

① 出國報告（出國類別：洽公）

② 瞭解美國土壤及地下水污染整治技術
之做法與發展趨勢

③ 服務機關：台灣中油股份有限公司土壤及地下水整治工程處
姓名職稱：姚俊宇組長
派赴國家：美國
出國期間：104.12.2~104.12.11
報告日期：105.01.11

摘要

台灣中油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠關廠之後，176 公頃大面積的土壤、地下水污染改善作業交由土壤及地下水整治工程處負責，大面積土地的污染改善工作如何推動，確實是土水處迫切須面對的問題。

到美國加州觀摩如何進行土水油品污染改善作業，可提供相關資訊給有關單位參考，來做為高廠未來地下污染改善作業執行的概念，亦可作為中油公司在轄下相關地區土壤及地下水污染改善措施之參考。

- 一、 導引、協助環保局觀摩國外相關污染場址的地下污染改善作業程序，建立土水污染改善工作的推動概念。
- 二、 主動表達願意推動地下污染「綠色整治技術」、「褐地政策」的觀念，盼透過一、二項的示範性質的實績作業，來建立這種務實作法。
- 三、 中油公司「土壤及地下水整治工程處」現階段的人力明顯不足，確實不利中油公司轄下各單位地下污染改善工作的推動。

目次：

一、目的	第 01 頁
二、過程	第 02 頁
三、心得	第 06 頁
四、建議.....	第 10 頁
五、附件.....	第 11 頁

目的：

台灣中油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠（以下簡稱高廠）建廠已久，工廠區大部分的土地已被高雄市政府公告為土壤、地下水污染控制場址，少部份甚至是污染程度更為嚴重的整治場址；依土壤及地下水整治法(以下簡稱土水法)的規定，各污染場址均需執行污染改善、控制作業，整治工作負荷極為龐大；又，高廠現有工場於104年後執行政策性停爐，不再進行石化產品及油料產品的生產，關廠之後，176公頃大面積的土壤、地下水污染改善作業交由土壤及地下水整治工程處(以下簡稱土水處)，大面積土地的污染改善工作如何推動，將是土水處迫切須面對的問題。到美國加州觀摩、瞭解（特別是石化、煉油業）如何進行土水油品污染改善作業，包含管理策略和污染改善策略（技術挑選、操作理論及二次污染防治等）等相關議題，可提供相關資訊給有關單位參考，來做為高廠未來地下污染改善作業執行的概念，亦可作為本公司在轄下相關地區土壤及地下水污染改善措施之參考，甚至說服各級環保主管機關，同意以對環境友善的處理作法（綠色整治），達到雙贏、甚至三贏的結果。

過程：

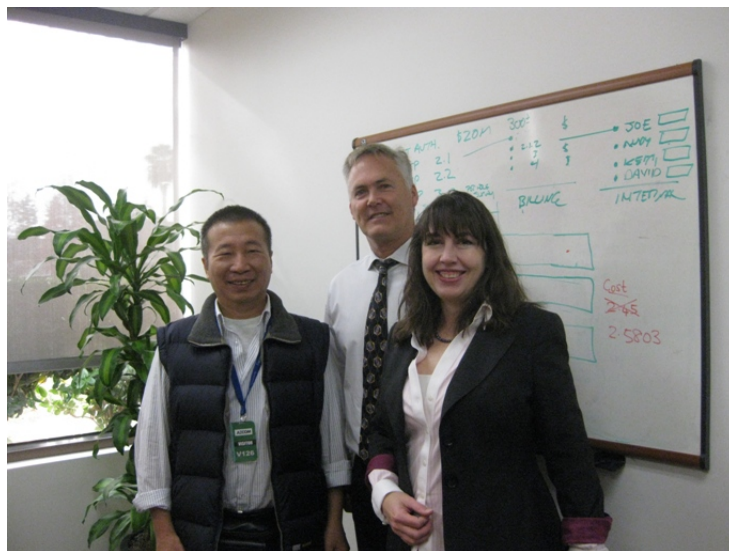
起迄日期	天數	到達地點	詳細工作內容
104.12.2 (三)	0	桃園	台灣出發
104.12.2 (三)	1	舊金山	抵舊金山
104.12.3 (四)	1	舊金山	拜訪 AE.Com 舊金山 office
104.12.4 (五)	1	舊金山	Former Chemical Storage Facility
104.12.5 (六)	1	舊金山	Former Metal Smelting Site
104.12.6 (日)	1	舊金山	Former Petroleum Distribution Terminal
104.12.7 (一)	1	洛杉磯	舊金山到洛杉磯
104.12.8 (二)	1	洛杉磯	拜訪 AE.Com 洛杉磯 office Remediation in Tesoro (formerly BP) refinery Remediation in Shell, Chevron/Mobil refineries, terminals, pipelines and retail gas stations in Southern California.
104.12.9 (三)	1	洛杉磯	Former Golden Eagle (subsequently Ultrama) refinery
104.12.10 (四)	1	洛杉磯	搭機返台
104.12.11 (五)	1	台灣	返抵台灣

此次美國加州行洽公，主要是拜訪AE.Com公司在舊金山及洛杉磯的辦公室，在上述的二處辦公室，先與該公司二處辦公室相關的專案經理人員進行土壤及地下水污染改善議題討論與溝通（包含BP,Shell, Chevron/Mobil等油公司的情況），無法親臨正在進行污染改善作業工地現場，這是比較可惜的地方；這就鑑於美國與台灣的情況一樣，進行中的污染場址均有其機密性質，業主極不願承擔場址污染狀況外洩的風險（擔心附近居民未必均能理性溝通），導致現場的污染改善過程，一般外人很難能到工地現場參觀，因此只能就書面資料進行討論；在舊金山的時候，也分別去化學儲油工廠遺址的土地開發場地（為BTEX污染場址，完成主要之熱源污染區移除後，以阻絕方式辦理後續工法，減少接觸風險，已開發成河濱高級住宅區）、金屬冶煉工廠廢棄物掩埋場（位於舊金山灣區旁，為重金屬污染場址，規劃以隔絕地下水流入此廢棄物掩埋場，用以避免重金屬污染物被地下水帶入舊金山灣區海域，目前整治計畫尚未獲得加州環保署核准。）及石化油庫遺址的土地開發場地（為TPH污染場址，完成主要之高污染區移除後，以阻絕方式辦理應對工法，減少民眾接觸風險，已開發成民眾物料設備儲存區、倉庫），而到洛杉磯的期間，則特別去一家煉油廠遺址，參觀該工廠遺址最新的土地開發情形，該煉油廠遺址目前除原來的廢棄物掩埋場（約佔原工廠區面積的 10%，以阻絕方式隔離，減少民眾接觸風險，長時間以SVE系統進行現地污染改善工作）外，其餘土地均已開發成工業區廠房、大賣場及停車場。

上述現勘的場地均屬比較郊區，前往車程均在一小時以上，特別感謝AE COM公司派遣相關人員接送。



AE COM洛杉磯的辦公室





AECOM 辦公室



心得：

我國的土水法係於民國89年公布，實施後，對國內相關之地下污染場址的管制進入新的里程碑，各產業界無不積極以污染預防的角度，重新來衡量由空、水、廢、毒等意外洩漏或先前環保相關法規未完備時所產生的土壤及地下水污染。然而由於土壤及地下水污染改善所需耗費的時間、物力及財務等資源龐大，且國內相關污染改善技術資訊等剛起步的情況下，往往就降低產業界進行地下污染改善的意願。

就美國的地下污染改善經驗來看，其法案「The Small Business Liability Relief and Brownfields Revitalization Act(簡稱「褐地法案」)」在2002年一月的公布，法案中說明：「提供給予小型企業某些CERCLA法律責任方面之減輕，修正CERCLA促進褐地之清除及再使用，並提供褐地更新所須之金融援助、加強州應變計畫及其他目的。」此外，法案中亦針對褐地予以定義：「因有危害性物質或污染物存在或可能存在之不動產，使得該不動產之擴張、再開發或再利用變的複雜」。該法案將擴大土地所有權人尋求無責任抗辯之範圍，由「無辜土地所有人」(Innocent Purchaser)擴大適用於「善意土地購買人」(Bona Fide Prospective Purchaser, BFPP)及「毗鄰土地所有人」(Contiguous Property Owner, CPO)。褐地法案中並要求聯邦政府應就前述關係人欲符合 Comprehensive Environmental Response, Compensation & Liability Act (CERCLA) 主張污染免責所需執行之「所有適當調查」(All Appropriate Inquires, 簡稱AAI)程序，於褐地法案公告後2年內制定一套標準規範據以辦理。已經誘導小規模受污染之土地(褐地)紛紛實施再利用之開發計畫，從而促進區域經濟的繁榮；由於該法案之效益顯著，因此，期望透過美國褐地計畫實施的案例及相關執行經驗之整理，提供政府各級環保主管機關對污染場址復育誘因機制之研訂，並利於未來產業界進行污染場址污染改善復育開發模式之重要參考。於2002年至2006年間，褐地法案授權美國政府，每年最高可提供2.5億美元給州政府、地方政府、非營利組織褐地場址評估補助

金、清除補助金、成立清除循環貸款基金之補助金，及補助州應變計畫處理受污染之土地等。

鑒於民眾生活的環境品質要求逐漸提昇，因此進行褐地開發，再利用為自然生態與遊憩區之開放性休閒場所已經成為新興趨勢，此即「綠色空間(Greenspace)」之設計。綠色空間可包括公園、遊樂場、小路徑、社群公園、自然棲息地、休閒開放場所等，當褐地計畫結合商業、住宅、工業目的，以綠色空間型態進行在地的經濟開發時，其所提供之美觀、休閒及生活品質之效益亦遠遠大於經濟利潤。

美國從開始推動土壤污染改善以來，其對於地下污染場址的評估、污染改善及再利用政策及措施均有大幅之修正，估計全美已有20萬個的石化褐地，因其具有規模小而廣泛分布之特性，故其污染改善之挑戰極為特殊。在累積多年後之地下污染改善經驗，美國聯邦環保署提出跨部門之「石化褐地行動計畫」，希望能推昇污染改善績效，並對污染場址的再利用提供更多協助。

由於褐地執行污染改善作業時仍可能產生無法預期的清理成本及擔憂伴隨負債的潛藏風險，常使得對褐地開發再利用投資有興趣的人卻步；由美國加州Emeryville（愛莫利維爾）及加州環保署其他市郡褐地再利用計畫中多已納入環境險評估之現象觀察得到：進行環境保險的規劃應為降低類似投資障礙的少數有效工具之一，頗值得台灣推動褐地政策時的參考。

美國褐地開發再利用之成功案例及相關行政措施之經驗，相信可以提供給我國政府及相關污染場址持有人或開發者較為正面的污染改善誘因。具體而言，即便未來業者所需面對的污染場址的污染改善、復育工作耗時費力，一旦復育成功，在控制污染的同時即可藉由再開發計畫為當地帶來更為可觀的商業與經濟價值，因此其所引發的邊際效益常遠大於原先預期。

另一方面來說，我國政府主管機關若欲獲致環保與經濟雙贏之成效，則有賴於更為謹慎周延的規劃，及儘速整合金融保險業與配套法規如誘因機制之設計，以釋出利多消息，導引相關業者積極思索污染場址污染改善、復育之正面效益。

美國國家水資源管理委員會（在加州為水資源局）負責來管理石油UST（Underground Storage Tank，地下儲油槽）清理計畫，這是美國在1984年所頒布，目的為保護民眾健康、安全和居住環境。國家水資源管理委員會還負責管理石油UST清理基金，以協助USTs所有者和經營者履行美國聯邦經濟責任的要求（USTs洩漏的清理工作對業主和經營者所需的成本相當高）。

該水資源委員會認為以經濟、有效、可行的方式，來進行預防和清理的工作，可達到保護人類的健康及安全的生活居住環境，這是該國的最佳利益。該水資源委員會也認為：可用於環境污染復育的技術和經濟資源是有限的，這些資源一定是優先用於保護人類的健康和環境受體的安全。實際的經驗也已經證明，以適當、合理的投資，來進行補救的技術與措施，確實是可以有效減輕地下環境中的石油污染物總量。

文獻中均有記載：石油燃料存在於自然環境中，通過吸附衰減、色散、稀釋、揮發和生物分解而降低污染濃度。這自然衰減的過程，限制了地下水石油類污染物質的遷移。因此我們可以獲得一個概念：大部分的石油儲槽對人類健康和環境影響其實是低威脅。

從USTs洩漏出來的污染物質，可以透過：地下水、地表水、土壤和土壤蒸氣等形式的接觸，事實上影響人類健康風險的最常見的途徑是從飲用水（地下水）攝入、吸入室內建築物中積累的蒸氣，與地表（受到污染土壤）接觸，並吸入室外環境蒸汽。

暴露於從土壤或地下水蒸散到室內空氣中的石油蒸汽，確實可能造成不可接受的人體健康危害風險，但因污染物有生物自然衰減的機制，即使接觸到含石油蒸氣的室內空氣，確實不會對居民構成不可接受的健康風險。

自然衰減法技術在目前美國大部分應用之案例中，以油品類污染為主，乃因目前較多案例顯現，油品污染適合以自然衰減法處理，其他類污染較不適用。

建議：

- 一、 就美國加州（舊金山、洛杉磯）所觀察到的污染場址污染改善工作之作業流程，基本上場址的污染改善期程由業主自行控管，各級環保主管機關並未強勢主導除非該場址的地下污染物質會對人體產生即刻危害，但即使該污染標的物質會對人體產生即刻危害，亦可利用阻絕工程的施作，降低民眾的曝露風險，從而減少對人體的危害，就無需在短時間進行污染改善工作的壓力。建議能嘗試透過相關的協助平台，提供一部分出國經費，安排環保局承辦人員或各級主管至先進國家觀摩相關污染場址的地下污染改善作業程序，導引土水污染改善工作的推動觀念。
- 二、 近期環保署「土壤及地下水污染整治基金管理委員會」慢慢在推動地下污染的綠色整治技術，在國內經常可接觸到「褐地政策」的宣導活動，唯真正實施的案例目前仍未聽聞，主要原因在國內民眾的心理、生活環境及環保主管機關的心態趨近保守，故導致此些立意良好的政策無法推動、落實，殊為可惜，盼透過一、二項的示範性質的實績作業，來建立這種務實觀念。
- 三、 AE COM 公司如同國內的工程顧問公司一樣，平常人才遍佈轄下各個單位，待接手污染改善工作案件後，即刻網羅諸如地質、環工、化學、電腦等人力組成整治專案小組，因此技術資源豐沛、人力陣容堅強；反觀中油公司土壤及地下水整治工程處成立時雖然編制 58 人，但實際上常態在職的人數約 40 個不到，人手明顯不足，特別是土水整治技術專業人才之培養非短時間可達到，確實不利眾多場址之污染改善工作的推動，形成土水處是否能確保績效的一項極大隱憂。

附件



洛杉磯某煉油廠場址污染改善期間的現場空拍相片



洛杉磯某煉油廠場址污染改善期間的航照圖



洛杉磯某煉油廠遺址廢棄物掩埋場



洛杉磯某煉油廠遺址廢棄物掩埋場一景



洛杉磯某煉油廠遺址廢棄物掩埋場圍籬



洛杉磯某煉油廠遺址廢棄物掩埋場場址告示牌



洛杉磯某煉油廠遺址開發成停車場



洛杉磯某煉油廠遺址開發成工業區廠房



洛杉磯某煉油廠遺址開發成工業區



洛杉磯某煉油廠遺址開發成大賣場