

台灣中油股份有限公司人員從事兩岸交流活動報告書

參加環境鑑識國際研討會
(International Network of
Environmental Forensics)及論文發表
報告書

研提人單位：探探研究所

職 務：地球化探勘師

姓 名：吳素慧

參訪期間：106年7月9日至106年7月13日

報告日期：106年7月26日

摘 要

本出國計畫是執行台灣中油公司承接行政院環保署 105 年「應用環境法醫技術建立市售柴油指紋圖譜調查計畫(第 3 期)」委辦計畫(EPA-105-GA13-03-A194)契約書規定工作內容辦理。出國計畫事先提請經委辦單位環保署(土污基管會)同意，參加於 106 年 7 月 10 日至 7 月 12 日於中國大陸北京舉辦的 2017 環境鑑識(環境法醫學) 國際研討會(2017 Annual Conference of the International Network of Environmental Forensics; 2017 INEF)，並綜合本計畫與前二期計畫執行成果進行論文發表。本次發表論文題目為「Case Study for Diesel Spill Source Environmental Forensic using PCA-DRs Approach in Taiwan」。本研討會分為全會演講 (Plenary Session)、主題演講(Keynote Speech)、專題論壇 (Thermal Session)、口頭宣讀論文發表，以及海報論文發表等 5 大部分進行。資訊蒐集目標主要聚焦在油品洩漏污染的相關最新鑑識技術以及環境鑑識管理規範資訊上的蒐集。

本次參加 2017INEF 會議的具體成效，包括(1)引進全面型二維氣相層析飛行式質譜(GCxGC-TOFMS)分析、化合物特異性同位素分析(CSIA)、環境層序地層學(ESS)與概念性場址模型(CSM)等技術在環境鑑識上之應用資訊，有利於強化與提升國內環境鑑識科學面的可靠度；(2)蒐集有關中國大陸環境損害司法鑑定行政管理與技術管理規範等相關環境鑑識管理規範的訊息與資料，提供給計畫委辦單位環保署(土污基管會)參考；(3)承接的委辦計畫執行成果海報論文發表，讓與會者瞭解我國在油污染環境鑑識領域的技術發展狀況與積極度。

目 次

摘要

- 一、 目的
- 二、 過程
- 三、 心得與建議
 - (一) 全會演講、主題演講、專題論壇與論文發表主題概述
 - (二) 油品洩漏污染的相關鑑識技術與應用發表概述
 - (三) 環境鑑識管理規範資訊蒐集
 - (四) 委辦計畫執行成果論文發表
 - (五) 建議
- 四、 具體成效

圖 目

圖 1 委辦計畫執行成果於 2017 INEF 研討會所發表之論文摘要

圖 2 委辦計畫執行成果於 2017 INEF 研討會所發表之海報論文內容

一、目的

本出國計畫是執行台灣中油公司承接行政院環保署環保署 105 年「應用環境法醫技術建立市售柴油指紋圖譜調查計畫(第 3 期)」委辦計畫(EPA-105-GA13-03-A194)契約書規定工作內容辦理。進行國際間土壤與地下水油品污染最新調查、鑑識技術及各國污染情況資訊，並論文發表委辦計畫執行成果。

二、過程

7 月 9 日

啟程前往中國大陸北京。

7 月 10 日－7 月 12 日

參加 2017 環境鑑識(環境法醫學) 國際研討會(2017 Annual Conference of the International Network of Environmental Forensics; 2017 INEF)，並綜合本計畫與前期計畫執行成果進行海報論文發表。

7 月 13 日

返程

三、心得與建議

本次出國是為執行環保署「應用環境法醫技術建立市售柴油指紋圖譜調查計畫(第3期)」委辦計畫工作項目之一，參加國際研討會進行國際間土壤與地下水油品污染最新調查、鑑識技術及各國污染情況資訊蒐集，以及進行委辦計畫執行成果論文發表。而此次經過委辦單位同意後，選擇參加的為 2017 環境鑑識(環境法醫學) 國際研討會(2017 Annual Conference of the International Network of Environmental Forensics; 2017 INEF)。INEF 建立於 2008 年，其目的是為了提供了科學家、環境顧問、監管機構與律師等分享有關於使用於環境法醫學或稱為環境鑑識取證(Environmental Forensics)的先進訊息所成立的論壇交流平台。本次 INEF 會議著重在(1) 污染源鑑識、關聯和整治(Contaminant source identification, correlation and remediation);(2) 環境責任- 法律法規(Environmental liability - laws and regulation);(3) 環境損害評估(Environmental damage assessment);以及(4) 分析技術(Analytical techniques)四大主題。資訊蒐集目標主要聚焦在油品洩漏污染的相關最新鑑識技術以及環境鑑識管理規範資訊上的蒐集。

(一) 全會演講、主題演講、專題論壇與論文發表主題概述

本次會議共分為全會演講(Plenary Session)、主題演講(Keynote Speech)、專題論壇(Thermal Session)、口頭宣讀論文發表，以及海報論文發表 5 大部分進行。筆者將篩選出與本次出國目的有關的主題之相關內容於後續摘要綜合闡述之

1. 全會演講共 3 場次，其題目分別為

(1) 鑑識目標與非目標化合物得策略與技術

(Strategies and techniques for identifying target and non-target compounds)

(2) 全球高分辨率空氣污染物排放清單的應用

(Application of global high resolution air pollutant emission inventory)

(3) 石油烴鑑識技術現狀

(The state of art petroleum hydrocarbon forensics)

其中第(1)與第(3)兩個講題內容與本次出國目的較為有關。

2. 主題演講分為 4 個場次 16 個講題

在 16 個講題中，與本次出國目的有關的講題，包括環境鑑識技術在污染場址調查與整治中的應用 (Application of environmental forensic technology in investigation and remediation of contaminated sites)、原油風化指數 (Weathering Indices of Crude Oil)、環境層序地層學：污染來源區和遷移途徑的地質學評估 (Environmental Sequence Stratigraphy: A Focus on Geology to Assess Contaminant Source Areas and Migration Pathways) 等。另尚包括空氣污染源解析方法 (The method of source apportionment of air pollution matter)，以及多元源分配模型：綜述、比較與應用於多氯聯苯同系物的分佈分析 (Multivariate Source Apportionment Models: Overview, Comparison and Application to Analysis of PCB Congener Profiles)。

3. 專題論壇為 1 場次 5 個講題的發表：

專題論壇主題為危險廢棄物的鑑定、處置與風險評估 (Identification, disposal and risk assessment of hazardous wastes Conveners)，與本次出國目的關係較無關。

4. 口頭宣讀論文發表共 32 篇，分為 2 個時段 6 個主題場次，每個時段各 3 個主題平行舉辦：

本次 2017INEF 會議與中國大陸的損害賠償研討會合併一起舉行，在 6 個主題場次中，兩個時段各有一個主題歸屬於 2017INEF 會議。其主題分別為環境污染損害鑑定與環境應急技術方法 (Environmental pollution damage identification and environmental emergency technical methods)，以及環境鑑識技術 (Environmental forensic techniques)。因此，口頭宣讀論文發表聆聽部分則以此二主題為主。

5. 海報論文發表

本次會議原投稿海報論文發表共計 26 篇，實際到場發表者只有十餘篇。而筆者本次出國綜合承接環保署本期與前二期委辦計畫執行成果論文發表一篇。相關內容詳述於後。

(二) 油品洩漏污染的相關鑑識技術與應用發表概述

在本次會議中，全會或主題演講者所提到在環境鑑識上應用的技術，包括全面型二維氣相層析飛行式質譜(GCxGC-TOFMS)分析、化合物特異性同位素分析(Compound Specific Isotope Analysis ; CSIA)、環境層序地層學(Environmental Sequence Stratigraphy ; ESS)與概念性場址模型(Conceptual site Model ; CSM)等分析或解析技術。

GCxGC-QTOFMS 結合了具高解析能力的飛行式質譜儀與可解析複雜物的全面型二維氣相層析儀。其可針對含常規可檢測到的目標物與大量不易檢測到的非目標物的環境樣品，在進行一次性的全掃描分析中，利用自動式軟體進行目標物的檢測，同時可運用高解析質譜進行非目標物的定性與定量。全會演講者指出，GC-TOFMS 和 GC X GC-QTOF MS 是一種通用平台，具有對環境樣品中存在的大量化合物進行目標物追蹤和非目標分析的能力。主題演講者舉例說明污染場址運用 CSIA 分析技術，由 $\delta^{37}\text{Cl}$ vs. $\delta^{13}\text{C}$ 研判污染物由淺部污染或由深部上來污染所造成，解決了污染源問題，從而有助於選擇目標區域進行現場調查。

通常在現場調查和整治過程中，開發出兩種類型的 CSM，其關注區域的水文地質構造，描繪了污染物的命運和運輸（污染物的來源位置，目前發現的地方，任何生物或地球化學轉化，以及它們最終將在這裡）。一般來說，CSM 是整治調查的不可分割的路線圖(road map)。在 CSM 中，污染源是最關鍵的組件之一。污染源環境鑑識技術基本上可全部運用在整治場址的調查上。當處理複雜的地下水污染場址時，地下地層異質特性提供了最大的不確定性。ESS 為一創新地質學應用的地球科學方法，與革命性徹底改變了瞭解、圖繪和預測地下地層的能力。由於大多數容易的污染場址已被解決，困難的場址則需要較高端的技術進行調查，目前 ESS 已被美國 EPA 應用於地下水污染場址的 CSM 中。

除上述技術資訊外，另外在油污染的指紋鑑識技術上，於「原油風化指數」主題演講中，講者指出某些原運用於源的指標(例如 C2D/C2P)中，有一些指標現在適合作為風化作用的指標，而非來源指標。另指出在生物標誌物部分，原認為具長期抗菌蝕降解作用，但是短期亦有受菌蝕作用影響之化合物，須於做環境鑑識時予以剔除。

(三) 環境鑑識管理相關規範資訊蒐集

本次會議舉辦地點在中國大陸。根據會議來賓致詞與演講者提到所獲得的資訊，指出中國大陸的最高人民法院、最人民檢察院、司法部與環保部。在 2015 年底出台新政，規定對從事環境損害司法鑑定的鑑定機構與鑑定人實行登記管理制度，意圖提高環境損害司法鑑定意見的質量與公信力。不過此政策目前在起步階段，有許多問題與困難尚待解決。筆者於回國後，針對此訊息進行相關資料的蒐尋，將蒐集的訊息與資料，提供予計畫委辦單位做為未來環境鑑識管理相關規範制定之參考。

中國大陸的司法部與環保部因應在環境危害司法鑑定行政管理與技術管理規範及二者結合的需求，共同研究制定了“環境損害司法鑑定機構登記評審辦法”與“環境損害司法鑑定機構登記評審專家庫管理辦法”，並於 2016 年 12 月 8 日公告，將環境損害司法鑑定納入統一登記管理範圍。司法鑑定機構評審以司法部為主、環保部配合實施；司法鑑定評審專家庫則以環保部為主、司法部配合實施。此促進中國大陸在環境損害司法鑑定上，首次具有了綱要性與操作的指導文件。雖其尚屬於起步階段，仍尚未形成一完整的法規、技術標準與運行體系。但此兩辦法的制定，則有利於進一步推動中國大陸環境損害司法鑑定行政管理與技術管理的結合。

在環境損害司法鑑定機構登記評審辦法中，指出鑒定機構的每項鑒定業務至少有 2 名具有相關專業高級專業技術職稱的鑒定人，以及要有不少於一百萬元人民幣的資金（資料來源：摘自“中國大陸司法部”環境損害司法鑒定機構登記評審辦法）。環境保護主管部門會同司法行政機關對專家庫實行動態管理。專家庫分為國家庫與地方庫。國家庫專家下設污染物性質鑒別、地表水和沉積物、環境大氣、土壤與地下水、近岸海洋和海岸帶、生態系統、環境經濟、其他類（主要包括雜訊、振動、光、熱、電磁輻射、核輻射、環境法等）等 8 個領域的專家庫。在辦法中除了釐訂入選專家應具備的條件外，更說明了入庫專家的工作內容包括(1) 為環境損害司法鑒定機構的評審提供專家意見；(2) 參加相關技術培訓；(3) 承擔環境保護主管部門、司法行政機關委託的其他工作（資料來源：摘自“中國大陸司法部”環境損害司法鑒定機構登記評審專家庫管理辦法）。

(四) 委辦計畫執行成果論文發表

本次出國彙整承接環保署本期與前二期委辦計畫執行成果在會議中進行一篇海報論文發表。發表題目為「Case Study for Diesel Spill Source Environmental Forensic using PCA-DRs Approach in Taiwan」，由委辦計畫執行單位台灣中油公司與協助執行單位美商傑明公司，以及委辦單位環保署共同具名發表，並於海報論文中註明計畫經費是由環保署資助【This project was funded by the Environmental Protection Administration Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan) under the contract number EPA-103-GA13-03-A230 and EPA-105-GA13-03-A194】。其英文摘要如圖 1 所示，摘要內容在投稿前亦先分別經過執行單位內部與委辦單位審閱通過，而所發表之海報論文內容如圖 2 所示。



Case Study for Diesel Spill Source Environmental Forensic using PCA-DRs Approach in Taiwan

Suh-Huey Wu^{1}, Mei-Hua Chen¹, Jing-Hong, Hsu¹,
Chun-Chun Lin², Wen-Tao Kiu², Wan-Fang Chau³, and I-Hsing Chen¹*

¹Exploration and Development Research Institute, CPC Corporation, Taiwan, Miaoli 36042, Taiwan, R.O.C.

²MWH Environmental Technologies Taiwan Ltd. MWH Americas Inc., Twainan Branch

³Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund Management Board, EPA, R.O.C.

*Presenting Author: Telephone:+886-37-356150, Fax:+886-37-336260,
048682@cpc.com.tw

The PCA-DRs approach has been developed for the distinguishing genetically-similar diesel fuels and can be used to differentiate both fresh and weathered diesel fuels produced from different refinery companies present at contaminated sites in Taiwan. This approach utilized numerous diagnostic ratios (DRs) of source-specific diesel range marker compounds in principal component analysis (PCA). The compounds used in the PCA-DRs approach included bicyclic sesquiterpanes, adamantanes, and alkylated PAHs etc..

In order to evaluate the effect of gasoline interference (mixing), weathering, biodegradation and remediation on the diesel spill source identification using the PCA-DRs approach, there were several real diesel spill sites had been investigated in this study. The results show the PCA-DRs approach can be used in the diesel spill source identification, but the appropriate diagnostic ratios should be selected in each site.

ACKNOWLEDGMENTS

This project was funded by the Environmental Protection Administration Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan) under the contract number EPA-103-GA13-03-A230 and EPA-105-GA13-03-A194.

圖 1 委辦計畫執行成果於 2017 INEF 研討會所發表之論文摘要

Sub-Huey Wu^{1*}, Mei-Hua Chen¹, Jing-Hong Hsu¹, Chun-Chun Lin², Wen-Tao Kuo², Wan-Fang Chan³, and I-Hsing Chen³

¹ Exploration and Development Research Institute, CPC Corporation, Taiwan, Miaoli 36042, Taiwan, R.O.C. ²MWH Environmental Technologies Taiwan Ltd. MWH Americas Inc., Taiwan Branch ³Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund Management Board, EPA, R.O.C.
*Presenting Author: Sub-Huey Wu, Telephone:+886-37-356150, Fax:+886-37-336260, Email Address: 048682@cpc.com.tw

Abstract: The PCA-DRs approach has been developed for the distinguishing genetically-similar diesel fuels and can be used to differentiate both fresh and weathered diesel fuels produced from different refinery companies present at contaminated sites in Taiwan. This approach utilized numerous diagnostic ratios (DRs) of source-specific diesel range marker compounds in principal component analysis (PCA). The compounds used in the PCA-DRs approach included bicyclic sesquiterpanes, adamantanes, and alkylated PAHs etc. In order to evaluate the effect of gasoline interference (mixing), weathering, biodegradation and remediation on the diesel spill source identification using the PCA-DRs approach, there were several real diesel spill sites had been investigated in this study. The results show the PCA-DRs approach can be used in the diesel spill source identification, but the appropriate diagnostic ratios should be selected in each site.

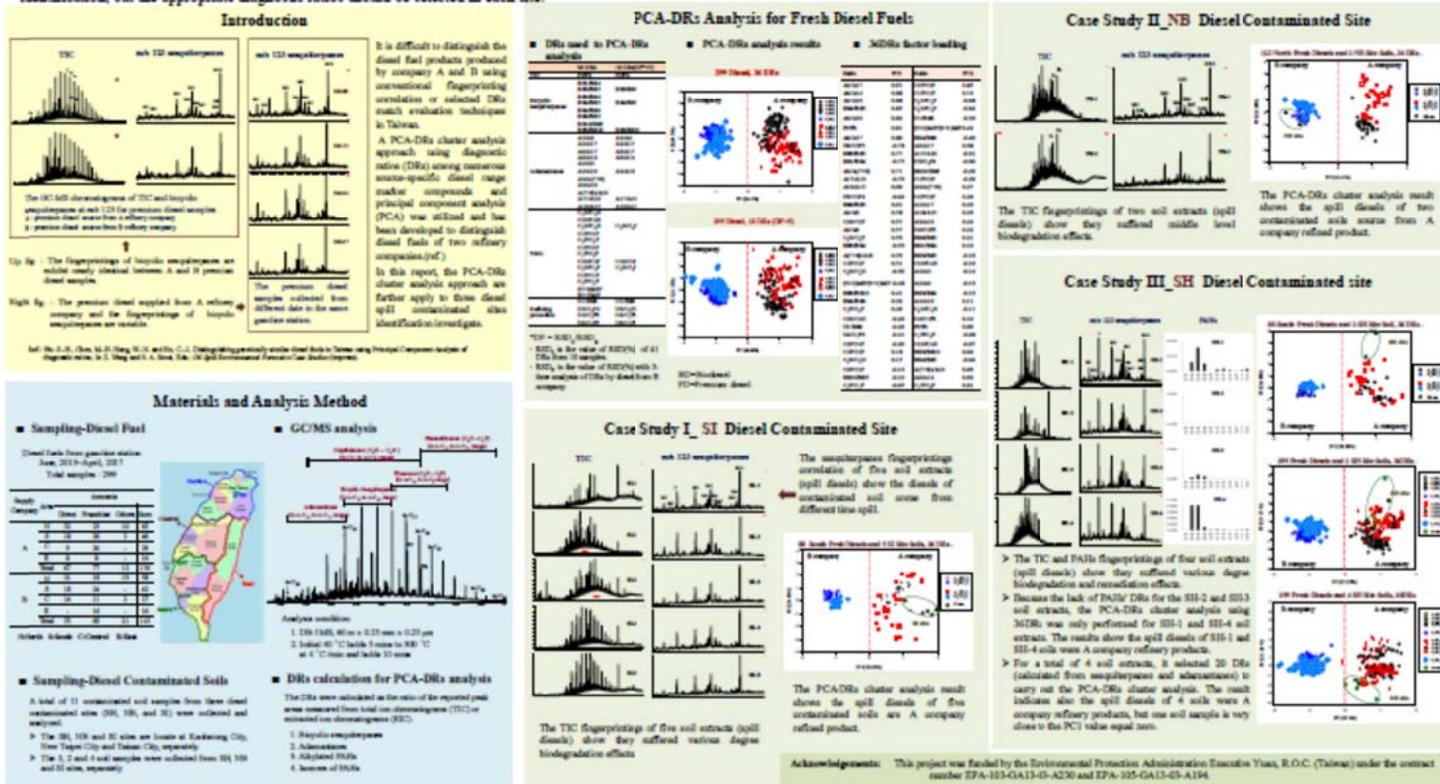


圖 2 委辦計畫執行成果於 2017 INEF 研討會所發表之海報論文內容

(五) 建議

台灣中油公司探採研究所的地球化學組具有高解析度的 GCxGC-TOFMS 儀器與可進行 CSIA 分析的 GCIRMS 儀器，並培育有相關分析技術與能力的專業人員。同時，地球物理組在油氣探勘領域的層序地層學方面，亦具有相當的解析技術與專業人員，可將此技術與經驗充分擴展應用於環境鑑識之環境層序地層學(ESS)上。建議台灣中油公司探採研究所若能充分的利用與結合前述以及既有的油指紋鑑識技術，並加強建立概念性場址模型(CSM)針對污染源區域與移棲途徑的解析技術，將促使其在台灣地區擁有最具優勢的油污染鑑識技術團隊。

四、具體成效

1. 引進 GCxGC-TOFMS、CSIA、ESS 與 CSM 等技術在環境鑑識上之應用資訊，有利於強化與提升國內環境鑑識科學面的可靠度。
2. 將所蒐集到的中國大陸環境損害司法鑑定納入統一登記管理範圍，由司法部與環保部因應在環境危害司法鑑定行政管理與技術管理規範及二者結合的需求，共同研究制定了”環境損害司法鑑定機構登記評審辦法”與”環境損害司法鑑定機構登記評審專家庫管理辦法”等相關環境鑑識管理規範的訊息與資料，提供給計畫委辦單位環保署（土污基管會）參考，對有待積極建立相關行政管理與技術制定管理的我國應有所助益。
3. 發表承接環保署本期與前二期委辦計畫執行成果之「Case Study for Diesel Spill Source Environmental Forensic using PCA-DRs Approach in Taiwan」海報論文一篇，讓與會者瞭解我國在油污染環境鑑識領域的技術發展狀況與積極度。