

出國報告（出國類別：洽公）

參加世界核能發電協會亞特蘭大中心(WANO-AC)
至美國 Clinton 核能電廠進行同業評估活動

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：王介興（核能二廠 環保化學組 水處理專員）

派赴國家：美國

出國期間：104 /07 /13 ~ 104 /08 /09

報告日期：104 /09 /01

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加世界核能發電協會亞特蘭大中心(WANO-AC)至美國 Clinton 核能電廠進行同業評估活動

頁數 8 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司 / 陳德隆 / (02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王介興/台灣電力公司/核能二廠/主辦水處理專員/(02)2498-5990

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他（洽公）

出國期間：104.07.13---104.08.09 出國地區：美國

報告日期：104 年 09 月 01 日

分類號/目

關鍵詞：核能、世界核能發電協會、同業評估

內容摘要：

世界核能發電協會（WANO）對於各會員公司，會定期以高標準之績效目標準則 (PO&C)，進行旗下核能電廠之同業評估；經由發現問題提出改進建議，使能邁向卓越，以確保整體核能安全。

本次出國任務，係應該協會亞特蘭大中心(WANO-AC)邀請，參加在美國 Clinton 核能電廠同業評估作業，擔任化學(CY)領域之評估員。本項 WANO 同業評估作業，可深入瞭解受評電廠的營運表現，協助該電廠進一步追求卓越；同時在任務過程，並可蒐集有用資訊，觀察電廠管理/運轉/維護/設備改善的良善作法，經由標竿學習，汲取國外電廠的優良典範，運用於本公司持續精進核能安全與營運績效之參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

	頁數
壹、出國目的.....	1
貳、出國行程.....	1
參、任務摘要.....	2
肆、心得與感想.....	7
伍、建議.....	8

壹、出國目的：

本次出國任務，係應世界核能發電協會亞特蘭大中心(WANO-AC)邀請，代表該協會東京中心(WANO-TC)，參加在美國伊利諾州 Clinton 核能電廠同業評估作業，擔任化學領域(CY)之評估員。

本項 WANO 同業評估作業，可深入瞭解受評電廠的營運表現，協助該電廠進一步追求卓越，同時在任務過程，並可汲取國外電廠的優良典範，運用於本公司持續精進核能安全與營運績效之參考。

貳、出國行程：

104 年 7 月 13 日~7 月 14 日	往程 (台北→舊金山→亞特蘭大)
104 年 7 月 15 日~7 月 25 日	同業評估勤前團隊訓練及準備 (在 WANO 亞特蘭大中心)
104 年 7 月 26 日	評估團隊前往 Clinton 核電廠所在地，伊利諾州 Bloomington (亞特蘭大→Bloomington)
104 年 7 月 27 日~8 月 7 日	正式進行 Clinton 電廠同業評估， 8 月 7 日任務結束後返國
104 年 8 月 7 日~8 月 9 日	返程 (Bloomington→Minneapolis→洛杉磯→台北)

本次任務，含往返行程，前後共計 28 天。

參、任務摘要：

一、Clinton 核電廠：

Clinton 核能電廠，位於美國伊利諾州，屬於 Exelon 電力公司，屬第六代沸水式核電機組(BWR-6、與本公司核二廠為同型機組)，裝置容量為 985 MWe，於 1987 年開始商業運轉，在進行功率提昇後目前的裝置容量為 1043 MWe。

而 Exelon 電力公司為擁有美國最多核電機組的電力公司，共計有十一座核電廠(18 部核電機組)；其中壓水式(PWR) 6 部機，沸水式(BWR) 12 部機，除 Clinton BWR 1 部外，尚擁有 Braidwood 核電廠(PWR 2 部)， Byron (PWR 2 部)， Dresden (BWR 2 部)， Fort Calhoun (PWR 1 部)， La Salle (BWR 2 部)， Limerick (BWR 2 部)， Oyster Creek (BWR 1 部)， Peach Bottom (BWR 2 部)， Quad Cities (BWR 2 部)與 Three Mile Island (PWR 1 部)；其中在伊利諾州就有六座核電廠共 11 部機組運轉。

二、評估範疇與團隊組成

世界核能運轉協會(WANO、World Association of Nuclear Operators)為確保全球核能電廠運行的安全性和可靠性而成立之組織，每年 WANO 執行之主要計畫有：

- (1).同業評估(Peer Reviews)、
- (2).運轉經驗交流(OE、Operating Experience)、
- (3).研討會(Workshops and Seminars)、
- (4).技術支援及交流(Technical Support and Exchanges)。

同業評估(Peer Review)是各中心每年非常重要之工作項目，為各會員電廠重要之權利與義務。世界核能發電協會 (WANO)在 2006 年之前對同業評估之作法，通常是由各會員電廠主動提出，邀請 WANO 組團前往該電廠執行同業評估。自 2006 年起則以近乎強制性作法，要求每一電廠(Station)至少每 6 年需執行一次核能同業評估，但在日本福島一廠事件後，WANO 在 2013 年已將各核能電廠接受同業評估之週期縮短為每 4 年一次，Clinton 電廠上次接受同

業評估的時間為 2011 年。

依據 WANO 同業評估所遵循之績效目標準則(WANO Performance Objectives and Criteria, PO & C)，同業評估會針對下列主要領域，組成專家群小組進行評鑑，包括：

- 組職效能領域(Organization Effectiveness, OR)
- 運轉領域(Operations, OP)
- 維護領域(Maintenance and Work Management, MA & WM)
- 化學領域(Chemistry, CY)
- 設備可靠度領域(Equipment Reliability, ER)
- 工程與構形管理(Engineering and Configuration Management, EN & CM)
- 輻射防護、消防與工安(Radiation Protection, Fire Protection and Industrial Safety, RP, FP & IS)
- 緊急計畫領域(Emergency Preparedness, EP)
- 績效改善、訓練檢定與運轉經驗(Performance Improvement, Training Qualification and Operating Experience, PI, TQ & OE)

1. 整個任務評估團隊共 25 人，由團隊領隊率領，每個評估領域依需要，設置評估員 1 至 4 人，團隊尚包括兩位現任 Clinton 電廠之評估員(host peer)實際參與評估工作，提供團隊第一手電廠資訊，此外尚有一位業界顧問(Industry Advisor, 係由 Prairie Island 副廠長擔任)。

整個評估團人力，以 INPO 專業資深評估員為主，另有六位來自美國核電廠評估員，及四位分別來自 WANO 巴黎中心、莫斯科中心及東京中心(台電公司代表)的國際評估員(International Peer)，而我本人係獲邀擔任化學領域(CY)評估員。

三、出國前準備與在亞特蘭大 WANO AC 預備工作

1. 出國前準備事項

基於美方核能電廠的保安要求，要自由進出美國核電廠，執行獨立無人陪同(unesorted access)任務時，事先須按照美方規定，完成嚴謹的保安調查程序，首先要填妥個人身家健康調查(Personal History Questionnaires, PHQ)多項表格，檢附包括個人無犯罪紀錄證明，個人財務信用紀錄，以及個人在電廠保安、工

安、輻防訓練紀錄等，並且由 INPO 認可的一位獨立協助者(Facilitator)進行核對與確認，以完成出國前的申請程序。

此外，出國前尚需研讀 INPO 與 Exelon 公司提供之線上核能訓練教材，並在抵達亞特蘭大後，完成各項線上測試(測試合格成績標準為 80 分)，才能取得正式進廠獨立行動評估資格(即所謂 NANTeL 課程要求：National Academy for Nuclear Training e-learning Courses)。

課程內容，包括下列九項科目(其中四項為 Generic 通用課程，二項為 INPO 要求課程，三項為 Exelon 電廠的訓練課程)：

- 通用適職方案(Generic Fitness-for-duty)
- 通用入廠訓練(Generic Plant Access Training)
- 通用輻防訓練(Generic Radiation Worker Training)
- 通用資安認知訓練(Generic Cyber Security Awareness)
- INPO 適職方案(INPO Fitness-for-duty)
- INPO 同業評估作業觀察與訪談技巧 (INPO Industry Peer Observations and Interviews)
- Exelon 共同學習指引(Exelon Common Study Guide)
- Exelon 電廠入廠訓練(Exelon Plant Access Training)
- Exelon 輻防訓練(Exelon Radiation Worker Training)

2. 在亞特蘭大 WANO AC 預備工作

評估團隊在實際前往電廠進行評估工作前，會先在亞特蘭大 INPO 總部，進行前後 12 天的勤前準備工作。

首先由國外來支援的國際評估員(international peer)，需完成有關之前寄送身家調查(PHQ)資料查驗，適職方案的尿液檢體採樣，酒精測試，照相與指紋建檔，到醫院進行醫生心理評估，及最重要的完成所有線上課程測驗，前後花費 2 至 3 天。

接著有一個禮拜所謂準備週(sequester week)，準備週會進行二至三次的團隊會議。第一次會議主要是各領域評估員的自我介紹，以及各領域將分析部門已分析需關注之事項逐一簡介；之後的會議亦會請受評估電廠的評估員 (host peer) 對該受評估之電廠進行簡報，說明其自上次評估後之績效表現、待改善事項之改善成效、以及所發生重要事件的摘要。基本上，受評估電廠的評估員雖然來自受評估電廠且代表該電廠之連絡員 (coordinator)，但其地位及工作仍等同於同業評估員。

評估團隊開會討論內容，均針對事先蒐集到的電廠營運資訊(即 Advance Information Package 資料)，分析出準備評估的關注焦點(Gap Focus Area)，甚或可能發展成電廠待改進事項(Potential Area for Improvement, AFI)的素材。

在此同時，每個評估領域，在 Lead Reviewer 領導下，需先依所收集的資料事先撰寫相關的觀察報告(Observation Report)擬具未來評估計畫(Review Plan)，準備週還有一項工作是與受評估電廠之領域窗口人 (area counterpart) 先舉行電話會議，主要內容是先與對方溝通本次評估之重點，以及需要對方準備或補充資料的部分，訂定未來實際到廠評估時的查驗及訪談重點。如此，可讓實地評估的活動更有效率，雙方更能達成共識。

同業評估活動主要是協助受評估電廠看到自己的盲點，並能加以改善。要能達成此一目標，除了雙方要有對同業評估正確的認識外，更需要受評估電廠不論是管理階層或是各個領域窗口人具備開放的心情 (open mind)，而先舉行電話或視訊會議，則是建立此一共識的第一步。

準備週所有的準備文件，計畫產出及電廠有關資訊，皆建置在團隊共用的電腦系統上(所謂 Field Note 與 Team Tab 資料庫)，共同分享及跨領域互助，可以說是透過完善的事先準備，在出發到電廠前，已有評估的重點規劃及查驗訪談目標，甚至可以說，最後可能會成立的電廠待改進事項(AFI)，已經有了初步的結論。

四、電廠實地評估

美國 Clinton 核電廠位於伊利諾州，離芝加哥西南方約 240 公里，擁有一座

BWR-6 的沸水式核能機組，反應爐由奇異公司提供，電廠員工約 680 人。

Clinton 電廠近年來營運績效相當良好，去(2014)年機組平均發電容量因數為 96.5%，在美國屬於表現優良的 INPO Assessment Score One 電廠。

評估團隊電廠實地評估作業，自 7 月 27 日起，至 8 月 7 日結束，前後為期兩週。第一天進廠手續，在進行指紋掃瞄建檔後領取通行證，尚需經過保安關卡，有持槍警衛把關，進行進廠指紋掃瞄，脫除外套、工安鞋、筆電檢查外，所有含金屬成份之物品均需經 X 光機掃描檢查，在通過人員 X 光機偵測器時若有警報出現，則需進行個別之安全檢查，保安工作十分之嚴謹且完整。

當天各分組現場檢視將所發現的缺失問題，以白卡(white card)記錄，並建檔於電腦資料庫中，供後續交叉應用；同時評估團隊並依領域分工，依原先擬具之評估計畫，開始現場作業觀察(Observation)，人員訪談(Interview)，並透過每天 11:30 定期召開之團隊會議(Team Meeting)，各領域交換彼此的發現及討論需相互支援的查證項目，每天 15:30 各分組並與電廠領域對口人會議(Counterpart Meeting)，討論每日觀察所得，澄清有關疑點並討論後續觀察評估方向等。

結束電廠第一週評估活動後，評估團隊在可能形成待改進事項(Potential Area for Improvement, AFI)或效能缺失(Performance Deficiencies)項目內容及其背後可能造成原因，透過分組內部討論，團隊會議(Team Meeting)領隊確認及知會電廠對口人意見後，確定各項待改進事項(AFI)內容，同時針對電廠優良典範(Strength)項目，同步提供團隊討論定案。

在電廠評估活動的最後一天(8 月 7 日)，在評估團領隊(Team Leader)率領下，各領域以小組方式，分別向其副總 (Vice President)及電廠廠長 (Plant Manager)報告該領域本次評估之結論，包括：待改進事項 (AFIs)，效能缺失 (Performance Deficiencies)，優良典範(Strengths)及良好作為 (Beneficial Practices)等內容。評估團隊在結束整個電廠評估活動後，國際評估員即可各自返國，而 WANO 團隊則再回到亞特蘭大 INPO 總部，進行一週的評估報告修改與定稿工作，最後再提交受評電廠後續答覆及改善。

肆、心得與感想：

- 一、 WANO 的同業評估對評估員而言，雖然早出晚歸工作辛苦，過程緊湊且需揹負極大的評估壓力，但參與同業評估是一個可實地觀察受評電廠實務作業的寶貴機會，也是一個難得的學習機會，從觀察受評估電廠的各項作業中也可以在評估活動中，吸收對方的長處作為自己公司或電廠之參考；缺點則可做為借鏡，是一個絕佳自我提昇的成長機會。
- 二、 美國核電廠在 INPO 專家群(通常為從事核能相關工作多年的專家)主導之下，其評估工作不僅頻度(每兩年一次)較 WANO 同業評估(每四年一次)為高，且 INPO 制度化做法，多年來累積的經驗傳承、數據資料及人力資源的完整性，在應用於評估工作時可以多面向的分析電廠運轉狀況，可說在實地評估前，已充分做好準備工作(well-prepared)，讓整個評估活動在短時間內，即可有效找出電廠該改進重點，這是本次任務個人最大的體認。
- 三、 參與 WANO 同業評估，也是一個向國外核能電廠標竿學習(Benchmarking)的良好機會，本次利用參與 Clinton 電廠評估活動，能有機會與這麼多來自多各國、各評估領域之核能專家一起對 Clinton 電廠執行同業評估，在團隊合作、教學相長下也是個絕佳的彼此交流的學習經驗，在實地評估的同時也體認到該電廠在爐水水質控制、飼水不溶解鐵之抑低、實驗室藥品及化學分析儀器品質控制、水質取樣分析、電廠用各項化學品之管制使用及管理、密閉循環水系統腐蝕抑制、生水處理、補充水之製造及控制等等，均有可供本廠借鏡的優點。
- 四、 美國核能電廠之部門分工鑑於國情與組織架構，與本公司核電廠有很大的不同，例如在負責水質控制與化學指標的改善工作上，其化學部門只單純執行分析工作並提供數據給運轉人員參考，並未執行改善對策之擬定與實施，然而卻需背負化學指標與水質改善的重責大任，似有權責不符的情形，也使其化學部門承受較大的績效改善壓力。

伍、建議：

- 一. WANO 同業評估的成果，常取決於該評估團隊組員的素質及團隊合作程度，因此 WANO 在其評估組員挑選準則內，均列舉多項要求：諸如個人的技術專業 (Technical Expertise)，管理技能 (Managerial Expertise)，發現問題的人格特質(State of Mind)，與過去實際參與評估經驗要求 (Review / Evaluation Experience)，當然語言溝通能力 (Language)對國際評估員，更是必要的條件，這些都是 WANO 挑選組員的建議條件，也是本公司推薦人選的考慮方向，而評估活動期間出國旅費、日用費等之支出，本公司僅需要支付保險費，其他全由 WANO 負擔，對本公司人員培養之訓練而言是非常有效益的，建議多鼓勵並派遣有潛力值得培養的年輕工程師參加 WANO 同業評估的歷練，培養國際觀以儲備更多的人力庫，且知己知彼更能將相關經驗回饋至本公司及電廠。