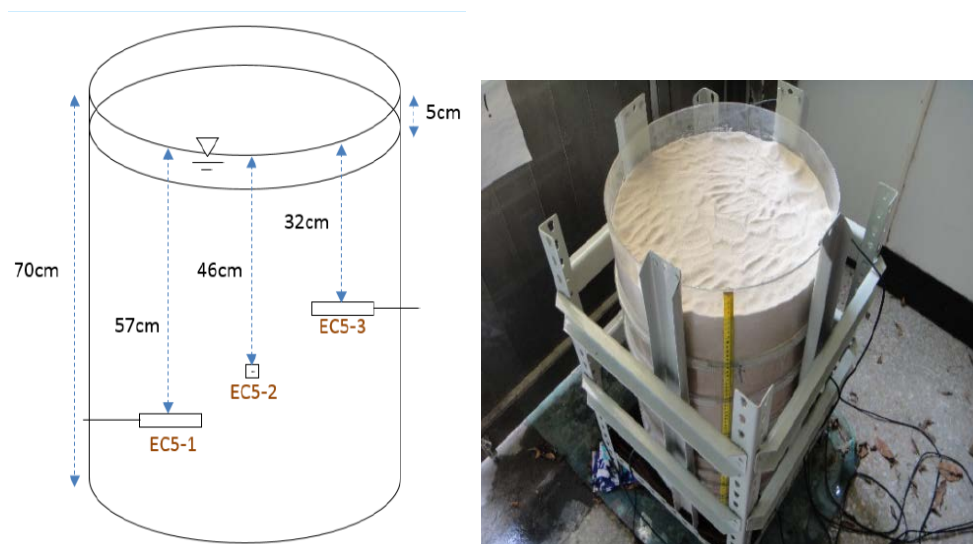


圖 3 兩相流入滲研究試驗設計與示意圖(取自徐國錦教授)

中央大學應用地質研究所倪春發教授發表「Fracture-based modeling of complex flow and CO₂ migration in three-dimensional fractured rocks」。該研究係利用裂隙介質之離散裂隙網絡(Discrete fracture network)概念，以 TOUGH2 程式進行地下水流以及二氧化碳遷移的模擬演算，結果顯示裂隙的連通性主導二氧化碳的遷移。成功大學水利系羅偉誠教授發表「Modeling of Poroelastic Behavior in Unsaturated Porous Soils」，該研究係利用在美國 Los Alamos 國家實驗室發展的試驗設備進行非飽和孔隙介質的孔彈性行為研究。研究結果顯示在非飽和層會有較大的立即沉陷，但壓密速率非常緩慢。在飽和層的沉陷程度相當，但立即沉陷較小，壓密速率較快(如圖四)。由於低放射性廢棄物最終處置的型態依據場址條件

可以有不同的設計概念，屆時應特別注意其處置區域的位置，是在地下水水面之上或者之下，另外位於飽和區或非飽和區與否，都對其處置區域的水文地質特性有很大的影響。

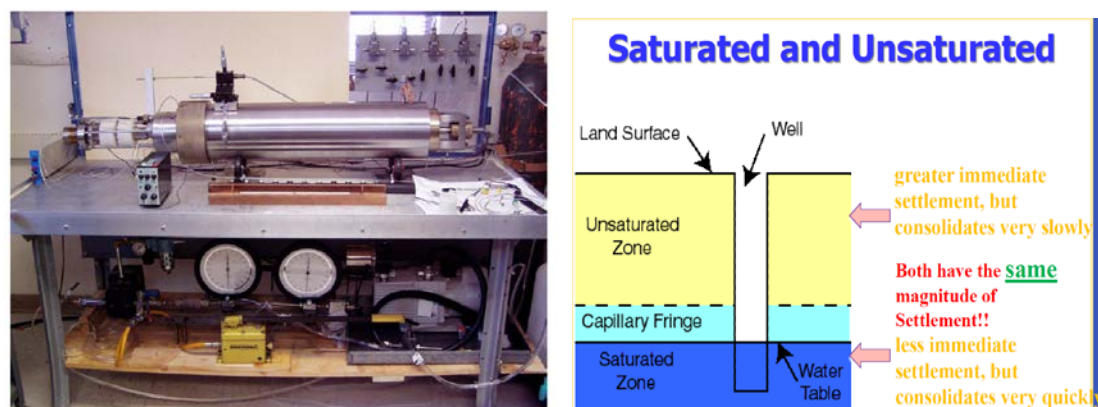


圖 4 非飽和孔隙介質的孔彈性行為研究設備與研究結果(取自羅偉誠教授)

4.其他水文地質應用領域

吉林大學環境與資源學院副院長盧文喜教授報告「基於自適應反饋過程的 DNAPLs 污染地下水修復方案優選及其不確定性分析」，該研究針對表面活性劑強化的重非水相流體(DNAPLs)污染的含水層修復問題，在建立多相流數值類比模型的基礎上，應用拉丁超立方抽樣(LHS)方法，在多相流類比模型可控輸入變數的可行域內抽樣，有效提高了抽樣效率和覆蓋程度。雖然放射性廢棄物的特性與 DNAPLs 對地下水的效應截然不同，但利用應用拉丁超立方抽樣(LHS)方法，可適用於放射性廢棄物最終處置模式模擬的不確定分析。

中國中科院貴陽地球化學研究所劉再華研究員提出「徑流驅動的岩溶碳匯變化」，該研究提出定量評估岩溶作用及其碳匯強度(intensity of karst process and the relevant carbon sink)的水化學徑流法，研究顯示水化學徑流法僅適用於邊界清楚界定的流域。該研究並推導岩溶作用及其碳匯強度計算的入滲-平衡化學法，該方法只要知道了相關地區的基本氣候資料、如溫度、降水和蒸發蒸騰資料，即可計算出該地區的岩溶作用及其碳匯強度。本研究與目前為解決全球氣候變遷提出的碳捕捉技術相關，可提供國內相關研究單位參考。

交通大學土木系張良正教授發表「地下水模擬與地物化調查之整合應用—地下水高補注區劃定與影響評估」，該研究針對台灣自 99 年公佈地質法，要求相關主管單位需劃定公告「地質遺跡」、「地下水補注」、「活動斷層」、「山崩與地滑」及「其他經中央主管機關認定」之地質敏感區。其中地下水補注區指「地表水入滲地下地層，且為區域性之地下水流源頭地區，其具有下列情形：一、為多層地下水層之共同補注區。二、補注區之地下水體可做為區域性供水之重要水源」，研究目的在綜合資料收集、現地地物與地化補充調查、水文地質分析及數值模擬等劃定各地下水區之高補注區，並評估高補注區對區域地下水水量與水質的影響。其研究成果另應用地溫梯度推估地下水補注來源、應用地電阻

(Electrical Resistivity)及地下水導電度(Electrical Conductivity)推估透水係數(Hydraulic Conductivity)、應用重力量測配合地下水位變化推估比儲水率(Specific yield, Sy)、整合地質鑽探、炭 14 定年及貝氏最大熵法進行流域尺度三维水文地質架構推估、發展地下水專家系統參數檢定模式、應用地下水時頻分析進行受壓與非受壓含水層判識、整合 GIS 與時頻分析發展新型態地下水模式建置流程。這些技術的發展，可以應用於未來最終處置設施的水質地質區域與參數的調查作業。該研究之地下水模擬與地物化調查之整合應用研究架構如圖 5。

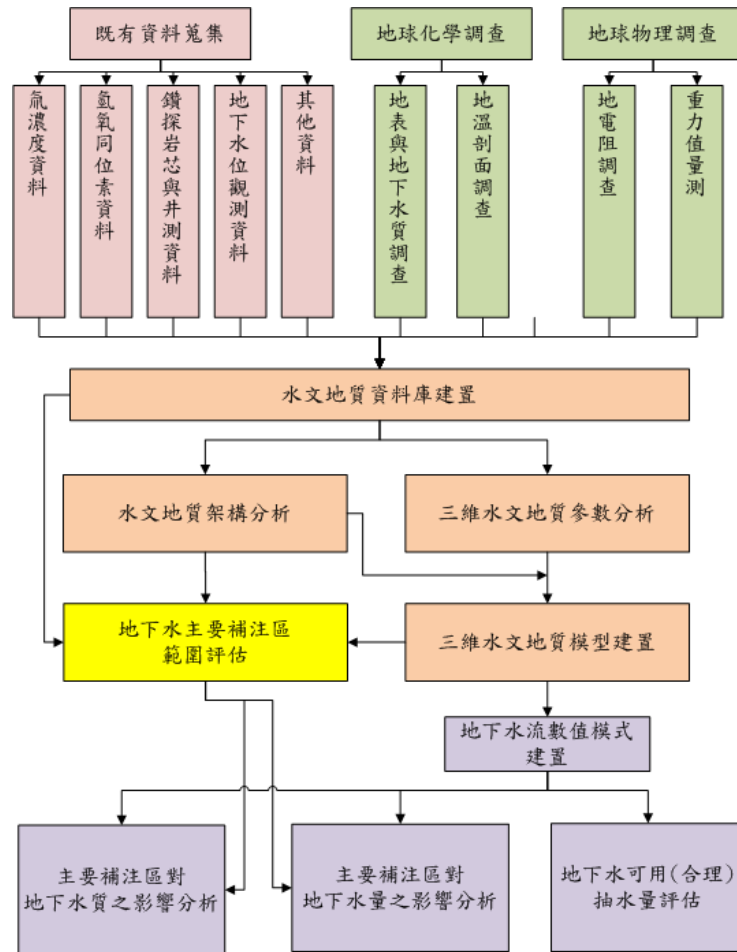


圖 5 地下水模擬與地物化調查之整合應用研究架構(取自張良正教授)

(四)、長安大學乾旱半乾旱地區水資源與國土環境開放研究實驗室

研討會主辦單位安排參訪長安大學水文地質研究室，該實驗室全名為「乾旱半乾旱地區水資源與國土環境開放研究實驗室」，隸屬中國國土資源部，占地一萬一千多平方公尺，位於長安大學渭水分校，距西安市中心車程約四十分鐘，該實驗室共分 8 個實驗區 23 個專業實驗室，目前有三十多位博士生投入研究工作。該實驗室為近十年中國政府投入約兩千萬人民幣興建完成，實驗室主任為王文科教授，現任長安大學環境科學與工程學院院長，也是本次研討會的大會主持人。

該試驗室主要從事水資源合理開發利用和生態環境保護以及數值仿真模擬等教學和科研工作。曾提出了地下水多目標混合規劃優化開採模型；地下水動態模糊分類；並在中國首次全面系統地提出用於地下水計算的有限分析數值模擬方法；以及開發了水資源管理決策支援系統與水文地質空間分析系統；對於當地的乾旱地區供水水源地資源評價與管理投入了大量工作，尤其在城市水源地規劃與管理及河流補給地下水方面提出了許多新的論文。

其中有一個實驗場是令人印象深刻的是「水與環境原位試驗場」，該試驗場具有資料獲取室、氣象站、水面蒸發試驗區、典型砂樣蒸發柱入滲、蒸發轉化試驗區、典型土樣試驗柱入滲、蒸發轉化試驗區、凝結水試驗區、抽水試驗區、典型土壤污染治理試驗區、典型土壤中溶質運移彌散係數測定區、淺層地溫熱能利用參數測定試驗區、限流植物根系耗水研究區、碳迴圈試驗研究區等 12 大功能區。同時建成了建築面積 927 平方公尺，降雨面積 643.2 平方公尺的人工降雨大廳，可類比任意降雨模式，類比仿真度 99.4%，令與會者印象深刻，參訪照片如圖 6-圖 8。

長安大學乾旱半乾旱地區水資源與國土環境開放研究實驗室在下列項目的研究領域目前是具有優勢，分別是：

- 1、乾旱半乾旱地區環境污染的生態效應與修復技術。
- 2、地下水環境及水污染控制。
- 3、環境水力學及其數值模擬技術。
- 4、環境地質災害與防治。
- 5、環境化學污染機制與控制。

參訪此一現地的實驗場所後，深切的了解到研究成果與實際議題需要結合應用，尤其西安當地處於半乾旱地區，所以地下水與土壤之關聯性是相當重要的。而中國大陸對於水文地質模擬與現地水循環模擬試驗的整合做法已趨成熟。進一步反思各個核能國家的放射性廢棄物最終處置計畫，為印證其安全性也需要設置放射性廢棄物地下實驗室來觀察、模擬、評估與技術整合，也是解決最終處置問題，提升民眾接受度的重要方法之一。



圖 6 唐技正與及參加研討會之專家學者於該實驗室之戶外研究場合影



圖 7 通往地下五公尺深之地底土壤實驗室之通道



圖 8 地底土壤實驗室均設立不同土壤之監測儀器

四、心得

此次奉派參加 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會，並參訪長安大學旱區地下水文與生態效應實驗室，了解水文地質領域的研究發展進展與應用。以下就此行的心得說明如下：

- (一)在水文地質的分析應用上，應特別注意模擬對象的現地環境。本次研討會中有多位學者特別提出在水文地質的模擬過程中，應對於模擬現地的環境有充分的了解，才能得到較佳的模擬結果。現地的條件包括是屬於裂隙介質或多孔隙介質？是位於地下水位面上或地下水位面下？是單向流、兩相流、或多相流等。這項心得回饋到放射性廢棄物最終處置的管制，應該要求業者在選址階段做好相關的場址調查工作，將來才能降低處置設施安全評估或設計的不確定性。
- (二)現地模擬是印證地下水或水文地質分析的重要方法。本次參訪長安大學旱區

地下水文與生態效應實驗室，發現該實驗室可以完整的模擬水文循環，並獲得水文地質相關現地參數，更重要的是可以印證電腦程式模擬真確性，提供校準。這項心得回饋到放射性廢棄物最終處置的作業，這也是很多核能發電國家在用過核子燃料最終處置計畫執行過程，要建立地下實驗室來觀察、試驗、模擬與分析處置的放射性廢棄物長期行為的原因。

- (三)參加兩岸或國際基礎學科主題的研討會有助於提升放射性廢棄物管制技術能量，本次出席 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會，學者專家報告的主題包括台灣地下水補注、採礦、地下水污染防治、碳捕獲等與我們環境息息相關的問題。會議中提出的水文地質模式、鑽孔調查方法、數值模擬分析、及現地試驗安排，不論其方法論或分析工具都可以做為放射性廢棄物最終處置設施的功能評估或安全驗證使用。另外藉由參加研討會，也可以認識國內相關領域的學者專家，對於安全審查或專家諮詢，都可以建立專家人才資料庫，提升管制品質。

五、建議

本次參與長安大學辦理的 2015 地下水論壇及海峽兩岸地下水與水文地質應用研討會，聆聽兩岸水文地質專家在這一方面的研究成果，期間並參訪長安大學旱區地下水文與生態效應實驗室，了解中國大陸對於水文地質模擬與現地水循環模擬試驗的整合做法，藉由參加本水文地質研討會，有助於提升最終處置的管制技術，以下就參與本次研討會的心得提出建議事項：

- (一)水文地質的調查技術與評估能力對放射性廢棄物最終處置安全扮演重要角色，不論是低放射性廢棄物及用過核子燃料的最終處置，都與地下水與水文地質領域有很大的關聯性，此次研討會中也有很多國內優秀的學者專家發表水文地質研究成果。目前國內低放射性廢棄物最終處置計畫正進行選址階段，用過核子燃料最終處置計畫也進行潛在處置母岩調查階段，建議管制單位有必要先期建立國內學者專家人才資料庫，俾利執行最終處置的安全審查與管制。
- (二)水文地質與地下水領域的現地參數調查與模擬評估作業，國際間都有大幅的進展，舉凡放射性廢棄物最終處置計畫所需掌握的水文地質調查、探勘分析技術、水文地質參數量測、水文地質概念模式建立及水文地球化學等專業領域知識，在本次會議中都有學者提出成果發表。為能提升管制技術能力，應多參與最終處置相關專業領域的研討會，俾與國際管制技術接軌。
- (三)藉由本次研討會參訪長安大學乾旱半乾旱地區水資源與國土環境開放研究實驗室，了解水文地質模擬與現地水循環模擬試驗的整合做法已趨成熟。反思放射性廢棄物最終處置計畫，為印證其安全性也需要設置地下實驗室來觀察、模擬、評估與技術整合，國內受限發展條件，要設置地下實驗室困難度高，建議相關單位在處置計畫執行期間，盡量參與國際間的地下實驗室，以提升整體處置技術與整合能力。